

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材
· 汽车运用与维修专业



汽车空调构造 与维修

冀旺年 主编 朱福根 倪勇 王秀红 副主编
杨维和 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材

数控技术应用专业

金工实训
机械设计基础
机械制造基础
电工电子技术基础
数控技术专业英语
数控机床
数控加工编程与操作
CAD/CAM应用技术之一——Pro/Engineer 造型篇
数控机床电气控制
数控中级工认证强化实训
模具设计与制造基础
模具数控加工技术
数控机床加工工艺及设备
冲压工艺与模具设计

数控技术应用专业推荐教材

数控机床故障诊断与维修
数控机床仿真实训
数控机床与数控编程技术
数控加工技术与实训

汽车运用与维修专业

汽车实用英语
汽车机械基础
汽车电工电子基础
汽车发动机构造与维修
汽车发动机养护与维修实例
汽车底盘构造与维修
汽车底盘养护与维修实例
汽车电气设备原理与检修
汽车维修技术与质量检验
汽车运用基础
汽车故障诊断技术
汽车典型电控系统的结构与维修
汽车车身电气设备系统及附属电气设备
汽车涂装技术
汽车检测诊断技术与设备
汽车及配件营销
机动车辆保险与理赔实务
汽车文化
汽车美容实务
自动变速器原理与检修
汽车音响设备原理与检修
汽车空调构造与维修
汽车发动机电控技术

计算机应用与软件技术专业

计算机数学基础
计算机基础与实训
操作系统
计算机软硬件系统与维护
C语言程序设计基础
Java 程序设计
快速开发技能工具——PowerBuilder
快速开发技能工具——Delphi
基于C/S架构的软件项目实训——VB.NET
基于B/S架构的软件项目实训
数据库基础——Access
数据库实用技术及应用——Oracle
计算机网络基础及应用
计算机网络安全与管理
网络系统集成技术与实训
计算机网络系统集成与实践
Web 程序设计
多媒体技术与实训
计算机信息安全技术应用
个体软件开发与编码规范
软件测试教程
软件质量控制与管理
软件工程与LML
3DS MAX 8 基础与进阶
嵌入式软件开发技术
软件与网络法案例教程
软件书写案例

计算机应用与软件技术专业推荐教材

计算机常用工具软件实训教程
Authorware 7.0 实例教程
Dreamweaver 实例教程
Flash MX 实例教程
Illustrator 10 实例教程
Photoshop 7.0 中文版实例教程
SQL Server 2000 实例教程
Visual Basic 实验与实训教程
Visual C++ .NET 应用教程
计算机组网与维护教程
局域网组建、管理与维护
计算机专业英语

ISBN 978-7-121-04577-6



9 787121 045776 >

定价: 24.00 元



责任编辑: 程超群

责任美编: 孙焱津

本书贴有激光防伪标志, 凡没有防伪标志者, 属盗版图书。

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车空调 构造与维修

冀旺年 主 编

朱福根 倪 勇 王秀红 副主编

杨维和 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合汽车空调设备技术与检测维修实践,对汽车空调这个大系统的组成构造、工作原理、维修方法和注意事项给予了全面、系统的介绍。内容涉及近几年出现的变排量、R134a 制冷且温度、湿度和循环方式可控的汽车自动空调系统新技术与维修方面的新方法。本书主要讲述汽车自动空调各分系统的基本工作原理和基本知识,介绍汽车自动空调的零部件及故障诊断、维修规程和性能测试,还介绍维修所使用的通用与专用工具。

书中依据实际,以注意和警告形式,给学员与读者提出检查维修中的注意事项,目的是起到特别强调安全之用。

考虑教学特点,本书在每章开始都加了学习目标,章节中分单元进行讲述,每章后附有小结并设有习题。本书突出了汽车空调的关键技术及操作和职教教材特色,使教学指导作用更好地延续到岗位运用中,定会使用员在汽车空调维修上尽快顶岗且很好地发挥作用。

本书既是教科书也是一本维修参考资料书。书中资料翔实、图文并茂,方便从业人员自学。

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

汽车空调构造与维修/冀旺年主编. —北京:电子工业出版社,2007.6
高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业
ISBN 978-7-121-04577-6

I. 汽… II. 冀… III. ①汽车—空气调节设备—构造—高等学校:技术学校—教材②汽车—空气调节设备—车辆维修—高等学校:技术学校—教材 IV. U463.85

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第085490号

责任编辑:程超群 特约编辑:吕亚增

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.25 字数:440千字

印 次:2007年6月第1次印刷

印 数:4000册 定价:24.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

出版说明

高等职业教育是我国高等教育体系的重要组成部分,也是我国职业教育体系的重要组成部分。社会需求是职业教育发展的最大动力。根据劳动市场技能型人才的紧缺状况和相关行业人员资源需求预测,教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部启动了“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践教学,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才,并且优先确定了“数控技术应用”、“计算机应用与软件技术”、“汽车运用与维修”、“护理”等4个专业领域,在全国选择确定200多所高职院校作为承担技能型紧缺人才培养培训工程示范性院校,其中计算机应用与软件技术专业79所,软件示范性高职院校35所,数控技术应用专业90所,汽车运用与维修专业63所。为加快实施技能型人才培养培训工程,教育部决定,在3~5年内,高职院校学制要由3年逐步改为2年。

为了适应高等职业教育发展与改革的新形势,电子工业出版社在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,进行了调研,探索出版符合高等职业教育教学模式、教学方法、学制改革的新教材的路子,并于2004年4月3日至13日在南京分别召开了“计算机应用与软件技术”、“数控技术应用”、“汽车运用与维修”3个专业的教材研讨会。参加会议的150多名骨干教师来自全国100多所高职院校,很多教师是双师型的教师,具有丰富的教学经验和实践经验。会议根据教育部制定的3个专业的高职两年制培养建议方案,确定了主干课程和基础课程共60个选题,其中,“计算机应用与软件技术专业”30个;“数控技术应用专业”12个;“汽车运用与维修专业”18个。

这批教材的编写指导思想是以两年制高等职业教育技能型人才为培养目标,明确职业岗位对专业核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力,并围绕核心能力的培养形成系列课程链路。教材编写注重技能性、实用性,加强实验、实训、实习等实践环节。教材的编写内容和学时数较以往教材有根本的变化,不但对教材内容系统地进行了精选、优化和压缩,而且适当考虑了相应的职业资格证书的课程内容,有利于学生在获得学历证书的同时,顺利获得相应的职业资格证书,增强学生的就业竞争能力。为了突出教学效果,这批教材将配备电子教案,重点教材将配备多媒体课件。

这批教材按照两年制高职教学计划编写。第一学期教学所用的基础教材将于2004年9月前出版。第二学期及之后的教材大部分将于2004年12月前出版。这批教材是伴随着高等职业教育的改革与发展而问世的,可满足当前两年制高等职业教育教学的需求,教材所存在的一些不尽如人意之处,将在今后的教学实践中不断修订、完善和充实。我们将在教育部和信息产业部的指导和帮助下,一如既往地依靠业内专家,与科研、教学、产业第一线人员紧密结合,加强合作,与时俱进,不断开拓,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社
高等职业教育教材事业部
2004年8月

前 言

为了落实《两年制高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》培养技能型人才的目标，特为汽车运用与维修专业中的汽车空调专门编写此书。

编写中坚持以“实际、实用、实践”为原则，依据运用与维修汽车空调实际工作所需的基本专门化技术和能力，保证基础、加强应用。在内容上体现新车型、新知识、新技术、新工艺、新方法，使培养的学员在学完本书后能尽快适应专门化岗位的需要，直接为企业所用。

全书的讲述深入浅出、通俗易懂，对于许多常用的维修过程，采用照片、图解或列表来表示说明，以使学员与读者在形象和概念上掌握这些维修检查步骤的最细节部分。

由于现代汽车和汽车空调的多样性，书中对不同车型的部件和检测方法都进行了详细的讲解，以便更好地结合实际与指导汽车空调的运用维修，在教学中可根据实际进行取舍。

书中的绪论、第1章、第9章由大庆职业学院冀旺年编写，第2章由湖南生物机电职业技术学院蒋瑞斌编写，第3章由浙江机电职业技术学院倪勇编写，第4章、第8章由大庆职业学院王秀红和长利精工的刘长利编写，第5章由浙江交通职业技术学院朱福根编写，第6章由大庆职业学院徐永强编写，第7章由大庆职业学院闵兰编写，第10章由大庆汽车维修技师协会秘书长姜浩编写，第11章由浙江机电职业技术学院陈宁编写，冀梁、冀翼参加了附录《各种汽车自动空调系统故障码》（可从华信教育资源网www.huaxin.edu.cn免费下载）的整理。全书由冀旺年统稿，云南交通职业技术学院杨维和主审。

编写本书过程中，昆仑汽修的王百东给予大力帮助并提供了许多资料，我们借鉴和参考了国内外大量资料，主审多次提出宝贵的修改意见，在此向他们致以诚挚谢意。

由于时间仓促和编者水平所限，本书难免有不当甚至谬误之处，恳请使用本书的师生和读者批评指正。

编 者
2007年3月

目 录

绪论	(1)
0.1 汽车空调的定义	(1)
0.2 汽车空调的发展	(2)
0.3 中国汽车空调业的崛起	(2)
0.4 汽车空调与人体健康	(3)
0.5 安全意识与规则	(3)
小结	(4)
习题0	(5)
第1章 汽车空调系统的组成与分类	(6)
1.1 汽车空调系统的结构组成	(6)
1.1.1 制冷系统	(6)
1.1.2 加热系统	(6)
1.1.3 分配通风系统	(8)
1.1.4 空气净化系统	(11)
1.1.5 调节控制系统	(13)
1.2 汽车空调系统的分类	(15)
1.2.1 独立式空调和非独立式空调	(15)
1.2.2 单功能空调和多功能空调	(16)
1.2.3 R12 系统空调和 R134a 系统空调	(16)
1.2.4 定排量空调和变排量空调	(17)
1.2.5 膨胀阀制冷系统空调和节流管制冷系统空调	(17)
1.2.6 前置式空调和后置式空调	(19)
1.2.7 整体式空调和分体式空调	(20)
1.2.8 水暖式空调和气暖式空调	(20)
1.2.9 手动空调和自动空调	(20)
小结	(21)
习题1	(21)
第2章 制冷剂与冷冻机油	(23)
2.1 制冷剂	(23)
2.1.1 R12 制冷剂的特性	(23)
2.1.2 R134a 制冷剂的性质	(24)
2.1.3 环保新型制冷剂	(26)
2.2 冷冻润滑油(冷冻机油)	(26)
2.2.1 冷冻机油的选用与注意事项	(26)
2.2.2 冷冻机油的质量检查	(28)
2.2.3 与 R134a 匹配的冷冻润滑油	(28)

小结	(29)
习题 2	(30)
第 3 章 空调制冷系统的工作原理	(31)
3.1 制冷循环的 4 个变化过程及功能	(31)
3.1.1 制冷剂的 4 种状态	(31)
3.1.2 制冷剂状态变化的 4 个过程	(32)
3.2 空调制冷系统的结构与管路连接	(33)
3.2.1 汽车空调系统零部件的位置	(33)
3.2.2 空调系统制冷管路及连接	(34)
3.2.3 两种空调制冷系统的结构与连接	(34)
小结	(36)
习题 3	(36)
第 4 章 汽车空调系统的主要结构部件	(37)
4.1 压缩机	(37)
4.1.1 曲轴连杆式压缩机	(37)
4.1.2 翘板活塞压缩机	(39)
4.1.3 回转斜盘式压缩机	(42)
4.1.4 变排量压缩机	(46)
4.1.5 旋转叶片压缩机	(56)
4.1.6 三角转子压缩机	(57)
4.1.7 涡旋压缩机	(57)
4.2 蒸发器	(59)
4.3 膨胀阀	(60)
4.3.1 内平衡热力膨胀阀	(60)
4.3.2 外平衡热力膨胀阀	(61)
4.3.3 H 形膨胀阀	(62)
4.4 膨胀管	(63)
4.5 冷凝器	(63)
4.6 储液干燥器和集液干燥器	(64)
4.6.1 储液干燥器	(64)
4.6.2 集液干燥器	(66)
4.7 管路接头	(67)
4.7.1 汽车空调连接管	(67)
4.7.2 汽车空调管路接头	(69)
小结	(71)
习题 4	(72)
第 5 章 汽车空调系统的主要控制部件	(73)
5.1 真空开关阀与压力开关	(73)
5.1.1 真空开关阀	(73)

5.1.2	压力开关	(75)
5.2	电磁离合器与继电器	(77)
5.2.1	压缩机电磁离合器	(77)
5.2.2	熔断器	(78)
5.2.3	继电器	(78)
5.3	发动机转速控制装置	(81)
5.3.1	怠速继电器	(81)
5.3.2	怠速提升装置	(82)
5.4	过热保护装置	(83)
5.4.1	过热开关	(83)
5.4.2	过热限制器	(83)
5.4.3	冷却液过热开关和冷凝器过热开关	(84)
5.4.4	减压安全阀和易熔塞	(84)
5.5	恒温器	(86)
5.5.1	机械式恒温器的结构与工作原理	(86)
5.5.2	热敏电阻式温度控制器	(87)
5.6	传感器	(87)
5.6.1	车内温度传感器	(87)
5.6.2	环境温度传感器	(88)
5.6.3	蒸发器温度传感器	(89)
5.6.4	散热器温度传感器	(90)
5.6.5	日光传感器	(90)
5.6.6	水温传感器	(90)
5.6.7	压力传感器	(90)
5.6.8	压缩机锁止传感器	(90)
5.7	电动鼓风机	(91)
5.7.1	离心式鼓风机	(91)
5.7.2	轴流式鼓风机	(91)
5.8	空调电脑	(91)
	小结	(93)
	习题 5	(93)
第 6 章	汽车自动空调的调节控制	(95)
6.1	通风系统控制	(95)
6.1.1	进气控制	(96)
6.1.2	工况选择控制	(98)
6.1.3	最大冷却控制	(100)
6.1.4	空气混合控制和控制电路故障的检测	(101)
6.2	温度控制	(104)
6.2.1	温度控制流程	(104)
6.2.2	恒温控制	(107)

6.2.3	电风扇控制	(108)
6.2.4	热水阀控制	(109)
6.2.5	真空控制及真空源	(110)
6.2.6	真空系统结构	(111)
6.3	风量调节控制	(112)
6.3.1	控制方式	(113)
6.3.2	转速调节控制	(113)
6.4	压缩机控制	(116)
6.4.1	控制流程及原理	(116)
6.4.2	主要检测控制及装置	(117)
6.5	空调 ECU 的控制	(123)
6.6	典型汽车的自动空调系统控制电路	(125)
6.6.1	马自达 626 汽车自动空调系统控制电路	(125)
6.6.2	广州本田 2003 自动空调系统控制电路	(127)
6.6.3	克莱斯勒 (Chrysler) -LH Body 车系自动空调线路图	(130)
6.7	空调调节控制面板	(131)
6.8	自动空调系统的自检与自诊	(131)
6.8.1	自动空调系统的自检	(131)
6.8.2	汽车电气系统的自诊	(132)
	小结	(134)
	习题 6	(135)
第 7 章	汽车空调维修工具与设备	(137)
7.1	检漏设备	(137)
7.1.1	检漏灯	(137)
7.1.2	电子检漏仪	(138)
7.2	歧管测试表	(139)
7.2.1	歧管测试表的结构与功能	(139)
7.2.2	歧管测试表的使用	(140)
7.3	真空泵	(141)
7.4	制冷剂回收设备	(142)
7.5	气焊设备	(143)
7.5.1	气焊设备的组成	(143)
7.5.2	氧气—乙炔焊接火焰的调节	(144)
7.5.3	使用氧气—乙炔焊接时的注意事项	(144)
7.6	解码器	(145)
7.6.1	解码器概述	(145)
7.6.2	解码器的主要功能	(146)
7.6.3	V.A.G1552 解码器的功能与使用	(147)
7.7	自制专用工具	(149)

7.7.1	成套管塞子	(150)
7.7.2	管连接附件	(150)
7.7.3	测试灯	(150)
7.7.4	故障码检读灯	(150)
7.7.5	发光检测二极管	(150)
7.7.6	短路、断路测试灯	(150)
7.7.7	静电引出带	(151)
7.7.8	出风口的拆卸工具	(151)
小结	.....	(152)
习题 7	.....	(152)
第 8 章	汽车空调制冷系统与构件的检测维修	(154)
8.1	汽车空调制冷系统的维护	(154)
8.1.1	汽车空调的使用注意事项	(154)
8.1.2	汽车空调维护时的检查方法	(154)
8.1.3	汽车空调的维护内容	(157)
8.1.4	空调除臭的 8 种方法	(160)
8.2	汽车空调制冷系统常见故障及排除方法	(162)
8.2.1	节流管被堵塞	(162)
8.2.2	可变排量控制阀故障	(162)
8.2.3	压缩机变排量系统失效	(162)
8.3	空调制冷系统常用的检漏方法	(162)
8.3.1	汽车空调系统泄漏的常发部位	(162)
8.3.2	空调制冷系统常用的检漏方法	(163)
8.4	空调检修阀及表座的使用	(165)
8.4.1	检修阀	(165)
8.4.2	仪表检测作业前的准备工作	(167)
8.4.3	仪表检测判断与故障排除	(168)
8.5	汽车空调制冷系统脏堵、冰堵及系统内空气排除	(170)
8.5.1	制冷系统脏堵与冰堵的检修	(170)
8.5.2	系统内空气的排除方法	(171)
8.6	制冷系统放空与回收制冷剂	(171)
8.6.1	制冷系统的放空	(171)
8.6.2	回收制冷剂	(171)
8.7	系统抽真空	(172)
8.7.1	准备工作	(172)
8.7.2	系统抽真空	(173)
8.7.3	结束抽真空	(173)
8.7.4	系统检测	(173)
8.8	汽车空调系统制冷剂的充注	(173)
8.8.1	系统关闭时由磅罐充注	(174)

8.8.2	系统运行时由磅罐充注	(175)
8.8.3	由大容量制冷剂容器充注	(175)
8.9	空调压缩机的维修	(176)
8.9.1	压缩机常见故障	(176)
8.9.2	压缩机就车诊断	(177)
8.9.3	压缩机的维修	(177)
8.10	蒸发器和冷凝器的维修	(178)
8.10.1	蒸发器的检修	(178)
8.10.2	冷凝器的检修	(179)
8.11	膨胀阀的维修	(179)
8.11.1	膨胀阀常见的故障	(179)
8.11.2	膨胀阀的维修	(180)
8.11.3	膨胀阀的拆装	(180)
小结	.....	(180)
习题 8	.....	(180)
第 9 章	汽车空调控制系统与电器的检测维修	(182)
9.1	空调电气系统检测步骤	(182)
9.1.1	电气故障检修的五步处理法	(182)
9.1.2	电气检修注意事项	(182)
9.1.3	空调电气系统检测步骤	(184)
9.2	空调电气器件的检修与更换	(184)
9.2.1	热敏电阻(温度传感器)的检测	(184)
9.2.2	过热开关的检查	(184)
9.2.3	对空调压力开关的检测	(185)
9.2.4	压缩机离合器的检查	(185)
9.2.5	压缩机离合器的大修	(186)
9.2.6	离合器二极管的检查更换	(189)
9.2.7	压缩机的检查与安全阀的更换	(189)
9.2.8	更换压缩机应加注多少压缩机油	(190)
9.2.9	压力传感器的检查更换	(191)
9.2.10	阳光传感器的检测	(192)
9.2.11	真空开关阀(VSV)的检查	(192)
9.3	空调控制系统的人工设定	(193)
9.3.1	诊断测试	(194)
9.3.2	降温测试	(194)
9.3.3	宝来车系与上海帕萨特 B5 空调的基本设定	(194)
9.3.4	国产奥迪空调的基本设定	(195)
9.4	空调系统控制单元编码	(195)
9.4.1	编码条件	(195)

9.4.2	编码步骤	(196)
9.4.3	舒适系统控制单元的编码	(197)
9.4.4	国产奥迪空调电脑的编码	(197)
9.5	空调自检故障码的读取与清除	(198)
9.5.1	奔驰 (BENZ) 车系空调自检故障码的读取与清除	(198)
9.5.2	本田车系空调自检故障码的读取与清除	(202)
9.5.3	国产奥迪自动空调系统自检故障码的读取与清除	(207)
9.5.4	丰田车系自动空调系统的自检测	(210)
9.5.5	马自达 (MAZDA) 车系自动空调系统的自检测	(212)
9.5.6	尼桑 (NISSAN) 车系自动空调自检故障码	(214)
9.5.7	寻求 (QUEST) 车系自动空调的永久性和间歇性故障码	(217)
9.5.8	风度车系自动空调的自检测	(217)
9.5.9	大宇车系自动空调的安全功能和自检测	(220)
9.5.10	克莱斯勒 (CHRYSLER) 车系自动空调的学习设定	(221)
小结	.....	(226)
习题 9	.....	(226)
第 10 章	汽车空调系统综合检修	(228)
10.1	定排量制冷系统的检修	(228)
10.1.1	制冷系统七种工况的检查	(228)
10.1.2	制冷剂纯度的检查	(232)
10.1.3	制冷剂纯度的检测	(232)
10.1.4	制冷系统性能的检测	(233)
10.1.5	压缩机咬死故障的避免	(234)
10.2	变排量制冷系统的检修	(235)
10.2.1	检查可变排量制冷系统的方法及步骤	(235)
10.2.2	VDOT 制冷系统检查	(236)
10.2.3	VDOT 制冷系统常见故障及排除方法	(237)
10.2.4	系统管路中噪声的排除方法	(238)
10.3	奥迪汽车自动空调系统的检修流程	(238)
10.3.1	空调电气系统的检测	(238)
10.3.2	奥迪汽车自动空调系统的检修流程	(238)
10.4	检查维修实例	(239)
小结	.....	(246)
习题 10	.....	(246)
第 11 章	车辆上更改和加装空调系统	(248)
11.1	将 R12 制冷系统改为 R134a 制冷系统	(248)
11.1.1	系统改造的必要性	(248)
11.1.2	系统改造需替换的内容	(249)
11.1.3	系统匹配	(250)
11.2	将定排量制冷系统改为变排量制冷系统	(251)

11.2.1	改装变排量制冷系统的可行性	(251)
11.2.2	变排量压缩机和热力膨胀阀组成的制冷系统	(252)
11.2.3	变排量压缩机和节流管组成的制冷系统	(252)
11.2.4	变排量压缩机和电子膨胀阀组成的制冷系统	(253)
11.3	车辆加装空调系统的设计与安装	(254)
11.3.1	加装空调系统的要求	(254)
11.3.2	制冷系统的设计与选配	(254)
11.3.3	空调系统的布置与安装	(255)
11.3.4	控制电路的连接	(255)
11.4	空调的性能测试	(256)
11.4.1	外部检查	(256)
11.4.2	性能试验	(257)
	小结	(259)
	习题 11	(260)
	参考文献	(261)

绪 论

在学完绪论后应能:

- (1) 详述现代汽车空调制冷的发展历史;
- (2) 阐述我国汽车空调工业的发展和成就;
- (3) 认识汽车维修工厂和汽车空调维修中存在的危险;
- (4) 讨论安全工作与健康。

随着汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的日益提高,汽车走进了千家万户。人们在一贯追求汽车的安全性、可靠性的同时,如今也更加注重对舒适性的要求。因而,曾经被认为是一种奢侈品的汽车空调已经成为现代汽车的基本配备。近10年,不论是进口的还是我国生产的乘用车全部装有空调。近5年,生产的公共客车、人货车以及特种车辆(如血液和食品运输车等)也都装上了空调。对没有空调的车辆甚至有些农用车,人们也想办法去改进与加装空调。

0.1 汽车空调的定义

汽车空调是对汽车车厢内空气调节的简称。

所谓空气调节,就是对空气进行冷却或加热、洗涤或过滤、加湿或除湿、循环流动或不循环流动等处理,并对空气数量和质量加以控制。它是指对于任何给定的环境,在任何时刻,都能够对空气的温度、湿度、空气量和流动进行控制。这是空调发展的目的和根本任务。上述任务,在理想情况下,能够同时完成。

汽车空调就是指在封闭的空间内,调节车内的温度、湿度、气流运动、空气洁净度等指标,从而为乘员创造清新舒适的车内环境。评价汽车空调性能好坏的主要指标就是舒适性。经空调调节后的车内空气如果使人感到舒适,那么空调的性能评价就是好;否则空调的性能评价就是差。

汽车空调只要具有如下几个功能,就基本能满足人们对舒适性的要求:

- (1) 调节车内空气的温度。一般平均温度为:夏季 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$,冬季 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 调节车内空气的湿度。一般保持在 $30\%\sim 70\%$ 为宜,超出此范围,人就会感到干燥或闷热。
- (3) 调节车内空气流动。舒适的气流速度一般为 0.25m/s 左右,不宜超过 0.5m/s ,根据人体生理特点(头部对冷比较敏感,脚部对热比较敏感)和调湿需要,采取上冷下暖的流动格式。
- (4) 净化车内空气。车内新鲜空气量应保持 $20\sim 30\text{m}^3/\text{h}$,二氧化碳(体积)浓度应在 0.1% 以下。

评价汽车空调性能好坏的另一指标就是经济性。现在变排量压缩机的大量应用就提高了空调的经济性。

0.2 汽车空调的发展

1925年，首先在美国出现利用汽车冷却液通过加热器的方法取暖。1926年，第一台由电驱动的封闭式制冷器问世。第二年，依莱克春鲁克斯（Electrolux）推出一种自动吸收式装置。1931年，逊尔斯·诺巴克及其公司推出一种制冷器，这种制冷器的箱体与制冷部件分开运输，需要组装。1938年，莱锡（Nash）推出汽车空调的加热和通风装置，车外新鲜空气经加热和过滤后，再通过风扇在车内形成循环流动。到1940年，各种样式的加热器和车窗玻璃除霜器已是汽车的标准附件。同年，伯卡德（Packard）首次在乘用车上采用制冷机制冷^①的方法。首批制冷机是用带轮驱动的商业空调器，适合汽车使用，通常安装在车尾行李厢内。其后，不到两年，少数公共汽车上也配置了这种制冷机。

第一台现代汽车空调系统是1960年由凯迪拉克（Cadillac）推出的。该空调系统采用两路并进方式，冷却车顶水平部位，而对比较低的水平部位进行供热。现在仍然采用这种布置。这种布置形式提供了一种控制车内湿度的方法。

1967年，美国佛罗里达州高速公路所有州属警车都配置了空调。从那时起，大部分政府部门和跨国法律代办处的汽车也都安装了空调。

后来，大部分客车都配置了空调，载货运输汽车也开始安装空调，因为驾驶室有了空调，驾驶员持续驾驶的平均里程数要比没有空调时多，因此会获得比较大的效益。

目前，汽车空调不只是配置在乘用车、公共汽车和载货汽车上，它已推广应用到农用车辆（如拖拉机、收割机等）和其他非道路机动设备（如铲土机、推土机、平地机等）上，从而形成了一个新型工业——汽车空调工业。近几年，不论是汽车空调的生产制造业还是保养维修业，均得到了超高速的发展。

0.3 中国汽车空调业的崛起

1969年，长春一汽为中央首长成功研制了我国第一台汽车空调装置，并安装在红旗保险车（CA772）上，这不仅结束了中国不能生产保险车的历史，同时也开创了我国自行设计、独立制造汽车空调装置的先河。从1971年开始，一汽生产的各种型号的红旗牌高级轿车上全部安装了空调装置，为此，当时的第一机械工业部专门拨款在一汽轿车厂建立了生产和装配压缩机的车间，在一汽散热器厂内建立了蒸发器和冷凝器生产车间，开始批量生产汽车空调装置。

^①制冷。制冷这个术语，是针对热从物质即从固体、液体或气体中移走这种处理而给出的。它是利用自然的、化学的、电的或机械的方法，对区域进行降温处理。

小知识：

当空调系统作为汽车发动机的一个额外负载时，显而易见，空调器的使用将会减少汽车消耗每一升汽油所行驶的平均里程数，但这仅仅是汽车处于停停走走的情况。

公路上行驶的装有空调的汽车，其空调开着，而汽车窗户被关闭，它的行驶速度实际上比没有安装空调且窗户敞开的汽车平均要高2-3个里程百分数。今天的汽车空气动力学设计思想，是基于汽车行驶时窗户处于关闭的情况。当汽车窗户关闭行驶时，空气阻力的下降补偿了空调系统对发动机功率的消耗。

1980年，一汽为红旗牌高级旅游车设计制造了客车空调装置，并完成了批量生产工作。

1981年，上海内燃机油泵厂为上海牌轿车也研制了轿车空调装置，压缩机与红旗牌高级轿车一样，是六缸双向斜盘式结构，这种结构是美国通用汽车公司1962年推向市场的新产品。直到今天，双向斜盘式压缩机仍然是汽车空调压缩机的主流产品，产量约占各种汽车空调压缩机的三分之二。

改革开放后，国内掀起了汽车空调热，几百个企业纷纷争上汽车空调项目。国内一时间形成了大量重复引进、超规模发展、低水平重复建设和散、乱、差的局面。在国家宏观调控和市场机制作用下，企业经历十多年的风雨波折，走上了改组改造、联合发展的道路。上海内燃机油泵厂与泰国正大集团合资成立上海易初通用机器有限公司，引进生产五缸摇盘SD系列压缩机产品，率先为上海桑塔纳乘用车配套。牡丹江空调机厂被一汽集团兼并，先后引进生产V5系列无级可变排量压缩机和十缸斜盘SP系列压缩机。另外，湖南华达空调机厂与日本杰克赛尔公司合资，上海汽车空调机厂与美国德尔福汽车空调公司合资，沙市汽车空调器厂与法国法雷奥公司合资，烟台首钢汽车空调器厂与日本电装公司合资，岳阳恒立冷气设备股份有限公司被北京华诚集团控股，还有些企业因设备陈旧、技术落后转产其他产品。

到1993年以后，汽车空调生产散、乱、差的局面有所改变，并逐步进入良性发展阶段。

进入21世纪，我国已能够生产空调的各种部件和各种汽车空调。至此，一个新兴产业在我国形成了。

中国汽车空调业历经三十多年的发展历程，从无到有，从小到大。到2005年，全国汽车空调生产企业已有200多家，形成门类齐全，大、中、小配套的汽车空调生产体系，每年可生产乘用车空调250万套，中型车空调10万套，大客车空调10万套。在技术上，中国汽车空调囊括了当前世界上最先进的空调压缩机型和部件，已跻身世界第四位，仅次于日本、美国和韩国。我国汽车空调技术工艺水平与发达国家相比不相上下，并且部分企业已具备进入国际市场的能力。

汽车空调提高汽车乘坐舒适性，象征着汽车的档次水平。现代汽车空调的发展，向小型、高效、节能、全自动和智能环保型方向发展。

0.4 汽车空调与人体健康

我们都知道，汽车空调能给乘员带来舒适的乘车环境。但是任何事物都是一分为二的，汽车空调也会有影响人体健康的一面。

汽车空调是汽车内细菌和霉菌等聚积最多的地方，这些菌类会随着空调的出风直接吹进车内，污染车内空气，同时污染人体的呼吸道。车内有异味常常是它们在作怪。

在汽车维修厂，汽车空调技师暴露在各种细菌、霉菌、有害气体、烟尘、噪声以及各种离子辐射的环境中。人们必须认识到维修车间和汽车空调维修存在的各种潜在危险。

0.5 安全意识与规则

要珍重自己的生命并防止重大事故。在汽车空调维修中，做任何工作时都要想到安全。下面提到的一些忠告，同样也是安全意识与行动规则。

(1) 经常注意各方面的安全，特别注意保持室内清洁，防止滑倒、绊倒以及其他类似的

危险。

(2) 不得在汽车修理室内嬉戏，如奔跑、扭打、抛掷工具或其他物品。

(3) 对专用设备要知道如何保养、维修。对不懂得如何正确使用的设备不要使用。

(4) 懂得可移动灭火器的使用方法，知道灭火器的放置位置。

(5) 用压缩空气设备戏闹或用压缩空气吹衣服或工作台是极其危险的，飞扬的金属屑或玻璃屑可能会吹进眼睛或皮肤。另外，压缩空气吹入皮肤或五官内能造成严重的伤害甚至死亡事故。

(6) 维修没有冷却下来的车，可能会导致人员烫伤，在大多数情况下都是因碰到歧管、排气管或散热器内液体而造成的。

(7) 汽油机和柴油机只能在工作间（有专门设施能将有害气体合理排除的地方）或其他有良好通风条件的地方试车。

(8) 汽车蓄电池附近的火花有可能引起危险，导致爆炸。蓄电池顶部积有大量氢气时，具有很强的爆炸性，不要用电线接触电池接线柱产生“火花”的方法检验是否有电。

(9) 在运动部件周围要特别小心，如飞轮、风扇叶、传动带、齿轮等。在任何运动机件的维修、装拆时应卷起袖子；机器转动时不得加注润滑油，并且不可擦洗其运动部件，手应该离开运动部件的位置。

注意：风扇在没有预警下就会转动。

(10) 接触制动液时必须注意不能让其溅入眼睛内，推荐使用适当的灌注器加注制动液。制动液切勿接触油漆表面，这一点很重要，因为制动液里含有能使油漆软化、起泡和脱落的成分。

(11) 钳子虽然经常用来拧螺栓、螺母，但不建议把它列入拧螺栓、螺母的工具。

(12) 使用扳手时，要始终向后拉而不要向前推。由于工具滑脱或破裂引起的向后摔倒，远比向前的突然冲出容易预防和安全得多。

(13) 应当永远遵守下列安全注意事项：

① 钢瓶与制冷系统内不得超量注入制冷剂。

② 不得让有压力的容器超温。

③ 制冷剂钢瓶、集液器、回收器等其他可能存在液态制冷剂的容器不得与火接触。

④ 不得用蒸煮的方法清洗可能含有液态制冷剂的容器。

⑤ 制冷系统内制冷剂品种和容量没有确定前不得改换或充注制冷剂。

⑥ 在拧松螺栓和螺钉前，待修理部分的压力必须预先释放。否则内部压力将螺栓或螺钉冲掉后，全部制冷剂将会冲到修理者的脸上，这会引发各种事故，包括导致失明或其他严重工伤事故。

⑦ 工作中应保持精神集中。

⑧ 保持警惕。

小 结

(1) 汽车空调就是指汽车车厢内空气调节的简称。

(2) 现代汽车空调的发展，向高效、节能、智能、环保型方向发展。

(3) 汽车空调维修存在许多危害健康的因素。

(4) 应当永远遵守安全注意事项。

习 题 0

问答题

1. 技师甲说，规章是为了保护用户；技师乙说，规章是为了保护技师。谁的说法正确？
2. 技师甲说，安全眼镜应防护气体；技师乙说，安全眼镜应防护液体。谁的说法正确？
3. 技师甲说，用户禁止进入工作区，是因为他们碍事；技师乙说，若允许用户进入工作区，会产生伤害。谁的说法正确？
4. 技师甲说，采用适当隔离和通风可减少石棉的危险；技师乙说，在搬运前浸湿物质可减少危险。谁的说法正确？
5. 在维修车间安全培训讨论时，技师甲说，如果技师工作不仔细，培训就不会有效果；技师乙说，如果不遵守规章，培训就不会有效果。谁的说法正确？
6. 如果你必须进入一间你怀疑有有害气体的房间，你要做的是做什么？
7. 给出不能允许在车间内嬉闹的三条规则并解释为什么。

第 1 章 汽车空调系统的组成与分类

在学完本章后应能:

- (1) 详述汽车自动空调的结构组成及各部分的功能;
- (2) 说明汽车空调的分类;
- (3) 识别制冷系统中的主要部件;
- (4) 区别 R12 制冷系统与 R134a 制冷系统的差异;
- (5) 区别恒温膨胀阀 (TXV) 系统和膨胀节流管 (FOT) 系统的差异;
- (6) 区别定排量系统和变排量系统的差异。

1.1 汽车空调系统的结构组成

汽车空调系统的组成结构按其功能可分为制冷系统、加热系统、分配通风系统、空气净化系统和调节控制系统五大部分。近些年,随着电子技术、电控技术的发展,汽车空调经过了手动空调、半自动空调,发展到目前的自动空调。

1.1.1 制冷系统

目前汽车上所采用的制冷方式几乎都是蒸气压缩式。利用制冷剂蒸发时吸收热量,来实现降低车内温度的目的。

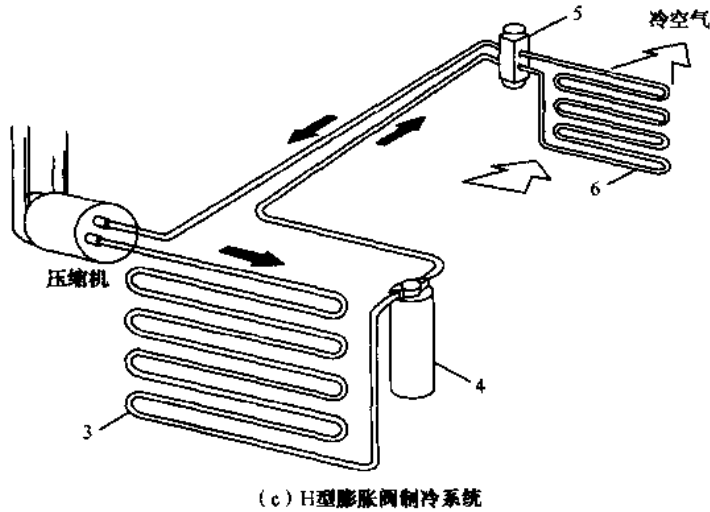
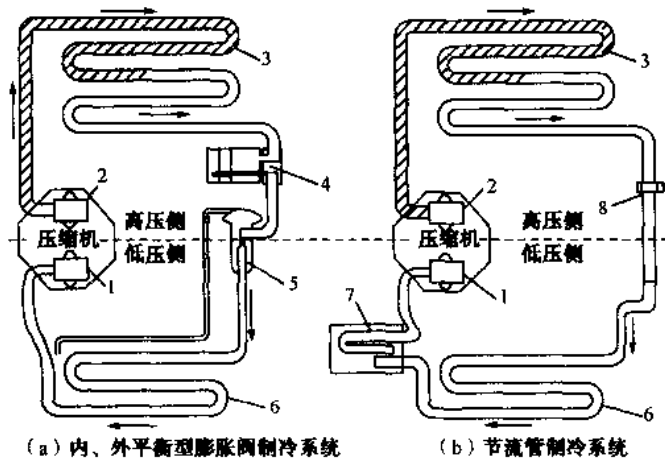
制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器(或集液干燥器)、膨胀阀(或孔管)、蒸发器、鼓风机、进风罩及制冷管道等组成,如图 1.1 所示。

制冷系统的冷凝器大多安装在汽车前部,这样有利于散热,使冷凝器中的制冷剂尽快冷凝。对于整体式空调,制冷系统的蒸发器与加热系统的加热器(暖风芯子)一同装在空气分配箱即空调总成内。作为冷源的蒸发器(制冷剂吸收蒸发器的热量)不但能使其周围的空气降温,而且其温度低于空气的露点温度,能使空气中所含的水分凝聚析出,因此,制冷还具有除湿和净化空气的作用。制冷系统的工作原理将在第 3 章中讲解。

1.1.2 加热系统

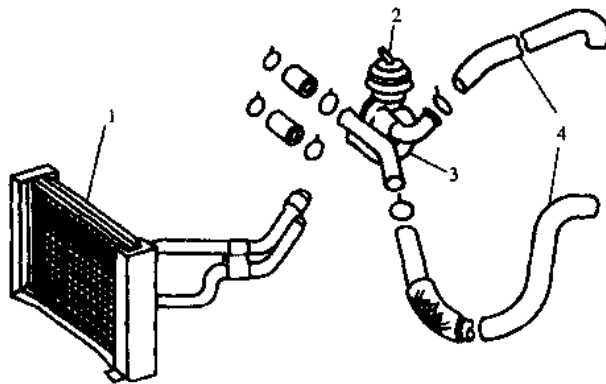
加热系统也称为采暖系统。汽车空调的采暖装置按热量来源可分为余热式和独立式两类。余热式采暖是利用汽车发动机工作时产生的剩余热量采暖,它又分为水暖式和气暖式两种。

水暖式采暖装置利用水冷式发动机的冷却循环水(80~100℃的热水)热量采暖,其加热器是个小型的散热水箱,结构与制冷装置中的蒸发器(在空气分配箱中)相似,多采用铝制管带或管片制成,通过热水控制阀接入汽车冷却循环系统中,如图 1.2 所示。它是中、小型汽车采暖装置的主要形式,其成本低、不额外耗能、结构简单、使用安全方便,但供暖量较小(小于 29308kJ/h),且受发动机工况影响,停车后不能采暖。



1-低压维修接头；2-高压维修接头；3-冷凝器；4-储液干燥器；5-膨胀阀；6-蒸发器；7-集液干燥器；8-节流管

图 1.1 汽车空调的制冷系统



1-加热器；2-热水阀真空泵；3-热水阀；4-水软管

图 1.2 空调加热器与热水阀

热水阀的控制有两种方式——电动控制和气动控制。当阀门处于开启状态时，在发动机运转过程中将有冷却水进入加热器，使加热器周围的空气温度升高，由电动机驱动的鼓风机将车内或车外冷空气强制吹过加热器表面，将高温空气通过通风管路送入车厢内，实现车厢

内采暖和风窗玻璃除霜（驱霜）。在加热芯子中被夺走热量的冷却水离开加热器被发动机水泵抽回发动机，完成一次循环。电控单元通过控制热水阀开度、鼓风机电动机转速和风门挡板对送风温度和送风量进行调节，达到控制采暖的目的。

气暖式采暖装置利用发动机废气的热量采暖，其热量较大，但使用不安全。近年来国外把热管技术用到汽车上，出现了热管换热器，克服了原来的废气采暖器使用不够安全的缺点。

目前乘用车的加热一般均采用冷却水加热，即将发动机的冷却水引入乘室内空气分配箱中的加热器，通过鼓风机将被加热器加热的空气吹入车内。同时，加热系统还可以对风窗玻璃进行除霜、除雾。

独立式采暖装置利用燃料（如柴油、煤油、汽油、丙烷气等）在燃烧器中燃烧所产生的热量，通过介质吸收，然后释放到需要加热的空间。加热器实质上由燃烧器和热交换器两部分组成。它可分为水加热器、空气加热器、气水综合加热器等几种。它成本高，结构复杂，维护费用增加，多用于大、中型汽车如大客车上。

近年来在高档乘用车上装配了驻车加热器。它利用电脑控制，可按需要时间自动开始工作或遥控工作，可对发动机进行预热，解决了冷启动和暖库驻车问题，可对驾驶室（车厢）进行预热，提高了出车速度，还解决了发动机润滑油的预热和保温、蓄电池的保温等问题。

驻车加热器实质上就是一个燃油加热锅炉，锅炉水路接在冷却水回路中，用以给循环的冷却水加热，燃烧后的废气从排气口排出。在驻车情况下发动机不起动，当冷却水温度下降到一定值时，控制系统控制燃油泵和驻车加热器的点火装置，使燃料在驻车加热器的燃烧室内燃烧，产生的热量用来给冷却水加热，如图 1.3 所示。

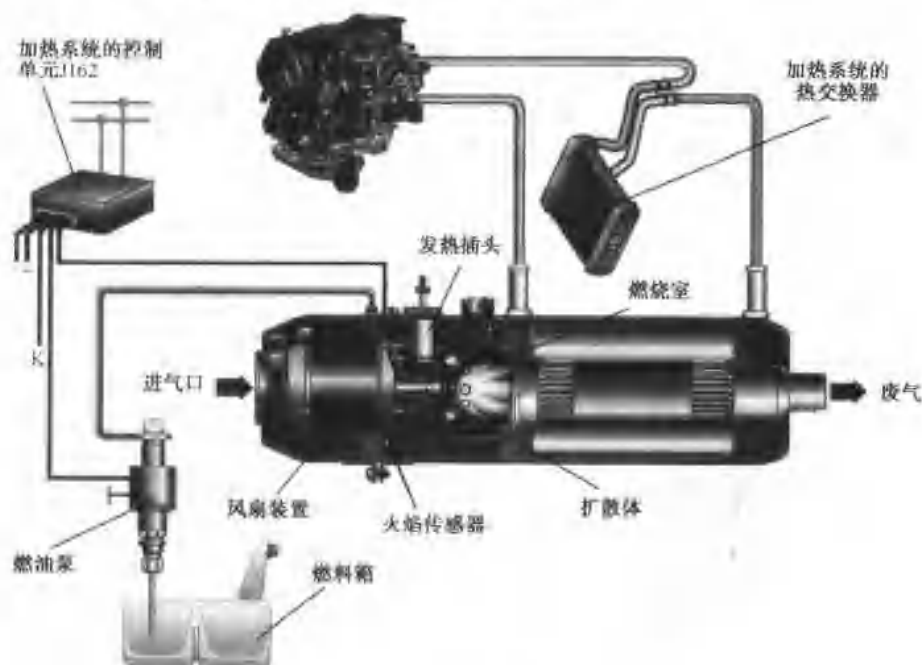
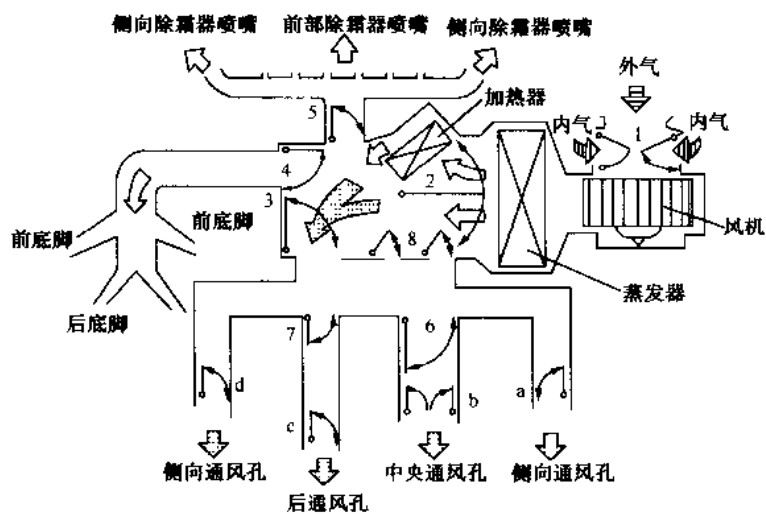


图 1.3 驻车加热器

1.1.3 分配通风系统

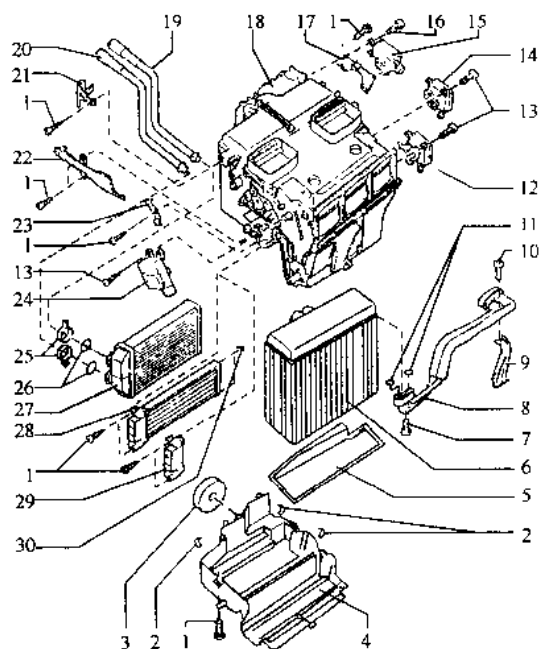
空气分配主要是利用空气分配箱，其原理如图 1.4 所示。空气分配箱的结构大同小异，

如图 1.5 所示为奥迪 A6 空气分配箱的分解图。与空气分配箱连接的是空气输送（送风）机构，它主要由送风道（或通风软管）和通风口等部件组成。汽车空调器要满足向乘员头部、足部、左右方向送出冷风、热风或新风，以及向车窗送风除霜、除雾，所以有一套比较复杂的风门控制系统。空气输送机构的构造与分布因车而异。如图 1.6 和图 1.7 所示为奥迪 A6 乘用车的送风机构。



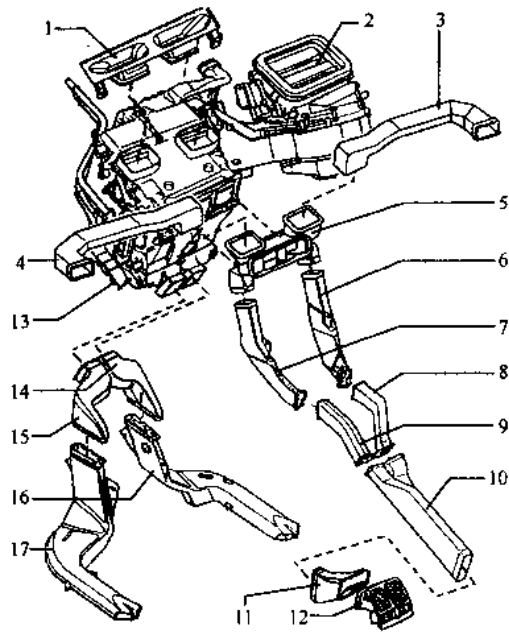
a、b、c、d 为手动控制挡板；1~8 为自动控制挡板

图 1.4 空气分配箱（空调总成）的工作原理



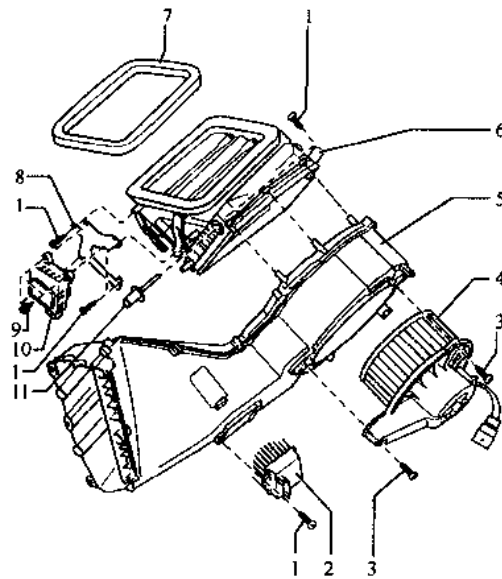
1-螺栓；2-夹子；3-冷凝水出水口泡沫密封件；4-空气分配箱（下部）；5-集液盘；6-蒸发器；7-螺栓；8-制冷管路；9-支架；10-螺栓；11-O 形环；12-中央翻板伺服电机 V70；13-螺栓；14-右侧温度翻板伺服电机 V159；15-除霜翻板伺服电机 V107；16-螺栓；17-伺服电机 V107 支架；18-空气分配箱；19-冷却液管（进水管）；20-冷却液管（回水管）；21-冷却液管支架；22-护板；23-冷却液管支架；24-左侧温度翻板伺服电机 V158；25-卡箍；26-O 形环；27-热交换器；28-辅助加热器 Z35；29-盖；30-橡胶衬套

图 1.5 奥迪 A6 空气分配箱的分解图



1-除霜通道插入件；2-空气通道（带进气管）；3-通往右侧仪表板出风口的气道；4-通往左侧仪表板出风口的气道；5-中央气道；6-气道（右侧连接件）；7-气道（左侧连接件）；8-气道（右侧连接件）；9-气道（左侧连接件）；10-后座舱中央气道；11-后座舱中央出风口插入件；12-后座舱中央出风口；13-脚坑出风口；14-气道（右侧连接件）；15-气道（左侧连接件）；16-副驾驶一侧后座舱脚坑出风口；17-驾驶员一侧后座脚坑出风口

图 1.6 奥迪 A6 乘用车的送风机构



1-螺栓；2-鼓风机控制单元 J126；3-螺栓；4-新鲜空气鼓风机 V2；5-空气通道；6-进气通道；7-泡沫塑料件；8-伺服电机 V71 支架；9-螺栓；10-通风翻板伺服电机 V71；11-新鲜空气进气道温度传感器 G89

图 1.7 带进气管的空气通道分解图

通风一般分为自然通风和强制通风。自然通风是利用汽车行驶时，根据车外所产生的风压，在适当的地方，开设进风口和出风口来实现通风换气。强制通风是采用鼓风机强制空气进入和流动的方式，这种方式在汽车行驶时，常与自然通风一起工作。如图 1.8 所示为通风装置。

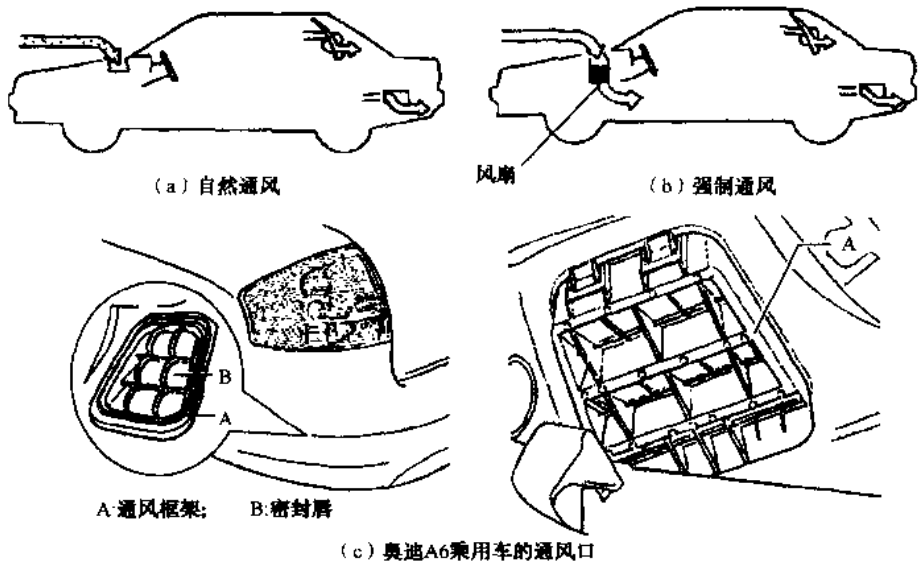


图 1.8 通风装置

通风将外部新鲜空气吸进车室内，起通风、换气和调湿作用。同时，通风造成室内空气流动，对防止车窗玻璃起雾也起着良好作用。如果通风口阻塞，车窗玻璃上可能出现雾气。汽车内的通风情况如图 1.9、图 1.10 和图 1.11 所示。

1.1.4 空气净化系统

空气净化系统一般由鼓风机、空气过滤器、杀菌器、负氧离子发生器和进、出风口等组成。空气净化系统的净化装置作用是使车厢内空气保持清新洁净。

空气净化方式有过滤式和静电集尘式两种。过滤式空气净化方式是在空调系统的进风口和回风口设置滤清器，它具有结构简单、工作可靠的优点，但功能不全面，其基本结构原理如图 1.12 所示。如图 1.13 所示为奥迪 A6 乘用车的灰尘和花粉滤清器。集尘式空气净化方式是在过滤器装置的基础上再增设一套静电除尘装置。静电除尘装置通过辉光放电使空气中的尘埃粒子带电，将带电粒子吸附在静电集尘板上，并由灭菌灯发出紫外线，对吸附在集尘板上的尘埃进行照射，将其中的细菌杀死，除尘后的空气被强制通过活性炭过滤器，将其中的烟尘和臭味滤除，用以对引入的空气进行过滤，不断排出车内的污浊气体，保持车内空气清洁。集尘式空气净化装置如图 1.14 所示。

在一些高级轿车上，除了使用以上的除尘方法外，还装用了负氧离子发生器，以增加空气中负离子含量，改善车内空气质量，提高舒适性，使车内空气更加清新洁净，利于人体健康。

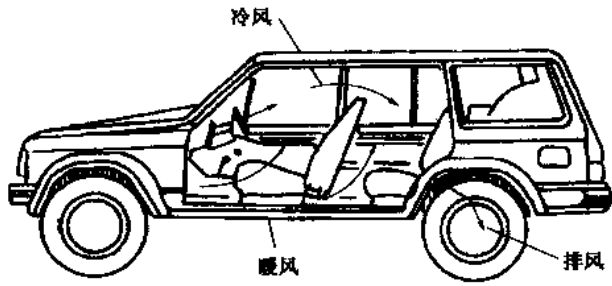
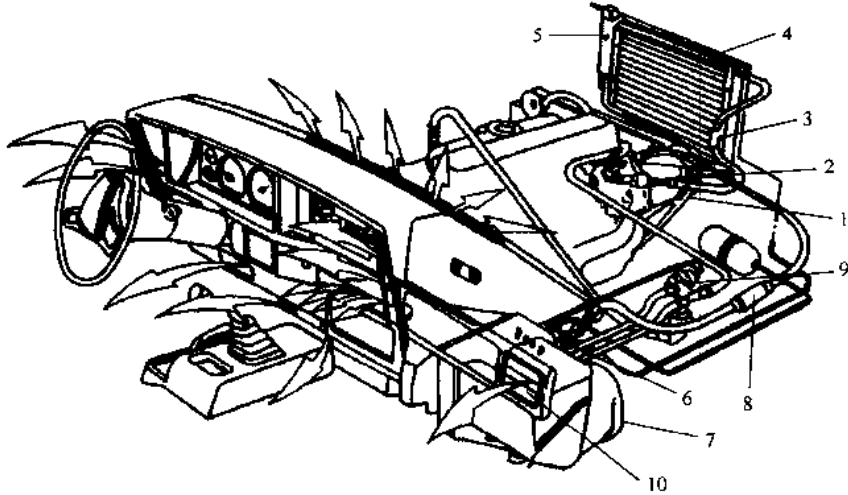


图 1.9 北京-切诺基越野车内空气流动情况



1-压缩机; 2-维修阀; 3-消声器; 4-冷凝器; 5-储液干燥器; 6-膨胀阀; 7-空调箱总成; 8-积累器; 9-热水阀; 10-风口

图 1.10 北京-切诺基越野车通风情况与制冷装置的布置

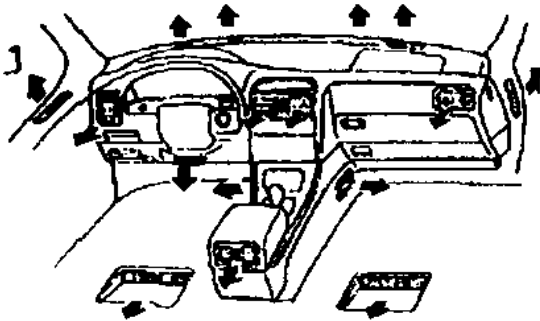


图 1.11 送风系统的风门布置图

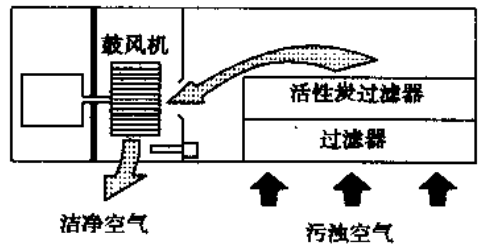


图 1.12 空气过滤装置

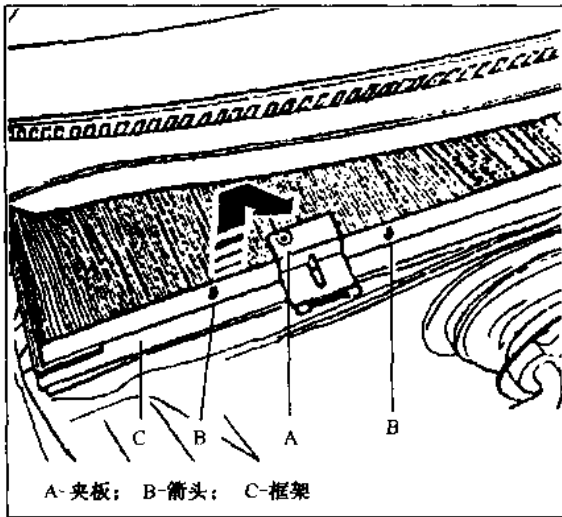


图 1.13 奥迪 A6 乘用车的灰尘和花粉滤清器

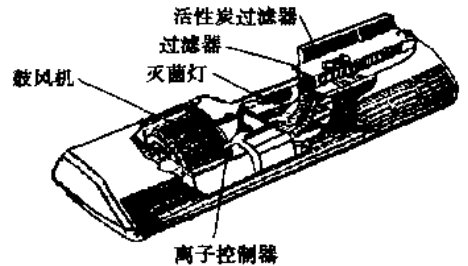


图 1.14 空气净化装置

1.1.5 调节控制系统

自动空调装置中的所有执行部件都由控制系统来控制。但是控制系统就如自动空调装置一样在硬件上不是一个孤立的系统，它通过 ECU 的数据总线与汽车上其他系统如发动机、车身和底盘等 ECU 连接。

自动空调的调节控制系统按其结构与功能可分为 4 部分。一是传感器部分，专门负责信息的采集和反馈。二是“控制中枢”即空调控制器 ECU（也称空调电脑），负责信息处理和发出动作指令。三是执行装置，它包括空调系统的各种阀、泵、开关、继电器、离合器、电动机（如冷凝器电动机、蒸发器电动机、混合气流电动机、气流方式电动机等）和显示器，用来按 ECU 的指令发挥各自的动作功能。四是自检诊断部分，该部分具有存储记忆功能，空调 ECU 通过电信号随时对系统电路的状态进行检测，并把出现的情况以数字或字母或图形的形式储存起来，当维修人员需要时，以一定操作指令将其提取显示在屏幕上。另外，当系统电路中出现故障时，ECU 根据故障情况发出指令使空调系统进入相应的故障安全状态以至发出报警指示，防止故障进一步扩大。

ECU 与其他控制器件的连接传输以及控制原理如图 1.15 和图 1.16 所示。

调节控制系统的控制过程如下：传感器作为信息采集部件，将制冷情况、车内外温度和其他有关信息输入到电脑（ECU）中。电脑（ECU）将获得的信息进行分析、处理，经“模/数”转换后以数字形式向执行装置发出控制信号，对车内空气的温度、湿度及流通状况按照预定要求进行调节，调节的结果被反馈到电脑（ECU）进行比较、分析、处理，然后再传递给执行装置，如此进行反复调节，直到达到预设定的要求为止。

汽车自动空调的结构和调节控制的原理如图 1.17 所示。

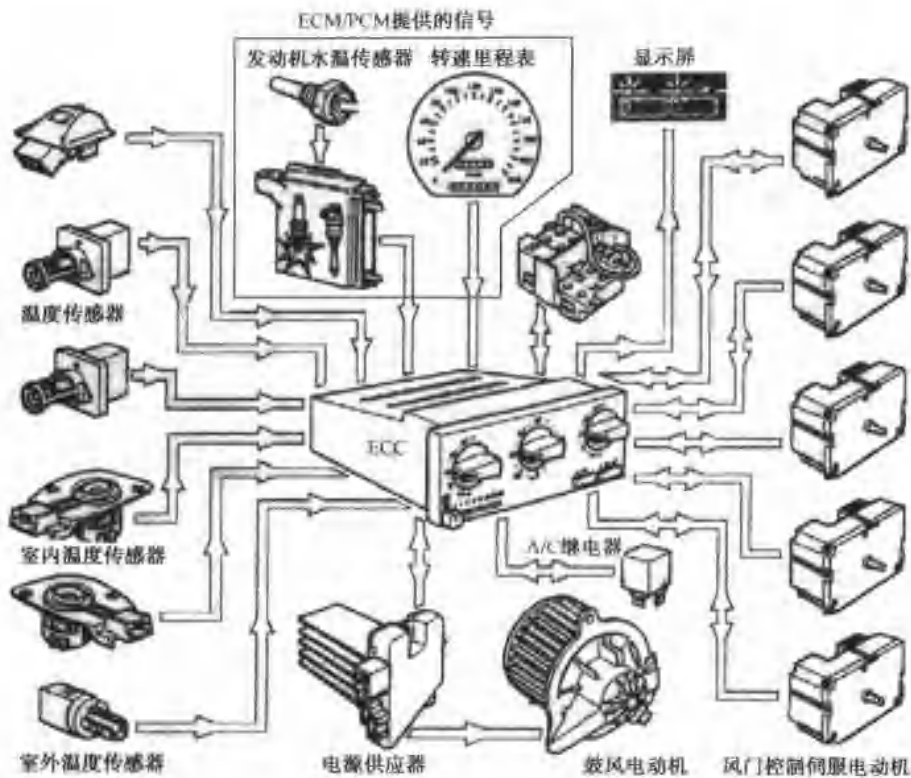


图 1.15 (富豪 VOLVO) 自动空调控制器 ECU 的控制原理示意图

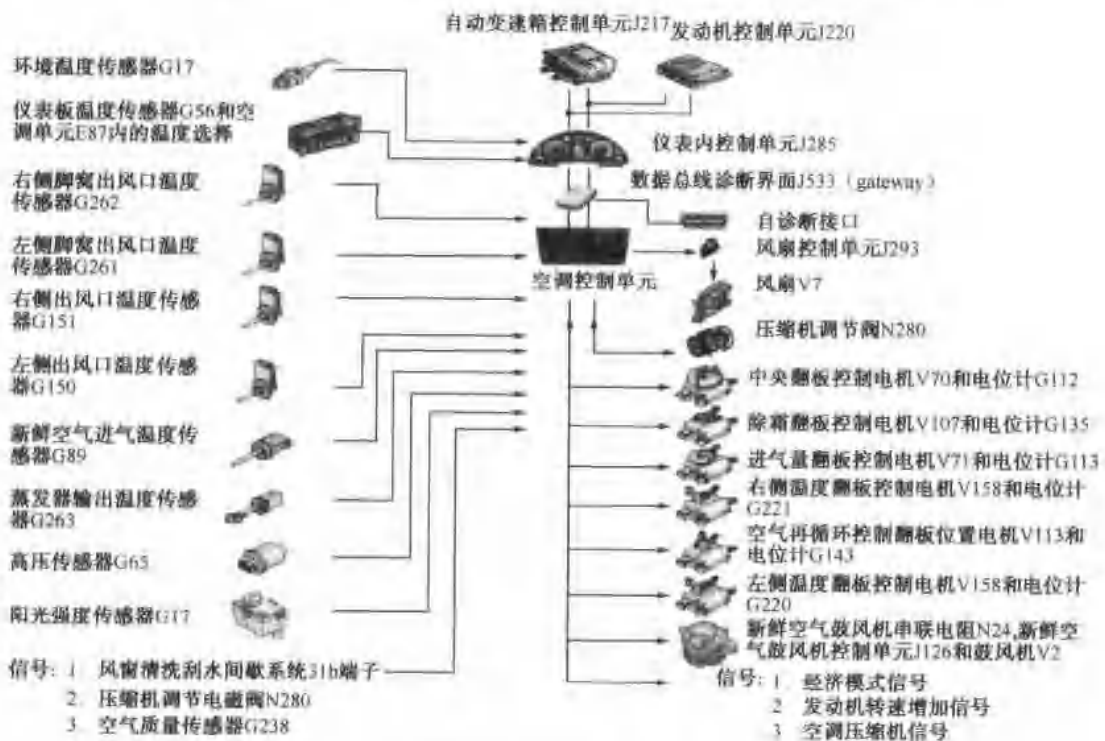


图 1.16 奥迪汽车自动空调控制器 ECU 的控制原理示意图

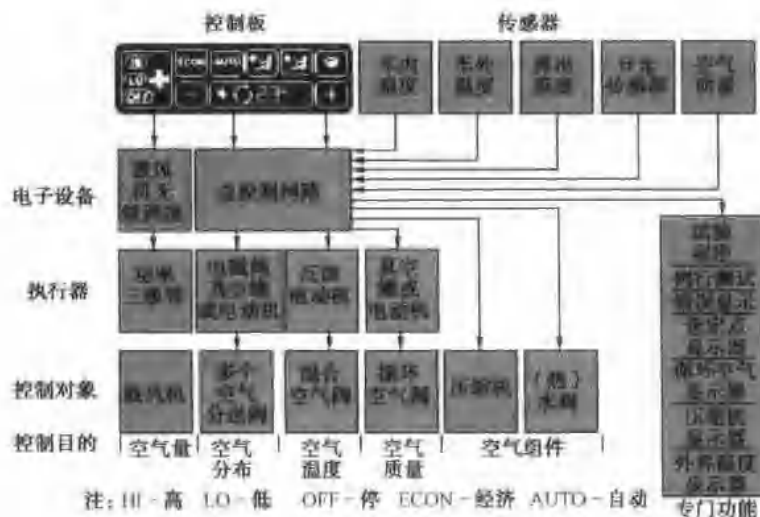


图 1.17 汽车自动空调的结构和调节控制原理图

1.2 汽车空调系统的分类

汽车使用工况多变，从严寒的露天停车状态到炎热天气停车状态进行起动，以及行驶中气象、道路状况的急剧变化，都使其使用条件相当严酷。因此，汽车对空调性能的要求不同于家用空调，概括来说有以下几点：

- (1) 在炎热天气中，应能尽快从停车状态达到车内舒适的温度（急速降温）；
- (2) 在寒冷的天气里，发动机起动后，应能尽快使车厢内暖和（急速升温）；
- (3) 在平时行驶中，不受气象状态和行驶状态的制约，能保持稳定的舒适温度；
- (4) 车内空气流动应自然流畅；
- (5) 对发动机的燃油消耗与动力性的影响应尽可能地小。

所以，自 20 世纪 20 年代汽车空调诞生以来，汽车空调经历了漫长的发展过程。随着科学技术的进步和汽车的不断普及与发展，汽车空调由单一功能发展到多功能，由手动发展到自动，现在已是现代汽车上必不可少的除发动机系统以外最大最复杂的系统。

给复杂的汽车空调系统分类，可有许多种分法。按驱动方式可分为独立式空调和非独立式空调；按功能可分为单功能空调和多功能空调；按最常用制冷工质可分为 R12 系统空调和 R134 a 系统空调；按压缩机（制冷工质的循环量）可分为定排量空调和变排量空调；按制冷系统的结构可分为膨胀阀制冷系统空调和节流管制冷系统空调；按结构布置可分为前置式空调和后置式空调；按配气方式可分为整体式空调和分体式空调；按采暖方式可分为水暖式空调和气暖式空调；按操作控制方式可分为手动空调和自动空调。

1.2.1 独立式空调和非独立式空调

独立式空调最明显的特点是空调驱动动力源与汽车的主发动机分开，用另外一台发动机（副发动机）带动，构成独立的空调系统。这种空调的工作运转平稳，不受汽车主发动机载荷的影响，空气调节量大，但成本高、体积大。它多数是用在大型客车上，空调压缩机一般是采用较大功率的定排量压缩机，采用分体式配气方式。

乘用车由于其自身空间限制，常常采用非独立式空调，即空调压缩机由汽车发动机带动。因此，汽车空调系统的制冷性能受汽车发动机工况的影响较大，工作稳定性较差，尤其是低速时制冷量不足，为此发动机均提高了空调制冷时的怠速。为了避免影响汽车发动机怠速稳定性和汽车加速性能，其压缩机均采用电磁离合器，这样遇到紧急情况时会自动分离。其空调装置配置的冷凝器大部分都装在发动机之前，且为冷凝器增设了电风扇，使冷凝器的冷却不受汽车行驶速度的影响。

1.2.2 单功能空调和多功能空调

单功能空调有单一供热和单一制冷之分。单一制冷空调装置始于 1927 年，目前仍然在部分热带、亚热带地区使用。单一供热空调装置始于 1926 年。目前在寒冷的北欧、亚洲北部地区，汽车空调仍在使用单一供热系统。

除了单功能空调外就都为多功能空调了。多功能空调所具有的功能多少不等，但最基本的是既可供热又可制冷，就是所说的冷热型汽车空调。在汽车空调的发展史上，到 1954 年，汽车空调才具备了调温、除湿、通风、过滤、除霜等对空气的调节功能。目前汽车上使用量最多的是多功能空调，而且汽车空调的功能越来越多，自动化程度越来越高，最高级的汽车空调已能按人的意愿对车内空气施行全方位全自动的调控。

1.2.3 R12 系统空调和 R134a 系统空调

汽车空调制冷剂（即制冷工质，也称冷媒）目前主要使用的有两种：R12 和 R134a。R12 系统空调采用的制冷剂为 R12。R12 的分子式为 CF_2Cl_2 ，化学名称为二氟二氯甲烷。R12 由于含有氯分子，会破坏大气层中的臭氧而导致温室效应，所以被停止生产和使用。R134a 的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ （或 CH_2FCF_3 ），化学名称为四氟乙烷。R134a 是 20 世纪 90 年代开始使用的制冷剂，由于不含氯分子，被联合国有关组织推荐使用，现在国内外新车的空调系统都使用了 R134a 制冷剂，即 R134a 系统空调。

R134a 系统与 R12 系统相比，除了制冷工质不同外，最大的不同之处是系统所使用的冷冻油不同。冷冻油是一种与制冷剂相溶，能够对压缩机起润滑作用且化学性质稳定的低温液体润滑剂。R12 的冷冻油是一种可溶于 R12 之中的矿物油，而 R134a 是一种分子极性较强的致冷剂，它与矿物油是非共溶性的，就好像油和水分离，无法对空调系统起润滑作用。目前能与 R134a 相溶的润滑油只有聚羟基乙二醇（PAG）和聚脂油（ESTER）两类（它们由 C、H 聚合物链组成）。

由于这两种系统所用润滑剂的特殊性，决定了 R134a 系统对橡胶材质的要求及本身的性质均与 R12 系统不同（即 R12 系统的密封圈在 R134a 系统中不可用）。另外，R134a 系统一般不用自熔塞，系统管路压力也高于 R12 系统，因此系统所用的控制器件如压力开关、传感器等的特征值也不一样。

R134a 对水的溶解度比 R12 大，更可能在膨胀阀节流孔处析出水而发生冰堵，因而 R134a 系统需采用吸水性更强的干燥剂。

所以，R134a 只能在专门与其配套的系统中使用。凡是不采用 R12 为汽车制冷工质的汽车，厂方都会在汽车前风挡玻璃角、发动机罩内表面前部等处用绿色或金黄色字注明本车空调系统采用哪一种制冷剂（一般都是注有 R134a）。在储液干燥器上也有标记，注明了制冷剂及干燥剂类型，同时标有制冷剂的进出方向。在连接软管上也会有绿色或金黄色的色圈，并

会在软管表面印有适用 R134a 的字样。在压缩机铭牌上会注明所采用的制冷剂及冷冻油。其警告标识通常为“R134a USE ONLY”，在空调压缩机外壳上通常也贴有像“R134a 仅使用 ND8#油”一类的标识。

1.2.4 定排量空调和变排量空调

定排量空调系统也称循环离合器系统。该系统当蒸发器温度下降到一定水平时需截断离合器电路，使压缩机停转即停止制冷。当蒸发器温度上升到一定值时再接通离合器，让压缩机运转，开始制冷。如此往复循环。也就是说，定排量空调系统是通过离合器的循环工作来调节温度。

定排量空调系统中因为压缩机排量是固定的，所以在制冷系统中加了许多保护装置，尤其是减压安全阀和易熔塞。

定排量空调系统有两种温度控制方法，即使用恒温控制器或者压力^①控制器进行控制。恒温控制器是用温控开关使压缩机离合器在预定的温度水平开、关。压力控制器是用对系统压力敏感的压力开关在预定的压力水平使压缩机离合器开、关。

变排量空调系统如图 1.18 所示，也称非循环离合器系统。该系统采用的是可变排量压缩机，它依靠可变排量 (VD) 压缩机的自身调节来控制温度。当系统的环境温度 (蒸发器温度) 高时，压缩机增加活塞冲程来增加制冷剂量，以达到增加吸热和降温的作用。反之，当蒸发器温度低时，压缩机则减小活塞冲程从而减少通过蒸发器的制冷剂量，由于制冷剂量少吸收的热量也少，使蒸发器的温度得到回升。离合器的唯一目的就是当不需要空调时脱离压缩机，当需要空调时联上压缩机。

变排量压缩机虽然按其控制排量的方式有机械式变排量压缩机和电子式变排量压缩机之分，但是变排量空调压缩机对制冷系统没有特殊要求，即用什么制冷剂和节流装置都可以。

变排量空调压缩机由于能够在每次工作循环过程中根据吸入制冷剂和压缩后从排气阀排出制冷剂的压力变化 (由汽车转速、运行状况、日照条件和环境温度等决定) 而自行优化调节压缩气体的容积——即排出制冷剂的排量，所以，它可实现取消压缩机间歇式的工作方式，避免对发动机的冲击，并保持温度与压力的稳定性，提高压缩机使用寿命。因此，它能达到节能、降噪、防止蒸发器与低压管结霜以及实现车厢环境最优化控制的目的。

在新生产的乘用车汽车空调系统中都使用了变排量压缩机。

1.2.5 膨胀阀制冷系统空调和节流管制冷系统空调

汽车内部温度是舒适性的重要指标。车内温度取决于车外温度、空气流量以及太阳辐射的大小，当车外温度超过 20℃ 以上时，车内的舒适温度只能靠制冷系统降温达到。

① 压力：在制冷行业和汽车空调修理行业常讲的压力多数是指压强，即作用于单位面积上的力。工程上采用 kgf/cm^2 作为单位，称为千克力，亦称为工程大气压。英、美等国则采用 lb/in^2 作为工程上的压力单位。在国际单位制 (SI 制) 中，压力的单位是 N/m^2 ，也称为帕斯卡，符号是 Pa。常用的单位还有千帕 (kPa)、每平方英寸多少帕 (psi)、大气压等。

单位的换算关系为：

$$\begin{array}{lllll} 1 \text{ kgf/cm}^2 = 14.22 \text{ lb/in}^2 & 1 \text{ lb/in}^2 = 0.07 \text{ kgf/cm}^2 & 1 \text{ Pa} = 1.02 \times 10^{-5} \text{ kgf/cm}^2 & 1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa} & 1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa} \\ 1 \text{ psi} = 6.89 \text{ kPa} & 1 \text{ kgf/cm}^2 = 98.07 \text{ kPa} & 1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa} & 1 \text{ bar} = 14.5 \text{ kPa} & 1 \text{ atmosphere} = 98.1 \text{ kPa} \end{array}$$

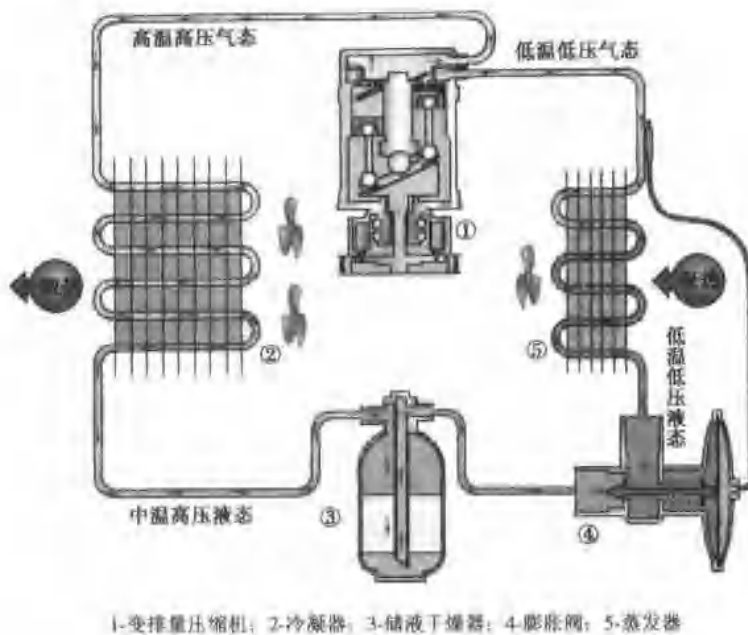


图 1.18 变排量膨胀阀制冷系统工作原理图

汽车空调的制冷系统根据采用节流装置和系统结构的不同可分为两大类，即膨胀阀 TXV (Thermostatic Expansion Valve) 制冷系统和节流管 (又称孔管) OT (Orifice Tube) 制冷系统，如图 1.19 所示。

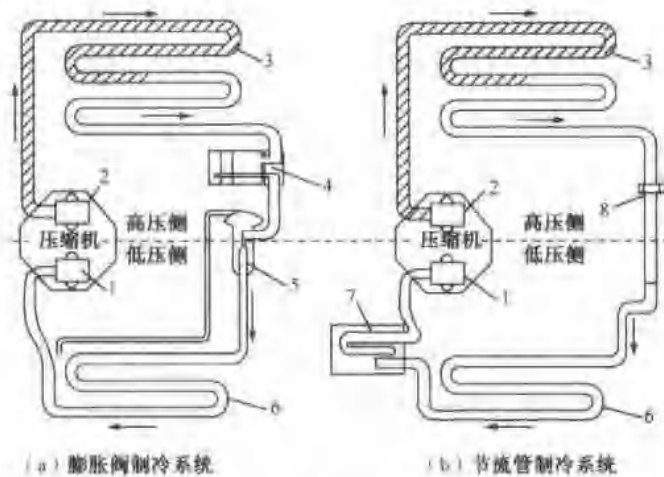


图 1.19 汽车空调的两类制冷系统

在这两类制冷系统中除了节流装置不同以外，另一个不同就是人们所说的“干燥瓶 (罐)”。在膨胀阀制冷系统中，“干燥瓶 (罐)”安装在高压一侧的冷凝器之后、膨胀阀之前，通常称为储液干燥器，用以保证无气体的制冷剂供给节流装置，其连接如图 1.19 (a) 所示。在节流管制冷系统中，“干燥瓶 (罐)”安装在低压一侧的蒸发器之后、压缩机进口之前，一般叫做集液干燥器 (也称积累器)，它确保无液态制冷剂返回压缩机，其连接如图 1.19 (b) 和图 1.20 所示。因为储液干燥器与集液干燥器在结构上有较大差别，所以尽管它们在系统中

都起干燥作用，但是需要的工作环境却是不一样的，绝不可以装错。

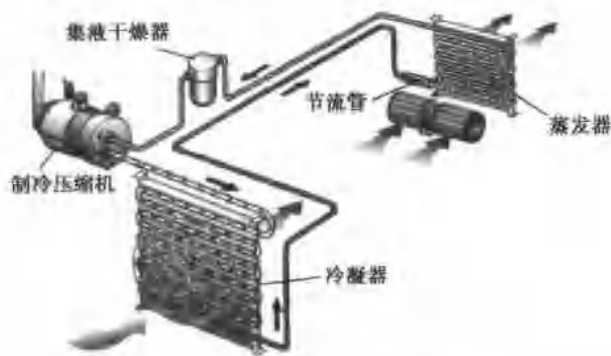


图 1.20 节流管制冷系统的连接

膨胀阀也称热力平衡膨胀阀。它根据热力压差的大小来决定阀门开启的程度，有内平衡型、外平衡型和 H 型之分。膨胀阀不同，制冷系统的连接结构也会有所不同。在如图 1.19 (a) 所示制冷系统中接的是内平衡膨胀阀或外平衡膨胀阀。如果制冷系统用的是 H 型膨胀阀，也很好识别，最明显的特征是它接有 4 根管子，制冷系统的连接如图 1.21 所示。

汽车空调制冷系统的管道通常采用高压气液通用软管，不但使系统防震、减少噪声和泄漏，而且便于安装布置。

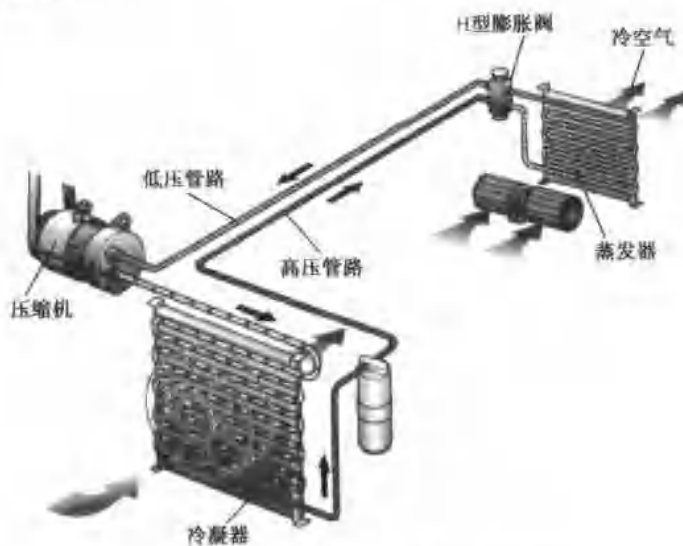


图 1.21 H 型膨胀阀在制冷系统中的连接

1.2.6 前置式空调和后置式空调

前置式空调和后置式空调是指空调的能量来源（主要是驱动动力）与重要部件如压缩机等是在汽车前部还是在汽车后部，在汽车前部的称为前置式空调，在汽车后部的则称为后置式空调。

1.2.7 整体式空调和分体式空调

整体式空调是把空气的加热、制冷等功能调节放在一个整体的空气分配箱中，并按需要将空气调节成所适宜的温度和湿度后以一定流速送出。它突出的特点是体积小、成本低、结构简单、空气便于调节，但可调节的空气量有限。

空气分配箱也称为空调总成，一般安装在乘用车的驾驶室，这样可降低加热器、蒸发器和鼓风机出口的阻力，以减少风量损失并降低噪声。在中、小型汽车上都采用整体式空调，由于车型设计不同，空气分配箱的结构一般也不相同，但是在空气分配箱中对空气的加热、降温 and 调节分配的工作原理相同。空气分配箱的工作原理如图 1.4 所示。

分体式空调是让热空气与冷空气分别走两个分配箱体（或管道），且加热不用发动机的冷却水，而是用独立燃烧的专用加热器。例如日本三国工业株式会社生产的 M115H 三国加热器，总发热量为 11500kcal/h。

分体式空调主要用于需要较大空气调节量的大、中型客车上。利用柴油或煤油等燃料在加热器的燃烧室内燃烧，所产生的热量经过单独的热交换器（实质是风冷散热器）使交换器周围的空气升温，再由鼓风机将车内或车外冷空气强制吹过热交换器表面，将高温空气通过分配箱的管路送入车厢内。出风口一般装在各排座椅的下方，冷空气分配箱及管路出口在乘员座椅的上方。

分体式空调的特点是供气充足，不受汽车运行状态的影响，但结构复杂，耗能多。

1.2.8 水暖式空调和气暖式空调

根据采暖装置可将汽车空调分为水暖式空调和气暖式空调。

水暖式采暖装置是利用水冷式发动机的冷却循环水（80~100℃的热水）热量采暖，其加热器是个小型的散热水箱。由于这种装置的成本低、不耗能、结构简单、使用安全方便，所以是中、小型汽车采暖装置的主要形式。

气暖式采暖装置有两种：一种是利用发动机废气的热量采暖；另一种是利用燃料在燃烧器中燃烧产生的热量采暖。由于气暖式采暖的热量，多用于大、中型汽车如大客车上。

1.2.9 手动空调和自动空调

手动汽车空调的鼓风机转速、出风温度及送风模式等功能是由人工操作和调节的。在车内空调控制面板上有一个温度调节旋钮，实际上是一个可变电阻装置，它与蒸发器内的温度传感器（热敏电阻）组成串联电路，当温度改变时，这组电路的阻值发生变化，从而控制压缩机的电磁离合器，当温度低时将离合器分离，制冷系统停止工作；当温度高时将离合器闭合，制冷系统继续工作。送风模式和风门也均由人工调节，空气分配箱上多数没有自动挡板，安装的传感器也少。这样的控制方式比较简单，但温控调节粗糙。

自动空调则是根据车内外的情况，自动、高速地调控各执行部件，使车内空气保持一定舒适度范围，自动调节车箱内的温度、湿度和通风工况，使乘客都处于一个舒适的空气环境中，并能够防止车窗玻璃结霜，使驾驶员保持清晰的视野，为安全驾驶提供基本保证。自动空调具有工作平滑柔顺、控制调节精细等特点。

通常，温度为 24~27℃，相对湿度为 45%~50%时，人感觉比较舒适。自动空调只需预先设定（如不改变条件，不用每次都设定）舒适度条件，如温度与湿度的范围，它就会如同

人工选择的那样记住这一条件。开机后,自动空调利用传感器随时检测车内温度、湿度及车外环境温度与阳光照射的变化,并把检测到的信号传送给空调的控制单元(ECU),控制单元则按记住的条件和预先编制的程序对信号进行处理,不断地按需要控制调节装置的各个执行部件,进行加热或制冷循环,开启或关闭各个气流风门,提高或降低鼓风机电动机的转速,还能根据车外日照强度自行调节空气循环流动的方向,从而调节车箱内空气的温度、湿度、清洁度及流动情况等,使车内的舒适度始终保持在设定的水平上。

自动空调显示全面,它通过安置在汽车仪表盘上的空调显示面板,可以随时显示当前的设置温度、车内温度、车外温度、送风速度、回风和送风口状态以及空调系统运行方式等信息,使驾驶员能够及时全面地了解空调系统的工作状态。

自动空调可以有效地进行经济运行控制。当车外温度与设定的车内温度较为接近时,电控单元可以缩短制冷压缩机的工作时间,甚至在不起动压缩机的情况下,就能使车内湿度保持设定状态,达到节能和经济运行的目的。

全自动空调还具备自检诊断功能,可以随时通过电信号对系统电路的状态进行检测,并把出现的情况以数字或字母或图形的形式储存起来,以利于维修人员对系统故障情况进行判断和对电控元件及线路故障的检修。当系统中出现故障时,全自动空调使系统进入相应的故障安全状态,防止故障进一步扩大。

目前大部分中、高级乘用车、高级大客车都配装了自动空调。

小 结

(1) 自动空调由制冷系统、加热系统、分配通风系统、空气净化系统和调节控制系统五大部分组成。

(2) 空气净化方式有过滤式和静电集尘式两种。

(3) 自动空调的调节控制系统由传感器、控制中枢 ECU、各种执行装置和自检诊断四部分组成。

(4) 车用自动空调系统中,功能模式与混合门的位置有多种,箱体/管道系统的设计也有多种形式。

(5) 储液干燥器安装在高压一侧的冷凝器之后、膨胀阀之前。

(6) 集液干燥器安装在低压一侧的蒸发器之后、压缩机进口之前。

(7) 定排量空调系统也称循环离合器系统。压缩机离合器使用恒温控制器或压力控制器进行控制,循环工作。

习 题 1

一、填空题

1. 自动空调系统应当在所有时间内提供车内_____和_____的选择。
2. 电磁离合器用于使_____转动或停止。
3. 节流装置的其他名称有_____膨胀阀和_____节流管。
4. 冷却的空气一般经_____出风口输送到乘客舱。

5. 加热空气一般经_____出风口输送到乘客舱。
6. 箱体系统为部件提供_____, 而空气管路系统为空气流动提供_____。

二、问答题

1. 技师甲说, 在制冷工况下, 空气也流经加热器芯; 技师乙认为, 在加热工况下空气也流过蒸发器。谁的说法正确?

2. 技师甲认为, 当窗户关闭时, 采用高达 20% 的新鲜空气保证车内正压; 技师乙认为, 在空气输送系统中这种正压对保证空气压力适度平衡是必需的。谁的说法正确?

3. 技师甲说, 绝大多数功能门既可全开亦可全关; 技师乙认为, 有些功能门可人为调节以便对个别乘员舒适感提供乘员所需的混合空气。谁的说法正确?

4. 技师甲认为, 用于 R12 维修的 O 形环在替换工质时不需更换; 技师乙认为, 用于 R134a 的 O 形环也可用于 R12 维修。谁的说法正确?

5. 技师甲说, 自始至终应该有一小部分经过空调的空气流过除霜出口, 以防挡风玻璃结雾; 技师乙说, 自始至终车内应维护正常状态, 以防排出的气体被吸入。谁的说法正确?

6. 箱体与管路系统两个用途是什么?

7. 车内保持略有正压的目的是什么?

8. 送气通风段主要部件有哪些?

9. 调节的空气如何保持所需的湿度?

10. 当选择除霜时, 试描述空气流经箱体与管路系统的路径。

第2章 制冷剂与冷冻机油

在学完本章后应能:

- (1) 了解制冷剂的种类及其在制冷系统中的作用;
- (2) 懂得正确选择与处理制冷剂;
- (3) 懂得正确选择与处理冷冻油。

2.1 制冷剂

制冷剂又称制冷工质,是制冷循环的工作介质。汽车空调是由制冷剂循环流动来实现制冷的。液态制冷剂在空调蒸发器中吸收冷却对象的热量而汽化,使被冷却对象降温;然后气态制冷剂又将热量在冷凝器中传递给周围介质而液化。如此不断循环,借助于制冷剂的状态变化,达到制冷的目的。如果没有制冷剂,制冷装置就无法实现制冷。

制冷剂在标准大气压下的汽化温度(即蒸发温度)较低,冷凝温度不宜过高。单位容积制冷量要大,汽化潜热大,质量体积小;无毒,不燃烧,不爆炸,无腐蚀,使用安全;价格便宜,容易取得。还要求对大气臭氧层无破坏作用,以减小地球的温室效应。

在压缩式制冷剂中广泛使用的制冷剂是氨、氟利昂和烃类。按照化学成分,制冷剂可分为五类:无机化合物制冷剂、氟利昂、饱和碳氢化合物制冷剂、不饱和碳氢化合物制冷剂和共沸混合物制冷剂。根据冷凝压力,制冷剂可分为三类:高温(低压)制冷剂、中温(中压)制冷剂和低温(高压)制冷剂。目前,我国汽车空调中的制冷剂主要使用的是氟利昂类,常用的主要有 R12 和 R134a 两种。随着人们对环境保护意识的增强,不含氟利昂的环保节能型碳氢类制冷剂正在推广和应用之中。

2.1.1 R12 制冷剂的特性

R12 的学名为二氟二氯甲烷(CCl_2F_2),也可记为 CFC-12。原有的汽车空调系统基本上都采用 R12 作为制冷剂。

R12 有如下主要特性:

(1) R12 在常温下为无色无味气体,在标准大气压下,蒸发温度为 -29.8°C ,凝固温度为 -158°C 。冷凝压力较低,一般为 $1\sim 1.5\text{MPa}$ 。高温、低压下能液化,在通常大气压下易蒸发,蒸发潜热大。

(2) R12 化学性能稳定,不易燃烧,不易爆炸。一般情况下不具有毒性,但与明火接触,温度高于 400°C 时可产生对人体有剧烈作用的毒气——光气。中毒严重时可致人死亡。故在修理、焊接空调制冷管路、热交换器、压缩机时应将 R12 排除干净后方可进行维修。

(3) R12 渗透能力强。它的泄漏速度与压力的平方成正比,与分子量及黏度的平方根成反比。空调系统中的 R12 产生泄漏时一般有润滑油随同漏出,而在泄漏部位产生油渍。可据此判断泄漏部位,也可以采用专用检漏设备来检测。

(4) R12 一般与水不相溶。空调制冷系统中若有水分存在,当温度低于 0°C 时,水会在

膨胀阀处形成冰塞，堵塞膨胀阀，使制冷无法进行。水可以和 R12 产生化学反应，产生盐酸、氢氟酸，对系统有腐蚀作用。水与管路中的酸、氧反应，在压缩机的机件表面生成三氧化二铁和二氧化铜，反过来使 R12 分解，降低制冷能力。同时，水还能使冷冻机油老化，降低润滑性能。因此，在加注制冷剂时必须对空调系统抽真空，将管路中的水分和空气全部排出。

(5) R12 对润滑油无亲和作用，可与任何冷冻机油任意比例混合。

(6) R12 制冷剂对密封件有特殊要求。它对天然橡胶和塑料有膨润作用，使之膨胀、变软、起泡而失去密封性能。故在制冷系统中采用耐腐蚀的丁腈橡胶和氯醇橡胶制作密封件。

(7) R12 对一般金属无腐蚀作用，但对镁及含镁量超过 2% 的铝镁合金有腐蚀作用。

(8) R12 有良好的电绝缘作用，它对制冷系统电气绕组的绝缘性能无影响。

(9) R12 中含有氯，对大气臭氧层有破坏作用。根据蒙特利尔议定书^①，被作为第一批禁用物质。我国在 2006 年全面禁止使用 R12。

2.1.2 R134a 制冷剂的性质

R134a 的学名为四氟乙烷 (CH_2FCF_3)，又称为 HFC-134a。因其分子结构中不含氯原子，对大气臭氧层的破坏小，且其热物理性能和传热性能均优于 R12，故现在一般都用 R134a 来取代 R12 作为空调制冷剂。R134a 具有无毒、无味、不燃烧、与空气混合不爆炸等优点。

1. 热物理性

R134a 的热物理性能包括分子量、沸点、临界参数、饱和蒸气压和汽化潜热等，均与 R12 相近，如表 2.1 所示。

表 2.1 R134a 与 R12 的热物理性对比表

项 目	R134a	R12
分子式	CH_2FCF_3	CCl_2F_2
分子量	102.031	120.92
大气压下的蒸发温度 ($^{\circ}\text{C}$)	-26.18	-29.80
0 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸气压 (kPa)	293.14	308.57
0 $^{\circ}\text{C}$ 汽化潜热 (kJ/kg)	197.89	154.87
0 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸气比容 (m^3/kg)	0.06816	0.05667
10 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸气压 (kPa)	414.88	423.01
10 $^{\circ}\text{C}$ 汽化潜热 (kJ/kg)	190.13	149.07
10 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸气比容 (m^3/kg)	0.04872	0.04204
50 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸气压 (kPa)	1317.19	1214.65
60 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸气压 (kPa)	1680.47	1518.17
与现有冷冻机油的溶合性	差	好
液态导热系数	大	小

① 蒙特利尔议定书

联合国环保组织 1987 年在加拿大蒙特利尔市召开会议，36 个国家和 10 个国际组织共同签署了《关于消耗大气臭氧层物质的蒙特利尔议定书》，我国于 1992 年正式宣布加入修订后的《蒙特利尔议定书》。协议规定：

1. 对于 CFCs：发达国家，从 1996 年 1 月 1 日起完全停止生产和消费；发展中国家，最后停用日期是 2010 年。

2. 对于 HCFCs：发达国家，从 1996 年起冻结生产量，2004 年开始削减，2020 年完全停用；发展中国家，从 2016 年开始冻结生产量，2040 年完全停用。

2. 传热性能

R134a 制冷剂的传热性能优于 R12。当冷凝温度为 40~60℃、质量流量为 45~200kg/s 时, R134a 蒸发和冷凝传热系数比 R12 系统要高出 25%以上。因此,在换热器表面积不变的情况下,可减少传热温差,降低传热损失;当制冷量或放热时间相等时,可减少换热器表面积。

3. 相溶性

(1) 与润滑油的相溶性。R134a 中不含有氯原子,不能像 R12 一样在压缩机运动部件之间生成润滑性好的氯化物薄层。而且 R134a 与矿物油几乎完全不相溶,不能使用矿物油,必须使用合成润滑油来取代,如 PAG 类和 ESTER 类等。

(2) 与干燥剂的相容性。R134a 的分子直径比 R12 要小,若使用 R12 系统中的硅胶型干燥剂,则 R134a 的分子容易被吸收而产生催化分解。且由于 R134a 与水的亲和力较大,吸水性强,脱水困难,故应采用新型的沸石干燥剂。

(3) 与塑料及橡胶的相容性。R134a 对除苯乙烯以外的塑料基本没有影响,但对现在常用的一些橡胶材料不相容。当 R134a 与氟橡胶或丁腈橡胶(NBR)共存时,会使橡胶产生变质膨胀而引起制冷剂的泄漏。故 R134a 制冷系统中的 G 形圈和连接软管采用与 R134a 相容性较好的氢化丁腈橡胶(HNBR)来制作。

4. 渗透性

空调系统中,各个总成之间常用软管相连。由于 R134a 的分子较小,且对橡胶的溶胀性比 R12 大,故 R134a 分子的穿透性较强,在软管中的渗透量较大。

根据蒙特利尔议定书,我国在 2006 年全面禁止 R12 制冷系统,采用环保性能好的 R134a 制冷剂。由于制冷剂 R134a 与 R12 的性质不同,所以在使用过程中不能混用,在系统改装时,必须做多个方面的改进,如表 2.2 所示。

表 2.2 使用 R134a 时需进行的改进

项 目	改进情况
制冷剂	R12→R134a
压缩机油	矿物质油→合成油
管道	O 形圈材料由 NBR→HNBR, 改变管道接头形状
压缩机	封口材料由 NBR→HNBR
维修阀	改变连接接头接口, 换用快速接头
软管	内衬加尼龙层, 软管材料改进
冷凝器	改进散热性能
干燥剂	硅胶→沸石
熔化螺栓	停止使用
安全阀	由 3.14MPa→3.43MPa
压力开关	由 2.65MPa→3.14MPa
膨胀阀	改变流动特性

2.1.3 环保新型制冷剂

因为 R134a 具有温室效应，蒙特利尔议定中规定中国在 2030 年要全面禁止使用 R134a，取而代之的是环保型的碳氢化合物制冷剂。

碳氢化合物制冷剂是天然制冷剂，有甲烷、乙烷、丙烷等，其中丙烷制冷剂是一种较成熟的制冷剂。丙烷在常温下是无色无味的气体，不破坏大气臭氧层，无温室效应产生，但具有可燃性。在标准大气压下，其沸点为 -42°C ，凝固温度为 -187.1°C 。

2.2 冷冻润滑油（冷冻机油）

冷冻润滑油通常又称为冷冻机油，简称为冷冻油。它是一种在高、低温工况下均能正常工作的特殊润滑油。在制冷系统中，冷冻机油与制冷剂混合，并随制冷剂一起循环于制冷系统各部分。除对压缩机各运动件起润滑和密封作用外，还能协助润滑制冷系统中各控制阀件的运动构件。

2.2.1 冷冻机油的选用与注意事项

1. 冷冻机油的性能要求

冷冻机油在空调制冷系统中完全溶解于制冷剂中，并随制冷剂一起循环，油温有时会超过 120°C ，而在蒸发箱中温度只有 $-30\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。因此，冷冻机油的工作环境是在高、低温交替的条件下进行的。为保证其能正常工作，在选用冷冻机油时提出了一些性能要求。

(1) 冷冻机油与制冷剂要能互溶。在制冷系统所有可能的压力、温度范围内，冷冻机油均要与制冷剂互溶，至少要半溶。在制冷系统中，冷冻机油与制冷剂混合在一起，当制冷剂流动时，冷冻机油也随之流动。若两者不互溶，则冷冻机油会从冷凝器的液态制冷剂中分离出来形成油塞阻碍制冷剂的流动，增加噪声；一旦进入蒸发器内，将沉降在管子底部，进一步降低制冷剂流动，降低热交换能力；同时压缩机内因机油量减少而加剧磨损，甚至损坏。因此，与制冷剂互溶是冷冻机油的基本要求。

(2) 冷冻机油的凝固点要低，要有良好的低温流动性。低温流动性差，则低温时会沉积在蒸发器内影响制冷能力；或凝结在压缩机底部，失去润滑作用而损坏压缩机。

(3) 冷冻机油要有适当的黏度和良好的黏-温特性。冷冻机油的黏度过大或过小均对压缩机不利。黏度过大，则压缩机因克服阻力而损耗的能量越多，需要的起动力矩越大，压缩机部件承受的压力也相应增大。黏度过小，则压缩机轴承不能建立所需要的油膜，会加剧磨损，影响压缩机的密封性能。油的黏度过大和过小都会引起汽缸温度升高，造成排气温度升高，影响制冷系统的正常工作。冷冻机油的黏度与制冷剂种类有关。与冷冻机油互溶的制冷剂会使机油的黏度下降，宜采用黏度较高的牌号。不同形式的压缩机，由于其结构、间隙、转速范围不同，要求不同黏度的润滑油。如在汽车上采用 R134a 为制冷剂的斜盘式压缩机，宜使用 40°C 时运动黏度为 $10^4\text{m}^2/\text{s}$ 的合成油。一般而言，间隙小、负荷小、转速高的压缩机应采用黏度较低的冷冻油；反之，用黏度高一些的。冷冻机油在工作时温度变化很大，所以要求冷冻机油在温度变化时黏度变化要小。

(4) 冷冻机油的闪点温度要高，具有较高的热稳定性。即高温下不氧化、不分解、不结

胶、不积炭。冷冻机油的闪点必须比排气温度高 15~30℃。

(5) 冷冻机油的吸水性要比较小。冷冻机油中应无水分。若有水分，则会在膨胀阀节流口处结冰，造成冰堵，影响制冷剂流动，降低制冷效能。

(6) 冷冻机油的化学性质要稳定，与制冷剂和其他材料不起化学反应。

2. 冷冻机油的选择

我国的冷冻机油种类有 4 个牌号，即 13 号、18 号、25 号和 30 号，牌号越大，黏度越高，其性能如表 2.3 所示。进口的冷冻机油有 SUNISO3GS~SUNISO5GS 三个牌号，其性能如表 2.4 所示。选用冷冻机油时，要充分考虑到空调压缩机内部润滑时的工作状态，如排气温度、工作压力等。在实际选择时，应以低温性能为主来选择，同时考虑冷冻机油的热稳定性能。

表 2.3 国产冷冻机油性能

技术参数 \ 序号	13 号	18 号	25 号	30 号
运动黏度 50℃ (10 ⁶ m ² /s)	11.5~14.5	>18	>25.4	<30
凝固点 (℃)	<-40	<-40	<-40	<-40
开口闪点 (℃)	>160	>160	>170	>180
酸值 (mg) <KOG/g	<0.14	<0.03	<0.02	<0.01
灰分 (%)	<0.012			
机械杂质 (%)	无	无	无	无
水分 (%)	无	无	无	无

表 2.4 SUNISO 冷冻机油性能

技术参数 \ 序号	SUNISO3GS	SUNISO4GS	SUNISO5GS
黏度 (SUS/100℃)	150~160	280~300	510~520
黏度 (SUS/37.8℃)	40~42	44~47	51~54
相对密度 (15℃/4℃)	0.9155	0.9213	0.9278
引火点 (℃)	172	181	196
发火点 (℃)	188	200	
流动点 (℃)	-45	-37.8	-30
絮状凝固点 (℃)	-56.7	-51.1	-45.6
含硫量 (%)	0.05	0.06	0.07
含水量 (%)	0.002 以下	0.002 以下	0.002 以下
绝缘耐压 (kV)	45	45	45

汽车空调系统一般选择国产 18 号、25 号冷冻机油，或选择 SUNISO5GS 进口冷冻机油。

3. 冷冻机油使用注意事项

使用冷冻机油要注意和遵守以下事项：

(1) 不同牌号的冷冻机油不能混合使用，否则会引起变质。

(2) 冷冻机油吸水性强, 使用后的冷冻机油壶应该马上拧紧。

(3) 不能使用变质的冷冻机油。

(4) 加入冷冻机油要加到规定的用量。过少则会使压缩机磨损加剧, 过多则会降低空调制冷效果。

2.2.2 冷冻机油的质量检查

1. 滤纸法

当润滑油变质时, 其颜色会变深。检验方法是将油样滴在白色吸水纸上, 若油中央部分无黑色痕迹, 则说明它没有变质。若有黑色污迹, 则说明已变质。当油中含有水分时, 油的透明度就会降低。

2. 对比法

将冷冻机油与润滑油色度极限样本进行对比。用 50cm^3 玻璃杯取样 10cm^3 , 观其颜色并与色度样本对照比较: 0~2 号颜色可继续使用; 3~5 号已变坏, 不能再使用。建议 2 号以上的不要使用, 如表 2.5 所示。

表 2.5 对比法检查冷冻机油质查

色度极限样板	透明	白	淡黄	黄	橙	红
号 码	0	1	2	3	4	5
判 断	可以使用			不能使用		

2.2.3 与 R134a 匹配的冷冻润滑油

1. 聚羟基乙二醇 (PAG) 润滑油

R134a 制冷剂应用初期主要采用 PAG 油。PAG 是一种合成多元醇, 由于有不同的分子结构而分成许多种类, 分别呈现出不同的性质。

PAG 油在使用过程中发现了下列问题:

(1) PAG 与 R134a 不完全互溶。机油黏度越高, 互溶性越低。有可能在空调蒸发箱中沉积, 影响热交换或压缩机的润滑。

(2) PAG 油的吸水性强, 从大气中吸收水分的饱和量可超过 1%。

(3) PAG 与矿物油、R12 及清洗用的 R11 不相溶。若原系统中存在有 1%~2% 的矿物油等残留物, 则会使 PAG 油润滑性能下降, 甚至变质。

(4) PAG 在高温时有二相分离现象, 分解成水、酸、CO 和 CO_2 , 可能造成压缩机镀铜现象。

(5) PAG 与较多的弹性材料不相容。

(6) PAG 的绝缘性能不好, 用在全封闭的压缩机中要慎重。

(7) 有些 PAG 在钢-铝表面不能提供所需要的润滑, 抗磨性差。

(8) PAG 油价格较昂贵, 是矿物油的 4~5 倍。

现在用于 R134a 制冷系统中的 PAG 润滑油均是经过改性处理的。

2. 聚脂类润滑油 (ESTER)

ESTER 是一种合成多元醇脂, 又称酯类油。主要成分是季戊四醇、三甲基丙酮和各种直链可支链型酯酸。

ESTER 具有如下特性:

(1) ESTER 与 R134a 及 R12 等制冷剂互溶, 具有良好的抗磨性、润滑性、稳定性和防腐性。

(2) ESTER 与 R134a 互溶性好, 二相分离现象不明显。

(3) ESTER 的吸水性比矿物油强, 从大气中吸收水分的饱和量可超过 0.1%。但 ESTER 中的水和油结合牢固, 不会在膨胀阀中结冰, 但会影响制冷能力。因此仍应限制 ESTER 中的含水量。

(4) ESTER 受制冷系统中的矿物油等残留物的影响较小, 当残留物含量小于 5% 时, 基本不受影响。

(5) ESTER 在高温下以铁作为催化剂会分解成水、CO₂ 和足以腐蚀金属的酸。故在 ESTER 中应加一种金属钝化剂保护 ESTER 不分解。

(6) 在 ESTER 中加入了极限压力添加剂, 耐磨润滑性能良好。

(7) ESTER 与高丁腈橡胶、氯丁腈橡胶等弹性材料的相容性较好。

储存 ESTER 的容器应密闭或用氮封, 以防与空气接触而使酸度增加。

ESTER 与 PAG 油的性能比较如表 2.6 所示。

表 2.6 ESTER 与 PAG 油的性质比较表

项目	润滑油	PAG 油	ESTER 油	矿物油
	互溶性	与 R134a	较好	很好	不溶
与 R12		不溶	很好	很好
与矿物油		不兼容	小量兼容	很好
热稳定性		差	较好	好
吸湿性		差	较差	较好
润滑性		差	较好	较好
与弹性材料的相容性		差	差	较好
抗镀铜能力		差	较好	好
电绝缘性		差	较好	好

关于常见车型的汽车空调中充注制冷剂及冷冻油的型号与数量, 可从华信教育资源网 (www.huaxin.edu.cn) 免费下载相关资料供参考。

小 结

(1) 我国常用的制冷剂有 R12 和 R134a 两种。R12 的学名为二氟二氯甲烷 (CCl₂F₂), 也可记为 CFC-12。R134a 的学名为四氟乙烷 (CH₂FCF₃), 又称为 HFC-134a。

(2) 在常温下制冷剂为无色、无味、有毒的气体, 化学性能稳定, 不易燃烧, 不易爆炸。但与明火接触或在温度高于 400℃ 时可分解产生对人体有剧烈作用的毒气。

(3) R12 一般与水不相溶, 对润滑油无亲和作用, 可与任何冷冻机油任意比例混合。

(4) R134a 具有无毒、无味、不燃烧等性质。但 R134a 与矿物油几乎完全不相溶, 必须使用聚烷基乙二醇 (PAG) 润滑油和聚脂类润滑油 (ESTER)。

(5) 汽车空调系统一般选择 18 号、25 号冷冻机油, 或选 SUNISO5GS 进口冷冻机油。

(6) 冷冻机油质量检验的常用方法有滤纸法和对比法两种。

习 题 2

一、填空题

1. 按照化学成分, 制冷剂可分为_____、_____、_____、_____和_____五类。
2. 根据冷凝压力, 制冷剂可分为_____、_____和_____三类制冷剂。
3. 目前, 我国汽车空调中使用的制冷剂主要有_____和_____两种。
4. 与 R134a 匹配的润滑油有_____和_____两种。
5. 制冷剂中最大许可的含湿量为_____。

二、问答题

1. 在 O 形圈讨论中, 技师甲认为, 用于 CFC 系统维修的 O 形圈也可在 HFC 系统维修中使用; 技师乙认为, 设计用于 HFC 系统的 O 形圈可在 CFC 系统维修使用。哪个正确?

