

平时常见的厕所马桶就是增加浮球开关，实现的进水水位控制。因而想增加一个浮球开关实现液位控制，且改造电气控制回路也不复杂就是在原来的控制回路上增加一个手自动切换按钮，在原来的手动控制回路上并上浮球液位开关的触点。原理图如图 1 所示。

供水系统：使用“黑色”和“蓝色”的电线。浮球在下水位时，接电是接通的状态；浮球在上水位时，接点是不通的状态。



图 2 磁性浮球液位开关 EM15-2 II 型号 1

排水系统：使用“黑色”和“褐色”的现象。浮球在下水位时，接电是接通的状态；浮球在上水位时，接点是不通的状态。

重锤的位置安装在需要控制的水位大概在 1/2 处。如：某用户水箱 2 米，需要水满的时候自动起泵，那么重锤安装在 1 米处，将“黑褐”两线控制回路即可。

加入浮球开关后初步实现了“高起低停”，当被测液位升高或降低时，浮球随之升降，升高到上限接通启动回路，降低到下限，断开控制回路。但升高或降低到重锤附件时，状态不定，可能造成水泵在此位置频繁启动的后果。且浮球等一次元件要安装在水池内，受池内潮气影响，而且这种浮球开关含有机械转部件偶尔会被水里的细条状杂质卡死，故障率较高，而工艺要求最好能看到液位，提出了更高的要求，就需要完善电气改造方案了。

2 完善方案

工艺要求实现液位可见，就需要模拟量液位计，还要“高起低停”，因不方便接入主控制系统，为此增加一个如 S7-200SMART 类小控制系统，经济上也不合理，就考虑在就是现场增加一个带继电器输出的数显仪表，最好带 24v 输出的。正好手里 NHR-5100-27-x/x/3/x/1p 单回路数字带 3 路报警输出的数字显示控制仪。输入支持 4-20mA，又有 24v 电压和 3 路报警信号，满足电气控制要求。

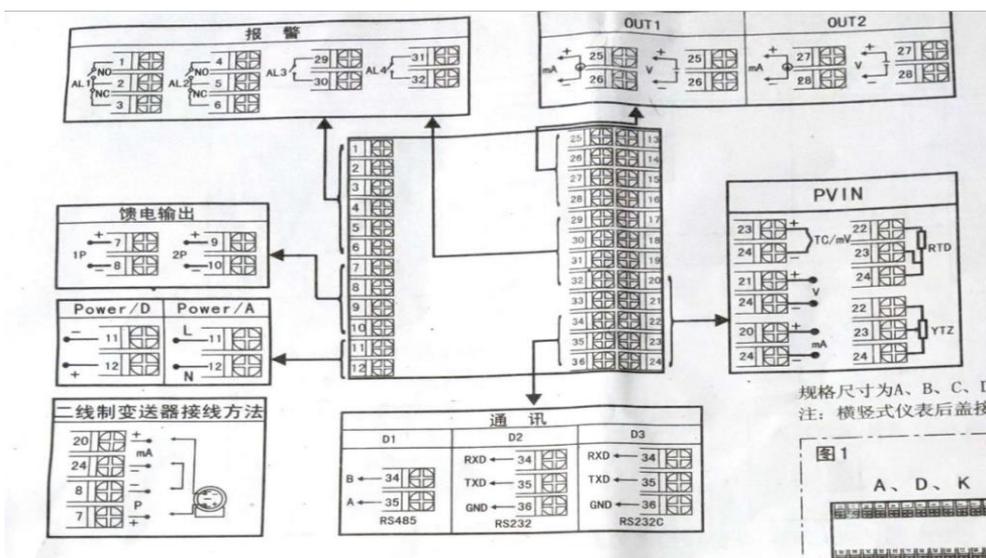


图 3 NHR-5100C 接线端子

(1) 所用的端子号有，如下表所示，因为 20 和 24 之间无电压，所以用到馈电出用到 7 和 8 端子。

表 1 所用的端子明细

端子号	11 (L)	12 (N)	7 (+24v)	20 (mA+)	24	8	1	2	4	5
终端	电源指示灯两端		液位计正	液位计负	之间短接		低限报警常闭触点		高限报警常开触点	

