

中等职业学校电子信息类教材(电气运行与控制专业)

实用机床电气控制线路 故障维修

贺哲荣 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书第1章简明扼要地讲述了常用机床电器在电路中的符号、结构、应用、安全注意事项、在实际工作中的选用及基本技术参数;第2章作为机床电气控制线路的入门篇,较为详细地分析了机床常用各种基本控制电路;第3章讲述了机床电气故障的检修方法及步骤;第4章至第9章重点分类详细讲述了车床、磨床、钻床、铣床、镗床控制线路的原理,对每一种机床列举了两个以上的检修实例,最后对每一种机床列出了所有的故障表,以便读者在今后的工作中对照故障表,快速查出故障。

本书起点低,通俗易懂,尽量避免繁琐的理论,注重培养学生实际操作和解决实际问题的能力。通过阅读此书,在机床电气维修方面可达到高级工的水平。本书特别适应于中专、职高、技校类电工、机电一体化专业的学生使用,亦可供大专院校电类自动控制专业的学生作为课外参考。对于工厂解决生产实际问题也是一本难得的图书。

本书曾由作者于1999至2000年在湖南省冷水江市技工学校(国家级重点技校)高级电工班及2002年在湖南省有色金属工业技工学校(原冶金部矿山有色金属技工学校)高级电工班中讲授,反映良好,收到了很好的效果。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

实用机床电气控制线路故障维修/贺哲荣编著. —北京:电子工业出版社,2003.6

中等职业学校电子信息类教材·电气运行与控制专业

ISBN 7-5053-8763-4

I. 实… II. 贺… III. 机床—电气控制—控制电路—维修—专业学校—教材 IV. TG502.35

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第040709号

责任编辑:陈晓明 特约编辑:高文勇

印 刷:

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1 092 1/16 印张:12 字数:314千字 插页:1

版 次:2003年6月第1版 2003年6月第1次印刷

印 数:5 000册 定价:16.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077

前 言

技工教育及职业技术教育作为我国的一项基本技能教育,越来越受到社会各界普遍的关注和重视。如何提高劳动者的操作技能,是每一个职业技能教育者必须认真考虑及研究的问题。本书是以中华人民共和国劳动和社会保障部公布的“工人技术等级标准大纲”为依据,结合作者多年的教学及实际工作经验编写的。

本书较为详细地分析了机床常用各种基本控制电路,介绍了机床电气故障的检修方法及步骤,重点分类详细讲述了车床、磨床、钻床、铣床、镗床控制线路的原理、故障检修实例,并对每一种机床列出了故障表,以便读者在今后的工作中对照故障表,快速查出故障。

本书起点低,尽量避免繁琐的理论,通俗易懂,内容由浅入深,循序渐进,概念清楚,分析透彻,重点突出,并注重培养学生实际操作和解决实际问题的能力。通过阅读此书,在机床电气维修方面可达到高级工的水平。本书特别适应于中专、职高、技校类电工、机电一体化专业的学生参考使用,亦可供大专院校电类自动控制专业的学生作为课外参考。对于工厂解决生产实际问题,也是一本难得的好书。

本书曾由作者于1999年~2000年在湖南省冷水江市技工学校(国家级重点技校)高级电工班及2002年在湖南省有色金属工业技工学校(原冶金部矿山有色金属技工学校)高级电工班中讲授,反映良好,收到了很好的效果。

由于编者水平有限,书中难免存在错漏,恳请各位行家及读者批评指正。

编 者

2002.12

目 录

第 1 章 机床常用低压电器	(1)
1.1 机床常用低压开关	(1)
1.1.1 刀开关	(1)
1.1.2 HZ 系列组合开关	(4)
1.1.3 自动空气开关	(6)
1.2 主令电器	(8)
1.2.1 按钮	(8)
1.2.2 行程开关	(10)
1.3 熔断器	(11)
1.3.1 RC1A 系列瓷插式熔断器	(11)
1.3.2 RL1 系列螺旋式熔断器	(12)
1.3.3 RM10 系列无填料封闭式熔断器	(13)
1.3.4 RT0 系列有填料封闭式熔断器	(14)
1.3.5 快速熔断器	(15)
1.4 接触器	(16)
1.4.1 交流接触器	(16)
1.4.2 直流接触器	(23)
1.5 继电器	(25)
1.5.1 中间继电器	(25)
1.5.2 时间继电器	(26)
1.5.3 热继电器	(27)
1.5.4 电流继电器	(30)
1.5.5 电压继电器	(30)
1.5.6 速度继电器	(31)
1.5.7 压力继电器	(31)
1.5.8 温度继电器	(31)
1.6 电磁铁	(32)
1.6.1 牵引电磁铁	(32)
1.6.2 制动电磁铁	(32)
1.6.3 阀用电磁铁	(34)
第 2 章 机床常用基本控制电路	(35)
2.1 电动机单向运转控制电路	(35)
2.1.1 手动单向运转控制电路	(35)
2.1.2 接触器控制点动单向运转控制电路	(36)
2.1.3 接触器控制连续单向运转控制电路	(37)
2.1.4 连续与点动混合的单向运转控制电路	(38)
2.2 电动机正反转控制电路	(39)
2.2.1 手动正反转控制电路	(39)
2.2.2 接触器联锁的正反转控制电路	(40)

2.2.3	按钮联锁的正反转控制电路	(41)
2.2.4	接触器按钮双重联锁正反转控制电路	(42)
2.2.5	接触器按钮双重联锁正反转控制电路故障检查	(43)
2.3	行程控制电路和自动往返控制电路	(43)
2.3.1	行程控制电路	(43)
2.3.2	自动往返行程控制电路	(44)
2.3.3	自动往返行程控制电路故障检查	(45)
2.4	多地控制电路及顺序控制电路	(46)
2.4.1	多地控制电路	(46)
2.4.2	顺序控制电路	(46)
2.5	降压启动控制电路	(47)
2.5.1	串电阻降压启动控制电路	(48)
2.5.2	Y- Δ 降压启动控制电路	(48)
2.5.3	Y- Δ 降压启动控制电路故障检查	(50)
2.6	电动机制动控制电路	(50)
2.6.1	电磁抱闸制动控制电路	(51)
2.6.2	反接制动控制电路	(51)
2.6.3	能耗制动控制电路	(53)
2.6.4	变压器全波整流单向运转能耗制动控制电路故障检查	(54)
2.7	多速电动机控制电路	(54)
2.7.1	双速电动机的控制	(55)
2.7.2	三速电动机的控制	(56)
2.7.3	双速电动机控制电路故障检查	(57)
第 3 章	机床电气故障的检修方法及步骤	(59)
1.1	机床电气故障的检修方法	(59)
1.2	机床电气故障的检修步骤	(62)
第 4 章	常用车床电气控制线路分析及故障检修	(66)
4.1	C620 型普通车床	(66)
4.1.1	C620 型普通车床电气控制线路分析	(66)
4.1.2	C620 型普通车床电气控制线路故障检修实例	(67)
4.1.3	C620 型普通车床电气控制线路故障表	(68)
4.2	CA6140 型普通车床	(69)
4.2.1	CA6140 型普通车床电气控制线路分析	(69)
4.2.2	CA6140 型普通车床电气控制线路故障检修实例	(71)
4.2.3	CA6140 型普通车床电气控制线路故障表	(71)
4.3	L-3 型普通车床	(72)
4.3.1	L-3 型普通车床电气控制线路分析	(72)
4.3.2	L-3 型普通车床电气控制线路故障检修实例	(73)
4.3.3	L-3 型普通车床电气控制线路故障表	(74)
4.4	CW6136A 型普通车床	(75)
4.4.1	CW6136A 型普通车床电气控制线路分析	(75)
4.4.3	CW6136A 型普通车床电气控制线路故障检修实例	(78)
4.4.3	CW6136A 型普通车床电气控制线路故障表	(79)
4.5	CW6163B 型车床	(80)

4.5.1	CW6163B 型车床电气控制线路分析	(80)
4.5.2	CW6163B 型车床电气控制线路故障检修实例	(82)
4.5.3	CW6163B 型车床电气控制线路故障表	(84)
4.6	C616 型车床	(84)
4.6.1	C616 型车床电气控制线路分析	(84)
4.6.2	C616 型车床电气控制线路故障检修实例	(86)
4.6.3	C616 型车床电气控制线路故障表	(87)
4.7	C650 型卧式车床	(88)
4.7.1	C650 型卧式车床电气控制线路分析	(88)
4.7.2	C650 型卧式车床电气控制线路故障检修实例	(91)
4.7.3	C650 型卧式车床电气控制线路故障表	(92)
4.8	C5225 型立式车床	(93)
4.8.1	C5225 型立式车床电气控制线路分析	(93)
4.8.2	C5225 型立式车床电气控制线路故障检修实例	(99)
4.8.3	C5225 型立式车床电气控制线路故障表	(100)
第 5 章	常用磨床电气控制线路分析及故障检修	(103)
5.1	M7120 型平面磨床	(103)
5.1.1	M7120 型平面磨床电气控制线路分析	(103)
5.1.2	M7120 型平面磨床电气控制线路故障检修实例	(107)
5.1.3	M7120 型平面磨床电气控制线路故障表	(108)
5.2	M7130 型卧轴矩台平面磨床	(109)
5.2.1	M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路分析	(109)
5.2.2	M7310 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路故障检修实例	(112)
5.2.3	M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路故障表	(113)
5.3	M7475B 型立轴圆台平面磨床	(113)
5.3.1	M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路分析	(114)
5.3.2	M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路故障检修实例	(120)
5.3.3	M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路故障表	(122)
5.4	M1432A 型万能外圆磨床	(123)
5.4.1	M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路分析	(124)
5.4.2	M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路故障检修实例	(128)
5.4.3	M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路故障表	(129)
第 6 章	常用钻床电气控制线路分析及故障检修	(131)
6.1	Z35 型摇臂钻床	(131)
6.1.1	Z35 型摇臂钻床电气控制线路分析	(131)
6.1.2	Z35 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例	(135)
6.1.3	Z35 型摇臂钻床电气控制线路故障表	(136)
6.2	Z3040 型摇臂钻床	(136)
6.2.1	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路分析	(137)
6.2.2	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例	(141)
6.2.3	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障表	(143)
6.3	Z3050 型摇臂钻床	(144)
6.3.1	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路分析	(144)
6.3.2	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例	(147)

6.3.3	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路故障表	(148)
第 7 章	常用铣床电气控制线路分析及故障检修	(150)
7.1	X62W 型万能铣床	(150)
7.1.1	X62W 型万能铣床电气控制线路分析	(150)
7.1.2	X62W 型万能铣床电气控制线路故障检修实例	(155)
7.1.3	X62W 型万能铣床电气控制线路故障表	(156)
7.2	X52K 型立式升降台铣床	(157)
7.2.1	X52K 型立式升降台铣床电气控制线路分析	(157)
7.2.2	X52K 型立式升降台铣床电气控制线路故障检修实例	(161)
7.2.3	X52K 型立式升降台铣床电气控制线路故障表	(162)
第 8 章	常用镗床电气控制线路分析及故障检修	(163)
8.1	T68 型卧式镗床	(163)
8.1.1	T68 型卧式镗床电气控制线路分析	(163)
8.1.2	T68 型卧式镗床电气控制线路故障检修实例	(167)
8.1.3	T68 型卧式镗床电气控制线路故障表	(168)
第 9 章	其他机床及设备电气控制线路分析及故障检修	(170)
9.1	B690 型液压牛头刨床	(170)
9.1.1	B690 型液压牛头刨床电气控制线路分析	(170)
9.1.2	B690 型液压牛头刨床电气控制线路故障检修实例	(171)
9.1.3	B690 型液压牛头刨床电气控制线路故障表	(172)
9.2	电动葫芦	(172)
9.2.1	电动葫芦电气控制线路分析	(172)
9.2.2	电动葫芦电气控制线路故障检修实例	(173)
9.2.3	电动葫芦电气控制线路故障表	(174)
9.3	JZ150 型混凝土搅拌机	(175)
9.3.1	JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路分析	(175)
9.3.2	JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路故障检修实例	(176)
9.3.3	JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路故障表	(177)
9.4	15/3 吨交流桥式起重机	(178)
9.4.1	15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路分析	(178)
9.4.2	15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路故障检修实例	(183)
9.4.3	15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路故障表	(184)

第 1 章 机床常用低压电器

低压电器,分类众多,用途广泛,品种规格繁杂。而就机床低压电器来说,主要是用在机床控制系统中的低压电器。本章主要从实际应用的角度出发,介绍机床中常用的低压电器及用途。

1.1 机床常用低压开关

机床常用低压开关在电路中主要用于隔离、转换以及接通和分断电路之用。如机床电源开关、照明开关等。还有的低压开关可直接用于 5.5kW 以下小容量电动机的启动、停止及正、反转的控制等。在机床上使用的开关一般有刀开关、转换开关、自动空气开关及扭子开关等,其中刀开关和组合开关为非自动切换开关,下面分别予以介绍。

1.1.1 刀开关

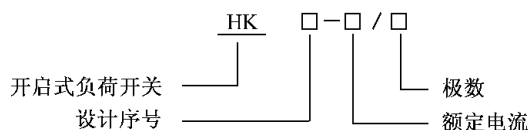
刀开关又名“闸刀开关”,它是非自动切换开关中构造最简单、最常用的一种低压电器,其代表产品有 HK1, HK2 系列胶盖瓷底开关, HH3, HH4, HH10 系列负荷开关(铁壳开关)及老式的 HH9 和 DH14 系列开关板用开关等,其中 HK1 和 HH4 系列为全国统一设计产品。

刀开关又可分为两极和三极,在机床上一一般采用三极的。

1. HK 系列胶盖瓷底刀开关

HK 系列胶盖瓷底刀开关又称为开启式负荷开关或闸刀开关,它由刀开关和熔断器组成,通过装在瓷底板上的铜接件与刀开关及熔断丝相连接。刀开关装在上部,由进线座和静夹座组成;熔丝装在闸刀片座和出线座之间,闸刀片上端装有瓷质手柄。闸刀开关外表的上下两部分由两个胶盖用紧固螺丝固定,以防止当电路过载熔丝熔断产生电弧伤及人体和防止触电事故。

HK 系列胶盖瓷底刀开关的型号意义如下:



HK 系列胶盖瓷底刀开关由于未设置专用的灭弧装置,且易受电弧灼伤引起接触不良等故障,故不适用于分断较大负载电流的电路,一般用于接通和断开有电压而无负载电流的电路,即作为隔离开关使用。但由于它的经济性及构造简单、操作方便等特点,故普遍在电动机功率不大于 5.5kW 的控制电路中及要求不高、线路额定电流为 60A 及以下的照明线路中作为手动不频繁地接通和断开负载电路的短路保护之用。

HK 系列胶盖瓷底刀开关在电路中的图形符号及文字符号见图 1-1 所示。

HK 系列胶盖瓷底刀开关基本技术数据见表 1-1。

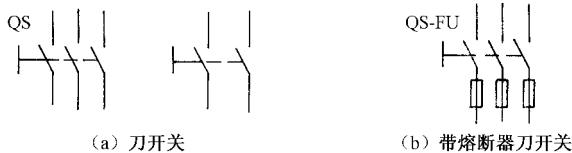


图 1-1 HK 系列刀开关在电路中的符号

表 1-1 HK 系列胶盖瓷底刀开关基本技术数据

型 号	极数	额定电压值 (V)	额定电流值 (A)	可控制电动机 最大容量值(kW)		熔体配用规格 (保险丝或铜丝)
				220V	380V	熔体线径(mm)
HK1-15	2	220	15	1.5	-	1.45~1.59
KH1-30	2	220	30	3.0	—	2.30~2.52
HK1-60	2	220	60	4.5	—	3.36~4.00
HK1-15	3	380	15	—	2.2	1.45~1.59
KH1-30	3	380	30	—	4.0	2.30~2.52
HK1-60	3	380	60	—	5.5	3.36~4.00
HK2-10	2	250	10	1.1	—	0.25
HK2-15	2	250	15	1.5	—	0.41
HK2-30	2	250	30	3.0	—	0.56
HK2-15	3	380	15	—	2.2	0.45
HK2-30	3	380	30	—	4.0	0.71
HK2-60	3	380	60	—	5.5	1.12

HK 系列胶盖瓷底刀开关主要用于：

(1)用于普通照明电路:作为隔离或负载开关时,应选开关的额定电压大于或等于 220V,额定电流大于或等于电路的最大工作电流的两极开关。

(2)用于电动机控制:当电动机功率小于 5.5kW 时,可直接用于电动机的启动、停止控制;但当电动机功率大于 5.5kW 时,只能作为隔离开关使用。选用时,应使开关的额定电压大于或等于 380V,额定电流大于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

例 1.1 某楼房采用 HK1 系列胶盖瓷底闸刀开关作为供电总开关,已知该楼房共有单人宿舍 6 间,每间按安装一个 60W 的白炽灯和一个插座计算;家属宿舍 6 户,每户按安装 5 个 60W 的白炽灯计算,应选择多大电流的开关？

解： 先计算线路总电流。设每个插座的功率为 100W,则该楼房的总功率为

$$P_{总}=60\times6+100\times6+60\times5\times6+100\times4\times6=5160\quad W$$

如果不考虑需用系数,则总电流为

$$I_{总}=5160/220=23.5\quad A$$

查表 1-1 可知应选用 HK1-30 型额定电流为 30A 的两极开关。

安全注意事项如下：

(1)闸刀开关应垂直安装在开关板或控制屏上,不能倒装,在电路处于接通状态下操作手柄不能朝下,正确的安装为手柄朝上,以免闸刀开关在分断状态下有松动而自动掉下误接通，

造成人身伤亡或设备事故。

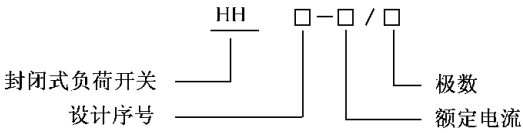
(2) 闸刀开关在引接线时电源进线和出线不能接反,进线应在闸刀开关的上方,出线应在闸刀开关的下方,这样才能保证更换熔丝时不会发生触电事故。

2. HH 系列铁壳开关

铁壳开关又称为封闭式负荷开关,因其外壳为铁制壳,故俗称为铁壳开关。铁壳开关的灭弧性能、操作及通断负载的能力和安全防护性能都优于 HK 系列胶盖瓷底刀开关,但其价格较 HK 系列胶盖瓷底刀开关贵。

HH 系列铁壳开关主要由 U 型动触片、静夹座、瓷插式熔断器、速断弹簧、转轴、操作手柄、开关盖、开关盖锁紧螺栓、进线孔、出线孔等组成。铁壳开关的操作机械与 HK 系列胶盖瓷底刀开关比较有两个特点:其一是采用了弹簧储能分合闸方式,其分合闸的速度与手柄的操作速度无关,从而提高了开关通断负载的能力,降低了触头系统的电气磨损,同时又延长了开关的使用寿命;其二是设有联锁装置,保证开关在合闸状态开关盖不能开启,开关盖开启时又不能合闸。联锁装置的采用既有利于充分发挥外壳的防护作用,又保证了更换熔丝时不因误操作合闸而产生触电事故。

HH 系列铁壳开关型号意义如下:



HH 系列铁壳开关适应于作为机床的电源开关和直接启动与停止 15kW 以下电动机的控制,同时还可作为工矿企业电气装置,农村电力排灌及电热照明等各种配电设备的开关及短路保护之用。

HH 系列铁壳开关在电路中的图形符号及文字符号见图 1-1 所示。

HH 系列铁壳开关基本技术数据见表 1-2。

表 1-2 HH 系列铁壳开关技术数据

型 号	极 数	额定电压 (V)	额定电流 (A)	熔体额定电流 (A)	可控制电 动机功率 (kW)	熔 体	
						熔体 材料	熔丝直径 (mm)
HH3-10/2	2	220	10	6、10	1.1	紫铜丝	0.26、0.35
HH3-15/2	2		15	6、10、15	2.2		0.26、0.35、0.46
HH3-20/2	2		20	10、15、20	3		0.35、0.46、0.65
HH3-30/2	2		30	20、25、30	5		0.65、0.71、0.81
HH3-60/2	2		60	40、50、60	11		1.02、1.22、1.32
HH3-100/2	2		100	60、80、100	15		1.32、1.62、1.81
HH3-200/2	2		200	150、200	15	紫铜片	—
HH3-15/2	2		15	10、15	2.2	保险丝	1.03、1.25、1.98
HH3-30/2	2		30	20、25、30	5	紫铜丝	0.61、0.71、0.80
HH3-60/2	2		60	40、50、60	11		0.92、1.07、1.20

2. HZ10 系列组合开关

HZ10 系列组合开关为无限位型组合开关的代表型号,它可以在 360°范围内旋转,每旋转一次,手柄位置在空中改变 90°角度,它可无定位及无方向限制转动。它是由数层动、静触点分别组装于绝缘胶木盒内,动触点装于附有手柄的转轴上,随转轴旋转位置的改变而改变动、静触点的通断。由于它采用了扭簧储能机构,故开关能快速分断及闭合,而与操作手柄的速度无关。图 1-2 为 HZ 无限位型系列组合开关在电路中的图形符号及文字符号。

3. HZ3 系列组合开关

HZ3 系列组合开关为有限位型组合开关的代表型号。HZ3 系列组合开关又称为倒顺开关或可逆转换开关,它只能在“倒”、“顺”、“停”三个位置上转动,其转动范围为 90°。从“停”挡扳至“倒”挡转向为 45°,从“停”挡扳至“顺”挡亦为 45°。

当作为电动机正、反转控制时,将手柄扳至“顺”挡位置,在电路上接通电动机的正转电源,电动机正转;当电动机需要反转时,将手柄扳至“倒”挡位置, HZ3 系列组合开关在内部将两相触点互相调换相接通,使电动机通入反转电源,电动机得电反转。图 1-3 为 HZ3 系列组合开关在电路中的图形符号及文字符号。

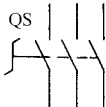


图 1-2 HZ10 系列组合开关在电路中的符号

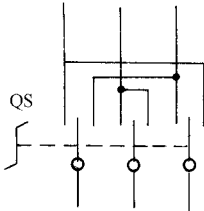


图 1-3 HZ3 系列组合开关在电路中的符号

4. HZ10 系列组合开关及 HZ3 系列组合开关在电路中的用途

(1)HZ10 系列组合开关: HZ3 系列组合开关主要用于中、小型机床的电源隔离开关,控制线路的切换,小型直流电动机的励磁,磁性工作台的退磁等。还可直接用于控制功率小于 5.5kW 以下电动机的启动及停止。

(2)HZ3 系列组合开关: 主要用于小型异步电动机的正、反转控制及双速异步电动机变速的控制。

HZ10 系列组合开关及 HZ3 系列组合开关主要技术数据见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 HZ10 系列组开关技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	可控制电动机 功率(kW)	在电路中的 作用或用途	备 注
HZ10-10	交流 380 直流 220	10	1.7	在电气线路中用做接通和 断开电路;换接电源及负载; 测量三相电压;控制小型异步 电动机启停等	可取代 HZ1、HZ2 系列等老产品
HZ10-25		25	4		
HZ10-60		60	5.5		
HZ10-100		100	—		

表 1-4 HZ3 系列组合开关技术数据

型 号	额定电流 (A)	可控制电动机容量 (kW)			罩壳	面板	手柄 型式	鼓轮 节数	安装地点	开关 重量 (kg)	适 用 范 围
		220V	380V	500V							
HZ3-131	10	2.2	3	3	有	—	普通	3	机床外部	0.92	控制电机启动、停止
HZ3-132	10	2.2	3	3	有	—	普通	3	机床外部	0.92	控制电机倒、顺、停
HZ3-133	10	2.2	3	3	—	—	普通	3	控制屏	0.60	控制电机倒、顺、停
HZ3-161	35	5.5	7.5	7.5	—	—	普通	6	控制屏	0.95	控制电机倒、顺、停
HZ3-431	10	2.2	3	3	—	有	加长	3	机床内部	0.80	控制电机启动、停止
HZ3-432	10	2.2	3	3	—	有	加长	3	机床内部	0.80	控制电机倒、顺、停
HZ3-451	10	2.2	3	3	—	有	加长	5	机床内部	1.15	Δ /YY、Y/YY 变速
HZ3-452	5(110V);10(220V)	—	—	—	—	有	加长	5	机床内部	1.15	控制电磁吸盘

组合开关在作为电动机控制时,应根据电压等级、额定电流、所需触点数及控制方式进行选择。一般开关的额定电流应选择在电动机额定电流的 1.5~2.5 倍左右。

5. 安全注意事项

安全注意事项如下:

- (1)用于电动机控制时,其启动、停止的操作频率应小于(15~20)次/时。
- (2)用于电动机的正、反转控制时,不能在电动机未完全停止的状态下接通电动机反向方向的电源,否则因为反转启动电流较大而损坏开关。

1. 1. 3 自动空气开关

自动空气开关又叫自动空气断路器。它在现代的机床控制中被广泛作为电源的引入开关及电动机启动、停止的控制开关,它不但能带负荷接通和断开电路,而且对所控制的电路或电器有过载、短路、失压及欠压保护的功能。常用的自动空气开关有 DZ5 系列及 DZ10 系列。其中 DZ5 系列为小型小电流自动空气开关,DZ10 系列为大型大电流自动空气开关。

自动空气开关的型号意义如下:

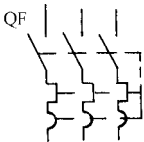
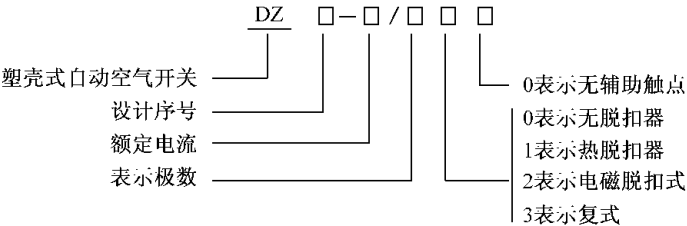


图 1-4

自动空气开关适用于交流 50Hz 或 60Hz,电压至 500V,直流电压 440V 以下的电路,当电路中发生超过允许极限的过载、短路及失压时,电路自动分断。在正常条件下作为电路的不频繁接通和分断。

自动空气开关在电路中的图形符号及文字符号见图 1-4。DZ5 系列、DZ10 系列自动空气开关的技术数据见表 1-5 和表 1-6。

表 1-5 DZ5 系列自动空气开关技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	脱扣器型式	脱扣器额定电流 (A)	辅助触头		最大分断电流(A)		主要用途
						型 式	额定电流 (A)	交流 380V $\cos\varphi=0.7$	直流 220V $T=0.01s$	
DZ5-10	交流 380	10	2	复式热脱扣, 电磁脱扣	1 常开及 1 常闭	5	1000			在照明线路或半导体自动化元件控制线路中作为控制开关及过载、短路保护及配电或电动机的保护、不频繁操作等用
DZ5-10F		10	2							
DZ5-20	直流 220	20	2 或 3	复式热脱扣, 电磁脱扣, 无脱扣	0.15~20	1 常开及 1 常闭	5	1200	1200	
DZ5-25	交流 50Hz 220	25	1	液体阻尼式电磁脱扣	0.5~25		5	2000		在照明线路中作为控制开关及过载或短路保护用
DZ5B-50		50	1		2.5~50	1 常开 1 常闭无辅助触头	5	2500		在照明线路中作为控制开关及过载或短路保护用, 配电或小容量电动机的保护与不频繁操作等用
HDZ5-50	交流 50Hz 220	50	3		10~50	1 常开 1 常闭 2 常开 2 常闭无辅助触头	5	2500		

表 1-6 DZ10 系列自动空气开关技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	脱扣器 类别	脱扣器额 定电流(A)	极限分断电流(A)		电气寿命 (次)	机械寿命 (次)	主要用途
					直流 220V	交流 380V			
DZ10-100	交流 50Hz 380 220	100	复 式、 电 磁 式、 热 脱 扣 式 或 无 脱扣式	15	7000	7000	5000	10000	作 为 不 频 繁 地 接 通 与 断 开 电 路 用， 自 动 空 气 开 关 具 有 过 载 及 短 路 保 护 装 置，以 保 护 电 气 设 备、电 动 机 和 电 缆 不 因 过 载 而 损 坏
				20	7000	7000	5000	10000	
				25	9000	9000	5000	10000	
				30	9000	9000	5000	10000	
				40	9000	9000	5000	10000	
				50	12000	12000	5000	10000	
				60	12000	12000	5000	10000	
				80	12000	12000	5000	10000	
DZ10-250		250		100	20000	30000	4000	8000	
				120	20000	30000	4000	8000	
				140	20000	30000	4000	8000	
				170	20000	30000	4000	8000	
				200	20000	30000	4000	8000	
				250	20000	30000	4000	8000	
DZ10-600P		600		200	25000	50000	2000	7000	
				250	25000	50000	2000	7000	
				300	25000	50000	2000	7000	
				350	25000	50000	2000	7000	
				400	25000	50000	2000	7000	
				500	25000	50000	2000	7000	
				600	25000	50000	2000	7000	

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	脱扣器 类别	脱扣器额 定电流(A)	极限分断电流(A)		电气寿命 (次)	机械寿命 (次)	主要用途
					直流 220V	交流 380V			
DZ10-100R	交流 50Hz	60	同上			100000	5000	10000	同上
		80				100000	5000	10000	
		100					5000	10000	
DZ10-200R	380 220	120				100000	4000	8000	
		140				100000	4000	8000	
		170				100000	4000	8000	
		200				100000	4000	8000	

自动空气开关的选用要求如下：

(1)一般情况下选用:自动空气开关的额定工作电压应大于或等于被控制对象的额定电压,额定电流应选择大于或等于所控制负载的额定电流;热脱扣器的额定电流应等于所控制线路负载的额定电流;电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载电路正常时的峰值电流;欠电压脱扣器的额定电压应与线路额定电压相等。

(2)用于控制电动机的选用:用于电动机控制时,除了自动空气开关的额定电压及额定电流应大于或等于所控制电动机的额定电压和额定电流及热脱扣器的额定电流应等于所控制电动机的额定电流外,其欠电压脱扣器的额定电压应与线路额定电压相等,且电磁脱扣器的瞬时整定电流应选择 在电动机额定启动电流的 1.6 倍左右。

1.2 主令电器

在电路中发布命令控制电路通断的电器叫主令电器。主令电器通常有按钮、行程开关、主令控制器和万能式开关等。本节主要讨论按钮和行程开关。

1.2.1 按钮

按钮主要是用于远距离控制接触器、继电器及其他电磁装置等的小电流控制电器,其种类较多。按其触点常态时的闭合状态可分为常开触点(动触点与静触点断开)、常闭触点(动触点与静触点接通)、复合按钮(常开、常闭互为联锁组合)及积木式按钮(可六常开至六常闭任意组合)。按其在电路中的用途标志有绿色、红色、黑色、白色和黄色之分。

按钮的型号意义如下：

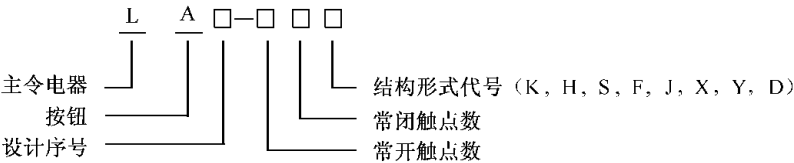


图 1-5 为常开按钮、常闭按钮、复合按钮及积木式按钮在电路中的图形符号和文字符号，其中图(d)为两常开积木式组合,图(e)为两常闭积木式组合。

常用按钮主要技术数据见表 1-7。

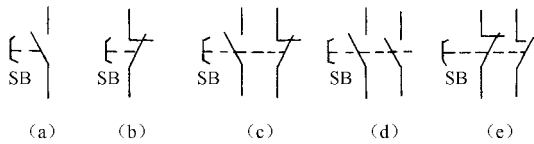


图 1-5 按钮在电路中的符号

表 1-7 常用按钮主要技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电 流(A)	按钮 数量	按钮颜色	触头数		结构形式	主要用途
					常开	常闭		
LA10-1 LA10-1K LA10-2K LA10-3K LA10-1H LA10-2H LA10-3H LA10-1S LA10-2S LA10-3S LA10-2F	交流 50Hz 或 60Hz 380 直流 220	5	1	启动或停止黑 或绿红;启动或 停止黑红或绿红 ; 向前、向后、停 止;黑、绿、红	1	1	元件	作为远距离控 制各种电磁开 关,也可用于转 换信号和联锁线 路
			12		1	1	开启式	
			3		2	2	开启式	
			1		3	3	开启式	
			2		1	1	保护式	
			3		2	2	保护式	
			1		3	3	保护式	
			2		1	1	防水式	
			3		2	2	防水式	
			1		3	3	防水式	
					1	1	防腐式	
LA12-11 LA12-11J LA12-22 LA12-22J	交流 50Hz 或 60Hz 380 直流 220	5	1	黑绿或红	1	1	元件	供电磁开关及 其他电气线路中 作为遥远控制之 用
			1	红	1	1	元件(紧急式)	
			1	黑绿或红	2	2	元件	
			1	红	2	2	元件(紧急式)	
LA18-22 LA18-44 LA18-66 LA18-22J LA18-22Y LA18-66Y LA18-22X LA18-44X LA18-66X LA18-44J LA18-66J			1	红绿黑白	2	2	元件	
			1	红绿黑白	4	4	元件	
			1	红绿黑白	6	6	元件	
			1	红绿黑白	2	2	元件(紧急式)	
			1	红	2	2	元件(钥匙式)	
			1	红	6	6	元件(钥匙式)	
			1	黑	2	2	元件(旋转式)	
			1	黑	4	4	元件(旋转式)	
			1	黑	6	6	元件(旋转式)	
			1	红	4	4	元件(紧急式)	
			1	红	6	6	元件(紧急式)	
LA19-11 LA19-11J LA19-11D LA19-11DJ LA19-11H LA19-11DH	交流 50Hz 或 60Hz 380 直流 220	5	1	红绿黑白蓝 红 红绿黑白蓝 红	1	1	元件	供电磁开关及 其他电气线路中 作为遥远控制之 用,按钮内装有 信号灯供交流 6.3V、16V、24V 线路作为信号指 示之用
			1		1	1	元件(紧急式)	
			1		1	1	元件(带灯)	
			1		1	1	元件(灯紧急式)	
			1		1	1	元件(保护式)	
			1		1	1	元件(灯保护式)	

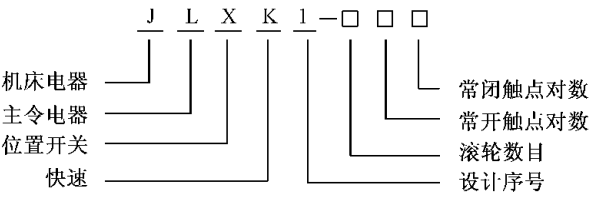
型 号	额定电压 (V)	额定电 流(A)	按钮 数量	按钮颜色	触头数		结构形式	主要用途
					常开	常闭		
LA20-1	同上	5	1	红绿黑	1	1	元件	供电磁开关及 其他电气线路中 作为遥远控制之 用
LA20-11J			1	红	1	1	元件(紧急式)	
LA20-11D			1	红绿黄白	1	1	元件(带灯)	
LA20-11D			1	红	1	1	带灯紧急匿	
JLA20-22			1	红绿黑	2	2	元件	
LA20-22D			1	红绿黄白	2	2	元件(带灯)	
LA20-22DJ			1	红	2	2	元件(灯紧急式)	
LA20-2K			2	黑红或绿红	2	2	元件(开启式)	
LA20-3K			3	黑绿红	3	3	元件(开启式)	
LA20-2H			2	黑红或绿红	2	2	胶木外壳保护式	
LA20-3H			3	黑绿红	3	3	胶木外壳保护式	
LA20-22J			2	红	2	2	紧急式	

选用:按钮的选择主要根据使用场合选择按钮的结构型式;根据控制要求的触点数量选择单常开按钮、单常闭按钮、复合按钮及积木式按钮等;根据按钮的控制作用选择按钮的颜色。

1.2.2 行程开关

行程开关又称为位置开关或限位开关。行程开关的种类较多,按其结构形式有按钮式、滚轮式(单滚轮式、双滚轮式)、微动开关式之分;按其触动作的速度有瞬时型和蠕动型之分;按其动作后复位方式有自动复位和非自动复位之分;按其触点的形式分为有触点和无触点(接近行程开关)等。

行程开关的型号意义如下:



行程开关在电路中作为运动生产设备部件的行程、位置及限位的控制,使运动生产设备部件按预定的行程、位置自动停止或自动往返及变速。

行程开关在电路中的图形符号及文字符号见图 1-6。

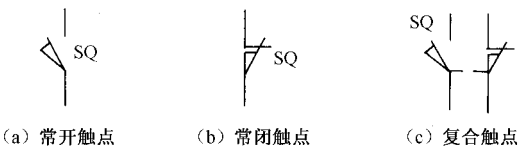


图 1-6 行程开关在电路中的符号

常用行程开关技术数据见表 1-8。

表 1-8 常用行程开关技术数据

型 号	额定电压 (V)	触点 电流 (A)	结 构 形 式	触点对数		工作 行程	超行程	触点转 换时间 (秒)
				常开	常闭			
LX19K	380	5	元件	1	1	3mm	1mm	小于或 等于 0.04
LX19-111			单轮,滚轮装在传动杆内侧,能自动复位	1	1	约 30°	约 20°	
LX19-121			单轮,滚轮装在传动杆内侧,能自动复位	1	1	约 30°	约 20°	
LX19-131			单轮,滚轮装在传动杆凹槽内,能自动复位	1	1	约 30°	约 20°	
LX19-212			双轮,滚轮装在 U 形传动杆内侧,不能自动复位	1	1	约 30°	约 20°	
LX19-222			双轮,滚轮装在 U 形传动杆外侧,不能自动复位	1	1	约 30°	约 20°	
LX19-232			双轮,滚轮装在 U 形传动杆内外侧,不能自动复位	1	1	约 30°	约 20°	
LX19-001			无滚轮,仅有径向传动杆,能自动复位	1	1	<4mm	3mm	
JLXK1	交流 500 直流 440	5		1	1			

行程开关的选用:根据生产机械的运动特点选择结构形式(按钮式、单滚轮式、双滚轮式、微动开关式及复位式和非复位式);按其控制精度可选择有触点式和无触点式。

1.3 熔断器

熔断器作为电路中的短路保护器件被广泛地采用。熔断器有半封闭瓷插式熔断器、螺旋式熔断器、无填料封闭管式熔断器、有填料封闭管式熔断器及快速熔断器等之分。熔断器的文字符号及图形符号见图 1-7 所示。下面分别述之。

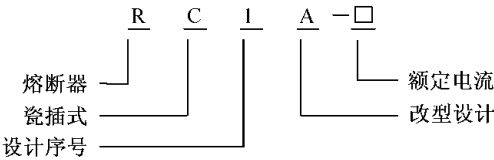
1.3.1 RC1A 系列瓷插式熔断器



RC1A 系列瓷插式熔断器属于半封闭瓷插式熔断器,它是 RC1 系列瓷插式熔断器的换代产品。

RC1A 系列瓷插式熔断器型号意义如下:

图 1-7 熔断器
在电路中的符号



RC1A 系列瓷插式熔断器一般用于交流 50Hz、380V 及以下的低压电路,作为电气设备的一般性短路保护。

RC1A 系列瓷插式熔断器的技术数据见表 1-9。

1. 选用

(1)采用 RC1A 系列瓷插式熔断器作为电路负载的短路保护时,其线路最大负载额定电

流不能大于 200A。

表 1-9 RC1A 系列瓷插式熔断器技术数据

型 号	额定电压(V)	熔断器额定电流值(A)	可配熔体额定电流值(A)	极限分断电流(A)
RC1A-5	380	5	2、2.5	250
RC1A-10		10	2、4、6、10	500
RC1A-15		15	15	500
RC1A-30		30	20、25、30	1500
RC1A-60		60	40、50、60	3000
RC1A-100		100	80、100	3000
RC1A-200		200	120、150、200	3000

(2)采用 RC1A 系列瓷插式熔断器作为一般照明线路的短路保护时,其熔体的额定电流应稍大于或等于线路负载的额定电流。

(3)作为电动机控制线路短路保护,分为两种情况。一种是对作为单台电动机的短路保护,熔体额定电流应选电动机额定电流的 1.5~2.5 倍;另一种是作为多台电动机短路保护时,则应选熔体的额定电流大于或等于其中一台最大容量电动机额定电流的 1.5~2.5 倍加上其余电动机额定电流的总和。

2. 安全注意事项

在选用 RC1A 系列瓷插式熔断器作为电路的短路保护时,熔体的额定电流可以小于熔断器的标称额定电流,但熔体的额定电流不允许超过熔断器的标称额定电流。

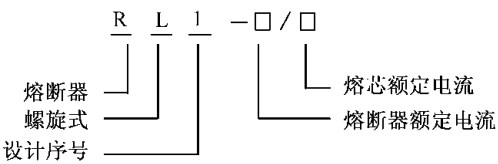
例 1.2 某照明系统线路总电流约为 85A,如果采用 RC1A 系列瓷插式熔断器作为电路的短路保护,应选择多大的熔断器为宜?

解: 根据以上 RC1A 系列瓷插式熔断器的选用原则,查表 1-9 可知,应选用型号为 RC1A-100 型的熔断器,熔体电流为 100A。

1.3.2 RL1 系列螺旋式熔断器

螺旋式熔断器故名思义,像一个螺旋似的。RL1 系列螺旋式熔断器是螺旋式熔断器的代表产品。RL1 系列螺旋式熔断器可取代 F-15、F-60 系列老产品。这种熔断器当熔丝熔断后,可直接从瓷罩帽的玻璃窗中观察到。RL1 系列螺旋式熔断器的主要特点是:具较高的断流能力,具有明显的熔断显示,能在不断电的情况下更换熔体等。

RL1 系列螺旋式熔断器的型号意义如下:



RL1 系列螺旋式熔断器主要用于各种机床控制电路、控制箱、配电屏等作为短路保护之用。

RL1 系列螺旋式熔断器主要技术数据见表 1-10。

表 1-10 RL1 系列螺旋式熔断器技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	可配熔体额定电流值 (A)	额定分断电流值(A)	
				交流 380V	直流 440V
RL1-15	380	15	2、4、5、6、10、15	25000	5000
RL1-60		60	20、25、30、35、40、50、60	25000	5000
RL1-100		100	60、80、100	50000	10000
RL1-200		200	100、125、150、200	50000	10000

1. 选用

(1)采用 RL1 系列螺旋式熔断器作为电路的短路保护时,其通过电路的最大额定电流不能超过 200A。如通过电路最大额定电流超过 200A 时,则应另外选择允许通过更大电流的其他型号熔断器。

(2)其他方面的选用与 RC1A 系列瓷插式熔断器相同。

2. 安全注意事项

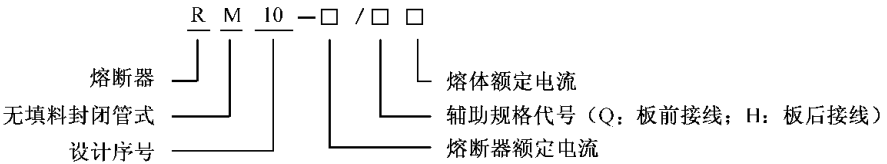
(1)RL1 系列螺旋式熔断器在使用安装时不能将紧固螺丝用力紧固,以免将瓷螺钉口紧破。

(2)与电路连接时,接点应本着“低进高出”的原则,即电源的进线应接在熔断器的低接线片(中心接触片)上,而不应接在螺旋体的一端。螺旋壳体的一端应与负载相连接。

1.3.3 RM10 系列无填料封闭式熔断器

RM10 系列无填料封闭式熔断器为管形结构的熔断器,其熔管用钢纸做成。当熔体熔断产生电弧时,电弧的热量能使熔管分解出一种混合气体,电弧在这种气体的作用下能迅速冷却熄灭。

RM10 系列无填料封闭式熔断器的型号意义如下:



RM10 系列无填料封闭式熔断器主要用于交流额定电压 500V 以下,直流额定电压 440V 的低压电力网络或成套配电设备、开关柜、配电柜,或负载电流比较大的供电系统中,作为短路保护及连续过载保护之用。

RM10 系列无填料封闭式熔断器技术数据见表 1-11。

1. 选用

RM10 系列无填料封闭式熔断器的选用与 RC1A 系列瓷插式熔断器相同,但熔断器及熔体的最大额定电流可达 1000A。

1.4 接触器

接触器是机床电路及自动控制电路中重要的器件,它广泛应用于各种自动控制系统的场合中,用于频繁接通和断开带有负载的电路,它可以和各种主令电器、继电器等组成比较复杂的控制系统。接触器具有以下特点:能遥控带负载接通和断开电路,具有欠电压、零电压释放保护,操作频繁高,使用寿命长,工作可靠,工作性能稳定,维修方便等。接触器又可分为交流接触器和直流接触器,其中交流接触器应用最为广泛,直流接触器则应用范围较小。

1.4.1 交流接触器

交流接触器是用来控制交流电路中交流电流通断的接触器。交流接触器系列产品种类繁多,但最常见的有我国自行设计的 CJ0、CJ10、CJX1 和 CJ20 系列产品,其中 CJX1 系列产品是 CJ0 及 CJ10 系列的换代产品,它可取代 CJ0 系列及 CJ10 系列产品。CJ20 系列接触器则是全国统一设计的新型品种。目前,也有部分从国外引进的产品开始应用于机床和自动控制电路中。如:从法国 TE 公司引进的 LC1-D 型、LC2-D 型系列交流接触器,从德国 BBC 公司引进的 B 系列及从德国西门子公司引进的 3TB 系列等。

尽管交流接触器种类诸多、品种各异,但均不外乎由触头系统、灭弧系统、电磁系统和其他的辅助系统构成。

交流接触器在电路中的图形符号及文字符号见图 1-8 所示。

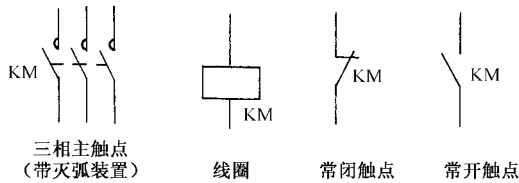
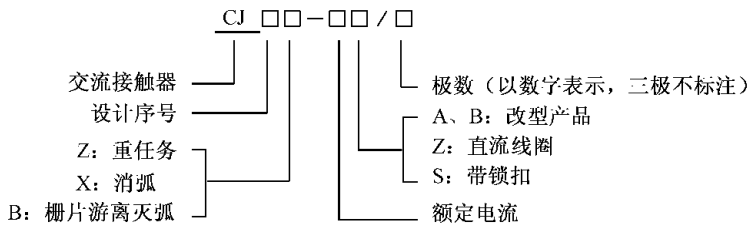


图 1-8 接触器在电路中的符号

1. 各种交流接触器

(1)CJ0 系列、CJ10 系列交流接触器。CJ0 系列、CJ10 系列交流接触器是我国自行设计生产的产品,也是目前使用最多、最广泛的产品之一。它主要供交流 50Hz 或 60Hz,交流 500V 及以下,电流 150A 及以下的电力电路的远距离接通与断开和用于对频繁地启动和断开交流电动机的控制。

CJ0 系列、CJ10 系列交流接触器的型号意义如下:



CJ0 系列、CJ10 系列交流接触器技术数据见表 1-14。

表 1-14 CJ0、CJ10 系列交流接触器技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	主触点 对数	辅助触点		线 圈		可控制三相交流异步电 动机的最大功率(kW)		操作频率 (次/小时)
				对数	额定电流 (A)	电压 (V)	消耗功率 (V·A)	220V	380V	
CJ0-10	380V	10	3	均为 两常 开两 常闭	5	36、 110、 127、 220、 380。	14	2.5	4	小于等 于 600 次/小时
CJ0-20		20	3				33	5.5	10	
CJ0-40		40	3				33	11	20	
CJ0-75		75	3				55	22	30	
CJ10-5		5	3				11	1.2	2.2	
CJ10-10		10	3				11	2.2	4	
CJ10-20		20	3				22	5.5	10	
CJ10-40		40	3				32	11	20	
CJ10-60		60	3				70	22	30	
CJ10-100		100	3				—	30	50	
CJ10-150		150	3				—	43	75	

(2)CJX1 系列交流接触器。CJX1 系列交流接触器为我国联合设计用于一般控制的小容量交流接触器,它可取代相应的 CJ0 系列和 CJ10 系列产品,适用于交流 50Hz、电压 660V 及以下的电力线路中,供远距离接通与分断电路及交流电动机频繁启动和停止之用。并可与热继电器及其他电器组成电磁启动器。

CJX1 系列交流接触器技术数据见表 1-15。

表 1-15 CJX1 系列交流接触器技术数据

型号	额定绝 缘电压 (V)	额定发 热电流 (A)	额定工 作电流 (A)	AC3 使用类别时,可控制 三相鼠笼式异步电动机 的最大功率(kW)			线圈电压 等级 (V)	吸引线圈消耗功率 (VA)		通电持 续率 (%)	操作频率 (次/小时)	
				220V	380V	660V		启动	吸持		AC3	AC4
CJX1-9	660	20	9	2.2	4	5.5	(50Hz)	64	8.3	40	120	300
CJX1-12			12	3	5.5	7.5	24、36、	(cosφ=0.84)	(cosφ=0.29)			
CJX1-16		31.5	16	4	7.5	11	42、48					
CJX1-22			22	5.5	11	11	220、380					
CJX1-30		50	30	8.2	15	15	(60Hz) 24、42				600	300
CJX1-37		80	37	12	18	30	110、220					
CJX1-45			45	15	22	37	440、460					

(3)CJ20 型系列交流接触器。CJ20 型系列交流接触器是全国统一设计的新型接触器,主要用于交流 50Hz、电压 660V 及以下或 1140V 及以下、电流 630A 及以下的电力线路中供远距离接通和断开电路及交流电动机频繁启动和停止之用,也可与其他电器等构成电磁启动器等。

CJ20 型系列交流接触器的技术数据见表 1-16。

(4)LC1-D 系列交流接触器。LC1-D 系列交流接触器是由我国天水 213 机床电器厂引进法国 TE 公司的先进产品。它主要用于交流 50Hz 或 60Hz,额定电压 660V 及以下,额定电流 80A 及以下的电路中作为远距离接通与断开电路负载及频繁启动、停止控制交流电动机之用。

LC1-D 系列交流接触器还可以拼装成积木式辅助触头组(LA1-D 型)、空气式时间延时触

头(LA2-D 或 LA3-D 型)及机械联锁机构等附件,组成时间延时接触器或机械联锁接触器以及 Y-Δ 降压启动器等。

表 1-16 CJ20 系列交流接触器技术数据

型 号	额定绝 缘电压 (V)	额定工 作电压 (V)	额定发热 电流 (A)	断续周期工作制下 的额定工作电流 (A)	AC3 类工作制下 的控制功率 (kW)	在额定负载下额定操作频率 (次/小时)		
						AC2	AC3	AC4
CJ20-6.3	660	220	6.3	6.3	1.7	—	—	—
		380		6.3	3	300	1200	300
		660		3.6	3	120	600	120
CJ20-10		220	10	10	2.2	—	—	—
		380			4	300	1200	300
		660			7.5	120	600	120
CJ20-16		220	16	16	4.5	—	—	—
		380			7.5	300	1200	300
		660			11	120	600	120
CJ20-25		220	32	25	5.5	—	—	—
		380			11	300	1200	300
		660			13	120	600	120
CJ20-40		220	55	55	11	—	—	—
		380			22	300	1200	300
		660			22	120	600	120
CJ20-63		220	80	63	18	—	—	—
		380			30	300	1200	300
		660			35	120	600	120
CJ20-100		220	125	100	28	—	—	—
		380			50	300	1200	300
		660			50	120	600	120
CJ20-160		220	220	160	48	—	—	—
		380			85	300	1200	300
		660			85	120	600	120
CJ20-250		220	315	250	80	—	—	—
		380			132	300	600	300
		660			190	120	300	30
CJ20-400		220	400	400	115	—	—	—
		380			200	300	600	120
		660			200	120	300	30
CJ20-630		220	630	630	175	—	—	—
		380			300	300	600	120
		660			350	120	300	30
CJ20-160/11		1140	220	80	85	30	300	30
CJ20-630/11			400	400	400	30	120	30

LC1-D 系列交流接触器可与其配套的热继电器(LR1-D 系列)直接插接安装,组成磁力启动器等。

LC1-D 系列交流接触器的主要技术数据见表 1-17。

(5)B 系列交流接触器。B 系列交流接触器是引进德国 BBC 公司生产技术的最新产品,主要用于交流 50Hz 或 60Hz,额定电压 660V 及以下的电力电路的远距离接通与分断及作为频繁启动、停止控制交流电动机之用。

B 系列交流接触器有“正装式”结构和“倒装式”结构。“正装式”结构即触头系统在上面,电磁系统在下面;“倒装式”结构则恰好相反。B 系列交流接触器也可以组成机械式联锁装置,用于电动机的可逆运转联锁和组成时间延时继电器对电路进行延时。

B 系列交流接触器可部分取代或全部取代我国现行生产的 CJ0、CJ8、CJ10 系列交流接触器。

B 系列交流接触器的技术数据见表 1-18。

(6)3TB40-58 系列交流接触器。3TB40-58 系列交流接触器为从德国西门子公司引进的技术生产的产品,主要用于交流 50Hz 或 60Hz,额定绝缘电压 660V 及以下(3TB40-44 型)、750~1000V(3TB46~58 型),额定工作电流为 9~32A 及 80~630A 的远距离电路的接通与断开及作为交流电动机频繁启动、停止控制之用。3TB40-58 系列交流接触器可与其相配套的 3UA5 系列热继电器组成磁力启动器。

3TB40-58 系列交流接触器的主要技术数据见表 1-19。

2. 交流接触器的选用

(1)交流接触器的额定工作电压应大于或等于控制电路的额定电压。

(2)交流接触器主触点的额定电流应稍大于或等于控制电路的额定电流。

(3)交流接触器的线圈电压应等于电源所能供给交流接触器线圈的电压。

(4)辅助触点的触点数及额定电流应大于或等于控制电路所需的数量。

(5)交流接触器的频率应与控制电路的电源频率相同。

(6)交流接触器的操作频率(次/小时),应大于所控制电路需要的操作频率。

(7)当作为电动机启动及停止控制时,除了以上指标应满足要求外,其交流接触器主触点的额定电流应稍大于或等于交流电动机的额定电流;而用于交流电动机频繁正、反转启动控制时,其接触器应向上选大一级。对于交流电压为 380V 的三相鼠笼式交流异步电动机的额定电流可采取简易计算方法进行估算,即电动机的额定电流为

$$I_N = 2 \times P_N$$

式中, P_N 为电动机的额定功率,单位为 kW。

或采用公式计算,即:

$$I_N = P_N / KU_N$$

式中, P_N 为电动机的额定功率,单位为 W;

U_N 为额定电压,单位为 V;

K 为经验系数,取 1~1.4。

例 1.3 有三台三相交流鼠笼式异步电动机,其型号为 Y132S2-2、Y160M-4 及 Y160L-4。其额定功率分别为 7.5kW、11kW、15kW,试用简易计算方法及公式计算方法分别求出各电动机的额定电流,并根据三相异步电动机技术数据表查出该三台电动机的额定电流与各计算额定电流值进行比较。

解: 用简易计算方法求出各电动机的额定电流值如下:

表 1-18 B 系列交流接触器技术数据

型号	额定绝缘电压 (V)	最高工作电压 (V)	主触点数	额定发热电流 I_R (A)	额定工作电流(A)		380V 时 AC3(600 次/小时)、 AC4(300 次/小时)条件下			660V 时 AC3(600 次/小时)、 AC4(300 次/小时)条件下			380V 时接通能力(A)	380V 时分断能力(A)	各种工作制下的操作频率 (次/时)			
					380V 时 AC3 AC4	660V 时 AC3 AC4	可控制电动机功率 (kW)	AC3 电寿命 (百万次)	AC4 电寿命 (百万次)	可控制电动机功率 (kW)	AC3 电寿命 (百万次)	AC4 电寿命 (百万次)			交流 AC1 工作制	交流 AC2AC3 工作制	交流 AC2AC3 工作制	直流 DC2~DC5 工作制
B9	750	660	3 或 4	16	8.5	3.5	4	1	0.04	3			105	85	600	600	300	300
B12				20	11.5	4.9	5.5	1	0.04	4			140	115				
B16				25	15.5	6.7	7.5	1	0.04	5.5			190	155				
B25				40	22	13	11	1	0.04	11			270	220				
B30			3	45	30	17.5	15	1	0.04	15			340	300				
B37				45	37	21	18.5	1	0.04	18.5			445	370				
B45				60	45	25	22	1	0.04	22			540	450				
B65				80	65	44	33	1	0.04	40			780	650				
B85				100	85	53	45	1	0.04	50			1020	850				
B105				140	105	82	55	1	0.04	75			1260	1050				
B170				230	170	118	90	1	0.03	110			2040	1700	600	600	150	150
B250				300	250	170	132	1	0.03	160			3000	2500				
B370				410	370	268	200	1	0.03	250			4450	3700	400	400	100	100
B460				600	475	337	250	1	0.01	315			5700	4750				

型号	功率	简易算法求出的额定电流值(A)
Y132S2-2	7.5kW	15
Y160M-4	11kW	22
Y160L-4	15kW	30

用公式算法求出各电动机的额定电流值如下：

型号	功率	公式算法求出的额定电流值(A)
Y132S2-2	7.5kW	14.1～19.7
Y160M-4	11kW	20.6～28.9
Y160L-4	15kW	28.2～39.5

用查表法求出各电动机的额定电流值如下：

型号	功率	查表法求出的额定电流值(A)
Y132S2-2	7.5kW	14.4
Y160M-4	11kW	22.1
Y160L-4	15kW	29.7

经过以上各列表的比较,简易算法计算的额定电流值更接近于实际额定电流值,故简易算法在实际工作中更方便、更实用。

如将上面所列三台电动机用交流接触器控制它们的一般启动、停止及频繁正、反转启动、停止,试选择交流接触器。

做一般启动、停止控制时,经查表 1-14、1-15、1-16、1-17、1-18、1-19,列出各电动机所选各接触器型号见表 1-20。

表 1-20 交流接触器用于电动机一般控制选用实例

电动机额定功率(kW)	电动机额定电流(A)	所选交流接触器型号						
		CJ0 系列	CJ10 系列	CJX1 系列	CJ20 系列	LC1-D 系	B 系列	3TB 系列
7.5	14.4	CJ0-20	CJ10-20	CJX1-16	CJ20-16	LC1-D16	B16	3TB42
11	22.1	CJ0-40	CJ10-40	CJX1-22	CJ20-25	LC1-D25	B25	3TB43
15	29.7	CJ0-40	CJ10-40	CJX1-30	CJ20-40	LC1-D32	B30	3TB44

当做正、反转频繁启动、停止控制时,经查表 1-14 至表 1-19 可得出各电动机所选各接触器型号见表 1-21。

表 1-21 交流接触器用于电动机频繁正、反转控制选用实例

电动机额定功率(kW)	电动机额定电流(A)	所选交流接触器型号						
		CJ0 系列	CJ10 系列	CJX1 系列	CJ20 系列	LC1-D 系列	B 系列	3TB 系列
7.5	14.4	CJ0-40	CJ10-40	CJX1-22	CJ20-25	LC1-D25	B25	3TB43
11	22.1	CJ0-75	CJ10-60	CJX1-30	CJ20-40	LC1-D32	B30	3TB44
15	29.7	CJ0-75	CJ10-60	CJX1-37	CJ20-63	LC1-D40	B37	3TB46

1.4.2 直流接触器

直流接触器主要用于控制直流电路中直流用电器及直流电动机的启动、停止,其常用的型号有 CZ0、CZ16CZ17 系列直流接触器。直流接触器的结构较交流接触器简单。

1. 各种直流接触器

(1)CZ0 系列直流接触器。CZ0 系列直流接触器主要用于直流电压 440V 及以下、电流 600A 及以下的电力线路中,供远距离接通与断开电路及频繁启动、停止直流电动机和控制直流电动机的换向或反接制动等。

CZ0 系列直流接触器的技术数据见表 1-22。

表 1-22 CZ0 系列直流接触器技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	主触点数量		辅助触点数量		辅助触点额定 电流(A)	额定操作频率 (次/小时)	操作线圈功率 (W)	额定控制电源 电压(V)	机械寿命 (万次)			
			常开	常闭	常开	常闭								
CZ0-40/20	400	40	2		2	2	5	1200	23	23 48 110 220	500			
CZ0-40/02		40		2	2	2	5	600	24		300			
CZ0-100/10		100	1		2	2	5	1200	24		500			
CZ0-100/01		100		1	2	2	5	600	180/27		300			
CZ0-100/20		100	2		2	2	5	1200	33		500			
CZ0-150/10		150	1		2	2	5	1200	33		500			
CZ0-150/01		150		1	2	2	5	600	310/21		300			
CZ0-150/20		1502	2		2	2	5	1200	41		500			
CZ0-250/10		250	1		在 5 常闭 1 常开与 5 常开 1 常闭间任意组合			10	600	220/36	110 220	300		
CZ0-250/20		250	2					10	600	292/48		300		
CZ0-400/10		400	1					10	600	350/30		300		
CZ0-400/20		400	2					10	600	430/49		300		
CZ0-600/10		600	1					10	600	320/60			300	

(2)CZ16、CZ17 系列直流接触器。CZ16 系列直流接触器供远距离接通与断开额定直流电压 600V 及以下、额定电流 1000A 及 1500A 的直流电力线路之用。

CZ17 系列直流接触器用于直流电压 24~48V、额定电流 150A 的直流电路中做直流电动机的启动、调速和换向之用。

CZ17 系列直流接触器的技术数据见表 1-23。

表 1-23 CZ16、CZ17 系列直流接触器技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	吸引线圈电压 (V)	消耗功率 (W)		固有动作 时间(秒)		触点数量		操作频率 (次/小时)	机械寿命 (万次)	是否带灭弧罩
				启动 瞬时	维持 吸合	吸合	释放	常开	常闭			
CZ16-1000/10	660	1000	110	495	38	0.22	0.06	—	—	600	50	—
CZ16-1500/10		1500	220	745	80	0.15	0.04	—	—	600	50	—
CZ17-150/10	24	150	24	—	—	—	—	1	1	600	100	带
CZ17-150/11	48	150	48	—	—	—	—	1	1	600	100	不带
CZ17-150/10		150		—	—	—	—	1	1	600	100	不带

2. 直流接触器的选用

直流接触器的选用原则同交流接触器相同,不再累述。

1.5 继电器

继电器是自动控制的基本元件之一。当控制过程中某些电量或非电量特定的参数(如压力、速度、温度、电压、电流、时间等)发生变化并达到预定值时继电器动作,从而控制电路,实现电路预定的自动控制目的。

继电器的种类很多,在机床控制电路中常用的有:中间继电器、时间继电器、热继电器、电流继电器、电压继电器、速度继电器、压力继电器、温度继电器等。

1.5.1 中间继电器

中间继电器是控制系统中的中间控制机构元件,它起着—个控制电路传媒的作用,即输入一个较小信号控制中间继电器线圈电源的通、断,再由中间继电器通过各触点的断开或闭合形成一个或多个输出信号,控制接触器线圈或其他器件电源的通、断,从而达到自动控制的目的。中间继电器的结构与交流接触器相似,但其触点无主、辅之分,且触点数量较多,触点的额定电流为 5A。常用的中间继电器为 JZ7、JZ8 系列。

中间继电器在电路中的图形符号及文字符号见图 1-9。

中间继电器的型号意义如下:

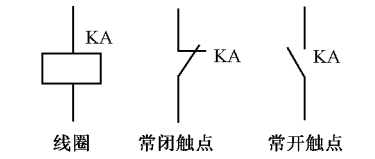
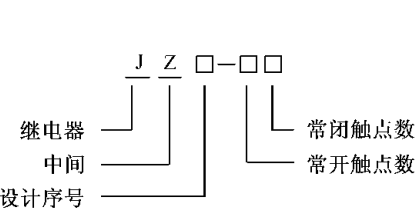


图 1-9 中间继电器在电路中的符号

中间继电器在电路中的主要用途有以下两个:

(1)当各种继电器的触点容量不够时,或继电器的触点数目及接触器的辅助触点数目不够时,可利用中间继电器来替代。

(2)在被控制电路中的额定电流较小时,中间继电器可代替接触器使用。

中间继电器的主要技术数据见表 1-24。

表 1-24 JZ7 系列中间继电器技术数据

型 号	触点参数						操作 频率 (次/小时)	线圈消 耗功率 (VA)	动作 时间 (s)	线圈交流电压 (V)
	常开	常闭	额定电压 (V)	额定电流 (A)	分断电流 (A)	闭合电流 (A)				
JZ7-44	4	4	110、127	5		13			—	12、24、36、48、110、
JZ7-62	6	2	220、380	5	2.5、3、5、4	13	1200	12	—	127、220、380、420、
JZ7-80	8	0		5		20			—	440、500

中间继电器的选择应根据被控制电路的电源种类(直流或交流)、电压等级、控制电路中所

需要常开、常闭触点的数目及额定电流来选择。

1.5.2 时间继电器

时间继电器在控制电路中用做延时控制,即当输入信号进入控制系统时,输出系统不立即对输入做出反应,而是经过预定的时间后,输出系统才会有输出量。常用的时间继电器有:空气阻尼式、电动式、电子式和电磁式时间继电器。时间继电器根据控制线路的控制要求又有通电延时和断电延时之分。图 1-10 为时间继电器在电路中的图形符号和文字符号,图中列出了通电延时和断电延时线圈的画法及通电延时和断电延时常开、常闭触点的画法。注意:通电延时常开、常闭触点上的小圆弧的凸出方向是向左的,而断电延时常开、常闭触点上的小圆弧的凸出方向是向右的。如果将触点在水平方向上绘制,则通电延时常开、常闭触点上的小圆弧的凸出方向是向上的,而断电延时常开、常闭触点上的小圆弧的凸出方向是向下的。

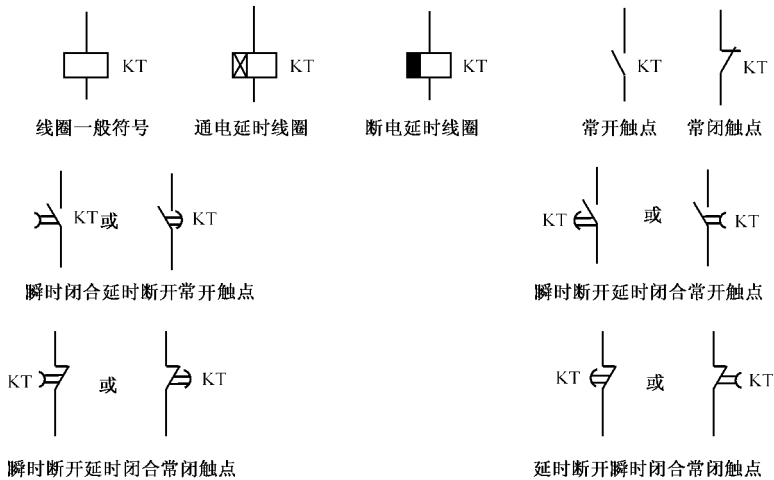


图 1-10 时间继电器在电路中的符号

1. 各种时间继电器

(1)JS7 系列空气阻尼式时间继电器。JS7 系列空气阻尼式时间继电器是利用空气节流延时的原理制成的。它的主要优点为:延时范围较大,可达 0.4~180s,能同时做成通电和断电延时型,在将通电延时型改装为断电延时型或将断电延时型改装为通电延时型时,只需松开整个电磁系统的固定螺钉,将其旋转 180°固定好后即可达到要求。JS7 系列空气阻尼式时间继电器且具有结构简单、价格低廉、寿命长、不受电压和频率波动的影响。其缺点是延时误差大和延时值受周围环境温度、湿度、灰尘等影响。

JS7 系列空气阻尼式时间继电器主要用于延时精度要求不高的机床控制电路中以及电动机 Y-Δ 降压自动转换和双速电动机及其他控制电路自动转换的控制中。

JS7 系列空气阻尼式时间继电器的主要技术数据见表 1-25。

(2)JS17 系列电动式时间继电器。JS17 系列电动式时间继电器是利用同步电动机驱动齿轮变速机构的原理制成的。它也有通电延时型和断电延时型之分,但 JS17 系列电动式时间继电器的通电和断电并非指接通和断开电动式时间继电器的电源,而是指接通和断开电动式时间继电器离合电磁铁线圈的电源。

JS17 系列电动式时间继电器的技术数据见表 1-26。

表 1-25 JS7 系列空气式时间继电器技术数据

型 号	线圈电压 (V)	延时整 定范围 (秒)	触点容量		延时触点的数量				瞬时触点数量		操作频率 (次/小时)
			电压 (V)	额定电 流(A)	线圈通电延时		线圈断电延时		常开	常闭	
					常开	常闭	常开	常闭			
JS7-1A	交流 50Hz 时:24、36、	0.4~60 及 0.4~180	380	5					1	1	不大于 600 次
JS7-2A	110、220、380、420。			5	1	1	1				
JS7-3A	交流 60Hz 时:24、36、			5	1	1	1				
JS7-4A	110、220、380、440。			5					1	1	

表 1-26 JS17 系列电动式时间继电器技术数据

型 号	触点额 定电压 (V)	触点接通和断开电流能力				主令脉 冲持续 时间 (秒)	继电器 返回 时间 (秒)	操作 频率 (次/小时)	交 流 50Hz 时， 线圈电压及离 合电磁铁电动 机电压(V)	线圈消耗功率	
		接通 电流 (A)	断开 电流 (A)	$\cos\varphi$	通断 次数					离合电 磁铁	电动机
JS17 系列	220	3	3	0.3~0.4	20	0.2	0.2	1200	110、127、220、380	4	4

(3)JS20 型系列电子式时间继电器。JS20 型系列电子式时间继电器是通过利用电容器的充、放电原理及 RC 放电的时间常数延时的原理制成的。JS20 型系列电子式时间继电器有通电延时型、瞬时延时型及断电延时型。JS20 型系列电子式时间继电器主要技术数据见表 1-27。

表 1-27 JS20 系列电子式时间继电器技术数据

型 号	工作电压(V)		可延时时间(秒)
	交流额定电压	直流额定电压	
通电延时型	36、110、127、220、380	24、48、110	1、5、10、30、60、120、180、240、300、600、900
瞬时延时型	36、110、127、220	24、48、110	1、5、10、30、60、120、180、240、300、600
断电延时型	36、110、127、220、380		1、5、10、30、60、120、180

(4)电磁式时间继电器。电磁式时间继电器是利用电磁线圈断电后磁通缓慢衰减的原理使磁系统的衔铁延时释放而获得触点的延时动作原理而制成的。它的特点是触点容量大，故控制容量大，但延时时间范围小、精度稍差，主要用于直流电路的控制中。

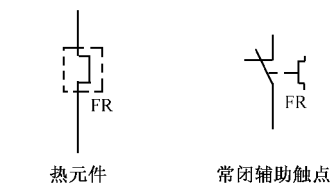
2. 时间继电器的选用

- (1)根据控制电路延时性能的特点,选择通电延时或断电延时。
- (2)时间继电器的线圈电压或额定电压值应等于控制电路的电压值。
- (3)根据控制电路要求延时的长短选择符合延时范围的时间继电器。
- (4)根据延时控制的精度选择时间继电器。当控制无精度要求时,可选择价格便宜的一般时间继电器;当延时精度要求较高时,则可选择电子式或电动式时间继电器。

1.5.3 热继电器

热继电器是电力拖动自动控制线路、机床控制线路中的重要元件之一,在电路中用做过载

保护。它是利用通过电路中的电流在电阻丝上产生的热量来加热膨胀系数各不相同的双金属片,双金属片产生变形弯曲而使热继电器动作的原理制成的。正常情况下,双金属片变形的程度不足以驱动热继电器动作,电路正常运转。当电路中出现过电流时,电流在电阻上产生的热量增加,双金属片弯曲程度加强,迫使热继电器动作,切断控制线路电源,从而实现电路的过载保护功能。热继电器在切断控制电路后,经过一定时间可自动复位断开的触点,也可手动复位断开的触点。热继电器自动复位的时间不大于 5 分钟,手动复位的时间不大于 2 分钟。热继电器有两相结构的和三相结构的之分。三相结构的热继电器又可分为带断相保护和不带断相



保护型。常用的热继电器有 JR0 及 JR16 系列,其中 JR16 系列可全部取代 JR0 系列产品。

热继电器在电路中的图形符号及文字符号见图 1-11。
JR0、JR16 系列热继电器用在电力线路中,作为长期工作制或间断工作制的一般交流电动机的过载保护,并能在三相电流严重不平衡的情况下起到过载保护的作用。

JR0、JR16 系列热继电器的技术数据见表 1-28。

表 1-28 JR16(JR0)系列热继电器技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	热元件 编号	热元件额定 电流(A)	整定电流范围值 (A)	作用及用途
JR16-20/3 JR16-20/3D (JR0-20/3) (JR0-20/3D)	交流 50Hz 或 60Hz380 及以下	20	1	0.35	0.25~0.3~0.35	在电力线路中,用做 长期工作制、间断工作 制的一般交流电动机 的过载保护,并能在三 相电流严重不平衡时 起到保护作用。D 表 示带断相保护
			2	0.5	0.32~0.4~0.5	
			3	0.72	0.45~0.6~0.72	
			4	1.1	0.68~0.9~1.1	
			5	1.6	1.0~1.3~1.6	
			6	2.4	1.5~2.0~2.4	
			7	3.5	2.2~2.8~3.5	
			8	5	3.2~4.0~5.0	
			9	7.2	4.5~6~7.2	
			10	11	6.8~9~11	
			11	16	10~13~16	
			12	22	14~18~22	
JR16-60/3 JR16-60/3D (JR0-60/3) (JR0-60/3D)		60	13	22	14~18~22	
			14	32	20~26~32	
			15	45	28~36~45	
			16	63	40~50~63	
JR16-150/3 JR16-150/3D (JR0-150/3) (JR0-1500/3D)		150	17	63	40~50~63	
			18	85	53~70~85	
			19	120	75~100~120	
			20	160	100~130~160	

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	热元件 编号	热元件额定 电流(A)	整定电流范围值 (A)	作用及用途
JR16B-20/3 JR16B-20/3D		20	1	0.35	0.25~0.35	在电力线路中,用做 长期或间断工作的一 般交流电动机的保护 及断相保护之用
			2	0.5	0.32~0.5	
			3	0.72	0.45~0.72	
			4	1.1	0.68~1.1	
			5	1.6	1.0~1.6	
			6	2.4	1.5~2.4	
			7	3.5	2.2~3.5	
			8	5	3.2~5.0	
			9	7.2	4.5~7.2	
			10	11	6.8~11	
			11	16	10~16	
			12	22	14~22	
JR16B-20/3		60	13	22	14~22	
			14	32	20~32	
			15	45	28~45	
			16	63	40~63	
JR16-150/3 JR16-150/3D		150	17	63	40~63	
			18	85	53~85	
			19	120	75~120	
			20	160	100~160	

热继电器的选用除其工作的额定电压及频率应与保护电路的额定电压及频率相符外,在作为电动机的过载保护时还应从以下几个方面来考虑。

(1)作为一般性保护时,选热继电器的标称额定电流应大于电动机的额定电流,热继电器的整定电流值为电动机额定电流的 0.95~1.05 倍。

(2)作为轻负载电动机的过载保护时,热继电器的整定电流值也要根据被保护电动机的实际工作电流的 0.95~1.05 倍进行整定。

(3)用做电动机断相保护时的选择:一般 Y 形接法运行的电动机,如果有一相断路后,流过其他两相中的电流的增加比例相同,故无须使用带断相保护的热继电器,但对于 Δ 接法运行的电动机,则应选择带断相保护的热继电器。

例 1.4 在 1.4.1 节例题中,型号为 YB2S2-2、Y160M-4 及 Y160L-4 的三台电动机,功率分别为 7.5kW、11kW、15kW,额定电流分别为 14.4A、22.1A、29.7A,若使用热继电器做它们的过载保护,试分别选择热继电器的型号,热元件额定电流及整定电流值。

解: 查表 1-28 可知,YB2S2-2 型电动机(额定电流为 14.4A)选择热继电器型号为 JR16-20/3D,热元件额定电流 16A,整定电流值调整在 14.4A 左右;Y160M-4 型电动机(额定电流为 22.1A)选择热继电器型号为 JR16-60/3D,热元件额定电流 32A,整定电流值调整在 22.1A 左右;Y160L-4 型电动机(额定电流为 29.7A)选择热继电器型号为 JR16-60/3D,热元件额定电流可选择 32A 或 45A,整定电流值调整在 29.7A 左右。

1.5.4 电流继电器

电流继电器是反映电路电流量变化的器件,它的线圈与电路串联,电流继电器是根据控制电路中电流变化的大小而决定是否动作的。电流继电器可分为过电流继电器和欠电流继电器。过电流继电器是当电路中的电流超过一定量时,过电流继电器动作,切断电路,从而起到电路中的过载保护作用。一般交流过电流继电器的过电流动作范围可调整在电路额定电流的 $110\% \sim 400\%$ 之间,直流过电流继电器的动作范围可调整在电路额定电流的 $70\% \sim 300\%$ 之间。而欠电流继电器是当电路中的电流小于一定数值时,欠电流继电器动作,切断电路,从而使某些要求具一定电流的电路得到保护。例如在直流电动机的电枢励磁电路中,如果励磁电流减少,根据直流电动机的机械特性我们知道其转速要上升,当励磁电流减小趋于零时,根据理论分析,其转速将趋于无穷大,会引起直流电动机转速猛增,亦即“飞车现象”,这样会发生严重的设备事故。为了杜绝这种现象的发生,在直流电动机的电枢励磁回路中串入欠电流继电器,一旦电枢励磁回路中电流下降到某数值时,欠电流继电器动作,切断电源,从而起到欠电流的保护作用。一般情况下,欠电流继电器的吸合电流为线圈额定电流的 $30\% \sim 65\%$ 左右,释放电流为线圈额定电流的 $10\% \sim 20\%$ 间。故当控制线路中电流减小到欠电流继电器线圈额定电流的 $10\% \sim 20\%$ 时,欠电流继电器动作,从而起到了欠电流保护作用。在机床电路中,主要使用JZ14系列交、直流电流继电器。

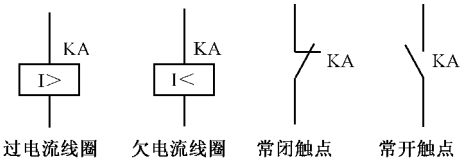


图 1-12 电流继电器在电路中的符号

电流继电器在电路中的图形符号及文字符号见图 1-12。

过电流继电器主要用于绕线式异步电动机及直流电动机频繁启动和重载启动下的过载和短路保护。

欠电流继电器主要用于直流电动机电枢励磁回路及其他需保持一定电流的电路中。

电流继电器的选用要求如下。

- (1)过电流继电器选用:用于绕线式异步电动机和小容量直流电动机的过电流保护时,过电流继电器的线圈额定电流可选择电动机额定工作电流的大小;对于频繁启动或频繁正、反转启动的电动机,则电流继电器线圈的额定电流应向上大选一级。
- (2)欠电流继电器的选用:欠电流继电器线圈电流的选择应根据电路中所要求的最小电流值来选择,即电路中所要求的最小电流值应等于欠电流继电器线圈额定电流的 $10\% \sim 20\%$ 。

1.5.5 电压继电器

电压继电器的作用与电流继电器的作用有点相似,但电压继电器所动作的依据为线路中的电压量。电压继电器的线圈并联在电源的两端,根据电路中电压的变化决定是否动作。电压继电器有过电压继电器、欠电压继电器和零电压继电器。过电压继电器主要作用是当电压超过某一上限电压值时,继电器工作,从而达到过电压的保护作用,一般当电压为线路额定电压的 $105\% \sim 120\%$ 时,继电器即动作。欠电压继电器是当电路中电压降低到不足于一定值时,欠电压继电器动作,切断电路,使某些用电设备不至因电源电压降低电流急剧上升而损坏。一般当电压低于线路额定电压的 $40\% \sim 70\%$ 时,欠电压继电器即动作。零电压继电器则当线路电源电压降低接近于零时(一般为额定电压的 $10\% \sim 35\%$)动作。