2. 在讨论制冷剂污染时, 技师甲认为, R12 中掺入少许 R22 即被污染; 技师乙认为, R12 中掺入少许 R-134a 即被污染。谁正确?

3. 技师甲认为, 环境保护协会目前允许在汽车空调系统使用三种制冷剂; 技师乙认为, 仅一种制冷剂被汽车工业推荐使用。谁正确?

4. 技师甲说, 制冷剂 R12 和明火接触会产生有毒气体; 技师乙说, 应在通风良好的地方工作。谁正确?

5. 技师甲说, 制冷剂放出后必须回收并可以再利用; 技师乙说, 冷冻液放出后必须回收并可以再利用。谁正确?

6. 技师甲说, 高等级机油应润滑软管和配合面; 技师乙说, 用于此目的可用制冷剂油。谁正确?

7. 空调系统中的流体称为什么?

8. R12 制冷剂有什么特性?

9. R134a 制冷剂有什么特性?

10. 冷冻机油有什么作用? 对冷冻机油有哪些性能要求?

11. 冷冻机油有哪几种? 如何选择冷冻机油?

12. 使用冷冻机油有哪些注意事项? 如何检查冷冻机油的质量?

13. 在工质替换过程中, 对冷凝器与散热器的一项重要考虑是什么?

第3章 空调制冷系统的工作原理

在学完本章后应能:

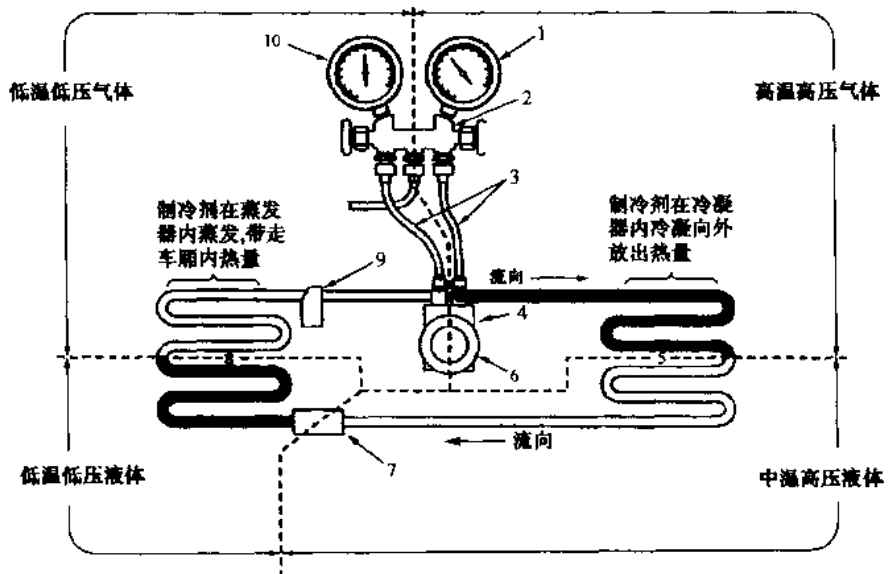
- (1) 详述制冷循环;
- (2) 掌握制冷循环的基本循环结构;
- (3) 认识和了解汽车空调制冷系统的零部件及其位置。

3.1 制冷循环的4个变化过程及功能

3.1.1 制冷剂的4种状态

制冷剂在制冷管路中的循环叫做制冷循环。

空调系统工作时, 制冷剂在制冷管路中的状态并不是一成不变的; 在管路不同地点, 制冷剂状态也不相同。制冷剂一般为4个状态, 即高温高压气体、中温高压液体、低温低压液体和低温低压气体, 如图3.1和图3.2所示。

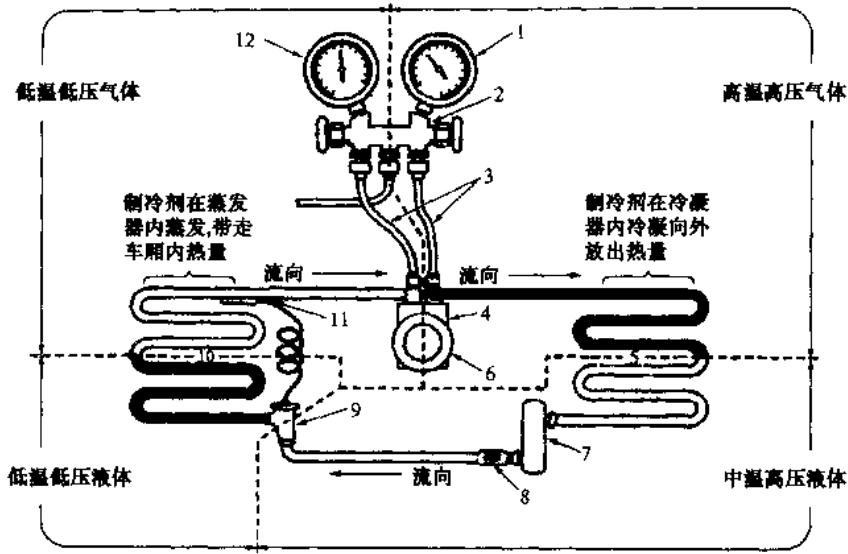


1-高压侧压力表; 2-歧管仪表座; 3-检测软管; 4-压缩机; 5-冷凝器; 6-离合器; 7-膨胀节流管;
8-蒸发器; 9-集液干燥器; 10-低压侧压力表

图3.1 节流管(阀)制冷系统各段中的制冷剂状态示意图

恒温膨胀阀(TXV)或膨胀节流管(FOT)控制了流入蒸发器的制冷剂流量并使系统的高压侧与低压侧得以分开。

压缩机提高制冷剂气体的压力和温度, 从而使系统的高、低压两侧隔开。



1-高压侧压力表；2-歧管仪表座；3-检测软管；4-压缩机；5-冷凝器；6-离合器；7-储液干燥器；8-视镜；9-恒温膨胀阀；10-蒸发器；11-远程感湿泡；12-低压侧压力表

图 3.2 恒温膨胀阀制冷系统各段中的制冷剂状态示意图

正是因为制冷剂在管路的不同区段有不同的状态，在蒸发器内吸收热量，在冷凝器内放出热量，当制冷剂完成了 4 个状态的转化（即完成一个制冷循环），才实现了热量的传递和降温制冷功能。

虽然制冷系统的管件大小在各种汽车上稍有区别，但是制冷剂在管路中不同地点的状况对所有系统而言则基本相同。

正因为如此，给制冷系统的检查维修与控制提供了思路。所以，在制冷系统的高、低压区分别装了高、低压压力检测口，高、低压压力传感控制器和高、低压压力保护器；在制冷系统的高、低温区分别装了温度传感控制器和保护器。正是这些诸多的传感器、控制器、保护器等，才使汽车空调实现了自动化，而且自动化程度越高，传感器、控制器、保护器等越多。

3.1.2 制冷剂状态变化的 4 个过程

制冷循环中，制冷剂在管路中的状态是经过以下过程来完成转化与循环的。

1. 压缩过程

压缩机运转后，当活塞处于吸气冲程时，将从蒸发器低压侧把经过干燥的低温低压气态制冷剂（温度约为 0°C ，气压约为 0.15MPa ）吸入汽缸；压缩时对气体做功，从而把机械能转变成气体的内能和流动的动能，使制冷剂不但循环流动，而且制冷剂气体的状态也发生变化，把低温低压气态制冷剂压成高温高压的制冷剂，它仍为气态。这时高温高压的过热制冷剂气体（约 80°C ， 1.5MPa ）通过压缩机排气口被送往冷凝器冷却降温。

2. 冷凝过程

从压缩机出来的过热气态制冷剂进入冷凝器后，通过冷凝器散热冷凝为液态制冷剂。

因为冷凝器外（车外）温度低于进入冷凝器的制冷剂温度，经过热量传递，并借助于冷凝风扇的作用，制冷剂将部分能量传给冷凝器及其周围的空气，使其内能降低开始发生状态变化，失去能量的制冷剂由高温、高压气体变成（被冷凝成）高温、高压的液体。制冷剂在冷凝器中的变化如图 3.3 所示。液化的制冷剂流进回收箱（冷凝器下部液槽），气体与液体分离，并继续散热。当从冷凝器流出时温度约降为 60℃，压力为 1.5MPa，成为中温高压的液体。

注意：在冷凝器中的制冷剂是高压液、气混合物，在检修该部件时必须给予重视。

3. 膨胀过程

冷凝后的液态制冷剂经过节流管（阀）或膨胀阀，由于节流管（阀）或膨胀阀的节流作用，使其两侧的气体压力不同，一侧为高压区，另一侧为低压区。制冷剂从高压区进入低压区，其后体积突然变大，其压力和温度急剧下降，变成低温低压的湿蒸气（雾状的液体）。制冷剂靠膨胀阀或节流管的作用被送出，又流向蒸发器。

4. 蒸发过程

低温低压的湿蒸气进入蒸发器中不断吸热汽化转变成气态制冷剂，使蒸发器周围空气的温度下降。由于制冷剂在蒸发器管内汽化时的温度低于蒸发器管外的车内循环风温度，所以通过热传递，它能自动吸收蒸发器管外空气中的热量，从而使流经蒸发器的空气温度降低，产生了制冷降温的效果。

从蒸发器流出的气态制冷剂经干燥后又被吸入压缩机进行下一次制冷循环。如图 3.4 所示为汽车中的制冷循环过程。这样，利用有限的制冷剂在封闭的制冷管路中，反复地将制冷剂压缩、冷凝、膨胀、蒸发，从而使制冷剂在压缩机的驱使下循环流动，且不断地在蒸发器处吸收热量，到冷凝器处又放出热量，使车内的空气温度下降，达到制冷功能。

车厢内的空气，被吸去热量后，包含在空气中的水分降温而成为水被放出。所以，车厢内空气变成除湿的干燥空气，达到除湿功能。

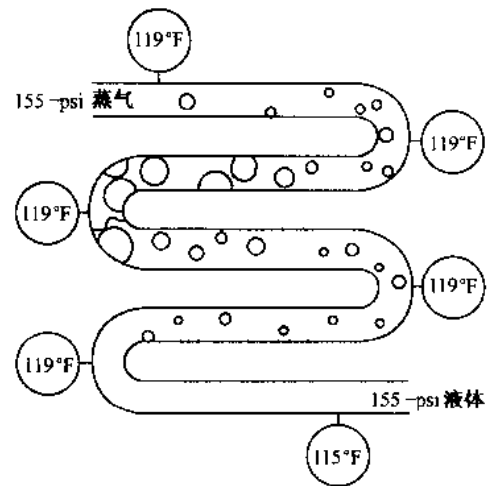


图 3.3 制冷剂在冷凝器中的变化

3.2 空调制冷系统的结构与管路连接

3.2.1 汽车空调系统零部件的位置

汽车空调系统的各总成部件一般分散安装在汽车的各个部位，如压缩机与发动机连成一体，冷凝器与储液干燥器安装在车架前端上，而蒸发器又装在乘室内（空气分配箱也称空调总成）等。汽车（乘用车）上空调系统零部件的位置如图 3.5 所示。需要说明的是，汽车不同，汽车上的空调系统及零部件一般也有所不同。

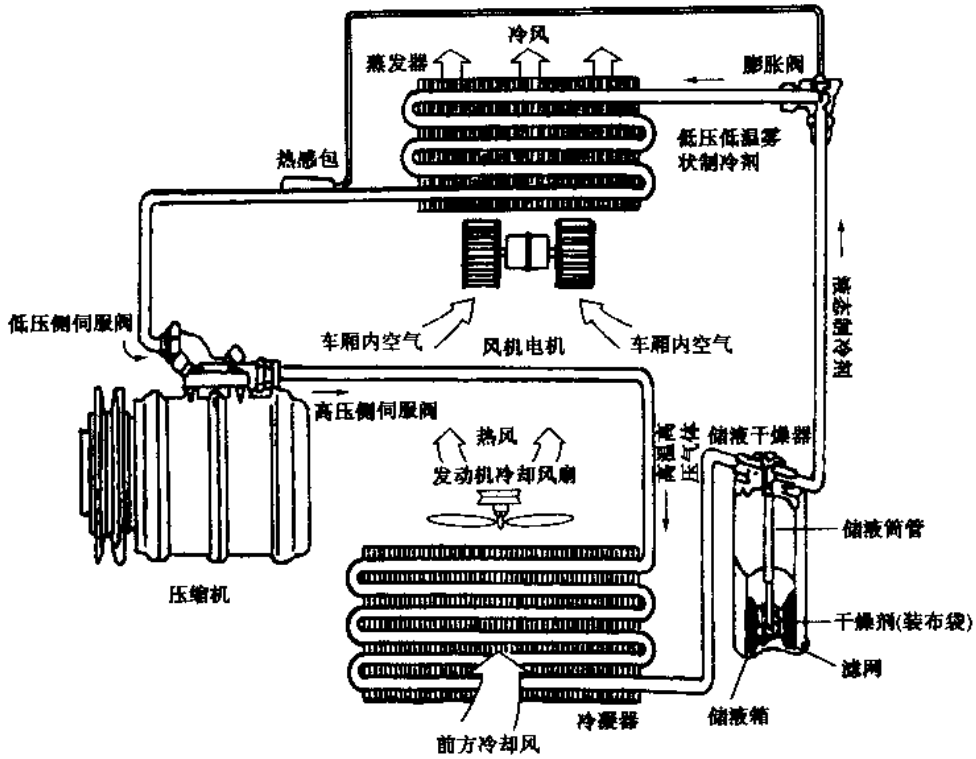


图 3.4 制冷循环过程

3.2.2 空调系统制冷管路及连接

空调系统的制冷方式很多，汽车上的制冷主要采用压缩制冷剂式制冷。它由压缩机、压力开关、冷凝器、膨胀阀或节流管（阀）、蒸发器、储液干燥器或集液干燥器、检修阀等组成一个闭合的制冷管路（也称为制冷系统），其连接如图 3.6 所示。因汽车在道路上行驶时颠簸是不可避免的，所以各部件均要产生震动，因而制冷系统管路的连接不可全部采用刚性金属管连接，必须用柔性软管连接，尤其是对较长的管子更是如此。

3.2.3 两种空调制冷系统的结构与连接

空调制冷系统分为：恒温膨胀阀 TXV（Thermostatic Expansion Valve）制冷系统和节流管 OT（Orifice Tube）制冷系统两种结构形式，如图 1.18~图 1.21 所示。这两种系统所用的器件结构和连接有很大不同，但是系统内制冷剂的制冷循环及制冷原理是一样的。

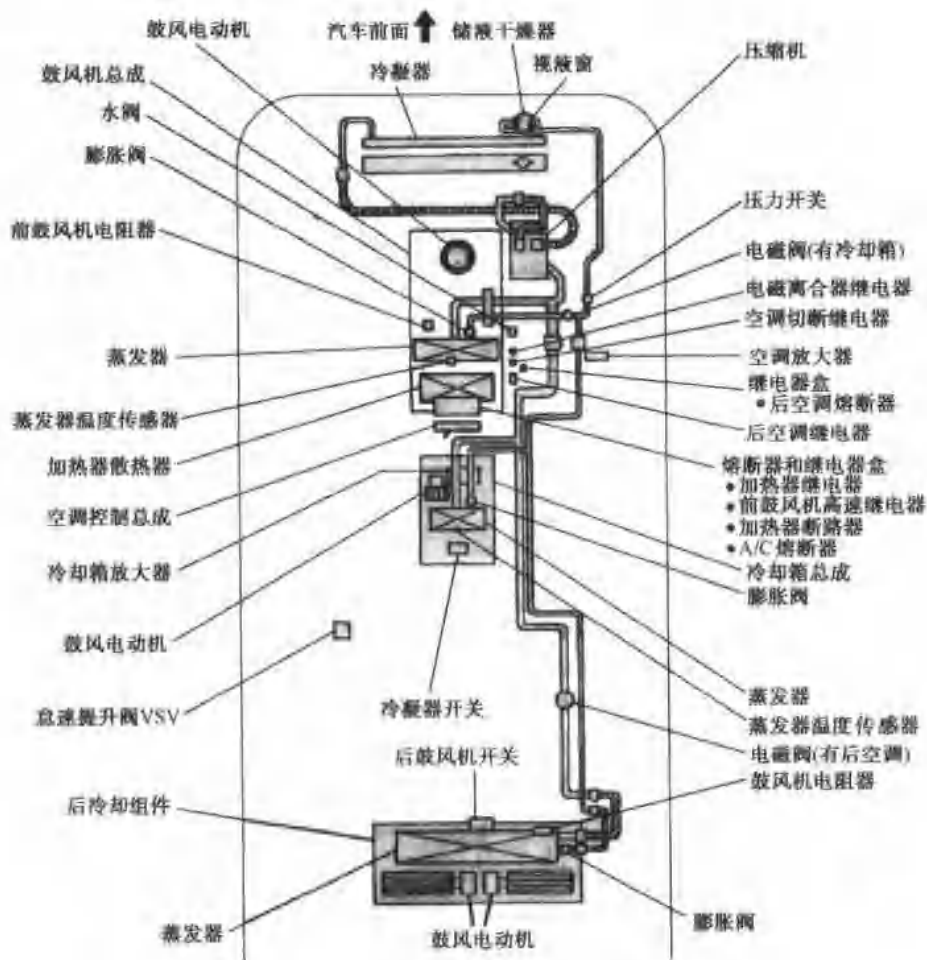


图 3.5 汽车空调系统零部件位置图

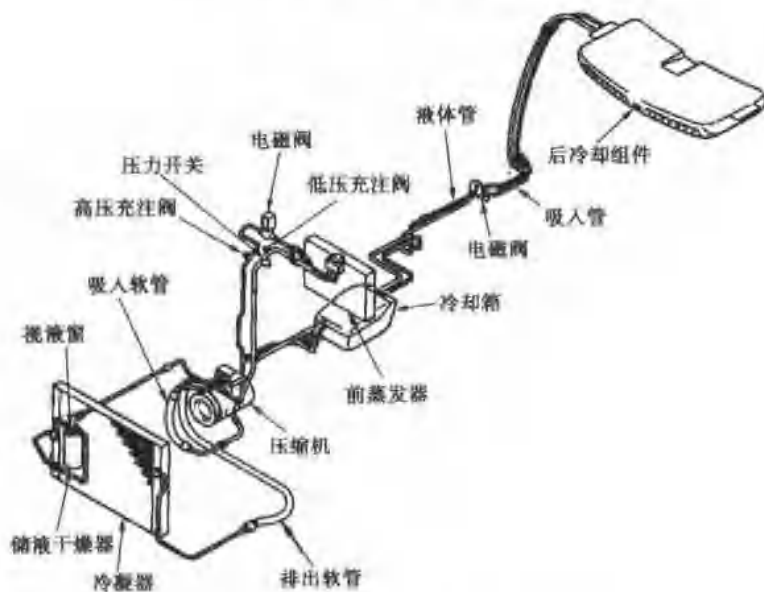


图 3.6 空调系统制冷管路

小 结

- (1) 压缩机是制冷剂的原动机，其功能是推动制冷剂在系统内流动。
- (2) 制冷剂变化状态：在冷凝器内由气态转变为液态，在蒸发器中则由液态变为气态。
- (3) 储液干燥器保证无气态的制冷液供给节流装置。
- (4) 集液干燥器确保无液态制冷剂返回压缩机。
- (5) 恒温膨胀阀或节流管是控制一定量制冷剂流入蒸发器的基本部件。

习 题 3

一、填空题

1. 制冷系统中的制冷剂有 4 种状态，分别是_____态、_____态、_____态和_____态。
2. 从蒸发器出来的制冷剂，温度约为_____，压力约为_____。
3. 制冷循环中，制冷剂在_____中吸收热量，在_____中放出热量。

二、问答题

1. 技师甲说，一台活塞式压缩机抽吸气态制冷剂；技师乙说，它抽吸液态制冷剂。谁的说法正确？
2. 在讨论涡旋式压缩机时，技师甲说，其作用是在系统内产生低压条件；技师乙说，它的作用是提高制冷剂气体的温度和压力。谁的说法正确？
3. 讨论活塞运动，吸气、压缩循环时，技师甲说，在双缸压缩机内，当怠速空转时，活塞往复运动每分钟达 2000 次；技师乙说，在一个四缸压缩机中几乎每分钟达 5000 次。谁的说法正确？
4. 讨论湿度调控时，技师甲认为，湿度调控在制冷状态下并不重要；技师乙认为，湿度调控在加热模式下重要。谁正确？
5. 平衡装置在什么地方？技师甲说，在固定节流管 (FOT)；技师乙说，在热力膨胀阀 (TXV)。谁正确？
6. 技师甲说，膨胀阀位于蒸发器进口前；技师乙说，膨胀管位于储液干燥器后。谁的说法正确？
7. 技师甲说，制冷状态下压缩机吸气口温度最低；技师乙说，节流装置的节流口湿度最低。谁的说法正确？
8. 简述制冷剂状态变化的过程。
9. 空调是怎样除湿的？
10. 简述节流装置的作用。
11. 如果制冷管路堵塞，会出现什么情况？

第4章 汽车空调系统的主要结构部件

在学完本章后应能:

- (1) 掌握各种压缩机的结构与工作原理;
- (2) 掌握膨胀阀与膨胀管的结构与区别;
- (3) 掌握储液干燥器与集液干燥器的结构与区别;
- (4) 掌握管路与接头并能正确使用。

4.1 压缩机

压缩机 (compressor) 是汽车自动空调系统的主要部件之一, 是空调制冷系统的核心, 它是制冷系统中低压和高压、低温和高温的转换装置。压缩机的功用是: 一方面使压缩机进口处成低压状态, 使蒸发器携带潜热 (包括吸收了车室内热量) 的制冷剂流出蒸发器, 这种低压状态可使制冷剂进入蒸发器; 另一方面使低压气态制冷剂压缩成高压气态制冷剂。压缩机的这两个功能只要有一个失效就会导致空调系统内的制冷剂无法循环, 空调系统将工作不良或无法制冷。

空调系统的压缩机工作时, 吸气阀吸入制冷剂, 压缩后从排气阀排出。压缩机的形式有曲轴连杆式压缩机、翘板活塞压缩机、回转斜盘活塞压缩机、旋转叶片压缩机等。

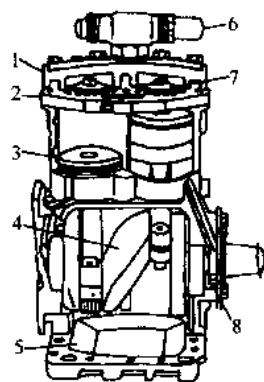
4.1.1 曲轴连杆式压缩机

曲轴连杆式压缩机是最早的第一代制冷压缩机, 目前已在小排量压缩机中消失, 只存在于大客车空调装置中, 而且, 还有被大排量十缸斜盘式压缩机 (排量超过 $300\text{cm}^3/\text{r}$) 取代的趋势。

曲轴连杆式压缩机, 按汽缸数不同可分为二缸机、三缸机、四缸机; 按汽缸排列形式可分为直列式、V形等。

曲轴连杆式压缩机主要由曲柄连杆机构、阀门组件、润滑装置和密封装置等组成, 如图 4.1 所示。其原理和活塞发动机一样, 当曲轴旋转时, 活塞上下往复运动, 使汽缸容积不断变化。当活塞向下运动时, 从制冷系统中的蒸发器吸进制冷剂蒸气; 活塞向上运动时, 压缩制冷剂蒸气至冷凝器。但压缩机是一种泵, 这一点和发动机不同。其工作原理如图 4.2 所示。

直列双缸曲轴连杆式压缩机的结构较为简单, 其结构如图 4.3 和图 4.4 所示。



1-汽缸盖; 2-阀门板; 3-活塞; 4-曲轴;
5-机油盘; 6-检修阀; 7-排气阀; 8-油封

图 4.1 曲柄连杆式压缩机

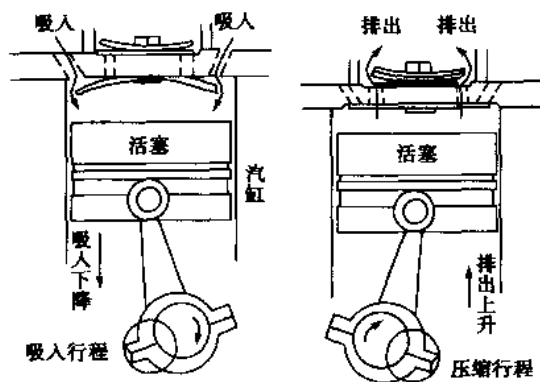
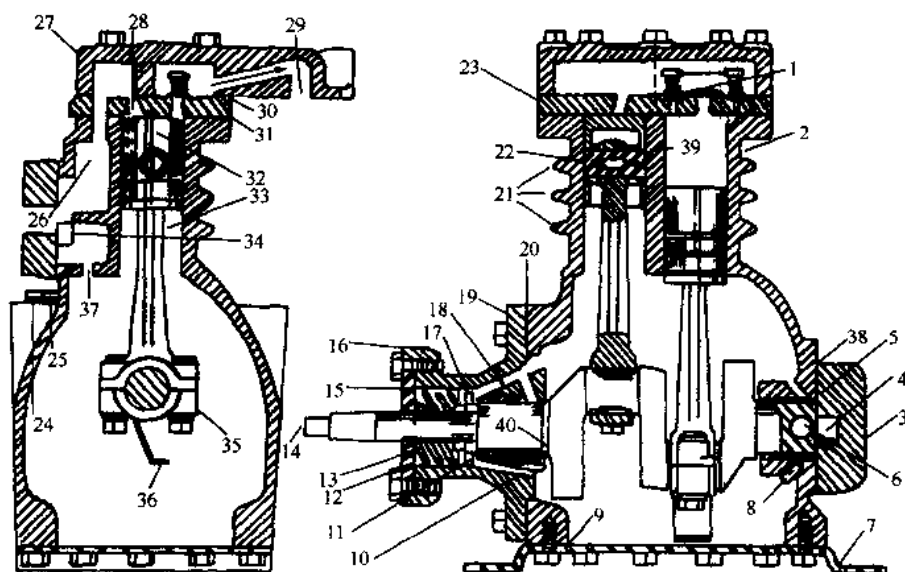


图 4.2 曲轴连杆式压缩机工作原理



1-排气阀；2-缸体；3-曲轴止推板；4-曲轴止推钢球座；5-曲轴内轴套；6-曲轴止推钢球；7-基板；8-轴承油塞；9-基板垫；10-轴承油塞；11-密封底座；12-密封弹簧；13-密封波纹管；14-曲轴；15-密封垫；16-密封盖；17-密封钢球环；18-曲轴外轴套；19-曲轴箱盖；20-曲轴箱盖垫；21-散热翅片；22-活塞销止推塞；23-阀板；24-油塞垫；25-油塞；26-进气口；27-汽缸盖；28-进气阀；29-排气口；30-汽缸盖垫；31-阀板垫；32-活塞；33-连杆；34-进气室折流板；35-连杆盖；36-甩油杆；37-曲轴箱孔口；38-止推板垫；39-活塞销；40-密封环

图 4.3 直列双缸曲轴连杆式压缩机构造

直列双缸曲轴连杆式压缩机在汽车上常用的有 A-206、A-209、A-210 三种型号，每转排量分别为 98.4ml、147.6ml、164ml，制冷量和所消耗功率如表 4.1 所示。

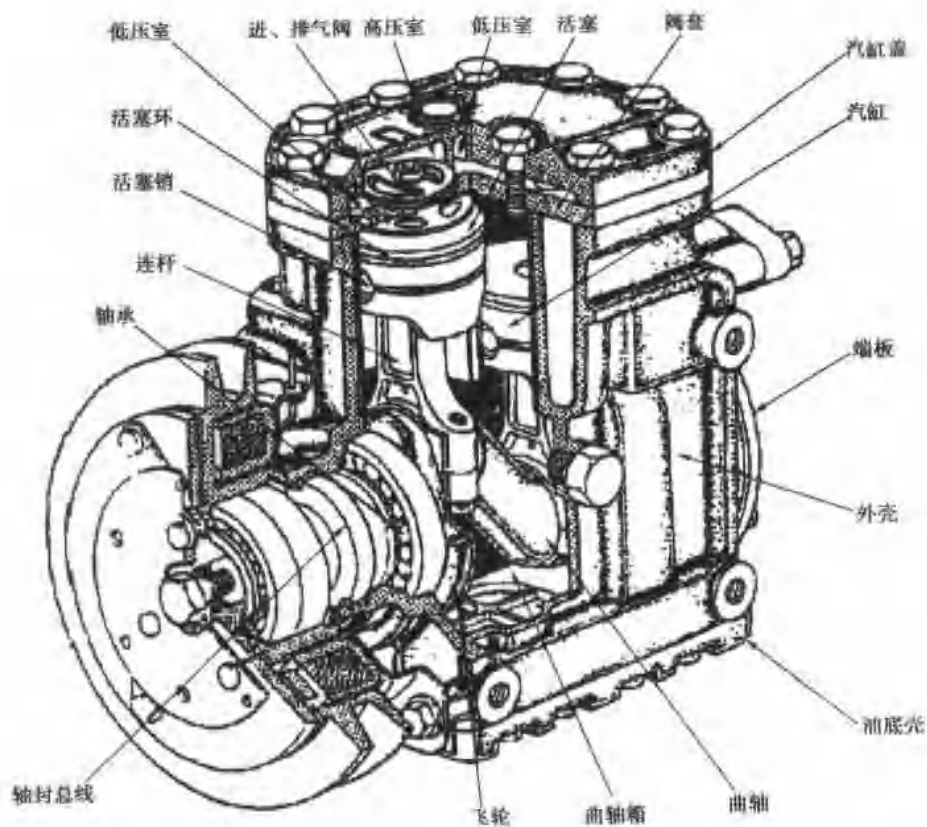


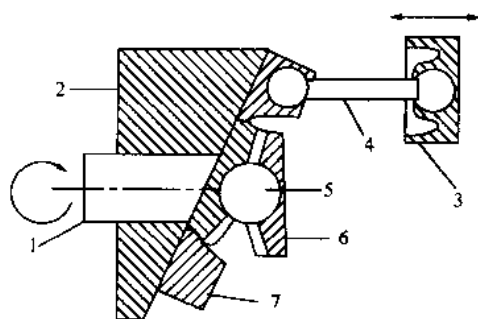
图 4.4 曲轴连杆式压缩机剖视图

表 4.1 直列双缸曲轴连杆式压缩机制冷量和消耗功率表

项 目		内 容							
型 号	主轴转速 (r/min)	350	456	1090	1640	2185	2740	3280	3820
A-206	制冷量 (Btu/h)	1100	1800	5000	8200	11000	13800	15200	16200
	消耗功率 (kW)	0.187	0.321	0.589	0.992	1.283	1.716	2.089	2.313
A-209	制冷量 (Btu/h)	2600	3800	8500	13500	17500	21250	22600	25000
	消耗功率 (kW)	0.298	0.522	0.970	1.641	2.126	2.835	3.432	3.805
A-210	制冷量 (Btu/h)	3100	5000	11500	15800	19500	23500	25000	27000
	消耗功率 (kW)	0.448	0.560	1.119	1.865	2.238	2.909	3.544	3.879

4.1.2 翘板活塞压缩机

翘板活塞压缩机又称摇摆斜盘式压缩机或单向斜盘式压缩机，其最大的优点是工作平稳、结构紧凑、体积小。其工作原理如图 4.5 所示。

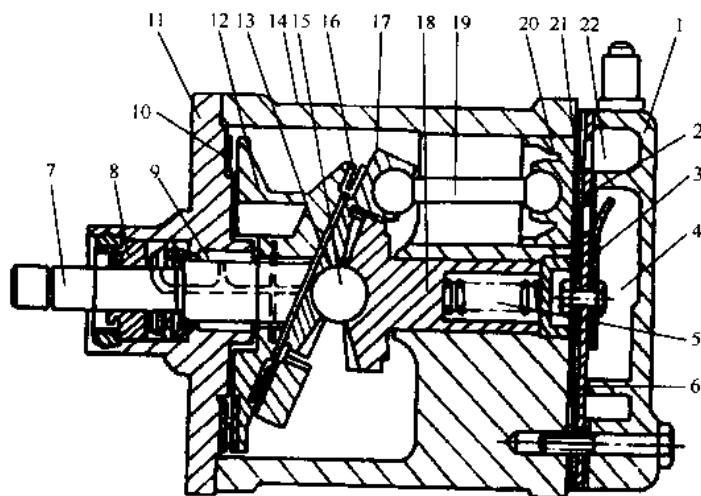


1-压缩机主轴；2-斜盘（端面凸轮）；3-活塞；
4-连杆；5-支承钢球；6-防转锥齿轮对；7-翘板

图 4.5 翘板压缩机工作示意图

翘板活塞压缩机的各汽缸以压缩机轴线为中心布置，汽缸和输入轴的轴线方向相互平行，活塞和翘板用连杆和球形万向节相连，以协调活塞与翘板的运动。翘板齿轮中心用一钢球定位，并用一对齿轮限制翘板只能左右摆动而不能转动。由于斜盘与翘板的接触面为斜面，所以当压缩机工作时，主轴带动斜盘一起转动，翘板则以定位支承钢球为中心做摇摆运动，并通过连杆带动活塞在汽缸内做往复直线运动。与曲轴连杆式压缩机类似，摇摆斜盘式压缩机的汽缸上也装有进、排气阀，随活塞在汽缸内的往复运动，依次进行吸气和排气。

以 SD-5 型翘板活塞式压缩机（日本三电公司生产）为例，其结构如图 4.6 所示。其主要特点是斜盘与前缸盖、斜盘与翘板之间均装有滚柱轴承，减小了摩擦阻力，减轻了零件磨损；大部分零件采用铝合金材料，并采用空心结构的斜盘，其质量更轻。

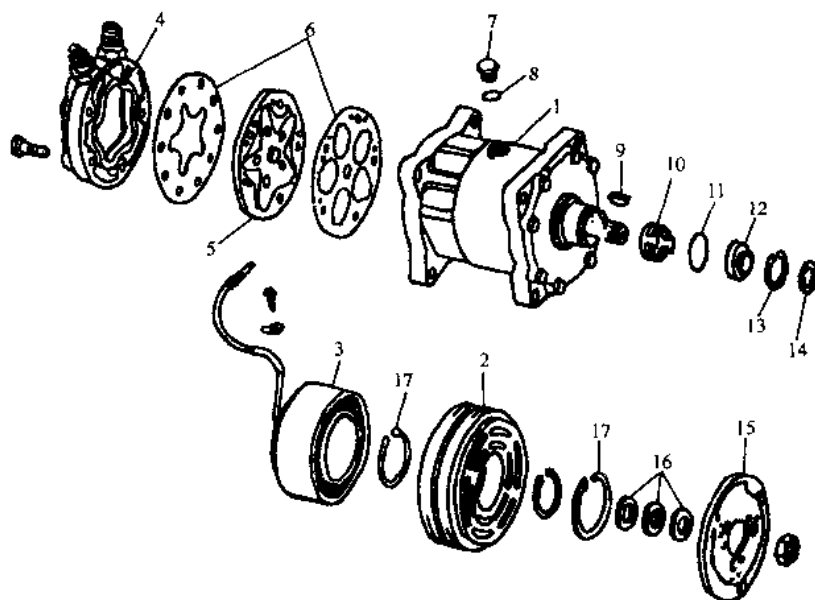


1-后盖；2-阀门板；3-排气阀；4-排气腔；5-弹簧；6-后盖缸垫；7-主轴；8-轴封总成；9-滑动轴承；10-端面滚柱轴承；11-前缸盖；12-斜盘；13-防转齿轮；14-缸体；15-定位钢球；16-翘板滚柱轴承；17-翘板；18-防转齿轮；19-连杆；20-活塞；21-阀门板垫；22-吸气腔

图 4.6 SD-5 型摇摆斜盘式压缩机

如图 4.7 所示是日本三电公司生产的 SD-5 型翘板压缩机解体图。该压缩机输入轴每转一转有 5 次压力脉冲。压缩机的技术规格如表 4.2 所示，表 4.3 是其易损零件目录。

除了用齿轮防止翘板转动外，还可以用导向销达到上述目的。



1-压缩机; 2-带轮; 3-离合器; 4-缸盖; 5-阀板; 6-缸盖垫; 7-注油塞; 8-密封圈; 9-键; 10-轴封; 11-垫圈; 12-轴封座; 13-卡圈; 14-毡垫圈; 15-前板; 16-垫片; 17-卡圈

图 4.7 轴向五缸压缩机解体图

表 4.2 SD-5 型摇摇斜盘式压缩机技术规格 (三电)

部件	型号	505	507	508	510
	项目				
压缩机	缸孔直径 (mm)	35	35	35	36
	行程 (mm)	18.07	22.6	28.6	31.7
	每转排量 (ml)	87	108	138	161
	质量 (含油) (kg)	3.7	4.1	5.1	4.7
	机油 (太阳牌) (ml)	100 (5GS)	150 (5GS)	175 (5GS)	135 (5GS)
	缸数	5	5	5	5
	连续允用最高转速 (r/min)	6500	6000	6000	4000
	正常工作瞬时最高转速 (r/min)	7500	7000	7000	6000
	旋转方向	顺、逆时针	面对离合器顺时针	顺、逆时针	顺、逆时针
	安装角度	360° 内任意	上中心点左 45° 或右 90°	上中心点左右各 90°	上中心点左右各 90°
离合器	直径 (mm)	125			132
	磁场线圈电压	12V			12V
	带轮槽数	2			2
	轴承	双排滚子			双排滚子
	功率 (W)	48			50
	配重 (g·cm)	36			56
	重量 (kg)	1.9			2.35
	总长 (mm)	176.4			247.1
	总宽 (mm)	124.6			132
	总高 (mm)	139.4			150.9
总重 (含机油) (kg)	5.6			7.09	

表 4.3 SD-5 摇摆斜盘式压缩机易损零件表

序号	压缩机零件名称	三电编号	序号	压缩机零件名称	三电编号
1	离合器前板和转子	9053-9810	11	离合器前板和转子	9103-8910
2	磁场线圈	8943-6341	12	磁场线圈	8517-6043
3	轴承	89543-0020	13	轴承	8536-3020
4	轴封	9051-9830	14	防尘盖(轴承)	8477-1070
5	垫片、阀板和缸盖	8385-9611	15	轴封	8385-9830
6	阀板 W/垫片	8389-9623	16	密封垫、阀板、缸盖	8385-9611
7	缸盖 W/垫 SAE 喇叭口	8351-9631	17	阀板 W/垫片	8385-9623
8	维修接口	8384-0590	18	缸盖 W/垫 SAE 喇叭口	8384-9631
9	维修接口和注油口密封圈	8385-0520	19	维修接口	8384-0590
10	离合器组件	8543-6311	20	维修接口和注油口密封圈	8385-0520
			21	离合器组件	8515-6411

4.1.3 回转斜盘式压缩机

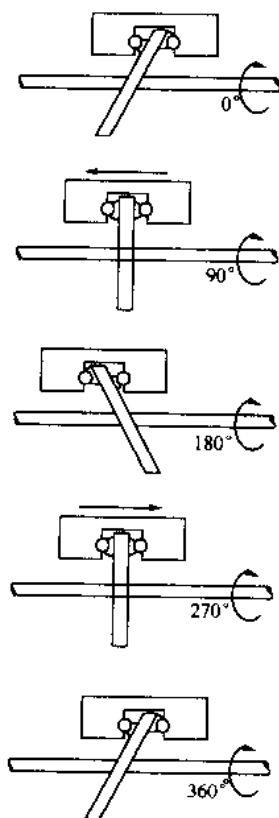
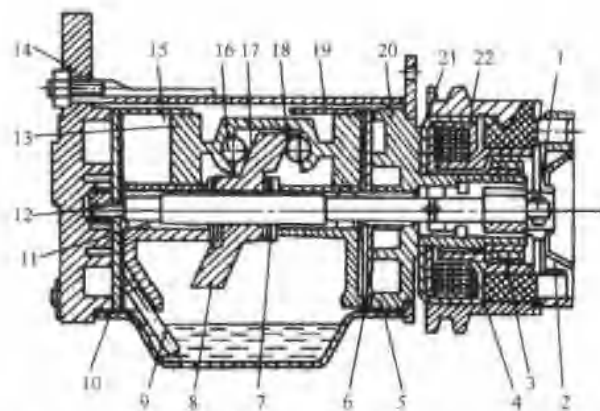


图 4.8 回转斜盘式压缩机工作示意图

回转斜盘式压缩机又称斜盘活塞式压缩机或双向斜盘式压缩机。回转斜盘式压缩机采用往复式双头活塞，依靠斜盘的旋转运动，使双头活塞获得轴向的往复运动。所以，回转斜盘式压缩机的缸数都是双数，各汽缸沿圆周按轴向前、后成对地均匀布置，各汽缸均装有进、排气阀，各汽缸的进气腔和排气腔分别通过管路连通。如图 4.8 所示是其工作过程示意图。双头活塞中间开槽与斜盘装合，因此，可由斜盘驱动其在前、后两个汽缸内往复运动：压缩机主轴和斜盘旋转一周时，双头活塞分别在前、后两个汽缸内往复运动一次；活塞向前移动时，前汽缸中进行压缩行程，后汽缸中则进行吸气行程；反向时，前、后两个汽缸的作用互相对调。在斜盘同一圆周上均布 3 个（或 5 个）双头活塞，常见的有六缸（红旗牌轿车和上海牌轿车）和十缸（奥迪 100 轿车）。

回转斜盘式压缩机的结构如图 4.9 和图 4.10 所示，它主要由汽缸、前缸盖、后缸盖、前阀门板、后阀门板、主轴、斜盘和活塞等组成。斜盘固定在主轴上，随主轴一起转动。斜盘卡在活塞的中部，通过滚珠和滑靴与活塞相连，滑靴能在斜盘上滑动，当斜盘随主轴转动时，通过滑靴和滚珠向活塞传递轴向力，使活塞在汽缸内做往复直线运动。前、后阀门板分别装在前、后缸盖与缸体之间，通过阀门板上的进、排气阀控制各缸的进、排气通道。安装在压缩机后端的机油泵用来控制压缩机工作。



1-主轴；2-压板；3-带轮轴承；4-轴封；5-密封圈；6-前阀门板；7-回油孔斜盘；8-斜盘；9-吸油管；10-后阀门板；11-轴承；12-机油泵；13-双向活塞；14-后缸盖；15-后汽缸；16-滚珠；17-滑靴；18-滚珠座；19-前汽缸；20-前缸盖；21-带轮；22-电磁离合器

图 4.9 回转斜盘式压缩机

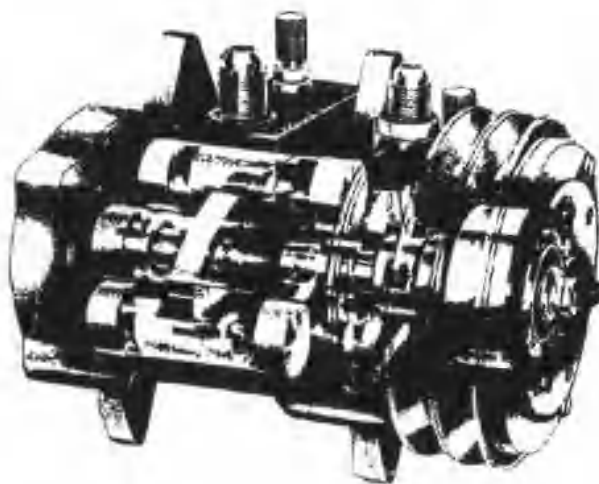


图 4.10 十缸回转斜盘式压缩机透视图

回转斜盘式压缩机与摇摆斜盘式压缩机都属轴向往复式压缩机，即活塞的往复运动都是沿压缩机的主轴方向进行的。

回转式压缩与翘板活塞（摇摆式）压缩的主要不同与区别如图 4.11 所示。

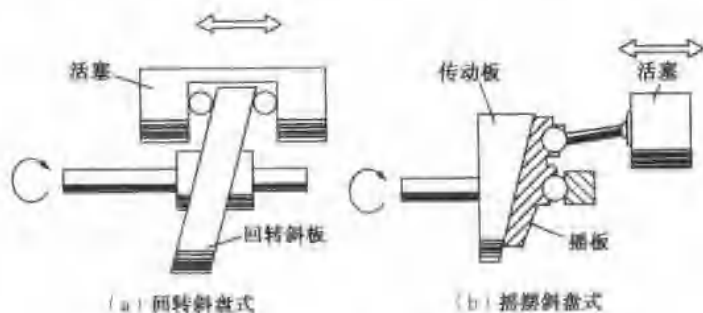


图 4.11 回转式与翘板式的结构比较

回转斜盘式压缩机的工作过程如图 4.12 所示。当处于如图 4.12 (a) 所示位置时, 活塞向前移动, 后汽缸 A 内压力降低, 低压腔内的制冷剂从吸气口被吸入到 A 腔, 如图 4.13 所示。当斜盘转至如图 4.12 (b) 所示位置时, 活塞向后移动, 后汽缸 A 内压力升高, A 腔气体被压缩, 如图 4.14 所示。当斜盘进一步转至如图 4.12 (c) 所示位置时, 被压缩成高温高压的气体从排气口排出, 完成一个压缩循环。

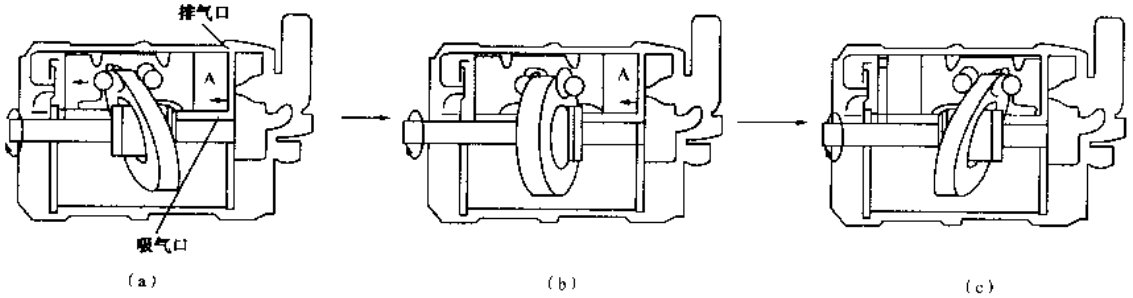


图 4.12 回转斜盘式压缩机工作过程

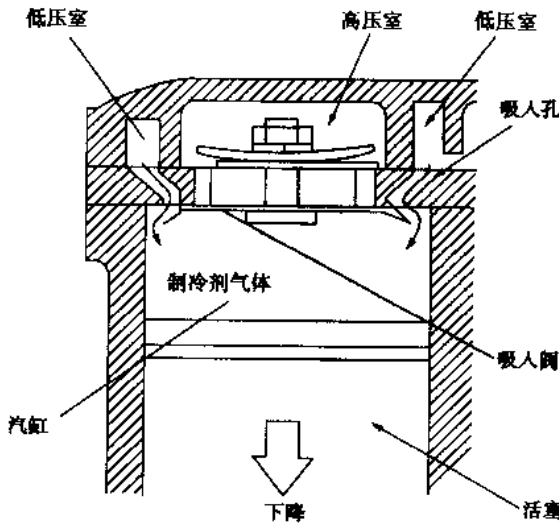


图 4.13 制冷剂气体的吸入

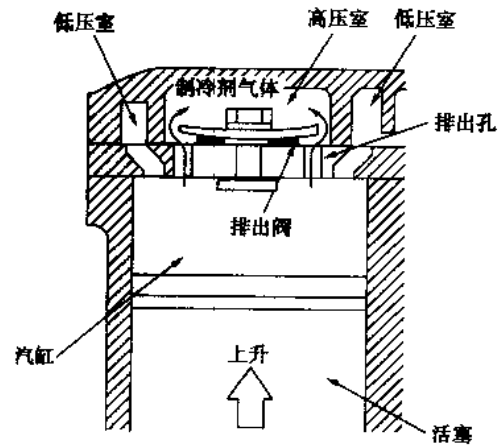


图 4.14 制冷剂气体的压缩

如图 4.15 所示为回转斜盘式压缩机的分解图。

国外生产的回转斜盘压缩机主要有美国通用公司生产的 A-6 和 DA-6 型, 日本电装斜盘压缩机公司为克莱斯勒公司生产的 C-171 型和为福特生产的 FS-6 型。后两家公司本身也生产这类压缩机, 结构大同小异。

国内有湖南华达机械总厂生产的六缸斜盘 DKS 系列压缩机产品, 广州豪华汽车空调工业公司生产的五缸摇盘 SD-510 压缩机产品, 无锡市双鸟动力机械有限公司生产的五缸、七缸摇盘式压缩机和十缸斜盘式压缩机等。

A-6 型压缩机、DA-6 型压缩机的结构请参看如图 4.16 和图 4.17 所示的解体图。DA-6 型和 A-6 型大体相同, 不同的是前者比后者要轻 9.5kg、短 89mm, 输出也少一些, 不用油池。原注冷冻机油 237ml, 开车后, 一半机油留在压缩机内。

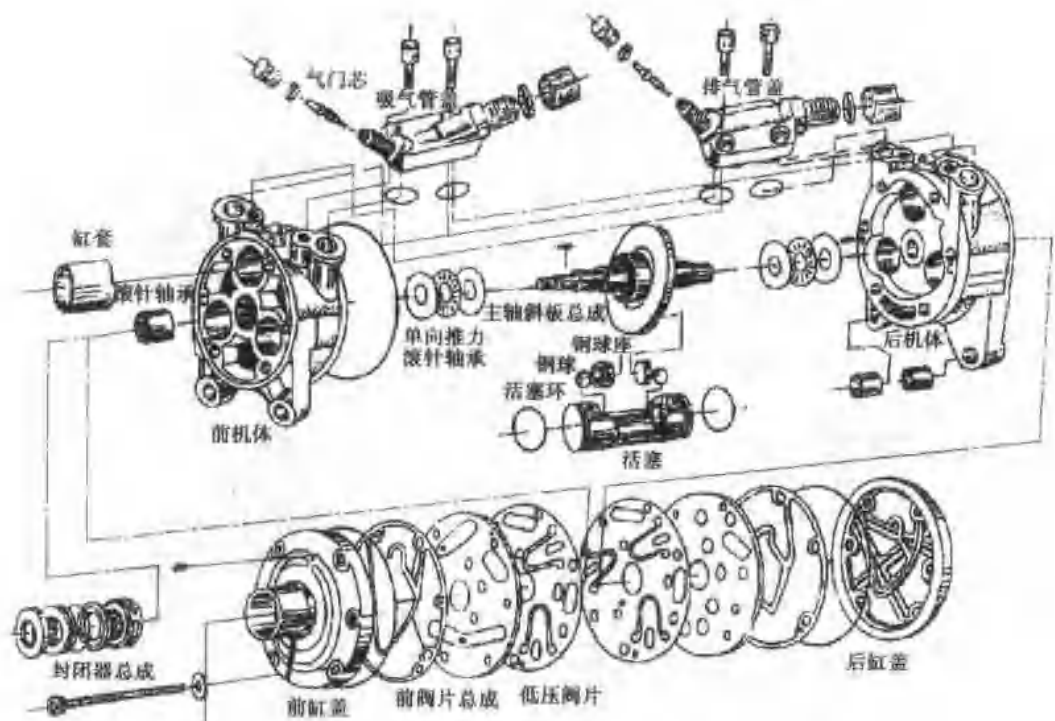
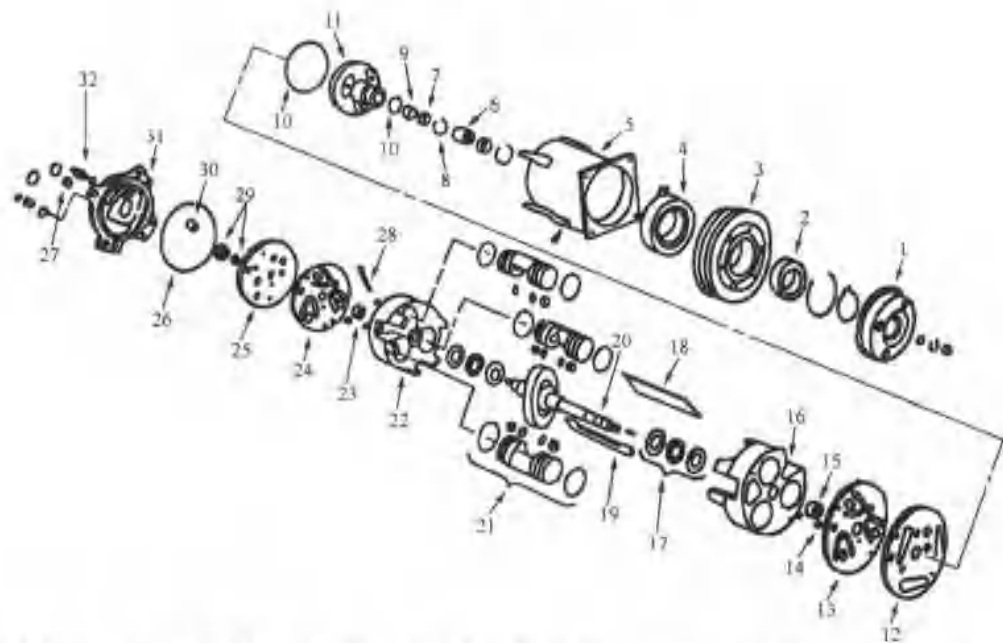
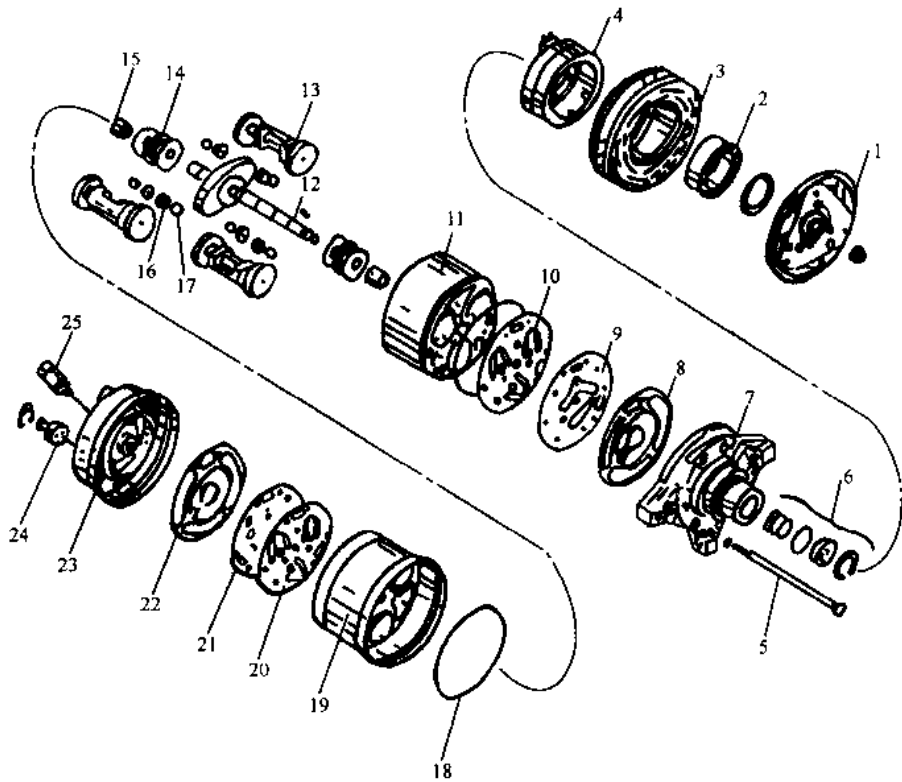


图 4.15 回转斜盘式压缩机的分解图



1-前板和轮毂组件；2-轴承；3-带轮；4-离合器线圈；5-壳体；6-垫；7-密封座；8-卡环；9-密封件；10、26-密封圈；11-前缸盖；12-前排气阀板；13-前吸气阀板；14-套；15-轴承；16-前缸体；17-止推轴承；18-吸气口盖；19-排气管；20-上轴和斜盘；21-刮渣组件；22-后缸体；23-轴承；24-后吸气阀板；25-后排气阀板；27-过热开关或低压开关；28-机油管；29-油泵转子；30-吸气滤网；31-后缸盖；32-压力安全阀

图 4.16 A-6 型斜盘压缩机分解图



1-前板和轮毂；2-带轮轴承；3-带轮；4-离合器线圈；5-螺栓（6件）；6-轴封；7-前缸盖；8-缸盖垫；9-阀板；10-吸气簧片阀；11-前缸体；12-主轴和斜盘；13-活塞（3对）；14-止推轴承；15-主轴承；16-钢球护座（6件）；17-活塞钢球（6件）；18-密封圈；19-后缸体；20-吸气簧片阀；21-阀板；22-缸盖垫；23-后缸盖；24-系统控制开关；25-高压安全阀

图 4.17 DA-6 型斜盘压缩机分解图

作为第二代的轴向型压缩机（摇盘式和斜盘式压缩机）一直是汽车空调压缩机的主导产品，约占所有压缩机产品的 70%。随着技术的不断进步，轴向型压缩机不但可以做到小型轻量化，而且，最高转速可达 10000r/min 以上。特别是轴向型压缩机率先实现了无级可变排量控制，受到汽车制造商的欢迎。现在新生产的乘用车已全部采用斜盘变排量无级控制的压缩机。

4.1.4 变排量压缩机

1. 变排量压缩机的工作原理

当把回转斜盘式压缩机的斜盘与压缩机主轴的角度变成可调时，回转斜盘式压缩机就变成了变排量压缩机。当斜盘向与压缩机主轴垂直的方向变化时，活塞的行程变短，排量减小，反之则排量增大。

变排量压缩机首先由美国德尔福（Delphi）公司的热能系统开发、制造并投入市场。变排量压缩机在运行过程中是根据制冷负荷（压缩机转速、吸排气压力等）信号的变化而自行调节压缩机内活塞的工作行程从而改变其输出的排量，且排量变化连续平稳，减小了排气压力的波动及噪声，并且在高速时能降低能耗。汽车上使用变排量压缩机可达到节能、降噪和实现车厢环境最优化控制的目的。

变排量压缩机能够实现自行调节最关键的控制部件是位于压缩机尾端的控制阀或阀组，它通过感受压缩机进、出口端的压力，来控制作用在摇板上活塞后部的压力，从而实现控制摇板角度和活塞行程，达到控制改变压缩机的输出排量，即达到与整个空调控制系统需要的热负荷所匹配的压缩机排量的目的。这种控制是一种动态平衡控制。

当空调系统被起动后，只要制冷剂的压力处于工作范围之内，空调压缩机就在控制阀的控制下不断地调整排量，使之与压缩机吸入制冷剂热负载平衡，这类似于现代发动机的闭环控制系统中根据氧传感器电压值判断混合气的浓度来反馈控制燃油注入量的情况。因为连续可变的排量输出特性使得整个压缩机的工作过程顺畅圆滑，不存在周期性变化的工作循环。乘坐在装备该系统的车辆上，原先循环离合器式压缩机工作循环所产生的发动机转速波动变化没有了，乘客根本感觉不到空调系统正在介入工作。发动机也不会因为电磁离合器的周期性离合接触而不断地调整发动机转速，这一点大大地提高了制冷系统的除湿能力，对发动机的燃油经济性的提高和乘坐舒适性等都十分有利。

当空调的制冷量需求增加时，由于车厢内的温度较高，蒸发器上的热负载很大，造成经过膨胀阀或节流管（阀）后被降压的雾状制冷剂在蒸发器内迅速吸收了蒸发器表面的热量，有限的制冷剂全部被汽化。由于加在蒸发器上较大的热负载和制冷剂所吸收的热量不平衡，热负载所吸收的热量大于制冷剂所吸收的热能，造成汽化后的制冷剂被蒸发器铝片传导加热。当制冷剂的温度上升后，其压力也会随之上升，使得压缩机吸入端的吸入压力高于由可变排量控制阀所控制的平衡控制点的压力。压力的不平衡促使控制阀内阀芯产生移动，使压缩机曲轴箱内的气流进入吸气端，这样曲轴箱内的供给压力和吸气端的压力差被消除，斜盘的倾斜角度增大。在压缩机主轴做旋转运动时，大角度的斜盘带动活塞做加大行程的往复运动。此时的压缩机输出制冷剂排量增加。

当空调的制冷量需求减小时，在蒸发器上的热负载较小，雾状制冷剂的一部分吸收了热量汽化后还有大部分富余，热负载同蒸发器内制冷剂所能够吸收的热量不平衡。从蒸发器流出到达压缩机吸入端的吸气压力，由于制冷剂还处在较低温度的缘故，而低于排量控制阀所控制的平衡控制点压力。这种不平衡促使控制阀芯产生反向位移，控制阀会向曲轴箱内导入压缩机出口端（较高压力的气体）移动，用以消除以上情况所造成的负压，曲轴箱内供给压力和吸气端压力产生压力差，造成斜盘的倾斜角度变小。尽管被发动机皮带驱动的压缩机主轴仍旧高速旋转，但变小的斜盘角度使得活塞实际往复工作的有效行程变小，压缩机的制冷剂输出排量降低了。

在实际构造上，可变排量控制阀本身同可变斜盘之间并没有直接的机械联系，真正造成斜盘角度的变化是由于加在所有活塞上制冷剂不同状态压力的动态平衡。当压缩机主轴高速旋转时，所有活塞的工作状态是不一致的，有的处于吸气行程，有的处于排气行程或者压缩行程（类似发动机的配气机构和曲柄连杆机构的工作）。吸气行程的活塞运动造成了活塞顶部空间吸入压力较低，反之压缩和排气行程的活塞运动造成了其顶部空间压力明显升高。所有活塞的连杆被均匀地铰接在斜盘周边上，所有活塞顶部受到作用力的合力是促使斜盘改变其倾斜角度的真正动力。当加在蒸发器上的热负载发生变化的情况下，可变排量控制阀芯的移动促使斜盘箱的供给压力和吸入压力之间发生一系列连续平衡。平衡的结果使得所有活塞所受到合力通过连杆组传送到与之铰接的斜盘上，于是斜盘在合力的作用下就产生了角度倾斜变化，这种变化反过来又促使了活塞的有效工作行程的变化，造成了压缩机的排量变化。总之，只要斜盘箱吸入压力和供给压力的压差略有变化，就足以产生一个力推动斜盘的倾斜角度发生变化。

2. V-5 变排量压缩机的结构原理

如图 4.18 所示是 Harrison V-5 变排量压缩机。Harrison V-5 变排量压缩机是美国德尔福



图 4.18 Harrison V-5 变排量压缩机

公司 Harrison 分部变排量压缩机的第一代产品，因为其优异的性能至今还被许多乘用车所选用，如通用汽车公司的别克系列乘用车、庞蒂克乘用车等。所谓“V-5”中的“V”表示可变排量压缩机；“5”表示压缩机内采用 5 活塞的布置方式。

V-5 变排量压缩机的结构如图 4.19 所示，它与 SD-5 压缩机相似，在压缩机内部也有 5 个轴向定位的活塞，并被一个旋转斜盘所驱动。但是，V-5 压缩机斜盘与轴向的夹角是可改变的，如图 4.20 所示。在图 4.20 中，主轴、活塞及连杆的安装与 SD-5 压缩机相同，摇板上带有

球窝连接座（与 SD-5 压缩机中的行星盘相似），通过一个带有导向销的传动柄组成的旋转接头，把传动板安装在主轴上。当主轴旋转时，也带动传动板转动。传动板与摇板中间由平衡针轴承隔开。若摇板和传动板与主轴倾斜成同一个角度，传动轴则通过凸轮式支座与传动板相连，这样主轴的旋转力就能迫使摇板摆动，从而带动活塞轴向位移，改变了活塞的行程，达到改变输出排量的目的。摇板的防旋机构不是一对防旋齿轮，而是安装在两个缸体之间的摇板导向销。摇板上有一个特殊的球形孔销，此球形孔销可绕着导向销摆动，限制摇板旋转。

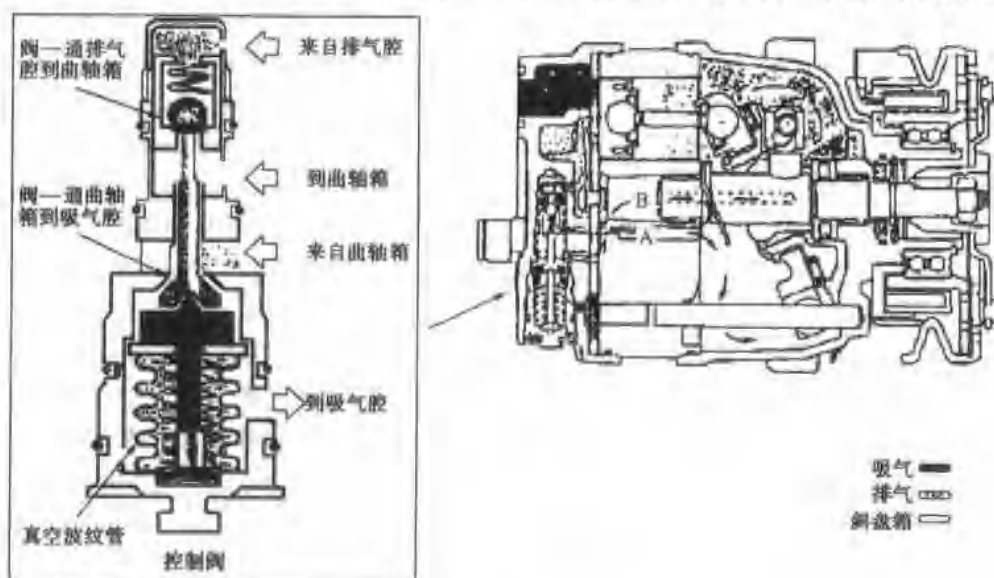


图 4.19 V-5 变排量压缩机结构图

实现可变排量是因 V-5 机的摇板和传动板能与主轴倾斜成某一范围内的任意角，从而改变了压缩机的排量。这是因为传动柄上的偏心槽允许传动板绕主轴做轴向的相对运动，同时也就带着摇板改变了与主轴的夹角，并稳定在某一角度。假如摇板转到使之不能工作的某一角度，那么

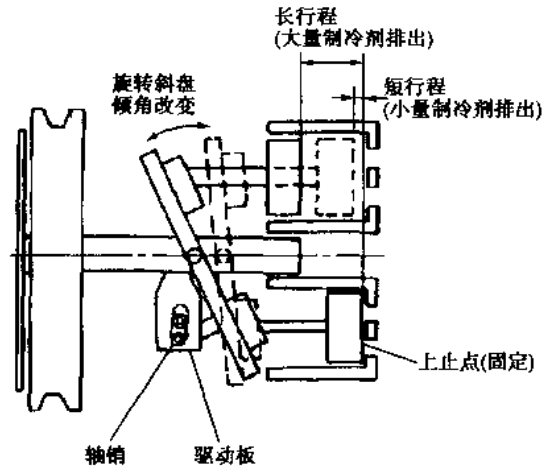


图 4.20 变排量压缩机的平面图

主轴和传动板的旋转力对摇板也就不起作用，活塞也就不能移动了。因此，压缩机设计主轴上有一个簧片，其压力能使摇板及其活塞至少有微小的移动量，保证压缩机在初始工作时能运转。所以当使制冷负荷为零时，也有一定排量。V-5 压缩机的最小排量是 10ml，最大排量为 156ml。

斜盘的倾斜角度由位于压缩机尾部的可变排量控制阀控制。可变排量控制阀是一个简单的二位二通阀。控制阀内阀芯的两端主要受到压缩机吸入端压力、阀芯弹簧力和作用在阀芯顶部球阀上的压缩机排气压力共同作用。在控制端压力的动态平衡过程中，阀芯的移动使得连接曲轴箱供给压力管路同曲轴箱吸气压力管路及压缩机排气压力管路这三者中的两者被导通、部分节流或者关闭。阀芯上的弹簧是经过精确设计和调校的，根据不同制冷系统的需要而确定出一个合适的控制平衡压力点。事实上，更换不同的控制阀可以使得同一台压缩机的表现大相径庭，这也使得可变排量压缩机的装车范围大大地被拓宽了。

排量的改变是依靠摇板箱压力的改变来实现的。摇板箱压力降低，作用在活塞上的作用力使摇板倾斜，增长活塞行程，即增加了压缩机排量；反之，摇板箱压力增加，就增加了作用在活塞背面的作用力，使摇板的倾角减小，即减小活塞行程，也就减小了压缩机排量。

调节摇板箱压力是靠位于压缩机后端的控制阀来实现的。控制阀有一个压力感应波纹管暴露在吸气侧压力下，波纹管作用到针阀及钢球上，钢球暴露在高压侧压力下。波纹管还控制着一个细小的通气孔，此通气孔与吸气侧压力相通。

当吸气侧压力低于设定值时，波纹管收缩，针阀下落，弹簧及高压侧压力把钢球推向球座，将球座下连接高压侧气体与摇板箱气体的通道 A 封死，阻止了高压侧气体通向摇板箱。与此同时，从低压侧到摇板箱的通道 B 打开，使部分摇板箱气体通向吸气侧，降低了摇板箱压力，作用在活塞一侧的力使摇板移向增加排量的位置，如图 4.21 所示。

反之，当吸气压力升高到超过控制点时，波纹管膨胀（靠弹簧力），把钢球向上推，使之离开球座。这样，高压气体就通过控制阀组进入摇板箱，增大了活塞背面的压力，使摇板的倾角减小，从而减小排量，如图 4.22 所示。

如图 4.23 所示为 V-5 变排量压缩机的分解图。

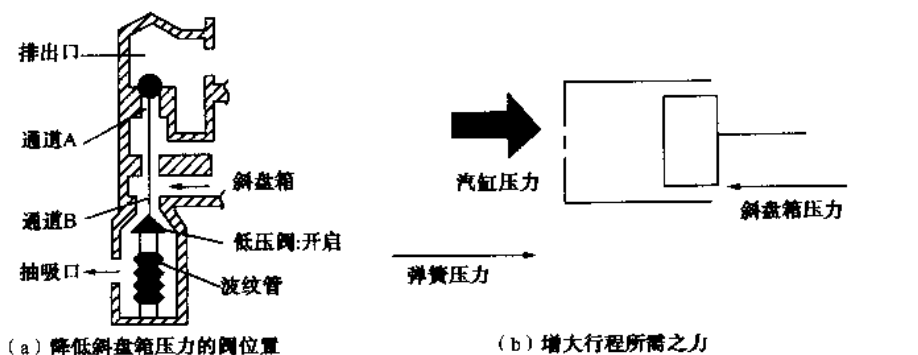


图 4.21 斜盘倾角增大 (活塞行程增大)

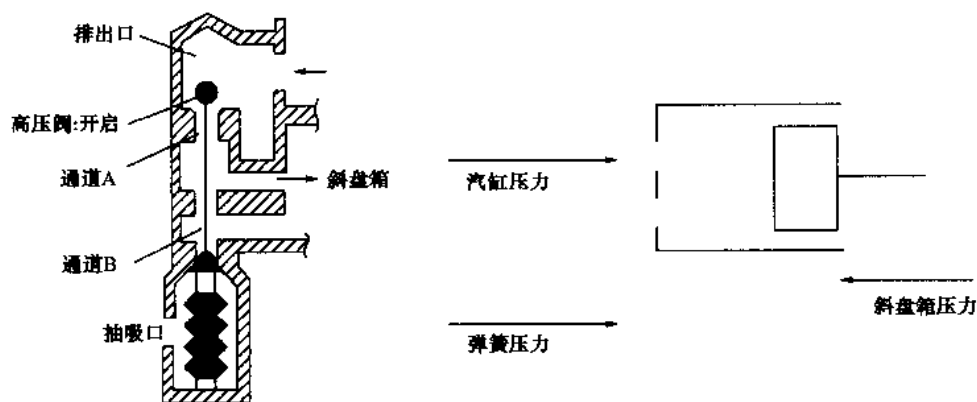
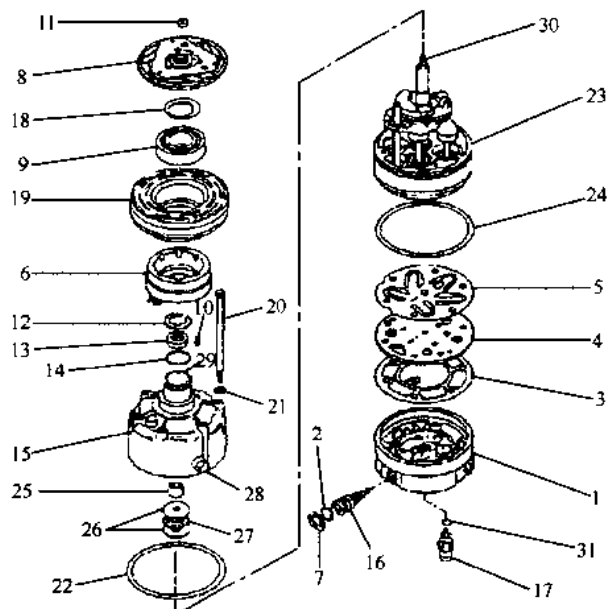


图 4.22 斜盘倾角减小 (活塞行程减小)



1-压缩机后盖; 2-O 形控制阀; 3-后垫; 4-阀门盘; 5-簧片; 6-高合器线圈; 7-卡环; 8-驱动盘离合器; 9-皮带轮轴承; 10-离合器; 11-轴端螺母; 12-卡环; 13-轴密封; 14-轴密封环; 15-压缩机壳体; 16-压缩机控制阀; 17-压力释放阀; 18-卡环; 19-皮带轮; 20-长螺栓; 21-垫片; 22-密封圈; 23-活塞器; 24-后盖 O 形环; 25-垫片; 26-垫片; 27-轴承; 28-放油塞; 29-离合器和冲头板; 30-压缩机油; 31-压力释放阀 O 环

图 4.23 V-5 变排量压缩机分解图

3. DCW-17 变排量压缩机的结构原理

DCW-17 型变排量压缩机由日本杰克塞尔公司开发，其结构如图 4.24 所示。它与 V-5 机一样有 5 个活塞，主轴上装有止推法兰，通过连杆连接传动接套。主轴回转带动传动接套，而传动接套的回转通过止推轴承传递给摇板。滑块通过轨道槽起防旋作用，使摇板只能进行摇摆运动，而不能旋转，从而使主轴的回转运动转变成 5 个活塞的往复运动，进行制冷剂气体的吸入和压缩。缸体上设有使排气侧的高压气体能进入摇摆室的小孔，使这部分气体成为控制摇板倾斜角的来源。

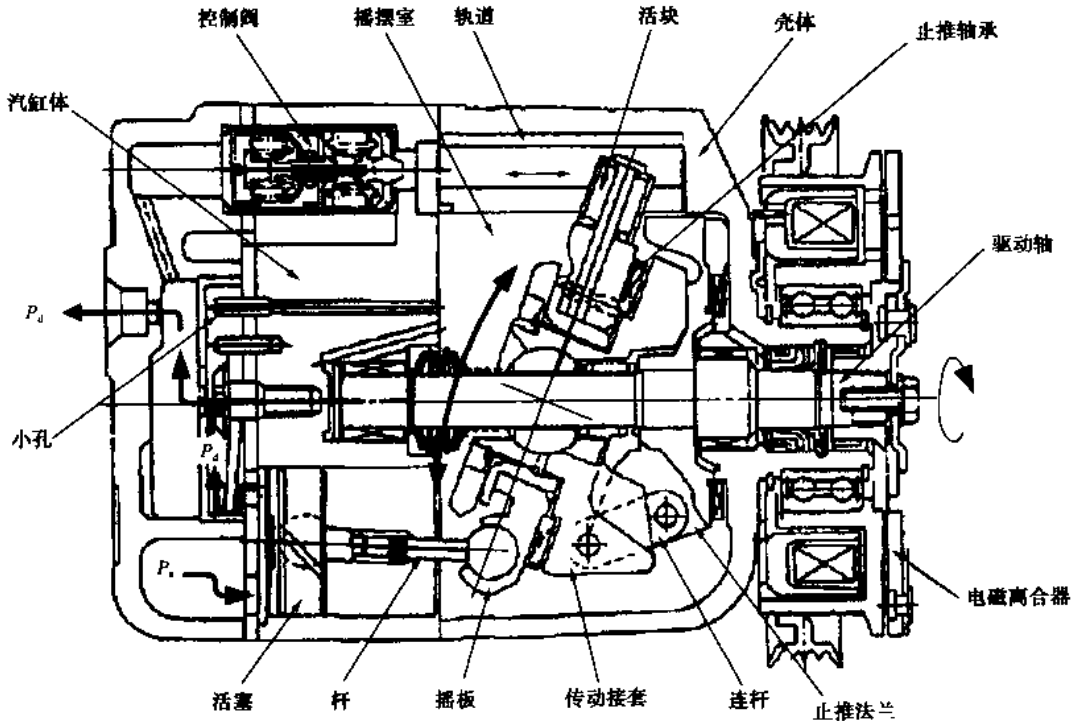


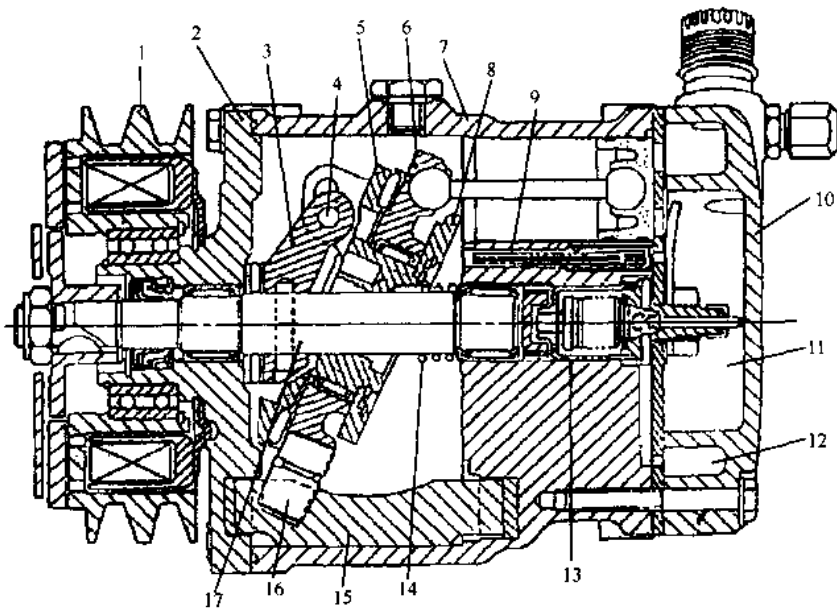
图 4.24 DCW-17 型变排量压缩机结构原理图

DCW-17 压缩机的控制阀采用由两套波纹管和推杆组成的二级结构。第一级波纹管由低压压力作用使其伸缩，第二级由高压压力作用使其伸缩。当高压压力低于某一数值时，第二级波纹管会伸长，通过推杆来压缩第一级波纹管。

当高压和低压逐渐升高时，第一级波纹管收缩使控制阀的阀门打开，摇摆室中部分气体流出，摇摆室内压力下降，摇板倾角变大，排量也变大。当高压和低压逐渐降低时，第一级波纹管开始伸长，阀门打开度变小，对摇摆室流出气体进行限制，摇摆室内压力开始变高，摇板倾角变小，排量也变小。当制冷负荷再变小而高压低于某一数值时，第二级波纹管伸长，使压缩机排量进一步减小。

4. 七缸变排量压缩机的结构原理

日本三电公司从 1985 年开发七缸斜盘变排量压缩机，取名为 SD7V10，其结构原理如图 4.25 所示。

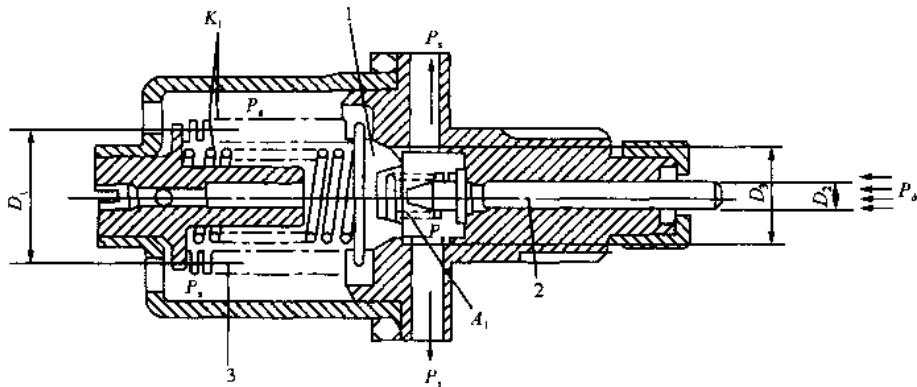


1-电磁离合器; 2-前盖; 3-传动臂; 4-销; 5-凸轮盘; 6-摇板; 7-缸体; 8-平衡块; 9-喷孔; 10-缸盖; 11-排气腔; 12-吸入腔; 13-MFCV (质量流动补偿控制阀); 14-复位弹簧; 15-导轨; 16-滑块; 17-主轴

图 4.25 SD7V10 型压缩机的结构图

SD7V10 压缩机主要采用不同的摇板防旋和摇板箱压力控制机构。它采用一个带槽的滑块 16 沿导轨 (有一层多孔硬质镀层) 15 强迫摇板 6 沿着轴向摆动。SD7V10 压缩机主轴上固定一个传动臂, 凸轮盘上有一个腰形孔, 有销子与主轴传动臂连接, 改变销子在腰形孔上的位置即能调整凸轮盘角度。摇板在凸轮盘与平衡块之间, 受凸轮盘限制。凸轮盘中心有马鞍形孔, 主轴从中通过。改变销子在腰形孔上的位置就能限制斜盘最大和最小倾斜角, 即限制倾斜角的变化范围, 从而调整压缩机的排量, 使该机的使用范围得到扩大。

摇板箱压力由波纹管压力控制阀 (MFCV) 控制, 它位于机体中央。MFCV 阀的结构如图 4.26 所示。



1-球形阀; 2-推杆; 3-波纹管

图 4.26 MFCV 结构图

5. 7SB16 及 CVC 变排量压缩机的结构原理

7SB16 压缩机是日本电装公司 1996 年年底开发的机型,美国通用公司于 1997 年在 7SB16 基础上开发了 CVC 系列压缩机。这两类压缩机结构基本相同,只是导向销部分略有不同。7SB16 压缩机的结构原理如图 4.27 所示。

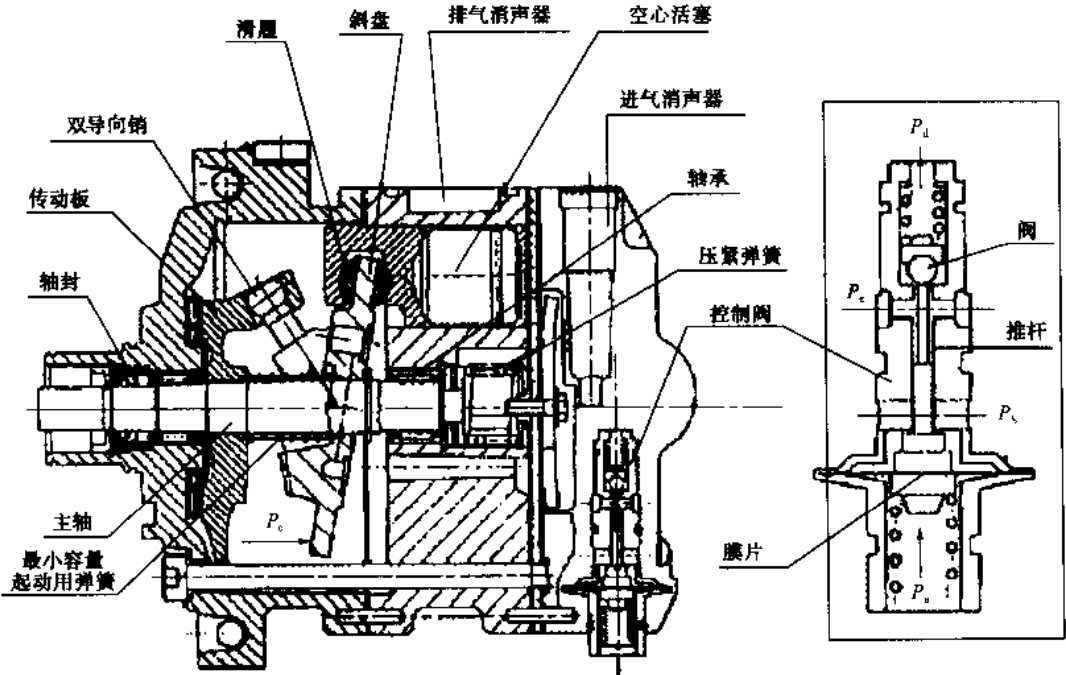


图 4.27 7SB16 压缩机结构原理图

7SB16 压缩机是把传统的双向活塞切去一半,使之成为单向活塞,保留了双向斜盘式压缩机结构简单的优点,用控制斜盘角度(即改变工作行程)的方法实现可变排量。该压缩机活塞非工作部分全部挖成空心,使质量减轻、惯性减小,其转速可提高到 9000r/min,接近旋转型压缩机的性能指标。

7SB16 压缩机采用双导向销支承斜盘移动,使斜盘改变角度时导向销的移动摩擦力较小,可实现较小的启动排量,使这种压缩机的排量变化范围增大。

压缩机缸盖中有一控制阀(如图 4.27 所示), P_s 为吸气压力, P_d 为排气压力, P_c 为斜盘箱压力, P_s 为作用于控制阀膜片的弹簧压力。当热负荷降低(或转速低)时(见图 4.28 左侧部分),作用于膜片另一侧的吸气压力 P_s 降低, $P_d > P_s$,球阀打开,排气压力通过球阀进入斜盘箱,使斜盘箱压力 P_c 升高,作用在活塞靠斜盘一侧的作用力 P_c 大于作用在活塞汽缸一侧的作用力 P_s , $P_c > P_s$,斜盘被推向减小倾斜角度方向移动(以导向销为转轴),使活塞行程减小,压缩机排量变小。反之,当热负荷升高(或转速高)时, P_s 升高, $P_s > P_d$,使阀门关小(见图 4.28 右侧部分),斜盘箱压力通过控制阀中单向阀孔进入吸气腔, P_c 下降, $P_s > P_c$,斜盘被推向增大倾斜角度方向移动,使活塞行程增加,压缩机排量变大。

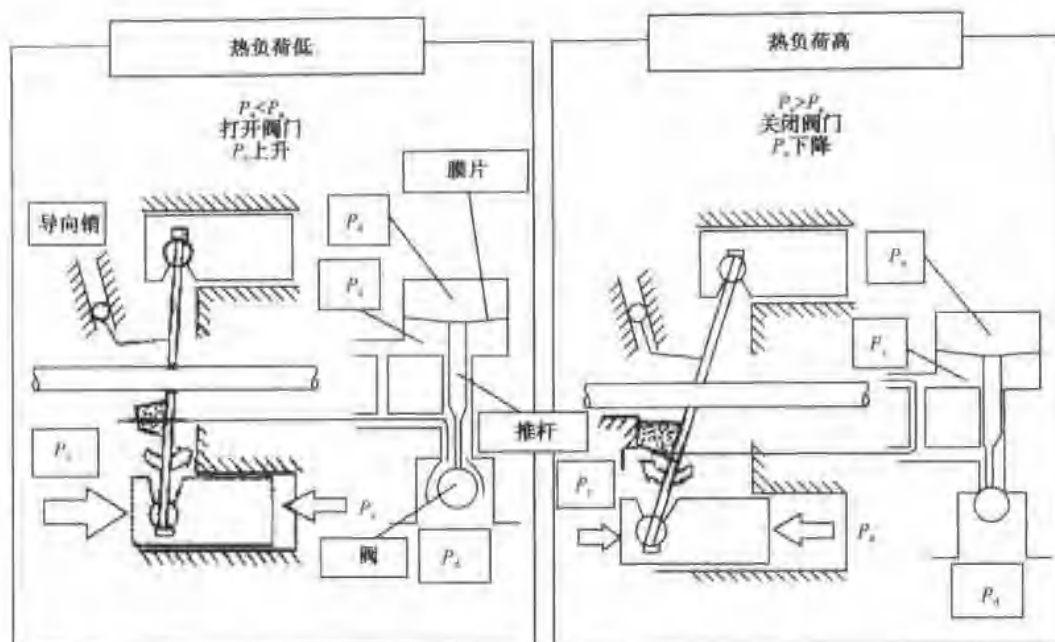


图 4.28 7SB16 压缩机可变排量控制原理图

6. 电磁控制变排量压缩机

以上所述变排量压缩机都是由机械阀控制排量，还有一种变排量压缩机是由电磁阀控制排量，如图 4.29 所示。目前已有的是做 100%排量和 50%排量的粗调，如图 4.30 所示。图 4.30 (a) 为这种斜板变排量压缩机的剖面图。利用固定在主轴上的斜板，把主轴旋转转变为 5 个活塞的往复运动，压缩制冷剂。制冷剂的吸气吐出阀位于图的左右两旁，利用 5 个活塞进行 10 个汽缸的运动。

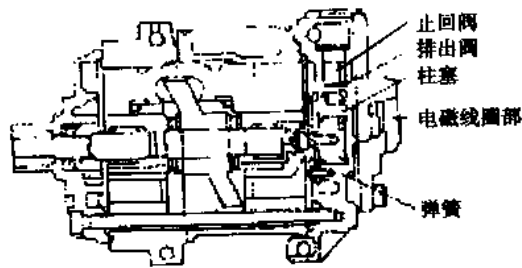


图 4.29 电磁阀控制压缩机

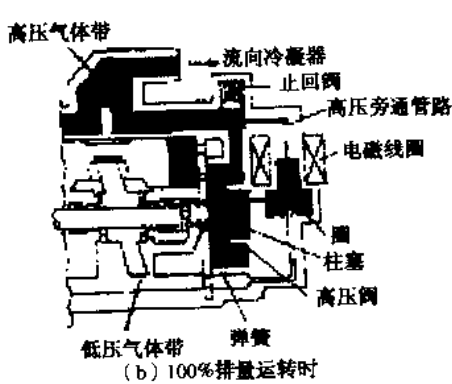
当电磁阀线圈不通电时，阀关闭低压侧，打开高压旁通管路，压缩机做 100%排量运转，其状态如图 4.30 (b) 所示。当电磁线圈通电时，阀被吸引，低压侧打开，高压旁通管路被关闭，此时压缩机做 50%排量状态运转，如图 4.30 (c) 所示。

压缩机排量的变换，是利用蒸发器温度传感器判断制冷室热负荷状态，进行电磁线圈的控制。在“ECON”工况时通常进行 50%容量运转，如图 4.31 所示。

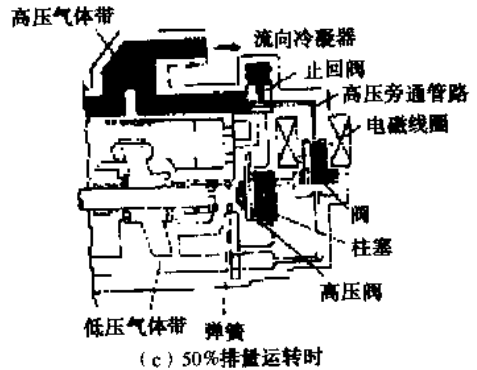
这种压缩机从 20 世纪 80 年代初开始采用，但因其气流脉动及扭矩波动大，现在已很少使用。现在的电控技术也许能给这种压缩机改头换面。



(a) 电磁控制变排量压缩机结构



(b) 100%排量运转时



(c) 50%排量运转时

图 4.30 电磁控制变排量压缩机

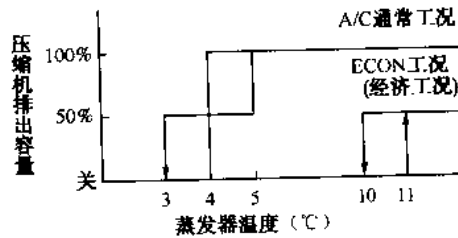


图 4.31 可变排量压缩机变换控制

我国生产的变排量压缩机主要有：上海三电汽车空调有限公司生产的七缸摇盘无级可变排量压缩机 SD7V16 和六缸摇盘无级可变排量压缩机 SD6V12，牡丹江汽车空调机厂生产的五缸摇盘 V5 系列无级可变排量压缩机等，产品规格如表 4.4 所示。

表 4.4 我国主要斜盘式变排量压缩机产品规格

制冷剂	R12	R134a	R134a	R134a	R134a
型号	SD7V16	SD6V12	SE7V16	V-5	7SB16
缸数	7	7	7	5	7
排量 (cm ³)	10.4~161.3	10.4~122.8	10.4~161.3	10 ~ 156	8 ~161.5
缸径 (mm)	φ 29.3	φ 29.3	φ 29.3	φ 36	φ 28.69
最大瞬时转速 (r/min)	7000	7000	9200	7500	9200
最大连续转速 (r/min)	6000	6000	8500	6500	8000

续表

冷冻机油	SUNISO 5GS	SP-10	SPIO 150CC	PAG 236CC	ND-8250CC
重量 (kg)	4.3	4.1	4.5	6.3 (连离合器)	4.8
外形尺寸 (mm)				φ135×205 (长)	φ114×206
高压泄压阀设定值 (kPa)				3171-4137	

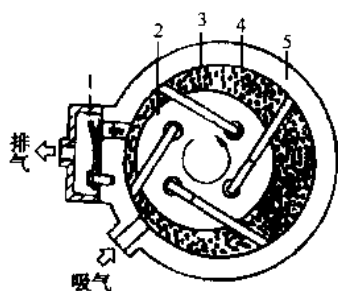
4.1.5 旋转叶片压缩机

旋转叶片压缩机又称刮片式压缩机。由于其体积和质量可以做得最小，易于在狭小的发动机室内进行布置，加之噪声、振动小，容积效率高等优点，也特别受到汽车制造商的青睐，产量有连年上升的趋势。人们将它看做是第三代压缩机。

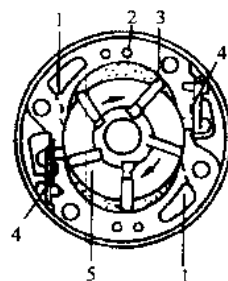
旋转叶片压缩机的汽缸有两种形式，一种是圆形的（如图 4.32 所示），一种是椭圆形的（如图 4.33 所示）。

在圆形汽缸的旋转叶片压缩机中，汽缸内的转子与汽缸是偏心安装的，有 2~5 片刮片（或称叶片）安装在转子相应的刮片槽中。当转子转动时，由于离心力使刮片沿刮片槽滑出并压紧到汽缸壁上，从而将汽缸分成几个工作腔。由于转子与汽缸是偏心安装的，所以随转子的转动，各工作腔的工作容积会不断变化；当工作腔容积不断增大时，通过进气口将制冷剂吸入；当工作腔容积不断减小时，压缩吸入的制冷剂气体，当压力达到一定值时，高压制冷剂气体推开排气阀，排出工作腔，进而送往冷凝器，如图 4.32 所示。

