

可编程控制器在水泵变频控制系统中的应用^{*}

林 心 关

(中山大学软件研究所, 广东 广州 510275)

摘 要: 空调循环水泵的能耗超过中央空调系统能耗的 40%, 采用水泵变频技术是降低水泵运行能耗的有效途径。可编程控制器是水泵变频控制系统的核心部件。结合工程实例, 介绍了可编程控制器的特点及在水泵变频控制系统中的应用。

关键词: 空调; 变频水泵; 可编程控制器

中图分类号: O175 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) S1-0135-03

中央空调系统的能耗在建筑中占的比例大约是 60%~70%; 在实际运行的中央空调系统的能耗组成中, 循环水输送系统的空调水泵所占能耗约为 45%, 而国家节能标准的要求是不超过 20%。造成水泵运行能耗居高不下的原因是综合的, 涉及到系统设计、设备选型及运行控制管理各方面。目前优化水泵运行, 有效降低水泵运行能耗的途径是采用水泵变频控制^[1]。现代的可编程控制器是以微处理器为基础的新型工业控制装置, 是将计算机技术应用于工业控制领域的崭新产品。变频器也是以计算机技术为基础的现代工业控制产品, 将两者有机地结合起来, 用可编程控制器来控制变频器, 已在空调循环水泵的变频控制系统中得到广泛应用, 并取得了显著的节能效果。

1 可编程控制器的功能特点

1.1 可编程控制器简介

1985 年国际电工委员会 (IEC) 的可编程控制器标准草案第三稿对可编程控制器作了如下定义^[2]: “可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字式、模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备, 都应按易于使工业控制系统形成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。”可编程控制器从诞生至今, 在短短的 40 来年里, 得到了异常迅猛的发展, 已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。现代可编

程控制器不仅能实现对开关量的逻辑控制, 还具有数学运算、数据处理、运动控制、模拟量 PID 控制、联网通信等功能。在发达的工业化国家, 可编程控制器已经广泛地应用在所有的工业部门。

1.2 可编程控制器的工作原理及特点

可编程控制器实际上是一种工业控制计算机, 它的硬件结构与微机控制系统相似, 甚至与之无异。可编程控制器主要由 CPU (中央处理单元)、存储器 (RAM 和 EPROM)、输入输出模块 (简称 I/O 模块)、编程器和电源五大部分组成。图 1 是 可 编 程 控 制 器 控 制 系 统 示 意 图。

可编程控制器有两种基本的工作状态, 即运行 (RUN) 状态与停止 (STOP) 状态。在运行状态, 可编程控制器通过执行反映控制要求的用户程序来实现控制功能。为了使可编程控制器的输出及时地响应随时可能变化的输入信号, 用户程序不是只执行一次, 而是反复不断地重复执行, 直至可编程控制器停机或切换到 STOP 状态。除了执行用户程序外, 在每次循环过程中, 可编程控制器还要完成内部处理、通信处理等工作, 一次循环可分为 5 各阶段^[3] (见图 2)。可编程控制器的这种周而复始的循环工作方式称为扫描工作方式。

可编程控制器具有编程方法简单易学, 硬件配套齐全, 通用性、适应性强, 抗干扰能力强, 可靠性高, 系统设计、安装、调试工作量少, 维修工作量少, 维修方便, 体积小, 能耗低等特点, 它是专为工厂现场应用环境设计的, 结构上采取整体密封或插件组合型, 对印刷板、电源、机架、插座的制造和安装, 均采取了严密的措施。由于可编程控制

^{*} 收稿日期: 2004-04-12

作者简介: 林心关 (1972 年生), 男, 研究生, 工程师; E-mail: 818abc@21cn.com

器具有上述各种优点，在工业控制领域具有不可比拟的竞争力。

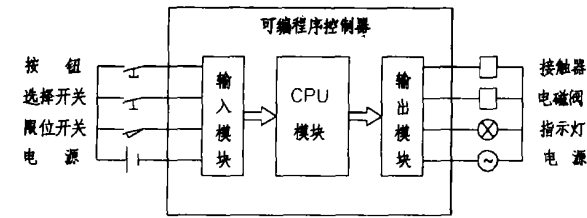


图 1 PLC 控制系统示意图
Fig. 1 PLC control system

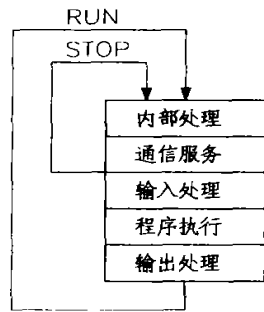


图 2 PLC 扫描过程
Fig. 2 PLC scan process

1.3 可编程控制器的编程语言

IEC (国际电工委员会) 在充分吸收了最终用户、厂家和学者的意见的基础上，于 1994 年 5 月公布了可编程控制器标准 (IEC1131)，其中的第三部分 (IEC1131-3) 是可编程控制器的语言标准。由于 IEC1131-3 将现代工程原理应用于现有的编程语言，同时又提供了“可扩展性”，使得该标准不仅能满足目前市场的要求，又能适应未来技术的发展，即未来可编程控制器厂家可以发展编程语言。IEC1131-3 标准给厂家和用户都带来了好处。用户在使用新的控制系统时，可以减少重新培训的时间。对于厂家，使用标准可以减少产品开发的时间，因此可以投入更多的精力去满足用户的特殊工业要求。IEC1131-3 中详细描述的可编程控制器语言主要有 5 种^[4]，分别是顺序功能图 (sequential function chart)、梯形图 (ladder diagram)、功能块图 (function block diagram)、指令表 (instruction list)、结构文本 (structured text)。但目前只有部分厂家的可编程控制器语言完全支持 IEC1131-3 标准，用户在选择可编程控制器型号时，应考虑该产品编程语言的通用性，给以后系统的维护升级带来更大的灵活性。