常用的电压继电器有 JT4 系列电压继电器。

值得一提的是,交流接触器、中间继电器本身也具有欠压和失压保护的功能,故在机床电气控制线路中,常用交流接触器或中间继电器代替失压和欠压继电器进行失压或欠压保护。

电压继电器在电路中的图形符号及文字符号见图 1-13。

电压继电器主要用于电力输入线路的电压升高或降低及自动控制、机床线路中的过电压及失压保护。

电压继电器的选用应根据控制电路所需要的保护电压值选择继电器线圈额定电压及被切断线路的额定电压选择合适的电压继电器。

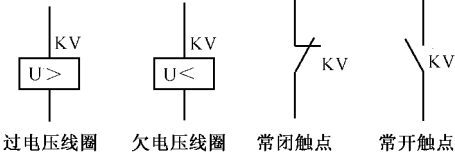


图 1-13 电压继电器在电路中的符号

1.5.6 速度继电器

速度继电器的输入量是转速。速度继电器一般和电动机同轴安装,用以控制电动机的转速或作为电动机停止时反接制动之用。当电动机转速达到某一数值时(一般为 120 转/分钟),速度继电器动作,它的常开(或常闭)触点闭合(或断开),从而达到接通或断开控制电路的目的。当转速降至某一数值时(一般为 100 转/分钟),它的常开、常闭触点复位。

速度继电器一般有两对常开常闭触点。一对用于电动机的正转,即在电动机正转速度达到 120 转/分钟时,常开触点闭合,常闭触点断开。当电动机停止时,其转速下降至 100 转/分钟时,常开触点复位断开,常闭触点复位闭合。同理,另一对触点用于电动机的反转控制。

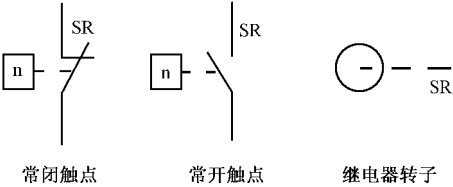


图 1-14 速度继电器在电路中的符号

速度继电器在机床控制中主要用于机床停止时的反接制动以及在其他控制电路中将电动机的转速限制于某一数值。

常用的速度继电器有 JY1、JFZ0 型。

速度继电器在电路中的图形符号及文字符号,见图 1-14。

1.5.7 压力继电器

压力继电器的输入量为压力。压力源有气压、水压和油压等。当系统压力达到一定值时,压力继电器动作,从而由压力的变化控制所需控制的电路。

压力继电器一般用于机床的气压、水压和油压系统中,在其他自动控制系统中也被广泛应用。常用的压力继电器有 YJ0、YJ1 型。

压力继电器在电路中的图形符号及文字符号见图 1-15。

1.5.8 温度继电器

温度继电器是反映温度高低变化的继电器,它的输入量为温度。当温度高于某一数值时,继电器动作,用以控制所需控制电路的通、断。

温度继电器一般用于测量电动机绕组的温升或其他重要元器件的温度并对其进行保护,以防它们由于温度太高而过热损坏。



图 1-15 压力继电器在电路中的符号

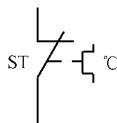


图 1-16 温度继电器在电路中的符号

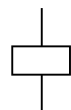
常用的温度继电器有:JW1、JW2、JW3、JW4 系列。

温度继电器在电路中的图形符号及文字符号见图 1-16。

1.6 电磁铁

电磁铁在自动控制系统及机床控制系统中是一种将电磁能转换为机械能的电器元件,它主要由接触器或继电器控制其电源的通断。电磁铁有直流和交流之分,机床上常用的电磁铁按其作用可分为牵引电磁铁、制动电磁铁和阀用电磁铁等。

电磁铁在电路中的图形符号及文字符号见图 1-17。



线圈符号

YA

电磁铁文字符号

YV

阀用电磁铁文字符号

图 1-17 电磁铁符号

1.6.1 牵引电磁铁

牵引电磁铁在自动控制及机床控制系统中主要用做推斥或牵引机械装置。它主要由铁心、衔铁及线圈组成。线圈通电后,由铁心吸引衔铁,对机械装置进行牵引。

常用的牵引电磁铁有 MQ1、MQ3 系列,其技术数据见表 1-29。

1.6.2 制动电磁铁

制动电磁铁和牵引电磁铁没有本质上的区别,也都是由线圈通电后,铁心产生吸力,吸引衔铁,由衔铁牵引抱闸装置,对电动机进行抱闸或松开抱闸。制动电磁铁有交、直流之分,有单相和三相之分,还有通电抱闸和断电抱闸之分。一般情况下采用断电抱闸电磁铁,即电动机通电时,制动电磁铁线圈也得电,此时抱闸松开;当电动机失电时,制动电磁铁线圈也失电,抱闸装置在弹簧力的作用下,将电动机轴抱住,制动电动机,使电动机迅速停转。

制动电磁铁一般用于起重、机床控制等制动中,常用的有单相电磁铁 MZD1 系列及三相电磁铁 MZS1 系列,其技术数据分别见表 1-30、表 1-31。

表 1-29 MQ1、MQ2 系列牵引电磁铁技术数据

型 号	使用方式	吸引线圈电压 (V)	额定吸力 (N)	额定行程 (mm)	通电率 (%)	操作次数 (次/小时)
MQ1-5101	拉动		15	20	100	600
MQ1-5102			30	20	10	400
MQ1-5111			30	25	100	600
MQ1-5112			50	25	10	400
MQ1-5121			50	25	100	200
MQ1-5122			80	25	10	400
MQ1-5131	推动	110	80	25	100	200
MQ1-5132			150	25	10	400
MQ1-5141			127	50	100	200
MQ1-5151			220	30	100	200
MQ1-6101			380	10	100	600
MQ1-6102			30	20	10	400
MQ1-6111			30	25	100	600
MQ1-6112			50	25	10	400
MQ1-6121			50	25	100	200
MQ1-6122			80	25	10	400
MQ1-6131			80	25	100	200
MQ1-6132			150	25	10	400
MQ3-6. 2N1	推拉两用	36	6. 2	10	60	1200
MQ3-7. 8N1			7. 8	10		1200
MQ3-9. 8N1			9. 8	10		1200
MQ3-12. 5N1			12. 5	10		1200
MQ3-15. 7N1			15. 7	20		600
MQ3-19. 6N1			19. 6	20		600
MQ3-24. 5N1			24. 5	20		600
MQ3-31N1			31	20		600
MQ3-39N1	拉动	110	39	20	60	600
MQ3-49N1			49	30		600
MQ3-62N1			62	30		600
MQ3-78N1			78	30		600
MQ3-98N1			98	30		600
MQ3-123N1			123	40		300
MQ3-157N1			157	40		300
MQ3-196N1			196	40		300
MQ3-245N1			245	40		300

表 1-30 MZD1 系列交流制动电磁铁技术数据

型 号	额定电压 (V)	磁铁力矩(kg·cm)		衔铁重量的力矩 (kg·cm)	回转角度 (度)	额定回转角度下 杆之位移(mm)
		暂载率 40%	暂载率 10%			
MZD1-100	200、380、500	55	30	5	7. 50	3
MZD1-200		400	200	36	5. 50	3. 8
MZD1-300		1000	400	92	5. 50	4. 4

表 1-31 MZSI 系列制动电磁铁技术数据

型 号	额定电压 (V)	暂载率 (%)	吸力(包括 衔铁重量(kg)	衔铁重量 (kg)	衔铁额定 行程(mm)	视在功率	
						吸合瞬间功率	保持吸合功率
MZSI-6	220/380 或 290/500	25、40、100。	8	2	20	2700	330
MZSI-7			10	2.8	40	7700	500
MZSI-15			20	4.5	50	14000	750
MZSI-25			35	11.2	50	23000	750
MZSI-25B			35	11.2	50	23000	750
MZSI-25A			38	11.2	50	23000	750
MZSI-45H			70	24.6	50	44000	2500
MZSI-80H			115	33.31	60	96000	3500
MZSI-100H			140	38.23	80	120000	5500

1.6.3 阀用电磁铁

阀用电磁铁主要应用于电磁换向阀中。电磁换向阀在机床的液压系统中常用来改变液体的流动方向、液体分配、接通及关闭油路等。

换向阀有各种结构,如:二位二通、二位四通、三位四通、三位五通等。所谓的二位二通,就是换向阀的阀芯可以在电磁铁的作用下处于阀体中的两个不同位置,但只有两个通口,即一进一出。

阀用电磁铁有交流和直流之分,视其控制系统所用电源而选定。

第 2 章 机床常用基本控制电路

机床的动力为电动机,控制电动机的启动、停止的电路称为电动机控制电路。机床电气控制电路是由各种电动机控制电路组成,它视机床的种类、工作性质、加工精细程度的不同,其控制电路有简单、复杂之分。但不论多么复杂的机床控制电路都是由最简单、最基本的电动机控制电路通过不同的组合而成。本章主要讨论机床控制电路中常用电动机基本控制电路的组成,电路工作原理及故障检查。

2.1 电动机单向运转控制电路

电动机单向运转控制电路,从字面意思理解就是电动机单方向启动运转的控制电路,它可以使电动机单方向正转,也可以使电动机单方向反转。电动机单向运转控制电路又可分为手动单向运转控制电路、接触器点动单向运转控制电路、接触器控制连续单向运转控制电路、连续与点动混合控制的单向运转控制电路。

2.1.1 手动单向运转控制电路

1. 电路控制原理

(1)电路组成:手动单向运转控制电路原理图见图 2-1,其中(a)图由刀开关 QS、熔断器 FU 及三相鼠笼式异步电动机 M 组成。刀开关 QS 为电路电源开关,熔断器 FU 为电路的短路保护。

(2)控制过程:手动合上电源开关 QS,三相电源从 L_1 、 L_2 、 L_3 引入,经过刀开关 QS 至 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{13} 点,经过熔断器 FU,加在三相鼠笼式异步电动机的三相绕组上,使电动机 M 单向运转。手动断开刀开关 QS,电动机 M 断电停转。

图 2-1(b)中 QS-FU 为带熔断器的刀开关。同样,手动合上刀开关 QS-FU,电动机 M 得电运转;手动断开 QS-FU,电动机 M 断电停转。

从上面的分析我们知道,单向运转电路只能单向运转,即要么正转,要么反转。但是在实际工作当中,有时往往在控制电路安装完毕后,接上电动机不能按我们所要求的方向进行旋转,即本来需要电动机正向(逆时针方向)旋转,但却变成了反向(顺时针方向)旋转。此时我们只要改变电动机的电源相序,将 D_1 、 D_2 、 D_3 接线端中的任意两接线端互相调换一下即可。

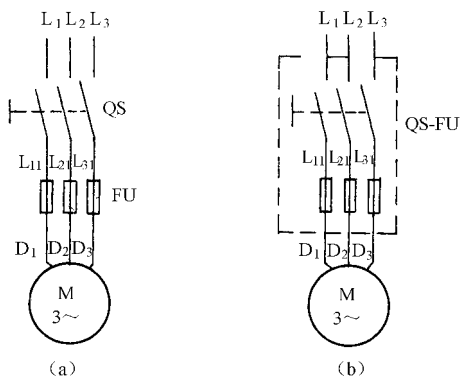


图 2-1 手动单向运转控制电路原理图

2. 故障检查

电路出现的主要故障现象:电动机 M 不能启动。

故障分析:该故障主要原因为熔断器 FU 断路或刀开关 QS 接触不良等。

故障检查步骤:用万用表交流 500V 挡测量 D₁、D₂、D₃ 点电压是否有 380V 电压,若有 380V 电压,则重点检查电动机 M;若无,则测量 L₁₁、L₂₁、L₃₁ 点是否有 380V 电压,若有,则为熔断器 FU 断路;若无,则检查刀开关 QS。

2.1.2 接触器控制点动单向运转控制电路

接触器控制点动单向运转控制电路原理见图 2-2。

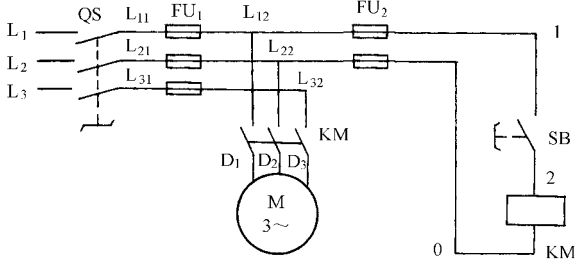


图 2-2 接触器控制点动单向运转电路原理图

1. 电路控制原理

(1)电路组成及元器件的作用:该电路由转换开关 QS、熔断器 FU₁、接触器 KM 主触点、电动机 M 组成主电路;由熔断器 FU₂、点动按钮 SB、接触器 KM 线圈组成控制电路。QS 为电源总开关,熔断器 FU₁ 为电路的总短路保护,接触器 KM 主触点控制电动机 M 电源的通断,熔断器 FU₂ 为控制电路的短路保护。

(2)控制过程:合上电路总开关 QS,按下电动机 M 的点动按钮 SB,接触器 KM 线圈通电,其通电回路为:电源 L₁→转换开关 QS→L₁₁ 号线→熔断器 FU₁→L₁₂ 号线→熔断器 FU₂→1 号线→按钮 SB→2 号线→接触器 KM 线圈→0 号线→熔断器 FU₂→L₂₂ 号线→熔断器 FU₁→L₂₁ 号线→转换开关 QS→电源 L₂。接触器 KM 闭合,其主电路中接触器 KM 主触点闭合,接通电动机 M 的三相电源,电动机 M 获电单向启动运转。松开按钮 SB,接触器 KM 线圈失电释放,其在主电路中的主触点断开,切断电动机的三相电源,电动机 M 停转。

从以上分析我们知道,接触器控制点动单向运转电路,当按下按钮 SB,电动机 M 启动单向运转,松开按钮 SB,电动机 M 就停止,从而实现“一点就动,松开不动”的功能。

2. 故障检查

电路出现的主要故障现象:电动机 M 不能点动运行。

故障分析:从主电路分析主要有熔断 FU₁ 断路、电动机 M 绕组损坏等原因;从控制电路分析主要有熔断器 FU₂ 断路、接触器线圈损坏等。

故障检查步骤:按下点动按钮 SB,观察接触器 KM 是否闭合。若 KM 闭合,则重点检查电动机 M 绕组,接触器 KM 在主电路中的主触点闭合是否接触良好。若接触器 KM 未闭合

则重点检查熔断器 FU_1 、 FU_2 是否断路、接触器 KM 线圈是否断路等。

2.1.3 接触器控制连续单向运转控制电路

接触器控制连续单向运转控制电路原理图见图 2-3 所示。

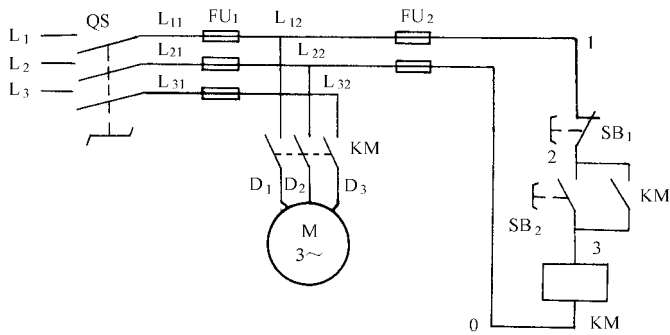


图 2-3 接触器控制连续单向运转控制电路原理图

1. 控制原理

(1) 电路组成及各元器件的作用：主电路由转换开关 QS 、熔断器 FU_1 、接触器 KM 主触点、电动机 M 组成；熔断器 FU_2 、停止按钮 SB_1 常闭触点、启动按钮 SB_2 常开触点、接触器 KM 线圈组成控制电路元件。 QS 为电源总开关，熔断器 FU_1 为电路总短路保护，接触器 KM 控制电动机 M 电源的通断，按钮 SB_1 为电动机 M 的停止按钮， SB_2 为电动机的启动按钮。

(2) 控制过程：合上电源总开关 QS ，按下电动机 M 的启动按钮 SB_2 ，接触器 KM 线圈通过以下路径得电： L_{12} 点→ FU_2 →1 号线→按钮 SB_1 常闭触点→2 号线→按钮 SB_2 常开触点→3 号线→接触器 KM 线圈→0 号线→ FU_2 → L_{22} 点。接触器 KM 闭合，其主触点接通电动机 M 的电源，电动机 M 启动运行。同时并接在 2 号线及 3 号线之间 KM 的辅助常开触点闭合自锁。当松开启动按钮 SB_2 时，由于并接在 2 号线及 3 号线之间 KM 的辅助常开触点闭合自锁，接触器 KM 通过以下途径保持得电： L_{12} 点→ FU_2 →1 号线→按钮 SB_1 常闭触点→2 号线→接触器 KM 辅助常开触点→3 号线→接触器 KM 线圈→0 号线→ FU_2 → L_{22} 点，此时电动机 M 保持单向连续运行。当需要电动机 M 停止时，按下停止按钮 SB_1 ，接触器 KM 线圈回路电源被切断失电，电动机 M 停转。

接触器自锁单向运转控制电路一般用于电动机功率小于 7.5 kW 以下只要求单方向运转的电力拖动中。接触器自锁单向运转控制电路的典型应用见图 2-4 所示，图中在主电路中增加了热继电器 FR 作为电动机的过载保护， FR 的辅助常闭触点串接在控制电路的 1 号线及 2 号线之间，当电动机过载运行时，电路中的电流增大，通过热继电器 FR 热元件的电流增大，故热元件发热量增大，使热继电器中的双金属片弯曲的程度增大，从而推动机械装置使串接在控制电路中 1 号线及 2 号线之间 FR 的辅助常闭触点断开，切断接触器 KM 线圈回路的电源，起到对电动机 M 的过载保护。

2. 故障检查

电路出现的主要故障现象：电动机 M 不启动运转。

故障分析：我们以图 2-4 为例。从主电路分析，主要有电源总开关 QS 损坏、熔断器 FU_1

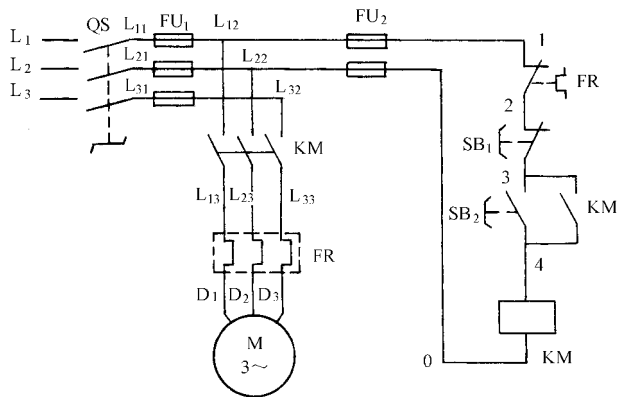


图 2-4 具有过载保护的单向运转控制电路原理图

断路、接触器 KM 主触点闭合接触不良、热继电器 FR 主通路有断点、电动机 M 绕组损坏；从控制电路来分析主要有：熔断器 FU_2 断路、热继电器 FR 辅助常闭触点闭合接触不良、按钮 SB_1 常闭触点闭合接触不良、接触器 KM 线圈损坏等。

故障检查步骤：按下启动按钮 SB_2 ，观察接触器 KM 是否闭合。如果接触器 KM 闭合，则故障范围在主电路，应重点检查接触器 KM 主触点、电动机 M 绕组等。如果接触器 KM 未闭合，故障范围在控制电路，重点检查熔断器 FU_1 和 FU_2 是否断路、按钮 SB_1 常闭触点是否闭合接触良好、接触器 KM 线圈是否损坏等。

2.1.4 连续与点动混合的单向运转控制电路

连续与点动混合的单向运转控制电路原理图见图 2-5 所示。

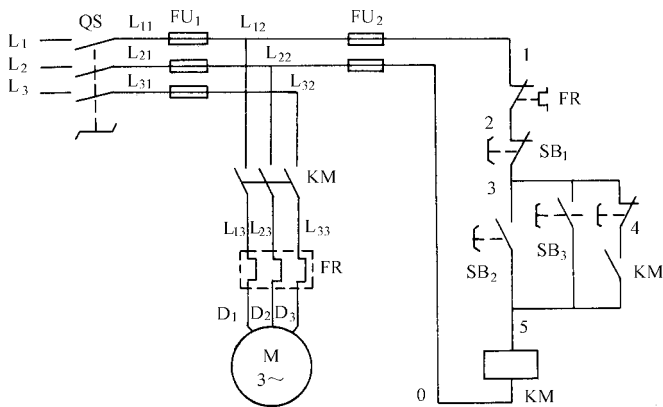


图 2-5 连续与点动混合的单向运转控制电路原理图

1. 控制原理

(1) 电路组成及各元器件的作用：主电路的组成与图 2-4 相同，控制电路在图 2-4 的基础上增加了一个点动按钮 SB_3 ，使电动机 M 能运行在单向连续和单向点动状态下。

(2) 控制过程：按下单向连续运转启动按钮 SB_2 ，接触器 KM 通过以下途径得电： L_{12} 点→ FU_2 →1 号线→FR→2 号线→按钮 SB_1 常闭触点→3 号线→按钮 SB_2 常开触点→5 号线→接

触器 KM 线圈→0 号线→FU₂→L₂₂ 点。接触器 KM 闭合,其主触点接通电动机 M 的电源,电动机 M 启动运行,同时串接在 4 号线与 5 号线之间 KM 的辅助常开触点闭合自锁。当松开按钮 SB₂ 时接触器 KM 通过以下途径得电:L₁₂ 点→FU₂→1 号线→FR→2 号线→按钮 SB₁ 常闭触点→3 号线→按钮 SB₃ 常闭触点→4 号线→接触器 KM 常开辅助触点→5 号线→接触器 KM 线圈→0 号线→FU₂→L₂₂ 点,使得松开按钮 SB₂ 时接触器 KM 仍然保持吸合,电动机 M 连续单向运转。按下停止按钮 SB₁,接触器 KM 失电,电动机 M 停转。

当需要电动机点动时,按下点动按钮 SB₃,接触器 KM 通过以下途径得电:L₁₂ 点→FU₂→1 号线→FR→2 号线→按钮 SB₁ 常闭触点→3 号线→按钮 SB₃ 常开触点→5 号线→接触器 KM 线圈→0 号线→FU₂→L₂₂ 点。接触器 KM 闭合,电动机 M 点动运转,同时串在 4 号线与 5 号线间接触器 KM 辅助常开触点闭合。在按下按钮 SB₃ 时,其 3 号线与 5 号线间的常开触点被压合,也将按钮 SB₃ 在 3 号线及 4 号线间的常闭触点压开。其动作的顺序为先压开按钮 SB₃ 在 3 号线及 4 号线间的常闭触点,然后再接通 3 号线及 5 号线间 SB₃ 的常开触点,使接触器 KM 不因 4 号线与 5 号线间 KM 触点的闭合而自锁。松开按钮 SB₃ 时,按钮 SB₃ 在 3 号线与 5 号线间的常开触点先断开,接触器 KM 断电释放,然后 SB₃ 在 3 号线与 4 号线间的常闭触点闭合,使电动机实现点动控制。

2. 故障检查

电路出现的主要故障现象:电动机 M 不能连续运转和电动机不能点动。

故障分析:电动机 M 不能连续运转见 2.1.3 节分析。电动机 M 不能点动主要是因按钮 SB₃ 常开触点压合接触不良,或按钮接线松脱等所引起。

2.2 电动机正反转控制电路

电动机正、反转控制电路是电动机中常见的基本控制电路,它是利用电源的换相原理来实现电动机的正、反转向的。常见的电动机正、反转控制电路有手动正反转控制电路、接触器联锁正反转控制电路、按钮联锁正反转控制电路及接触器按钮双重联锁正反转控制电路。

2.2.1 手动正反转控制电路

手动正、反转控制电路原理见图 2-6 所示。

在图 2-6 中,刀开关 QS₁ 为电路的总开关,熔断器 FU 为电路的短路保护,转换开关 QS₂ 为电源的换相开关。转换开关 QS₂ 有三挡位置,分别为“顺”、“停”、“反”转。

当合上电源开关 QS₁,将转换开关 QS₂ 扳至左边“顺”挡位置时,三相电源通过以下途径进入电动机 M 三相绕组:L₁→QS₁→L₁₁→FU→L₁₂→QS₂→D₁→A 相绕组;L₂→QS₁→L₂₁→FU→L₂₂→QS₂→D₂→B 相绕组;L₃→QS₁→L₃₁→FU→L₃₂→QS₂→D₃→C 相绕组,此时电动机 M 通电正转。当需要电动机 M 反转时,将转换开关 QS₂ 扳至“停”挡位置,待电动机 M 完全停止后再将转换开关扳至右边“反”挡位置,三相电源通过以下途径进入电动机三相绕组:L₁→QS₁→L₁₁→FU→L₁₂→QS₂→D₃→C 相绕组;L₂→QS₁→L₂₁→FU→L₂₂→QS₂→D₂→B 相绕组;L₃→QS₁→L₃₁→FU→L₃₂→QS₂→D₁→A 相绕组,此时电动机反转。比较以上电动机 M 正转和反转时三相电源 L₁、L₂、L₃ 分别进入电动机 A、B、C 三相的情况可知,电动机 M 正转时,L₁ 相电源进入 A 相绕组,L₂ 相电源进入 B 相绕组,L₃ 相电源进入 C 相绕组,电动机 M 按

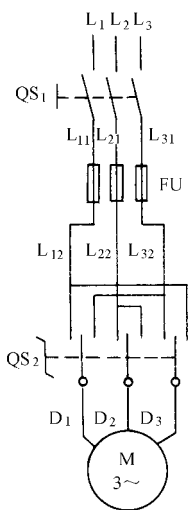


图 2-6 手动正反转控制原理图

A→B→C 相序产生顺向旋转磁场；而当电动机反转时， L_1 相电源进入 C 相绕组， L_2 相电源进入 B 相绕组， L_3 相电源进入 A 相绕组，电动机 M 按 C→B→A 相序产生反向旋转磁场。从以上分析可知，若将电动机从正转运行状态转换为反转运行状态，只需将电动机的任意两相绕组调换相序即可。

2.2.2 接触器联锁的正反转控制电路

接触器联锁的正反转控制电路原理见图 2-7 所示。

主电路由组合开关 QS、熔断器 FU_1 、接触器 KM_1 、 KM_2 主触点、热继电器 FR、电动机 M 组成。其中接触器 KM_1 、 KM_2 主触点担负着图 2-6 电路中转换开关 QS_2 的作用，也就是说接触器 KM_1 主触点负责接通和断开电动机 M 的正转电源，接触器 KM_2 的主触点负责接通和断开电动机 M 的反转电源。控制电路由热继电器辅助常闭触点及按钮、接触器线圈等元件组成。

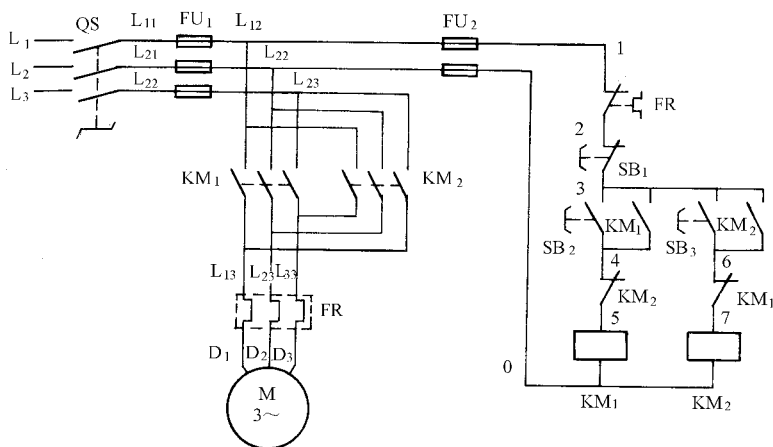


图 2-7 接触器联锁的正反转控制原理图

合上电源开关 QS。当需要电动机正转时，按下电动机 M 的正转启动按钮 SB_2 ，接触器 KM_1 线圈通过以下途径通电： L_{12} 号线→ FU_2 →1 号线→FR→2 号线→ SB_1 常闭触点→3 号线→ SB_2 常开触点→4 号线→接触器 KM_2 常闭触点→5 号线→接触器 KM_1 线圈→0 号线→ FU_2 → L_{22} 号线。接触器 KM_1 得电闭合，其主触点接通电动机 M 的正转电源，电动机 M 启动正转。同时，接触器 KM_1 并接在 3 号线及 4 号线间的辅助常开触点闭合自锁，使得松开按钮 SB_2 时，接触器 KM_1 线圈仍然能够保持通电吸合。而串接在接触器 KM_2 线圈回路 6 号线及 7 号线之间的接触器 KM_1 辅助常闭触点断开，切断接触器 KM_2 线圈回路的电源，使得在接触器 KM_1 得电吸合，电动机 M 正转时，接触器 KM_2 不能得电，电动机 M 不能接通反转电源。这种控制电路的接法叫“接触器联锁”。当需要电动机 M 停止时，按下按钮 SB_1 ，接触器 KM_1 线圈失电释放，所有常开、常闭触点复位，电路恢复常态。

同理，当需要电动机 M 反转时，按下反转启动按钮 SB_3 ，接触器 KM_2 线圈通过以下途径通电： L_{12} 号线→ FU_2 →1 号线→FR→2 号线→ SB_1 常闭触点→3 号线→ SB_3 常开触点→6 号线

→接触器 KM_1 常闭触点→7 号线→接触器 KM_2 线圈→0 号线→ FU_2 → L_{22} 号线。接触器 KM_2 得电闭合,其主触点接通电动机 M 的反转电源,电动机 M 启动反转。同时,接触器 KM_2 并接在 3 号线及 6 号线间的辅助常开触点闭合自锁,使得松开按钮 SB_3 时,接触器 KM_2 线圈仍然能够保持通电吸合。而串接在接触器 KM_1 线圈回路 4 号线及 5 号线之间的接触器 KM_2 辅助常闭触点断开,切断接触器 KM_1 线圈回路的电源,使得在接触器 KM_2 得电吸合,电动机 M 反转时,接触器 KM_1 不能得电,电动机 M 不能接通正转电源,从而实现接触器联锁。同样按下停止按钮 SB_1 时,接触器 KM_2 线圈失电,电动机 M 断电停转。

2.2.3 按钮联锁的正反转控制电路

按钮联锁的正反转控制电路原理见图 2-8 所示。

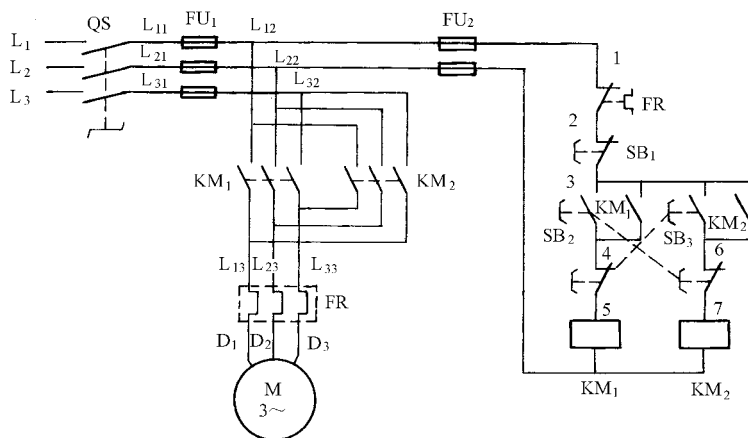


图 2-8 按钮联锁的正反转控制电路原理图

其控制原理与图 2-7 接触器联锁正反转控制电路基本相同。不同之处在于本电路采用了复合按钮联锁代替图 2-7 中的接触器联锁触点。

从图 2-8 中我们可以看出,当需要电动机 M 正转时,按下正转启动按钮 SB_2 ,按钮 SB_2 串接在 6 号线及 7 号线之间的常闭触点首先断开,然后并在 3 号线及 4 号线之间的常开触点闭合,接触器 KM_1 线圈通过以下途径得电:

L_{12} 号线→ FU_2 →1 号线→FR→2 号线→ SB_1 常闭触点→3 号线→ SB_2 常开触点→4 号线→ SB_3 常闭触点→5 号线→接触器 KM_1 线圈→0 号线→ FU_2 → L_{22} 号线。

接触器 KM_1 得电闭合,其主触点接通电动机 M 的正转电源,电动机 M 启动正转。同时,接触器 KM_1 并接在 3 号线及 4 号线间的辅助常开触点闭合自锁,使得松开按钮 SB_2 时,接触器 KM_1 线圈仍然能够保持通电吸合。

同理,当需要电动机 M 在正转情况下反转时,按下电动机 M 的反转启动按钮 SB_3 ,按钮 SB_3 串接在 4 号线及 5 号线之间的常闭触点首先断开,切断接触器 KM_1 线圈回路的电源,接触器 KM_1 线圈失电释放,电动机 M 正转停止,然后并在 3 号线及 6 号线之间 SB_3 的常开触点闭合,接触器 KM_2 线圈通过以下途径得电:

L_{12} 号线→ FU_2 →1 号线→FR→2 号线→ SB_1 常闭触点→3 号线→ SB_3 常开触点→6 号线→ SB_2 常闭触点→7 号线→接触器 KM_2 线圈→0 号线→ FU_2 → L_{22} 号线。

接触器 KM_2 得电闭合,其主触点接通电动机 M 的反转电源,电动机 M 启动反转。同时,

接触器 KM_2 并接在 3 号线及 6 号线间的辅助常开触点闭合自锁,使得松开按钮 SB_3 时,接触器 KM_2 线圈仍然能够保持通电吸合。

当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB_1 ,不论电动机 M 处于正转或反转运行状态,接触器 KM_1 、 KM_2 都会失电释放,电动机 M 会停止转动。

从以上分析可知,按钮联锁的正反转控制电路其正转和反转可以在电动机 M 不停转的状态下直接进行转换。但是按钮联锁正反转电路的一个缺点就是当主电路中电动机严重过载或出现某种意外的情况,有一个触点熔焊后粘在一起,且操作人员并无察觉,再去按另一个启动按钮,就会发生短路事故。例如假设电动机 M 正转,接触器 KM_1 的触点熔焊,动触点与静触点粘在一起不能分开,这时如果需要电动机反转,直接按下反转启动按钮 SB_3 , SB_3 串在 4 号线及 5 号线之间的常闭触点虽然切断了接触器 KM_1 线圈回路的电源,但接触器 KM_1 的主触点在主电路中由于熔焊粘在一起并未断开,其结果是按钮 SB_3 并接在 3 号线及 6 号线间的常开触点接通接触器 KM_2 线圈的电源,接触器 KM_2 得电闭合,其主触点接通电动机 M 的反转电源,这样电源 L_1 相和 L_3 相发生短路。解决以上问题的方法是采用接触器按钮双重联锁正反转控制电路。

2.2.4 接触器按钮双重联锁正反转控制电路

接触器按钮双重联锁的正反转控制电路原理见图 2-9 所示。

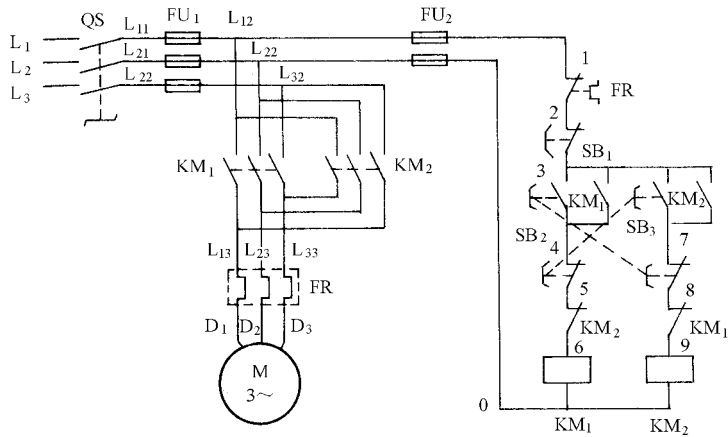


图 2-9 接触器按钮双重联锁正反转控制电路

接触器按钮双重联锁正反转控制电路的控制原理与接触器联锁及按钮联锁正反转控制电路的控制原理相同,它是结合了两者的优点组合而成的电路。从图 2-9 中我们可以看到,在接触器 KM_1 和 KM_2 的线圈回路中,各自串联了对方接触器及启动按钮的常闭触点,这样即使主电路中电动机严重过载,有一个触点熔焊粘在一起,再去按另一个启动按钮,欲使电动机向相反的方向运动时,也不会发生短路事故。例如,电动机 M 处在正转状态,接触器 KM_1 通电闭合,3 号线及 4 号线间的接触器 KM_1 辅助常开触点闭合自锁,8 号线及 9 号线间的接触器 KM_1 常闭触点断开,使接触器 KM_2 在电动机正转时不能得电闭合。假如电路中由于严重过载或某种意外,使接触器 KM_1 主触点熔焊并使动静触点粘在一起,操作人员再去按下反转启动按钮 SB_3 欲使电动机 M 反转,当按下 SB_3 时, SB_3 在接触器 KM_1 线圈回路中 4 号线及 5 号线的常闭触点断开,切断了接触器 KM_1 线圈回路的电源,但是由于接触器 KM_1 的主触点熔

焊,动静触点不能分开,故所有的常开触点及常闭触点不能复位,电动机 M 仍然正向运转。同时 SB₃ 在接触器 KM₂ 线圈回路 3 号线及 7 号线的常开触点被压合,但由于 8 号线及 9 号线接触器 KM₁ 的常开触点未复位,仍然处于断开状态,故接触器 KM₂ 线圈不能得电闭合,从而保证了电路不会因接触器触点熔焊粘在一起而造成电路短路故障。当松开按钮 SB₃ 时,其 4 号线及 5 号线间的常闭触点复位,由于接触器 KM₁ 主触点熔焊动静触点不能分开,故在 3 号线及 4 号线之间的 KM₁ 常开触点仍然是闭合的,故接触器 KM₁ 线圈再次得电。

2.2.5 接触器按锁双重联锁正反转控制电路故障检查

电路出现的主要故障现象:电动机 M 不能启动、电动机 M 不能正转、电动机 M 不能反转。

故障分析及检查:

(1)对于电动机 M 不能启动的故障:从主电路来分析有熔断器 FU₁ 断路、热继电器主通路有断点及电动机 M 绕组有故障。从控制电路来分析有熔断器 FU₂ 断路、1 号线至 2 号线间热继电器 FR 辅助常闭触点接触不良、按钮 SB₁ 常闭触点接触不良。检查步骤为:按下按钮 SB₂ 或 SB₃,观察接触器 KM₁ 或接触器 KM₂ 是否闭合。如闭合,则是主电路的问题,应重点检查电动机 M 绕组;若接触器 KM₁ 或 KM₂ 未闭合,则为控制电路的问题,重点检查熔断器 FU₁、FU₂、1 号线和 2 号线间热继电器 FR 辅助常开触点及按钮 SB₁ 常闭触点。

(2)对于电动机 M 不能正转的故障:从主电路来分析有:接触器 KM₁ 主触点闭合接触不良。从控制电路来分析有:按钮 SB₂ 常开触点压合接触不良、按钮 SB₃ 常闭触点接触不良、接触器 KM₂ 在 5 号线与 6 号线间的常闭触点接触不良及接触器 KM₁ 线圈损坏等。检查步骤为:按下正转启动按钮 SB₂,观察接触器 KM₁ 是否闭合。如果接触器 KM₁ 闭合,则检查接触器 KM₁ 主触点;如果接触器 KM₁ 未闭合,重点检查按钮 SB₃ 在 4 号线及 5 号线间的常闭触点及接触器 KM₂ 在 5 号线和 6 号线间的常闭触点。

(3)对于电动机 M 不能反转的故障:从主电路来分析有接触器 KM₂ 主触点闭合接触不良。从控制电路来分析有按钮 SB₃ 常开触点压合接触不良、按钮 SB₂ 常闭触点接触不良、接触器 KM₁ 在 8 号线与 9 号线间的常闭触点接触不良及接触器 KM₂ 线圈损坏等。检查步骤为:按下反转启动按钮 SB₃,观察接触器 KM₂ 是否闭合。如果接触器 KM₂ 闭合,则检查接触器 KM₂ 主触点;如果接触器 KM₂ 未闭合,重点检查按钮 SB₂ 在 7 号线和 8 号线间的常闭触点及接触器 KM₁ 在 8 号线和 9 号线间的常闭触点。

2.3 行程控制电路和自动往返控制电路

行程控制电路和自动往返控制电路是利用位置开关在正反转控制电路的基础上改进而成的。它控制的主要目标是机械的行程及自动往返等。行程控制电路和自动往返控制电路主要用于机床运动机构上下左右行程的限位和自动控制中的自动往返运动中。

2.3.1 行程控制电路

行程控制电路原理图见图 2-10 所示。从图 2-10 我们可以看到,行程控制电路的组成原理与图 2-7 接触器联锁正反转控制电路组成原理基本相同,它是在接触器联锁正反转控制电路的基础上在接触器 KM₁、KM₂ 线圈回路中分别串接了行程开关 SQ₁(4 号线至 5 号线间)和

SQ₂(7 号线至 8 号线间)。这类电路一般用于机床的上、下限位或左、右限位中,以保证机床中的运动装置不会因超过所能运动的行程而造成机床设备事故。

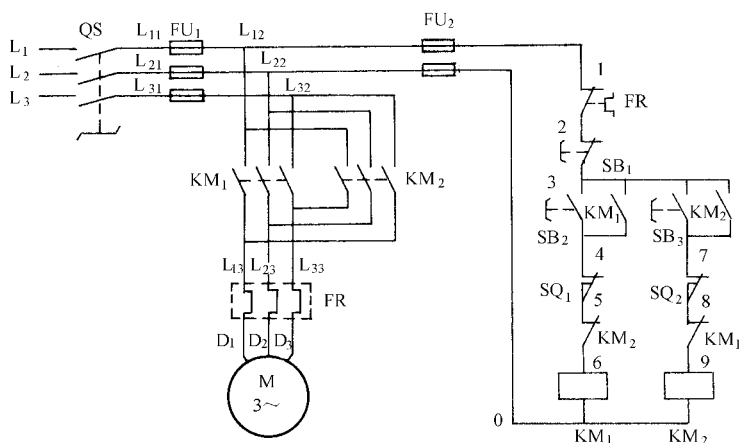


图 2-10 行程控制电路原理图

在电路中我们假设接触器 KM_1 控制电动机 M 的正转,并带动机械装置向左(或向上)运动,接触器 KM_2 控制电动机 M 反转,带动机械装置向右(或向下)运动。按下正转启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈得电闭合(其得电通路的分析见图 2-7 的分析),电动机 M 正转,带动机械装置向上(或向左)运动。当机械装置运动至向上(或向左)极限位置时,机械装置撞击位置开关 SQ_1 ,接触器 KM_1 线圈回路中的 4 号线与 5 号线间 SQ_1 常闭触点被撞击断开,切断接触器 KM_1 线圈回路电源, KM_1 失电释放,电动机 M 停止正转,机械装置向上(或向左)运动停止,从而达到机械装置向上(或向左)的限位行程保护。

行程控制电路向下(或向右)运动的限位保护控制过程同向上(或向左)运动的限位保护过程相同,留下给读者自行分析。

2.3.2 自动往返行程控制电路

自动往返行程控制电路原理图见图 2-11 所示。

该电路是在图 2-10 行程控制电路的基础上改进而成的。与行程控制电路不同的是:位置开关 SQ_1 、 SQ_2 使用了常开、常闭复合触点,并在接触器 KM_1 、 KM_2 线圈的公共回路中串接了位置开关 SQ_3 、 SQ_4 。

我们仍然假设接触器 KM_1 控制电动机 M 的正转,并带动机械装置向左(或向上)运动,接触器 KM_2 控制电动机 M 反转,带动机械装置向右(或向下)运动。按下正转启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈得电闭合并自锁,电动机 M 正转,带动生产机械向左(或向上)运动,当到达限位点时,撞击位置开关 SQ_1 ,位置开关 SQ_1 在 6 号线与 7 号线之间的常开触点首先断开,切断接触器 KM_1 线圈回路的电源,电动机 M 停止正转,生产机械向左(或向上)运动停止。然后位置开关 SQ_1 在 5 号线与 9 号线之间的常开触点压合,接通接触器 KM_2 线圈回路的电源,接触器 KM_2 吸合并自锁,其主触点接通电动机 M 的反转电源,电动机反转,带动生产机械向右(或向下)运动。当生产机械运动向右(或向下)运动至极限行程位置时,撞击位置开关 SQ_2 ,位置开关 SQ_2 在 9 号线及 10 号线之间的常开触点首先断开,切断接触器 KM_2 线圈回路的电源,电动机 M 停止反转,生产机械向右(或向下)运动停止,然后位置开关 SQ_2 在 5 号线与 6 号线

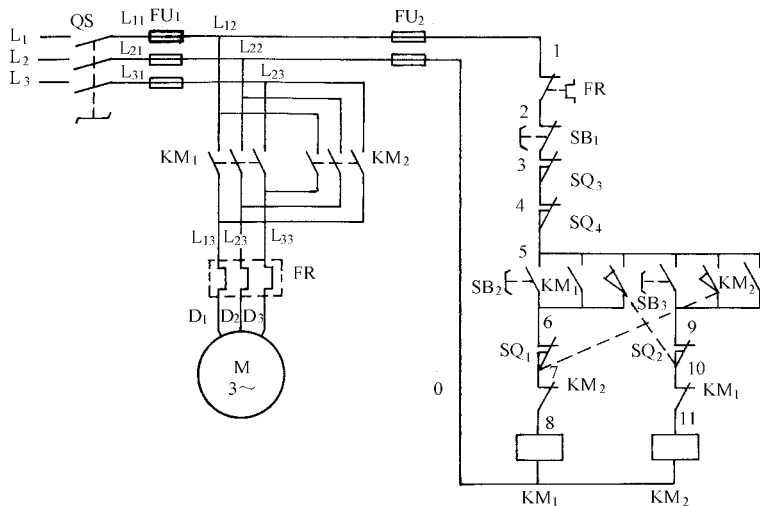


图 2-11 行程开关实现自动往返行程控制电路原理图

之间的常开触点压合,接通接触器 KM_1 线圈回路的电源,接触器 KM_1 吸合并自锁,其主触点接通电动机 M 的正转电源,电动机正转,带动生产机械向左(或向上)运动。如此反复进行,直至按下停止按钮 SB_1 ,电动机 M 才停止运行。

电路中串接在 3 号线、4 号线、5 号线间的位置开关 SQ_3 、 SQ_4 分别安装在紧靠左(或上)、右(或下)位置开关 SQ_1 、 SQ_2 偏左或偏右的位置。它们的作用是当位置开关 SQ_1 或 SQ_2 因某种原因失控时, SQ_3 、 SQ_4 能起到终端保护的作用。例如,当按下正转启动按钮 SB_2 ,电动机 M 正转,带动生产机械向左(或向上)运动,当向左(或向上)运动至极限位置时,撞击位置开关 SQ_1 ,由于位置开关 SQ_1 失控,6 号线与 7 号线间的常闭触点不能断开,生产机械继续向左(或向上)运动,撞击位置开关 SQ_3 (或 SQ_4),位置开关 SQ_3 (或 SQ_4)切断总控制回路的电源,使电动机 M 停止转动。

位置开关 SQ_3 、 SQ_4 的另一个作用是当机床电气控制线路在维修时,若误将电源相序搞错,当按下正转启动按钮 SB_2 时,接触器 KM_1 闭合,由于电源反相,电动机 M 会反转,将带动生产机械向右(或向下)运动,当运动至极限位置时,撞击位置开关 SQ_2 ,这时不能切断接触器 KM_1 线圈回路的电源,生产机械继续向右(或向下)运动,直至撞击位置开关 SQ_3 (或 SQ_4)切断总控制回路的电源,电动机 M 才会停止。

从以上分析可知,如果电路中不设位置开关 SQ_3 、 SQ_4 ,那么在位置开关 SQ_1 、 SQ_2 失控及电源错相的情况下就会发生设备安全事故。

2.3.3 自动往返行程控制电路故障检查

电路出现的主要故障现象:电动机 M 不能启动、电动机 M 不能带动生产机械自动向左或自动向右转换运动。

故障分析及检查:

对于电动机 M 不能启动从主电路来分析有熔断器 FU_1 断路、热继电器 FR 主通路断路及电动机 M 绕组烧毁。从控制电路来分析有熔断器 FU_2 断路、热继电器 FR 辅助触点接触不良、按钮 SB_1 常闭触点接触不良、位置开关 SQ_3 、 SQ_4 常闭触点接触不良及 0 号公共线松脱等。检查步骤为:按下正、反转启动按钮 SB_2 或 SB_3 ,观察接触器 KM_1 或 KM_2 是否闭合。如果闭

合,则重点检查电动机 M 绕组、热继电器 FR 主触点;如未闭合,则为控制电路有问题,重点检查熔断器 FU₁、FU₂、位置开关 SQ₃ 或 SQ₄ 常闭触点、按钮 SB₁ 常闭触点等。

对于电动机 M 不能带动生产机械自动向左或向右转换运动的故障主要原因是位置开关 SQ₁ 或 SQ₂ 常开触点压合接触不良,重点检查位置开关 SQ₁ 和 SQ₂ 常开触点。

其他故障的检查可参考正反转控制电路的故障检查。

2.4 多地控制电路及顺序控制电路

多地控制是指两个以上不同位置对电动机进行启动停止的控制,顺序控制则是多台电动机按一定的顺序启动停止控制。

2.4.1 多地控制电路

多地控制电路的原理见图 2-12。它是用多个在不同地点或位置的启动按钮并联的形式来实现对电动机的启动控制,而用多个相应在不同地点或位置的停止按钮的串联来实现对电动机 M 的停止控制。多地控制电路用于机床控制时,其多个启动按钮和停止按钮分别安装在机床不同的位置上,以利操作方便。

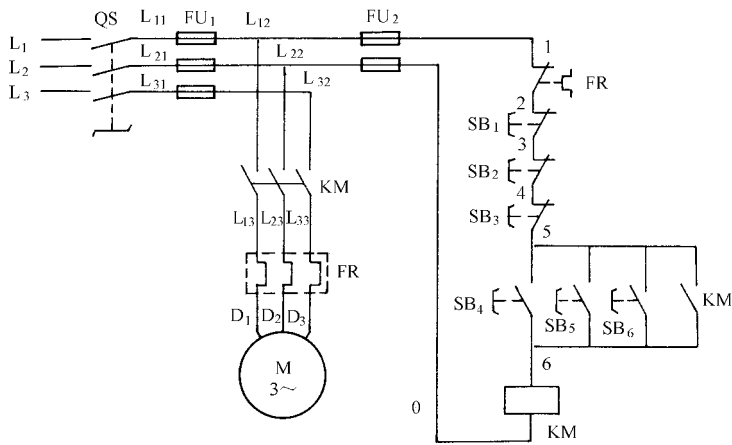


图 2-12 多地控制电路原理图

图 2-12 是一个三地控制电动机启动、停止的电路,其中 SB₄、SB₅、SB₆ 并接在一起,分别为三地不同的启动按钮,SB₁、SB₂、SB₃ 串接在一起,分别为三地不同的停止按钮。

当需要电动机 M 运行时,在三地中任意位置按下启动按钮 SB₄、SB₅、SB₆ 中的任意一个按钮,接触器 KM 线圈得电并自锁,电动机 M 通电旋转。当需要电动机 M 停转时,在三地中任意位置按下按钮 SB₁、SB₂、SB₃ 中的任意一个,接触器 KM 线圈失电释放,电动机 M 断电停转。

2.4.2 顺序控制电路

多台电动机按一定先后顺序启动、停止的电路叫顺序控制电路。顺序控制电路有由主电路实现的顺序控制电路,也有由控制电路实现的顺序控制电路。图 2-13 的顺序控制电路既有由主电路实现的顺序控制电路,又有由控制电路实现的顺序控制电路。下面来分析它的电路

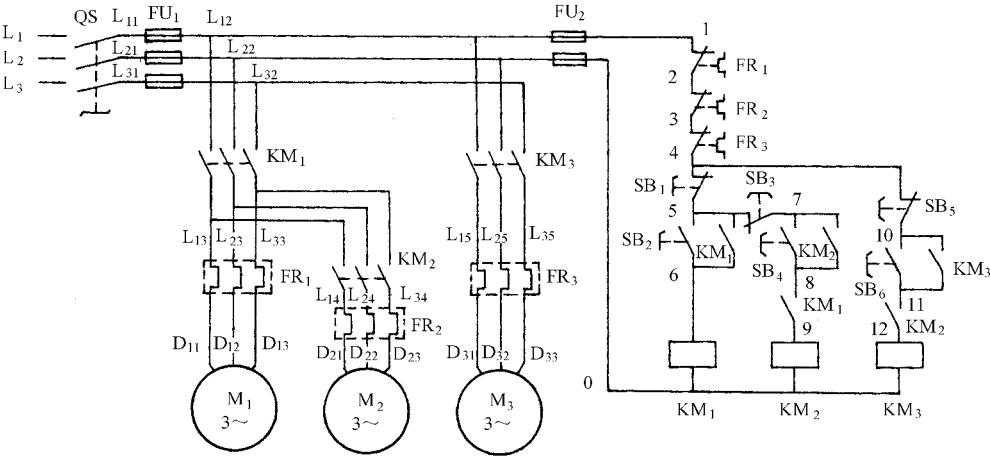


图 2-13 顺序控制电路原理图

1. 主电路分析

主电路中共有三台电动机 M_1 、 M_2 、 M_3 。接触器 KM_1 控制电动机 M_1 电源的通断,热继电器 FR_1 为电动机 M_1 的过载保护。接触器 KM_2 控制电动机 M_2 电源的通断,热继电器 FR_2 为电动机 M_2 的过载保护。显然,电动机 M_2 只有在接触器 KM_1 闭合,也就是电动机 M_1 启动运转后它才能启动运转,这就是由主电路实现的顺序控制。接触器 KM_3 控制电动机 M_3 电源的通断,热继电器 FR_3 为电动机 M_3 的过载保护。三相电源由 L_1 、 L_2 、 L_3 引入,转换开关 QS 为电源总开关,熔断器 FU_1 为电源的总短路保护。

2. 控制电路分析

按下电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电吸合并自锁,其主触点闭合接通电动机 M_1 的电源,电动机 M_1 启动运转。同时接触器 KM_1 在 8 号线与 9 号线的常开触点闭合,为接触器 KM_2 线圈通电吸合做好准备。按下电动机 M_2 启动按钮 SB_4 ,接触器 KM_2 通电闭合并自锁,其主触点接通电动机 M_2 的电源, M_2 启动运转。同时接触器 KM_2 在 11 号线和 12 号线之间的常开触点闭合,为接触器 KM_3 的通电闭合做好准备。当需要电动机 M_3 旋转时,按下电动机 M_3 启动按钮 SB_6 ,接触器 KM_3 通电闭合,其主触点接通电动机 M_3 的电源,电动机 M_3 启动运转。

停止时,当分别按下停止按钮 SB_1 、 SB_3 、 SB_5 时,其结果亦不相同。按下停止按钮 SB_1 ,接触器 KM_1 、 KM_2 、 KM_3 全部失电释放,电动机 M_1 、 M_2 、 M_3 全部断电停转;当按下停止按钮 SB_3 时,接触器 KM_2 、 KM_3 失电释放,电动机 M_2 、 M_3 断电停转;当按下停止按钮 SB_5 时,接触器 KM_3 失电释放,电动机 M_3 断电停转。

2.5 降压启动控制电路

电动机在启动时,其启动电流为额定电流的 6~7 倍左右,对于功率比较小的电动机,直接

启动对电网影响不大,但是对于功率比较大的电动机,则直接启动对电网及电网中的其他用电设备有较大的影响。例如,一台 10kW 的电动机,其额定电流约为 20A 左右,启动电流约为 120 ~ 140A,而一台 30kW 的电动机其启动电流高达约 360 ~ 420A 左右,这么大的启动电流将对电网造成较大的影响。所以一般情况下,当电动机功率大于 7.5kW 以上时,应考虑对电动机采取降压启动控制,以减少电动机的启动电流,保证电网的正常供电。

机床控制电路中常用的降压启动控制电路有串电阻降压启动和 Y-Δ(星形-三角形)降压启动控制电路。

2.5.1 串电阻降压启动控制电路

串电阻降压启动控制电路原理图见图 2-14 所示。图中主电路串接了电阻 R,其目的是在电动机 M 启动时,串接在电动机 M 的绕组中限制启动电流。

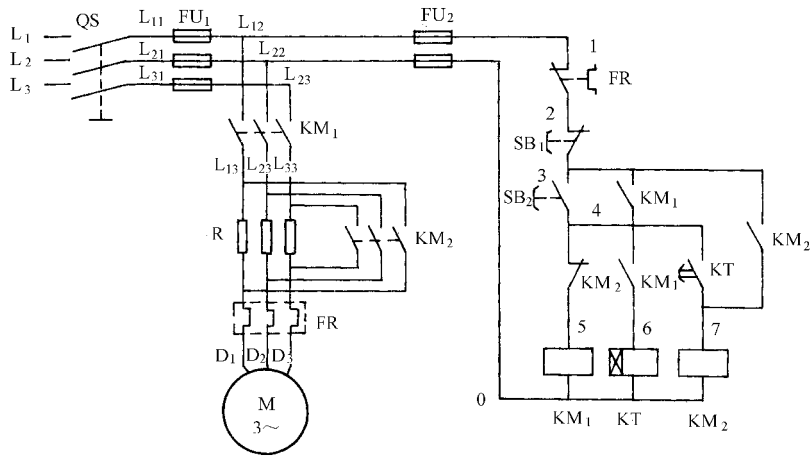


图 2-14 串电阻降压启动控制电路

串电阻降压启动控制电路的工作原理如下:按下启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电闭合并自锁,三相电源经接触器 KM_1 主触点,电阻 R 降压、限流后加在电动机 M 三相绕组上,电动机 M 降压启动。在接触器闭合的同时,4 号线与 6 号线间的 KM_1 常开触点闭合,接通了时间继电器 KT 线圈电源,时间继电器 KT 通电闭合并开始计时。经过一定时间后,4 号线与 7 号线之间的 KT 延时闭合,瞬时断开触点闭合,接通接触器 KM_2 线圈的电源,接触器 KM_2 通电闭合并自锁,其主触点将限流电阻 R 短接,电动机 M 全压运行,完成串电阻降压启动过程。按下停止按钮 SB_1 ,电动机 M 停转。

2.5.2 Y-Δ 降压启动控制电路

我们知道,电动机绕组有两种接法,一种是 Y 形接法,另一种是 Δ 接法。当电动机绕组在接成 Δ 形时,其每相绕组所承受的电压值为接成 Y 形时的 1.73(即 $\sqrt{3}$)倍,其所通过的电流值也为接成 Y 形时的 1.73(即 $\sqrt{3}$)倍。Y-Δ 降压启动控制电路就是电动机在启动时,将绕组接成 Y 形接法降压启动,减少启动电流,当转速达到一定速度时,再将电动机绕组接成 Δ 接法全压运行。

图 2-15 为接触器按钮控制的 Y-Δ 降压启动控制电路原理图。它是由按钮 SB_2 、 SB_3 进行

Y-Δ 降压启动转换的。其控制过程如下:启动时,按下按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 、 KM_3 线圈通电闭合, KM_1 在 3 号线及 4 号线间的常开触点闭合自锁, KM_3 在 7 号线及 8 号线间的常闭触点断开,使得在接触器 KM_3 闭合时接触器 KM_2 不能闭合。而接触器 KM_1 、 KM_3 的主触点将电动机 M 的绕组接成 Y 形接法,电动机 M 绕组 Y 形连接降压启动。当电动机 M 的转速升高至一定转速时按下全压运行按钮 SB_3 , SB_3 在 5 号线至 6 号线间的常开触点首先断开,切断接触器 KM_3 线圈回路的电源,接触器 KM_3 失电释放,然后 SB_3 在 4 号线及 7 号线间的常开触点闭合,接通接触器 KM_2 线圈的电源,接触器 KM_2 通电闭合并自锁,其在 5 号线与 6 号线间的常闭触点断开,使得接触器 KM_2 闭合时,接触器 KM_3 不能闭合。接触器 KM_2 与接触器 KM_1 主触点将电动机 M 绕组接成 Δ 形接法全压运行。当需要电动机停止时,只需按下停止按钮 SB_1 ,接触器 KM_1 、 KM_2 失电释放,电动机 M 停转。

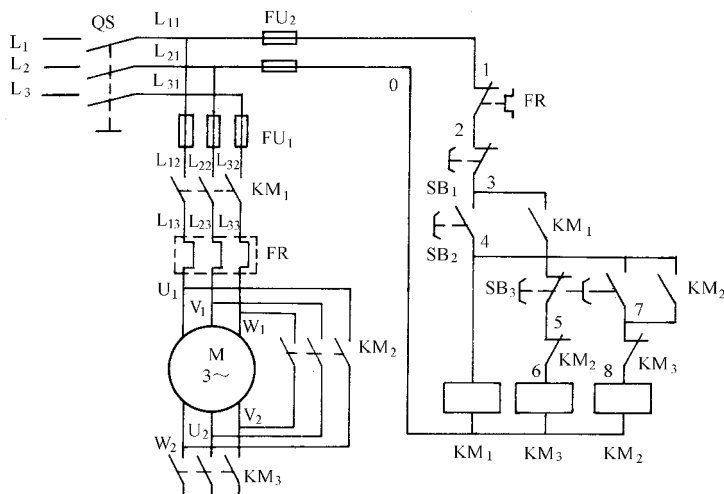


图 2-15 接触器按钮控制 Y-Δ 降压启动电路原理图

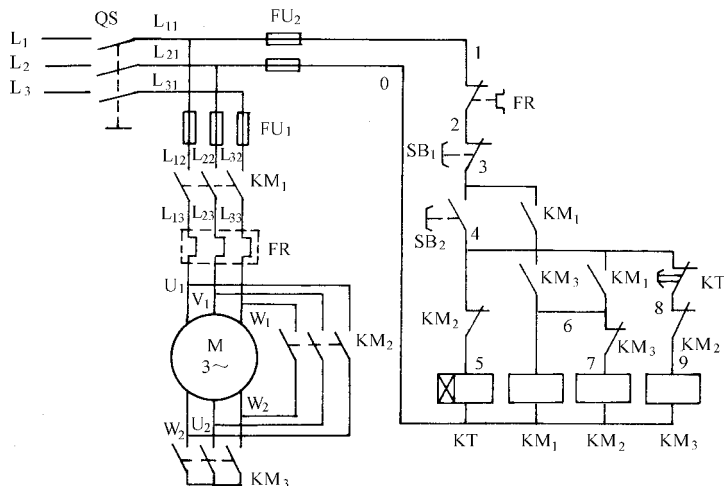


图 2-16 接触器时间继电器控制 Y-Δ 降压启动电路原理图

图 2-16 为接触器时间继电器控制 Y-Δ 降压自动转换电路。它的特点是利用了时间继电器 KT 代替手动按钮转换,能准确地控制电动机的转换时间。控制过程如下:按下启动按钮

SB₂,时间继电器 KT、接触器 KM₃ 线圈通电闭合。接触器 KM₃ 在 4 号线至 6 号线间的常开触点闭合,接通接触器 KM₁ 线圈的电源,接触器 KM₁ 闭合并自锁(3 号线至 4 号线常开触点、4 号线至 6 号线常开触点闭合)。接触器 KM₃、KM₁ 主触点将电动机 M 绕组接成 Y 形降压启动。同时,接触器 KM₃ 在 6 号线至 7 号线间的常闭触点断开,切断接触器 KM₂ 线圈回路,使得在接触器 KM₃ 闭合时,接触器 KM₂ 不能闭合。经过一定时间后电动机转速升高至一定速度时,KT 在 4 号线至 8 号线之间延时断开瞬时闭合触点断开,切断接触器 KM₃ 线圈回路的电源,接触器 KM₃ 失电释放,同时 KM₃ 在 6 号线及 7 号线之间的常闭触点复位闭合,接通接触器 KM₂ 线圈回路电源,接触器 KM₂ 线圈通电闭合,其主触点与接触器 KM₁ 主触点将电动机 M 绕组接成 Δ 形全压运行。而接触器 KM₂ 在 4 号线及 5 号线间的常闭触点断开,切断时间继电器 KT 线圈电源通路,时间继电器 KT 失电释放,接触器 KM₂ 在 8 号线及 9 号线的常闭触点断开,以保证接触器 KM₂ 闭合时接触器 KM₃ 不能闭合。

2.5.3 Y- Δ 降压启动控制电路故障检查

我们以图 2-16 电路为例来分析 Y- Δ 降压启动转换控制电路的故障。

电路出现的主要故障现象:电动机 M 不能启动;电动机 M 不能转换成 Δ 形运行。

(1)电动机 M 不能启动。这意味着电动机 M 不能接成 Y 形启动。从主电路来分析有熔断器 FU₁ 断路、接触器 KM₁、KM₃ 主触点接触不良、热继电器 FR 主通路有断点、电动机 M 绕组有故障。从控制电路来分析有:1 号线至 2 号线热继电器 FR 常闭触点接触不良、2 号线至 3 号线按钮 SB₁ 常闭触点接触不良、8 号线至 9 号线接触器 KM₂ 的常闭触点接触不良、4 号线至 8 号线间的时间继电器 KT 延时断开瞬时闭合触点接触不良、接触器 KM₁ 及接触器 KM₃ 线圈损坏等。故障检查的步骤:按下电动机 M 启动按钮 SB₂,观察接触器 KM₁、KM₃ 是否闭合。若接触器 KM₁、KM₃ 都闭合,则为主电路的问题,重点检查熔断器 FU₁、接触器 KM₁ 及 KM₃ 主触点、电动机 M 绕组等。如果接触器 KM₁、KM₃ 均不闭合,则重点检查熔断器 FU₂、1 号线至 2 号线间热继电器 FR 的常闭触点、2 号线至 3 号线间按钮 SB₁ 常闭触点、4 号线至 8 号线间的时间继电器 KT 延时断开瞬时闭合常闭触点、8 号线至 9 号线间的接触器 KM₂ 常闭触点等。如接触器 KM₃ 闭合,KM₁ 未闭合,则重点检查 4 号线至 6 号线间的接触器常开触点及接触器 KM₁ 线圈。

(2)电动机 M 能 Y 形启动但不能转换为 Δ 形运行的故障。从主电路分析有接触器 KM₂ 主触点闭合接触不良。从控制电路来分析有 4 号线至 5 号线间接触器 KM₂ 常闭触点接触不好、时间继电器 KT 线圈损坏、6 号线至 7 号线间接触器 KM₃ 常闭触点接触不良、接触器 KM₂ 线圈损坏等。检查步骤为:按下启动按钮 SB₂,电动机 M 在 Y 形启动后,观察时间继电器 KT 是否闭合。若未闭合,重点检查 4 号线与 5 号线间接触器 KM₂ 常闭触点、时间继电器 KT 线圈。如果 KT 闭合,经过一定时间后,观察接触器 KM₃ 是否释放,KM₂ 是否闭合。如 KM₃ 未释放,则检查 4 号线与 8 号线间 KT 瞬时闭合延时断开触点(不能延时断开)。如 KM₃ 释放,观察 KM₂ 是否闭合。如 KM₂ 未闭合,则检查 6 号线至 7 号线接触器 KM₃ 常闭触点。若 KM₂ 闭合,则检查 KM₂ 主触点。

2.6 电动机制动控制电路

电动机在运行当中,有时根据生产的需要,要求在电动机停车时能立即停止下来。但是,

电动机及其被带动的负载由于惯性的作用不能立即停止下来,这时需要对电动机进行制动。人们在长期的实践中设计了制动控制电路,使电动机能按要求迅速停车。常用的制动电路有电磁抱闸制动电路、单向反接制动电路、双向反接制动电路、能耗制动电路等,下面分别予以介绍。

2.6.1 电磁抱闸制动控制电路

电磁抱闸制动控制电路是利用电磁铁通电吸合带动闸瓦对电动机转轴抱闸进行制动,使电动机迅速停止转动。电磁抱闸控制电路可分为断电抱闸制动控制和通电抱闸制动控制。图 2-17 为电磁抱闸制动控制电路原理图。

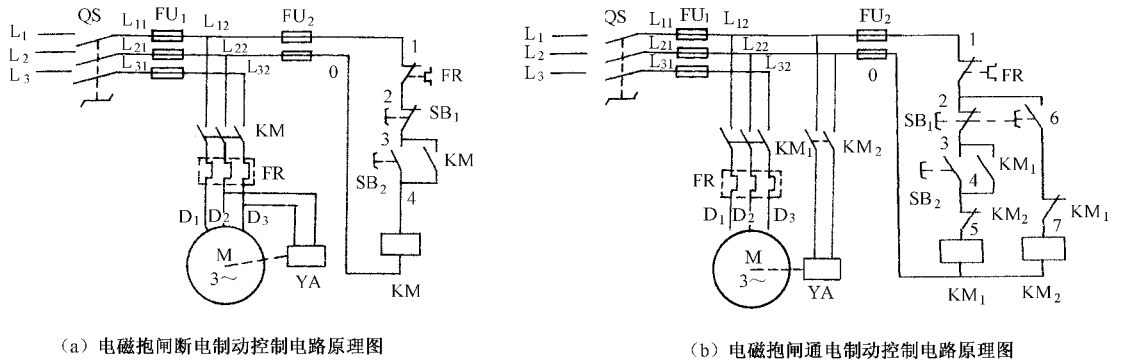


图 2-17 电磁抱闸制动控制电路原理图

图 2-17(a)为电磁抱闸断电制动控制电路原理图。从图 2-17(a)我们可以看到,它实际上是一个电动机的正转控制电路加上一个电磁抱闸电磁铁 YA 构成。在常态时,闸瓦在弹簧力的作用下,将电动机转轴紧紧抱住,使电动机处于制动状态。当需要电动机 M 转动时,按下电动机 M 启动按钮 SB₂,接触器 KM 线圈通电吸合并自锁,KM 主触点闭合,接通电动机 M 绕组和电磁铁 YA 线圈的电源。YA 线圈通电后,电磁铁动作,带动轴瓦松开抱闸,电动机 M 启动运转。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB₁,接触器 KM 线圈失电释放,其主触点断开,切断电动机 M 绕组及电磁铁 YA 线圈电源,电动机 M 制动停车。

图 2-17(b)为电磁抱闸通电制动控制电路原理图。它的制动原理同图 2-17(a)断电抱闸的原理恰好相反。它是当电磁铁 YA 线圈通电后,闸瓦通过机械装置的带动对电动机 M 转轴进行制动。其控制过程如下:按下电动机 M 启动按钮 SB₂,接触器 KM₁ 线圈通电吸合并自锁,其主触点接通电动机 M 电源,电动机 M 启动运转。而接触器 KM₁ 在 6 号线及 7 号线间的常闭触点断开,使得在接触器 KM₁ 闭合(电动机 M 运转)时,接触器 KM₂ 不能闭合。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB₁,SB₁ 在 2 号线及 3 号线间的常闭触点首先断开,切断接触器 KM₁ 线圈回路的电源,KM₁ 失电释放,其主触点断开,切断电动机 M 电源;然后按钮 SB₁ 在 2 号线和 6 号线间的常开触点闭合,接通接触器 KM₂ 线圈回路电源,接触器 KM₂ 通电闭合,其主触点接通电磁铁 YA 线圈电源,YA 通电对断电后的电动机 M 进行抱闸制动,使电动机 M 迅速停转。松开 SB₁,完成抱闸制动。

2.6.2 反接制动控制电路

反接制动控制电路就是当电动机停止时,在电动机的绕组中再通入反向旋转电源,电动机

产生一个与原转动方向相反的旋转力矩,使电动机迅速停车。反接制动控制电路主要由速度继电器 SR 来实现。一般的速度继电器有两对常开触点和两对常闭触点,可分别用于正、反转的反接制动。当电动机启动运转后,转速达到 120 转/分钟时,常开触点断开,常闭触点闭合。停止时,当电动机转速小于 100 转/分钟时,常开、常闭触点复位。反接制动控制电路有单向运转反接制动控制电路和双向运转反接制动控制电路

图 2-18 为单向运转反接制动控制电路原理图,其中速度继电器 SR 的转轴与电动机 M 的转轴同轴相连。当需要电动机 M 运转时,按下电动机 M 的启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电闭合,其主触点接通电动机 M 电源,电动机 M 启动运行。而在 7 号线及 8 号线间接触器 KM_1 常闭触点断开,使得在接触器 KM_1 闭合,电动机 M 运转时,接触器 KM_2 不能闭合。电动机 M 启动后,其转速上升到 120 转/分钟时,速度继电器 SR 在 6 号线至 7 号线之间的常开触点闭合,为接触器 KM_2 线圈电源的接通以便停车时反接制动做好了准备。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB_1 , SB_1 在 2 号线及 3 号线间的常闭触点首先断开,切断接触器 KM_1 线圈的电源,接触器 KM_1 失电释放,电动机 M 断电。接触器 KM_1 在 7 号线至 8 号线间的常闭触点复位闭合,但由于惯性作用,电动机 M 不能立即停止。然后按钮 SB_1 在 2 号线至 6 号线之间的常开触点闭合,接通接触器 KM_2 线圈回路的电源, KM_2 通电闭合并自锁,其主触点接通电动机 M 的反转电源,使电动机 M 产生一个反向旋转力矩。这个反向旋转力矩与电动机原惯性转动方向相反,故使电动机 M 的转速迅速下降。当电动机 M 转速下降为 100 转/分钟时,速度继电器 SR 在 6 号线及 7 号线间的常开触点复位断开,切断接触器 KM_2 线圈的电源, KM_2 失电释放,完成单向反接制动控制过程。

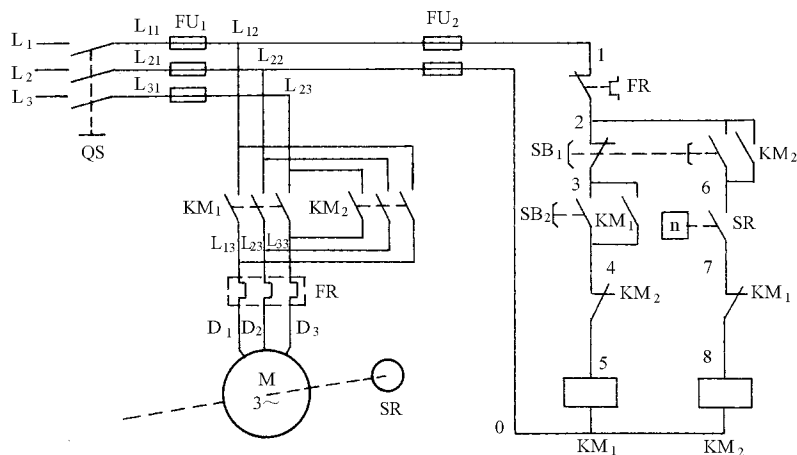


图 2-18 单向启动反接制动控制电路原理图

图 2-19 为双向运转反接制动控制电路原理图。它的控制原理同单向运转反接制动控制基本相同,不同之处是双向运转反接制动控制电路中电动机 M 在正、反向运转需要停止时,都可以进行反接制动停车。下面我们分析它的控制原理。

当需要电动机 M 正转时,按下电动机 M 正转启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电闭合并自锁,其主触点接通电动机 M 正转电源,电动机 M 启动正转。同时接触器 KM_1 在 9 号线至 10 号线之间的常开触点断开,使得在接触器 KM_1 闭合,电动机 M 正转时,接触器 KM_2 不能闭合。接触器 KM_1 在 12 号线至 13 号线的常开触点闭合,为电动机 M 制动停止做准备。当电动机 M 的正转速度达到 120 转/分钟时,速度继电器 SR 在 11 号线至 9 号线之间的正转

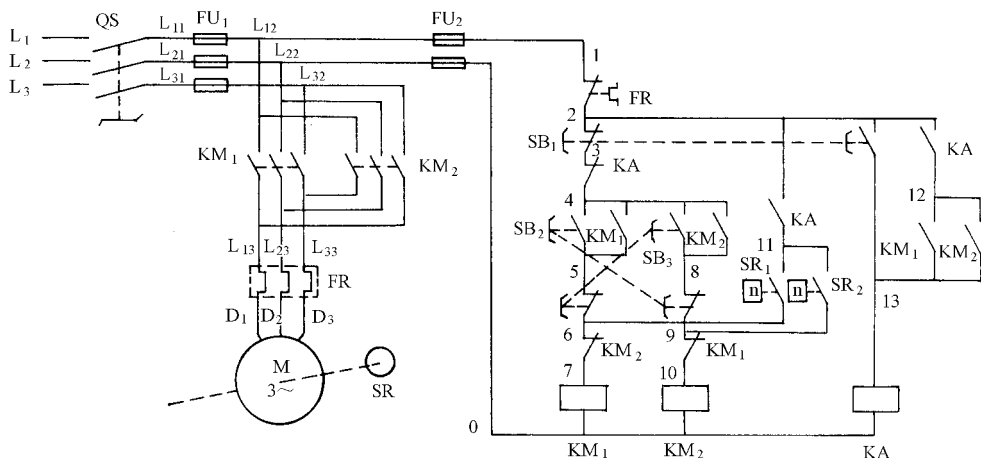


图 2-19 双向运转反接制动控制电路原理图

常闭触点 SR_2 闭合,为接通接触器 KM_2 线圈电源及电动机 M 正转反接制动做好准备。当需要电动机 M 停转时,按下停止按钮 SB_1 , SB_1 在 2 号线至 3 号线间的常闭触点首先断开,切断接触器 KM_1 线圈电源,接触器 KM_1 失电释放,主触点断开电动机 M 正转电源。然后 SB_1 在 2 号线及 13 号线间的常开触点闭合,接通中间继电器 KA 线圈的电源,中间继电器 KA 通电闭合,其 4 号线至 3 号线间的常闭触点断开,2 号线至 11 号线、2 号线至 12 号线间的常开触点闭合,接触器 KM_2 线圈通过以下途径得电: $L_{12} \rightarrow FU_2 \rightarrow 1$ 号线 $\rightarrow FR$ 常闭触点 $\rightarrow 2$ 号线 $\rightarrow KA$ 常开触点 $\rightarrow 11$ 号线 $\rightarrow SR_2$ 常开触点 $\rightarrow 9$ 号线 $\rightarrow KM_1$ 常闭触点 $\rightarrow 10$ 号线 $\rightarrow$ 接触器 KM_2 线圈 $\rightarrow 0$ 号线 $\rightarrow FU_2 \rightarrow L_{22}$ 。接触器 KM_2 通电闭合,其 12 号线至 13 号线间的常开触点闭合,使得松开按钮 SB_1 时,中间继电器 KA 线圈不会失电,而 KM_2 主触点接通电动机 M 的反转电源,使电动机 M 产生一个反向旋转的力矩,电动机 M 转速迅速下降。当转速下降至 100 转/分钟时,速度继电器 SR 在 11 号线及 9 号线间的常开触点复位断开,切断接触器 KM_2 线圈的电源, KM_2 失电释放,其在 12 号线及 13 号线之间的常开触点复位断开,中间继电器 KA 断电释放,所有常开常闭触点复位,为下一次电动机 M 启动及制动做准备。

当电动机 M 反转时,其启动和制动的原理同电动机 M 正转的启动和制动原理相同,留给读者自行分析。

2.6.3 能耗制动控制电路

能耗制动控制电路是当电动机停车后,立即在电动机定子绕组中通入两相直流电源,使之产生一个恒定的静止磁场,由运动的转子切割该磁场后,在转子绕组中产生感应电流。这个电流又受到静止磁场的作用产生电磁力矩,产生的电磁力矩的方向正好与电动机的转向相反,从而使电动机迅速停转。在机床上常用的有变压器全波整流单向运转能耗制动,图 2-20 为其控制线路原理图。

从图 2-20 可以看出,主电路中除了单向运转电路的结构外,主要增加了降压变压器 TC 、桥式整流器 VC 和制动限流电阻 R 。当电动机 M 需要转动时,按下启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 通电闭合并自锁,电动机 M 单向运转。而接触器 KM_1 在 7 号线至 8 号线间的常闭触点断开,使得在接触器 KM_1 闭合时,接触器 KM_2 不能闭合。当需要电动机 M 停转时,按下停止

