

注塑机电路维修

第二版

李忠文 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

本书围绕注塑机电路维修介绍了电子电路和电气电路的基本知识, 注塑机系统的微机控制和电气控制, 注塑机机械、液压及电气控制, 机械手常见故障处理方法, 注塑机维修技能, 注塑机电路板的维修与加工制作以及检测电子电路板简易装置及调试方法。

注塑机电路维修涉及专业面广, 复杂程度高。要掌握注塑机的操作与调校, 注塑机电路的原理、接线, 电气、电子元器件性能, 以及机械部件和油路的工作过程, 才能准确地判断和排除故障。本书汇集作者多年从事这方面实际工作经验和资料, 提供大量的电路图、接线图、元器件位置图和机械、液压元件的结构图, 编入作者在工作中总结出来的故障判断流程和维修方法与技巧, 是从事注塑机应用及维修工作一本不可多得的工具书。为了适应本书的读者层次, 第二版中加强了电子、电气元件和线路基础知识的介绍, 增加了常用机型的资料。本书可供注塑机维修技术人员参考使用, 也可作为高级技术工人培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑机电路维修/李忠文编著. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2006. 6

ISBN 7-5025-9032-3

I. 注… II. 李… III. 注塑机-电路-维修 IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071093 号

注塑机电路维修

第二版

李忠文 编著

责任编辑: 刘 哲 李玉晖

责任校对: 顾淑云

封面设计: 韩 飞

*

化学工业出版社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 20 字数 494 千字

2007 年 1 月第 2 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9032-3

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

第二版前言

《注塑机电器维修》自 2001 年出版以来，得到了广大读者的厚爱与支持，已发行 3 万余册。为了满足更多读者在工作实践中对维修技能的需求，作者对本书进行了补充和修改，主要在以下几方面。

1. 加强了电子元件基础方面的内容。针对近几年注塑机发展与应用电子技术的实际情况，在原有基础上进行了补充和加强，为提高维修能力打下坚实基础。

2. 增加了注塑机机型和结构装置介绍，如对力劲 PT-160 注塑机的介绍，为读者直接或间接地了解注塑机提供帮助。

3. 本书力求知识全面，普及电子技术应用知识，通俗易懂，成为广大读者的良师益友。本书作为东莞市技工学校、广东省高级技工学校东莞分校、东莞联合技工学校的培训教材，通过近年来的教学和培训实践，取得了良好的社会效果。

本书修订中得到了东莞联合技工学校黄淮东校长、东莞市技工学校冯推柏副校长、东莞市劳动局职业技能鉴定中心陈巨老师的支持和关注，力劲机械市场部杨人祺经理、中试基地蔡恒志先生为本书修订提供了资料，在此表示感谢。因作者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

编者

2006 年 6 月

目 录

第 1 章 电子电路	1
1.1 组成电子电路的元器件	1
1.1.1 电阻器	1
1.1.1.1 电阻器主要技术参数	2
1.1.1.2 电位器	6
1.1.1.3 特殊电阻器	7
1.1.2 电容器	9
1.1.2.1 电容器主要技术参数	9
1.1.2.2 电容器主要技术参数标识方法	10
1.1.3 电感器	11
1.1.3.1 电感器主要技术参数	12
1.1.3.2 电感器主要技术参数标识方法	13
1.1.4 变压器	14
1.1.5 二极管	15
1.1.6 特殊二极管	18
1.1.7 三极管	22
1.1.7.1 三极管主要技术参数	23
1.1.7.2 复合三极管	24
1.1.7.3 场效应管	24
1.1.7.4 光电三极管	27
1.1.8 三端稳压器	28
1.1.9 可控硅及双向可控硅	34
1.1.9.1 可控硅特性	34
1.1.9.2 可控硅主要技术参数	36
1.1.9.3 双向可控硅	37
1.1.10 光电耦合器	38
1.1.11 电磁继电器	40
1.1.12 脉冲译码器	42
1.1.13 接近开关	43
1.1.14 电子尺	45
1.1.15 集成电路	45

1.1.15.1	模拟集成运算放大器	46
1.1.15.2	数字集成电路芯片	50
1.2	电子电路分析	54
1.2.1	电源电路分析	54
1.2.2	开关电路分析	55
1.2.3	可控硅电路分析	56
第2章	电子元器件的选用	58
2.1	阻容元器件	58
2.1.1	电阻器	58
2.1.2	电阻器的质量鉴别与使用	59
2.1.3	电位器	60
2.1.4	电位器的质量鉴别与使用	62
2.1.5	电容器	62
2.1.6	电容器的质量鉴别与使用	64
2.1.7	电感器	64
2.1.8	电感器的鉴别与使用	66
2.2	晶体二极管、三极管器件	66
2.2.1	晶体二极管、三极管型号	66
2.2.2	晶体管技术参数	69
2.2.3	晶体二极管检测方法	70
2.2.4	三极管检测方法	71
2.2.5	晶体管使用注意事项	75
2.3	半导体集成电路	77
2.3.1	半导体集成电路型号和分类	77
2.3.2	半导体集成电路的检测与使用	79
第3章	电气电路	81
3.1	电气电路基本知识	81
3.2	低压电器基本知识	81
3.2.1	常用低压电器元件	82
3.2.1.1	低压开关	82
3.2.1.2	低压断路器	85
3.2.1.3	主令电器	85
3.2.1.4	接触器	88
3.2.1.5	继电器	88
3.2.1.6	熔断器	91
3.2.2	电动机的选择和保护	94
3.2.3	电气控制基本电路	95
3.2.3.1	具有过载保护的启动、停止电路	96
3.2.3.2	电加热自动控制电路	96
3.2.3.3	正反转电路	97

3.2.3.4	星形/三角形 (Y/ Δ) 换接降压启动电路	97
3.2.3.5	其他控制电路	98
3.3	可控硅整流电路及保护	102
3.3.1	单相可控硅整流电路	102
3.3.2	三相可控硅整流电路	102
3.3.3	可控硅系统保护措施及脉冲电路	102
3.3.4	可控硅技术应用电路	105
3.3.4.1	电磁调速系统电路	105
3.3.4.2	温度自动控制电路	108
3.4	电器元件应用及检修要点	111
第4章	注塑机控制系统	116
4.1	注塑机组成和参数	116
4.1.1	注塑机的基本结构	116
4.1.2	注塑机的工作过程	117
4.1.3	注塑机的机械系统及分类	118
4.1.4	注塑机的规格表示及技术参数	122
4.1.5	注塑机液压传动系统	124
4.2	注塑机电气控制 (继电器控制类型)	134
4.2.1	主电机启动电路	137
4.2.2	电加热自动控制电路	137
4.2.3	宝源机型 PYI-7B 主要器件及电路分析	138
4.3	注塑机电子电器控制 (Z80 单板机控制类型)	144
4.3.1	主电路控制过程	144
4.3.2	加热电路	146
4.3.3	电源电路	146
4.3.4	单板机控制系统	146
4.4	注塑机多功能程序控制器控制 (8085 单板机控制类型)	156
4.4.1	系统组成	156
4.4.2	控制过程分析	161
4.5	注塑机电脑程序控制器控制 (双 8085 单板机控制类型)	162
4.5.1	电脑程序控制器面板	164
4.5.2	注塑机的操作及参数预置	168
4.6	注塑机工业电脑程序控制器控制	175
4.6.1	工业电脑程序控制器面板	175
4.6.2	注塑机的操作与参数预置	178
第5章	注塑机机械、液压及电气装置	190
5.1	震雄注塑机机械、液压和电气装置	190
5.1.1	机械部分	190
5.1.2	液压部分	195
5.1.3	电气部分	200

5.2	力劲注塑机机械、液压和电气装置	207
5.2.1	机械部分	207
5.2.2	液压部分	207
5.2.3	电气部分	220
5.3	宝源注塑机机械、液压和电气装置	225
5.3.1	机械部分	225
5.3.2	液压部分	232
5.3.3	电气部分	232
第6章	注塑机常见故障及维修方法	243
6.1	注塑机维修方法	243
6.1.1	注塑机安全装置检修要点	243
6.1.2	发热筒及加热电路检修要点	243
6.1.3	主电机及控制电路检修要点	244
6.1.4	油掣阀与电路检修要点	245
6.1.5	I/O 电子电路板与电路的检修	248
6.1.6	电子放大板电路及其维修	250
6.1.7	电源电子板电路检修	255
6.1.8	油掣组合单元	257
6.1.9	比例流量、压力的调校	257
6.1.10	程控器电路的维修方法	260
6.2	注塑机常见故障与处理方法	262
6.2.1	注塑机的检修方法	262
6.2.2	注塑机常见故障及处理	263
6.2.3	注塑机常见故障判断程序	264
6.2.4	注塑机常见故障与处理实例	272
6.3	电子电路板加工制作实例	280
6.3.1	VCA-070G 电子放大板	280
6.3.2	VCA-060G 电子放大板	280
6.3.3	VCA-060B 电子放大板	287
6.3.4	V _{3r1} 电子放大板	287
6.3.5	日钢机电子放大板	290
6.3.6	注塑机电源板	290
6.3.7	电磁调速器控制电路板	290
6.4	检测电子电路板简易装置制作及调校方法	300
6.4.1	检测	300
6.4.2	自制检测装置	300
6.5	电子电路板维修实例	304

第1章 电子电路

电子电路应用广泛，种类繁多，举不胜举，按电子电路的基本功能可分四大类型电路：整流电路、开关电路、放大电路和振荡电路。注塑机控制电路中亦包含了这四大类型的电子电路。熟练掌握这四大类型电路的基本工作原理和维修方法，并能举一反三，融会贯通，这对于从事注塑机维修工作的人员来说是必备的基础。

1.1 组成电子电路的元器件

图 1-1 是综合电子电路原理图，它包括了许多电子元器件，组成了三种电路。首先它是由变压器、整流二极管、电解电容器、三端稳压器、LED 发光二极管等元件组成的理想电源电路。再由开关 S_2 控制电位器、三极管、二极管、高灵敏继电器 J 组成开关放大电路来控制继电器的工作状态。继电器的常开触点控制是由单结管电阻和电容器组成的振荡电路控制可控硅，可控硅又对灯泡进行功率控制。这个电子电路的组成，涉及的是分立的电子元器件。了解电子元器件特性，对于理解电子电路的工作原理十分有益。

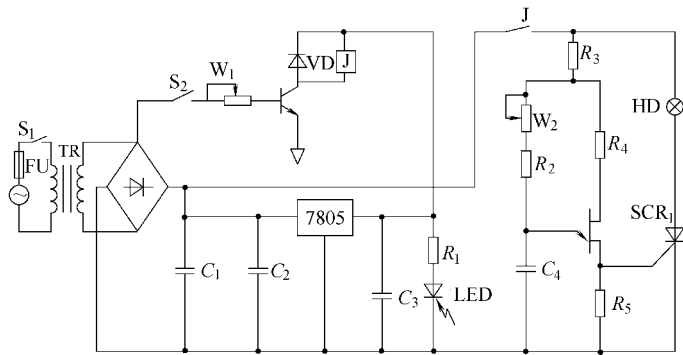


图 1-1 综合电子电路

本章还将对注塑机电子电路中常用的其他类型的电子元器件进行了介绍，如光电耦合器、双向可控硅、固态继电器、接近开关、拨盘开关、光学解码器、电子尺、模拟集成电路芯片、数字集成电路芯片等。了解电子元器件的功能、作用及特性，熟悉电子元器件的技术参数、器件类型、使用条件及注意事项，以便在实际维修过程中，应用这些电子元器件的基本基础知识，对电子元器件进行检查测量、分析判断、器件替换，提高实际维修的技术水平。

1.1.1 电阻器

电阻器简称电阻，电阻是组成电子电路的最基本的分立元件。电阻是电路对电流通过的

阻碍作用。导体的电阻 R 与导体横截面面积 S 成反比，与导体长度 L 成正比，还与导体的电阻率 ρ 成正比，其关系如下

$$R=\rho L/S$$

式中 ρ 是电阻率或电阻系数，是与材料性质有关的物理量。电阻率的大小等于长度 1m，截面面积 1mm² 的导体在一定温度下的电阻值，其单位是欧·米（ $\Omega\cdot\text{m}$ ）。表 1-1 是几种材料在 20℃ 时的电阻率。

表 1-1 几种材料在 20℃ 时的电阻率

材 料	材 料	电阻率/ $\Omega\cdot\text{m}$	主 要 用 途
金属	银	1.6×10^{-8}	导线镀银
	铜	1.7×10^{-8}	制造各种导线
	铝	2.9×10^{-8}	制造各种导线
	钨	5.3×10^{-8}	电灯灯丝、电器触头
	铁	10×10^{-7}	电工材料、钢材
合金	锰铜 85%铜,12%锰,3%镍	4.4×10^{-7}	制造滑线、标准电阻
	康铜 54%铜,46%镍	5.0×10^{-7}	制造滑线、标准电阻
	铝铬铁电阻丝	1.2×10^{-6}	电炉丝
半导体	硒、锗、硅等	$10^{-4}\sim10^7$	制造晶体管、晶闸管
绝缘体	赛璐珞	10^8	电器绝缘
	电木塑料	$10^{10}\sim10^{14}$	电器外壳、绝缘支架
	橡胶	$10^{13}\sim10^{16}$	绝缘手套、鞋、垫

常用的电阻就是利用高电阻率的材料经过一定工艺加工制成的，其电阻阻值是一个常数。电阻的文字符号用 R 表示。电阻广泛应用在电力、电子、电工、通信等技术中，可以起到分压、分流和限流的作用。电阻器从结构形式上可分为固定电阻、可变电阻和电位器三种类型；从电阻器的物质结构上分有碳膜、金属膜、实芯、绕线等金属材料电阻和热敏正、负温度系数电阻等导热材料电阻。常用电阻外形及符号如图 1-2 所示。

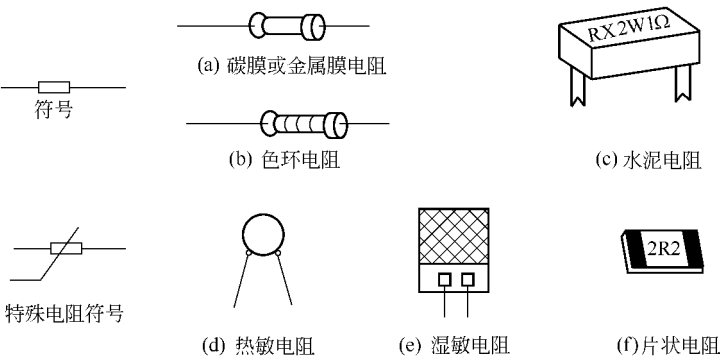


图 1-2 电阻器的符号和外形

1. 1. 1. 1 电阻器主要技术参数

(1) 电阻器主要技术参数 电阻器主要技术参数有标称阻值、额定功率、温度系数和精度等级等。

1) 标称阻值 电阻器的标称电阻值一般按标准系列规定的阻值制造。每只合格的电阻

都标有电阻值。电阻器标称阻值的标准单位是欧姆，用 Ω 表示，常用的还有千欧（ $k\Omega$ ）、兆欧（ $M\Omega$ ），其单位换算是

$$1M\Omega=1000k\Omega=1000000\Omega$$

标称电阻值即普通电阻的阻值系列由 E24 系列规定的阻值决定。表 1-2 是普通固定电阻的 E24 系列阻值。不同误差等级的电阻有不同数目的标称值，误差越小，精度越高，标称阻值愈多。

表 1-2 E24 系列阻值

精度	标 称 阻 值 系 列/ Ω							
$\pm 5\%$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0
	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3
	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
$\pm 10\%$	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9
	4.7	5.6	6.8	8.2				
$\pm 20\%$	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8		

2) 额定功率 电阻的额定功率是指在规定的环境温度下，电阻器所允许消耗的最大功率。电阻是耗能元件，额定功率实质上是指在正常工作条件下，向周围空气散发的热量。这种热量是电子在电阻器中运动受到阻碍而产生的，所以如果散热不良会造成电阻阻值增大，引起电路工作状态失常，甚至过热烧毁电阻器。因此在使用电阻器时，一定不要超过电阻器的额定功率。表 1-3 是常用电阻器额定功率系列。

表 1-3 常用电阻器额定功率系列

类 别	额 定 功 率 系 列/W
绕线电阻器	0.05、0.125、0.25、0.5、1、2、4、8、10、16、25、40、50、75、100、150、250、500
非绕线电阻器	0.05、0.125、0.25、0.5、1、2、5、10、25、50、100

电阻器额定功率常用标志图来表示，如图 1-3 所示。电路图中额定功率小于 1W 的电阻器一般不标出额定功率符号标志，大于 10W 的电阻器可以用数字加单位直接标出。常用的碳膜、金属膜电阻额定功率与外形尺寸的关系如表 1-4 所示。

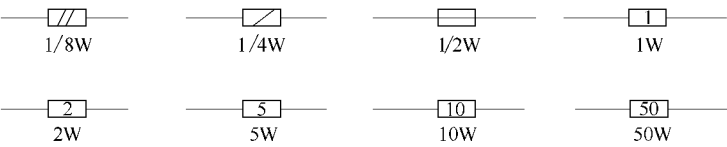


图 1-3 电阻器额定功率标志图

表 1-4 碳膜、金属膜电阻额定功率与外形尺寸的关系

额定功率	RJ 金属膜电阻		RT 碳膜电阻	
	长度/mm	直径/mm	长度/mm	直径/mm
1/8W	6~8	2~2.5	11	3.9
1/4W	7~8.3	2.5~2.9	18.5	5.5
1/2W	10.8	4.2	28.5	5.5
1W	13.0	6.6	30.5	7.2
2W	18.5	8.5	48.5	9.5

3) 温度系数 电阻器的阻值会随温度的变化而略有变化。温度升高或降低 1℃ 所引起电阻值的相对变化称为电阻的温度系数。温度系数是衡量电阻稳定性能的标准。如果温度系数小, 则表明电阻器的稳定性好。

4) 精度等级 电阻器的精度等级是指电阻器的实际阻值与标称阻值之间所允许的最大偏差范围。工业电子电气广泛应用的通用电阻器规定有七级, 常用的三级精度如下

- I 级精度等级 误差±5%
- II 级精度等级 误差±10%
- III 级精度等级 误差±20%

精密电阻器的精度要求高、偏差范围小, 允许偏差有 ±0.5%、±2%、±1%、±0.05% 等, 最精密的电阻器精度等级的误差范围可达±0.001%。

(2) 电阻器技术参数的标志方法及有关规定 电阻器的标称阻值和精度等级是电阻器重要的技术参数, 通常都要标注在电阻器的表面上, 其标注方法常用的有文字符号直标法、数字标注法和色环标注法。

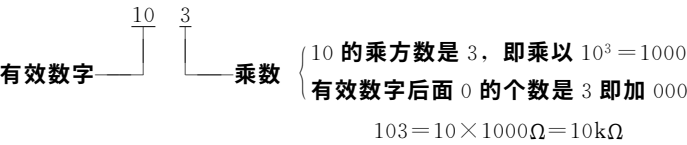
1) 文字符号直标法 一般直标法是用油墨或染料将阻值参数印在电阻器表面上, 大功率电阻常采用这种方法进行标注参数。

2) 数字标注法 电阻器的标称阻值用阿拉伯数字进行标注, 阻值单位采用欧姆 (Ω)。常用三位数字来表示。前两位数字表示标称阻值的有效数字。第三位数字是有效数字后面 0 的个数, 或者理解为乘以 10 的乘方数。数字标注如表 1-5 所示。

表 1-5 电阻值的数字标注

有效数字		乘数	
第一数字	第二数字	第三数字	代表意义
1	1	1	$10^1=10$
2	2	2	$10^2=100$
3	3	3	$10^3=1000$
4	4	4	$10^4=10000$
5	5	5	$10^5=100000$
9	9	9	$10^9=1000000000$
0	0	0	$10^0=1$

例如一电阻数字标注为 331, 那么它的阻值有效数字为 33, 乘数是 1 表示为 10 的 1 次方, 或者理解为有效数字后面 0 的个数是 1, 根据乘积关系该电阻是 330Ω。又例如一电阻数字标注是 103, 则该电阻阻值如下:



一电阻数字标注是 510, 则该电阻应是



3) 色标法 电子电气电路中广泛采用色环标注法来标注电阻器的标称阻值。读取色环电阻阻值，要记住色环颜色及色环道的含义。表 1-6 是固定电阻器色环颜色的规定。

表 1-6 固定电阻器色环颜色规定

颜 色	有 效 数 字	乘 数	允许精度误差
银	—	$10^{-2}=0.01$	$\pm 10\%$
金	—	$10^{-1}=0.1$	$\pm 5\%$
黑	0	$10^0=1$	—
棕	1	$10^1=10$	$\pm 1\%$
红	2	$10^2=100$	$\pm 2\%$
橙	3	$10^3=1000$	—
黄	4	$10^4=10000$	—
绿	5	$10^5=100000$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	$10^6=1000000$	$\pm 0.2\%$
紫	7	$10^7=10000000$	$\pm 0.1\%$
灰	8	$10^8=100000000$	
白	9	$10^9=1000000000$	
无色	—	—	$\pm 20\%$

规定的色环颜色用来表示标称电阻阻值和精度误差范围。常用四色环带和五色环带来标志电阻阻值。图 1-4 是色环电阻表示图，图中（a）表示四色环带电阻、图中（b）表示五色环带电阻。色环带位于电阻器的表面，并且靠近引线一端排列，每一色带表示一个数字或精度误差。在四色环带中，规定靠近引线一端的第一个和第二个色环带用来表示标称阻值的有效数字，第三个色环带专门用来表示前面有效数字乘以 10 的方次或有效数字后面 0 的个数，第四个色环带用来表示该电阻器标称阻值允许的精度误差。图 1-4(a) 中第一色环带是黄色，表示 4；第二色环带是紫色，表示 7；第三色环带是黑色，表示 0；第四色环带是银色，表示是精度在 $\pm 10\%$ 误差。那么图中四色环电阻应是 $47\Omega\pm 10\%$ 。在五色环带中，规定靠近引线一端的第一个、第二个和第三个色环带用来表示标称电阻的有效数字，第四色环带专门用来表示前三位有效数字乘以 10 的方次或有效数字后面 0 的个数，第五个色环带用来表示该电阻器标称阻值允许的精度误差。图 1-4(b) 表示的五色环带电阻中，第一色环带是棕色，表示 1；第二色环带是红色，表示 2；第三色环带是黑色，表示 0，那么有效数字就是 120。第四色环带是橙色，表示 3。第五色环带是金色，表示是精度误差在 $\pm 5\%$ 。那么有效数字就应乘以 10 的 3 次方或有效数字后面 0 的个数是 3。该五色环带电阻的标称阻值是 $120k\Omega\pm 5\%$ 。

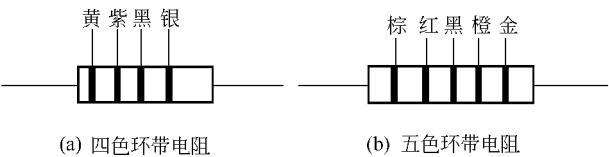


图 1-4 色环电阻表示图

(3) 电阻排组元件 在实际应用中，还会广泛用到电阻排组元件，电阻排组是将一组阻值相同的电阻连在一起，集成而成的元件，又称电阻排。电阻排焊接加工制作方便，电路板空间紧凑，尤其在微机控制电路、程控器控制电路中作为上拉电阻或下拉电阻最为适宜。图 1-5 是电阻阻排的外形和等效电阻。

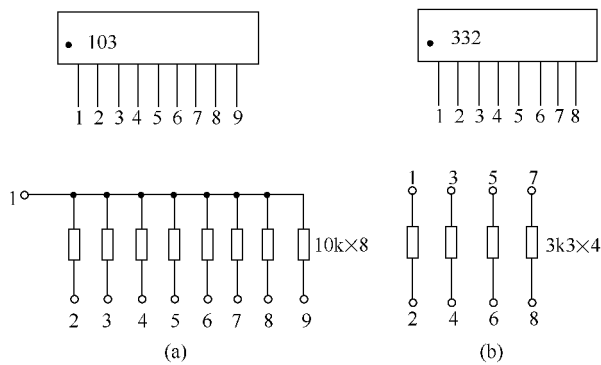


图 1-5 电阻排阻外形和等效电路

电阻阻排的引脚有奇数只脚和偶数只脚，图示 1-5(a) 是奇数只脚的电阻阻排，带点的标志是开始标志，引脚顺序排列，从等效电阻图可以知道，引脚 1 用于接通电源，接通正电源常称作上拉电阻，接通负电源称作下拉电阻，其余排脚按序排列，均为 10k 电阻；图中 (b) 是偶数只脚的电阻阻排，引脚是按顺序头（进入）尾（输出）方式排列的，两两引脚构成一个电阻功能，其电阻阻值均为标称阻值，即 3k3(3.3kΩ)。

1. 1. 1. 2 电位器

电位器是常用的可调电子元件，包括可变电阻器。电位器有三个外接引出端，其中两个外接端 1 和外接端 2 之间的电阻值为最大，等于标称阻值，相当于一个固定电阻器。外接端 3 是中间抽头，连接在电位器内部的一个可活动的臂上。从外接端 1 到外接端 3 测得的阻值，加上从外接端 2 到外接端 3 测得的阻值，等于电位器的总固定电阻值。外接端 3 在电位器总阻值范围内连续可调，调节外接端 3 时，其余两个外接端的电阻值都会改变，但总的电阻值保持不变。电位器的文字符号用 R_P 表示，符号及等效电路如图 1-6 所示。图 1-6(a) 中，电位器阻值变化范围为 $0 \leq R_{13} \leq R_P$ ； $0 \leq R_{23} \leq R_P$ ；(b) 中电位器滑在上极限端。 $R_{31}=0$ ， $R_{32}=R_P$ ；(c) 中电位器滑在下极限端， $R_{32}=0$ ， $R_{31}=R_P$ 。

电位器在电路中主要用作分压器和变阻器使用，主要技术参数同电阻器，即标称阻值、额定功率、精度等级等。

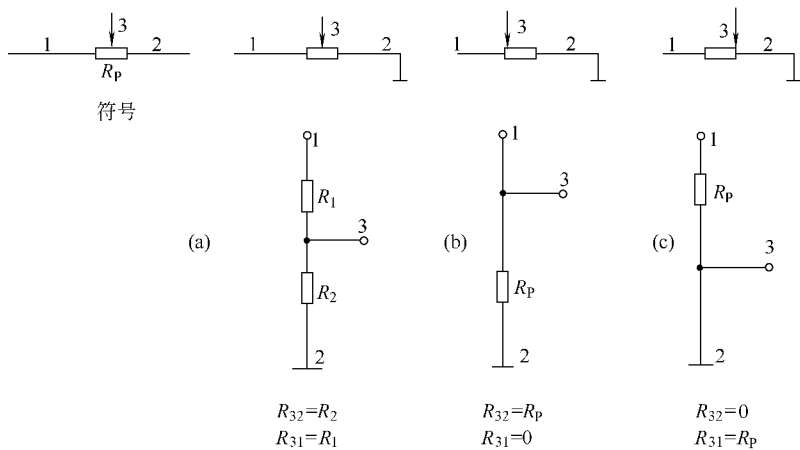


图 1-6 电位器符号和电位器等效电路

电位器按材料组成可分为碳膜、金属膜、有机实芯、无机实芯、玻璃釉、绕线电位器等。电位器按结构可分为旋转式、直滑式、带开关双连式、多圈式电位器等。图 1-7 是常用的电位器外形。

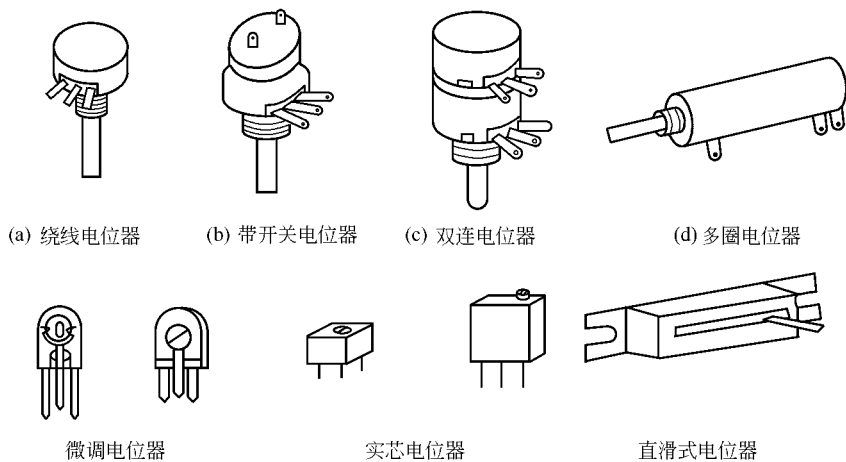


图 1-7 常用电位器的外形

1. 1. 1. 3 特殊电阻器

特殊电阻器主要是指敏感型电阻器，常用的有压敏电阻、热敏电阻、光敏电阻、力敏电阻、气敏电阻、磁敏电阻、湿敏电阻等，用符号 M 表示，类别如表 1-7 所示。

表 1-7 特殊电阻器

符 号	类 别	符 号	类 别
F	负温度系数热敏电阻	L	力敏电阻
Z	正温度系数热敏电阻	C	磁敏电阻
G	光敏电阻	S	湿敏电阻
Y	压敏电阻	Q	气敏电阻

敏感型电阻器主要指电特性对温度、湿度、压力、电磁感应、气体浓度等外界条件的物理量反应敏感的元器件，它可以将这些物理量转换成电信号、制成各种传感器或器件，还可进行放大和处理，以实现自动控制。常用的几种敏感型电阻器如图 1-8 所示。

(1) 压敏电阻 压敏电阻外形及符号如图 1-8(a) 中所示，压敏电阻文字符号用 RV 来

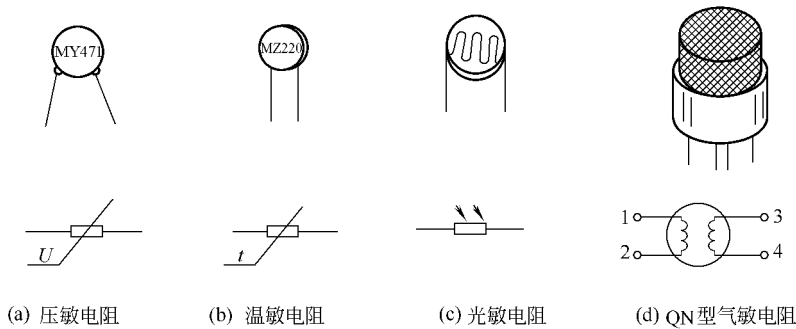


图 1-8 常用的几种敏感型电阻器

表示。压敏电阻器是利用半导体材料的非线性特性原理制成的。是多晶半导体器件。其特点是压敏电阻器对外加电压感应非常迅速和敏感。当外加电压达到压敏电阻器的临界值时即达到标称额定值时,其电阻值会急剧变化,反应速度极其快速。压敏电阻器的阻值在外加电压没有达到额定电压值时,呈现出很高的阻值,趋于无穷大;当外加电压超过额定电压值时,电阻值急剧变小,超过临界极限值将导致过流过压保护装置动作,起到过电压保护、抑制浪涌电压、削波、限幅、吸收电能和防雷击等作用。电路中由于各种原因产生的瞬时电压或瞬时电流会超过正常电压和电流值的许多倍,而所超过的时间很短,被称为浪涌电压或浪涌电流。压敏电阻在一定温度范围内,其两端能承受的电压值称为标称电压或耐压。而这两个参数是压敏电阻的主要电气参数。压敏电阻反应时间快速,达到纳秒级。所以,压敏电阻具有耐浪涌电压大、抑制过电压能力强、反应速度快、温度特性好、可靠性高的优点,被广泛应用于交流电路和直流电路的保护回路中。

(2) 热敏电阻 热敏电阻外形及符号如图 1-8(b) 中所示,热敏电阻文字符号用 RT 来表示。热敏电阻器是由钛酸钡材料,掺杂能改变居里点温度的物质铅或锑和加入极微量的导电杂质稀土元素镧,经过研磨、压型、高温烧结而成的复合钛酸盐的 N 型半导体体,大多是单晶或多晶半导体器件。其特点是热敏电阻在达到特定温度前,电阻值随温度变化较缓慢,当越过一定的温度时,其阻值急剧增大。这个温度称为居里点温度。热敏电阻利用居里点温度及阻值变化敏感材料制成,温度升高电阻阻值增大称为正温度系数;温度升高电阻阻值减小称为负温度系数。热敏电阻常用于温度补偿、自动保护、自动测温、电机过热保护及电气设备软启动等场合。

(3) 光敏电阻 光敏电阻外形及符号如图 1-8(c) 所示。光敏电阻器是由半导体硒化镉、硫化铅、硫化锌等材料制成的。利用半导体的光电导特性原理,当射入强光线时,光敏电阻的阻值减小;当射入弱光线时,光敏电阻的阻值增大。光敏电阻还具有灵敏度高、电气性能稳定、制作工艺简单等特点。根据不同光源可分为:红外光光敏电阻、可见光光敏电阻、紫外线光敏电阻等。光敏电阻在有光照射下,产生亮阻阻值很小,在没有光照射下,产生的暗阻阻值较大。光敏电阻电流随电压呈现线性变化,在自动控制、光电控制、自动检测、通信及报警电路中广泛应用。

(4) 气敏电阻 气敏电阻外形及符号如图 1-8(d) 所示。气敏电阻是利用某种半导体在加热状态下,其表面吸入特定气体,并在发生氧化或还原反应后,产生离子,导致其电阻率发生改变的一种器件。气敏电阻器的文字符号用 Q 来表示,图示气敏电阻的引脚如下:

引脚 1 和引脚 2——加热电极端子

引脚 3 和引脚 4——测量端子

QN 型气敏电阻常用于可燃性气体检测的感应头,当气体浓度发生变化时,外接负载电压随之而变化,阻值也随之而变化。在实际应用中,当有害气体超标时,气敏电阻阻值急剧变化,幅度可达几十倍,通过外接电路进行控制。气敏电阻常用于自动检测,自动控制以及有害气体,可燃性气体超标的报警电路中。

(5) 力敏电阻 力敏电阻器是制造压力传感器的核心部件,常用的力敏电阻有金属应变片和半导体力敏电阻。力敏电阻受到外力如机械力或加速度旋转力矩等时本身电阻阻值发生变化。实际应用中常采用力敏电阻组成惠斯登电桥电路的传感器,将力敏电阻参数变化转换为电信号参数变化。力敏电阻在组成电桥电路时,桥臂输出保持平衡。在受到外力作用时,各金属应变片受力作用,产生不同的变化,其阻值也发生变化,电路桥臂输出电压信号

也发生变化。变化的结果和受力大小有关，受力越大，电路桥臂越不平衡，输出电信号幅度越大。总之通过力敏电阻组的桥臂电路，将外力作用的非电信号变成电信号，通过放大和处理，实现对外力等物理量的自动监视和自动控制。

1.1.1.2 电容器

电容器是一种能储存电能的元件，电容器是由两块金属电极和中间的电解质绝缘材料夹层构成。在两金属电极上加上电压时，电容器就会存储电荷，进行充电；加上负载时，电容器就会释放电荷，进行放电。电容器还具有阻隔直流电、允许通过交流电的特点，常用于滤波电路、耦合电路、旁路电路、反馈电路、定时及振荡电路中。电容器的文字符号用 C 表示，符号及外形如图 1-9 所示。

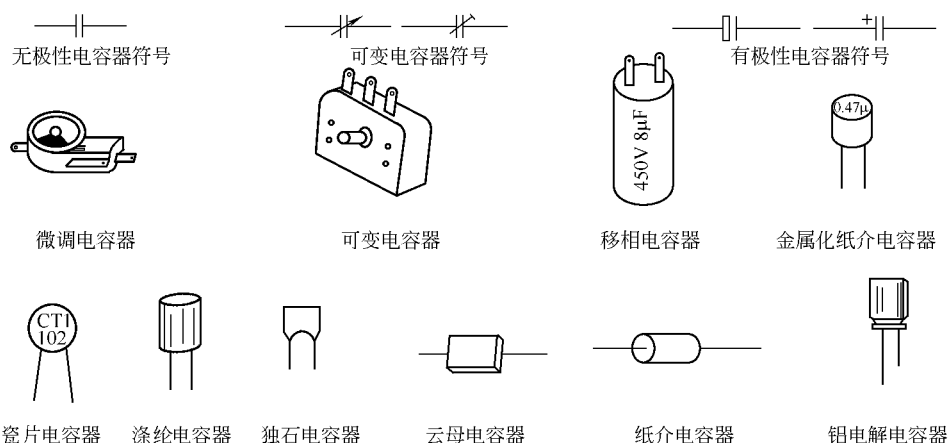


图 1-9 电容器符号及外形

图中电容器按结构形式分为：固定电容器、可变电容器和微调电容器三类，固定电容器又分为无极性电容器和有极性电容器。电容器按所用绝缘材料可分为：固体无机介质电容器，固体有机介质电容器、电解电容器、气体介质电容器等类型。

1.1.2.1 电容器主要技术参数

电容器主要技术参数有额定工作电压、标称容量、精度等级等。

(1) 额定工作电压 电容器的额定工作电压是指在规定的环境温度下，电容器在电解质绝缘良好的前提下，能够承受的最高电压值，通常也称为耐压，加压电容器两端，并且能够长期可靠地工作而不被击穿所能承受的最大直流电压。在实际使用中，电容器的工作电压不能超过额定工作电压，否则电容器内部的绝缘材料会被击穿而导致短路损坏。电容器一般还区分工作电压或试验电压，工作电压用 WV 来表示，试验电压用 TV 来表示。电容器额定工作电压如下：1.6V、4V、6.3V、10V、25V、40V、63V、100V、160V、250V、300V、450V、630V 等。

(2) 标称容量 在电容器的表面都标有它的电容量，就是标称容量值。标称容量反映了电容器在加上电压后存储电荷的能力。在外加电压不变的条件下，电容器存储的电荷越多，表明电容量越大，反之电容器存储的电荷越少则表明电容量越小。电容器标称容量的单位是法拉 (F)。由于法拉 (F) 单位太大，通常采用微法 (μF)、皮法 (pF) 为单位，其换算关

系是

$1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^{12}\text{pF}$

在实际应用中还有用 n 和 m 来表示容量单位。

$1\text{nF}=1000\text{pF}$ (nF 为纳法)

$1\text{mF}=1000\mu\text{F}$ (mF 为毫法)

(3) 精度等级 电容器的精度等级是电容器的实际容量和标称容量之间的误差。不同的精度等级有不同的允许误差范围。电容器精度等级分为七级，允许误差范围从 $\pm 2\% \sim \pm 100\%$ 。常用的电容器用五级精度来表示，有 00 级、0 级、Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级。电容器误差范围也较大，最高可达 $\pm 100\%$ 。电容器还可用来表示误差，常用的 10 个字母有如表 1-8 所示。

表 1-8 电容器精度等级

D	F	G	J	K	M	N	P	S	Z
$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$	$\pm 100\%$	$\pm 50\%$	$\pm 80\%$

1. 1. 2. 2 电容器主要技术参数标识方法

电容器的标称值和精度等级是电容器主要的技术参数，通常也都要标注在电容器的表面上，其标注方法同电阻器的标注方法，也是有文字符号直标法、数字标注法和色环标注法。

(1) 文字符号直标法 一般是将电容器的主要参数如标称容量值、耐压值、温度参数等直接标注在电容器的表面上，通常标注时省略 F 字母和小数点，例如

$2200\mu\text{F}$ 标注为 2200 μ

$1000\mu\text{F}$ 标注为 1000 μ

$4.7\mu\text{F}$ 标注为 4 μ 7

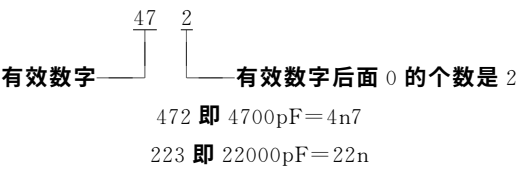
100pF 标注为 100p

欧洲一些国家电容器不标注小数点，可以由文字符号读出标称容量，常用文字符号代表标称容量如表 1-9 所示。

表 1-9 电容标称容量文字符号

标称容量	文字符号	标称容量	文字符号	标称容量	文字符号
$4700\mu\text{F}$	4m7	$0.47\mu\text{F}$	470n	10pF	10p
$1000\mu\text{F}$	1m0	47000pF	47n	4.7pF	4p7
$4.7\mu\text{F}$	4 μ 7	3300pF	3n3	1pF	1p0
$1\mu\text{F}$	1 μ 0	1000pF	1n0	0.1p	p10

(2) 数字标注法 电容器标称容量用阿拉伯数字进行标注，标称容量单位采用皮法 (pF)，常用直三位数字来表示。数字的第一、二位表示的是有效数字，数字的第三位是有效数字后面 0 的个数或是 10 的乘方数，其读数方法完全同电阻数字标注法。例如



(3) 色环标注法 即电容器标称容量用色点或色环带来表示的方法。色环带与电阻器色环带意义相同，只是标注的基本单位是 pF。色环带电容器也同色环带电阻相同，有四色环带电容器和五色环带电容器，具体见图 1-10。

图 1-10(a) 是五色环电容器，其中一色环、二色环和三色环表示有效数字，四色环表示有效数字后面 0 的个数或乘数，五色环表示精度等级。该电容器的标称容量应该是： $22000\text{pF}\pm 10\% = 22\text{nF}\pm 10\%$ 。

图 1-10(b) 是四色环电容器，色环带标注是：一色环、二色环表示有效数字，三色环表示有效数字后面 0 的个数，四色环表示电容器的精度等级，该电容器的标称容量应该是

$$390\text{pF}\pm 10\%$$

根据电容器介质不同有不同类型的电容，种类繁多。不同的应用场合应选用不同型号规格的电容器。电解电容器具有体积小、容量大的优点，常常用于滤波电路中，图 1-11 所示是电解电容器滤波电路及波形。所有的直流电源都要在整流电路之后设滤波电路。滤波电路的作用就是除去整流电路输出的脉动直流电压的纹波，使之平滑。电容器主要起抑制电压变化的作用。电容器的充电和放电特性和二极管的单向导电性结合来阻止电压的脉动。

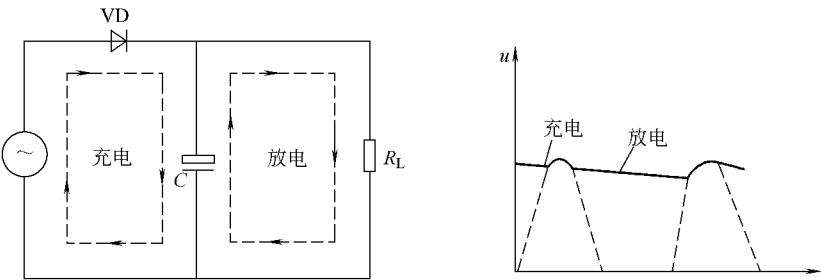


图 1-11 电解电容器滤波电路及波形

1.1.1.3 电感器

电感器是一种能够产生自感、互感作用的器件。电感器一般由线圈构成，也称作电感线圈。电感器具有让直流电流通过、阻碍交流电流通过的能力，即阻碍电路电流的任何变化。在直流电路中，若忽略导线本身电阻，则可看成短接线，无任何作用；而在交流电路中，电感器有一定的感抗，并且交流电频率越高，其感抗就越大。感抗是电感器对交流电流起阻碍作用的物理量。电感器用文字符号 L 来表示，感抗用 X_L 来表示。电感器通常用在滤波电路、谐振电路、延时电路和整形电路中，还可以在交流电路中起阻流、变压、交连、负载等作用。电感器一般可以分为三类：固定电感器、可变电感器和微调电感器。固定电感器的符号及外形如图 1-12 所示。部分固定电感器型号及名称如表 1-10 所示。

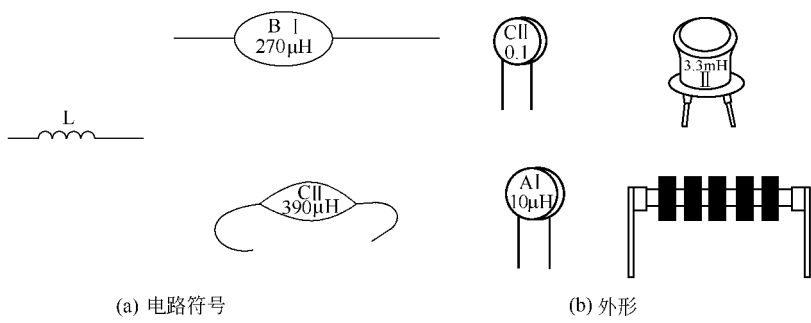


图 1-12 固定电感器的符号和外形

表 1-10 部分固定电感器型号及名称

型 号	名 称	备 注	型 号	名 称	备 注
LG1	卧式固定电感器	部颁标准	LG4	一般民用立式固定电感器	部颁标准
LG2	立式固定电感器	部颁标准	LGx	一般民用卧式固定电感器	部颁标准

通常所用的电感器是具有固定电感量的固定电感器，将线圈绕制软磁铁氧体基体上构成。它有上述卧式和立式两种类型。电源常采用电感器作阻流、滤波、整形之用途。固定电感器在音频滤波器和高频滤波器的电感线圈、振荡线圈、阻流线圈等中均有采用。可变电感器的电感量可以在较大的范围内进行调节。可变电感器可用于天线自动调谐电路。微调电感器的电感量可以在较小的范围进行调节。电视机、收录机、显示屏内中频变压器的频率调节采用微调电感器，调节其内的磁心上下移动位置来实现调节电感量的目的。可变、微调电感器常用符号及外形如图 1-13 所示。

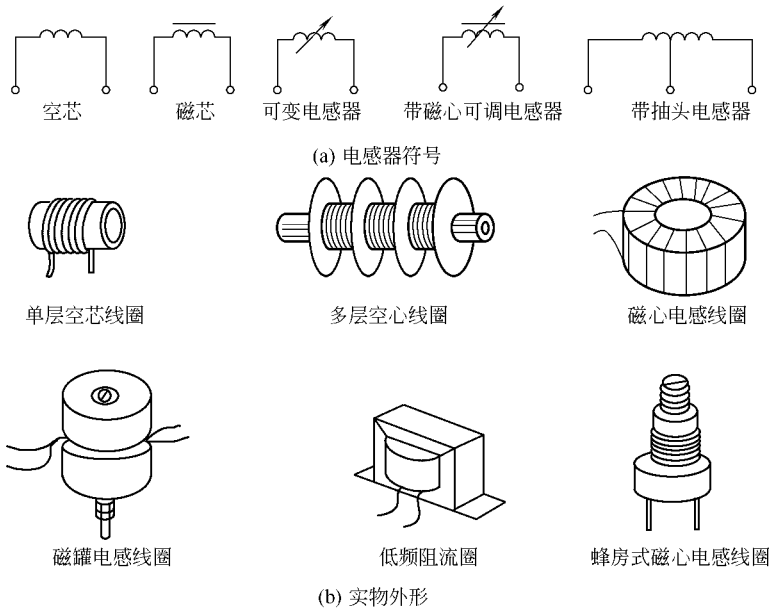


图 1-13 可变、微调电感器常用符号及外形

1. 1. 3. 1 电感器主要技术参数

电感器主要技术参数有电感量、额定工作电流、品质因数、分布电容等。

(1) 电感量 电感量是电感器的主要技术参数，电感量的标称单位是亨利，简称亨，常用英文 H 来表示，比亨小的单位有毫亨 mH、微亨 μH ，其换算关系是

$$1\text{H}=1000\text{mH}=1000000\mu\text{H}$$

电感量的大小与电感线圈的圈数有关，与电感线圈的直径有关。电感线圈圈较多，直径大、电感量就越大。

(2) 品质因数 品质因数是电感器的一个重要参数，用英文字母 Q 来表示。品质因数表示电感线圈的损耗程度，损耗大则 Q 值低，损耗小则 Q 值高。提高 Q 值的方法有多种，如采用多股绞合线制作中波天线线圈，用较粗的镀银铜线制作短波天线线圈，用磁心加入线圈中的方法增大电感量等来减小线圈电阻的损耗或选用绝缘性能好的材料做线圈骨架等方法。

(3) 额定工作电流 是指电感器工作时允许通过的电流大小。正常工作时，电感器中通过的电流一定要小于规定的额定工作电流，否则电感器会因过流发热而烧坏。

(4) 分布电容 分布电容是电感器的主要技术参数。线圈的相邻两圈导线相当于电容器的两块金属电极片，导线之间的绝缘材料相当于绝缘介质，这样就形成了一只电容量很小的电容器，一般称为分布电容。线圈圈数越多，匝间距离越小，则分布电容量就越大。线圈的分布电容对电感器的效率和品质因数 Q 有影响。分布电容大会使电感器效率降低，会使品质因数 Q 值减小。常采用增加匝间距离、分段选绕、蜂房式绕法等工艺来减小电感线圈的分布电容量。

1.1.3.2 电感器主要技术参数标识方法

电感器的电感量是电感线圈的自感、互感作用大小的衡量标志，是电感器最重要的技术参数。电感量参数同电阻器、电容器标注方法一样，也用文字符号直接标注法和色码标注法。文字符号直标法简单易懂，方法简便。色码电感类似电阻电容的色环带标注，颜色带和色点表示的意义相同，其常用的色码固定电感器 EL 型和 SL 型电感器。

(1) EL 型固定电感器的标识 这类型电感器表面所涂的颜色与电阻器色环带一样，但是表示偏差和乘数的色点在侧面。偏差附近的色点为第一色点，乘数附近的色点为第二色点。第一色点，第二色点是有效数字，第三色点是乘数，第四色点表示偏差。图 1-14(a) 是立式高频电感器色点标志，其电感量为 $270\mu\text{H}\pm 5\%$ 。

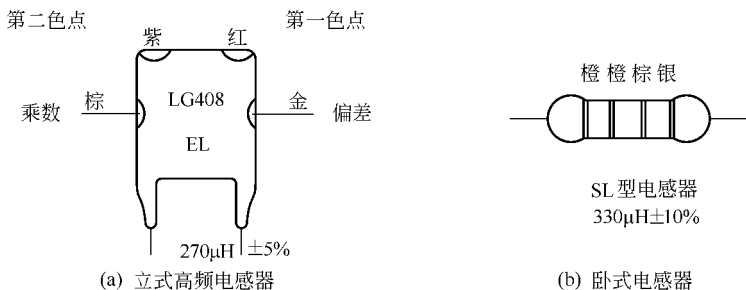


图 1-14 色码电感器的标注

(2) SL 型固定电感器的标识 这种类型电感器表面用色环带标志电感量和偏差，表示方法与色环电阻器相同。图 1-14(b) 是 SL 型卧式电感器色环带标识。第一色环带橙色表示 3。第二色环带橙色表示 3，是色环电感器的有效数字，第三色环是棕色，表示 10 的乘方

数, 即 $10^1=10$, 或者有效数字后面 0 的个数是 1。第四色环带银色, 表示偏差在 $\pm 10\%$ 范围。其电感量为 $330\mu\text{H}\pm 10\%$ 。

总之, 电感器的色环带或色点代表意义, 色环带的标注方法均与电阻器、电容器的标注相同, 而其基本单位为微亨 (μH)。

1.1.4 变压器

变压器是常用的电子电气器件。变压器利用线圈的互感作用, 对交流电进行各种参数的变换, 如对交流电进行电压变换、电流变换、阻抗变换。变压器还可传递交流电能, 隔断直流电能。变压器文字符号用 T 或 B 表示。图 1-15 是变压器的符号及结构示意图。

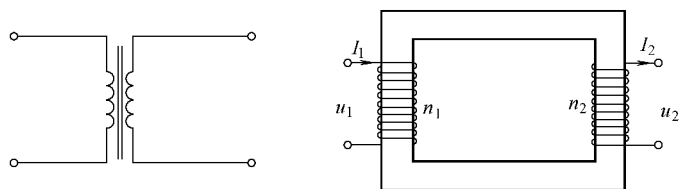


图 1-15 变压器的符号及结构示意图

变压器能够提升或降低交流电压。其工作原理是在变压器的初级线圈 n_1 上加上初级电压 u_1 , 产生初级电流 I_1 , 则在变压器的次级线圈 n_2 上互感产生次级电压 u_2 和产生次级电流 I_2 , 就有 $u_1/u_2=n_1/n_2=N$ 。

当 $n_1>n_2$ 时, $N>1$, 则有 $u_1>u_2$

当 $n_2>n_1$ 时, $N<1$, 则有 $u_2>u_1$

由此可见, 当 $N>1$ 时, 输入电压大于输出电压, 变压器起降压作用。通常变电所、高低压变电所均采用降压变压器。当 $N<1$ 时, 输入电压小于输出电压, 变压器起升压作用。通常发电站、发电厂均采用升压变压器输送电力。

变压器的技术参数主要有额定功率、匝数比和工作效率等。

(1) 额定功率 是指在额定电压和工频频率下, 变压器能够长期工作而不超过额定温升的输出功率。由于变压器存在自身铜耗和无功功率, 不采用功率单位而用伏安 ($\text{V}\cdot\text{A}$) 来表示容量或功率。

(2) 匝数比 变压器的初级绕组匝数与次级绕组匝数之比称作匝数比, 也可称为输入输出电压比, 还可换算出输入输出的额定电压、额定电流等。

(3) 工作效率 变压器次级绕组输出功率与输入电功率之比的百分数

$$\text{工作效率} = \text{输出功率} / \text{输入功率} \times 100\%$$

变压器按工作频率可分为电源变压器、音频变压器、中频变压器、高频变压器四大类。变压器按结构材料可分为铁心变压器、固定磁心变压器、可调磁心变压器等。图 1-16 是常见变压器符号及外形。

电源变压器一般是降压变压器, 还有开关稳压电源变压器都属电源变压器类型; 音频变压器一般有输入变压器、输出变压器、线路变压器等; 中频变压器一般有单调谐式、双调谐式变压器; 高频变压器有行输出脉冲变压器、天线阻抗变压器等。

变压器除了上述主要技术参数、类型种类不同外, 变压器线圈绕组还具有如下特点。

1) 变压器初级绕组承受电压高、流经线圈电流较小; 而变压器次级绕组承受电压低,

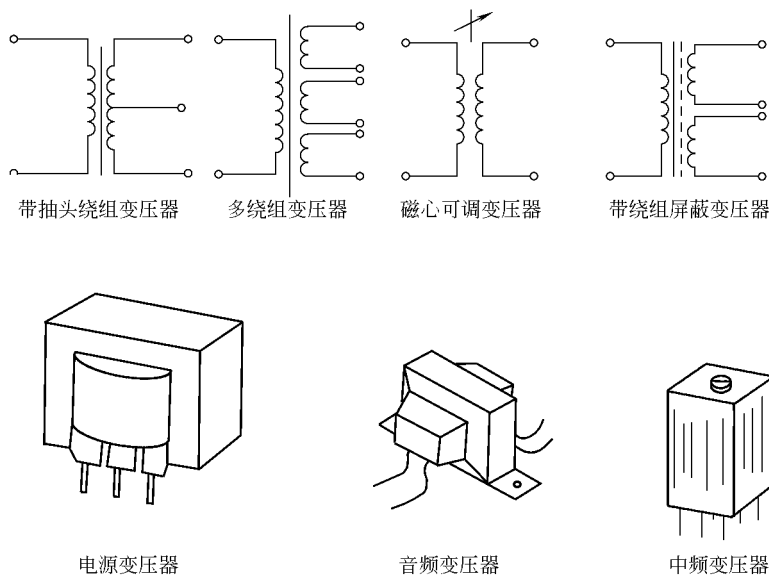


图 1-16 常见变压器符号及外形

流经线圈电流较大。

2) 变压器初级绕组导线细，匝数多，而变压器次级绕组导线粗，匝数少。

3) 变压器初级绕组的直流电阻阻值大，而变压器次级绕组的直流电阻阻值小。

变压器绕组的特点，对于检测变压器的功能参数，检查变压器的初级线圈、次级线圈接头及连线，判断变压器的初级和次级绕组线圈提供基本的依据。在实际应用中，变压器依据电压比例关系来选择变压器的初级、次级匝数，根据次级电压和次级电流来选择线径。变压器设计的经验公式如下。

变压器次级电压 = (电路需要电压 + 3) V

变压器次级电流 = (电路需要电流 × 1.7) A

1.1.5 二极管

半导体二极管也叫晶体二极管，其符号和常见的四种形式如图 1-17 所示。

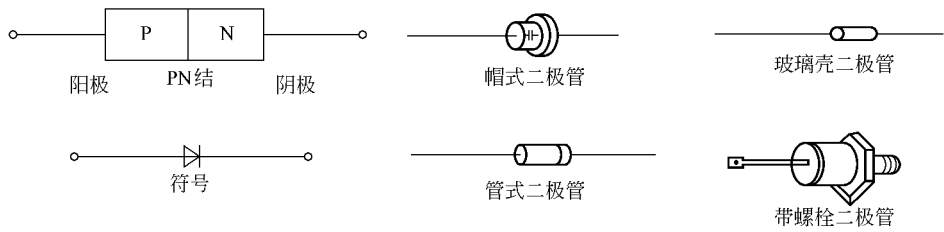


图 1-17 二极管符号及常见类型

二极管文字符号用 VD 表示。二极管按功能可分为一般二极管和特殊二极管两类。一般二极管有整流、检波和开关二极管，特殊二极管有稳压二极管、变容二极管、发光二极管、光电二极管、触发二极管等。以下是常用的一般二极管功能特性。

半导体二极管实际上是由一个 P 型材料与 N 型材料组成的 PN 结，它具有定向的内阻。

图 1-18 是在 P-N 结上加正向电压，电流从 P 端进入，N 端流出。当调节电位器使 P-N 结两端的电压逐渐升高，电流也随电压的增加而增加。这也说明电流流过 P-N 结时电阻较小，快要接近导通的低阻状态，近似开关闭合，见图 1-18(b)。

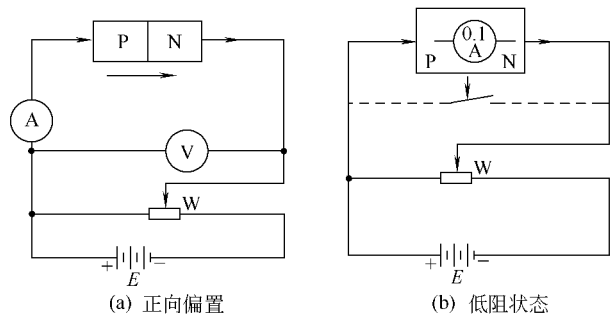


图 1-18 二极管 P-N 结上加正向电压

图 1-19(a) 是在 P-N 结上加反向电压，电流从 N 端进入，P 端输出。调节电位器使 P-N 结两端的电压逐渐升高，当电流稍有一点后几乎不再随电压的升高而升高，保持很小的电流不变（常称作反向饱和电流）。这说明电流流过 P-N 结时电阻较大，几乎接近开路的高阻状态，类似开关断开，如图 1-19(b) 所示，高阻状态下 $R = \frac{1\text{V}}{10^{-9}\text{A}} = 10^9\Omega$ 。

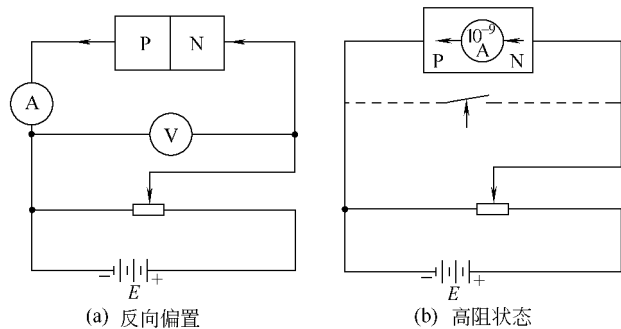


图 1-19 二极管 P-N 结上加反向电压

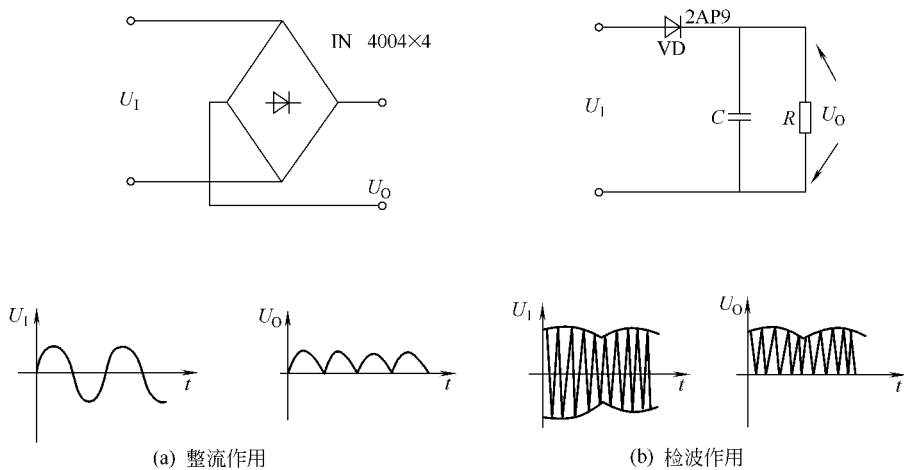


图 1-20 二极管作用

通过以上分析，可以得出二极管 P-N 结的单方向导电特性。利用二极管单方向导电这个基本特征，就可以把交流电变成脉动的直流电，起整流作用。还可以把载有低频信号的高频信号电流，变成低频信号电流，起检波作用，如图 1-20 所示。

(1) 半波整流电路 电路及波形如图 1-21 所示。交流电压是随时间变化的。图 1-21 电路中二极管状态也随着交流电压的变化而变化，有时处于正向偏置而有时处于反向偏置，这样呈周期性变化。在交流电压的正半周，二极管正向偏置，通过负载而导电。在二极管导电期间，处于低阻状态，相当于开关闭合，正半周压降在负载上。在交流电压的负半周，二极管反向偏置而不导电。这期间二极管几乎接近开路，无电流流过负载，负载两端也无电压降。所以半波整流电路中二极管只在正半周交流电压下工作，它的输出电压只有输入交流电压的 0.45 倍，即

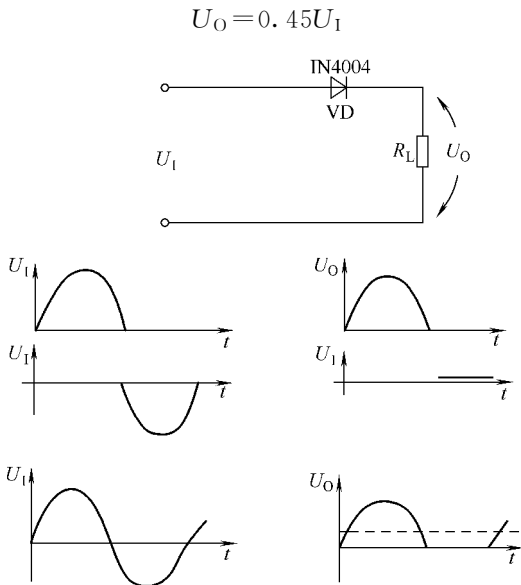


图 1-21 半波整流电路及波形

(2) 全波整流电路 电路及波形如图 1-22 所示。其工作过程如下：交流电压的正半周，电压回路是 VD_1 经过 R_L ，再经过 VD_3 后回电源。交流电压的负半周时，电压回路是由 VD_2 经过 R_L ，再经过 VD_4 后回电源。所以全波整流电路中二极管 VD_1 、 VD_3 和 R_L 构成正半周电路， VD_2 、 VD_4 和 R_L 构成负半周电路，它的输出电压是半波整流电路的 2 倍，即

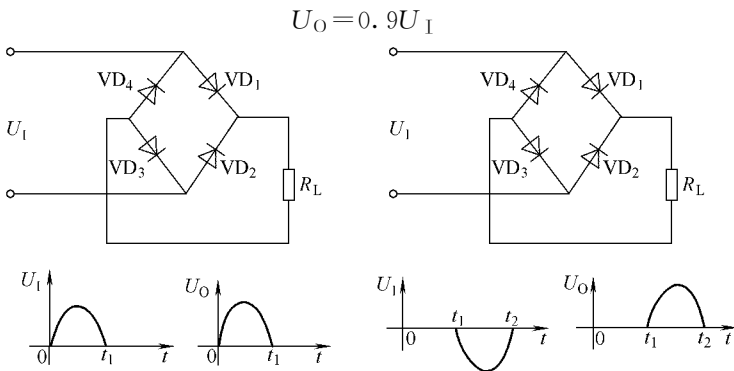


图 1-22 全波整流电路及波形

1.1.6 特殊二极管

常用的特殊二极管有稳压二极管、变容二极管、发光二极管、光电二极管、触发二极管等。

(1) 稳压二极管 稳压二极管利用 PN 结反向击穿时，其两端电压在一定范围内，基本上不随电流大小变化的特性工作。当电路电压在一定范围内变化时，稳压二极管可以维持两端电压不变。稳压二极管用文字符号 ZD 来表示，其符号和外形如图 1-23 所示。

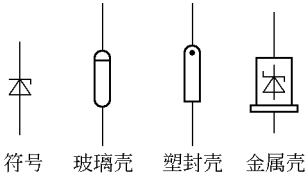


图 1-23 稳压二极管
符号和外形

稳压二极管主要技术参数如下。
稳定电压 V_z ：稳压二极管两端所产生的稳定电压范围。
稳定电流 I_z ：稳压二极管的工作电流。
最大稳定电流 I_{zmax} ：稳压二极管允许通过的最大工作电流。

最大耗散功率 P_{zmax} ：稳压二极管反向击穿时所能承受的最大功率。

稳压二极管实质是一种特殊二极管，具有稳定电压的作用。稳压二极管一般采用硅材料制作。利用硅管热稳定性能好的特性制造的硅稳压二极管广泛应用在分立元件组成的稳压电路中。

(2) 变容二极管 变容二极管是利用 PN 结的空间电荷层具有电容可变特性的原理制成的特殊二极管。变容二极管可作为可变电容器使用。变容二极管符号及外形如图 1-24 所示。

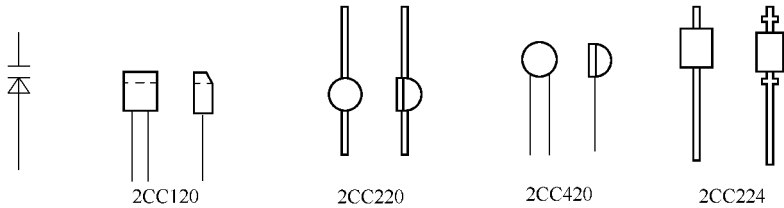


图 1-24 变容二极管符号及常用变容二极管外形

变容二极管在应用中的结电容大小与 PN 结两端加的反向电压有关。反向电压越大，结电容容量越小，特性曲线呈非线性，变容二极管常用在调频电路、调谐电路中。

(3) 触发二极管 触发二极管也称双向二极管，是一种两端交流器件。触发二极管常用 DIAC 来表示，属于交流两端的半导体器件，具有对称性质，其电路可以等效于基极开路、发射极和集电极对称的 NPN 型三极管的发射端，其正向和反向伏安特性也完全对称。触发二极管符号及结构、等效电路如图 1-25 所示。

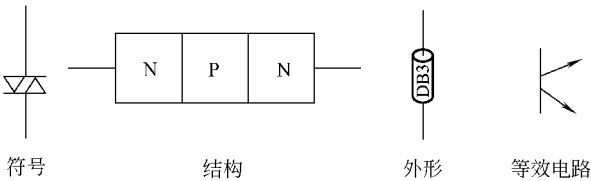


图 1-25 触发二极管符号、结构、外形及等效电路

触发二极管的伏安特性完全对称。当触发二极管两端电压小于正向转折电压时，触发管呈现出高阻状态，导通触发双向可控硅。当触发二极管两端电压大于正向转折电压时，进入

负阻区，导通触发双向可控硅导通。当触发二极管两端电压超过反向转折电压时，触发二极管进入负阻区，导通触发双向可控硅。常见双向触发二极管的耐压值是指正向转折电压，一般有三个等级电压：

$20\sim60\text{V}$ $100\sim150\text{V}$ $200\sim250\text{V}$

一般要求转折电压对称性电压 ΔU_{B} 小于 2V。

(4) 发光二极管 发光二极管是一种电致发光半导体器件，常用英文缩写 LED 来表示，器件的符号和外形如图 1-26 所示。

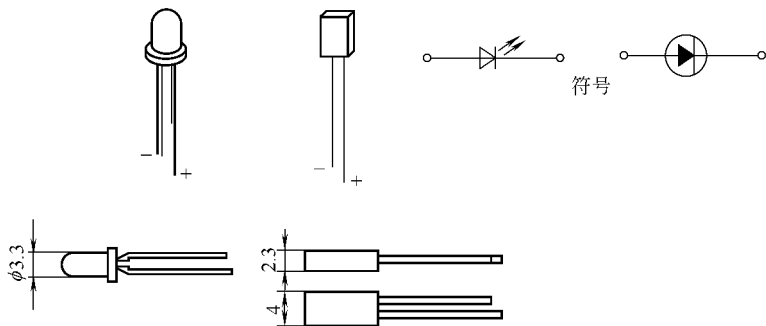


图 1-26 LED 发光二极管外形和符号

发光二极管可以将电能转换成光能，其特性与二极管相同，只是管压降比二极管大。发光二极管在两端加上电压，正向偏置时，具有单向导电性、导通发光；反向偏置时，截止不发光。LED 发光二极管是在发光二极管的两端加上电压，工作电压在 5V 以下，最大工作电流在 40mA 以下，就会发出红色或绿色的光。LED 发光二极管发出的光的颜色与光的波长有关系，而光的波长又与制造 LED 发光二极管的材料有关。例如常见的发红光的 LED 发光二极管是用磷化镓材料制造，掺锌和氧做成的 PN 结发红光；掺锌和氮做成的 PN 结发绿光。发红光的 LED 发光二极管其峰值波长为 6930Å，发绿光的 LED 发光二极管其峰值波长为 5580Å。常见 LED 的发光颜色和发光波长见表 1-11 所示。

表 1-11 常见 LED 发光颜色和发光波长

发 光 颜 色	发光波长/Å	发 光 颜 色	发光波长/Å
红	6500~7600	青	4600~4900
橙	5900~6500	蓝	4300~4600
黄	5700~5900	紫	3300~4300
绿	4900~5700		

一般常用在电压 2V，电流为 10~20mA 较为适宜。电压高的场合要加上限流电阻以保证工作正常，常用 LED 发光二极管一般分为圆柱形和矩形。圆柱形一般按直径来分，有 $\phi 3$ 、 $\phi 5$ 、 $\phi 8$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 、 $\phi 15$ 等，矩形有 2×4 、 3×4 等。

LED 发光二极管外加电路还可以组成几种特殊发光器件，如电压型发光二极管、闪烁发光二极管和变色发光二极管。发光二极管符号与外形如图 1-27 所示。

电压型发光二极管用英文 BTV 表示，如图 1-27(a) 所示。它将限流电阻做在器件内，电流限制在 10~15mA 以内，电压型发光二极管常用的发光颜色有三种，即红色、黄色和

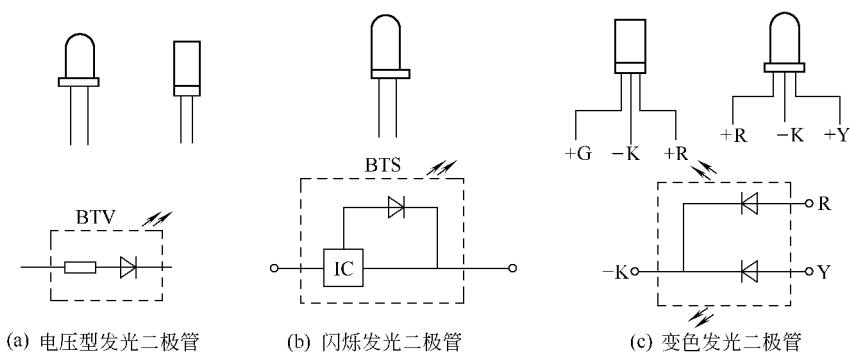


图 1-27 几种发光二极管外形与符号

绿色；常用的标准电压有六种：5V、9V、12V、15V、18V、24V。

闪烁发光二极管用英文 BTS 表示，如图 1-27(b) 所示。它将集成电路芯片做在器件内。通过集成芯片的驱动使闪烁发光二极管发出一定闪烁频率的光束，发光颜色也取决于发光二极管器件的制作材料，常用的发光颜色有四种：红色、橙色、黄色和绿色，其主要参数如表 1-12 所示。

表 1-12 二极管器件的发光颜色参数

型号	工作电压 /V	正向电流 /mA	反向漏电	闪烁频率 /Hz	发光强度 /mcd	发光峰值波长 /nm	颜色
BTS 314058	4.75~5.25	7~40	≤50μA	1.3~5.2	≥0.5	700	红
BTS 324058					≥1	630	橙
BTS 334058					≥1	585	黄
BTS 344058					≥1	565	绿

变色发光二极管是能发出几种不同颜色的发光二极管，图 1-27(c) 所示。常用的是红-绿-橙变色二极管，主要取决于发光二极管的制作材料来决定发光颜色，而不同颜色的复合组成变色发光二极管。常用的几种颜色是红色、绿色、黄色和橙色，用英文字母来表示是

- R——红色 G——绿色
- Y——黄色 O——橙色

常用器件型号表示如下。

- BT——特种半导体材料
- 3——制作材料是磷化镓
- 6——复合式
- 2——无色散射
- 0——形状是圆形，1 表示是方形

例如 BT 3620 57RG 表示是红-绿-橙发光二极管。型号后面 R 表示红色，G 表示绿色，均是单独驱动发光二极管发出的单色光。橙色是复合光，是同时驱动红光和绿光发光二极管时的复合光颜色。又例如 BT 362057RY 则是发红-黄-橘红的发光二极管，单色光是红色和黄色光，复合光是橘红色。

(5) 光电二极管 光电二极管是一种新型的光敏元件，是能将光信号转换成电信号的光电转换器件。光电二极管与普通二极管相似，是有一个 PN 结的半导体器件，并且光电二极管管壳上开有透明窗口，光线可以通过窗口照射在 PN 结上。当在光电二极管上施加反向电

压时，在有光线照射 PN 结时，发光二极管的反向电阻阻值发生变化。光电二极管就是利用这光电转换特性来工作的，广泛用于检测、开关、控制电路中。光电二极管文字符号用 V 来表示，其符号和外形如图 1-28 所示。

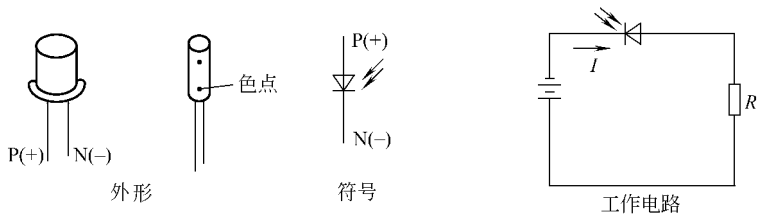


图 1-28 光电二极管外形符号及工作电路

光电二极管是利用光电转换特性制造的器件，其工作过程是：当工作电压供给时，在光电二极管两端施加电压，使光电二极管反向偏置。当没有光线照射时，光电二极管反相电阻阻值很大，反向工作电流极小，输出电压也很小；当有光线照射时，光电二极管反向电阻阻值减小，反向工作电流增大，输出电压也增大，并且随着光线照度的变化而变化。光电二极管主要技术参数如下。

最高工作电压：是指在无光线照射状态下，并且反向电流不超过额定值的情况下，允许加在光电二极管上的反向电压值，常用光电二极管在 10~50V 范围内；

暗电流：指在无光线照射状态下，光电二极管加上正常工作电压时的反向漏电流，要求暗电流愈小，管子性能愈好，一般要求 $<0.5\mu\text{A}$ ；

光电流：指加有正常工作电压情况下，受到光线照射时的光电二极管中流过的电流，一般要求有几十微安。

常用的几种光电二极管主要技术参数如表 1-13 所示。

表 1-13 常用光电二极管主要技术参数

型号	最高工作电压 /V	暗电流/ μA	光电流/ μA	电流灵敏度 /($\mu\text{A}/\mu\text{W}$)	结电容/pF	响应时间/s
2CU1 A	10V	≤ 0.2	> 80	> 0.5	≤ 5	10^{-7}
2CU1 B	20V	≤ 0.2	> 80	> 0.5	≤ 5	10^{-7}
2CU1 C	30V	≤ 0.2	> 80	> 0.5	≤ 5	10^{-7}
2CU1 D	40V	≤ 0.2	> 80	> 0.5	≤ 5	10^{-7}
2CU1 E	50V	≤ 0.2	> 80	> 0.5	≤ 5	10^{-7}
2CU2 A	10V	≤ 0.1	> 30	> 0.5	< 5	10^{-7}
2CU2 B	20V	≤ 0.1	> 30	> 0.5	< 5	10^{-7}
2CU2 C	30V	≤ 0.1	> 30	> 0.5	< 5	10^{-7}
2CU2 D	40V	≤ 0.1	> 30	> 0.5	< 5	10^{-7}
2CU2 E	50V	≤ 0.1	> 30	> 0.5	< 5	10^{-7}

(6) 红外发射、红外接收二极管 红外发射二极管也称红外发光二极管，它是一种能将电信号直接转换成红外光信号，并且能将所转换的红外光信号发射出去的发光器件；红外接收二极管是将红外发射二极管发射的红外光信号接收回来的受光器件，它将接收回来的信号转换成相应的电信号。红外发射二极管和红外接收二极管的外形如图 1-29 所示。

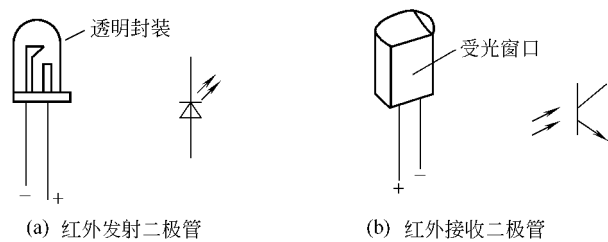


图 1-29 红外发射、红外接收二极管外形和符号

红外发射二极管是用砷化镓材料（分子式 GaAs）制成的，具有半导体 PN 结，制造工艺和结构形式有多种。常用的红外发射二极管采用环氧树脂封装。环氧树脂折射率较大，可进一步提高发光效率。红外接收二极管是一种特殊的光电 PIN 二极管。这种红外接收二极管在红外光线的照射下，产生一定的电流，管内阻的阻值大小与红外光线有关。射入的红外光线决定内阻的变化。红外接收二极管在受光照射时，内阻较小，约有几千欧；在不受照射时，内阻可以增大到几兆欧以上。红外接收二极管利用光照和内阻变化可以将信号进行转换。

红外发射二极管的指向特性是按自发辐射原理工作的，其峰值波长为 950nm 左右，电流与光输出特性的线性较好。其生产过程简便，使用方便，适用短距离、小容量、模拟调制、光电检测等工作范围。红外接收二极管的输出阻抗较高，其相对灵敏点在 940nm 附近，对应于红外发射二极管的最强波长，还具有较小的结电容。通常红外接收二极管与红外发射二极管成对使用。红外接收二极管的指向范围宽，分光灵敏度高、滤除干扰波性能好；再加上接口集成电路及元件的阻抗匹配，可以很好地应用在控制、遥控接收电路中。

1.1.7 三极管

三极管也称晶体三极管或半导体三极管。晶体三极管是由两个 PN 结组成的。如图 1-30 (a) 所示。三极管有两个 P-N 结，按它们的作用不同分别叫做发射结（ebj）和集电结（cbj）。两个 PN 结把晶体管分成三个单元，即三个极，它们是发射极、基极和集电极。分别用字母来表示，基极用字母 b 来表示，发射极用字母 e 来表示，集电极用字母 c 来表示。两个 PN 结还将晶体管的三个区联系起来，如发射区、基区和集电区。发射区与基区的 PN 结就叫做发射结（ebj），集电区与基区的 PN 结就叫做集电结（cbj）。三极管按 PN 结的不同组合方式还可分为 NPN 型和 PNP 型三极管。如果基极为 N 区，两侧是 P 区，就称它为 DNP 型三极管，电路符号箭头向内；如果基极为 P 区，两侧是 N 区，就称它为 NPN 型三极管，电路符号箭头向外。图 1-30(b) 是晶体三极管的符号。

由晶体管放大原理可得出结论并通过实验证明了如果在基极（b）和发射极（e）之间有基极电流 I_b 流过，则集电极（c）和发射极（e）之间就导通，有集电极电流 I_c 流过，其电流值为 βI_b ， β 称为电流放大系数，是三极管重要的技术参数之一。

$$I_c = \beta I_b$$

晶体三极管的重要作用，最常见的是用于晶体管放大电路和开关电路，在电路中进行电流放大。晶体三极管还通过集电极直流源的电压来放大电压幅度、电流和功率。

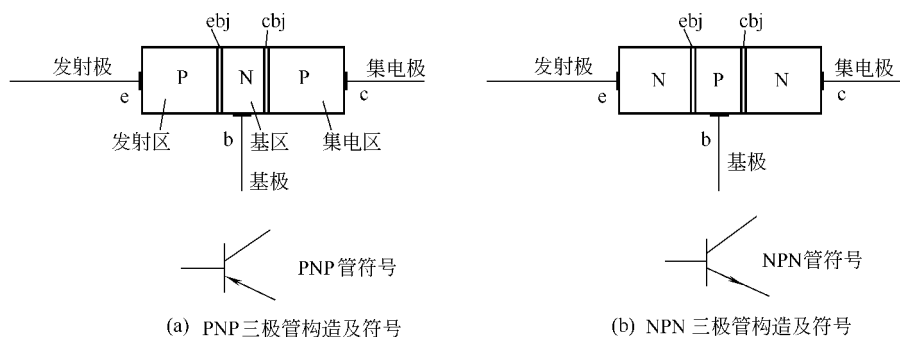


图 1-30 晶体三极管构造及符号

1. 1. 7. 1 三极管主要技术参数

(1) 电流放大系数 β 通常也称共发射极电流放大系数，三极管的基极电流 I_b 微小的变化引起集电极电流 I_c 较大的变化。这种三极管的放大作用，是基极电流和集电极电流共用发射极作为共用电极组成的电路取得的。通常把这两个电流量的比值叫做共发射极电流放大系数，用字母 β 或 h_{FE} 来表示。也用下式来表述

$$\beta=\Delta I_c/\Delta I_b$$

(2) 集电极最大允许电流 I_{CM} 是指集电极电流大到三极管所能允许的极限值时，叫做集电极最大允许电流，用 I_{CM} 来表示，在使用三极管时对集电极电流 I_c 有要求，要求集电极最大允许电流一定要大于集电极电流即 $I_{CM}>I_c$ ，否则，三极管的放大系数 β 值将会下降到正常值以下，影响电路的性能。

(3) 集电极最大耗散功率 P_{CM} 是指三极管在集电极温度升高到不烧坏三极管集电结所消耗的功率，集电极耗散功率也等于集电极电压 V_{CE} 与集电极电流 I_c 的乘积。对集电极功率也有要求，要求集电极最大耗散功率一定要大于集电极耗散功率即 $P_{CM}>P_c$ 。否则， P_c 超过 P_{CM} ，会引起三极管的 PN 结升温严重，烧坏三极管。

(4) 集电极反向饱和电流 I_{CBO} 它表示发射极断开，集电极和基极之间加上一定反向电压时的反向电流，是衡量三极管的质量优劣参数之一。三极管质量越好， I_{CBO} 反向饱和电流越小。

(5) 集电极-发射极反向饱和电流 I_{CEO} 它表示基极断开、集电极和发射极之间加上一定反向电压时的反向电流，也是衡量三极管的质量优劣参数。三极管质量越好， I_{CEO} 反向饱和电流越小。

(6) 反向击穿电压 BU_{CBO} 、 BU_{CEO} 当发射极断开时，反向击穿电压是集电极与基极之间的击穿电压为 UB_{CBO} ；当基板断开时，反向击穿电压是集电极与发射极之间的击穿电压，为 UB_{CEO} 。反向击穿电压要求越高越好，并且要求 $UB_{CBO}>UB_{CEO}$ 。

三极管用 VT 来表示，常见的三极管外形如图 1-31 所示。

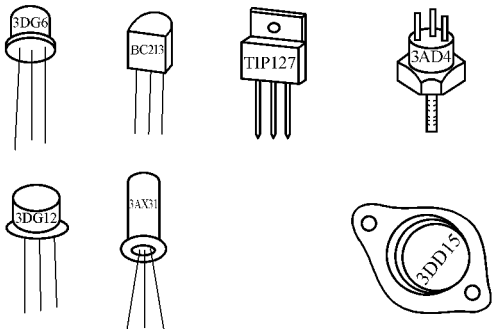


图 1-31 常见三极管外形

三极管除了 NPN 型和 PNP 型三极管外，还有其他类型，如复合三极管、光电三极管、场效应管等，在特性上或外形上与其类似。

1. 1. 7. 2 复合三极管

复合三极管也常称作达林顿三极管，用字母 DT 表示，其外形和内部结构如图 1-32 所示。达林顿三极管是将二只或多只三极管的集电极连接在一起，并且将第一只三极管的发射极直接连接第二只三极管的基极，依次连接，多级放大复合而成，最后引出三个极即基极 b、集电极 c 和发射极 e，其放大倍数可很高达数万倍。实际应用的达林顿三极管主要用在功率放大、驱动电路。而达林顿三极管也有改进，为克服温升误导通三极管，防止过电压进行保护实际应用的达林顿三极管内部电路如图 1-33 所示，增加 R_1 、 R_2 作泄放电阻，增加二极管 VT_3 做过电压保护的续流二极管，尤其对感性负载的突然断电，通过续流二极管将反向峰值电压泄放，从而保护复合三极管不被击穿。

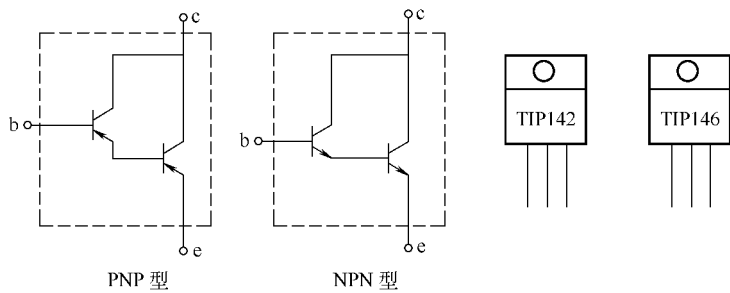


图 1-32 达林顿三极管内部结构及外形

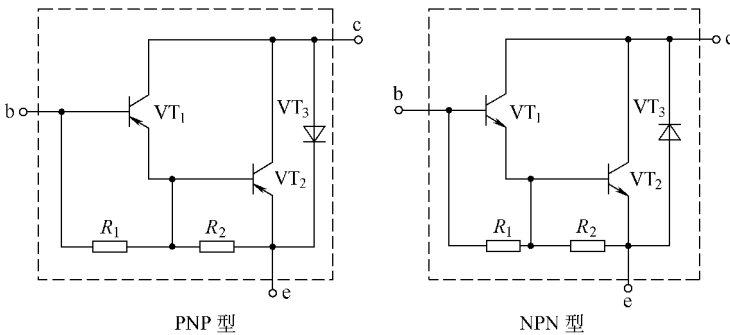


图 1-33 达林顿三极管内部电路图

1. 1. 7. 3 场效应管

场效应管也称场效应晶体管，其外形与三极管相类似，其主要区别是三极管属于电流控制元件，场效应管属于电压控制元件。三极管需要信号源提供电流进行放大，场效应管不需信号源提供电流，其输入电压决定输出电流的大小。场效应管通过外加电场对沟道即场效应管中导电的途径进行控制，以改变沟道电阻值的大小。场效应管分为三类。

- 第一类为结型场效应管，用 JEEF 表示；
- 第二类为绝缘栅场效应管，用 MOS 表示；

第三类为金属场效应管，用 VMOS 表示。

常用的结型场效应管与三极管外形一样，同三极管一样结型场效应管也有 N 沟道和 P 沟道，分别有三个电极，电极 D 为漏极，电极 S 为源极，电极 G 为栅极，其结构及电路符号如图 1-34 所示。

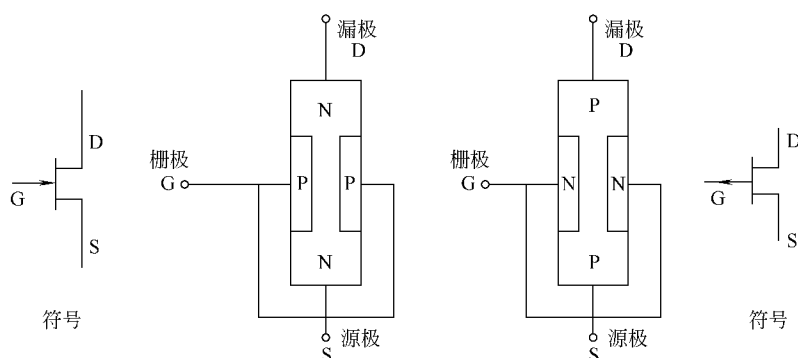


图 1-34 场效应管内部结构及电路符号

结型场效应管是在一块 N 型半导体上面作一个薄层 P 区，在 P 区引出一个电阻性接触的电极，称为栅极，栅极通常作为衬底，在 N 型半导体的两端各制成一个电阻性接触的电极，称为源极和漏极，也在源极和漏极之间形成一个导电沟道。当给栅极加控制电压时，导电沟道的宽度将随控制电压的大小而发生变化，从而实现用电压控制沟道电流。当沟道被“夹断”时，源极和漏极之间被关断，就没有电流流过。

结型场效应管主要技术参数由三部分组成，即直流参数、交流参数和极限参数。直流参数有夹断电压 U_p 、饱和漏电流 I_{DSS} 和直流输入阻抗 R_{GS} 。交流参数有低频跨导 g_m 和输出阻抗 r_d 、极限参数有最大漏源电压 $U_{(BR)DS}$ 、最大栅源电压 $U_{(BR)GS}$ 和最大漏极耗散功率 P_{DM} 。

夹断电压 U_p 是指当 U_{DS} 为某一固定值时，使 i_D 接近于 0 或等于一个微小电流时的栅极电压 U_{GS} ，称作夹断电压，用 U_p 来表示。

饱和漏电流 I_{DSS} 是指在 $U_{DS}=0$ 的条件下， $U_{DS} > |U_p|$ 时的沟道电流称作饱和漏电流，用 I_{DSS} 来表示场效应管在放大状态时，可能输出的最大电流。

直流输入阻抗 R_{GS} 是指在漏源之间短路的条件下，栅极和源极之间所加电压 U_{GS} 与栅极电流 I_G 之比即 $R_{GS}=U_{GS}/I_G$ 。

低频跨导 g_m 可以定义为当 U_{DS} 为一定值时，漏极电流的变化量与引起这变化的栅极电压变化量之比称为跨导，用公式表示如下

$$g_m = \Delta i_D / \Delta U_{DS} \mid U_{DS} = \text{常数}$$

g_m 表示 U_{GS} 对 i_D 的控制能力，它是衡量放大作用的重要参数，具有电导量纲，单位 μS ($\mu\Omega^{-1}$)。

输出阻抗 r_d 也称漏极输出阻抗，它表示 U_{DS} 对 i_D 的控制能力，它定义为当 U_{DS} 一定值时， U_{DS} 的变化量与相应的 i_D 的变化量之比，用公式表示如下

$$r_d = \Delta U_{DS} / \Delta i_D \mid U_{DS} = \text{常数}$$

场效应管在可变电阻区有约几百欧姆的输出阻抗，在饱和区有几十千欧至几百千欧的输出阻抗，所以 i_D 不随 U_{DS} 的变化而变。

最大漏源电压 $U_{(BR)DS}$ （或 BU_{DS} ）是指场效应管发生雪崩击穿时，漏极电流 i_D 从恒流值开始剧增时的漏源电压 U_{DS} 值。

最大栅源电压 $U_{(BR)GS}$ （或 BU_{GS} ）是指输入 PN 结反向栅极电流开始剧增时的 U_{GS} 值。

最大漏极耗散功率 P_{DM} 耗散功率是等于漏极电压和漏极电流的乘积即 $P_D = U_{DS} i_D$

耗散功率在场效应管中变为热能，使管子温度升高，为了使用中温度不要超标，对耗散功率 P_D 有要求，不能超过最大耗散功率 P_{DM} ，即

$$P_D < P_{DM}$$

场效应管的另外两类是绝缘栅型场效应管和金属场效应管。常用的绝缘栅型场效应管多为双栅型的结构，栅极与源极、漏极绝缘，具有极高的输入阻抗，其工作频率高，增益高，动态范围广，抗干扰性能好，过载能力强。其电路图形符号如图 1-35(a) 所示。金属场效应管实质上是一种功率型场效应管，简称 VMOS 管，全称 V 形槽 MOS 场效应管，其电路图形符号如图 1-35(b) 所示。V-MOSFET 是具有 V 形槽结构和垂直导电型的半导体器件的统称。V-MOSFET 不仅保留了场效应管固有的输入阻抗高，驱动电流小的特点，还是一种耐压高、工作电流大、输出功率大、跨导线性好、开关速度快的高效功率开关器件。常用功率 MOSFET 场效应晶体管技术参数如表 1-14 所示。

表 1-14 常用功率 MOSFET 场效应晶体管技术参数

型号	U_{DSS}/V	U_{GSS}/V	I_D/A	P_D/W	用 途
IRFZ44	60	±20	35	150	电机驱动
IRF634	250	±20	8.4	74	电源、电机
IRF840	500	±20	8	125	电源
IRFBC30	600	±20	3.6	74	电源、镇流器
IRFP448	500	±20	11	170	电源、镇流器
IRFP460	500	±20	20	250	电源、镇流器
IRFPG50	1000	±20	6.1	180	电视
2SK1178	500	±20	±4.0	35	转换器电源
2SK1183	200	±20	±3	25	DC/DC 变换
2SK1193	60	±20	±45	95	DC/DC 变换
2SK1315	450	±30	8	60	转换器电源
4AK17	60	±20	10	28	电机驱动
2SK1518	500	±30	20	125	电机驱动
2SK1522	500	±30	50	250	电机驱动
IRF-640	200	±20	18	125	电机控制器
FT6120	120	±20	1.5	28	小型电机驱动
FT6122	120	±20	4	36	小型电机驱动
FT6240	200	±20	5	45	继电器驱动
FT6260	200	±20	7.5	55	继电器驱动
SMP4N60	600	±20	4	75	电机驱动
SMP60N06	60	±20	60	125	电机驱动
SMP3P06	-60	±20	-25	20	电机驱动

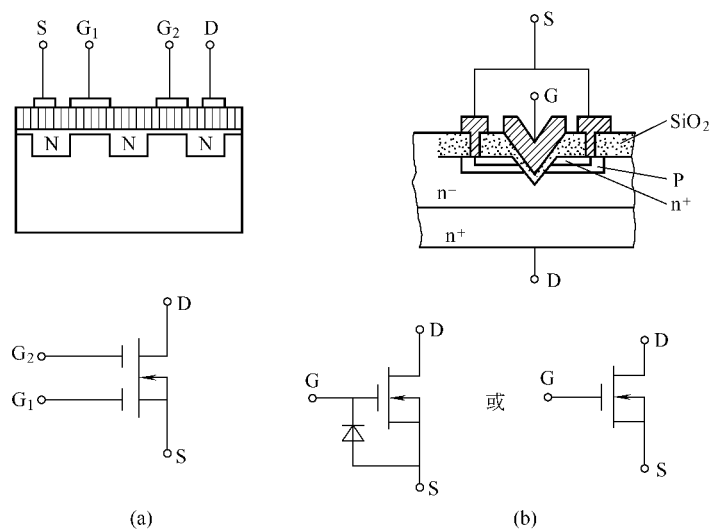


图 1-35 MOS、VMOS 场效应管结构及电路符号

1. 1. 7. 4 光电三极管

光电三极管是在光电二极管的基础上发展起来的一种光电元件。光电三极管既能实现光电转换，还具有放大功能。光电三极管的文字符号与三极管相同，用字母 V 表示，光电三极管电路符号和外形如图 1-36 所示。

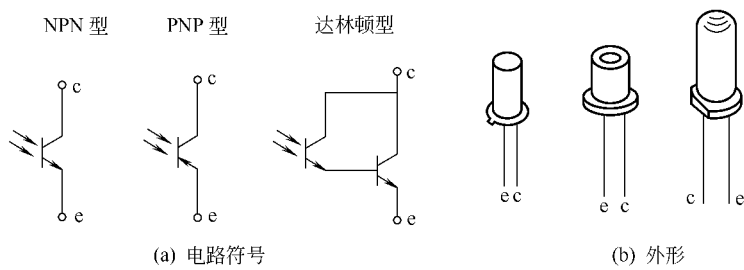


图 1-36 光电三极管电路符号和外形

光电三极管可分为 NPN 型、PNP 型和达林顿型光电三极管，光电三极管可等效成光电二极管和普通三极管的组合，如图 1-37 光电三极管等效电路图，光电三极管的基极-集电极的 PN 结相当于一个光电二极管在光照射下产生光电流 I_L 输入到等效三极管的基极进行放大，在三极管的集电极输出 β 倍的光电流 βI_L 。由于光电三极管的基极输入的是光信号，所以通常只用 2 个引脚，一个是光电三极管的发射极 e，另一个是光电三极管的集电极 c。

光电三极管主要技术参数有最高工作电压、暗电流、光电流和最大允许功耗等参数。

最高工作电压 U_{CE0} 是指在没有光照射状态下，集电极 c 与发射极 e 之间漏电流不超过规定值时，光电三极管所允许

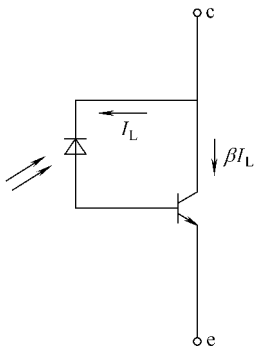


图 1-37 光电三极管等效电路

施加的最高工作电压，一般在 10~50V 之间。

暗电流 I_D 是指在没有光照射状态时，光电三极管集电极 c 与发射极 e 之间的漏电流，一般小于 $1\mu A$ 。

光电流 I_L 是指在受到一定光照射时，光电三极管的集电极电流，一般可达几毫安。

最大允许功耗 P_{CM} 是指光电三极管在不受损坏前提下所能承受的最大功耗。

普遍应用的光电三极管为 3DU 型 NPN 型硅光电三极管，表 1-15 是 3DU 型硅光电三极管主要参数。

表 1-15 3DU 型硅光电三极管主要参数

型号	最高工作 电压 V_{CEO}/V	暗电流 $I_D/\mu A$	光电流 I_L/mA	结电容 C_I/pF	收集电极最大 电流/ mA	最大功耗/ mW
3DU11	10	≤ 0.3	> 0.5	≤ 10	20	150
3DU12	20	≤ 0.3	> 0.5	≤ 10	20	150
3DU13	30	≤ 0.3	> 0.5	≤ 10	20	150
3DU21	10	≤ 0.3	> 1.0	≤ 10	20	150
3DU22	20	≤ 0.3	> 1.0	≤ 10	20	150
3DU23	30	≤ 0.3	> 1.0	≤ 10	20	150
3DU31	10	≤ 0.3	> 2.0	≤ 10	20	150
3DU32	20	≤ 0.3	> 2.0	≤ 10	20	150
3DU33	30	≤ 0.3	> 2.0	≤ 10	20	150
3DU51A	15	> 0.2	> 0.3	< 5	10	50
3DU51B	30	> 0.2	> 0.3	< 5	10	50
3DU51C	30	> 0.2	> 0.3	< 5	10	50

1.1.8 三端稳压器

三端稳压器有三端固定式稳压器和三端可调式稳压器两大类型。三端固定式稳压器是固定输出电压、单片集成稳压器。三端可调式稳压器是可调输出电压、单片集成稳压器。三端固定式稳压器分为三端固定正输出稳压器和三端固定负输出稳压器。三端可调式稳压器也分为三端可调正输出稳压器和三端可调负输出稳压器。

三端稳压器各系列芯片内部设计有过电流保护、芯片过热保护、安全工作区保护，以防止稳压器过载损坏等。三端稳压器还可按输出电压设计，外接电子元件可以制成各种稳压电源、恒流、电源和可调电源。三端稳压器按封装形式还分金属菱形和塑封直插两种。三端稳压器器件国产系列和国外产品系列可以通用，已经成为世界通用系列产品。

(1) 三端固定正输出稳压器 78 系列 78 系列三端固定正输出稳压器用 $78\times\times$ 来表示，如 7805 就是表示输出电压为 +5V 的三端稳压器。常用的 78 系列稳压器有 9 种电压等级，输出电压在 5~12V 范围内，输出电流在 100mA~1.5A 范围内，引脚名称、电路符号如图 1-38 所示。

三端固定正输出稳压器国产产品以 W78 $\times\times$ 系列表示，国外产品以公司缩写为前缀来命名，如 $\mu A7805$ 表示是美国仙童公司生产的 +5V 三端稳压器。常用的 78 系列三端稳压器国内外型号对照表如表 1-16 所示。

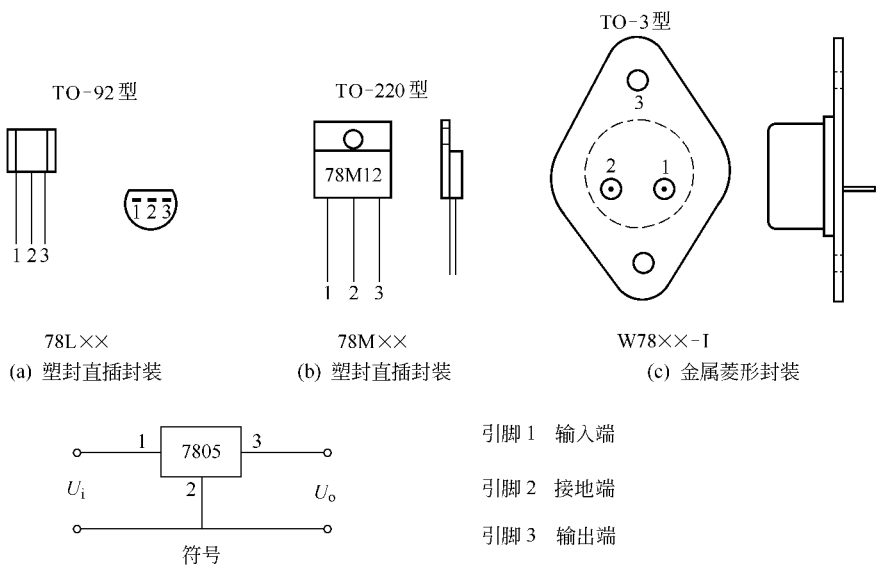


图 1-38 三端稳压器 78 系列引脚名称及电路符号

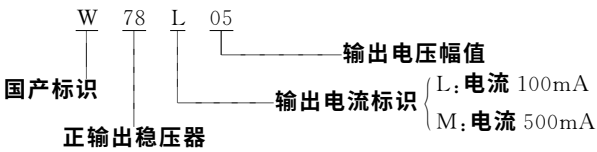
表 1-16 常用 78 系列三端稳压器国内外型号对照

国内型号	国外对应型号			输出电压/V	输出电流
W7805	LM7805	μA7805	S13052	$V_o=5$	$I_o=1.5\text{A}$
W7806	LM7806	μA7806		$V_o=6$	$I_o=1.5\text{A}$
W7808	LM7808	μA7808		$V_o=8$	$I_o=1.5\text{A}$
W7810	LM7810	μA7810		$V_o=10$	$I_o=1.5\text{A}$
W7812	LM7812	μA7812		$V_o=12$	$I_o=1.5\text{A}$
W7815	LM7815	μA7815		$V_o=15$	$I_o=1.5\text{A}$
W7818	LM7818	μA7818		$V_o=18$	$I_o=1.5\text{A}$
W7824	LM7824	μA7824		$V_o=24$	$I_o=1.5\text{A}$
W78L05	LM78L05	μA78L05		$V_o=5$	$I_o=100\text{mA}$
W78L06	LM78L06	μA78L06		$V_o=6$	$I_o=100\text{mA}$
W78L09		μA78L09		$V_o=9$	$I_o=100\text{mA}$
W78L10	LM78L10	μA78L10		$V_o=10$	$I_o=100\text{mA}$
W78L12	LM78L12	μA78L12		$V_o=12$	$I_o=100\text{mA}$
W78L15	LM78L15	μA78L15		$V_o=15$	$I_o=100\text{mA}$
W78L18	LM78L18	μA78L18		$V_o=18$	$I_o=100\text{mA}$
W78L24	LM78L24	μA78L24		$V_o=24$	$I_o=100\text{mA}$
W78M05	LM78M05	μA78M05		$V_o=5$	$I_o=500\text{mA}$
W78M06	LM78M06	μA78M06		$V_o=6$	$I_o=500\text{mA}$
W78M08	LM78M08	μA78M08		$V_o=8$	$I_o=500\text{mA}$
W78M09	LM78M09	μA78M09		$V_o=9$	$I_o=500\text{mA}$
W78M10	LM78M10	μA78M10		$V_o=10$	$I_o=500\text{mA}$
W78M12	LM78M12	μA78M12		$V_o=12$	$I_o=500\text{mA}$
W78M15	LM78M15	μA78M15		$V_o=15$	$I_o=500\text{mA}$
W78M18	LM78M18	μA78M18		$V_o=18$	$I_o=500\text{mA}$
W78M24	LM78M24	μA78M24		$V_o=24$	$I_o=500\text{mA}$

三端稳压器 78 系列的国外产品如下。

- LM78×× 美国 NC 公司生产产品
- μA78×× 美国仙童公司生产产品
- L78×× 意大利 SGS 公司生产产品
- MC78×× 摩托罗拉公司生产产品
- TA78×× 日本东芝公司生产产品
- μPC78×× 日本电气股份公司生产产品
- HA78×× 日立公司生产产品

三端固定正输出稳压器表示方法如下。



三端固定正输出稳压器系列产品的封装形式主要有三种。一种是 TO-92 封装，一种是 TO-220，还有一种是 TO-3 封装，其外形及引脚如图 1-39 所示。引脚功能如下。

- 1 端输入端为直流电压输入端，常用 V_i 表示；
- 2 端接地端为输入和输出公共接地端；
- 3 端输出端为稳压电压输出端，常用 V_o 表示。

三端固定正输出稳压器系列产品体积小、性能好、保护功能完善、可靠性高、成本低廉，安装使用方便简捷，被广泛使用。国产 W78×× 系列三端固定正输出稳压器的主要技术参数如表 1-17 所示。

(2) 三端固定负输出稳压器 79 系列 79 系列三端固定负输出稳压器用 79×× 来表示，如 7905 就是表示输出电压为 -5V 的三端稳压器。常用的 79 系列稳压器也有九种电压等级，输出电压在 -24~-5V 范围内，输出电流在 100mA~1.5A 范围内。三端稳压器 79 系列的引脚名称及电路符号如图 1-39 所示。三端固定负输出稳压器国产产品以 W79×× 系列表示。

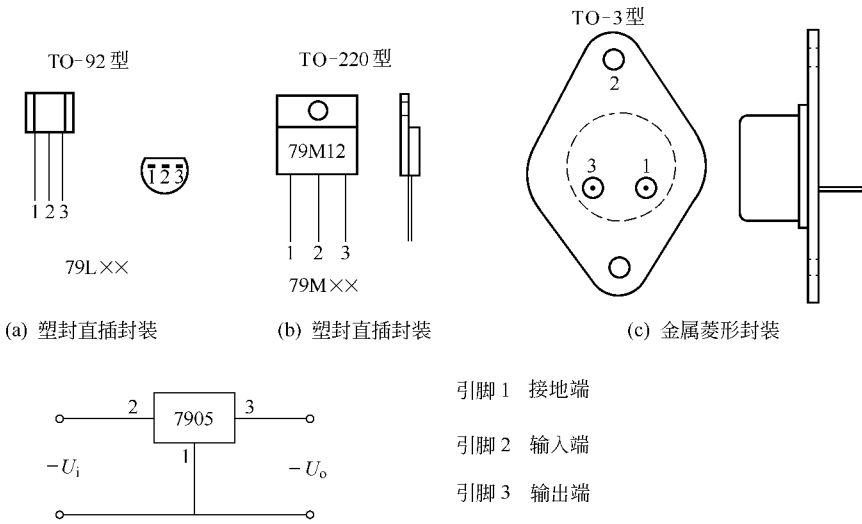


图 1-39 三端稳压器 79 系列引脚名称及电路符号

表 1-17 国产 W78×× 系列三端固定正输出稳压器主要技术参数

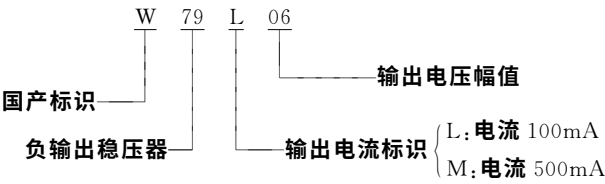
符号 单 位 型号	输出 电压	输入 电压	电压 调整率	电流 调整率	静态工 作电流	输出电 压噪声	最小输 入电压	最大输 入电压	最大输 出电流
	U_o	U_i	S_v	S_i	I_D	U_N	U_{imin}	U_{imax}	I_{omax}
	V	V	mV	mV	mA	μV	V	V	A
W7805	$5\pm 5\%$	10	50	80	6	40	7.5	35	1.5
W7806	$6\pm 5\%$	11	60	100	6	50	8.5	35	1.5
W7808	$8\pm 5\%$	14	80	120	6	60	10.5	35	1.5
W7809	$9\pm 5\%$	15	90	130	6	70	11.5	35	1.5
W7810	$10\pm 5\%$	17	100	140	6	80	12.5	35	1.5
W7812	$12\pm 5\%$	19	120	140	6	80	14.5	35	1.5
W7815	$15\pm 5\%$	23	150	160	6	90	17.5	35	1.5
W7818	$18\pm 5\%$	27	180	180	6	130	20.5	35	1.5
W7820	$20\pm 5\%$	29	200	200	6	160	22.5	35	1.5
W7824	$24\pm 5\%$	33	240	240	6	200	26.5	40	1.5

国外产品仍以公司缩写为前缀再加上 79×× 系列来表示。常用的 79 系列三端稳压器国内外型号对照表如表 1-18 所示。

表 1-18 常用 79 系列三端稳压器国内外型号对照

国内型号	国外对应型号		输出电压 U_o/V	输出电流 I_o
W7905	LM7905	$\mu A7905$	$V_o = -5$	$I_o = 1.5A$
W7906	LM7906	$\mu A7906$	$V_o = -6$	$I_o = 1.5A$
W7908	LM7908	$\mu A7908$	$V_o = -8$	$I_o = 1.5A$
W7909	LM7909		$V_o = -9$	$I_o = 1.5A$
W7912	LM7912	$\mu A7912$	$V_o = -12$	$I_o = 1.5A$
W7915	LM7915	$\mu A7915$	$V_o = -15$	$I_o = 1.5A$
W7918	LM7918	$\mu A7918$	$V_o = -18$	$I_o = 1.5A$
W7924	LM7924	$\mu A7924$	$V_o = -24$	$I_o = 1.5A$
W79L05	LM79L05	MC79L05	$V_o = -5$	$I_o = 100mA$
W79L12	LM79L12	MC79L12	$V_o = -12$	$I_o = 100mA$
W79L15	LM79L15	MC79L15	$V_o = -15$	$I_o = 100mA$
W79L18	LM79L18	MC79L18	$V_o = -18$	$I_o = 100mA$
W79L24	LM79L24	MC79L24	$V_o = -24$	$I_o = 100mA$
W79M05	LM79M05	$\mu A79M05$	$V_o = -5$	$I_o = 500mA$
W79M06	LM79M06	$\mu A79M06$	$V_o = -6$	$I_o = 500mA$
W79M08	LM79M08	$\mu A79M08$	$V_o = -8$	$I_o = 500mA$
W79M12	LM79M12	$\mu A79M12$	$V_o = -12$	$I_o = 500mA$
W79M15	LM79M15	$\mu A79M15$	$V_o = -15$	$I_o = 500mA$
W79M18	LM79M18		$V_o = -18$	$I_o = 500mA$
W79M24	LM79M24	$\mu A79M24$	$V_o = -24$	$I_o = 500mA$

三端固定负输出稳压器表示方法如下。



三端固定负输出稳压器系列产品的封装形式同三端固定正输出稳压器，有三种封装，即

TO-92、TO-220 和 TO-3 形式，其外形结构基本同 78 系列，但是引脚排列不同，表示的内容也有区别。

- 1 端为接地端，输入和输出公共接地端；
- 2 端为输入端，为直流负电压输入用 $-U_i$ 表示；
- 3 端为输出端，为稳定负电压输出用 $-U_o$ 表示。

三端固定负输出稳压器 79 系列，国产 W79 $\times\times$ 系列产品主要技术参数如表 1-19 所示。

表 1-19 国产 W79 $\times\times$ 系列产品主要技术参数

符 号 单 位 型 号	输出 电压	输入 电压	电压 调整率	电流 调整率	静态工 作电流	输出电 压噪声	最小输 入电压	最大输 入电压	最大输 出电流
	U_o	U_i	S_v	S_i	I_D	U_N	U_{imin}	U_{imax}	I_{omax}
	V	V	mV	mV	mA	μ V	V	V	A
W7905	$-5\pm5\%$	-10	50	100	6	40	-7	-35	1.5
W7906	$-6\pm5\%$	-11	60	120	6	50	-8	-35	1.5
W7908	$-8\pm5\%$	-14	80	160	6	60	-10	-35	1.5
W7909	$-9\pm5\%$	-15	90	170	6	70	-11	-35	1.5
W7910	$-10\pm5\%$	-17	100	170	6	80	-12	-35	1.5
W7912	$-12\pm5\%$	-19	120	180	6	100	-14	-35	1.5
W7915	$-15\pm5\%$	-23	150	200	6	120	-17	-35	1.5
W7918	$-18\pm5\%$	-27	180	210	6	140	-20	-35	1.5
W7920	$-20\pm5\%$	-29	200	220	6	160	-22	-35	1.5
W7924	$-24\pm5\%$	-33	240	240	6	200	-26	-35	1.5

(3) 三端可调正输出稳压器 是三端可调集成稳压器的一种类型通过外接电子元件就可以确定输出电压的范围，并且具有三端固定稳压器的各项功能指标。三端可调正输出集成稳压器输出电压可在 1.2~37V 之间调节，输出最大电流可在 0.1~10A 范围内选型。三端可调正输出集成稳压器国产产品以 W 和 CW 来表示，国外产品仍以公司缩写为前缀加上型号来表示。常见的三端可调正输出集成稳压器产品系列及型号如表 1-20 所示（表中还给出最大输出电流 I_{OM} 和输出电压 U_o 参数值）。

表 1-20 常见三端可调正输出集成稳压器产品系列及型号

产品系列及型号	最大输出电流/A	输 出 电 压/V
LM117L、LM217L、LM317L	0.1	1.2~37
LM117M、LM217M、LM317M	0.5	1.2~37
LM117、LM217、LM317	1.5	1.2~37
LM150、LM250、LM350	3	1.2~33
LM138、LM238、LM338	5	1.2~32
LM196、LM396	10	1.2~15

三端可调正输出集成稳压器产品的封装形式同三端固定正输出稳压器一样，有 TO-92 形式、TO-220 形式和 TO-3 形式三种封装形式，其电路符号及引脚排列如图 1-40 所示。引脚的功能如下。

- 1 端是调节端用 ADJ 表示，外接电子元件可以调节输出电压幅值；
- 2 端是输入端用 U_i 表示，为直流电压输入端；
- 3 端是输出端用 U_o 表示，为稳定电压输出端。

三端可调正输出集成稳压器 W117/217/317 是国产系列产品，其主要技术参数如表 1-21 所示。

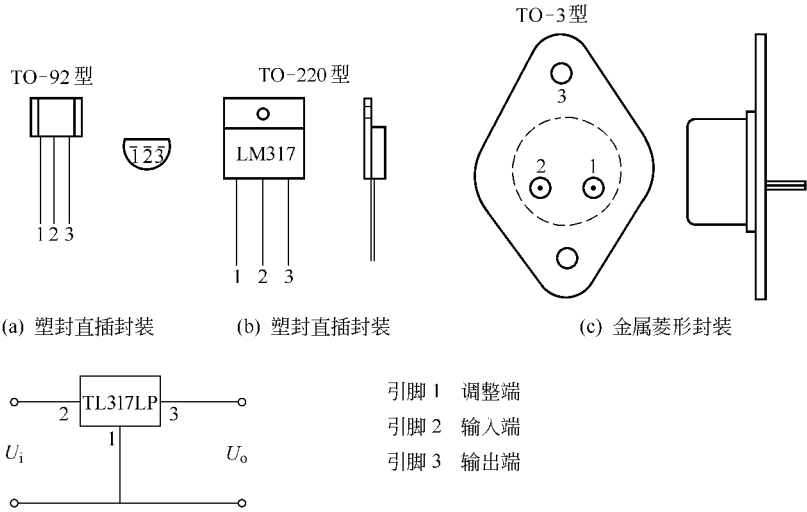


图 1-40 三端可调整输出稳压器电路符号及引脚排列

表 1-21 三端可调整输出集成稳压器 W117/217/317 主要技术参数

技术参数	符 号	型 号	W117	W127	W317
输出电压/V		U_o	1.2~37	1.2~37	1.2~37
最大输入电压/V		U_{imax}	40	40	40
最大输出电流/A		I_{omax}	1.5	1.5	1.5
电压调整率/(%/V)		S_u	0.01	0.01	0.01
电流调整率/%		S_I	0.1	0.1	0.1
最小负载电流/mA		I_{min}	3.5	3.5	3.5
调整端电流/ μ A		I_{ADJ}	50	50	50
基准电压/V		U_{REF}	1.25	1.25	1.25
温度稳定性/%		S_T	0.7	0.7	0.7
长期稳定性/(%/4H)		$\Delta U_o/\Delta t$	0.3	0.3	0.3
工作温度/ $^{\circ}$ C		T_A	-55~150	-25~150	0~125
纹波抑制比/dB		S_{np}	65	65	65

(4) 三端可调负输出稳压器 三端可调集成稳压器的另一种类型，功能及特性与三端可调整输出集成稳压器基本相似，只是输出电压幅值在 $-37\sim-1.2\text{V}$ 之间调节，输出最大电流也是在 $0.1\sim10\text{A}$ 范围内选择不同型号器件即可。符号标识也与三端可调整输出集成稳压器相似。常见的三端可调负输出集成稳压器产品系列及型号如表 1-22 所示。

表 1-22 常见三端可调负输出集成稳压器产品系列及型号

产品系列及型号	最大输出电流/A	输出电压/V
LM137L、LM237L、LM337L	0.1	$-37\sim-1.2$
LM137M、LM237M、LM337M	0.5	$-37\sim-1.2$
LM137、LM237、LM337	1.5	$-37\sim-1.2$

三端可调负输出集成稳压器产品的封装形式同三端可调整输出集成稳压器，也有 TO-92 形式、TO-220 形式和 TO-3 形式等，其电路符号及引脚排列如图 1-41 所示，但引脚的功能有所区别，具体如下。

1 端是调节端，用 ADJ 表示，外接电子元件时可以调节输出电压幅值；

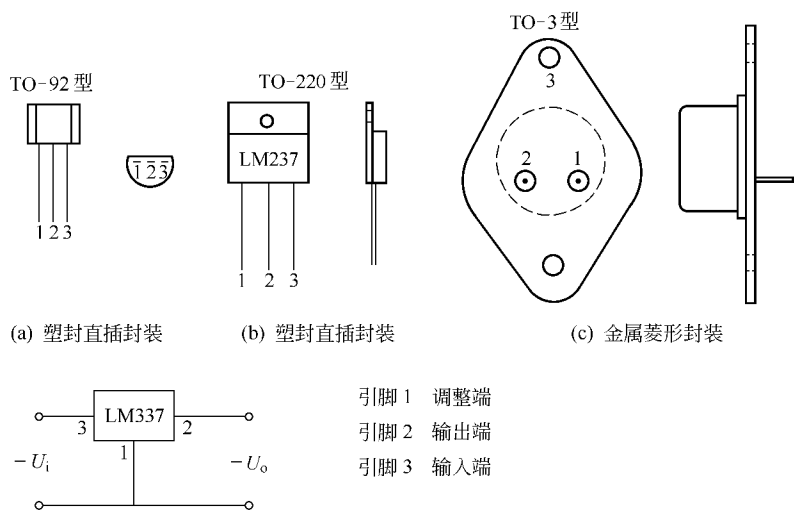


图 1-41 三端可调负输出稳压器电路符号及引脚排列

- 2 端是输出端，用 U_o 表示，为稳定的直流负电压的输出端；
- 3 端是输入端，用 U_i 表示，为直流负电压的输入端。

三端可调负输出集成稳压器 W137/237/337 是国产系列产品，其主要技术参数如表 1-23 所示。

表 1-23 三端可调负输出集成稳压器 W137/237/337 主要技术参数

符 号	型 号	W137	W237	W337
输出电压/V	U_o	$-37 \sim -1.2$	$-37 \sim -1.2$	$-37 \sim -1.2$
最大输入电压/V	U_{imax}	-40	-40	-40
最大输出电流/A	I_{omax}	1.5	1.5	1.5
电压调整率/%V	S_V	0.01	0.01	0.01
电流调整率/%	S_I	0.3	0.3	0.3
最小负载电流/mA	I_{min}	2.5	2.5	2.5
调整端电流/ μ A	I_{ADJ}	65	65	65
基准电压/V	V_{REF}	-1.25	-1.25	-1.25
最小稳压电流/mA	I_{Lmin}	5	5	10
热稳定性/(%V/W)		0.02	0.02	0.04
工作温度/ $^{\circ}$ C	T_A	$-55 \sim 150$	$-25 \sim 150$	$0 \sim 125$