如图 4.33 所示是椭圆形汽缸的旋转叶片压缩机。此种压缩机与上述圆形刮片式压缩机相比，其结构和工作原理基本相同，只是转子与椭圆形汽缸同心安装。此外，圆形刮片式压缩机的主轴转一圈，每个工作腔只吸入和排出一次制冷剂，即完成一个工作循环，所以有时称之为单作用刮片式压缩机；而椭圆形刮片式压缩机的主轴每转一圈，每个工作腔都完成两个工作循环，所以又称之为双作用刮片式压缩机。



1-排气阀；2-转子；3-汽缸；4-制冷剂；5-刮片
图 4.32 圆形汽缸的旋转叶片压缩机原理图

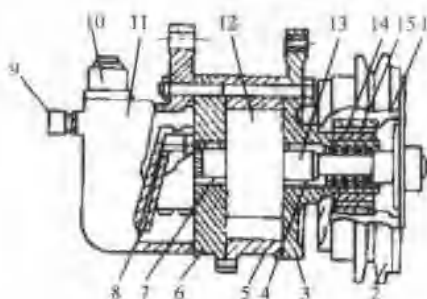


1-进气口；2-汽缸；3-刮片；4-排气阀；5-转子
图 4.33 椭圆形汽缸的旋转叶片压缩机原理图

旋转叶片压缩机的结构如图 4.34 所示，主要由缸体、转子、主轴、排气阀、带离合器的前缸盖、轴封总成、轴承等组成。前缸盖和后盖板上有两个主轴支撑轴承。压缩机后端盖内设有一个人较大的空间，用来分离油气，分离后的制冷剂气体经排气阀排出，分离出的润滑油流入油池。油池内的润滑油在压差的作用下，通过油管输送到刮片槽、油封、轴承和汽缸等部分，对各部分润滑后的润滑油随被压缩后的制冷剂气体再返回到油气分离器。

旋转叶片式压缩机的生产主要以日本松下株式会社和日本精工精机株式会社为主，松下公司生产的是三叶片旋转叶片式压缩机，精工公司生产的是五叶片旋转叶片式压缩机。

我国重庆建设集团于 1995 年引进了日本精工精机公司旋转叶片式 JSS—96 和 JSS—120 压缩机产品。



1-前板；2-带轮；3-前缸盖；4、7-轴承；5-缸体；6-后盖板；8-油管；9-排气阀；10-进气口；11-后端盖；12-转子；13-主轴；14-带轮轴承；15-轴封

图 4.34 旋转叶片式压缩机

4.1.6 三角转子压缩机

三角转子压缩机也称为汪克尔式压缩机，如图 4.35 所示。因三角转子压缩机结构简单，零件少，因而在 20 世纪 70 年代末到 20 世纪 80 年代中被不少厂家相继开发，但加工精度要求高，现在很少采用。目前的数控加工设备与技术也许能使它再次兴起。

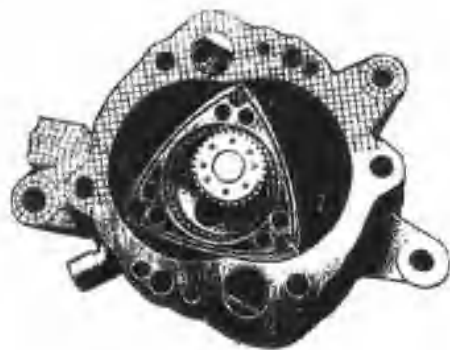
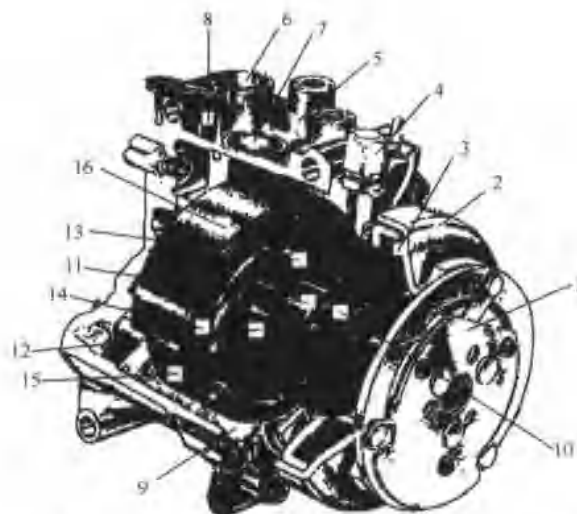


图 4.35 三角转子压缩机

4.1.7 涡旋压缩机

如图 4.36 所示为涡旋式压缩机。代表着压缩机最高技术水平的第四代压缩机——涡旋式压缩机——由于突破了制造技术上的难点，正在突飞猛进地发展着。涡旋式压缩机最高转速可达 12000r/min 以上，容积效率比活塞式压缩机可高 60%，且噪声小，运转平稳。

上海奉天空调压缩机有限公司在合肥工业大学的技术支持下，自行研制开发了涡旋式 AP 系列压缩机，预计年产量可达 10 万台；南京奥特佳冷机有限公司在美国普渡大学技术支持下，于 2001 年研制开发了 WXH 系列涡旋式压缩机，其排量可从 $60\text{cm}^3/\text{r}$ 到 $250\text{cm}^3/\text{r}$ ，适用于微型车到大客车空调装置，年计划产量为 12 万台。由于涡旋式压缩机是公认的最先进的第四代汽车空调压缩机产品，国内许多企业都成功研制出该产品，如南京埃迪压缩机有限公司，广州万宝压缩机有限公司等。



1-前板; 2-皮带轮; 3-线圈; 4-加液服务阀; 5-机体; 6-排气口; 7-吸气口; 8-过热安全阀; 9-连接螺钉; 10-平衡重; 11-轴承; 12-推力轴承; 13-平衡块; 14-密封条; 15-固定涡旋体; 16-动涡旋体

图 4.36 涡旋式压缩机

空调压缩机的发展情况汇总如表 4.5 所示。

表 4.5 空调压缩机的发展情况汇总

压缩机形式		发展过程	发展动向
往 复 式	径向活塞 曲轴连杆式二缸 三缸 四缸	早期汽车空调压缩机的主要形式。由于缺乏安装灵活性,转速也受到限制,20世纪70年代后期产量急剧下降。目前主要用于大型汽车空调	
	轴向活塞 旋转斜盘式六缸 十缸 (双向活塞)	从20世纪60年代以来,该机型一直是汽车空调压缩机的主要形式,70年代中期,六缸机取消集油槽和油泵,改为飞溅润滑,80年代初,在重量和尺寸上有较大改动。80年代中后期,发展了十缸机,代表厂家是日本电装公司。90年代末,开发出可变排量7SSB16机	主要向质量轻、体积小、可变排量及多缸化方向发展
	轴向活塞 旋转斜盘式五缸 六缸 七缸 (单向活塞)	20世纪70年代初,日本三电公司对美国通用公司的五缸机进行了较大改进,使之具有结构紧凑、体积小、重量轻及安装方便等优点,发展成SD-5系列,80年代中期,又开发出SD-7系列七缸机。通用公司则将其五缸机发展成可变排量的V-5机	六缸、七缸斜盘无级可变排量压缩机仍是压缩机的主导产品
	径向活塞 径向活塞式 (轴射式)	美国20世纪70年代中期开始应用,但一直没有被大量采用。不便于布置及高速性能差可能是主要原因	

续表

压缩机形式		发展过程	发展动向
旋 转 式	刮片式 椭圆缸（偏心转子） 圆形缸（同心转子） 贯穿刮片式	20世纪70年代以来一直时起时落在发展，数量比斜盘式少，但比其他旋转式多。主要优点是体积小、效率高。有特色的是日本精工开发的变容量刮片机	开发新结构，变型机型
	滚动活塞式（单缸） 滚动活塞式（双缸）	20世纪80年代初开始采用，但因其气流脉动及扭矩波动大而较少使用。双缸机主要用于变排量（0~50%~100%）	
	三角转子式 （汪克尔式）	因其结构简单，零件少。在20世纪70年代末到20世纪80年代中被不少厂家相继开发，但加工精度要求高，目前很少采用	数控加工技术也许能使它再次复出
	涡旋式	20世纪80年代初起小批量生产，产量逐年提高，结构、材料和工艺也逐步成熟。主要优点是运转平衡，效率高。目前形势看好	有发展前途
	螺杆式	主要用于大型客车。其低速性能较差，但由于径向尺寸较小，也有用于中小型客车和乘用车的	

4.2 蒸发器

蒸发器是一种换热装置，外形近似冷凝器，但比冷凝器窄、小、厚，其功用是为了在鼓风机的风力通过它时，能输送更多的冷气。常用的蒸发器结构如图4.37所示。蒸发器通常装在仪表板后的风箱内，依靠鼓风机使车外空气或车内空气流经蒸发器，以便冷却与除湿。大型乘用车配置两个蒸发器，一个装在车前部，另一个装在车后部。

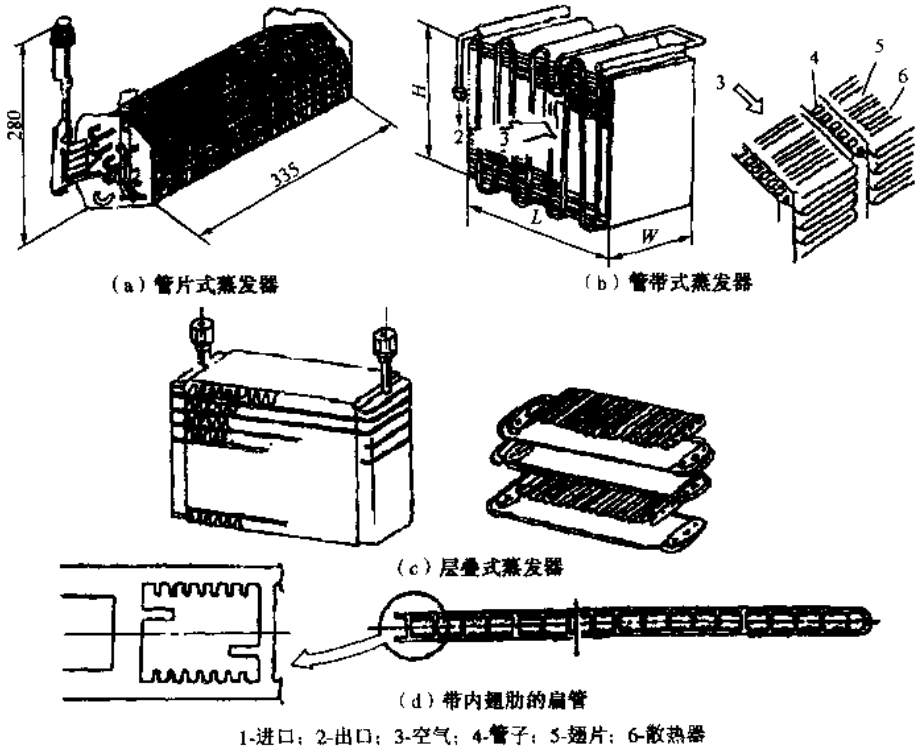


图 4.37 常用蒸发器结构

管翅蒸发器中，进口管路线分成4小路，然后再和翅片中的4根粗管子依次接通，便于控制膨胀中的制冷剂。粗管段在翅片中来回穿梭，所以又叫盘管。

板翅蒸发器中，制冷剂通路中的各区段由2块板拼装而成。各区段之间加上翅片，再推叠固定在一起，和汽车水箱类似，上下均形成空腔，即顶腔和底腔。进口管和底腔相通。液态制冷剂经进口管进入底腔，膨胀而上，经各板式通路进入顶腔，和顶腔相连的叫尾管，用以承接蒸发器来的制冷剂蒸气。

进入蒸发器的液态制冷剂都含有少量冷冻机油。制冷剂蒸发而去，留下的是一层冷冻机油，这不利于蒸发器的传热。低温会使冷冻机油黏稠，而又集中在蒸发器的中心地带。若是管翅蒸发器，这个问题就不太大了，因为制冷剂流动有利于推动沉积的冷冻机油离开蒸发器；若是板翅蒸发器，就有助长冷冻机油沉积在蒸发器底部的趋势，使该型蒸发器有油池和蓄油的作用，因此，有些厂家已经转而生产管翅蒸发器。

在蒸发器工作时，由于空气中相对湿度降低，空气中多余的水分会逐渐凝结成水珠，汇集在一起通过出水管排向车外。另外，为了节能，使鼓风机的空气来源于车厢内已经经过蒸发器冷却过的低温空气，冷却后再次送入车厢（如图4.38所示），如此反复进行循环。

由此可见，汽车空调不仅对车厢起降温作用，同时还能起除湿作用。

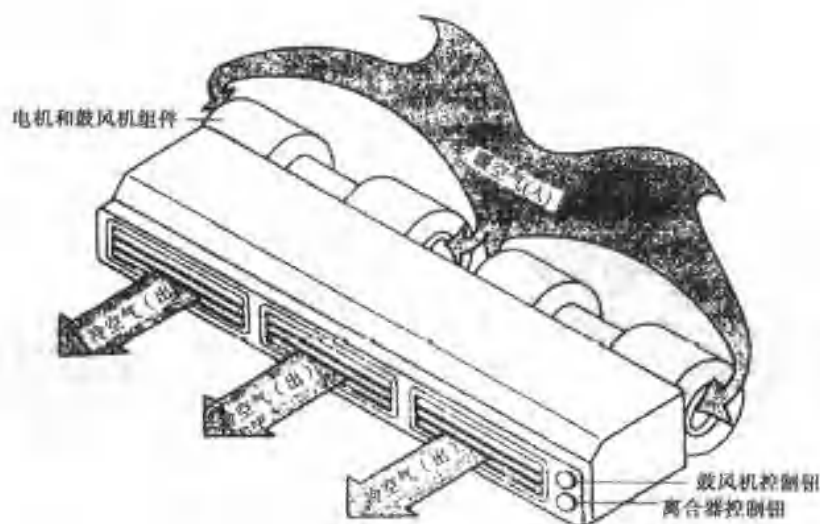


图4.38 蒸发器工作原理

4.3 膨胀阀

膨胀阀安装在蒸发器入口管路上，它是一种感压和感温自动阀（小型空调只起感温作用），用以帮助产生压力变化（高压—低压）；根据蒸发器出口处气态制冷剂的温度状态，调整和控制进入蒸发器中的液态制冷剂的数量。

4.3.1 内平衡热力膨胀阀

如图4.39所示是内平衡热力膨胀阀。图中9是遥控温包，内装惰性液体或制冷剂液体，当蒸发器出口温度较高时，温包内液体温度随之上升，从而压力也增高。高压作用在膜片1

上侧，当数值大于蒸发器进入压力和过热弹簧压力总和时，针阀 3 离开阀座 5，阀门开启，制冷剂流入蒸发器。针阀 3 开启后，较多的制冷剂进入蒸发器，蒸发器内压力上升，回气温度降低，膜片下侧压力增加，上侧压力降低，阀门关闭。由于膜片上、下侧压力经常处于不平衡状态，所以阀门不断地开启、闭合。

目前，我国生产的内平衡热力膨胀阀主要是 QKF 系列（单尾）和 LQKF 系列（双尾）产品。

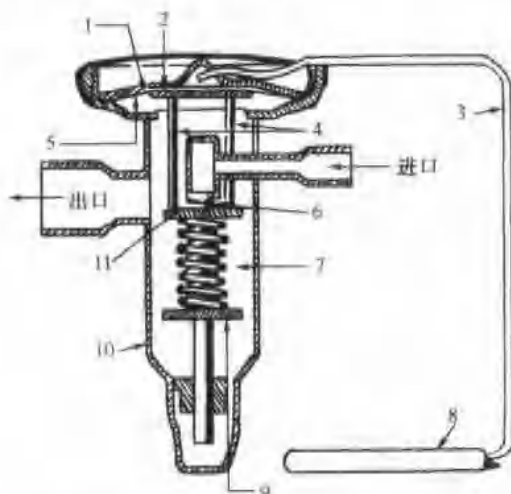


1-膜片；2-内平衡口；3-针阀；4-蒸发器出口；5-阀座；6-阀体；7-通储液罐的进口；8-弹簧；9-遥控温包；10-毛细管

图 4.39 内平衡膨胀阀

4.3.2 外平衡热力膨胀阀

如图 4.40 所示是外平衡热力膨胀阀，由阀体 10、阀座 6、膜片 1、推杆 4、阀杆和阀针 11、过热调整弹簧 7、毛细管 3 和遥控温包 8 等组成。



1-膜片；2-温包压力；3-毛细管；4-推杆；5-蒸发器出口压力；6-阀座；7-过热调整弹簧；

8-遥控温包；9-弹簧压力；10-阀体；11-针阀

图 4.40 外平衡热力膨胀阀

遥控温包固定在蒸发器的出口管即尾管上。温包感应的是尾管温度，通过毛细管传递压力，从而驱动膨胀阀膜片，适量的制冷剂就进入了蒸发器。

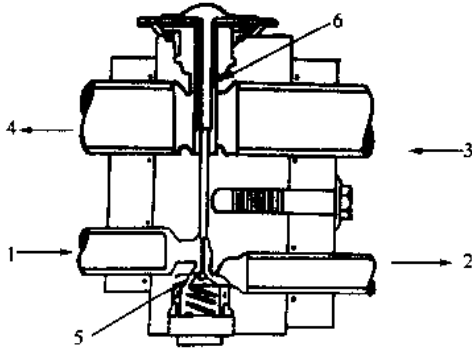
蒸发器出口压力作用于膜片下侧，反映的不是蒸发器的进口压力，而是出口压力，这就是外平衡膨胀阀与内平衡膨胀阀的根本区别。一般蒸发器内制冷剂的的压力降较大时，选用外平衡膨胀

阀，可以充分而有效地利用蒸发器的所有表面积，使其对压力降的影响降低到可忽略不计的程度。

4.3.3 H形膨胀阀

H形膨胀阀也称为整体型膨胀阀，其外观为长方体，因其内部通路形同H而得名，如图4.41所示。此阀具有如下优点：

- (1) 结构紧凑，没有需要绝热处理的毛细管和感温包；
- (2) 蒸发器内蒸气温度可直接作用；
- (3) 维修简单，因是片状结构，有利于钳工作业；
- (4) 运行故障少，有利于系统清理。



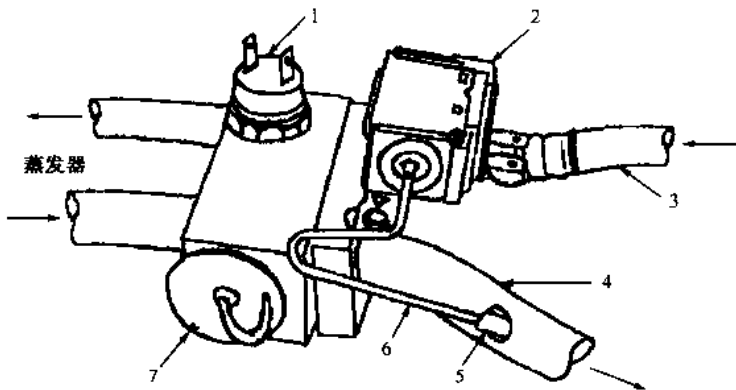
1-接冷凝器；2-至蒸发器；3-从蒸发器来；
4-至压缩机；5-钢球和弹簧；6-温度传感器

图 4.41 H形膨胀阀

从图4.41中可以看到，蒸发器进口管和尾管装在它的同一块右侧板上；而液体管路和回气管路同装在它的同一块左侧板上。温度传感器装在制冷剂从蒸发器至压缩机的气流中。制冷剂温度变化，传感器膨胀或收缩，直接推动阀门（钢球和过热弹簧）。H形膨胀阀的结构保证了低压侧压力直接作用于膜片下侧。

任何形式的膨胀阀作用，都是向蒸发器供应能在其内部完全蒸发的足够的制冷剂，并不控制蒸发器的温度。

北京切诺基和奔驰230E用的是H形膨胀阀，克莱斯勒公司把它和低压开关、恒温开关装在一起。从外观也容易识别，普通膨胀阀只有2根主管路，而H形膨胀阀却有4根主管路，如图4.42所示。



1-低压开关；2-恒温开关；3-液体管路；4-回气管路；5-毛细管入口及其护管；6-毛细管；7-H形膨胀阀

图 4.42 H形膨胀阀的安装

目前，我国生产的H形膨胀阀主要是QKFH系列产品，如图4.43所示。QKFH系列E型膨胀阀用于大众、雪铁龙等欧式车型；QKFH系列A型膨胀阀适用于道奇等美洲类车型；QKFH系列J型膨胀阀适用于丰田等日本产车型。



图 4.43 QKFH 系列的 H 形膨胀阀

4.4 膨胀管

膨胀管是固定膨胀节流管的简称，它是一种毛细孔阻碍器，也叫孔管。在膨胀节流管系统中，进入蒸发器的制冷剂是由节流管的尺寸、制冷剂的过冷度及膨胀节流管进、出口间的压差确定的。因为此部件的孔和管形是固定的，故常称其为固定膨胀节流管。膨胀管是一根装在塑料套内的小铜管，尺寸有 1.19~1.83mm (0.047~0.072in) 等各种规格，如图 4.44 所示。它可以取代膨胀阀作为节流降压装置。



1-孔口；2-进口滤网；3-密封圈；4-出口滤网

图 4.44 膨胀管

膨胀管与膨胀阀不一样的是，膨胀管没有运动零件，也不可调整，如发生故障，多因堵塞，很难清理，最好更换新品。

安装膨胀管的空调系统，高压侧没有储液干燥器，但低压侧装有积累器。

4.5 冷凝器

冷凝器是一个用于将制冷剂所含热量释放并将制冷剂由气态转变成液态的热交换器。冷凝器总是安装在车辆的前部，风扇将风吹过散热装置，以利于排出热量。

冷凝器是由管道、散热片、框架组成，如图 4.45 所示。其管道进、出口用螺纹连接，便于拆装。冷凝器管道成蛇形状，管上密布着散热片，它由很薄的铝合金片做成，用框架将其组成长方形，由支撑架用螺栓固定在车厢外的车体上，形状与发动机的散热器相似，它的管道一般采用铝合金，也有的采用铜管。

冷凝器宽大而薄，目的在于提高散热效果。冷凝器工作时，由冷却风扇形成的快速气流带走冷凝器管内制冷剂的热量，从而使制冷剂由气态变成液态。

冷凝器的进口位置必须放在上部，这样来自压缩机的制冷剂以高温、高压的气态形式从顶部进入冷凝器。经过冷凝器时，制冷剂散失它所含的大量热量并凝集在底部，进入液管或

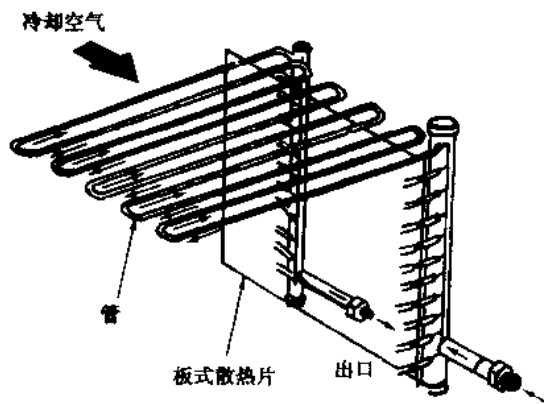


图 4.45 冷凝器结构

储液干燥器。理论上，制冷剂离开冷凝器时将是液体。流出冷凝器的液态制冷剂温度要低于进入冷凝器的气态制冷剂开始的温度，究竟从冷凝器散发出多少热量，由空调器负载和环境温度决定。

多数情况下，由于车祸等原因损坏的冷凝器是不能修理的，需换新品。但是出现冷凝效率降低、水箱温度升高的故障必须及时排除。由于制冷剂泄漏、发动机机油冷却器泄漏、液力传动工作液冷却器泄漏等，会使尘埃、砂子、小昆虫等附着在翅片间，日积月累，愈积愈多形成积垢，使气流不能顺利通过冷凝器，导致冷凝效率下降。因此，要对冷凝器及时维护，用刷子沾上溶液，清理掉翅片间的污垢。

4.6 储液干燥器和集液干燥器

4.6.1 储液干燥器

1. 储液干燥器的结构

储液干燥器装在系统的高压侧，串接在有恒温膨胀阀系统的管路上。储液干燥器的结构如图 4.46 所示，它由储液罐、干燥剂、过滤器、引出管、视液镜、易熔塞及保护开关等组成。

(1) 干燥剂。干燥剂是硅胶、分子筛、汽车胶 (Mobil-Gel) 等吸附系统内湿气的固体。它可以放置在两层滤网之间，也可以放在金属丝袋中。其吸湿能力与它的品种、用量和环境温度有关。

(2) 滤清材料。滤清材料可防止干燥剂尘污和其他杂物随制冷剂在空调系统内循环。有些干燥剂前、后各有一层滤清材料，制冷剂必须通过两层滤清器材料和一层干燥剂，然后才能离开储液罐。有些干燥器内没有滤清材料，只有滤网，金属丝网的作用同滤清材料。

(3) 出液管。出液管的功能是保证进入热力膨胀阀的制冷剂全部是液体。进入储液罐的制冷剂是气、液混合物，气体在上，液体在下，出液管的下管口深入罐底，因此从中通过的只有液体，送往膨胀阀的制冷剂也必然是液态。

(4) 保护开关。在储液干燥器上一般安装有保护开关。其功能是当制冷循环系统中的压力出现异常时，保护开关会自动切断压缩机电磁离合器线圈电路或加速冷凝器的冷却，起到

高低压保护作用。

(5) 视液镜。视液镜可以方便维修人员检查制冷剂的流动状态。当系统正常运行时，通过视液镜可以看到制冷剂无气泡地稳定流动。若出现气泡和泡沫，则表明系统异常。

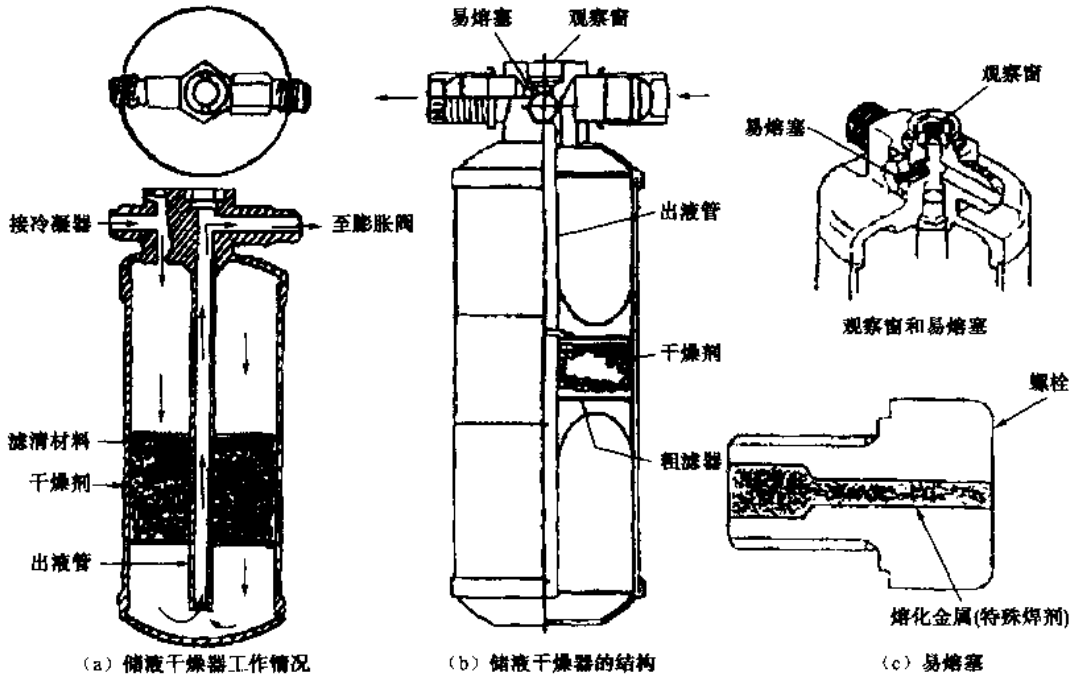


图 4.46 储液干燥器

(6) 易熔塞。在 R12 装置中，储液干燥器上安装有一易熔塞，代替减压安全阀作为安全装置。这一易熔塞（也称熔化螺栓）有一个孔贯穿螺栓中心，孔中填一种特殊的焊剂。当高压端的压力和温度升至约 3MPa (30kgf/cm²)、95~100℃时，易熔塞中焊剂熔化，使制冷剂排出到大气中。

2. 储液干燥器的安装和维护

(1) 储液干燥器的安装。储液干燥器通常装在汽车水箱前面，也有装在蒸发器附近的（如图 4.47 所示）。总之，应将其安装在风凉的位置。

安装立式储液干燥器时，其与立面的倾斜角度不得大于 15°，进口应与冷凝器出口相连接。储液干燥器进口处通常打有标记，安装时一定要记住，制冷剂是从干燥器下部流入膨胀阀进口的，接反了储液干燥器会导致制冷量不足。

(2) 储液干燥器的维护。储液干燥器内干燥剂失效时，湿气会集聚在膨胀阀孔口，结成冰块，系统发生堵塞，必须更换。

如出液口残破，液体管路内会发生不正常的气体发闪，应更换旧储液干燥器。

排湿时，必须彻底抽真空，要选用可靠的真空泵。为了防止杂质在系统内循环，膨胀阀进口、压缩机进口和储液干燥器内部均装有滤网。如果滤网堵塞，则必须更换储液干燥器。

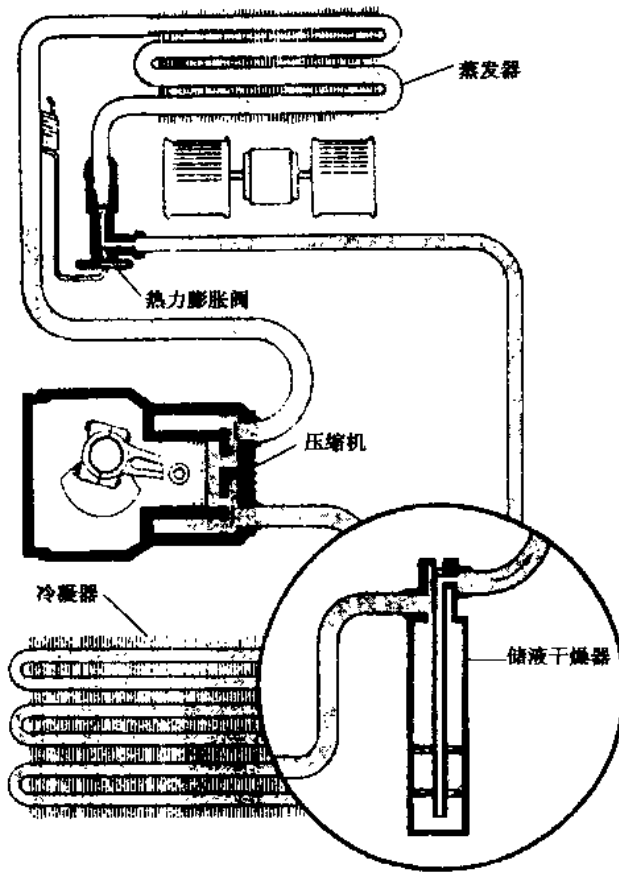
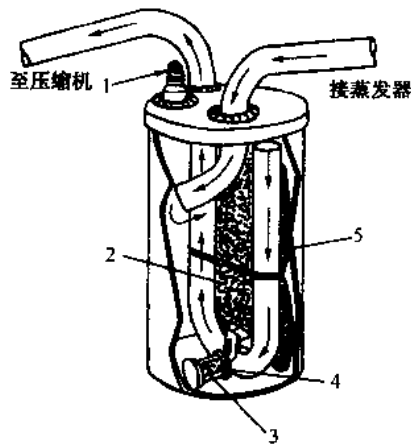


图 4.47 储液干燥器的安装位置

4.6.2 集液干燥器

集液干燥器也称积累器或集液器或吸气储液器，它和储液干燥器类似，但装在系统的低压侧。装有积累器的空调系统都用膨胀管。积累器的结构如图 4.48 和图 4.49 所示。积累器的主要功能是防止液态制冷剂液击压缩机，也用于储存过多的液态制冷剂，内含干燥剂也起储液干燥器的作用。



1-测试孔口；2-干燥剂；3-滤网；4-泄油孔；5-出气管

图 4.48 集液干燥器（积累器）

制冷剂从积累器上部进入，液态制冷剂落入容器底部，气态制冷剂积存在上部，并经上部出气管进入压缩机。在容器底部，出气管弯处装有带小孔的过滤器，允许少量的积存在管弯处的机油返回压缩机。但液体制冷剂不能通过，因而要用特殊过滤材料。

低压侧的压力控制器，如循环离合器系统控制蒸发器温度的压力开关，常装在积累器上。积累器中干燥剂的组成和特性与储液

干燥器内完全一样。

积累器不能维修，如发现故障，应更换新品。

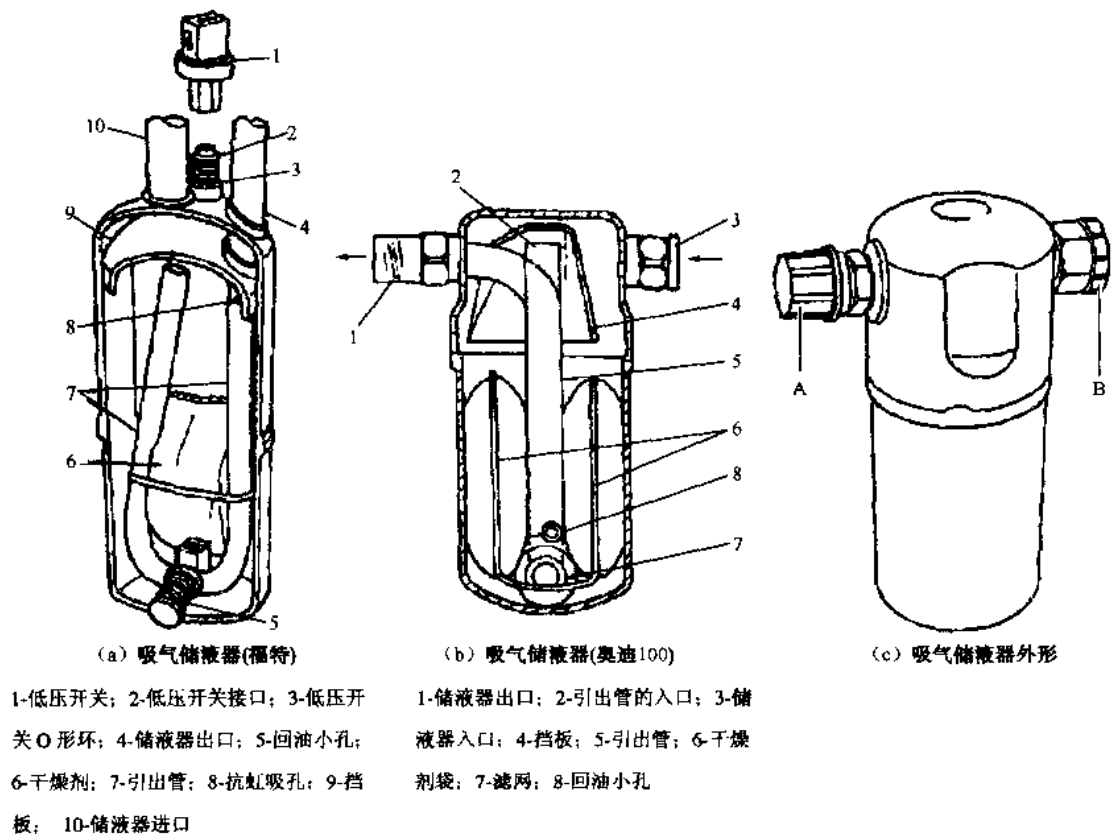


图 4.49 不同车上的吸气储液器（集液干燥器）

4.7 管路与接头

管路用来输送制冷剂，使其从系统的一个部件到另一个部件。管路的直径是不同的，蒸发器与压缩机间的管路直径最大，压缩机与冷凝管间的管路直径居中，冷凝器、干燥罐、膨胀阀之间的管路直径最小。

4.7.1 汽车空调连接管

空调系统的连接管（管道）有硬管和软管之分。硬管一般由铜或铝合金制成，要求工作压力在 2560kPa 或更高。软管通常由人造橡胶制造，其外包尼龙编织网，内衬丁腈橡胶、氯丁橡胶或尼龙。腈类材质的管子能在 R12 系统上使用，不能用于 R134a 系统。氯丁橡胶管子只用于 R134a 系统。尼龙管子 R12 系统和 R134a 系统均可使用。

压缩机的“吸入和压出”管都是软管，以便减少发动机和压缩机产生的震动。就像系统中其他部件一样，不同部位的每根管路（或管子）均被冠以各自名称。

1. 吸气管

吸气管也叫低压管或低压蒸气管，它将蒸发器出口和压缩机进口连接起来，其管道直径一般在空调制冷系统中是最大的，运送来自蒸发器的制冷剂蒸气到压缩机。触摸吸气管你会感觉到它是凉的。

2. 排气管

排气管也称为高压排气管，这根管子连接压缩机的出口和冷凝器的进口，供高压制冷剂蒸气通过。

在制冷剂系统正常运转中，这根管子是烫的，对非正常运转的系统它可能很烫，在大多数场合不要去碰它，以免烫伤。

一般排气管比吸气管要细。

3. 液体管路

制冷剂液体管路也称为高压液体管路，它连接冷凝器的出口和储液干燥器的进口，也连接储液干燥器出口和蒸发器节流装置的进口。这根管子输送高压液体/蒸气从冷凝器到储液干燥器和出来的高压制冷剂液到节流装置。这根管子一般是温的，在某些条件下会发热。

标准软管尺寸用号码标示，例如#6、#8、#10和#12。#6管常用做液管，#8或#10管用做热排气管，#10或#12管用做吸气管。表4.6给出了汽车空调系统所用的两种材质的管子内径和外径尺寸。

表 4.6 用于汽车空调的软管内径和外径

管号	内径		外径			
			橡胶管		尼龙管	
	英制 (in)	米制 (mm)	英制 (in)	米制 (mm)	英制 (in)	米制 (mm)
#6	5/16	7.94	3/4	19.05	15/32	11.9
#8	13/32	10.32	59/64	23.42	35/64	13.89
#10	1/2	12.7	1.1732	25.8	11/16	17.46
#12	5/8	15.87	1.5732	29.37		

4. 制冷管路的更换

(1) 从制冷系统中放出制冷剂。

(2) 更换不良的管子和软管。拆卸制冷系统管路时，应立即将系统管路或接头封住，以免潮气或灰尘进入。清洁管路时应用高压氮气冲洗。

(3) 汽车空调制冷管路的连接一定要牢固可靠，应具有良好的密封性能。但又不能拧得过紧而损伤螺纹，因此根据不同的材料和接口，对于拧紧力矩做出了规定。如金属管与金属管的连接，其拧紧力矩如表4.7所示。如果是软管要注意正确的布置，如图4.50所示。

(4) 排出制冷系统中的空气并给制冷系统充注适量制冷剂。

(5) 用气体测漏仪检查制冷管路有无泄漏。

(6) 让空调系统运转，检查空调系统工作是否正常。

表 4.7 拧紧力矩

拧紧部位	力矩 (N·m)
压缩机和流出软管	10
压缩机和吸入软管	10
压缩机和流出软管	5.4
压缩机和液体管	5.4
空调设备液体管和吸入软管	5.4

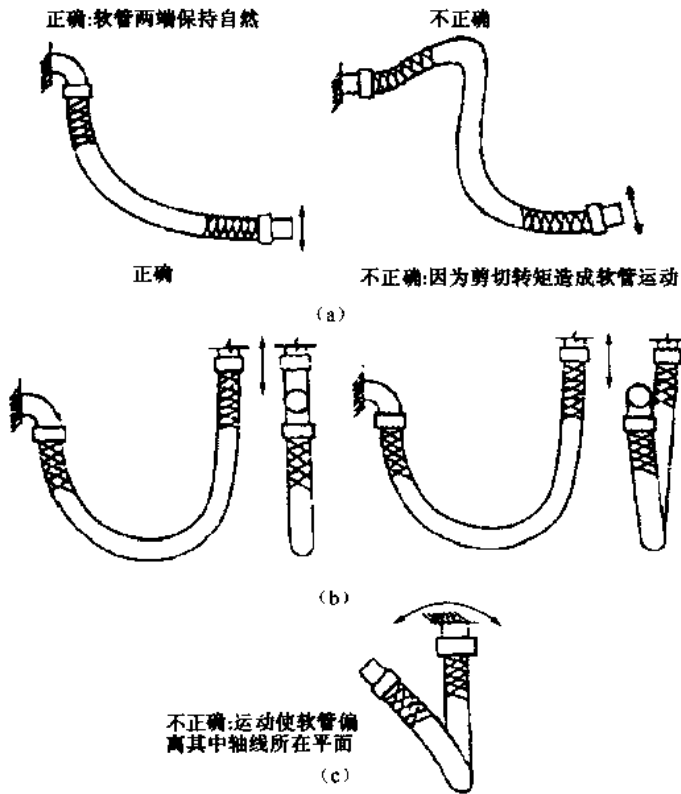


图 4.50 系统软管的布置

4.7.2 汽车空调管路接头

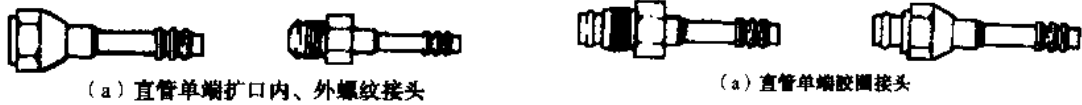
汽车空调中用好几种型号的管接头来将软管、管子与各种部件连接。它们有单头连接和双头连接，有直管连接和弯管连接，有同径连接和变径连接；接头有喇叭口接头、胶圈接头和管箍接头。

1. 喇叭口 (SAE 型) 接头

喇叭口接头也称扩口接头或 SAE 型接头，按螺纹又为内螺纹扩口接头和外螺纹扩口接头，如图 4.51 所示。这种接头的质量主要靠加工精度和光洁度来控制，连接时，螺纹接头要旋紧，使喇叭口与凸缘配合紧密，才能达到密封的要求。

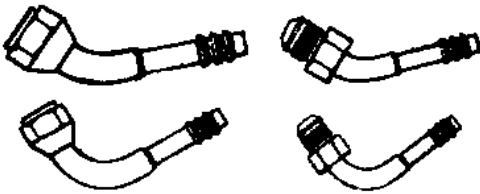
2. 胶圈接头

胶圈接头也称凸起法兰接头或O形环接头,它也有内螺纹和外螺纹之分,如图4.52所示。该种接头是汽车空调中使用较多的一种。胶圈用耐油橡胶做成,优点是密封性高,防震性强。因是胶圈密封,不需过分旋紧连接螺母即可保证高度的密封性,检修时也非常方便。

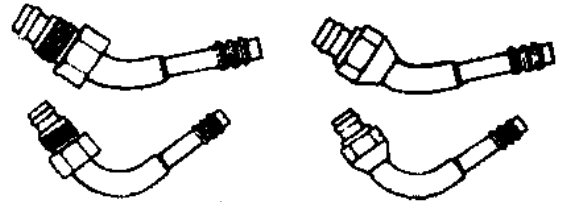


(a) 直管单端扩口内、外螺纹接头

(a) 直管单端胶圈接头



(b) 弯管单端扩口内、外螺纹接头



(b) 弯管单端胶圈接头

图 4.51 喇叭口 (SAE 型) 接头

图 4.52 胶圈接头

3. 管箍接头

管箍接头也称弹簧锁接头,其结构与连接如图4.53所示。它的安装与拆卸需要使用专用工具。安装时,首先用洁净的冷冻机油润滑两个新O形环并装到外接头部分,然后把外接头插入内接头插座,最后使用专用工具箍紧管箍外罩后,将工具取下,如图4.54所示。

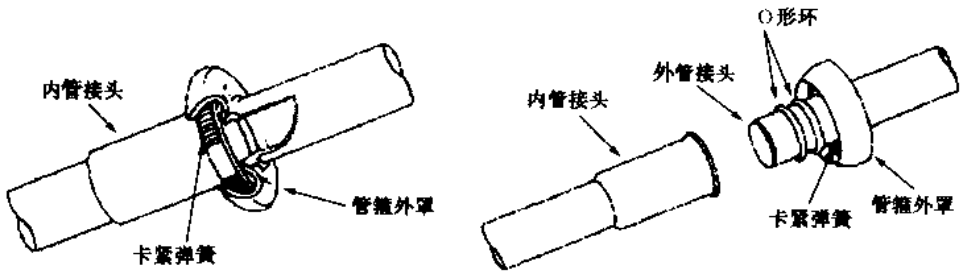
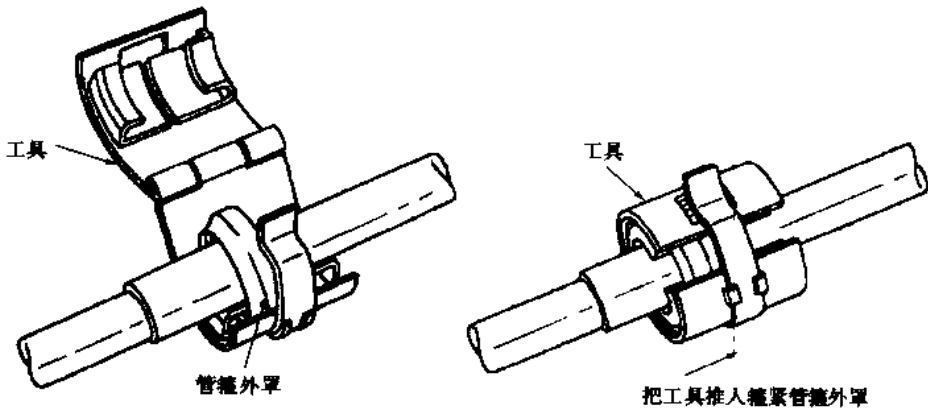


图 4.53 管箍接头的结构与连接



把工具推入箍紧管箍外罩

图 4.54 管箍接头的安装

其他形状不同的管路接头及连接如图 4.55 所示。

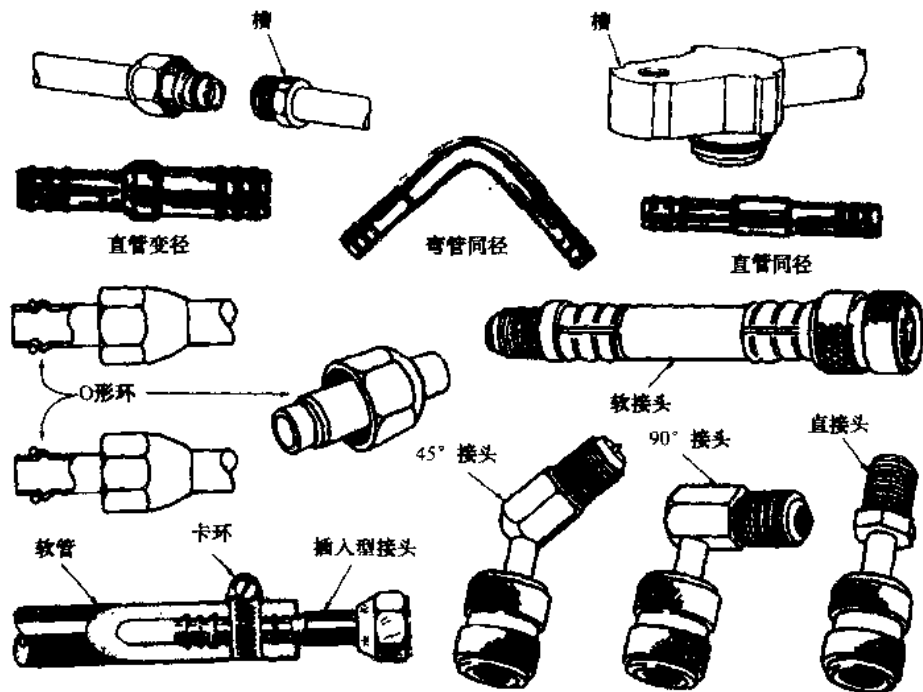


图 4.55 管路接头及连接

拧紧或松开管接头时，应使用两个扳手，以便在锁紧或放松装置时用另外一把扳手支撑零件。管接头的密封圈是一次性的，每次检修应该更换。在连接任何软管或管路前，给 O 形密封环施加少量制冷剂。

小 结

(1) 本章讲述了空调制冷系统主要部件（压缩机、蒸发器、膨胀阀、膨胀管、冷凝器、干燥器、管路及接头）的结构与原理、规格与型号。

(2) 多缸压缩机的每一活塞都配有一个吸气阀和一个排气阀，有时好几个阀装在同一阀盘上，这是由设计所确定的。

(3) 活塞式压缩机有一个或几个活塞，活塞把吸收热量的低压制冷剂蒸气抽入汽缸室内，对其做功使其温度和压力增加并“泵”出高压高温蒸气。

(4) 涡旋式压缩机把吸收热量的低压制冷剂蒸气从吸气口抽入到不断旋转的涡形管内，在此，压力和温度增加，然后迫使其经排气口出去成为高压高温蒸气。

(5) 叶片式压缩机中，旋转叶片将吸收热量的低压制冷剂蒸气从吸气口抽入并使其在离开前提高温度和压力，从排气口排出高温高压蒸气。

习 题 4

一、填空题

1. 涡旋式发动机的压缩过程是由一个旋转_____和一个固定_____的相互运动实现的。
2. 安装膨胀管的空调系统，高压侧设有_____，但低压侧装有_____。
3. 两种不能互换的螺纹是_____和_____。

二、问答题

1. 技师甲说在变排量压缩机中摆盘的角度受到控制；技师乙说压缩机的容积随摆盘角度改变而变化。谁的说法正确？
2. 技师甲说涡旋式压缩机效率很高；技师乙说涡旋式压缩机比活塞式压缩机效率更高。谁的说法正确？
3. 在讨论活塞式压缩机时，技师甲说由于吸气阀上下间的压差使其打开而让制冷剂蒸气进入汽缸；技师乙说由于排气阀上下间的压差使其打开而让制冷剂蒸气离开。谁的说法正确？
4. 技师甲说，储液干燥器进、出口温度变化表明有节流；技师乙说，储存器进、出口温度变化有节流。谁正确？
5. 技师甲说，热力膨胀阀（TXV）进出口温度的变化是不允许的；技师乙说，固定节流管（FOT）进出口温度的变化是允许的。谁正确？
6. 技师甲说，哈里森 V-5 压缩机控制阀有时有故障；技师乙说，V-5 控制阀是可维修的。谁正确？
7. 技师甲说，所有节流管尺寸不能互换；技师乙说，所有节流管尺寸不同，但可以互换。谁正确？
8. 简述变排量空调压缩机工作原理。
9. 管翅蒸发器与板翅蒸发器相比有哪些优点？
10. 储液干燥器在安装和维护中要注意哪些问题？
11. 区分并叙述任何一个在 HFC-134a 系统中存在而在 CFC-12 系统中没有的部件。
12. 叙述吸气管的作用。
13. 冷凝器冷凝效率的大小与哪些因素有关？
14. 干燥剂是什么？在汽车空调系统中哪里能找到它？

第 5 章 汽车空调系统的主要控制部件

在学完本章后应能：

- (1) 懂得电路保护需要熔断器和断路器；
- (2) 能识别车内、外气候温度控制系统的部件；
- (3) 说明低压开关和高压开关的区别；
- (4) 识别真空系统的部件，并了解其功能；
- (5) 认识了解各传感器及其作用。

5.1 真空开关阀与压力开关

5.1.1 真空开关阀

控制进入加热器的冷却水或液体的流量方式一般有两种：一种是拉绳钢索式控制阀，如图 5.1 所示；另一种是真空开关阀。目前自动空调系统中采用的多为后者。

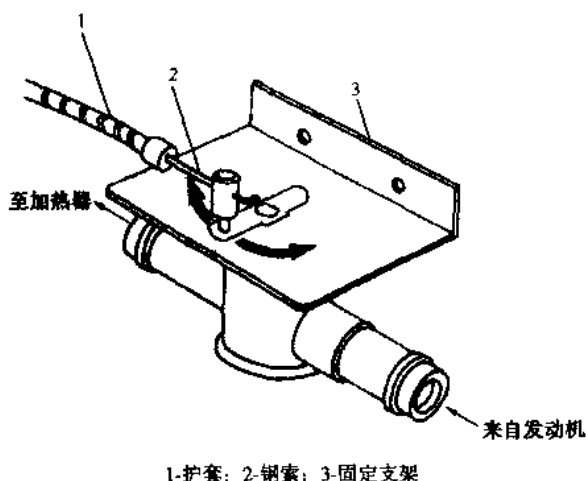


图 5.1 钢索控制的热水阀

1. 真空开关阀的结构原理

真空开关阀的构造如图 5.2 所示，阀门的开启和关闭受一个封闭的真空膜盒控制。其真空源一般来自发动机进气歧管且经过真空加力器（真空罐）。

采暖时，真空膜盒的右侧与真空管路相通，膜片受到真空引力，克服弹簧力作用带动活塞右移，来自发动机冷却系的冷却液就进入加热器，在鼓风机的风扇作用下，热的空气就进入驾驶舱，系统处于供暖状态，如图 5.2 (c) 所示。当真空膜片盒中的真空源被切断时，弹簧力推动膜片左移，冷却液的通路被切断，驾驶舱不采暖，如图 5.2 (a) 所示。当膜片右侧处于半真空时，真空吸力与弹簧力的共同作用使活塞处于半开状态，冷却液会以

较小的流量通过，如图 5.2 (b) 所示。

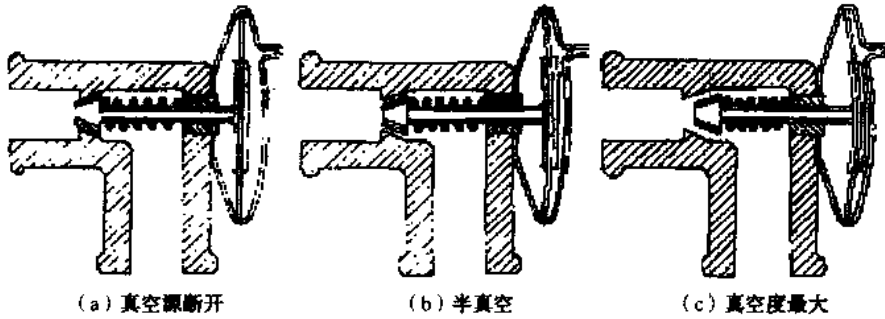
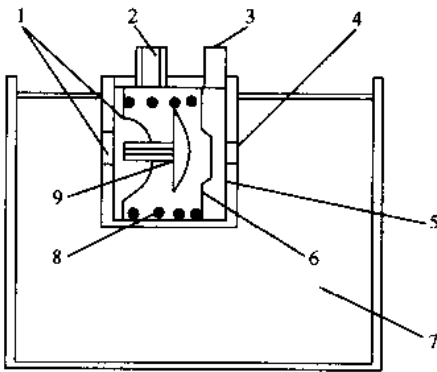


图 5.2 真空冷却液控制阀

2. 真空罐

真空罐的作用是稳定来自进气歧管的真空度。因为当发动机工作时，其进气管中的真空度会在 $0.101 \sim 33.7 \text{kPa}$ 之间波动，这将会影响由真空控制的工作系统的调控精度，因此必须进行稳压。

真空罐的结构如图 5.3 所示，主要由真空室和真空保持器组成。整个真空室是一个金属罐，里面是一个真空保持器，工作过程如下：



1、4-气孔；2-发动机歧管接口；3-真空出口；5-真空保持器；
6-膜片；7-真空罐；8-弹簧；9-空心膜阀

图 5.3 真空罐

真空保持器被空心膜阀和膜片隔成三个腔。发动机进气管与中腔相连，右腔分别与真空室和真空执行系统相连。当发动机进气管的真空度大于真空罐的真空度时，由于空心膜阀右移而接通真空室，使其真空度提高，同时膜片克服弹簧的弹力左移，使真空室与真空执行系统的气口打开，形成通路；当发动机进气管的真空度小于真空罐时，空心膜阀外面压力将其压扁，关闭与真空室的通路，同时膜片右移，关闭气口，如此反复，保持真空罐内的真空度为一恒定值。

真空度为一恒定值。

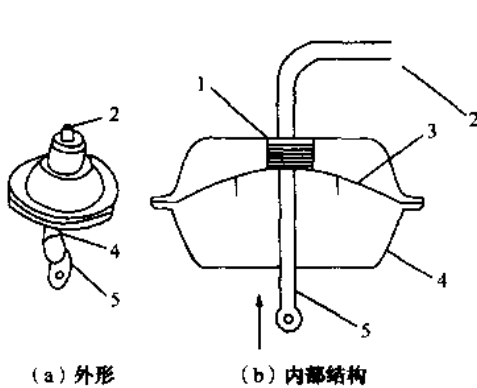
3. 真空驱动器

真空驱动器又称为真空马达，它的作用是根据真空度的变化而进行机械动作的，用来控制风门和热水阀，目前汽车上所用的真空驱动器一般有两种类型：

(1) 单膜片式真空驱动器。单膜片式真空驱动器的结构如图 5.4 所示，真空接口通过胶管连接真空源，连杆连接风门。当真空源接通时，膜片压缩弹簧提起连杆；当真空源被断开时，弹簧伸张使膜片带动连杆复位。该类真空驱动器通常用来控制全开或全闭的风门。

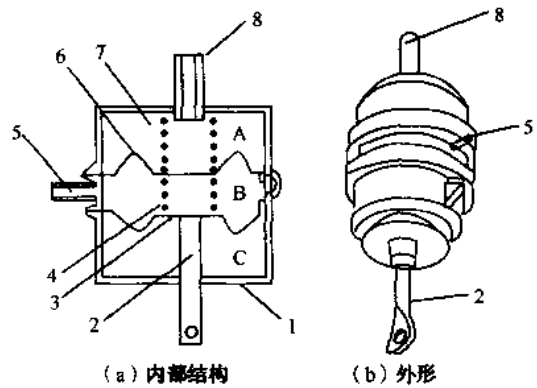
(2) 双膜片式真空驱动器。双膜片式真空驱动器结构如图 5.5 所示，当只有 A 室有真空作用时，膜片带动连杆提到一半的位置。当 A 室和 B 室同时有真空作用时，连杆才被提到极

限位置。当 A 室和 B 室都无真空作用时，连杆处于最下端。因此，采用双膜片式真空驱动器控制的风门有三个位置：全开、全闭、半开闭。也可以同时控制两个风门，一个打开、一个关闭，或者两个同时半开闭。



(a) 外形 (b) 内部结构
1-复位弹簧；2-真空接口；3-膜片
4-气孔；5-连杆

图 5.4 单膜片式真空驱动器



(a) 内部结构 (b) 外形
1-气孔；2-连杆；3-B 室膜片；4-B 室弹簧；5-中阀 B 室真空接口；
6-A 室膜片；7-A 室弹簧；8-真空接口

图 5.5 双膜片式真空驱动器

5.1.2 压力开关

为了使汽车空调系统能够安全正常地运行，一般在汽车空调系统中都设置有压力开关。压力开关有高压开关和低压开关两种，有时也称它们为压力控制器或压力继电器。安装的位置有的在高压管路上，有的在低压管路上。如果空调制冷系统出现故障而导致制冷剂压力异常时，压力开关以 12V 的电压信号通知电脑，电脑收到这个信息后，它就控制电机风扇高速旋转，并通过切断电磁离合器来使空调压缩机停止工作，从而起到保护和管理系统的作用。

1. 高压开关

高压开关的安装位置一般是在高压管中或储液干燥器上，它的作用是防止制冷系统压力过高而使压缩机过载或使管路爆裂。一般系统压力过高的原因有以下几种：一是冷凝器过脏阻塞了冷却风道，导致冷凝器无法充分冷却；二是维修中制冷剂添加过多，导致压力过高；三是由于系统管路发生堵塞。当以上情况发生时，高压开关一般起两种方式的保护作用：一是自动将冷凝器风扇打开到高速档；二是把压缩机的电磁离合器线路切断，使压缩机停止工作。

高压开关常见的有常开型和常闭型两种，如图 5.6 所示。常闭型高压开关的触点串联在压缩机电磁离合器的电路中，压力导入口直接或通过毛细管连接在高压管路上。

常闭型高压开关如图 5.6 (b) 所示，用来控制压缩机的工作，当制冷系统高压管路内的压力正常时，高压开关的触点处于闭合状态，压缩机正常工作；当产生某种故障而使高压管路的压力超过某一限定值时，制冷剂的压力把触点打开，电磁离合器因断路而停止工作，从而避免了压力的进一步升高。当制冷剂压力恢复正常后，触点自动闭合，压缩机又重新工作，触点闭合和打开时的压力因不同的车型而有所区别。一般触点断开的压力为 2.0~3.1MPa，而恢复闭合的压力一般为 1.6~1.9MPa。如奥迪 100 型轿车高压开关的切断压力为 2.9±

0.14MPa, 恢复闭合的压力为 1.4 ± 0.3 MPa。

常开型高压开关如图 5.6 (a) 所示, 用来控制冷却风扇, 正常情况下, 触点处于断开状态, 冷却风扇停止工作。当制冷剂压力超过某一限定值时, 克服弹簧力的作用触点接通, 冷却风扇高速运转, 加强了对冷凝器的冷却能力, 降低了冷凝温度和压力, 当制冷剂压力恢复正常后, 在弹簧力的作用下自动断开冷却风扇的高速挡电路。如奥迪 100 型轿车空调系统中装在冷凝器出口管路上的压力开关即为常开型高压开关, 其闭合压力为 1.58 MPa, 断开压力为 1.34 ± 0.17 MPa。

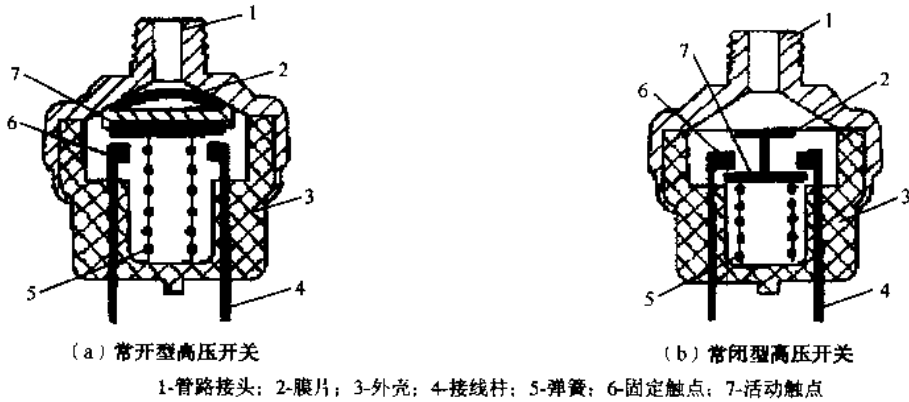
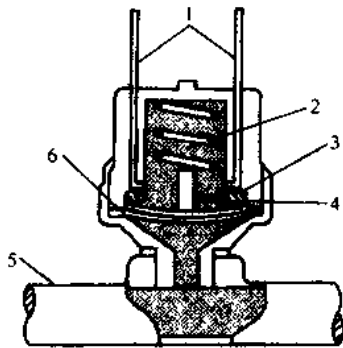


图 5.6 高压保护开关

2. 低压开关

低压开关如图 5.7 所示, 也称制冷剂检测开关。当制冷系统由于制冷剂不足或发生泄漏时, 如果继续使压缩机工作, 那么压缩机很可能会由于缺少润滑而使磨损加剧, 严重的甚至烧坏压缩机。低压开关的作用就是在这种情况下自动切断电磁离合器, 使压缩机停止工作, 起到保护作用。



1-导线; 2-弹簧; 3-动触点; 4-支座; 5-压力导入管; 6-膜片

图 5.7 低压保护开关

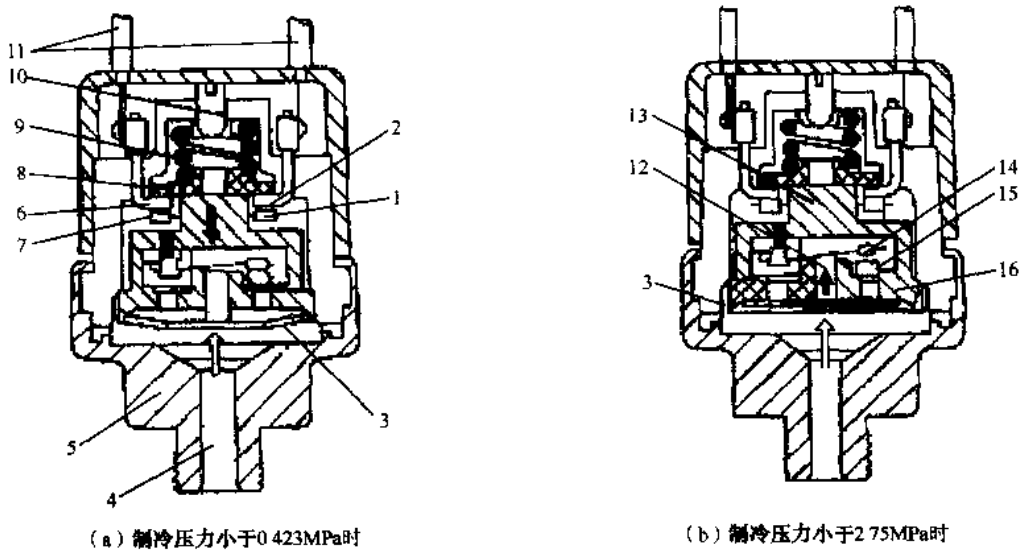
有的低压开关安装在冷凝器与膨胀阀之间的高压管路上或储液干燥器上, 此时, 一般当系统高压侧的压力低于 0.2 MPa 时, 触点就断开, 压缩机停止工作。还有的低压开关装在蒸发器出口至压缩机吸入侧的低压管路上, 其作用是当蒸发器压力过低时, 低压开关将电磁旁通阀的电路接通, 让一部分高压制冷剂通过旁通阀流到压缩机的吸气口, 使蒸发器压力上升, 以防止其结冰。当蒸发器压力恢复到一定值后, 低压开关又切断电磁旁通阀的电路, 系统恢

复正常的制冷工作。这种类型在大、中型客车的空调系统中较为常见。

3. 高低压组合开关

高低压组合开关是把高压开关与低压开关组合成一体，通常又称为三级压力开关或循环压力开关，一般安装在储液干燥器上，这样一方面可以减少安装的零件数，又可以减少接口而避免制冷剂的泄漏，如图 5.8 所示。工作原理如下：

当制冷剂高压的压力正常时，压力应在 $0.423\sim 2.75\text{MPa}$ 之间，此时金属膜片和弹簧力处在平衡位置，高压触头 14、15 和低压触头 1、2、6、7 都处于闭合状态，电流从触头 6、7 到触头 14、15 后再到 1、2 触头流出。当压力下降到 0.423MPa 时，弹簧压力将大于制冷剂压力，推动低压触头 1、2 和 6、7 脱开，电流被中断，压缩机停止运行，如图 5.8 (a) 所示。反之，当压力大于 2.75MPa 时，蒸气压力将整个装置往上推到上止点，蒸气继续压迫金属膜片上移，并推动顶销 12 将高压动触头 14 与高压静触头 15 分开，将电磁离合器电路切断，压缩机停止运行，如图 5.8 (b) 所示。当高压端的压力小于 2.17MPa 时，金属膜片恢复正常位置，压缩机又开始运行。



1-7-动低压触点；2-6-静低压触点；3-膜片；4-制冷剂压力通道；5-开关座；8-绝缘片；9-弹簧；10-调节螺钉；11-接线柱；12-顶销；13-钢座；14-动高压触头；15-静高压触头；16-膜片座

图 5.8 高低压组合保护开关

5.2 电磁离合器与继电器

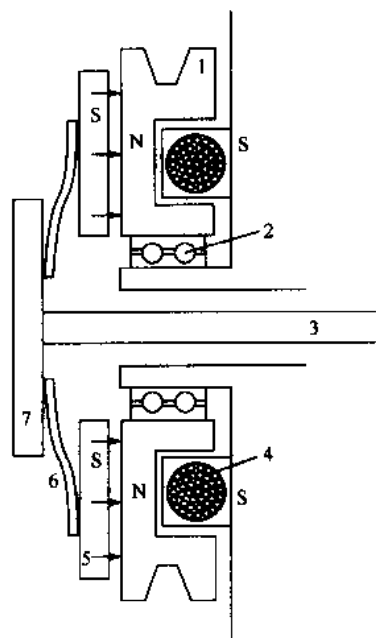
5.2.1 压缩机电磁离合器

对于非独立式汽车空调制冷系统，压缩机是由汽车主发动机驱动的。为了使空调系统的开、关对发动机的工作不产生影响，压缩机的主轴一般不是与发动机曲轴直接相连，而是通过电磁离合器把动力传递给压缩机。电磁离合器受空调 A/C 开关、温控器、空调放大器、压力开关等控制，在需要时接通或切断发动机与压缩机之间的动力传递。另外，当压缩机发生

过载时，还能起到一定的保护作用。因此，通过控制电磁离合器的结合与分离，就可接通与断开压缩机。

电磁离合器安装的位置一般在压缩机前端面，成为压缩机总成的一部分。它主要由皮带轮、电磁线圈、压力板等部件组成。电磁离合器有两种形式，一种是旋转线圈式，电磁线圈与皮带轮一起转动；另一种是固定线圈式，电磁线圈不转动，只有皮带轮转动。目前汽车空调系统中应用的比较多的是后者，它的工作原理如图 5.9 所示。电磁线圈固定在压缩机的外壳上，压力板与压缩机的主轴相连。带轮通过轴承套装在轴上，可以自由转动。

当打开空调开关时，电磁离合器的电磁线圈通有电流，于是产生电磁吸引力，该吸引力使压缩机的压力板与皮带轮相结合，发动机的转矩就传递给压缩机轴，使轴产生转动。当切断空调开关时，电磁线圈的电磁吸力消失，在弹簧力的作用下，压力板与皮带轮分离，压缩机就停止工作。



1-带轮；2-轴承；3-压缩机轴；4-线圈；

5-压力板；6-弹簧片；7-驱动盘

图 5.9 电磁离合器工作原理

5.2.2 熔断器

熔断器也称为熔丝、保险、保险丝和断电器，用于保护空调系统和加热元件以及线路。当某个电器元件损坏、电路出现超载或短路等故障时，熔断器提供正极不可恢复性断路，因为汽车蓄电池、车体和所有电器执行件都是共负极，即共地。

为方便检查维修，制造时将熔断器都集中安放在熔断器盒内。也就是说，熔断器盒内部的每一个熔断器都和一个相应的电气线路相连。因此，在某一部分电器发生故障后，检修者首先要检查故障电路对应的熔断器（熔丝）是否断了。烧断的熔丝可通过直观观察或用手感觉得知，如果对其状况有疑问，使用万用表或试验灯检查。如果断了，那就表明有短路或其他损坏。必须查明原因，排除故障后，更换新熔断器。要注意各个电路中熔断器的允许电流是不同的，更换时一定要用同一规格的，决不可以加大熔断器的允许电流。一定不要用乙烯带缠绕熔断器。对熔断器要保证其不与其他线束、乙烯或橡胶件接触。如果汽车长期不使用，应将时钟熔断器取下。

熔断器是以最大允许通过的额定电流来规定。汽车上常用熔断器的规格有 30A、20A、15A、10A、3A 等，它们分别用绿、黄、蓝、红、紫等不同的颜色来加以区别。保护空调系统和加热元件的熔断器额定值通常在 20~30A，在更换熔断器时一定要用额定值与原来相同的。

5.2.3 继电器

继电器通常装在继电器盘上，是电气控制系统中的主要元器件。它与熔断器共同对电气起着保护和自动控制作用。

在不同的汽车上熔断器和继电器安装的位置不一样，一般多在发动机舱内和驾驶舱前部。

继电器的种类、规格很多，汽车上常用的主要有4种：常开继电器、常闭继电器、混合继电器和切换继电器，分别命名为M型、B型、MB型和T型继电器，其符号与性能如图5.10所示。一些常用的标准继电器如图5.11和图5.12所示。

继电器上一般都印有该继电器的电路符号并指明了各插脚，如图5.13所示。如所印符号和插脚不清，可用试灯或万用表的电阻挡根据继电器的规格和性能（如图5.10所示）判断。

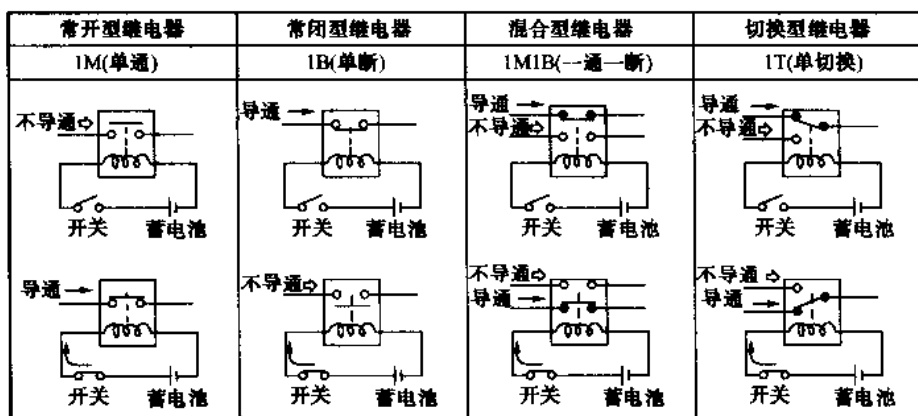


图 5.10 M、B、MB、T 型继电器的性能

类型	外观	线路符号	插接件符号及接线	颜色
1T (单切换)				黑
1M (单通)				蓝或绿
				蓝

图 5.11 标准继电器（一）

类型	外观	线路符号	插接件符号及接线	颜色
1M1B (一通一断)				灰
2M (双通)				棕
1T (单切换)				黑
				蓝或绿
1M (单通)				黑
				蓝
2M (双通)				棕

图 5.12 标准继电器 (二)



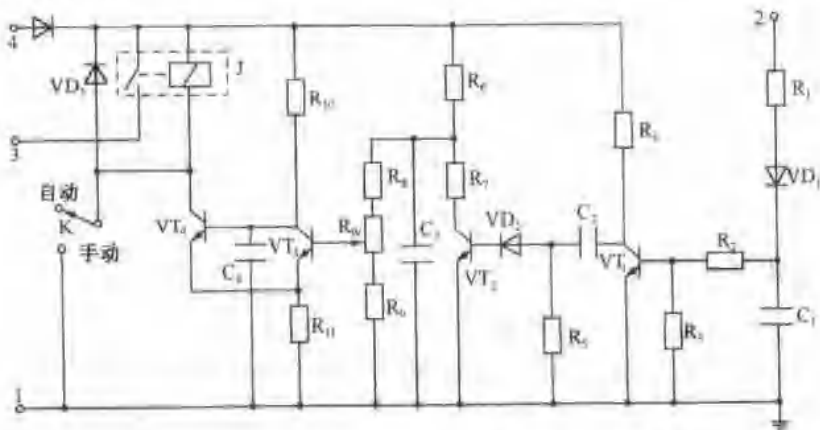
图 5.13 继电器的识别判断

5.3 发动机转速控制装置

当发动机处于低速运转而空调系统又打开时，往往会导致发动机转速不稳甚至熄火的情况。此时需要有发动机转速控制装置来进行调节，调节的方法一般有以下两种：一种是自动加大节气门的开度，使发动机转速提升，以发出较大的功率供空调系统所需；另一种是自动切断压缩机的电磁离合器，使空调系统停止工作，从而减轻发动机的负荷，以达到稳定转速的目的。

5.3.1 怠速继电器

怠速继电器的作用就是在汽车发动机处于怠速运转而空调系统又处于工作状态时，自动切断压缩机离合器的电路，使压缩机停止工作，保证发动机转速稳定。该种方法是利用点火线圈的脉冲信号进行控制的，汽车制冷系统的怠速控制线一般都是接在点火线圈的负接线柱上，其电路如图 5.14 所示。



1-接电源负极；2-接点火线圈负接线柱；3-接电磁离合器；4-接电源正极

图 5.14 怠速继电器电路原理

发动机转速信号由接线柱 2 输入怠速继电器电路，电路中 VT_1 、 VT_2 及相应的阻容元件组成一个频率/电压转换电路，送入的发动机转速信号经电阻 R_1 、 R_2 、电容 C_1 衰减、滤波后由三极管 VT_1 放大，放大后的脉冲电压又被电容 C_2 、电阻 R_5 和二极管 VD_2 组成的微分电路

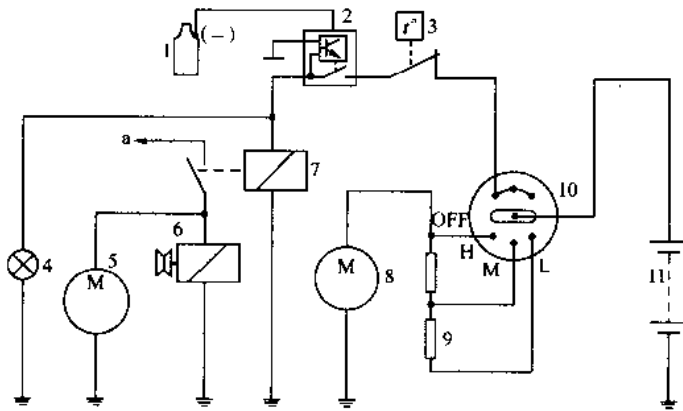
微分，使其脉宽为一固定值，再经三极管 VT_2 放大整形，经 R_7 、 C_3 滤波后再由 R_8 、 R_w 和 R_9 组成的分压电路两端得到一个电压幅值与输入脉冲频率成反比的直流电压，此电压经电位器 R_w 分压后送入由 VT_3 、 VT_4 组成的施密特触发器的输入端，用来控制触发器的导通和截止，然后再通过继电器 J 来控制压缩机电磁离合器电路的通断。

当发动机处于怠速运转时，点火频率较低，经频率/电压变换电路得到的直流电压较高，施密特触发器的输入电压也较高，则 VT_3 导通，而 VT_4 截止，继电器触点 J 分开，切断了电磁离合器线圈电路，压缩机停止工作。当点火信号频率随着发动机转速升高而增加到一定值时，输入到施密特触发器的电压下降，使 VT_4 导通，继电器触点 J 闭合，电磁离合器线圈通电，使压缩机工作。

电位器 R_w 可用于调节输入到施密特触发器的输入电压，用来调节电磁离合器接通和断开时的发动机转速值，一般当发动机转速为 $900\sim 1100r/min$ 时接通，而转速为 $600\sim 700r/min$ 时断开。

该种怠速继电器具有“手动”和“自动”两个挡位，一般情况下置于“自动”挡位，当故障发生时，可以用“手动”挡位进行替代。此时，继电器线圈的电流经手动开关搭铁而构成回路，压缩机将不再受发动机转速控制。

为了确保发动机正常工作，有些汽车的空调系统还设置了发动机转速检测继电器，它的作用是有当发动机转速超过 $800\sim 900r/min$ 时，空调电路才会被接通，而低于该转速时，继电器自动切断压缩机电磁离合器电路，空调不能开启，该继电器的转速信号也取自点火线圈。其控制电路如图 5.15 所示。



1-点火线圈；2-发动机转速检测继电器；3-温控器；4-压缩机工作指示灯；5-冷凝器冷却风扇电机；6-电磁离合器；7-继电器；8-鼓风机电机；9-鼓风机调速电阻；10-空调及鼓风机开关；11-蓄电池；a-接蓄电池正极

图 5.15 装有发动机转速检测继电器的空调电路

5.3.2 怠速提升装置

怠速继电器能在必要时切断电磁离合器，以保证发动机转速稳定，但此时空调系统不工作，汽车空调不能制冷，因此，这种方式显然是有缺陷的，因为有时空调系统的工作是必需的。有的汽车采用的方法是通过开大节气门开度来提高此时发动机的转速，以维持制冷系统工作。

对于化油器式发动机，一般是设置一个节气门位置控制器，如桑塔纳轿车 JV 发动机中的 KEIHIN 化油器，就设有该种装置，如图 5.16 所示。而现代轿车一般都是电控发动机，此时怠速的提升是通过怠速控制装置来实现的，发动机电子控制单元接收到空调开关 A/C 信号时，通过直接开大节气门（节气门直动式），或开大节气门旁通空气道（旁通空气道式）来提高发动机的转速。大多数现代轿车发动机用的都是后者，如图 5.17 所示。

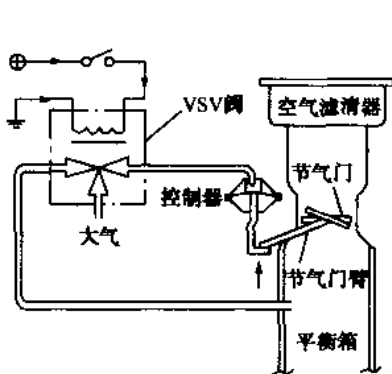


图 5.16 节气门开度控制器控制原理图

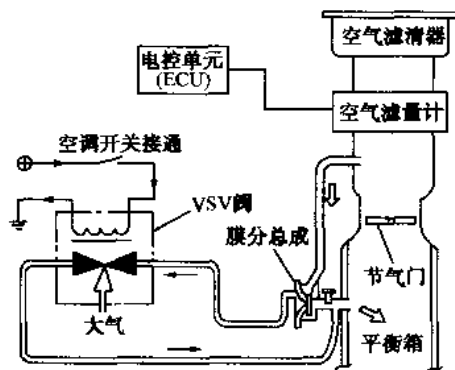


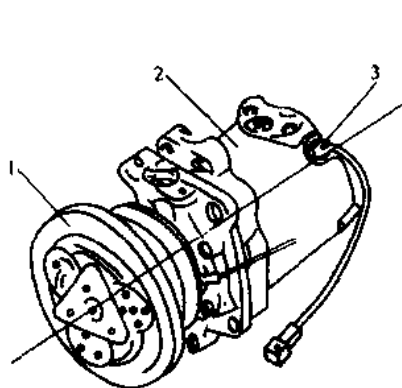
图 5.17 旁通空气通式结构图

5.4 过热保护装置

5.4.1 过热开关

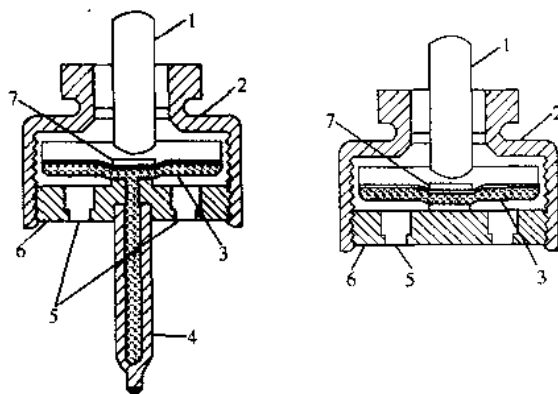
压缩机过热开关安装在压缩机的尾部，如图 5.18 所示，串联在压缩机电磁离合器线路上，其作用是当压缩机排出的高压制冷剂温度过高或由于缺少制冷剂以及润滑不良而造成压缩机温度过高时切断电磁离合器电路，使压缩机停止工作，以确保制冷系统不被损坏。

过热开关装在压缩机后盖靠吸气腔的位置，构造如图 5.19 所示。工作原理如下：当压缩机温度升高时，过热开关内部的压力升高，推动膜片，使触点 7 与端子导通，触点 7 一般直接与外壳连接，也就是说，过热开关的端子 1 平时是断开的，只有当压缩机温度超过一定值后，才会搭铁。



1-电磁离合器；2-压缩机；3-过热开关

图 5.18 压缩机过热开关安装



(a) 早期模式

(b) 新模式

1-端子；2-外罩；3-膜片；4-热敏管；5-底座开口；6-膜片安装基座；7-导电触点

图 5.19 过热开关结构

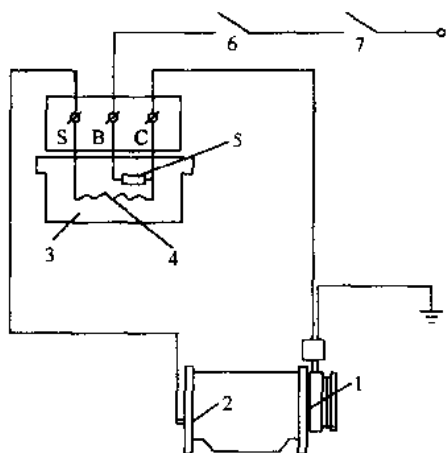
5.4.2 过热限制器

有的汽车不光有过热开关，而且增加了一个熔断器，常称之为过热限制器，其作用也是当压缩机温度过高时，切断电磁离合器电路，使压缩机停止工作，以防止压缩

机损坏。

过热限制器的电路连接如图 5.20 所示，熔断器的 S 接头连接过热开关，B 接头连接外电源，C 接头连接离合器。其内部的 B 与 C 之间接有一个低熔点金属丝，S 和 C 接电热丝。正常工作情况下，电流自空调开关流经低熔点金属丝再到离合器的电磁线圈，当压缩机过热时，过热开关 2 闭合，电热丝 4 中有电流通过，产生热量后熔化低熔点金属丝 5，从而切断压缩机离合器电路和过热保护开关电路，压缩机停止工作。

值得注意的是，熔断丝断路后不会自行恢复，此时一定要认真检查制冷系统是否缺少制冷剂，否则，哪怕接好熔断丝也很快会被烧断。如果制冷剂不少，那么很可能是过热开关故障，应更换新件。



1-离合器线圈；2-过热开关；3-热熔断器；4-发热丝；
5-低熔点金属丝；6-空调开关；7-点火开关

图 5.20 过热限制器

5.4.3 冷却液过热开关和冷凝器过热开关

冷却液过热开关也称水温开关，安装在发动机散热器或者冷却液管路上，其作用是防止发动机过热时使用空调。它的内部结构一般为双金属片式，当发动机冷却液温度超过某一规定值（如奥迪 100 为 120°C ）时，触点断开，直接切断（或者触点闭合通过空调放大器切断）电磁离合器电路使压缩机停止工作；而当发动机冷却液下降至某一规定值（如奥迪 100 为 106°C ）时，触点动作，自动恢复压缩机的正常工作。

冷凝器过热开关安装在冷凝器上，当冷凝器温度过高时，接通冷凝器风扇电机，对过热的制冷剂进行强迫冷却，使系统正常工作。桑塔纳汽车的冷凝器过热开关有两个，当冷凝器温度为 95°C 时，起动风扇低速运转；当温度为 105°C 时，风扇高速运转，以增强冷却效果。

5.4.4 减压安全阀和易熔塞

1. 减压安全阀

如果冷凝器没有足够通风，或者冷却负荷过大，在冷凝器及储液干燥器高压端的压力就会变得异常地高，有使管道爆破的危险。为了防止这一现象，加装了减压安全阀，当高压回路的压力上升至 4.14MPa (42.4kgf/cm^2) 时减压安全阀就会开启，释放管道中的制冷剂到大气中，以降低管道中的压力，如图 5.21 所示。当高压回路的压力下降到 3.43MPa (35kgf/cm^2) 时，减压安全阀重新关闭，管道中的制冷剂不再外泄。

通常，在制冷回路中的压力还没上升到减压安全阀工作的压力，压力传感器或高低压组合开关就会使压缩机离合器脱开，以防止管道中的制冷剂压力继续升高。因此，需要减压阀工作的情况是罕见的。

注意：已经起动过的减压安全阀，务必予以更换。

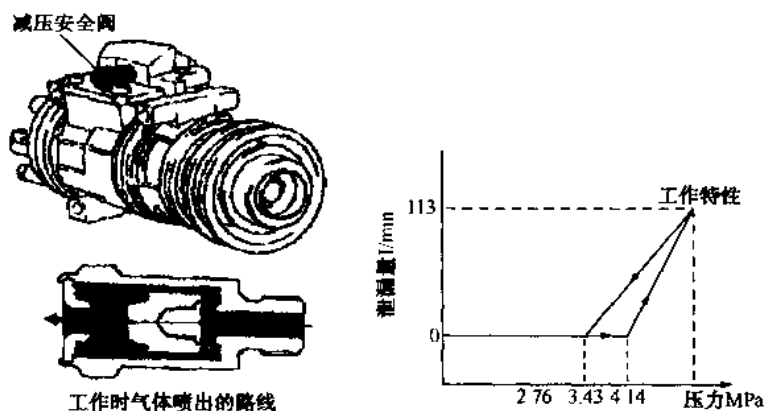


图 5.21 减压安全阀

2. 易熔塞

易熔塞也称熔化螺栓。在 R12 装置中，储液干燥器上安装有一个易熔塞，代替减压安全阀作为安全装置，如图 5.22 所示。易熔塞有一个孔贯穿螺栓中心，孔中填一种特殊的焊剂。当高压端的压力和温度升至约 3MPa (30kgf/cm²)、95~100℃时，易熔塞中焊剂熔化，使制冷剂排出到大气中。

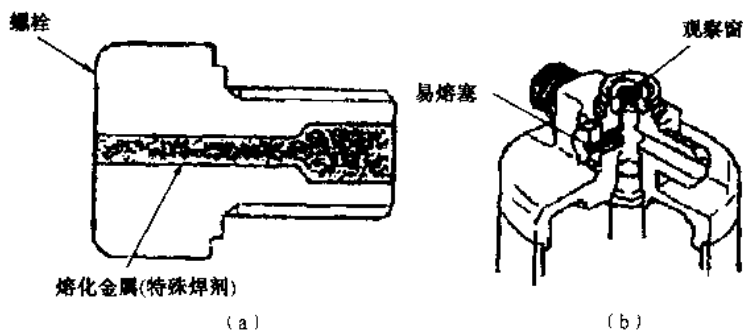


图 5.22 易熔塞

3. 减压安全阀与易熔塞的区别

减压安全阀与易熔塞的区别如表 5.1 所示。

表 5.1 减压安全阀与易熔塞的区别

类型	安装位置	适用制冷剂	对环境污染	减压原理
减压安全阀	压缩机本体	R134a	小 当压力下降到设定值后，安全阀就关闭，制冷剂不再外泄	把制冷剂释放到大气中
易熔塞	干燥瓶	R12	大 易熔塞一经熔化，管道中制冷剂将全部泄放到大气中	把制冷剂释放到大气中

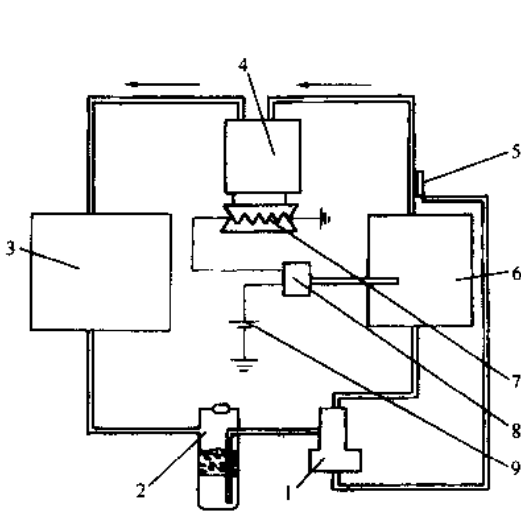
5.5 恒温器

恒温器的作用是自动调制冷系统的工作情况，把温度控制在预定的范围内。恒温器与空调系统的连接如图 5.23 所示。目前汽车上常用的有机械式和热敏电阻式。

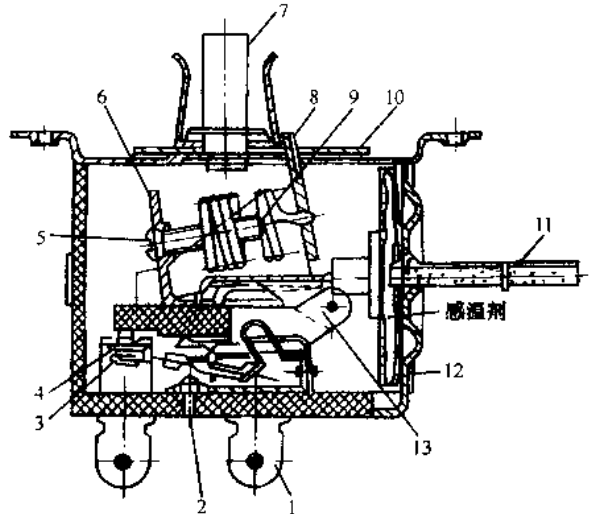
5.5.1 机械式恒温器的结构与工作原理

机械式恒温器主要由感温系统、调温装置和触点开关组成，其结构如图 5.24 所示。

感温系统主要是由毛细管和波纹管（或波纹膜片）组成，内部充注有感温剂。毛细管的一端用钢丝固定在蒸发器尾端翅片之间，作用是感受蒸发器表面的温度。当蒸发器温度发生变化时，感温系统内部感温剂的压力会发生变化，从而导致波纹管长度发生变化。



1-内平衡膨胀阀；2-储液干燥器；3-冷凝器；4-压缩机；
5-毛细管感温包；6-蒸发器；7-电磁线圈；8-恒温器；9-蓄电池



1-接线柱；2-温差调节螺钉；3-动触点；4-静触点；5-调温螺钉；
6-固定架；7-调温轴；8-控温板；9-主弹簧；10-调温凸轮；11-毛细管；
12-膜盒；13-杠杆

图 5.23 内平衡膨胀阀系统

图 5.24 机械式恒温器结构图

调温装置主要由凸轮、转轴、调节螺钉等组成，其作用是在设定的控制温度范围内随温度产生动作，恒温器触点断开的时刻随调节轴调定位置的变化而变化。

触点开关主要由触点、弹簧、杠杆等组成，它根据控制机构的动作信号，打开和闭合触点，从而控制压缩机电磁离合器的工作状态。

机械式恒温器的工作原理如图 5.25 所示。图中所处的状态是触点断开，压缩机停止工作。当蒸发器表面温度上升，毛细管内工质的温度和压力也随之上升，波纹管伸长带动杠杆向左运动，触点随之向上运动，当离合器电磁线圈电路接通后，压缩机进入工作状态。

压缩机工作后，空调开始制冷，蒸发器表面的温度逐渐下降，毛细管内工质的温度和压力随之降低，波纹管收缩，带动杠杆向右移动。于是在弹簧力的作用下活动触点被切断，离合器电磁电路被切断，压缩机停止工作。

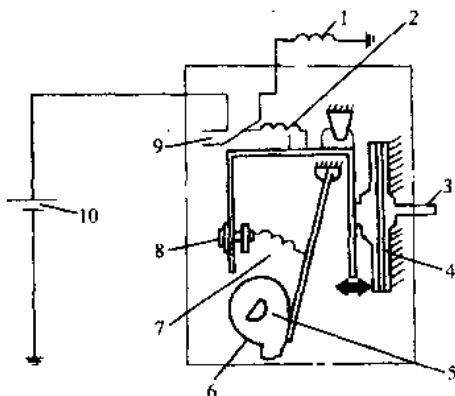
通过以上循环，恒温器对压缩机工作电路进行不断地开合，使蒸发器表面的温度保持在一定范围之内，达到空调系统功能的要求。对于所控制的温度范围，可以通过调节凸轮的位

置和调节弹簧的作用力来改变。

机械式恒温器工作可靠、寿命长，价格也比较便宜，不怕振动，比较适宜汽车上使用。

5.5.2 热敏电阻式温度控制器

现在很多汽车上的空调系统已不再使用机械式恒温器来控制温度，而是用热敏电阻式温度控制器，其工作原理如图 5.26 所示。它利用热敏电阻的阻值随温度而变化的原理，把温度变化转变成电信号，进而控制压缩机电磁线圈电路的通断。



1-电磁离合器线圈；2-弹簧；3-毛细管；4-波纹管；5-轴；
6-调节凸轮；7-调节弹簧；8-调节螺钉；9-触点；10-蓄电池

图 5.25 机械式恒温器控制原理

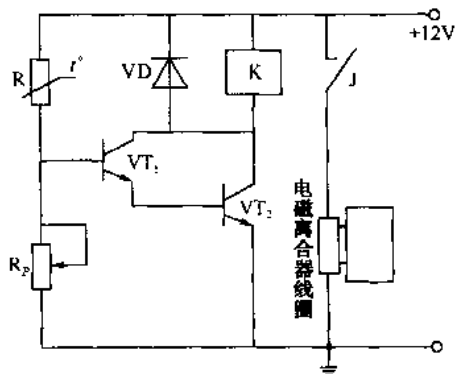


图 5.26 热敏电阻式温度控制器原理图

热敏电阻式温度控制器中的热敏电阻 R 安装在蒸发器表面，目前一般采用的为负温度系数热敏电阻，即其电阻值随环境温度的上升而变小，随环境温度的下降而增大。

当蒸发器表面温度较高时，热敏电阻的阻值变小，复合晶体管 VT_1 和 VT_2 导通，继电器 J 的触点闭合，电磁离合器线路接通，压缩机开始工作。而当蒸发器的温度降到 0°C 时，复合晶体管 VT_1 和 VT_2 截止，继电器的触点断开，压缩机停止工作，从而避免了蒸发器结冰现象的发生。整个电路对温度起控点的调整是通过调节可变电阻 R_p 来实现的。

5.6 传感器

在空调系统中，ECU 是根据各种传感器的信号和设定的温度进行自动调节，达到车内预定的温度。相关传感器主要有车内温度传感器、环境温度传感器、蒸发器温度传感器、日光传感器、速度传感器、水温传感器、压缩机锁止传感器、空气混合风挡位置传感器等。

5.6.1 车内温度传感器

车内温度传感器向电脑发送车内空气温度信息，以便电脑能够进行混合、气流量、分配和再循环等功能的管理。

车内温度传感器一般由一个负温度系数电阻组成，负温度系数热敏电阻的特性如图 5.27 所示。它是空调系统中一个非常重要的传感器，类型有吸气器型和电机型，如图 5.28 所示。

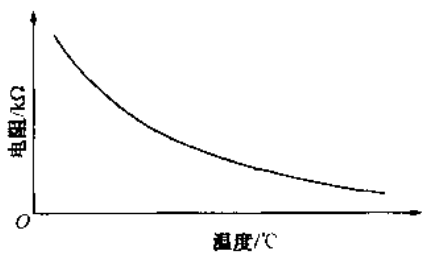


图 5.27 热敏电阻特性

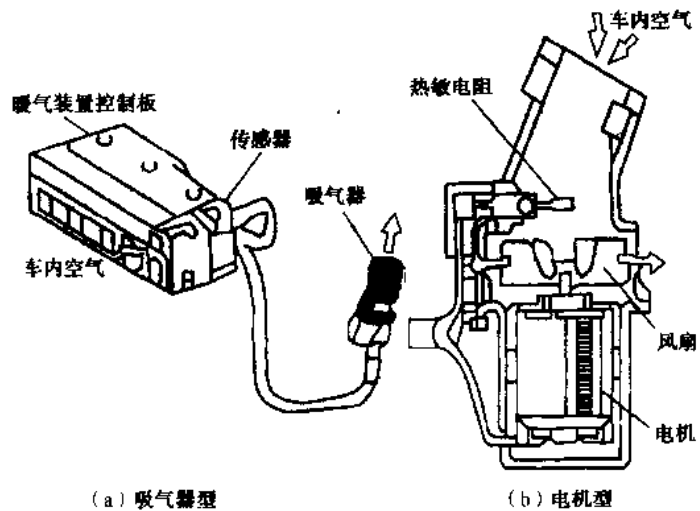


图 5.28 车内温度传感器结构

吸气器型车内温度传感器通过一根抽风管与空调通道的管路相连,当循环换气鼓风机工作时,由于快速流动的空气流产生负压,少量的空气就流过车内温度传感器,如图 5.29 所示。

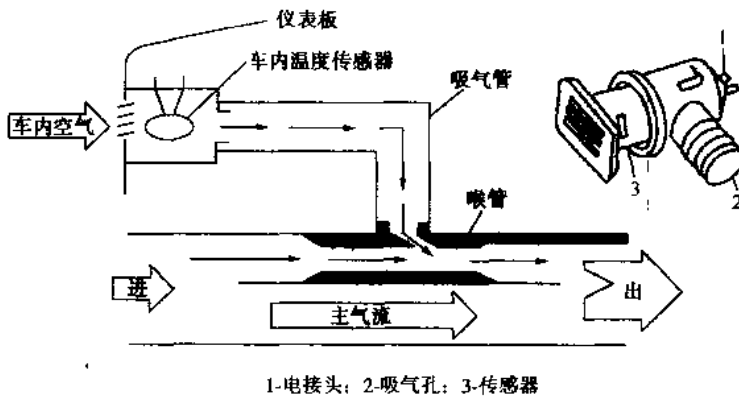


图 5.29 吸气器型车内温度传感器的工作原理

电机型车内温度传感器是电机带动一个小风扇,风扇工作时产生吸引力,使车内的空气流过传感器。

5.6.2 环境温度传感器

环境温度传感器又称为车外温度传感器,一般装在前保险杠内或水箱前面,如图 5.30 所示。负责向电脑发送车外空气温度信息,以便电脑能够进行混合、气流量、分配和再循环等功能的管理。环境温度传感器结构如图 5.31 所示,主要是一个用树脂壳包着的负温度系数的热敏电阻,其规格一般因车而异。表 5.2 为几种不同汽车的环境温度传感器规格。

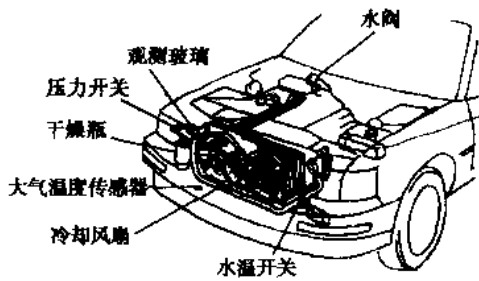


图 5.30 车外温度传感器的安装位置

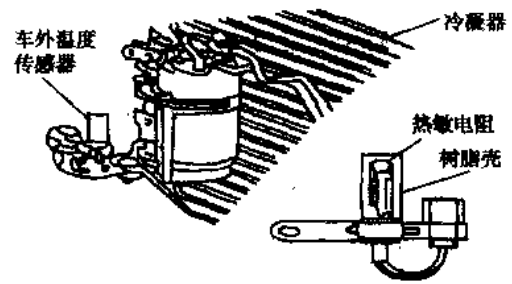


图 5.31 车外温度传感器结构

表 5.2 几种不同汽车的环境温度传感器规格

车型	20℃		30℃		40℃	
	电阻 (kΩ)	电压 (V)	电阻 (kΩ)	电压 (V)	电阻 (kΩ)	电压 (V)
雷克萨斯		1.5~1.9		1.1~1.5		0.85~1.25
马自达	2.75		1.75		1	
三菱		3.5		2.0		
现代	40		30			
奔驰 W124	3.1~3.9		1.9~2.3		1.4~1.6	
奔驰 W129	3.1~3.9		1.9~2.3		1.4~1.6	
奔驰 W140	3.2~3.6	2.6~2.9	2~2.3	2.0~2.4	1.5~1.7	1.4~1.8
奔驰 W210	2.6~2.9		2~2.4		1.4~1.8	
奔驰 W202	11.9~13.2		7.7~8.4		5~6.2	
富豪		2.5		2		1.5

5.6.3 蒸发器温度传感器

蒸发器温度传感器将通过蒸发器的气体的温度信息传送给空调电脑，以便电脑能够确定所吹出的风温。

蒸发器温度传感器安装在蒸发器的表面，如图 5.32 所示。在采用热敏电阻型除霜设备的空调系统中，蒸发器通常装有两个热敏电阻：一个用于除霜设备，一个用于检测蒸发器温度。其工作原理同以上两个温度传感器。

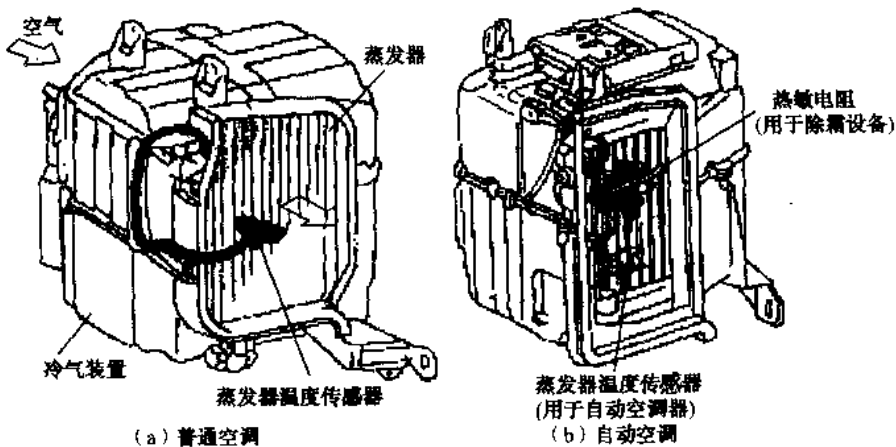


图 5.32 蒸发器温度传感器

5.6.4 散热器温度传感器

散热器温度传感器向电脑发送通过散热器的空气温度，以便电脑计算吹出风的温度，在发动机冷却液冷的时候起到自动管理作用。

散热器温度传感器多采用热敏电阻型，只是安装在散热器的表面。

5.6.5 日光传感器

日光传感器也称为阳光传感器或阳光辐射传感器或热辐射传感器。它一般采用光电二极管，用于检测太阳辐射的变化，并将太阳辐射能转换成电流的变化，送入电控单元。安装位置一般在仪表台的上面，靠近前挡风玻璃的底部，如图 5.33 所示。

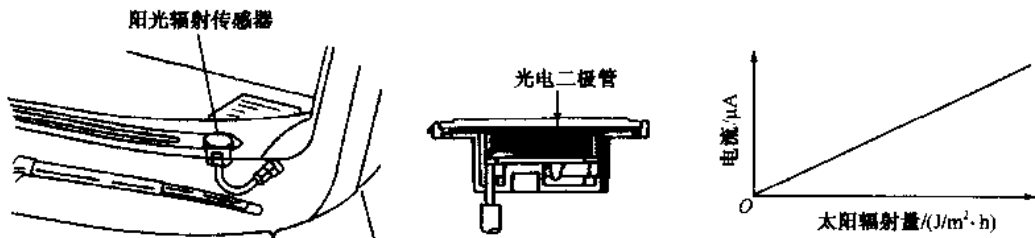


图 5.33 阳光辐射传感器

5.6.6 水温传感器

空调系统的水温传感器一般安装在暖风装置里面，如图 5.34 所示。其结构也为一个负温度系数热敏电阻，工作原理同前面几种温度传感器。

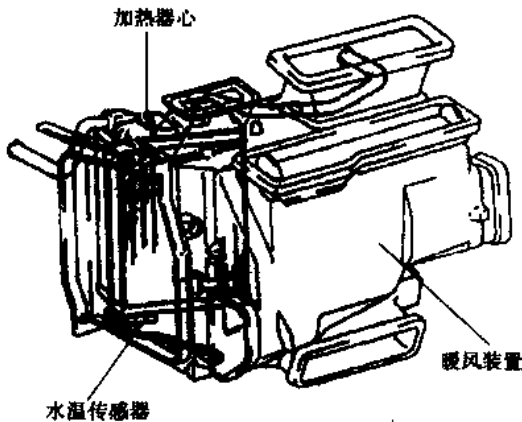


图 5.34 水温传感器

5.6.7 压力传感器

压力传感器的核心是一个压敏元件，它传给电脑的信号电压与制冷剂压力成正比。

在自动空调中，根据车型不同，有的车采用压力开关，有的采用压力传感器，还有的车上二者全有。

5.6.8 压缩机锁止传感器

有的车上设置有压缩机锁止传感器，如雷克萨斯 LS400，安装位置在空调装置的压缩机内，它是一种磁电式传感器，作用是检测压缩机的转速，压缩机每转一圈，该传感器产生 4 个脉冲信号输入空调的电控单元。

另外，有的信号是取自其他系统的传感器，如发动机转速传感器，这里就不另做介绍了。

5.7 电动鼓风机

空调系统通过空气的流动进行热交换，而空气流动主要是由电动鼓风机来实现的。电动鼓风机按气体流向与鼓风机主轴的关系，可以分为离心式和轴流式两种。

5.7.1 离心式鼓风机

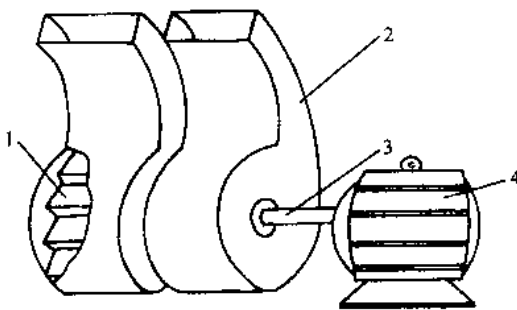
离心式鼓风机主要由电动机、鼓风机轴（与电动机同轴）、叶片、壳体等组成，如图 5.35 所示。鼓风机叶片有直叶片、前弯片、后弯片等形状，随叶轮叶片形状不同，所产生的风量和风压也不同。

离心式鼓风机工作时空气的流向与风机主轴成直角，它具有风压高、噪音小的特点。大部分蒸发器通常采用这种鼓风机，因为风压高可迅速将冷空气吹到车厢内，工作效率较高；噪音小是设计空调的一项重要指标，车厢内噪音小，乘员不至于感到不适而过早疲劳。

5.7.2 轴流式鼓风机

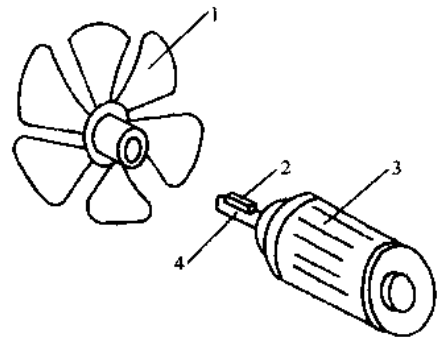
轴流式鼓风机主要由电动机、轴、叶片、键等组成，如图 5.36 所示。叶片固定在骨架上，叶片数常为 3~5 片，叶片骨架通过键连接套在电机轴上。

轴流式鼓风机的空气流向与风机主轴平行，它具有风量大、风压小、耗电省、噪音大的特点。大部分冷凝器采用这种风机，因为风量大可使冷凝器得到充分冷却。耗电省是车用电器的基本要求，轴流式鼓风机能满足这种要求。至于轴流式风机的缺点，如风压小、噪音大，对冷凝器来说不是大问题，因为冷凝器安装在发动机前部，只要能迅速将其四周的热空气吹走即可，并不要求将热空气吹很远，所以风压小不影响冷凝器正常工作。另外，安装在车厢外面的鼓风机噪音大也不会影响到车内。



1-风机叶片；2-风机壳体；3-风机轴；4-电动机

图 5.35 离心式风机结构示意图



1-风扇叶；2-键；3-电动机；4-电机轴

图 5.36 轴流式风机结构示意图

5.8 空调电脑

空调电脑也称空调控制器，如图 5.37 所示。它是自动空调系统中的核心元件，能接收各传感器输入的信号，进行分析、判断，根据预定程度进行处理，并输出指令，控制执行器动作，使空调系统的工作满足理想的要求。同时，当空调系统出现故障时，还能进行报警和自

诊断。

空调电脑从电路考虑可以分成以下几个部分：

(1) 输入回路。从传感器来的信号首先进入输入回路，除去杂波，把正弦波变成矩形波，将电源电压转换成适合微机使用的工作电压。即输入电路是对信号进行整形和降压处理。

(2) A/D 转换器。输入 ECU 的传感器信号有两种：一种是模拟信号，另一种是数字信号。信号的形状不同，输入 ECU 内的处理方法也不一样。数字信号可直接送入微机处理，模拟信号则是由 A/D 转换器（模拟/数字转换器）转换成数字信号后再送入微机处理。

(3) 输出回路。它是微机与执行器之间的联系电路。由于微机输出的是数字信号，而且电流很小，一般是不能驱动执行器工作的。经过输出回路后，通过其中功率三极管的放大作用，提供一定宽度的驱动信号。

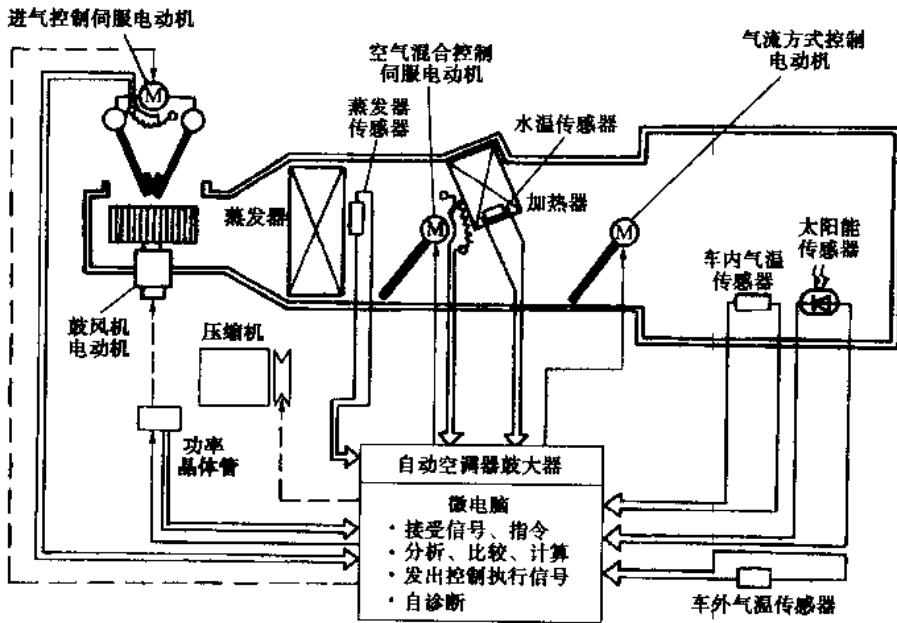


图 5.37 微电脑控制型自动空调系统

(4) 微型电脑。它是 ECU 的核心部分，由中央处理器（CPU）、存储器（ROM-RAM）、接口电路（I/O）等组成。它能根据需要，用存储器中的程序和资料对各种传感器送来的信号进行比较、运算和修正，并将处理结果以指令的形式送至输出回路。

在实际使用中，微型电脑很少出故障。ECU 的故障基本上都发生在常规电路（包括输入、输出和转换电路）中。常规电路采用的是通用电气元件，若损坏是可以修复的。

汽车空调电脑的损坏多因检修不当造成：检修时带有静电（高压），将电脑击坏；测试仪器使用不当，将电脑烧坏。因为电脑中的人多数微电子电路只适用于低电压、弱电流，而我们身上的衣服因摩擦所带的静电却可高达几千伏，虽然没有多大电流，但这瞬间的高压足以使电脑中的微电子电路击穿。如果用内电阻小于 $1V/10k\Omega$ 的万用表或用二极管指示灯来测试电脑端子都有可能烧坏电脑。在电路图中电脑（ECU 或 PCM）输出 5V 电源或 5V 电压实际是一信号参考电压，这一电压经传感器后有变化，再输入电脑就作信号用，实际工作电流极小。所以，如果使用仪表不当，就会因通过电流过大而烧坏电脑。

空调电脑一般具有以下几种功能：

① 空调控制功能，包括温度自动控制、风量控制、运转方式给定的自动控制、换气量控制等。

② 节能控制，包括压缩机运转控制、换气量最适当控制以及随温度变化的换气切换、自动转入经济运行、根据车内外的温度自动切断压缩机电源等。

③ 故障报警功能，当空调系统工作出现不正常时，能进行报警（一般为点亮故障灯的方式）。

④ 故障自诊断功能，汽车空调系统出现故障时，能进行故障自检测并以代码的形式存储故障信息。

⑤ 显示功能，包括显示温度、控制方式、运转方式的状态等。

小 结

(1) 本章概述了汽车自动空调系统的许多控制部件。

(2) 由于自动控制系统的多样化和复杂性，因此，收集不同年代、不同型号汽车的说明书、维修手册和示意图等资料是非常必要的。

习 题 5

一、填空题

1. 汽车_____、车体和所有其他_____是共地的。
2. 空调系统高压开关主要有_____和_____两种类型。
3. 空调系统压缩机的电磁离合器主要由_____、_____、_____等组成，类型有和_____。
4. 目前汽车上用的恒温器，常见的有_____式和_____式。
5. 空调系统电动风机有_____和_____两种。
6. 汽车空调系统的压缩机电磁离合器受_____、_____、_____、_____等的控制。
7. 压缩机过热开关一般安装在_____。
8. 环境温度传感器一般装在_____或_____。
9. 如果衔铁和转子之间的距离太近，当离合器断开时_____，如果距离太远，当离合器接通时_____。

二、问答题

1. 简述汽车空调系统电磁离合器的工作原理。
2. 一般汽车空调电脑具有哪几种功能？
3. 描述电动机驱动的冷却风扇的优点。
4. 对压力开关讨论时，技师甲说，压缩机排气压力开关是一低压开关；技师乙说，用于温度控制的压力开关是一低压开关。谁正确？
5. 技师甲说，若只有风扇电动机工作，则可能的原因是熔断器或电路断电器断开；技师乙说，若只有压缩机工作，则可能的原因是熔断器或电路断电器断开。谁正确？

6. 技师甲说,熔断器断了总是表明零部件出了故障;技师乙说,一断开的电路断电器,必须更换。谁正确?

