



南昌大学试验汇报

学生姓名： 费梦娟 学号： 专业班级： 自动化 102 班

试验类型： ☐ 验证 ☐ 综合 ☐ 设计 ☐ 创新 试验日期： 试验成绩：

试验一 单容自衡水箱液位特性测试试验

一、试验目的

1. 掌握单容水箱的阶跃响应测试措施，并记录对应液位的响应曲线；
2. 根据试验得到的液位阶跃响应曲线，用对应的措施确定被测对象的特性

参数 K 、 T 和传递函数；

3. 掌握同一控制系统采用不同样控制方案的实现过程。

二、试验设备

1. 试验对象及控制屏、SA-11 挂件一种、SA-13 挂件一种、SA-14 挂件一种、计算机一台（DCS 需两台计算机）、万用表一种；
2. SA-12 挂件一种、RS485/232 转换器一种、通讯线一根；
3. SA-21 挂件一种、SA-22 挂件一种、SA-23 挂件一种；
4. SA-31 挂件一种、SA-32 挂件一种、SA-33 挂件一种、主控单元一种、数据互换器两个，网线四根；
5. SA-41 挂件一种、CP5611 专用网卡及网线；
6. SA-42 挂件一种、PC/PPI 通讯电缆一根。

三、试验原理

所谓单容指只有一种贮蓄容器。自衡是指对象在扰动作用下，其平衡位置被破坏后，不需要操作人员或仪表等干预，依托其自身重新恢复平衡的过程。图 2-1 所示为单容自衡水箱特性测试构造图及方框图。阀门 F1-1、F1-2 和 F1-8 全开，

设下水箱流入量为 Q_1 ，变化电动调整阀 V 的流出量为 Q_2 ，变化出水阀 F1-11 的开度 $\bar{r}$ 与 Q_2 不等而引起水箱中蓄水或泄水的过程 h 为其输出变量，则该被控过程的数学模型

根据动态物料平衡关系有

$$Q_1 - Q_2 = A \frac{dh}{dt} \tag{2-1}$$

将式(2-1)体现为增量形式

$$\Delta Q_1 - \Delta Q_2 = A \frac{d\Delta h}{dt} \tag{2-2}$$

式中： ΔQ_1 ， ΔQ_2 ， Δh ——分别为偏

离某一平衡状态的增量；

A ——水箱截面积。

在平衡时， $Q_1 = Q_2$ ， $\frac{dh}{dt} = 0$ ；当 Q_1

发生变化时，液位 h 随之变化，水箱出口处的静压也随之变化， Q_2 也发生变化

。由流体力学可知，流体在紊流状况下，液位 h 与流量之间为非线性关系。但为了简化起见，经线性化处理后，可近似认为 Q_2 与 h 成正比关系，而与阀 F1-11

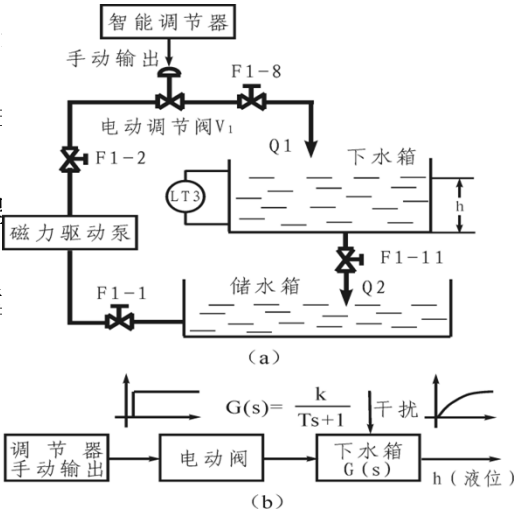


图 2-1 单容自衡水箱特性测试系统

(a) 构造图 (b) 方框图

的阻力 R 成反比，即

$$\Delta Q_2 = \frac{\Delta h}{R} \quad \text{或} \quad R = \frac{\Delta h}{\Delta Q_2} \quad (2-3)$$

式中： R ——阀 F1-11 的阻力，称为液阻。

将式(2-2)、式(2-3)经拉氏变换并消去中间变量 Q_2 ，即可得到单容水箱的数学模型为

$$W_0(s) = \frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{R}{RCs+1} = \frac{K}{Ts+1} \quad (2-4)$$

式中 T 为水箱的时间常数， $T=RC$ ； K 为放大系数， $K=R$ ； C 为水箱的容量系

数。若令 $Q_1(s)$ 作阶跃扰动，即 $Q_1(s) = \frac{x_0}{s}$ ， x_0 =常数，则式(2-4)可改写为

$$H(s) = \frac{K/T}{s + \frac{1}{T}} \times \frac{x_0}{s} = K \frac{x_0}{s} - \frac{Kx_0}{s + \frac{1}{T}}$$

对上式取拉氏反变换得

$$h(t) = Kx_0(1 - e^{-t/T}) \quad (2-5)$$

当 $t \rightarrow \infty$ 时， $h(\infty) - h(0) = Kx_0$ ，因而有

$$K = \frac{h(\infty) - h(0)}{x_0} = \frac{\text{输出稳态值}}{\text{阶跃输入}} \quad (2-6)$$