1.1.9 可控硅及双向可控硅

1.1.9.1 可控硅特性

可控硅也称作晶闸管，是半导体闸流管的简称，它是在硅二极管的基础上发展起来的新型整流器件。可控硅整流器电路可以把交流电转换成电压大小可调的脉动直流电。可控硅逆变器可以把直流电转换成交流电。可控硅还可调节交流电压，用于无触点开关、无级调速等。

可控硅为四层三端器件，由三个 PN 结和三个电极构成，其结构和符号如图 1-42 所示。

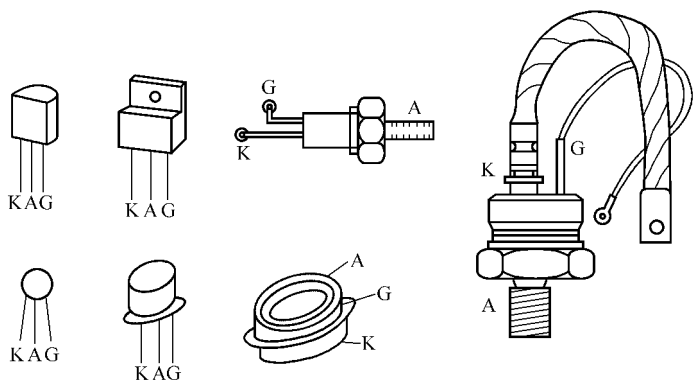


图 1-42 可控硅结构和符号

可控硅的三个电极是：A 为阳极，C 为阴极，G 为控制极，常用字母 SCR 来表示。可控硅类型很多，广泛用于可控硅整流、直流电机调速、变频器、逆变器、中频电源、发电机励磁等各种电子电路。

表 1-24 是常用的可控硅类型及符号、特性。

表 1-24 常用可控硅类型及符号、特性

名 称	型 号	符 号	性能特征	用 途
普通可控硅	KP		反向阻断,控制极信号开通	整流器、逆变器、变频器等
快速可控硅	KK		反向阻断,控制极信号开通,关断时间短,开通速度快	中频电源等
可关断可控硅	KG		控制极正信号开通,负信号关断	步进电机电源、汽车点火系统、直流开关电路、扫描电路等
逆导可控硅	KN		反向导通,控制极信号开通即普通可控硅与整流管的反并联	逆变器、斩波器等
双向可控硅	KS		双向均可由控制极信号开通即二只可控硅反并联	电子开关、调光器、调温器

可控硅有正向阻断、可控导通、持续导通和反向阻断四个特性，常根据其特性来检验可控硅性能是否良好。可控硅的特性也常由实验电路来检验，图 1-43 是可控硅特性实验电路。

(1) 正向阻断特性 当阳极与阴极加上正向电压如图 1-43(a) 所示，阳极接电源正极、阴极接电源负极。断开开关 SA，即在控制极上不加正向电压时，指示灯不亮，说明可控硅不导通，具有正向阻断能力。

(2) 可控导通特性 当闭合开关 SA，即在原状态上给控制极加上一个正向电压时，指示灯就会变亮，控制极所加正向电压称为触发电压，这说明可控硅具有可控导通能力。如图 1-43(b) 所示。

(3) 持续导通特性 在可控硅导通后，重新打开 SA 开关，指示灯仍然发亮，即使去掉

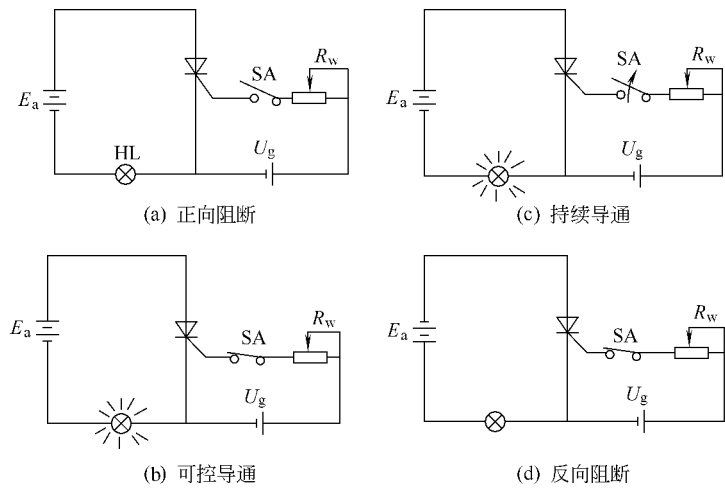


图 1-43 可控硅特性实验电路图

控制极上的电压也不影响指示灯发亮。这说明可控硅具有持续导通的能力，如图 1-43(c) 所示。

(4) 反向阻断特性 如图 1-43(d) 所示，在可控硅阳极与阴极间加上反向电压即阳极接电源负极阴极接电源正极，即使在控制极上加有正向电压，这时指示灯不亮。这说明可控硅具有反向阻断的能力，使可控硅不导通。

由上述可控硅特性可以看出，可控硅导通的条件有两点：

- ① 阳极与阴极间应加正向电压；
- ② 控制极与阴极间也应加上适当的正向电压。要使已导通的可控硅截止，必须切除阳极与阴极间的正向电压或者将该电压反向。

可控硅的工作原理可由等效电路来模拟。可控硅可以等效于由一个 PNP 和一个 NPN 型三极管组成，中间两层半导体为两只三极管共用，阳极 A 是 PNP 三极管的发射极，阴极 C 和控制极 G 分别为 NPN 三极管的发射极和基极。当可控硅加上正向阳极电压 U_E 时，NPN 三极管 BC_1 和 PNP 管 BG_2 都承受正向电压，处于正向偏置状态。两管的放大系数分别为 β_1 、 β_2 。由于没有输入信号，可控硅不导通。若在控制极 G 与阴极 C 之间加上一个正向触发电压 U_G ，接通控制极就会产生 I_g ，对 BG_1 产生基极电流，使 BG_1 进入放大状态，在集电极产生 $I_{e1} (\beta_1 I_B)$ 输出。此输出电流又送往 BG_2 的基极，形成 BG_2 的基极电流，使 BG_2 也进入放大状态，在 BG_2 的集电极产生 $I_{e2} (\beta_2 \beta_1 I_g)$ 电流输出。此电流又送往 BG_1 的基极，再次进行放大，这样依次循环，直至可控硅完全导通。这个导通过程是在极短的时间内完成的。所以，当可控硅阳极加上正向电压后，控制极加上正向触发电压，可控硅即刻导通。可控硅一经导通后，由于 BG_1 基极有循环的比触发电流大得多的电流流过，所以即使控制极触发电压消失，可控硅仍然继续工作，处于导通状态，这就是可控硅的维持导通特性。如果把 U_E 的极性反接，此时两个三极管都承受反向电压，不具备放大条件。无论控制极有无触发电压，可控硅始终处于截止状态。这时可控硅具有反向阻断能力的特性。

1. 1. 9. 2 可控硅主要技术参数

可控硅主要的技术参数有通态平均电流、反向重复峰值电压、维持电流、门极触发电压

和门极触发电流等。

- (1) 通态平均电流 用字母 I_T 表示，通态平均电流是在环境 40°C 标准散热条件下，导通可控硅阳极和阴极间可连续通过的工频电流平均值。常是双向额定电流值。
- (2) 反向重复峰值电压 用字母 U_{REM} 表示，反向峰值电压是在门极断路条件下，可以重复加在可控硅元件上的反向峰值电压。一般要求越高越好，其值可达数千伏。
- (3) 维持电流 用字母 I_H 表示，维持电流是指在可控硅导通后，门极开路时，保持可控硅继续导通的最小正向电流值，一般维持电流可在 mA 级电流。
- (4) 门极触发电压 用字母 U_{GT} 表示，门极触发电压是指在可控硅阳极和阴极之间加上 6V 直流电压时，使可控硅元件导通的门极最小电压值，一般小于 5V。
- (5) 门极触发电流 用字母 I_{GT} 表示，门极触发电流是指在对应于门极触发电压的门极电流值，一般是 mA 级电流。

表 1-25 是国产可控硅器件技术参数。

表 1-25 国产可控硅器件技术参数

型号	通态平均电流 I_T/A	反向重复峰值 电压 U_{REM}/V	维持电流 I_H/mA	门极触发电 压 U_{GT}/V	门极触发电流 I_{GT}/mA
KP1	1	50~1600V	≤ 10	≤ 2.5	≤ 20
KP3	3	100~2000V	≤ 30	≤ 3	≤ 60
KP5	5	100~2000V	≤ 60	≤ 3	≤ 60
KP10	10	100~2000V	≤ 100	≤ 3	≤ 100
KP20	20	100~2000V	≤ 100	≤ 3	≤ 100
KP30	30	100~2400V	≤ 150	≤ 3	≤ 100
KP50	50	约 2400V	≤ 200	≤ 3.5	≤ 150
KP100	100	约 3000V	≤ 200	≤ 3.5	≤ 200
KP200	200	约 3000V	≤ 200	≤ 3.5	≤ 250
KP300	300	约 3000V	≤ 300	≤ 4	≤ 250
KP400	400	约 3000V	≤ 300	≤ 4	≤ 350
KP500	500	约 3000V	≤ 400	≤ 4	≤ 350
KP600	600	约 3000V	≤ 400	≤ 4	≤ 350
KP800	800	约 3000V	≤ 500	≤ 4	≤ 450
KP1000	1000	约 3000V	≤ 500	≤ 4	≤ 450

1. 1. 9. 3 双向可控硅

双向可控硅是具有双向可控导通特性的可控硅，相当于两只反并联工作的单向可控硅。交流无触点开关、交流电压控制常采用双向可控硅器件。双向可控硅常用 SSCR 来表示。图 1-44 是双向可控硅内部结构及符号。

双向可控硅有三个电极：G 为控制极， T_1 为第一阳极， T_2 为第二阳极。双向可控硅工作原理是只用一个控制极 G 就可实现双向触发，而在第一阳极和第二阳极之间，无论加上任何电压（正向电压或反向电压），控制极 G 的触发电压可以控制双向可控硅的阻断或导通状态。双向可控硅的触发特性如下：

- ① 当加控制电压时， T_2 电位高于 T_1 时， $I_G > 0$ 可以实现正向触发导通， $I_G < 0$ 也可实现正向触发导通；
- ② 当加控制电压时， T_1 电位高于 T_2 时， $I_G > 0$ 可以实现反向触发导通， $I_G < 0$ 也可实现反向触发导通。

通常应用均采用 T_2 电位高于 T_1 ，加正向控制电压使双向可控硅正向导通。或者采用 T_2 电位低于 T_1 ，加反向控制电压使双向可控硅反向导通。这两种触发方式对双向可控硅导通灵敏度较高。双向可控硅四种导通方式如图 1-45 所示。

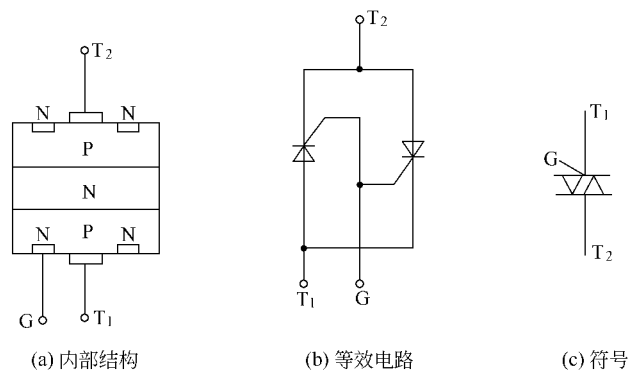


图 1-44 双向可控硅内部结构及符号

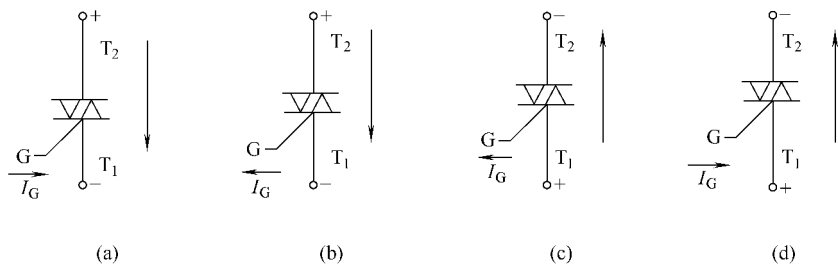


图 1-45 双向可控硅四种导通方式

双向可控硅主要技术参数同可控硅。国产双向可控硅器件技术参数如表 1-26 所示。

表 1-26 国产双向可控硅器件技术参数

型号	通态方均根电 流 I_T/A	断态重复峰值电 压 U_{DRM}/V	维持电流 I_H/mA	门极触发电压 U_{GT}/V	门极触发电流 I_{GT}/mA
KS1	1	100~2000	≤ 10	≤ 2.5	≤ 30
KS3	3	100~2000	≤ 30	≤ 3	≤ 70
KS5	5	100~2000	≤ 60	≤ 3	≤ 70
KS10	10	100~2000	≤ 100	≤ 3	≤ 100
KS20	20	100~2000	≤ 100	≤ 3	≤ 100
KS50	50	100~2000	≤ 200	≤ 3	≤ 200
KS100	100	100~2000	≤ 200	≤ 3.5	≤ 250
KS200	200	100~2000	≤ 200	≤ 3.5	≤ 350
KS300	300	100~2000	≤ 300	≤ 3.5	≤ 350
KS400	400	100~2000	≤ 300	≤ 4	≤ 350
KS500	500	100~2000	≤ 400	≤ 4	≤ 400

1.1.10 光电耦合器

光电耦合器是一种以光为介质，用来传输电信号的光电器件。光电耦合器由发光器件（常用可见光 LED 或红外线光 LED 来组成）和受光器件（常用光电二极管、光电三极管、光敏电阻等组成）组合封装在同一装置内的光电器件。当光电耦合器输入端加上电信号时，发光器件就会发出光线来，受光器件因受到光线照射而产生光电流，并且从输出端输出。这样电-光-电的转换通过光电耦合器来实现，光电耦合器输入输出信号传送效率高，响应速度快，失真小。光电耦合器属于电流驱动器件，其输入输出隔离传送，抗干扰能力强，共模抑制比高，不受磁场、电场干扰，性能优良，广泛应用在控制系统电路中。

光电耦合器的发光器件有发光二极管、钨丝灯泡、光电二极管、氖灯等，受光器件有光电二极管、光电三极管、光敏管、光可控硅、硅光电晶体管等。常用的主要类型如图 1-46 所示。(a) 为光电晶体管基极开路类型，通用无基极引线类型；(b) 为光电晶体管带基极接线端类型，通用有基极引线类型；(c) 为高速型光电耦合器类型；(d) 为达林顿型光电耦合器类型；(e) 为双向对称光电耦合器类型；(f) 为光集成电路光电耦合器类型；(g) 为光纤型光电耦合器类型；(h) 为光敏可控硅型光电耦合器类型；(i) 为光敏场效应管型光电耦合器类型；(j) 为光敏电阻受光器电路类型；(k)，(n) 为氖灯作为光源，光敏电阻受光器电路类型；(l)，(o) 是以钨丝灯为光源光敏电阻受光器电路类型；(m) 为光电二极管受光器电路类型。

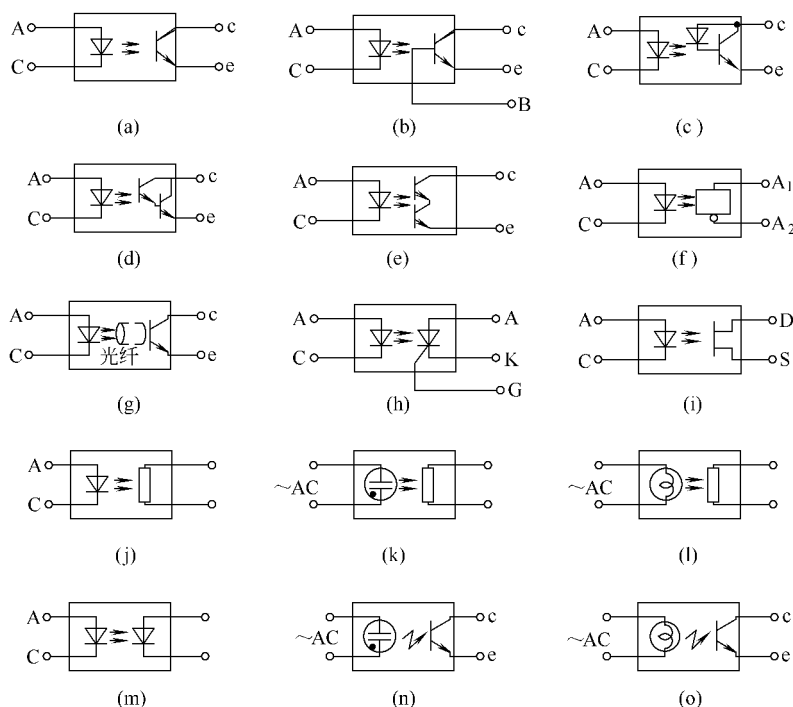


图 1-46 常用光电耦合器主要类型

光电耦合器类型较多，封装形式有塑封封装、金属封装等，常用的双列直插式均采用塑封封装，也分单光耦、双光耦和四光耦等。常用的光耦采用光电三极管无基极引线和有基极引线类型。图 1-47 是几种光电耦合器外形结构和内部电路。

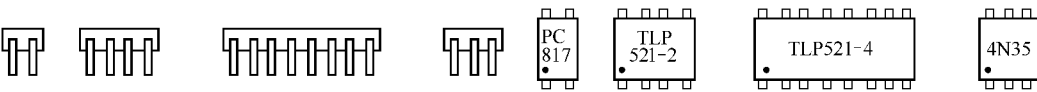
通用型常用的型号如下：GD318、4N25、4N35、PC817、TIP521、TIP521-2、TLP521-4、ISM801、TLP723、PC112、PC601；

达林顿光电耦合器型号如下：4N29、4N30、4N33、4N38、4N45、4N46、PC505、PC515、PC570、TIL113；

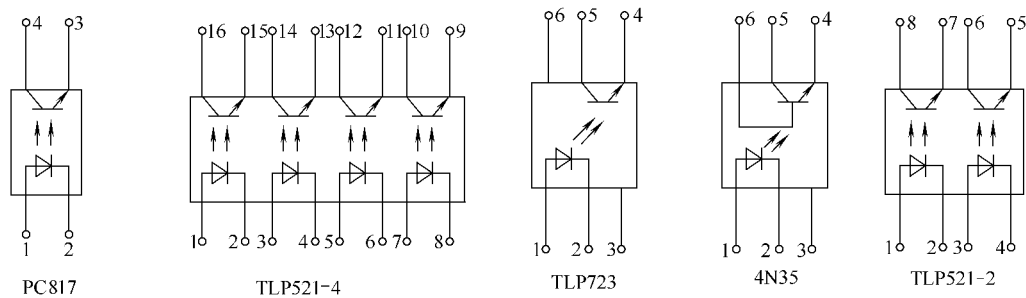
光电二极管类型光电耦合器的型号如下：GD213、CD200、ON3301；

二极管-光可控硅光电耦合器的型号如下：TLP505L、TL1510、TL1514；

可耐高压（电压 300V、电流 150mA）的光电耦合器的型号如下：PC525、PC725、TLP64、TLP545；



(a) 光耦外形



(b) 光耦内部电路

图 1-47 光电耦合器外形结构和内部电路

光敏可控硅类型的型号有 4N39，光敏场效应管类型的型号有 IS601，光集成电路类型的型号有 GD701，光导纤维类型的型号有 GG0102。

1.1.11 电磁继电器

电磁继电器是在自动控制电路中，能够根据某种物理量的变化而接通、断开控制电路的电器。根据所反映的不同物理量变化而构成的各种类型的电磁继电器有电压继电器、电流继电器、温度继电器、压力继电器、速度继电器、流量继电器等，其基本结构都是由感测部件、中间部件和执行部件三大部分组成。感测部件是把感应到的各种物理量采集整理，传递给中间部件，中间部件将采集整理的物理量与原设定的参数进行比较。比较结果大于或小于设定值时，中间部件输出信号使执行部件动作，接通或断开控制电路。常用的电磁继电器是小型和微型的，是通过交流接触器或其他电器装置的电源控制电路进行控制的。继电器的触点电流一般不大，不需要灭弧装置。继电器体积小，结构简单，使用方便，实质上继电器是用小电流来控制大电流的一种自动开关。开关通断闭合去控制接触器的线圈。电磁继电器根据供电电源不同可以分为交流和直流两大类，而这两大类又有许多不同规格的继电器。图 1-48 是电磁继电器的结构和外形。由结构图可看出，电磁继电器由线圈、铁心、衔铁、簧片、触点、底座及引脚组成。线圈和铁心是感测部件、衔铁和簧片是中间部件，触点和引脚是执行部件。线圈中通过电流时，线圈中的铁心被磁化，产生磁力。当产生磁力将衔铁吸下，衔铁通过杠杆的作用推动簧片动作。簧片动作后将触点断开或闭合，使原始状态发生变化。当断开线圈中的电流时，线圈中的铁心失去磁力，衔铁在簧片作用下恢复原始状态。所以，电磁继电器是以电压和电流的变化来控制接通或断开状态的自动开关。

电磁继电器的线圈一般只有一个，触点设置多种多样，有单触点、双触点及复合触点等。带触点的簧片设置也有多种类型，有一组、两组、三组、四组等，每组都设置了一个常开触点（NO）和一个常闭触点（NC）。电磁继电器触点常用三种状态来表示。

- 动合触点，也叫常开触点，称 H 型触点，常用英文缩写 NO 来表示；
- 动断触点，也叫常闭触点，称 D 型触点，常用英文缩写 NC 来表示；

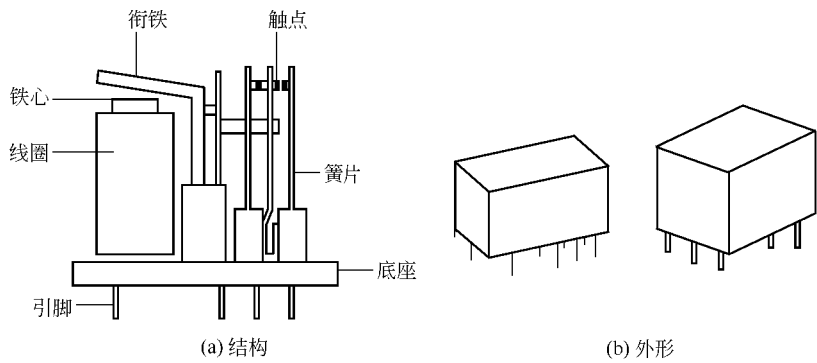


图 1-48 电磁继电器结构和外形

切换触点，也叫公共触点，称 Z 型触点，常用英文 COM 来表示。
图 1-49 是继电器的电路符号。

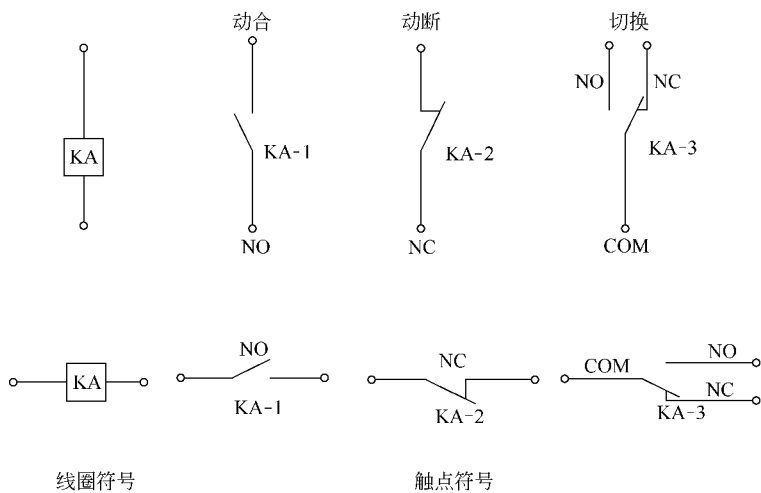


图 1-49 继电器电路符号

电磁继电器的主要技术参数有额定工作电压、直流电阻、触点负荷、吸合电压（或电流）等。

- (1) 额定工作电压 额定工作电压是指继电器可靠工作时加在线圈两端的电压。在使用中，加在继电器线圈两端的工作电压要等于额定工作电压幅值。额定工作电流是指继电器可靠工作时流过继电器线圈的电流，同样在使用中流过继电器线圈的电流要等于额定工作电流幅值。
- (2) 直流电阻 直流电阻是指继电器的直流电阻阻值。直流电阻与额定电压、额定电流的关系按欧姆定律运行，即
$$\text{直流电阻} = \text{额定电压} / \text{额定电流}$$
可以通过任两个参数，求出第三个参数值来。
- (3) 触点负荷 触点负荷是指继电器触点允许施加的电压和通过的电流。触点负荷大小可以决定继电器控制电压和电流的大小。使用时，必须根据触点负荷与控制电压和电流相匹配，不能用小负荷触点去控制大电流电路，以免触点烧毁损坏。
- (4) 吸合电压 吸合电压是指继电器能够产生吸合动作的最小电压，吸合电压能使继电

器线圈铁心磁化吸合，但不一定可靠吸合。因为电压如有波动继电器就有可能恢复原始状态。所以继电器吸合电压小于额定工作电压，只有加上额定工作电压，继电器吸合动作才能可靠。在实际应用中，为使继电器可靠地吸合，一般加电压可高于额定工作电压的 1.3 倍左右，否则容易烧毁线圈。

1.1.12 脉冲译码器

脉冲译码器也称光学译码器、旋转编码器或脉冲编码器等。它是一种旋转式脉冲发生器，可以把机械转角变成电脉冲，是测量转角位移的一种位置检测器件。脉冲译码器取位信号，通过电子电路处理，将机械旋转或位移量转换成电信号或脉冲信号，以供控制系统测量，计数等用途。脉冲译码器精度高，重复精度稳定，可以保证机械运动位置准确可靠，极适用于精密测量和精密控制。脉冲译码器可分为接触式、电磁感应式和光电式三种类型，而光电式脉冲译码器的精度和误差优于接触式和电磁感应式脉冲译码器。不同的脉冲译码器类型输出的频率相数也不同，有输出三相脉冲的脉冲译码器，有输出二相脉冲的脉冲译码器。常用的输出只有一相脉冲。脉冲译码器输出脉冲的频率也不同，有 100Hz、200Hz、1kHz、2kHz 等。不同的控制系统，对频率有不同的要求，需要配套使用。如频率比较低时，PC 机和 PLC 机电子电路可以接收；当频率太高时，其电子电路就不能响应。常用的光电式脉冲译码器是按它每转发出的脉冲数来选型的，如 SV-1000-12C 就是每转一圈会发出 1000 个脉冲，工作电压 12V。光电脉冲译码器的结构如图 1-50 所示，其结构组成有底座、护罩、转轴、圆盘光栅、印刷电路板等器件。印刷电路板由光电发射和光电接收电子电路组成。圆盘光栅装在转轴上同轴旋转，光栅由不锈钢薄片制成，栅距非常细密。印刷电路板支架上下装有光电发射电路和光电接收电路。光电发射电路中光电管发射光线。当转轴带动光栅旋转作相对运动时，透过光栅细密的缝隙，透过光线，而光电接收电路又将这透过的光线接收下来，没有透过光栅的光线被遮挡住后，光电接收电路没有响应。这样，通过转轴上光栅旋转

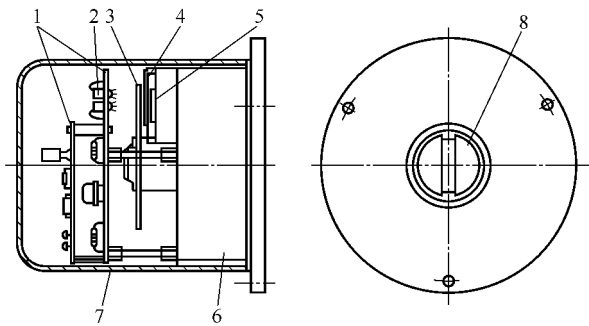


图 1-50 光电脉冲编码器结构示意图

1—印刷电路板；2—光源；3—圆光栅；4—指示光栅；
5—光电电池组；6—底座；7—护罩；8—轴

运动，接收电路的光通量明暗变化，连续不断地变化，近似正弦波信号，再通过印刷电路板上放大电路、整形电路的处理，变成脉冲信号输出。在测量机械移动的位置时，再将齿轮装在光电脉冲译码器的转轴一端，通过齿轮带动光电脉冲译码器同轴转动，齿轮再和齿条啮合，将直线运动位置转换成圆运动旋转角度或转速。通过计量脉冲数目和频率，可以定量测量出距离和位置来。图 1-51 是日本 MATSUSHITA 电子构件公司生产的

ER24 型旋转式译码器结构图，其内部主要由转子、光电发射、接收电路印刷电路板、支架、光栅、外壳等构成。光电发射和接收电路非常精致，电路采用 SMT 表面贴片封装技术制成。光电发射电路发射光线，通过非常精密细致、均匀栅距的光栅，透过光线由接收电路接收管接收光线，再通过信号整形、放大和处理电路，将信号转换成脉冲信号输出。光电译码器由带屏蔽线的四心电缆进行输入输出采集信号。电源输入由 2 根缆线，红色为正电源、

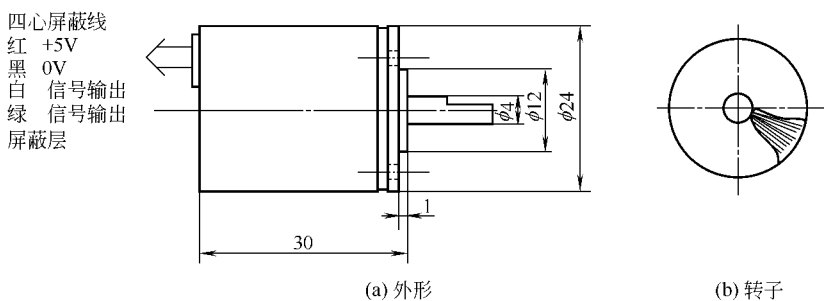


图 1-51 ER24 型旋转式译码器外形及转子

黑色为负电源。脉冲信号输出为 2 根缆线，白色为信号 A，绿色为信号 B，电源输入电压幅值常用 5V 或 12V 两种，要根据光电译码器的技术参数来选择。

1.1.13 接近开关

接近开关也叫半导体接近开关、晶体管无触点开关，还称作无触点行程开关。接近开关是一种不需要机械挡铁碰撞，只需要某种特定物体，接触到一定距离就能发出信号，可以无接触、无压力地发出检测的信号来控制电路工作状态的行程开关。接近开关可起到行程限位的作用，还可具有自动计数控制、液面控制、转速检测等功能。接近开关具有灵敏度高、频率响应快、重复定位精度高等优点，广泛应用在自动控制系统中。

接近开关外形结构多种多样，常用的如图 1-52 所示。接近开关的种类很多，有高频振荡型、电磁感应型、电容型等。常用的高频振荡型接近开关工作原理框图如图 1-53(a) 所示。图 1-53(b) 所示是高频振荡式接近开关电路原理图由负电源供电的接近开关。图 1-53(c) 所示是高频振荡式接近开关电路原理图，由正电源供电的接近开关。

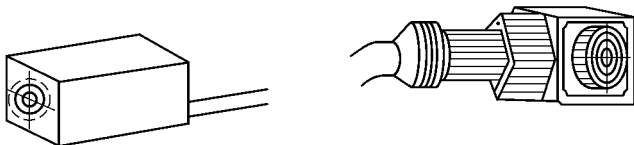
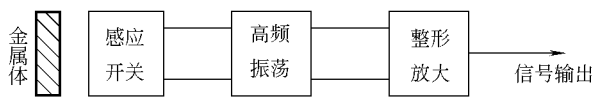


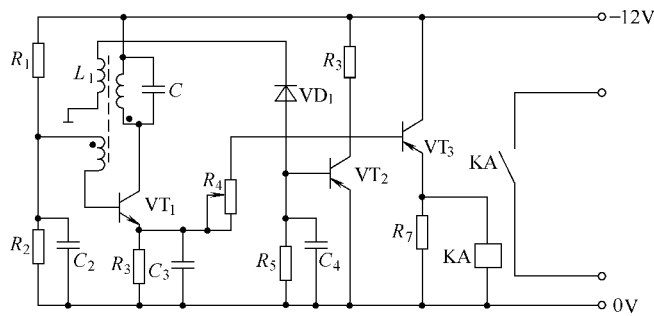
图 1-52 常用接近开关外形

高频振荡式接近开关的工作原理如下：接近开关的头部是检测线圈，当有金属物体进入线圈磁场时，金属中将感应高频涡流。涡流效应使感应线圈的电感量减小，使振荡回路电阻增大，能量损耗增加，以致振荡减弱直到停振。因此在振荡回路后面接上的放大电路和输出电路，就能检测出金属物体是否存在，并且能给出相应的控制信号去控制继电器或其他电器负载，以达到控制的目的。分析图 1-53(b) 所示高频振荡式接近开关电路原理图工作原理如下。

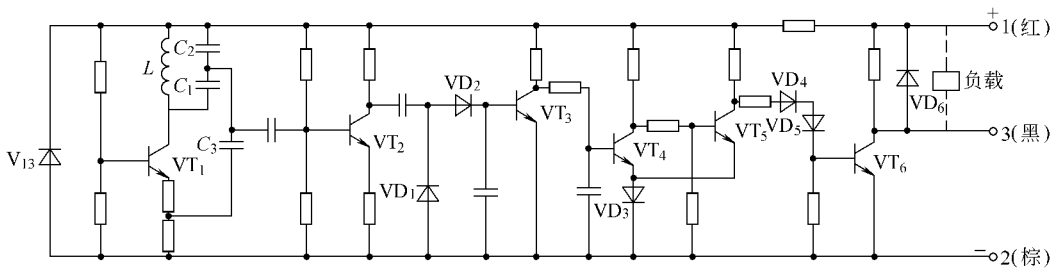
电路在没有外界影响下，由三极管 VT_1 和 高频变压器组成的高频振荡器振荡，线圈 L_1 感应出约 150kHz 的交流电压，经过二极管 VD_1 整流、电容 C_4 滤波后，加在三极管 VT_2 基极上一个负电位，这时三极管 VT_2 导通，三极管 VT_3 截止，继电器 KA 线圈不得电，保持原状态。当有金属物体接近振荡器线圈时，由于高频电流产生的高频磁场在金属中引起涡流损耗，削弱了振荡能量。由于涡流的去磁作用，削弱了高频磁场，使正反馈量减少，破坏



(a) 工作原理方框图



(b) 高频振荡式接近开关电路原理一



(c) 高频振荡式接近开关电路原理二

图 1-53 常用高频振荡式接近开关框图及电路原理图

了振荡条件，使振荡器停振，线圈 L_1 没有感应高频电压，使得三极管 VT_2 截止，三极管 VT_3 导通，其发射极输出 $-12V$ ，于是继电器 KA 线圈获电，改变原状态，其状态输出由继电器 KA 的辅助触头来执行。

图 1-53(c) 所示高频振荡式接近开关电路工作原理基本相同，不同之处是工作电源采用正电源供电，也具有感应电路、高频振荡电路、检波、整形和放大电路等。常用的接近开关符号如图 1-54 所示。由于高频振荡式接近开关的主要特点是响应速度快，常用来检测金属物体，所以在使用时，要注意接近开关不要受到大的机械作用力，安装调试时不要敲打碰撞接近开关，其引出线也不要用力拉扯以免损坏。

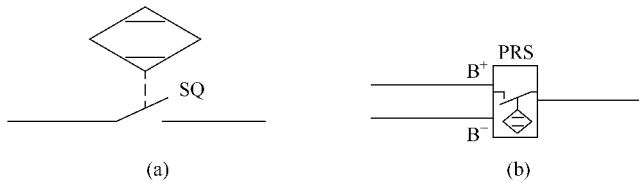


图 1-54 常用接近开关符号图形

1.1.14 电子尺

电子尺也是位置检测和长度距离测量仪器，功能和作用同脉冲译码器相似，它有很多种类，除了旋转编码器、旋转变压器、感应同步器外，还有碰栅电子尺、光栅电子尺、电位计式电子尺、激光干涉仪等。这些仪器测量精度精密，准确度很高，都可以达到 0.1mm 的精度等级。普遍应用的还是结构简单、使用方便、价格较便宜的电位计式电子尺。电位计式电子尺实际上是一个电阻传感器，可以将直线位移、转角等机械量转换成电压的变化量。对于精度要求较高的检测、测距等系统，足以满足技术要求。

电子尺按不同结构形式可分为直线式和旋转式两种。直线式电子尺用于测量直线位移，旋转式电子尺用于测量角位移。常用的直线式电子尺也是电位计式电子尺，其构造是一个电阻体和一个电阻滑动刷组成的直线可滑动电阻器。当被测量物体发生变化时，滑动刷也随之变化，从而改变电阻体的接入长度。在该滑动电阻器两固定端加上电源电压时，可从滑动刷得到电压的变化，使得电子尺输出端的信号电压随之变化。实际上电位计式电子尺相当于一个高精度的多圈电位器。只是“精度”非常高，可以达到 0.1mm 精度；“多圈电位器”的行程相当大，常在 200~500mm。

电位计式电子尺的结构简单，性能稳定，输出信号幅值大，可进行精密测量、精密测距，但是要求输入能量大，电阻体和电阻滑动滑刷容易磨损。常用的电子尺如图 1-55 所示。

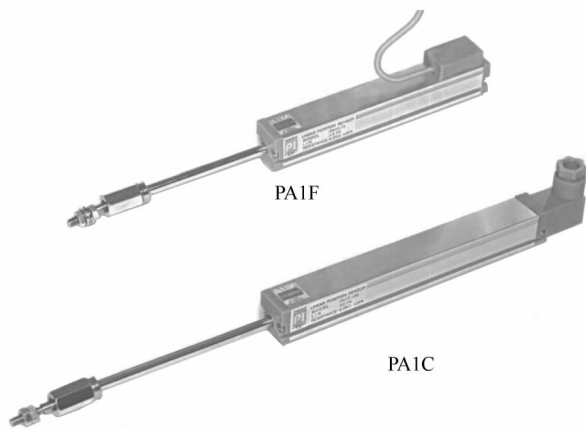


图 1-55 常用电子尺外形

1.1.15 集成电路

集成电路又称固体组件，也叫 IC 芯片，常用英文字母“IC”表示。集成电路是使用半导体工艺或薄膜、厚膜工艺，把电路所需的分立元件如晶体二极管、三极管、电阻器、电容器、可控硅、场效应管、光电耦合器等和电路连线，经过一次制造过程，制作在一块半导体基片或绝缘基片上，形成具有一定功能的紧密联系的整体电路。集成电路是继电子管电路、晶体管电路后出现的又一种新型的电子器件。集成电路打破了用分立元件组装焊接构成电子电路的传统作法，实现了材料、元件和电路的一体化，使电路的结构和质量发生了质的变化。集成电路也因具有体积小、重量轻、功耗低、性能好、可靠性高、成本低等优点广泛应用于电子电路中。

集成电路可以按集成度、制作工艺和电路功能进行分类。

按集成度分类：集成电路的集成度是指在一块芯片上能够集成制作的最大元件数量。集成电路的集成度又是衡量集成电路规模大小的依据，集成电路规模可以分为小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路：

小规模集成电路是指每块芯片上集成度在 100 个元器件的集成电路；

中规模集成电路是指每块芯片上集成度在 100~1000 个元器件之间的集成电路；

大规模集成电路是指在每块芯片上集成度在 1000~10000 个元器件之间的集成电路；

超大规模集成电路是指在每块芯片上集成 100000 个元器件的集成电路。

按制作工艺分类：集成电路按制作工艺可分单极型集成电路和双极型集成电路：单极型集成电路是指由 MOS 场效应管组成的电路；双极型集成电路是指由双极型三极管、电阻器组成的电路。

按电路功能分类：集成电路按功能可分为数字集成电路和模拟集成电路。

数字集成电路是以二极管、三极管为基础而构成的开关电路，电路的“开”和“关”两种状态通常用“1”和“0”两个代码来表示，并且对应 1、0 二进制数。数字集成电路可由逻辑门电路、触发器、存储器、微处理器及功能部件等电路器件。逻辑门电路常有“与”门、“非”门，“或”门、“与非”门，“或非”门，“与或非”门等器件。触发器常有 D 触发器、RS 触发器、JK 触发器等。存储器有随机存取读写存储器 RAM、只读存储器 ROM、电可编程只读存储器 EPROM。此外还有微处理器和接口芯片、寄存器、计数器。数字集成电路可以进行二进制数的运算和处理，具有控制、传输和转换功能，还具有寄存、存储功能，主要应用在逻辑电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、微型计算机电路等电子电路中。

模拟集成电路是以三极管放大电路为基础集成各种多级放大、差动放大电路，用于处理模拟信号，其中线性模拟集成电路的输入信号和输出信号呈现线性关系；非线性模拟集成电路的输入信号和输出信号呈现非线性关系。线性模拟集成电路常由直流运算放大器、音频放大器、高频放大器等器件。非线性模拟集成电路常由电压调整器、比较放大器、模拟乘法器、A/D 模数转换器、D/A 数模转换器、可控硅触发器等器件。模拟集成运算放大电路是模拟集成电路的典型应用。模拟集成运放电路器件具有很高的开环增益、很大的输入电阻和较小的输出电阻，可以用来对输入的模拟信号进行处理，以实现加法、减法、积分、微分、对数、反对数、乘法等运算，还可实现电压比较器、正弦波发生器、矩形波发生器、三角波发生器等电路功能。

1.1.15.1 模拟集成运算放大器

模拟集成运算放大器简称集成运放，集成运放是模拟集成电路中一种类型，集成运放是一种集成化的高增益的多级直接耦合放大器。集成运放可以分为单运放、双运放和四运放等多种类型，集成运放还可以分为通用型运算放大器、低功耗运算放大器、高精度运算放大器、高速运算放大器、高输入阻抗运算放大器等。集成运放的外形有金属圆壳封装、金属菱形封装、扁平封装、陶瓷双列直插式封装、塑料双列直插式封装。有关用字母表示器件的封装国家标准可参看本章有关章节内容。集成运放的外形及封装形式如图 1-56 所示。

常用的集成运放金属圆形封装的引出脚有 8 脚、10 脚、12 脚等；陶瓷或塑料封装的引出端有 8 脚、14 脚、16 脚、18 脚、20 脚等，常用的集成电路封装外形及引脚排列图 1-57 所示。图中（a）是金属圆形封装外形及引脚排列，图中的凸缘是起始位置标识。底视按顺时针方向依次排列，对于其他类型的标识，如缺口、圆点、竖线及锁口等，均按顺时针方向依次排列。图中（b）是陶瓷或塑料封装的双列直插式外形及引脚排列。图中的缺口、圆点、竖线等标记，从俯视图可以标记出管脚序号 1 脚的位置，再根据序号 1 脚进行排序，从封装外形的正面图上逆时针方向依次排列。

常用的通用型集成运放应用范围广泛，互换性好，统称为通用运放。通用运放可分两

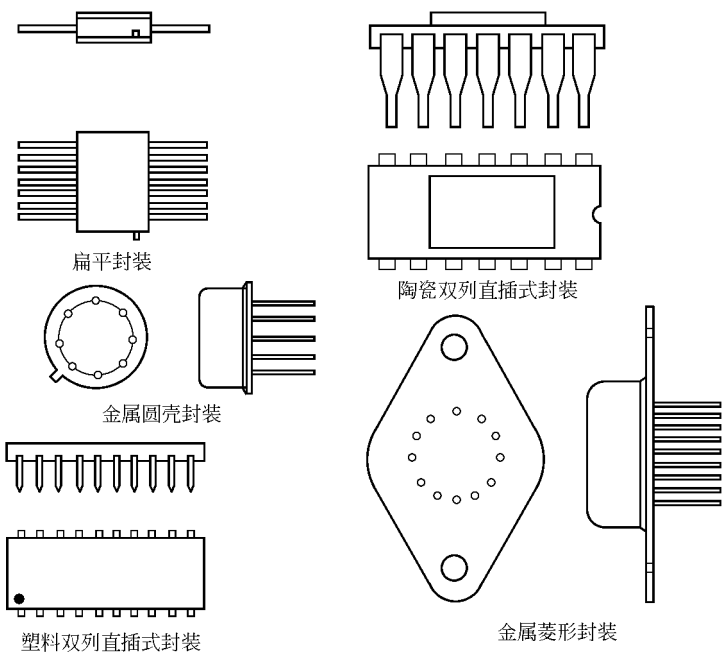


图 1-56 集成运放外形及封装形式

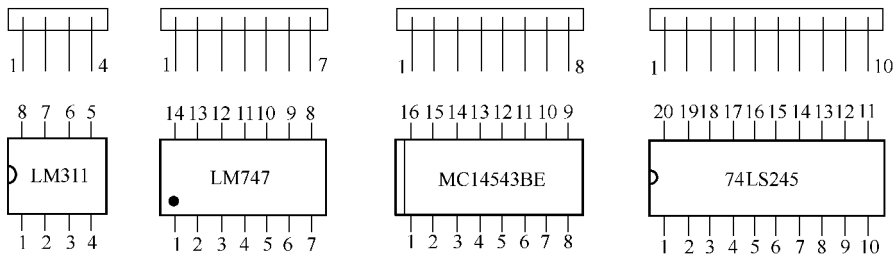


图 1-57 常用集成电路封装外形及引脚排列

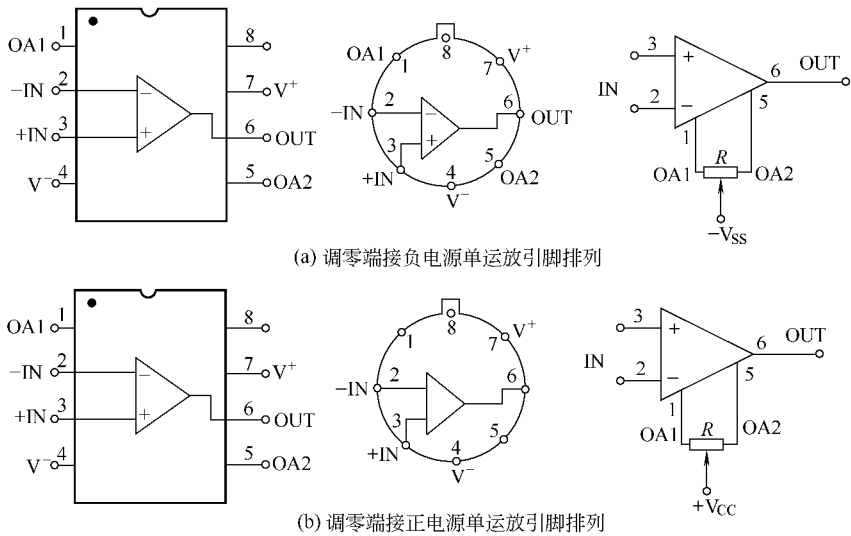


图 1-58 单运放引脚排列及符号

类：一类是由结型场效应管 JFET 或 MOSFET 作差分输入级的 JFET-BJT 单片相容的运放或 MOSFET-BJE 单片相容的运放；另一类是由双极型晶体管 BJT 组成的运放。在实际使用过程中，通用型运放品种种类繁多，技术参数各不相同。要根据不同电路的具体要求来选择相应的集成运放。根据集成运放的功能特点来选择同类替换器件，还可根据同类替换器件性能来选择类似产品或器件。表 1-27 是通用型单运放性能及型号互换。图 1-58 是单运放引脚排列及符号。

表 1-27 通用型单运放性能及型号互换

参数 \ 型号	BJT μ A741	BJT-FET LF351	BJT-MOS CA3140
输入失调电压/mV	2	13	2
输入失调电流/nA	30	4	0.5
输入偏流/nA	200	8	10
输入电阻/M Ω	1	$10^{12}\Omega$	$1.5\times 10^{12}\Omega$
转换速率/(V/ μ s)	0.5	13	9
性能特点	高增益,共模电压范围宽,内有频率补偿	高输入阻抗,小输入偏流,低噪声,低功耗,宽频带	输入阻抗高,失调电流小,频带宽
同类替代器件	LM741CN μ A741TC MC1741CPI AD741 HA17741PS CF741	SF351 TL071 μ A771 TL081 CF081 F073 5G28 BG313 TD05	CF3140 F072 FX3140 DG3140
类似产品器件	F007 FC4 5G24 μ A748 LM748 MC1748 BG308 4N322 μ PC151C μ PC741C TA7504 MB3609	LF411CN LF13741N TL091P CA081E CA3420AS AD547H LF356F LF357N μ PC806C μ PC365C μ PC807C μ PC357C LM318 μ PC159D F073 F081 CF118 CF218 CF318	ICL7613 CTY ICL7611 CPA ICL7612 CPA ICL7613 CPA TLC271 ICL7611 CTY ICL7612 CTY F3140 C3130 C14573

图 1-59 是双运放引脚排列。表 1-28 是通用型双运放性能及型号互换。

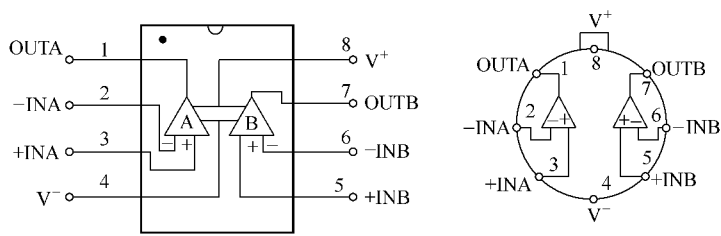


图 1-59 双运放引脚排列

表 1-28 通用型双运放性能及型号互换

参 数 型 号	普通通用 MC1458	BJT-FET TL082	BJT-MOS ICL7621
输入失调电压/mV	2	5	2
输入失调电流/nA	20	2	
输入偏流/nA	80	7	1
输入电阻/MΩ	1	10 ¹² Ω	10 ¹² Ω
转换速率/(V/μs)	0.5	13	0.16
性能特点	高增益,驱动功耗低,可单电源工作,又可双电源工作	噪声低,失调电流小,输入阻抗高	
同类替代器件	μA1458 RC1458 LM1458 TA75458 μPC251 HA17458 μPC1458	NJM072 μPC4072 TL072 LF353N NJM535 μA772	TLC272 TLC27M2 TLC27L2 ICL7621CTY
类似产品器件	LM358N LM2904N LM2904P NE532N μPC1257C μPC358C TA75358P LA6358 HA17904PS AN6561 AN6562 NJM2904D TL4558P μPC258C μPC4558C TA75558P LA6458D NE5532N AN6552 AN6553 NJM4558D 5G022 NE5532P LM833N μPC4556C NJM4556M LM4558 MC1747 LM358 MB3607 MC3458 AN358 LM747 AN1358	TL062P TL072P TL082P μPC803C μPC4082C LF412CH HA17082PS LF442CH NJM082D CA082E LF412CN LF442CN	

图 1-60 是四运放引脚排列。表 1-29 是通用型四运放性能及型号互换。

表 1-29 通用型四运放性能及型号互换

参 数 型 号	普通通用 LM324	BJT-FET TL084	BJT-MOS ICL7641
输入失调电压/mV	2	5	10
输入失调电流/nA	5	3	0.4
输入偏流/nA	45	7	1
输入电阻/MΩ	1	10 ¹² Ω	10 ¹² Ω
转换速率/(V/μs)	0.5	13	0.16
性能特点	静态功耗低,能单电源、双电源工作	噪声低,输入阻抗高	
同类替代器件	μPC324 μA324 MB3614 SF324 FX324 LM324N LM324P	μPC4084 HA17084 AN1084 μPC4074 LF347 μA774 TL074	TLC27M4 TLC27L4 TLC274
类似产品器件	LM2902P μPC451P TA75902P HA17902P NJM2902 LA6324 MC3403 MB3615 NJM2058 LM348 μA348 μPC3403 TA75902	TL064P TL084P μPC804C μPC4084 HA17084P NJM064D LF444CN	

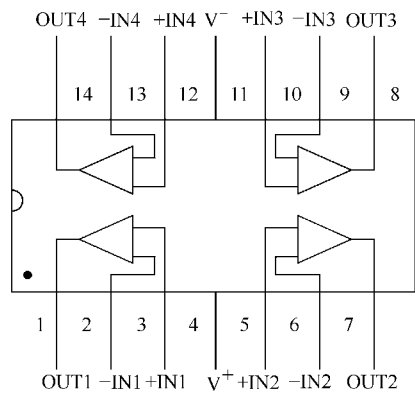


图 1-60 四运放引脚排列

1. 1. 15. 2 数字集成电路芯片

数字集成电路芯片是目前应用面最广泛、生产量最大的半导体集成电路、数字电路可以分为以下几种类型：

- 二极管-二极管逻辑集成电路 DDL
- 二极管-三极管逻辑集成电路 DTL
- 高电压二极管-三极管逻辑集成电路 HTL
- 三极管-三极管逻辑集成电路 TTL
- 射极耦合逻辑或电源开关逻辑集成电路 ECL
- 互补型金属氧化物半导体逻辑集成电路 CMOS

在实际应用中 TTL 集成电路和 CMOS 集成电路应用最广泛。由于功能、工艺不同，生产厂家不同及生产国家不同，它们各自分为几个系列，最典型的 TTL 集成电路和 CMOS 集成电路。

(1) TTL 集成电路 TTL 集成电路是以双极型晶体管为开关元件，也称作双极型集成电路，工业设备及电子产品采用 74 系列，特殊用途常采用 54 系列。

TTL 集成电路 74 系列数字逻辑电路是国际上通用的标准电路，它沿着 $74 \times \times \longrightarrow 74S \times \times \longrightarrow 74LS \times \times \longrightarrow 74AS \times \times \longrightarrow 74ALS \times \times$ 系列向高速度、低功耗方向快速发展。其类型如下：

- $74 \times \times$ 是标准型 TTL 集成电路；
- $74S \times \times$ 是肖特基工艺制造，集成电路的速度比标准型 TTL 集成电路要快，但功耗较大；
- $74LS \times \times$ 是低功耗肖特基工艺制造，集成电路的速度快、功耗低；
- $74AS \times \times$ 是先进肖特基工艺制造，集成电路的先进性更好，主要指标速度更快；
- $74ALS \times \times$ (或 $74F \times \times$) 是高速型 TTL 集成电路，采用了介质隔离、离子注入等新技术，是先进的 (高速度) 低功耗肖特基工艺制造，在速度和功耗方面都是最优秀的器件。

我国生产的 TTL 集成电路系列为 T1000, T2000, T3000, T4000 为部标型号，分别与 74 系列集成电路兼容。

(2) CMOS 集成电路 CMOS 集成电路是以绝缘栅场效应管为开关元件，也称作单极型集成电路。CMOS 集成电路是 MOS 电路中的主导器件，MOS 电路按导电通道的类型可分为三种类型 (沟道即导电通路)：

- PMOS 集成电路是 P 沟道 MOS 电路；
- NMOS 集成电路是 N 沟道 MOS 电路；

CMOS 集成电路是互补型 MOS 电路。

CMOS 集成电路 CD4000 系列数字逻辑电路是国际上通用的标准电路。最先开发的 CD4000 系列是美国 RCA 公司和美国摩托罗拉公司开发的 MC14500 系列。CMOS 电路沿着 4000A → 4000B/4500B → 74HC → 74HCT 系列方向高速发展,保持低功耗特点,提高运行速度,即提高兼容性能,扩大应用范围。目前市场上的 MOS 集成电路都是高速 CMOS 集成电路。由于生产厂家不同,同样产品的系列号也不相同。常见的型号如下:

先进的高速 CMOS 集成电路用 AC 表示;

高速 CMOS 集成电路用 HC 表示;

与 TTL 电平兼容的高速 CMOS 集成电路用 HCT 表示;

与 TTL、MOS 相容的输出特性、先进的高速 CMOS 电路用 ACT 表示;

摩托罗拉公司低电压 CMOS 电路用 LCX 代表;

飞利浦公司的低电压 CMOS 电路用 LVC 代表;

标准的 4000 系列 CMOS 电路用 CD 代表;

飞利浦公司生产的产品用 HEF 代表;

日本东芝公司生产的产品用 TC 代表;

我国生产的 CMOS 电路系列为 CC4000B 等系列。

(3) TTL 集成电路的基本特性

a. 工作电压范围 74LS××、74S××、74F×× 系列等器件工作电压为 $5.0\text{V} \pm 5\%$ 。

b. 频率特性 标准的 TTL 集成电路的工作频率在 35MHz 以下; 74LS×× 系列等器件工作频率在 40MHz 以下。

c. 输出电压特性 当工作电压为 5.0V 时, 逻辑“1”的输出电平大于 2.4V; 逻辑“0”的输出电平小于 0.4V。

d. 最小输出的驱动电流标准输出 标准的 TTL 系列为 16mA; 74LS×× 系列为 8mA。

e. 扇出能力 标准的 TTL 系列扇出能力为 40; 74LS×× 系列扇出能力为 20。

f. 最大输入电流 标准的 TTL 系列最大输入电流为 1.6mA; 74LS×× 系列最大输入电流为 0.4mA。

(4) CMOS 集成电路的基本特性:

a. 工作电压范围 4000 系列集成电路为 3.0~18V; CD4000 系列集成电路为 3~20V。

b. 频率特征 一般 CMOS 电路的工作频率在 100MHz 以下; 4000 系列集成电路的工作频率在 12MHz 以下; CD4000 系列集成电路的工作频率在 5MHz 以下。

c. 输入电压特性 当工作电压为 5.0V 时, 逻辑“1”高电平的最小输入电平为 3.6V; 逻辑“0”低电平的最大输入电平为 1.0V。

d. 最小输出驱动电流 标准输出的 4000 系列集成电路为 1.6mA; CD4000 系列集成电路为 1.5mA。

e. 扇出能力 标准输出的 4000 系列集成电路扇出能力为 4。

f. 输入阻抗 可达 $10^4 \Omega$ 即 10k Ω , 噪声容限高, 抗干扰能力强。兼容性好、互换性强。

(5) 通用型数字集成电路型号及名称 通用型数字集成电路主要是 TTL 集成电路和 CMOS 集成电路。TTL 集成电路是 74 系列数字逻辑电路, CMOS 集成电路是 4000 系列数字逻辑电路。表 1-30 是常用的 74 系列数字逻辑电路型号、名称及同类替换产品。

表 1-31 是常用的 4000 系列数字逻辑电路型号、名称及同类器件。

表 1-30 74 系列数字逻辑电路型号、名称及同类替换产品

型号	名 称	同类替换产品
7400	二输入端四与非门	7400,74LS00,74AS00,74ALS00,74F00
7402	二输入端四或非门	7402,74LS02,74AS02,74ALS02,74F02
7404	六反相器	7404,74LS04,74AS04,74ALS04,74F04
7405	集电极开路输出的六反相器	7405,74LS05,74AS05,74S05,74ALS05
7406	集电极开路高压输出的六反相缓冲器/线驱动器	7406,74LS06
7407	集电极开路高压输出的六缓冲器/线驱动器	7407,74LS07
7408	二输入端四与门	7408,74LS08,74AS08,74ALS08,74F08
7410	三输入端三与非门	7410,74LS10,74AS10,74ALS10,74F10
7411	三输入端三与门	7411,74LS11,74AS11,74ALS11,74F11
7412	集电极开路输出的三输入端三与非门	7412,74LS12,74S12,74ALS12
7414	六反相施密特触发器	7414,74LS14,74F14
7418	双四输入与非施密特触发器	74LS18
7420	四输入端双与非门	7420,74LS20,74AS20,74ALS20,74F20
7421	四输入端双与门	7421,74LS21,74AS21,74ALS21
7425	四输入端或非门	7425
7427	三输入端三或非门	
7428	二输入端四或非门缓冲器	7428,74LS28,74ALS28,74ALS1028
7430	八输入端与非门	7430,74LS30,74ALS30,74AS30,74S30
7432	二输入四或门	7432,74LS32,74ALS32,74AS32,74F32
7442	BCD-十进制译码器	7442,74LS42
7446	BCD-7 段译码器驱动器	7446,74LS46
7448	BCD-7 段译码驱动器	7448,74LS48
7474	双 D 触发器(带置位、复位、正触发)	7474,74S74,74LS74,74F74,74ALS74,74AS74
7475	四位双稳态锁存器	7475,74LS75
7476	双 J-K 触发器带预置、清除端	7476,74LS76,74ALS76
7490	十进制计数器	7490,74LS90,74HC90
7492	12 分频计数器	7492,74LS92,74HC92
7493	四位二进制计数器	7493,74LS93
74100	八位双稳态锁存器	74100
74108	双 JK 触发器(带预置、清除和时钟)	74LS108
74121	单稳态多谐振荡器	74121
74123	双可再触发单稳态多谐振荡器	74123,74LS123,74HC123
74125	三态输出的四总线缓冲门	74125,74LS125,74HC125
74133	13 输入端与非门	74LS133,74ALS133,74S133
74138	3 线-8 线译码器	74S138,74LS138,74ALS138,74AS138
74139	2 线-4 线译码器	74S139,74LS139,74ALS139,74AS139
74148	8-3 线八进位优先编码器	74148,74LS148,74F148,74HC148
74151	八选一数据选择器	74151,74LS151,74S151,74ALS151,74F151
74153	双四选一数据选择器	74153,74LS153,74S153,74ALS153,74F153
74154	四线-十六线译码器	74154,74LS154
74157	四二选一数据选择器	74157,74LS157,74ALS157,74AS157,74F157
74160	可预置 BCD 计数器	74160,74LS160,74ALS160,74F160
74161	可预置四位二进制计数器(异步清除)	74161,74LS161,74ALS161,74F161
74163	可预置四位二进制计数器(同步清除)	74163,74LS163,74ALS163,74F163
74175	四 D 触发器(带时钟、复位)	74175,74LS175,74ALS175,74F175
74190	BCD 同步加/减计数器	74190,74LS190,74ALS190
74193	可预置四位二进制可逆计数器(双时钟)	74193,74LS193,74ALS193
74195	四位通用移位寄存器	74195,74LS195,74AS195,74S195,74F195
74221	双单稳多谐振荡器	74221,74LS221
74240	八反相三态缓冲器/线驱动器	74LS240,74ALS240,74S240,74F240
74241	八同相三态缓冲器/线驱动器	74LS241,74ALS241,74S241,74F241
74244	八同相三态缓冲器/线驱动器	74LS244,74ALS244,74S214,74F244
74245	八同相三态收发器	74CS245,74ALS245,74AS245,74F245
74251	八选一数据选择器	74251,74LS251,74S251,74ALS251,74F251
74253	双四选一数据选择器	74253,74LS253,74S253,74ALS253,74F253
74273	八 D 触发器(带时钟、复位)	74273,74LS273,74S273,74ACS273,74F273
74373	八 D 锁存器(三态同相)	74S373,74LS373,74ALS373,74F373
74374	八 D 触发器(三态同相)	74LS374,74S374,74ALS374,74F374
74393	双四位二进制计数器	74393,74LS393
74465	八三态总线缓冲器	74LS465,74ALS465
74466	八三态总线反相缓冲器	74LS466,74ALS466
74540	八位三态缓冲器(反相)	74LS540,74ALS540,74HC540
74541	八位三态总线缓冲器	74LS541,74ALS541,74HC541
74600	可预置存储控制器	74LS600
74628	压控振荡器	74LS628

表 1-31 4000 系列数字逻辑电路型号、名称及同类器件

型号	名 称	同 类 器 件
4000	三端输入双或非门加一输入反相器	CD4000B
4001	二输入端四或非门	CD4001B、CC4001B
4002	四输入端双或非门	CD4002B、CC4002B
4006	十八位移位寄存器	CD4006B、CC4006B
4007	双互补对加反相器	CD4007UB、CC4007B
4008	四位超前进位全加器	CD4008B、CC4008B
4009	六缓冲器/转换器(反相)	CD4009B
4010	六缓冲器/转换器(同相)	CD4010B
4011	二输入端四与非门	CD4011B、CC4011B
4012	四输入端双与非门	CD4012B、CC4012B
4013	双 D 触发器	CD4013B、CC4013B
4016	四双向模拟开关	CD4016B、CC4016B
4017	十进制计数/分配器	CD4017B、CC4017B
4018	可预置 1/N 计数器	CD4018B、CC4018B
4020	14 级二进制串行计数器	CD4020B、CC4020B
4022	八进制计数/分配器	CD4022B、CC4022B
4023	三输入端三与非门	CD4023B、CC4023B
4025	三输入端三或非门	CD4025B、CC4025B
4026	十进制计数/七段译码/驱动器	CD4026B、CC4026B
4027	对 JK 主从触发器	CD4027B、CC4027B
4028	BCD-十进制译码器	CD4028B、CC4028B
4029	四位可预置、可逆计数器	CD4029B、CC4029B
4030	四异或门	CD4030B、CC4030B
4033	十进制计数器/7 段显示(消隐)	CD4033B、CC4033B
4040	12 级二进制计数器	CD4040B、CC4040B
4042	四 D 锁存器	CD4042B、CC4042B
4046	锁相环	CD4046B、CC4046B
4049	六反相缓冲器/转换器	CD4049B、CC4049B、74HC4049
4050	六同相缓冲器/转换器	CD4050B、CC4050B
4051	八选一模拟开关	CD4051B、CC4051B
4052	双四选一模拟开关	CD4052B、CC4052B
4053	三组二路双向模拟开关	CD4053B、CC4053B
4054	四位液晶显示驱动器	CD4054B、CC4054B
4055	BCD-7 段译码/驱动器(液晶)	CD4055B、CC4055B
4066	四双向模拟开关	CD4066B、CC4066B
4068	八输入端与非门	CD4068B、CC4068B
4069	六反相器	CD4069UB、CC4069B
4071	二输入端四或门	CD4071B、CC4071B
4073	三输入端三与门	CD4073B、CC4073B
4075	三输入端三或门	CD4075B、CC4075B
4081	二输入端四与门	CD4081B、CC4081B
4093	二输入端四与非施密特触发器	CD4093B、CC4093B
4098	双单稳态多谐振荡器	CD4098B、CC4098B
40106	六施密特触发器	CD40106B、CC40106B
40174	六 D 触发器	CD40174B、CC40174B
40192	BCD 可预置可逆计数器	CD40192B、CC40192B
4502	可选通六反相缓冲器	CD4502B、CC4502B
4503	六同相缓冲器(三态)	CD4503B、CC4503B
4510	BCD 可预置可逆计数器	CD4510B、CC4510B
4511	BCD-7 段锁存/译码/驱动器	CD4511B、CC4511B
4522	可预置 BCD 1/N 计数器	CD4522B、CC4522B
4528	双单稳态触发器	MC14528、CC4528B
4541	可编程振荡器	CD4541B
4543	BCD-7 段锁存/译码/驱动器	MC14543B、CC4543B
4558	BCD-7 段译码器	CD4543B
4584	六施密特触发器	CD4584B
4585	四位数字比较器	CD4585B、CC4585B

1.2 电子电路分析

从图 1-1 综合电子电路组成来看,它由电源电路、开关电路和振荡电路组成。现就具体电路分析如下,为电路的设计、应用和研制提供依据和经验数据。

1.2.1 电源电路分析

电源电路涉及变压器变压、桥式整流、电容器滤波、稳压器稳压、LED 发光二极管显示电路。这些基本电路构成了电源电路。其参数计算如下。

(1) 变压器设计

① 变压器初、次级电压比就等于它们的匝数比。

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = N$$

式中 N ——匝数比。

② 若不考虑变压器损耗,初级输入的电力等于次级输出的电力。

$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

③ 结合经验公式确定电压和电流。

变压器次级电压 = (电路需要电压 + 3) V

变压器次级电流 = (电路需要电流 × 1.7) A

电路中次级电压 8V,次级电流 0.6A,初级输入电压 220V。设计时,按上述规则求出匝数比 N 。变压器初级电压 220V,次级电压是 $(8V + 3V) = 11V$, $N = 20$ 。电流计算是:次级电流 $0.6A \times 1.7 = 1.02A$,初级电流 $I_1 = I_2 / N = 0.051A$ 。

计算出变压器初级电流,就可以算出输入回路保险器保险容量,按额定电流的 2~2.5 倍选取。

(2) 整流二极管耐压值选择 整流二极管与变压器次级抽头相连接组成整流器,实际二极管承受最大峰值电压就是变压器次级电压。应按下列公式计算。

$$U_{ked} = (2 \sim 3) U_2$$

$$I_T = (1.5 \sim 2) K_{fb} I_2$$

式中 K_{fb} ——通态平均电流计算系数,单相半波电阻负载 $K_{fb} = 1$,单相桥式电阻负载 $K_{fb} = 0.5$;

U_{ked} ——整流元件额定电压;

I_T ——整流元件额定电流。

电路中二极管耐压值

$$U_{ked} = (2 \sim 3) U_2 = 3 \times 11V = 33V$$

$$I_T = (1.5 \sim 2) K_{fb} I_2 = 2 \times 0.5 \times 1.02A = 1.02A$$

可选耐压 50V,电流 1A 的二极管。

(3) 电解电容器 滤波电路中,输出波形平直程度和电容 C 的放电时间常数 $\tau = R_L C$ 有关系。一般只要取 $R_L C \geq (3 \sim 5) T/2$ (T 是交流电压周期)。电容器耐压值由以下经验公式得出。

$$U_C = (1.1 \sim 1.4) U_2$$

$$C = (1500 \sim 2200 \mu F) I_2$$

式中 U_C ——电容端耐压值；
 U_2 ——变压器次级电压值；
 I_2 ——变压器次级电流值。
 该电路中

$$U_C=1.4\times 11=15.4\text{V}$$

$$C=(1500\sim 2200\mu\text{F})\times 1.02=2200\mu\text{F}$$

可选用耐压 16V，容量 2200 μ F 电解电容器。

(4) 三端稳压器 三端稳压器主要参数是稳定电压输出幅值和带载能力，要依据手册给出的参数，输入电压、输出电流以及功耗必须大于电路所需参数。还要对输出电流较大的稳压器加散热器，对稳压器加滤波电容改善瞬态响应。最好设计时输入电压与输出电压保持在 2V 以上，输入端与输出端有良好的接地。

电路选三端稳压器 7805，变压器输出电压 $U_B=8\text{V}$ ；经过桥式整流， $U_C=0.9U_B=7.2\text{V}$ ；电容器滤波输出 $U_D=1.4U_C=10\text{V}$ ；三端稳压器输出 $U_E=5\text{V}$ 。

(5) 限流电阻与发光二极管 前面已说明了 LED 发光二极管的计算方法和经验公式，就是在 LED 发光二极管上保证 2V 电压和 10~20mA 电流，合理选择限流电阻来使 LED 发光二极管工作。电路根据以下公式选择限流电阻。

$$R=\frac{U_E-\text{LED 发光二极管工作电压}}{\text{LED 发光二极管工作电流}}=\frac{5\text{V}-2\text{V}}{20\text{mA}}=150\Omega$$

$$P=UI=5\text{V}\times 20\text{mA}=0.1\text{W}$$

选 RJ 电阻 0.125W-150 Ω 即可。
 图 1-61 是电源电路原理及波形。

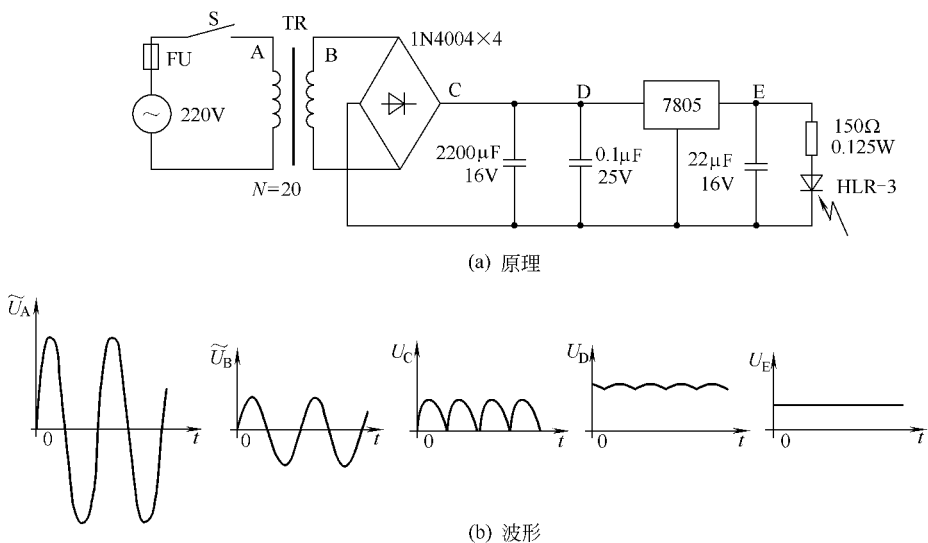


图 1-61 电源电路原理及波形

1.2.2 开关电路分析

开关电路的主要应用是稳压电流。稳压电流常有串联型稳压电源和开关型稳压电源。开

关型稳压电流因其性能好，效率高以及可靠性高取代了串联型稳压电源。开关型和串联型电源比较如表 1-32 所示。开关电源按开关器件分为晶体管和可控硅器件，按稳压控制方式分为脉冲调宽和调频两种。按开关晶体管连接方式分有单端式、推挽式、半桥式和全桥式四种。单端式常用一个晶体管作开关使用，这种开关的通断靠集电极与发射极（c-e）之间的通路来完成。当发射结为反向偏置时，晶体管集电极与发射极之间（c-e）开路。当发射结处于正向偏置，c-b 结处于反向偏置时，晶体管才能可靠导通。

表 1-32 开关型稳压电流和串联型稳压电源性能比较

电源类型 特点	开关型稳压电源	串联型稳压电流	电源类型 特点	开关型稳压电源	串联型稳压电流
稳压范围	宽	一般	开关干扰	较大	没有
功耗	小	大	重量	轻	重
效率	80%	45%	体积	小	大
滤波电容	小	大			

在图 1-61 所示开关电路中利用调节电位器 W 的电阻值，通过计算，分析了电路的状态，基本方法如下。

- ① 根据电路求三极管电流值 I_b ；
- ② 根据 I_b 电流求 I_c 值；
- ③ 根据 I_c 值和负载 R_L 求 U_{ce} 值；
- ④ 负载 R_L 状态确定。

这种方法是三极管一个重要的特性，通过三极管集电极截止、半导通、全导通来实现比例控制器的功能，从而放大电压幅值、电流和功率。从电路分析来看既能起开关作用，又能起放大作用。

1.2.3 可控硅电路分析

可控硅电路由单结晶体管、电阻、电容器、电位器组成振荡电路作为触发器，去触发可控硅，实现其功率输出控制。

（1）振荡电路 振荡电路由单结晶体管和电位器 W_e 和电容器 C 组成，关键是恰当选择 W_e 参数以保证振荡状态，再者是振荡频率必须大于直流脉动频率。

- ① 振荡条件 确定 W_e 的阻值是关键，基本公式如下。

$$\frac{E-U_P}{I_P}>W_e>\frac{E-U_V}{I_V}$$

公式中 U_P 、 I_P 、 U_V 、 I_V 均为单结晶体管参数，可查手册得出。BT35A 型单结管参数为 $I_P=4\mu A$ ， $\eta=0.5$ ， $U_V=3.5V$ ， $I_V=1.5mA$ 。设 $U_D=0.7V$ ，则 $U_P=\eta E+U_D=0.5\times 10V+0.7V=5.7V$ ，代入公式

$$\frac{10V-5.7V}{4\mu A}>R_{W_e}>\frac{10V-3.5V}{1.5mA}$$
$$1.07M\Omega>R_{W_e}>4.33k\Omega$$

当 R_{W_e} 在 $4.3k\Omega\sim 1M\Omega$ 范围内变化时，电路都能振荡。

- ② 振荡频率 单结管振荡电路的频率由电阻器 R 即 W_R 和电容 C 决定。使用经过滤波

的直流电源时，其频率近似为

$$f=1/RC$$

取 $R_e=10\text{k}\Omega$ ， $C=0.15\mu\text{F}$ ，

$$f=\frac{1}{10\text{k}\Omega\times 0.15\mu\text{F}}=666\text{Hz}$$

所以满足条件可以振荡。

(2) 可控硅电路 可控硅电路如前面所讲只要满足两个条件，可控硅便可导通。

① 可控硅电路中，阳极 A 点电位高于阴极 C 点电位；

② 可控硅控制极 G 与阴极 C 之间加一适当的正向电压、电流（触发）信号。触发信号可为交直流或脉冲形式，有足够的功率和有一定宽度。

第 2 章 电子元器件的选用

2.1 阻容元器件

2.1.1 电阻器

电阻器是用来控制电路中的电压和电流的元件。在电路中起阻流作用的元器件通常叫做电阻。电阻的代号由下列几个部分组成。

型号

额定功率

标称阻值

误差等级

(1) 型号及其意义 如表 2-1 所示。

表 2-1 电阻器型号及其意义

第一部分:名称		第二部分:材料		第三部分:特征	
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义
R	电 阻 器	T	碳膜	X	小型
		P	硼碳膜	J	精密
		U	硅碳膜	L	测量
		H	合成膜	G	功率测量
		J	金属膜	B	温度补偿
		Y	氧化膜	C	温度测量
		X	线绕	P	旁热式
		S	实心	W	稳压
		M	压敏	Z	正温度系数
		G	光敏	T	可调
		R	热敏	1	普通
				2	普通
				3	超高频
				4	高阻
				5	高温
				7	精密
				8	高压
				9	特殊

(2) 额定功率 电阻的额定功率是指在特定环境温度范围内所允许承受的最大功率。电阻的额定功率是电路设计、应用的重要参数。电阻额定功率系列如下 (单位: W)

0.025、0.05、0.125、0.25、0.5、1、2、5、10、25、50、100、250

表 2-2 是非绕线电阻功率范围。

表 2-3 是绕线电阻功率范围。

表 2-2 非绕线电阻功率范围

型 号	名 称	功率范围/W	型 号	名 称	功率范围/W
RS	实心碳质电阻	0.125~2	RJX	小型金属膜	0.25
RT	碳膜电阻	0.25~10	RY	氧化膜	0.25~2
RTX	小型碳膜电阻	0.05~0.125	RTL	测量碳膜	0.125~1
RJ	金属膜电阻	0.5~2	RTL-X	小型测量碳膜	0.125

表 2-3 绕线电阻功率范围

型 号	名 称	功率范围/W
RXQ	酚醛涂料管形固定式	2、6、10、15、25
RXQ-T	酚醛涂料管形可调式	2、6、10、15、25
RXY	被釉固定式绕线电阻	7.5、15、20、25、50、75、150
RXYC	被釉耐潮绕线电阻固定式	2.5、7.5、10、25、20、25、30、40、50、75、100
RXYC-T	被釉耐潮绕线电阻可调式	10、15、20、25、30、50、100

（3）标称阻值与误差 电阻器的标称阻值一般由直接标注法、数字表示法和色环标注法。最常用的是色环标注法，可以通过色环将标称阻值和误差精度直接标注出来，色环标注法正如上章所述，具体应用举例如下。

四色环电阻

$$\text{红黑黑棕} = 20 \times 10^0 \pm 1\% = 20\Omega \pm 1\%$$
$$\text{棕黑黄金} = 10 \times 10^4 \pm 5\% = 100\text{k}\Omega \pm 5\%$$
$$\text{绿棕棕金} = 51 \times 10^1 \pm 5\% = 510\Omega \pm 5\%$$
$$\text{黄紫红金} = 47 \times 10^2 \pm 5\% = 4.7\text{k}\Omega \pm 5\%$$
$$\text{橙白棕银} = 39 \times 10^1 \pm 10\% = 390\Omega \pm 10\%$$
$$\text{紫绿橙银} = 75 \times 10^3 \pm 10\% = 75\text{k}\Omega \pm 10\%$$
$$\text{棕黑红金} = 10 \times 10^2 \pm 5\% = 1\text{k}\Omega \pm 5\%$$
$$\text{棕黑橙银} = 10 \times 10^3 \pm 10\% = 10\text{k}\Omega \pm 10\%$$

五色环电阻

$$\text{红红黑黑棕} = 220 \times 10^0 \pm 1\% = 220 \pm 1\%$$
$$\text{绿蓝黑棕金} = 560 \times 10^1 \pm 5\% = 5.6\text{k}\Omega \pm 5\%$$
$$\text{灰红黑棕棕} = 820 \times 10^1 \pm 1\% = 8.2\text{k}\Omega \pm 1\%$$
$$\text{红紫黑红金} = 270 \times 10^2 \pm 5\% = 27\text{k}\Omega \pm 5\%$$
$$\text{橙黑黑红金} = 300 \times 10^2 \pm 5\% = 30\text{k}\Omega \pm 5\%$$
$$\text{黄紫黑橙金} = 470 \times 10^3 \pm 5\% = 470\text{k}\Omega \pm 5\%$$
$$\text{蓝灰黑橙棕} = 680 \times 10^3 \pm 1\% = 680\text{k}\Omega \pm 1\%$$
$$\text{棕黑黑黄金} = 100 \times 10^4 \pm 5\% = 1\text{M}\Omega \pm 5\%$$

2.1.2 电阻器的质量鉴别与使用

电阻器的质量鉴别可以用万用表来检测电阻阻值，以此判断电阻的质量优劣。可从外观和内部两个方面进行。外观检查直接容易，如电阻外表损坏、电阻体烧焦、引线折断等。内部质量用万用表电阻挡位测量阻值，用仪表或专用测试设备进行电阻其他参数测量。

电阻器使用注意事项如下。

- ① 根据电路设计要求选用标准阻值系列规格，电阻功率应比实际功率大 1.5~2 倍，以确保长期工作可靠性。
- ② 小型电阻引线不宜剪得过短或留得过长，一般在 5mm 左右，避免过短引起电阻内部过热，引起阻值变化。
- ③ 功率较大的电阻应当固定在支架上，有散热空间。可调式电阻应先松卡环再调整阻值，以防止拉断电阻丝。
- ④ 电阻器损坏应查清楚损坏原因，排除故障后再更换电阻。如果因电阻功率小而引起故障，则应该换用额定功率较大的电阻器。
- ⑤ 电阻器选用应根据各自电路的具体要求和使用条件，并从电气性能到产品成本等方面综合考虑。还不宜片面地选用高精度或者非标准系列的电阻产品。
- ⑥ 电阻器要性能可靠，耐用，合理选择额定功率大小，额定功率太小会对电路的正常工作不利，额定功率太大会使成本增加，造成浪费。

2.1.3 电位器

电位器实际上是一种可调的电阻器。电位器与电阻器一样，有标称阻值、精度等级、标称功率及型号，还有阻值变化曲线以及轴长和轴端结构参数。电位器的代号由下列几部分组成。

型号

标称功率

标称阻值

阻值变化曲线

轴长和轴端结构

(1) 型号及其意义 如表 2-4 所示。

表 2-4 电位器型号及其意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
名 称		材 料		特 征		序 号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
W	电位器	H	合成碳膜	W	微调	1——轴能自由旋转的单连电位器
		J	金属膜	X	小型	2——带有锁紧螺母的单连电位器
		X	绕线	K	带开关多圈	3——轴能自由旋转的双连电位器
		Y	氧化膜			4——带有锁紧螺母的双连电位器
		S	实心			
		T	碳膜	D		
		D	导电塑料			

(2) 电位器的功率 常用电位器的功率如下。

- 绕线式电位器有 1W、3W、5W、10W；
- 非绕线式电位器有 0.05W、0.1W、0.5W、1W、2W；
- 多圈式绕线电位器有 1W、3W、5W。

(3) 电位器的标称阻值 常用的电位器标称阻值采用直接标注方法和数字标注方法进行标注。其数字标注法与电阻阻值的数字标注法相同，具体电位器识读如下。

- 标注 331 电位器的阻值是 330Ω；
- 标注 102 电位器的阻值是 1kΩ；
- 标注 103 电位器的阻值是 10kΩ；

标注 203 电位器的阻值是 20kΩ；

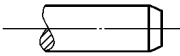
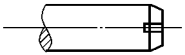
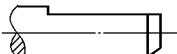
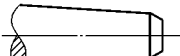
标注 504 电位器的阻值是 500kΩ。

(4) 电位器阻值变化曲线 为了满足各种不同用途的需要，电位器阻值变化规律也不同，常见的电位器阻值变化规律分三种类型：直线式是 X 型；指数式是 Z 型；对数式是 D 型。

电位器阻值变化规律可由三种类型电位器阻值随活动触点旋转角度变化的曲线来表明，以供不同用途选取不同类型的电位器。

(5) 电位器轴长和轴端结构 电位器轴长和轴端结构如表 2-5 所示。

表 2-5 电位器轴长和轴端结构

型 号	结 构	图 形	轴长尺寸规格/mm
ZS-1	光轴		11、12、16、18、20
ZS-3	带起子槽		25、32、40、50
ZS-5	台装平面		60、80
ZS-7	斜面带螺孔		

非绕线电位器的功率范围如表 2-6 所示。

表 2-6 非绕线电位器功率范围

型 号	名 称	功率/W	线型
WT	碳膜电位器	0.25	X
WTK	带开关碳膜电位器	0.1~1.2	X、Z、D
WTH	合成碳膜电位器	0.5~1	X、Z、D
WS1	耐实心电位器	1~2	X、Z、D
WS2	耐实心带锁母电位器	0.5	X
WTX	小型碳膜电位器	0.05~0.1	X、Z、D
WTW	超小型碳膜微调电位器	0.1	

绕线式电位器的功率范围如表 2-7 所示。

表 2-7 绕线式电位器功率范围

型 号	名 称	功率范围/W	圈数
WX-010	绕线式电位器	1	—
WX-030	绕线式电位器	3	—
WX-050	绕线式电位器	5	—
WX-100	绕线式电位器	10	—
WX1	绕线式电位器	1	—
WX3	绕线式电位器	3	—
WX5	绕线式电位器	5	—
WXD-3	多圈绕线式电位器	3	3
WXD-10	多圈绕线式电位器	5	10
BC1-25	瓷盘电位器	25	—
BC1-50	瓷盘电位器	50	—
BC1-100	瓷盘电位器	100	—
BC1-150	瓷盘电位器	150	—
BC1-300	瓷盘电位器	300	—
BC1-500	瓷盘电位器	500	—

2.1.4 电位器的质量鉴别与使用

电位器的质量鉴别，可以用万用表检测电位器的标称阻值；检测电位器活动端与电阻片的接触是否良好；检测电位器外壳与电位器引脚的绝缘电阻。

电位器使用注意事项如下。

- ① 根据电路的要求，合适选择所用电位器的型号。对于一般要求电路中，可选用碳膜电位器，它以价格低廉，规格齐全的优势广泛应用；对于高频电路中使用，要选用玻璃释电位器；对于需作精密调节，并且消耗功率较大，可选用线绕电位器。
- ② 根据用途不同，选择相应阻值变化规律的电位器。用作分压器时，可选用直线式；用作音调控制时，可选用对数式；用作音量控制时，应选用指数式。
- ③ 选用电位器，应注意安装尺寸大小和旋转轴柄的长短，轴端形式和锁紧装置。还应注意电位器的轴放置灵活，松紧适当，无机械杂声。

2.1.5 电容器

电容器是在电子电路中滤波、去耦、调谐耦合、隔断直流电、旁路交流电、移相的元件、电容器是一种存储电能的元器件，通常称作电容。由于电容的用途、结构及材料不同，其品种规格也不相同，电容的标志和代号由下列几个部分组成。

型号
耐压
电容器温度系数组别
标称容量
容量误差等级

(1) 型号及其意义 如表 2-8 所示。

表 2-8 电容器型号及其意义

第 一 部 分		第 二 部 分		第 三 部 分	
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义
C	电 容 器	C	瓷 介	T	筒 形
		Y	云 母	G	管 状
		B	聚 苯 乙 烯	L	立 式 矩 形
		L	涤 纶	Y	圆 片
		S	聚 碳 酸 酯	M	密 封 型
		Z	纸 介	S	塑 料 壳
		H	混 合 纸 介	J	交 流
		J	金 属 化 纸 介	R	耐 热
		D	铝 电 解	W	卧 式
		A	钽	X	小 型
		N	铌		
		T	钛		
		M	压 敏		
		I	玻 璃 釉		
		O	玻 璃 膜		

(2) 额定工作电压 额定工作电压常称作耐压，是电容器在电路中能够长期可靠地工作而不致被击穿时所能承受的最大直流电压，也称作额定直流工作电压。电容器在交流电路中，所加的交流电压最大峰值不能超过电容器的直流工作电压值。工作电压常用 WV 来表示，试验电压用 TV 来表示。常用的固定电容器的直流电压系列有如下等级（V）

1.6、4、6.3、10、16、25、32、40、50、63、100、125、160、250、300、400、450、500、630、1000

(3) 标称容量和误差范围 为了生产和使用方便，规定了各种电容器电容量的一系列标准值，称为标称容量。实际生产和使用的电容和标称容量间有误差。根据不同的允许误差范围，也制定了精度等级，共分七级，具体如下

允许误差	±2%	±5%	±10%	±20%	$\pm\frac{20}{30}\%$	$\pm\frac{50}{20}\%$	$\pm\frac{100}{10}\%$
精度等级	0.2	1	2	3	4	5	6

常用电容器如下。

(1) 涤纶电容器 涤纶电容器耐压常用 63V、160V、400V、630V；
涤纶电容器标称容量如下。

1000pF、1500pF、2200pF、3300pF、3900pF、4700pF、5600pF、6800pF、8200pF、
0.01μF、0.015μF、0.022μF、0.033μF、0.039μF、0.047μF、0.056μF、0.068μF、
0.082μF、0.1μF、0.15μF、0.22μF、0.33μF、0.47μF

涤纶电容器的精度等级有 1 级、2 级、3 级。

(2) 云母电容器 云母电容器耐压值较高，可从 100V、250V、500V 到几千伏。
云母电容器标称容量如下（单位 μF）。

1.0、1.1、1.2、1.3、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.7、3.0、3.3、3.6、3.9、
4.3、4.7、5.1、5.6、6.2、6.8、7.5、8.2、9.1

云母电容器温度系数组别如表 2-9 所示。

表 2-9 云母电容器温度系数

组别	电容器温度系数/℃	容量温度稳定度/%	组别	电容器温度系数/℃	容量温度稳定度/%
A	不规定	不规定	C	$\pm 100\times 10^{-6}$	0.2
B	$\pm 200\times 10^{-6}$	0.5	D	$\pm 10\times 10^{-6}$	0.1

(3) 电解电容器 电解电容器耐压有如下规格（单位 V）：6.3、10、16、25、32、50、
63、100、160 等。

电解电容器标称容量如下（单位 μF）：1、1.5、(2)、2.2、(3)、3.3、4.7、(5)、10、
15、22、33、47、68、100、150、220、330、470、680、1000、2200、4700。

电解电容器误差等级有： $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 、 $\pm\frac{50}{20}\%$ 、 $\pm\frac{100}{10}\%$ 。

(4) 常用电容器的主要特点 常用的电容器主要特点如表 2-10 所示。

表 2-10 常用电容器主要特点

名称	型号	容量范围	耐压/V	主 要 特 点
纸介电容	CZG	1000pF~0.1μF	63~630	体积小,容量小,损耗较大,适用于低频电路
云母电容	CY	4.7~30000pF	100~7000	体积小,耐压高,损耗小,温度性能好,适应高频电路
油浸电容	CZM	0.1~16μF	250~1600	体积大,耐压高,容量大
陶瓷电容	CC	2pF~0.1μF	63~630	体积小,耐高温,漏电小,性能稳定,容量小
涤纶电容	CLX	1000pF~0.47μF	63~630	体积小,漏电小,重量轻
聚苯乙烯电容	CBX	3pF~1μF	63~250	漏电小,损耗小,性能稳定,有较高的精密度
铝电解电容	CD	1~10000μF	3~450	容量大,有正负极性,漏电流大,损耗大
钽电解电容	CA	0.47~1000μF	6.3~125	容量大,有极性,性能稳定,寿命长,价格贵
铌电解电容	CN	1~680μF	6.3~63	性能稳定,有极性,容量较大,适用直流脉动电路

2.1.6 电容器的质量鉴别与使用

电容器的质量鉴别可以用万用表、摇表检测电阻的方法检测电容器。

可变电容器用万用表的电阻挡进行测量，检查有无短路情况，检查可变电容器的动片和定（静）片之间的距离，旋转电容器动片，测量与定片之间电阻。若阻值为零，则说明电容器有碰片短路现象。若阻值为无穷大，则性能良好。

固定电容器可用万用表或摇表进行检测。一般电容器绝缘电阻应大于 $10\text{M}\Omega$ （兆欧）至 $1000\text{M}\Omega$ 。应有足够的绝缘电阻。绝缘电阻太小，说明电容器漏电，质量差。可以用万用表电阻挡位 $R \times 10\text{k}$ 量程对 5000pF （皮法）以上的电容器进行简易测量。用万用表的两极表棒（红表棒、黑表棒）分别接触电容器的两极引线。测量开始时表头指针应向顺时针方向跳动一下，然后逐步逆时针复原。正常的电容器，表头指针应回到 $R = \infty$ 位置。如果不能复原，表示电容器漏电，指针停留处的读数表示漏电的电阻值。测量时要注意不能用手并接在被测电容器的两端，否则人体的电阻会影响漏电电阻的测量阻值，造成误判。一般对于小于 100pF 容量的电容器使用代换法进行处理；对于大于 100pF 容量的电容器，用万用表的电阻 $R \times 10\text{k}\Omega$ 、 $R \times 1\text{k}$ 挡位检测电容器的电阻值，同上所述。如果检测的表头指针始终处于无穷大（ ∞ ）位置不动，说明电容器开路损坏；如果检测的表头指针始终指向零位置或阻值很小；说明电容器短路损坏。

电解电容器一般容量大，不能用摇表检测电解电容器的漏电程度，通常用万用表进行检测和鉴别。用万用表的电阻 $R \times 10\Omega$ 、 $R \times 100\Omega$ 挡位测量电解电容器的正反向电阻值。用万用表的两表棒接触电解电容器的两端，红表棒接负极、黑表棒接正极。如果接触开始时，表头指针迅速摆动，然后慢慢回到原处，则说明电容器性能良好。如果指针摆动后不退回，说明电容器已被击穿。如果表头指针摆动后退回到某一位置后停住了，则说明电容器漏电。一般情况表头指针所指示的阻值越小，电容器漏电越严重；如果表头指针不动，说明电容器已损坏。

电容器使用注意事项如下。

电容器使用时，不仅要考虑电路的要求，如根据不同电路选用不同种类的电容器，还要考虑工作环境、体积大小、价格成本以及重量等因素。

电容器应用在谐振电路中可选用云母、陶瓷电容器；在隔直通交电路中可选用纸介、涤纶云母等电容器；在滤波电路可选用电解电容器；在旁路电路中可选用涤纶、纸介、瓷片、电解电容器等。

电容器所选用的耐压和标称容量要符合设计；选用电解电容时应注意正、负极性之分，并按电路规定的极性方向焊接或更换。

2.1.7 电感器

电感器是能够产生自感、互感作用的器件。电感器一般由线圈构成电感线圈，用软磁材料做成电感磁心。电感器的作用是阻碍电路中电流的任何变化。在直流电路中，电感器为短接线，无任何作用；在交流电路中，电感器对交流电流起阻碍作用。所以电感在交流电路中可起到阻流、变压、交连、负载作用，电感与电容配合时可用作调谐、滤波、选频、分频、退耦等电路。

电感器参数的标识方法与电阻器、电容器的参数标识方法相似，也有直接标注法、文字符号标识法和色标法等几种。直接标注法和文字符号标识法简明易懂易辨认。常用的色码电

感器是带磁心的固定电感器，用色标法来标注参数，主要有 LG 型色码电感器、L 型色码电感器、PL 型色码电感器和 SP 型色码电感器。

(1) LG 型色码电感器 LG 型色码电感器有 LG 型、LG1 型、LG402 等种类。E12 系列电感的标称值设计如下。

1、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2，以及这些标称值与 10^n 的乘积数值， n 可取 -1 、 0 、 1 、 $2\cdots\cdots$

电感器的最大直流工作电流分组代号用字母 A、B、C、D、E 来表示，分别用来表示 50mA、150mA、300mA、700mA、1600mA 各组电流最大值范围。电感器的精度误差分别用 I、II、III 来表示，其精度误差对应为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。

电感器的标称电感量用色码或数字表示，其单位是 μH （微亨）和 mH（毫亨）。LG 系列色码电感器电感量范围及电流参数如表 2-11 所示。

表 2-11 LG 系列色码电感器电感量范围及电流参数

型 号	电感量范围/ μH	电流分组	使用频率
LG	0.1~82	A	小于 60MHz
	0.1~82	B	
	0.1~82	C	
	0.1~27	E	
LG1、LGX	100~3300	A	小于 20MHz
	100~820	B	
	100~1000	C	
	33~82	E	
LG400	10~820	D	小于 2MHz
	2.7~100	A	

(2) L 型色码电感器 L 型色码电感器是用色点作标记，与电阻色环标记相似，但顺序相反。L 型色码电感器标称电感量值如下（单位 μH ）。

2.2、5.6、(12)、15、27、47、68、(91)、100、(110)、120、(130)、150、(160)、180、(200)、220、(240)、270、(300)、330、(360)、390、(430)、470、(510)、560、(620)、680、(750)、820、1000

L 型色码电感器额定工作电流是 35mA；L 型色码电感器电感量误差范围 $\pm 10\%$ ；L 型色码电感器电感量区分范围与自身谐振频率如下。

- 电感量 2.2~100 μH 自身谐振频率 7MHz 以上
- 电感量 110~330 μH 自身谐振频率 5MHz 以上
- 电感量 360~560 μH 自身谐振频率 4.5MHz 以上
- 电感量 590 μH 以上自身谐振频率 3.5MHz 以上

(3) PL 型色码电感器 PL 型色码电感器是用色点作标记，与电阻色环标记相似。PL 型色码电感器标称电感量值为 5.6~820 μH ，自身谐振频率也在 2.1~26MHz 以上；PL 型色码电感器额定工作电流是 100mA；PL 型色码电感器电感量误差范围有 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 两种。

(4) SP 型色码电感器 SP 型色码电感器是用数字表示法来表示电感量。第一位、第二

位数字为有效数字。第三位表示在第一位、第二位数之后加“0”的个数。小数点用 R 表示。最后一位用英文字母表示误差精度。SP 型色码电感器标称电感量值也是从 $5.6 \sim 820 \mu\text{H}$ ，自身谐振频率在 $2.1 \sim 26\text{MHz}$ 以上。SP 型色码电感器额定工作电流是 $30 \sim 50\text{mA}$ ；误差范围有 $J(\pm 5\%)$ ； $K(\pm 10\%)$ ； $M(\pm 20\%)$ 。

2.1.8 电感器的鉴别与使用

电感器的使用应根据不同电路和不同功能选取不同类型及参数的器件，还要会对电感器性能进行初步检测。对于电感量较小的电感器，准确地测量其电感量大小是较难的，要借助于专用电子仪器进行测量。在实际应用中，采用万用表电阻挡位测量电感器直流电阻阻值方法来粗略判断性能。电感器的直流电阻一般较小，常用的器件在几欧姆以内，有的零点几欧姆左右，所以，在测量时选用万用表的小电阻量程 $R \times 1$ 挡位进行。测量直流电阻阻值可以进行粗略判断如下。

电感器的直流电阻为无穷大时，可粗略断定内部引出引脚连线或者电感线圈内部有开路、断线故障；

电感器的直流电阻为零时，要反复测量几次均为零时，可判定内部引出线短路或局部短路或者内部线圈短路等故障；

电感器的直流电阻较小，有一定阻值，属于正常，一般均为零点几欧至几欧姆左右；

电感器在使用时，应当注意不要随意改变电感线圈的形状大小及方向以及周围距离。更换时，应注意更换电感量相接近或直流电阻值相近的元器件。

2.2 晶体二极管、三极管器件

2.2.1 晶体二极管、三极管型号

晶体二极管、三极管型号由下列几部分组成：

电极数目	材料和极性	器件类型	序号	规格
------	-------	------	----	----

晶体二极管、三极管型号及其意义如表 2-12 所示。

我国晶体管型号组成的五个部分如下。

第一部分：用阿拉伯数字表示晶体管的电极数目。2 表示二极管；3 表示三极管。

第二部分：用汉语拼音字母表示晶体管的材料和极性。二极管、三极管的四种极型：P 型、N 型、PNP 型和 NPN 型；晶体管材料的半导体硅材料、锗材料或化合物材料。

第三部分：用汉语拼音字母表示晶体管的类型。

第四部分：用阿拉伯数字表示序号。

第五部分：用汉语拼音字母表示规格号。

(1) 二极管型号 晶体二极管常称作二极管，按用途可分为普通和特殊型两大类；按制造材料可分为硅二极管和锗二极管两大类。普通型二极管主要是整流二极管、开关二极管和检波二极管。二极管主要特性就是单向导电特性。在实际应用过程中，整流二极管 1N 系列塑封型管广泛普遍采用，典型产品有 1N4001 $\sim$ 1N4007，1N5391 $\sim$ 1N5399、1N5400 $\sim$ 1N5408 系列硅整流二极管，其型号及主要参数如表 2-13 所示。

表 2-12 晶体二极管、三极管型号及其意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义		
2	二极管	A	N 型,锗材料	P	普通管	用 数 字 表 示 器 件 序 号	用 汉 语 字 母 表 示 规 格 号
3	三极管	B	P 型,锗材料	V	微波管		
		C	N 型,硅材料	W	稳压管		
		D	P 型,硅材料	C	参量管		
		A	PNP 型,锗材料	Z	整流器		
		B	NPN 型,锗材料	L	整流堆		
		C	PNP 型,硅材料	S	隧道管		
		D	NPN 型,硅材料	N	阻尼管		
		E	化合物材料	U	光电器件		
				K	开关管		
				X	低频小功率管 $f_a<3\text{MHz}, p_c<1\text{W}$		
				G	高频小功率管 $f_a\geq 3\text{MHz}, p_c<1\text{W}$		
				D	低频大功率管 $f_a<3\text{MHz}, p_c<1\text{W}$		
				A	高频大功率管 $f_a\geq 3\text{MHz}, p_c<1\text{W}$		
				T	半导体闸流管		
				Y	体效应器件		
				B	雪崩管		
				J	阶跃恢复管		
				CS	场效应器件		
				BT	单结管		
				FH	复合管		
				PIN	PIN 型管		
				GJ	激光器件		

表 2-13 1N 系列整流二极管型号及主要参数

参数 型号	最高反向工作 电压 U_{RM}/V	额定整流电流 I_F/A	最大正向压降 U_{FM}/V	最高结温 $T_{JM}/^{\circ}C$	国内产品 对照型号
1N4001	50	1.0	≤ 1.0	175℃	2CZ11~2CZ11J 2CZ55B~2CZ55M
1N4002	100	1.0	≤ 1.0	175℃	
1N4003	200	1.0	≤ 1.0	175℃	
1N4004	400	1.0	≤ 1.0	175℃	
1N4005	600	1.0	≤ 1.0	175℃	
1N4006	800	1.0	≤ 1.0	175℃	
1N4007	1000	1.0	≤ 1.0	175℃	
1N5391	50	1.5	≤ 1.0	175℃	2CZ86B 2CZ86B~2CZ86M
1N5392	100	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5393	200	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5394	300	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5395	400	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5396	500	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5397	600	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5398	800	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5399	1000	1.5	≤ 1.0	175℃	
1N5400	50	3.0	≤ 1.2	170℃	2CZ12~2CZ12J 2DZ2~2DZ2D 2CZ56B~2CZ56M
1N5401	100	3.0	≤ 1.2	170℃	
1N5402	200	3.0	≤ 1.2	170℃	
1N5403	300	3.0	≤ 1.2	170℃	
1N5404	400	3.0	≤ 1.2	170℃	
1N5405	500	3.0	≤ 1.2	170℃	
1N5406	600	3.0	≤ 1.2	170℃	
1N5407	800	3.0	≤ 1.2	170℃	
1N5408	1000	3.0	≤ 1.2	170℃	

表 2-14 开关二极管主要参数

参数 型号	最高反向工作 电压 U_{RM}/V	最大正向 电流 I_{FM}/mA	最大正向压 降 U_{FM}/V	反向恢复时间 t_{rr}/ns	最高结温 $T_{JM}/^{\circ}C$	最大功耗 P_M/mW
1N4148	75	450	≤ 1	4	150	500
1N4448	75	450	≤ 1	4	150	500

开关二极管常采用从国外引进的一种新型玻封硅高速开关二极管，其典型产品是 1N4148、1N4448，具有良好的高频开关特性，体积小，价格便宜，还具有 ns 级反向恢复时间。其主要参数如表 2-14 所示。可以替代 1N4148 和 1N4448 的国产开关二极管的有 2CK43、2CK44、2CK70、2CK71~2CK73、2CK77、2CK83 等型号。

(2) 三极管型号 晶体三极管常称作三极管，按结构形式可分为 PNP 型和 NPN 型两种，按材料和极性可以有四种：

锗材料 PNP 型（用汉语拼音字母 A 表示）

锗材料 NPN 型（用汉语拼音字母 B 表示）

硅材料 PNP 型（用汉语拼音字母 C 表示）

硅材料 NPN 型（用汉语拼音字母 D 表示）

三极管常用的类型有五种：

高频大功率三极管（用拼音字母 A 表示）

低频大功率三极管（用拼音字母 D 表示）

高频小功率三极管（用拼音字母 G 表示）

低频小功率三极管（用拼音字母 X 表示）

开关三极管（用拼音字母 K 表示）

国产三极管的型号命名由数字和汉语拼音字母组合而成，如前所述由五部分组成。在实际应用中，常见的国外生产三极管较多，如美国、日本、欧洲等生产的三极管应用普遍，所以对这些命名方法也需要了解。

美国三极管命名方法：型号的第一部分、第二部分是两个字符：2N，其中，2 表示具有两个 PN 结，N 则表示美国电子工业协会注册标识。型号的第三部分是用数字表示注册登记的序号。美国三极管型号简单，型号不能反映出三极管的硅、锗材料。不能反映出三极管的 NPN 或 PNP 极性。也不能反映功率大小、高频、低频和极性。

日本三极管命名方法：型号的第一部分、第二部分是两个字符：2S，其中，2 表示具有 2 个 PN 结，S 则表示日本电子工业协会注册登记的产品。型号的第三部分用字母 A、B、C、D 来表示三极管的类型和极性。A、B 为 PNP 型三极管，C、D 为 NPN 型三极管。通常 A、C 多为高频管，B、D 多为低频管。型号的第四部分用两位以上的阿拉伯数字，表示注册登记顺序号。日本三极管型号较为复杂，型号能反映出三极管是 NPN 型或 PNP 型，是高频三极管还是低频三极管；但不能反映出三极管的硅、锗材料以及三极管的功率大小等性能。

欧洲三极管的命名方法：型号的第一部分用字母 A、B 开头，A 表示锗管，B 表示硅管。型号的第二部分用字母 C、D、F、L、S、U 分别表示高频、低频、大功率、小功率及开关管等。第三部分是用三位数表示登记序号。欧洲三极管型号也较特别。它除了上述主要三部分外，第四部分分挡标志 β 参数，但是三极管的 PNP 型或 NPN 型极性是无法反映出来的。表 2-15 是美国、日本和欧洲三极管命名方法。

表 2-15 美国、日本和欧洲三极管命名方法

型号部分 生产国	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分	备 注
美国	2	N	多位数字表示 登记序号			不表示硅、锗材料,PNP 型或 NPN 型,极性,功率大小
日本	2	S	A—PNP 高频 B—PNP 低频 C—NPN 高频 D—NPN 低频	两位以上数字表示 登记序号	用 A、B、C 表示对原型号的改进	不表示硅、锗材料及功率大小
欧洲	A 锗材料 B 硅材料	C—低频小功率 D—低频大功率 F—高频小功率 L—高频大功率 S—小功率开关管 U—大功率开关管	三位数字表示 登记序号	β 参数分挡标识		不表示 PNP 型或 NPN 型号极性

韩国三极管型号：韩国三极管在应用中也很广泛，主要是韩国三星电子公司生产的三极管。它是用四位数字来表示型号，不同的数字排列表示不同的极性、功率及不同的用途，也表示不同的特征频率。常用的 8050 三极管、8550 三极管、9011~9018 三极管等型号和参数如表 2-16 所示。

表 2-16 韩国三极管型号和参数

型号 参数	9011	9012	9013	9014	9015	9016	9018	8050	8550
极性	NPN	PNP	NPN	NPN	PNP	NPN	NPN	NPN	PNP
功率/mW	400	625	625	450	450	400	400	1000	1000
特征频率/MHz	150	150	140	80	80	500	500	100	100
用途	高效	功效	功效	低效	低效	超高效	超高效	功效	功效

2.2.2 晶体管技术参数

晶体管的使用应根据不同电路和不同功能进行选取不同类型及参数的器件。对于晶体三极管主要参数和类型要清楚，常用的有检波二极管、整流二极管、稳压二极管、开关二极管、发光二极管等，其主要技术参数和类型都要通过查手册、选型号、对应技术参数条件来选取。常用二极管技术参数如下。

检波二极管主要参数：最大整流电流 I_F ；最高反向工作电压 U_R ；反向击穿电压 U_B ；最高工作频率 f 。可根据用途，通过查手册选择具体型号。

整流二极管主要参数：最高反向峰值电压 U_{RM} ；额定正向整流电流 I_F ；正向压降 U_F ；反向电流 I_R ；工作频率 f ；额定结温 T_{JM} 。可根据用途，通过查手册来选择具体型号。

稳压二极管主要参数：最大工作电流 I_{ZM} ；稳定电压 U_Z ，动态电阻 R_{Z1} 、 R_{Z2} ；稳定电流 I_{Z1} 、 I_{Z2} ；反向漏电流 I_R ；最大耗散功率 P_{ZM} ；正向压降 U_F ；最高结温 T_{JM} ；电压温度系数 G_{TV} 。选用时通过查手册来选择型号。

开关二极管主要参数：最大正向电流 I_F ；最高反向峰值电压 U_{RM} ；反向恢复时间 t_{rr} 。

发光二极管主要参数：极限功率 P_M ；极限工作电流 I_{FM} ；反向击穿电压 U_{BR} ；正向工作电流 I_F ；正向电压 U_F ；反向电流 I_R ；光通量 ϕ ；发光颜色等。

晶体三极管主要有低频小功率 NPN 型和 PNP 型、高频小功率 NPN 型和 PNP 型三极管；高频大功率 NPN 型和 PNP 型三极管；低频大功率 NPN 型和 PNP 型三极管、开关三极管、场效应管等，其主要技术参数和类型也要通过查手册，选型号，对应设计的技术条件来选取。常用三极管参数如下。

低频小功率三极管主要技术参数：直流参数、交流参数和极限参数。直流参数有发射极开路时，集电极-基极反向饱和电流 I_{CBO} ；基极开路时，集电极-发射极穿透电流 I_{CEO} ；共发射极静态电流放大系数 $\bar{\beta}$ 。交流参数有共发射极截止频率 f_{β} ；噪声系数 N_F 。极限参数有集电极最大允许耗散功率 P_{CM} ；集电极最大允许电流 I_{CM} ；发射极开路时，集电极-基极反向击穿电压 BU_{CBO} ；基极开路时，集电极-发射极反向击穿电压 BU_{CEO} 。

高频小功率三极管主要技术参数基本上同低频小功率三极管技术参数，只是交流参数由三极管特征频率 f_T 来表述。

开关三极管主要技术参数基本上同高频小功率三极管的技术参数。

低频大功率三极管主要技术参数有直流参数和极限参数。直流参数有基极开路时，集电极-发射极穿透电流 I_{CEO} ；共发射极静态电流放大系数 $\bar{\beta}$ ；集电极-发射极饱和压降 U_{CES} 。极限参数与以上参数相同有 P_{CM} 、 I_{CM} 、 BU_{CEO} 、 BU_{CBO} ，除此以外再加上最大允许结温 T_{JM} 。

高频大功率三极管主要技术参数有直流参数、极限参数和交流参数。同低频大功率三极管相同，只是有交流参数即三极管特征频率 f_T 。

场效应管主要技术参数有直流参数、交流参数和极限参数。对于 N 沟道结型场效应管、耗尽型 MOS 场效应管参数相同。直流参数有：饱和漏源电流 I_{DSS} ；栅源截止（夹断）电压 U_P ；栅源直流绝缘电阻 R_{GS} 。交流参数有：共源极小信号低频跨导 g_m ；最高工作频率 f_M 。极限参数有：最大漏源击穿电压 BU_{DS} ；最大栅源击穿电压 BU_{GS} ；漏极最大允许耗散功率 P_{DM} ；漏极最大允许电流 I_{DM} 。

2.2.3 晶体二极管检测方法

(1) 二极管极性判别 常用二极管在外壳上有标记，如二极管正极标有一色点（白色或红色）；如在二极管外壳上标有二极管符号，阳极符号端为正极；如果是透明玻璃壳二极管，可以直接看出极性、内部连触丝的一头是正极，连接半导体片的另一头是负极；如是塑封二极管带有色环带（白色或银色），带有色环带的一端为负极。如果没有色点，管壳又不透明，可用万用表测量判断。

(2) 用模拟式万用表测量二极管 将万用表电阻挡位拨到 $R \times 100$ 或者 $R \times 1k$ 。用万用表的红表棒接二极管的一极，黑表棒接二极管的另一极，测量一次电阻值；然后将万用表棒对调，再进行一次测量。根据两次测量测得电阻值比较，测得电阻值小的那次为准，红表棒接的一端是二极管的阴极，黑表棒所接的一端是二极管的阳极。如图 2-1 所示，由于万用表红表棒内部加有负电压、黑表棒加有正电压，因此在图 2-1(a) 中电阻值较小，指针摆动较大；而在图 2-1(b) 中电阻值较大，指针几乎不动。说明图示测量的二极管性能良好。性能良好的二极管要求正向电阻与反向电阻差值愈大愈好。在实际应用中，小功率锗二极管的正向电阻阻值约为 $300 \sim 500 \Omega$ ，小功率硅二极管的正向电阻阻值为 1000Ω 或更大一些；小功率锗二极管的反向电阻阻值则为几十千欧、小功率硅二极管的反向电阻阻值则为几百千欧以

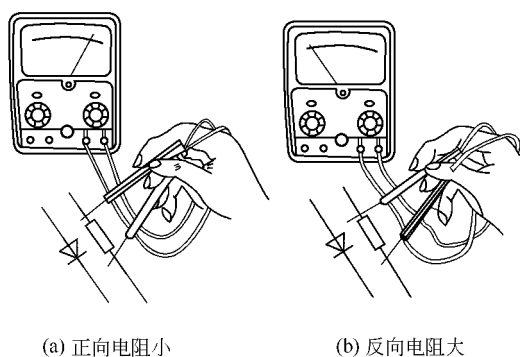


图 2-1 二极管的简易判别

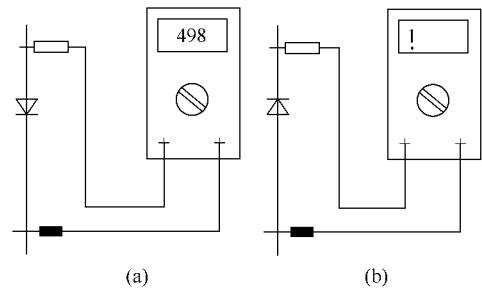


图 2-2 用数字万用表测二极管

上。可以利用二极管的正向、反向电阻阻值来进行极性判别和性能测定。如果测量二极管正向、反向电阻阻值较小，可判断二极管失去单向导电作用。二极管内部短路可使得二极管反向电阻很小；二极管内部断路可使得二极管正向电阻很大。

(3) 用数字式万用表测量二极管 将数字式万用表电源开关按下，将万用表的电阻挡位拨到测量二极管的挡位（有二极管符号标识），用万用表的红表棒接二极管的一极，黑表棒接二极管的另一极，测量一次电阻值。然后交换表棒再测量一次。将两次测量测得电阻值进行比较。如果测量两次，出现一大一小电阻值，说明二极管性能良好，可以通过测量小电阻值的那次来判断二极管的极性。数字式万用表表棒与模拟式万用表表棒指向相反，如图 2-2 所示。数字式万用表红表棒内部加有正电压、黑表棒内部加有负电压，因此在图 2-2(a) 中电阻值 498Ω，而在图 2-2(b) 中电阻值无穷大显示！。可以通过电阻值测量来判断性能优劣，通过红表棒指向来判定极性，注意这种参数与模拟式万用表的不同之处。

2.2.4 三极管检测方法

三极管的极性判别较为重要。三极管品种繁多，通常是根据三极管的型号查阅晶体管手册。手册中有三极管的详细技术资料以及有关三极管的引脚排列图，通过引脚图来判别三极管的各个电极排布。国产三极管按引脚排列来区分电极有以下几种情况，如图 2-3 所示。

高频三极管和低频三极管引脚排列如图 2-3(a) 所示。高频三极管有如 3AG1A~3AG1E、3AG21~3AG24；低频三极管有如 3AX21~3AX24、3AX31A~3AX31E。从三极管底部看，三个电极占底圆一半左右，引脚排布有特点，等分底圆上下的引脚是集电极（c）和发射极（e），等分底圆左右的引脚是基极（b），右面空出。可根据这些特点来判别各个电极。

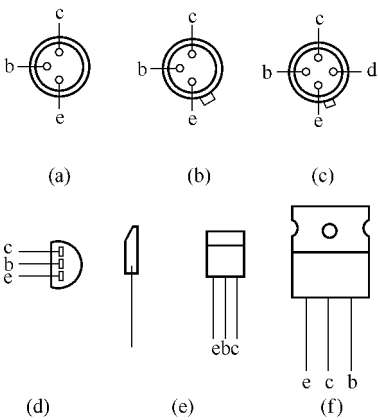


图 2-3 国产三极管按引脚排列区分电极

三极管外壳上的凸出部分标识如图 2-3(b) 所示，三极管管壳的凸台是用来标识底圆上对应的引脚是发射极（e）。这样同上述三极管比较辨认更加清楚，其余两个电极集电极（c）和基极（b）同上述判别方法，常用的 3DG 系列、3CG 系列硅三极管均采用这种排布方法。

三极管有四条引脚如图 2-3(c) 所示，三极管电极引脚以外壳的凸台为标识。标识是三

极管的发射极，排列与上述带凸出部分三极管相同，只是多出一条（d）引脚是接外壳的，使用时用作接地处理。常用的玻璃外壳锗三极管都按此排布。

塑封硅三极管一般按图 2-3(d)、(e) 所示。三极管电极按半圆或长方条形排列。发射极（e）、基极（b）、集电极（c）顺序排布。根据其圆形和长方形特征来确定和判别极性。大功率塑封三极管一般按图 2-3(f) 所示。大功率三极管的集电极（c）通常与塑封金属片连为一体，安装在散热器（片）上。还有较大功率的三极管采用金属菱形封装形式，在上章有关内容已经叙述。

对于不知型号或辨认不清楚的三极管，则要采用极间电阻测量方法来判别极性、检测性能。用万用表对三极管极性判别方法如下。

用模拟式万用表电阻挡位测量：将万用表电阻挡位拨到 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡位，将红表笔插入万用表“+”极端，黑表棒插入万用表“-”或“*”极端。可以进行基极的判别：由于三极管 NPN 型管子基极到发射极和基极到集电极均为 PN 结的正向结构，而三极管 PNP 型管子基极到发射极和基极到集电极均为 PN 结的反向结构，可通过测量 PN 的电阻阻值来判断三极管的基极。方法是用黑表棒接触某一引脚，用红表棒分别接触另外两个引脚。如果表针指示的两个阻值都很大，则黑表棒所接触的那一引脚是基极，同时还可以判断这只三极管是 PNP 型；如果表针指示的两个阻值都很小，则黑表棒所接触的那端是基极，同时可以判断这只三极管是 NPN 型；如果表针指示的阻值一个很大，一个很小，可断定黑表棒所接触的那一引脚不是基极，可以再调换另一引脚来测量，其方法同上。用这种方法测量判别三极管极性，既可判别三极管的基极，又可判别三极管的类型。图 2-4 是三极管极性的判定。