2 工程实例

2.1 工程实例简介

本工程为广州市某商务大厦水源热泵中央空调系统。该大厦楼高 28 层，其中共 13 层为公寓及办公室，面积约 8 000 m²，安装中央冷水水源热泵空调系统。室外计算参数参照广州地区的气象参数，室内设计参数按照一般舒适性空调标准，控制在 24~27℃，人流密度按 0.2 人/m² 计算，总空调设计负荷为 1 125 kW，选用一批冷暖型水源热泵机组。空调冷却水系统由 2 台冷却塔、6 台冷却水泵、1 台热水炉组成。如图 3 所示。

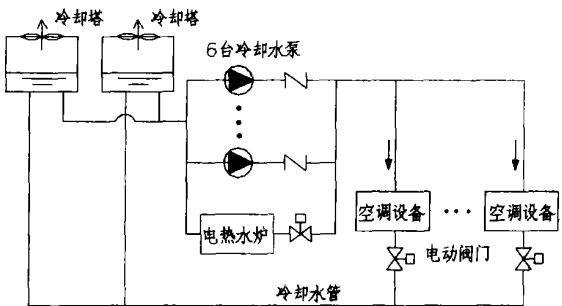


图 3 空调循环水系统示意图
Fig. 3 Circulating water system of air conditioning

该大厦空调循环水变频控制系统主要包括：1 台瑞士思博公司生产的可编程控制器 PCD2、3 块模拟输入模块、3 块模拟输出模块、2 块数字输出模块、5 块数模转换模块、15 个继电器及若干电源模块。如图 4 所示。变频控制系统根据传感器信号，控制 6 台变频器的输出频率，从而控制循环水泵变频运行。

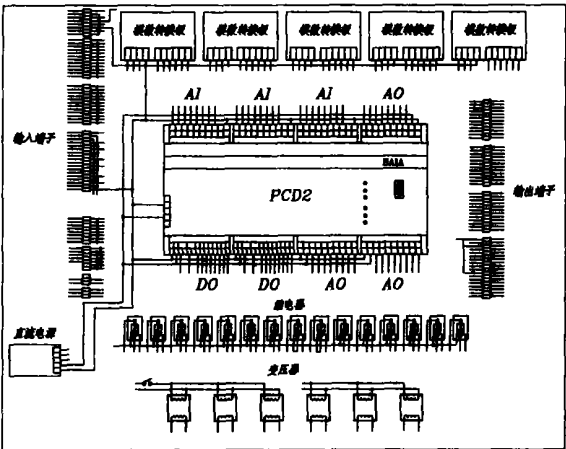


图 4 智能控制系统图
Fig. 4 Intelligent control system

2.2 运行测试结果

本工程建成以后，为了验证其实际使用效果，对夏季水泵的能耗进行了对比测试。具体测试方案是，在水泵的总输入线路安装电度表，6月、8月变频系统投入运行，7月、9月采用人工控制定频运行。测试结果表明变频控制系统投入运行时，室内各项空调指标均达到了设计值，水泵节能效果显著，达40%以上。

3 应注意的问题

- (1) 可编程控制器是一种计算机化的高科技产品，价格较高，它主要适用于下列场合：
 - ① 系统的 I/O 点数很多，控制要求复杂，如果用继电器控制，需要大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件；
 - ② 系统对可靠性的要求特别高，继电器控制不能满足要求；

- ③ 由于工艺流程或产品品种的变化，需要经常改变控制电路的结构和修改控制参数。
- (2) 在选用可编程控制器时，在 I/O 点数和存储器容量方面应留有一定的裕余量，I/O 点数一般应留 10% 的裕余量。
- (3) 应尽量使用同一厂家的可编程控制器，这样有利于技术力量的培训，便于用户程序的开发和修改。

参考文献

[1] 钱以明. 高层建筑空调与节能 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1990: 285—300.

[2] 齐蓉. 可编程控制器教程 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2000: 1—8.

[3] 廖常初. 可编程控制器的编程方法与工程应用 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2001: 11—37.

[4] 廖常初. 可编程控制器应用技术 [M]. 第四版. 重庆: 重庆大学出版社, 2002: 40—58.

Application of Programmable Logic Controller in Variable Frequency Pump of Air-Conditioning System

LIN Xin guan

(Software Research Institute, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: This paper introduces the programmable logic controller and its application in variable frequency pump of air-conditioning system. In order to know the running effect, field tests are carried out. Finally some problems to be noticed in design are given.

Key words: air conditioning; variable frequency pump; programmable logic controller