

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2012.05.026

冷水机组群控系统 在北京地铁的应用

翁雪飞

(北京市轨道交通建设管理有限公司 100037)

摘 要 讨论空调系统中能耗最大的冷水机组系统,指出该系统的高效节能是空调系统节能的关键。论述北京地铁某线冷水机组群控系统的方案和控制策略,说明采用群控是实现冷水机组节能的一个行之有效的技术手段。实践表明,群控系统可根据需要自动调节监控和管理空调系统,使空调系统处于最佳的工作状态和保持最少的能源消耗。

关键词 空调系统;冷水机组;群控;节能;北京地铁

中图分类号 U231.5 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2012)05-0118-04

1 冷水机组系统概述

随着中央空调系统在地铁中的广泛应用,系统节能已经成为地铁建设单位、运营单位、设计单位、设备供应商所关注的焦点。在地铁的实际运营中,地铁通风空调系统的耗电仅次于列车牵引用电。冷水机组的能耗往往是空调系统能耗的重要组成部分,在实际工程中,冷水机组系统的电耗占到空调系统总电耗的一半以上,其运行效率对空调系统的整体效率有显著影响。因此,冷水机组系统的高效节能成为空调系统节能的关键。

为了节省地下空间和适应负荷的变化,目前的北京地铁地下车站冷冻机房内一般设置3台水冷螺杆式机组。在高峰负荷时,启动3台冷水机组,可满足大小系统冷量需求;当设备管理用房单独使用时,开启1台冷水机组即可满足需求。车站空调水系统一般采用定水量系统,即冷水机组和水泵的流量不变,在末端设备(组合式空调箱等)设置电动二通阀,在机房的集水

器、分水器之间设置电动压差旁通调节阀,通过改变水流量来适应空调区域负荷的要求,从而达到节能的目的。空调系统的冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵及冷却塔采用一对一的设置,系统选用低噪声变频控制横流式冷却塔。

2 冷水机组群控系统

冷水机组的群控是指利用自动控制技术对制冷站内部的相关设备(冷水机组、水泵、冷却塔、阀门等)进行自动化监控,使制冷站内的设备达到最高效的运行状态。群控系统会采集和控制各类输入输出信号,实现多台冷水机组的远程管理控制,同时也把冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔等的连锁控制纳入管理。冷水机组群控系统监控计算机监测和控制这些设备的各种重要参数,并作为管理者的操作界面。在该界面上,通过对设备运行状态的了解,设定或修改各类运行参数,如设定冷机运行时间表、修改冷机的出水温度控制值等。

群控系统可根据需要自动调节,监控和管理空调系统,使系统处于最佳的工作状态和保持最少的能源消耗。每座地铁车站的冷水机组系统独立设置一套群控系统,实现监控功能和连锁保护功能。图1为北京地铁某线的群控系统控制界面。

3 群控系统功能及作用

群控系统主要监控的设备有:冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、水处理设备、定压补水装置等。群控系统现场元件的组成有:冷冻水进水温度传感器、冷却水进水温度传感器、冷冻水出水温度传感器、冷却水出水温度传感器、水流开关、电动蝶阀及执行器、冷冻水压差旁通阀及执行器、电动三通阀等。