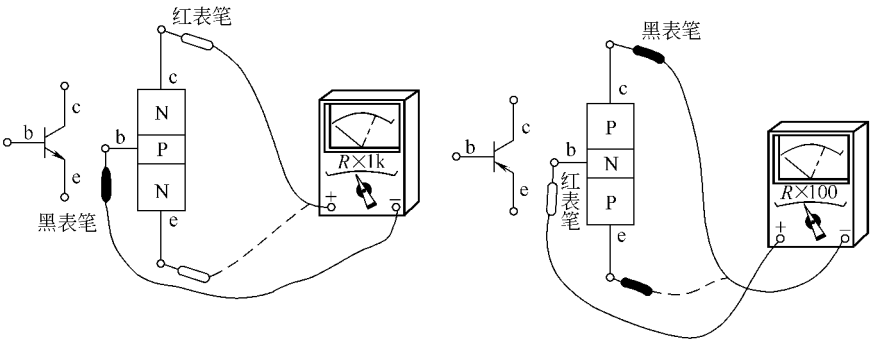


图 2-4 三极管极性的判别

用万用表电阻挡位测量来判断发射极和集电极方法有几种。

方法一：当三极管的基极和类型判别清楚后，可以按图 2-5 方法进行测量，具体是将两

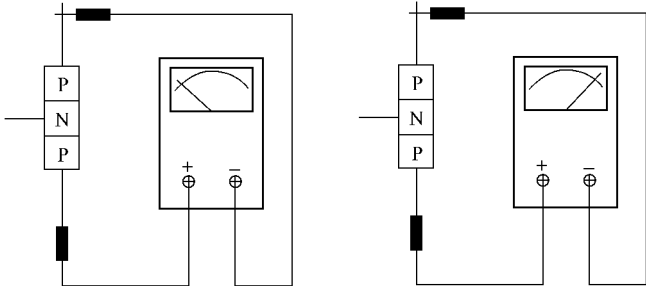


图 2-5 集电极与发射极电极的判别方法

根表棒分别接到两个电极上，进行正接测量和反接测量各一次。如果是 PNP 型三极管，则在测量电阻阻值小的一次中，与黑表棒接触的那个电极为发射极，与红表棒接触的那个电极为集电极。如果是 NPN 型三极管则与此相反。

方法二：当三极管的基极判定后，可以进行集电极和发射极的判别。方法是假定三极管其余两引脚中任一只是集电极，另一只是发射极。如果是 PNP 三极管则将红表棒接在假设的集电极上，黑表棒接在假设的发射极上，用手指把假设的集电极和已测出的基极捏住，不要相碰，记下表头指针的读数。然后再作相反假设，即把刚才假设的集电极引脚假设为发射极引脚，作同样的测试，并记下表头指针的读数。然后比较这两次读数的大小，假如前者读数较小，说明前者的假设是对的，红表棒接的是集电极，黑表棒接的是发射极。对于 NPN 型三极管的判别方法同上，只是把黑、红表棒对调一下进行测量，结果应符合上述的比较和判别。还可以用上述方法估测三极管的 β 值，如果摆动幅度越大，说明三极管放大能力越大。图 2-6 是 NPN 型三极管极性判别及 β 参数估测，图中手捏基极和集电极的操作也可用 100k Ω 电阻器来代替。如图 2-7 集电极和发射极的判别。

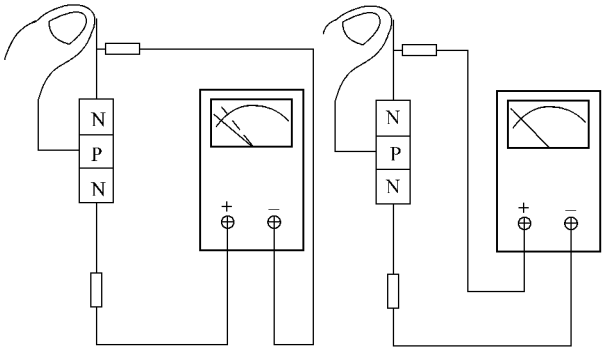


图 2-6 NPN 型三极管 c、e 电极判别及 β 参数估测

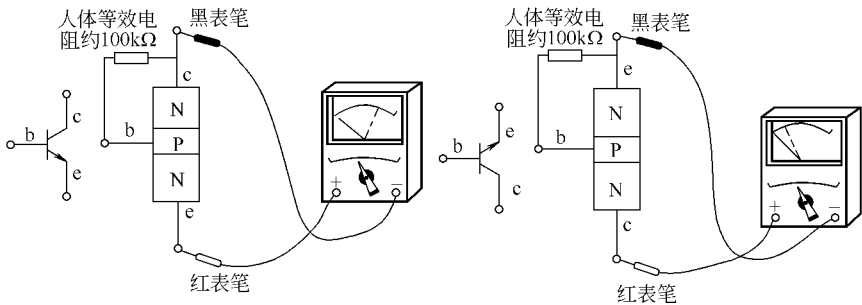


图 2-7 集电极和发射极的判别

用万用表判别硅三极管和锗三极管的方法，具体是用万用表的 $R \times 1k$ 电阻挡位，测量三极管两个 PN 结的正向和反向电阻来判别硅管或是锗管。一般硅三极管的 PN 结正向电阻约为 3~10k Ω ，反向电阻大于 500k Ω ；锗三极管的 PN 结，正向电阻约为 500~2000 Ω ，反向电阻大于 100k Ω 。也可以用判别电路来判别，利用硅三极管的正向压降比锗管压降大的特点来判别锗管或硅管。

常用一般用途小功率三极管主要技术参数如表 2-17 所示。

常用功率放大达林顿三极管主要技术参数如表 2-18 所示。

表 2-17 常用小功率三极管主要技术参数

型号	材料	U_{CBO}/V	I_{CM}/A	P_{CM}/W	f_T/MHz	β	替代产品型号
BC182	Si-NPN	60	0.2	0.3	>150	125~500	BC546、3DG130B
BC183	Si-NPN	45	0.2	0.3	>150	125~900	BC237、3DG130B
BC184	Si-NPN	45	0.2	0.3	>150	240~900	BC550、3DG130B
BC212	Si-PNP	60	0.2	0.3	>200	100~400	BC256、3CG20B
BC213	Si-PNP	45	0.2	0.3	>200	100~600	BC512、3CG20A
BC214	Si-PNP	45	0.2	0.3	>200	100~600	BC560、3CG20A
BC237	Si-NPN	50	0.2	0.3	250	125~500	BC182、3DG120D
BC257	Si-PNP	50	0.2	0.3	130	50~500	BC557、3DG120C
BC327	Si-PNP	50	0.8	0.625	—	—	BC638、3CK10E
BC337	Si-PNP	50	0.8	0.625	—	—	BC327、3DK4B
BC547	Si-NPN	50	0.2	0.5	300	75~900	BC182、BC237

表 2-18 常用功率放大达林顿三极管主要技术参数

型号	材料	U_{CBO}/V	I_{CM}/A	P_{CM}/W	替代产品型号
TIP120	Si-NPN	60	5	65	BD267 BD645
TIP121	Si-NPN	80	5	65	BD267(A) BD647
TIP122	Si-NPN	100	5	65	BD267(B) BD649
TIP125	Si-PNP	60	5	65	BD266 BD646
TIP126	Si-PNP	80	5	65	BD266A BD648
TIP127	Si-PNP	100	5	65	BD266B BD650
TIP130	Si-NPN	60	8	70	BD697 BD645
TIP131	Si-NPN	80	8	70	BD699 BD647
TIP132	Si-NPN	100	8	70	BD701 BD649
TIP135	Si-PNP	60	8	70	BD698 BD646
TIP136	Si-PNP	80	8	70	BD700 BD648
TIP137	Si-PNP	100	8	70	BD702 BD650
TIP140	Si-NPN	60	10	125	BDX65 MJ3000
TIP141	Si-NPN	80	10	125	BDX65A MJ3001
TIP142	Si-NPN	100	10	125	BDX35B MJ3001
TIP145	Si-PNP	60	10	125	BDX65 MJ2500
TIP146	Si-PNP	80	10	125	BDX64A MJ2501
TIP147	Si-PNP	100	10	125	BDX64B MJ2501
ZSD633	Si-NPN	100	7	40	BD267B BD901
ZSD634	Si-NPN	80	7	40	BD267A BD899
ZSD635	Si-NPN	60	7	40	BD267 BD897

VMOS 场效应三极管的引脚判别方法如下：用数字万用表二极管测量挡位进行测量，如图 2-8 所示。用红表棒按 1 脚，黑表棒按 2 脚，测得电阻值应为无穷大，再将黑表棒接触 3 脚测得电阻值应为无穷大；这时可用黑表棒接触 1 脚，红表棒接触 2 脚，测量电阻值为无穷大，再用红表棒接触 3 脚，测量得电阻值仍为无穷大。这时可以判定 1 脚是 VMOS 场效应管的栅极 G，并且栅极和源极、漏极绝缘良好；这是对不带保护二极管的 VMOS 管进行测量方法。

VMOS 场效应三极管的极性判别方法如下：可用万用表检测管子的源极与漏极之间的电阻值来判断。由于 VMOS 场效应三极管结构制造中源极与漏极之间是一个 PN 结，可通过检测 PN 结特性来判断极性。先用万用表红表笔接触 2 脚，黑表笔接触 3 脚，测出电阻值来，再对调一下表棒重复上述测量，测出电阻来。通过 2 次测量，比较测量阻值大小来进行判别。图 2-9 是用模拟表 $R \times 1k$ 挡位测量 VMOS 场效应三极管的极性。如阻值较大的一次

测量中，黑表笔所接触的引脚为漏极 D，红表笔所接触的引脚为源极 S。若测量阻值小的测量中，红表笔所接触的引脚为源极 S，黑表笔所接触的引脚为漏极 D。常用的 N 沟道场效应三极管常采用这种方法测量。

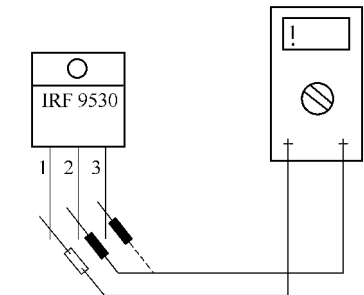


图 2-8 VMOS 引脚判别方法

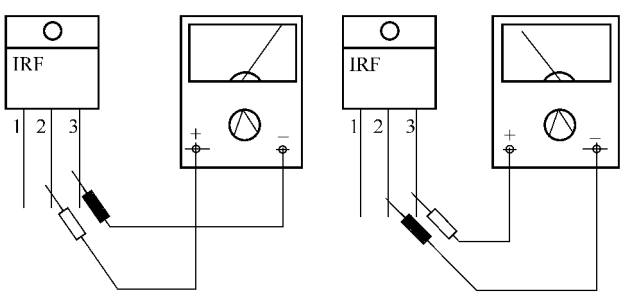


图 2-9 VMOS 管极性判别方法

VMOS 场效应三极管性能判别方法如下：用数字万用表测量 VMOS 场效应三极管的方法如图 2-10 所示。用万用表红表棒和黑表棒，分别进行反复测量，交替测量。测量 VMOS 场效应三极管的栅-源电阻、栅-漏电阻阻值来进行性能判别。也可用模拟万用表的 $R \times 10k$ 挡位进行电阻阻值测量，测量 R_{GD} 和 R_{GS} 阻值。经过反复交替测量，其电阻值应为无穷大，如果有电阻阻值或不为无穷大，则管子栅极与源极或漏极有漏电现象，性能不良不能使用。

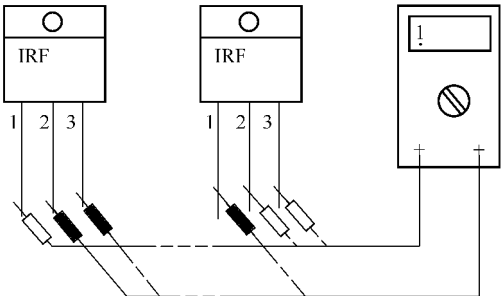


图 2-10 VMOS 管性能测量方法

常用的 VMOS 场效应三极管主要技术参数如表 2-19 所示。

表 2-19 常用 VMOS 场效应三极管主要技术参数

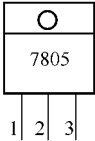
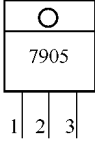
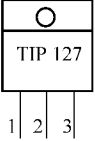
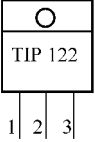
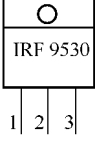
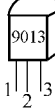
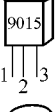
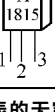
型 号	U_{DSS}/V	U_{GSS}/V	I_D/A	P_D/W	$R_{QIC}/(^{\circ}C/W)$	R_{DS}/Ω	用 途
IRF634	250	± 20	8.4	74	1.7	0.45	电源、电机
IRF830	500	± 20	4.5	74	1.7	1.5	电源
IRF840	500	± 20	8.0	125	10	0.85	电源
IRFP440	500	± 20	8.8	150	0.83	0.85	电源
IRFP450	500	± 20	14	180	0.7	0.4	转换电源
IRFP333	350	± 20	3	25	50	1.8	转换电源
IRFP150	100	± 20	40	180	0.7	0.055	转换电源
IRF-9522	100	± 20	5	40	3.12	0.8	通用转换电源
IRF-9630	200	± 20	6.5	75	1.07	0.8	电机控制器
IRF-640	200	± 20	18	125	0.18	0.18	电机控制器

常用三极管电极间电阻值如表 2-20 所示。其中括号内阻值为模拟表测量阻值 $R \times 100$ 挡位。

2.2.5 晶体管使用注意事项

(1) 二极管使用注意事项

表 2-20 常用三极管电极间电阻值

型号	外形及引脚	电极间电阻/ Ω					
		R_{12}	R_{13}	R_{21}	R_{23}	R_{31}	R_{32}
7805 7812		1 ^① (240) 1	1 (240) 1	530 (30k) 516	576 (3k) 661	566 2.2k 510	1 240 1
7905 7912		1 (260) 1	1 (360) 1	599 (18k) 588	519 (15k) 518	805 (14k) 818	1 (200) 1
TIP127		1 (280)	1 (480)	642 (∞)	553 (∞)	971 (7.5k)	1 (240)
TIP122		623 (∞)	933 (4k)	1 (260)	1 (240)	1 (550)	568 (∞)
IRF9530		1 (∞)	1 (∞)	1 (∞)	150 (∞)	1 (∞)	640 (200)
9013		1 (300)	1 (∞)	664 (∞)	662 (∞)	1 (∞)	1 (300)
9015		678 (∞)	1 (∞)	1 300	1 300	1 (∞)	671 (∞)
A1815		1 (∞)	665 (∞)	1 (∞)	655 (∞)	1 (300)	1 (300)

① 1 是数字万用表的无穷大阻值。

- ① 二极管使用时极性不能错接，其反向峰值电压和正向电流值不能超过额定值；
- ② 二极管使用时应注意温度参数，尤其大功率管要加散热装置；
- ③ 二极管接入电路中，要保证焊点可靠、牢固，防止虚焊和假焊，还要防止二极管过热损坏。

(2) 三极管使用注意事项

- ① 三极管根据使用场合和电路性能选择合适类型的管子。例如用于前置放大的三极管，

要充分发挥三极管的最大效能，应选择放大倍数较大的三极管，同时还应考虑选用穿透电流 I_{CEO} 较小的管子，以便使三极管工作更稳定又如用于振荡电路的三极管，应选用特征频率 f_T 较高和极间电容较小的高频三极管，以使三极管在高频条件下，有较高的功率和稳定的工作状态。

② 选择三极管还要根据电路要求和工作条件选取，三极管的各个参数要符合，例如电流放大系数、耐压、功耗等。

③ 对于常用的放大电路中的三极管选取，除了合适的技术参数外，还要考虑建立放大电路合适的静态工作点设置及偏置电路以尽量减小失真。

2.3 半导体集成电路

2.3.1 半导体集成电路型号和分类

(1) 半导体集成电路型号命名方法 半导体集成电路器件型号由以下几部分组成。

国家标准	类型	器件系列和品种代号	温度范围	器件封装
------	----	-----------	------	------

半导体集成电路型号及意义如表 2-21 所示。

表 2-21 半导体集成电路型号及意义

第 0 部分		第 1 部分		第 2 部分	第 3 部分		第 4 部分	
符号	意义	符号	意义	用数字表示	符号	意义	符号	意义
C	中国 制造	T	TTL		C	0~70℃	W	陶瓷扁平
		H	HTL		E	-40~85℃	B	塑料扁平
		E	ECL		R	-55~85℃	F	全密封扁平
		C	CMOS		M	-55~-125℃	D	陶瓷直插
		F	线性放大器				P	塑料直插
		D	音响电				K	金属菱形
			视电路				T	金属圆形
		W	稳压器					⋮
		J	接口电路					
			⋮					

我国半导体集成电路器件的型号共有五个组成部分。

第 0 部分：用字母表示器件符合国家标准，符号 C 表示中国制造；

第 1 部分：用字母表示器件的类型；

第 2 部分：用阿拉伯数字表示器件的系列和品种代号；

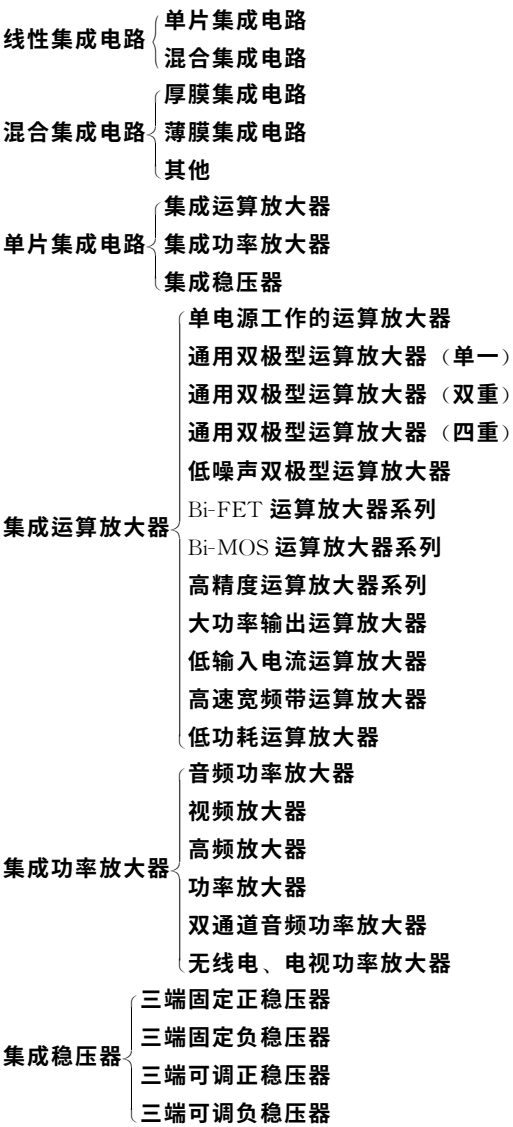
第 3 部分：用字母表示器件的工作温度范围；

第 4 部分：用字母表示器件的封装形式。

(2) 半导体集成电路的分类 集成电路常用元件可分为两类：模拟线性集成电路和数字集成电路。

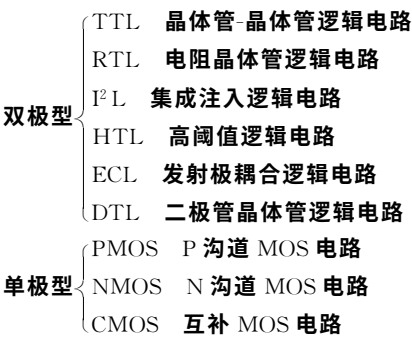
模拟线性集成电路也称作模拟电路，模拟电路具有连续性输入信号的波形运算、放大和处理，或者转换输入信号的功能。由于输出一一般是输入的线性函数，故称线性电路。

线性集成电路生产工艺不同，种类繁多，用途各不相同。常按照集成电路的用途分如下类型：



数字集成电路也称作数字电路，数字电路是用来处理数字信号，通常用在逻辑电路系统和计算机控制系统中。数字电路按电路性能可分成以下几种类型。

数字集成电路可分为双极型和单极型。



TTL 逻辑电路

低功耗 TTL 电路

标准 TTL 电路

高速 TTL 电路

肖特基 TTL 电路

数字集成电路性能参数常由静态功耗、平均传输延迟时间、抗干扰能力、供电电压、扇出系数来表述，其具体性能如表 2-22 所示。

表 2-22 数字集成电路性能参数

类 型	DTL	TTL	HTL	ECL	I ² L	PMOS	NMOS	CMOS
静态功耗/mW	8	10	55	40	0.01	1	1.5	0.01
平均传输延迟时间/ns	30	10	90	2	25	300	250	40
抗干扰能力	较强	较强	最强	较弱	弱	较强	较强	强
扇出系数	8	10	10	25	3	20	20	50
供电电压/V	5	5	15	−5.2	70.8	−24	≤15	3~15

2.3.2 半导体集成电路的检测与使用

半导体集成电路的检测可参阅《实用电机控制电路维修技术》（化学工业出版社出版）第 1 章 1.5 节集成电路调试技术章节内容，可以对模拟集成运放电路、数字集成电路进行检测和调节，来对其性能进行判断。

半导体集成电路使用注意事项如下。

（1）集成稳压器使用注意事项

集成稳压器的品种很多，各类产品都有自身特点和适用范围，选用时要考虑实际需要，合理选用，使得性能最好、价格低廉。

集成稳压器在使用时，应按照要求设计各种保护电路，即要适应各种负载要求，不要超过器件各极限参数的额定值。

集成稳压器在使用前，要了解器件的类别，熟悉电参数，尤其对封装形式、外引线排布必须清楚，以避免错接引脚而烧坏器件。

集成稳压器在使用时，一定要接滤波电路，滤波电容按规定连接，引线要短，一般接在集成稳压器的引线部分以内。

（2）集成运算放大器使用注意事项

集成运放在使用前，应了解集成运放的产品、类别、电参数、供电电压、外引线功能及集成运放引脚排列。实际使用中，不允许超过集成运放的电参数的额定值或极限值。

集成运放在使用中，要按要求接好消振网络以克服出现的自激振荡现象。

集成运放的负载电容不宜过大，常在输出端与负载电容之间加接一电阻器（约几百欧姆）来减轻对负载电容的影响。

集成运放在印制电路板上的电源端对系统地端加大电容器进行电源退耦，除此而外还应并接瓷片小电容来退耦。

（3）CMOS 集成电路使用注意事项

为了保证 CMOS 集成电路工作可靠和不受损坏，使用时绝对不允许超过 CMOS 电路的极限参数。

输入信号电压不超过 U_{DD} （漏极电源电压）和 U_{SS} 源极电源电压的范围，以防止保护二极管因正向偏置而引起大电流损坏。通用的 CMOS 电路直流噪声容限的保证值是电源电压

的 30%，因此，输入低电平应在 $U_{SS} \sim 0.3U_{DD}$ 之间，输入高电平应在 $U_{DD} \sim 0.7U_{DD}$ 之间。

CMOS 电路不允许输入端悬空，多余的输入端应按工作逻辑功能接“1”或“0”。例如，与门和与非门的多余端应按 U_{DD} 或高电平；或门和非门的多余端应按 U_{SS} 或低电平；也可以将多余端与使用端并联。

CMOS 电路存放时，必须用金属屏蔽包装，插件板应有短路插座。焊接引脚的电烙铁、测量引脚的仪器仪表必须接地良好，以防止静电损坏集成电路芯片。

在调整 CMOS 电路板时，如果信号源和电路板是用两组电源供电情况下，则开机时先接上电路板电源，后开信号源电源；关机时，顺序相反，先关信号源电源，再关电路板电源。在插拔电路时，一般要先关断电源再进行操作，以防止插头、插座的接触先后而烧坏器件。

(4) TTL 集成电路使用注意事项

各种类型的 TTL 集成电路应在手册所推荐的工作条件下工作，不允许超过规定的电路极限参数值。

TTL 集成电路的各输入端不能直接与高于 +5.5V 电压和低于 -0.5V 电压的低内阻电源相连接；不允许将电路输出端与低内阻电源直接相连；在使用集电极开路输出电路时，必须通过合适的外接电阻。

具有三态或集电极开路输出结构的集成电路可并联使用。具有达林顿输出结构的集成电路不允许并联使用。

集电极开路输出的门电路中，输出管的击穿电压通常在 10V 以内。只要在输出管允许的驱动能力和击穿电压范围内，就可以任选工作电压值来作电平转换接口或驱动指示灯等。

集成电路如门电路和触发器的输入端在不使用时应做如下处理：

- i. TTL、HTL 集成电路的输入端悬空时，具有高电平逻辑功能；
- ii. 与门电路的不使用输入端可以悬空，不接电路，但是不允许带长线开路，以免产生“低频效应”造成工作失常。常将与门电路不使用的输入端直接连到电源 U_{CC} 上；还可将不使用的输入端通过一个大于 $1k\Omega$ 的电阻器连到电源 U_{CC} 上；也可将不使用的输入端并联到已使用的输入端上并联使用或暂存。
- iii. 或门电路的不使用输入端应直接接地，也可以并联到或门电路中已经使用的输入端上。
- iv. 触发器件的不使用输入端不能悬空，对于不使用的端子如置位端、复位端可以直接连在电源 U_{CC} 上，也可以通过一个大于 $1k\Omega$ 的电阻器连到电源 U_{CC} 上。

第3章 电气电路

3.1 电气电路基本知识

电路即导电的回路，它由电源、负载、连接导线和控制设备等组成。电路的作用是：供电电能的传输、分配、转换成其他形式的能量和电气信号的处理。

① 电流 导体里电荷的定向运动称为电流，电流的单位为 A（安培）。符号用 I 表示。1A 电流就表示 1s 内从导体的横截面流过 1C 的电量。电流又可分为交流和直流两种。交流电的电流大小和方向随时间变化。直流电的电流大小和方向不随时间变化。

② 电压 使电流在导体里流动的力叫电压。电荷之所以流动是由于有电位差形成，电位差就是电压。电压是形成电流的主要因素。电压的单位为 V（伏特），符号用 U 表示。

③ 电阻 电路中对电流通过有阻碍作用并且造成能耗的部分叫做电阻。电阻的单位是 Ω （欧姆）。符号用 R 表示。

④ 单位换算 用欧姆定律进行单位换算。

$$I=U/R$$

导体中的电流 I 和导体两端的电压 U 成正比，和导体的电阻 R 成反比。可以表示如下规律：

任何电路中，如果 R 保持不变，电压愈高，电流愈大；电压愈低，电流愈小；

如果 I 不变， R 增大就要增高电压； R 减小就要降低电压；

如果 U 不变， R 愈小，电流愈大； R 愈大，电流愈小。

⑤ 电源 把其他形式的能转换成电能的装置称为电源。电源又分为直流电源和交流电源。直流电源电流流动方向一定，如干电池或整流电源。交流电源电流流动方向随时间而改变。工厂用电或发电机发电都是交流电。

⑥ 频率 交流电每秒钟的峰点或谷点的数目称为频率，单位为 Hz（赫），用符号 f 表示。我国供电电网频率（工频）为 50Hz。

⑦ 电功率 每秒电流所做的功叫电功率，用 P 表示。电功率和它做功的时间乘积就是电功，常用 W 表示。电工也用马力作为电功率单位。1 马力 = 735W。电功的单位用 kW/h 表示。电的计量单位常称做度。电功率用千瓦表示，符号为 kW。电气设备标称功率常采用 kW。1kW = 1.36 马力。工厂电机用 kW 或马力（hp）来表示功率。变压器、调压器功率惯用 kV·A 或 MV·A 来表示。加热筒或加热器则用 W 来表示。

3.2 低压电器基本知识

人们在工业、农业等各个行业中，广泛应用电动机驱动其他设备，大量使用开关、接触器、继电器、电子元件等组成各种类型的控制电路。这些电器和元件都工作在低压范畴内，称为低压电器。低压电器品种繁多，一般可按控制方式、电器本身有无触点、用途或所控制

对象来分类。

按控制方式可分手动控制电器和自动控制电器。自动控制电器如自动空开、接触器、继电器等，一般是按照指定信号或某些物理参数变化而自动操作的电器。手动控制电器如闸刀开关、按钮开关、行程开关等。它本身不带动力机构，只靠人力操作或设备触动。

按电器本身有无触点可分为有触点电器和无触点电器。有触点电器包括接触器、继电器、开关、按钮等。它们在通断电路时有明显的机械动作，使触点接通或断开。无触点电器包括可控硅开关、晶体管逻辑单元、接近开关、固态继电器等。它们是由电力电子元件、电子元件组成的各种电器，在通断电路时没有机械动作、靠内部电路工作来完成。

按用途和所控对象可分为低压配电电器和低压控制电器。常用的低压配电电器有刀开关、转换开关、熔断器、低压断路器等。主要用于低压配电系统中。在系统内发生故障的情况下，动作准确，工作可靠，有足够的热稳定性和动态稳定性。常用的低压控制电器有接触器、继电器、主令电器等。主要用于电力传动系统中，要求重量轻，体积小，寿命长和工作可靠。

我国低压电器产品的型号，一律由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成，全型号组成形式如下。

类组 代号	设计 代号	特殊派 生代号	基本规 格代号	通用派 生代号	辅助规 格代号	特殊环境条 件派生代号
----------	----------	------------	------------	------------	------------	----------------

类组代号：用字母表示，最多三个，低压电器产品型号类组代号见表 3-1 所示。

设计代号：用数字表示，位数不限，其中两位及两位以上的首位数字含义如下：“9”表示船用；“8”表示防爆用；“7”表示纺织用；“6”表示农业用；“5”表示化工用。

特殊派生代号：用字母表示，说明全系列在特殊情况下变化的特征；

基本规格代号：用数字表示、位数不限；

通用派生代号：用字母表示；

辅助规格代号：用数字表示，位数不限；

特殊环境条件派生代号：用字母表示。

类组代号与设计代号的组合即表示产品的系列见表 3-1。

3.2.1 常用低压电器元件

3.2.1.1 低压开关

低压开关在电路中用作隔离、转换以及接通和分断电路。常用低压开关有刀开关类、低压断路器和主令电器类。刀开关类有开启式、封闭式和组合转换开关等；低压断路器有各种类型如 DZ5、DZ10、DW10、DW15 等系列；主令电器有按钮开关、行程开关、万能转换开关、接近开关等。

刀开关是低压配电电器中结构最简单、用途最广泛的电器之一。刀开关适用于额定电压交流 380V 或直流 440V，额定电流 1500A 以下的配电设备中，可作为不频繁手动接通、切断电路或隔离电源用。刀开关按极数分有单极、双极和三极三种类型；按操作方法分有直接手柄操作、杠杆操作和电动操作三种类型；按合闸方向可分为单投和双投两种类型。刀开关的主要技术参数是额定电压、额定电流、通断能力等。

表 3-1 低压电器类组代号和设计代号

代号	H	R	D	K	C	Q	J	L	Z	B	T	M	A
名称	刀开关和 转换开关	熔断器	低压 断路器	控制器	接触器	启动器	控制 继电器	主令 电器	电阻器	变阻器	调整器	电磁铁	其他
A						按钮		按钮					
B									板形 元件				保护器
C		插入式				磁力			冲片 元件	施臂式			插销
D	刀开关										电压		灯
G				鼓形	高压				管形 元件				
H	封闭式 负荷开关	江流 排式											接线盒
J					交流	减压							
K	开启式 负荷开关							主令控 制器					
L		螺旋式	照明				电流			励磁			铃
M		封闭 管式	灭磁										
P				平面	中频					频敏			
Q										启动		牵引	
R	熔断器式 刀开关						热						
S	刀形转换 开关	快速	快速		时间	手动	时间	主令 开关	烧结 元件	石墨			
T		有填料 管式		凸轮			通用	足踏 开关	铸铁 元件	启动 调速			
U						油浸		旋钮		油浸 启动			
W			框架式				温度	万能转 换开关		液体 启动		起重	
X		限流	限流			星三角		位置 开关	电阻器	滑线式			
Y	其他	其他	其他	其他	其他	其他	其他	其他	其他	其他			
Z	组合开关		塑料 外壳式		直流	综合	中间					制动	

常见的 HK 系列开启式负荷开关就是刀开关类型之一。开启式负荷开关又称为闸刀开关或瓷底胶盖闸刀开关。HK 系列闸刀开关及符号如图 3-1 所示。动触刀上端装有瓷质手柄，便于操作，上、下两个胶盖用紧固螺钉固定，将开关罩住，以防止电弧或触及带电体伤人。这种开关由于没有灭弧装置，不能分断和接通较大容量的负载电路。

常见的 HH 系列封闭式负荷开关是刀开关的另一种类型。HH 系列封闭式负荷开关又称作铁壳开关。HH 系列铁壳开关如图 3-2 所示，它由闸刀、夹座、熔断器、速断弹簧、转轴、手柄组成。HH 系列铁壳开关操作性能优于闸刀开关，还具有灭弧性能，是一种在闸刀开关基础上的改进型。常用的铁壳开关 HH3、HH4 系列，其中 HH4 系列为通用产品，可以根据负载的额定电流大小和负载性质来选择开关。

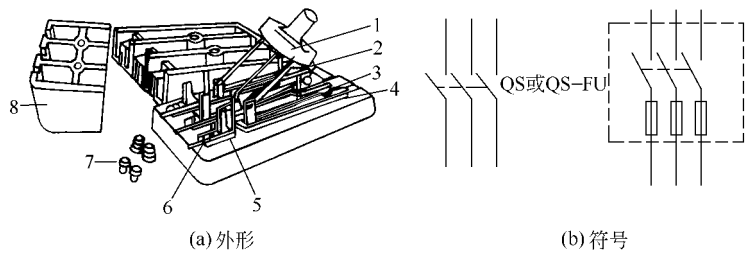


图 3-1 HK 系列瓷底胶盖刀开关

1—瓷柄；2—动触头；3—出线座；4—瓷底座；5—静触头；6—进线座；7—胶盖紧固螺钉；8—胶盖

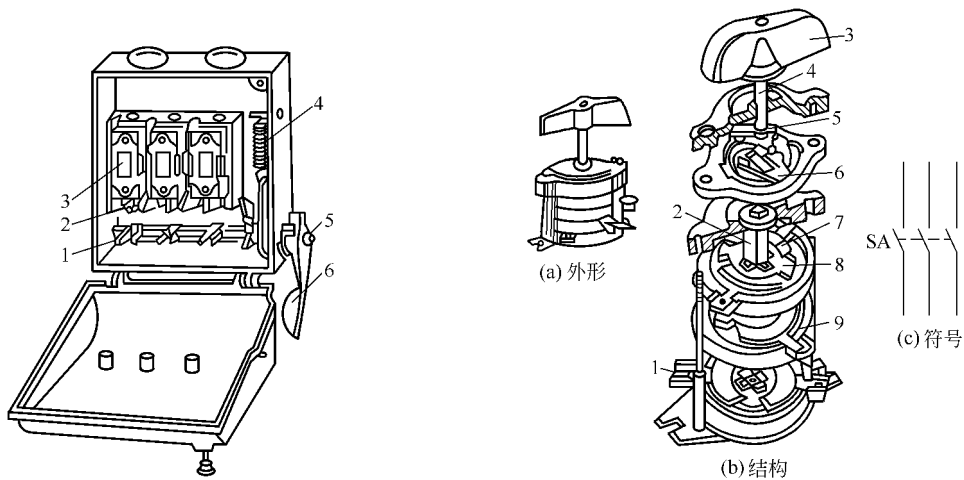


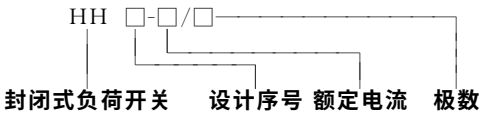
图 3-2 HH 系列铁壳开关

1—闸刀；2—夹座；3—熔断器；4—速断弹簧；
5—转轴；6—手柄

图 3-3 HZ10-10/3 型转换开关

1—接线柱；2—绝缘杆；3—手柄；4—转轴；5—弹簧；
6—凸轮；7—绝缘垫板；8—动触片；9—静触片

铁壳开关型号意义如下。



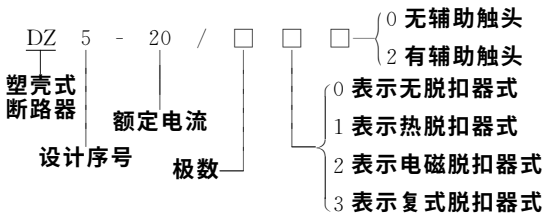
常见的 HZ 系列转换开关是刀开关的又一种类型。HZ 系列转换开关又称作组合开关。组合开关是一种多层触点组合而成的刀开关。HZ 系列组合开关 HZ10-10/3 型转换开关如图 3-3 所示。它由接线柱、绝缘杆、手柄、转轴、弹簧、凸轮、绝缘垫板、动触片、静触片组成。转换开关具有结构简单、操作方便、使用可靠、体积较小等优点，广泛应用在小功率负载控制电路机床电气系统中的电源隔离开关。注意不宜带负载接通或断开电源。选择转换开关应根据电源种类、电压等级、电源相数和负载的额定电流来确定，常见的 HZ10 系列是通用产品，其主要技术参数如表 3-2 所示。

表 3-2 HZ10 系列转换开关主要技术参数

型 号	极 数	额定电流/A	额定电压/V
HZ10-10	2,3	6,10	直流 220,交流 380
HZ10-25	2,3	25	直流 220,交流 380
HZ10-60	2,3	60	直流 220,交流 380
HZ10-100	2,3	100	直流 220,交流 380

3.2.1.2 低压断路器

低压断路器又称作自动开关或自动空气开关。在各种电力拖动电路、动力线路、机械设备中广泛应用低压断路器，可以在电路发生严重过载、欠电压等情况下自动切断电源，保护系统电路内的电气设备。断路器具有操作方便、工作可靠的特点和各种保护功能，可以用于不频繁启动的小容量电机的接通与切断。低压断路器种类繁多。按结构形式可分为塑料外壳式和框架式；按保护形式可分为电磁式、欠电压脱扣器式、热脱扣器式、复式脱扣器式、无脱扣器式。低压断路器还有用于人身安全和漏电防火的漏电保护开关、用于对半导体元件作过载和短路保护的直流快速自动开关以及利用电动斥力原理将交流短路电流限制在第一半波峰值以内的限流式自动开关。断路器的型号意义如下：



常用的塑壳式断路器主要用于电力拖动与自动控制电路中。DZ5 系列为小电流系列、额定电流为 10~50A；DZ10 系列为大电流系列，额定电流可达 600A；DW10 和 DW15 系列是框架式断路器，额定电流等级有七挡，有 200A、400A、600A、1000A、1500A、2500A、4000A。框架式断路器主要用于工频交流电压 380V 的低压配电系统，作为过载、短路及欠电压保护。

低压断路器 DZ5 系列如图 3-4 所示。它由按钮、电磁脱扣器、自由脱扣器、动触头、静触头、接线柱、热脱扣器组成，在电力拖动与自动控制电路中起过载保护和短路保护作用。

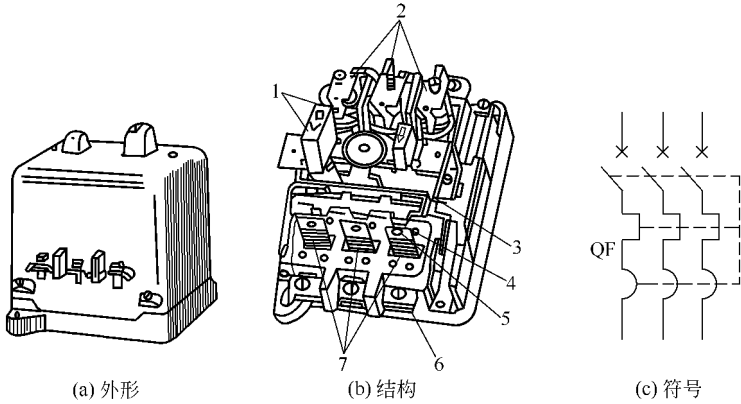


图 3-4 DZ5-20 型低压断路器

- 1—按钮；2—电磁脱扣器；3—自由脱扣器；4—动触头；
5—静触头；6—接线柱；7—热脱扣器

3.2.1.3 主令电器

主令电器是在自动控制系统中用来切断或接通控制电路，改变电路工作状态的一种发布命令操作电器。它应用广泛，种类繁多，常用的主令电器有如下几种类型。

按钮开关是主令电器的类型之一。按钮开关是在控制电路中发出指令，以达到控制接触

器、继电器等动作，并且可以远距离控制主电路，使电动机等负载启动或停止。按钮触头工作电流较小，一般不超过 5A，不能直接控制主电路的通断。图 3-5 是按钮开关的结构和符号。按钮开关由按钮帽、复位弹簧、支柱连杆、常闭静触头、桥式动触头、常开静触头、外壳等组成。按钮开关的型号意义如下。

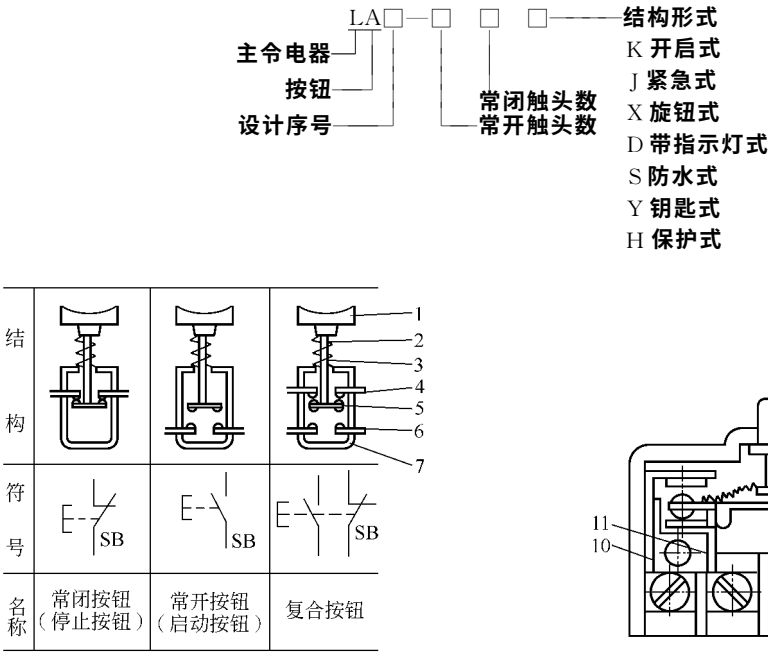


图 3-5 按钮开关结构、符号

1—按钮帽；2—复位弹簧；3—支柱连杆；4—常闭静触头；5—桥式动触头；6—常开静触头；7—外壳

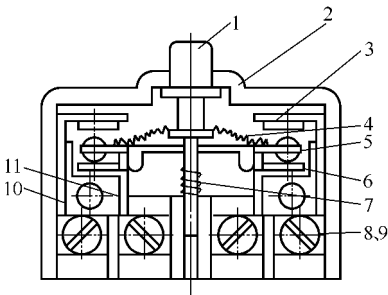


图 3-6 LX19K 型位置开关结构

1—顶杆；2—外壳；3—常开触头；4—触头弹簧；5—接触桥；6—常闭触头；7—复位弹簧；8、9—螺钉和压板；10—常开静触桥；11—常闭静触桥

常用的按钮开关的技术数据如表 3-3 所示。

表 3-3 常用按钮技术数据

型 号	LA2	LA10-2K	LA10-2H	LA10-2A	LA10-3H	LA19-11D	LA18-22Y	LA18-44Y
额定电压/V	500	500	500	500	500	500		
额定电流/A	5	5	5	5	5	5		
结构形式	元件	开启式	保护式	开启式	保护式	带指示灯	带钥匙式	带钥匙式
触头常开	1	2	2	3	3	1	2	4
对数常闭	1	2	2	3	3	1	2	4
按钮数	1	2	2	3	3	1	1	1
用途	作为单 独元件用	用于电动机启动、停 止控制		用于电动机倒、顺停 控制		特殊用途		

行程开关是主令电器的类型之一。行程开关又称位置开关或极限开关，行程开关作用与按钮开关相同，只是触头的动作不是靠手按动，而是利用生产设备某些运动部件的机械位移来碰撞开关，使触头动作，以达到完成控制电路所需要的接通或分断控制。行程开关结构形式种类很多，常用的有按钮式、单轮旋转式、双轮旋转式等种类，但是工作原理相同，只是

通过装置不同的操作头来构成不同的产品形式的。LX19K 型位置开关如图 3-6 所示。它由顶杆、外壳、常开触头、触头弹簧、接触桥、常闭触点、复位弹簧、常开静触桥、常闭静触桥等组成。系列的触头为一常开一常闭，触头额定电压为 380V，额定电流为 5A。行程开关主要用于机床、自动生产线、专用生产机械的限位控制和程序控制。图 3-7 是 JLXK1 系列行程开关外形。

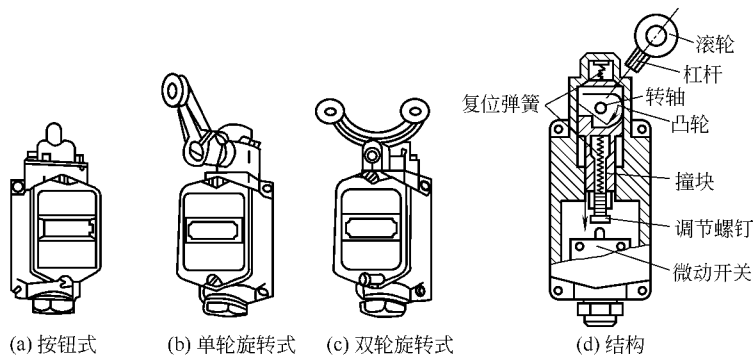


图 3-7 JLXK1 系列行程开关

万能转换开关也是主令电器的类型之一。万能转换开关又称组合开关，是一种多层相同结构的开关叠装而成的组合开关。万能转换开关可以控制多回路的主令电器。万能转换开关如图 3-8 所示。万能转换开关是一种多层相同结构的开关，由多层触头、底座叠装。每层触头底座内装有一对或三对触头以及装在手柄驱动转轴上的凸轮等零件组成。当手柄在不同位置时，凸轮就可以接通、断开不同触头，以达到对不同电路的换接要求。图中（b）用“-o”符号代表一路触头，每条竖虚线则表示手柄的不同位置。图中（b）中有三条竖虚线，代表开关有左、中、右三个位置。当某一位置某一触头接通时，就在该位置的这路触点处涂“|”，可在开关通断表中用“×”表示，具体可参看图中（c）通断表。万能转换开关的型号意义如下。

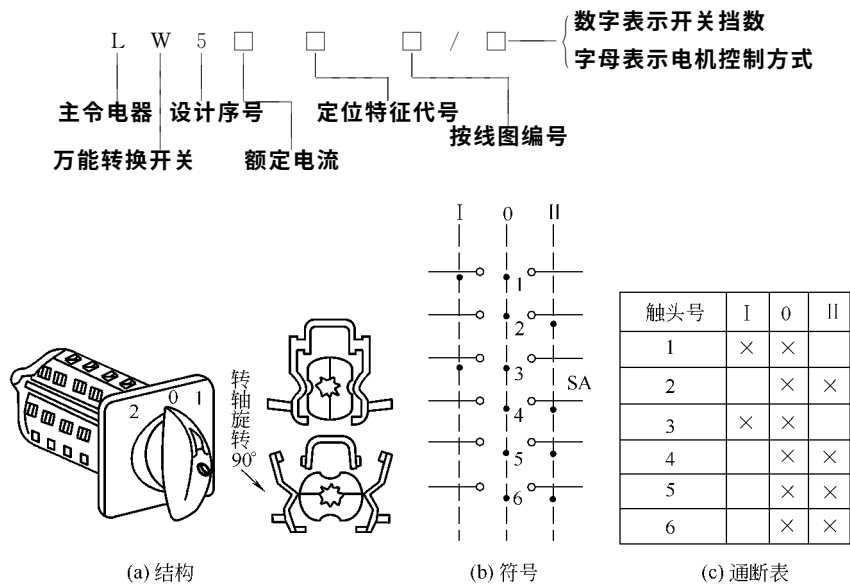


图 3-8 万能转换开关结构、符号及通断表

万能转换开关是广泛应用在电压、电流的换相测量，控制小容量电机的启动、停止和正反转的主令电路。

3.2.1.4 接触器

接触器是用来频繁接通和断开电机或其他负载主电路的一种自动切换电器。接触器结构紧凑，工作可靠，使用安全，具有欠电压保护和零电压保护功能，还可以进行远距离控制，广泛应用在电力拖动和自动控制系统中。接触器根据励磁电流与主触头通过电流的不同，可分为交流接触器和直流接触器两种。交流接触器是由交流励磁，主要用在接通或断开交流主回路的一种电器。直流接触器是由直流励磁，接通或断开直流主回路的一种电器。常用的交流接触器由电磁系统、触头系统、灭弧装置和底座组成。图 3-9 是交流接触器的外形、结构及符号。

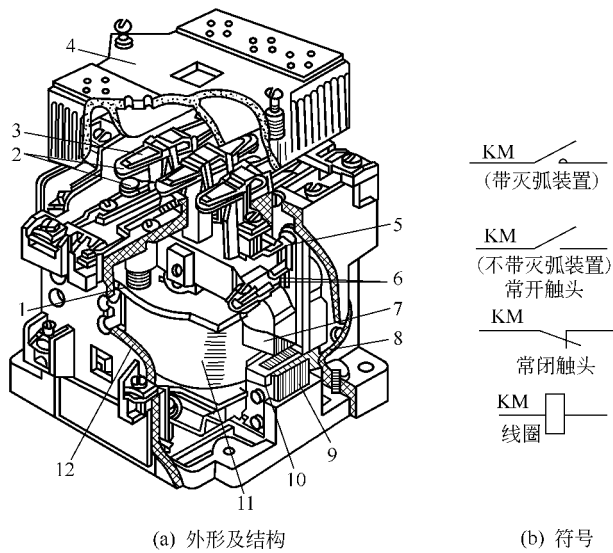
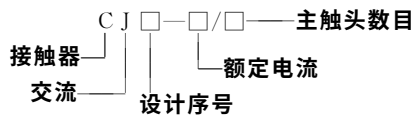


图 3-9 交流接触器的外形、结构及符号

1—反作用弹簧；2—主触头；3—触头压弹簧片；4—灭弧罩；5—辅助常闭触头；6—辅助常开触头；7—动铁心；8—缓冲弹簧；9—静铁心；10—短路环；11—线圈；12—外壳

交流接触器型号意义如下。



常用交流接触器有 CJ20、CJX1、CJX2、CJ12、CJ10 和 CJ0 等系列；直流接触器有 CZ18、CZ21、CZ22、CZ10 和 CZ2 等系列。直流接触器型号意义同交流接触器类似，只是直流用 Z 表示，交流用 J 表示。

3.2.1.5 继电器

继电器是一种能够根据某种物理量的变化来控制电路中电流的通与断的自动切换电器。主要在自动控制系统中，反映各种控制信号，其触点通常接在控制电路中进行自动切换。根据能反映的不同物理量变化来分类如下：电流继电器、电压继电器、温度继电器、时间继电器

器、压力继电器、速度继电器、流量继电器等。按用途来分类，可分为控制继电器和保护继电器。按动作原理来分类，可分为电磁式、感应式、电动式、电子式和热继电器等类型。尽管继电器种类很多，输入信号工作原理各不相同，但继电器基本结构都由感测部件、中间部件和执行部件三部分组成。继电器的工作过程是：感测部件把感测到的各种物理量传递给中间部件，并将输入信号的物理量与原先整定值进行比较，当大于或小于该整定值时，中间部件输出信号，使执行部件产生输出信号，接通或断开控制电路。继电器主要用于自动保护和自动控制，如电压继电器、电流继电器保护设备免受过电压或过电流冲击损坏，自行动作切断设备电源以达到保护设备、安全运行的目的。又如时间继电器、压力继电器等当设备时间或压力达到设定值后，自行接通另一种设备或方式，以达到自动控制的目的。由于继电器是通过接触器或其他电器装置对电源进行控制，触头电流较小，因此继电器结构较简单、体积较小，并且不需要灭弧装置。

热继电器是继电器类型之一，热继电器中电流通过发热元件加热使双金属片弯曲，推动执行机构动作，主要用途用来保护电机或其他负载免于过载以及断相保护。图 3-10 是热继电器结构原理及符号。热继电器是由主双金属片、加热元件、导板、温度补偿片、推杆、动触头、静触头、螺钉、复位按钮、凸轮、弹簧组成。热继电器具有反时限动作特性。热继电器动作时间越短，过载电流倍数越大；动作时间越长，过载电流倍数越小。热继电器的型号意义如下。

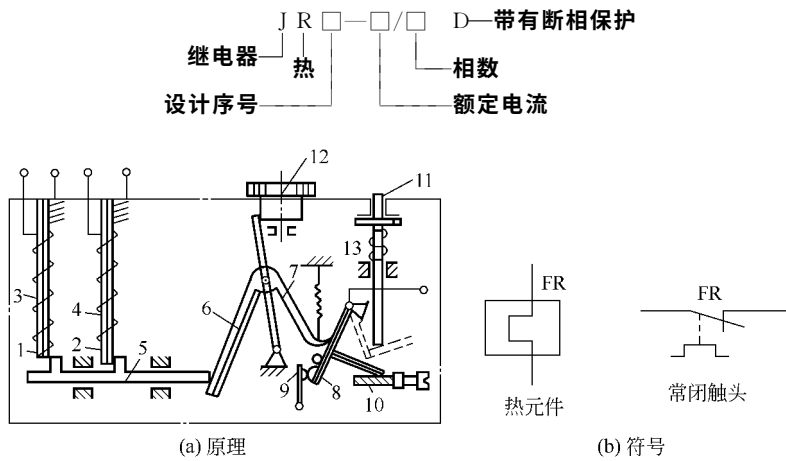


图 3-10 热继电器原理和符号

- 1, 2—主双金属片；3, 4—加热元件；5—导板；6—温度补偿片；7—推杆；
8—动触头；9—静触头；10—螺钉；11—复位按钮；12—凸轮；13—弹簧

中间继电器是继电器类型之一。中间继电器是将一个输入信号变成一个或多个输出信号的继电器。中间继电器工作原理与接触器相同，所不同的是中间继电器触头没有主辅之分，触头容量较小，额定电流一般为 5A。中间继电器的结构和符号如图 3-11 所示。JZ7 型中间继电器由静铁心、短路环、动铁心、常开触头、常闭触头、复位弹簧、线圈、反作用弹簧组成。中间继电器主要用途是在控制电路中，把信号同时传递给几个有关的控制元件。当接触器的触头数量不够时或继电器触头容量不够时，通过它增加控制回路数或起信号放大作用。

时间继电器是继电器类型之一。时间继电器在电路中起控制动作时间作用。在机械装备

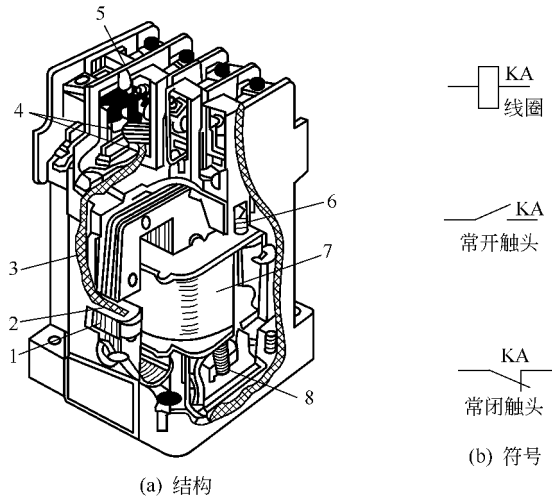


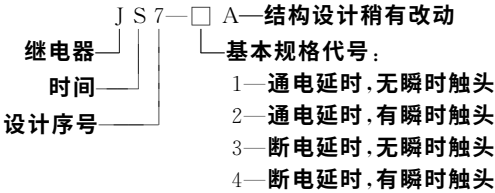
图 3-11 JZ7 型中间继电器

1—静铁心；2—短路环；3—动铁心；4—常开触头；5—常闭触头；
6—复位弹簧；7—线圈；8—反作用弹簧

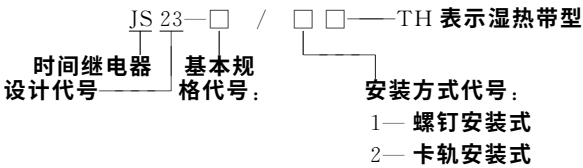
中，常要求继电器在接到动作信号后不马上瞬时动作，而是需要一定延时时间后，它的常开触点或常闭触点才能动作。这种继电器称为时间继电器。时间继电器有电磁式、电动式、空气阻尼式和晶体管式等种类。常用的时间继电器有空气式、电动式、电子式系列。空气式时间继电器结构简单，调整简便，价格低廉，容易制成通电延时和断电延时型，常用在延时精度一般、使用要求一般的场合。电动式时间继电器精度高，延时范围宽，延时值不受电源电压波动干扰和环境温度变化的干扰，抗干扰能力强。电子式时间继电器体积小，精度较高，延时范围较广，调节方便，功耗小，寿命长。

时间继电器根据触头延时的特点，可以分为通电延时和断电延时两种：通电延时式时间继电器性能是当线圈得电时，各触头不立即动作，要延长一段时间（设定的时间）才动作，断电时其触点瞬时复位；断电延时式时间继电器是当线圈得电时各触点瞬时动作，而在断电时延时复位。

空气式时间继电器目前由通用的 JS23 系列替代 JS7、JS16 系列。JS7-A 系列空气阻尼式时间继电器的型号意义如下。

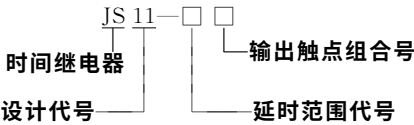


JS23 系列空气式时间继电器的型号意义如下。

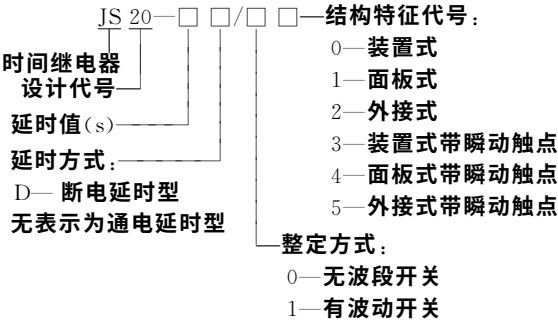


基本规格代号：第一位数表示输出触点形式及组合；第二位数表示延时范围，1—0.2~30s，2—10~180s。

JS11 系列电动式时间继电器的型号意义如下。



JS20 系列电子式时间继电器的型号意义如下。



JS7-A 系列和 JS23 系列时间继电器技术数据如表 3-4 所示。JS11 系列时间继电器技术数据如表 3-5 所示。JS20 系列时间继电器技术数据如表 3-6 所示。

表 3-4 JS7-A 系列和 JS23 系列时间继电器技术数据

额定工作电压/V 额定工作电流/A 额定操作频率/(次/h) 安装方式		AC380,DC220 5 600 螺钉安装式、卡轨安装式					
触发对数 及组合	型 号	延时动作触点数量				瞬时触点数量	
		通电延时		断电延时		常开	常闭
		常开	常闭	常开	常闭		
	JS7-1A	1	1	—	—	—	—
	JS7-2A	1	1	—	—	1	1
	JS7-3A	—	—	1	1	—	—
	JS7-4A	—	—	1	1	1	1
	JS23-1	1	1	—	—	4	0
	JS23-2	1	1	—	—	3	1
	JS23-3	1	1	—	—	2	2
JS23-4	—	—	1	1	4	0	
JS23-5	—	—	1	1	3	1	
JS23-6	—	—	1	1	2	2	
延时范围	JS7 系列 JS23 系列	0.4~60s 0.2~30s				0.4~180s 10~180s	
线圈电压	JS7 系列(V) JS23 系列(V)	24、36、110、127、220、380、420 AC110、220、380					

3.2.1.6 熔断器

熔断器用来对电路和用电设备起过载保护和短路保护作用。熔断器通常串接在电路中，

表 3-5 JS11 系列时间继电器主要技术数据

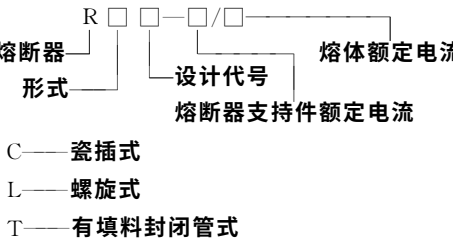
线圈额定电压/V 触点通断能力/A		AC110、220、380 AC 接通 3、分断 0.3					
触点组合	型 号	延时动作触点数量				瞬时触点数量	
		通电延时		断电延时			
		常开	常闭	常开	常闭	常开	常闭
	JS11-□1 JS11-□2	3 —	2 —	— 3	— 2	1 1	1 1
操作频率		1200 次/h					
延时范围		JS11-1□ 0~8s JS11-2□ 0~40s JS11-3□ 0~4min JS11-4□ 0~20min JS11-5□ 0~2h JS11-6□ 0~12h JS11-7□ 0~72h					

表 3-6 JS20 系列时间继电器主要技术数据

延时形式	额定工作电压/V		延时等级/s
	交流	直流	
通电延时型	36、110、127、220、380	24	1、5、10、30、60、120、180、240、300、600、900
瞬动延时型	36、110、127、220	48	1、5、10、30、60、120、180、240、300、600
断电延时型	36、110、127、220、380	110	1、5、10、30、60、120、180

当电路正常工作时，它就像是一根导线，流过的电流小于或等于熔断器熔体的额定电流；当电路出现过载或短路时，通过熔断器的电流大于额定值时，熔体发热而熔断，从而自动切断电路，达到保护电路和用电设备的目的。熔断器具有结构简单、使用维护方便、体积小、重量轻、价格低廉等特点，其可靠性高，经济性好，被广泛应用在强电系统和弱电系统中。

熔断器按结构可分为开启式、半封闭式和封闭式三种类型。封闭式熔断器又可分为有填料管式、无填料管式及有填料螺旋式等。常用的熔断器有瓷插式熔断器、螺旋式熔断器、无填料封闭式熔断器、有填料封闭式熔断器、快速熔断器。熔断器型号意义如下。



瓷插式熔断器结构简单，价格低廉，外形小，带电更换熔丝方便，使用广泛，尤其对中、小容量的控制系统具有较好的短路保护作用。图 3-12 是 RC1 系列瓷插式熔断器。它由熔丝、动触头、瓷插盖、静触头、瓷体组成。瓷插件的突出部分与瓷底座之间的空腔形成灭弧室。当熔断器额定电流超过 60A 时，在灭弧室中还装有石棉布以有利于熄灭电弧；瓷插件上的动触头之间用熔丝连接；一般额定电流小于 30A 的熔体用铅锡保险丝；额定电流在 30~100A 的熔体用铜丝制成；额定电流在 120~200A 的熔体用变截面的冷冲铜片制成。RC1A 系列熔断器技术数据如表 3-7 所示。在熔断器主要技术参数中，额定电流是指熔断器

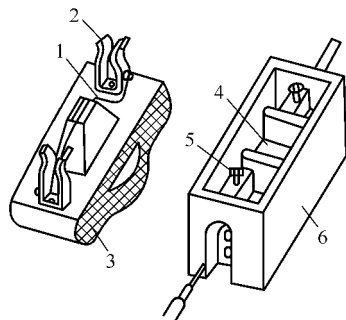


图 3-12 RC1A 系列瓷插式熔断器

1—熔丝；2—动触头；3—瓷盖；4—空腔；
5—静触头；6—瓷体

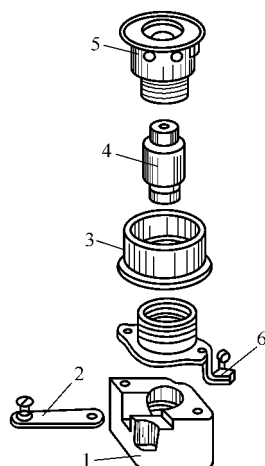


图 3-13 RL1 螺旋式熔断器

1—座子；2—下接线端；3—瓷套；
4—熔断管；5—瓷帽；6—上接线端

在长期工作条件下，各部件温升不超过规定值时所能承受的电流。熔断器的额定电流和熔体的额定电流是不同的。上述熔体额定电流的范围、制作材料以及使用等级都是要根据具体电路要求进行选择的。

螺旋式熔断器具有体积小，分断能力较大，工作安全可靠，安装更换方便等优点，广泛使用在机床电路和控制电路中，同时螺旋熔断器的熔体还有熔断的信号指示装置，便于发现和更换。图 3-13 是 RL1 螺旋式熔断器结构图，它由瓷座、下接线端、瓷套、熔断管、瓷帽、上接线端组成。熔断管内除了装接熔丝外，还在熔丝周围填满石英砂。当熔丝熔断时，电弧在石英砂的砂粒间受到冷却而熄灭。熔断管属于有填料型熔断器，具有较高的分断能力。熔断管上端有一色点来作为熔断指示器。当熔断管熔丝熔断时，其色点自动跳出，作出熔断管需更换的信号，可通过瓷帽上的玻璃窗口观察到。RL1 系列熔断器技术数据如表 3-7 所示。

无填料封闭管式熔断器是熔断器类型之一。无填料封闭管式熔断器分断能力大。常压电力线路中，作为导线、缆线及电气设备的短路保护和连线过载保护。无填料封闭管式熔断器 RM10 系列如图 3-14 所示。它由熔断管、铜套铜帽、插刀、熔体等组成。RM10 系列熔断器主要技术数据如表 3-7 所示。

快速熔断器的熔体一般用银制成，熔体的几何形状专门设计。快速熔断器的熔体不能用其他熔体代替，以免击穿损坏电力半导体元器件。快速熔断器 RS0 系列如图 3-15 所示，它由导电接线板、指示器、绝缘垫、管体、熔体、填料、触刀、端盖等组成。RS0 系列快速熔断器常用在可控硅整流器、逆变器、可控硅调速系统中作为过电压、过电流保护用。

常用的瓷插式熔断器 RC1A 系列，熔断器的额定电流（单位：A）有 5、10、15、30、60、100、200 七个等级。常用的螺旋式熔断器 RL1 系列，熔断器的额定电流（单位：A）有 15、60、100、200 四个等级。螺旋式熔断器 RL6 系列额定电流（单位：A）有 25、63、100、200 四个等级。RL7 系列额定电流（单位：A）有 25、63、100 三个等级。常用的有填料封闭管式熔断器 RT14 系列额定电流（单位：A）有 20、32、63 三个等级。RT15 系列额定电流（单位：A）有 20、32、63、100 四个等级。

表 3-7 熔断器技术数据表

型号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流/A	极限分断能力/A
RC1A	380	5	2、5	250
		10	2、4、6、10	500
		15	6、10、15	500
		30	20、25、30	1500
		60	40、50、60	3000
		100	80、100	3000
		200	120、150、200	3000
RL1	500	15	2、4、6、10、15	2kA
		60	20、25、30、35、40、50、60	3.5kA
		100	60、80、100	20kA
		200	100、125、150、200	50kA
RL7	660	25	2、4、6、10、16、20、25	25kA
		63	35、50、63	25kA
		100	80、100	25kA
RM10	220/380	15	6、10、15	1.2kA
		60	15、20、25、36、45、60	3.5kA
		100	60、80、100	10kA
		200	100、125、160、200	10kA
RM	220/380	350	200、225、260、300、350	10kA
		600	350、430、500、600	10kA
		1000	600、700、850、1000	12kA
RT14	380	20	2、4、6、10、16、20	100kA
		32	2、4、6、10、16、20、25、32	100kA
		63	10、16、20、25、32、40、50、63	100kA

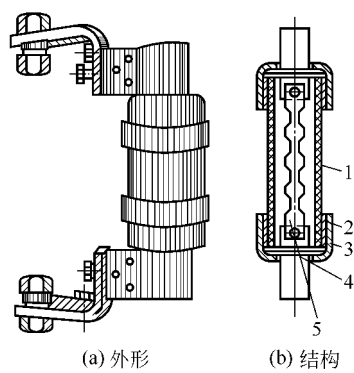


图 3-14 RM10 系列无填料封闭管式熔断器

1—熔断管；2—铜套；3—铜帽；4—插刀；5—熔体

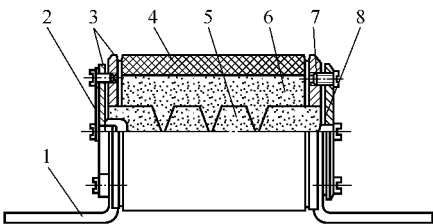


图 3-15 RS0 系列快速熔断器

1—导电接线板；2—指示器；3—绝缘垫；4—管体；
5—熔体；6—填料；7—触刀；8—端盖

3.2.2 电动机的选择和保护

各种生产机械如注塑机等由交流电动机或直流电动机来驱动。随着自动化技术的日益进步和不断完善，自动控制系统根据不同机械类型的要求，提供不同的控制电路，能够迅速、

准确、有效地对生产机械实行自动控制。对电动机的启动和制动电路,电动机正反转控制电路,电动机的顺序控制、位置控制、时序控制电路等基本知识和基本电路,也就是电力拖动与自动控制系统的基本电路,需要熟练掌握,为后续电路分析、识读各种复杂电路打下坚实的基础。

电动机的选择必须根据生产机械的工作要求及工作环境来选择,电动机的额定电压、额定电流及额定功率是原始依据。电动机额定电压等级、额定电流大小是控制电路及线路电器选择的重要依据;电动机的额定功率又必须根据工作机械所需功率大小来确定,所以电动机额定功率应比它所带动的工作机械的功率稍大些。提供电动机电源的电压、电流必须符合电动机额定电压、额定电流的要求。其次电动机要根据工作机械的不同要求进行选择。电动机的额定转速就是原始依据。对不要调整的工作机械,可选择笼式异步电动机。根据工作机械对转速的要求,选择其不同极数的电机,提供一定的转速。对有调速的工作机械,选用直流电机或交流变频装置进行调速控制。对需要在重载情况下启动,应选用绕线式电机或高启动转矩电机。

电动机的保护装置是电力拖动系统中重要的内容之一。常见的电动机保护装置有过载保护、短路保护、失压和欠压保护等几种。

过载保护装置是用于防止电机在长期负载过大、频繁操作或电源断相时引起的电机电流超过额定值而造成绕组过热、绝缘损坏以致烧毁电机故障,通常过载保护装置是在电路中加入热继电器来实现的。热继电器内部发热元件串入两相或三相主电路中,其控制触点串接在控制电路中。当电机过载时,工作电流增大,达到热继电器整定电流值时动作,使串接在控制电路中的常闭触点断开,切断控制电路的电源,从而使交流接触器线圈断电。交流接触器常开主触点复位,断开主电路,切断电源,起到保护电动机的作用。电动机在启动时,启动电流虽然很大,是电机额定电流的 $4\sim 7$ 倍。但由于启动时间较短,加上热继电器的发热元件的惯性较大,没有动作前的热量积累过程,即使电机启动电流较大,也不会使热继电器发生动作。

短路保护装置是用于防止电动机或其他电器发生单相接地或相间短路故障。由于热继电器的动作时限长,不能保护电机不受短路电流的损害,因此需要加装短路保护装置进行保护。短路保护装置一般是在主电路和控制电路中分别加装熔断器。小容量电机主电路上的熔断器可兼做控制电路的短路保护。直流控制系统电路要加装快速熔断器以保护可控硅元器件免受过电流损害。

失压和欠压保护装置用于在电动机运行中突然断电又重新供电情况时,可以防止电动机自行启动运转造成设备和人身事故发生。在电源电压低于额定电压 85% 以下时,电机运行状态会改变,加装欠电压保护装置,可以防止电机低电压运行状态时电动机定子绕组受大电流冲击或者保护系统其他电气设备受低电压危害。在实际电力拖动与自动控制系统中,用交流接触器控制电机的电路中,交流接触器本身就具有失压和欠压保护功能。使用接触器控制电动机,也可起到保护电动机的目的。

3.2.3 电气控制基本电路

电动机的基本控制电路有很多种类,常用的有启动控制、点动控制、正转控制、正反转控制、调速控制、制动控制、位置控制、多地控制、顺序控制和时序控制等,注塑机电路维修中常用的电路如下。

3.2.3.1 具有过载保护的启动、停止电路

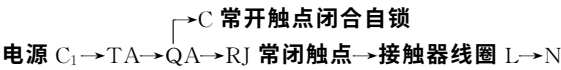
具有过载保护的启动、停止电路是控制电机运用广泛的最基本的控制电路。它能实现对

电机的启动、停止的自动控制；远距离控制；频繁操作；并具有短路、过载、零压保护。电路原理如图 3-16 所示。

工作过程：合上开关 DK，按下启动按钮 QA，控制电路中接触器线圈通电，主触点 C 闭合，主电路接通，电机启动运转。松开按钮 QA，电机不会停转，这是由于接触器辅助触点 C 并接于启动按钮，因此当松开 QA 时，吸引线圈 L 通过辅助触点继续保持通电，维持吸合状态。这个辅助触点通常称自锁触点。这种带自锁的

电路还具有零电压保护作用。要使电机停止转动，按下停止按钮 TA，接触器 L 的线圈失电，主触点断开，电机停转。

控制电路为



电路保护环节：短路保护通过熔断器 RD 来保护；过载保护通过热继电器 RJ，过载时常闭触点动作，切断控制电路，保护主电路电机；零压保护通过交流接触器辅助触点来实现即不能自行启动，以确保人员和设备的安全。欠电压保护也是辅助触点在欠压时断开控制电路，不能自行启动。

3.2.3.2 电加热自动控制电路

图 3-17 是由加热自动控制电路，它主要是通过热电偶采集温度信号送入温度控制器中去，经过比例放大输出控制温度控制器中内部继电器动作，内部继电器触点动作输出出去控制加热圈或发热筒的加热交流接触器吸合；主触点接通电源后，供加热圈加热。当温度达到设定温度后，温度控制器内部继电器触点控制输出出去控制加热交流接触器断开，主触点断开电源后，加温工作停止。

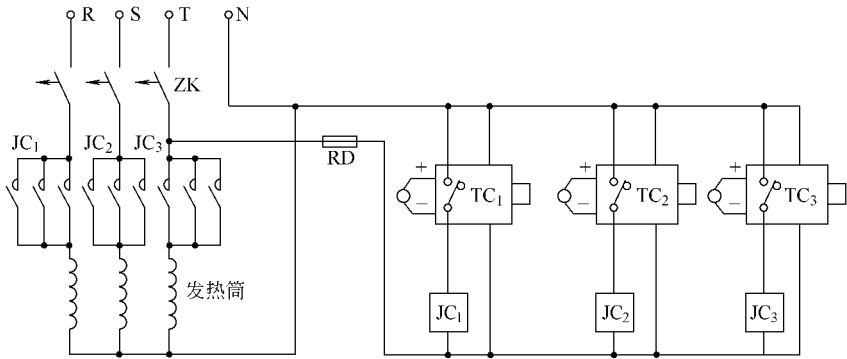
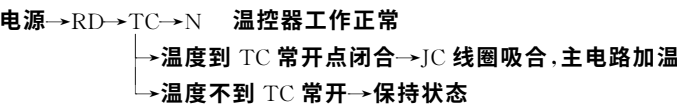


图 3-17 电加热自动控制电路

控制回路为



电加热电路主要靠温度控制器控制加温接触器工作状态。

3.2.3.3 正反转电路

图 3-18 是接触器联锁的正反转控制电路。它主要功能是在主电路中有 2 台交流接触器，其中 A 相和 C 相互相反接用来改变定子绕组的相序，实现正反转工作。

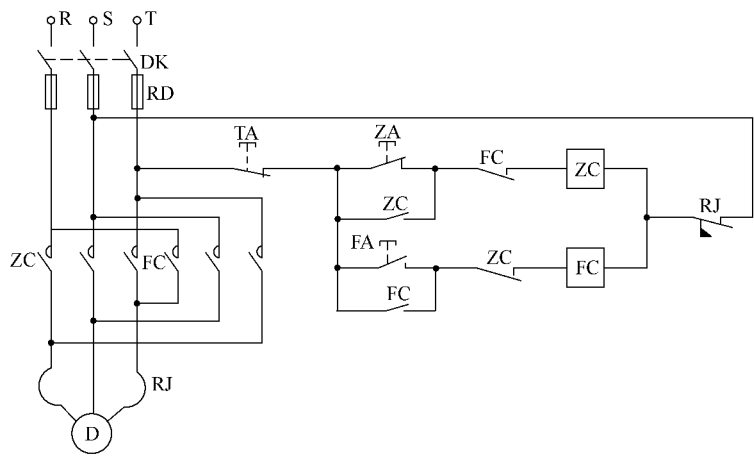
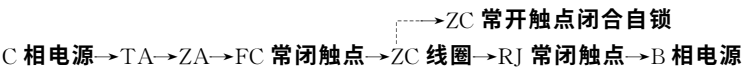


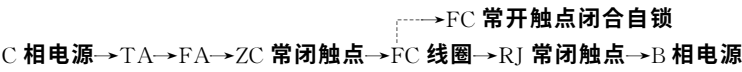
图 3-18 正反转控制电路

正向转动时接通电源合上开关刀闸，按下正向启动按钮 ZA，ZC 交流接触器线圈吸合，主触点接通电源，通入电机定子绕组，其相序为 A-B-C，电机正转工作。反向转动时，先按 TA 按钮，正向转动停止，互锁触点恢复原状，再按反向启动按钮 FA，FC 交流接触器线圈吸合，其主触点接通电源，电动获电，通入定子绕组的电源相序由于 A 相和 C 相互相反接即为 C-B-A，电机反转工作。

正转控制回路如下。



反转控制回路如下。



正反向转动电路的主要特点是正转和反转控制都要使得进入电机转子绕组的电源相序改变。其他装置如互锁、联锁等可据实际需要而加。

3.2.3.4 星形/三角形 (Y/△) 换接降压启动电路

为了减少启动电流，一般采取降压启动来达到目的。Y/△启动器就是降压启动方法之一。图 3-19 是 Y/△启动器电路原理。星形-三角形换接降压启动就是电机启动时，使其定子绕组接成星形，使启动电流降低到全压启动时的 1/3；启动完毕，再将它换接成三角形接

时，将旋钮开关断开，解除自锁功能，即可单独操作启动按钮 SB_1 ，完成点动控制。要恢复电机连续运转，再将旋钮开关闭合即可。

具有双重联锁的正反转控制电路如图 3-21 所示，电路中集中了按钮联锁电路，操作方便，接触器联锁电路具有安全可靠的优点，是电力拖动控制设备中常用的电路。电路中启动按钮用复合按钮 SB_1 和 SB_2 ，其常闭触点取代原来接触器的常闭联锁触头，可以防止 KM_1 和 KM_2 两线圈同时得电的危险。电路中还增加接触器联锁触点。

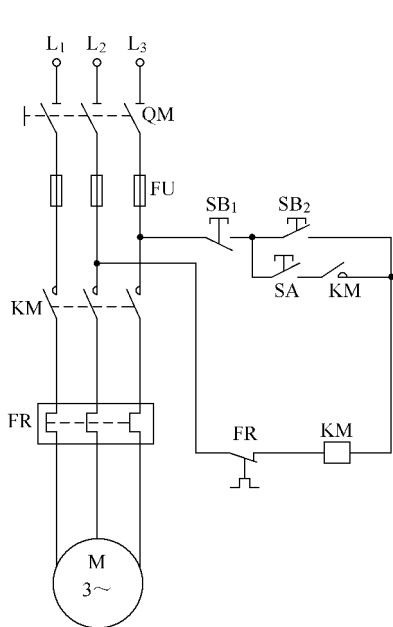


图 3-20 带点动环节可长期运行的控制电路

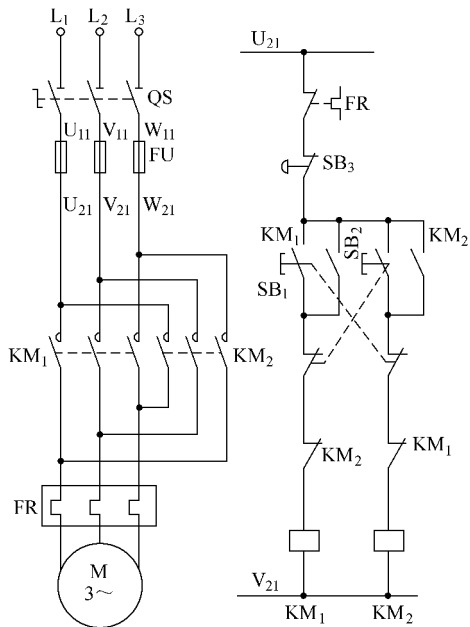


图 3-21 双重联锁的正反转控制电路

顺序控制电路可对几台电机或几个动作之间的顺序关系进行控制。实现顺序控制的方法有主电路顺序控制和控制电路的顺序控制。图 3-22 是主电路实现顺序控制电路。电路的特点是电机 M_1 动作后电机 M_2 才能启动。通过电机 M_2 的接触器 KM_2 主触头串接在 KM_1 主触头的下端来实现顺序控制的目的。图 3-23 是控制电路实现顺序控制电路，电路的特点是

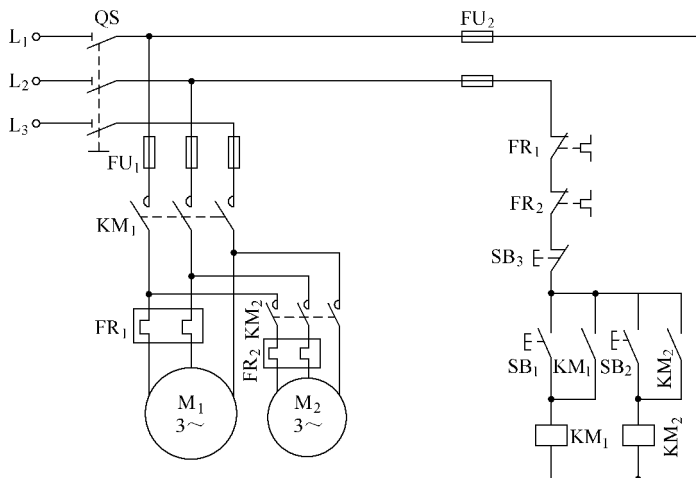


图 3-22 主电路实现顺序控制

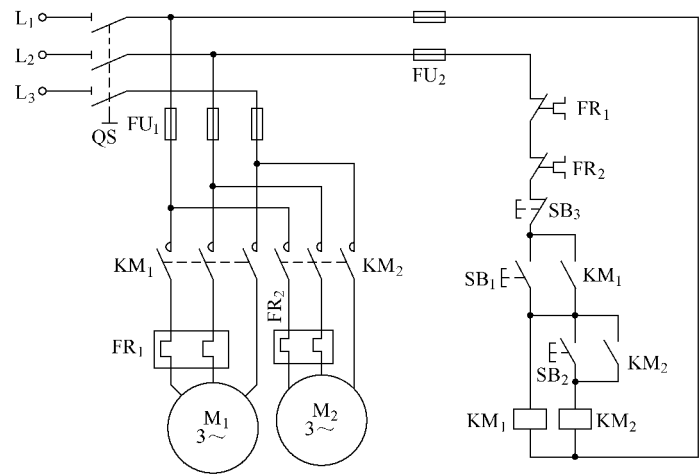
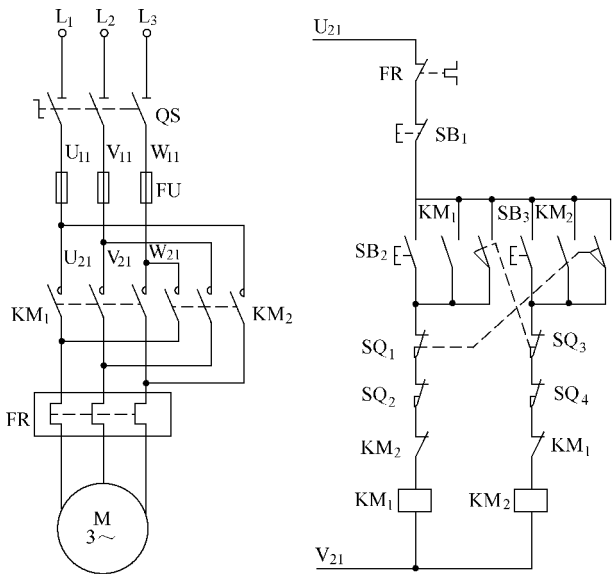
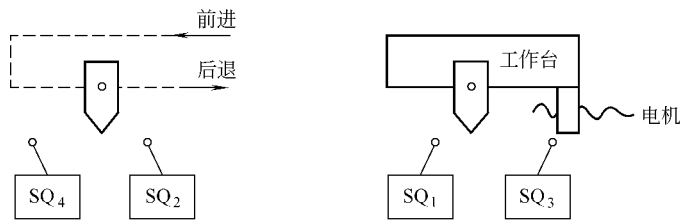


图 3-23 控制电路实现顺序控制电路

电机 M_2 的控制电路是与接触器 KM_1 的常开辅助触头串联，以保证只有当 M_1 启动后，电机 M_2 才能启动。如果某种原因使 KM_1 失电，引起电机 M_1 停转，电机 M_2 也就立即停转，实现两台电机的顺序和联锁控制。



(a) 位置控制电路



(b) 工作台往复机构示意图

图 3-24 位置控制电路和工作台往复机构示意图

位置控制电路也称作行程控制电路，是利用生产机械运动部件上的挡铁与位置开关碰撞，使位置开关触头动作，未接通或断开电路，以达到控制生产机械运行部件的位置或行程。图 3-24 是位置控制电路图和工作台往复机构示意图。位置控制对电动机或液压机械装置实行自动往返行程控制，图中看出工作台的自动往返控制过程。装在机床床身上的行程开关 SQ_1 和 SQ_2 用来控制工作台的自动往返。行程开关 SQ_3 和 SQ_4 用来作为终端极限保护，限制工作台的极限位置。在工作台的梯形槽中装有挡块，当挡块碰撞行程开关后，能使工作台停止和换向，工作台就能实现往返运动。工作台的行程可通过移动挡块位置来调节，以适应不同工件加工要求。

星形/三角形（Y/△）换接降压启动电路的另外两种电路如图 3-25 所示。工厂供电方式一般采用的三相四线制、电网电压供电变为 380V 供电。电机启动时接成星形连接，电压降为额定电压 $1/\sqrt{3}$ ，实现降压启动；电机正常运转后转换成三角形连接，电机通过的线电流是电机星形连接线电流的 3 倍，提高电机带载能力。在供电配电系统中，电机星形连接启动电流是电机角形连接启动电流的 $1/3$ ，以达到限制启动电流的目的。由于星形连接启动电

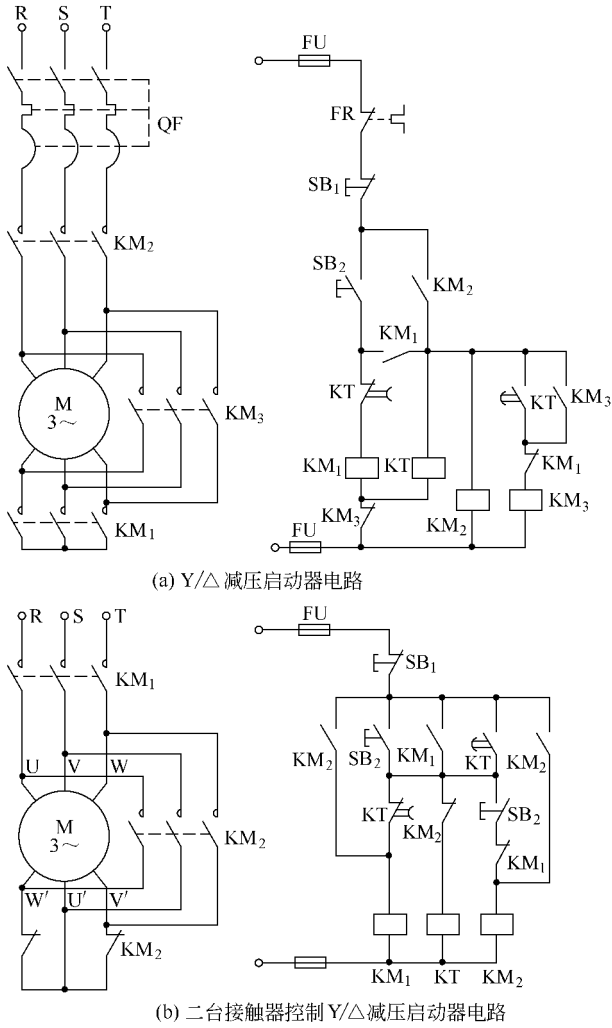


图 3-25 Y/△换接降压启动电路

流较小，启动转矩也较小，星形连接启动转矩也是角形连接启动转矩的 1/3，所以 Y/△降压启动电路适用于空载或轻载启动的设备。图 3-25 中（a），（b）两个电路虽然电路结构形式有所不同，但都要完成星形降压启动、角形全压运行的工作过程，其电路的换接转换都是靠调节时间继电器的延时时间来进行的。

3.3 可控硅整流电路及保护

3.3.1 单相可控硅整流电路

对电路要求一般、拖动功率不大的系统中，常常采用单相可控硅整流电路。单相可控硅电路形式简单，触发回路要求较低，不需要整流变压器，同步问题简单，调整方便，造价低廉。单相可控硅整流电路常应用于小功率拖动系统，即 4kW 以下容量设备中。单相可控硅整流电路的类型又可分半波整流电流、全波整流、全波整流半控桥、全波整流全控桥，其参数和特点如表 3-8 所示。

表 3-8 单相可控硅电路参数和特点

电路名称	单相半波	单波全波全控	单相桥式半控	单相桥式半控
电路				
平均输出电压 U_d	$0 \sim 0.45U_z$	$0 \sim 0.9U_z$	$0 \sim 0.9U_z$	$0 \sim 0.9U_z$
移相范围	$0^\circ \sim 180^\circ$	$0^\circ \sim 180^\circ$	$0^\circ \sim 180^\circ$	$0^\circ \sim 180^\circ$
SCR 导通角	$180^\circ - \alpha$	$180^\circ - \alpha$	$180^\circ - \alpha$	$2(180^\circ - \alpha)$
SCR 最大正向电压	$\sqrt{2}U_z$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}U_z$	$\sqrt{2}U_z$	$\sqrt{2}U_z$
SCR 最大反向电压	$\sqrt{2}U_z$	$\sqrt{2}U_z$	$\sqrt{2}U_z$	—
整流管最大反向	—	—	$\sqrt{2}U_z$	$\sqrt{2}U_z$
SCR 平均电流	I_d	$\frac{1}{2}I_d$	$\frac{1}{2}I_d$	I_d
整流管平均电流	—	$\frac{1}{2}I_d$	$\frac{1}{2}I_d$	$\frac{1}{2}I_d$
$\alpha \neq 0$ 时直流输出	$0.225U_z(1 + \cos\alpha)$	$0.45U_z(1 + \cos\alpha)$	$0.45U_z(1 + \cos\alpha)$	$0.45U_z(1 + \cos\alpha)$
变压器功率(初)	$1.11P_d$	$1.11P_d$	$1.11P_d$	$1.11P_d$
$\alpha = 0$ 时感性负载	$1.57P_d$	$1.11P_d$	$1.11P_d$	$1.11P_d$
(次级)				
$\alpha = 0$ 时纹波因数	1.21	0.48	0.48	0.48
$\alpha = 0$ 时最低脉动	f	$2f$	$2f$	f
频率				

3.3.2 三相可控硅整流电路

对于负载容量较大，要求直流脉动较小，对电路有较高要求的大中功率拖动系统，常采用三相可控硅整流电路。三相整流电路又可分为三相半波、三相桥式全控、三相桥式半控可控硅整流电路，其电路参数和特点如表 3-9 所示。

3.3.3 可控硅系统保护措施及脉冲电路

可控硅整流器体积小，重量轻，效率高，放大率高，另外还具有检修方便的优点。但也

表 3-9 三相可控硅电路参数和特点

电 路 名 称	三相半波	三相桥式全控	三相桥式半控
电 路			
输出平均电压	$0 \sim 1.17U_z$	$0 \sim 2.34U_z$	$0 \sim 2.34U_z$
$\alpha=0$ 时最低脉动频率	$3f$	$6f$	$6f$
$\alpha=0$ 时纹波因数	0.183	0.0418	0.0418
整流元件平均电流	$0.333I_d$	$0.333I_d$	$0.333I_d$
移相范围	150°	120°	180°
SCR 导通角	$120^\circ (\alpha \leq 30^\circ)$ $150^\circ - \alpha (\alpha > 30^\circ)$	$120^\circ (\alpha \leq 60^\circ)$ $2(120^\circ - \alpha) (\alpha > 60^\circ)$	$120^\circ (\alpha \leq 60^\circ)$ $180^\circ - \alpha (\alpha > 60^\circ)$
SCR 最大电压正向	$\sqrt{2}U_z$	$\sqrt{3}/2 \sqrt{6}U_z$	$\frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{6}U_z$
SCR 最大反压	$\sqrt{6}U_z$	$\sqrt{6}U_z$	$\sqrt{6}U_z$
晶流管最大反压	—	—	$\sqrt{6}U_z$
续流管最大反压	$\sqrt{2}U_z$	$\sqrt{6}U_z$	$\sqrt{6}U_z$
变压器电流有效值(初)	$0.472I_d$	$0.816I_d$	$0.816I_d$
变压器功率(初级)	$1.21P_d$	$1.05P_d$	$1.05P_d$
$\alpha=0$ 时变压器功率(次级)	$1.48P_d$	$1.05P_d$	$1.05P_d$
电阻负载和具有续流管的电感负载 $0 \leq \alpha \leq 30^\circ$	$U_d \cos \alpha$	$U_d \cos \alpha$	$U_{d0} \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right)$
$30^\circ < \alpha < 150^\circ$	$0.577U_{d0} \left[1 + \cos \left(\frac{\pi}{6} + \alpha \right) \right]$	$U_{d0} \left[1 + \cos \left(\frac{\pi}{3} + \alpha \right) \right]$	$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$
电感负载	$U_{d0} \cos \alpha$ $U_{d0} = 1.17U_z$	$U_{d0} \cos \alpha$ $U_{d0} = 2.34U_z$	$U_{d0} \frac{1 + \cos \alpha}{2}$

存在着过电压和过电流能力差的弱点。在实际应用中，为了使可控硅元器件能够长期可靠地运行，除了依据设计留有充裕额定容量选择可控硅元器件外，还必须综合考虑负载状况，采取完善的保护措施，以防止因过电压或过电流而损坏元器件。

① 抑制交流浪涌过电压装置 图 3-26 所示为单相可控硅交流侧阻容吸收保护装置。交流侧阻容吸收装置可以消除变压器接通和断开电源时次级侧产生的过电压。图 3-27 是三相交流侧阻容吸收保护装置。

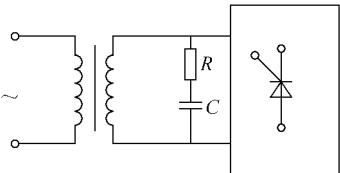


图 3-26 单相阻容保护装置

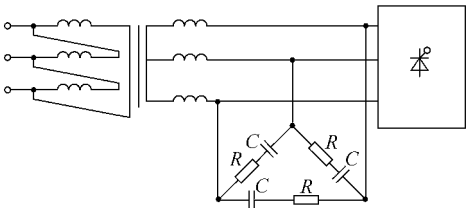


图 3-27 三相阻容保护装置

② 直流侧阻容保护装置 该装置消除直流侧的过电压引起的可控硅损坏，一般装置在整流电路输出端，图 3-28 所示是直流侧阻容吸收保护装置。

③ 可控硅关断过电压阻容保护装置 该装置消除可控硅整流器由于通断转换及熔断器熔断时，阳极回路具有电感而产生的过电压。应用时通常并联连接在可控硅元件两端，图 3-29 是可控硅关断过电压阻容保护装置。该保护装置的一般经验数据如表 3-10 所示。

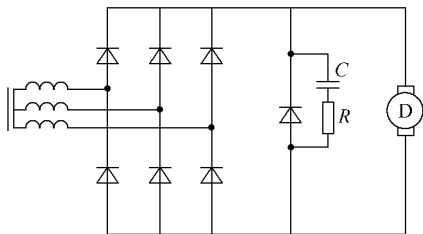


图 3-28 直流侧阻容吸收保护装置

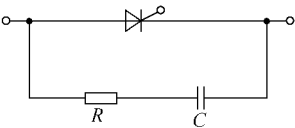


图 3-29 可控硅元件关断过电压阻容保护

表 3-10 关断过电压保护装置的一般经验数据

可控硅额定电流 I_T/A	10	20	50	100	200
电容 C/nF	0.1	0.15	0.2	0.33	0.47
电阻 R/Ω	100	80	40	20	10

④ 过载保护装置 为了防止过载启动和短路故障损坏可控硅元件，在实际应用中常采用过电流继电器或直流继电器来抑制过电流的发生以迅速动作保护可控硅如切断主电路，释放主控接触器。一般用法是将主回路与其串联而其常闭触点又与控制电路相串联，过流继电器动作后使其主控电路动作，以达保护免于过载等。

⑤ 过电流保护装置 图 3-30 是过电流保护装置，是采用快速熔断器 RSO 系列来防止可控硅元件过电流而损坏的保护措施。一般用法是将快速熔断器串接在可控硅元件电路中，在过流情况下保护可控硅免受过流冲击。但也可以在交流侧串接快速熔断器或直流侧串接快速熔断器，具体可参照图 3-30 所示。交流侧接快速熔断器能够对元件短路和直流侧短路起保护作用；直流侧接快速熔断器上对负载短路和过载起保护，但对元件不起保护作用。表 3-11 是可控硅系统保护措施和使用条件。

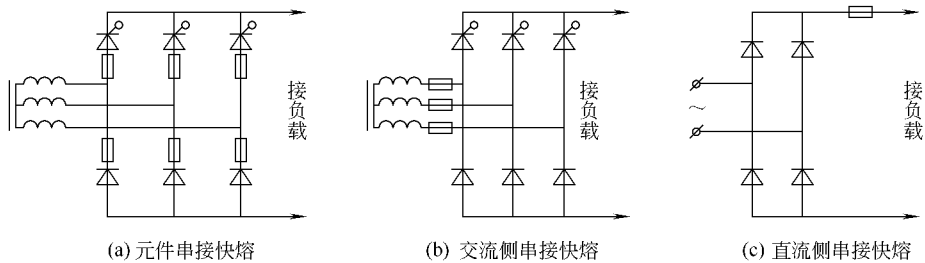


图 3-30 过电流保护装置

⑥ 整流电路对触发电路的要求触发电路的脉冲信号电压、电流参数测量电路如图 3-31 所示，参数值如表 3-12 所示。

可控硅触发电路种类较多，包括阻容移相触发电路、单结管触发电路、正弦波触发电路、锯齿波触发电路、晶体管触发电路、集成触发电路和采用锁相技术的触发电路等。可控硅控制系统是利用控制触发脉冲电路的脉冲相序及幅值来控制整流输出电压。可控硅对脉冲要求是：在保证可控硅导通的前提下先要有可控硅阳极的正向偏置，其次控制板和阴极之

表 3-11 可控硅系统保护措施和使用条件

类型	保护措施	使用条件	优缺点
过电压类型	RC 电路交流侧	适用于不需严格限制安装位置和发热量的场合,适用大、中、小型容量的设备	性能可靠,广泛应用,功耗、体积较大,将变压器漏抗短路,不利于抑制 di/dt
	硒过电压控制器	适用于需限制发热量和体积的设备	功耗较小,发热量较小
	金属氧化物压敏电阻	适用于大、中、小型容量的整流设备及可控硅设备	体积和损耗小于上述两种电路,还能承受大的浪涌电压
	直流侧过电压 RC 电路	适用于整流设备中可兼起交直流操作过电压的抑制作用,小容量系统常采用	性能可靠,应用广泛,功耗较小,对交流侧漏感和直流侧电感产生过电压有抑制作用
	换相过电压 RC 电路	适用于各种容量的整流可控硅设备,当元器件串联运行较为宜用	元器件导通时电容向元器件放电提高元件 di/dt 并兼起均压作用
过电流类型	过电流继电器	适用于大、中、小型容量的整流、可控硅设备	为了限制电流上升率 di/dt ,可在交流侧串联电抗器,抑制过电流,也可在交直流两侧设置过电流监测装置,控制触发电路,阻断可控硅,过电流继电器整定值调校烦琐
	快速熔断器	适用于各种容量的整流或可控硅设备	能有选择地切断故障支路,而不影响支路的工作,应用广泛,效果较好,使用时合理选用
	直流快速开关	适用于大、中容量的设备,适于常发生逆变的情况	动作时间迅速,常用于切断直流侧故障电流,保护元件和快速熔断器,设备和控制复杂,需合理选用

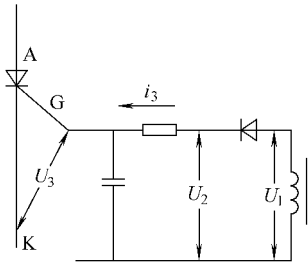


图 3-31 脉冲值测量

表 3-12 脉冲电路参数值

可控硅 额定电流	U_1/V	U_2/V	U_3/V	i_3/mA
20A 以上	15~100	5~8	4.5~7	40~300
150A 以上	15~100	~10	~9	200~700
300A 以上	15~100	~15	~14	300~1000

间要有一个适当的正向电压、电流信号即触发脉冲。具体的要求如下。

- ① 触发脉冲对于可控硅控制板-阴极必须是正极性的脉冲信号；
- ② 触发脉冲的数目和移相范围应能满足整流器不同的连接方式及调压范围的要求；
- ③ 触发脉冲应有足够的功率；
- ④ 触发脉冲信号有一定的宽度，保证可控硅被触发时可靠导通；
- ⑤ 抗干扰要强，有屏蔽设施，线路简单，维修方便；
- ⑥ 应有较好的互换性，有利于整体配套及调校。

3.3.4 可控硅技术应用电路

3.3.4.1 电磁调速系统电路

电磁调速系统电路是可控硅技术在这一领域的普遍应用之一。电磁调速系统是可控硅单相半波整流电路的应用电路。电磁调速系统电路是由以下几种电路的组成：

三相异步电动机控制电路；
电磁转差离合器励磁电路；
测速发电机检测电路；
电磁调速控制器电子电路。

典型的电磁调速系统电路如图 3-32 所示。图中 (a) 所示是 ZTK-1 型电磁调速系统电气原理，图中 (b) 所示是电磁调速控制器的控制接线图。其电气控制过程是：三相异步电动机控制电路采用点动正转自锁控制电路，用启动按钮和停止按钮来进行控制；保险器 RD 和热继电器 RJ 进行保护，保险器 RD 过电流短路保护，热继电器 RJ 过载保护；三相异步电动机是原动机，提供动力源，其电机功率是根据电磁转差离合器的功率来配置的，常用的功率范围为 0.55~90kW。电磁转差离合器由电枢、磁极、励磁绕组滑环、电枢等组成，它需要励磁电路提供电场磁场的供给。根据励磁电流的大小，来调节输出转矩或转速。测速发电机检测电路通过与输出轴同轴旋转的测速发电机来提供检测电压信号。常用的测速发电机可提供 200Hz 频率，40V 电压信号，再将信号输入到电磁调速控制器中的检测电路中进行处理。电磁调速控制器是电磁调速系统的核心部件，主要是一块电子电路板组成的电子电路。该电路提供励磁电流输出，检测系统转速，通过内部电子电路的控制及处理，达到系统的恒转矩机械特性，适应负载多种调速的需要。电磁调速系统电路中，电动机、电磁转差离合器、测速发电机是同轴连接的，电磁调速控制器是单独供电的，具体接线应按接线图进行。实际应用中的接线是将电源输入、励磁输出、测速反馈电压接线焊接在航空插座和插头上，再外接在设备上。使用时要检查线路，核对接线端、连接端是否正确、牢固、可靠、准确无误再进行调校。

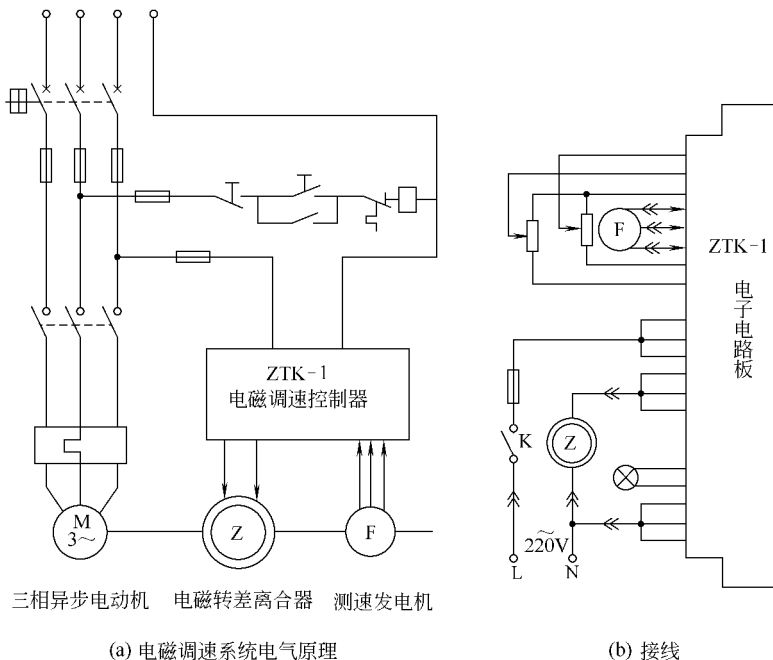


图 3-32 电磁调速系统电路

电磁调速控制器电路是由主电路、给定电路、测速反馈电路和触发电路组成的电子电路。其电路的方框图如图 3-33 所示。

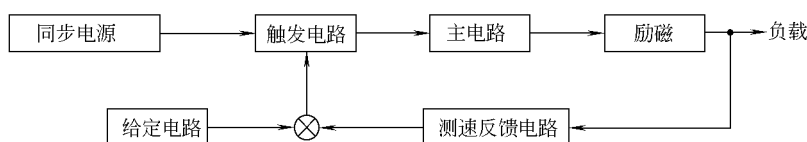


图 3-33 电磁调速控制器电路方框图

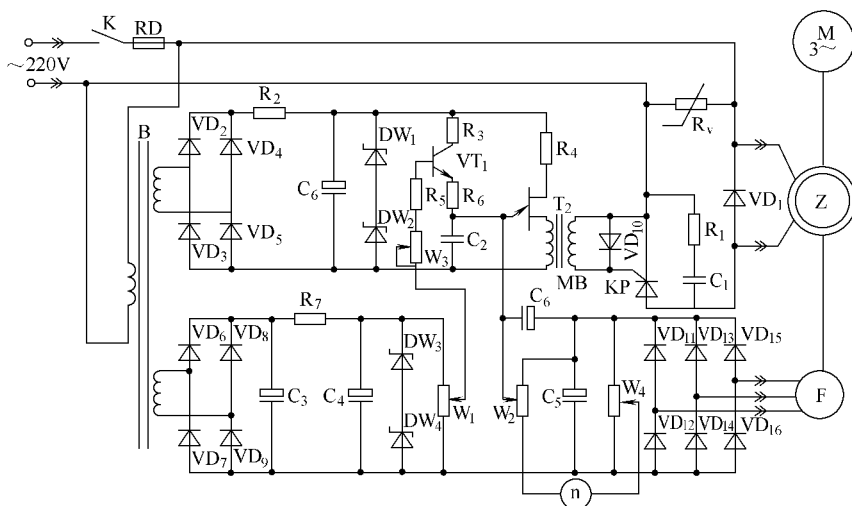


图 3-34 ZTK-1 型电磁调速控制器电气原理图

图 3-34 是 ZTK-1 型电磁调速控制器电气原理图，其各部分工作原理如下。

i 主电路 主电路采用可控硅半波整流电路，保护电路有：RD 是熔断器也称保险器，起主电路过电流保护；RV 是压敏电阻，用来抑制交流侧浪涌过电压保护；RC 电路（ R_1 和 C_1 串联），用来组成阻容吸收保护电路，并且与可控硅元件并联使用；VD₁ 是续流二极管，由于电磁转差离合器励磁线圈是一个电感性负载，为了防止关断时工作电流不连续，VD₁ 起到了使工作电流连续的作用，保护系统正常运行和器件安全。

ii 给定电路 给定电路由变压器 TC、整流电路、滤波电路和稳压电路等组成。

VD₆~VD₉ 是整流二极管，组成全波整流电路，将变压器 TC 变压的 40V 交流电变成直流电，约为 36V。

C_3 、 C_4 是电解电容器， R_7 是电阻器， C_3 、 R_7 、 C_4 组成 RC 滤波器，将脉冲的直流电变为较平直的直流电，电压值约 50V 左右。

DW₃、DW₄ 是稳压二极管，串联使用稳压二极管组成稳压电路， R_7 电阻器又起到限流电阻的作用，通过稳压电路可以提供 +15V 的直流稳压电源即系统的基准电压或称作给定电压。

W₁ 是电位器，通过电位器的滑动端可取出给定电压在 0~15V 范围内电压，通过调节给定电压大小来调节系统转速或设定系统转速。

iii 测速反馈电路 测速反馈电路是对测速发电机的检测电压进行处理。测速发电机发出的三相中频电压是在电磁调速系统工作后取得的。

VD₁₁~VD₁₆ 是整流二极管，组成三相桥式整流电路。整流电压幅值随测速电压变化而变化。

C_5 是电解电容器，组成滤波电路，对整流电压进行滤波整形。

W_2 是电位器, 通过电位器的中心滑动端取出测速反馈电压信号或调节反馈电压的幅值。测速反馈电压信号是随电磁转差离合器的转速变化而成线性变化的信号, 作为速度反馈信号取出后, 再与给定信号进行比较放大处理, 通过处理后的输出电压去进行系统控制。电位器 W_3 用来校正转速表。电容器 C_6 为加速电容, 起稳定转速的作用。

iv 触发电路 触发电路采用单结管触发电路。 $VD_2 \sim VD_5$ 是整流二极管, 是将变压器 TC 变压的另一组 55V 交流电压变成直流电, 约为 50V。 DW_1 、 DW_2 是稳压二极管, R_2 是限流电阻, 串联使用稳压二极管对整流电压波形进行削波, 其输出电压作为触发电路的同步电源。变压器 TC 的原绕组与主电路接在同一相电源上, 所以, 当主电路过零点时, 同步电源也过零点, 这样可以保证在每一半波整流开始时, 电容器 C_2 两端的电压也为零, 使得电容器 C_2 的起始充电时间固定, 起到了同步作用。三极管一为前置放大器并作为触发电路的可变充电电阻, 同步削波后的直流电压经过电阻 R_3 给三极管集电极供电, 当给定电压整定后, 三极管导通, 经过电阻 R_6 对电容器 C_2 进行充电。当电容 C_2 两端的电压 U_{C2} 达到单结管的峰点电压 U_p 时, 单结管的 e-b₁ 间雪崩导通, 导通后, 由容器 C_2 经脉冲变压器 MB 的原边绕组放电。当 $U_{C2} \leq U_p$ 时, 单结管的 e-b₁ 间又呈现出高阻状态, 同步电源又对电容器 C_2 充电。当充到 $U_{C2} > U_p$ 时, 单结管的 e-b₁ 间又导通。如此循环往复, 于是在脉冲变压器 MB 的两端产生一系列的脉冲波形, 以触发可控硅 KP。单结管触发电路具体电路简单, 工作稳定可靠, 温度补偿性能好, 调校方便, 移相范围可以达到 160° 左右。

电磁调速控制器由以上四部分组成一个具有给定环节和速度负反馈环节的闭环电路。其运行机理是由给定电路与测速反馈电路叠加, 叠加产生信号经过触发电路产生脉冲, 使主电路可控硅产生移相。触发电路是由三极管组成前置放大器, 还相当一个可变电阻与电容器 C_2 组成单结管触发电路。叠加产生信号的强弱, 改变前置放大器的导通程度, 也改变充电时间常数, 从而改变导通角范围, 使可控硅输出电压或输出电流发生改变, 以实现系统的无级调速或恒转矩转速的控制。

3.3.4.2 温度自动控制电路

温度自动控制电路是采用固态继电器的温度自动控制电路, 也是注塑机电加热电路普遍采用的电路之一。固态继电器是一种无触点电子开关器件。固态继电器是由集成电路和分立元件组合成一体的驱动器件, 它需要较小的控制电流去驱动大电流, 并且还应具有与集成电路 TTL、CMOS 等电路实现良好的兼容性能。固态继电器可以进行交流、直流控制, 可以用双向可控硅作为开关器件控制交流负载电源的断通; 还可以功率晶体管作为开关器件控制直流负载电源的通断。由于固态继电器的通断过程中没有机械接触部件, 工作可靠, 寿命长, 开关速度快, 噪声低和工作频率高。固态继电器在自动控制中广泛运用, 在温度自动控制电路中取代交流接触器去驱动电加热电路。

图 3-35 是采用固态继电器的温度自动控制电路图。温度自动控制电路是由加热主电路、温度控制电路和电源电路组成。加热主电路是由自动空气开关、电加热器 (圈) 和固态继电器 SSR 组成。交流电经过空气开关送进电加热器, 再通过固态继电器输出端构成回路。加热电路的控制是由固态继电器的导通和断开状态来完成的。温度自动控制电流主要由温度控制器 (或者是微机输出端) 控制的。温度控制器是由人工手动设定的, 其温度自动控制工作过程同接触器控制电路类似, 也都是通过装在加热筒上的热电偶采集温度信号送入温度控制器, 温度控制器再将采集的温度信号与设定的温度进行放大处理, 处理后再驱动内部继电器

动作，通过内部继电器的动作触点来对加热电路实施控制。当采集的温度信号没有达到设定温度时，温度控制器的内部继电器触点动作，使得直流工作电压 24V 通过触点，去控制驱动固态继电器工作。固态继电器输出端双向可控硅将加热负载电路导通，使加热电路工作，以达到所需的温度。当采集的温度信号达到了设定温度时，温度控制器的内部继电器触点复位，使得直流工作电压 24V 阻断通过。这时固态继电器输入端失去工作电压，其输出端的双向可控硅将加热负载电路断开，停止加热电路的工作。采用固态继电器的温度自动控制电路可实现无触点控制（无机械接触控制），安全可靠，并且电路简单，维护方便，所以这种类型的加热电路被普遍采用。在实际应用过程中，要注意固态继电器的输出负载电压和负载电流两个重要参数，尤其在维修更换或替代时

严格掌握。例如负载是感性负载时，所选择的输出负载电压必须大于电源电压值的 2 倍，固态继电器阻断电压须高于负载电源电压峰值的 2 倍以上。又例如对于一般小功率，非电阻性负载可选用耐压较低一些的固态继电器；而对于频繁启动控制的负载可选用耐压较高的固态继电器；对于周围环境、温度因素也要进行参考，可降低额定要求，提高功率单位，以防止过热、过载等原因损坏固态继电器。电源电路主要是为固态继电器提供控制电压，一般采用变压器进行交流电变压，再用整流二极管进行整流提供直流电源。

固态继电器是电力电子技术应用在自动控制电路中的一种器件。固态继电器具有小电流输入来控制大电流输出的一种自动开关。它由光电元件、电子元件、电力电子器件组合集成一体，是一种无触点的电子开关。它的小电流输入能和其他集成电路如 TTL、CMOS 电路等实现良好的兼容。它的大电流输出是采用大功率晶体管、双向可控硅等作为开关器件，来接通或断开其负载电源。固态继电器具有工作可靠、寿命长、噪声低、工作频率高、开关速度快等优点，广泛应用在工厂自动化控制设备或装置中。

常用的固态继电器有交流固态继电器和直流固态继电器。常用 AC-SSR 表示交流固态继电器，DC-SSR 表示直流固态继电器。图 3-36 是固态继电器的方框图及符号。图中（a）是 AC-SSR 方框图。图中（b）是 DC-SSR 方框图。AC-SSR 常是四端元件，由输入电路、光电隔离、过零触发、过零检测、开关电路和驱动器件等组成。AC-SSR 以双向可控硅作为开关器件，用来控制交流负载电源的通断。注塑机加热控制电路就是采用 AC-SSR 常开式触点形式进行温度自动控制的。DC-SSR 有四端或五端元件，由输入电路、光电隔离、开关电路或驱动电路及输出电路等组成。DC-SSR 是以功率晶体管作为开关器件，用来控制直流负载电源的通断。

固态继电器主要技术参数是输出负载电压和输出负载电流。具体定义如下。

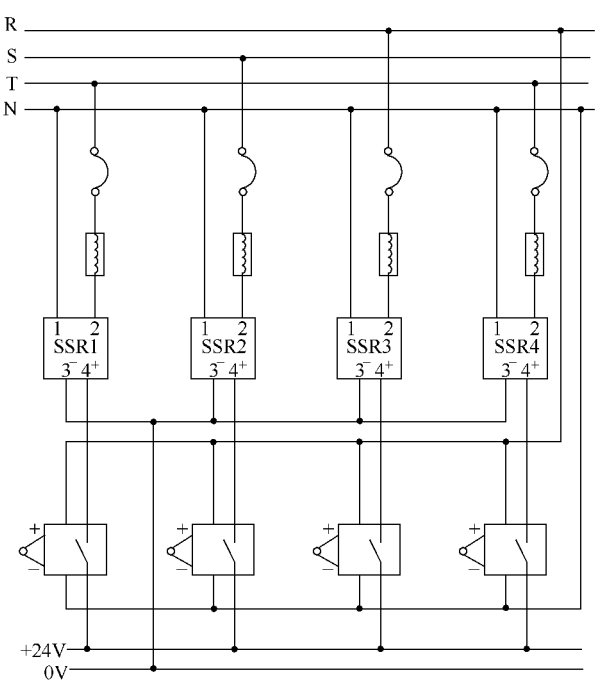


图 3-35 采用固态继电器的温度自动控制电路图

使用维修时要注意：触点与导线之间接触是否良好，失压脱扣器、过电流脱扣器及其机构是否灵活可靠。运行有无噪声和过热现象。这些都可以为维修工作提供依据。更换时还应保持原设计参数及安装方式。

检查维护要点是：空气开关的动触点、静触点触头有无烧毛或烧结损坏；静触头与导线的连接点螺丝连接是否可靠，有无松动、烧黑等损坏，对空气开关外壳有无烧焦或损坏；失压脱扣器、过电流脱扣器的线圈、弹簧、连杆等机构是否正常；检查铁心工作表面及断路环有无损坏；调整热整定脱扣机构使其动作灵敏可靠，没有机械卡死、掉件、断裂等机构问题。

(3) 交流接触器 接触器是各种电气控制设备中的主要电器，利用它可以完成各种自动控制的要求，如动力系统远距离控制电力电路的接通和断开。实现小电流的控制电路去控制大电流的主电路，例如电机的启动及停止控制。交流接触器的结构可以由电磁系统、触头系统、灭弧室及其他部分组成。常采用双断点式触头系统和双 E 形铁心的电磁系统，用轨道和直挂式。选用时应按照设计参数选用，设计也是按负载电流和电压来选择接触器，只是要综合考虑电路所需要的辅助触点的组数来选择适宜的型号。另外，交流接触器的线圈电压也是一个重要参数，尤其维修更换时要特别注意。表 3-13 是常用交流接触器的技术数据。

表 3-13 常用交流接触器的技术数据

型号	额定工作电压/V	380V 额定工作电流/A	控制电机最大功率(380V)/kW	电寿命/万次	机械寿命/万次
CJ10-5	380	5	2.2	60	300
CJ10-10		10	4	60	
CJ10-20		20	10	60	
CJ10-40		40	20	60	
CJ10-60		60	30	60	
CJ10-100		100	50	60	
CJ10-150	500	150	75	60	300
CJ20-6.3		6.3	3	100	
CJ20-10		10	4	100	
CJ20-16		16	7.5	100	
CJ20-25		25	11	100	
CJ20-40		40	22	100	
CJ20-63	660	63	30	120	1000
CJ20-100		100	50	120	
CJ20-160		160	85	120	

交流接触器使用和维修时要注意：接触器的动静触点是否接触良好且可靠，有无烧毛等其他缺陷。灭弧罩、电磁铁及线圈是否良好，有无严重发热、烧焦塑料壳以及噪声。更换替代时应保持原设计的参数及容量以及安装方式。

检查维护要点是：交流接触器动、静触头有无烧毛损坏，辅助触点有无损坏；交流接触器是否动作；断掉电源或负载时吸合是否清脆；有无起弧或噪声；有无变色或异味；检查静触点与导线的连接有无松动，胶木、线圈有无变色、异味。

(4) 继电器 继电器也称控制继电器，适用控制系统的继电器起控制、保护、调节及传递信号的作用。还可起交流接触器的作用，用于小容量和其他控制范围。控制继电器种类很多，常用的有交流继电器和直流继电器。其触点容量一般都在 5A 以下。控制触头组合形式也较多，可根据需要选择。控制继电器线圈电压也可分交流、直流、交直流几种。常用继电

器线圈控制电压如下。

交流：AC12V；AC24V；AC36V；AC110V；AC220V。

直流：DC6V；DC12V；DC24V；DC48V；DC110V。

表 3-14 是部分继电器型号和意义。

表 3-14 部分继电器型号和意义

名 称	部 分				
	1	2	3	4	5
直流电磁继电器	主称	形状特征	短线	序号	防护特征
小功率	JR(继弱)				
中功率	JZ(继中)	W(微型)		序号	F(封闭式)
大功率	JQ(继强)				
磁电继电器	JC(继磁)	C(超小型)			M(密封式)
温度继电器	JU(继温)	X 小型			
特种继电器	JT(继特)				
脉冲继电器	JM(继脉)				
时间继电器	JS(继时)				
舌簧继电器	JA(继簧)	G(干式)			

注：1. 交直流两用的电磁继电器归入直流电磁继电器类编制型号；
2. 触点负荷：小功率继电器为 5～50W（直流纯阻负载）或 15～120V·A（交流负载），中功率继电器为 50～150W 或 120～500V·A，大功率继电器大于 150W 或 500V·A。

控制继电器使用和维修时要注意：继电器的动静触点是否烧毛，接触是否良好；继电器的线圈及外壳有无烧焦、烧坏痕迹。更换时应按照原型号规格选用。替代时应注意继电器线圈工作电压和触点电流值。可并联触点使用，提高电流。

检查维护继电器要点是：继电器动、静触点是否良好，有无烧毛损坏；可拔下通电测试，用万用表测量动静触点吸合情况；检查继电器线圈有无烧坏、烧焦，外壳和触点端有无过热、烧坏痕迹，否则修复或更换。

