



哈爾濱工業大學(深圳)
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN

过程控制系统 实验报告

专业： 自动化

实验名称： 双容水箱液位定值控制实验

实验日期： 2023年5月4日

实验与创新实践教育中心

Education Center of Experiments and Innovations

一、 实验原理

PID参数的工程整定法常见的有：动态特性参数法（响应曲线法）、衰减曲线法、临界比例度法、经验试凑法等。本实验主要研究前三种整定方法，并给出了动态特性参数法的参考整定过程和整定结果。

1、动态特性参数法

动态特性参数法是一种开环整定方法，在系统处于开环稳态的情况，给系统输入一个阶跃信号，测量系统的输出响应曲线2-1，得出广义对象的传递环数 $G_0(s)$ 。

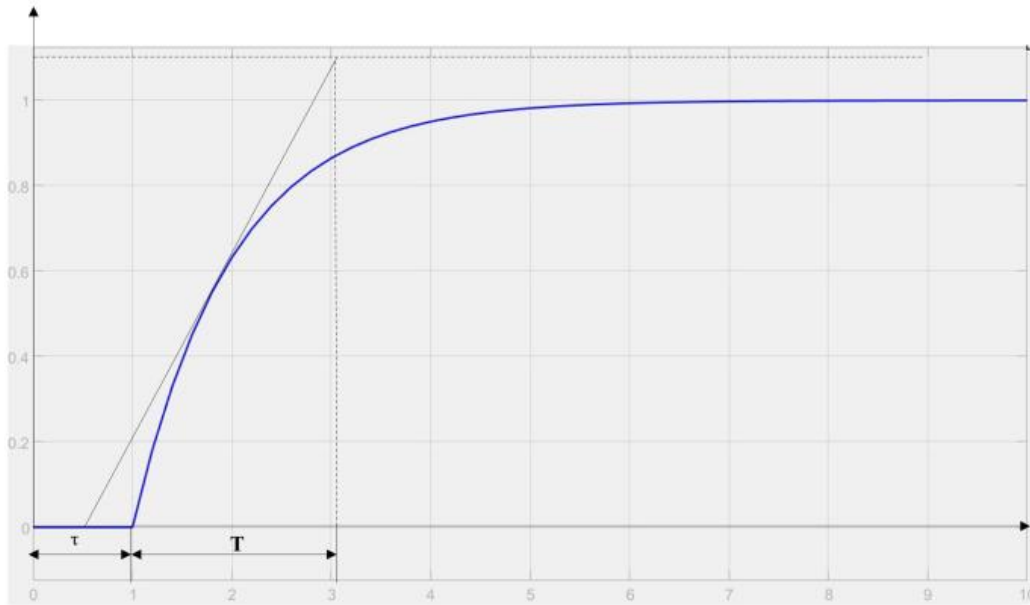


图2-1 被控对象阶跃响应曲线

广义对象用一阶惯性加纯滞后来近似，即广义对象的数学模型为：

$$G_0(s) = \frac{K}{Ts + 1} e^{-\tau s}$$

K为被控对象的增益、T为时间常数、时滞 τ 。根据齐格勒-尼克尔斯（Ziegler-Nichols）控制器参数整定法，可参考如下表格2-1得出PID控制器参数。

表2-1 Ziegler-Nichols控制器参数整定

控制规律	比例度 δ	积分时间	微分时间
P	$K\tau/T$	——	——
PI	$1.1K\tau/T$	3.3τ	——
PID	$0.85K\tau/T$	2.2τ	0.5τ

