

地铁空调系统节能探讨

任哲贤

厦门地铁恒顺物泰有限公司, 福建 厦门 361000

[摘要]伴随着地铁事业的高速发展, 地铁逐渐成为了人们平时出行所选用的主要交通工具之一, 与此同时, 伴随着国家可持续发展政策的贯彻和落实, 节能减排成为了社会发展过程中需要重点研究的一项课题。地铁在实际运行期间, 对能源的消耗量相对较大, 在轨道建设事业快速发展背景下, 地铁建设规模也得到了进一步扩张, 能源节约问题也逐渐凸显出来。在地铁的能源消耗中, 空调系统的耗能在其中占比相对较高, 针对此种情况, 为了实现地铁运行能耗的节约, 针对地铁空调系统专门开展节能设计工作具有必要性。基于此, 本篇文章主要围绕地铁空调系统的节能进行分析和探讨, 以期为相关人员提供参考。

[关键词]地铁; 空调系统; 节能设计

DOI: 10.33142/sca.v6i9.9962

中图分类号: TU831

文献标识码: A

Discussion on Energy-saving of Subway Air Conditioning System

REN Zhexian

Xiamen Metro Hengshun Wutai Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361000, China

Abstract: With the rapid development of the subway industry, the subway has gradually become one of the main means of transportation used by people for daily travel. At the same time, with the implementation of national sustainable development policies, energy conservation and emission reduction have become a key research topic in the process of social development. During the actual operation of the subway, the consumption of energy is relatively large. Against the backdrop of rapid development of rail construction, the scale of subway construction has also been further expanded, and the issue of energy conservation has gradually become prominent. In the energy consumption of the subway, the energy consumption of the air conditioning system accounts for a relatively high proportion. In order to achieve energy conservation in subway operation, it is necessary to carry out energy-saving design work specifically for the subway air conditioning system. Based on this, this article mainly analyzes and explores the energy-saving of subway air conditioning systems, in order to provide reference for relevant personnel.

Keywords: subway; air conditioning system; energy saving design

引言

地铁作为一种重要的交通工具, 在舒适性和快捷性等方面的优势表现比较突出, 得到了人们的广泛认可, 而地铁车站在运行过程中对能源的消耗较为严重, 为迎合国家所贯彻的可持续发展理念, 应对地铁空调系统专门开展节能设计, 从而实现地铁运营的节能减排目标。

1 地铁空调系统概述

地铁空调系统主要由大系统、小系统、空调水系统组成, 在大系统的各项负荷中, 照明设备全天候运行使用, 负荷相对稳定, 但围护结构的散热、散湿相对固定, 发生总负荷波动现象的主要影响因素包括车站人流量、室外气象参数等。按照房间的功能, 小系统还可划分为管理用房、设备用房, 小系统负荷的来源重点为电气设备用房, 用于存放车站内使用的电气设备, 人员的停留时间相对较短, 房间内的空调冷负荷由新风负荷、照明负荷、设备发热负荷构成, 负荷主要为显热, 且负荷的组成相对简单。地铁空调系统的3部分具体构成情况如下。

1.1 车站大系统

该系统包含了组合式空调机组、风机以及阀门等, 在

系统运行过程中, 可以对公共区域环境温度以及湿度进行有效控制, 从而保证区域内湿度和温度的适宜性。

1.2 车站小系统

该系统包含了空调器、风机以及阀门等设备, 在该系统运行过程中, 可以对每个设备机房内部的气温进行有效控制, 保证气温的适宜性, 为设备的稳定可靠运行提供保障, 与此同时还可以根据实际需求对人员房间气温和风速进行调控。

1.3 车站空调水系统

该系统包含了冷水机组、水泵以及冷却塔等部分。在实际运行过程中, 可以为地铁内部的空调器进行冷冻水的稳定供应, 并且可以为其提供足够的冷量, 保证空调器能够在多种状况下保持良好的运行状态。

2 地铁空调系统的种类划分

2.1 根据空气处理设备集中性划分

(1) 集中式: 即将系统内所有空气处理设备、风机加以集中, 将空气处理设备、空调风系统处理的空气运输至各个空调房, 在检修维护时相对便捷, 但机房占地面积较大。(2) 半集中式: 即将部分空气处理设备安排在空调

机房,于各个空调末端同样设置空调设备,用于处理送入房间的空气,能够满足空调房间个性化定制的需求。(3)分散式:或称局部式,即整合集中式和半集中式的所有组成部分,构成新的空调机组,可以按照具体需要,将设备放置在具有空调处理需求的房间内。

2.2 根据室内负荷处理使用的冷却介质划分

(1)全空气式:是指运用空气处理机组处理过的空气,消除室内全部负荷,通常具有风道面积、土建面积较大的特点,按照风量输送模式,或可继续向下划分为定风量型、变风量型。(2)全水式:该类型的空调负荷介质是水,与空气相比,水的比热容更高,处理负荷能力更强,可以节约土建面积,但水的余热、余湿处理能力较为有限,可靠性不强,使得该类型空调通常不单独存在。(3)冷剂式:即运用制冷剂直接去除空调房间内的余热、余湿,通常要将蒸发器安装在空调房间内,在分散式空调系统中的应用频率较高。(4)空气-水式:即由空气、水共同承担处理空调房间热湿负荷的系统,弥补了全空气式和全水式的缺陷,除了占用较少的建筑空间以外,还可以满足空调房间内空气质量优化的需求。常用的“风机盘管加新风系统”,即为空气-水式。

