

《PLC-DCS 综合设计》报告二

二〇二二年一月

目录

一 实习介绍.....	1
1.1 实习目标.....	1
1.2 实习设备.....	1
二 整体设计概述.....	2
2.1 整体设计.....	2
2.2 硬件部分.....	3
2.3 软件部分.....	4
三 单容水箱系统辨识.....	6
3.1 理论模型.....	6
3.2 参数辨识.....	7
四 控制系统设计概述.....	8
4.1 水箱液位单回路控制系统.....	8
4.2 压力-液位串级控制系统.....	8
4.3 单回路-串级切换.....	9
五 控制器参数整定.....	10
5.1 理想 PID 参数整定.....	10
5.2 PID 参数作用分析.....	11
5.3 单回路控制参数整定.....	14
5.4 串级控制参数整定.....	17
5.5 单回路-串级切换.....	20
六 HMI 交互界面设计.....	22
6.1 主界面设计.....	22
6.2 系统模型界面.....	22
6.3 参数设定界面.....	23
6.4 曲线监视界面.....	24
6.5 报警界面.....	24
七 主从通信设计.....	25
八 总结与体会.....	26

一 实习介绍

1.1 实习目标

- 分析工艺流程，实现液位控制的方案；
- 熟练使用 PLC 的 AI/AO 的模拟量通道配置和编程；
- 能够使用 PLC 的 PID 进行控制系统设计和参数调整；
- 完成功能：单回路、串级控制，单回路和串级控制可自由切换；
- 完成基于模型辨识的 PID 控制设计和实际 PLC 控制的效果对比；
- 控制中给定值由 HMI 设置，控制状态可在 HMI 中数值显示；
- 完成组内或组间，2 台 PLC 的通信问题。

1.2 实习设备

- 水箱系统
- Siemens S7-300
- Portal 15.1
- MATLAB

二 整体设计概述

2.1 整体设计

实验室水箱系统主要由比例阀、手动阀、压力变送器、变频磁力计、液位变送器、水箱和蓄水箱组成。如图 2.1 所示。

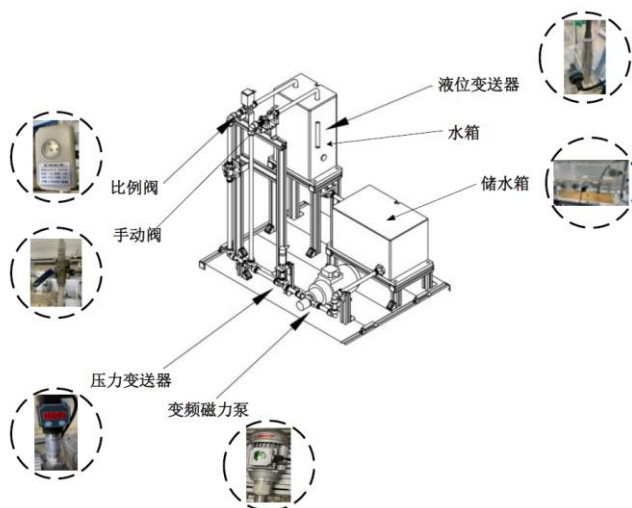


图 2.1 水箱效果图

整个控制系统的流程是由储水箱储存水，通过变频磁力泵将水抽出，然后送入管道，通过比例阀和手动阀控制进入水箱的流量大小，水箱和储水箱之间设置有通道，可以流回储水箱，形成循环。水流流动过程图如图 2.2 所示。

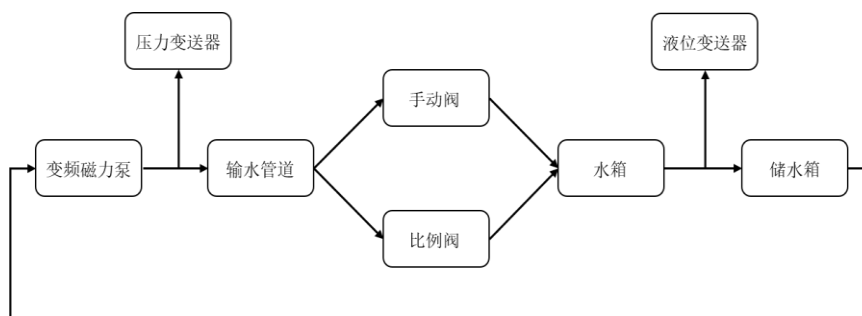


图 2.2 水流流动过程图

对于系统的整体设计硬件部分及软件两部分，硬件部分通过与 PLC 连接的模拟输入输出模块进行采用输入和控制输出。对于泵的主要控制来源是修改变频器的工作频率，以此来达到泵运作功率变化的效果，而在软件部分则主要包含控制回路、HMI 设计以及双机通讯部分。设计框图如图 2.3 所示，针对硬件控制层读回的变送器数据将其存入相应的数据存储空间。在软件控制层主要是针对设计的控制系统进行参数的整定以达到控制要求，以及控制方式的流畅转换。HMI 作

为上层应用为系统的人机交互接口，用于实时的控制回路切换，曲线可视化，参数调整等等。除此之外作为 DCS 系统一部分，还要提供通讯的外接接口。

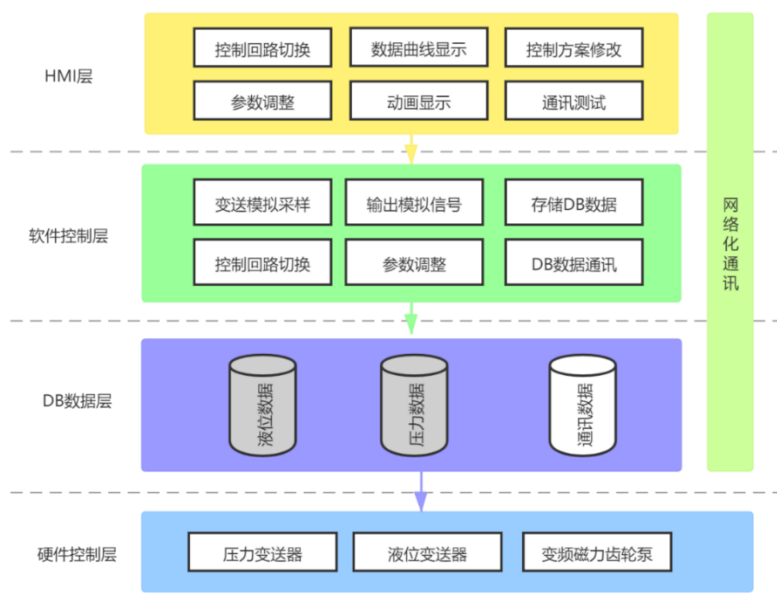


图 2.3 整体设计框图

2.2 硬件部分

针对系统的硬件部分，主要包括三大部分，包括水箱自身的传感器，执行器设备，以及所使用的控制器，最后需要考虑两者之间的硬件连接，保证数据的正常传输。

针对水箱传感器与执行器，采用压力变送器作为检测变频磁力泵出水压力的检测机构，液位变送器用于检测水箱液位高度的检测机构，两者输出电流为 4-20mA。执行机构方面，硬件层面有比例阀以及变频磁力泵两个执行机构选择，通过测量发现，比例阀的灵敏度明显低于磁力泵，且存在滞后特性，因此选用磁力泵作为系统执行器。

控制器方面，选用的是 Siemens S7-300 系列产品，拥有以下硬件设施：

- PS 307 10A
- CPU 315-2 PN/DP
- DI 16/DO 16x24VDC/0.5A
- DI 16x24VDC
- AI 8x12BIT
- AO 4x12BIT

针对人机交互部分选用的是 HMI DOP-B10E615 进行显示。

控制系统通道方面，考虑到检测仪表输出以及磁力泵控制信号输入均为模拟量，可以采用 PLC 的 AI 和 AO 模块对控制系统通道进行输入输出，并配置为电压输入输出方式。系统控制通道接线如图 2.4 所示。

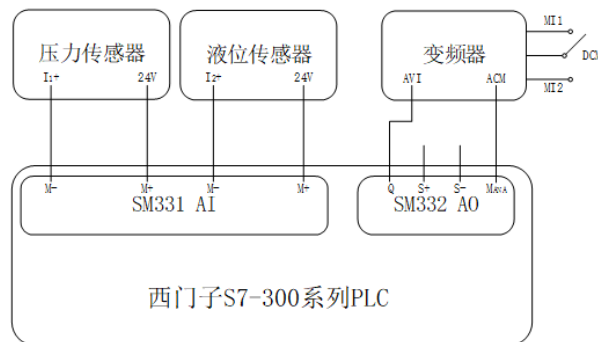


图 2.4 控制系统接线图

2.3 软件部分

在代码编写部分第一个遇到的问题就是如何将 PLC 读回数据进行保存，用于后续采用 MATLAB 绘图分析。针对这一问题我们采用 STL 语言编写了相应的 FC 块，可以实现手动开启数据保存，以及指定大小量的数据保存。

```

OPN    "DB1"
L      P#0.0      //将 P#0.0 装入累加器 1
LAR1   //将累加器 1 的内容传送至地址寄存器 1
TAR1   #Temp_0    //将地址寄存器 1 的内容传送至 Temp_0
L      DINT#32
L      #Input_0   //偏移
*D      //将 ACCU 1 和 ACCU 2 数相乘
L      #Temp_0
+D      //将 ACCU 1 和 ACCU 2 相加
LAR1
L      #Input_1   //数据
T DBD [ AR1 , P#0.0 ]
//AR1 为指令地址寄存器，存放下一条指令的起始地址，
//P#x.y 为指针的偏移量，x.y 为偏移方式，4.0 表示偏移 4 个字节
//此句将 ACCU 1 的内容传送给后续地址