收稿日期:2012-06-12 修回日期:2012-07-16

作者简介:翁雪飞,女,大学本科,工学学士,高级工程师,从事城市轨道交通暖通空调的建设管理工作,seesaw@163.com

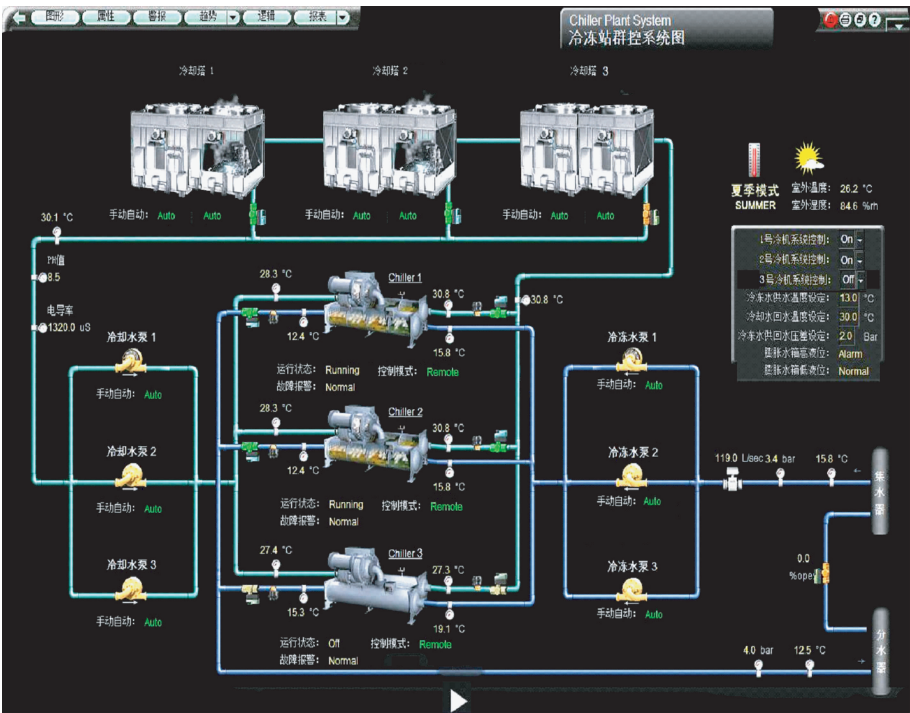


图 1 群控系统控制界面

3.1 群控系统功能

3.1.1 监视保护功能

群控系统的主要功能是:监视冷水机组、冷却塔风机、冷冻泵、冷却泵、电动压差旁通阀、冷冻水电动蝶阀、冷却水电动蝶阀、定压补水装置、水处理设备和加药装置等的运行状态,监测冷冻水供/回水温度、冷冻水流量、冷却水供/回水温度、冷却水流量、冷冻水流开关状态、冷却水流开关状态,并分别累计冷水机组、冷却泵、冷冻泵、冷却塔的运行时间。群控系统能够根据具体工况,进行设备的启停控制、冷水机组台数控制、冷却水温控制、补水箱的自动补水控制、电动阀门的控制,自动监测冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、定压补水装置、水处理设备的故障过载报警。

3.1.2 联锁保护功能

- 1) 开机顺序:冷却塔风机→冷却水阀→冷却泵→冷冻水阀→冷冻泵→制冷机组。关机顺序:制冷机组→延时 3 min 关冷冻泵→冷冻水阀→冷却泵→冷却水阀→冷却塔风机。相关设备的开/关需经确认后,才能开/关下一设备,如遇故障则自动停泵。
- 2) 保护控制:冷冻泵、冷却泵启动后,水流开关检测水流状态,如遇故障则群控系统自动停泵。相关设备的开/关状态需经群控系统确认后才能开/关下一设备,如遇故障则自动停止,系统运行返回初始状态,并

上传故障信号至环境与设备监控系统 (building automation system ,BAS)。

3.2 群控系统作用

3.2.1 提高运行效率

1) 根据系统负荷的大小,准确控制制冷机组的运行数量和每台制冷机组的运行工况,从而达到节能并降低运行费用的目的。群控系统具有机组运行时间安排、负荷分段卸载等功能,为地铁运营提供最高效的能耗管理策略。

2) 操作者可以在短时间内对系统故障报警做出反应,保持空调系统的舒适性,提高能源效率。

3) 群控系统能够提供设备

运行时间和能耗量等数据,为地铁实际运营做能耗分析,为决策提供有效的依据。

3.2.2 降低劳动强度

1) 集中监控大大减轻了人工手动操作的劳动强度,缩短了排除故障的过程,避免了由于人工手动操作疏忽而造成的设备损坏。

2) 通过机组轮换、故障保护、负荷调节等控制程序,确保冷水机组的安全,有利于延长机组的使用寿命,降低设备的维护成本。

3.2.3 强化诊断能力

1) 为操作者提供了辨别设备非正常运行状态和对其他设备产生影响的功能。

2) 所有的维护请求需要进行现场或远程操作的确认,不会自动清除。

3.2.4 完成协同工作

通过控制网络的数据互交换功能,使用专用的通信模块,可以实现与 BAS 系统的双向数据通信,将群控系统内部的参数上传到车站管理系统。

4 群控系统控制原理

4.1 冷水机组控制

冷水机组控制采用微电脑 PLC (programmable logic controller 可编程控制器) 控制系统,机组的所有元器件都装在一个控制箱内。

冷水机组具有启停控制、冷冻水出水温度控制、防反复启动控制、压缩机和节流装置的调节等控制功能,具有吸气压力过低保护、排气压力过高保护、油温过高保护、油压差过低保护、电流过大保护、冷冻水及冷却水水量过小保护、冷冻水温度过低保护、低电压保护、缺相保护、短路保护、压缩机故障停机保护、冷水机组启动延时保护、急停保护等功能,具有故障状态信息记录显示功能。冷水机组接受群控系统的指令。

