

基于PLC技术的水箱水位PID控制系统研究

丛榆坤

盘锦职业技术学院, 辽宁盘锦, 124000

摘要: 水是生命之源, 对人们的生活和工业生产产生了巨大的影响, 对供水系统的质量和可靠性要求也非常高。其中PLC的控制单元属于一种面向工业领域实现控制作业的电子计算设备。PLC可以代替继电控制装置设备实现逻辑控制和触发顺序控制, 但是在电子技术不断进步和发展的当下, PLC模块衍生出的功能超出了继电控制装置的范围, 可以实现对信息数据的加工处理和对顺序过程的控制以及模块之间的通信。本文对基于PLC技术的PID控制系统下的变频设备做了分析。

关键词: PLC; 水位水箱; PID控制系统

中图分类号: TP273

文献标志码: A

0 引言

水是生命之源。当前, 随着对水资源需求量的不断增大, 人们对供水系统的供水功能提出了更高的要求。现阶段, 我国供水系统的自动化程度相对偏低。PLC属于一种面向工业控制的电子计算机, 早期的PLC主要用于顺序控制, 实现逻辑运算。但是在电子技术的发展下, PLC的功能超出了继电控制的范围, 在数据处理控制方面和继电器具有较大的差距, 被得到了广泛的应用。现代的生产生活当中, 水箱的应用也越来越多, 且很多水箱水位需要精确控制, 因此需要利用一定的控制技术来保持水位。水位的变化是一个过程量。在过程控制中, PID控制器属于一个常用的自动控制器件, 在原理构造方面相对简单, 且控制方式也相对方便, 因此PID的指令能实现精确的水箱水位控制, 具有一定的参考价值。

1 水箱装置和PLC

1.1 技术概述

水箱装置在人们的生活以及生产中得到了

越来越广泛的应用, 但在水位控制方面, 需要利用对应的自动控制技术确保实现精确的控制, 以保证水箱内部的水位可以长期地停留在合理科学的理论数值区间内。水位的数值是随着时间的变化而变化的, 属于一个过程量, 在此进程中, PID控制系统属于一种相对来说常规化的自动化控制装置。PID系统的控制理论相对简单, 其操作也相对便捷, 在参数设定方面也相对简单, 因此, 该技术在现代化工业领域范围内得到了较大规模的应用^[1]。比如德国西门子公司生产的S7-200PLC型号当中的PLC装备具备PID的系统指令, 可以简单地实现PID系统的控制, 进而在指令的控制下可以实现闭环系统的精确控制功能, 从而对水箱内部的水位数值实现精准控制, 在实用参考价值和现实意义方面相对良好。

PLC是一个可编程的逻辑控制器, 其采取一类可编程的存储器, 用于其内部存储程序, 以便对其内部的逻辑运算、顺序控制、定时以及算术操作等众多面向用户的指令做出回应, 并可借助数字或者模拟式的输入和输出控制对各种类型机械的生产过程进行控制。

1.2 控制要求

水箱的高为1.5m, 对水箱水位的控制系统

而言(图1),出水口可以根据阀门的开度进行分析,流量属于变化的状态,进水流量主要是利用水泵的转速进行调节,水位的高低可以在水位传感器的操作下实现检测,利用PLC的控制可以将水箱水位数值保持在1.2m。

