

PLC 及变频器在高层建筑中央空调 节能改造中的应用

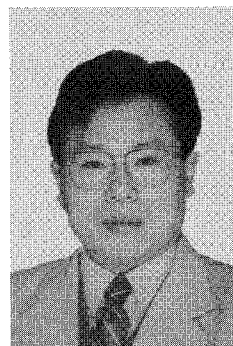
刘 星 平

(湖南工程学院 电气与信息工程系, 湖南 湘潭 411101)

摘 要: 介绍了利用可编程控制器、变频器改造高层建筑中央空调冷冻泵、冷却泵控制系统的方法。该方案实现了中央空调的技术升级, 确保设备低耗运行, 提高了电气控制系统运行的可靠性。

关键词: 高层建筑; 中央空调控制系统; PLC; 变频器; 改造; 空调节能

中图分类号: TU201.5: TU831.3+5 文献标识码: B 文章编号: 1001-5531
(2008)10-0057-03



刘星平 (1966—), 男, 副教授, 研究方向为电气控制技术及其应用、电力电子技术及其应用。

Application of PLC and Inverter in Reconstruction of Energy Saving of Center Air-Conditioning in High Building

LIU Xingping

(Department of Electrical & Information Engineering, Hunan Institute of Engineering,
Xiangtan 411101, China)

Abstract: The method that the PLC and inverter were used to reconstruct the center air-conditioning's cooling pump, refrigerating water pump control system in high building was introduced. It realized technological update of the air-conditioning system, ensured lower energy consumption of equipment and enhanced the reliability of electric control system.

Key words: high building; control system of center air-conditioning; PLC; inverter; reconstruction; energy saving of air-conditioning

0 引 言

中央空调在高层建筑中是耗电大户, 其耗电量约占总耗电量的 60 %, 因此, 中央空调的节能改造显得尤为重要。中央空调主要由制冷机、冷却水循环系统、风机盘管系统、风机和冷却塔等组成, 主要用来实现室内的恒温控制, 其工作原理如图 1 所示。通常冷冻水泵的容量是按最高温度、满注率及留有 10 % ~ 20 % 裕量设计的。在全年中, 水泵系统长期在固定的最大水流量下工作, 由于季节、昼夜及住房率的变化, 空调实际的热负载在绝大部分时间内远比设计负载低。与决定水泵流量和压力的最大设计负载 (负载率 100 %) 相比, 一年中负载率在 50 % 以下的运行时间将近一半, 一般冷冻水设计温度为 5 ~ 7 °C, 而事实上在全年绝大部分时间冷冻水的温度仅为 2 ~ 4 °C, 即水泵为全功率运行, 增加了管道能量损失, 浪费了

水泵运行的输送能量, 也就存在能量的无效使用。通过变频调速技术可实现自动调节流量并显著节能的效果, 用 PLC 改造传统电气控制系统, 可使运行可靠性大大加强。

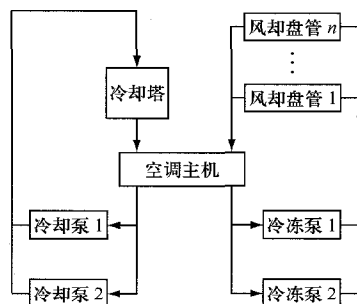


图 1 中央空调工作原理图

1 变频调速的实现

1.1 变频器节能原理

变频器是输出频率可变的交流电力拖动设

备。变频器调速的主要工作原理是将供给电机定子的三相交流工频经大功率整流变成直流,再将直流电用正弦波脉宽调节技术逆变为频率可调、幅度也随之改变的三相交流电,以此为电源再供给电机使用。

