

地铁工程通风空调系统设计及节能措施

陈淑静

山东轨道交通勘察设计院有限公司 山东济南 250014

摘要: 随着城市人口的不断增长和交通需求的提升,地铁工程在现代城市中扮演着至关重要的角色。地铁系统的通风空调系统设计对于保障乘客的舒适度和安全性至关重要。然而,地铁工程的通风空调系统也面临着能源消耗和环境影响的挑战。本文将介绍地铁工程通风空调系统设计以及相关的节能措施,希望能为相关从业人员提供参考。

关键词: 地铁工程; 通风空调; 系统设计; 节能措施

Design of ventilation and air conditioning system and energy saving measures

Shujing Chen

Shandong Rail Transit Survey and Design Institute Co., Ltd. Shandong Jinan 250014

Abstract: With the continuous growth of urban population and the increase of transportation demand, subway engineering plays a vital role in modern cities. The design of ventilation and air conditioning system is crucial to ensure the comfort and safety of passengers. However, the ventilation and air conditioning system of subway engineering also faces the challenges of energy consumption and environmental impact. This paper will introduce the design of ventilation and air conditioning system of subway engineering and the related energy saving measures, hoping to provide reference for relevant practitioners.

Keywords: subway engineering; ventilation and air conditioning; system design; energy-saving measures

引言

在传统的地铁通风空调系统中,大量能源被消耗用于保持车站内的温度和通风质量,这导致了巨大的能源浪费和碳排放。因此,如何设计和实施高效节能的地铁通风空调系统,已成为各地城市规划者和工程师们的共同关注点。

1 地铁通风空调系统设计

1.1 隧道通风系统

隧道通风系统由区间隧道通风系统和车站轨行区排热系统组成

(1) 区间隧道通风系统设计

区间隧道通风系统主要负责两个车站间区间隧道的通风与排烟,包括自然通风与机械通风排烟两种方式。在区间隧道的一端即每个车站的一端,设置两个直通地面的活塞风井,对于个别出风亭困难的车站,可按一端单活塞设置,在列车的出站端头设置一个活塞风井。正常运行时,通过列车行驶产生的活塞效应,通过活塞风道实现隧道与地面的换气,即自然通风。此外,在配线、联络线、洞口

出入线段等位置还设置了射流风机,在事故工况下,辅助隧道风机进行隧道通风。在不同的工况下,通过多组通风设施的转换、组合运行,在隧道内组织方向不同的纵向或横向气流,有效控制隧道内温度、风速、压差、烟气等。

(2) 车站轨行区排热系统设计

车站隧道通风系统的排风设备布置在车站的设备用房区内,负责车站隧道的通风与排烟,以及在车站站台火灾时协助车站大系统排烟。有效站台范围内设置轨顶风道,轨顶风道采用土建风道,排风口的位置根据列车发热设备的位置确定,补风来自车站两端的活塞风井、相邻区间隧道和站台门开启时来自站台的漏风。每站每端排风量应根据计算合理确定,同时为适应近期列车行车密度,车站轨行区域通风风机近期变频按低风量运行。

1.2 车站公共区通风空调系统设计

目前国内地铁常用的地下线通风空调系统有开式系统、闭式系统、全封闭站台门系统。

开式系统的隧道内部与外界大气相通,单纯利用活塞通

风冷却车站及隧道，在北京、伦敦、纽约等地的早期地铁线路用采用，由于其在夏季难以控制车站内温湿度环境，无法满足现代地铁对环境的要求，因此现已基本不采用。闭式系统的隧道内部与外界大气基本隔绝，车站一般采用空调系统，区间隧道的冷却是借助列车活塞效应携带一部分车站空调冷风来实现。在非空调季节闭式系统可采用开放式运行。目前国内闭式系统常采用集成模式，即将车站通风空调系统与区间通风系统合并，通过风阀的切换可实现不同工况的运行及开、闭式运行。该系统在北京、南京、杭州等地得到应用。全封闭站台门系统沿车站站台边缘设置全封闭站台门，将车站和区间分隔开来。车站两端设置隧道通风系统，正常运行时区间利用列车活塞通风进行冷却。该系统在深圳、武汉、郑州、广州等地都得到了大量的应用。通过对这三种形式进行综合经济比较，同时根据国内外城市地铁运行经验，全封闭站台门系统是目前运用比较多的一种形式。目前国内轨道交通工程中，设全封闭站台门地下车站通风空调大系统

一般均采用全空气系统，车站两端各设空调机房一处，内设组合式空调器及回排风机各一台，满足车站公共区夏季制冷及过渡季节通风要求；同时在两端空调机房内各设一台排烟风机满足防排烟要求。

1.3 设备管理用房通风空调系统设计

车站设备及管理用房通风空调系统的组成和划分应根据工艺要求、使用功能和排烟要求进行设计。通信、信号等弱电设备用房采用一次回风全空气空调系统，设置空气处理机组及回排风机。牵引变电所、降压变电所和主变电站宜设置独立的一次回风全空气空调系统，不宜与其他设备用房合用空调系统，设置空气处理机组及回排风机。人员管理用房采用一次回风全空气空调系统或者变制冷剂流量分体式空气调节系统（多联机）+新风系统。