4.2 群控系统控制

4.2.1 启停控制

冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵、电动蝶阀与冷水机组连锁,1台冷水机组对应1台冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵。群控系统接到BAS发出的动作指令后,由群控系统计时器决定开启运行时间相对较短的无故障冷水机组,冷水机组给对应的冷却水泵、冷冻水泵及电动蝶阀等发出动作指令,实现相应设备的启停。

冷水机组接到开机命令后,首先进行系统自检,检测系统中的冷却水电动蝶阀、冷冻水电动蝶阀是否打开,冷却水泵、冷冻水泵是否正常运转,水流开关检测是否有系统运行需要的最低水量,冷却水温度是否满足开机要求。当检测完毕达到开机条件时,冷水机组启动。群控系统发出的开启指令为非强制性指令,当任一设备或部件不能正常工作时,冷水机组均不能开启,以保护设备、不影响其使用寿命。在运行过程中,当任一设备或部件发生问题时,冷水机组均停止工作,重新开启能正常运行的设备。

在系统运行过程中,当外界负荷变化时,群控系统自动调整设备的运行台数,实现相应设备的启停控制。

4.2.2 加载和卸载

1) 加载过程:当系统启动时,不论群控系统中存在几台冷水机组,冷水机组均为顺序启动,即逐台开启。1#冷水机组从最低负荷开始加载,当到达某一负荷率、检测到的水温在设定的范围内时,则冷水机组处于此时的负荷水平工作;若该冷水机组已达到满载状态,但检测到的水温仍高于设定值时,2#冷水机组启动,为保证系统的高效性(螺杆冷水机组部分负荷效率远高于满负荷效率),1#冷水机组卸载,2#冷水机组加载,当两台冷水机组达到均衡值时,同时加载;若两台机组均满负荷,且水温仍高时,依次开启3#冷水机组。

2) 卸载过程:系统运行过程中,当检测到的温度低于设定温度时,冷水机组自动卸载,当单台机组负荷率低于45%时,由计时器记录的运行时间最长的冷水

机组先停止运行,未停止运行的冷水机组加载,以使水温在设定范围内。当外界负荷较小、水温较低,负荷低于单台冷水机组的最低运行负荷时,冷水机组停止运行;当水温升高,满足开机条件时,由群控系统自动识别,开启运行时间最短的冷水机组。

群控系统能根据外界负荷的变化,自动计算系统实际所需的目标负荷,自行调整冷水机组的运行状况和台数,实现最大程度的节能。

4.2.3 冷却水温控制

冷却塔选用变频控制横流冷却塔,通过检测冷却塔回水管上的冷却水温度,自动调整风机变频器的运行频率。冷却塔风机是否运行由冷却塔总出水温度决定,通过冷却塔风机的启停来维持冷却水出水温度的设计值(假设为32℃);系统实时监测冷却水回水温度,计算实际值与设计值的差 Δt (实际值-设计值);控制系统将保证在冷却塔工作时维持风机持续运行;在夏季负荷高峰时期,如果冷水机组的冷却水出水温度持续高于设计值且冷却塔风机已开启,冷冻水的总出水温度将被重新设定,以维持能使机组正常运行的冷却水和冷冻水温差。

4.2.4 定压补水装置控制

定压补水装置为自带控制系统的成套设备,它根据水系统管路的压力自动启停补水泵,以保持系统压力恒定,群控系统只给出自动运行的允许信号,并监视其运行和故障状态。

4.2.5 补水箱补水控制

在补水箱中设置液位计,在补水泵运行过程中,液位计检测补水箱中的水位,根据水位自动控制进水电磁阀的开启和闭合,使补水箱中的水位维持在允许范围内。

4.2.6 压差旁通阀门控制

维持系统的供回水压差稳定对整个空调系统的性能有着重要意义,当供水压力稳定时,末端调节供冷量的稳定性也大大提高。在冷冻水系统的分集水器之间设置电动调节阀,设置压力传感器来检测供回水压差,自动调节电动阀阀门的开度来维持供回水压差的稳定。分集水器间的电动压差旁通阀为独立执行部件,群控系统只显示其阀位反馈状态和手/自动运行状态,不对其动作指令进行控制。