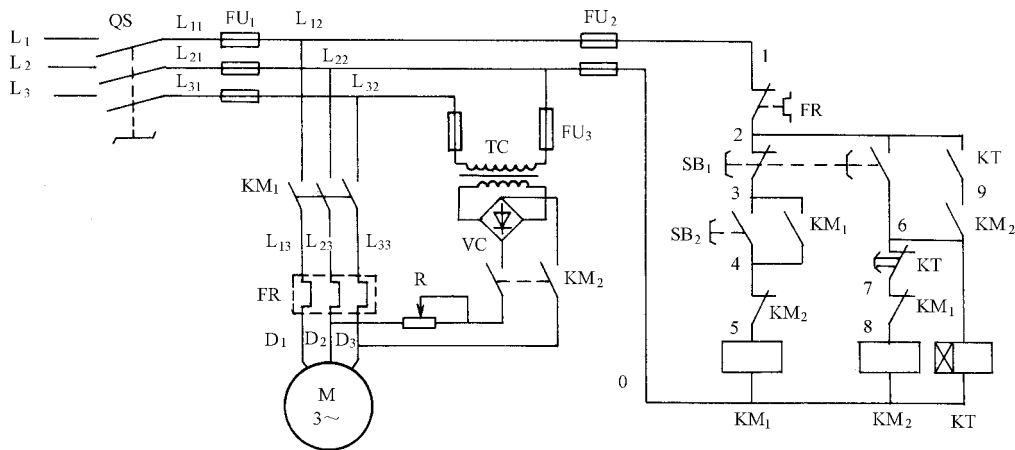


图 2-20 变压器全波整流单向运转能耗制动控制线路原理图

按钮 SB_1 , SB_1 在 2 号线及 3 号线间的常闭触点首先断开, 切断接触器 KM_1 线圈电源, KM_1 失电释放, 电动机 M 断电。然后按钮 SB_1 在 2 号线及 6 号线间的常开触点闭合, 接通接触器 KM_2 、时间继电器 KT 线圈的电源, 接触器 KM_2 、时间继电器 KT 线圈通电闭合, 使在 2 号线、6 号线、9 号线间的常开触点闭合自锁。接触器 KM_2 主触点闭合, 两相电源通过变压器 TC 降压, 整流器 VC 桥式整流及电阻 R 限流后加入至电动机 M 的两相绕组中, 对电动机 M 进行能耗制动, 电动机 M 转速迅速下降。而接触器 KM_2 在 4 号线及 5 号线间的常闭触点断开, 实现接触器 KM_1 、 KM_2 联锁功能。经过一定的时间后, 时间继电器 KT 在 6 号线及 7 号线间的延时断开瞬时闭合触点断开, 切断接触器 KM_2 线圈电源, 接触器 KM_2 失电释放, 切断通入电动机 M 的两相直流电源, 完成电动机 M 能耗制动过程。同时, 接触器 KM_2 在 9 号线及 6 号线间的常开触点复位, 使时间继电器 KT 失电释放, 接触器 KM_2 、时间继电器 KT 各常开、常闭触点复位。

2.6.4 变压器全波整流单向运转能耗制动控制电路故障检查

电路出现的主要故障现象: 电动机 M 在停止时不能制动。

电动机 M 在停止时不能制动, 从主电路来分析有熔断器 FU_3 断路、降压变压器 TC 损坏、整流器 VC 损坏、接触器 KM_2 主触点闭合接触不良、限流电阻 R 断路等。从控制电路来分析有: 时间继电器 KT 在 6 号线及 7 号线间的延时断开瞬时闭合常闭触点接触不良、7 号线至 8 号线之间的接触器 KM_1 常闭触点接触不良、接触器 KM_2 线圈损坏等。检查步骤为: 按下停止按钮 SB_1 时, 观察接触器 KM_2 是否闭合。如 KM_2 闭合, 则重点检查主电路中熔断器 FU_3 、降压变压器 TC 、接触器 KM_2 主触点。如接触器 KM_2 未闭合, 则重点检查 6 号线至 7 号线间的时间继电器延时断开瞬时闭合常开触点、接触器 KM_1 在 7 号线及 8 号线间的常闭触点。

2.7 多速电动机控制电路

在机床对工件的加工过程中, 往往需要对机床进行变速。一般普通的机床采用机械变速箱取得相应的转速。但是, 对于调速要求较高的机床来说, 单纯采用机械变速难以满足变速的要求, 故常采用多速电动机拖动, 以提高它的调速范围。

多速电动机是通过改变电动机绕组极数的方法来改变电动机的同步转速而达到一机多速的。多速电动机控制有双速电动机的控制、三速电动机的控制及四速电动机的控制。本节主要讨论双速和三速电动机的控制。

2.7.1 双速电动机的控制

双速电动机绕组有六个出线头,分别为 $U_1, V_1, W_1; U_2, V_2, W_2$ 。图 2-21 为双速电动机绕组接线图。当需要电动机低速运转时,三相电源从出线头 U_1, V_1, W_1 进入电动机绕组中,电动机绕组接成 Δ 形接法低速运转。当需要电动机高速运转时,三相电源从出线头 U_2, V_2, W_2 进入电动机绕组中,而 U_1, V_1, W_1 三个出线头短接在一起,此时电动机绕组接成 YY 形接法,电动机高速运转。

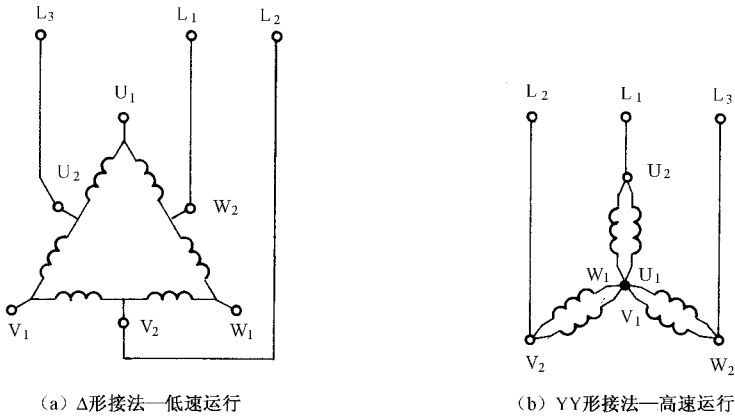


图 2-21 双速电动机定子绕组与电源接线图

图 2-22 为按钮接触器控制双速电动机电路原理图。当主电路中接触器 KM_1 闭合,接触器 KM_2, KM_3 断开时,三相电源从 U_1, V_1, W_1 接线头进入双速电动机 M 中,双速电动机绕组接成 Δ 形低速启动运转。而当接触器 KM_1 断开, KM_2, KM_3 闭合时,三相电源从 U_2, V_2, W_2 接线头进入双速电动机中,双速电动机 M 绕组被接成 YY 形接法高速运转。具体控制过程为:当需要电动机低速运转或需要电动机从高速运转转换为低速运转时,按下低速运转启动按钮 SB_2 , SB_2 在 8 号线及 9 号线间的常闭触点首先断开,切断接触器 KM_2, KM_3 线圈回路电源的通路,使接触器 KM_2, KM_3 在需要接触器 KM_1 闭合时不能闭合或失电断开。然后 SB_2 在 3 号线及 4 号线间的常开触点闭合,接通接触器 KM_1 线圈电源,接触器 KM_1 通电吸合并自锁,主电路中接触器 KM_1 主触点闭合,将双速电动机 M 绕组接成 Δ 形接法,三相电源经过 KM_1 主触点经 U_1, V_1, W_1 进入双速电动机 M 中,双速电动机 M 低速启动运转。而在 9 号线及 10 号线间的 KM_1 的常闭触点断开,与接触器 KM_2, KM_3 联锁,使接触器 KM_2, KM_3 在接触器 KM_1 闭合时不能闭合。当需要电动机 M 高速运转或从低速运转转换为高速启动运转时,按下高速运转启动按钮 SB_3 , SB_3 在 4 号线及 5 号线间的常闭触点首先断开,切断接触器 KM_1 线圈回路电源的通路,使接触器 KM_1 在需要接触器 KM_2, KM_3 闭合时不能闭合或失电断开。然后 SB_3 在 3 号线及 8 号线间的常开触点闭合,接通接触器 KM_2, KM_3 线圈电源,接触器 KM_2, KM_3 通电吸合,主电路中接触器 KM_2, KM_3 主触点闭合,将双速电动机 M 绕组接成 YY 形接法,三相电源经过 KM_2 主触点经 U_2, V_2, W_2 进入双速电动机 M 中,双速电动机 M 高速启动运转。在 5 号线、6 号线、7 号线间的 KM_2, KM_3 常闭触点断开,使接触器 KM_2, KM_3

在闭合时接触器 KM_1 不能闭合。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB_1 即可。

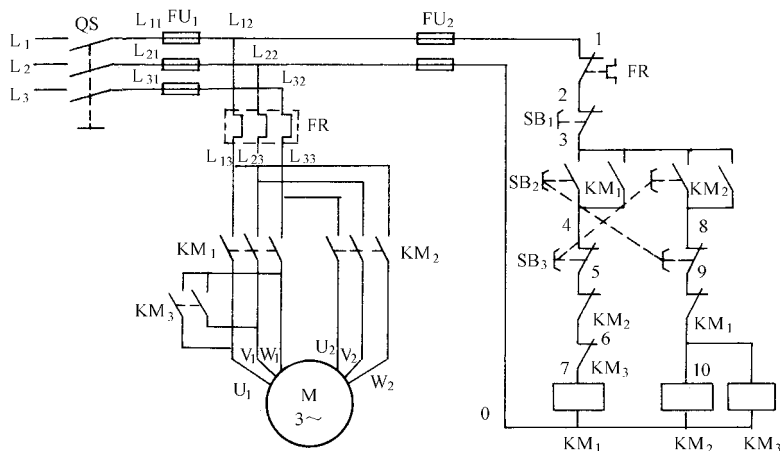


图 2-22 按钮接触器控制双速电动机电路原理图

在双速电动机的控制电路中存在一个高、低速转换同向的问题,即电动机在低速运转时,如果转向是正转(逆时针方向旋转),而在转换为高速时为反转(顺时针方向旋转),这就说明双速电动机在高、低速转换时不同向,解决这种问题的方法是将双速电动机 M 的接线端 U_1 、 V_1 、 W_1 或 U_2 、 V_2 、 W_2 中的任意两相调换即可。

图 2-23 为时间继电器接触器控制的双速电动机电路原理图。它可以低速启动低速运转或低速启动由时间继电器 KT 自动切换到高速运转。当需要电动机 M 低速运转时,按下低速启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 通电闭合,三相电源经接触器 KM_1 主触点,双速电动机 M 接线端 U_1 、 V_1 、 W_1 进入电动机 M 的绕组中,电动机 M 绕组接成 Δ 形接法低速启动运转。若需要电动机高速运转时,按下高速运转启动按钮 SB_3 ,中间继电器 KA 线圈通电闭合,时间继电器 KT 线圈通电闭合并开始计时。中间继电器 KA 在 3 号线至 8 号线间的常开触点闭合自锁,在 4 号线至 8 号线间的常开触点闭合,接通接触器 KM_1 线圈电源,接触器 KM_1 通过以下途径通电: $L_{12} \rightarrow FU_2 \rightarrow 1$ 号线 $\rightarrow$ FR 常闭触点 $\rightarrow 2$ 号线 $\rightarrow SB_1$ 常闭触点 $\rightarrow 3$ 号线 $\rightarrow KA$ 常开触点 $\rightarrow 8$ 号线 $\rightarrow KA$ 常开触点 $\rightarrow 4$ 号线 $\rightarrow KT$ 延时断开常闭触点 $\rightarrow 5$ 号线 $\rightarrow KM_2$ 常闭触点 $\rightarrow 6$ 号线 $\rightarrow KM_3$ 常闭触点 $\rightarrow 7$ 号线 $\rightarrow$ 接触器 KM_1 线圈 $\rightarrow 0$ 号线 $\rightarrow FU_2 \rightarrow L_{22}$ 。接触器 KM_1 闭合并自锁,其主触点接通电动机 M 低速运转电源,电动机 M 低速启动。经过一定时间,时间继电器 KT 在 4 号线及 5 号线间的延时断开常闭触点断开,切断接触器 KM_1 线圈电源,接触器 KM_1 失电释放,在 8 号线及 10 号线间的 KT 的延时闭合瞬时断开常开触点闭合,接通接触器 KM_2 、 KM_3 线圈电源,接触器 KM_2 、 KM_3 通电闭合,其主触点将电动机 M 绕组接成 YY 形高速运转。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB_1 ,电动机 M 即可停止。

2.7.2 三速电动机的控制

三速电动机有三个速度挡位,即低速、中速、高速,其定子绕组与电源接线图见图 2-24。从图(a)中可以看出,三速电动机有两套绕组,一套为 Δ 形中心抽头绕组,分别引出接线端 U_1 、 V_1 、 W_1 ; U_2 、 V_2 、 W_2 和 U_3 。另一套绕组为 Y 形接法绕组,分别引出接线端 U_4 、 V_4 、 W_4 。当 Δ 形中心抽头绕组与电源接成 Δ 形时[见图(b)],电动机低速启动运转;当 Δ 中心抽头绕组与电源接成 YY 形联接时[见图(d)],电动机高速运转;当电动机 Y 形接法绕组与电源接成 Y 形联

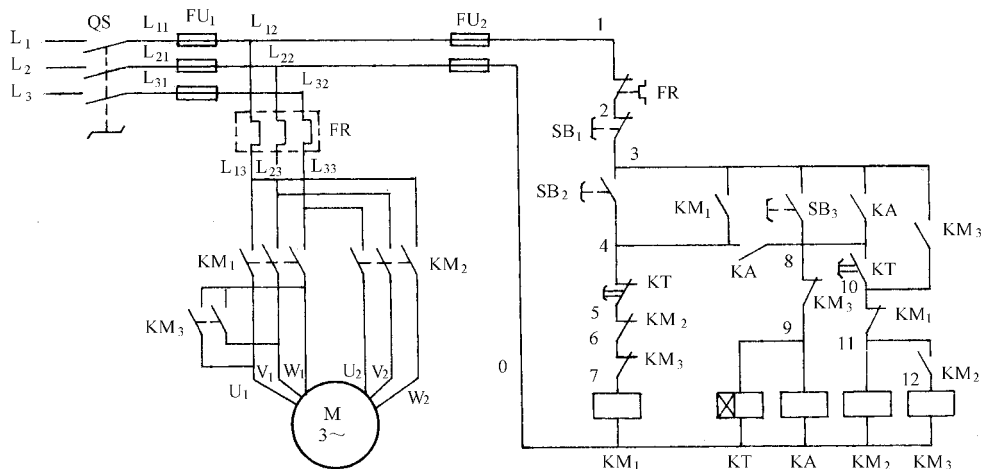


图 2-23 时间继电器接触器控制双速电动机电路原理图

接时[见图(c)],电动机中速运行。比较图 2-24 及图 2-21,可以看出,三速电动机在绕组结构上只不过是比双速电动机绕组多了一套 Y 接法的绕组,在电动机的调速方面多了一个中速而已,其他方面同双速电动机没有区别。

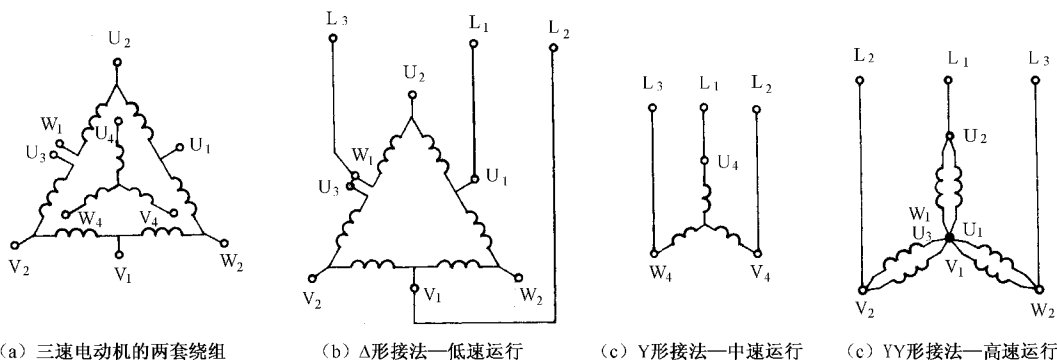


图 2-24 三速电动机定子绕组与电源接线图

三速电动机的按钮接触器控制原理图见图 2-25 所示。按下低速启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电吸合并自锁。其主触点闭合,电动机 M 绕组接成 Δ 低速运转,同时在接触器 KM_2 、 KM_3 线圈回路 KM_1 的常闭触点断开,使接触器 KM_1 闭合电动机 M 低速运转时,接触器 KM_2 、 KM_3 不能闭合,电动机 M 不能中速或高速启动。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB_1 ,电动机 M 即可停止。

同理,按下 SB_3 或 SB_4 ,电动机 M 中速或高速启动运转。

2.7.3 双速电动机控制电路故障检查

我们以图 2-23 时间继电器接触器控制双速电动机电路图为例,说明双速电动机控制电路故障的检查。

电路出现的主要故障现象:电动机 M 低速启动后不能转换为高速运转。

从主电路来分析有:接触器 KM_2 、 KM_3 主触点闭合接触不良。从控制电路来分析有:时间继电器 KT 线圈损坏、3 号线至 8 号线间的中间继电器 KA 常开触点闭合接触不良、8 号线

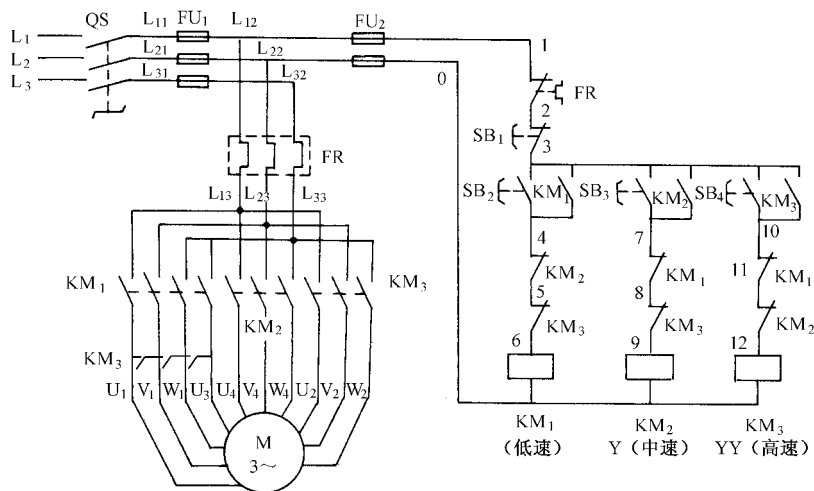


图 2-25 按钮接触器控制三速电动机原理图

至 10 号线间的时间继电器 KT 延时闭合触点接触不良、10 号线至 11 号线间的接触器 KM_1 常闭触点接触不良、11 号线至 12 号线间的接触器 KM_2 常开触点闭合接触不良、接触器 KM_2 、 KM_3 线圈损坏等。

检查步骤为：按下高速启动按钮 SB_3 ，接触器 KM_1 闭合，电动机 M 低速启动后，经过一定时间，观察接触器 KM_1 是否释放。若未释放，检查时间继电器 KT 线圈；若释放则观察接触器 KM_2 、 KM_3 是否闭合。若 KM_2 、 KM_3 闭合，则检查 KM_2 、 KM_3 主触点；若 KM_2 、 KM_3 未闭合，则重点检查 8 号线至 10 号线间的时间继电器 KT 延时闭合常开触点，10 号线至 11 号线间的接触器 KM_1 常闭触点等。

第3章 机床电气故障的检修方法及步骤

机床电气故障,论其原因,大致有两种情况,一是自然故障,二是人为故障。自然故障则是机床在运行当中各种元器件老化,机床本身的振动等诸多因素所引起;人为故障则是机床在运行过程中操作人员使用不当,或不熟练的检修人员在检修过程中造成的扩大性故障等。不论自然故障还是人为故障,出了故障都应进行检修。本章主要讨论机床故障的常用检修方法及步骤。

1.1 机床电气故障的检修方法

常用的电气故障的检修方法有电压法、电阻法、开路法和电流法。

1. 电压法

利用仪表测量线路上某点的电压值来判断确定机床电气故障点的范围或元器件故障的方法叫电压法或电压测量法。

用电压法测量机床电气故障时,应根据该线路上的电压值,选择好万用表的量程进行测量。例如,一台 M7120 型平面磨床液压泵电动机控制电路,其主电路和控制电路见图 3-1。按下液压泵电动机 M_1 的启动按钮 SB_3 ,液压泵电动机 M_1 不启动。根据故障现象,这时可用电压法检查。如果按下液压泵电动机 M_1 的启动按钮 SB_3 ,接触器 KM_1 闭合,但液压泵电动机 M_1 不能启动,这是主电路的问题。我们可以用万用表交流 500V 挡测量 U_{11} 、 V_{12} 、 W_{12} 点三相是否有 380V 电压。如果有 380V,则液压泵电动机 M_1 有问题,应检查电动机 M_1 。若一相或三相都没有 380V 电压,则测量 U_{11} 、 V_{11} 、 W_{11} 点有没有 380V 电压,如果有,则 FR_1 断路;如果没有,测量 U_1 、 V_1 、 W_1 是否有 380V 电压,若有,则 KM_1 主触头接触不好;若无,则往上检查。以此类推直至查出主电路上的故障点。如果按下液压泵电动机 M_1 启动按钮 SB_3 (KA 预先闭合), KM_1 没有闭合,则为控制电路的故障,这时可用万用表交流 250V 挡测量 1 号线和 0 号线的电压是否为 110V,若没有 110V 电压则为变压器 TC 、 FU_2 或电源有问题,重点检查这些元器件。若有 110V,依次测量 2 号、3 号、4 号、5 号线与 0 号线的电压是否为 110V,然后按下液压泵电动机 M_1 的启动按钮 SB_3 测量 6 号、7 号线与 0 号线的电压是否为 110V。直至检查出控制线路上的故障点。电压法检测示意图见图 3-2。

用电压法检测电路的故障点简单,明了,直观,但应注意线路中的交流电压和直流电压的测量,并应注意万用表电压量程,切不可用万用的电流挡或电阻挡在线路上带电进行测量,以免烧坏万用表。

2. 电阻法

利用仪表测量线路上某点或某个元器件的通断来确定故障点的方法叫电阻法。

用电阻法来检查机床故障时,应先切断机床电源,然后用万用表电阻挡对有怀疑的线路或

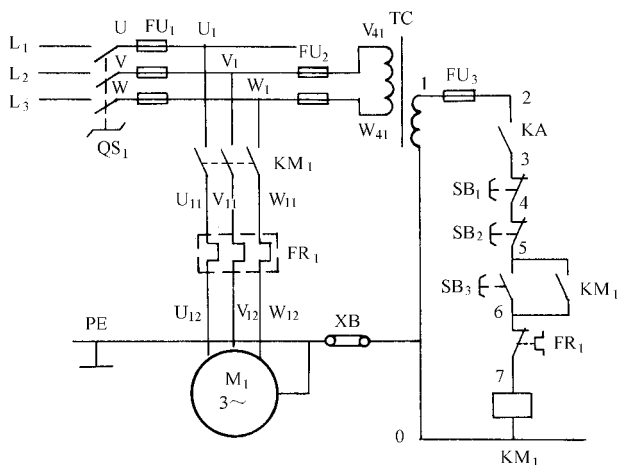


图 3-1 液压泵电动机 M_1 控制电路

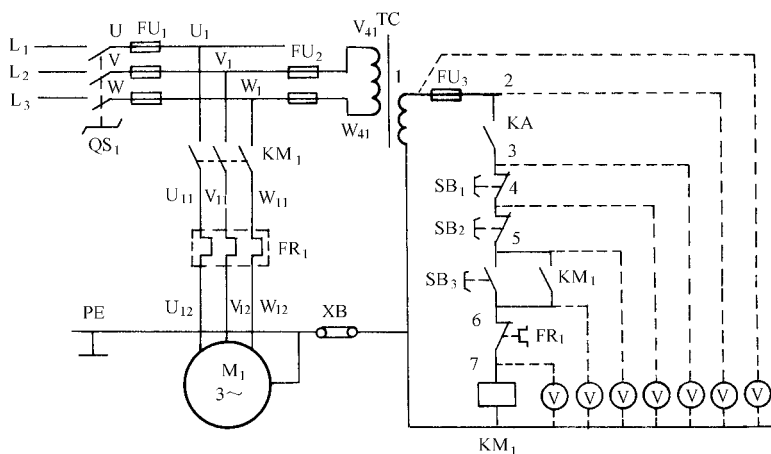


图 3-2 电压法测量电路示意图

元器件进行测量。例如在图 3-2 中,若用电压法测量主电路上 U_{11} 、 V_{12} 、 W_{12} 点无 380V 电压,但测得 U_{11} 、 V_{11} 、 W_{11} 上有 380V 电压,则可怀疑 FR_1 断路,此时可用万用表 $R \times 1$ 挡或 $R \times 10$ 挡分别测量 V_{11} 、 V_{12} 、 W_{11} 、 W_{12} 端,进一步断定 FR_1 是否断路。对于图 3-1 中的控制电路,如果按下按钮 SB_3 ,接触器 KM_1 不闭合,则断定从 0 号线到 1 号线有断点。切断电源,用万用表 $R \times 1$ 挡或 $R \times 10$ 挡分别测量线路上两点之间的电阻,当测量到某两点之间的电阻为无穷大时,则该点或该元器件为故障点,见图 3-3。用电阻法测量同电压法一样,同样简单,明了,直观,它主要用在检测元器件好坏或线路的通断上,但特别注意测量前一定要切断机床电源,否则会烧坏万用表。

用电阻法检查电路时还应注意的一个问题是:有时应断开电路中某些元件。例如,对于图 3-4 中,如果按下 SB_3 ,接触器 KM_1 不闭合,可以怀疑是启动按钮 SB_3 接触不良。断开机床电路后,用电阻法测量启动按钮 SB_3 两端的电阻,这时我们可以将熔断器 FU_2 旋开,取出熔芯,然后选择万用表欧姆挡,将万用表笔搭在启动按钮 SB_3 的两端,按下 SB_3 就可以检查按钮 SB_3 是否接触不良。如果我们在测量中,不断开熔断器 FU_2 ,那么万用表测量出来的电阻则为接

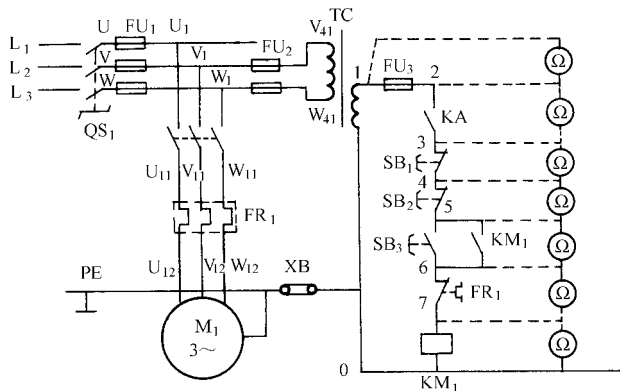


图 3-3 电阻法测量示意图

触器线圈和变压器 TC 次级绕组的电阻值,这样会出现误测量。这是初学者应该注意的问题。

3. 短路法

用导线将机床上两等电位点短接起来,确定故障点的范围或故障点的方法叫短路法。

如图 3-1 电路中,若按下 SB_3 ,接触器 KM_1 不闭合,可以断定 0 号线至 1 号线有断点。用导线短接 1 号线和 7 号线, KM_1 应吸合,否则 0 号线或 KM_1 线圈本身有断路点。如 KM_1 吸合,证明断点在 1 号线至 7 号线之间,然后将 1 号线与 6 号线短接,看 KM_1 是否吸合,若不吸合则 FR_1 有断路点;若吸合,可分别将 2 号线、3 号线、4 号线、5 号线和 6 号线短接,找出断点故障。见图 3-5。

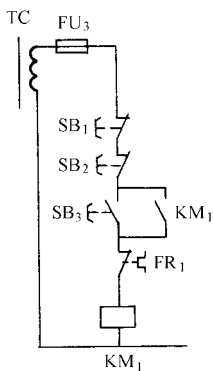


图 3-4

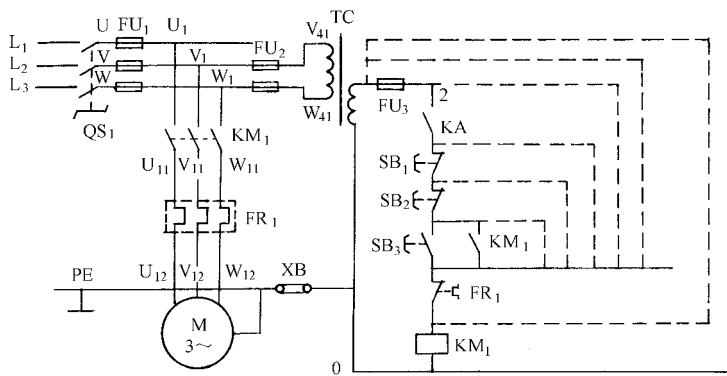


图 3-5 短路法检测示意图

短路法简单,实用,查找故障快捷,迅速,是熟练维修电工常用的方法之一。它主要用在机床控制电路的故障检查上。但在使用过程中一定要注意“等电位”点的概念,不能随意进行短路。例如在图 3-1 中,1 号线与 7 号线为“等电位”点,即在 1 号线与 7 号线之间没有串接任何器件使 1 号线和 7 号线产生电位差,可以短接。但是 1 号线与 0 号线就不是等电位点了,它们之间接了一个 KM_1 的线圈,存在 110V 的电压差,如果将它们短接,就会发生短路事故。这是读者在进行短路法之前务必要弄清楚的概念。

4. 开路法

在检修机床电路中,有时为了检测特殊需要,必须将电路断开进行检查,这种方法叫开路法。

例如,在图 3-1 电路中,如果按下 SB_3 ,接触器 KM_1 闭合,电动机不启动,但有“嗡嗡”声,我们可以断定电动机缺相。但是究竟是电动机本身绕组断路还是电源缺相?这时必须断开电动机的三相电源进行测量,否则在测量时若电动机处于单相运行状态,可能会烧毁电动机。如果测量线路上均有 380V 电压,则证明电动机有问题,应重点检查电动机,否则检查主电路。

5. 电流法

用测量通过某线路上的电流是否正常的方法来确定故障点的方法叫电流法。电流法一般使用在特殊的情况下,此处不做详细讨论。

机床电气故障的检修方法大致为以上所述,在运用中每种方法又是互相渗透的,读者可在实际工作中灵活掌握,切不可生搬硬套。

1.2 机床电气故障的检修步骤

对于初学者来说,一旦机床出现电气故障,怎样去检修,如何确定检修步骤是很重要的。机床电气故障检修一般分为以下几个步骤。

1. 准备工作

包括必须的工具、仪表、机床电路图和其他资料等。

2. 读图

对于要检修的机床,首先必须读懂电路原理图。如果原理图都弄不清楚,根本就无法进行检修。初学者对有的电路图一时弄不清楚,这不要紧,慢慢地读,在读图的过程中分清主电路及其他部分,并将主电路和控制电路化整为零,明确哪部分控制电路控制哪部分主电路。慢慢习惯了,自然会读图了。

那么怎样读图?在读图的过程中应注意哪些问题?下面我们以图 3-6 为例来说明机床控制线路的读图方法。

图 3-6 为 M7120 型平面磨床电气控制电路原理图。在图中的上方有一些方框中标注有文字,例如“电源开关及保护”或“液压泵电动机”等,这是电路功能文字说明框,其意义为:从构成文字方框的两条垂直边往下延伸,其方框中的文字则说明由该方框两条垂直延伸边所夹在里面的元器件或由元器件构成的控制线路在电路中的作用。例如,左上角第一个方框中的文字为“电源开关及保护”,由构成该方框的两条垂直边往下延伸后夹在里面的元器件有电源总开关 QS、电路总短路保护熔断器 FU_1 ,其作用为总电源开关及总短路保护。又如第二个方框的文字为“液压泵电动机”,说明该方框的两条垂直边往下延伸后夹在里面的元器件组成液压泵电动机 M_1 的主电路,以此类推。

在电路图的下方有一些方框中依次标有数字 1、2、3...,这是电路图区号,由该区号中两条垂直边往上延伸,则夹在两条垂直延伸边中间的元器件为该区中的元器件。在电路中使用

区号的目的是为了便于在电路图比较复杂时,利用区号能迅速准确地找到元器件的位置。例如,在 5 区中从下往上看,有砂轮升降电动机 M_4 、接触器 KM_3 主触点;在 7 区中,有接触器 KM_1 线圈、热继电器 FR_1 的常闭触点、按钮 SB_3 常开触点、接触器 SB_2 常闭触点、按钮 SB_1 常闭触点、欠电压继电器 KV 常开触点。

而在接触器及继电器线圈的下端标有三列数字,这些数字表示该接触器或继电器的常开或常闭触点在电路图中的区号。例如,接触器 KM_1 线圈下端有三列数字,第一例为“2、2、2”,这是告诉我们接触器 KM_1 的三个主触点都在电路图的 2 区中,用以控制液压泵电动机 M_1 的通断;第二列为“8、24”,这说明接触器 KM_1 有一个辅助常开触点在电路图中的 8 区中作为自锁触点,另一个辅助常开触点在第 24 区中作为接通砂轮下降时的信号指示灯。又如,接触器 KM_5 线圈下端的第一列数字为“17、20、26”,这说明接触器 KM_5 的主触点分别在 17 区、20 区和 26 区中;第二列的数字为“14”,说明有一个辅助常开触点在 14 区中;第三列为“15”,说明接触器 KM_5 有一个辅助常闭触点在 15 区。关于接触器或继电器线圈下端的数字标注问题应注意以下几点:

(1)标在接触器线圈下端的数字为,从左至右依次是主触点、辅助常开触点、辅助常闭触点。

(2)标在继电器线圈下端的数字一般为两列,从左至右依次为常开触点,常闭触点。

弄清楚了以上几个问题后,我们来看中间的电路原理图部分。电路原理图分为两部分:主电路和控制电路。从 6 区的熔断器 FU_2 、变压器 TC 起,左边部分为主电路,右边部分为控制电路。我们先来看主电路。主电路中有四台电动机 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 ,每台电动机在电路中的作用在电路图上方的方框图中标明,控制这些电动机运转的接触器我们很容易从主电路中看出。例如,接触器 KM_1 控制液压泵电动机 M_1 的单向运转;接触器 KM_3 、 KM_4 分别控制砂轮升降电动机的正、反转。至于其他元件 QS_1 、 FU_1 、 FR_1 、 FR_2 我们也很容易理解它们的作用分别为电源总开关、电源总短路保护、电动机 M_1 过载保护和电动机 M_2 的过载保护。

现在我们来分析控制电路。控制电路是为控制主电路而设置的,所以我们分析控制电路时,应紧扣主电路,否则不会有清晰的思路。例如,我们要分析电路是如何控制液压泵电动机 M_1 启动和停止的,那么我们就应在主电路中找到使液压泵电动机 M_1 启动和停止的关键元件接触器 KM_1 主触点,在控制电路中找到它相应的接触器 KM_1 的线圈。在图中,接触器 KM_1 线圈处于第 7 区,电路中串接在接触器 KM_1 线圈中的元件构成接触器 KM_1 线圈得电或失电的通路,这条通路叫接触器 KM_1 的线圈回路。从图中我们可以看到接触器 KM_1 线圈回路由以下元件构成:变压器 TC 次级线圈、熔断器 FU_3 、电压继电器 KV 常开触点、按钮 SB_1 常闭触点、按钮 SB_2 常闭触点、按钮 SB_3 常开触点、接触器 KM_1 常开触点(当按钮 SB_3 松开时, KM_1 用于自锁)、热继电器 FR_1 辅助常闭触点、接触器 KM_1 线圈。在以上回路中,其中电压继电器 KV 常开触点、按钮 SB_3 常开触点、接触器 KM_1 的辅助常开触点为断开状态,但当合上电源总开关 QS_1 时,电压继电器常开触点闭合,故只要将按钮 SB_3 按下接通 KM_1 线圈回路电源, KM_1 线圈即可得电闭合, KM_1 辅助常开触点自锁, KM_1 在 2 区的主触点闭合,接通液压泵电动机 M_1 的电源,液压泵电动机 M_1 启动运转。同理,按下 SB_2 , SB_2 的常闭触点断开,接触器 KM_1 线圈回路电源被切断, KM_1 失电释放, 2 区主触点断开,液压泵电动机 M_1 失电停转。

3. 通过“问、看、摸、听、操作”,弄清楚故障现象和故障发生前后的情况

问:向机床操作者了解故障发生的前后情况,故障是突然发生的还是经常发生的,有什么

异常现象出现,有什么失常现象等。这样掌握初始的资料,有利于判断故障发生的部位,迅速找出故障点。

看:观察机床电器或线路的表面情况,有的故障能一目了然。例如,看元器件或导线连接处有无烧焦痕迹,熔断器内的熔芯是否熔断等。根据具体情况采取相应的措施予以排除,这样可以事半功倍。

听:启动机床,听电动机、控制变压器、接触器、继电器等是否有异常声和闭合声。

摸:当机床运行一段时间后,切断电源,用手摸有关电器的外壳或电磁线圈,是否有不正常的发热现象等。

操作:对机床的所有功能进行操作,在操作中发现机床的故障。例如图 3-6 中,按下 SB_3 时,液压泵电动机 M_1 是否启动运转;按下 SB_5 时,砂轮电动机是否启动运转;当按下 SB_6 或 SB_7 时,砂轮升降电动机 M_4 是否正、反转等。一步一步操作机床,以利迅速确定机床的故障范围。

4. 根据故障现象结合电路图分析故障大致范围

由以上“问、看、听、摸,操作”基本弄清楚故障的现象,这时即可结合电路图分析故障的大致范围,然后采用相应的检测方法,找出故障点。

我们仍以图 3-1 来说明。故障现象为按下 SB_3 , M_1 不启动,这时我们可以用“听”来分析判断是主电路的问题还是控制电路的问题。如果我们听到有接触器的闭合声, M_1 不启动,这时可断定为主电路的问题,应用电压法检测主电路的三相电压是否正常。若听不到接触器的闭合声,可断定为控制电路的故障,此时可用电压法、电阻法或短路法对电路进行检查,找出故障点。

5. 更换元器件

故障点找出后,需要更换元器件。更换元器件时,新的元器件必须符合机床原有元器件的标准,比如额定电压值、额定电流值、功率等。例如,接触器在更换时不但要注意它的额定电流值,还要注意它的额定电压值。机床上一般使用 110V 电压的接触器,绝对不能将额定电压为 24V 的接触器装上,否则会烧毁接触器线圈;也不能将额定电压为 380V 的接触器装上,这样将会造成接触器通电后接触器不闭合或吸力不足产生振动,使接触器线圈中电流增大而烧毁接触器线圈。

第 4 章 常用车床电气控制线路分析及故障检修

上一章我们学习了机床电气线路故障的检修方法及步骤。从这一章开始,我们将逐章逐台讲解常用机床电气控制线路的原理,故障检修实例,并列出每一台机床的故障表,以便读者在今后的实际工作中根据机床的种类、型号、对照该表,迅速查出机床故障。

4.1 C620 型普通车床

C620 型普通车床主要由床身、主轴变速箱、溜板箱、溜板与刀架等几部分组成。机床是由主轴电动机通过皮带传动到主轴箱再旋转的,其主动力是主轴的运动,其他进给运动也都是由主轴传给的。

4.1.1 C620 型普通车床电气控制线路分析

C620 型普通车床电气线路原理图见图 4-1 所示。

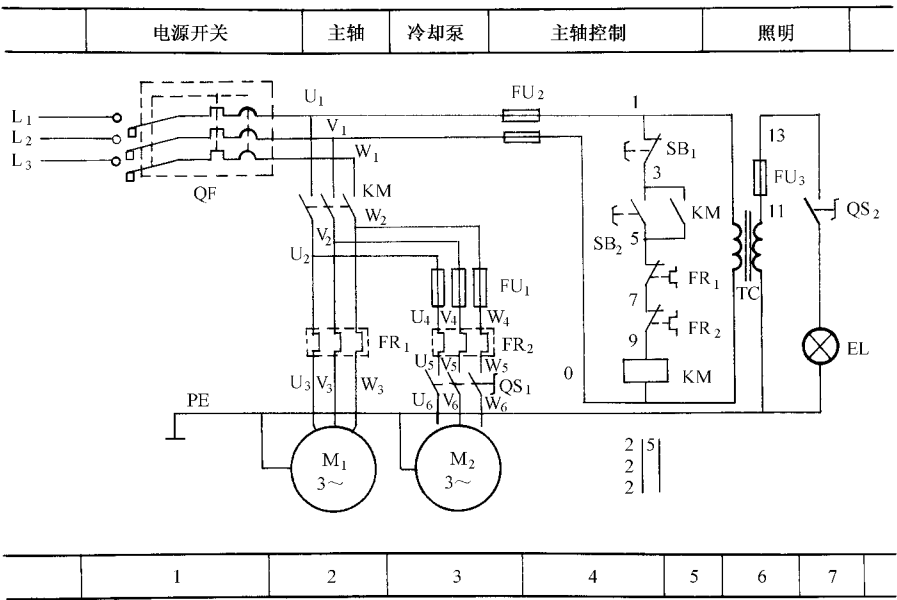


图 4-1 C620 型普通车床电气线路原理图

1. 主电路分析

三相电源由 L_1 、 L_2 、 L_3 引入,经过电源总开关 QF 后接通机床总电源。KM 为接通主轴电动机 M_1 电源通断的接触器,FR₁ 为主轴电动机的过载保护;冷却泵电动机 M_2 由手动开关 QS₁ 控制其电源的通断,FR₂ 为 M_2 的过载保护,FU₁ 为它的短路保护。冷却泵电动机 M_2 只

有在主轴电动机 M_1 启动后,它才能启动。主轴电动机的短路保护由上一级车间配电系统安装设置。

2. 控制电路分析

控制电路由于元器件少,控制比较简单,故直接接在 380V 的电源上。图 4-1 中 FU_2 为控制电路的短路保护,变压器 TC 为供给机床照明而提供 36V 的低压电源,扳动 QS_2 ,可接通或断开机床照明灯 EL 电源。

需主轴电动机 M_1 启动时,按下 SB_2 ,KM 线圈通电。其通电回路为: $U_1 \rightarrow FU_2 \rightarrow 1$ 号线 $\rightarrow SB_1$ 常闭触点 $\rightarrow 3$ 号线 $\rightarrow SB_2$ 常开触点 $\rightarrow 5$ 号线 $\rightarrow FR_1 \rightarrow 7$ 号线 $\rightarrow FR_2 \rightarrow 9$ 号线 $\rightarrow KM$ 线圈 $\rightarrow 0$ 号线 $\rightarrow FU_2 \rightarrow V_1$ 。此时,KM 线圈通电后铁心吸合,控制线路中 3 号线、5 号线的 KM 触点闭合,保证松开 SB_2 时 KM 线圈不会失电。主电路中 KM 的三个常开触点闭合,主轴电动机通电运转。若在加工中,需要冷却泵电动机 M_2 启动运转,只需扳动 QS_1 ,此时 QS_1 接通冷却泵电动机 M_2 电源,从而带动冷却泵供给机床冷却液。

停止时,按下停止按钮 SB_1 ,切断了 KM 线圈回路的电源,KM 线圈失电,铁心释放,主电路中 KM 的三个常开触点复位,控制回路中 3 号线、5 号线 KM 断开,主轴电动机 M_1 停转。

为了便于读者在实际工作中对照元器件的规格型号,表 4-1 列出了 C620 型普通车床电器元器件明细表,供查阅时参考。

表 4-1 C620 型车床电气元器件明细表

代 号	名 称	型 号	规 格	数 量	作用及用途
M_1	主轴电动机	J52-4	7kW1400 转/分	1	主轴传动及进给传动
M_2	冷却泵电动机	JCB-22	125W2790 转/分	1	带动冷却泵
KM	交流接触器	CJ0-20	线圈电压 380V	1	控制主轴电动机 M_1
FR_1	热继电器	JR16-20/3D	热元件电流 14. A	1	M_1 过载保护
FR_2	热继电器	JR16-20	热元件电流 0.43A	1	M_2 过载保护
QF_1	自动空气开关	DZ5-20	380V20A	1	电源总开关
QS_1	三相转换开关	HZ2-10/3	380V10A	1	冷却泵电动机开关
QS_2	二相转换开关	HZ2-10/2	380V10A	1	照明开关
FU_1	熔断器	RL1-15	熔芯 4A	1	冷却泵电动机 M_2 短路保护
FU_2	熔断器	RL1-15	熔芯 4A	1	控制线路短路保护
FU_3	熔断器	RL1-15	熔芯 0.5A	1	照明线路短路保护
TC	照明变压器	BZ-50	50VA,380V/36V	1	照明低压电源
SB_1	控制按钮	LA4-22K 双钮	5A	1	控制 M_1
SB_2	控制按钮	LA4-22K 双钮	5A	1	控制 M_1
EL	照明灯	JC6-1	40W/36V	1	机床局部照明

4.1.2 C620 型普通车床电气控制线路故障检修实例

1. 主轴电动机 M_1 不能启动

故障现象:按下启动按钮 SB_2 ,主轴电动机 M_1 不能启动运行。

故障分析:主轴电动机 M_1 不能启动,从大方向来分析可能是主电路出故障,也可能是控制电路有问题。具体是主电路的问题还是控制电路的问题,尚需进一步检查。故障检查思路

为:按下启动按钮 SB₂,观察接触器 KM 是否闭合。如果接触器 KM 闭合,则为主电路有问题,重点检查接触器 KM 主触点是否闭合接触不良、主轴电动机 M₁ 绕组是否烧毁等。如果接触器 KM 未闭合,则为控制电路的问题,应重点检查熔断器 FU₂ 是否断路、停止按钮 SB₁ 常闭触点是否接触不好、热继电器 FR₁、FR₂ 常闭触点是否有问题等。

故障检查:按下 SB₂,KM 闭合,按下停止按钮 SB₁,KM 断开。证明控制电路没有问题,问题出在主电路中。对于问题出在主电路当中,且 KM 闭合的情况,必须要用断路法将电动机从主电路中断开,否则,若为主电路中其他电器损坏,造成主轴电动机单相运转而不能启动,若不将电动机从主电路中断开,有可能会烧毁电动机,造成人为的扩大性故障。故用断路法将电动机 M₁ 从主电路上断开。再按 SB₂,此时 KM 闭合,用万用表交流 500V 挡测量 U₃、V₃、W₃ 点,均有 380V 电压,说明主电路中其他电路无问题,确定主轴电动机有故障。询问操作人员,方知前几天就出现机床经常跳闸,最近主轴电动机突然冒烟,以后就不能启动了。检查电动机,发现已烧毁。

处理:更换或修理主轴电动机 M₁。

2. 机床照明灯不亮

故障现象:扳动 QS₂,照明灯不亮,且全车间所有的 C620 型车床照明灯均如此。

故障分析:机床没有工作照明,主要是照明通路有断开点或没有电源所致。

故障检查:合上 QF,用万用表交流 500V 挡测量机床变压器 TC 初级端(1 号线与 0 号线之间),有 380V 交流电压,说明电源电压正常。再用万用表交流 50V 电压挡测量机床照明变压器 TC 次级端无 36V 交流电压,证明变压器 TC 有问题。断开机床电源,拆下机床照明变压器 TC 检查,发现 TC 表面有明显烧焦痕迹。用万用表欧姆 R×1k 挡测量初级电阻为无穷大,表明变压器 TC 初级线圈已烧毁并断路。分析其原因,主要是短路或过载所造成。但从变压器表面明显的烧焦痕迹来判断,过载的可能性更大。拧下灯泡进一步检查,仔细一看灯泡的规格型号为 100W/36V,原来在型号为 BK-50 型的机床照明变压器上带了一个功率为 100W 的灯泡,故车间所有的机床照明变压器全部由于此原因而过载烧毁。

处理:建议全部改换 40W/36V 低压灯泡。更换后,机床照明一直未出故障。

4.1.3 C620 型普通车床电气控制线路故障表

C620 型普通车床电气控制线路故障表见表 4-2。

表 4-2 C620 型普通车床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 主轴电动机 M ₁ 不能启动	无电源电压;电路中有短路故障 QF 合不上;KM 主触点接触不良;主电路中 FR ₁ 断路;主轴电动机 M ₁ 烧毁;控制电路中 SB ₁ 常闭触点接触不良;SB ₂ 接触不好;FR ₁ 、FR ₂ 有断点;KM 线圈断路;FU ₂ 断路	U ₁ 、V ₁ 、W ₁ 点电压;U ₃ 、V ₃ 、W ₃ 点电压;0 号线和 1 号线电压;用短路法短接 1 号线至 9 号线
2. 冷却泵电动机 M ₂ 不能启动	FU ₁ 断路;FR ₂ 断路;QS ₁ 接触不良;M ₂ 烧毁	U ₆ 、V ₆ 、W ₆ 点电压;U ₄ 、V ₄ 、W ₄ 点电压
3. 主轴电动机 M ₁ 只有点动	3 号线、5 号线 KM 常开触点接触不良	3 号线、5 号线 KM 常开触点
4. 机床无工作照明	FU ₃ 断;EL 坏;SQ ₂ 接触不良;TC 烧毁	TC;FU ₃ ;EL

4.2 CA6140 型普通车床

CA6140 型普通车床主要由床身、主轴箱、进给箱、溜板箱、刀架、丝杆、光杆、床座等组成。

4.2.1 CA6140 型普通车床电气控制线路分析

CA6140 型普通车床电气控制线路原理图见图 4-2 所示。

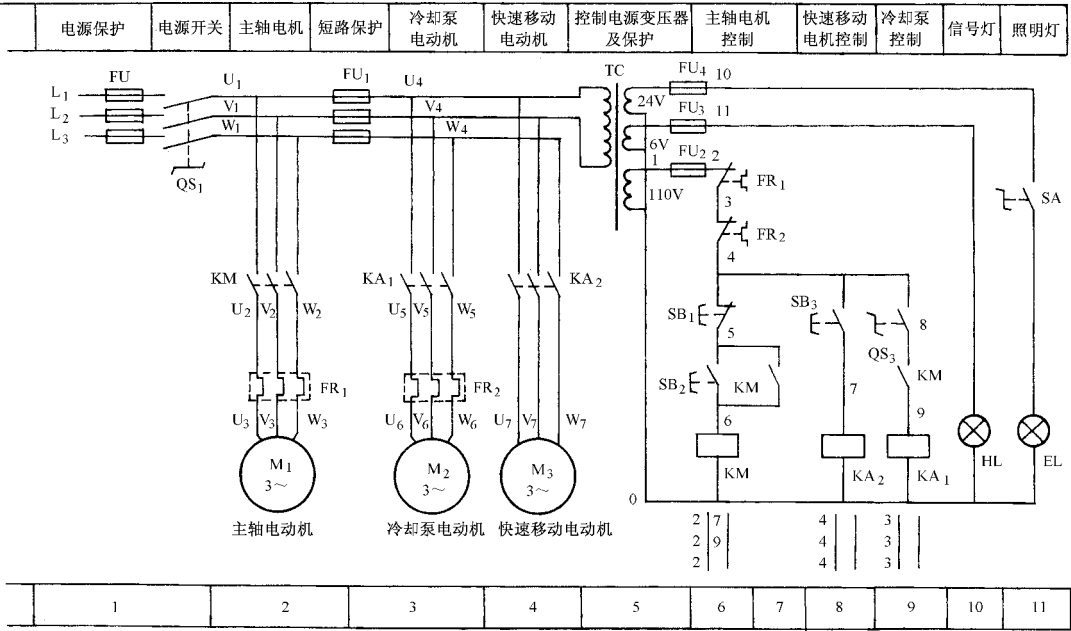


图 4-2 CA6140 型普通车床电气控制线路原理图

1. 主电路分析

主电路中主要控制三台电动机运转,其中 M_1 为主轴电动机,作为机床的主动力,负责主轴旋转和工作台进给运动, M_2 为冷却泵电动机, M_3 为工作台快速移动电动机。

380V 交流电源通过电源开关 QS_1 引入,FU 为电路中的总短路保护, FU_1 为冷却泵电动机 M_2 、工作台快速移动电动机 M_3 的短路保护。KM 控制主轴电动机 M_1 电源的通断, FR_1 为主轴电动机 M_1 的过载保护。由于冷却泵电动机 M_2 和工作台快速移动电动机 M_3 功率较小,电路中采用了中间继电器 KA_1 、 KA_2 控制冷却泵电动机 M_2 和工作台快速移动电动机 M_3 电源的通断。 FR_2 为冷却泵电动机 M_2 的过载保护。工作台快速移动电动机 M_3 为短期工作,故不设过载保护。

2. 控制电路分析

(1)主轴电动机 M_1 的控制:按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,KM 线圈得电,其通电回路为:1 号线→ FU_2 →2 号线→ FR_1 →3 号线→ FR_2 →4 号线→ SB_1 常闭触点→5 号线→ SB_2 常开触点→6 号线→KM 线圈→0 号线。KM 铁心吸合,同时 5 号线、6 号线之间的 KM 常开触

点闭合自锁,8 号线、9 号线之间的 KM 常开触点闭合,为冷却泵电动机 M_2 启动运行做准备。主电路中 KM 主触点闭合,接通主轴电动机 M_1 电源,主轴电动机 M_1 启动运转。按下主轴电动机 M_1 的停止按钮 SB_1 ,KM 失电,其主触点断开复位,断开 M_1 电源,主轴电动机 M_1 停转。

(2)冷却泵电动机 M_2 的控制:当主轴电动机 M_1 启动运转后,中间继电器 KA_1 线圈回路中 8 号线、9 号线之间的 KM 常开触点闭合,扳动 QS_2 至接通位置,中间继电器 KA_1 线圈回路中 4 号线和 8 号线接通, KA_1 线圈得电闭合,其常开触点闭合,接通主电路中冷却泵电动机 M_2 的电源, M_2 启动运转,带动冷却泵供给机床冷却液。断开 QS_2 ,中间继电器 KA_1 失电,冷却泵电动机 M_2 停转。

(3)工作台快速移动电动机 M_3 的控制:扳动工作台快速移动操纵杆,压下 SB_3 ,中间继电器 KA_2 线圈得电闭合,其主触点接通主电路中工作台快速移动电动机 M_3 电源, M_3 得电启动运行,带动工作台按要求方向快速移动。将操纵杆复位, SB_3 松开,中间继电器 KA_2 断电,工作台快速移动电动机 M_3 停转。

(4)信号、照明电路:图 4-2 中 HL、EL 分别为控制线路的电源信号指示灯和机床工作照明灯,由控制变压器的次级分别输出 6V 和 24V 交流电压供电。当合上电源总开关 QS_1 时,电源信号指示灯 HL 亮,表示机床控制线路电源正常。合上机床照明灯开关 SA、机床工作照明灯 EL 亮。

CA6140 型普通车床电气元器件明细表见表 4-3。

表 4-3 CA6140 型普通车床电气元器件明细表

符 号	名 称	型 号	规 格	数 量	作用及用途
M_1	三相异步电动机	JO2-15-4	7.5kW	1	主轴拖动
M_2	冷却泵电动机	AOB-25	90W	1	带动冷却泵
M_3	三相异步电动机	AOS5634	250W	1	带动工作台快速移动
FR_1	热继电器	JR16-20/3D	15.1A	1	M_1 过载保护
FR_2	热继电器	JR16-20/3D	0.32A	1	M_2 过载保护
KM_1	交流接触器	CJ0-20B	线圈电压 110V	1	控制 M_1
KA_1	中间断电器	JZ7-44	线圈电压 110V	1	控制 M_2
KA_2	中间断电器	JZ7-44	线圈电压 110V	1	控制 M_2
FU_1	螺旋式熔断器	RL1-15	熔芯 6A	3	M_2 、 M_3 短路保护
FU_2	螺旋式熔断器	RL1-15	熔芯 2A	1	控制线路短路保护
FU_3	螺旋式熔断器	RL1-15	熔芯 4A	1	照明灯短路保护
SB_1	按钮	LA19-11	红色	1	M_1 停止
SB_2	按钮	LA19-11	绿色	1	M_1 启动
SB_3	按钮	LA9	绿色或黑色	1	M_3 启动
QS_1	组合开关	HZ2-25/3	25A	1	机床电源总开关
QS_2	组合开关	HZ2-10/1	10A	1	控制 M_2
SA	钮子开关			1	照明灯开关
TC	控制变压器	BK-150	380V/110V,24V,6.3V	1	控制、照明、指示

4.2.2 CA6140 型普通车床电气控制线路故障检修实例

1. 三台电动机均不能启动

故障现象:合上电源总开关 QS_1 , 电源指示灯 HL 亮,但按下 SB_2 、 SB_3 及扳动 QS_3 , 三台电动机均不能启动运转。

故障分析:扳动 QS_3 , 冷却泵电动机 M_2 不能启动运转,是因为冷却泵电动机 M_2 必须在主轴电动机 M_1 启动后才能启动运转,故 M_2 不启动运转可以不考虑为故障。至于按下 SB_2 、 SB_3 不启动运转,但当合上 QS_1 时,电源指示灯 HL 亮,则可以认为是控制电路中 KM 及 KA_2 线圈公共回路中有问题,故查找故障点应从它们的公共共有线路入手。

故障检查:合上电源总开关 QS_1 , 分别按下 SB_2 、 SB_3 , 接触器 KM 和中间继电器 KA_2 不闭合。用短路法将导线短接 1 号线和 4 号线,分别按下 SB_2 、 SB_3 , 接触器 KM、中间继电器 KA_2 仍不闭合。将 1 号线和 5 号线用导线短接,再按 SB_2 , 接触器依然不闭合。故怀疑是接触器 KM、中间继电器 KA_2 线圈的 0 号线与从控制变压器 TC 引出来的 0 号线有断点。将从控制变压器引出来的 0 号线与中间继电器 KA_2 线圈的 0 号线用导线短接,并按 SB_3 , KA_2 闭合,工作台快速移动电动机 M_3 能点动运转,说明接触器 KM、中间继电器 KA_2 的 0 号线与从控制变压器 TC 引出来的 0 号线之间确有断点。仔细查找,发现控制变压器 0 号线接往接触器 KM、中间继电器 KA_2 的接线脱落。询问工作人员,被告之,在此之前,因机床照明原因已有人检修过机床照明故障。但未修理好,接上脱线,故障排除。此故障属于人为扩大性故障。

2. 工作台不能快速移动

故障现象:扳动操作杆,压下点动按钮 SB_3 , 工作台不能快速移动。

故障分析:工作台不能快速移动,可能为主电路的问题,也可能为控制电路的问题。如何判别是主电路或控制电路问题,只要扳动操纵杆,压下点动按钮 SB_3 , 观察 KA_2 是否闭合就可以判断。

故障检查:扳动操纵杆,压下点动按钮 SB_3 , KA_2 不闭合,由此确定为控制电路故障。用“短路法”将控制电路中 2 号线和 7 号线短接, KA_2 闭合;再短接 4 号线和 7 号线, KA_2 闭合,这说明是点动按钮 SB_3 常开触点接触不良。拆出 SB_3 , 发现 SB_3 有油污垢,按下 SB_3 , 用万用表电阻挡测量 SB_3 常开触点阻值为无穷大。更换 SB_3 , 故障排除。

4.2.3 CA6140 型普通车床电气控制线路故障表

CA6140 型普通车床电气控制线路故障表表 4-4。

表 4-4 CA6140 普通车床电气控制线路故障一览表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 电动机 M_1 、 M_2 、 M_3 全部不能启动	FU 断路; QS_1 接触不良; 变压器 TC 损坏; FU_1 断路; FU_2 断路; FR_1 、 FR_2 接触不良; 0 号线断路	TC; FU_2 ; FU_1 ; FR_1 、 FR_2
2. 主轴电动机 M_1 不能启动	KM_1 主触点接触不好; FR_1 主触点断路; 主轴电动机 M_1 烧毁; 控制电路中 SB_1 接触不良; SB_2 接触不好; KM_1 线圈损坏	SB_1 ; SB_2 ; KM_1 主触点; 主轴电动机 M_1

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
3. 主轴电动机 M_1 启动后, 冷却泵电动机 M_2 不能启动	主电路中 KA_1 触点接触不好; FR_2 主触点断路; 冷却泵电动机 M_2 烧毁; QS_2 接触不良; 8 号线、9 号线间的 KM_1 接触不良; KA_1 线圈损坏	主电路中 KA_1 触点; 冷却泵电动机 M_2 ; 8 号线、9 号线间 KM_1 触点
4. 工作台不能快速移动 (M_3 不能启动运转)	主电路中 KA_2 触点接触不良; 工作台快速移动电动机 M_3 烧毁; SB_3 接触不良; KA_2 线圈损坏	主电路中 KA_2 触点; SB_3
5. 机床无工作照明	FU_4 断; SA 接触不良; EL 坏; TC 损坏	FU_4 ; EL ; SA

4.3 L-3 型普通车床

L-3 型普通车床是由上海第二机床厂生产的, 与 C620 型普通车床基本相同。不同之处是主轴电动机 M_1 可以正、反转。其控制线路原理图见图 4-3 所示。

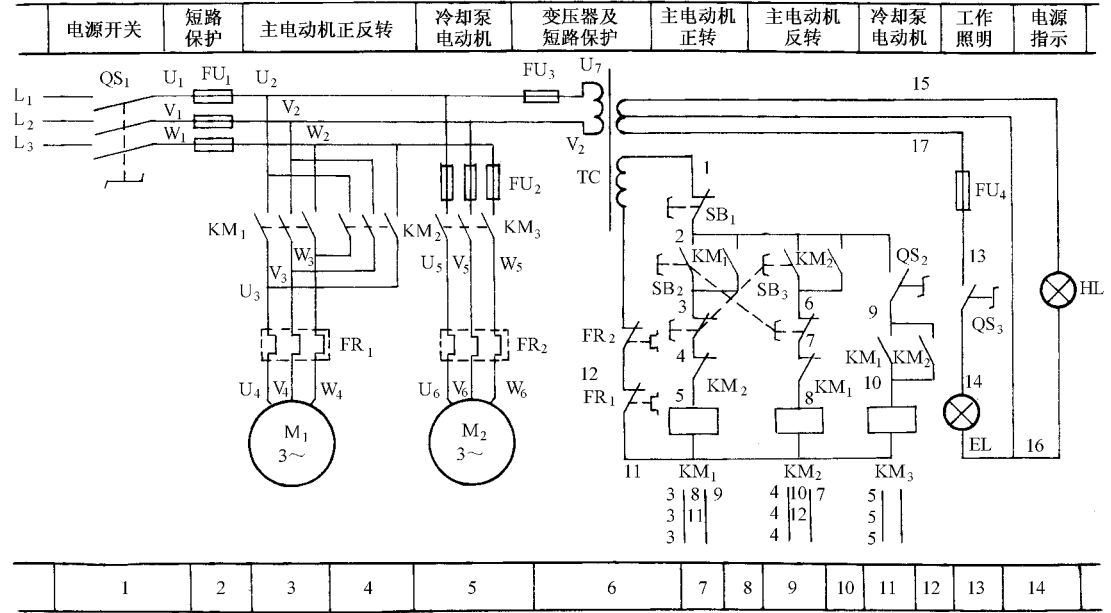


图 4-3 L-3 型普通车床电气控制线路原理图

4.3.1 L-3 型普通车床电气控制线路分析

1. 主电路分析

从图 4-3 中可以看出, 主电路共有两台电动机, 主轴电动机 M_1 和冷却泵电动机 M_2 , 其中接触器 KM_1 接通和断开主轴电动机 M_1 正转电源, 接触器 KM_2 接通和断开主轴电动机 M_1 的反转电源, 故 M_1 可正、反方向旋转。 FR_1 为主轴电动机 M_1 的过载保护, 接触器 KM_3 接通和断开冷却泵电动机 M_2 的电源, FU_2 为冷却泵电动机 M_2 的过载保护, FU_1 为电路的总短路保护, 三相电源从 L_1 、 L_2 、 L_3 经过电源总开关 QS_1 引入。

2. 控制电路分析

380V 交流电源经 FU_3 后由 U_2 、 V_2 引入控制变压器 TC 初级端,经降压后输出 127V、36V 和 6V 的交流电源,其中 127V 作为供给控制电路的电源,36V 为机床照明电源,6V 则为机床控制电源指示灯电源。

(1) 主轴电动机 M_1 控制:合上电源总开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 的启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 得电并自锁,主电路中接触器 KM_1 主触点闭合,主轴电动机 M_1 得电正向启动运转,同时在 KM_3 线圈回路中的 9 号线、10 号线间的 KM_1 常开辅助触点闭合,为冷却泵电动机启动运行做准备。按下 SB_1 , KM_1 失电,主轴电动机 M_1 停转。上面分析的是主轴电动机 M_1 的正转过程,其反转的工作原理与正转的工作原理一样,只不过是 SB_2 换成了 SB_3 , KM_1 换成了 KM_2 。从图 4-3 中可以看出,主轴电动机 M_1 的控制是一个典型的接触器按钮双重联锁正、反控制电路,其电路具有良好的正、反转联锁保护功能。

(2) 冷却泵电动机 M_2 的控制:冷却泵电动机 M_2 只有在主轴电动机 M_1 启动后, KM_1 (或 KM_2) 闭合,将 9 号线和 10 号线接通,冷却泵电动机才具备启动运转的条件。当加工过程中需要冷却液时,只需合上冷却泵电动机启动开关 QS_2 ,此时接触器 KM_3 得电闭合,接通冷却泵电动机 M_2 电源, M_2 启动运转。断开 QS_2 ,接触器 KM_3 失电,冷却泵电动机 M_2 停转。

(3) 机床照明、信号控制:当合上电源总开关 QS_1 时,控制电路指示灯 HL 亮,表示接通机床电源并且控制电路电源正常;合上 QS_3 时,机床照明灯 EL 亮。图 4-3 中 FU_4 为机床照明灯 EL 的短路保护。

4.3.2 L-3 型普通车床电气控制线路故障检修实例

1. 主轴电动机 M_1 不能运行

故障现象:按下主轴电动机 M_1 正、反转启动按钮 SB_2 和 SB_3 , KM_1 、 KM_2 均闭合,但是主轴电动机 M_1 就是不启动运行。

故障分析:按下主轴电动机 M_1 的正、反转启动按钮 SB_2 和 SB_3 , KM_1 、 KM_2 都闭合,证明控制电路没有问题,所以重点应放在主电路的检查上。

故障检查:先将主轴电动机 M_1 的接线端从 U_4 、 V_4 、 W_4 点拆下来,与三相电源断开。合上电源总开关 QS_1 后按下 SB_2 ,接触器 KM_1 闭合。用万用表交流 500V 挡测量 U_4 、 V_4 、 W_4 点的电压,测得一相没有电压。继续往上一级检查测量 U_3 、 V_3 、 W_3 点的电压, U_3 、 V_3 、 W_3 点上的电压正常,断定热继电器 FR_1 主通路有断点。断开 QS_1 ,用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡检查发现 FR_1 主通路确有一相断路。拆下 FR_1 ,更换同一型号的新热继电器,并将 M_1 重新接上后再次合上电源总开关 QS_1 ,按下 SB_2 ,主轴电动机 M_1 能启动运行,但有很大的电磁噪声。几分钟后,主轴电动机 M_1 又自动停止。很明显,从主轴电动机 M_1 运行当中有很大的电磁噪声可以怀疑主轴电动机 M_1 绕组中至少存在有短路故障,并且主轴电动机 M_1 在启动运行当中几分钟之后又自动停止,这说明主轴电动机 M_1 通过的电流比较大,新换上的热继电器 FR_1 起到了过载保护的作用。断开 QS_1 ,再次拆下主轴电动机,用兆欧表测量主轴电动机 M_1 绕组的对地电阻,为 $20M\Omega$,绕组的对地电阻合格。用万用表欧姆挡测量主轴电动机 M_1 绕组三相直流电阻,严重不平衡,说明主轴电动机 M_1 绕组中确有短路故障存在。拆开主轴电动机 M_1 ,观察其绕组,其中有一相已有明显的烧焦痕迹。

处理:更换主轴电动机 M_1 ,故障排除。

2. 冷却泵电动机 M_2 时能启动运行,时而不能启动运行

故障现象:冷却泵电动机 M_2 在主轴电动机 M_1 正转时能启动运行,在主轴电动机 M_1 反转时不能运行。

故障分析:这种故障看似很怪,其实只要看懂了电路控制原理图,很快就会找出故障点。很显然,冷却泵电动机 M_2 只有在主轴电动机 M_1 启动运行后,它才能启动运行。在主轴电动机 M_1 正转时, KM_1 辅助常开触点接通了 KM_3 线圈回路中的 9 号线和 10 号线,故冷却泵电动机 M_2 能启动运行。但在主轴电动机 M_1 反转时 KM_2 闭合, KM_2 的辅助常开触点同样要接通 KM_3 线圈的 9 号线和 10 号线,冷却泵电动机 M_2 才能启动运行。如果在 KM_3 线圈回路中 KM_2 的常开辅助触点接触不良,冷却泵电动机 M_2 就不能启动运行。

故障检查:根据以上分析,故障点就在 KM_3 线圈回路 9 号线、10 号线间的 KM_2 常开辅助触点上。断开机床电源,用起子将接触器 KM_2 的铁心往下压,使其相当于线圈得电闭合时的状态,然后用万用表欧姆挡 $R \times 1k$ 挡测量 9 号线和 10 号线没有接通,说明 9 号线和 10 号线间 KM_2 的常开触点接触不好。合上电源开关 QS_1 ,用“短路法”将 9 号线和 10 号线短接,按下 SB_3 ,主轴电动机 M_2 启动反转,合上 QS_2 ,冷却泵电动机 M_2 能启动运行。

处理:用镊子或尖嘴钳将 9 号线和 10 号线间 KM_2 的动触点夹出后,进行修理,在触点的机械形状上适当修理改变一下,使其与静触点很好接触,否则需要更换接触器或触点。

4.3.3 L-3 型普通车床电气控制线路故障表

L-3 型普通车床电气控制线路故障见表 4-5。

表 4-5 L-3 型普通车床电气控制线路故障一览表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 主轴电动机 M_1 、冷却泵电动机 M_2 均不能启动	电源开关 QS_1 接触不良; FU_1 断路; FU_3 断路;变压器 TC 损坏;总停止按钮 SB_1 接触不良;控制线路中 FR_1 、 FR_2 断路;主轴电动机 M_1 损坏	FU_1 ; FU_3 ; SB_1 ; FR_1 ; FR_2 ;主轴电动机 M_1
2. 主轴电动机 M_1 不能正转启动	主电路中 FR_1 主通路断路; SB_3 (3 号线到 4 号线间)常闭触点接触不好; KM_2 (4 号线到 5 号线间)常闭触点接触不良;接触器 KM_1 主电路触点闭合不好	SB_3 (3 号线到 4 号线间)常闭触点; KM_2 (4 号线到 5 号线间)常闭触点
3. 主轴电动机 M_2 不能反转启动	主电路中 FR_1 主通路断路; SB_2 (6 号线到 7 号线间)常闭触点接触不好; KM_1 (7 号线到 8 号线间)常闭触点接触不良;接触器 KM_2 主电路触点闭合不好	SB_3 (6 号线到 7 号线间)常闭触点; KM_2 (7 号线到 8 号线间)常闭触点
4. 主轴电动机 M_1 正、反转只有点动	KM_1 (2 号线到 3 号线间)常闭触点闭合不良; KM_2 (2 号线到 6 号线间)常闭触点闭合不好	检查 KM_1 (正转点动); 检查 KM_2 (反转点动)
5. 冷却泵电动机 M_2 不能启动	QS_2 接触不好;接触器 KM_3 线圈断路;9 号线到 10 号线 KM_1 、 KM_2 常开触点闭合不好; FU_2 断路;接触器 KM_3 主触点闭合不好; FR_2 主通路断路;冷却泵电动机 M_2 本身有问题	QS_2 ;9 号线到 10 号线 KM_1 、 KM_2 常开触点; FU_2 ;冷却泵电动机 M_2
6. 机床无工作照明	FU_4 断路; QS_3 接触不良;EL 坏	FU_4 ;EL

4.4 CW6136A 型普通车床

CW6136A 型普通车床由长沙第二机床制造厂制造。该机床功率大,转速高,刚性好,适合于高速切削和强力切削。因主拖动采用了双速电动机,故调速性能好,调速范围更广。

4.4.1 CW6136A 型普通车床电气控制线路分析

CW6136A 型普通车床电气控制线路见图 4-4 所示。机床电气控制板安装在机床前面左侧,带锁的电源总开关 QF 装在机床后面。开动机床前,先用钥匙开启锁头,再按下绿色的按钮,此时电源接通,白色电源信号灯 HL 亮,机床即可启动加工。加工完毕,按下红色的按钮,即可切断电源,再反转钥匙,锁住锁头后,则无法启动机床。

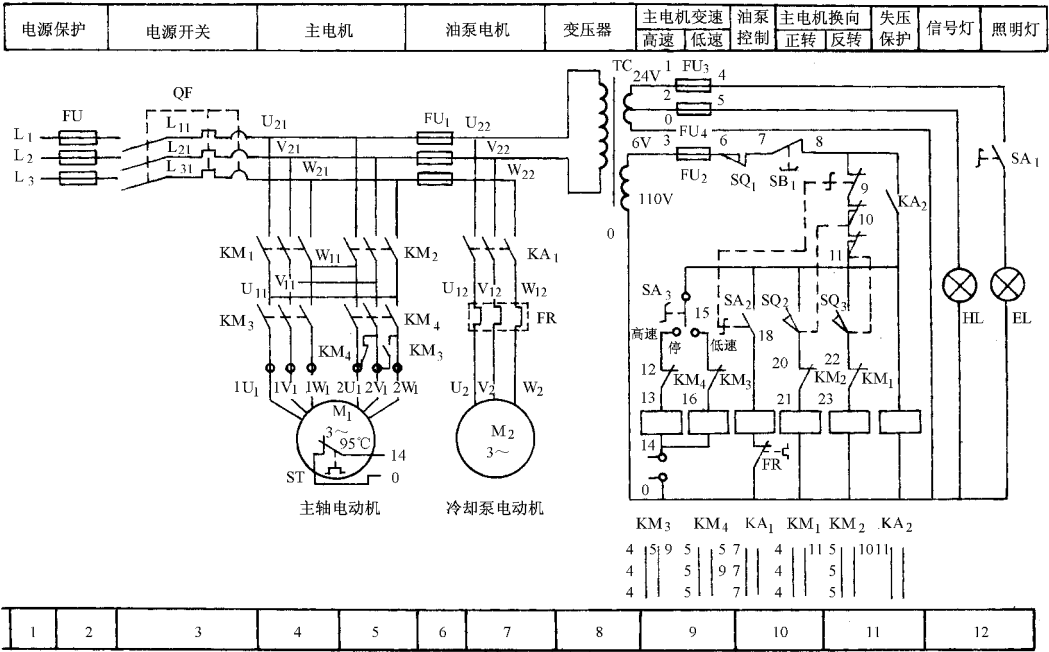


图 4-4 CW6136A 型普通车床电气控制线路

1. 主电路分析

主电路中共有两台电动机。其中主轴电动机 M_1 是一台双速电动机,为机床的主拖动电动机,它带动主轴旋转及工作进给。接触器 KM_1 、 KM_2 、 KM_3 、 KM_4 控制主轴电动机的四种运行状态,即低速正转、低速反转、高速正转、高速反转。当接触器 KM_1 和 KM_4 闭合时,主轴电动机 M_1 处于低速正转运行状态;当接触器 KM_2 和 KM_4 闭合时,主轴电动机 M_1 处于低速反转状态;当接触器 KM_2 和 KM_3 闭合时,主轴电动机 M_1 处于高速正转状态;当接触器 KM_2 、 KM_4 闭合时,主轴电动机 M_1 处于高速反转状态。主轴电动机 M_1 的过载保护和短路保护由电源引入开关 QF 担任,主轴电动机 M_1 的短路保护还可由机床前级熔断器 FU 担任。在主轴电动机 M_1 内设有温度继电器 ST,以便当电动机启动频繁或电流增大、电动机温度升高时而

及时切断电源,起着保护主轴电动机 M_1 的作用。冷却泵电动机 M_2 由于功率小,故采用了中间继电器 KA_1 控制其电源的通断。热继电器 FR 为它的过载保护,熔断器 FU_1 为它的短路保护。三相电源由自动空气开关 QF 引入,按下自动空气开关 QF 上的绿色按钮,接通机床电源,按下红色按钮,断开机床电源。

2. 控制电路分析

(1)控制电源、电源指示、照明部分:合上自动空气开关 QF ,接通机床电源。变压器 TC 的初级绕组由 U_{22} 、 V_{22} 点引入接通交流 380V 电源,经降压后,次级端输出 24V 交流电压作为机床工作照明电源,6V 交流电压为机床电源指示电源,110V 交流电压为机床电器控制电源。 FU_3 为工作照明电路短路保护, SA_1 为机床工作照明灯开关,EL 为工作照明灯, FU_4 为电源指示灯的短路保护,HL 为电源指示灯。当接通机床电源时,HL 亮,表明机床电源正常。

(2)主轴电动机 M_1 控制。

a. 主轴电动机 M_1 低速正转控制:合上电源开关 QF ,中间继电器 KA_2 得电闭合并自锁, KA_2 触点接通 8 号线和 11 号线。将主轴电动机 M_1 变速开关 SA_3 拨向右边的“低速”挡位置,接触器 KM_4 得电闭合,主电路中 KM_4 主触点闭合,常闭辅助触点断开,为主轴电动机低速运转做准备。同时,控制电路中 KM_4 常闭触点(12 号线到 13 号线)断开了 KM_3 线圈回路的电源,使得接触器 KM_4 闭合时 KM_3 不能闭合。扳动机床正、反转操纵杆至“正转”位置,操纵杆压下位置开关 SQ_2 接通 11 号线和 20 号线,同时压开 9 号线和 10 号线, KM_1 得电闭合,主电路中 KM_1 主触点闭合,将主轴电动机 M_1 绕组接成 Δ 接法,主轴电动机 M_1 低速正转,同时断开接触器 KM_2 线圈回路中的 KM_1 常闭触点(22 号线到 23 号线),使接触器 KM_2 在 KM_1 闭合后不能得电闭合,从而实现了可靠的安全联锁。停车时,将机床上正、反转操纵杆扳至“空挡”位置,此时位置开关 SQ_2 复位,接触器 KM_1 失电断开,主电路中接触器 KM_1 主触点断开,主轴电动机 M_1 失电停转。在停转过程中,由于惯性的作用,主轴电动机不能立即停止下来,需要采取制动措施,使机床很快停下来。而该机床主轴的制动是由正、反转开车操纵手柄操纵制动机构来实现的。当正、反转操纵手柄扳到“空挡”位置时,操作手柄联动制动机构动作,使主轴受到制动,主轴电动机 M_1 就立即停了下来。

b. 主轴电动机 M_1 低速反转控制:在中间继电器 KA_2 、接触 KM_4 闭合的状态下,也就是说机床已经初启动,中间继电器 KA_2 已经得电闭合, SA_3 扳在“低速”位置挡,或者机床已运行后,正反转操纵杆处于“空挡”位置,此时只需将机床正、反转纵杆扳向“反转”位置,压下位置开关 SQ_3 后, SQ_3 的压合触点(11 号线到 22 号线)闭合,接触器 KM_2 得电闭合,主电路中接触器 KM_2 主触点闭合,将三相电源调相引入主轴电动机 M_1 中(从 $2U_1$ 、 $2V_1$ 、 $2W_1$ 引入),主轴电动机绕组仍然为 Δ 接法,只不过电源反相,主轴电动机 M_1 低速反转。同样当需要停车时,将机床正、反转操纵杆扳到“空挡”位置,位置开关复位,主轴电动机 M_1 制动停止。

c. 主轴电动机 M_1 高速正转控制:合上电源总开关 QF 后,中间继电器 KA_2 得电闭合,将 SA_3 扳到左边“高速”挡位置,此时接通了接触器 KM_3 线圈回路的电源,主电路中接触器 KM_3 的四个主触点闭合,其中接触器 KM_3 的三个主触点为主轴电动机 M_1 三相电源引入 $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$ 做好准备,接触器 KM_3 的另一个触点与 KM_4 的常闭触点将主轴电动机 M_1 的另外三个引线 $2U_1$ 、 $2V_1$ 、 $2W_1$ 短接,使得主轴电动机 M_1 的绕组接成 YY 接法,为主轴电动机 M_1 高速运转做好准备。将机床正、反转操纵杆扳向“正转”位置,压下位置开关 SQ_2 ,接触器 KM_1 得电闭合,主轴电动机 M_1 高速正转。同样将机床正、反转操纵杆扳向“空挡”位置,位置开关