（5）时间继电器（时间掣） 时间继电器是在继电器接受信号到执行动作之间有一定的时间间隔的继电器。应用在设备自动控制系统中进行延时断合状态控制。时间继电器有电磁式和电子式两种。常用电子式，因为它延时范围广、精度高、调节方便、功耗小，寿命长，因而被广泛使用。时间继电器常分有通电延时和断电延时两种控制状态。

使用和维修时要注意：时间继电器常开和常闭触点以及端子接线有无松动、烧痕；使用时（空载运行）控制电路切换延时是否正常，控制时间与设置时间是否差异太大；更换时应按原设计原规格型号选用，替代时要注意线圈电压规格及延时闭合还是延时断开状态是否一致，调节时间设置以符合原设计。

检查维护要点是：检查时间继电器有无损坏，通电测试，测量触点动作状态，无论何种延时方式继电器都要动作，触点在设置时间内也要动作；检查控制电路与时间继电器端子连接是否可靠，有无脱线或接触不良；测验时间继电器的精度范围、调节误差。

（6）热继电器 热继电器是电路过载保护电器，它由感温元件常闭触点、动作机构、复位按钮、调整电流装置这几个部分组成。常用于电机保护电路中以防止过载烧坏电机。热继电器内感温元件在过载时，大电流使得双金属片受热变形以推动动作机构，从而断开常闭触点，切掉控制电路，使主电路断开，电机停转，起到保护作用。再次启动，可按复位，冷却后启动。还可通过调节装置调节电流限定值，一般是过载电流的 0.6～0.8 倍，超过就要动

作。热继电器具有热元件编号和整定电流范围, 20A 等级的热元件分 12 挡, 整定电流 0.25~22A。可根据设计来选择热继电器。

使用和维修时, 要注意热继电器电流整定值是否正确, 主触点接触是否良好; 热元件及外壳有无烧焦、烧坏; 复位机构是否完好、调节装置能否转动。

更换时要注意原来设计的型号及整定电流刻度, 常闭触点及连接是否正确无误。检查和维护要点是检查主触点与导线连接有无松动和接触不良; 复位机构和调节机构操作有无异常; 外壳与感温元件有无过热、烧焦、变形或产生异味, 否则更换。

(7) 保险器 保险器也称熔断器, 是电路中作短路保护用的电器。它从结构上分有填料密封管式、无填料密封管式、半封闭插入式和自复熔断器。常用的主要是半封闭插入式熔断器, 它有可插式和螺旋式两种。熔断器用保险丝和保险管, 具体规格按负载电流大小而定。熔体电流都要大于熔断器最大电流, 如选 RL-15 熔体, 而熔断器可在 15A 以下选择熔断管, 并且要小于或等于熔体最大电流。一般控制电机用按照 2~2.5 倍电机额定电流选取。保护可控硅电路的熔断器要选择快速熔断器。

使用和维修时保险器是首先检查项目之一, 目视保险芯有无弹出, 保险丝有无熔断, 可用电笔测试保险器两端有无电压来确定保险是否熔断。检查保险器两端连接有无松脱、虚接等接触不良现象。更换保险时, 应注意按原设计参数更换, 不要随意加大保险额定容量, 避免因保险容量加大导致其他故障。

(8) 按钮类 按钮可分为启动和停止两类, 启动按钮具有常开触点, 停止按钮具有常闭触点。同时具有常开触点和常闭触点的按钮称复合按钮。触点对数有 1 常开 1 常闭, 直到 6 常开 6 常闭。按钮还有许多种类, 有开启式、保护式、防水式等, 有旋钮式、钥匙式、带指示灯式等各式各样的, 但都是由触点来控制电气设备、远距离控制启动和停止。在实际应用中, 用常开触点来启动电器, 复位按钮也利用常开触点来复位。用常闭触点来停止设备运行, 例如急停掣就是一个利用常闭触点来控制电器设备的。复合按钮按下时, 其常闭触点先断开, 经过一个很短的时间间隔, 常开触点闭合。利用这一特点可以实现联锁保护。

(9) 行程开关 行程开关也称限位开关, 是一种控制电器, 用来将机械信号转换为电气信号, 限制运动机构部件的行程。行程开关分杠杆式、旋转式和按钮式等种类。常用行程开关如 JLXK1-11 就是由滚轮、杠杆、撞块、复位簧、微动开关等组成的。例如安全门挡铁压到行程开关的滚轮上时, 传动杠杆连同轴一起转动, 并推动撞块, 当撞块压到相当位置时, 推动杆使微动开关快速换接, 常开触点闭合; 当称开安全门后, 滚轮上的挡铁也移开, 弹簧使行程开并复位, 闭合的常开触点恢复常开状态。它的工作行程 1~2mm, 极限行程 2.5mm, 触头工作电压 380V, 额定电流 5A, 触头有 1 常开 1 常闭。

使用和维修时应注意: 检查行程开关的常开触点和常闭触点是否可靠; 检查行程开关的机械装置是否转动灵活, 轴和撞块行程距离以及滚轮的距离是否合宜, 是否符合工作行程和极限行程的规定, 否则调整; 检查微动开关端头接线螺丝是否有松动、脱落等。

更换行程开关时要注意原设计的型号及种类, 安装后要仔细调校行程位置及滚轮杠杆的角度和接触点, 避免安装不当撞坏行程开关部件或控制不灵敏。

(10) 电线选用 工厂供电常用 500V 以下, 电气设备和照明线路一般都是 380V 和 220V, 塑料绝缘电线就可满足用途。一般有铜心线如 BV (塑料绝缘)、BVV (塑料护套)、BVR (塑料绝缘柔软线心)、BV-105 (耐高温), 铝心线有 BLV (塑料铝心绝缘)、BLVV (塑料铝心护套) 等。选择线径截面是按负荷电流计算的。一般经验铜心线按 $8A/mm^2$ 来估

算。例如工厂对电机负载估算电流量一般按照 2A/kW 电流估算；而对加热负载（继电阻性）则按 4A/kW 估算。计算载流量还要考虑安装敷设方式，综合负载运行状态（长期运行或间歇运行），尽量合理选用。维护电线电缆时要注意电线是否有过热、变色、破损现象。控制线路还要注意安装布线方式及防电磁干扰措施。

(11) 温度控制器 温度控制器也被称作温度表和温控仪。都采用接触式测量方法，通过热电偶或热电阻感温探头将温度信号输入到温控仪（温度控制器），而通过温控仪的内部电路如比较电路和放大电路再去控制继电器动作。而温控仪内继电器动作触点闭合又去控制加温电路，使其打开或关闭加温用的接触器。常用的温度控制器是电子式的，如 XMT101 由拨盘设定所需要的温度，再由热电偶采集温度信号，由比较电路对信号进行处理，然后再经过放大电路放大输出控制继电器。另外，对运算处理的信号通过 A/D 转换器（ $3\frac{1}{2}$ -DVM7107 芯片）输出，数码管显示温度信号。这也是个模拟量转换成数字量的控制过程。温控器输出控制也有继电器输出、可控硅输出和固态继电器控制输出等几种方式。

使用和维护时注意温度控制器控制是否正常，能否进行预置温度和调节温度，温度误差范围是否正常；检查热电偶是否连接可靠，接触是否良好，极性是否正确。更换温度控制器时，要注意类型、接线端子、输入输出端要正确无误。检查发现温度控制器指示失灵，拨盘预置参数也失控，温度误差范围太大，加热接触器不动作等应修理，否则更换。

第 4 章 注塑机控制系统

4.1 注塑机组成和参数

4.1.1 注塑机的基本结构

注射成型加工方法是塑料成型加工方法中最普通，应用最广泛，最重要的成型方法之一。塑料制品加工总量的三分之一，工程塑料的三分之二以上加工都是采用注射成型加工方法。注射成型加工适用于全部热塑性塑料和部分热固性塑料的加工。注射成型方法是将热塑性塑料或热固性塑料的粉料或粒料，通过注射成型机的料斗，送入料筒内，通过料筒外部加热和螺杆旋转产生剪切摩擦热，将其加热、混合、剪切、压缩、输送，并均匀地塑化熔融。塑化的熔融胶料在射嘴的阻挡下，积于料筒的前端，然后借助柱塞或螺杆对其轴向施加压力，将高温的熔融胶料经过射嘴和模具的浇注系统进入已闭合好的低温模具中，再经过保压、冷却定型后，开启模具，顶出制品，得到与模腔几何尺寸及精度相似的塑料制品。

注塑成型所用的机械为注射成型机，简称注塑机，也称作啤机。

注塑成型具有以下特点：在短时间内，在模腔内一次加工成型出外形复杂、尺寸精确或带有金属嵌件、成型孔长的塑料制品。注塑生产工艺简单，成型周期短，生产效率高，易于实现自动化生产。注塑生产适应各种塑料，能生产加填料改性的某些塑料制品。注塑制品表面粗糙度低，后加工量少。因此，注塑成型技术发展较快，注塑机也在不断改进和发展。注塑机朝着高速化、精密化、自动化方向发展。注塑机类型很多，应用广泛，最具有代表性的是通用型注塑机。通用型注塑机如图 4-1 所示，主要包括合模装置、注射装置、液压传动和电气控制系统等部件。

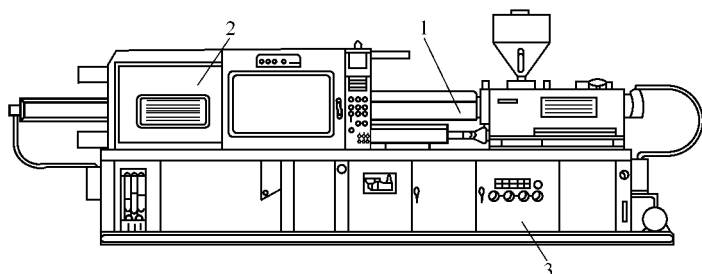


图 4-1 通用型注射成型机的组成

1—注射装置；2—合模装置；3—液压传动及电气控制系统

(1) 注射装置 注射装置主要作用是将塑料均匀地塑化熔融，并且以足够的压力和速度将一定计量的熔料注入模具的型腔中。它主要由螺杆、料筒、射嘴等塑化部件，料斗、计量装置、传动装置、注射和注射座移动油缸等组成。

(2) 合模装置 合模装置主要作用是实现模具的开模、锁模动作, 保证成型模具的可靠闭合以及顶出制品。它主要由前后固定模板、移动模板、连接前后模板用的拉杆、锁模油缸、顶针油缸、连杆机构、调模装置和安全门等组成。

(3) 液压传动和电气控制系统 液压传动和电气控制系统主要作用是保证注塑机按工艺过程设定的参数和动作程序准确地进行工作。液压传动系统主要由油泵、各种液压元件、油路及辅助装置等组成; 电气控制系统主要由电机、电加热、电气控制元器件、微机控制系统等组成。液压传动和电气控制系统有机地组织在一起, 对注塑机提供动力和实现控制。

4.1.2 注塑机的工作过程

注塑机的工作过程如图 4-2 所示。注塑成型周期一般从模具闭合开始时起, 模具首先以低压快速进行锁模。当动模与定模快要接近时, 合模机构的动力系统自动地将其低压快速转换为低压低速, 在确认模具内无异物存在时, 再切换成高压将模具锁紧。这时注塑机则完成锁模动作。

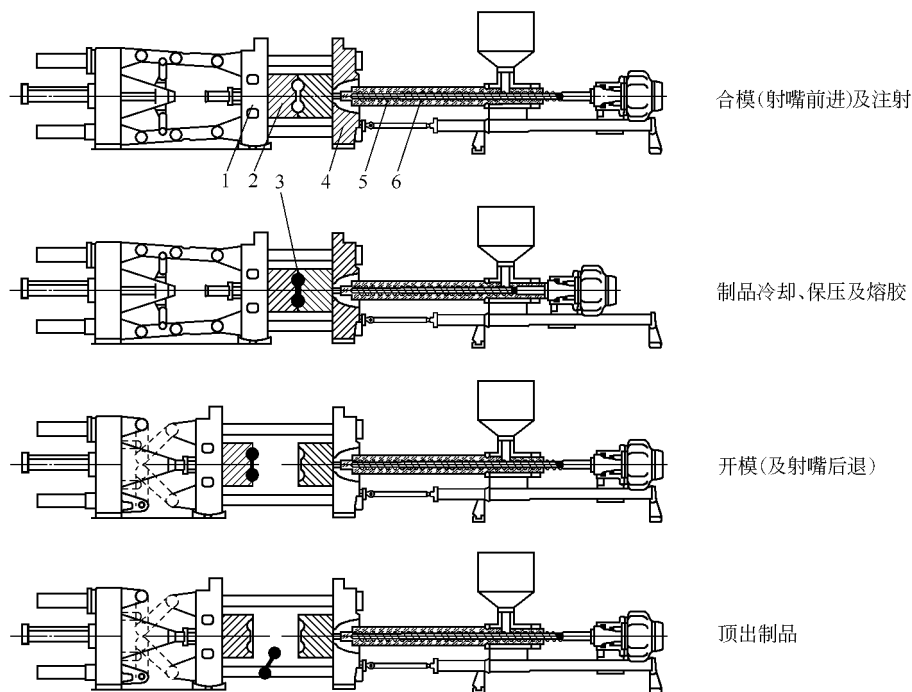


图 4-2 注塑机工作过程

1—动模板; 2—模具; 3—制品; 4—定模板; 5—料筒; 6—螺杆

在锁模动作完成后, 锁模终止信号发出, 注射座台便前移, 使得料筒前端的射嘴和模具流道口紧密贴合。这在上、下模后进行的调模中就已经调试好了, 射嘴与模具流道口的同轴度以及接触面间隙等达到要求, 这时注塑机则完成了射座前移的动作。

在射座前移动作完成后, 射台前移终止信号发出, 射胶动作便开始, 液压系统向射胶油缸注入压力油, 于是射胶油缸活塞杆推着与之相连的注射螺杆动作, 并且以高压和高速将料筒头部的熔融胶料注入模具型腔中。这时螺杆头部作用于熔融胶料上的压力称为注射压力。射胶一般采用多级射胶, 射胶末级动作后则完成了射胶动作。

在射胶动作完成后，射胶终止信号发出，制品冷却和保压动作开始。保压是在熔融胶料充满模腔后，螺杆仍对熔融胶料保持一定的压力，以防止模腔中熔融胶料的反流，并向模腔内补充因低温模具的冷却作用而使熔料收缩所需要的物料，从而保证塑料制品具有致密性、一定的尺寸精度、良好的力学性能。这时螺杆作用于熔料上的压力称为保压压力，在保压时螺杆因补缩而有少量的前移。保压动作直到模腔内的熔料失去从浇口回流的可能性时结束。这时，冷却继续冷却定型模腔内的制品，同时螺杆在螺杆传动装置的驱动下转动。从料斗落入到料筒中的胶料，随着螺杆的转动沿着螺杆螺纹方向向前输送。这一过程中，料筒的加热，螺杆螺纹容积的压缩，螺杆转动与周围胶料的剪切和摩擦发热，使得胶料逐渐塑化熔融，呈现出黏流态。由于受到射嘴的阻碍，输送到螺杆前端的熔融胶料，产生反螺杆螺纹的压力，称作背压。随着螺杆推动熔融胶料前移量的增加，背压也在加大，当背压压力大于油缸活塞对螺杆的推力时，螺杆开始后退，熔胶动作开始加料计量。螺杆在塑化时的后移量则表示螺杆头部所积累的熔料体积量，即由一次成型制品的注射料量来决定。当螺杆回退到计量值时，螺杆停止转动，熔胶动作完成，准备下一次注射。随着熔胶完成，注塑机多数机型装有倒索装置，主要防止射嘴漏胶，监视及显示所有注射不足的成品。倒索动作开始，螺杆直线向后移动。倒索动作移动的长度是随着熔胶终止开始计算的，最多不超过 10mm。

在倒索动作完成后，注射座台便后退。这是在螺杆塑化计量结束后，为了使射嘴不至于长时间和冷的模具接触而形成冷料的缘故。将注射座台后退，以将射嘴撤离模具。后退距离由射座台后限位开关来限定。射座台后退动作时，制品冷却已经定型。制品冷却与螺杆塑化在时间上通常是重叠的，这是为了缩短成型周期。一般情况下，要求螺杆塑化计量时间要少于制品冷却时间。

在注射座台后退动作完成后，合模机构开模动作开始。开模先慢变快，再由快变慢。要求开模动作快捷、平稳，以防止模具的撞击。开模分段完成后，开模终止信号发出，标志着开模动作完成。

在开模动作完成后，顶出装置的顶针向前动作开始，顶出装置具有足够的顶出力和可控的顶出次数，还具有足够的顶出行程和行程限位调节装置，以实现制品的平稳顶出并提高生产能力。顶针向前顶出产品，顶针次数根据产品具体情况而定。顶针向前动作完成后，顶针后退动作立即进行，将顶针退回到原先初始位置，开始进行第二次往复循环。

注塑机的工作过程按时间先后程序，可以绘制成注塑机工作过程循环图如图 4-3 所示。

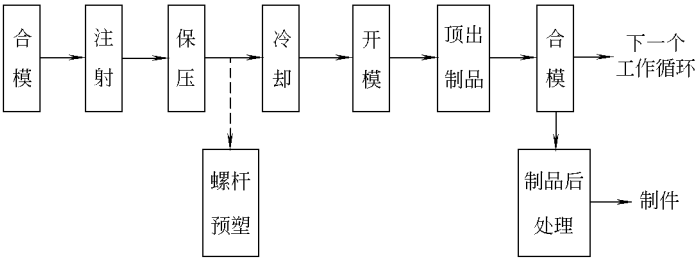


图 4-3 注塑机工作过程循环图

4.1.3 注塑机的机械系统及分类

注塑机按塑化方式分类可分为螺杆式注塑机和柱塞式注塑机；按加工能力分类可分有

大、中、小型注塑机；按合模机构特征分类可分为机械式、液压式和液压机械式、液压曲肘式；按外形特征分类可根据注射和合模装置的排列方式分为立式、卧式、角式注塑机。

螺杆式注塑机是目前产量最大、应用最广泛的注塑机型。螺杆式注塑机通过螺杆来完成塑料胶料的熔融塑化和注射成型工作。注塑机注射装置如图 4-4 所示。图 4-4 中组成部件有射嘴、料筒、螺杆、料斗、射移油缸、射胶油缸、射胶头板、射胶尾板、液压马达。

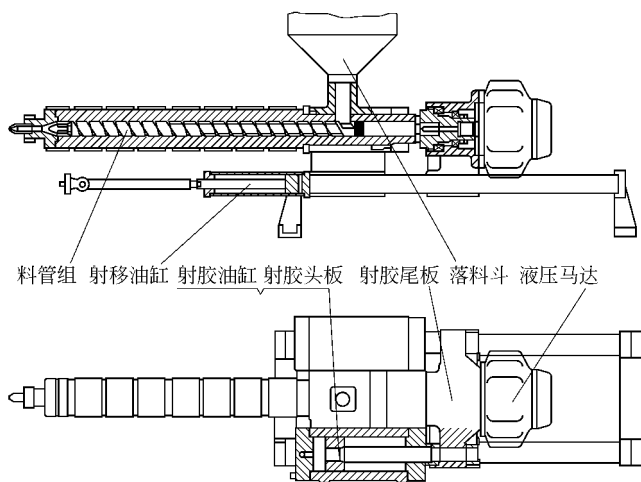


图 4-4 注塑机注射装置

柱塞式注塑机常用在较小的塑料制品成型生产中。柱塞式注塑机是通过柱塞依次将落入料筒的塑料胶料推向料筒前端的塑化室，依靠料筒外部加热器提供的热量使胶料塑化熔融，然后将熔融塑化的呈现黏流态的胶料被柱塞推挤到模腔中去，完成注射成型工作的。柱塞式注塑机注射装置如图 4-5 所示。图中组成部件有加料斗、计量送料、分流梭、加热圈、射嘴、料筒、柱塞、移动油缸、注射油缸、控制油缸。

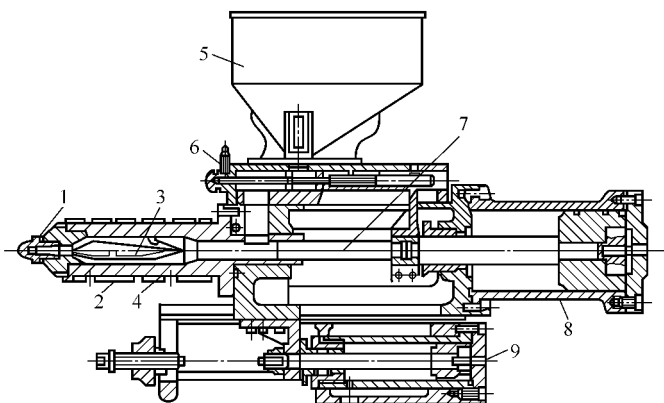


图 4-5 柱塞式注射装置

1—喷嘴；2—机筒；3—分流梭；4—加热圈；5—料斗；6—加料装置；7—注射柱塞；
8—注射油缸；9—注射座移动油缸

注塑机按加工能力分为五类，如表 4-1 所示。注塑机的加工能力主要是由合模力和注射能力所决定的。

表 4-1 注塑机加工能力分类

类 型	合模力/kN	理论注射容量/cm ³	类 型	合模力/kN	理论注射容量/cm ³
超小型	160 以下	16 以下	大型	4000~12500	4000~10000
小型	160~2000	16~630	超大型	16000 以上	16000 以上
中型	2000~4000	800~3150			

注塑机按合模机构特征分为机械式、液压式和液压机械式、液压曲肘式注塑机。

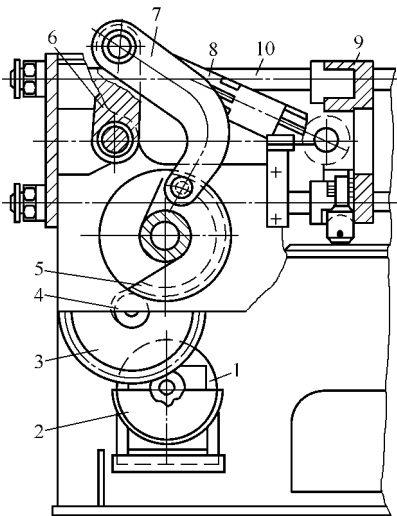


图 4-6 全机械式合模机构

- 1—电动机；2—减速箱；3、4—齿轮；
5—扇形齿轮；6—曲肘；7—构件；
8—连杆；9—动模板；10—拉杆

机械式注塑机指全机械合模机构的注塑机。全机械合模机构由机械传动来完成机构的动作，产生和保持合模力。图 4-6 是全机械式合模机构。早期生产的机械式合模机构由于合模速度与合模力的调整比较复杂，并且困难，运动链长，惯性和噪声大，再加上制造和维修困难，目前已被淘汰。

液压式注塑机指全液压式合模机构的注塑机。液压式合模机构由液压传动来完成机构的动作，产生和保持合模力。图 4-7 是单缸直压式合模机构。全液压式合模机构具有液压传动的优点。如能较方便地实现移模速度、合模力的调节变换；工作安全可靠、噪声低。也存在系统液压刚性较软，容易引起泄漏和压力波动等不足。液压式合模机构在大中小型注塑机都已得到广泛应用。

液压机械式注塑机指液压机械相结合传动形式的合模机构的注塑机。液压机械式注塑机兼容液压式、机械式合模机构的优点。液压和机械机构配合工作来完成锁模等注塑成型工作。液压机械式合模

装置的结构形式多种多样，例如有液压闸板式、液压转盘式和液压抱合螺母式合模机构等。

液压曲肘式注塑机是指采用液压曲肘式合模（装置）机构的注塑机。液压曲肘式合模机构是利用连杆机构或曲肘撑杆机构，在合模机构系统中产生预应力，使模具合紧的一种液压机械机构的组合形式。液压曲肘式合模机构用一种较小的油缸推力，通过连杆机构、曲肘机构的放大，推动动模板合紧模具，得到较大的合模力。液压曲肘合模机构合模速度迅速，缩短注塑成型周期；功率低，节省消耗，经济性好；操作安全可靠，维修方便，故障率低，机器利用率高。液压曲肘式注塑机被广泛使用。图 4-8 是液压曲肘式注塑机结构。采用五点斜排式连杆机构的曲肘式合模装置，具有自锁功能，通过曲肘连杆机构，产生可靠的锁模力，平稳、快速地合模。

注塑机按外形特征分类，根据注射和合模装置的排列方式可分为立式、卧式、角式注塑机。通常用的普通型注塑机以卧式为主。

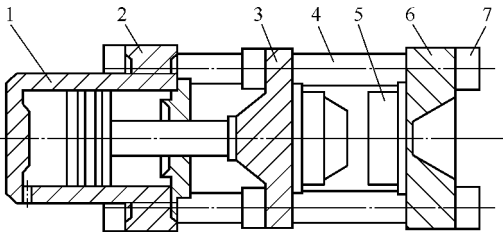


图 4-7 单缸直压式合模装置

- 1—合模油缸；2—后固定模板；3—移动模板；4—拉杆；
5—模具；6—前固定模板；7—拉杆螺母

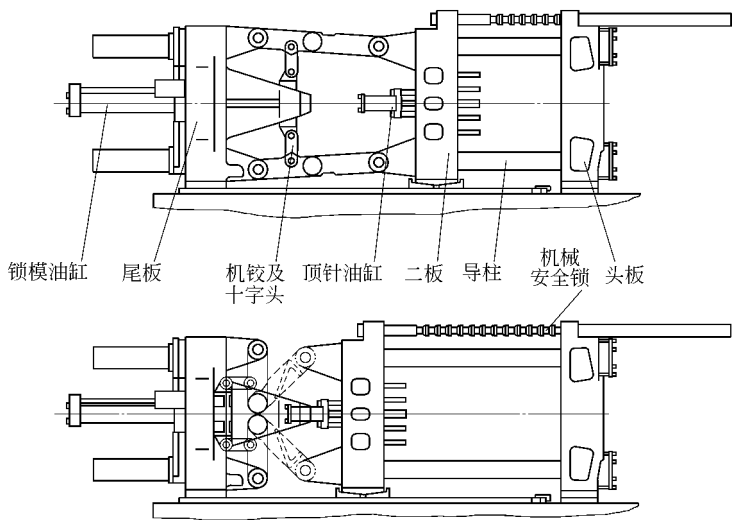


图 4-8 注塑机液压曲肘式锁模装置

立式注塑机的注射装置与合模装置的轴线呈现一直线垂直排列，设备高度尺寸大于设备长宽尺寸。如图 4-9 中 (a) 所示。立式注塑机优点是：机器占地面积小，安装或拆卸模具方便；容易在动模上安放嵌件，并且嵌件不易倾斜或坠落。也存在缺点是：制品从模具中顶出后不能靠重力下落，需要人工取出，有碍于全自动操作；由于机身较高，机器的稳定性较差；加料和维修工作不方便等，所以立式注塑机注射量一般均在 60cm^3 以下。

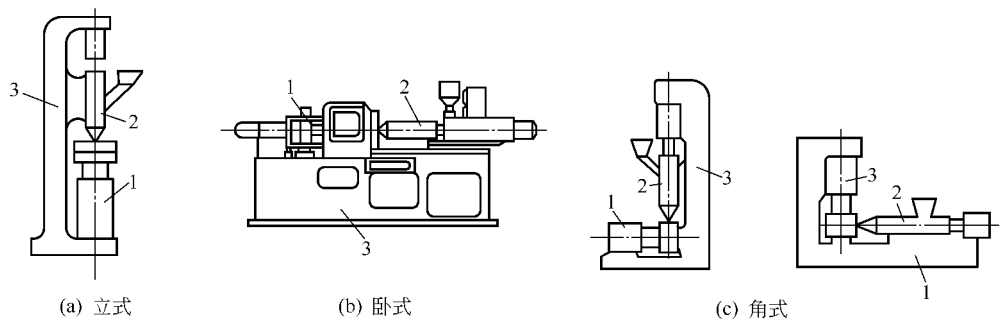


图 4-9 注塑机外形

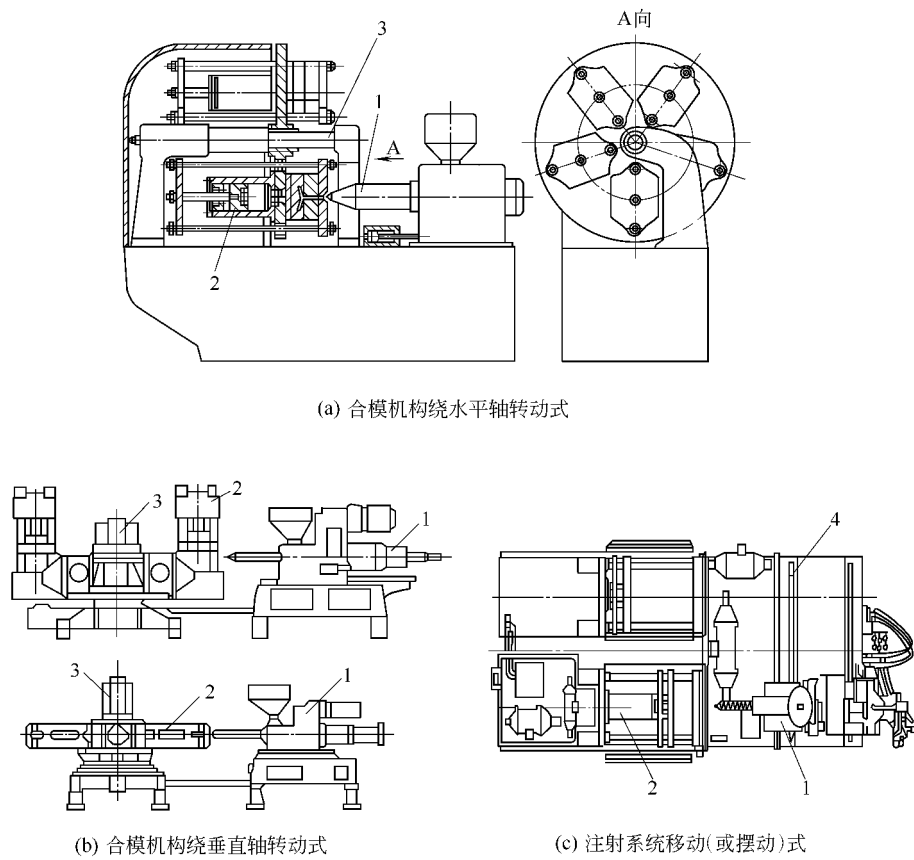
1—合模装置；2—注射装置；3—机身

卧式注塑机的注射装置与合模装置的轴线呈一直线水平排列，如图 4-9 中 (b) 所示。卧式注塑机是目前使用最广泛、产量最大的机型。它与立式注塑机相比较，具有机型体较低；容易加料和操作；容易实现全自动操作。

角式注塑机的注射装置和合模装置的轴线在一个与机身垂直的平面上，两个部分的轴线互相垂直，如图 4-9 中 (c) 所示。角式注塑机集立式注塑机和卧式注塑机优点为一体，尤其适用于开设侧浇口对称几何形状制品的模具。

多模注塑机是一种多工位注塑机，其特点是注射部分或合模部件有两个以上的工作位置或多个成型模具位置，依次顺序工作。多模注塑机又可分单注射成型头多模位式即用个注射成型装置供给多个成型模具注射成型；多注射成型头单模位式即用多个注射成型装置供给

单个成型模具注射成型；多注射成型头多模位式即用多个注射成型装置供给多个成型模具注射成型。图 4-10 是多模注塑机结构示意图。图中（a）是合模机构绕水平轴转动式；图中（b）是合模机构绕垂直轴转动式；图中（c）是注射系统移动式。多模注塑机是一种特殊注塑机，多个成型模具或多个注射成型头，可充分发挥塑化装置的塑化能力，缩短制品的生产周期，提高生产效率。尤其对冷却脱模、安放嵌件、有两种及以上颜色的塑料制品的生产，更为适用。



(a) 合模机构绕水平轴转动式

(b) 合模机构绕垂直轴转动式

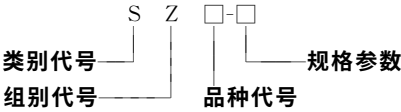
(c) 注射系统移动(或摆动)式

图 4-10 多模注射成型机

1—注射成型系统；2—合模系统；3—转盘轴；4—滑道

4.1.4 注塑机的规格表示及技术参数

注塑机质量评定的主要依据是注塑机的产品标准。世界各工业国家都有自己国家的生产制造标准。我国注塑机标准有轻工业行业标准机械工业行业标准和国家标准。大部分标准都按注射容量表示法、合模力表示法、注射容量与合模力表示法这三种方法来表示。注射容量表示法是以注塑机标准螺杆理论注射容量（ cm^3 ）的 80% 为注塑机的注射容量。国产早期的注塑机都采用这种方法。合模力表示法是以注塑机的最大合模力来表示注塑机的规格。国外一些注塑机生产厂家常采用这种方法。注射容量与合模力表示法是以理论注射量作分子，合模力作分母来表示注塑机的规格型号。我国注塑机国家新标准 GB/T 12783—2000 编制的规格表示方法如下。



注塑机规格表示的第一项是类别代号，用 S 表示塑料机械；
注塑机规格表示的第二项是组别代号，用 Z 表示注射成型；
第三项是品种代号，用英文字母表示；
第四项是规格参数，用阿拉伯数字表示，第三项与第四项用短横线隔开，注塑机品种代号和规格参数如表 4-2 所示。

表 4-2 注塑机品种代号和规格参数

品 种 名 称	代 号	规 格 参 数	备 注
塑料注射成型机	不标	合模力 (kN)	卧式螺杆式预塑为基本型、不标品种代号
立式塑料注射成型机	L(立)	合模力 (kN)	
角式塑料注射成型机	J(角)	合模力 (kN)	
柱塞式塑料注射成型机	Z(柱)	合模力 (kN)	
塑料低发泡注射成型机	F(发)	合模力 (kN)	
塑料排气式注射成型机	P(排)	合模力 (kN)	
塑料反应式注射成型机	A(反)	合模力 (kN)	
热固性塑料注射成型机	G(固)	合模力 (kN)	
塑料鞋用注射成型机	E(鞋)	工位数 X 注射装置数	注射装置为 1 不标注
聚氨酯鞋用注射成型机	EJ(聚鞋)		
全塑鞋用注射成型机	EQ(鞋全)		
塑料雨鞋、靴注射成型机	EY(鞋雨)		
塑料鞋底注射成型机	ED(鞋底)		
聚氨酯鞋底注射成型机	EDJ		
塑料双色注射成型机	S(双)	合模力 (kN)	卧式螺杆预塑为基本型不标品种代号
塑料混色注射成型机	H(混)		

注塑机的技术参数，主要包括注射装置、合模装置、辅助装置的技术参数。
注射装置主要技术参数如下。
螺杆直径 (screw diameter)，螺杆的外径尺寸，单位 mm；
注射量 [shot weight (PS)]，螺杆一次注射 PS 的最大质量，单位 g 或 oz，1oz=28.35g；
射胶容积 (injection volume)，螺杆头部截面积与最大注射行程的乘积，单位 cm³；
注射压力 (Inj. pressure)，注射时螺杆头部与熔胶的最大压力，单位 MPa；
注射速率 (Inj. rate)，单位时间内注射的理论容积即螺杆截面积乘以螺杆的最高速度，单位 cm³/s；
螺杆长径比 L/D (screw L/D ratio) 螺杆的有效长度与螺杆直径之比；
螺杆行程 (screw stroke)，螺杆移动的最大距离或螺杆计量时后退最大距离，单位 mm；
螺杆转速 (screw speed)，塑料塑化时，螺杆最低转速至最高转速的范围，单位 r/min；
塑化能力 (plasticizing capacity)，单位时间内，可以塑化塑料的最大质量，单位 kg/s；

射嘴行程 (nozzle retract stroke), 射嘴伸出到前模板或模具安装平面的长度, 单位 mm。

合模装置主要技术参数如下。

合模力 (locking force), 为克服熔料胀模, 使模具最大的锁紧力, 单位 kN;

容模量 (mould height), 注塑机上能安装模具的最大厚度和最小厚度, 单位 mm;

模板最大开距 (Max daylight), 注塑机的定模板与动模板之间开的最大和最小距离, 单位 mm;

开模行程 (opening stroke), 为取出制品, 使模具可移动的最大距离, 也称作移模行程或模板行程, 单位 mm;

拉杆间距 (space between tie bars), 注塑机拉杆水平方向和垂直方向内侧的间距, 单位 mm, 拉杆也称作哥林柱;

模板尺寸 (platen size), 前后定模板和动模板模具安装平面的尺寸, 单位 mm;

顶出行程 (ejector stroke), 注塑机顶针油缸顶出杆水平方向可移动的距离, 单位 mm;

顶出力 (ejector force), 注塑机顶针油缸顶出杆推出产品最大的顶出力, 单位 kN。

辅助装置主要技术参数如下。

电机功率 (motor capacity), 驱动油泵转动的电机最大驱动功率, 单位 kW;

最大工作压力 (working pressure), 油泵提供给注塑机工作的最大工作压力, 单位 MPa;

油箱容量 (tank capacity), 注塑机液压系统油箱的额定容量, 单位 L;

电热功率 (heating capacity), 注塑机加热筒所需用的电热功率, 单位 kW;

机器体积 (machine dimensions) 机器外形的最大长度 $\times$ 宽度 $\times$ 高度, 单位 m;

机器重量 (machine weight) 机器的总重量, 单位 T。

注塑机的机械部分主要是锁模装置和射胶装置, 其作用是受控制油路的作用为其提供具有压力、速度的油液推动各油缸动作, 驱动机械部件动作, 按照工艺循环进行动作。机械各部件位置的信号采集、反馈给电气部分进行处理。

4.1.5 注塑机液压传动系统

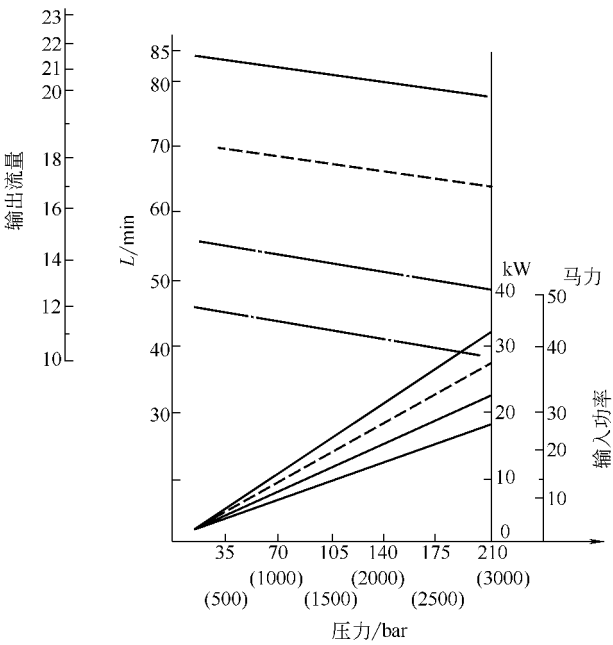
注塑机液压传动系统主要由动力部分、执行机构部分、控制装置、辅助装置及传动介质五个部分组成。

动力部分主要是油泵, 油泵是电动机输出的机械能转换成油液的压力能, 供给液压系统压力油, 提供动力源。油泵按结构形式可分为齿轮泵、叶片泵、活塞泵及螺杆泵等类型。油泵按排出油液体积是否可调又分为定量泵和变量泵。注塑机油泵应用最广泛的叶片泵, 采用美国威格士 (VICKERS) 系列和日本油研 PV2R2 系列油泵。叶片泵按作用方式可分为单作用叶片泵和双作用叶片泵。单作用叶片泵具有变量和内外反馈特性可做成变量油泵, 双作用叶片泵具有定量平衡特性可做成定量油泵。叶片泵按级数可分为单级叶片泵和双级叶片泵。按连接形式可分为单泵和双泵。按工作压力还可分为中压叶片泵和中高压叶片泵等。注塑机油泵目前采用的还是双作用叶片泵居多。

油泵是注塑机液压系统的核心, 为系统提供一定压力和一定流量的液压油, 以满足执行机构驱动机械负载所需要的能量。注塑机常用的液压平衡式叶片泵“油研”PV2R2 系列, 其特性参数见表 4-3。外形及结构如图 4-11 所示。

表 4-3 PV2R2 叶片泵性能参数

类 型	工作容量 /(cm ³ /rev ^①) (GPM ^②)	最大工作压力 (bar ^③)					传动速度范围 /(r/min)	
		油 液	水溶液		合成液			
		特种 1 [#] 油	抗磨型	乙二醇	乳剂	磷酸酯液	最大	最小
PV2R2—41	41.3(2.52)	210	175	160	70	140	1800	600
PV2R2—47	47.2(2.88)							
PV2R2—53	52.5(3.22)							
PV2R2—59	58.2(3.55)							
PV2R2—65	64.7(3.95)							



①cm³/rev—每转流量；②GPM—每分钟流量加仑数；③1bar=0.1MPa。

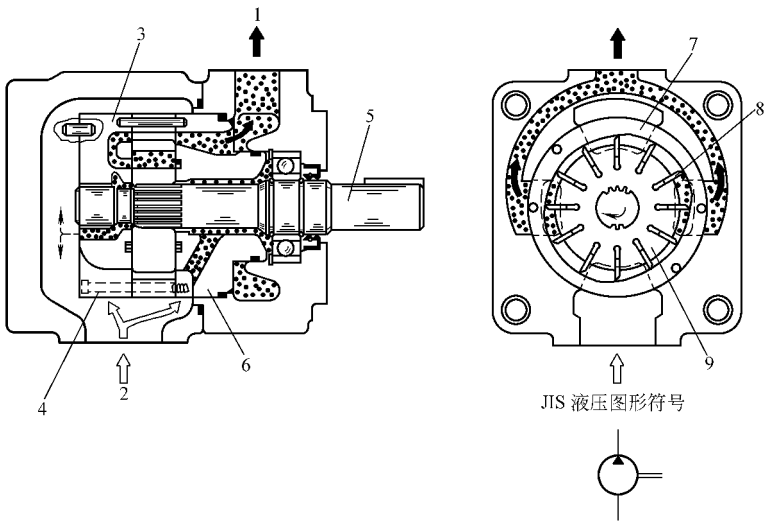


图 4-11 PV2R2 油泵外形及结构

1—排出口；2—吸入口；3—配油板；4—钳紧螺栓；5—旋转轴；6—压力板；7—定子；8—叶片；9—转子

注塑机采用威格士公司的 V 系列叶片泵。其性能参数用 621cst 和 50℃ 的抗磨液压油，在 1500r/min 测得典型值如表 4-4 所示，外形及结构如图 4-12 所示。

表 4-4 V 系列叶片泵性能参数

型 号	定子环	7bar		70bar		140bar		170bar	
	规格	L/min	kW	L/min	kW	L/min	kW	L/min	kW
20V	5	25	0.56	23	4	22	7	20	9
	8	39	0.75	36	5	35	10	33	12
	11	53	1.1	50	7	47	14	45	17
	12	56	1.2	54	8	52	15	—	—
25V	12	57	1.4	54	7	52	15	47	19
	14	65	1.5	61	9	57	17	5.6	21
	17	80	1.7	75	10	71	21	68	26
	21	89	1.8	94	13	90	26	88	32
35V	25	124	2.6	118	17	112	32	100	38
	35	166	3	158	21	150	42	145	50
45V	42	198	2.8	187	25	177	51	166	62
	50	236	3.7	222	35	212	60	198	72

注：1bar=10⁵Pa。

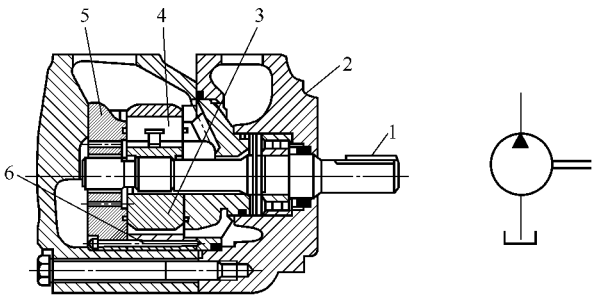


图 4-12 V 系列叶片泵结构

1—转动轴；2—油泵泵体；3—转子；4—叶片；5—端面配油盘；6—定子

执行机构部分主要有油缸和油马达。油缸的作用是将液压能转换为机械能作直线运动；油马达的作用是将液压能转换为机械能做旋转运动。油缸按结构特点可分为柱塞式、活塞式和回转式油缸；油缸按作用方式可分为单作用油缸和双作用油缸。注塑机油缸应用最广泛的是活塞式油缸。活塞式油缸按结构特点可分为单活塞杆油缸和双活塞杆油缸两大类，注塑机的锁模油缸、射台移动油缸、顶针油缸都采用单活塞杆油缸；注塑机的射胶油缸大多采用双活塞杆油缸。图 4-13 是常用的单活塞杆油缸结构图。由于油缸一腔中有活塞杆，另一腔没有，所以油缸两腔的有效作用面积不相等。在两腔分别供给同样压力和流量的压力油时，活塞往复运动速度不相等，活塞两侧的轴向力也不相等。如果活塞杆直径大，活塞杆有效作用面积相差越大。当有杆腔进油时，活塞有效作用面积小，推力小，但速度快；当无杆腔进油时活塞有效作用面积大、推力大、速度低。注塑机的油缸直接驱动机械传动部件，油缸活塞的行程就是机械传动的工作行程。运用单活塞杆在工作行程时，压力油输入无杆腔，产生较大的推力，推动机械传动负载动作。在回程时，压力油又输入到有杆腔，产生较快的回程速度完成一个循环的工作行程。

油马达按结构形式可分为齿轮油马达、叶片油马达和柱塞油马达等类型。由于齿轮油马达输出转矩小，速度不稳定，实际应用很少，注塑机常用的熔胶油马达、调模油马达均采用叶片式油马达和柱塞式油马达。油马达转速低，输出扭矩大，可以直接驱动机械机构。最常

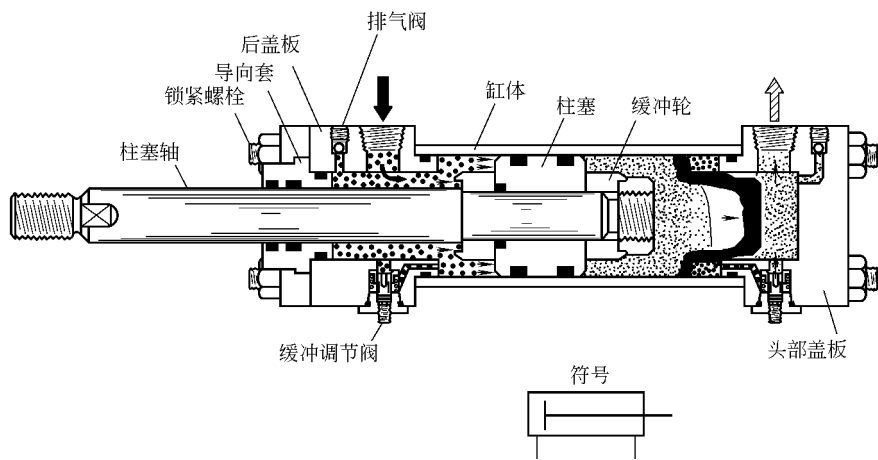


图 4-13 单活塞油缸结构

用的是注塑机熔胶动作控制，采用径向柱塞式油马达。图 4-14 是 MPH1 系列径向柱塞型低速高扭矩马达结构。

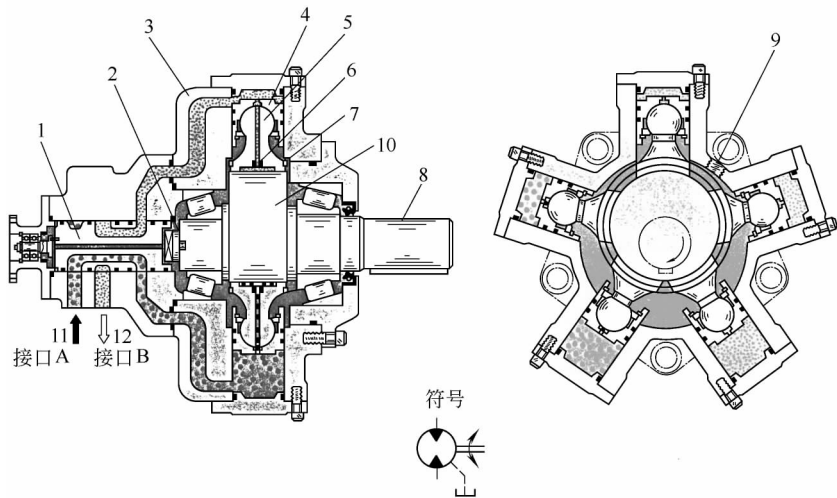


图 4-14 MPH1 系列径向柱塞型低速高扭矩马达结构

1—阀；2—联轴器；3—主体；4—活塞；5—连接杆；6—小孔；7—保持环；8—转动轴；
9—泄油口；10—曲轴（偏心轮）；11—接口 A；12—接口 B

在径向柱塞式低速大转矩油马达应用中，以曲轴连杆形式星形油马达出现最早。以曲柄连杆机构形成的较简单的机械结构形式，已在广泛应用，图 4-15 是曲轴连杆式星形油马达结构。

控制装置主要由各种控制阀组成。控制阀的作用是控制液压系统中压力油流的压力、流量和油流方向，以一定的压力和一定的速度按照所要求的方向运动，以保证各执行机构按照工艺条件要求的机械传动机构的动作循环。通常将这种可进行调节和控制的液压元器件称为控制阀。控制阀根据在液压系统中起的作用，可以分为压力控制阀、流量控制阀、方向控制阀等。压力控制阀如溢流阀、减压阀、顺序阀等，用来控制液压系统中的压力，以供给液压执行机构的压力或转矩要求。流量控制阀如节流阀、调速阀等，用来控制液压系统中的流

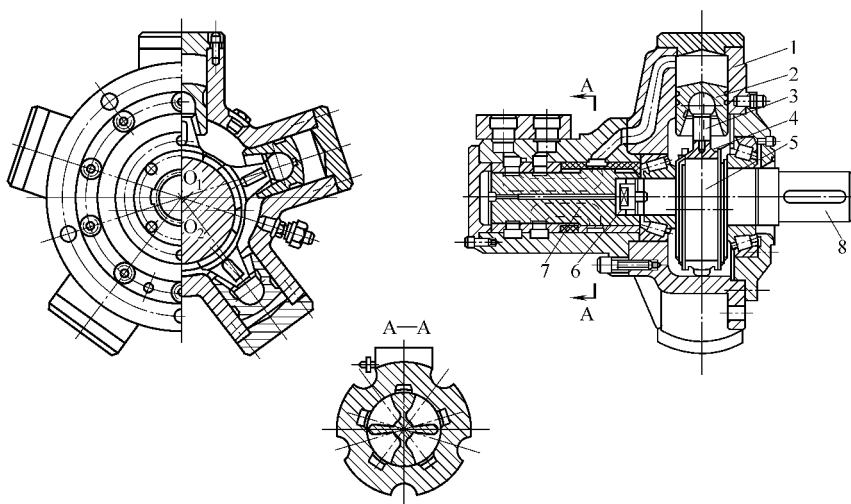


图 4-15 曲轴连杆式星形油马达结构

1—壳体；2—柱塞；3—连杆；4—挡圈；5—曲轴；6—十字联轴器；7—配油轴

量，以提供液压执行机构的速度要求。方向控制阀如单向阀、换向阀等，用来控制液压系统中的油流方向，以满足执行机构的变换运动方向的要求。注塑机液压系统最常用的几种控制阀如下。

液压元件如下。

(1) 压力、流量比例控制阀 这种压力、流量电磁比例阀是供给驱动执行元件必要的最小限度的压力和流量的节约电能的阀件，该阀对负荷压力的适从是 6kgf/cm^3 的压差，泵的输出功率（压力）受到控制。它是耗电小的进口控制流量型调节阀。还由于它附有温度补偿，流量的控制是稳定的，不受油温的影响。其特性如表 4-5 所示，控制阀内部结构如图 4-16 所示。

表 4-5 压力、流量比例电磁控制阀性能

参 数 \ 型 号	EFBG-03-125C	EFBG-06-250C	3FRE-10-1	3FRE-10-1
最高工作压力/(kgf/cm^2)	250	250	250	250
最大流量/(L/min)	125	250	80	125
流量调整范围/(L/min)	1~125	2.5~250	80	125
最小压力差/(kgf/cm^2)	15	15	6	6
磁滞/%	7	7	7	7
额定电流/ mA	800	750	800	800
线圈阻值/ Ω	10	10	19.5	19.5
压力调节范围/(kgf/cm^2)	12~160	14~160	15~210	15~210
磁滞/%	<3	<3	3	3
重复精度/%	1	1	1	1
额定电流/ mA	890	820	800	800
线圈阻值	10	10	19.5	19.5

注： $1\text{kgf/cm}^2 = 0.098\text{MPa}$ 。

(2) 换向阀 注塑机的动作是通过一组换向阀来指挥执行元件动作。图 4-17 是电磁换向阀的结构，它由主体 1、电磁线圈 2、活塞 3、弹簧 4 和柱塞 5 等组成。无动作时，活塞 3

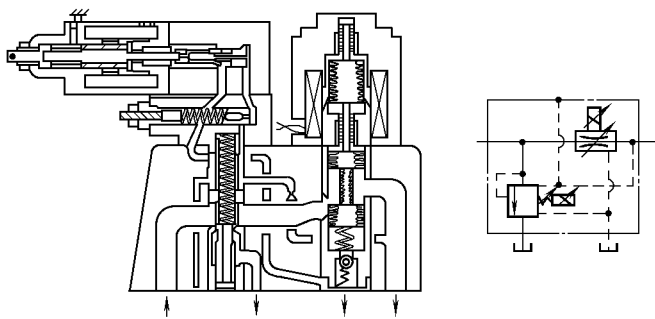


图 4-16 EFBG 型 P/Q 控制阀

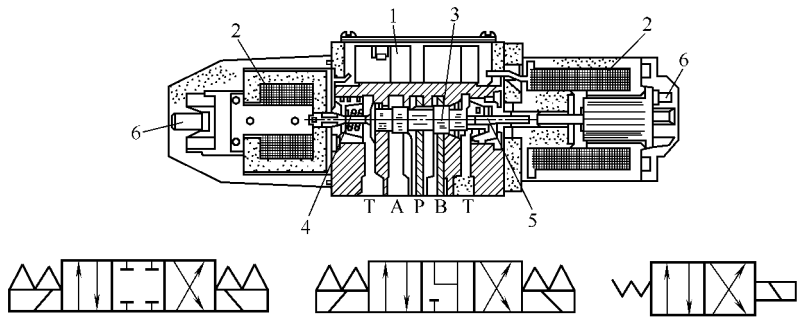


图 4-17 电磁换向阀

由两边弹簧力维持在中间位置。依靠电磁线圈的磁力来移动活塞，磁力先推动柱塞杆 5，从而使活塞 3 改变位置，这样压力油便可以从入口 P 流入至 A 及回路 B 至出口 T、或者入口 P 流至 B 及回路 A 流至出口 T。为了检验其接通的状态配有应急操作装置 6，以能手动操作。

为了减小开模、锁模的冲击现象，注塑机的锁模先导式换向阀上加上先导节流叠加板，如图 4-18、图 4-19 所示。它是一对节流单向阀，装在先导阀与主阀之间。根据先导节流阀的安装位置，可以节制先导供油或先导泄油。进口节流转换成出口节流的方法是拆下先导阀，保留密封圈板；将先导阀节流调节器绕水平轴转过来放置，再将先导阀装回原处。顺时针转动调节螺丝可增加阀的切换时间，逆时针转动则减小切换时间。

(3) 压力控制阀 图 4-20 是溢流阀的结构。锥形阀芯 4 由弹簧 5 控制闭锁在阀座 3 上，主阀芯由弹簧 2 及上下油压平衡保持其位置。当压力升高有能力打开锥形阀芯 4 时，锥形阀芯离开闭合位，使主阀芯 1 上部的油泄至油箱，造成主阀上下压力不平衡，而使主阀芯上升，此时压力油便由主阀芯下部泄入油箱，压力因而不会继续上升。压力降到没有能力打开锥形阀芯时，主阀芯 1 的上下压力渐趋于平衡，因而主阀退回原位，停止泄油，使油压回升，从而控制油压正常。调整手轮 6 可变动弹簧 5 的顶压缩量，以控制油压大小。保持压力油清洁使压力控制阀内小孔畅通，可使压力稳定。

(4) 流量、单向控制阀 图 4-21 是流量单向控制阀的结构及性能参数。

辅助装置主要由油箱、冷却器、滤油器、蓄能器、压力表、油管、管接头等器件组成。辅助装置的作用是输送油液、储存油液、过滤杂质、冷却油液等。油箱储存和供给注塑机液压系统的工作油液，还可有散热、分离油中的空气和沉淀油中的杂质作用。冷却器通过辐射

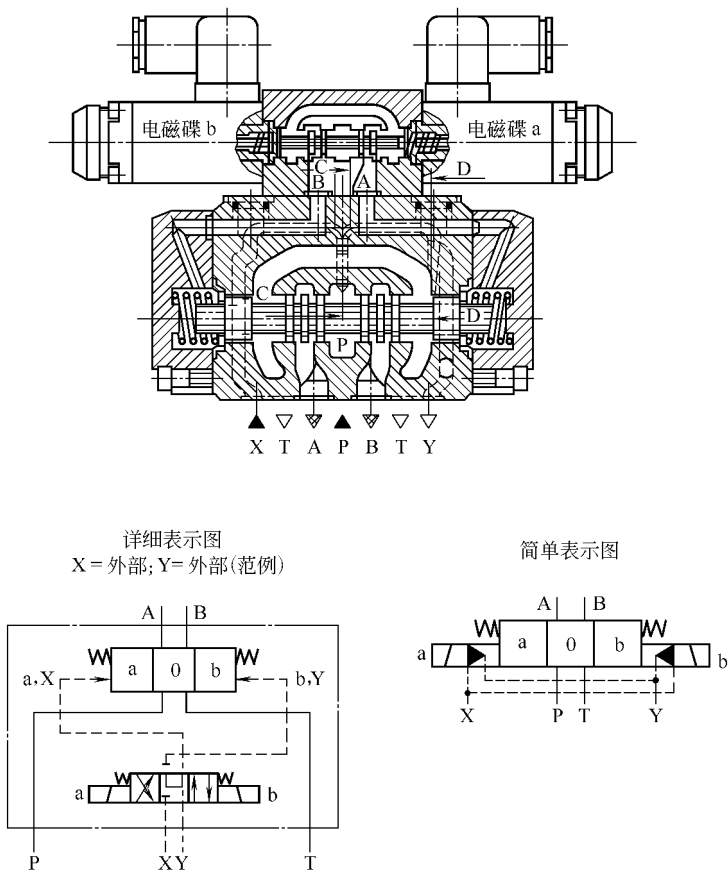


图 4-18 带有电磁铁操纵先导阀的换向阀

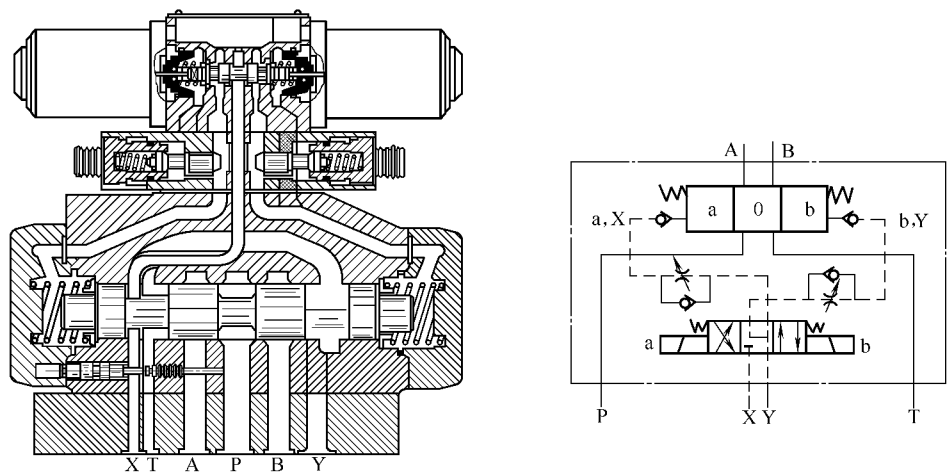


图 4-19 附有先导节流调节的换向阀

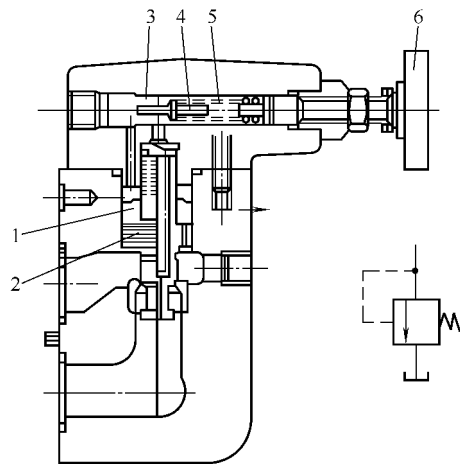


图 4-20 溢流阀结构

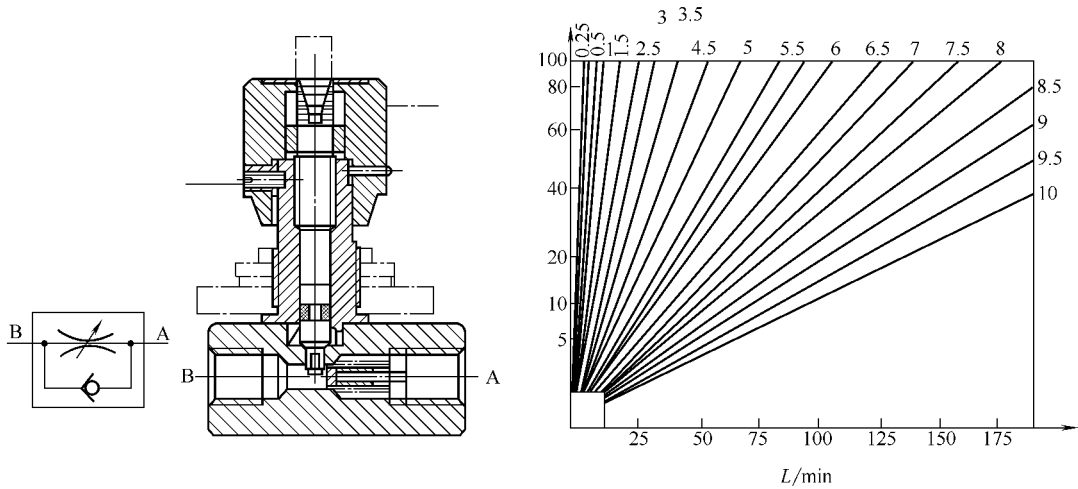


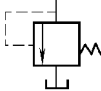
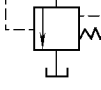
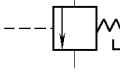
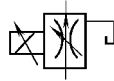
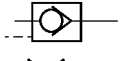
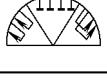
图 4-21 流量单向控制阀及其性能参数

和对流的方法对液压系统中的油液进行冷却，以防止油温过高。过滤器主要是滤除污垢颗粒，防止如划伤、卡死、堵塞等灾害性事故发生（过滤杂质对于提高液压设备完好率，延长换油周期，提高液压元件寿命，减少维修费用有非常重要意义）。蓄能器是储存和释放液体压力能的装置，可作为辅助动力源及消除油泵的脉动或回路冲击压力的缓冲器等。压力表是用来显示液压系统的压力指示或需检测处的压力指示。油管是液压系统中的“油路”，可用于进油路、回油路、泄油路等处。管接头是油管与液压元件、油管与油管之间的连接件。

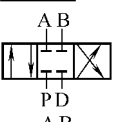
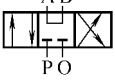
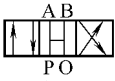
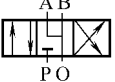
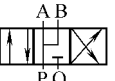
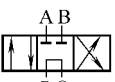
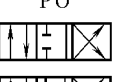
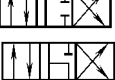
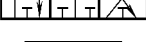
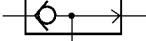
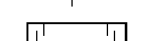
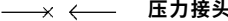
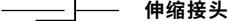
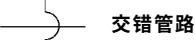
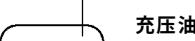
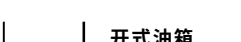
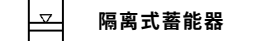
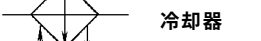
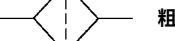
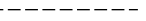
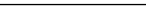
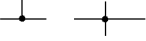
传动介质主要是液压油，注塑机以液压油作为工作介质或传动介质，其作用就是进行动力和能量的传递。

注塑机液压传动是以密封容腔中（如油缸）的压力油为工作介质，利用密封容积变化过程中压力油的压力能来实现动力和能量的传递、转换。注塑机液压系统常见的液压元件及图形符号如表 4-6 所示。

表 4-6 注塑机液压系统常见液压元件及图形符号

油 泵	 双联定量泵	压力 控制 阀	 直接控制溢流阀
	 单向定量油泵		 远程控制溢流阀
油 马 达	 单向变量油泵	流量 控制 阀	 比例溢流阀
	 双向定量油泵		 定压减压阀
油 缸	 双向变量油泵	方向 控制 阀	 直接控制顺序阀
	 单向定量油马达		 远程控制顺序阀
控 制 方 式	 单向变量油马达	固定节流元件	
	 双向定量油马达		
油 缸	 双向变量油马达	不可调节流阀	
	 单活塞杆油缸		
油 缸	 双活塞杆油缸	调速阀	
	 差动油缸		 比例调速阀
控 制 方 式	 定位机构	单向阀	
	 手动横杆控制		 液控单向阀
控 制 方 式	 脚踏控制	截止阀	
	 弹簧控制		 二位二通转阀
控 制 方 式	 机械控制	三位四通转阀	
	 直接液压控制		
控 制 方 式	 先导液压控制		
	 电磁控制		
控 制 方 式	 比例电磁控制		
	 电液控制		

续表

方向控制阀	 二位二通阀(常闭)  二位二通阀(常开)  二位三通阀  二位四通阀  三位四通阀 O 型  三位四通阀 U 型  三位四通阀 H 型  三位四通阀 Y 型  三位四通阀 P 型  三位四通阀 M 型  三位四通阀 J 型  三位四通阀 C 型  三位四通阀 K 型  三位四通阀 X 型  二位五通阀  三位五通阀  三位六通阀  或门型梭阀  与门型梭阀  四通电液伺服阀	管路及连接	 堵头  压力接头  伸缩接头  交错管路  软管  放气装置  通油箱管路  充压油箱  开式油箱  非隔离式蓄能器  隔离式蓄能器  增压器  冷却器  管路加热器  粗滤油器  精滤油器  压力继电器  交流电机  流量计  压力表  电接点压力表
	 工作管路  控制管路  泄漏管路  连接管路		

注塑机的液压传动部分主要由上述五部分组成，其作用是由油泵产生油压供给各电磁阀体及管路组成的“油路”，使油路产生工作压力及流量，尤其采用比例流量、比例压力阀提供可调节的系统压力和系统流量，可以方便地按照液压阀线圈受到的电气控制而动作，并且配合机械部分来完成注塑工作。

4.2 注塑机电气控制（继电器控制类型）

注塑机主要由四部分组成：电气部分、机械部分、液压部分和辅助部分。虽然种类繁多，品牌不一，功能各异，但最基本的工作原理是一样的。如图 4-22 所示是注塑机成型循环动作。为了完成这个循环、机械和电气或其他部件，都在这个循环周期内，围绕各个动作进行协调工作。电路设计要遵循动作图，机械运动要遵循，液压传动也要遵循。在完成整个动作循环后，周而复始地进行，就达到了自动状态。电气、机械、液压关系非常密切，互相牵制和制约，对成型产品质量有较大影响，其关系有如图 4-22 所示。

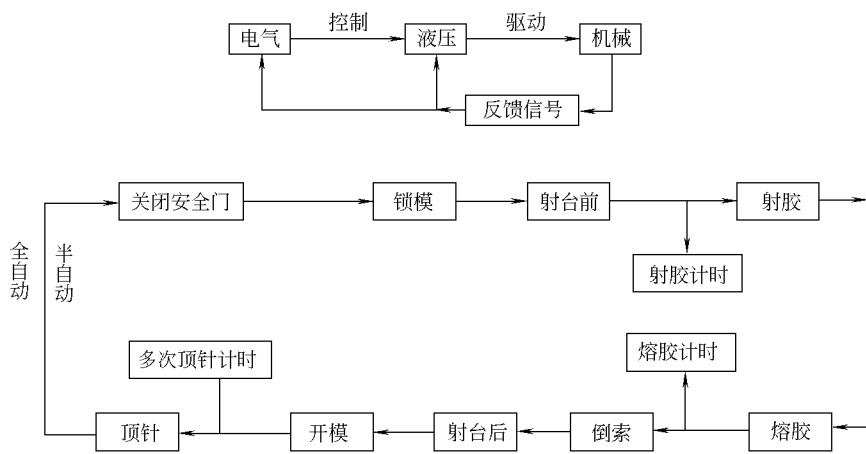
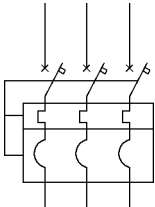
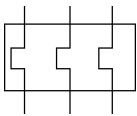
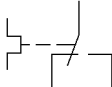
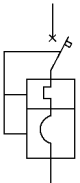
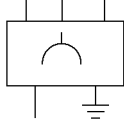
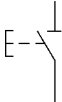
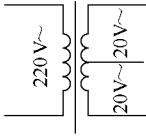
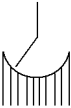
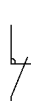


图 4-22 注塑机成型循环动作

注塑机电气部分一般由控制电箱进行控制，它包括主电机（油泵马达）控制、电加热控制、注塑机工作控制、程序控制和其他控制，还有电源、调模、上料、烘干电路等。其关键和难点都在工作程序控制中。它的种类也多，如继电器控制、单板机控制、微电脑 PLC 控制、工业电脑控制等。还要通过 I/O 电子板进行动作控制和电脑 CPU 对比例流量、压力进行控制。电气控制涉及的电器元件有三相断路器、单相断路器、变压器、热继电器、交流接触器、时间继电器、各种开关（组合开关、旋转开关、行程开关、接近开关）、各种保险器等。机械部分的锁模装置和射胶装置及机械感应装置涉及安全门限位开关、接近开关、压力传感器、光学解码器、电子尺等电气、电子元器件。液压部分的比例流量阀、比例压力阀、各种控制阀的电气电子控制，涉及电子放大板电子电路、功率三极管、小型继电器、拨盘开关、光电开关、电磁阀线圈等。注塑机常用电器元件及图形符号如表 4-7 所示。

注塑机的电气部分主要由主电路、电加热电路、电源电路和程序控制电路等组成。主要作用是主电路驱动油泵电机以供给液压部分的动力源；电加热电路供给电加热电源并能自动控制料筒注塑温度；电源电路提供调模电机电源，提供程序控制及程序控制器的工作电源和驱动电源，以使注塑机进行顺序动作控制及时间顺序控制，按照工艺循环动作提供各种控制信号并进行组合运算、放大、反馈并输出控制电压，控制和驱动电磁阀等负载动作。

表 4-7 注塑机常用电器元件及符号

三相断路器(三极自动空开)	QF		行程开关常闭触点	S	
			常闭延时闭合触头	KT	
热继电器	FR		常开延时打开触头	KT	
			热继电器触点	FR	
单相断路器(单极自动空开)	QF		开关	SA	
三相五极插座	XS		按钮	SB	
变压器	TC		急停按钮	SB	
交流接触器线圈	KM		钮子开关	SA	
时间继电器线圈	KT		旋转开关	SA	
直流继电器线圈	K		拨盘开关	S	
交流接触器常开触点	KM		光电开关	S	
交流接触器常闭触点	KM		指示灯	HL	
行程开关常开触点	S		接近开关	S	

续表

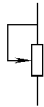
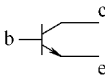
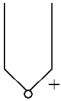
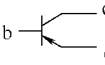
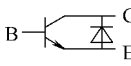
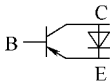
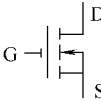
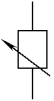
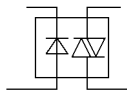
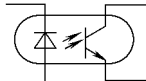
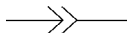
压力传感器	SP		电位器	W	
计数器	PC		电解电容器	C	
风扇	E		电容器	C	
电磁阀	YA		二极管	V	
保险器	FU		发光二极管	HL	
电热圈	EH		NPN 型三极管	VT	
热电偶	ST		PNP 型三极管	VT	
蜂鸣器	HA		NPN 型功放管	VT	
电流表	PA		PNP 型功放管	VT	
电磁阀	YA		VMOS 场效应管	VT	
电磁比例阀	YA		固态继电器	SSR	
电阻器	R		光电耦合器		
			接插端子	X	

图 4-23 所示为注塑机电气电路控制（PYI-7B）原理，它采用继电器程序控制。

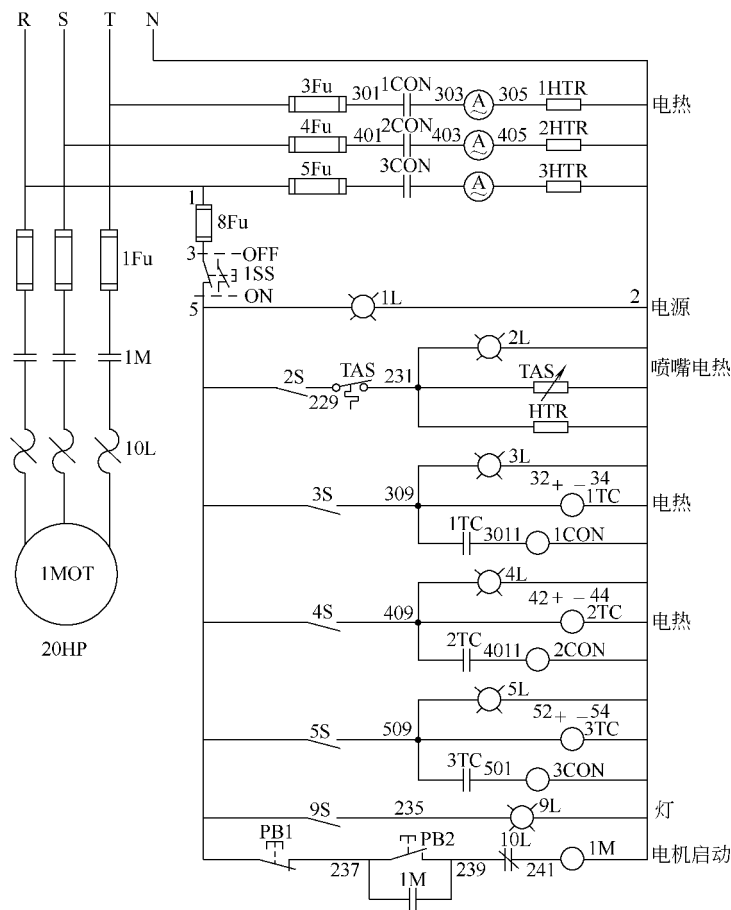
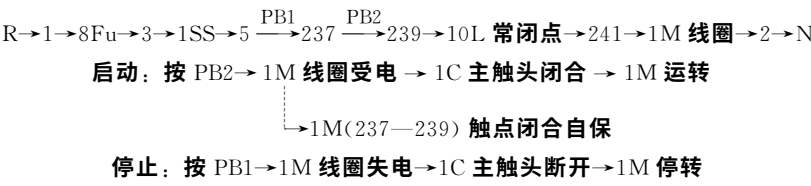


图 4-23 宝源机电气原理

4.2.1 主电机启动电路

先打开开关 1SS，电源信号指示灯 1L 亮，按下启动按钮 PB2，交流接触器 1M 动作吸合，使其主触头闭合，主电机 1MOT 启动，其辅助常开触点闭合自保（237—239），正常运转。其控制回路如下。

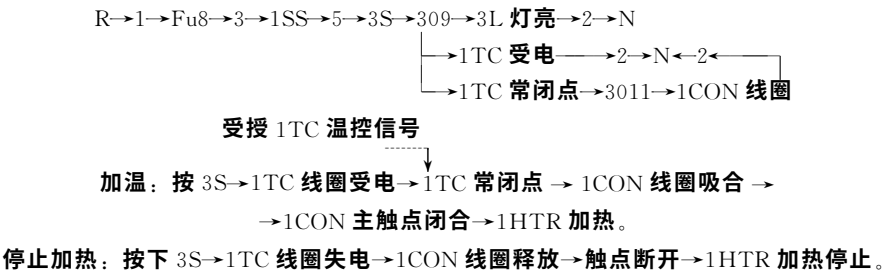


4.2.2 电加热自动控制电路

电加热电路分别由 2S~5S 控制温度控制器及电加热继电器线圈，主加热部分由 3Fu、4Fu、5Fu 进行加热。喷嘴温度控制靠热继电器 TAS 来调节控制加热圈 HTR 进行加温，并由 2S 加热开关控制。加热开关 3S、4S、5S 分别控制螺杆料筒的 I、II、III、IV 温度，各

区温度靠热电偶进行采样，由温度控制器进行运算，再将结果输出使得温度控制器中的继电器闭合或断开去控制温度加热继电器线圈。

以 3S 为例，操作如下：先打开 1SS 开关后，再打开 3S 开关，这时接通温度控制器 1TC 电源，电源信号灯 3L 亮。当温度通过热电偶传来的信号进入 1TC 温度控制器中，经过运算放大和比较若达到设定的温度值时，1TC 常开触点闭合或断开，控制加热继电器的线圈失电，加热筒失电不加热。当温度未达到设定值时，1TC 保持原状，控制加热继电器线圈受电加热筒受电加温。其控制回路是：



4.2.3 宝源机型 PYI-7B 主要器件及电路分析

图 4-24 是 PYI-7B 型注塑机主要限位开关（咭掣）布置，其名称及作用见表 4-8。

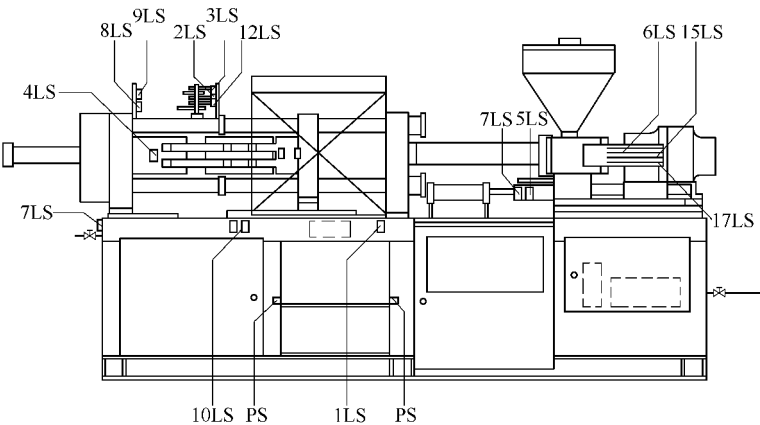


图 4-24 PYI-7B 限位开关布置

表 4-8 PYI-7B 型注塑机主要限位开关（咭掣）名称及作用

限位开关(咭掣)编号	名称及作用	限位开关(咭掣)编号	名称及作用
1LS	安全门压合才可锁模	9LS	开模终止
2LS	锁模由高压变低压	10LS	压合 1LS 不会锁模,互联
3LS	锁模由低压变高压	11LS	调模向后限位
4LS	锁模停止	12LS	开模启动时慢速
5LS	射台向前限位	13LS	顶针向前限位
6LS	熔胶到位限位	14LS	顶针向后限位
7LS	射台向后限位	15LS	抽胶停止
8LS	开模终止变慢速	17LS	一级射胶压力转二级射胶压力

图 4-25 是 PYI-7B 型液压原理。图 4-26 和图 4-27 是 PYI-7B 型电气控制原理。手动控制电路分析如下。

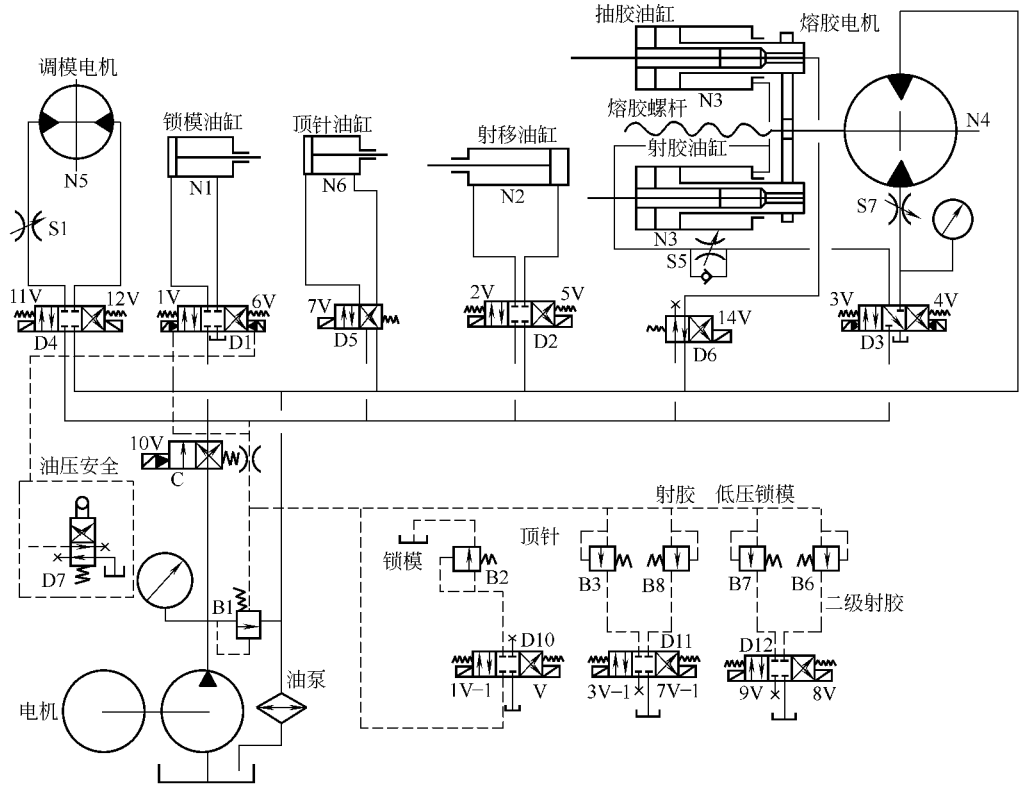


图 4-25 PYI-7B 型液压原理

总压电磁阀 V 的控制较为简单，它在交流接触器 1M 的辅助触点（常开）串联，当主电机启动后 1M 辅助触点闭合，当射台向前 2R、射胶 3R、熔胶 4R、射台向后 5R、抽胶 19R 继电器吸合时，电磁阀圈 V 均吸合，使液压回路动作。

快速电磁阀 10V 也是靠 10S 开关串联如锁模 1R、开模 6R、射胶 3R、熔胶 4R、顶针 7R 继电器线圈，在吸合时均能由 10V 电磁阀推动油缸进行快速锁模、开模或其他操作。

手动锁模操作：打开锁模开关 3SS 使其触头①②闭合，使接线 912—0103 接通，在下列条件达到时安全门 10LS 限位开关复位；安全门前限位开关 1LS 压合限位；锁模终止行程开关闭合 4LS；顶针向后限位开关 14LS 闭合。锁模继电器 1R 线圈得电吸合，使得锁模电磁阀 1Y 吸合，锁模油缸动作。其电路工作回路如下。

6S→911→9R 常闭点→912→3SS→0103→10LS 复位→4LS 压合→113→11R 常开触点→

853→5TR 常闭点→818→1TR→815→13R 常开点→110→1R→2→N

其中 10LS 在安全门关上才闭合；锁模终止行程开关 4LS 在终止位置才闭合；而前安全门限位开关 1LS 压合闭合后，11R 继电器才闭合；顶针后限位开关 14LS 压合后，13R 继电器才闭合。经过上述条件锁模才能动作。

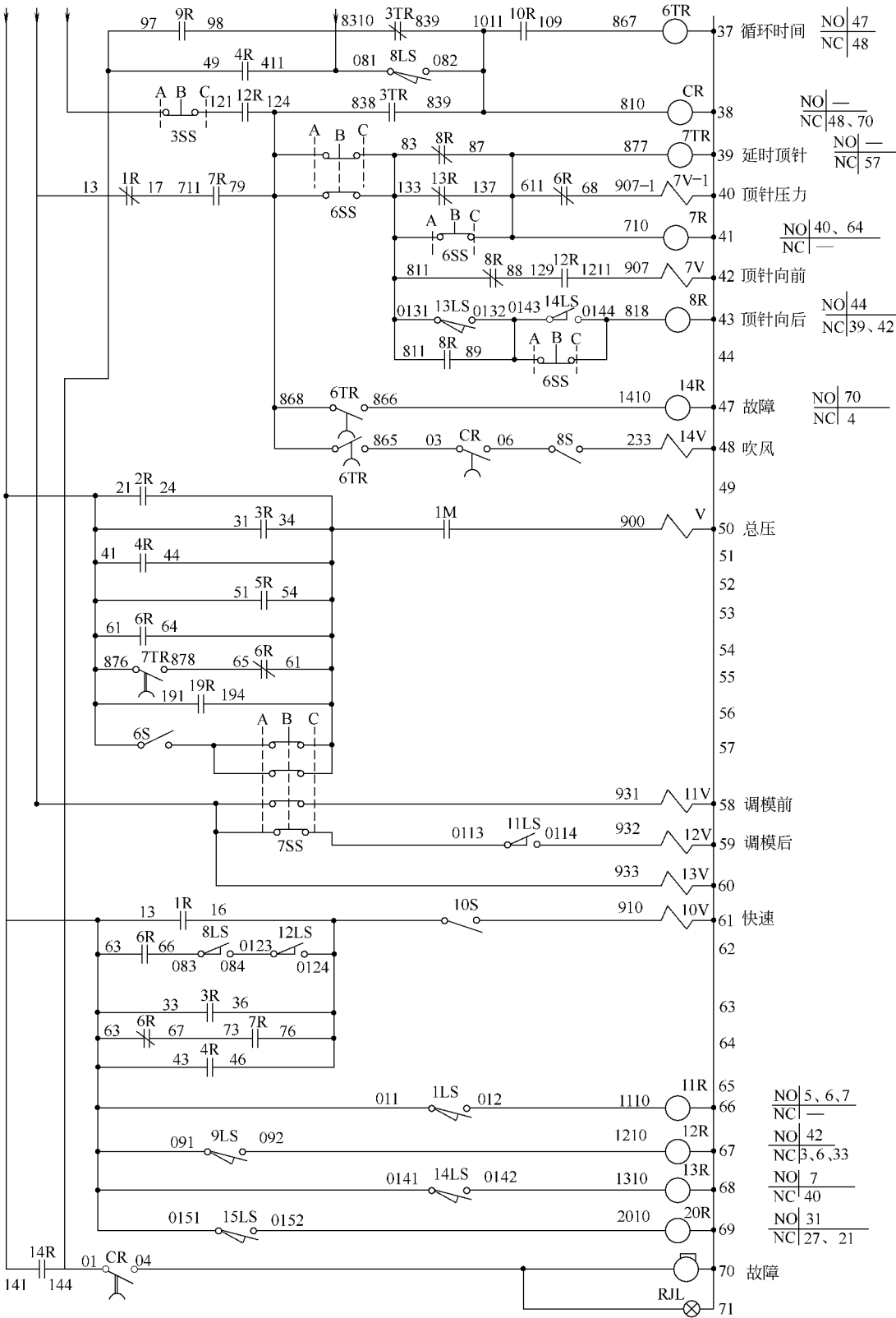
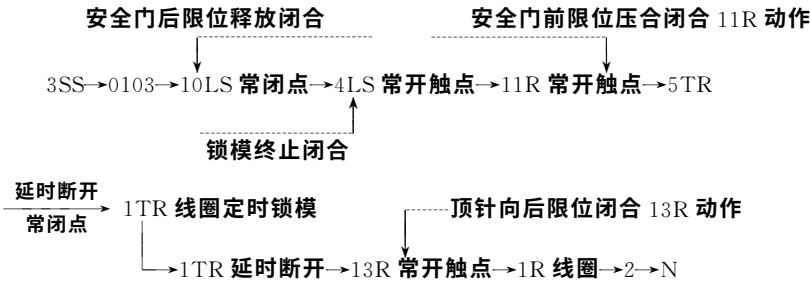
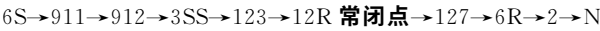


图 4-27 PYI-7B 型注塑机电气控制电路 (二)

控制回路如下。

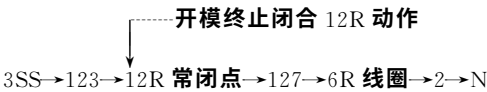


手动开模操作：打开手动开关 3SS，只要开模终止行程开关 9LS 没有压上，即 12R 继电器没有吸合，开模继电器 6R 线圈受电吸合，电磁阀 6Y 也吸合开模进行工作，直至开模终止限位开关 9LS 压力 12R 继电器吸合，其常闭触点断开，回路断电，开模继电器、电磁阀均停止工作。其工作回路如下。



其中 12R 继电器受开模终止行程开关 9LS 控制。

控制回路如下。



宝源机型的状态分为半自动状态和自动状态。

当 2SS 开关打在半自动状态，开关 9—10、11—12 闭合，关上安全门，限位开关 1LS 常开点闭合，继电器 11R、9R 吸合，半自动状态开始工作，习惯上用限位开关 1LS 来触发半自动状态。下面分析电路状态：9R 吸合，11R 吸合（靠 1LS 常开点闭合），锁模电路只要下面 3 个条件达到就能工作，也就是安全门后限位开关 10LS、锁模终止限位开关 4LS 和顶针后限位开关 14LS 到位置即可使得锁模继电器和电磁阀 1Y 动作。

当锁模由高压变低压，限位开关 2LS 闭合时，低压锁模电磁阀 1V-1 和继电器吸合，直至锁模由低压变高压限位开关 3LS 断开，低压锁模完成工作。锁模时间过程也由定时锁模时间掣控制。在锁模终止的同时，射台向前开始工作，锁模终止限位开关 4LS 闭合，继电器 2R 和电磁阀 2V 吸合，射台向前动作。当射台向前限位开关 5LS 闭合时，射胶继电器 3R 和电磁阀 3Y 吸合，射胶开始动作。

当射胶从一级射胶压力转二级射胶压力限位，开关 17LS 闭合时，保压射胶 15R 和电磁阀 9V 开始动作。与此同时，在 3R 吸合时，定时射胶时间掣得电，开始计时，当射胶定时到时，延时断开触点将射台前和射胶回路断开。延时闭合又将熔胶电磁阀 4Y 和继电器 4R 在熔胶没有到位和抽胶没有到位时使其吸合，熔胶开始动作，直至熔胶限位开关 6LS 闭合成抽胶到位停止动作。

在延时闭合时，定时开模时间掣通电计时，在时间到时，抽胶继电器 19R 和电磁阀 14V 开始动作，直到抽胶限位 15LS 闭合停止。此时，射台向后电磁阀 5V 和继电器 5R 开始动作，由射台后退终止（限位开关 7LS 常闭点断开）而停止。此时，熔胶、抽胶工作完成，开模继电器 6R 和开模电磁阀 6V 吸合，开模动作，直至开模终止限位开关 9LS 到位，开模停止。

在开模终了变慢速限位开关 8LS 闭合时，顶针压力和延时间掣开始吸合，顶针向前电

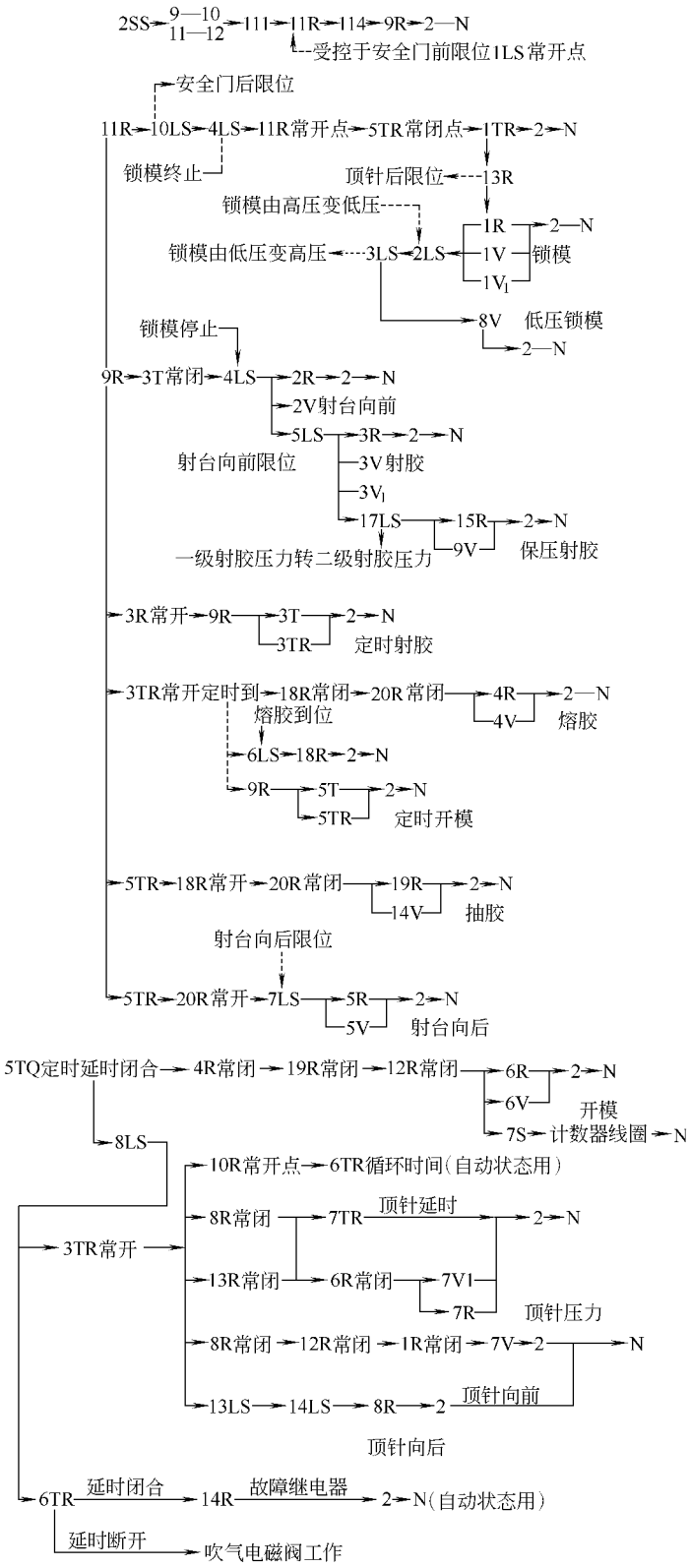


图 4-28 半自动状态工作回路

电磁阀和继电器开始工作，受锁模停止，顶针向后继电器停止，顶针后限位未到限制；当顶针向前限位开关 13LS 闭合时，顶针向后继电器吸合，顶针延时断，顶针向前电磁阀断。在 8LS 闭合时、自动状态下循环时间继电器就开始工作，超过设定的时间时，其延闭合触点会吸合故障继电器 14R 使自动状态停止工作。

注塑工作程序就是按注塑动作要求设定的，其工作回路控制过程如图 4-28 所示。

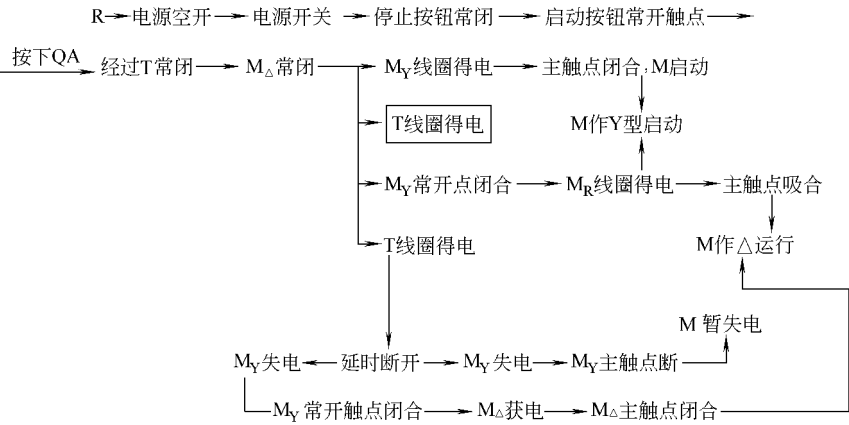
当 2SS 开关打在自动状态，开关 3—4、5—6 接通，通过电眼感应装置和循环周期时间设定来使得全自动继电器 10R 吸合并自保后，进入半自动程序到一个循环完成后，通过吹气电磁阀工作，将注塑件通过电眼感应装置。循环周期计时进行配合工作，使得结束这一循环而自动进入下一个循环，依次重复进行。

4.3 注塑机电子电器控制（Z80 单板机控制类型）

注塑机采用 Z80 单板机对程序进行控制是为了克服继电器控制存在的问题而设计的。它采用程序和指令，输入/输出接口部件替代控制继电器和复杂的电气线路，减少故障点，提高注塑工作效益。它还具有调校和预置参数方便的优点，更有利于提高注塑质量。图 4-29 是注塑机 T-180 型特佳机电气原理图。它由主电机控制和电加热控制电路和电源电路组成。

4.3.1 主电路控制过程

主电机由交流接触器 M_R 、 M_Δ 和 M_Y 组成的 Y/ Δ 启动器控制。主电路还采用了自动空气开关和热继电器作为过电流保护电路。具体工作过程是：合上自动空气开关及控制电源开关，电源指示灯亮，主电路也通入三相交流电源。启动油泵电机，按启动按钮 PUMPON， M_Y 接触器和 M_R 接触器线圈得电，主触点吸合，油泵电机 M 被连接成星形接法，Y 形启动。与此同时时间继电器 T 线圈受电，计时时间到，常闭点 T 断电，使 M_Y 失电。而 M_Y 接触器的辅助触头 M_Y 恢复常闭点，使得 M_Δ 接触器线圈吸合，其主触点也吸合， M_Y 接触器断电使电机 M 的星形接点断开，而 M_Δ 三角形接点连接，恰好电机 M 又形成了角形接法的主电路。这种接法的电路称之星形-三角形换接降压启动，简称 Y/ Δ 启动器，是最常用的一种降压启动方法。降压启动主要是减少启动电流保证电网稳定的方法。它适用于定子绕组按 Δ 连接的电机，其启动电流是全压启动电流的 $\frac{1}{3}$ 额定电流（星形接法），运行时则是三角形接法电机的额定电流。其控制电路如下。



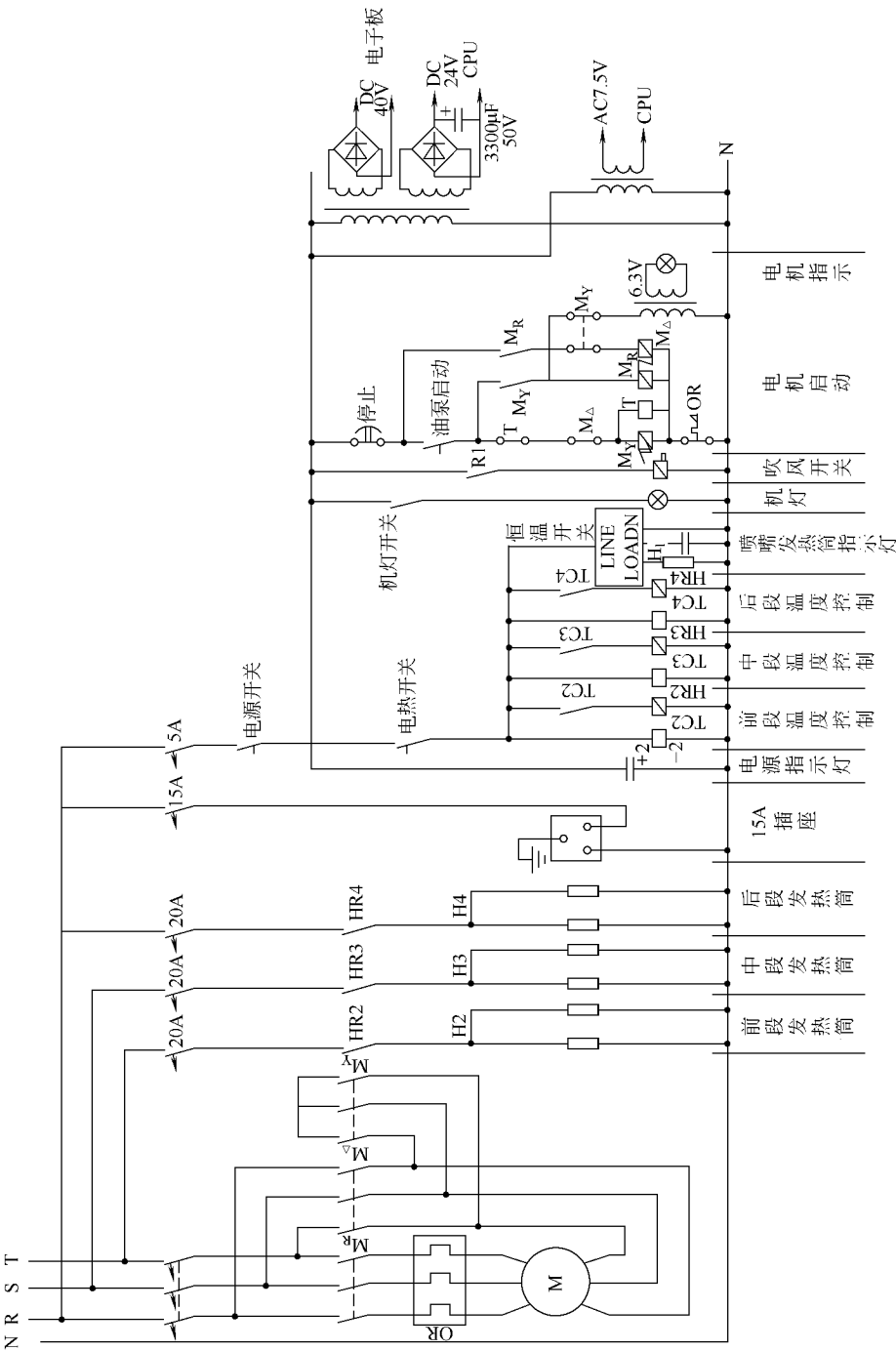
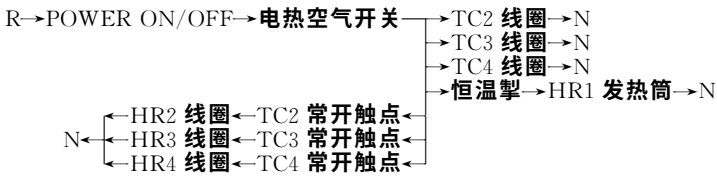


图 4-29 T-180 型注塑机电气原理

4.3.2 加热电路

由自动空开分别送给加热交流接触器，其主触头并联使用，分别送给前段加热、中段加热和后段加热筒。R、S、T 三相一段对应一相，由交流接触器控制是否加热。温度控制电路由电热自动开关送来，分别加在各区段温度控制器电源输入端上。其热电偶按序接在加热筒测温孔位置，使其温度信号对应各温度控制器，当温度信号同温度设定信号进行比例、放大、比较运算后，控制温度控制器中继器动作，使其继电器触点闭合或断开，由外接电路控制加热交流接触器的线圈，使其加温或保持状态。喷嘴发热筒由恒温开关控制，调节恒温开关温度旋钮，使射嘴温度达到需要温度，由于喷嘴发热筒功率较小，一般常在运行状态。控制回路如下。



4.3.3 电源电路

由 R 相电源经自动空开机电源开关接通 R 相电输入给两组变压器。一组变压器由输入 220V 电压变为 AC7.5V 送入主控板。另一组变压器由输入 220V 电压变为 AC44V 和 AC19V 电压，经过桥式整流电路和桥式整流滤波电路，将 AC44V 电压变为 DC40V 供给放大板 LCK-022 作电源。将 AC19V 电压整流滤波为 DC24V，供给主控板作为工作电源。

4.3.4 单板机控制系统

单板机控制系统实际是一个微机系统，它由中央处理单元 CPU、存储器 RAM 和

EPROM，I/O 接口电路组成。特佳数控机 T-180 型就是一个单板机控制系统。它用 Z80 CPU 作中央处理单元，系统方框图如图 4-30 所示。

(1) Z80 CPU Z80 CPU 是中央处理单元，是 8 位微处理器，它对数据进行处理和运算，并且由它协调整个微机系统的工作。图 4-31 是 Z80 CPU 内部结构。

Z80 CPU 芯片采用 40 脚双列直插式封装，引脚如图 4-32 所示。Z80 CPU 有 8 条数据线，16 条地址线和 13 根控制线。其中控制线有系统控制线 6 根，CPU 控制线 5 根，CPU 总线控制线 2

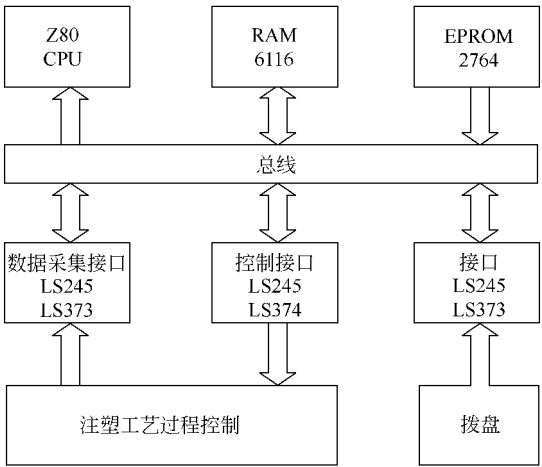


图 4-30 特佳 T-180 机系统方框图

根。外还有电源和时钟 3 根。具体如图 4-33 所示。

A₁₅ ~ A₀ 是地址总线。单方向三态输出，高电平有效。它是指定存储的地址或 I/O 指定的对象，用 16 根地址总线的不同状态排列组合可得 2¹⁶ = 65536 个地址。

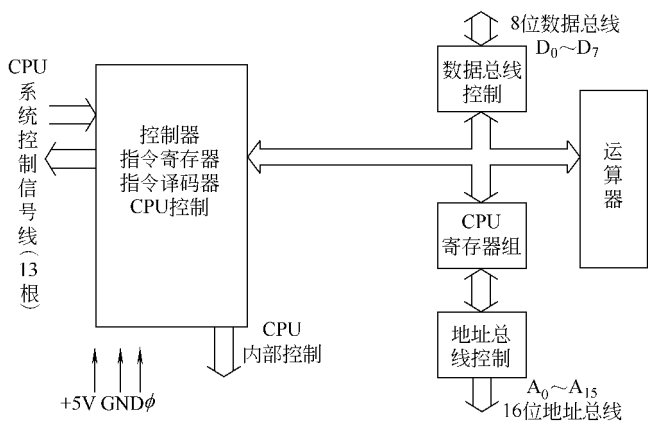


图 4-31 Z80 CPU 内部结构

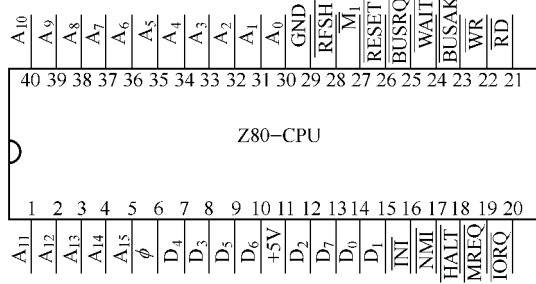


图 4-32 Z80 CPU 引脚

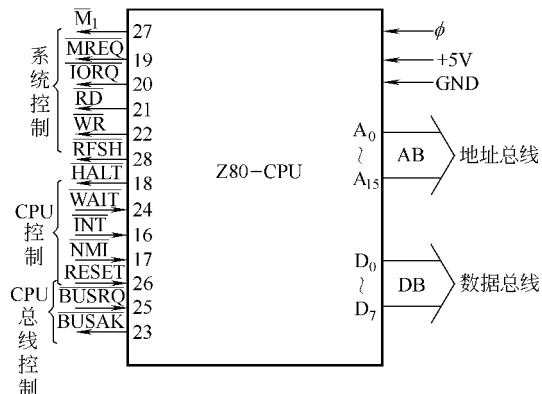


图 4-33 Z80 CPU 引脚功能

$D_7 \sim D_0$ 是数据总线。收发双向的数据和指令，是 CPU 与存储器或 I/O 之间数据和指令传输总线，双向三态输入/输出，高电平有效。

$\overline{M_1}$ 是系统同步控制线，三态输出，低电平有效。当 $\overline{M_1}$ 为低电平时，表示 CPU 处于取指阶段，用它可以去控制外部设备的启停，以达到同步工作的效果。

$\overline{MREQ}$ 是访问存储器请求控制线，三态输出，低电平有效。当它为低电平时，表示地址总线上存在一个用于存储器读或写操作的有效地址。

$\overline{IORQ}$ 是输入输出请求控制线，三态输出，低电平有效。当它为低电平时，表示地址总线的低 8 位 ($A_0 \sim A_7$) 含有一个有效的输入/输出接口地址。当 $\overline{M_1}$ 和 $\overline{IORQ}$ 同时为低电平时，则表示外部设备有中断请求信号输入 CPU，而且 CPU 已响应了中断。

$\overline{RD}$ 是 CPU 读入数据控制线，三态输出，低电平有效。当它为低电平时表示 CPU 从存储器或输入/输出接口中读取数据。

$\overline{WR}$ 是 CPU 写出数据控制线，三态输出，低电平有效。当它为低电平时，表示 CPU 向存储器或输入输出接口中写出数据。

$\overline{RFSH}$ 是动态存储器刷新信号线，三态输出，低电平有效。当它为低电平时，表示地址总线低 7 位 ($A_0 \sim A_7$) 是动态存储器刷新地址。而当前的 $\overline{MREQ}$ 信号被用于动态存储器的刷新。

$\overline{\text{HALT}}$ 是 CPU 暂停信号线，三态输出，低电平有效。

$\overline{\text{INT}}$ 是可屏蔽中断请求信号线，输入，低电平有效。

$\overline{\text{NMI}}$ 是非屏蔽中断请求信号线，输入，低电平有效。此线作用与 $\overline{\text{INT}}$ 作用相似。只是它不受指令 DI 和 EI 的控制。即其中断优先权最高，不能被禁止。

$\overline{\text{RESET}}$ 是 CPU 复位控制线，输入，低电平有效。当它为低电平时，CPU 进入起始状态。

$\overline{\text{BUSRQ}}$ 是请求总线悬浮信号线，输入，低电平有效。当外部使 $\overline{\text{BUSRQ}}$ 为低电平时，则表示外部设备请求占用系统总线。

$\overline{\text{BUSAk}}$ 是 CPU 总线悬浮响应信号线，输出，低电平有效。当它输出低电平时，表示 CPU 在 $\overline{\text{BUSRQ}}$ 请求下已同意将总线让出来，即使使所有 CPU 引脚上的三态总线呈悬浮状态。

电源和时钟脉冲：Z80 CPU 采用单一电源+5V，时钟频率 ϕ 为 2~4MHz。

(2) 存储器 RAM 和 EPROM 特佳 T-180 型注塑机存储器用 RAM 型号为 6116，EPROM 型号是 2764，图 4-34 所示。

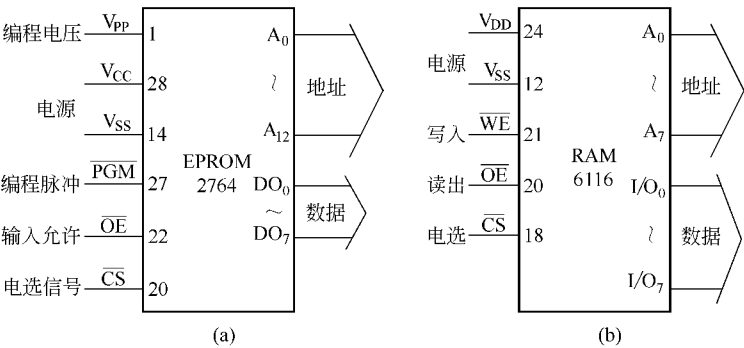


图 4-34 存储器引脚

EPROM2764 是电可编程只读存储器，容量 8192×8bit 简称 8k。编程电压有两种，即 12.5V 和 21.5V，一般根据芯片选用适当编程电压。工作电压 5V。具体功能如表 4-9 所示。

表 4-9 EPROM2764 功能

PGM	$\overline{\text{CS}}$	$\overline{\text{OE}}$	DO	操作方式	PGM	$\overline{\text{CS}}$	$\overline{\text{OE}}$	DO	操作方式
×	H	×	高阻状态	操作	H	L	L	数据输出	读
H	L	H	高阻状态	操作	L	L	×	数据输入	写

注：H 表示高电平；L 表示低电平；×表示任意状态。

RAM6116 是 CMOS 型静态存储器，容量是 2048×8bit (2kRAM)。工作电压 5V。具体功能如表 4-10 所示。

表 4-10 RAM6116 功能

输 入			I/O		操作方式
$\overline{\text{CS}}$	$\overline{\text{WE}}$	$\overline{\text{OE}}$	DI	DO	
H	X	X	X	高阻	待机
L	H	L	高阻	操作	读
L	L	H	DI	高阻	写
L	L	L	DI	高阻	写
L	H	H	X	高阻	操作

(3) I/O 接口电路 特佳 T-180 型注塑机 I/O 接口电路较为简明，其电路框图如图 4-35 所示。电路主要由八同相三态收发器 LS245 和八 D 型触发器 LS374 组成输出电路，由 LS245 和八 D 型锁存器 LS373 组成输入电路。

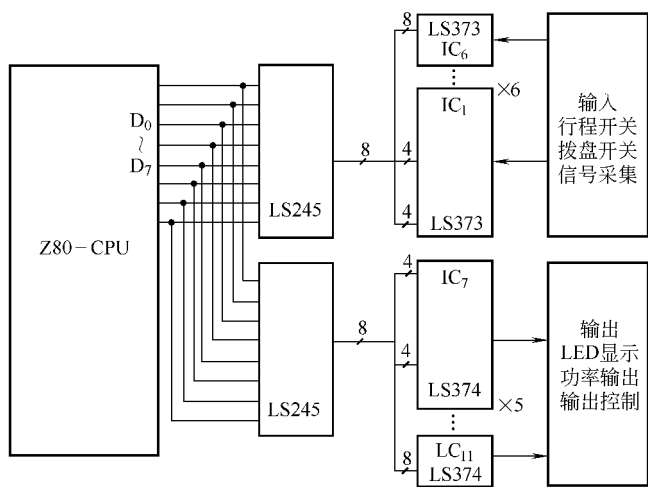


图 4-35 输入输出接口电路框图

八同相三态收发器 74LS245 引脚及功能如图 4-36 所示。

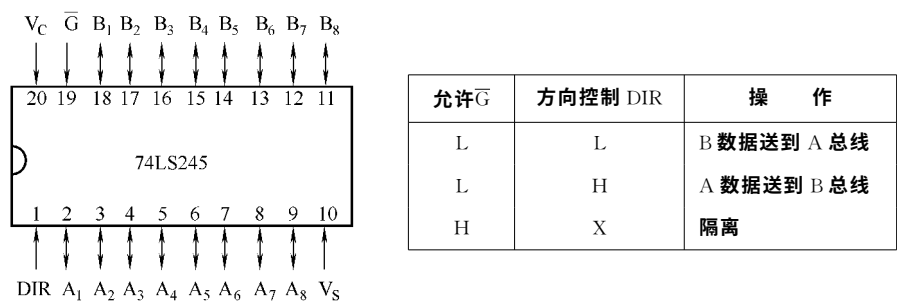


图 4-36 八同相三态收发器 74LS245 引脚及功能

八 D 型触发器 74LS374（三态）引脚及功能见图 4-37，八 D 型锁存器 74LS373 引脚及功能如图 4-38 所示。

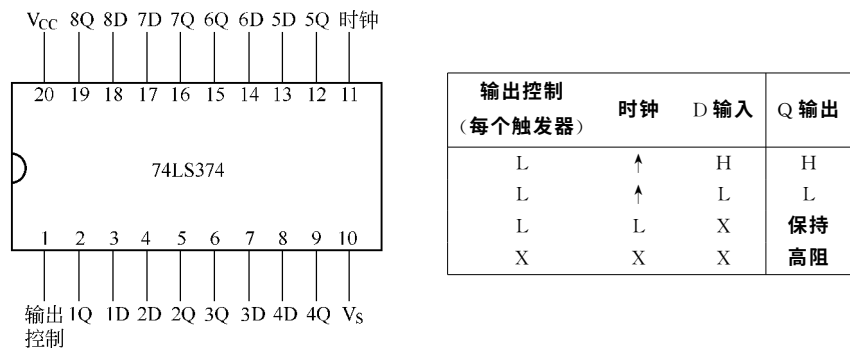


图 4-37 八 D 型触发器 74LS374 引脚及功能

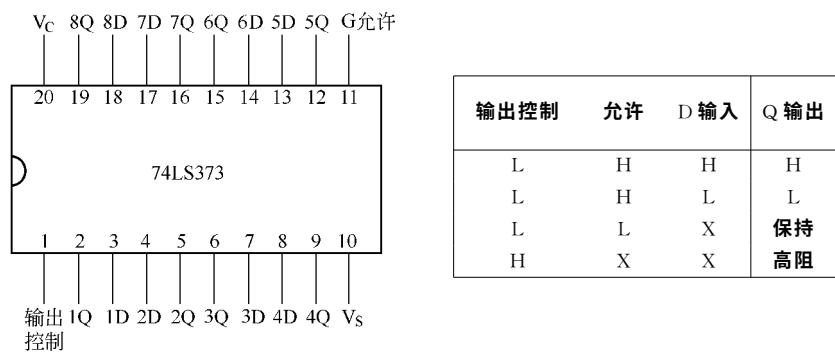


图 4-38 八 D 型锁存器 74LS373 引脚及功能

(4) Z80 CPU 系统控制 如图 4-39 所示。

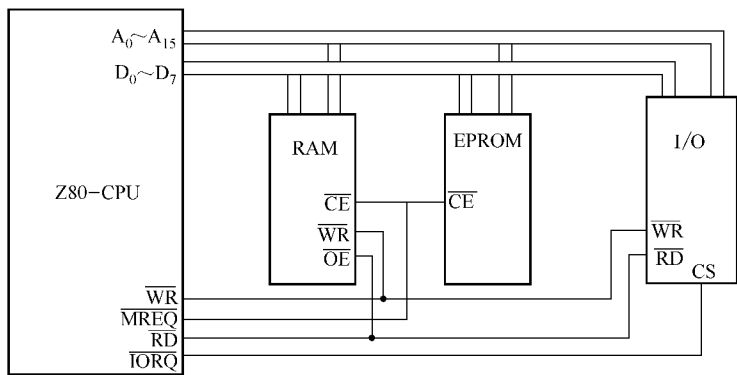


图 4-39 Z80 CPU 系统控制框图

系统控制总线 $\overline{MREQ}$ 、 $\overline{IORQ}$ 、 $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$ 在应用中十分重要。因为在执行存储器读写或输入输出指令时，除了地址总线给出地址，数据总线传送数据，这四根控制线的电平高低也是跟着执行不同指令而变化的。具体可参看表 4-11。

表 4-11 控制总线与状态

控制总线状态				系统工作状态
$\overline{MREQ}$	$\overline{IORQ}$	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	
L	H	L	H	CPU 读入存储器的内容, 执行数据传送 CPUA 中
H	L	L	H	CPU 输入 I/O 的内容, 执行输入指令
L	H	H	L	CPU 向存储器写入数据, 执行数据传送 CPUA 中
H	L	H	L	CPU 向 I/O 输出数据, 执行输出指令

Z80 CPU 工作又可分为写入程序和执行程序。在写入程序时，通过 CPU 总线控制信号 $\overline{BUSRQ}$ ，使其低电平时，数据总线和地址总线等均与 CPU 断开，则 $\overline{BUSAk}$ 为低电平， $\overline{MREQ}$ 、 $\overline{IDRQ}$ 、 $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$ 均为高阻抗状态，可以通过键盘和 I/O 接口向存储器写入程序。执行程序时，把 $\overline{RESET}$ 信号给 CPU 即可使 CPU 为初始状态。即 $\overline{RESET}$ 保持 3 个以上的时钟脉冲，低电平后，再为高电平，则程序计数器为 0000H，处于待启动状态，当执行时，CPU 会从 0000H 地址开始，依次执行存储器中的程序。CPU 总线控制信号 $\overline{BUSRQ}$ 低电平是总线请求，而 $\overline{BUSAk}$ 低电平时表示总线响应，即答应请求。

(5) 特佳注塑机数据放大板 LCK-022 调校 图 4-40 是特佳机型注射系统, 图 4-41 是特佳注塑机主电路板接线, 图 4-42 是特佳注塑机时间及顶针次数拨码接线, 图 4-43 是特佳注塑机速度和压力拨码接线, 图 4-44 是特佳注塑机数控放大板 LCK-022 电路图。其调校方法如下。

