



汽车专业维修培训丛书

理论与实践相结合，实用性强

实例丰富，代表性强

根据读者群体组织资料，针对性强

立足结构，突出实践技能培养，重在检测维修

空调系统

于春鹏 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

汽车专业维修培训丛书

空 调 系 统

于春鹏 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

空调系统/于春鹏主编. —北京:化学工业出版社,
2004.11

(汽车专业维修培训丛书)

ISBN 7-5025-6265-6

I. 空… II. 于… III. ①汽车-空气调节设备-
构造②汽车-空气调节设备-故障诊断③汽车-空气调
节设备-故障修复 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 110995 号

汽车专业维修培训丛书

空调系统

于春鹏 主编

责任编辑:周国庆 周 红

文字编辑:钱 诚 徐卿华

责任校对:吴 静

封面设计:于剑凝

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 14½ 字数 254 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6265-6/TH·258

定 价:26.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《汽车专业维修培训丛书》编写委员会

主 任 齐晓杰

副主任 张金柱

委 员 (按姓氏笔画排序)

刁国强 于春鹏 王悦新 石美玉

齐晓杰 纪峻岭 苏清源 李 伟

李涵武 张 毅 张金柱 岳邦贤

赵雨旸 洪慕绥 鲍 宇

前 言

当今时代,科学技术的迅猛发展,极大地促进了汽车技术和汽车工业的高速发展,汽车正日益广泛地深入到社会和人们日常生活的各个方面,这使得汽车修理成为引人注目、迅猛发展的行业。

由于现代汽车技术大量地融进了电子技术、计算机技术、现代通信与控制技术等,使得汽车的维修理念、维修内容、维修方法都发生了根本性的变化,汽车维修越来越具有一定的难度。因此,汽车维修市场对汽车维修人员的技能及素质要求越来越高,汽车维修业的从业人员需在相对短的时间内掌握关于新车型的维修技术和方法。从汽车技术发展和汽车维修人员掌握技术能力和培养素质的角度出发,本编委会组织有关专家编写了这套《汽车专业维修培训丛书》,包括《充电系统》、《转向系统》、《汽油发动机》、《制动系统》、《传动轴、差速器、驱动桥及车桥》、《悬架系统》、《电子燃油喷射系统》、《自动变速器》、《空调系统》、《点火系统》、《启动系统》、《车轮定位及轮胎》、《柴油发动机》、《防抱死制动和牵引力控制系统》、《增压器》、《排放控制系统》、《离合器及机械变速器》、《车身电气》等共计 18 种。

针对汽车维修人员的实际需要,本丛书在编写上力求做到如下几点。

1. 依据《国家职业标准·汽车维修工》中有关中级和高级的内容进行编写。
2. 基本知识、原理、结构简单介绍,以够用为原则。
3. 突出基本技能,主要介绍维修部分的内容,以及故障的诊断、排除方法和技巧,并列举实例,注重实用性、针对性和可操作性,同时介绍材料、零部件识别的有关知识。
4. 语言简洁,深入浅出,通俗易懂,做到图文并茂。

本书是《空调系统》,是《汽车专业维修培训丛书》之一。书中详细介绍了汽车空调系统各部分的结构、原理、故障诊断及维修方法,还介绍了空调常用维修工具及其使用方法、空调常用制冷剂和冷冻润滑油的特性及正确使用,最后对国内较为常见的六种车型的空调系统进行了实例分析,希望能够起到举一反三的效果。同时,为方便广大读者阅读本书及其他相关资料,编者在书中还提供了空调系统检修常用缩略语中英文对照表。本书内容系统、全面,针对

性与实用性强，图文并茂，通俗易懂，是汽车检测和维修人员、汽车驾驶员的重要参考资料，也可供汽车专业师生作为参考。

本书由于春鹏主编，参加编写的人员还有付百学、王革新、张谢群、姜弘海、于春旭、冯英、刘宇。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有不足之处，敬请读者指正。

编者

2004年8月

内 容 提 要

本书是《汽车专业维修培训丛书》之一，主要介绍了汽车空调系统各部分的结构、原理、故障诊断及维修方法，还介绍了空调常用维修工具及其使用方法、空调常用制冷剂和冷冻润滑油的特性及正确使用方法，最后对国内较为常见的六种车型的空调系统进行了实例分析。为方便读者阅读此书及相关的资料，编者在书中提供了空调系统检测常用缩略语中英文对照表。