SQ₂ 复位,主轴电动机 M₁ 停转。

d. 主轴电动机 M₁ 高速反转控制:在中间继电器 KA₂ 得电闭合,机床高、低速转换开关 SA₃ 扳在左边的”高速”挡位置时,将机床正、反转操纵杆扳向“反转”位置,位置开关 SQ₃ 被压下,接触器 KM₂ 得电闭合,主电路中接触器 KM₂ 主触点闭合,将三相电源反相引入主轴电动机 M₁ 中,主轴电动机高速反转。停止时,将机床正、反转操纵杆扳向“空挡”位置,位置开关 SQ₃ 复位,主轴电动机 M₁ 即可停止转动。

主轴电动机在运行当中,如果启动次数超过 5 次/分钟,或因过载运行而温度升高时,安装在主轴电动机中的温度继电器 ST 动作,切断控制电路中的 14 号线和 0 号线,使得接触器 KM₃ 或 KM₄ 线圈断电,从而切断主轴电动机 M₁ 的电源,使主轴电动机 M₁ 停转,此时主轴电动机需要冷却一段时间后,才能再次启动。

(3)冷却泵电动机 M₂ 的控制:在中间继电器 KA₂ 得电后,如机床在加工过程中需要冷却液,手动合上 SA₂,接通了控制电路中 11 号线和 18 号线,KA₁ 线圈得电闭合,接通主电路中冷却泵电动机 M₂ 的电源,冷却泵电动机 M₂ 启动运行。手动断开 SA₂,中间继电器 KA₁ 失电,冷却泵电动机 M₂ 停转。

手动合上 SA₂,冷却泵电动机 M₂ 启动运转后,如车间突然停电,机床控制电路中所有电器失电,在下次启动机床之前必须将 SA₂ 复位,接通控制电路中 SA₂ 线圈的电源,机床才能启动。

控制电路中,FU₂ 为各控制电器的短路保护,SB₁ 为紧急停止按钮,SQ₁ 为端面保护行程开关。

CW6136A 型普通车床电气元器件明细表见表 4-6。

表 4-6 CW6136A 型普通车床电气元器件明细表

代号	名 称	型号与规格	件数	作用及用途
M ₁	主轴电动机	YD135S-4/6B5 4/3.5kW	1	双速,380V,50Hz
M ₂	油泵电动机	AYB-25,0.15kW	1	380V,50Hz
KM ₁	交流接触器	CJ0-10A	1	110V,50Hz
KM ₂	交流接触器	CJ0-10A	1	110V,50Hz
KM ₃	交流接触器	CJ0-10A	1	110V,50Hz
KM ₄	交流接触器	CJ0-10A	1	110V,50Hz
KA ₁	中间继电器	JZ7-62	1	110V,50Hz
KA ₂	中间继电器	JZ7-62	1	110V,50Hz
FR	热继电器	JR16-20/3	1	整定电流在 0.39A
ST	温度继电器	JW3-95	1	95℃
FU ₁	螺旋式熔断器	RL1-15	1	熔芯 15A
FU ₂	管型熔断器	BLX-1	1	熔芯 2A
FU ₃	管型熔断器	BLX-1	1	熔芯 2A
FU ₄	管型熔断器	BLX-1	1	熔芯 2A
TC	控制变压器	BK-100 380V/110V,6V,24V	1	6V 从 24V 中抽头
SB ₁	急停按钮	LA30-11ZS	1	500V,红色
SA ₁	照明开关	LAY1-11X	1	1 位置
SA ₂	油泵旋钮	LAY1-11X	1	2 位置
SA ₃	变速旋钮	LAY1-11X/7	1	3 位置

代号	名 称	型号与规格	件数	作用及用途
SQ ₁	行程开关	LX12-2	1	380V
SQ ₂	微动开关	LXW2-11	1	380V
SQ ₃	微动开关	LXW2-11	1	380V
QF	电源开关	JKS4-DZ5-20/330	1	380V, 复式 15A
EL	工作照明灯	JC11-1	1	24V
HL	信号灯	XDX2	1	6.3V

4.4.3 CW6136A 型普通车床电气控制线路故障检修实例

1. 主轴电动机 M₁ 启动后,电源总开关 QF 自动跳闸切断电源

故障分析:电源总开关 QF 自动跳闸,这说明机床线路中有大电流通过。根据故障现象来分析,产生大电流的主要原因有五种可能:

- (1)主轴电动机 M₁ 绕组有短路故障。
- (2)冷却泵电动机 M₂ 绕组有短路故障。
- (3)变压器 TC 绕组有短路故障。
- (4)主轴电动机 M₁ 断相运行。
- (5)线路本身老化出现短路故障。

由于本例中冷却泵电动机 M₂ 根本就没有启动运行,故冷却泵电动机 M₂ 绕组有短路故障的可能性可以排除。但最有可能的应该是主轴电动机 M₁ 绕组短路和变压器 TC 绕组短路故障及主轴电动机断相运行。

故障检查:分析明白上述情况后,先检查主轴电动机 M₁ 是否断相运行。用“断路法”将主轴电动机 M₁ 从主电路的接线端 1U₁、1V₁、1W₁ 和 2U₁、2U₁、2W₁ 上拆下。合上电源开关 QF,分别启动主轴电动机 M₁ 的低速正转和低速反转,用万用表交流 500V 挡测量主电路中 2U₁、2V₁、2W₁ 点的电压值,测得 2U₁、2V₁、2W₁ 点电压均为 380V。再分别启动主轴电动机高速正转和高速反转,用万用表 500V 挡测量 1U₁、1V₁、1W₁ 点的电压值也有 380V 电压,说明主轴电动机有故障。同时在测量的过程中 QF 也没有出现跳闸的现象,说明线路本身老化出现故障和变压器 TC 绕组短路故障的设想也得到否定。经过逐步的排查,故障焦点就可集中在主轴电动机 M₁ 上。用万用表 R×10k 挡初步测量主轴电动机 M₁ 绕组与外壳的绝缘电阻完好。用万用表 R×1 挡分别测量主轴电动机 M₁ 绕组 1U₁、1V₁、1W₁ 点及 2U₁、2V₁、2W₁ 点的直流电阻,发现有轻微的不平衡,怀疑主轴电动机 M₁ 绕组有短路故障。拆开主轴电动机 M₁ 检查,发现绕组中有一颗小螺丝钉,并有三根漆包线被电弧烧毛后粘在一起,其他绕组完好。

处理:将主轴电动机 M₁ 被电弧烧毛粘在一起的绕组分开,把绝缘破坏了的套线用绝缘导管套好,浇上绝缘漆,经烘干处理后,重新安装好,故障排除。

2. 主轴电动机 M₁ 启动运行后声音不正常

故障现象:合上电源开关 QF,启动主轴电动机 M₁ 后,电动机低速正转,发出很大低沉的“嗡嗡”声。操作人员立即按下停止按钮,切断电动机 M₁ 的电源。

故障分析:启动主轴电动机 M₁ 后,有很大的“嗡嗡”声,这是电动机单相运转的电磁噪

声,如操作人员不及时切断主轴电动机 M_1 的电源,电动机 M_1 会因单相运转过流而烧毁。遇此情况,一定要立即切断电动机电源。

造成主轴电动机 M_1 单相运转的原因有以下几个方面:

- (1)从车间配电系统来的三相熔断器 FU 断路。
- (2)四个接触器 KM_1 、 KM_2 、 KM_3 、 KM_4 有一个以上的主触点闭合接触不好。
- (3)主轴电动机 M_1 本身绕组有一相断路。

故障检查:先检查从车间配电系统引进的三相熔断器,经检查完好。合上电源总开关 QF,用万用表交流 500V 挡测量 U_{21} 、 V_{21} 、 W_{21} 点的电压值,均为 380V, U_{21} 、 V_{21} 、 W_{21} 点的电压正常,可排除熔断器 FU 断路故障。断开电源总开关 QF,用“断路法”将主轴电动机 M_1 从主电路 $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$ 及 $2U_1$ 、 $2V_1$ 、 $2W_1$ 上拆下,合上电源总开关 QF,将高低速转换开关 SA_3 扳至右边“低速”挡位置,接通接触器 KM_4 线圈回路,使 KM_4 得电闭合,扳动机床上正、反转操作纵杆至“正转”位置,位置开关 SQ_2 被压下,接触器 KM_1 线圈得电闭合。用万用表交流 500V 挡测量 $2U_1$ 、 $2V_1$ 、 $2W_1$ 点电压值,有一相异常,断定接触器 KM_1 或 KM_4 有一触点闭合接触不良,但具体是接触器 KM_1 还是 KM_4 ,还需要进一步检查判断。接着继续往下检查。将机床上正反转操纵杆扳至“正转”位置,位置开关 SQ_3 被压下,接通接触器 KM_2 线圈回路, KM_2 得电闭合,用万用表交流 500V 挡测量 $2U_1$ 、 $2V_1$ 、 $2W_1$ 点的电压值,仍然有一相异常。检查到这一步时,按理应该就可以肯定是接触器 KM_4 主触点中有一触点闭合接触不良了。但是,如果刚才接通主轴电动机 M_1 低速正转和低速反转的接触器 KM_1 和 KM_2 也各有一个触点闭合不好,也恰好与接触器 KM_4 主触点中那一个闭合不好的触点同在一相电源上,那么表现出来的现象同上面用万用表测得 $2U_1$ 、 $2V_1$ 、 $2W_1$ 电压值的结果是相同的。所以为了确定 KM_1 、 KM_2 是否也有触点闭合不好,必须更进一步进行检查判断。将机床上高、低速转换开关 SA_3 扳至左边“高速”挡位置,接通接触器 KM_3 的线圈回路, KM_3 闭合。扳动机床正、反操纵杆至“正转”位置,位置开关 SQ_2 被压下,接通 KM_1 线圈回路, KM_1 闭合。用万用表交流 500V 挡测量 $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$ 点的电压值,测得 $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$ 点电压值正常;再将机床正、反转操纵杆扳至“反转”位置,位置开关 SQ_3 被压下,接通 KM_2 线圈回路, KM_2 闭合。用万用表 500V 挡测量 $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$ 点电压值,测得 $1U_1$ 、 $1V_1$ 、 $1W_1$ 点电压值也正常。这时完全可判断接触器 KM_1 、 KM_2 、 KM_3 的触点闭合完好,接触器 KM_4 有一触点闭合不良。

处理:修理接触器 KM_4 触点或更换接触器 KM_4 触点。

4.4.4 CW6136A 型普通车床电气控制线路故障表

CW6136A 型普通车床电气控制线路故障表见表 4-7。

表 4-7 CW6136A 型普通车床电气控制线路故障一览表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 主轴电动机 M_1 、冷却泵电动机 M_2 均不能启动	无电源电压;电源总开关 QF 坏;FU ₁ 断路;变压器 TC 损坏;FU ₂ 断路;行程开关 SQ ₁ 接触不良;总停按钮 SB ₁ 接触不好;SA ₂ 常闭触点闭合不好;位置开关 SQ ₂ 、SQ ₃ 接触不好;8 号至 11 号线 KA ₂ 触点闭合时接触不良	FU ₁ ;FU ₂ ;SB ₁ ;SA ₂ ;8 号线至 11 号线 KA ₂ 触点
2. 主轴电动机 M_1 不能启动	接触器 KM_1 、 KM_2 、 KM_3 、 KM_4 主触点接触不良、主轴电动机 M_1 有问题	主轴电动机 M_1 ;温度继电器 ST

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
3. 主轴电动机 M ₁ 无低速	15 号线至 16 号线 KM ₃ 常闭触点接触不良;高、低速转换开关 SA ₃ 低速转换开关挡接触不良;接触器 KM ₄ 线圈损坏、KM ₄ 主触点接触不良	15 号线至 16 号线 KM ₃ 常闭触点;高、低速转换开关 SA ₃ ;主电路中 KM ₃ 触点
4. 主轴电动机 M ₁ 无高速	KM ₃ 主触点接触不良;12 号线至 13 号线 KM ₄ 常闭触点接触不良;高、低速转换开关 SA ₃ 高速转换开关挡接触不良;接触器 KM ₃ 线圈损坏	12 号线至 13 号线 KM ₄ 常闭触点;高、低速转换开关 SA ₃ ;主电路中 KM ₃ 触点
5. 主轴电动机 M ₁ 不能正转	KM ₁ 主触点接触不良;20 号线到 21 号线 KM ₂ 常闭触点接触不良;KM ₁ 线圈损坏;位置开关 11 号线到 20 号线 SQ ₂ 接触不良	KM ₁ 主触点;20 号线到 21 号线 KM ₂ 常闭触点;位置开关 SQ ₂
6. 主轴电动机 M ₁ 不能反转	KM ₂ 主触点接触不良;23 号线到 22 号线 KM ₁ 常闭触点接触不良;KM ₂ 线圈损坏;位置开关 11 号线到 22 号线 SQ ₃ 接触不良	KM ₂ 主触点;22 号线到 23 号线 KM ₁ 常闭触点;位置开关 SQ ₃
7. 冷却泵电动机 M ₂ 不能启动	主电路中 KA ₁ 触点接触不良;FR 有问题;冷却泵电动机 M ₂ 本身有问题;11 号线到 18 号线 SA ₂ 接触不好;控制线路中 FR 有问题;KA ₁ 线圈断路	KA ₁ ;FR;SA ₁

4.5 CW6163B 型车床

CW6163B 型车床主要由床身、主轴变速箱、进给箱、溜板箱、溜板、刀架、尾架、主轴、丝杆与光杆等部件组成。其床身最大工作回转半径为 630mm,工件的最大长度可根据床身的不同分为 1500mm 和 3000mm 两种。

4.5.1 CW6163B 型车床电气控制线路分析

CW6163B 型车床电气控制线路原理图见图 4-5 所示。

1. 主电路分析

主电路中共有三台电动机,其中 1M 为主轴电动机,2M 为冷却泵电动机,3M 为快速进给电动机。接触器 KM₁ 控制主轴电动机 1M 电源的通断,FR₁ 为主轴电动机 1M 的过载保护,在主轴电动机 1M 的主回路中串入了电流表 A 监视主轴电动机 1M 的电流,以提高主轴电动机 1M 的功率因数和生产效率,充分发挥主轴电动机 1M 的潜力。接触器 KM₂ 控制冷却液泵电动机 2M 电源的通和断,FR₂ 为冷却液泵电动机 2M 的过载保护。接触器 KM₃ 控制快速进给电动机 3M 电源的通断,由于快速进给电动机 3M 是短时工作,又是点动控制,故 3M 未设过载保护。

电路中,FU 担任主轴电动机 1M 的短路保护,FU₁ 为冷却液泵电动机 2M、快速进给电动机 3M 的短路保护,自动空气开关 QF 为电源总开关,QF 又担任电路总短路保护及主轴电动机 1M 的过载保护。三相交流电源由 L₁、L₂、L₃ 经自动空气开关 QF 引入。

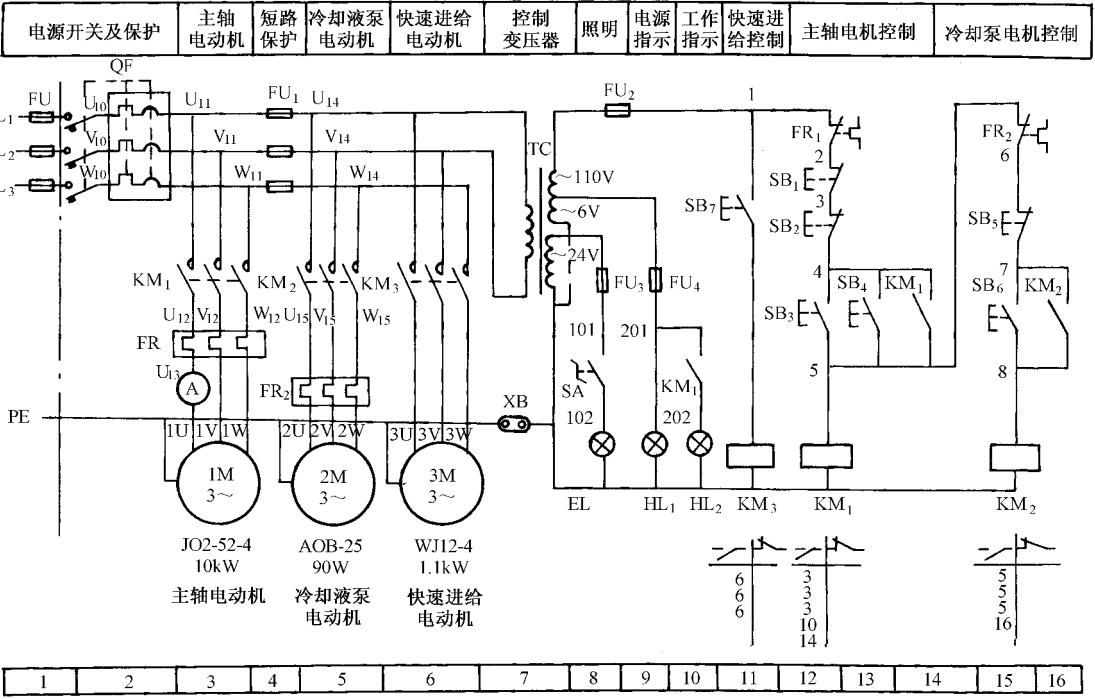


图 4-5 CW6163B 型车床电气控制线路原理图

2. 控制电路分析

(1)控制电源、照明、电源显示电路:合上电源总开关 QF,380V 交流电压经 U_{14} 、 V_{14} 接入变压器 TC 的初级输入端,经降压后从次级绕组输出 110V 的电压提供给控制电路,6V 电压作为电源指示灯的电源,24V 电压为机床工作照明灯电源。当合上电源总开关 QF 后,电源指示灯 HL_1 亮,表明机床已接通电源。当机床需要工作照明时,只需扳动机床照明灯开关 SA,工作照明灯 EL 亮。 HL_2 为主轴电动机 1M 的工作指示灯。

(2)主轴电动机 1M 的控制:主轴电动机 1M 的启动按钮 SB_3 、 SB_4 和停止按钮 SB_1 、 SB_2 是两地控制启动、停止按钮,它们分别装在机床床头操纵板上和刀架拖板上进行控制。当按下主轴电动机 1M 的启动按钮 SB_3 或 SB_4 ,主轴电动机 1M 启动运转,同时接触器 KM_1 的常开辅助触点闭合,分别接通 201 号线和 202 号线及 4 号线和 5 号线。201 号线和 202 号线的接通,使得 HL_2 亮,表示主轴电动机 1M 运转。4 号线和 5 号线的接通,一方面使得接触器 KM_1 自锁,另一方面为冷却液泵电动机 2M 的启动运行做好准备。需要停止时,按下主轴电动机 1M 停止按钮 SB_1 或 SB_2 , KM_1 失电,主轴电动机 1M 停转。

(3)冷却液泵电动机 2M 的控制:从图 4-5 中可以看出,只有在主轴电动机 1M 启动运行后,也就是控制线路中 4 号线和 5 号线接触器 KM_1 辅助触点闭合后,冷却液泵电动机 2M 才能启动。当主轴电动机 1M 启动运行后,按下冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB_6 ,接触器 KM_2 得电闭合并自锁,接通冷却液泵电动机 2M 电源,冷却液泵电动机 2M 启动运转。按下冷却液泵电动机 2M 停止按钮 SB_5 , KM_2 失电,断开冷却液泵电动机 2M 的电源,冷却液泵电动机 2M 失电停转。

(4)快速进给电动机 3M 的控制:快速进给电动机 3M 是一个点动控制。按下快速进给电

动机启动按钮 SB₇,接触器 KM₃ 得电,接通快速进给电动机 3M 的电源,快速进给电动机 3M 启动运转,带动工作台按进给方向快速移动。松开 SB₇,接触器 KM₃ 失电断开,快速进给电动机 3M 停转。

CW6163B 型车床电气元器件明细表见表 4-8。

表 4-8 CW6163B 型车床电气元件表

代号	名 称	型号与规格	数量	作用及用途
QF	自动空气开关	DZ5-50	1	电源总开关
LM	主轴电动机	JO2-52-4 10kW	1	拖动主轴
2M	冷却液泵电动机	AOB-25 90W	1	驱动冷却液泵
3M	快速进给电动机	NJ12-4 1.1kW	1	拖动工作台快速进给
FU ₁	熔断器	RL1-15/6	3	2M、3M 短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/4	1	控制电路短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/2	1	工作照明短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/2	1	指示显示短路保护
TC	控制变压器	BK100 380V/110、24、6V	1	控制电源
KM ₁	交流接触器	CJ0-40 线圈电压 110V	1	1M 控制
KA ₁ (KM ₂)	中间继电器	JZ7-44 线圈电压 110V	1	冷却液泵电动机 2M 控制
KA ₂ (KM ₃)	中间继电器	JZ7-44 线圈电压 110V	1	快速进给电动机 3M 控制
FR ₁	热继电器	JR16-60/3D 整定电流 19.9A	1	主轴电动机 1M 过载保护
FR ₂	热继电器	JR16-20/3D 整定电流 0.32A	1	冷却液泵电动机过载保护
SB ₁	按钮	LA19-11J	1	主轴电动机 1M 停止控制
SB ₂	按钮	LA19-11J	1	主轴电动机 1M 停止控制
SB ₃	按钮	LA19-11D	1	主轴电动机 1M 启动控制
SB ₄	按钮	LA19-11D	1	主轴电动机 1M 启动控制
SB ₅	按钮	LA19-11	1	冷却液泵电动机 2M 停止控制
SB ₆	按钮	LA19-11	1	冷却液泵电动机 2M 启动控制
SB ₇	按钮	LA9-11	1	快速进给电动机 3M 控制
A	交流电流表	81T2-A0-50A	1	主轴电动机 1M 电流监视
HL ₁	电源指示灯	ZSD-0	1	电源显示
EL	工作照明灯	JC2 24V40W	1	照明
SA	工作照明灯开关		1	照明开关

4.5.2 CW6163B 型车床电气控制线路故障检修实例

1. 冷却液泵电动机 2M 不能启动

故障现象:在主轴电动机 1M 启动运转后,按下冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB₆,冷却液泵电动机 2M 不能启动。

故障分析:按下冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB₆,冷却液泵电动机 2M 不能启动的原因有很多。有主电路方面的原因,也有控制电路方面的原因。主电路方面如接触器 KM₂、热继

电器 FR_2 、冷却液泵电动机 2M 自身有故障和控制电路中 4 号线和 5 号线之间的 KM_1 触点在主轴电动机 1M 启动后闭合不好及冷却液泵电动机 2M 停止按钮 SB_5 、冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB_6 接触不良、接触器 KM_2 线圈损坏等都会有可能引起冷却液泵电动机 2M 不能启动。但是,尽管多方面的原因能引起冷却液泵电动机 2M 不能启动,我们还是可以根据故障的表面现象和在检查过程中故障所反映的情况,一步一步靠近故障点,最后查出故障所在。

故障检查:合上电源总开关 QF,启动运行主轴电动机 1M,使控制线路中 4 号线和 5 号线接触器 KM_1 辅助常开触点闭合,按下冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB_6 ,观察到接触器 KM_2 闭合,表明冷却液泵电动机 2M 控制线路没有问题,问题出在主电路中。将主轴电动机 1M 停止,断开机床电源总开关 QF,用“断路法”将冷却液泵电动机 2M 从主电路 2U、2V、2W 接点断开。合上电源总开关 QF,再次启动运行主轴电动机 1M,按下冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB_6 ,用万用表交流 500V 挡测量冷却液泵电动机主电路中 2U、2V、2W 点的电压值,三相线电压均为 380V,说明冷却液泵电动机 2M 主电路没有故障,有故障的为冷却液泵电动机 2M 本身,应重点检查冷却液泵电动机 2M 的绕组。用万用表电阻挡 $R \times 10k$ 挡粗略测量冷却液泵电动机 2M 绕组的对地绝缘电阻约为 $100k\Omega$ 左右,说明冷却液泵电动机 2M 对地绝缘击穿。再用万用表电阻挡 $R \times 10$ 挡检查冷却液泵电动机 2M 绕组的直流电阻,只有两相通路,其中一相断路。至此,该故障为冷却液泵电动机 2M 绕组烧毁。

故障处理:更换冷却液泵电动机 2M 或修理冷却液泵电动机 2M 绕组。

2. 主轴电动机 1M、冷却液泵电动机 2M、快速进给移动电动机 3M 都不能启动

故障现象:合上电源开关 QF,电源指示灯 HL_1 亮。按下主轴电动机 1M 启动按钮 SB_3 、 SB_4 ,主轴电动机 1M 不能启动运行;按下冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB_6 ,冷却液泵电动机 2M 不能启动运行;按下快速进给电动机 3M 启动按钮 SB_7 ,快速进给电动机 3M 也不能启动。

故障分析:从该电路原理图上可知,由于按下主轴电动机 1M 按钮 SB_3 、 SB_4 ,主轴电动机不能启动运行,要观察接触器 KM_1 是否闭合。如果接触器 KM_1 闭合了,主轴电动机 1M 不能启动,那就是控制主轴电动机 1M 的主电路有问题或是主轴电动机 1M 本身有问题。但是,在本例中,按下冷却液泵电动机 2M 的启动按钮 SB_6 及按下工作台快速进给电动机 3M 的启动按钮 SB_7 ,相应的冷却液泵电动机 2M 和工作台快速进给电动机 3M 也不能启动,从这点分析,接触器 KM_1 没有闭合的可能性要大,也就是说应该是控制电路的故障。而从按下工作台快速进给电动机 3M 启动按钮 SB_7 ,工作台快速进给电动机 3M 也不能启动的现象来分析,故障点的范围应在控制三台电动机公共点的线路 0 号线或从变压器至 1 号线 FU_2 上。

故障检查:通过以上分析,明白了故障点的大致范围,可直接查找故障点。先在机床控制线路上找到 FU_2 ,经检查, FU_2 熔断器断路。更换同型号熔断器,合上 QF,按主轴电动机 1M 启动按钮 SB_3 或 SB_4 ,主轴电动机 1M 能启动运行。按快速进给电动机 3M 启动按钮 SB_7 ,快速进给电动机 3M 能启动运行。按冷却液泵电动机 2M 启动按钮 SB_6 ,接触器 KM_2 有振动现象并勉强吸合,冷却液泵电动机能启动运行。经过几分钟后,机床又自动停止。经检查 FU_2 ,其熔断器又被烧断。可以断定,控制线路中有轻微的短路故障,其故障范围应该是在三个接触器的线圈上。而从刚才启动电动机的情况来看,其中启动冷却液泵电动机 2M 时,接触器 KM_2 的吸合现象最值得怀疑。将接触器 KM_2 的 0 号线断开,用万用表欧姆挡 $R \times 10$ 挡测量接触器 KM_2 线圈直流电阻为 40Ω 左右(正常值为 150Ω 左右),证明接触器 KM_2 线圈有短路故障。从电路板上拆下接触器 KM_2 ,拆出 KM_2 线圈,观察到有明显的烧焦痕迹。

故障处理:换上同电压、同型号的交流接触器的线圈或更换交流接触器 KM₂,故障排除。

4.5.3 CW6163B 型车床电气控制线路故障表

CW6163B 型车床电气控制线路故障见表 4-9。

表 4-9 CW6163B 型车床电气控制线路故障一览表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 主轴电动机 1M、冷却液泵电动 2M、快速进给电动机 3M 均不能启动	熔断器 FU 断路;电源总开关 QF 损坏;熔断器 FU ₁ 断路;控制变压器 TC 损坏;熔断器 FU ₂ 断路	熔断器 FU;熔断器 FU ₁ ;熔断器 FU ₂ ;控制变压器 TC
2. 主轴电动机 1M 不能启动	主电路中接触器 KM ₁ 主触点闭合不好;FR ₁ 主通路有断点;主轴电动机 1M 本身有问题;控制线路中 FR ₁ 断路;SB ₁ 、SB ₂ 常闭触点接触不良;SB ₃ 、SB ₄ 接触不良;KM ₁ 线圈损坏	主轴电动机 1M;接触器 KM ₁ 主触点;SB ₁ 、SB ₂ 常闭触点
3. 主轴电动机 1M 启动后;冷却液泵电动机 2M 不能启动	主电路中接触器 KM ₂ 主触点闭合不好;熔断器 FR ₂ 主通路有断点;2M 本身损坏;控制电路中 4 号线到 5 号线 KM ₁ 常开触点闭合不良;FR ₂ 断路;SB ₅ 、SB ₆ 接触不良;KM ₂ 线圈损坏	KM ₂ 主触点;冷却液泵电动机 2M;4 号线到 5 号线 KM ₁ 常开触点;SB ₅
4. 快速进给电动机 3M 不能启动	接触器 KM ₃ 主触点闭合不好;快速进给电动机 3M 本身绕组有问题;SB ₇ 压合接触不良;接触器 KM ₃ 损坏	接触器 KM ₃ 的主触点;快速移动电动机 3M 的绕组;按钮 SB ₇
5. 机床无工作照明和电源指示显示	熔断器 FU ₃ 、FU ₄ 断路;SA 闭合不好;工作照明灯 EL、电源指示灯 HL ₁ 、主轴电动机工作指示灯 HL ₂ 损坏	熔断器 FU ₃ 、FU ₄ ;工作照明灯 EL 及电源指示灯 HL ₁ ;主轴电动机工作指示灯 HL ₂

4.6 C616 型车床

C616 型车床是一种小型的车床,床身最大工件回转半径为 160mm,工件的最大长度为 550mm。C616 型车床的电气线路原理图见图 4-6 所示。

4.6.1 C616 型车床电气控制线路分析

1. 主电路分析

C616 型车床主电路中有三台电动机。主轴电动机 M₁,润滑泵电动机 M₂,冷却泵电动机 M₃,其中主轴电动机 M₁ 可正、反转动。由接触器 KM₁ 控制它正转电源的通断,接触器 KM₂ 控制它反转电源的通断,熔断器 FU₁ 为主轴电动机 M₁ 的短路保护,热继电器 FR₁ 为主轴电动机 M₁ 的过载保护。熔断器 FU₂ 为润滑泵电动机 M₂ 和冷却泵电动机 M₃ 及控制电路的总短路保护。润滑泵电动机 M₂ 为单向正转运行,它提供给机床润滑系统润滑油,由接触器 KM₃ 控制它电源的通断,热继电器 FR₂ 为它的过载保护。冷却泵电动机 M₃ 由手动转换开关 QS₂ 控制它电源的通断,热继电器 FR₃ 为它的过载保护。三相电源由电源总开关 QS₁ 引入。

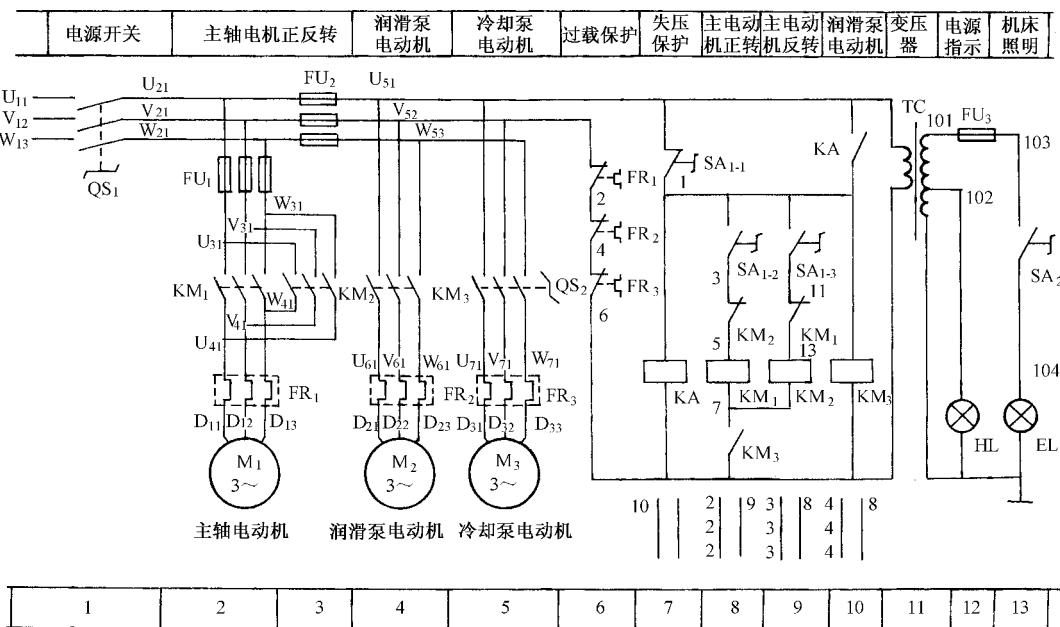


图 4-6 C616 型车床电气控制线路原理图

2. 控制电路分析

控制电路各电器直接接在 380V 的电源上。手动操作转换开关 SA_1 用来控制主轴电动机 M_1 的正、反转及停止,它有三对触点 SA_{1-1} 、 SA_{1-2} 、 SA_{1-3} 。在正常情况下,即 SA_1 处于“零”位置时, SA_{1-1} 闭合, SA_{1-2} 、 SA_{1-3} 断开;当将 SA_1 的操作手柄扳到“正转”位置时, SA_{1-2} 接通, SA_{1-1} 、 SA_{1-3} 断开,将 SA_1 的操作扳到“反转”位置时, SA_{1-3} 接通, SA_{1-1} 、 SA_{1-2} 断开。

(1) 主轴电动机 M_1 、润滑泵电动机 M_2 控制:将手动操作转换开关 SA_1 扳到“零”的位置,合上电源开关 QS_1 ,接触器 KM_3 得电闭合,润滑泵电动机 M_3 启动运行。 KM_3 闭合后,它的常开触点接通了 6 号线到 7 号线接触器 KM_1 线圈和接触器 KM_2 线圈的通路,为主轴电动机正、反转启动运行做好了准备。同时中间继电器 KA 得电闭合并自锁(U_{51} 号线到 1 号线)。当将手动操作转换开关 SA_1 扳到“正转”位置时, SA_{1-2} 接通, SA_{1-1} 、 SA_{1-3} 断开,主轴电动机 M_1 的正转接触器 KM_1 得电闭合。其得电通路为: $U_{51} \rightarrow KA \rightarrow 1$ 号线 $\rightarrow SA_{1-2} \rightarrow 3$ 号线 $\rightarrow KM_2$ 常闭触点 $\rightarrow 5$ 号线 $\rightarrow KM_1$ 线圈 $\rightarrow 7$ 号线 $\rightarrow KM_3$ 常开触点 $\rightarrow 6$ 号线 $\rightarrow FR_3 \rightarrow 4$ 号线 $\rightarrow FR_2 \rightarrow 2$ 号线 $\rightarrow FR_1 \rightarrow V_{52}$ 。主轴电动机 M_1 正转启动运行。将手动操作转换开关 SA_1 扳向“反转”位置时, SA_{1-3} 接通, SA_{1-1} 、 SA_{1-2} 断开, KM_1 失电释放, KM_2 得电闭合,其得电通路为: $U_{51} \rightarrow KA \rightarrow 1$ 号线 $\rightarrow SA_{1-3} \rightarrow 11$ 号线 $\rightarrow KM_1$ 常闭触点 $\rightarrow 13$ 号线 $\rightarrow KM_2$ 线圈 $\rightarrow 7$ 号线 $\rightarrow KM_3$ 常开触点 $\rightarrow 6$ 号线 $\rightarrow FR_3 \rightarrow 4$ 号线 $\rightarrow FR_2 \rightarrow 2$ 号线 $\rightarrow FR_1 \rightarrow V_{52}$ 。主轴电动机 M_1 反转启动运行。将手动操作转换开关 SA_1 扳回“零”位置时,主轴电动机 M_1 停止。断开 QS_1 ,接触器 KM_3 和中间继电器 KA 失电,润滑泵电动机停止。

在以上主轴电动机 M_1 正、反转的控制过程中, SA_1 始终只能有一对触点闭合,从而保证了主轴电动机 M_1 的正、反转接触器 KM_1 、 KM_2 在任何时候都不会同时闭合。同时在接触器 KM_1 和 KM_2 的线圈回路中互相串入了对方的常闭触点,组成了典型的接触器联锁正、反转控

制电路,使控制电路具有很高的可靠性。中间继电器 KA 在电路中起一个欠压和零压的保护作用。

(2)冷却泵电动机 M_3 的控制:冷却泵电动机 M_3 的启动与停止由手动转换开关 QS_2 操作。当手动闭合 QS_2 时,冷却泵电动机 M_3 启动运行;手动断开 QS_2 时,冷却泵电动机 M_3 停转。

(3)机床工作照明、信号指示电路:合上电源总开关 QS_1 时,380V 电源加在变压器 TC 的初级绕组上,经降压后,6V 电压作为电源指示灯 HL 的电源,36V 电压作为机床工作照明电源。当机床需要工作照明时,合上 SA_2 ,机床工作照明灯 EL 亮。

4.6.2 C616 型车床电气控制线路故障检修实例

1. 主轴电动机 M_1 不能启动

故障现象:合上电源开关 QS_1 ,润滑泵电动机 M_2 能启动。扳动主轴电动机 M_1 手动操作转换开关 SA_1 分别至“正转”、“反转”位置,润滑泵电动机 M_2 仍能启动运行,但主轴电动机 M_1 不能启动运行。

故障分析:合上电源总开关 QS_1 ,润滑泵电动机 M_2 能启动运行,说明从电源至控制润滑泵电动机 M_2 的接触器 KM_3 的线圈回路无问题。从扳动主轴电动机 M_1 操作转换开关 SA_1 至“正转”与“反转”位置,润滑泵电动机 M_2 仍能启动运行,可以判断控制线路中的中间继电器 KA 闭合完好而主轴电动机 M_1 仍不能启动运行的故障范围应在 1 号线至 6 号线的接触器 KM_1 及 KM_2 的线圈回路中,而在这个范围之内,7 号线到 6 号线中的接触器 KM_3 的常开触点闭合接触不良的可能性最大。

故障检查:关闭电源总开关 QS_1 。用起子将接触器 KM_3 铁心用力按下,相当于接触器 KM_3 闭合状态,用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡测量 7 号线到 6 号线接触器 KM_3 的常开触点,7 号线和 6 号线接通。松开铁心,用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡分别测量 3 号线到 5 号线接触器 KM_2 的常闭触点及 11 号线到 13 号线接触器 KM_1 的常闭触点,没有闭合不好的现象。再次合上电源总开关 QS_1 ,将主轴电动机 M_1 手动操作转换开关 SA_1 扳至“正转”位置,用“短路法”将导线从 U_{51} 短接到 5 号线,主轴电动机 M_1 不能启动。将导线从 7 号线短接到 4 号线,主轴电动机 M_1 能正转启动运行,再将导线从 7 号线短接到 6 号线,主轴电动机 M_1 仍能正转启动运行。将手动操作转换开关 SA_1 扳至“反转”位置,短接 7 号线至 6 号线,主轴电动机 M_1 能反转启动运行。经过“短路法”检查判断,主轴电动机 M_1 不能启动运行的原因是 7 号线到 6 号线之间的接触器 KM_3 的常闭触点闭合不良所引起。但是,我们刚才在断开机床电源时,用起子将接触器 KM_3 铁心压下后,对 7 号线与 6 号线间的这个触点进行了测量,认为这个触点是没有任何问题的,现在为什么用短路法检查却判断是它闭合不良而引起主轴电动机 M_1 不能启动运转呢?道理很简单,我们刚才用的是手动按下去,虽然模仿了接触器 KM_3 的闭合动作,但是力的轻和重以及受力的位置都会改变接触器 KM_3 各个常开触点的闭合情况,而 7 号线与 6 号线间接触器 KM_3 的常开触点正处在能闭合好但接触不好的状态;当用力重压下去时,能接触好;当轻轻压下去时就可能接触不好,这要看当时的用力情况而定了。为了更进一步证明 7 号线与 6 号线之间接触器 KM_3 的常开触点闭合不良,有两种方法,一是将接触器 KM_3 上的 7 号线和 6 号线用导线连接起来(短路接触器 KM_3 常开触点 7 号线、6 号线),再扳动手动操作转换开关 SA_1 ,看主轴电动机 M_1 的运转状况。二是拆除 6 号线和 7 号线在接触器 KM_3 上的所有导线,

合上电源总开关 QS_1 ,用万用表电阻挡 $R\times 1k$ 挡测量 6 号线和 7 号线间接触器 KM_3 的常开触点,看是否闭合良好。第一种方法简单快速,第二种方法直观明了。经检查,确属 6 号线和 7 号线间接触器 KM_3 常开触点闭合接触不良。

故障处理:修理或更换 6 号线与 7 号线接触器 KM_3 常开触点。

2. 机床无电源指示和工作照明

故障现象:合上电源总开关 QS_1 ,电源指示灯 HL 不亮,合上 SA_2 ,机床工作照明灯 EL 亦不亮。

故障分析:从故障现象可分析出这是变压器 TC 损坏的原因所致。

故障检查:合上电源总开关 QS_1 ,用万用表交流 500V 挡测量变压器 TC 初级线圈两端,有 380V 的电压,再用万用表交流 50V 挡分别测量变压器 TC 次级绕组输出端,各绕组均无电压输出,判断为变压器 TC 损坏。拆下变压器 TC,用万用表电阻挡 $R\times 1k$ 挡测量其初级线圈直流电阻为无穷大,经检查为变压器 TC 初级绕组烧毁断路。

处理:更换变压器 TC 或重绕变压器 TC 绕组。

4.6.3 C616 型车床电气控制线路故障表

C616 型车床电气控制线路故障见表 4-10。

表 4-10 C616 型车床电气控制线路故障一览表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 电路中三台电动机都不能启动	电源总开关 QS_1 有问题;手动操作转换开关 SA_{1-1} 接触不良;熔断器 FR_1 、 FR_2 、 FR_3 断路; KM_3 线圈损坏	转换开关 SA_{1-1} ;热继电器 FR_1 、 FR_2 、 FR_3
2. 主 轴 电 动 机 M_1 不能启动	熔断器 FU_1 断路;热继电器 FR_1 主通路有断点;主轴电动机 M_1 有问题; V_{52} 号线至 1 号线中间继电器 KA 常开触点闭合不好;KA 线圈损坏;7 号线至 6 号线接触器 KM_3 常开触点闭合不好	熔断器 FU_1 ;主轴电动机 M_1 ; V_{52} 号线至 1 号线中间继电器 KA 常开触点;7 号线至 6 号线接触器 KM_3 常开触点
3. 主 轴 电 动 机 M_1 不能正转启动运行	主电路中 KM_1 触点接触不好;手动操作转换开关 SA_{1-2} (1 号线、3 号线间)接触不好;接触器 KM_2 常闭触点(3 号线、5 号线间)接触不良; KM_1 线圈损坏	SA_{1-2} (1 号线、3 号线间);接触器 KM_2 常闭触点(3 号线、5 号线间);接触器 KM_1 主触点
4. 主 轴 电 动 机 M_1 不能反转启动运行	主电路中 KM_2 触点接触不好;手动操作转换开关 SA_{1-3} (1 号线、11 号线间)接触不好;接触器 KM_1 常闭触点(11 号线、13 号线间)接触不良; KM_2 线圈损坏	SA_{1-3} (1 号线、11 号线间);接触器 KM_1 常闭触点(11 号线、13 号线间);接触器 KM_2 主触点
5. 润滑泵电动机 M_2 不能启动运行	熔断器 FU_2 断路;接触器 KM_3 主触点闭合不好; FR_2 主通路有断点;润滑泵电动机 M_2 有故障;手动操作转换开关 SA_{1-1} 闭合不好;热继电器 FR_1 、 FR_2 、 FR_3 有断点	接触器 KM_3 主触点;熔断器 FR_2 ;主轴电动机 M_2 ;手动操作转换开关 SA_{1-1} ;热继电器 FR_1 、 FR_2 、 FR_3
6. 冷 却 泵 电 动 机 M_3 不能启动	QS_2 闭合不好;热继电器 FR_3 主通路有断点;冷却泵电动机 M_3 有问题	冷却泵电动机 M_3 ; QS_2 ;热继电器 FR_3 主通路
7. 机床无电源指示或工作照明灯不亮	变压器 TC 损坏;熔断器 FU_3 断路;电源指示灯 HL 坏;机床工作照明灯 EL 坏;照明灯开关 SA_2 闭合不好	变压器 TC;熔断器 FU_3 ;机床工作照明灯 EL;机床电源指示灯 HL

4.7 C650 型卧式车床

C650 型卧式车床采用了主轴电动机功率达 30kW 的电动机拖动,床身最大工件回转半径为 1020mm,最大工件长度达 3000mm,故它属于中型车床。

4.7.1 C650 型卧式车床电气控制线路分析

C650 型卧式车床电气线路原理图见图 4-7 所示。

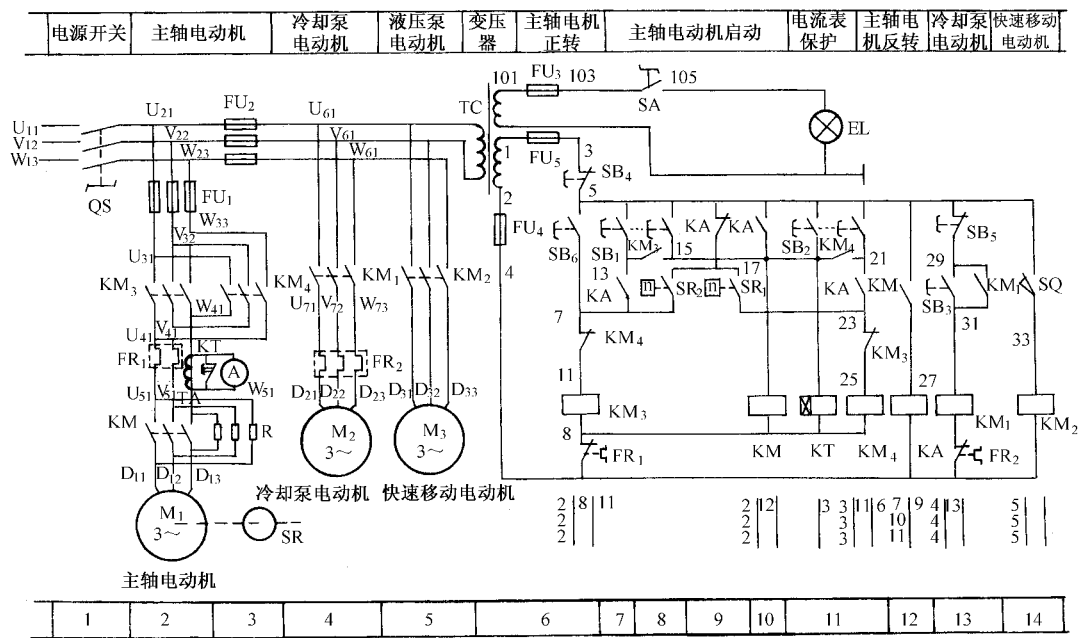


图 4-7 C650 型卧式车床电气线路原理图

1. 主电路分析

主电路中共有三台电动机。主轴电动机 M_1 的控制较为复杂,其中接触器 KM_3 、 KM_4 分别为控制主轴电动机 M_1 的正、反转,主轴电动机即可点动运行,又可降压启动及正、反转运行。图中熔断器 FU_1 为主轴电动机 M_1 的短路保护,热继电器 FR_1 为过载保护, R 为限流电阻,为在主轴电动机 M_1 点动时及反接制动控制时防止连续的启动及制动电流对主轴电动机 M_1 的冲击而引起过热。电流互感器 TA 和电流表 A 用以监视主轴电动机 M_1 绕组的电流,时间继电器 KT 延时断开常闭触点,起到保护电流表 A 的作用,以防主轴电动机启动时的冲击电流对其损害。速度继电器 SR 的转轴和主轴电动机 M_1 的轴连接在一轴上,当主轴电动机 M_1 正转速度达到 120 转/分钟时,速度继电器 SR 的正转常开触点 SR_1 闭合,当主轴电动机 M_1 反转速度达到 120 转/分钟以上时,速度继电器 SR 的反转常开触点 SR_2 闭合,为主轴电动机 M_1 的双向反接制动做准备。熔断器 FU_2 为冷却泵电动机 M_2 及快速移动电动机 M_3 的短路保护,热继电器 FR_2 为冷却泵电动机的过载保护,接触器 KM_1 控制冷却泵电动机 M_2 电源的通断,接触器 KM_2 控制快速移动电动机 M_3 电源的通断。由于快速移动电动机 M_3 为短时

点动控制运行,故未设过载保护。

2. 控制电路分析

(1)主轴电动机 M_1 的正、反转控制:为了清楚起见,我们将主轴电动机 M_1 的正、反转控制原理单独画出,见图 4-8 所示。图中 SB_1 为主轴电动机 M_1 的正转启动按钮, SB_2 为主轴电动机 M_1 的反转启动按钮, SB_4 为停止按钮。当按下主轴电动机正转启动按钮 SB_1 时,接触器 KM 得电,其得电通路为:1 号线→ FU_5 →3 号线→ SB_4 常闭触点→5 号线→ SB_1 常开触点→15 号线→ KM 线圈→8 号线→ FR_1 →4 号线→ FU_4 →2 号线。 KM 闭合, KM 主触点将限流电阻 R 短接,它的常开辅助触点(5 号线到 27 号线)将中间继电器 KA 的线圈回路接通,使中间继电器 KA 得电闭合,中间继电器 KA 常开触点接通 5 号线和 15 号线以及 13 号和 7 号线,使得接触器 KM_3 得电及松开 SB_1 时仍能保持 KM 、 KM_3 和 KA 得电闭合,此时主轴电动机 M_1 在全压下正向启动运转。主轴电动机 M_1 反转启动时,按下 SB_2 ,仍然是接触器 KM 首先得电,其得电通路为:1 号线→ FU_5 →3 号线→ SB_4 常闭触点→5 号线→ SB_2 常开触点→15 号线→ KM 线圈→8 号线→ FR_1 →4 号线→ FU_4 →2 号线。 KM 闭合后,常开辅助触点接通 5 号线和 27 号线,使中间继电器 KA 闭合,中间继电器 KA 的常开触点接通 5 号线和 15 号线及 21 号线和 23 号线,使得接触器 KM_4 得电闭合。其得电通路为:1 号线→ FU_5 →3 号线→ SB_4 常闭触点→5 号线→ SB_2 常开触点→21 号线→ KA 常开触点→23 号线→ KM_4 常闭触点→25 号线→ KM_4 线圈→8 号线→ FR_1 →4 号线→ FU_4 →2 号线。接触器 KM_4 闭合,主触点接通使主轴电动机反转启动运行。同时接触器 KM_4 常开触点接通了 15 号线和 21 号线并自锁,使得当松开主轴电动机反转启动按钮 SB_2 时仍然能得电闭合。图中,在接触器 KM_3 和接触器 KM_4 各自的线圈回路中,互相串接了对方的常闭触点,在接触器 KM_3 闭合后,接触器 KM_4 不能闭合;反之,在接触器 KM_4 闭合的情况下, KM_3 也不能闭合。这是一个典型的正、反转接触器联锁电路。

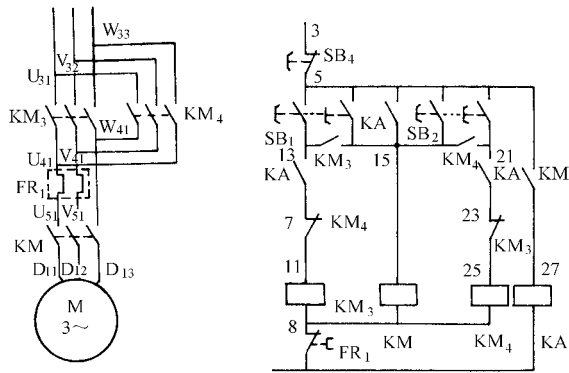


图 4-8 C650 型车床正、反转控制线路原理图

(2)主轴电动机 M_1 点动控制:图 4-9 画出了主轴电动机的点动控制电路原理图。主轴电动机 M_1 的点动由按钮 SB_6 控制,当按下主轴电动机点动控制按钮 SB_6 时,接触器 KM_3 得电闭合,主触点将电源通过限流电阻 R 接入主轴电动机 M_1 绕组中,主轴电动机 M_1 串电阻降压启动,电动机在较低速下启动运行。由于串接了限流电阻 R ,启动电流小,故对主轴电动机 M_1 频繁点动时起到了保护作用。

(3)主轴电动机 M_1 双向反接制动控制:主轴电动机 M_1 双向反接制动控制电路原理图见图 4-10 所示。当按下主轴电动机 M_1 正转启动按钮 SB_1 时,接触器 KM 、 KM_3 以及中间继电器

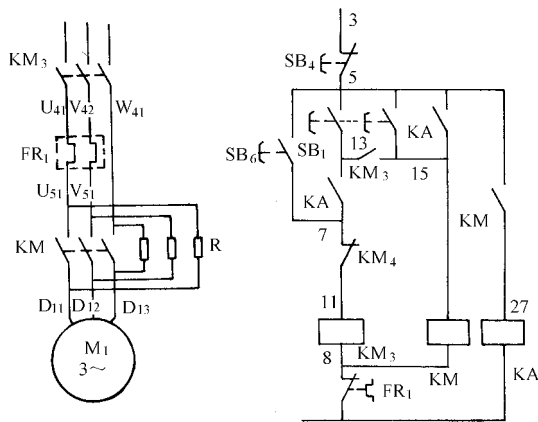


图 4-9 C650 型车床点动控制线路原理图

器 KA 闭合, 主轴电动机 M_1 正转启动运行, 当主轴电动机 M_1 的正转速度达到 120 转/分钟以上时, 速度继电器 SR 的正转常开触点 SR_1 闭合(图中 17 号线到 23 号线), 由于接触器 KM_3 、中间继电器 KA 是闭合的, 中间继电器的 5 号线到 17 号线的常闭触点断开及接触器 KM_3 的 23 号线到 25 号线的常闭触点断开, 故接触器 KM_4 线圈不能得电。当需要主轴电动机停止时, 按下停止按钮 SB_4 , 接触器 KM_3 、KM 及中间继电器 KA 失电断开, 其各常闭触点复位, 中间继电器 KA 的常闭触点将 KM_4 线圈回路中的 5 号线到 17 号线接通, 接触器 KM_3 的常闭触点将 KM_4 线圈回路中的 23 号线到 25 号线接通, 而主轴电动机 M_1 此时虽然断电, 但由于惯性作用, 其正转速度仍然很高(大于 120 转/分钟), 速度继电器 SR 的正转常开触点 SR_1 仍然闭合, 故在按下停止按钮 SB_4 后的瞬间, 接触器 KM_3 、KM 及中间继电器 KA 断电, 接触器 KM_4 则通过以下回路得电闭合: 1 号线 $\rightarrow$ FU_5 $\rightarrow$ 3 号线 $\rightarrow$ SB_4 $\rightarrow$ 5 号线 $\rightarrow$ KA 常闭触点 $\rightarrow$ 17 号线 $\rightarrow$ SR_1 $\rightarrow$ 23 号线 $\rightarrow$ KM_3 常闭触点 $\rightarrow$ 25 号线 $\rightarrow$ KM_4 线圈 $\rightarrow$ 8 号线 $\rightarrow$ FR_1 $\rightarrow$ 4 号线 $\rightarrow$ FU_4 $\rightarrow$ 2 号线。接触器 KM_4 主触点将主轴电动机 M_1 的电源经限流电阻 R 限流后反向引入主轴电动机 M_1 绕组中, 主轴电动机 M_1 反转启动, 正转速度迅速下降。当主轴电动机的正转速度下降至 100 转/分钟时, 速度继电器 SR 的正转常开触点 SR_1 断开, 接触器 KM_4 失电断开, 主轴电动机 M_1 停转, 这样起到了主轴电动机 M_1 正转反接制动的作用。主轴电动机 M_1 反转制动的原理与正转反接制动的原理相同, 只是图中将正转启动按钮 SB_1 换成反转启动按钮 SB_2 , 主轴

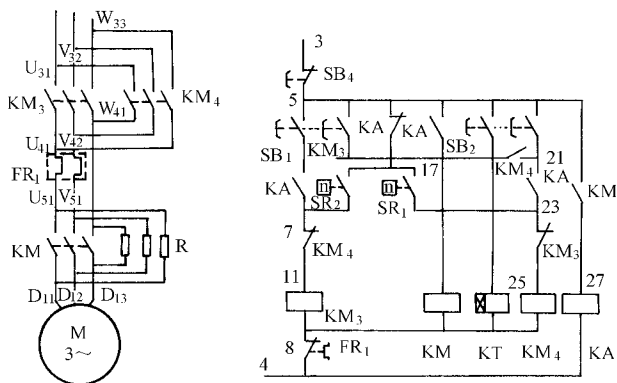


图 4-10 C650 型车床正反向反接制动电路原理图

电动机 M_1 反转启动运行时,当转速达到 120 转/分钟以上时,速度继电器 SR 的反转常开触点 SR_2 闭合(17 号线到 7 号线),为主轴电动机 M_1 停止时接通 KM_3 线圈回路做好了准备。当按下停止按钮 SB_4 时,主轴电动机 M_1 正转启动运行,对反转进行制动。

(4)冷却泵电动机 M_2 的控制:当按下冷却泵电动机 M_2 的启动按钮 SB_3 时,接触器 KM_1 得电闭合并自锁,冷却泵电动机 M_2 启动运行,带动冷却泵供给机床冷却液。按下冷却泵电动机 M_2 的停止按钮 SB_5 ,冷却泵电动机 M_2 停止。

(5)快速移动电动机 M_3 的控制:快速移动电动机 M_3 为点动控制。当转动刀架手柄压下行程开关 SQ 后,接触器 KM_2 得电闭合,快速移动电动机 M_3 启动运行,拖动工作台按要求进给方向快速移动,将刀架手柄复位后,行程开关 SQ 断开,接触器 KM_2 失电,快速移动电动机 M_3 停转。

4.7.2 C650 型卧式车床电气控制线路故障检修实例

1. 主轴电动机 M_1 不能反转启动

故障现象:按下主轴电动机 M_1 正转启动按钮 SB_1 ,主轴电动机 M_1 能正转启动运行,按下点动按钮 SB_6 ,主轴电动机 M_1 能点动运行,按下主轴电动机反转启动按钮 SB_2 ,主轴电动机 M_1 不能反转启动。

故障分析:主轴电动机 M_1 不能反转启动应从以下步骤去考虑:按下主轴电动机 M_1 反转启动按钮 SB_2 ,观察接触器 KM 是否得电闭合。如果接触器 KM 没有闭合,应重点检查主轴电动机 M_1 反转启动按钮 SB_2 与接触器 KM 线圈通路;如果接触器 KM 闭合,观察接触器 KM_4 是否闭合。如果接触器 KM_4 闭合,主轴电动机 M_1 不能反转启动,则应是反转接触器 KM_4 主触点有问题;如果接触器 KM_4 没有闭合,应重点检查接触器 KM_4 的线圈回路通路。

故障检查:合上电源总开关 QS,按下主轴电动机 M_1 反转启动按钮 SB_2 ,观察到接触器 KM 已闭合,中间继电器 KA 也闭合,但接触器 KM_4 没有闭合,判断为接触器 KM_4 线圈回路有问题。用“短路法”将 5 号线和 25 号线用导线短接,接触器 KM_4 闭合,按下主轴电动机 M_1 反转启动按钮 SB_2 ,主轴电动机 M_1 能反转启动,再将导线从 5 号线短接到 23 号线,重复上述过程,主轴电动机 M_1 不能反转启动,判断为 23 号线和 25 号线接触器 KM_3 常闭触点接触不良。断开电源总开关 QS,用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡,测量 23 号线和 25 号线间的接触器 KM_3 常闭触点电阻为无穷大。故障为此触点接触不好。

处理:修理或更换接触器 KM_3 触点。

2. 合上电源总开关 QS,主轴电动机 M_1 自动正转启动

故障现象:合上电源总开关 QS 后,主轴电动机 M_1 自动正转启动运行。

故障分析:这种情况应从以下两个方面去考虑。一是控制电路 KM_3 线圈回路短路,引起接触器 KM_3 得电闭合,主轴电动机 M_1 正转启动;二是主电路中接触器 KM_3 主触点短路,使得主轴电动机 M_1 直接得电运行。

故障检查:断开电源总开关 QS,将熔断器 FU_5 或 FU_4 旋开,取出熔芯,用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡测量主轴电动机 M_1 点动按钮 SB_6 常开触点两端(5 号线和 7 号线),电阻为无穷大,说明控制电路中接触器 KM_3 线圈回路中无短路故障。检查主电路中接触器 KM_3 主触点,发现接触器 KM_3 主触点熔焊,动触点和静触点粘在一起,形成闭合状态,造成主电路短路。

处理;修理或更换接触器 KM₃。

在以上测量主轴电动机 M₁ 点动按钮 SB₆ 两端(5 号线和 7 号线)电阻时,如果不断开熔断器 FU₄ 和 FU₅,那么当万用表测量主轴电动机 M₁ 点动按钮 SB₆ 两端时,将会产生一个测量通路,使得万用表指针向右偏转,造成误测量。其通路为:5 号-SB₄ 常闭触点→3 号线→FU₅→1 号线→TC 线圈→2 号线→FU₄→4 号线→FR₁→8 号线→KM₃ 线圈→11 号线→KM₄ 常闭触点→7 号线。这时测量结果为 KM₄ 线圈的直流电阻和变压器 TC 次级绕组 1、2 号线间的线圈直流电阻,其结论会给人一种认为主轴电动机点动按钮 SB₆ 短路或速度继电器反转闭合触点 SR₂ 短路的假象。这是每一位初学者常犯的错误,应引起注意。所以,在实际测量中一定要考虑到其他元器件的影响,使测量结果准确无误。

4.7.3 C650 型卧式车床电气控制线路故障表

C650 型卧式车床电气控制线路故障见表 4-11。

表 4-11 C650 型卧式车床电气控制线路故障一览表		
故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 主轴电动机 M ₁ 、冷却泵电动机 M ₂ 、快速进给电动机 M ₃ 不能启动	电源总开关 QS;熔断器 FU ₂ 断路;变压器 TC 损坏;熔断器 FU ₄ 断路;熔断器 FU ₅ 断路;停止按钮 SB ₄ 接触不良	熔断器 FU ₂ 、FU ₄ 、FU ₅ ;停止按钮 SB ₄
2. 主轴电动机 M ₁ 不能启动	熔断器 FU ₁ 断路;热继电器 FR ₁ 主触点断路;主轴电动机 M ₁ 绕组有问题;5 号线到 15 号线中间继电器 KA 常开触点闭合接触不良;接触器 KM 线圈损坏;8 号线到 4 号线 FR ₁ 断路	熔断器 FU ₁ ;热继电器 FR ₁ ;主轴电动机 M ₁ ;5 号线到 15 号线 KA 常开触点;8 号线到 4 号线 FR ₁
3. 主轴电动机 M ₁ 不能正转启动	KM ₃ 主触点接触不良;SB ₁ 常开触点 5 号线到 13 号线及 5 号线到 15 号线接触不良;13 号线到 15 号线 KM ₃ 常开触点接触不良;13 号线到 7 号线 KA 触点闭合不好;7 号线到 11 号线 KM ₄ 常闭触点接触不良;KM ₃ 线圈损坏	KM ₃ 主触点;SB ₁ 常开触点;7 号线到 11 号线 KM ₄ 常开触点
4. 主轴电动机 M ₁ 不能反转启动	KM ₄ 主触点接触不良;SB ₂ 常开触点 5 号线到 15 号线及 5 号线到 21 号线接触不良;15 号线到 21 号线 KM ₄ 常开触点接触不良;21 号线到 23 号线 KA 触点闭合不好;23 号线到 25 号线 KM ₃ 常闭触点接触不良;KM ₄ 线圈损坏	KM ₄ 主触点;SB ₂ 常开触点;23 号线到 25 号线 KM ₃ 常闭触点
5. 主轴电动机 M ₁ 不能点动	SB ₆ 接触不好;限流电阻 R 有问题	SB ₆ ;电阻 R
6. 主轴电动机 M ₁ 不能制动	5 号线到 15 号线中间继电器 KA 常闭触点接触不良;速度继电器 SR 正、反转闭合触点接触不良	速度继电器 SR
7. 冷却泵电动机 M ₂ 不能启动	接触器 KM ₁ 主触点接触不良;热继电器 FR ₂ 主通路有断点;冷却泵电动机 M ₂ 有问题;5 号线到 29 号线 SB ₅ 常闭触点接触不良;29 号线到 31 号线 SB ₃ 接触不良;接触器 KM ₁ 线圈损坏;KM ₁ 线圈回路中 FR ₂ 触点断路	接触器 KM ₁ 主触点;冷却泵电动机 M ₂ ;KM ₁ 线圈回路中 SB ₅ ;热继电器 FR ₂
8. 快速移动电动机 M ₃ 不能启动	接触器 KM ₂ 主触点接触不良;快速移动电动机 M ₃ 有问题;5 号线到 33 号线行程开关 SQ 接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏	快速移动电动机 M ₃ ;行程开关 SQ
9. 其他	无工作照明;FU ₃ 断路;EL 断。电流表无指示;电流表坏;TA 损坏	FU ₃ ;EL;电流表 A;电流互感器 TA 等

4.8 C5225 型立式车床

C5225 型立式车床主要用于加工径向尺寸大, 轴向尺寸相对较小的大型及重型工件。C5225 型立式车床由于采用了主轴垂直布置, 故在加工大型和重型工件时, 很容易保证零件的加工精度。

4.8.1 C5225 型立式车床电气控制线路分析

C5225 型立式车床电气线路原理图见图 4-11 所示。

1. 主电路分析

C5225 型立式车床主电路见图 4-11(a), 从图中可以看出, 主电路中共有七台电动机。

主轴电动机 M_1 为工作台主拖动电动机。工作时, 由接触器 KM_1 接通和断开它的正转电源, 接触器 KM_2 接通和断开它的反转电源。接触器 KMY 是作为主轴电动机 M_1 启动时将其绕组接成 Y 形接法的接触器, 接触器 KM_3 则是主轴电动机 M_1 在全压运行时将其绕组接成 Δ 形接法的接触器, 速度继电器 SR 和接触器 KM_3 及桥式整流能耗制动电路(见图 4-11(e)100 ~ 104 区)组成了主轴电动机 M_1 的能耗制动电路, 自动空气开关 QF_1 为主轴电动机 M_1 的短路保护及过载保护。

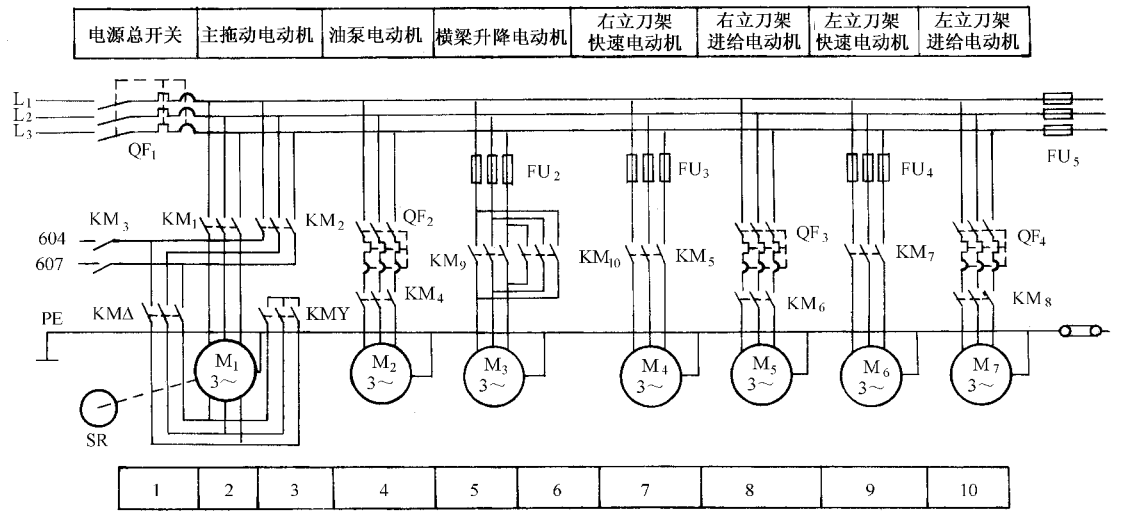


图 4-11(a) C5225 型立式车床电气线路原理图

M_2 为油泵电动机, 它主要供给机床工作台润滑油及液压系统的压力油。油泵电动机 M_2 由自动空气开关 QF_2 和接触器 KM_4 控制接通和断开它的电源, 自动空气开关 QF_2 还担任着油泵电动机 M_2 的过载保护和短路保护。

M_3 为横梁升降电动机, 它可正、反转, 带动横梁沿立柱导轨上、下移动。接触器 KM_9 控制 M_3 正转, 通过机械传动使横梁沿立柱上升, 接触器 KM_{10} 控制 M_3 反转, 通过机械传动使横梁沿立柱下降。熔断器 FU_2 为横梁升降电动机 M_3 的短路保护。

M_4 为右立刀架快速移动电动机, 它带动右立刀架快速移动, 由接触器 KM_5 控制它电源

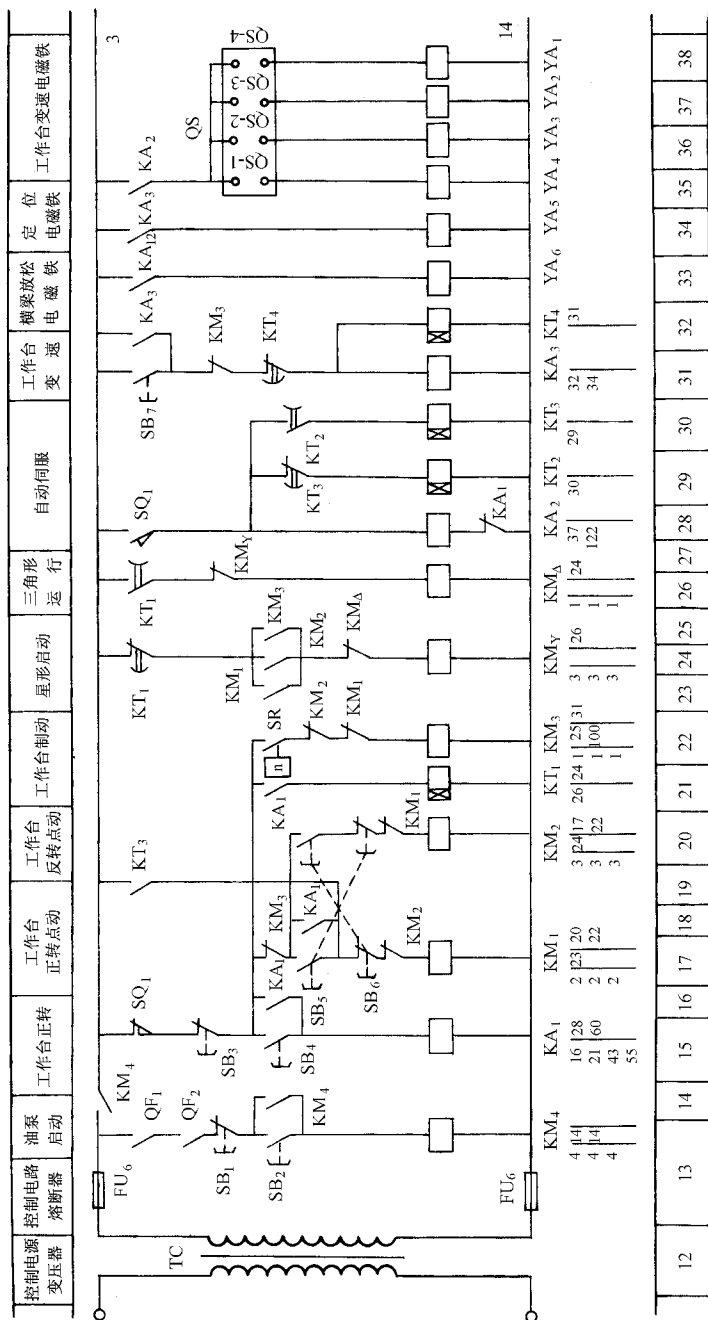


图 4-11(b) C5225 型立式车床电气线路原理图

的通断, FU_3 为它的短路保护。

M_5 为右立刀架进给电动机, 带动右立刀架工作进给, 由自动空气开关 QF_3 和接触器 KM_6 控制它电源的通断, 自动空气开关 QF_3 担负着 M_5 的短路保护和过载保护。

M_6 为左立刀架快速移动电动机, 它带动左立刀架快速移动, 由 KM_7 控制它电源的通断, FU_4 为它的短路保护。

M_7 为左立刀架进给电动机, 带动左立刀架工作进给, 由自动空气开关 QF_4 和接触器

KM₈ 控制它电源的通断,自动空气开关 QF₄ 担负着 M₇ 的短路保护和过载保护。

2. 控制线路分析

C5225 型立式车床控制电路见图 4-11(b)、(c)、(d)、(e),所示,图中从第 12 区开始至 124 区分别为各个控制元件所在的区位号。下面我们逐一进行分析。

(1)油泵电动机 M₂ 的控制:由于 C5225 型立式车床属于大型机床,且加工工件时工作台上有很大的重量,如果缺少润滑油,将会使机床发生重大事故,故在主轴电动机 M₁ 启动之前要先将油泵电动机 M₂ 启动,待机床润滑状况良好后,主轴电动机和其他电动机才能启动。在电气联锁上,也只有在油泵电动机 M₂ 启动后,主轴电动机和其他电动机才能启动运转。

合上电源总开关 QF₁,再合上自动空气开关 QF₂,接通接触器 KM₄ 线圈回路中各自的辅助触点。按下油泵电动机 M₂ 启动按钮 SB₂(13 区),接触器 KM₄ 得电闭合并自锁,其主触点接通油泵电动机 M₂ 的电源(4 区),油泵电动机 M₂ 启动运转,供给机床工作台润滑油及液压系统的压力油,压力继电器 SP₂ 触点压合(121 区),润滑油指示灯 HL₁ 亮,表明机床润滑良好。在接触器 KM₄ 主触点闭合及自锁的同时,另一对常开辅助触点接通了(14 区)主轴电动机 M₁ 和其他电动机控制电路的电源,使其他电动机能够启动运转。

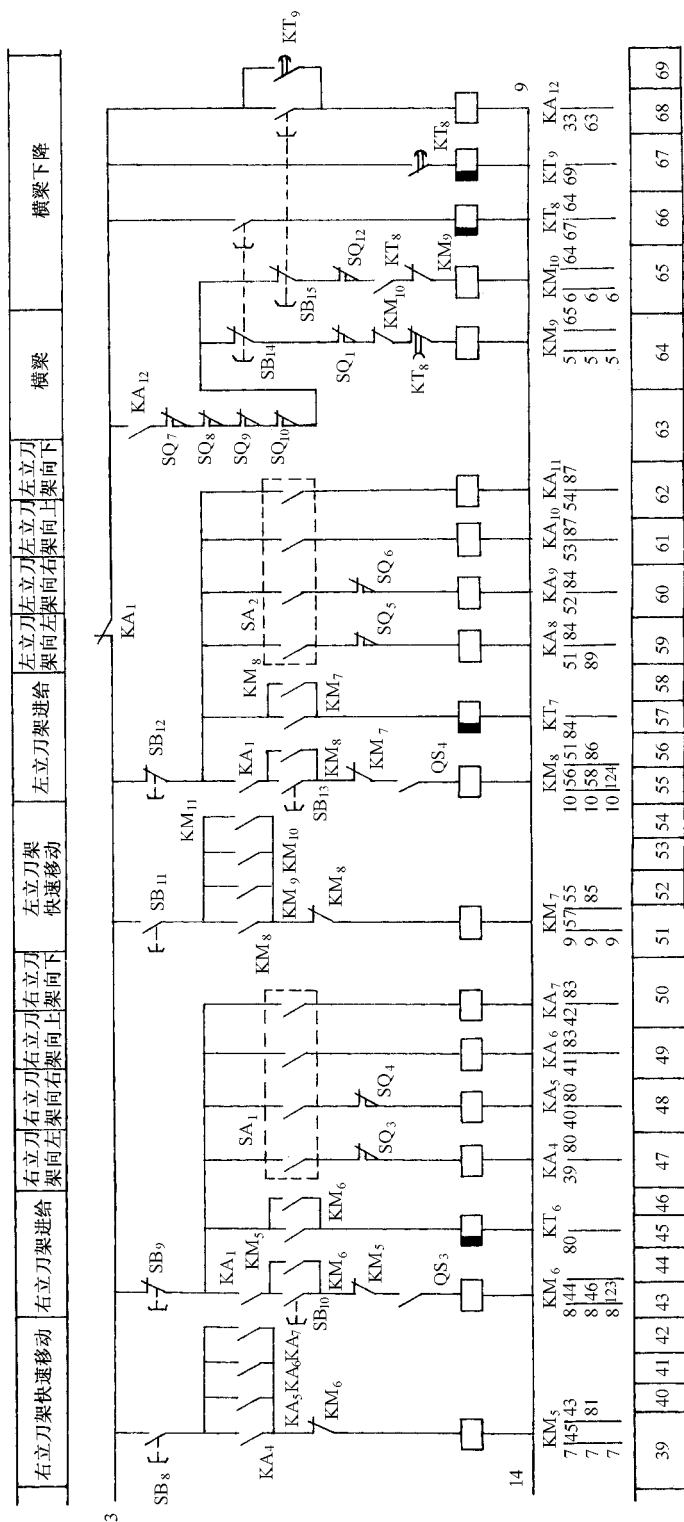
(2)主轴电动机 M₁ 的控制。

a. 主电动机 M₁ 的 Y-Δ 降压启动控制:按下主轴电动机 M₁ 的启动按钮 SB₁(15 区),中间继电器 KA₁ 线圈得电闭合并自锁,KA₁(18 区)常开触点闭合,接通接触器 KM₁ 线圈的电源,KM₁ 线圈得电闭合,其常开辅助触点(23 区)闭合,接通接触器 KM_Y 线圈的电源,KM_Y 闭合,接触器 KM₁ 和 KM_Y 的主触点将主轴电动机 M₁ 的绕组接成 Y 形接法,M₁ 星形降压启动。在中间继电器 KA₁ 闭合的同时,KA₁ 的另一常开辅助触点(21 区)闭合,将时间继电器 KT₁ 线圈接通,KT₁ 通电延时,经过一定时间,当主轴电动机转速升至一定速度时,时间继电器 KT₁ 的常闭延时断开触点断开(24 区),常开延时闭合触点闭合(26 区),断开了接触器 KM_Y 线圈的电源。同时接通了接触器 KM_Δ 的电源,主轴电动机 M₁ 从 Y 形启动转换到了 Δ 形全压运行。

b. 主轴电动机 M₁ 的正、反转点动控制:在正常加工过程中,主轴电动机只需要正向运转。主轴电动机 M₁ 的正、反转点动主要用于调整工件位置。当工作台需要正转点动时,按下正转点动按钮 SB₅(17 区),接触器 KM₁ 线圈得电闭合并接通接触器 KM_Y 线圈电源(24 区),接触器 KM₁ 和 KM_Y 将主轴电动机 M₁ 绕组接成 Y 形接法,主轴电动机带动工作台正向旋转。松开 SB₅,工作台正转停止。同理,按下反转点动按钮 SB₆(20 区),接触器 KM₂ 线圈得电闭合并接通接触器 KM_Y 线圈电源,主轴电动机 M₁ 带动工作台反向旋转。松开 SB₆,工作台反转停止。

c. 主轴电动机 M₁ 的制动控制:当主轴电动机 M₁ 启动运转其转速达到 120 转/分钟时,速度继电器 SR 的常开触点闭合(22 区),为主轴电动机 M₁ 停车制动做好了准备。需要停车时,按下停止按钮 SB₃(15 区),中间继电器 KA₁ 线圈(15 区),接触器 KM₁ 线圈(17 区)、时间继电器 KT₁ 线圈(21 区)、接触器 KM_Δ 线圈(26 区)先后失电断开,接触器 KM₁ 切断了主轴电动机 M₁ 的电源,也接通了 KM₃ 线圈回路的电源,KM₃ 得电闭合,主触点接通了桥式整流能耗制动电路(100 区~104 区),使主轴电动机 M₁ 进行能耗制动,工作台速度迅速下降。当主轴电动机 M₁ 的转速下降至 100 转以下/分钟时,速度继电器 SR 的常开触点断开,接触器 KM₃ 线圈断电,断开桥式整流能耗制动电路,主轴电动机 M₁ 制动完毕。

d. 工作台的变速控制:工作台的变速控制是通过改变变速开关 QS 的位置,电磁铁 YA₁~



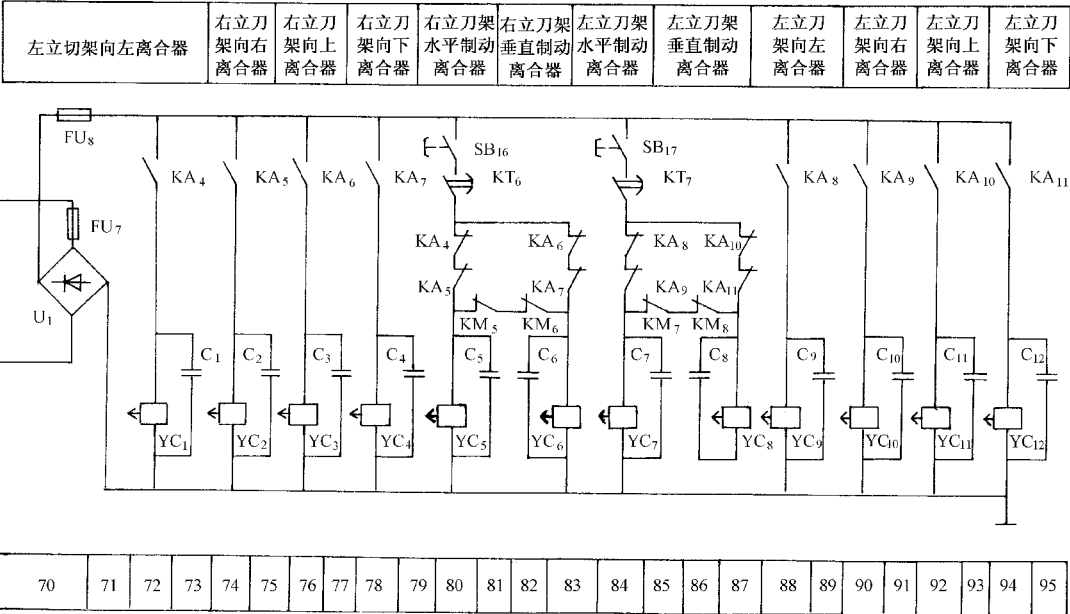


图 4-11(d) C5225 型立式车床电气线路原理图

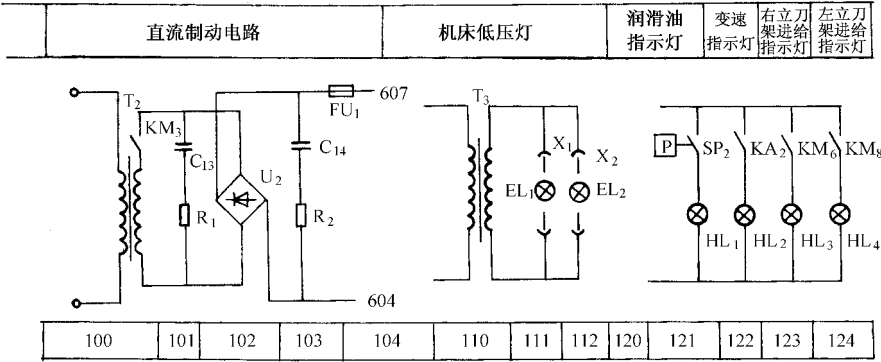


图 4-11(e) C5225 型立式车床电气线路原理图

YA₄ (35 区~38 区)和液压传动机构推动齿轮来完成的。工作台变速开关 QS 的 QS₁、QS₂、QS₃，QS₁ 分别控制电磁铁 YA₁、YA₂、YA₃、YA₄ 线圈电压的通断。扳动转换开关 QS 的位置,可得出电磁铁 YA₁、YA₂、YA₃、YA₄ 不同组合的通断,从而得到工作台各种不同的转速。在表 4-12 中列出了 QS 在不同状态下,YA₁~YA₄ 线圈不同的接通情况及不同工作台转速的情况。

