

吴文琳
主编 / 王明顺
副主编

新型汽车 空调系统检修 自学读本

汽车空调系统各部分结构与原理
汽车空调系统检修方法与故障排除
新款车型故障诊断与排除实例



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

新型汽车 空调系统检修 自学读本

吴文琳 主 编
王明顺 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书简单介绍了新型汽车空调系统的结构与工作原理；详细介绍了常用汽车空调检修工具、仪器设备及其使用方法；重点讲述了空调系统的检修、故障诊断与排除。本书阐述了汽车空调故障检修思路，并精选大量检修实例及汽车空调系统电路图，便于读者查阅使用，举一反三，将故障诊断排除方法运用到其他类似的车型，为广大汽车维修人员快速掌握汽车空调的维修技能提供了一条捷径。

本书图文并茂，深入浅出，通俗易懂，实用性及操作性强，精选的实例具有广泛的代表性，适合各个层次和水平的读者，尤其是初学者。可供汽车修理工、汽车驾驶员、汽车管理人员和工程技术人员使用，也可作为相关专业院校的培训及参考教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

新型汽车空调系统检修自学读本/吴文琳主编.
—北京:中国电力出版社,2008
ISBN 978-7-5083-7758-2

I. 新… II. 吴… III. 汽车-空气调节设备-车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 121283 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 13.875 印张 404 千字
印数 0001—3000 册 定价 24.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

随着现代汽车技术大量地融进了电子技术、计算机技术和控制技术等，使得汽车空调系统的结构也越来越复杂，控制部分的电子化程度越来越高，许多高级轿车已采用微电脑控制的自动空调系统。为了使广大汽车维修人员系统地掌握新型汽车空调的结构原理和维修技术，特编写本书。

本书简单介绍了新型汽车空调系统的结构与工作原理；详细介绍了常用汽车空调检修工具、仪器设备及其使用方法；重点讲述了各系统的检修，故障诊断与排除；阐述了汽车空调故障检修思路，并精选大量检修实例及汽车空调系统电路图，便于读者查阅使用，举一反三，将故障诊断排除方法运用到其他类似的车型，为广大汽车维修人员快速掌握汽车空调的维修技能提供了一条捷径。

本书图文并茂，通俗易懂，实用性及操作性强，适合各个层次和水平的读者，尤其是初学者。可供汽车电工、修理工、驾驶员、汽车管理干部及工程技术人员使用，也可作为相关专业院校的培训及参考教材。

本书由吴文琳任主编，王明顺任副主编，参加编写的人员还有王金星、沈祥开、刘一洪、常洪、王伟、王涛、贺明、林红、李明、肖建忠、王一平、刘三红、孙梅、刘荣、孙飞、李清等。本书编写过程中，参阅了大量文献资料，并参考了许多专家、学者的研究成果和经验，在此谨向这些资料的原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中错漏之处在所难免，还望广大读者不吝批评指正。

编者

2008年8月

目 录

前言

第一章 汽车空调与检修技术基础 (1)

第一节 汽车空调的组成、分类及布置方式 (1)

- 一、汽车空调的组成、结构与 二、汽车空调的分类及布置方式
工作原理 (1) (6)

第二节 汽车空调制冷原理与制冷剂 (16)

- 一、空调制冷基本原理 (16) 三、空调冷冻润滑油 (27)
二、空调制冷剂 (23)

第三节 常用汽车空调检修工具与仪器设备 (29)

- 一、常用空调检修工具及使用 二、常用仪器设备及使用
方法 (29) 方法 (41)

第四节 汽车空调基本检修操作 (44)

- 一、空调制冷系统压力 三、空调制冷剂的充注、补
检测 (45) 充与放空 (49)
二、空调系统抽真空 (47) 四、冷冻润滑油的加注 (54)

第五节 汽车空调电路图的识读 (57)

- 一、概述 (57) 与方法 (60)
二、汽车电路的特点 (59) 四、汽车空调电路图的
三、汽车电路图识读原则 识读 (64)

第二章 汽车空调结构与工作原理 (72)

第一节 汽车空调制冷系统 (72)

- 一、空调制冷系统的组成与工 二、空调制冷系统组成部件结
作原理 (72) 构与原理 (74)

第二节 汽车空调通风与采暖系统 (103)