当 $t=T$ 时，则有

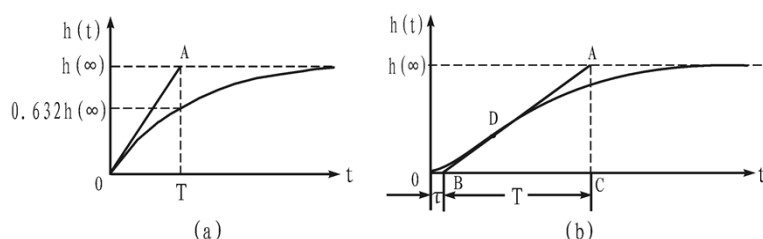
$$h(T) = Kx_0(1 - e^{-1}) = 0.632Kx_0 = 0.632h(\infty) \quad (2-7)$$

式(2-5)体现一阶惯性环节的响应曲线是一单调上升的指数函数，如图 2-2

(a) 所示，该曲线上升到稳态值的 63% 所对应的时间，就是水箱的时间常数 T 。

也可由坐标原点对响应曲线作切线 OA ，切线与稳态值交点 A

所对应的时间就是该时间常数 T ，由响应曲线求得 K 和 T 后，就能求得单容水箱的传递函数。



假如对象具有滞后特性时，其阶跃响应曲线则为图 2-2 (b)，在此曲线的拐点 D 处作一切线，它与时间轴交于 B 点，与响应稳态值的渐近线交于 A 点。图中 OB 即为对象的滞后时间 τ ，BC 为对象的时间常数 T ，所得的传递函数为：

$$H(S) = \frac{Ke^{-\tau s}}{1 + Ts} \quad (2-8)$$

四、试验内容与环节

本试验选择下水箱作为被测对象（也可选择上水箱或中水箱）。试验之前先将储水箱中贮足水量，然后将阀门 F1-1、F1-2、F1-8 全开，将下水箱出水阀门 F1-11 开至合适开度，其他阀门均关闭。

详细试验内容与环节按五种方案分别论述，这五种方案的试验与顾客所购的硬件设备有关，可根据试验需要选做或全做。

（一）、智能仪表控制

1. 将“SA-12 智能调整仪控制”挂件挂到屏上，并将挂件的通讯线插头插入屏内 RS485 通讯口上，将控制屏右侧 RS485 通讯线通过 RS485/232 转换器连接到计算机串口 2，并按照下面的控制屏接线图连接试验系统。将“LT3 下水箱液位”钮子开关拨到“ON”的位置。

