

浅谈城市轨道交通车辆空调的空调热泵系统及其节能方向

李 婷

(包头铁道职业技术学院 内蒙古 包头 014040)

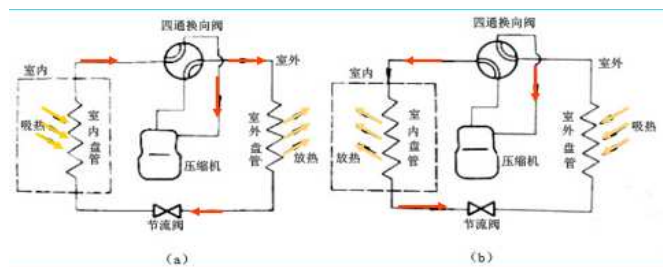
1 城市轨道交通车辆制热方式

为了在寒冷的冬季给乘客提供一个舒适的乘车环境,必须提高城市轨道交通车辆内部的温度及空气质量,从而采取了一些措施来保证冬天车辆客室内的舒适性,如在车体中采用优质的防寒保温材料,减小车体的传热系数降低车内向车外的热传递以及设置采暖装置。

2 城市轨道交通车辆变频热泵空调

当前,我国城市轨道交通主要采用的空调系统有两种,首先是定频空调,其次是变频空调。固定频率空调采用定频压缩机,此类压缩机主要用于制冷,无法制热。固定频率空调瞬间启动电流很大。在寒冷的冬天,定频空调系统需要在地铁车厢的侧墙加装电加热器或在地铁车顶的单元式空调机组内加装电加热器进行取暖。变频空调采用变频压缩机,高频快速制冷,低频保持乘客的乘坐舒适度。变频器驱动压缩机和风机实现独立双变频控制,零启动电流,无冲击,无干扰,提高了城轨空调系统运行的可靠性。因此,冬季使用热泵空调,大大提高了空调系统的节能效率。本文重点介绍变频式热泵空调。

变频热泵空调在制热模式下,通过四通换向阀改变制冷剂的流向,从而实现制冷制热的切换。热泵工作时,制冷剂流经压缩机、蒸发器、节流装置和冷凝器。其中,冷凝器从车外空气中吸收热量,蒸发器向进入车内的空气放出热量。



制热时的系统原理
(a) 夏季制冷状况; (b) 冬季热泵状况

当车内温度低于目标设定温度下限,压缩机频率增加,制冷剂增加流量,加热功率也会增加,车内温度从而升高;当车内温度高于目标设定温度,达到上限时,压缩机频率降低,制冷剂流量减少,制热能力也降低,车内温度从而降低;当车内温度与目标设定温度的偏差低于目标设定温度时,压缩机则按当前频率持续工作。

3 城市轨道交通车辆热泵空调的节能分析

城市轨道交通的电力消耗占城轨总运营成本的很大一部分。其中,城轨车辆在行驶时,列车的牵引系统和辅助系统消耗的电力最多。于此同时,由于城市轨道交通的密集发展,车门的频繁启动,城轨车辆空调必须提供更大更强的制冷能力,然而随之而来的就是其能耗的增加^[1]。

变频热泵空调比定频热泵空调的能量分级更为细化,因此其温控精度更高,舒适度也更高。在制热时,电加热空调机组的能效比为1,热泵空调机组在标称运行状态下的能效比可以为2以上。虽然变频热泵空调的制热能效比会随着室外温度的降低而有所减少,但即使室外温度为-20℃时,制热能效比也能达到1.3以上^[2],因此热泵空调更具备节能优势。

考虑到热泵空调机组的能效比会随着室外温度的降低而降低,并且需要除霜,建议在冬季温度较高的南方地区使用热泵空调机组供暖;对于冬季温度较低的北方地区,可以选择热泵空调和电加热器混合供暖,以提高车辆舒适度并实现节能。

研究热泵空调节能技术,重点是要满足舒适度和能源效率的需求。使用传统定频空调时,控制新风阀的开度,提高设定温度来实现节能;使用变频技术时,通过控制新风阀的开度,可节能30%左右。因此,基于对各种节能技术的比较结果,变频技术在轨道车辆空调控制系统中的应用是节能的最佳选择,可以提高乘客的乘坐舒适度,是未来城轨车辆空调系统发展的技术标杆。

4 城市轨道交通车辆热泵空调节能的发展方向

目前,我国城轨空调节能仍有较大的提升空间。可以考虑提高热量的回收再利用效率,同时优化制冷系统的保温材料和厚度,努力开发保温效果更好的保温材料,减少热量的损失,提高热量的利用率。同时还可以考虑给空调添加节能添加剂,研究使用加入制冷循环的节能添加剂去除换热器表面的油污,在金属表面形成坚固的保护膜,以提高空调系统的工作效率,并使其各主要部件工作正常。未来,会有越来越多的节能技术应用到节能空调系统中,城轨热泵空调的节能效率会越来越高,技术也会越来越多。

利用太阳能光伏发电技术来进行热泵空调节能,是最具可持续性的可再生能源技术。除了用太阳能代替电能来节省空调系统的耗能,利用从太阳辐射来进行热交换的太阳能空调,可以降低车辆能耗,进而降低车辆运营成本,实现节能减排。

参考文献:

- [1] 朱文洋,毛庆贺,传超.析高速动车组电气连接器电缆屏蔽处理工艺,电气设备,中文核心期刊.
- [2] 兴江.低温热泵技术在轨道车辆空调上的应用[J].机电工程技术,2011,40(7):165-168.
- [3] 刘忠庆,王彦鲁.城轨车辆变频热泵空调舒适性及节能研究.装备应用与研究.机电信息.2020年第6期总第612期.
- [4] 栾长雨.城市轨道交通车辆空调系统研究.科学与财富.