

项目 1 车辆空调系统整体认知

项目描述

车辆空调系统与我们日常生活中常见的家用、办公空调的功能是一样的，它在旅客列车中承担着调节客室内空气温度、湿度、洁净度、压力、流速、二氧化碳含量等功能，从而提高了旅客列车的乘坐舒适性。车辆空调系统主要由制冷系统、通风系统、控制系统等组成。

学习目标

1. 了解车辆空调系统的基本概念。
2. 了解车辆空调系统的组成和功能。
3. 了解车辆空调系统的特点及发展方向。
4. 了解车辆空调系统常用名词概念及相关国家标准。
5. 了解常用制冷剂、润滑油种类和作用。

能力目标

掌握车辆空调系统各部分组成，能够熟识空调系统各部件名称、位置、功能，为后续系统地学习车辆空调系统知识打好基础。

任务 1 车辆空调系统的作用、分类和发展

【活动情景】

在系统地学习车辆空调系统之前，首先应该了解空调系统的作用和分类，即车辆空调系统在旅客列车中起什么作用？常用的车辆空调系统有哪几种？它们各有什么特点？

【任务要求】

- (1) 掌握车辆空调系统的作用。
- (2) 了解车辆空调系统的分类。



视频资源

- (3) 了解不同车辆空调系统的特点及应用。
- (4) 了解车辆空调系统的发展方向。

【基本活动】

一、车辆空调系统的作用

车辆空调系统将一定量的车外新鲜空气和车内再循环空气混合，经过滤、冷却或加热、减湿等处理以后，以一定的流速送入车内，并将车内一定量的污浊空气排出车外，从而控制客室内温度、湿度、风速、清洁度及噪声，并使之达到规定标准，以提高车内的舒适性、改善乘车环境（见图 1-1）。车辆空调系统主要有以下 6 个方面的作用。



图 1-1 客室内环境

1. 调节车内温度

旅客列车属于公共交通工具，按照《公共交通工具卫生标准》(GB 9673—1996)，车内温度应满足以下要求。

夏季：24 ~ 28 °C；

冬季：18 ~ 20 °C。

2. 调节车内湿度

按照《客车空调设计参数》(TB/T 1951—1987)，通过加湿和除湿装置使客室内湿度满足以下要求。

夏季相对湿度：50% ~ 70%；

冬季相对湿度：30% ~ 50%。

3. 调节车内空气清洁度

通过过滤网（主要有新风过滤网、回风过滤网、蒸发过滤网）滤出空气中的灰尘，通过对空气的过滤使车内空气含尘量不大于 0.5 mg/m^3 。

4. 调节车内空气流动速度

按照《客车空调设计参数》(TB/T 1951—1987)，通过合理控制风机转速，使车内空气流动速度达到以下要求。

夏季： $0.2 \sim 0.35 \text{ m/s}$ 。

冬季： $0.15 \sim 0.2 \text{ m/s}$ 。

5. 调节车内空气压力

通过控制新风量和排风量，使车内空气压力与大气压力基本相同，车内空气压力与大气压力之差控制在 10% 以内。

6. 控制车内空气中的二氧化碳含量

适当控制新风风量，使车内空气中的二氧化碳浓度满足乘客对舒适度的要求。车内空气中的二氧化碳容积浓度不大于 0.15%。

二、车辆空调系统的分类

(1) 按安装方式分：分装式和单元式。

(2) 按工作方式分：活塞式、螺杆式、离心式。

(3) 按供电方式分：本车供电和集中供电。

(4) 按制冷剂分：有机制冷剂和无机制冷剂；传统空调和无氟空调。

三、特点及应用

1. 车顶单元式

优点：结构紧凑，制冷量大，管路短不易泄漏，维修方便。

缺点：重心高，运行平稳性差，高速阻力大。

应用：1981 年以后生产的既有列车、城市轨道交通车辆。

2. 车底单元式

优点：重心低，运行平稳性好，高速阻力小。

缺点：新风质量差，滤网脏得快，维修不方便。

应用：高速动车组列车。

3. 分装式

优点：重心低，运行平稳性好，高速阻力小。

缺点：管路长，易泄漏，维修不方便。

应用：早期铁路空调客车，部分高速动车组列车。

四、车辆空调系统的发展方向

变频技术历经近 30 年的发展,已经日趋成熟,工业变频器已经成为各行各业的必备产品。变频技术飞速发展,变频空调以其固有的节能、高效、舒适、提升低温供热能力、可靠等特点,必将成为车辆空调机发展的方向。

变频空调机的主要特点如下:

1. 变频空调机节约能源

变频空调机的主要特点是高频降温,低频连续运转维持恒温,同时温度波动小。变频空调机的节电正是由于低速连续小功率运转时具有高能效比,且减少了多次开关造成的开关损耗,从而达到节能降耗的作用。