7. 技师甲说,由于磁性对离合器线圈有影响,用塞尺测量这个空隙不太容易;技师乙说,如果按照说明来拧电枢上的螺母,这个间隙可自动调整。谁正确?

8. 技师甲说,用手接触动力组件或电阻器可能会被烫伤;技师乙说,这种危险可免除,只要事先断开与电池连接的导线。谁正确?

三、判断题

1. 高压开关的保护作用都是通过打开冷凝风扇的高速挡来实现的。()
2. 空调系统压缩机都不一定由汽车主发动机带动。()
3. 当发动机低速状态打开空调时,系统一般能自动提高发动机转速。()
4. 冷凝器过热开关的作用是当冷凝器温度过高时,自动切断电磁离合器,使压缩机停止工作。()
5. 汽车空调系统一般都具有制热和制冷功能。()
6. 汽车空调系统常开型高压开关用来控制冷却风扇。()
7. 汽车空调系统常闭型高压开关用来控制压缩机工作。()
8. 当汽车空调系统制冷剂不足时,压缩机磨损将加剧。()
9. 机械式恒温器的工作较可靠。()
10. 汽车空调系统中用的水温传感器一般随温度的升高,其电阻值也随之上升。()

第 6 章 汽车自动空调的调节控制

在学完本章后应能：

- (1) 详述通风系统的空气循环、工况选择、最大冷暖与风量的控制；
- (2) 叙述空气调节系统的组成；
- (3) 阐述空调系统中电磁离合器的作用和控制过程；
- (4) 比较用压力和温度调节控制系统温度的区别；
- (5) 识别真空系统的部件，并了解其功能；
- (6) 解读自动空调系统控制电路；
- (7) 能识别和操作温度自动控制系统；
- (8) 了解自诊断原理。

汽车自动空调系统的结构和调节控制原理如图 6.1 所示。在本章将较系统地介绍有关结构原理及控制过程。

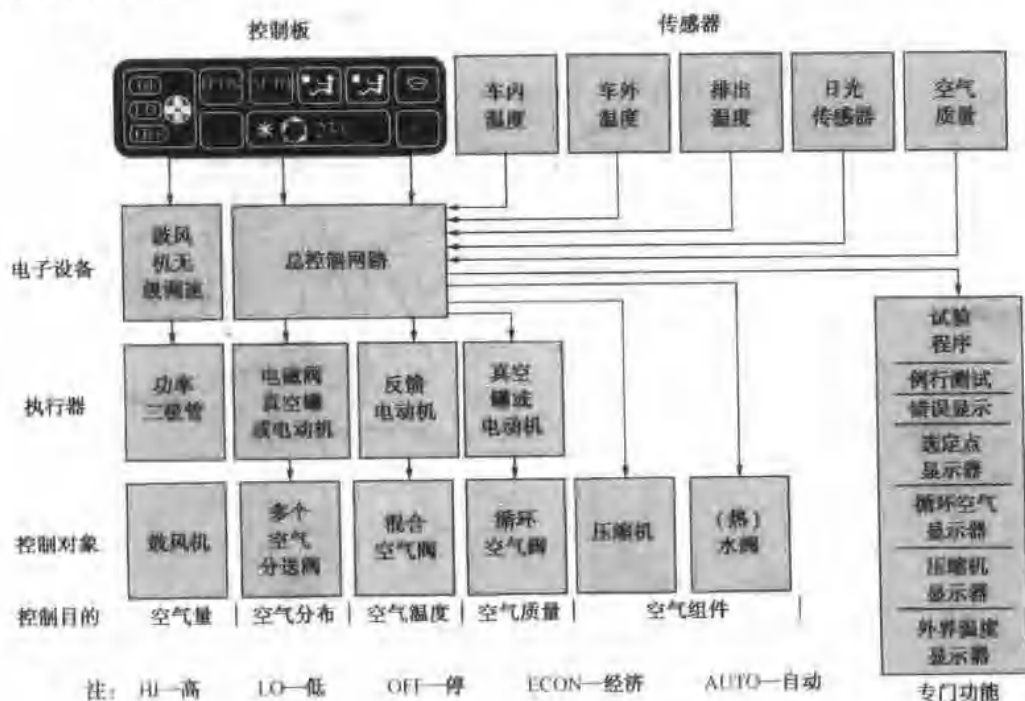


图 6.1 汽车自动空调系统的结构和调节控制原理图

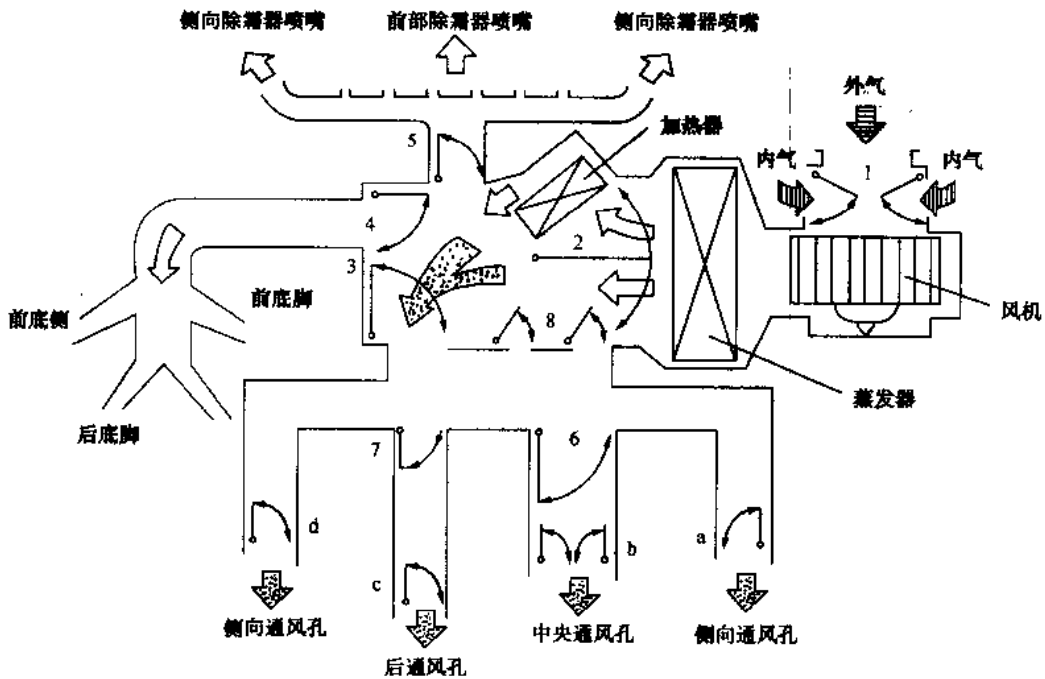
6.1 通风系统控制

在汽车上，空调作为对空气的调节装置最根本的是由进气、冷却和加热装置组成。对于

乘用车，这些装置都安装在空气分配箱（即空调总成）内。空调总成设置在仪表板内部。为了把通过空调总成处理的空气吹向前排乘员的上半身，在仪表板左右及中部都设有通气口。在重视后车乘席舒适性的高级轿车上，为后席乘员设有后通风口。在前席乘员脚下和后席乘员脚下也分别设有通风口。还有装在风窗玻璃下的前除霜器喷嘴和装在车门上的侧向除霜器喷嘴，用于除去车窗上的雾气与冰霜。通风系统控制就是控制通过各通风口与喷嘴的空气。

6.1.1 进气控制

如图 6.2 所示显示了空气如何进入空调总成，又如何进入车厢内的过程。在空调总成上，多叶片环形风扇（西洛克风扇）由电动机驱动组成吸入空气的进气装置（可看成为抽气机，就像家用的抽油烟机）并与由蒸发器构成的冷却装置连接，而且又与加热器（散热器一种）连接。加热器内引入了为发动机冷却循环的热水（80~95℃），它与加热器外的空气进行热量交换。进气装置吸入车外空气或车厢内空气，送往冷却装置，利用图 6.2 中的挡板 1（循环门）进行车外空气与车内空气的选择。通过蒸发器的空气被吸去潜热，成为 3~5℃ 干燥冷气后，利用空气混合挡板 2 的作用，冷气被分成两部分，一部分通过加热器，另一部分不通过加热器。空气混合挡板决定了向车厢内吹出的空气温度，也就是在通向加热器的通路被遮断的位置时，达到最大冷却；在冷风通路被阻塞的位置时，达到最暖；在中间位置，温风与冷风被混合，得到中间温度。



a、b、c、d 为手动控制挡板；1~8 为自动控制挡板

图 6.2 空气分配箱（空调总成）的结构原理图

图 6.2 中的 3~7 挡板，决定了把经过空调总成的空气分配到车厢内的情况。这些挡板不是分别独立工作的，它们保持一定的关系，进行联动工作。当挡板 3 打开时向中央、旁侧及后面通风口吹出温风，挡板 4 打开时则向前、后席脚下吹出温风，挡板 5 开启后则向挡风玻璃及边窗吹风。挡板 8 是在炎热天气驻车时需要急速冷却时打开，以增加冷风量。此外，

图 6.2 中的 a~d 挡板是按照乘员的爱好，利用手动操作开闭的辅助挡板。一般在自动空调的车上均设有能在特殊情况下或为满足不同爱好者要求的手动控制风门或按钮。车型不同，按钮的多少和安装位置也不同。

如图 6.3 所示为奥迪乘用车的空调控制仪表板一例。按钮 A 是杆式开关，用以控制吸入空气为车内空气与车外空气的选择变换。按钮 B 是把鼓风机的速度用手操作分为 3 个阶段进行交换的开关。按钮 C 是通风工况（送风模式）的手动选择开关。按钮 C 与挡板位置及通风位置与风量的关系如表 6.1 所示。按钮 D 是给自动空调设定目标温度（设定车厢内温度）的按钮，它利用杠杆式单触点开关，分别上下在 18~32℃ 之间推压选择，以 0.5℃ 为间隔，所设定温度在仪表板上部 LCD 显示屏左方用数字显示出来（显示屏右方是时钟显示，与空调操作无特别关系）。E 按钮是对空调压缩机进行驱动或不驱动的转换开关，通常情况是接通的。按钮 F 是车后窗去除霜雾的热线加热器（在后窗玻璃上印有的电热线）开关。按钮 G 是前车窗除雾、除霜开关。“AUTO” 开关即自动空调的自动选择开关，接通这一开关，空气分配箱内所有挡板及风扇速度都进行自动控制，不论天气和车辆行驶条件怎样变化，车厢内均能保持为设定的温度。

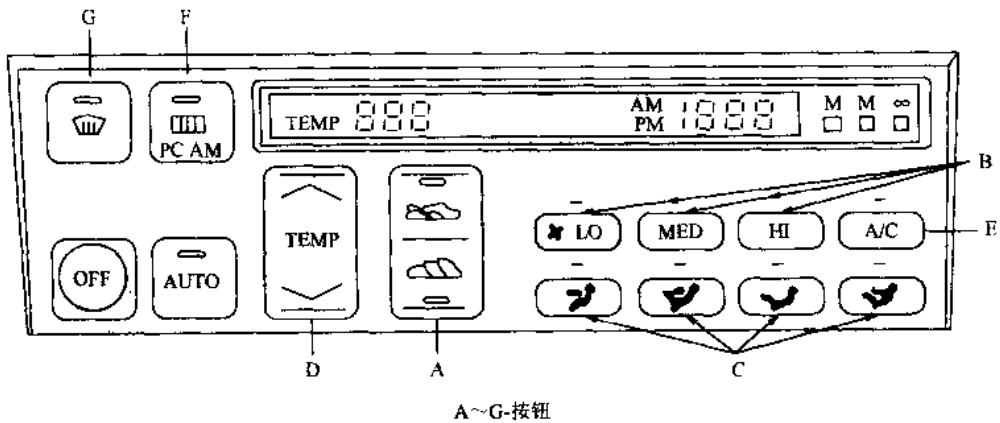


图 6.3 奥迪乘用车空调控制仪表面板

表 6.1 按钮 C 与挡板位置及通风位置与风量的关系

通风工况	挡板位置					通风吹出位置与风量						
	挡板	挡板	挡板	挡板	挡板	风口			腿部		除霜器	
	3	4	5	6	7	边侧	中	后部	中央	后	前	边侧
面部	○			○	○	●	●	○				
胸部	○	○		○	○	○	○	◇	○	○	◇	◇
腿部		○	△			○			●	○	○	◇
脚部向上		○	○			○			○	○	●	○

注：挡板位置：○-开；△-半开；空白-关。风量：●-大；○-中；◇-小。

6.1.2 工况选择控制

为了控制通风各工况中风门挡板的动作，每个空气分配箱上都装有多个伺服电动机，利用电动机去驱动执行的各挡板。如图 6.4 和图 6.5 所示分别为奥迪和富豪车装有伺服电动机的空气分配箱外观图。

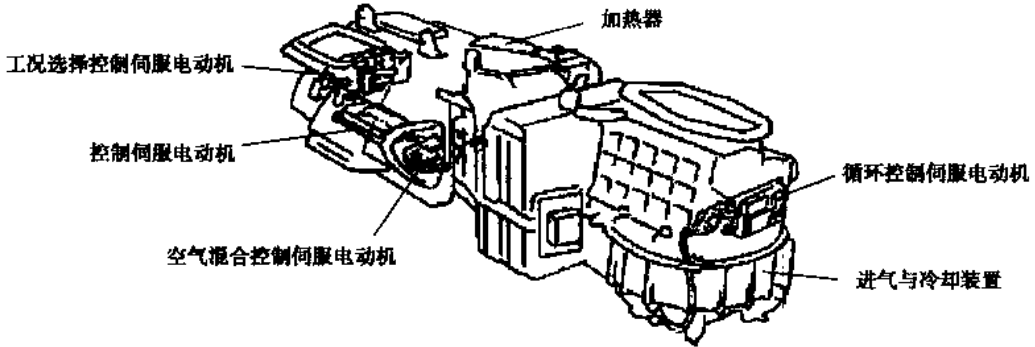


图 6.4 奥迪车装有伺服电动机的空气分配箱外观图

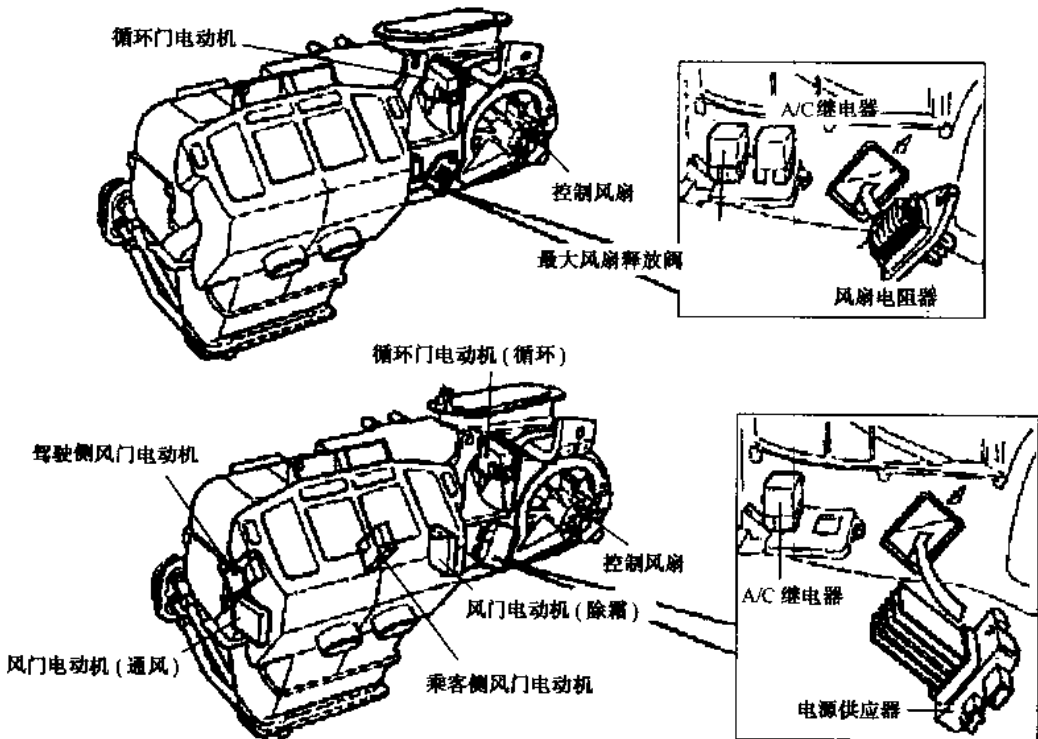
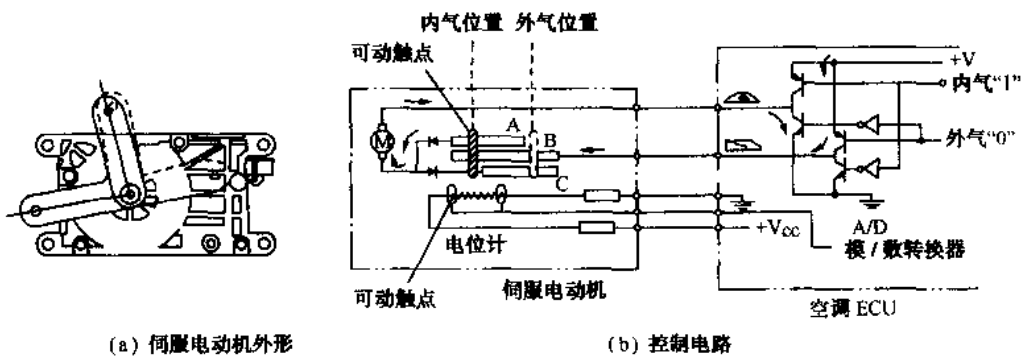


图 6.5 富豪 (VOLVO) 自动空调风挡控制执行部件及空气分配箱

循环控制伺服电动机如图 6.6 所示。电动机的旋转通过减速齿轮等机构的变换，使输出的控制臂做约 90° 的摇动。在控制臂上与控制环相接，从而带动图 6.2 中的挡板 1 在内气位置到外气位置之间进行连续动作，且能够在任意位置停止。



(a) 伺服电动机外形

(b) 控制电路

图 6.6 循环控制伺服电动机与控制电路

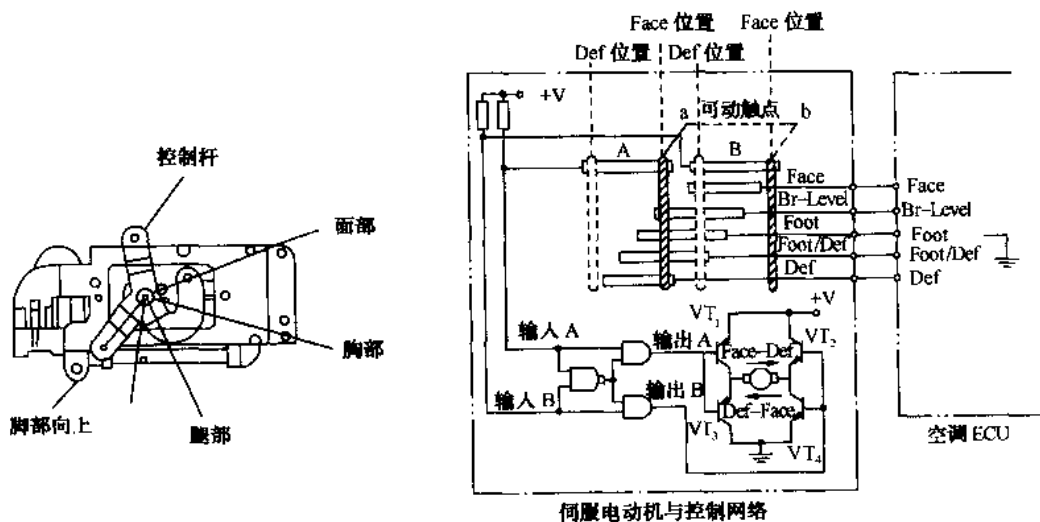
如图 6.6 (b) 所示是循环控制伺服电动机的控制电路。循环控制伺服电动机的工作过程如下：

当挡板 1 (循环门) 位于“内气”位置时，循环控制伺服电动机内的可动触点位于图中所示位置。这时，如果从空调 ECU 输出向“外气”转换的信号，则电流流过固定触点 B→可动触点→固定触点 A→电动机 (如图箭头方向)，使电动机定向转动，驱动挡板 1 移向“外气”位置。当向“外气”位置移动终了时，则可动触点与固定触点 A 脱离，电动机因电流被切断而停止。电位计 (实为滑动变阻器，其滑动触点与可动触点联动) 用来检测挡板所在位置，称为挡板位置传感器，它将信号送给空调 ECU，使 ECU 能够知道挡板 1 是否运动到指定位置。

当挡板 1 从“外气”向“内气”移动时，则电流方向为电动机→固定触点 C→可动触点→固定触点 B，使电动机反转，带动挡板 1 移向“内气”位置。

通风工况在“腿部”和“腿部向上”时，则优先控制吸入外气，为了去除车窗玻璃上的霜雾，吸入车外空气要比吸入湿气较多的车厢内空气效果会更好。

工况选择控制伺服电动机如图 6.7 所示，它与进气控制伺服电动机具有相类似的构造，用来对图 6.2 中挡板 3~7 的位置同时进行控制。各挡板以一定的关系进行联动，随着电动机的旋转分别进行开、闭操作动作。



(a) 工况选择控制伺服电动机

(b) 工况选择控制伺服电动机的控制电路

图 6.7 工况选择控制伺服电动机与控制电路

如图 6.7 (b) 所示是工况选择控制伺服电动机的控制电路。两个可动触点 a、b 具有相同的相对位置且与挡板联动，当挡板位于在通风工况的面部位置“Face”时，可动触点的位置如图中剖面线所示。当空调 ECU 发出向通风工况的腿部位置移动的输出信号后，即固定触点“Foot”→可动触点 a→固定触点 A 的电路成为接地电位后，则逻辑电路的输入 A 端为低电位 (Lo)，而输入 B 端仍在固定触点 B 处，状态没变化，仍为高电位 (Hi)。这时逻辑电路的输出 A 端为“Lo”，输出 B 端为“Hi”，电流按照 $VT_1 \rightarrow$ 电动机 $\rightarrow VT_4$ 的电路方向进行流动，挡板在电动机的驱动下则向通风工况的腿部位置方向运动，可动触点向图所示的左方移动。挡板一直到达了通风工况的腿部位置后，这时可动触点 a 离开了固定触点“Foot”，即固定触点 A 的接地电位消失，逻辑电路的输入 A、B 均变为“Hi”；则逻辑电路的输出 A、B 端均为“Lo”， VT_4 截止，电动机停止，挡板停止在通风工况的腿部位置。

当挡板在通风工况“Def”位置时，可动触点 b 位于图中的虚线位置。如空调 ECU 输出向“Face”移动的信号，则固定触点 B 成为接地电位，使逻辑输入 B 端为“Lo”，而输入 A 端仍为“Hi”。则逻辑电路输出 B 端为“Lo”输出 A 端为“Hi”，所以电流按照 $VT_2 \rightarrow$ 电动机 $\rightarrow VT_3$ 的电路方向流动，挡板在电动机反向驱动下进行反方向变动，到达“Face”时，电流断开而停止。

一般来说，冷风在头部及上半身，温风在下半身及脚下吹时，是比较舒适的。控制工况选择就是控制挡板使吹出风的温度达到最佳位置。通风工况与输出温度的关系如图 6.8 所示。图中的最大脸部表示最大冷却挡板处于全开位置。在工况脚部向“Def”位置转变时，冷风停止，鼓风机风扇处于关闭状态，这是为了避免在行驶中产生的动压，使冷风向脚下吹出的缘故。

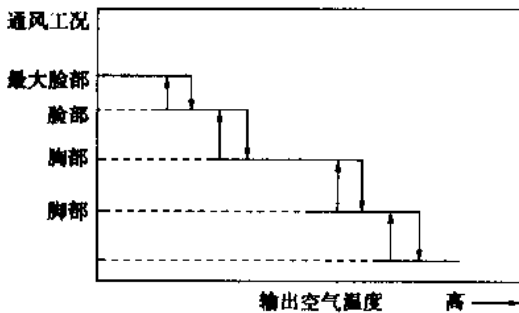


图 6.8 通风工况与输出温度的关系

6.1.3 最大冷却控制

如图 6.9 (a) 所示为最大冷却挡板控制执行元件（伺服电动机）的外形图。如图 6.9 (b) 所示是伺服电动机的控制电路图。图 6.2 中挡板 8 称为最冷挡板。这一挡板当通风工况处于“Face”时，根据吹出风温度的需要，可选择全开、中间、全关 3 个位置，以加速冷却。但是，当温度被设定为最低冷却温度 (18°C) 时，挡板 8 被固定处于全开位置。控制执行元件——通风挡板 8——的伺服机构和控制原理与前面讲过的相同，这里不再赘述。

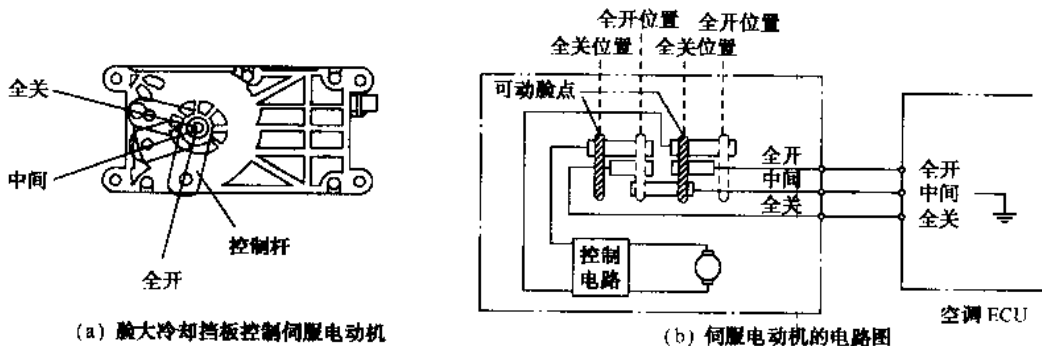


图 6.9 最大冷却挡板控制伺服电动机和控制电路

6.1.4 空气混合控制和控制电路故障的检测

在每个空气分配箱中，冷热空气的混合比例是由空气混合挡板控制的。图 6.2 中的挡板 2 就是空气混合挡板。空气混合挡板是决定温度高低的最重要的控制部件，它依靠伺服电动机的控制臂进行运动，伺服电动机以及控制原理与前面讲过的相同。

在汽车自动空调中各风门挡板均是由伺服电动机通过空调 ECU（电脑）来控制。空调 ECU 又必须通过伺服电动机中的挡板位置传感器（电位计）随时了解挡板所处位置和执行情况，用来为下一步的指令输出提供根据。这就为我们对各风门挡板控制伺服电动机及其控制电路故障的检查维修提供了思路。

下面以丰田佳美（CAMRY）汽车自动空调为例，介绍伺服电动机与控制电路的检查维修方法。

1. 风门挡板位置传感器的检测

以空气混合挡板位置传感器电路的检测为例。空气混合挡板位置传感器是检测空气混合挡板的位置，并将信号送至空调 ECU。此位置传感器装在空气混合控制伺服电动机内。空气混合挡板位置传感器电路及空调 ECU 连接器如图 6.10 所示。

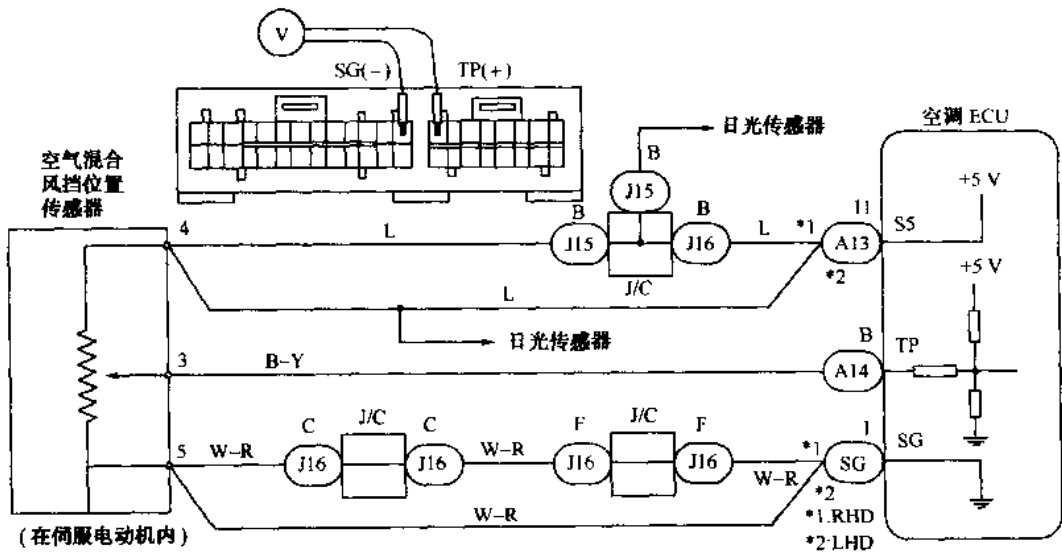


图 6.10 丰田佳美汽车空气混合挡板位置传感器电路及空调 ECU 连接器

检查步骤如下：

(1) 拆下空调 ECU，但不要拔出连接器，打开点火开关，在设定温度变化时，测量空调 ECU 连接器 TP、SG 端子间电压。温度设定在“最冷”位置时其电压为 3.5~4.5V，“最热”位置时电压为 0.5~1.8V，同时电压值随设定温度增加而逐渐减小，但不会中断。如果电压值正常，按表 6.2 进行下一个电路检查；如果有故障码“31”或“41”显示，检查空调 ECU，反之，进行第（2）步检查。

表 6.2 汽车自动空调通风系统的故障检查诊断

故障现象	故障部位	故障现象	故障部位
空调系统不工作	1. 点火 (IG) 电源电路 2. 空调 ECU (电脑)	流出的空气比设定温度更暖或更冷或响应慢	1. 制冷剂的量 2. 传动皮带张紧度 3. 制冷系统压力 4. 冷却风扇系统 5. 环境温度传感器电路 6. 蒸发器温度传感器电路 7. 日光传感器电路 8. 空气混合风挡位置传感器电路 9. 水温传感器 10. 空气混合控制伺服电动机电路 11. 压缩机 12. 冷凝器 13. 储液干燥器 14. 蒸发器 15. 加热器散热器 16. 膨胀阀 17. 空调 ECU (电脑)
鼓风机不工作	1. 加热器主继电器电路 2. 鼓风电动机电路 3. 水温传感器电路 4. 点火 (IG) 电源电路 5. 空调 ECU (电脑)		
鼓风机没有控制	1. 鼓风电动机电路 2. 点火 (IG) 电源电路 3. 加热器主继电器电路		
没有足够的空气流出	鼓风机电动机电路		
没有冷气流出	1. 制冷剂的量 2. 传动皮带张紧度 3. 制冷系统压力 4. 压缩机锁止传感器电路 5. 压缩机电路 6. 压力开关电路 7. 点火器电路 8. 空气混合控制伺服电动机电路 9. 空气混合风挡位置传感器电路 10. 车内温度传感器电路 11. 环境 (车外) 温度传感器电路 12. 空调 ECU (电脑)	发动机怠速提升不正常或连续作用	1. 压缩机电路 2. 点火器电路 3. 空调 ECU (电脑)
		被显示的设定温度值和温度控制开关的操作不一致	空调 ECU (电脑)
		A/C 开关指示灯闪亮	1. 压缩机锁止传感器电路 2. 空调 ECU (电脑)
没有暖气流出	1. 空气混合控制伺服电动机电路 2. 空气混合风挡位置传感器电路 3. 环境温度传感器电路 4. 车内温度传感器电路 5. 蒸发器温度传感器电路 6. 空调 ECU (电脑) 7. 加热器散热器	当变阻器或灯控制开关被转动时, 灯亮度不变化	1. 照明灯系统 2. 空调 ECU (电脑)
		不能进入诊断模式	空调 ECU (电脑)
没有温度控制 (只有最冷或最暖)	1. 空气混合控制伺服电动机电路 2. 空气混合风挡位置传感器电路 3. 空调 ECU (电脑)	故障码不能储存, 当点火开关关闭时设定模式被清除	1. Back.up 电源电路 2. 空调 ECU (电脑)
没有气流模式控制	1. 气流模式控制伺服电动机电路 2. 空调 ECU (电脑)		

(2) 拆下空气混合控制伺服电动机, 并脱开伺服电动机连接器, 如图 6.11 所示, 测量空气混合控制伺服电动机连接器 4、5 端子间的电阻, 应为 4.8~7.5kΩ。测量空气混合控制伺服电动机连接器 3、5 端子间电阻: “最冷” 位置为 3.5~5.8kΩ, “最热” 位置为 0.95~1.45kΩ, 同

时电阻值随伺服电动机从冷侧转到热侧逐渐减小, 但不会中断。如果电阻值不正常, 应更换传感器; 反之, 进行第 (3) 步检查。

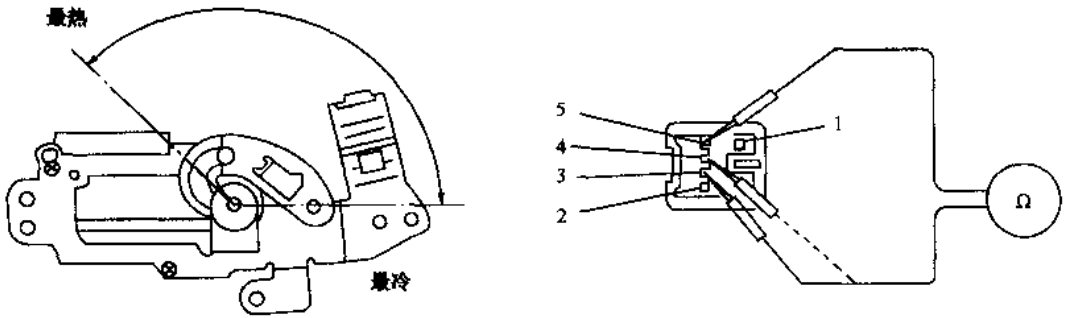


图 6.11 空气混合控制伺服电动机及伺服电动机连接器

(3) 检查空调 ECU 和空气混合挡板位置传感器间的线束和连接器, 如果不正常, 修理或更换线束或连接器; 反之, 检修或更换空调 ECU。

2. 空气混合控制伺服电动机电路的检测

空调 ECU 控制空气混合控制伺服电动机并使它转动到预定位置。如图 6.12 所示为空气混合控制伺服电动机电路。

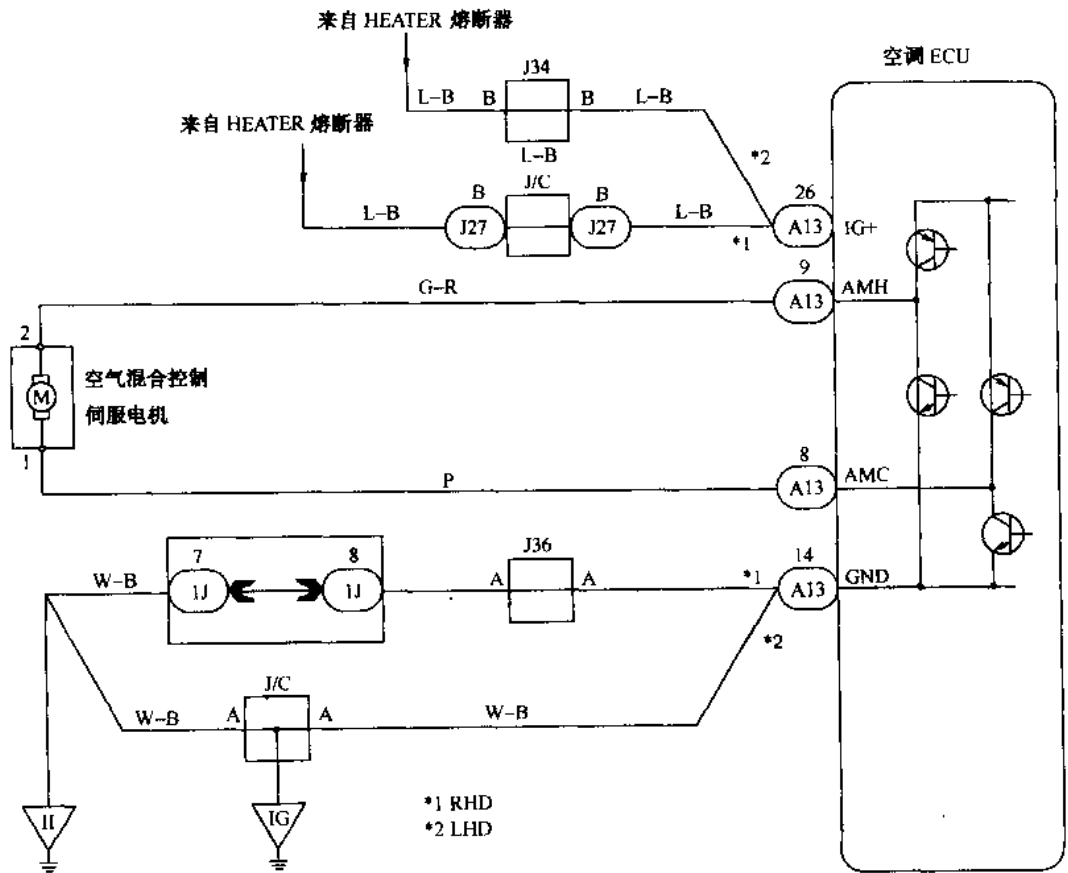


图 6.12 丰田佳美汽车空气混合控制伺服电动机电路

检查步骤如下:

(1) 首先设定到驱动器检查模式, 按下“DEF”按键, 改变驱动器检查模式至分步操作。按表 6.3 检查空气混合挡板的动作和鼓风机的状况, 如果不符合表中要求, 则进行第(2)步检查, 反之, 按表 6.2 进行下一个电路检查。

表 6.3 空气混合挡板和鼓风机检查

故障码	空气混合挡板	鼓风机
0~3	0% (全开)	冷气流出
4~5	50% (开一半)	
6~9	100% (全开)	暖气流出

(2) 拆下空气混合控制伺服电动机, 将蓄电池正极、负极分别接在接线器的 1 与 2 端子上后, 空气混合控制伺服电动机控制杆会慢慢地转向冷侧(左方向盘车)或热侧(右方向盘车); 将蓄电池反接, 空气混合控制伺服电动机控制杆将慢慢地转向相反方向, 如图 6.13 所示。如果空气混合控制伺服电动机工作不正常, 修理或更换; 反之, 进行第(3)步检查。

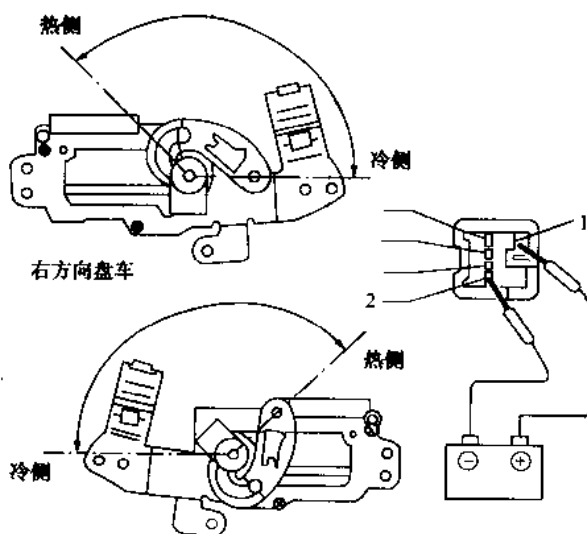


图 6.13 伺服电动机的检测

(3) 检查空调 ECU 和空气混合控制伺服电动机间的线束和连接器, 如果不正常, 修理或更换线束或连接器; 反之, 检查和更换空调 ECU。

其他控制伺服电动机及电路故障的检测与上面介绍的相似, 不再赘述。

6.2 温度控制

6.2.1 温度控制流程

在汽车自动空调中, 温度控制是最重要、最复杂的控制。因为很多因素都会引起温度的

变化，如制冷系统的工作好坏、热水阀和混合气阀的开启大小、鼓风机转速的高低、阳光照射的强弱和空气流动情况等，所以温度控制是个系统控制。在汽车的发展中，使用了许多类型的电子温控系统，尽管各种系统在许多方面有所不同，但目前所有汽车自动空调的设计在考虑了车内各个引起温度变化的因素外还考虑了车外因素的作用，在考虑温度控制的同时还考虑了湿度的控制，使温度控制也起到了保持车内相对湿度的作用，并可防止玻璃结雾。

如图 6.14 所示为两种有代表性的温度控制系统的系统流程图。

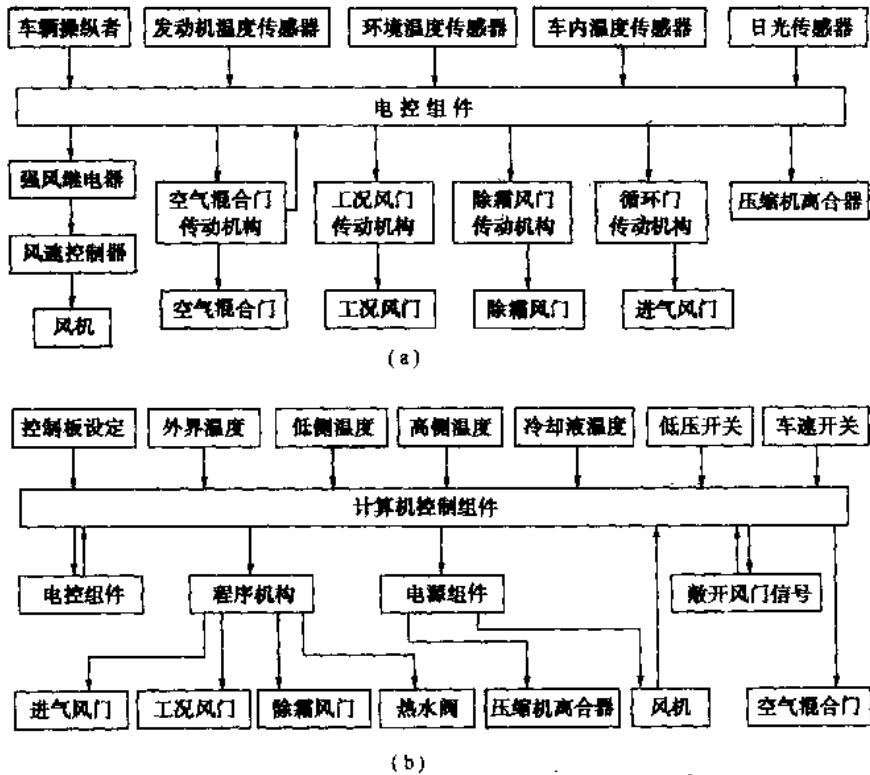


图 6.14 汽车自动空调温度控制系统流程图

接下来我们分别介绍温度控制系统中主要的调节控制及元件。

1. 控制面板

控制面板是供汽车使用者操作控制空调的。为了便于控制，控制面板安装在靠近驾驶员和前排乘客的地方。控制面板有三种形式：旋钮式、按钮式和触摸式。有些控制面板还具有其他面板所不具有的特点，如以英制或公制单位显示车内、外温度。

在控制面板上，为操作人员提供的车内温度选择范围通常在 $18 \sim 29^{\circ}\text{C}$ 之间。有些控制面板具有替代特点，它提供了一个或是 $60^{\circ}\text{F}^{\text{①}}$ (15.56°C) 或是 90°F (32.2°C) 的设定位置。这两个选择位置将替代车内所有的温控电路，提供最大的制冷或加热条件。

为了把操作人员设定的车内环境状况数据输入到程序机构，通常把微处理器装在控制台

① 温度：就是物体冷热程度的量度。温度的标定方法有三种，分别为摄氏温标、华氏温标和绝对温标。三种温标之间的关系为：
 摄氏温度 $^{\circ}\text{C} = 5/9$ (华氏温度 $^{\circ}\text{F} - 32)$ 华氏温度 $^{\circ}\text{F} = 9/5 \times$ 摄氏温度 $^{\circ}\text{C} + 32$ 绝对温度 $\text{K} =$ 摄氏温度 $^{\circ}\text{C} + 273.15$

上。当点火开关断开时，记忆电路将把先前的设定值存储起来。每当点火开关接通时，它们又被恢复。但是，如果电池被断开，记忆电路中的记忆将被清除，再使用空调前必须重新设定环境数据。

2. 程序机构

程序机构接收来自各传感器和主控板的电信号。基于所有这些输入，程序机构提供输出信号来控制热水阀门的开、关以及压缩机离合器的接通、断开，决定鼓风机速度以及所有进气、混合和工况模式风门的位置。

3. 温度传感器——热敏电阻

在温度控制系统中，有许多温度传感器，如蒸发器温度传感器用于控制蒸发器的温度，发动机冷却液温度传感器用来了解进入加热器热水的温度控制热水阀的开启，室内温度传感器用来掌握车内温度控制混合门、热水阀和压缩机。这些温度传感器都是采用的热敏电阻，它是一个可变的电阻，其阻值随电阻本身温度的高低而变化。热敏电阻分为负温度特性和正温度特性的两种，常用的是负温度特性的热敏电阻，即随着电阻本身的温度升高其电阻阻值下降，如表 6.4 所示，温度特性如图 6.15 所示。

表 6.4 热敏电阻阻值

温度 (°C)	电阻值 (Ω)	温度 (°C)	电阻值 (Ω)	温度 (°C)	电阻值 (Ω)	温度 (°C)	电阻值 (Ω)
10.0	120	14.4	99	18.9	83	23.3	69
10.6	117.5	15.0	96.5	19.4	81	23.9	67.5
11.1	115	15.6	94	20.0	79	24.4	66
11.7	112.5	16.1	92.5	20.6	77	25.0	64.5
12.2	110	16.7	91	21.1	75	25.6	63
12.8	107	17.2	89	21.7	73.5	26.1	61.5
13.3	104	17.8	87	22.2	72	26.7	60
13.9	101.5	18.3	85	22.8	70.5	27.2	58.5

注：温度为热敏电阻周围空气的温度。

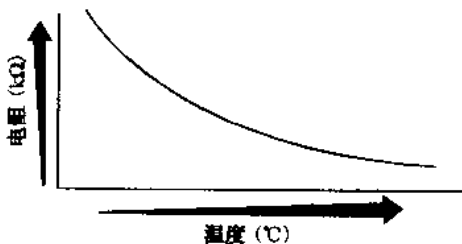


图 6.15 温度传感器的特性曲线

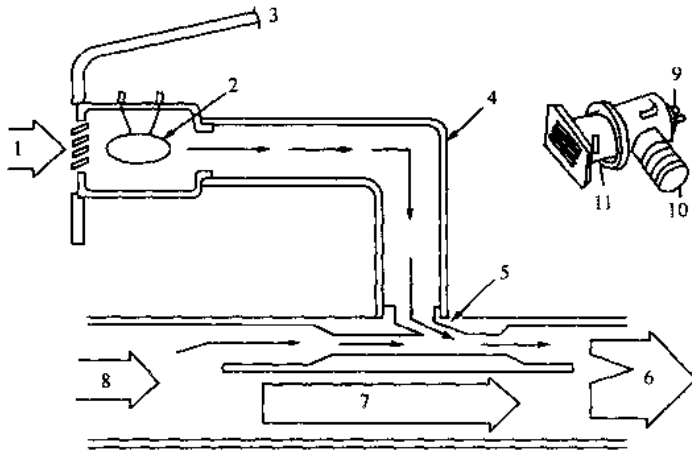
4. 吸气器

为了使车内温度传感器能够准确地将车内平均温度的数据送到微处理器，一般是将它安装在吸气器的通风腔内。

吸气器是一个小的导管系统，设计使得只有少量的车内空气通过它，如图 6.16 所示。主气流在吸气器的端部形成一个低压（负压）区。这个负压把车

内空气吸入到车内传感器通风腔内。安装在通风腔内的车内温度传感器不断地受到车内平均温度的影响，从而监测了车内温度。

吸气器也有靠小型风扇将车内空气吸入吸气器，如图 6.17 所示。



1-车内空气；2-车内温度传感器；3-仪表板；4-吸气器管道；
5-吸气器端部；6-吸气器主气流出口；7-主气流；8-吸气器
主气流入口；9-电接头；10-吸气孔；11-传感器

图 6.16 吸气器

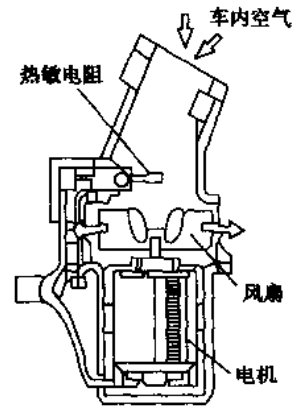
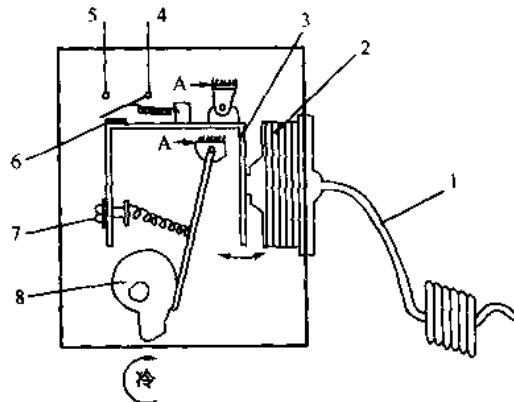


图 6.17 靠小型风扇吸入车内空气的吸气器

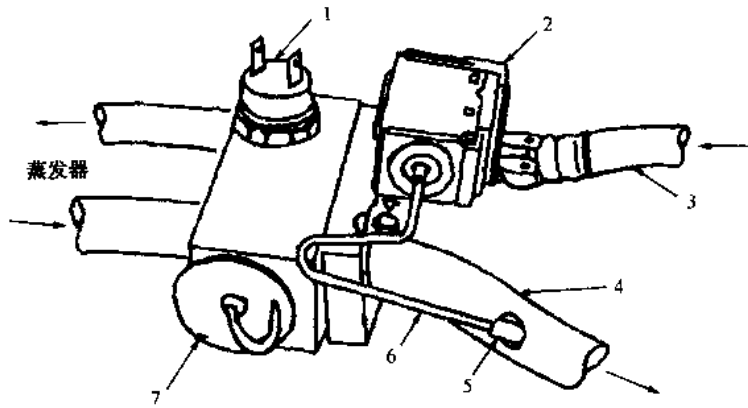
6.2.2 恒温控制

汽车上使用的恒温控制器有三种。一种是恒温热力膨胀阀，它在前面的内容中已经讲述。另一种是机械毛细管式恒温控制器，其构造原理如图 6.18 所示。这两种温控器的感温（温度感知）都是靠感温泡（管）中的惰性气体（也有封装制冷剂的），前者不接入控制电路中，而直接控制进入蒸发器内制冷剂的多少，控制蒸发器的结霜是把感温泡（管）放在蒸发器的适当位置处，靠感温泡（管）中的压力和膨胀阀阀门控制制冷剂来实现；后者虽然也靠感温泡（管）来感知温度（安装如图 6.19 所示），但是必须要接入控制离合器的电路中才起作用，开关接线桩 4、5 分别与离合器线圈和主控电路连接，通过离合器来控制压缩机的工作。第三种是电子式恒温控制器，其电路如图 6.20 所示，感温元件是一个热敏电阻（可变电阻），它接入控制电路中，通过离合器线圈来控制压缩机的运转。



1-毛细管；2-波纹管；3-移动支架；4、5-控制开关接线端；
6-绝缘块；7-温度调节螺钉；8-低温控制；A-固定桩

图 6.18 机械毛细管式恒温控制器构造原理图



1-低压开关；2-机械毛细管式恒温控制器（恒温开关）；3-液体管路；4-回气管路；5-毛细管入口及其护管；6-毛细管；7-H形膨胀阀

图 6.19 机械毛细管式恒温控制器的安装

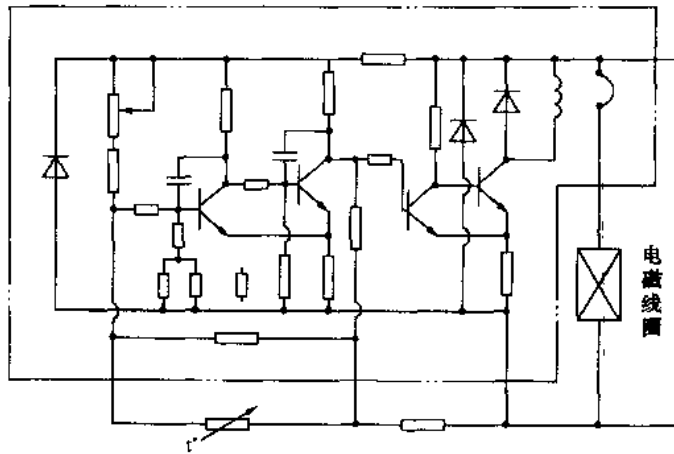


图 6.20 电子（热敏电阻）式恒温控制器电路原理图

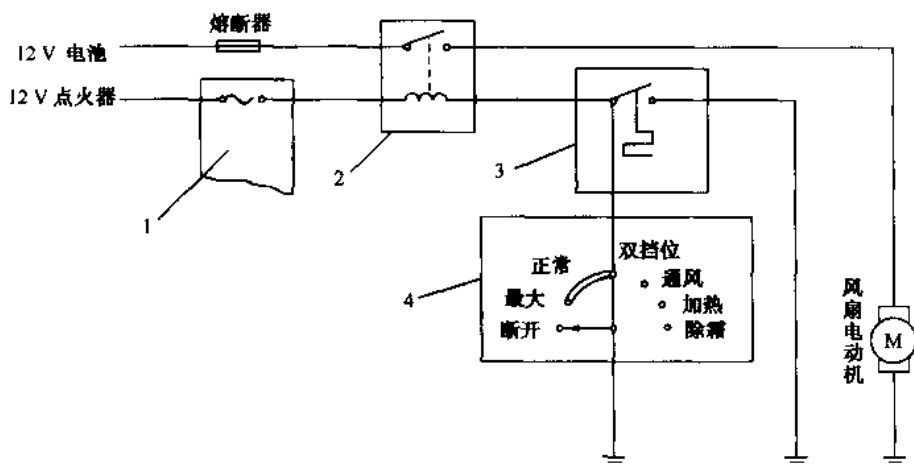
6.2.3 电风扇控制

在新近车型中，为减少噪声和降低功耗，用电动机驱动的风扇替代了皮带驱动风扇。该风扇与电动机组合安装在散热器一侧。它与发动机水泵没有机械上的或直接连接。12V 的电风扇由以下两种方法或任一种方法控制：

- ① 发动机冷却液温度开关（恒温器）；
- ② 空调器选择开关。

装有空调的汽车有时有两台可单独工作的电风扇，使用情况取决于温度状况。典型的电风扇控制电路如图 6.21 所示。

风扇电动机通过风扇继电器的常开触点，连接到 12V 的电源上，并由熔断器提供电路保护。在一般运行时，当空调开关断开（关闭），发动机冷却液位于预定温度（约 102℃）以下时，继电器触点断开，风扇不会工作。



1-熔断器；2-风扇继电器；3-恒温器；4-选择开关

图 6.21 典型的电风扇控制电路

双风扇系统经常各自单独运转，每一台或两台风扇可能随时起动。

如果冷却液温度超过 110°C 时，发动机冷却液温度开关（恒温器）合上，给风扇继电器线圈通电。如果点火开关处于运行位置，同时吸合继电器触点。

继电器线圈电路中的 12V 电源与风扇电动机的 12V 电源是各自独立的。线圈电路从点火开关的终端穿过熔断器中的熔丝，再通过继电器线圈与恒温器后接地。

如果空调器选择开关转向任一制冷位置，不管发动机冷却液温度如何，线路通过继电器线圈、选择开关接地，将合上风扇继电器触点，为风扇电动机提供 12V 电压。只要点火开关与空调器开关都合上，风扇就能工作。

冷却电风扇的运转存在许多差异。有些风扇提供冷却延时。尽管发动机停止运转，点火开关关闭，风扇仍然工作。只有当冷却液温度降到预定的安全温度，通常低于 99°C ，风扇才停止转动。

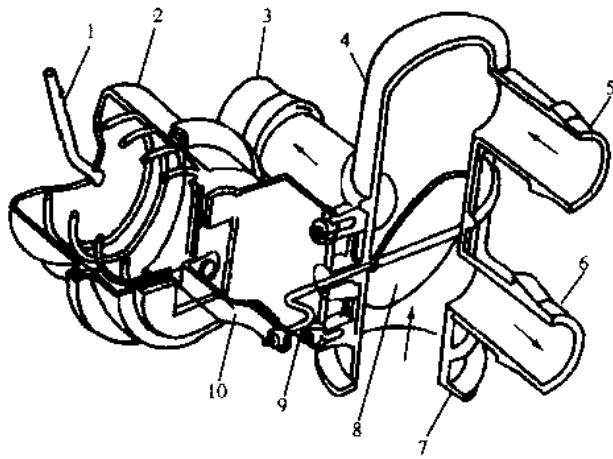
在有些系统中，当空调器选择开关闭合后风扇并不运转，除非空调系统高压侧的压力高于预定值。如果空调系统高压侧压力低于预定值，冷却液温度又不高于预定的安全温度，风扇不会运转。

警告：有些电风扇即便是在点火开关关闭时，亦可能起动运转而没有任何提示，在装有电风扇的车盖下工作应特别小心。

6.2.4 热水阀控制

热水阀的功能是控制通过空调加热器的冷却液流量，装在发动机舱内（一般在围板处），是一个旋转式开关控制的三通阀。如图 6.22 所示为北京一切诺基汽车上的热水阀结构图。

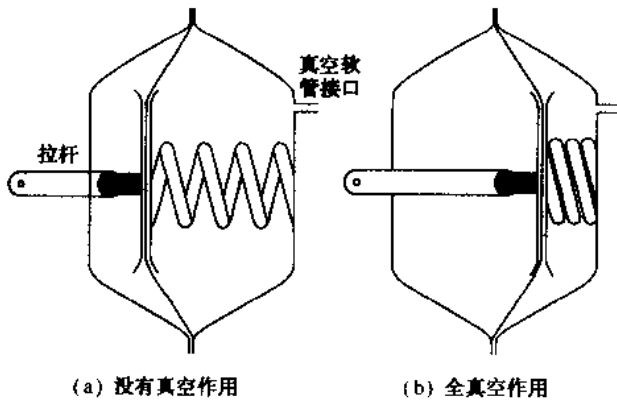
汽车自动空调中，热水阀门的控制驱动有两种：一种是电动机驱动，它类似于风门的控制与驱动，因在前面讲过，这里不再赘述；另一种是真空驱动器驱动（也有人把它叫做真空泵，实际上它并不是真空源，只是一种真空驱动装置）。



1-真空管; 2-真空驱动器; 3-水泵接口; 4-阀体; 5-加热器出水口; 6-加热器进水口; 7-热水阀进水口; 8-阀门; 9-阀门轴; 10-拉杆

图 6.22 北京-切诺基汽车热水阀与驱动装置结构图

许多汽车上的热水阀和模式门等都是用真空驱动器带动的。真空驱动器也叫做真空马达或真空动力装置。真空驱动器有单腔真空驱动器和双腔真空驱动器之分。单腔真空驱动器如图 6.23 所示，大气压（压力）作用在膜片的一侧，使得膜片向低压侧（真空）移动。通过拉杆、手柄、支架和连接架装置，控制操作阀门运动。北京一切诺基汽车热水阀的驱动装置就是一种单腔真空驱动器，如图 6.22 所示。双腔真空驱动器在低于大气压力的情况下工作，构造原理如图 6.24 所示。它基于膜片两侧压力的不同，使膜片从高压侧向低压侧运动。这样真空驱动器同时起到了拉和推的作用。



(a) 没有真空作用

(b) 全真空作用

图 6.23 单腔真空驱动器

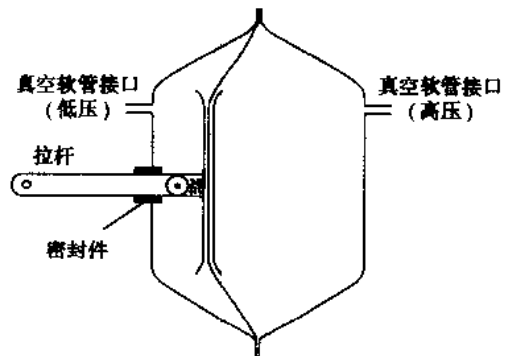
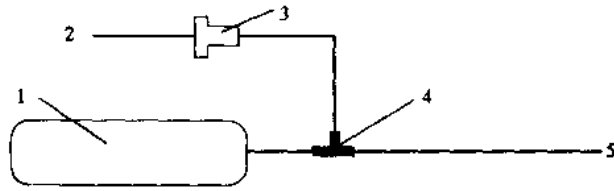


图 6.24 双腔真空驱动器

6.2.5 真空控制及真空源

汽车发动机在工作时，提供一个真空预备源。这一真空源通常从进气歧管通过小直径的合成橡胶、塑料或尼龙管送到各部件。真空的状况一定程度上取决于发动机的状况，即真空源的真空状况是变化的。因为发动机提供的真空源在不断变化，所以需要有一个真空储罐和真空保护阀，即真空保护控制装置，如图 6.25 所示。

真空储罐又简称真空罐，它有各种形状和尺寸。早期的罐是用金属制成的，形状类似一



1-真空储罐；2-至真空源；3-真空保护阀；4-三通；5-至真空系统

图 6.25 真空保护控制及真空储罐

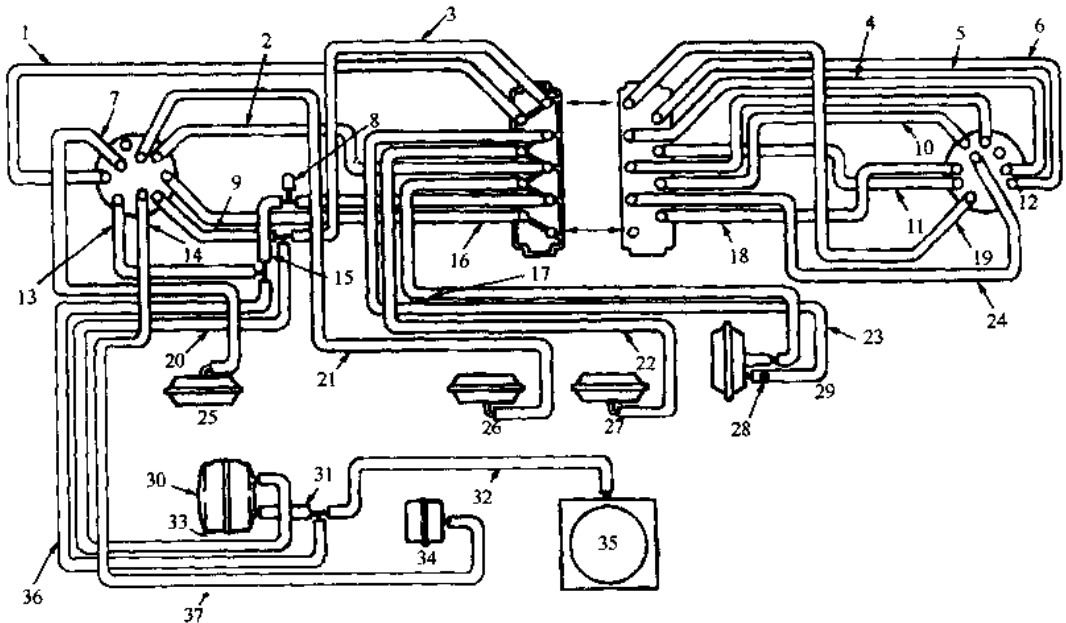
听罐头。现在的罐是用塑料制成的，看上去像一个球。真空罐通常无须维修，但由于它们暴露在自然环境中，所以有时会出现微小的泄漏。

真空保护阀也叫检查阀或真空单向阀，它的作用是只允许气体向一个方向流动，防止反方向流动，从而检查和保证了真空系统的真空度。用于汽车真空系统的真空保护阀也有许多类型和型号，在检查维修中要注意它与真空驱动器、真空罐的区分。

真空储罐和真空保护阀保证了在发动机所有工况下均有最大的真空度，以便正确操纵空调系统中的真空控制部件。应当注意，在空调和加热系统的真空环路中，可能安装不止一个真空储罐和真空保护阀。

6.2.6 真空系统结构

汽车真空系统基本是封闭的，其结构有数百种，厂家给出的真空系统结构图是针对特定年代和车型的。如图 6.26 所示是一个汽车真空系统。



1-白色；2-暗绿色；3-紫色；4-暗绿色；5-黄色；6-白色；7-橙色；8-罩；9-紫色；10-蓝色；11-棕褐色；12-控制机构；13-黑色；14-灰色；15-黑色；16-淡绿色；17-蓝色；18-淡绿色；19-紫色；20-紫色；21-红色；22-棕褐色；23-黄色；24-黑色；25-回流门；26-上限门；27-下限门；28-节气门；29-除霜器；30-真空驱动器；31-黑色；32-黑色；33-紫色；34-水阀；35-化油器；36-黑色；37-灰色

图 6.26 汽车真空系统

真空系统基本上用于水阀和模式门的开、关和定位，以达到所设定的温度和湿度。如图 6.27 所示为通用 (GM) 汽车空调面板的空调电脑真空控制图。

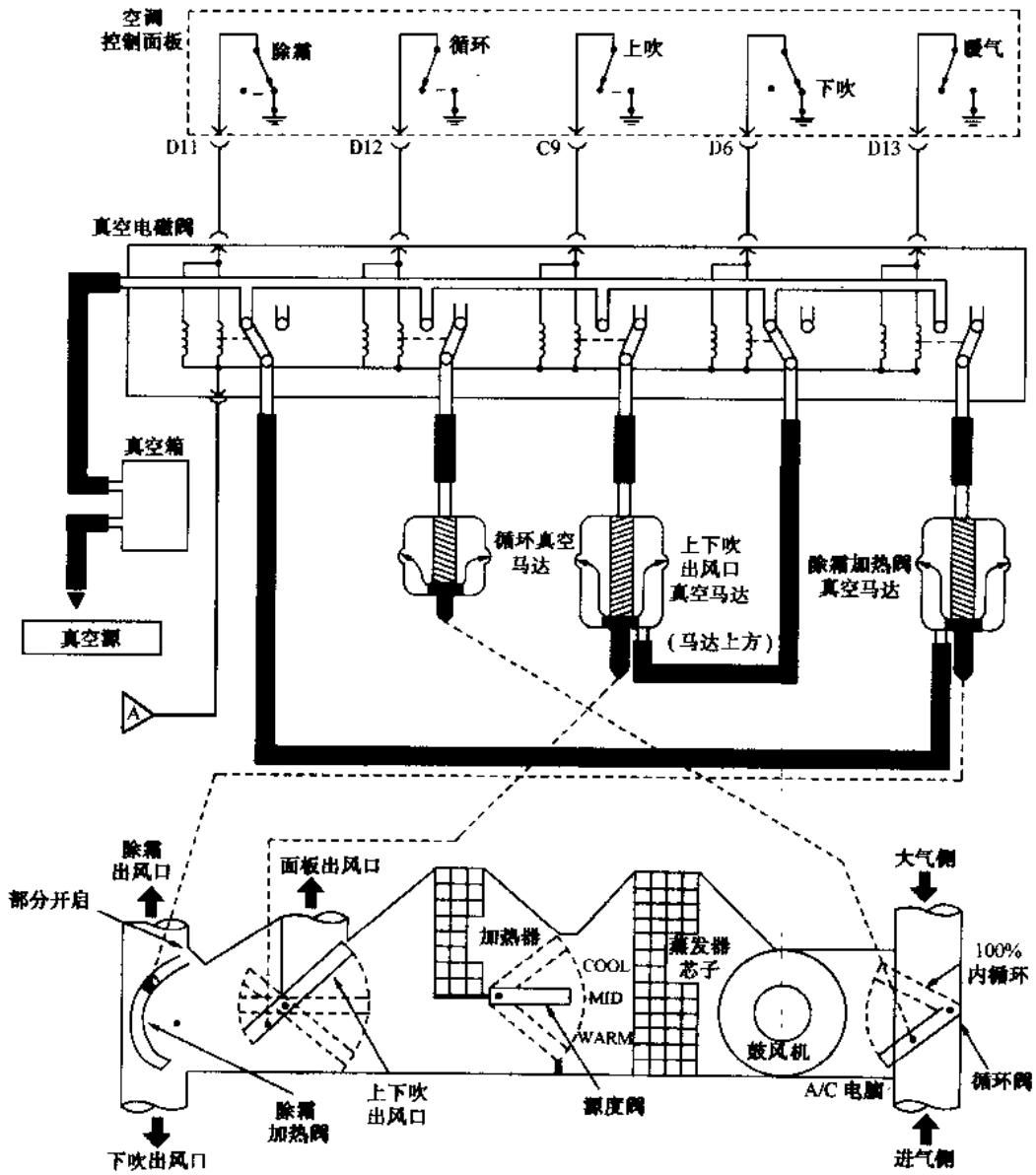


图 6.27 通用 (GM) 汽车空调面板的空调电脑真空控制图

6.3 风量调节控制

为了获得理想的车厢内温度，就需要把车厢内空气与经过空调的空气进行交换。为此需要制造必要的风量，其中重要一点是控制鼓风机风扇的速度。但并不是风量越大越好，要求在必要时提供必需的尽量小的风量。

6.3.1 控制方式

在汽车自动空调中，风量的调节控制大致有以下三种方式。

1. 补偿控制

如果车厢内温度与所设定温度相差很大，不论是偏向于低温还是偏向于高温，自动空调要能尽量使通风量增大，方法主要是增大鼓风机的转速。当风量为定值时，要按照日照强度的大小，进行鼓风机速度的修正，即当日照强度大时，为防止乘员上半身感到热而增加鼓风机的转速，并使上半身的风量加大。补偿控制关系如图 6.28 (a) 所示。

2. 冷风关闭控制

在寒冷时节，发动机起动后冷却水温度极低，这时，如冷风突然吹出，会使人感到不舒服。所以，自动空调在汽车发动机水温升到 40°C 以前关掉鼓风机风扇，发动机水温传感器安装在加热器的心部；当水温达到 40°C 后，随着发动机水温上升，控制鼓风机风量逐渐增加。控制关系如图 6.28 (b) 所示。

3. 温风关闭控制

在炎热天气里，发动机起动后压缩机旋转，但在很短时间内冷凝器不能做充分冷却，蒸发器周围的空气还没有被吸去潜热（降温），如果突然吹出温风，也会令人感到不舒服。所以，考虑到冷凝器充分冷却情况，在发动机刚起动的短时间内，要控制鼓风机风扇转速。控制关系如图 6.28 (c) 所示。

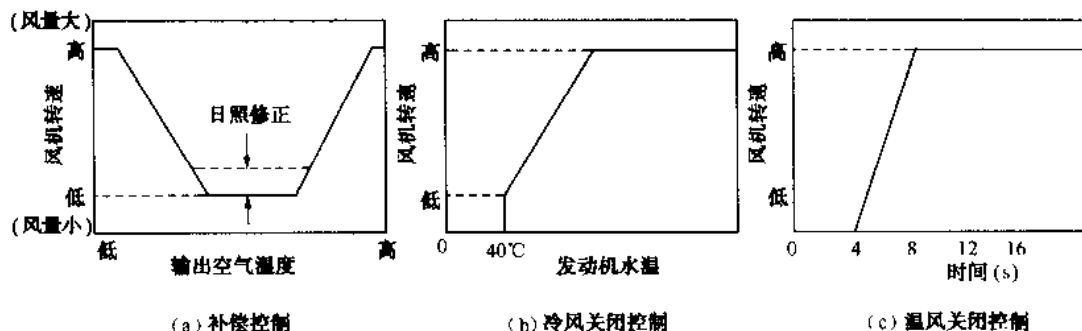


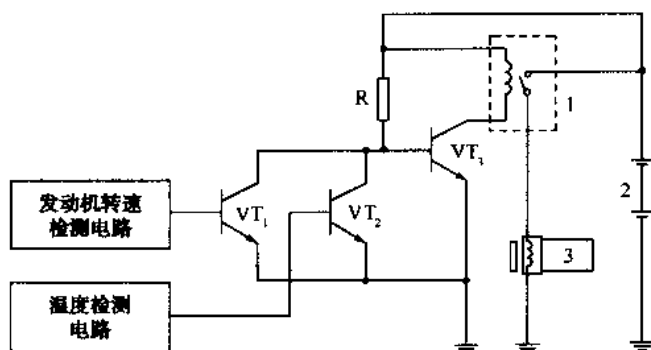
图 6.28 风量调节控制方式

6.3.2 转速调节控制

1. 测速调温控制

测速调温控制器是由集成电路和继电器组成，感应来自点火线圈的脉冲信号，所需控制的转速设定值可由人工调节。若发动机怠速转速低于设定值，继电器不吸合，则空调压缩机停转。测速调温控制器的线路有多种，基本电路原理如图 6.29 所示。当发动机转速低于规定转速时，三极管 VT_1 导通，使三极管 VT_3 截止。继电器 1 触点分开，电磁离合器线圈电流被

切断，压缩机停转。当蒸发器表面温度降至规定值，热敏电阻阻值升高到使三极管 VT_2 导通，三极管 VT_3 截止，继电器 1 触点分开，压缩机停转。



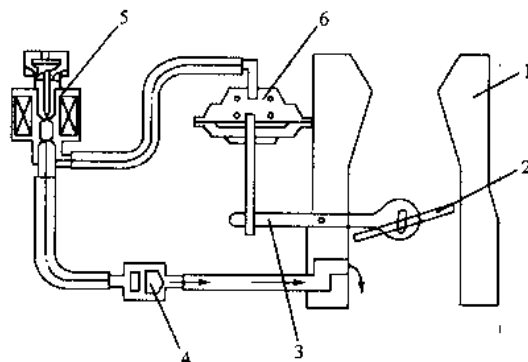
1-继电器；2-蓄电池；3-制冷压缩机电磁离合器

图 6.29 测速与调温控制电路原理图

2. 提升怠速控制

近年来装自动空调系统的乘用车上大多采用提升怠速的控制装置，以保证当发动机怠速时能带动空调稳定运转。

提升怠速的控制装置有多种形式，工作原理基本相同，现介绍一种常见的简单控制结构，如图 6.30 所示。该控制装置主要由真空驱动器和真空电磁阀两部分组成。真空驱动器的拉杆与节气门拉杆相连，真空电磁阀的电路与压缩机电磁离合器电路并联。在汽车怠速时，如果压缩机电磁离合器的电源接通，真空电磁阀也同步工作，真空阀门被打开，来自真空系统管路的真空度通过真空电磁阀到达真空驱动器，吸引拉杆向加大节气门的方向移动，从而提升怠速。拉杆的行程要调整到使发动机在怠速时带动压缩机运行，并能保持稳定运转。



1-化油器；2-节气门；3-拉杆；4-阻尼阀；5-真空电磁阀；6-真空驱动器

图 6.30 提升怠速控制装置工作示意图

对于采用电子控制燃油喷射系统的乘用车，怠速的提升是通过将空调打开（A/C 开关）的信号传输给发动机 ECU，发动机 ECU 通过增加喷油量来提高发动机怠速转速的。

3. 鼓风机变速控制

空调装置中的空气流量是用鼓风机来控制的，鼓风机是由电动机和风扇组成。电动机有单绕组电动机和多绕组电动机。风扇有鼠笼式风扇（西洛克风扇）和叶片式风扇。控制空气流量就是控制电动机转速，控制电路如图 6.31 所示。在电压一定时，控制单绕组电动机的转速只能靠变速电阻。如图 6.32 所示为北京-切诺基汽车的鼓风机变速电阻。

如图 6.33 所示为冷凝器风扇电路，它一般没有变速，只要有控制电流流过继电器线圈就产生磁力将活动芯棒吸入，使触点接通，冷凝器风扇开始运转，反之则断开。风扇开关受冷凝器温度控制，即为一温度开关，所以在没有打开点火开关和空调开关时它也可能突然转动，冷凝风扇的这个特点要特别注意并加以警惕。

警告：冷凝器风扇可能在没有任何预警的情况下突然转动。

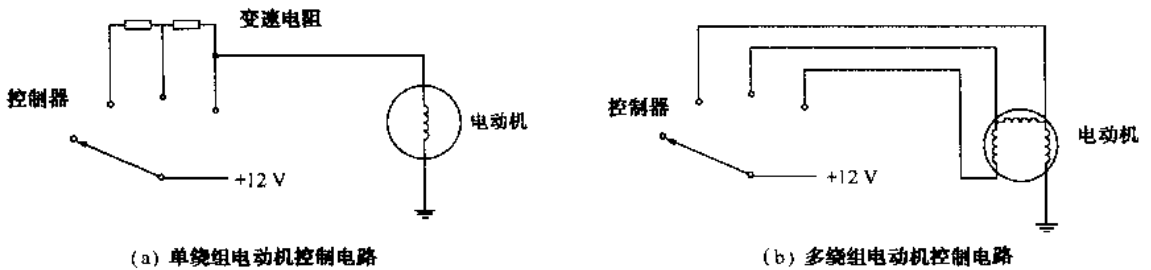
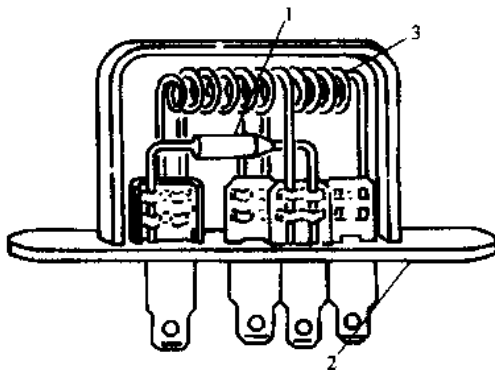


图 6.31 鼓风机电动机控制电路



1-限温器；2-安装底板；3-电阻器

图 6.32 北京-切诺基汽车的鼓风机变速电阻

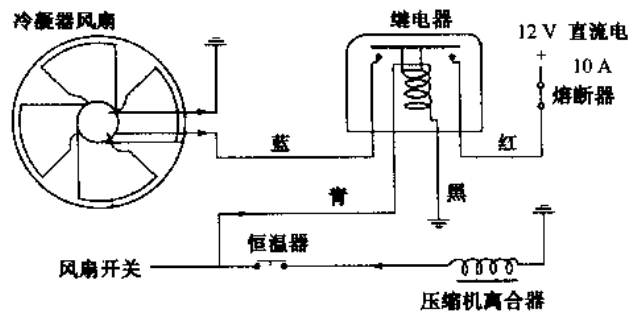


图 6.33 冷凝器风扇电路图

4. 功率放大

功率放大组件主要是由大功率三极管组成的一个功率放大电路，它连接在程序机构（逻辑功能电路）和执行机构之间，用以提高逻辑功能电路的带负载能力。如图 6.34 所示为雷克萨斯 400（LS400）汽车空调的功率晶体管放大电路。

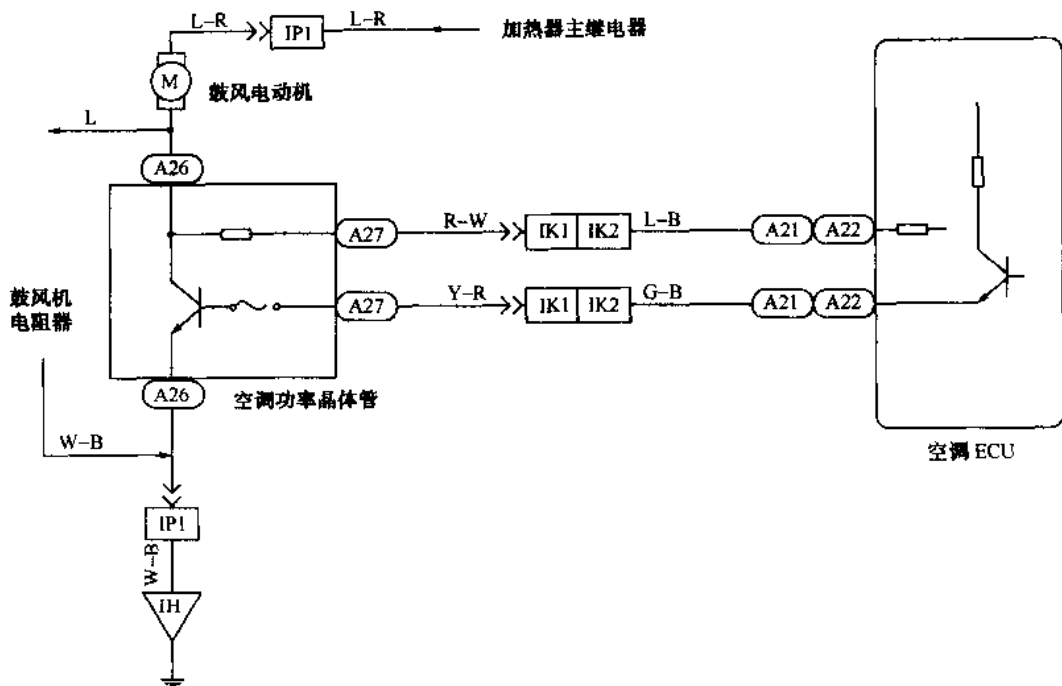


图 6.34 雷克萨斯 400 (LS400) 汽车空调的功率晶体管放大电路

在控制鼓风机的运转中，功率放大组件把来自空调 ECU 的鼓风机驱动信号放大后送给鼓风机，放大后的输出信号和它的输入信号成正比。该信号根据车内情况，按照指令提供不同的鼓风机转速。如果车内温度比所设定的温度高得多，在空调开启状态下，鼓风机将高速运转；而当车内温度降低后，鼓风机速度又降为低速。相反地，如果车内温度比所设定温度低很多，在加热状态下，鼓风机将起动为高速；而当车内温度上升后，鼓风机速度又降为低速。

自动空调系统能不断地提供变化的鼓风机转速信号，以间隔数秒调节一次的较高频率调整车内温度。

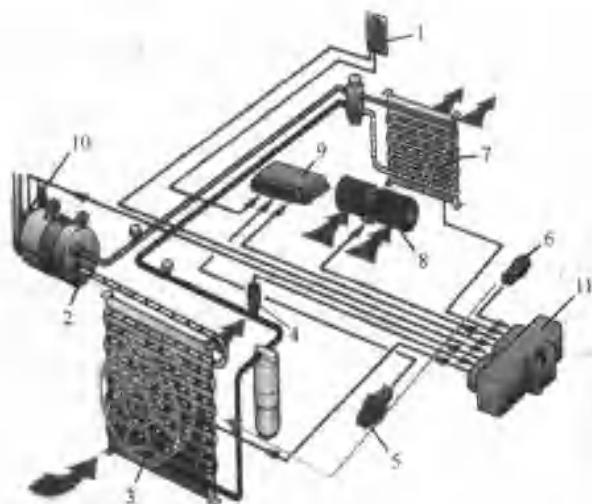
功率放大组件也有与程序机构 (ECU) 安装在一起的。程序机构或 ECU 发生故障一般为功率放大组件 (大功率三极管) 的损坏，这种故障是可以修理的，将在以后介绍。

6.4 压缩机控制

压缩机是空调制冷系统中最关键的部件，可以说自动空调对压缩机的控制就是对制冷系统的制 (调) 冷控制。

6.4.1 控制流程及原理

汽车自动空调系统的自动控制在许多方面有所不同，但对制冷系统的控制却基本相同。控制流程及原理如图 6.35 所示。



1-空调 A/C 开关; 2-压缩机卸压阀; 3-冷凝器风扇; 4-多功能开关; 5-冷凝器温度开关; 6-散热器风扇双温开关;
7-蒸发器温度开关; 8-鼓风机; 9-发动机控制单元; 10-电磁离合器; 11-空调控制驱动单元

图 6.35 汽车自动空调制(调)冷系统的控制流程及原理图

乘用车自动空调是非独立空调,它的压缩机由发动机带动。在发动机运转情况下,当打开空调 A/C 开关,接通空调系统的主控电路使其工作后,空调 ECU 基于温度传感器的信号和预先设定的目标温度,通过程序计算判断是否要压缩机工作并通过功能组件控制其工作状态。打开空调开关的同时还将这一信号送给发动机 ECU 决定是否进行功率补偿,增加喷油量。

当压缩机工作后,空调 ECU 还根据冷凝器温度传感器信号和高、低压的压力开关信号决定控制冷凝器风扇的工作。

警告:冷凝器风扇可在没有任何预警情况下突然转动。

6.4.2 主要检测控制及装置

汽车自动空调的制(调)冷控制是整个温度控制系统的一个子系统。下面介绍该子系统的一些主要检测控制装置。

1. 压缩机保护控制

在运行中,如果制冷系统中制冷剂过多或因堵塞而循环不畅或压缩机缸盖温度过高,会造成高压部分因压力异常升高而损坏,所以在压缩机上会设有过热开关或高压保护开关——卸压阀。

过热开关有两种:一种是装在压缩机缸盖上,作用结果是使电磁离合器电源中断,压缩机停转;一种是装在蒸发器出口管路上,作用结果是制冷剂泄漏警报灯亮。这两种结构的都是防止由于缺少制冷剂,造成压缩机因缺乏润滑油而过热损坏。

过热开关的结构如图 6.36 所示。当制冷剂温度升高到一定值时,膜片下的蒸气压力使膜片上升,推动螺钉,带动动触点与定触点接触,过热开关接通。在过热开关后面串接一个过长时间继电器。当过热状态是持续的而不是瞬时的情况下,制冷剂泄漏警报灯才会点亮。

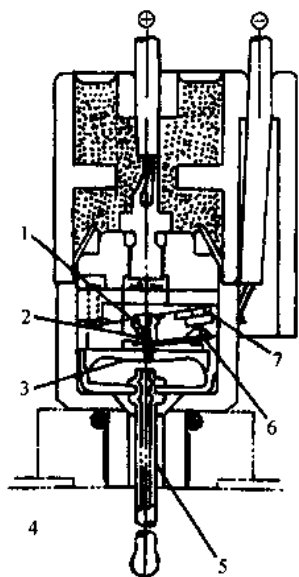
卸压阀的作用是在当高压超过限度时,打开阀门给系统卸压。如果空调系统中制冷剂缺乏,则可能冷冻油也缺乏。压缩机若在这种干摩擦情况下运转,就会造成压缩机温度过高。

2. 压缩机电磁离合器控制

虽然乘用车上自动空调的压缩机由发动机带动,但是为了减少对发动机的影响和达到经济控制的目的,空调压缩机的工作是通过电磁离合器来控制的。电磁离合器是发动机和压缩机之间的一个动力传递机构,在需要时接通或切断发动机与压缩机之间的动力传递,当压缩机过载时,它还能起到一定的保护作用。所以对压缩机的控制就是对电磁离合器的控制,通过控制电磁离合器的结合与分离,就可接通与断开压缩机。

在汽车自动空调中,对电磁离合器的控制有两种电路。一种是通过恒温器来控制,其控制电路如图 6.20 和图 6.37 所示。在这种电路中,决定电磁离合器工作与否只依赖空调 A/C 开关和一个温度传感器的信号,一般是蒸发器温度信号,而且被控制的温度不易调整,不能很好地达到经济运行的目的,所以人们将这种自动空调叫做半自动空调。另一种电路是由空调 ECU 通过程序和功率放大组件控制电磁离合器,它类似于图 6.31 对鼓风电动机的控制。在这种电路中,电磁离合器通电

与否,不仅依赖空调 A/C 开关和蒸发器温度,而且还受到冷凝器温度、车内环境温度、冷却水温度、制冷系统中高、低压力和发动机转速等多个信号控制,不但被控温度易于调节(由程序控制)而且可以实现最佳的经济运行控制。



1-调整螺帽; 2-调整螺钉; 3-膜片; 4-制冷剂;
5-温度传感器; 6-动触点; 7-定触点

图 6.36 过热开关示意图

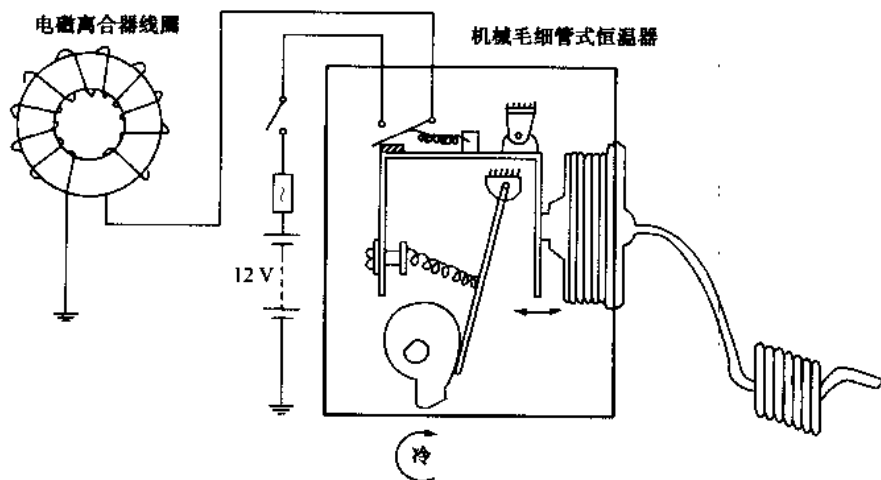


图 6.37 压缩机电磁离合器控制电路

当电流通过电磁离合器的电磁线圈,电磁线圈产生电磁吸力,使压缩机的压力板与皮带轮结合,将发动机的扭矩传递给压缩机主轴,使压缩机主轴旋转。当切断电流时,电磁线圈的吸力消失,在弹簧作用下,压力板和皮带轮脱离,压缩机便停止工作。

蒸发器通常在 3°C 左右引起结霜现象。在蒸发器上附着霜,将降低热交换效率,使

压缩机浪费动力。空调 ECU 通过蒸发器温度传感器测定蒸发器出口的空气温度在 3℃ 以下时，关闭压缩机的电磁离合器，使压缩机停止驱动制冷剂工作，防止结霜和动力损失。若车辆热负荷小（车厢内为非常适宜的温度），空调 ECU 又可把压缩机的关闭温度设定得高一些，既可以防止结霜，又能防止过度制冷，避免动力损失，使空调系统处于最经济的运行状态。

3. 离合器二极管

当有电流供给时，离合器线圈是一个具有很强磁场的电磁铁。在电源供给线圈的时间内，这个磁场都是恒定的，当电源断开时，电磁场消失，同时产生出高压的脉冲信号。这些脉冲信号对于精密的电子电路是有害的，必须加以滤除。