```

针对控制算法的编写可以直接使用 Portal 15 中 CONT_C 模块进行 PID 控制算法的编写，可以将 CONT_C 放入独立的 OB 块，通过中断的方式保证 PID 算法的稳定运行，在串级控制中可以采用相同的思路，将副控制回路控制器与主控制器进行分离，提高副回路控制器的运行频率从而达到更好的串级控制效果。

HMI 部分的编写，使用 DOPsoft 软件进行相应的开发，使用空间对界面进行布局后通过对链接的读写地址进行相应的修改从而使屏幕能够正常使用，由于 HMI 显示器为台达公司的产品，而 PLC 为西门子公司产品，因此无法使用 COM 串口进行直接连接。故我们在连接中使用 Ethernet 以太网进行连接，通过配置 IP 地址的方式便可以使 HMI 显示器访问 PLC 内存中的全部数据与变量。

三 单容水箱系统辨识

3.1 理论模型

假设贮罐的横截面积不变，表示为 A 。该过程中，贮罐中的液位高度 h 为被控变量，也是过程的输出量；流入贮罐的液体体积流量 q 为过程的输入量， q_1 的大小通过改变阀门 1 的开度来调节；流出贮罐的液体体积流量 q_2 为过程的中间量，也是过程的干扰， q_2 的大小可以根据用户的需求，通过阀门 2 的开度来调节。

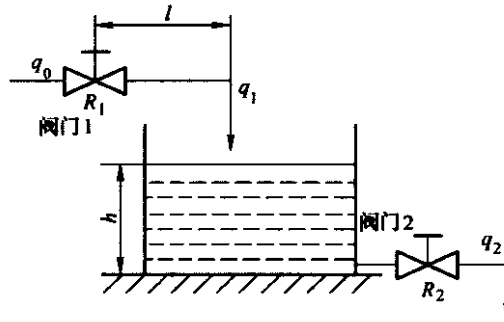


图 3.1 单容水箱模型

根据动态物料平衡关系，即：贮罐中液体贮存量的变化率=单位时间内液体流入量-单位时间内液体流出量，得

$$\Delta q_1 - \Delta q_2 = A \frac{d\Delta h}{dt} \quad (1)$$

当 q_1 发生变化时，液位 h 随之改变，使贮罐出口处的静压发生变化， q_2 也发生相应变化。假设 q_2 与 h 近似呈线性正比关系，与阀门 2 处的液阻 R_2 （近似为常量）呈反比关系，则有

$$\Delta q_2 = \frac{\Delta h}{R_2} \quad (2)$$

消除中间变量，将式（2）代入式（1）中，经整理可得单容液位过程的微分方程增量表示形式

$$R_2 A \frac{d\Delta h}{dt} + \Delta h = R_2 \Delta q_1 \quad (3)$$

对该式进行拉普拉斯变换，得到过程的传递函数

$$G(s) = \frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{R_2}{R_2 A s + 1} \quad (4)$$

其中 $T = R_2 C$, $K = R_2$, $C = A$ ，式中 T 为被控过程的时间常数， K 为被控过程的静态增益， C 为被控过程的容量系数，或称为过程容量。由此（4）可以重写为：

$$G(s) = \frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{K}{Ts + 1} \quad (5)$$

假设液体流经长度为 l 的管道需要的时间为 τ_0 ，则将上述模型推广得到具有纯滞后的过程模型为

$$G(s) = \frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{K}{Ts + 1} e^{-\tau_0 s} \quad (6)$$

根据以上分析，参数辨识的目的即辨识出参数 K ， T ， τ_0 的大小。

3.2 参数辨识

本次实习的辨识方法采用灰箱辨识方法，考虑到变频磁力泵的输出量最为直观的是阶跃响应，因此采用阶跃输入对系统进行激励，记录输出数据从而进行相关的参数辨识。

预设变频器输出为 400（值为代码放缩后的结果，并非实际频率），等待自恒水箱稳定，采集到的液位高度为 4cm，将变频器频率更改为 1000 以提供阶跃响应，实时采集液位变送器传回的液位高度，如图 3.2 所示，可以看到输出曲线在开始阶段有较为明显的纯滞后现象。

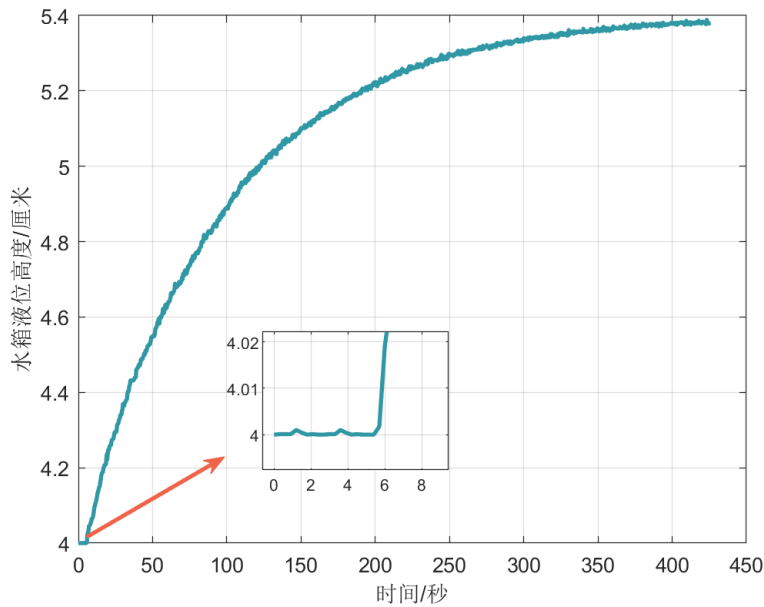


图 3.2 开环阶跃响应

将采集回的数据放入 MATLAB System Identification 中选择模型为 Process Models 可以得出最终的传递函数模型：

$$G(s) = \frac{0.0089971}{95.828s + 1} e^{-2.0679s} \quad (7)$$

四 控制系统设计概述

4.1 水箱液位单回路控制系统

此次实习系统存在两个检测变送装置，两个执行器，可以设计出四种单回路控制系统如下：

- 液位-比例阀单回路控制系统
- 液位-变频磁力泵单回路控制系统
- 压力-比例阀单回路控制系统
- 压力-变频磁力泵单回路控制系统

由于此次实习主要针对被控量为水箱液位，则选用液位变送器作为检测装置，在实习中发现比例阀存在滞后性大的问题控制效果不如变频磁力泵及时，因此选用变频磁力泵作为执行器，综上可以绘制出控制系统框图如图 4.1 所示。

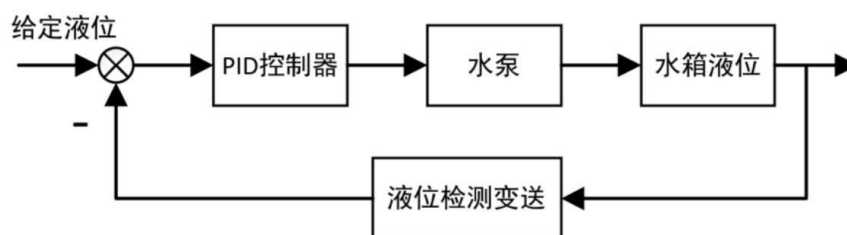


图 4.1 水箱液位单回路控制系统框图

4.2 压力-液位串级控制系统

为了了解管道压力的开环曲线，我们在未施加控制的情况下提取了一定数据的变送值信息，如图 4.2 所示。

考虑到在液位单回路控制中，存在水压的波动会对液位的控制造成干扰，因此可以将恒压变频单回路控制器作为液位单回路控制器的内环，构成串级控制系统。

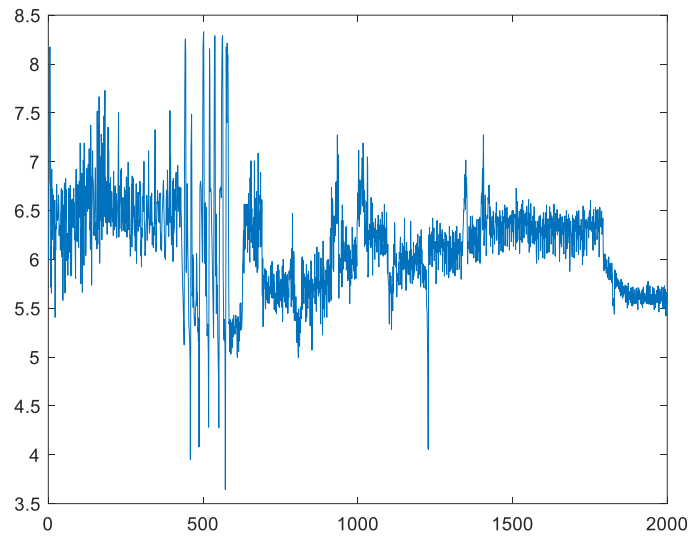


图 4.2 开环水位压力变送值

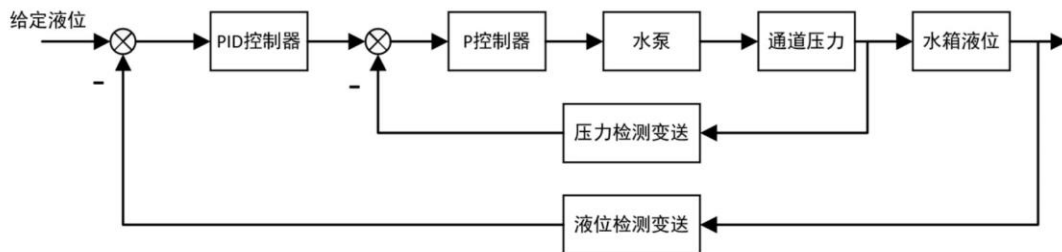


图 4.3 压力-液位串级控制系统框图

4.3 单回路-串级切换

在本次系统设计中按照要求也进行了单回路串级双系统之间的切换。用户可以在压力波动不大且对控制要求不高时仅使用单回路控制，对控制要求较高且希望抑制干扰时则选用串级控制。