本书内容系统、全面，针对性与实用性强，图文并茂、深入浅出、通俗易懂。理论与实践相结合，实例丰富，代表性强。

本书主要面向汽车检测和维修人员、汽车驾驶员以及具有初中以上文化程度的中高级汽车专业维修人员，也可供汽车运用工程技术人员和汽车专业的在校师生参考。

目 录

第1章 结构与工作原理	1
1.1 采暖装置	1
1.1.1 基本结构	2
1.1.2 工作原理	3
1.2 制冷装置	4
1.2.1 基本结构	4
1.2.2 制冷剂.....	15
1.2.3 工作原理.....	20
1.3 通风装置.....	24
1.4 自动空调.....	26
1.4.1 空调自动控制系统的组成与功用.....	26
1.4.2 电控气动空调控制系统.....	28
1.4.3 全自动空调控制系统.....	28
1.4.4 微型计算机空调控制系统.....	32
第2章 故障诊断与维修	36
2.1 通过视、听进行故障诊断.....	36
2.2 用歧管仪表进行故障诊断.....	37
2.2.1 正常情况.....	37
2.2.2 制冷装置中有水分.....	38
2.2.3 制冷剂不足.....	38
2.2.4 制冷剂循环不良.....	38
2.2.5 制冷剂不循环.....	40
2.2.6 制冷剂充入过量或冷凝器冷却不足.....	40
2.2.7 制冷装置中有空气.....	41
2.2.8 膨胀阀安装不当或热敏管故障.....	41
2.2.9 压缩机压缩故障.....	42
2.3 维修.....	43
2.3.1 常用维修工具及其使用.....	43

2.3.2	维修时的预防措施	55
2.3.3	维修 R134a 空调系统的注意事项	57
2.3.4	车上检查	57
2.3.5	空调系统维修基本操作	58
2.3.6	性能测试	67
第3章	典型车型空调系统维修实例	70
3.1	广州本田雅阁轿车空调系统维修	70
3.1.1	暖风系统的组成	70
3.1.2	空调制冷系统	78
3.1.3	温度自动控制系统	93
3.2	沃尔沃 (VOLVO) 960 轿车空调系统维修	98
3.2.1	空调系统电路及零部件位置	98
3.2.2	空调系统的维护	101
3.2.3	空调系统故障诊断	117
3.2.4	空调系统真空管路的检查	124
3.2.5	空调系统主要部件的结构与拆装	125
3.2.6	空调系统维修数据	127
3.3	福特林肯马克 (LINCOLN MARK) V 轿车空调系统维修	127
3.3.1	空调系统控制电路及真空管路控制	127
3.3.2	空调系统故障诊断与排除	127
3.3.3	空调控制系统的检查与测试	136
3.3.4	空调系统主要元部件的结构与维修	145
3.4	奔驰 S600 轿车空调系统维修	149
3.4.1	空调系统电路	149
3.4.2	空调系统维护	155
3.4.3	空调系统性能测试与故障诊断	156
3.4.4	空调系统主要组成部件的结构与维修	159
3.5	宝马 7 系列轿车空调系统维修	165
3.5.1	空调系统电路	165
3.5.2	空调系统主要控制元件连接器说明	165
3.5.3	空调系统性能测试	165
3.5.4	空调系统主要部件的拆装	199
3.5.5	空调系统维修数据	200
3.6	宝马 3 系列轿车空调系统维修	200

3.6.1 空调系统电路	200
3.6.2 空调系统故障诊断	213
3.6.3 空调系统电子零部件的检测	214
3.6.4 空调系统主要组成部件的结构与维修	216
附录	218
参考文献	220

第1章 结构与工作原理

汽车空调系统的基本功能是用人为的方法在车厢中造成使人感到舒适的气候环境。汽车空调一般包括制冷装置、采暖装置和通风换气装置三部分,有些豪华型客车和轿车上还配有专门的空气净化装置,为适应不同需要,有些车型则只设制冷装置或采暖通风装置。制冷装置主要用于夏季车内空气的降温除湿;采暖装置主要用于冬季为车内提供暖气以及挡风玻璃的除霜除雾;通风装置则可对车内进行强制性换气并使车内空气保持循环流动。

在小型客车和轿车上使用的空调系统,一般是将上述各装置有机地结合起来,组成同时具有采暖、通风、降温除湿、挡风玻璃除霜除雾等功能的冷、暖一体化空调系统,也称全空调系统。这种空调系统冷、暖、通风合用一只鼓风机和一套统一的操纵机构,采用冷暖混合式调温方式和多种功能的送风口,使得整个空调系统总成数量减少,占用空间小,安装布置方便,且操作和调控简单,温湿度调节精度高,出风分布均匀且容易实现空调系统的自动化控制。