把一个二极管跨接在离合器线圈两端并接地。利用二极管的限幅作用抑制尖峰电压为一安全电压。这个二极管通常分接在离合器线圈内的接线柱上，它与离合器线圈并联，一端通 12V 电源，另一端接地。检查二极管需用欧姆表。

4. 压缩机锁止控制

压缩机锁止控制电路是对发动机的一种保护电路。发动机每转一圈，压缩机锁止传感器就传送 4 个脉冲信号到空调 ECU。如果当车辆转向和爬坡需要最大动力时，即发动机转速与压缩机转速的比值比预定值小，空调 ECU 将切断压缩机电路。如图 6.38 所示为丰田公司佳美汽车空调压缩机锁止传感器电路。

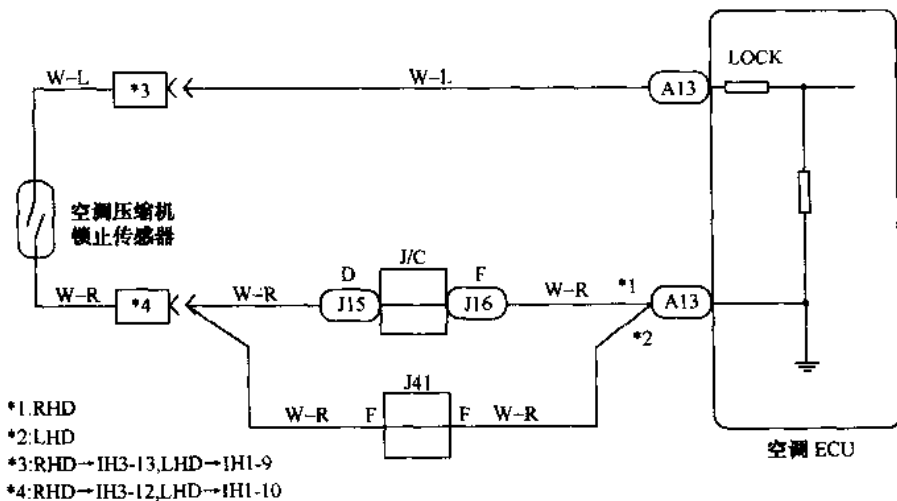


图 6.38 丰田公司佳美汽车空调压缩机锁止传感器电路

压缩机锁止传感器检测的是发动机转速及曲轴位置，所以也称为转速传感器、曲轴位置传感器或上止点传感器。常用的曲轴位置及转速传感器有发电式、霍尔式、电磁式和光电式等，如图 6.39 所示。它们既可安装在曲轴飞轮上，也可以装在分电器壳体内。装在曲轴飞轮上时，因飞轮尺寸大，分辨率高，所以其检测精度较高。装在分电器壳体内时，由于其尺寸小，分辨率低，因此检测精度有所下降。

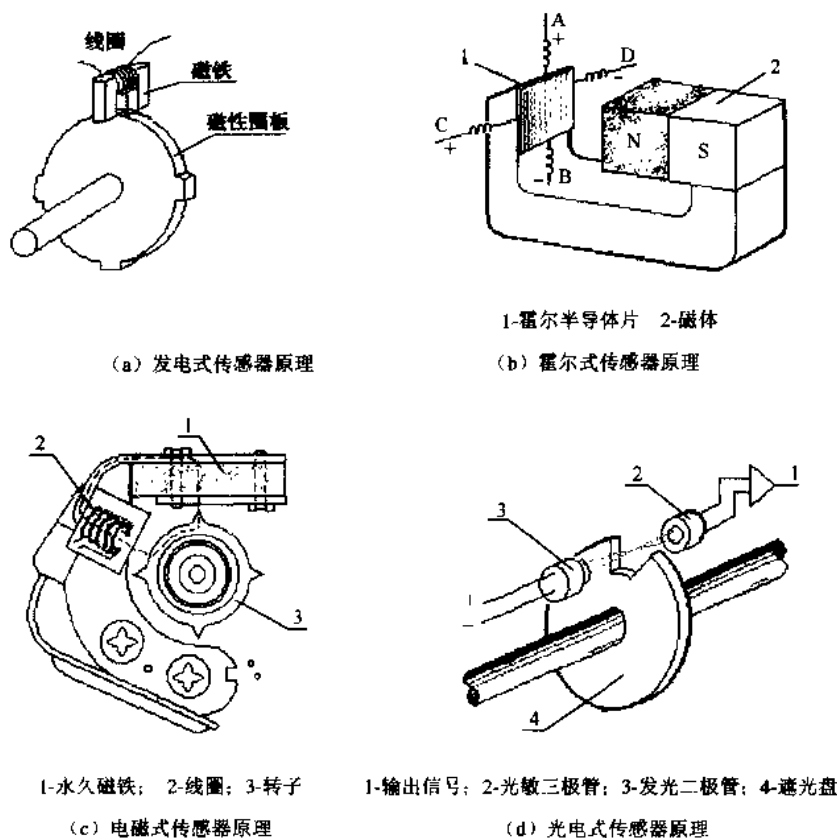


图 6.39 压缩机锁止传感器

发电式传感器是由一个其周缘带有均布凸台的磁性圆盘（齿板）和一块蹄形磁铁及线圈组成，如图 6.39 (a) 所示。运转时，当磁性圆盘的凸齿通过蹄形磁铁时，蹄形磁铁的磁场发生变化，于是绕在磁铁上的线圈内便产生一个与转速相应的脉冲电压。转速越高，输出脉冲电压的电压值就越高且单位时间内的脉冲次数就越多。

霍尔式传感器是利用霍尔效应原理制成的。所谓霍尔效应是指，当一个有电流通过的霍尔半导体片（霍尔基层）置于磁场方向和电流方向垂直的磁场中时，在霍尔半导体片与电流方向垂直的横向侧边上就会产生一个微小电压，此电压称为霍尔电压。改变磁场强度即可改变霍尔电压的大小，磁场消失时霍尔电压为零。霍尔半导体片固定在陶瓷支座上，它有 4 个接线端子，电源由 A、B 端输入，霍尔电压由 C、D 端输出，如图 6.39 (b) 所示。霍尔半导体片的对面有一个永久磁体，它与霍尔半导体片间留有一定的气隙。传感器转子由分电器轴驱动，转子上有跟汽缸数目相同的叶片。当叶片转离磁极和霍尔半导体片之间的气隙时，磁力线被切断，霍尔电压下降为零。于是，在分电器轴转动一周的过程中，传感器便输出与汽缸数目相同数量的矩形电压脉冲。运转中，霍尔电压变化的时刻，反映了曲轴的位置；单位时间霍尔电压变化的次数，反映了发动机曲轴的转速。

电磁式传感器主要由转子、线圈和永久磁铁组成，如图 6.39 (c) 所示。转子固定在分电器轴上，线圈固定在分电器壳体上。永久磁铁的磁力线经转子、线圈、托架构成封闭回路。转子旋转时，由于转子凸起与托架间的磁隙不断发生变化，通过线圈的磁通也不断变化，于是线圈中便产生感应电压，并以交流形式输出。在实用结构中，往往将传感器装于分电器内，并使用

复合转子和耦合线圈。

光电式传感器主要由发光二极管、光敏三极管和遮光盘组成，如图 6.39 (d) 所示。它通常也装在分电器壳体内。在分电器底板上固定着两对发光二极管和光敏三极管组成的信号发生器。分电器轴上装有遮光盘，盘上开有弧形漏光槽。当分电器轴转动时，遮光盘交替地让开或阻断从发光二极管射向光敏三极管的光线，使光敏三极管导通或截止，从而产生脉冲信号。

压缩机锁止传感器电路的检查，以丰田公司佳美汽车空调为例，有以下三步：

(1) 检查压缩机和传动皮带张紧度，如果不正常，修理压缩机或调整传动皮带张紧度，反之，进行第 (2) 步检查。

(2) 脱开压缩机锁止传感器连接器，测量压缩机锁止传感器连接器 1、2 端子间电阻，20℃ 时为 65~125Ω。如果电阻值不正常，更换压缩机锁止传感器，反之，进行第 (3) 步检查。

(3) 检查空调 ECU 和压缩机锁止传感器间的线束和连接器，如果不正常，修理或更换线束或连接器，反之，进行下个电路检查；如果有故障码“22”显示，检查空调 ECU。

5. 压力检测控制

在空调制冷系统的高压区和低压区均安装有压力开关，分别称为高压开关和低压开关，用来对系统内的压力进行检测控制。压力开关的作用原理是利用感受到的管路中制冷剂的压力使膜片上移或下吸，从而推动动触点与定触点接触或分开，以此来控制被控电器的控制电流，达到控制目的。压力开关的工作原理如图 6.40 所示。

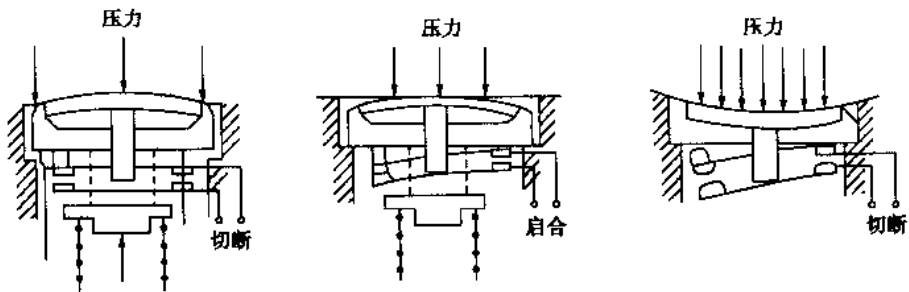


图 6.40 压力开关的工作原理图

高压侧的压力开关在正常高压（一定压力范围）情况下是闭合的，如果制冷管道内压力超过一定高压值时（由于冷凝器管道堵塞或空气流通堵塞）它就断开。当制冷管道内压力下降到低于某一定值时高压开关又闭合，从而保护了高压管道和有关设备。有的车上，高压开关不向空调 ECU 提供数据，这个开关通常串联在压缩机高合器回路中。像冷凝器风机电机损坏这种情况，就可引起高压侧压力超过安全限度。

低压开关安装在制冷系统的低压侧，位于膨胀节流管的出口和蒸发器入口之间，对孔管系统它通常装在集液干燥器上。在正常低压（一定压力范围）情况下，低压开关处于闭合状态。当制冷管道内低压侧压力降到一定值时开关断开，并发出信号给空调 ECU，使其断开压缩机离合器电路，防止压缩机在低压情况下运转。当制冷管道内低压侧压力升高到某一定值时开关又闭合。超低压情况的出现，可能是由于制冷剂的损失引起低压侧压力非正常降低。

注意：R12 与 R134 制冷系统中压力开关的特性是不同的，如图 6.41 所示。

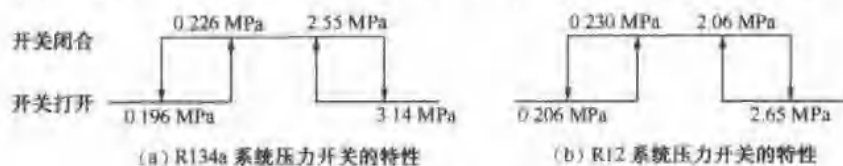


图 6.41 R12 与 R134 制冷系统中的压力开关特性

汽车空调上用的压力开关多为双重压力开关，即高压开关和低压开关都在同一壳体内，因此也叫高/低压开关，其结构原理如图 6.42 所示。

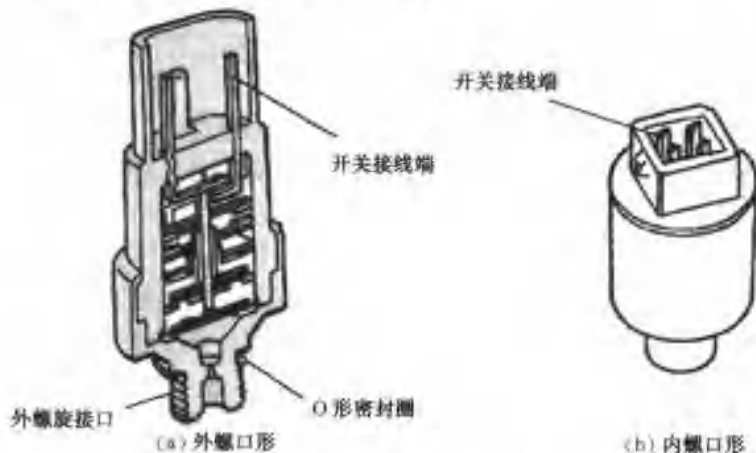


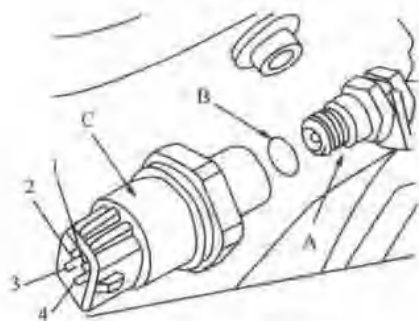
图 6.42 双重压力开关的结构原理图

如图 6.43 所示为奥迪 A6 汽车的双重压力开关，如果制冷回路中因堵塞（如冰堵）使管路中产生真空或压力过高，那么双重压力开关将通过开关触点 1、2（低压）与 3、4（高压）和显示控制单元来关闭压缩机电磁离合器电源，从而保护制冷管路与有关设备。

压力开关打开则压缩机停止。拆下空调的双重压力开关后检查制冷效果时须连接插头上的触点 1 和 2（如图 6.43 所示）。

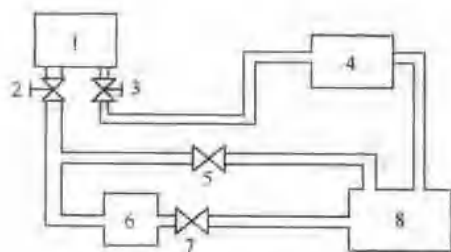
6. 电磁阀控制

现代汽车上配用了许多种电磁阀，这里重点介绍制冷系统中的电磁旁通阀。电磁旁通阀多用于大、中型客车的独立式空调制冷系统中，其作用是控制蒸发器的蒸发压力和蒸发温度，防止蒸发器因温度过低而结霜。电磁旁通阀一般安装在储液干燥器与压缩机吸入阀之间，如图 6.44 所示。其工作原理是：当吹过蒸发器的冷风温度低于设定温度时，控制电路使电磁旁通阀开启，一部分高压液态制冷剂便通过旁通阀通道到达压缩机吸入侧，与蒸发器出来的制冷剂蒸气相混合，这样便减少了通过蒸发器的制冷剂流量，使蒸发器蒸发压力相应提高，因而也提高了蒸发温度，使蒸发器免于结霜；当蒸发温度升高到一定值时，控制电路又使该阀关闭，进入蒸发器的制冷剂随之增加，蒸发温度也降低。这一过程不断循环，将蒸发器温度控制在规定的范围之内。



1、2-低压触点；3、4-高压触点；
A-连接螺口；B-密封O形圈；C-双重压力开关

图 6.43 奥迪 A6 空调的双重压力开关



1-压缩机；2-吸入阀；3-排出阀；4-冷凝器；
5-电磁旁通阀；6-蒸发器；7-膨胀阀；8-储液干燥器

图 6.44 电磁旁通阀回路

6.5 空调 ECU 的控制

自动空调控制系统由传感器、控制器 ECU、执行装置、自检及报警等四部分组成。其中控制器 ECU 是自动空调系统的“控制中枢”，它与其他控制器件的连接传输以及控制原理如图 6.45 和图 6.46 所示。

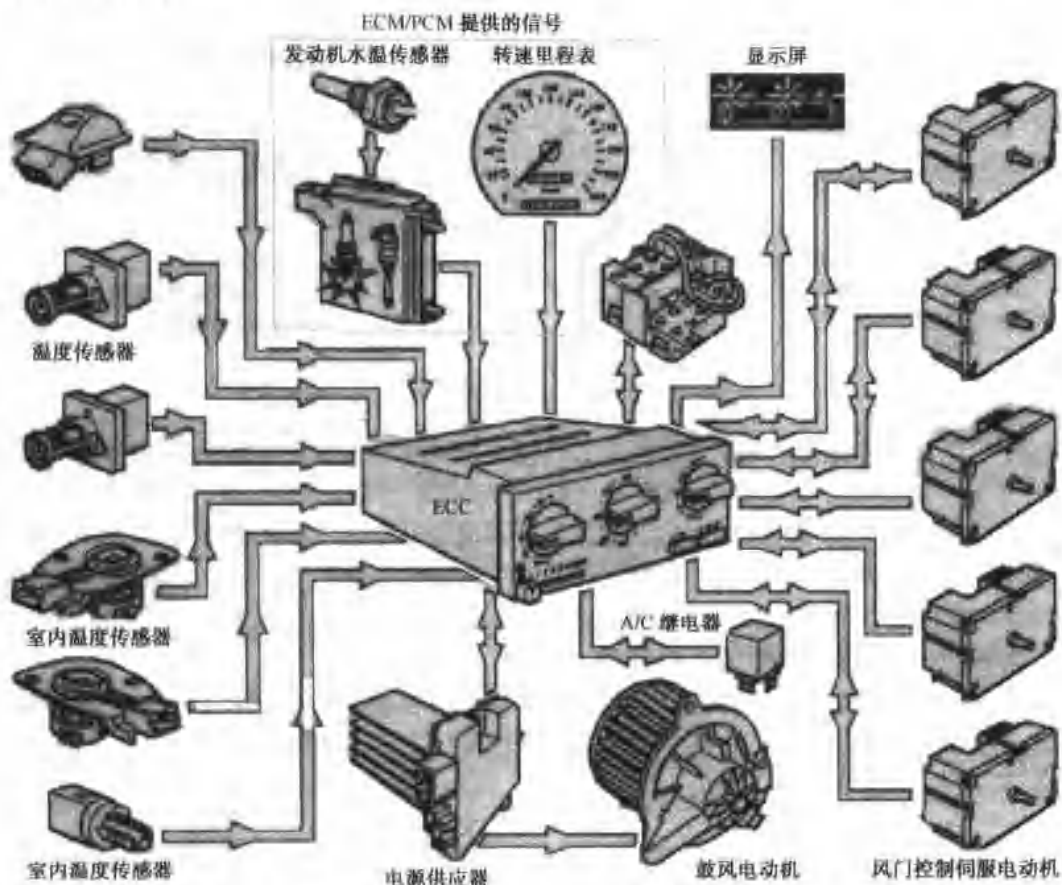


图 6.45 (富豪 VOLVO) 自动空调控制器 ECU 的控制原理示意图

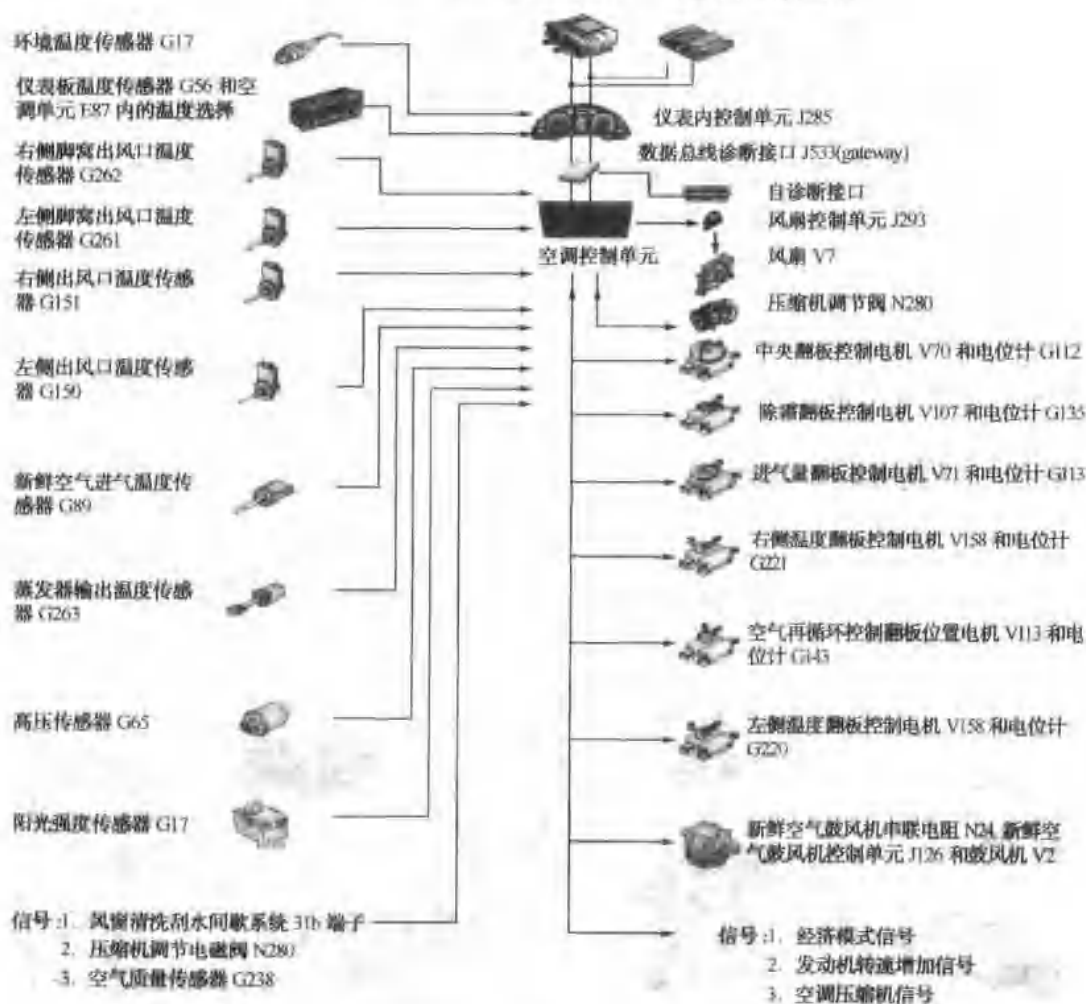


图 6.46 奥迪汽车自动空调控制器 ECU 的控制原理示意图

控制过程是：各种传感器作为信息采集部件，将温度、压力和其他有关信息输入到空调电脑控制器 ECU 中。电脑控制器 ECU 将获得的信息进行分析、处理，经“模/数”转换后以数字形式向执行装置——鼓风电动机、各风门控制伺服电动机、各控制继电器和显示器等发出控制指令，对车内空气的温度、湿度及流通情况按照预定要求进行调节，调节的结果被反馈到电脑控制器 ECU 中进行比较、分析、处理，然后再传递给执行装置，如此进行高速反复调节，直到达到预设定（或默认）的要求。

传感器主要包括车内温度传感器、阳光照射强度传感器、车外温度传感器、蒸发器温度传感器、冷却液温度（水温）传感器和风挡板开度传感器等，如图 6.47 所示。



图 6.47 汽车自动空调的主要温度传感器及位置示意图

温度传感器一般采用热敏电阻式温度传感器。阳光照射强度传感器是个光敏二极管。为使车内温度传感器能够检测到车内的平均温度，将其安放在带有吸气管的检测室内，一般在仪表盘上，使传感器周围的空气能够流通。车外温度传感器也称为环境温度传感器、外界空气温度传感器、大气温度传感器，一般安装在汽车前部，为使车外温度传感器能够检测车外的平均温度，其上装有一个塑料罩，以免传感器局部受热过高，如图 6.48 所示。水温传感器则位于发动机出水口，它将冷却水温度反馈到 ECU，当水温过高时 ECU 能够断开空调压缩机开关 A/C 而保护发动机，同时也使 ECU 依据水温控制冷却水通往加热器的阀门。风门位置、室内温度等传感器将信息反馈到 ECU，ECU 通过“混合风挡”的冷暖风比例控制空气流的温度，例如当温度过低时 ECU 指令冷气流经过加热器升温，当温度过高时则增大冷气，当车箱内温度达到预定值时，ECU 会发出指令停止“混合风挡”伺服电动机或压缩机的运转。同时，ECU 还通过“方式风挡”伺服电动机控制气流流向，确定出风口的吹风角度等，达到自动调节控制的目的。

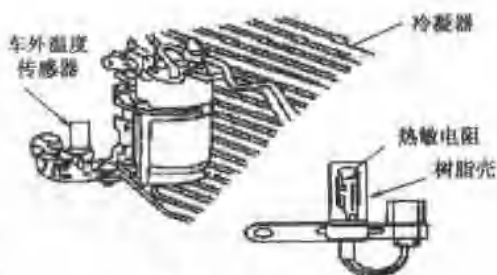


图 6.48 车外温度传感器

在装电控喷射发动机的车上，ECM/PCM 依据发动机转速、负荷、冷却液温度和空调 ECU 等输入信号，对发动机的配气机构、电子油门实行自动控制；同时，空调 ECU 依据 ECM/PCM 提供的发动机转速、负荷和冷却液温度等输入信号决定是否关闭空调开关 A/C。

有些车的自动空调还装有红外温度传感器，专门探测乘员面额部的表面皮肤温度。当传感器检测到人体皮肤温度时也反馈到 ECU。这样，ECU 有多种传感器的温度数据输入，就能更精确地调控空调系统。乘员只要操作一次旋钮或按钮，设置所需温度和气流方式，以后一切事情就都由自动空调控制系统处理了。

有些车的自动空调还装有红外温度传感器，专门探测乘员面额部的表面皮肤温度。当传感器检测到人体皮肤温度时也反馈到 ECU。这样，ECU 有多种传感器的温度数据输入，就能更精确地调控空调系统。乘员只要操作一次旋钮或按钮，设置所需温度和气流方式，以后一切事情就都由自动空调控制系统处理了。

6.6 典型汽车的自动空调系统控制电路

6.6.1 马自达 626 汽车自动空调系统控制电路

马自达 626 汽车自动空调的通风与温度控制系统电路如图 6.49 所示，其他控制电路如图 6.50 所示。

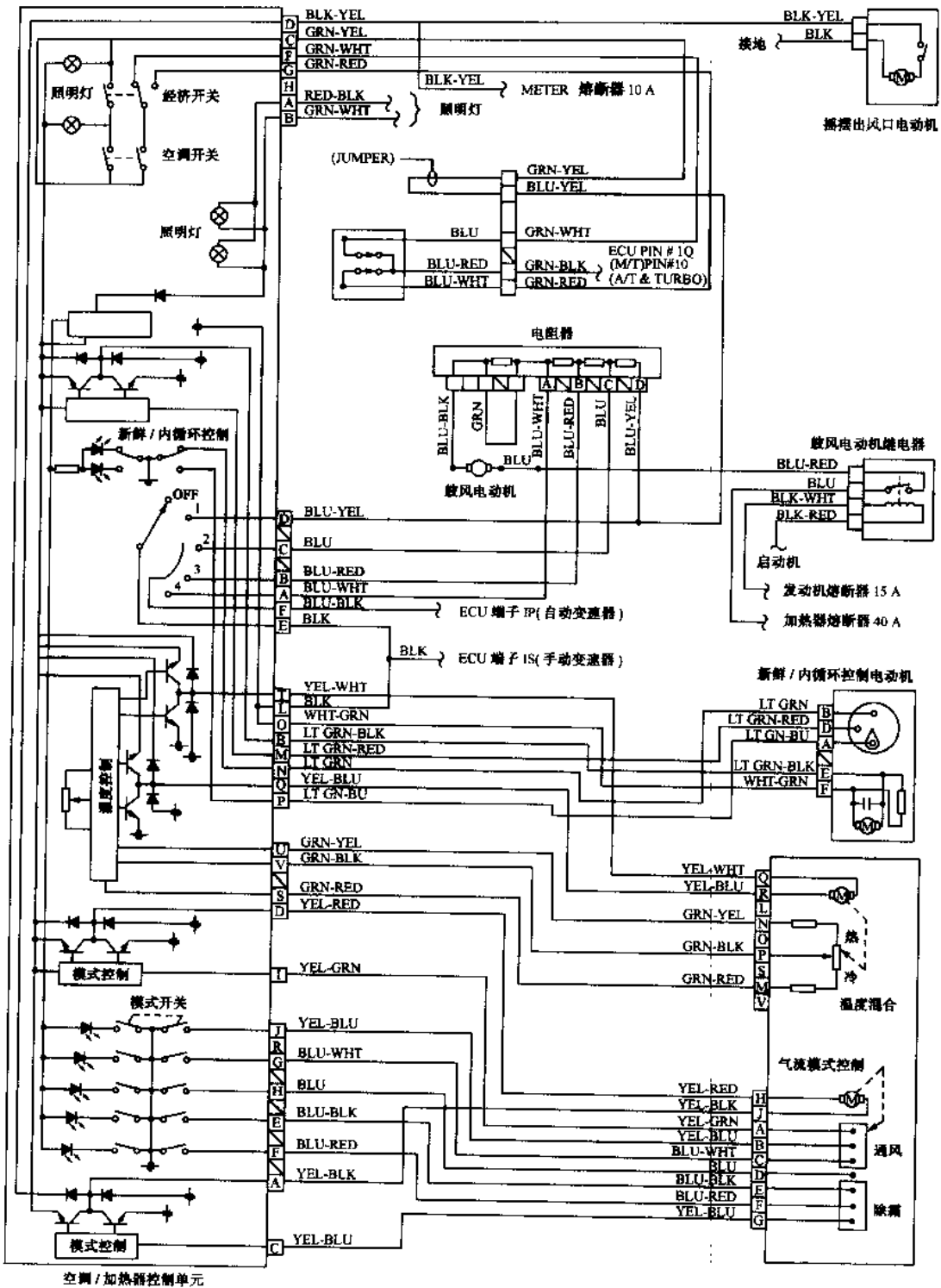


图 6.49 马自达 626 汽车自动空调（通风与温度控制）系统电路

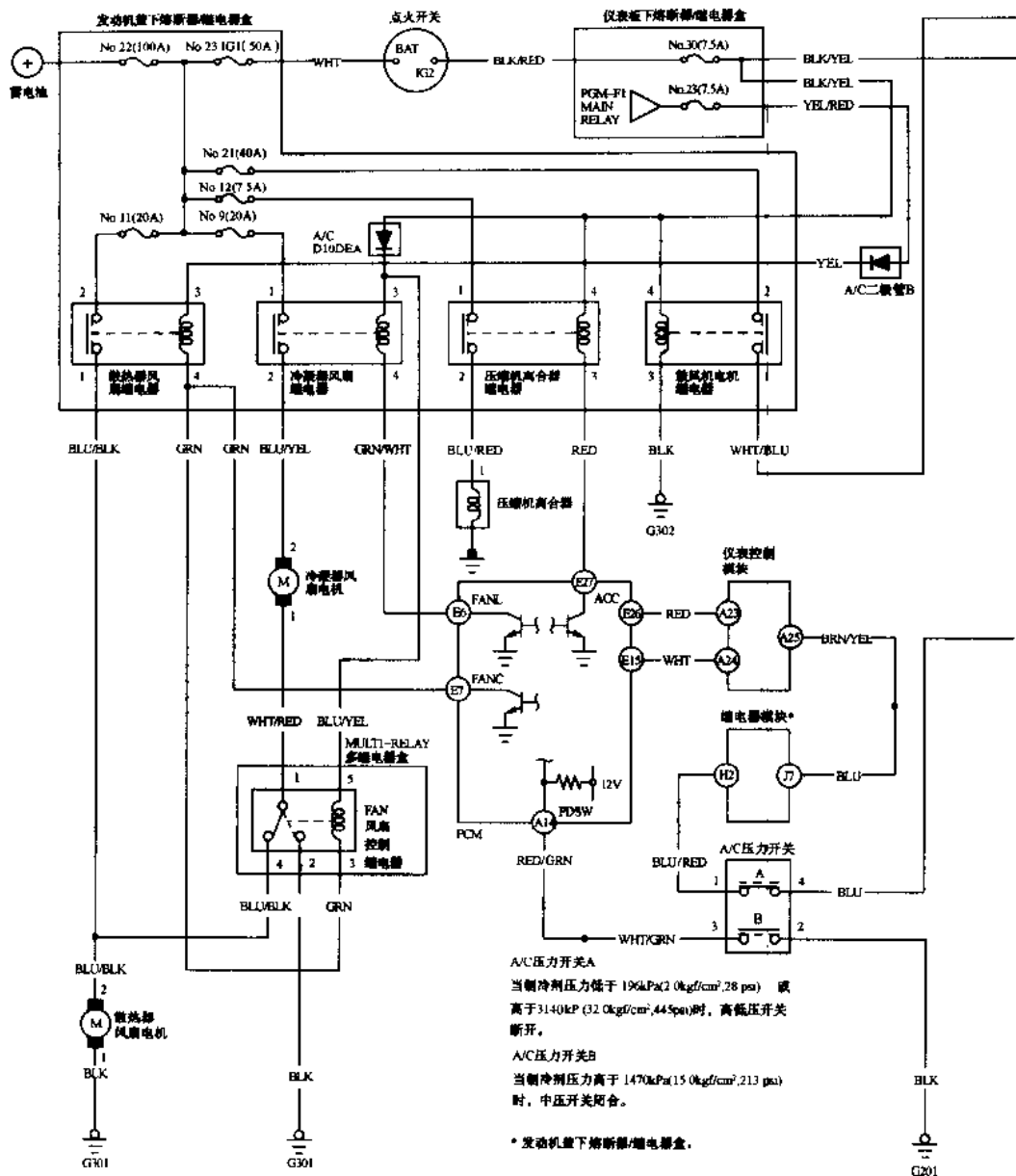


图 6.51 广州本田 2003 自动空调系统的控制电路 (一)

6.6.3 克莱斯勒 (Chrysler) -LH Body 车系自动空调线路图

克莱斯勒 (Chrysler) -LH Body 车系的自动空调线路如图 6.53 所示。

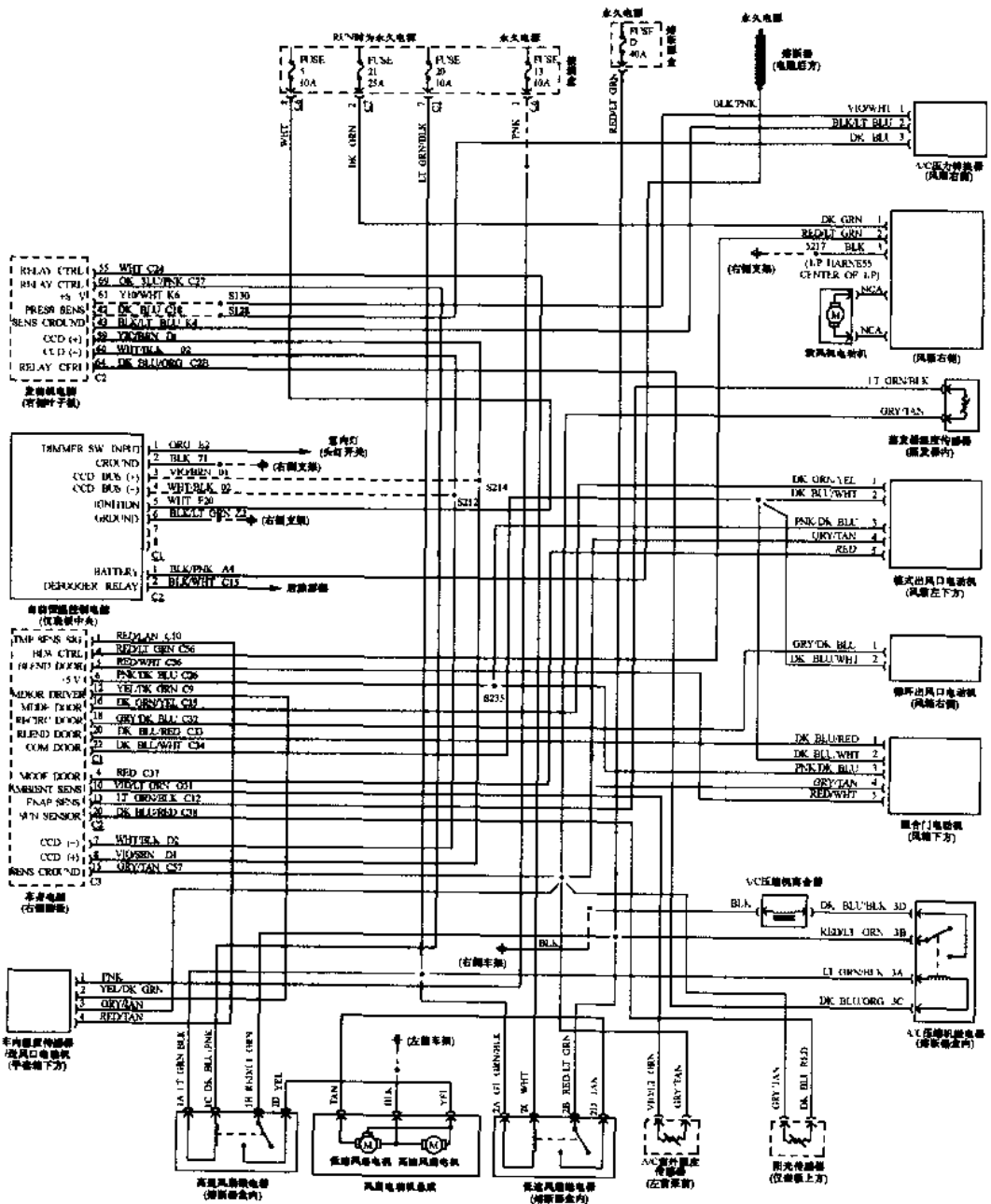


图 6.53 克莱斯勒 (Chrysler) -LH Body 车系自动空调线路

6.7 空调调节控制面板

空调调节控制面板一般安装在靠近驾驶员的前方，而且空调的控制和显示常放在一个面板上，便于调控和了解空调运行情况。面板上的控制有三种形式：旋钮式、按钮式和触摸式。面板显示内容的多少由空调自动化程度和汽车价位决定。面板外形结构有多种款式。空调控制面板的设置不同，其操作也有所区别，详细看具体汽车的操作手册。

6.8 自动空调系统的自检与自诊

6.8.1 自动空调系统的自检

1. 自检原理

汽车自动空调系统都具有自检测保护功能，该功能只能对空调系统中的电器、电路进行自检测而不能对制冷回路中制冷剂的工作进行检测。对电器电路的自检是电子控制器 ECU 电路所设计的功能，只要给 ECU 供电使其工作，自检测保护功能就在发挥作用。

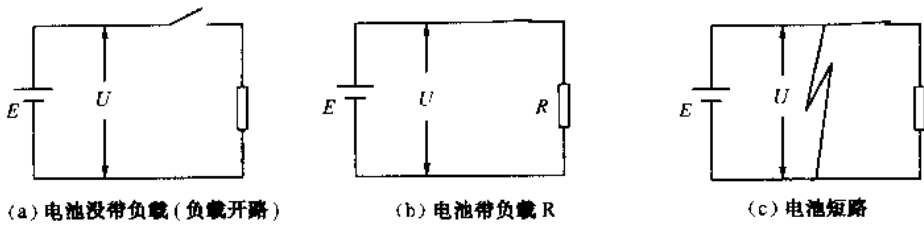
自检是 ECU 根据输出端口电压的变化，通过门电路、触发电路检测出变化的状态，并给予编码以数字形式存储起来。

我们知道，一个电池不带负载（开路，或说负载电阻值 $R = \infty$ ）时，它正、负极间的端电压 U 等于它的电动势 E ，如图 6.54 (a) 所示。正常情况当给电池带上负载后（ $R = \text{某个值}$ ），其正负极两端的端电压 U 小于它的电动势 E 且大于零，如图 6.54 (b) 所示。如果电池两端短路（ $R = 0$ ），则正负极间的端电压 $U \cong 0$ ，如图 6.54 (c) 所示。

电子系统的自检测就是基于电源（有源网络的输出可以等效为一个电源）的上述输出特性，如图 6.54 (d) 所示，即负载开路则输出端 A 为高电位 E 、负载短路则输出端 A 为低电位 0，从而利用设计连接的逻辑门和触发器电路分别检测出输出端 A 是高电位还是低电位，即负载电路是开路还是短路这两种状态，再经编码器给检出的状态编码，编码一般都采用数字编码（个别车也有例外），这个码就是人们所说的故障代码，简称故障码，最后将故障码送至存储器保存，以备维修查找故障时提取。如图 6.54 所示为自检测原理与框图。因为制造厂的不同和不同汽车其空调控制系统的不同，所以空调控制系统故障的编码一般也不完全相同，可参见附录《各种汽车自动空调系统故障码》（可从华信教育资源网 www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn 免费下载）。

2. 自保

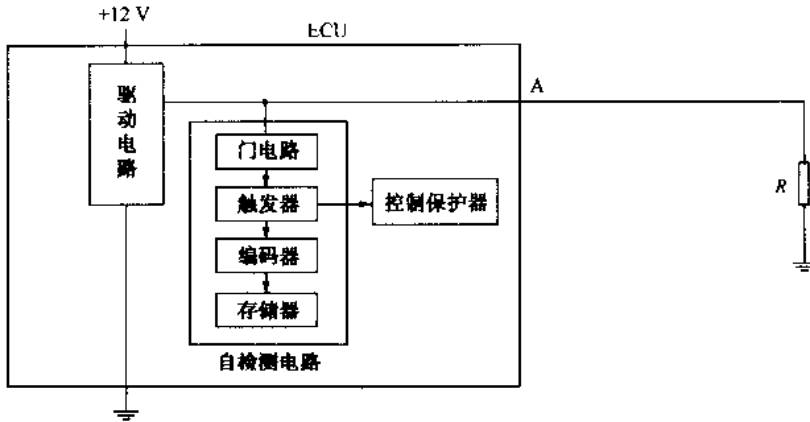
如果逻辑门和触发器电路检测出负载短路，则通过与之连接的控制保护器（该控制保护器可以是带禁止态的三态门电路，也可以是开关管、继电器等控制器）使输出端 A 成为禁止态或与短路负载断开，从而保护了有关电路和设备，防止故障扩大。每个自动控制系统都有自保护，自保护是自动控制系统的突出特点。



(a) 电池没带负载 (负载开路)

(b) 电池带负载 R

(c) 电池短路



(d) 电子控制系统自检测原理框图

图 6.54 自检测原理与框图

6.8.2 汽车电气系统的自诊

装备电脑的车辆上一般均有自诊断 (简称自诊) 功能, 也称自检测或自侦测或自我诊断。自诊断是电脑在程序控制下自动对电气系统进行的诊断检查。我们知道, 程序是指令的有序集合, 程序的进程必须通过调用。所以, 自诊断不同与自检, 它不是每时每刻都进行诊断, 要进行自诊必须调用自诊程序, 即施行进入自诊操作。一旦进入自诊, 系统就按厂家设计的程序对系统内电器的功能状况进行诊断检查, 并将结果直接显示出来。如诊断指针仪表的功能就让仪表指针在指令的控制下从最小到最大再回到最小的偏转范围内摆动一下看看, 从仪表指针摆动的情况检查该仪表是否完好。再如诊断蜂鸣驱动电路就让蜂鸣器鸣响一下看是否正常。至于指针摆动的方式和蜂鸣器鸣响的次数则因厂家和车型的不同由程序决定。

通常, 自诊功能有蜂鸣驱动电路检测、指示器驱动电路检测、LCD (液晶显示) 分段检测、仪表驱动电路检测 (检测的有车速里程表、转速表、燃油计、冷却液温度表等)、通信线路检测 (注: 指示器的控制也是通过通信线路实现的)、各温度传感器的检测、通风控制活门动作检测和制冷度的检测等。汽车不同, 其自诊功能也有所不同。

调用 (起动) 自诊程序一般是利用空调控制面板, 只要依一定次序按压指定按钮 (一般是按压暖气或空调系统的有关控制钮), 即可进入自诊。汽车电脑中故障码的读取与清除也是通过自诊系统完成的 (在后面章节介绍)。汽车电脑进入自诊模式的原理大致相同, 但人工操作的方法、步骤视车辆的不同而有所区别。

下面以广州本田 2003 乘用车的自诊为例, 说明自诊的调用和自诊功能。

进入自诊的操作步骤如下 (调用自诊程序):

- (1) 按住行程/复位按钮；
- (2) 将照明开关置于 ON；
- (3) 将点火开关置于 ON (II)；
- (4) 5s 内，将照明开关切换至 OFF，然后重复 ON 与 OFF；
- (5) 5s 内，松开行程/复位按钮，然后重复按下并松开按钮，共做 3 次，则系统自动进入自诊程序的运行。

进入自诊的触发原理，如图 6.55 所示。

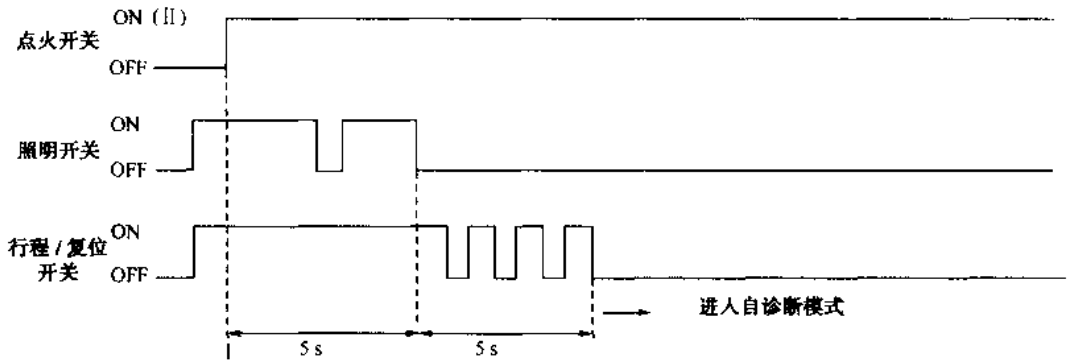


图 6.55 进入自诊的触发原理图

在自诊模式下，仪表板灯光亮度控制器工作正常。在自诊模式下，使用行程/复位按钮启动“蜂鸣驱动电路测试”和“仪表驱动电路检查”。

1. 蜂鸣驱动电路检查

在进入自诊模式，开始蜂鸣驱动电路检查时蜂鸣器响 5 次。

2. 指示器驱动电路检查

当进入自诊模式，开始指示器驱动电路检查时，指示器灯光闪亮。指示器闪亮的有：座椅安全带指示灯、充电系统指示灯、低燃油液位指示灯、保养需求指示灯、安全指示灯、远光指示灯、开灯指示灯、故障指示灯（MIL）、自动变速器挡位指示灯、ABS 指示灯、巡航主指示灯、安全指示灯等。

3. 开关输入检查

在自诊初步阶段，当蜂鸣器间断式鸣响后，如果以下任何开关输入被从 OFF 切换至 ON，则会有蜂鸣器导通鸣响。引起蜂鸣器鸣响的开关包括：巡航控制主开关、驻车制动开关。

4. CD 分段检查

当进入自诊模式后，里程/行程（液晶显示器）分段和外部气温（液晶显示器）分段闪亮 5 次。

5. 仪表驱动电路检查

进入自诊模式后,车速里程表、转速表、燃油计以及冷却液温度(水温)表的指针会从最低位摆到最高位,然后又回到最低位。

如果,蜂鸣器停止鸣响并且仪表指针回到最低位后,再按下行程/复位按钮,将重新启动“蜂鸣驱动电路检查”(一

次鸣响)和“仪表驱动电路检查”。在仪表指针回到最低位之前,是无法重新启动检查的。如图 6.56 所示。

如果指针不摆动或者蜂鸣器不响,则应更换仪表控制模块。

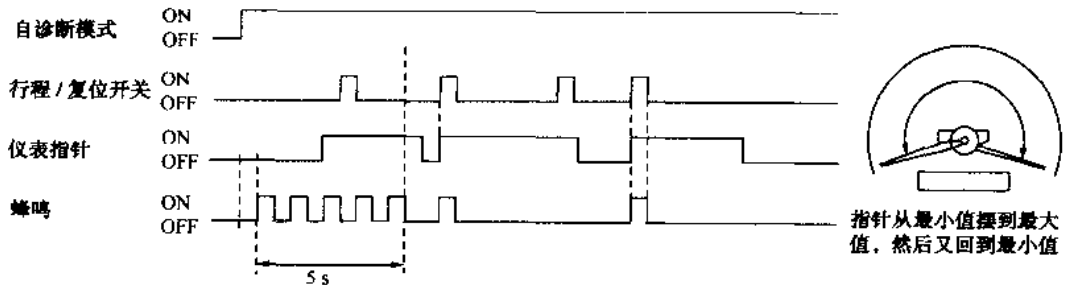


图 6.56 重新启动自诊与仪表驱动电路检查

6. 通信线路检查

在自诊模式下,对里程/行程 LCD 分段检查后,自诊将启动“通信线路检查”。

如果所有分段均接通,则通信线路正常,如图 6.57 (a) 所示。

如果指示“ERROR 1 (错误 1)”,如图 6.57 (b) 所示,则说明仪表控制模块与 F-CAN (快速—控制器局域网)之间发生故障。

如果指示“ERROR 2”,则说明仪表控制模块与 B-CAN (车身—控制器局域网)以及 F-CAN (快速—控制器局域网)之间发生故障。



图 6.57 通信线路的检查显示

7. 结束自诊功能

将点火开关切换至 OFF,或者在车速超过 2km/h,则自诊模式自动结束。

小 结

- (1) 本章讲述了汽车自动空调系统的许多控制与部件。
- (2) 出风口风门的开启可以电动、真空控制,或缆线操作。

(3) 有些出风口风门要么全开要么全关, 而有些出风口风门可以连续调节。

(4) 由于控制方法和应用的多种多样, 因此, 有必要向制造厂商索要说明书和检测程序清单。

习 题 6

一、填空题

1. 功能门可以由_____、缆线或_____开启控制。
2. 在有些模式下选择 MIX 同其他模式下的_____相同。
3. 少部分调节空气可流向_____出风口以防止挡风玻璃_____。
4. 空气调节与加热系统供给_____车内空气。
5. 加热器芯体泄漏可由_____损失以及一部分损失的_____观测到。
6. 大多数现代汽车具有一个_____控制的_____电动机驱动的冷却风扇。
7. 冷却风扇在无任何提示下_____和_____。
8. _____速风扇速度控制组件有三_____。
9. 自检显示器通常以_____、_____显示数值。

二、问答题

1. 当选用加热时, 选择的仪表板出风口没有热空气流出。技师甲认为这表示冷却介质阀无效; 技师乙认为该系统是自制系统。谁正确?
2. 技师甲认为加热器芯体通常是冷却系统的一部分; 技师乙认为在不影响冷却系统性能时, 加热器芯体没有必要而可以取消。谁正确?
3. 技师甲说, 在一些空调器中, 高压控制是控制温度的一种方法; 技师乙说, 在一些空调器中, 恒温器用于控制温度。谁的说法正确?
4. 技师甲说, 在某些系统中, 恒温器用于温度控制; 技师乙说, 在某些系统中, 低压控制器用于温度控制。谁正确?
5. 技师甲说, 变阻器的作用是给风扇提供无级调速; 技师乙说, 变阻器的作用是给风扇提供 2、3、4 或 5 速的控制。谁的说法正确?
6. 技师甲说, 电阻用于降压; 技师乙说, 电阻用于控制风扇速度。谁的说法正确?
7. 技师甲说, 风扇常常有一根地线接到金属物体上; 技师乙说, 高合器线圈常常有一根地线接到金属物体上。谁的说法正确?
8. 技师甲说, 三速风扇需要三个降压变阻器; 技师乙说, 所有风扇调速都不需要降压变阻器。谁的说法正确?
9. 讨论风扇电动机转速控制时, 技师甲说, 风扇电动机转速控制是在一温度控制系统中自动控制的; 技师乙说, 风扇电动机转速可在一温度控制系统中人工进行选择。谁正确?
10. 讨论电动冷却风扇时, 技师甲说, 它们与点火开关无关, 可以在任何时候起动和运转; 技师乙说, 它们通常通过一个覆环加以保护, 不会造成安全问题。谁正确?
11. 关于离合器二极管的讨论, 技师甲说, 二极管用于保证离合器线圈两端电压为 12V;

技师乙说，二极管用于防止离合器线圈极性接反。谁的说法正确？

12. 关于大气压力作用于真空罐（真空马达）的讨论，技师甲说，大气压力对单腔罐无效；技师乙说，大气压力对双腔罐无效。谁的说法正确？

13. 技师甲说，仅当发动机运转时，真空箱有助于维持系统内的真空；技师乙说，当发动机关闭后，止回阀可防止真空损失。谁正确？

14. 技师甲说，止回阀可防止任何方向出现流动；技师乙说，止回阀允许任何方向出现流动。谁正确？

15. 技师甲说，不能运转的真空马达通常意味着泵中的膜片出了毛病；技师乙说，膜片出了毛病并不意味着马达不能运转。谁正确？

16. 最大制冷工况下要调节的空气来自何处？

17. 空气由何处流向分配段？

18. 毛细管的作用是什么？

19. 离合器二极管的作用是什么？

20. 汽车冷却系统中提高冷却沸点采用什么方法？

21. 在替换水泵和发动机驱动的风扇时应注意什么？

22. 冷却系统是怎样散热的？

23. 汽车冷却系统中使用的两种散热器芯体是什么？

第 7 章 汽车空调维修工具与设备

在学完本章后应能:

- (1) 标定压力表;
- (2) 将歧管压力表组接入制冷系统, 并对系统压力进行测量;
- (3) 了解解码器, 并能用解码器对空调系统进行检测;
- (4) 了解卤素检漏灯和电子检漏仪, 并能用之对系统进行检查;
- (5) 制作实用的小专用工具。

7.1 检漏设备

检漏设备用于对空调制冷管路泄漏部位的检测, 常用的检漏设备有卤素检漏灯和电子卤素检漏仪。

7.1.1 检漏灯

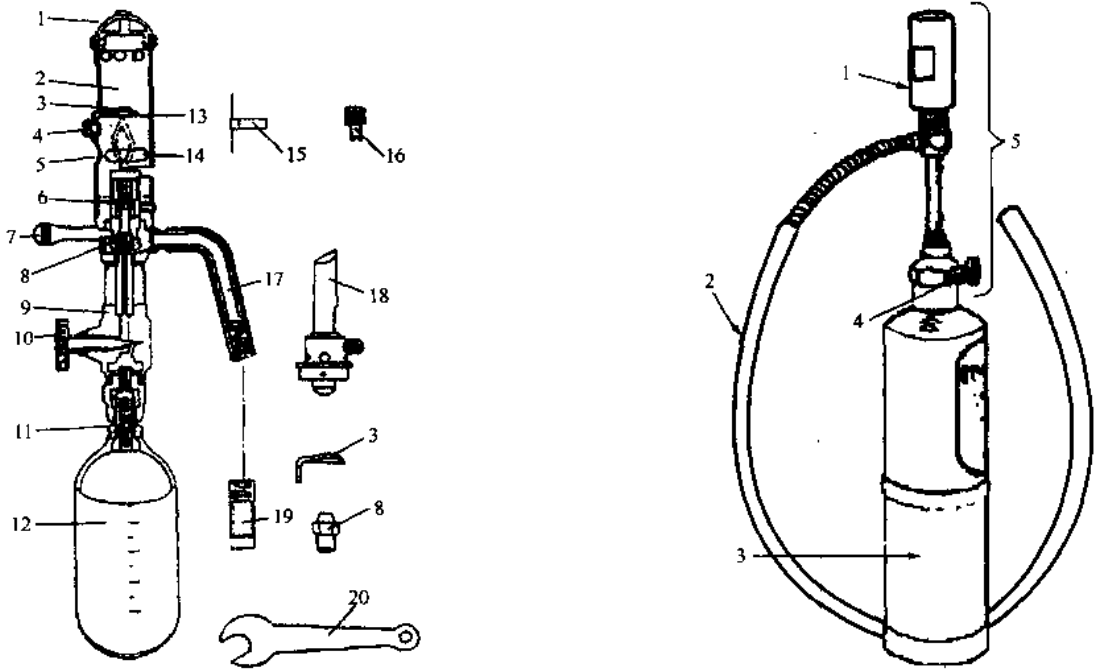
汽车空调使用的制冷剂都含有氟、氯卤素元素, 所以当它遇火焰时会发生分解, 分解出的氟、氯元素与铜化合生成卤素铜的化合物, 使火焰呈现出特有的绿紫色。人们利用这个原理制成了卤素检漏灯。

卤素检漏灯按使用燃料可分为酒精、乙炔、丙烷以及石油气卤素检漏灯等。如图 7.1 所示为丙烷气体检漏灯, 使用时在气瓶内充入丙烷气, 打开调节手轮, 在点火孔处点着检漏灯, 旋动调节手柄, 使火焰伸出反应铜环约 6mm 左右, 保持检漏灯直立, 待铜环烧红后, 手拿吸气管使其端头对准各检测部位仔细检查, 从火焰颜色的变化就可以判断出漏气量的多少, 漏气量与火焰颜色的关系如表 7.1 所示。需要说明的是, 卤素检漏灯使用的燃料不同, 检漏时火焰颜色也有所不同, 一般制冷剂泄漏量越大, 火焰颜色越深、越浓。

表 7.1 漏气量与火焰颜色的关系

漏 气 量	火 焰 颜 色
无漏气	火焰为橙红色
微量漏气	火焰为浅绿色
漏气量较多	火焰为浅蓝色
漏气量很多	火焰为紫色

警告: 必须在通风良好的地方使用卤素检漏灯检漏, 且不要吸入来自火焰的蒸气, 以防人体内吸入有毒气体。



1-燃烧筒盖；2-燃烧筒；3-反应板；4-反应板螺钉；5-点火机；

6-火焰分隔器；7-燃烧筒支架；8-喷嘴；9-检漏灯主体；10-调节把手；

11-丙烷气喷嘴；12-储气筒；13-火焰长度（上限）；14-火焰长度

（下限）；15-喷嘴清洁剂；16-扳手；17-吸入管；18-栓盖；

19-滤清器；20-扳手

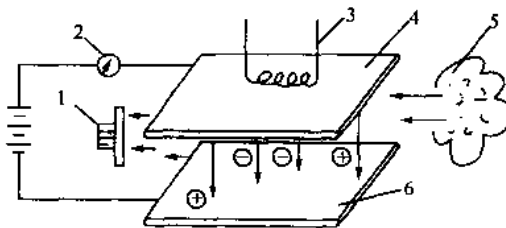
1-燃烧器；2-搜索软管；3-气罐；4-阀门；

5-测量单元

图 7.1 卤素检漏灯的结构

7.1.2 电子检漏仪

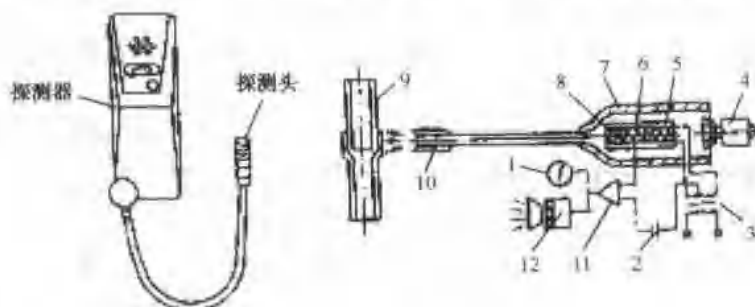
电子卤素检漏仪是根据卤素原子在一定的电场中发生电离而产生电流的原理制成的。如图 7.2 所示为电子卤素检漏仪的工作原理，电子卤素检漏仪有一对电极，加热由白金做的阳极，并在它附近放一个带有负电的阴极，这对电极放在空气中时，由于空气的电离度很低，检测电路不通，电流表没有电流指示。当有制冷剂气体流经阳极与阴极之间时，在铀合金催化下迅速电离，电路中有电流通过，制冷剂浓度越大，电离的离子越多，电路中电流也就越大。这些可以通过串联在回路中的电流表反映出来，也可以由蜂鸣器的声音大小反映出来。由此检测出制冷剂气体泄漏的浓度，达到检漏的目的。



1-吸气微型风扇；2-电流表；3-加热器；4-阳极；5-气态制冷剂；6-阴极

图 7.2 电子卤素检漏仪的工作原理图

电子卤素检漏仪的外形及结构如图 7.3 所示。电子卤素检漏仪使用十分简单，使用时只需将电源开关打开，经短时预热后将探头伸入需要检测的部位即可，通过声音或仪表指针便可方便地判断出泄漏量多少。电子卤素检漏仪与卤素检漏灯相比，检测灵敏度大大提高，它可检测出年泄漏量 5g 的泄漏部位，并且使用方便、安全，但价格相对较高。



1-电流计；2-阳极电源；3-变压器；4-风扇；5-阳极；6-阴极；7-外壳；8-电热器；9-管座；10-吸嘴；11-放大器；12-音程振荡器

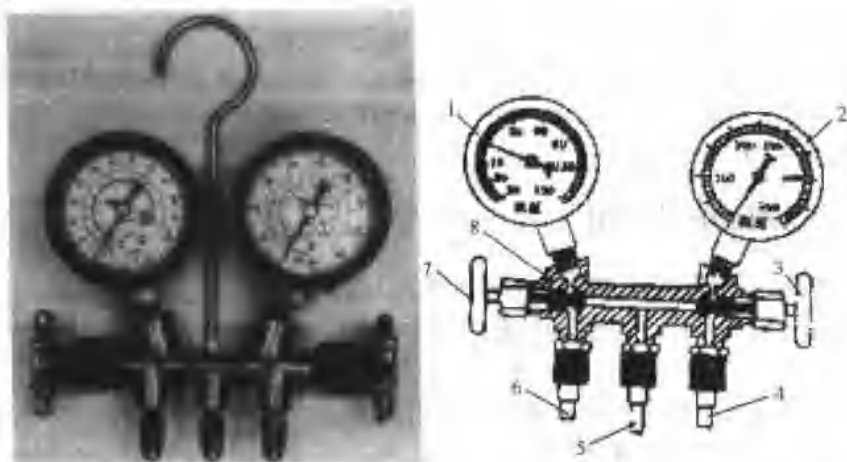
图 7.3 电子卤素仪的外形及结构

电子检漏仪分为三种：R12 检漏仪，R134a 检漏仪和可检测 R12 和 R134a 的两用电子检漏仪。常用电子检漏仪有手握式和箱式两种。

7.2 歧管测试表

7.2.1 歧管测试表的结构与功能

歧管测试表也称为歧管检测表或歧管压力表组或歧管压力计，是空调检测维修必不可少的专用工具，它由低压表、高压表、低压手动阀（LO）、高压手动阀（HI）、软管接头（一个接低压检修阀，一个接高压检修阀，一个接制冷剂罐或真空泵吸入口）和歧管座组成，如图 7.4 所示。



1-低压表（蓝）；2-高压表（红）；3-高压手动阀（HI）；4-高压侧软管（红）；5-维修用软管（绿）；6-低压侧软管（蓝）；7-低压手动阀（LO）；8-歧管座

图 7.4 歧管测试表

歧管测试表用检修软管与汽车空调系统连接，在检修软管末端接头上带有顶销，用于顶开压缩机上的气门阀。检修软管耐油、耐压并有多种颜色，通常，蓝色软管用于低压侧，红色软管用于高压侧，绿色、白色或黄色软管用于连接歧管测试表上的中间接口。

歧管测试表组可用于空调系统的全部检测、诊断和维护。如用于对空调系统抽真空、充入或放出制冷剂以及测试判定空调制冷系统故障等。

当低压手动阀（LO）开启，高压手动阀（HI）关闭，此时可以从低压侧向制冷系统充注气态制冷剂。

当低压手动阀（LO）关闭，高压手动阀（HI）开启，此时可使系统放空，排出制冷剂，也可以从高压侧向制冷系统充注液态制冷剂。

当两个手动阀均关闭，可用于检测高压侧和低压侧的压力。

当两个手动阀均开启，内部通道全部相通。如果接上真空泵，就可以对系统抽真空。

压力表上所标出的压力一般为表压力，为了抽真空时应用方便，压力表上还标有真空刻度。

压力表一般采用弹簧管式，其结构如图 7.5 所示。当具有一定压力的制冷剂从接头进入弹簧管时，由于弹簧管内外压力差的作用，使弹簧管（膨胀）变形，通过拉杆使扇形齿轮转一个角度，从而带动小齿轮和指针也转过一个角度，指针所指的读数即是所测的压力（表压力），如果被测的制冷剂压力低于大气压力时，则弹簧管收缩变形，压力计所指示的读数便是真空度。

一般压力表可准确到整个量程的 2%，表的指针平时指向零位。如不在零位，可进行校准调整。校准压力表有以下步骤：

- (1) 取下仪表前盖或塑料盖。
- (2) 确定调整螺钉。

(3) 用小的一字旋具向任意方向转动调整螺钉，直到指针和零位记号在一直线上，如图 7.6 所示。注意：不能强拧调整螺钉，否则会损坏压力表或改变精确度。

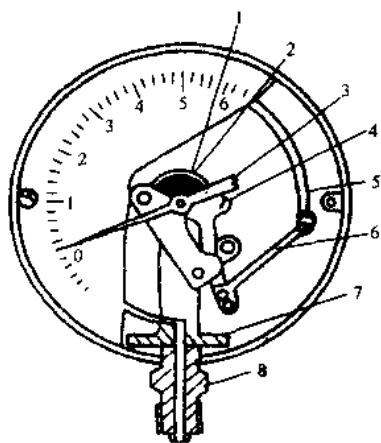
- (4) 重新装上塑料盖和前盖。

7.2.2 歧管测试表的使用

歧管测试表组分 R12 系统的和 R134a 系统的，它们的区别在于软管的材料、接口的螺纹以及压力表的测量范围不同，更重要的是 R12 和 R134a 不能混合，所以歧管测试表组应按不同系统使用。

通常，歧管测试表上的三个接头都已分别与注入软管接好。使用时按如下步骤把歧管测试表组与空调制冷系统检修阀连接起来：

- (1) 用工具卸下装在压缩机上的检修阀上的螺母护盖，注意动作要缓慢。
- (2) 关闭歧管测试表组上的两个手动阀。



1-小齿轮；2-游丝；3-指针；4-扇形齿轮；
5-弹簧管；6-拉杆；7-固定块；8-接头

图 7.5 弹簧式压力表的构造

(3) 把歧管测试表组上的低压软管连接到低压侧检修阀上, 高压软管连接到高压检修阀上, 各软管接头必须拧紧。中间软管(需带截止阀)的另一端用布包好后放在一块干净的布片上。

(4) 使用阀门扳手把检修阀调到“中位”, 如是气门阀, 必须在检修软管端部加装截止阀(如图 7.7 所示), 通过截止阀与气门阀连接, 打开所有截止阀。



图 7.6 校准压力表



图 7.7 检修软管端部加装截止阀

(5) 把歧管测试表组上的低压手动阀稍微打开几秒后关闭, 再把高压手动阀稍微打开几秒钟, 其目的是利用系统内的制冷剂将检修软管内的空气排出。关闭时, 先关中间的截止阀, 再关高、低压手动阀。

这样, 歧管测试表组便与空调制冷系统连接起来了。如再打开低压手动阀, 可通过低压表测量系统低压侧的压力值。如果打开高压手动阀, 可通过高压表测量系统高压侧的压力值。

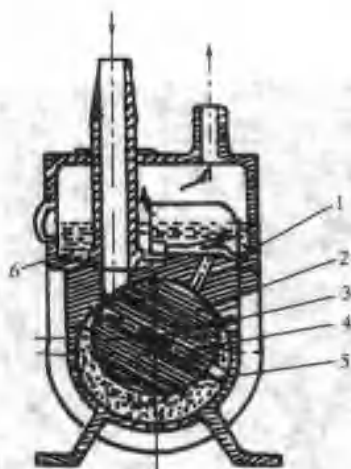
当要卸下歧管测试表组时, 应先将检修阀调到“后位”, 关闭截止阀, 然后卸下检修软管, 不要使软管内部受到污染。

7.3 真空泵

真空泵是汽车空调制冷系统安装、维修不可缺少的设备, 用以去除系统内的空气和水分等有害物质。

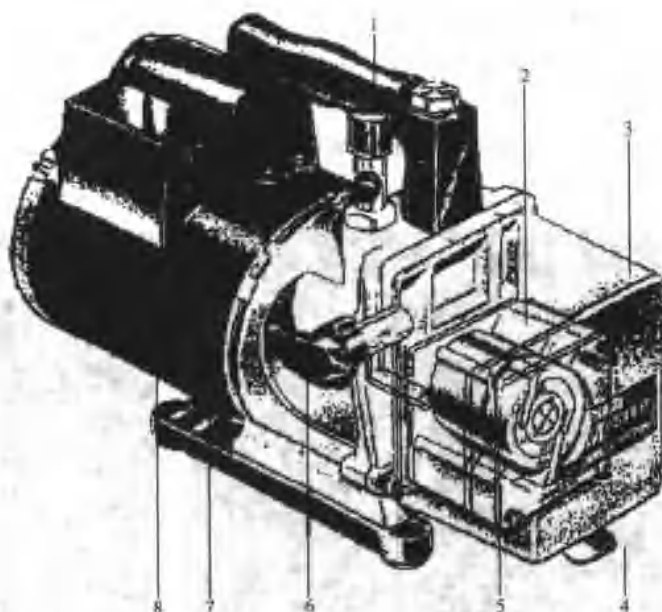
常用的真空泵, 用油作密封的有滑阀式和刮片式两种。用油作密封的真空泵真空度较高, 用水作密封的有水环式。目前常用的刮片式真空泵的结构如图 7.8 和图 7.9 所示, 它主要由定子、转子、排气阀和刮片等零件组成。工作时, 弹簧弹力将两只刮片紧贴在汽缸壁上, 以保证其密封性, 而定子上的进排气口被转子和刮片分隔成吸气腔和压缩腔两部分。当转子旋转时, 一方面从进气口吸入气体; 另一方面又从排气口将吸入的气体压出排气阀, 周而复始, 从而达到抽真空的目的。这种真空泵(如图 7.9 和图 7.10 所示)的排气速度为 50~300L/min, 真空度可达 0.133Pa 左右。

用真空泵在给制冷系统抽真空时, 如果在 15 分钟之内, 低压不能达到 93.3kPa(700mmHg) 以下, 则系统很可能发生了泄漏。



1-排气阀; 2-转子; 3-弹簧;
4-叶片; 5-定子; 6-润滑油

图 7.8 刮片式真空泵



1-加油口; 2-双级刮片泵; 3-外壳; 4-排油阀; 5-刮片;
6-电磁隔离阀; 7-底座; 8-电动机

图 7.9 双极真空泵透视图



图 7.10 真空泵

7.4 制冷剂回收设备

制冷剂回收设备(系统)也叫制冷剂回收/循环/充注机,它有不同商家生产的多种型号,多数回收装置只能单独回收 R12 或 R134a,建议配备两回收设备(系统)。选择设备的型号

应由维修便利的需要而定。如偶尔进行空调制冷系统的维修，则人工回收设备就够了，尽管回收工作十分烦琐。电子回收设备在回收系统制冷剂时，技术人员可以不必理会它而去干别的事情。这种设备的价格较高。回收的制冷剂一般不能再用，需进行处理。

制冷剂回收设备（系统）使用时应按照制造商给的说明和方法进行。

如果 A/C 系统出现意外泄漏，在维修工作前，先给作业区通风。安装或维修时，务必使用适合制冷剂类型的维修设备，必须借助制冷剂回收/循环/充注机进行抽真空。如果系统已经在大气中放置了几天，必须更换干燥器，而且应当对系统抽真空若干小时。

制冷剂回收/循环/充注机，如图 7.11 所示。使用时，按照设备制造商的说明，连接制冷剂回收/循环/充注机（A）与高压检维口（B）和低压检维口（C），如图 7.11 所示。

在抽真空时，如果在 15 分钟之内，低压不能达到 93.3kPa（700mmHg）以下，则很可能系统发生了泄漏。需给系统充注，并检查泄漏情况。打开高压阀，给系统加压到规定容量，然后关闭供给阀，断开充注装置接头，进行检漏操作。

当为系统充注制冷剂时，要给充注装置选择合适的制冷剂量单位。一般系统中，制冷剂量为 500~550g 或 0.50~0.55kg 或 1.1~1.2 Lbs，避免过充。

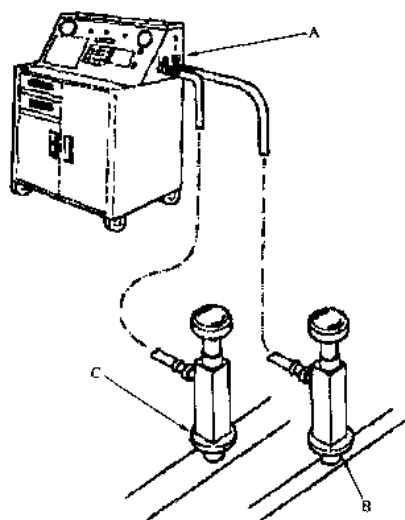


图 7.11 制冷剂回收/循环/充注机的使用

7.5 气焊设备

7.5.1 气焊设备的组成

汽车空调系统的维修经常会用到气焊设备，它包括燃料瓶、氧气瓶、氧气减压阀、氧气连接管、燃料连接管、焊枪等。

气焊采用的燃料一般为乙炔（也有用液化石油气或汽油的），使用的燃料不同，所用的焊枪也不同。氧气主要用来助燃。

氧气瓶内储存的高压氧气最大压力可达 15MPa，因瓶内压力过高，所以使用时必须安装氧气减压阀。减压阀上装有两块压力表，一块压力表指示氧气瓶内压力，另一块压力表指示调整后的氧气压力。减压阀上装有调节手柄，将手柄顺时针旋转，减压后的氧气压力随之升高，将手柄逆时针旋转，氧气压力随之降低。

乙炔气瓶内储存乙炔气体，最大压力为 2.5MPa。当使用乙炔气瓶时，一般也需要安装减压阀。使用方法与氧气减压阀相同。

乙炔焊枪有两个针阀调节开关，可调节氧气与乙炔的比例，点燃后产生需要的高温，调节两针阀的开启度，可以调节火焰大小。顺时针旋转调节钮时，针阀关闭，逆时针旋转时，针阀开启。

7.5.2 氧气-乙炔焊接火焰的调节

当氧气、乙炔按一定比例混合时，可以形成高温火焰，按火焰形态可分为中性焰、氧化焰、碳化焰。

1. 中性焰调节

打开乙炔气瓶阀，观察压力表指针指示的压力是否正常。若压力正常，顺时针旋转减压阀手柄，观察减压后的乙炔压力，当压力表指示为 0.05MPa 时停止。

打开氧气瓶阀，观察压力表指针指示的压力是否正常。若压力正常，顺时针旋转减压阀手柄，观察减压后的氧气压力，当压力表指示为 0.2MPa 时停止。

打开焊枪上的乙炔开关，排掉连接管内空气后再关闭。

打开焊枪上的氧气开关，排掉连接管内空气后再关闭。

打开焊枪上的乙炔开关并点火，将火焰长度控制在 7cm 左右。火焰长度根据焊接管子的管径来决定。

打开焊枪上的氧气开关，火焰形态就会发生变化，当氧气和乙炔按 1:1 比例混合，即可获得中性火焰。此火焰由焰心、内焰和外焰三部分组成。内焰温度较高，可用于焊接铜管。

2. 氧化焰调节

在中性焰基础上增加氧气，就可以获得氧化焰。火焰温度高于中性焰。可用来焊接钢、铁制成的部件。

3. 碳化焰调节

在中性焰基础上减少氧气，就可以获得碳化焰。火焰温度低于中性焰。适合铝合金、铜管的焊接。

7.5.3 使用氧气-乙炔焊接时的注意事项

1. 焊前检查

(1) 先打开乙炔气瓶阀，观察压力表指针是否在规定范围内，若高于规定值，不可以使用焊枪；

(2) 再拧开氧气瓶阀，观察压力表指针是否在规定范围内；

(3) 检查气瓶口、橡皮管是否漏气。火嘴检漏应使用肥皂水；

(4) 在管道内充有制冷剂的情况下不能进行焊接，以防制冷剂遇明火产生有毒气体“光气”，损害人体。

2. 点火顺序

(1) 打开焊枪上的乙炔气开关，点燃焊枪；

(2) 打开焊枪上的氧气开关；

(3) 根据焊接的需要，调整乙炔、氧气开关开度。

3. 熄火顺序

- (1) 关闭氧气开关;
- (2) 关闭乙炔气开关。

4. 在使用氧气-乙炔焊接过程中还应注意

- (1) 不能同时开启乙炔、氧气阀, 开启阀门要缓慢;
- (2) 焊接时, 氧气压力通常使用压力为表压力 0.2MPa, 乙炔常用表压力 0.05MPa;
- (3) 有黑烟时, 应将氧气阀开大;
- (4) 当发现火焰成双道, 应清理火口;
- (5) 不准在未关闭压力调节阀的情况下整理火焰, 不准将橡皮管折弯后更换火嘴;
- (6) 不准用带油的布、棉纱擦拭气瓶及压力调节器(减压器), 空瓶应放在遮阳的通风干燥处;
- (7) 不准未关闭气阀及熄火前离开现场;
- (8) 不准用扳手转动气瓶上的安全阀;
- (9) 焊枪以及火嘴不应放在有泥沙的地上, 以免堵塞压力调节器, 一旦压力调节器出现故障, 应予以更换。

7.6 解码器

7.6.1 解码器概述

随着汽车上的发动机控制系统、电控自动变速器、ABS 防抱死制动、SRS 安全气囊、电子悬挂、巡航控制、自动空调等相关电子控制系统越来越多地应用, 对汽车及各系统的故障检修方法也已由人工经验诊断发展到靠相应的仪器设备来进行诊断, 尤其是某些进口高档车的电子控制系统只有靠仪器设备才能进行诊断, 而在重多的仪器设备当中解码器是首选之一。

汽车解码器是利用配套连接线和车上电脑资料输出检测接头(DLC)相连接, 从而达到与各种电控系统控制单元 ECU 进行资料交流的专用仪器。解码器通常分为原厂解码器和非原厂解码器两种。

原厂汽车解码器是指由汽车制造厂家提供或指定的解码器, 如宝士汽车用 HHT、STAR2000; 宝马汽车用 MODIC; 大众(奥迪)汽车用 V.A.G1551、V.A.G1552; 丰田汽车用 INTELLIGENT TESTER; 日产汽车用 CONSULT-I/II 等。一般来讲, 每个汽车制造厂家都有针对自己所生产的各种车系的原厂解码器, 以便能为自己生产的汽车提供更好的售后检测服务。

非原厂解码器则不是汽车制造厂家提供或指定, 而由其他仪器设备厂商生产的汽车解码器, 如德国博世公司的 KTS300/500; 美国的红盒子 SCANNER MT2500; 瑞典的 AUTODGAGNOS; 国内公司生产的电眼睛、修车王、车博士、金德、汽车助手、金奔腾等。

原厂解码器是汽车制造厂家为自己所生产的汽车来提供服务的, 一般只能诊断自己的车系, 不能检测其他公司生产的汽车, 就像 INTELLIGENT TESTER 只能检测丰田汽车公司生产的包括雷克萨斯、佳美、皇冠、亚洲豹、丰田大霸王、花冠等一系列丰田车系, 而对宝马、

奔驰、福特、日产等车系就无能为力了。而非原厂解码器一般可以检测多种不同汽车生产厂家所生产的各款汽车，如 KTS300/5100 就可以诊断欧洲的奔驰、宝马、大众（奥迪）、保时捷、欧宝等多款不同厂家生产的车系。但是非原厂解码器就总体功能来说是比不上原厂解码器的，因为某些车系的部分电控系统非原厂解码器是无法检测到的，这也是两者价格相差一定距离的原因之一。

7.6.2 解码器的主要功能

汽车解码器已是目前汽车维修部门必不可少的检修仪器。解码器的功能一般可有以下几个方面。

1. 读取与清除故障码

读取与清除故障码是解码器最基本的功能。有的解码器对故障码有比较详细的说明，比如是历史性故障码还是当前的故障码，故障码的出现次数。如果是历史性故障码就表示故障较早之前出现过，现在不出现了，但在控制单元 ECU 里面有一定的存储记忆。而当前故障码则表示是最近出现的故障，并且通过出现的次数来确定此故障码是否经常出现，当前故障码绝大部分和目前出现的系统故障有很大关系。

读取故障码要留意对故障码的定义说明。要搞清楚是传感器或执行器自身故障（信号不正常等），还是线路故障。线路故障要分清楚是短路还是断路，是短路或断路到电源，还是短路或断路到接地等。只有清楚故障码的定义说明，才能更好地利用故障码排除故障。维修起来也才能少走弯路，达到快捷的目的。

当故障排除后，要利用解码器来清除故障码，也就是从控制单元 ECU 内部记忆体中清除其故障码记忆。清除后应让发动机运转一段时间后（有条件的话可以进行路试），再通过解码器来测试是否还存在故障码。

2. 传感器和执行器的资料流程分析

大部分解码器都具有一定的资料流程。所谓资料流程就是将电控系统的一些主要传感器和执行器的目前工作参数值（如目前转速、电池电压、空气流量、节气门开度、点火提前角、水温等）提供出来，维修者可以通过阅读这些资料来分析发现故障所在，特别是当电控系统无故障码进行参考时，此时资料分析更显得重要了。

因为每个传感器和执行器在一定条件下的工作参数值是有一定标准范围的，我们可以通过目前实际值与标准值的比较来判断故障原因所在。当我们在以上资料流程中如果发现任一参数值不合标准，那可能就会是故障所在的原因了。如果解码器具有打印功能，还可以将以上各项资料打印出来。

但要说明，每种车系电控系统的各项传感器和执行器的标准参数值是不尽相同的。我们要查找相关正确的资料来进行分析比较，如没有资料我们可以用解码器在另外一台系统正常的相同款车上读取资料流程的各项参数值，从而进行参考。

3. 执行器作动测试功能

利用解码器可以对一些执行器，像空调各个风门、继电器、电磁阀、冷却风扇、节气门等进行人工控制，用以检测该执行器是否处于良好的工作状态。如在打开空调后，分别控制

各个风门开度的大小，随着风门处于不同的开度，使汽车空调送出风的温度、速度、角度和流量作相应的高低、大小和方向的变化。通过以上的作动测试，我们就可以证实空调系统本身及其控制线路处于正常状况与否。同样我们还可以对汽车上其他电控系统的执行器进行控制测试，如当断开燃油泵继电器时，发动机应会很快熄火。

当然不同的解码器所能支持的执行元件测试功能不一定相同，有的支持较多的执行元件测试功能，有的就可能较少。一般是非原厂的解码器所能支持的执行元件测试功能较少。

4. 示波器功能

因为在解码器的资料流程功能中，很多传感器和执行器是采用电压、频率或其他信号并以数字的形式表示的。在有些电控系统中，如电控发动机的运转，由于信号变化很快，我们很难从这些不断变化的数字中发现问题所在。所以，我们可以利用解码器自带的示波器功能对电控发动机系统里的曲轴传感器信号、凸轮轴传感器信号、氧传感器信号、空气流量计信号、喷油嘴信号、节气门控制信号、点火控制信号等一系列信号，用示波图形直观地供我们参考。我们拿所测信号波形与标准信号波形相比较，如有异常之处则表示该信号的控制线路或电子元件本身出现了问题。

利用示波器来检查电子信号，对维修技术人员提出了较高的汽车维修理论知识要求，需要维修人员能较熟悉被测传感器或执行器的工作、控制原理，并对示波器具有一定的操作技巧，能正确地观察波形（波峰、波幅等），否则很难利用好此项功能。

7.6.3 V.A.G1552 解码器的功能与使用

1. 解码器的结构

解码器 V.A.G1551 与 V.A.G1552 都是大众（奥迪）生产厂家的专用解码器。它们的功能与操作都是一样的，只是解码器 V.A.G1552 在外形结构上进行了改进，更方便了使用，如图 7.12 和图 7.13 所示。

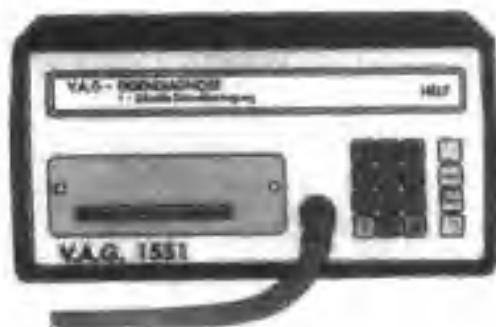
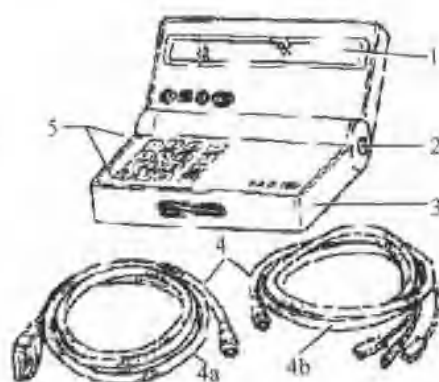


图 7.12 V.A.G1551 汽车解码器



- 1-显示；2-测试导线的插座；3-程序卡及 RS422 插口盖板；
4-测试电缆（4a 适用 16 针测试接头；4b 适用 2 针测试接头）；
5-操作键

图 7.13 V.A.G1552 汽车解码器

解码器的操作键及功能：

- (1) 0~9：数字输入键；
 - (2) C：清除键，清除输入内容，回到前一级操作内容或终止正在运行的程序；
 - (3) Q：确认键，用来进行（或确认）输入；
 - (4) →：选择键，用此键可在程序中或文字中向前移动；
 - (5) ↑、↓：选择键，使用这两键改变功能 10“修正”中的修正值以及在功能 04“基本设置”和功能 08“读取测量值块”中的测量值块中移动；
 - (6) HELP：帮助键，按 HELP 键可得到操作帮助信息。
- 使用解码器时测试导线的对应连接如图 7.14 所示。

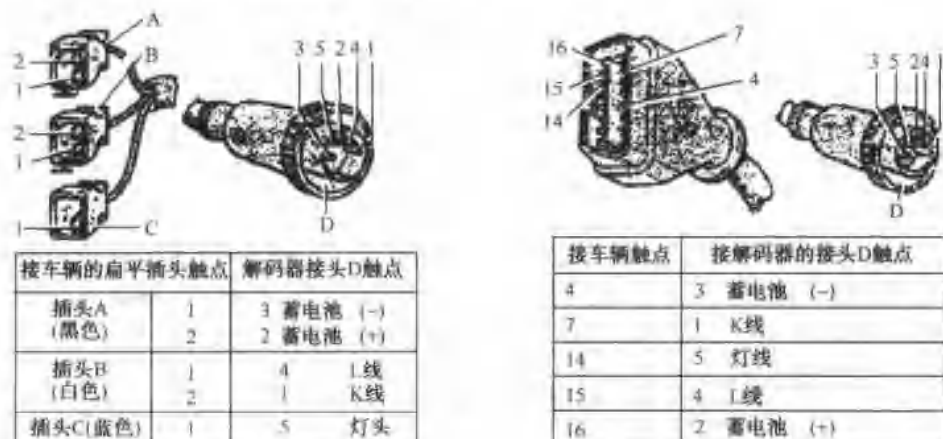


图 7.14 测试导线的连接

2. 准备工作

解码器的所有功能都由程序卡内的软件来控制。程序卡的尺寸如同信用卡。当有新的车型上市，解码器的软件则必须更新，即更换程序卡。

注意：只有当电源被切断后，才可以拆下或插上程序卡；不要接触程序卡上的触点，要防止静电。

更换程序卡的步骤：

- (1) 拆下位于壳体右侧的程序卡插槽的盖板，旋松十字螺钉；
- (2) 拉住贴纸标签的薄片将其向右拉出；
- (3) 将新的程序卡片插入插槽，尽量向内插，要保证程序卡正确地插入（请按照标签上的说明）；
- (4) 再将标签的薄片向内向上推入，盖上插槽盖板；
- (5) 打开解码器电源开关；
- (6) 选择操作模式 3，解码器开始进行自检测。

如果自检测完成没有发现故障，则看是否是已不再需要的旧程序卡。

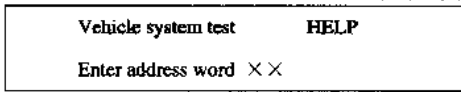
测试线的连接：

连接测试导线 4a (V.A.G1551/3) 或测试导线 4b (V.A.G1551/1) 时，要遵循以下步骤。

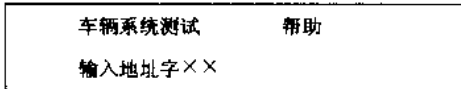
- (1) 使用测试导线 (V.A.G1551/1)。

① 将测试仪上的电源供应黑色插头插入车辆上的黑色扁平插座。

② 显示出以下的文字后，将白色插头插入插座；如果在显示屏上没有出现这些文字，不要插入白色插头；这是解码器的极性接错，或者没有电源供应。



即：

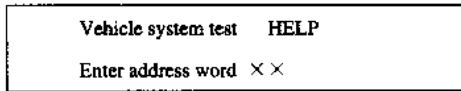


③ 检查车辆上黑色扁插头插座上的电压（如图 7.15 所示）应不小于 10V（需要的话对蓄电池进行充电）。

(2) 使用测试导线（V.A.G1551/3）。

① 将测试导线插入到车辆的诊断接口。

② 注意显示屏上的读数，应该出现以下的文字：



即：

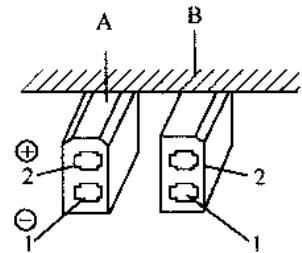
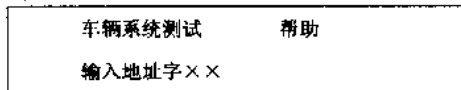


图 7.15 车辆上的电源 (A) 和诊断 (B) 接头

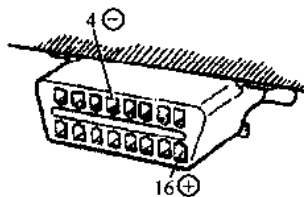


图 7.16 车辆上的诊断接口

如果以上文字没有出现在显示屏上，根据图 7.16 检查车辆上的测试接口处的电压，并注意极性是否正确。电源供应的电压至少达到 10V。

3. 使用操作

解码器的使用操作取决于连接的控制单元以及使用的程序卡的版本。如果你对不同的系统进行操作，必须使用相关的修理手册，按照解码器显示屏所显示的操作信息来操作。如果操作信息不确切，例如输入地址字或选择功能（各系统的地址字和功能的选择代号由程序卡的版本决定），可按 **HELP** 键查找，详细内容看解码器或程序卡的使用说明书，这里不再赘述。

7.7 自制专用工具

检修汽车空调系统，除了使用各类扳手、起子、钳子、锉刀、电钻、钢锯、万用表、电烙铁等常用工具外，还必须具备专用的检修工具和设备。专用工具主要有：

- (1) 压力检测工具：它包括歧管测试表、检修软管（红、绿、黄或白色）、截止阀等；
- (2) 系统注入工具：制冷剂罐注入阀、真空泵、标准秤、制冷剂检漏器具、制冷剂储装与回收工具等；
- (3) 管路维修工具：截管器、弯管器、成套扩张器、气焊成套（小型）工具等；
- (4) 器件维修工具：皮带轮拆卸器、皮带张力计、轴承拆装器、可变销子扳手等；
- (5) 电路检测工具：解码器、示波器等。

下面要介绍的是几种不易买到但很容易自做的专用工具。

7.7.1 成套管塞子

管塞子，可找生活中的橡胶瓶塞代用，用来封堵维修时所打开的制冷管道口。

7.7.2 管连接附件

当两个管子焊接时，管口常常不易对正和保持，自制一个如图 7.17 所示的管连接附件，再进行管子对接时，工作将十分容易。

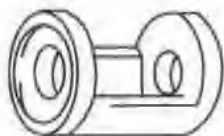


图 7.17 管连接附件

7.7.3 测试灯

用一只探针、一只 12V (24V) 灯泡、一只鱼嘴形夹和一根导线串联，即制成一只 12V (或 24V) 的测试灯。使用时将鱼嘴形夹夹在车身某处，可以靠近搭铁处，用探针去接触可能带电部件，若带电则灯泡会亮。这种测试灯最适合检测一些狭窄部位的熔断器及电器元件。

7.7.4 故障码检读灯

用发光二极管、电阻和导线，按如图 7.18 所示，将电阻 (300~350Ω) 与发光二极管的正极焊接，电阻的另一端焊接一根红导线，二极管的负极焊接一根黑色 (或其他非红色) 导线，用一段绝缘套管将发光二极管根部引脚和电阻及焊接点套起来 (注意：不要短路)，在导线头部接上插头 (或探针)。故障码检读灯就自制成了。将它接在诊断座上相应控制系统 ECU 的引脚上，看二极管的发光次数就可读出相应电脑 ECU 中的故障码。

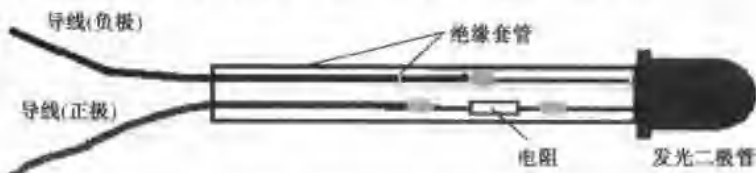


图 7.18 自制故障码检测灯

7.7.5 发光检测二极管

用一只探针、两只不同颜色的发光二极管、一只 500~1000 Ω 的电阻及一只鱼嘴形夹，其连接与图 7.18 相似，只是将两只二极管按异性极相连并在一起就可以做成一个发光检测二极管。它的优点是：

有较大的内阻，使用时安全系数较高；检测电压范围较宽，抗过载能力强。

由于采用两只发光二极管，还可以显示出被检测点的极性。

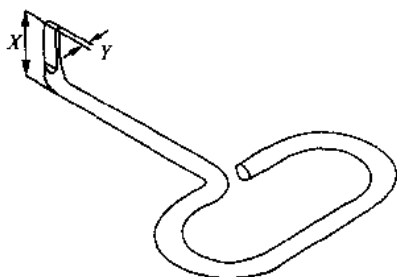
7.7.6 短路、断路测试灯

用一只已熔断的熔断器片，在顶端的电极上接上一个发光检测二极管做显示灯，当某一熔断器熔断后，可以将该工具插入熔断器座中，此时显示灯会亮 (由于不需要显示极性，因

此两只发光二极管可以选用相同颜色)。从用电器逐个断开电路,注意断开电路时应先关闭点火开关。当断开某一电路后,显示灯熄灭,说明该段电路有故障。当某一线路无电时,同样可以使用该工具,一段一段地检修电路,当显示灯亮起时,说明故障已排除。

7.7.7 静电引出带

制作一条布带,宽约 20~30mm,长度以能舒适地扎在手腕上为宜,在布带内侧贴上一张锡纸,并引出一根软导线。在维修电子元件时,将布带扎在手腕之上,导线接地,可将人身上所积存的静电放掉,以免损坏电子元件(此工具市场有成品出售)。



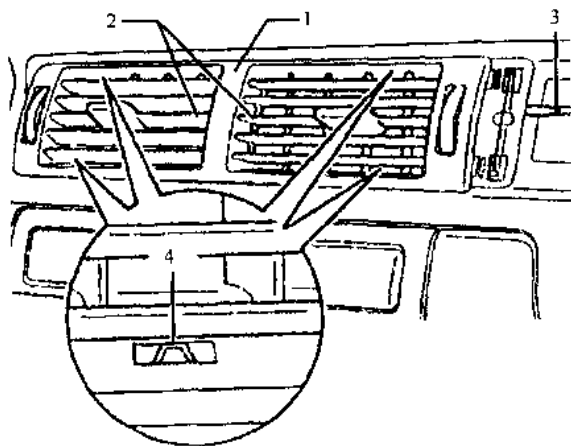
7.7.8 出风口的拆卸工具

将一钢丝(直径 3mm)弯成如图 7.19 所示,其中尺寸 $X=12\text{mm}$,弯头部分尺寸 $Y=2\text{mm}$ 。

图 7.19 仪表板与出风口的拆卸工具

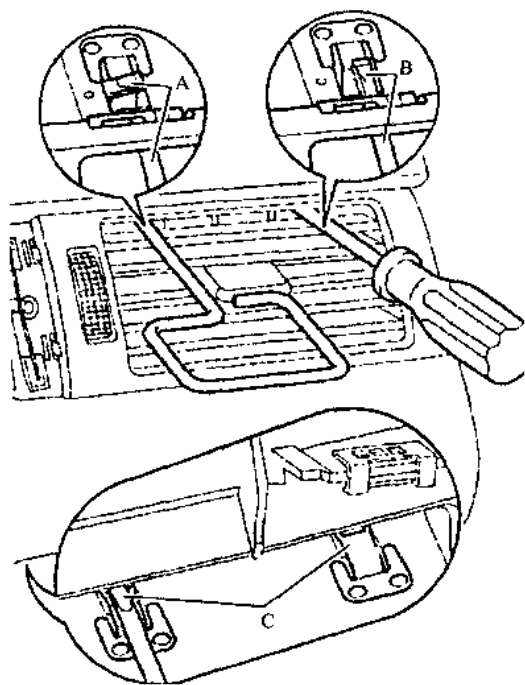
一般汽车仪表板护板及出风口,如图 7.20 所示。仪表板出风口 1 是用弹簧夹 4 固定在仪表板上的。

拆卸仪表板时,首先打开发出风口 2,将专用工具 A 插入仪表板出风口,转动专用工具,松开定位机构,用螺丝刀 B 固定住定位机构,使之不能啮合,如图 7.21 所示。当上部定位机构都松开后,就可取下出风口。



1-出风口框架; 2-出风口; 3-螺丝刀; 4-弹簧夹

图 7.20 仪表板出风口



A-专用工具; B-螺丝刀; C-定位机构

图 7.21 拆卸仪表板左右出风口

小 结

(1) 本章介绍了一些汽车空调维修检测的专用工具,其中有能自制的专用工具。

(2) 对汽车的故障诊断现在越来越需要用仪器诊断,解码器是最普遍使用的众多诊断仪器之一。

(3) 维修技术人员不但要有较高的汽车维修理论知识,还要进一步了解掌握汽车故障诊断仪器的功能和操作方法,在实践中充分利用这些仪器之功能。

习 题 7

一、填空题

1. 电子检漏仪的灵敏度是_____ (每年)。
2. 测量仪表读数误差一般由_____和_____不准确造成的。

二、问答题

1. 技师甲说,当向后拉扳手滑脱时,把一只脚放在另一只脚后可防止摔倒;技师乙说,当向前推扳手滑脱时,把一只脚放在另一只脚前可支撑自己,防止摔倒。谁正确?

2. 卤化物或卤素检漏仪使用安全讨论,技师甲认为它们不能在易爆炸的场合使用;技师乙认为人不能吸入其蒸气。谁正确?

3. 技师甲说,卤化物探测仪探测火焰大约 1/2in 高;技师乙说,只要反映器板呈鲜红色,火焰高度就不重要。谁正确?

4. 关于过度暴露于制冷剂之中的讨论,技师甲说,电子探测仪的零件会受到破坏;技师乙说,气体探测仪的反映器平板会受到破坏。谁正确?

5. 技师甲说,歧管压力表可以用来进行所有的汽车空调维修;技师乙说,软管组可以用来进行所有的汽车空调维修。谁正确?

6. 技师甲说,若低压侧歧管手阀打开,系统的压力可在低压表读出;技师乙说,读低压侧压力,低压歧管手阀不一定打开。谁正确?

7. 技师甲说,必要时,低压表可用于高压侧;技师甲乙说,必要时,高压表可用于低压侧,谁正确?

8. 技师甲说,如果 R12 系统歧管压力表装置未用于 R12 系统时,可用于 R134a 系统;技师乙说, R134a 歧管压力表装置未用于 R134a 系统时可用于 R12 系统。谁正确?

9. 技师甲说,维修软管的最大工作压力为 3448kPa;技师乙说,3448kPa 是爆破压力。谁正确?

10. 技师甲说,维修软管端加的销,是为了连接施拉德阀;技师乙说,需用专用的适配器来连接施拉德阀。谁正确?

11. 技师甲说,如果歧管压力表读数稍有真空度,系统的制冷剂即被排净;技师乙说,即使歧管压力表读数稍有正压,系统的制冷剂即被排净。谁正确?