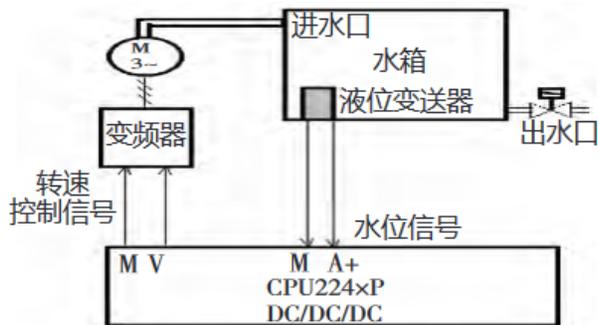


图1 水箱水位控制示意图

2 水箱液位的监控界面规划设计

本文主要以组态王系统软件所构建出的“水箱内部液位控制系统”的相关模块为主要研究对象,可以对水箱内部的水位控制界面进行搭建。此界面的内容包含了水槽、进水管、出水管、水箱、电动阀门、开关以及水位传感装置等。借助组态王软件系统和PLC相关端口的参数设定可以编写其对应的参数信息^[2],也可以对对应的指令做出对应编写,最终产生一个水箱内部液位精确化控制装置的监控界面,如图2所示。

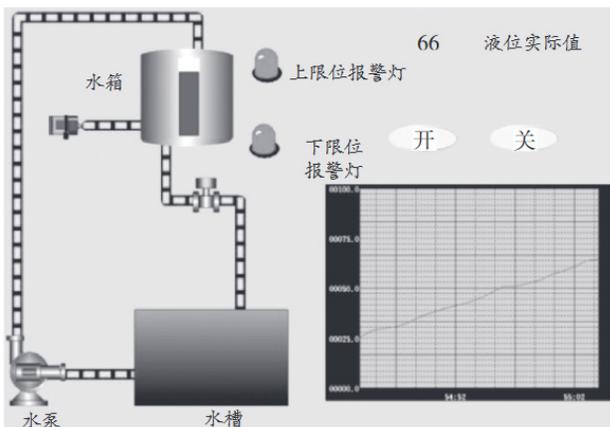


图2 水箱液位系统的监控画面

构造的整体动画图像的动态和实际物体所产生的运动过程是相同的,可以分三个步骤来

实现:第一步,如果水箱装置内部的液位处于相对较低的状态,则会启动最低限位警报标志灯,水泵电机此时就会触发运行,随即进水管就会向水箱进行注水操作,此过程中系统会根据水位的实际变化状态搜集对应的参数信息,且会实时显示曲线图像;第二步,如果水箱装置的内部液位比最低的安全水位数值大,系统就会关闭最低限位的警报标志灯,这时水箱装置仍然保持持续注水状态,此时的液位曲线就会跟随液位的高低变化而产生一定的变化;第三步,在液位达到了设定的最高水位数值的情况下,系统则会启动最大限位的警报标志灯,在此种情况下水泵电机就会停止运行,即停止向水箱内部进行注水操作,此时的曲线图就会跟随着水位的降低而产生一个大幅度的下滑。水箱装置在整体液位控制过程中采取相同的步骤实现了循环往复操作^[3],利用组态图像界面当中呈现出的按键可以对水箱内部的水泵电机进行控制;与此同时,在模拟信号的视频监控图像中可以获取实际物体所产生的真实运动状态,随后可对即时液位图像进行改变操作,以有效观察水箱装置内部的液位变化情况。

3 系统总体控制解决方案

在相关系统内,水箱内部的水位可以被维持在一个恒定的数值范围内。水位数值是一个模拟信号量,因此对产生的模拟信号量应进行有效采集和控制。水位数值又是相关系统所产生的一种跟随时间变化而变化的过程变量,因适合采用PID系统控制对应的过程。相关系统可以借助水位变化的传送装置实现水位数值的检测,且可将数值转换成标准的电压,其电压范围可以保持在0~11V的范围内,随后将其数据导入PLC模块内部的模拟量输出端口内;借助PLC的模块内部算法对其PID数值进行计算之后,可以将计算结果做出对应的处理;在输出的0~11V的

电压参数信号内,可以将电压信号传输到变频装置内部的模拟量输入端口内,并利用此方式对电动机内电压数值和频率数值进行改变和优化,从而实现水箱装置进水工况速率的调节和优化,确保该系统的水位可以保持在特定的水位范围内。本文所采用的PLC模块是德国西门子S7-200型的产品,其变频装置为西门子公司所使用的MM240型产品。