空调机的节能分为 3 类:第 1 类是节能元件的选用,例如采用高效压缩机和高效的直流风机电机,直流风机电机效率提高了近 1 倍;第 2 类是提高换热效率,例如采用浸水膜的铝箔,由于水不易形成水珠堵塞风道而提高效率,采用带内螺纹铜管提高效率等;第 3 类是运行节能控制,即变频节能。实践证明,变频空调机可实现运行节能 30%以上。

2. 变频空调的低温供暖能力

变频空调机可利用其高速旋转的特点,额外补充一部分电功率,而使供风温度提高,实现供暖。变频空调机可使使用环境温度扩展到 -10°C 。

3. 变频空调机的舒适度

变频空调机实现了低频运转维持温度,比普通空调机的开关维持温度的温度波动大大减少,同时又利用了变频空调机的高速运转提升能力,实现迅速降温升温,从而提高了环境的舒适度。

4. 变频空调机可实现更宽的工作电压

变频空调机实现了低频启动,启动电流很小,电源电压波动小。变频空调机可实现更宽的工作电压,自动修正加到压缩机上去的电压,使压缩机的工作更稳定,效率更高。

根据变频空调的特点,未来车辆空调的发展目标如下:

冷暖一体化:热泵型冷暖两用车用空调,弥补了目前定速车用空调不能供热的不足,提高了空调机的利用率,并取消电暖气。

机电一体化:变频控制器与变频空调机实现了一体化组装,使车辆设备布置简单,安装

简易、安全。

安装简单：产品采用先进的集成技术，使得该产品体积更小、质量更轻。

配电简单：与外在的电气连接只是两个航空插头，节约了布线成本和车辆空间。

全变频设计：变频涡旋式压缩机、变频风扇电机和 4 套变频器。

舒适度：动态恒温空调系统，做到冷暖无级调节。

任务 2 车辆空调系统整体认知

【活动情景】

通过对车辆空调系统的外观认知（图 1-2），了解车辆空调系统的组成，各部分的外形、结构、作用。在此基础上，进一步了解我国车辆空调主要生产厂家及其主要产品。



图 1-2 客车空调机组在车辆上的安装位置

【任务要求】

- (1) 熟悉车辆空调系统各部件的名称、外观和作用。
- (2) 了解我国车辆空调主要生产厂家及其主要产品。

【基本活动】

一、单元式空调机组

(一) 单元式空调机组外观

车顶单元式空调机组外观及其部件的安装布局如图 1-3、图 1-4 所示。



视频资源



图 1-3 车顶单元式空调机组外观



图 1-4 车顶单元式空调机组部件的安装布局

(二) 空调机组的结构

空调机组各零部件组装在一个不锈钢板制成的箱体，加盖板后形成一个整体。空调机组的主要部件包括全封闭制冷压缩机 2 台、冷凝器 2 台、毛细管 2 组、蒸发器 2 台、干燥过滤器 2 个、离心风机 2 台、轴流风机 2 台、气液分离器 2 个、回风电动阀 1 个、新风电动阀两个、新风感温头 1 个、回风感温头 1 个等。

空调机组分为室内侧和室外侧，其中室内侧分为蒸发腔和新凤腔，室外侧分为压缩机腔和冷凝腔。离心风机、蒸发器、回风电动阀、回风滤尘网等安装在蒸发腔。气液分离器、新风电动阀、新风滤尘网等安装在新凤腔。压缩机、压力开关、干燥过滤器、电磁阀等安装在压缩机腔。轴流风机、逆止阀和冷凝器等安装在冷凝腔。空调机组的箱体和上盖全部采用 SUS304 不锈钢板。组成制冷系统的部件及配管全部用银钎焊连接，构成全封闭的制冷循环系统，作为制冷剂的 R407C 封闭在制冷系统内。空调机组的回风口在机组底部中间处，冷风出口在机组底部两侧，新风口在机组左右侧板的中间部位。空调机组新风腔处装有高效新风过滤网，车内回风口处装有高效回风过滤网，对车内循环风进行过滤。

(三) 主要部件及功能

1. 压缩机

制冷压缩机为全封闭卧式压缩机，如图 1-5、图 1-6 所示，将电动机、压缩机构及供油系

统组装在同一个密封的机壳内。制冷压缩机通过橡胶减振器安装在空调机组箱体内。制冷压缩机的作用是将从蒸发器低温低压的 R407C 气体压缩成高温高压的气体，并送往冷凝器。