1.1 采暖装置

汽车空调采暖系统的功用是在寒冷的气候下为车内提供暖气及风窗玻璃除霜除雾。根据获取热源的方法不同,汽车采暖装置可分为独立式和非独立式两种类型。

(1) 独立式采暖装置 是利用柴油或煤油等燃料在专门的燃烧器内燃烧所产生的热量为车内提供暖气的,特点是供暖充分,不受汽车运行状态的影响,但结构复杂,耗能多,适用于供暖量较大的中、大型客车。一般由燃油泵、燃油雾化器、燃烧室、电热塞、风扇、鼓风机、电动机等部件组成。

(2) 非独立式采暖装置 是利用发动机工作时冷却水的余热(80~95℃)为车内提供暖气的,也称水暖式采暖装置,具有结构简单,成本低,不耗能,操作维修方便等优点,但其采暖量受汽车发动机运转工况的影响较大,适用于中、小型客车和轿车上。一般由加热器、鼓风机、热水阀、通风道与发动机冷却系统等组成,如图1-1所示。

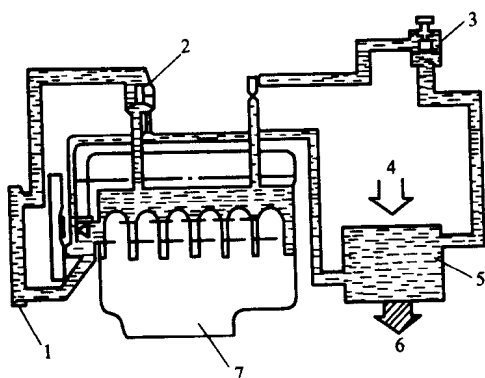


图 1-1 水暖式采暖装置结构

1—冷却水箱；2—节温器；3—热水阀；4—冷空气；5—采暖用热交换器（加热器芯）；6—暖气；7—发动机

1.1.1 基本结构

现代轿车上一般均采用水暖式采暖系统，该采暖系统组成部件中水阀、加热器芯和鼓风机的结构较为复杂，其余部件结构则较为简单。

(1) 水阀 水阀安装在发动机冷却液通道中，用于控制进入加热器芯的发动机冷却液流量。通过移动控制板上的温度调节杆（一般分为线缆控制、真空控制、电磁阀控制三种控制形式），便可操纵水阀，如图 1-2 和图 1-3 所示。但有些最新车型没有水阀，发动机冷却液经常直接流过加热器芯，暖风装置出口温度由驾驶员打开和关闭位于加热器芯壳体内部的风挡来调节。

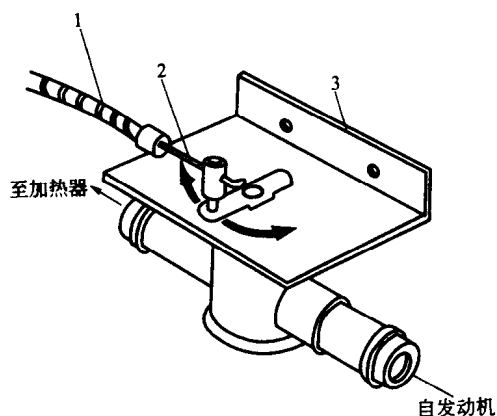


图 1-2 水阀结构（线缆式）

1—护套；2—线缆；3—固定支架

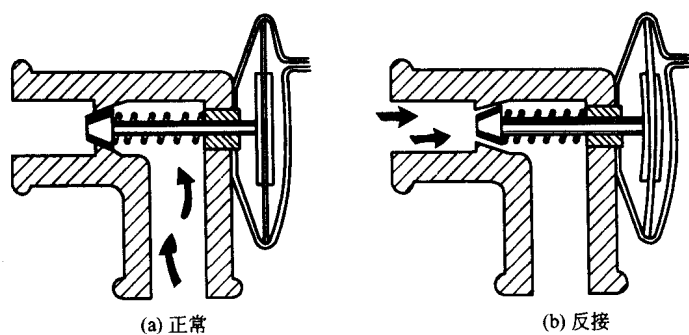


图 1-3 水阀结构（真空式）

(2) 加热器芯 如图 1-4 所示，加热器芯由管子和散热片等零件构成。最近生产的一些车型中使用了新式加热器芯，这种加热器芯的管子上增加了大量凹坑，用于改善其热量输出性能。