由水泵的工作原理可知,风机、水泵特性为

$$Q \propto n$$

$$H \propto n^2$$

$$P \propto n^3$$

即流量与转速成正比,压力与转速的平方成正比,轴功率与转速的三次方成正比。根据转速公式

$$n = \frac{60f}{p}(1-s) \quad (1)$$

式中 f ——电源频率,在我国工频为 50 Hz

p ——极对数

s ——转差率

调节电动机电源频率就可调节电动机转速,调节电机转速也就是调节它的负载转速,因此,根据风机、水泵特性可知,调节风机水泵的转速可以达到调节流(风)量的目的,同时,可显著调节轴功率。通过在水泵上加装变频器,可实现自动调节控制,使系统工作平缓稳定,并通过变频节能收回投资。随热负载而改变水流量的变流量空调水系统显示了巨大的优越性,其流量与功率消耗关系图如图 2 所示。这是因为变频器能根据冷冻水泵和冷却水泵负载变化而随之调整水泵电机的转速,在满足中央空调系统正常工作的情况下使冷冻水泵和冷却水泵作出相应调节,以达到节能的目的。水泵电机转速下降,电机从电网吸收的电能就会大大减少。

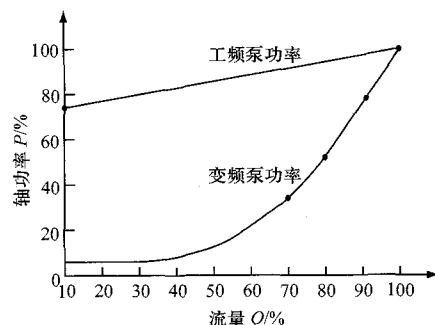


图 2 流量与功率消耗关系图

1.2 变频技术应用

中央空调系统采用变频调速技术,电机可在很宽范围内平滑调速,可将所有节流阀去掉,使管道畅通,免去节流损耗。通过改变电机转速而改变水的流速,从而改变水流量,满足制冷机正常工作要求和平衡热负荷所需冷量要求,达到节能目的。采用变频调速技术的关键是电机转速的可调和可控。

2 变频调速系统组成

中央空调控制系统的主电路如图 3 所示,冷却泵和冷冻泵系统各有一台西门子 MM42 系列变频器,增加了接触器 KM1 ~ KM8,用于变频器的选择和起动控制。电机的变频调速系统是由 PLC 控制器进行切换和控制的。变频器调速控制电路简单,克服了传统线路易出故障的缺点,降低了事故发生机率。

根据空调系统的实际情况,设计考虑了以下几点:

- (1) 冷却系统、冷冻系统各装 1 台变频器。
- (2) 可根据一天内不同阶段的冷量要求,设

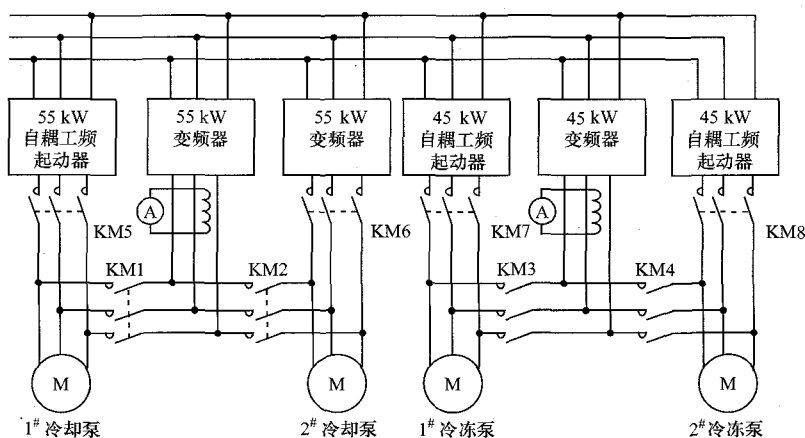


图 3 中央空调控制系统主电路图

置不同的运行方式。

(3) 常用与备用可切换。

(4) 变频控制与原控制之间可换,确保设备正常运行。

3 变频调速系统的 PLC 控制

采用西门子 S7-200 系列 PLC 为控制核心,所有输入信号(起停、保护等信号)都通过光电隔

离输入到 PLC 的输入映像寄存器,如图 4 所示。利用专用编程软件,根据控制要求对 PLC 进行梯形图编程,PLC 输出控制变频器的起/停。

采用 PLC 控制后,可取消全部时间继电器和中间继电器,所有逻辑控制通过梯形图编程实现。在不用改变控制线路的情况下,可随时按控制要求修改程序,实现新的控制方案,灵活性相当高,并具有强大的通信接口,可与上位电脑相连,实现