12. 讨论真空泵效率,技师甲认为海平面上真空泵效率最高;技师乙认为海拔高度对真

空泵效率没有影响或影响较小。谁正确？

13. 技师甲说，真空泵用来清除系统中的湿气；技师乙说，气泵用来抽出系统中的空气。谁正确？

14. 技师甲说，空气是不可冷凝气体；技师乙说，空气在空调系统循环关闭时集结在蒸发器。谁正确？

15. 技师甲说，排空（purging）与抽真空（evacuation）相同；技师乙说，抽空（pumping down）与抽真空（evacuation）相同。谁正确？

16. 技师甲说，所需的抽真空时间最少要 30min；技师乙说，如抽真空时间为 1h 或 2h，抽真空效果更好。谁正确？

17. 空调制冷系统常用的检漏仪器有哪几种？

18. 描述一种常用的检漏仪。

19. 描述将歧管压力表组接入系统的操作步骤。

20. 如何用压力表组来判断系统是否达到真空？

21. 空调系统维修中在什么情况使用及如何使用真空泵？

22. 描述一种解码器的功能及使用。

23. 如何调节焊枪的火焰？

第 8 章 汽车空调制冷系统与构件的检测维修

在学完本章后应能:

- (1) 使用歧管测试表检测、分析制冷系统故障;
- (2) 给系统抽真空;
- (3) 掌握从系统中取走制冷剂的方法;
- (4) 掌握给系统充注制冷剂的方法。

8.1 汽车空调制冷系统的维护

为减少汽车空调系统的故障发生,使其处于良好的技术状况,在没有仪器的情况下,平时由司机或专业人员做好日常维护工作是很重要的。由于能及时发现故障的先兆,积极采取各种措施,这样便可消除故障隐患。

8.1.1 汽车空调的使用注意事项

(1) 在发动机停止运行后,切勿使用空调,以免消耗蓄电池的电能,使再次起动发动机困难。

(2) 在突然高档位起动、长距离上坡及高速超车时,应暂时将汽车空调关闭。

(3) 开始使用时,切勿将功能选择键选在 MAX,而将调风键置于 Lo 位置。否则,由于冷气排不出去,蒸发器易结霜,而且也有使压缩机发生“液击”的危险。另外,MAX 挡使用时间不得过长。

(4) 夏日停车,尽量避免直接在日光下曝晒,以免加重空调的运行负荷。作为专职汽车空调保养人员,保养汽车空调时,应首先询问用户在使用时遇到的故障现象,并且做好记录。

(5) 汽车空调制冷系统在冬天停止使用时,每两周应使压缩机工作 5min,这是定期保养的必要项目之一。原因是汽车压缩机都是半封闭式,其输入轴是依靠轴封来隔绝制冷系统和外界空气、水分的联系。若长期停置,轴封内的润滑油会逐渐干枯而降低密封作用,所以定期起动压缩机,将润滑油输送到轴封上。制冷剂和润滑油会发生酸性化学变化,长期闲置时,这些液体会在与其表面接触处产生由于电化学腐蚀而形成的锈点,破坏零件的精度。

8.1.2 汽车空调维护时的检查方法

起动发动机并将其转速稳定在 1500r/min 左右,打开空调开关,将空调鼓风机开关置于高速挡,移动调温键从 Cool 到 Warm,再由 Warm 慢慢移动到 Cool,用手感觉空调出来风的温度变化以及各控制键的操纵是否灵活、轻便。

1. 听制冷系统运行时是否有异常声音

制冷系统运行时发生异常声音,一般是机械方面的原因较多,如传动带过松、运动件的磨损超过极限、紧固件松动及润滑不良等原因。

例如，当压缩机的汽缸磨损超过极限，与其配合的活塞在运动时便可产生金属敲击声，此时制冷系统的制冷能力将下降；压缩机轴承、离合器轴承润滑不良将产生异常声音，应及时更换轴承；当压缩机及制冷装置管路没有固定好时，将发生松动，产生异常声音，且此时容易导致制冷系统的泄漏，要及时处理。

2. 看冷凝器是否清洁或变形

(1) 首先应观察冷凝器表面是否清洁。因为杂物和泥土附在冷凝器上，会影响制冷效果。平时要经常用水清洗冷凝器。但是应注意，在清洗冷凝器时，不要把翅片碰变形。对于已变形的翅片，应细心地用尖嘴钳校正过来。

汽车空调器的蒸发器进风处，一般都装有空气过滤网。每周都应观察蒸发器，清理外表的杂物，并用高压气体把蒸发器表面的泥土吹干净，以避免传热系数降低和供给的空调空气不洁。

(2) 观察空调制冷系统的所有连接部位是否有油渍。一旦有油渍，说明此处有制冷剂渗漏，此时应用电子检漏仪或其他检漏装置进行检查。一旦发现或确定有制冷剂渗漏，必须马上设法排除故障。

(3) 观察压缩机轴封、前后盖的密封垫、检修阀、安全阀等处是否有油渍。

(4) 仔细检查制冷系统高、低压管路是否松动，有无磨损、老化、起泡、裂纹和渗漏的油渍等现象。汽车的冷、暖系统采用了大量的橡胶管，在汽车行驶颠簸过程中易与汽车车身摩擦，在发动机室内因经受高温易老化，制冷管遇到低温容易龟裂。因此，一旦发现橡胶管和发动机接触，要及时隔开并固定好橡胶管。胶管穿过金属板，一般都应有防护套，并注意防护套要牢固，否则金属会割破胶管。

3. 手摸管路和各部件温度是否过高

用手触摸正在运行中的空调系统管路和各部件的温度。在正常运行下，高压端的管路呈高温，手摸时要小心烫伤；而低压端因处于低温状态，所以其部件、管路和连接部分表面都会结有水露。

(1) 用手触摸压缩机的进口管和出口管，手感温度应该有明显的差别。若没有温度差别，则说明制冷剂已经全部漏光；若差别不大，则说明制冷不足。此时应用歧管压力表检测系统内的压力，若低压侧压力高而高压侧压力低，说明压缩机有故障。

(2) 用手触摸冷凝器进口管和出口管，正常情况下，进口管应比出口管烫手，即冷凝器的上部温度比下部温度高，如果没有温差或温差很小，说明冷凝器或冷却风扇有故障。

(3) 用手触摸干燥罐进、出口管路应该没有明显的温差。如果在储液干燥器上出现霜冻或水露，则说明干燥剂已破碎，堵住了制冷剂流通管道，而且此处前部的高压端表现为手摸时很烫手。此时必须尽快排除堵塞故障，换上一只新的储液干燥器。

(4) 膨胀阀的手感温度是比较特殊的。如果它的制冷剂进口连接处是热的，其出口连接处是凉的，且有水露，则表明膨胀阀的阀口已经堵塞，其原因则可能是杂物堵塞，或者是制冷系渗入水分而产生的冰堵。如果是冰堵，则需要更换制冷剂，否则需要换上一只新的膨胀阀。

(5) 低压管的手感为冰凉，且有水露，但不应该有霜冻。若有霜冻，说明系统有故障，可能是膨胀阀温泡内的制冷剂已经全部漏光，这时需要更换膨胀阀；也可能是制冷剂充注太

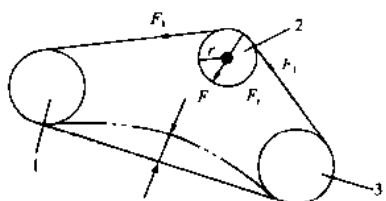
多，需要放掉一些；或者是蒸发器的温度传感器或恒温器出现故障，例如安装位置不对、蒸发器控制器坏了、调整压力过低等。

用手触摸各个接头是否有振动感觉。特别是一些电器的插头插座，应检查其连接是否松动，这些对空调系统的正常工作都有极大的影响。正常的保养必须包括对电器连接件的固定、紧固和清洁等。

4. 进一步检查

对系统进行了上述 3 个步骤的初检后，还需做进一步检查，以准确判断空调系统的故障所在。这时便要应用前面介绍过的空调维修知识和技能。检查可以按以下步骤进行。

(1) 检查 V 形带的张力。空调带轮直径不同，中心距不同，所要求的张力也不同。新、旧 V 形带的张力不同。即使是新 V 形带，用上 5min 后，其张力也会发生很大变化。对新安装的 V 形带必须进行两次调整。第一次为新安装后，调整到规定值，运行 30min 后新 V 形带两边的毛边已经磨去，再进行第二次调整。



1-曲轴带轮；2-中间轮；3-空调压缩机

图 8.1 用中间轮调整 V 形带张力

调整 V 形带张力应按各种车型说明书上的规定值进行。美国规定用 V 形带张力计来测量 V 形带张力，例如标准型的克莱斯勒汽车用中间带轮来调整张力，如图 8.1 所示。

使用新 V 形带，调整张力矩（张力）为 33.4N·m，正常 V 形带调整力矩为 20 N·m。雪佛兰汽车（通用公司）新 V 形带调整力矩为 127 N·m。可见不同车型压缩机的 V 形带调整力矩相差很大。

日本汽车的通用性比较好，所用的 V 形带型号大都统一，只是中心距有点差异而已，而且检查方法相同，是用弹力计测定在 100N 的压力下，在曲轴驱动轮与压缩机 V 形带的中间拉下的距离作为调整值，其数值相差不多。丰田乘用车和旅行车的 V 形带调整数值为：

BB 系列 新带 9~11mm；旧带 11~16mm

RB 系列 新带 8~10mm；旧带 10~14mm

旧 V 形带是指新 V 形带用 15min 后的 V 形带，新使用的汽车和新换上 V 形带的汽车，使用 15min 后，就要调整所有 V 形带的张力，包括风扇 V 形带、压缩机 V 形带、发电机 V 形带。

若压缩机 V 形带是两根，更换时要同时更换，并且选用 V 形带规格、型号应相同，不然，由于新旧 V 形带长短不一、受力不均匀，会加速磨损和损坏。

(2) 检查电磁离合器。将电磁离合器的线束断开，用常火线直接给电磁离合器供电，压缩机应立刻转动，反复试验几次，以证明电磁离合器是否正常。

也可以直接用万用表测量电磁线圈的电阻，其电阻值应在正常范围，例如 BB 系列为 11.4~12.2Ω，RB 系列为 3.0~3.4 Ω。其他牌号汽车的电磁离合器的阻值可参考有关说明书。

(3) 检查风扇电动机的调整器和继电器。合上风扇电动机开关后，从低挡到高档进行调速调节，每挡持续 5min，以检查其送出的风量是否有变化，若没有变化，则可能是调速器的电阻箱和风扇继电器坏了。

风扇调速器的电阻箱安装在空调器壳外面，用导线和调温键与风扇继电器连接。如果风

扇转动而不调速, 则电阻器已坏; 若风扇不转, 则可能是开关或风扇继电器坏了, 都需要更换。更换时, 应先拆去蓄电池搭铁线和继电器或电阻器的接头, 再拆去继电器或电阻器的固定螺钉, 便能进行新的风扇继电器或电阻器的拆换。

(4) 检查高、低压保护开关。高、低压保护开关和过热保护器的功能是在制冷系统发生故障时, 保护压缩机和制冷系统不会损坏。它们都和压缩机的电磁离合器串联在一起。当系统工作压力太高或太低时, 高、低压力开关便会切断压缩机高合器电路, 使压缩机停止工作, 保护压缩机。检查时, 可把被检查的开关短路, 再打开空调开关, 此时, 压缩机开始工作, 则说明被检查的开关坏了。

(5) 检查加热系统。首先应保证有足够的冷却液。冷却液若不干净或有铁锈、水垢等, 都应该将冷却液放掉, 再用化学清洗剂清洗冷却系统, 用清水清洗干净, 然后加上防冻冷却液, 充满冷却系统。

拨动控制面板调温键, 这时出风口的温度应有变化, 操纵机构应移动自如。如果温度不变或操纵困难, 应检查暖风开关和暖风水箱。

(6) 检查膨胀阀。膨胀阀的感温包与蒸发器出口管道应牢固夹紧并用绝缘布包扎好。

(7) 检查视液镜。有的汽车空调装配有视液镜, 大多数的视液镜设置在储液干燥罐上。当空调系统工作时, 从液视镜中观察到流动的制冷剂几乎透明无气泡, 但提高或降低发动机转速时可能出现气泡。关闭压缩机后立刻有气泡, 然后逐渐消失。这说明制冷系统工作正常。如果压缩机工作时有大量的气泡, 说明制冷系统工作不正常。

8.1.3 汽车空调的维护内容

汽车空调的维护内容有两个方面: 一个是结合汽车车辆的二级维护作业进行维护, 如表 8.1 和表 8.2 所示; 另一个是空调系统独立的维护内容, 如表 8.3 所示。

表 8.1 空调系统二级维护作业内容

类别	序号	作业项目	技术要求
制冷循环系统	1	检视高、低压管道	螺栓紧固, 不松动。软管表面无起泡、老化或破损现象, 硬管焊接处无裂纹或渗漏现象, 全管上没有与其他机件发生碰撞干涉现象
	2	检视膨胀阀	膨胀阀应无堵塞, 温包作用正常, 膨胀阀能根据温度的变化而自动调节制冷剂的供给量
	3	检视储液干燥	在制冷系统正常工作时, 其表面应无露珠或挂霜现象 每年 4、5 月份维护期中, 更换一次干燥剂(可拆式)或视需要更换储液干燥器总成(不可拆式)
	4	检查、清洁蒸发器和冷凝器, 拧紧全部固定螺栓、螺母	蒸发器、冷凝器无渗漏, 散热片无折弯、无尘土杂物堵塞现象。蒸发器、冷凝器座应无裂纹, 各固定螺栓和螺母齐全、紧固、可靠
压缩机	1	每年在 4、5 月份维护期中更换一次压缩机润滑油, 并清洁或更换润滑油, 清洁或更换润滑油滤网	压缩机润滑油液面高度应达到视液镜的上部边缘或原厂规定的标准, 油滤网应清洁、无杂物堵塞或缺损现象, 电磁铁完好有效
	2	检视进、排气阀	进、排气阀开闭灵活, 作用正常
	3	检视轴封	轴封处不应有渗漏现象

表 8.2 汽车空调系统维护作业内容

类别	维护项目	维护内容	维护间隔					
			每天	每周	每隔一季		每隔 2 季季末	每隔 3 季季末
					季初	季末		
压缩机拆卸检查	曲轴及其轴承	磨损应在规定范围以内					□	○
	连杆及其轴承	磨损应在规定范围以内					□	○
	活塞组	磨损应在规定范围以内					□	○
	阀门	交换					□	○
	润滑油泵	磨损应在规定范围以内					□	○
	轴封	用检漏仪检查其泄漏量					□	○
	润滑油	更换及清洗滤网				┘	○	
制冷剂循环系统	管道各接头	有无松动情况, 用检漏仪检漏				●		
	制冷剂注入量	通过视镜检查	●					
	冷凝器	检查是否有尘埃和夹杂物		●				
	蒸发器	检查是否有尘埃和夹杂物			●			
	储液干燥器	更换干燥剂或总成						●
	膨胀阀	检查动作是否正常及滤清器是否堵塞					┘	○
其他	紧固件	检查有无裂纹或损伤		□		○		
	V 形带	检查其张力和磨损程度		●				
	V 形带张紧轮	检查是否能圆滑旋转			●			
	空气滤清器	检查有无堵塞现象, 必要时加以清扫		●				

注: 表中○为乘用车; □为货车; ●为所有车种汽车。

表 8.3 独立空调系统维护作业内容

保养维护部分	顺序号码	保养维护项目	保养维护内容	维护时间					更换时间
				每天	每 100 天	每 200 天	每 1 年	每 2 年	
电器部分	1	发动机切断电磁线圈和磁铁	是否能动作	○					
	2	油温报警灯	是否能亮灯	○					
	3	冷却液温度报警灯	超温时是否亮灯	○					
	4	高、低压报警灯	压力异常时是否亮灯	○					
	5	搭铁螺栓	是否生锈或松动		○				
	6	耦合器紧固件	检查是否紧固	○					
	7	所有电路接头	是否脱落和牢固			○			
	8	转速表	能否指示	○					

续表

保养维护部分	顺序号码	保养维护项目	保养维护内容	维护时间					更换时间
				每天	每100天	每200天	每1年	每2年	
安全	9	高、低压开关	能否动作				○		
	10	易熔塞	检查易熔合金是否熔化	○					5年
	11	旁通阀	是否动作		○				5年
制冷循环	12	制冷剂量	从视液镜中观察判断	○					
	13	储液干燥器	改变颜色时更换		○				1年
	14	橡胶管	是否老化和龟裂				○		3年
	15	管道接头	是否渗漏	○					
	16	密封	用检漏仪检查				○		
压缩机	17	膨胀阀	是否正常				○		3年
	18	冷冻润滑油	从装在压缩机上的观察镜中判断	○					2年
	19	缸盖螺栓	拧紧				○		
	20	吸入过滤器	清洗干净					○	
	21	吸、排气阀片	制冷效率下降时修理				○		
	22	联轴器	检查有无裂纹				○		3年
	23	机油滤清器	是否堵塞					○	4年
24	压缩机	大修					○		
换热器	25	蒸发器	清扫散热片			○			
	26	冷凝器	冲洗散热片		○				
	27	风扇	有无噪声过大			○			2年
其他	28	设备装配螺栓	紧固		○				2年
	29	设备防震橡胶	是否老化、变形					○	
	30	管道保温材料	是否老化、龟裂				○		
	31	进出空气温差应在7~10℃	用温度计测量	○					
	32	空气滤清网	清扫	○					
副发动机	33	冷却液	检查水量	○					1年
	34	散热器	清扫灰尘	○					
	35	水泵和张紧轮	加油和调整V形带张力		○				
	36	发动机润滑油	用油尺检查油量	○					
	37	机油滤清器	更换滤芯						
	38	空气滤清器	更换滤芯						3个月
	39	油箱	检查有无漏油	○					1个月
40	喷油泵凸轮箱	更换油		○					

续表

保养 维护 部分	顺 序 号 码	保养维护项目	保养维护内容	维护时间					更 换 时 间
				每 天	每 100 天	每 200 天	每 1 年	每 2 年	
副 发 动 机	41	燃油滤清器	清除杂物或更换		○				1年
	42	起动机	检查电刷、轴承、连轴器、电容等				○		3年
	43	起动机齿轮轴	跳动量是否太大				○		3年
	44	注油软管	泄漏				○		
	45	油位表和导管	指示和泄漏				○		
	46	排气管	是否漏气			○			
	47	阀门间隙	检查大小				○		
	48	发动机紧固螺栓	拧紧		○				
	49	压缩压力	是否正常					○	
	50	独立取暖器	电路、油路、控制	○					

8.1.4 空调除臭的8种方法

汽车行驶过一段时间以后，空调系统的风道内会积存大量的灰尘，且常年保持潮湿、温热，最适宜细菌的繁殖。因此，空调系统是汽车内部细菌和霉菌积聚较多的部位，最关键的是，霉菌会随着空调的出风直接吹进车内污染室内空气，同时，还会产生难闻的气味，尤其是多雨天气。

霉菌所产生的霉味主要产生于空调蒸发器。黑暗、潮湿、温暖是霉菌生长所需的三大条件，空调系统具备了以上条件，几乎所有汽车空调都无法避免蒸发器上霉菌的生长。一般空调使用一两年后，就会传来一股难闻的酸腐气味，越潮湿、温暖的地区越容易产生。

如果只是气味难闻还可以接受，但是大量的化验表明：水蒸气附着在空调蒸发器上，至少生成三种有害人体健康的霉菌——曲霉菌、阴霉菌和青霉菌。经医学试验表明，这些霉菌同时污染人体的呼吸道，在七个方面可能对人体产生危害，会引起头痛、发热，扁桃体感染，哮喘，流感症状，肺炎、皮炎以及伤口难愈合等不良反应。

要想完全阻止这种霉菌在蒸发器中的生长是比较困难的。下面介绍8种除臭方法可以起一些作用。

1. 晴天时暖风吹干，预防阴雨天空调发霉

阴雨天空气湿度大容易引起空调系统受潮发霉，这种受潮虽然我们无法阻止，但我们在天晴后及时用自然风或者暖风吹干，可以避免发霉。

2. 停车前关掉冷气再开自然风，保持相对干燥

预防使用空调制冷引起的空调系统发霉。这种受潮是由于制冷后空调管道内与车外的温差，在管道里和空调滤心上产生冷凝水造成的。要预防产生冷凝水，可以在到达目的地（停

车)之前几分钟关掉冷气,稍后开启自然风,在停车前使空调管道内的温度回升,消除与外界的温差,从而保持空调系统的相对干燥。

3. 主、备滤心交替用

准备一个备用滤心,当空调滤心受潮时,用备用滤心将受潮的滤心替换下来,再将受潮的滤心清理晾晒干净做备用。如果在滤心内侧洒上些花露水,那吹进来的风的味道可能会改变一些。更换灰尘滤清器是最简单的办法,成本低廉却能使进风保持通畅,稍有机常识的车主都可以自己动手清理。多数小型车的灰尘滤清器都在车的前风挡玻璃下面,被流水槽盖住。更换灰尘滤清器时,可先把发动机盖掀开,取下固定流水槽的卡子,拆下流水槽,就可以看见灰尘滤清器了。如果灰尘滤清器使用时间并不长,可以用高压气吹干净;如果已经堵塞,直接摘下更换一个原厂灰尘滤清器,然后按原样安装好就行了。

4. 用清洗剂进行外循环风道杀菌

市场上有很多种用于清理空调风道的清洗剂,车主可以自己选购,进行外循环风道杀菌。但是这种办法只能解决部分异味,要想达到长期的效果或者空调已经很长时间(2年以上)没有进行过清洗,这种办法很有限。另外,一些汽车装饰店还利用高浓度双氧水为汽车空调做杀菌处理。因为双氧水是目前可利用的最强的氧化剂之一,可轻易使细菌的蛋白质外壳氧化变性,迅速杀灭细菌繁殖体和芽孢,将大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、肝炎病毒、感冒病毒氧化分解。同时,臭氧的化学性质活泼,在常温下自行还原成氧气,是目前最环保的杀菌物质。

5. 尽量减少车厢内异味的产生源

发霉的脚垫、座椅、衣物等及烟灰缸的焦油味,均是产生车厢内异味的污染源,这些杂物的味道混杂在车厢和蒸发器内,长期使用内循环之后,味道会变得更怪,更难忍受。所以要坚持清理车厢和后备箱,尽量不要把鞋、衣服、脏抹布等长期放在车内。杂物箱、烟灰缸等要经常清洁,车厢内吸烟时要关闭空调而打开车窗。如果将汽车停在阳光下,车厢内的温度将高达60℃左右,所以食物、水果要及时带走以免造成腐烂。

6. 车内香水应少用酸性

需要提醒大家注意的是,大多数车主都喜欢柠檬味的香水,而这类香水多数呈酸性,散发出来后聚集在空调蒸发器,就容易发霉变质,产生异味。这就是为什么在有了异味后,再使用这些香水,会适得其反,加深异味的原因。如果很喜欢香水的话,最好选用中性的、味道较淡的一类比较合适。可用几片新鲜的柠檬放在冷气口,再开启冷气,不久就能使车内空气清新、芳香。

7. 用热带水果味消除异味

其实还有一种更加天然的方法可以消除异味。到水果市场挑一只又新鲜又好看的菠萝或柠檬、苹果等放在车上,水果的香味顿时会在车里飘散开来,异味逐渐就会消失。利用热带水果去除异味,效果好,成本低,方法简便。一些热带水果因其生长在热带、亚热带环境,阳光充足,雨水充沛,香味特别重,果实中所含水分多,浓重的香味可长时间地散发,可以把这类水果当成天然实用的“空气清洁剂”。

8. 控制两个异味产生源

汽车车厢内异味实际上有两大产生渠道：车内饰物所用的原材料和空调异味。在实际使用过程中，这两种味道相互交融，需要非常科学的手段才能搞定。

8.2 汽车空调制冷系统常见故障及排除方法

8.2.1 节流管被堵塞

节流管是一个长度固定、不能调节的设备，有一个固定的小孔节流元件和优质网状过滤器。它与膨胀阀不同的是，它没有远程感温包，没有运动部件。节流管依靠压力差 ΔP （高压侧向低压侧）节流进入蒸发器的制冷剂量。

在定排量空调系统中，如果节流管被堵塞，则会导致节流效应增强，低压非常低，接近于真空，而高压由于管路不畅则非常得高。可以通过用手触摸感受其前后温度差异来判断。在变排量系统中，由于排量的可变性加上排量的变化主要取决于压缩机吸入端低压的缘故，控制阀在感受到低压下降时会自动地将排量变小从而降低排气压力，高压压力因此反而随之下降，用手触摸，被堵节流管两端的温度差异要比前者小很多。

节流管失效的主要原因是节流元件堵塞，这通常是因集液器内的干燥剂失效引起的。清洗堵塞的节流管常常不能取得令人满意的结果，因此，建议更换节流管。另外，如果堵塞，集液器也应更换。

8.2.2 可变排量控制阀故障

这类故障通常是由于控制阀的阀体卡滞或者内部密封圈翻边泄漏或弹簧疲劳失效而造成变排量控制的失调。这类故障大多表现为空调系统间歇性的不制冷，这种现象有点类似于制冷剂中含有水分，而导致制冷系统出现冰堵的现象。在压力表上可以看到高压偏高、低压偏低的现象；打开发动机罩我们还能够看到整个低压管路（从蒸发器出口经干燥罐回到压缩机吸入端）都结上了厚厚、雪白的冰霜。此时，更换可变排量控制阀一般就可以解决问题。

8.2.3 压缩机变排量系统失效

这类故障通常是由于压缩机内活塞连杆及斜盘系统或者进排气阀系统机械故障而造成的。这类故障多数表现为当压缩机离合器结合后，空调系统不制冷，在压力表上反映为系统静止压力同动态压力相同，而且高低压基本上接近。如果用手感觉进、排气管路的温度，两者相差不大，且不烫手。对于这类故障，目前还只能更换压缩机总成。

8.3 空调制冷系统常用的检漏方法

8.3.1 汽车空调系统泄漏的常发部位

汽车空调系统的工作条件比较恶劣，一直随汽车工作在振动的工况之下，极易造成部件、管道损坏和接头松动，使制冷剂发生泄漏，其泄漏的常发部位如表 8.4 所示。

表 8.4 汽车空调系统泄漏的常发部位

部 件	泄漏常发部位
冷凝器	①冷凝器进气管和出液管连接处；②冷凝器盘管
储液干燥过滤器	①易熔塞；②管道接口与喇叭口处
蒸发器	①蒸发器进气管和出口管连接处；②蒸发器盘管；③膨胀阀
压缩机	①压缩机油封；②压缩机吸排气阀处；③前后盖密封处；④制冷剂管道接头处
制冷剂管道	①高、低压软管；②高、低压软管各接头处

8.3.2 空调制冷系统常用的检漏方法

空调制冷系统常用的检漏方法有外观检漏、皂泡检漏、染料检漏、荧光检漏、压力检漏、真空检漏、充制冷剂检漏、电子检漏仪检漏、卤素灯检漏等。

1. 外观检漏

制冷剂泄漏部位往往会渗出冷冻润滑油，若发现在某处有油污渗出，可进一步用清洁的白纸擦拭或用手直接触摸检查。如仍有油冒出，则可能有渗漏。

2. 皂泡检漏

有些漏点局部凹陷，试漏灯或电子检测器难进入，要想确定泄漏的准确位置，皂泡是个比较有效的方法。

向系统充入氮气使压力达 $10\sim 20\text{kg}/\text{cm}^2$ （或制冷剂使压力达 $100\sim 200\text{kPa}$ ），再在系统各部位涂上肥皂水，冒泡处即为渗漏点。调肥皂溶液时，用皂粉（块）加水即可。溶液的浓度要黏稠到用刷子一抹就可形成气泡的程度。检漏时，将全部接头或可疑区段抹上皂液；最后观察皂泡的出现情况，皂泡形成处就是漏点所在。

3. 染料检漏

确定制冷管路的漏点时，把黄色或红色的颜料溶液引入空调制冷系统，是个理想的方法。染料能指示出漏点的准确位置，因为漏点周围有黄色或红色颜料的积存，并且不会影响系统的正常运行。

有的制冷剂中含有染色液，如杜邦公司生产的加有红色染料的制冷剂 F12，名字叫 Dytel，其注入空调系统方法和注入 F12 完全一样。下面介绍单处染色液进入系统的方法。

准备工作：将高、低压表座接入系统，放掉系统的制冷剂；拆下表座的中间软管，换接一根 152mm 长的两端带坡口螺母的铜管；铜管的另一端和染色液容器相接，中间软管的一端也接在染色液容器上，而另一端则和制冷剂罐接通。

染料进入后起动发动机，按怠速运转，调整有关控制器至最凉位置；缓慢地打开低压侧手阀，使染料进入系统；发动机连续运行 15min；关闭发动机和空调器。

观察空调系统管路和接头是否有染料泄漏迹象；如发现漏点，按要求进行修理，染色液可以保留在系统内，对系统无害。

4. 荧光检漏

它是利用荧光检漏剂在紫外检漏灯照射下会发出荧光原理，对各类系统中的流体渗漏进行检测的。在使用时，只需将荧光剂按一定比例加入到系统中，系统运作 20min 后戴上专用眼镜，用检漏灯照射系统的外部，泄漏处将呈黄绿色荧光。

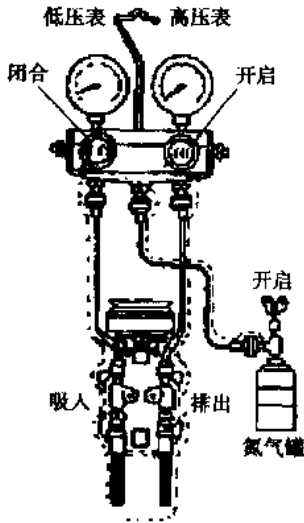


图 8.2 向系统注入氮气

荧光检漏的优点是定位准确，渗漏点可以直接用眼睛看到，而且使用简单，携带方便，检修成本较低，代表了汽车检漏的发展方向。据了解，TP 荧光检漏技术在国外已经有 50 多年的历史了，得到了包括通用、大众、三菱在内的世界主要汽车制造商的认可和应。

5. 压力检漏法

在空调系统没有制冷剂的情况下，先把歧管压力表的高压软管接到空调系统高压维修阀上，把压力表的低压软管接到低压维修阀上，然后把中间管接到氮气瓶上（如图 8.2 所示）。严禁用压缩空气进行检漏，因压缩空气中含有水分，水分随空气进入系统会对系统造成冰堵。而氮气无腐蚀性，无水分，且价格便宜，但瓶装氮气一定要用减压表才能充注。

将氮气瓶打开，然后打开歧管压力表高、低压手动维修阀，向系统内充注干燥氮气，当其压力达到 1.2~1.5MPa 时，关闭歧管压力表高、低压手动维修阀。

用肥皂液涂抹在容易漏气的管路接头处或焊接处，仔细观察有无气泡，如有泄漏则漏气处有气泡涌出，漏气大的地方有微小声音，并出现大量气泡，漏气小的地方，则间断出现小泡。

对漏气处做出记号，并反复检查几次，直到全部漏气处都找到，对漏气处加以维修。

维修完毕后，还应再试漏，让空调系统保持压力 24~48h。若压力不降低，则检修成功，若压力有降低，还应继续检漏，直到找出泄漏处并加以消除为止。

6. 抽真空检漏

抽真空是为了排除制冷系统内的空气和水分，它是空调维修中一项极为重要的程序。因为对空调系统进行维修或更换元件时，空气会进入系统，且空气中含一定水蒸气。

抽真空并不能把水分直接抽出制冷系统，而是产生真空后降低了水的沸点，水汽化成蒸气后被抽出制冷系统，所以抽真空时间越长，系统内残余水分就越少。

抽真空检漏的方法为：先把歧管压力表高压软管接到空调系统高压维修阀上，再把低压软管接到低压维修阀上，把中间管接到抽真空机上。

打开歧管压力表高压手动维修阀与低压手动维修阀，起动真空泵，并观察低压表上的真空部分，直到将压力抽真空至 -100~-80kPa 左右。

关闭歧管压力表上的手动高、低压阀，观察真空表压力是否回升。如回升则表示空调系统泄漏，此时应进行检漏和修补，若压力表指示针不动，则再打开真空泵，连续抽空 15~30min，使其压力表指示针稳定。

抽真空完毕后，先关闭歧管压力表高、低压手动维修阀，再关闭抽真空机。

7. 电子检漏仪检漏

电子检漏仪如图 8.3 所示, 使用该种电子检漏仪检漏的方法是:

- (1) 将电子检漏仪接上电源, 并预热 10min;
- (2) 将开关拨至校核挡, 确认指示灯和警铃工作正常;
- (3) 将仪器调整到所需要的范围内;
- (4) 将开关拨到检测挡, 将探测头放到被检测的部位, 如果有超过灵敏度范围的泄漏量, 则警铃会发出声响;
- (5) 一旦查出泄漏的地方, 应将探测头移开此部位, 以免缩短仪器寿命;
- (6) 如果制冷系统大量泄漏或刚经过维修, 在发动机室内会有大量制冷剂气体, 此时必须先吹干净, 再进行检查, 否则无法找到确切的部位。



图 8.3 电子检漏仪

8. 卤素灯检漏

卤素灯检漏仪结构见图 7.6 所示。它是让制冷剂气体进入安装在喷灯处的吸管内, 利用喷灯的火焰颜色改变这一特性来判断系统内的泄漏部位和泄漏程度。

用卤素灯检漏的方法为:

- (1) 向检漏灯加入液态丙烷或无水酒精;
- (2) 打开节气门, 点燃气体的, 调节火焰, 高度应在反应板之上 12.7mm 左右为宜;
- (3) 此火焰高度应烧至铜反应板变成樱红色为止;
- (4) 降低火焰高度, 使其在反应板之上 6.35mm 或和反应板持平。
- (5) 移动导漏软管, 使其开口依次放在系统各个接头下部, 观察火焰颜色, 火焰颜色与泄漏诊断对照如表 8.5 所示。

表 8.5 火焰颜色与泄漏诊断对照表

燃烧工质	火焰颜色	故障诊断
酒精	变成浅绿色	有少量泄漏
	变成深绿色	有大量泄漏
丙烷	变成浅蓝色	有较少泄漏
	变成蓝色	有较多泄漏
	变成紫色	有大量泄漏

8.4 空调检修阀及表座的使用

8.4.1 检修阀

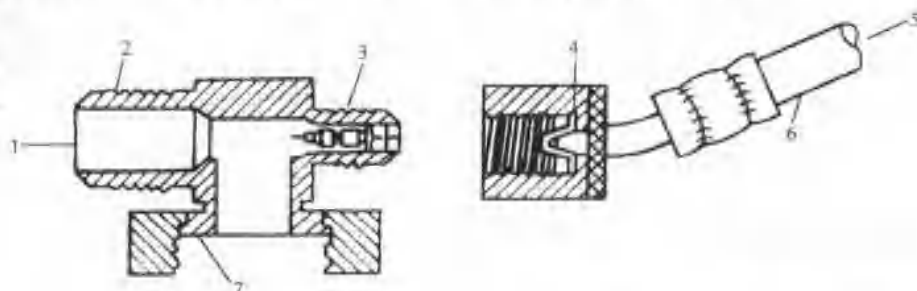
汽车空调制冷系统是一个封闭的系统, 但为了充注制冷剂和方便检测维修, 通常在制冷系统管路上设置了检修阀。检修阀也称测试阀或测试孔。

大多数汽车空调制冷系统中都有两个检修阀, 某些汽车空调上还装有三个检修阀。检修

阀分别设置在高压侧和低压侧，有的装在压缩机的吸气口和排气口上，有的装在储液干燥器和集液干燥器上，有的装在管路上。常用的检修阀有气门阀（自动阀）和手动检修阀两种。

1. 气门阀

气门阀又称阀芯型检修阀，也称施拉德尔阀，其结构如图 8.4 所示。气门阀的阀芯类似于汽车轮胎上的气门芯。它有两个位置：开启和闭合，不用时处于闭合状态。当要检修制冷系统时，把带有顶销的注入软管接头连接在气门阀上，顶销就把气门阀阀芯顶开，系统管路便与注入软管相通，制冷剂就能进入检测用软管，这时，即可进行作业（制冷剂的充注、排放和压力检测）了。卸去检测用软管时，气门阀则会自动关闭系统接口。



1-通向制冷系统管路；2-检修接口；3-气门阀；4-顶销；5-通向压力表；6-注入软管；7-通向压缩机（储液干燥器）

图 8.4 气门阀

将检测软管与该阀连接时应注意：只有当注入软管一端连接在歧管压力计上后，另一端才能连接在气门阀上。当连接好后，软管的另一端不能从歧管压力计上拆除，否则将会引起制冷剂流失。

2. 手动检修阀

手动检修阀是一种以手动方式控制制冷剂流向的三通阀，通常布置在压缩机上，标有英文字母“S”的为低压侧检修阀，标有英文字母“O”的为高压侧检修阀。

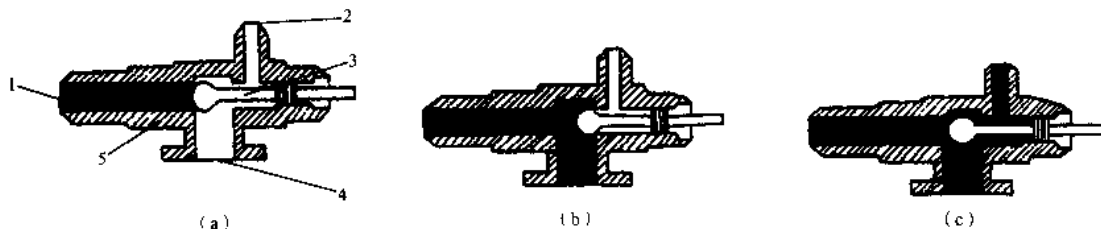
卸下检修阀的保护帽后，可以看到一个方形调节杆，如图 8.5 所示，用合适的扳手扳动调节杆，可使阀处于三种不同的位置：前位、中位和后位。如图 8.6 所示。



图 8.5 卸下检修阀的保护帽

将调节杆顺时针旋到底时检修阀处于前位，如图 8.6 (a) 所示，这时制冷剂不能流到压缩机。压缩机从制冷系统中隔离出来，以便对它进行检修或更换。在这一位置时，压缩机仅与压力表（如果已接上压力表）相通。

将调节杆逆时针旋转到底时检修阀处于后位，如图 8.6 (b) 所示。后位是系统中检修阀的正常工作位置，制冷剂能通过压缩机正常循环，但到达不了压力表，歧管压力计不能测出制冷剂压力值。



1-制冷系统管路接口；2-压力表接口；3-柱塞；4-压缩机接口；5-阀体

图 8.6 手动检修阀的三种状态

从后位顺时针（或从前位逆时）拧转调节杆 1~2 圈，检修阀即处于中位（三通位置），这时制冷剂不仅在整個制冷系统内流通，还可到达压力表口，以便测量压力。中位主要用于对制冷系统进行检修作业，如充注或放出制冷剂、抽真空，又可用歧管压力计来判断故障等。

注意：在打开手动检修阀上的压力表接口前或要从检修阀上拆除注入软管时，一定要将检修阀处于后位，否则会造成制冷剂喷出。

8.4.2 仪表检测作业前的准备工作

1. 连接歧管压力表组

注意：R12 制冷系统和 R134a 制冷系统的歧管压力表组（接口是有区别的）决不能混用。

如图 8.7 所示为 R134a 系统的歧管压力表组。将歧管测试表（高、低压力组合测量表）接入空调系统。把歧管测试表上低压侧软管接在压缩机的吸气侧；再把歧管测试表上的高压侧软管接在压缩机排气侧，接头处用工具拧紧，如图 8.8 所示。应注意的是歧管测试表上的手阀必须关严，然后才能进行下一步作业。

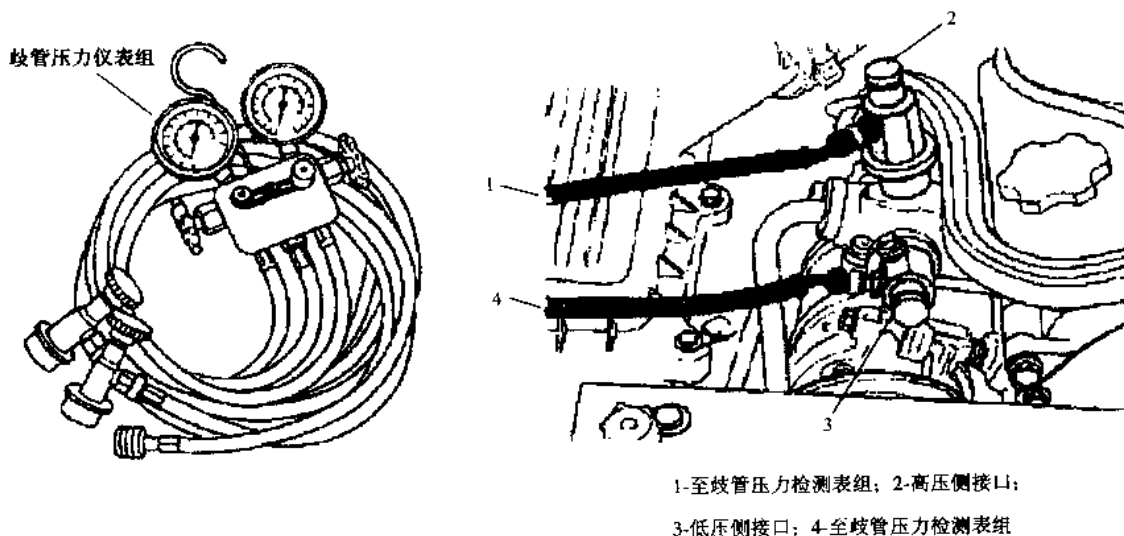


图 8.7 R134a 系统的歧管压力检测表组 图 8.8 歧管压力检测表组和高压侧维修接口与低压侧维修接口的连接

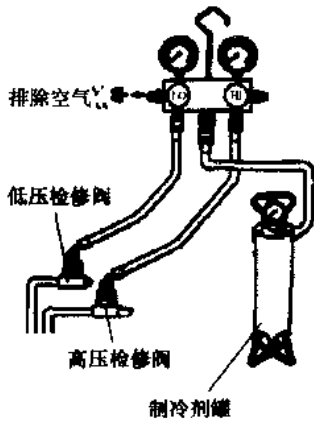


图 8.9 排除歧管测试表软管内的空气

2. 排除软管内的空气

当歧管压力表组接好后，首先要排除软管内的空气。操作步骤是：顺时针转动低压侧维修阀阀杆 2 至 3 圈，再顺时针转动高压侧维修阀阀杆 2 至 3 圈；微开低压侧手阀数秒钟，排除低压侧软管内空气，关闭此阀；同样微开高压侧手阀数秒钟，排除高压侧软管内空气。如图 8.9 所示。

3. 检测维修前的其他准备

起动汽车，拧动怠速螺钉，调整发动机转速至 1500r/min；开动空调器，将有关控制器调至最凉位置（风机亦应在最高速）；按需要使发动机温度正常（约

运行 5~10min）后，进行检测和维修作业。

以上操作适用于装维修阀的空调系统。如果装的是气门阀，歧管测试表软管端应装有压销，要是没有，应选配适当接头，操作顺序相同。

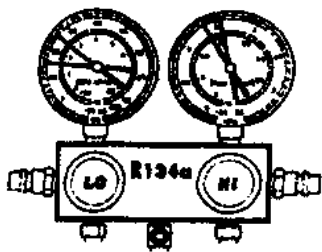
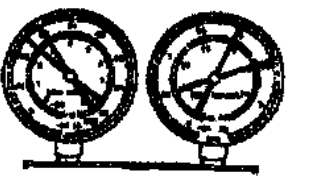
对任何给定的环境空气温度，高压侧压力表的读数应该是温度压力表数值加上或减去几个千帕。

8.4.3 仪表检测判断与故障排除

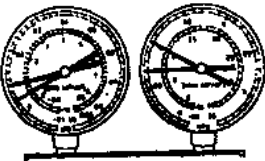
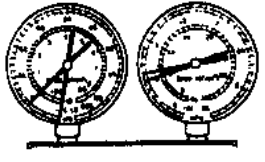
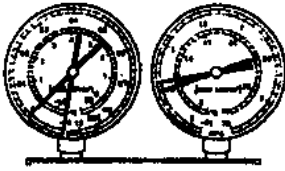
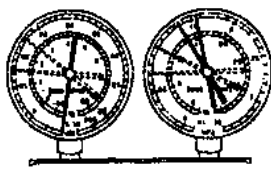
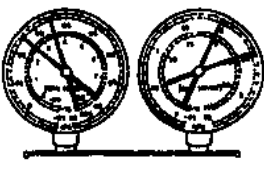
用歧管测试表（高、低压力组合测量表）测试、检查制冷系统压力时要满足下列条件：发动机转速为 1500r/min；鼓风机开关开到最高挡；温度设定在强冷。

制冷系统常见故障及用歧管测试表（高、低压力组合测量表）检查与排除方法如表 8.6 所示。需要明确，对发生故障的系统，如制冷剂不足，温度和压力之间没有确定的对应关系。

表 8.6 用歧管测试表检查与排除制冷系统故障

歧管测试表显示状态	所见的症状	可能的故障原因	故障排除
正常 	低压侧压力：R12 系统为 0.221~0.228MPa R134 系统为 0.207~0.214MPa 高压侧压力：R12 系统为 1.276~1.310MPa R134 系统为 1.407~1.448MPa R12 在 0℃ 时和 R134a 在 1.4℃ 时，蒸发压力为 207kPa R12 在 33.9℃ 时和 R134a 在 52.8℃ 时，冷凝压力为 1320kPa 注意：实际测值要比上述理论值高，具体车辆参照该车手册		
间歇性的制冷 	在运行中低压端的压力时而呈真空，时而正常	干燥剂处于饱和状态，制冷装置中的水分在膨胀阀节流孔处结冰暂时阻止制冷剂循环，但冰融化后又恢复正常	-更换储液罐 -反复排出空气以排出制冷装置中的水分 -添加适量制冷剂

续表

歧管测试表显示状态	所见的症状	可能的故障原因	故障排除
制冷剂不足 	高、低压端压力均很低， 在观察窗可持续见到气泡	-制冷装置有渗漏 -制冷剂不足或渗漏	-用测漏仪检测制冷剂渗漏，必要时修理 -添加适量制冷剂 -当制冷装置与歧管测试表连接，如果压力指示接近零时，找出渗漏并修理
制冷不充分 	高、低压端的压力都偏低， 从储液干燥器到膨胀阀的管子都结霜	-干燥剂的污垢阻碍制冷剂流动	-更换储液干燥器
不制冷（在某些情况下间断制冷） 	低压端出现真空，高压端的压力极低；在膨胀阀或干燥器前后的管子上结霜或结露	-制冷剂中的水分或污垢阻碍制冷剂流动 -制冷剂不循环 -感温包内气体泄漏	-通过用气体吹，清洁膨胀阀中的污垢 -更换储液干燥器 -抽真空并加入适量的制冷剂 -如果感温包气体泄漏，则更换膨胀阀
制冷不足 	高、低压端的压力都太高； 冷凝器进出口管均高温；发动机转速下降时，通过观察窗也见不到气泡	-制冷剂过量，不能充分发挥制冷效果 -冷凝器冷却不充分 -风扇电机故障	-清洗冷凝器 -检查电压和风扇电机转速 -如果上面两项均处于正常状态，检查制冷剂数量，注入适量的制冷剂
制冷不佳 	高、低压端的压力都太高， 且快速波动；触摸时感到低压管道发热；从观察窗可以观察到气泡	空气进入制冷系统或抽真空不充分	-检查压缩机油是否不清洁或不够 -抽出空气并注入新的制冷剂
制冷不充分 	高、低压端的压力都太高； 在低压端的管子上结霜或结大量的露	-膨胀阀有故障或热敏管安装不当 -在低压管中制冷剂过量或膨胀阀开口太宽	-检查热敏管安装情况 -检查膨胀阀，如有缺陷更换膨胀阀
不制冷 	低压端压力太高；高压端压力太低	-压缩机内部泄漏 -压缩机故障或阀门泄漏或损坏	-修理或更换压缩机

一般来说:

(1) 压力表的读数, 高、低压均很低, 说明制冷剂不足。制冷剂不足表明系统内某处出现泄漏, 必须找出泄漏点并加以排除。

(2) 压力表的读数, 高、低压均过高, 很可能是制冷剂过多引起。处理方法是, 从低压侧逐渐放出一部分制冷剂, 直到压力表指针显示规定压力为止。

如开始时正常, 后来出现上述现象, 这是由于冷凝器散热差造成的。可检查冷凝器散热片是否堵塞、风扇皮带是否过松、风扇转速是否正常, 并予以排除。

(3) 系统内存在空气, 也可使高、低压都增高, 现象同制冷剂过多时相似, 高压侧比前者还要高些, 有时会出现明显的快速波动。按(2)的办法排除不掉高压, 可确定为制冷管路内有空气。排除的办法可考虑更换干燥剂、清洁冷冻机油、重新加注制冷剂等。

(4) 压力表读数, 低压侧偏高, 高压侧偏低, 如增加发动机转速, 高、低压变化都不大。这种情况一般是压缩机工作不良所造成。应检查机内阀片是否损坏, 活塞及环是否磨损, 并予以排除。

(5) 压力表读数, 低压侧出现真空, 高压侧压力过低。这种情况多由在膨胀阀热敏管内的制冷剂完全泄漏, 使膨胀阀内的阀门全部关死, 造成制冷剂不循环流动, 系统不能制冷。排除的办法是更换或拆修膨胀阀。

(6) 如果压力表读数, 低压侧与高压侧差别不大。这种情况多由压缩机阀门关闭不严或压缩机损坏造成。

(7) 恒温调节器失效的一个标志是蒸发器盘管外面覆盖冰层, 盘管上结冰会阻挡空气流过。

8.5 汽车空调制冷系统脏堵、冰堵及系统内空气排除

8.5.1 制冷系统脏堵与冰堵的检修

制冷系统发生脏堵或冰堵后, 表现为制冷量不足或不制冷。脏堵多数发生在储液干燥器、集液干燥器、膨胀阀或节流管处; 冰堵多发生在节流处。如因制冷管路堵塞而不制冷, 可通过细致的触摸来检查, 从储液干燥器或冷凝器的出口, 沿着制冷液管一直到节流装置的进口, 这些部位都应该是温的。如果任一部位是冷的, 表明这里被堵住了。只有节流装置的进口是温的, 其出口是冷的, 实际上该处在系统正常工况下可能是最冷的。

注意: 高压侧受堵可引起极高的温度, 须小心避免烫伤。

判断堵塞是脏堵还是冰堵, 可将空调器关闭 10~15min, 然后再开启。如果压力表读数立即指向不正常工况则说明可能是脏堵。如果压力表读数正常只有几分钟, 然后进入不正常值, 则是冰堵, 说明系统内有过多的水分没有被干燥器或储液器中的干燥剂吸收。

排除方法:

对于冰堵可由更换储液干燥器或集液干燥器解决。

如是脏堵, 除更换上述器件外, 膨胀阀或节流管也应清洗或更换。

应注意的是节流管是不可互换的。福特车使用的节流管, 在通用公司车上不能使用。但拆卸更换可使用相同的维修工具。更换节流管时, 一定要注意更换正确的部件。

一些车的液体管中有不易拆卸的节流管。它在冷凝器出口和蒸发器进口间的确切位置,

由液体管中的三个槽口确定。更换这类节流管时建议连液体管一同更换。

8.5.2 系统内空气的排除方法

如果制冷系统的管路中含有空气，排除的方法是给系统接上歧管压力表组（也称为歧管检测表）并置于系统上方（如图 8.9 所示），打开检修阀使歧管压力表组与制冷系统连通，这时歧管压力表组是整个制冷系统的最高点，当制冷剂静止（压缩机停止转动后）管路中的空气会向这个最高处即歧管检测表的软管内聚集，然后按前面所述排掉检测软管内空气，再使压缩机工作一段时间后，使制冷剂充分静止，让其他部位的空气向检测软管内聚集，通过歧管压力表组排掉空气，反复多次，至空气排完为止。

8.6 制冷系统放空与回收制冷剂

8.6.1 制冷系统的放空

制冷系统放空是指排干净空调制冷系统内的全部东西，一般是指制冷剂，同时也指空气和水蒸气。当系统有零部件需要维修或更换时，就需要排空系统。但是，不准把制冷剂有意识无回收地排入大气，这是违法的，否则，据环境保护协会（EPA）规定和我国环境保护法，将负有“蓄意泄漏”的责任。

现在必须用制冷剂回收系统排空空调系统中的制冷剂。制冷剂回收系统有不同商家生产的多种型号，使用时应按制造商给的说明和方法进行，以保证安全并能圆满地完成这一过程。

注意：周围环境一定要通风良好；排出与回收的制冷剂不能接近明火，以免产生有毒气体。

操作过程：

- (1) 将歧管压力表组装置接入系统；
- (2) 把空调的控制开关都置于最大的冷却位置，风扇以最高转速运转；
- (3) 起动发动机，将转速调至 1200~1500r/min 并运行 10~15min；
- (4) 把发动机转速调到正常的怠速状态；
- (5) 关闭空调控制开关；
- (6) 关闭发动机。

在排放系统时，不要让制冷剂泄放太快，以免带出压缩机内的冷冻机油。

为了避免污染，冷冻机油一旦排出，不得倒回容器，更不能把它与其他制冷剂相混合。

使用机油后，立即盖好容器盖，并加以密封，以免吸入湿气。

不要把制冷剂溅到车辆上，它会损坏油漆。如果溅到车表面上，应立即清除。

8.6.2 回收制冷剂

回收制冷剂指的是将汽车空调制冷系统中的制冷剂移至一个外部容器中。

任何一种制冷剂回收系统，都能完成这一工作。

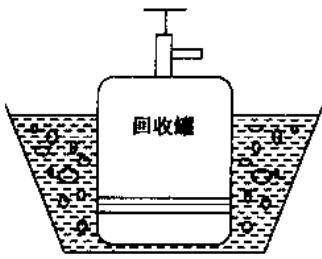


图 8.10 回收制冷剂的装冰大桶

下面要介绍的方法，尽管慢，但仍可用于单纯的制冷剂回收。虽然这种方法回收的制冷剂量没有正式回收系统回收的量多，但它回收的量足以满足 EPA 的规定要求，即达到系统中充量的 80%~90%。

该方法是基于制冷剂静止时将流向系统的最冷处这一前提。方法步骤如下：

(1) 将一个回收容器置于车旁盛有冰块的大桶里；回收容器应低于空调制冷系统平面，容器内的充液不能超过容积的 80%。

(2) 往桶里加入水和盐，将温度降低到约 -17.7°C ；或者加入干冰（一种化学药品）将温度降低到 -26°C ，如图 8.10 所示。

(3) 用一维修软管，将系统高压侧的检修阀与回收容器上的气门阀相连接。

(4) 打开所有阀门。

(5) 用毯子盖住回收容器和大桶，以便与环境空气隔绝。

(6) 将灯光和其他热源置于储液器或集液器附近。

(7) 回收过程最少需要用 1~2 小时，实际所需时间取决于环境温度和回收制冷剂的量。

8.7 系统抽真空

系统内排出了制冷剂后，还要抽真空，以便排除系统内的空气和湿气：

8.7.1 准备工作

在给系统抽真空时，需完成如下准备工作：

- (1) 将表座接入系统；
- (2) 压缩机高、低压维修阀置于微开位置；
- (3) 表座上高、低压侧手阀置于闭合位置；
- (4) 拆除真空泵进、排气口护盖；
- (5) 表座上的中间软管接在真空泵进口上，如图 8.11 所示。

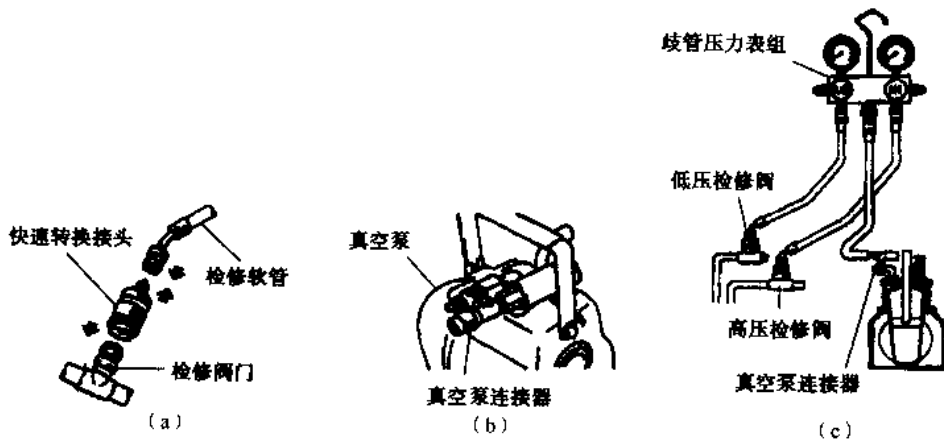


图 8.11 连接歧管压力表组与真空泵

检修软管应能承受压力 3.45MPa 以上,爆裂压力应高达 13.8MPa。软管的颜色有白、黄、红、蓝 4 种。低压软管为蓝色,高压软管为红色,中间软管为黄色或白色,以免接错。

检修软管长度已标准化,最常用的长度为 0.914m;其他长度依次为 0.61m、1.22m、1.52m 等。标准检修软管管端与表座和压缩机进口接头的配合,均用 6.35mm (1/4 英寸)坡口连接,并装有可更换的尼龙、氯丁橡胶或橡胶垫片。上述垫片常是泄漏的根源,应定期更换。

检修软管的一端装有销子,此端应接气门阀或检修阀,无销子的一端应接表座;如软管上没有装销子的一端,应加气门阀快速转换接头。

8.7.2 系统抽真空

抽真空的操作步骤:

- (1) 起动真空泵;
- (2) 打开歧管压力表组上低压侧手阀,观察压力表,表针应向下偏摆,略有真空显示;
- (3) 约 5min 后,歧管压力表组应达到 33.6kPa,高压表表针应略低于 0 刻度;
- (4) 如高压表指针不低于 0 刻度,而且表针又非为挡铁所限位,表明系统内有堵塞,应停止抽真空,排除故障;
- (5) 观察压力表,如无泄漏,真空最低应在 (20.05~13.28) kPa;
- (6) 达不到上述压力时,关闭低压侧手阀,察看歧管压力表组指针是否上升;
- (7) 表针上升说明有真空损失,要查明漏点予以修理;
- (8) 如无泄漏,继续抽真空。

8.7.3 结束抽真空

结束抽真空需做的工作:

- (1) 抽真空不得少于 30min,如时间允许,可再长些;
- (2) 抽真空后,关闭歧管压力表组上高、低压侧手阀;
- (3) 关闭真空泵。

8.7.4 系统检测

- (1) 歧管压力表读数应在 3.12kPa 左右;
- (2) 歧管压力表表针的上升在 5min 内,不得高于 3.4kPa;
- (3) 如系统达不到上述标准,应注入一定量制冷剂,然后重新检漏;
- (4) 系统真空达到上述要求后,关闭检修阀,可开始充注制冷剂。

8.8 汽车空调系统制冷剂的充注

对汽车空调系统充注合适型号与一定量的制冷剂是空调维修过程中最重要的操作。系统充注的制冷剂不合适不仅达不到最佳性能,并会引起不正确的诊断和导致不必要的维修。

充注制冷剂不足的系统将发生:高负荷条件下冷量不足;由于循环压力开关(若已安装的话)紧闭不断,引起压缩机循环加快;压缩机过早失效。

充注过量的系统将导致:高压区压力过高;在任何负荷下均使制冷能力下降;工作压力控制不当;压缩机过早失效。

注意：高压区压力较通常情况下高并不一定是制冷剂过量。

给汽车空调系统充注制冷剂，可以采用重量法、图表法、低压侧压力指示法和高压侧压力指示法等。然而，不是所有的方法均能应用到所有的系统。

下面介绍三种给系统加入制冷剂的典型方法。

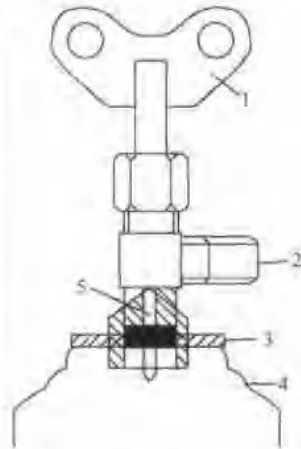
8.8.1 系统关闭时由磅罐充注

假定系统已经被抽真空。如没有抽真空，在充注制冷剂之前，按前面所述内容对系统抽真空。

用磅重罐装制冷剂充注系统的操作步骤：

(1) 保证罐注入阀柄位于反时针的位置。

(2) 把罐注入阀接到制冷剂罐上，如图 8.12 所示，用锁紧螺母固定阀门，或用夹紧把手固定阀门。



1-蝶形手柄；2-螺纹接头；3-盘形锁紧螺母；4-制冷剂罐；5-针阀

图 8.12 连接制冷剂罐的注入阀

(3) 要保证歧管检修软管截止阀关闭。

(4) 把歧管检修软管连接到罐口上。

(5) 按顺时针方向转动阀柄到最后位置，刺穿罐子。

(6) 使歧管到截止阀之间处于真空状态，沿反时针方向拧罐上的阀柄。

(7) 使中心检修软管到截止阀充满制冷剂。

注意：此时不要打开高低压阀门。

(8) 打开检修软管截止阀。

(9) 打开高、低压侧检修管截止阀。

(10) 打开高压侧压力表歧管阀门，观察低压侧压力表的压力。因为制冷剂必须循环通过系统，给低压表加压。如果低压表的指针没有从负压范围移动到正压范围，说明系统有堵塞。需将系统抽空并做适当维修，疏通堵塞。这时要关闭高压手动阀，关闭软管截止阀，关闭检修软管和高、低压软管。否则，往下进行。

(11) 把罐子倒置（罐口向下），让制冷剂注入系统。

警告：不要加热制冷剂容器或使其靠近明火。

(12) 参照生产厂家所给的系统容量，如果需要充注其他罐中的制冷剂，重复第（4）至第（11）步。

说明：系统通常需要 R134a 的量比 R12 少 10%。

8.8.2 系统运行时由磅罐充注

在系统运行时由磅罐充注制冷剂的操作步骤：

- (1) 起动发动机，并调节转速到 1250 r/min。
- (2) 确保两个歧管手动阀是关闭的。
- (3) 把空调控制开关调到最冷位置，使鼓风机转速达最大。
- (4) 打开检修软管截止阀。
- (5) 打开高、低压软管的截止阀。
- (6) 打开制冷剂罐上的注入阀。
- (7) 使制冷剂罐直立（罐口向上）打开低压歧管手动阀。
- (8) 在低压表的压力低于 377kPa 绝对压力时，将罐倒置，使制冷剂以更快的速度从罐中流出。调节低压手动阀门，保证低压表上的读数维持在 276kPa 以下，保证液态制冷剂没有进入系统。
- (9) 参照生产厂家所给的系统容量，如果需要继续充注另一罐制冷剂，重复第（4）至第（8）步。
- (10) 关闭全部阀门。
- (11) 取下制冷剂罐。
- (12) 拆下歧管压力表组装置。
- (13) 重装全部保持帽和罩。

8.8.3 由大容量制冷剂容器充注

大容量空调制冷剂容器一般有 10、15、25、30、50 和 145Lb（4.5、6.8、11.3、13.6、22.7 和 65.8kg）。使用这种大容量的制冷剂，需要一套秤量装置，用来确定正确的注入制冷剂的量。

假定系统已做好加注制冷剂的准备。操作过程如下：

- (1) 确保全部检修阀都是关闭的。检查检修软管截止阀、歧管手动阀、压缩机检修阀（有的压缩机没有此阀门）和制冷剂容器阀。
 - (2) 把中心歧管的检修软管接到制冷剂容器上。
 - (3) 打开制冷剂容器上的手动阀。
 - (4) 从歧管到检修软管截止阀之间处于真空状态，在这个状态下，制冷剂从容器流向软管截止阀。
- 警告：**要确保使用正确的制冷剂，R134a 和 R12 不能相混。
- (5) 打开检修软管截止阀。
 - (6) 打开高、低压歧管软管截止阀。
 - (7) 打开高压歧管手动阀，观察低压表的读数变化。
 - (8) 如果低压表指针没有从负压范围移动到正压范围，说明系统出现了堵塞，疏通堵塞并重新抽空系统。如果系统没有堵塞，进行下一步操作。
 - (9) 起动发动机并把转速调到 1250 r/min。
 - (10) 使压缩机转速在最高位置，空调控制开关调到最大制冷位置。

(11) 把制冷剂容器放在一个检定合格的秤上称出毛重量。

注意：使制冷剂容器始终处于直立的位置。液态制冷剂不准进入压缩机，否则会使压缩机受到严重损坏。

(12) 打开低压歧管手动阀，使制冷剂进入系统。

(13) 系统充满后，关闭低压歧管手动阀。

警告：小心不要让空调系统过充。

(14) 关闭制冷剂容器上的检修阀。

(15) 关闭检修软管截流阀。

(16) 从制冷剂容器上卸下检修软管。

(17) 记录下加入的制冷剂量。

(18) 如果需要，做空调性能测试和其他方面的测试。

(19) 把发动机转速调整到正常怠速。

(20) 关闭空调全部控制开关。

(21) 关闭发动机。

(22) 关闭全部阀门，关闭低压、高压检修软管截止阀、压缩机检修阀（有的压缩机上没有此阀）。

(23) 使用回收装置清除歧管和软管内残留的制冷剂。

(24) 重装全部保护帽和罩。

8.9 空调压缩机的维修

8.9.1 压缩机常见故障

汽车空调系统的大多数运动件都在压缩机上，因此压缩机的检修量最大。压缩机常见故障一般有以下几种。

1. 卡住

卡住的原因通常是润滑不良或者没有润滑。冷冻机油因制冷剂的泄漏而泄漏，或者蒸发器的溢油管、POA 阀的溢油阀、CCOT 系统的油气分离器（积累器）的油孔堵塞，都会使压缩机因得不到足够的润滑油而卡住。

如果发现离合器或皮带打滑，在排除不是离合器和皮带的故障后，一般都是压缩机卡住所致。这时应立即关闭 A/C 开关，检查系统是否泄漏，如果冷冻机油因系统泄漏而跑掉，则应进行检漏；如系统不泄漏，则是油路问题，检查溢油阀与蒸发器压力控制装置是否堵塞。如果堵塞，更换溢油阀，并清洗其他各阀，重新装回系统。

如果压缩机卡住很牢，根本不能转动，可能是活塞在汽缸内咬死，这种情况压缩机已无修理价值，一般报废处理。

2. 泄漏

泄漏是压缩机常见的故障。压缩机泄漏有漏油和漏气两种情况。泄漏轻微，只泄漏制冷剂，严重时，既泄漏制冷剂又泄漏冷冻油。在轴封处也有很微量的泄漏，如果每年的泄漏量

小于 14.2g，不影响制冷系统的性能，认为是正常情况；若泄漏量超过 14.2g，就必须进行检修，更换密封件。如果压缩机的缸体上出现裂纹产生泄漏，则应更换压缩机。

3. 压缩机无制冷剂输出或压缩不良

压缩机无制冷剂输出或压缩不良，可用歧管压力表检测压缩机的吸气压力和排气压力，如果两者压力几乎相同，用手触摸压缩机，如发现其温度异常的高，其原因是压缩机缸垫窜气，从排气阀出来的高压气通过汽缸垫的缺口窜回到吸气室，再次压缩，产生温度更高的蒸气，这样来回循环，会把冷冻机油烧焦造成压缩机报废。

如果进、排气弹簧片破坏或者变软，也将造成压缩机不能压缩制冷剂或压缩不良，这种故障只是吸气压力和排气压力相同或相差不大，而压缩机不会发热。

4. 异响

空调系统的异响主要来源于压缩机和蒸发器风扇。如果由压缩机发出，异响主要有以下几种：

(1) 尖叫声。尖叫声主要由离合器结合时打滑发出，或者由于皮带过松及磨损引起。

(2) 震动声，一般由压缩机的震动以及轴的震动引起。首先检查其支撑是否断裂，紧固螺栓是否松动，引起压缩机震动的还有皮带张力过紧或皮带轮轴线不平行。压缩机的轴承磨损过大，会引起轴的震动。皮带轮轴承润滑不良，也会引起震动声。

8.9.2 压缩机就车诊断

起动发动机，保持转速在 1250~1500r/min。把歧管压力表组接入制冷系统中，打开空调 A/C 开关，风扇开到最大位置。触摸压缩机的进气口和排气口，正常情况是进气口凉，排气口烫，二者之间的温差较大。如果两者温差小，再看歧管压力表，表上显示高低压相差不大，则说明压缩机的工作不良，应拆下修理。如果压缩机较热，再看歧管压力表，表上显示低压侧压力太高，高压侧压力太低，则说明系统内部密封不良，应更换压缩机。如果制冷系统的高、低压都过低，则说明系统内部的制冷剂过少，应进行检漏。如果是压缩机出现泄漏，则应更换或修理。

8.9.3 压缩机的维修

压缩机发生故障时，虽然大多数都能修复，但由于压缩机零配件太多，而且装配精度要求高，需要专用装配工具和夹具，所以许多汽车修理厂以检测判断故障为主，只对压缩机轴封泄漏和异响进行维修。

1. 压缩机的拆装

(1) 发动机怠速运转，使空调系统运转 10min，停止发动机，并拆下蓄电池的负极，拔掉电磁离合器插头，将制冷系统中的制冷剂排出并回收；

(2) 从压缩机上拆下排出和吸入软管，并把排出和吸入软管接头密封好，防止潮气和灰尘进入；

(3) 松开紧固调节装置，拆下传动皮带；

(4) 拆下搭铁线，拆下压缩机的固定螺栓、螺母、托架；

- (5) 取下压缩机;
- (6) 把压缩机里面的冷冻机油倒入一个量杯中, 并将其安装到专用的夹具上;
- (7) 用离合器前挡板拆卸器拆下离合器前挡板;
- (8) 拆下轴上的花键和定位垫片并把它们放好;
- (9) 使用卡环钳拆下轴封用的固定卡环;
- (10) 用拆卸工具拆下轴封座;
- (11) 用轴封拆卸工具拆下轴封;
- (12) 取下缸垫、“O”形圈、簧片阀板;
- (13) 取出内部的活塞、轴承、斜板等, 用专用清洗制冷剂 F-12 清洗;

(14) 压缩机的安装, 按与拆卸时的相反顺序操作。但拆下的轴封座、轴封和“O”形圈要全部报废换新件, 装上的零件需要用清洁的冷冻机油涂抹, 该冷冻机油必须与系统所加注的制冷剂相容。

警告: 不要用手指触摸轴封碳环表面, 通常人体分泌出的酸性物质会腐蚀轴封, 使其过早损坏。

2. 压缩机的检验

压缩机在工作台上就可以检验, 其方法如下:

(1) 检查内部泄漏: 在压缩机吸、排气检修阀上装歧管压力表。关死高、低压手动阀, 用手转动压缩机主轴, 每秒钟转一圈, 共转 10 圈, 这时, 高压表压力应大于 0.345MPa, 若压力小于 0.3MPa, 则说明内部漏气, 重新修理阀片、缸垫。

(2) 检查外部泄漏: 从低压端注入 0.5kg 的制冷剂, 然后用手转动主轴 5 圈。用检漏仪测轴封, 两端盖, 吸、排气阀口等处, 若无泄漏即可装回发动机舱内。

8.10 蒸发器和冷凝器的维修

冷凝器及蒸发器发生弯曲或破裂, 可用厚木板把它压平, 切勿敲打, 找出破裂处焊接好。如系散热管道破裂, 为便于焊接, 可以去掉小分散热片, 这对制冷效果影响不大。由于冷凝器多为铝合金做成, 焊接难度较大, 焊接后难免出现微漏之处, 如出现, 可把焊接处打磨干净, 用粘接剂堵漏, 24h 后即可安装使用。

热交换器是冷凝器与蒸发器的总称, 它们常见的故障是外面脏污、导管内部出现脏堵以及泄漏等。

8.10.1 蒸发器的检修

1. 蒸发器检查

蒸发器会有三个问题能使制冷能力下降: 泄漏; 翅片脏污; 管道堵塞或扭结。蒸发器心无运动部件, 不会磨损。

对蒸发器的检查有:

- (1) 检查蒸发器外表是否有积污或异味物品;
- (2) 检查蒸发器是否泄漏;

(3) 检查管道里面是否清洁、畅通。

2. 蒸发器的维修与更换

(1) 用高压水或压缩空气清洁蒸发器表面积污及异味物品，注意不能用高压蒸气冲洗蒸发器；

(2) 如果发现有泄漏应找出漏点进行焊补。

拆装蒸发器应按照如下程序进行：

(1) 回收制冷剂。

(2) 如果需拆下加热器软管才能接触到蒸发器，就需排空散热器。

说明：把冷却液排入洁净的容器里，以便重新使用。

(3) 如果需要就拆下加热器软管。

(4) 拆下任何可能妨碍或接触蒸发器的导线束、热防护罩、支架、罩子和支撑物。

(5) 在膨胀阀或节流管处，拆下液体管线。

(6) 在蒸发器或储液干燥器出口处，拆下空管线。

(7) 按手册要求，从车上拿下蒸发器。

(8) 把蒸发器中的冷冻油排入带刻度的杯子里。

(9) 重装蒸发器的操作与上述操作顺序相反。但要用相同数量和种类的冷冻油更换旧油；更换发脆的或破损的加热管；报废全部旧的“O”形环，用新的“O”形环替换。

8.10.2 冷凝器的检修

1. 冷凝器的检查

冷凝器的故障通常是由于外部堵塞、损坏或因泄漏而引起。外部堵塞是因灰尘、昆虫、树叶或外来的碎石等积聚在冷凝器翅片间而使空气不能通过，降低了冷凝器的传热能力。

清洗冷凝器可使用硬毛刷和强水流刷洗，注意不要弄弯翅片，这会造成冷凝器散热不良。

检查冷凝器的泄漏情况。如果是冷凝器进、出口处出现泄漏，可能是密封圈老化，需要紧固或换密封圈；如果是冷凝器本身泄漏，则应拆下进行修理。

2. 冷凝器拆装

(1) 将制冷系统中制冷剂排出回收；

(2) 把冷凝器的进、出口连接处连接螺母拆下来，并立即封闭制冷系统两端的管路；

(3) 拧下其紧固螺栓，取出衬垫，拆下冷凝器；

(4) 把冷凝器中的冷冻油排入带刻度的杯子里；

(5) 安装过程按卸下的相反顺序进行，但要换用新的“O”形密封环。

8.11 膨胀阀的维修

8.11.1 膨胀阀常见的故障

(1) 膨胀阀开度过大，制冷剂系统中高、低压均高。低压侧管路有结霜或大量的露水；

- (2) 膨胀阀开度过小, 制冷剂中高压侧压力高, 低压侧压力低, 制冷不足;
- (3) 膨胀阀入口滤网阻塞;
- (4) 膨胀阀的针阀(球阀)与阀口产生黏住、发卡或阀口脏堵;
- (5) 膨胀阀冰堵;
- (6) 感温包、毛细管破裂、失效;
- (7) 感温包位置不当, 固装不牢。

8.11.2 膨胀阀的维修

如果是上述(1)或(2)故障, 可调整其调节螺栓, 顺时针方向拧, 内弹簧减弱, 开度增大; 反之开度小。这里要注意: 调整需要专用工具和原厂的一些数据, 如没有原厂资料, 请不要乱调, 否则更换新的膨胀阀。

如果是上述(3)故障, 可拆出清洗, 烘干装回。

如果是上述(4)故障, 可拆下来用制冷剂冲洗, 然后加冷冻机油润滑, 也可更换膨胀阀。

如果是上述(5)故障, 先排空制冷系统, 然后抽真空, 重新加注制冷剂。

如果是上述(6)故障, 更换新的膨胀阀。

如果是上述(7)故障, 应重新安装固定。

8.11.3 膨胀阀的拆装

- (1) 从恒温开关断开其连接插头;
- (2) 拆除连接管路, 将其制冷剂系统两端封闭, 拆下固定螺栓, 拆出膨胀阀。

膨胀阀的安装与拆卸的顺序相反, 但安装时要注意膨胀阀应垂直安装, 不允许倒置, 感温包应安装在蒸发器出口的水平管上端, 保证两者有良好接触和传热。

小 结

- (1) 检漏最简便易行的方法是使用商用肥皂水;
- (2) 流行的检漏方法是使用电子检漏仪;
- (3) 维修过程中大意或操作不当会导致空调系统中水分增加;
- (4) 系统内有空气会产生与制冷剂或冷冻机油灌注过多相同的症状;
- (5) 正确诊治系统制冷剂量不足应先修补漏孔, 然后对系统重注制冷剂;
- (6) 充注空调系统时须遵循厂方的程序与说明。

习 题 8

一、填空题

1. 汽车空调制冷系统常用的检漏方法有: _____ 检漏、皂泡检漏、_____ 检漏、荧光检漏、_____ 检漏、真空检漏、电子检漏仪检漏、_____ 检漏。
2. 大多数情况下, 系统的高、低压检修阀装在压缩机_____上, 如果压缩机上没

有找到检修阀，则低压检修阀将在蒸发器的_____到压缩机的_____间找到，高压检修阀将在_____的出口到_____的入口间找到。

二、问答题

1. 技师甲认为，肥皂水检漏只能用于系统低压侧；技师乙认为，系统不工作时，肥皂水检漏既可以用在高压侧也可以用在低压侧。谁正确？

2. 技师甲认为，回收罐浸在冰槽中可帮助加速回收；技师乙认为，加热储液干燥器或储液器有助于加速回收。谁正确？

3. 技师甲说，测试 TXV 最小流量时，用暖布包裹远程测温包；技师乙说，测试 TXV 最大流量时，把远程测温包插入冰水中。谁正确？

4. 技师甲说，要拆下损坏的轴承，用锤子就很容易把它从机壳里拆下来；技师乙说，可以这样做，但又补充说也可以使用软质锤子安装新轴承。谁正确？

5. 技师甲说，R12 与 R134a 不能互换；技师乙说，早期 R12 用的干燥剂，不应该用在 R134a 上。谁正确？

6. 技师甲说，如果对系统进行了清除和排空，就不必抽真空；技师乙说，如果系统打开时间不到 5min，就不必抽真空。谁正确？

7. 技师甲说，截止型维修阀有一前固定位置；技术员乙说，施拉德型维修阀也有一前固定位置。谁正确？

8. 技师甲说，维修蒸发器时必须放干发动机冷却液；技师乙说，维修加热器时必须排干制冷剂。谁正确？

9. 技师甲认为，新的皮带在短距离试车后需重新张紧；技师乙认为，V 形带需预紧，在短距离试车后不须再拉紧。谁正确？

10. 简述空调除臭的方法。

11. 简述制冷系统脏堵的检查方法。

12. 简述制冷系统冰堵的检查方法。

13. 描述制冷系统内空气排除的方法与步骤。

14. 描述一种回收制冷剂装置的操作方法。

15. 怎样给系统充灌制冷剂？

16. 如何在系统中添加染料以检查泄漏？

第9章 汽车空调控制系统与电器的检测维修

在学完本章后应能:

- (1) 掌握电气故障检修的处理方法和注意事项;
- (2) 说明电磁离合器装置的功能和应用;
- (3) 对空调压缩机和电磁离合器进行大修和性能调整;
- (4) 了解空调控制系统的设定与故障编码;
- (5) 掌握空调自检故障码的读取与清除。

9.1 空调电气系统检测步骤

9.1.1 电气故障检修的五步处理法

第1步, 核查故障。接通故障电路中所有元件的电源, 核查故障, 注意症状。在没有确定故障部位前, 不要开始拆卸或测试。

第2步, 原理分析。查阅原理图, 以确定故障电路。从电源开始, 沿电流路径检查各组件, 直至接地, 以此确定该电路的工作原理。如果有若干条线路同时出现故障, 则很可能是由熔断器或接地引起的。基于症状以及对电路工作原理的理解来识别造成故障的一个或多个原因。

第3步, 通过电路测试来确定故障。进行电路测试, 以检查步骤2中所做的诊断。首先测试最有可能导致该故障的原因, 并从容易接近的若干点进行测试。要记住, 有条理而又简单的步骤是有效排除故障的关键。

第4步, 处理故障。故障被识别后, 就是进行维修。维修时, 应使用正确的工具, 并按安全的操作步骤来进行。

第5步, 确认电路工作正常。在所有工作模式下, 接通已维修过的回路中的所有组件, 确认已排除了整个故障。如果故障是熔断器熔断, 则必须测试该熔断器连接的所有电路, 确认没有新的故障出现并且原故障已不再重新发生。

9.1.2 电气检修注意事项

(1) 只要点火开关接通 (ON), 决不可断开任何 12V 电气工作装置。因为在断开这类装置时, 由于任何一线圈的自感作用, 都会产生很高的瞬时电压, 有可能超过 7000V, 使电脑及传感器严重受损。不能断开的部分电气装置如: 蓄电池的任一线缆; 混合气控制电磁阀; 怠速控制装置 (步进电动机); 电磁喷油器; 二次空气喷射电磁阀; 点火装置的导线; 电脑的 PROM; 任何电脑的导线; 鼓风机导线连接器; 空调离合器导线等。

(2) 在对蓄电池进行拆卸与安装时, 务必使点火开关和其他用电设备开关均置于关断位置 (OFF)。

(3) 拆下蓄电池负极搭铁线后, 电脑内所储存的所有故障信息 (代码) 都会被清除掉,

因此,如有必要,应在拆下蓄电池负极搭铁线前,读取电脑内的故障信息。

如果从蓄电池上拆下负极线,收音机的 AM/FM1/FM2 的频率位置存储就会消失,因此在拆卸前必须记下此位置,搭铁线接上后,再恢复到此位置。

如果负极线从蓄电池上拆下,当重新接上时防盗系统将起动作,收音机、磁带、CD 均不能工作,必须正确输入解密密码后才会重新工作。

(4) 处理电子元件前,先放去静电。当人员进出车厢时,人体的静电可能产生很高的电压,因此,对电脑操作和数字式仪表检修时,一定要事先放去静电,释放静电可用触摸地线或在身体皮肤(如手腕)上接金属线,将其一头缠在手腕上,另一头接在车身上(搭铁)。

(5) 在拆卸电控系统各电线接头时,首先要关掉点火开关(OFF)并拆下蓄电池负极搭铁线。如果仅检查电子控制系统,那么仅关掉点火开关(转到 OFF 位置)即可。

(6) 为了避免使控制单元线束接头变形,测量表笔不要直接插入接线柱,要从线束旁插入探针,然后通过探针进行测量。

(7) 在装上或取下电脑时,操作人员应先使自己搭铁(接触车身),否则,身体上的静电会损坏电脑电路。

(8) 不要触摸电脑控制模块电路板上的电脑接头接脚、集成电路接头接脚或焊上去的元件。

(9) 对电控系统进行检修时,应避免电控系统由于过载而损坏。电控系统中,电脑与传感器的工作电流通常都比较小,因此,与之相应的电路元器件的负载能力也比较小。在对其进行故障检查时,若使用输入阻抗较小的磁电式(也称指针式)检测工具,则可能会因检测工具的使用,造成元器件超载而损坏,所以注意:

① 绝不可用试灯对电控系统的传感器部分和电脑控制单元进行检查(包括对其接线端子的检查)。

② 在装有电子控制系统的汽车上,坚决禁止用搭铁试火或拆线刮火的方法对电路进行检查。

③ 除了某些车辆的测试程序中有特殊说明外,一般不能用指针式万用表检查电控系统部分的电阻,而应该用高阻抗的数字式万用表(10MΩ以上)或是电控系统专用检测仪表。

(10) 除非测试步骤上特别说明,否则决不要把蓄电池电压直接施加给元件。

(11) 不要试着拆开控制单元。

(12) 在一般情况下,不要打开电脑盖板,因为故障大部分是外部设备故障,电脑故障一般比较少,即使是电脑有故障,在没有检测手段(检测电脑工作的示波器、信号发生器等设备)的情况下,打开电脑盖板也不可能解决任何问题,相反,很可能因为操作不当而导致新的故障。

(13) 进行电焊前(如点焊),先拆开蓄电池、气温控制器、喷油机构、定速控制系统、ECM(发动机控制模块)及收音机。

(14) 如温度可能会超过 176° F (80°C),如红外线喷漆室中,要拆下所有的 ECU(电子控制装置)。

(15) 切记电控汽车上所采用的供电系统均为负极搭铁,安装蓄电池时,要特别注意正、负极不可接反。

(16) 车上不宜装功率超过 8W 的无线电台,如必须装时,天线应尽量远离电脑,否则会损坏电脑中的电路和部件。

(17) 在蓄电池接地线连接较松的情况下, 不得尝试起动发动机, 否则会严重损坏接线。

(18) 如果蓄电池的接地线没有断开, 不得对蓄电池进行快速充电, 否则, 会损坏交流发电机的二极管。

(19) 切记不可用水冲洗电脑控制单元和其他电子装置, 并注意电脑控制系统的保护, 避免其因受潮而引起电脑电路板、电子元器件、集成电路和传感器的工作失常。

(20) 注意受屏蔽保护的导线和 ABS 系统导线不能修理。

9.1.3 空调电气系统检测步骤

表 9.1 空调电气系统检测步骤

检测步骤	被检部件
1	-控制和显示的供电、接地和照明 -点火开关关闭时间间隔信号
2	-温度传感器
3	-带附加控制单元的新鲜空气鼓风机
4	-空调伺服电机和附加电位计
5	-空调压力开关 -“发动机温度过高”信号 -“空调压缩机接合”输出
6	-电磁离合器供电 -电磁离合器起动
7	-只用于某些装备的输出/输入 -“停车加热”输入 -“太阳车顶”输入

在检查维修中, 汽车空调电气系统的一般检测步骤如表9.1所示。如用自动空调的自检测系统进入电气检测, 在后面来介绍。一般自检测程序及操作步骤和检测的内容因车而异。

9.2 空调电气器件的检修与更换

9.2.1 热敏电阻(温度传感器)的检测

检查热敏电阻(温度传感器)可将热敏电阻(通常是一个小圆片形的热敏电阻)从空调器上卸下, 放入冷水中, 如图9.1所示。在改变水的温度时, 测量接头的电阻。根据该车型空调说明书提供的热敏电阻与温度变化特性曲线, 检查温度和电阻变化是否符合要求。若不符合要求, 更换热敏电阻。

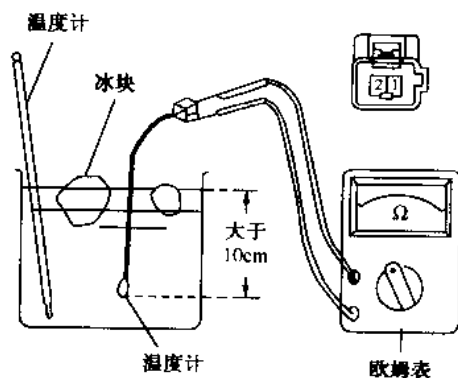


图 9.1 热敏电阻检查方法

9.2.2 过热开关的检查

按照如图 9.1 所示热敏电阻的检查方法, 将温度传感器浸到放满冷水的容器中, 然后改变水温, 按表 9.2

表 9.2 过热开关的检查

水温	开关状态
高于 24.5~30.5℃	变成 ON
低于 11.5℃	变成 OFF

检查。注意开关不要浸到水中，如果不符合要求，则说明此开关有问题，需更换。

9.2.3 对空调压力开关的检测

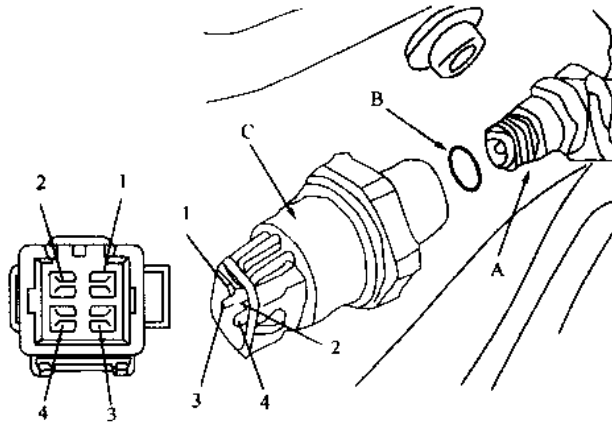
汽车空调系统中有许多种压力开关，有低压切断型开关、高压切断型开关、压缩机出口压力开关、压力循环开关等。

某些压力开关不用从系统中放掉制冷剂就可更换。有些开关在更换旧开关之前，必须将制冷剂回收。那些不需要放出制冷剂的开关，在压力开关的螺纹接口端内，装有一阀型阻尼器。当拧上压力开关后，这个销子压在施拉德阀芯杆上，它允许系统的压力从开关中泄出。

对空调压力开关功能的检查时，起动发动机，接通压缩机（奥迪车在控制和显示单元上设置“Auto”状态），压缩机应运转，拔下开关插头，压缩机应停止工作（低压开关断开）。如拔下压力开关并重新插好插头，压缩机仍不能接通（低压开关断开）时，拔下开关的插头并连接插头上的触点1和2，如图9.2所示，压缩机应接通。如果连接触点1和2后压缩机接通，说明制冷管路内压力过低（无制冷剂）或开关损坏需更换。如果压缩机未接通，应查找并排除空调开关和控制显示单元间导线断路故障。

注意：如果不知道开关是否装有施拉德型排气口，首先必须从系统中放出制冷剂。

压力开关的更换相当简单，拆下旧的，安上新的。更换压力开关时，要确保新开关的压力范围与旧开关的相同。



A-连接螺口；B-O形密封圈；C-双重压力开关；1、2、3、4-触点

图9.2 奥迪A6空调的双重压力开关及插接头

9.2.4 压缩机离合器的检查

检查压缩机的离合器情况，从以下几方面进行：

(1) 检查压盘是否变色、剥落或损伤。如果有损坏，更换离合器装置。

(2) 用手转动皮带，检查皮带轮轴承的间隙和阻力，如图9.3所示。如果出现噪声、间隙过大或阻力过大，则更换离合器。

(3) 用百分表测量皮带轮A与压盘B之间的间隙。将百分表归零，然后给压缩机离合器施加蓄电池电压。在施加电压时，测量压盘的位移，如图9.4所示。也可用塞尺测量间隙，如图9.5所示。如果间隙不在规定的0.35~0.6mm极限范围内，拆解压盘，根据需要使用调整垫片进行调整。

(4) 测量离合器励磁线圈的电阻, 如图 9.6 所示。如果电阻不符合技术要求, 更换离合器励磁线圈。励磁线圈电阻在 20℃ 时, 一般为 3.9~4.3Ω。



图 9.3 检查轴承间隙和阻力

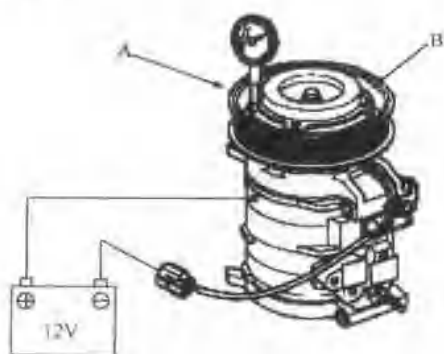


图 9.4 测量压盘的位移

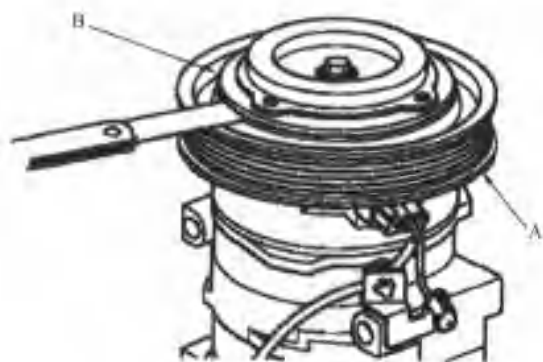


图 9.5 用塞尺测量间隙

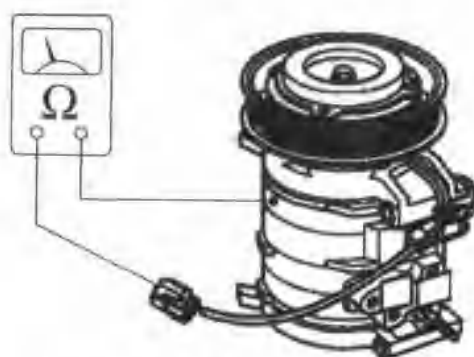


图 9.6 测量励磁线圈的电阻

9.2.5 压缩机离合器的大修

压缩机离合器的结构组成如图 9.7 所示, 如图 9.8 所示为压缩机离合器的拆装图解。

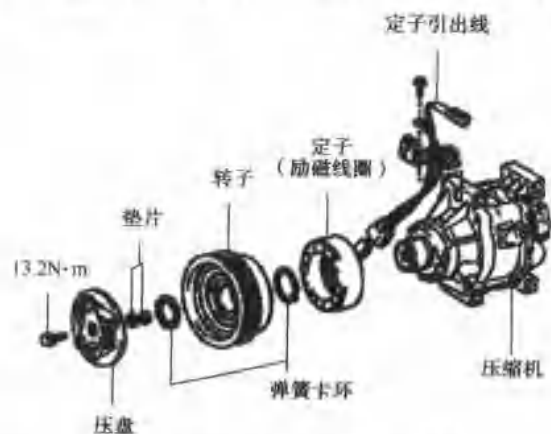


图 9.7 压缩机离合器的结构组成

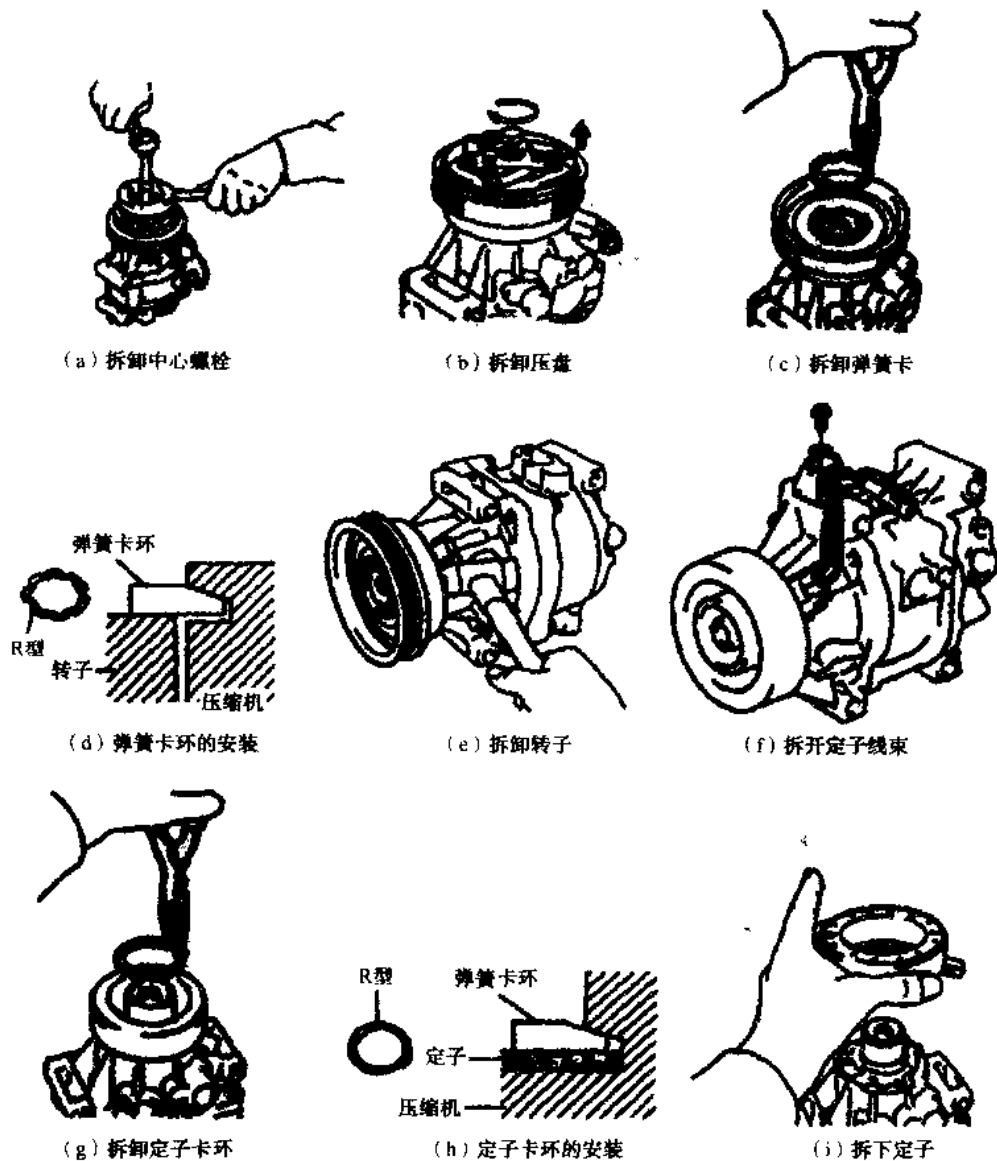


图 9.8 压缩机离合器的大修图解

压缩机离合器拆修的操作程序：

(1) 借助专用工具 B，固定压盘，拆除中心螺栓 A，如图 9.9 所示。

(2) 拆除压盘 A 和调整垫片 B，小心不要将调整垫片弄丢。如果离合器需要调整，根据需要增加或减少调整垫片的数量和厚度，然后，重新安装压盘，并重新检查间隙。如图 9.10 所示。

(3) 如果要更换离合器励磁线圈，如图 9.11 所示，用卡环钳拆除卡环 A，然后拆除皮带轮 B，小心不要损坏皮带轮和压缩机。

(4) 如图 9.12 所示，拆除离合器线圈接地端子 A 处的螺钉，然后拆除线束 B 和保持架 C。断开离合器线圈插接器 D。用卡环钳拆除卡环 E，拆除离合器线圈 F。小心不要损坏离合器线圈和压缩机。

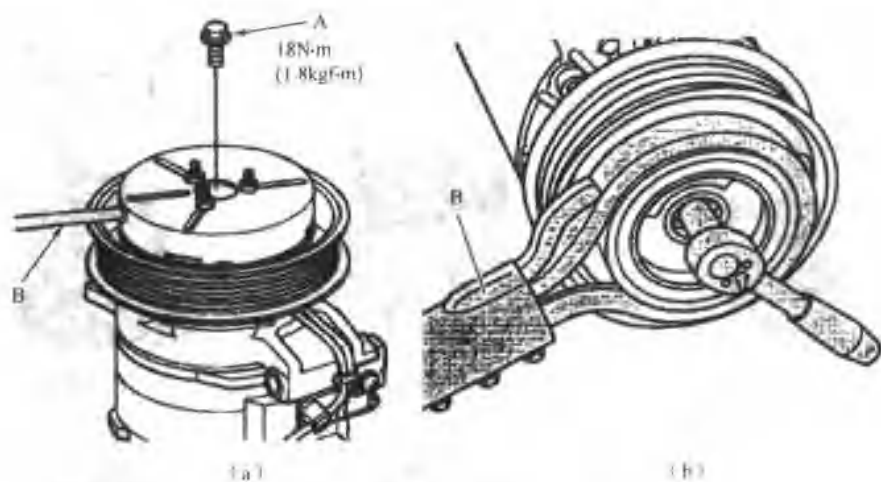


图 9.9 借助专用工具拆除中心螺栓

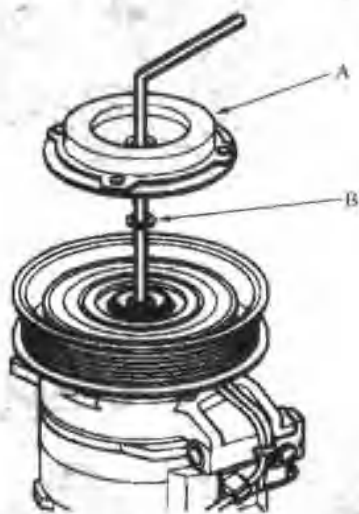


图 9.10 拆除压盘和调整垫片

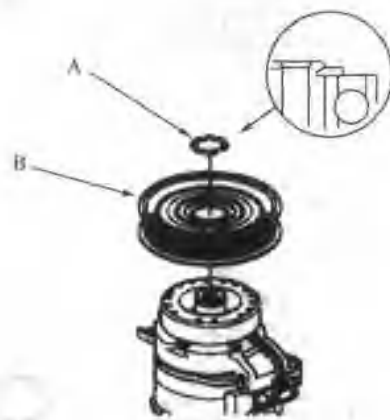


图 9.11 拆除卡环和皮带轮

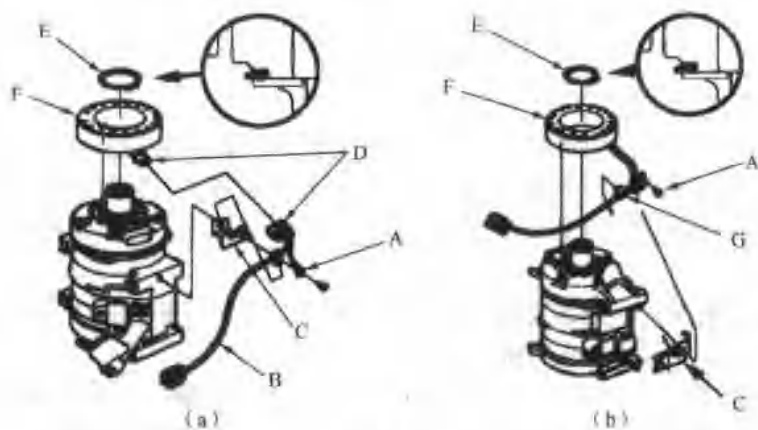


图 9.12 拆除离合器励磁线圈

(5) 安装是以拆卸时相反的次序重新组装，并注意以下事项：

- ① 安装离合器线圈时，要使导线侧朝下，并将离合器线圈的突起与压缩机上的孔对齐。
- ② 用不含注油溶剂的清洁剂或其他非石油制品溶剂，清洗皮带轮和压缩机滑动表面。
- ③ 安装新的卡环，并确保它们完全安在凹槽里。
- ④ 重新组装完毕后，确保皮带轮转动自如。
- ⑤ 妥善布线，并把其夹紧，以免被转动的皮带轮损坏。

9.2.6 离合器二极管的检查更换

在许多系统中，可见到跨接在电磁离合器线圈两端的离合器二极管，其目的是防止离合器啮合和脱离时产生的有害电脉冲，损坏电脑的电气系统和子系统。

二极管可被认为是电气检验阀。它在一个方向有很高的电阻，而在另一个方向则电阻很低。使用欧姆表检测二极管，程序如下：

- (1) 将被检测的二极管从线路上拆下，并观察极性，以便再安装；
- (2) 将欧姆表的表笔与二极管两端接触；
- (3) 注意读数，电阻是高还是低；
- (4) 交换欧姆表的表笔，再按步骤(2)进行；
- (5) 注意读数是高还是低；
- (6) 取下欧姆表；
- (7) 比较步骤(2)和步骤(5)的读数。

如果步骤(2)测得的电阻值高，步骤(5)测得的低，或正相反，则二极管是完好的。如果步骤(2)和步骤(5)测出的电阻值相等或几乎相等，则二极管是坏的，需要更换。在更换安装二极管时要注意步骤(1)提到的正确极性。

9.2.7 压缩机的检查与安全阀的更换

1. 压缩机检查

起动压缩机，进行如下检查：

(1) 如果听到异常声响，说明压缩机的轴承、阀片、活塞环或其他部件有可能损坏，或冷冻油量不正常，或制冷剂量过多。

(2) 用手摸压缩机缸体（小心高压侧很烫），如果进、出口两端有明显温差，并且没有异常高温，说明工作正常；如果温差不明显，可能制冷剂泄漏或阀片坏，或制冷剂太多。若出口侧异常热，应考虑是高压过离或压缩机缺油、油变质，或内部零件损坏，或制冷剂太多。若进口侧温度过低，有可能制冷剂太少、系统中有堵塞，或蒸发器鼓风机风量太小。

(3) 若有剧烈振动，可能皮带太紧、皮带轮偏斜、离合器过松或制冷剂太多。

(4) 检查轴封处，若新机器，有少量渗油是正常。若一直有油渗出，则可能轴封漏油，O形圈坏。若缸体结合面漏油，则是缸垫坏或缸垫处有垃圾。

(5) 若压缩机不能运转则要考虑：是否电路不通；是否离合器有故障；是否压缩机咬死；是否气温太低；是否制冷剂漏光。

通电时离合器能吸合，则离合器无故障，否则可判断离合器故障。切断离合器电源，用手转动皮带轮，若压缩机极难转动，则是压缩机咬死。如果气温太低，让低温保护或低压保

护开关短路，若压缩机能运转，则可能是保护开关坏或制冷剂漏完。若是后者，应立即使压缩机停转。

2. 更换压缩机安全阀

压缩机安全阀更换程序如下：

(1) 回收制冷剂。

(2) 拆除安全阀A和O形密封圈B。塞住开口，以防止异物进入系统及压缩机油外流。如图9.13所示。

(3) 清洁配合面。

(4) 给安全阀更换一个新的O形密封圈，安装前，在表面涂一层薄薄的制冷剂。

(5) 拔出塞子，安装并拧紧安全阀。

(6) 给系统充注制冷剂。

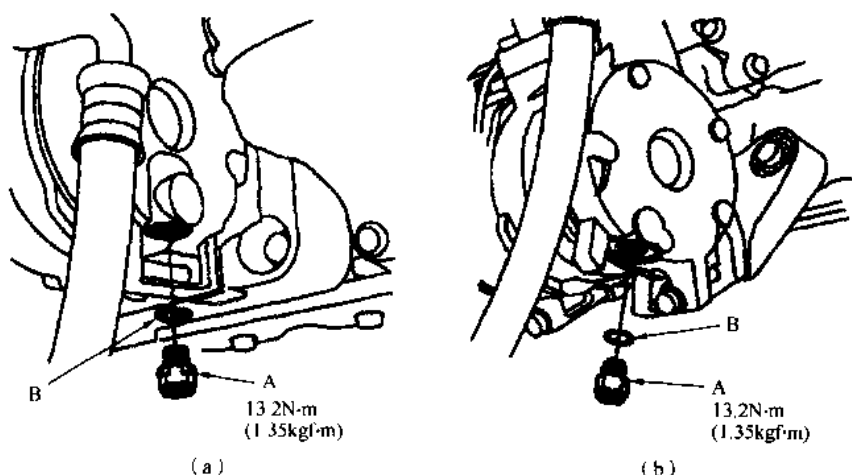


图 9.13 拆除安全阀和 O 形密封圈

9.2.8 更换压缩机应加注多少压缩机油

一个制冷系统更换或大修了压缩机后，应加注多少压缩机油呢？因为制冷系统只更换了压缩机，所以一般是把换下来的原压缩机内的压缩机油倒入量筒或量杯测量并记下体积数 V ；当将同型号新的压缩机（新压缩机内的压缩机油也倒出来）接入系统后，注入的压缩机油数量应是在原记录的体积数 V 的基础上补加 10~20mL 为合适，如图 9.14 所示。如果系统内其他部件如干燥瓶、冷凝器等也更换了新件，注入的压缩机油数量也相应增加。