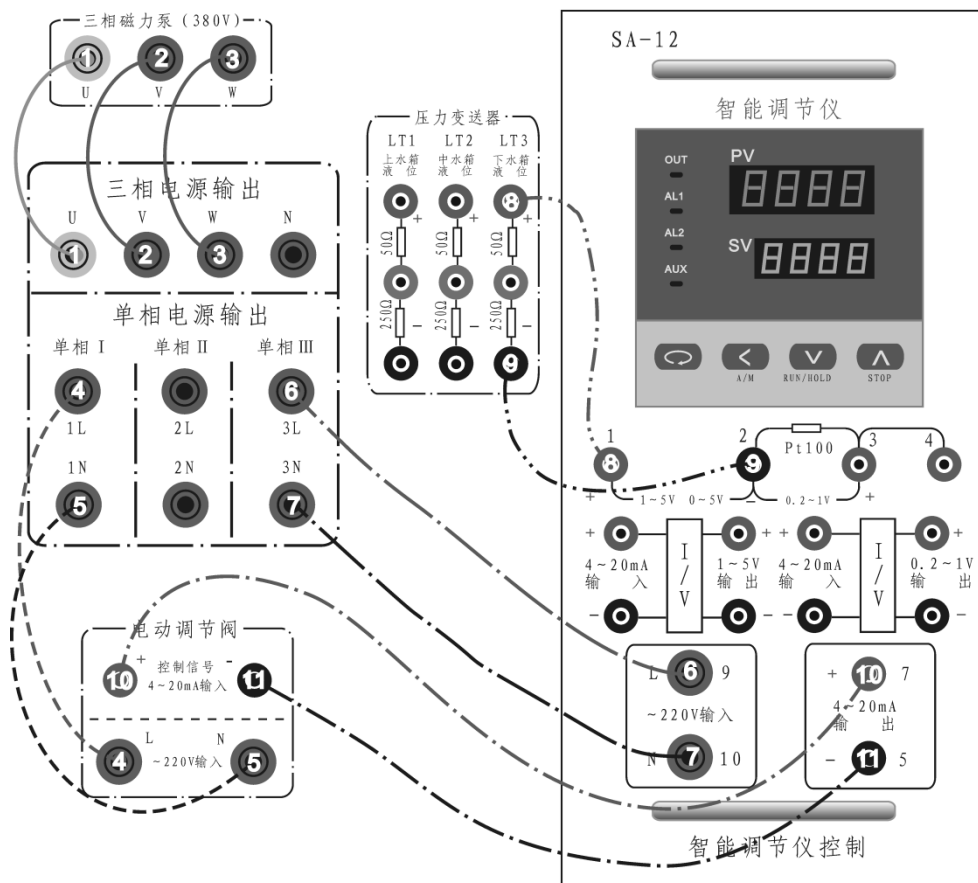


图 2-3 仪表控制单容水箱特性测试试验接线图

2. 接通总电源空气开关和钥匙开关，打开 24V 开关电源，给压力变送器上电，按下启动按钮，合上单相 I、单相 III 空气开关，给智能仪表及电动调整阀上电。

3. 打开上位机 MCGS 组态环境，打开“智能仪表控制系统”工程，然后进入 MCGS 运行环境，在主菜单中点击“试验一、单容自衡水箱对象特性测试”，进入试验一的监控界面。

4. 在上位机监控界面中将智能仪表设置为“手动”控制，并将输出值设置为一种合适的值，此操作需通过调整仪表实现。

5. 合上三相电源空气开关，磁力驱动泵上电打水，合适增长/

减少智能仪表的输出量，使下水箱的液位处在某一平衡位置，记录此时的仪表输出值和液位值。

6. 待下水箱液位平衡后，突增（或突减）智能仪表输出量的大小，使其输出有一种正（或负）阶跃增量的变化（即阶跃干扰，此增量不合适过大，以免水箱中水溢出），于是水箱

通过一段时间后，水箱液位进入新的平衡状态，记为 $h(2)$ ，液位的响应过程曲线将如图 2-4 所示。

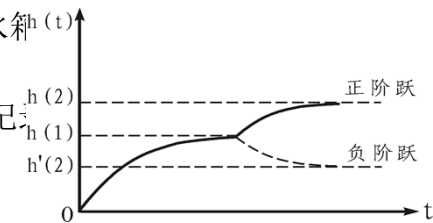


图 2-4 单容下水箱液位阶跃响应曲线

7. 根据前面记录的液位值和仪表输出值，按公式（2-6）计算 K 值，再根据图 2-2 中的试验曲线求得 T 值，写出对象的传递函数。

（二）、远程数据采集控制

1. 将“SA-22 远程数据采集模拟量输出模块”、“SA-23 远程数据采集模拟量输入模块”挂件挂到屏上，并将挂件上的通讯线插头插入屏内 RS485 通讯口上，将控制屏右侧 RS485 通讯线通过 RS485/232 转换器连接到计算机串口 2，并按照下面的控制屏接线图连接试验系统。将“LT3 下水箱液位”钮子开关拨到“ON”的位置。

2. 接通总电源空气开关和钥匙开关，打开 24V 开关电源，给智能采集模块及压力变送器上电，按下启动按钮，合上单相 I 空气开关，给电动调整阀上电。

3 . 打开上位机 MCGS 组态环境，打开“远程数据采集系统”

工程，然后进入 MCGS 运行环境，在主菜单中点击“试验一、单容自衡水箱对象特性测试”，进入试验一的监控界面。

4. 如下环节请参照前面“(一) 智能仪表控制”的环节 4~7。

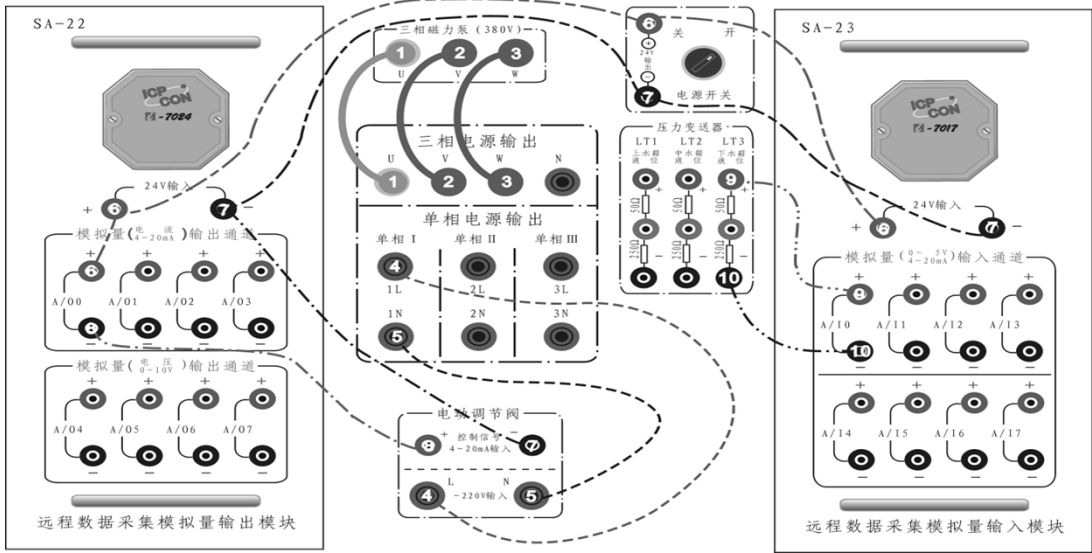


图 2-5 远程数据采集控制单容水箱特性测试试验接线图

(三)、S7-300PLC 控制

1. 将“SA-41 S7-300PLC 控制”挂件挂到屏上，并用 MPI 通讯电缆线将 S7-300PLC 连接到计算机 CP5611 专用网卡，并按照下面的控制屏接线图连接试验系统。将“LT3 下水箱液位”钮子开关拨到“ON”的位置。

