

冷凝器

1. 冷凝器的作用

汽车空调制冷系统中的冷凝器是一种由管子与散热片组合起来的热交换器。其作用是对压缩机排出的高温高压制冷剂蒸气进行冷却，使之凝结成高温高压的液体。制冷剂蒸气放出的热量由周围空气带走，排到大气中。

如图 1 所示，乘用车的冷凝器一般安装在发动机冷却系统散热器之前，利用发动机冷却风扇吹来的新鲜空气和行驶中凉的迎面吹来的空气流进行冷却。对于一些大、中型客车和一些轻型客车，则把冷凝器安装在车厢两侧或车厢后侧和车厢的顶部。

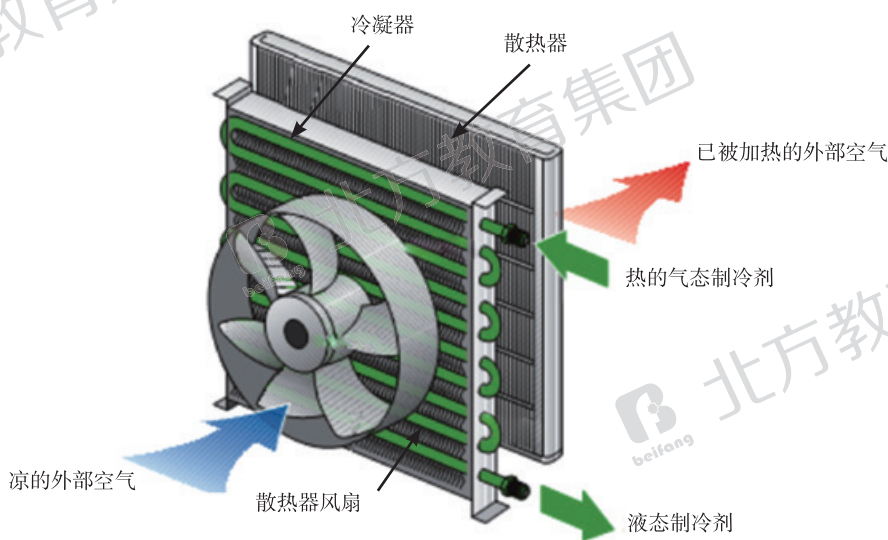


图 1 乘用车冷凝器与发动机散热器及冷却风扇的布置

当冷凝器远离发动机散热器时，在冷凝器旁都必须安装辅助冷却风扇进行强制风冷，以加强冷却。

2. 冷凝器的结构类型

汽车空调系统冷凝器的结构形式主要有管片式、管带式和平流式三种。

(1) 管片式冷凝器

管片式冷凝器由铜质或铝质圆管套上散热片组成，其结构如图 2 所示。片与管组装后，经膨胀和收缩处理，使散热片与散热管紧密接触，以保障热传递的顺畅，并与其他附件组合成为冷凝器总成。这种冷凝器结构比较简单，加工方便，但散热效果较差。管片式冷凝器一般用在大中型客车的制冷系统中。

(2) 管带式冷凝器

管带式冷凝器是由多孔扁管与蛇形散热带（波纹散热片）焊接而成的，其结构如图 3 所示。管带式冷凝器的传热效率比管片式冷凝器可提高 15%-20%，但它的制造工艺复杂，焊接难度大，且材料要求高，一般用在小型汽车的制冷系统中。

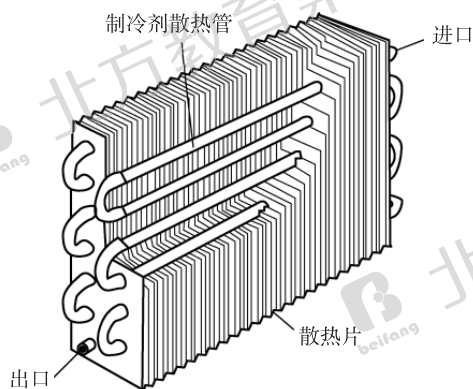


图2 管片式冷凝器的结构

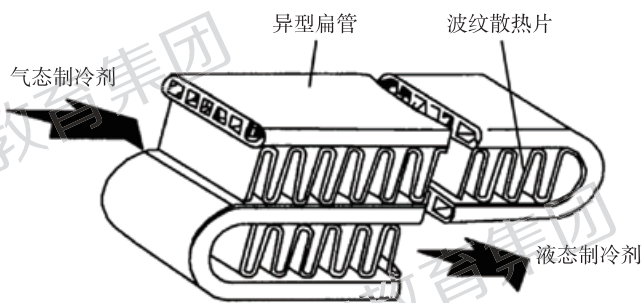


图3 管带式冷凝器的结构

(3) 平流式冷凝器

平流式冷凝器亦称平行流式冷凝器，其结构如图4所示。平流式冷凝器制冷剂由管接头进入圆柱形集管，然后分流进入铝制内肋扁管，平行地流到对面的集管，最后通过跨接管回到管接头座。扁管之间嵌有散热翅片。这种冷凝器具有制冷剂冷凝压力低、传热系数高、质量轻、结构紧凑和制冷剂充注量少等特点。平流式冷凝器适合与采用 R134a 为制冷剂的制冷系统配套使用。

