

## 浅谈地铁空调系统的风水联动

高文鑫

郑州地铁集团有限公司, 河南 郑州 450000

**[摘要]**随着地铁行业的发展,运营线路、车站不断增多,机电设备也随之增加。机电系统中通风空调专业作为城市轨道交通地下车站的“呼吸系统”,是保证地铁运营的先决条件。通风空调系统关注的重点是洁净和节能,洁净度可以通过除尘、空气净化等设备达到要求,风水联动控制达到节能效果是我们文中讨论的重点。在轨道交通行业中,通风空调系统约占地铁能耗的30%,仅次于牵引供电系统。地铁通风空调系统的设备一般按照远期高峰运行情况进行配置,因此设备选型有较大的富余量。在满足设备正常运转、乘客舒适度的前提下,如何实现节能降耗是我们探讨的主题。为了使通风空调系统实现有效的节能,需要不断地探索、实践和归纳。通过对地铁通风空调系统节能关键点进行分析,结合对不同工况运转条件实践后的总结,在地铁通风空调系统中归纳形成完整的逻辑控制应用,实现焓值控制和群控控制的有效结合。

**[关键词]**地铁通风;节能除尘;焓值控制;群控控制

DOI: 10.33142/sca.v3i9.3266

中图分类号: TU8

文献标识码: A

## Discussion on Fengshui Linkage of Subway Air Conditioning System

GAO Wenxin

Zhengzhou Metro Group Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

**Abstract:** With the development of the subway industry, the number of operating lines and stations is increasing, and the number of electromechanical equipment is also increasing. As the "breathing system" of the underground station of urban rail transit, the ventilation and air conditioning specialty in the electromechanical system is the prerequisite to ensure the subway operation. The focus of ventilation and air conditioning system is clean and energy-saving. The cleanliness can be achieved by dust removal, air purification and other equipment. The energy-saving effect of wind water linkage control is the focus of our discussion. In the rail transit industry, ventilation and air conditioning system accounts for about 30% of subway energy consumption, second only to traction power supply system. The equipment of subway ventilation and air conditioning system is generally configured according to the long-term peak operation, so there is a large amount of redundancy in equipment selection. Under the premise of meeting the normal operation of equipment and passenger comfort, how to achieve energy saving and consumption reduction is the theme of our discussion. In order to realize the effective energy saving of ventilation and air conditioning system, we need to constantly explore, practice and summarize. Based on the analysis of the key points of energy saving in subway ventilation and air conditioning system, combined with the summary of the practice of different operating conditions, a complete logic control application is formed in subway ventilation and air conditioning system, so as to realize the effective combination of enthalpy control and group control.

**Keywords:** subway ventilation; energy saving and dust removal; enthalpy control; group control

### 1 地铁通风空调系统的应用

现阶段地铁通风空调系统通过不断的探索,研发出很多辅助节能设备。

#### 1.1 新技术的应用

地铁空调水系统设备主要有:冷水机组、冷冻水系统、冷却水系统、补水系统、水处理系统、冷却塔等。随着地铁冷水机组群控系统的应用,一定程度满足了空调水系统的节能降耗。该系统是利用自动控制技术对制冷站内部的相关设备进行自动化监控及管理,监控设备包括冷水机组、冷冻水系统、冷却水系统、冷却塔。通过对不同工况的需求进行设计,适时调节设备相互协作,从而减少能源的浪费,延长设备的使用寿命。

#### 1.2 焓值控制的应用

焓值控制主要对地铁空调系统中的通风设备进行控制,利用检测车站内外焓值的差值、二氧化碳含量,通过调节风机的运行频率,达到节能降耗的目的。影响焓值控制的两个主要因素是温度、湿度,因此焓值控制在地铁的应用中存在差异性,根据地区、天气的变化需要进行调整。

把群控系统与焓值控制有机结合起来,才能在实际工况下满足节能降耗的目的。因为两个都是可变量,同时调节难度大,只有把他们的交汇点设置成定量,才能满足两个系统的联合运行。突破口在两者的交汇处“空气处理器的表冷器”,根据设计需求设备房、公共区的温湿度、空调处理器的额定负荷,判定出表冷器的需求温度。结合地铁车站现有的BAS监控系统,把表冷器的温度控制在浮动区间。水系统和焓值控制辅助调节,从而达到设备的相互协调联动,低能耗运转满足设计的温湿度需求。

### 1.3 表冷器温度的设定

北方地铁车站夏季公共区要求站厅 28℃、湿度 40~70%;站台 29℃、湿度 40~70%,地铁地下车站需要摄入充足的新风量,保证二氧化碳浓度在合理范围。设备房夏季的温度设置在温度 27℃、湿度 40~60%,只有在这种情况下,才能满足电气设备的正常运转。因此大小系统的风水联动控制应有所区别。

假设表冷器在冷交换充分条件下,这时表冷器的能量损失忽略不计(假设此时表冷器的相对湿度为 100%),计算出空调机组表冷器需要的温度(偏差 -1.5℃)。再通过BAS检测对动态平衡阀进行调节,使空调机组表冷器处温度在恒定区间。

根据图纸设计的公共区和设备房温湿度数值,可以计算出空气中含水量多少克(按照设计的最大相对湿度),对照标准气压下单位空气含湿量表,可以核出表冷器空气冷交换需要达到的温度值。此温度值理论上可以满足设备房温度及湿度需求。温度可以根据改变风机频率控制换气量进行调整,二氧化碳含量根据调节新风、回风连续性风阀开度控制新风量摄入的变化。