从经济性以及算法的易实现性出发，可以在副回路控制器前添加开关，并在交互层面提供接口，开关闭合为串级控制系统，开关打开时为单回路控制系统。

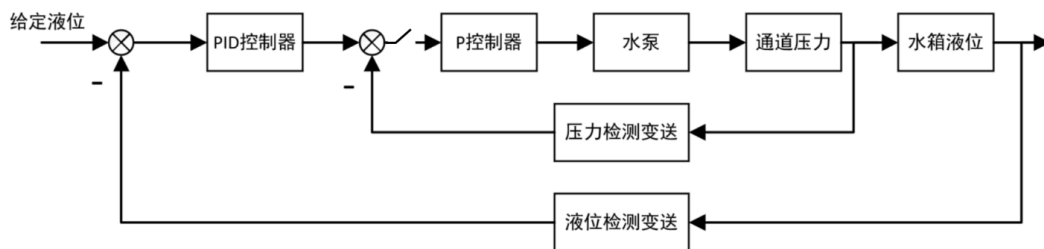


图 4.4 单回路-串级切换系统框图

五 控制器参数整定

5.1 理想 PID 参数整定

针对 PID 参数的整定已经有了许多较为成熟的方法，在实际的参数整定过程可以参考理想的 PID 参数进行相应调整。为了对水箱系统进行参数整定，我们根据 3.2 节的辨识结果在 Simulink 中搭建了相应的仿真模型如图 5.1 所示。

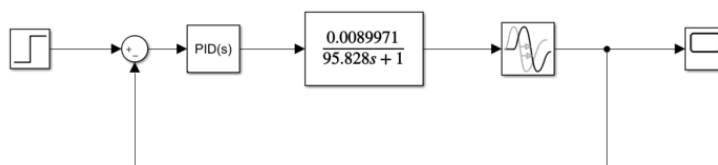


图 5.1 理想 PID 整定仿真系统

根据所搭建的系统平台，其 PID 控制器输出公式为：

$$P + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}} \quad (8)$$

其中 P 为比例增益， I 为积分增益， D 为微分增益， N 用于不完全微分。使用 PID Tuner 整定参数可以得出理想情况下的参数取值如下：

$$P = 153.4 \quad I = 3.093 \quad D = -208.3 \quad N = 0.0264$$

在此基础上将理想 PID 参数用于实际运行测试可以发现得出曲线如图 5.2 所示并不理想，因此我们决定采用经验法整定参数。

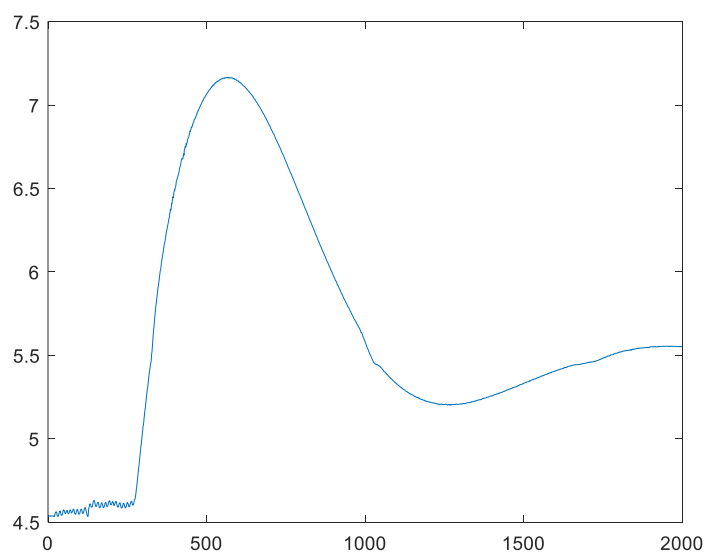


图 5.2 理想 PID 参数运行输出结果图

5.2 PID 参数作用分析

在课程学习的过程中,针对 PID 参数整定学习了临界比例度法、衰减曲线法、反应曲线法等,但是在实际过程中由于现场环境以及设备影响,以上方法均无法得到较好的控制效果,最终选用经验法进行 PID 参数的相关整定。

针对 PID 控制器,其输出表达式为:

$$u(t) = K_c e(t) + \frac{K_c}{T_I} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_c T_D \frac{de(t)}{dt} \quad (9)$$

通过调节参数 K_c , T_I , T_D 使实际水箱液位曲线尽可能符合期望效果。

由于采用的是经验法调整参数,在具体整定前,需要对各参数的作用进行全面了解,本节将以单回路控制为例分析比例增益,积分时间常数,微分时间常数对最终控制系统的影响。

5.2.1 比例增益 K_c 作用

为了探讨比例增益 K_c 对控制效果的影响,关闭 PID 控制器的积分项以及微分项,选取 K_c 值分别为 10000, 40000, 60000, 100000 时对系统输出进行相关分析,其结果图如图 5.3 所示。

通过实验可以发现,当 K_c 取 10000 时,系统无明显波动,但是稳态误差较大,不符合期望曲线,随着 K_c 的增大,即 K_c 取 40000, 60000 时,稳态误差明显减小,但是仍不能减小稳态误差,当 K_c 取到 100000 时,系统开始出现振荡现象即系统稳定性受到了比例增益增大的影响。

根据以上现象可以得出以下结论:单纯的比例控制可以加快系统的响应速度,并且可以减小系统的稳态误差,但是不能消除系统的稳态误差,同时过大的比例增益会降低系统稳定性导致系统出现振荡现象。

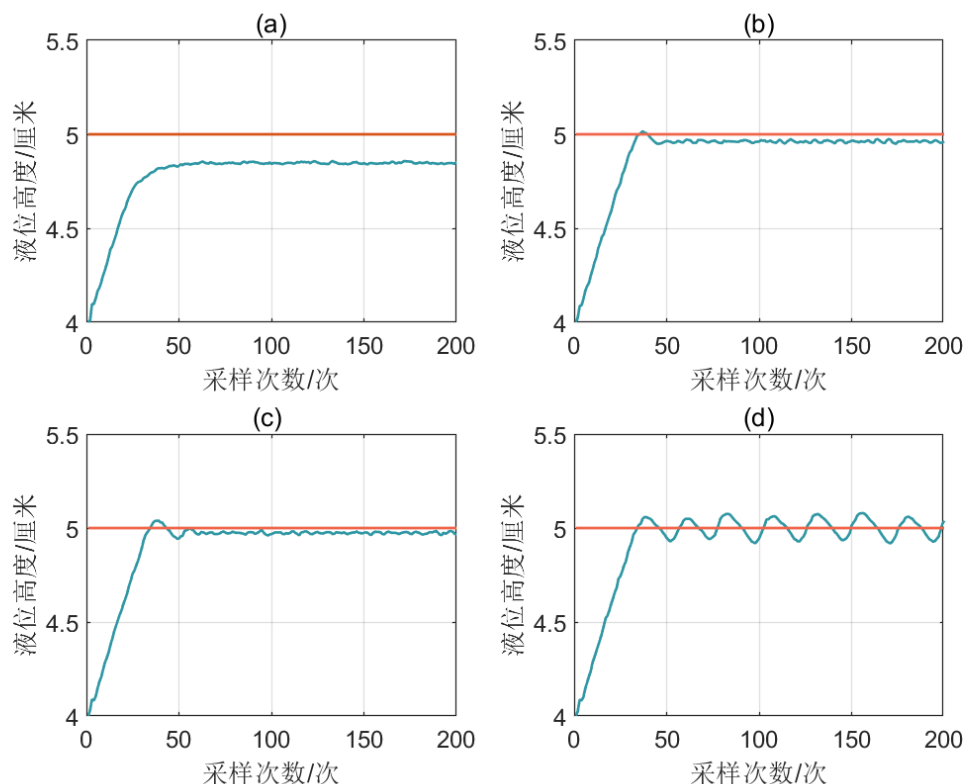


图 5.3 P 控制 (a) $K_c = 10000$, (b) $K_c = 40000$, (c) $K_c = 60000$, (d) $K_c = 100000$

