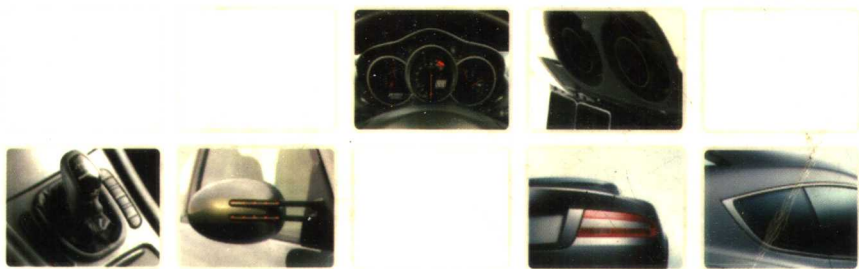


轿车速修丛书

# 汽车空调原理 与检修图解



付百学 等编著



1-64



中国电力出版社  
www.cepp.com.cn


轿车速修丛书

# 汽车空调原理 与检修图解

付百学 等编著



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



本书介绍了汽车空调的基本结构与工作原理、检测与维修基础知识。同时结合具体车型（包括捷达轿车、风神蓝鸟轿车和马自达 M6 轿车）进行了针对性的介绍，并精选了实际工作当中遇到的维修案例。该书内容完整、系统，通俗易懂，是汽车驾驶员、维修工重要的参考资料。可作为汽车空调维修初学者的培训教材，也可供大专院校汽车专业师生参考阅读。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车空调原理与检修图解/付百学等编著. —北京:  
中国电力出版社, 2005

(轿车速修丛书)

ISBN 7-5083-3161-3

I. 汽... II. 付... III. ①轿车-空气调节  
设备-理论-图解②轿车-空气调节设备-车辆修  
理-图解 IV. U469.11-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 014434 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2005 年 7 月第一版 2005 年 7 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 8.25 印张 216 千字

印数 0001—4000 册 定价 16.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 前 言



随着技术引进、技术开发,新型国产轿车不断推出,并采用了大量以电子控制装置为主的新技术。人们在追求车辆动力性和经济性的同时,也在不断追求乘坐的舒适性。手动空调系统已在轿车上普及使用,近年来中高档轿车逐渐普及采用全自动电子空调系统,这些对汽车维修人员提出了更高的要求。维修人员必须不断更新知识,掌握现代汽车维修技能,拥有维修资料,才能适应汽车维修工作的需要。

作者在总结多年工作经验的基础上,参阅了大量的技术资料,编写了《汽车空调原理与检修图解》。该书介绍了汽车空调的基本结构与工作原理、检测与维修基础知识。同时结合具体车型(包括捷达轿车、风神蓝鸟轿车和马自达6轿车)进行了针对性的介绍,并精选了实际工作当中遇到的维修案例。

本书由付百学、巩航军、许占峰编著,李广庆、刘玉国、倪明辉、岳伟东、纪永轩等参加了图片的处理和部分内容的编写工作。

本书内容完整、系统,通俗易懂。是汽车驾驶员、维修工重要的参考资料。可作为汽车空调维修初学者的培训教材,也可供大专院校汽车专业师生参考阅读。

另外,为了使读者维修时查阅方便,书中部分电路图形符号和文字符号未按国家标准作全书统一。

由于编者水平有限,书中难免出现疏漏和差错,请读者提出宝贵意见和建议。

**编者**

# 目 录



## 前言

<b>第一章 汽车空调原理与检修基础</b> .....	1
<b>第一节 空调基本结构与工作原理</b> .....	1
一、概述 .....	1
二、制冷系统的结构与工作原理 .....	3
三、采暖与通风系统 .....	17
四、空调系统的控制装置 .....	27
五、操纵控制系统 .....	48
<b>第二节 汽车空调的检测与维修基础</b> .....	55
一、汽车空调维修常用的专用仪器及设备 .....	55
二、制冷系统的抽真空及制冷剂的充注 .....	64
三、制冷系统润滑油的充注 .....	67
四、制冷系统的维护 .....	70
五、空调系统常见故障诊断及排除 .....	78
六、制冷系统的检修 .....	83
<b>第二章 捷达轿车空调系统的检修</b> .....	89
<b>第一节 技术参数与维修数据</b> .....	89
<b>第二节 主要部件布置及控制电路</b> .....	92
一、主要部件布置 .....	92
二、空调系统电路 .....	97
<b>第三节 故障诊断</b> .....	97

