[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E03B 5/00 (2006.01)
E03B 7/09 (2006.01)
E03B 11/16 (2006.01)
G05D 16/20 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610147661.2

[43] 公开日 2007 年 6 月 6 日

[11] 公开号 CN 1974958A

[22] 申请日 2006.12.21

[21] 申请号 200610147661.2

[71] 申请人 上海联达节能科技有限公司

地址 200093 上海市凤城路 51 弄 7 号楼 2301 室

[72] 发明人 贾书洪 刘 钢

[74] 专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

代理人 张 磊

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

一种智能调压供水控制方法

[57] 摘要

本发明属于电子和控制技术领域，具体涉及一种智能调压供水节能控制方法。具体步骤如下：水泵组将水抽出送往用户，位于主管道中的压力表把检测到的压力送到控制器，控制器采用 PID 调节结合模糊控制方法，通过控制柜对水泵组中水泵的启停及运转频率进行控制，当主供水管道总流量为 60%以下时，采用传统方法操作，当供水量超过总流量 60%，通过变频软启动第一个水泵 M1，当第一个水泵 M1 满负荷运转仍欠压时，变频软启动第二个水泵 M2，将第一个水泵 M1 切换为工频或与第二个水泵 M2 同频运行，依次类推至最后一个水泵。本发明采用水泵输出总频率来估算流量方法，以取代流量计的使用。由原来恒压分时段准实时调控升级为智能调压实时调控，根据流量需求实时控制调节供水泵输出功率。

1、一种智能调压供水节能控制方法，其特征在于采用智能调压供水节能控制装置智能调压供水，智能调压供水节能控制装置由水泵组(1)、压力表(3)、控制器(6)、控制柜(7)组成，其中，水泵组(1)的一端通过管道连接水池(5)，另一端通过主供水管道(4)连接用户端，水泵组(1)与用户端之间的主供水管道(4)上设有压力表(3)，压力表(3)连接控制器(6)，控制器(6)的另一端连接控制柜(7)，控制柜(7)连接水泵组(1)；水泵组(1)由N个水泵并联而成，其中，N为1-6组；其具体步骤如下：水泵组(1)将水池(5)中的水抽出通过主供水管道送往用户，位于主管道中的压力表(3)把检测到的压力送到控制器(6)，控制器(6)采用PID调节结合模糊Fuzzy控制方法，采用水泵输出总频率来估算流量百分比，即通过控制柜(7)对水泵组(1)中水泵的启停及运转频率进行控制，当主供水管道总流量为60%以下时，可采用传统PID调节恒压供水，当供水量超过总流量的60%，首先通过变频软启动第一个水泵M1，当第一个水泵M1满负荷运转仍欠压时，然后变频软启动第二个水泵M2，将第一个水泵M1切换为工频或与第二个水泵M2同频运行，依次类推，当需使用第三个水泵M3时，第三个水泵M3的切换同第二个水泵M2，依次类推，直至最后一个水泵。

一种智能调压供水控制方法

技术领域

本发明属于电子和控制技术领域，具体涉及一种智能调压供水控制方法。

背景技术

供水与人们生活生产活动密切相关，大量电能使用在供水方面。由于设计要求、设备参数变化、需求端需求量不确定性等诸多因素的影响，使电能的浪费严重。减少浪费是社会效益、经济效益的迫切需求。

目前，自来水厂经过处理后的水，一般由补水泵将其抽送到蓄水池中蓄存。当终端用户需要用水时，启动供水泵将用水输送到各用户终端。传统的供水系统调节供水量采用两种方法：1、多台参数、型号相同的水泵并联运行，根据需求随时增加或减少水泵；2、采用功率大小不同，扬程相近或相同的水泵并联运行，根据不同的需求开不同的水泵，使水泵特性曲线和管网曲线配合，达到节能的目的。为保证水管中压力平衡，采用在出水总管安装压力表监控系统的压力。当压力过高时通过调整旁通阀或末端的压力阀的开度，以保证水管内水压在一定的安全压力范围内。这样的调节方式虽然在一定意义上起到了维持系统安全压力的作用，但这是以增大水泵的供水功率和浪费大量水资源为前提的。