- 一、空调通风系统 (103) 二、空调采暖系统 (111)

第三节 汽车空调控制系统 (117)

- 一、空调常用控制元件 (117) 三、空调控制系统 (124)
二、空调的真空控制 (123) 四、空调安全保护装置 (127)

第三章 汽车自动空调结构与工作原理 (131)

第一节 汽车自动空调的分类 (131)

第二节 自动空调系统结构与工作原理 (133)

- | | |
|-----------------|------------------|
| 一、半自动空调系统 (133) | 统 (139) |
| 二、全自动空调系统 (136) | 四、电力自动空调系统 (144) |
| 三、电脑控制自动空调系 | |

第四章 汽车空调的使用与检修 (156)

第一节 汽车空调的使用与维护 (156)

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 一、空调的正确使用 (156) | 三、空调的定期维护 (158) |
| 二、空调的日常维护 (157) | |

第二节 汽车空调主要部件的拆卸与安装 (161)

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 一、空调压缩机的拆装 (161) | 装 (164) |
| 二、空调电磁离合器的拆
装 (162) | 五、空调蒸发器的拆装 (168) |
| 三、空调冷凝器的拆装 (163) | 六、空调鼓风机的拆装 (169) |
| 四、空调膨胀阀与孔管的拆
装 (169) | 七、空调系统接头的拆
装 (169) |

第三节 汽车空调的检修 (170)

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 一、空调检修应注意事
项 (170) | 三、空调电器元件的检
修 (185) |
| 二、空调主要部件的检
修 (174) | 四、空调电子控制系统
的检修 (190) |

第四节 汽车空调检修后的性能测试 (205)

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 一、空调系统的外部检查 (205) | 试 (206) |
| 二、空调一般性能测 | 三、空调制冷性能的测试 (207) |

第五节 汽车空调的增装 (209)

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 一、空调增装的条件 (209) | 三、空调制冷系统的安装 (212) |
| 二、独立式汽车空调发动
机的选用 (212) | 四、空调制冷系统的检查
与调试 (214) |

第五章 汽车空调故障的诊断与排除 (217)

第一节 汽车空调故障的诊断与排除 (217)

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 一、空调故障的诊断方法 (217) | 三、自动空调常见故障诊断 (238) |
| 二、空调故障诊断与排
除 (225) | 四、空调电路故障诊断 (241) |

第二节 汽车空调常见故障的诊断与排除 (243)

- | | |
|--------------|--------------|
| 一、制冷系统 (243) | 二、采暖系统 (247) |
|--------------|--------------|

第六章 汽车空调故障检修思路与实例精选 (256)

第一节 汽车空调故障检修思路 (256)

一、空调压缩机与电器故障检修思路 (257)

1. 空调系统不工作 (257)
2. 空调压缩机不工作 (257)
3. 空调常烧电磁离合器 (258)
4. 空调压缩机不能启动 (259)
5. 空调电路元件损坏 (260)
6. 空调风扇不运转 (260)
7. 空调控制电路故障 (261)
8. 空调电磁离合器故障 (262)
9. 空调压缩机轴封故障 (264)
10. 空调制冷压缩机阀板组故障 (264)

二、制冷系统故障检修思路 (266)

1. 空调系统压力异常 (266)
2. 空调制冷不足 (267)
3. 空调没有冷气吹出 (270)
4. 空调制冷系统中混入空气 (270)
5. 空调制冷系统正常工作, 而冷凝器出入管温度不正常 (271)
6. 空调制冷系统正常工作, 蒸发器表面温度不正常 (272)
7. 空调膨胀阀感温机构故障 (272)
8. 空调制冷系统冷凝器、输

第二节 汽车空调故障检修实例精选 (276)

一、空调压缩机与电器故障检修 (276)

1. 本田雅阁轿车空调压缩机电磁离合器不工作 (276)
2. 广本雅阁 (2.2L) 轿车空调离合器工作异常 (277)

入干燥器、蒸发器故障 (273)