表 4-12 C5225 型立式车床 QS 通断表

电磁铁	QS 转换 开关触点	花盘各级转速电磁铁及 QS 通电情况															
		2	2.5	3.4	4	6	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63
YA ₁	QS ₁	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—
YA ₂	QS ₂	+	+	—	—	+	—	+	—	+	+	—	—	+	+	—	—
YA ₃	QS ₃	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—
YA ₄	QS ₄	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—

说明:表中“+”表示接通状态;“—”表示断开状态。

当工作台需要变速时,将 QS 扳至所需的转速位置,然后按下 SB₇(31 区),中间继电器 KA₃ 闭合并自锁,时间继电器 KT₄ 闭合。同时中间继电器 KA₃ 常开触点(34 区)闭合,接通定位电磁铁 AY₅ 线圈电源,定位电磁铁 YA₅ 动作,接通锁杆油路,压力油进入锁杆油缸,将锁杆抬起,并接通变速油路。而锁杆抬起又压合位置开关 QS₁,QS₁ 的常开触点闭合(28 区)及中间继电器 KA₂(28 区)和时间继电器 KT₂(29 区)得电闭合。中间继电器 KA₂ 的常开触点(122 区)闭合,变速指示灯 HL₂ 亮以及(35 区)的常开触点闭合,通过 QS 接通了相应的电磁铁,压力油进入了相应的油缸,使拉杆和拨叉推动变速工作台得到相应的转速。而时间继电器 KT₂ 闭合后,经过一定时间,它的延时闭合常开触点(30 区)闭合,时间继电器 KT₃ 得电闭合,它的瞬时常开触点(19 区)闭合,使得接触器 KM₁ 和 KM_Y 先后得电闭合,接通主轴电动机 M₁ 电源,M₁ 短时启动运转,促使变速齿轮啮合。在时间继电器 KT₃ 得电闭合经过一定时间后,它的延时断开常闭触点(29 区)断开,使得时间继电器 KT₂ 线圈失电断开,KT₂ 的延时闭合常开触点反过来又切断时间继电器 KT₃ 线圈回路的电源,KT₃ 线圈失电断开,使得接触器 KM₁、KM_Y 线圈失电释放,主轴电动机 M₁ 停转。KT₃ 失电后,其 29 区延时断开常闭触点闭合,又接通了 KT₂ 线圈回路电源,KT₂ 又得电闭合,又开始使主轴电动机 M₁ 短时启动运转的动作。当齿轮啮合后,机械锁杆复位,松开位置开关 SQ₁,SQ₁ 复位,中间继电器 KA₂、时间继电器 KT₂、KT₃ 及电磁铁 YA₁~YA₄ 断电,完成了工作台的变速。

(3)横梁升降控制。横梁的升降控制是由电动机 M₃ 拖动来完成的,在升降前,必须先放松横梁的夹紧装置,放松横梁的夹紧装置是由液压系统来完成的。

a. 横梁上升:按下横梁上升控制按钮 SB₁₅(65 区),中间继电器 KA₁₂ 线圈(68 区)得电闭合,它的常开触点(63 区、33 区)闭合。其 33 区的常开触点闭合接通了横梁放松电磁铁 YA₆ 线圈通路,YA₆ 得电动作,接通液压系统油路,使横梁夹紧机构放松,位置开关(63 区)SQ₇、SQ₈、SQ₉、SQ₁₀ 复位闭合,接通接触器 KM₉ 线圈回路电源,KM₉ 闭合,其主触点(5 区)闭合,横梁升降电动机 M₃ 正向启动运转,带动横梁上升。当横梁上升到需要高度时,松开 SB₁₅,中间继电器 KA₁₂ 失电断开,接触器 KM₉ 失电断开,横梁升降电动机 M₃ 停转,横梁停止上升。同时 33 区中间继电器 KA₁₂ 常开触点断开,电磁铁 YA₆ 断电释放复位,接通夹紧液压系统油路,使夹紧装置将横梁夹紧在立柱上。

b. 横梁下降:按下横梁下降按钮 SB₁₄(64 区),时间继电器 KT₈(66 区)线圈得电,其 67 区瞬时闭合延时断开常开触点闭合,时间继电器 KT₉ 得电闭合,其 69 区瞬时闭合延时断开触点闭合,使中间继电器 KA₁₂ 得电闭合,其常开触点 33 区和 69 区 KA₁₂ 闭合。KA₁₂(33 区)常开触点的闭合,接通了 YA₆ 电磁铁线圈电源,YA₆ 得电动作,液压系统将横梁放松,使位置开关 SQ₇、SQ₈、SQ₉、SQ₁₀(63 区)复位闭合,接通了接触器 KM₁₀ 的线圈回路电源,KM₁₀ 闭合,其主触点(6 区)闭合,横梁升降电动机反转,带动横梁下降。当横梁下降到一定高度时,松开 SB₁₄,时间继电器 KT₈ 失电,KT₈ 常开触点(67 区)延时断开,时间继电器 KT₉ 断电释放。由于 KT₉ 的常开触点(69 区)的延时作用,使中间继电器 KA₁₂ 仍获电,这样,接触器 KM₉ 便获电吸合,横梁电动机 M₃ 正转。这时由于横梁下降后尚未夹紧,所以横梁将做短时回升,主要是为了消除蜗轮与蜗杆的啮合间隙。当 KT₉ 的常开触点延时断开后,KA₁₂ 线圈断电释放,横梁夹紧。

(4)刀架控制。

a. 右立刀架的快速移动控制:将十字开关 SA₁(47 区~50 区)扳至向左位置,中间继电器 KA₄ 得电闭合,其常开触点(72 区)闭合,接通右立刀架向左离合器 YC₁ 电磁铁线圈电源,YC₁

闭合,右立刀架向左离合器齿轮啮合,为右立刀架向左快速移动做好准备,按下右立刀架快速移动电动机 M_4 启动按钮 SB_8 (39 区),接触器 KM_5 得电闭合,右立刀架快速移动电动机 M_4 启动运转,带动右立刀架快速向左移动。松开 SB_8 ,右立刀架快速移动电动机停转,右立刀架停止移动。

同理,将十字开关 SA_1 扳至向右、向上、向下,分别可使右立刀架各移动方向电磁离合器 $YC_2 \sim YC_4$ (74 区~79 区)动作,使右立刀架向右、向上、向下快速移动。

对于左立刀架的快速移动控制,它的各移动方向是通过十字开关 SA_2 (59 区~62 区)扳至不同方位来控制离合器 $YC_9 \sim YC_{12}$ (89 区~95 区)的通断及由左立刀架快速移动电动机 M_6 启动按钮 SB_{11} (51 区)控制 M_6 来实现的。请读者自行分析。

b. 右立刀架进给控制:工作台拖动电动机 M_1 启动后,中间继电器 KA_1 闭合, KA_1 (43 区)常开触点闭合,合上 QS_3 (43 区),按下右立刀架进给电动机启动按钮 SB_{10} ,接触器 KM_6 得电闭合。 KM_6 主触点接通右立刀架进给电动机 M_5 的电源, M_5 启动运转,带动右立刀架工作进给。按下右立刀架进给电动机 M_5 的停止按钮 SB_9 ,接触器 KM_6 失电,其主触点断开 M_5 电源, M_5 停转,进给止。同理,可获得左立刀架进给控制过程。请读者自行分析,不再赘述。

c. 左、右立刀架快速移动和进给制动控制:在上述左、右立刀架快速移动控制和左、右立刀架进给控制的过程中,当接通接触器 KM_5 或 KM_6 及接触器 KM_7 或 KM_8 时,时间继电器 KT_6 (45 区)或 KT_7 (57 区)将会闭合,其瞬时闭合延时断开触点 KT_6 (80 区)、 KT_7 (84 区)闭合,在松开左、右立刀架快速移动按钮及按下立刀架左右进给停止按钮时,时间继电器 KT_6 、 KT_7 断电延时,在一定时间内,其 80 区和 84 区的瞬时闭合延时断开触点仍然闭合。当停止左、右立刀架快速和左、右立刀架进给运动时,由于惯性的作用,左、右立刀架快速移动和左、右进给运动不能立即停止,此时只需分别按下左、右立刀架垂直和水平制动离合器按钮 SB_{16} (80 区)或 SB_{17} (84 区),将分别接通对应的制动离合器 YC_5 、 YC_6 、 YC_7 、 YC_8 (80 区~87 区)线圈电源,使制动离合器动作,对左、右立刀架的快速移动和进给进行制动。

(5)各运动联锁控制。

a. 工作台运转与工作台变速系统及横梁的升降通过中间继电器 KA_1 和位置开关 SQ_1 进行联锁,当主轴电动机带动工作台运转时, KA_1 的常闭触点(28 区)断开,工作台变速系统断电,中间继电器 KA_1 另一常闭触点(59 区)断开,切断横梁升降电路。工作台在变速时由锁杆压动行程开关 SQ_1 (15 区)断开,工作台也不能启动。

b. 位置开关 SQ_3 、 SQ_4 为右立刀架左、右运动的限位保护, SQ_5 、 SQ_6 为左立刀架左、右运动的限位保护, SQ_{11} 、 SQ_{12} 为横梁上、下限位保护。

4.8.2 C5225 型立式车床电气控制线路故障检修实例

1. 主轴电动机 M_1 不能启动

故障现象:合上电源总开关 QF_1 ,合上自动空气开关 QF_2 ,按下油泵电动机 M_2 启动按钮 SB_2 ,油泵电动机 M_2 能启动运转。按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_4 ,主轴电动机 M_1 不能启动运行。

故障分析:按下油泵电动机 M_2 的启动按钮 SB_4 ,油泵电动机 M_2 能启动运行,说明电源电压正常,而按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_4 ,主轴电动机 M_1 不能启动,则应检查 KA_1 、 KM_1 、 KM_7 (24 区)是否闭合,从而确定是主电路还是控制电路故障。

故障检查:合上电源开关 QF_1 及自动空气开关 QF_2 , 启动油泵电动机 M_2 。按下主轴电动机启动按钮 SB_4 , 不见 KA_1 、 KM_1 及 KM_Y 闭合。断定为控制电路的故障, 并且为中间继电器线圈回路的故障。用“短路法”将导线从熔断器 FU_6 下端短接至 KA_1 线圈 SB_4 端, 主轴电动机 M_1 能启动运转, 再将导线从熔断器下端短接至按钮 SB_4 的常开和 SB_3 常闭的接线端, 按下 SB_4 , 主轴电动机 M_1 也能启动运转。断定故障点为从熔断器 FU_6 的下端到接触器 KM_4 的常开触点、位置开关 SQ_1 的常闭触点和停止按钮 SB_3 。断开机床电源, 用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡分别检查停止按钮 SB_3 和位置开关 SQ_1 是否闭合良好。当测量到位置开关 SQ_1 时, 电阻为无穷大, 故障为位置开关 SQ_1 损坏。

处理:换上同型号位置开关 SQ_1 , 合上电源开关, 启动油泵电动机 M_2 , 按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_4 , 主轴电动机 M_1 能启动运行。故障排除。

2. 横梁升降电动机 M_3 不能启动

故障现象:合上电源开关 QF_1 及自动空气开关 QF_2 , 启动油泵电动机 M_2 , 按下横梁上升启动按钮 SB_{14} 和下降启动按钮 SB_{15} , 横梁升降电动机 M_3 均不能启动。

故障分析:横梁升降电动机 M_3 不能启动的故障分析判断要观察按下横梁上升启动按钮 SB_{14} 时, 时间继电器 KT_8 和中间继电器 KA_{12} 是否得电闭合。如果时间继电器 KT_8 和中间继电器 KA_{12} 没有闭合, 应重点检查 59 区中间继电器 KA_1 常闭触点闭合是否良好。若时间继电器 KT_8 和中间继电器 KA_{12} 闭合, 则应观察接触器 KM_9 或 KM_{10} 是否闭合。如接触器 KM_9 或 KM_{10} 闭合, 横梁升降电动机不启动运转, 则应检查主电路中 FU_2 是否断路或接触器 KM_9 、 KM_{10} 主触点是否闭合良好, 横梁升降电动机是否有问题。如果接触器 KM_9 、 KM_{10} 没有问题, 则应重点检查 63 区中的中间继电器 KA_{12} 常开触点及位置开关 SQ_7 、 SQ_8 、 SQ_9 、 SQ_{10} 闭合是否良好。

故障检查:合上总电源开关 QF_1 及自动空气开关 QF_2 , 启动油泵电动机 M_2 , 分别按下横梁上升启动按钮 SB_{14} 和横梁下降启动按钮 SB_{15} , 时间继电器 KT_8 、中间继电器 KA_{12} 均闭合, 接触器 KM_9 及 KM_{10} 均未见闭合。用短路法从 63 区中间继电器 KA_1 常开触点短接到 64 区接触器 KM_{10} 的常闭触点上, 接触器 KM_9 闭合, 横梁升降电动机 M_3 能正转启动, 带动横梁上升。再将导线从 63 区中间继电器 KA_1 常闭触点短接到 65 区接触器 KM_9 的常闭触点上, 接触器 KM_{10} 闭合, 横梁升降电动机 M_3 能反转启动并带动横梁下降。初步判断故障范围在 63 区行程开关 $SQ_7 \sim SQ_{10}$ 中。断开机床电源, 拆开位置开关 $SQ_7 \sim SQ_{10}$, 用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡测量 SQ_7 上端至 SQ_{10} 下端电阻值, 万用表无指示, 逐步检查 $SQ_7 \sim SQ_{10}$, 发现 SQ_9 触点不通, 故为 SQ_9 损坏所致。

处理:更换位置开关 SQ_9 , 复原后, 横梁升降电动机 M_3 能启动运转。故障排除。

4.8.3 C5225 型立式车床电气控制线路故障表

C5225 型立式车床电气控制线路故障见表 4-13 所示。

表 4-13 C5225 型立式车床电气控制线路故障一览表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 油泵电动机 M_2 不能启动	电源总开关 QF_1 损坏; QF_2 损坏; 接触器 KM_4 主触点闭合不好; 油泵电动机 M_2 有故障; 13 区电源总开关 QF_1 、自动空气开关 QF_2 辅助常开触点闭合不良; 停止按钮 SB_1 接触不良; 启动按钮 SB_2 压合接触不良; 接触器 KM_4 线圈损坏; 熔断器 FU_6 断路	油泵电动机 M_2 ; 接触器 KM_4 主触点; 熔断器 FU_6 ; 停止按钮 SB_1
2. 主轴电动机 M_1 不能启动	接触器 KM_1 主触点接触不良; 接触器 KM_Y 主触点接触不良; 主轴电动机 M_1 有故障; 15 区位置开关 SQ_1 接触不好; 停止按钮 SB_3 接触不良; 启动按钮 SB_4 压合接触不良; 中间继电器 KA_1 线圈损坏; 17 区中接触器 KM_3 常闭触点接触不良; 反转点动按钮 SB_6 接触不良; KM_1 线圈损坏; 18 区中中间继电器 KA_1 闭合不好; 24 区时间继电器延时断开常闭触点接触不良; 接触器 KM_{Δ} 常闭触点闭合不好; KM_Y 线圈损坏	接触器 KM_1 主触点; 主轴电动机 M_1 ; 15 区位置开关 SQ_1 ; 停止按钮 SB_3 ; 17 区接触器 KM_3 常闭触点; 反转点动按钮 SB_6 常闭触点; 接触器 KM_2 常闭触点; 24 区中时间继电器 KT_1 延时断开常闭触点; 接触器 KM_{Δ} 的常闭触点
3. 主轴电动机 M_1 能 Y 形启动, 但不能 Δ 形运行	接触器 KM_{Δ} 主触点接触不良; 26 区时间继电器 KT_1 延时闭合常开触点闭合不好; 接触器 KM_Y 常闭触点接触不好; KM_{Δ} 线圈损坏	接触器 KM_{Δ} 主触点; 26 区接触器 KM_Y 常闭触点; 时间继电器 KT_1 延时闭合常开触点
4. 横梁升降电动机 M_3 不能启动; 或能启动但横梁不能升降	5 区 FU_2 断路; 59 区中间继电器 KA_1 常闭触点接触不良; 66 区时间继电器 KT_8 线圈损坏; 68 区中间继电器 KA_{12} 线圈损坏; 63 区中间继电器常开触点闭合不好; 位置开关 $SQ_7 \sim SQ_{10}$ 接触不良; 33 区中间继电器 KA_{12} 常开触点接触不良; 电磁铁 YA_6 线圈损坏	5 区中熔断器 FU_2 ; 59 区中间继电器 KA_1 常闭触点; 63 区中间继电器 KA_{12} 常开触点; 位置开关 $SQ_7 \sim SQ_{10}$; 33 区中间继电器 KA_{12} 常开触点; 电磁铁 YA_6 线圈
5. 右立刀架快速电动机 M_4 不能启动	7 区熔断器 FU_3 断路; 接触器 KM_5 主触点闭合不良; 右立刀架快速移动电动机 M_4 损坏; 39 区接触器 KM_5 常闭触点接触不良; 接触器 KM_5 线圈损坏; 启动按钮 SB_2 接触不良; 十字架开关 SA_1 接触不好	熔断器 FU_3 ; 接触器 KM_5 主触点; 右立刀架快速移动电动机 M_4 ; 39 区接触器 KM_6 常闭触点; 十字架开关 SA_1
6. 右立刀架不能向相应方向快速移动	十字架开关 SA_1 接触不良; 47 区、48 区位置开关 SQ_3 、 SQ_4 接触不良; 47 区~50 区相应的中间继电器线圈损坏; 39 区~42 区相应的中间继电器常开触点闭合不良; 72 区~79 区相应的中间继电器常开触点闭合不好; 相应的电磁铁离合器线圈损坏	十字架开关 SA_1 ; 47 区、48 区位置开关 SQ_3 、 SQ_4 ; 39 区~42 区相应的中间继电器常开触点; 72 区~79 区相应的中间继电器的常开触点; 相应的电磁铁线圈
7. 右立刀架进给电动机 M_5 不能启动	8 区自动开关 QF_3 闭合不好; 接触器 KM_6 主触点闭合不好; 电动机 M_5 有故障; 43 区停止按钮 SB_9 接触不良; 43 区中间继电器 KA_1 常开触点闭合不良; 启动按钮 SB_{10} 接触不良; 接触器 KM_5 常闭触点闭合不好; 接触器 KM_6 线圈损坏	8 区接触器 KM_6 主触点; 电动机 M_5 ; 43 区中停止按钮 SB_9 常闭触点; 中间继电器 KA_1 常开触点; 接触器 KM_5 常闭触点
8. 右立刀架无制动	80 区~83 区中时间继电器 KT_6 瞬时闭合延时断开触点接触不良; 中间继电器 KA_4 、 KA_5 、 KA_6 、 KA_7 接触不良; 电磁铁 YC_5 、 YC_6 线圈损坏	中间继电器 KA_4 、 KA_5 、 KA_6 、 KA_7 常闭触点; 电磁铁 YC_5 、 YC_6 线圈

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
9. 左立刀架不能向相应方向快速移动	十字架开关 SA ₂ 接触不好;59 区、60 区位置开关 SQ ₅ 、SQ ₆ 接触不好;59 区~62 区相应的中间继电器线圈损坏;51 区~54 区相应的中间继电器常开触点闭合不良;88 区~95 区相应的中间继电器常开触点闭合不好;相应的电磁铁离合器线圈损坏	十字架开关 SA ₂ ;59 区、60 区位置开关 SQ ₃ 、SQ ₄ ;59 区~62 区相应的中间继电器常开触点;88 区~95 区相应的中间继电器的常开触点;相应的电磁铁线圈
10. 左立刀架进给电动机 M ₇ 不能启动	10 区自动开关 QF ₄ 闭合不好;接触器 KM ₈ 主触点闭合不好;电动机 M ₇ 有故障;55 区停止按钮 SB ₁₂ 接触不良;中间继电器 KA ₁ 常开触点闭合不良;启动按钮 SB ₁₃ 接触不良;接触器 KM ₇ 常闭触点闭合不好;接触器 KM ₈ 线圈损坏	10 区接触器 KM ₈ 主触点;电动机 M ₇ ;55 区停止按钮 SB ₁₂ 常闭触点;中间继电器 KA ₁ 常开触点;接触器 KM ₇ 常闭触点
11. 左立刀架无制动	84 区~87 区中间继电器 KT ₇ 瞬时闭合延时断开触点接触不良;中间继电器 KA ₈ 、KA ₉ 、KA ₁₀ 、KA ₁₁ 接触不良;电磁铁 YC ₇ 、YC ₈ 线圈损坏	中间继电器 KA ₈ 、KA ₉ 、KA ₁₀ 、KA ₁₁ 常闭触点;电磁铁 YC ₇ 、YC ₈ 线圈
12. 工作台不能变速	35 区~38 区中间继电器 KA ₂ 常开触点闭合不良;变速开关 QS 有故障;变速电磁铁 YA ₁ ~YA ₄ 线圈损坏;31 区~32 区变速启动按钮 SB ₇ 接触不好;接触器 KM ₃ 常闭触点接触不良;时间继电器 KT ₄ 延时断开触点接触不良;中间继电器 KA ₃ 线圈损坏;34 区中间继电器 KA ₃ 常开触点闭合不好;电磁铁 YA ₅ 线圈损坏;27 区位置开关 SQ ₂ 闭合不好;中间继电器 KA ₁ 常闭触点接触不良;KA ₂ 线圈损坏;19 区时间继电器瞬时触点闭合不好	35 区~38 区中变速开关 QS;变速电磁铁 YA ₁ ~YA ₄ 线圈;31 区~32 区接触器 KM ₃ 常闭触点;时间继电器 KT ₄ 延时断开触点;34 区电磁铁 YA ₅ 线圈
13. 工作台不能制动	22 区速度继电器触点闭合不好;接触器 KM ₁ 、KM ₂ 常闭触点接触不良;KM ₃ 线圈损坏;100 区~104 区中变压器 T ₂ 损坏;接触器 KM ₃ 常开触点接触不良;整流二极管烧毁;FU ₁ 断路;1 区接触器 KM ₃ 触点接触不良	22 区速度继电器 SR 触点;接触器 KM ₁ 、KM ₂ 触点;100 区~104 区变压器 T ₂ ;整流二极管 U ₂ ;熔断器 FU ₂

第5章 常用磨床电气控制线路分析及故障检修

磨床在机械制造业中被广泛应用,是高精度和高质量机械零件加工过程中不可缺少的高精密机床。它是用砂轮的圆边或砂轮的端面对机械零件进行磨削加工的。根据加工工件的不同,磨床可分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、无心磨床、专用磨床等。本章以常见的磨床为例,分析磨床电气控制线路的工作原理,给出故障检修实例及故障表。

5.1 M7120 型平面磨床

M7120 型平面磨床主要由床身、行程挡块、砂轮修正器、横向进给手轮、垂直进给手轮、拖板、磨头及驱动工作台手轮等组成。

5.1.1 M7120 型平面磨床电气控制线路分析

M7120 型平面磨床电气控制线路原理图见图 5-1 所示。

该电路由两大部分组成,即主电路、控制电路。控制电路又由电磁吸盘充磁、去磁电路,各电动机控制电路和信号灯电路等组成。

1. 主电路分析

主电路共有四台电动机。其中 M_1 为液压泵电动机,用它实现工作台的往复运动; M_2 为砂轮电动机,带动砂轮转动来完成磨削加工工件; M_3 为冷却泵电动机,供给加工过程中工件的冷却液; M_4 为砂轮升降电动机,带动砂轮上下移动,调整砂轮和工件之间的位置。

电路中 QS_1 作为电源的总开关,熔断器 FU_1 为电路的总短路保护。接触器 KM_1 控制液压泵电动机 M_1 电源的通断,热继电器 FR_1 为它的过载保护。接触器 KM_2 控制砂轮电动机 M_2 、冷却泵电动机 M_3 电源的通断;热继电器 FR_2 、 FR_3 分别为电动机 M_2 、 M_3 的过载保护。冷却泵电动机 M_3 用插头与电路相连接, M_3 只有在砂轮电动机 M_2 启动后它才能启动。由于砂轮升降电动机 M_4 带动砂轮上升与下降,所以由接触器 KM_3 、 KM_4 控制砂轮升降电动机 M_4 的正、反转,以实现砂轮的升降。由于电动机 M_4 的工作是短期的,故没有设过载保护。

2. 控制电路分析

控制变压器 TC 输出 135V 交流电压经整流器 VC 整流输出 110V 直流电源为电磁吸盘 YH 的电源,24V 交流电压作为机床照明电源,6V 交流电压作为信号灯电源,127V 交流电压作为控制电路的交流电源。各部分的控制原理如下。

(1)电磁吸盘充磁退磁系统。合上电源总开关 QS_1 ,控制变压器 TC 得电,电源指示灯 HL_1 亮,表示电源接通。135V 交流电压经整流器 VC 整流后输出 110V 左右的直流电压供给电磁吸盘的充磁退磁电路,这个电压同时也加在电压继电器 KV 线圈的两端,使电压继电器 KV 得电,接通控制电路中的 2 号线和 3 号线,为控制电路的启动做好准备。如果从整流器

VC 两端输出的电压不足,电磁吸盘就会吸力不足,此时电压继电器 KV 不能吸合,各电动机也就无法启动运转。因为平面磨床在工作时是依靠电磁吸盘将工件牢靠地吸附在工作台上面,只有具备可靠的直流电压后,工件才会被牢固吸合,其他电动机才能启动,否则,如果工件没有被电磁吸盘牢固吸合,那么机床在对工件的磨削过程中工件会被砂轮的离心力摔出而发生事故。当整流器两端输出的电压正常时,KV 线圈得电闭合。按下电磁吸盘启动按钮 SB₈,接触器 KM₅ 得电吸合并自锁,电磁吸盘工作指示灯 HL₅ 亮,110V 直流电压经过 FU₅→25 号线→KM₅ 常开触点→26 号线→X₂→YH→X₂→28 号线→KM₅ 常开触点→29 号线→FU₈ 这条回路向电磁吸盘 YH 充磁,使工件牢牢被吸合。

工件加工完毕,按下电磁吸盘充磁停止按钮 SB₉,接触器 KM₅ 失电,电磁充磁指示灯 HL₅ 灭,充磁停止。但由于电磁吸盘 YH 的剩磁作用,工件仍不能取下,必须向电磁吸盘 YH 反向充磁以退掉剩磁工件才能取下。按下退磁启动按钮 SB₁₀,接触器 KM₆ 得电吸合,电磁吸盘工作指示灯 HL₅ 亮,110V 直流电压经过 FU₅→25 号线→KM₆ 常开触点→28 号线→X₂→YH→X₂→26 号线→KM₆ 常开触点→29 号线→FU₈ 这条回路向电磁吸盘反向充磁。当剩磁退完后,松开退磁启动按钮 SB₁₀,接触器 KM₆ 失电断开,电磁吸盘工作指示灯 HL₅ 灭,退磁完毕。此时即可取下工件。

电路中电阻 R 和电容器 C 起保护作用。因电磁吸盘是一个大电感,在充磁吸附工件时储存有很大的能量,当电路断开停止对电磁吸盘 YH 充磁的一瞬间,电磁吸盘 YH 的两端会产生出很高的自感电动势,这个电动势可将电磁吸盘 YH 线圈及其他元器件损坏。当接上电阻 R 和电容器 C 后,它们组成一个放电回路,并利用电容器 C 两端电压不能突变的特点,使电磁吸盘 YH 两端电压变化趋于缓慢,利用电阻 R 消耗电磁吸盘上的能量。

(2) 液压泵电动机 M₁ 的控制。当电压继电器 KV 吸合后,按下液压泵电动机 M₁ 启动按钮 SB₃,接触器 KM₁ 得电吸合并自锁,液压泵电动机 M₁ 得电运转,液压泵运行指示灯 HL₂ 亮,按下液压泵电动机停止按钮 SB₂,接触器 KM₁ 失电,液压泵电动机 M₁ 断电停转,液压泵运转指示灯 HL₂ 灭。液压泵电动机 M₁ 在运转过程中,如果电动机过载,热继电器 FR₁ 动作,FR₁ 在接触器 KM₁ 线圈回路中 6 号线和 7 号线的常闭触点将断开,切断接触器 KM₁ 线圈回路的电源,KM₁ 失电释放,电动机 M₁ 停转,这样可起到对液压泵电动机 M₁ 过载保护的作用。

(3) 砂轮电动机 M₂、冷却泵电动机 M₃ 的控制。按下砂轮启动电动机启动按钮 SB₅,接触器 KM₂ 得电吸合,砂轮电动机 M₂ 得电运转,砂轮运转指示灯 HL₃ 亮。由于冷却泵电动机 M₃ 通过接插件 X₁ 和 M₂ 联动控制,故 M₂ 启动运转后,M₃ 才能启动运转。当不需要冷却泵时,可将插头拔出,冷却泵电动机 M₃ 停转。按下停止按钮 SB₄ 时,接触器 KM₂ 失电释放,砂轮电动机 M₂、冷却泵电动机 M₃ 同时断电停转,砂轮运转指示灯 HL₃ 灭。

电路中 FR₂、FR₃ 分别为砂轮电动机 M₃ 的过载保护,当 M₂ 或 M₃ 中任意一台电动机过载时,FR₂ 或 FR₃ 均会动作,接在 KM₂ 线圈回路的常闭触点会断开,接触器 KM₂ 失电,砂轮电动机 M₂、冷却泵电动机 M₃ 停转。

(4) 砂轮升降电动机 M₄ 的控制电路。由于砂轮升降电动机的工作是短时的,所以采用正反转点动控制。按下正转点动按钮 SB₆,接触器 KM₃ 得电,砂轮升降电动机 M₄ 通电正转,砂轮升降指示灯 HL₄ 亮,砂轮上升。当上升到要求高度时,松开 SB₆,接触器 KM₃ 失电,砂轮升降电动机 M₄ 断电停转,砂轮停止上升,砂轮升降指示灯 HL₄ 灭。当按下反转点动按钮 SB₇ 时,接触器 KM₄ 得电,砂轮升降电动机 M₄ 通电反转。砂轮升降指示灯 HL₄ 亮,砂轮下降,下降到要求高度时,松开 SB₇,接触器 KM₄ 失电,砂轮升降电动机 M₄ 断电停转,砂轮指示灯

HL₄ 灭,砂轮停止下降。

为了防止同时按下 SB₆、SB₇ 或其他原因使 KM₃、KM₄ 同时得电,造成电源短路,KM₃、KM₄ 控制回路中采用了接触器联锁。

图 5-1 中,EL 为工作照明灯,QS₂ 为工作照明灯 EL 的开关。

M7120 型平面磨床电气元器件明细表见表 5-1。

表 5-1 M7120 型平面磨床电气元器件明细表

代 号	名 称	型号与规格	数量	作用及用途
M ₁	液压泵电动机	JO2-21-4 1.1kW	1	带动液压泵
M ₂	砂轮电动机	JO2-31-2 3kW	1	带动砂轮
M ₃	冷却泵电动机	JB-25A 120W	1	带动冷却泵
M ₄	砂轮升降电动机	JO3-301-4 0.75kW	1	带动砂轮升降
KM ₁	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 110V	1	控制 M ₁
KM ₂	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 110V	1	控制 M ₂ 、M ₃
KM ₃	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 110V	1	控制砂轮上升
KM ₄	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 110V	1	控制砂轮下降
KM ₅	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 110V	1	控制电磁吸盘充磁
KM ₆	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 110V	1	控制电磁吸盘去磁
FR ₁	热继电器	JR10-10 整定电流 2.17A	1	M ₁ 过载保护
FR ₂	热继电器	JR10-10 整定电流 6.16A	1	M ₂ 过载保护
FR ₃	热继电器	JR10-10 整定电流 0.47A	1	M ₃ 过载保护
SB ₁	按钮	LA2 型	1	总停止按钮
SB ₂	按钮	LA2 型	1	液压泵停止按钮
SB ₃	按钮	LA2 型	1	液压泵启动按钮
SB ₄	按钮	LA2 型	1	砂轮停止按钮
SB ₅	按钮	LA2 型	1	砂轮启动按钮
SB ₆	按钮	LA2 型	1	砂轮上升按钮
SB ₇	按钮	LA2 型	1	砂轮下降按钮
SB ₈	按钮	LA2 型	1	电磁吸盘充磁按钮
SB ₉	按钮	LA2 型	1	电磁吸盘停止充磁
SB ₁₀	按钮	LA2 型	1	电磁吸盘去磁
VC	桥式整流器	2CZ11C 4 只	1	整流
KV	电压继电器	直流 110V	1	欠压保护
R	电阻	500Ω	1	放电保护
C	电容	110V 5μF	1	抑制高压保护
YH	电磁吸盘	HDXP 110V 1.45A	1	工件吸合
FU ₁	熔断器	RL1-60/25	1	电源总短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/2	1	控制变压器短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/2	1	控制电路短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/2	1	电磁吸盘系统短路保护

代 号	名 称	型号与规格	数量	作用及用途
FU ₅	熔断器	RL1-15/2	1	电磁吸盘短路保护
FU ₆	熔断器	RL1-15/2	1	照明电源指示电路保护
QS ₁	开关	HZ10-25/3	1	电源总开关
QS ₂	开关		1	照明开关

5.1.2 M7120 型平面磨床电气控制线路故障检修实例

1. 砂轮电动机 M₂、油泵电动机 M₃ 有时能启动,有时不能启动

故障现象:停机一段时间,按下启动按钮 SB₅,砂轮电动机 M₂、油泵电动机 M₃ 能启动运行,但运行几分钟后,突然停止。再按 SB₅,M₂、M₃ 不能启动运行,且按 SB₅ 时,KM₂ 无得电闭合声,但停机一段时间后,按下启动按钮 SB₅,M₂、M₃ 又能启动运行。

故障分析:根据上面所叙故障特点,在故障发生后按启动按钮 SB₅,接触器 KM₂ 没有得电闭合声,证明接触器 KM₂ 没有得电,也就是说在 KM₂ 的控制回路中,4 号线到 0 号线中间有断点。但停机后一段时间按下启动按钮 SB₅,M₂、M₃ 又能启动运行,则可以怀疑是 9 号线到 11 号线间热继电器 FR₂ 和 FR₃ 的常闭触点有问题,亦即电动机 M₂ 或 M₃ 过载所致。

故障检查:出现故障后,用"短路法"短接 9 号线和 11 号线,按下启动按钮 SB₅,电动机 M₂ 和 M₃ 能启动运行。继续缩小范围,短接 9 号线和 10 号线,按下启动按钮 SB₅,接触器 KM₂ 没有闭合,电动机 M₂、M₃ 也不能启动,说明 FR₂ 没有断点。短接 10 号线和 11 号线,按下启动按钮 SB₅,接触器 KM₂ 得电闭合,电动机 M₂、M₃ 启动运行,说明 FR₃ 有断点。FR₃ 出现断点的缘故是冷却泵电动机 M₃ 过载。

继续检查冷却泵电动机 M₃ 过载的原因。拔下冷却泵电动机 M₃ 与电路相连的插头 X₁,用摇表测量冷却泵电动机 M₁ 绕组对地绝缘电阻为 5MΩ 左右,属于正常范围。用万用表欧姆挡 R×10 挡测量三相绕组直流电阻,基本平衡,怀疑泵内有杂物污垢。拆开油泵体,确有杂物污垢,且冷却液中亦有大量污垢杂质。

处理:清除油泵体中杂物,安装复原,故障排除。建议更换冷却液。

2. 电磁吸盘吸力不足

所谓电磁吸盘吸力不足,就是用电工钝铁或 10 号钢做成试块,跨放在吸盘的两极之间,用弹簧秤在垂直方向试拉,拉力应达到 6kg/cm²。如果小于这个数字就叫电磁吸盘吸力不足。

造成电磁吸盘吸力不足的原因有电源电压低,整流电路 VC 有故障或电磁吸盘线圈有短路故障等。

对于电源电压低的检查方法可用万用表的直流电压挡测量整流器 VC 两端输出电压,应不低于 110V 电压(空载为 130~140V),否则应检查电源电压或变压器 TC。此外,接触器 KM₅ 的触点和接插件 X₂ 接触不良也会造成吸力不足。

若用万用表直流电压挡测量整流器 VC 两端电压约为 55V 左右,则可断定为整流电路的某一臂二极管断路,这时只要检查 VC 的四只二极管,找出断路的二极管进行调换即可。若整流器 VC 的某一臂被击穿短路,此时与它邻近的另一桥臂的整流二极管也会因过流而损坏,给

整个变压器 TC 的次级造成短路,若不及时切断电源,就会烧毁变压器。

当确认电磁吸盘线圈有短路故障时,应重绕线圈。在重绕线圈时应记住每个线圈的匝数、绕向、放置方式,并用相同型号的导线绕制。修理完毕后,应进行吸力测试,即吸力应该达到 $6\text{kg}/\text{cm}^2$,且剩磁吸力应小于 $0.6\text{kg}/\text{cm}^2$,线圈对地绝缘电阻应大于 $5\text{M}\Omega$ 。

5.1.3 M7120 型平面磨床电气控制线路故障表

M7120 型平面磨床电气控制线路故障见表 5-2。

表 5-2 M7120 型平面磨床电气控制线路故障一览表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 电动机 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 全部不能启动	无电源电压;电源总开关 QS_1 接触不良;熔断器 FU_1 断路;熔断器 FU_2 断路;熔断器 FU_4 断路;整流器 VC 某一臂断路;熔断器 FU_8 断路;电压继电器 KV 线圈断路;熔断器 FU_3 断路;2 号线至 3 号线 KV 触点接触不良;总停止按钮 SB_1 接触不好;4 号线和 0 号线有断点	熔断器 FU_1 、 FU_2 、 FU_3 、 FU_4 、 FU_5 、 FU_8 , 2 号线至 3 号线 KV 触点,整流器 VC
2. 液压泵电动机 M_1 不能启动或只有点动	停止按钮 SB_2 接触不好;启动按钮 SB_3 接触不良;热继电器 FR_1 有断点; KM_1 线圈断路;4 号线接至停止按钮 SB_2 导线断路;0 号线接至接触器 KM_1 线圈导线断路; KM_1 主触点接触不良;热继电器 FR_1 主电路断路;液压泵电动机 M_1 有问题;接触器 KM_1 自锁触点有问题	停止按钮 SB_2 ;接触器 KM_1 主触点;液压泵电动机 M_1 ;接触器 KM_1 自锁触点
3. 砂轮电动机 M_2 、冷却泵电动机 M_3 不能启动	停止按钮 SB_4 接触器不好;启动按钮 SB_5 接触不好;热继电器 FR_2 、 FR_3 常闭触点断路;接触器 KM_2 线圈断路;4 号线至 SB_4 导线断路;0 号线至接触器 KM_2 线圈的导线断路; KM_2 主触点接触不良	接触器 KM_2 主触点; SB_4 常闭触点;热继电器 FR_2 、 FR_3
4. M_2 、 M_3 只能点动	8 号线至 9 号线接触器 KM_2 自锁触点接触不良	接触器 KM_2 自锁触点
5. 砂轮不能上升	砂轮上升按钮 SB_6 接触不良;12 号线至 13 号线 KM_4 常闭触点接触不良;接触器 KM_3 线圈断路;4 号线至 SB_6 导线断路;0 号线至接触器 KM_3 线圈导线断路; KM_3 主触点接触不良	砂轮上升按钮 SB_6 ; 12 号线至 13 号线 KM_4 常闭触点
6. 砂轮不能下降	砂轮下降按钮 SB_7 接触不良;14 号线至 15 号线 KM_3 常闭触点接触不良;接触器 KM_4 线圈断路;4 号线至 SB_7 导线断路;0 号线至接触器 KM_4 线圈导线断路; KM_4 主触点接触不良	砂轮下降按钮 SB_7 ; 14 号线至 15 号线 KM_3 常闭触点
7. 电磁吸盘无吸力	无电源电压;变压器 TC 损坏;熔断器 FU_4 断路;整流器 VC 损坏;熔断器 FU_5 断路; FU_8 断路;25 号线至 26 号线及 28 号线至 29 号线 KM_5 常开触点闭合不良;接插件 X_2 接触不良;电磁吸盘 YH 线圈断路	变压器 TC;熔断器 FU_4 、 FU_5 、 FU_8 ;电磁吸盘 YH
8. 电磁吸盘吸力不足	电源电压低;整流器 VC 某一臂二极管断路;电磁吸盘 YH 线圈有短路故障	整流器 VC;电磁吸盘 YH 线圈
9. 电磁吸盘线圈容易造成对地击穿	电阻 R 损坏;电容器 C 损坏	电阻 R;电容器 C
10. 整流二极管容易击穿损坏	电阻 R 损坏;电容器 C 损坏	电阻 R;电容器 C

5.2 M7130 型卧轴矩台平面磨床

5.2.1 M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路分析

M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制原理图见图 5-2 所示。

1. 主电路分析

M7130 型卧轴矩台平面磨床主电路中共有三台电动机。

砂轮电动机 M_1 为机床的主动力,带动砂轮对工件进行磨削加工,由接触器 KM_1 控制其电源的通断;冷却泵电动机 M_2 带动冷却泵供给加工过程中的冷却液,它通过接插件 XP_1 与砂轮电动机 M_1 的电源相连接。热继电器 FR_1 为主轴电动机 M_1 和冷却泵电动机 M_2 的过载保护。 M_3 为液压泵电动机,由接触器 KM_2 控制其电源的通断,热继电器 FR_2 为它的过载保护。机床三相电源由电源总开关 QS_1 引入,熔断器 FU_1 为电动机 M_1 、 M_2 、 M_3 的总短路保护。

2. 控制电路分析

M7130 型卧轴矩台平面磨床的控制电路由各电动机启、停控制和电磁吸盘的充、退磁控制两大部分组成。

(1) 各电动机控制电路。

a. 砂轮电动机 M_1 的控制:砂轮电动机 M_1 必须在电磁吸盘 YH 处于正常工作状态的情况下才能启动运转。当电磁吸盘处于正常工作状态时,20 区欠电流继电器线圈 KA 得电闭合,8 区中 KA 常开触点闭合,为各电动机启动做好了准备。按下砂轮电动机启动按钮 SB_1 ,接触器 KM_1 线圈得电闭合,砂轮电动机 M_1 启动运转。按下停止按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈失电释放,砂轮电动机 M_1 停转。

b. 冷却泵电动机 M_2 的控制:冷却泵电动机 M_2 只有在砂轮电动机 M_1 启动后,它才能启动。在加工过程中如需要冷却液时,只需将冷却泵电动机的插头插入接插件 XP_1 ,冷却泵电动机 M_2 即可运转,带动冷却泵供给冷却液。当不需要冷却液时,将冷却泵电动机的插头从接插件 XP_1 中拔出,冷却泵电动机即可停转。

c. 液压泵电动机 M_3 的控制:按下液压泵电动机 M_3 的启动按钮 SB_3 ,接触器 KM_2 的线圈得电闭合,液压泵电动机 M_3 通电运转。按下液压泵电动机 M_3 的停止按钮,接触器 KM_2 失电释放,液压泵电动机 M_3 断电停转。

(2) 电磁吸盘充磁、去磁控制:电磁吸盘的充磁、去磁是通过转换开关 QS_2 转换至“充磁”或“去磁”的位置来进行控制的。合上电源开关 QS_1 ,220V 交流电压加在电磁吸盘电源变压器 TC_2 (15 区)的初级绕组上,经降压后,在次级绕组上输出 145V 的交流电压,经整流器 VC 整流输出约 130V 左右的直流电压。当加工工件过程中对电磁吸盘 YH 进行充磁时,将转换开关 QS_2 扳向图 5-2 中“2”的“充磁”位置,电磁吸盘 YH 充磁,其充磁通路为:VC 的正极→18 号线→ QS_{2-2} →19 号线→KA 线圈→22 号线→ XP_2 →23 号线→YH 线圈→24 号线→ XP_2 →21 号线→ QS_{2-2} →17 号线→VC 负极。此时电磁吸盘 YH 将工件牢牢吸合在工作台上,并且通过欠电流继电器 KA 线圈的电流正常,8 区中欠电流继电器 KA 常开触点闭合,各电动机启动运转,对工件进行磨削加工。当工件加工完毕,工件台需要退磁时,将转换开关 QS_2 转换至图中

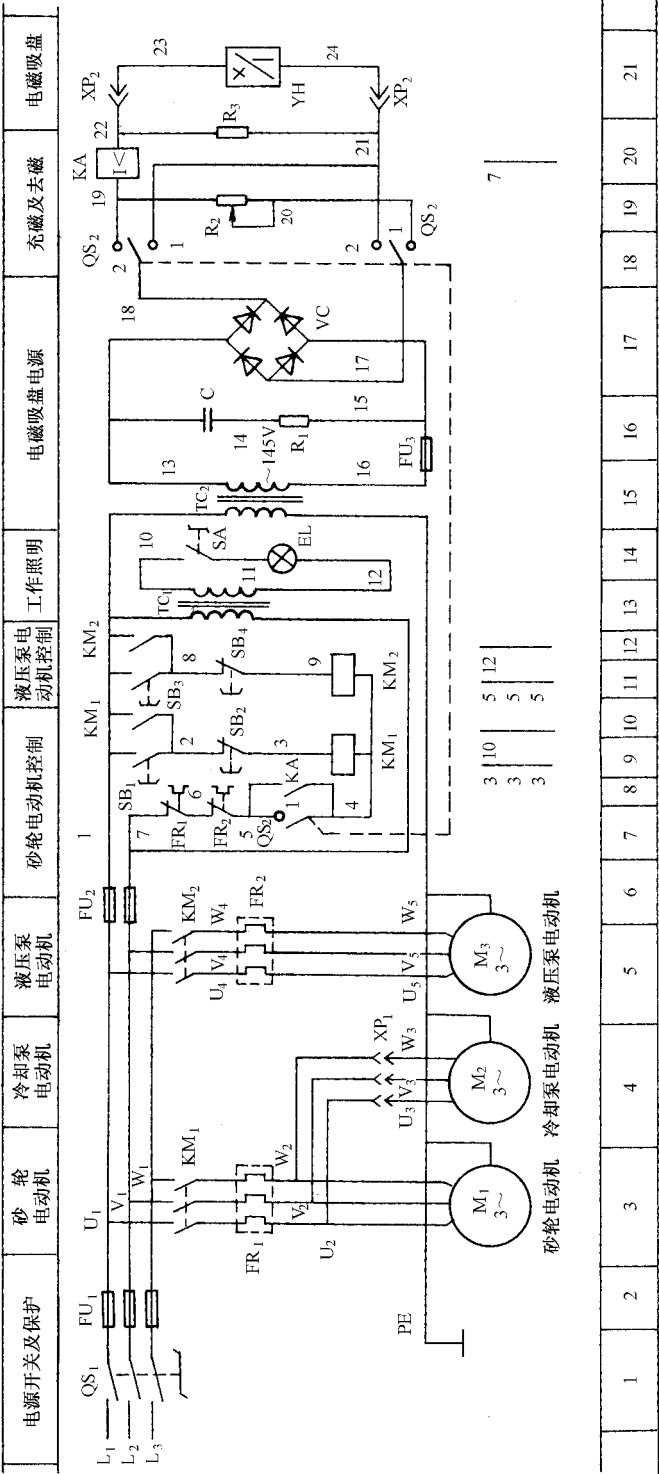


图5-2 M7130型卧轴矩台平面磨床电气控制原理图

“1”的“退磁”位置,电磁吸盘 YH 进行退磁。退磁通路为:VC 的正极→18 号线→QS₂₋₁→21 号线→XP₂→24 号线→YH 线圈→23 号线→XP₂→22 号线→KA 线圈→19 号线→R₂→20 号线→QS₂₋₁→17 号线→VC 负极。

当工件加工完毕,在切断机床电源时,由于电磁吸盘 YH 大电感的作用,在切断电源的瞬间,会产生较高的感应电动势,所以并接在电磁吸盘 YH 线圈两端的电阻 R₃ 为其放电吸收通路,电容器 C 和电阻 R₁ 为整流器的过电压吸收装置,电阻 R₂ 为退磁时的限流电阻。若某种原因,电磁吸盘 YH 线圈发生故障,如线圈断路、整流器 VC 损坏等造成充磁回路中电流不足,欠电流继电器 KA 线圈不能吸合,8 区中的 KA 常开触点不能闭合,如果此时需要强行启动机床,则可以将转换开关 QS₂ 扳到“1”的“去磁”位置,此时 QS₂ 将 7 区 4 号线和 5 号线接通,使各电动机能够启动。

电路中,变压器 TC₁ 为机床工作照明变压器,SA 为照明开关,EL 为工作照明灯。
M7130 型卧轴矩台平面磨床电气元器件明细表见表 5-3。

表 5-3 M7130 型卧轴矩台平面磨床电气元器件明细表

代 号	名 称	型号与规格	数 量	作用及用途
QS ₁	开关	HZ10-25/3	1	电源总开关
QS ₂	开关	HZ10-10P/3	1	充磁退磁转换开关
FU ₁	熔断器	RL1-60/10	3	电源总短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/5	2	控制电路总短路保护
FU ₃	熔断器	小型玻璃管式 1A	1	电磁吸盘短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/2	1	工作照明短路保护
KM ₁	交流接触器	CJ0-10	1	控制砂轮电动机
KM ₂	交流接触器	CJ0-10	1	控制液压泵电动机
FR ₁	热继电器	JR10-10 整定电流 9.5A	1	砂轮电动机过载保护
FR ₂	热继电器	JR10-10 整定电流 6.1A	1	液压泵电动机过载保护
M ₁	砂轮电动机	4.5kW、4 极装入式电动机	1	驱动砂轮
M ₂	冷却泵电动机	JCB-22 125W	1	驱动冷却泵
M ₃	液压泵电动机	JC42-4 2.8kW	1	驱动液压泵
TC ₁	工作照明变压器	BK-50 380V/36V	1	提供工作照明电源
TC ₂	电磁吸盘电源变压器	BK-400 220/145V	1	提供电磁吸盘电源
KA	欠电流继电器	JT3-11L 1.5A	1	欠电流保护
SB ₁	按钮	LA2	1	砂轮启动
SB ₂	按钮	LA2	1	砂轮停止
SB ₃	按钮	LA2	1	液压泵启动
SB ₄	按钮	LA2	1	液压泵停止
XP ₁	接插件		1	连接冷却泵
XP ₂	接插件		1	连接电磁吸盘
YH	电磁吸盘	110V 1.45A	1	吸合工件
VC	桥式整流器	GZH 1/200	4	整流
R ₁	电阻	GF 型 50W/500Ω	1	放电保护

代 号	名 称	型号与规格	数 量	作用及用途
R ₂	电阻	6W/125Ω	1	限流
R ₃	电阻	GF 型 50W/100Ω	1	放电保护
C	电容	5uF/600V	1	放电保护
EL	照明灯	40W/36V	1	工作照明
SA	照明灯开关		1	工作照明开关

5.2.2 M7310 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路故障检修实例

M7310 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路故障检修实例见图 5-2。

1. 三台电动机均不能启动

故障现象:合上电源总开关 QS₁,按下砂轮电动机 M₁ 启动按钮 SB₁,砂轮电动机不能启动;按下液压泵电动机 M₃ 启动按钮 SB₃,液压泵电动机 M₃ 也不能启动。

故障分析:根据以上故障现象判断其故障范围应在控制电路接触器 KM₁、KM₂ 线圈回路的公共端中。例如 7 号线到 4 号线有断点、欠电流继电器 KA 没有闭合等都会引起这种故障现象,所以我们检查时应从以下几个方面入手。将转换开关 QS₂ 扳至“充磁”位置,合上电源总开关 QS₁,测量 1 号线和 PE 线是否有 220V 交流电压。如果没有,则为电源电压有问题,应观察欠电流继电器 KA 是否闭合。如果 KA 没有闭合,则应检查 19 号线和 21 号线两端是否有 130V 左右直流电压,然后再检查电磁吸盘 YH 线圈是否短路或断路。如果观察到欠电流继电器 KA 闭合,则重点检查 7 号线和 4 号线是否有断点。

故障检查:将转换开关 QS₂ 扳至“充磁”位置,合上电源总开关 QS₁,用万用表交流 500V 挡测量 1 号线与 7 号线两端的电压为 380V,说明电源电压正常,用万用表交流 500V 挡测量电磁吸盘电源变压器 TC₂ 初级端电压为 220V,均属正常,并观察到欠电流继电器 KA 已闭合,判断故障范围为图 5-2 中 7 号线到 4 号线有断点。用“短路法”将导线从 7 号线短接到 4 号线,按下砂轮电动机 M₁ 的启动按钮 SB₁,砂轮电动机 M₁ 能启动运行;按下液压泵电动机 M₃ 的启动按钮 SB₃,液压泵电动机 M₃ 也能启动运行。继续缩小范围,将导线从 5 号线短接到 4 号线,重复上述过程,砂轮电动机 M₁、油泵电动机 M₃ 仍能启动。故障点为欠电流继电器 KA 常开触点闭合不好。

故障处理:调整或修理欠电流继电器 KA 触点。

2. 电磁吸盘 YH 无吸力

故障现象:合上电源总开关 QS₁,不论将充、退磁转换开关扳至“充磁”或“退磁”位置,电磁吸盘 YH 均无吸力,机床不能正常加工。

故障分析:电磁吸盘 YH 无吸力,根据上面的故障现象来看故障范围应该从变压器 TC₂ 至电磁吸盘 YH 线圈的控制线路中。其检查的思路为:检查整流器 VC 正极和负极间(17 号线和 18 号线间)是否有 130V 左右的直流电压。其检查后应该为三种结果:一是在整流器 VC 的正极和负极间没有直流电压输出;二是输出电压较低(大约为 65~75V 左右);三是输出电压为 130V 左右。如果是第一种情况,应该检查变压器 TC₂ 是否损坏,熔断器 FR₃ 是否断路,

整流器 VC 的四个桥臂是否全部烧毁。如果在整流器 VC 正极和负极间有 130V 左右的直流电压,则应重点检查电磁吸盘 YH 线圈是否有断路故障,充、退磁转换开关 QS_2 是否接触不良或损坏,接插件 XP_2 是否接触良好。

故障检查:将充、退磁转换开关 QS_2 扳至“充磁”位置。合上电源总开关 QS_1 。用万用表直流 250V 挡测量整流器 VC 两端(18 号线和 17 号线)输出端的直流电压,电表指针微微偏转。将万用表转至交流 250V 挡测量变压器 TC_2 次级(13 号线和 16 号线)输出端的交流电压,为 145V 左右。经万用表检查后,判断整流器 VC 至少有两桥臂短路或断路。切断机床电源,用万用表电阻挡 $R\times 1k$ 挡分别测量整流器 VC 的四个二极管,发现有两个桥臂烧毁断路。

故障处理:更换同型号的整流二极管,故障排除。

5.2.3 M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路故障表

M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路故障表见表 5-4。

表 5-4 M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 三台电动机均不能启动	熔断器 FU_1 、 FU_2 断路;7 区热继电器 FR_1 、 FR_2 触点接触不好;4 号线到 5 号线 QS_2 或 KA 触点闭合不好	熔断器 FU_1 、 FU_2 ;热继电器 FR_1 、 FR_2 ;KA 常开触点
2. 砂轮电动机 M_1 不能启动	接触器 KM_1 主触点接触不好;热继电器 FR_1 主通路有断点;砂轮电动机 M_1 本身有问题(此时冷却泵电动机能启动);9 区停止按钮 SB_2 接触不良;启动按钮 SB_1 压合接触不好;接触器 KM_1 线圈损坏	接触器 KM_1 主触点;砂轮电动机 M_1 ;停止按钮 SB_2 常闭触点
3. 冷却泵电动机 M_2 不能启动	接插件 XP_1 接触不良;冷却泵电动机 M_2 绕组有问题	接插件 XP_1 ;冷却泵电动机 M_2 绕组
4. 液压泵电动机 M_3 不能启动	接触器 KM_2 主触点闭合不好;热继电器 FR_2 主通路有断点;液压泵电动机 M_3 绕组烧毁;11 区停止按钮 SB_1 接触不良;启动按钮 SB_3 闭合接触不良;接触器 KM_2 线圈损坏	接触器 KM_1 主触点;液压泵电动机 M_3 ;停止按钮 SB_1 常闭触点
5. 电磁吸盘无吸力	变压器 TC_2 损坏;熔断器 FU_3 断路;整流器 VC 损坏;充、退磁转换开关 QS_2 接触不良;接插件 XP_2 接触不良;电磁吸盘 YH 线圈断路	变压器 TC_2 ;整流器 VC;接插件 XP_2 ;电磁吸盘 YH 线圈
6. 电磁吸盘吸力不足	电源电压低;整流器 VC 损坏;变压器 TC_2 损坏;电磁吸盘 YH 线圈短路	变压器 TC_2 ;整流器 VC;电磁吸盘 YH 线圈
7. 电磁吸盘容易造成对地击穿	电阻 R_3 断路	电阻 R_3
8. 整流二极管容易击穿损坏	电阻 R_1 损坏;电容器 C 损坏	电阻 R_1 ;电容器 C

5.3 M7475B 型立轴圆台平面磨床

M7475B 型立轴圆台平面磨床由上海机床厂制造,它使用立式砂轮头的形式及砂轮的端面对工件进行削磨加工。该机床工作台的拖动采用了双速电动机。

5.3.1 M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路分析

M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路原理图见图 5-3(a)、(b)所示。

1. 主电路分析

该机床主电路中共有六台电动机。

砂轮电动机 M_1 带动砂轮机旋转,对加工工件进行磨削。由接触器 KM_1 和 KM_3 组成了它的 Y 形启动控制电路,接触器 KM_1 和 KM_2 组成了它的 Δ 形全压运行控制电路。热继电器 FR_1 为它的过载保护,TA 为电流互感器,A 为电流表。由电流互感器 TA 和电流表 A 组成砂轮电动机 M_1 绕组中电流的测量机构,以便随时监测其绕组中的电流。砂轮电动机 M_1 的短路保护由在配电柜中设置的熔断器担任或由上一级车间配电系统中的熔断器担任。

工作台转动电动机 M_2 ,它是一台双速电动机。由它带动工作台快速和慢速旋转,由接触器 KM_4 控制它的低速运转,接触器 KM_5 控制它的高速运转。熔断器 FU_1 为它的短路保护,热继电器 FR_2 为它的过载保护。

工作台移动电动机 M_3 ,带动工作台左右移动。接触器 KM_6 控制它正转电源的通断,接触器 KM_7 控制它反转电源的通断,热继电器 FR_3 为它的过载保护。

砂轮升降电动机 M_4 ,带动砂轮上、下移动。由接触器 KM_8 控制它正转电源的通断,接触器 KM_9 控制它反转电源的通断,热继电器 FR_5 为它的过载保护。

冷却泵电动机 M_5 ,带动冷却泵供给机床加工过程中的冷却液。由接触器 KM_{10} 控制它电源的通断,热继电器 FR_5 为它的过载保护。

自动进给电动机 M_6 ,由接触器 KM_{11} 控制它电源的通断,热继电器 FR_6 为它的过载保护。

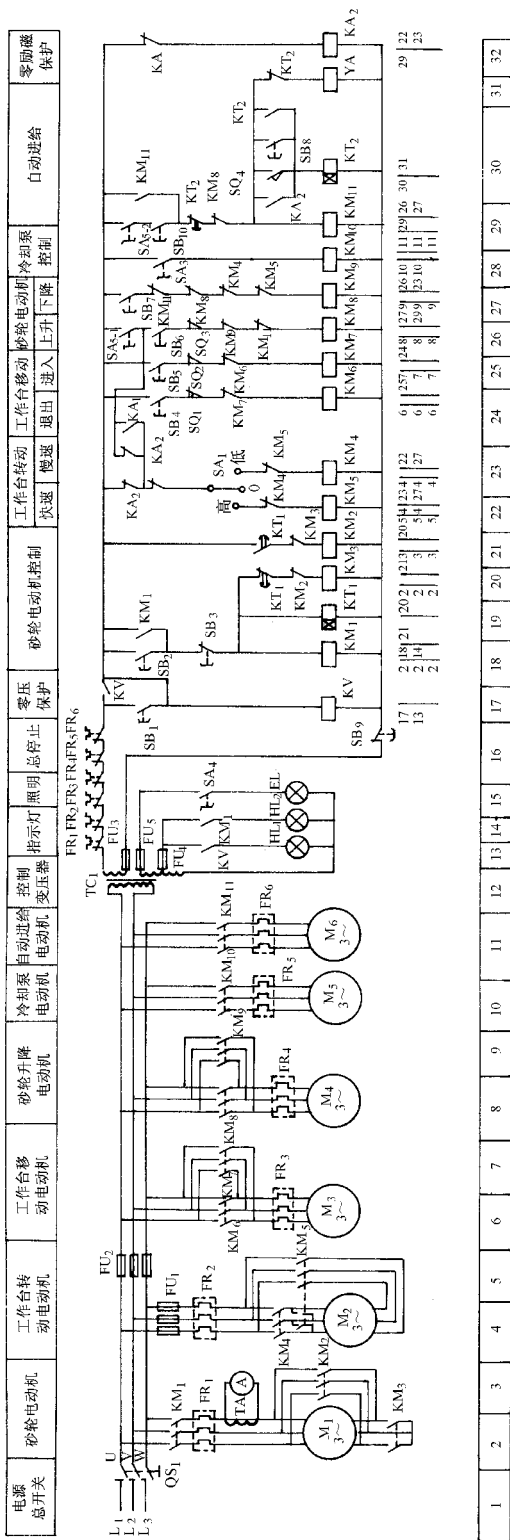
三相电源由电源总开关 QS_1 引入。电动机 M_3 、 M_4 、 M_5 、 M_6 的总短路保护由熔断器 FU_2 担任。

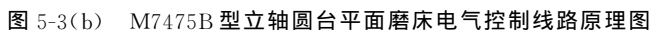
2. 控制电路分析

控制电路分为两大部分。第一部分是各电动机的启动、停止控制,第二部分是电磁吸盘的充磁、退磁控制。

(1)各电动机的启动、停止控制。其控制电路原理图见 M7475B 型立轴圆台平面磨床电气线路原理图 5-3(a)。合上电源总开关 QS_1 ,按下机床总启动按钮 SB_1 ,17 区中欠压继电器 KV 线圈得电闭合,其 17 区中常开触点闭合,接通了各电动机控制电路的电源。13 区电源指示灯 HL_1 亮,表明电源电压正常。如果电源电压不正常或低于一定电压值及突然停电时,欠压继电器 KV 将欠压释放,17 区中的常开触点将复位断开,切断各电动机控制电路的电源,而使各电动机断电停止运行,从而避免了各电动机在电源电压不正常的情况下运行发生故障。

a. 砂轮电动机 M_1 的控制:当 17 区中欠电压继电器 KV 常开触点闭合后,按下砂轮电动机 M_1 的启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 、 KM_3 及时间继电器 KT_1 得电闭合,其中接触器 KM_1 、 KM_3 的主触点将砂轮电动机 M_1 绕组接成 Y 形启动,同时 14 区中指示灯 HL_2 亮,表示砂轮电动机 M_1 启动运行。经过一定时间后,时间继电器 KT_1 的延时断开触点(20 区)断开,延时闭合触点(21 区)闭合,使得接触器 KM_3 断电释放, KM_2 得电闭合,接触器 KM_1 和 KM_2 的主触点将砂轮电动机 M_1 的绕组接成了 Δ 形全压运行。当砂轮电动机 M_1 需要停止时,按下停止按钮 SB_3 ,接触器 KM_1 、时间继电器 KT_1 失电释放,继而接触器 KM_2 断电释放, M_1 停止转





b. 工作台转动电动机 M_2 的控制:工作台转动电动机 M_2 有高速和低速两种运转状态,由转换开关 SA_1 控制。当需要工作台高速运转时,只需将转换开关扳至“高速”挡位置,接触器 KM_5 得电闭合,它的主触点将工作台转动电动机 M_2 的绕组接成 YY 接法, M_2 带动工作台高速旋转。

当需要工作台低速运转时,将转换开关 SA_1 扳至“低速”挡位置,接触器 KM_4 得电闭合,其主触点将工作台旋转电动机 M_2 的绕组接成 Δ 形接法, M_2 带动工作台低速运转。

当转换开关扳至“0”挡位置时,工作台旋转电动机 M_2 停转。

c. 工作台移动电动机 M_3 的控制:工作台移动电动机 M_3 的控制是一个正、反转点动控制。当按下按钮 SB_5 时,接触器 KM_7 得电闭合,工作台移动电动机反转,带动工作台向右移动,此时工作台进入;按下按钮 SB_4 时,接触器 KM_6 得电闭合,工作台移动电动机 M_6 正转,带动工作台向左转动,工作台退出。因为工作台移动电动机 M_6 为正反转点动控制,故在接触器 KM_6 、 KM_7 的线圈回路中互相串接了对方的常闭触点,组成了接触器联锁的正反转电路。位置开关 SQ_1 和 SQ_2 分别为工作台的进入和退出的限位保护。

d. 砂轮升降电动机 M_4 的控制:砂轮升降电动机 M_4 的控制分为手动和自动控制,由转换开关 SA_5 扳至“手动控制”时。 SA_{5-1} 闭合, SA_{5-2} 断开;扳至“自动控制”时, SA_{5-1} 断开, SA_{5-2} 闭合。

手动控制:将转换开关 SA_5 扳至“手动”位置,分别按下上、下移动按钮 SB_6 和 SB_7 ,接触器 KM_8 和 KM_9 分别得电,使得砂轮电动机分别正、反转,带动砂轮上升或下降。

自动控制:将转换开关 SA_5 扳至“自动”位置,然后按下自动进给启动按钮 SB_{10} ,接触器 KM_{11} 、电磁铁 YA 得电。接触器 KM_{11} 得电闭合,接通了自动进给电动机 M_6 的电源, M_6 启动运行。电磁铁 YA 得电,它使得工作台自动进给齿轮与电动机 M_6 带动的齿轮啮合,通过变速机构,带动工作台自动向下工作进给对工件进行磨削,当磨削加工完毕时,压下位置开关 SQ_4 ,时间继电器 KT_2 得电闭合并自锁,其瞬时常闭触点(31区)断开,切断了电磁铁 YA 线圈的电源, YA 断电释放,工作台自动进给齿轮同变速机构齿轮分开,工作台停止进给,此时自动进给电动机 M_6 空转。经过一定时间后,29区中的时间继电器 KT_2 的延时断开触点断开,接触器 KM_1 、 KT_2 失电释放,自动进给电动机 M_6 停转。

e. 冷却泵电动机 M_5 的控制:冷却泵电动机的控制是由扳动开关 SA_3 来控制的。将 SA_3 开关扳向“接通”的位置,接触器 KM_{10} 得电闭合,冷却泵电动机 M_5 启动运转,带动冷却泵供给加工工件冷却液。将 SA_3 开关扳向断开位置,接触器 KM_{10} 失电释放,冷却泵电动机 M_5 停转。

f. 各运动的相互联锁装置:图 5-3(a)中,工作台电动机 M_1 转动时,砂轮升降电动机 M_4 不能带动砂轮下降。因为在砂轮下降的回路中串接了工作台高、低速运转接触器 KM_4 、 KM_5 的常闭触点,故只要工作台一转动,砂轮升降电动机 M_4 不能带动砂轮下降。同理,砂轮在下降时,工作台也不能转动。图 5-3(b)中,工作台快速和慢速通过接触器 KM_4 、 KM_5 各自的常闭触点在对方的线圈回路中联锁。图 5-3(c)中,砂轮升降电动机 M_4 通过接触器 KM_8 、 KM_9 各自的常闭触点在对方的线圈回路中联锁。

g. 零励磁保护:在磨削加工工件过程中,当电磁吸盘 YH 线圈突然断路或无电流流过及因其他原因流过电磁吸盘 YH 线圈中的电流较小时,串接在电磁吸盘线圈回路中的欠电流继电器 KA 不能闭合, KA 在 32 区中的常闭触点闭合,中间继电器 KA_2 得电闭合,其常闭触点(23区)切断工作台转动电动机 M_2 的控制电路,使得工作台不能转动。同时 29 区的常开触点接通时间继电器 KT_2 线圈的电源,时间继电器 KT_2 的瞬时常闭触点(31区)断开,使电磁铁 YA 线圈断电,自动进给不能进行。经过一定时间后,其 29 区的延时断开触点断开,切断了接触器 KM_{11} 和时间继电器 KT_2 线圈的电源, KM_{11} 及 KT_2 失电释放,自动进给电动机 M_6 停转,起到了零励磁的保护作用。

(2)电磁吸盘的充磁、退磁控制。电磁吸盘充、退磁电路的原理图见图 5-3(b)。它是由晶

闸管等电子元器件组成的充、退磁控制线路。它主要由五个部分组成,即:主电路、多谐振荡器电路、给定电压电路、比较电路和触发脉冲输出电路。各部分电路及元器件的组成见图中的虚线框。

a. 电磁吸盘的充磁控制。电磁吸盘的充磁控制分为可调 and 不可调两种控制方式。它是通过充磁转换开关 SA_2 来实现的。扳动 SA_2 至不同位置,即可获得可调 and 不可调的充磁控制。

- 可调充磁控制:将充磁转换开关 SA_2 扳向充磁“可调”位置, SA_{2-1} 闭合, SA_{2-2} 断开,接触器 KM_{12} 得电闭合,其 KM_{12} 在中间继电器 KA_1 线圈回路的常开触点(110 号线至 110a 号线)闭合,中间继电器 KA_1 得电闭合,其常闭触点断开多谐振荡器电路中的 134 号线和 121 号线及 135 号线和 123 号线以及比较电路中 106 号线和 118 号线。此时,晶体管 V_1 不能工作, V_3 、 V_4 输出断开,故只有 V_2 正常工作。而晶体管 V_2 的基极电压的大小取决于图 5-3(b)中 E 点和 B 点电压的高低。在晶体管 V_2 的发射极和基极回路中,有两个输入电压,一个是从电位器 RP_3 取出的给定电压 U_{EA} ,也就是电容器 C_6 两端的电压;另一个是来自同步变压器 TC_2 的约 22V 交流电压经二极管 V_{10} 削波从电位器 RP_2 取出经二极管 V_{21} 整流的电压 U_{BA} 。在交流电压的正半周时,来自同步变压器 TC_2 的交流电压经 V_{10} 削波从电位器 RP_2 取出又经二极管 V_{21} 整流后,对电容器 C_7 进行充电,使 U_{C7} 逐渐上升。在交流电压的负半周,变压器 TC_2 副边线圈及二极管 V_{10} 和 R_{15} 构成回路,二极管 V_{21} 截止,电容器 C_7 对电阻 R_{11} 放电, U_{C7} 逐渐下降,由此在电阻 R_{11} 两端产生按指数规律变化的锯齿波电压 U_{BA} , $U_{BA} > 0$ 。由于 V_2 为 PNP 锗管,当 V_2 两端的电压 $U_{EB} > 0.2V$ 时,晶体管 V_2 便可导通工作,也就是说,只要 $U_{EB} = U_{EA} - U_{BA} > 0.2V$ 时,晶体管 V_2 即可导通工作。当晶体管 V_2 导通工作时,晶体管 V_2 中有一个变化的电流流过,并通过变压器 TC_4 产生一个触发脉冲,这个脉冲经 V_{20} 送到主电路中晶闸管 V_6 的控制极和阴极之间,使得晶闸管 V_6 触发,电磁吸盘 YH 线圈通电,将工件吸牢。调节电位器 RP_3 的大小,可以调节给定电压 U_{EA} 的大小。当给定电压 U_{EA} 升高时,晶闸管 V_2 导通时间提前,触发脉冲前移,晶闸管 V_6 导通角增大,电磁吸盘 YH 中电流增大,工作台吸力增大,反之则减小。

- 不可调充磁:将充磁转换开关 SA_2 扳向“固定”充磁位置, SA_{2-1} 、 SA_{2-2} 闭合,晶闸管 V_6 被短接。此时电磁吸盘的充磁回路为:电源 V 相→YH 线圈→电流表 A→欠电流继电器 KA 线圈→ V_{13} 整流二极管→ SA_{2-2} →熔断器 FU_7 →U 相。电磁吸盘固定充磁。

b. 电磁吸盘退磁控制:将转换开关 QS_2 扳向“0”挡位置, SA_{2-1} 、 SA_{2-2} 断开,接触器 KM_{12} 断电,中间继电器 KA_1 断电释放, KA_3 通电闭合。中间继电器 KA_1 的常闭触点复位闭合,接通晶体管 V_1 发射极的电源(116 号线和 118 号线), V_1 正常工作。同时, KA_1 的常闭触点接通多谐振荡器电路的电源及将多谐振荡器晶体管 V_3 、 V_4 集电极的输出分别接至晶体管 V_1 、 V_2 的基极,将从多谐振荡器晶体管 V_3 、 V_4 集电极输出的振荡电压轮流加在晶体管 V_1 和 V_2 的基极上,使晶体管 V_1 、 V_2 轮流导通和截止,从而脉冲变压器 TC_3 、 TC_4 轮流输出触发脉冲,分别触发晶闸管 V_5 和 V_6 ,使晶闸管 V_5 、 V_6 轮流导通,电磁吸盘 YH 线圈中通过频率与多谐振荡器频率相同的交变电流。由于接触器 KM_{12} 失电释放,其常开触点断开给定电压电路中的电源,给定电压电路失电,电容器 C_{10} 通过 R_{23} 及电位器 RP_3 放电,其电压逐渐降低,给定电压逐渐减小,使得晶体管 V_1 和 V_2 发射极的电位逐渐降低,晶闸管的导通角也逐渐减小,故加在电磁吸盘 YH 上的交变电流逐渐减小,最后衰减为零,达到交流退磁的目的。

M7475B 型立轴圆台平面磨床主要元器件明细表见表 5-5。

表 5-5 M7475B 型立轴圆台平面磨床主要电气元器件一览表

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
M ₁	砂轮电动机	JO3-81-6 25kW	1	带动砂轮旋转
M ₂	工作台转动电动机	JDO3-112S-6/4 2.2/3kW	1	带动工作台转动
M ₃	工作台移动电动机	JO3-802-6 0.75kW	1	驱动工作台左右移动
M ₄	砂轮升降电动机	JO3-801-4 0.75kW	1	带动砂轮上下移动及进给
M ₅	冷却泵电动机	DB-100 250W	1	带动冷却泵供给机床冷却液
M ₆	自动进给电动机	A1-5624 125W	1	带动砂轮机自动工作进给
QS ₁	开关	DZ10-100/330	1	电源总开关
FU ₁	熔断器	RL1-60/60A	1	工作台转动电动机短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/15A	1	M ₁ 、M ₁ 、M ₃ 、M ₄ 、TC ₁ 总短路保护
FU ₃	熔断器	玻璃管型 4A	1	控制电路短路保护
FU ₄	熔断器	玻璃管型 2A	1	信号灯短路保护
FU ₅	熔断器	玻璃管型 2A	1	机床工作照明短路保护
FU ₆	熔断器	玻璃管型 2A	1	电磁吸盘充、退磁控制电路短路保护
FU ₇	熔断器	RL1-15/10	1	电磁吸盘主电路短路保护
FR ₁	热继电器	JR0-150 整定电流 89.8A	1	砂轮电动机过载保护
FR ₂	热继电器	JR0-20 整定电流 12.4	1	工作台转动电动机过载保护
FR ₃	热继电器	JR0-20 整定电流 4.2A	1	工作台移动电动机过载保护
FR ₄	热继电器	JR0-20 整定电流 3.4A	1	砂轮升降电动机过载保护
FR ₅	热继电器	JR0-20 整定电流 1.26A	1	冷却泵电动机过载保护
FR ₆	热继电器	JR0-20 整定电流程 0.8A	1	自动进给电动机过载保护
KM ₁	交流接触器	CJ0-75/110V	1	控制 M ₁ 电源通断
KM ₂	交流接触器	CJ0-40/110V	1	控制 M ₁ 三角形运转
KM ₃	交流接触器	CJ0-40/110V	1	控制 M ₁ 星形启动
KM ₄	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制 M ₂ 低速运转
KM ₅	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制 M ₂ 高速运转
KM ₆	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制 M ₃ 正转
KM ₇	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制 M ₃ 反转
KM ₈	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制砂轮上升
KM ₉	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制砂轮下降
KM ₁₀	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制冷却泵电动机 M ₅
KM ₁₁	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制自动进给电动机 M ₆
KM ₁₂	交流接触器	CJ0-10/110V	1	控制自动充磁
KV	零压保护继电器	JZ7-44/110V	1	控制电路零压保护
KA ₁	中间继电器	DZ-144/24V	1	电磁吸盘退磁
KA ₂	中间继电器	JZ7-44/110V	1	电磁吸盘零励磁保护
KA ₃	中间继电器	JZ7-1A/110V	1	控制电磁吸盘放电
KT ₁	时间继电器	JS7-1A/110V	1	控制砂轮电动机 Y-Δ 启动