2. 接通总电源空气开关和钥匙开关，打开 24V 开关电源，给 S7-300PLC 及压力变送器上电，按下启动按钮，合上单相 I 空气开关，给电动调整阀上电。

3. 打开 Step 7 软件，打开“S7-300”程序进行下载，然后将 S7-300PLC 置于运行状态，然后运行 WinCC 组态软件，打开“S7-300PLC 控制系统”工程，然后激活 WinCC 运行环境，在主菜单中点击“

试验一、单容自衡水箱对象特性测试”，进入试验一的监控界面。

4. 如下环节请参照前面 “（一）智能仪表控制” 的环节 4~7。

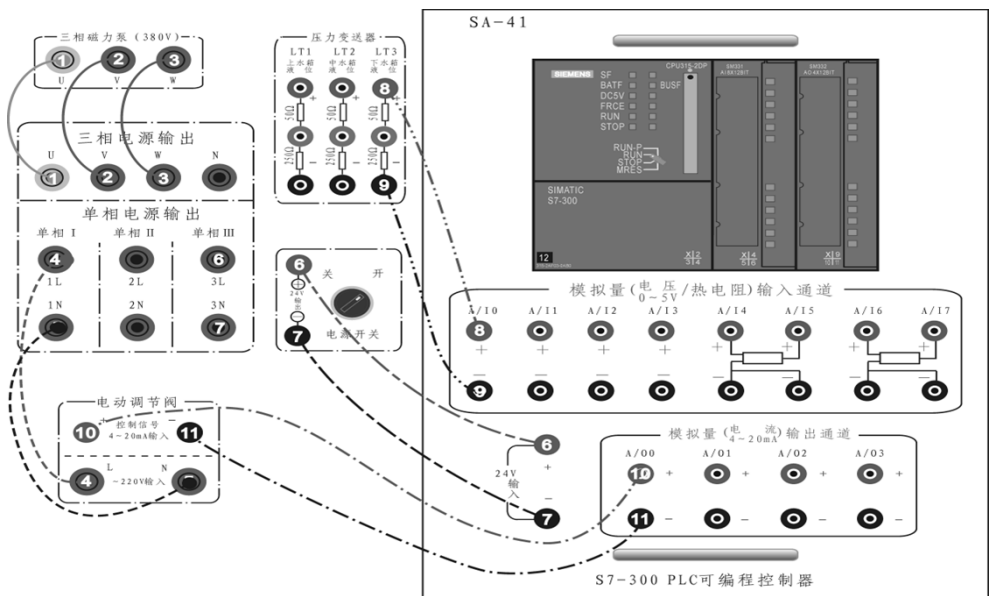
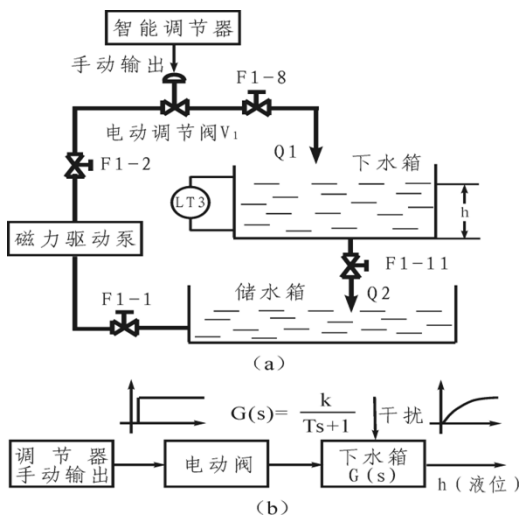


