

新型节能空调控制系统的研制

李长启,张天开,刘德生,李金凤

(青岛理工大学 自动化工程学院,山东 青岛 266033)

摘要: 地源热泵作为一种新型的高效节能空调系统,在实际的运行中,特别是多机组运行时,应该充分考虑主机和各个水泵的运行耗能问题。重点阐述了地源热泵空调控制系统的硬件实现、区分时段控制及双机组运行的控制策略。实际运行证明,此控制系统很好地实现了对水泵和机组的节能控制。

关键词: 地源热泵;可编程逻辑控制器;节能;空调系统

中图分类号: TP274

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)13-0095-03

Development of the new energy-saving control system of air conditioner

Li Changqi, Zhang Tiankai, Liu Desheng, Li Jinfeng

(College of Automation, Qingdao Technological University, Qingdao 266033, China)

Abstract: Ground source heat pump is an efficient new energy-saving air conditioning method. In actual operation, especially multi-unit, we should consider fully the energy consumption of each pump and refrigeration compressor. Focuses on the achievement of hardware, differentiates and divided time controlling, and control strategy of two compressors operation in GSHP. The experiments proved that the energy-saving control system achieves the well efficiency control on the pump and refrigeration compressor.

Key words: ground-source heat pump; PLC; energy-saving; air conditioner

地源热泵空调系统是一种在技术上和经济上都具有较大优势的解决供暖和空调的替代方式。在实际应用中,特别是多套机组和水泵运行时,为了进一步提高节能效果,应该尽可能减少水泵和机组的台数及运行时间,使系统的运行更加节能。同时,也应该解决单机组、水泵长时运行而磨损比较大的问题,并且实现无人值守。本文介绍基于 PLC 来实现对双机组运行的控制。

1 系统运行过程

以某学校的地源热泵系统为例,总建筑面积为 18 000 m²,系统共有六台水泵,其中两台作为备用水泵,两套螺杆式水水空调机组。控制系统需要检测冷冻水的供回水压力和温度值的位置见图 1 所示。

在普通的机组运行中,单机组可以根据负荷的大小自动调节输入功率。但是在双机组或者更多机组的同时运行中,机组不能根据负荷的轻重来自动增减台数及控制其运行时间,导致了电能的大量浪费。采用合适的控制策略,可以自动控制机组的开启台数及启停时间。采用定压定温的控制方法,可以有效减少水泵的运行耗

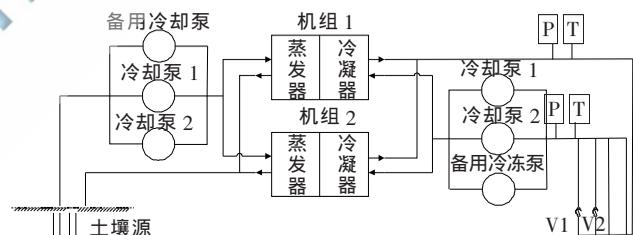


图1 冬季系统运行流程

能,并且在负荷轻的时候,适当保留运行机组的数目,从而避免了上述电能的浪费。

两台螺杆式地源热泵机组,机组的制热工作参数如表 1 所示。

本控制系统主要通过三个方面来实现系统的节能运行:

(1) 通过分别设定冬季和夏季的开机温度值和关机温度值,使得机组可以在负荷轻的时候减少运行台数,并且关闭对应冷却水泵,有效减少电能的消耗。

(2) 通过定温差的方法,来控制变频水泵的运行状

表 1 热泵机组制热工作参数

机型	SPRING-WM-170B		SPRING-WM-175B	
热水参数	温度/℃	45~40	45~40	
	流量/(m ³ /h)	101	108	
地源水参数	温度/℃	10~6	10~6	
	流量/(m ³ /h)	101	108	
制热量/kW		588	627	
输入功率/kW		117	125	
能效比		5.02	5.016	
总输入功率/kW		252		

态,以降低水泵功耗。

(3)通过分区/分时的控制策略,满足不同负荷区的分时的供热/制冷需求。

2 控制系统的整体设计

2.1 控制系统的硬件

根据系统的需求分析,系统运行需要的输出控制端有:两台机组和六台水泵的启停控制信号;两路负荷区域的电磁阀和机组的冷却水阀及冷冻水阀;变频器模拟量输出一个;共计开关量输出十六个,模拟量输出一路。