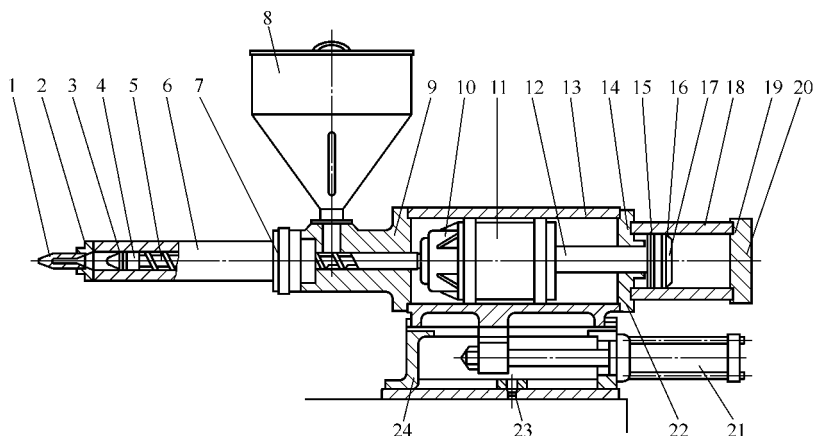


图 4-40 特佳机型注射系统

- 1—小射嘴; 2—大射嘴; 3—分流梳; 4—防逆阀; 5—螺旋; 6—料筒; 7—料筒压板; 8—储料斗;
9—下料座; 10—传动法兰; 11—电机套筒; 12—活塞杆; 13—动力箱; 14、15、19—O 形
油封; 16—U 形油封; 17—活塞; 18—注射油缸; 20—油缸盖; 21—射台油缸;
22—油缸板; 23—定位销; 24—动力箱底座

1) 压力控制 压力控制用 P 表示, 用图 4-85 LCK-022 电路板中右上方四个电位器进行调校, 从右往左数, 第一个电位器代表最大压力调整 (Max), 顺时针方向旋调大, 逆时针方向旋转调小。调校时, 可先不开动电机, 油泵停止状态, 只需观察电流表量程约 $0.8A$ 时, 拨盘数值应为 99, 如有差异, 调校电位器旋钮使其达到最高压力时 $0.8A$ 电流。然后启动电机, 油泵启动, 按动任一动作 (与拨盘对应), 看起压压力有多大, 观察压力表能否达到 $2000psi$ 即 $140kgf/cm^2$, 若有偏差, 可再调校, 直至压力表指针对正 $2000psi$ 刻度, 此时拨盘数值应为 99。

第二电位器是最低压力调整 (Min), 逆时针方向调小, 顺时针方向调大。调校时, 先不开电机、油泵, 看电流表最低时应有 $0.1A$ 电流, 此时, 拨盘应拨在 00 位置。然后, 启动电机、油泵, 观察油压表指针应接近 0 值。

第三个电位器 $T \uparrow$ 表示压力由低升高所需要的工作时间, 顺时针方向旋转, 时间较长, 反之, 逆时针方向旋转, 时间较短。压力上升时间调长, 机器运行动作较慢, 较平稳。但注塑周期快时, 如压力上升时间长, 会影响动作与动作间的准确压力。所以, 一般调校压力上升时间愈快愈好, 但不能产生较大的振动。调校时, 逆时针方向 $80\% \sim 90\%$ 较合宜。

第四个电位器 $T \downarrow$ 代表压力由高至低所需要的工作时间。顺时针方向旋转, 时间较长, 逆时针方向旋转, 时间较短。压力由高至低时间较长, 机器运行动作轻松。时间较短则反应较快, 噪声大。要根据注塑需要, 调校较短最好, 但不可产生较大的振动。一般逆时针方向的 $80\% \sim 90\%$ 较适宜。

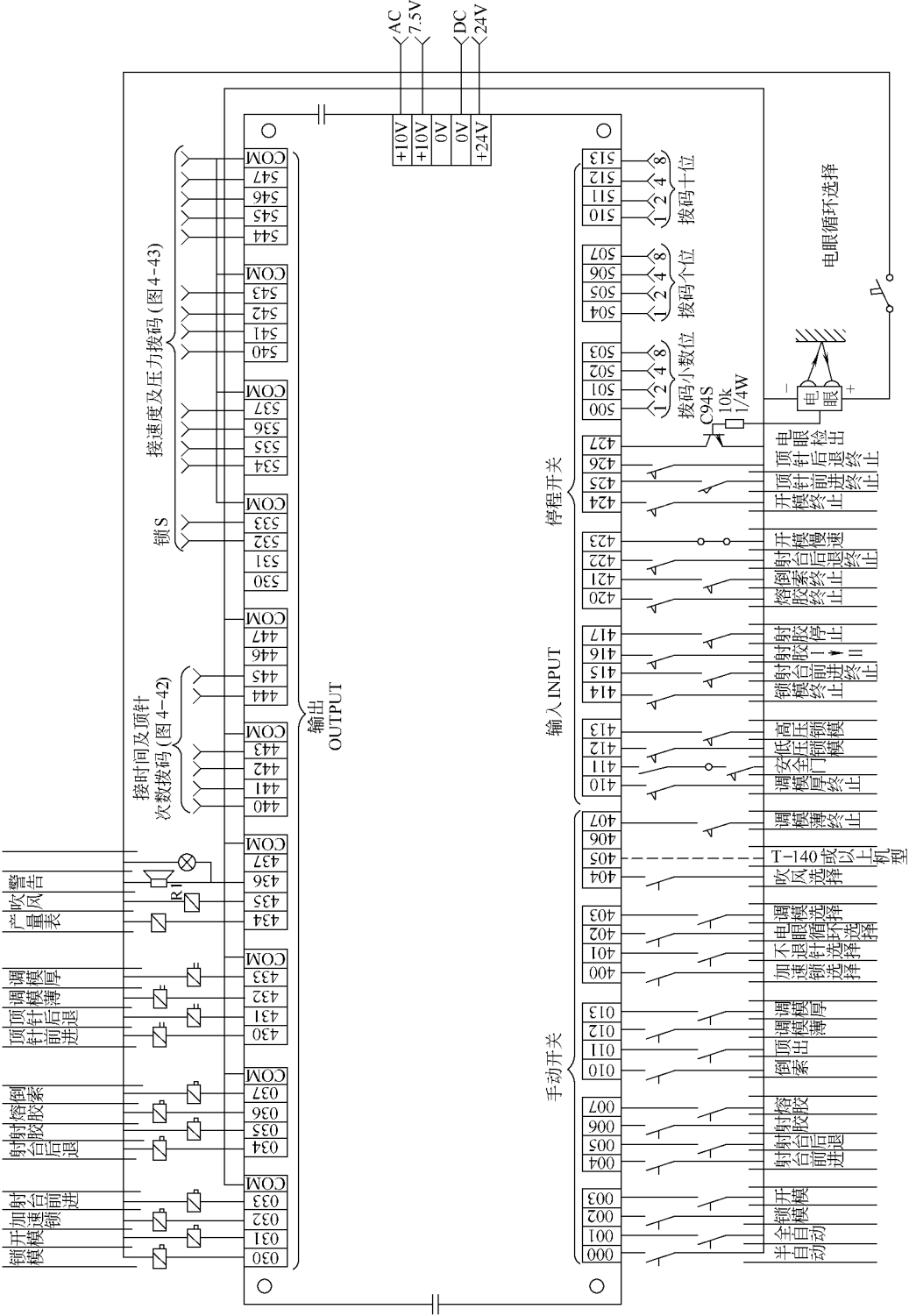


图 4-41 特佳机主板接线

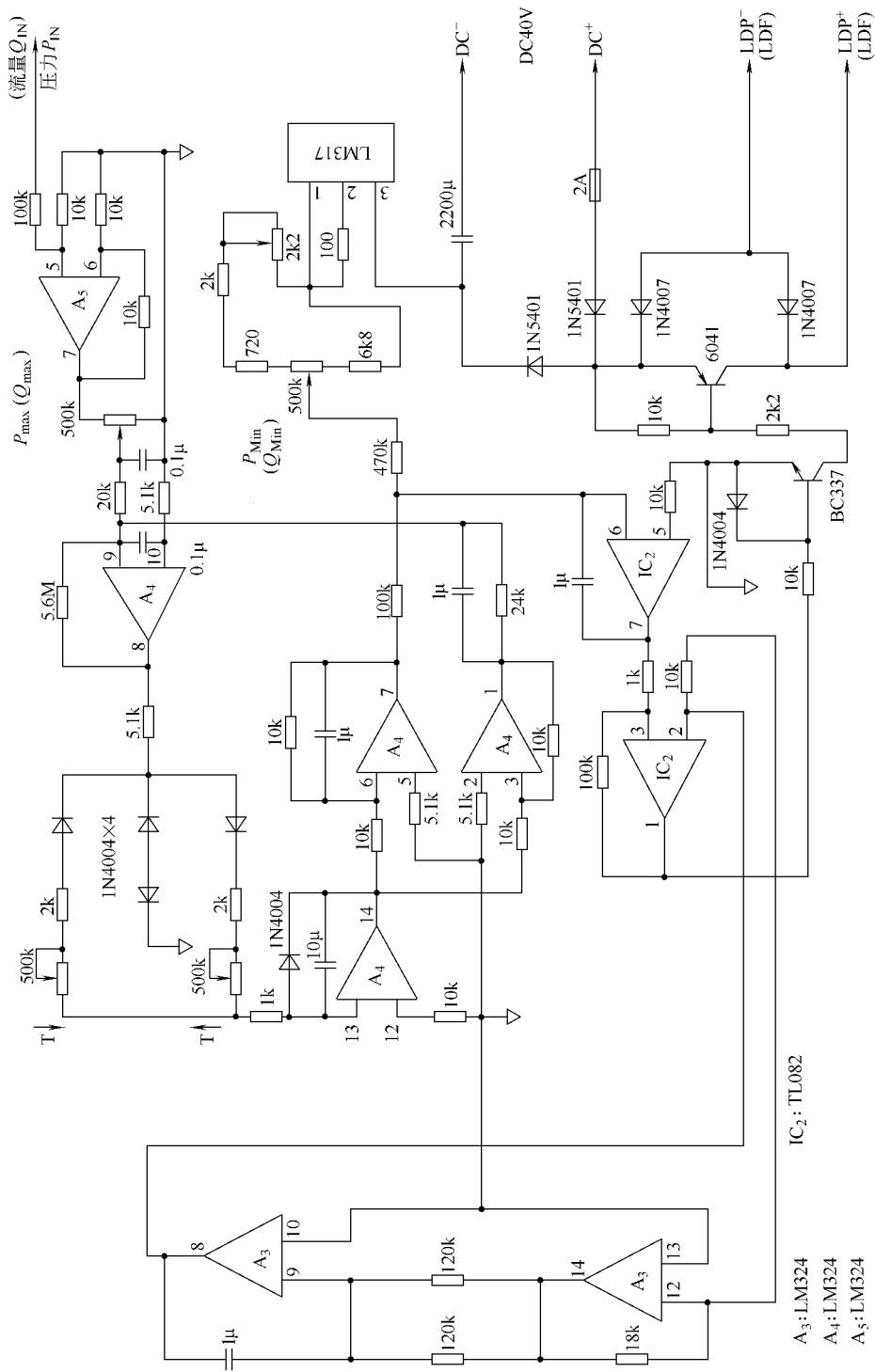


图 4-44 特佳机数控放大板 LCK-022 电路 (省略 F)

2) 速度控制 速度控制用 F 表示。电路板中左上方四个电位器，从左往右应是 Max ， Min ， $T \uparrow$ 和 $T \downarrow$ 来表示需调整用的电位器。

Max 表示最快速度调整。顺时针方向调整，速度加快；逆时针方向旋转，速度调慢。调校时，调整方法同压力 Max 。看电流表在 $0.6A$ 时，拨盘码应为 99 。

Min 表示最慢速度调整。顺时针方向调快，逆时针方向调慢。调校时，按电流表起至 $0.15A$ 左右，此时拨盘码应为 00 。油泵开动，但不会有速度即可。

$T \uparrow$ 表示速度由慢转快所需要的时间，顺时针旋转时间较长，逆时针旋转时间较短，一般调校最短时间 $80\% \sim 90\%$ ，起速快但无撞击声。

$T \downarrow$ 表示速度由快转慢所需要的时间，顺时针调校时间长，逆时针方向旋转时间短。一般调校最短时间 $80\% \sim 90\%$ 为宜，以平滑、无撞击声为好。若时间调长，会产生振动。

4.4 注塑机多功能程序控制器控制（8085 单板机控制类型）

4.4.1 系统组成

多功能程序控制能由按键和拨盘设定参数，由液晶显示器显示数据和参数，还可执行监视，显示常见故障并提示，比单板机更先进、实用。震雄注塑机第 I 代采用 $8085CPU$ 、存储器 RAM 用 $\mu PD4364$ ， $EPROM$ 用 $D27256$ ，接口采用 $2048RAM$ 带 I/O 和定时器接口 8155 ，还有键盘输入和液晶显示功能。图 4-45 是控制系统方框图。

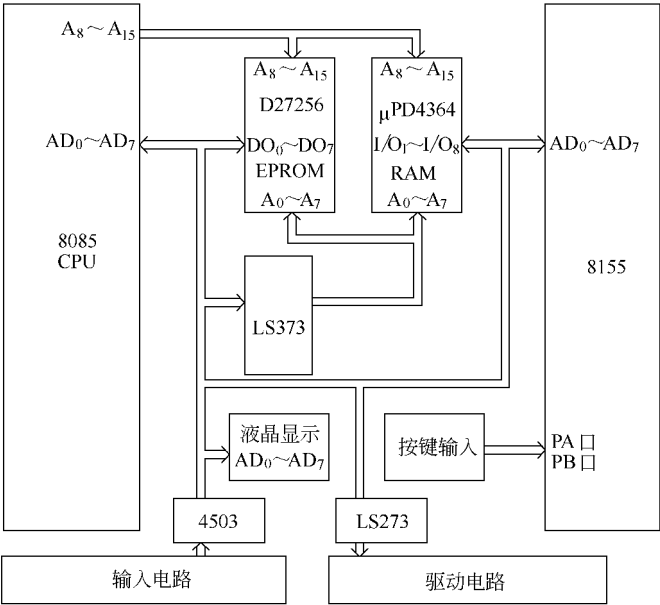


图 4-45 控制系统方框图

(1) CPU $8085CPU$ 是单片 8 位中央微处理器。它内部含有时钟信号发生电路，系统控制信号发生电路和优先中断矢量逻辑等。它还共用地址/数据总线，地址的低 8 位 ($A_0 \sim A_7$) 与 8 位数据线 ($D_0 \sim D_7$) 共用。 $8085CPU$ 芯片采用 40 脚双列直插式封装。 8085 引脚如图 4-46 所示。

$AD_0 \sim AD_7$ 是分址地址/数据总线。双向传送，存储器与 I/O 接口进行指定或数据交换。

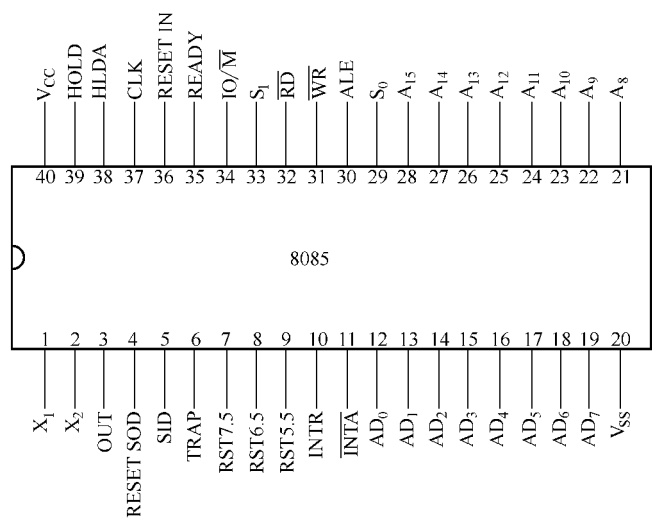


图 4-46 8085 芯片引脚

A₈ ~ A₁₅ 是地址总线。指定存储器的地址或者 I/O 接口指定的对象。

ALE 是地址允许锁存信号，高电平有效。

$\overline{RD}$ 是读信号，低电平有效。

$\overline{WR}$ 是写信号，低电平有效。

IO/ $\overline{M}$ 是外设/存储器访问控制信号。

SOD 是串行输出数据线。

SID 是串行输入数据线。

HOLD 请求总线进入保持状态信号线，使系统总线 and 数据总线脱离 CPU 的控制。

HLDA 是保持响应信号，高电平有效。允许使用总线时，HLDA 是高电平。

S₀、S₁ 是总线状态信号线。

CLK 是时钟输出信号线。

RESET IN 是异步复位输入信号。

RESET OUT 是复位输出信号（同步），供系统用。

READY 是等待请求信号，表示准备就绪，CPU 进入等待状态。

INTR 是中断请求信号，指一般中断优先级。

TRAP 是非屏蔽中断信号，中断优先级最高。

RST7.5、RST6.5 和 RST5.5 是中断请求信号、可以重新启动中断，是可以屏蔽的中断请求信号。

X₁、X₂ 是主频信号，常用 6MHz，选用 6.144MHz 晶振。

$\overline{INTA}$ 是中断响应信号线。

V_{CC} 是电源，由单一电源 +5V 供给。

(2) 存储器 RAM 和 EPROM 震雄 I 代注塑机存储器中 RAM 采用 μ PD4364 芯片，EPROM 采用 D27256 芯片。

RAM μ PD4364 芯片是 CMOS 静态 RAM，容量是 8192 × 8bit（简称 8k）。常可以用 HM6264、TC5564、TC5565、M5M5165、LH5164、MB8464、CXK5864、MSM5165、

CDM6264 芯片来替代。具体引脚及功能如图 4-47 所示。

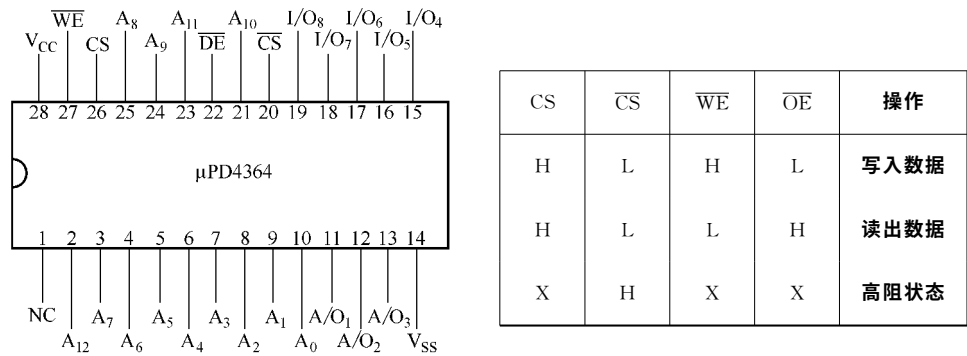


图 4-47 μPD4364 引脚及功能

EDROM 是 nMOS 电可编程只读存储器 D27256，容量为 32768×8bit (32k)。通常可以用 C27256、Am27256、TC57256、HN27256、MBM27C256 来替代。D27256 芯片引脚如图 4-48 所示。

(3) 辅助电路

1) 时钟电路 用于微机系统的同步定时。每种微机对时钟输入都有不同的技术要求。这些要求包括允许最低频率和最高频率；高低电平的容差；波形边沿的最大上升时间和最大下降时间等等，本系统由于 8085 芯片内部含有时钟信号发生电路，只需外部接入晶体振荡器即可。图 4-49 所示是 8085 微机系统的时钟电路，晶振频率取决于芯片所需的操作速度。晶体振荡频率可由公式算出。

$$f = \frac{1}{\text{周期}} \times \text{分频数}$$

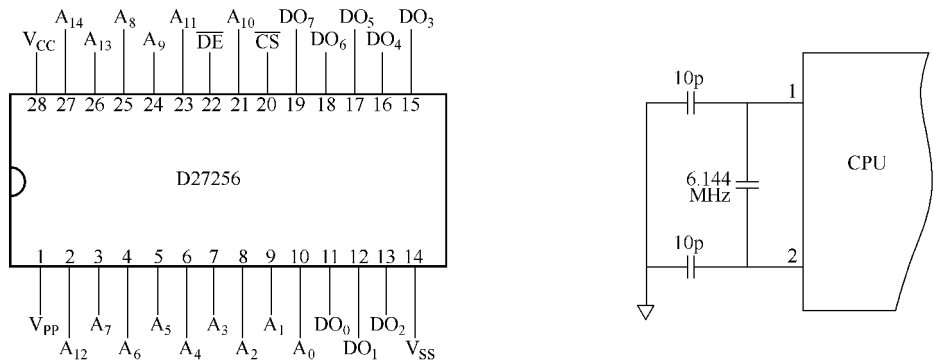


图 4-48 D27256 芯片引脚

图 4-49 时钟电路

电路选用 6.144MHz 晶振元件。

2) 复位电路 由 8085CPU 输出复位信号 RESET OUT，是同步输出，供系统使用。由于高电平有效，而输入输出接口又选用 8 触发器（带清除端，正边沿触发）LS273。清除端低电平有效。为了使得系统复位，电路中设计了用 6 反相器 74LS04 元件，使 8085CPU 中的 RESET OUT 信号由高电平，经过 LS04 反相输出变为低电平使得 LS273 清除端低电平有效，其输出低电平无输出。而正常时，通过 LS04 又将低电平信号变为高电平，使其复

位。图 4-50 是系统的复位电路。

3) 显示电路 采用 LED 发光二极管来显示输入输出接口电路的状态或其他信息。这种半导体发光二极管，可以用低电压、低电流来直接启动。工作时，发光管上有 2V 正向电压或通过 10~20mA 电流即可正常发光。发光颜色有红、橙、黄、绿等几种，均由英文名称第一字母表示。如红色用 R，HLR-3 就表示红色， $\phi 3$ 直径的发光管；HLG-5 就表示绿色， $\phi 5$ 直径的发光二极管。常用的显示电路较简单，只需串接限流电阻。

图 4-51 是常用的 TTL 驱动器的标准 LED 电路。根据限流大小设计限流电阻。

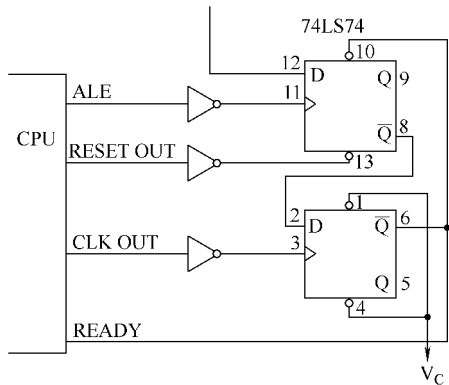


图 4-50 复位电路

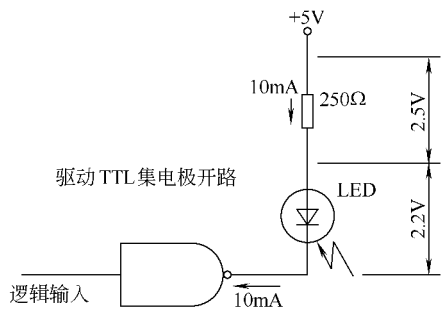


图 4-51 TTL 驱动器的标准 LED

LCD 液晶显示是由其所加电压来控制光的反射和传输，因此其作用像一个光的快门。照射其上的光越强，反射的光越强。LCD 只需很小的功率，它也很容易和任何逻辑类型的

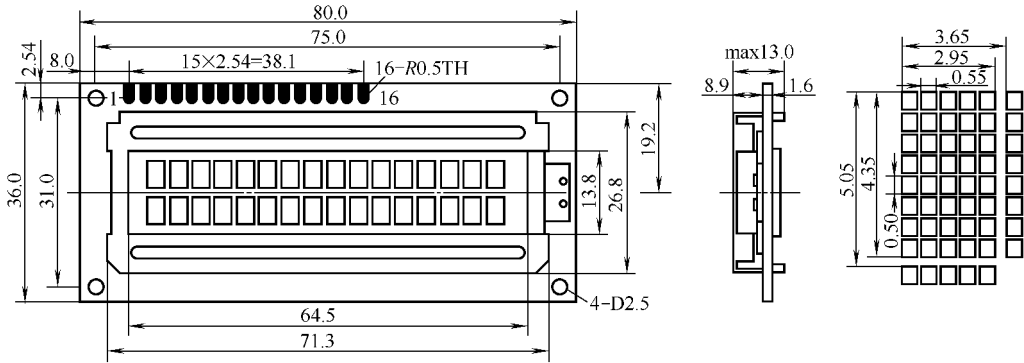


图 4-52 ACM-1602 外形尺寸 (单位: mm)

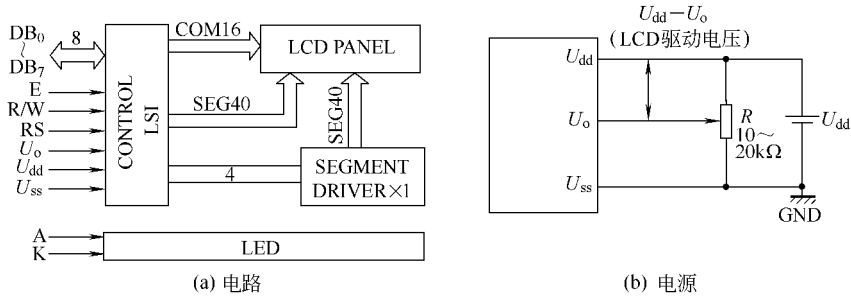


图 4-53 ACM-1602 电路框图

电路相接口。通常在应用中只需清楚几线几字和电路引线即可。例如 ACM-1602 液晶显示块，图 4-52 是外形尺寸数据，电路框图如图 4-53 所示。

ACM-1602BT 显示块具体参数和引脚功能见表 4-12。

表 4-12 ACM-1602BT 显示块参数和引脚功能

机械数据/mm		确定最大额定值		电 气 参 数	
基本尺寸	84×44×10	电路电源	0~7.0V	输入最高电压	3.5U _{min}
显示面积	64.5×13.8	LCD 驱动电源	0~5.0V	输入最低电压	0.55U _{max}
字符尺寸	3.02×4.82	输入电压	U _{ss} ~U _{dd}	输出最高电压	3.75U _{min}
字符间隔	3.54	工作温度	0~55℃	输出最低电压	1.0U _{max}
单元尺寸	0.52×0.60	存放温度	-20~60℃	电源电流	2.0mA _{max}
质量	30g			驱动方式	1/16 功率
					1/5 偏电

图 4-54 是 LCD 显示器引脚，引脚功能见表 4-13。使用时，要注意引脚排序，不要接错，还要注意的是不要超过其额定电压，避免因电压太高烧坏液晶。

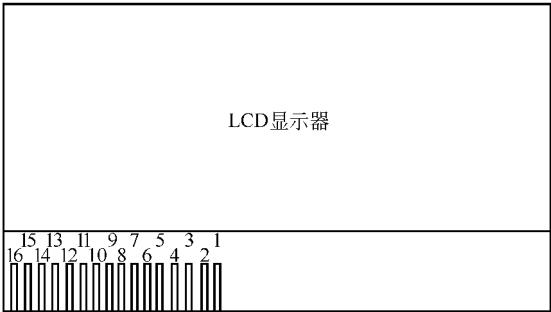


图 4-54 LCD 显示器引脚

表 4-13 LCD 显示器引脚功能

引脚	符号	电平	作 用	引脚	符号	电平	作 用
1	U _{ss}	—	OV	8	D ₁	H/L	数据总数
2	U _{dd}	—	+5V	9	D ₂	H/L	
3	U _o	—	—	10	D ₃	H/L	
4	RS	H/L	L-程序指令输入 H-数据输入	11	D ₄	H/L	
5	R/W	H/L	L-写数据	12	D ₅	H/L	
			H-读数据	13	D ₆	H/L	
				14	D ₇	H/L	
6	E	H、H/L	启动信号	15	NC	—	
7	D ₀	H/L	数据总线	16	NC	—	

4) 输入/输出接口电路 采用光电耦合器作为接口。由于逻辑元件在逻辑电平、噪声容限、最大使用额定以及电特性方面的差异，使用各种逻辑元件接口时须十分注意，稍有不慎就会出现问題，轻则误动作，重则损坏元件。使用光电耦合器则很容易解决了同一系统中不同逻辑元件的接口问题。震雄注塑机 I 代机中就是采用这种技术，具体如图 4-55 所示。

5) 驱动电路 采用晶体管驱动器。晶体管采用功率管，具有高速度、中等功率的特性，其驱动电流可达 800mA，击穿电压 40V。它用接口缓冲器 M54562 来提供晶体管所需的驱

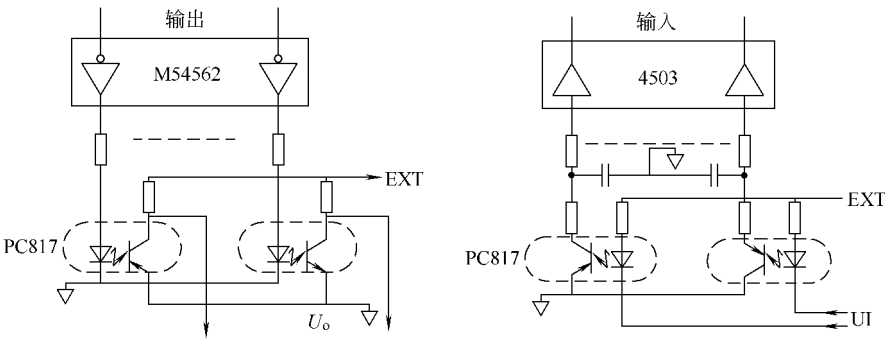


图 4-55 输入输出电路

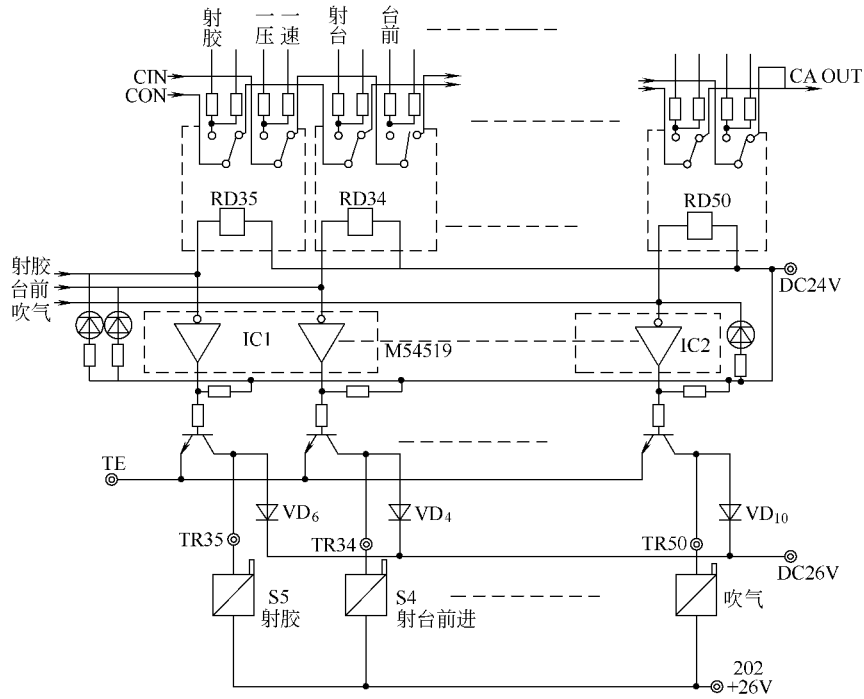


图 4-56 震雄注塑机 I/O 电子板电路

动电流。由功率管去驱动继电器或电磁阀线圈，具体电路如图 4-56 所示，后面章节将作详细介绍。

4.4.2 控制过程分析

震雄注塑机多功能程序器采用 8085CPU 的 8 条数据总线 $AD_0 \sim AD_7$ 与 8155 芯片、EPROM、RAM 存储器相连接。这 8 条数据总线既是数据线，又是地址线，因为 8085CPU 将地址总线复用在数据总线上。当地址锁存信号 ALE 为高电平时，8 位数据线在 8155 内部表示为地址并予以锁存。由于 8155 内部含有 256 字的随机存取存储器，所以，8 位地址可以选择 256 个字中的任何一个字。当地址锁存信号 ALE 为低电平时，这 8 位线便表示为数据总线，这时可以在 8085CPU 与 8155 之间进行数据传送。

EPROM 选用 D27256 芯片, 容量有 64K, 因此需要有 ($2^{15} = 65056$ 字) 15 位地址线, 才可对内存容量 64K 字进行全部寻址。于是除了低 8 位地址线复用 8 位数据线 $AD_0 \sim AD_7$ 以外, 还要将 8085CPU 上的地址总线 $A_8 \sim A_{15}$ 连接到相应的地址线上。

RAM 选用 μ PD4364 芯片, 内存容量 8K, 需要有 ($2^{12} = 9182$ 字) 12 位地址线。除了地址数据复用线外, 将 $A_8 \sim A_{12}$ (8085CPU 地址总线上的) 与 RAM 相应地址线连接。其操作过程要由片选信号来选通。

8085CPU 对 8155 内部端口和存储器的选通是通过 CPU 控制信号 IO/M 来实现的。IO 信号规定用来启动 I/O 端口, M 信号用来启动存储器, 而读信号 RD 和写信号 WR 则用来确定 I/O 端口或存储器所需要的操作。片选信号也由控制信号 IO/M 来控制完成的。该系统控制中, 8155 的片选和 EPROM、RAM 的片选均由双二线-四线译码器/驱动器 LS139 来完成。具体原理是 8085CPU 的控制信号 IO/M 与译码/驱动器允许选通端 1G 直线相连, 选通有效时, 地址线 A_{13} 、 A_{14} 作为选择端, 输出端 $1Y_0$ 、 $1Y_1$ 、 $1Y_2$ 、 $1Y_3$ 输出。则 $1Y_0$ 作为 EPROM 的片选信号 $\overline{CS}$ 。 $1Y_2$ 和 $1Y_3$ 经过或门 LS32 电路去 RAM 片选 $\overline{CS}$ 端。完成 8085CPU 对 EPROM 和 RAM 的片选进行操作。与此同时, 控制信号 IO/M 经过 6 反相器后, 对译码/驱动器的允许选通端 2G 相连, 地址线 A_3 、 A_5 作选择端, 输出在允许选通时, $2Y_0$ 、 $2Y_1$ 、 $2Y_2$ 、 $2Y_3$ 输出。输出 $2Y_0$ 作为输入输出接口译码器/驱动器 LS138 的允许端。 $2Y_1$ 输出与一信号 ($\overline{WR}$ 与 $\overline{RD}$) 经门电路输出信号组成, 经过或门电路输出, 再经过六反相器输出信号去控制 LCD 液显电路的启动信号 E。 $2Y_2$ 输出则作为接口芯片 8155 的片选信号, 对 8155 内部端口进行选通, 具体工作方式由初始化编程决定。本系统是 A 口和 B 口作为输入, C 口和部分 B 口端作为输出。当 8155 芯片 $\overline{CS}$ 低电平, IO/M 低电平时, CPU 对 8155 中的存储器进行读或写操作; 当 $\overline{CS}$ 为低电平, IO/M 为高电平时, CPU 对 8155 中 I/O 接口进行读写操作。

系统的输入输出接口电路的控制是用三线-八线译码器/驱动器 LS138 进行输出控制。用地址线 A_0 、 A_1 和 A_2 作为选择端, 允许端 G_1 接 V_C , G_2 由 LS139 输出端 $2Y_0$ 来, 这样 LS138 允许端就受控于 LS139, 由 $2Y_0$ 的输出作为 LS138 的允许选通, 输出端 Y_0 、 Y_1 、 Y_2 和 Y_3 。再由 Y_0 、 Y_1 和 Y_2 经过或门电路, 输出信号作为输出接口电路的时钟控制信号, 从而达到输出接口控制。而 Y_0 、 Y_1 、 Y_2 和 Y_3 的并联线经过或门电路后作为六同相缓冲器 4503 的门控信号, 对输入接口电路进行控制。

LCD 液晶显示电路中, RS、R/W 和地址线 A_0 、 A_1 连接。在启动信号 E 控制下, RS 和 R/W 信号控制状态。当 RS 为低电平时, 程序指令输入; RS 为高电平时, 数据输入。可以用这信号来查寻和检索。R/W 为低电平时, 写入数据; R/W 为高电平时, 读出数据。

系统的参数预置如比例压力、比例流量参数靠控制面板上的拨盘开关进行。调节靠数控制电子板 VCA-060G 进行调整电气参数, 调节比例流量阀和调整电气参数协作进行。参数预置靠按键输入进行的有 TIM 计时器的时间预置 0D~8D。CNT 计数器的预置 0D~3D。还有其他操作, 如手动、自动等均由按键进行输入操作。

4.5 注塑机电脑程序控制器控制 (双 8085 单板机控制类型)

注塑机电脑程序控制机型种类较多, 有用单片微型机作电脑 CPU, 有用单片机作电脑 CPU; 显示有用 LCD 液晶显示器, 也有用 CRT 显示器。参数预置用按键输入, 也有拨盘输入。现就以震雄机 CH-2PC 电脑程序控制器为例, 来了解电脑程序控制机的原理。震雄

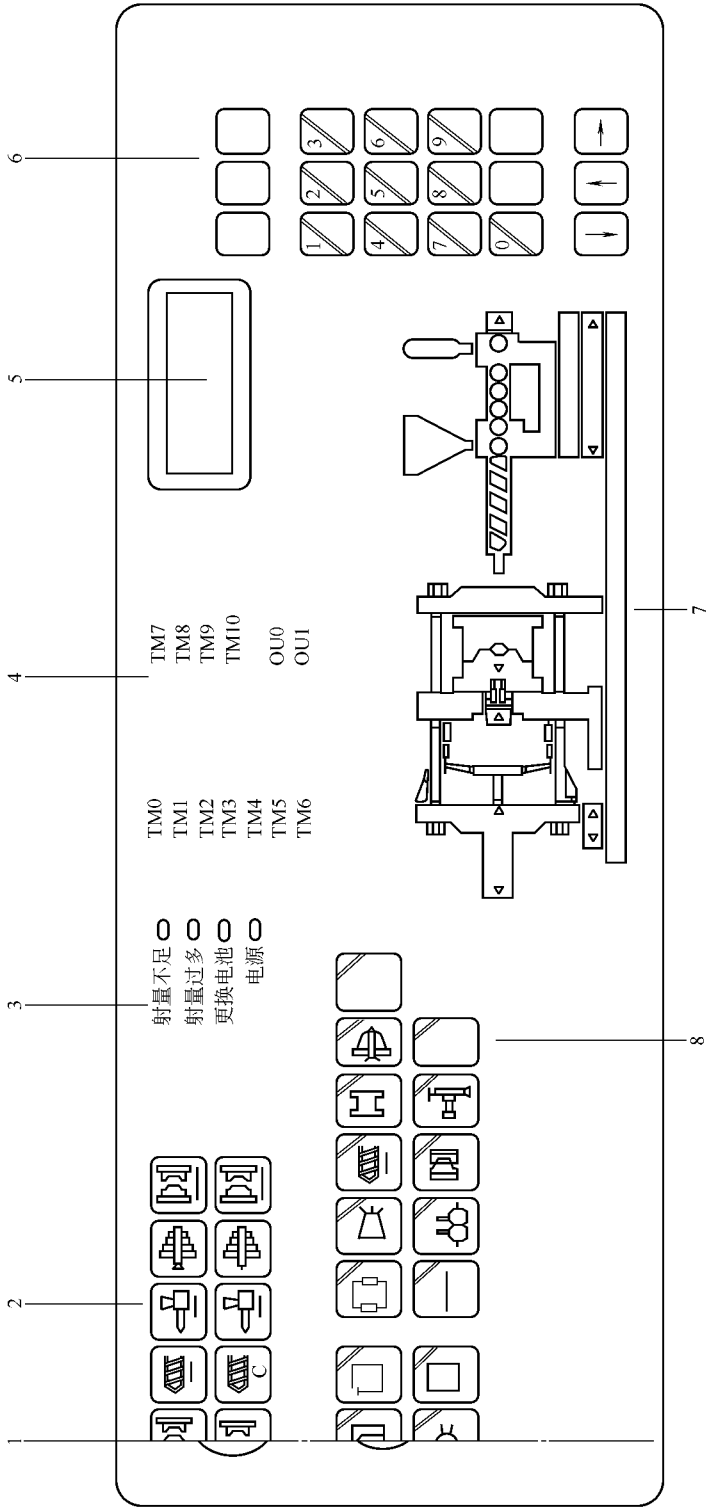


图 4-57 震雄注塑机电脑控制电箱面板

1—电热；2—手动控制部分；3—指示灯；4—时间继电器（时间型）及次数编号注释；5—液晶显示屏；6—操作键盘；7—操作信号指示图；8—操作信号输入部分

CH-2PC 电脑程序控制器功能繁多，除了包含上述多功能程序控制器的一切优点，加上简洁实用，还通过两个高精度控制的光学译码器，控制器能准确监视和准确调校锁模和射胶部分的操作。还具有自我故障诊断能力，以音响告知或液显显示故障内容。为操作人员和维修人员提供方便，及时发现和监视运行状态。它还具有庞大的内置记忆功能，储存模具的注塑加工工艺资料，例如时间、速度、压力、计数次数以及行程位置等等，这些参数可以预先设置在预定的模号中。使用时只要按入预定模号、便能开始注塑操作，操作参数均按预置的参数进行，方便简捷。它还具有四速五压力射胶控制、缩水、警号与自动修正系统，配上自动锁模调整，使注塑机调整不但容易，而且能稳定生产品质，提高成品的精度。

4.5.1 电脑程序控制器面板

电脑程序控制器面板如图 4-57 所示。

面板可分为如下 8 个部分。

- ① 警号、急停、电热及电源部分；
- ② 手动控制部分；
- ③ 操作信号输入部分；
- ④ 指示灯显示部分；
- ⑤ 时间继电器（时间掣）及次数编号注释；
- ⑥ 液晶 LCD 显示屏；
- ⑦ 操作信号指示图；
- ⑧ 操作键盘。

(1) 警号、急停、电热及电源部分 这部分的布置在控制器面板的左端，包括一个红色的警号灯，下面有一个紧急停机按钮。开机前，依箭头指示方向转动，使得被按下的按钮回弹后，才能再开启电源开关。在急停按钮下有两个钮子开关，上方的一个供操作人员选择是否使用自动停机功能。另一个是电热及电源供应控制，停止生产后用这一开关去控制切断电源供应。自动停机钮子开关向下拨动，操作就可以实现全自动，生产完毕后，注塑机自动切断电源。当成型次数 CN1 计数器计数到达后，注塑机会自动停止生产并且切断电源。当开启油泵时，电热会与电机正式启动后自动开启。

(2) 手动控制部分 手动控制部分由 10 个按键组成，为手动操作注塑机之用，其功能包括开/锁模，射胶/熔胶，射台前/后，顶针前/后及调厚模/调薄模等。如图 4-58 所示。

(3) 操作信号输入部分 操作信号输入部分由 15 个按键组成，每个按键的右上角有一

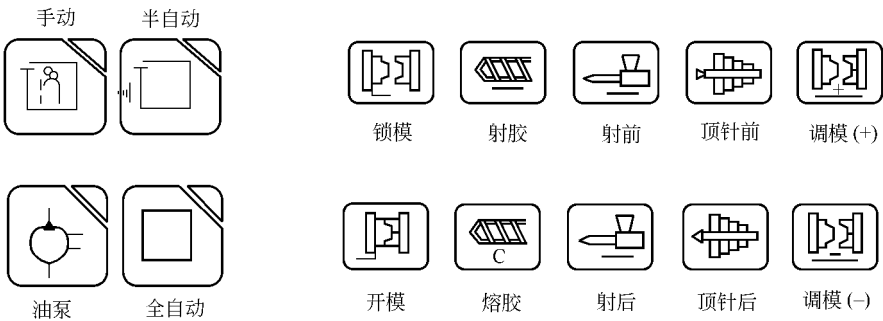


图 4-58 手动控制按键

红色 LED 发光二极管作指示灯, 供操作人员观察该按键所控制的功能是否被选择。

每次开启注塑机电源后, 注塑机就自动进入手动操作, 按油泵启动键, 油泵电机进行星形/三角形降压启动。启动完毕后, 电加热也同时开启。当调校或预置注塑加工工艺数据后, 操作员可选择半自动或全自动。

其他 11 个按键可供操作员选择:

- ① 是否使用电眼进行周期回复锁模;
- ② 是否使用氮气贮能器进行高速射胶, 或用以重置回复成型次数计数器 CNT1;
- ③ 是否使用气顶脱模装置;
- ④ 是否使用抽芯装置;
- ⑤ 是否使用倒索装置;
- ⑥ 是否使用特快锁模 (正式生产时, 调模锁模力时不可用特快);
- ⑦ 手动调模;
- ⑧ 电脑调模;
- ⑨ 顶针于顶出后不退针 (方便利用机械手取下成品), 锁模前才退针;
- ⑩ 是否自动改变保压压力, 以减少缺料或溢料等注塑毛病;
- ⑪ 重置锁模及射胶部分光学译码器的原点 (光学译码器可能会因电源突然中断, 调模故障等意外而失去原点)。

(4) 指示灯显示部分 指示灯显示部分由 4 个指示灯组成。第一个和第二个指示灯用以显示注塑操作出现的问题: 射胶螺杆前进行程较原定的短引致射胶量不足; 射胶螺杆前进行程较原定的长引致射胶量过多。

第三个指示灯显示控制器内置保持记忆的电池电能快要用完需要更换。

第四个指示灯显示已有电源供应到控制器。

(5) 时间继电器及次数编号

TIM0——射胶时间, 由射胶开始计时, 包括射胶及保压时间。

TIM1——冷却时间, 由射胶时间计时完毕开始计时, 计时完毕开模。

TIM2——循环时间, 由油压顶针操作完毕后开始计时, 计时完毕后锁模。

TIM3——周期警号时间, 由锁模开始计时, 而顶针操作完毕后退信号取消这个时间掣开始计时, 若在周期警号时间掣计时完毕尚未被顶针后退信号取消计时, 则控制会发生警号, 并显示故障问题在控制器的显示屏上。

TIM4——进哥时间, 控制模具进哥时间, 进哥时间由锁模部分的光学译码器到达入哥位置开始计时, 计时完毕终止入哥。

TIM6——出哥时间, 没有列明在表板, 但是用以控制模具出哥时间, 进哥时间由锁模部分的光学译码器到达出哥位置开始计时, 计时完毕终止出哥。

TIM7——低压时间, 由锁模部分的光学译码器到达低压控制所预定位置开始计时, 锁模完毕取消计时, 若因有外物阻碍或调校问题, 未能完成锁模, 则低压时间掣计时完毕后便发警号并在控制器的显示屏上显示故障问题。

TIM8——熔胶延时时间, 用以延长熔胶操作, 当注塑热敏性塑料或冷却时间太长, 可能会引致已熔化的塑料热降解。这个时间掣由射胶完毕开始计时, 计时完毕, 熔胶开始。

TIM9——周期时间显示, 这个时间掣显示周期进展时间。

TIM10——保压延时时间，这个时间掣用以控制胶螺丝到达射胶终止位置时开始计时，计时完毕，射胶油缸改用保压压力进行保压。

CNT0——顶针次数计，调校顶针操作次数，假若操作员选择顶针于顶出后不退针，则所设定的顶出次数会失效，而只进行一次顶出操作。

CNT1——成型次数计，用以设定注塑机于自动操作成型次数计，次数计计算完毕，注塑机停止生产，见本节“1. 警号、急停、电热及电源部分”。

CNT2 至 CNT5 预留给其他附加装置用。

(6) 液晶显示屏 有两项液晶显示组，用以显示注塑机操作情况及供资料显示之用，操作员可从显示屏看到各个动作的压力、速度、行程、时间及次数等资料。同时，亦可显示故障信息。

液晶显示屏显示大量注塑机操作资料，供监察生产及操作人员调控与维修注塑机用。

在半自动及全自动生产前，按“检视”键，令注塑机于生产时显示射胶时间、冷却时间、顶出次数、再循环时间及其他操作资料。

1) CHANGE BATTERY (更换电池) 购入本注塑机的五年后，用以保持记忆的电池会放电完毕，必须更换。电脑会优先显示此警号。更换电池方法：打开电脑板在印刷线路板，最右端处会有 1 粒电池，利用插座与印制线路板连接，只要购入相同电池，在 3min 内更换妥当，此警号亦会消除。

2) ADD MATERIAL (料斗无料) 在半/全自动操作时，冷却时间 TIM1 计时完毕，而熔胶未完时，会发出警号，请检查是否原料不足，温度不够，熔胶速度太慢，背压太高或冷却时间太短。

3) PART NOT DROP (成品未脱模) 在全自动操作下，利用电眼作进行生产周期循环用时，如果再循环计时器 TIM2 计时完毕，而电眼未接收任何信号，则发出此信号。

4) CLEAN PHOTO (电眼被遮) 在全自动操作时，电眼在锁模后，仍被遮光，表示下一周期设法检查成品是否脱模，故发出此警号。此时应清理成品出口处，防止电眼长期受阻。

5) MOLD PROTECTION (低压锁模) 锁模时，低压锁模无法使模具合上，表示有障碍物堵塞在模具上，发出此警报，请检查模具后试。如果并无障碍物附模上，加高一些低压锁模压力，速度便能改善。

6) CYCLE COMPLETED (已达生产周期设定值) 成型周期次数会被微电脑记录，并与设定值比较。如果生产周期数达到预先设定的次数，注塑机会在射胶完毕后，不熔胶而进行射嘴后退，离开模具，然后开模，并把成品顶出，发出警报后，油泵及电热便会切断。这装置可以用作定量生产，定量转色等用途。

7) CYCLE TIME ERROR (周期时间故障) 微电脑装置有一个周期时间监视计时器，时刻注意每成型周期的时间。如果成型周期时间，突然因某种原因过长，机器会自动开模，发出警号后，自动终止电热筒及油泵电机的电源供应。

按“手动”键取消警号。

利用此周期时间监视方式，注塑机在无人操作情况下，遇到油管爆破、漏油、自动保险丝跳出、无原料、成品未脱模等故障时，会自动停机，可以利用这一点在下班时让机器继续工作一段时间，增加生产能力。

8) AUTO MOLD ADJUST (自动模厚调整中) 当注塑机处于手动状态，按下“自动

调模”按键，注塑机会自动调整模具厚度及锁模力，非常简单。自动调模在进行时，显示屏会显示。按入手动调模或切断调模选择开关可中断自动调模动作。

9) PUMP OVERLOAD（油泵超负荷）当油泵电机超过负载一定时间时，电机超载保险开关会切断油泵电机的电源，并会显示的警号，按下超载保险开关的回复按钮，可以消除此警报。

10) DOOR NOT CLOSED（安全门未关）注塑机处于手动或全自动，安全门未合上而要锁模时，电脑会显示该警号。只要安全门关上，以取消此警号。

11) WDT ERROR（监视扫描时间故障）监视扫描时间是电脑内部的一个时间掣，用以计算扫描的时间。扫描时间是指电脑执行整个程序所需要的时间，若扫描时间突然超过 100ms，电路上 0.1s 的时钟脉冲便失效，扫描时间故障产生，显示屏会显示，电脑立即停止操作。这故障通常可以关掉电源来重置。

在控制器表板上有一注塑机外形图，图上有多个指示灯用以显示注塑机的操作情况，例如熔胶时，在熔胶电机位置的指示灯会亮，表示注塑机在进行熔胶操作。

指示灯能指示开/锁模操作、顶针前后、高压锁模、同模厚薄、射台前后、五级射胶操作、熔胶及倒索等操作。

(7) 操作键盘 这个部分由 18 个按键组成，用以输入操作资料。资料输入键盘分布图如图 4-59 所示。

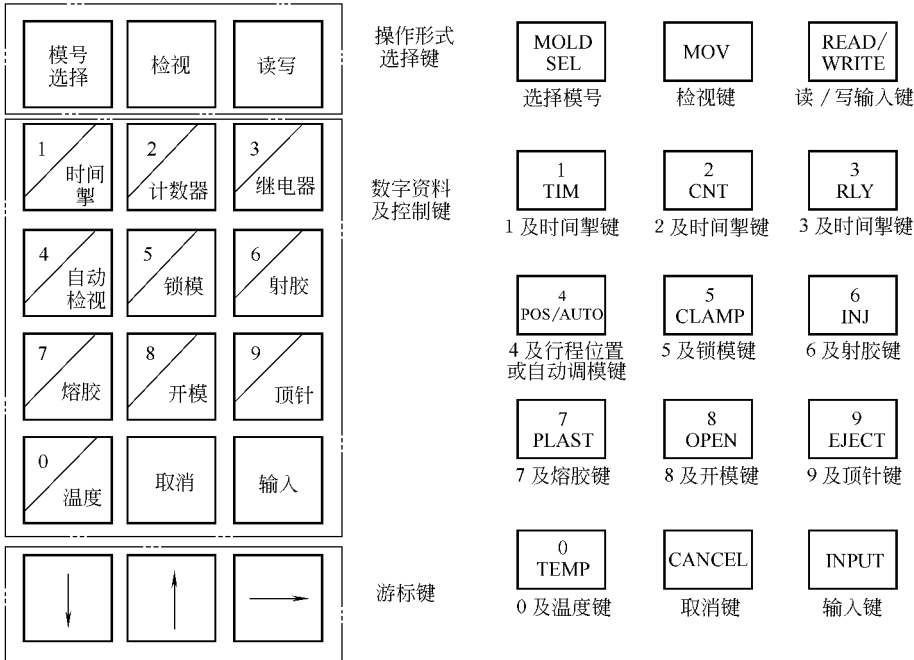


图 4-59 资料输入键盘分布

(8) 输入资料操作

- 1) 锁模原点的调校 原点键→手动锁模键→直至快速油缸锁尽→取消键。
注意：在锁模终止后，是无法改变原点的。
- 2) 射胶原点的调校 原点键→射胶键→直至射胶螺杆顶至射嘴，不再前进→取消键。

3) 重置注塑次数计数器为零 当注塑次数计完时, LCD 显示屏将显示出 CYCLE COMPLETED, 表示已达生产周期设定值。按氮气/计数复位键二次, CNT1 和计数器重置为零。

如果注塑次数计时完毕后更改所注塑次数则需要按检视键→2 及计数器输入键→1 及时间掣输入键→输入键→氮气/计数复位键→氮气/计数复位键以取消原置注塑次数。

注意: 注塑机在突然停电时, 或装拆过光学译码器后, 必须再次调整原点。在调校射胶原点时, 熔胶筒温度必须高至可以轻松射空胶。

4.5.2 注塑机的操作及参数预置

(1) 手动操作 开机后或当按下有手形的按键, 注塑机便进入手动操作, 此时各种注塑机的控制方法如下。

1) 锁模 只需按下白色“锁模”按键便可, 但注塑机的安全门要完全关上才可进行锁模。

如果需要特快锁模, 可以预先按下“特快”按键, 此时在右上角的灯会发亮, 表示将会特快锁模。如要取消特快锁模, 只需再按“特快”按键便可。

在锁模终止后, 操作信号指示图的信号灯便发亮, 表示锁模已经终止。

2) 射嘴前进 按下“射嘴前进”按键。此时射台会前进, 直至射嘴前进终止, 限位开关关上为止, 此时在操作信号指示图的灯便会发亮, 表示射嘴前进已终止。

3) 射胶 按下“射胶”按键。螺丝前进当到达了二级射胶的设定位置, 便会变为二级射胶, 当放开“射胶”按键时, 射胶才会停止。

4) 熔胶 按下“熔胶”按键。此时熔胶油电机便会转动, 射胶螺杆因回料关系后退, 直至到达熔胶终止位置才停止, 这时在操作信号指示图上的熔胶指示灯会亮着。

这按键有自锁线路, 按一次即可进行熔胶, 再按取消熔胶。

如果需要倒索, 应预先按下“倒索”按键, 在操作信号指示图上的倒索指示灯会亮着。在这种情况下, 熔胶终止后便会倒索, 倒索行程由位置所控制。如果要取消倒索, 只要按一次“倒索”按键。请注意, 熔胶筒内的塑料要在熔化的状态下才可使用倒索, 否则会损坏射胶螺杆转动部分。同时, 在手动情况下按倒索掣, 熔胶螺杆才会后退。

5) 射嘴后退 按下“射嘴后退”按键。此时射台后退, 但在手动操作情况下, 射台后退终止时碰上限位开关之际, 在操作信号指示图上的射台后退的指示灯会发亮, 操作者便知道碰到限位开关。

6) 开模 按下“开模”按键。

初期是慢速开模, 当到达所定的位置后会转为快速开模, 然后直至到达所定的位置后转为慢速, 直至到达所定的位置停止。

7) 顶针 按下“顶针前”按键。手动顶针只在开模终止后才操作, 顶针终止限位开关被碰上后, 在操作信号指示图上的顶针部分指示灯会发亮。

8) 退针 按下“顶针后”按键。

在退针时, 在操作信号图上的顶针部分指示灯发亮, 退针终止后指示灯便会熄灭。

9) 调模 (+) 先按下“调模”按键, 再选择调模 (+)。这是用来增加头板与二板之间的距离, 使注塑机能容纳较大的模具。

10) 调模 (-) 先按下“调模”按键, 再选择调模 (-)。这是用来缩减头板与二板之

间的距离，以容纳较细的模具。

(2) 半自动操作 一般在试模时，才会选用手动操作，当正式生产时，操作者应选用半自动或全自动操作。在选择半自动操作之前，必须注意以下几点。

- ① 选择所需要的模号。
- ② 所有要调校位置、速度、压力已完全调节妥当。
- ③ 安全门已经关上。
- ④ 选择好所需要的附加注塑条件，例如倒索、特快锁模等等。
- ⑤ 调校好所有时间掣及顶针次数与自动生产成型次数。

当一切准备好，便可以按下白色的“半自动操作”按键。首先是锁模，锁模终止后射嘴前进，射嘴前进终止后便是射胶，射胶时间掣 TIM0 便开始计时。射胶时间完结后，射胶便终止，与此同时，熔胶延时时间掣 TIM8 便开始计时。TIM8 时间到开始熔胶，同时冷却时间 TIM1 也开始计时，到熔胶终止后便倒索。如果没有选择倒索的话，射嘴后退。射嘴后退终止后停止下来到冷却时间 TIM1 到时开模。如果熔胶未终止而冷却时间已到，便会有警号发出，表示料斗无胶料。当开模终止后，有顶针顶出。在半自动操作中，顶针是计次数的，由电脑内部的计数器 CNT0 所控制。顶针顶出次数可以由 1 次调控到 9999 次，当顶针次数完成，退针后，一个半自动周期便完成。

关于“顶针后”按键，还有一点需要补充。一般情况下，顶针动作完毕后，顶针便会缩回移动模板之后，但“顶针后”按键可以控制顶针动作完毕后顶针的停止位置。在这种情况下，开模终止后顶针便会顶出，但不会后退，直至下一个半自动（或全自动）周期开始，锁模前，顶针才会后退。这种顶针操作方式是为了方便操作人员取出成品。请留意，一旦选择了这种顶针操作方式，顶针顶出次数只有一次，以前输入的顶出次数已无作用。

CNT0 若是调到 0 次，若顶针操作被调到顶出后不会缩针的操作方式，则顶针只会顶出一次并进行锁模等正常操作。假若需要暂停顶针操作可将 CNT0 调到 0 次去取消顶针操作（建议同时把数控顶出速度与压力拨到“0”级位置）。

半自动周期完成后，只要拉开安全门，取出成品，然后再关上安全门，下个半自动周期会开始。

如果想将注塑机停下来的话，只要按下个手动操作按键便可，同样手动操作键可取消大部分操作故障引起的警号。

如果在半自动注塑期间要转为全自动注塑，那么只要按一下“全自动注塑”按键。在注塑中如果要中途停止的话，只要按下“手动注塑”按键便可。

(3) 全自动操作 全自动与半自动的注塑步骤及程序都是一样的，所不同的是全自动注塑周期完成后可以用下列方法再开始下一个注塑周期循环。

- ① 用手拉开安全门然后再度关上。
- ② 如果注塑机没有电眼装置，时间锁模可提供一个全自动操作。当整个注塑周期完成后，电脑的内部时间掣 TIM2（再循环时间）便开始计时，TIM2 时间到便会自动开始下一个注塑循环。

③ 用电眼锁模。在使用电眼锁模之前，必须先按下电眼选择按键，当一个注塑周期完成后，电脑的内部时间 TIM2（再循环时间）便开始计时。在 TIM2 时间未到时，如果电眼被跌下来的制成品所感应，便会发出警号，按手动操作键取消警号。

假若此时制品掉下感应电眼则一切警号会被取消，恢复锁模，开始一个新的注塑周期。

假如跌下来的制成品长期遮蔽着电眼，下一个注塑循环一样可以开始，在锁模终止后会发出电眼被遮蔽的警号，但注塑也照常进行，直到射嘴后退终止为止。把遮蔽电眼的制成品除去后，便可以开模，然后继续完成注塑循环。

此注塑机还有自动停机功能，当成型次数计 CNT1 计算完毕，电源便会自动切断，要继续生产，只要按氮气/计数复位键即可。

(4) 限位开关分布位置 限位开关 (limit switch) 是用以控制注塑机的操作程序，限位开关的接线可分为常开点与常闭点。常开接线的限位开关当被触动时会把线路接通，常闭接线点的限位开关当被触动时会把线路拉断。限位开关的位置见图 4-60。

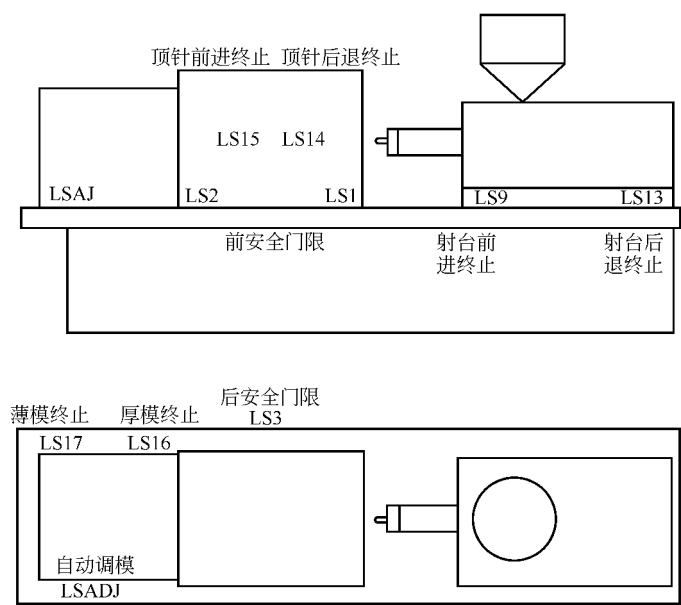


图 4-60 限位开关分布位置

LS1——安全门限位开关，常开接点，应把 LS1 压着才能锁模。

LS2——安全门限位开关，常闭接点，当安全门打开时，安全门的控制压杆压着 LS2。使注塑机不能锁模。

LS3——安全门限位开关 (常开接线点)。

LS9——射台前进终止限位开关。在半自动及全自动操作时，LS9 的作用暂时失效以保证射胶时射嘴与工模水口杯士 (BUSHING) 紧贴不会漏胶。

LS13——射台后退终止限位开关，在半自动及全自动操作时，射台后退触动 LD13 会终止射台后退，但在手动操作时 LS13 暂时失去效用，以方便清除射嘴与模具水口杯之间的漏胶和梗塞的水口。

LS14——顶针后退终止限位开关，当顶针后退直至控制杆的凹位退到 LS14 时，便停止后退。在多次顶针操作中，顶针退尽后会再前进。

LS15——顶针前进终止限位开关。

LS16——锁模机铰前进终止限位开关，供调模具厚薄时使用。当 LS16 被触动，锁模机铰部分停止前进，这就决定了模具最薄的厚度。

LS17——锁模机铰后退终止限位开关，供调模具厚薄时使用。当 LS17 被触动，锁模机

较部分停止后退，这就决定了模具最厚的厚度。

LSADJ——电脑自动调模，最薄模厚控制限位开关。

(5) 操作步骤与参数预置

1) 操作步骤 开启电源时电脑控制器便开始进行各种内部检查和扫描，检查完毕后，控制器上 LCO 液晶显示器会显示出震雄机器厂有限公司的英文名称。

CHEN HSONG
MACHINERY CO. LTD

2) 模号选择 依照下面次序按键以选择模号，可选择 0 至 99 号模号。按键操作：模号选择键→时间掣 1 →时间掣 2 →输入键。

LCD 显示：

MOLD NO= 12

3) 开模/射胶最大行程限制 在设定开模及射胶位置数据时，必须设定在电脑控制器预先规定的最大行程之内，具体见表 4-14。

表 4-14 开模/射胶最大行程限制

机 型	开模最大脉冲	射胶最大脉冲	机 型	开模最大脉冲	射胶最大脉冲
JM55MK II	4450	2540	JM268MK III	4880	4550
JM88MK III	4950	2800	JM368MK III	5250	5420
JM128MK III	6700	3400	JM468MK III	6000	6100
JM168MK III	8450	4010	JM4MK II	5800	2500
JM218MK III	9000	4600	JM12MK II	7480	3600

如果设置数值大于规定的最大行程数值，控制器不会输入这个数据，并同时显示如下信息。

OPEN END 设置脉冲为 3000 时

3500<DATA<7300
P.....S.....PR.....

4) 位置次序检测 在设置参数时要注意设定条件正确，具体如下。

- ① 开模最大行程限制>低压锁模>高压锁模>锁模终止；
- ② 开模终止>入哥位置>锁模终止；
- ③ 开模最大行程限制>低压锁模>锁模力>锁模终止；
- ④ 开模最大行程限制>开模终止>开模快转慢>开模慢转快；
- ⑤ 射胶最大行程>射胶一级>射胶二级>射胶三级>射胶终止；
- ⑥ 射胶最大行程>倒索位置>背压一级。

如果输入的数据不符合以上条件，电脑将不会接收数据的输入。如果低压锁模位置 1500，输入高压锁模为 1600。LCD 便会显示如下。

锁模终止位置 HP CLAMP

100<DATA<1500
P.....S.....PR.....

如果开模终止位 6500，开模慢转快为 1800，如输入开模快转慢为 1500。LCD 便会显示

如下。

OPEN F TOS

1800<DATA<6500		
P.....	S.....	PR.....

如果开模终止位置是 6500，而输入开模快转慢位置为 6600，LCD 便会显示如下。

OPEN F TOS

1800<DATA<6500		
P.....	S.....	PR.....

这就表示输入的数据需大于 1800 脉冲数并小于 6500。

5) 读出/输入操作 控制器可供操作人员读出及输入模具资料、时间掣、次数计等参数。

① 读出/输入模具资料 按读写键→锁模键→输入键，LCD 显示如下。

LP	CLAMP	12
P0000	S00	PR00

射胶、熔胶、开模、顶针键均可读出模具资料，按读写键→顶针键→输入键步骤进行就能读出有关顶针部分的模具资料。

② 读出下一个顺序操作资料 按键 ，当锁模模具读出后，按下移动光标键 ，LCD 显示如下。

HP	CLAMP	12
P0000	S00	PR00

光标闪动 ↑

③ 读出上一个顺序操作资料 按键 ，当上面显示时，按上移动光标键 ，LCD 显示又回到上面的画面中去，LCD 显示如下。

LP	CLAMP	12
P0000	S00	PR00

光标闪动 ↑

④ 输入模具资料 输入行程位置资料，按键操作以光标闪动点为首位，如果输入位置为 1800 则应按时间掣 1 → 开模 8 键 → 温度 0 键 → 温度 0 键 → 输入键。操作按键后画面的 LCD 显示如下。

LP	CLAMP	12
P1800	S00	PR00

光标闪动 ↑

光标也同时转到速度 S 之下。可以利用  移动键去重写或变更行程位置资料，利用移动键把光标带到行程位置 P 之后，再输入新资料。同样用上述方法可以输入速度资料和压力资料。

⑤ 读出/输入时间掣资料 按读写键→时间掣 1 → 时间掣 2 → 输入键，LCD 显示如下。

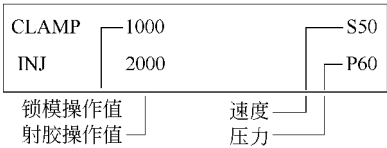
TIM NO.	=	1	12
		0.0	

注意可调时间掣号码为 0 至 10 号。再输入时间掣资料，按继电器 3 键→射胶 6 键→自动检视 4→输入键，LCD 显示如下。

TIM NO.	=	1	12
		36.4	

显示 1 号时间掣的设置数为 36.4s。

- ⑥ 读出/输入次数计资料 读出资料按读写键→计数器键→时间掣 1→输入键。
输入次数资料，按时间掣 1→计数器 2→输入键。
可调次数计号码为 0 至 5 号，次数计资料可调范围是 0 至 65535。
- 6) 检视功能 提供检视时间掣、计数计、继电器，行程位置等数值。
- ① 自动检视操作 自动检视行程位置、速度及压力资料，显示光学解码器所读到的锁模部分的行程位置、与锁模及射胶部分每一动作所使用的压力与速度。按键操作：检视→自动检视 4 显示如下。



自动检视时间掣及次数计资料，按检视→自动检视 4→自动检视 4，LCD 显示如下。

射胶时间	TM0	12
	123	
冷却时间	TM1	12
	4567	
回复时间	TM2	12
	87	
顶针次数	CNT0	12
	123	
注塑次数	CNT1	12
	4567	

② 自动检视注塑周期时间 按检视→自动检视 4→自动检视→自动检视，LCD 显示如下。

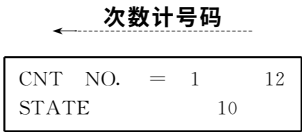
TM9	12
0098	

③ 时间掣检视操作 如检视 0~10 时间掣，只需按以下步骤即可，检视→时间掣 1→时间掣 1→输入键显示如下。

TIM NO.	=	1	12
STATE		36.0	

④ 计数器监视操作 可供检的计数器 0~5，按检视→计数器 2→时间掣 1→输入键，

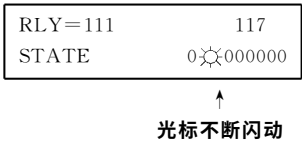
LCD 显示如下。



⑤ 继电器检视操作 0~57 代表 SEQ 输入信号继电器，100~137 代表 SEQ → PROM 输出继电器，138~165 代表 SEQ 机械输出继电器，200~299 内部继电器，300~399 保持继电器。

如果想检视射胶继电器 111，按键程序如下。

检视→继电器 3 →时间掣 1 →时间掣 1 →时间掣 1 →输入键，LCD 显示，



光标显示的状态代表继电器 110 的状态，如果是“0”则表示这个继电器是在开路状态，如果是“1”则表示这个继电器处在闭路状态。以下是读出输入操作时模具资料显示符号及顺序。

低压锁模	LP CLAMP	射胶量公差位置	SHOT SIZE TOL
高压锁模	HP CLAMP	锁模部分原点	CLAMP ZERO PT
锁模力	CLAMP FORCE	射胶部分原点	INJ ZERO PT
入哥开始	CORE 1N	自动调模	AUTO MOLD ADJ
锁模终止	CLAMP END	TIM NO=0	
射台前进	CARRIAGE FOR	1	
射胶一级	INJECT10N 1	2	
射胶二级	INJECT10N 2	3	
射胶三级	INJECT10N 3	CNT NO=0	
射胶终止	INJ TERM	1	
保压压力	COMP PR	TIM NO=4	
熔胶	PLAST	5	
背压	BACK PR1	6	
背压	BACK PR2	7	
倒索	MELT DECOMP	8	
射台后退	CARRIAGE BACK	9	
开模慢变快	OPEN S TO F	10	
开模快变慢	OPEN F TO S	CNT NO 2	
开模终止	OPEN END	3	
出哥	CORE OUT	4	
顶针前进	EJECTOR FOR	5	
顶针后退	EJECTOR BACK		

除上述功能外，还有重置注塑次数计数器 CNT1 为零功能，工模抄写功能、标准工模资料抄写功能及保护选择工模编号功能。工模数据的设定及调校，对于使用电脑控制器，各种数据的输入较容易。但是对于输入如何适应实现注塑的良好效果，一般要根据经验，调校

和设定好基本数据,包括位置、速度和压力等参数。

4.6 注塑机工业电脑程序控制器控制

注塑机工业电脑程序控制的机型也有较多种类,力劲注塑机就是其中之一。力劲注塑机通过工业电脑实现自动控制,通过操作控制面板和彩色大屏幕荧光屏实现人机对话,具有精度高、性能好、操作方便、工作安全可靠等优点,被广泛使用。

采用工业电脑程序控制的力劲注塑机,装有标准的 A62 系统,备有可选择中文或英文显示的彩色荧光屏,提供人机界面的监控,可以显示注塑机注塑成型操作过程;可以实现生产产量和产品质量的统计;可以内置自动检测和错误信息显示和输入输出状态显示页面,内部储存 150 套模具资料,内置电脑控制集中润滑系统;可以进行 PID 式温度监控、全程射胶时间监控,以及熔胶位置及缺料监控等。力劲注塑机汲取国外先进技术,为确保关键部位质量,配置日本进口省电泵,节省能量;配置德国、日本进口液压器件,耐用防漏;配置意大利进口的高扭力液压油马达无级变速、稳定耐用;射胶部分和锁模部分配置欧洲进口的精密准确电子尺监控,精度达到 0.1mm。力劲注塑机哥林柱采用高强韧性及抗磨度的材料镀铬制成并氮化处理,耐用及抗磨;节能设计的锁模机绞,能输出最大锁模力,开模行程全机绞配合中心润滑,减少磨损,保持耐用;模板采用高强度球磨铸铁制造,强度可靠;配备精密自动计算调模装置,操作简单可靠,齿轮式调模装置快捷稳定;锁模、射胶部分采用多级压力及流量控制等一系列装置及措施,来确保设计先进、制造精良、性能良好及节能特点。

4.6.1 工业电脑程序控制器面板

工业电脑程序控制器操作面板如图 4-61 所示。操作面板可分为显示屏幕、功能按键、数字按键、操作模式按键及手动操作按键等。操作面板可提供注塑机所有的操作,并且可以设定各种参数、数据,监视各种动作过程、输入输出状态页面、自我诊断和故障信息等显示页面。操作面板具体描述如下。

功能键: F1~F5。当画面转换的信息显示在屏幕底端时,可选择相对应的 F1~F5 功能键,按下功能键可立即转换到另一个画面。

层键: 转换 F1~F5 的各种画面信息,并且在屏幕底端显示;层键用英文 KEY 来表示。

选单键: 显示操作面板的按键介绍及程序的版本、日期及时间。用英文 MENU 来表示。

前页键: 显示前一次的操作画面,前页键用英文 PREVIOUS 来表示。

下页键: 显示下一页的操作画面,下页键用英文 NEXT 来表示。

打印键: 打印目前显示的画面,打印键用英文 PRINT 来表示。

求助键: 显示目前显示页的求助画面,如果目前已显示求助画面,则再按此键即显示原先的设定画面,求助键用英文 HELP 来表示。

警报停止输出键: 当任何警报产生时,可按下此键停止警报器及旋转灯输出,并且启动警报再侦测时间,待时间到达,如警报仍未排除,则再一次输出警报,警报停止输出键用英文 AL RESET 来表示。

移动键: 移动坐标的位置按一下移动一个位置,若一直按着则每 0.5s 移动一个位置,如果先前已有输入设定值并且还没有按输入键,则按移动光标键即自动输入设定值后才开始

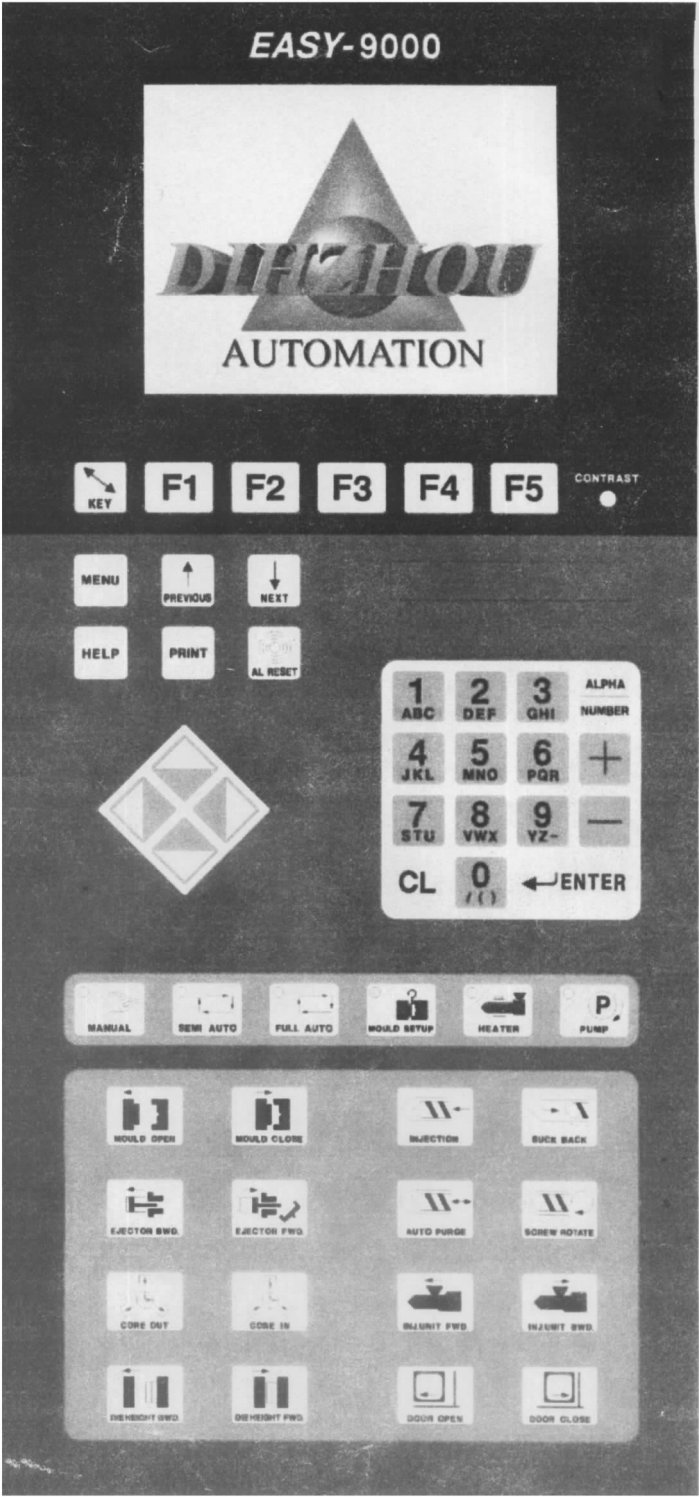


图 4-61 工业电脑程序控制器面板

移动光标。

数字按键中数字模式：输入数字 0~9；

英文模式：输入英文字母 A~Z, /, (,)。

ALPHA/Number 键：转换键盘数字模式或英文模式。

加键 (+)：加键于数字模式为数值加 1；于英文模式则转换英文字母及特殊字符。

减键 (-)：减键于数字模式为数值减 1；于英文模式则转换英文字母及特殊字符。

清除键 (CL)：当输入任何错误的数值，可按此键回复先前的值。

输入键 (ENTER)：输入数值、改变功能及执行等。

操作模式键有手动模式、调模模式、半自动模式、全自动模式、电热开关、油压马达开关六个按键。

手动模式：当按下此键则 LED ON，于是此模式可操作手动按键执行手动功能，但不包括调模按键。

调模模式：当按下此键则 LED ON，此时可操作调模设定，且开关模及射座进退皆慢速动作。

半自动模式：当按下此键则 LED ON，且机器动作于半自动模式。

全自动模式：当按下此键则 LED ON，且机器动作于全自动模式。

电热开关：控制温度加温的开与关。

油压马达开关：控制油压马达的启动与停止。

手动操作按键有关模、开模、射座前、射座后等 16 个。

关模键：当按下此键即动作关模流程。

开模键：当按下此键即动作开模流程。

托模前进键：当按下此键即动作托模进流程。

托模后退键：当按下此键即动作托模退流程。

中子入键：当按下此键即动作中子入流程。

中子出键：当按下此键即动作中子出流程。

调模前进键：当按下此键即动作调模进流程。

调模后退键：当按下此键即动作调模退流程。

风门关键：当按下此键即动作风门关流程。

风门开键：当按下此键即动作风门开流程。

射出键：当按下此键即动作射出流程。

射退键：当按下此键即动作射退流程。

储料键：当按下此键即动作储料流程。

自动清料键：当按下此键即动作自动清料流程。

射座前进键：当按下此键即动作射座进流程。

射座后退键：当按下此键即动作射座退流程。

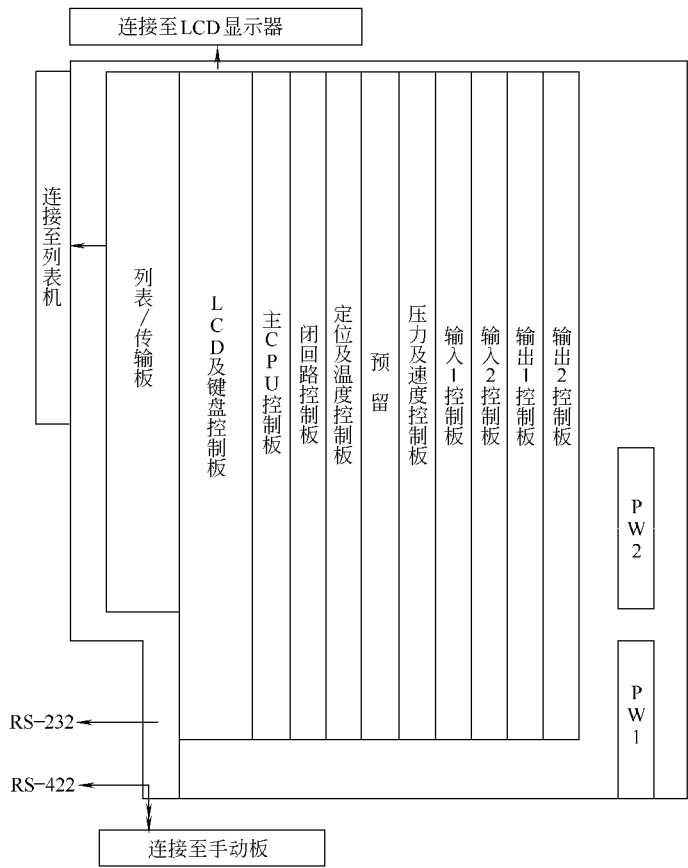
显示屏幕为 5.7 吋 LCD (new gray type)，蓝底白字显示，分辨率为 320×240 点，显示范围为 40 行×15 列，提供文字操作模式及图形显示模式，操作者可在屏幕上输入任何设定值及可监督机器的动态值。

携带式模块记忆卡每一卡可记 50 组模块资料，携带式模块记忆卡容量为 32Kbytes。

主控制箱包含数片 PC 板，每片 PC 板皆有独立的控制功能，利用一系统板连接至主控

板。此设计方式非常容易扩充功能，只要再置入其他功能的控制板即可。

4.6.2 注塑机的操作与参数预置



(1) 操作画面 开机画面如图 4-62 所示，操作如下。
当连接电源后，系统即进入自我检测功能，此时约需等待 1~2s 的系统检测时间。
若系统自我检测正常，则 LCD 画面显示如下。

系统自我测试正常
请按任何键进入正常操作程序

若系统自我检测异常，则 LCD 画面显示异常的 PC 板，举例如下。

定位联机测试……ERROR
请关闭电源

机械状态监视页面如图 4-63 所示，操作如下。
选择此画面的操作方式。
按层键直到画面下方显示 [监视、关开模、射出、功能时间、生管]，再按 F1 功能键。
机器状态监督页可监督 EASF—9000 系统所有处理流程，使操作者更容易操作，包括以下数据。
各段温度的实际值



图 4-62 开机画面

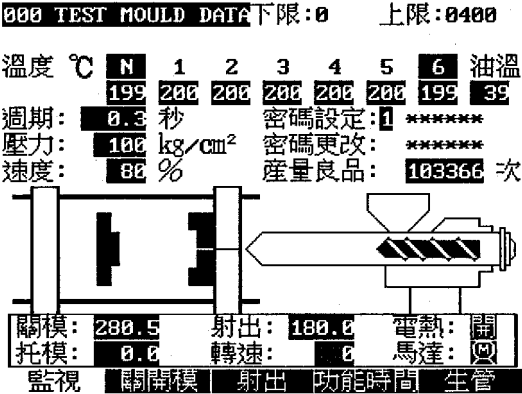


图 4-63 机械状态监测页面

- 油温实际值
- 各段温度与油温的动态条状图
- 实际机器动作流程显示
- 压力与速度的实际输出值
- 时间与次数实际计算值
- 储料转速（RPM）的显示
- 开关模及射出的定位动态值及实时动态图显示（比例可调整）
- 总产量的良品显示，电热与马达的状态
- 密码共设计有 3 个等级，密码最大的位数可输入 6 位数。

- 等级 0：只允许操作监督画面。
- 等级 1：允许操作监督及设定的画面，并可编辑设定值。
- 等级 2：允许操作监督，设定及工程画面，并可编辑设定值。

SPC 追踪记录页面如图 4-64 所示。操作如下。

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [监督、记录、射出曲线]，再按 F2 功能键。

SPC 追踪记录页面记录机器每一自动循环周期各项动态变化值，EASY-9000 系统最大可记录 300 组循环周期，并显示于 LCD 屏幕上。

使用者可输入页数：01~99 页显示不同的记录周期，每一页可显示 10 组记录周期。00 页显示周期的最小值，最大值及平均值。

若选购了打印机接口，则可将记录值印出。

打印方式：动态打印，每完成一周期即立即印出；模组打印，须记录至 100 周期，才开始印出。

打印输出：OFF——停止打印，ON——启动打印。

间歇周期：设定不记录 SPC 的周期。

记录周期：设定记录 SPC 的周期。

开关模页面如图 4-65 所示，操作如下。

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [开关模、托模吹气、中子、调模]，再按 F1 功能键。

000 TEST MOULD DATA 下限:0 上限:30

頁數: 6 間歇週期: 1 記錄週期: 100

清除記錄 列印輸出: OFF 方式: 動態列印

產量	週期	射速	保壓	射終	儲終
000001	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000002	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000003	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000004	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000005	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000006	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000007	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000008	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000009	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0
000010	012.0	005.8	050.0	006.0	160.0

監視 記錄 射出曲線

图 4-64 SPC 追踪记录页面

000 TEST MOULD DATA 下限:0 上限:0140

關模 快速 低速 低壓 高壓

壓力	80	60	10	80
速度	60	40	10	60
時間			5.0	2.0
位置	110.0	80.0	50.0	

快速關模 不用 動模位置 359.1

開模 後慢 中速 快速 前慢

壓力	20	40	60	80
速度	20	35	60	40
位置	380.0	350.0	280.0	120.0

關閉模 托模吹氣 申子 調模

图 4-65 开关模页面

低压保护时间——控制低压关模行程保护，如若机器未能在时间内完成低压动作进入高压流程，则系统会产生警报并自动开模至模止。

高压侦测时间——控制高压行程至关模止的时间，若机器未能在时间内关模至关模止，则产生关模行程未完成警报。

快速关模功能——控制关模行程的差动阀输出。

托模吹气——托模方式的功能定义如下。

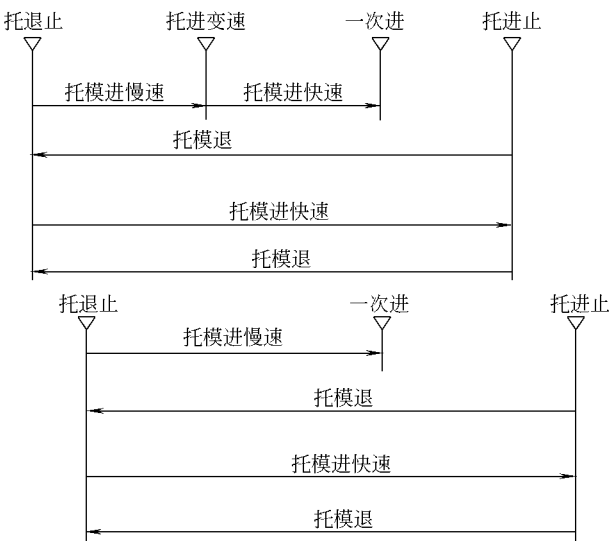
不托模

连续托模：以前进与后退的接近开关做来回托模的动作

振动托模：以前进的接近开关做来回托模的动作

单次托模：只做一次托模进的动作，当碰到托模接近开关即完成动作

托模进慢速与快速的控制以连续托模为例介绍如下。



托模保持功能，当选择任何一项托模动作方式皆可动作保持功能。托模进至进止近接开关，若保持时间设定为 0，则不动作保持功能。输出保持的压力速度并启动保持时间，待时

间到达即完成保持的动作。

吹气的控制模式有如下几个选择。

不用

延迟控制：开模启动→启动母模延迟时间→延迟计时到达→输出公母模吹气阀，依照公母模时间设定

位置控制：开模启动→到达设定的位置→输出公母模吹气阀依照公母模时间的设定

电眼功能是全自动时使用电眼检出成品掉落的动作。若于托模动作中完成检出的动作，则待托模结束即启动中间时间，待计时到达，即开始下一周期准备关模。若托模行程中未完成检出的动作，则启动电眼时间等待成品掉落，待计时到达，若仍未检出则产生报警。

托模吹气页面如图 4-66 所示，操作如下。

选择此画面的操作方式如上所述。操作时按层键直到画面下方显示 [开关模、托模吹气、中子、调模]，再按 F2 功能键。

中子设定页面如图 4-67 所示，操作如下。

000 TEST MOULD DATA					下限:0	上限:0140	
托模	後退	進慢	進快	保持	托模方式		
壓力	50	30	40	20	連續		
速度	50	30	40	15	托模次數		
位置	0.0	80.0	130.0	150.0	3	3	
托模位置		動模位置		保持時間		延時托模	
197.5		359.1		0.0		0.0	
						0.10	
吹氣	公模	母模		功能/時間			
位置	0.0	100.0		機械手	不用		
延遲	1.0	1.0		電眼功能	不用		
時間	2.0	2.0		電眼時間	0.0	2.0	
功能	不用			中間時間	0.0	0.5	
關開模 托模吹氣				中子	調模		

图 4-66 托模吹气页面

000 TEST MOULD DATA					下限:0	上限:0140	
中子	壓力	速度	時間	次數	位置		
一入	40	15	6.0	36	200.0		
一入慢	20	10	2.0	12			
一出	40	15	6.0	36	150.0		
一出慢	20	10	2.0	12	0.0		
二入	40	15	6.0	36	200.0		
二入慢	20	10	2.0	12			
二出	40	15	6.0	36	150.0		
二出慢	20	10	2.0	12	0.0		
中子一	關後入開前出		控制方式	時間			
中子二	不用		控制方式	次數			
關開模 托模吹氣 中子			調模				

图 4-67 中子设定页面

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [开关模、托模吹气、中子、调模]，再按 F3 功能键。

本系统设计有双中子功能，每个中子的动作顺序为快速然后慢速。

中子动作方式：

- i) 关模前中子入，开模后中子出；
- ii) 关模止中子入，开模前中子出；
- iii) 依照设定的位置动作中子入出。

中子控制方式：

- i) 时间控制；
- ii) 接近开关控制；
- iii) 次数控制（绞牙功能）。

调模设定页面如图 4-68 所示。

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [开关模、托模吹气、中子、调模]，再按 F4 功能键。

所有调模的动作必须在 [调模模式] 下方可进行。

000 TEST MOULD DATA請按ENTER鍵,更改功能

	調模方式	微調次數	開模位置
	手動調模	30	200.0
	手調	微調	關模
壓力	50	25	80
速度	35	15	60

關閉模 托模吹氣 中子 調模

图 4-68 调模设定页面

开模位置：自动调模时，开模的开模止位置。

射出设定/射出曲线页面如图 4-69 所示，操作如下。

000 TEST MOULD DATA下限:0 上限:0140

	四速	三速	二速	一速
壓力	80	80	80	80
速度	50	60	70	80
時間	=====	=====	=====	=====
位置	50.0	120.0	150.0	180.0
	保四	保三	保二	保一
壓力	40	50	60	70
速度	30	30	30	30
時間	1.00	1.00	1.00	1.00
斜率功能	不用	不用	不用	不用
監視	下限	上限	射出方式	射速警報時間
不用	10.0	10.0	位置	5.0
射出	儲料射退	射座	溫度	預熱

000 TEST MOULD DATA請按ENTER鍵,更改功能

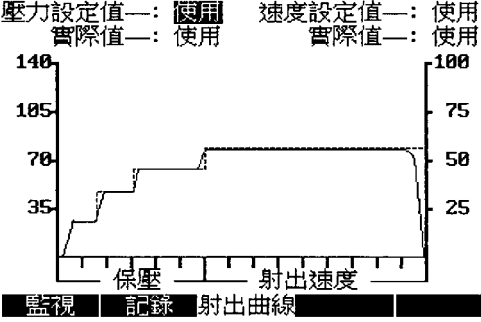


图 4-69 射出设定/射出曲线页面

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [射出、储料射退、射座、温度、预热]，再按 F1 功能键。

按层键直到画面下方显示 [监督、记录、射出曲线]，再按 F3 功能键。

射出方式为控制射出一速至四速的转换使用位置或时间。

射速警报时间有以下选择。

使用：控制射出一速至四速的动作需于射速时间内完成，否则产生射速时间过长警报，并计数不良品+1，不动作托模。

不用：不产生警报，但计数不良品+1，且托模后继续下一过期动作。

射出监视监控射出的终点值：射出下限为射出溢料的监视点。射出上限为射出不足的监视点。

斜率功能控制保压为保持压力或斜率变化。

射出速度段数的选择方法：射出时如不需四段速度都使用，可把不使用段的位置输入 0.0，则屏幕上显示不用，且系统不执行此段，所以可选择任何段来决定执行与不执行。

射出曲线页面依照射出设定的压力速度、比例画出参考曲线，如图 4-70 所示。

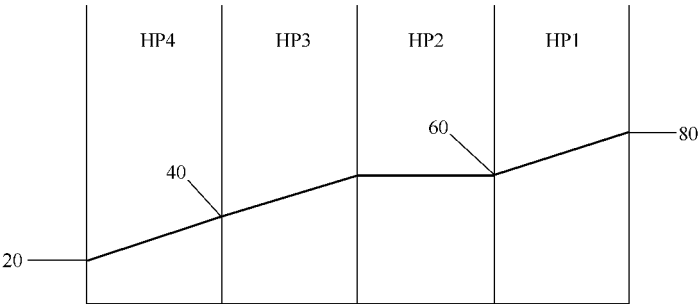


图 4-70 射出曲线页面

储料与射退页面如图 4-71 所示，操作如下。

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [射出、储料射退、射座、温度、预热]，再按 F2 功能键。

冷却方式：选择冷却时间启动的时机，可选择功能为，射出止启动冷却时间计算；储料止启动冷却时间计算。

射退功能：储料止开始动作射退；冷却后开始动作射退。

前射退动作：选择功能为使用，且输入位置来控制前射退动作的距离。前射退动作流程为射出→前射退→储前冷却→储料。

再储料动作：当时间设定不为 0 时，即动作再储料功能并以储料 1 次的压力速度为再储料的压力速度。再储料动作流程为射座进→再储料→射出。

自动洗料：必须在手动模式动作，首先选择洗料功能为使用并设定洗料次数，再按自动洗料动作键即开始动作，流程为①射座后退，②射出，③储料，④射退，⑤将洗料次数加 1，若计数未达设定的洗料次数则重复步骤②～④。

射座设定页面如图 4-72 所示，操作如下。

000 TEST MOULD DATA請按ENTER鍵,更改功能

	前射退	儲料1	儲料2	儲料3	射退
壓力	40	70	60	50	50
背壓	====	====	====		
速度	40	70	60	50	50
位置	不用	60.0	100.0	160.0	+ 30.0

儲料監視		0.0	15.0	螺桿位置
儲前延遲		0.0	1.0	200.0
再儲料		0.0	1.0	
冷卻時間	儲料止	0.0	2.0	儲料轉速
射退功能	冷卻止			162
洗料功能	不用	0	6	

射出 儲料射退 射座 溫度 預熱

图 4-71 储料与射退页面

000 TEST MOULD DATA下限:0 上限:0140

	進快	進慢	退快	退慢
射座				
壓力	15	10	20	15
速度	15	10	20	10
位置	====	====	====	====

座退方式	冷卻後	座退時間	0.0	2.0
------	-----	------	-----	-----

射出 儲料射退 射座 溫度 預熱

图 4-72 射座设定页面

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [射出、储料射退、射座、温度、预热]，再按 F3 功能键。

射座的动作：手动模式时，以按键作为动作开始与停止的判断，且动作至近接开关时即

转换为慢速。

座退方式的功能定义如下。

不座退

射退止开始座退，并启动座退时间

冷却后开始座退，并启动座退时间

温度设定页面如图 4-73 所示。

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [射出、储料射退、射座、温度、预热]，再按 F4 功能键。

本系统标准配备为 7 段温度，1 段油温。

状态显示定义如下。

OK：温度实际值到达上下限的设定范围，允许射出，储料及射退。

LOW：温度过低。

HIGH：温度过高。

TBO：感温线断线。

OPEN：电热片开路。

INV：感温线 TC+/TC- 反接。

加温显示定义：屏幕显示 [N] 即表示为加温状态。

油温的定义如下。

预热，当启动马达且油温未达此一设定值，则系统启动自动预热功能加温。

冷却，当油温到达或超出此一设定值，则系统打开冷却器开始冷却油温。

过高，当油温到达或超出此一设定值，则机器必须停止运转并产生警报。

螺杆冷启动时间：当温度加热到设定值的上下限范围时，即启动此时间，待时间到达才能动作射出，储料及射退，此即为等待储料熔温正常。

温控功能如下。

加热，正常加温功能。

保温，保持温度功能，依据设定的误差系数将温度控制在（设定值－误差值）的值。

自动预热设定页面如图 4-74 所示，操作如下。

选择此画面的操作方式。



图 4-73 温度设定页面

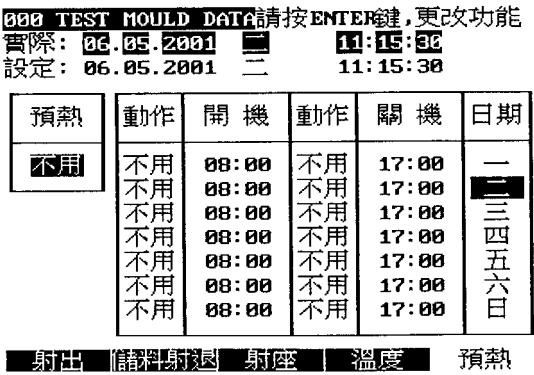


图 4-74 自动预热设定页面

按层键直到画面下方显示 [射出、储料射退、射座、温度、预热]，再按 F5 功能键。
本系统设计有 24h 的计时时钟，将光标移至设定处，即可调整此时间。

预热的功能为控制一星期的温度加温后始时间及机器停止动作时间。

自动预热设定流程为：移动光标至开机时间或关机时间的动作处，设定为使用。移动光标至开机时间或关机时间，输入时与分即可。

功能键与其他时间设定页面，如图 4-75 所示，操作如下。

选择此画面的操作方式。

按层键直到画面下方显示 [功能时间、产量、自动记录、记忆]，再按 F1 功能键。

警报周期：当警报产生时，计时操作人员的处理过期，未于时间内切除警报则停止马达运转。不用：只停止马达运转。使用：停止马达运转及电热的加温。

风门时间：控制风压门打开的距离。

电木透气方式：选择电木射出使用一次透气或二次透气。

透气位置下透气时间：当功能时间页的电木射出选择使用时，透气位置为于射出周期中，欲开模的停止位置。

透气时间为模具于开模位置停留的时间。

成品产量计数页面如图 4-76 所示，功能如下。

① 良品/不良品/小计 假如射出速度未超出射出时间且射出终点位置于监视范围，则计数为良品。良品与小计各+1。假如射出速度超出射出时间或射出终点位置未达监视范围，则计数不良品，不良品数+1。假如射出速度未超出射出时间且射出终点位置于监视范围，则计数为退品。

② 一模数量的定义 不用：良品，小计或不良品的计数值为每一周期加 1。使用：良品，小计或不良品的计数值为每一周期加上一模数量的设定值。

③ 产量/不良品/小计归零/：手动模式 将游标移至成品产量处并按下 ENTER 键，则良品，不良品及小计皆归零。将游标移至小计处并按下 ENTER 键，则小计归零。将游标移至不良品处并按下 ENTER 键，则不良品归零。

④ 产量功能定义：自动模式 警报后停机：良品计数到达产生警报，不能继续下一周期，需切换至手动模式。警报后归零：良品计数到达产生警报，于周期完成时停止警报并将

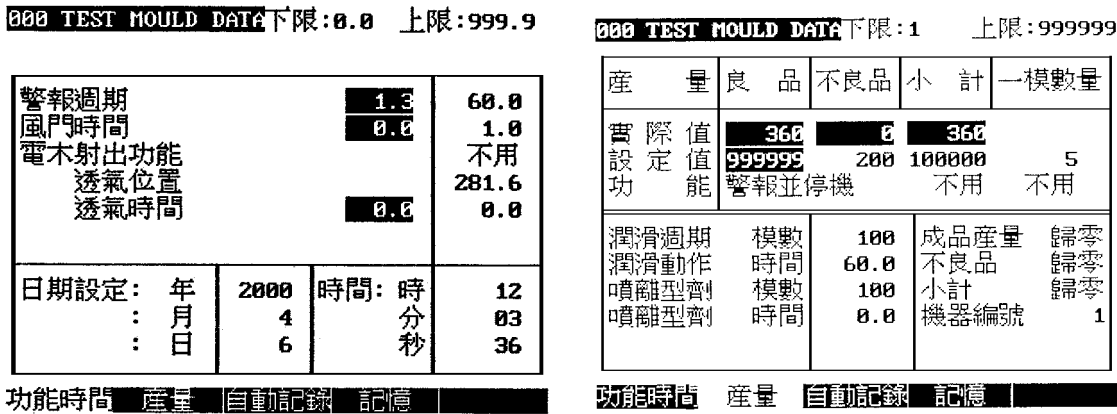


图 4-75 功能键与其他时间设定页面

图 4-76 成品产量计数页面

良品归零继续下一周期动作。

⑤ 小计归零：自动模式 若产生成品小计警报，则机器继续动作且于周期完成时停止警报输出并将小计归零。

⑥ 润滑马达 控制为每一间歇模数（开关模次数）计数到达，即启动润滑马达并计时润滑时间，待时间到达即停止润滑马达。

⑦ 喷剂功能 控制为一喷剂模数（开关模次数）计次到达，即启动喷剂输出并计时喷剂时间，待时间到达即停止喷剂输出。

成品产量计数页面操作如下。

选择此画面的操作方式。

按层键键直到画面下方显示 [功能时间、产量、自动记录、记忆]，再按 F2 功能键。

自动记录设定页面如图 4-77 所示，操作如下。

000 DIH ZHOU-TEST 03.08.97 12:00:00				
自动记录	侦测	20	周期	
周期时间	36.0	36.0	秒	
低压时间	1.2	1.2	秒	
高压时间	0.8	0.0	秒	
射速时间	9.6	9.6	秒	
储料时间	12.6	12.6	秒	
电脑开机时间	000005	秒	33	分
自动运转时间	000002	秒	56	分
马达运转时间	000003	秒	16	分
功能时间 产量 自动记录 记忆				

图 4-77 自动记录设定页面

选择此画面的操作方式。

按层键键直到画面下方显示 [功能时间、产量、自动记录、记忆]，再按 F3 功能键。

① 自动记录功能 依据机器自动周期的执行条件，自动设定时间的设定值。此设定值的计算方式是依照设定周期的最后一次记录周期的实际值再加上 50% 的实际值。

当设定周期记录完成，如使用者有再一次更改任一压力，速度或定位设定值，则可设定自动记录为侦测，使系统于下一周期再重新侦测记录机器的实际动作值。

自动记录功能的启动需设定功能为侦测，则系统进入自动记录功能。

若自动记录功能设定为设定，则表记录完成。使用者也可自由输入时间的设定值。

② 时间定义 电脑开机时间：控制系统累计开机时间。自动运转时间：机器于自动周期的累计运转时间。马达运转时间：马达运转累计时间。

模组记忆设定页面如图 4-78 所示，功能如下。

① 记忆功能 取出：将模组记忆资料取出至显示屏幕上。

储存：将显示屏幕资料储存至模组记忆中。

拷贝：从一模组编号拷贝至另一模组编号。

删除：删除模组记忆数据。

列印：将模组记忆数据由列表机打印出来。

编辑：更改模组记忆名称。

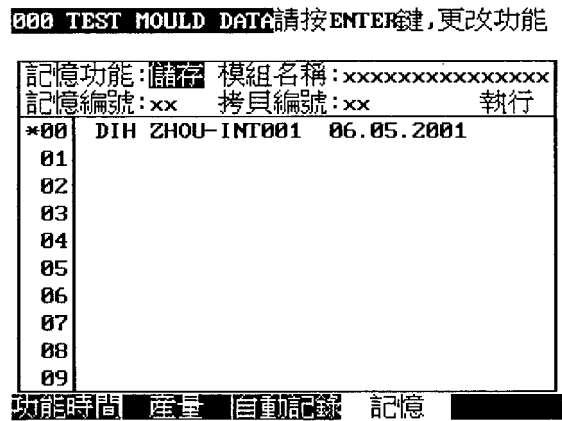


图 4-78 模組记忆设定页面

- ② 记忆编号 模組记忆功能的操作编号。
- ③ 拷贝编号 拷贝功能的目的编号。
- ④ 模組记忆的操作流程 移动光标至记忆功能位置，选择欲操作的功能。

依照所选的功能输入 [从] 或 [到] 的编号。

假如所选的功能为储存，拷贝或编辑，则需移动光标至模組名称输入名称，若未输入名称则系统定义为 [xxxxxxxxxxxxxx]。

移动光标至 [执行] 处，按下输入键 [ENTER] 即完成上述记忆功能动作。

- ⑤ 记忆编号定义 内部记忆：编号 [00—49]，此为内部记忆模块，共 50 组。外部记忆：编号 [50—99]，此为携带式记忆卡记忆组，共 50 组。

模組记忆设定页面操作如下。

选择此画面的操作方式。

按层键键直到画面下方显示 [功能时间、产量，自动记录、记忆]，再按 F4 功能键。

警报画面页面如图 4-79 所示，操作如下。

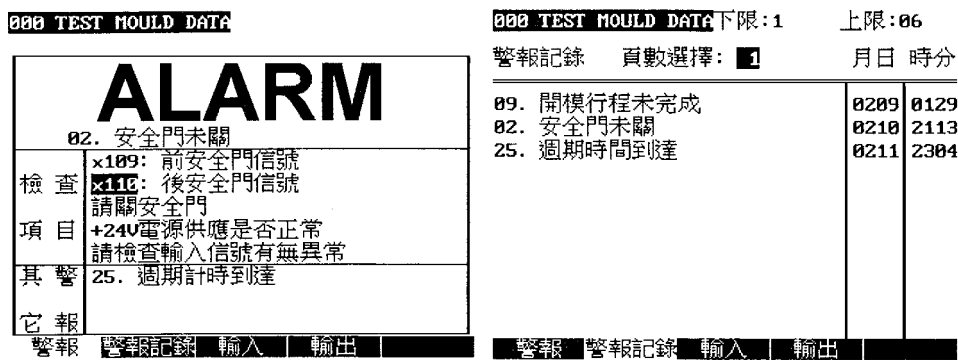


图 4-79 警报画面页面

选择此画面的操作方式。

按层键键直到画面下方显示 [警报、警报记录、输入、输出]，再按 F1/F2 功能键。

警报画面为自动触发模式，假如目前操作于任何另一画面页时，若有警报产生则系统自动转换画面至警报页，使用者可依照检查项目逐项检查何处产生错误并将其排除，假如仍无法排除则请通知厂商处理。

警报信息列表如下。

- 01: 安全门未开

02: 安全门未关

03: 关模行程未完成

04: 低压保护时间到

05: 油温预热中

06: 托模未复归

07: 射嘴保护盖未关上

08: 储料监督时间到

09: 开模行程未完成

10: 中子入止未定位

11: 中子出止未定位

12: 射出不良品过多

13: 包装模数计数到达

14: 成品计数到达

15: 油温过高

16: 油面过高

17: 润滑马达异常

18: 保温中, 不允许射出
- 19: 射出不足

20: 射出溢料

21: 温度过高

22: 温度过低

23: 射出速度转保压时间过长

25: 周期时间到达

26: 冷启动时间未计时到达

27: 电热片开路

28: 感温线断线

29: 滤油器过脏

30: 马达未启动

31: 电眼异常

32: 成品未脱落

33: 机械手异常

34: 调模进止

35: 调模退止

36: 温度未启动

外部输入板监督页面如图 4-80 所示, 操作如下。

000 TEST MOULD DATA				000 TEST MOULD DATA			
OUTPUT BOARD 1				輸入板 2			
04:EJECT FWD SOL	14:INJ.UNIT FWD SOL	08:中子一入止	18:	01:中子一出止	11:洩壓閥選擇開關	05:蓄壓器低壓	15:潤滑馬達油面過低
05:EJECT BWD SOL	15:INJ.UNIT BWD SOL	02:中子二入止	12:風門保護開關	02:中子二入止	12:風門保護開關	06:蓄壓器高壓	16:潤滑馬達濾油器髒
06:DIE.H FWD SOL	16:INJECTION SOL	03:中子二出止	13:潤滑馬達壓力不足	03:中子二出止	13:潤滑馬達壓力不足	07:	17:機械手:允許開模
07:DIE.H BWD SOL	17:SUCK BACK SOL	04:蓄壓器低壓	14:潤滑馬達油面過低	04:蓄壓器低壓	14:潤滑馬達油面過低	08:	18:機械手:允許托模
08:MOLD CLOSE SOL	18:SCREW ROTATE SOL	05:蓄壓器高壓	15:潤滑馬達濾油器髒	05:蓄壓器高壓	15:潤滑馬達濾油器髒	09:	19:機械手:完成信號
09:MOLD OPEN SOL	19:CHARGE UNLOAD SOL	06:	16:機械手:允許開模	06:	16:機械手:允許開模		
10:DIFFERENTIAL SOL	20:ROB:MOLD OPEN END	07:	17:	07:	17:		
11:MOLD PROTECT SOL	21:ROB:REJECT PART	08:	18:機械手:允許托模	08:	18:機械手:允許托模		
12:OPEN UNLOAD SOL	22:ROB:FULL AUTO	09:	19:機械手:完成信號	09:	19:機械手:完成信號		
13:ACCUMULATOR SOL	23:ROB:GATE CLOSE						
輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2		輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2		輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2		輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2	

图 4-80 外部输入板监督页面

000 TEST MOULD DATA				000 TEST MOULD DATA			
輸出板 1				輸出板 2			
04:托模進	14:射座進	05:中子一入	14:大流量 26%	04:托模進	14:射座進	05:中子一出	15:大流量 51%
05:托模退	15:射座退	06:中子二入	16:大流量 76%	06:中子二入	16:射座退	07:中子二出	17:
06:調模進	16:射出	07:中子二出	18:警報器	07:中子二出	17:射退	08:	19:旋轉燈
07:調模退	17:射退	08:	20:潤滑馬達	08:	18:儲料	09:母模風托	21:馬達啟動
08:關模	18:儲料	09:母模風托	22:電熱啟動	09:母模風托	19:儲料洩壓閥	10:公模風托	23:自動關機輸出
09:開模	19:儲料洩壓閥	10:公模風托		10:公模風托	20:機械手:開模止	11:風門關	
10:差動	20:機械手:開模止	11:風門關		11:風門關	21:機械手:不良品	12:風門開	
11:低壓	21:機械手:不良品	12:風門開		12:風門開	22:機械手:全自動模式	13:背壓閥	
12:型號	22:機械手:全自動模式	13:背壓閥		13:背壓閥	23:機械手:安全門關止		
13:蓄壓器	23:機械手:安全門關止						
輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2		輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2		輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2		輸入 1 輸入 2 輸出 1 輸出 2	

图 4-81 外部输出板监督页面

选择此画面的操作方式。

按层键键直到画面下方显示 [输入 1、输入 2、输出 1、输出 2]，再按 F1/F2 功能键。

假如近接开关是 ON 的状态，则屏幕上为反白显示，假如近接开关是 OFF 的状态，则屏幕上为正常显示。

外部输出板监督页面如图 4-81 所示，操作如下。

选择此画面的操作方式。

按层键键直到画面下方显示 [输入 1、输入 2、输出 1、输出 2]，再按 F3/F4 功能键。

假如系统输出是 ON 的状态，则于屏幕上为反白显示。假如系统输出是 OFF 的状态，则于屏幕上为正常显示。

系统程式版本说明页面如图 4-82 所示，操作如下。

按 MENU 键直到画面下方显示 [程序版本]，再按 F1 功能键。

本页显示系统所有程式撰写日期，时间及版本。

画面选择：本系统标准配备为中文（0），英文（1）及可再选购另一种语言（2）。

列表机选择：选择使用 9 针或 24 针的点阵式列表机。

000 TEST MOULD DATA下限:0 上限:2

軟體名稱	日 期	描 述	版本
主控	02.10.2000	Control	*3.11
顯示	02.16.2000	Display	*3.11
動作程式	01.14.2000	Standard	B3.10
手動傳輸	06.09.1996	Commun.	*3.00
手動控制	10.19.1999	Panel-A	*3.00
字型資料	09.20.1999	Font	*3.00
中文畫面:0	03.31.2000	Standard	B3.11
英文畫面:1	03.31.2000	Standard	B3.11
預留畫面:2			
顯示畫面選擇	0	螢幕反白顯示	不用
按鍵轉換畫面	使用	列表機選擇	9
程式版本			

图 4-82 系统程式版本说明页面

第 5 章 注塑机机械、液压及电气装置

注塑机是靠机械、液压和电气装置配合一起进行工作。机械、液压和电气元器件在中央处理器统一控制下，通过程序控制和时序控制来完成一系列注塑工艺需要的机械动作。掌握机械、液压和电气在注塑机系统中的联系，了解各易损件、各部分构造及配件，对维护和修理工作十分有益。

5.1 震雄注塑机机械、液压和电气装置

5.1.1 机械部分

震雄注塑机机械装置主要有锁模部分、射胶部分、模板、轴承（啤铃）座和机筒（熔胶筒）等。在维修过程中，各部分的零件及名称要掌握，以便在采购材料申请表中正确表述。图 5-1 是震雄注塑机射胶部分构造，部分零件名称见表 5-1。

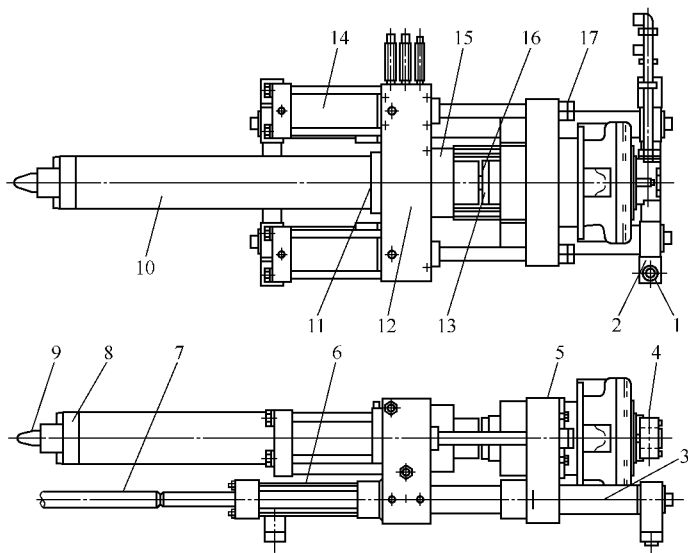


图 5-1 震雄注塑机射胶部分结构

表 5-1 震雄注塑机射胶部分零件名称

序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称
1	注射座(射台)高度调节螺钉	6	射移油缸	12	射胶头板
2	射移支架	7	射移拉杆	13	射胶螺钉
3	射移导杆	8	射嘴法兰	14	射胶油缸
4	油压电机(电机)	9	注射喷嘴(射嘴)	15	熔胶筒压紧螺母(迫母)
5	射胶二板	10	机筒(熔胶筒)	16	射胶螺栓
		11	运水圈	17	射胶活塞杆螺母

图 5-2 是锁模部分构造，其零件名称见表 5-2。

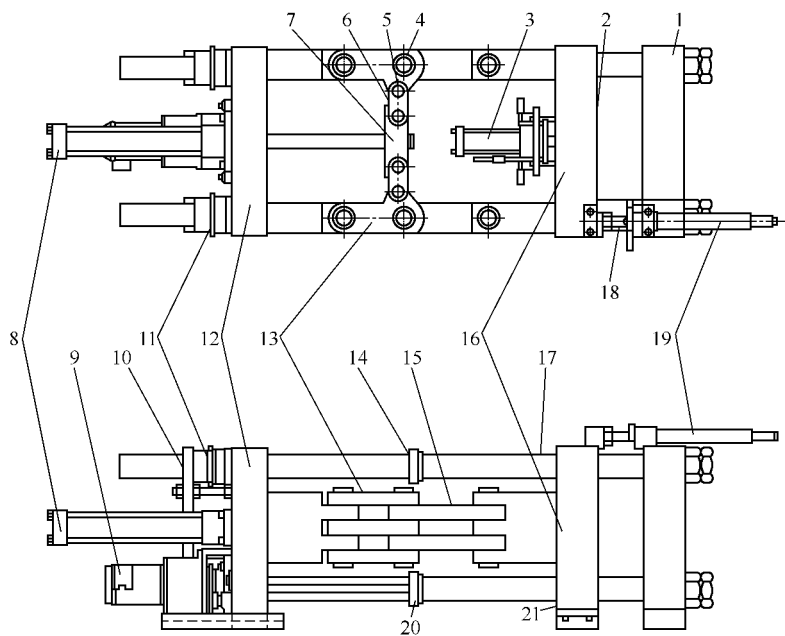


图 5-2 震雄注塑机锁模部分结构

表 5-2 震雄注塑机锁模部分零件名称

序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称
1	头板	8	锁模油缸	15	长铰
2	顶针	9	调模电机	16	二板
3	顶针油缸	10	拉柱(哥林柱)螺母压板	17	拉柱(哥林柱)
4	大铰边	11	调模螺母	18	机械安全锁限位尺
5	小铰	12	尾板	19	护筒
6	小铰边	13	短铰	20	下夹板
7	十字头	14	上夹板	21	二板滑块

图 5-3 是注塑机 JM4 型和 JM12 型模板规格。JM4-MK II 型模板外形尺寸 500mm×375mm。JM12-MK II 型模板外形尺寸 600mm×510mm，详细规格参看图 5-3。

图 5-4 是 JM12-MK II 注塑机轴承（啤铃）座组合图，其零件名称见表 5-3。

图 5-5 是 JM4-MK II 型注塑机轴承（啤铃）座组合图。其零件名称同表 5-3，只是在结构上有些区别。图 5-6 是震雄注塑机筒（熔胶筒）装配图。它主要由机筒（熔胶筒）、螺杆及其他零件如挡圈（过胶介子）、加热圈（过胶圈）、机头（过胶头）、注射喷嘴法兰及注射喷嘴组成。

图 5-7 是震雄注塑机拆装射胶螺杆步骤，其零件名称见表 5-4。

图 5-8 是震雄注塑机射嘴零件图，具体有关数据见表 5-5。

图 5-9 是注塑机 4oz（1oz≈28.35g）注射喷嘴座和喷嘴（射嘴）的加工零件图。图 5-10 是注塑机 12oz 注射喷嘴（射嘴）座和喷嘴（射嘴）加工零件图。这些数据在维修加工过程中很有用处。因为更换时，零件基本都有变形，尺寸和精度难于测绘。