1.4 水系统设计

目前国内轨道交通工程中，常采用分站供冷，车站公共区与设备管理用房空调系统合用冷源，冷源选用两台冷水机组，同时设置相应的冷冻水泵、冷却水泵及冷却塔、定压补水装置及全自动水处理装置等。

2 地铁通风空调系统节能措施

2.1 可调通风型站台门系统

过渡季节，开启可调通风型站台门上方百叶，使得区间隧道与站台公共区相通，充分利用列车活塞风效应排除

余热，利用列车活塞风、屏蔽门上方百叶风口、车站出入口、活塞风道的共同作用对区间、车站进行通风换气，减少车站设备运行时间，节省运行能耗。

空调季节，关闭站台门上方电动百叶，区间隧道与站台公共区完全隔离，使得车站内的空调冷负荷降低，从而大幅度降低了车站的空调机组、制冷系统及供电设备的容量，不但减小了车站的土建费用，而且降低了通风空调系统设备初期投资和运行费用。

2.2 变频调节技术的使用

变频调节技术是地铁通风空调系统中常用的节能措施之一，通过调整设备的运行频率来匹配不同负载需求，从而实现能耗的有效控制和节约。具体来说，变频调节技术可以在地铁通风空调系统中应用以下方面：

(1) 变频压缩机：地铁通风空调系统中的压缩机是能耗最高的设备之一。通过采用变频调节技术，可以根据实际负载需求精确调节压缩机的运行频率和功率输出，避免不必要的能耗浪费。例如，在低负载时，可以降低压缩机的运行频率，以达到节能的目的。

(2) 变频风机：地铁通风系统中的风机是用于通风和空气循环的关键设备。通过采用变频调节技术，可以根据实时需求调整风机的转速和风量，以适应不同场景下的通风需求。这样可以提高风机能效，减少不必要的能耗和噪音。

(3) 变频水泵：地铁通风系统中的水泵用于供冷、供热和水循环等方面。采用变频调节技术可以根据实际需求调节水泵的运行频率和流量，以提高水泵的能效和运行稳定性。这样可以减少能耗和水泵运行成本，同时提高系统的可靠性。

变频调节技术的使用可以显著提高地铁通风空调系统的能源利用效率，降低能耗和运营成本。通过合理的变频调节技术应用，地铁通风空调系统可以实现能源的智能控制和节约，为城市交通系统的可持续发展做出贡献。

2.3 智能运维系统

智能运维系统通过采集和分析地铁车站、隧道等相关数据，实现对通风空调设备的智能监控与管理。首先，智能运维系统可以根据实时环境和运行数据，自动调节通风空调设备的运行参数，如温度、湿度等，以达到最佳节能效果。其次，智能运维系统可以进行远程监控和故障预警，在设备出现故障或异常情况时即时发出警

报,提高故障处理的效率,减少停机维修时间。此外,智能运维系统还可以通过数据分析和模型优化,提供合理的保养和维护计划,减少不必要的维修成本和能源消耗。总之,智能运维系统在地铁通风空调系统的节能措施中,利用先进的技术手段和数据分析能力,提升了运维的智能化水平,优化了能源利用效率,为地铁运营和节能环保做出了重要贡献。

2.4 风水联动控制系统

地铁站通风空调系统的风水联动控制策略是指在车站公共区域负荷变化时,通过调整风系统和水系统的运行来节省能源。具体来说,通过调节末端送风机的风量来控制风系统的能耗,并同时通过调节冷冻水的流量和冷水机组的运行状态来控制水系统的能耗。在实施风水联动控制的过程中,除了要考虑整体能耗的节约外,还必须注意控制效果和稳定性,以避免两个系统之间的耦合产生不良影响,无法稳定地提供所需的冷量。风系统包括末端组合式空调机组、送风机、回排风机、新风阀和排风阀等设备,而水系统则包括冷水机组、水泵和冷却塔等设备。在风水联动控制过程中,准确的负荷需求预测和相应的控制策略设计对于实现节能效果至关重要。通过合理的负荷需求预测和相应的风水联动控制策略,可以实现更为合理和高效的控制,从而节约能源的同时保证系统的稳定运行。

结束语

通过对地铁工程通风空调系统的设计和节能措施的研究和探讨,不仅可以提高地铁乘客的乘坐舒适度,还能减少能源的浪费和环境的污染。在设计方面,应该注重通风系统的合理布局和空调设备的高效运行,以提供清新的空气和舒适的温度。在节能方面,我们可以采用一些新技术、新材料和智能控制系统,减少能源消耗和运行成本。同时,还应该加强对乘客的宣传教育,提高他们的节能意识,共同努力为建设节能环保的城市交通系统贡献力量。相信通过我们的努力,地铁工程通风空调系统将逐渐实现可持续发展,为城市的经济发展和居民的生活质量提供更好的保障。

参考文献:

- [1] 居炜. 地铁车站设备用房空调通风设计及节能探讨[J]. 地下工程与隧道, 2009, 000(004): 34-39.
- [2] 佟媛媛. 地铁通风空调系统节能分析[J]. 建筑工程技术与设计, 2017, 000(006): 2217-2217. DOI: 10.3969/j.issn.2095-6630.2017.06.146.
- [3] 赵立田, 郑修新, 王铁伟. 地铁通风空调系统节能运行策略研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术: 00201-00201[2023-07-05].