9. 空调冷凝器风机不运转 (274)
10. 空调运行时, 蒸发器结霜, 车内冷气不足, 且高压压力与低压压力值均偏低 (275)
11. 空调运行时, 车内冷气不足, 且高压压力与低压压力均偏高 (275)
12. 空调出风口温度不低, 高压压力较高, 低压压力偏低, 车内冷气不足 (275)
13. 空调出风处风不冷, 压缩机外壳温度升高 (275)
14. 空调开始工作时, 制冷情况良好, 使用一段时间后, 冷气逐渐不足, 储液干燥器视液镜玻璃上出现气泡 (275)
15. 空调运行开始时, 制冷正常, 但过一段时间制冷性能下降直至不制冷, 停止运行一段时间后再启动又恢复正常, 过一段时间又重复上述现象 (276)
16. 空调运行十多分钟后, 出风口处温度偏高, 冷气不足 (276)
3. 广本雅阁轿车压缩机随冷却风扇同步运转 (280)
4. 本田里程轿车发动机启动后空调不制冷 (282)
5. 毕加索轿车空调压缩机不工作 (283)

6. 上海大众帕萨特 B5 轿车突然空调不工作 (284)
7. 别克君威轿车 C56 手动空调压缩机不工作 (284)
8. 别克君威 C68 全自动空调压缩机不工作 (287)
9. 别克君威 3.0 轿车空调时有时无 (288)
10. 瑞风车自动空调风口不出风 (290)
11. 桑塔纳轿车接通空调后空挡滑行, 发动机突然熄灭后, 发动机不能启动 (292)
12. 桑塔纳 2000 轿车多次烧空调电磁离合器 (294)
13. 长安之星汽车开空调多次烧坏发动机 ECU (295)
14. 北京大切诺基汽车空调无暖风 (296)
15. 金杯 6480B2C 微型客车后空调不工作, 不出冷风 (296)
16. 奇瑞 QQ 轿车空调冷凝器冷却风扇一直不运转 (297)
17. 广州云豹轿车高速时空调无冷风 (298)
18. 爱丽舍自动挡轿车打开空调时, 空调压缩机离合器不吸合, 风扇不转 (299)
19. 三菱欧蓝德轿车空调不制冷 (300)
20. 三菱帕杰罗 V73 3.0L 汽车, 开空调时空调风扇工作, 但空调压缩机离合器不吸合 (301)
21. 三菱太空汽车行驶中空调突然打不开, 空调压缩机电磁离合器不能吸合 (303)
22. 扬子小货车发动机转速达到 2500r/min 后, 空调电磁离合器会自动断开 (304)
23. 雷克萨斯 RX300 轿车空调工作不正常 (305)
24. 丰田雷克萨斯 LS400 轿车空调冷气不足 (307)
25. 雷克萨斯 LS400 轿车空调模式风门不动作 (308)
26. 丰田佳美轿车空调压缩机电磁离合器经常烧坏 (312)
27. 宝马 X5 (4.4L) 越野车空调出风口有时无冷风 (313)
28. 宝马 520i 轿车空调开启后压缩机运转, 但鼓风机不工作 (314)
29. 宝马 728i 轿车开空调使用内循环模式时, 鼓风机高速风量小 (315)
30. 宝马 X5 轿车空调不凉 (316)
31. 宝马 525i 轿车空调开暖风时, 鼓风机只有高速挡能转动, 其余挡位鼓风机不转 (317)
32. 奔驰 S500 轿车行驶 2h 后, 空调不制冷 (318)
33. 奔驰 S320 轿车空调没有风吹出 (320)
34. 本田里程轿车鼓风机时转时不转, 后来完全不转 (321)
35. 本田雅阁 CD5 轿车空调鼓风机不能将风送出 (322)
36. 奥迪 A8 D3 型轿车空调不工作 (324)
37. 奥迪 A8 D3 型轿车空调间歇

性无冷风 (325)

38. 奥迪 A8 D3 型轿车空调左前出风口不定时出热风, 其他出风口正常 (326)
39. 奥迪 A6 1.8T 轿车空调压缩机不吸合 (327)
40. 奥迪 2.4 轿车开空调时发动机温度就高 (331)
41. 奥迪 A6 轿车高速行驶 30min 后, 空调出风口无风送出 (332)
42. 奥迪 A6 1.8L 轿车空调控制面板上各按键指示灯均点亮, 按压各键均无效 (333)
43. 福特 WIND STAR 汽车在正常运行中突然出现空调不制冷 (334)
44. 福特林肯城市轿车空调鼓风机调速开关不起作用 (335)
45. 日产风度 A32 轿车空调出风口均吹出热风 (336)
46. 甲壳虫轿车发动机加速到 3000r/min 时, 空调才能工作 (337)
47. 桑塔纳 2000 俊杰轿车空调压缩机不受开关控制 (338)
48. 别克新世纪轿车空调控制面板工作失灵, 空调出风口吹出热风 (339)
49. 捷达 CI 轿车空调压缩机离合器不吸合 (340)
50. 韩国产起亚轿车空调有时工作有时不工作 (342)
51. 宝来 1.6L 轿车空调不工作 (342)