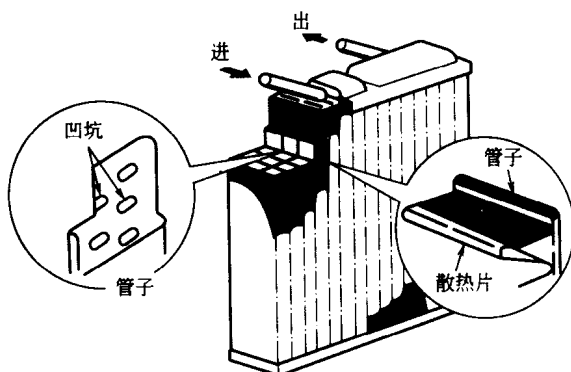


图 1-4 加热器芯结构

(3) 鼓风机 常用的鼓风机一般由铁氧体电动机和笼型风扇组成。鼓风机电动机主要有单轴和双轴两种形式，靠连接键固定，采用内部冷却装置，通过驱动一个或两个笼型风扇来推动空气穿过蒸发器或加热器芯，其结构如图 1-5 所示。

1.1.2 工作原理

当发动机的冷却液温度达 80°C 时，节温器开始分流部分冷却液进入加热器芯，此时冷空气被鼓风机强迫通过加热器芯，经热交换加热后送入车厢（驾驶室）进行取暖和车窗除霜、除湿。在加热器芯中经热交换温度下降的冷却液离开加热器，被发动机水泵抽回发动机，完成一次热交换循环。在发动机缸体

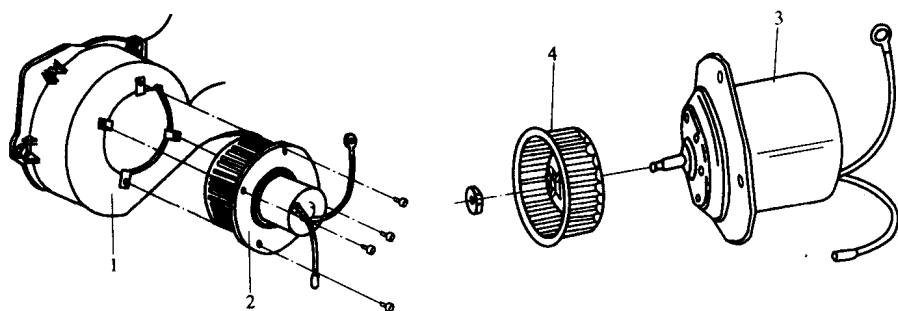


图 1-5 鼓风机结构

1—鼓风机罩；2—鼓风机及电动机组件；3—电动机；4—风扇

的出水口上由水阀控制出水量大小，从而调节了暖风机的产热量。也可通过调节鼓风机的风量，完成对取暖温度的调控。由于发动机冷却水起到热源的作用，因此在发动机处于冷态时，加热器芯不会变热，流经加热器芯的空气质量也不会升高。

进入暖风机的空气有三种方式：一种是吸入车内的空气，称为内循环；第二种是吸入车外新鲜空气，称为外循环；还有一种是同时吸入内外两种空气，称为混合循环。内循环的优点是被加热的空气吸热量较少，即采暖效果较好，但空气不新鲜。外循环的优缺点正好与内循环的相反，吸入的空气新鲜，但降低了出风温度，采暖效果受到影响。因此，汽车上多采用混合循环或外循环的进气形式。

1.2 制冷装置

汽车空调制冷系统是通过制冷工质在系统内循环流动，由制冷工质的液态和气态转换过程，将车内的热量传递到车外，达到车内降温的目的。制冷工质在此称作制冷剂，目前，汽车空调系统使用的制冷剂有 R12（二氟二氯甲烷）和 R134a（四氟乙烷）两类。汽车空调制冷系统一般由压缩机、冷凝器、膨胀阀、储液干燥器、蒸发器等零部件组成，如图 1-6 所示。