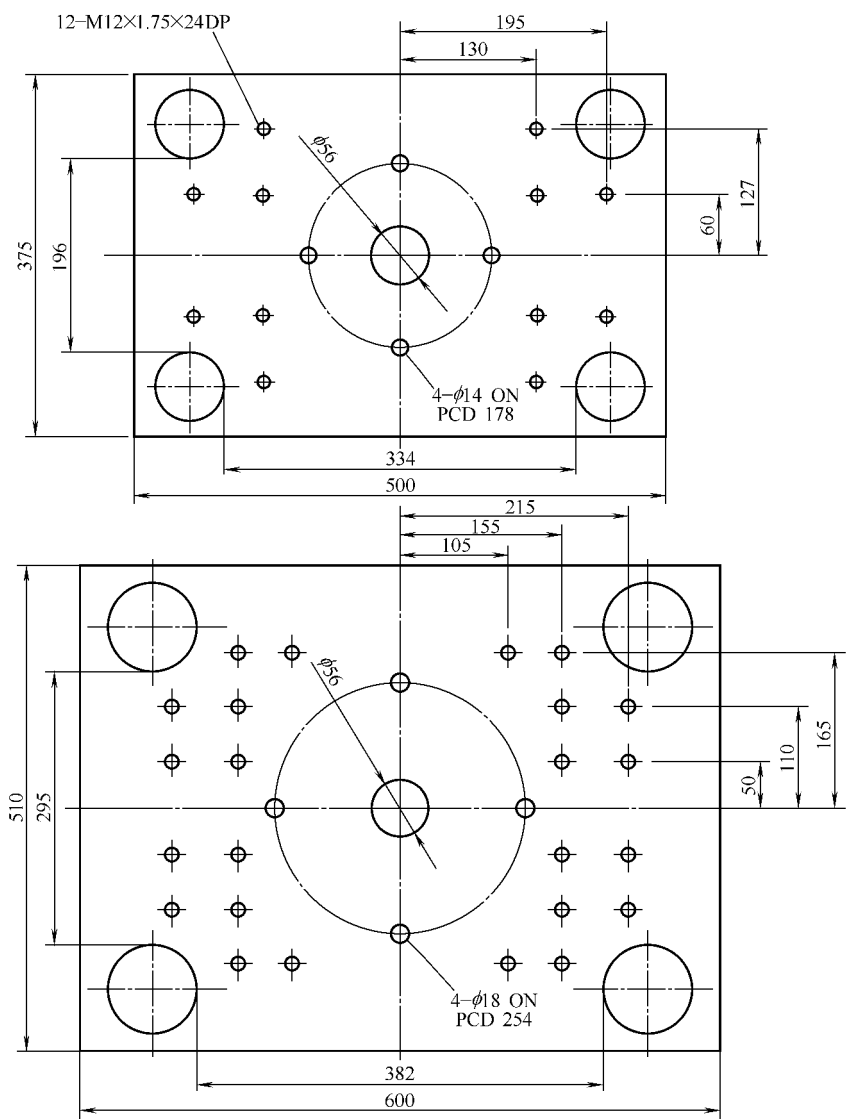


图 5-3 震雄注塑机模板规格

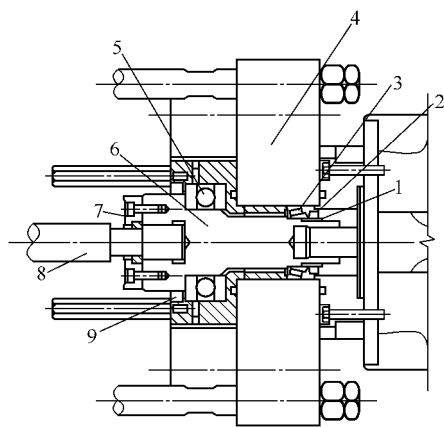


图 5-4 震雄机型 JM12-MK II 轴承座组合图

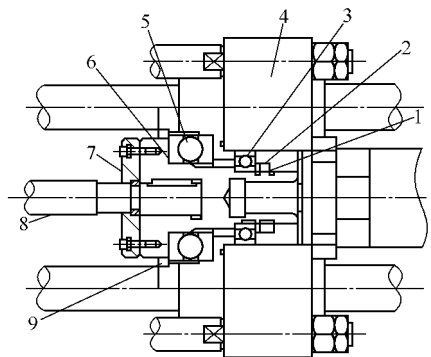


图 5-5 震雄机型 JM4-KM II 轴承座组合图

表 5-3 震雄 JM12-MK II 注塑机轴承座零件名称

序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称
1	挡圈(外锁介子)	3,5	轴承(啤铃)	6	传动轴	8	射胶螺母
2	压紧螺母(迫母)	4	射胶二板	7	射胶螺母固定板	9	弹簧油封

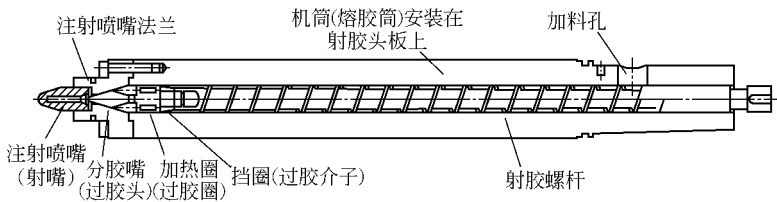


图 5-6 机筒（熔胶筒）装配图

表 5-4 震雄机型射胶螺杆零件名称

序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称
1	注射喷嘴(射嘴)	3	机头(过胶头)	5	挡圈(过胶介子)	7	机筒(熔胶筒)
2	喷嘴(射嘴)法兰	4	加热圈(过胶圈)	6	螺杆	8	加料孔

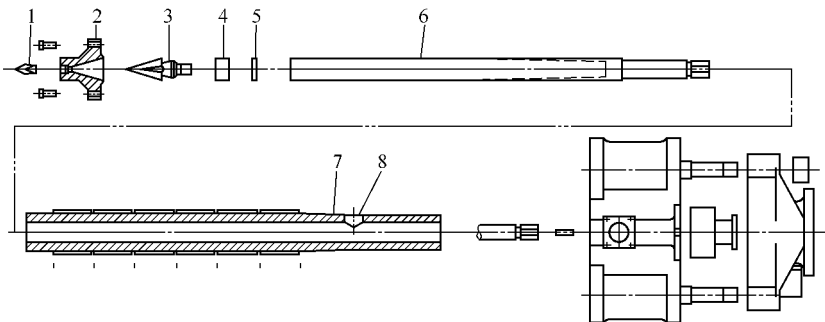


图 5-7 震雄机型拆装射胶螺杆步骤

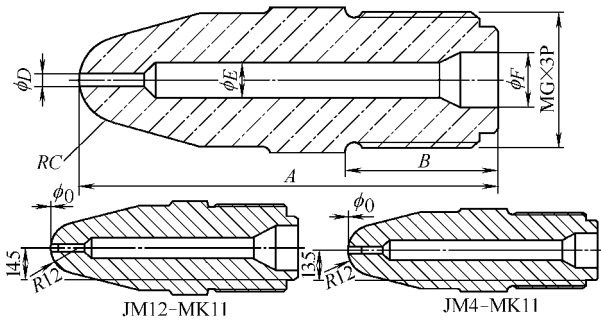


图 5-8 震雄注塑机注射喷嘴零件图

表 5-5 震雄注塑机射嘴尺寸数据

单位: mm

机 型	A	B	C	D	E	F	G
4 II	110	40	12	4	10	16	36
12 II	110	40	12	4	10	21	42
55 III	110	40	12	4	10	16	36
88 III	110	40	12	4	10	16	36
128 III	110	40	12	4	10	16	36
168 III	110	40	12	4	10	21	42
218 III	110	40	12	4	10	21	42
268 III	110	40	12	4	10	21	42
368 III	110	40	12	4	10	21	42
468 III	110	40	12	4	10	21	42

图 5-11 是机头（过胶头）部分组合图，安装维修时要注意机头的左牙螺丝头及挡圈（过胶介子）的安装方向。图 5-12 是注塑机机械电气安全装置图，图中（a）是机械安全装置，（b）是电气安全装置，由前后安全门压合限位开关 LS1、LS2 和 LS3 组成。图 5-13 是油压安全装置图及安全门动杆示意图。

5.1.2 液压部分

震雄注塑机液压装置由油路、阀体等构成。图 5-14 是震雄机型油路（型号 JM55 型 218MKⅢ-C）。图 5-15 是注塑机油压元件分布。图 5-16 是注塑机油压元件分布。由于机型有差别，油压元件和油路图也有差别。JM55-218MKⅢ-C 注塑机和 JM468MKⅢ-C 机型都设计有压力差调节阀 V₁₀，而 JM268-368MKⅢ-C 机型没有。JM4-KⅡ和 JM12-MKⅡ油压元件见表 5-6。

表 5-6 油压元件表

符号	元 件	功 能	JM4MKⅡ	JM12MKⅢ
STR	油筛	过滤压力油中屑碎物	UCC UC-SE-1324	UCC UC-SE-1324
P	油泵	产生油压工作压力	YUKEN PV2R2-26F	YVKEN RV2R3-60
HE	冷油器	冷却压力油、模具熔胶筒用	KAMUI SL305	KAMUI SL309
M	油压熔胶马达	供熔胶用	CH4RLYNH 109-1104	SAI MTCP-300
G1	压力表	显示系统工作压力	CHEN HSONG 7219	CHEN HSONG 7219
G2	压力表	显示背压	—	VICKERSAXG DP63L60, 10
V1	流量比例阀	供方向及流量控制	DAIKIN MEV128LFF 6C50	DALKJN MEV1613LFF 6C100
V2	先导式控制减压阀	供控制系统压力及防止系统工作压力过高	DAIKIN HDRI-G03-3	DAIKIN JRB-G06-3
V3	电子溢流阀	供注塑机压力控制	DAIKIN JRP-G02-2	VICKERS ECG-02-732
V4	电磁控制方向阀(二位四通)	供控制特快锁模	VICKERS DG4V-3-2A	VICKERS DG4V-5-2A
V5	电磁控制方向阀(二位四通)	供控制开模用	VICKERS DG4V-3-2A	VICKERS DG4V-5-2A
V6	电磁控制方向阀(三位四通)	供控制射台前后用	DG4V-3-2C	DG4V-3-2C
V7	电磁控制方向阀(三位四通)	供控制熔胶射胶用	DG4V-3-6C	DG4V-3-6C
V8	电磁控制方向阀(二位四通)	供控制倒索用	DG4V-3-2A	DG4V-3-2A
V9	电磁控制方向阀(三位四通)	供控制顶针或旋离脱模装置用	DG4V-5-2C	DG4V-5-2C
V14	溢流阀	供调节背压用	DAIKIN HDRI-G03	DAIKIN HDRI-G03

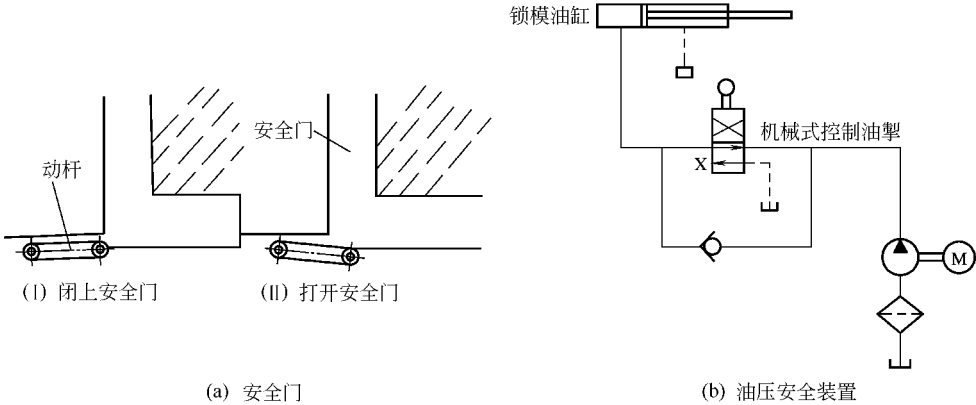


图 5-13 油压安全装置和安全门

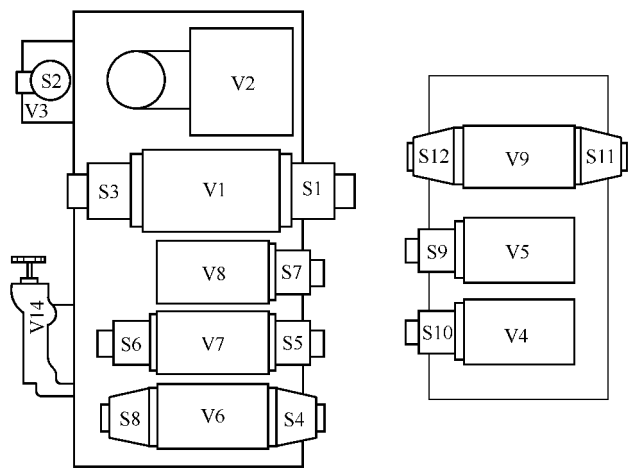


图 5-15 震雄机型油压元件分布

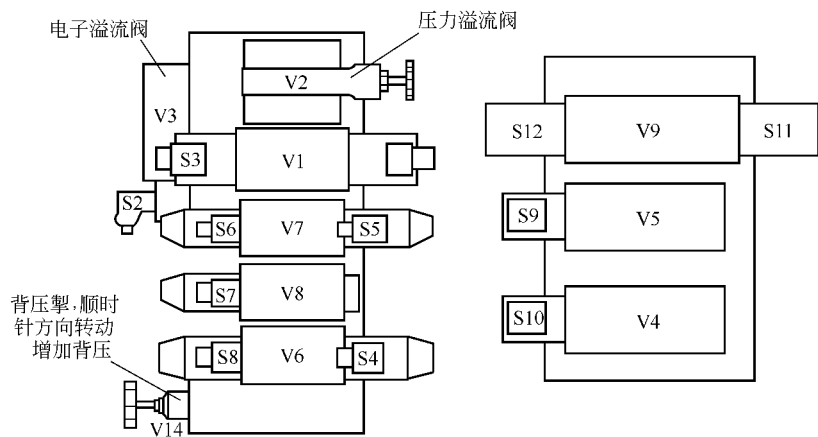


图 5-16 JM4MK II-C 油压元件分布位置

图 5-17 是震雄注塑机油压元件分布，它比上图中多设计了 V10 溢流阀，并且 V2 先导式控制减压阀可用调节把手调节。油压元件见表 5-7。

图 5-18 是震雄注塑机油压元件分布，它与图 5-17 类似，只是注塑量和油泵、阀体等有

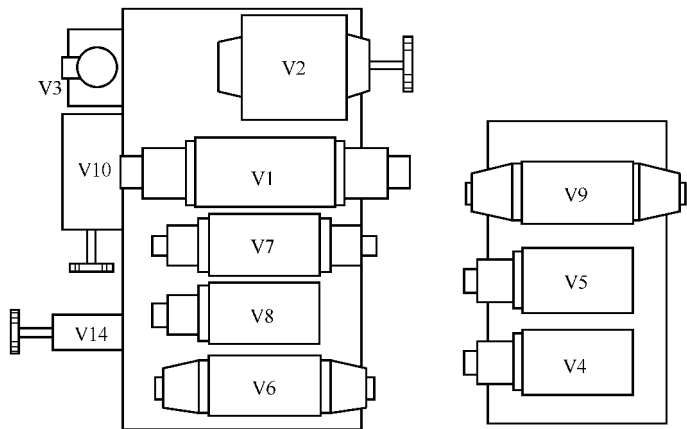


图 5-17 JM4 MK II / JM88MK / JM55MK III 油压元件分布

所不同，并且 V2 是先导式控制减压阀不可用调节把手调节。具体油压元件表见表 5-8。搞清楚各机型及各机型需用的元器件、易损件和必备件，对维修工作十分有利，也是元器件替代的基础。表 5-9 是震雄机油掣动作。

表 5-7 油压元件表（一）

符号	元 件	功 能	JM55MK Ⅲ	JM88MK Ⅲ /JM4MK Ⅱ	JM128MK Ⅲ
STR	油 筛	过滤压力油中碎屑	UCC UC-SE-1324	UCC UC-SE-1324	UCC UC-SE-1324
P	油泵	产生油压工作压力	YUKEN PV2R2-26F	YUKEN PV2R2-26F	YUKEN PV2R2-47
HE	冷油器	冷却压力油、模具、机筒(熔胶筒)	KAMUI SL-305-W1	KAMUI SL-305-W1	KAMUI SL309-U2
M	油压熔胶马达	供熔胶用	SAI M1,195 (MTCP175)	SAI M1,250 (MTCP250)	SAI MU300
G1	压力表	显示系统工作压力	CHEN HSONG # 7219	CHEN HSONG # 7211	CHEN HSONG # 7219
G2	压力表	显示背压	CHEN HSONG	CHEN HSONG	CHEN HSONG
V1	流量比例阀	供方向及流量控制	DAIKIN MEV12BLFF 6A50	DAIKIN MEV12BLFF 6A50	DAIKIN MEV16BLFF 6C100
V2	先导式控制减压阀	供控制系统压力及防止系统工作压力过高(用调节把手)	DAIKIN HDR1-G03-1	DAIKIN HDR1-G03-1	DAIKIN JRB-G06-3
V3	电子溢流阀	供注塑机压力控制	DAIKIN JRP-G02-2 23	DAIKIN JRP-G02-2 23	DAIKIN JRP-G02-2 23
V4	电磁控制方向阀(二位,四通)	供控制特快锁模用	VICKERS DG4V-3-2A	VICKERS DG4V-5-2A	VICKERS DG4V-5-2A
V5	电磁控制方向阀(二位,四通)	供控制开模用	VICKERS DG4V-3-2A	VICKERS DG4V-3-2A	VICKERS DG4V-3-2A
V6	电磁控制方向阀(三位,四通)	供控制注射座(射台)前进、后退用	VICKERS DG4V-3-2C	VICKERS DG4V-3-2C	VICKERS DG4V-5-2C
V7	电磁控制方向阀(三位,四通)	供控制熔胶及射胶	VICKERS DG4V-3-6C	VICKERS DG4V-3-6C	VICKERS DG5V-7-6C
V8	电磁控制方向阀(二位,四通)	供控制倒索(缩退)用	VICKERS DG4V-3-2A	VICKERS DG4V-3-2A	VICKERS DG5V-7-2A
V9	电磁控制方向阀(三位,四通)	供控制顶针或旋离脱模装置	VICKERS DG4V-3-2C	VICKERS DG4V-3-2C	VICKERS DG4V-5-2C
V10	溢流阀	压力差调节阀	KOMPASS DG01	KOMPASS DG01	KOMPASS DG01
V14	溢流阀	供调节背压用	REXROTH DBDH6K 10/25	REXROTH DBDH6K 10/25	DAIKIN HDR1-G03-1

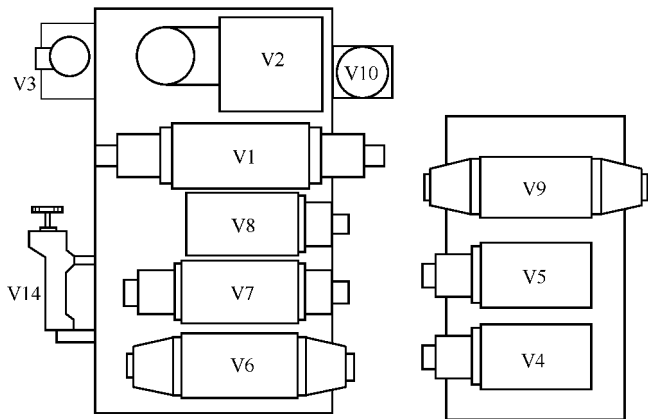


图 5-18 JM128MK Ⅲ /JM168MK Ⅲ /JM218MK Ⅲ 油压元件分布图

表 5-8 油压元件表（二）

符号	元 件	功 能	JM168MKⅢ/JM12MKⅡ	JM218MKⅢ	JM268MKⅢ
STR	油 筛	过滤压力油中碎屑	UCC UC-SE-1324	UCC UC-SE-1324	UCC UC-SE-1326
P	油 泵	产生油压工作压力	YUKEN PV2R3-60	YUKEN PV2R3-76	YUKEN PV2R3-116F
HE	冷油器	冷却压力油、模具、机筒（熔胶筒）	KAMUI SL-309-U2	KAMUI SL415-U2	KAMUI SL-415-U2
M	油压熔胶马达	供熔胶用	SAI MTCP600	SAI MTCP800	SAI MU1000
G1	压力表	显示系统工作压力	CHEN HSONG # 7219	CHEN HSONG # 7219	CHEN HSONG # 7211
G2	压力表	显示背压	CHEN HSONG	CHEN HSONG	CHEN HSONG
V1	流量比例阀	供方向及流量控制	DAIKIN MEV12BLFF 6C100	DAIKIN MEV12BLFF 6C100	DAIKIN MEV16BLFF 6C160
V2	先 导 式 控 制 减 压 阀	供控制系统压力及防止系统工作压力过高（不用调节把手）	DAIKIN JRB-G06-3	DAIKIN JRB-G06-3	DAIKIN JRB-G06-3 13
V3	电子溢流阀	供注塑机压力控制	DAIKIN JRP-G02-2	DAIKIN JRP-G02-2	DAIKIN JRP-G02-2
V4	电磁控制方向阀 （二位、四通）	供控制特快锁模用	VICKERS DG4V5-2A	VICKERS DG4V5-2A	VICKERS DG4V-5-2A
V5	电磁控制方向阀 （二位、四通）	供控制开模用	VICKERS DG4V5-2A	VICKERS DG4V5-2A	VICKERS DG4V-5-2A
V6	电磁控制方向阀 （三位、四通）	供控制注射座（射台）前进、后退用	VICKERS DG4V3-2C	VICKERS DG4V3-2C	VICKERS DG4V-3-2C
V7	电磁控制方向阀 （三位、四通）	供控制熔胶及射胶	VICKERS DG5V7-6C	VICKERS DG5V7-6C	VICKERS DG5V-7-6C
V8	电磁控制方向阀 （二位、四通）	供控制倒索（缩退）用	VICKERS DG5V7-2A	VICKERS DG5V7-2A	VICKERS DG5V-7-2A
V9	电磁控制方向阀 （三位、四通）	供控制顶针或旋离脱模装置	VICKERS DG4V5-2C	VICKERS DG4V5-2C	VICKERS DG4V-5-2C
V10	溢流阀	压力差调节阀	KOMPASS DG01	KOMPASS DG01	
V14	溢流阀	供调节背压用	DAIKIN HDRI-G03-01	DAIKIN HDRI-G03-1	DAIKIN HDRI-G03

表 5-9 震雄机油掣动作

动 作	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
锁模	○	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○
特快锁模	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○
射台前进	●	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
射胶	●	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○
熔胶	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
倒索	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
射台后退	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
开模	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
顶针前进	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○
顶针后退	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●

注：●激磁；○去磁

5.1.3 电气部分

震雄注塑机电气装置主要由配电箱和电器构成。配电箱中有电脑控制器，电子电路板电气元器件等。搞清楚配电箱的元器件排列和接线端子去向，对维修工作很有益处，JM128-CMKⅢ；机型的排布和方式作如下介绍。

震雄注塑机 JM128-CMKⅢ 型是常用注塑机型的一种，采用震雄 CH-IPC 电脑程序控制器，电脑控制功能也有较大的提高，具体如下。

图 5-19 是震雄注塑机 JM128 型面板、元器件分布图，面板是 CH-IPC 程序控制器，具有 LCD 显示屏和操作按键。功能强大，在功能上如计数器、时间等、以及压力流量预置拨盘开关等均可由按键进行预置和调用。在电箱内部控制元器件也基本相同，数据参数有所不同。PCB1 电路板也与上不同。图 5-20 是注塑机 JM128 型 I/O 电路板接线图。

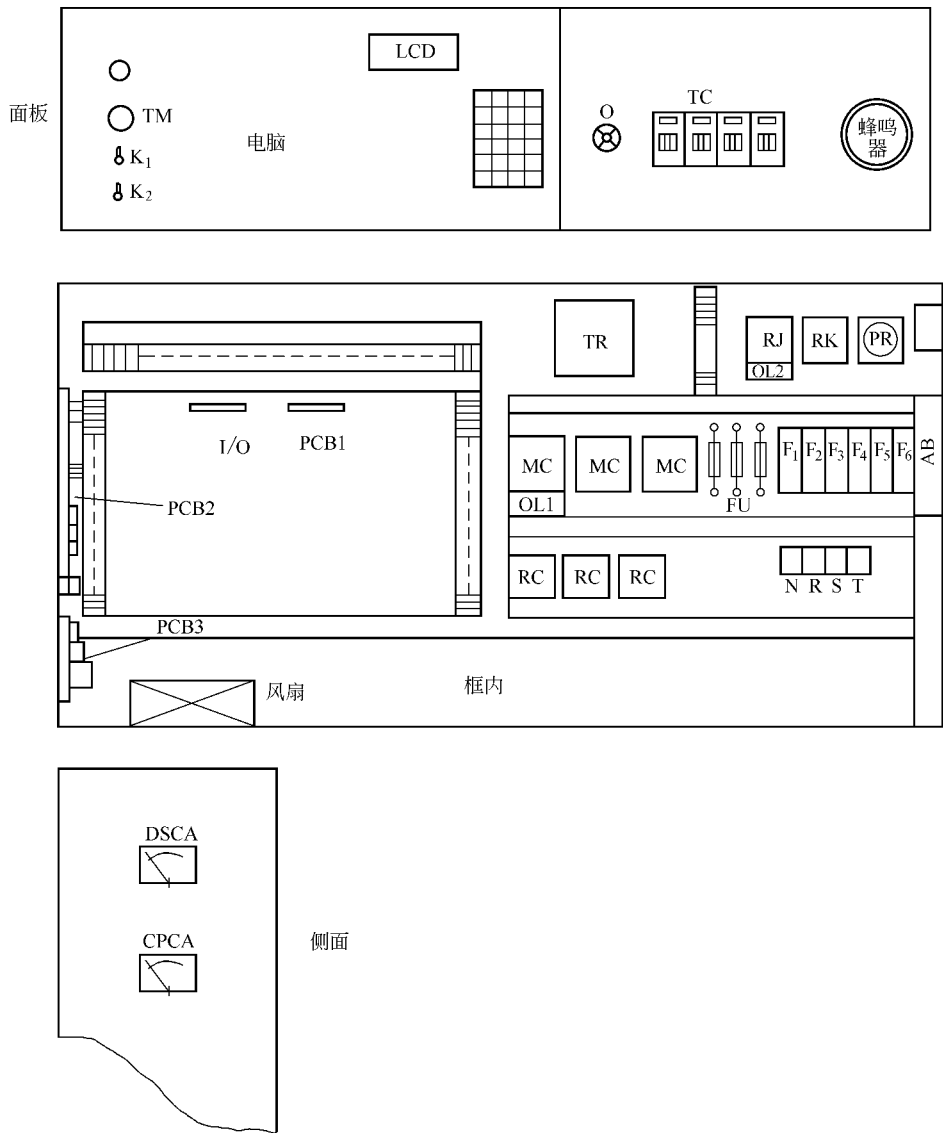


图 5-19 JM128 型面板、元器件分布

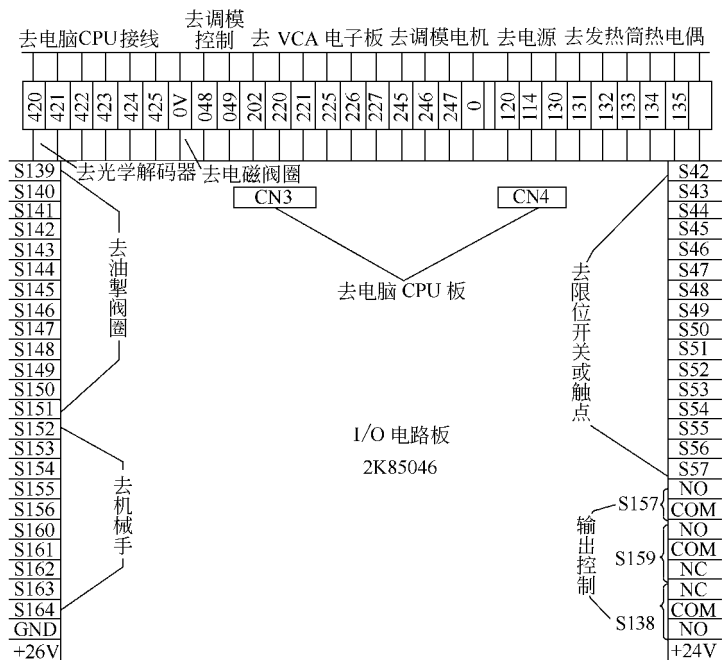


图 5-20 I/O 电子板接线

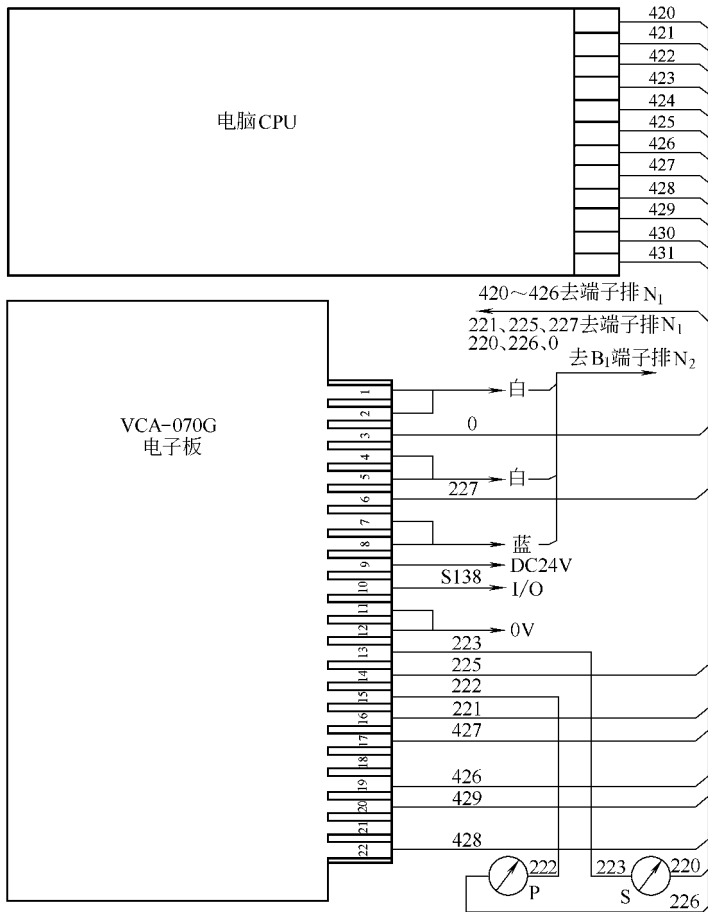


图 5-21 电子放大板接线

PCB1 电路板采用的是 2K85046A 型。PCB2 电路板也采用 VCA-070G 电子放大板，如图 5-21 是电子放大板接线图。图 5-21 是注塑机电源板 pou-C 接线图。电路中如油泵电机 Y/△启动，加温电路基本相同，编号也同，可按上述线号和型号去查找对照。

图 5-22 是注塑机调模电路接线图。为了能确切地表示出震雄注塑机 JM128 型电气元件的位置和具体接线的来龙去脉，图 5-23 是注塑机电箱内电气控制原理。

表 5-10 是 JM128-CKMⅢ 电器元件规格。

表 5-10 JM128-CKMⅢ 电器元件规格

符号	名称	规格	符号	名称	规格
PCB1	I/O 电子电路板	IK85046A	FU	保险管	2A
PCB2	电子放大板	UCA-070G	MC1	交流接触器	LC1D179
PCB3	电源电子板	pou-C	MC2、MC3	交流接触器	LC1D173
RJ、RK	继电器	LY4 DC24V	OL1	热继电器	LR1D25322
PR	继电器	DC24V·MK2P	HC1-3	交流接触器	LD1D093
F1、F2	自动空气开关	6A	OL2	热继电器	LR1-D09305
F3、F4、F5	自动空气开关	32A	TR	变压器	DB-48BIC-M
F6	自动空气开关	16A	AB	自动空开	EA103A、75A

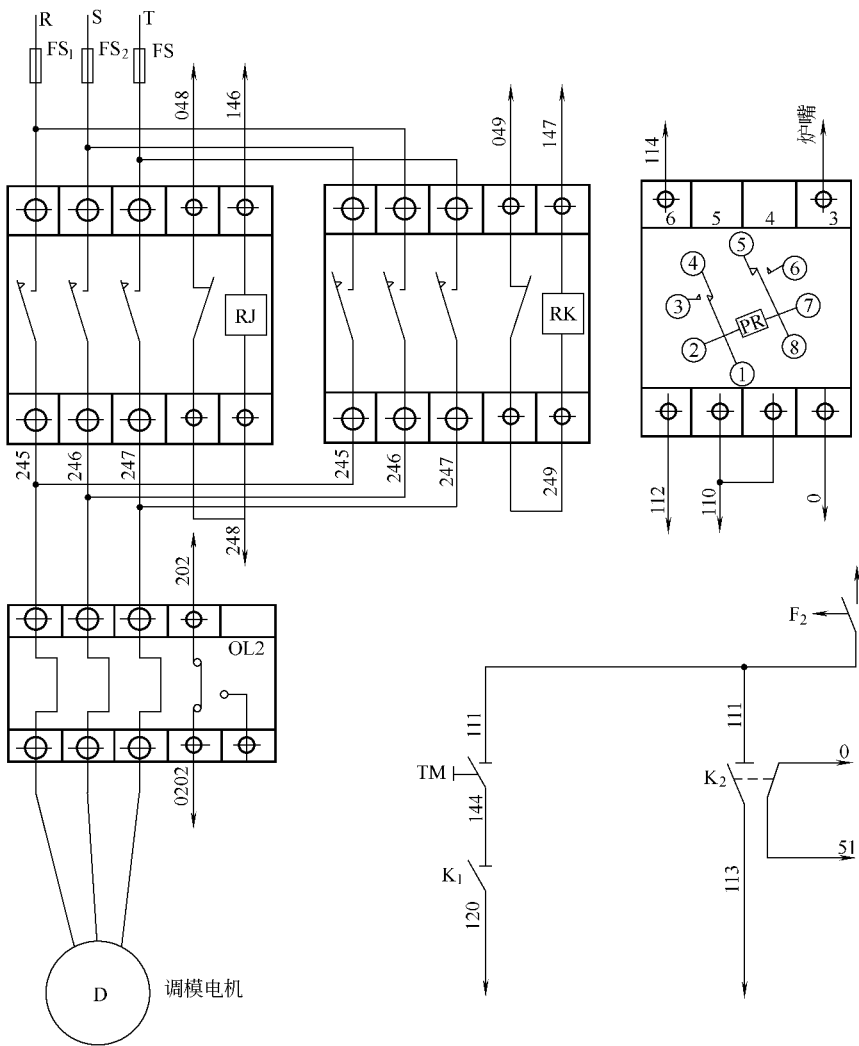


图 5-22 调模电路接线

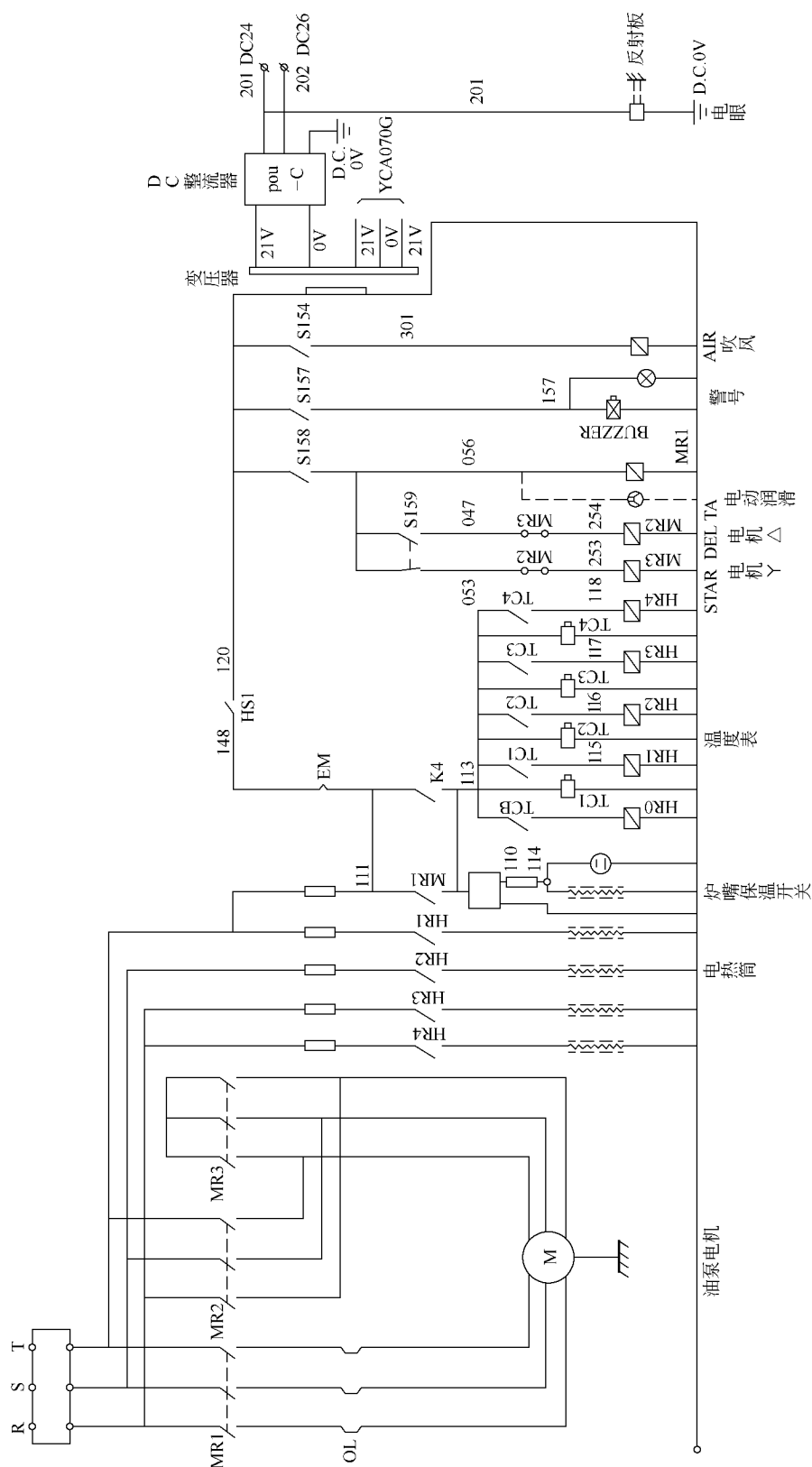


图 5-23 电气控制原理

图 5-24 是机械手界面接线图。机械手与注塑机相连时，按图连接即可调校。为了确实可靠和快速对接插头，CN1 布线颜色也有规定，更加方便维修。

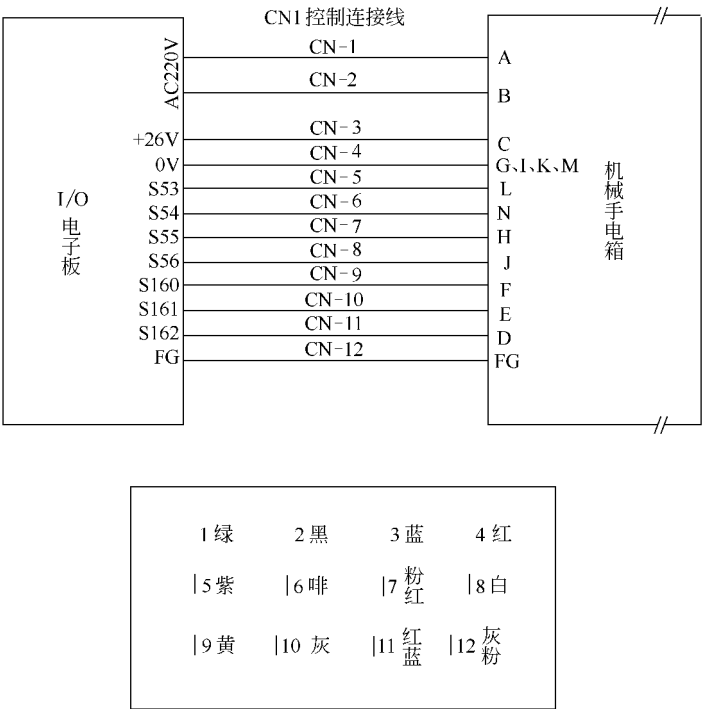


图 5-24 机械手界面接线图

电脑箱中的电脑中央处理器电子板较为复杂，前面章节已经介绍过，具体示意图如图 5-25 所示。图中给出了主要元件位置及调试电位器位置，以供整机系统调节而用。

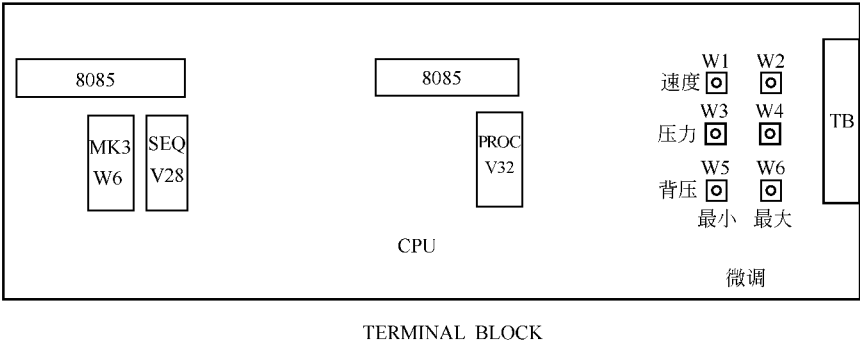


图 5-25 电脑中央处理器电子板示意图

图 5-26 是注塑机 I/O 电子板（2K85046A）的接线图（原理性的），具体接线位置要参看前面详细接线图。图 5-27 是电子放大板 VCA-070G 与外围电路接线图，图虽简单，接线连接较为复杂。图 5-28 是电脑内部输入与电脑输出接线图。图中由光学解码器（包括射胶、锁模的高精度控制）输入到电脑中央处理单元进行信号的处理后，又通过输出的压力信号和流量信号进入电子放大板 VCA-070G 中进行放大处理，经处理后的输出信号再去控制比例压力电磁阀和比例流量电磁阀，来达到注塑机工艺的需要。

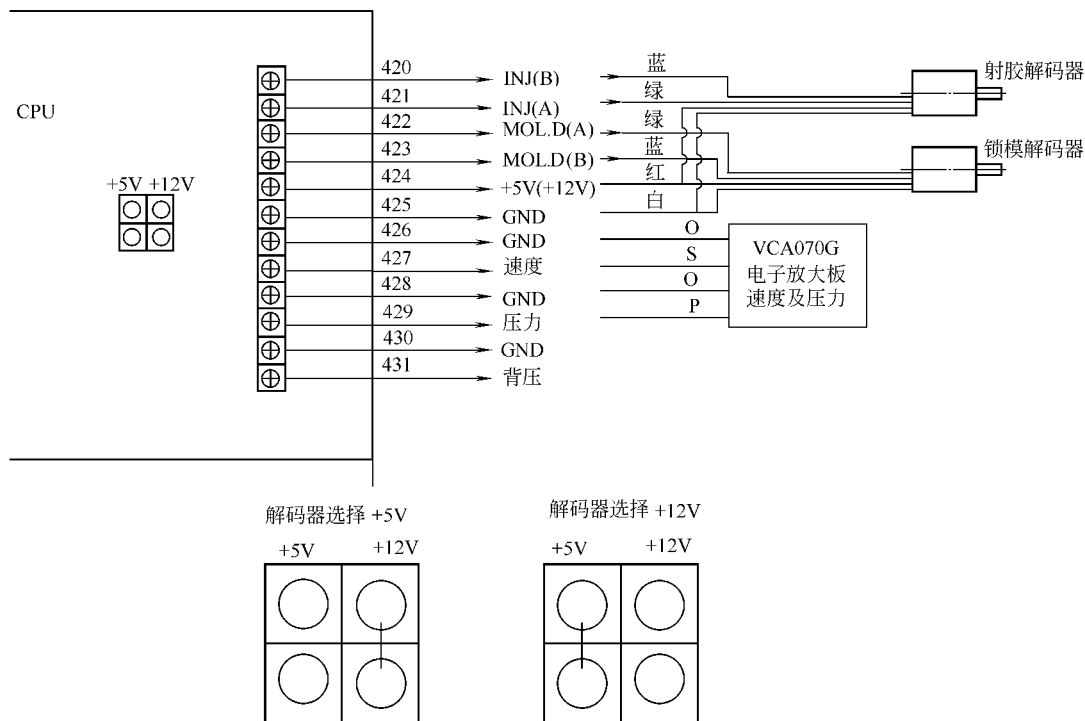


图 5-26 电脑内部接线
(光学解码器、压力、流量)

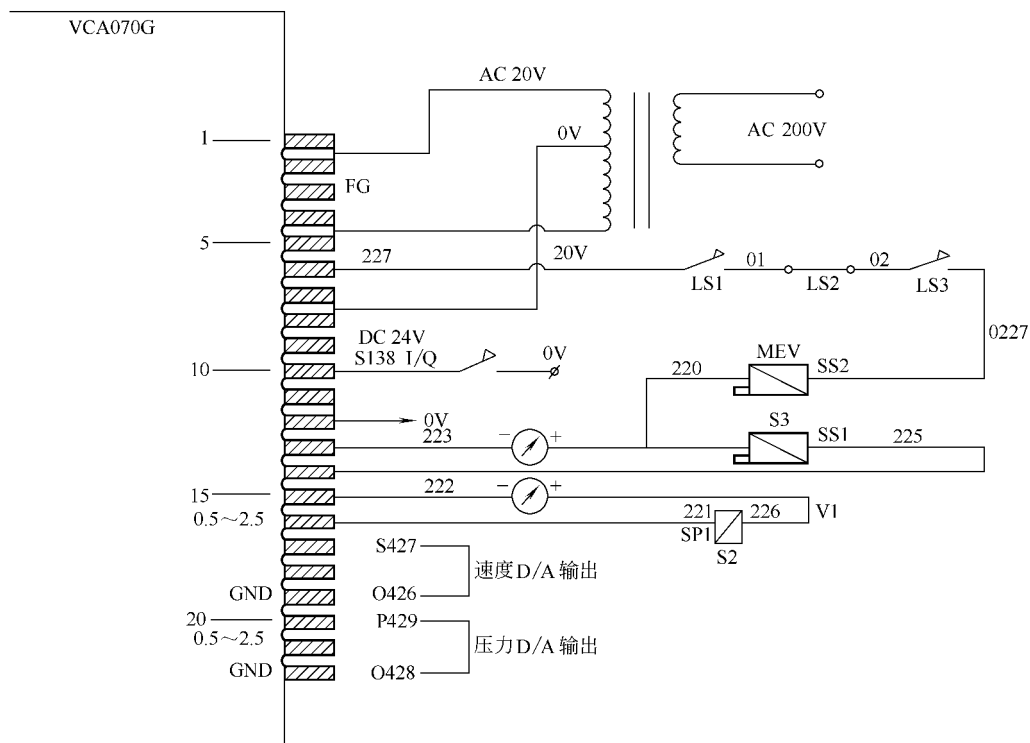


图 5-27 电子放大板接线

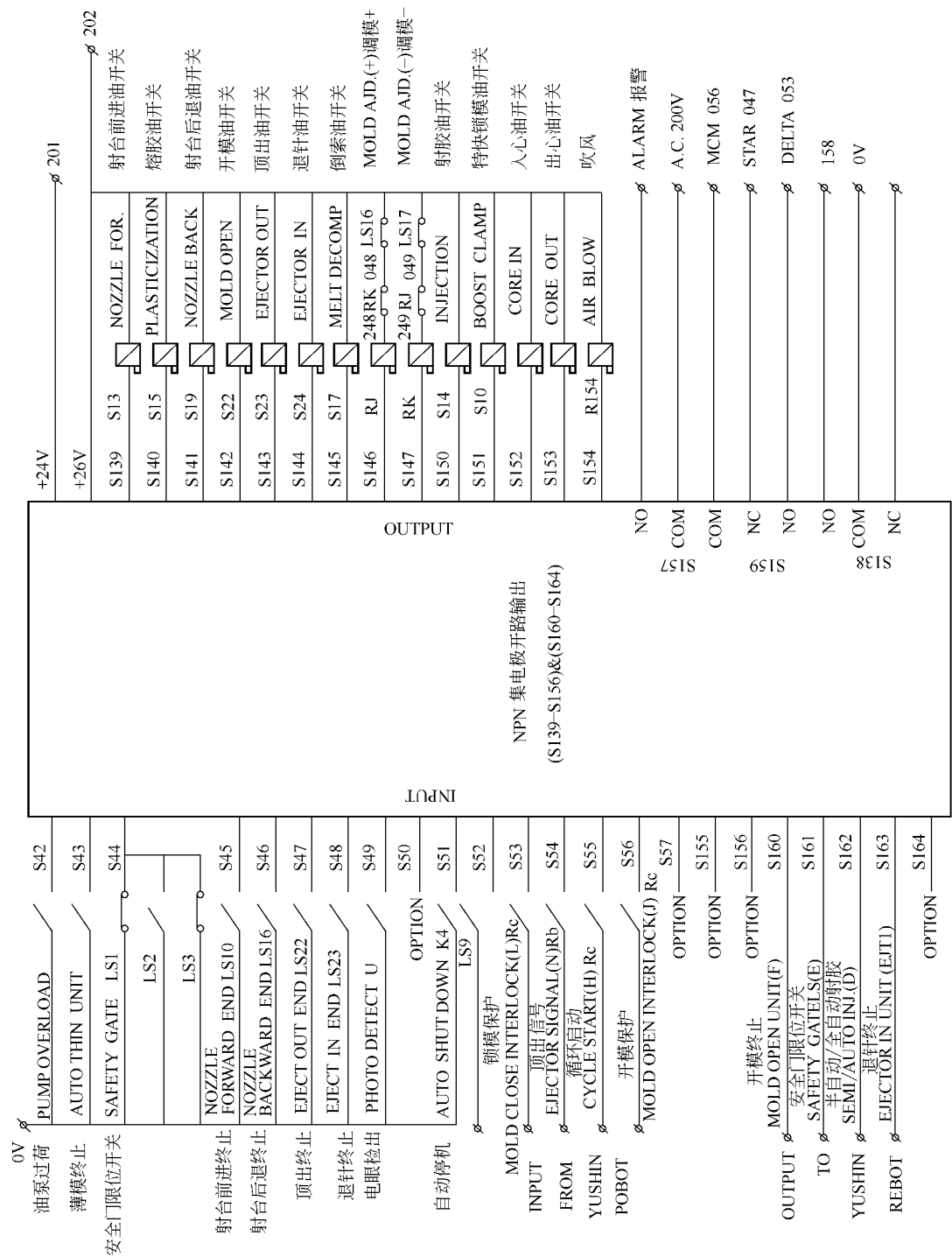


图 5-28 辅助电子板接线

5.2 力劲注塑机机械、液压和电气装置

5.2.1 机械部分

力劲注塑机 PT-160 型外观如图 5-29 所示。图 5-30 是力劲注塑机 PT-160 型定模板定位孔。图 5-31 是力劲注塑机 PT-160 型动模板定位孔。图 5-32 是 PT-160 型注塑机射台部分结构，其零件名称如表 5-11 所示。

表 5-11 PT-160 型注塑机射台零件

序 号	名 称	序 号	名 称
1	射移油缸组件	6	射台底座组件
2	熔胶筒组件	7	电子尺
3	料斗组件	8	杯头螺丝
4	射胶头板组件	9	射胶指针
5	射胶层板组件	10	杯头螺丝

图 5-33 是 PT-160 型注塑机熔胶筒组件，其零件名称如表 5-12 所示。

表 5-12 PT-160 型注塑机熔胶筒组件

序 号	名 称	序 号	名 称
1	射嘴	11	过水圈
2	射嘴法兰	12	止动销
3	过胶头	13	熔胶筒螺母
4	过胶圈	14	弹簧垫圈
5	过胶介子	15	杯头螺丝
6	熔胶筒罩	16	射嘴加热圈
7	熔胶筒	17	法兰加热圈
8	射胶螺杆	18	熔胶筒加热圈
9	熔胶筒支杆	19	热电偶安装孔
10	杯头螺丝		

图 5-34 是 PT-160 型注塑机锁模部分结构图，其零件名称如表 5-13 所示。

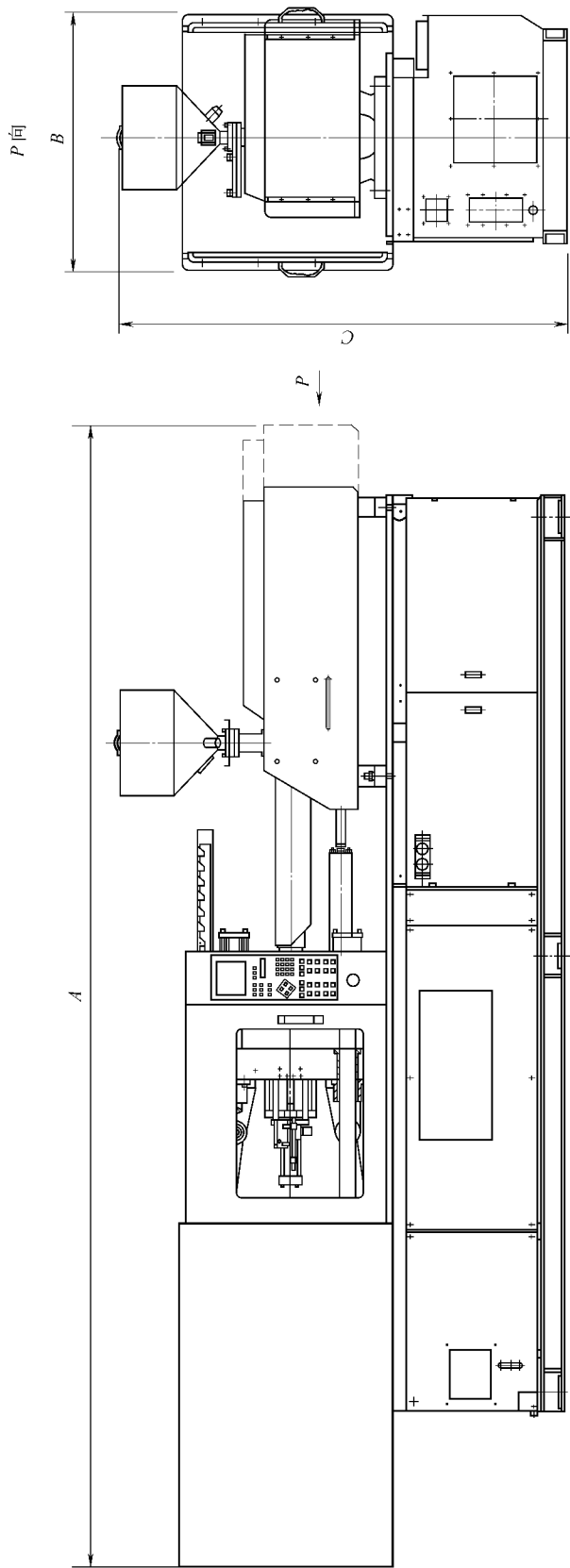
表 5-13 PT-160 型注塑机锁模部分零件

序 号	名 称	序 号	名 称
1	锁模油缸组件	10	限位尺护筒
2	调节螺母压板	11	调模大齿轮
3	尾板	12	十字头导杆
4	长绞耳	13	中板滑脚
5	顶针油缸组件	14	头板(定模板)
6	哥林柱	15	哥林柱螺母
7	中板(动模板)	16	哥林柱螺母压板
8	机械锁限位尺	17	调模马达
9	机械锁挡板	18	黄油嘴

5.2.2 液压部分

PT-160 型力劲注塑机液压部分由油泵、射胶油路板、锁模油路板、油马达、油缸、冷却器、滤油器、油箱及液压附件和管道组成。

图 5-35 是 PT-160 型注塑机液压原理图。其油压元件如表 5-14 所示。



机型	A	B	C
PT-160	5200	1160	1890

图 5-29 力劲 PT-160 型注塑机外观

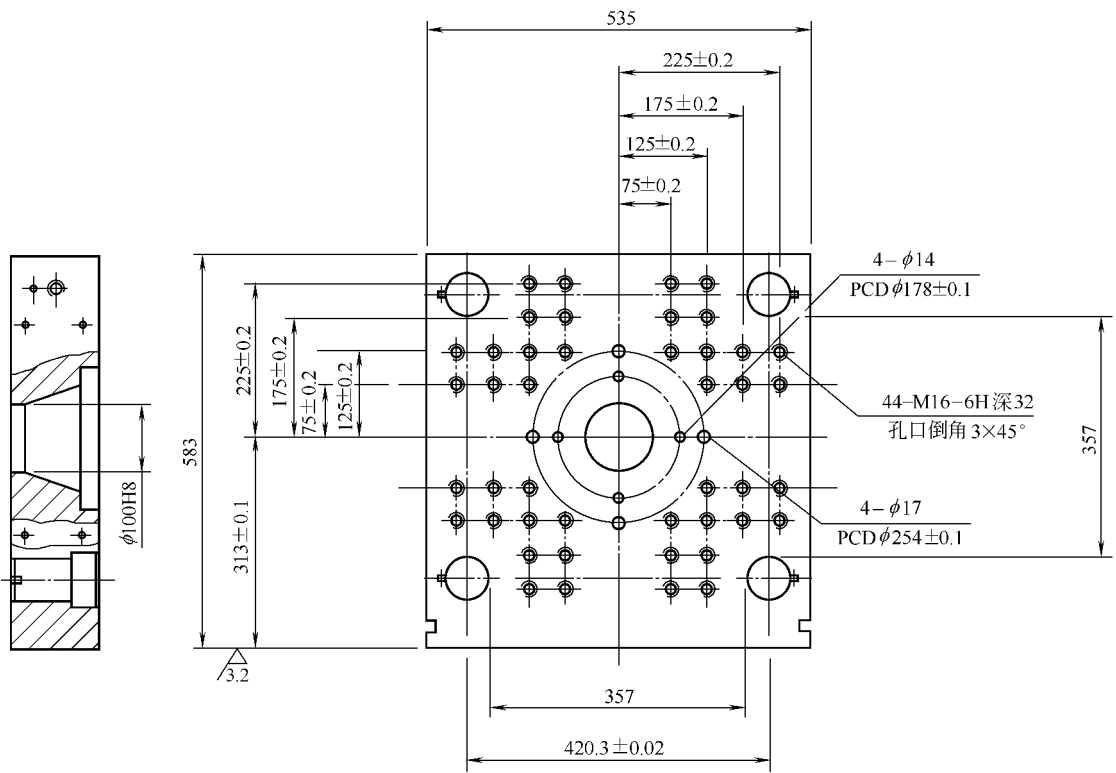


图 5-30 力劲 PT-160 型注塑机定模板定位孔

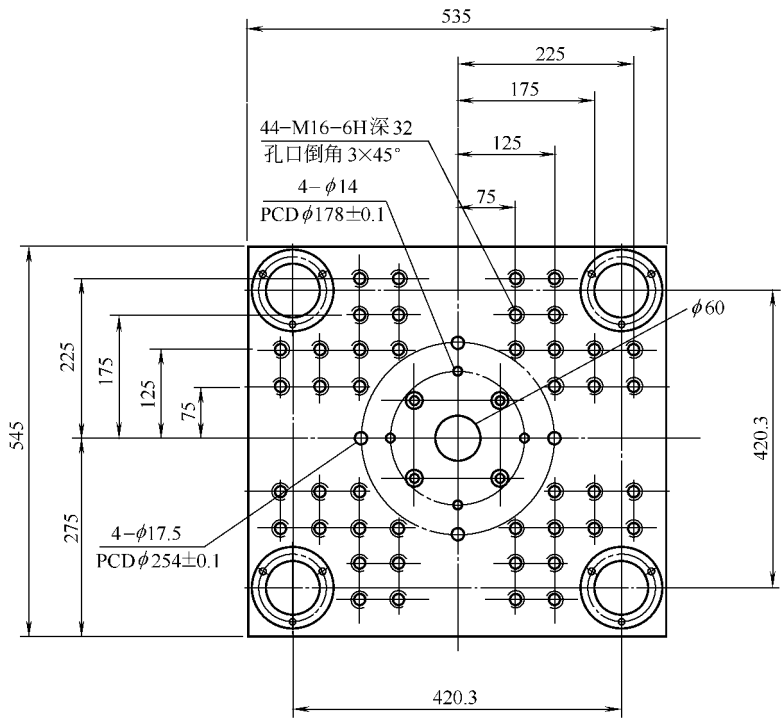


图 5-31 力劲 PT-160 型注塑机动模板定位孔

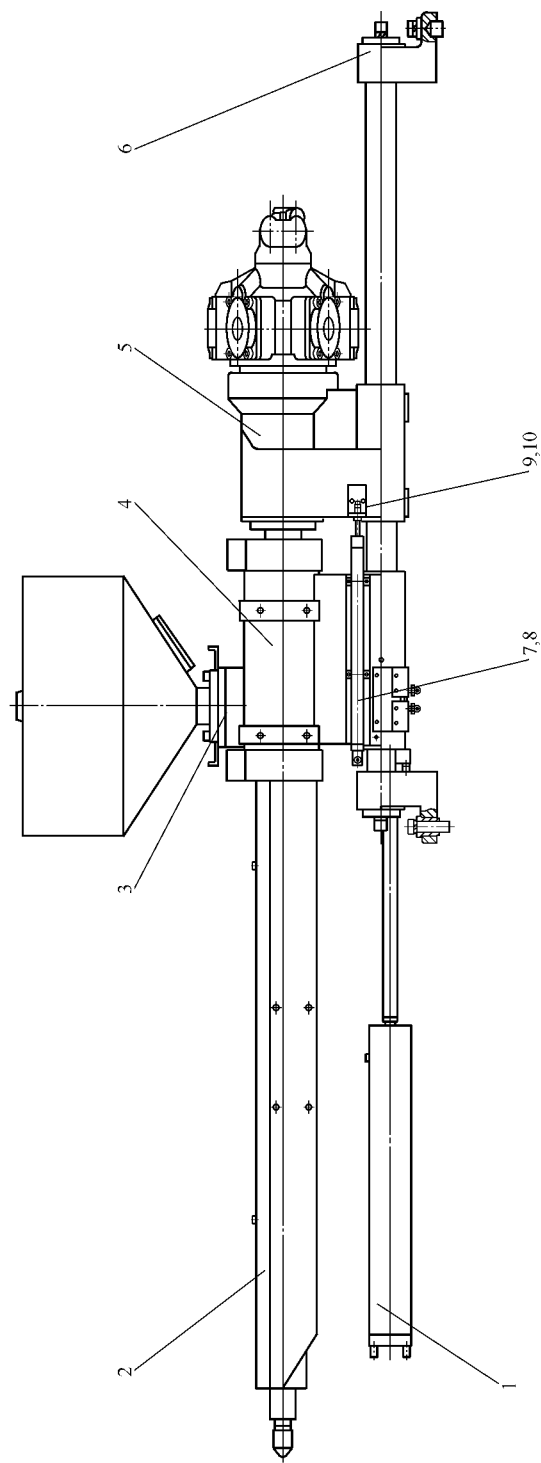


图 5-32 PT-160 型注塑机射台部分结构

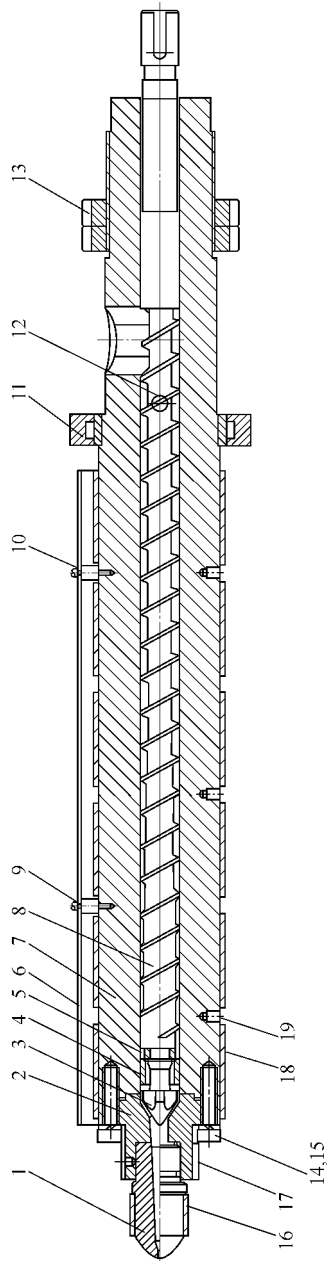


图 5-33 PT-160 型注塑机熔胶筒组件

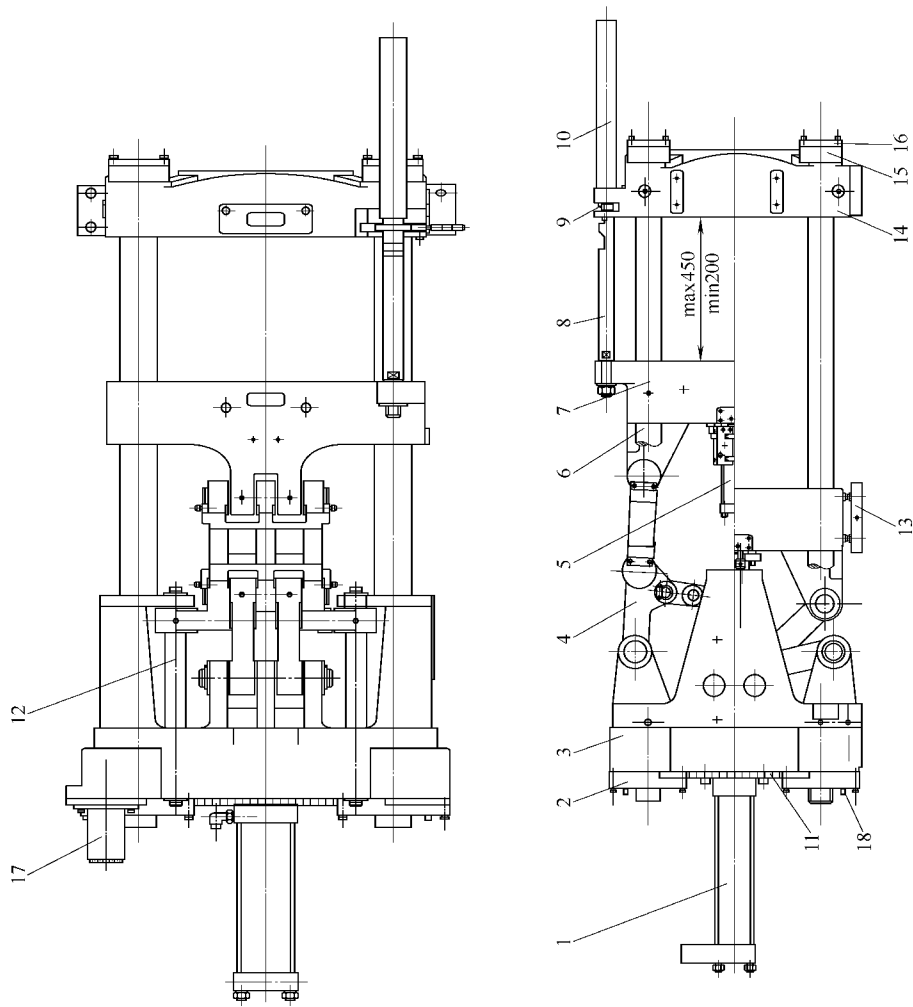


图 5-34 PT-160 型注塑机锁模部分结构

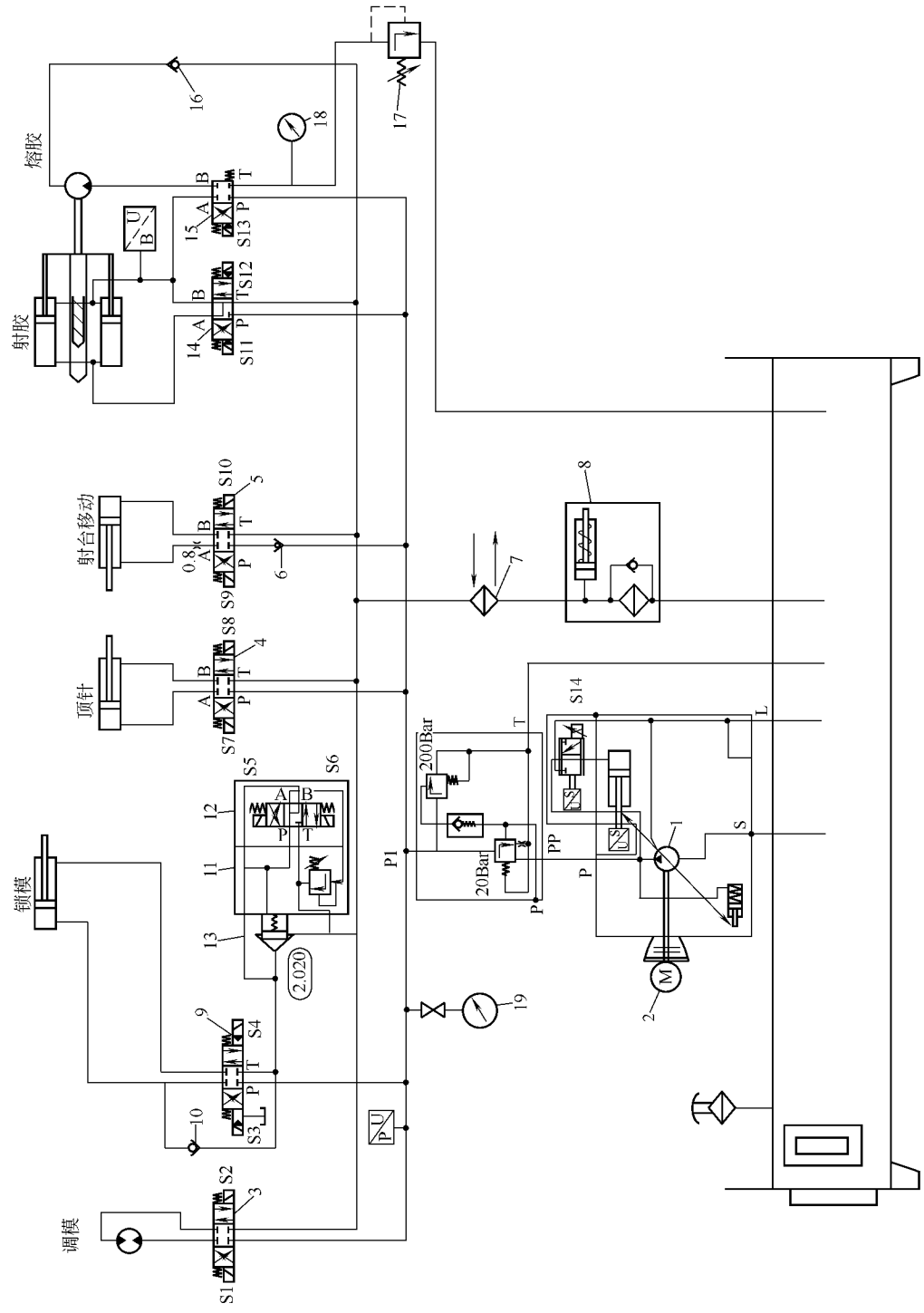


图 5-35 PT-160 液压原理

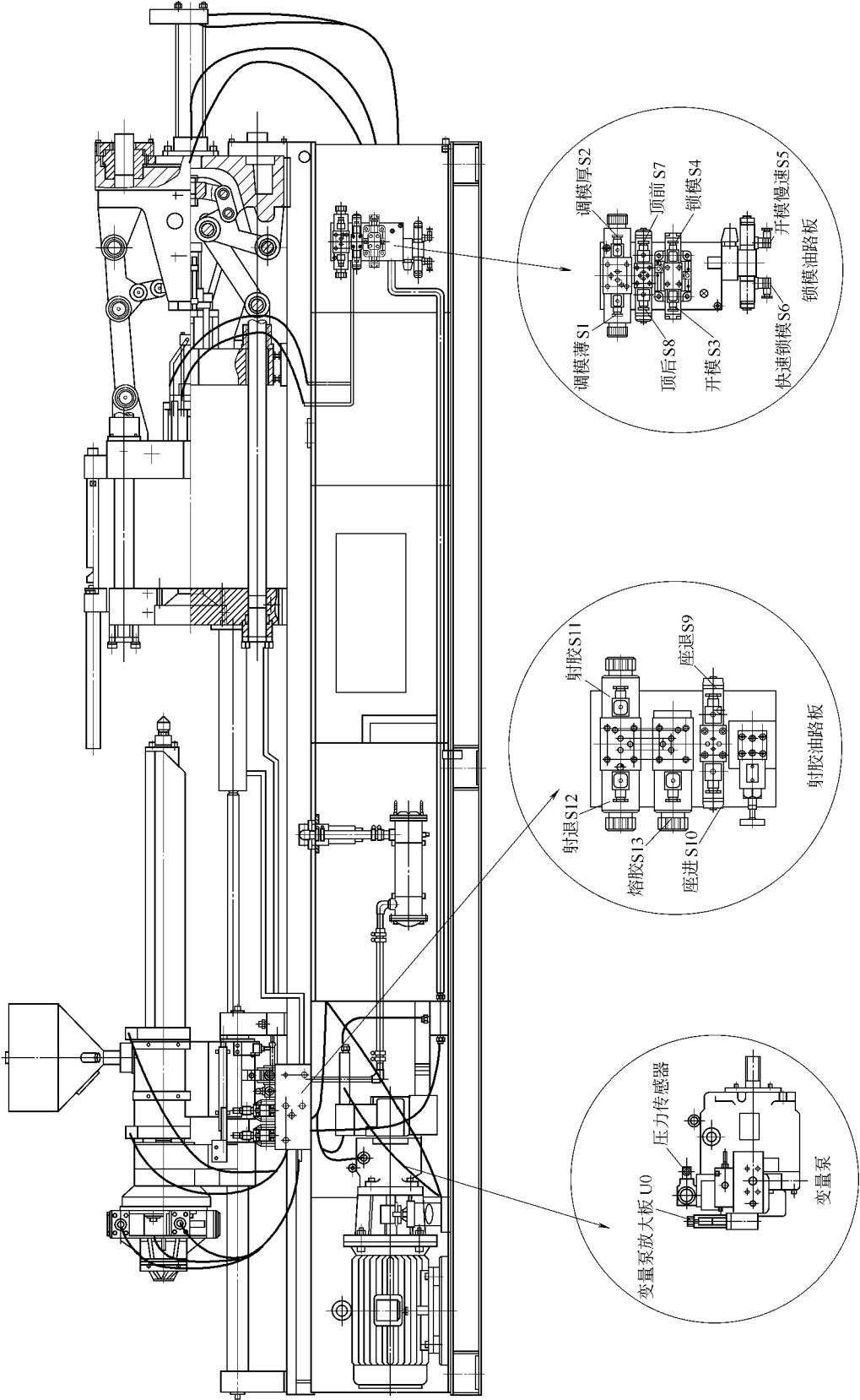


图 5-36 PT-160 油路组件

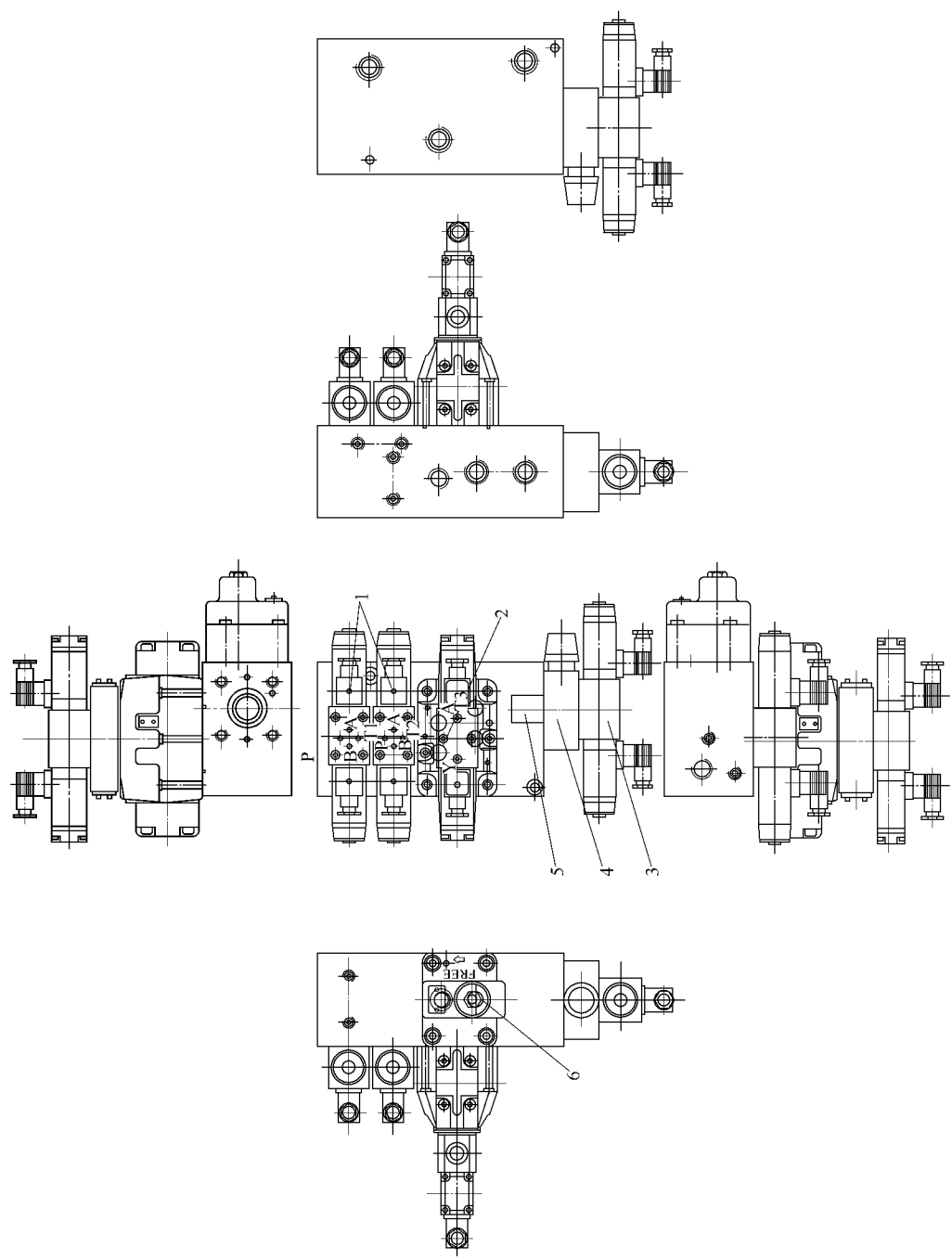


图 5-37 PT-160 锁模油路板组件
1,2,3—方向阀; 4,5—插装阀; 6—单向阀

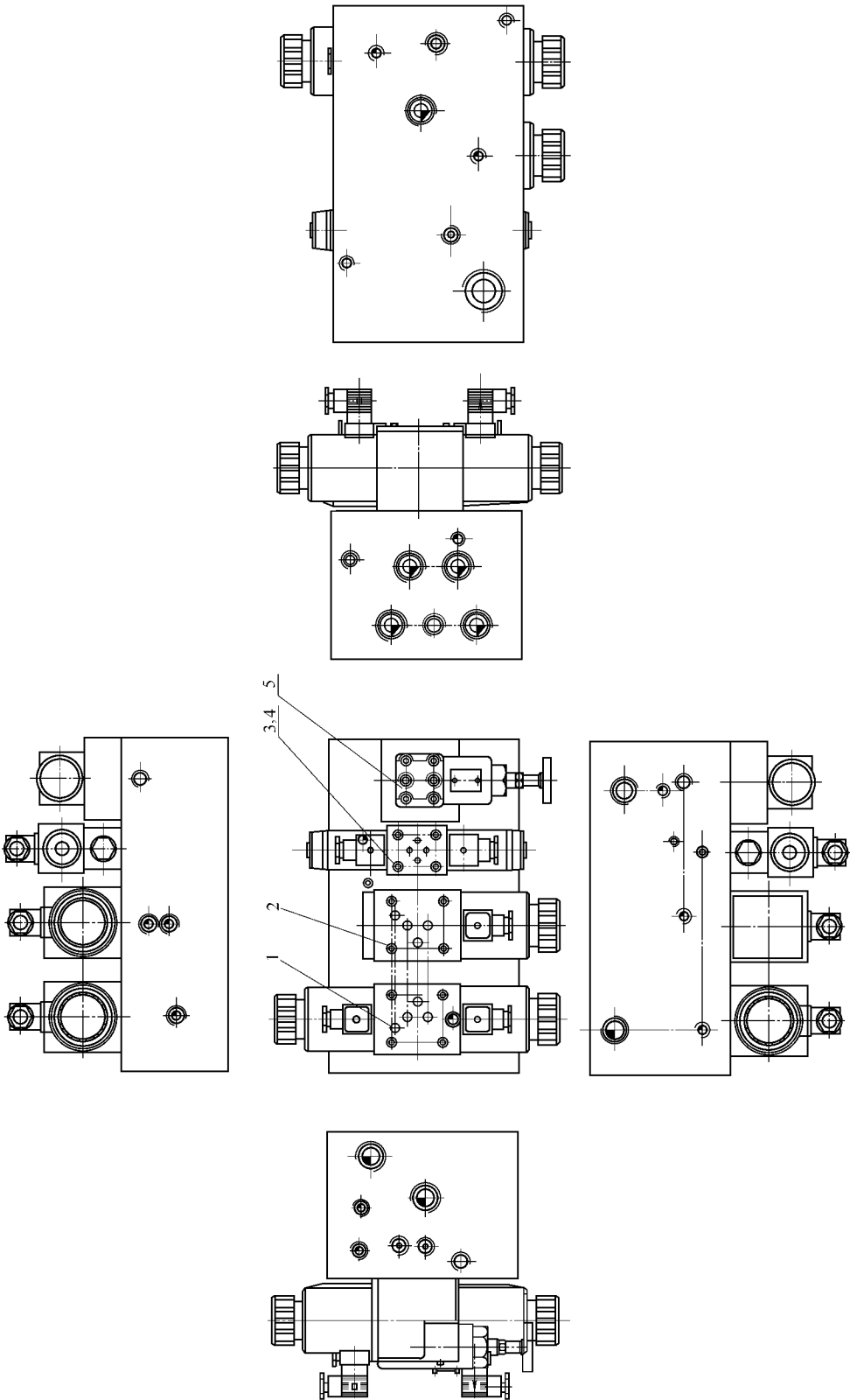
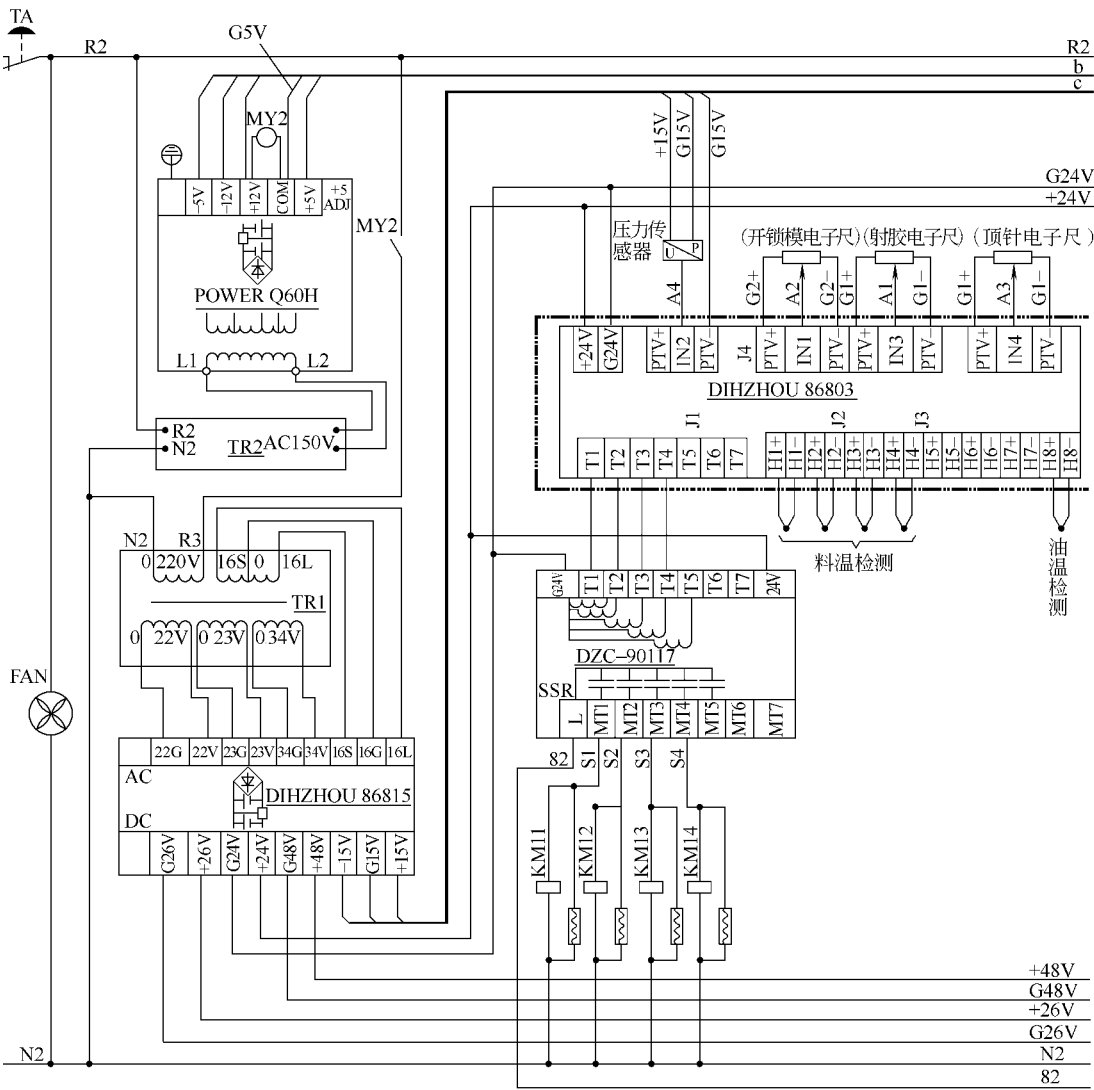


图 5-38 PT-160 注塑机射胶油路板组件
1, 2, 3—方向阀; 4—叠加式单向阀; 5—压力阀



电源供应		电热控制			
电源供应器Q60H		温控板			
变压器TR1、TR2		温度转换板		感温热电偶	
整流板86815		接触器线圈	突波吸收器	一段	二段
				三段	四段

气原理（交流部分）

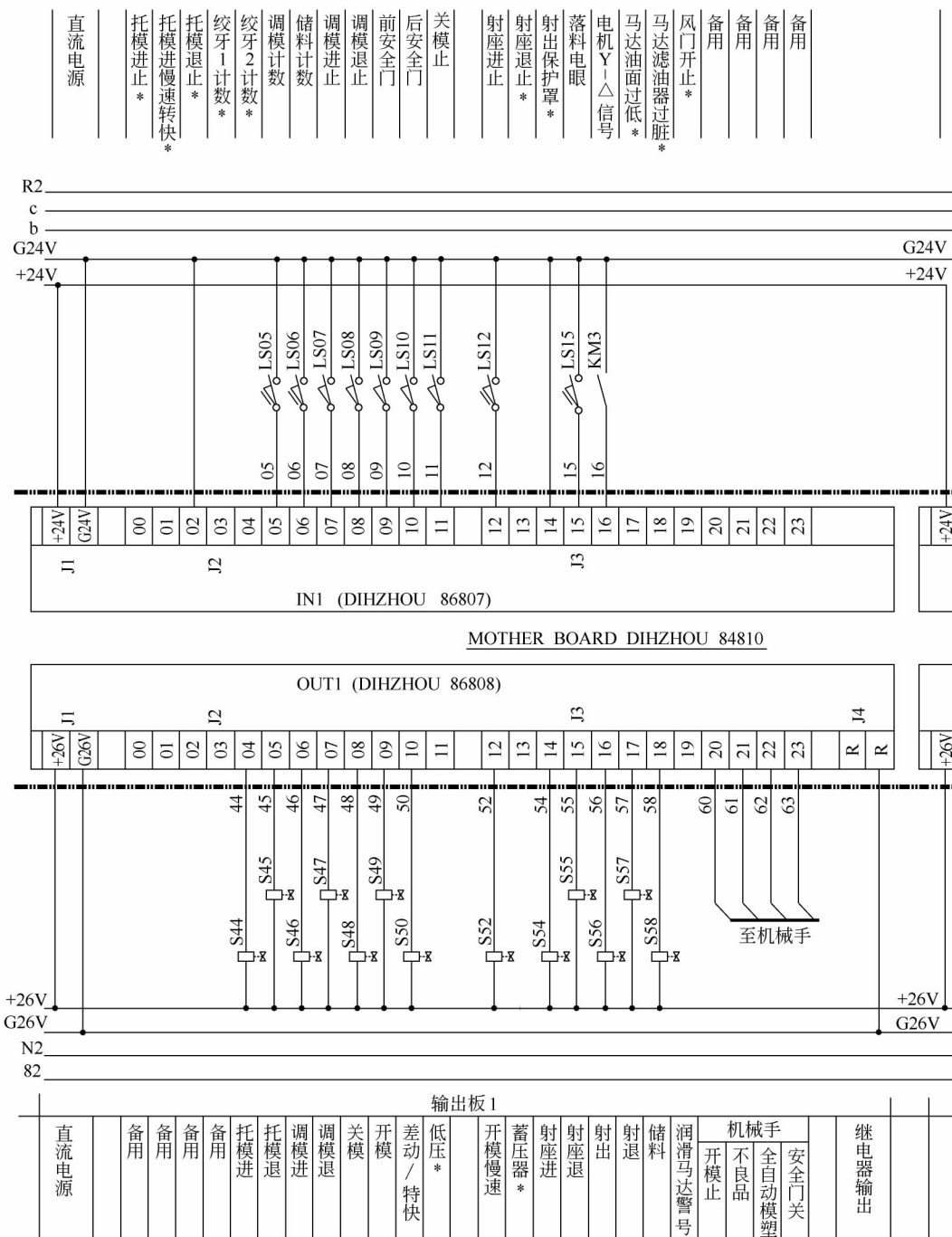
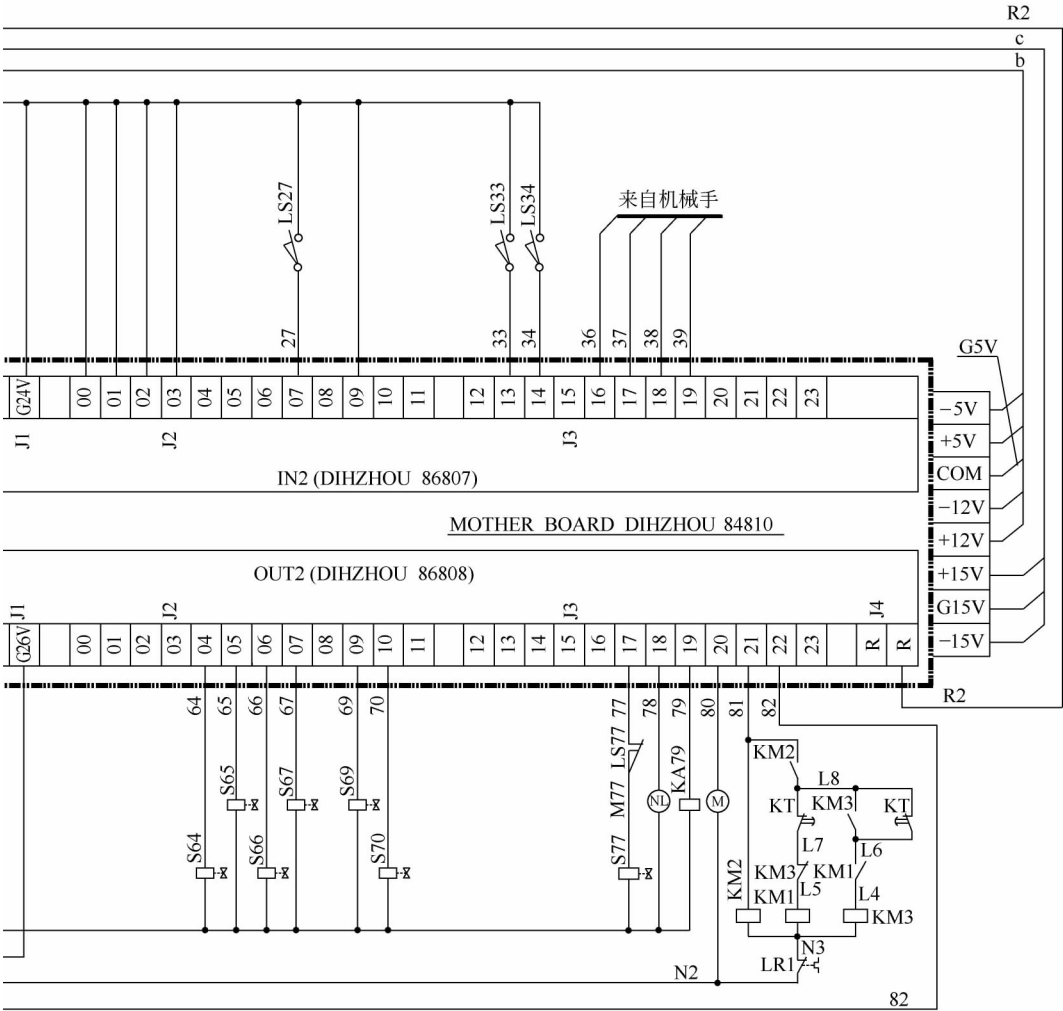


图 缘愿 摇 孕 魏 魏 园 电

直流电源	中子 1 入止 *	中子 1 出止 *	中子 2 入止 *	中子 2 出止 *	蓄压器低压 *	蓄压器高压 *	位置开关信号 *	安全门 3 B	机械手：开模止 *	Z 1 型油路 *	备用	备用	风门保护开关 *	润滑油压力不足	油面过低	过滤器脏 *	马达	机械手允许关模 *	机械手允许托模 *	完成信号 *	备用	备用	备用	备用
------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------	---------	----------	---------	-----------	-----------	----	----	----------	---------	------	--------	----	-----------	-----------	--------	----	----	----	----



气原理（直流部分）

表 1-1 摇 力劲 马 型注塑机油压元件

序号	元 摇 摇 件	功 摇 摇 能
员	闭环控制省电泵	提供系统油液工作压力
圆	油泵电机	提供油泵工作动力
猿	三位四通方向阀	提供调模厚薄用
源	三位四通方向阀	提供顶针前后用
缘	三位四通方向阀	提供射台移动用
远	单向阀	提供射台移动用
苑	冷却器	冷却压力油模具料筒等
愿	过滤器	过滤压力油杂质及碎屑
怨	三位四通方向阀	提供锁模动作
园	单向阀	提供锁模动作
员	压力阀	提供锁模系统压力用
圆	三位四通方向阀	提供锁模动作
猿	插装阀	提供锁模动作
源	三位四通方向阀	提供射胶、熔胶动作
缘	二位四通方向阀	提供倒索动作
远	单向阀	提供熔胶动作
苑	压力阀	提供背压压力
愿	压力表	测量背压压力
怨	压力表	测量系统总压力

图 1-2 是力劲 马 型注塑机油路组件，主要由变量泵、射胶油路板和锁模油路板组成。图 1-3 是力劲 马 型注塑机锁模油路板组件。图 1-4 是 马 型注塑机射胶油路板组件。

力劲 马 型注塑机液压系统由变量泵供油，通过输入不同的电流值，在允许的范围内，可以任意调节液压系统的压力和流量。液压系统的执行元件是液压油缸和液压马达。熔胶动作是由液压马达直接驱动螺杆熔胶，其结构简单，控制方便，动作可靠。其他动作由四个油缸分别来完成其他动作。液压系统中动作的压力、流量是由操作工操作电脑按键，直接用指令或数字输入设定或预置，并在彩色大屏幕荧光屏上显示。执行元件的液流方向由方向阀控制，并且将全部油掣阀集中安装在射胶油路板和锁模油路板上，以免接油管管路漏油渗油故障多，还可降低管路长引致的压力损失，节约能源。

5.2.3 电气部分

力劲注塑机电气控制部分有强电箱、弱电箱、操作面板、行程开关、电子尺、电动机等电器元件。图 1-5 是 马 型注塑机电气原理（交流部分）。图 1-6 是 马 型注塑机电气原理（直流部分）。图 1-7 是 马 型注塑机电气原理（控制部分）。图 1-8 是 马 型注塑机强电电箱电器分布。图 1-9 是 马 型注塑机弱电电箱电器分布。图 1-10 是 马 型注塑机限位开关及电子尺布置。

力劲 马 型注塑机电气控制系统采用工业电脑控制，大型液晶显示屏显示，中英两种语言字幕可以自由选用。电脑系统控制具有内存 员 组模成型资料的容量。电脑系统控制可用数字或指令直接输入或操作，操作简单易学，还可以设定射胶、熔胶、开模、锁模等动作的压力、流量、行程、时间、计数等参数，并可在荧光屏上显示。电脑系统控制具有自动判断故障、显示故障原因及报警功能，还装有印表接口，可以打印出每周的品质结果和工模资料，并用画面打印出来。

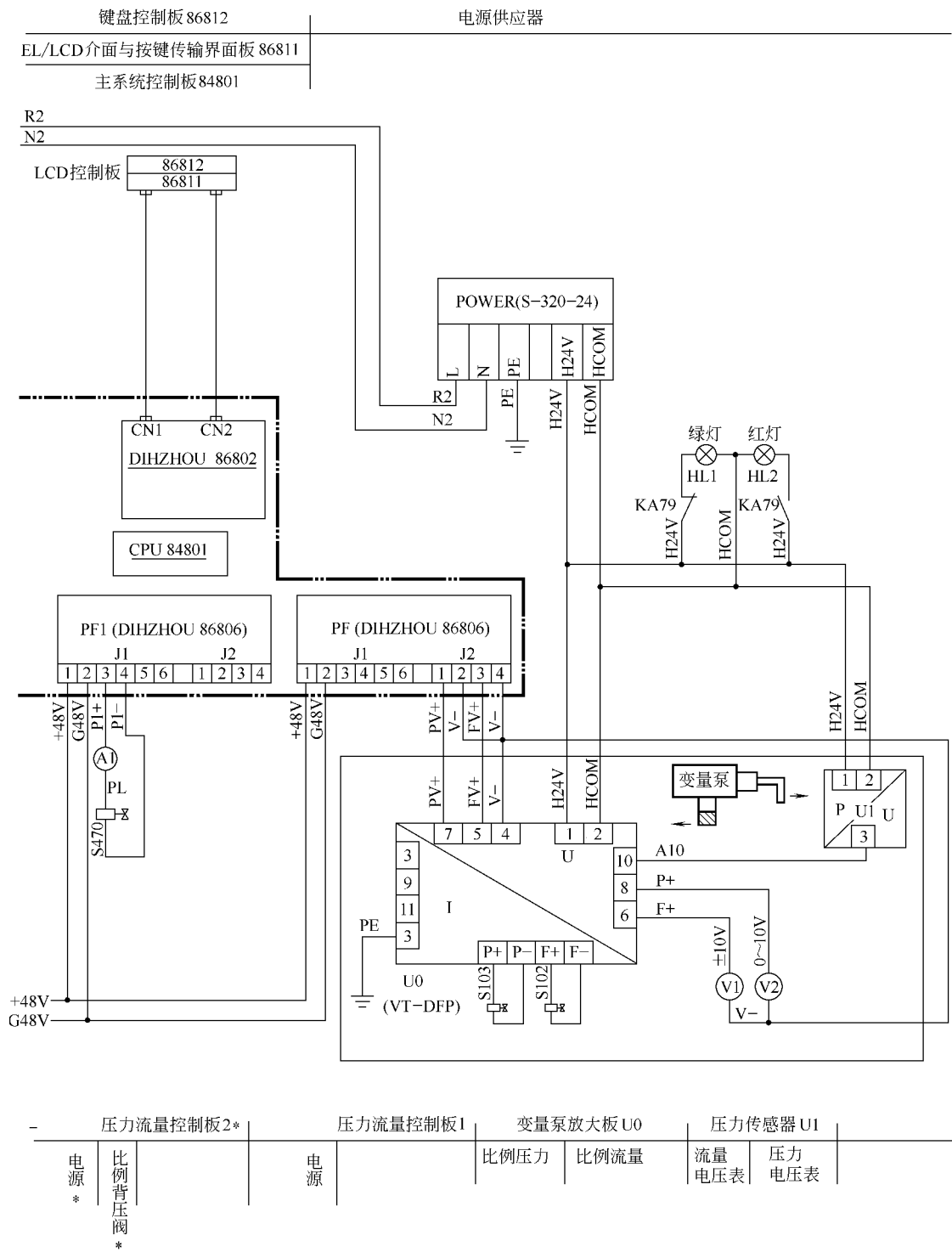


图 4-1-1 摇注塑料机械电气原理 (控制部分)

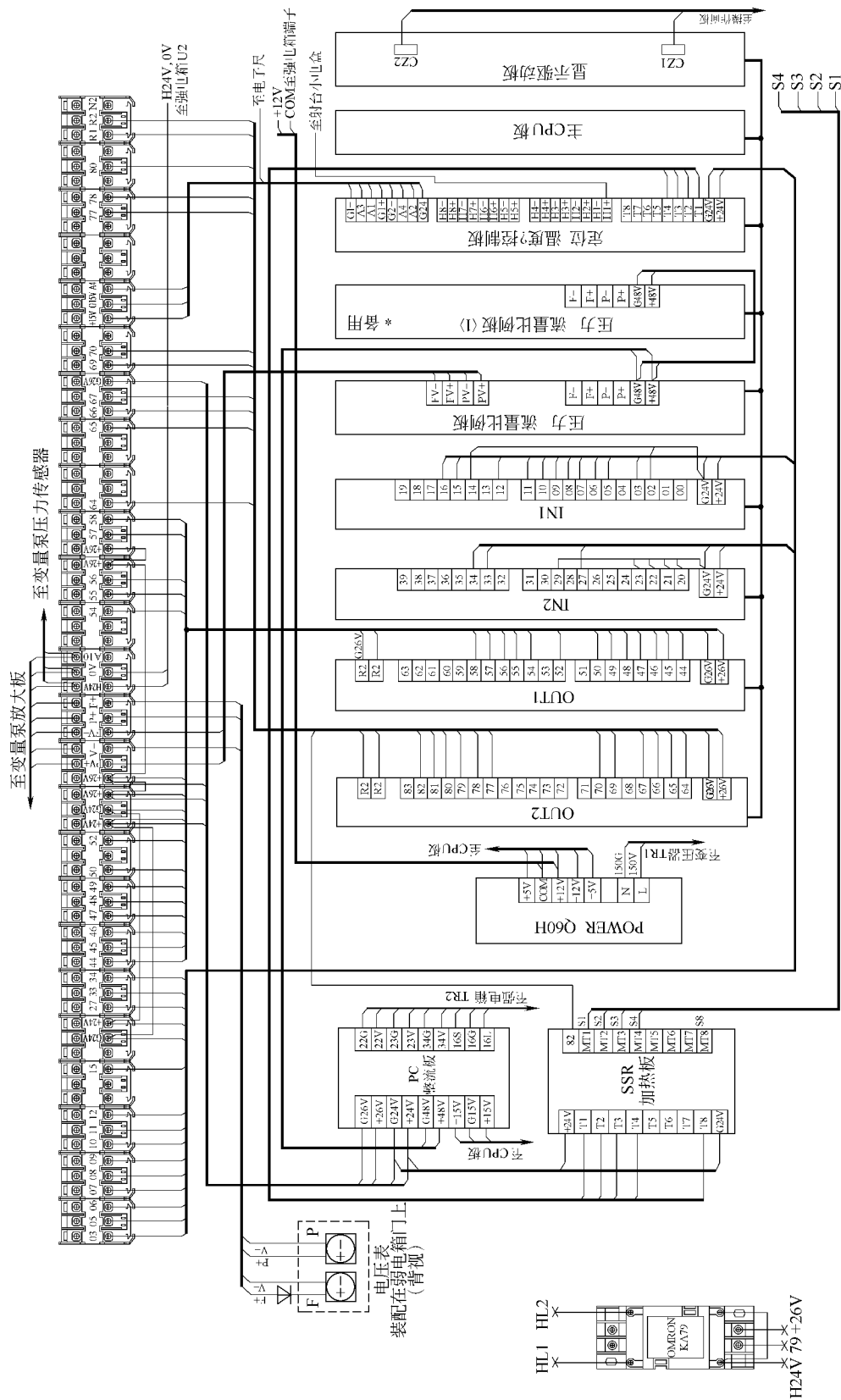


图 5-43 PT-160 弱电配电箱电分布

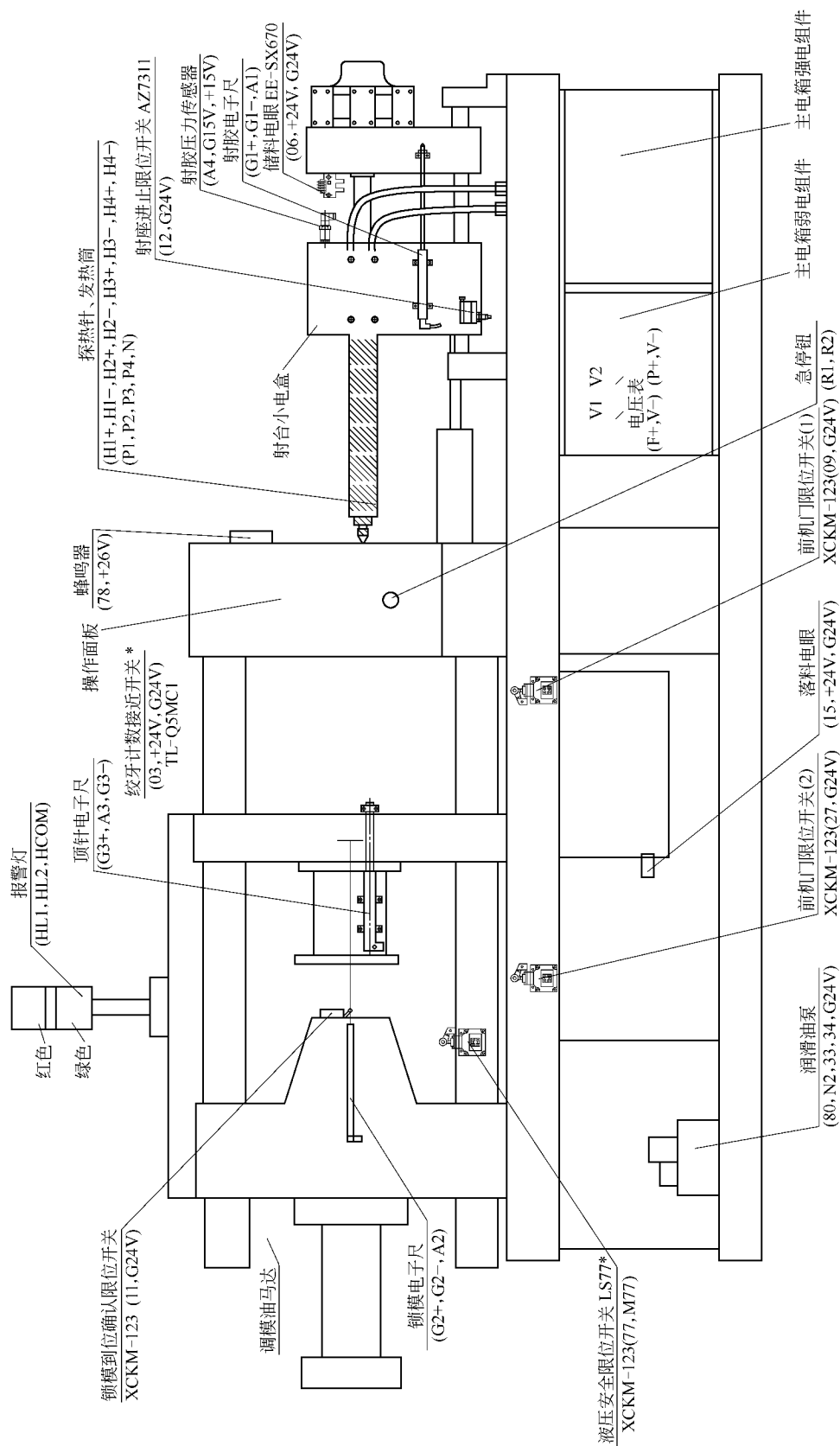


图 5-44 PT-160 型注塑机限位开关及电子尺布置

摇宝源注塑机机械、液压和电气装置

5.3.1 机械部分

图 5-3-1 是摇宝源注塑机 500 吨型外形。它具有以下优点：集中润滑系统；电镀铬高拉力钢哥林柱；双油缸射胶；电控注塑次数表；红外线电眼及时间两用之全自动控制；低压锁模；油压调模；倒索装置；氮化螺杆及机筒（熔胶筒）；顶出吹风选择；电器安全门互锁；

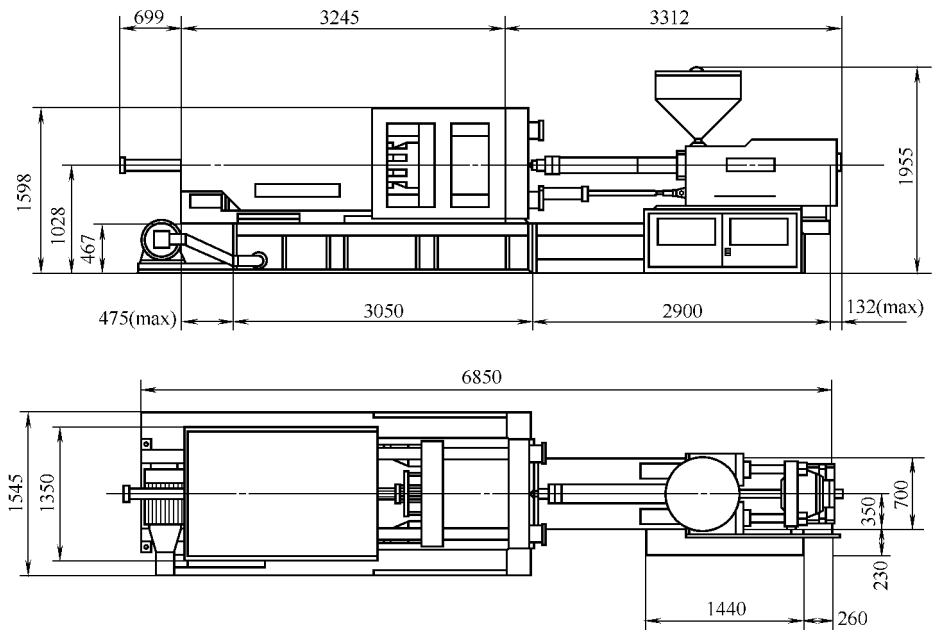


图 5-3-1 摇宝源注塑机外形尺寸

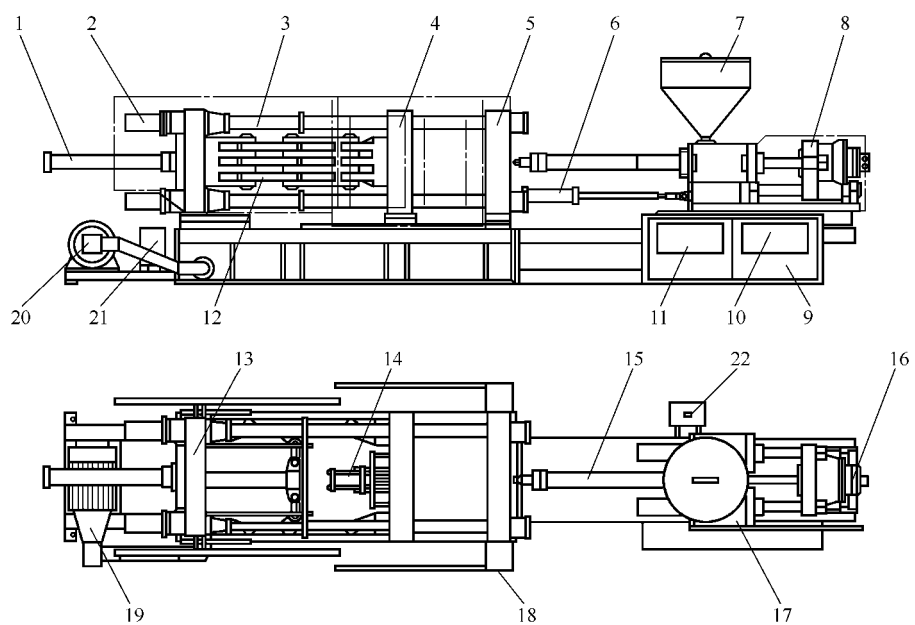


图 5-3-2 摇宝源注塑机部件

油压顶针（一次、多次或停留）次数选择；顶针压力及速度控制；锁模采用接近开关；三级射胶压力及速度控制；二级保压压力控制；压力、速度、时间及温度均采用数字预选；射胶、保压及冷却均采用时间表控制及数字显示；数字选择控制循环时间可调；数字选择控制顶针延时顶出可调；数字选择控制锁模时限可调；电脑自动故障诊断；料斗无料报警装置；调模超程保护装置；模具冷却水调节装置；温度控制器开关指示灯；注射喷嘴中心位置调整装置；熔胶背压控制。

图 瑶瑶瑶是注塑机部件，部件名称见表 瑶瑶瑶

表 瑶瑶瑶宝源注塑机部件

序号	部瑶件瑶名瑶称	序号	部瑶件瑶名瑶称	序号	部瑶件瑶名瑶称
员	锁模 瑶模油缸	怨	总电箱	苑	射胶 瑶胶油缸
圆	调模机构	愿	温度控制板	愿	操作面板
猿	拉柱（哥林柱）	最	控制面板	愿	电机
源	活动模板（二板）	愿	机铰机构	愿	油泵
缘	固定模板（头板）	愿	尾板	愿	油掣板 与 瑶瑶瑶
远	射移油缸	愿	油压顶针油缸	愿	油掣板 与 瑶瑶瑶
苑	料斗	愿	机筒（熔胶筒）		
愿	射台后板	愿	熔胶电机（电机）		

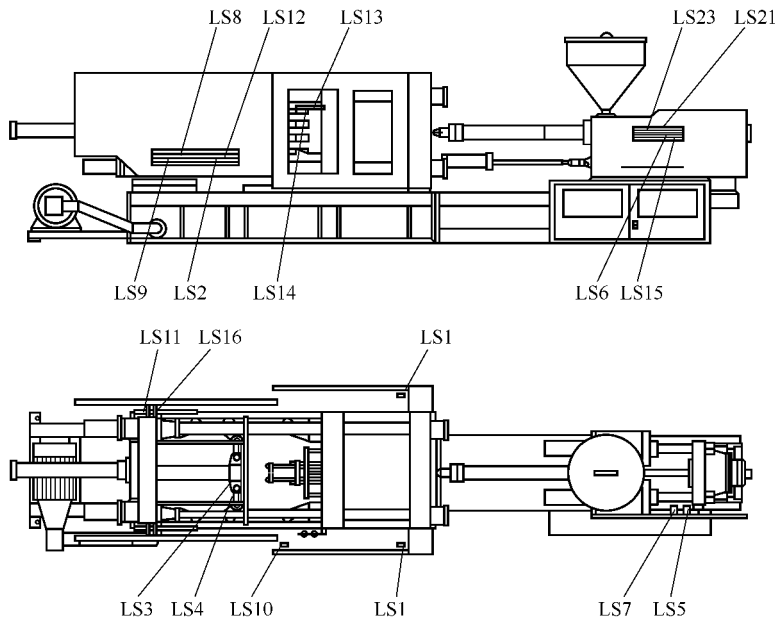


图 瑶瑶瑶是注塑机限位开关配置图

图 瑶瑶瑶是注塑机限位开关配置，限位开关功能如下。

- 瑶瑶瑶——当不压合时，禁止锁模；
- 瑶瑶瑶——锁模时压合此限位开关转低压锁模；
- 瑶瑶瑶——锁模时压合此限位开关转高压；
- 瑶瑶瑶——锁模停止；
- 瑶瑶瑶——射移向前限位开关；
- 瑶瑶瑶——射胶过程中，当它被压合时，射胶转为保压射胶；

- 缘苑——射移向后限位开关；
- 缘愿——压合后开模速度由高速转为低速；
- 缘怨——开模停止；
- 缘园——压合后没有锁模动作，与 缘员共同组成安全门限位开关；
- 缘员——模厚调节的最厚限位开关；
- 缘圆——控制开模过程、当未压合时，保持低速开模，当压合时转为快速开模；
- 缘猿——油顶向前限位开关；
- 缘源——油顶向后限位开关；
- 缘缘——抽胶完成限位开关；
- 缘远——模厚调节的最薄极限开关；
- 缘愿——射胶过程中压合该限位开关后，由一级射胶转为二级射胶；
- 缘猿——压合后停止熔胶，抽胶动作由此开始。

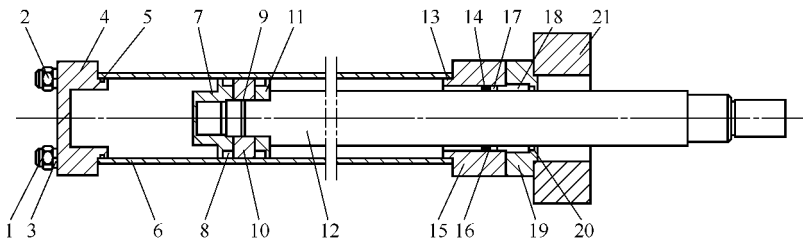


图 缘缘 宝源注塑机锁模油缸结构

图 缘缘是锁模油缸结构，零件名称见表 缘远

表 缘远 宝源注塑机锁模油缸零件

序摇号	名摇摇称	序摇号	名摇摇称	序摇号	名摇摇称
员	锁模油缸拉杆	愿	油封	愿	油封挡圈
圆	螺母	愿	锁模活塞	愿	油封
猿	弹簧垫圈	员	锁模活塞压环	愿	锁模前盖铜套(司)
源	锁模后盖	圆	锁模油缸缸芯	愿	锁模法兰
缘怨	韵形圈	源	钢丝挡圈	圆	尘封(刮令)
远	锁模油缸	缘	锁模前盖	圆	尾板
苑	锁模活塞螺母				

图 缘缘是注塑机机铰结构，零件名称见表 缘苑

表 缘苑 宝源注塑机机铰零件

序号	名摇摇称	序号	名摇摇称	序号	名摇摇称
员	螺钉	猿	尾板	圆	十字头铜套(司)
圆	拉柱(哥林柱) 螺母压盖	源	螺丝	缘	十字头导杆
猿	拉柱(哥林柱) 螺母	缘	尾板轴托	圆	小铰司
源	固定模板(头板)	远	夹板	圆	小铰边介子(挡圈)
缘	拉柱(哥林柱)	苑	夹板铜司	圆	外锁介子
远	动模板(二板)	愿	螺丝	圆	小铰边
苑	机铰定位销	怨	夹板加强柱	猿	大铰边
愿	长铰耳	圆	锁模油缸芯	猿	大铰边介子
怨	长铰	圆	十字头	猿	外锁介子
圆	钩铰	圆	十字头迫母	猿	大铰司(短)
员	钩铰耳	圆	小铰	猿	大铰司(长)

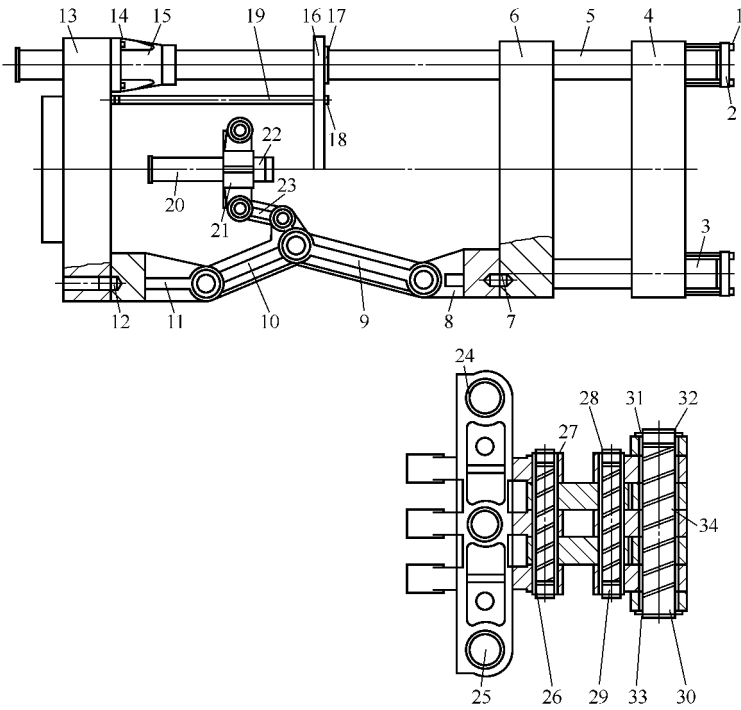


图 缘圆 宝源 注塑机顶针油缸结构

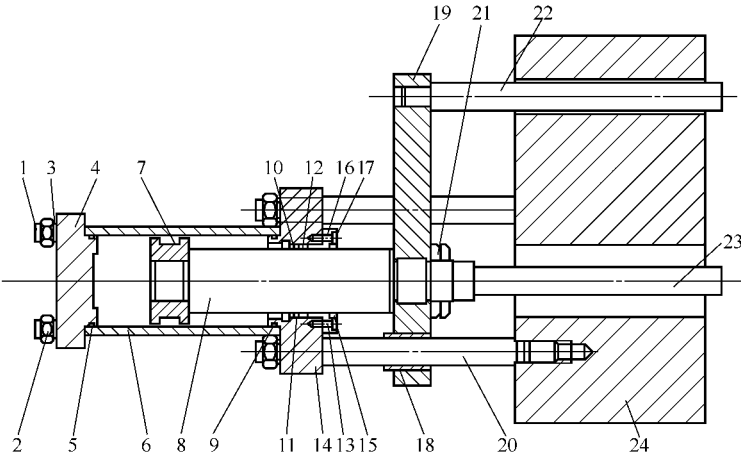


图 缘圆 宝源 注塑机顶针油缸结构

图 缘圆 宝源 注塑机顶针油缸结构，零件名称见表 缘圆

表 缘圆 宝源 注塑机顶针油缸零件

序号	名摇摇称	序号	名摇摇称	序号	名摇摇称	序号	名摇摇称
员	油缸拉杆	苑	油封	缘	油顶前盖	圆	支承杆
圆	丝母	愿	油缸缸芯	缘	刮令	圆	圆螺母
猿	弹弓介子	园	钢丝挡圈	苑	油顶油封盖	圆	顶针杆
源	油顶后盖	录	油封挡圈	苑	螺丝	圆	主动针杆
缘	韵形圈	圆	油封	愿	顶针板铜司	圆	动模板 (二板)
远	油缸缸筒	缘	油顶前盖铜司	愿	顶针板		