为了测得冷冻水侧的温差和压力,系统需要的输入端有:冷冻水的供回水温度检测,冷冻水的供回水压力检测,共四路模拟量输入;两台机组的运行及故障;六台水泵的故障输入。共计输入开关量十个,模拟量输入四路。模拟量的外部输入输出点见表 2。

表 2 模拟量输入输出

序	测点位置	性质	数量	说明
1	冷冻水回水温度检测	输入	1	量程:0~100℃;精度:0.5%
2	冷冻水供水温度检测	输入	1	量程:0~100℃;精度:0.5%
3	冷冻水回水压力检测	输入	1	量程:0~0.7MPa;精度:1%
4	冷冻水供水压力检测	输入	1	量程:0~0.7MPa;精度:1%
5	冷冻泵变频器	输出	1	量程:0~10V;

根据以上输入输出量和系统要求,选用 FP 系列产品组成控制系统。包括有 FP-X-C40 型 PLC 一台,VF-8Z 系列的变频器一台,AFPX-COM6 型号的 485 通道,模拟量输出通道 DA2。触摸屏选用 MT6070r 型号,通过专用的 232 通信电缆与 PLC 连接。

本系统的组成如图 2 所示,首先在硬件上满足了系统的要求。PLC 通过 485 通信和两台机组相连,可以实时读取机组内部的各项参数。包括机组的运行状态、机组故障和机组内部的各项压力及温度值。

模拟量通过 A/D 输入模块将数据传送至 PLC 内部。A/D 输入模块采用的是以 51 单片机为核心的电路板,将模拟量数据存至内部存储器中,通过 485 通信将数据传至 PLC。

2.2 控制系统的软件设计

主程序主要可以分为四个部分:程序初始化、模拟量输入处理、模拟量输出处理和主控程序。

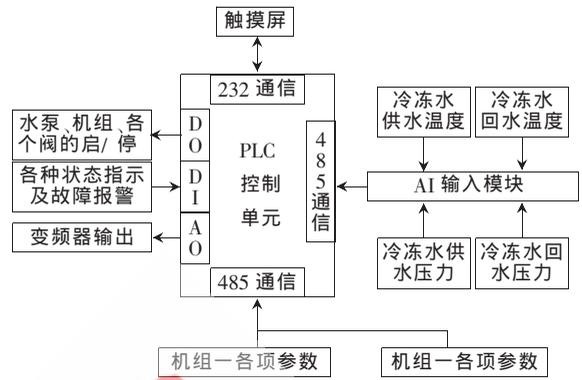


图 2 PLC 控制系统组成图

控制系统分为手动运行模式和自动运行模式,手动运行模式主要为通过单独的按键来独立控制每个水泵和机组的启停。自动运行模式的设计是以冷冻水回水温度值为控制目标,在夏季和冬季分别设定 4 个温度值,通过比较当前回水温度和设定的温度值来选择开启或者关闭机组的数量,用来控制回水温度在一定的范围之内,达到用户的要求。

模拟量输出部分主要用来控制变频器的运行,变频器的输出根据冷冻供回水的设定温差而变化。

变频器反馈控制原理如图 3 所示,在手动运行模式下,可以在一定范围内手动调节变频器的输出。在自动运行模式下,根据温差来控制变频器的输出。若温差大于设定值,则提高变频器的输出;反之,则减小变频器的输出,最终使得温差能趋于设定的温差值。

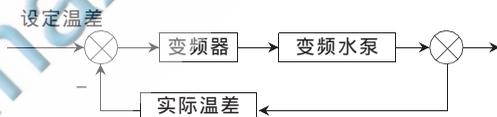


图 3 变频器反馈控制图

自动运行模式分为夏季运行模式和冬季运行模式。在冬季和夏季分别设定好四个温度值:

TK1: 冬季开机温度 1	TK1': 夏季开机温度 1
TK2: 冬季开机温度 2	TK2': 夏季开机温度 2
TG1: 冬季关机温度 1	TG1': 夏季关机温度 1
TG2: 冬季关机温度 2	TG2': 夏季关机温度 2
TH: 冷冻水回水温度	

