

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2012.05.025

北京地铁复八线 通风空调系统综合节能改造

顾庆宜

(北京市地铁运营有限公司 北京 100044)

摘 要 通过对北京地铁复八线通风空调系统现有运行状况的分析,结合火灾报警系统与空调相关设备联控的情况,提出对地铁通风空调系统整体节能控制的解决方案。控制方案以不改变原有操作模式为原则,从安全性和先进性等方面综合考虑,将通风空调风系统和水系统运行能耗降至最低。

关键词 地铁;通风空调;节能;变频技术;北京地铁复八线

中图分类号 U231.5 **文献标识码** A

文章编号 1672-6073(2012)05-0115-03

1 地铁通风空调系统能耗

地铁以其高效、快捷、舒适、安全、载客量大的特点和优势,已成为发达城市居民出行的主要交通工具,是现代化大都市的标志之一。目前,我国地铁建设正进入一个高潮期,这是国民经济发展的要求。同时,地铁也是耗电大户,2011年北京地铁耗电约7.6亿度,其中车站通风空调系统能耗约占30%以上。因此,通风空调节能显得尤为重要。

地铁在设计时,通风空调系统按照过去几年夏季温度的平均水平以及以往的客运量,并考虑到未来客运量增长等变化因素,且留有一定的设计余量,因此车站空调系统绝大部分时间并未处于满负荷状态下的运行,存在较大的富裕。另外,大部分车站空调水系统采用定流量的运行方式,未考虑根据末端负荷的变化进行调整和控制,造成了一定的能量浪费。

在地铁车站的通风空调系统中,主要受控参数(温度、流量、压差等)受季节及天气变化、使用时间、环境

变化、客流量等多种因素的影响,其过程存在严重的非线性、大滞后及强耦合关系,因此通风空调系统是一个具有随机性、时变性、非线性、多变量的复杂系统。对于这样的系统,普通的控制方法难以获得较好的节能控制效果。

下面以北京地铁复八线通风空调系统为例,提出一种节能控制方案:以计算机控制技术、变频技术为控制手段,在保障防灾系统、设备安全和空调舒适度要求的前提下,使通风空调系统随时处于高效运行的状态,最大限度地减少通风空调系统的能源浪费,从而达到节约能源的目的。

2 复八线通风空调系统现状

北京地铁复八线的车站通风空调系统由风、水2个系统组成,如图1~图2所示。

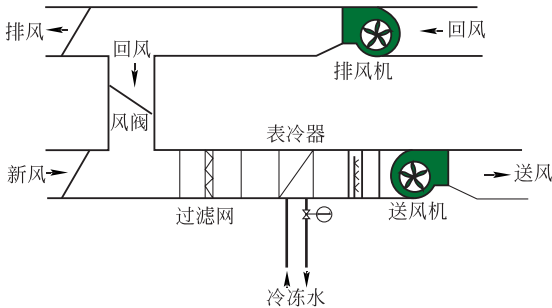


图1 复八线通风空调风系统

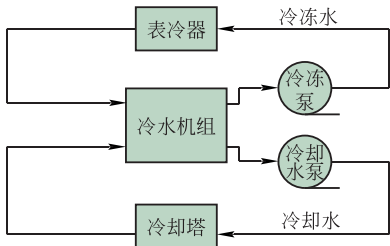


图2 复八线通风空调水系统

风系统主要能耗设备由4台90kW主风机组成,2台负责送风,2台负责排风。由于复八线主风机均未配

收稿日期:2012-06-07 修回日期:2012-07-23

作者简介:顾庆宜,男,教授级高级工程师,副总工程师,设备部部长,
dtjsjd@163.com

置变频器,所以在由星三角方式启动后,只能运行于工频转速下,能耗较高。风系统全年均在运行,使用时间较长,能耗约占通风空调系统的65%。

水系统主要能耗设备包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔等,冷冻水泵、冷却水泵同样未配置变频器,只能运行于工频转速下。水系统只在每年空调季运行,能耗约占通风空调系统的35%。