图 1-5 制冷压缩机外观



图 1-6 制冷压缩机在空调组中的安装位置

2. 离心风机

室内侧通风机为直联多叶片式离心风机。室内侧通风机可以强化冷媒在蒸发器中的蒸发过程，并将经蒸发器冷却降温的空气送入车内，如图 1-7 所示。



图 1-7 离心式通风机外观

3. 轴流风机

室外侧通风机为直联轴流式风机，风机的叶轮安装在立式电机上，并采取防水结构，如图 1-8、图 1-9 所示。室外侧通风机用于强化冷媒在冷凝器中的凝结放热过程。

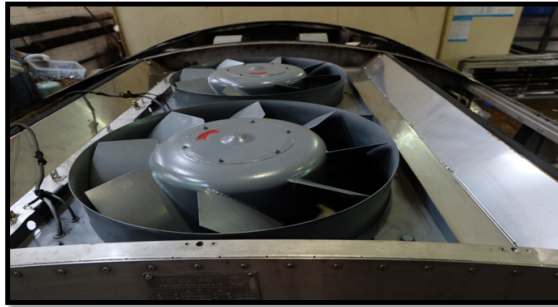


图 1-8 轴流风机外观及其在空调组中的安装位置



图 1-9 轴流风机电机及扇叶

4. 蒸发器

蒸发器为铜管套铝肋片的直接蒸发式空气冷却器，其外观如图 1-10 所示。低温低压的气液混合的冷媒在蒸发器内蒸发，当车内循环空气和新鲜空气混合后，通过蒸发器时进行热交换。这时，空气的热量被蒸发器内的冷媒吸收，温度降低。



图 1-10 蒸发器外观

5. 冷凝器

冷凝器的结构形式与蒸发器相同，如图 1-11 所示。高温高压的 R22 气体，通过冷凝器时，在外界空气的强制冷却下，变成常温（约 50 °C）高压的冷媒液体。

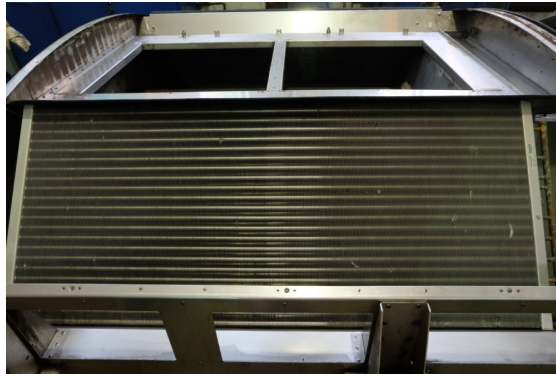


图 1-11 冷凝器外观及在机组中的安装位置

6. 毛细管

毛细管为一组内径极小的细长铜管，当高压液体冷媒流经这组高阻力管时，起到节流降压的作用，如图 1-12 所示。



图 1-12 毛细管外观及在机组中的安装位置

7. 干燥过滤器

干燥过滤器（图 1-13）将滤网固定在容器内，并封入干燥剂，能过滤冷媒中的残余杂质，吸取冷媒中的残留水分。



图 1-13 干燥过滤器外观

8. 高压压力开关

当制冷系统的压力异常高时，高压开关动作，停止压缩机的运转，保护制冷系统。高压开关的复位方式为自动复位，如图 1-14 所示。

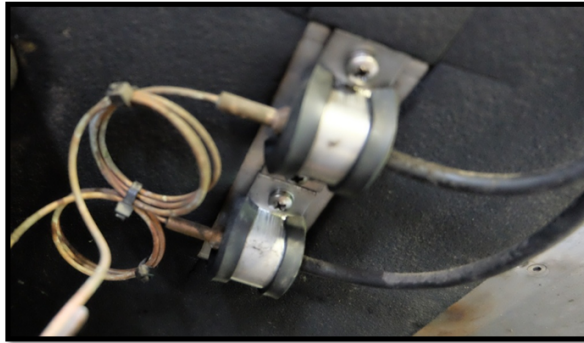


图 1-14 高低压压力开关外观

9. 低压压力开关

当制冷系统的压力异常低时，低压开关动作，停止压缩机的运转，保护制冷系统。低压开关的复位方式为自动复位。

10. 旁通电磁阀 (SV14、SV24)

为保证压缩机在长时间停止后或温度较低情况下启动时的轴承润滑，需要在一定时间内（从压缩机启动开始 30 s）打开电磁阀。

11. 容量控制电磁阀

容量控制电磁阀配合压缩机内能量调节机构可以控制压缩机的容量，通过两个电磁阀的开闭及每台机组两台压缩机工作状态的组合，进行全运转以及控制容量运转（约 70%）的切换，可实现空调机组多级能量调节，制冷能力实现 100%、70%、50%共三档。当打开高压侧 (SV12、SV22)，关闭低压侧 (SV13、SV23) 时，为全运转状态；当打开低压侧 (SV13、SV23)，关闭高压侧 (SV12、SV22) 时，为容量控制运转状态。

12. 液管电磁阀 (SV11、SV21)

液管电磁阀安置在冷凝器出口，防止压缩机停止时冷媒液倒流入压缩机侧，防止再次启动时润滑不良。

13. 逆止阀

逆止阀安装在压缩机的排气管上，在压缩机停止时，防止冷媒液从排气管逆流回压缩机侧。

14. 吸气过滤器

吸气过滤器安装在压缩机的吸气管上，过滤吸气冷媒中的残余杂质。