

PLC控制的逐时给水管网变频调速节能技术

李太富, 谭光仪

(西华大学, 四川 成都 610039)

摘要:介绍了一种以PLC直接程序控制的变频调速实用技术,以城市给水管网最不利点水压为控制目标,用逐时统计模式代替水压采样反馈环,对水厂二级泵站开环控制;该系统以其独特的设计,简明实用的特点,成功应用,取得明显的节能效果和显著经济效益。

关键词:逐时控制; PLC程序控制; 开环控制; 变频调速

中图分类号: TP272 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-6254(2003)04-0031-03

0 引言

给水泵变频调速以微电脑为控制中心,根据控制点反馈值(如水压)与给定值比较,调节变频器的输出,改变水泵工作电源的频率使水泵转速响应改变,为减少控制设备台数,降低投资,常采用变速与工频泵配合工作。变频调速以其高效节能,用水压力恒定,延长设备使用寿命,功能齐全等优点,广泛应用于给水控制当中。通常变频调速有两种方法,一是控制出厂水压,即是二次泵站的出口压力,保持恒定,非常便于利用压力闭环控制,该法适用于用水量压力较为恒定、压力反馈容易实现的情况。例如,工矿企业,建筑给水等。二是控制用户处的压力,保持恒定。

成都市某区水厂以前采用手工操作,水泵机组工频运行。从节能出发,保证用水高峰期用水压力,减少因用水低谷时的压力过高而带来的损失,综合考虑节省初投资和运行的可行性,经过比较采用了出厂水控制系统,选择控制点在用户处最不利点的2台变频加4台工频泵14SA-10B变频调速的改造新方案。与水泵出口恒压控制相比将控制点直接设在用户处,控制系统简单,不需要流量传感器,控制准确。无论管路特性曲线等条件发生什么变化,最不利点的水压是恒定的,保证水压的高可靠性。因此,将控制点设于最不利点更合理,技术经济性能更佳。在实践中发现,改变了压力传感器的安装位置,相应增加了信号线的长度,给工程和管理上带来了困难,而且变速泵转速改变频繁。经过技术经济分析决

定,取消压力反馈环,代之以基于实践经验统计的时间顺序逻辑开环程序控制,大大降低成本,取得了较好的效果。

1 变频调速方案

该送水泵站与管网直接联合无塔工作。控制水厂送水泵站的出水压力使管网控制点的自由水压能满足用户所需的服务水压,并尽量使两者接近。水厂调度中较常见的等压配水调度模式为:水厂送水泵站出水压力应保证管网中各节点的自由水压均接近于用户所需的服务水压(自由水头)。当管网中某控制点的服务水压小于用户所需值时,送水泵站应采取增开水泵、增大变速泵的速度等措施增大水厂的出水压力;当服务水压大于用户所需值时,为节省电耗、减少漏水及爆管事件发生,可通过调速的方法来减小水厂出水压力降低服务水压。

图1为送水泵站与管网联合工作示意图。该水厂出水点A的水压力为 H_A ,标高为 Z_A ,水厂至管网最不利点D(可以通过实际管网运行状况确定并装上压力表)的管段水力损失为 h_{A-D} ,地面标高为 Z_D ,用户所需的服务水压为 H_D 。出厂水压应保证用户(最不利点)的最佳值为

$$H_A^* = H_D + (Z_D - Z_A) + h_{A-D}$$

式中 H_D 可以根据满足于最不利点用户用水要求可由规范确定。

由于管网流量随时变化,厂水压 $H_A^* = f(Q^2)$ 管路的特性曲线并不唯一确定,要具体确定 $H_A^* - H_D - Q$ 之间的量化关系太复杂,即使经过数学统

计得出的复杂的数学模型也未必可取, 如果将 D 点的压力通过传感器反馈回送水站, 则要增加信号线的长度, 给工程和管理带来困难。

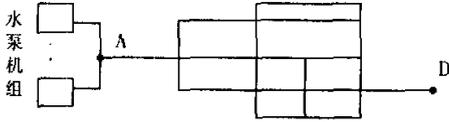


图1 送水泵站与管网联合工作示意图

通过对该管网系统的运行记录数据的分析比较, 得出规律, 用户用水量随不同季节、不同月份、节假日、一天内不同小时、甚至于同一小时不同分钟而变化。作者由中央空调成熟的逐时负荷计算方法得到启示, 对全年逐月、逐日、逐时采样 H_0 的运行数据, 安装变频调速后目标是控制 H_0 恒定(或在允许范围内波动), 逐时调节水泵机组运行台数和变频泵运转状况, 使其与用户 H_0 相匹配。尤其仔细调试一天内几个典型时间早、中、傍晚、深夜以及上班时间运行状况, 并记录在案, 找出 $H_A^* - H_0 - Q$ 的规律。将记录的运行工况输入控制器中保存。然后根据运行状态数据进行统计归类, 将变频运行状态分成多段调速, 每一个调速组合状态对应一运行状态子程序。因此, 在初调试之后, 根据判断时间段去相应调用对应运行子程序自动控制水泵运行状态, 也可以根据具体情况采用手动直接现场调节程序并保存。