3 通风空调系统节能原理

3.1 风系统节能原理

采用变频器对风机进行控制,与一般常用的调节风阀控制风量的方法比较,具有明显的节能效果(见图3)。

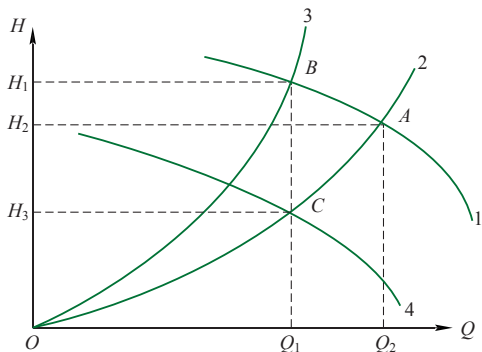


图3 风机变频节能原理

在图3中,曲线1为风机在恒定转速 n_1 下的风压-风量($H-Q$)特性,曲线2为管网风阻特性(风阀全开),曲线4为变频运行特性(风阀全开)。

假设风机工作在A点效率最高,此时风压为 H_2 ,风量为 Q_2 ,轴功率 N_1 与 $Q_2 \cdot H_2$ 的乘积成正比,在图3中可用面积 AH_2OQ_2 表示。如风量需要从 Q_2 减至 Q_1 ,这时用调节风阀的方法相当于增加管网阻力,使管网阻力特性变到曲线3,系统由原来的工况点A变到新的工况点B运行。从图3中可以看出,风压反而增加,轴功率与面积 BH_1OQ_1 成正比。显然,轴功率下降不大。如果采用变频器调速控制方式,风机转速由 n_1 降到 n_2 ,根据风机参数的比例定律,画出在转速 n_2 风量($Q-H$)特性,如曲线4所示。可见,在满足同样风量 Q_1 的情况下,风压 H_3 大幅度降低,功率 N_3 显著减少,用面积 CH_3OQ_1 表示;节省的功率 $\Delta N = (H_1 - H_3) \times Q_1$,用面积 BH_1H_3C 表示。

3.2 水系统节能原理

由流体力学可知, P (功率) = Q (流量) \times H (压力),流量 Q 与转速 N 的一次方成正比,压力 H 与转速 N 的平方成正比,功率 P 与转速 N 的立方成正比。如果

水泵的效率一定,当要求调节流量下降时,转速 N 可成比例地下降,而此时轴输出功率 P 成立方关系地下降,即水泵电机的耗电功率与转速近似成立方比的关系。

4 系统节能改造方案

4.1 基本原则

改造方案以不降低原系统的服务水平为基本原则,以不改变原系统的基本运行方式为前提,在既有系统的基础上增加节能运行模式,并在运行过程中根据运营的需要进行节能运行模式与工频运行模式(原运行模式)的切换。

在循环泵(冷冻水泵、冷却水泵)的变频运行过程中,最低变频下限应满足冷水机组设备要求,同时应尽量使冷水机组运行在高效区,以实现循环水系统整体节能的目的。

对于风系统设备,应考虑在火灾报警状态下应急联动控制模式与节能控制模式的不同应用。一旦火灾报警系统信号触发,通风设备必须转换至火灾报警系统(FAS)应急联动控制模式。

4.2 节能控制

节能控制系统如图4所示,完成该改造方案需涉及风系统、水系统、火灾报警系统(FAS)、环境控制系统(BAS)、配电系统等多个专业。

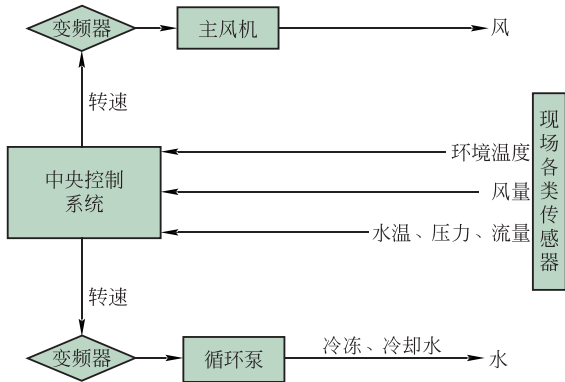


图4 节能控制系统

4.2.1 风系统改造

为车站4台90kW主风机加装变频器旁路,并在风机回风道上安装压力传感器和温度传感器。

根据末端通风需要,设定通风风压值及温度值,同时还可设置上、下限保护值,包括保护触发值和保护解除值。在风道安装的传感器用于检测风压及温度信号,并将此信号送到智能控制器的模拟信号输入端口。智能控制器将该信号与设定的风压及温度值进行比较,然后根据偏差值和内部集成的智能优化算法,计算