5.2.2 积分时间常数 T_I 作用

在 5.2.1 的实验过程中发现，当 K_c 取值为 20000 时系统稳态误差较少且超调较小，选用 20000 的比例增益，通过设计不同积分时间常数的 PI 控制器来分析积分时间常数 T_I 的作用，分别取 T_I 值为 4s, 6s, 8s, 10s 对系统输出进行相关分析，其结果如图 5.4 所示。

通过实验结果可以发现，当 $T_I = 4s$ 时，系统存在振荡， $T_I = 6s$ 系统存在超调但是动态性能相比之前有所改善，当 $T_I = 8s$ 时，系统动态性能进一步改善，当 $T_I = 10s$ 时，也就意味着积分项作用进一步减弱，调节时间增长但是系统超调量减小以及峰值大小相应减小。

根据以上现象可以得出以下结论：比例积分控制是一种无差控制，可以实现将稳态误差调整为 0，当固定比例增益时，随着积分时间常数的减小，积分项作用增大，系统相应速度加快，但是随之超调量增加，调节时间增加甚至可能导致系统等幅振荡或出现不稳定现象。

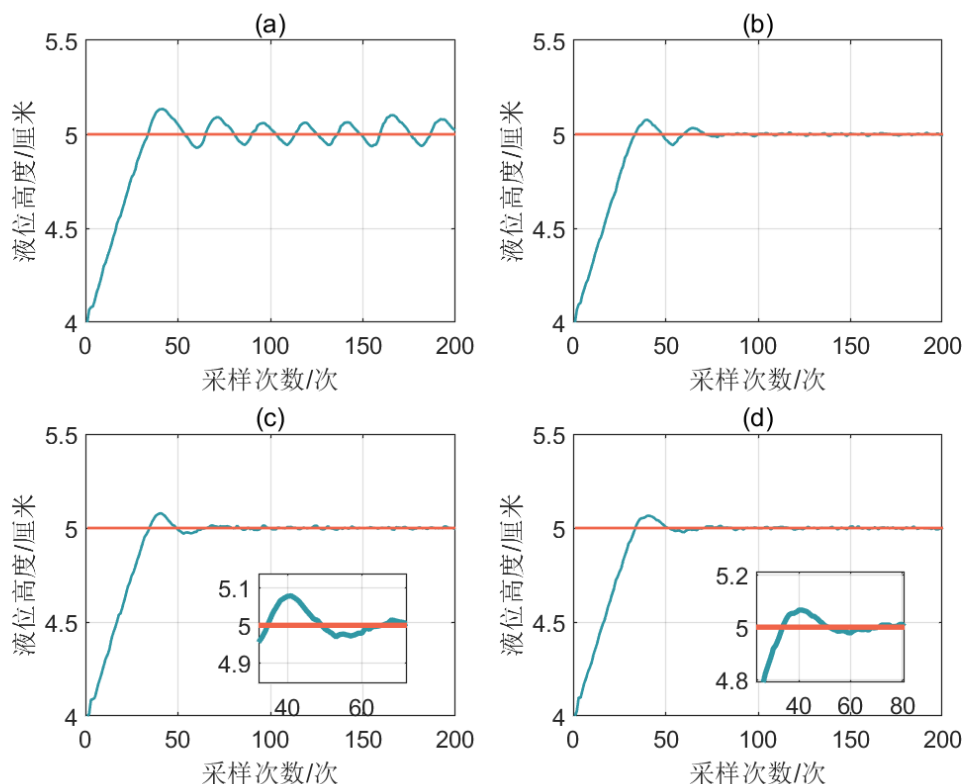


图 5.4 PI 控制 $K_c=20000$ (a) $T_i = 4s$, (b) $T_i = 6s$, (c) $T_i = 8s$, (d) $T_i = 10s$

5.2.3 微分时间常数 T_D 作用

在 5.2.2 的实验过程中发现，当 K_I 取值为 7.5s 时系统能够消除稳态误差较少且超调较小，但是不满足衰减比为 4: 1 的理想曲线，因此选用 20000 的比例增益，7.5s 的积分时间常数，通过设计不同微分时间常数的 PID 控制器来分析积分时间常数 T_D 的作用，分别取 T_D 值为 200ms, 400ms, 600ms, 800ms 对系统输出进行相关分析，其结果如图 5.5 所示。

通过实验结果可以发现，增加了微分项的 PID 控制器相比于 PI 控制器超调量减少，具有较好的动态特性，在此次实验中发现针对不同的 T_D 值系统输出曲线差异不大，可以根据实际需求进行调节。例如在本次实验中需要调节 4: 1 衰减比曲线，可以以此为控制目标具体调节 T_D 的大小。

根据以上现象可以得出以下结论：微分时间常数 T_D 越大微分项效果越明显，可以用于减小系统超调以及调节时间，在一定程度上有利于增加系统动态特性，但是由课程内容可知，微分项的存在会导致系统对高频干扰的敏感程度增加。

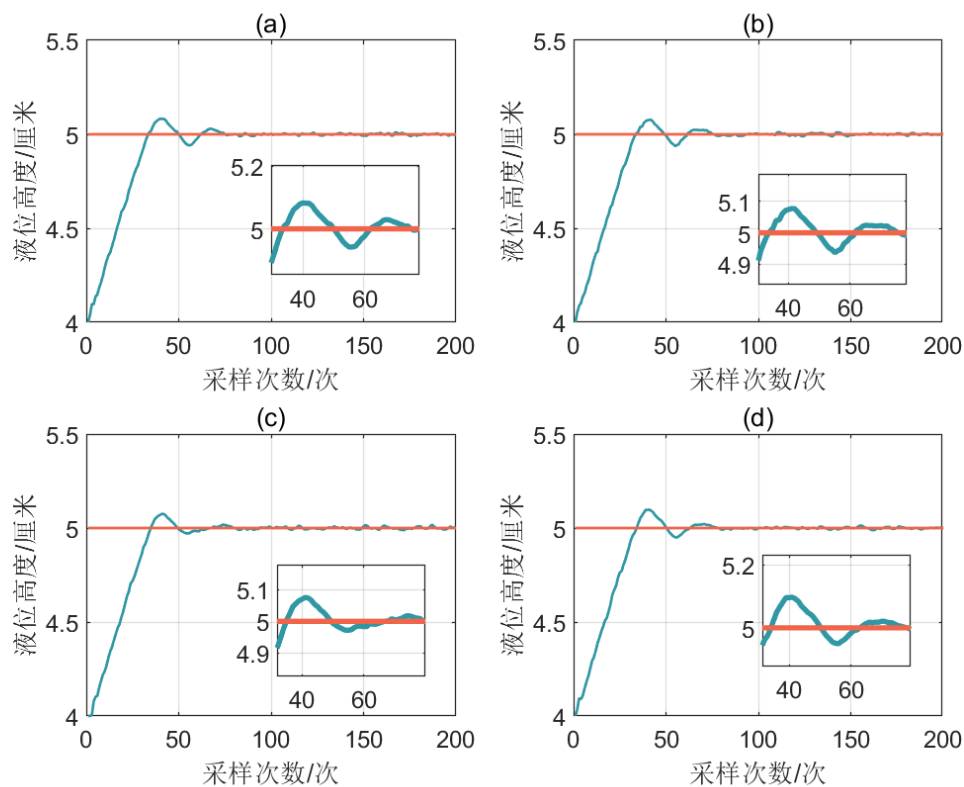


图 5.5 PID 控制 $K_c=20000$, $T_I = 7.5s$ (a) $T_D = 200ms$, (b) $T_D = 400ms$, (c) $T_D = 600ms$,
(d) $T_D = 800ms$

5.3 单回路控制参数整定

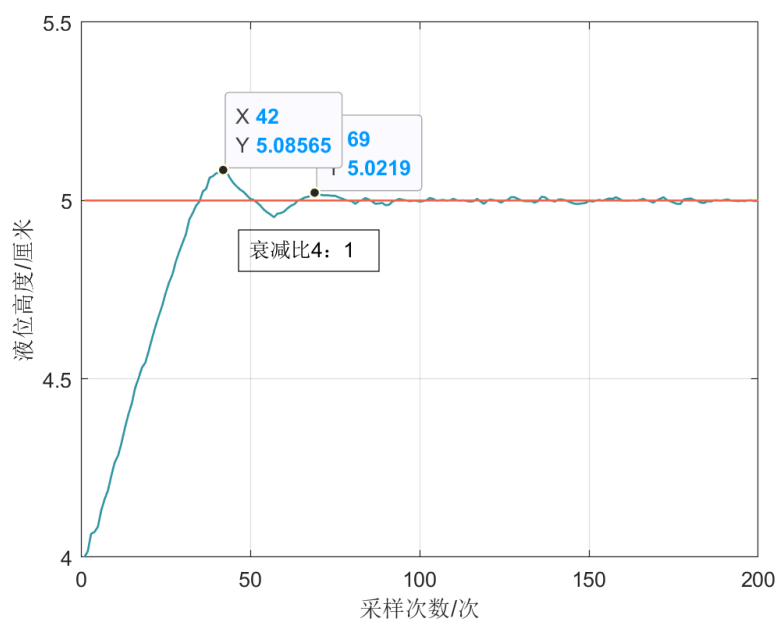


图 5.6 PID 参数整定 4: 1 衰减比液位高度曲线

根据以上实验内容的分析,理解了 PID 三个参数的作用后,在 5.2.3 的参数调整基础之上,以 4: 1 衰减比曲线为目标曲线,对 PID 控制器三个参数进行相应调节,经经验法尝试后可以得出三个参数值为,绘制系统输出曲线如图 5.6 所示