二、制冷系统 (344)

52. 丰田花冠轿车制冷系统不工作 (344)
 53. 风神蓝鸟轿车开空调时有异响声 (345)
 54. 北京伊兰特轿车打开空调时脚下出风口一直吹冷风 (346)
 55. 江淮瑞风商务车空调不制冷 (347)
 56. 广本雅阁 2.4 轿车空调无暖风 (349)
 57. 欧宝威达 B2.0L 轿车高速时空调不制冷 (350)
 58. 雷诺轿车行驶中突然出现空调只有自然风, 没有冷风 (350)
 59. 奔驰 S320 轿车行车时空调出风口无规律变化 (351)
 60. 三菱帕杰罗汽车空调系统工作时好时坏 (352)
- 三、其他系统 (353)
61. 长城小货车空调系统工作不正常 (353)
 62. 北京现代途胜汽车空调系统有时不制冷 (354)
 63. 黄河大客车空调不工作 (356)
 64. 奇瑞风云轿车空调制冷间歇性不工作 (357)
 65. 奇瑞东方之子轿车风扇只有低速无高速 (358)
 66. 上海通用别克轿车空调出风口的冷风异常 (359)
 67. 丰田短跑家空调风量不能调整 (360)
 68. 奔驰 S600 轿车开空调一直吹自然风 (361)

附录 A 汽车空调检修常用英文缩略语及中文含义	(363)
附录 B 部分轿车空调故障码	(365)
附录 C 部分汽车空调系统电路图	(390)
参考文献	(434)

第一节 汽车空调的组成、分类及布置方式

一、汽车空调的组成、结构与工作原理

1. 汽车空调的组成

为了提高汽车的舒适性,现代汽车都采用了汽车空调系统,简称空调。其作用是对车室内空气的温度、湿度、流速和清洁度等进行调节,并预防或去除车窗玻璃上的雾、霜和冰雪,从而创造出一个温度、湿度适宜,空气清新、洁净的环境,满足人们对汽车舒适性的要求。

(1) 汽车空调系统的组成。空调的控制方法有手动控制和电控自动控制两种。手动控制空调系统的风机转速、出风温度及送风方式等功能是由驾驶员操纵和调节的,驾驶员通过仪表板上的空气控制杆、温度控制杆和风扇开关来控制空调系统。手动空调系统无法根据阳光辐射程度、发动机和排气管的辐射影响变化及时对汽车车内的空气状况进行调节。

汽车空调主要由制冷系统、暖风系统、通风系统、空气净化系统和控制系统 5 个部分组成,如图 1-1 所示。

(2) 电控自动空调系统的组成。目前大部分汽车采用了全自动空调系统,即电控自动空调系统。电控自动空调利用温度传感器随时检测车内温度及车外环境温度的变化,并把检测到的信号送至空调 ECU。空调 ECU 按预先编制的程序对信号进行处理,并通过执行器不断地对风机转速、出风温度、送风方式及压缩机工作状态等进行调节,从而使车内温度、湿度及空气流量始终保持在驾驶员设定的水平上。