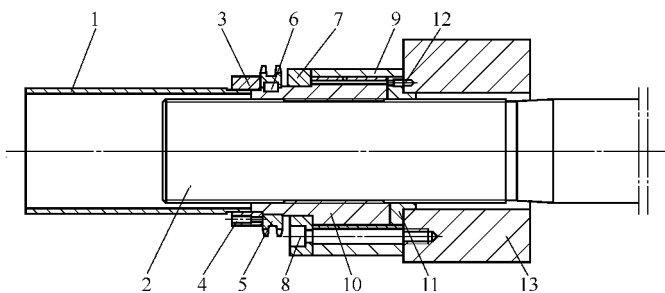


图 缘-缘 宝源注塑机调模结构

图 缘-缘 是注塑机调模结构，零件名称见表 缘-缘

表 缘-缘 宝源注塑机调模部分零件

序号	名摇摇称	序号	名摇摇称	序号	名摇摇称
员	拉柱 (哥林柱) 护筒	缘	调模链轮	员圆	调模螺母
圆	拉柱 (哥林柱)	远	调模螺母键	员猿	调模螺母垫片
猿	链轮压紧螺母 (迫母)	苑	调模螺母压盖	员源	定位销
源愿	螺母	怨	调模螺母垫套	员猿	尾板

图 缘-圆 是注塑机压出螺杆结构，零件名称见表 缘-圆

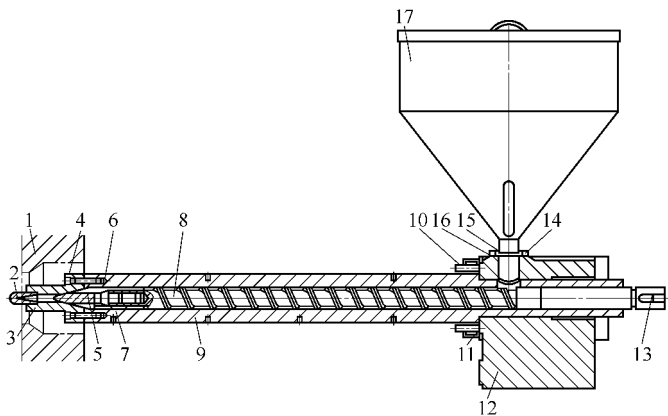


图 缘-圆 宝源注塑机压出螺杆结构

表 缘-圆 宝源注塑机压出螺杆零件

序号	名摇摇称	序号	名摇摇称	序号	名摇摇称
员	固定模板 (头板)	苑	柱胶挡圈 (介子)	员猿	熔胶螺丝轴键
圆	注射喷嘴	愿	压出螺杆	员源	螺丝
猿	机筒 (熔胶筒) 头部	怨	机筒 (熔胶筒)	员缘	料斗底板
源	螺丝	员圆	螺母	员远	料斗闸板
缘	分胶嘴	员猿	运水圈	员苑	料斗
远	柱胶圈	员源	射台前板		

图 缘-猿 是注塑机射台后板结构，零件名称见表 缘-猿

表 圆猿瑶 宝源注塑机射台后板零件

序号	名摇摇称	序号	名摇摇称	序号	名摇摇称
员	射胶油缸活塞 (芯)	苑	熔胶电机 (电机)	缘	油封
圆	活塞 (缸芯) 环形键	愿	外锁挡圈 (介子)	源	螺母
猿	射台后板	怨	轴承	缘	压出螺母
源	调节螺母	园	传动轴	远	抽胶挡圈 (介子)
缘	射胶油缸活塞压紧螺母	员	螺母	苑	调节螺母
远	轴承	圆	油封盖	愿	轴承

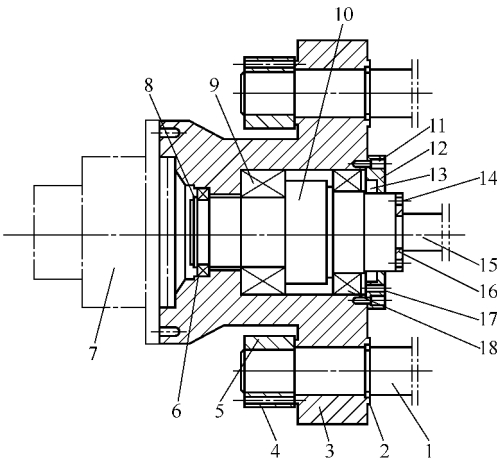


图 圆猿瑶 宝源注塑机射台后板结构

图 圆源瑶 宝源注塑机射移油缸结构, 零件名称见表 圆源瑶

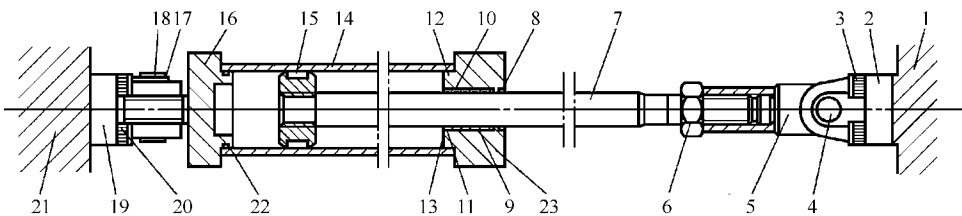


图 圆源瑶 宝源注塑机射移油缸结构

表 圆源瑶 宝源注塑机射移油缸零件

序号	名摇摇称	序号	名摇摇称	序号	名摇摇称
员	射台前板	怨	射移油缸前盖铜套 (铜司)	苑	外锁挡圈 (介子)
圆	射台双铰	愿	油封	愿	头板定位销
猿	螺母	员	射移油封挡圈	缘	头板双铰
源	射台铰销	圆	韵形圈	园	螺母
缘	射移单铰	猿	钢丝挡圈	员	固定模板 (头板)
远	螺母	源	射移油缸	圆	射移前盖
苑	射移油缸活塞 (芯)	缘	油封		
愿	尘封 (刮令)	远	射移油缸后盖		

5.3.2 液压部分

图 5-3-2 是油压系统结构。元件功能如下。

- 阅员——锁模 轴模方向阀；
- 阅圆——射移方向阀；
- 阅袁——射胶 轴胶方向阀；
- 阅原——调模方向阀；
- 阅缘——低压锁模方向阀；
- 阅远——油顶方向阀；
- 阅苑——抽芯方向阀（附加装置）；
- 阅愿——油压安全门控制阀（附加装置）；
- 阅园——旋脱方向阀（附加装置）；
- 阅员——熔胶方向阀；
- 阅圆——储能 轴气射胶方向阀（附加装置）；
- 阅袁——快速锁模方向阀（附加装置）；
- 阅云——压力比例阀；
- 阅蕴——流量比例阀；
- 阅员——低压锁模压力调节阀；
- 阅袁——熔胶背压压力调节阀；
- 阅员——锁模电磁阀；
- 阅员袁——快速锁模电磁阀（附加装置）；
- 阅圆——射移向前电磁阀；
- 阅袁——射胶电磁阀；
- 阅员——熔胶电磁阀；
- 阅缘——射移向后电磁阀；
- 阅员——开模电磁阀；
- 阅员袁——油顶向前电磁阀；
- 阅员圆——油顶向后电磁阀；
- 阅员——低压锁模电磁阀；
- 阅员——调模减薄电磁阀；
- 阅员——调模加厚电磁阀；
- 阅员——抽胶电磁阀；
- 阅员——储能电磁阀（附加装置）；
- 阅员——氮气射胶电磁阀（附加装置）；
- 阅员袁——抽芯向后电磁阀（附加装置）；
- 阅员圆——抽芯向前电磁阀（附加装置）；
- 阅员袁——旋脱电磁阀（附加装置）；
- 阅员——储能压力控制继电器（附加装置）。

5.3.3 电气部分

图 5-3-3 是注塑机油掣板 与 图 5-3-4 是注塑机油掣板 与 图 5-3-5 是注塑机

与再缘圆是模温机操作面板。图 缘圆是注塑机温度控制面板布置。图 缘圆是温度控制接线。

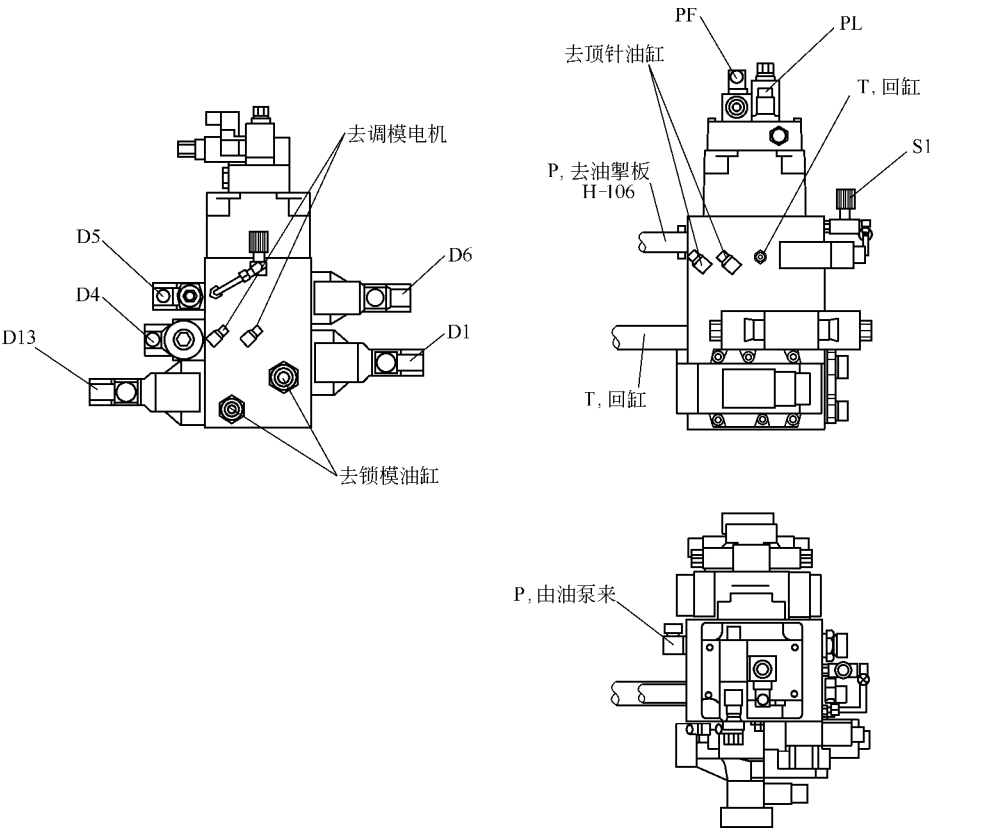


图 缘圆摇再缘圆源摇油掣板与显示

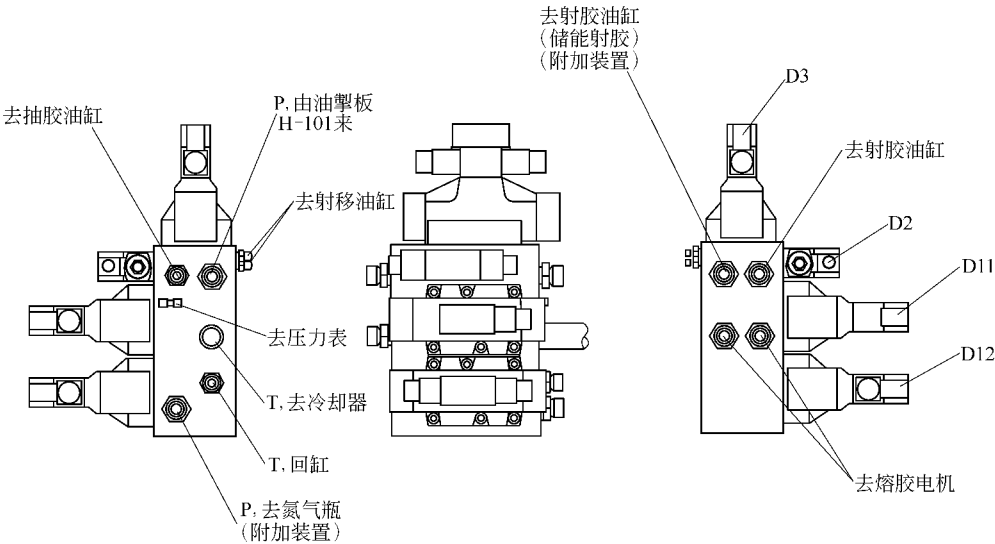
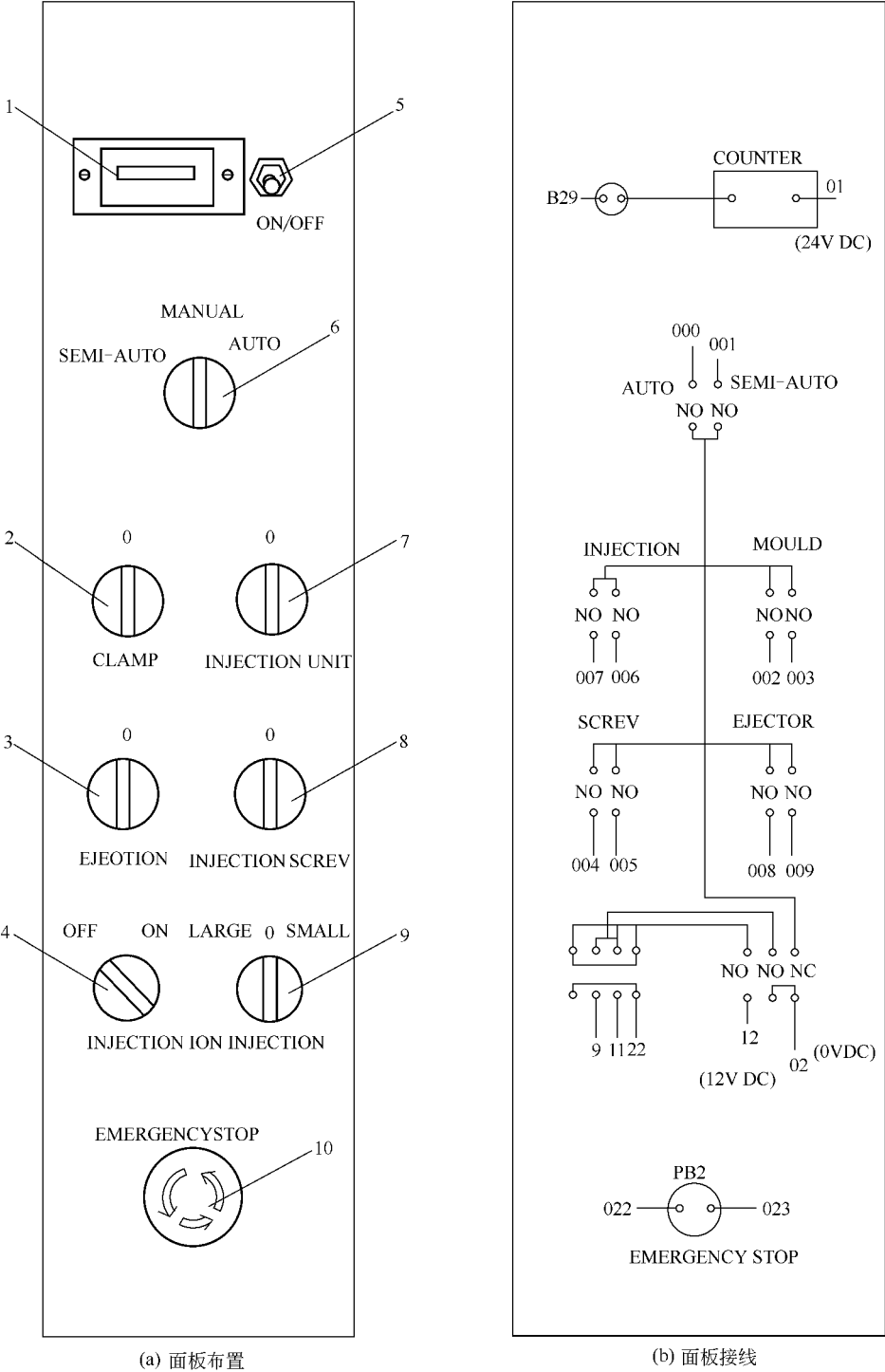


图 缘圆摇再缘圆源摇油掣板与显示



员- 注塑次数计数器；圆- 开模 模动作选择掣；猿- 多次顶针 顶针停止动作选择掣；源- 调模动作开关掣；缘- 注塑次数计数器开关掣；远- 自动 自动工作模式选择掣；苑- 射台向前 射台向后动作选择掣；愿- 射胶 胶动作选择掣；怨- 调模减薄 调模加厚动作选择掣；员园- 紧急停止按钮

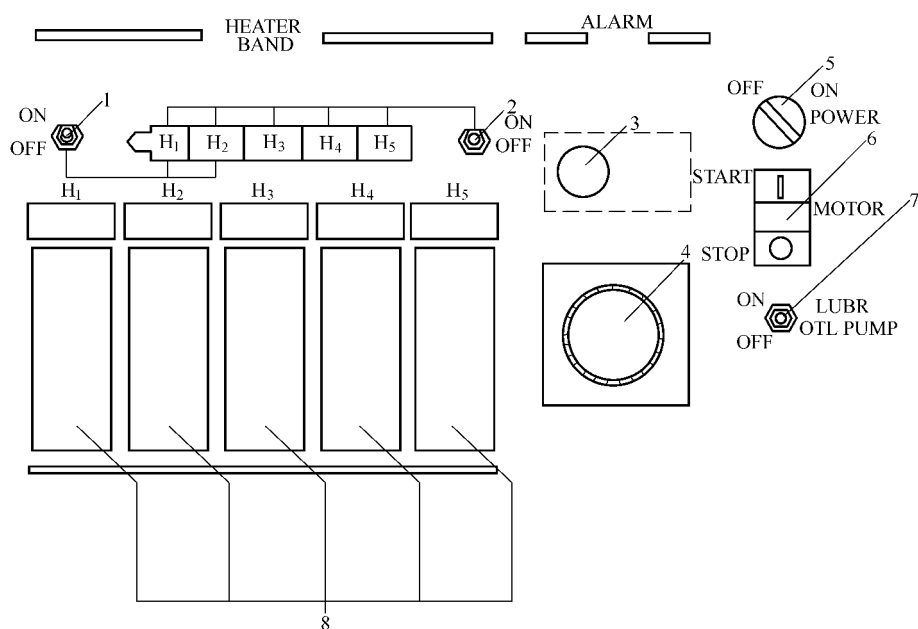


图 缘圆瑶孕再鄂因精因鄂悦机温度控制面板布置

员-射嘴电热开关掣（必须先开启熔胶筒电热开关）；圆-熔胶筒电热开关掣；猿-警报指示灯；

源-警报蜂鸣器；缘-电热开关掣；远-电机开关按键；苑-自动润滑油泵开关掣

(必须装置自动润滑油泵)；愿—射嘴及熔胶筒温度控制器

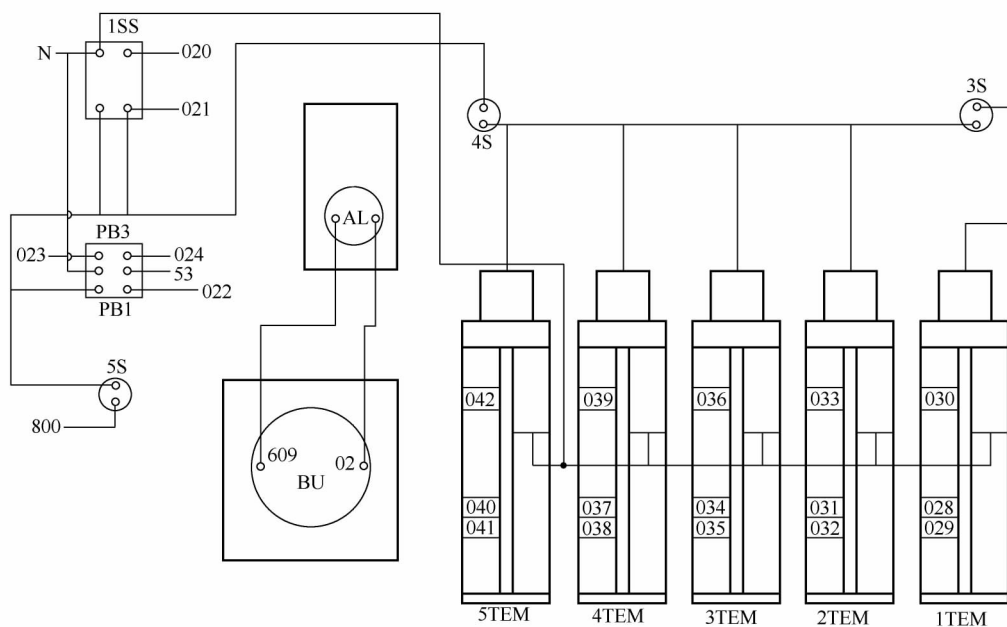


图 缘愿 孕再製器温度控制接线

图 缘-圆是注塑机控制面板布置图，元件功能如下。

赅——射胶时间设定；

裁勾——保压射胶时间设定；
 裁兑——冷却时间设定；
 灾墨——一级射胶速度设定；
 灾圈——二级射胶速度设定；
 孕蜀 圆——一级及二级射胶压力设定；
 灾杂——熔胶转速设定；
 孕员——一级保压压力设定；
 孕圆——二级保压压力设定；
 灾勾——一级及二级保压速度设定；
 灾郎——慢速开模速度、调模油压电机旋转、射台移动速度设定；
 孕郎——射台移动压力、熔胶压力及抽胶压力设定；
 灾海 灾增——低压慢速锁模速度设定；
 孕 灾——快速开模、快速锁模压力设定；
 灾 灾——快速开模、快速锁模速度设定；
 裁兑——循环延迟时间设定；
 裁兑——锁模限时时间设定；
 裁云——顶针延迟时间设定；
 孕云——顶针向前，顶针向后压力设定；
 灾云——顶针向前，顶针向后速度设定。

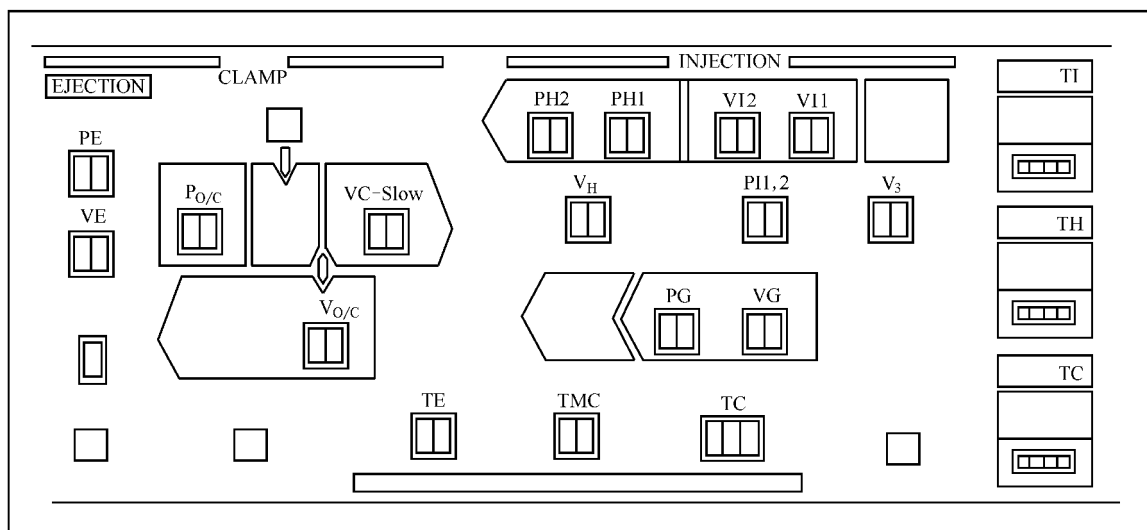
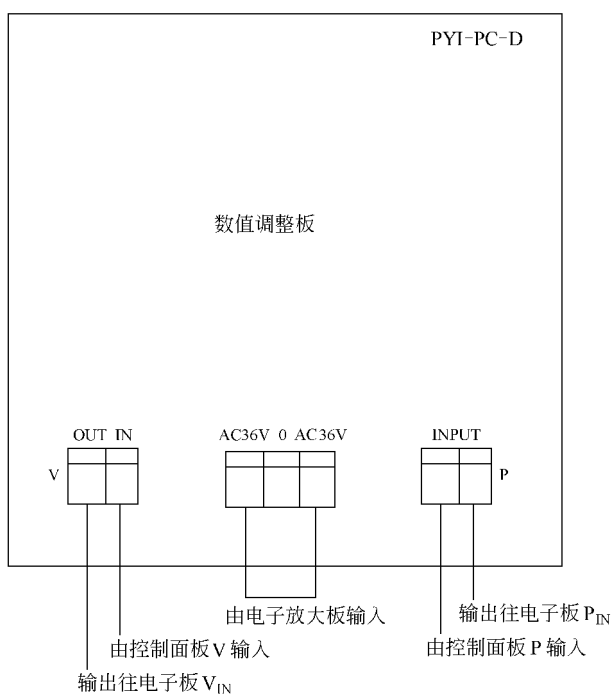


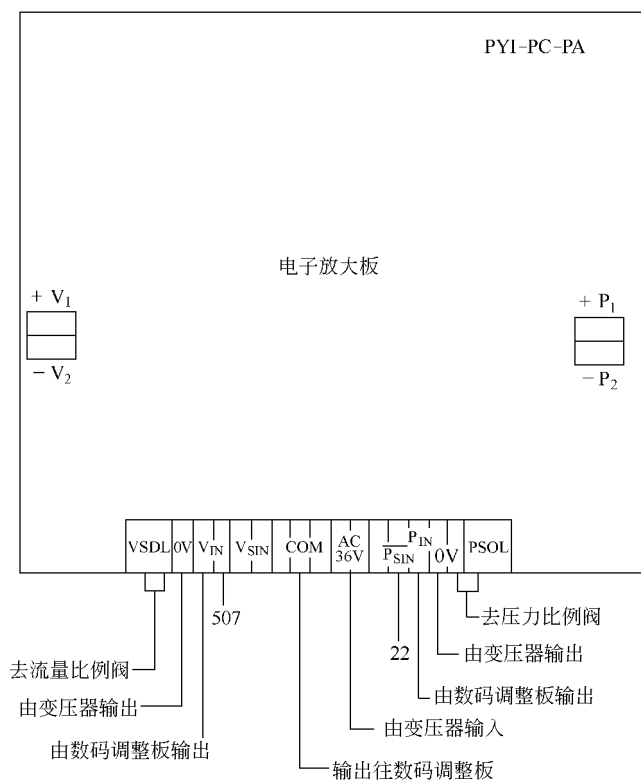
图 缘圆瑶孕再嘴颧兹藻园孕悦机控制面板布置

图 缘猿是注塑机 孕再鄞后真器悦机电路板接线。图中 (葬 是数值调整板 孕再鄞后真器悦机 (遭 是电子放大板 孕再鄞后真器悦机。图 缘源是注塑机 孕再鄞后真器悦机电子开关板接线。图 缘郅是注塑机程序控制器布置。表 缘原 是输入输出分配表。

图 缘圆是注塑机电气原理 (电源供应部分)。表 缘圆是注塑机动作次序。图 缘圆是调模部分电气原理。图 缘圆是注塑机 源缘针数码板连接电箱插头编号。图中编号功能见表 缘圆



(a) 数值调整板接线



(b) 电子放大板接线

图 缘 磁 摇 孕 再 磁 固 磁 孕 悦 机 电 路 板 接 线

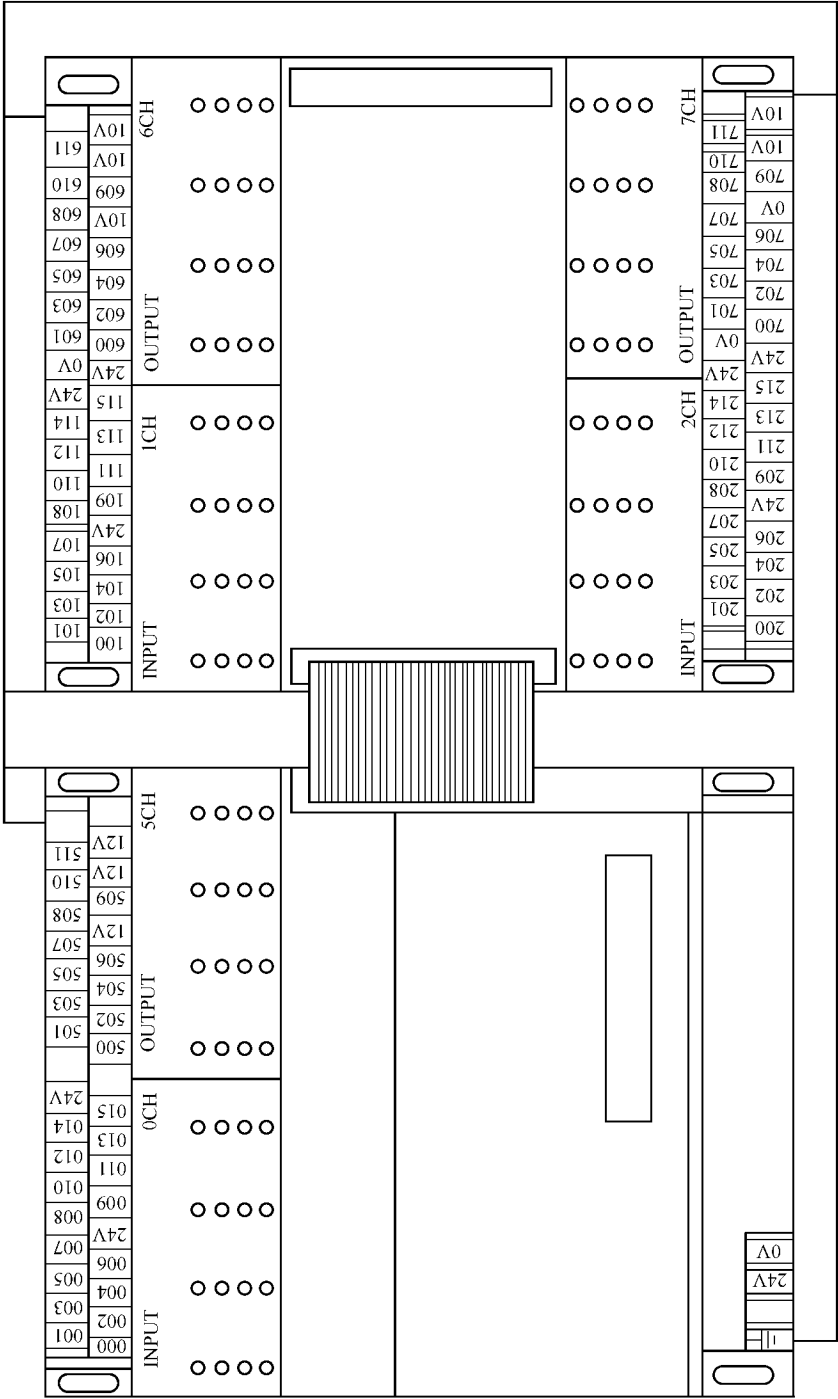


图 5-65 PYI-320/400PC 机程序控制器布置

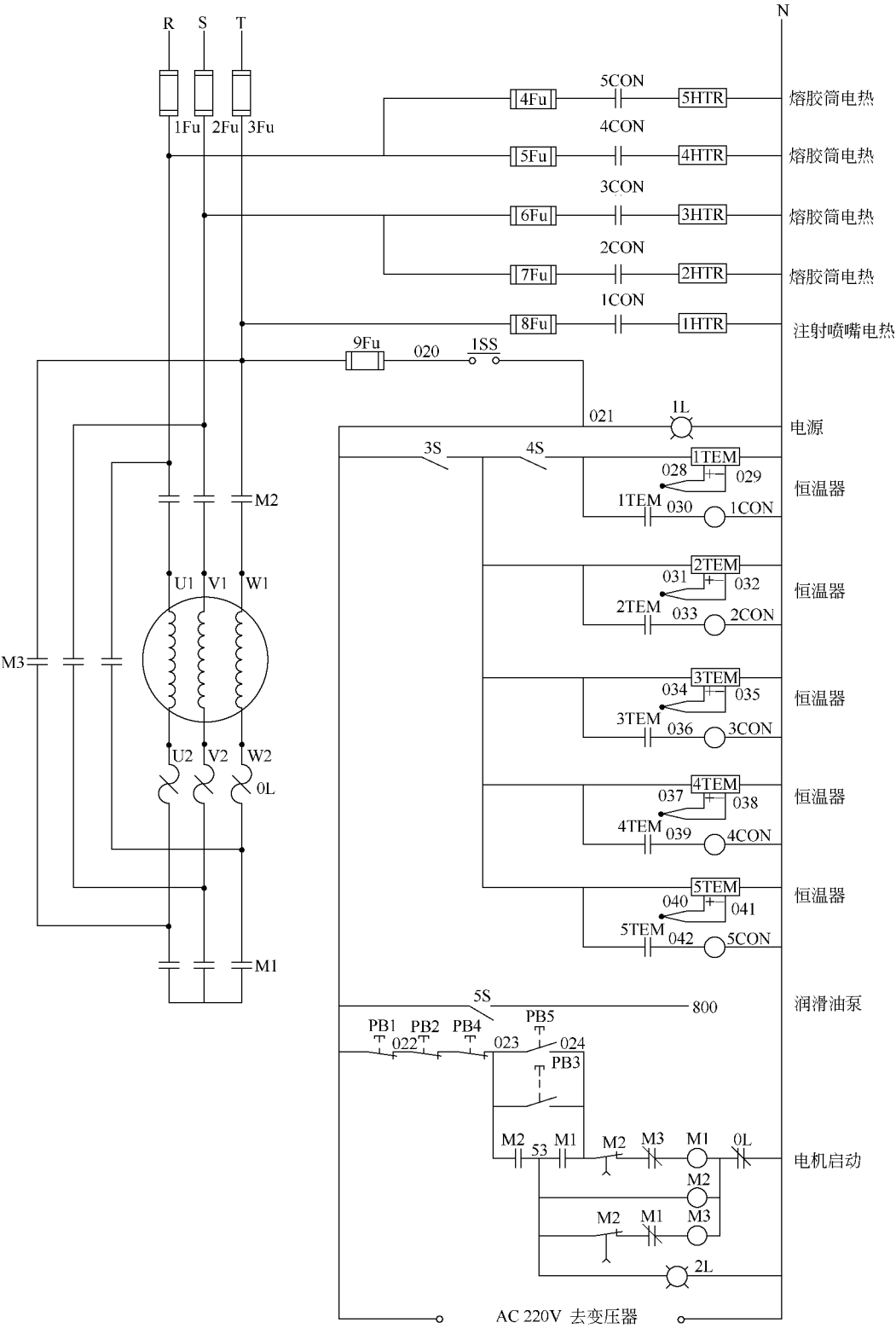


图 圆 摇 摇 注塑机电路维修

表 缘圆 缘 摇注塑机动作次序

[illegible]

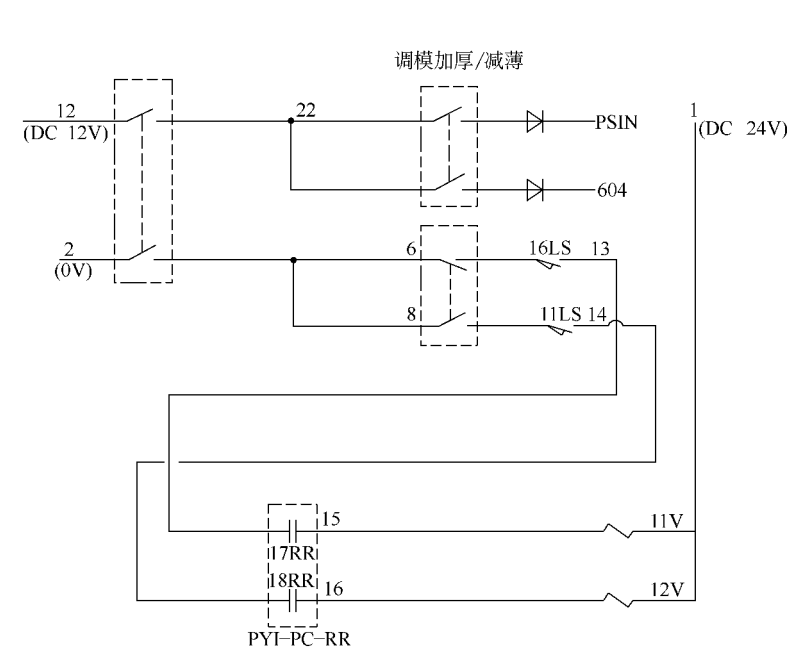


图 缘瑶瑶 调模电气原理

○30	○17	○1
○31		○2
○32		○3
○33	○18	○4
○34	○19	○5
○35	○20	○6
○36	○21	○7
○37	○22	○8
○38	○23	○9
○39	○24	○10
○40	○25	○11
○41	○26	○12
○42	○27	○13
○43	○28	○14
○44		○15
○45	○29	○16

图 缘瑶瑶 针头编号

表 缘瑶瑶 针头数码板插头功能

编瑶号	功瑶瑶能	编瑶号	功瑶瑶能	编瑶号	功瑶瑶能
员	圆瑶瑶	苑	备用	猿	圆瑶瑶
圆	圆瑶瑶	苑	缘瑶瑶	猿	圆瑶瑶
猿	备用	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
源	备用	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
缘	圆瑶瑶	苑	缘瑶瑶	猿	圆瑶瑶
远	圆瑶瑶	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
苑	圆瑶瑶	苑	缘瑶瑶	猿	圆瑶瑶
愿	圆瑶瑶	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
怨	圆瑶瑶	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
园	缘瑶瑶	苑	缘瑶瑶	猿	圆瑶瑶
员	缘瑶瑶	苑	缘瑶瑶	猿	圆瑶瑶
圆	缘瑶瑶	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
猿	缘瑶瑶	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
源	远瑶瑶	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶
缘	远瑶瑶	苑	远瑶瑶	猿	圆瑶瑶

第 6 章 注塑机常见故障及维修方法

6.1 摇注塑机维修方法

6.1.1 注塑机安全装置检修要点

(景) 电气安全保护装置摇注塑机前门和后门装有限位开关来起保护作用。在注塑开始时,首先要关闭前后安全门。一般后安全门长期关闭,前安全门装有两个限位开关互锁。只有关闭后安全门后,压合上前安全门前限位开关,释放前安全门后限位开关,注塑工作才能开始。日常应有注塑工和专修人员进行检查和维护,机修人员进行定期安全检查和维修。检修要点如下。

① 前后安全门滑轮滑动是否正常,有无离轨,滑轮是否掉落等。

② 前后安全门滑轮是否灵活,间距是否合理,轴承是否完好。

③ 安全门框是否有裂焊,脱落,是否有破损。

④ 检查安全门支架是否牢固,螺丝有无松动,护架是否损坏等。

⑤ 安全门限位开关是否可靠,有无松脱、断线、短路或开路等故障。更换限位开关时,要特别注意安全门前后限位开关的接线方式是不同的。前限位是压合为接通,后限位是释放是接通的,只有安全门可靠关闭后,才能进行注塑工作。

(圆) 机械安全保护装置摇注塑机安全保护的机械装置是在安全门前上方的机械保险器,是防止在生产过程中,万一机械、电气失灵后,不至于伤害人体的装置。检修要点如下。

① 机械保险器底座是否牢固,有无脱焊或松脱等;

② 机械保险杠是否松动,固定架是否牢固;

③ 保险挡块是否灵活、可靠,是否牢固;

④ 保险杠长度间隔是否合理,一般根据注塑产品而定间隔,如注塑盒类产品其间距为 10mm;如注塑筒类产品其间距为 20mm。

⑤ 后段保险罩网是否完好,有无损坏等。

6.1.2 发热筒及加热电路检修要点

发热筒是加热电路的主要器件。加热电路在注塑过程中相当重要。一般加热电路由温度控制器控制,热电偶采集焙胶筒表面温度的信号。注塑机射嘴加热由恒温器控制或温度控制器控制。一般加热三区六组发热筒均由交流接触器控制。为使得供电电源平衡,每区二组发热筒共一相电源。三区六组共三相电源。其检修要点如下。

交流接触器长期运行,频繁动作,其主触点会烧毛、损坏或者接触不良。定期保养维护必不可少。其接触器线圈长期通电运行,也会引起发热变质、噪声等,常见线圈烧焦等故障需更换。

发热筒长期运行，有一定的使用极限。但常见的故障是电源导线短路烧坏磁接头或发热筒接线柱。电源短路则多是人为因素如擦机台拉扯、注塑时漏胶、连接点松动等造成的。所以，发热筒更换时，要安装牢固，接线可靠，先预紧发热筒接线柱接线，再接电源线。一般发热筒工作几小时后，再进行一次预紧，以避免热胀冷缩引起连接点松动。

温度控制表是加热电路的核心。它的准确直接影响注塑产品质量，尤其对温度要求较准的塑料非常重要，否则料就烧焦变色或烧伤。温度控制表采集发热筒的温度信号，与设定温度信号进行比较，通过温度控制表进行控制，是否加温或保温。热电偶是采温感应元件，应当安装可靠，插入温度检测孔位置适当，热电偶引线连接也要牢固可靠。一般使用过程中，温度控制表有一定误差，可用温度计测量来校核温度控制精度，常用的胶料一般误差在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内亦可使用。

温度控制表最常见故障是控制失灵，主要表内继电器触点烧毛，烧结使温度表失灵，温度控制不准确。误差范围大由拨盘开关故障引起或温度表内部集成电路性能变坏引起，还可由内部电路如稳压二极管、电位器、精密电阻等故障引起。温度表头坏也导致失控。

检修加热电路，可由电源部分到发热筒部分入手检查，测量、调校电路以确定故障点及元器件，然后再更换损坏件，最后再调试校正。更换元器件时要注意型号、形状、规格及参数尤其对热电偶的分度号，发热筒的功率以及安装并联等要注意。喷嘴加热筒应尽量避免受到漏胶的损坏。

6.1.3 主电机及控制电路检修要点

注塑机主电机也称油泵电机，常用的功率在 100kW 或 150kW 以上，接线常用三角形或星形或星形-三角形启动器接法。三角形和星形接法适用于 100kW 以下的电机。100kW 以上的电机应接成星-三角启动器或自耦减压启动器，保证电网在电机启动时供电正常。具体接法如图 2-20 所示。

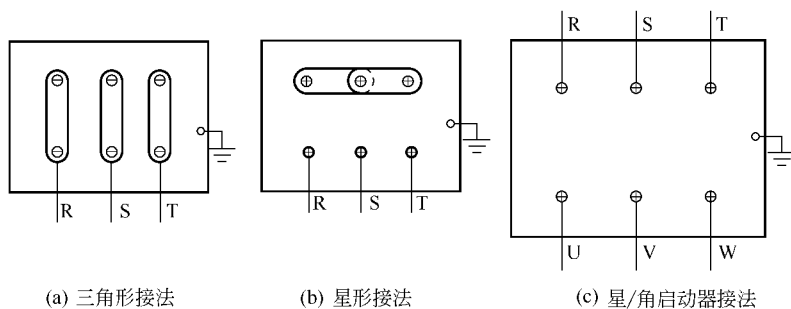


图 远端摇电机接线示意图

主电源经过交流接触器主触点送电至电机接线盒，选定图 2-5 所示三种接线方式之一后在接线盒中标称线柱连接即可。导线与接线柱之间连接要可靠，紧固加平垫、弹垫，不要有松动，以防止发热引起氧化，长期运行则会烧坏绝缘端子或电机内部绕组。维护检修要点如下。

- ① 电机接线应当正确、连接可靠牢固。电机本身绝缘良好，对地绝缘电阻至少大于 $0.5\text{M}\Omega$ ，三相电源在运行时电流基本平衡。
- ② 电机运转时声音正常，无杂乱噪声和较大振动。常由于轴承损坏引起噪声或撞铁烧坏电机。
- ③ 检测控制电路交流接触器主触头是否良好，有无烧坏而引起缺相或电源导线损坏如

电源开路断线等引起缺相。常见故障均由于缺相造成电机烧坏或机械卡死过载烧坏电机。

震雄注塑机再续启动电路如图 2-15 所示。启动过程如下。

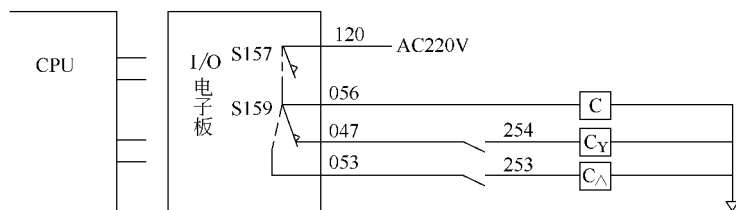


图 远 瑶 震雄注塑机星 转 角 启动电路

按启动按钮后, 瞬自电子板中继电器 K_{11} 闭合, K_{11} 常开触点均带电, 则接触器线圈 C_{11} 和 C_{12} 带电吸合, 主触点吸合, 油泵电机星形启动。

当启动按钮按下后，电动机控制板中继电器线圈吸合，线圈带电，线圈失电则接触器释放，接触器保持，接触器带电吸合，主触点吸合，油泵电机形成角形运转。压锁触点分别是交流和交流接触器上的常闭触点，以防止两接触器同时启动引起电源短路。实际操作中，可按电路图测量其输出点的电压或用试电笔检测来判断控制电路的运行状况。

6.1.4 油掣阀与电路检修要点

注塑机油路中油掣阀是关键的部分，注塑各个动作均靠油掣阀动作去推动。而油掣阀的工作又要靠电路输出去推动，所以维修工作要熟悉电路和油路的工作过程，在处理故障时便能准确地判断故障原因，及时地进行维修。因此检测各油掣阀、阀圈（电磁阀圈）、阀体及油掣阀与电路的对应关系非常重要。还要熟悉各阀体的结构构造以及检查、清洗、装拆方法。

(续) 射台前后动作油掣阀与电路摇震雄注塑机油掣阀与电路的对应如图 2-8-10 所示。

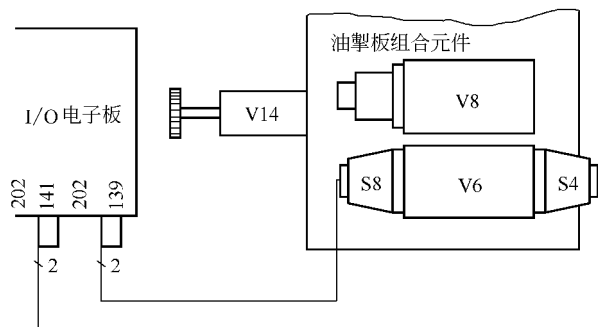


图 远 射台前前后动作油掣阀与电路

射台前进、射台后退动作由 3Y2 电磁阀控制，是三位四通方向阀。电磁阀线圈为 3Y2 和 3Y3，一般检测方法如下。

① 开路检查电磁阀线圈 和 用万用表测量油掣阀线圈的绝缘电阻值, 检查有无线圈引线开路, 脱焊或绝缘击穿烧焦等。

② 在线检查测量电压幅值，用万用表测量，电箱送电，油泵电机不启动，用手动按键使射台前按键按下，测量接线端子（在陕韵电子板侧）哉_{图4-10-12}；按射台后按键测量接线端子哉_{图4-10-13}。具体用红表棒接接线端子 圆_{图4-10-12} 黑表棒接接线端子 另_{图4-10-13}，测量其输出电压幅值。

用同样方法测量端子 5 的电压幅值。通过输出电压幅值可以判断出是线圈输出的故障，还是电磁阀圈的故障。

③ 电磁阀输出端子与电磁阀线圈插头引线的检查。若测量电压幅值为额定电压（或电阻测量阻值很大），表明电磁阀输出端子去电磁阀线圈有断线或开路故障。若测量无电压或阻值很小，表明有短路现象，自身短路、引线对外壳短路、电磁阀线圈短路等均可造成。

(圆) 射胶、熔胶和倒索油掣阀与电路摇图 远是油掣板组合体与电路。射胶和熔胶是电磁阀 灾控制的。灾是三位四通方向阀，电磁阀线圈是 杂远和 杂缘。倒索动作是由电磁阀 灾愿控制的，灾愿是二位四通电磁阀，阀圈是 杂苑。检查方法和维修同上所述，先是开路检查电磁阀及线圈的绝缘电阻与连接。再在线检查输出电压幅值 哉₁ 和 哉₂ 和 哉₃。最后检查插头、端子、引线及连接等。

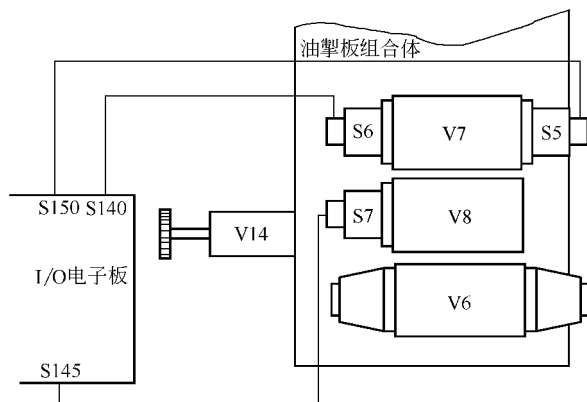


图 1 远端油掣板组合体与电路

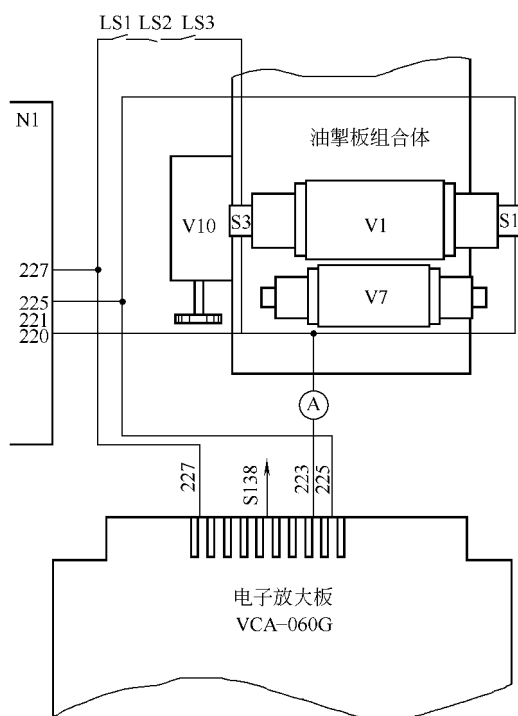


图 远缘 流量比例阀与电路

流量比例阀与电路摇图 远是流量比例阀与电路。它由流量比例阀 灾员控制。灾员是流量比例阀，供应注塑机系统的方向及流量控制。电磁阀圈 猿和 源分别为锁模动作流量控制和其他动作流量控制。与它连接的线路较为复杂，要通过灾增员部电子放大板，通过安全门限位开关 猿员 猿圆和 猿猿 通过接线端子 员员连接形成电路。

流量比例阀控制在注塑机油路系统中占很重要的位置,若出现故障会影响整机动作。由于它连接线路复杂,既有外来的输入信号如安全门限位开关等,又有来自电子放大板的输出电压,而输出电压的幅值又要靠PLC中央处理单元输出的信号来控制电子放大板的输出电压。具体见后面章节有关内容。流量比例阀控制中,电磁阀线圈为锁模油缸线圈,为其他动作流量控制油缸线圈。图中为电流

表，调试过程中测试流量比例阀阀圈的电流参数。一般检测方法如下。

① 开路检查电磁阀线圈，拆下油掣阀圈的接线插头，用万用表测量阀圈（线圈）的绝缘阻值，一般阻值不大， 100Ω 左右，检测接线及连接点有无虚焊、脱线和对地有无短路等。

② 开路检查外来的输入线是否接通。如安全门限位开关，测量接线端子 1 与 2 之间阻值或 1 与电磁阀线圈 2 的接线插头一端，关闭安全门和打开安全门应当有明显的阻值差别。检查安全门限位开关时，应注意电路图的要求，分清常开、常闭点，换接时不要错接或误接。

③ 在线测试，一般测量电压前，先通电使注塑机电脑工作，操作面板上操作，但不开启油泵，操作主要预置注塑参数，一般常预置射胶参数为流量比例阀的基准参数。设置好后，再按比例流量电子板的调节方法调节比例流量所需的最佳工作电流。通过这些工作之后，在不开动油泵电机的情况下，测量其电压幅值是否正常。测量 哉₁ ；哉₂ ；测量哉₃ 时注意关闭安全门。

④ 连线检查和限位开关接线检查，通过接线端子 晕和限位开关的连接和对电子放大板插座的连接，查看有无开路、短路、断线、接触不良等，如有故障给予排除。

(源 压力比例阀与电路摇图 远是压力比例阀与电路。它由 灾袁电子溢流阀控制。灾袁为注塑机提供压力控制,电磁阀线圈 杂圆控制注塑机系统压力,它与接线端子 晕员连接,通过电子放大板的接线构成电路。检修要点如下。

① 检测电磁阀线圈是否绝缘良好，线圈阻值是否在(400)，检查连接是否可靠，有无开路、短路现象。

② 在线测试，按上述比例流量调整检测方法在线测试比例压力输出电压幅值 哉和哉

③ 连线检查，可通电测量插头端电压是否正常，连线有无串线等判断是否存在故障，也可停电，用万用表逐号依次查找，若有故障予以排除。

(缘 顶针前进后退电磁阀与电路
摇图 这是注塑机油掣板组合体 (机
后) 与电路。顶针前进和后退动作由
电磁阀 控制。是三位四通方向
阀, 油掣阀线圈为 和 。它与 藏
韵电子板连接如图 缘 所示, 由 藏
和 源 接线端子输出, 与 和
油掣阀线圈连接。检修要点如下。

① 检测油掣阀线圈 R_{11} 和 R_{12} 是否良好, 包括绝缘阻值、线圈内阻值是否正常, 检查连接是否可靠, 有无故障点, 若有予以排除。

② 在线测试测量电压幅值，用万用表测量电压，按上述方法进行测

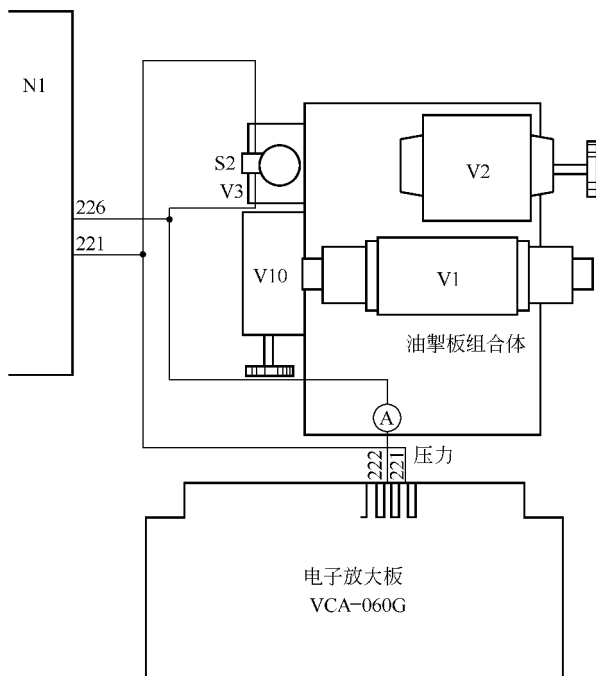


图 10-1-10 压力比例阀与电路

量，测 哉 和 哉 电压幅值。在没有开启油泵情况下，按顶针前进和顶针后退按键，测量输出电压幅值。通过测量输出电压值来判断是否有故障，何种故障。

② 开模油掣阀和特快锁模油掣阀与电路摇图 远 中 灾 是开模油掣阀，灾 是二位四通电磁阀，油掣阀线圈 灾 它与 灾 的电子板连接 灾 端子。特快锁模是由电磁阀 灾 控制的。灾 是二位四通电磁阀，油掣阀线圈 灾 它与 灾 的电子板连接 灾 端子。检查要点如下。

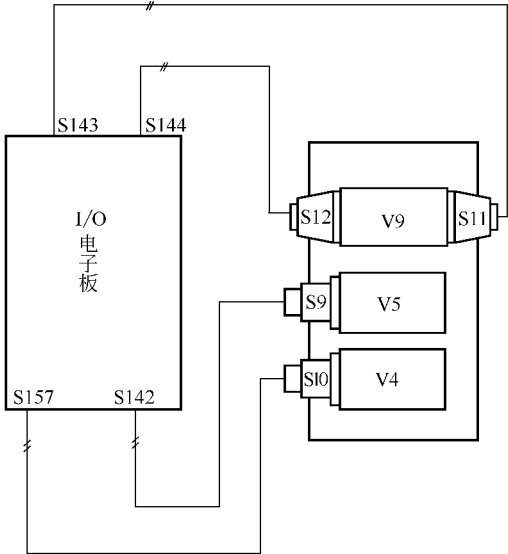


图 远 油掣板组合体与电路

① 检测油掣阀线圈 灾 和 灾 的绝缘是否良好，线圈本身内阻是否正常，有无脱焊、断线等。

② 在线测试：测量输出电压幅值，用万用表测量 哉 和 哉 电压幅值，方法同上。由于油掣板组合体位于注塑机后侧，控制油掣线圈电源线较长，应注意其连接引线是否有异常如短路、开路及接触不良等，若有应及时处理。测量时可在 灾 的电子板端子处测量，然后再到机后油掣板组合体上的油掣线圈接线测量，达到准确判断，及时处理。

6.1.5 I/O 电子电路板与电路的检修

① 灾 的电子板电路摇灾 的电子板是震雄注塑机的输入输出电路板，它要将外部输入信号限位开关、动作触点等输入到电脑 悦 中央处理单元中去，又要将电脑 悦 中央处理单元的输出信号通过放大电路去驱动油掣阀线圈。它的输入和输出信号都经过了光电耦合器进行传送。采用功率三极管对输出的信号进行电流放大去驱动电磁阀线圈。可参照图 缘 灾 的电子板输入输出接线端子功能如下。

输入端子：

- 灾 — 油泵电机热继电器常开触点动作信号输入
- 灾 — 调模薄终止限位开关触点
- 灾 — 前后安全门限位开关
- 灾 — 常闭触点
- 灾 — 常开触点

蕴猿 — 常闭触点
 猿缘 — 射台前终止限位开关触点
 猿远 — 射台后终止限位开关触点
 猿苑 — 顶出终止限位开关触点
 猿愿 — 退针终止限位开关触点
 猿怨 — 电眼 (光电开关) 检出开关
 猿园 猿员 猿圆 — 自动停机机尾开关 运源
 猿猿 — 锁模保护动作触点 (蕴 砸兑 去机械手
 猿源 — 顶出信号动作触点 (晕 砸遭 去机械手
 猿缘 — 循环启动动作触点 (匀 砸兑 去机械手
 猿远 — 开模保护动作触点 (允 砸兑 去机械手
 猿苑 { 晕韵 — 员苑 警号信号输入
 猿苑 { 悦振 — 员园 电源 (粤兑园园园园)
 猿苑 { 悦振 — 园远 油泵电机主接触器线圈 悦
 猿苑 { 晕兑 — 园精 油泵电机运行接触器线圈 悦
 猿苑 { 晕韵 — 园苑 油泵电机启动接触器线圈 悦
 猿苑 { 晕兑
 猿苑 { 晕韵 — 员愿 连接比例放大板
 猿苑 { 悦振 — 园 接地
 猿苑 { 园员 — 按 责 粤兑电源板 阅园歇

输出端子：

猿怨 — 去射台前进油掣线圈 猿愿
 猿园 — 去熔胶油掣线圈 猿远
 猿员 — 去射台后退油掣线圈 猿源
 猿圆 — 去开模油掣线圈 猿怨
 猿猿 — 去顶出油掣线圈 猿员
 猿源 — 去退针油掣线圈 猿员
 猿缘 — 去倒索油掣线圈 猿苑
 猿远 — 去调模厚继电器线圈
 猿苑 — 去调模薄继电器线圈
 猿园 — 去射胶油掣阀线圈 猿缘
 猿员 — 去特快锁模油掣线圈 猿园
 猿圆 — 入芯
 猿猿 — 出芯
 猿源 — 吹风
 猿园 — 去开模终止信号 (云
 猿员 — 去安全门限位开关信号 (耘, 去机械手
 猿圆 — 半自动 轱 自动射胶信号 (阅, 去机械手
 猿猿 — 退针终止信号 (耘猿愿
 则晕园 — 园歇

图 6-1-1 去 黄 到 脱 电源板 阅 图 6-1-1

油掣线圈均接 阅 图 6-1-1 即 图 6-1-1 输出点对地电阻 源)。安全门限位开关接 图 6-1-1 输入点对地电阻 源)。

(图 6-1-1 电子板输出电压测量

① 射台前输出电压测量摇按射台前按键,射台前限位开关松开,锁模终止信号灯亮,检测 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1 红表棒接 图 6-1-1 黑表棒接 图 6-1-1

② 射台后输出电压测量摇按射台后按键,射台后限位开关松开,信号灯亮,检测 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1

③ 射胶输出电压摇预置射胶参数,按射胶按键,信号灯亮,按检视键和自动检视键,看到显示出来射胶压力和流量后,再去测量 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1

④ 熔胶输出电压摇预置参数,按熔胶按键、信号灯亮,按检视键查盾熔胶压力和流量后,再去测量 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1

⑤ 锁模输出电压摇预置好参数,关上安全门,顶针后退,锁模终止信号灯亮,检测 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1

⑥ 开模输出电压摇预置好参数,按开模按键,信号灯亮,检测 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1

⑦ 顶针前输出电压摇预置好参数,在开模终止位置,顶前限位开关松开,按顶前按键,信号灯亮,检测 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1

⑧ 顶针后输出电压摇预置好参数,在顶后限位开关松开,按下顶针后按键,信号灯亮,检测 图 6-1-1 电子板端子电压 哉 图 6-1-1

检测端子点电压应当注意负载情况,如负载开路、断线测出的电压值是输出点的端电压,并不能说明负载故障是电压故障或其他故障。

检查测量输入端子闭合状况时,要综合考虑 图 6-1-1 电子板的接线方式。如油泵过载信号输入一般正常状态视为高电平或者悬空状态,只有在油泵过载后, 图 6-1-1 经常开触点闭合, 图 6-1-1 电压接通,使 图 6-1-1 成低电平,它通过 图 6-1-1 电子板将输入信号传送到电脑 图 6-1-1 中央处理单元中去进行运算或进行控制。通常情况下可以用万用表测量阻值来检查行程开关的通与断。还有的用信号灯来检查输入信号的通与断。

图 6-1-1 电子板具有强电和弱电共存,使用时要特别注意安全。图 6-1-1 电子板中 图 6-1-1 和 图 6-1-1 继电器触点电压较高 (粤 图 6-1-1),其余均在 图 6-1-1 左右。所以维修时连接线引线应注意,避免接错高电压损坏其他元器件。

6.1.6 电子放大板电路及其维修

电子放大板也是注塑机一重要部件,它主要功能是由 图 6-1-1 中央处理单元综合各参数进行数值的运算和处理后,输出的控制信号,通过电子放大板对信号放大和处理,控制和驱动比例压力、比例流量和锁模流量油掣阀。从而使注塑机产生总压力和流量。同时还可以对电子放大板进行调节。设计有电位器,可以对压力和流量进行调节,以适应各种不同的压力、流量要求。图 图 6-1-1 是震雄注塑机 图 6-1-1 用电子放大板电路图。它是震雄机型 图 6-1-1 系列电子放大板。电路由变压器输出的双 粤 图 6-1-1 作为电子放大板的输入电源。它由整流二极管 图 6-1-1 进行桥式整流后作为电子电路板的工作电源。电路经电容滤波得到约 图 6-1-1 直流电源供给功率三极管工作电源。另一路经限流电阻、 π 型滤波、三端稳压器组成

图 4-10 直流输出电路。直流输出电源是电子放大板的工作电源，它供给集成运算放大器和电路工作电源。

图 4-11 中央处理单元输出的控制信号，输出到电子放大板电路。

放大板电路由图 4-12 所示（图 4-12 为双运放）和电子元件组成基准电路，（由积分电路和比例放大电路组成）其输出信号与图 4-11 输出的控制信号（取样信号），通过集成运放图 4-13（图 4-13 为单运放）对两个信号进行叠加、比较反馈和放大运算，输出信号去控制光电耦合器图 4-14。

光电耦合器经对信号的隔离传送，输出信号去控制推动功率三极管图 4-15。功率三极管根据控制电压多少去控制比例流量或比例压力油掣阀开放关闭的多少（比例阀后面再述）。

从以上分析来看，油掣阀的开关程度取决于电子放大板的电路和图 4-11 中央处理单元输出的控制信号。电子放大板在调试正常情况下，主要取决于图 4-11 单元的输出电压信号。例如输出到电子放大板的信号（图 4-16 和图 4-17 接线端）若是有图 4-18 左右，电脑面板参数预置数值图 4-19，按常规比例压力阀索取电流应是图 4-20。若有差别达不到或超过均可调节电位器去校正，这里调校也可分两路进行。对中央处理单元（图 4-21 系统）输出信号幅值调校和对电子放大板压力调节电位器调校均可达到调校的目的。

电子放大电路中还有一路经过二极管和限流电阻去控制继电器图 4-22 的线圈，它与图 4-23 电子板上的接线端图 4-24 相连，当图 4-25 闭合时图 4-26 吸合动作，电子放大板输出经图 4-27 常开触点闭合，才使继电器图 4-28 动作。在电子放大板的流量控制转为锁模流量控制，油掣阀圈也随之转换，具体动作均由程序运行控制。搞清楚这个原理较为重要。常见故障中，锁模流量不正常时，检查工作较复杂。比例压力油掣和比例流量油掣在注塑机前部，锁模流量在注塑机尾部。电源线有的在电箱内接线端子上，还有就在电子放大板上。放大板上放大电路正常就要查继电器图 4-29，还要查图 4-30 的电子板上图 4-31 继电器及触点。这些都是电气方面的，查寻故障时还要综合液压传动和机械传动。所以，熟悉电子放大板的工作原理及电路十分重要。

图 4-32 是注塑机图 4-33 电子放大板电路图。它与图 4-34 基本相似，只是在基准电路输入部分有所改进，方便了调校比例压力和比例流量控制输出。

广泛使用在震雄注塑机图 4-35 Ⅲ、图 4-36 Ⅳ系统中的图 4-37 电子放大板电路图如图 4-38 所示。它与图 4-39 电子放大板有所不同。它的电源输入相同，在电路中增加了一组负电源图 4-40 直流电源。图 4-41 正负电源供给集成运放（四运放）图 4-42 工作电源。电路中图 4-43 双运放组成基准电路，输出电压信号与图 4-44 中央处理单元输出的电压信号进行叠加反相输入到集成运放图 4-45 输入端，而反馈输入经图 4-46 比例放大后同相输入到图 4-47 输入端。经过集成运放的比例运算放大，综合同相输入的反馈信号和反相输入的控制信号、比例放大输出电压信号去光电耦合器输入端，隔离传送输出信号去控制功率三极管的导通程度，实现自动控制的目的。

上述是在选择端图 4-48 没有输入控制情况下的状况，在选择端有控制情况下，图 4-49 继电器吸合，其常开触点闭合，这对于由图 4-50 中央处理单元输出的控制信号，要经过其图 4-51 组成的三级放大电路，一级电压跟随器，第二级比例运算放大器，第三级积分放大器。其中图 4-52 和图 4-53 调节控制的反应时间的上升或下降。经过三级电路放大和处理，再由图 4-54 电位器取样输入到集成运放的反相输入端。再进行上述运算去控制功率三极管图 4-55。通过图 4-56 的输出和关闭对比例压力、比例流量和锁模流量油掣阀线圈进行控制，驱动油掣阀动作。比例流量阀和锁模流量阀的选择仍然靠图 4-57 继电器进行选择，外围电路同上所述。检查维修要点如下。

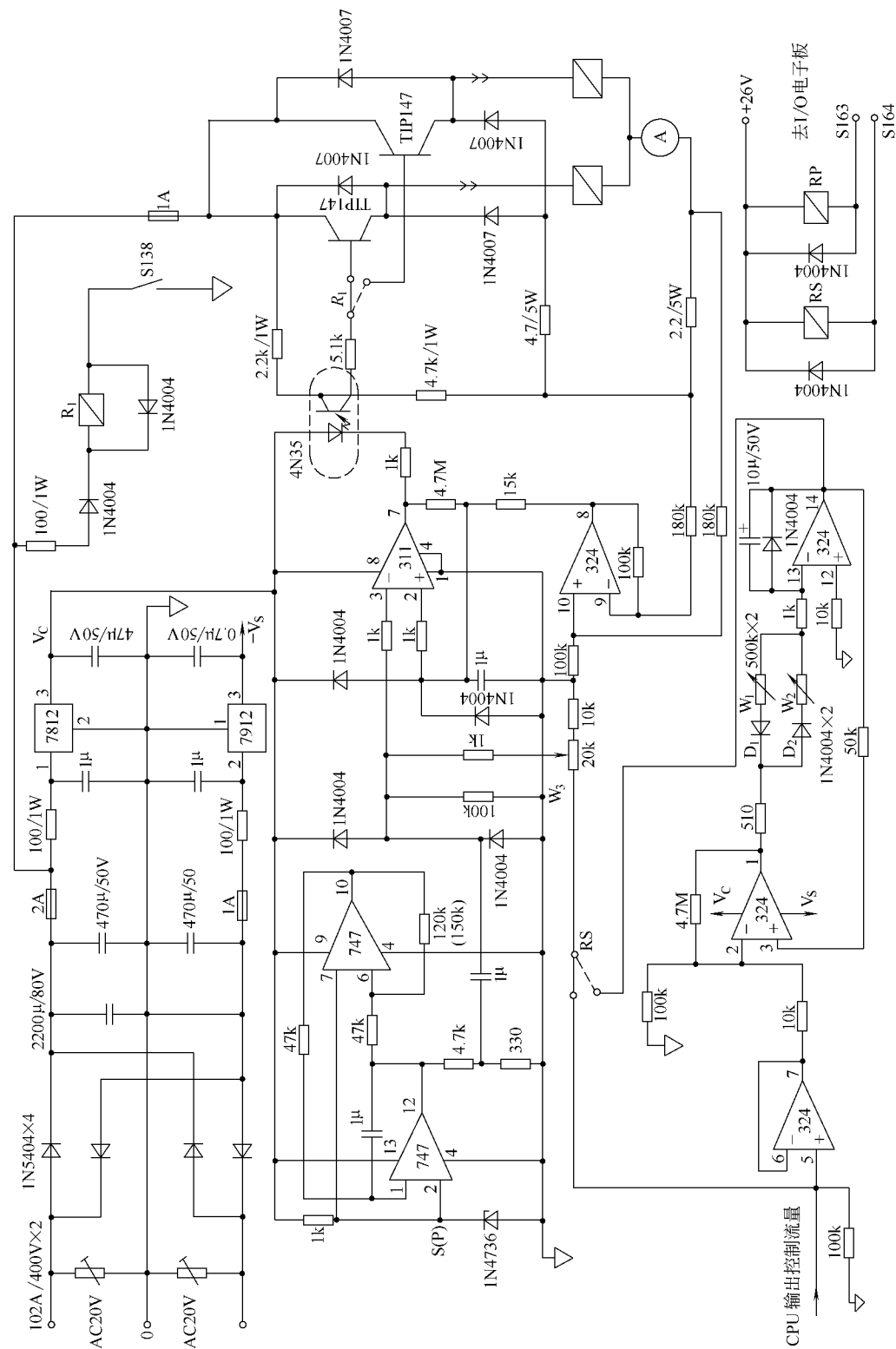


图 6-10 VCA-070G 电子板电路 (P 单元省略)

S—流量; P—压力

(员) 检查整流电源和工作电源 检查整流电源幅值整流输出电压 约 10V 左右 (应该 12V 左右), 经电解电容滤波后, 电压在 10V 左右。工作电源由于采用三端稳压器和 π 型滤波电路, 电压幅值为 10V 左右直流电压。检查电子放大板上电解电容限流电阻、保险座及保险器的情况是否良好, 有无异常变化。更换元件时要注意电解电容的极性 & 参数, 保险管更换时, 按原设计标称值更换。若再有异常, 应仔细查找线路、油掣阀圈等外接电路, 避免加大保险管标称值, 引起其他麻烦。

(圆) 检查集成运放 集成运算放大器的应用是电子放大板的核心, 它的用途是将数控信号、反馈信号、取样信号及放大信号进行叠加、运算和处理, 然后通过输出电压去控制光电耦合器。集成运放的检查较为困难, 它的特性与输入输出有关, 还与其他条件有关, 通常在线电阻直观检测有无重大的损坏, 电源对其他引脚有无串线短路等现象, 一般常用的是开环测试进行检测。主要是测量输出特性性能和接成基本电路进行检查校核。集成块长期运行, 受温度环境影响, 会有老化现象产生, 对电子电路板的输出产生影响。开环测试要有辅助电源及插件、面板组成电路进行测试。

更换集成运放时, 要注意不要伤及电路板, 电路板印制线条较细, 线条纵横交错, 正反面均布有线条 (铜箔皮)。所以更换时, 要用吸锡器将管脚及元件孔焊锡吸空, 轻拔出集成块, 清理干净电路板, 换上新的集成块, 再迅速对每一焊孔进行焊锡, 焊点要圆而尖, 避免虚焊造成接触不良。

(猿) 检查光电耦合器的工作性能 光电耦合器具有可靠性高, 输入输出间的传输效率高, 直线性、电隔离性和响应速度快的优点, 被广泛应用。电子放大板中光电耦合器 源脚是双列 8 脚插脚和 8 脚空。1 脚和 8 脚输入信号。2 脚和 7 脚隔离输出信号。检测时, 主要是输入和输出要有线性关系, 这样才能保证功率三极管呈线性变化。

(源) 限流电阻、反馈电阻、保护用二极管等元件的检查 查看有无发热、过载、烧断造成开路或短路, 失去限流或反馈取样的作用。检查电位器旋钮是否良好, 调节时应当仔细调节, 避免用力过大损坏。

(缘) 功率三极管 功率三极管的检查 功率三极管是复合型功率三极管, 功率在 10W 左右, 由于注塑机动作频繁, 而每一动作三极管都要进行通断一次, 与动作同步进行, 检修要注意散热片安装不要松动, 避免造成三极管对散热片短路。更换三极管时, 应将电路板上三极引脚孔的焊锡吸空, 三极管插入引脚孔后, 先固定如散热片螺丝, 再整理三极管引脚, 最后焊锡, 速度要快, 不要有虚焊, 焊点要圆而尖, 最后整理剪去多余长度的引脚后, 通电测试。测试方法一般应当模拟输入输出最为好, 自作检测电源和电路进行检测, 十分方便, 参数调校也容易, 具体下章再述。图 4-10 是 10W 功率三极管电子放大板测量电压幅值的示意图。它给出了控制电压的范围, 输入电压和输出电压的接线示意图。实际维修中, 检测调校只要按图示进行连接, 再加上假负载就可组成一套模拟电路, 调校结果均达到实际应用所需标准。

6.1.7 电源电子板电路检修

图 4-11 是注塑机电源电子板电路图 (见图 4-11) 如图所示。图示 10W 功率三极管电子板是注塑机 10W 功率三极管电子板的电源板, 它提供 10V 直流电压经 10W 功率三极管电子板去驱动油掣阀线圈。还提供 10V 直流电压经 10W 功率三极管电子板供给输入电路等的工作电源, 电路较简单, 它由变压器输出 220V 电压, 经过 (220V 和 220V) 导线输入 10W 功率三极管电源板的输入端, 再经过 10W 功率三极管电源板桥式整流后, 电解电容滤波输出 10V 直流电压, 由接线端 10V 输出。其后经过二极管 10V 电源

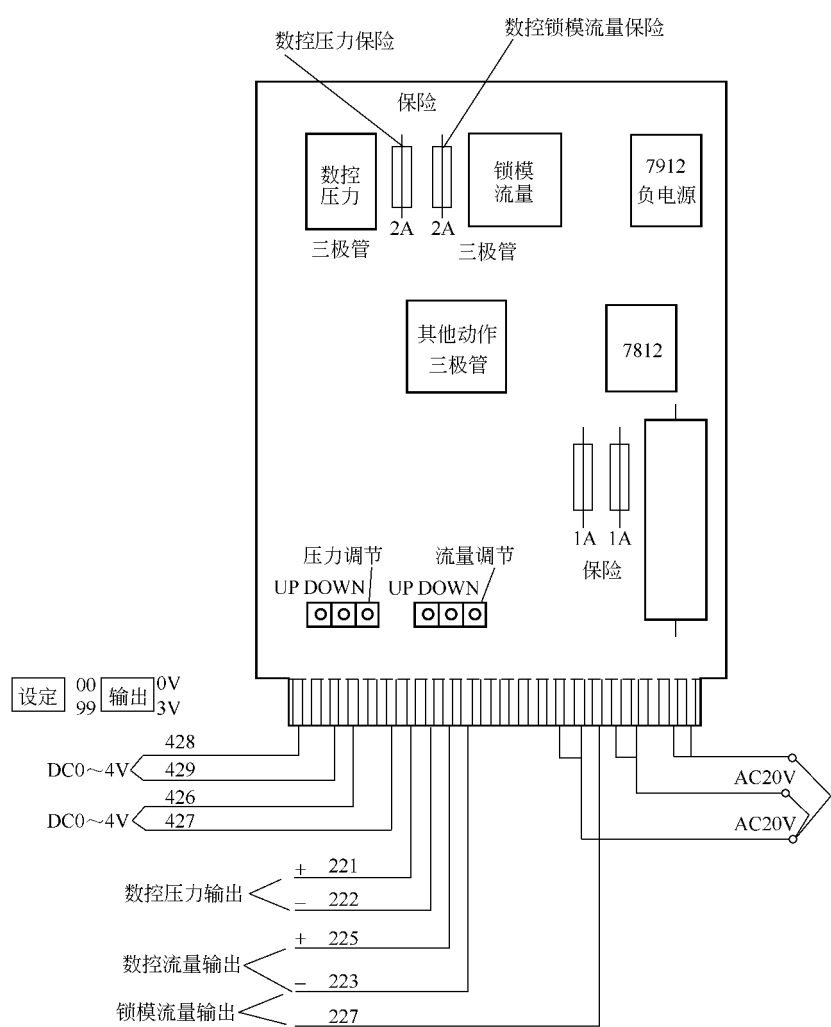


图 1-1-1 注塑机控制电路电子板测量电压幅值

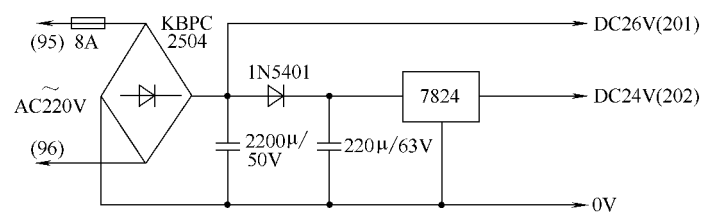


图 1-1-2 注塑机电子电源板电路

输入到三端稳压器 7824 进行稳压输出 24V 直流电压，由接线端 202 输出。该电子板接线端。检修要点如下。

① 该电子板上整流桥堆是电源板的核心元件，注塑机动作均由该电源供给，由于长期运行，加之受热较重，会产生老化。一般测量桥堆引脚的正反向电阻（桥堆由四只整流管连接而成）符合二极管的单向导电及阻值要求，再通电测试输出电压并带载测试。桥堆带载能力应当较大，该电子板上设计功率三极管就有 10 只，频繁动作的注塑机工作，不间断地推动和释放油掣阀包，没有带载能力注塑机就不能正常注塑。另外还要检查焊点、引

脚、保险管等元件情况，除尘防油，连接可靠才可工作。

② 检查三端稳压器 苑园原元件情况，测量 苑园原输出电压是否稳定，焊接是否牢固，散热片安装是否正确。更换时，注意引脚排列和焊接。

③ 检查保险器及保险管（愿粤），检查滤波电容是否完好，有无鼓肚、裂纹等，检查电源板铜箔是否良好、短路线有无松脱等。

6.1.8 油掣组合单元

震雄注塑机油掣组合单元由 圆块油掣组合控制板组成。一块是射胶控制油掣组合体，另一块是锁模控制油掣组合体，如图 远园源所示。射胶控制油掣组合体装有注塑机前端右下侧，组合体上包括了总压力阀、总流量阀、倒索阀、射胶阀、熔胶阀和射台前电磁阀、射台后电磁阀、溢流阀等。由于阀多，组合体上油孔排布也多，掌握各孔的作用和去向，弄清油路的来龙去脉，对于维修工作人员来讲非常重要。

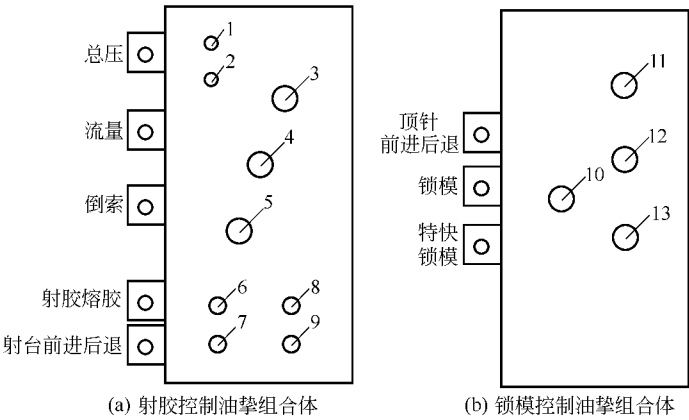


图 远园源 震雄注塑机油掣组合控制板

锁模控制油掣组合体包括了顶针前后阀、锁模阀和特快锁模阀，图中锁模控制油掣组合体装在注塑机尾部下端位置。了解清楚位置，对于检测非常有用，可以迅速检查故障，了解故障情况，为排除故障打下基础。图 远园源中油孔功能及去向如表 远园源所示。

表 远园源 震雄注塑机油掣组合控制板油孔功能及去向

分类	编号	功能及去向	分类	编号	功能及去向
射胶控制	员圆	摇工艺孔	射胶控制	苑园	摇射台后移油孔
	猿圆	摇锁模油路（反馈油路）流量由机米控制，反馈的大小由机米的深浅而定		愿园	摇射胶进油油孔
	猿猿	摇射胶控制油路的总回油管		愿怨	摇射台前移油孔
	猿源	摇倒索油孔	锁模控制	愿园	摇总回油管道孔
	猿缘	摇熔胶回油孔		愿员	摇油泵总进油孔
远	远	摇熔胶进油孔		愿圆	摇锁模及顶针油掣回油孔
				愿猿	摇锁模及顶针油掣进油孔

6.1.9 比例流量、压力的调校

（员 比例阀与电子放大板摇比例流量阀和比例压力阀统称作比例阀。它由阀体和油掣线圈组成。它的主要作用是通过油掣线圈受电的大小来控制阀的流量开放多少。而油掣线圈

受电和阀体流量开放程度是按一定比例线性关系而变化的。震雄注塑机比例流量阀和比例压力阀与电压（线包）的关系如图 1-1-1 所示。

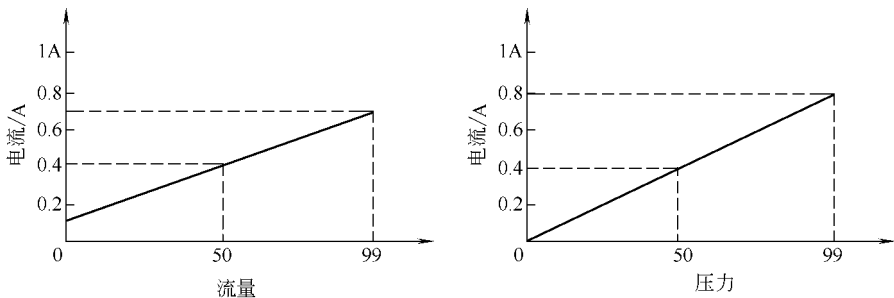


图 1-1-1 比例阀流量、压力与线圈电流关系

当注塑机注塑预置参数后，通过 1.1.1 中央处理器和电子放大板的处理后，注塑机的注塑工作压力和流量就由比例阀控制。具体可以用电箱旁的 1.1.1 和 1.1.1 电流表来显示比例线性关系。具体预置参数如下。

- 当 1.1.1 时，比例流量 1.1.1 电流表显示 1.1.1；
- 当 1.1.1 时，比例流量阀在 1.1.1 表上显示 1.1.1；
- 当 1.1.1 时，比例压力阀在 1.1.1 表上显示 1.1.1；
- 当 1.1.1 时，比例压力阀在 1.1.1 表上显示 1.1.1；

而相对的压力表则在 1.1.1 范围内呈线性变化。1.1.1 电流表上和 1.1.1 电流表上显示的电流参数也就是比例流量、比例压力油掣阀线圈电压取得的。它受控于电脑 1.1.1 中央处理器和电子放大控制。电子放大板输出电压控制比例流量、比例压力阀。控制比例流量、比例压力阀的线圈吸合程度来控制油压和油流量。

1.1.1 比例阀与电脑 1.1.1 单元摇比例阀与电脑 1.1.1 中央处理单元是紧密相连的，密切配合，共为一体，共同来完成注塑工作。其运行过程应当为：参数预置→电脑处理→电子放大板→比例流量→注塑各动作。了解比例阀与电脑 1.1.1 中央处理单元的关系，可以为维修工作提供依据。预置参数使得数据进入电脑 1.1.1 中央处理单元，经过对参数的运算和处理，将数字量通过 1.1.1 变换器转换成模拟量信号。而该模拟信号又经比例放大处理后，输出再通过“压力、流量最高限额控制”和“压力、流量最低限额控制”源个电位器进行控制调校，然后通过接线端子 1.1.1 1.1.1 1.1.1 1.1.1 号输出到电子放大板。输出信号的幅值实际中应在 1.1.1 范围内变化。在维修过程中，一般调校好后才上机工作，不宜调节压力最高限额控制电位器，否则会改变工作点，给下一级控制带来困难。电脑输出的控制信号作为电子放大板的输入信号，经过整形、比较、反馈、放大和隔离传送去控制功率三极管，再去驱动油掣阀和比例流量、比例压力阀线圈。而线圈受电大小又控制比例阀的流量开放程度即线圈电压与比例阀流量呈线性关系。严格地说按图 1-1-1 所示电流 1.1.1 量和电流 1.1.1 力关系进行调整即可。

1.1.1 数控速度与压力的检验及调节方法摇在正常情况下，注塑机的流量与压力已经过严格的调校，一般不需要再调。在特殊情况下，才需要重新调校电脑 1.1.1 中央处理单元上的压力与流量限额控制电位器。

数控压力线性比例控制的检验方法如下。

- ① 电脑 1.1.1 中央处理单元上的四个“流量与压力限额控制”电位器的位置。
- ② 预置参数把四级射胶速度即 1.1.1 调到 1.1.1，而枕压压力 1.1.1 调

到 0。

③ 启动油泵电机，在熔胶筒内加热温度要达到塑胶熔化温度时，按手动射胶按键，并使螺杆转动顶底，输入射胶信号，看油压压力表应指示一个低于 0.5 MPa 的压力数值。可用压力最低限额控制电位器 10 来调节，反时针方向转动时，可使压力降低。

④ 可预置参数将枕压按级增加，油压表指示应按比例增加，当压力数控值枕压压力达到 10 时，油压压力表指示 0.5 MPa，利用 10 来调整油压表的指示，如果油压表指示的误差在 0.05 MPa 以下，则不用调整。10 顺时针方向转动可增高油压表指示，反之则降低油压表指示。当枕压压力预置数控数值达到 100 时，油压表指示最高 0.5 MPa，可利用 10 压力最高限额控制电位器来调整，但油压表指示的误差不超过 0.05 MPa。用 10 来调整压力最高限额，顺时针方向转动可以增高油压表指示，反之则降低油压表指示。

⑤ 停止输入射胶信号，重复上述 ② ~ ④ 步骤，利用射胶压力数控数值作检查点。常用 10 和 100，当其中一个检查点 100 达到所需的压力指示，而另一个检查点 10 的压力指示误差不超过（所需压力指示）0.05 MPa，则不用再调整。但需要在射胶压力数控值为 10 时，油压表的压力指示不可高于 0.5 MPa，一般均在 0.4 ~ 0.5 MPa 之间。

⑥ 为避免在枕压 100 检查点内调整油压指示时间长，引起油温过热或电机过载，热继电器动作，调校要迅速准确。如遇热继电器跳掣要等 1 min 后，热继电器金属片复位后，把射胶压力数控值调低后，再按热继电器的复位按键，继续调整。

⑦ 当调整枕压参数在 10 ~ 100 及 100 ~ 1000 时，油压表可能有不符合线性比例的压力指示，这是正常的，如果误差额不高于 0.05 MPa 则不需调校。

⑧ 注塑机类型不同，最高系统压力也不同。当最高系统压力为 0.5 MPa 时，在数控压力达到 10 时油压表指示应在 0.5 MPa。而误差不超过 0.05 MPa 则不需调校。

数控速度线性比例控制的检验方法如下。

① 拆下模具，取消特快锁模操作。

② 取消低压锁模。

③ 关上安全门。

④ 把数控高速锁模速度调到 0 的数值，把数控高速开模速度及数控低速开模速度均调到 100 的数值。

⑤ 启动油泵电机，用手动操作方式开模。开模终止后，再按锁模键锁模，这时动模板不应移动，再将数控高速锁模的速度调到 100。再调时，动模板应有缓慢的移动。

⑥ 在电脑 1 号中央处理器电子板上，用速度最低限额控制电位器 10 去调整，按上述步骤达到步骤 ⑤ 的要求。数控速度调整适当时，若把高速锁模速度调到 100 时，动模板会慢慢移动。当调到 0 时，动模板会停止移动，若转回 100 时，动模板会慢慢开始移动。如果动模板移动时，振动幅度大，应检查是否取消特快锁模。

⑦ 如果高速锁模速度是 0 时，动模模板移动，可以把 10 反时针方向转动，直至模板停止移动为止。如果高速锁模速度是 100 时，动模模板不移动，可以把 10 顺时针方向转动，

直至模板移动为止。

⑧ 重新调整低压锁模的位置及裁缝时间掣的预调时间。

更换电子放大板及调校方法如下。

在电子放大板损坏情况下需要更换。一般是将损坏板从插入式插座中拆下，换上新的电子放大板。新板安装上后，还需要加以调校，以保持数控压力和速度的线性比例控制，方法如下。

① 拆下损坏电子放大板，换上新板，插入插座，固定电子放大板。

② 巡视电脑面板。不开油泵，按手动射台按键，显示灯亮，看电箱旁 阅办槽 和 阅办槽 电流表是否有电流，看面部压力表是否有压力。正常 阅办槽 表有 源定槽 电流，阅办槽 表上有 源定槽 即可。若达不到，可选用电子放大板中压力、流量电位器粗调，使电流达到。

③ 熔胶筒加温。待达到料温时，开启油泵电机，按手动射胶，将螺杆顶底。停掉油泵。

④ 把数控四级射胶速度调到 阅办槽，枕压压力预置 阅办槽，再按手动射胶，看数控流量 阅办槽 电流表和 阅办槽 电流表上指示。阅办槽 指示应为 阅办槽；阅办槽 电流表上指示为 阅办槽。若有不符可用电子放大板上流量微调或压力微调电位器进行调校，顺时针方向转动可增加压力表上的指示数值，反之则降低指示数值。

⑤ 把速控四级射胶速度调到 阅办槽，枕压压力调到 阅办槽，按手动射胶，阅办槽 电流表电流指示应为 阅办槽，阅办槽 电流表上指示应为 阅办槽。若达不到可用电子放大板上的流量微调 and 压力微调进行调校，顺时针转动可增高电流表上的指示数值。反之则降低指示数值。

⑥ 调校电子放大板过程中，若按上述步骤调校，无法达到时则可以重新调速电脑 悦裁 中央处理器的信号输出幅值，注塑机系统油路油压和流量需重调。若调校后达到上述要求，则可将四级射胶速度调到 阅办槽，枕压压力调到 阅办槽。

⑦ 启动油泵电机，按手动射胶，观看油压表压力指示是否在 阅办槽 位置上。若达不到，可调整电脑 悦裁 中央处理器单元上 宰源（最高压力限额控制），使其达到为准。

⑧ 可再预置四级射胶速度 阅办槽，枕压压力 阅办槽，再按手动射胶，观看压力表油压指示是否在范围内（阅办槽），校验一下压力控制线性度。

6.1.10 程控器电路的维修方法

程控器（孕办机）控制体积小，容量大；控制功能多，具有存储、编码、解码、计数、定时器等各种功能；可以分散控制或兼容工业计算机进行监控或其他工作；电压范围要求较低，可在 粤办槽 范围内工作；维修方便，便于拆装，设计有单元端子和输出插座等。在实际应用过程中，程控器故障率很低，运行可靠。是注塑机目前控制系统常采用的器件之一。

程控器故障率低，常见的故障一般均发生在输入、输出接口部分，这些部分与外部设备受控器件或输入信号器件连接，故障发生的情况也较多一些，常见的输入电路单元是由程控器 悦裁 中央处理单元，经总线缓冲或驱动，再经反相器对信号放大，光电耦合器对信号进行隔离传送，信号指示电路和限位开关输入或其他输入信号输入组成。故障发生也常见于反相器放大前至信号输入始端。而输出电路单元也由上述控制，经反相器对信号放大后，去光电耦合器对信号进行隔离传送。信号放大处理后，去控制输出继电器线圈，由继电器线圈动作，触点吸合去控制油掣阀线圈。而输出电路故障常见于反相放大后至继电器输出端。对于

程控器的维修一般是先诊断清楚故障情况及故障点。常用的方法是用模拟法来进行判断，通过判断检测各点的输出及电路，找出故障点的元器件予以更换，再校验试机。

(1) 程控器模拟诊断方法程控器发生故障，尤其隐性故障时，常采用这种方法来进行判断。因为程控器实际是一部单片微型计算机系统，模拟诊断方法就是利用编程器，对程控器模拟编号简单程序使其运行，通过运行进行监视和检测。这样既能判断程控器内部“软件”是否正常，又能测量出“硬件”输出是否正常。具体步骤如下。

① 停电源开关，拆下程控器底脚固定螺丝，然后拧开程控器输入输出端子螺丝，向上拔出整排插座，插头在程控器内。

② 用导线或鳄鱼夹将 220V 交流电源输入程控器，观看电源信号灯亮否，否则检查程控器输入保险器保险管是否完好，如有损坏给予更换。

③ 将编程器装于程控器安装口，开启编程按钮开关，显示地址、指令和数据，监测指令和地址直至 1000 指令。记住 1000 指令的地址，例如是 1000 句，利用编程器删除 1000 句指令，继续编程来模拟查询。例如估计开模终止限位开关 1000 和慢速锁模 1000 动作有异常，需要查寻，那么就可以简单编程如下。

原地址 1000 1000 1000

1000 1000 1000

1000 1000 1000

1000 1000 1000

1000 1000

④ 执行上述编写的程序，具体是压合开模终止行程开关，用万用表检测输出 1000 输出点是否有电压。也可以用 220V 交流线短接输入点 1000 后，测量 1000 是否有 220V 交流输出电压（输出端 1000 点要连接 1000 或者用一电磁阀模拟负载，看是否能驱动。同时还要看输入和输出是否指示灯亮，灯亮表示输入输出点信号到达。再由 1000 线和 220V 交流线端子连接形成输入信号，通过短接后立即 1000 有一个 220V 交流电压输出。这就表明该输入 1000 端和 1000 端输出端是正常的。

⑤ 通过上述一系列简单编程和程序运行逐步查出可疑部分和有故障部分。这种方法也只是对输入输出电路进行检测，没有涉及程控器内部的软件。若涉及其中，给维修工作带来有更大的难度。

(2) 检查要点

① 检查光电耦合器是否良好，它包括反应是否灵敏、可靠，有无损坏或性能不良。检查信号指示电路是否良好。发光二极管是否发光正常，电路板有无烧痕或线条断线等。

② 检查输出端子继电器主触点是否良好，有无烧毛触点或烧结触点。检查电路板上有无其他异常状况。检查输出继电器线圈是否良好，检查保护继电器线圈所用的二极管是否有短路或开路状况，会引起继电器工作不正常。检查发光二极管是否完好，来电显示发光。

③ 根据上述检查情况对外围电路进行检查。外围电路包括程控器输入输出端子排的连接导线，程控器去各油压阀线圈的导线，程控器去各个限位开关和其他开关的导线等。要求外围电路绝缘良好，连接可靠，这对于程控器的工作非常重要。常见故障中程控器的输出继电器主触点烧结在一起，就是由于外围电路中存在短路造成的，它可以由导线短路引起，也可以由继电器线圈短路引起，还可以由接触器线圈引起。所以在设计外围电路时，尽量选用低电压或直流 220V 交流来代替 220V 交流电压控制线圈或电磁阀圈。在程控器输入电路中，常见故障之一就是工作不可靠或接触不良。由于输入电路均以限位开关闭合后，220V 电压接通方式，所以输入

电路中不会有输出电路那样严重的故障，但会影响程控器正常工作。常用模拟输入 0V 电压，观察输入指示灯亮否，再用限位开关闭合，观察输入指示灯亮否。还可以开机调校好限位开关的位置，来观察指示灯状况。总之可以通过指示灯来判断程控器到限位开关位置处的导线是否存在故障如开路、断线等，如限位开关触点机构接触不良，可调校或者更换。

图例 注塑机常见故障与处理方法

6.2.1 注塑机的检修方法

注塑机维修工作的核心是故障的判断和故障的处理。它涉及知识面广，复杂程度大，需要具有一定的深度如综合专业知识水平。既要有机械设备维修知识，又要有液压维修知识，但电气维修知识占主导地位。其实注塑机维修工作是不断学习进取的过程，只要掌握基本工作原理，掌握基本工作方法，不论各种机型，万变不离其宗，都能探索出一套维修工作程序来，以保证注塑机正常进行。

维修工作首先必须了解和掌握注塑机的操作说明书中的内容，熟悉和掌握注塑机的机械部件、电路及油路，了解注塑机在正常工作时机械、电路及油路的工作过程，了解和掌握电气元器件、液压元器件的检查和维护使用方法。清楚正常工作状态与不正常工作状态，以避免费时费工的误判断和误拆卸。

维修工作必须了解设备的操作和调校部件，并且会正确使用。若不知道操作设备，检修工作是非常困难的，判断故障也可能不可靠。注塑机中电路板及电气元器件长期受高温、环境、时间等因素影响，器件的工作点偏移，元器件的老化程度，都是属于正常范围。所以，调校设备也是维修工作中必不可少的基本功之一。了解注塑机的工作程度，调校注塑机电子电路、液压油路是十分重要的环节。

维修工作要做到准备、可靠和及时，必须对各类型注塑机的使用说明书中内容加以研究和掌握，一般维修过程中，维修思路通常是电路→油路→机械部件动作。而调校工作又反过来进行，例如机械动作如锁模压力欠缺，可去找油路和电路，如电路输出电流正常，则调校油掣阀。若油路正常则调校电路电子板。当然最后统调，但三者关系相互依赖、相互控制。正确使用仪器仪表测量、调校检测电路，检修油路，调试机械部分的位置及动作，是判断故障的重要手段。一般注塑机后产厂家只给出设备的电气方框图、油路方框图和机械的主要部件，这对于维修工作是不够的。必须注意在日常维护工作中，收集、整理各方面的有关资料，如电气、电子、机械备件、油路、油掣阀体等方面的资料。例如电气方面，若有机会就要测绘电路原理图，测绘电子板的原理图及实际的接线图，测出接线端子对应的器件等有关资料，以便在维修中为故障的判断和分析提供准确的检测点或去向。测出其检测点的具体参数。在必要的时候，还要自己制作电源，模拟输入和输出信号，进行模拟测试或调校，以掌握和取得第一手维修资料数据，如各级工作点的参数等。

油路维修也是如此，油路框图只给了大致范围，尤其采用油掣板组合体，虽然集成度提高了，但维修难度加大了，必须根据油路及油掣阀的特点综合调校和维修。有机会仍然要测绘油路的参数如进油孔、出油孔、主油路管道、各阀体的管路等。尤其在故障处理时，油掣阀的拆卸、清洗、检查、安装是经常的。所以熟悉油路及油掣阀体很重要，对于初次拆卸的阀体一定要有草图记录或草拟组装图。既是收集资料，又可保证阀体元件的组装无误，切忌没有资料或没有记录拆卸清洗组装。常由于这种情形造成许多麻烦。

维修工作必须掌握和整理出符合原理、符合逻辑的系统故障维修方法和判断程序图。应结合平日维修工作实际,收集注塑机有关资料如故障状况、故障可能的原因及维修方法,对故障的准确判断提供依据,通过准确的判断就可对故障进行处理,其方法有逐步检查法、模拟检查法、电压测试法、通断测试法、电路板替代法等各种方法。通过修理后,要重新调整工作点,重新进行调校,进行带载试验,使其设备工作在操作说明书所列数据参数范围内。

6.2.2 注塑机常见故障及处理

注塑机常见故障的判断是按故障方框图按顺序进行检查,综合电路、油路和机械动作,为常见故障的判断提供依据。检查方法如下。

(员) 初步检查 初步检查包括操作人员提出故障维修申请和检查一般明显的故障,是维修人员最简捷的故障处理方法之一,是较直觉的反映,如保险丝断,热继电器跳闸等。碰到这样情况,不要忙于处理,要了解设备运行情况,核查一下是否设备有其他严重故障,外部设备是否存在故障隐患。外部设备应包括电源输入、自动空气开关、保险器及闸刀等电气设施,还要包括其他如主控油泵电机电路、去发热筒加热电路、去调模电机电路等是否输出电压正常,有无开路、短路、缺相等隐患。要根据具体部位,顺序检测一下,才能在送电合闸时,心中有数。

再者外观检查也相当重要。有些故障初期,先从外观上变化,逐步形成故障。例如接触不良,开始时先是发热,逐渐发热引起局部发热,而后过热损坏器件。不论是触点固定座,还是接线端子座,均能烧焦烧坏,最后端子和导线烧断。所以,外观检查既包括视觉,还要有听觉、触觉和嗅觉进行,听觉可以发现机械调校是否正常,油泵电机是否正常,振动是否剧烈,轴承是否良好。触觉可以用手背检查触摸器件运行有无过热,电机是否有过热,电源线缆和电气器件如空气开关接触器、保险器等是否有过热现象。嗅觉可以在检查时,嗅到有无电器件烧焦、烧糊的气味。一般变压器、电机绕线、油掣阀圈以及导线短路损坏都是烧焦,发出气味。在外观检查过程中,物理检查就包括上述几种方式,是维修工作最基本的工作方法,要仔细、严格,可以早期预防故障发生,减小故障带来的损失。

(圆) 确定故障 通过对设备的初步检查,了解设备的运行状况,再综合设备有关资料和操作说明,对每级和部位器件进行测量,测量数据与正常运行数据进行比较来判断和确定故障。

故障发生常与机械、电气、油压有关连,如何分清楚故障也很关键,确定方向还是先从电气部分到油路液压部分,最后再到机械动作部分。所以,每一动作的控制级相当重要,而上一级的输出则是下一级的输入。动作程序的执行还要有互锁制约条件,例如不锁模故障就要看关锁模的条件是否达到,检查锁模终止开关是否闭合,顶针后退终止开关是否闭合,安全门限位开关是否闭合等条件是否达到。就是这些条件达到,还要求油路及油掣阀正常,机械部分的锁模油缸部分正常,才能进行工作。确定故障是在初步检查基础上发展,根本上还要从对注塑机的了解及掌握程度上体现出来。具体机型、主要部件、测试点位置、动作程序,都必须清楚,这对于故障判断和确定非常有帮助。

(猿) 找出故障级 注塑机故障确定之后,要把故障缩小到故障级,把要检测的部件、元器件减少到最低,逐级检测每级输入和输出点的数据参数,通过逐级检测。检测中须注意电路的耦合方式,需要断开测试的要断开,以免在线测试中电路耦合。

找故障级,要有预先判断能力。因为各种故障症状间相互关系紧密,熟悉注塑机各部件的性能。在确定故障之后,预先判断故障级较为重要。故障发生后,不可能全部故障级元器

件一一测试，但可通过方框图、电路原理图、油路图综合判断。方框图给出电子电路的功能块相互关系。电路原理图给出电子电路中所有器件组合成功能块的关系。还有元件布置图和接线图也十分重要。元件布置图是元器件的实际布置、排布和位置。接线图是电路之间相互联系的枢纽。这两个图对于故障级的判断很有用处。

故障级测试点可直接测量和判断，并且测量方便、简捷、实用、快速。可以用示波器、万用表等仪器来测量、寻找故障级，最通用的是用万用表来测试，如电阻、电压、电流等参数测定。

④ 找出故障元器件 找出故障级后就是找出故障元器件。故障级有可能是一级电路，也可能是一功能块，如何找出故障元器件，处理故障是关键，常用的几种方法例如电路板替换法、元器件替代法，在线测试法可进行快速测试。例如注塑机比例压力不正常，达不到注塑压力通过检查和判断，估计故障出现在比例压力方面，而电子放大板输出控制比例压力。所以，更换 电路板，经调校后就达到正常。然后，对原电子放大板进行维修检查，测定出光电耦合器 性能变坏。虽然输入信号幅值相同，但输出线性度变化范围变小，所以造成压力不正常。

元器件替代法也是检查电路寻找故障元件的方法之一，尤其在电子元器件性能检测较为困难时，以及对一些不易解决的软故障情况，所以一般对集成电路块和模拟电路块进行元件替代。因为集成或模拟元器件引脚排列较密，常见双列 脚、双列 脚等，焊点多而密，线条细小，焊接时容易损坏电路板，较多地采用 插座，有双列 脚、双列 脚、双列 脚、……、双列 脚等，替代时只需将原来的器件卸下，换上新装的元器件，然后进行调校（若有条件的可预先进行集成块老化和筛选最好）。这种方法的使用，也要有较成熟的经验，对于故障元件的确定要有把握，以免造成误判。这方面，故障的判断、电路系统的分析、故障的可能原因、实际的维修经验是故障处理的重要内容和方法。

⑤ 更换元器件 通过上述方法寻找出故障的元器件，需要更换的更换，电路中起重要作用的、性能不良的也要更换。更换元器件首先要了解损坏的元件的技术规格及要求，可通过损坏件的标称值来替换，但原则不能降低原设计标准，如原来电解电容是 电容，只能是 电容，耐压可以等于或大于 电容，但不可以小于 电容耐压值。可根据体积而定。

若手里没有类似的元器件，要用替代元件时，就要先查清楚原来器件的性能指标和功用，再查清替代元件的功能及指标，还要考虑外形尺寸及引脚等。例如三极管型号 参数是 型，电压 电容，电流 电容，工作频率 电容。若手头没有这种类型的三极管，可以选择如 型、 型等型号的三极管，它的参数与 基本相同，这样才可以替代。

元器件更换时，要注意电容器要放电，电源要断开，损坏的元器件不要在线测试，焊开一侧进行测试，做最后的鉴定。对电路中的软故障，尤其是功率元器件，可以用短路法进行快速测定，如可控硅元件、功率三极管元件在似坏非坏阶段，检测参数还可以，一带负载就出现问题或者发热后就出现故障，使维修工作人员很为难，常用短路法瞬间短路冲击可控硅控制板或三极管基极。对有故障的元器件一般即刻见效，马上更换处理。

通过上述工作后，必须对其进行检测，对整机进行复查，重新调整电路和进行调校以达到原参数为准。

6.2.3 注塑机常见故障判断程序

图 是故障判断流程图，是维修工作程序和检修指南。维修过程中，通过对注塑机

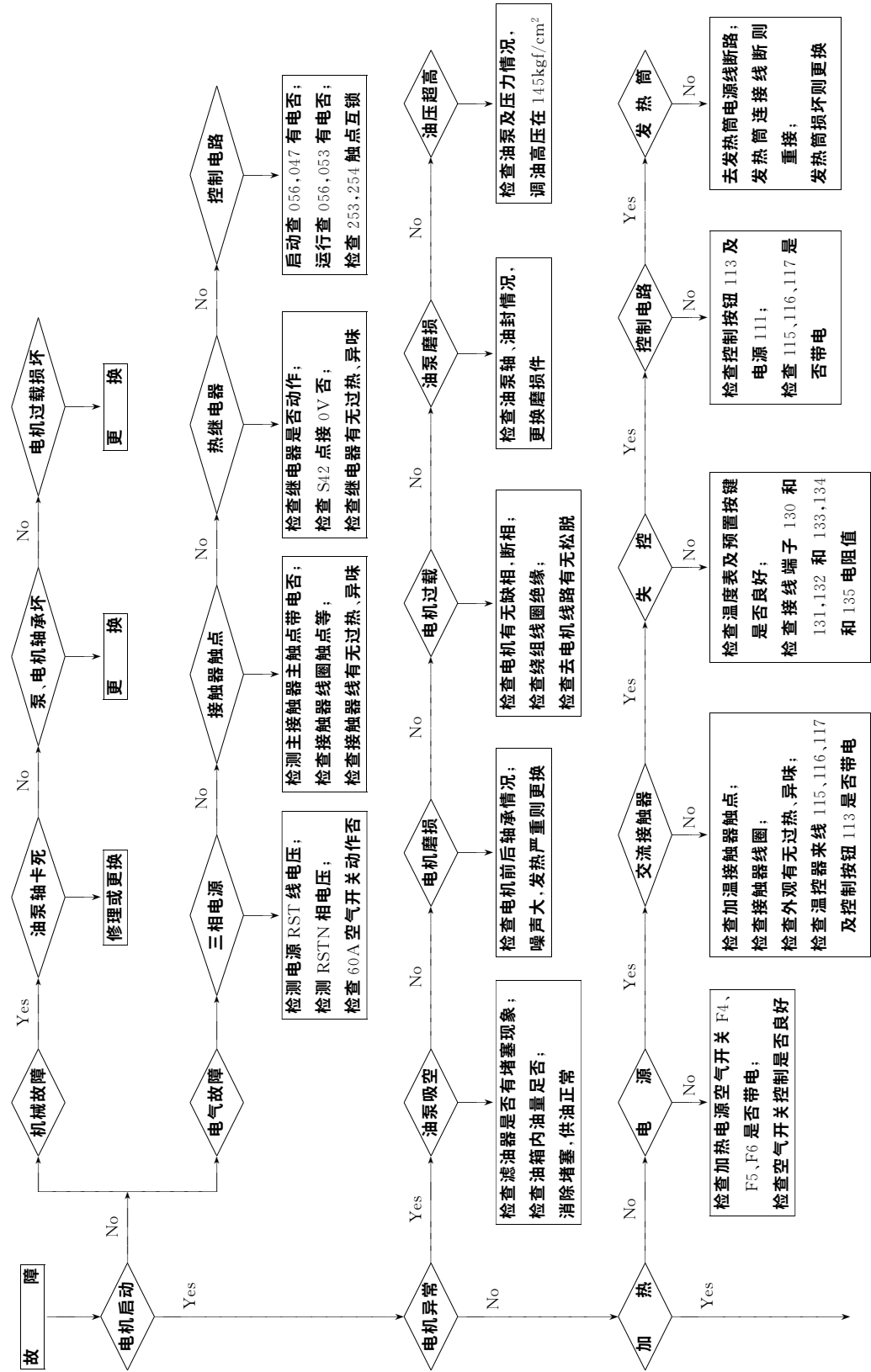


图 6-16 油泵电机和加热电路的判断程序

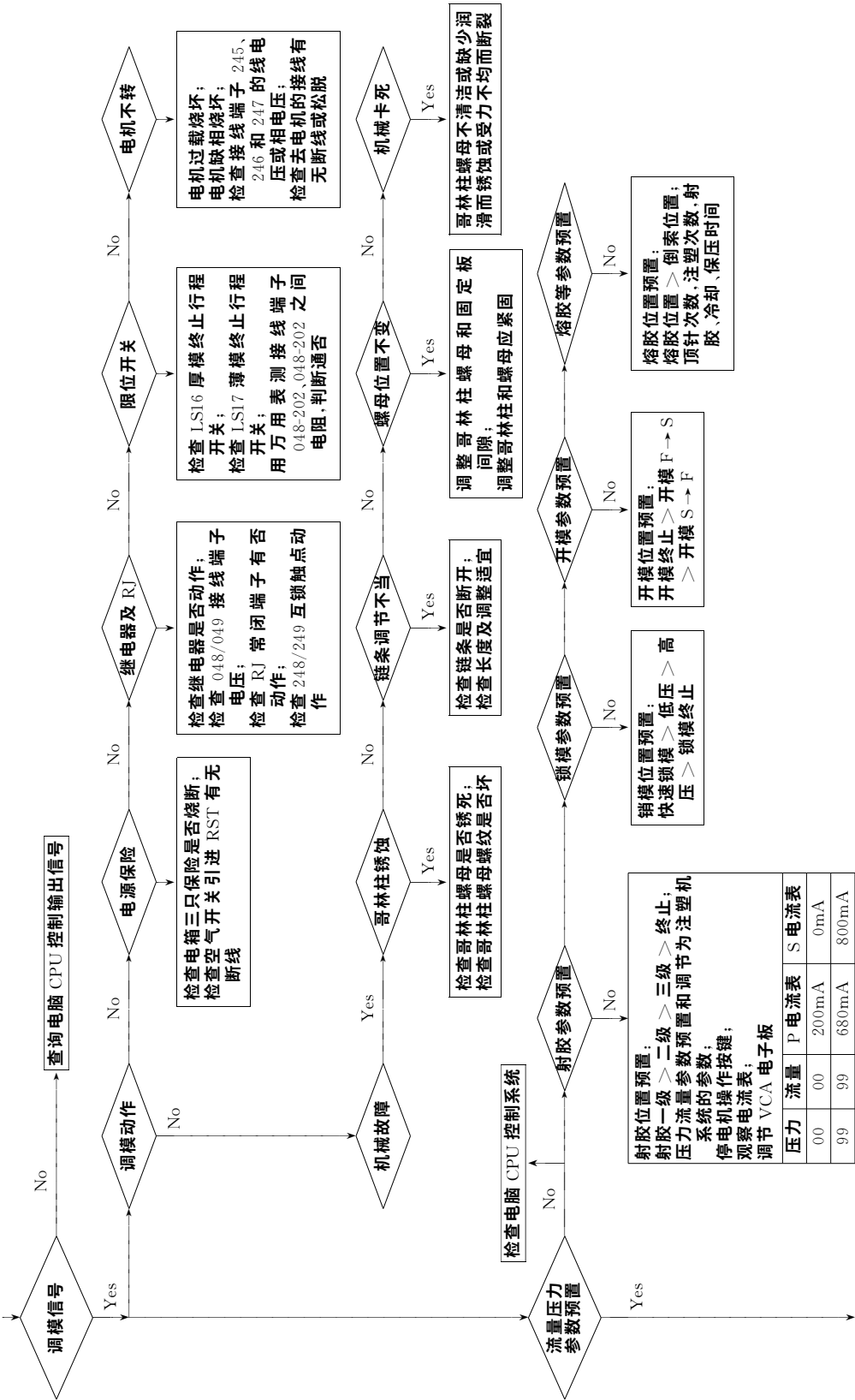


图 6-17 调模电路和比例流量、比例压力电路的判断程序

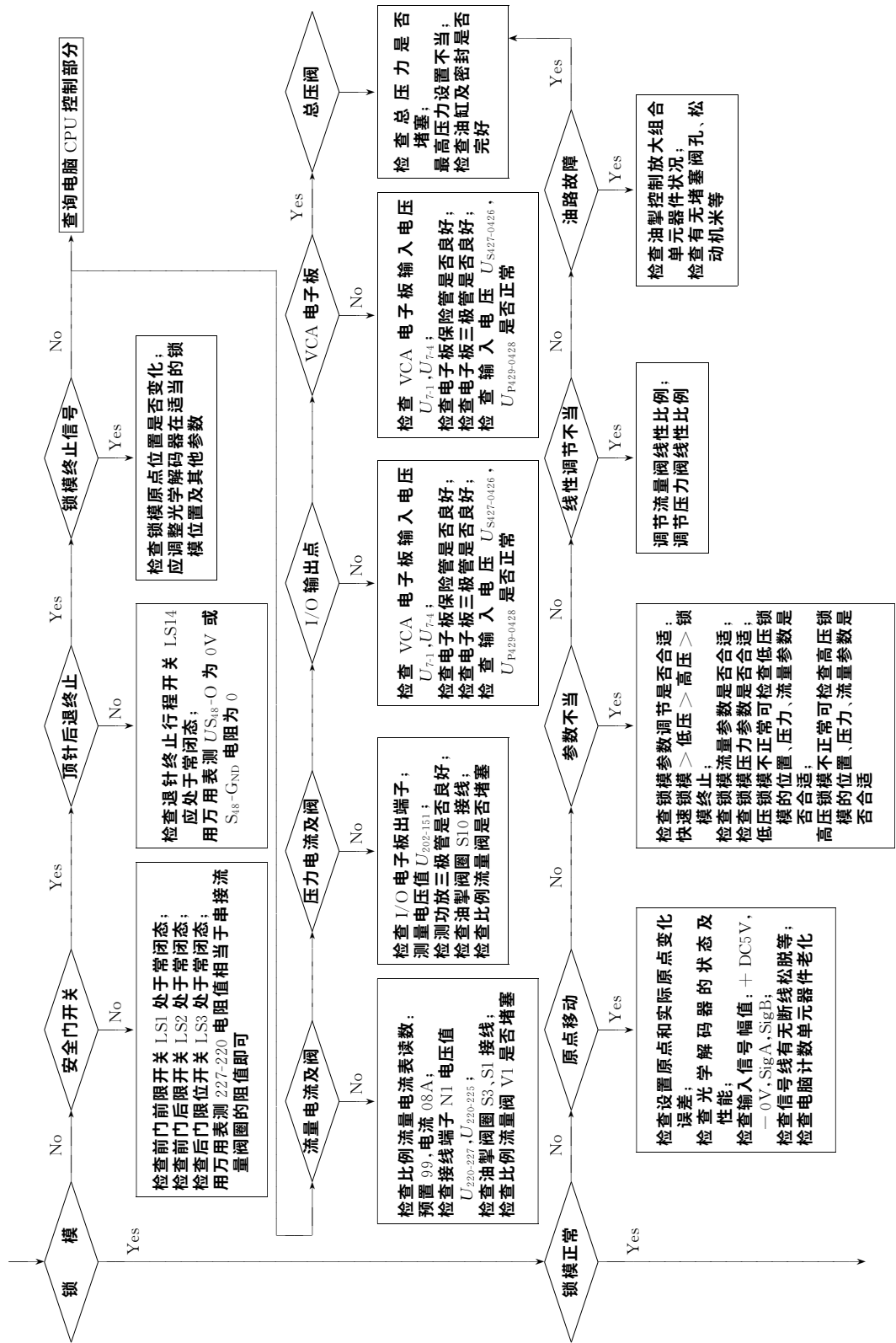


图 6-18 锁模动作的判断程序

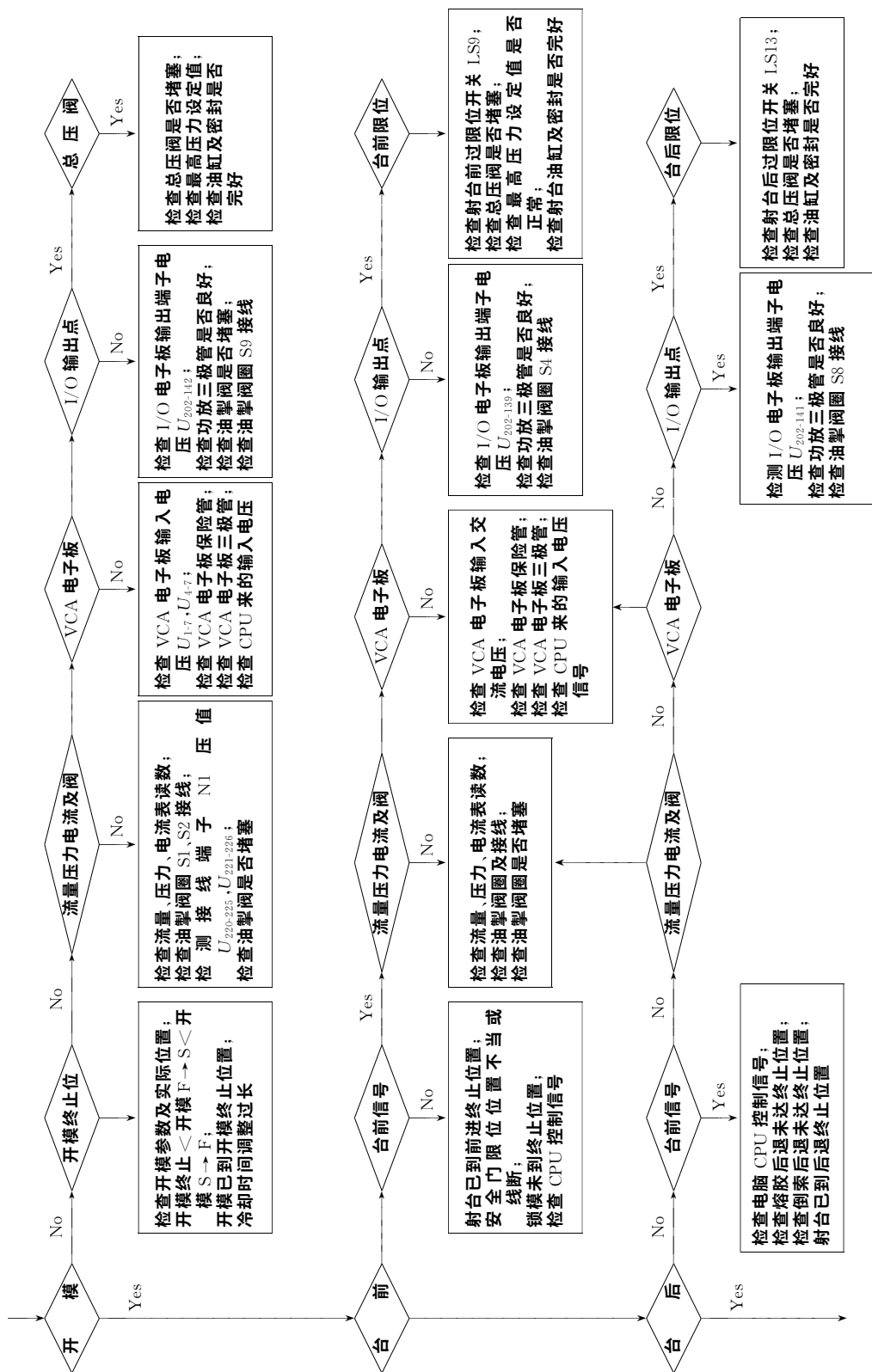


图 6-19 开模动作和射台前、后动作的判断程序

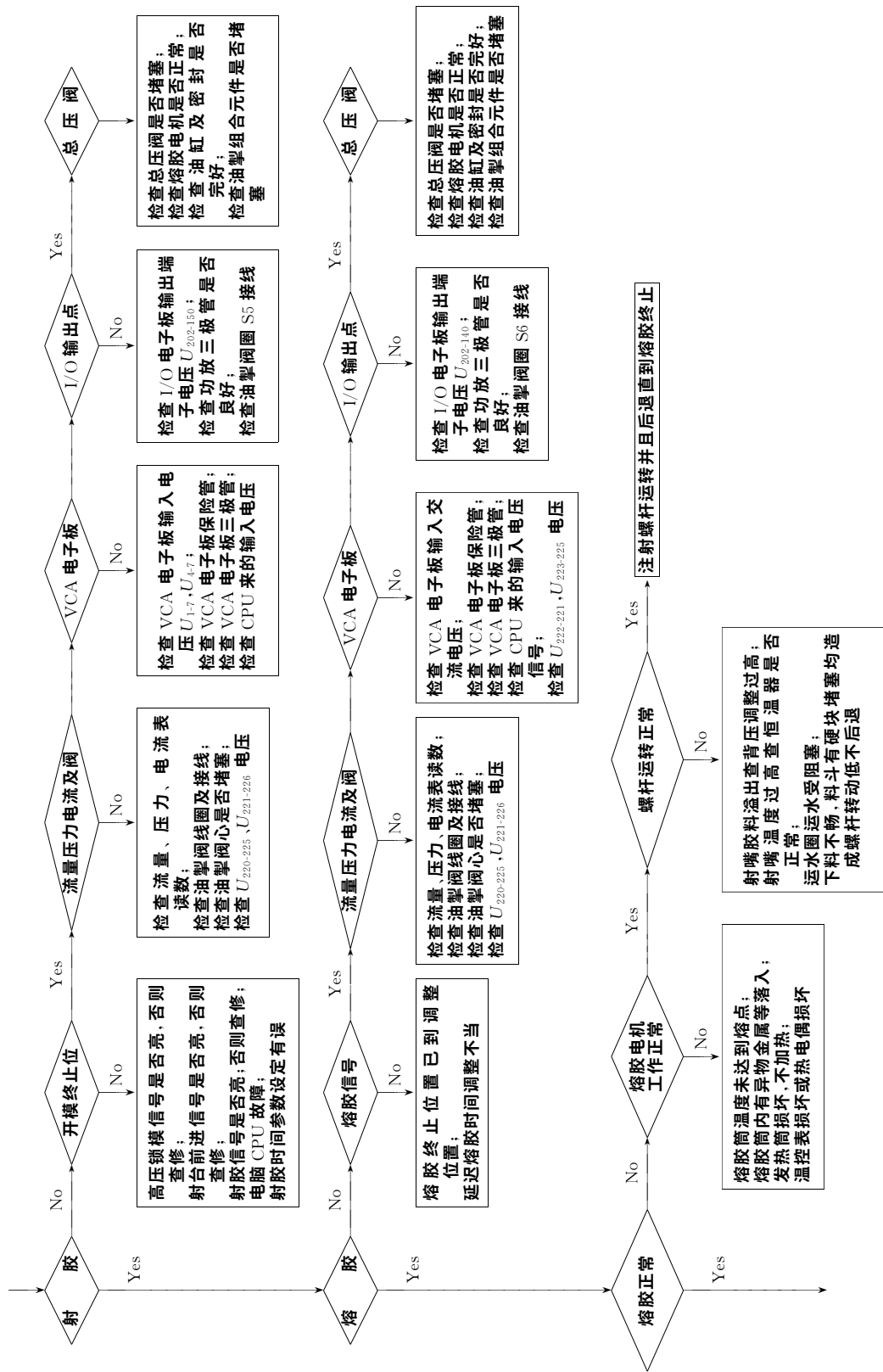


图 6-20 射胶、熔胶动作的判断程序

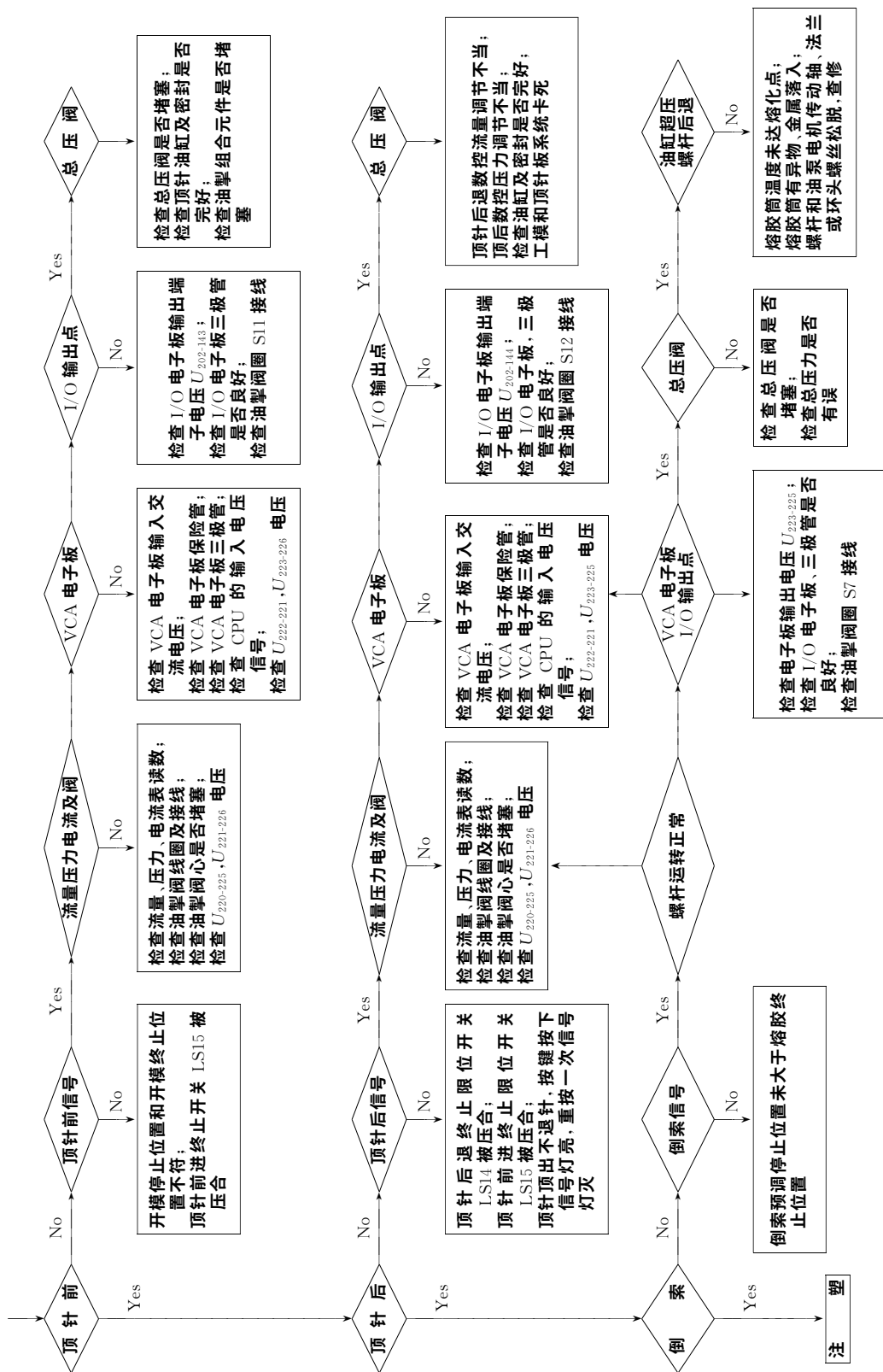


图 6-21 顶针前进、后退和倒索动作的判断程序

故障现象的分析，来判断故障，找出症结，以对症下药，处理故障。经过维修实际和技术培训总结编制了图 远源 油泵电机和加热电路的判断程序。图 远源 是调模电路和比例流量、比例压力电路的判断程序。图 远源 是注塑机锁模动作的判断程序。图 远源 是注塑机开模动作和射台前、后动作的判断程序。图 远源 是射胶、熔胶动作的判断程序。图 远源 是顶针前进、后退和倒索动作的判断程序。全部六张图顺序排列就组成了注塑机震雄机型的常见故障判断程序图，可以从任一个故障点查询到可能的原因和处理的方法或者调校相关的元器件。这些图为注塑机的常见故障判断提供了明确的检测点，为分析故障产生原因提供了依据。