一般在系统运行中，干燥瓶中聚有压缩机油 20mL，冷凝器中积有压缩机油 30~40mL，蒸发器中积有压缩机油 40~50mL，管道内可积有压缩机油约 20mL，变排量压缩机曲轴箱内可储有 150mL 压缩机油。各种汽车制冷系统中注入的压缩机油及数量参见本书电子教案（可从华信教育资源网 www.huaxin.edu.cn 免费下载）中的“常见车型的制冷剂与冷冻油”。

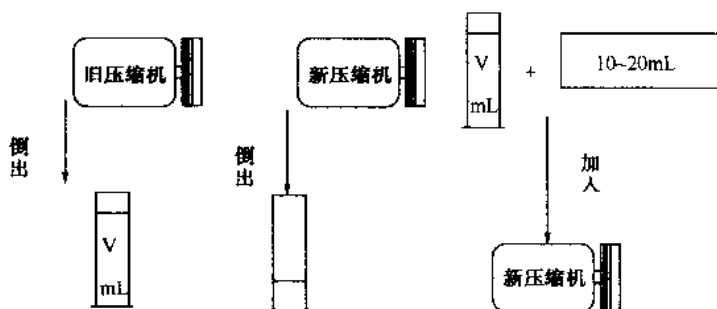


图 9.14 对更换的压缩机加注压缩机油

9.2.9 压力传感器的检查更换

自动空调制冷剂压力传感器安装在冷凝器和蒸发器之间的管路中。它向动力系控制模块 (PCM) 输出一个取决于管路内压力的变量——电压，压力越高，输出的电压越高。

动力系控制模块 (PCM) 连续监视空调系统压力，以完成如下操作：

- (1) 当压力高于2700kPa时，分离空调离合器；
- (2) 当压力低于285kPa时，分离空调离合器；
- (3) 加强怠速控制，补偿空调的怠速负荷；
- (4) 控制冷却风扇的工作。

制冷剂压力传感器的检测如图9.15所示。

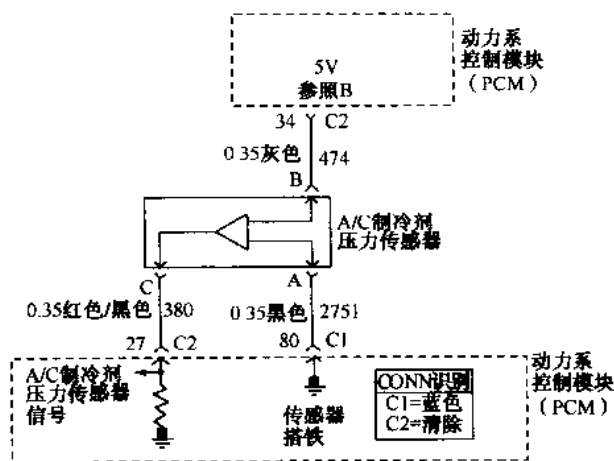


图 9.15 制冷剂压力传感器的检测

压力传感器一般为三线，其中一根为搭铁线（黑色）；一根为工作电源线（灰色线），一般为 5V；还有一根是信号线（红色/黑色），它的电压随着制冷系统压力的升高而均匀增大。制冷剂压力传感器的规格如表 9.3 所示。

压力传感器与高、低压组合开关、压力循环开关和离压开关的区别如表 9.4 所示。

表 9.3 制冷剂压力传感器的规格

压力	0.2MPa	1.0MPa	1.8MPa	2.8MPa
电压	0.5~0.7V	1.4~1.8V	2.8~4V	3.5~4V

表 9.4 各压力开关的区别

种 类		特性	作 用
高、低压组合开关	低压开关	常闭	高压回路的压力低于规定值时使压缩机停转
	高压开关	常闭	高压回路的压力高于规定值时使压缩机停转
压力循环开关		常闭	低压回路的压力低于规定值时使压缩机停转
高压开关		常开	高压回路的压力高于规定值时使冷凝风扇运转
压力传感器		线性变化	高压回路的压力低于规定值时使压缩机停转
			高压回路的压力高于规定值时使压缩机停转
			高压回路的压力高于规定值时使冷凝风扇运转
			高压回路的压力高于规定值时加大怠速的补偿

9.2.10 阳光传感器的检测

阳光传感器是测量阳光的强弱，用来修正混合门的位置与鼓风机的转速。它一般都是安装在仪表台的上面，靠近前风挡玻璃的底部。

阳光传感器是一个光敏二极管，阳光越强，其P-N结电阻越小，阳光越弱，P-N结电阻越大。在强阳光下，测量电阻为4kΩ，用布遮住阳光传感器，测电阻为∞，如图9.16所示。

一般在强阳光下测量，电压小于1V，用布遮住阳光传感器测量，电压大于4V。

现在绝大多数的自动空调都能对阳光传感器进行监控，在发现有故障时，会将故障码存储在电脑记忆里，供维修技师读取。

注意：在阳光不足的地方（如车间内），读到阳光传感器的故障码是正常的。此时，可用60W的灯源距阳光传感器25cm照射，来模拟阳光，这时就不应该能读到阳光传感器的故障码。

警告：许多固态元件非常敏感，甚至1.5V电池都可能将它们损坏。因此，建议用数字欧姆表测量元件的电阻。有的元件和电路对于外界的影响非常敏感，以至于有的示意图标明“不能测量电阻”，请注意这种警告，以避免损坏精密电子元件。

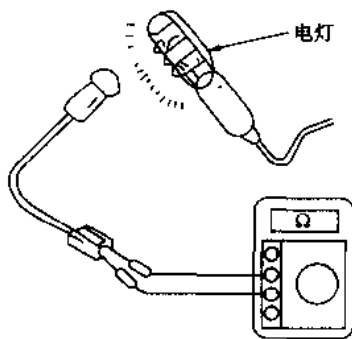


图 9.16 阳光传感器的检测

9.2.11 真空开关阀（VSV）的检查

对真空阀的检查主要有两个方面：

(1) 真空阀（VSV）导通情况的检查。可采用向管内吹入空气的方法，检查真空阀的真空回路导通情况。如图 9.17 所示，将真空阀端子接到蓄电池端子上，向管子 A 吹入空气，这时空气应从管子 B 流出，但不从管子 C 流出。断开蓄电池，向管子 A 吹入空气，这时空气

应从管子 C 流出，但不从管子 B 流出。如果检查结果不符合要求，应更换真空阀（VSV）。

(2) 真空阀（VSV）短路和断路的检查。用欧姆表检查每个端子和真空阀壳体间电阻，应不导通，如果导通，应更换真空阀（VSV）。测量真空阀2个端子间电阻，在20℃时应为30~34Ω，如不合要求，应更换真空阀（VSV）。

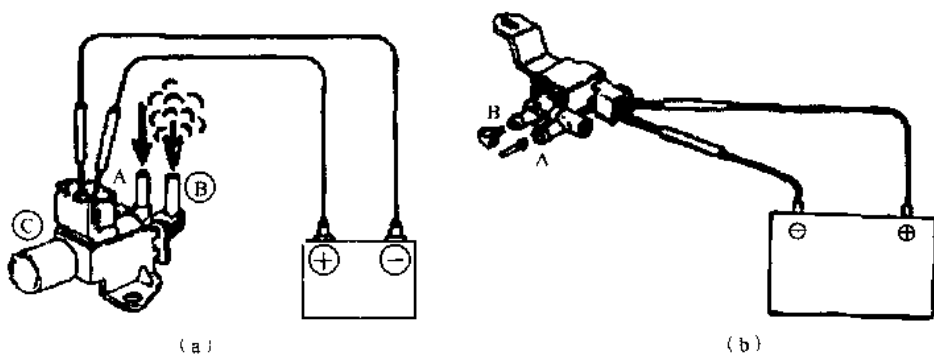


图 9.17 真空阀导通情况的检查

注意：对 R134a 型维修设备或车辆空调系统不应当使用压缩空气进行压力测试和泄漏测试。

9.3 空调控制系统的人工设定

现代汽车的控制模块（电脑）都具有对相关位置和状态的记忆功能，空调控制器 ECU 也是如此，这种记忆是靠蓄电池的电压来维持的。如果更换蓄电池或进行空调系统维修后，应对空调控制系统进行设定。一般来说，因汽车不同，对空调控制系统的设定程序也有所不同。

以美国克莱斯勒汽车公司生产的 1998 年款捷龙乘用车为例，维修后空调的制冷效果基本正常，但是没有进行相关设定，控制面板上开关的 LED 指示灯闪烁。开关及 LED 指示位置如图 9.18 所示。

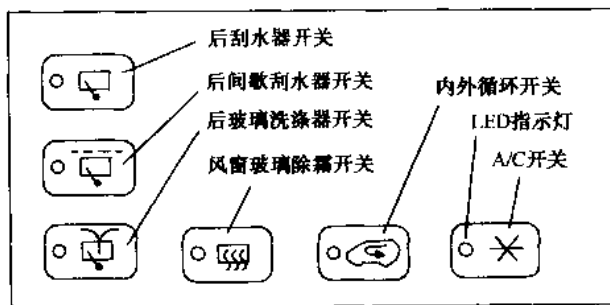


图 9.18 捷龙乘用车开关及 LED 指示位置

设定可分为校正/诊断测试和降温测试。具体需要进行何种设定，要根据空调控制面板上 LED 指示灯的闪烁提示来决定，如表 9.5 所示。

表 9.5 空调控制面板上开关的 LED 指示灯闪烁原因及其设定方法

LED 指示灯	原因	设定方法
没有指示灯闪烁	系统工作正常	不需要设定
后刮水器开关和后间歇刮水器开关 LED 指示灯同时闪烁	校正/诊断失败	进行校正/诊断测试
A/C 开关和内外循环开关的 LED 指示灯同时闪烁	降温测试失败	进行降温测试
后刮水器开关和后间歇刮水器开关的 LED 指示灯同时闪烁, A/C 开关和内外循环开关的 LED 指示灯同时闪烁	校正/诊断失败和降温测试失败	进行校正/诊断测试

测试前, 停放好车辆, 起动发动机, 使发动机的工作温度达到正常, 并保持发动机怠速运转。

9.3.1 诊断测试

校正/诊断测试方法:

- (1) 将风速调整到最高挡;
- (2) 将风向调整到正面;
- (3) 打开所有的空调出风口;
- (4) 将冷暖转换控制杆调整到最冷的位置;
- (5) 同时按住后玻璃洗涤器开关和后刮水器开关, 并保持不放, 大约 5s, 控制面板上所有开关的 LED 指示灯会同时亮起, 这时松开开关, 校正/诊断测试将自动进行。

在测试过程中, 会有冷风和暖风的交替转换 (控制模块在测试和记忆相关部件的位置和状态), 不需要人工干预, 大约 2min 后, 只有后刮水器开关的 LED 指示灯闪烁, 到此表明自动测试已完成, 再按一下后刮水器开关, 校正/诊断测试完成。

9.3.2 降温测试

降温测试的方法:

- (1) 将风速调整到最高挡;
- (2) 将风向调整到正面;
- (3) 打开所有的空调出风口;
- (4) 将冷暖转换控制杆调整到最冷的位置;
- (5) 同时按住后玻璃洗涤器开关和 A/C 开关, 并保持不放, 大约 5s 后, 控制面板上所有开关的 LED 指示灯会同时亮起, 这时松开开关, 降温测试将自动进行。

控制模块将记忆测试过程中空调系统的工作状态, 大约 2min 后, 只有后刮水器开关的 LED 指示灯闪烁, 到此表明自动测试已完成, 再按一下后刮水器开关, 降温测试完成。

如果测试不能顺利完成, 应关掉空调压缩机, 将风量开到最大位置, 吹 3~5min, 使冷凝器的温度接近室温, 然后再进行相关的测试。

注意: 不同的车有不同的设定方法和测试内容。

9.3.3 宝来车系与上海帕萨特 B5 空调的基本设定

当更换空调电脑, 对电脑编码后, 要求对空调进行基本设定, 若空调存在不明故障, 也可对空调进行基本设定。若拆装了空调各伺服电机或蓄电池, 建议对空调进行基本设定。

宝来车系与上海帕萨特 B5 空调控制系统的基本设定, 需使用专用检测仪器 V.A.G1551、V.A.G1552、VAS5051 进行, 并输入相应的功能号和通道号。基本设定的功能号为“04”, 空调系统基本设定的三位数通道号为“000”(旧电脑的通道号是五位数)。

基本设定方法:

- (1) 接上专用仪器, 打开点火开关;
- (2) 输入系统号“08”;
- (3) 输入功能号“04”;
- (4) 输入通道号“000”即可。

对空调电脑进行基本设定后, 建议对空调系统的执行元件进行诊断。

对执行元件诊断有时也称最终控制诊断。如果空调存在故障, 但读不到故障码, 建议进行最终控制诊断, 再读取空调系统的故障码。

宝来空调最终控制诊断, 可依次控制以下元件动作。

- (1) 控制和显示单元 (E87);
- (2) 依次测试 4 个位置 (空气分配) 电动机;
- (3) 测试新鲜空气鼓风机 (V2) 电路;
- (4) 测试电磁离合器 (N25) 控制单元开关;
- (5) 检测全部传感器。

最终控制诊断的方法是:

- (1) 接上专用仪器, 打开点火开关, 输入系统号“08”;
- (2) 输入功能号“03”即可;
- (3) 约过 30s 后, 检测结束。

9.3.4 国产奥迪空调的基本设定

奥迪空调系统基本设定的设定码为“001”。

基本设定方法:

- (1) 接上专用仪器, 打开点火开关, 输入系统号“08”;
- (2) 输入功能号“04”;
- (3) 输入通道号“001”就进行了基本设定;
- (4) 基本设定过程中仪器显示屏幕显示的数字会变动, 基本设定完毕后, 仪器显示屏显示的数字都为 0。

9.4 空调系统控制单元编码

在汽车维修排除故障时, 如果更换了某个系统的控制单元及电脑, 必须对新控制单元及电脑进行编码。

下面以宝来车系和上海帕萨特 B5 为例, 介绍对自动空调系统控制单元的编码。

9.4.1 编码条件

编码条件有:

- (1) 宝来车系和上海帕萨特 B5 对控制单元及电脑进行编码要用专用检测仪器

V.A.G1551、V.A.G1552、VAS5051 进行。

- (2) 当电脑和自动空调系统控制单元（如J255）更换维修后必须进行编码。
- (3) 在每次编码之后都必须对空调各执行机构如何服电动机进行基本设定。
- (4) 如果所显示的编码与装备不相称，则须对控制单元进行编码。
- (5) 如果控制单元没有编码，则空调操纵和显示单元（如E87）的显示屏将闪亮15s。

9.4.2 编码步骤

空调控制单元编码步骤：

(1) 取下在驻车制动（手制动）手柄右侧的诊断系统插座盖板，将带测试导线的故障诊断仪V.A.G1551（或V.A.G1552）与诊断系统插座连接。连接方法见7.6.3节——V.A.G1552解码器功能与使用。

(2) 输入系统号“08”，选定“空调系统”，按“Q”键确定，显示屏上的显示为：

Rapid data transfer	HELP
Select function XX	

(3) 按“0”和“7”键输入功能号，选定“发动机控制单元编码”功能，并按“Q”键确定，显示屏上的显示为：

Coding control unit	Q
Enter code number XXXXX	(0-32000)

(4) 输入同该车辆相应的代码号，并按“Q”键确认。宝来车系和上海帕萨特B5的空调控制单元编码如表9.6和表9.7所示。

表 9.6 宝来车系空调控制单元编码表

编 码	汽 车	编 码	汽 车
01000	除日本以外国家	01100	日本

表 9.7 上海帕萨特 B5 空调控制单元编码表

编 码	汽 车	编 码	汽 车
02000	除日本以外国家	05000	除日本以外国家, 1998.11
02100	日本	05100	日本, 1998.11

当输入了一个未经许可的代码时，显示屏上会显示出：

Function is not recognised or cannot	→
Be performed at the moment	

(5) 如在显示屏上显示出空调控制单元标识和编码，例如：

3B1 907 004 A Chimatronic sxx	→
Coding 02000	WSC 12345

其中：“3B1 907 004 A”为左置方向盘，带有蓝色显示屏，若出现“1J1 907 044A”为右置方向盘，带有绿色显示屏；“Chimatronic”为系统名称；“sxx”为软件版本；“02000”

为编码。输入正确的编码，如果控制单元版本号不出现，则应按“01”键，选择“查询控制单元版本号”。

(6) 按“→”键，再按“0”和“6”键，选择“结束输出”功能，并按“Q”键确定。空调控制单元编码成功。

9.4.3 舒适系统控制单元的编码

上海帕萨特 B5 车的舒适系统包括控制单元 (J393)、中控门锁、防盗报警装置 (ATA)、电动车窗、无线电遥控装置、车内灯、后视镜调整装置、座椅和后视镜位置记忆单元等。当更换维修控制单元 (J393) 后，必须进行编码。

编码步骤如下：

(1) 取下在驻车制动 (手刹车) 手柄右侧的诊断系统插座盖板，将带导线的故障诊断仪 V.A.G1551 (或 V.A.G1552) 与诊断系统插座连接。连接方法见 7.6.3 节——V.A.G1552 解码器功能与使用。

(2) 输入地址代码“46”，选定“舒适系统”，按“Q”键确定，显示屏上的显示为：

Rapid data transfer
HELP Select function XX

(3) 按“0”和“7”键，选定“发动机控制单元编码”功能，并按“Q”键确定，显示屏上的显示为：

Coding control unit	Q
Enter code number XXXXX (0~32000)	

(4) 根据需要，输入编码；所有车门一次打开 (用钥匙在车外开门时，前、后门、行李厢一起打开)，输入的编码为“04097”，二次打开 (用钥匙在车外开门时，第一次只能打开钥匙开启的一个门，第二次所有车门，包括行李厢均打开)，输入的编码为“04096”。

(5) 按“Q”键确认，显示屏上将显示 (以一次打开为例)：

3B0 959 800 conv.cent CU V01	→
Coding 04097	WSC 12345

如果显示屏显示的内容如上所示，则表示编码成功。如果输入的编码没有被控制单元接受，则只显示以前的编码，此时应检查控制单元型号是否不对，或者输入的编码不正确。

(6) 按“→”键，再按“0”和“6”键，选择“结束输出”功能，并按“Q”键确定，舒适系统控制单元编码成功结束。

9.4.4 国产奥迪空调电脑的编码

国产奥迪空调电脑更换后要求用专用仪器对电脑进行编码。如果没有编码，空调显示器会闪光 15s。

每次编码之后，都要求对空调各电动机进行基本设定。

空调电脑的编码步骤：

(1) 打开点火开关，输入系统号“08”；

(2) 输入功能号“07”;

(3) 根据不同车型,查空调编码表(如表 9.8 所示),或按旧电脑的电脑 coding 号,输入五位数通道号即可。

表 9.8 国产奥迪空调电脑编码表

代 码		含 义	
0			无用
0	0		无用
			国家代码
		0	除美国和日本以外的其他地区
			发动机形式
		4	4 缸
		6	6 缸
			车型/发动机型号
	0	左置转向盘/汽油发动机	

9.5 空调自检故障码的读取与清除

空调电脑将自检出的故障用代码形式存储起来。在对汽车检查维修时要读取故障码,修理完毕要清除故障码。

注意:对不同的汽车自动空调,其故障码的读取与清除程序及操作方法一般是不相同的。下面结合实例介绍一些典型的程序及操作方法。

说明:本节中所提附录及附表,可从华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn)免费下载。

9.5.1 奔驰(BENZ)车系空调自检故障码的读取与清除

奔驰(BENZ)车系自动空调对故障码的读取与清除有以下几种。

1. 利用 LED 灯由诊断座读取及清除自检故障码

奔驰(BENZ)车系自动空调电脑中的故障码都可以利用 LED 灯由诊断座读取及清除。其诊断座有 3 种,分别是 8 孔、16 孔和 38 孔诊断座,如图 9.19 所示。

故障码的读取方法(适用 W120、W124、W129、W140、W202、W210):

(1) 连接 LED 灯到诊断座,如图 9.19 所示,打开点火开关(KEY-ON),并打开空调开关(A/C)。

(2) 跨接 LED 灯搭铁 2~4s 后取开,然后读取 LED 灯的闪码。故障码及内容见附录附表 1——奔驰车系故障码表(诊断座 7#/8、7#/16、16#/38 所读取)所列。

故障码的清除方法:如再接 LED 灯搭铁 8s 以上,即可清除故障码。

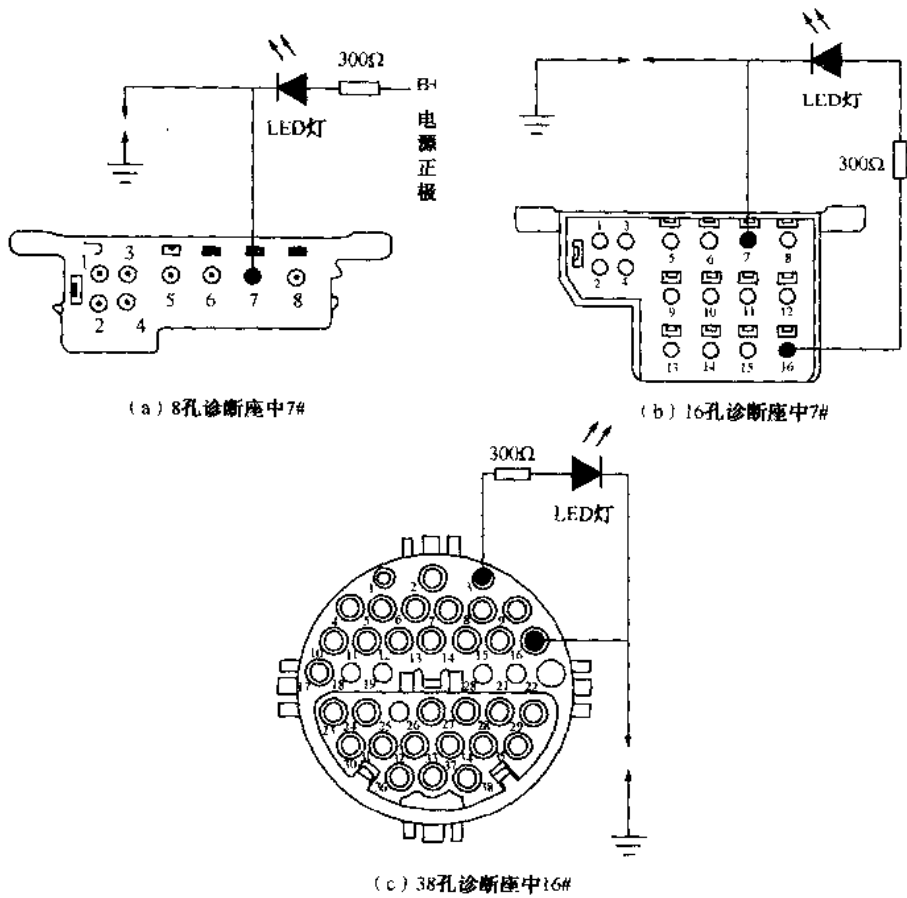


图 9.19 连接 LED 灯到诊断座

2. 利用空调面板读取及清除自检故障码

一般来说，每个自动空调都可利用空调面板读取与清除故障码。但是，年代不同、空调面板设计不同，其读取与清除故障码的程序也有所不同。

下面是奔驰 W129 自动空调面板(如图 9.20 所示)和读取故障码的程序(如图 9.21 所示)。

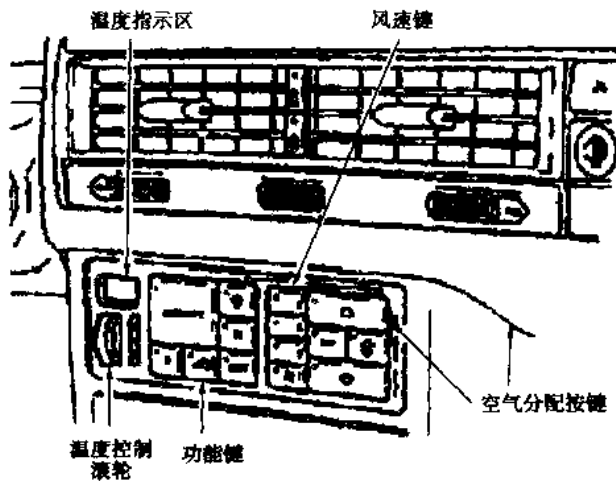


图 9.20 W129 自动空调控制面板

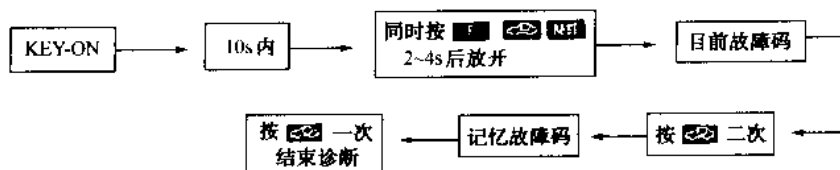


图 9.21 奔驰 W129 自动空调利用空调面板读取故障码程序

读取故障码的程序及操作步骤为：

- (1) 将温度设定钮转到白色区域 (Lo) ；
- (2) 打开点火开关，并在10s内同时按 **F**、**[AC icon]** 和 **REST** 三个键2~4s后放开；
- (3) 故障码会显示在空调左上角的显示屏幕中，此故障码是目前故障码；
- (4) 按 **[AC icon]** 键一次，则结束读取目前故障码，并会显示“END”字样；
- (5) 再按 **[AC icon]** 键一次，则进入读取“记忆故障码”，故障码也会自动显示，并在故障码左上角有一个“□”记号，表示此故障码是记忆的间歇性故障码；
- (6) 再按 **[AC icon]** 键一次，则结束读取“记忆故障码”；
- (7) 再按 **[AC icon]** 键一次，显示屏幕会显示闪烁的02，表示进入车内温度传感器测试并显示目前车内温度；
- (8) 按住 **[AC icon]** 键后，显示屏幕会由02、04、06、08一直跳到12，并显示各温度传感器的温度值，当你放开此键后，即停止循环；
- (9) 再按 **[AC icon]** 键一次，显示屏幕会显示闪烁的16，表示进入控制阀电位计测试，并显示35U；
- (10) 按住 **[AC icon]** 键后，显示屏的显示会由16一直跳到26，并显示各控制阀的电压值，当你放开此键后，即会停止循环；
- (11) 再按 **[AC icon]** 键一次，显示屏幕会出现“END”，表示测试结束。

从上面可看出，利用空调面板通过程序不但可以读取自检故障码，还可以对空调系统进行诊断测试（自诊）。如对各个温度传感器线路的测试、对各个控制阀的电压测试等。

空调故障码的清除程序是：

(1) 打开点火开关 (KEY-ON) 后10s内，同时按 **F**、**REST** 键2~4s后放开，即会在空调显示屏幕中显示故障码；

(2) 在打开点火开关 (KEY-ON) 后10s内，同时按住 **[AC icon]**、**REST** 键，直到空调显示屏幕中出现“----”表示故障已清除。

奔驰W129自动空调面板读取的故障码见附录附表2——奔驰W129空调系统故障码表。

3. 奔驰 W129 自动空调的数值检测分析

数值检测分析程序如图9.22所示。

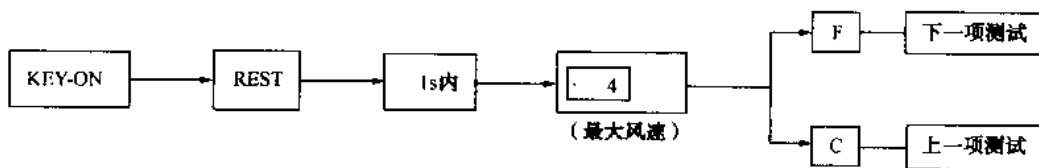


图 9.22 数值检测分析程序

操作步骤为:

(1) 将点火开关KEY-ON;

(2) 同时按下“RESET”键与“4”键;

(3) 此时屏幕会显示“02”，如果有故障会显示，其中“OPE”表示断线，“CLO”表示短路;

(4) 再按“F”键，进入下一项检测，按“C”键回上一项检测。

检测时侦测码与屏幕显示分析如表9.9所示。

表 9.9 检测时侦测码与屏幕显示分析表

侦测码	内 容	测试显示说明	
		正常时显示实际值	不良时显示“OPE”或“CLO”
02	车内温度传感器	正常时显示实际值	不良时显示“OPE”或“CLO”
04	车外温度传感器	正常时显示实际值	不良时显示“OPE”或“CLO”
06	蒸发器温度传感器	正常时显示实际值	不良时显示“OPE”或“CLO”
08	暖风管温度传感器	正常时显示实际值	不良时显示“OPE”或“CLO”
12	冷却水温度传感器	正常时显示实际值	不良时显示“OPE”或“CLO”
14	空调温度设定钮(℃)	正常时显示实际值	不良时显示“OPE”或“CLO”
18	车速(km/h)	显示实际车速	不良时显示“OPE”或“CLO”
20	上出风门开关	显示U表示开; □表示关	不良时显示“OPE”或“CLO”
22	系统电压	显示实际电压值	不良时显示“OPE”或“CLO”
83	没有使用	—	—

4. 奔驰 W140 与 W210 (1996 年后) 新空调故障码的读取与清除

奔驰W140与W210(1996年后)具有前后两个空调,新空调控制面板如图9.23所示。

新空调电脑读取故障码的程序(适用W140——S320、S420、3500;W210——E320、E300D):

(1) 将点火开关置于KEY-ON,按左侧温度设定键盘“▲”直到左侧屏幕显示“Hi”;

(2) 按右侧温度设定键“▼”直到右侧屏幕显示“Lo”;

(3) 在20s内同时按下“REST”键和“EC”键保持5s以上;

(4) 此时在循环键盘上的LED灯会开始闪烁;

(5) 这时按下“AUTO”键,如果系统正常,左侧屏幕会显示“E”,右侧屏幕会显示“FF”。

(6) 如果系统有故障码,左侧屏幕会出现“Ebl”,右侧屏幕会显示“故障码”,当再按一下“AUTO”键,会显示下一组故障码。

空调故障码的清除程序是:

(1) 点火开关置于KEY-ON,然后同时按左、右两侧的“AUTO”键,约2s后左侧屏幕

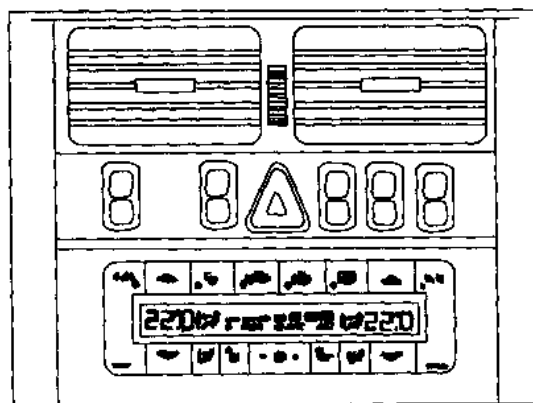


图 9.23 W140 与 W210 新空调面板

会出现“d”，右侧屏幕会出现“FF”；

(2) 保持按住两个“**AUTO**”键，一直等到左侧屏幕出现“E”，右侧屏幕为“FF”即表示故障码清除完成。

奔驰 W140 与 W210 (1996 年后) 新自动空调的故障码详见附录附表 3——奔驰 W140 及 W210 (1996 年后) 新自动空调电脑故障码表。

5. 奔驰 W140 与 W210 (1996 年后) 新自动空调电脑控制传感器数值读取程序

W140、W210 新自动空调电脑控制传感器数值检测分析的读取程序如下。

由空调面板操作读取传感器数值检测分析的步骤是：

(1) 点火开关置于 KEY-ON，按下“**AUTO**”键；

(2) 设定温度在 22℃ (72°F) 位置，然后按住“**REST**”键 5s 以上；

(3) 此时屏幕会闪一组代码“1”，再闪一组“数值”，两者交替显示。代码参见附录附表 5——W140、W210 新自动空调电脑控制传感器代码表；

(4) 按“**AUTO**”键，可使代码切到“2”，每按一次“**AUTO**”键即跳到下一组代码。

6. 奔驰 W202 (1996 年后) 新空调系统故障码的读取与清除

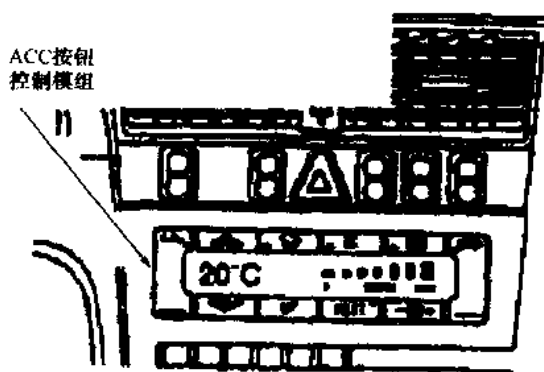


图 9.24 W202 (1996 年后) 新自动空调面板

W202 (1996 年后) 新自动空调面板如图 9.24 所示。

故障码的读取：

(1) 打开点火开关；

(2) 按下温度设定“**▼**”键，直到液晶显示屏出现“Lo”；

(3) 在 20s 内同时按住“**REST**”键和“**除雾**”键 5s 以上；

(4) 此时“**循环**”键上的 LED 会闪烁，一直等到液晶屏上显示“di A”字；

(5) 然后按下“**AUTO**”键，即显示故障码，每按一次“**AUTO**”键显示一组故障码，详见附录附表 6——奔驰 W202

(1996 年后) 新自动空调的故障码表。

清除故障码：

(1) 将点火开关打开；

(2) 同时按下“**▲**”和“**▼**”键 5s 以上，一直到液晶显示“……”表示故障码已清除完毕；

(3) 如此时再按“**AUTO**”键，可再显示故障码，如将点火开关关闭，即结束诊断。

9.5.2 本田车系空调自检故障码的读取与清除

本田车系是将 LED 灯 (发光二极管) 直接制作在电脑上。我们可以利用电脑上的 LED 读取自检保存的故障码。

1. 只有一个 LED 灯的故障码读取

电脑上只有一个 LED 灯，装这种电脑的车型有 ACCORD（雅阁）、ACURA（阿库拉）。其读取故障码的程序为：

- (1) 拆下仪表板下方驾驶侧的地毯找到 ECU；
- (2) 将点火开关打开，观察 LED 灯的闪烁次数。

LED 灯可同时显示多个故障信号。信号 1~9 以短的信号表示，10~43 则分别以一连串长的信号和短的信号表示，长的信号表示十位数。每组长的信号加上短的信号，表示一组故障码，如图 9.25 所示。

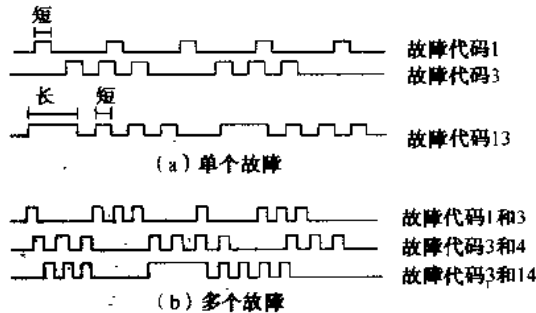


图 9.25 只有一个 LED 灯的故障码读取

2. 装有 4 个 LED 灯的故障码读取

这种装在本田车型上的电脑位于座椅底下。其读码程序为：

- (1) 打开点火开关；
- (2) 找到座椅下的电脑，观察电脑上 4 个 LED 灯的闪烁情况；

(3) 每个 LED 均代表一位数字，即分别代表“8”、“4”、“2”、“1”。将亮的 LED 灯代表的数字相加，即为所表示的故障码，如图 9.26 所示。每次显示一组故障码。

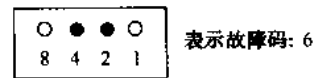


图 9.26 装有 4 个 LED 灯的故障码读取

3. 清除故障码的方法

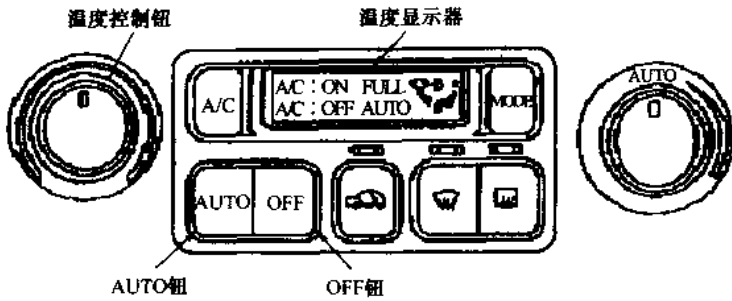
可以利用专用仪器按照使用说明进行清码，也可以不用专用仪器清码。不用专用仪器清码的步骤如下所述：

- (1) 关闭点火开关；
- (2) 对皮鲁车型，拆下熔断器座上的时钟-收音机熔断器至少 10s，可以清除故障码；对雅阁、阿库拉等车型，拆下 BACK UP 熔断器（7.5A）10s 以上即可清除故障码；
- (3) 拆除电池负极，也可清除故障码。

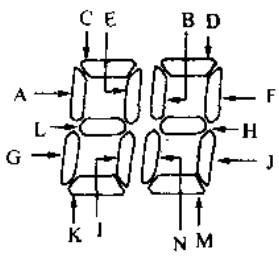
清除故障码又叫“重新设定 PCM”，在清码之前，需要记住时钟和收音机的设置数据（尤其是时钟内的防盗密码），因为清除故障码时会将这些数据删除。

4. 利用空调面板读取及清除故障码

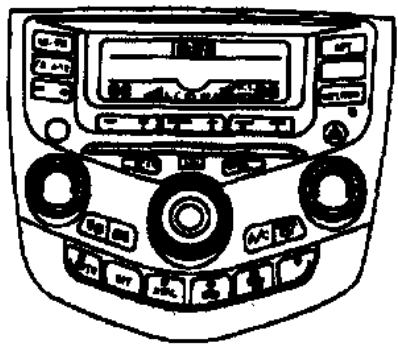
以如图9.27所示的空调面板为例。



(a) 广州本田自动空调面板



(b) 温度指示器



(c) 广州本田2003自动空调面板

图 9.27 本田车自动空调面板

故障码的读取程序:

(1) 接通点火开关 ON, 并将温度控制钮旋到 MAX COOL (最冷) 位置, 然后再到最热位置。

(2) 1min 后, 按下 AUTO 键, 并且在持续按压 AUTO 键的同时, 按下 OFF 键, 在按压两个键时, 如果系统有任何故障, 温度指示器的故障信息字段将分别工作, 指示相应故障的部件, 详见附录附表 9——广州本田空调系统故障码表。然后, 温度指示器将每隔 1s 交替显示“88”(所有字段均变亮)和故障信息字段。

特别提醒: 当 AUTO 按钮和 OFF 按钮同时被按下时, 系统将只显示故障信息; 如果将按钮松开, 则显示为空白; 要想恢复显示, 只需再次按下 AUTO 按钮, 然后按下 OFF 按钮即可。

(3) 在出现故障时, 故障对应的有关字段的指示灯就会工作, 若指示灯 A、C、E、G、I 和 L 同时工作, 则传感器共用电线可能存在断路故障。

故障码的清除:

关闭点火开关会解除自诊断功能。完成维修工作后, 应再次起动车自诊断功能, 以确认不存在其他故障。

5. 利用面板指示灯读取故障码

广州本田利用面板上指示灯读取空调系统故障码的有两种形式。
形式一空调控制面板如图9.28所示。

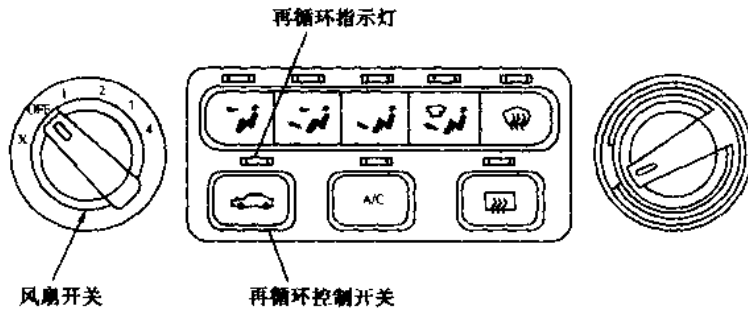


图 9.28 广州本田形式一空调控制面板

故障码的读取程序如图 9.29 所示。

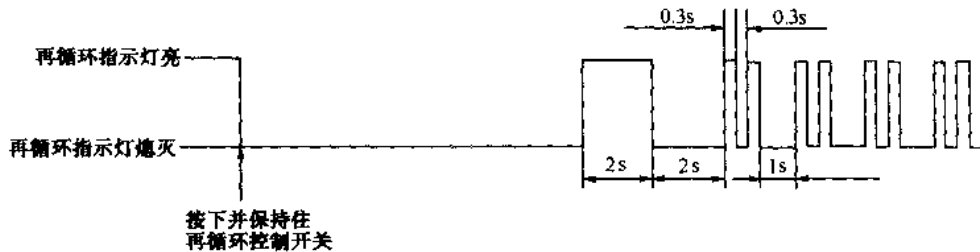


图 9.29 故障码的读取程序

读取故障码的操作步骤:

- (1) 接通点火开关 ON, 关闭风扇开关, 然后将再循环控制开关设置在再循环 (Recirculate) 位置, 再循环显示灯亮。
- (2) 按下并保持住再循环开关到新鲜空气 (Fresh) 位置, 再循环指示灯熄灭。继续保持住开关直到再循环显示灯亮 2s, 然后系统将进行自诊断, 如有故障它将闪亮代码 (见附录附表 10——广州本田空调形式一面板再循环指示灯的故障闪码表), 以显示出有故障的部件。
- (3) 当出现多种故障时, 再循环指示灯以最少次数的闪烁只显示一个故障码。

故障码的清除:

关闭点火开关会消除自诊断功能。完成维修工作后, 应再次起动自诊断功能, 以确认不存在其他故障。

形式二空调控制面板如图9.30所示。

进入自诊的操作:

- (1) 将点火开关置于 OFF;
- (2) 将风扇开关置于 OFF;
- (3) 将温度控制盘调至最冷 (MAX Cool), 然后按下模式控制按钮, 选择通风 (Vent);
- (4) 将点火开关置于 ON (II);
- (5) 按住再循环控制按钮;

(6) 在按住按钮的同时，于10s内按后车窗除雾器按钮5次。再循环指示灯闪烁2次，然后将开始自诊。

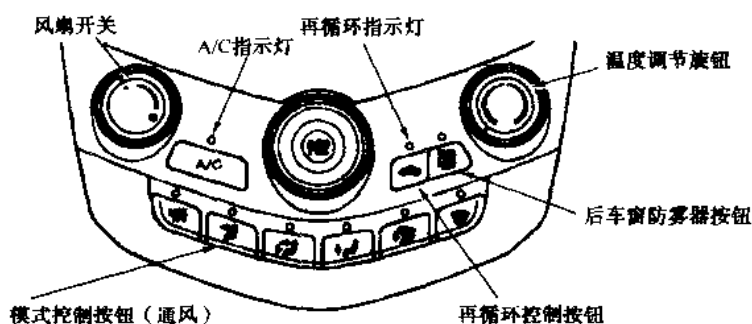


图 9.30 广州本田形式二空调控制面板

如果自诊结束之后系统有任何问题，再循环指示灯将闪烁故障代码1~6，其代表的故障见附录附表11。

如果蒸发器温度传感器电路中有任何故障，则A/C指示灯将闪烁7或8，其意义见附录附表11——广州本田空调闪烁故障码表所示。

如果未发现故障，指示灯将不闪烁。

6. 通过图形读取故障

本田（HONDA）——ACURA车系采用图形读取故障的自动空调面板有三种形式，它们的操作（进入自诊）程序相同，只是表示故障的显示图形不同，这点要特别注意。

ACURA车系形式一的自动空调面板如图9.31所示。

(1) 打开点火开关，然后同时按“**AUTO**”键及“**OFF**”键，3s后放开，此时看空调面板显示屏幕的图形来判断故障原因。

(2) 屏幕显示图形和代表的意义见附录附表12——本田ACURA车系形式一空调面板屏幕显示的故障代表图形表。

ACURA车系形式二的自动空调面板如图9.32所示。

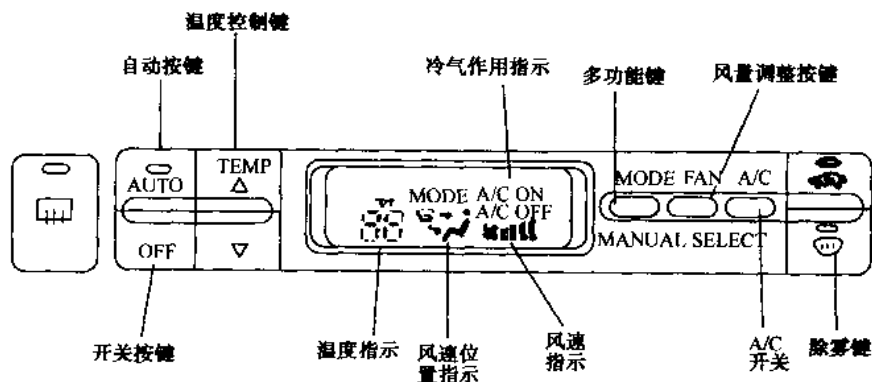


图 9.31 本田 ACURA 车系形式一空调控制面板

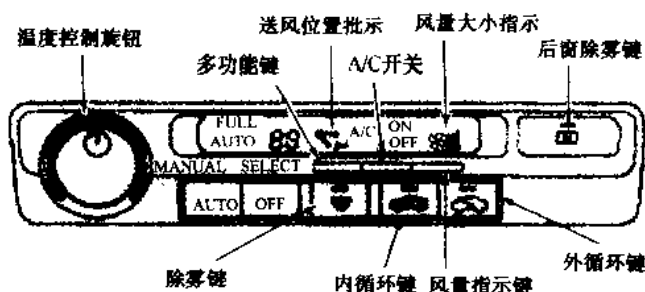


图 9.32 本田 ACURA 车系形式二空调控制面板

(1) 打开点火开关, 然后同时按“**AUTO**”键及“**OFF**”键, 3s后放开, 此时看空调面板显示屏幕的图形来判断故障原因。

(2) 屏幕显示图形和代表的意义见附录附表13——本田ACURA车系形式二空调面板屏幕显示的故障代表图形表。

ACURA车系形式三的自动空调面板如图9.33所示。

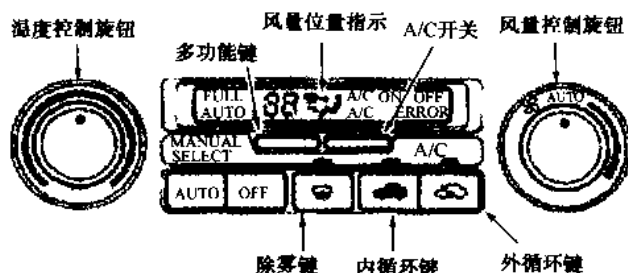


图 9.33 本田 ACURA 车系形式三空调控制面板

(1) 打开点火开关, 然后同时按“**AUTO**”键及“**OFF**”键, 3s后放开, 此时看空调面板显示屏幕的图形来判断故障原因。

(2) 屏幕显示图形和代表的意义见附录附表14——本田ACURA车系形式三空调面板屏幕显示的故障代表图形表。

9.5.3 国产奥迪自动空调系统自检故障码的读取与清除

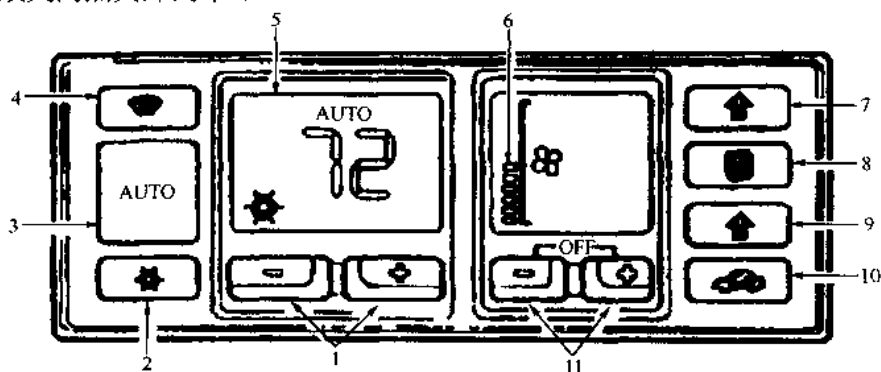
国产奥迪车的空调面板如图 9.34 所示。

1. 利用空调面板读取空调故障码

利用空调面板读取空调故障码的程序及操作为:

- (1) 接通点火开关或起动发动机;
- (2) 同时按住空气的再循环按钮和箭头向上的空气分配按钮, 直至显示“01C”(01C 指示 1 频道, 02C 指示 2 频道);
- (3) 同时释放以上两按钮;
- (4) 显示器上将会显示“01C”, 即启动了“系统故障显示”功能。如果系统有故障, 即输出故障码(见附录附表 15——国产奥迪自动空调故障码表)。如果有多处故障, 显示器按顺序循环显示所有相关的故障码。按下温度按键的“+”、“-”键, 可选择不同的频道(见

附录附表 16——国产奥迪自动空调系统 61 个频道显示内容表)。如果要查询某一指定频道的资料, 首先选定该频道, 然后按下“再循环”按钮即可。要退出存储显示, 可按下“**AUTO**”按钮或关闭点火开关即可。



1-温度控制键; 2-压缩机开关键; 3-自动模式键; 4-除霜键; 5-显示屏; 6-风扇速度指示;
7-气流分配键; 8-气流导向驾驶室; 9-气流分配键; 10-空气再循环键; 11-风扇速度键

图 9.34 国产奥迪车的空调面板

诊断 52 频道的说明:

该频道反映空调压缩机的切换情况, 如果存在空调压缩机断电等情况, 将记录在数字码“88.8”的显示段, 如图 9.35 所示。

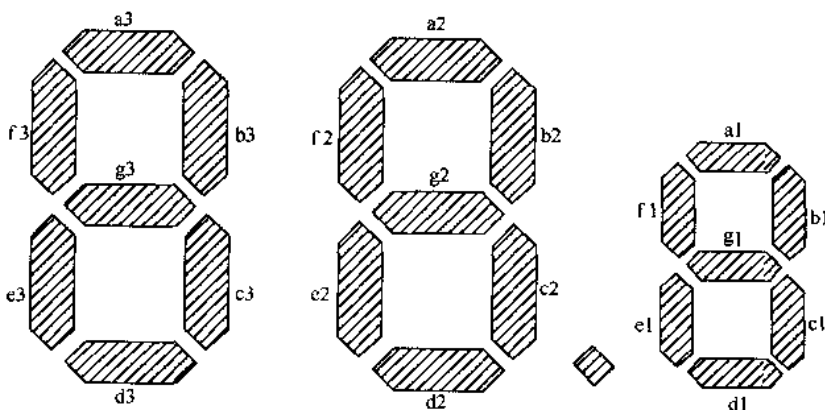


图 9.35 数字码“88.8”的显示

显示段及代表的内容:

- a1——滑动或锁定, 空调制冷剂高压开关 120X 关闭
- b1——发动机转速低于 200~500r/min
- c1, d1——同时显示表明发动机转速高于 6000 r/min
- e1, f1, g1——同时显示表明系统功能良好
- a2——空调人为断电
- b2——电压过低
- c2——强迫降挡开关(经变速器控制电脑 TCM), 压缩机断电时间最长为 12s
- d2——发动机冷却水温度警告灯开关不良

- e2——空调制冷剂低压开关不良
- f2——空调制冷剂高压开关不良
- g1——系统功能良好
- a3——选择经济模式
- b3——选择 OFF
- c3——外部温度太低
- d3——发动机控制系统不良（压缩机在 3~12s 后关闭）
- e3——高压状况出现 30 多次
- f3——鼓风机外部温度传感器温度低于-3℃
- g3——系统功能良好

g1、g2、g3——同时显示表明系统功能良好
 十进位小数点——空调压缩机接通
 无十进位小数点——空调压缩机断开

诊断 53 频道，该频道不显示“88.8”的十进位小数点，其反映内容如下：

- a1——车内温度传感器风扇不良
- b1——新鲜空气/再循环风门关闭（再循环模式）
- c1——加热阀关闭
- d1——双向导线配线不良
- e1——空调压缩机接通
- g1——系统功能良好
- a2、b2——同时显示表明空气流量风门打开
- c2——空气流量风门关闭
- d2、e2——同时显示表明脚挡/除霜器风门在“脚挡”位置
- f2、e2——同时显示表明脚挡/除霜器风门在“除霜”

位置

- g2——系统功能良好
- a3、b3——同时显示表明中央风门在“仪表板出口”

位置

- c3——中央风门在“脚挡出口/除霜”位置
- d3、e3——同时显示表明温度风门在“冷风”位置
- f3——温度风门在“暖风”位置
- g3——系统功能良好
- g1、g2、g3——同时显示，表明系统功能良好

2. 利用专用仪器从诊断座读取与清除空调故障码

新款奥迪车诊断座位置如图 9.36。

读取故障码的方法：

- (1) 接上专用仪器，打开点火开关，输入系统号“08”；
- (2) 输入读取故障码的功能号“02”即可。故障码

表见附录附表 17——国产奥迪利用专用仪器从诊断座读取的故障码表。

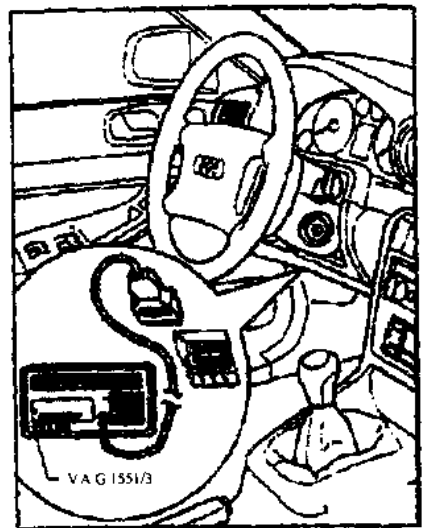


图 9.36 奥迪诊断座位置

清除故障码的方法:

- (1) 接上专用仪器, 打开点火开关, 输入系统号“08”;
- (2) 输入清除故障码的功能号“05”即可。

9.5.4 丰田车系自动空调系统的自检测

目前, 丰田车系自动空调电脑自检故障码均可通过空调面板读取, 而且故障码读取程序及故障码均相同。

1. 空调电脑自检故障码的读取与清除

故障码的读取方法:

(1) 打开点火开关, 同时按下“**AUTO**”键与“**循环/对流**”键, 直到空调面板所有字段显示后, 放开两按键;

(2) 此时面板会闪4次, 并且蜂鸣器发出声响, 即进入诊断模式, 如有故障记忆时, 会直接由温度显示器显示故障码。故障码表见附录附表 18——丰田 LEXUS 自动空调电脑系统故障码表。

故障码的清除方法是:

将熔断器中的“**ECU-B**”或“**FUES OPEN**”熔断器拆下 10s, 再装回即可。

丰田车系不同空调面板, 动作测试步骤及动作测试表是不一样的。

2. 自动空调面板形式一的动作检测

形式一的自动空调面板如图 9.37 所示。

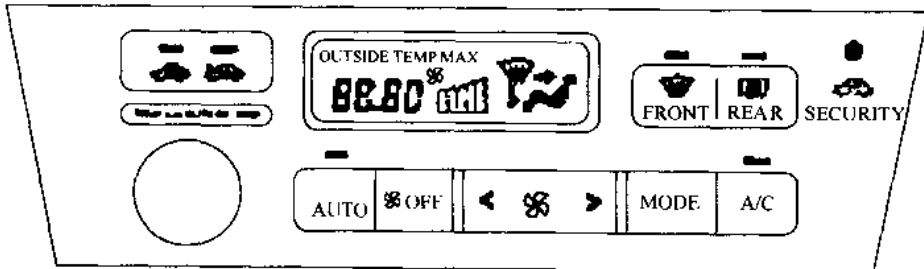


图 9.37 形式一的自动空调面板

形式一空调面板的测试操作步骤:

依故障读取方法读取故障码, 在显示故障码状态下, 按“**循环/对流**”键, 进入动作测试模式。此时空调面板会显示一个代码“0”, 电脑会按代码表(见附录附表 19——形式一空调面板的动作测试代码表)的“0 行”中显示强制各执行器动作, 按风速的上、下键可改变代码值。

当利用风速“**<**”键设定动作码为 21~29 时会改变风速, 如表 9.10 所示。

表 9.10 风速改变表

代码	21	22~29	29
风速度	低速	中速	高速

3. 自动空调面板形式二的动作检测

形式二的自动空调面板如图 9.38 所示。

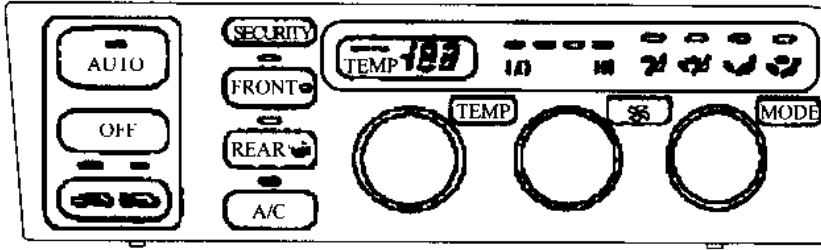


图 9.38 形式二的自动空调面板

形式二空调面板的动作测试步骤：

依故障码读取方法读取故障码，在显示故障码状态，按“循环/对流”键，进入动作测试模式。此时空调面板会显示一代码“0”，电脑会按代码表（见附录附表 20——形式二空调面板的动作测试代码表）的“0 行”中显示强制各执行器动作，按下“A/C”键可改变代码值。

4. 自动空调面板形式三的动作检测

形式三自动空调面板如图 9.39 所示。

形式三空调面板的动作测试步骤：

依故障码读取方法读取故障码，在显示故障码状态，按“循环/对流”键，进入动作测试模式。此时空调面板会显示一代码“0”，电脑会按代码表（见附录附表 21——形式三空调面板的动作测试代码表）的“0 行”中显示强制各执行器动作，按下“对流”键可改变代码值。

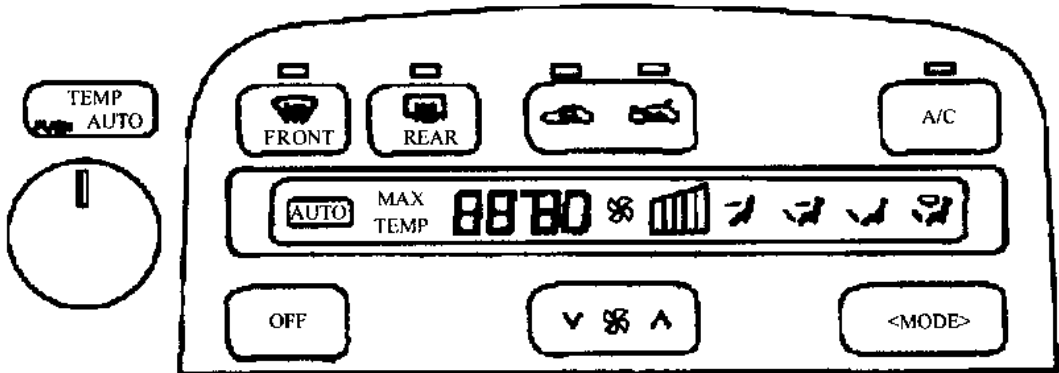


图 9.39 形式三自动空调面板

5. 自动空调面板形式四的动作检测

形式四的自动空调面板如图 9.40 所示。

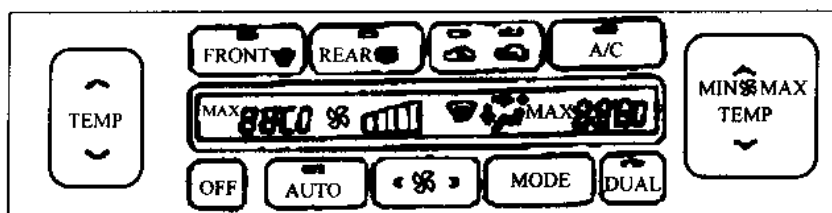


图 9.40 形式四的自动空调面板

形式四空调面板的动作测试步骤：

依故障码读取方法读取故障码，在显示故障码状态，按“循环/对流”键，进入动作测试模式。此时空调面板会显示一代码“0”，电脑会按代码表（见附录附表 22——形式四空调面板的动作测试代码表）的“0 行”中显示强制各执行器动作，按下“对流”键可改变代码值。

9.5.5 马自达 (MAZDA) 车系自动空调系统的自检测

1. 自检故障码的读取与清除

以下几个马自达空调系统需要利用原厂专用仪器来进行故障码的读取与清除，如图 9.41 所示。

故障码的读取与清除程序：

(1) 起动发动机（怠速运转中，按“**AUTO**”键）使达正常工作温度后熄火，然后将专用仪器接到诊断座上；

(2) 利用一个 60W 以上的灯光照射在阳光传感器上；

(3) 依仪器操作手册进入诊断项目，然后打开点火开关，此时仪器会直接显示目前的故障码，见附录附表 29；

(4) 此时如果由空调面板上，按下“**A/C**”键后，即进入读取“历史记忆故障码”，见附录附表 29——马自达 (MAZDA) 自动空调故障码对照表；

(5) 读出历史记忆故障码后，如果同时按下“**AUTO**”键和“循环/对流”键，仪器会显示“00”表示故障码已清除。

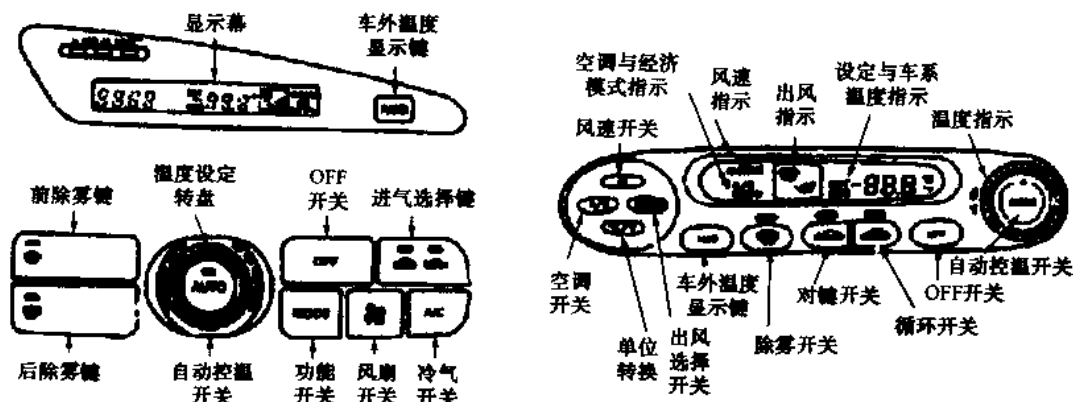


图 9.41 马自达自动空调面板

2. 马自达 (MAZDA) 空调系统的动作测试

马自达 (MAZDA) 电子显示屏幕空调系统动作测试程序:

(1) 依前面“故障码的读取与消除程序”，进行到第3步后按“AUTO”键，即进入动作测试模式；

(2) 利用“循环对流”开关去选择动作测试的选项，动作测试的对照如表 9.11 所示。

表 9.11 MAZDA 电子显示屏幕空调系统动作测试对照表

测试步骤	动作项目	动作状况							其他装置状况	测试项目
		START	4	8	12	16	20	24			28
1	鼓风机风量	关闭 (关闭)	1档	2档	3档	4档	关闭	1档	混合风门电机……50% 空气流量电机……通气 A/C压缩机……开	10 11 12
2	混合门电机	0% (移动程序)	50%	100%	50%	0%	50%	100%	鼓风机电机……2档 空气流量电机……通气 A/C压缩机……开	6
3	空气流量电机	进气 (模式)	上吹	暖气	暖气 除霜	除霜	通气	上吹	鼓风机电机……2档 混合风门电机……清冷 A/C压缩机……开	7
4	进气风门电机、A/C压缩机、A/C压缩机怠速提升信号	清冷 (模式)	循环	清冷	循环	清冷	循环	清冷	鼓风机电机……2档 混合风门电机……0% 空气流量电机……通气	13 8 9

3. 故障指示的读取与清除

具有故障指示的马自达自动空调面板如图9.42所示。

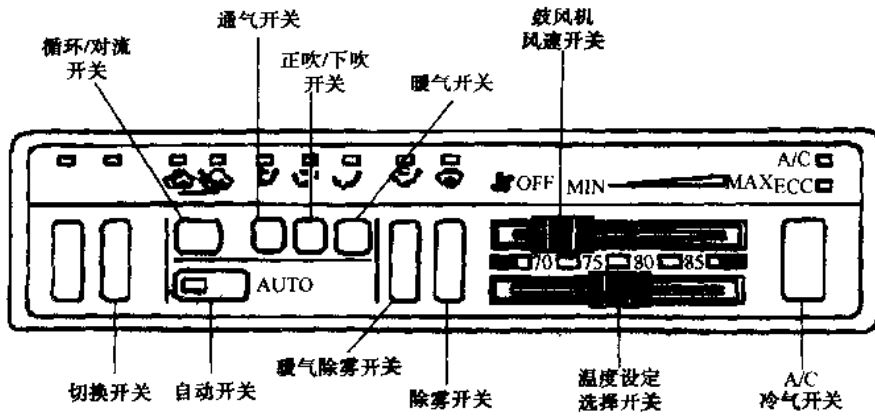


图 9.42 马自达自动空调面板

该款马自达 (MAZDA) 空调系统中的电脑对自检故障不是以故障码存储而是以故障指示存储, 使其更具人性化。

故障指示读取程序:

- (1) 发动机暖车后熄火, 设定鼓风机开关在“**AUTO**”位置。
- (2) 设定温度开关在“**24℃**”位置。
- (3) 利用一个 **60W** 以上的灯光照射阳光传感器。
- (4) 同时按住“**AUTO**”键和除雾“**Def**”键, 并在打开点火开关后, 放开两个按键, 此时即进入“**目前故障指示**”模式, 可通过空调面板读取故障指示码, 参考附录附表 31——马自达 (MAZDA) 空调系统的故障指示 (码) 表。
- (5) 如果此时再按“**A/C**”键, 即进入“**历史故障指示**”模式, 可通过空调面板读取故障指示码, 参考附录附表 29——马自达 (MAZDA) 自动空调故障码对照表。当闪“**对流**”键的灯时, 则表示系统正常。
- (6) 如果按“**AUTO**”键, 即进入**动作测试**, 此时电机、鼓风机、压缩机离合器会自动动作即表示系统正常。

故障记忆清除程序:

将点火开关置于 **OFF** 再置于 **KEY-ON**, 同时按下“**AUTO**”键和“**循环/对流**”键, 然后放开, 当“**AUTO**”闪 **5s** 即可。

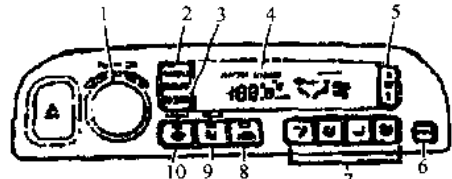
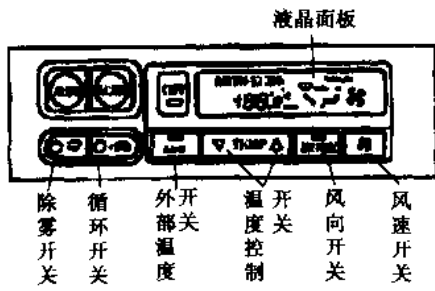
9.5.6 尼桑 (NISSAN) 车系自动空调自检故障码

1. 一般故障码

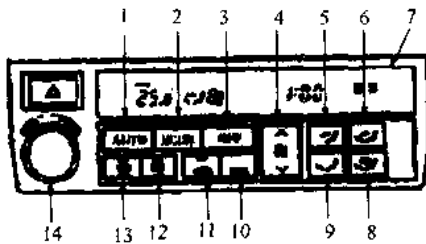
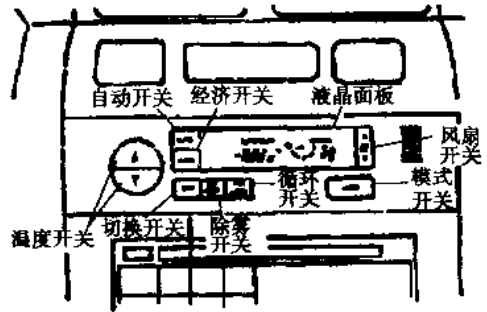
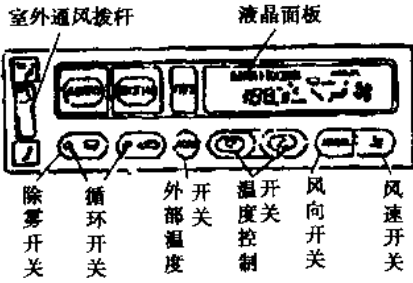
下列六种尼桑 (NISSAN) 车系自动空调面板 (如图 9.43 所示) 的自诊断方法是一样的, 空调系统的故障码也相同。故障码见附表 33~附表 35。

2. 由面板显示的组合图故障指示 (故障码)

由面板显示的**组合图故障指示 (故障码)**来表示故障。空调面板如图 9.44 所示。



1-开-关&温度控制;2-自动开关;3-经济开关;
4-液晶晶体;5-手动风扇控制开关;6-室外温度
开关;7-模式开关;8-空气循环开关;9-后窗除雾
开关;10-除霜开关



1-自动开关;2-经济开关;3-切断开关;4-鼓风机
开关;5-通风开关;6-上吹开关;7-液晶面板;8-下
吹除雾按钮;9-下吹开关;10-室外温度开关;11-空
气循环开关;12-后窗除雾开关;13-除雾开关;14-温
度开关

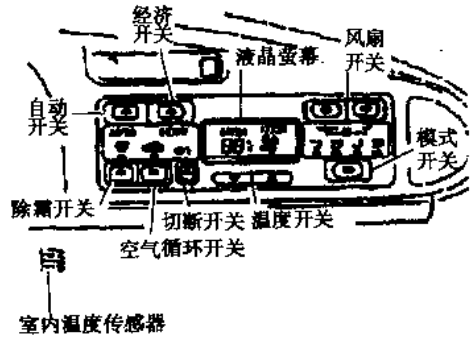


图 9.43 六种尼桑 (NISSAN) 车系自动空调面板

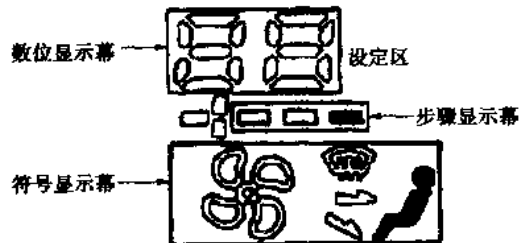
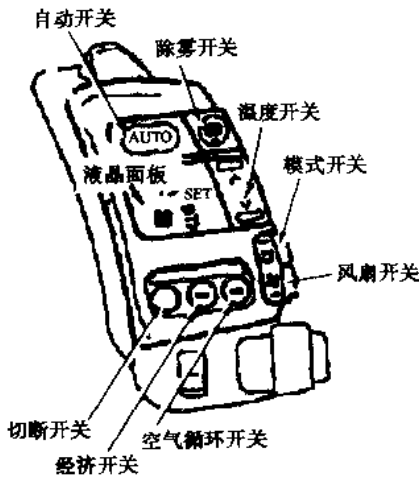


图 9.44 由面板显示的组合图故障指示表示故障的空调面板

故障码读取:

(1) 起动发动机,同时按下“**AUTO**”和“**OFF**”键 5s 以上再放开;

(2) 此时即进入诊断功能,在液晶显示器上会显示故障指示(码),见附表 36——尼桑(NISSAN)自动空调组合图故障指示表。

*可按“**风扇速度**”开关去切换数值显示选项。

如果按“**AUTO**”键一次即进入动作测试。

如果按“**AUTO**”键二次即进入辅助机构测试。

如果按“**AUTO**”键三次即进入读取传感器数值。

动作测试:

(1) 起动发动机,同时压下控制面板上的**AUTO**和**OFF**键至少5s后,压下**AUTO**键两次以显示步骤2,如图9.45所示;

(2) 电脑输出数值使显示器上显现出的作动器所代表的符号,见附表 37——尼桑(NISSAN)自动空调组合图动作测试表;

(3) 检测作动器和出风口是否依指示动作,听取动作的声音,并确定出风位置;

(4) 代码和数值在电机作动时不会确切指出电机在作用,只告诉那一个作动器正在作用通电中;

(5) 每次动作的转换是由压下模式或风扇开关进行(见附表37),它可能花上一分钟的时间,才能读取到稳定的出风口温度和动作的程度比例。

辅助机构测试:

(1) 起动发动机,同时压下控制面板上的**AUTO**和**OFF**键至少5s,然后压下**AUTO**键二次以显示步骤3,如图9.46所示;

(2) 每次压模式或风扇开关,设定区的数值会变化。压模式开关数值升高,这个数值将可提升到20℃(36°F),压下风扇开关数值将会减小,可减少到-20℃(36°F);

(3) 自诊步骤3可设定不同的上吹和下吹温度,见附录附表38——不同的上下吹温度表。读取传感器数值:

(1) 起动发动机,同时压下控制面板上的**AUTO**和**OFF**键至少5s,压下**AUTO**键三次以显示步骤4,如图9.47所示。

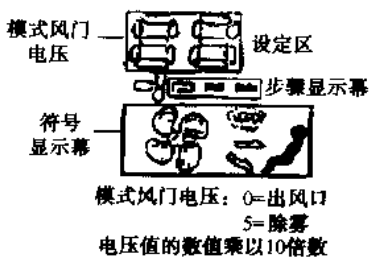


图 9.45 动作测试显示

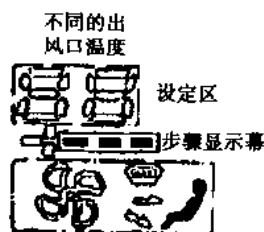


图 9.46 辅助机构测试显示

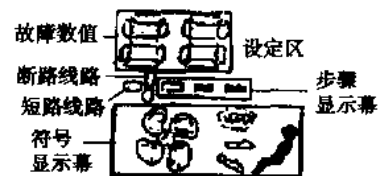


图 9.47 读取传感器数值显示

(2) 每次模式或风扇开关被压下,故障监视器会改变每个传感器的数值和状态并显示在数值监视器上,读出的参考摄氏度数值,括弧内数值为参考华氏度数。

(3) 若传感器失效,发动机起动时,最后一个故障,数值会显示在设定区。一个断路的线路会以垂直的矩形指示并显示在垂直矩形上,一个短路线路会以水平的矩形显示指示在水平的矩形上。其短路和断路指示的条件见附表 39——短路和断路的条件表。

本车系所采用的所有温度传感器的规格都是一样的，参见附表40——温度传感器规格表。
空调系统的压力测试参见附表41——A/C系统压力测试表。

9.5.7 寻求 (QUEST) 车系自动空调的永久性和间歇性故障码

日产的寻求 (QUEST) 车系自动空调故障码将故障分为永久性故障和间歇性故障，分别编码和存储于电脑中。见附表42——寻求 (QUEST) 车系自动空调故障码表。

其自动空调面板如图9.48所示。

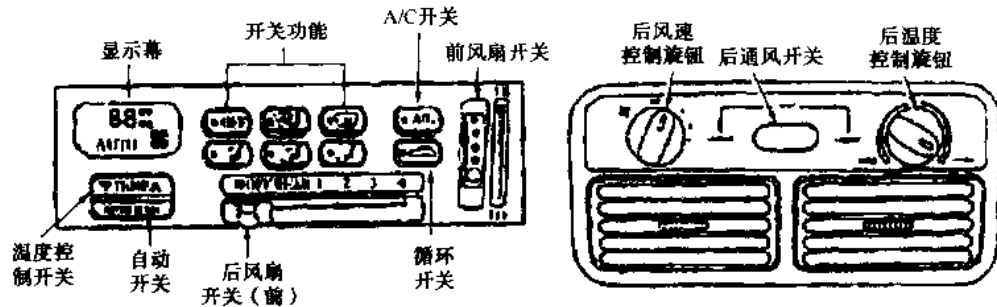


图 9.48 QUEST 车系自动空调面板

故障码的读取与清除程序：

- (1) 起动发动机，将空调温度设定在65~85°F之间；
- (2) 同时按下“OFF”键和“下吹”键，然后放开，并在2s内再按一次“AUTO”键即进入自诊模式；

(3) 此时空调电脑会执行自动循环诊断约需30~60s，此时不再操作任何按键，如果有检测到的故障会由空调面板温度屏幕显示故障码，并以一秒显示一组码的方式显示；

- (4) 如果系统正常会显示“88”。

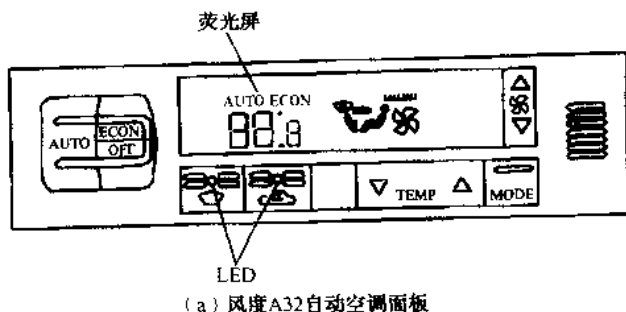
如果要结束诊断可按“Temp▼”降温键（不清除故障码），或按“除雾”（会自动清除故障码）。

9.5.8 风度车系自动空调的自检测

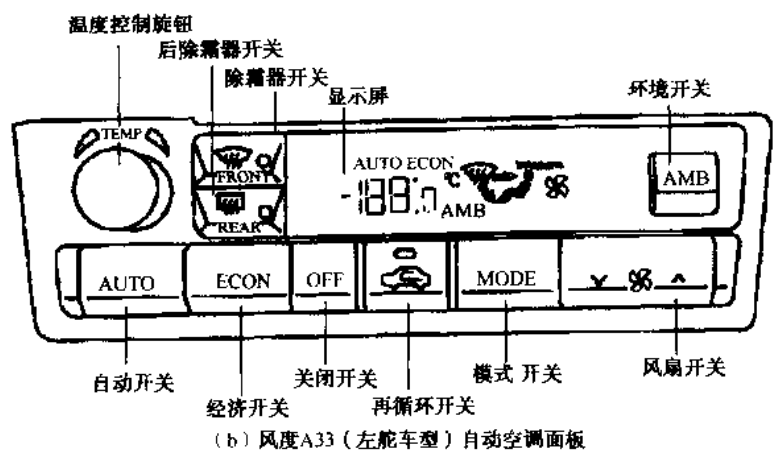
风度车系在中国有两款：A32与A33，其空调面板如图9.49所示。它们空调自检测的步骤与故障码均相同，自检测包含5个诊断测试和1个辅助功能。

进入自检测的步骤如下：

- (1) 关闭点火开关；
- (2) 打开点火开关或起动发动机，在5s内按空调面板的“OFF”5s以上，直到面板上的所有字都显示出来；
- (3) 通过按（拧）设定温度按钮向上或向下，可在5个检测步骤之间切换；
- (4) 在检测步骤五状态下，按鼓风机转速按钮向高或向低，可在检测步骤五及辅助功能之间切换，如图9.50所示。



(a) 风度A32自动空调面板



(b) 风度A33 (左舵车型) 自动空调面板

图 9.49 风度车系 A32、A33 自动空调面板

检测步骤一：空调面板 LED 和显示屏检测

在检测步骤一，空调面板上的所有指示灯都会亮，显示屏上所有字段都应启亮，否则空调面板不正常。

检测步骤二：读取传感器故障码

在检测步骤二，首先显示屏显示十位数“2”，系统经过大约 25s 的自诊，再显示个位数。若在十位数之前显示字符“—”，表示该传感器线路短路，参见附表 43——风度车系自动空调系统故障码。

检测步骤三：读取执行器故障码

在检测步骤三，首先显示屏显示十位数“3”，经过大约 50s 的系统自诊，再显示个位数。故障码见附表 43——风度车系自动空调系统故障码。

检测步骤四：动作元件测试

在检测步骤四，首先显示屏显示数字“41”，每按一次“除雾”键，显示数码增大一，直到“46”，再返回“41”。在检测步骤四，空调电脑会按附表 44——风度车系自动空调动作测试表所列强制使各个执行器工作。此时用目测、耳听、手试等方法，检测各执行器是否正常。

检测步骤五：温度显示

在检测步骤五，显示屏首先显示“51”，按“除雾”键可在“51”——环境温度——车内温度——进气温度——“51”循环显示，如图 9.51 所示。

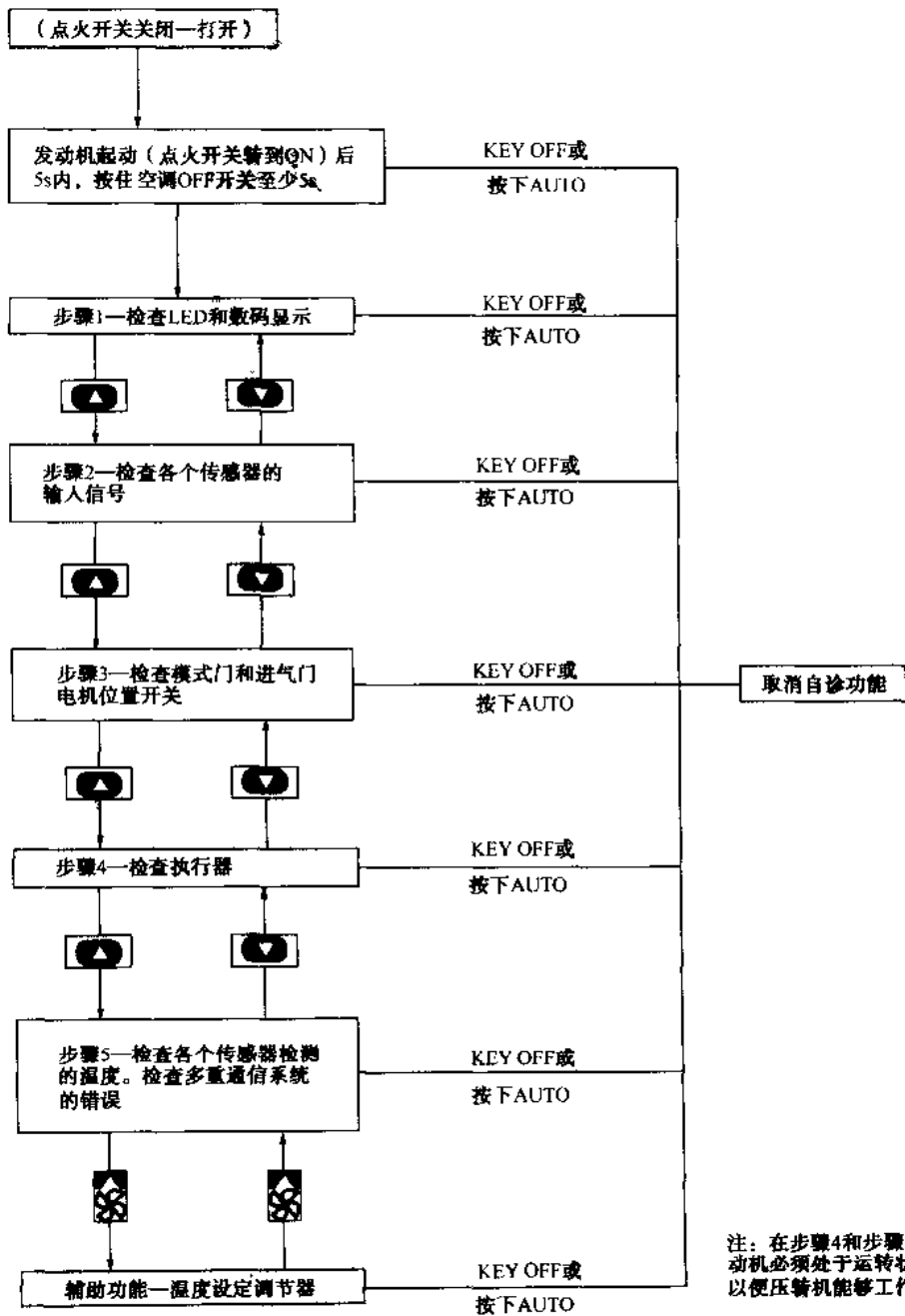


图 9.50 自检测 (诊断) 流程图

也就是, 在显示“51”时, 按一下除雾键, 假如此时显示屏显示“24”, 代表环境温度传感器测量的环境温度为 24℃。维修人员可与实际的环境温度比较, 来判断环境温度测试是否正常。其他依此类推。

辅助功能: 温度设定调节

该辅助功能允许显示屏显示温度 (设定温度) 与乘客座所测得的实测温度相差 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。该人性化的功能用来满足不同车主的喜好。

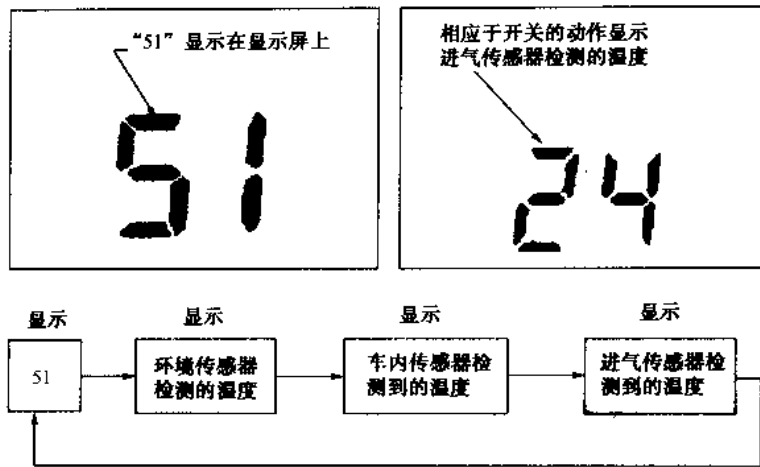


图 9.51 检查温度传感器检测到的温度

当进入检测模式五以后，按一下鼓风机的向上按钮，则进入辅助功能，按（拧）设定温度按钮，可改变显示屏上的数字。每按（拧）一次设定温度按钮，数字会增大或减少 0.5°C 。再按一下鼓风机的向上按钮，可退出辅助功能，如图 9.52 所示。

如果蓄电池被拆过，温度设定将复位到 0°C 。

9.5.9 大宇车系自动空调的安全功能和自检测

大宇全自动空调控制系统的自诊断具有失效安全功能。当自动空调系统出现任何故障后，设定温度指示灯将闪烁。如果某一个传感器有故障，自动空调控制器没有收到传感器信号，但是在下列情况中失效安全功能将使自动空调控制器运作依旧：

- (1) 当车内温度传感器有故障，以 25°C 为代替信号。
- (2) 当车外温度传感器有故障，以 25°C 为代替信号。
- (3) 当水温传感器有故障，以传感器“开”为代替信号。
- (4) 当阳光传感器有故障，以不受光照为代替信号。

大宇全自动空调面板见图 9.53 所示。

读取显示故障码程序：

- (1) 打开点火开关；
- (2) 设定温度为 26°C ；
- (3) 在 3s 内同时按下“**AUTO**”和“**OFF**”两个按键后放开，连续 3 次；屏幕上就会显示出故障码，故障码说明见附表 45——大宇车系自动空调故障码表。

故障码消除程序：

- (1) 重新启动发动机；
- (2) 在车辆进入自诊断后，按“**OFF**”键，就可清除故障码；
- (3) 车辆自诊后，再持续吹风 16s，以确定没有其他故障码。

自动空调系统的技术规格参见附录附表 46——自动空调系统压力传感器规格表。

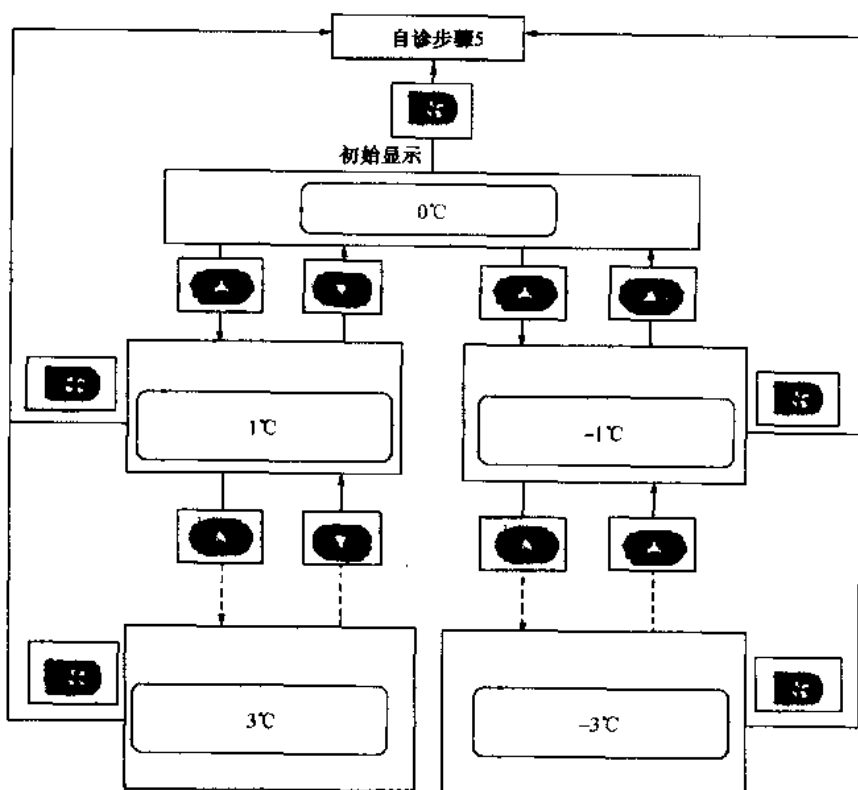


图 9.52 温度设定调节

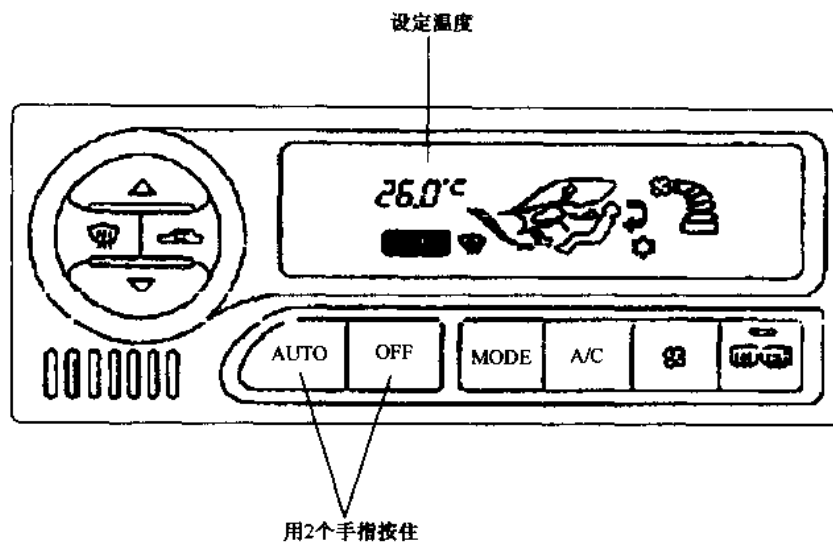


图 9.53 大字典雅全自动空调面板

9.5.10 克莱斯勒 (CHRYSLER) 车系自动空调的学习设定

克莱斯勒 (CHRYSLER) 车系有许多种类型, 其中道奇车系是比较有代表性的。

1. 道奇（1998年前）Caravan 旅行车空调系统

道奇（1998年前）Caravan 旅行车的自动空调面板如图 9.54 所示。

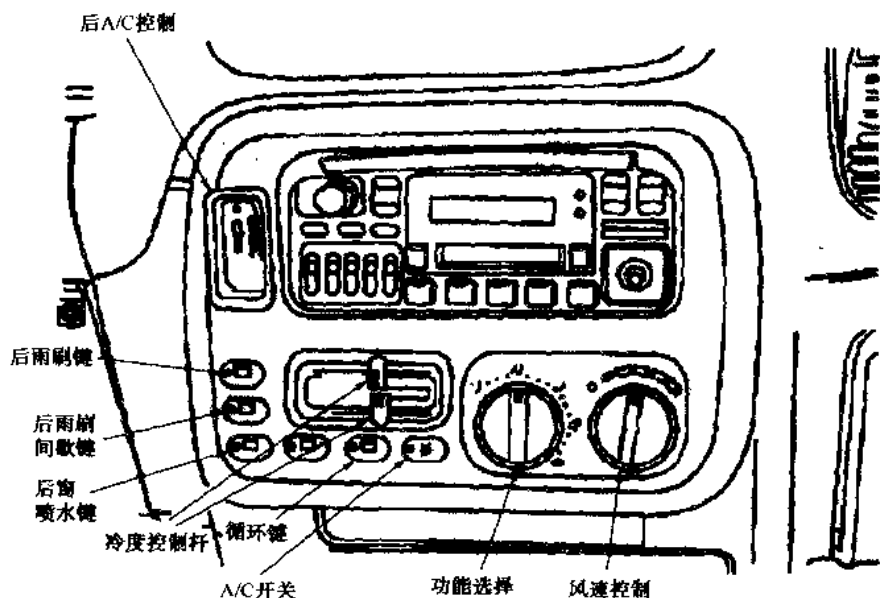


图 9.54 道奇（1998年前）Caravan 旅行车的自动空调面板

当曾经拆过蓄电池或检修冷气系统后，均必须执行学习设定，或“后雨刷间歇”控制按钮上的 LED 在闪烁时，也必须进行学习设定或故障码诊断。

学习设定程序：

- (1) 拉起驻车制动，起动发动机达正常工作温度；
- (2) 保持怠速，将“鼓风机”设定在最大风量 (MAX)；
- (3) 将“功能选择”转到正吹；
- (4) 将冷气设在对流模式（循环键上的 LED 灯熄）；
- (5) “冷度”调到最冷；
- (6) 同时按下“后雨刷键”及“后窗喷水键”5s 以上；
- (7) 此时“后雨刷间歇键”及“后雨刷键”上的 LED 灯会交互闪烁，即开始进入学习设定模式；
- (8) “A/C”键及“循环”键上的 LED 灯也会交互闪烁；
- (9) 约 60s 以后，如果只有“后雨刷键”上的 LED 灯闪烁，即表示设定完成；
- (10) 如果“后雨刷键”及“后雨刷间歇键”交互闪烁，则表示空调系统有故障，就进行故障码读取诊断；
- (11) 任何时候将点火开关关闭，即离开学习模式。

故障码的读取：

- (1) 将 A/C 开关关闭，打开鼓风机开关，并等待 3min 以上；
- (2) 如果“后雨刷键”及“后雨刷间歇键”上的 LED 灯同时闪烁，则表示空调系统要进行学习设定和谐；

(3) 如果“后雨刷键”及“后雨刷间歇键”上的 LED 灯交互闪烁,则表示空调系统有故障码存在;

(4) 可利用“后窗喷水键”改变诊断功能,如图 9.55 所示;

后窗喷水键	后雨刷键LED灯	后雨刷间歇键LED灯	功能
按一下 ↓	闪一下	闪烁故障码	不闪到闪1-9下
再按一下 ↓	闪两下	功能选择按钮测试,会自动循环作动	
再按一下 ↓	闪三下	循环/对流测试,会自动循环作动	
再按一下 ↓	闪四下	蒸发器温度测试	
再按一下 ↓	闪五下	风门测试,会自动循环作动	

图 9.55 用“后窗喷水键”改变诊断功能

(5) 由后雨刷间歇键上的 LED 灯闪烁故障码,见附表 51——Caravan 后雨刷间歇键上的 LED 灯闪烁故障码(1998 年前)。

2. 道奇(1998年后)Caravan车空调系统

道奇(1998年后)Caravan车空调系统的面板指示灯指示含义见附表 52——Caravan 空调面板指示灯代表含义(1998年后)。

空调系统(1998年后)的学习设定:

(1) 拉起驻车制动,发动机达到正常工作温度后怠速运转,使鼓风机转速最高,出风口处于吹脸(正吹)位置,打开所有出风口,温度控制杆处于最冷位置。

(2) 同时按住后窗喷水和后雨刷两按钮 5s 以上,直到空调面板所有指示灯会点亮。松开两按钮,后雨刷和后雨刷间歇两按钮指示灯交替闪烁,说明系统正学习记忆;A/C 和内循环两按钮指示灯交替闪烁,说明系统正进行冷度检测。

(3) 60s 后,若只有后雨刷按钮指示灯闪烁,基本设定完成。若后雨刷和后雨刷间歇两按钮指示灯闪烁,表明空调系统有故障,应进行“读取故障码”。

(4) 在任何时候,按后挡风玻璃除雾或后雨刷、内循环按钮、关闭点火开关,都可以离开学习模式。

(5) 注意:在进行设定之前,要是蒸发器本体温度低,系统不能成功进行学习记忆。此时应关闭 A/C,打开鼓风机 3~5min 来使蒸发器温度恢复到室温。

冷度检测:

(1) 在冷度测试中,电脑监控蒸发器温度(通过蒸发器温度传感器)。正常经此测试后,蒸器的温度会在 2min 内下降到设定的温度。

(2) 拉起驻车制动,蒸发器温度处于室温,发动机达到正常工作温度后怠速运转,使鼓风机转速最高,出风口处于吹脸位置,打开所有出风口,温度控制杆处于最冷位置。

(3) 同时按住 A/C 和后雨刷两按钮 5s 以上,直到空调面板所有指示灯点亮。松开两按钮,A/C 和内循环两按钮指示灯交替闪烁,说明系统正进行“冷度检测”。若 A/C 和内循环两按钮指示灯同时闪烁,说明冷度检测失败,详见“冷度检测失败之后的检查”。

(4) 在任何时候,按后挡风玻璃除雾、后雨刷、内循环按钮或关闭点火开关,都可以离开学习模式。

冷度检测失败之后的检查:

(1) 冷度检测失败, 可能是由于蒸发器温度传感器不良。该检查可确认蒸发器温度传感器是否良好。

(2) 确定制冷系统性能良好, 在中央出风口放一温度计, 进行冷度测试, 温度计指示的温度在 2min 内至少下降 7℃。

(3) 要是温度计指示的温度在 2min 内至少下降 7℃, 进行蒸发器温度测试, 详见“空调自诊断系统”。等蒸发器温度上升到室温, 重新进行第二步。

(4) 要是温度计指示的温度在 2min 内至少下降 7℃, 把蒸发器温度传感器从蒸发器表面移开, 等蒸发器温度上升到室温后, 重新进行第二步。

(5) 要是温度计指示的温度在 2min 内至少下降 7℃, 但进行冷度测试失败, 更换蒸发器温度传感器。

3. 道奇 (1998 年后) 捷龙空调系统自诊断

故障码的读取程序:

(1) 若蒸发器温度不处于室温, 关闭压缩机, 打开鼓风机 3min, 使蒸发器温度处于室温。

(2) 拉起驻车制动, 发动机达到正常工作温度后怠速运转, 使鼓风机转速最高, 出风口处于吹脸位置, 打开所有出风口, 温度控制杆处于最冷位置。

(3) 同时按住后窗喷水和后雨刷两按钮 5s 以上, 直到空调面板所有指示灯会点亮。松开两按钮, 此时后雨刷和后雨刷间歇两按钮指示灯交替闪烁, A/C 和内循环两按钮指示灯也交替闪烁。

(4) 60s 后, 若后雨刷和后雨刷间歇两按钮指示灯闪烁, 表明空调系统有故障, 故障闪码见附录附表 53——道奇 (1998 年后) 捷龙空调系统故障闪码表。可利用“后窗喷水”按钮去按附录附表 54——后窗喷水按钮改变诊断功能表所列; 改变诊断功能。

故障码的清除:

重新读码一遍。若系统正常, 就能自动清除故障码。

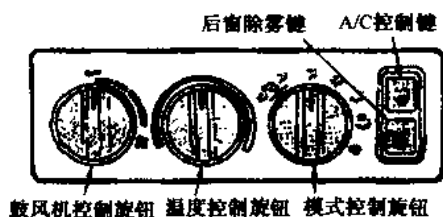


图 9.56 旋钮控制面板

4. MAC 车中央恒温空调系统自诊断

MAC (Manual Air Conditioning) 车旋钮控制面板如图 9.56 所示。

此型面板有 7 种空调模式可供选择:

- (1) 挡风玻璃除雾模式。
- (2) 挡风玻璃除雾及下方通风模式。

- (3) 下方通风模式。
- (4) 上方及下方通风模式。
- (5) 上方通风模式。
- (6) 下方循环通风模式。
- (7) 上方及下方循环通风模式。

MAC 旋钮控制面板自诊断程序:

- (1) 起动发动机并维持运转以便进行测试, 且注意在测试时, 不可开动车。

- (2) 将鼓风机控制旋扭转至 OFF 外的任何位置。
- (3) 将温度控制旋扭转至最大冷度位置（向右转到底）。
- (4) 将模式控制旋扭转至挡风玻璃除雾模式。
- (5) A/C 控制位置 ON 或 OFF 皆可。

(6) 按下后窗除雾键 3~5s，直到按键上的灯开始闪烁再将按键放开。此时表示系统已进入诊断模式，若此时将鼓风机控制旋扭转至 OFF 或按下 A/C 控制键，或按下后窗除雾键一次，都会自动离开诊断模式。

(7) 进入诊断模式后，后窗除雾键上的灯将会闪烁 30s，此时表示系统在进入自测试及检查。若完成后，后窗除雾键的灯熄灭则跳至第 10 步进行；假如此时灯持续亮着，则继续执行以下步骤。

(8) 此时后窗除雾键上的灯持续亮着，则表示系统中有故障存在。

(9) 执行下述程序以检测其系统故障：

① 转动模式控制旋扭转至挡风玻璃及下方通风模式，假如此时后窗除雾键的灯仍亮着，则为控制面板内部电路故障。

② 转动模式控制旋扭转至下方通风模式，若此时后窗除雾键的灯仍亮着，则为 HVAC 的混合门或混合门线路不良。

③ 转动模式控制旋扭转至上方及下方通风模式，若此时后窗除雾键的灯仍亮着，则为模式动作器和线路不良。

(10) 执行下述程序以检测其模式控制：

① 将模式控制旋扭转至挡风玻璃除雾及下方通风模式，此时后窗除雾键的灯应闪烁 2 次并暂停一段时间再依此频率继续闪烁，假如其灯闪烁正常则表示挡风玻璃除雾及下方通风模式良好。

② 将模式控制旋扭转至下方通风模式，此时后窗除雾键的灯应闪烁 3 次并暂停一段时间再依此频率继续闪烁，假如其灯闪烁正常，则表示下方通风模式良好。

③ 将模式控制旋扭转至上方及下方通风模式，此时后窗除雾键的灯应闪烁 4 次并暂停一段时间，再依此频率继续闪烁，假如其灯闪烁正常，则表示上方及下方通风模式良好。

④ 将模式控制旋扭转至上方通风模式，此时后窗除雾键的灯应闪烁 5 次并暂停一段时间再依此频率继续闪烁，假如其灯闪烁正常，则表示上方通风模式良好。

⑤ 将模式控制旋扭转至上方循环通风模式，此时后窗除雾键的灯应闪烁 6 次并暂停一段时间再依此频率继续闪烁，假如其灯闪烁正常，表示上方及下方循环通风模式良好。

(11) 进行下述程序以检测其温度控制：

① 将其模式控制旋扭转至挡风玻璃除雾模式。

② 逆时针方向慢慢转动温度控制旋扭转，此时后窗除雾键的灯会开始闪烁，并会随旋扭转的转动而加快其闪烁频率，直到旋扭转至最大热度时（向左转到底），后窗除雾键的灯将会熄灭。

③ 将其模式控制旋扭转至上方通风及上方循环通风间，并观察其循环门的动作，假如动作正确，则表示循环门动作器和线路良好。

中央恒温空调系统的检测流程如图 9.57 所示。

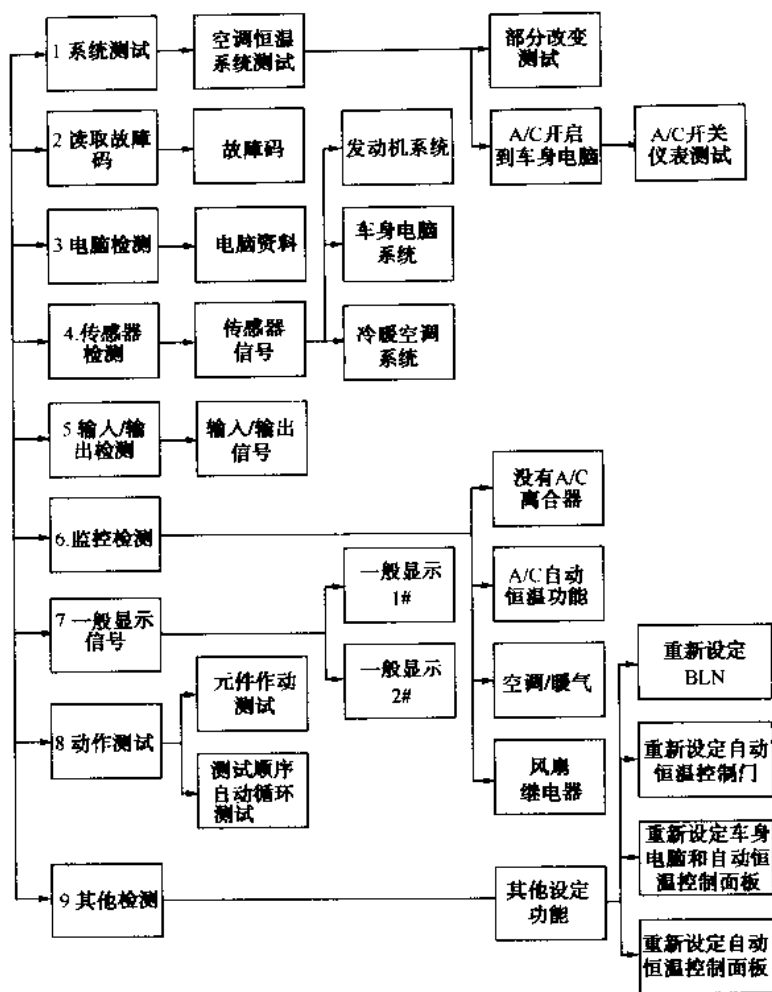


图 9.57 恒温空调系统的检测流程

小 结

- (1) 介绍了许多空调控制电器的检测维修;
- (2) 介绍了汽车空调系统故障码的读取与清除;
- (3) 不同型号汽车空调的故障编码与读取清除的方法不同;
- (4) 对空调压缩机和电磁离合器进行大修, 应遵循厂家说明书的指导;
- (5) 收集不同型号汽车的说明书、维修手册和示意图等资料是非常必要的。

习 题 9

一、填空题

1. 压缩机离合器可用_____或_____开关控制。

2. _____被用于啮合或释放压缩机。
3. 一种全自动温度调控系统基于_____微处理器。

二、问答题

1. 自动温度控制系统维修讨论时, 技师甲说, 必须有生产厂提供的线路图, 才能正确诊断系统的故障; 技师乙说, 应该有生产厂提供的维修手册, 才能正确地更换出故障的零部件。谁正确?