一般情况下，每天用水量存在三个高峰期，即是早晨、中午和晚间，其他时间用水量并不是很大。供水时除用水高峰外，大部分时间流量是较小的。但是水泵设计是按工频运行时的最大负荷设计的，由于负载端实际需求压力是处于不停的变化中的，而传统的工频运行的给水泵在某时间段内输出功率恒定，经常出现供水压力大于实际需求压力的现象。在用水低谷时，以上现象尤为明显，这样不但浪费了大量的电能，同时在用水低谷时，由于压力过大也容易造成管道破裂的危险。传统的节能、保护措施除了增减供水泵数量来调节供水外，还通过改变供水管路上阀门的开度以调节流量。开大阀门，流量增加；关小阀门，流量减少。这样虽然控制了流量的供给，但由于控制精度较低，大量的能量消耗在节流上，直接导致了供水效率的降低。

水泵设计是按工频运行时的最大负荷设计的，在设计中都留有20%左右的余量，那么在用水的高峰期（水泵输出的最大负荷期），也只能达到其额定功率的80% 左右，在用水低谷时期，由于水泵的负荷减轻，消耗的功率也随之相应减小，可达到原来的70%左右。

传统的恒压供水是根据供水系统的用水量越大，其压力就越小这一特点，通过一定的技术手段，只需将系统的压力维持在其所需最大用水量的压力的范围内，使其保持恒压供水，就能实现较大的节能空间。

针对供水系统的以上特性，恒压供水节能设备，通常是通过安装在水泵出水总管上的远传压力表，将出水压力信息转换成 0-5V 电压信号，经智能控制器内部 PID 运算，得出时时随负载情况变化的模拟量传送给控制柜，进而控制水泵的转速。以自来水供水系统为例，当系统用水量较大时，管网内的压力较小，我们增加水泵的转速，以维持系统所需的最低压力。当系统用水量较小时，管网内的压力较 大 ，我 们就降低水泵的转速，减少系统所需流量，达到节能的目的。整个调节过程都是以维持系统的压力的恒定为最终的目的，但是在实际应用和研究中我们发现，自来水供水系统并不是恒压的。

针对自来水的供水特性，有人提出了分时段恒压供水的思想。即针对不同时段设定不同压力值，使水泵所消耗功率能够随用水量的变化而动态调节。这样不但能够满足供水系统的工况要求，而且能够更加有效、充分的挖掘节能空间，使其节能空间最大化。例如在用水低谷时我们只需提供 0.18MPa 的压力就足以满足系统所需，在早晨和中午的小用水量高峰提供了 0.2MPa 公斤的压力，当晚上用水量最大的时候我们才提供系统所需的最大压力。这样相对于普通恒压变频节能控制方式就又节省了大量的电能。虽然分时段恒压供水满足了一定的节能需求，但是，由于季节的变化（如夏季和冬季）和日期的变化（如工作日和休息日），每天的同一时间用水量也会有所不同。另外，用水量大时，由于管道中水流速度的增加，会加大管道水压降，将造成用户端水压不足。所以，在用水高峰时还需补充一定的水压力以弥补在管道上产生的水压降。

发明内容

本发明的目的在于提供一种智能调压供水节能控制方法。

本发明提出的智能调压供水节能控制方法，采用智能调压供水节能控制装置智能调压供水，智能调压供水节能控制装置由水泵组 1、压力表 3、控制器 6、控制柜 7 组成，其结构如图 1 所示。其中，水泵组 1 的一端通过管道连接水池 5，另一端通过主供水管道 4 连接用户端，水泵组 1 与用户端之间的主供水管道 4 上设有压力表 3，压力表 3 连接控制器 6，控制器 6 的另一端连接控制柜 7，控制柜 7 连接水泵组 1。水泵组 1 由 N 个水泵并联而成，其中，N 为 1-6 组；其具体步骤如下：水泵组 1 将水池 5 中的水抽出通过主供水管道送往用户，位于主管道中的压力表 3 把检测到的压力送到控制器 6，控制器 6 采用 PID 调节结合模糊（Fuzzy）控制方法，采用水泵输出总频率来估算流量百分比，即通过控制柜 7 对水泵组 1 中水泵的启停及运转频率进行控制，当主供水管道总流量为 60%以下时，可采用传统 PID 调节恒压供水，当供水量超过总流量的 60%， 以总数为 N（N≥2）个水泵为例，通过变频软启动第一个水泵 M1，当第一个水泵 M1 满负荷运转仍欠压时，变频软启动第二个水泵 M2，将第一个水泵 M1 切换为工频或与第二个水泵 M2 同频运行，依次类推，当

