

基于冷机群控的空调冷源监控系统设计

钱 蕾

(江苏联合职业技术学院南京分院, 江苏南京 210019)

【摘要】根据某实际工程设计了基于冷机群控的空调冷源监控系统,分析了冷源系统的不同工况控制需求、设备监控方案和控制策略,给出了合理的设备联锁启停逻辑。

【关键词】监控系统;冷机群控;加卸载;智能节能

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2018.04.011】

【中图分类号】TP273;TB657.2

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2018)04-0037-03

Design of air conditioning cold source monitoring system based on chiller plant control

QIAN Lei

(Nanjing Branch of Jiangsu Union Technical Institute, Nanjing, Jiangsu, China 210019)

Abstract: According to a practical project, an air-conditioning cold source monitoring system based on chiller plant control is designed. The paper analyzes the control requirement under different working conditions, the equipment monitoring scheme and control strategy of the cold source system and gives reasonable device interlock start-stop logic

Keywords: monitoring system; chiller plant control system; loading and unloading; intelligent energy saving

空调冷源中的主要设备是可以提供大冷却能力的冷水机组,并且通常是用于大型建筑物的多个冷水机组。冷组控制的目标是基于建筑物的空调负荷需求,自动调整和优化多个冷水机组及相关外围设备的运行。该系统采集和输出各类信号,自动控制多个冷水机组的装载和卸载,并连锁相关的冷冻水泵,冷却水泵和冷却塔。冷组控制系统中的监控计算机为管理员提供图形操作界面,可以在操作界面上监控这些设备的各种重要参数。并且通过了解设备的运行状态,设置或修改各种运行参数,例如设置冷机运行时间表,修改冷机的出口水温控制值等^[1]。

1 冷源监控系统分析

冷却源系统包括 2 个离心式冷水机组,1 个螺杆式冷水机组,3 个冷却水泵(变频)、3 个冷冻水泵(变频)、5 个冷却塔(风扇变频)、2 台蓄冷罐、1 套全自动加药装置及 1 套自动补水装置。系统中的冷机与冷冻

水泵和冷却水泵配套,不能互换使用。空调冷源系统构成如图 1 所示。冷水机组根据负荷自动加载/卸载。冷却塔、冷却水泵和冷却器是相对应的。通过传感器的信号采集,到 DDC 处理,监测系统工况和设备运行状态,传输到中控室的网络控制器中分析,发出相应控制指令给 DDC 做出正确的运行方案,控制继电器动作,手动/自动调节系统运行。

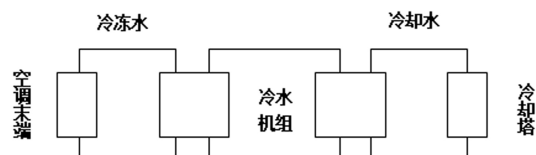


图 1 空调冷源系统原理图

对于整个系统,冷源监控的内容主要体现在以下几个方面:

1)自动检测制冷过程参数(压力、温度、流量等),参数检测是控制的基础。

【收稿日期】2018-08-10

【作者简介】钱蕾(1985-),女,江苏南京人,江苏联合职业技术学院南京分院讲师,硕士,研究方向:建筑智能化、检测技术、智能仪器。

【基金项目】2016 年南京市“十三五”重点规划项目“建筑智能化综合创新实训基地的研究与实践”(项目编号:L/2016/031);2017 年南京市第十期个人课题“五年制高职建筑弱电类课程的参与式学习环境设计研究”(课题编号:Oq4183)。

2)自动控制某些过程参数,使其保持不变或根据一定的规则变化。对于自动控制的制冷单元,首先将冷却的物体保持在规定的恒温状态。因此,它还涉及调整一系列其他相关参数(如蒸发压力,冷凝压力,液体供应等)。

3)根据编程的工艺流程和指定的操作程序,对机器和设备进行一定的顺序控制或程序控制。实现自检和自动保护,确保制冷设备安全运行。当设备工作异常且参数达到警告值时,设备关闭或进行保护操作,并发出报警信号以确保安全。

2 系统受控对象分析

2.1 冷水机组

冷机是空调冷源系统中最重要设备之一。为了增加冷机的制冷量,确保制冷效率,应尽量降低冷机的温度,制冷剂流量应根据测量的冷冻水供应(回水)温度来判断。当供水(回水)温度高于机器的设定温度时,冷机中的制冷剂流量将增加,反之减小。当供水(回水)温度接近设备的设定温度时,制冷剂流量保持不变。另外,要根据需要进行冷机的装载和卸载^[2]。离心式冷水机组及其相关设备如图 2 所示。