整个装置的系统构成以及各个模块的使用功能都要确保能够达到工作要求,其中水位控制装置的系统原理如图3所示,此装置主要包含了S7-200系列的CPU224XP、液面探测装置、变频装置、交流异步电机、开关装置以及专用电源等电子元器件。CPU224XP的模块中的数字化输入模式有15点和12点两种类型,其中有3个通道的模拟信号量输入、2个通道的模拟数字信号输出、8通道的高速数字运算装置、3通道的高速脉冲信号输出以及4个RS485的编程通信端口,还拥有MPI和PPI的通信技术协议以及灵活的端口通信模式、PID的模块功能。

变频设备主要指的是变频电源装置,此种装置可以将恒定的频率以及恒定的电压产生的交流电转换为频率数值,实现电压频率的调节和优化,产生一个交流电的模式。此种装置属于电机的电源装置,可以根据调节频率的变化调整对应的电机转动速度。变频设备的调频方式分为多种类别,比如面板式频率调节、外接电位装置频率调节、多级转速频率调节、外部电压调节、电流频率调节以及通信模式频率调节等。对于液位的探测装置而言,可以将产生的液位信息转换为电子数字信号,确保人们可以精确化识别数字信号^[4]。此种装置可以将转换之后产生的电子信号传输到PLC的模块内,而PID模块计算的输入信号等同于电子信号。在实际应用过程中,需要将液位探测装置所探测到的数据加载到CPU224XP内的MA+端口当中,PID的反馈数值等同于探测数据,将通过PID模块计算

得出的数据传输到变频设备的内部,此种现象下变频设备产生的外部电压可以控制电子数字信号,而此种操作的主要根据就等同于PID模块计算得出的数据。

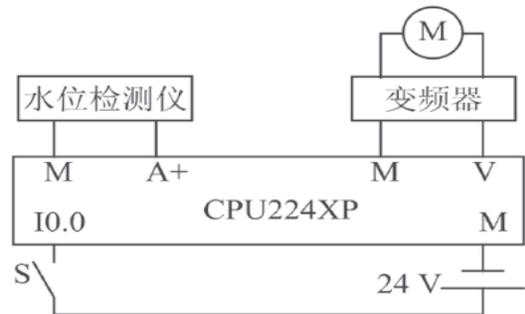


图3 水位控制装置系统原理图

M为电机端口;S为开关;I0.0为输入/输出端口;A+为电流端口;V为端口;M代表阻抗

4 系统设计

4.1 变频参数设计

变频装置主要位于水位信息的控制体系内部,可以在运行过程中调整输出电压值和频率值,从而对水泵系统内的电动机转动速度做实际的调整,最终对水箱装置内的进水速率起到一定的调节作用,使水位数值的不稳定得到改进。在运行当中,需要将PLC输出模块产生的模拟电压输入变频装置内部的控制单元内,调整对变频装置所输入的信号模式,需要注意的是输入的指令需要保证和输入端子的模式处于吻合状态,其中变频装置的参数设置见表1。

表1 变频装置的重要参数设置

序号	变频器参数	出厂值	设定值	功能说明
1	P0304	230		
2	P0305	3.25	根据水	
3	P0307	0.75	泵参数	电动机的额定电压
4	P0310	50.00	设置	
5	P0311	0		
6	P1000	2	2	模拟输入量
7	P0700	2	2	选择命令源(由端子排输入)
8	P0701	1	1	ON/OFF(接通正转/断开停车)

4.2 PLC的模块程序设计

对于PLC模块技术来说，PID中的字母分别代表的是比例方式、积分方式和微分方式。PID主要指的是一类数学算法，在实际的运算模式中，主要对系统指定的数值和反馈得到的结果数据进行偏差值的计算，并在比例方式、积分方式以及微分方式的组合下可以产生一个合成型的数学运算方式，用以调整被控制目标的输出数值，使得输出的数值可以和理论设定的数值相近。