$$K_c = 20000, T_I = 7.5S, T_D = 500ms$$

在此基础上,为了衡量参数在不同期望值条件下的表现效果,在控制过程中分别将期望值调整为 6cm 以及 5.5cm 观察系统曲线波动情况如图 5.7 所示。

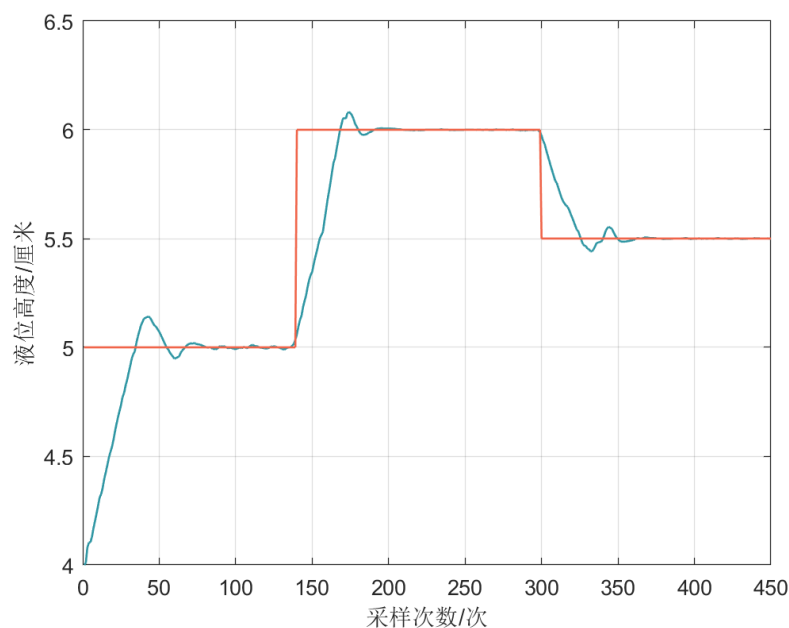


图 5.7 期望液位变动输出曲线图

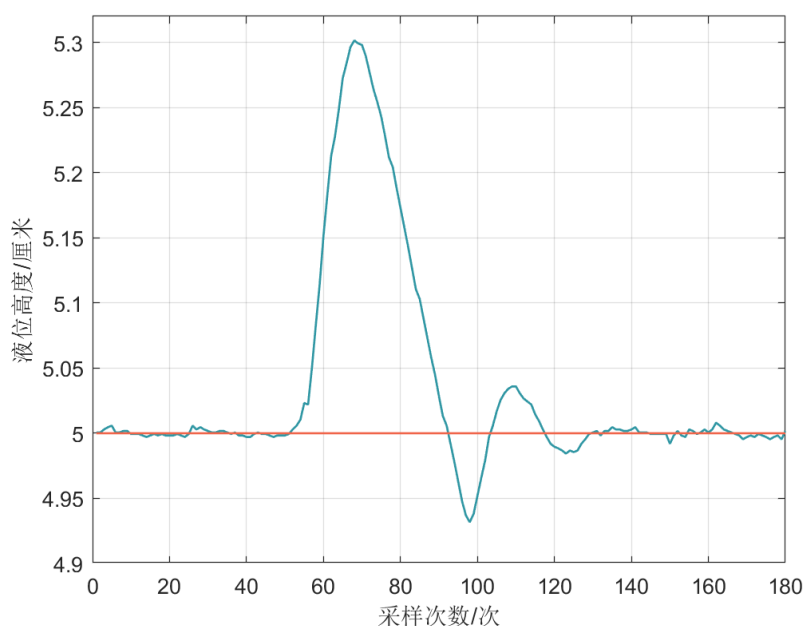


图 5.8 干扰作用下液位曲线

通过实验结果可以发现，系统在期望值变动的情况下能够较快的稳定且基本满足 4: 1 的曲线衰减比。除此之外，我们还对干扰下的系统输出进行了相应测试，输出曲线如图 5.8 所示。在干扰的作用下，系统会受到干扰的影响而导致水箱液位出现波动但是可以较快恢复并回到期望液位高度，符合系统设计要求。

在实验一中对所使用的水箱系统进行了辨识，得出系统如下：

$$G(s) = \frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{0.0023}{317.9650s + 1}$$

通过改变水箱流入储水箱的阀门开度即改变了水箱系统的传递函数模型，针对新的水箱模型重新进行实验一中的参数辨识过程。使用相同的方法可以获取液位变送器传回液位高度如图 5.9 所示。

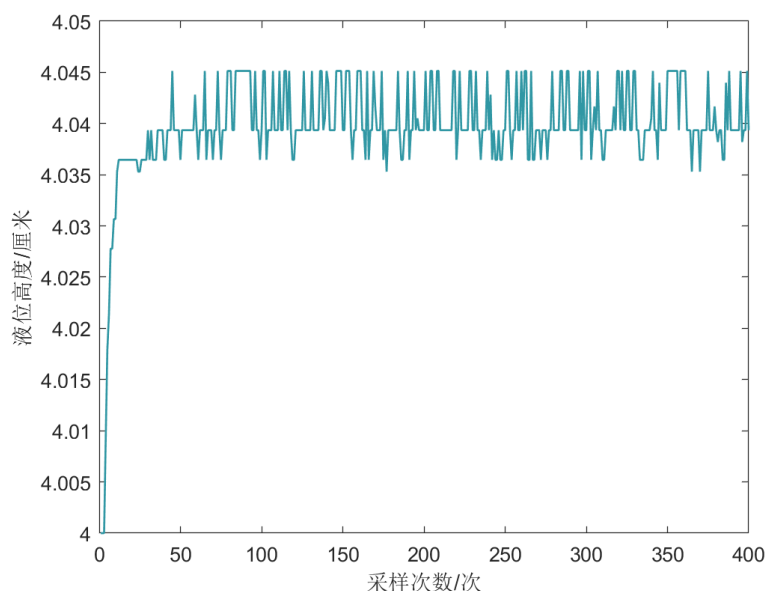


图 5.9 新水箱系统阶跃响应输出曲线

利用 MATLAB 系统辨识工具箱进行辨识可以得出系统传递函数中参数为：

$$K = 6.7503e - 5, T = 5.4526$$

通过与实验一中辨识结果对比可以发现，系统开环增益减小导致系统稳定时其终值明显小于实验一中水箱系统，但是新水箱其时间常数 T 小于实验一水箱，系统反应更加迅速。

针对 5.3.1 中建立的新水箱模型，尝试将 5.2.4 节中整定的 PID 参数直接用于新水箱用来探究不同水箱下的 PID 参数使用问题。其系统输出即液位高度曲线如图 5.10 所示。

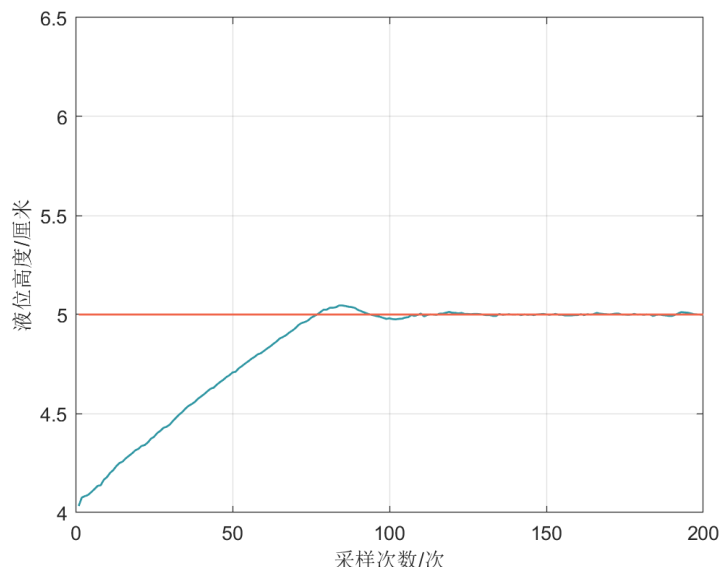


图 5.10 新水箱 PID 参数使用效果曲线

通过新系统的输出曲线可以看出 PID 参数仍然可以使系统达到期望液位高度并消除稳态误差但是系统调节时间较长且不符合 4: 1 的衰减比。可以得出结论, 针对同一类型不同系统, 其传递函数形式相似但是由于硬件差异可能导致实际传递函数不同, 采用相同的 PID 参数可能会满足控制要求, 但是系统动态性能并不能始终保持最优。

5.4 串级控制参数整定

针对液位串级控制系统, 所采用的仍然是 PID 控制器, 其中外环仍然采用的是 PID 算法, 用于消去稳态误差并改善系统动态响应。内环则是采用纯 P 控制, 在允许一定程度稳态误差的情况下, 使副回路能够快速响应, 快速抑制波动。

由于主副控制器均为 PID 控制器, 其参数整定与单回路相似, 因此在此处不再说明各个参数的作用。相比单回路的 PID 参数整定, 串级系统控制器设计需要考虑主副控制器之间的相互作用关系。我们选取的整定策略是先对副控制器进行参数整定, 在外环纯比例控制的情况下, 调节内环的比例参数, 保证系统稳定情况下尽可能减小误差。随后在主回路中加入积分项, 用于消除稳态误差, 在添加积分项后需要注意适当调小系统比例增益, 防止系统稳定性发生改变。随后可以在主回路适当增加微小的微分增益, 用于改善系统动态响应, 减小超调使曲线满足要求。图 5.11 展示了不同 PID 参数下的响应曲线图。