4.2.7 水处理设备控制

水处理设备自带控制箱,实现设备的启停动作。在系统运行过程中,水处理设备亦处于工作状态,群控

系統僅監視其相應狀態,不對其進行控制。

5 冷水機組群控系統接口

冷水機組群控箱與冷水機組、冷卻塔、冷卻水泵、冷凍水泵、電動蝶閥、定壓補水裝置、水處理器等有接口,圖2為冷水機組群控系統接口。

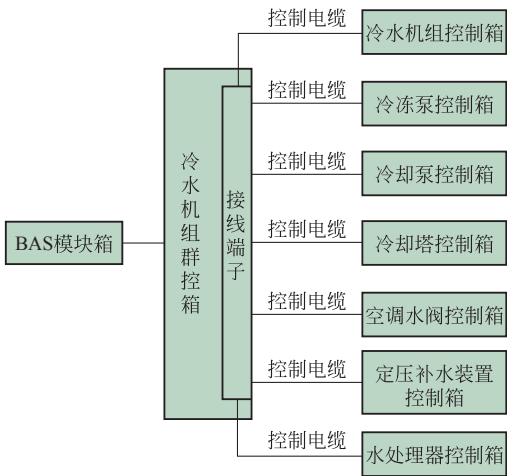


圖2 冷水機組群控系統接口

所有的開關量信號為無源干結點信號,模擬量信號為0~10 V/4~20 mA 的標準信號,信號電纜採用低煙、無鹵、阻燃的控制電纜。冷水機組和群控箱的通信接口為RJ45以太網接口,通信電纜採用5類雙絞線。

冷水機組群控系統與BAS之間的接口在群控箱內,是標準的RS485通信接口,通信協議為Modbus-RTU。冷水機組群控系統接收BAS發來的啟停控制信號,完成冷水機組的啟停,上傳冷水機組的狀態及故障報警信息。

6 結語

由於地鐵工程建設的特殊性,目前車站內的集中空調設備為一次性投資到位,其容量對應的負荷值均為远期晚高峰時段的空調負荷值。但在近期的運營階段,負荷相對較小。空調系統大部分時間都在低於設計負荷的工况下運行,且負荷隨客流量不斷變化。近几年開通的北京地鐵新線,採用了冷水機組群控系統,做到了空調系統的智能自動化監控,將車站溫度控制在合理區域內,避免了傳統控制方式下按時間表開啟冷水機組、風機、水泵等設備,避免了車站溫度過低而造成的能源浪費,實現了節能運行。

參考文獻

[1] GB 50157—2003 地鐵設計規範[S]. 北京:中國計劃出版社,2003.

[2] 蔡宏武,魏慶芃. 冷水機組運行性能評價及節能診斷[J]. 暖通空調, 2008,38(增刊):106-111.

[3] 匡江紅,余斌. 地鐵空調通風環境控制系統的節能探討[J]. 能源研究與信息,2003,19,(4):218-221.

[4] 常晨,魏慶芃,蔡宏武,等. 空調系統節能優化運行與改造案例研究(1):冷水機組[J]. 暖通空調,2010,40,(8):33-36.

[5] 庄煒菡. 武漢地區地鐵車站通風空調系統的節能控制研究[J]. 暖通空調, 2010,40,(5):39-43.

[6] 張吉禮,趙天怡,陳勇攀. 大型公建空調系統節能控制研究進展[J]. 建築熱能通風空調,2011,30,(3):1-14.

[7] 何飛軍. 空調冷水系統控制的優化和節能[J]. 智能建築與城市信息,2008(8):42-43.

[8] 北京市軌道交通建設管理有限公司. 北京地鐵14號線工程冷水機組招標文件[G]. 北京,2012.

(編輯:郭 洁)

Application of Chiller Control System in Beijing Metro

Weng Xuefei

(Beijing MTR Construction Administration Corporation, Beijing 100037)

Abstract: In air conditioning system water chillers consume the largest part of energy, thus their efficiency and energy-saving capability become the key to the energy-saving requirements of air conditioning system. This article details the program and control strategy of the chiller control system for a certain line of Beijing subway system, showing that the use of system control is an effective technical means for the energy saving of water chiller. System control can automatically adjust, monitor and manage the air conditioning system to keep the whole system in the best working conditions with lowest energy consumption.

Key words: air conditioning; water chiller; system control; energy saving; Beijing metro