(2) 低限和高限有了，就需要改造原来的控制电路图，要点就是：高液位报警时需要自保持，电机一直启动直到低液位报警，电机停止。而电机手动启动按钮就有自保持回路，只需把高液位报警回路并在手动启动自保持回路上，再把低液位报警串进自动回路里即可。电机的主要控制回路就需改造成下图。

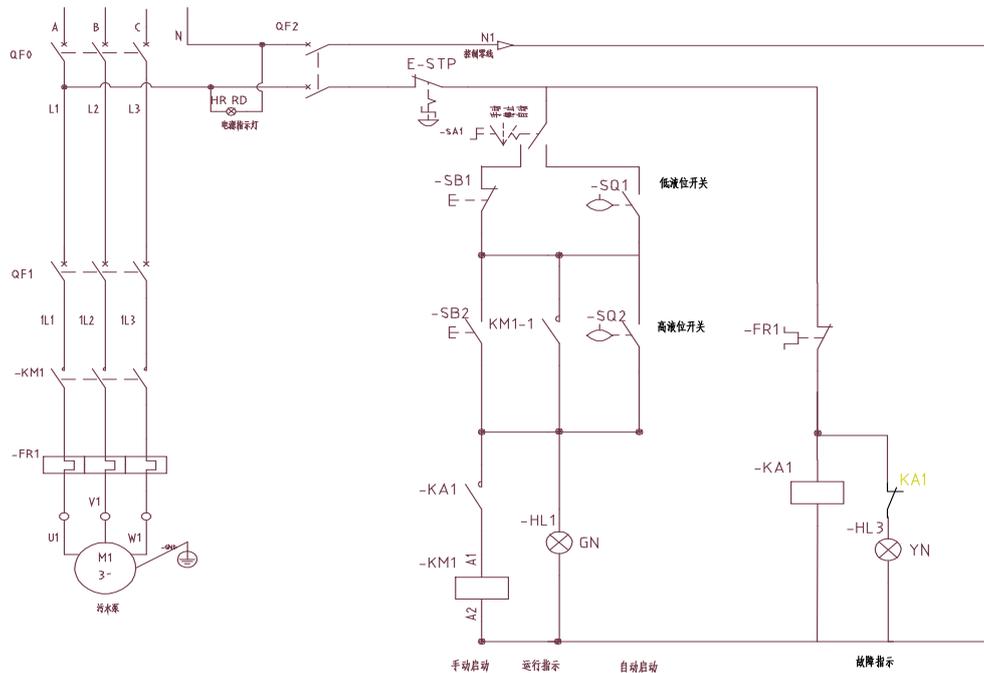


图 4 改造后的电气回路

(3) 接着就是数显仪表的参数设置了，以输入 4-20mA 为例。

表 2 数显仪表的参数设置

参数	说明	设置
Loc	LOC=00: 无禁锁 (一级参数可修改) LOC≠00, 132: 禁锁 (一级参数不可修改) LOC=132: 无禁锁 (一级参数、二级参数可修改)	需要记住密码
AL1	第一报警的报警设定值	与量程单位配合设置成低限数值
AL2	第二报警的报警设定值	与量程单位配合设置成高限数值
Sdis	Sdis=2: 显示第二报警值	显示高液位报警数值可不设
Pn	分度号	27 4-20mA
ALR1	ALM1=0: 无报警 ALM1=1: 报警为下限报警 ALM1=2: 报警为上限报警	ALM1=1: 报警为下限报警
ALR2		ALM2=2: 报警为上限报警
PL	设定输入信号测量的下限量程	根据实际
PH	设定输入信号测量的上限量程	根据实际

(4) 上述方案，能方面的实现“高起低停”，但是还需改造电气接线图，有没有更简单的方法的当然有了，考虑到死区的作用，问题就迎刃而解了。

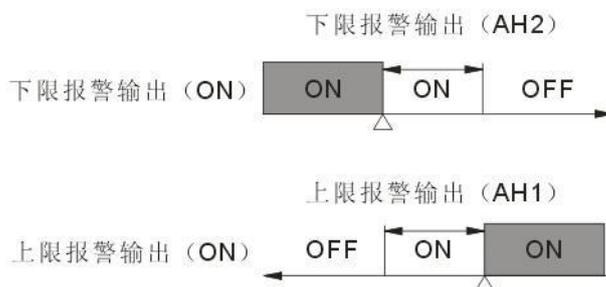


图5 测量值由高到低信号状态变化

只用一个高限上限报警常开触点，高限值—死区值=停机下限值。到达高限常开触点闭合，电机启动，随着液位的下降，液位降到高限值—死区值附近电机停止，避免电机把水抽空，高温损坏电机或泵。这样这个电路和原来的浮球液位控制的电路图1一样，不需要改造电气控制回路，只需把高限报警值接到原来浮球液位计的节点处即可。

