

封面展示



2013 年第02期

www.bmeep.com.cn

编委会主任: 柳晓川

编委副主任: 毛文涛 闵永林 陈彪

编委会顾问: 陈怀 陈振 程大 崔长 贺智 龙惟  
德 明 章 起 修 定

方汝 李兴 鲁宏 潘德 瞿二 寿炜

清 林 深 琦 澜 炜

唐祝 王瑞 王元 温伯 吴大 吴祯

华 官 恺 银 金 东

吴成 肖睿 俞丽 张飞 张渭 赵姚

东 书 华 碧 方 同

赵济 郑大 诸建 周国 左亚

安 华 华 兴 洲

编委会委员: 王 魏晓 杨 沈中 季俊 徐  
瑞 峰 政 道 贤 梅

赵庆 花铁 陈正 程宏 方玉 冯旭

平 森 浩 伟 妹 东

归谈 郭筱 何 李国 邵民 王

纯 莹 焰 章 杰 健

王志 武 夏 徐 姚国 叶大

强 广 林 凤 樑 法

张海 周明

宇 潭

学术委员会:

主任: 朱力平

副主任: 邓伟志 周世宁 江欢成 储君浩

委员: 吴志强 冷俐 林贤光 阮仪三 范伯

乃 廖光煊

薛林 孙金华 徐志胜 方路 花铁森 李建华

《建筑机电工程》编辑部

主 编: 花铁森

副主编: 姜文源 陈众励 陈汝东

编 辑: 穆世桦

平面设计: 金婷婷

主管单位:

上海世纪出版股份有限公司

科学技术出版社

出版单位:

综述文苑

## 学校供水系统水泵变频节能技术研究

文 / 刘元 张勇 马恩

**摘要** 针对先阶段我国校园供水的实际现状。随着高校的扩招, 学生人数显著增多, 造成了经常性的供水不足, 现有的城市管网供水系统已远远不能满足高校校园的供水需要。为此, 将变频调速技术在高校供水系统中进行了应用, 收到了明显的效果, 为高校校园供水系统的改革提供了理论依据。将变频调速技术在高校供水系统中进行了应用, 论述了系统的组成, 节能原理和循环控制原理。

**关键词** 学校供水 变频节能

### 0引言

校园的供水和一般城市供水相比较为特殊。主要是由于校园内学生住宿区一般都较为集中, 造成了学生宿舍、食堂的用水十分集中, 日用水量较大。而其他建筑物如教室、实验室、教师住宿区等的用水量则相对较少。

同时, 用水的时间性强, 一般在早上, 中午, 下午, 晚上等四个固定的时间段用水量最大, 而其他时间则用水量一般。随着高校的扩招, 学生人数显著增多, 造成了经常性的供水不足, 特别是学生宿舍及食堂最为明显, 影响了学生和教师的正常生活秩序, 现有的城市管网供水系统已远远不能满足高校校园的供水需要。

为此, 将变频调速技术在高校供水系统中进行了应用, 收到了明显的效果, 为高校校园供水系统的改革提供了理论依据。

### 1变频调速恒压供水系统的组成及工作原理

变频调速恒压供水系统主要包括: 控制器(PID, PLC)、变频器、微机控制、电气控制和水泵机组等部分组成(见图1)。由此构成一个压力负反馈闭环控制系统(见图2)。该系统通过安装在水泵出水管上的压力传感器, 把出口压力变成0-5v的模拟信号, 经前置放大、多路切换、A/D变换成数字信号, 送入单片机, 经单片机运算与给定参量进行比较, 得出一调节参量, 经由D/A变换把这一调节参量送给变频器, 控制其输出频率变化<sup>[1-2]</sup>。用户需水量与频率的变化有关: 用水多时, 频率提高, 水泵电机转速加快。反之, 频率降低, 水泵处于低速状态, 达到节能、恒压的目的。