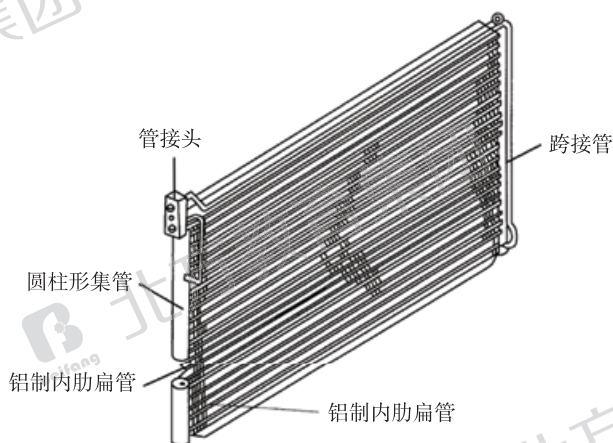


图4 平流式冷凝器的结构

随着热交换器技术的不断发展、进步，在平流式冷凝器的基础上，又开发出微通道平流式冷凝器和过冷式微通道平流冷凝器等新产品。

与管带式冷凝器相比，在制冷剂相同的情况下，过冷式微通道平流冷凝器的制冷剂压力降只是管带式的 20%，而换热性能却可提高约 75%。

过冷式微通道平流冷凝器是一种高效、紧凑的热交换器，在汽车行业已使用多年，是管带式换热器的更新换代产品，因其结构紧凑、换热效率高、质量轻、可靠性高等优点，已经成为汽车空调热交换器的主流产品。

随着原材料价格上涨、空调产品能效标准的不断提升以及环保要求的不断提高，过冷式微通道平流冷凝器正逐步在家用、商用空调领域得到应用。

当冷凝器远离发动机散热器时，在冷凝器旁都必须安装辅助冷却风扇进行强制风冷，以加强冷却。

3. 冷凝风机

(1) 风机类型

冷凝风机为轴流式风机，轴流式风机的空气流向与风机主轴平行，其特点是风量大、风压低、耗电少、噪声大。

因为轴流式风机风量大可将冷凝器四周的热空气全部吹走，并且能满足耗电少的要求。其缺点是

风压低、噪声大，但这对冷凝器来说不是大问题，因为风机只要将冷凝器周围的热空气吹走即可，所以风压低并不影响冷凝器的正常工作。另外，冷凝器安装在车室外面，风机噪声大也影响不到车内。

冷凝风机主要由电动机、风机轴、风机叶片、键等组成，如图5所示。叶片固定在骨架上，常制成3、4、5、7片不等，叶片骨架穿在电动机轴上，由键带动旋转。



图5 冷凝风机

(2) 冷凝风机控制

1) 串电阻式

很多乘用车空调系统的冷凝器与发动机冷却系统的散热器合用一个风扇，称为冷凝器 / 散热器风扇。该风扇由直流电动机驱动，习惯上称之为电子扇。

当冷却液温度较低时，电子扇不工作；冷却液温度升高到某一设定值时，电子扇以低速运转；当温度进一步升高到另一设定值时，电子扇则以高速运转。

当空调制冷系统开始工作时，不管冷却液温度高低，电子扇都以低速运转；当制冷系统压力过高某一设定值时，电子扇则以高速运转。

当空调系统的冷凝器与发动机冷却系统的散热器合用一个风扇冷却时，多采用风扇电动机串联电阻的方法对风扇进行调速，称为串联电阻调速。当空调系统的冷凝器与发动机冷却系统的散热器各用一个风扇进行冷却时，多采用改变两个风扇的连接关系（串联或并联）的方法对风扇进行调速，称为串并联调速。

2) 电机串并联式

采用冷凝器 / 散热器风扇时，系统结构比较简单，但由于要兼顾冷凝器和散热器的需要，冷却效果并不特别理想，多用于低档乘用车的空调系统。

图6所示为冷凝器和散热器风扇控制电路，用压力开关、冷却液温度开关和三个继电器控制冷凝器风扇和散热器风扇的转速。此电路可以实现风扇不转、低速运转、高速运转三级控制。