第四节	主要部件检修	102
一、	真空管路控制的检查	102
二、	加热系统的检测	104
三、	制冷效率的检测	104
四、	检查防霜开关	105
五、	鼓风机电动机及串联电阻的检查	106
六、	通过视液窗检查制冷系统	106
七、	利用歧管压力计检查制冷系统	107
第五节	案例精选	110
一、	捷达前卫轿车空调压缩机工作无规律	110
二、	捷达 CL 轿车空调开关开启后, 空调压缩机不工作	111
三、	捷达 CL 轿车空调打开后, 先是闻到焦糊味, 接着空调不工作	113
四、	捷达 CL 轿车空调制冷效果差	114
五、	捷达 CL 轿车暖风开关打开后, 鼓风机只在第 4 挡运转	115
六、	捷达王 GEX 轿车空调开启后, 空调不工作	116
七、	捷达王 GEX 轿车空调开启后, 压缩机离合器不吸合, 散热器风扇也不转	118
八、	捷达都市先锋 AT 轿车空调制冷效果不佳, 车内最低温度只有 15℃	119
九、	捷达都市先锋 AT 轿车空调制冷效果时好时坏	120
十、	捷达前卫 Ci 轿车空调运行一段时间后, 压缩机离合器不吸合	121
十一、	捷达 CL 轿车空调打开后, 只从除霜口向上吹风, 调节风向手柄无效	122
十二、	捷达 CL 轿车空调风向有时不能控制	122
十三、	捷达 CL 轿车室内循环无风	122

十四、捷达 CL 轿车空调风向随着车辆加减速 而变化 .....	123
<b>第三章 风神蓝鸟轿车空调系统的检修 .....</b>	<b>125</b>
<b>第一节 手动空调系统 .....</b>	<b>125</b>
一、主要部件布置与结构特点 .....	125
二、故障诊断 .....	130
三、系统维护 .....	143
四、主要部件检修 .....	148
<b>第二节 自动空调系统 .....</b>	<b>153</b>
一、主要部件位置及速查电路 .....	153
二、故障诊断 .....	154
三、自动放大器的检查 .....	184
<b>第四节 案例精选 .....</b>	<b>185</b>
一、风神蓝鸟轿车空调开关打开后，发动机怠 速不提升 .....	185
二、风神蓝鸟轿车空调系统工作时，中央通风道里 有“吱吱”的轻微声响 .....	186
<b>第四章 马自达 6 轿车空调系统的检修 .....</b>	<b>187</b>
<b>第一节 技术参数与维修数据 .....</b>	<b>187</b>
一、手动空调系统 .....	187
二、自动空调系统 .....	189
<b>第二节 主要部件位置 .....</b>	<b>191</b>
<b>第三节 控制原理 .....</b>	<b>193</b>
一、空调控制面板 .....	193
二、控制功能 .....	195
<b>第四节 故障诊断 .....</b>	<b>207</b>
一、故障码的读取与清除 .....	207
二、输出装置运行情况检查模式 .....	210

三、故障码的检查·····	213
四、常见故障诊断与排除·····	223
第五节 主要部件检修·····	245



# 第一章 汽车空调原理与检修基础

## 第一节 空调基本结构与工作原理

### 一、概述

#### 1. 空调作用与控制方法

汽车空调能在各种气候和行驶条件下,为乘员提供舒适的车内环境,并能预防或除去附在风窗玻璃上的雾、霜或冰雪,以确保驾驶员的视野清晰与安全行车。汽车空调采用暖风和冷气装置来保持车内适宜的温度;采用除湿和加湿装置来保持车内空气湿度适宜;采用通风系统和空气净化装置保持车内空气清新洁净。空调工作时必须进行多方位的控制、协调,其控制项目、内容及方法见表 1-1。

表 1-1 汽车空调控制项目、内容及方法

序号	项 目	控制 内容	控制 方法
1	车外空气引入量	通风换气与防止车窗起雾,快速制冷与采暖时的内循环	内外空气转换风门
2	鼓风机速度	控制送风能力、温度分布、送风距离	改变电路电阻
3	制冷能力	控制制冷循环能力与防止蒸发器结冰	开、关压缩机旁通法 固定蒸发压力
4	出风口温度	控制出风口温度和车厢内温度	热水流量控制阀 再热法 空气混合法
5	配风工况	冷气、暖风出风口的转换,除霜、采暖的转换	转换风门