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
KT ₂	时间继电器	JS7-1A/110V	1	控制断开自动进给
SQ ₁	限位开关	LX19-121	1	工作台退出限位保护
SQ ₂	限位开关	LX19-121	1	工作台进入限位保护
SQ ₃	限位开关	LX19-121	1	砂轮上升限位保护
SQ ₄	限位开关	JLXW1-11	1	自动进给限位
KA	电流继电器	JL-14	1	电磁吸盘欠电流保护
SA ₁	转换开关	LA18-22/3	1	工作台高低速运转转换
SA ₂	转换开关	LA18-22/3	1	电磁吸盘充磁转换开关
SA ₃	转换开关	LA18-22/2	1	冷却泵控制开关
SA ₄	转换开关		1	机床工作照明开关
SA ₅	转换开关	LA18-22/2	1	自动进给选择开关
SB ₁	按钮	LA19-11	1	控制线路中总启动按钮
SB ₂	按钮	LA19-11	1	砂轮升降电动机启动按钮
SB ₃	按钮	LA19-11	1	砂轮升降电动机停止按钮
SB ₄	按钮	LA19-11	1	工作台退出点动按钮
SB ₅	按钮	LA19-11	1	工作台进入点动按钮
SB ₆	按钮	LA19-11	1	砂轮上升点动按钮
SB ₇	按钮	LA19-11	1	砂轮下降点动按钮
SB ₈	按钮	LA19-11	1	自动进给停止按钮
SB ₉	按钮	LA19-11	1	机床总停止按钮
SB ₁₀	按钮	LA19-11	1	自动进给启动按钮
TC ₁	控制变压器	BK-500	1	控制、信号、工作照明电源
TC ₂	控制变压器	BK-100	1	同步变压器
EL	机床照明灯		1	工作照明
HL ₁	电源信号灯	JC3Y	1	电源信号
HL ₂	砂轮运转指示灯	JC3Y	1	砂轮运转信号
YH	电磁吸盘	SJCP-780	1	吸合工作

5.3.2 M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路故障检修实例

M7475B 型立轴圆台平面磨床故障检修实例,见图 5-3(a)、(b)。

1. 工作台转动电动机 M₂、自动进给电动机 M₆ 不能启动

故障现象:合上电源总开关 QS₁,接通控制线路电源后,将工作台转动选择开关 SA₁ 分别扳至“高速”和“低速”,工作台转动电动机 M₂ 不能启动运转。将转换开关 SA₅ 扳至“自动”位置挡,按下自动进给电动机 M₆ 的启动按钮,自动进给电动机 M₆ 也不能启动。

故障分析:工作台转动电动机 M₂ 和自动进给电动机 M₆ 都不能启动,有两种可能性:一种可能性就是在工作台转动电动机 M₂ 的控制回路中及自动进给电动机 M₆ 的回路中都存在

有断点,但是这种可能的概率是很小的;另一种可能性就是电磁吸盘吸力不足,通过欠电流继电器 KA 线圈的电流太小,不能使衔铁吸合,故在 32 区中它的常闭触点闭合,使得中间继电器 KA_2 线圈得电并闭合,其 23 区常闭触点断开,切断了工作台高、低速控制回路的电源,使工作台转动电动机 M_2 不能启动,而中间继电器 KA_2 (29 区)的常开触点闭合,接通时间继电器 KT_2 线圈的电源,从而断开自动进给电动机 M_6 的控制回路电源。第二种故障的特点是其主要原因不在工作台转动电动机 M_2 的控制回路中及自动进给电动机 M_6 的控制回路中存在有故障,故障的范围应该在电磁吸盘的充磁控制电路中,且将转换开关 SA_5 扳至“自动”进给位置,按下自动进给电动机 M_6 的启动按钮 SB_{10} 后,自动进给电动机 M_6 有瞬时启动后自动停止的现象。

故障检查:合上电源总开关 QS_1 ,按下控制线路总启动按钮 SB_1 ,接通控制线路电源。将工作台转动电动机转换开关 SA_1 分别扳至“高速”和“低速”位置,工作台转动电动机 M_2 不能启动。将转换开关 SA_5 扳至“自动”进给位置,按下自动进给启动按钮 SB_{10} ,自动进给电动机 M_6 能瞬时启动,几秒钟后又自动停止。从启动自动进给电动机 M_6 的现象来看,判断确定为电磁吸盘控制电路的故障。拆开机床电源控制框,观察到中间继电器 KA_2 线圈动作吸合,判断为欠电流继电器的 KA 欠电流断开。检查充、退磁转换开关 SA_2 ,在充磁“可调”挡位将 SA_2 扳至“固定”充磁挡,观察到欠电源继电器 KA 动作吸合,中间继电器 KA_2 释放。将工作台转动电动机 M_2 的高低速转换开关分别扳至“高速”和“低速”挡,电动机 M_2 均能启动,将自动进给转换开关 SA_5 扳至“自动”挡,按下自动进给电动机 M_6 的启动按钮 SB_{10} ,电动机 M_6 能启动并正常运转。

从以上检查的结果来看,电磁吸盘固定充磁时情况正常,可以判断电磁吸盘主电路正常,故障的范围应该在给定电压电路、比较电路和脉冲输出电路中,造成晶闸管 V_6 导通角后移,使晶闸管 V_6 整流输出电压降低。用万用表直流电压挡测量电位器 RP_3 端 137 号线和 116 号线的电压值,并调整电位器 RP_3 ,表针有起伏变化,判断为电位器 RP_3 接触不良。经检查本故障为电位器 RP_3 接触不良,给定电压值低而引起在“可调”充磁时晶闸管 V_6 输出电压低。

处理:更换同型号电位器 RP_3 ,故障排除。

2. 电磁吸盘不能退磁

故障现象:当工件加工完毕后,将充、退磁转换开关 SA_2 扳至“0”挡退磁位置,工件不能从工作台上取下。

故障分析:出现这种现象的原因主要有:

(1)晶体管 V_3 、 V_4 损坏,多谐振荡器没有起振。

(2)121 号线和 134 号线及 123 号线和 135 号线中间继电器 KA_1 的常闭触点接触不良,振荡信号没有输入到晶体管 V_1 、 V_2 的基极。

(3)116 号线和 118 号线中间继电器 KA_1 常闭触点接触不良,晶体管 V_1 的发射极没有接通,只有晶体管 V_2 工作,输入单方脉冲,使得晶闸管 V_6 导通, V_5 截止,电磁吸盘 YH 接受单方向脉冲电流。

(4)晶体管 V_1 、 V_2 损坏,不能输出触发脉冲。

(5)晶闸管 V_5 损坏。

对于中间继电器 KA_1 的常闭触点接触不良,我们可以用万用表电阻挡进行测量。方法是:拆除常闭触点任一端与控制线路的接线,将万用表置于 $R \times 1k$ 挡,由于拆除了常闭触点一

端与控制电路的接线,就切断了万用表电阻挡与控制线路中电源形成闭合回路的可能,故可以在启动机床或控制电路带电的情况下,直接测量中间继电器 KA₁ 常闭触点的通断情况。这种方法也适用于接触器、中间继电器常开触点在闭合时需要判断其闭合是否良好的情况。对于晶体管 V₁、V₂、V₃、V₄ 是否损坏,则需要测量其各晶体管的基极、集电极、发射极的电压值来大概判断。

故障检查:合上电源总开关 QS₁,将充、退磁转换开关扳至“0”挡退磁位置,观察到 KA₃ 闭合。用以上故障分析中所述方法,分别对中间继电器 KA₁ 在 121 号线到 134 号线及 123 号线到 135 号线和 118 号线到 116 号线的常闭触点进行测量,接触都良好。对电位器 RP₃ 端中间继电器的 KA₃ 的常开触点进行测量,接触也良好,说明各中间继电器常开、常闭触点接触良好。再用万用表直流 50V 挡分别测量两脉冲输出端 145 号线和 200 号线及 144 号线和 201 号线,145 号线和 200 号线端约有 5V 左右直流电压。当测量到 144 号线和 201 号线端时,则指针有微小摆动。再测量电阻 R₁₀ 两端的交流电压,约为 9V 左右,怀疑二极管 V₁₉ 损坏。切断机床电源,将二极管 V₁₉ 焊下测量,二极管 V₁₉ 断路。

处理:焊上同型号的二极管,故障排除。

5.3.3 M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路故障表

M7475B 型立轴圆台平面磨床电气控制线路故障表见表 5-6。

表 5-6 M7475 型立轴圆台平面磨床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有电动机均不能启动	无电源电压;电源总开关 QS ₁ 损坏;熔断器 FU ₂ 断路;控制变压器 TC ₁ 损坏;热继电器 FR ₁ 、FR ₂ 、FR ₃ 、FR ₄ 、FR ₅ 、FR ₆ 常闭触点断路或不能复位;零压继电器 KV 线圈损坏;17 区零压继电器 KV 常开触点闭合不好	熔断器 FU ₂ ;热继电器 FR ₁ 、FR ₂ 、FR ₃ 、FR ₄ 、FR ₅ 、FR ₆ 常闭触点;17 区零压继电器 KV 常开触点
2. 砂轮电动机 M ₁ 不能 Y 形启动	接触器 KM ₁ 主触点闭合不好;热继电器 FR ₁ 主通路有断点;接触器 KM ₃ 主触点接触不良;砂轮电动机 M ₁ 本身有问题;18 区启动按钮 SB ₂ 压合接触不良;停止按钮 SB ₃ 接触不良;接触器 KM ₁ 线圈损坏;时间继电器 KT ₁ 线圈损坏;20 区时间继电器 KT ₁ 延时断开触点接触不良;接触器 KM ₂ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₃ 线圈损坏	接触器 KM ₁ 主触点;接触器 KM ₃ 主触点;砂轮电动机 M ₁ ;18 区停止按钮 SB ₃ ;20 区时间继电器 KT ₁ 延时断开常闭触点;接触器 KM ₂ 常闭触点
3. 砂轮电动机 M ₁ 不能 Δ 形运行	接触器 KM ₂ 主触点闭合接触不好;21 区时间继电器 KT ₁ 延时闭合触点闭合接触不良;接触器 KM ₃ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏	接触器 KM ₂ 的主触点;21 区时间继电器 KT ₁ 延时闭合触点;接触器 KM ₃ 常闭触点
4. 工作台转动电动机 M ₂ 不能启动运转或高低速不能运转	熔断器 FU ₁ 断路;热继电器 FR ₂ 主通路有断点;工作台转动电动机 M ₂ 本身有问题;22 区中间继电器 KA 常闭触点接触不好;接触器 KM ₉ 常闭触点接触不良;22 区接触器 KM ₄ 常闭触点接触不良;23 区接触器 KM ₅ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₄ 线圈损坏;接触器 KM ₅ 线圈损坏;电磁吸盘欠电流;欠电流继电器 KA 未闭合	熔断器 FU ₁ ;工作台转动电动机 M ₂ ;22 区中间继电器 KA 常闭触点;接触器 KM ₉ 常闭触点;接触器 KM ₄ 常闭触点;23 区接触器 KM ₅ 常闭触点;电磁吸盘充、退磁电路

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
5. 工作台移动电动机 M_3 不能正转启动或工作台移动电动机 M_3 不能反转启动	接触器 KM_6 或接触器 KM_7 主触点闭合接触不良;热继电器 FR_3 主通路有断点;工作台移动电动机 M_3 绕组有问题;24 区正转启动按钮 SB_4 压合接触不良;位置开关 SQ_1 常闭触点接触不良;接触器 KM_7 常闭触点接触不良;接触器 KM_6 线圈损坏;25 区反转启动按钮 SB_5 压合接触不良;位置开关 SQ_2 常闭触点接触不良;接触器 KM_6 常闭触点接触不良; KM_7 线圈损坏	接触器 KM_6 主触点;工作台移动电动机 M_3 ;位置开关 SQ_1 ;接触器 KM_7 常闭触点;接触器 KM_7 主触点;位置开关 SQ_2 ;接触器 KM_6 常闭触点
6. 砂轮不能上升	接触器 KM_8 主触点闭合接触不良;26 区位置开关 SQ_3 接触不良;接触器 KM_9 触点接触不良;接触器 KM_{11} 常闭触点接触不良;接触器 KM_9 线圈损坏	接触器 KM_8 主触点;26 区位置开关 SQ_3 ;接触器 KM_9 常闭触点;接触器 KM_{11} 常闭触点
7. 砂轮不能下降	接触器 KM_9 主触点闭合接触不良;27 区接触器 KM_{11} 、 KM_4 、 KM_5 、 KM_8 常闭触点接触不良;接触器 KM_9 线圈损坏	接触器 KM_9 主触点;27 区接触器 KM_{11} 、 KM_8 、 KM_4 、 KM_5 常闭触点
8. 冷却泵电动机 M_5 不能启动	接触器 KM_{10} 主触点闭合不良;热继电器 FR_5 主通路有断点;冷却泵电动机 M_5 绕组烧毁;开关 SA_3 闭合不好;接触器 KM_{10} 线圈损坏	接触器 KM_{10} 主触点;冷却泵电动机 M_5 ;开关 SA_3
9. 自动进给电动机 M_6 不能启动或不能进给	接触器 KM_{11} 主触点闭合接触不良;热继电器 FR_6 主通路有断点;自动进给电动机 M_6 本身有问题;29 区转换开关 SA_{5-2} 闭合接触不良;自动进给电动机 M_6 启动按钮 SB_{10} 闭合接触不良;时间继电器 KT_2 延时断开触点接触不良;接触器 KM_8 常闭触点接触不良;31 区时间继电器瞬时常闭触点接触不良;电磁铁 YA 线圈断路;电磁吸盘欠电流;欠电流继电器 KA 未闭合	接触器 KM_{11} 主触点;自动进给电动机 M_6 ;29 区时间继电器 KT_2 延时断开常闭触点;接触器 KM_8 常闭触点;31 区时间继电器 KT_2 瞬时常闭触点;电磁铁 YA 线圈;电磁吸盘充、退磁电路
10. 电磁吸盘无吸力	熔断器 FU_7 断路;晶闸管 V_6 损坏;整流二极管 V_{13} 损坏;电磁吸盘 YH 线圈损坏	熔断器 FU_7 ;晶闸管 V_6 ;整流二极管 V_{13} ;电磁吸盘 YH 线圈
11. 充磁在“可调”挡时电磁吸盘无吸力	晶闸管 V_6 损坏;给定电压电路有问题;比较电路有问题;触发脉冲输出电路有问题	晶闸管 V_6 ;给定电压电路中电位器 RP_3 ;比较电路中电位器 RP_2 ;晶体管 V_1 、 V_2 ;触发脉冲输出电路中二极管 V_{20} 等
12. 电磁吸盘不能退磁	晶体管 V_5 损坏;整流二极管 V_{12} 损坏;电磁吸盘回路中接触器 KM_{12} 常闭触点接触不良;中间继电器 KA_3 常开触点闭合不良;图 5-4(b) 中中间继电器 KA_3 的常开触点闭合接触不良; KA_1 常闭触点接触不良;多谐振荡器电路有问题;比较电路有问题;触发脉冲输出电路有问题	晶闸管 V_5 ;二极管 V_{12} ;中间继电器 KA_1 所有常闭触点; KA_3 所有常开触点;接触器 KM_{12} 所有常闭触点;多谐振荡器电路中晶体管 V_1 、 V_2 ;比较电路中晶体管 V_1 ;触发脉冲电路中二极管 V_{19} 等

5.4 M1432A 型万能外圆磨床

M1432A 型万能外圆磨床主要用于磨削工件的外圆锥面、内圆柱面、内圆锥面和阶台端

面,也可以用来磨削平面等。

5.4.1 M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路分析

M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路原理图见图 5-4 所示。

1. 主电路分析

M1432A 型万能外圆磨床由五台电动机拖动。

(1)油泵电动机 M_1 : 带动油泵供给机床液压传动系统的液压油,驱动机床液压传动装置带动工作台平稳移动,接触器 KM_1 控制它电源的通断,热继电器 FR_1 为它的过载保护。

(2)头架电动机 M_2 : 带动工件旋转,它采用了双速电动机,故可调速范围大,由接触器 KM_2 控制它低速电源的通断,接触器 KM_3 和 4 区中接触器 KM_2 常闭触点控制它高速电源的通断, FR_2 为它的过载保护。

(3)内圆砂轮电动机 M_3 : 带动内圆砂轮对工件进行内圆的磨削加工,由接触器 KM_4 控制它电源的通断,热继电器 FR_3 为它的过载保护。

(4)外圆砂轮电动机 M_4 : 带动外圆砂轮对工件进行外圆的磨削加工,由接触器 KM_5 控制它电源的通断,热继电器 FR_4 为它的过载保护。

(5)冷却液泵电动机 M_5 : 带动冷却泵供给机床在磨削加工过程中的冷却液,由接触器 KM_6 控制它电源的通断,并通过接插件 X 与接触器 KM_6 主触点相连接,热继电器 FR_5 为它的过载保护。

三相电源由电源总开关 QS_1 引入,熔断器 FU_1 为整个控制线路的总短路保护, FU_2 为油泵电动机 M_1 和头架电动机 M_2 的短路保护,熔断器 FU_3 为内圆砂轮电动机 M_3 和冷却泵电动机 M_5 的短路保护。

2. 控制电路分析

当合上电源总开关 QS_1 ,指示灯(10 区) HL_1 亮,表示电源电压正常,380V 交流电压经过熔断器 FU_1 加在变压器 TC 的初级绕组上,经降压后输出 110 V 交流电压作为各电动机控制电路的电源;24V 交流电压为机床工作照明灯电源;6V 交流电压为电源指示灯电源。

(1)油泵电动机 M_1 的控制:按下油泵电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈得电闭合,其主触点接通油泵电动机 M_1 的电源,油泵电动机 M_1 启动运转,供给机床液压系统液压油。同时,接触器 KM_1 辅助常开触点(10 区)闭合,指示灯 HL_2 亮,表示油泵电动机 M_1 启动运转正常。按下油泵电动机 M_1 停止按钮 SB_1 时,接触器 KM_1 线圈失电释放,油泵电动机 M_1 停转。

从图 5-4 中可以看出,机床中各电动机的启动只有在油泵电动机 M_1 启动,13 区中 KM_1 常开触点闭合后才能启动运行,否则,其他电动机无法启动。在机床运行过程中,若接触器 KM_1 失电断开,油泵电动机 M_1 停转,其他电动机也将停转。

(2)头架电动机 M_2 的控制:头架电动机 M_2 为双速电动机,它是由高、低速转换开关 SA_1 扳向不同的位置而进行不同转速的控制,从而得到对工件不同精度的磨削加工。

当需要头架电动机 M_2 低速运转时,将高低速转换开关扳至“低速”挡位置,启动油泵电动机 M_1 ,将砂轮架快速移动操纵手柄扳向“快进”位置,此时液压油通过砂轮快速移动,操纵手柄控制的液压阀进入砂轮架移动驱动油缸,带动砂轮架快速进给移动。当接近工件时,压合行

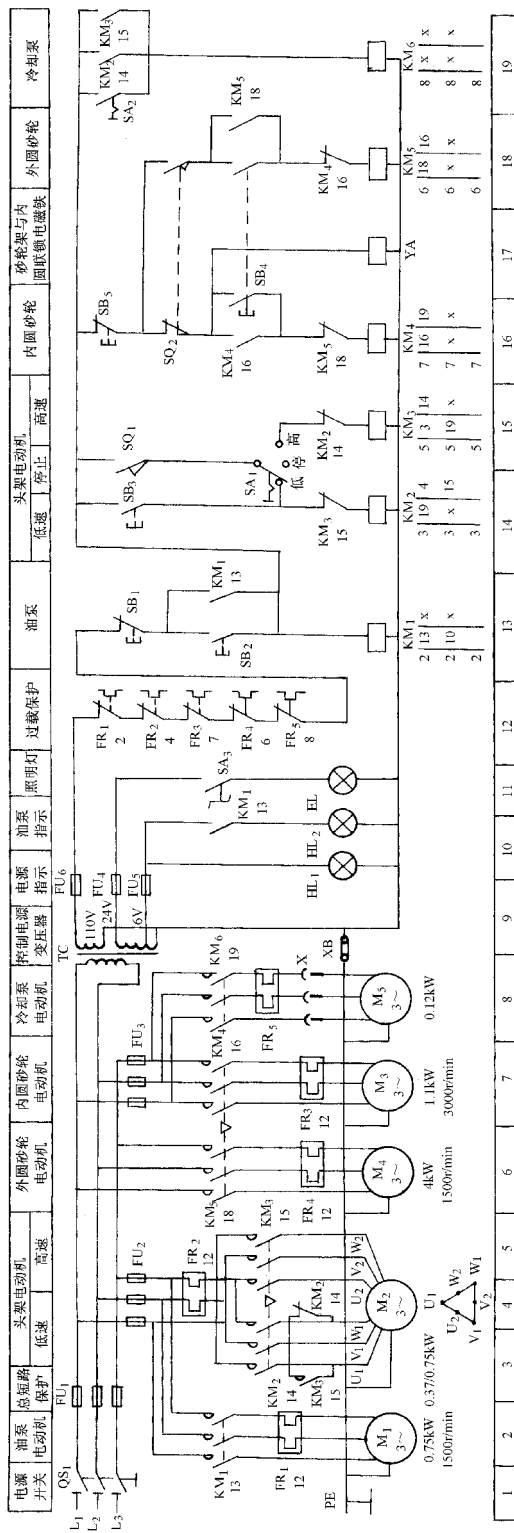


图5-4 M1423A型平面万能磨床电气控制线路原理图

程开关 SQ_1 ，接通接触器 KM_2 线圈的电源，接触器 KM_2 得电闭合，主电路中(3 区)常闭触点断开，常开触点闭合，将头架电动机绕组接成 Δ 形，头架电动机 M_2 启动低速运转。将砂轮架快速移动操纵杆手柄扳向停止位置，砂轮架停止快速进给移动。当需要头架电动机 M_2 高速运转时，将高低速转换开关扳至“高速”挡位置，启动油泵电动机 M_1 ，将砂轮架快速移动操纵手柄扳向快速位置，此时砂轮架通过液压传动系统将快速进给移动。接近工件时压下行程开关 SQ_1 ，此时 SQ_1 接通头架电动机 M_2 高速运行接触器 KM_3 线圈的电源， KM_3 闭合，其主触点和 4 区接触器 KM_2 的常闭触点将头架电动机绕组接成 YY 形，头架电动机 M_2 高速运转。工件磨削完毕后，砂轮架退回原处，行程开关 SQ_1 复位断开，头架电动机 M_2 断电停转。

图 5-4 中 SB_3 (14 区)为头架电动机的点动按钮，通过它对头架电动机 M_2 进行点动，以便对工件进行位置找准调试和校正。

(3)冷却泵电动机 M_5 的控制:冷却泵电动机 M_5 是由头架电动机 M_2 中的高、低速接触器 KM_3 和 KM_2 的常开辅助触点闭合和断开来控制接触器 KM_6 线圈的通电和断电从而控制它的运行和停止的。所以不论头架电动机 M_2 高速或低速运行，接触器 KM_2 、 KM_3 总有一个常开触点闭合，故头架电动机 M_2 启动运转，冷却泵电动机 M_5 也启动运转。图 5-4 中 SA_2 (19 区)为手动接通开关。当头架电动机 M_2 停转，在修整砂轮需要冷却泵电动机启动供给冷却液时，只需将 SA_2 接通，冷却泵电动机 M_5 即可运行，供给冷却液。

(4)内、外圆砂轮电动机 M_3 、 M_4 的控制。

a. 内圆砂轮电动机 M_3 的控制:当需要对加工工件进行内圆磨削时，将砂轮架上的内圆磨具往下翻，按下内外圆砂轮启动按钮 SB_4 ，接触器 KM_4 线圈得电闭合，主触点接通内圆砂轮电动机 M_3 的电源， M_3 启动运行，带动内圆砂轮对工件进行内圆磨削。按下停止按钮 SB_5 ，接触器 KM_4 线圈断电，内圆砂轮电动机 M_4 停转。

b. 外圆砂轮电动机 M_4 的控制:当需要对工件进行外圆磨削加工时，把砂轮架上的内圆磨具往上翻，行程开关 SQ_2 被压合，其 16 区常闭触点断开，18 区常开触点闭合，为外圆砂轮电动机 M_4 的启动做好了准备。按下内外圆启动按钮 SB_4 ，接触器 KM_5 线圈通电闭合并自锁，其主触点接通外圆电动机 M_4 的电源， M_4 启动运转，带动外圆砂轮对工件进行磨削加工。当需要停止时，按下停止按钮 SB_5 ，接触器 KM_5 失电，外圆砂轮电动机 M_4 停转。

(5)各控制线路的联锁。

a. 内、外圆砂轮电动机 M_3 和 M_4 由行程开关 SQ_2 联锁，即内、外圆砂轮电动机不能同时启动运行。

b. 内圆砂轮电动机运行与砂轮架的快速移动通过 SQ_2 及电磁铁 YA 联锁。在内圆砂轮对工件进行磨削加工时，不允许砂轮架快速移动，否则会造成工件报废及损坏磨头等事故。所以在内圆砂轮对工作磨削加工时，要将内圆磨具翻下，行程开关 SQ_2 常闭触点(16 区)复位闭合，接通了 17 区中电磁铁 YA 的线圈，电磁铁 YA 得电动作，其动铁心带动机械装置断开砂轮快速进给的液压回路，使砂轮架快速进退操纵手柄操作无效。

M1432A 型万能外圆磨床主要电气元器件明细表见表 5-7。

表 5-7 M1432A 型万能外圆磨床主要电气元器件明细表

代号	名 称	规格与型号	数量	作用及用途
M_1	油泵电动机	JO3-801-4/72 0.75kW	1	带动油泵旋转
M_2	头架电动机	JO3-90S-8/4 0.37/0.75kW	1	带动工件旋转

代号	名 称	规格与型号	数量	作用及用途
M ₃	内圆砂轮电动机	JO3-801-2 1.1kW	1	带动内圆砂轮旋转
M ₄	外圆砂轮电动机	JO3-112S-4 4kW	1	带动外圆砂轮旋转
M ₅	冷却泵电动机	DB-25A 120W	1	带动冷却泵旋转
KM ₁	交流接触器	CJ0-10 交流 110V	1	控制电动机 M ₁
KM ₂	交流接触器	CJ0-10 交流 110V	1	电动机 M ₂ 低速控制
KM ₃	交流接触器	CJ0-10 交流 110V	1	电动机 M ₂ 高速控制
KM ₄	交流接触器	CJ0-10 交流 110V	1	控制电动机 M ₃
KM ₅	交流接触器	CJ0-10 交流 110V	1	控制电动机 M ₄
KM ₆	交流接触器	CJ0-10 交流 110V	1	控制电动机 M ₅
FU ₁	熔断器	RL1-60/30	1	电路总短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/10	1	电动机 M ₁ 、M ₂ 总短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/10	1	电动机 M ₄ 、M ₆ 总短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/2	1	工作照明短路保护
FU ₅	熔断器	RL1-15/1	1	指示灯短路保护
FU ₆	熔断器	RL1-15/10	1	控制线路短路保护
FR ₁	热继电器	JR0-20 整定电流 2A	1	电动机 M ₁ 过载保护
FR ₂	热继电器	JR0-20 整定电流 1.6A	1	电动机 M ₂ 过载保护
FR ₃	热继电器	JR0-20 整定电流 2.5A	1	电动机 M ₃ 过载保护
FR ₄	热继电器	JR0-20 整定电流 9A	1	电动机 M ₄ 过载保护
FR ₅	热继电器	JR0-20 整定电流 0.47A	1	电动机 M ₅ 过载保护
QS ₁	开关	LWS-3/C5172 15A	1	电源总开关
SA ₁	转换开关	LA18-22X2	1	头架电动机高、低速转换开关
SA ₂	转换开关	LA18-22X2	1	冷却泵手动开关
SA ₃	转换开关	LA18-22X2	1	工作照明开关
SB1	按钮	LA19-11J	1	油泵电动机 M ₁ 停止按钮
SB2	按钮	LA10-11D	1	油泵电动机 M ₁ 启动按钮
SB3	按钮	LA19-11	1	头架电动机 M ₂ 启动按钮
SB4	按钮	LA19-22	1	内外圆砂轮电动机启动按钮
SB5	按钮	LA19-11	1	内外圆砂轮电动机停止按钮
SQ1	行程开关	LX12-2	1	砂轮架快速连锁开关
SQ2	行程开关	LA12-2	1	内外圆砂轮电动机连锁开关
YA	电磁铁	MQW0.7 0.7 千克,110V	1	内圆与砂轮架连锁
TC	变压器	BK-150 380/220、24、6V	1	控制电路、照明、指示电源

5.4.2 M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路故障检修实例

1. 所有电动机都不能启动

故障现象:合上电源总开关 QS_1 ,按下油泵电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,油泵电动机 M_1 不能启动,其他电动机也不能启动。

故障分析:从以上故障现象来看,油泵电动机 M_1 不能启动,且其他电动机也不能启动,说明接触器 KM_1 (13 区)常开触点没有闭合,且接触器 KM_1 线圈也没有得电,所以其故障范围应该在接触器 KM_1 线圈回路的控制线路中。这类故障的检查可以测量控制变压器 TC 的次级端绕组 110V 交流电压是否正常,熔断器 FU_6 是否断路,用“短路法”短接热继电器 FR_1 至 FR_5 等。

故障检查:合上电源总开关 QS_1 ,用万用表交流 500V 挡测量变压器 TC 初级线圈两端交流电压,为 380V 左右,电压正常。再用万用表交流 250V 挡测量变压器 TC 次级 110V 挡电压,110V 挡电压亦正常。用“短路法”将热继电器 FR_1 至 FR_5 短接,按下油泵电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,油泵电动机 M_1 能启动运行,说明在热继电器 FR_1 至 FR_5 中的常闭触点有断点。断开电源总开关 QS_1 ,用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡分别测量热继电器 FR_1 至 FR_5 的常闭触点的通断。当测量到热继电器 FR_5 时,万用表指示有断点。拆开并检查热继电器 FR_5 , FR_5 已损坏。换上同型号的热继电器 FR_5 ,合上电源总开关 QS_1 ,按下油泵电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,油泵电动机 M_1 能启动运转,且其他电动机也均能启动运转。但机床工作不久,所有电动机又自动停止。将机床电源总开关 QS_1 断开,再次检查机床电气故障。因机床所有电动机自动停止,这无疑是接触器 KM_1 线圈失电,其常开触点断开所造成的,故障特点和前面的故障相同,怀疑是机床中有电动机过载所致。用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡迅速测量热继电器 FR_1 至 FR_5 线路,万用表无指示,说明热继电器 FR_1 至 FR_5 线路仍然有断点。因为热继电器 FR_5 已经出现一次故障且损坏,故怀疑断点可能仍出现在热继电器 FR_5 上。用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡迅速测量热继电器 FR_5 的辅助常闭触点,万用表无指示。用手动将常闭触点复位,再用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡测量热继电器 FR_1 至 FR_5 线路,万用表指示为通路。再次合上电源总开关并 QS_1 ,启动油泵电动机 M_1 后,分别启动其他各电动机,均能运转。但过一段时间,又出现热继电器 FR_5 辅助常闭触点断开,所有电动机又自动停止的现象。很明显,此故障为冷却泵电动机 M_5 过载所造成。拆开冷却泵电动机 M_5 与控制电路的接线,用兆欧表测量冷却泵电动机 M_5 绕组对地绝缘电阻为 $20M\Omega$ 左右,属正常范围,用万用表电阻挡 $R \times 1$ 挡测量三相直流电阻是否平衡,测量结果三相直流电阻严重不平衡,说明冷却泵电动机 M_5 绕组有短路故障。拆开冷却泵电动机 M_5 ,观察到绕组有短路过热烧毁的痕迹。

处理:更换或修理冷却泵电动机 M_5 。

2. 内圆砂轮电动机 M_3 和冷却泵电动机 M_5 不能启动

故障现象:合上电源总开关 QS_1 ,启动油泵电动机 M_1 ,不论头架电动机 M_2 在低速还是在高速挡,冷却泵电动机 M_5 不启动运行,且内圆砂轮电动机 M_3 也不能启动。

故障分析:内圆砂轮电动机 M_3 和冷却泵电动机 M_5 同时不能启动的原因有以下可能:一是内圆砂轮电动机 M_3 和冷却泵电动机 M_5 公共的主电路中出现故障,例如熔断器 FU_3 断路,此时,当按下各自的启动控制按钮时,内圆电动机 M_3 的控制接触器 KM_4 及冷却泵电动机 M_5

的控制接触器 KM_6 都会得电闭合;另一种可能性是内圆砂轮电动机 M_3 和冷却泵电动机 M_5 控制回路中同时存在故障,但这种可能性的机率是很小的。所以查找这种故障时,首先应该考虑检查它们主电路的公共通路。

故障检查:合上电源总开关 QS_1 ,启动油泵电动机 M_1 ,将冷却泵电动机 M_5 手动控制开关 SA_1 手动闭合,观察到冷却泵电动机 M_5 控制接触器 KM_6 闭合,说明冷却泵电动机 M_5 控制回路无故障,故障出在主电路中。用万用表交流 500V 挡分别测量熔断器 FU_3 下端的电源电压,万用表无指示,再测量熔断器 FU_3 上端的电压,万用表指示均有 380V 左右,说明熔断器 FU_3 断路。断开电源总开关 QS_1 ,切断机床电源,旋出熔断器 FU_3 ,发现有两个熔芯断路。更换相同型号熔芯,合上电源总开关 QS_1 ,启动油泵电动机 M_1 ,按下内圆砂轮电动机 M_3 的启动按钮 SB_4 ,内圆砂轮电动机 M_3 能启动运转。当启动头架电动机 M_2 时,熔断器 FU_3 再次熔断并发出熔断爆炸声,内圆砂轮电动机 M_3 又断电停转。关断电源总开关 QS_1 ,切断机床电源,检查熔断器 FU_3 ,又有两相熔断。显然熔断器 FU_3 的熔断是由于冷却泵电动机 M_5 短路所致。将冷却泵电动机 M_5 从机床上拆下,拆开观察其绕组已严重烧毁短路。故障为冷却泵电动机绕组间短路。

处理:更换或修理冷却泵电动机 M_5 。

5.4.3 M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路故障表

M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路故障见表 5-8。

表 5-8 M71432A 型万能外圆磨床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有电动机都不能启动	无电源电压;电源总开关 QS_1 损坏;熔断器 FU_1 断路;变压器 TC 损坏;熔断器 FU_6 断路;12 区中热继电器 FR_1 、 FR_2 、 FR_3 、 FR_4 、 FR_5 有断点;13 区中停止按钮 SB_1 接触不良,启动按钮 SB_3 压合闭合不良;接触器 KM_1 线圈损坏	熔断器 FU_1 、 FU_6 ;热继电器 FR_1 、 FR_2 、 FR_3 、 FR_4 、 FR_5 辅助常闭触点;停止按钮 SB_1
2. 油泵电动机 M_1 不能启动	除了以上原因外,还应考虑以下故障范围:熔断器 FU_2 断路,接触器 KM_1 主触点闭合接触不良;热继电器 FR_1 主通路有断点;油泵电动机 M_1 本身有问题	熔断器 FU_2 ;接触器 KM_1 主触点;油泵电动机 M_1 绕组
3. 头架电动机 M_2 不能启动(或头架电动机 M_2 只能高速或低速启动)	热继电器 FU_2 主通路有断点;接触器 KM_2 主触点闭合接触不良;接触器 KM_3 主触点闭合不良;头架电动机 M_2 本身有问题;头架电动机 M_2 高低速转换开关 SA_1 损坏;14 区接触器 KM_3 常闭触点接触不良;15 区接触器 KM_2 常闭触点接触不良;接触器 KM_2 、 KM_3 线圈损坏,行程开关 SQ_1 闭合不好	接触器 KM_2 或 KM_3 主触点;头架电动机 M_2 ;行程开关 SQ_1 ;高、低速转换开关 SA_1 ;接触器 KM_2 、 KM_3 的常闭联锁触点
4. 外圆砂轮电动机 M_4 不能启动	接触器 KM_5 主触点闭合接触不良,热继电器 FR_4 主通路有断点;外圆砂轮电动机 M_4 绕组有故障;18 区行程开关 SQ_2 常开触点闭合接触不良;接触器 KM_4 常闭触点接触不良;18 区启动按钮 SB_4 闭合接触不良;接触器 KM_5 线圈损坏	接触器 KM_5 主触点;外圆砂轮电动机 M_4 ;行程开关 SQ_2 的常开触点;接触器 KM_4 的常闭触点

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
5. 内圆砂轮电动机 M_3 不能启动	接触器 KM_4 主触点闭合接触不良;热继电器 FR_3 主通路有断点;内圆砂轮电动机 M_3 本身有问题;16 区行程开关 SQ_2 常闭触点接触不良;启动按钮 SB_4 压合接触不好;接触器 KM_5 常闭触点接触不良;接触器 KM_4 线圈损坏	接触器 KM_4 主触点;内圆砂轮电动机 M_3 ;行程开关 SQ_2 常闭触点;接触器 KM_5 常闭触点
6. 冷却泵电动机 M_5 不能启动	接触器 KM_6 主触点闭合不良;热继电器 FR_5 主通路有断点;冷却泵电动机 M_5 绕组有问题;接插件 X 接触不良;19 区手动开关 SA_2 闭合接触不良;接触器 KM_2 、 KM_3 常开触点闭合不良;接触器 KM_6 线圈损坏	接触器 KM_6 主触点;冷却泵电动机 M_5 绕组
7. 其他	电动机 M_3 、 M_5 都不能启动,熔断器 FU_3 断路;机床无工作照明;熔断器 FU_4 断路;照明灯 EL 损坏;无信号指示,熔断器 FU_5 断路	

第 6 章 常用钻床电气控制线路分析及故障检修

钻床在工件的加工过程中被广泛地使用,任何机械制造几乎都离不开钻床。钻床不但可以用来钻孔,而且可以用来扩孔、铰孔、镗平面及攻丝等。钻床可分为立式钻床、卧式钻床、深孔钻床、多钻头钻床及专用钻床等。常用的钻床以立式摇臂钻床为多。

6.1 Z35 型摇臂钻床

Z35 型摇臂钻床主要由底座、内外立柱、摇臂、主轴箱、主轴和工作台等部件组成,其最大钻孔直径为 50mm。

6.1.1 Z35 型摇臂钻床电气控制线路分析

Z35 型摇臂钻床电气控制线路原理图见图 6-1 所示。

1. 主电路分析

主电路由四台电动机拖动。

(1)冷却泵电动机 M_1 :带动冷却泵供给机床工作时的冷却液,由转换开关 QS_2 控制它电源的通断。

(2)主轴电动机 M_2 :驱动主轴带动钻头对工件进行钻孔加工,它由接触器 KM_1 控制其电源的通断,FR 为它的过载保护。

(3)摇臂升降电动机 M_3 :带动摇臂升降及驱动摇臂的放松及夹紧,由接触器 KM_2 控制它正转电源的通断,接触器 KM_3 控制它反转电源的通断。由于摇臂升降电动机 M_3 为短时点动工作,故未设过载保护。

(4)立柱夹紧放松电动机 M_4 :驱动立柱的夹紧和放松,由接触器 KM_4 控制它正转电源的通断,接触器 KM_5 控制它反转电源的通断,由于它也是短时工作的,故也未设过载保护。

三相电源由电源总开关 QS_1 引入,熔断器 FU_1 为整个控制线路的总短路保护,熔断器 FU_2 为摇臂升降电动机 M_3 和立柱放松夹紧电动机 M_4 的短路保护。因摇臂要绕立柱转动,故摇臂电路中除了冷却泵电动机 M_2 以外,其他电动机的电源都通过汇流环 W 引入。

2. 控制电路分析

合上电源总开关 QS_1 ,控制电路的电源经熔断器 FU_1 、汇流环 W 及 FU_2 加在控制变压器 TC 的初级绕组端,经降压后输出 127V 交流电压作为控制电源,36V 交流电压为机床工作照明电源。控制电源的接通由十字形手柄扳动开关 SA_1 接通 SA_{1-1} 触点而实现。十字形手柄扳动开关 SA_1 有五个挡位,分别为“左”、“右”、“上”、“下”和“中间”挡位置。当手柄扳在“中间”位置时,所有的触点都处于断开状态,此时十字形手柄扳动开关 SA_1 不能接通任何电源;当手柄扳动转换开关 SA_1 扳在“左”挡位置时, SA_{1-1} 闭合,其他的触点断开;将 SA_1 扳至“右”挡位

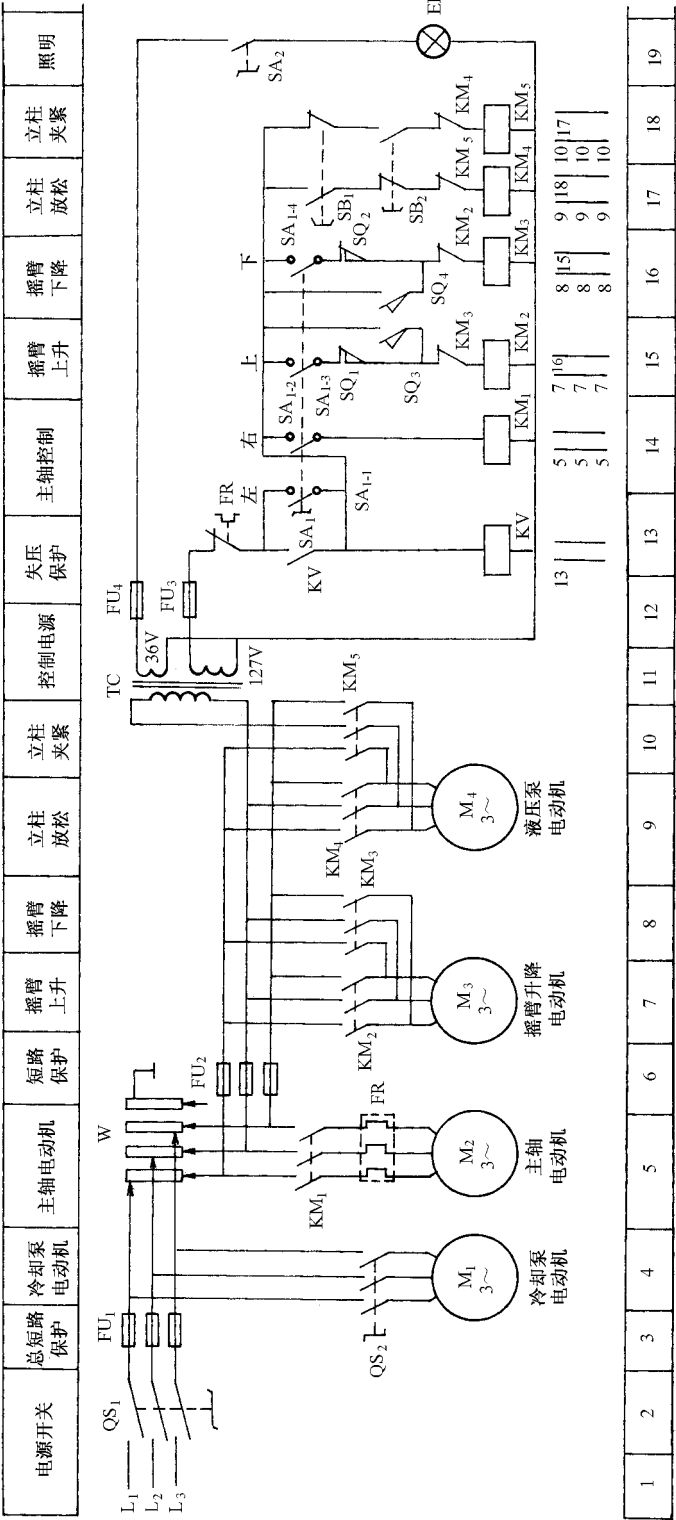


图6-1 Z35型摇臂钻床电气控制线路原理图

置时,SA₁₋₂ 触点闭合,其他触点断开;将 SA₁ 扳至“上”挡位置时,SA₁₋₃ 触点闭合,其他触点断开;将 SA₁ 扳至“下”挡位置时,SA₁₋₄ 闭合,其他触点断开。从以上十字形手柄扳动开关 SA₁ 的闭合规律可以看出十字形手柄扳动开关 SA₁ 不论扳至何位置,都只有一个触点闭合,其他触点都处于断开状态,故每扳动 SA₁ 一次,只能接通一种控制状态,其他的控制不能接通,在电气联锁上形成了主轴启动时摇臂不能升降,摇臂升降时主轴不能启动的联锁关系。

(1) 主轴电动机 M₂ 的控制:合上总电源开关 QS₁ 后,将十字形手柄扳动开关 SA₁ 扳至“左”挡位置,SA₁₋₁ 接通,其他触点断开,SA₁₋₁ 触点接通失压保护继电器 KV 线圈的电源,13 区 KV 的触点闭合,为各控制电路的启动接通做好了准备。

将十字形扳动开关 SA₁ 扳至“右”挡位置,SA₁₋₂ 闭合,其他触点断开,接触器 KM₁ 得电闭合,其主触点接通主轴电动机 M₂ 的电源,主轴电动机 M₂ 正向转动。主轴电动机 M₂ 在钻孔时一般不要求反转,但在攻丝退出时需要反转,这时可扳动主轴箱上的摩擦离合器手柄于反转位置,主轴电动机 M₂ 即可反转。当需要主轴电动机 M₂ 停止时,只需将十字形手柄扳动开关 SA₁ 扳至“中间”挡位置,SA₁₋₂ 断开,切断接触器 KM₁ 线圈回路电源,KM₁ 失电断开,主轴电动机 M₂ 停转。

(2) 摇臂上升、下降控制:摇臂的上升、下降由摇臂升降电动机 M₃ 通过正、反转控制实现,用以调整钻头与工件的位置距离。当需要摇臂上升时,在失压继电器 KV 闭合后,将 SA₁ 扳至“上”挡位置,SA₁₋₃ 触点闭合,其他触点断开。SA₁₋₃ 接通了接触器 KM₂ 线圈回路的电源,KM₂ 闭合,其主触点接通摇臂升降电动机 M₃ 的正转电源,而 16 区辅助常闭触点断开接触器 KM₃ 线圈回路,实现正、反转接触器联锁,摇臂升降电动机 M₃ 正转启动。因机械结构方面的关系,在摇臂升降电动机 M₃ 开始运转时,摇臂暂时不上升,而是使夹紧机构装置松开。与此同时,夹紧机构装置松开的过程中又由机械装置压下行程开关 SQ₄,使行程开关 SQ₄ 闭合,为摇臂夹紧做准备。当摇臂夹紧装置放松后,又通过机械的啮合,摇臂开始上升,当上升到需要高度时,将十字形手柄扳动开关 SA₁ 扳向中间位置,接触器 KM₂ 线圈失电,摇臂升降电动机 M₃ 正转停止。同时 16 区接触器 KM₂ 常闭触点复位闭合及由于行程开关 SQ₄ 此时为压下闭合状态,故使得接触器 KM₃ 线圈得电闭合,其主触点接通摇臂升降电动机 M₃ 的反转电源,M₃ 反转,带动机械装置对摇臂进行夹紧。当摇臂被夹紧后,SQ₄ 复位断开,接触器 KM₃ 失电,摇臂升降电动机 M₃ 停转。摇臂上升过程结束。

摇臂的下降控制过程同摇臂的上升过程基本一样,只不过是十字形手柄扳动开关 SA₁ 扳至“下”挡位置,接触器 KM₂ 换成 KM₃,KM₃ 换成 KM₂,行程开关 SQ₄ 换成 SQ₃。其具体过程请读者自行分析。

图 6-1 中行程开关 SQ₁ 为摇臂上升的限位开关,当摇臂上升到极限位置时,撞击行程开关 SQ₁,SQ₁ 常闭触点断开,切断了接触器 KM₂ 线圈回路电源,KM₂ 失电,使得摇臂升降电动机 M₃ 停转。同理,行程开关 SQ₂ 为摇臂下降的下极限限位开关,使得摇臂下降到该位置时停止。

(3) 立柱的放松与夹紧控制:机床在正常工作时,立柱与外筒处于夹紧状态,在加工过程中,需要调整钻孔位置,需要摇臂做横向转动,必须先放松立柱,然后移动摇臂再将立柱夹紧。立柱的放松和夹紧是通过接触器 KM₄、KM₅ 控制液压泵电动机 M₄ 的正转及反转和通过液压系统驱动机械装置对立柱放松及夹紧的。具体控制如下:按下立柱放松按钮 SB₁,接触器 KM₄ 得电闭合,液压泵电动机 M₄ 正转,带动液压泵供给机床正向液压油,正向液压油通过液压阀进入机械放松夹紧驱动油缸,使机械装置动作,对立柱进行放松。松开 SB₁,液压泵电动

机 M₄ 正转停止,立柱放松完成。调整摇臂位置后,按下立柱夹紧按钮 SB₂,接触器 KM₅ 得电,液压泵电动机 M₄ 启动反转,带动液压泵供给机床反向压力油,反向压力油通过液压阀进入油缸,驱动机械装置对立柱进行夹紧。松开 SB₂,液压泵电动机 M₄ 反转停止,立柱夹紧完成。

(4)冷却泵电动机 M₁ 的控制:冷却泵电动机 M₁ 是由转换开关 QS₂ 进行控制的。当机床在钻孔过程中,需要冷却液进行冷却时,只需将转换开关 QS₂ 扳至合上位置,冷却泵电动机 M₁ 即可启动运转。将转换开关 QS₂ 扳至断开位置时,冷却泵电动机 M₁ 停转。

Z35 型摇臂钻床电气元器件明细表见表 6-1。

表 6-1 Z35 型摇臂钻床电气元器件明细表

代号	名 称	规格或型号	数量	作用或用途
M ₁	冷却泵电动机	JCB-22-2 125W	1	带动冷却泵旋转
M ₂	主轴电动机	JO2-42-4 5.5kW	1	带动主轴旋转
M ₃	摇臂升降电动机	JO2-22-4 1.5kW	1	带动摇臂升降
M ₄	立柱夹紧松开电动机	JO2-21 0.8kW	1	立柱夹紧与放松
KM ₁	交流接触器	CJO-20 127V	1	控制主轴电动机
KM ₂	交流接触器	CJO-10 127V	1	控制摇臂上升
KM ₃	交流接触器	CJO-10 127V	1	控制摇臂下降
KM ₄	交流接触器	CJO-10 127V	1	控制立柱放松
KM ₅	交流接触器	CJO-10 127V	1	控制立柱夹紧
FU ₁	熔断器	RL1-60/25	3	总短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/10	3	M ₃ 、M ₄ 、TC 短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/2	1	控制电路短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/2	1	工作照明短路保护
QS ₁	组合开关	HZ2-25/3	1	电源总开关
QS ₂	组合开关	HZ2-10/3	1	冷却泵电机 M ₁ 控制开关
SA ₁	十字形手柄扳动开关		1	控制 M ₂ 、M ₃
SA ₂	照明开关	KZ 型灯架	1	照明开关
KV	欠压继电器	JZ7-44 127V	1	失压保护
FR	热继电器	JR2-1 整定电流 11.1A	1	主轴电动机 M ₂ 过载保护
SQ ₁	行程开关	HZ4-22	1	摇臂上限位开关
SQ ₂	行程开关	HZ4-22	1	摇臂下限位开关
SQ ₃	行程开关	LX5-11Q/1	1	摇臂下降夹紧控制
SQ ₄	行程开关	LX5-11Q/1	1	摇臂上升夹紧控制
SB ₁	按钮	LA2	1	立柱放松按钮
SB ₂	按钮	LA2	1	立柱夹紧按钮
TC	变压器	BK-150 380V/127、36V	1	控制、工作照明电源
EL	照明灯		1	

6.1.2 Z35 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例

Z35 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例结合图 6-1。

1. 摇臂上升时不能在需要的高度上停止

故障现象:合上电源开关 QS_1 ,将十字形手柄扳动开关 SA_1 扳至“上”挡位置,摇臂能上升。当上升到要求高度时,将十字形手柄扳动开关 SA_1 扳至“中间”挡位置,摇臂不能停止。操作人员立即断开电源开关 QS_1 ,机床断电后,摇臂才停止上升。

故障分析:摇臂上升至要求高度时,将十字形手柄扳动开关 SA_1 扳至“中间”挡位置,摇臂上升不能停止,这说明控制摇臂升降电动机 M_3 正转电源的接触器 KM_2 的主触点没有断开。其原因有两个方面:一是接触器 KM_2 主触点由于机械卡住,断电后弹簧不能使接触器 KM_2 复位,或是 KM_2 触点由于通过的电流太大及短路而熔焊,使动触点和静触点粘合在一起不能断开,故接触器 KM_2 主触点不能断开摇臂升降电动机 M_3 的电源,以致当摇臂上升到要求高度时,将十字形手柄扳动开关扳至“中间”挡,摇臂上升不能停止。第二种可能性就是行程开关 SQ_3 的位置和行程开关 SQ_4 的安装位置不正确。在摇臂升降电动机 M_3 启动正转时,摇臂升降电动机 M_3 首先要带动机械装置将摇臂放松,在放松的过程中要将行程开关 SQ_4 压下。由于行程开关 SQ_3 和 SQ_4 位置安装不当,却反而将行程开关 SQ_3 压下,故当十字形扳动开关扳至中间位置时,接触器 KM_2 线圈并不失电,所以摇臂一直上升,不能停止。当遇到摇臂上升不能停止时,应及时切断机床电源,如不及时切断机床电源,那么摇臂将断续上升,上升至上限位行程开关 SQ_1 处时,虽然将行程开关 SQ_1 常闭触点压开,但由于行程开关 SQ_3 被机械装置压合,接触器 KM_2 线圈不能断电,摇臂还会继续上升,这样将造成重大的设备事故。所以,不论摇臂在上升或下降过程中若不能停止,应立即切断机床电源,查明故障原因并进行处理,才能重新启动机床。

故障检查:根据以上分析,先检查接触器 KM_2 是否有机卡住或触点熔焊粘住的情况。打开摇臂盒,用起子按压接触器 KM_2 动铁心, KM_2 动铁心动作灵活,无机械卡住现象,且触点也无熔焊现象。所以故障并非接触器 KM_2 不能断开而引起,而为行程开关 SQ_3 和 SQ_4 位置安装不当。

处理:重新调整行程开关 SQ_3 和 SQ_4 位置,故障排除。

2. 主轴电动机 M_2 不能启动

故障现象:合上电源开关 QS_1 ,将十字形手柄扳动开关 SA_1 扳向“左”挡。接通失压保护继电器 KV 后,将十字形手柄扳动开关 SA_1 扳至“右”挡,主轴电动机 M_2 不能启动运行。

故障分析:主轴电动机 M_2 不能启动运行,其原因是多方面的,如熔断器 FU_1 、 FU_2 断路(此时其他电动机也不能启动运行),接触器 KM_1 主触点闭合不好,热继电器 FR 主通路有断点及主轴电动机 M_2 本身有问题,十字形手柄扳动开关 SA_{1-2} 触点闭合不好均会引起主轴电动机 M_2 不能启动。具体的故障点则要经过检查才能判断。

故障检查:合上电源开关 QS_1 ,将十字形手柄扳动开关 SA_1 扳至“左”挡,接通失压保护继电器 KV 电源, KV 闭合接通控制电路电源,然后将十字形手柄扳动开关扳至“右”挡,接通接触器 KM_1 线圈电源,观察到接触器 KM_1 闭合。而主轴电动机 M_2 没有启动,但听到主轴电动机 M_2 发出“嗡嗡”声,这是主轴电动机 M_2 断相发出的电磁噪声。切断机床电源,用“断路

法”将主轴电动机 M_2 从控制线路上拆下来。重新启动机床,接通主轴电动机 M_2 的控制电源,用万用表交流 500V 挡测量热继电器 FR 下端的电源电压,有一相无电压。再继续测量热继电器 FR 上端的电源电压,三相均有 380V 电压,故障为热继电器 FR 主通路断相。

处理:换上同型号热继电器 FR,故障排除。

6.1.3 Z35 型摇臂钻床电气控制线路故障表

Z35 型摇臂钻床电气控制线路故障见表 6-2。

表 6-2 Z35 型摇臂钻床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有电动机都不能启动	无电源电压;电源总开关 QS_1 损坏;熔断器 FU_1 断路	熔断器 FU_1
2. 电动机 M_2 、 M_3 、 M_4 不能启动	控制变压器 TC 损坏;熔断器 FU_3 断路;失压继电器 KV 常开触点闭合不好;失压继电器 KV 线圈损坏	熔断器 FU_3 ;失压继电器 KV 常开触点
3. 主轴电动机 M_2 不能启动	接触器 KM_1 的主触点闭合接触不良;熔断器 FR 主通路有断点;主轴电动机 M_2 本身有问题;十字形手柄开关 SA_{1-2} 触点接触不良;接触器 KM_1 线圈损坏	接触器 KM_1 主触点;主轴电动机 M_2 绕组;十字形手柄开关 SA_{1-2} 触点
4. 摇臂不能上升	接触器 KM_2 主触点闭合接触不良;摇臂升降电动机 M_3 绕组有问题(此时摇臂不能下降);十字形手柄开关 SA_{1-3} 触点闭合接触不良;行程开关 SQ_1 接触不良;接触器 KM_3 常闭触点接触不良;接触器 KM_2 线圈损坏	接触器 KM_2 主触点;摇臂升降电动机 M_3 绕组;十字形手柄开关 SA_{1-3} 触点;15 区行程开关 SQ_1 ;接触器 KM_3 常闭触点
5. 摇臂不能下降	接触器 KM_3 主触点闭合接触不良;十字形手柄开关 SA_{1-4} 触点闭合接触不良;16 区行程开关 SQ_2 接触不良;16 区接触器 KM_2 常闭触点接触不良;接触器 KM_3 线圈损坏	接触器 KM_3 主触点;16 区行程开关 SQ_2 ;16 区接触器 KM_2 常闭触点
6. 摇臂上升或下降时不能停止	接触器 KM_2 、 KM_3 主触点熔焊粘住;行程开关 SQ_3 、 SQ_4 安装位置不当	接触器 KM_2 、 KM_3 主触点; SQ_3 、 SQ_4 安装位置
7. 立柱不能放松	接触器 KM_4 主触点闭合接触不良;液压泵电动机 M_4 绕组有问题(此时立柱不能夹紧);立柱放松按钮 SB_1 常开触点闭合接触不良;按钮 SB_2 常闭触点接触不良;17 区接触器 KM_5 常闭触点接触不良;接触器 KM_4 线圈损坏	接触器 KM_5 主触点;液压泵电动机 M_4 绕组;按钮 SB_2 常闭触点;17 区接触器 KM_5 常闭触点
8. 立柱不能夹紧	接触器 KM_5 主触点闭合接触器不良;按钮 SB_1 常闭触点接触不良;立柱夹紧启动按钮 SB_2 常开触点压合接触不良;18 区接触器 KM_4 常闭触点接触不良;接触器 KM_5 线圈损坏	接触器 KM_5 主触点;接触器 KM_4 常闭触点;按钮 SB_1 常闭触点
9. 冷却泵电动机 M_1 不能启动	转换开关 SQ_2 接触不良;冷却泵电动机 M_1 绕组有问题	冷却泵电动机 M_1 绕组

6.2 Z 3040 型摇臂钻床

Z3040 型摇臂钻床是我国生产较早的一种钻床,电气线路经过改造后,取消了十字形手柄转换开关,并将原来的熔断器短路保护改为自动空气开关短路保护。在多方面较以前的控制

线路体现出很多的优越性。

6.2.1 Z3040 型摇臂钻床电气控制线路分析

Z3040 型摇臂钻床电气控制线路原理图见图 6-2 所示。

1. 主电路分析

主电路由四台电动机组成。

(1) 主轴电动机 M_1 : 带动主轴做钻孔圆周运动, 为机床的主动力。由接触器 KM_1 控制它电源的通断, 继电器 FR_1 为它的过载保护。

(2) 摇臂升降电动机 M_2 : 带动摇臂进行升降, 它可以正、反转。由接触器 KM_2 接通它的正转电源, 驱动摇臂上升; 接触器 KM_3 控制它的反转电源, 驱动摇臂下降。由于它是点动瞬时工作, 故不设过载保护。

(3) 冷却泵电动机 M_3 : 带动液压泵旋转。由接触器 KM_4 控制它正转电源的通断, 驱动液压泵正向转动供给机床正向压力油。由接触器 KM_5 控制它反转电源的通断, 驱动液压泵反向旋转, 供给机床反向压力油。热继电器 FR_2 为它的过载保护。

(4) 冷却泵电动机 M_4 : 驱动冷却泵供给机床冷却液。由转换开关 SA_1 控制它电源的通断。

三相电源由自动空气开关 QF_1 引入, QF_1 既为电源总开关, 又为主轴电动机 M_1 的短路保护; 自动空气开关 QF_2 为摇臂升降电动机 M_2 、液压泵电动机 M_3 及冷却泵电动机 M_4 的短路保护。

2. 控制线路分析

合上电源总开关 QF_1 , 将自动空气开关 QF_2 、 QF_3 、 QF_4 扳至接通状态, 电源指示灯 HL_1 亮, 表示控制电路电源电压正常。380V 交流电压经开关接至控制变压器 TC 初级绕组两端, 经降压后输出 110V 交流电压作为控制线路的电源, 36V 交流电压为机床工作照明灯电源, 6.3V 交流电压为指示灯电源。

按下机床启动开关 SB_1 , 失压继电器 KV 得电闭合, 其 16 区常开触点将失压继电器自锁并接通整个控制线路的电源, 为各电动机的启动控制做好准备。同时其 12 区常开触点闭合, 接通立柱夹紧放松及主轴电动机旋转指示电路, 立柱夹紧指示灯 HL_3 亮, 表示立柱处于夹紧状态(机床正常工作时 SQ_4 是被压下去的)。

(1) 主轴电动机 M_1 的控制: 按下主轴电动机 M_1 的启动按钮 SB_2 , 接触器 KM_1 线圈得电吸合并自锁, 其主触点接通主轴电动机 M_1 的电源, M_1 启动运转。按下主轴电动机 M_1 的停止按钮 SB_8 , 接触器 KM_1 线圈失电, 主轴电动机 M_1 停转。14 区主轴电动机旋转指示灯 HL_1 亮, 表示主轴电动机 M_1 启动运行。主轴电动机 M_1 在运行过程中, 如有过载现象, 则 17 区热继电器 FR_1 的常闭触点断开, 切断接触器 KM_1 线圈回路的电源, 主轴电动机 M_1 即可停止。

(2) 摇臂上升与下降控制: 摇臂的上升及下降运动, 需要先将摇臂松开, 然后摇臂上升或下降, 当摇臂上升或下降至要求高度时, 再将摇臂夹紧。摇臂的松开或夹紧是由液压泵电动机 M_3 担任, 摇臂的升降运动由摇臂升降电动机 M_2 担任。图 6-2 中, 机床在正常情况下, 25 区位置开关 SQ_3 常闭触点是机械装置压下断开的。

a. 摇臂上升控制: 按下摇臂上升点动按钮 SB_3 , 时间继电器 KT_1 线圈得电闭合, 其 22 区

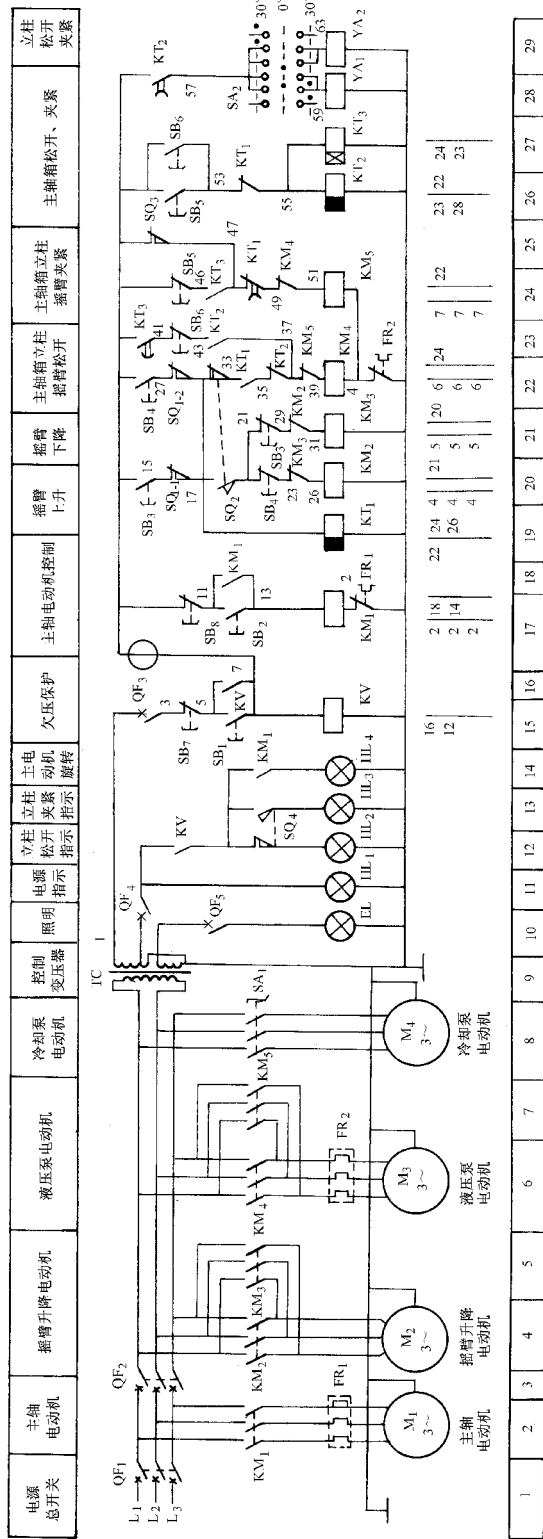


图6-2 Z3040型摇臂钻床电气控制线路原理图

瞬时常开触点闭合,24 区断电延时闭合触点断开,26 区瞬时常闭触点断开。22 区时间继电器 KT_1 瞬时常闭触点的闭合,接通了接触器 KM_4 线圈回路的电源,接触器 KM_4 闭合, KM_4 的主触点接通了液压泵电动机 M_3 的正转电源,电动机 M_3 带动液压泵供给机床正向压力油。正向压力油经二位六通阀进入摇臂松开油缸,驱动活塞和菱形块,使摇臂松开。当摇臂松开后,活塞杆又通过弹簧及机械装置压下位置开关 SQ_2 及松开位置开关 SQ_3 ,使位置开关 SQ_3 松开复位,接通了 25 区中 7 号线至 47 号线,为摇臂夹紧做好准备。而位置开关 SQ_2 的常闭触点(22 区)断开,其常开触点(20 区)闭合,接触器 KM_4 线圈失电断开,液压泵电动机 M_3 断电停转。同时,接触器 KM_2 得电闭合,其主触点接通了摇臂升降电动机的正转电源, M_2 正向旋转,带动摇臂上升,当上升到要求高度时,松开摇臂上升点动按钮 SB_3 ,时间继电器 KT_1 、接触器 KM_2 失电断开,摇臂升降电动机 M_2 正转停止。由于时间继电器 KT_1 是断电延时,当 KT_1 断电后,其 22 区瞬时常开触点复位断开,26 区瞬时常闭触点复位闭合,经过一定时间 24 区时间继电器 KT_1 的断电延时闭合触点闭合,接通接触器 KM_5 线圈回路的电源, KM_5 闭合, KM_5 主触点接通液压泵电动机 M_3 的反转电源, M_3 反转启动运行,带动液压泵,供给机床反向压力油。反向压力油经二位六通阀进入摇臂夹紧油缸,对摇臂进行夹紧。当摇臂夹紧后,活塞杆又通过弹簧片及机械装置松开位置开关 SQ_2 及压开位置开关 SQ_3 。位置开关 SQ_2 复位,为下一次摇臂升降做准备。而位置开关 SQ_3 的常闭触点(25 区)断开,切断接触器 KM_5 线圈回路的电源, KM_5 失电,液压泵电动机反转停止,完成了摇臂上升的整个过程。

b. 摇臂的下降控制:摇臂下降的过程和摇臂上升的过程基本相同,只要将上升过程中的点动按钮 SB_3 换成下降点动按钮 SB_4 ,摇臂升降电动机正转接触器 KM_2 换成反转接触器 KM_3 ,其他过程都一样,留给读者自行分析。

在图 6-2 中,位置开关 SQ_{1-1} 为摇臂上升上限位开关, SQ_{1-2} 为摇臂下降下限位开关。摇臂在夹紧的过程中,如果位置开关 SQ_3 的位置安装不当,夹紧后不能将 SQ_3 压开,则油泵电动机会出现过载现象,22 区热继电器 FR_2 常闭触点动作,断开接触器 KM_5 线圈电源,使液压泵电动机 M_3 断电停止转动。

(3)立柱和主轴箱的松开与夹紧控制。Z3040 型摇臂钻床立柱的夹紧及放松控制与主轴箱的夹紧及放松控制可以单独进行,也可以同时进行。它主要由转换开关 SA_2 和主轴箱立柱松开按钮 SB_5 ,主轴箱立柱夹紧按钮 SB_6 进行控制。转换开关 SA_2 有三个位置,当它扳至“左”挡位置时,转换开关 SA_2 通过时间继电器 KT_2 的瞬时闭合延时断开触点接通电磁铁 YA_2 与控制电路的电源,此时为主轴箱的放松或夹紧操作。当将它扳至“右”挡位置时, SA_2 通过时间继电器 KT_2 的瞬时闭合延时断开触点接通电磁铁与控制电路的电源,此时为主轴箱放松或夹紧操作。当将转换开关 SA_2 扳至“中间”位置时,转换开关 SA_2 通过时间继电器 KT_2 的瞬时闭合延时断开触点同时接通电磁铁 YA_1 、 YA_2 的线圈电源,使得主轴箱和立柱同时放松或夹紧。

a. 立柱的放松及夹紧控制:将转换开关 SA_2 扳至“左”挡位置, SA_2 接通了 YA_2 电磁铁电源的通路。按下立柱和主轴箱放松按钮 SB_5 ,其常开触点接通时间继电器 KT_2 、 KT_3 线圈电源,其常闭触点断开 24 区接触器 KM_5 线圈的通路。由于时间继电器 KT_2 为断电延时型,28 区 KT_2 瞬时闭合延时断开触点闭合,接通了电磁铁 YA_2 线圈电源, YA_2 动作,接通立柱放松油压驱动缸的油路,23 区瞬时常开触点闭合,为接通接触器 KM_4 线圈电源做准备。而时间继电器 KT_3 由于是通电延时型的,故它经过一定时间后,23 区延时闭合瞬时断开触点闭合,接通了接触器 KM_4 线圈回路的电源, KM_4 闭合,其主触点接通液压泵电动机 M_3 正转电源,电

动机 M_3 带动液压泵旋转,供给机床正向液压油,正向液压油进入立柱放松油压驱动缸,推动活塞,驱动立柱放松。同时活塞杆松开位置开关 SQ_4 ,其常闭触点闭合,常开触点断开,指示灯 HL_3 灭, HL_2 亮,表明立柱已松开,此时松开主轴箱立柱放松按钮 SB_5 ,完成立柱放松。当要立柱夹紧时,按下主轴和立柱夹紧按钮 SB_6 , SB_6 的常开触点接通时间继电器 KT_2 、 KT_3 线圈回路电源,其常闭触点切断接触器 KM_4 线圈回路的通路。时间继电器 KT_2 、 KT_3 得电闭合,仍然使电磁铁 YA_2 线圈得电动作,接通立柱夹紧油压驱动缸的油路。时间继电器 KT_3 的瞬时常开触点(24 区)闭合,接通了接触器 KM_5 线圈回路的电源, KM_5 得电闭合,其主触点接通液压泵电动机 M_3 的反转电源, M_3 反转启动运行,带动液压泵旋转,供给机床反向压力油,反向压力油进入立柱夹紧油压驱动缸,推动活塞,驱动立柱夹紧。当立柱夹紧后,活塞杆压下位置开关 SQ_4 (12~13 区),其常闭触点断开,指示灯 HL_2 灭,常开触点闭合,指示灯 HL_3 亮,表示立柱已夹紧,此时松开 SB_6 ,液压泵电动机 M_3 反转停止,完成立柱夹紧控制。

b. 主轴箱的松开与夹紧控制:主轴箱的松开与夹紧控制原理与立柱的松开和夹紧的控制原理是一样的,不同的是要将转换开关 SA_2 扳至“右”挡位置, SA_2 接通电磁铁 YA_1 线圈的通路,其他操作和立柱的放松与夹紧一样,留给读者自行分析。

c. 主轴箱的松开与夹紧:将转换开关 SA_2 扳至“中间”位置时, SA_2 同时接通电磁铁 YA_1 、 YA_2 线圈的电源,即可实现主轴箱的松开与夹紧及立柱的松开和夹紧的同时控制。其他操作过程同立柱松开与夹紧控制相同,不再累述。

(4)冷却泵电动机 M_4 的控制。冷却泵电动机 M_4 是由转换开关 SA_1 进行控制的。当加工过程中需要冷却液时,将 SA_1 扳至接通位置,冷却泵电动机 M_4 启动运行,带动冷却泵供给加工过程中冷却液。将 SA_1 扳至断开位置,冷却泵电动机 M_4 停止运行。

Z3040 型摇臂钻床主要元器件见表 6-3。

表 6-3 Z3040 型摇臂钻床主要元器件表

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
M_1	主轴电动机	JO2-31-4 3kW	1	带动主轴旋转
M_2	摇臂升降电动机	JO3-802-4 1.1kW	1	带动摇臂升降
M_3	液压泵电动机	A1-7134 0.55kW	1	驱动液压泵
M_4	冷却泵电动机	DB-25B 120W	1	驱动冷却泵
KM_1	接触器	CJ0-10 110V	1	控制主轴电动机 M_1
KM_2	接触器	CJ0-10 110V	1	控制 M_2 正转
KM_3	接触器	CJ0-10 110V	1	控制 M_2 反转
KM_4	接触器	CJ0-10 110V	1	控制 M_3 正转
KM_5	接触器	CJ0-10 110V	1	控制 M_3 反转
KT_1	时间继电器	JS7-A 110	1	摇臂上升下降时间继电器
KT_2	时间继电器	JS7-A 110	1	主轴箱、立柱和摇臂放松夹紧时间继电器
KT_3	时间继电器	JS7-A 110	1	
SQ_{1-1}	行程开关	HZ4-22	1	液压分配转换开关
SQ_{1-2}	行程开关			
SQ_2	行程开关	LX5-11	1	摇臂松夹限位
SQ_3	行程开关	LX5-11	1	摇臂松夹限位

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
QF ₁	自动空气开关	DZ5-20/330 10A	1	电源总开关和 M ₁ 短路保护
QF ₂	自动空气开关	DZ5-20/330 6.5A	1	M ₂ 、M ₃ 、M ₄ 短路保护
QF ₃	自动空气开关	DZ5-20/230 6.5A	1	控制线路短路保护
QF ₄	自动空气开关	DZ5-20/230 2A	1	信号灯电路短路保护
QF ₅	自动空气开关	DZ5-20/230 2A	1	工作照明开关
YA ₁	电磁铁	MFJ1-3 110V	1	主轴箱夹紧放松
YA ₂	电磁铁	MFJ1-3 110V	1	立柱夹紧放松
KV	继电器	JZ7-44 110V	1	欠压保护
SA ₁	转换开关	HZ5-10	1	冷却泵电动机 M ₄ 控制
SA ₂	转换开关	LW6-2/8071	1	主轴箱立柱松夹转换
FR ₁	热继电器	JR0-20/3 整定电流 6.6A	1	M ₁ 过载保护
FR ₂	热继电器	JR0-20/3 整定电流 1.3A	1	M ₃ 过载保护
TC	控制变压器	BK-150 380/110、24、6V	1	控制、指示灯、照明电源
SB ₁	按钮	LAY3-11D	1	控制电路启动按钮
SB ₂	按钮	LAY3-11	1	主轴电动机 M ₁ 启动按钮
SB ₃	按钮	LAY3-11	1	摇臂上升按钮
SB ₄	按钮	LAY3-11	1	摇臂下降按钮
SB ₅	按钮	LAY3-11	1	主轴箱立柱松夹按钮
SB ₆	按钮	LAY3-11	1	同上
SB ₇	按钮	LAY3-112S/1	1	控制电源线路停止按钮
SB ₈	按钮	LAY3-11D	1	主轴电动机停止按钮

6.2.2 Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例

Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例结合图 6-2 分析。

1. 主轴电动机 M₁ 不能启动

故障现象;合上电源总开关 QF₁,合上自动空气开关 QF₂、QF₃、QF₄,电源指示灯 HL₁ 亮。按下控制线路启动按钮 SB₁,接通控制线路电源,按下主轴电动机 M₁ 的启动按钮 SB₂,主轴电动机 M₁ 不能启动,其他电动机可以启动运行。

故障分析:从以上故障现象判断,故障的范围在主轴电动机 M₁ 的控制电路或主电路中,其他电路正常。具体在主电路或控制电路中,我们可以接通控制电路的电源后,按下主轴电动机 M₁ 和启动按钮 SB₂,观察接触器 KM₁ 是否得电闭合。如果接触器 KM₁ 没有得电闭合,则为主轴电动机 M₁ 控制电路故障,重点检查主轴电动机 M₁ 停止按钮 SB₈ 的常闭触点接触是否良好,热继电器 FR₁ 常闭触点是否开路等。检查时,可用“短路法”较为快捷方便。如果观察到接触器 KM₁ 闭合,主轴电动机 M₁ 不能启动运行,则应为主轴电动机 M₁ 的主电路中有问题,可用“断路法”检查主轴电动机 M₁ 绕组是否损坏,用“电压法”检查接触器 KM₁ 的主触点闭合是否良好等,一步一步查出故障。

故障检查:合上电源开关 QF_1 ,合上自动空气开关 QF_2 、 QF_3 、 QF_4 ,按下控制线路电源启动按钮 SB_1 ,接通控制电路电源。然后按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,观察到接触器 KM_1 没有闭合,故障属于控制电路的故障。用“短路法”将 7 号线和 13 号线用导线短接,观察到接触器 KM_1 闭合,判断故障点在 7 号线和 13 号线的元件中。由于 7 号线和 13 号线之间的元件少,造成主轴电动机 M_1 不能启动的元件仅为停止按钮 SB_8 的常闭触点接触不良或启动按钮 SB_2 的常开触点压合接触不良。在这两个故障中,以停止按钮 SB_8 的常闭触点接触不良造成接触器 KM_1 不能得电最为常见,故可用“电阻法”直接检查停止按钮 SB_8 的常闭触点。切断机床电源,拆开按钮盒,用万用表欧姆挡 $R \times 1k$ 档测量停止按钮 SB_8 的常闭触点,万用表无指示,当反复按下 SB_8 时偶尔万用表有接通的指示,故此故障为主轴电动机 M_1 停止按钮 SB_8 常闭触点接触不良而引起。

故障处理:修理停止按钮 SB_8 或更换同型号的按钮,故障排除。

2. 摇臂不能升降

故障现象:启动机床,接通控制电路电源后,主轴电动机能启动。当需要摇臂上升或下降时,按下摇臂升降电动机上升启动按钮 SB_3 或下降启动按钮 SB_4 ,摇臂不能上升或下降。