### 1.4 大系统

由于站台受活塞风干扰较大,按照站厅温湿度计算,站厅设计温湿度高值 28℃、湿度 70%。

设计温度空气的含湿量:  $24 \times 70\% = 14.4$  (g/kg) 对照标准气压下单位空气含湿量表,

此含湿量为 100% 的温度值 19.5℃ 即为大系统表冷器的设定温度值。

### 1.5 小系统

设计设备房温度高值 27℃、湿度 60%。

空气的含湿量  $22.6 \times 60\% = 13.56$  (g/kg)。对照标准气压下单位空气含湿量表,此含湿量为 100% 的温度值 18.5℃ 即为小系统表冷器的设定温度值。

根据误差调整 -1.5℃,大系统表冷器温度区间应控制在 18~19.5℃,小系统表冷器温度应控制在 17~18.5℃。调整完之后影响设备焓值的两个因素空气中含湿量得到控制。另外一个因素温度可以通过调整风机的频率实现设计要求。

## 2 BAS 检测与控制

风水联动考虑的两个因素,群控相对集中,BAS重点检测运行状态。焓值控制需要通过BAS检测的温湿度值,调整通风空调设备的运转状态。

### 2.1 大系统

通过BAS检测的大系统回风汇合点的焓值,与室外焓值对比,控制大系统风机的运转频率。通过二氧化碳含量检测控制新风机运转频率或者调节新风连续性风阀开度。

### 2.2 小系统

通过BAS检测的小系统回风汇合点的焓值,与室外焓值对比,控制小系统风机的运转频率。小系统无二氧化碳含量监测设备,满足设备房新风换气量,需要现场测试新风、回排风连续性调节风阀的开度状态。

### 2.3 BAS 检测与控制的逻辑关系

- (1) 动态平衡阀控制表冷器温度的线性关系;
- (2) 二氧化碳含量控制新风机运转频率或者调节新风连续性风阀开度的线性关系。
- (3) BAS 设定的焓值控制与现场应用的线性关系。

## 3 实际应用中发现的问题

(1) 焓值控制逻辑是反应室外焓值和回风汇合点焓值的比较,判定运转风机的频率。室外焓值未设置控制上限,在极端条件下:夏季高温暴雨,判定空调处理机组 50Hz 运行,室外焓值超过空调处理机组额定工况的焓值,通过表冷器的新风不能有效的进行冷交换,空气中的水分含量冷凝不充分。造成表冷器冷交换不充分空气进入站内,对地铁车

站空气焓值产生较大影响，车站内空气湿度逐渐增大。

解决办法：检测的室外焓值大于站内空调机组额定工况下焓值时，系统转换为最低频率运行，满足新风摄入量的情况下，加大回风利用，保证空调机组表冷器的空气充分冷交换，减少对站内焓值的影响。

(2) 地铁车站大、小系统风口分布较多。大系统站厅、站台不同位置，单个小系统管辖的设备房间风口数量不同。为了满足通风空调系统通风量的有效利用，需要对送风、排风进行风量调节，使大系统站厅、站台不同位置，小系统不同设备房达到风量平衡。有利于减少站内公共区和设备房空气焓值采集点的误差，减少空调机组运转过程中对不同位置和房间换气量的影响。

(3) 大系统焓值控制决定因素二氧化碳和焓值差两个变量的平衡。二氧化碳含量主要随着新风机的送风量和回排风的回风量决定，由于设计的方式不用，现场设备也存在差异。

第一，现场设置有新风机的系统增大送风机的频率可以降低二氧化碳含量；也可以增大送风频率的同时，通过调节连续性回风阀减少回风量，降低二氧化碳的含量。第二种效果显著，但是此时两个变量控制一组设备易产生干扰。如果焓值控制风机的频率；二氧化碳含量调节连续性风阀开度，调整新风摄入量、回排风的回收量就能把两个变量分开控制。第二，现场没有设置新风机的系统，可以通过调节连续性风阀开度，增加新风摄入量，减少回风量，降低二氧化碳含量。

(4) 地铁通风空调小系统管辖的主要设备房部分设置在站台层，特别是变电设备房。在夏季汛期，隧道内部受活塞风影响温度高、湿度大，站台房间焓值浮动较大。通过调整送风风机频率微大于回风频率，使房间保持微正压状态，防止隧道内空气焓值对设备房的影响。

(5) 换乘站或者冷冻水管跨度较大的车站，建议取消冷冻水泵变频控制。因为冷冻水泵频率减小，会造成冷冻水在冷水机组所在设备房端形成小循环，与另外一段的空气处理机组表冷器的温度存在较大差距。造成公共区、设备房车站远端温度高于设计值。如果工频控制冷冻水泵，BAS控制动态平衡阀的开度，群控系统通过动态流量平衡阀调节多余冷冻水回流，就能减少机组的运转负荷。

#### 4 结论

风水联动控制焓值和群控系统是地铁应用中的一个方面，是结合现场设备达到节能应用的实践。随着“十四五”规划，轨道交通蓬勃发展。地铁设施的节能得到广泛关注，风水联动智能控制在轨道交通应用中也日渐成熟。

#### [参考文献]

- [1] 郑亦. 地铁站通风空调系统风水联动智能控制系统的应用[J]. 绿色节能, 2018, 30(1): 56-58.
- [2] 刘英杰. 智能运维对地铁通风空调系统重要性分析与研究[J]. 现代轨道交通, 2021, 46(3): 47-48.
- [3] 赵荣义, 范存养, 薛殿华, 等. 空气调节[M], 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

作者简介：高文鑫（1988.5-），本科，助理工程师，从事轨道交通机电专业检修工作。