电控自动空调系统采用一般空调系统的基础部件,其主要区别在于自动空调系统能保持预先设置的舒适程度。它利用传感器确定

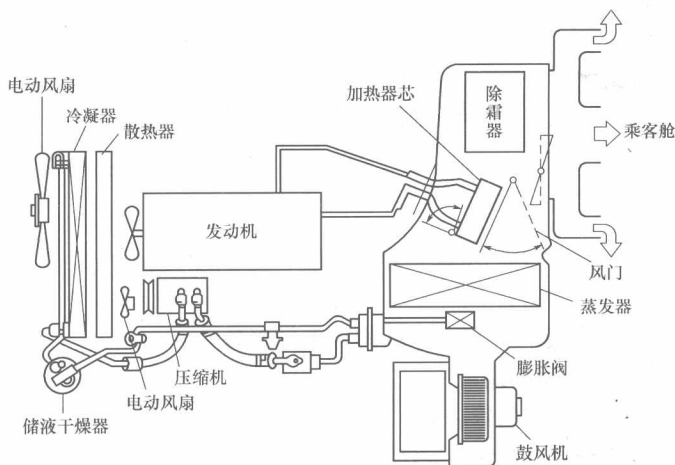


图 1-1 汽车空调系统的组成

当前的温度，然后系统能够按需要自动调节暖风和冷风。和半自动空调系统相比，电控全自动空调系统具有自诊断功能，并且电控全自动空调系统的执行器和传感器的数量都比半自动空调系统的多。

电控自动空调系统主要由通风、采暖、制冷、空气净化、操作和控制等部分组成，如图 1-2 所示，其元件位置如图 1-3 所示。其中制冷系统、暖风系统和送风系统等与手动空调系统在结构上基本是相同的。电控自动空调系统是在手动控制空调系统的基础上，增加了控制系统，控制系统由传感器、空调 ECU 和执行元件等组成；而操作系统与送风系统是在手动空调系统的基础上增加了各种伺服电动机，并且操作系统有湿度设定和选择开关。

2. 空调主要系统的结构及作用

(1) 制冷系统。其结构如图 1-4 所示。它的作用是对车室内的空气或由外部进入车室内的新鲜空气进行冷却或除湿，使车内空气变得凉爽舒适。

制冷系统按驱动方式分为发动机驱动和副发动机驱动两种。发动机驱动式是汽车发动机作为制冷压缩机的动力源，由汽车发动机通过传动带传动驱动压缩机运转，轿车、普通载货汽车和面包车等