对于PID的全部要素而言，在比例因子当中，比例因数越大比例方式的调节功能也就越显著，调节效果也更加准确迅速，但在比例因数过大的情况下，很容易出现增加超调量以及振荡数量现象，这最终会对系统的安全性和稳定性造成一定威胁且对系统的调节周期也会起到延长作用。在积分因子当中，如果积分方式内的时间常数不断增加，则对应的积分方式所产生的效应也会对应地减弱。积分的主要功能是去除系统产生的偏差，从而达到一个无静差的调节效果，但是积分效应过大则会对调节速度造成一定的影响，从而影响整体系统的响应速度、安全性和稳定性，从而产生不利的影响。对于微分因子而言，在微分时间常数不断增大的情况下，微分方式产生的效应也就更加明显。微分方式在运行过程中主要是利用目标的调整量变化程度实现对应调节操作的实施和运行，如果目标的调整量发生了一定的变化，就会触发相应的调节功能，使得系统整体产生的偏差数值可以得到超前校正，以此降低系统总体的动态响应时间，从而有效地提升系统内部总体的动态稳定性。但是此种运行方式对其他信号产生的干扰较为敏感，从而造成了系统总体产生的抗干扰水平下降。

对PID的模块控制原理进行分析时，需要掌握PID的模块主要是根据被控制对象内部的真实技术参数和预先设定出的技术参数之间产生的相对数值进行计算，并根据PID的模块内部存在

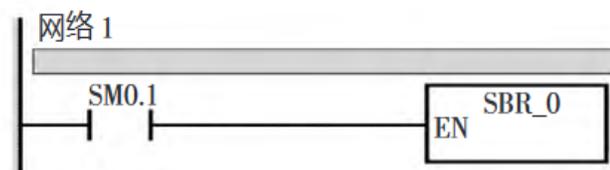
的算法对最终的结果进行核算，将得出的数值输送到执行端口内进行调节，最终产生一个闭环的动作控制运算模式^[5]，利用此种方式可以对被控制对象的相关技术参数进行个性化设定，并根据用户的需求设定参数值，以产生自动变化的状态。

4.3 程序设计

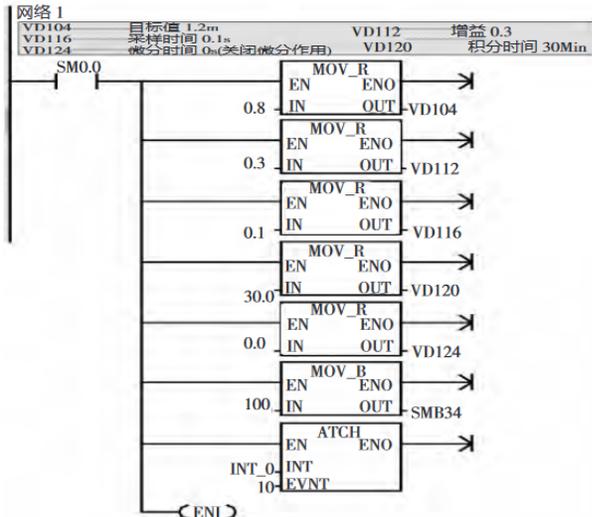
PID系统被广泛地应用于项目的实践过程中，并在应用中需要对相关参数进行优化。水位控制的PID参数见表2，通常应根据实际工程经验对控制系统的实验参数数值进行设定和调节，根据参数表对水位控制程序进行设计构思，如图4所示。本文的西门子S7-200编程软件可以实现自整定功能，并借助于用户程序内的PID调节控制面板可实现对用户最优化整定参数的调整，确保参数值可以满足系统控制的最佳效果需求。