图 2-8 S7-300PLC 控制单容水箱特性测试试验接线图

五、试验汇报规定

1. 画出单容水箱液位特性测试试验的构造框图。

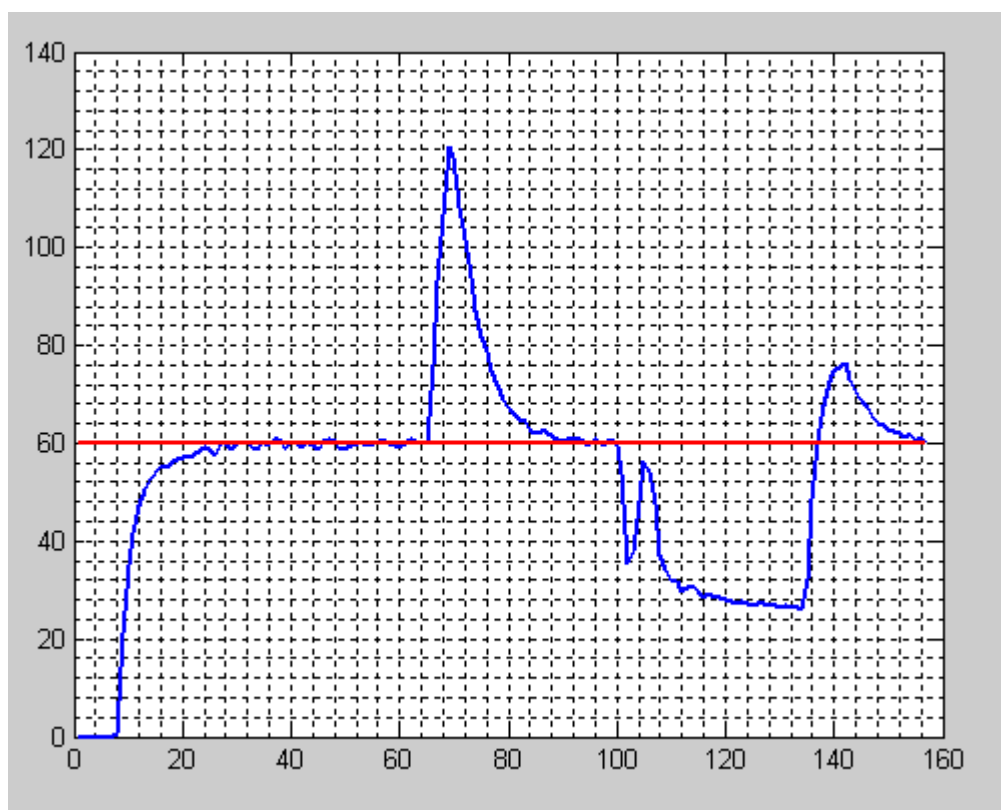


(a) 是构造图；(b) 是方框图

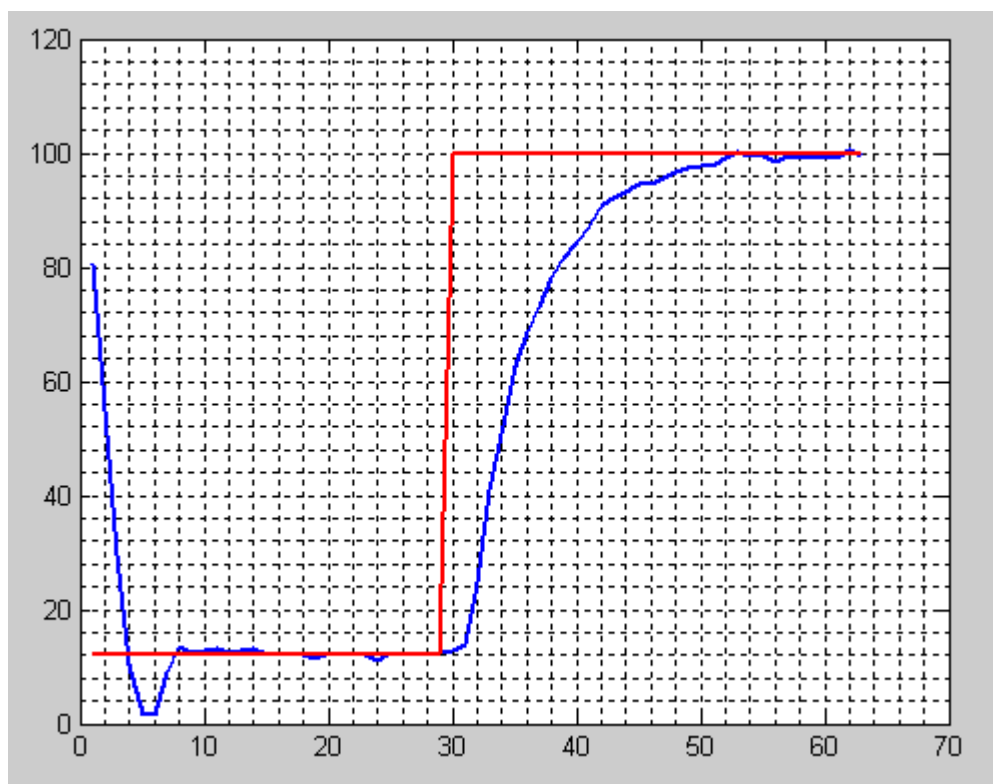
．根据试验得到的数据及曲线，分析并计算出单容水箱液位对象的参数及传递函数。

试验过程中的某个时间段的图形：





截取该过程中的一段，体现单容水箱自衡抵达稳定液位的过程：



根据上图可知：

入水流量到液位的过程在平衡点处近似为一阶惯性环节：

$$W_0(s) = \frac{H(s)}{Q_i(s)} = \frac{R}{RCs + 1} = \frac{K}{Ts + 1}$$

式中 T 为水箱时间常数， $T=RC$ ；K 为放大系数， $K=R$ ；C 为水箱的容量系数

$$h(t) = Kx_0(1 - e^{-t/T})$$

当 $t \rightarrow \infty$ 时， $h(\infty) - h(0) = Kx_0$ ，因而有 $K = \frac{h(\infty) - h(0)}{x_0} = \frac{\text{输出稳态值}}{\text{阶跃输入}}$