3 地铁通风空调系统的负荷分析

因为地铁属于地下建筑,无法和外界进行接触,同时其埋深通常较大,外界的温度因素并不会对地铁车站内部的温度产生较大影响。因此,地铁车站内部的人员数量、广告牌、店铺以及检票机等设备都是对室内环境产生影响的关键性因素,设备区当中的各种类型设备和人员数量会对小系统热情况产生较大影响。在平时所开展的设计工作中,通常会把区域的当中的设备发热量看做为定值,设备区中的每个设备用房发热量也通常是由相关专业来提供,也可以将其看作是定值。与此同时,地铁车站的站台层对于屏蔽门系统的使用,能够有效避免隧道中产生热量对车站产生的影响,针对电动扶梯以及垂直电梯方面,其发热量可以采用全天恒定形式进行计算,在此过程中车站内部热量方面出现的变化通常是因为旅客流量的影响。若不对车站内部围护结构的热惯性专门进行考虑,那么车站内部的逐时发热量通常能够视为和逐时空调冷负荷同等。

4 地铁空调系统节能措施

4.1 定风量运行过程中系统能耗情况

围绕典型的地铁车站开展相应的分析,对其采用定风量运行过程中的环控系统能耗情况进行相应的计算。如果处于空调季小新风状态运行,那么此时的空调器、小型风机等设备都会处于运行状态;如果使用空调机全新风状态在运行过程中,那么此时的空调器、回排风机等也会保持运行状态;室外气温高采用小新风,气温低采用全新风。与此同时还会基于每个地铁站中的出入口来实现自然进风。在经过相应的计算之后,为使室内温度以及湿度能够

充分满足实际的应用标准,需要结合风机的温升状态情况进行综合性考虑,最终实现能耗降低。

4.2 变风量调节分析

在地铁站内部,早高峰与晚高峰时间段的风量与其他时间段相比要相对较为突出,针对此种情况的原因进行分析,能够发现地铁站内部的人员突然增加时,风量也会相应增大,所以形成了两个最大值,而在其他时间段地铁站的进出人员数量要相对较少,所以风量会保持较低的状态。风机定风量方案在实际应用过程中,为充分满足地铁站内部环境舒适度方面的要求,实际工作中一般会在早高峰和晚高峰时间段峰值风量方面进行满足,这样便会使非高峰时间段存在多余风量。

4.3 强化对特殊地段的通风设计

活塞风井是地铁车站中常用的通风措施,可以消散车站内的热量,还具备排烟、排风等效果,便于降低气流对屏蔽门产生的冲击。活塞风井通常被设计在车站隧道中上方,但在设计工作开展时,部分车站受到地理、地质等方面因素的影响,无法将活塞风井安装在隧道中上方位置。为了确保通风效果,便可在地铁车站两端建设活塞风井,考虑到施工现场的具体情况,选择最科学的设计方案,便于在维持通风效果的同时,满足于节能环保的要求。

5 风机变风量调节措施应用

调整运行风机数量。对实际人员数量和设备发热等状况进行综合性分析,对地铁车站每个时段的风量需求情况进行精准性计算,将最终的计算结果作为依据,对各时间段处于运行状态的风机数量实施合理化调整。例如,如果实际的空调负荷是设计负荷的一半,那么此时可以仅启用一半的风机。因为管路系统特性并不会出现较大的变化,在这样的情况下,如果风量稍微大于原本风量的一半,那么其能耗也会稍微大于原本能耗的一半。然而实践工作中对于该调节方式的应用,其属于有级调节,在空调负荷大于设计负荷一半的情况下,所有风机都需要处于运行状态。

变频运行模式。在实际开展设计工作过程中,设计人员通常是将远期地铁高峰时间段的数据作为依据,对大系统风机开展相应的选型设计工作,采用此种设计方式,很有可能会导致风机选型数据相对较大,在地铁运行期间的应用,客流量要很大程度小于设计值,使得风机不能够在适宜的工作点运行。针对此种情况,在设计过程中还需要加强变频器等方式的应用对风机展开相应的调节,有效规避其风量和冷量和实际情况之间出现过于严重的偏差,并且还能够大大提高节能效果。与此同时,设计人员应明确风机风量、水泵力量、风机和水泵的消耗功率等因素对风机和水泵转速产生的影响。在此基础上在设计中对变频进行合理的调速控制,便可以有效缓解对电网的冲击,与此同时还可以很大程度节约设备以及阀门的消耗,延长使用寿命,这对于实现设备维护成本的节约来说是非常有