6.2.4 注塑机常见故障与处理实例

(员 不锁模 (包括不能完全锁模) 摇震雄机型不锁模处理如下。

- ① 检查安全门是否完全关上，安全门的限位开关 (远源 远源 远源 是否被安全门控制压杆压合及松开。注意 远源 限位开关是接常闭触点。
 - ② 检查电脑程序控制器的操作信号指示灯亮否，再检查辅助电子板 (远源) 输出点 远源 是否有失灵或其他故障。
 - ③ 检查控制周期回复锁模的电眼装置是否有故障，发射和接收部分是否安装到最适当的位置 (全自动时)。
 - ④ 数控锁模压力的数值 (低压锁模力) 太低，不足以抵消锁模时遇到的摩擦力，增强数控压力值及调节启动低压，检查锁模限位开关与低压锁模终止限位开关的位置。
 - ⑤ 调模厚度调节不当，应增加容模厚度。
 - ⑥ 检查锁模终止位置以及各位置设定是否正确。
- 一般光学解码器脉冲表示，要求快模锁模位置 (远源 大于低压锁模位置 (远源)，又大于高压锁模位置 (远源 还要大于锁模终止位置 (远源)。
- ⑦ 顶针后退未终止或者顶针后退终止限位开关 远源 远源 有故障或者调校不妥。
 - ⑧ 检查比例流量阀 灾员 方向阀 灾原及 灾缘 是否有杂物阻塞阀心移动，检查油掣阀线圈 灾员 灾吸 灾缘 的接线。

宝源机型 月再 不锁模处理如下。

- ① 安全门没有关上或行程开关 远源 未压合，远源 限位开关未松开。检查安全门限位开关是否正常。
 - ② 调模后未关调模钮子开关或者开关坏。
 - ③ 锁模压力控制阀圈 月圆 失灵、锁模油掣阀 阅员 电磁阀线圈烧坏，或油掣阀心卡死，应清洗。
 - ④ 定时锁模时间掣 员 调整时间太短。
 - ⑤ 顶针后退限位开关 远源 未被压合。
- 宝源机 月再 不锁模处理如下。
- ① 安全门未关上，即安全门限位开关 远源 未被压合，检查安全门限位开关是否操作正常。
 - ② 顶针后退限位开关 远源 未被压合。
 - ③ 锁模油掣线圈 灾员 已烧坏或接线不当。
 - ④ 锁模油掣 阅员 阀心被卡死，清洗油掣阀心。

⑤ 锁模动作的速度设定太低。

⑥ 检查低压锁模油路是否正常。锁模限时时间设定太短。

⑦ 注塑机处于调模状态，关选择开关。

⑧ 若有油压安全锁，检查是否正常。

恒生机型不锁模处理如下。

① 安全门限位开关未被压上。

② 检查开锁模方向油路是否换向，检查方向油路阀心是否卡死或损坏，清洗或者更换。

③ 开、锁模导杆压合不到限位开关，注塑机不能锁模，调校使其压合限位开关。

④ 油压顶针未被压合。

⑤ 流量及压力调校不当。

⑥ 转换开关出现故障或者时间继电器出现故障。

力劲机型不锁模处理如下。

① 安全门没有关上或安全门限位开关接线松脱，检查安全门信号。

② 锁模压力设定太低，可适当加大锁模压力。

③ 锁模终止限位开关不能复位，检查锁模终止限位开关信号。

④ 顶针后退接近开关损坏或感应检测不到，检查顶针后退接近开关。

⑤ 比例流量阀、锁模电磁阀、开模电磁阀、差动电磁阀的阀心被异物卡死，清洗被异物卡死的电磁阀。

⑥ 不能锁紧模具由于调模厚薄不当引起，可增加或减少容模厚度。

⑦ 不开模摇震雄机型处理如下。

① 检查开模终止的位置是否适当。

② 检查比例阀和方向阀是否有杂物堵塞要清洗，检查油路线圈及接线。

③ 若是停机后一段长时间后发生，而停机时模具被高压锁紧，机铰和哥林柱变形，而普通的开模压力不足以开模，因开模力比锁模力低。解决方法是：把开模数控流量调到最高，用慢速开模及手动操作开模；如果方法不行，则需要把开模动作的油压提高，可高过额定的工作压力，方法是把电子溢流阀心压下（阀心是被一块有弹性的外盖掩着），同时进行开模操作，由于开模力因工作压力骤升而增加，模具一般都可以被打开。

④ 数控流量阀和压力阀线圈接线松脱。

⑤ 电子放大板保险烧坏或速度、压力控制三极管损坏。

⑥ 检查电子板开模油路线圈输出点是否有电，电压是否正常。

力劲机型处理如下。

① 开模位置设定不当，需重新设定开模位置参数。

② 锁模电子尺损坏、检查电子尺，如损坏应更换。

③ 锁模电磁阀心被异物卡死，应清洗电磁阀心。

④ 电脑控制板损坏，应更换电脑控制板。

⑤ 不调模（宝源机）处理如下。

① 调模选择开关未开。

② 哥林柱丝母的压紧块未松开。

③ 哥林柱丝母不清洁或无润滑油而烧死。

④ 调模油掣阀 阅线圈烧坏或阅心卡死。

⑤ 调模流量油掣 未打开。

不熔胶或熔胶慢或熔胶电机转速太慢摇震雄机型处理如下。

① 熔胶筒温度太低，检查电热筒及温控表。

② 熔胶终止行程位置不当。

③ 检查方向阀 阅的阅心是否被杂物阻塞及油掣阀线圈 阅的接线开路。

④ 有坚硬异物进入熔胶筒内或过胶头损坏。

⑤ 熔胶筒末端的运水圈温度太低。

⑥ 熔胶流量太低。

⑦ 熔胶电机损坏，更换轴承。

⑧ 熔胶电子板中三极管烧坏或导线松脱。

⑨ 光学解码器失效，脉冲无规则或没有。

宝源机 再处理如下。

① 没开电热或电热温度不够。发热筒烧坏，这种情况禁止开熔胶电机，以防螺杆损坏。

② 熔胶限位开关 失灵，触点不放开。

③ 熔胶油掣阀 阅线圈烧坏或油掣阅心卡死。

④ 熔胶的流量阀 未放开。

⑤ 熔胶油压电机损坏，更换轴承。

⑥ 射胶熔胶的回油油路堵塞，使阻力增加。

⑦ 熔胶筒冷水圈未冷却，料一进入料筒即刻熔化，使落料受阻，料斗入口被堵塞。

⑧ 料斗无料。

宝源机 再处理如下。

① 熔胶筒温度过低，塑料没有被融化，加热电路或发热筒有故障，禁止此时开熔胶电机。如果温度过低进行熔胶动作，会造成射胶螺杆的损坏或折断。

② 控制熔胶背压的流量阀 被关闭（背压过大），或者流量不足够。

③ 熔胶方向油掣 阅不工作或工作不正常。

④ 熔胶速度 设定数字太低。

⑤ 熔胶电机故障。

⑥ 塑料进入熔胶筒的料口被阻塞。

⑦ 料斗无料。

⑧ 熔胶筒近落料口温度过高，使料在落料口处熔化、黏结在一起。应加大运水圈的冷水流量。

力劲机型处理如下。

① 发热圈温度没有到达设定温度，系统控制温度到达设定值后，才能熔胶。

② 熔胶电磁阀阅心被异物卡死，应清洗电磁阀阅心。

③ 熔胶筒内有坚硬异物，应拆下熔胶筒清除异物。

④ 熔胶马达损坏，检查和维修熔胶马达。

⑤ 电脑损坏，应更换电脑控制板。

不射胶摇震雄机型处理如下。

① 半自动或全自动操作时，射台前进终止限位开关 被触动，否则不能进行射胶。

检查射胶位置。

② 检查方向阀 2 是否有异物阻塞阀心移动, 及油掣阀线圈 2 的接线是否松脱。

③ 检查控制倒索的方向阀 3 是否有异物阻塞阀心移动, 及油掣阀线圈 3 的接线是否松脱。

④ 检查 1 的电子板三极管损坏。

⑤ 锁模终止位置或射胶时间调整有误。

⑥ 电子放大板 1 上保险管或三极管损坏。

宝源机 1 再处理如下。

① 射胶压力控制阀 1 失灵, 无射胶压力产生。

② 射胶油掣 1 线圈烧坏或阀心卡死。

③ 熔胶筒电源没开, 或温度不足, 或发热筒烧坏。

④ 射嘴或模口被塑胶料阻塞。

⑤ 检查 1 是否压合或出现故障。

⑥ 检查电箱内继电器 1 的触点是否正常。

宝源机 1 再处理如下。

① 检查连接线圈的电源线及供电是否正常。

② 射胶及抽胶方向油掣阀 1 不工作或不正常。

③ 射嘴被凝固的塑料阻塞。

④ 在熔胶筒内塑料未被熔化, 检查发热筒。

⑤ 如使用储能射胶, 检查储能终止压力继电器的设定数值, 检查射胶压力 1 及速度 1 设定数值太低。

力劲机型处理如下。

① 发热筒温度没有达到设定温度, 系统控制温度达到设定值后, 才能射胶。

② 射胶电磁阀阀心被异物卡死, 清洗电磁阀阀心。

③ 射胶动作失灵, 电磁阀控制线松脱或接触不良, 检查射胶电磁阀控制线路, 接线应良好可靠。

④ 电脑控制板损坏, 应更换电脑控制板。

射台不移动宝源机 1 再处理如下。

① 射台移动限位开关 1 被调整撞块压合。

② 射台移动油掣阀 1 线圈烧坏或阀心堵死。

③ 射台移动油缸心断。

④ 检查电箱继电器 1 是否有电。

宝源机 1 再处理如下。

① 射台移动限位开关 1 已被压合。

② 射台移动方向油掣阀 1 不工作或不正常。

③ 射台移动压力及速度设定数值太低。

④ 检查连接线圈的电源线及供电是否正常。

震雄机型处理如下。

① 射台前终止行程开关 1 是否被压合。

② 检查 1 数控流量阀的接线是否松脱。

- ③ 检查 数控压力阀的接线是否松脱。
- ④ 检查 电子放大板的保险管是否烧坏或者速度、压力控制三极管是否损坏。
- ⑤ 检查数控流量阀心是否堵塞或调整不当。
- ⑥ 检查数控压力阀心是否堵塞或调整不当。
- ⑦ 检查 电磁阀阀心是否堵塞。
- ⑧ 检查 的线圈接插头是否松脱。
- ⑨ 检查 电子板的三极管是否损坏或接线松脱。
- ⑩ 检查最高压力设定值有误，检查总压力阀是否有堵塞。

(不顶针 (震雄机型)

- ① 开模停止的实际位置仍未达到预定的位置。
- ② 顶针前进终止行程开关被压合。
- ③ 顶针动作的次数错误设定为“零”次。
- ④ 数控流量阀的接线松脱或者阀心堵塞或者调整不当。
- ⑤ 数控压力阀的接线松脱或者阀心堵塞或者调整不当。
- ⑥ 电子放大板保险丝烧坏或者速度、压力控制三极管损坏。
- ⑦ 顶针电磁阀阀心被堵塞或者电磁阀线圈 的插接头松脱或导线开路、断线等。
- ⑧ 电子板三极管损坏。
- ⑨ 顶针前进的数控速度或数控压力数值过低。
- ⑩ 模板与顶针板系统卡死。

(不退针 (震雄机型)

- ① 顶针前进终止行程开关未被压合或者顶针后退终止行程开关被压合。
- ② 顶针顶出后不退针的按钮已被压下，按钮右上角灯号已亮，需重按一次，使灯号熄灭。

- ③ 数控流量阀的接线松脱或者阀心堵塞或者调整不当。
- ④ 数控压力阀的接线松脱或者阀心堵塞或者调整不当。
- ⑤ 电子放大板的保险丝烧坏或速度、压力控制三极管损坏。
- ⑥ 顶针电磁阀阀心堵塞或者电磁阀线圈 的插接头松脱或导线断线、开路等。
- ⑦ 电子板上三极管损坏。
- ⑧ 顶针后退的数控速度或数控压力数值过低。
- ⑨ 模板与顶针板系统卡死。

(系统无压力或压力不稳定摇宝源机 处理如下。

- ① 电机不转或转向不对，油泵使用过久损坏，总压力控制电磁阀 不吸合或内部阀心被卡死，拆下清洗并检查电磁阀线圈是否烧坏。

- ② 总压力阀 失灵或阀心被杂物卡死。
- ③ 漏油严重，特别是油缸活塞胶令的损坏造成机内泄漏。
- ④ 各压力阀内部损坏，造成泄漏，使压力不起或者不稳定。
- ⑤ 压力油脏、被污染或有杂物。

宝源机 处理如下。

- ① 电机没开或转向不对。
- ② 油泵故障。

- ③ 油压板与溢流的压力比例阀故障或电源供应存在故障。
- ④ 检查压力输出电流是否正确,如不正确,检查和调校电子放大板。
- ⑤ 检查压力油是否被污染。
- ⑥ 检查是否有发生内泄的部件,如油缸及油压元器件等。
- ⑦ 检查是否有空气进入压力比例阀内。
- ⑧ 检查各压力控制元件的阀心是否移动正常,各电控压力控制元件的供电是否正常。
- ⑨ 压力的设定数值是否过低。

力劲机型处理如下。

- ① 没有设定高压锁模时间,使系统没有高压锁模力,应设置适当的高压锁模时间。
- ② 低压锁模流量设定太低,使得锁模动作无法达到高压位置,应加大低压锁模流量。
- ③ 由低压锁模终止位置为“园”造成,应设置低压锁模位置。
- ④ 由调模厚薄不当造成、应重新调整模厚或模薄。

(5) 油泵转动,但无工作压力 液压雄机型处理如下。

① 新安装或重接线的注塑机应检查电机的转动方向是否正确,转向不对,没有工作压力,易损坏油泵。应更换相序。另外维修油泵时,拆装油泵注意油泵内部应接装回原来的正确位置,装回油泵内,否则,转向正确也不能产生工作压力。

② 总压力溢流阀 阀的把手松开,需重新调整电子放大板,还要检查是否有杂物阻塞溢流阀的阀心移动,检查溢流阀内弹簧等元件是否良好,弹簧折断也会造成类似的问题。

③ 检查电子溢流阀 阀心是否因杂物阻塞或电磁阀线圈接触不良,清洗油压阀及检修电路。

- ④ 检查电磁比例阀 阀并清洗油压。
- ⑤ 检查数控压力控制部分,调校和修复。
- ⑥ 整流电源故障,查 整流电源板的输出。

力劲机型处理如下。

- ① 马达反向转动,应立即停机,更换空开进线或出线的任意两条电源线。
- ② 油泵损坏常伴随较大噪声,应停机折查油泵。
- ③ 比例阀控制线断开或松脱、电流表指针不动、检查比例阀控制线路。
- ④ 比例阀阀心被异物卡死、不能移动,应清洗比例阀阀心。
- ⑤ 总压力太低,应调节比例阀或更换比例阀以达到规定的总压力值。

(6) 电机不转

- ① 保险丝断或空气开关跳闸。
- ② 油泵卡死。
- ③ 热继电器跳闸。
- ④ 电机烧坏或轴承烧坏。
- ⑤ 连接电源线松脱或损坏。

(7) 射胶螺杆转动,但螺杆不后退及不回料

- ① 检查背压油压 阀是否损坏或调节不当。
- ② 熔胶筒尾部的运水圈受阻或冷却运水不足,塑料在料斗出口附近熔化,以致拖慢熔胶筒尾部电热供应,拉开料斗,清除熔胶,调节熔胶筒尾部的温度。

③ 料斗无料。

(现象 射胶不稳定) 射胶部分组件损坏，不能阻止射胶时熔胶向后流动，导致螺杆转动不稳定。应检查或更换损坏部分，包括过胶头、过胶圈、过胶介子等。

(原因 低压锁模及自开模保护失灵 (宝源机) 处理如下)

- ① 行程开关 没有压合。
- ② 油掣阀 线圈烧坏或阀心卡死，应清洗。
- ③ 压力控制电磁阀失灵。
- ④ 时间继电器损坏或失灵。

(现象 没有保压或二级射胶) 宝源机 处理如下。

- ① 射胶时间设定太短。
- ② 转换二级射胶的限位开关 或转一级保压的限位开关 位置调节不当。
- ③ 保压压力 或 速度 设定值太低。

宝源机 处理如下。

- ① 压力控制阀 失灵。
- ② 行程开关 不压合或者超过 时间才压合

(现象 无电热)

- ① 检查发热筒是否损坏。
- ② 检查电加热电路是否有断线开路。
- ③ 检查电热开关是否打开或者损坏。

(现象 输入操作信号无动作 (震雄机型))

- ① 检查调模按键是否开启 (正常时应关闭)。
- ② 检查电箱内变压器的 输出及电源板 保险管是否良好。
- ③ 检查电子放大板 是否良好。
- ④ 检查 电子板是否有损坏。

(现象 开模发出声响) 宝源机型 处理如下。

- ① 行程开关 没有压合或失灵。
- ② 慢速油掣阀 阀心卡死，没有慢速。
- ③ 开模停止行程开关 撞块调模位置太前，使开模停止时，活塞撞出油缸盖。
- ④ 机绞丝或机绞边磨损。
- ⑤ 锁模动作某一环节固定螺丝松动。

宝源机型 处理如下。

- ① 慢速开模 压力及速度设定取值过高。
- ② 连接机铰结构的螺丝松脱。
- ③ 机铰结构，动模板和动模板滑脚等地方的润滑不足。
- ④ 慢速开模转快速开模限位开关 位置不当。
- ⑤ 锁模力过大或者多层模具在开模期间发出一定的声响。

(现象 油泵噪声)

- ① 滤油器被油中杂物堵塞，使油泵吸空。
- ② 油箱内油量不足，或空气进入油泵内腔或油管中。
- ③ 油泵叶片磨损或轴承损坏。

- ④ 连接油泵及电机的联轴器受损或折断。
- ⑤ 电机及油泵连接螺丝松动。
- ⑥ 电机三相电源供应是否平衡, 保险及接线是否良好, 检查有无缺相或断线等故障。
- ⑦ 油压系统工作压力是否超过额定的最高压力。

原因 机温、油温过高

- ① 冷却运水系统压力和水量不足。
- ② 机内运水喉冷却被阻塞。
- ③ 卸载油阀阀芯卡死, 压力总阀失灵, 使机器处于高压状态 (机温超过 120℃ 以上)。

以上)。

- ④ 热能交换器被堵塞。
- ⑤ 电子放大板工作不正常, 使工作压力过高而产生高温。
- ⑥ 动作压力设定数值过高。

原因 半自动不射胶 (震雄机型)

- ① 射台前进终止行程开关未合上。
- ② 前后安全门与限位开关位置调整不当或连接导线断线开路。
- ③ 锁模没有达到锁模终止位置。
- ④ 射胶时间调整错误。
- ⑤ 数控流量阀接线松脱, 或流量阀心堵塞, 或者调整不当。
- ⑥ 数控压力阀接线松脱, 或压力阀心堵塞, 或者调整不当。
- ⑦ 数控流量阀电子板的保险丝烧坏或者速度压力控制用的三极管损坏。
- ⑧ 电磁阀阀芯堵塞, 或电磁阀线圈插头接头导线等松脱。
- ⑨ 数控电子板三极管损坏。
- ⑩ 最高压力设定值有误或总压力阀心被堵塞。

原因 半 (全) 自动不锁模

- ① 安全门限位开关位置调整不当。
- ② 塑胶产品未经过电眼的感应。
- ③ 数控流量阀接线松脱, 或阀心堵塞, 或调整不当。
- ④ 数控压力阀接线松脱, 或阀心堵塞, 或调整不当。
- ⑤ 数控流量阀电子放大板上保险丝烧坏或三极管损坏。
- ⑥ 数控电子板上三极管损坏。
- ⑦ 最高压力设定有误或总压力阀心堵塞。
- ⑧ 低压锁模压力数值调校不当, 或低速锁模速度数控值调整不当。
- ⑨ 低压锁模位置数值调整不当, 或者高压锁模启动位置值调整太小 (以光学解码器脉冲值)。

原因 半自动工作模式失灵

① 宝源机半自动循环, 是由机械动作的行程触动各个限位行程开关或各个时间继电器, 检测到信号去控制油压电磁阀来实现的。如果在手动状态下, 每个动作都正常而半自动失灵, 则均是各个限位开关和时间继电器等信号不可靠造成的, 因此, 观察半自动状态在哪个程序或工作段失灵, 对照动作循环图找出相关联的控制元件, 检查更换加以解决。

② 宝源机月再响原园型半自动或全自动工作模式是一个动作完成后，下一个动作才开始，而动作的开始是由限位开关、时间设定或电眼等感应器控制，所以如果机器在手动模式下没有问题，而在半自动或全自动工作失灵，其主要原因还是限位开关和时间设定不妥或其他控制元件失灵所致。在这种情况下，可开启半（全）自动模式工作，观察机器在哪个次序上停止工作，而后详细检查这动作的控制元件。在全自动模式工作时，还要检查循环延迟时间设定数值或电眼感应信号等。

（圆原 输入操作信号后没有反应摇（力劲机型）

- ① 信号输入线没有压紧或接触不良，应压紧信号输入线接插头，保证接触良好。
- ② 电脑控制板保险器烧坏，检查后更换新保险芯。
- ③ 电脑主机电路板烧坏，更换电脑主机板。
- ④ 输入输出接口板损坏，检查输入输出接口板，更换损坏的元器件或更换接口板。

远圆瑶瑶 电子电路板加工制作实例

远圆瑶瑶 灾滑源园电子放大板

震雄注塑机电子放大板采用 灾滑源园型。它是双面电路板，金属化孔、镀金板或喷锡板。它的印刷电路板正面和反面图如图 远圆和图 远圆所示。图 远圆是 灾滑源园电子放大板印制板元件排列图。表 远圆是 灾滑源园电子放大板元器件明细表。

表 远圆瑶瑶 灾滑源园电子放大板元器件明细表

序号	名瑶瑶称	型瑶瑶号	数量	序号	名瑶瑶称	型瑶瑶号	数量
员	电解电容	圆源园 轴	员	怨	电容	员园 轴	圆
圆	电解电容	源园 轴	圆	园	电容	员园 轴	源
猿	电解电容	源园 轴	圆	员	电容	园员 轴	远
源	电解电容	员园 轴	圆	圆	电阻	园园园 宰 源苑苑 宰	各 圆
缘	集成块	缘苑苑 圆	员	猿	电阻	员苑苑 宰	猿
远	集成块	缘苑苑 圆	员	源	电阻	源苑苑 宰 园园园 宰	各 圆
苑	集成块	缘苑苑 员	圆	缘	电阻	源苑苑 员 缘苑苑 源苑	各 源
愿	集成块	缘苑苑 苑	圆	远	电阻	缘苑苑 缘苑 源苑苑	各 圆
怨	集成块	缘苑苑 源	圆	苑	电阻	远园 园园 猿园	各 圆
园	光耦合器	源苑苑	圆	愿	电阻	员苑苑 员苑苑	各 员
员	三极管	苑苑苑 苑	猿	怨	电阻	员苑苑	员
圆	二极管	源苑苑 苑	源	园	电阻	员苑	圆
猿	二极管	源苑苑 苑	园	员	电阻	员苑	远
源	稳压管	源苑苑 苑	圆	圆	散热片	与 源苑苑	缘
缘	压敏电阻	员苑苑 轴	猿	猿	保险座	单脚座	愿
远	电位器	缘苑	源	猿	保险管	园	员
苑	电位器	园苑	圆	猿	保险管	员	猿
怨	继电器	源苑苑 苑（员苑苑 苑苑苑）	猿	猿	尼龙插头	猿	员

远圆瑶瑶 灾滑源园电子放大板

电子放大板 灾滑源园型是双面电路板，金属化孔、镀金或喷锡电路板。图 远圆和图 远圆是 灾滑源园电子板印制板。图 远圆是 灾滑源园电子放大板印制板元件排列图。表 远圆是 灾滑源园电子放大板元器件明细表。

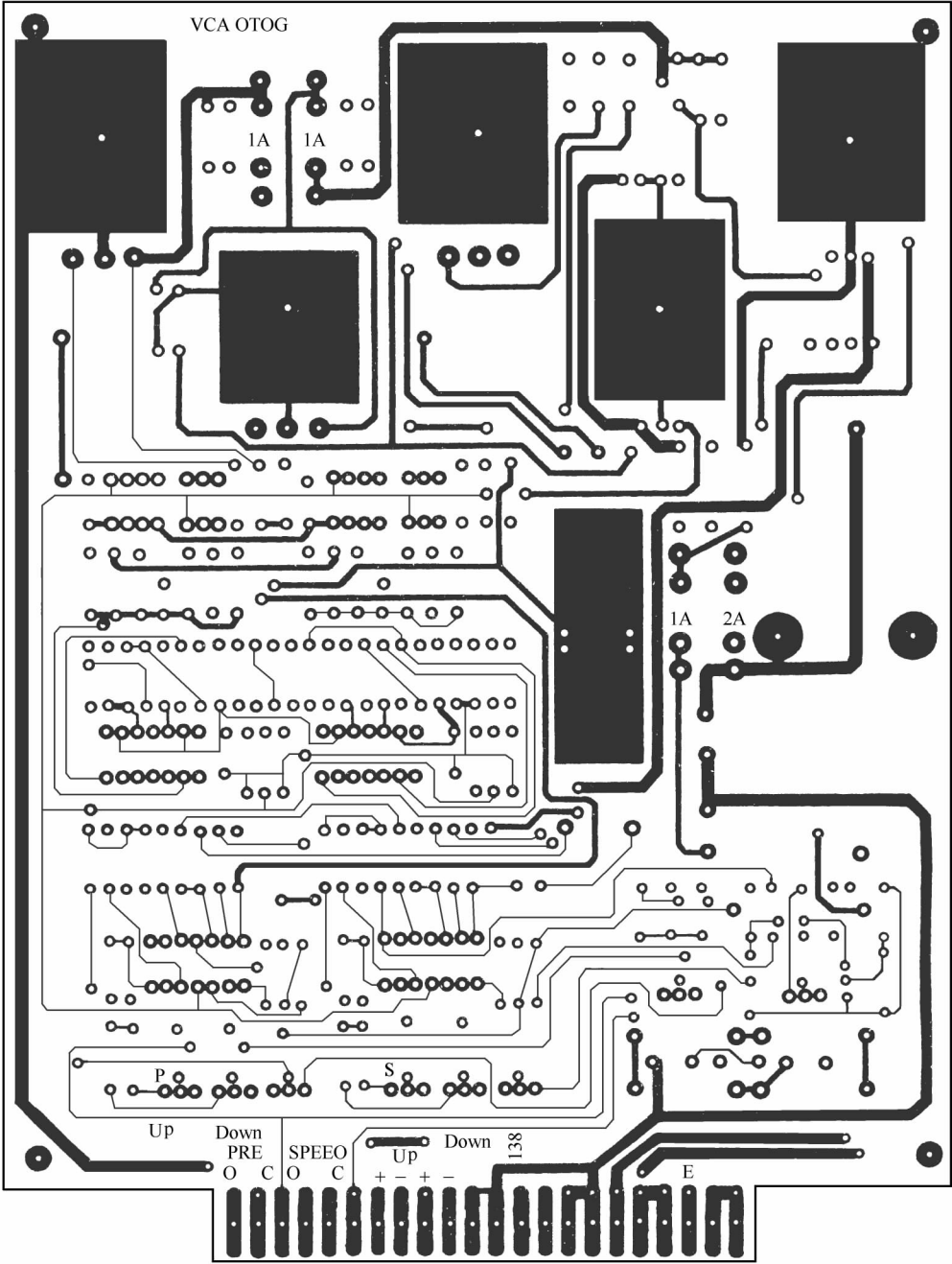


图 远摇摇注塑机遥控器电子放大板印制板 (正面)

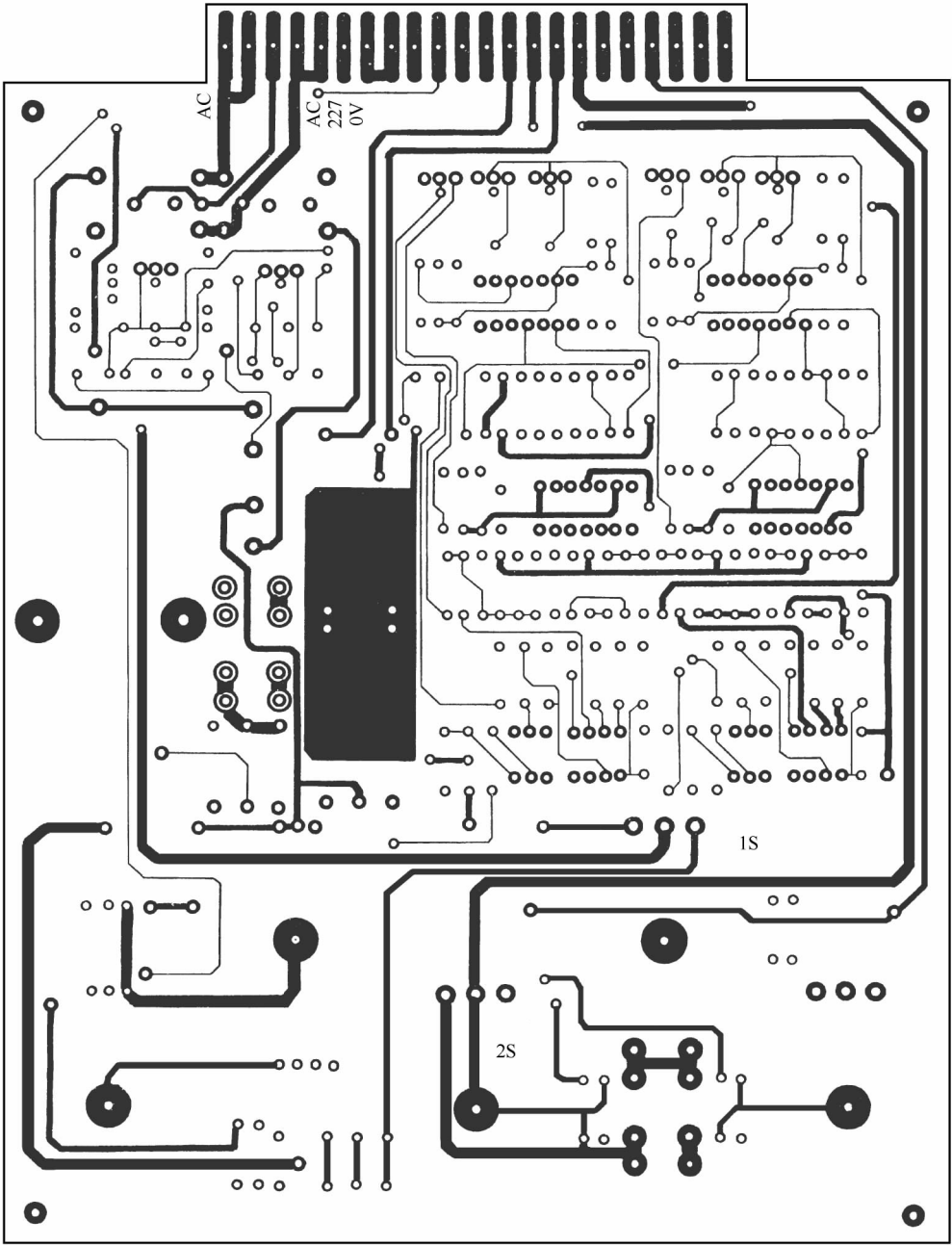


图 远瑶瑶 注塑机电路维修 电子放大板印制板 (反面)

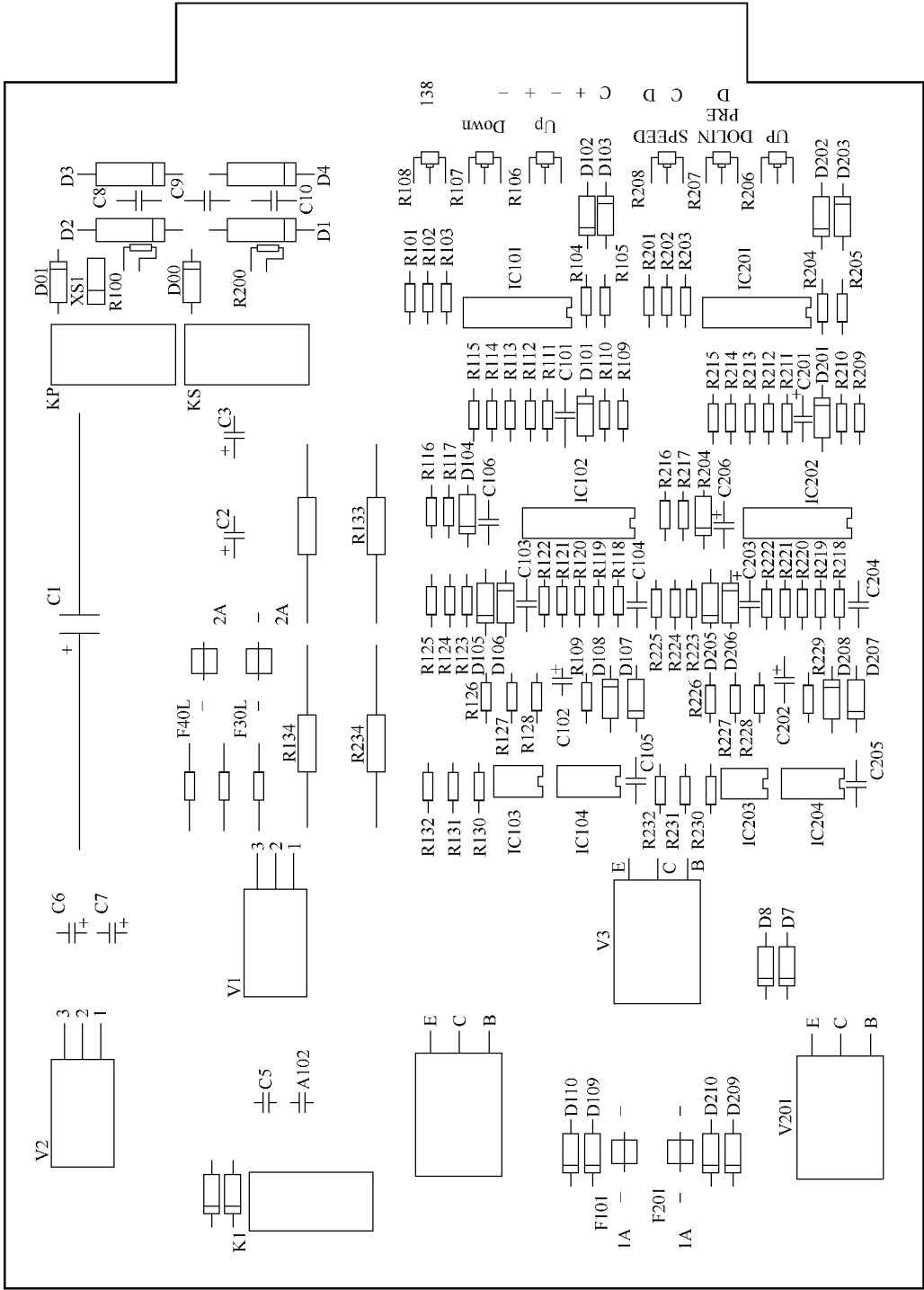


图 6-24 VCA-070G 电子放大板印制板元件排列图

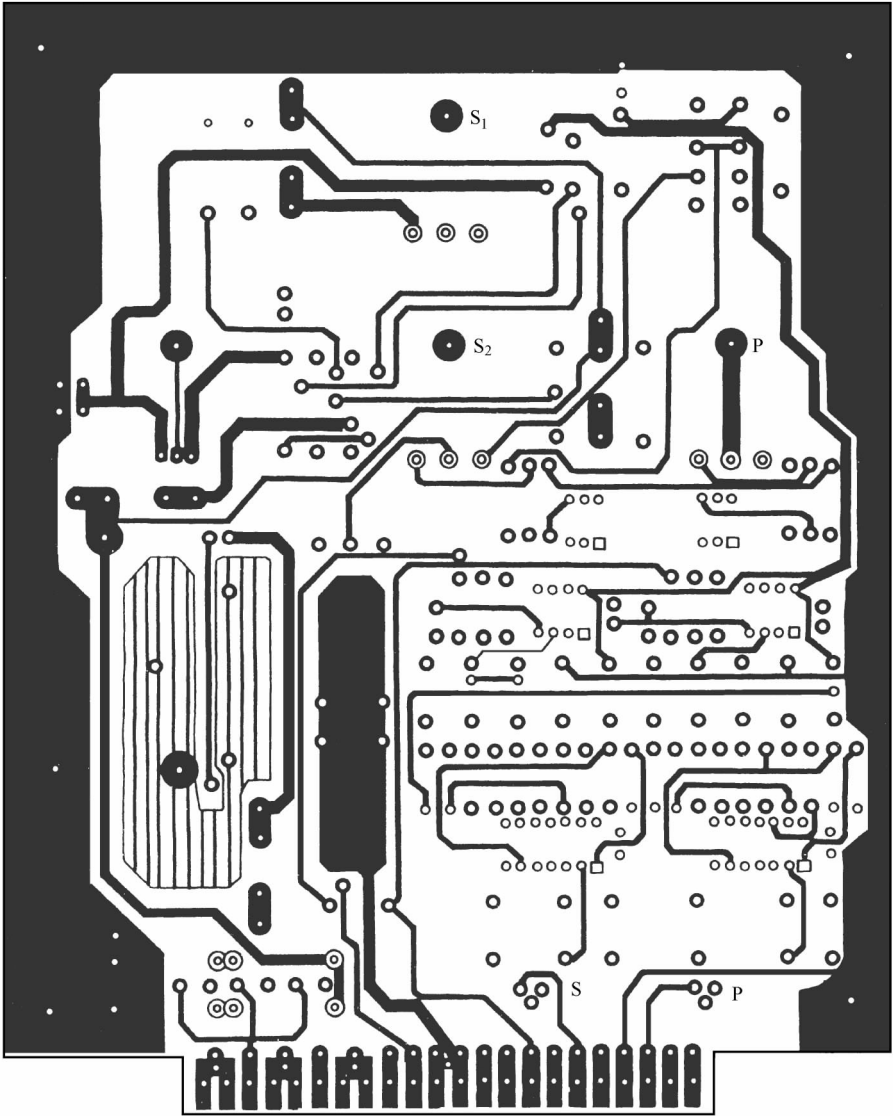


图 远圆缘 遥控器电路板印制板 (二)

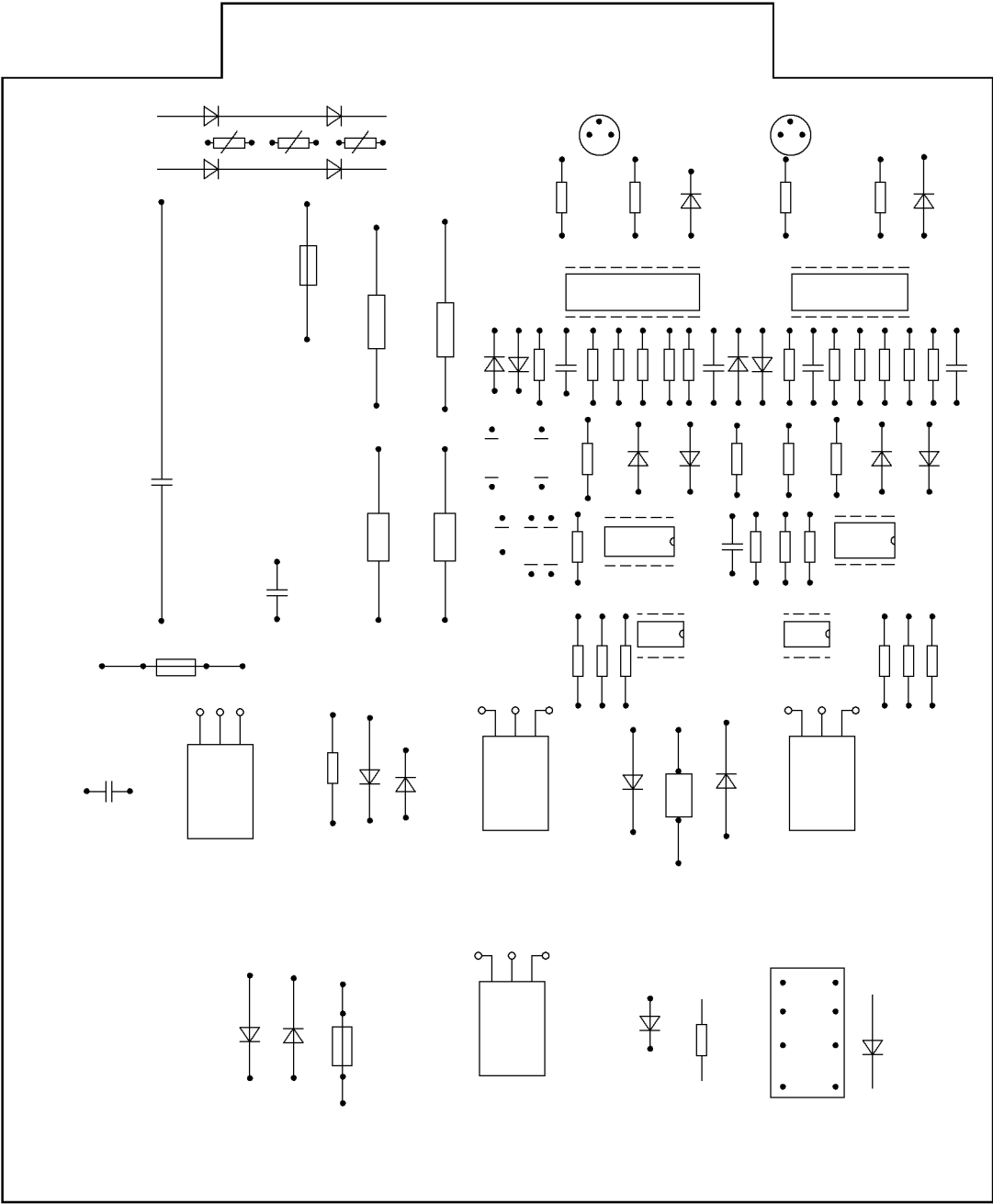


图 圆友摇摇 注塑机电路维修

表 远端防灾预警系统电子放大板元器件明细表

序号	名称	型号	数量	序号	名称	型号	数量
1	电解电容	100μF 25V	1	2	电阻	10kΩ	1
2	电解电容	100μF 25V	1	3	电阻	10kΩ	1
3	电解电容	100μF 25V	1	4	电阻	10kΩ	1
4	集成块	74LS138	1	5	电阻	10kΩ	1
5	集成块	74LS138	1	6	电阻	10kΩ	1
6	三极管	9013	1	7	电阻	10kΩ	1
7	光耦合器	4N25	1	8	电阻	10kΩ	1
8	二极管	1N4148	1	9	电阻	10kΩ	1
9	二极管	1N4148	1	10	电阻	10kΩ	1
10	稳压管	1N4733	1	11	保险座		1
11	压敏电阻	100V 10A	1	12	保险管	5A	1
12	钽电容	100μF 25V	1	13	保险管	5A	1
13	钽电容	100μF 25V	1	14	散热片	10W	1
14	电位器	10kΩ	1	15	电位器	10kΩ	1
15	继电器	12VDC	1	16	电阻	10kΩ	1
16	稳压器	7805	1	17	电阻	10kΩ	1
17	电阻	10kΩ	1	18	电阻	10kΩ	1
18	电阻	10kΩ	1	19	电阻	10kΩ	1

摇摇注：（摇）中指改灾增援项目电子板所需元件数。

远藤康弘 灾害救助支援团 电子放大板

电子放大板 灾增器型是双面电路板，金属化孔、镀金或喷锡电路板。它适应于震雄注塑机早期电脑机控制用电子放大板，如震雄机型 灾增器Ⅱ、河川电脑机等均采用 灾增器型电子放大板，它与 灾增器差别不大，只是在控制信号端位增加了调节电位器及输入电路，必要时，稍加改进后，便可互换使用，以解决应急情况。灾增器型电子放大板印制板图如图 灾增器所示。与 灾增器电子板不同之处为虚线所注，其余电路和参数完全一致。

远藤瑶次电子放大板

华大注塑机电子放大板 图 2-1-1 所示为图 2-1-1 所示为双面电路板, 金属化孔、镀金板或喷锡板。它的印制电路板如图 2-1-1 所示。电路板既包括 图 2-1-1 所示为转换电路, 又包括了压力、流量输出控制, 并且可以调节压力和流量信号。主要元器件明细表见表 2-1-1。

表 远 遥 华 大 机 阅 韵 录 阅 转 粤 灾 则 印制板元件明细表

[illegible]

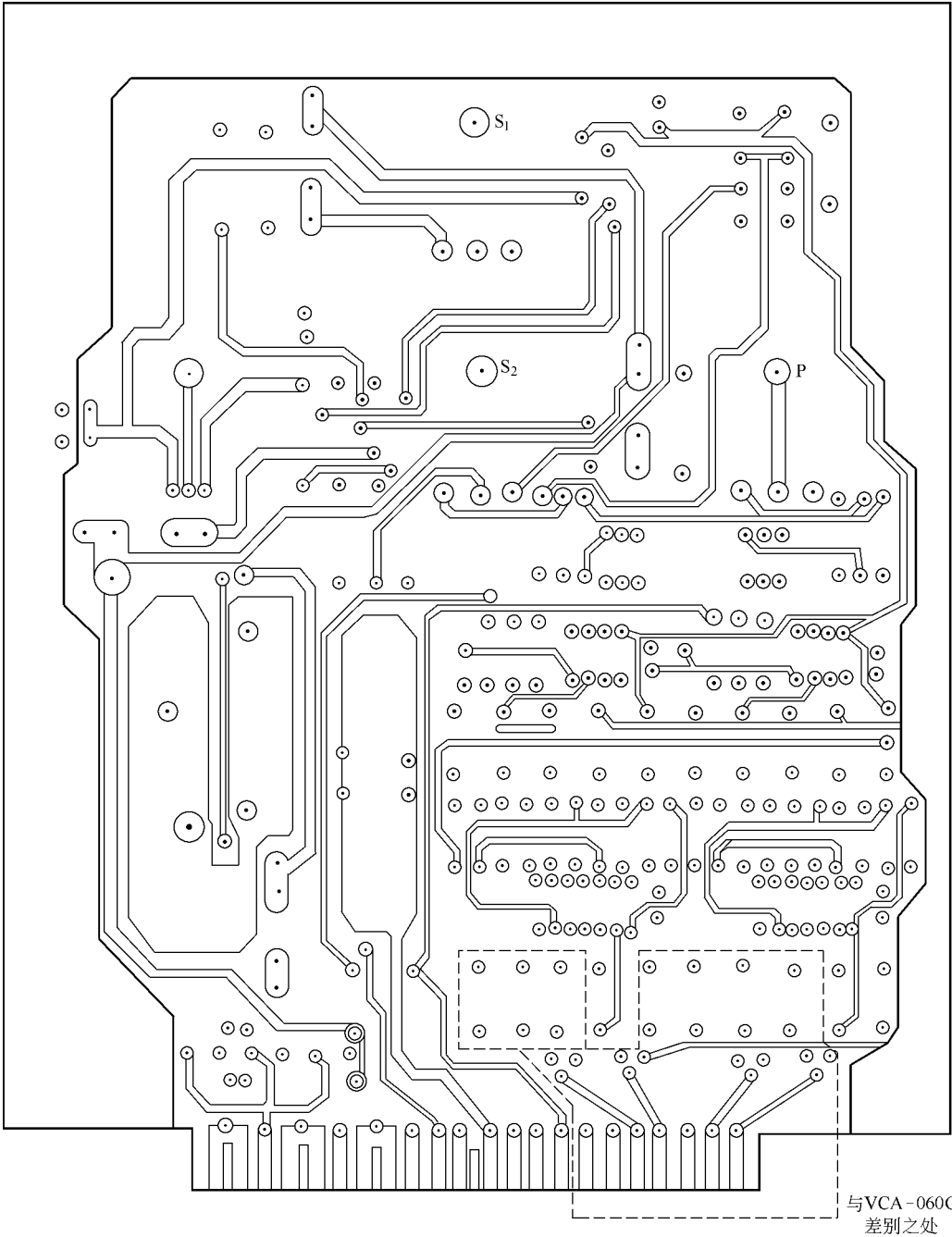


图 远瑶瑶灾滑瑶瑶用电子板印制板

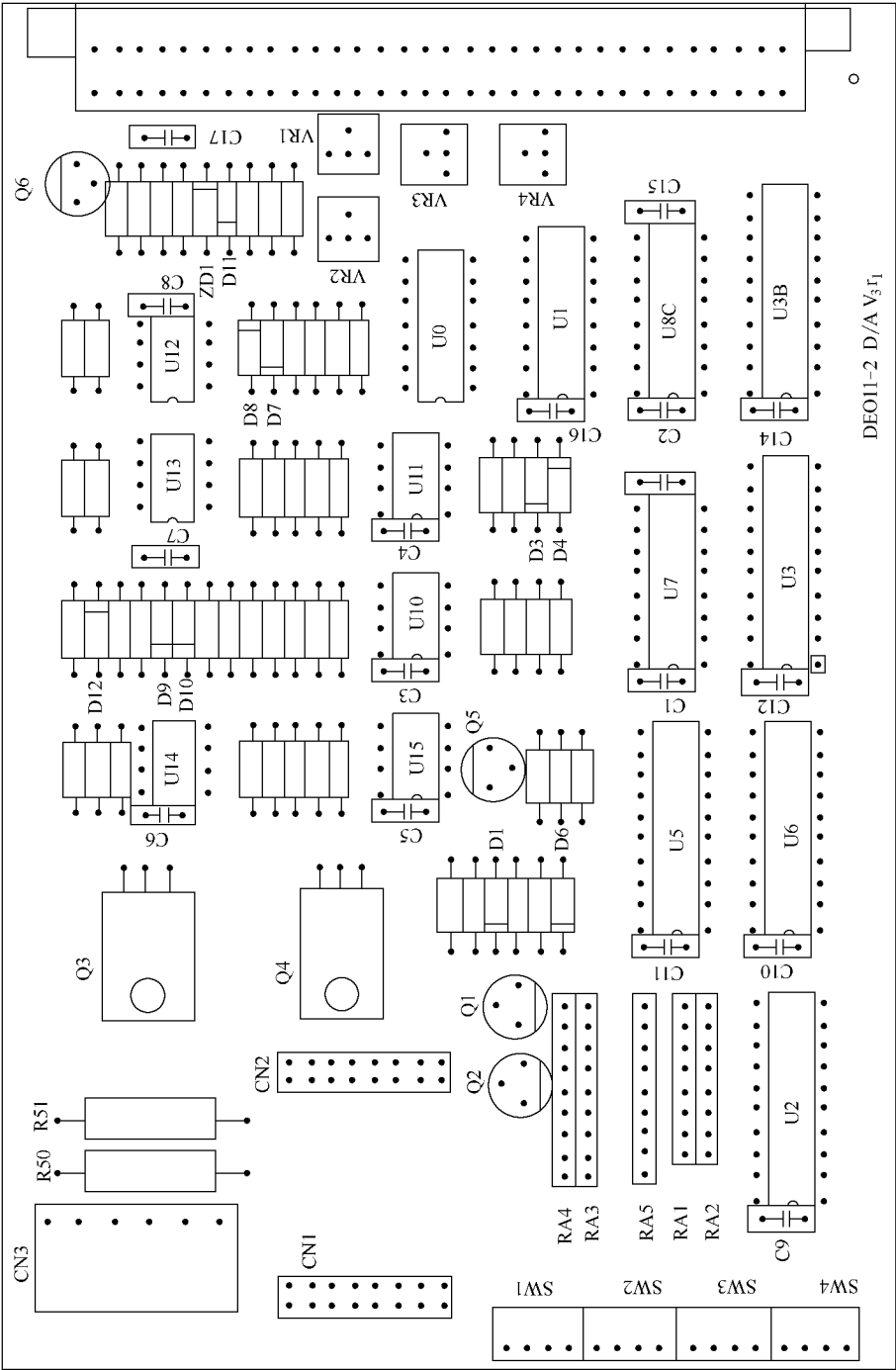


图 6-29 华大注塑机 DEO11-2 D/A V3r1 电路板

图 1 日钢机电子放大板

日钢注塑机 图 1 粤型压力控制电路印制板如图 1 所示。电路板设计较小，装在射胶熔胶部位接线盒内。放大器元器件如表 1 所示。

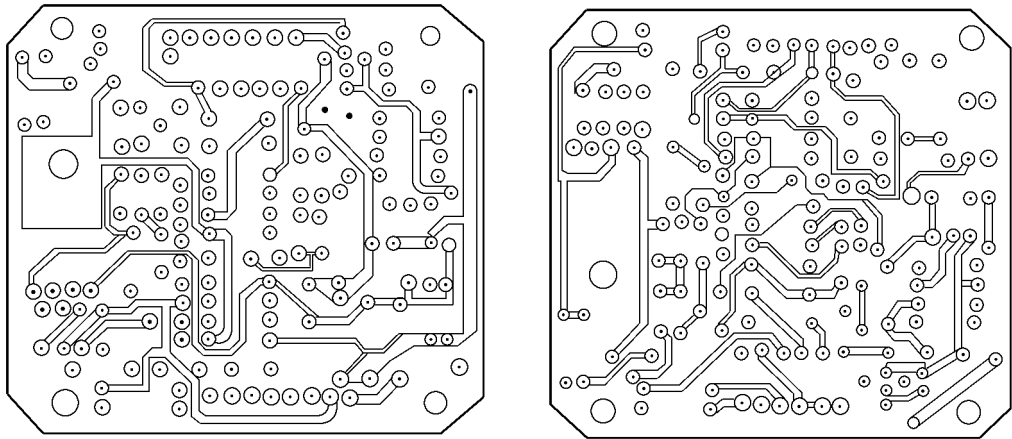


图 1 日钢注塑机流量放大板印刷电路板

表 1 日钢机压力放大板元器件

序	名	型	序	名	型
1	功率集成块	μA741C	10	电阻	1/4W 10kΩ
2	集成块	74LS00	11	电阻	1/4W 10kΩ
3	三极管	9013	12	电阻	1/4W 10kΩ
4	三极管	9013	13	电阻	1/4W 10kΩ
5	二极管	1N4148	14	电阻	1/4W 10kΩ
6	二极管	1N4148	15	电阻	1/4W 10kΩ
7	电容	10μF	16	电阻	1/4W 10kΩ
8	电容	10μF	17	电阻	1/4W 10kΩ
9	电容	10μF	18	尼龙插座	250V 1A

图 1 注塑机电源板

震雄注塑机采用电源板 图 1 型。它是单面电路板，喷锡板即可。图 1 电源电路板结构简单，只需布线时保证线条宽度适宜。图 1 是注塑机电源电路板印制板图。图 1 电源板元器件明细表如表 1 所示。

表 1 震雄注塑机电源板元器件明细表

序	名	型	序	名	型
1	集成稳压器	7805	4	电解电容	100μF 50V
2	桥堆	3A 1000V	5	保险座	5A 250V
3	二极管	1N4007	6	保险管	5A 250V
4	电解电容	100μF 50V			

图 1 电磁调速器控制电路板

在具有恒转矩负载的速度调节和张力调节的轻工业、化工行业中，广泛应用电磁调速器

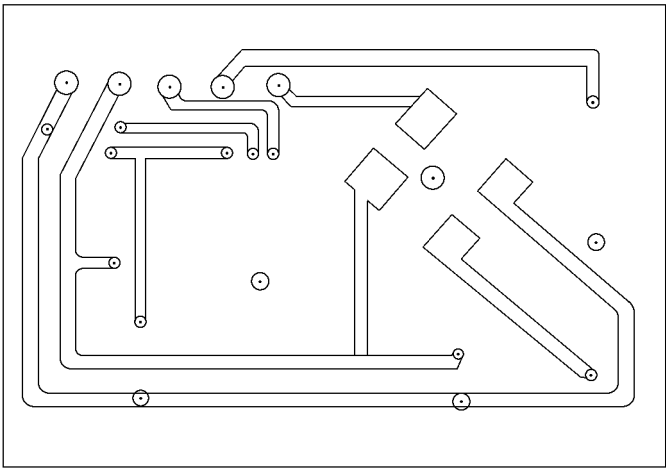


图 远-远 远章摇注塑机电源电路板印制板图

来改变其励磁电流的大小，调节输出轴力矩和转速，实现宽范围的无级调速。具体电路由几种组成，常用的有以下三种：

- 在远章型电磁调速控制电路板；
- 在远章型电磁调速控制电路板；
- 在远章型电磁调速控制电路板。

这些都是由分立元件组成。随着电子技术飞速发展，这些类型电路也采用了集成元器件来进行调速控制，采用模块进行调节控制。但最基本的工作仍然是这种电路的基础，采用新器件将会进一步提高精度，更加可靠工作，方便调节和调校。以下是上述三种电路板的具体电路。

(员 在远章型电磁调速控制电路板图 远-远是 在远章型电磁调速控制电路板控制原理图。它由可控硅主电路、给定电压电路、测速负反馈电路和触发电路组成，形成一个具有给定电路和测速负反馈的闭环电路。控制可控硅电路的导通与关断，供给电磁离合器励磁电流

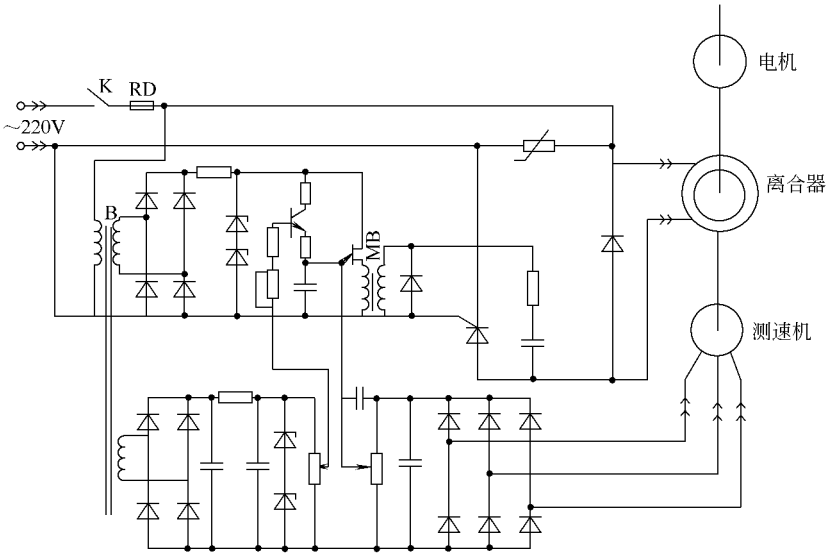


图 远-远 远章摇在远章电磁调速控制板原理图

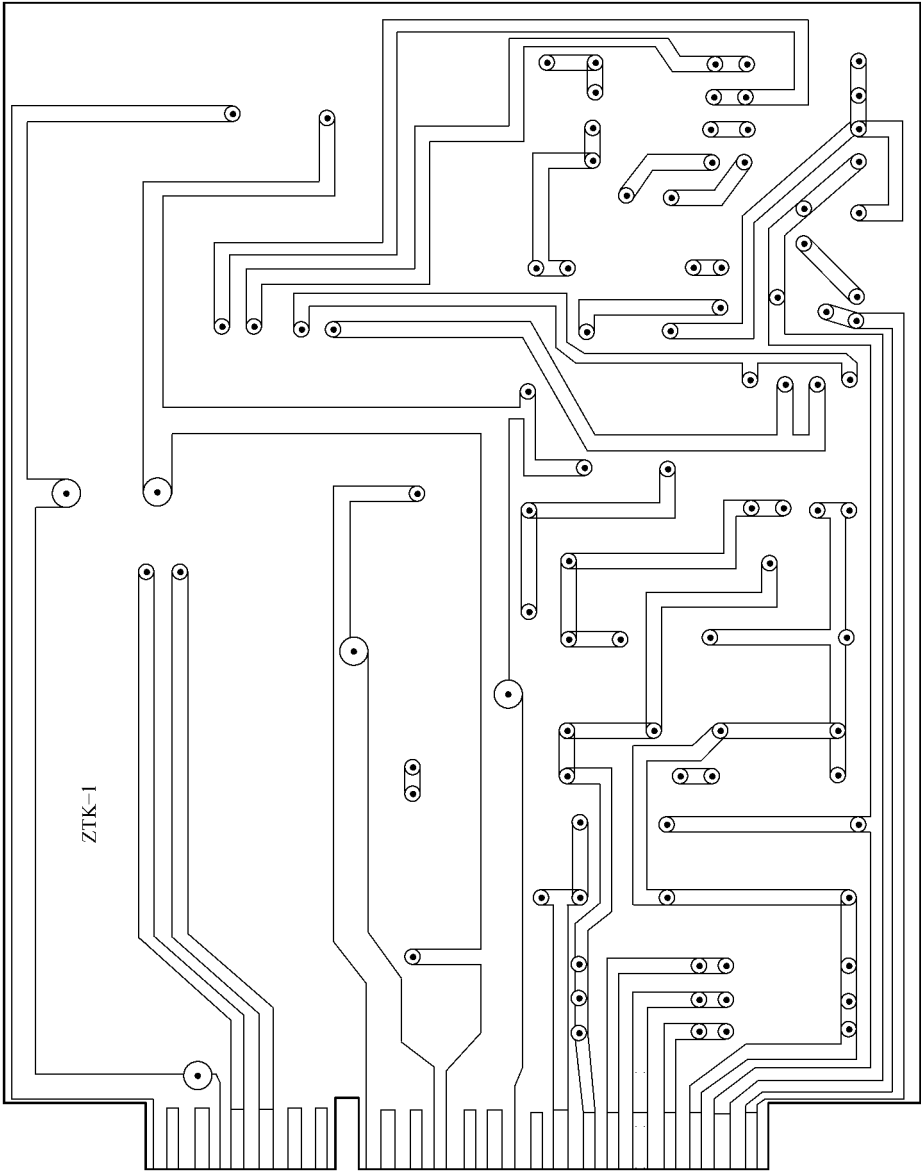


图 远遥在注塑机印制电路板底图

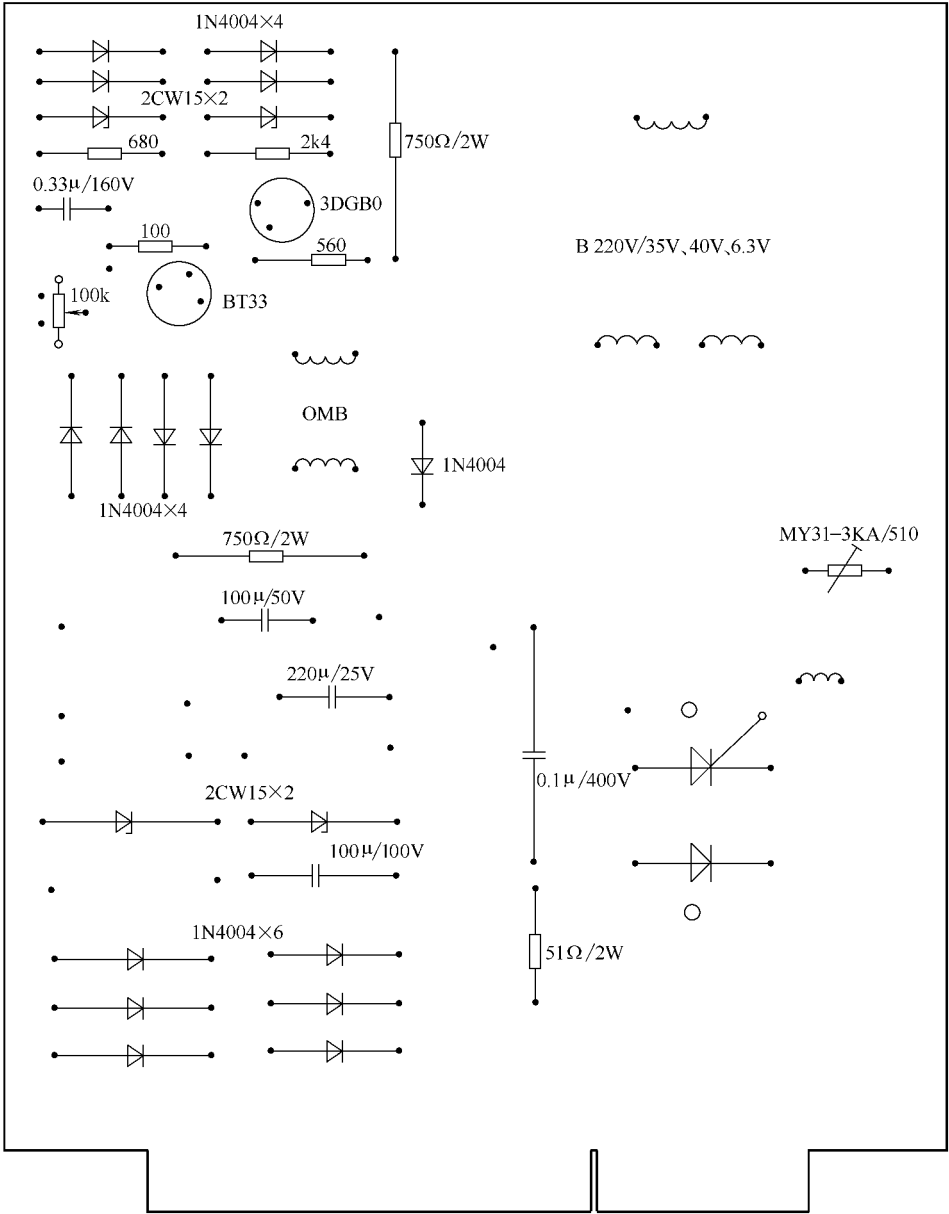


图 远 摇 在 远 摇 电路板元件排列图

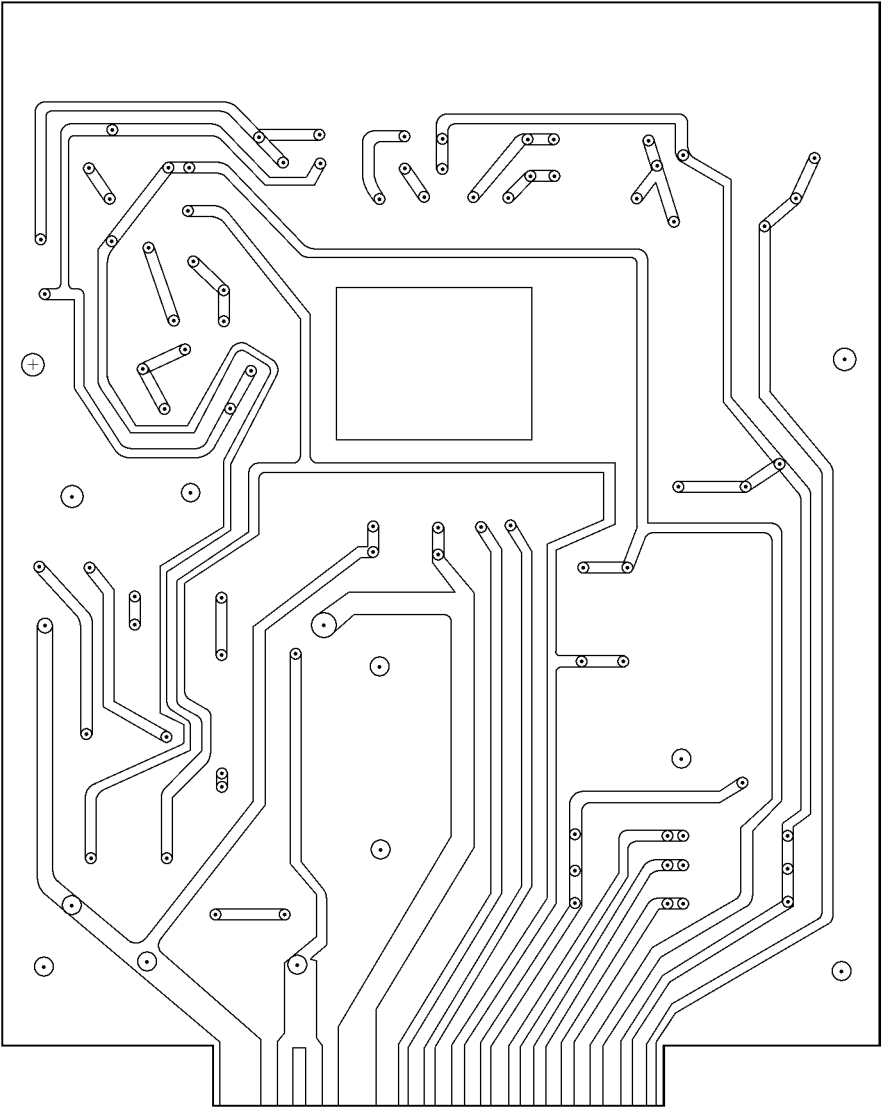


图 远圆 摇 遥控器印制电路板底图

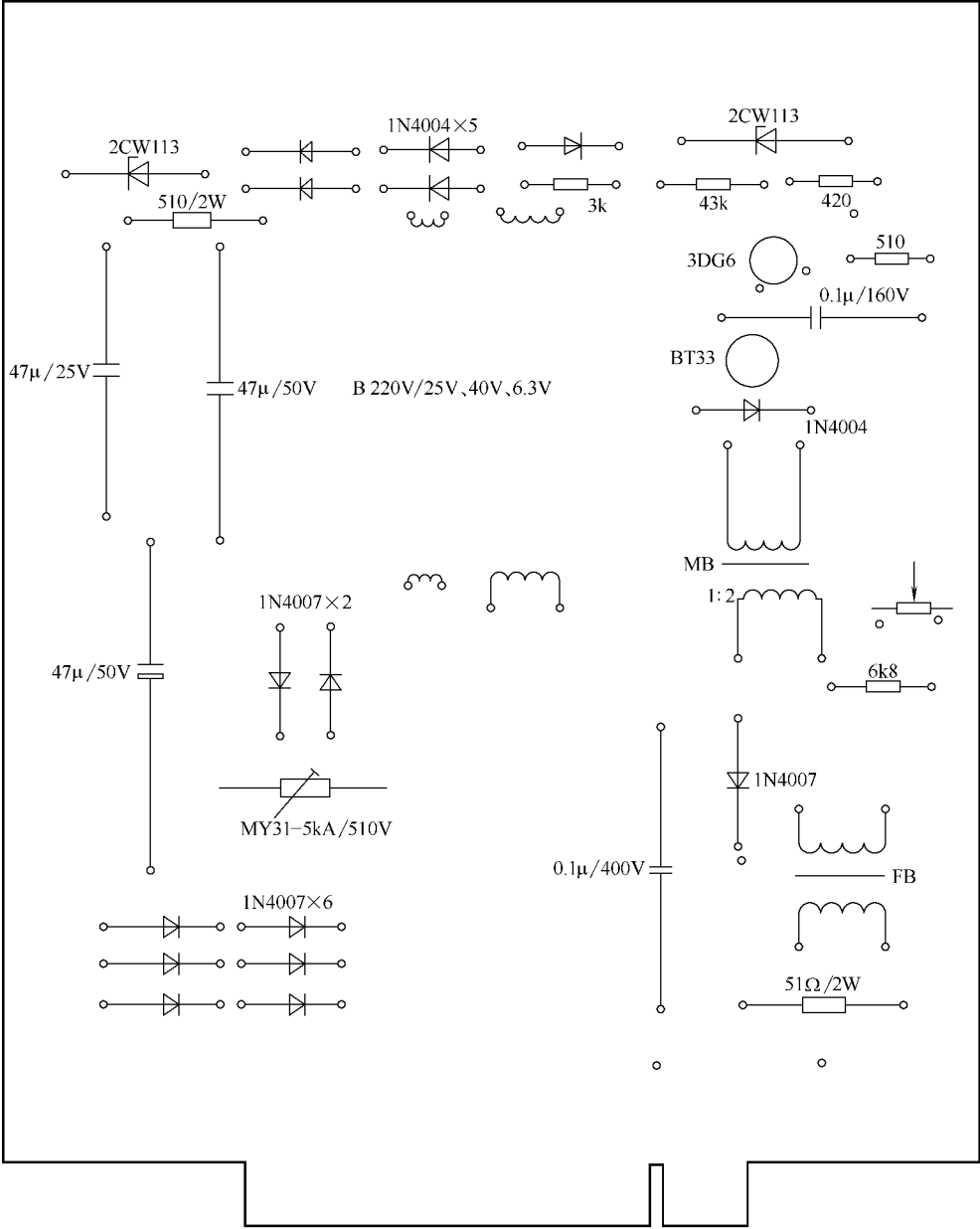


图 4-1-1 注塑机电路维修

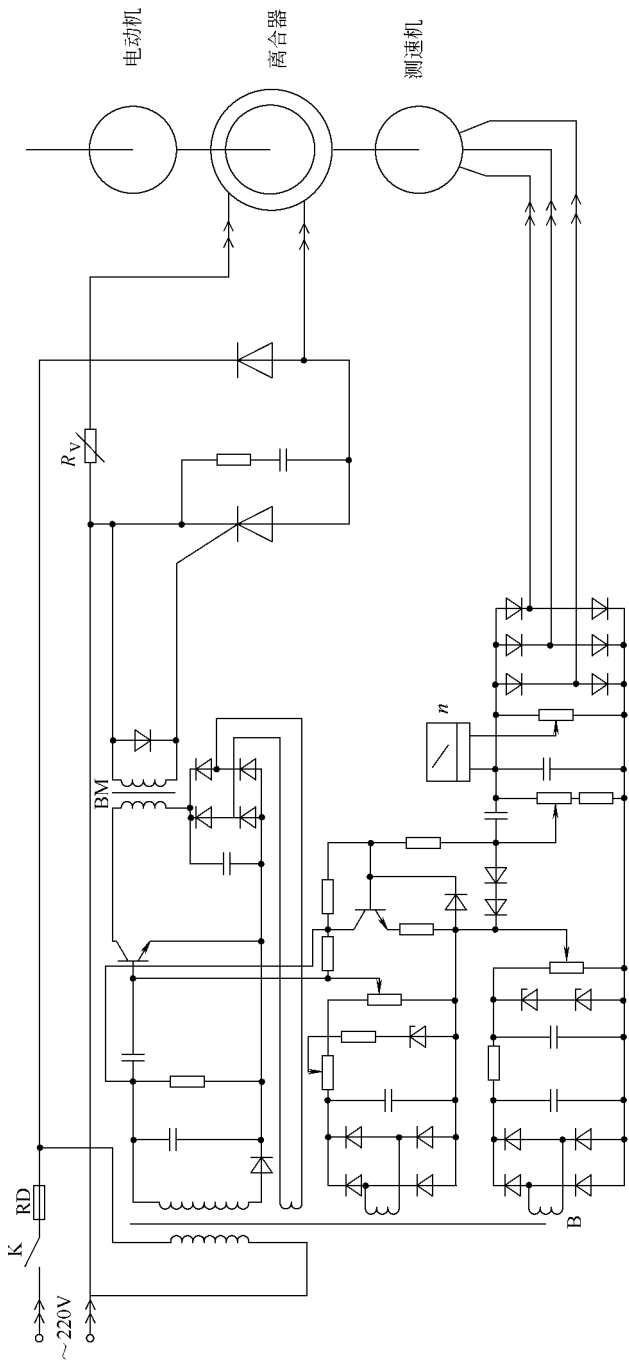
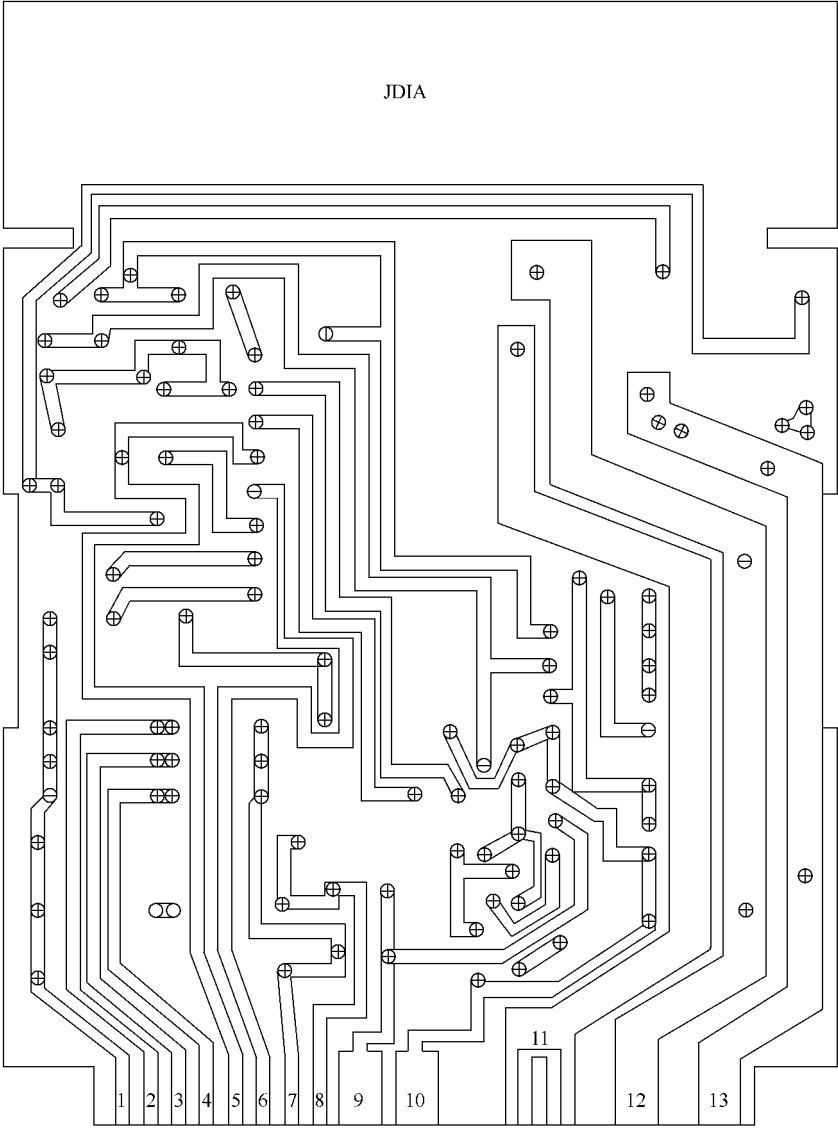


图 6-38 JDI A 电磁调速控制板原理



图远摇 注塑机印制电路板底图

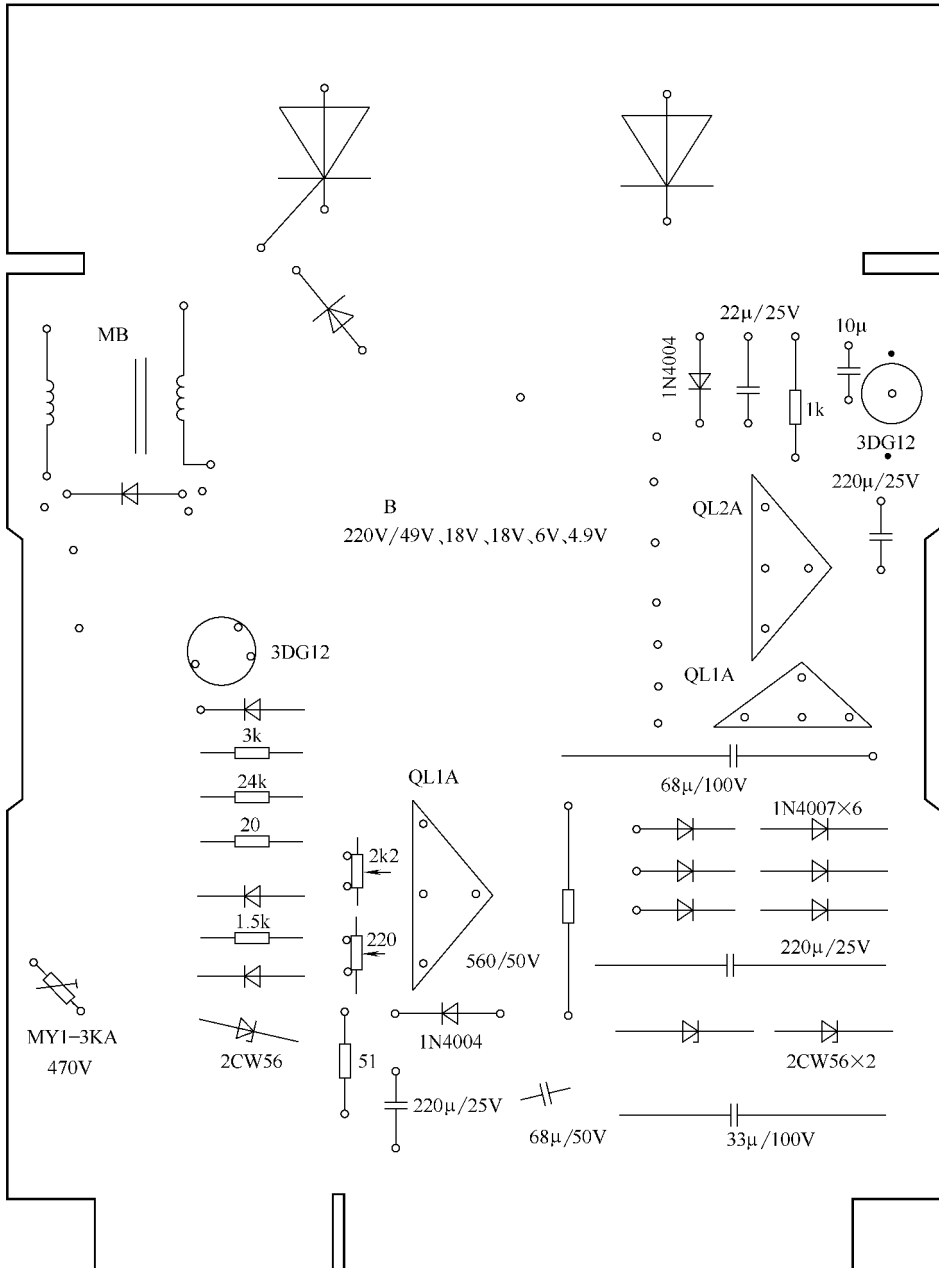


图 2-1-10 遥控开锁电路板元件排列图

的大小，来改变电磁调速电机的机械特性，达到电磁调速的目的。图 猿猿猿是在猿猿猿型印制电路板的底板图，单面铜箔即可使用。图 猿猿猿是在猿猿猿型电路板元件排列图，可由此排列去查巡元器件和测试检查元器件，还有调节电位器进行调节，在系统调校中，配合外电路进行调校（外电路包括给定电位器、测速反馈电位器等电路）。电路板元器件明细见表 猿猿猿。

表 猿猿猿 猿猿猿电路板元器件明细

序号	名猿猿猿称	型猿猿猿号	序号	名猿猿猿称	型猿猿猿号
员	可控硅	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	员	电容	猿猿猿猿猿猿猿猿猿
圆	整流二极管	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	圆	电容	猿猿猿猿猿猿猿猿猿
猿	二极管	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	猿	电位器	猿猿猿猿猿猿猿猿猿
源	三极管	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	源	变压器（猿猿）	猿猿猿猿猿猿猿猿猿、猿猿猿
缘	单结管	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	缘	电阻	猿猿猿猿猿猿猿猿猿
远	压敏电阻	猿猿猿猿猿猿猿猿猿猿猿猿猿	远	电阻	猿猿猿猿猿猿猿猿猿
苑	稳压二极管	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	苑	电阻	猿猿猿猿猿猿猿猿猿、猿猿猿猿猿猿
愿	电解电容	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	愿	脉冲变压器	猿猿猿猿猿猿猿猿猿
怨	电解电容	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	怨	散热片	配 猿猿猿可控硅
园	电解电容	猿猿猿猿猿猿猿猿猿	园	散热片	配 猿猿猿整流管

（圆）猿猿猿型电磁调速控制电路板猿猿猿图 猿猿猿是在猿猿猿型电磁调速控制电路板控制原理图。电路构成和原理基本相同于猿猿猿型。注意插头是猿猿线，不具备互换性。图 猿猿猿是在猿猿猿型印制电路板底板图，也是单面铜箔板。图 猿猿猿是在猿猿猿型电路板元件排列图。它示意性给出元器件的位置，以供维修和调试用。

（猿）猿猿猿型电磁调速控制电路板猿猿猿图 猿猿猿是在猿猿猿型电磁调速控制电路板控制原理图。设计型号比上两种电路板要新，它由可控硅整流电路、速度调节电路、速度负反馈电路和移相触发电路组成。工作原理仍然是速度给定和速度反馈信号进行比较，差值送入速度调节器进行放大，放大信号与锯齿波叠加，控制晶体管的导通，随着差值信号电压的改变移动脉冲，控制可控硅的导通角，供滑差离合器以励磁电流，通过电流变化而改变其转速。图 猿猿猿是在猿猿猿型电磁调速器印制电路板底板图。图 猿猿猿是在猿猿猿型电路板的元器件排列图，以供维修检查时使用。

猿猿猿猿猿检测电子电路板简易装置制作及调校方法

猿猿猿猿猿猿猿检测

检查和修理的电子电路板以及调整校核的电路板，必须要进行检测处理后才可使用。电路板的检测不论是新装的或者是修复的，都要进行带荷检测及调校。检测的目的是确定电路板是否可以用，或者需要进行老化后可以用，或者需要进一步修复不能用。检测也是电子电路板的工作程序之一，检测工作需要借助于仪表和装置。检测必备的简单仪表有：①万用表一块；②直流电压表 猿~ 猿猿猿一块；③ 猿猿猿猿猿猿猿直流电源一台；④ 猿猿猿猿直流电源一台；⑤双 猿猿猿交流电源一台；⑥测试面圈板一块；⑦猿猿线、猿猿线插头座二套；⑧猿猿猿猿猿电磁闸圈及灯泡各一个。

猿猿猿猿猿猿自制检测装置

要根据具体电子电路板的使用条件（如电路板的输入电路的电压幅值和等级，输出电路

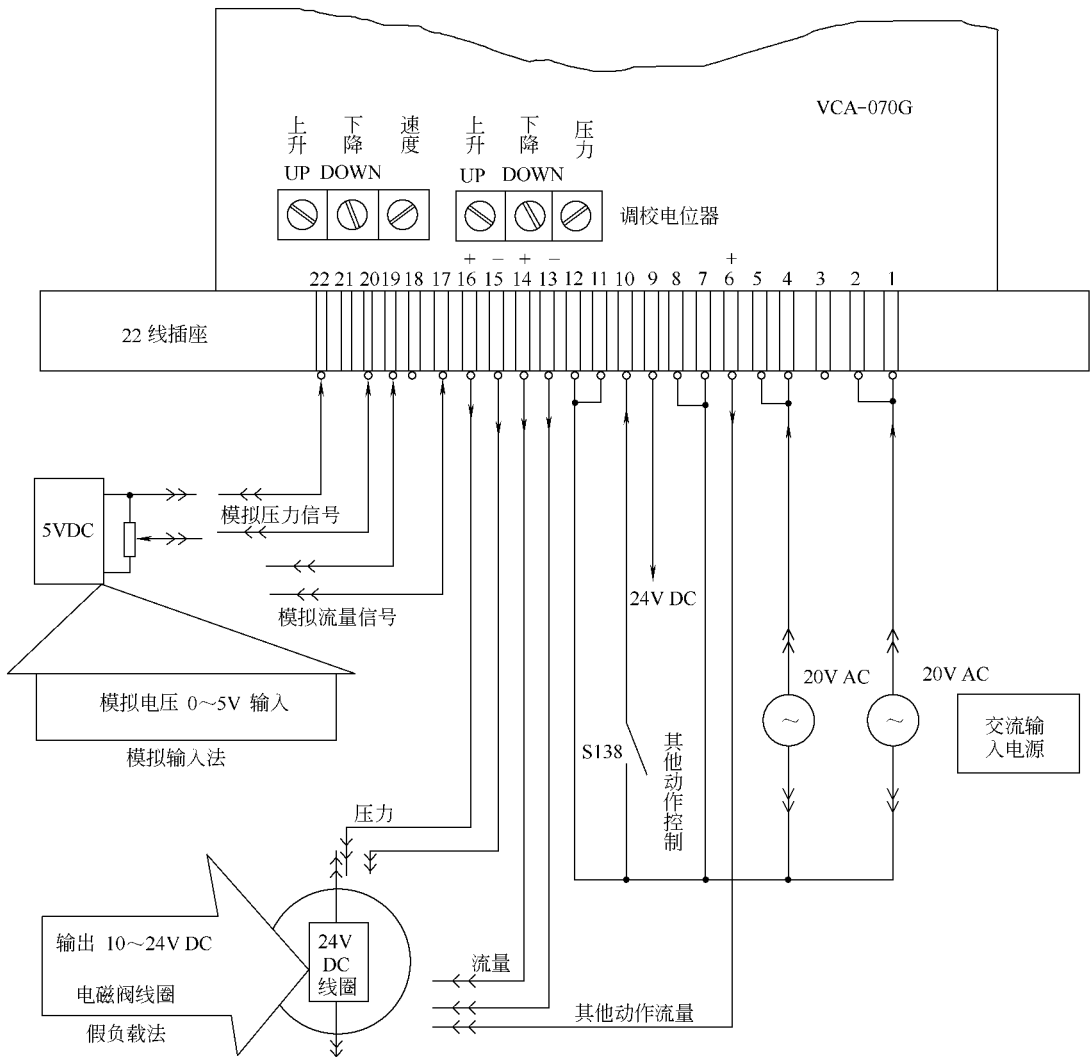


图 远 瑶 电子放大板检测装置示意图

的电压幅值和等级等），采用适合电路板工作的方法（如模拟输入法、假负载测定法），使电路板进行工作，再应用电路反馈方式等对其工作点进行校核后，才可置入电路中进行试运行。通过试运行后方可正式投运。

（员 电子放大板检测装置摇电子放大板 灾灾灾灾灾 灾灾灾灾灾是注塑机常用的电路板，不论是修复或者新安装的，利用这个装置检测各点的参数，调校输出幅值等，对维修和加工制作来说都非常简便、实用。具体可参看图 远园员电子放大板检测装置示意图。按照图 远园员接线后，就可以通电进行检测。其中模拟压力信号和模拟流量信号一般在 猿灾左右，可将 缘灾电源接 宰员电位器进行取样输入即可，可以分压力和流量部分单独检测。输出可接在电磁阀线圈接线端上当作假负载，可以分压力、流量和其他动作流量三部分单独检测，其他动作需按开关 杂合下才可进行。另外压力和流量调节还可通过电子放大板上的两个电位器进行调节（常在压力、流量信号输入电压确定后进行调节）。如果要检测 灾灾灾灾灾电子放大板，步骤同上所述。如果要检测 灾灾灾灾灾电子放大板，只需将压力、流量输入信号端重新焊接（连线变动）。调校步骤基本相同。

（圆 在灾灾灾电磁调速控制板检测装置摇电磁调速控制器检测装置类同上述装置，只是在反馈电路稍加改动（可调校反馈量），也需用假负载对电路板进行调校，使输出电压幅值在 园~ 怨灾之间平滑变动，输出电压平稳。维修检查时也可方便查找，调校时也方便使用。具体可见图 远园圆在灾灾型电磁调速控制检测装置。

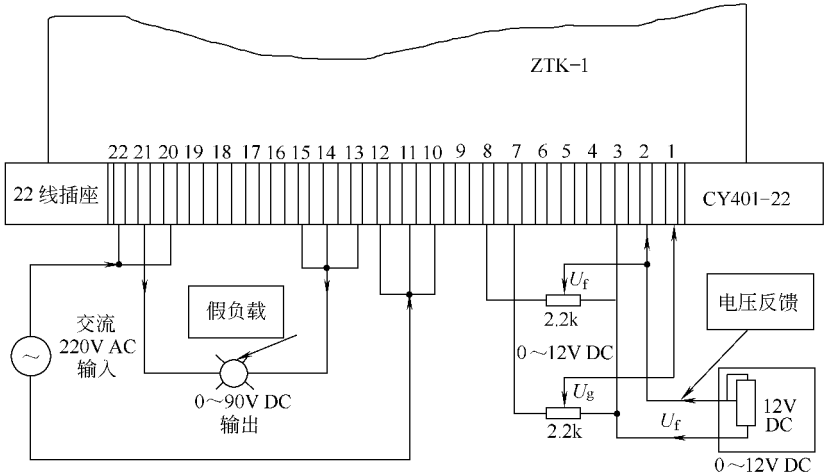


图 远园圆在灾灾型电磁调速控制器检测装置示意图

按图连接（暂不接反馈电压）后，通电进行检测。在开环条件下，调节给定电压 哉园→ 猿灾或 猿灾→ 园灾变化。在正常情况下，假负载灯泡应该有从暗到亮或从亮到暗的变化，若没有，可调节电路板上电位器来改变工作点。调节给定电位器，会使电路板工作，输出直流电压 园~ 怨灾平滑稳定即可。调节好后，可以进行电压反馈电路调整，模拟测速机反馈电压信号输入，检测输出电压幅值，看灯泡闪动情况是否剧烈程度判定。实质上，测速电压负反馈主要是提高整流电路的精度和机械特性。

（猿 在灾灾型电磁调速控制器检测装置摇在灾灾型电磁调速控制器检测装置由图 远园猿组成，示意图上电路板插座有所不同，其余工作原理类同。如果有几种类型的电路板需要互换，则可以根据示意图上的各回路调节电位器，输入、输出电路位置搞清楚，然后再进行更换，只是注意反馈量值和电路板中工作点的设定值调整。

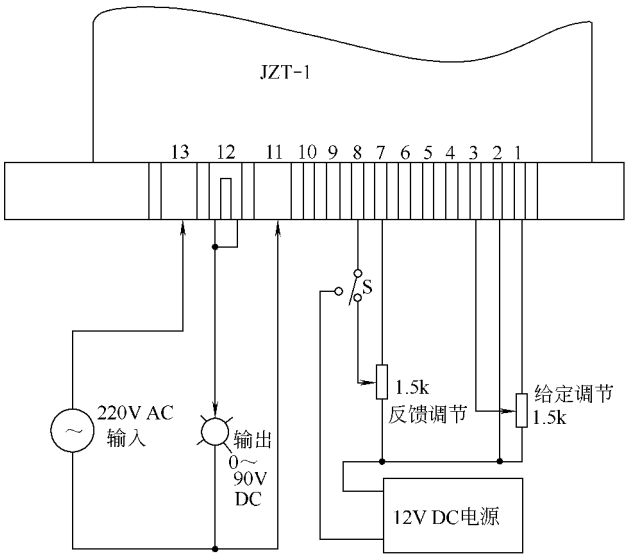


图 远源瑶 性能型电磁调速器检测装置示意图

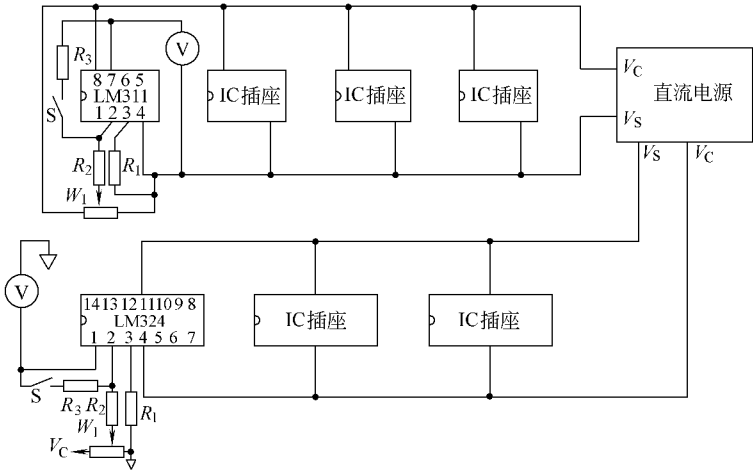


图 远源瑶 集成元器件简易测试装置示意图

6源 集成元器件简易测试装置摇摇图 远源源是集成元器件简易测试装置示意图。它主要有两个作用，一是对集成元器件进行简易检测，二是对集成元器件进行老化试验，以筛选性能不稳定的元器件。对集成元器件进行简易检测可以由 杂开关控制，使其工作在闭环状态，因此，可以开环测定元器件的参数和闭环粗略测定电路参数，但这都是宏观上的检测，如有进一步的要求，要用示波器等仪器进行测定。例如 蕴磁器集成放大器的测定，由 宰_员 输入电压进入集成块第 圆脚反相输入，在经处理后，由集成块第 苑脚输出电压信号。主要测试目的是看集成块在正常受控条件下是否受控制，电压输出幅值变化是否呈线性关系，输出幅值应随输入信号的变化而平稳变化，尤其在接入闭环电路后，要同电路结合起来分析参数状态。集成运算放大器 蕴磁器是四运放，常使用过程中用单电源做工作电源较合宜，注意电源电压范围应限制在 依身家电压范围以内。调节电位器应缓慢，最好采用多圈电位器较适宜，可以较详细测出电压输出情况。在实际应用过程中，简单测试就可以满足工作需要。在加工制作

新型电子板过程中，最好对集成元器件进行老化筛选，常温情况下，源燥工作即可，以避免元器件参数漂移，调校困难。制作测试装置时，先设计在铜箔板上（按上述电路进行设计），再将插座焊接在铜箔板上，最后统一焊线连接，留一组进行测定参数，其余组均作为老化筛选用，注意设计组数和供电电源的负载匹配，以免过载。插接集成块时注意引脚记号，正确插接引脚。

维修案例 电子电路板维修实例

（员 缘运圆图）比例压力、比例流量电子放大板维护修理摇图 远缘缘是 缘运圆图电子板结构示意图。具体维修如下。

- 静态检查易损元器件性能引脚电阻值；
- 动态检查电子电路及元器件各点电位；

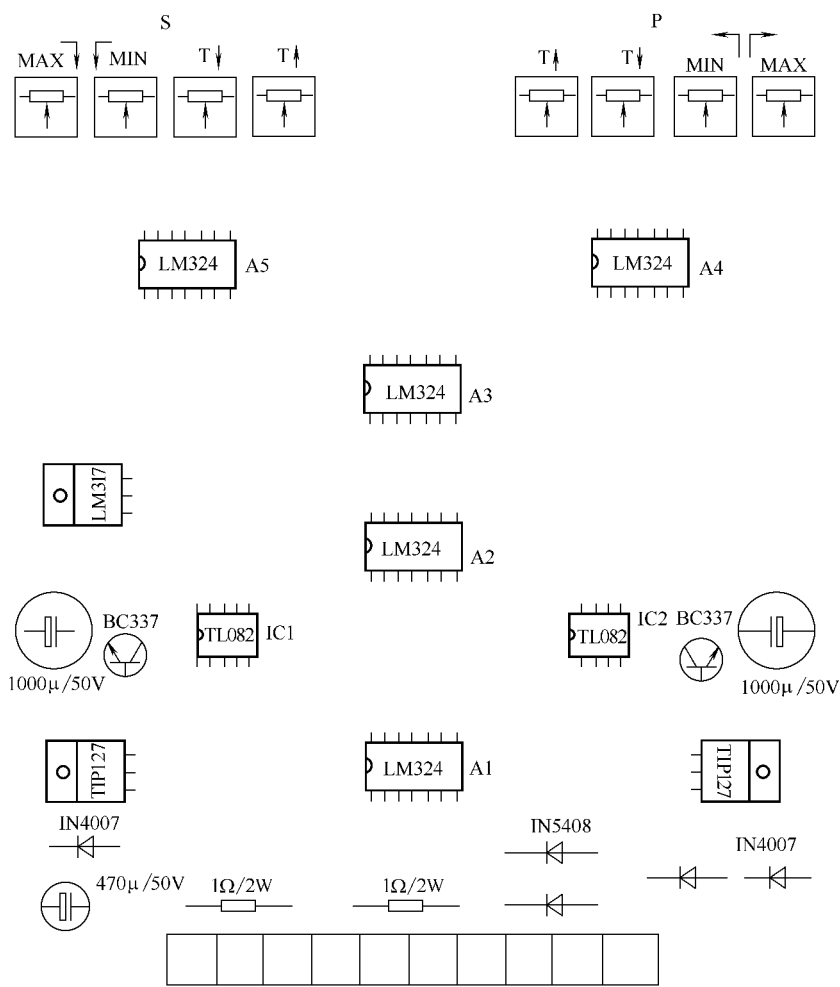


图 远缘缘 缘运圆图电子板结构示意图

常见故障检测与处理。

① 易损元件性能检测摇图 远缘缘电子放大板易损件如下。

保险管（员） 摇摇摇摇月藏三极管

将电子电路板连接同上，将输入模拟控制信号用干电池一节，进行压力流量的调节如下。

输入 电流输出

输入 电流输出

再用万用表进行检测，其集成电路 芯片各引脚对地电位值如表 所示。

表 集成电路 元器件对地电位值（二）

单位：V

引脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
芯片	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
11	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
12	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
13	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
14	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

对电子板上的达林顿功放三极管的检测也包括如上内容，达林顿功放管各引脚间的直流电阻阻值；正常通电时电子板上各板之间的对地电位值；模拟控制时电子板上各极之间的比例放大调节电压幅值等。具体如表 所示是三极管各引脚间的直流电阻值。

表 三极管各引脚间直流电阻值

单位：Ω

型 号	LM317		LM337		LM339		LM339		LM339		LM339	
外型												
引脚电阻	1-2: 100Ω, 1-3: 100Ω, 1-4: 100Ω, 1-5: 100Ω, 1-6: 100Ω, 2-3: 100Ω, 2-4: 100Ω, 2-5: 100Ω, 2-6: 100Ω, 3-4: 100Ω, 3-5: 100Ω, 3-6: 100Ω, 4-5: 100Ω, 4-6: 100Ω, 5-6: 100Ω		1-2: 100Ω, 1-3: 100Ω, 1-4: 100Ω, 1-5: 100Ω, 1-6: 100Ω, 2-3: 100Ω, 2-4: 100Ω, 2-5: 100Ω, 2-6: 100Ω, 3-4: 100Ω, 3-5: 100Ω, 3-6: 100Ω, 4-5: 100Ω, 4-6: 100Ω, 5-6: 100Ω		1-2: 100Ω, 1-3: 100Ω, 1-4: 100Ω, 1-5: 100Ω, 1-6: 100Ω, 2-3: 100Ω, 2-4: 100Ω, 2-5: 100Ω, 2-6: 100Ω, 3-4: 100Ω, 3-5: 100Ω, 3-6: 100Ω, 4-5: 100Ω, 4-6: 100Ω, 5-6: 100Ω		1-2: 100Ω, 1-3: 100Ω, 1-4: 100Ω, 1-5: 100Ω, 1-6: 100Ω, 2-3: 100Ω, 2-4: 100Ω, 2-5: 100Ω, 2-6: 100Ω, 3-4: 100Ω, 3-5: 100Ω, 3-6: 100Ω, 4-5: 100Ω, 4-6: 100Ω, 5-6: 100Ω		1-2: 100Ω, 1-3: 100Ω, 1-4: 100Ω, 1-5: 100Ω, 1-6: 100Ω, 2-3: 100Ω, 2-4: 100Ω, 2-5: 100Ω, 2-6: 100Ω, 3-4: 100Ω, 3-5: 100Ω, 3-6: 100Ω, 4-5: 100Ω, 4-6: 100Ω, 5-6: 100Ω		1-2: 100Ω, 1-3: 100Ω, 1-4: 100Ω, 1-5: 100Ω, 1-6: 100Ω, 2-3: 100Ω, 2-4: 100Ω, 2-5: 100Ω, 2-6: 100Ω, 3-4: 100Ω, 3-5: 100Ω, 3-6: 100Ω, 4-5: 100Ω, 4-6: 100Ω, 5-6: 100Ω	

表 是三极管各引脚对地电阻值。

表 三极管各引脚对地电阻值

单位：Ω

型 号	1	2	3	4	5	6
状态	1	2	3	4	5	6
黑表棒对地	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
红表棒对地	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

表 是通电情况下各引脚对地电位值。

表 通电情况下各引脚对地电位值

单位：V

型 号	1	2	3	4	5	6
状态	1	2	3	4	5	6
正常通电值	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
“1”状态值	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
“2”状态值	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

摇摇③ 常见故障检测与处理摇见表 远

表 2-2-1 摇臂常见故障检测与处理

常摇见摇故障障	检查查摇测摇试	故故障障处处理理
工作电源不正常	查 碰动花调电位器 灾、测引脚 圆输出电压变化	无变化则更换 碰动花
工作电压不正常	查 附撞源粤对 景隔电压值应 哉、越灾哉、 并接原隔同 、越原灾	不正常更换 月撞源 月撞源
压力或流量无输出	查达林顿功放管 越灾源 查各自电源供给保险管 藻槽之间不通 藻接红棒、遭接黑棒 藻接黑棒、遭接红棒 遭接红棒、糟接黑棒 遭接黑棒、糟接红棒 查 碰动更输出端电压是否随模拟输入电压变化而变化	更换保险 通则更换 阻值 灾(园) 阻值 员(园) 阻值 员) 阻值 远(园) 无变压则更换 碰动源
反应迟缓	检查电位器 栽) 或 栽) 顺时针最大为 缘(园),逆时针最小为 园)	不正常则更换
输出不稳定	检查反馈电阻 员) 轴穿 是否正常,检查滤波电容充放电是否正常	不正常更换 员) 轴穿 电阻或电容

(圖 灾增豐源部电子放大电路板的维护修理实例摇图 灾增豐源部电子板结构示意图,具体维修如下。

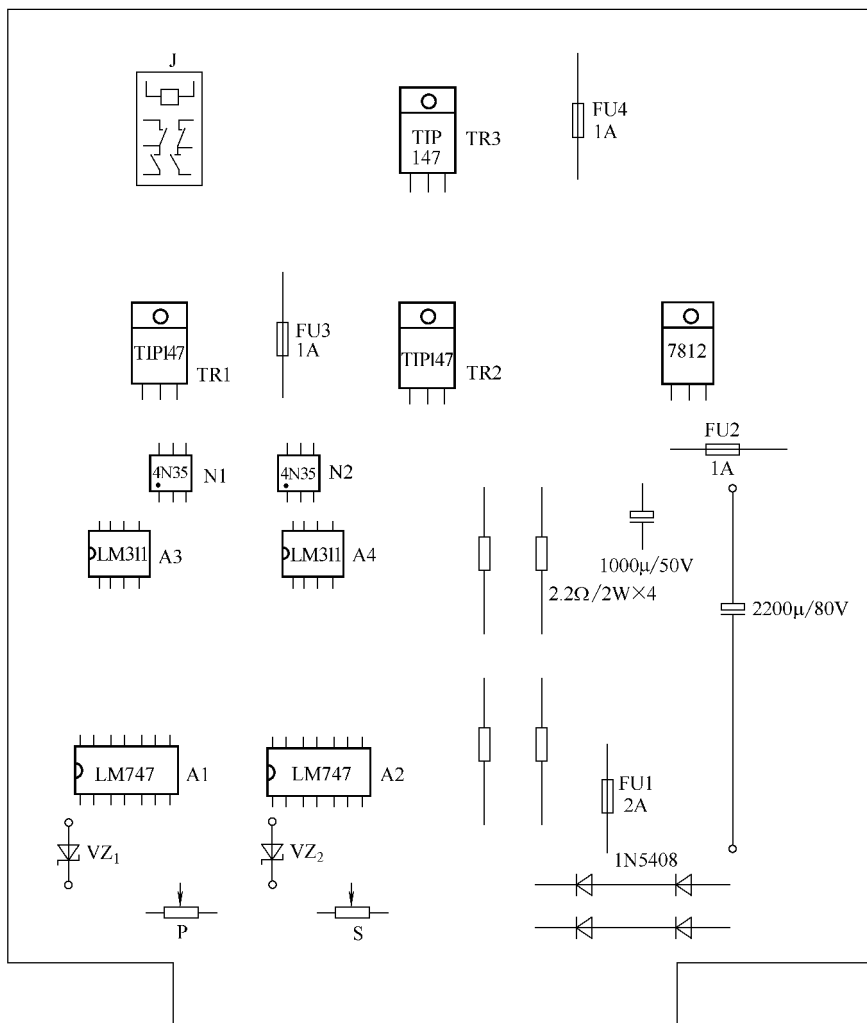


图 1 远原摇灾增器电路电子板结构示意图

电压幅值，见表 远猿怨

表 远猿怨是通电和模拟控制状态时各引脚对地电位值，“园园’ 状态通 缘缘缘；“怨怨’ 状态通 猿猿电。

表 远猿怨摇功放管及稳压器各引脚对地电阻值 单位：Ω

摇摇摇摇型号 状态摇摇摇摇	苑苑园			猿猿员			猿猿园			猿猿猿		
	员	园	猿	遭	糟	藻	遭	糟	藻	遭	糟	藻
黑表棒对地	员	园	猿	员	猿	猿	员	猿	猿	员	员	员
红表棒对地	缘苑	园	缘源	缘苑	缘怨	怨苑	缘源	缘猿	怨苑	缘园	缘怨	缘怨

表 远猿怨摇通电和模拟控制状态时各引脚对地电位值

型摇摇号	苑苑园			猿猿员			猿猿园			猿猿猿		
状态	员	园	猿	遭	糟	藻	遭	糟	藻	遭	糟	藻
正常通电值	园	园	猿	源	园	源	源	园	源	源	园	源
带载状态值												
“怨怨’				猿	怨	猿	猿	怨	猿			

③ 常见故障检测与处理摇摇见表 远猿

表 远猿摇摇常见故障检测与处理

常 见 故 障	检 查 摇 测 摇 试	故 障 处 理
工作电源不正常	查交流输入电源接线 查整流二极管是否正常	连接可靠 异常更换
工作电压不正常	查 苑苑园输出是否正常,查集成 缘缘工作电压情况	不正常更换 苑苑园
压力或流量无输出	查功放管 猿猿员 猿猿园或 猿猿猿 查各功放供电保险管 功放管 藻糟之间不导通 藻接红棒、遭接黑棒 藻接黑棒、遭接红棒 遭接红棒、糟接黑棒 遭接黑棒、糟接红棒 查光耦 源源缘是否正常 查集成 缘缘缘是否正常	更换保险 通则更换 阻值 苑苑园 阻值 员(肆) Ω 阻值 员(肆) Ω 阻值 远苑园 异常更换 异常更换
输出不稳定	检查反馈电阻 园园园 缘缘缘 是否正常 检查滤波电容器充放电是否正常 检查基准电压供给端的稳压二极管 缘缘缘 灾灾灾或 灾灾园 是否正常 集成运放 缘缘缘 灾灾灾击穿,工作性能不稳定 光电耦合器工作性能差,导致工作不稳定	异常更换 异常更换 异常更换 更换 缘缘缘 更换 源源缘

摇摇注：缘上述测试值用数字万用表 怨怨型进行测量，在常温状态下进行测量，仅供参考。
缘通电测试变压器选用 园园园灾灾灾灾灾 缘灾灾容量，供电电网电压略低一些。幅值仅供参考。
猿测试各种阻值、对地电位值仅作参考。可根据具体情况分别对待，只是在数量上有一个大概数值或数量变化趋势，不做定性判断的依据。
源测量电阻值用数字表，数字“员”表示（肆）无穷大、数字“园”表示接通或短接状态；测引脚电阻 缘表示红表棒接 员脚、黑表棒接 园脚的电阻，所以下标前数字为红表棒、下标后数字为黑表棒。如 缘园