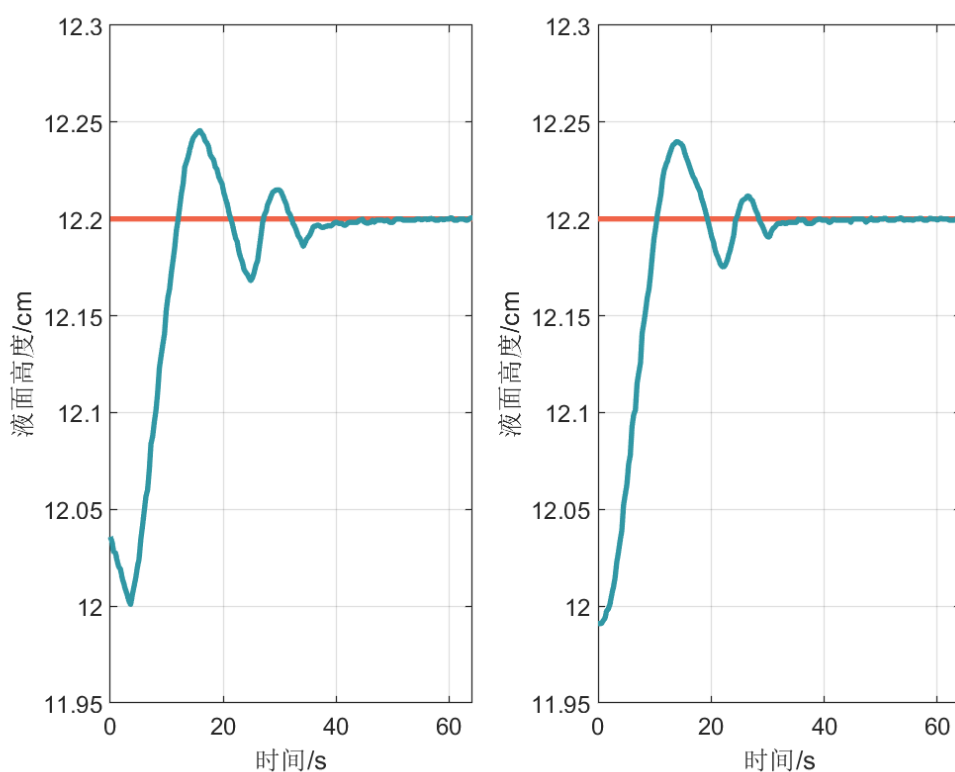


图 5.11 不同 PID 参数下响应曲线图

图 5.11 左图外环采用的 PID 参数为: $K_c=38000$, $T_I=70s$, $T_D=5ms$, 内环比例增益为 2; 针对右图外环采用的 PID 参数为: $K_c=37000$, $T_I=70s$, $T_D=5ms$, 内环比例增益为 2。可以看出针对串级系统的 PID 整定与单回路大致相似, 但是通常需要减弱积分项和微分项的作用, 防止系统变为不稳定系统抑或是动态性能变差。经过不断尝试调整, 最终得出理想衰减比 4: 1 的液位响应曲线如图 5.12 所示。其中 $K_c=36000$, $T_I=70s$, $T_D=5ms$, 内环比例增益为 2。

同样为了探讨串级控制整定参数的合理性与优越性, 可以从干扰抑制的角度出发进行比较, 在系统液位趋于平稳后通过快速改变系统期望后恢复来模拟外界干扰, 图 5.13 给出了串级控制系统的响应曲线。

从图 5.13 中可以清晰看出系统在迎来阶跃信号后能够以 4: 1 曲线过渡并实现稳定, 在过程中即使出现快速干扰, 系统能够以 5: 1 的衰减比快速恢复。同时可以对比图 5.8 即单回路系统在类似扰动下的表现。单回路的输出响应在阶跃波动产生后有较大反应, 导致衰减比远大于串级控制系统, 由此可以得出结论串级控制系统有利于抑制系统干扰。

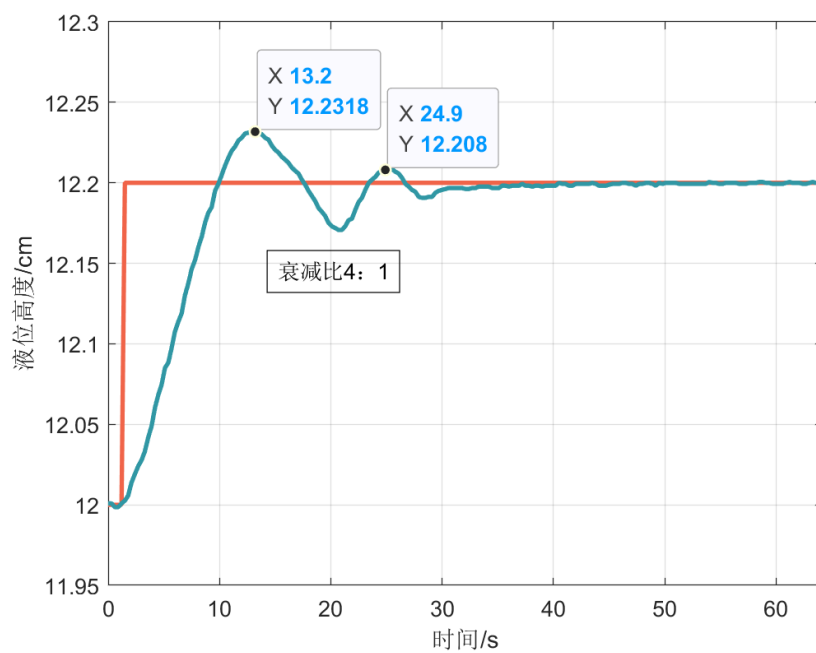


图 5.12 4: 1 衰减比液位响应曲线图

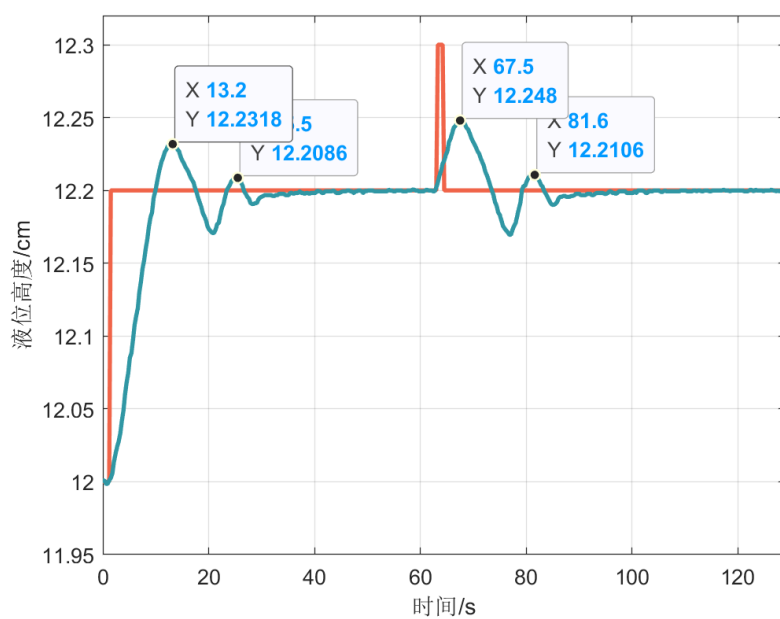


图 5.13 干扰作用下串级控制系统响应

5.5 单回路-串级切换

针对单回路-串级模式的切换是在 5.3, 5.4 的工作基础之上进行的, 在参数整定完毕的前提之下通过在主副控制器之间添加开关的方式实现切换, 如图 5.14, 5.15 所示。