故障检查:摇臂上升和下降的过程较复杂,故造成摇臂不能上升或下降的原因较多。除了摇臂升、降电动机 M_2 的主电路和控制回路外,液压泵电动机 M_3 的控制线路出现问题,也会引起摇臂不能上升或下降。在检查过程中,可以根据摇臂的动作过程逐步观察,逐步检查,逐步判断。

检查的思路如下:摇臂不能升降,应该是摇臂升降控制的公共电路出了问题,故在检查时应紧扣公共通路。按下摇臂升降电动机 M_2 的启动按钮 SB_3 ,或摇臂下降启动按钮 SB_4 ,观察时间继电器 KT_1 是否得电闭合,如果没有闭合,则为时间继电器 KT_1 线圈损坏或有断路点;如果时间继电器 KT_1 闭合了,则应观察接触器 KM_4 是否闭合。如果接触器 KM_4 没有闭合,则重点检查 22 区时间继电器 KT_1 瞬时常开触点、位置开关 SQ_2 常闭触点、时间继电器 KT_2 瞬时常闭触点、接触器 KM_5 常闭辅助触点、热继电器 FR_2 常闭触点。如果接触器 KM_4 闭合,则观察液压泵电动机 M_3 是否启动运行。如果液压泵电动机 M_3 没有启动运行,应是液压泵电动机 M_3 主电路的问题,应重点检查热继电器 FR_2 的主通路及液压泵电动机 M_3 绕组。

因为液压泵电动机 M_3 不能启动运行,机床得不到正向压力油,就不能使摇臂松开,而在摇臂松开之前,摇臂升降电动机 M_2 就不能启动运转。如果液压泵电动机 M_3 启动运转,则观察接触器 KM_2 或 KM_3 (下降时)是否闭合。如果接触器 KM_2 或 KM_3 没有闭合,应重点检查位置开关 SQ_2 是否动作。如果接触器 KM_2 或 KM_3 闭合了,则应重点检查摇臂升降电动机 M_2 绕组。

故障检查:合上电源总开关及其他相关的自动空气开关,启动机床控制电源。按下摇臂上升启动按钮 SB_3 ,观察到时间继电器 KT_1 、接触器 KM_4 闭合,但液压泵电动机 M_3 没有启动运转声。同样,按下摇臂下降启动按钮 SB_4 ,观察到时间继电器 KT_1 、接触器 KM_4 闭合,液压泵电动机 M_3 仍然没有启动运转声。从以上操作及观察可知,故障范围应在液压泵电动机 KM_3 的主电路中。切断机床电源,将液压泵电动机 M_3 从控制电路接线端上拆下,然后接通机床电源,按摇臂升降电动机 M_3 启动按钮 SB_3 ,时间继电器 KT_1 ,接触器 KM_4 均闭合。用万用表交流 500V 档测量热继电器 FR_2 下端的电压为 380V,电源电压正常。证明问题出现在液压泵电动机 M_3 上。对液压泵电动机 M_3 进行检查,发现液压泵电动机 M_3 绕组已烧毁。

处理;修理液压泵电动机 M₃ 绕组或更换液压泵电动机 M₃,故障排除。

6.2.3 Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障表

Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障见表 6-4。

表 6-4 Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有电动机都不能启动	无电源电压;电源总开关 QF ₁ 损坏;自动空气开关 QF ₂ 损坏;控制变压器 TC 损坏;自动空气开关 QF ₃ 损坏;15 区停止按钮 SB ₇ 常闭触点接触不良;启动按钮 SB ₁ 常开触点压合接触不良;欠电压继电器 KV 线圈损坏;16 区 KV 常开触点不能自锁	电源总开关 QF ₁ ;自动空气开关 QF ₂ ;15 区停止按钮 SB ₇ 常闭触点
2. 主轴电动机 M ₁ 不能启动	接触器 KM ₁ 主触点闭合接触不良;热继电器 FR ₁ 主通路有断点;主轴电动机 M ₁ 绕组有问题;主轴电动机 M ₁ 启动按钮 SB ₂ 常开触点压合接触不良;停止按钮 SB ₈ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₁ 线圈损坏;热继电器 FR ₁ 辅助触点接触不良	主轴电动机 M ₁ 绕组;接触器 KM ₁ 主触点;停止按钮 SB ₈ 常闭触点;热继电器 FR ₁ 辅助触点
3. 摇臂不能上升	接触器 KM ₂ 主触点闭合不好;摇臂升降电动机 M ₂ 绕组有问题(此时摇臂不能下降);20 区按钮 SB ₃ 常开触点压合接触不良;行程开关 SQ ₁₋₁ 常闭触点接触不良;行程开关 SQ ₂ 常开触点压合接触不良(此时摇臂不能下降);20 区按钮 SB ₄ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₃ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₃ 线圈损坏(其他原因同液压泵电动机 M ₃ 不能正转启动)	接触器 KM ₂ 主触点;摇臂升降电动机 M ₂ 绕组;行程开关 SQ ₁₋₁ 常闭触点;按钮 SB ₄ 常闭触点;20 区接触器 KM ₃ 常闭触点;行程开关 SQ ₂ 常开触点
4. 摇臂不能下降	接触器 KM ₃ 主触点闭合接触不良;摇臂下降启动按钮 SB ₄ 压合接触不良;行程开关 SQ ₁₋₂ 接触不良;按钮 SB ₃ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₂ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₃ 线圈损坏(其他见液压泵电动机 M ₃ 不能正转启动)	接器 KM ₃ 主触点;行程开关 SQ ₁₋₂ 常闭触点;按钮 SB ₃ 常闭触点;接触器 KM ₂ 常闭触点
5. 液压泵电动机 M ₃ 不能正转启动(或摇臂不能放松)	热继电器 FR ₂ 主通路有断点;接触器 KM ₄ 主触点闭合接触不良;液压泵电动机 M ₃ 绕组有故障;22 区位置开关 SQ ₂ 常闭触点接触不良;时间继电器 KT ₁ 瞬时常开触点闭合接触不良;时间继电器 KT ₂ 瞬时常闭触点接触不良;接触器 KM ₄ 线圈损坏;热继电器 FR ₂ 辅助常闭触点接触不良	接触器 KM ₄ 主触点;液压泵电动机 M ₃ 绕组;22 区位置开关 SQ ₂ 常闭触点;时间继电器 KT ₁ 瞬时常开触点;时间继电器 KT ₂ 瞬时常闭触点;热继电器 FR ₂ 辅助常闭触点
6. 液压泵电动机 M ₃ 不能反转(或摇臂不能夹紧)	接触器 KM ₅ 主触点接触不良;25 区位置开关 SQ ₃ 闭合接触不良;24 区时间继电器 KT ₁ 瞬时断开延时闭合常闭触点接触不良;接触器 KM ₄ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₅ 线圈损坏	接触器 KM ₅ 主触点;25 区位置开关 SQ ₃ 常闭触点;24 区时间继电器 KT ₁ 瞬时断开延时闭合常闭触点;接触器 KM ₄ 常闭触点
7. 主轴箱不能松开或夹紧	转换开关 SA ₂ 接触不良;电磁铁 YA ₁ 线圈损坏;26 区时间继电器 KT ₁ 瞬时常闭触点接触不良;启动按钮 SB ₅ 、SB ₆ 压合接触不良;时间继电器 KT ₂ 、KT ₃ 线圈损坏	电磁铁 YA ₁ 线圈;转换开关 SA ₂
8. 冷却泵电动机 M ₄ 不能启动	转换开关 SA ₁ 闭合接触不良;冷却泵电动机 M 绕组有问题	冷却泵电动机 M ₄ 绕组

6.3 Z3050 型摇臂钻床

6.3.1 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路分析

Z3050 型摇臂钻床电气控制线路原理图见图 6-3 所示。

1. 主电路分析

主电路中有四台电动机。

(1) M_1 为主轴电动机: 只要求单向运转。由接触器 KM_1 控制它电源的通断, 热继电器 FR_1 为它的过载保护。

(2) M_2 为摇臂升降电动机: 要求正、反转动。由接触器 KM_2 控制它正转电源的通断, 接触器 KM_3 控制它反转电源的通断。由于它为点动短时工作, 故不设过载保护。

(3) M_3 为液压泵电动机: 要求带动液压泵供给正、反转液压油, 故也要求正、反转。由接触器 KM_4 控制它正转电源的通断, 接触器 KM_5 控制它反转电源的通断, 热继电器 FR_2 为它的过载保护。

(4) M_4 为冷却泵电动机: 直接由扳动转换开关 QS_2 控制它电源的通断。

三相电源由电源总开关 QS_1 引入, 熔断器 FU_1 为控制线路的总短路保护及主轴电动机 M_1 的短路保护, 熔断器 FU_2 为摇臂升降电动机 M_2 、液压泵电动机 M_3 的短路保护。

2. 控制电路分析

合上电源总开关 QS_1 , 380V 交流电源经熔断器 FU_1 、 FU_2 加在控制变压器 TC 的初级绕组两端, 经降压后输出 127V 交流电压作为控制回路中的电源, 36V 交流电压作为机床工作灯 EL 电源, 6V 交流电压作为工作指示灯电源, 此时立柱和主轴箱夹紧指示灯亮, 表示控制线路电源电压正常, 立柱和主轴箱处于夹紧状态。

(1) 主轴电动机 M_1 的控制: 按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_2 , 接触器 KM_1 得电闭合, 其主触点接通主轴电动机 M_1 的电源, 主轴电动机 M_1 启动运转。13 区指示灯 HL_3 亮, 表示主轴电动机启动运转。按下主轴电动机 M_1 的停止按钮 SB_1 , 接触器 KM_1 失电释放, 主轴电动机 M_1 停转。

(2) 摇臂的上升及下降控制。

a. 摇臂的上升控制: 按下摇臂上升点动按钮 SB_3 , 15 区时间继电器 KT 线圈得电闭合, 其 18 区瞬时常开触点闭合, 19 区瞬时断开延时闭合触点断开, 20 区瞬时闭合延时断开触点闭合。时间继电器 KT 的 18 区瞬时常开触点闭合, 接通接触器 KM_4 线圈的电源, KM_4 得电闭合, 其主触点接通液压泵电动机 M_3 的正转电源, 液压泵电动机 M_3 正转启动, 驱动液压泵供给机床正向压力油。由于 20 区时间继电器 KT 的瞬时闭合延时断开触点的闭合, 接通了电磁铁 YA 线圈的电源, 所以电磁铁 YA 与接触器 KM_4 同时闭合, 正向压力油经二位六通阀进入摇臂松开油缸, 驱动摇臂放松。摇臂放松后, 油缸活塞杆通过弹簧片压下行程开关 SQ_2 , 并放松 SQ_3 , 使 SQ_3 复位闭合, 为摇臂夹紧做好准备。由于行程开关 SQ_2 被压下, 其 18 区常闭触点断开, 接触器 KM_4 线圈失电释放, 液压泵电动机 M_3 正转停止。16 区 SQ_2 常开触点闭合, 接通了接触器 KM_2 线圈的电源, KM_2 线圈通电吸合, 其主触点接通了摇臂升降电动机 M_2 的

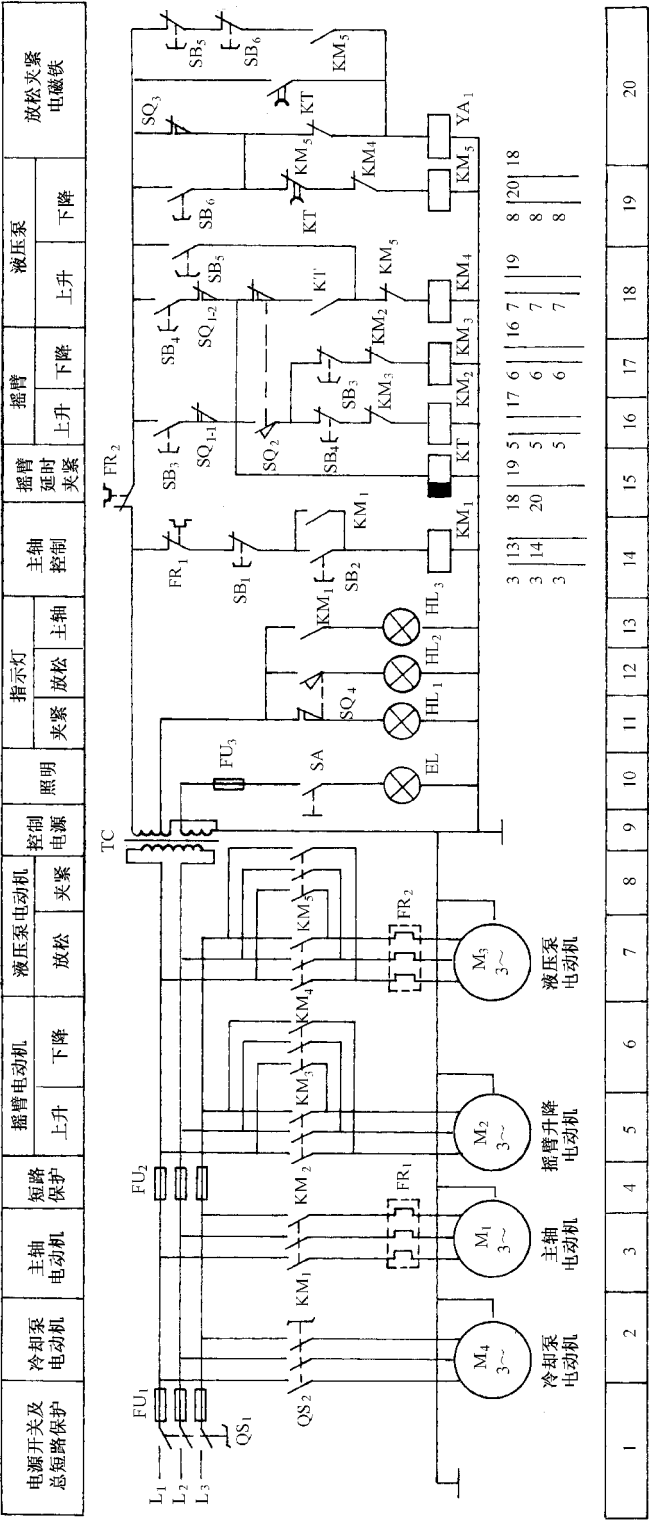


图6-3 Z3050型摇臂钻床电气控制线路原理图

正转电源, M_2 带动摇臂上升, 当上升到要求高度时, 松开上升点动按钮 SB_3 , 时间继电器 KT 、接触器 KM_2 线圈失电, 摇臂升降电动机 M_2 正转停止。由于时间继电器 KT 为断电延时型, 故 KT 线圈失电后, 18 区瞬时常开触点断开, 19 区瞬时断开延时闭合触点在约定时间后闭合, 20 区瞬时闭合延时断开触点在约定时间后断开。19 区 KT 瞬时断开延时闭合触点延时闭合后接通了接触器 KM_5 线圈的电源, 接触器 KM_5 得电闭合, 其 20 区常开触点闭合, 仍然保持电磁铁 YA 吸合, 而其主触点接通了液压泵电动机 M_3 的反转电源, 液压泵电动机 M_3 驱动液压泵反转, 供给机床反向压力油, 反向压力油经二位六通阀进入摇臂夹紧油缸, 驱动摇臂夹紧。摇臂夹紧后, 行程开关 SQ_3 其 20 区常闭触点压开, 接触器 KM_5 线圈失电释放, 切断电磁铁 YA 线圈电源, 行程开关 SQ_2 复位, 为下一次摇臂升降做准备。

b. 摇臂的下降控制: 摇臂的下降由下降启动按钮 SB_4 控制, 其控制过程与摇臂的上升过程相同, 留给读者自行分析。

图 6-3 中, 行程开关 SQ_{1-1} 为摇臂上升的上限位开关, SQ_{1-2} 为摇臂下降的下限位开关。

(3) 立柱和主轴箱的松开及夹紧控制: 立柱和主轴箱的松开及夹紧控制是同时进行的。在控制过程中, 电磁铁 YA 是由按钮 SB_5 及 SB_6 的常闭触点及接触器 KM_5 的常闭触点联锁断开的。

具体控制如下: 按下立柱和主轴箱的放松按钮 SB_5 , 接触器 KM_4 得电闭合, 液压泵电动机 M_3 正转, 带动液压泵供给正向压力油, 液压油经二位六通阀进入立柱和主轴箱松开油缸, 驱动立柱和主轴松开。立柱和主轴松开后, 压下行程开关 SQ_4 , 12 区放松指示灯 HL_2 亮, 表示主轴箱和立柱已放松。同理, 按下立柱和主轴箱的夹紧按钮 SB_6 , 可使立柱和主轴箱夹紧。

Z3050 型摇臂钻床电气元器件明细表见表 6-5。

表 6-5 Z3050 型摇臂钻床电气元器件明细表

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
M_1	主轴电动机	JO2-41-4 4kW	1	带动主轴旋转
M_2	摇臂升降电动机	JO2-22-4 1.4kW	1	驱动摇臂升降
M_3	液压泵电动机	JO2-11-4 0.6kW	1	驱动液压泵
M_4	冷却泵电动机	AOB-25 90W	1	驱动冷却泵
KM_1	交流接触器	CJ0-20 127V	1	控制 M_1
KM_2	交流接触器	CJ0-10 127V	1	控制 M_2 正转
KM_3	交流接触器	CJ0-10 127V	1	控制 M_2 反转
KM_4	交流接触器	CJ0-10 127V	1	控制 M_3 正转
KM_5	交流接触器	CJ0-10 127V	1	控制 M_3 反转
KT	时间继电器	JJSK2-4 127V	1	摇臂延时夹紧
FR_1	热继电器	JR0-40/3 6.4-10 整定电流在 8.37A	1	M_1 过载保护
FR_2	热继电器	JR0-40/3 1-1.6A 整定电流在 1.57A	1	M_2 过载保护
QS_1	转换开关	HZ2-25/3	1	电源总开关
QS_2	转换开关	HZ2-25/3	1	油泵开关
SQ_{1-1} SQ_{1-2}	行程开关	HZ4-22	1	摇臂升降上下限位行程开关
SQ_2	行程开关	LX5-111	1	摇臂升降行程开关

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
SQ ₃	行程开关	LX5-11	1	摇臂夹紧行程开关
SQ ₄	行程开关	LX3-11K	1	主轴箱立柱夹块指示行程开关
TC	控制变压器	BK-150 380V/127-36-6V	1	控制电路、照明、指示电源
SB ₁	按钮	LA19-11	1	主轴电动机停止按钮
SB ₂	按钮	LA19-11D 指示灯电压为 6V	1	主轴电动机启动按钮
SB ₃	按钮	LA19-11	1	摇臂上升启动按钮
SB ₄	按钮	LA19-11	1	摇臂下降启动按钮
SB ₅	按钮	LA19-11D 指示灯电压为 6V	1	主轴箱立柱放松按钮
SB ₆	按钮	LA19-11D 指示灯电压为 6V	1	主轴箱立柱夹紧按钮
FU ₁	熔断器	RL1-15/10A	3	电路总短路及 M ₁ 短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/10A	3	M ₂ 、M ₃ 短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/2A	1	工作照明灯短路保护
YA	电磁铁	MFJ-3 127V	1	摇臂放松夹紧电磁铁
SA	工作照明开关	JC2	1	机床照明

6.3.2 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例

Z3050 型摇臂钻床电气控制线路故障检修实例结合图 6-3 分析。

1. 摇臂不能上升

故障现象:启动机床,按下摇臂上升启动按钮 SB₃,摇臂不能上升。机床其他功能正常。

故障分析:因机床其他功能正常,故摇臂不能上升,从主电路的范围来考虑主要是接触器 KM₂ 主触点闭合接触不良,摇臂电动机 M₂ 没有得到正常正转(带动摇臂上升)电源而不能启动。从控制回路的角度来分析,则以下元件出现故障会引起摇臂不能上升:如 17 区行程开关 SQ₂ 的常开触点压合接触不良,按钮 SB₄ 常闭触点接触不良,接触器 KM₃ 常闭触点接触不良或 KM₂ 线圈损坏等都会引起摇臂升降电动机 M₂ 不能得电正转,以致摇臂不能上升。

故障检查的思路为:启动机床,按下摇臂升降启动按钮 SB₃,观察接触器 KM₂ 是否闭合。如果接触器 KM₂ 闭合,说明故障出在主电路中,重点检查接触器 KM₂ 的主触点。如果接触器 KM₂ 没有闭合,则为接触器 KM₂ 线圈控制回路中的问题,可用“短路法”和“电阻法”重点检查接触器 KM₂ 线圈控制回路中的元件,如检查行程开关 SQ₂ 的常闭触点压合是否接触良好,按钮 SB₄、接触器 KM₃ 常闭触点接触是否良好。

故障检查:合上电源开关 QS₁,按下摇臂上升启动按钮 SB₃,观察到接触器 KM₂ 未闭合,说明接触器 KM₂ 线圈回路中有断点。用“短路法”将热继电器 FR₂ 辅助常闭触点的下端短接至 16 区接触器 KM₃ 常闭触点的下端,接触器 KM₂ 得电闭合,摇臂能上升。再将导线分别从热继电器 FR₂ 辅助常闭触点的下端依次往下移动用“短路法”进行短接,当短接到行程开关 SQ₂ 的下端时,接触器 KM₂ 不能得电闭合,说明行程开关 SQ₂ 的常开触点压合时闭合接触不好。这是由于行程开关 SQ₂ 的位置安装不当或常开触点压合接触不良所引起。

故障处理:调整行程开关 SQ₂ 的安装位置或更换行程开关 SQ₂,故障排除。

2. 摇臂不能夹紧

故障现象:按下摇臂上升、下降启动按钮 SB₃ 或 SB₄,摇臂不能夹紧。从电气控制角度来讲,意味着液压泵电动机 M₃ 不能反转。从主电路来分析,造成液压泵电动机 M₃ 不能反转的原因是接触器 KM₅ 的主触点闭合接触不好。从控制电路的角度来看,接触器 KM₅ 的线圈控制回路有断点。造成接触器 KM₅ 线圈不能得电闭合的原因有行程开关 SQ₃ 常闭触点复位时闭合不好,19 区时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合触点接触不良,接触器 KM₄ 常闭触点接触不良,接触器 KM₅ 线圈损坏等。

该故障的检查思路为:合上电源开关 QS₁,按下摇臂上升(或下降)启动按钮 SB₃(或 SB₄),摇臂应上升(或下降)。然后再松开 SB₃(或松开 SB₄),观察接触器 KM₅ 线圈是否得电闭合。如果接触器 KM₅ 得电闭合,则重点检查主电路中接触器 KM₅ 的主触点;如果接触器 KM₅ 没有得电闭合,则为 KM₅ 线圈回路中的问题。用“短路法”结合“电阻法”重点检查行程开关 SQ₃ 的常闭触点闭合是否良好,19 区时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合触点接触是否良好,接触器 KM₄ 常闭触点是否接触良好等。

故障检查:合上电源总开关,按下摇臂上升启动按钮 SB₃,观察到摇臂上升。松开 SB₃,观察到接触器 KM₅ 未闭合,判断为接触器 KM₅ 线圈控制电路问题。用“短路法”及“电阻法”结合检查出是接触器 KM₄ 常闭触点接触不良引起接触器 KM₅ 线圈回路不能得电,液压泵电动机 M₃ 不能反转,引起摇臂不能夹紧。

故障处理:更换或修理接触器 KM₄ 常闭触点,故障排除。

6.3.3 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路故障表

Z3050 型摇臂钻床电气控制线路故障见表 6-6。

表 6-6 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有电动机都不能启动	无电源电压;电源总开关 QS ₁ 损坏;熔断器 FU ₁ 断路;熔断器 FU ₂ 断路;变压器 TC 损坏	熔断器 FU ₁ ;熔断器 FU ₂
2. 主轴电动机 M ₁ 不能启动	接触器 KM ₁ 主触点闭合接触不良;热继电器 FR ₁ 主通路有断点;主轴电动机 M ₁ 本身有问题;14 区热继电器 FR ₁ 常闭触点接触不良;主轴电动机 M ₁ 停止按钮 SB ₁ 常闭触点接触不良;启动按钮 SB ₂ 常开触点压合接触不良;接触器 KM ₁ 线圈损坏	接触器 KM ₁ 主触点;主轴电动机 M ₁ 绕组;14 区热继电器 FR ₁ 常闭触点;主轴电动机停止按钮 SB ₁ 常闭触点
3. 摇臂不能放松(或液压泵电动机 M ₃ 不能正转)	接触器 KM ₄ 主触点闭合接触不良;热继电器 FR ₂ 主通路有断点(此时摇臂不能夹紧);液压泵电动机 M ₃ 绕组有问题(此时摇臂不能夹紧);18 区行程开关 SQ ₂ 常闭触点接触不良;时间继电器 KT 瞬时常开触点接触不良	接触器 KM ₄ 主触点;液压泵电动机 M ₃ 绕组;18 区行程开关 SQ ₂ 常闭触点;时间继电器 KT 常开触点;接触器 KM ₅ 常开触点
4. 摇臂不能夹紧(或液压泵电动机 M ₃ 不能反转)	接触器 KM ₅ 主触点闭合接触不良;行程开关 SQ ₃ 复位闭合接触不好;19 区时间继电器瞬时断开延时闭合触点闭合接触不好;接触器 KM ₄ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₅ 线圈损坏	接触器 KM ₅ ;行程开关 SQ ₃ 常闭触点;19 区时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合触点;接触器 KM ₄ 常闭触点

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
5. 液压泵电动机 M ₃ 运转正常,但摇臂夹不紧	20 区接触器 KM ₅ 常闭触点接触不良;电磁铁 YA 线圈损坏;按钮 SB ₅ 、SB ₆ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₅ 常开触点闭合接触不良;行程开关 SQ ₃ 位置调整不当	20 区接触器 KM ₅ 常闭触点;电磁铁 YA 线圈;按钮 SB ₅ 、SB ₆ 常闭触点;行程开关 SQ ₃
6. 摇臂不能上升	接触器 KM ₂ 主触点接触不良;摇臂升降电动机 M ₂ 本身有问题(此时摇臂不能下降);摇臂上升启动按钮 SB ₃ 压合接触不良;行程开关 SQ ₁₋₁ 接触不良;时间继电器 KT 线圈损坏(此时摇臂不能下降);行程开关 SQ ₂ 常开触点压合接触不良(此时摇臂不能下降);按钮 SB ₄ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₃ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏。(其他同摇臂不能放松或液压泵电动机不能正转故障相同)	接触器 KM ₂ 主触点;摇臂升降电动机 M 绕组;行程开关 SQ ₁₋₁ ;行程开关 SQ ₂ 常开触点;SB ₄ 常闭触点;接触器 KM ₃ 常闭触点
7. 摇臂不能下降	接触器 KM ₃ 主触点闭合接触不良;摇臂下降启动按钮 SB ₄ 常闭触点压合接触不良;行程开关 SQ ₁₋₂ 接触不良;接触器 SB ₃ 触点接触不良;接触器 KM ₂ 常闭触点接触不良。(其他原因同摇臂不能放松或液压泵电动机不能正转故障相同)	接触器 KM ₃ 主触点;行程开关 SQ ₁₋₂ 常闭触点;按钮 SB ₃ 常闭触点;接触器 KM ₂ 常闭触点
8. 立柱主轴箱不能放松或夹紧	主轴、主轴箱放松点动按钮 SB ₅ 常开触点压合接触不良;立柱、主轴箱夹紧点动按钮 SB ₆ 压合接触不良	放松启动按钮 SB ₅ ;夹紧点动按钮 SB ₆

第7章 常用铣床电气控制线路分析及故障检修

铣床是一种加工特殊机械零件的机床,如进行机械齿轮、蜗轮蜗杆的加工等。铣床的分类按其结构特点、结构型式和加工性能的不同,可分为卧式铣床、立式铣床、龙门铣床、仿型铣床。本章主要介绍常见的 X62W 型万能铣床和 X52K 型立式升降铣床的电气控制线路原理分析,故障检修实例,并列故障表。

7.1 X62W 型万能铣床

X62W 型万能铣床电气控制线路原理图见图 7-1 所示。

7.1.1 X62W 型万能铣床电气控制线路分析

1. 主电路分析

主电路由三台电动机拖动。

(1)主轴电动机 M_1 :拖动主轴带动铣刀对工件进行铣削加工。由接触器 KM_1 控制它电源的通断,热继电器 FR_1 为它的过载保护,转换开关 SA_3 为它正、反转电源的切换开关。当需要主轴做正、反转切换运动时,只需扳动转换开关 SA_3 即可。

(2)冷却泵电动机 M_3 :驱动冷却泵供给机床冷却液。由转换开关 SQ_2 控制它电源的通断,热继电器 FR_2 为它的过载保护。从图 7-1 中可以看出,冷却泵电动机只有在接触器 KM_1 闭合后,才能扳动转换开关 QS_2 启动运行。

(3)进给电动机 M_2 :拖动升降台及工作台“向上”、“向下”、“向左”、“向右”、“向前”、“向后”六个方向的快速和工作进给。由接触器 KM_3 控制它正转电源的通断,接触器 KM_4 控制其反转电源的通断,热继电器 FR_3 为它的过载保护。

三相交流电压由电源总开关 QS_1 引入,熔断器 FU_1 为控制电路的总短路保护。

2. 控制电路分析

当合上电源总开关 QS_1 时,380V 交流电压分别接在控制变压器 TC_1 、 TC_2 、 TC_3 的初级绕组两端。经降压后, TC_1 次级输出 110V 交流电压作为控制线路电源, TC_2 次级输出 24V 交流电压作为机床工作照明灯电源, TC_3 次级输出 36V 交流电压经 VC 整流后作为电磁制动离合器 YC_1 、 YC_2 、 YC_3 的制动电源,熔断器 FU_3 、 FU_4 、 FU_5 分别为电磁制动离合器、控制线路、机床工作照明的短路保护。

(1)主轴电动机 M_1 的控制。

a. 主轴电动机 M_1 的启动及制动控制:按下主轴电动机 M_1 的启动按钮 SB_1 或 SB_2 ,接触器 KM_1 得电闭合并自锁,接触器 KM_1 主触点接通主轴电动机 M_1 绕组电源, M_1 启动运转。启动前,扳动主轴电动机 M_1 的正反转转换开关 SA_3 ,即可获得主轴电动机 M_1 的正、反转向。

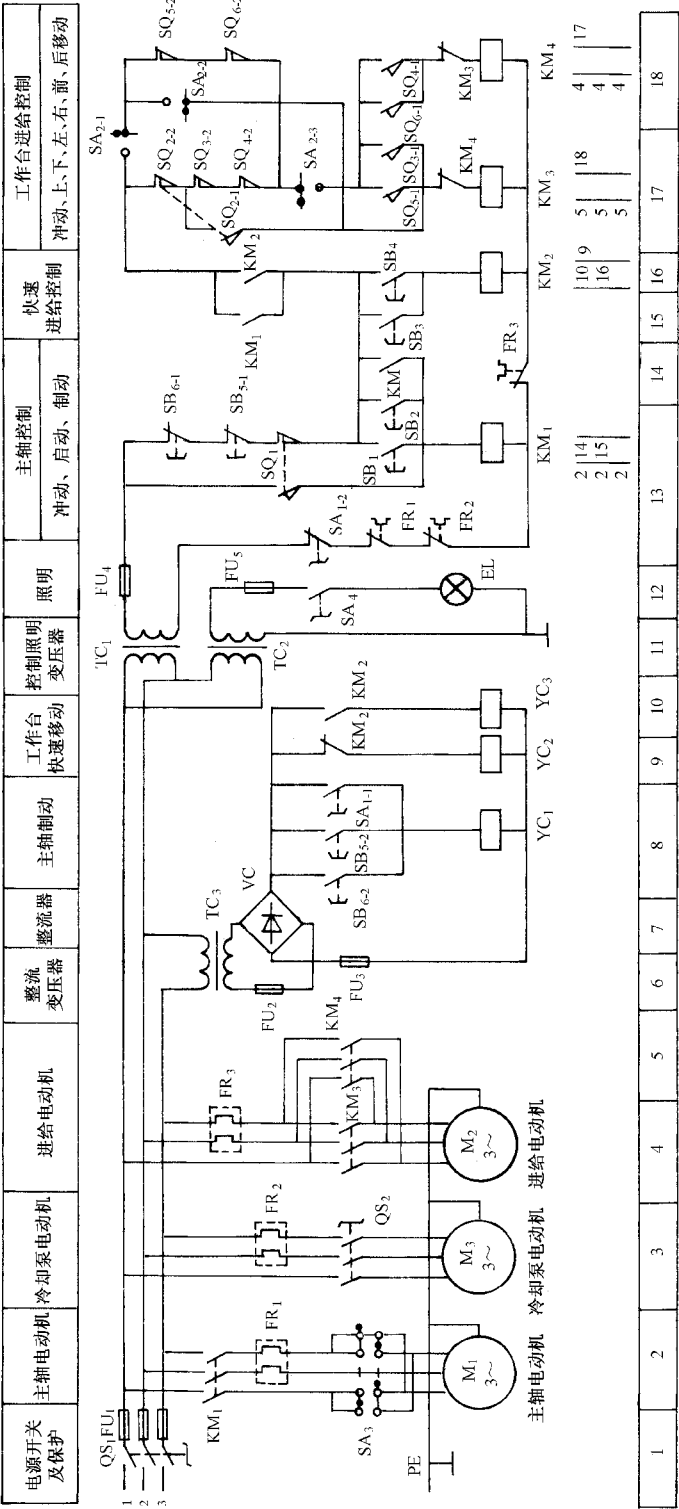


图7-1 X62W型万能铣床电气控制线路原理图

停止时,按下停止按钮 SB_{5-1} 或 SB_{6-1} ,接触器 KM_1 线圈失电,8 区中停止按钮 SB_{5-2} 或 SB_{6-2} 常开触点闭合,接通了电磁离合器 YC_1 线圈的电源, YC_1 得电动作,对主轴进行制动,使主轴迅速停转。

图 7-1 中, SB_1 或 SB_2 为机床主轴电动机 M_1 的两地启动按钮, SB_5 或 SB_6 为机床主轴电动机 M_1 两地停止按钮,分别装在机床不同的操作地点,以便操作。

b. 主轴变速冲动控制:主轴变速的冲动,主要是为了解决主轴在变速时新转速齿轮组顺利啮合。主轴变速时,先将变速手柄拉开,然后调整主轴变速盘至所需要的转速,再将变速手柄推回原处。当手柄推回原处时,手柄通过机械装置瞬时压下行程开关 SQ_1 后又松开,使其常闭触点瞬时断开,常开触点瞬时闭合。接触器 KM_1 瞬时得电,主轴电动机 M_1 瞬时启动,这样有利于新转速齿轮组的啮合。

c. 主轴换刀制动:为了保证安全,在换刀时主轴不能转动,故该机床上设置了换刀制动控制。将转换开关 SA_1 扳至“换刀”位置,13 区中的 SA_{1-2} 触点断开切断了控制电路的电源回路,8 区 SA_{1-1} 常开触点闭合,接通了主轴制动电磁离合器 YC_1 的电源, YC_1 动作,将主轴制动。换刀完毕,将转换开关 SA_1 扳回原处,机床恢复正常工作。

(2)进给电动机 M_3 的控制。进给电动机 M_3 驱动工作台上、下、左、右、前、后六个方向的运动,分别由“工作台纵向操作手柄”及“工作台横向和垂直操作手柄”来进行操作。转换开关 SA_2 是转换控制机床六个方向进给及圆工作台的。当不需要圆工作台时,将转换开关 SA_2 扳至“断开”位置, SA_{2-1} 闭合, SA_{2-2} 断开, SA_{2-3} 闭合,机床六个方向正常进给,圆工作台不能工作;当需要圆工作台时,将转换开关扳至“接通”位置, SA_{2-1} 断开, SA_{2-2} 闭合, SA_{2-3} 断开,圆工作台工作,机床六个方向不能进给。

a. 工作台纵向控制(即工作台向左、向右控制):工作台纵向控制由“工作台纵向操作手柄”进行操作。“工作台纵向操作手柄”有三个位置,“向左”、“向右”、“中间”。当将操作手柄扳向“向左”或“向右”位置时,操作手柄在电气上压合行程开关 SQ_5 或 SQ_6 ,在机械上将进给电动机 M_2 的动力接通至左、右进给传动丝杆上,使工作台向左或向右移动。工作台左右移动的限位控制是通过安装在工作台两端的挡块铁来实现的。当工作台移动到左、右极限位置时,挡块铁撞击“工作台纵向操作手柄”,使其转换到“中间”的位置,工作台就会停止运动,从而实现左、右进给的终端保护。

• 工作台向左进给:将圆工作台转换开关 SA_2 扳至“断开”位置并将“工作台纵向操作手柄”扳至“向左”位置,行程开关 SQ_5 被压下,此时接触器 KM_3 通过以下途径得电: $FU_4 \rightarrow SB_{6-1} \rightarrow SB_{5-1} \rightarrow SQ_1$ 常闭触点 $\rightarrow$ 15 区 KM_1 常开触点 $\rightarrow SQ_{2-2} \rightarrow SQ_{3-2} \rightarrow SQ_{4-2} \rightarrow SA_{2-3} \rightarrow SQ_{5-1} \rightarrow KM_4$ 常闭触点 $\rightarrow KM_3$ 线圈 $\rightarrow FR_3 \rightarrow FR_2 \rightarrow FR_1 \rightarrow SA_{1-2}$ 。接触器 KM_3 主触点接通进给电动机 M_2 正转电源, M_3 正转,带动工作台向左进给。将“工作台操作手柄”扳至“中间”位置,行程开关 SQ_5 松开,接触器 KM_3 断电, M_2 停转,工作台停止向左进给。

• 工作台向右进给:将“工作台纵向操作手柄”扳向“向右”位置,行程开关 SQ_6 被压下, SQ_{6-1} 常开触点闭合,接触器 KM_4 得电闭合,其主触点接通进给电动机 M_2 的反转电源, M_2 反向旋转,带动工作台向右进给。将“工作台操作手柄”扳至“中间”位置,行程开关 SQ_6 松开,接触器 KM_4 断电, M_2 停转,工作台停止向右进给。

b. 工作台横向和垂直控制(即“向上”、“向下”、“向前”、“向后”控制):工作台横向和垂直控制由“工作台横向和垂直手柄”进行操作控制。“工作台横向和垂直手柄”有五个位置,分别为“向上”、“向下”、“向前”、“向后”及“中间”位置。当将“工作台横向和垂直手柄”扳向“向上”

和“向下”位置时,在机械上由齿轮啮合了垂直进给离合器;当“操作手柄”扳在“向前”位置或“向后”位置时,在机械上啮合了横向进给离合器;当手柄扳在“中间”位置时,为空挡位置,四个方向的进给均停止。

从电气方面来讲,当“操作手柄”扳在“向前”或“向下”位置时,行程开关 SQ_3 被压下,接触器 KM_3 通电吸合,进给电动机 M_2 正转;当“操作手柄”扳至“向后”或“向上”位置时,行程开关 SQ_4 被压下,接触器 KM_4 通电吸合,进给电动机 M_2 反转。

- 工作台向上运动控制:将“操作手柄”扳在“向上”位置,行程开关 SQ_4 被压下, SQ_{4-1} 常开触点闭合,接触器 KM_4 通过以下途径得电: $FU_4 \rightarrow SB_{6-1} \rightarrow SB_{5-1} \rightarrow SQ_1$ 常闭触点 $\rightarrow$ 15 区 KM_1 常开触点 $\rightarrow SA_{2-1} \rightarrow SQ_{5-2} \rightarrow SQ_{6-2} \rightarrow SA_{2-3} \rightarrow SQ_{4-1} \rightarrow$ 接触器 KM_3 常闭触点 $\rightarrow KM_4$ 线圈 $\rightarrow FR_3 \rightarrow FR_2 \rightarrow FR_1 \rightarrow SA_{1-2}$ 。接触器 KM_4 得电闭合,工作台进给电动机 M_2 反转,带动工作台向上运动。将“操作手柄”扳至“中间”位置,工作台向上运动停止。

- 工作台向下运动控制:将“操作手柄”扳在“向下”位置时,行程开关 SQ_3 被压下,其常开触点 SQ_{3-1} 闭合。接触器 KM_3 通过以下途径得电: $FU_4 \rightarrow SB_{6-1} \rightarrow SB_{5-1} \rightarrow SQ_1$ 常闭触点 $\rightarrow$ 15 区 KM_1 常开触点 $\rightarrow SA_{2-1} \rightarrow SQ_{5-2} \rightarrow SQ_{6-2} \rightarrow SA_{2-3} \rightarrow SQ_{3-1} \rightarrow$ 接触器 KM_4 常闭触点 $\rightarrow KM_3$ 线圈 $\rightarrow FR_3 \rightarrow FR_2 \rightarrow FR_1 \rightarrow SA_{1-2}$ 。接触器 KM_3 得电闭合,工作台进给电动机 M_2 正转,带动工作台向下运动。将“操作手柄”扳至“中间”位置,工作台停止向下运动。

- 工作台向前运动控制:将“操作手柄”扳在“向前”位置,行程开关 SQ_3 被压下,其电气控制过程同“工作台向下运动控制”,只不过在机械上由齿轮啮合了横向进给离合器。

- 工作台向后运动控制:将“操作手柄”扳在“向后”位置,行程开关 SQ_4 被压下,其电气控制过程同“工作台向上运动控制”,只不过在机械上由齿轮啮合了横向进给离合器。

c. 工作台六个方向进给的联锁控制:工作台“向左”、“向右”、“向上”、“向下”、“向前”、“向后”六个方向的进给是由“工作台纵向操作手柄”和“工作台横向和垂直操作手柄”控制的,而各进给方向又是互相联锁的。前面已经述明,当“工作台纵向操作手柄”扳至“向左”或“向右”位置时,它要压下行程开关 SQ_5 或 SQ_6 ;而“工作台横向和垂直操作手柄”扳至“向上”、“向下”、“向前”、“向后”位置时,它要压下行程开关 SQ_3 或 SQ_4 。从 7-1 图中可以看出,当“工作台纵向操作手柄”和“工作台横向和垂直操作手柄”全都扳在工作位置时,行程开关 SQ_5 (或 SQ_6) 及行程开关 SQ_3 (或 SQ_4) 被压下,故切断了接触器 KM_3 和接触器 KM_4 的线圈回路,结果进给电动机 M_2 不能得电运行,在电气上起到了联锁的作用。

d. 进给变速冲动控制:进给变速冲动由行程开关 SQ_2 控制。同主轴变速冲动一样,进给变速冲动也是为了使进给变速齿轮快速地啮合而设置的。在进给变速时,只需将进给变速盘往外拉,然后转动变速盘,选择好所需要的速度后,将变速盘推进去,此时行程开关 SQ_2 被瞬时压下,其 13 区常闭触点 SQ_{2-2} 瞬时断开,常开触点 SQ_{2-1} 瞬时闭合, SQ_{2-1} 瞬时接通了接触器 KM_3 线圈的电源,接触器 KM_3 瞬时闭合一下又断开,进给电动机瞬时正转冲动一下,使进给变速齿轮能很好地啮合。

(3) 工作台快速移动控制:当需要工作台快速移动时,只需按下两地工作台快速移动启动按钮 SB_3 或 SB_4 ,接触器 KM_2 得电,9 区中 KM_2 常闭触点断开,电磁离合器 YC_2 线圈失电,10 区中 KM_2 常开触点闭合,电磁离合器 YC_3 线圈得电动作,进给电动机 M_2 的快速进给齿轮啮合, M_2 拖动工作台快速移动。当移动到需要位置时,松开启动按钮 SB_3 或 SB_4 ,接触器 KM_2 线圈失电,工作台进给恢复原状。

(4) 圆工作台控制:将圆工作台 SA_2 扳至“接通”位置,此时 SA_{2-1} 断开, SA_{2-2} 闭合, SA_{2-3} 断

开。接触器 KM₃ 通过以下途径得电：FU₄→SB₆₋₁→SB₅₋₁→SQ₁ 常闭触点→16 区 KM₁ 常开触点→SQ₂₋₂→SQ₃₋₂→SQ₄₋₂→SQ₆₋₂→SQ₅₋₂→SA₂₋₂→KM₄ 常闭触点→KM₃ 线圈→FR₃→FR₂→FR₁→SA₁₋₂。接触器 KM₃ 得电，进给电动机 M₂ 正转，带动圆工作台工作。

当圆工作台工作时，工作台六个方向进给都不能进行，因为不论扳动六个进给方向中的任意一个进给方向，都会压下行程开关 SQ₃、SQ₄、SQ₅、SQ₆ 中的任意一个，而其中任意一个行程开关被压开，接触器 KM₃ 线圈就会失电，进给电动机 M₂ 就会停转，从而起到了六个方向与圆工作台的联锁控制作用。

X62W 型万能铣床电气元件明细表见表 7-1。

表 7-1 X62W 型万能铣床电气元件明细表

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
M ₁	主轴电动机	JO2-51-4 7.5kW	1	带动主轴旋转
M ₂	进给电动机	JO2-22-4 1.5kW	1	工作台六个方向进给
M ₃	冷却泵电动机	JCB-22 125W	1	带动冷却泵旋转
QS ₁	转换开关	HZ1-60/3J 500V	1	电源总开关
QS ₂	转换开关	HZ1-10/3J 500V	1	冷却泵电动机 M ₃ 控制
SA ₁	转换开关	HZ1-10/3J 500V	1	换刀制动开关
SA ₂	转换开关	HZ1-10/3J 500V	1	圆工作台开关
SA ₃	转换开关	HZ3-133 60A/500V	1	主轴电机换相开关
FR ₁	热继电器	JR0-60/3 整定电流 16A	1	主轴电动机 M ₁ 过载保护
FR ₂	热继电器	JR0-20/3 整定电流 0.5A	1	冷却泵电动机 M ₂ 过载保护
FR ₃	热继电器	JR0-20/3 整定电流 1.5A	1	进给电动机 M ₃ 过载保护
FU ₁	熔断器	RL1-60/60	3	主轴电动机 M ₁ 短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/5	1	整流电源短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/5	1	电磁铁电路短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/5	1	控制电路短路保护
FU ₅	熔断器	RL1-15/1	1	工作照明短路保护
TC ₁	变压器	BK-150 380V/110V	1	控制电路电源
TC ₂	变压器	BK-50 380V/24V	1	照明电路电源
TC ₃	变压器	BK-100 380V/36V	1	整流变压器
VC	整流器	2CZ	4	整流器
KM ₁	接触器	CJ0-20 线圈电压 110V	1	控制主轴电动机 M ₁
KM ₂	接触器	CJ0-10 线圈电压 110V	1	快速进给控制
KM ₃	接触器	CJ0-20 线圈电压 110V	1	进给电动机 M ₂ 正转控制
KM ₄	接触器	CJ0-20 线圈电压 110V	1	进给电动机 M ₂ 反转控制
SB ₁	按钮	LA2	1	主轴电动机 M ₁ 启动按钮
SB ₂	按钮	LA2	1	
SB ₃	按钮	LA2	1	
SB ₄	按钮	LA2	1	快速进给启动按钮

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
SB ₅	按钮	LA2	1	主轴电动机停止、制动按钮
SB ₆	按钮	LA2	1	
YC ₁	电磁铁		1	主轴制动
YC ₂	电磁铁		1	正常制动
YC ₃	电磁铁		1	快速进给
SQ ₁	行程开关	LX3-11K	1	主轴冲动
SQ ₂	行程开关	LX3-11K	1	进给冲动
SQ ₃	行程开关	LX3-11K	1	向前、向下进给
SQ ₄	行程开关	LX3-11K	1	向后、向上进给
SQ ₅	行程开关	LX3-11K	1	向左进给
SQ ₆	行程开关	LX3-11K	1	向右进给

7.1.2 X62W 型万能铣床电气控制线路故障检修实例

X62W 型万能铣床电气控制线路故障检修实例结合图 7-1 分析。

1. 工作台不能左、右进给

故障现象:启动主轴电动机 M₁,将“工作台纵向操作手柄”分别扳至“向左”或“向右”位置,工作台不能左右移动。其他进给功能正常。

故障分析:由于其他进给功能正常,故进给电动机 M₂ 的主电路中没有出现故障。故障的范围应在工作台纵向进给通路的元件中。如 17 区中的行程开关 SQ₂₋₂ 常闭触点接触不良, SQ₃₋₂、SQ₄₋₂ 常闭触点接触不良,圆工作台开关 SA₂₋₃ 触点闭合接触不良,行程开关 SQ₅₋₁、SQ₆₋₁ 压合闭合不好等,其中又以行程开关 SQ₂₋₂ 常闭触点接触不良而引起工作台不能左右移动的可能性最大。因为行程开关 SQ₂ 为进给变速冲动开关,在变速时经常受到冲动,较其他行程开关易损坏。

故障检查:合上电源总开关,启动主轴电动机 M₁,将“工作台纵向操作手柄”分别扳至“向左”及“向右”位置。用“短路法”将导线从 17 区行程开关 SQ₂₋₂ 上端短接到圆工作台开关 SA₂₋₃ 下端,工作台能向左及向右移动,说明行程开关 SQ₅₋₁ 和 SQ₆₋₁ 触点无压合接触不良的故障,故障范围在行程开关 SQ₂₋₂、SQ₃₋₂、SQ₄₋₂ 及圆工作台开关 SA₂₋₃ 的元件中。而 SQ₂₋₂ 又常因进给变速而受到冲动,易受损坏,故直接用万用表检查行程开关 SQ₂₋₂ 常闭触点。经检查,行程开关 SQ₂₋₂ 常闭触点接触不良。“工作台左、右不能移动”的故障为行程开关 SQ₂₋₂ 常闭触点接触不良所引起。

故障处理:更换上同型号的行程开关 SQ₂,故障排除。

2. 主轴不能制动及工作台不能快速进给

故障现象:“工作台纵向操作手柄”和“工作台横向和垂直操作手柄”不论扳向任一进给位置,按下工作台快速进给启动按钮 SB₃ 或 SB₄,工作台不能快速进给。当按下主轴停止按钮 SB₅₋₁ 或 SB₆₋₁ 时,主轴也不能制动。

故障分析:主轴不能制动的主要原因是 8 区中电磁铁 YC_1 线圈未得电动作对主轴进行制动。而工作台不能快速移动则有可能是接触器 KM_2 线圈未得电闭合及电磁铁线圈 YC_2 、 YC_3 未得电动作,使得进给电动机 M_2 的快速进给齿轮不能啮合。但本故障为主轴不制动及工作台不能快速移动两种故障现象同时出现,所以,故障的范围应该在造成主轴不能制动及工作台不能快速移动的公共电路中,如熔断器 FU_2 、 FU_3 断路,变压器 TC_3 损坏,整流器 VC 损坏等。

故障检查:切断机床电源。先检查熔断器 FU_2 、 FU_3 熔芯是否断路。经检查,熔断器 FU_2 、 FU_3 熔芯完好。合上电源总开关 QS_1 ,用万用表交流 50V 挡测量变压器 TC_3 次级绕组端电压为 36V,电压正常。用万用表直流 50V 挡测量整流器 VC 输出端的直流电压为 16V 左右,不正常,正常时应为直流 34V 左右,故判断整流器 VC 有一桥臂断路或短路。经进一步检查整流器 VC 确有一桥臂断路。

故障处理:换上同型号整流二极管,故障排除。

7.1.3 X62W 型万能铣床电气控制线路故障表

X62W 型万能铣床电气控制线路故障见表 7-2。

表 7-2 X62W 型万能铣床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有电动机都不能启动	无电源电压;电源总开关 QS_1 损坏;熔断器 FU_1 断路;熔断器 FU_4 断路;13 区主轴电动机 M_1 停止按钮 SB_{5-1} 、 SB_{6-1} 常闭触点接触不良;行程开关 SQ_1 常闭触点接触不良;上刀制动开关 SA_{1-2} 触点接触不良;热继电器 FR_1 、 FR_2 辅助常闭触点接触不良;控制变压器 TC_1 损坏	熔断器 FU_1 、 FU_2 ;行程开关 SQ_1 常闭触点;热继电器 FR_1 、 FR_2 辅助常闭触点;上刀制动开关 SA_{1-2} 常闭触点
2. 主轴电动机 M_1 不能启动	接触器 KM_1 主触点闭合接触不好(此时冷却泵电动机 M_3 不能启动);热继电器 FR_1 主通路有断点;主轴电动机 M_1 正、反转转换开关 SA_3 有故障;主轴电动机 M_1 绕组有问题。其他原因与“所有电动机都不能启动”相同	接触器 KM_1 主触点;正、反转转换开关 SA_3 ;主轴电动机 M_1 绕组
3. 冷却泵电动机 M_3 不能启动	热继电器 FR_2 主通路有断点;转换开关 QS_2 有故障;冷却泵电动机 M_3 绕组有故障	冷却泵电动机 M_3 绕组
4. 主轴不制动	主轴电动机停止按钮常开触点 SB_{5-2} 、常开触点 SB_{6-2} 压合接触不良;电磁铁 YC_1 线圈损坏	电磁铁 YC 线圈
5. 进给电动机 M_2 不能启动	热继电器 FR_3 主通路有断点;接触器 KM_3 主触点闭合接触不良;接触器 KM_4 主触点闭合接触不良;进给电动机 M_2 绕组损坏;14 区热继电器 FR_3 常闭触点接触不良;15 区接触器 KM_1 常开触点闭合接触不良;圆工作台转换开关 SA_{2-3} 触点接触不良	接触器 KM_3 主触点;接触器 KM_4 主触点;进给电动机 M_2 绕组;15 区接触器 KM_1 常开触点;圆工作台转换开关 SA_{2-3} 触点
6. 工作台不能左右进给	行程开关 SQ_{2-2} 、 SQ_{3-2} 、 SQ_{4-2} 常闭触点接触不良;行程开关 SQ_{5-1} 常开触点闭合接触不良;行程开关 SQ_{6-1} 常开触点闭合接触不良	行程开关 SQ_{2-2} 、 SQ_{3-2} 、 SQ_{4-2} 常闭触点
7. 工作台不能前、后、上、下进给	行程开关 SQ_{5-2} 、 SQ_{3-2} 、 SQ_{4-2} 常闭触点闭合接触不好;行程开关 SQ_{6-1} 常开触点闭合接触不良。	行程开关 SQ_{2-2} 、 SQ_{3-2} 、 SQ_{4-2} 常闭触点

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
8. 工作台不能快速移动	快速进给启动按钮 SB ₃ 或 SB ₄ 常开触点压合接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏;10 区接触器 KM ₂ 常开触点闭合接触不好;电磁铁 YC ₃ 线圈损坏	接触器 KM ₂ 线圈;10 区接触器 KM ₂ 常开触点;电磁铁 YC ₃ 线圈
9. 主轴不能制动;且工作台不能快速移动	变压器 TC ₃ 损坏;熔断器 FU ₂ 断路;整流器 VC 损坏或有一桥臂断路;熔断器 FU ₃ 断路	变压器 TC ₃ ;熔断器 FU ₂ ;熔断器 FU ₃ ;整流器 VC
10. 其他	(1)主触变速不能冲动;行程开关 SQ ₁ 常开触点压合接触不良;(2)进给变速无冲动;行程开关 SQ ₂₋₁ 常开触点压合接触不良;(3)工作台不能向相应的方向移动进给;相应方向的行程开关压合接触不良或机械啮合有问题;(4)工作台无圆工作:圆工作台转换开关 SQ ₂₋₂ 触点接触闭合不良	

7.2 X52K 型立式升降台铣床

X52K 型立式升降台铣床电气控制线路原理图见图 7-2 所示。

7.2.1 X52K 型立式升降台铣床电气控制线路分析

1. 主电路分析

主电路由三台电动机拖动。

(1)主轴电动机 M₁:由接触器 KM₁ 控制它电源的通断,热继电器 FR₁ 为它的过载保护。由于主轴不要求经常正、反转,故用转换开关 SA₁ 作为它的正、反转换向开关。接触器 KM₅ 在停车时接通了它的制动直流电源。熔断器 FU₁ 为它的短路保护。

(2)进给电动机 M₂:要求正、反转,由接触器 KM₃ 控制它正转电源的通断,接触器 KM₄ 控制它反转电源的通断,热继电器 FR₃ 为它的过载保护,熔断器 FU₂ 为它的短路保护。接触器 KM₂ 控制它快速进给电磁离合器 YC 线圈电源的通断。

(3)M₃ 为冷却泵电动机:它由转换开关 QS₂ 控制它电源的通断,热继电器为它的过载保护。从图 7-2 中可以看出,冷却泵电动机 M₃ 只有在主轴电动机 M₁ 启动后,它才能启动运行。

2. 控制电路分析

380V 电源经电源总开关 QS₁ 引入,经熔断器 FU₁、FU₂ 后分别接在变压器 TC₁、TC₂ 初级绕组的两端,经降压后,TC₁ 输出 127V 交流电压作为控制线路的电源;55V 交流电压供给整流器 VC,经桥式整流后作为主轴电动机 M₁ 在停车时能耗制动的电源;TC₂ 次级输出 36V 交流电压作为机床工作照明灯 EL 电源。熔断器 FU₃、FU₄ 分别为机床工作照明及控制线路的短路保护。

(1)主轴电动机 M₁ 的控制:将主轴电动机正、反转转向开关 SA₁(1~2 区)扳至“正转”(或“反转”)位置,按下机床两地启动控制按钮 SB₁ 或 SB₂,接触器 KM₁ 线圈得电闭合,主轴电动机 M₁ 正向启动运转(或反向启动运转)。同时,14 区接触器 KM₁ 常开触点自锁和 15 区常开

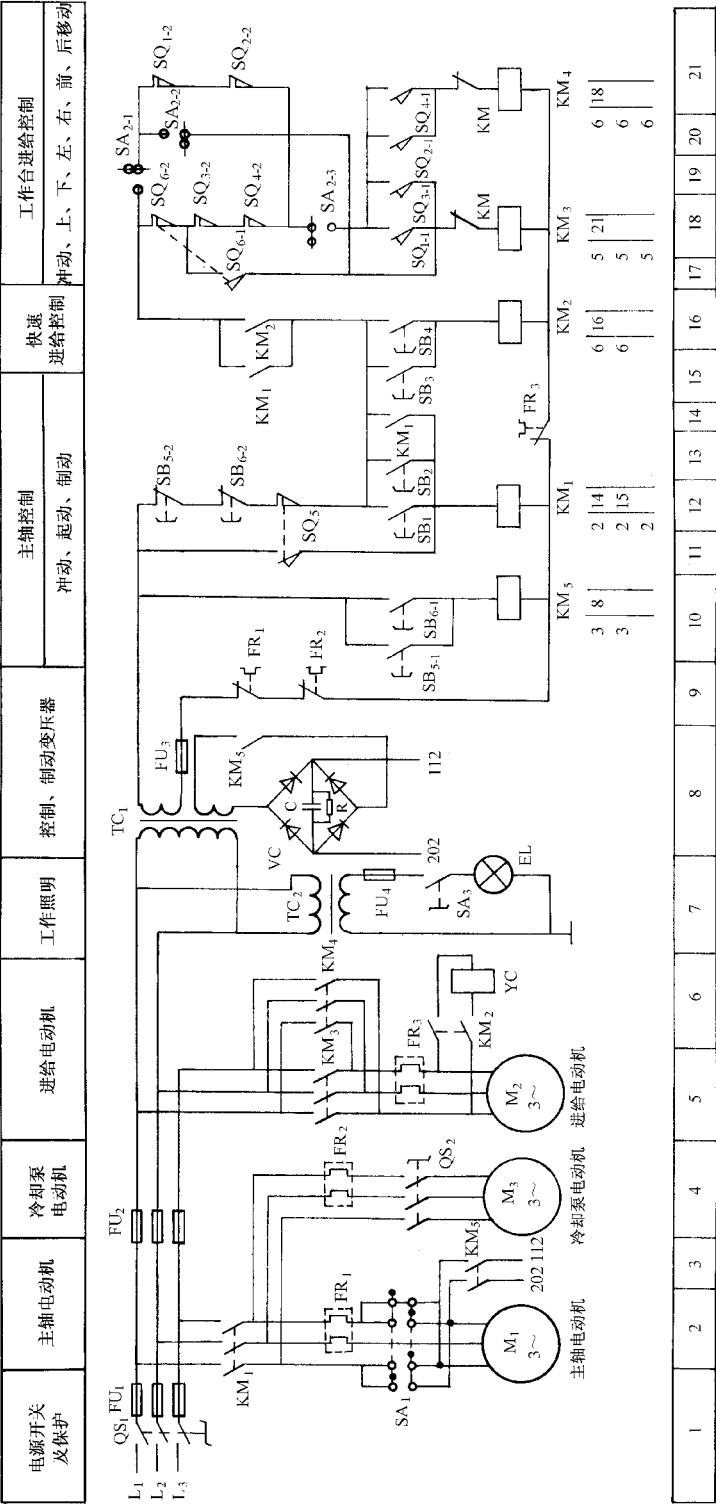


图7-2 X52K型立式升降台铣床电气控制线路原理图

触点闭合,为工作台的各種進給做好了準備。按下主軸電動機 M_1 兩地停止按鈕 SB_5 (或 SB_6), SB_{5-2} (或 SB_{6-2}) 的常開触点切斷了接觸器 KM_1 線圈的電源,接觸器 KM_1 斷電,主軸電動機 M_1 停轉。同時 SB_{5-1} (或 SB_{6-1}) 常開触点(9~10 區)接通了接觸器 KM_5 線圈回路的電源,接觸器 KM_5 閉合,其 8 區常開触点接通了整流器 VC 的交流電源,其 3 區主触点將整流器 VC 輸出的直流電源接入了主軸電動機 M_1 的兩相繞組中,使主軸電動機進行能耗制動,達到迅速停車的目的。

(2)主軸變速沖動控制:主軸在變速時,當選擇好新的轉速後,新轉速齒輪有時不能很好地嚙合,此時需要主軸做瞬時的沖動,來嚙合好新的轉速齒輪。具體操作如下:當主軸需要變速時,停止主軸電動機後,將主軸轉速盤拉出,轉動變速盤,選擇好轉速,然後將轉速盤推入。在推入的過程中,由機械及彈簧等裝置瞬时壓動行程開關 SQ_5 , 11 區 SQ_5 的常開触点瞬时閉合,接觸器 KM_1 瞬时得電吸合,使得主軸電動機 M_1 瞬时得電啟動,給主軸一個短時的沖動,以便變速齒輪很好地嚙合。

(3)工作台六個方向的進給控制:在工作台六個方向進給運動時,轉換開關 SA_2 扳在圓工作台斷開位置,各触点的通斷情況如下: SA_{2-1} 閉合, SA_{2-2} 斷開, SA_{2-3} 閉合。

將左右操作杆扳向“左”位置,操作杆壓下行程開關 SQ_1 , SQ_{1-1} 常開触点壓合,接觸器 KM_3 得電閉合,進給電動機 M_2 啟動正轉,通過機械裝置帶動工作台向左運動。

將左右操作杆扳向“右”位置,操作杆壓下行程開關 SQ_2 , SQ_{2-1} 常開触点壓合,接觸器 KM_4 得電閉合,進給電動機 M_2 啟動反轉,通過機械裝置帶動工作台向右運動。

將上下前後操作杆扳向“前”或向“下”位置時,操作杆在電氣上壓下行程開關 SQ_3 , SQ_{3-1} 常開触点壓合。接觸器 KM_3 線圈得電閉合,進給電動機 M_2 正轉,在機械上當操作杆扳至向“前”位置,接通了橫向進給離合器,進給電動機 M_2 帶動工作台向前運動。操作杆扳至向“下”位置,接通了垂直進給離合器,進給電動機 M_2 帶動工作台向下運動。

將上下前後操作杆扳向“後”或向“上”位置,操作杆在電氣上壓下行程開關 SQ_4 , SQ_{4-1} 常開触点閉合,接觸器 KM_4 閉合,進給電動機 M_2 啟動反轉。在機械上,當操作杆扳向“後”位置時,接通了橫向進給離合器,進給電動機 M_2 帶動工作台向後運動。操作杆扳至向“上”位置時,接通了垂直進給離合器,進給電動機 M_2 帶動工作台向上運動。

(4)工作台變速沖動控制:工作台變速沖動的原理同主軸變速沖動的原理一樣,只不過沖動行程開關 SQ_{6-1} 常開触点瞬时閉合,接觸器 KM_3 瞬时閉合,進給電動機 M_2 瞬时轉動一下,達到工作台進給變速齒輪很好地嚙合。

(5)工作台快速移動控制:將工作台扳向需要快速進給的位置,按下工作台兩地快速移動啟動按鈕 SB_3 或 SB_4 ,接觸器 KM_2 得電,其 6 區主触点接通了電磁離合器 YC 線圈電源,電磁離合器 YC 動作,在機械上嚙合了工作台快速進給齒輪,使得工作台向所需的進給方向快速移動。鬆開 SB_3 或 SB_4 ,快速進給停止。

(6)圓工作台控制:將圓工作台轉換開關 SA_2 扳向“圓工作”位置,此時 SA_{2-1} 斷開, SA_{2-2} 閉合, SA_{2-3} 斷開。進給電動機 M_2 拖動圓工作台做圓周運動,六個方向不能進給。

由於本機床進給控制同 X62W 型萬能銑床有類似之處,故相同之處不再累述,具體請參閱 7.1 節中有關內容。

X52K 型立式升降台銑床電氣元器件明細表見表 7-3。

表 7-3 X52K 型立式升降台铣床电气元器件明细表

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
M ₁	主轴电动机	JO2-53-4 7.5kW	1	主轴驱动
M ₂	进给电动机	JO2-22-4 1.5kW	1	驱动工作台
M ₃	冷却泵电动机	JCB-22 125W	1	驱动冷却泵
KM ₁	交流接触器	CJ0-20 线圈电压 127V	1	控制电动机 M ₁
KM ₂	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 127V	1	控制工作台快速移动
KM ₃	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 127V	1	控制 M ₂ 正转电源
KM ₄	交流接触器	CJ0-10 线圈电压 127V	1	控制 M ₂ 反转电源
KM ₅	交流接触器	CJ0-20 线圈电压 127V	1	控制主轴制动
TC ₁	变压器	BK-1000 380V/127V、55V	1	控制、制动电源
TC ₂	变压器	BK-50 380V/36V	1	工作照明电源
FR ₁	热继电器	JR0-40 整定电流 16A	3	M ₁ 过载保护
FR ₂	热继电器	JR0-10 整定电流 3.5A	3	M ₃ 过载保护
FR ₃	热继电器	JR0-10 整定电流 0.42A	1	M ₂ 过载保护
FU ₁	熔断器	RL1-60/35	1	M ₁ 及电路总短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/10	1	M ₂ 短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/6	1	控制线路短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/4	1	机床工作照明短路保护
VC	整流器	ZXA 100B 54/39-4	1	整流
YC	电磁铁	MQ1-5141 15 千克,380V	1	工作台快速移动
QS ₁	开关	HZ1-60/E26 三级	1	电源总开关
QS ₂	开关	HZ1-10/E16 三级	1	控制 M ₃ 启动、停止
SQ ₁	行程开关	LX1-11K	1	工作台向左
SQ ₂	行程开关	LX1-11K	1	工作台向右
SQ ₃	行程开关	LX3-131	1	工作台向前或向下
SQ ₄	行程开关	LX3-131	1	工作台向后或向上
SQ ₅	行程开关	LX3-11K	1	主轴变速冲动
SQ ₆	行程开关	LX3-11K	1	进给变速冲动
SA ₁	转换开关	HZ3-133 500V	1	主轴正反转控制
SA ₂	转换开关	HZ1-10/E16 三级	1	圆工作台开关
SA ₃	转换开关	LS-2	1	机床工作照明灯开关
SB ₁	按钮	LA2	1	主轴电动机 M ₁ 启动按钮
SB ₂	按钮	LA2	1	
SB ₃	按钮	LA2	1	
SB ₄	按钮	LA2	1	快速进给启动
SB ₅	按钮	LA2	1	
SB ₆	按钮	LA2	1	主轴电动机停止及制动按钮

7.2.2 X52K 型立式升降台铣床电气控制线路故障检修实例

X52K 型立式升降台铣床电气控制线路故障检修实例结合图 7-2 分析。

1. 主轴电动机 M_1 不能启动

故障现象:合上电源总开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_1 或 SB_2 ,主轴电动机 M_1 不能启动运行。

故障分析:造成主轴电动机 M_1 不能启动的原因,从主电路分析主要有接触器 KM_1 主触点闭合接触不良,主轴电动机 M_1 正、反转转换开关损坏及主轴电动机 M_1 本身绕组有问题。从控制电路来分析主要是有熔断器 FU_3 断路,9 区热继电器 FR_1 、 FR_2 常闭触点接触不良及 12 区主轴停止按钮 SB_{5-2} 、 SB_{6-2} 常闭触点接触不良,行程开关 SQ_5 常闭触点闭合不好等原因。要判断是主电路还是控制电路的故障,必须在检查过程中边检查,边分析,边判断。

检查程序如下:合上电源总开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 的启动按钮 SB_1 或 SB_2 ,观察接触器 KM_1 是否得电闭合,如接触器 KM_1 闭合,则是主轴电动机 M_1 主电路中的故障,应用“电压法”重点检查接触器 KM_1 、转换开关 SA_1 及主轴电动机 M_1 绕组。如果接触器 KM_1 没有闭合,则为控制电路有问题,应用“短路法”及“电阻法”重点检查熔断器 FU_3 是否断路,热继电器 FR_1 、 FR_2 常闭触点是否接触不良,停止按钮常闭触点是否接触不好,行程开关 SQ_5 是否接触不好等。

故障检查:合上机床电源总开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_1 或 SB_2 ,观察到接触器 KM_1 闭合,主轴电动机 M_1 未启动运行,很明显,这是主轴电动机 M_1 的主电路中有问题。断开机床电源,将主轴电动机 M_1 从控制电路板上拆下来,然后再次合上电源总开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_1 或 SB_2 ,接触器 KM_1 得电闭合。用万用表交流 500V 挡分别测量转换开关 SA_1 下端主轴电动机 M_1 的接线端,电压均为 380V,电源电压正常。故为主轴电动机 M_1 本身有问题。用万用表电阻挡 $R \times 10$ 挡测量其绕组直流电阻,有一相断路,判断为主轴电动机 M_1 绕组烧毁。进一步检查主轴电动机 M_1 ,确定为主轴电动机 M_1 绕组损坏。

故障处理:更换主轴电动机 M_1 绕组。

2. 主轴电动机 M_1 不能制动

故障现象:当主轴需要停车时,按下停止按钮 SB_5 或 SB_6 ,主轴不能制动。

故障分析:主轴不能制动,有可能由以下原因引起:3 区中接触器 KM_5 常开触点闭合接触不良,8 区中接触器 KM_5 常开触点闭合接触不良,整流器 VC 损坏及 10 区中接触器 KM_5 线圈损坏。检查的步骤为:按下主轴停止按钮 SB_5 或 SB_6 ,观察接触器 KM_5 是否得电闭合。如果没有闭合,则重点检查接触器 KM_5 线圈是否损坏,线圈两端是否脱线等。如果接触器 KM_5 闭合,则重点检查 3 区及 8 区接触器 KM_5 常开触点闭合接触是否良好,整流器 VC 是否损坏等。

故障检查:主轴电动机 M_1 停止后,按下停止按钮 SB_5 或 SB_6 ,观察到接触器 KM_5 闭合。用万用表直流 250V 挡测量 3 区 202 号线及 212 号线无直流电压输出。再用万用表交流 250V 挡测量整流器 VC 的交流输入端,整流器输入端无交流电压输入。用万用表交流 250V 挡测量 TC_1 变压器交流电压输出端,有 55V 交流电压。显然故障点为 8 区中接触器 KM_5 常

开触点闭合接触不良。切断机床电源,检查 8 区接触器 KM₅ 常开触点,发现触点有烧灼痕迹。
故障处理:修理或更换 8 区接触器 KM₅ 常开触点,故障排除。

7.2.3 X52K 型立式升降台铣床电气控制线路故障表

X52K 型立式升降台铣床电气控制线路故障见表 7-4。

表 7-4 X52K 型立式升降台铣床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有的电动机都不能启动	无电源电压,总开关 QS ₁ 损坏;熔断器 FU ₁ 断路;熔断器 FU ₂ 断路;变压器 TC 损坏;熔断器 FU ₃ 断路;9 区热继电器 FR ₁ 、FR ₂ 常闭触点接触不良;12 区停止按钮 SB ₅₋₂ 、SB ₆₋₂ 常闭触点接触不良;行程开关 SQ ₅ 常闭触点接触不良	熔断器 FU ₁ 、FU ₂ 、FU ₃ ;热继电器 FR ₁ 、FR ₂ ;12 区停止按钮 SB ₅₋₂ 、SB ₆₋₂ 常闭触点;行程开关 SQ ₅ 常闭触点
2. 主轴电动机 M ₁ 不能启动	接触器 KM ₁ 主触点闭合接触不良(此时冷却泵电动机 M ₃ 不能启动);热继电器 FR ₁ 主通路有断点;正、反转转换开关 SA ₁ 损坏;主轴电动机 M ₁ 本身有故障;接触器 KM ₁ 线圈损坏(其他原因与“所有电动机都不能启动相同”)。	接触器 KM ₁ 主触点;主轴电动机 M ₁ 绕组。(其他同上)
3. 冷却泵电动机 M ₃ 不能启动	热继电器 FR ₂ 主通路有断点;转换开关 QS ₂ 损坏;冷却泵电动机 M ₃ 绕组有故障。	冷却泵电动机 M ₃ 绕组
4. 主轴不能制动	3 区中接触器 KM ₅ 常开触点闭合接触不良;8 区中接触器 KM ₅ 常开触点闭合接触不良;整流器 VC 损坏;接触器 KM ₅ 线圈损坏;停止按钮 SB ₅ 、SB ₆ 常开触点压合接触不良	3 区接触器 KM ₅ 常开触点;8 区接触器 KM ₅ 常开触点;整流器 VC
5. 进给电动机 M ₂ 不能启动	热继电器 FR ₃ 主通路有断点;接触器 KM ₃ 、KM ₄ 主触点闭合接触不良;进给电动机 M ₂ 绕组损坏;13 区热继电器 FR ₃ 常闭触点接触不良;15 区接触器 KM ₁ 常开触点接触不良;圆工作台转换开关 SA ₂₋₃ 触点接触不良	接触器 KM ₃ 主触点;接触器 KM ₄ 主触点;进给电动机 M ₂ 绕组;15 区接触器 KM ₁ 常开触点;圆工作台转换开关 SA ₂₋₃ 触点
6. 工作台不能左、右进给	行程开关 SQ ₆₋₂ 、SQ ₃₋₂ 、SQ ₄₋₂ 常闭触点接触不良;行程开关 SQ ₁₋₁ 触点压合接触不良;行程开关 SQ ₂₋₁ 压合接触不良	行程开关 SQ ₆₋₂ 、SQ ₃₋₂ 、SQ ₄₋₂ 常闭触点
7. 工作台不能前后、上下进给	行程开关 SQ ₁₋₂ 、SQ ₂₋₂ 常闭触点接触不良;圆工作台转换开关 SA ₂₋₁ 触点接触不良;行程开关 SQ ₃₋₁ 、行程开关 SQ ₄₋₁ 压合接触不良	行程开关 SQ ₁₋₂ 、SQ ₂₋₂ 常闭触点;圆工作台转换开关 SA ₂₋₁
8. 工作台不能快速移动	快速进给启动按钮 SB ₃ 或 SB ₄ 常开触点压合接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏;16 区接触器 KM ₂ 常开触点闭合接触不良;6 区接触器 KM ₂ 常开触点接触不良;电磁铁 YC 线圈损坏	接触器 KM ₂ 线圈;16 区接触器 KM ₂ 常开触点;6 区接触器 KM ₂ 常开触点;电磁铁 YC 线圈
9. 其他	(1)主轴变速不能冲动:行程开关 SQ ₅ 常开触点压合接触不良; (2)进给变速无冲动:行程开关 SQ ₆₋₁ 常开触点压合接触不良;(3)工作台不能向相应的方向移动;相应方向的行程开关压合接触不良或机械啮合有问题;(4)工作台无圆工作:转换开关 SA ₂₋₂ 触点闭合接触不良	

第 8 章 常用镗床电气控制线路分析及故障检修

镗床在机械加工中主要用于镗孔和钻孔,它是一种精密的孔加工及要求孔与孔之间距离精密加工的机床。镗床不但能镗孔和钻孔,而且可以扩孔和铰孔。镗床主要有卧式镗床、坐标镗床、立式镗床和专用镗床。本章主要讲述 T68 型卧式镗床电气控制线路的分析、故障检修实例,并列出 T68 型卧式镗床的主要电气故障表。

8.1 T68 型卧式镗床

8.1.1 T68 型卧式镗床电气控制线路分析

T68 型卧式镗床电气控制线路原理图见图 8-1 所示。

1. 主电路分析

T68 型卧式镗床由两台电动机拖动。

(1) 主轴电动机 M_1 : 为 Δ -YY 型接法的双速电动机,它带动机床主轴的运动,由接触器 KM_1 控制它正转电源的通断,接触器 KM_2 控制它反转电源的通断,接触器 KM_4 控制它低速电源的通断,接触器 KM_5 控制它高速电源的通断。热继电器 FR 为它的过载保护,电阻 R 为它反接制动及点动控制的限流电阻,接触器 KM_3 为电阻 R 的短接接触器。

(2) 快速进给电动机 M_2 : 带动工作台快速进给,由接触器 KM_6 控制它正转电源的通断,接触器 KM_7 控制它反转电源的通断。由于快速进给电动机 M_2 为短期工作,故不设过载保护。

三相电源由电源总开关 QS_1 引入,熔断器 FU_1 即为电路的总短路保护,又为主轴电动机 M_1 的短路保护,熔断器 FU_2 为进给电动机的短路保护。

2. 控制电路分析

三相交流电源由电源总开关 QS_1 经熔断器 FU_1 、 FU_2 加在变压器 TC 初级绕组两端,经降压后输出 110V 交流电压作为控制电路的电源,24V 交流电压为机床工作照明灯电源。合上电源总开关 QS_1 ,7 区电源信号灯 HL 亮,表示控制电路电源电压正常。

控制电路中,行程开关 SQ_1 和 SQ_2 为互锁保护行程开关,是为了防止在工作台或主轴箱自动快速进给时又将主轴进给手柄扳到自动快速进给的误操作。

(1) 主轴电动机正、反转控制。

a. 主轴电动机 M_1 低速正转控制: 将高、低速变速手柄扳到“低速”挡,行程开关 SQ_9 断开。由于行程开关 SQ_3 、 SQ_4 首先是被压合的,故它们的常开触点闭合,常闭触点断开。按下主轴电动机 M_1 正转启动按钮 SB_2 ,中间继电器 KA_1 得电闭合并自锁,其 12 区及 18 区常开触点闭合,12 区 KA_1 常开触点闭合接通了接触器 KM_3 线圈的电源,接触器 KM_3 闭合, KM_3 主