2 控制系统的实现方法

该控制系统以 PLC 为控制单元, 记录不同季节、不同月份、不同工作日、同一天内不同小时、甚至于同一小时不同分钟出厂流量、压力的

变化以及变频调速台班数和调速泵运行工况。其工作程序流程原理, 如图 2 所示。

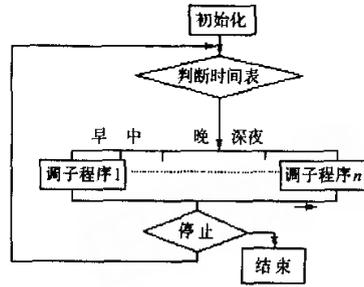


图2 工作程序流程原理图

首先初始化, 然后按时间表(PLC 自带定时器)进行分段, 例如按不同季节、节假日分早、中、晚、深夜各个时间分别去调用对应的运行状态子程序, 运行完后再判断结束否, 否则返回运行。而在相应子程序中首先判断自动/手动, 然后对应时间的工频/变频机组组合(在初调试时设置就绪)直接去调用执行机构。

硬件电路原理如图 3 所示。电机为 Y225M-2, 转速 2970 r/min, PLC 采用德国西门子公司的 S7-200CPU214(带定时器 and 数模转换器), 输入点数为 14 点, 输出为 10 点, 扩展单元型号为

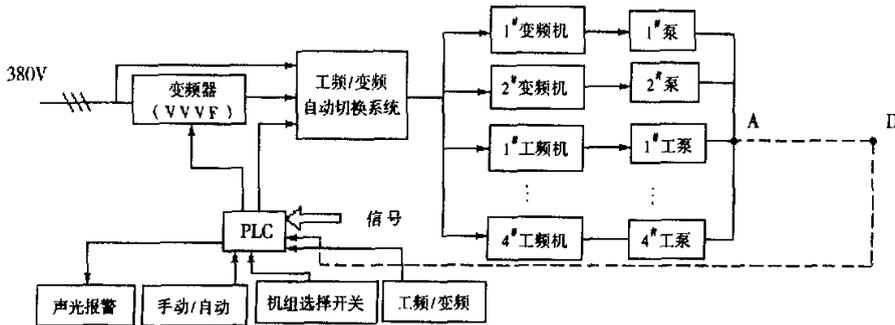
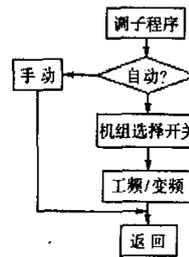


图3 硬件电路原理图

EM223 和 EM235, 变频器采用深圳华为公司的 TD2000-4T0450G。

3 结论

用数学统计数据代替采样反馈装置, 以 PLC 微电脑为控制中心, 以实际运行调节工况作为控制目标存储到 PLC。PLC 进行自动适时平稳地切换工作状态, 控制传递快, 工艺参数稳定并且电机软启动, 减少了对电网的冲击, 可延长机泵的使用寿命, 减少维修量。采用了微机控制, 提高了自动化程度, 操作控制与工艺需要衔接较快, 减轻操作人员的劳动强度, 保证用户可靠用水, 节能效果明显。变频调速改造总投资费 30 万元,

每年节约电 30 万 kW·h, 价值 10 万余元, 并且至今未出现故障。该水厂二级泵站开环控制系统的变压变频调速技术, 设计独特、简明实用, 成功应用城市给水管网中, 取得明显的经济效益, 并获得市级科技成果奖。作为中小型水厂节能先例, 其推广应用将会得到较好的社会效益。

参考文献:

- [1] 赵新华. 城市配水系统的优化运行的研究[J]. 中国给水排水, 1992, 8(3): 18-22.
- [2] 给水工程[M]. 中国建筑工业出版社.
- [3] 姜乃昌. 水泵与水泵站[M]. 中国建筑工业出版社.
- [4] 陈立定. 电气控制与可编程控制[M]. 华南理工大学出版社.

Variable Frequency Adjusting Velocity Energy Saving Technique Controlled by PLC Hour after Hour for Water-supply Plumbing

LI Tai-fu, TAN Guang-yi

(Xihua University, Chendu, Sichun 610039, china)

Abstract: This paper introduces practical new technique for secondary pump station in water plant with VVVF controlled by PLC in the way of direct program, in which controlling target is set on the most disadvantage point and hour after hour stastics model takes the place of feedback loop. Such a system turns out to be successful due to simple characteristics with apparent result in energy saving and economic profit.

Keywords: Hour after hour control; PLC; Open-loop; VVVF technique