当 $t=T$ 时，则有： $h(T) = Kx_0(1 - e^{-1}) = 0.632Kx_0 = 0.632h(\infty)$

由图可知，本来的稳定值为 12cm，因此该系统的阶跃输入为 12.0cm

当抵达稳态时 $h(\infty) = 100\text{cm}$ ，因此 $K = 100/12 = 8.3$ 当液面抵达 63.2cm

时，由图上可知，所需的时间约为 28s，则 $T=28$

$$\text{因此，该环节模型为 } W(s) = \frac{8.3}{28s+1}$$

六、思索题

1. 做本试验时，为何不能任意变化出水阀 F1-11 开度的大小？

答：出水阀 F1-11 的开度是变化出水量 Q_2 的，变化水箱泄水的过程。在此试验中是先将出水阀 F1-11 开至合适的开度。之后在单容水箱在稳定的过程中，此阀门是不能任意变化的，由于一变化就会对系统带来干扰，导致系统不稳定，不能对反应试验特性。只有当系统稳定期，要研究输出量对系统的稳定特性影响时才变化出水阀 F1-11。

2. 用响应曲线法确定对象的数学模型时，其精度与那些原因有关？

答：应曲线也许与试验工作电压的波动，执行器的不稳定性，和系统的控制参数比例度、积分时间、微分时间及测量值的波动都也许带来一定的误差，导致精度下降，同步还跟压力传感器的精度，阀门开度，测试软件均有关系。

3. 假如采用中水箱做试验，其响应曲线与下水箱的曲线有什么异同？并分析差异原因。

答：若采用中水箱做试验，它的响应曲线要比下水箱变化到的快。

原因：由于中水箱的截面积比下水箱的截面积要小，上升相似的液位高度，下水箱要更长的时间。

七、试验总结

通过本次试验理解了试验的装置设备，熟悉了 MCGS

运行环境。通过试验让自己理解到试验参数的设定的重要性。也懂得了试验精度与传感器的敏捷度，执行器的不稳定性，系统的控制参数比例度、积分时间、微分时间及测量值的波动都也许有关，因此我们要通过度析综合原因来分析试验曲线的形成过程。同步，通过试验让自己对工业生产过程的试验系统也有了深入的理解，收获颇多。



南昌大学试验汇报

学生姓名： 费梦娟 学号： 专业班级： 自动化 102 班

试验类型： ☐ 验证 ☐ 综合 ☐ 设计 ☐ 创新 试验日期： 试验成绩：

试验三 水箱液位串级控制系统

一、试验目的

1. 通过试验理解水箱液位串级控制系统构成原理。
2. 掌握水箱液位串级控制系统调整器参数的整定与投运措施。
3. 理解阶跃扰动分别作用于副对象和主对象时对系统主控制量的影响。
4. 掌握液位串级控制系统采用不同样控制方案的实现过程。

二、试验设备（同前）

三、试验原理

本试验为水箱液位的串级控制系统，它是由主控、副控两个回路构成。主控回路中的调整器称主调整器，控制对象为下水箱，下水箱的液位为系统的主控制量。副控回路中的调整器称副调整器，控制对象为中水箱，又称副对象，中水箱的液位为系统的副控制量。主调整器的输出作为副调整器的给定，因而副控回路是一种随动控制系统。副调整器的输出直接驱动电动调整阀，从而抵达控制下水箱液位的目的。为了实现系统在阶跃给定和阶跃扰动作用下的无静差控制，系统的主调整器应为 PI 或 PID 控制。由于副控回路的输出规定能迅速、精确地复现主调整器输出信号的变化规律，对副参数的动态性能和余差无特殊的规定，因而副调整器可采用 P 调整器。本试验系统构造图和方框图如图 5-2 所示。