需使用第三个水泵M3时，第三个水泵M3的切换同第二个水泵M2，依次类推，直至最后一个水泵。

本发明通过水泵电机输出总频率估算流量的方法来判断当时用水量的多少，以增加或降低此时段的压力目标值。主要目的有两个，一是根据用水量大小可实时调控电机的输出功率，即调整变频器输出频率，以满足不同时段的用水量需求；二是补充用水高峰时在管道上产生的管道水压降。与分时段恒压控制相比，该方法实时性更好，节能空间更大。

本发明采用通过水泵电机总工作频率进行间接判断流量的方法，因为，供水流量的大小与电机转速和供电频率近似成线性关系。所以，可通过电机运行的总频率值来近似估算流量的大小。

本发明方法采用的是传统PID调节结合模糊（Fuzzy）控制算法。传统PID控制器结构简单，具有一定的鲁棒性，容易实现，稳态误差小，控制精度高，能满足大部分工业控制的要求。但是，很多工业控制中不同程度的存在非线性、大滞后、参数时变性和模型不确定性，因而普通的PID控制器难以获得满意的控制效果。模糊控制的优点是能够得到较好的动态响应特性，并且无需知道被控对象的数学模型，适应性强，上升时间快，鲁棒性好。但模糊控制也存在固有的缺点，容易受模糊规则有限等级的限制而引起误差。本方法采用了Fuzzy-PID复合控制。弥补了单纯采用PID算法的不足。

本发明采用水泵输出总频率来估算流量的方法，以取代流量计的使用。

本发明的供水系统中，由原来的恒压分时段准实时调控升级为智能调压实时调控，根据流量需求实时控制调节供水泵输出功率。

本发明的有益效果：

1．与分时段恒压控制相比，该方法不受时段限制，而是根据实际用水量去调控目标压力值，所以，实时性更好，节能空间更大。

2．采用了PID控制和模糊控制相结合的方法，弥补了单纯采用PID控制方法的不足，控制效果更加快速、平稳。

3．采用水泵输出总频率来估算流量的方法，避免了在主管道安装流量计的不便，同时，也节约了资金。

附图说明

图1为本发明的结构图示。

图2为实施例1的调压曲线。

图3为实施例1补偿压力模糊控制曲线。

图中标号：1为水泵组，2为水泵可控电源线，3为压力表，4为主供水管道，5为水

池，6 为控制器，7 为控制柜，8 为压力检测信号线。

具体实施方式

下面通过实施例进一步说明本发明。

实施例 1：由 75KW 水泵组、1MPa 压力表、LDJ-3000 控制器、LDJ-2900 控制柜组成，其结构如图 1 所示。其中，水泵组的一端通过管道连接水池，另一端通过主供水管道连接用户端，水泵组与用户端之间的主供水管上设有压力表，压力表连接控制器，控制器的另一端连接控制柜，控制柜连接水泵组。

如图 2 所示，在用水量较少，供水流量较低时，即在总流量的 60%以下时，可采用 PID 调节恒压供水。当达到用水高峰时，供水量将超过总流量的 60%，设水泵组中水泵数为 N，每个水泵最高频率为 50Hz 计算，3 个水泵最高输出 150Hz。另外，每个水泵的切换方式采用循环软启，即当第一个水泵的达到最高频率，把该水泵切换为工频，将下一个水泵从 0Hz 变频软启动，如果需要增加第三个泵，顺序同上。当需要减泵时，按照先起先停的原则进行减泵。在后增加泵未达到 30Hz 以前，由于工频水泵对它产生的反压力，它起的作用很小，所以，在此范围内，补偿压力幅度要小。据此，得出模糊控制表如表 1 所示。

表 1 补偿压力百分比模糊控制表

3 个水泵总频率(Hz)	<80	80-85	85-90	90-95	95-100	100-120
补偿压力百分比(%)	0	10	20	30	40	45
3 个水泵总频率(Hz)	120-125	125-130	130-135	135-140	140-145	145-150
补偿压力百分比(%)	50	55	60	75	90	100