利的。所以风机能耗在地铁空调系统的能耗中占比相对较高，为实现地铁车站空调系统节能目标，应该在实现风机的节能运行方面给予足够重视。

对此，为实现地铁车站节能运行目标，通风空调的运行方面应该加强变频变风量系统的使用；如果实际中室外的气温相对较高，便可以落实大温差小风量控制方式；若实际中的排风道阻力比较小，在实际中使用通风开展室内环境调节过程中，便应该加强排风机和风道通风方式的使用。对于地铁车站的出入口来说，其截面积通常比较大，这样便可以尝试通过出入口来实现通风换气，从而实现风机能耗的节约，提高室外温度的利用效率。

与空调送风焓值相比，如果室外空气焓值相对较小，那么就应该加强温度参数的控制。在此过程中，地铁车站内部的温度和室外相比要相对较高，所以在一般情况下，如果当前室内温度可以满足实际需求，而相对湿度情况也可以满足地铁车站内部的湿度要求，但湿度比较大，那么应在此时适当调整温度标准，以此来保证室内温度和湿度情况相符。如果实际中室外的空气含湿量和地铁站内部相比要相对较小，在这样的情况下应加强风机等设备的使用来适当增加通风量，反之，应适当减少通风量。

6 冷水系统的调控措施

系统能源消耗情况的分析。地铁车站的空调水系统包括冷水机组、冷冻泵等，这些设备对能源的消耗量较大，供水回温差一般能够代表冷水机组的能源消耗水平。而冷冻泵以及冷却泵的设备在运行过程中，其能耗会受到实际功率的直接性影响。图1为冷水系统的结构组成示意图。



图1 冷水系统的结构组成示意图

冷水系统节能措施。对于实际运行的冷水机组数量来说，其主要会受到供水温度与回水温度的影响，自身能够进行能级调节，空调负荷通常会根据供水温度和回水温度情况进行控制。所以，在实际工作中可以对冷冻机组供回水温度进行相应的优化和调整，这样才能够使其充分满足实际运行要求，并且还可以提高节能效果。如果实际中对冷负荷的需求相对较小，并且空调二通阀已开到最低，不能够进行调节，那么此时较多的压力会消耗于调节阀，若在这样的情况下对冷水机组出水温度进行相应调节，也就是对出水温度进行升高，那么对于优化机组性能来说是非

常有利的，并且还可以提高对能耗的控制效果。反之，如果实际的冷负荷相对较大，那么通过对出水温度进行调整，使其一定程度降低，同样可以达到以上效果。

选用智能控制系统。根据冷水系统的特征，应用智能控制系统之时，应该优先注意数据采集模块，负责收集和整理影响冷水系统的各项参数，再上报至智能控制模块。智能控制模块在接收到数据信息后，将对历史运行数据加以比较，对未来特定时间段内的地铁空调系统参数加以优化处理，同时调整水泵的运行状态，提高节能效果。该系统可以维持优良的服务品质，根据实际需求提供冷量，减少不必要的能源消耗。还有利于在差异性的符合条件下，让空调系统始终维持高效率、低能耗的工作状态，进而保持冷水系统的平稳、高效运行，实现最优化运行成效的目标。

实际工作中采用变水量变频调速方式，冷却供水温度和回水温度能够实现对冷却泵或者冷却塔运行数量的控制，也可以对设备的转速进行调控。所以对于水泵与风机来说，其都能够通过对变频方式的应用来实现节能降耗目标。冷冻泵将供水温度或者回水温度来调整运行台数，或者是对其运行过程中的转速进行调控，地铁一般会加强一次泵系统的使用。通过使用一次泵变流量压差变频调速方法，能够为节能效果的实现提供有力支持。所以，针对冷冻泵，同样可以通过对变频技术的使用来提高其节能水平。另外，对压差实施合理化控制，能够有效保证冷水阀压力状态的安全性，并且因为冷水阀相对较少，能够基于阀位反馈的支持，对压差设定值进行调整以及优化，将冷水阀的开度调控在70%~90%范围内，这样便能够很大程度降低冷冻水循环的阻力，进而实现系统损耗的大幅度降低。

7 结束语

综上所述，为迎合国家贯彻的可持续发展理念，针对地铁空调系统开展节能优化设计具有必要性，采用合理可行的节能方式提高其节能效果。实践工作中，应结合地铁车站空调系统的具体情况开展针对性的设计与调控，结合多方面因素进行综合性考虑，制定合理可行的节能方案，并将方案充分落实到实际工作中，提高地铁车站的运行水平。

[参考文献]

- [1] 丁逆. 地铁空调系统节能设计探讨[J]. 中国设备工程, 2022(3): 51-52.
 - [2] 吴楠楠, 臧建彬, 赵亮. 地铁列车热泵空调系统节能性分析[J]. 制冷, 2021, 40(4): 78-82.
 - [3] 吴佳. 地铁暖通空调系统的用能现状和节能设计措施探讨[J]. 四川建材, 2021, 47(5): 185-186.
- 作者简介: 任哲贤(1994.12—), 男, 华东交通大学, 建筑电气与智能化, 厦门地铁恒顺物泰邮箱公司, 项目副经理, 助理工程师。