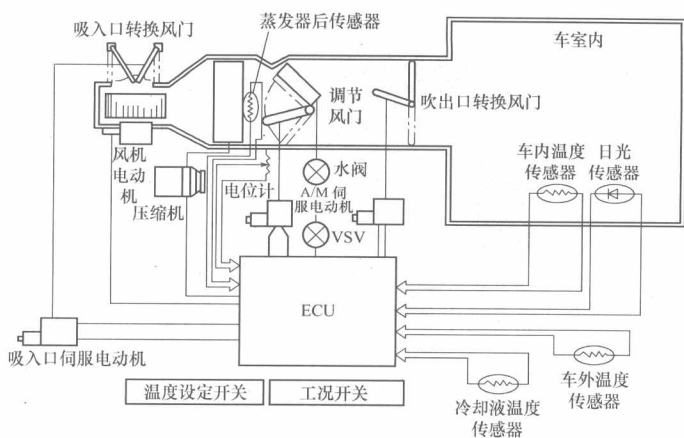


图 1-2 电控自动空调系统的组成

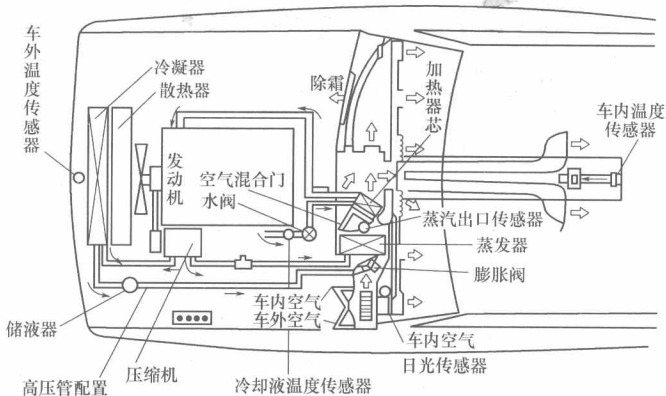


图 1-3 电控自动空调系统元件位置

均采用此类形式。副发动机驱动式则用于大型客车的制冷系统，因大型客车所需要的制冷量和需要的驱动功率大，需另设一台专用发动机来驱动压缩机运转。

(2) 空调暖风系统。其结构如图 1-5 所示，主要用于取暖，对车室内空气或外部进入车室内的新鲜空气进行加热达到取暖、除湿的目的，同时为风窗玻璃除霜。

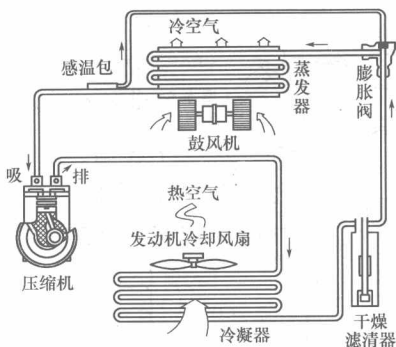


图 1-4 空调制冷系统结构

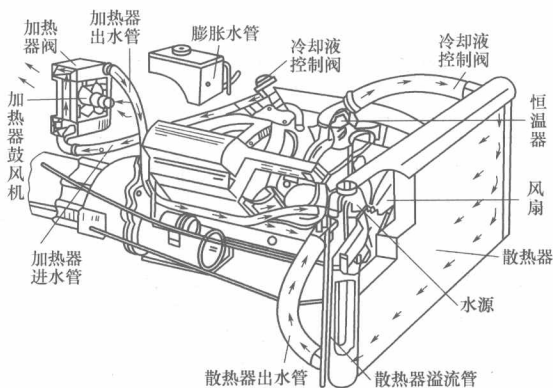


图 1-5 空调暖风系统结构

暖风系统分为独立式和复用式两种。独立式暖风是采用电控燃油加热器燃烧柴油产生热量，再利用风机将加热空气送入车厢内，此类系统通常用于高级大客车的采暖系统；复用式暖风系统则是以发动机工作时冷却液中的热量作为热源加热空气，且与制冷系统共用一套风机将加热的空气送入车厢内，此类系统多用于轿车、普通载货车和面包车。



图 1-6 空调通风系统结构

(3) 通风系统。其结构如图 1-6 所示，它将外部的新鲜空气吸进车室内，起通风和换

气作用，同时对防止风窗玻璃起雾也有着良好的作用。

通风系统有自然通风和强制通风两种。在轿车上多采用自然通风作为辅助通风装置。自然通风是利用汽车行驶过程中所产生的气流压力差而形成的，一般在压强的正压区设置进风口，而在压强的负压区设置出风口。这样便可将车外的空气引入车内，同时排出一部分车内空气，以此不断地更换车内空气，使车内空气保持新鲜。尤其是在雨天不能打开车窗时，要想保持车内空气新鲜，通风系统就显得尤为重要。

(4) 空气净化系统。其结构如图 1-7 所示，空气净化处理主要是除去空气中的悬浮尘埃。在某些高级豪华汽车中通常还设有除臭和空气负离子发生装置。根据粉尘特性的不同，除尘净化可分为过滤除尘和静电除尘两种形式。它负责除去车室内空气中的尘埃、臭味、烟气及有毒气体，使车内空气变得清洁。

空气净化系统一般设有炭罐空气滤清器（过滤及除味），可对进入车内的空气进行过滤，也可在车内空气进行内循环时对车内空气进行过滤。普通型轿车中，空气净化的任务由蒸发器直接完成。

(5) 控制系统。控制系统的结构如图 1-8 所示，它对制冷和暖风系统的温度及压力进行控制，同时对车室内空气的温度、风量、流向进行控制，将制冷、采暖、新鲜空气有机地组合，形成冷暖适宜的气流，并自动对车内环境进行全季节、全方位、多功能的最佳控制，完善了空调系统的正常工作。

控制操纵系统主要由电气元件、真空管路和操纵机构组成。一

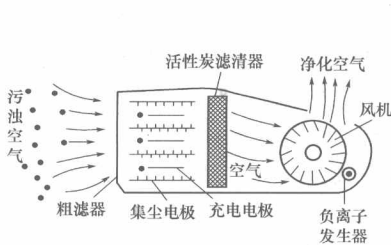


图 1-7 空气净化系统结构

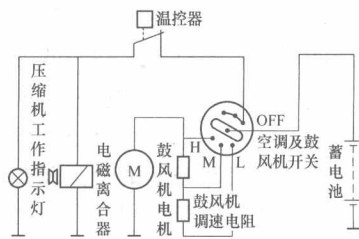


图 1-8 控制系统结构

方面用以对制冷和加热系统的温度、压力进行控制,另一方面对车室内空气的温度、风量、流向进行操纵,完善了空调装置的各项功能。如在控制操纵系统中加装一些特殊的自动控制元件,可实现自动控制。