1.2.1 基本结构

(1) 压缩机 压缩机是空调制冷系统的核心部件，其功用可归结如下。

① 抽吸作用：压缩机的抽吸与膨胀阀节流作用相配合，使蒸发管内的制冷剂压力下降，实现制冷剂从液态向气态的转化过程，通过吸热，带走车厢内的热量。

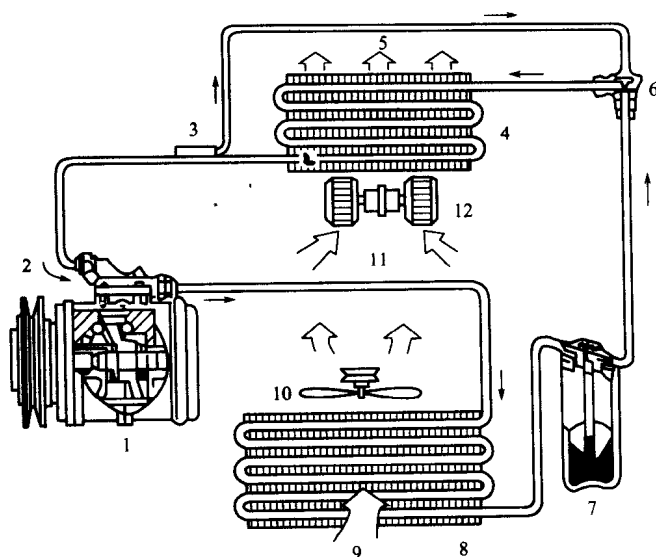


图 1-6 汽车空调制冷系统组成

1—压缩机；2—低压侧；3—感温包；4—蒸发器；5—冷气；6—膨胀阀；
7—储液干燥器；8—冷凝器；9—迎面风；10—发动机冷却风扇；11—热空气；12—鼓风机

② 压缩作用：压缩机将低压气态制冷剂压缩，使其压力和温度升高，实现制冷剂从气态向液态的转化过程，并通过冷凝器释放热量，将热量排放到车外。

③ 循环泵作用：压缩机的不断抽吸和压缩，实现了制冷剂的循环流动，因此，压缩机也是制冷剂循环流动的动力源。

压缩机的种类较多，目前，斜盘式压缩机和翘板式压缩机应用较广。斜盘式压缩机结构紧凑，效率高，性能可靠，采用往复式双头活塞。当主轴转动时，带动斜盘转动，依靠斜盘的旋转运动驱动活塞作轴向往复运动。斜盘式空调压缩机结构如图 1-7 所示。翘板式压缩机结构紧凑、工作平稳、质量轻。其活塞以压缩机轴为中心线呈圆周排列。压缩机轴上固定有端面凸轮，活塞通过连杆与翘板相连。当压缩机工作时，凸轮转动，驱动翘板作圆周翘动，通过连杆迫使活塞作往复运动。图 1-8 所示为翘板式空调压缩机工作原理。

(2) 电磁离合器 电磁离合器的作用是根据需要接通和断开发动机与压缩机之间的动力传递，它是汽车空调控制系统中最重要的部件之一，受温度控制器、空调 A/C 开关、空调放大器、压力开关等元器件的控制。