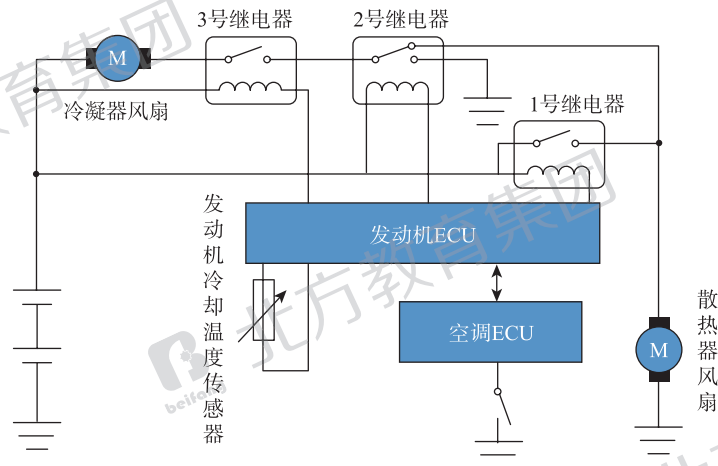


图6 冷凝器和散热器风扇控制电路

3号继电器只在空调制冷系统工作时起作用，使冷凝器风扇以低速或高速运转。2号继电器为双触点继电器，用来控制冷凝器风扇的转速。1号继电器用于控制散热器风扇。压力开关在空调制冷系统压力高时断开，压力低时接通。

关闭空调 A/C 开关时，3号继电器不工作，冷凝器风扇也不工作。如果冷却液温度过高，1号继电器线圈断电，触点闭合，散热器风扇运转，加强散热。打开空调 A/C 开关，3号继电器线圈通电，触点闭合。如果冷却液温度较低，空调系统内压力也较低，2号继电器线圈也通电，使其下触点闭合，形成了冷凝器风扇和散热器风扇的串联电路，两个风扇都以低速运转。如果冷却液温度升高或制冷系统内压力增大，压力开关或冷却液温度开关切断2号和1号继电器线圈电路，使2号继电器的上触点闭合，1号继电器的触点接通，将冷凝器风扇和散热器风扇连接成并联电路，两个风扇都以高速运转。

(3) 散热器风扇与多个冷凝器风扇的组合控制

如图7所示，在大众高尔夫 / 奥迪 A3 (Golf/Audi A3) 等乘用车上，采用散热器风扇与多个冷凝器风扇协同工作的散热方式，散热风扇控制单元根据来自热敏开关 F18 和空调压力开关 F129 的信息，对发动机散热器风扇以及两个冷凝器风扇进行组合控制。

发动机散热器风扇热敏开关 F18 装在散热器的入水口处，用于检测发动机冷却液温度。散热风扇控制单元 J293 根据来自热敏开关 F18 和空调压力开关 F129 的信号，按照表1所示的规律控制发动机散热器风扇的工作。

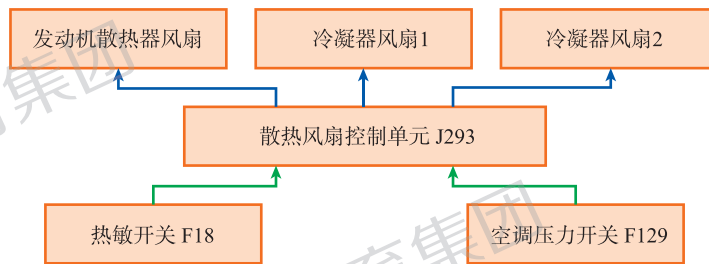


图7 散热器风扇与多个冷凝器风扇的组合控制（高尔夫 / 奥迪 A3 乘用车）

表1 对发动机散热器风扇的控制

散热风扇工作档位	散热风扇电路状态	发动机冷却液温度 / °C	制冷剂管路内的压力 / MPa
1 档	接通	92-97	< 1.6
	断开	84-91	—
2 档	接通	99-105	> 1.6
	断开	91-98	—

散热风扇控制单元 J293 对两个冷凝器风扇的控制，以制冷剂循环管路内的压力为主要控制依据，并考虑发动机冷却液的温度。

制冷剂循环管路内的压力信号由空调压力开关 F129 或高压传感器 G65 提供。当制冷剂循环管路内的压力达到约为 1.6MPa 时，散热风扇控制单元 J293 将风扇切换到 2 档运行（表2）。

表2 对两个冷凝器风扇的控制

空调 A/C 开关的状态	制冷剂管路内的压力 / MPa	发动机冷却液温度 / °C	两个冷凝器风扇工作档位
ON (即压缩机已接通)	> 0.2	—	两个风扇均以 1 档运行
	高压 HP > 1.6	> 99	两个风扇均以 2 档运行
	< 1.6	< 99	两个风扇均以 1 档运行

如果只是发动机在工作而空调系统未工作，那么就只有发动机散热器风扇工作，而两个冷凝器风扇并不工作。发动机散热器风扇具体以 1 档还是 2 档工作，则取决于发动机冷却液的实际温度。