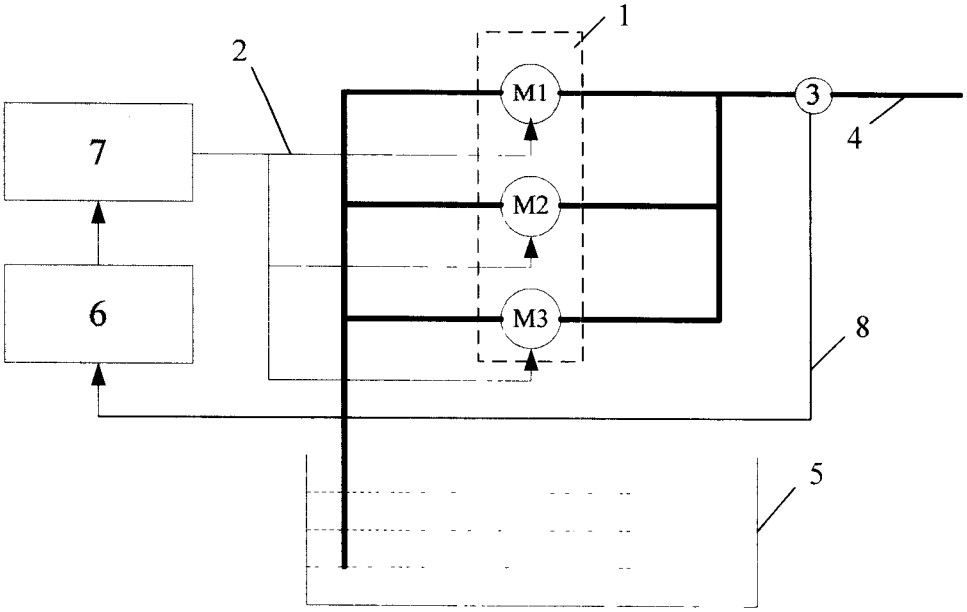
1
2
M1
M2
M3
3
4
7
6
8
5

图 1

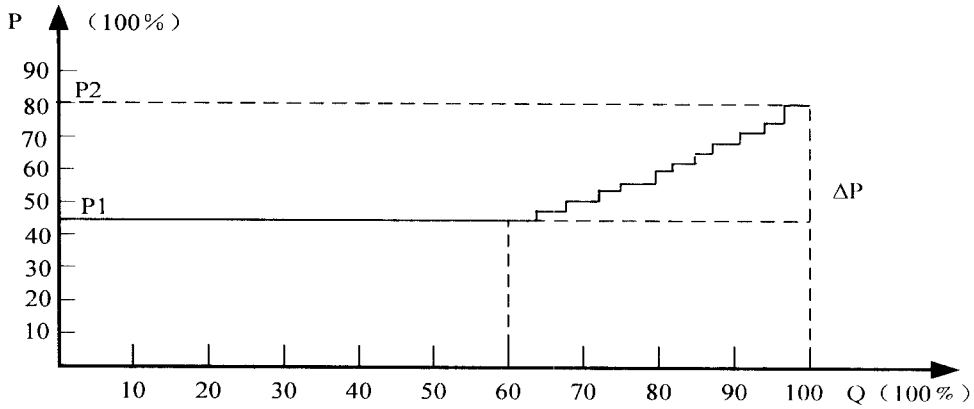
P
（100%）
90
80
70
60
50
40
30
20
10
P2
P1
ΔP
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Q（100%）

图 2

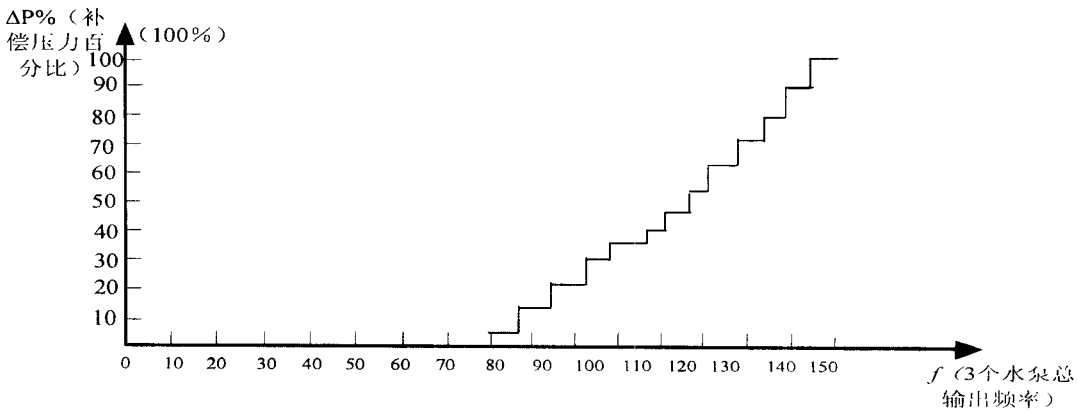
ΔP%（补偿压力百分比）
（100%）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
f（3个水泵总输出频率）

图 3