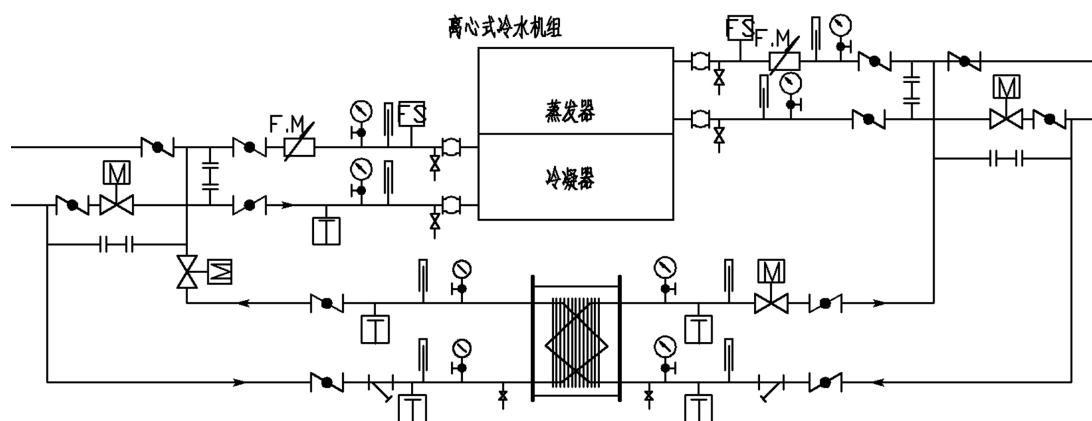


图 2 离心式冷水机组示意图

1)在判断是否装载冷机时,应根据冷冻水主管的供水(回水)温度和主管温度的设定值来确定。

2)在判断是否要卸载冷机时,应根据冷冻水主管的供水(回水)温度和当前的冷负荷来确定。

2.2 冷冻泵

冷冻泵应在冷机开启前运行,因为冷机开启后冷冻泵没有运行,即冷冻水不流动。此时,冷机蒸发器中的冷冻水可能由于吸热和温度突然下降而冷却,导致冷机损坏。需要设定冷冻泵和相关冷机的冷冻阀的开启顺序。

2.3 旁通管

冷源水系统通常具有两种类型的旁通管,一种是冷冻水旁路(在集水器和水分分离器之间),另一种是冷却水旁路(在冷却塔入口和出口水管之间)。

2.4 冷却塔

要控制冷凝温度/压力,即确保冷凝温度/压力不低于安全值。通常有两个控制手段:当冷却水温较高时,开冷却塔风机(若风机采用变频调节,则使风机保持在满转速);当冷却水温接近设定时,关冷却塔风机(若风机采用变频调节,则降低风机转速,直至停止)。当由于冷却环境温湿度低,冷却塔风机即使关了,冷却水温仍然要低于设定时,可打开旁通阀,使部分冷却水不通过冷却塔直接进入冷机。冷却塔及其相关设备如图 3 所示。

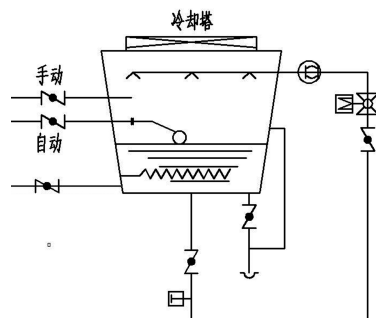


图 3 冷却塔及其附属设备图

2.5 冷却泵

冷却泵可以满速运行,也可以降低转速工作。综上所述,冷机群控中的受控对象主要是:冷水机,冷冻泵,冷却泵,冷冻阀,冷却阀,冷却塔,冷却塔进出水阀,冷冻/冷却水旁路。对于其它形式的空调冷源水系统,可能还有另外的一些设备需控制。

3 控制方式分析

系统调试初期,由于机房末端负荷不大,所以优先启用小机。系统有以下几种不同的工况,设计时需要考虑其控制方式。

3.1 自然取冷工况

当室外湿球温度 $\leq 4^{\circ}\text{C}$ (可调整),或进行上位机手动选择时,系统启用自然冷却模式,此时冷冻机未启动,冷却塔的冷却水通过板交降温以提供冷冻水。