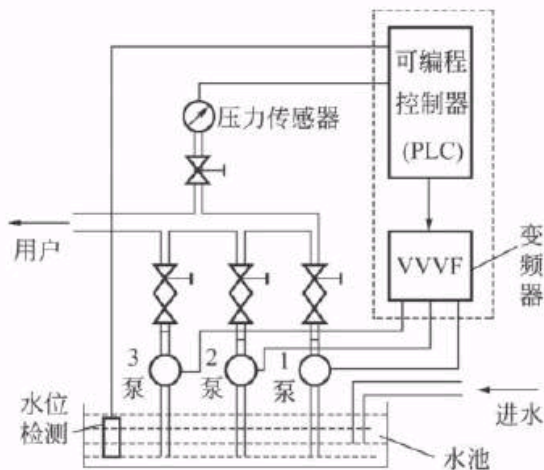


图1 变频恒压供水系统结构

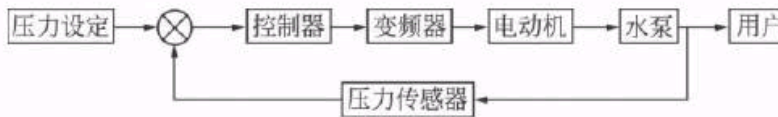


图2压力闭环系统

## 2变频调速恒压供水系统的节能原理

### 2. 1调速原理

水泵电机绝大部分是二相交流异步电动机，根据交流电机的转速特性，电动机的转速n的大小与电压、电源频率f、电机的极对数P及转差率、的大小有关，由下式表示：

$$n = 60f(1-s) / p$$

式中 n—电机转速，r/ min;

f—电流频率，Hz;

s—转差率，一般取0.2;

P—电机极对数。

当水泵电机选定后，p、s都为定值，也就是说电机转速的大小与电源的频率高低成正比，频率越高，转速越高，频率越低，转速也就越低。变频调速就是根据这一原理应用微机 and 压力传感器，将供水管网所需压力选定，管网内流量的变化引起压力变化，由传感器将变化的压力信号传给微机，经微机处理后，变频器改变水泵电机供电频率，从而改变电机的转

速，达到管网测压点的压力恒定。以满足管网最不利点的用水要求。

### 2. 2变频调速泵节能原理

供水系统的水泵在变速运行时通过改变水泵的转速，从而调节输出流量以适应用水量的变化，并可保证管网压力的恒定，水泵始终在高效率的工作状况下运行。用水量减少时，水泵转速降低。由于水泵的轴功率与转速的二次方成正比，转速下降时，轴功率急剧下降。故变速调节流量在提高机械效率和减少能源损耗方面，是最为经济合理。

轴功率与转速的关系式：

$$\frac{N_1}{N} = \left[ \frac{n_1}{n} \right]^3$$

式中 N—额定轴功率，kW;

N<sub>1</sub>—变速运行时轴功率，kW;

n<sub>1</sub>—变速后的转速，r/ min;

n—额定转速，r/ min。

当水泵转速降低10%时，轴功率降低27%。当水泵转速降低20%时，轴功率降低49%。恒速泵与变速泵(变频调速)的轴功率相比，当水泵运行的平均流量为额定流量的80%以下时，恒压变频调速供水系统节能近50%，节能效果特别显著。

### 3变频调速恒压供水系统的循环变频控制原理

变频调速恒压供水系统可控制多台(2-6)性能相同的水泵，其中总有一台(任意一台)水泵处于变频调速状态，其他为恒速或停机等待状态。

以3台水泵为例，采用可编程控制器(PLC)及变频器(带PID)，循环变频控制原理<sup>[3-4]</sup>。如下：首先规定各参数的代表符号：P<sub>0</sub>(压力设定值)，P<sub>1</sub>(压力检测信号值)，f(变频器输出频率)，f<sub>0</sub>(变频设定最高频率)，f<sub>1</sub>(变频器设定最小频率)。加上启动信号后，变频启动1号泵，比较P<sub>0</sub>与P<sub>1</sub>的值，如果P<sub>0</sub>>P<sub>1</sub>，则f上升；反之，则下降。