汽车空调控制方法有手动控制和自动控制两种。手动空调的鼓风机转速、出风温度及送风方式等均由驾驶员操纵和调节，车内通风温度由仪表板上的空气控制杆、温度控制杆、进气杆和风扇开关等操纵通风管道上的各种风门实现。但手动空调无法根据日光辐射强度、发动机和排气管热辐射及人体热辐射等影响的变化及时对车内空气状况进行调节。随着电子技术的发展，越来越多的汽车上采用了自动空调。自动空调利用传感器随时检测车内温度及车外温度的变化，并将检测到的信号送给空调电脑（ECU），ECU按预先编制的程序对信号进行处理，并通过执行元件及时对鼓风机转速、出风温度、送风方式及压缩机工作状况等进行调节，从而使车内温度、空气湿度及流动状况始终保持于驾驶员设定的水平。

## 2. 空调的组成与分类

(1) 汽车空调系统由以下几部分组成。

1) 制冷系统。对车厢内的空气或由外部进入车厢内的新鲜空气降温除湿，使其变得凉爽。

2) 采暖系统。对车厢内的空气或由外部进入车厢内的新鲜空气加热，进行取暖、除湿。

3) 通风装置。将外部的新鲜空气吸入车厢内，进行换气。

4) 加湿器。当空气湿度较低时，对车厢内进行加湿，以提高车厢内的相对湿度。

5) 空气净化装置。除去车内空气中的尘埃、臭味、烟气等，使空气变得清新。

将上述装置全部或部分组合在一起，按照一定的布置形式安装在汽车上，便组成了汽车空调系统。在一般的客、货车上，通常只安装制冷系统和采暖系统，在一些高级轿车和高级大、中型客车上，还安装有加湿装置、空气净化装置以及强制通风装置。

(2) 空调系统分类。

1) 按照系统功能的不同可分为单一功能式和组合功能式。单一功能式是指制冷系统和采暖系统各自独立、自成系统，一般

用于大、中型客车。组合功能式是指制冷系统和采暖系统用一个鼓风机、一套操纵机构。

2) 按照制冷系统驱动方式的不同可分为非独立式和独立式两种。非独立式制冷系统的压缩机由汽车发动机驱动，空调工作状态受发动机工况的影响，一般多用于中、小型汽车。独立式制冷系统的压缩机由专用空调发动机（也称副发动机）驱动，空调的工作状态不受汽车发动机工况影响，具有工作稳定、制冷量大等优点，多用于大、中型客车。

3) 按照采暖系统热源的不同可分为非独立式和独立式两种。非独立式采暖系统的热量来源于汽车发动机冷却液。通过热交换器将冷却液的热量传递给周围空气，升温后的空气由离心式鼓风机吹入车内，使车厢内温度升高。由于汽车发动机冷却液的热量有限，故非独立式采暖系统只适用于微型汽车和轿车。独立式采暖系统是在汽车底盘上另外加装一个发热器，一般应用于大、中型客车。

## 二、制冷系统的结构与工作原理

### 1. 制冷系统的基本组成

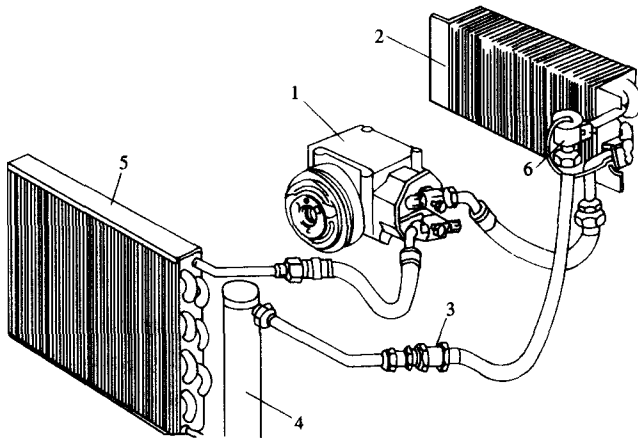


图 1-1 汽车空调系统基本组成

1—压缩机；2—蒸发器；3—视液窗；4—储液干燥器；5—冷凝器；6—热力膨胀阀

制冷系统主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、孔管或膨胀阀、储液干燥器、高低压管路、鼓风机、控制电路等部分组成，见图 1-1，各部分之间采用铜管（或铝管）与高压橡胶管连接成一个密闭系统。

## 2. 制冷系统的分类

空调制冷系统分两类，一类是循环离合器系统，有使用热力膨胀阀和孔管两种型式；一类是蒸发器压力控制系统，有使用先导阀操纵的绝对压力阀（POA）和阀罐（VIR）两种型式。