以实验一所测得双容水箱动态响应曲线为例，如下图2-2所示。

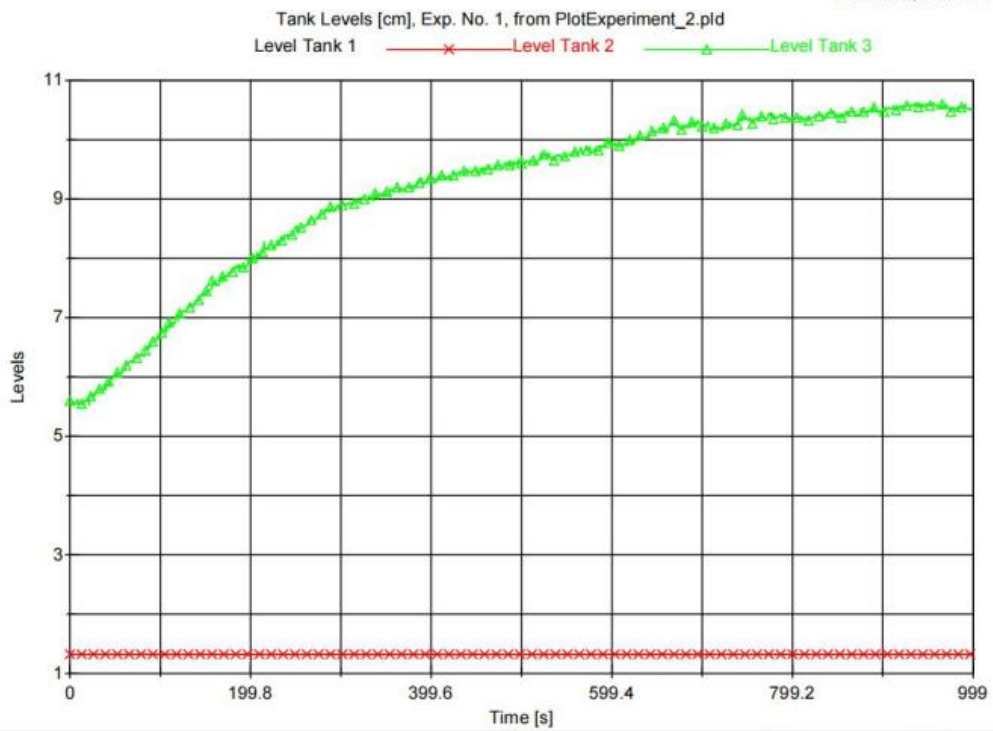


图2-2 双容水箱液位阶跃响应曲线

由上述动态响应曲线（飞升曲线）可近似得到广义被控对象的一阶惯性加纯滞后对象数学模型：

$$G(s) = \frac{0.5e^{-10s}}{300s + 1}$$

二、 实验内容

(简述实验内容及操作过程)

