

# 浙江大学实验报告

课程名称：\_\_\_\_ 传感与检测 \_\_\_\_

实验项目名称：\_\_\_\_ 压力和液位检测实验 \_\_\_\_

学生姓名：\_\_\_\_ 黄于翀 \_\_\_\_ 专业：\_\_\_\_ 工程力学 \_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_ 3210105423 \_\_\_\_

同组学生姓名：\_\_\_\_ 何智勇 \_\_\_\_

## 一、实验目的和要求（必填）

### 实验一

1. 了解弹簧管压力表的工作原理、构造、装配和调整方法。
2. 掌握各类压力仪表与压力变送器的校验方法。
3. 了解弹簧管压力表的精度等级划分，机械仪表变差的测定。

### 实验二

1. 掌握实验装置的基本操作与液位检测原理；
2. 理解检测仪表校验的概念，掌握校验方法；
3. 理解传感器信号范围、零点迁移与量程的相互影响；

### 实验三

1. 了解差压变送器测量液位的工作原理；
2. 熟悉一阶对象的数学模型及其阶跃响应曲线；
3. 根据由实际测得的单容水箱液位的阶跃响应曲线，用相关的方法分别确定

## 二、实验内容和原理（必填）

### 实验一

通过弹簧管压力表的读数和校准表的读数，计算弹簧管压力表的误差。  
了解弹簧管压力表的工作原理、构造、装配和调整方法。

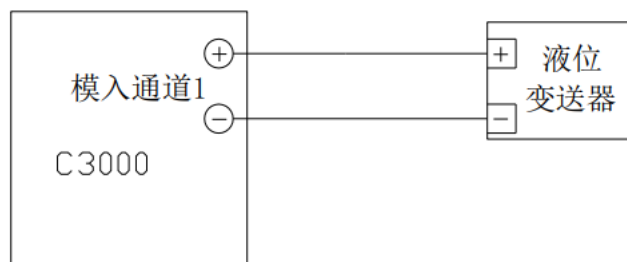
## 实验二

通过实验装置检测设备中的液位变化并作出相应记录。

CS4000 型液位检测实验装置对象系统包含有：有机玻璃上水箱、不锈钢储水箱。系统动力支路：由循环水泵、电动调节阀组成；装置检测变送和执行元件有：差压变送器 ST3000、电动调节阀等。本次实验使用 ST3000 差压变送器来检测液位高度，并与实际液位标尺值进行比较，求出 ST3000 差压变送器的测量精度等性能指标。

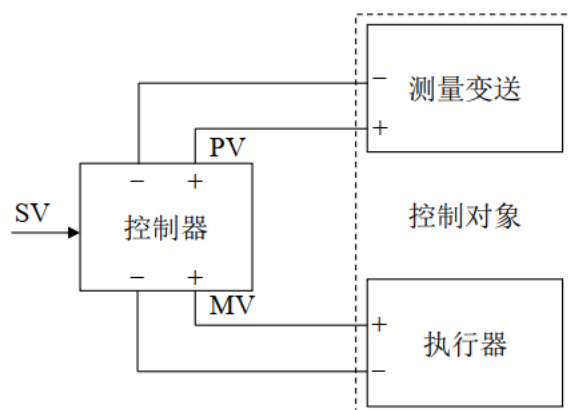
差压变送器的工作原理：当被测介质（液体）的压力作用于传感器时，压力传感器将压力信号转换成电信号，经归一化差分放大和输出 V/A 电压、电流转换器，转换成与被测介质（液体）的液位压力成线性对应关系的 4~20mA 标准电流输出信号。

如图所示，将液位变送器信号接入 C3000 过程控制器模入通道 1，通过调节手阀为水箱加水，观察并记录液位升高过程中水箱液位的读数与 C3000 显示的液位值。



## 实验三

本实验构建一个单回路控制系统，以左下水箱液位为对象，测量变送环节将液位信号传送到控制器，控制器输出信号至执行器（调节阀），通过调节进水流量来改变液位高度。



### 三、主要仪器设备

#### 实验一

1. 弹簧管压力表 1 只
2. ET-AY45 数字式压力校验仪一台

#### 实验二

1. CS4000 型过程控制实验装置。
2. C3000 过程控制器、实验连接线。

#### 实验三

1. CS4000 液位检测实验装置
2. C3000 过程控制器、实验连接线。

### 四、操作方法与实验步骤

#### 实验一

压力表检定一般至少检定十点, 这些点应均匀地分布在整個量程范围内。

了解 ET-AY45 数字式校验仪的特性和优点、技术指标、可校验参数(如压力、电流、电压), 掌握 ET-AY45 的零点调整、基本参数(比如量程、单位)设定、校表步骤, 最后用其校定普通压力表。

上行程时, 用打气手柄进行充气, 当液晶屏显示值接近设定点, 可以通过微调旋钮调节至工作点。降程时, 缓慢的打开放气阀, 当接近设定点时, 利用微调旋钮外旋减压。

#### 实验二

1. 将左下液位水箱的液位信号送至 C3000 过程控制器模拟量输入通道 1。
2. 打开主管路泵前手阀 V1 和电动调节阀前手阀 V4, 打开左下液位水箱进水阀 V11, 打开调节阀的旁路阀 V3 (图 1-2)。
3. 打开控制台及实验对象电源开关 (先合上空气开关, 再按启动按钮), 打开 C3000 过程控制器电源开关、电动调节阀、检测设备电源开关。
4. 关闭左下水箱排水阀 V10, 打开主管路泵, 将储水罐灌满水。将