出在当前风压下风机应调整的运行频率,以调节通风风量,保障通风系统的通风质量。

4.2.2 水系统改造

为冷冻水泵及冷却水泵加装旁路变频器,并在相应的管道上加装温度传感器及流量传感器,实时调整水泵的运行状态,使温度及流量适应系统的要求,达到节能的目的。另外,在冷冻站设置中央控制系统,在站台安装环境温度传感器,通过收集通风空调系统循环水路的温度、流量以及车站温度、风道风量等参数,经智能控制器运用模糊控制理论进行计算,给变频器发出执行命令,实时调整循环泵的流量及风机的风量。

4.2.3 FAS 系统改造方案

复八线日常风机运行由 BAS 系统控制,FAS 系统仅对设备运行状态进行监视。当有火灾报警发生时,FAS 系统会自动切掉 BAS 的控制电源(即 BAS 的控制权),转由 FAS 控制。

节能控制系统可利用 FAS 控制方式的特点,取电在 BAS 中,当 FAS 激活断开 BAS 的 UPS 电源后,节能控制系统同时掉电,以保证火灾情况下 FAS 的控制权。

5 系统节能改造效果

以北京地铁复八线国贸站为例,该站作为通风空调系统的节能试点站,已于 2012 年 6 月初完成改造施工,为测试节电效果,在主要配电回路均安装了电能计量表。测试选取连续 4 天的时间,2 天为改造后的节能工况运行,另 2 天为切换回改造前的工频工况运行,计量时段为每天的 9:00—21:00,主要测试数据见表 1。

表 1 国贸站通风空调系统节能测试数据

设备	工频工况能耗/kW·h	节能工况能耗/kW·h	节电率/%
主风机	7 055	3 990	43
循环泵	2 138	1 073	50
冷水机组	3 345	3 134	6

6 结语

笔者以北京地铁复八线通风空调系统为例,提出一套节能控制方案,使通风空调系统随时处于高效运行状态,以达到节能目的。本方案现已应用于复八线国贸站通风空调节能改造试点项目中,系统综合节能率达到 35%。

参考文献

[1] 杨捷. 地铁空调系统全面控制与节能方案[J]. 自动化博览,2007,24(3):60-62.

[2] 余光华. 地铁通风空调系统节能研究[J]. 制冷与空调,2008(2):14-17.

[3] 孙一坚. 空调水系统变流量节能控制[J]. 暖通空调,2001,31(6):5-7.

[4] 姚国梁. 空调变频水泵节能问题探讨[J]. 暖通空调,2008,34(6):32-34.

[5] 龙惟定,白玮,范蕊. 暖通空调对策:节能减排——低碳经济与建筑节能发展[J]. 建设科技,2008(24):14-20.

[6] 梁永辉. 基于变频控制的中央空调节能系统研究[J]. 科技与企业,2012(9):160.

[7] 姚合美. 暖通空调节能问题与其技术新思考浅析[J]. 中国科技博览,2012(10):317.

(编辑:郭洁)

Renovation for Energy - Saving Air Conditioning System in Beijing Subway

Gu Qingyi

(Beijing Mass Transit Railway Operation Corporation, Beijing, 100044)

Abstract: Considering the operation conditions of fire alarm system and related equipment, this article analyses the current state of air conditioning system on Fuxingmen - Bawangfen line of Beijing subway and suggests a solution to saving energy of air conditioning system. In principle, the solution will not change the original mode of operation, only considering safety and advanced level. With the solution, energy consumption of the air conditioning system and water system will be reduced to a minimum.

Key words: subway; ventilation and air condition; energy saving; technology of frequency conversion; Beijing subway Fuxingmen - Bawangfen line

中国南车株机双能源地铁工程车首度“驶”入香港

中国南车株洲电力机车有限公司中标的港铁 971 项目中 4 台双能源地铁工程车,是内地同类产品首次进入香港市场。这批双能源地铁工程车将驰骋在南港岛线(东段),承担起该地铁路段的线路检测、维护等专业工程车辆的牵引重任。

蓄电池和接触网供电作为牵引动力,能在无电区(由蓄电池供电)和有电区(由接触网供电)跨越行驶作业的工程机车,加之其无尾气排放,非常适宜在密闭的地铁(铁路)隧道以及人口稠密的环境下运用。其最高时速 65 km,最低恒定时速约 2 km,将运用多项降噪措施,使其规定噪音值不高于 70 dB,所采用的再生制动技术能将大部分的制动能量转化成电能再次利用。

摘编自 www.chinametro.net 2012-08-10