2. 技师甲说, 在某些传感器电路中, 使用二极管是为了防止工作过程中计算机损坏; 技师乙说, 热敏电阻器在离合器电路中的应用, 是为了防止工作过程中的脉冲。谁正确?

3. 技师甲说, 膨胀阀位于蒸发器进口前; 技师乙说, 膨胀管位于储液干燥器后。谁正确?

4. 测试灯已连接在风扇电动机壳和熔断器或断路器的高电位端, 技师甲说, 若灯不亮, 则地线失效; 技师乙说, 若灯亮, 则风扇电动机失效。谁正确?

5. 技师甲说, 圆头镗可用来把轴承敲进转子; 技师乙说, 外卡环通常用来把轴承安进转子。谁正确?

6. 关于 O 形环的讨论, 技师甲说, R134a 的 O 形环通常都是黑的; 技师乙说, R12 的 O 形环是蓝色的或是绿色的。谁正确?

7. 技师甲说, 有些压缩机上可用油尺量油位; 技师乙说, 有些压缩机需放出冷冻机油并测量放出的油量来确定油位。谁正确?

8. 技师甲说, 大多数汽车的空调修理操作, 都详细包括在独立的修理指导手册中; 技师乙说, 应该阅读专门的生产厂给出的维修手册。谁正确?

9. 在电气系统中为什么绝缘和绝缘体是必不可少的?

10. 比较温度控制开关和压力控制开关的区别。

11. 汽车空调的励磁线圈安装在什么地方?

第 10 章 汽车空调系统综合检修

在学完本章后应能:

- (1) 掌握制冷系统运行的七种基本工况;
- (2) 检测汽车空调系统中制冷剂量与纯度;
- (3) 测试汽车空调系统性能;
- (4) 使用温度和压力的方法诊断系统故障;
- (5) 了解奥迪汽车自动空调制冷不佳的检测流程;
- (6) 掌握自动空调的常见故障及检修方法。

10.1 定排量制冷系统的检修

维修汽车空调系统需要充分了解组成整个系统的各个部件的目的和功用。这包括机械系统和电子系统及子系统的作用及反作用。

汽车空调系统随生产年份、厂家设计和型号的不同而异。因此,没有标准的诊断程序。所有汽车空调系统的诊断,只能共享一部分通用的常识。

定排量空调系统也称循环离合器系统。由于压缩机的排量是固定的,所以采用循环离合器的方法,用调温器或压力控制器进行控制。调温器温度控制是用温控开关使压缩机离合器在预定的温度水平开、关。压力控制器温度控制是用对系统压力敏感的压力开关在预定的压力水平使压缩机离合器开、关。

变排量空调系统也称非循环离合器系统。该系统依靠可变排量(VD)压缩机来控制车内温度。随着系统的环境不同,压缩机通过改变活塞冲程来控制通过系统的制冷剂量。离合器的唯一目的就是当不需要空调时脱离压缩机,当需要空调时联上压缩机。

所以,对定排量和变排量的两种系统检查有所不同。

10.1.1 制冷系统七种工况的检查

汽车空调制冷系统有 7 种基本工况,一种正常工况和六种故障工况。下面分别介绍这 7 种工况的分析与检查(假设周围空气温度为 31℃)。

1. 正常运行工况

低压侧压力: R12 系统为 0.221~0.228MPa; R134a 系统为 0.207~0.214MPa。

高压侧压力: R12 系统为 1.276~1.310MPa; R134a 系统为 1.407~1.448MPa。

对于一个自动闭合控制系统,假定期望的蒸发器“平均”温度为 1.7℃,为了得到“理论上的平均”温度,恒温器会在约 0℃ 时使压缩机的开关置于断开位,当温度为 3.7℃ 时又使之置于接通位。

必须注意到理论平均值与实际运行时的数值是不一致的,建议读者处理每一辆汽车时参考制造商的手册。

2. 制冷不足工况

低压侧压力低；R12 系统为 124kPa；R134a 系统为 103kPa。

高压侧压力正常；R12 系统为 \sim 1310kPa；R134a 系统为 \sim 1434kPa。

出现这种情况主要有三种原因：

- (1) 恒温器调节的温度不合适，偏离机械调节范围或失效；
- (2) 制冷剂低压侧堵塞；
- (3) 系统内有水气。

恒温器温度调节不合适，使压缩机在希望的温度时不能停止和开启，出现偏差，必须调节使其在预定温度值时，让压缩机停、开。

恒温器失效的一个标志是蒸发器盘管外面覆盖冰层，盘管上结冰会阻挡空气流过。

在系统低压侧从节流装置的出口到压缩机的进口之间可能不畅，节流装置进口处的过滤网可能被堵塞，如果系统内有过多的水气，就会在节流装置进口的过滤网上积聚并结冰。

制冷液管道堵塞可通过细致的触摸来检查，从储液干燥器或冷凝器的出口，沿着制冷液管一直到节流装置的进口，这些部位都应该是温的。如果任一部位是冷的，表明这里被堵住了。在正常情况下节流装置的进口前部都是温的，其出口是冷的，实际上出口处应该是最冷的。

如果发现膨胀阀或膨胀节流管的进口过滤网有问题，均应将其更换，同时储液干燥器或集液干燥器也必须更换掉。如果堵塞现象出现在储液干燥器的出口，则储液干燥器也应更换，即使制冷液管和膨胀阀进口过滤网可能是干净的，储液干燥器也要更换。集液干燥器的出口处温度变化是正常的，这不表明它出了问题。

如果系统中所含的水分没有被储液干燥器中的干燥剂吸收，将会在节流装置的进口处结冰，从而使该处变得很冷，此症状与进口滤网堵塞相同。为了确定是否因含水结冰而引起堵塞，可将空调器关闭 10 \sim 15min，然后再开启。如果压力表读数立即指向不正常工况则说明可能是脏堵。如果压力表读数正常只有几分钟，然后进入不正常值，则是冰堵，说明系统内有过多的水分没有被干燥器吸收，该症状可由更换储液干燥器或集液干燥器解决。

系统内的水分会形成有害的酸性物质。

系统内的堵塞常常表征为温度的变化。

3. 制冷不足或无制冷工况（一）

低压侧压力低或近真空；R12 系统为 103kPa；R134a 系统为 83kPa。

高压侧压力低；R12 系统为 896 \sim 930kPa；R134a 系统为 958 \sim 993kPa。

如果低压侧压力表数值为中等低值，最有可能的原因是制冷剂不足；如果压力非常低，几乎接近真空，则有三种可能的原因，均与节流装置有关，它们是：

- (1) 进口滤网堵塞；
- (2) 膨胀阀或节流管失效；
- (3) 系统内有水分。

导致制冷剂不足常常是因为系统有泄漏，这种情况也可以从视镜（如果有的话）观察气泡看到，修理方法是先确定泄漏位置并修补好，然后将系统抽真空并灌注适量制冷剂。

节流装置堵塞，处理方法参见上个制冷不足工况对它的处理。

膨胀阀可能失效和完全关闭,产生此情况的最可能的原因是感温包内的介质已泄漏,如果确定是系该原因,膨胀阀阀门不会动作,必须更换。

如果制冷剂有损失,则说明系统有泄漏现象。

4. 制冷不足或无制冷工况(二)

低压侧压力低: R12 系统为 152kPa; R134a 系统为 138kPa。

高压侧压力高或极高: R12 系统为 1724kPa; R134a 系统为 1937kPa。

该工况的最大可能原因是系统的高压侧不畅,可能发生于从压缩机出口到储液干燥器或节流管进口间的任一部位。越接近压缩机,高压侧的压力会越高。

中等高的高压侧压力可能表明储液干燥器或制冷液管的堵塞,极高的压力则可能是表明靠近压缩机通向冷凝器处的弯管部有扁塌现象。

任何情况下,必须找出受堵之处并加以修复。通常在受堵处有明显的温度变化,受堵处前面温度很高而后面则很低。

注意: 高压侧受堵能引起极高的温度,须小心,避免烫伤。

5. 制冷不足或无制冷工况(三)

低压侧压力高: R12 系统为 303kPa; R134a 系统为 296kPa。

高压侧压力低: R12 系统为~965kPa; R134a 系统为~1034kPa。

该问题可能是由电气故障或机械故障引起,如离合器线圈失效、恒温器失效或压缩机故障(阀盘、缸盖垫片或活塞环断裂)造成。

要确定故障是否由电气的或机械的故障所引起,可观察离合器中部的螺栓以确定压缩机曲轴是否运转正常,如果正常,问题可能是由压缩机或阀盘组件的故障造成的,如果压缩机运转不稳定,把开关线松开与一只试验灯相连,将试验灯的另一接线接地,如果试验灯亮,问题可能是出在高合器线圈或离合器组件上。不过先要检查并确定接地线是否安全可靠。

如果灯不亮或灯光暗淡,可能的原因是恒温器、电气控制设备故障或电线连接处松动。

如果确定问题在压缩机上,则阀盘或密封垫可能失效,此时无论何种情况,有必要卸下压缩机缸头和阀盘组件以进一步确定原因。

机械故障能引起电气故障。

6. 制冷不充分工况

低压侧压力高: R12 系统为 276kPa; R134a 系统为 262kPa。

高压侧压力正常: R12 系统为 1172kPa; R134a 系统为 1269kPa。

该工况仅在使用恒温热力膨胀阀(TXV)的系统上出现,即是由膨胀阀故障而引起的。然而与制冷不足工况二和工况三不同的是,这仅表示由于感温包与蒸发器之间接触不良而造成膨胀阀处于开位或没有关闭。

首先确定感温包和蒸发器出口管表面清洁无污染并且两接触表面接触良好,其次可把感温包的出口管用一小条保温隔热(干的)带条包起来,防止感温包受到环境气温的影响,确保良好的“传感”条件。

如果远程感温包很好地贴在出口管上但控制信号不对,则说明膨胀阀可能有故障,必须更换。

该工况诊断前须先确定制冷系统中是膨胀阀还是膨胀节流管。

7. 制冷不充分或无制冷工况

低压侧压力高；R12 系统为 290kPa；R134a 系统为 255kPa。

高压侧压力极高；R12 系统为 1620kPa；R134a 系统为 1813kPa。

此工况有好几种原因：

- (1) 系统内有空气；
- (2) 过量的制冷剂；
- (3) 过量的冷冻机油；
- (4) 冷却风扇故障；
- (5) 冷凝器气道堵塞；
- (6) 发动机过热。

以上原因都能造成工况七的症状。

冷凝器气道是被堵还是发动机过热，打开车罩很容易检查。如果冷凝器空气通道被堵住，热量就无法带走，这种情况会导致中等的高压和制冷不足。冷凝器的堵塞通常由灰尘、碎纸片、塑料片、树叶、小石块或其他外来物体卡在翅片间引起。

冷凝器可用有去垢剂的水流冲洗干净。

注意：冲洗时要使用温水，不要用烫水。

冷却风扇不转会像产生像在维修车间里冷凝器被堵一样的症状，而车在路上快跑时，迎面风速足以使热量散去。

缸盖压力高也可能是软管扭结或阻塞引起的，高压侧阻塞在压缩机出口到储液干燥器或节流装置间的任何一处出现，参见工况四。

过热的发动机会产生附加的热负荷（环境条件），这反过来会造成高的缸盖压力。发动机过热可能由下列情况引起：

- (1) 冷却液的损失；
- (2) 皮带打滑；
- (3) 不合适的发动机转速；
- (4) 水泵故障；
- (5) 恒温器故障或散热器压力帽故障。

这种状况可能是由于系统内有空气而引起的。空气是可能进入系统的，例如当低压侧有孔隙时，因低压侧在制冷系统工作时有真空度，外面的空气就会被吸进。灌注制冷剂前系统抽真空的失败也是系统内带空气的原因。

这种状况也可能因制冷剂量注入太多而引起。当采用标准回收制冷剂步骤时，过量的制冷剂会流出来。既然几乎无法确定究竟是空气还是过量的制冷剂，建议维修时先把制冷剂回收抽真空，再对系统灌注制冷剂。

另一个产生工况七的原因是压缩机内有过多的冷冻机油。如果机内没有加油，当然就不成为问题。

对已充注制冷剂的系统中各部件清洗时，只能使用凉水或温水。

10.1.2 制冷剂量的检查

将发动机怠速稳定在 1500r/min，鼓风机开关打到最高挡，打开空调 A/C 开关，温度设定在强冷，打开所有车门，用眼在观察窗观察液体制冷剂的流动状态，如图 10.1 所示。许多系统失效可由视觉检查到。制冷剂量检查中常见的几种现象及维修处理方法如表 10.1 所示。

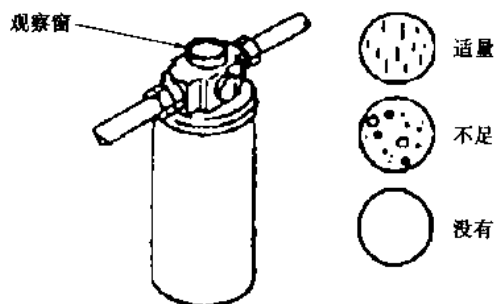


图 10.1 制冷剂流动状态的观察

表 10.1 制冷剂量的检查及维修方法

项目	症 状	制冷剂的量	维 修 方 法
0	制冷系统工作一段后关闭，开始观察窗有气泡过一会儿呈透明状态	正常	
1	观察窗存在大量气泡	不足	<ul style="list-style-type: none"> ● 用测漏仪测出制冷剂泄漏的部位，必要时修理 ● 添加适量的制冷剂使气泡消失
2	观察窗没有气泡	太多或没有	● 按项目 3 或项目 4 处理
3	压缩机进口和出口温度没有差异	空的或很少	<ul style="list-style-type: none"> ● 用测漏仪测出制冷剂泄漏的部位，必要时修理 ● 添加适量制冷剂使气泡消失
4	压缩机进出口温度差异很明显	正常或太多	● 按项目 5 处理
5	空调系统工作后观察窗马上呈完全透明状态	过多	<ul style="list-style-type: none"> ● 适当放出制冷剂 ● 或完全排出制冷剂后再加入适量制冷剂

10.1.3 制冷剂纯度的检测

在对汽车空调系统进行维修之前，如对制冷剂的状况有任何怀疑，应进行纯度检测。如怀疑制冷剂被污染，纯度检测尤为重要。如使用检测仪，按照产品说明书进行。若无检测仪，根据制冷剂压力与温度的对应关系，可按下列程序进行检测。

- (1) 将汽车停在相对通风之处，环境温度不低于 21℃；
- (2) 打开发动机罩；
- (3) 确定系统使用的制冷剂是 R12 还是 R134a；
- (4) 接上与制冷剂相适应的压力表测量制冷剂的压力；
- (5) 将温度计放在流动空气中汽车上最接近制冷系统的附近，测量环境温度（即制冷的温度）；
- (6) 过 6 小时后，记录压力值和环境温度值；
- (7) 将读数与表 10.2 中的数据进行比较。

表 10.2 制冷剂温度-压力对应值

制冷剂 R12				制冷剂 R134a			
温度 (°C)	压力 (kPa)	温度 (°C)	压力 (kPa)	温度 (°C)	压力 (kPa)	温度 (°C)	压力 (kPa)
21.1	80	30.0	103	21.1	76	30.0	102
21.7	82	30.5	105	21.7	77	30.5	103
22.2	83	31.1	107	22.2	79	31.1	105
22.8	84	31.7	108	22.8	80	31.7	107
23.3	86	32.2	110	23.3	82	32.2	109
23.9	87	32.8	111	23.9	83	32.8	111
24.4	88	33.3	113	24.4	85	33.3	113
25.0	90	33.9	115	25.0	86	33.9	115
25.6	92	34.4	116	25.6	88	34.4	117
26.1	94	35.0	118	26.1	90	35.0	118
26.7	96	35.6	120	26.7	91	35.6	120
27.2	98	36.1	122	27.2	93	36.1	122
27.8	99	36.7	124	27.8	95	36.7	125
28.3	100	37.2	125	28.3	96	37.2	127
28.9	101	37.8	127	28.9	98	37.8	129
29.4	102	38.3	129	29.4	100	38.3	131

考虑到压力表、温度计及读数的合理误差，若制冷剂纯的话，压力表读数应近似符合确定温度下对应的期望值。

在该检测中，也有其他因素未考虑。例如，若系统中有空气，也不能得到正确的读数与结果。

10.1.4 制冷系统性能的检测

制冷系统性能检测确定空调系统是否提供适当的车内冷却环境，因此，也叫空调性能检测。检测前的注意事项如下：

- (1) 不要吸入空调制冷剂与润滑油的蒸气或雾。它会刺激你的鼻、喉和眼。
- (2) 不要使用压缩空气的压力检测 R134a 制冷系统。R134a 与空气在高压时的混合是可燃的，这种混合会引起爆炸，导致人员伤害和财产损失。

制冷系统性能检测的操作如下：

(1) 将表阀和空调制冷系统压缩机吸、排气维修阀相连。连接时，先关死高、低压手动阀，并在接好后，将胶管内的空气赶跑，否则管内空气会跑到制冷系统内。

(2) 起动发动机，使压缩机的转速保持在 2000r/min；置空调控制板上的功能选择键在“Max”（或 A/C）位置，温度键于“Cool”位置，风扇键于“Hi”位置，并打开车窗门。用大风扇对准冷凝器吹风。

(3) 将一根玻璃温度计放进中风门空调出风口, 而将干湿温度计放在车内循环进气口处, 湿温度计的球部要覆盖饱蘸水的棉花。

(4) 空调系统至少要正常工作 15min 后, 才能进行测试工作, 记录数据。

将测得的温度与汽车制造商的空调性能温度进行对比。

空调的正常值要达到如下的要求:

(1) 对 CCOT 系统:

环境温度: $21\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。

空调冷风温度: $1\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

高压表值: $1.01\sim 1.55\text{MPa}$ 。

低压表值: 压缩机开动后, 低压表压力开始下降, 降到约 0.118MPa 时 (17 lbf/in^2), 恒温器切断离合器电路, 压缩机停止工作。这时, 低压表压力又上升约 $0.207\sim 0.217\text{MPa}$ ($30\sim 31\text{ lbf/in}^2$), 恒温开关接通离合器电路, 压缩机又开始工作, 低压表压力又下降, 周而复始循环。

(2) 其他循环离合器制冷系统:

环境温度、空调冷风温度和高压表值与 CCOT 系统相同。

低压表值: 压缩机运行时, 低压表值开始下降, 在 0.103MPa (15 lbf/in^2) 时, 压缩机停止工作。随后, 低压表指针开始回升, 回升到 $0.207\sim 0.217\text{MPa}$ ($30\sim 31\text{ lbf/in}^2$) 时, 压缩机又开始工作, 低压表值又开始下降, 周而复始循环。

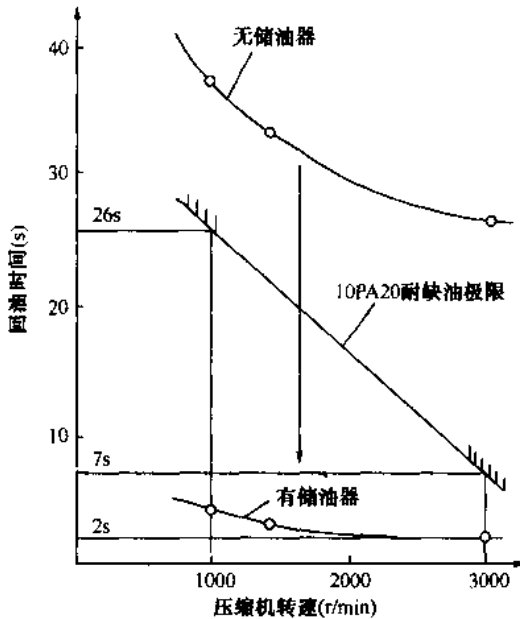


图 10.2 有无储油器对压缩机回油时间的影响

可防止大量机油瞬间被吸入压缩机而发生油液击的现象。图 10.2 是以电装 10PA20 压缩机为例, 说明有、无储油器对压缩机回油时间的影响。

10.1.5 压缩机咬死故障的避免

压缩机故障中最常见的故障之一, 是压缩机因缺油而咬死, 导致离合器烧坏。尤其当空调长期未使用, 重新使用时, 转速在 1000r/min 以上, 因滞留在系统中的油未来得及返回压缩机, 造成运动部件因缺油而迅速升温, 使压缩机瞬间烧损。

避免该故障比较好的解决办法是在压缩机吸气口前加装一个储油器。此办法是将需增加的润滑油加在处于压缩机吸气口前的储油器中。这样, 压缩机停机时, 储油器内总是存留一些润滑油。当压缩机开始运转时, 可立即从储油器得到机油补充, 避免了压缩机因缺油而咬死的弊病。由于储油器中的回油管离存油面有一定距离,

10.2 变排量制冷系统的检修

10.2.1 检查可变排量制冷系统的方法及步骤

对于装有可变排量压缩机孔管型 (VDOT) 制冷系统的车辆可按别克公司推荐的如下方法及步骤进行检查:

(1) 将车辆停在室内或者阴凉处, 同时环境温度必须高于 16℃, 并开启所有的车窗使车内通风。

(2) 安装上空调歧管高、低压力表, 并记录下车外的环境温度和湿度。

(3) 关闭所有的车窗。将空调系统设置为外循环模式, 鼓风机转速为最高速, 使温度降到最低, 按下空调 A/C 开关, 接通空调。

(4) 开启空调出风口导流板, 并将温度计放在右侧中央空调出风口上。

(5) 将变速箱的挡位保持在 P 挡, 起动发动机并保持发动机的转速稳定在 2000r/min, 并运转空调系统 (等待约 3~5min), 直到出风口的温度降到最低, 此时, 记录下出风口温度以及高、低压侧的压力值。

(6) 关闭发动机, 将所记录下的数值同空调性能表中的最大值进行比较 (如表 10.3 所示), 正常的空调系统数值不应超过极限值, 如果记下的数据超过极限值, 进行 VDOT 制冷系统检查; 如果记下的数据低于极限值, 进行制冷剂量的检查, 方法与检查定排量系统的制冷剂量相同。

表 10.3 空调系统性能检测表

相对湿度 (%)	外界空气温度 (°C)	出风口温度 (°C)	低压侧压力 (kPa)	高压侧压力 (kPa)
20	21	8	255	1710
20	27	8	255	2069
20	32	12	255	2468
20	38	12	262	2268
30	21	9	255	1820
30	27	10	255	2165
30	32	14	269	2579
30	38	16	262	2480
40	21	9	255	1972
40	27	12	255	2317
40	32	16	290	2696
40	38	19	338	2999
50	21	11	255	2069
50	27	13	269	2427
50	32	17	317	2848
50	38	22	379	**

**高压侧压力过高, 压缩机被停止工作

10.2.2 VDOT 制冷系统检查

VDOT 制冷系统的检查流程如图 10.3 所示。

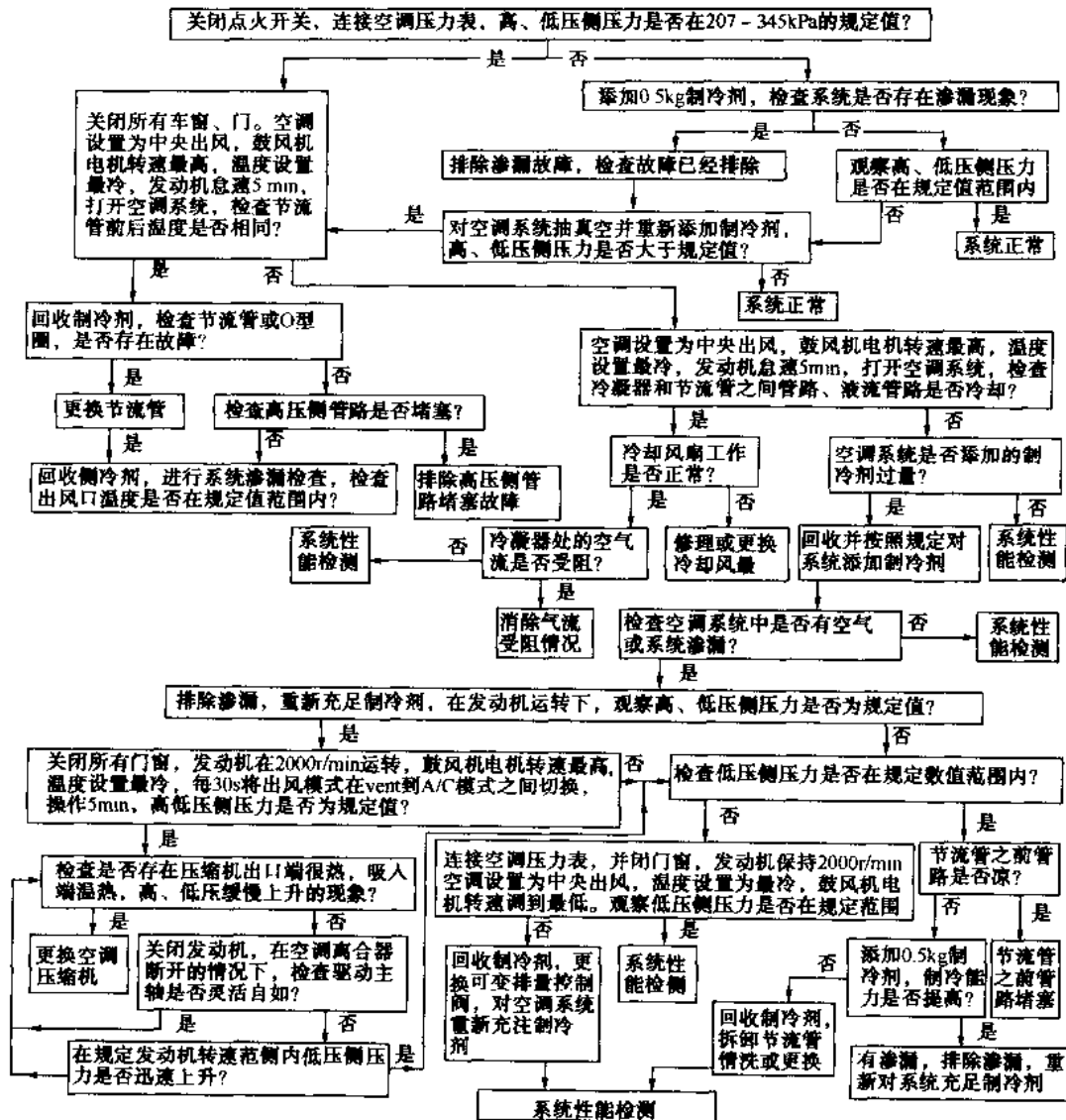


图 10.3 VDOT 制冷系统的检查流程图

在实际进行空调系统诊断时，一般常规从系统性能检测入手，通过将诊断时的外界环境温度、湿度以及在规定发动机转速所对应的高、低压数值及右侧中央出风口温度与标准的空调系统性能检测表（见表 10.3）上的数据进行比对，就可大体对所诊断的系统有初步的概念，然后有针对性地进行进一步检查。

由于系统设备可变排量压缩机的原因，吸入压力的变化在很大程度上会影响可变排量控制阀的运动从而影响压缩机排量的变化，这一点和定排量压缩机有着明显的差异，也是实际诊断中的困难所在。根据实际诊断经验来看，在高、低压力表的压力数值中，相对而言高压数值比较重要，因为它容易受到排量变化的影响，而低压数值只要不是太低或太高，一般反

映不出什么问题。

除了压缩机的差异外，其余系统部件和其他定排量系统一样，所以在检查渗漏、堵塞、散热不良等故障的方法和对定排量空调系统的部件诊断方法大体一样。通过用手摸管路或部件的温度差异，给冷凝器泼水强降温等方法同样对变排量制冷系统有效。

10.2.3 VDOT 制冷系统常见故障及排除方法

VDOT 制冷系统的常见故障有以下几种。

1. 节流管被堵塞

在定排量空调系统中，如果膨胀阀或者节流管被堵塞，则会导致节流效应增强，低压非常低，接近于真空，而高压由于管路不畅则非常的高。但是在变排量系统中，由于排量的可变性加上排量的变化主要取决于压缩机吸入端低压的缘故，控制阀在感受到低压下降时会自动地将排量变小从而降低排气压力，高压压力因此反而随之下降，这可以说是两种系统诊断中最大的差异。如果不熟悉变排量系统的工作原理，很容易使我们出现误判断。当然，节流管堵塞的故障也可以通过用手触摸其前后温度差异来判断。

2. 空调压力开关失效

别克乘用车空调的可变排量制冷系统只引入了一个压力开关，它能够反映连续的制冷剂压力线性变化（其实说它是压力传感器更为恰当）。在实际使用过程中，该压力开关很容易受到系统中制冷剂不纯或者压缩机机械磨料、杂质的污染而失效。一旦失效后，它将低电压信号传送给动力总成控制模块，从而错误地切断压缩机离合器供电线路，导致空调制冷系统瘫痪。特别值得注意的是，如果判断出压力开关失效并且需要更换开关时，建议你最好把干燥罐和节流管也一并检查或者更换，同时可用压缩氮气吹洗管路。由于它们受污染的情况相差不多，即便仅仅更换了一个压力开关就马上解决了故障，如果对另两个零件不检查的话，通常过不了几周新换的开关就又会失效，或者空调系统因为节流管堵塞再次不制冷。到那时，要想让客户理解这次相同的故障症状是由于其他原因造成的将非常非常困难。

3. 可变排量控制阀故障

这类故障通常是由于控制阀的阀体卡滞或者内部密封圈翻边泄漏或弹簧疲劳失效而造成变排量控制的失调。这类故障大多表现为空调系统间歇性的不制冷，这种现象有点类似于制冷剂中含有水分，而导致制冷系统出现冰堵的现象。在压力表上可以看到高压偏高、低压偏低的现象：打开发动机罩我们还能够看到整个低压管路（从蒸发器出口经干燥罐回到压缩机吸入端）都结上了厚厚、雪白的冰霜。此时，更换可变排量控制阀一般就可解决问题。

4. 压缩机变排量系统失效

这类故障通常是由于压缩机内活塞连杆及斜盘系统或者进排气阀系统机械故障而造成的。这类故障多数表现为当压缩机离合器结合后，空调系统不制冷，在压力表上反映为系统静止压力同动态压力相同，而且高、低压基本上接近。如果用手感觉进、排气管路的温度，两者相差不大，且不烫手。对于这类故障，目前还只能更换压缩机。

10.2.4 系统管路中噪声的排除方法

在变排量制冷系统中发生在蒸发器和连接管路中的噪声问题比较难解决，该噪声是由系统本身的缺陷造成的。

因为在变排量制冷系统中有两个对制冷剂流量进行调整的装置——变排量压缩机和膨胀阀，它们的调整相对独立，调整的时间和流动容量等存在差异，从而产生振动——噪声，如系统采用的是热力膨胀阀，则膨胀阀阀针的喘振会使这噪声更加明显。

系统管路中的噪声可采用下列方法缓解和排除。

(1) 给膨胀阀内加阻尼夹

在膨胀阀内加阻尼夹，如图 10.4 所示。这种带阻尼夹的 H 阀是在动力头下方的传动杆上安装有冠状簧片式阻尼夹。当阀针运动时，阻尼夹对阀座内腔产生摩擦力，对因制冷剂脉动而产生的振动起阻尼作用，使阀针动作滞后，从而消除了因膨胀阀喘振而在管路中造成的噪声。

(2) 用定孔节流管替换热力膨胀阀

将热力膨胀阀换为定孔节流管后，原安装在高压一侧冷凝器之后膨胀阀之前的储液干燥器也要拿掉，并在低压一侧蒸发器之后压缩机进口之前加装集液干燥器。

(3) 给管路加设消声器

消除管路中噪声的另一个办法是在管路中加设消声器，即在管路中接一个比软管内径大的圆柱形空心容器。该消声器对管路中传递的脉动压力进行缓冲和吸收。安装消声器的位置是很关键的，必要时需多次试验，寻找

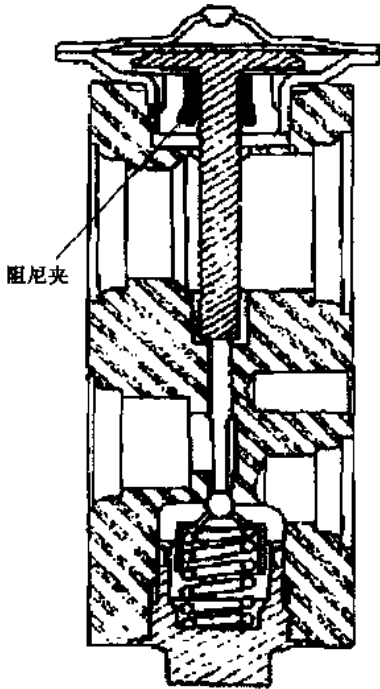


图 10.4 装有阻尼夹的 H 型膨胀阀

最理想的部位。目前绝大部分乘用车上都采用这种办法消除空调系统噪声。

利用加厚压缩机后盖尺寸或加大排气腔容积，使之起到消声作用，也是有效办法之一。

10.3 奥迪汽车自动空调系统的检修流程

10.3.1 空调电气系统的检测

奥迪汽车自动空调电气系统的检测详见第 9.1 节的空调电气系统检测步骤，参照表 9.1 的检测步骤进行。

10.3.2 奥迪汽车自动空调系统的检修流程

奥迪汽车自动空调系统制冷效果不佳的电气检修流程如图 10.5 所示。

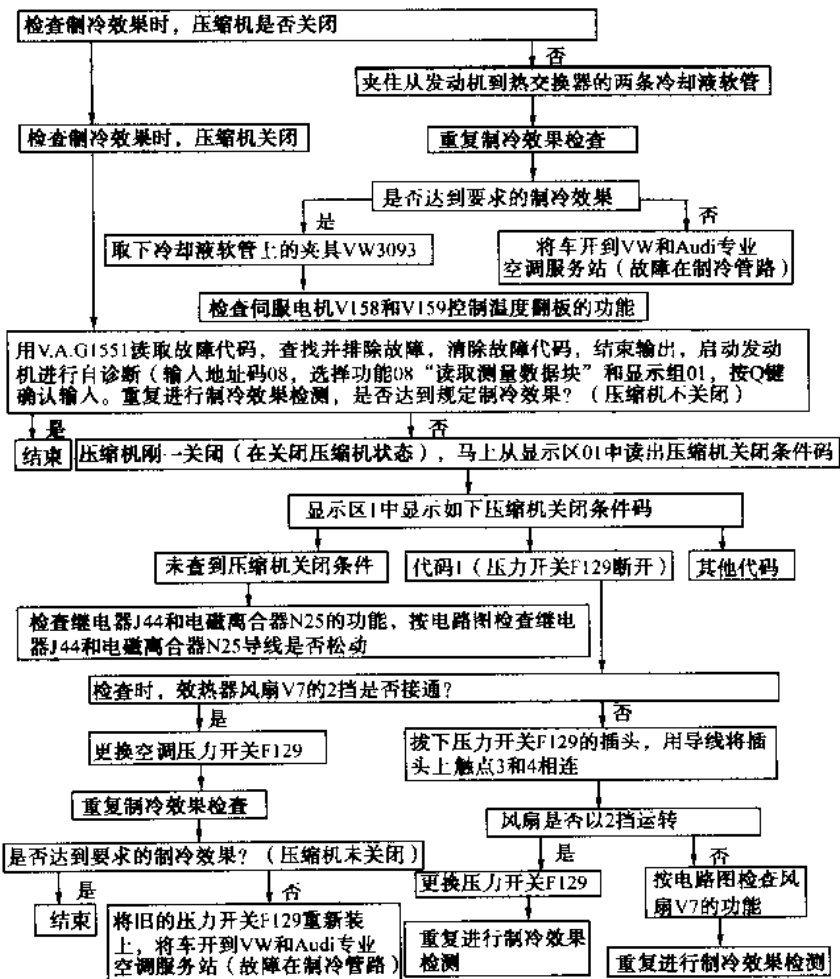


图 10.5 奥迪汽车自动空调系统制冷效果不佳的电气检修流程图

10.4 检查维修实例

【实例 1】

(1) 故障现象: 1998 年型广州本田雅阁车空调系统不制冷。

(2) 诊断排除: 该车装有自动空调系统, 具有故障自诊断功能。车主反映在打开空调制冷开关时, 空调压缩机不能吸合, 空调系统不制冷。

检查验证故障现象发现, 起动发动机, 打开空调 A/C 开关, 空调压缩机吸合一下后, 就立即断开; 同时观察到散热风扇均能正常运转, 但空调鼓风机只能作高速运转。

分析认为, 空调系统的控制部分(空调控制器)可能有问题, 有两种可能性: 一是输入至空调控制器的传感器、开关或其线路有故障; 二是空调控制器本身有故障。调取该系统的故障代码, 结果在显示屏上未出现故障代码, 说明各传感器、开关及其线路没有问题。于是怀疑空调控制器不能正常工作。

对照该车电路, 如图 10.6 所示, 拔下空调控制器和功率三极管的线束侧的连接器, 接通点火开关, 将功率三极管线束侧连接器的 3 号端子接地, 发现鼓风机立即作高速运转, 正常。

测量功率三极管连接器的 4 号端子与地和 1 号、2 号端子分别与空调控制器连接的 6 号、5 号端子的导通性，也均正常。将线路恢复原状，起动发动机，打开空调 A/C 开关，然后均匀转动鼓风机转速调节键，这时测量功率三极管连接器 2 号端子的信号电压，发现该电压的变化同样是均匀的，这表明控制鼓风机转速的电压信号正常，问题可能出在功率三极管上。

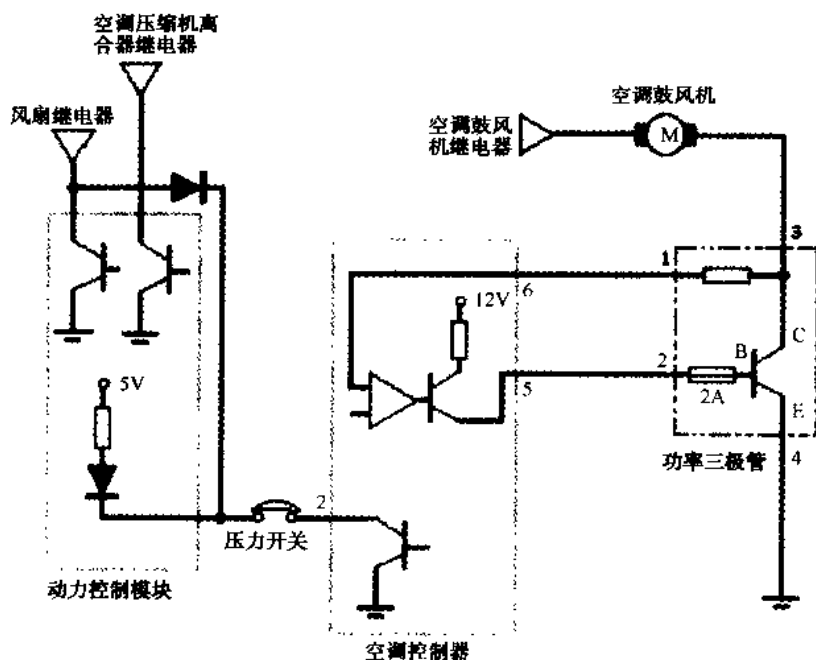


图 10.6 空调控制器电路图

分别测量功率三极管侧连接器的 1 号、2 号和 4 号端子与功率三极管的 C、B 和 E 极的导通性，发现 2 号端子与 B 极是断开的。仔细检查发现，在 2 号端子与 B 极间串联了一只 2A 的熔断器，该熔断器已烧断。更换熔断器并装复检查时拆下的部件后试车，空调压缩机、鼓风机均工作正常，故障排除。

因为，当鼓风机转速调节键处于某位置时，空调控制器会输出一个与之相对应的控制信号至功率三极管的 B 极，但由于功率三极管的 B 极与其连接器的 2 号端子断路，不能接收到该控制信号，所以鼓风机不能正常工作，从而导致该功率三极管连接器 1 号端子的电压持续为 13.92V 左右。该电压与空调控制器的 6 号端电压相同，如表 10.4 所示。空调控制器根据此电压值切断了空调压缩机和冷却风扇的控制电路，从而导致了此故障的发生。

如果空调不制冷，先打开空调 A/C 开关，2~3min 后，摸摸发动机舱里的空调低压管（就是连到空调压缩机上两根管子中粗的一根）要是很冷的话（应该很冰手的），应该就是里面的空调控制面板坏了（更换），要是不冷的话，就是缺空调制冷剂。提醒，要及时清理和更换空调进风罩的滤心，这样空调才会更冷、更省油。

表 10.4 空调鼓风机各挡位转速下空调控制器连接器各端子电压

空调鼓风机挡位	端子电压 (V)		
	2号端子	5号端子	6号端子
不转	13.92	13.92	13.92
1 (最小风速)	0.15	1.28	10.35
2	0.15	1.31	9.50
3	0.15	1.34	8.65
4	0.15	1.37	7.80
5	0.15	1.40	6.95
6	0.15	1.45	6.12
7	0.15	1.50	5.30
8	0.15	1.55	4.46
9	0.15	1.62	3.61
10	0.15	1.70	2.73
11	0.15	1.78	1.91
12 (最大风速)	0.15	0.98	0.30

【实例 2】

(1) 故障现象：一辆上海通用别克 GS 乘用车（装有 R134a 制冷剂的自动空调），据客户反映该车空调有间歇性不制冷的现象，该故障多出现在高速，怠速有时也出现，天气越热故障出现的频率越高，过一段时间后，空调又自动恢复正常。

(2) 诊断排除：根据客户提供的一些线索，连接上车辆故障诊断仪与客户路试。在试车过程中空调凉度突然明显减弱，于是马上停车观察空调压缩机的吸合情况，结果发现压缩机没有吸合，但是回到修理厂以后空调系统又恢复了正常。

根据自动空调的控制原理，造成压缩机不吸合的可能原因除压缩机本身以外，还有动力系统控制电脑 PCM、空调开关的请求信号、压力传感器信号以及室内/室外温度传感器等因素。

连接空调压力表，测量空调管路压力，结果显示高压为 2000kPa，低压为 350kPa 左右，这说明空调系统压力正常。打开发动机舱内右侧的继电器盒，找到压缩机继电器。检查继电器的吸合线圈，经过反复通电测试未发现异常。

用万用表检测压缩机继电器的控制地线（继电器吸合时为低电位，断开时为高电位），经过反复试验发现，当空调不制冷时从控制电脑 ECU 来的控制接地线没有接地。因而可以认定该车空调系统间歇性不制冷的故障并非由执行部分所引起，故障原因可能是 ECU 本身故障、空调相关信号或线路不正常。

检测 ECU 到压缩机继电器之间的相关线路，发现故障出现时 ECU 第 39 号线没有接地信号。接上诊断仪 TECH2，监测空调系统空调开关请求信号、压力传感器信号以及室内/室外温度传感器信号，结果发现压力传感器数据在故障出现时异常，而其他传感器数据没有明显变化。

更换压力开关，间歇性不制冷故障消失，系统恢复正常。分析其原因，应该是压力开关出现间歇性卡滞，导致 ECU 控制压缩机离合器间断吸合。

【实例 3】

(1) 故障现象：厦门金龙 XML6402 汽车打开空调后，空调机有时工作有时不工作，工作时有时自动断开，故障没有规律。

(2) 诊断排除：此车采用丰田 8A 电喷发动机，空调电路比较复杂，并且发动机电控单元也参与了空调机控制，要快速判断故障所在，需了解其电路原理。该车空调机是否工作取决于空调压缩机继电器是否工作，继电器的工作取决于其线圈的供电及搭铁是否正常。

按下空调开关，在压力开关和恒温开关闭合的情况下，压缩机继电器线圈供电端有 12V 电压，证明供电正常。

压缩机继电器线圈搭铁端受空调控制器的控制，空调控制器又受发动机电控单元 ECU 的控制。发动机电控单元之 ELSZ 端接收到空调请求信号后，首先将发动机怠速提高，然后 ECU 的 ACT 端子输出空调机工作指令，空调控制器收到此信号后，将压缩机继电器的线圈端接地搭铁，继电器工作，触点吸合，空调机工作。发动机电控单元的 ACT 端子是空调机工作信号的输入端，电控单元根据此信号来控制空调机工作后的怠速稳定。

由以上分析可知，压缩机继电器是空调控制电路的关键点也是中间点，将其线圈接地端直接搭铁，试车发现空调机工作正常，不再断开。这证明压缩机继电器及以前的电路都正常，故障范围缩小了一半，故障件只有空调控制器和发动机电控单元两个件了。试换空调控制器（在副驾驶座工具箱后面，压缩机继电器旁），故障排除。

【实例 4】

(1) 故障现象：捷达前卫 2V 电喷汽车已行驶了 135000km，该车在天气不太热时空调工作正常，高温天气热车后空调自动断开不工作。

(2) 诊断排除：此车送服务站维修之前曾在几个修理厂先后更换了空调继电器、空调风扇控制器、组合压力开关，还与正常车辆的发动机电控单元对换过，并且多次检查空调电路，但是都未能排除故障。

捷达前卫（2V 电喷）采用 R134a 制冷剂，变排量压缩机，取消了常规压缩机空调系统用的恒温开关，正常情况开空调后，压缩机应一直工作不停机。其空调电路也与化油器式捷达和捷达王都不同。当接通空调开关 E35，电流从蓄电池正极→12V 卸荷线 X→第 6 号熔断器→空调开关 E35→空调继电器 J32 线圈→五号线搭铁→蓄电池负极形成回路，空调继电器工作，继电器内部两个触点吸合。来自蓄电池正极的高电位信号经空调继电器的一组触点、环境温度开关 F1、组合压力开关 F2（1、2 脚）到发动机电控单元 ECU 的 28 脚作为空调请求信号。ECU 检测到该信号后，先检测节流阀体的位置，如果怠速开关闭合，ECU 将给一个 140ms 的延时，在此时间内提高发动机转速，然后控制其 76 脚接地，接通空调控制器 K 内部的空调继电器，使空调系统工作，同时保证发动机怠速稳定。如果节流阀全开，说明发动机在全负荷下工作，ECU 将切断控制器 K 内部的继电器，空调及压缩机不工作。

根据以上分析，在电控单元 ECU 的 28 脚与地之间连接数字式电压表，起动发动机怠速运转并打开空调开关，电压表指示为 14V。待发动机工作一会儿后将空调断开时，观察电压表读数仍为 14V。测量结果表明，空调继电器、环境温度开关和组合压力开关都正常，发动机电控单元已收到空调请求信号。

再把电控单元的 76 脚接地搭铁，空调机“啪”地一声吸合，说明空调控制器也正常。

由以上检查可知，出现故障时发动机电控单元已收到了空调请求信号，但没有输出空调机工作指令，其原因可能是因为电控单元收到了其他异常信号切断了空调机。查阅技术资料，

并没有说明水温信号对空调系统的影响。连接大众公司专用故障检测仪 V.A.G1551, 调出温度信号, 发现当发动机温度显示达 118℃时空调机会断开。用水慢慢冲洗散热器, 当温度下降到 114℃时空调机又自动吸合。检查发动机, 并没有发现过热的迹象, 怀疑温度传感器不良。更换温度传感器后, 用 V.A.G1551 检测水温信号, 最高只有 106℃, 空调机工作恢复正常, 不再断开, 故障排除。

捷达王 (5V 电喷) 采用博世 (Bosch) 公司 Motronic M38.2 发动机电控管理系统, 在发动机缸盖后面出水管上, 除有 1 个温度传感器外, 还有 1 个 119℃温度开关, 当发动机过热温度达 119℃时切断空调机。捷达前卫 (2V 电喷) 采用西门子 (SIEMENS) Simos-3W 管理系统, 在发动机缸盖后面出水管上虽然只有 1 个温度传感器 (没有 119℃温度开关), 但是发动机过热温度达 119℃时, 空调机仍能断开。这是因为控制软件有所不同, 通过软件作用取消了 1 个硬件而保证功能并没有改变。

【实例 5】

(1) 故障现象: 奥迪 100 2.6E 汽车, 打开空调送出的风不凉。

(2) 诊断排除: 经检查该车空调压缩机运转正常, 用手摸空调低压管有冰手的感觉, 说明空调的制冷系统工作正常, 但就是从出风口吹出的风不凉。将空调控制面板的温度调至 18℃或最低并处于内循环状态, 空调仍旧不凉。由于该车装备自动空调, 其与手动空调的区别就在于, 冷暖风门和各出风口的风道风门转换采用电动伺服机构控制来代替手动空调拉筋的控制。参照手动空调的检修思路, 在检查自动空调的冷暖风门时, 发现控制面板的温度无论由热 (H) 调到冷 (L) 或由冷调到热时, 控制冷暖风门转换的电动伺服机构始终不动。由于此时风门处于暖风位置, 故使得冷风不是直接通过蒸发器由风道吹出, 而是还要经过暖风水箱, 由此导致吹出的风不凉。于是拆下电动伺服机构检查, 结果发现调节电机已损坏。

更换电动伺服机构后进行温度调节, 冷暖风门转换正常, 空调冷风恢复正常, 故障排除。

【实例 6】

(1) 故障现象: 厦门金龙 XML6402 汽车空调鼓风机一速和二速转速相同, 都以二速运转。

(2) 诊断排除: 空调鼓风机是通过串联电阻来改变其转速的。根据故障现象, 怀疑是调速电阻损坏, 试换后, 故障依旧, 说明故障不在串联电阻。又怀疑鼓风机开关损坏, 于是决定拆下检查。拆下后发现鼓风机开关接线有 4 根, 而按原理图有 5 根线: 来自串联电阻的 3 根线和来自继电器的火线 (灰色) 及地线 (黑色)。试把灰色线与黑色线相连, 鼓风机就以二速运转。分析电路后, 我们认为只有 4 根线的原因是: 来自继电器线圈的灰色线与串联电阻的一速连线在线束内相连, 合二为一, 这样合并成为一根灰色线。

由此分析本故障的原因是来自继电器线圈的灰色线与串联电阻的二速连线短路相连, 使一速电阻被短路, 造成上述故障。故障点有二: 一是线束连接错误; 二是与串联电阻连接插座一、二速接线插反。按照这一思路, 拔下串联电阻接线插座, 发现其上有一根蓝色线, 在鼓风机开关上没有此线, 说明该线在线束内与灰色线相连, 它就是一速线, 检查发现它欲与串联电阻的二速接柱相连, 把插座内的一、二速线 (蓝色线和黄色线) 对调, 鼓风机一速工作恢复正常。

【实例 7】

(1) 故障现象: 一辆富康 EX 型汽车, 打开空调后, 系统开始制冷, 但当驾驶室内温度很低时, 空调压缩机长转不停。

(2) 诊断排除: 富康车的空调系统为了防止蒸发器结冰而失去蒸发功能, 同时保证压缩机不会因为长时间工作而烧坏, 当蒸发器温度传感器测得周围的环境温度低于 3°C 时, 通过空调调节器切断压缩机电磁离合器的正极电源, 使压缩机停止工作, 以保护系统。

根据以上分析进行如下检查:

① 将仪表板面下的蒸发器温度传感器拆下, 用万用表检查其电阻值随环境温度变化的情况。结果符合表 10.5 中所列的变化。说明蒸发器温度传感器工作正常, 排除传感器本身损坏导致该故障的可能性。

表 10.5 蒸发器传感器 912 的工作参数

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	1	3	10	20	25	30
电阻 (Ω)	15500	14000	9250	5800	4600	4000

② 检查蒸发器温度传感器所在的线路, 一切正常。排除传感器线路损坏导致该故障的可能性。

③ 检查空调调节器的工作, 发现空调调节器内部有断路现象。更换新的空调调节器后, 系统工作恢复正常, 即当空调压缩机工作一段时间后, 驾驶室内温度较低时压缩机自动停机。过了一会儿, 随着驾驶室内温度的升高又继续工作。

【实例 8】

(1) 故障现象: 一辆富康 AL-1 型汽车, 打开空调, 驾驶室内空调出风口送出的不是冷气, 而是常温空气, 该车已行驶了 54000km。

(2) 诊断排除: 起动发动机, 打开空调开关, 观察空调压缩机电磁离合器是否工作, 发现此时电磁离合器不吸合。故障的可能原因有两个: 一个是空调压缩机没有得到供电, 另一个是空调系统内无制冷指令。根据由简单到复杂的顺序, 做如下检查:

- ① 先检查驾驶室内熔断器盒的 F2 熔断器, 工作正常。
- ② 检查空调继电器 (804), 工作状况良好。
- ③ 检查空调调节器 (141), 未发现损坏。
- ④ 检查空调停止制冷继电器 (805), 功能良好。
- ⑤ 检查压力开关 (75), 符合要求。
- ⑥ 检查配线和接地也一切正常。

根据上述检查的结果, 排除电路原因导致的故障。将可回收式空调制冷剂加注机接到高低压管路上, 测试系统高低压侧压力, 发现压力过低。此时将系统抽真空, 并保持 20min 左右, 发现系统真空不能保持, 有明显变化, 判断系统存在泄漏。加注压缩氮气后用测漏仪对系统各管路和部件进行检查, 发现冷凝器上有泄漏点。更换冷凝器后加注制冷剂, 空调系统工作恢复正常。

【实例 9】

(1) 故障现象: 一辆上海通用别克 GS 高级乘用车, 装有 R134a 全自动空调。行驶过程中, 空调出风口的冷风出风量逐渐减小, 再过一段时间后, 又恢复正常。

(2) 诊断排除: 首先使空调系统工作, 过了一段时间的确出现客户所述的间歇性制冷的故障现象。在制冷能力下降时, 观察压缩机的工作情况, 发现压缩机能够一直吸合。连接好空调压力表, 测试系统内的离、低压端压力, 数值正常。利用车辆专用检测仪 TECH2 进行检测, 无故障码存储, 读取 ECU 内有关空调的数据 (主要是空调压力信号), 没有发现异常。

询问车主后得知,该车前一段时间由于空调不凉在外面修理厂充加过制冷剂,于是怀疑该车制冷剂纯度不够。通过制冷剂纯度分析仪测试制冷剂成分后发现,系统存在 28% 的 R12。因为别克乘用车空调系统添加的制冷剂应为 R134a,于是排空系统内的制冷剂,并更换压缩机压力调节阀,用氮气清洗空调管路并抽真空后填充纯正的 R134a 制冷剂,再次开空调试验,故障排除。

故障分析:别克乘用车装备的是变排量空调压缩机。空调系统工作时,空调控制系统不采集蒸发器出风口的温度信号,而是根据空调管路内压力的变化信号控制压缩机的压缩比来自动调节出风口温度。

在制冷的全过程中,压缩机始终是运转的,制冷强度的调节完全依赖装在压缩机内部的压力调节阀来控制。当空调管路内高压端的压力过高时,压力调节阀缩短压缩机内活塞行程以减小压缩比,这样就会降低制冷强度。当高压端内压力下降到一定程度,低压端压力上升到一定程度时,压力调节阀则增大活塞行程以提高制冷强度。

由于该车空调系统制冷剂内混入了 R12,造成系统内压力控制不良,制冷强度上升。在此状态下工作一段时间后,过低的温度使蒸发器外壁结霜,空调出风口无风,当蒸发器外壁的霜融化后系统又恢复正常。因为过低的温度已经改变了压力调节阀内部弹簧的弹性系数,所以压力调节阀也应更换。

在日常维修空调的过程中发现加错制冷剂的情况时有发生,这种情况在年代比较久的进口车上比较常见。维修人员在加注空调制冷剂之前,一定要确定车辆使用制冷剂的种类,以免造成严重后果。

【实例 10】

(1) 故障现象:奥迪(A6 1.8T)前风挡玻璃有雾气,且除不掉。

(2) 诊断排除:驾驶员称有一次,室外温度很低,恰逢雨夹雪天气,当时打开空调升高车内温度,但是前风挡玻璃雾气很大,以致无法正常行驶。由于影响驾驶,想尽办法,发现只有将空调温度设定为最低,前风挡雾气才会逐渐消失,但此时车内太冷了。

试车发现空调工作正常,并且按下除霜键,除霜出风口吹风正常。那么,当时车内空气水分是从何而来?在行驶中,车内唯一的进气途径就是空调进气。检查空调滤清器发现十分脏且中间凹下,想是滤清器进水,被鼓风机吸凹了。检查滤清器上方的流水槽,发现有裂缝。所以,前风挡流下来的水从裂缝流到滤清器,打开空调,水分从进气道进入车内增加了湿度,造成前风挡雾气大,且除不掉。空调温度设到最低时,高湿空气与前风挡玻璃温度相近,不会析出多少水分,加上空调出风使水分加快蒸发,所以此时前风挡雾气逐渐消失。

将流水槽裂缝黏合,故障排除。

【实例 11】

(1) 故障现象:奥迪(A6 1.8L)汽车右侧地毯有水。

(2) 诊断排除:奥迪 A6 车内地毯有水,在排除外界进水的情况下,那就是空调漏水造成的。在奥迪 A6 空调维修中,空调漏水是常见的故障。由于空调流水通道堵塞,蒸发器产生的水直接流到右侧地毯。空调在制冷时,进气中的水分有一部分析出,并流至蒸发器右下侧喇叭形的流水管。该流水管的细端直接接在车身上的橡胶流水管上,由于这根管直接与外界相通,所以它比较容易被外界进入的异物堵塞,造成空调水流不出来。只要将乘客侧杂物箱拆下,用铁丝插入橡胶管,将异物捅开,故障即可排除。

【实例 12】

(1) 故障现象：一台红旗 CA 7180AE 汽车，该车空调鼓风机第 1、2、3 挡风力都比正常时小，且第 2 挡和第 3 挡风力差别不大，第 4 挡正常。

(2) 故障排除：因为第 4 挡风力正常，说明电路中熔断器和鼓风机工作正常。该车空调鼓风机是由点火开关上的端子 75 经过 17#熔断器供电，然后串联鼓风机变速电阻中不同电阻值的电阻，最后经鼓风机控制开关的滑动触点后搭铁构成回路的。由于第 1、2、3 挡风力不正常，所以分析认为可能是鼓风机变速电阻或鼓风机控制开关有问题。将原变速电阻的插头拔下后插上一个新的变速电阻试验，故障仍未排除。这样就可以判断出故障部位是在鼓风机控制开关。由于第 1、2、3 挡使用频繁，滑动触点磨损严重，导致接触不良。因接触电阻过大，致使第 1、2、3 挡风力减小。更换鼓风机控制开关后，故障排除。

小 结

(1) 空调系统诊断只有六种基本的非正常工况；

(2) 发动机过热会引起高压侧的高压；

(3) 变排量空调管路中的噪声可通过改换膨胀阀和加设消声器来排除；

(4) 许多系统失效可由视觉检查到；

(5) 预防性保养过程包括以下内容：检测或替换节温器；检测或替换压力帽；检测或替换散热器软管；检测或替换加热器软管；加压检测冷却系统；检测或替换防冻液；用肉眼观察水泵、加热器、控制阀和皮带情况。

习 题 10

一、填空题

1. 系统中吸收水分最多的部件是_____。
2. 空调制冷系统的运行只有_____种正常工况和_____种非正常工况。
3. 制冷剂与水分合成的酸是_____。
4. 系统内的堵塞常常表征为_____的变化。
5. 机械故障能引起_____故障。

二、问答题

1. R12 系统的低压侧压力表读数为 379kPa，高压侧的压力为 896kPa。技师甲说此系统的制冷剂不足；技师乙说可能是垫盖烧坏或排气阀破裂。谁的说法正确？

2. 技师甲认为，视液镜常用在 CFC-12 系统中；技师乙认为，在 HFC-134a 系统中很少看到视液镜。谁的说法正确？

3. 技师甲认为，过量充灌制冷剂将引起低压侧压力较正常低；技师乙认为，只有在低负荷情况下才引起制冷量略有增加。谁的说法正确？

4. 技师甲说，进、出口压力低，说明制冷剂充注不足；技师乙说，进、出口压力低，说明系统有节流。谁的说法正确？

5. 技师甲说，如果歧管压力表读数是有些负压，系统可进行制冷剂排空；技师乙说，即使压力表的读数有些正值，也可以这么做。谁的说法正确？
6. 技师甲说，性能测试可确定系统压力是否合适；技师乙说，性能测试可确定系统温度是否合适。谁的说法正确？
7. 技师甲说，性能测试时风扇应在高速运转；技师乙说，风扇在什么转速没有关系。谁的说法正确？
8. 技师甲说，湿度对系统性能有影响；技师乙说，紊乱的气流对系统性能有影响。谁的说法正确？
9. 技师甲说，系统中的水分会导致制冷不良或根本不制冷；技师乙说，系统中的水分会产生有害的酸。谁的说法正确？
10. 技师甲说，进口管节流会使高压过高；技师乙说，节流会使压力变化，通常表现为结霜、结冰。谁的说法正确？
11. 技师甲说，若系统中有水分（湿气），应更换储存器；技师乙说，若 FOT 更换，必须更换储存器。谁的说法正确？
12. 技师甲说，制冷剂使用不正确会引起系统堵塞；技师乙说，制冷剂使用不正确会产生有害蒸气。谁的说法正确？
13. 空调系统稳定之后，发动机转速调到正常。技师甲说，这是为了减少通过冷凝器的空气流量；技师乙说，这是为了增加蒸发器的制冷容量。谁的说法正确？
14. 说明水分是如何进入系统的。
15. 保持一个无水分制冷系统是否很重要？为什么？
16. 如何进行空调系统的性能检测？

第 11 章 车辆上更改和加装空调系统

在学完本章后应能:

- (1) 将 R12 制冷系统改为 R134a 制冷系统;
- (2) 将定排量制冷系统改为变排量制冷系统;
- (3) 给车辆加装制冷系统或采暖系统。

11.1 将 R12 制冷系统改为 R134a 制冷系统

11.1.1 系统改造的必要性

R12 (二氟二氯甲烷) 由于换热效率高、无色无臭、不燃烧、化学稳定性好, 在正常使用状态下不会对人体造成不良影响, 因而汽车空调以前大量使用 R12 作为制冷剂。但是当 R12 升入大气平流层受到强烈的紫外线照射后会分解出游离态的氯原子, 催化分解臭氧分子导致臭氧层浓度降低, 形成臭氧空洞危害地球环境, 直接威胁人类健康。

根据 1987 年的《蒙特利尔议定书》, 我国汽车工业总公司于 1992 年发文规定: 到 2000 年各汽车厂都不得再把 R12 作为新车的空调制冷剂, 原有车辆的空调制冷剂也必须逐步地由 R12 改为 R134a。同时, 我国政府向国际环保组织承诺: 我国生产 R12 的工厂到 2000 年将被限产到 1986 年产量的 50%, 到 2010 年所有生产 R12 的工厂都将停止生产。因此, 对原有车辆的 R12 空调制冷系统的改装, 是关系到环境保护和人类健康的大问题。

由于 R134a 与 R12 相比具有不同的物理特征和化学性质 (如表 11.1 所示), 系统改造后, 可减少制冷剂用量, 并提高制冷量。因为:

① R134a 的汽化潜热值高于 R12 约 30%, 即相同制冷量的前提下, R134a 的用量可以比 R12 减少约 30%; 但是, R134a 的饱和蒸气比容高出 R12 约 20%, 两项相抵, 工质的容积流量还约减少 10%。

② 在 0~60℃ 的蒸发温度段, R134a 饱和蒸气压比 R12 略低, 在冷凝温度段 R134a 的饱和蒸气压则稍高于 R12, 即 R134a 的工作压差高于 R12。但是由于 R134a 的液态导热系数大于 R12, 可以弥补之不足。在保持制冷系统不变的情况下, 将制冷剂 R12 换成 R134a, 替换之后的系统性能从输出冷量这一主要指标看, 还稍有提高。

表 11.1 R134a 和 R12 的特性对比表

项 目	R12	R134a
代 号	CFC-12	HFC-134a
分子式	CCl_2F_2	CH_2FCF_3
分子量	120.91	102.03
沸点 (°C)	-29.80	-26.19
临界温度 (°C)	111.80	101.14
临界压力 (kPa)	4.125	4.065

续表

项 目		R12	R134a
临界密度 (kg/m ³)		558	511
汽化潜热 (kJ/kg)	0℃	152.28	197.50
	10℃	149.97	190.13
饱和蒸气压 (kpa)	0℃	0.309	0.293
	10℃	0.423	0.415
	50℃	1.215	1.317
	60℃	1.518	1.680
饱和蒸气比容 (m ³ /kg)	0℃	0.05667	0.06816
	10℃	0.04204	0.04872
30℃导热系数 (kJ/mbar.K)	饱和液	0.25	0.27
	常压气	37.37	52.08
30℃动力黏度 (CP)	饱和液	0.20	0.202
	常压气	0.0127	0.0125
水的溶解性 (g/100g)		0.009	0.11
臭氧破坏系数 ODP		1.0	0.0
温室效应系数 GWP		1.0	0.11
适用干燥剂		硅胶 (4A-XH-5)	沸石 (XH-7、XH-9)
与矿物油的互溶性		相溶	不相溶
与橡胶的互溶性		氯丁橡胶、氟橡胶、丁腈橡胶 可用	氯丁橡胶、高丁腈橡胶 可用

11.1.2 系统改造需替换的内容

在用 R134a 替代 R12 时, 制冷系统也必须进行如下改造, 才能满足制冷剂 R134a 的要求。

1. 选用新型干燥剂或更换干燥瓶

用于 R12 系统的干燥剂主要是置于接收器或干燥器中的硅胶。而硅胶若在新系统中应用就会使 R134a 与水一起被硅胶吸收, 原因是 R134a 的极性接近于水的极性, 从而造成硅胶吸水能力大幅下降, 而制冷剂中有水分, 导致不充分制冷或不制冷。因此, 必须选用新型干燥剂有效地除去 R134a 系统中的水分, 目前沸石作为首选干燥剂应用于 R134a 系统中, 它基本不吸收制冷剂 R134a 且干燥性能良好。更简易的方法就是直接更换干燥瓶。

2. 改用新型软管

用于 R12 系统的橡胶软管是三层结构, 内衬多为丁腈人造橡胶。使用 R134a 时, 由于 R134a 的分子直径小, 传统三层橡胶软管产生泄漏的可能性增大, 因此, 橡胶软管应采用为 R134a 设计的四层 (在三层橡胶软管内增加 1 层尼龙内衬, 最外层则采用三聚乙丙烯橡胶) 且内衬为氯丁橡胶或尼龙的橡胶软管。这种橡胶软管柔软、耐热, 而且还防水。

3. 换用新型密封材料

R12 空调系统的管道 O 形密封圈、压缩机边缘和软管部分的密封材料均用丁腈橡胶

(NBR) 制成。制冷剂 R134a 能造成丁腈橡胶 (NBR) 的膨胀失效, 因此, 原系统中所有作密封之用的 O 形密封圈均要换为用于 R134a 空调系统的聚丁腈橡胶 (H-NBR) 材料的 O 形密封圈。

4. 换用新型冷冻机油

在制冷压缩机中使用的润滑油通常称为冷冻机油, 与制冷剂溶为一体参与空调循环, 具有润滑、降温和密封的作用。R12 配用的矿物性冷冻机油与 R134a 不相溶, 若应用于 R134a 系统则将严重影响制冷效果及压缩机寿命, 因此必须用与 R134a 相溶的 PAG 和 ESTER 两类冷冻机油。

11.1.3 系统匹配

由表 11-1 可知当压缩温度在高负载下升高时, R134a 系统的压力将比 R12 系统的高, 这将导致冷却能力下降、压缩机负载加重。为此 R134a 系统必需采取相应措施加以解决。

1. 改善电磁离合器的性能

由于 R134a 的压力在高温下比 R12 的高, 压缩机需要用更大的力量来压缩制冷剂, 因此只能通过增加压缩比或压缩机转速来解决。无论那种方式其核心都是增加电磁离合器的传动力矩, 以保障 R134a 系统的压缩机获得较大的驱动力。

2. 改善冷凝器的散热性能

由于高温条件下 R134a 的压力高于 R12, 为取得相同的制冷效果, 提高冷凝器的换热能力则是最有效的方法。为此, 需增加 R134a 系统冷凝器的散热面积、改变冷凝器内部管路及管壁结构, 目前多采取更换新型、高效、低阻的多路流动冷凝器的方法。

如果仍用原 R12 系统的冷凝器, 必须增加冷凝器冷却风扇的排量 (即更换功率更大的风扇电动机或加装电子风扇), 或加装冷凝器高效聚风罩, 以增加通过冷凝器散热片的空气量, 提高冷凝效率。

3. 改进蒸发器的结构

为提高 R134a 系统蒸发器的换热能力, 达到良好的制冷效果, 蒸发器内部改变了制冷剂流动的方式提高了换热效率, 外部表面采用亲水处理以改变凝露状况, 进出口形状及恒温器感温包位置也适当调整以利于提高制冷能力, 目前 R134a 系统多采用层叠式蒸发器。但在实际改装过程中, 为了减少改装成本, 在未发现蒸发器泄漏的情况下可以不更换蒸发器。

4. 改进膨胀阀的结构

R134a 系统与 R12 系统相比采用的膨胀阀有 3 方面差异:

(1) 由于 R134a 与 R12 特性不同, 要获得与 R12 相同的制冷能力, R134a 采用的膨胀阀开启压力值必需重设;

(2) 由于 R134a、R12 对金属的相容性不同, 故 R134a 采用的膨胀阀的内部弹簧材料由弹簧钢改为不锈钢;

(3) 膨胀阀接口尺寸不同, R12 系统为英制, R134a 系统为公制 (也称米制)。

5. 改用新型安全阀

对于 R12 系统, 当压力特别高时其配置的熔化螺栓熔化, 制冷剂释放到外界, 以此来保护系统, 系统中全部的制冷剂都将释放到大气中。为避免上述情况发生, R134a 系统采用压力安全阀替代熔化螺栓。正常情况下压力开关可控制压缩机停机, 压力安全阀不会被触发; 如果系统压力超过 3.51MPa 则压力安全阀被触发开起, 将有部分制冷剂释放到大气中, 当系统压力降至 3.02MPa 以下时, 压力安全阀关闭, 停止制冷剂的释放。

6. 改变压力开关的控制值

由于 R134a 与 R12 循环过程中压力不同, 故系统中压力控制开关的设定值也不会相同。R134a 系统的低压控制值低于 R12, 而高压控制值则高于 R12。

7. 改变管道接头形状

如果 R12 系统的制冷剂或 O 形密封圈被错误地用在 R134a 系统中, 则会给系统造成严重的损害, 胀起的密封圈会导致压缩机工作不正常及制冷剂的泄漏。R134a 系统采用两端带槽的管道接头, 并对接头的形状及尺寸做了改动, 结构的改变避免了不正确的灌注和管道连接, 同时也提高了密封效果。

8. 改变加液阀接口形状

为了加快制冷剂充注、减少泄漏、防止错加 R12 制冷剂, R134a 系统加大了加液阀的气门心尺寸及外形尺寸, 结构也做了相应调整。加液阀接头则改用弹簧偶合型的快速接头, 以利于维修和加注制冷剂。

11.2 将定排量制冷系统改为变排量制冷系统

11.2.1 改装变排量制冷系统的可行性

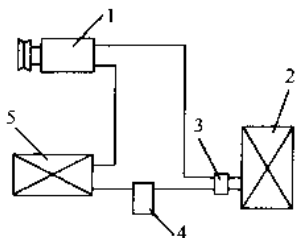
将定排量制冷系统改装为变排量制冷系统的核心问题是空调压缩机的改装。

变排量压缩机的主要特点就是可以通过不断调节活塞行程来适应车内负荷的变化。与传统的定排量制冷系统相比, 变排量压缩机改变了传统的离合器启闭压缩机的调节方式, 不仅压缩机运行连续平稳, 不会引起汽车发动机周期性的负荷变化; 而且空调送风温度波动小, 有利于提高车内环境的舒适性; 可以保持几乎恒定且刚好略高于结霜点的蒸发温度, 防止了蒸发器表面结霜, 提高了系统除湿能力; 可以降低能耗, 节约燃油。因此, 变排量制冷系统替代定排量制冷系统是发展的必然趋势。

但是目前社会上将乘用车的定排量制冷系统改装为变排量制冷系统的情况较少, 这是因为改用变排量的压缩机后, 配置节流元件会出现一些特殊问题, 同时冷凝器、蒸发器等其他制冷系统部件可能也需要重新匹配, 改装的成本过大。如何在较合理改装成本的前提下, 改装可靠、节能、高效的变排量制冷系统呢? 以下提出 3 种改装方案。这 3 种方案各有其明显的优点与缺点, 改装时应根据具体情况加以合理的选择。

11.2.2 变排量压缩机和热力膨胀阀组成的制冷系统

热力膨胀阀是制冷系统最常使用的节流元件，变排量压缩机在系统组成时就会考虑到与



1-变排量压缩机；2-蒸发器；3-H型膨胀阀；
4-储液干燥器；5-冷凝器

图 11.1 变排量压缩机和热力膨胀阀

组成的汽车空调制冷系统示意图

热力膨胀阀的配置。如图 11.1 所示为变排量压缩机和热力膨胀阀组成的汽车空调制冷系统示意图。

但是对由日本三电公司的 7 缸变排量压缩机和热力膨胀阀组成的汽车空调制冷系统进行了试验研究，测试结果表明系统发生了振荡现象。有人在试验研究的基础上，对热力膨胀阀进行了改进，使热力膨胀阀即使在全关时也一直保持微量恒定旁通，这样解决了系统低空调负荷时的振荡问题，但未解决在高空调负荷时的振荡问题。

也有人用改进后的 5 缸变排量压缩机和热力膨胀阀组成汽车空调制冷系统，对此系统的稳定性问题进行试验研究和理论分析的结果表明：蒸发器出风温度 T_{e0} 、压缩机排气压力 P_c 、压缩机摆盘箱压力 P_c' 、蒸发压力 P_e 和蒸发器出口制冷剂过热度 SH_e 等都随时间发生等幅周期性变化。

在由变排量压缩机和热力膨胀阀组成的系统中有两个相对独立的制冷剂流量调整装置，即变排量压缩机和热力膨胀阀。两流量调节装置均为自力式调节机构，各由不同的参数控制。变排量压缩机是根据压缩机吸气压力为控制信号来调节压缩机活塞行程和压缩机主轴每转一周的排量。热力膨胀阀是以蒸发器出口制冷剂的过热度为控制信号，对制冷剂流量进行比例调节的。由于蒸发器的热容量、制冷剂从蒸发器入口到出口的流动和状态变化、感温包的热容量、感温包毛细管的压力传递以及阀内机械动作等系列的时间滞后，使流量调节对过热度的响应滞后。两流量调节装置之间的唯一联系是均与压缩机吸气压力有关，但是吸气压力又由压缩机控制几乎保持恒定。当系统参数或空调负荷发生变化时，一旦变排量压缩机和热力膨胀阀流量调节不匹配就会产生系统振荡。

因此虽然采用变排量压缩机和热力膨胀阀组成的方案是较简便的改装方式，但由于系统稳定性的问题难以解决，限制了变排量压缩机和热力膨胀阀汽车空调制冷系统的应用。

目前汽车变排量空调系统的节流装置均采用节流管，有些车辆为解决振动问题还采用加装消声器的方法加以排除。

11.2.3 变排量压缩机和节流管组成的制冷系统

该系统是由变排量压缩机、冷凝器、节流管、蒸发器和气液分离器组成（如图 11.2 所示）。它与图 11.1 表示的变排量压缩机和热力膨胀阀组成的汽车空调制冷系统相比，除了节流元件由热力膨胀阀改为节流短管外，还取消了冷凝器后的储液罐，并在压缩机和蒸发器之间设置了气液分离器。由于该汽车空调制冷系统的变容量特性，节流管作为固定阻尼节流元件无法保证蒸发器出口的制冷剂在低空调负荷下的完全蒸发。因此，在压缩机和蒸发器之间设置了气液分离器，使未蒸发完的液态制冷剂分离出来，暂存于气液分离器的下部。由于该气液分离器置于高温的发动机舱内，它很快就会继续蒸发成为气态，从而保证了压缩机的安全。

由于节流管结构简单，为无反馈开环流量控制装置，保证了系统的可靠运行。所以在变排量压缩机汽车空调制冷系统中，变排量压缩机和节流管组成的汽车空调制冷系统目前应用最广。但这种方案也有节流管无法与变排量压缩机在变容量范围内达到系统高效运行和气液分离器分离出来的液态制冷剂不能有效地利用等缺点，且改装中需解决节流管、气液分离器布置等问题。

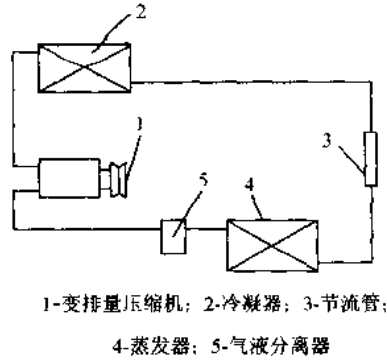


图 11.2 变排量压缩机和节流管组成的汽车空调制冷系统示意图

11.2.4 变排量压缩机和电子膨胀阀组成的制冷系统

如图 11.3 所示为变排量压缩机和电子膨胀阀组成的汽车空调制冷系统示意图，该系统由变排量压缩机、冷凝器、储液罐、电子膨胀阀和蒸发器组成。通过输入参数进入控制器，利用控制器的控制算法得出控制电子膨胀阀电磁线圈的电压或脉冲电机的驱动脉冲信号，从而实现了膨胀阀对流量的调节。

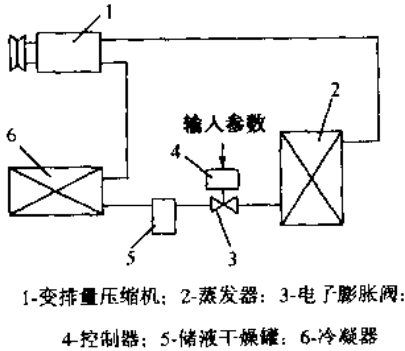


图 11.3 变排量压缩机和电子膨胀阀组成的汽车空调制冷系统示意图

这种方案除了换装变排量压缩机以外，还必须改装电子膨胀阀，并且这是改装的关键问题，以保证系统稳定性和变容量范围内系统最佳运行工况。改装应在基于合理的控制方案和控制算法的前提下选用元件，因此在方案的设计中必须注意以下问题：

(1) 系统静态和动态特性。深入了解控制对象的特性是寻求合理的控制方案和控制算法的基础。对系统中各部件的静态和动态特性进行理论分析和试验研究，用理论建模和系统辨识相结合的方法，得出各部件的静态模型和动态模型。然后根据各部件参数之间关系，建立系统静态和动态模型。根据模拟计算和试

验研究的结果，分析系统静态和动态特性。

(2) 系统稳定性原则。由于该系统有变排量压缩机和电子膨胀阀两个流量调节装置，所以同样存在系统稳定性问题。在以上系统静态和动态研究的基础上，分析满足系统稳定性条件下的电子膨胀阀特性要求，得出系统稳定性区域。

(3) 控制方案和控制算法。为减少电子膨胀阀流量调节对过热度的响应滞后，电子膨胀阀对蒸发器出口端制冷剂过热度的检测可采用热敏电阻或压力信号。采用热敏电阻来检测时用两只热敏电阻，一只测量蒸发温度，另一只测量蒸发器出口温度。采用压力信号来测量是对蒸发器出口端压力进行测量，并经物性程序将其转化为蒸发温度。由于蒸发器内压力的变化比温度的变化迅速，因此使控制器能及时地对过热度的变化做出反应。

电子膨胀阀流量调节对过热度的响应滞后问题，也可以采用前馈加反馈的复合调节方法解决。如将压缩机转速作为前馈信号，根据转速变化调节膨胀阀供液量，再结合反馈进行复合调节。由于系统的非线性特性，采用模糊算法有一定优势；也可考虑 PID 控制算法和模糊控制算法结合使用，发挥各自算法的优点，达到较好的控制效果。

变排量压缩机和电子膨胀阀组成的汽车空调制冷系统改装方案是一种最有发展前途的系统配置，代表汽车空调制冷系统的发展方向，但改装方案复杂，需要对系统静态和动态特性进行深入了解，确定合理的控制方案和控制算法，以保证系统稳定性和变容量范围内系统最佳运行。

11.3 车辆加装空调系统的设计与安装

有些车辆，由于开发较早或因性价比的原因，当时没有考虑在车上设置空调。现在，随着社会的发展，这些产品已进入衰退期，但由于价廉，可靠性高，易于维修等优点，尚有一定的生命力。为了延长这些产品的寿命和改善使用环境，可以在原车的基础上加装空调系统。

11.3.1 加装空调系统的要求

给车辆加装空调系统应满足以下要求：

(1) 应根据车辆的大小、乘员的人数和使用环境，合理选择空调设备，做到既满足使用要求，又无设备浪费。

(2) 应根据不同车型的结构特点，采用不同的布置形式，力求布置合理、使用维修方便。

(3) 送风管应遵循“头凉脚暖”的原则，且管道要尽可能短，弯通尽可能少。

(4) 制冷管道也要尽可能短，以减少制冷剂的充注量。

11.3.2 制冷系统的设计与选配

车辆上加装空调系统主要从以下几个方面考虑：

1. 空调冷负荷估算

由于汽车空调负荷受到许多因素的影响，各种车型制造质量有很大区别，计算出来的负荷与实际情况有较大差异，但车内温度稍微有些变化对其使用性影响不大。在实际应用中，有时可凭实际的装车经验选取空调设备，也可以根据车辆和座位选用。目前国内外乘用车、客车空调所选用的负荷为以下数值范围。

乘用车（普通、豪华型）	3~9.3kW
货车、工程机械车辆	3.5~5.8kW
9座以下客车	7kW
15座左右客车	9.3kW左右

2. 压缩机的选配

压缩机的选配是根据空调负荷决定的。

假设有一辆普通型汽车,冷负荷取 4kW。因为空调制冷系统的一切能量都来源于压缩机。冷负荷是 4kW,则压缩机应根据能量守恒,选配功率必须大于 4kW,一般取压缩机功率是冷负荷的 1.1~1.2 倍,如选 SD-508 压缩机。

3. 膨胀阀的选配

为了满足 4kW 冷负荷的要求,系统制冷量应达 4kW,即 $4000/3300=1.2$ 冷吨,故选用容量为 1.5 冷吨的膨胀阀,如选用内平衡式热力膨胀阀或较大孔径的节流管。

4. 热交换器的选配

制冷系统的蒸发器与冷凝器是根据压缩机的排量和膨胀阀来选取。

采暖(如用冷却液)散热器选用阻力小的,有必要更换大水泵,以免影响发动机的散热。

5. 鼓风机的选配

鼓风机是根据压缩机的排量与型号配套选取的。

11.3.3 空调系统的布置与安装

车辆加装空调系统在可靠的前提下尽可能的简单紧凑。加装空调常常采用直联方式驱动压缩机。压缩机由发动机带动,为了避免影响发动机怠速稳定性和车辆加速性能,在压缩机上装有电磁离合器,这样遇到紧急情况或车辆加速时会自动分离,在不需要冷气时也容易断开压缩机。

采暖散热器都放在脚坑或座椅下方,蒸发器大多数放在仪表台中间或是下方,也有分置于车的前后部,以利送风均匀。膨胀阀安装在蒸发器的进口处。鼓风机安装在蒸发器的前后或左右,使空气通过蒸发器表面进入车内。

冷凝器安装采用竖置,通常放在发动机水箱的前部,靠水箱的风扇抽风强迫冷凝器对流散热,但是这样安装对水箱的散热有不良影响,水箱内的水容易沸腾。配置时应考虑二者之间的距离。必须更换功率大的或叶片多的冷却风扇,且护风圈的间隙要小,以防止风量的损失,再换耐高压的冷却水箱的水箱盖。也可采用在冷凝器前增设电动风扇,这样除增加风量外,还使冷凝器的冷却不受车辆行驶速度的影响。

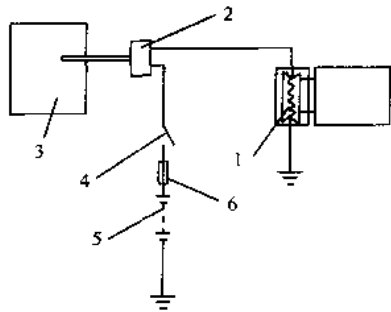
空调管道通常采用高压气液通用软管和低压气液通用软管,既考虑到防震,又便于安装布置。

鼓风机耗电较多,原来的蓄电池应更换一个容量更大的,还需换一个大一些发电量的发电机。

11.3.4 控制电路的连接

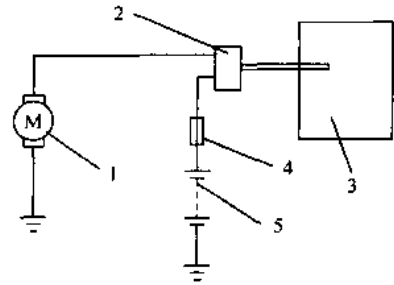
控制部分主要是电磁离合器控制和冷凝器风扇控制。最简易的是采用开关与恒温控制器,其控制电路如图 11.4 和图 11.5 所示。当然也可装成全自动甚至电脑控制,但是,那将成本很高不合算,这里不作介绍。

连接时,根据具体车辆的电路与熔断器布置,选择适当的熔断器接线柱或加装新的熔断器,进行连接。空调开关一般在仪表板上选一个方便的位置进行固定。



1-电磁离合器线圈；2-恒温控制器；3-蒸发器；
4-空调开关；5-蓄电池；6-熔断器

图 11.4 电磁离合器控制电路



1-冷凝风扇电动机；2-恒温控制器；
3-冷凝器；4-熔断器；5-蓄电池

图 11.5 冷凝风扇控制电路

11.4 空调的性能测试

空调系统检修改装和维修完成之后，应进行外部检查和性能试验，以检查制冷系统的工作情况。

11.4.1 外部检查

使汽车空调制冷系统运转，采用“一看、二听、三摸、四测”的经验方法检查系统的运转是否正常。

1. 看

用眼睛观察空调系统各个零件是否处于正常工作状态。

通过储液干燥器的观察窗，观察制冷剂是否适量。起动空调，让空调系统处于最大制冷状态，观察储液干燥器的观察窗。如果观察窗几乎透明，制冷剂流动稳定，发动机转速变化时可能会出现气泡，说明制冷剂是适量的。

观察各接头处是否有油污和灰尘。如果有油污和灰尘，则制冷剂可能已泄漏。观察冷凝器表面是否脏污，散热片是否变形。

2. 听

听电磁离合器有无刺耳的噪声。如果有噪声，则可能是电磁线圈老化，吸力不足，通电后由于打滑而产生噪声，也可能是离合器片因磨损而造成间隙过大使离合器打滑。听压缩机是否有液击声，如果有液击声，可能是制冷剂过多或膨胀阀开度过大所致，应释放部分制冷剂或调整膨胀阀。

3. 摸

高压管路的表面一般比较热，如果某处特别热或进出口温差特别明显，说明这个地方可能发生堵塞。用手感觉压缩机的进气管和排气管之间应该有明显的温差，前者发凉，而后者发烫。用手感觉比较冷凝器的进入管和排出管的温度，正常情况下，前者热一些，冷凝器上部温度比下部温度要高。用手摸储液干燥器，其前后的温度应该一致。压缩机输出管到膨胀

阀输入端之间是制冷剂的高温高压区，其温度应该均匀一致。

低压管路比较凉，用手摸膨胀阀前后应有明显的温差，即前热后凉。膨胀阀出口到压缩机之间软管的温度应该低而不结霜，正常情况下应为结霜后即化，用肉眼看到的只是化霜后结成的水珠。

用手感觉车内出风口应有凉的感觉，车内外保持 7~8℃ 的温差。

4. 测

通过看、听、摸，只能发现比较明显的不正常现象，对于一些复杂的故障，还要借助仪器对制冷系统进行测试。常用的检测工具与检测如下：

(1) 用检漏计。用检漏计检查整个系统各接头是否有泄漏。这里要特别注意压缩机主轴轴封的泄漏问题。到目前为止，汽车空调压缩机的主轴轴封泄漏制冷剂的问题还没有得到完全的解决。如果用精密的电子检漏仪调整最小挡，总能发现压缩机的轴封有微量的制冷剂泄漏出来。目前最通常的判断是：将电子检漏仪的灵敏度调整为 15g/年泄漏即报警。如果小于 15g/年，则认为是允许的，不会妨碍空调系统工作。这个泄量用卤素检漏灯是不能检出的。卤素检漏灯在每年泄量为 48g 时，不能检出；每年 288g，其火焰微绿色；每年漏量 384g，火焰颜色变为淡绿色。很明显，若汽车空调系统的制冷量每年漏量为 200g，其制冷性能已经严重受损而不能正常工作。所以，这里可以明白，汽车空调检漏的方法是用电子检漏仪和皂泡法，卤素灯只能作辅助检查，不能作为出厂的质量检漏工具。

(2) 用歧管压力表。将歧管压力表的高、低压表分别接在压缩机的排气、吸气口的检修阀上，检查制冷系统的压力。运转压缩机，使发动机的转速保持 2000r/min，然后观察歧管压力表的读数。

(3) 用万用表。用万用表可以检查出空调电路故障，判断出电路是断路还是短路。

(4) 用温度计。用温度计可以判断出冷凝器、蒸发器、储液干燥器是否有故障。

蒸发器：正常情况下，蒸发器的表面温度在不结霜的前提下越低越好。

冷凝器：正常情况下，冷凝器的入口温度为 70℃，冷凝器出口温度为 50℃ 左右。

对微机控制全自动空调系统，还要结合自诊断系统进行综合分析和判断。

11.4.2 性能试验

经过外部检查和必要的调整后，可认为汽车空调制冷系统具备基本的运转能力，此时应进行性能试验，以评估改装的效果。

1. 检测程序

性能试验是为了考察制冷系统的制冷效率，应按照以下检测程序进行：

(1) 把汽车停在阴凉处；

(2) 将歧管压力表的高压和低压两侧分别与压缩机对应的检修接头连起来；

(3) 关闭汽车的所有门窗；

(4) 起动发动机，使压缩机的转速维持在高速；

(5) 将温度控制开关调整到最冷位置；

(6) 把冷气的窗口全部打开；

(7) 当车厢内的温度为 25~35℃ 时，对采用 R134a 制冷剂的车辆而言，歧管压力表读数

为：高压 1370~1570kPa，低压 150~250kPa；

(8) 测量冷气出口处的温度，用干湿球温度计检测相对湿度；

(9) 观察观察窗。

2. 测试方法

具体的测试方法如下：

(1) 测试压力。把歧管压力表的高压和低压分别接在压缩机的两检修阀或高、低管路的充、排气阀上，起动发动机，使压缩机转速维持在 2000r/min 左右，打开冷气开关把风量置于最高挡，把调温旋钮置于最冷处，使制冷系统运转 15min 以上，使各个部件有充分的时间以稳定其工作状态。在有冷气吹出的情况下，观察窗内应看不到有气泡产生。然后观察低压表的读数，当车厢温度为 24~30℃ 时，压力应为 105~310kPa。低压压力的高低是由车厢里的空气温度决定的，车厢里温度高，其读数就偏高；车厢里温度低，其读数就偏低。如低压表读数太低，说明系统中有的地方被堵塞或是制冷剂数量不足；如太高，说明制冷系统中存在的空气或制冷剂数量太多，也可能是压缩机效率降低。高压压力的高低主要受周围空气温度的影响，高压压力一般应为 1.4~1.5MPa。如果高压表的读数太低而且在观察窗里有气泡产生，则说明制冷剂数量不够；如果高压表的读数太高，可能是制冷剂太多或是制冷系统中存在空气，也可能是冷凝器散热不好。

(2) 测试温度与湿度。检测高低压压力之后，再测定车厢内的降温效果，把干湿球温度计放在制冷系统的进气口处，把玻璃棒温度计放在冷气的出口处。

① 测量车厢内空气的相对湿度。测量制冷系统进气口处（蒸发器进口）干湿球温度计的干球和湿球的温度，根据所测得的干球和湿球的温度值，利用湿空气曲线图（如图 11.6 所示）求出蒸发器出气口处的温度的相对湿度。例如，设蒸发器进气口处的干球温度和湿球温度分别为 25℃ 和 19.5℃，则在图 11.6 中虚线的交叉点的相对湿度为 60%。

曲线图的读法说明：

通过测量蒸发器进气口的空气干球温度，
可以求出空气的相对湿度(%)。

例如，蒸发器进气口的干球温度为25℃、
湿球温度为19.5℃时，从图上两条虚线的交点
可以看出相对湿度是60%。

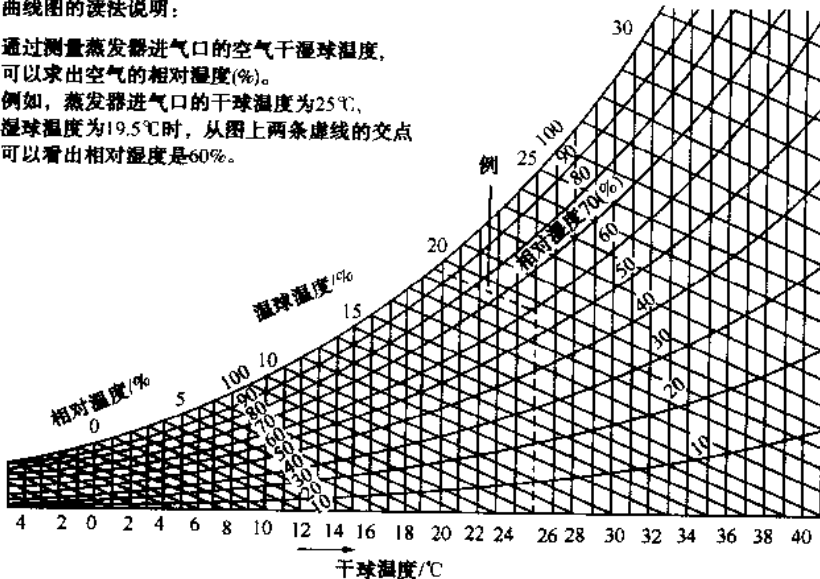


图 11.6 湿空气曲线图

② 测量制冷系统进气口和排气口的温度差。首先观测制冷系统排气口处的玻璃棒温度计的指示值，再观测制冷系统进气口处干湿球温度计的干球温度计指示值，两者之温差值即所求进气口与排气口的冷气温度差。

3. 评定制冷性能

根据求出的空气相对湿度及进气口与排气口的冷气湿度差，在标准性能曲线图（图 11.7）上找出评定根据。如果这两个坐标值的交叉点在标准性能曲线图上两条阴影线的包络范围之内，则示制冷性能良好；如果交叉点在这个区域外，则说明制冷系统的制冷性能不良，还需要继续进行调整。

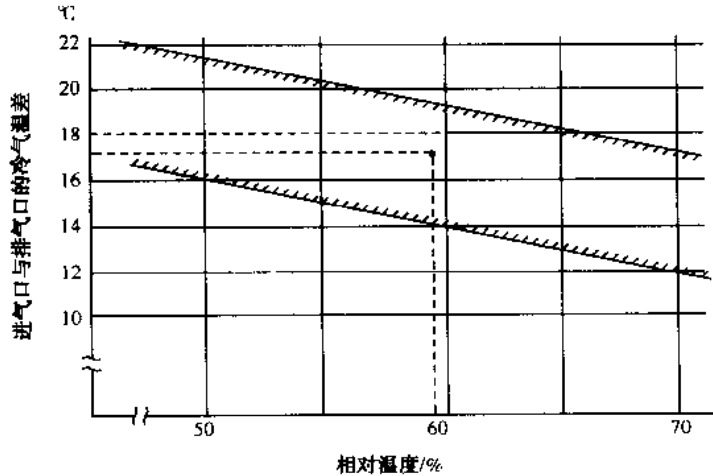


图 11.7 标准性能曲线图

4. 道路实验

汽车空调经过上述测试后，有条件的应进行道路实验。实验时，汽车应满载额定乘员，在晴天少云、有日光照射，外界气温不低于 30°C ，风速不大于 3m/s ，太阳辐射强度为 $(4.6 \pm 2.1) [\text{j}/\text{cm}\cdot\text{min}]$ 、硬实、干燥、树阴少的公路上中速行驶，进行降温能力、保温性能、爬坡性能等与气温有密切关系的项目实验。

测量车内的气流分布与温度分布时，测量点应布置在相当人坐着姿势的耳朵高度，但不会影响呼吸的部位。

做降温实验时，应先将汽车停放阴凉处，门窗全开，人员下车，使车内的温度平衡，然后人员迅速上车，起步、开冷气，开始记录。每隔 $1\sim 2\text{min}$ 记录一次，直到连续三次记录相差不多为止。

做空调开、关与经济性对比实验时，要尽量做到两种实验的外界工况条件相同，开空调时，压缩机正常运转。

小 结

(1) R12 制冷系统改装为 R134a 系统，必须把原系统中的所有密封件和干燥剂全部更换；

- (2) 定排量制冷系统改装为变排量系统后,会带来振动噪声,要采取措施加以避免;
(3) 车辆加装空调是时代的要求。

习 题 11

一、填空题

以下哪个部件不是制冷系统的节流元件。_____

- A-膨胀阀; B-节流短管; C-歧流管; D-干燥瓶

二、问答题

1. 技师甲说, R12 制冷系统改装为 R134a 制冷系统可以使用原有的蒸发器; 技师乙说, 可以这样做, 但又补充说要替换所有的密封圈。谁正确?
2. 技师甲说, 定排量系统的压缩机能直接换装为变排量压缩机可不改变控制电路; 技师乙说, 可以这样做, 但又补充说应用节流管替换膨胀阀以减少噪声。谁正确?
3. 试分析汽车空调系统改装中应注意的问题。
4. 工质替换中, 在什么情况下软管和(或)O形环应被替换?

参 考 文 献

- [1] (日) GP 企画室编, 宋桔桔等译. 汽车车身底盘图解. 长春: 吉林科学技术出版社、香港万里机构出版有限公司, 1995.
- [2] 云皓. 丰田汽车维修手册车身电脑电气系统. 长春: 吉林科学技术出版社, 1996.
- [3] 马淑芝. 新编汽车电工手册. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- [4] 陈孟湘. 汽车空调. 上海: 上海交通大学出版社, 1997.
- [5] 陈孟湘编著. 汽车空调、结构、安装、维修. 上海: 上海交通大学出版社, 1997.
- [6] 刘希恭. 德国大众系统轿车维修手册. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1998.
- [7] 张珉豪. 欧、美、日——全电脑自动冷气空调系统自我诊断. 笛威汽车专业图书公司, 1998.
- [8] 霍莱姆比克著. 汽车电气与电子系统. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [9] (美) B. H. 德威金斯著, 姚仲鹏等译. 汽车供暖与空调系统. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [10] 徐向阳. 汽车电器与电子控制技术. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [11] 石哲. 新型进口汽车空调检修手册. 福州: 福建科学技术出版社, 1999.
- [12] 编写组. 汽车维修. 北京: 人民邮电出版社, 2000.
- [13] 石凡. 进口汽车电控元件位置图集. 沈阳: 辽宁科学技术出版社.
- [14] 刘闯. 汽车电器与电子技术. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2000.
- [15] 徐淼、汪立亮、周玉台编著. 现代汽车自动空调系统原理与检修. 北京, 电子工业出版社, 2000.
- [16] 上海大众技术报务部. 桑塔纳 2000 维修站技师培训教材. 上海: 上海大众汽车, 2001. 10.
- [17] 栾琪文. 进口汽车电气系统维修实例. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001.
- [18] 潘伟荣. 汽车空调. 北京: 机械工业出版社, 2002. 5.
- [19] 崔选盟. 汽车车身电气设备维修专门化. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [20] 宋森. 汽车空调维修实例. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [21] 黄为. 汽车维修与保养. 北京: 汽车维修与保养杂志社, 2004.
- [22] 袁跃东. 汽车维修技师. 沈阳: 汽车维修技师杂志社, 2004.
- [23] 袁生林. 汽车维护与修理. 南京: 汽车维护与修理杂志社, 2004.
- [24] 李良洪. 汽车空调系统维修图解. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [25] 郝军. 汽车空调. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [26] 史悠信主编. 现代汽车空调系统原理与维修 136 问. 上海: 上海科学技术出版社, 2004.
- [27] 邯郸北方学校. 怎样维修汽车空调. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [28] 张西振. 轿车空调系统检修培训教程. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [29] 冀旺年. 汽车车身电气设备系统及附属电气设备. 北京: 电子工业出版社, 2005. 8.
- [30] 清华大学. 汽车维修工程师培训教材. 北京: 清华大学远程学堂.