表2 水位控制的PID参数表

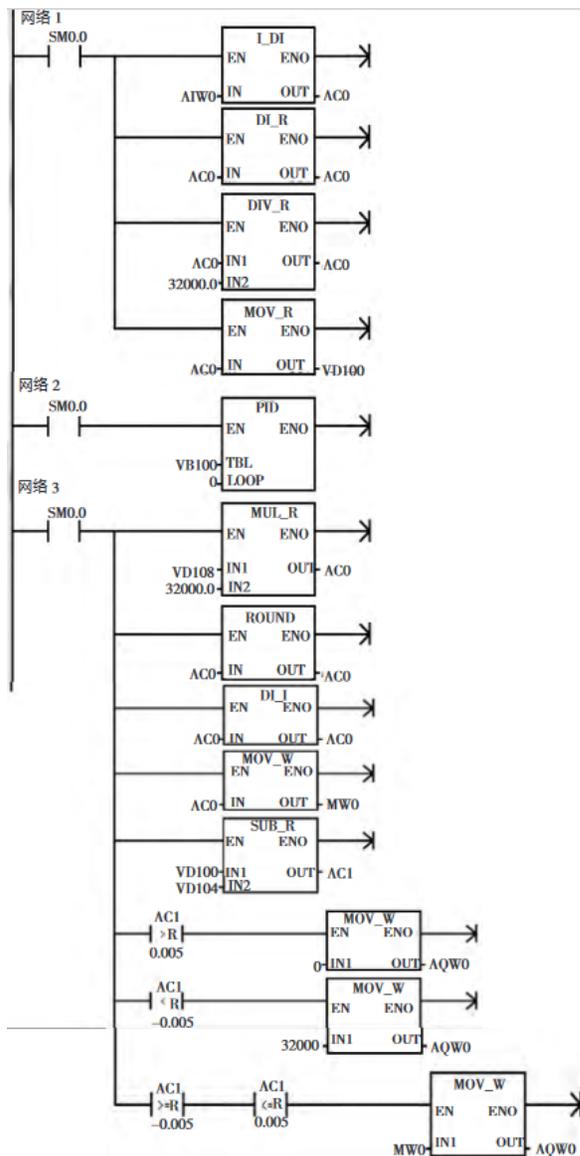
地址	参数	说明
VD100	PV _n	过程变量 0.0~1.0: 水位值经过 A/D 转换后的标准化数值
VD104	SP _n	水位设定值 0.0~1.0; 本系统中为 1.2/1.5=0.8
VD108	M _n	输出值 0.0~1.0
VD112	KG	增益, 比例常数。根据经验或调试结果在此设定为 0.3
VD116	T _s	采样时间单位为 s, 设为 0.1
VD120	T _i	积分时间单位为 min, 设为 30
VD124	TD	微分时间单位为 min, 设为 0
VD128	M _x	积分项前项 0.0~1.0, 并根据运算结果更新
VD132	PV _{n-1}	最近一次 PID 运算的过程变量



(a) 主程序



(b) 子程序



(c) PLC 程序设计

图 4 水位控制的 PLC 程序设计

5 结语

综上所述，此系统在实际运行当中主要是将水箱液位探测器作为主要的测量装置，以变频器为驱动器，以水泵电机为执行器。在实际应用过程中，针对水位的实际情况系统需要做出合理的调整，以实现水箱装置内部液位控制的编程，即将PID的算法比例、积分和微分参数都纳入其中实现整合，以确保水箱装置内部液位处于恒定状态。

参考文献

- [1] 刘利宁.基于PLC水箱水位自动控制系统的设计思路[J].中国高新科技,2021(7):40-42.
- [2] 程国仙.基于PLC的水箱水位安全自动控制[J].电子制作,2021(6):19-21.
- [3] 许赞.水箱水位PLC自动控制系统的设计[J].科技风,2019(27):8.
- [4] 杨正祥.基于WinCC和PID算法的水箱水位控制[J].自动化应用,2017(9):62-64+127.
- [5] 刘小春.基于PLC的水箱水位PID控制系统设计[J].装备制造技术,2017(6):171-173.