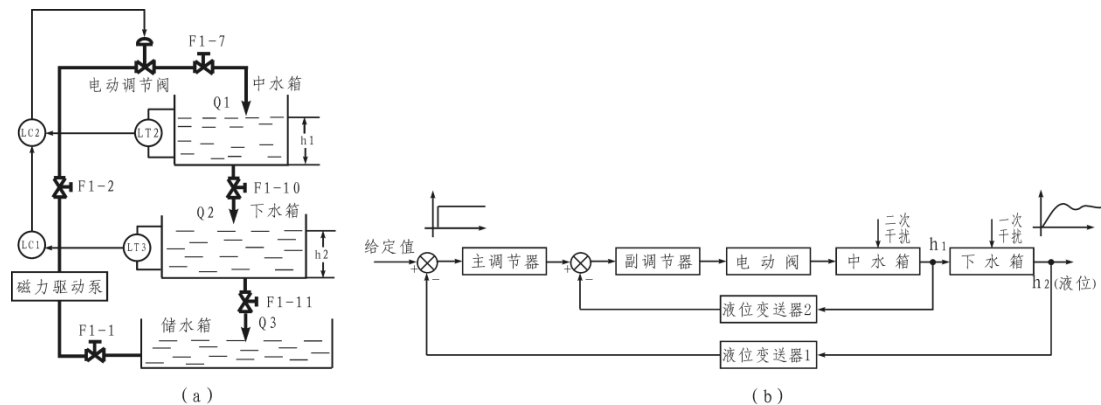


图 5-2 水箱液位串级控制系统

(a)构造图 (b)方框图

四、试验内容与环节

本试验选择中水箱和下水箱串联作为被控对象（也可选择上水箱和中水箱）。试验之前先将储水箱中贮足水量，然后将阀门 F1-1、F1-2、F1-7 全开，将中水箱出水阀门 F1-10、下水箱出水阀门 F1-11 开至合适开度（规定阀 F1-10 稍不大于阀 F1-11），其他阀门均关闭。

详细试验内容与环节按五种方案分别论述,这五种方案的试验与顾客所购的硬件设备有关,可根据试验需要选做或全做。

(一)、智能仪表控制

1. 将两个 SA-12 挂件挂到屏上,并将挂件的通讯线插头插入屏内 RS485 通讯口上,将控制屏右侧 RS485 通讯线通过 RS485/232 转换器连接到计算机串口 2,并按照下面的控制屏接线图连接试验系统。将“LT2 中水箱液位”钮子开关拨到

“OFF” 的位置，将“LT3 下水箱液位” 钮子开关拨到“ON” 的位置。

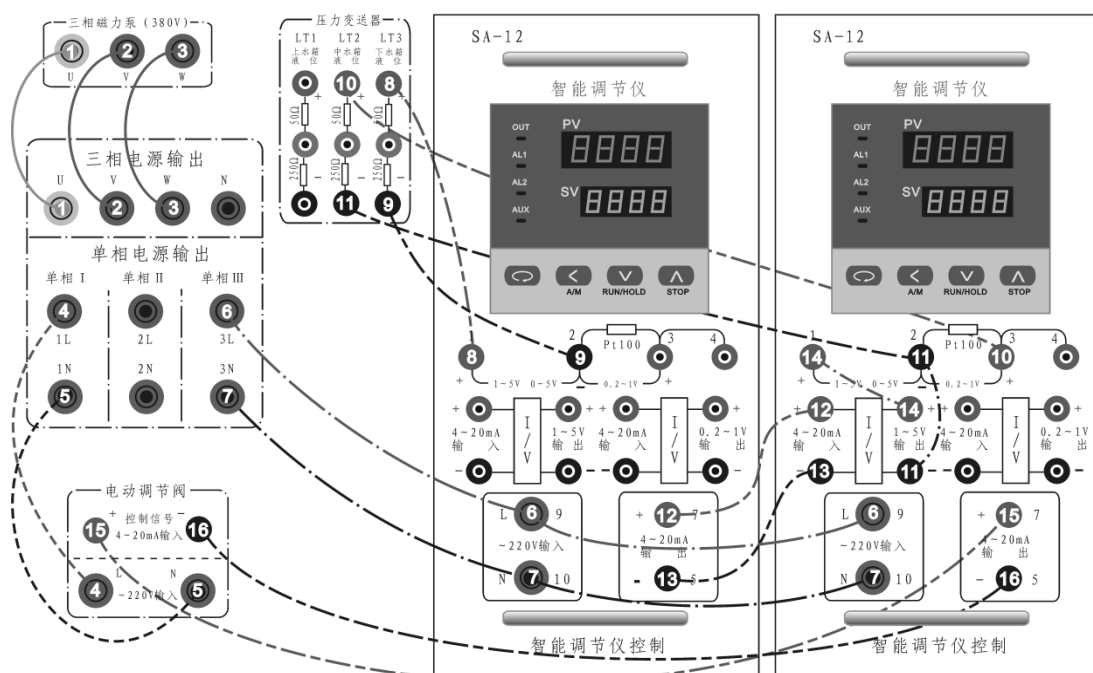


图 5-3 智能仪表控制水箱液位串级控制试验接线图

2. 接通总电源空气开关和钥匙开关，打开 24V 开关电源，给压力变送器上电，按下启动按钮，合上单相 I、单相III空气开关，给智能仪表 1 及电动调整阀上电。
3. 打开上位机 MCGS 组态环境，打开“智能仪表控制系统”工程，然后进入 MCGS 运行环境，在主菜单中点击“试验十、水箱液位串级控制系统”，进入试验十的监控界面。
4. 在上位机监控界面中点击“启动仪表 1”、“启动仪表 2”。将主控仪表设置为“手动”，并将输出值设置为一种合适的值，此操作可通过调整仪表实现。
5. 合上三相电源空气开关，磁力驱动泵上电打水，合适增长/减少主调整器的输出量，使下水箱的液位平衡于设定值，且中水箱液位也稳定于某一值（此值一般为 3 ~ 5cm，以免超调过大，水箱断流或溢流）。