### （1）循环离合器系统

1) 循环离合器膨胀阀系统见图 1-2。该系统采用膨胀阀作为节流装置，膨胀阀只能控制过热，不能保证蒸发器不结冰，因此要装恒温开关，恒温开关装在蒸发器上或风箱内，用于控制压缩机是否工作。

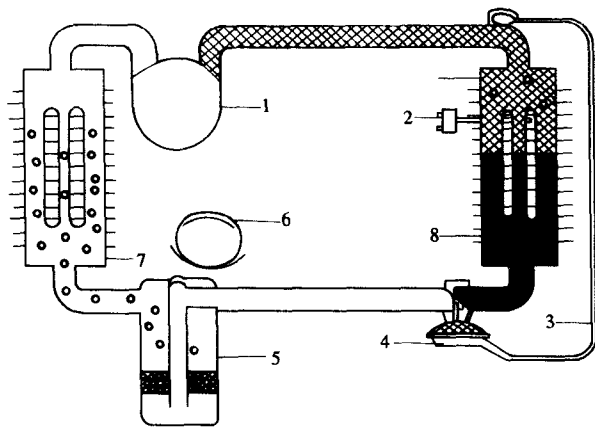


图 1-2 采用膨胀阀的循环离合器空调系统

- 1—压缩机；2—恒温开关；3—毛细管；4—膨胀阀；  
5—储液干燥器；6—视液窗；7—冷凝器；8—蒸发器

2) 循环离合器孔管系统（CCOT）见图 1-3。该系统常用恒温开关控制，蒸发器温度上升，恒温开关触点闭合，从而接通压

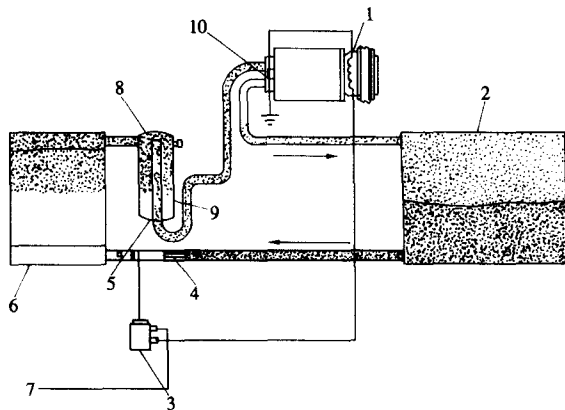


图 1-3 采用恒温开关的 COOT 空调系统

- 1—压缩机离合器；2—冷凝器；3—恒温开关（毛细管  $0^{\circ}\text{C}$  断开， $7^{\circ}\text{C}$  时闭合）；  
 4—孔管；5—回油管；6—蒸发器；7—接蓄电池；8—储液干燥器；9—干燥器；  
 10—压缩机低压侧高压开关（压力降至  $175\text{kPa}$  时断开）

缩机电磁离合器至蓄电池的电路，压缩机运转，开始制冷；蒸发器温度下降到一定值时，恒温开关触点断开，切断压缩机离合器电路，停止制冷。

循环离合器孔管系统也可用压力开关控制，见图 1-4。压力开关内有一膜片和触点相连，作用于膜片上的压力低到一定值

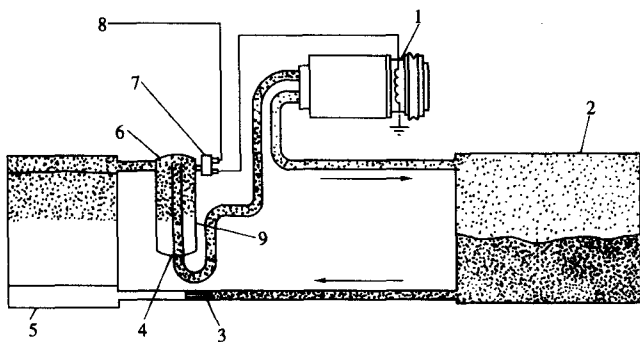


图 1-4 采用压力开关的 COOT 空调系统

- 1—压缩机离合器；2—冷凝器；3—孔管；4—回油管；5—蒸发器；  
 6—储液干燥器；7—压力开关（压力在  $138 \sim 193\text{kPa}$  时断开，在  $283 \sim 351\text{kPa}$  时闭合）；8—接蓄电池；9—干燥器