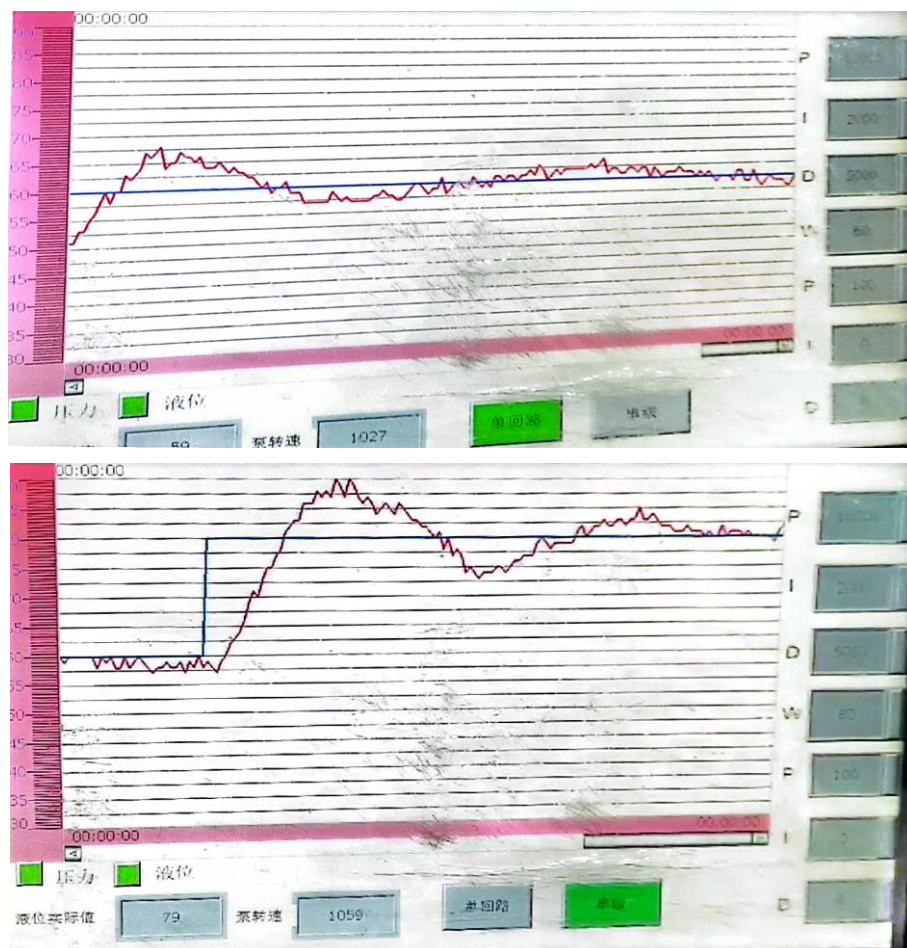


图 5.14 单回路至串级切换结果

针对单回路切换至串级, 在单回路的液位曲线稳定后, 点击 HMI 按钮切换至串级回路, 同时给定一定的阶跃信号, 观察图 5.14, 上图为系统单回路控制的曲线图, 下图即为切换后的结果图, 可以发现, 系统从单回路切换至串级过程中即使在给定阶跃输入的情况下还是能够有较好的控制效果。

针对串级控制切换至单回路, 在串级控制的液位曲线稳定后, 点击 HMI 按钮切换至单回路, 观察图 5.15, 上图为系统串级控制的曲线图, 下图即为切换后的结果图, 可以发现, 系统从串级切换至单回路仅有微小的输出波动, 结果较为理想。

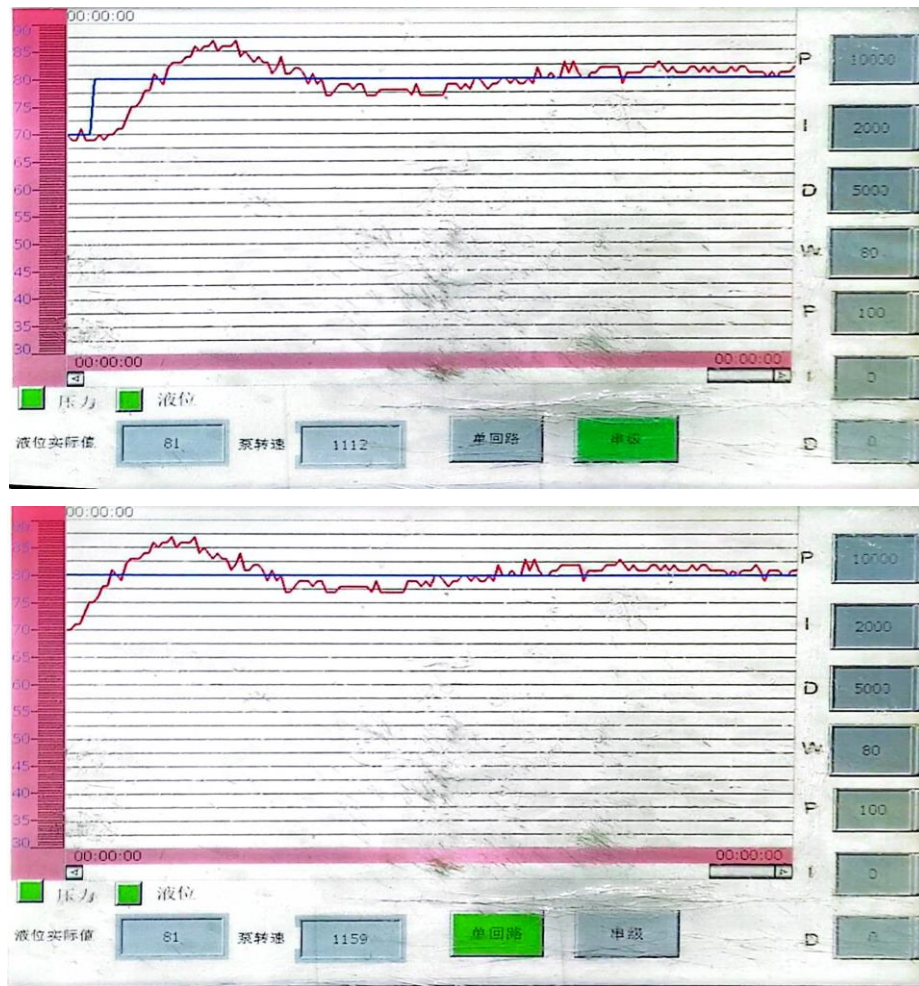


图 5.15 串级至单回路切换结果

六 HMI 交互界面设计

6.1 主界面设计

在使用 PLC 进行过程控制系统设计时，虽然通过电脑端可以方便的监控当前 PLC 中各参数的实时状态，但由于 PLC 仅能通过监控表的方式监控系统中的变量，很难直观的观测到系统中各参数的变化过程以及变化趋势。同时，当需要对 PLC 中系统参数进行更改时，对于参数的寻找与更改都是一个较为复杂与繁琐的过程。在系统的调试与实际的运行中，这都是十分不利的。因此，为了在调试时可以实时的看到调试的结果，同时也方便实际运行时的系统监控与维护，需要设计 HMI 的可视化界面，显示系统的工作状态，并实现对于系统参数的在线修改。针对实际的应用需求，设计了 HMI 主界面如图 6.1 所示，用于功能界面的相互切换。提供了切换至系统目录，水箱系统模型界面，曲线检测界面，水箱参数设定界面，报警查看界面的相应按钮。

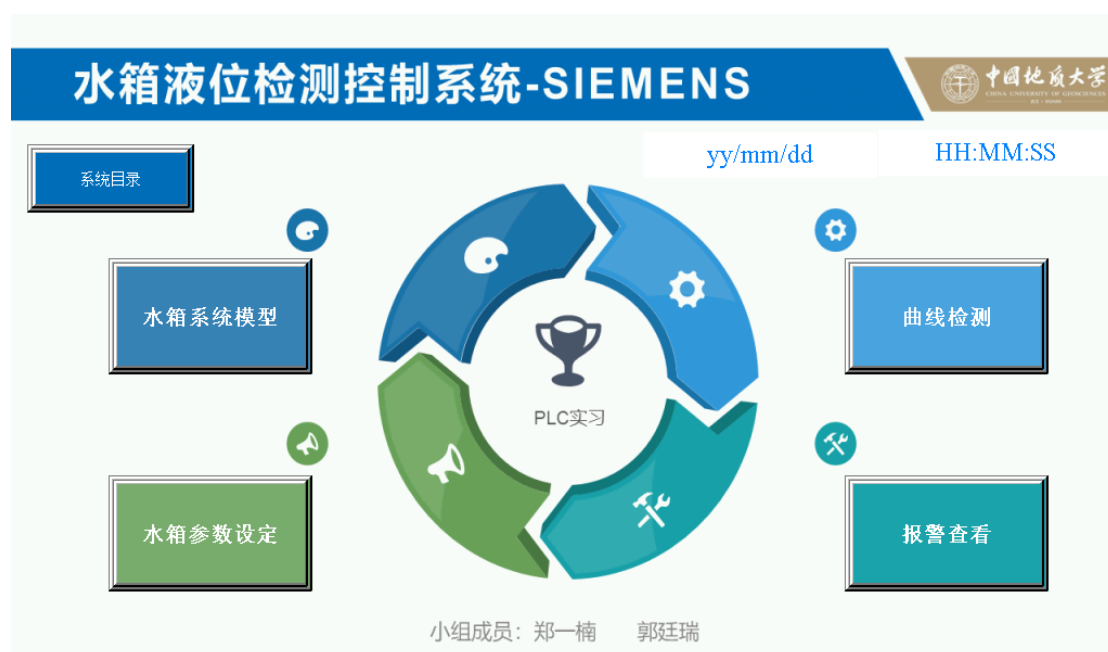


图 6.1 HMI 主界面效果图

6.2 系统模型界面

在系统模型界面，根据水箱设计了仿真模型可以实时观测液位的上升下降情况，并且可以对设定的液位进行修改，在此处我们可以根据实际使用设定液位和压力的高低限值，如图 6.2 所示。