3. 空调的工作原理

空调系统工作时,压缩机在发动机驱动下旋转,气态制冷剂从蒸发器内被吸进压缩机,压缩机将制冷蒸气压缩成高温、高压的气体后,输送给冷凝器。在这里制冷剂通过与流动大气进行交接,把制冷剂的热量散发出去,制冷剂由气态变成液态。液态制冷剂通过节流装置(膨胀阀或孔管)的节流、减压作用,体积突然变大,成为低温、低压的液雾状混合物进入蒸发器。在蒸发器内制冷剂吸收周围空气中的大量热量,由液态变为气态。这些低温、低压制冷剂又被吸入压缩机,开始下一个循环的工作。如此循环,借助于制冷剂状态的变化,达到制冷的目的。

手动空调工作时,打开 A/C 开关,空调开关指示灯点亮。新鲜空气翻板电磁阀接通,新鲜空气进口关闭,制冷系统对车内循环空气开始制冷。经蒸发器温控开关和低压保护开关,接通压缩机电磁离合器线圈。同时经蒸发器温控开关,提高发动机怠速转速度,为制冷系统提供足够的动力。空调继电器两触点同时闭合,使冷凝器冷却风扇继电器接通,鼓风机电路接通,使鼓风机低速运转,以防止蒸发器表面结冰。

自动控制空调器是在传统的手动控制空调器的基础上,加装了一系列检测车内、车外和导风管空气温度变化及太阳辐射的传感器;改良执行器的结构和控制,设计了智能型的空调控制器。控制器能根据各传感器所检测的各温度系数(传感器将电阻的变化输入至控制器),经内部电路处理后,单独或集中对执行器的动作进行控制。同时,自动空调还具备完善的自我检测诊断功能。

二、汽车空调的分类及布置方式

由于汽车类型很多,与之匹配的汽车空调系统也不一样。不同的空调系统的组成和各总成的结构类型不同,布置方式也不同。

乘用车空调大多采用非独立式,其压缩机由整车发动机驱动,

空调系统各部件采取分散布置。大客车空调大多采用独立式，其压缩机由专门配备的独立发动机驱动，空调性能不受汽车行驶工况影响，其系统各部件有的采取整体布置，也有采取分散布置，视汽车的结构形式而定。

1. 空调的分类

汽车空调的分类方法很多，可以按功能、驱动方式、结构形式、送风方式和空调自控制程度等进行分类。

(1) 按功能分类。汽车空调系统按功能不同，可分为单一功能型、冷暖合一型、全功能型。

1) 单一功能型。空调制冷系统和采暖系统各自单独工作，其结构如图 1-9 所示，制冷和采暖系统各自分开，由两个完全独立的冷风机和暖风机所组成，各有各的送风机，控制系统也是完全分开的。这种空调主要用于大型客车和载货汽车上。

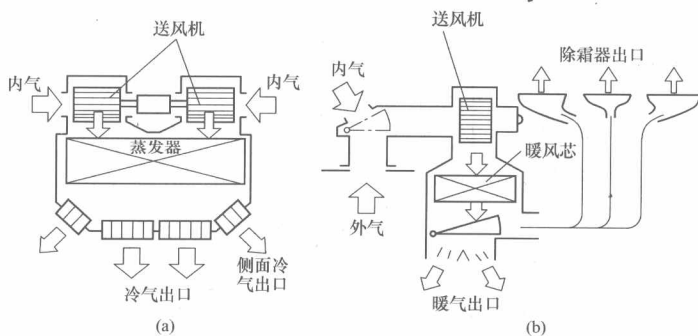


图 1-9 单一功能型汽车空调

(a) 冷风机；(b) 暖风机

2) 冷暖合一型。如图 1-10 所示，它是在暖风机的基础上增加蒸发器芯子和冷气出风口（把暖风水箱和蒸发器装在一个机箱内），制冷和采暖各自分开，不能同时工作；但共用一个内/外气进风口，分别设置冷、热气出风。目前许多轿车都采用这种结构形式的空调。

3) 全功能型。这种空调是集制冷、除湿、采暖、通风、净化