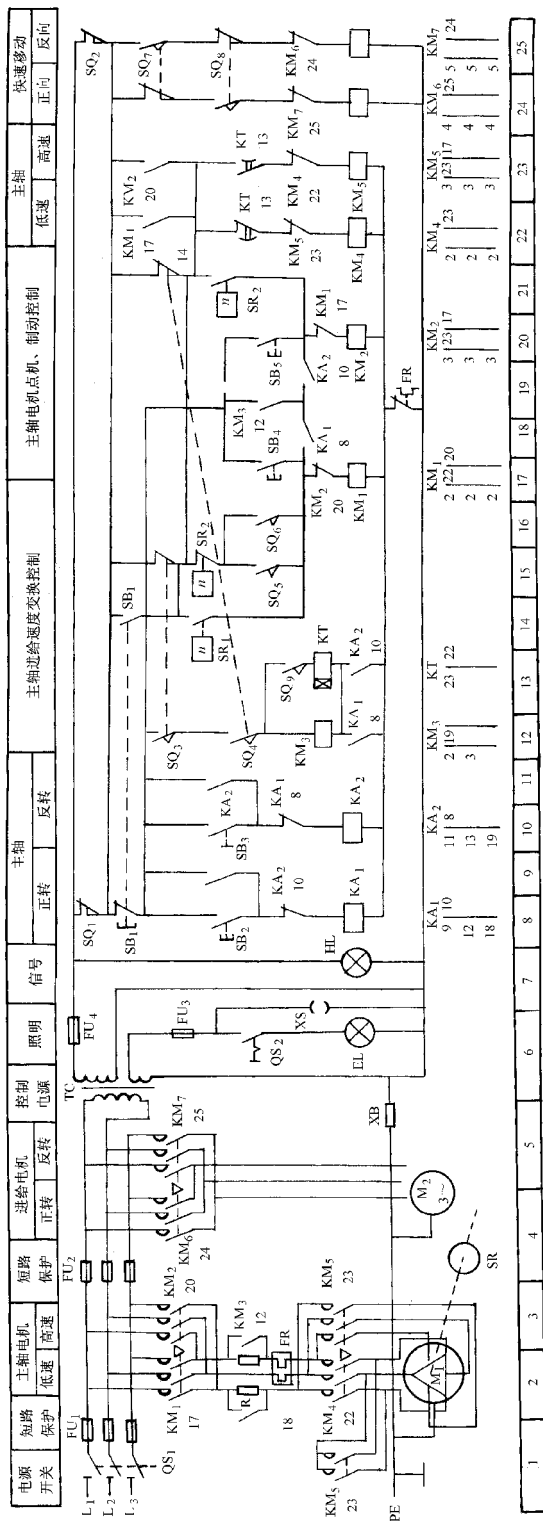


图8-1 T68型卧式镗床电气控制线路原理图

触点短接了主轴电动机 M_1 中的制动电阻 R , 18 区 KA_1 常开触点闭合, 接通了接触器 KM_1 线圈电源, 接触器 KM_1 及 KM_4 闭合, 接触器 KM_1 、 KM_4 主触点将主轴电动机 M_1 绕组接成 Δ 形接法, 主轴电动机 M_1 低速正转启动运行。按下主轴电动机 M_1 的停止按钮 SB_1 , 主轴电动机 M_1 制动停止。

b. 主轴电动机 M_1 低速反转控制: 仍然将高、低速手柄扳到“低速”挡位置。按下反转启动按钮 SB_3 , 中间继电器 KA_2 得电闭合并自锁, 其 13 区及 19 区 KA_2 常开触点闭合, 分别接通了接触器 KM_3 、 KM_2 线圈的电源, 接触器 KM_3 、 KM_2 、 KM_4 得电闭合。 KM_3 主触点短接了制动电阻 R , KM_2 、 KM_4 主触点接通了主轴电动机 M_1 Δ 形接法的反转电源, 主轴电动机 M_1 低速反转启动运行。按下停止按钮 SB_1 , 主轴电动机 M_1 制动停止。

c. 主轴电动机 M_1 高速正转控制: 将高、低速变速手柄扳到“高速”挡位置, 行程开关 SQ_9 闭合。按下主轴电动机 M_1 正转启动按钮 SB_2 , 中间继电器 KA_1 得电闭合, 12 区及 18 区 KA_1 常开触点闭合, 使得接触器 KM_3 、时间继电器 KT 及接触器 KM_1 、 KM_4 得电闭合, 主轴电动机 M_1 绕组被接成 Δ 形低速启动。经过一定时间后, 时间继电器 KT 在 22 区通电延时常闭触点断开, 23 区通电延时常开触点闭合, 断开了接触器 KM_4 线圈电源, KM_4 失电释放。同时接通了接触器 KM_5 线圈的电源, 接触器 KM_5 闭合, 其主触点将主轴电动机 M_1 绕组接成 YY 形接法高速正转。按下停止按钮 SB_1 , 主轴电动机 M_1 制动停止。

d. 主轴电动机 M_1 高速反转控制: 主轴电动机 M_1 的高速反转控制原理及过程与主轴电动机 M_1 高速正转控制相同, 只不过是将正转启动按钮 SB_2 换成反转启动按钮 SB_3 , 中间继电器 KA_1 换成 KA_2 , 接触器 KM_1 换成 KM_2 , 其他都是一样。留给读者自行分析。

(2) 主轴电动机 M_1 制动控制。

a. 正转制动控制: 当主轴电动机 M_1 高、低速正轴启动运行时, 其转速达到 120 转/分钟时, 21 区速度继电器 SR_2 (21 区) 正转闭合常开触点闭合, 为主轴电动机 M_1 的制动做好了准备。当需要主轴电动机 M_1 停止时, 按下主轴电动机 M_1 停止按钮 SB_1 , 高、低速正转接触器 KM_1 失电, 其 20 区接触器 KM_1 常开触点复位闭合, 接触器 KM_2 线圈通过以下途径得电: 变压器 $TC \rightarrow FU_4 \rightarrow SQ_1 \rightarrow SB_1$ 常开触点 $\rightarrow SR_2$ 常开触点 $\rightarrow KM_1$ 常闭触点 $\rightarrow$ 接触器 KM_2 线圈 $\rightarrow FR \rightarrow$ 变压器 TC 。接触器 KM_2 得电并自锁及 KM_4 得电闭合, KM_2 、 KM_4 主触点接通了主轴电动机 M_1 的低速反转电源, M_1 串电阻 R 反接制动, 转速迅速下降。当转速下降至 100 转/分钟时, 21 区速度继电器 SR_2 正转闭合常开触点断开, 切断了接触器 KM_2 线圈回路电源, 接触器 KM_2 、 KM_4 断电释放, 主轴电动机 M_1 完成正转反接制动控制。

b. 反转制动控制: 当主轴电动机 M_1 高、低速反转启动运转时, 其转速达到 120 转/分钟时, 14 区速度继电器 SR_1 反转闭合常开触点闭合, 为停车反接制动动作做了准备。其他的过程同正转制动控制, 请读者自行分析。

(3) 主轴电动机 M_1 点动控制: 按下主轴电动机 M_1 正转点动按钮 SB_4 (17 区), 接触器 KM_1 及 KM_4 线圈得电闭合, KM_1 、 KM_4 主触点接通主轴电动机 M_1 低速正转电源, M_1 串电阻低速正转点动。

同样, 按下主轴电动机 M_1 反转点动按钮 SB_5 (20 区), 接触器 KM_2 、 KM_4 得电闭合, KM_2 、 KM_4 主触点接通了主轴电动机 M_1 低速反转电源, M_1 串电阻 R 反转点动。

(4) 主轴变速控制: 主轴变速是通过转动变速操作盘, 选择合适的转速来进行变速的。主轴变速时可直接拉出主轴变速操作盘的操作手柄进行变速, 而不必按下主轴电动机的停止按钮。具体操作过程如下: 当主轴电动机 M_1 在加工过程中需要进行变速时, 设电动机 M_1 运行

于反转状态,速度继电器 SR_1 常开触点闭合,将主轴变速操作盘的操作手柄拉出,此时 SQ_3 复位,其 15 区常闭触点复位闭合,12 区常开触点断开,接触器 KM_3 线圈断电,使得 KM_2 、 KM_5 线圈断电。由于 SR_1 的闭合及以上元件的失电释放,使得接触器 KM_1 线圈通过以下途径得电:变压器 $TC \rightarrow FU_4 \rightarrow SQ_1 \rightarrow SQ_3$ 常闭触点 $\rightarrow SR_1$ 常开触点 $\rightarrow KM_2$ 常闭触点 $\rightarrow KM_1$ 线圈 $\rightarrow FR \rightarrow$ 变压器 TC 。接触器 KM_1 和 KM_4 得电闭合,主轴电动机 M_1 串电阻 R 反转反接制动。主轴电动机速度迅速下降,待速度降至 100 转/分钟时,14 区 SR_1 常开触点断开,主轴电动机 M_1 停转,此时转动变速操作盘,选择新的速度后,将变速手柄压回原位。在压回原位的过 程中,若因齿轮不能啮合,卡住手柄不能压下去时,主轴变速冲动开关 SQ_6 被压合,接触器 KM_1 线圈通过以下途径得电:变压器 $TC \rightarrow FU_4 \rightarrow SQ_1 \rightarrow SQ_3$ 常闭触点 $\rightarrow SR_2$ 常闭触点 $\rightarrow SQ_6$ 常开触点 $\rightarrow KM_2$ 常闭触点 $\rightarrow KM_1$ 线圈 $\rightarrow FR \rightarrow$ 变压器 TC 。接触器 KM_1 得电闭合,使得 KM_4 得电闭合,主轴电动机 M_1 低速正转启动。当转速达到 120 转/分钟时,以上途径中速度继电器 SR_2 常闭触点断开,主轴电动机 M_1 又停转。当转速减至 100 转/分钟时,速度继电器 SR_2 常闭触点又复位闭合,主轴电动机 M_1 又正转启动。如此反复,直到新的变速齿轮啮合好为止。此时主轴变速手柄压回原位,行程开关 SQ_6 松开,主轴冲动电路被切断,行程开关 SQ_3 被重新压下,接触器 KM_3 、 KM_2 和 KM_5 线圈得电,主轴电动机 M_1 反转启动,以新的转速运行。

(5)进给电动机 M_2 的控制:机床工作台的纵向和横向进给、主轴的轴向进给、主轴箱的垂直进给等快速移动都是由电动机 M_2 通过机械齿轮的啮合来实现的。将快速手柄扳至快速正向移动位置,行程开关 SQ_8 (24~25 区)被压下,24 区常开触点闭合,接触器 KM_6 线圈得电闭合,进给电动机 M_2 启动正转,带动各种进给正向快速移动。将快速手柄扳至反向位置时压下行程开关 SQ_7 ,接触器 KM_7 线圈得电闭合,进给电动机 M_2 反向启动运转,带动各种进给反向快速移动。

(6)进给变速控制:进给变速控制其控制过程与主轴变速控制过程基本相同,只不过拉出的变速手柄是进给变速操作手柄,将主轴变速控制中的行程开关 SQ_3 换成 SQ_4 ,而进给变速冲动的行程开关为 SQ_5 。请读者自己分析。

T68 型卧式镗床元器件明细表见表 8-1。

表 8-1 T68 型卧式镗床元器件明细表

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
M_1	电动机	JO2-51-2/4 7.5kW	1	带动主轴旋转
M_2	电动机	JO2-31-4 2.2kW	1	驱动快速移动
KM_1	交流接触器	CJ0-40 110V	1	控制 M_1 正转
KM_2	交流接触器	CJ0-40 110V	1	控制 M_1 反转
KM_3	交流接触器	CJ0-40 110V	1	短接限流电阻
KM_4	交流接触器	CJ0-40 110V	1	控制 M_1 低速
KM_5	交流接触器	CJ0-40 110V	1	控制 M_1 高速
KM_6	交流接触器	CJ0-10 110V	1	控制 M_2 正转
KM_7	交流接触器	CJ0-10 110V	1	控制 M_2 反转
KA_1	中间继电器	JZ7-44	1	控制 M_1 正转
KA_2	中间继电器	JZ7-44	1	控制 M_1 反转
KT	时间继电器	JS7-2A	1	控制 M_1 高速

代号	名 称	规格或型号	数量	作用及用途
SR ₁	速度继电器	JY1 380V/2A	1	M ₁ 反转制动
SR ₂	速度继电器	JY1 380V/2A	1	M ₁ 正转制动
QS ₁	电源开关	HZ2-25/3	1	电源总开关
M ₁	电动机	JO2-51-2/4 7.5KW	1	带动主轴旋转
SB ₁	按钮	LA2	1	M ₁ 停止按钮
SB ₂	按钮	LA2	1	M ₁ 正转启动按钮
SB ₃	按钮	LA2	1	M ₁ 反转启动按钮
SB ₄	按钮	LA2	1	M ₁ 正转点动按钮
SB ₅	按钮	LA2	1	M ₁ 反转点动按钮
SQ ₉	行程开关	LX5-11	1	M ₁ 高速接通
SQ ₁	行程开关	LX1-11J	1	联锁保护
SQ ₂	行程开关	LX3-11K	1	联锁保护
SQ ₃	行程开关	LX1-11K	1	主轴变速
SQ ₄	行程开关	LX1-11K	1	进给变速
SQ ₅	行程开关	LX1-11K	1	进给变速冲动
SQ ₆	行程开关	LX1-11K	1	主轴变速冲动
SQ ₇	行程开关	LX1-11K	1	M ₂ 反转限位
SQ ₈	行程开关	LX1-11K	1	M ₂ 正转限位
TC	变压器	BK-300 380V/110V、24V	1	控制、照明电源
FR	热继电器	JR0-40 整定电流 16.5A	1	M ₁ 过载保护
FU ₁	熔断器	RL1-60/40	3	M ₁ 短路保护
FU ₂	熔断器	RL1-15/15	3	M ₂ 短路保护
FU ₃	熔断器	RL1-15/2	1	工作照明短路保护
FU ₄	熔断器	RL1-15/2	1	控制电路短路保护
R	电阻	ZB1-0.9	1	M ₁ 限流电阻

8.1.2 T68 型卧式镗床电气控制线路故障检修实例

T68 型卧式镗床电气控制线路故障检修实例结合图 8-1 分析。

1. 主轴电动机 M₁ 不能高速运转

故障现象:将高、低速变速手柄扳至“高速”位置,按下主轴电动机 M₁ 正转或反转启动按钮 SB₂ 或 SB₃,主轴电动机 M₁ 能正、反转启动,经过几秒钟后,自动停止。

故障分析:从以上故障现象分析,主要是主轴电动机 M₁ 的高速运转绕组没有得到电源而不能运转。造成这种故障的原因从主电路分析有:接触器 KM₅ 主触点闭合接触不良或触点灼坏。从控制电路来看,应该为 23 区时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合常开触点闭合接触不良,接触器 KM₄ 常闭触点接触不良及接触器 KM₅ 线圈损坏,或为各连接导线脱线等。其检查步骤为:将高、低速变速手柄扳至“高速”挡位置,接通机床电源,按下主轴电动机 M₁ 正转或

反转启动按钮 SB₂ 或 SB₃, 观察接触器 KM₅ 是否闭合, 如果接触器 KM₅ 闭合, 则重点检查接触器 KM₅ 主触点是否闭合接触不良及其他主通路有无断点等。若接触器 KM₅ 未闭合, 则用“短路法”重点检查 23 区时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合常开触点是否闭合接触不良, 接触器 KM₄ 常闭触点是否接触不良等。

故障检查: 合上电源总开关 QS₁, 将高、低速变速手柄扳至“高速”挡位置, 按下主轴电动机 M₁ 正转启动按钮 SB₃, 主轴电动机 M₁ 低速正转启动, 经过几秒钟后, 主轴电动机 M₁ 自动停止。观察到接触器 KM₅ 未闭合。用“短路法”将导线从 23 区时间继电器 KT 延时闭合常开触点的上端短接到接触器 KM₄ 常闭触点的下端, 接触器 KM₅ 闭合, 主轴电动机 M₁ 能高速启动运转。继续用“短路法”检查出此故障为时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合常开触点闭合接触不良。

故障处理: 修理或更换时间继电器 KT。

2. 主轴变速时无冲动

故障现象: 主轴在变速时, 当选择好转速, 将转速盘推入时, 主轴不能冲动, 变速齿轮不能很好啮合, 主轴无法启动。

故障分析: 造成这种故障的原因只有三种可能, 一种可能是 15 区行程开关 SQ₃ 常闭触点复位闭合接触不良; 第二种可能是速度继电器 SR₂ 常闭触点接触不良, 不能接通主轴的冲动电路; 第三种可能是 16 区行程开关 SQ₆ 常开触点压合接触不好。所以在故障检查时, 重点检测这三个元件触点闭合是否良好。

故障检查: 接通机床电源, 用“短路法”将导线从行程开关 SQ₁ 的下端短接到行程开关 SQ₆ 的下端, 主轴电动机 M₁ 能低速启动。继续用“短路法”逐一检查出为 15 区速度继电器 SR₂ 常闭触点接触不良。

故障处理: 调整速度继电器 SR₂ 压力弹簧及压力, 或修理速度继电器 SR₂ 常闭触点, 使 SR₂ 常闭触点接触良好。

8.1.3 T68 型卧式镗床电气控制线路故障表

T68 型卧式镗床电气控制线路故障见表 8-1。

表 8-2 T68 型卧式镗床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 所有电动机都不能启动	无电源电压;熔断器 FU ₁ 断路;熔断器 FU ₂ 断路;变压器 TC 坏;熔断器 FU ₄ 断路	熔断器 FU ₁ ;熔断器 FU ₂ ;熔断器 FU ₄ ;变压器 TC
2. 主轴电动机 M ₁ 不能启动	热继电器 FR 主通路有断点;主轴电动机 M ₁ 绕组有问题;接触器 KM ₄ 主触点接触不良;8 区行程开关 SQ ₁ 常闭触点接触不良;停止按钮 SB ₁ 常闭触点接触不良;12 区行程开关 SQ ₃ 、SQ ₄ 常开触点压合接触不良;接触器 KM ₃ 线圈损坏;19 区接触器 KM ₃ 常开触点闭合接触不良;热继电器 FR 辅助常闭触点接触不良;22 区时间继电器 KT 瞬时闭合延时断开常闭触点接触不良;接触器 KM ₅ 常闭触点接触不良	主轴电动机 M ₁ 绕组;8 区行程开关 SQ ₁ 常闭触点;停止按钮 SB ₁ 常闭触点;12 区行程开关 SQ ₃ 常开触点;SQ ₄ 常开触点;19 区接触器 KM ₃ 常开触点

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
3. 主轴电动机 M_1 不能正转启动	接触器 KM_1 主触点闭合接触不良; 8 区正转启动按钮 SB_2 常开触点压合接触不良; 中间继电器 KA_2 常闭触点接触不良; 中间继电器 KA_1 线圈损坏; 12 区中间继电器 KA_1 常开触点闭合接触不良; 18 区中间继电器 KA_1 常开触点闭合接触不良; 17 区接触器 KM_2 常闭触点接触不良; 接触器 KM_1 线圈损坏	接触器 KM_1 主触点; 8 区中间继电器 KA_2 常闭触点; 12 区中间继电器 KA_1 常开触点; 17 区接触器 KM_2 常闭触点; 18 区中间继电器 KA_1 常开触点
4. 主轴电动机 M_1 不能反转启动	接触器 KM_2 主触点闭合接触不良; 10 区正转启动按钮 SB_3 压合接触不良; 中间继电器 KA_1 常闭触点接触不良; 中间继电器 KA_2 线圈损坏; 13 区中间继电器 KA_2 常开触点闭合接触不良; 19 区中间继电器 KA_2 常开触点闭合接触不良; 20 区接触器 KM_1 常闭触点接触不良; 接触器 KM_2 线圈损坏	接触器 KM_2 主触点; 10 区中间继电器 KA_1 常闭触点; 13 区中间继电器 KA_2 常开触点; 20 区接触器 KM_1 常闭触点; 19 区中间继电器 KA_2 常开触点
5. 主轴电动机 M_1 不能高速运转	接触器 KM_5 主触点闭合接触不良; 13 区行程开关 SQ_9 常开触点压合接触不良; 时间继电器 KT 线圈损坏; 23 区时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合常开触点闭合接触不良; 接触器 KM_4 常闭触点接触不良; 接触器 KM_5 线圈损坏	接触器 KM_5 主触点; 13 区行程开关 SQ_9 常开触点; 23 区时间继电器 KT 瞬时断开延时闭合触点; 接触器 KM_4 常闭触点
6. 主轴电动机 M_1 不能点动	17 区主轴电动机 M_1 正转点动按钮 SB_4 常开触点压合接触不良; 20 区主轴电动机 M_1 反转点动按钮压合接触不良	正转点动按钮 SB_4 ; 反转点动按钮 SB_5
7. 主轴电动机 M_1 不能制动	17 区速度继电器反转闭合触点 SR_1 闭合接触不良; 21 区速度继电器正转闭合触点 SR_2 闭合接触不良	17 区反转闭合触点 SR_1 ; 21 区正转闭合触点 SR_2
8. 主轴及进给变速无冲动	15 区 SQ_3 常闭触点接触不良; 速度继电器 SR_2 常闭触点接触不良; 16 区行程开关 SQ_6 常开触点压合接触不良; 15 区行程开关 SQ_5 常开触点压合接触不良	15 区 SQ_3 常闭触点; 速度继电器 SR_2 常闭触点; 16 区行程开关 SQ_6 常开触点
9. 进给电动机 M_2 不能正转启动	接触器 KM_6 主触点闭合接触不良; 24 区行程开关 SQ_7 常闭触点接触不良; 行程开关 SQ_8 常开触点压合接触不良; 接触器 KM_7 常闭触点接触不良; 接触器 KM_6 线圈损坏	接触器 KM_6 主触点; 24 区行程开关 SQ_7 常闭触点; 接触器 KM_7 常闭触点
10. 进给电动机 M_2 不能反转启动	接触器 KM_7 主触点闭合接触不良; 25 区行程开关 SQ_7 常开触点压合接触不良; 行程开关 SQ_8 常闭触点接触不良; 接触器 KM_6 常闭触点接触不良; 接触器 KM_7 线圈损坏	接触器 KM_7 主触点; 25 区行程开关 SQ_8 常闭触点; 接触器 KM_6 常闭触点

第9章 其他机床及设备电气控制 线路分析与故障检修

本章主要讨论 B690 型液压牛头刨床、建筑提升机抱闸控制电路、电动葫芦控制电路、JZ150 型搅拌机控制线路及 15/3 吨交流桥式起重机控制线路原理、故障检修实例及故障表。

9.1 B690 型液压牛头刨床

9.1.1 B690 型液压牛头刨床电气控制线路分析

B690 型液压牛头刨床电气控制线路原理图见图 9-1 所示。

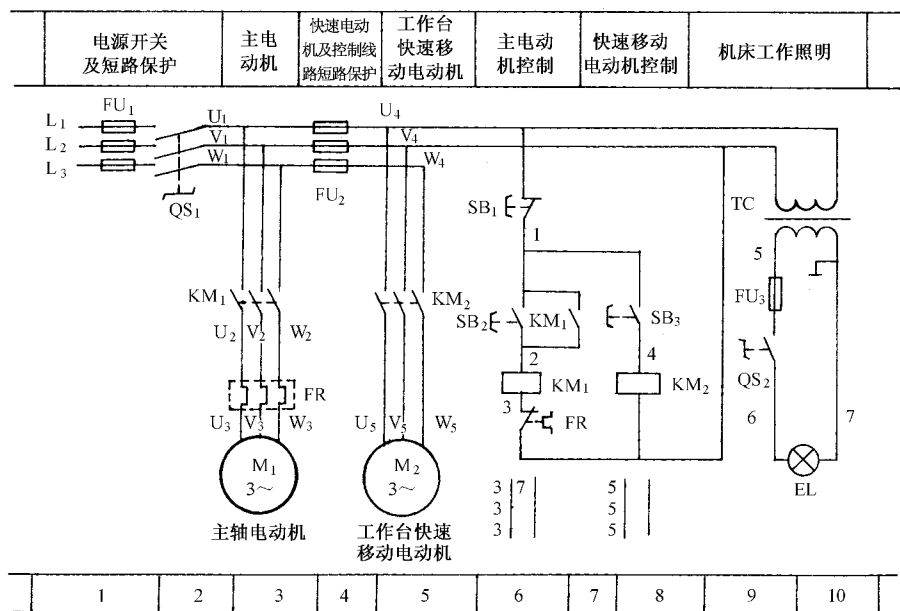


图 9-1 B690 型液压牛头刨床电气线路原理图

1. 主电路分析

B690 型液压牛头刨床由两台电动机拖动。

(1) 主轴电动机 M_1 : 带动“牛头”刨刀在机械凸轮的驱动下做往复运动, 对工件进行刨削加工。接触器 KM_1 控制它电源的通断, 热继电器 FR 为它的过载保护, 熔断器 FU_1 为它的短路保护。

(2) 工作台快速移动电动机 M_2 : 带动工作台快速移动, 由接触器 KM_2 控制它电源的通断, 熔断器 FU_2 为它的短路保护。由于工作台快速移动电动机 M_2 为短时点动工作, 故未设

过载保护。

三相电源由 L_1 、 L_2 、 L_3 经电源总开关 QS_1 引入。

2. 控制电路分析

由于控制电路元器件比较少,控制比较简单,故接触器 KM_1 、 KM_2 直接采用 380V 交流电源供电。

(1)主轴电动机 M_1 的控制:按下主轴电动机 M_1 的启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 得电闭合并自锁,接触器 KM_1 主触点接通主轴电动机 M_1 的电源,主轴电动机 M_1 启动运转,带动“牛头”刨刀对工件进行刨削加工。按下停止按钮 SB_1 ,接触器 KM_1 失电,主轴电动机 M_1 停转。

(2)工作台快速移动电动机 M_2 的控制:按下工作台快速移动电动机 M_2 的点动按钮 SB_3 ,接触器 KM_2 得电闭合,其主触点接通工作台快速移动电动机 M_2 的电源, M_2 启动运转,带动工作台快速移动。松开点动按钮 SB_3 ,接触器 KM_2 失电,工作台快速移动电动机 M_2 停转。

(3)工作照明电路:合上电源总开关 QS_1 ,380V 交流电源经熔断器 FU_1 、 FU_2 加在变压器 TC 初级绕组两端,经降压后输出 36V 交流电压作为机床工作照明灯电源。 FU_3 为机床工作照明灯短路保护, QS_2 为照明灯开关,EL 为工作照明灯。

9.1.2 B690 型液压牛头刨床电气控制线路故障检修实例

1. 主轴电动机 M_1 不能启动

故障现象:合上电源开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_1 ,主轴电动机 M_1 不能启动。

故障分析:主轴电动机 M_1 不能启动,从主电路来分析有:接触器 KM_1 主触点闭合接触不良,热继电器 FR 主通路有断点,主轴电动机 M_1 绕组有故障。从控制电路来看有:主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_2 常开触点压合接触不良,热继电器 FR 辅助常闭触点接触不良,接触器 KM_1 线圈损坏。检查步骤为:合上电源总开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 的启动按钮 SB_2 ,观察接触器 KM_1 是否闭合。如接触器 KM_1 闭合,则重点检查接触器 KM_1 主触点,主轴电动机 M_1 绕组,热继电器 FR 主通路是否有断点。如果接触器 KM_1 没有闭合,则重点检查控制线路中热继电器 FR 辅助常闭触点,接触器 KM_1 线圈及主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_2 常开触点。

故障检查:合上电源开关 QS_1 ,按下主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_2 ,观察到接触器 KM_1 线圈未闭合。断开电源总开关 QS_1 ,用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 挡分别检查主轴电动机 M_1 启动按钮 SB_2 常开触点,接触器 KM_1 线圈,热继电器 FR 辅助常闭触点是否接触不良。当检测到热继电器 FR 辅助常闭触点时,万用表指示断路,故障点就出现在此。

故障处理:更换同型号热继电器 FR,故障排除。

2. 机床无工作照明

故障现象:机床开启后,扳动工作照明开关 QS_2 ,工作照明灯不亮。

故障分析:造成工作照明灯不亮的原因有:变压器 TC 损坏,熔断器 FU_3 断路,工作照明灯开关 QS_2 损坏,工作照明灯 EL 损坏。检查步骤为:先检查工作照明灯是否损坏,如果未损坏,则检查熔断器 FU_3 是否断路,如未断路,则应用万用表交流 50V 挡测量变压器次级绕组是否有 36V 交流电压等。一步一步查出故障。

故障检查:先检查工作照明灯 EL,未见损坏。检查熔断器 FU₃,已断路,换上同型号熔断器 FU₃,故障排除。

9.1.3 B690 型液压牛头刨床电气控制线路故障表

B690 型液压牛头刨床电气控制线路故障见表 9-1。

表 9-1 B690 型液压牛头刨床电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 电动机 M ₁ 、M ₂ 能启动	无电源电压;电源总开关 QS ₁ 损坏;熔断器 FU ₁ 或 FU ₂ 断路;停止按钮 SB ₁ 常闭触点接触不良	熔断器 FU ₁ 、FU ₂ ;停止按钮 SB ₁ 常闭触点
2. 主轴电动机 M ₁ 不能启动	接触器 KM ₁ 主触点闭合接触不良;热继电器 FR 主通路有断点;主轴电动机 M ₁ 绕组损坏;6 区中热继电器 FR ₁ 辅助常闭触点接触不良;接触器 KM ₁ 线圈损坏;主轴电动机 M ₁ 启动按钮 SB ₂ 压合接触不良	接触器 KM ₁ 主触点;主轴电动机 M ₁ ; 6 区热继电器 FR ₁ 辅助常闭触点
3. 工作台快速移动电动机 M ₂ 不能启动	接触器 KM ₂ 主触点闭合接触不良;工作台快速移动电动机 M ₂ 绕组损坏;8 区点动按钮 SB ₃ 压合接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏	接触器 KM ₂ 主触点;快速移动电动机 M ₂ 绕组;接触器 KM ₂ 线圈
4. 无工作照明	变压器 TC 损坏;断路器 FU ₃ 断路;工作照明灯开关 QS ₂ 损坏;照明灯 EL 损坏	工作照明灯 EL;熔断器 FU ₃ ;变压器 TC
5. 主轴电动机 M ₁ 只能点动	7 区接触器 KM ₁ 辅助常开触点接触不良	7 区接触器 KM ₁ 辅助常开触点

9.2 电动葫芦

电动葫芦是一种重量小,控制简单,使用方便的起重机械,广泛用于建筑起重及提升。

9.2.1 电动葫芦电气控制线路分析

电动葫芦电气控制线路原理图见图 9-2 所示。

1. 主电路分析

主电路中有两台电动机。

升降电动机 M₁,驱动起重机械装置带动吊索使起重装置上升或下降。由接触器 KM₁ 控制它正转电源的通断,接触器 KM₂ 控制它反转电源的通断,电磁铁 YB 为它的电磁抱闸制动装置。

电动机 M₂,为梁架移动电动机,驱动电动葫芦沿梁架左、右移动。由接触器 KM₃ 控制它正转电源的通断,接触器 KM₄ 控制它反转电源的通断。

三相电源由电源总开关 QS 引入,熔断器 FU 为电路的总短路保护。

2. 控制电路分析

该控制电路由于比较简单,故采用 380V 交流电直接作为控制电源。

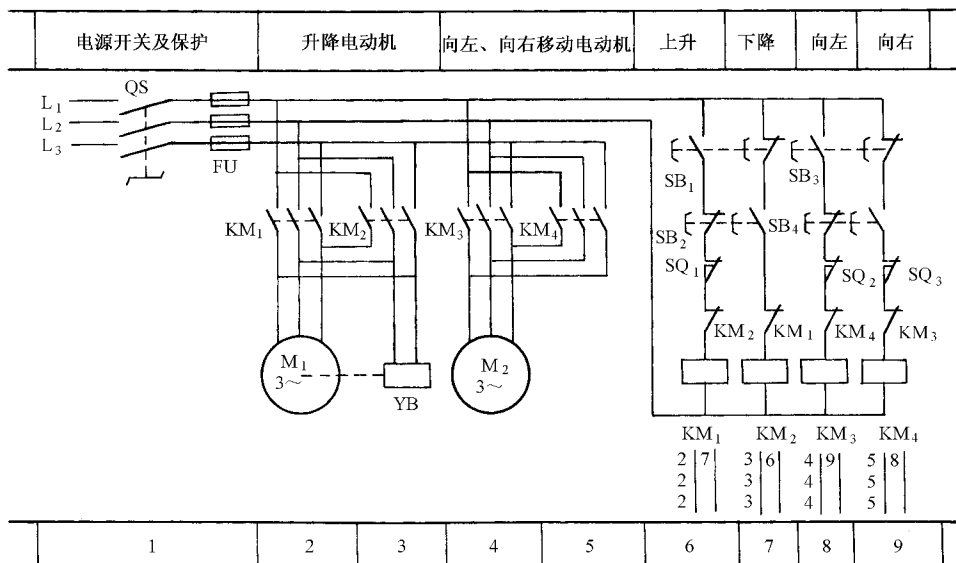


图 9-2 电动葫芦电气控制线路原理图

(1) 电动葫芦上升控制: 按下电动葫芦上升启动按钮 SB_1 , 接触器 KM_1 得电闭合, 其主触点接通了升降电动机 M_1 的正转电源, 同时电磁铁 YB 线圈通电动作, 松开抱闸瓦, M_1 正转, 驱动起重装置上升。松开 SB_1 , 接触器 KM_1 线圈失电释放, 升降电动机 M_1 失电停转, 电磁铁 YB 线圈失电, 抱闸瓦在弹簧的作用下紧抱闸轮, 使电动机 M_1 迅速停转。电路中行程开关 SQ_1 为电动葫芦上升上限位行程开关, 当电动葫芦上升到限制高度时, 上限位行程开关 SQ_1 动作, 切断接触器 KM_1 线圈的电源, 使电动机 M_1 停转。

(2) 电动葫芦下降控制: 按下电动葫芦下降启动按钮 SB_2 , 接触器 KM_2 得电闭合, 其主触点接通了升降电动机 M_1 的反转电源, 同时电磁铁 YB 线圈通电动作, 松开抱闸瓦, M_1 反转, 驱动起重装置下降。松开 SB_2 , 接触器 KM_2 线圈失电, 升降电动机 M_1 失电停转, 电磁铁 YB 线圈失电, 抱闸瓦在弹簧的作用下紧抱闸轮, 使电动机 M_1 迅速停转。电路中行程开关 SQ_2 为电动葫芦下降下限位行程开关, 当电动葫芦下降到下限位高度时, 下限位行程开关 SQ_2 动作, 切断接触器 KM_2 线圈的电源, 使电动机 M_1 反转停止。

(3) 电动葫芦向左移动控制: 按下电动葫芦向左移动启动按钮 SB_3 , 接触器 KM_3 得电闭合, 接通电动葫芦左右移动电动机 M_2 的正转电源, M_2 启动正转, 带动电动葫芦向左移动。松开 SB_3 , M_2 正转停止。电路中行程开关 SQ_3 为向左移动限位行程开关。

(4) 电动葫芦向右移动控制: 电动葫芦向右移动控制与电动葫芦向左移动控制的过程一样, 请读者自行分析。

9.2.2 电动葫芦电气控制线路故障检修实例

1. 升降电动机 M_1 不能启动上升

故障现象: 合上电源总开关 QS , 按下升降电动机 M_1 上升启动按钮 SB_1 , 升降电动机 M_1 不能启动, 电动葫芦不能上升。

故障分析: 升降电动机 M_1 不能上升, 从主电路来分析主要有: 接触器 KM_1 主触点闭合接

触不良。从控制电路来分析有:上升启动按钮 SB₁ 常开触点压合接触不良,按钮 SB₂ 常闭触点接触不良,上限位行程开关 SQ₁ 接触不良,6 区接触器 KM₂ 常闭触点接触不良,接触器 KM₁ 损坏。检查时,可按下升降电动机 M₁ 启动按钮 SB₁,观察接触器 KM₁ 是否得电闭合。如果接触器 KM₁ 闭合,则重点检查 KM₁ 主触点。如果接触器 KM₁ 未闭合,则可用“短路法”重点检查接触器 KM₁ 线圈回路各元件的故障。

故障检查:合上电源总开关,按下升降电动机 M₁ 上升启动按钮 SB₁,观察到接触器 KM₁ 未闭合,用“短路法”和“电阻法”检测到为 6 区接触器 KM₂ 常闭触点接触不良,有断点而引起接触器 KM₁ 不能得电闭合,升降电动机 M₁ 不能上升。

故障处理:修理 6 区接触器 KM₂ 常闭触点或更换常闭触点,故障排除。

2. 升降电动机 M₁ 不能升降

故障现象:合上电源开关 QS,按下升降电动机 M₁ 启动按钮 SB₁ 或 SB₂,升降电动机 M₁ 不能启动,电动葫芦不能升降。

故障分析:升降电动机 M₁ 不能升降,从主电路来分析有:升降电动机 M₁ 绕组损坏,抱闸制动电磁铁 YB 线圈损坏及接触器 KM₁、KM₂ 主触点闭合接触不良。从控制电路来分析有:上升和下降控制回路中的各元件常闭触点接触不良等。

故障检查:合上电源开关,分别按下上升及下降启动按钮 SB₁、SB₂,观察接触器 KM₁、KM₂ 均得电闭合,故判断为主电路的故障。断开电源,将升降电动机 M₁ 接线端从电路上拆除。合上电源开关 QS₁,按下 SB₁ 或 SB₂,观察到抱闸制动电磁铁未动作。断开电源,检查到抱闸制动电磁铁 YB 线圈断路。

故障处理:修理抱闸制动电磁铁 YB 线圈。

9.2.3 电动葫芦电气控制线路故障表

电动葫芦电气控制线路故障见表 9-2。

表 9-2 电动葫芦电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 两台电动机都不能启动	无电源电压;电源总开关 QS 损坏;熔断器 FU 损坏	熔断器 FU
2. 升降电动机 M ₁ 不能启动	升降电动机 M ₁ 绕组损坏;抱闸制动电磁铁 YB 线圈损坏	升降电动机 M ₁ 绕组;电磁铁 YB 线圈
3. 电动葫芦不能上升	接触器 KM ₁ 主触点接触不良;上升启动按钮 SB ₁ 常开触点压合接触不良;按钮 SB ₂ 常闭触点接触不良;行程开关 SQ ₁ 常闭触点接触不良;6 区接触器 KM ₂ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₁ 线圈损坏	接触器 KM ₁ 主触点;按钮 SB ₂ 常闭触点;行程开关 SQ ₁ 常闭触点;6 区接触器 KM ₂ 常闭触点
4. 电动葫芦不能下降	接触器 KM ₂ 主触点接触不良;下降启动按钮 SB ₂ 常开触点压合接触不良;按钮 SB ₁ 常闭触点接触不良;7 区接触器 KM ₁ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏	接触器 KM ₂ 主触点;按钮 SB ₁ 常闭触点;7 区接触器 KM ₁ 常闭触点
5. 电动葫芦不能向左移动	接触器 KM ₃ 主触点闭合接触不良;8 区启动按钮 SB ₃ 常开触点压合接触不良;按钮 SB ₄ 常闭触点接触不良;行程开关 SQ ₂ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₄ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₃ 线圈损坏	接触器 KM ₃ 主触点;按钮 SB ₄ 常闭触点;行程开关 SQ ₂ 常闭触点;8 区接触器 KM ₄ 常闭触点

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
6. 电动葫芦不能向右移动	接触器 KM_4 主触点闭合接触不良; 9 区启动按钮 SB_4 常开触点压合接触不良; 按钮 SB_3 常闭触点接触不良; 行程开关 SQ_3 常闭触点接触不良; 接触器 KM_3 常闭触点接触不良; 接触器 KM_4 线圈损坏	接触器 KM_4 主触点; 按钮 SB_3 常闭触点; 行程开关 SQ_3 常闭触点; 9 区接触器 KM_3 常闭触点
7. 电动机 M_2 不能启动	电动机 M_2 绕组断路或短路	电动机 M_2 绕组

9.3 JZ150 型混凝土搅拌机

混凝土搅拌机为建筑工地上常见的机械,它主要用于水泥、河沙及碎石的搅拌。本节主要讨论 JZ150 型混凝土搅拌机的电气控制线路及故障检修。

9.3.1 JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路分析

JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路原理图见图 9-3 所示。

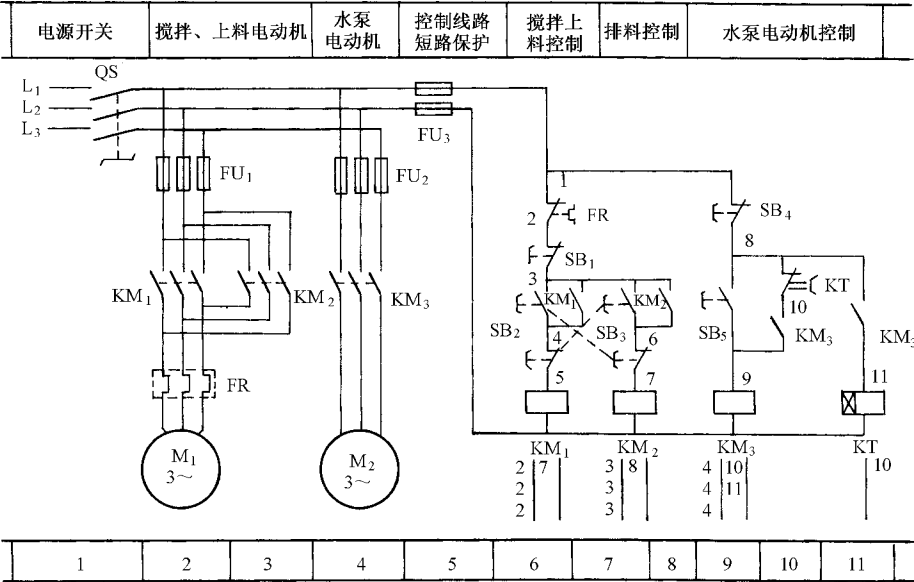


图 9-3 JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路原理图

1. 主电路分析

主电路中有两台电动机。

(1) M_1 为搅拌、上料拖动电动机:可正反转。由接触 KM_1 控制它正转电源的通断,接触器 KM_2 控制它反转电源的通断,熔断器 FU_1 为它的短路保护,热继电器 FR 为它的过载保护。

(2) M_2 为水泵电动机:带动水泵供给搅拌机搅拌时需要的水量。水泵电动机 M_2 只要求

单向运转,由接触器 KM_3 控制它电源的通断,熔断器 FU_2 为它的过载保护。由于水泵电动机 M_2 只做定时短期供水,故未设过载保护。

三相电源由电源总开关 QS 引入。

2. 控制电路分析

控制电路中,熔断器 FU_3 为控制电路的短路保护。

(1)搅拌、上料电动机 M_1 控制:按下搅拌、上料电动机 M_1 的正转启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈得电闭合并自锁, KM_1 主触点接通电动机 M_1 正转电源, M_1 启动正转,带动搅拌筒搅拌混凝土。按下停止按钮 SB_1 ,接触器 KM_1 断电释放,搅拌、上料电动机 M_1 正转停止。同理,按下搅拌、上料电动机 M_1 的反转启动按钮 SB_3 ,接触器 KM_2 得电闭合并自锁,电动机 M_1 启动反转,将搅拌好的混凝土从搅拌筒中排出。按下停止按钮 SB_1 ,电动机 M_1 反转停止。

在搅拌、上料电动机 M_1 的控制中,当电动机 M_1 正转时,需要将混凝土排出,也可直接按下反转启动按钮 SB_3 ,此时正转接触器 KM_1 断电释放,接触器 KM_2 闭合, M_1 反转。同理,也可将 M_1 在反转状态转换至 M_1 正转状态。而上料装置的提升及下降控制则是通过机械变速离合器由机械操作手柄控制。

(2)水泵电动机 M_2 的控制:按下水泵电动机 M_2 的启动按钮 SB_5 ,接触器 KM_3 线圈得电闭合, KM_3 主触点接通水泵电动机 M_2 的电源, M_2 启动运转,带动水泵向搅拌机供水。同时,10区、11区接触器 KM_3 常开触点闭合,10区 KM_3 常开点闭合,使得松开启动按钮 SB_5 时,保持接触器 KM_3 线圈仍然通电闭合,11区 KM_3 常开触点闭合,接通了时间继电器 KT 线圈电源,时间继电器 KT 得电闭合,经过预定供水时间后,10区中时间继电器 KT 通电延时断开常闭触点断开,切断了接触器 KM_3 线圈电源,接触器 KM_3 失电释放,水泵电动机 M_2 停转,供水停止。图 9-3 中 SB_4 为水泵电动机 M_2 强行停止按钮,用以人工调节搅拌机的供水水量。

9.3.2 JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路故障检修实例

1. 水泵电动机 M_2 不能启动

故障分析:造成水泵电动机 M_2 不能启动的原因从主电路看有:熔断器 FU_2 断路,接触器 KM_3 主触点接触不良,水泵电动机 M_2 绕组损坏。从控制电路来分析有:9区水泵电动机 M_2 停止按钮 SB_4 常闭触点接触不良,按钮 SB_5 常开触点压合接触不良,接触器 KM_3 线圈损坏及10区时间继电器 KT 通电延时断开常闭触点接触不良,接触器 KM_3 常开触点闭合接触不良等。检查步骤为:按下水泵电动机 M_2 启动按钮 SB_5 ,观察接触器 KM_3 是否闭合。如果 KM_3 闭合,则重点检查熔断器 FU_2 ,接触器 KM_3 主触点及水泵电动机 M_2 绕组。如果 KM_3 未闭合,则重点检查9区按钮 SB_4 常闭触点,10区时间继电器 KT 延时断开常闭触点及接触器 KM_3 线圈等。

故障检查:合上电源总开关 QS ,按下水泵电动机 M_2 启动按钮 SB_5 ,观察到接触器 KM_3 闭合,判断为主电路的故障。用“断路法”将水泵电动机 M_2 接线端从控制线路上拆下,用万用表交流 500V 挡测量 4 区 U_2 、 V_2 、 W_2 点电压值,均为 380V 左右,属正常。故判断为水泵电动机 M_2 绕组有故障。检查水泵电动机 M_2 绕组烧毁断路。

故障处理:修理水泵电动机 M_2 绕组。

2. 搅拌、上料电动机 M₁ 不能正转

故障现象:合上电源开关 QS,按下搅拌、上料电动机 M₁ 的启动按钮 SB₂,搅拌、上料电动机不能启动运转,搅拌机不能正常工作。

故障分析:造成搅拌、上料电动机 M₁ 不能正转的原因从主电路分析有:接触器 KM₁ 主触点接触不良。从控制电路来分析有:搅拌、上料电动机 M₁ 启动按钮 SB₂ 常开触点接触不良,接触器 KM₁ 线圈损坏等。检查时,先按下搅拌、上料电动机 M₁ 的启动按钮 SB₂,观察接触器 KM₁ 是否闭合。若接触器 KM₁ 闭合,则重点检查接触器 KM₁ 主触点。若接触器 KM₁ 未闭合,则重点检查 8 区按钮 SB₃ 常闭触点,接触器 KM₂ 常闭触点,接触器 KM₁ 线圈等。

故障分析:合上电源开关 QS,按下搅拌、上料电动机 M₁ 启动按钮 SB₂,观察到接触器 KM₁ 闭合。将搅拌、上料电动机 M₁ 接线端从控制线路中拆除,用万用表交流 500V 挡分别测量各元件的三相电源电压。当测量到接触器 KM₁ 主触点下端的三相电压时,有一相不正常。再用万用表交流 500V 挡测量接触器 KM₁ 主触点上端的三相电压,三相都正常。故该故障为接触器 KM₁ 主触点闭合接触器不良所引起搅拌、上料电动机 M₁ 不能正转。

故障处理:修理接触器 KM₁ 主触点或更换 KM₁ 主触点,故障排除。

9.3.3 JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路故障表

JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路故障见表 9-3。

表 9-3 JZ150 型混凝土搅拌机电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 两台电动机均不能启动	无电源电压;电源总开关 QS 损坏;熔断器 FU ₃ 断路	熔断器 FU ₃
2. 搅拌、上料电动机 M ₁ 不能启动	熔断器 FU ₁ 断路;热继电器 FR 主通路有断点;搅拌、上料电动机 M ₁ 绕组损坏;8 区热继电器 FR 辅助常闭触点接触不良;停止按钮 SB ₁ 常闭触点接触不良	熔断器 FU ₂ ;搅拌、上料电动机 M ₁ 绕组;8 区热继电器 FR 常闭触点;停止按钮 SB ₁ 常闭触点
3. 搅拌、上料电动机 M ₁ 不能搅拌(正转)运行	接触器 KM ₁ 主触点闭合接触不良;启动按钮 SB ₂ 常开触点压合接触不良;按钮 SB ₃ 常闭触点接触不良;6 区接触器 KM ₂ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₁ 线圈损坏	接触器 KM ₁ 主触点;按钮 SB ₃ 常闭触点;6 区接触器 KM ₂ 常闭触点;接触器 KM ₁ 线圈
4. 搅拌、上料电动机 M ₁ 不能排料(反转)运行	接触器 KM ₂ 主触点闭合接触不良;启动按钮 SB ₃ 常开触点压合接触不良;按钮 SB ₂ 常闭触点接触不良;8 区接触器 KM ₁ 常闭触点接触不良;接触器 KM ₂ 线圈损坏	接器 KM ₂ 主触点;按钮 SB ₂ 常闭触点;8 区接触器 KM ₁ 常闭触点;接触器 KM ₂ 线圈
5. 水泵电动机 M ₂ 不能启动	熔断器 FU ₂ 断路;接触器 KM ₃ 主触点闭合接触不良;水泵电动机 M ₂ 绕组损坏;9 区停止按钮 SB ₄ 常闭触点接触不良;启动按钮 SB ₅ 常开触点压合接触不良;接触器 KM ₃ 线圈损坏	熔断器 FU ₂ ;水泵电动机 M ₂ 绕组;9 区停止按钮 SB ₄ 常闭触点;接触器 KM ₃ 线圈
6. 水泵电动机 M ₂ 只能点动	10 区时间继电器 KT 瞬时闭合延时断开常闭触点接触不良;接触器 KM ₃ 常开触点闭合接触不良	时间继电器 KT 瞬时闭合延时断开常闭触点;接触器 KM ₃ 常开触点
7. 水泵电动机 M ₂ 启动后不能自动停止	11 区接触器 KM ₃ 常开触点闭合接触不良;时间继电器 KT 线圈损坏	11 区接触器 KM ₃ 常开触点

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
8. 其他	(1)搅拌电动机 M_1 正转只能点动;6 区接触器 KM_1 正转自锁常开触点闭合接触不良;(2)搅拌电动机 M_1 反转只能点动;8 区接触器 KM_1 反转自锁常开触点闭合接触不良	

9.4 15/3 吨交流桥式起重机

起重机是用来装卸和起吊重物的设备。常见的起重机有塔式起重机、门式起重机、旋转式起重机、缆索式起重机和桥式起重机。

门式起重机一般用于火车站货场;塔式起重机一般用于建筑工地;旋转式起重机用于码头和港口装卸货物;而桥式起重机则用于生产车间。

本章以 15/3 吨交流桥式起重机为例,分析它的电气控制线路特点及原理、故障检修实例,并列出故障表。

9.4.1 15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路分析

15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路原理图见图 9-4 所示(图 9-4 附于书末)。

1. 主电路分析

(1)电路中主要电气设备。本起重机主要由五台三相绕线式异步电动机拖动。

a. 副钩电动机 M_1 :驱动副钩,用于起吊 3 吨以下货物,还可协助主钩翻转或倾倒工件等。由凸轮控制器 SA_1 控制它正、反转电源的接通及速度的快慢,从而控制副钩上升、下降及速度的快慢。电流继电器 KA_1 为它的过载保护,电磁铁 YA_1 为它的停车制动电磁铁,转子中串电阻 $1R$ 为它的启动限流及运转调速电阻。

b. 小车电动机 M_2 :驱动小车在大车的轨道上横向左向右移动,以便调整重物在车间横向间的位置。由凸轮控制器 SA_2 控制它的正、反转及速度的快慢。电流继电器 KA_2 为它的过载保护,电磁铁 YA_2 为它的停车制动电磁铁,转子中串电阻 $2R$ 为它的启动限流及运转调速电阻。

c. 电动机 M_3 、 M_4 :为大车电动机,分别安装在大车的两端,用以驱动大车沿车间两侧立柱上的轨道纵向移动,以调整重物或工件在车间的纵向位置。由凸轮控制器 SA_3 控制它们正、反转及转速的快慢。电流继电器 KA_3 、 KA_4 分别为它们的过载保护,电磁铁 YA_3 、 YA_4 分别为它们的停车制动电磁铁,转子中串电阻 $3R$ 、 $4R$ 分别为它们的启动限流及运转调速电阻。

d. 主钩电动机 M_5 :带动主钩上下运动,用于起吊 15 吨及以下的重物。由主令控制器 SA_4 及接触器 KM_1 至 KM_9 控制它的正、反转及各种上升、下降、速度的快慢和制动等状态。电流继电器 KA_5 为它的过载保护,由于主钩所起吊的货物重量较重,故用两个三相电源电磁铁 YA_5 、 YA_6 作为它的停车制动电磁铁,转子中串电阻 $5R$ 为它的启动限流及运转调速电阻。

(2)主电路供电线路分析。本起重机为 380V 交流电源供电。由于该起重机在工作时,大车与车间之间、小车与大车之间经常存在相对运动,故采用钢制件的三根敷设在车间一侧平行于大车轨道的滑触线和电刷将三相交流电源引入至起重机驾驶室的保护控制屏中,这三根滑

触线称为主滑触线。再从起重机保护控制屏引出两相电源至各凸轮控制器的主触点上,另一相直接从保护控制屏引出至各绕线式异步电动机的定子绕组的一相接线端上。

由于小车相对大车经常运动,故在大车桥架的一侧设置了 21 根辅助滑触线,这样有利于方便电源供电。21 根辅助滑触线分别为:用于主钩部分 10 根,其中 6 根用于主钩电动机 M_5 定子绕组与接触器 KM_1 、 KM_2 主触点的连接及主钩电动机 M_5 转子绕组与转子串电阻 $5R$ 的连接(见 13 区、14 区),2 根用于主钩制动电磁铁 YA_5 、 YA_6 与接触器 KM_3 主触点的连接(见 15 区),另外 2 根用于主钩上升限位行程开关 SQ_a (21 区)与主令控制器 SA_4 触点的连接。用于副钩部分 6 根,其中 5 根用于副钩电动机 M_1 的定子绕组与凸轮控制器 SA_1 触点及转子绕组与转子串电阻 $1R$ 的连接(见 3 区),1 根用于副钩上升限位行程开关 SQ_6 (8 区)与主令控制器 SA_{1-5} 的连接。小车部分 5 根,全部用于小车电动机 M_2 定子绕组与凸轮控制器 SA_2 及小车电动机 M_2 转子绕组与转子串电阻的连接。

三相电源由车间主滑触线经电源总开关 QS_1 引入至驾驶室保护控制屏,经主接触器 KM 后引入至各凸轮控制器。 QS_2 为主钩主电路电源开关, QS_3 为主钩控制电路总电源开关。

2. 控制电路分析

(1)控制电路中各元器件的作用。21 区中行程开关 SQ_a 为主钩上升限位行程开关;8 区中 SQ_b 为副钩上升限位行程开关;10 区中 SQ_c 为驾驶室舱门盖的安全位置开关; SQ_d 、 SQ_e 为横梁两侧栏杆门的安全位置开关; QS_4 为单刀单掷的紧急开关。以上各开关在起重机运行状态下均为闭合,否则主接触器 KM 线圈不能获电运行,或在运行当中任何一个断开,接触器 KM 线圈会失电,从而切断所有电器设备电源,使起重机停止运行。

(2)控制电路启动控制。

a. 启动准备:进入驾驶室,关好舱门和横梁栏杆门,合上紧急开关 SQ_4 ,使位置开关 SQ_c 、 SQ_d 、 SQ_e 及 QS_4 处于闭合状态,将所有凸轮控制器的手柄扳至“零位”挡,9 区中各凸轮控制器 SA_{1-7} 、 SA_{2-7} 、 SA_{3-7} 触点闭合,为主接触器 KM 的启动做好准备。

b. 控制电路启动:按下控制电路总启动按钮 SB (9 区),主接触器 KM 线圈通过以下途径得电:电源 $U_1 \rightarrow FU_1 \rightarrow SB \rightarrow SA_{1-7} \rightarrow SA_{2-7} \rightarrow SA_{3-7} \rightarrow SQ_c \rightarrow SQ_d \rightarrow SQ_e \rightarrow QS_4 \rightarrow KA_0 \rightarrow KA_1 \rightarrow KA_2 \rightarrow KA_3 \rightarrow KA_4 \rightarrow KM$ 线圈 $\rightarrow FU_1 \rightarrow$ 电源 W_1 。接触器 KM 闭合,其 7 区和 9 区常开触点闭合。松开总启动按钮 SB 后,主接触器 KM 线圈又通过以下途径得电:电源 $U_1 \rightarrow FU_1 \rightarrow KM$ 常开触点 $\rightarrow SA_{1-6} \rightarrow SA_{2-6} \rightarrow SQ_1 \rightarrow SQ_3 \rightarrow SA_{3-6} \rightarrow KM$ 常开触点 $\rightarrow SQ_e \rightarrow SQ_d \rightarrow SQ_c \rightarrow QS_4 \rightarrow KA_0 \rightarrow KA_1 \rightarrow KA_2 \rightarrow KA_3 \rightarrow KA_4 \rightarrow KM$ 线圈 $\rightarrow FU_1 \rightarrow$ 电源 W_1 。主接触器 KM 处于稳定运行状态,接通了各凸轮控制器的电源,为起重机和各电动机的启动做好了准备。

(3)副钩控制:副钩为该起重机的辅助吊钩,用于起吊 3 吨以下货物或协助主钩倾转及翻倒工件之用。它的额定负载不能超过 3 吨。副钩的上升下降及停转由凸轮控制器 SA_1 控制,具体控制如下:

a. 副钩上升控制:将凸轮控制器 SA_1 手柄扳至向上“1”挡,从图 9-4(a)副钩凸轮控制器 SA_1 触点开合表可以看出,2 区、3 区中, V_3 和 $1M_3$ 点接通, W_3 和 $1M_1$ 点接通。副钩电动机 M_1 定子绕组中通入三相交流电源,转子绕组中串 $1R$ 所有的电阻启动运行,此时由于转子中串接电阻大,故副钩电动机 M_1 转速较慢。同时 7 区中 SA_{1-6} 触点断开,主接触器通过以下途径保持吸合:电源 $U_3 \rightarrow SQ_b \rightarrow SA_{1-5} \rightarrow SA_{2-6} \rightarrow SQ_1 \rightarrow SQ_3 \rightarrow SA_{3-5} \rightarrow SQ_e \rightarrow SQ_d \rightarrow SQ_c \rightarrow QS_4 \rightarrow KA_0 \rightarrow KA_1 \rightarrow KA_2 \rightarrow KA_3 \rightarrow KA_4 \rightarrow KM$ 线圈 $\rightarrow FU_1 \rightarrow$ 电源 W_1 。将凸轮控制器 SA_1 扳至向上

“2”挡,除了在“1”挡位置闭合的触点外,1R₅ 触点闭合,切除了副钩电动机 M₁ 转子绕组中 1R₅ 中的一段电阻,副钩电动机 M₁ 转速加快。但是由于转子绕组中的串电阻仍然较大,转速仍然较慢。将凸轮控制器 SA₁ 扳向“3”挡位置,触点 1R₄ 闭合,又切除副钩电动机 M₁ 转子绕组中一段电阻,副钩电动机 M₁ 转速进一步加快。当将凸轮控制器 SA₁ 扳至向上“5”挡位置时,转子电路中所有串接电阻均被短接切除。此时副钩电动机 M₁ 转速最快。副钩电动机 M₁ 在带动副钩上升的过程中,如上升至极限位置时,会压下副钩上限位行程开关 SQ_b,从而切断主接触器 KM 线圈的电源,使得主接触器 KM 断电释放,切断电源,起重机停止运行。

b. 副钩下降控制:副钩的下降控制过程与副钩的上升过程基本相同,只不过是凸轮控制器的 SA₁ 扳至下降位置时,副钩电动机 M₁ 定子绕组 1M₁ 与 V₃ 接通,1M₃ 与 W₃ 接通,副钩电动机 M₁ 反转,带动副钩下降,其他过程与正转过程完全一样,不再累述。

(4)小车控制:小车电动机 M₂ 由凸轮控制器 SA₂ 进行控制,其正、反转及速度快慢的控制过程与“副钩控制”完全相同,请读者自行分析。

(5)大车控制:大车驱动电动机 M₃、M₄ 由凸轮控制器 SA₃ 控制,因两台电动机的负载转轴安装方向一致,故将凸轮控制器 SA₃ 扳至“向后”位置任何一个挡位时,电动机 M₃ 正转,M₄ 则反转,而将凸轮控制器 SA₃ 扳至“向前”位置任何一挡位置时,电动机 M₃ 反转,M₄ 正转。具体控制如下。

a. 大车向后控制:将凸轮控制器 SA₃ 扳至向后“1”挡位置,5 区、6 区中 V₂ 点通过电流继电器 KA₃、KA₄ 与 3M₁、4M₃ 点接通,W₂ 点通过 KA₃、KA₄ 与 3M₃、4M₁ 点接通,电动机 M₃ 转子绕组串 3R 全部电阻低速正转启动运行。同样电动机 M₄ 转子绕组中串 4R 全部电阻低速反转启动运行。此时速度最低,大车以最慢的速度向后移动。将凸轮控制器 SA₃ 扳至向后“2”挡时,3R₅、4R₅ 触点闭合,3R₅ 和 4R₅ 触点分别切除电动机 M₃、M₄ 转子绕组中串电阻 3R 和 4R 一段电阻,电动机 M₃、M₄ 转速升高。如此分别将凸轮控制器 SA₃ 扳至向后“3”挡、“4”挡、“5”挡位置时,凸轮控制器触点分别切除电动机 M₃、M₄ 转子绕组中串电阻的各段电阻。当扳至“5”挡位置时,电动机 M₃、M₄ 绕组中的全部电阻切除,大车以最快速度向后移动。

b. 大车向前控制:同样将凸轮控制器 SA₃ 扳至“向前”位置的任何一个挡位,电动机 M₃ 反转,M₄ 正转,大车以相应挡位的速度向前运动,其控制过程同“大车向后控制”过程相同。

(6)主钩控制:主钩起吊货物最大限量不能超过 15 吨。主钩的控制与副钩、小车、大车控制略有不同,它是扳动主令控制器 SA₄ 各触点控制各接触器线圈电源的通断,由各接触器控制主钩电动机 M₅,制动电磁铁 YA₅、YA₆ 及转子中串电阻的分级切除等动作。另外考虑到主钩所起吊的货物重量较重,在下降过程中由于重力的作用,使下降速度过快,会发生危险或事故,故在下降挡位中“J”、“1”和“2”挡为下降制动挡,以使货物在下降过程中缓慢下降。而“3”、“4”、“5”挡为强力快速下降挡。具体控制如下。

a. 主钩下降控制:合上电源开关 QS₁(1 区)、QS₂(2 区)、QS₃(16 区),将主令控制器 SA₄ 扳至“0”挡,主令控制器 SA₄ 触点 S₁(18 区)闭合,电压继电器 KV 线圈得电闭合,19 区 KV 自锁触点闭合并为后续控制做好准备。

• 将主令控制器 SA₄ 扳至下降制动“J”挡。从图 9-4(d)中主令控制器 SA₄ 开合表可以看出,触点 S₃(20 区)、S₆(23 区)、S₇(26 区)、S₈(27 区)闭合。触点 S₃ 的闭合为各接触器接通做好准备,触点 S₆ 接通接触器 KM₂(23 区)线圈电源,接触器 KM₂ 闭合并自锁,13 区主触点接通主钩电动机 M₅ 正转(上升)电源,25 区常开触点接通接触器 KM₄(26 区)、KM₅(27 区)线圈电源,接触器 KM₄、KM₅ 闭合,切除主钩电动机 M₅ 转子中串电阻 5R₆ 和 5R₅(13 区、14

区)。此时虽然接触器 KM_2 的主触点接通了主钩电动机 M_5 的正转(上升)电源,但由于接触器 KM_3 未得电闭合,主钩电动机 M_5 的制动电磁铁 YA_5 、 YA_6 (15 区)线圈没通电动作, YA_5 、 YA_6 仍然抱闸制动着主钩电动机不能旋转。但由于电动机 M_5 接通了正转电源,主钩电动机 M_5 存在一个向上的静力矩。所以这种操作主要用于主钩起吊较重的物体在空中停留或移动的情况,以防止主钩抱闸制动失灵或打滑,使电动机 M_5 产生一个向上的上升力矩,克服重力产生的下降力,一旦抱闸失灵或打滑,也可以保证安全。

- 将手柄扳至下降制动“1”挡,主令控制器 SA_4 的触点 S_3 、 S_4 (25 区)、 S_6 、 S_7 闭合,触点 S_3 、 S_6 、 S_7 闭合的作用同下降制动“J”挡相同,触点 S_4 闭合接通了接触器 KM_3 线圈电源,接触器 KM_3 闭合,27 区触点与接触器 KM_1 、 KM_2 常开触点(26 区、25 区)并联,以保证主钩电动机 M_5 在正、反转切换过程中接触器 KM_3 不失电, YA_5 、 YA_6 不断电即主钩电动机 M_5 处于非制动状态,这样不会产生机械冲击。由于接触器 KM_3 闭合,15 区主触点接通了制动电磁铁 YA_5 、 YA_6 线圈电源, YA_5 、 YA_6 动作,松开抱闸,主钩电动机 M_5 产生一个向上的力矩。

- 将手柄扳到下降制动“2”挡位置,主令控制器 SA_4 的触点 S_3 、 S_4 、 S_6 闭合,此时主钩电动机 M_5 转子绕组串接所有电阻产生一个上升力矩,其力矩较下降制动“1”挡小,其作用与下降制动“1”挡相同,由读者自行分析。

以上将主令控制器手柄扳至下降制动“1”挡和“2”挡位置时,均应用于主钩所起吊重物比较重、其下降速度太快的场合,以制动下降速度的过快,保证安全。

- 将手柄扳到下降强力“3”挡,主令控制器 SA_4 触点 S_2 (20 区)、 S_4 、 S_5 (22 区)、 S_7 、 S_8 (27 区)闭合。触点 S_2 闭合的作用与触点 S_3 闭合的作用相同,只不过是 S_3 中串接了上升限位行程开关 SQ_6 , S_2 则没有串接 SQ_6 。触点 S_5 闭合,接通了接触器 KM_1 线圈(22 区)电源,接触器 KM_1 闭合,26 区、28 区常开触点闭合,14 区主触点闭合,接通了主钩电动机 M_5 反转(下降)电源。 S_4 闭合,松开抱闸制动。 S_7 、 S_8 闭合,使得接触器 KM_4 、 KM_5 闭合,切除了主钩电动机 M_5 转子绕组串电阻 $5R_6$ 、 $5R_5$,主钩快速强力下降。

- 将手柄扳至下降强力“4”挡,主令控制器 SA_4 触点 S_2 、 S_4 、 S_5 、 S_7 、 S_8 、 S_9 闭合。触点 S_9 (29 区)闭合,接通接触器 KM_6 线圈电源,接触器 KM_6 闭合,30 区常开辅助触点闭合,为接触器 KM_7 闭合做好了准备,其主触点切除了主钩电动机 M_5 转子串电阻 $5R_4$,使主钩电动机 M_5 反转,下降速度加快。其他触点闭合的控制同下降强力“3”挡。

- 将手柄扳至下降强力“5”挡,主令控制器 S_2 、 S_4 、 S_5 、 S_7 、 S_8 、 S_9 、 S_{10} 、 S_{11} 、 S_{12} 闭合。其触点 S_2 、 S_4 、 S_5 、 S_7 、 S_8 、 S_9 闭合的作用与手柄扳至下降强力“4”挡的作用相同,触点 S_{10} (30 区)、 S_{11} (31 区)、 S_{12} (32 区)闭合分别接通了接触器 KM_7 、 KM_8 、 KM_9 线圈电源。而接触器 KM_7 、 KM_8 、 KM_9 的得电顺序依次为接触器 KM_7 得电后,其 31 区常开触点接通了接触器 KM_8 线圈的电源,接触器 KM_8 闭合,然后 31 区 KM_8 常开触点闭合,使得接触器 KM_9 闭合并自锁。这样在切除主钩电动机 M_5 转子串电阻时也是依次按照接触器闭合的先后次序切除 $5R_3$ 、 $5R_2$ 、 $5R_1$,从而使得主钩电动机 M_5 免受冲击电流的影响,转速平稳地提高。此挡若在重物较重时主钩实际下降速度超过电动机同步转速时,电动机的电磁转矩转变为制动转矩,电动机 M_5 处于发电制动状态,此时能起到一定的制动下降的作用,防止下降速度太快。

在将手柄扳至下降强力“5”挡时,接触器 KM_9 闭合并自锁,接触器 KM_9 短接了主钩电动机 M_5 转子绕组中的所有串电阻。若重物较重,其实际下降速度超过了主钩电动机 M_5 的同步转速时,此时的发电制动转矩为最大。但是当下降速度太大时,为了避免发生事故,必须将主令控制器 SA_4 的手柄扳至下降制动“1”挡或“2”挡,进行反接制动控制,以控制主钩的下降

速度。而 28 区接触器 KM₁ 常开触点串接在接触器 KM₉ 的线圈回路中,保证在主令控制器 SA₄ 手柄从下降强力“5”挡扳至下降制动挡的过程中始终保持接触器 KM₉ 不失电,主钩电动机 M₅ 转子电阻全部短接,从而有较大的发电制动转矩,防止主钩下降速度增加。只有当主令控制器 SA₄ 的手柄扳至下降制动“2”或“1”挡,接触器 KM₉ 才失电释放,主钩处于反接制动下降状态。在图 9-4(d)主令控制器 SA₄ 触点的开合表中,列出了下降强力“4”、“3”挡触点 S₁、S₂ 行上有“0”的符号,就表明了这个意思。

而在 23 区接触器 KM₂ 的线圈回路中,串接了接触器 KM₉ 的常闭触点,其主要目的也是当主令控制器 SA₄ 的手柄从下降强力“5”挡扳至下降制动挡时,只有当接触器 KM₉ 释放,主钩电动机 M₅ 转子电路中串有电阻时,接触器 KM 才能闭合,主钩电动机 M₅ 才能启动正转进行反接制动,否则将会产生很大的冲击电流损坏电动机。

15/3 吨桥式起重机主要电器元件明细表见表 9-4。

表 9-4 15/3 吨桥式起重机主要电器元件明细表

代号	名 称	规格与型号	数量	作用及用途
M ₁	电动机	JZR41-8 11kW	1	驱动副钩升降
M ₂	电动机	JZR12-6 3.5kW	1	驱动小车横向运动
M ₃ 、M ₄	电动机	JZR22-6 7.5kW	2	驱动大车纵向运动
M ₅	电动机	JZR63-10 60kW	1	驱动主钩升降
SA ₁	凸轮控制器	KTJ1-50/1	1	副钩电动机 M ₁ 的控制
SA ₂	凸轮控制器	KTJ1-50/1	1	小车电动机 M ₂ 的控制
SA ₃	凸轮控制器	KTJ1-50/5	1	大车电机 M ₃ 、M ₄ 的控制
SA ₄	主令控制器	LK1-12/90	1	主钩电动机 M ₅ 的控制
YA ₁	电磁铁	MZD1-300	1	副钩电动机 M ₁ 制动电磁铁
YA ₂	电磁铁	MZD1-100	1	小车电动机 M ₂ 制动电磁铁
YA ₃ 、YA ₄	电磁铁	MZD1-200	2	大车电动机制动电磁铁
YA ₅ 、YA ₆	电磁铁	MZS1-45H	2	主钩电动机制动电磁铁
1R	电阻器	2K1-41-8/2	1	副钩电动机 M ₁ 转子串电阻
2R	电阻器	2K1-12-6/1	1	小车电动机 M ₂ 转子串电阻
3R、4R	电阻器	4K1-22-0/1	2	大车电动机转子串电阻
5R	电阻器	4P5-63-10/9	1	主钩电动机 M ₅ 转子串电阻
QS ₁	开关	HD13-400/3	1	电源总开关
QS ₂	开关	HD11-200/2	1	主钩电动机 M ₅ 主电路开关
QS ₃	开关	DZ5-50	1	主钩电动机 M ₅ 控制电路开关
QS ₄	开关	A-3161	1	驾驶室紧急开关
SB	按钮	LA ₉ -9-11	1	主接触器启动按钮
KM	接触器	CJ12B-400/3	1	总电源接通接触器
KA0	电流继电器	JL4-150/1	1	总过电流保护
KA ₁ ~KA ₄	电流继电器	JL4-40	4	M ₁ M ₂ M ₃ M ₄ 过流保护
KA ₅	电流继电器	JL4-150	1	主钩电动机 M ₅ 过流保护
FU ₁ ~FU ₂	熔断器	RL1-15/5	2	主接触器回路短路保护

代号	名 称	规格与型号	数量	作用及用途
KM ₁	接触器	CJ12B-250	1	控制主钩电动机 M ₅ 反转
KM ₂	接触器	CJ12B-250	1	控制主钩电动机 M ₅ 正转
KM ₃	接触器	CJ12B-100	1	控制主钩制动电磁铁
KM ₆ ~KM ₉	接触器	CJ12B-100	4	控制 M ₅ 转子串电阻
KM ₄ ~KM ₅	接触器	CJ12B-100	2	控制 M ₅ 转子串电阻
KV	欠电压继电器	JT4-10P	1	主钩电动机欠压保护
SQ _a	位置开关	JLXK1-311	1	主钩上限位保护开关
SQ _b	位置开关	JLXK1-311	1	副钩上限位保护开关
SQ ₁ ~SQ ₄	位置开关	JLXK1-311	2	大、小车限位行程开关
SQ _c	位置开关	JLXK1-311	1	舱口安全行程开关
SQ _d 、SQ _e	位置开关	JLXK1-311	2	横梁栏杆安全行程开关

9.4.2 15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路故障检修实例

1. 主接触器 KM 不能吸合

故障现象:合上电源开关 QS₁,将各凸轮控制器手柄扳至“0”位,关好驾驶室舱门及横梁栏杆门后,合上紧急开关 QS₄,按下主接触器 KM 启动按钮,主接触器 KM 不能闭合,起重机不能工作。

故障分析:主接触器 KM 不能闭合,可由以下原因引起:熔断器 FU₁ 断路,10 区中紧急开关 QS₄ 闭合接触不良,舱门和横梁栏杆门开关 SQ_c、SQ_d、SQ_e 闭合接触不良,11 区中过电流保护继电器 KA₀、KA₁、KA₂、KA₃、KA₄ 触点接触不良,而以熔断器 FU₁ 断路及舱门和横梁栏杆门开关 SQ_c、SQ_d、SQ_e 闭合接触不良最为常见。检查时可用“短路法”进行检查,也可直接检查熔断器 FU₁ 及舱门和横梁栏杆门开关 SQ_c、SQ_d、SQ_e。

故障检查:断开电源总开关 QS₁,检查熔断器 FU₁,未见断路。用万用表电阻挡 R×1k 挡分别检查舱门和横梁开关 SQ_c、SQ_d、SQ_e。当检查到舱门开关 SQ_c 时,SQ_c 接触不良。主接触器 KM 不能闭合故障由舱门位置开关 SQ_c 接触不良所致。

故障处理:换上同型号舱门位置开关 SQ_c,故障排除。

2. 主钩电动机 M₅ 不能启动

故障现象:合上电源开关 QS₁、QS₂、QS₃,主接触器 KM 启动后,扳动主令控制器 SA₄ 至各挡位,主钩电动机 M₅ 不能启动,主钩不能上升也不能下降。

故障分析;主钩电动机 M₅ 不能启动可能有以下方面的原因。从主电路来看:电源开关 QS₂、QS₃ 损坏或接触不良,15 区通往主钩电动机 M₅ 的定子绕组或转子绕组的滑触线接触不良,电磁铁 YA₅、YA₆ 线圈断路及主钩电动机 M₅ 绕组损坏等。从控制电路来分析可能有:熔断器 FU₂ 断路,主令控制器 SA₄ 触点 S₁ 接触不良及电压继电器 KV 线圈损坏。检查时,可将主令控制器 SA₄ 扳至“0”位挡,观察电压继电器 KV 是否闭合。若不闭合,重点检查 18 区主令控制器 SA₄ 触点 S₁ 及电流继电器 KA₅ 常闭触点接触是否良好。若电压继电器 KV 闭合,

则将主令控制器 SA₄ 扳至上升“1”挡或下降制动“J”挡,观察电压继电器 KV 是否还闭合,如果 KV 释放,则重点检查 19 区电压继电器常开自锁触点。如果 KV 仍然闭合,则重点检查主电路中的故障。可用“电压法”检查通入主钩电动机 M₅ 定子绕组中的三相电源是否正常,通入制动电磁铁 YA₅、YA₆ 线圈的电源电压是否正常。如果都正常,则应检查主钩电动机 M₅ 绕组是否损坏,电磁铁 YA₅、YA₆ 线圈是否损坏。

故障检查:合上电源开关 QS₁、QS₂、QS₃,启动主接触器 KM。将主令控制器 SA₄ 扳至“0”挡,观察到电压继电器 KV 闭合,然后将主令控制器 SA₄ 扳至上升“1”挡或下降制动“J”挡,观察到电压继电器 KV 释放。从以上情况可以判断为 19 区电压继电器 KV 常开自锁触点闭合接触不良,以致电压继电器 KV 不能自锁。用“短路法”将导线短接 19 区继电器 KV 自锁常开触点,主钩电动机 M₅ 能正、反转启动运行,进一步证实为电压继电器 KV 常开触点接触不良。

故障处理:修理电压继电器 KV 常开触点或更换电压继电器 KV,故障排除。

9.4.3 15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路故障表

15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路故障见表 9-5。

表 9-5 15/3 吨交流桥式起重机电气控制线路故障表

故障现象	故障出现的范围或故障点	重点检测对象或检测点
1. 主接触器 KM 不能启动	无电源电压;主滑触线接触不良;电源开关 QS ₁ 损坏;熔断器 FU ₁ 断路;舱门及横梁栏杆门位置开关 SQ _c 、SQ _d 、SQ _e 闭合接触不良;紧急开关 QS ₁ 闭合接触不良;11 区电流继电器 KA ₀ 、KA ₁ 、KA ₂ 、KA ₃ 、KA ₄ 常闭触点接触不良;主接触器 KM 线圈断路;主接触器 KM 启动按钮压合接触不良;9 区凸轮控制器触点 SA ₁₋₇ 、SA ₂₋₇ 、SA ₃₋₇ 常闭触点接触不良	主滑触线;熔断器 FU ₁ ;舱门及横梁位置开关 SQ _c 、SQ _d 、SQ _e ;11 区电流继电器 KA ₀ 、KA ₁ 、KA ₂ 、KA ₃ 、KA ₄ 常闭触点
2. 副钩电动机 M ₁ 不能启动	3 区副钩电动机 M ₁ 定子绕组及转子绕组滑触线接触不良;制动电磁铁 YA ₁ 线圈断路;电动机 M ₁ 绕组损坏;凸轮控制器 SA ₁ 主触点接触不良	3 区副钩电动机 M ₁ 定子绕组及转子绕组滑触线;制动电磁铁 YA ₁ 线圈;电动机 M ₁ 绕组
3. 小车电动机 M ₂ 不能启动	4 区小车电动机 M ₂ 定子绕组及转子绕组滑触线接触不良;制动电磁铁 YA ₂ 线圈断路;电动机 M ₂ 绕组损坏;凸轮控制器 SA ₂ 主触点接触不良	4 区副钩电动机 M ₂ 定子绕组及转子绕组滑触线;制动电磁铁 YA ₂ 线圈;电动机 M ₂ 绕组
4. 大车不能纵向移动或移动较慢	凸轮控制器 SA ₃ 主触点接触不良;制动电磁铁 YA ₃ 、YA ₄ 线圈损坏;电动机 M ₃ 或 M ₄ 绕组损坏	制动电磁铁 YA ₃ 、YA ₄ 线圈;电动机 M ₃ 、M ₄ 绕组
5. 主钩电动机 M ₅ 不能启动	电源开关 QS ₂ 、QS ₃ 闭合接触不良;熔断器 FU ₂ 断路;主钩电动机 M ₅ 定子绕组及转子绕组滑触线接触不良;接触器 KM ₁ 、KM ₂ 主触点闭合接触不良;主钩电动机 M ₅ 绕组损坏;制动电磁铁 YA ₅ 、YA ₆ 滑触线接触不良;YA ₅ 、YA ₆ 线圈损坏;18 区主令控制器 SA ₄ 触点 S ₁ 接触不良;电流继电器 KA ₅ 常闭触点接触不良;电压继电器 KV 线圈损坏;19 区电压继电器 KV 常开触点闭合接触不良;主令控制器触点 S ₂ 、S ₃ 闭合接触不良	熔断器 FU ₂ ;主钩电动机 M ₅ 定子绕组及转子绕组滑触线;接触器 KM ₁ 、KM ₂ 主触点;电动机 M ₅ 绕组;制动电磁铁 YA ₅ 、YA ₆ 滑触线;YA ₅ 、YA ₆ 线圈;18 区主令控制器 SA ₄ 的触点 S ₁ ;电流继电器 KA ₅ 常闭触点;19 区 KV 常开触点。