6. 按本章第一节中任一种整定措施整定调整器参数，并按整定得到的参数进行调整器设定。

7. 待液位稳定于给定值时，将调整器切换到“自动”状态，待液位平衡后，通过如下几种方式加干扰：

(1) 突增（或突减）仪表设定值的大小，使其有一种正（或负）阶跃增量的变化；

(2) 打开阀门 F2-1、F2-4（或 F2-5），用变频器支路以较小频率给中水箱(或下水箱)打水。（干扰作用在主对象或副对象）

(3) 将阀 F1-5、F1-13 开至合适开度（变化负载）；

(4) 将电动调整阀的旁路阀 F1-3 或 F1-4（同电磁阀）开至合适开度；

以上几种干扰均规定扰动量为控制量的 5%~15%，干扰过大也许导致水箱中水溢出或系统不稳定。加入干扰后，水箱的液位便离开原平衡状态，通过一段调整时间后，水箱液位稳定至新的设定值（背面三种干扰措施仍稳定在原设定值），记录此时的智能仪表的设定值、输出值和仪表参数，下水箱液位的响应过程曲线将如图 5-4 所示。

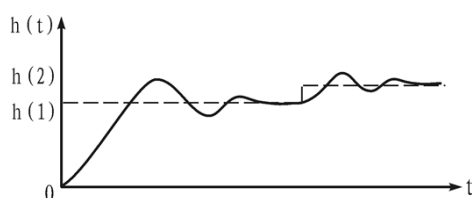


图 5-4 下水箱液位阶跃响应曲线

8. 适量变化主、副控调整仪的 PID 参数，反复环节 7，用计算机记录不同参数时系统的响应曲线。

(二)、远程数据采集控制

1. 将挂件 SA-22 远程数据采集模拟量输出模块、SA-23 远程数据采集模拟量输入模块挂到屏上，并将挂件上的通讯线插头插入屏内 RS485 通讯口上，将控制屏右侧 RS485 通讯线通过 RS485/232 转换器连接到计算机串口 2，并按照下面的控制屏接线图连接试验系统。将“LT2 中水箱液位”、“LT3 下水箱液位”钮子开关均拨到“ON”的位置。

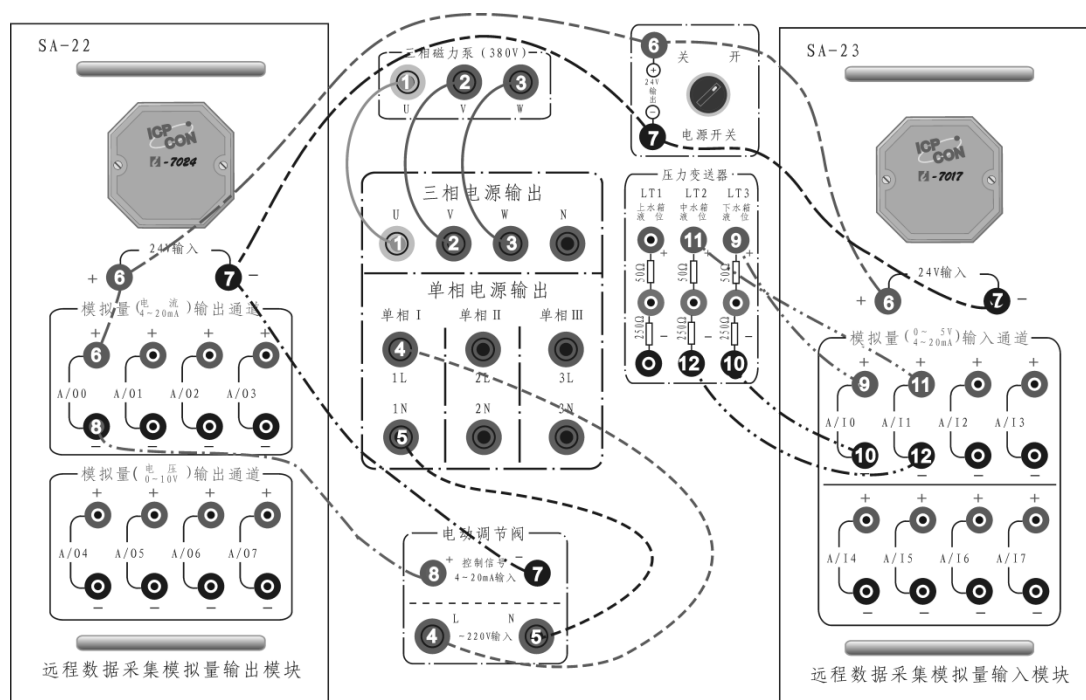


图 5-5 远程数据采集控制水箱液位串级控制试验接线图

2. 接通总电源空气开关和钥匙开关，打开 24V 开关电源，给智能采集模块及压力变送器上电，按下启动按钮，合上单相 I 空气开关，给电动调整阀上电。

3. 打开上位机 MCGS 组态环境，打开“远程数据采集系统”工程，然后进入 MCGS 运行环境，在主菜单中点击“试验十、水箱液位串级控制”，进入试验十的监控界面。

4. 如下环节请参照前面“(一) 智能仪表控制”的环节 4~8。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/948115143114006106>