开机顺序:打开自然去冷的冷冻水和冷却水蝶

阀,关闭冷机制冷的冷冻水和冷却水蝶阀;打开相应的冷却塔进水电动蝶阀;收到蝶阀打开状态信号后,自动启动相应的冷冻水泵和冷却水泵;收到每个冷冻蝶阀的开启状态信号后,启动冷却塔。注:冷却水温度旁通阀此时全关。

关机顺序:关闭冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔风扇;延时 5 分钟(延时可设定),关闭自然取冷冷冻水和冷却水蝶阀,关闭冷却塔进水蝶阀。

3.2 冷机取冷工况

当室外湿球温度 > 4℃(可调整),或进行上位机手动选择时,启用冷机制冷工况,系统设备启停逻辑为:

开机顺序^[3]:打开冷却蝶阀,打开冷冻蝶阀;打开冷却塔进水蝶阀;收到各冷却蝶阀开启状态信号后,启动冷却水泵和冷冻水泵;收到每个冷冻蝶阀的开启状态信号后,启动冷却塔;在接收到冷冻水和冷却水流动状态后,打开冷冻机。

关机顺序:关闭冷冻机;延迟 5 分钟(可调)关闭冷冻水泵,冷却水泵,冷却塔;关闭各蝶阀。

3.3 系统加载 / 卸载及故障自动切换

系统总启停命令发出后,至少保证开启 1 台冷冻机。根据实际负载情况,选择启用螺杆机或离心机。末端小负荷时,优先启用螺杆机,末端大负荷时,优先启用离心机。

当系统启用离心机组时,冷冻机的负荷百分比超过 95%(可调整),冷冻水出水温度超过设定,且持续 15 分钟(可调整),系统自动加载 1 台机组。当 2 台离心机组运行,且平均负荷百分比低于 40%(可调整),且持续 15 分钟(可调整),系统自动卸载 1 台机组。冷冻机在等时运行,故障自动切换,将冷冻机故障,冷冻水泵故障,冷却水泵故障和冷却塔故障都认为是冷冻机组故障,并且自动切换到正常运行时间最短无故障的冷冻机组。

3.4 闭式蓄冷装置控制

统一检测蓄冷装置温度(T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8),当平均温度超过 12.5℃(可调整),且冷冻机组处于正常运行状态,则打开蓄冷蝶阀进行充冷。系统总启停命令发出,且 2 台冷冻机组都处于故障状态或在断电冷水机组停止运行时,则系统认为此时需蓄

冷装置放冷,系统关闭旁通蝶阀并打开蓄冷蝶阀进行放冷。当制冷单元正常运行时,系统打开旁通蝶阀并关闭蓄冷蝶阀。

4 受控对象的控制设计

4.1 冷冻水泵控制

冷冻水泵的开启根据冷冻机启用工况,当启用大机时,系统开启相应大泵,当启用小机时,系统开启相应小泵。系统检测冷冻水供应和回水主管的压差,并将其与设定的压力差值 2Bar(可调)进行比较。当压差大于设定时,降低频率;反之当压差小于设定时,加大频率,使压差稳定在设定值。冷冻水泵限定最小频率(例:35Hz),确保冷冻水的最小流量,保证冷水机组正常安全运行。

4.2 冷冻水旁通阀

系统检测冷冻水泵频率反馈,当其频率反馈达到最小频率,供回水压差仍高于设定值,则控制旁通阀。系统检测供水和回水压差与压差设定值 2Bar(可调)进行比较,当压差大于设定值时,加大旁通阀开度;反之当压差小于设定时,减小旁通阀开度^[4]。

注:所有水泵、冷却塔及冷冻机等设备,系统都增加 MisMatch 报警功能,当开启命令发出后,在一定时间(如 120s)内收不到状态,设备被认为是故障的,并且根据设备故障执行相应的处理。

4.3 冷却水泵控制

冷却水泵的开启根据冷冻机启用工况,当启用大机时,系统开启相应大泵,当启用小机时,系统开启相应小泵。根据冷却水供给和回水温差来调节冷却泵频率,供水和回水温差越小,变频器的输出频率越小(下限频率可设定为 40Hz)^[5]。

4.4 冷却水旁通阀

冷却水旁通阀在自然冷却期间始终关闭。在冷机冷却条件下,根据冷却水主管返回水温调节冷却塔温度旁通阀开度,当温度低于设定值时,开大旁通阀。

4.5 冷却塔系统

系统检测冷却塔的出水温度,并与出水温度设置比较,当出水温度大于设定值时,PID 运算控制风机频率的大小,增加频率,反之减小频率。冷却塔风扇应设定最小频率^[6]。根据冷源监控系统的配置和控制分析,设计出群控系统 DDC 的输入输出,如表 1 所示。