表3 设置的参数

参数	说明	设置
AL2	第二报警的报警设定值	与量程单位配合设置成高限数值
RH2	第二报警的回差值	高限值—死区值=停机下限值

3 液位计的选型时关键

电气控制回路的改造没有什么难点，日后的维护的大小，就靠液位计的选型了。液位选的好，维护量就小。这次是室外水池的改造，侧边、底部安装方式的液位计就不考虑。主要考虑静压式、电容式、超声波式和雷达式，因为这几种都没有机械运动部件，且都能上部安装固定。

3.1 静压式

静压式液位计利用压强是液位高度和液体密度的乘积来测量压强而得到液位。

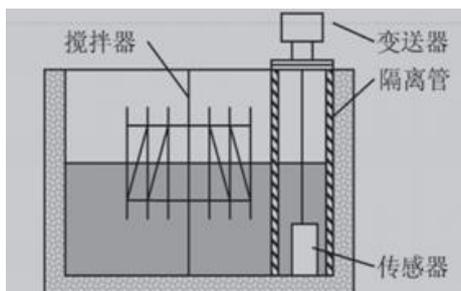


图6 静压式液位计

优缺点：

- (1) 价格较便宜，且不受介质起泡的影响。
- (2) 大风、震动影响测量压力的测量，影响测量精度。
- (3) 要求密度恒定，不能测量分层介质。
- (4) 不易测量容易沉淀的介质，传感器套孔易被污泥堵塞，测量值失真，需要维护清理污泥，增加隔离管能减少被污泥堵塞的概率，但也增加了安装难度。

3.2 电容式

电容式液位计通过测量电容的变化来反映液位的变化。是把自身当做电容的一个电极，容器壁（非金属容器应设

置参考电极)作为电容的另一极,两电极间的介质即为液体及其上面的气体。液体的介电常数参数通常大于空气的介电常数,当液位升高,两电极间总的介电常数值大,电容值增大;当液位下降,电容值也随之减少。用交流电桥将电容信号,转变为电流信号,通过放大处理,最终转变成与液位变化成线性关系的电流电压信号和触电信号。

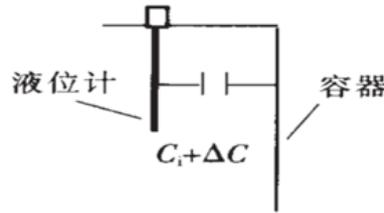


图7 电容式液位计原理

优缺点:挂料是电容式液位计重要问题,物料附着在电极和容器顶部,影响液位的测量。而且物料的介电常数直接影响液位的测量,这就要求物料特性稳定,而污水池通常物料是不稳定的,在准确性要求高的不建议使用,但价格低是电容式液位计的优势。