在冬季运行模式下,四个温度值其逻辑关系应满足:TK2<TK1<TG1<TG2。

在夏季运行模式下,四个温度值其逻辑关系应满足:TK2'>TK1'>TG1'>TG2'。

冬季的系统判断的逻辑思路为:

若 TH<TK2,表明负荷重,则需要把两台机组全部开启;

若 TK2<TH<TK1,此时若无机组运行,则需要开启一台机组;

若 TK1<TH<TG1,此时不需要开启或者关闭机组;

若 $TG1 < TH < TG2$ ，此时若两台机组都在运行状态，则需要关闭一台机组；

若 $TG2 < TH$ ，则需要关闭所有正在运行的机组。

夏季的系统判断的逻辑思路为：

若 $TH' > TK2'$ ，表明负荷重，则需要把两台机组全部开启；

若 $TK2' > TH > TK1'$ ，此时若无机组运行，则需要开启一台机组；

若 $TK1' > TH > TG1'$ ，此时不需要开启或者关闭机组；

若 $TG1' > TH > TG2'$ ，此时若两台机组都在运行状态，则需要关闭一台机组；

若 $TG2' > TH$ ，则需要关闭所有正在运行的机组。

采用此方法首先可以把冷冻水回水温度控制在设定好的温度范围之内，也可以在负荷轻的时候关闭部分运行设备。在实际的运行中，考虑到机组的开关机次数对机组产生的磨损，在冬季，可以将设定值调得高一些；在夏季，可以将设定值调得低一些。系统的自动运行模式流程图如图 4 所示。

另外，本系统还实现了对系统分时分段控制。在图 1 中，冷冻水侧电磁阀 V1 对应的是宿舍的回路，电磁阀 V2 对应的是教室的回路。在触摸屏上可以分别设定两段时间来控制两个阀的自动开关。白天关闭宿舍的冷冻水回路，夜晚关闭教室的冷冻水回路。避免了能量浪费。

开启机组时，需要首先将机组对应的冷冻侧阀和冷却侧阀打开，同时还要打开对应的开启水源侧水泵的两个阀。待水泵和机组对应的阀全部打开后，然后将对应的冷冻水泵和冷却水泵打开，最后开启机组。

目前，基于 PLC、触摸屏和变频器的控制系统已经在热泵空调系统中得到了广泛应用。本系统的运行状况良好，节能效果明显。本设计经过适当修改后可应用

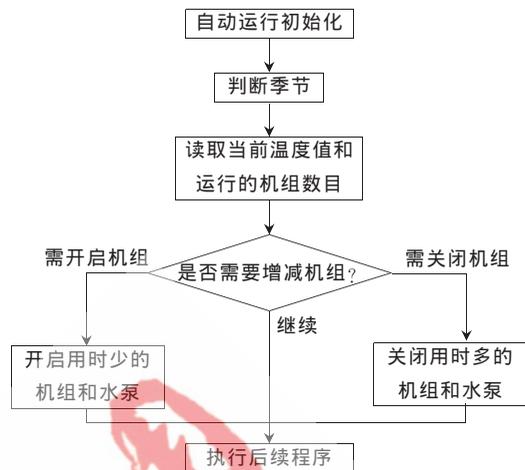


图 4 自动运行流程图

于类似系统中，来控制多机组的运行，具有较高的使用价值和参考价值。

参考文献

- [1] GB50366-2005 地源热泵系统工程技术规范[M].北京：中国建筑工业出版社，2005.
- [2] FP-X C38AT 操作说明书_0728.2005.
- [3] 胡晓波，程花蕊，彭晓楠.基于 PLC 的水源热泵节能控制系统[J].自动化博览，2008(10):80-82.
- [4] 吴学慧，张承虎，赵明明，等. Experimental study on viscosity characteristic of sewage in urban untreated sewage source heat pump system.哈尔滨工业大学学报：英文版. 2010(1):82-84.

(收稿日期：2011-03-14)

作者简介：

李长启，男，1986 年生，硕士研究生，主要研究方向：空调控制系统的研究。