时，触点断开，切断压缩机离合器电路，压缩机停止工作；作用于膜片上的压力高到一定值时，触点闭合，接通压缩机离合器电路，压缩机开始运转。

孔管系统的特点是当打开空调后，压缩机电磁离合器时而吸合时而分离，压缩机根据室外温度，时而工作，时而停止。孔管系统与膨胀阀系统区别在于膨胀阀可自动调节，而孔管不能自动调节。孔管系统在低压管路上安装了液气分离器，用于防止液态制冷剂进入压缩机并过滤脏物和水分。膨胀阀系统在高压管路上安装了储液干燥器，用于防止气态制冷剂进入膨胀阀而引起制冷效果不良，同时过滤脏物和水分。因此，这两种装置作用正好相反，在空调系统中不能互换。

## (2) 蒸发器压力控制空调系统

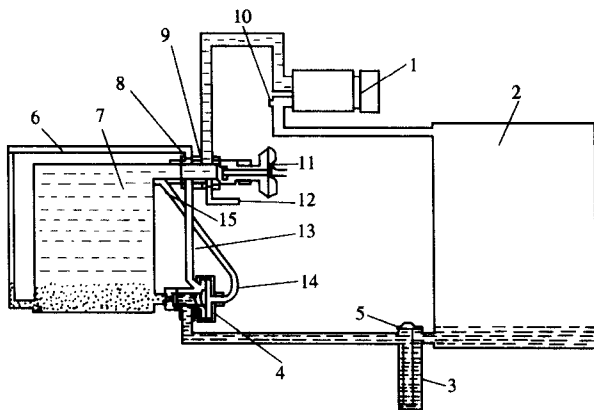


图 1-5 采用 STV 的蒸发器压力控制空调系统

1—压缩机；2—冷凝器；3—储液干燥器；4—热力膨胀阀；5—视液窗；6—回油管；7—蒸发器；8—回液管（35~83kPa）；9—吸气节流阀；10—排气压力表接口；11—发动机歧管真空；12—STV 压力检测接口；13—外平衡管；14—毛细管；15—感温包

1) 采用吸气节流阀（STV）或先导阀操纵的绝对压力阀（POA）空调系统。膨胀阀用于节流降压，储液干燥器安装在高

压侧，STV 或 POA 阀安装在低压侧，见图 1-5。对于低压侧装有 STV 或 POA 阀，则为蒸发器压力控制空调系统；对于低压侧装有储液干燥器，又用恒温开关或压力开关控制蒸发器温度，则为循环离合器系统。

2) 采用阀罐 (VIR) 的蒸发器压力控制空调系统。该系统将膨胀阀和 POA 都集中装在储液干燥器的上部，采用 4 根外接软管，分别接来自不同装置的制冷剂，见图 1-6。

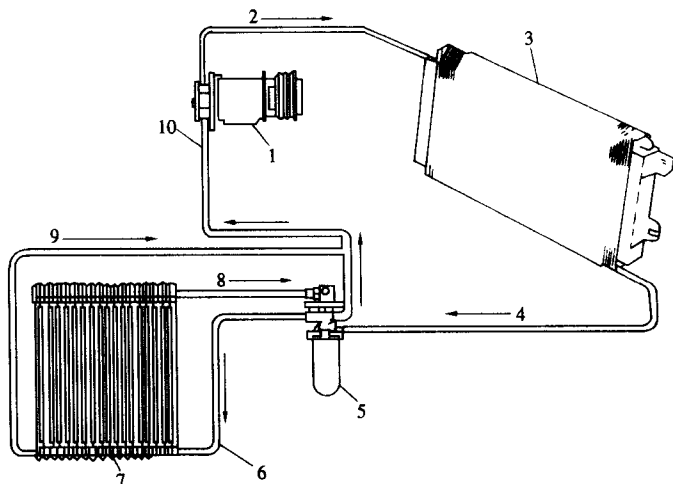


图 1-6 采用 VIR 的蒸发器压力控制空调系统  
1—压缩机；2—高压、高温气体；3—冷凝器；4—液态制冷剂管路；5—VIR 阀罐；6—液态制冷剂管路；7—蒸发器；8—吸气管；9—回气管；10—低压、低温气体

### 3. 制冷系统工作原理

(1) 空调制冷系统基本工作原理。制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在密闭系统内循环流动，每一循环包括四个基本过程。