3.3 超声波液位计

超声波液位计的原理是超声波探头发出的超声波脉冲遇到介质表面后反射,并被接受装置接收反射信号。根据发射和接收的时间差确定液位。

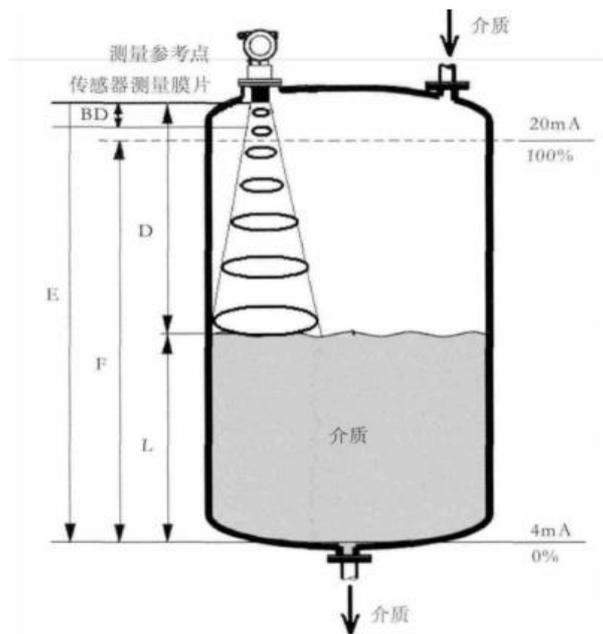


图1 超声波液位计测量原理图

注: E为空罐高度(测量零点); F为介质满灌高度; L为介质实际液位; BD为盲区。

图8 超声波液位计原理图

优缺点:

- (1) 具有安装简单,工作可靠、精度高、免维护、价格适中的特点。
- (2) 水汽、泡沫是声波反射不充分的表面,会吸收一部分或是全部的声波脉冲能量,造成声波的衰减,甚至探头无法工作。因此不能用作被测液面存在大量水汽、泡沫的场合。
- (3) 压力、温度都会影响声音的传播速度,压力变化较大时,会产生较大误差,不宜采用超声波液位计。

3.4 雷达液位计

雷达液位计主要由发射装置、接收装置、信号处理器、天线、显示装置等部分组成。相对于频差式，时差式应用广泛。时差式是利用高频振荡器产生的高频电磁波经天线反射，遇到被探测容器的液面反射，并接收反射回来的电磁波。根据发射波和接收波的时差计算出液面实高。

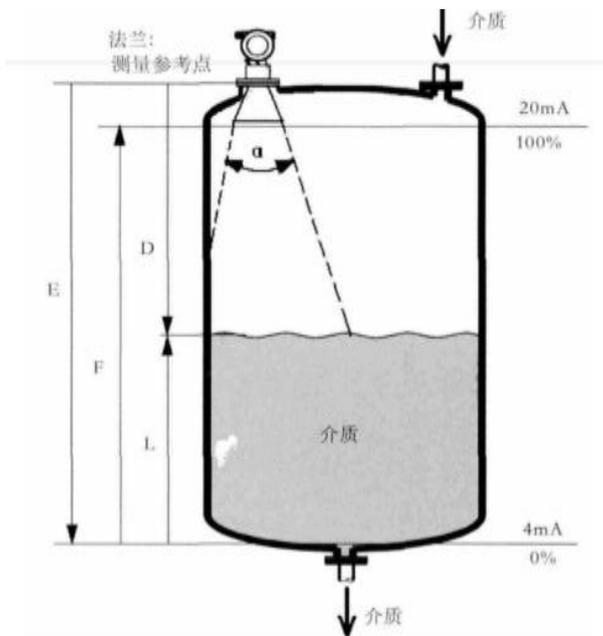


图2 雷达液位计测量原理图

注：E为空罐高度（测量零点）；F为介质满灌高度；L为介质

实际液位

图9 雷达液位计原理图

优缺点：

具有安装简单，工作可靠、精度高、免维护的特点，电磁波传播不需要介质，因此可以穿透水汽、粉尘、泡沫等干扰源，因此不需要考虑温度、粉尘、介质的挥发性影响，使用范围广。但是相对于其他三种液位计，价格最贵。

4 结语

电气控制回路还可以继续优化完善，如增加声光报警、增加第三个报警点（低低报警）实现强停等。液位计选型是关键，根据具体工艺条件和价格选择一种恰当的液位计，来满足工艺和液位计维护要求。随着自动化仪表水平的提高，也可以直接选择一种简单可靠的液位自动控制器。

[参考文献]

- [1]刘冰. 雷达液位计的测量原理与应用[J]. 广州化工, 2012(21): 125-127.
- [2]童景. 浅谈污水处理工程的液位仪表[J]. 浙江冶金, 2009(04): 21-24.
- [3]杨万国, 贾延刚. 多种液位仪表的应用对比[J]. 石油工程建设, 2004(01): 38-43.

作者简介：崔维(1986. 9-), 男, 安徽理工大学, 测控技术与仪器, 潞安煤基清洁能源公司, 助理工程师。张建明(1984. 12-), 男, 河南理工大学, 自动化专业, 学士, 中国纺织科学研究院有限公司, 设备部技术员, 中级工程师。