表 1 冷源监控系统监控信号表

模拟量输入 (AI)								数字量输入 (DI)							模拟量输出 (AO)		数字量输出 (DO)		
回水温度	供水温度	流量	压力	空气温度湿度	比例阀开度反馈	微压	频率反馈	开关状态	水流状态	运行状态	故障报警	电加热	手动/自动状态	高低水位	阀门开度调节	频率调节	启动/停止	电加热	阀门开/关

(下转第 55 页)

分 3 次课进行实施,共 12 课时。具体实施方案见表 3 所示。

表 3 “项目 4 LTE 覆盖问题优化”的课堂教学实施方案表

项目	知识目标	技能目标	素质目标	参考学时	
				理论	实训
LTE 覆盖问题优化	1.掌握衡量覆盖的指标 RSRP、SINR 等 2.掌握覆盖问题的分类	能根据问题现象和采集的覆盖指标,基本判定覆盖问题类型	1.审辩思维 2.学会学习	4	
	理解覆盖问题优化的方式及手段	能根据覆盖问题分析结果,提出合适的优化方案	1.沟通表达 2.学会学习	2	2
	理解问题出现的原因及解决方法	能根据案例的现场描述,进行问题分析,并提出合适的解决方案,学会解决实际问题	1.团队协作 2.审辩思维 3.学会学习 4.实践创新		4

5 结束语

陈宝生部长曾说:“课堂是教育的主战场,课堂一端连接学生,一端连接着民族的未来,教育改革只有进入到课堂的层面,才真正进入了深水区,课堂不变,教育就不变,教育不变,学生就不变,课堂是教育发展的核心地带。只有抓住课堂这个核心地带,教育才能真正发展。”基于全人格育人理念,进行高职课程课堂教学模式改革,是高职院校培养高素质高技能人才的必由之路。

【参考文献】

[1]刘沪.理想的基础教育是全人格教育[J].求知导刊,2013(3):

61-62.

[2]孙洪杰.潘光旦人文教育中的“全人格”思想[J].兰台世界,2014(34):150-151.

[3]薛亚平,李建荣.基于“互联网+”背景下高职院校翻转课堂教学模式研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2018(2):54-55,59.

[4]孙立功,周立鹏,栗素娟.基于在线开放课程的电工学混合课堂教学模式改革[J].教育教学论坛,2018(44):121-122.

[5]卢艳丽.翻转课堂教学模式的优势及对我国课堂教学改革的启示[J].教育教学论坛,2018(29):121-123.

[6]张敏.基于 MOOC 理念的新型高职教育教学模式研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2016(3):108-110.

(上接第 39 页)

5 小结

冷机群控系统的核心是对冷水机组进行合理、优化的装卸控制,并采用正确的控制策略来达到目的。本文设计了冷源系统的不同工况控制需求、设备监控方案和控制策略,给出了合理的设备联锁启停逻辑。

在冷组控制系统的设计和调试之后,除了节能效果外,还实现了以下设计目标:日常管理人员的操作简化,只需要在终端上根据建筑物的使用来设定冷源系统的启停时间表即可;控制系统可以控制冷机自动启停,以保持总供水温度设定值,与冷机相关的外围机电设备也会自动启停和调整;在监控终端上,冷源设备的状态一目了然;一旦检测到正在运行的设备故障,其他备用设备将自动投入运行。

当然,不同的空调水系统具有不同的本地控制策略,但是所有冷机外围设备控制都是为了更有效地向空调末端提供所需的冷水。总之,如何自动控制多台冷机及其周边设备,以满足空调负荷的要求,使整个

空调系统更加可靠,自动化程度更高,空调质量更舒适,系统更加节能,是冷机群控设计的目的^[7]。

【参考文献】

[1]荣剑飞.冷机群控系统设计[D].上海:上海交通大学,2008.

[2]陶教东.HVAC 能源效率管理系统的应用研究[D].上海:上海交通大学,2005.

[3]王永涛.某大型数据中心冷源设备监控系统[J].智能建筑与智慧城市,2017(6):82-84.

[4]余能辉.空调系统冷冻水泵节能改造的节能量认定方法研究[D].重庆:重庆大学,2011.

[5]张志强.冷源群控系统的节能再调试[J].现代建筑电气,2016(9):48-50.

[6]于振坤,任立娥.冷水机组冷却侧的节能控制[J].发电与空调,2016(4):82-85.

[7]张永强.多媒体教室智能配电的分析与研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2018(2):43-45.