1) 压缩过程。压缩机吸入蒸发器出口处的低温 ( $0^{\circ}\text{C}$ ) 低压 ( $0.147\text{MPa}$ ) 的制冷剂气体，将其压缩成高温 ( $70 \sim 80^{\circ}\text{C}$ ) 高压

(1.471MPa) 的气体排出压缩机。

2) 冷凝放热过程。高温高压的过热制冷剂气体进入冷凝器，压力和温度的降低。当气体的温度降至  $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$  时，制冷剂气体变成液体，并放出大量的热。

3) 节流膨胀过程。温度和压力较高的制冷剂液体通过膨胀阀装置后体积变大，压力和温度急剧下降，以雾状（细小液滴）排出膨胀装置。

4) 蒸发吸热过程。雾状制冷剂进入蒸发器。此时制冷剂的沸点远低于蒸发器内温度，因此制冷剂液体蒸发成气体。在蒸发过程中大量吸收周围的热量，而后低温低压的制冷剂蒸气又进入压缩机。

图 1-7 所示为压缩机不断运转、停止的循环离合器系统，图 1-8 所示为压缩机连续运转的蒸发器压力控制系统。

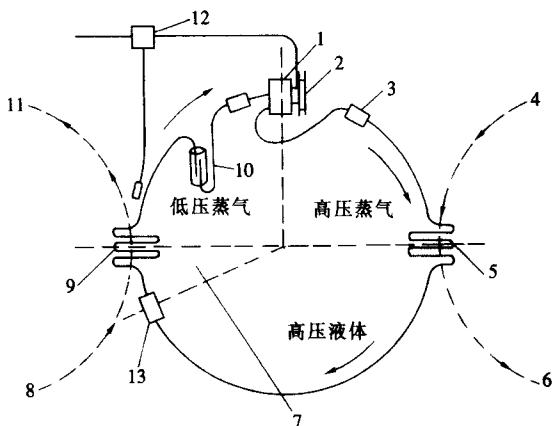


图 1-7 循环离合器空调系统工作原理

- 1—压缩机；2—电磁离合器；3—消音器；4—车外凉空气；5—冷凝器；6—排出暖空气；7—高压蒸气；8—车内暖空气；9—蒸发器；10—储液干燥器；11—车内凉空气；12—恒温开关；13—孔管

(2) 双管路空调工作原理。在中型客车上都设有前后空调，



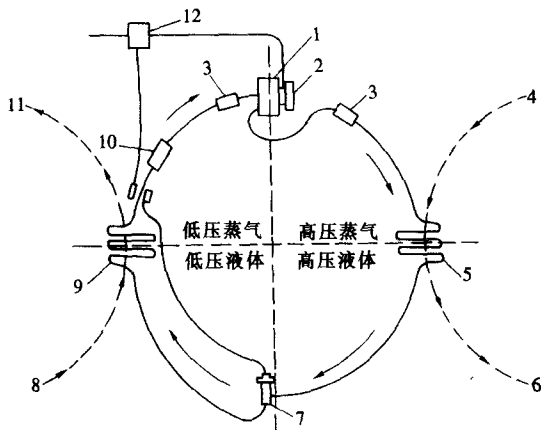


图 1-8 蒸发器压力控制空调系统工作原理  
 1—压缩机；2—电磁离合器；3—消音器；4—车外凉  
 空气；5—冷凝器；6—排出暖空气；7—热力膨胀阀；  
 8—车内暖空气；9—蒸发器；10—吸气节气阀；11—  
 车内凉空气；12—恒温开关

而且相互不发生干扰，这一工作方式通过双管路实现。工作时，控制前后空调的电磁阀在不接通时，因其串联在管路中，管路被断开。双管路空调工作原理，见图 1-9。

1) 打开前空调时。前电磁阀工作接通高压管路，此时压缩机开始工作，低压低温的制冷剂吸入压缩机后，被压缩成高压高温的制冷剂气体进入冷凝器，经冷凝器冷却后进入储液干燥器到达前膨胀阀（由于此时后电磁阀不工作，管路被断开，高压高温制冷剂不能到达后膨胀阀），高温液态制冷剂进入前蒸发器，通过膨胀后其体积增大，温度与压力急剧下降，蒸发后制冷剂气体经低压管路到达压缩机开始下一循环。

2) 打开后空调时。后电磁阀开始工作（而前电磁阀切断前蒸发器的高压管路），高压高温液态制冷剂到达后膨胀阀，经节流后到达后蒸发器（而前蒸发器此时不工作），蒸发后的制冷剂