当f ≥ f<sub>0</sub>时，将1号泵切换为工频运行，2号泵变频启动。此时若f仍大于f<sub>0</sub>，将2号泵切换为工频运行，3号泵变频启动，1号泵继续工频运行。当f ≤ f<sub>1</sub>时，则停止1号泵,2号泵工频运行，3号泵继续变频运行;若f仍小于f<sub>1</sub>，则停止2号泵,3号泵继续变频运行。

当 $f$ 再次大于 $f_0$ 时,将3号泵切换为工频运行,1号泵变频启动,2号泵停止;此时若 $f$ 仍大于 $f_0$ ,将1号泵切换为工频运行,2号泵变频启动,3号泵继续工频运行。

当 $f \leq f_1$ 时,2号泵继续变频运行,1号泵继续工频运行,停止3号泵;若 $f$ 仍小于 $f_1$ ,则停止1号泵,2号泵继续变频运行。当 $f \geq f_0$ 时,将2号泵切换为工频运行,3号泵变频启动;此时若 $f$ 仍大于 $f_0$ ,将3号泵切换为工频运行,1号泵变频启动,2号泵继续工频运行。当 $f \leq f_1$ 时,则停止2号泵,3号泵继续工频运行,1号泵继续变频运行;若 $f$ 仍小于 $f_1$ ,则停止3号泵,1号泵继续变频运行。

这样,使每台水泵在工频和变频之间切换,水泵之间做到先开先停,后开后停,即所谓循环调频,合理利用资源。

#### 4变频调速恒压供水系统的特点

##### 4.1系统安全可靠

采用变频调速技术实现交流电机平滑调速,启动电流小,减小了启动时对电网的冲击和对管路、阀门的机械冲击,延长了管路和阀门的使用寿命,使交流调速系统的性能指标能与直流调速系统媲美。

##### 4.2控制精确

自动环节采用了PLC与变频器控制,多台电机均能可靠地实现软启动,避免了启动电流过大对电网的影响,大大延长了设备的使用寿命。常压运行时,每路水泵交替工作,可在不停水情况下对系统进行维护、检修,提高系统的可靠性。常压单泵运行,欠压多泵运行,满足节能需要。运行更稳定,故障率大大减低。

##### 4.3高效节能

节能效果显著,控制器依据测量压力自动调节管网压力,实现恒压变量或变压变量控制,在高用水期内多台泵工作,在低用水期内自动减少工作水泵的台数,使水泵一直在高效率下运行,既满足了供水需要,又节约了电能。

##### 4.4多种控制方式

能够实现以下控制形式:

- (1)变频器中一控制,无软启动切换,控制泵台数为1-14台。
- (2)循环软启动控制,控制泵台数为1-7台,可带1台补水泵。
- (3)在1,2控制形式h可增加定时启动、定时停机以及多台泵定时循环切换运行等。
- (4)在1,2控制形式h既可实现恒压变量供水控制,也可实现变压变量供水控制。

#### 5结语

高校校园供水系统采用变频调速恒压供水装置可节约电能,压力传感器最好装于最不利用水点。变频范围在40-50Hz,电动机及水泵本身的效率均工作于高效区,节能效果明显。该变频调速技术控制的恒压供水系统已投入使用,其运行情况表明:方案可行,控制稳定可靠,系统操作方便,收到了明显的经济和社会效益。

#### 参考文献

- 1 许振茂.变频调速装置及调试、运行与维修.北京:兵器工业出版社
- 2 郭立君.泵与机.北京:水利电力出版
- 3 潘新民.微型计算机与传感器技术.北京:人民邮电出版
- 4 田立秋.高校供水系统中水泵变频节能技术的应用探讨[J].给水排水.

#### 作者

刘元 辽宁工业大学 土木建筑工程学院

张勇 辽宁工业大学 数理科学系

马恩 中国石油锦州石化公司

