实验一: 单容/双容水箱液位数学模型的测定实验

实验目的

1、 用阶跃响应曲线法辨识一阶/二阶过程对象的数学模型。

- 2、 学习被控对象动态特性的工程测试方法。
- 3、 掌握被控对象动态特性特征参数的求取方法。

实验要求

- 1、 预习实验指导书中的有关附录和内容。
- 2、 预习被控对象有关章节,作好前期准备。
- 3、 用工程测试的方法绘制被控对象的飞升特性。
- 4、 依据实验曲线求取被控对象动态特性的特征参数。

实验内容

- 1、进入实验软件界面。
- 2、设置单容液位对象(开阀 W1,关闭其它各阀)。
- 3、建立初稳态(手动调整调节器输出,使第一水柱TANK1的液位稳定在某一值)。
- 4、施加阶跃输入(手动调整调节器输出,使其阶跃增加 10%)。
- 5、求取单容液位对象的飞升特性,绘制曲线。
- 6、设置双容对象(开连通阀 V1 和泄露阀 W3,关其它各阀)。
- 7、建立初稳态;施加阶跃输入;求取双容液位对象的飞升特性;绘制曲线。

实验步骤

1、双击桌面"TTS20",打开控制软件。

🍯 TTS20 W7 File IO-Interface Parameters R	un View Help		-		×
Active Controller no controller	TTS-M Measurement Not active	onitor			
		-10.00 V + -10.00 V + -10.00 V -10.00 V -10.00 V -10.00 V + -10.00 V + -10.00 V	Tank 1	Tank 3	1
			Tank 2	0.49 cm	

图1.1 "TTS20"控制软件

2、将适配器控制PUMP1的开关拨到"手动",旋钮控制泵的流量在50%,此时泵流量50ml/s。 如下图所示。泵1开始工作,观察水箱1液位变化。



图1.2 适配器泵1工作模式设置

3、待液位稳定(监视界面液位1稳定在某一值)。如下图(只勾选Level tank 1 cm)所示:



图1.3 水箱液位监视图

4、点击控制软件界面工具栏"Run",选择"Measuring",在弹出的界面设置时间为500s,并 点击"OK"。如下图所示。

~	Open Loop Control Decoupling Controller	þr	
	PI-Controller		
	Reset PI-Controller		
	Stop Controller		
	Adjust Set Point		
	Measuring	0.20 m - 7.47 V	
		-10.00 V Tank 2 (0.52 cm	
		Open Loop Control Decoupling Controller PI-Controller Reset PI-Controller Stop Controller Adjust Set Point Measuring	Open Loop Control Decoupling Controller PI-Controller Stop Controller Adjust Set Point Measuring 8.20 cm 7.47 V Tank 1 Tank 3

图1.4 开启软件测量

Trigger Value 0 Prestore (s) 0 Trigger Slope: no trigger positive negative	 setpoint tank 1 (cm) setpoint tank 2 (cm) liquid level tank 1 (cm) liquid level tank 2 (cm) liquid level tank 3 (cm) pump 1 flow rate (ml/s) pump 2 flow rate (ml/s) 	🗸 ок
---	--	------

图1.5 测量时间设置

5、控制软件界面时间进度条开始运行。如下图。

TTS20 W7			-		×
e IO-Interface Parameters	Run View Help				
	TTS-N	Ionitor			
Active Controller no controller	Measurement Measuring 22%				
			Tank 1	1	
		€.25 V		Tank 3	
		-10.00 V	Tank 2		
		€ 1.39 cm 49.42 V		0.55 cm	_
				4	

图1.6 监控界面时间进度显示

6、此时立即将泵1的调节旋钮开度增加10%(整量程的10%),即注水流量增加10%(整量程的10%,此时为60ml/s),给出一阶系统的阶跃输入。计量时间结束,进度条自动关闭。此时可以得到一阶系统的阶跃响应曲线。点击"View",选择"Plot Recorded Data"如下图。

🖁 TTS20 W7			6			×
le IO-Interface Parameters Run	View Help					
	Plot Recorded Data					
Active Controller	Plot File Data					
no controller	Parameters from *.PLD File					
	Characteristic Liquid Level Sensors					
	Characteristic Pump Flow Rates	-10.00 Y	Tank 1	2		
- Hornerselienen	Outflow Coefficients	-				
	Characteristic Outflow	_				
	Show Monitor	€.52 V		Т	ank 3	
	Stop Monitor	_				1
	→ + + 1.46 cm	10.00 ¥	Tank 2		.57 cm	

图1.7 根据记录数据绘制曲线

阶跃响应曲线如图1.8所示。



图1.8 一阶系统阶跃响应曲线

7、打开连通阀 V1 和泄露阀 W3,关闭其它各阀,建立二阶双容系统。将适配器控制 PUMP1的开关拨到"手动",旋钮控制泵的流量在整量程的50%,使流量为50ml/s。如下图 所示。泵1开始工作,通过监视界面观察水箱3液位变化。



图1.9 适配器设置图示

各个阀的状态如图1.10所示。



图1.10 连通阀状态图

8、通过监控界面观察,待水箱3液位稳定在某一值(此过程需一定时间,约5-7分钟,请耐 心等待),此时重复步骤4-6。此过程须注意:

- 二阶系统测量时间设置为1000s(由软件限制在最大1000s)。如图1.11所示。
- 测量时间设置完成后,应立即将泵1的调节旋钮开度增加10%(满量程的10%),
 即注水流量阶跃增加,作为二阶系统的阶跃输入。此时为流量60ml/s。
- 过程中阀V1、W3开度保持不变。
- 阶跃输入不能取太大,以免TANK1液位超范围报警,影响测试结果;也不能太小,防止对象特性的不真实性。

Total Time (s)	n Trigger Channel	
	 setpoint tank 1 (cm) 	
Trigger Value 0.000	📃 🔘 setpoint tank 2 (cm)	
Prestore (s) 0.000	O liquid level tank 1 (cm)	
Trigger Slope:	O liquid level tank 2 (cm)	
no trigger	O liquid level tank 3 (cm)	
🔾 positive	O pump 1 flow rate (ml/s)	OK.
🔿 negative	O pump 2 flow rate (ml/s)	
		🗙 Cance

图1.11 测量时间设置

9、计时结束, 进度条自动关闭。点击"View", 选择"Plot Recorded Data"——"Liquid Levels" 如下图1.12。

Channel	
 Liquid levels 	
O Liquid levels and set points	
O Pump flow rates	
O Pump control signals	🗸 ОК
O Levels and flow rates	🗙 Cancel
Experiment Exp. No. 1	? <u>H</u> elp

图1.12 根据记录数据绘制曲线

得到二阶系统的阶跃响应曲线,如图1.13,绿色曲线为TANK3液位变化图。



图1.13 二阶系统阶跃响应曲线

10、二阶系统响应曲线输出量是TANK3的液位高度,可以在输出页面按比例只显示TANK3的液位值变化,减小计算误差。主程序"TTS20 W7"中点击"View"——"Plot Recorded Data", 弹出页面选择"Liquid Levels",在弹出的曲线图中右键,会出现如图1.14所示界面。

Select Curve	Curve Colour	OK
Descriptor :	Membership	Cancel
Level Tank 1	to Y axis to Y2 axis	Help
_inestyle	Mark Type	Curve Layout:

图1.14 Curves Layout界面

11、在上述界面中选择"to Y2 axis",点击"OK"。曲线显示如下图1.15所示。

I Plot Window 5, Tank Levels [cm], Exp. No. 1



D X

图1.15 TANK3 液位变化曲线

12、上述曲线可打印成清晰的PDF格式文档,方便取点计算。具体方法:"TTS20W7"主界 面选择"File"——"Save Recorded Data",弹出的界面将数据命名,存储为".pld"格式文件— PlotExperiment_1.pld PlotExperiment_2.pld
。然后点击"File"——"Load Recorded Data",弹出的对话框内选择 之前已保存的".pld"格式文件,点击"View"——"plot file data",选择相应的曲线类型,本实 验选择"Liquid levels",点击OK。在出现的曲线画面中,重复步骤10-11,并使期望保存的 曲线文件保持打开,然后在"TTS20W7"主界面选择"File"——"Print Plots",出现如下图1.16 所示画面。选择其中一个文件,点击OK,在弹出的对话框中选择路径,并命名文件。



图1.16 选择曲线生成pdf



31.3.2021, 14:35:15

图1.17 打印曲线生成pdf示例

实验报告

1、依据一阶响应曲线求取一阶过程对象动态特性的特征参数(K、T,τ),给出计算过程。

2、依据二阶响应曲线求取二阶过程对象动态特性的特征参数(K、T、τ),给出计算过程。

3、实验测得曲线结果附于报告中。

实验设备介绍

三容水箱系统的结构如图 A 所示,水箱主体部分主要由两个水泵、三个水 箱、三个漏水阀门、三个连通阀门以及一个蓄水池构成。

水泵 1 和水泵 2 从蓄水池中抽取水源分别给水箱 1 和水箱 2 直接供水, 由于水的压力,水箱 3 可以通过其底部左右两侧的连通管从水箱 1 和水箱 2 中获得水源,两个连通阀表示为V1、V3,同时三个水箱中又有一部分水通过水 箱 2 底部右侧的连通阀V2流回到蓄水池中。水箱 1、水箱2 和水箱 3 的底部 分别有一个阀门,能够实现对水箱发生泄漏情况的模拟。

三容水箱系统是典型的多输入多输出系统,输入量是水泵 1 和水泵 2 的流 量,输出通常为三个水箱中的液位高度。由于水箱 3 的底部与水箱 1 和水箱 2 的底部互相连通,并且水箱2 底部的连通是常开的状态,导致系统的动态响应过 程所需时间比较长,两个输入与输出量互相之间存在较强的耦合现象,系统内部 也存在着较强的非线性。

水箱T1、T3、T2截面积为A,连通管截面积Sn。Hmax液位最大值,超过此 值水泵自动停止供水。Q1和Q2是泵1和2的流量。技术参数表如表 I 所示。

参数含义	符号表示	取值	单位
水箱横截面积	А	0.0154	m ²
连通管横截面积	Sn	5*10 ⁻⁵	m ²
液位最大值	H _{max}	60(±2)	cm
泵1/2的流量	Q _{1max} /Q _{2max}	100	ml/s

表 I 技术参数表

11



图A 三容水箱结构图



图B 适配器功能模块图