1、 临界比例度法：

(1) 设置双容对象（开连通阀 V1 和泄露阀 W3；关其它各阀），泵1适配器开关拨到自动状态。

(2) 运行MATLAB-simulink，打开桌面“TTS20/Order2pid.slx”进入实验界面，如下图所示。

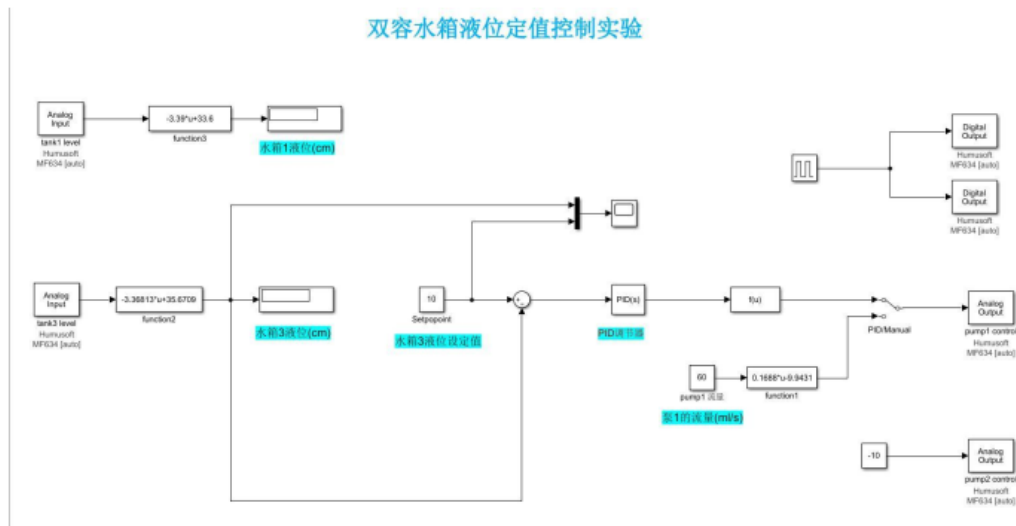


图2-5 实验程序界面

(3) 计算 P、PI调节器参数（依据稳定边界法参数整定计算公式）。

(5) 分别将计算参数置于调节器，方法是：双击PID调节器，将参数输入，编译程序、运行。建立初稳态，初始将第3液柱水位设为9cm。

(6) 系统稳定后改变设定值，给定第3水柱的液位为10cm，在“水箱3液位设定值”模块输入10，给二阶系统一个阶跃输入信号。

(7) 观察、记录控制过程的曲线。采集时间建议 $\geq 1000s$ ，停止程序，双击示波器，即可看到整个过程的液位变化曲线。曲线可截图保存，作为理论分析的依据。

三、 实验结果及分析

(实验原始数据、实验曲线及其分析)

(1) 比较上述两种工程整定法各自的特点和适用场合。

临界比例度法简单方便，比较容易掌握和判断。其应用广泛，可用于温度、压力、流量、液位控制系统。但其不适用于临界比例度很小及工艺生产不允许出现等幅振荡的场合。

衰减曲线法可适用于各种控制系统，如反应时间很短的流量控制系统，及反应时间很长的温度控制系统。但对于外界干扰作用频繁的系统，由于很难得到衰减曲线，难于确定衰减比例度和衰减周期，而导致无法应用。

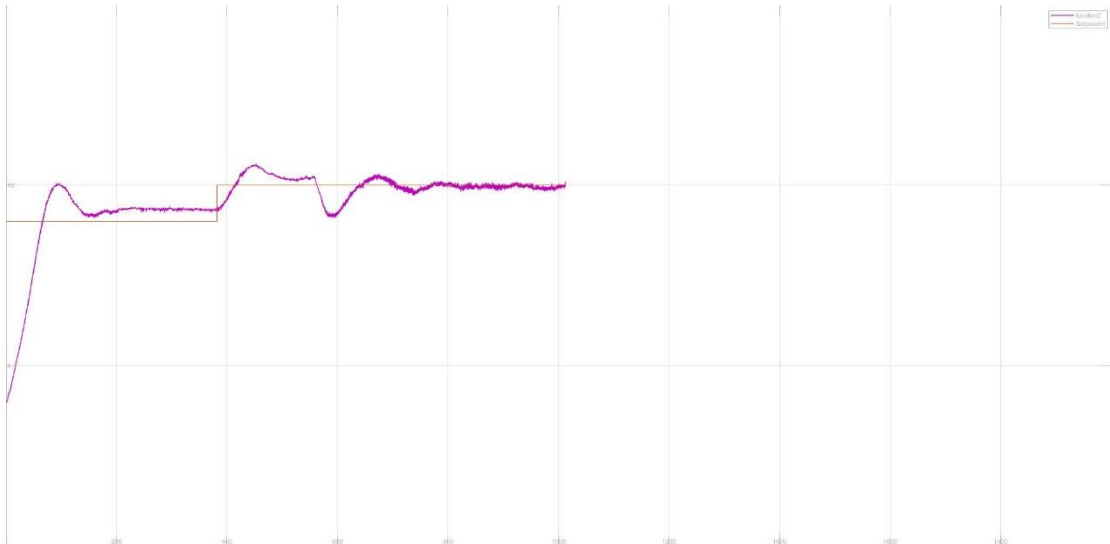
(2) 结合实验结果比较 P、PI 控制法对过程动态品质指标的影响。

增大 K_p 能够加快系统的响应速度、增强系统的动态特性，但是如果 K_p 太大会使系统超调，使系统不稳定。

增大 K_i 可以消除稳态误差，但如果 K_i 过大会产生积分饱和现象，导致响应超调过大。

(3) 附实验过程中采集的曲线结果。

P 控制法时水箱 3 的液位变化曲线 ($K_p=7$)



PI 控制法时水箱 3 的液位变化曲线 ($K_p=7, K_i=0.05$)