电磁离合器一般安装在压缩机前端而成为压缩机总成的一部分，主要由电磁线圈、带轮、弹簧片、压力板、引铁、轴承等零部件组成，如图 1-9 所示。

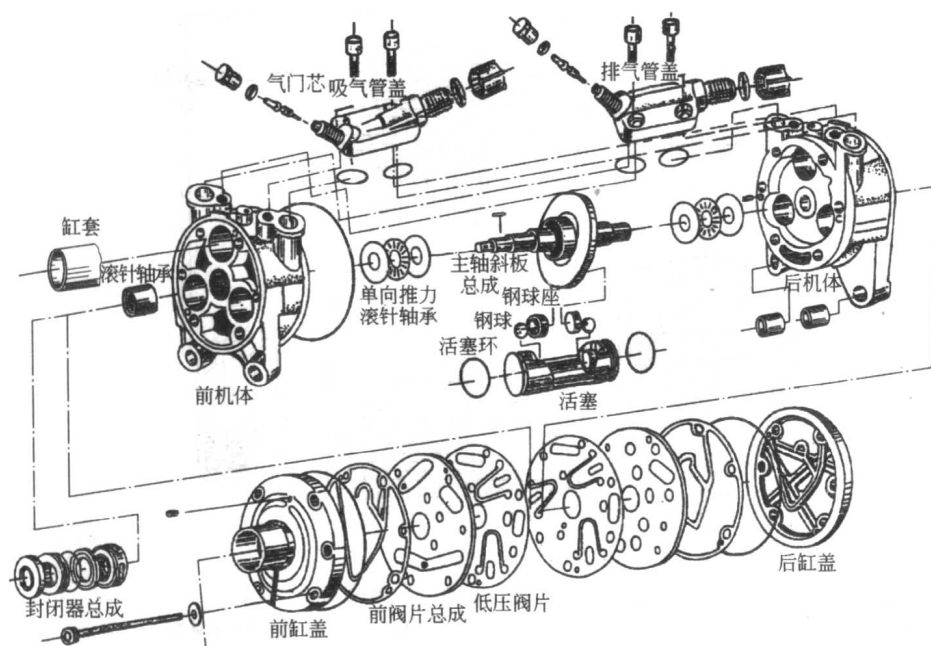


图 1-7 斜盘式空调压缩机结构

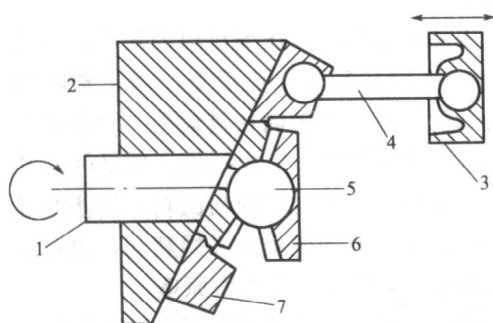


图 1-8 翘板式空调压缩机工作原理

1—主轴；2—转子（端面凸轮）；3—活塞；
4—连杆；5—支承钢球；6—防转锥齿轮；
7—翘板

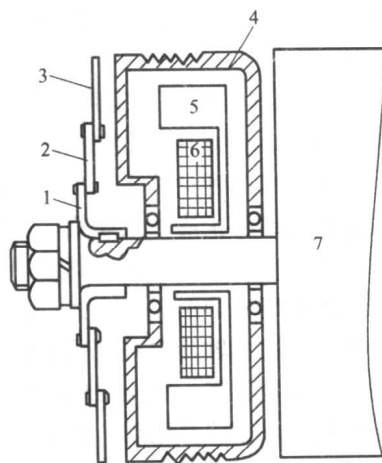


图 1-9 电磁离合器结构

1—压力板；2—弹簧片；3—引铁；
4—带轮；5—铁心；6—电磁线圈；
7—壳体

带轮通过带由发动机曲轴前端的带轮驱动；压盘通过弹簧片或橡胶弹簧与压盘轮毂相连接，压盘轮毂则通过一只平键与压缩机前端的伸出轴相连接；电磁线圈固定在带轮内压缩机前端盖上。

当电磁线圈不通电时，在弹簧片的作用下使压盘与带轮外端面之间保持一定的间隙（0.4~1.0mm），带轮在曲轴带带动下而空转，压缩机不工作；当电磁线圈通电时，在带轮外端面产生很强的电磁吸力，将压盘紧紧地吸在带轮端面上，带轮便通过压盘带动压缩机轴一起转动而使压缩机工作。

（3）冷凝器与蒸发器 冷凝器是一种热交换器，其功用是将压缩机排出的高温、高压气态制冷剂的热量吸收并散发到车外，并通过散热器风扇和汽车迎面来风对制冷剂进行强制冷却，使气态制冷剂变为高温、高压的液态制冷剂。汽车用冷凝器有管片式和管带式两种，通常设置在散热器前面，一般采用铝材料制造，结构如图 1-10 所示。

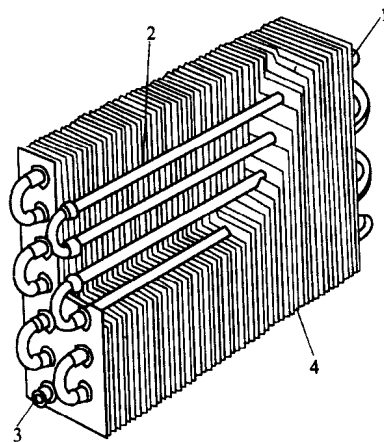


图 1-10 冷凝器结构

1—入口；2—盘管；3—出口；4—翅片

蒸发器也是一种热交换器，但蒸发器的作用与冷凝器刚好相反，它将其接触表面空气的热量吸收，形成冷空气，经鼓风机将冷空气吹入车厢，就可实现对车厢内空气的降温 and 除湿。蒸发器的工作过程：经膨胀阀节流后的制冷剂湿蒸气进入蒸发器后，吸收热量而沸腾，并成为饱和蒸气；鼓风机不断地将热空气送至蒸发器外表面，而将温度较低的冷空气吹入车厢内，使车厢内的温度降低。蒸发器的结构与冷凝器相似，目前采用的蒸发器有管片式、管带式及层叠式三种，图 1-11 为管片式蒸发器结构示意图。