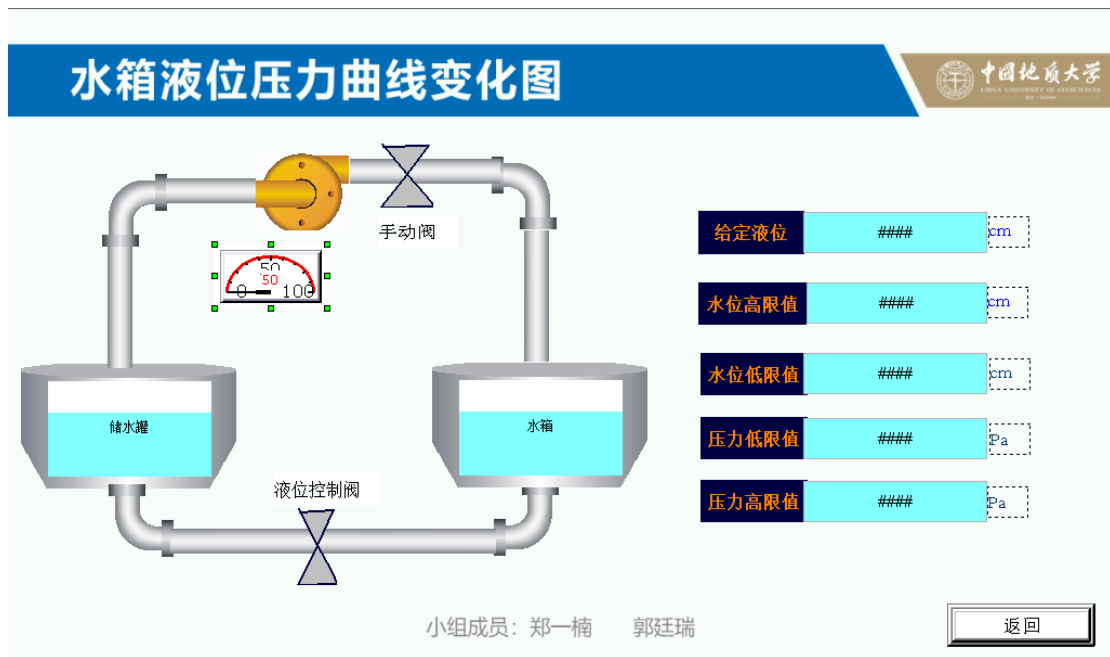


图 6.2 系统模型界面 HMI 效果图

6.3 参数设定界面

在参数设定界面，绘制出了串级控制系统的系统框图，可以在 PID 控制器位置相应的 PID 参数，以及在输入端设置给定值在输出端给定实际读回的液位值，在页面中下方还可以点击按钮实现控制回路的来回切换，效果如图 6.3 所示。

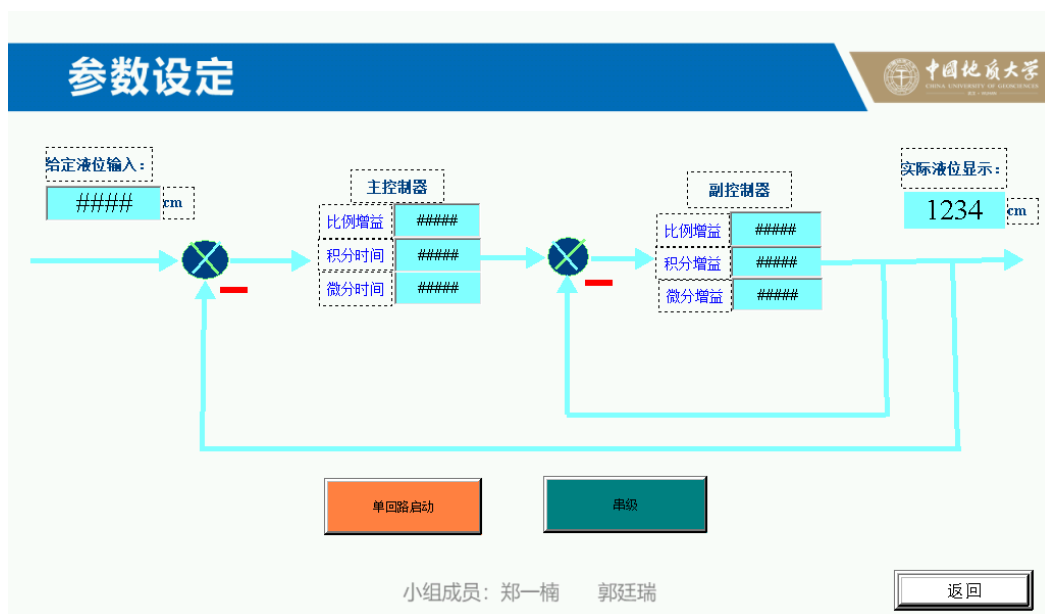
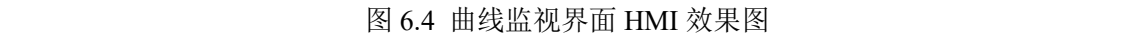


图 6.3 参数设定界面 HMI 效果图

在曲线检测界面，可以对控制系统的参数曲线进行观察，并且可以观察到液位和管压的安全状态，效果如图 6.4 所示。



在报警查看界面，我们可以观察到系统的参数是否超过规定值，并且可以查看历史报警，能够让整个系统更加安全的运行。

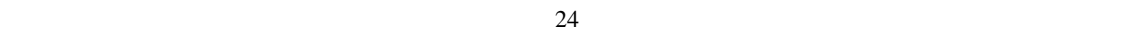


图 6.5 报警界面 HMI 效果图

七 主从通信设计

本次 PLC-DCS 实习，我们对水箱液位系统设计了 DCS 的综合控制系统，主要包括 Delta HMI 触摸屏以及西门子 s7-300 或者 Delta SV2 系列的 PLC，实现了通过 ETHERLINK 的网线连接，如图 7.1 所示。并通过 HMI 对控制系统进行简便的参数修改和数据观察，显示结果如图 7.2 所示。通过 PLC 实现对系统的控制，达到理想的工业应用效果。

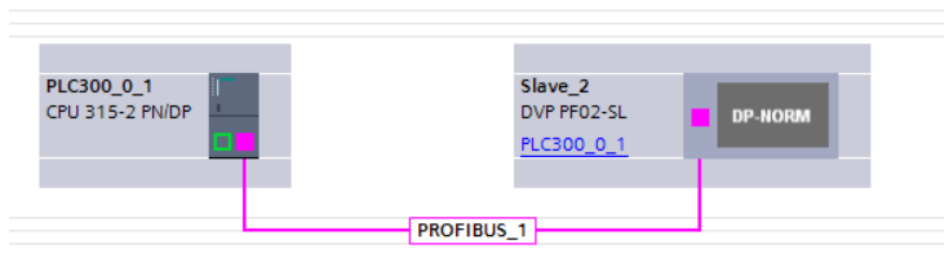


图 7.1 网络配置

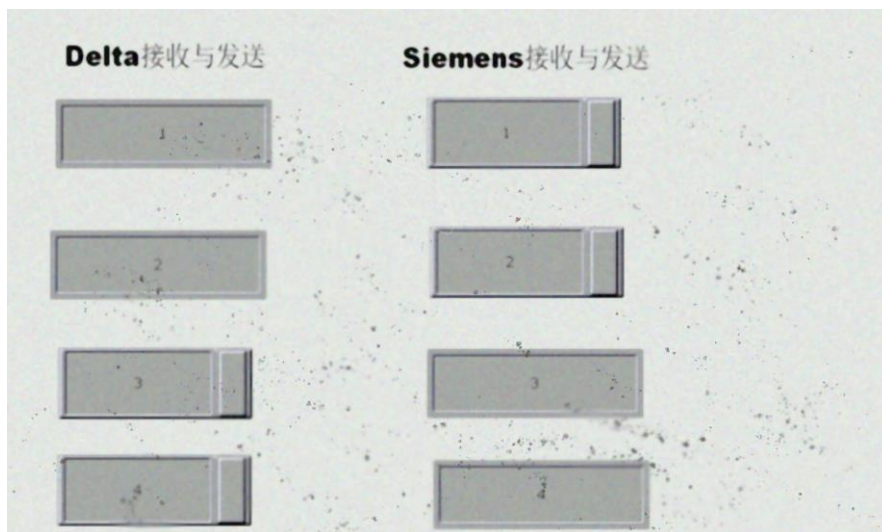


图 7.2 主从通讯测试结果

八 总结与体会

经过接近一学期的 PLC 学习，整体实习全部结束，这个学期是我第一次接触过程控制也是第一次接触 PLC，通过第一阶段的学习我从原理到使用上都对 PLC 有了从无到有，从前入深的理解。在对 PLC 和 DCS 的调研过程中，我深刻体会到了 PLC 的无处不在，无论是工业的进一步转型升级或者是智能制造的提出和发展，这些制作业的创新和发展无不是工业自动化水平的提高，而这些都离不开工业中非常常用的 PLC 控制器，无疑也凸显了这门实习的重要性。在对西门子的梯形图编程中，学习了相关的逻辑结构并针对具体问题编程练习最后仿真验证，相信无论是 PLC 的使用方法和技巧还是 PLC 编程的思想与流程都会对我的学习由莫大的帮助，

在第二阶段过程中，我们小组四人共同努力完成了单容水箱控制系统的设计与实现，其中针对 PID 的参数调整令我记忆犹新，水箱 PID 的调节比想象的要辛苦很多，在每次调节过程中需要等待较长时间才能看到最终的结果。在实习过程中，也遇到了许许多多各种各样的问题，解决问题的过程，往往也就是增进学习的过程。通过这样的方式，也更让我知道了需要重视经验的积累，方法的掌握以及增强自主学习的能力，只有这样才能不断的提高自己。

最后，要感谢何老师一学期的陪伴与指导，也祝老师新年快乐！！