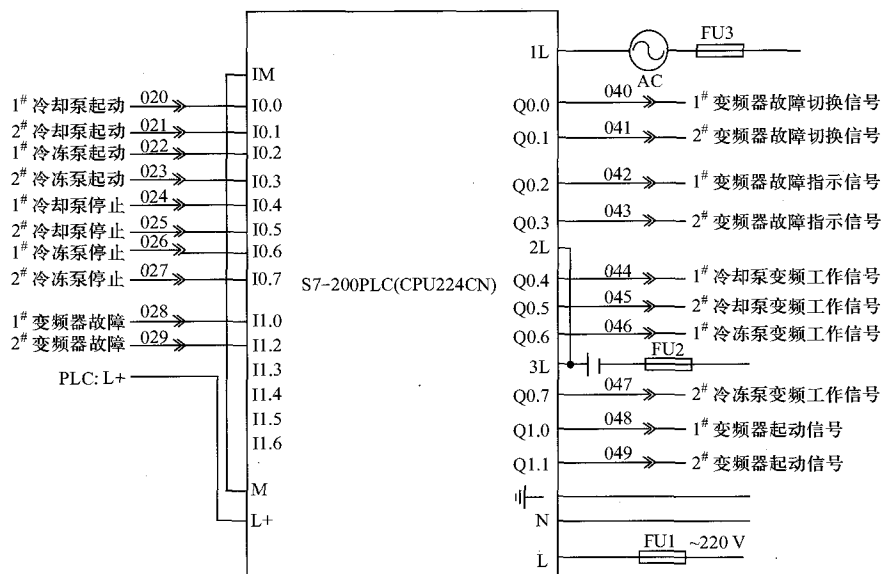


图 4 I/O 接线图

远程监控,为将来联网控制留有接口,具有良好的扩展性,能与其他控制系统协调工作。

4 结 语

(1) 新的控制方案已于 2006 年底在某高层建筑宾馆投入使用,达到了大幅的节电效果。

改造后系统经济效益可观,符合《中华人民共和国节约能源法》。

(2) 对电机实现了软起动、软制动,大大降低了起动电流,避免了对电机和电网的冲击。

(3) 电机运行噪声减小,温升降低,振动减少,负载运行顺滑平衡。

(4) 大幅度改善了电机的功率因素。

(5) 具有过流、过压、短路、缺相等多种保护功能,增强了对电机及所带负载的保护功能。

(6) 在任意一设定的频率卡,电机都能以最佳效率运行。

(7) 能检测负载轻微的变化,并迅速调整输

出功率,显示在操作屏上。

(8) 利用 PLC 实现各种逻辑控制、变频器起动控制及手动/自动、工频/变频转换和故障自动切换等功能,系统控制灵活方便,功能齐全。

(9) 变频器使用的是软起动方式。采用变频器控制电机后,电机在起动时及运转过程中均无冲击电流,而冲击电流是影响接触器、电机使用寿命最主要、最直接的因素,同时采用变频器控制电机后还可避免水垂现象,因此可大大延长电机、接触器及机械散件、轴承、阀门、管道的使用寿命。

【参考文献】

- [1] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 3 版. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [2] 殷洪义. 可编程控制器选择设计和维护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [3] 方光辉. 变频调速技术在工业缝纫机中的应用[J]. 电气传动, 2004(1): 56-58.

收稿日期: 2008-01-12