C3000 切换至监控画面, 缓慢开启排水阀 V10, 液位逐渐下降的过程, 记录 C3000 显示值及液位高度。

### 实验三

- 1、将左下液位水箱的液位信号送至 C3000 过程控制器模拟量输入通道 1, 将模拟量输出通道 1 信号送电动调节阀。
- 2、打开主管路泵前手阀 V1 和电动调节阀前手阀 V4, 打开左下液位水箱进水阀 V11。将左下水箱出水阀 V10 打开至适当开度。
- 3、打开控制台及实验对象电源开关 (先合上空气开关, 再按启动按钮), 打开 C3000 过程控制器电源开关、电动调节阀、检测设备电源开关。
- 4、打开主管路泵, 在 C3000 上将控制回路设为手动状态, 将调节阀开度设为 50%。
- 5、调节排水阀 V10, 使液位稳定在 50% (13cm) 左右。
- 6、在 C3000 控制器上给调节阀一个 5% 的阶跃, 观察并记录液位再次稳定的过程。

## 五、实验数据记录和处理

### 实验一

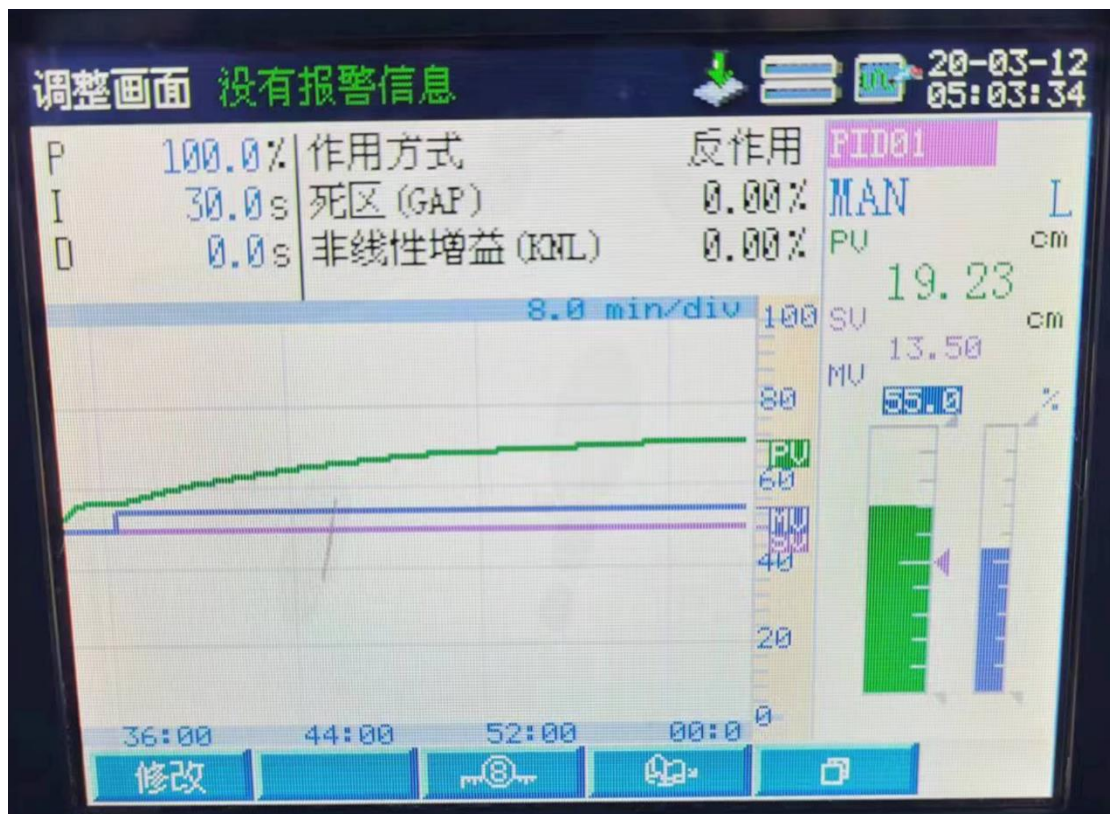
| 编号 | 被校压力表读数/MPa |      | 标准压力表读数/MPa |        | 误差/MPa |        | 变差     |
|----|-------------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|    | 升程          | 降程   | 升程          | 降程     | 升程     | 降程     |        |
| 1  | 0.06        | 0.06 | 0.0638      | 0.0611 | 0.0038 | 0.0011 | 0.0027 |
| 2  | 0.12        | 0.12 | 0.1225      | 0.1214 | 0.0025 | 0.0014 | 0.0011 |
| 3  | 0.18        | 0.18 | 0.1842      | 0.1801 | 0.0042 | 0.0001 | 0.0041 |
| 4  | 0.24        | 0.24 | 0.2429      | 0.2413 | 0.0029 | 0.0013 | 0.0016 |
| 5  | 0.30        | 0.30 | 0.3037      | 0.2952 | 0.0037 | 0.0048 | 0.0005 |
| 6  | 0.36        | 0.36 | 0.3598      | 0.3620 | 0.0002 | 0.0020 | 0.0022 |
| 7  | 0.42        | 0.42 | 0.4205      | 0.4217 | 0.0005 | 0.0017 | 0.0012 |
| 8  | 0.48        | 0.48 | 0.4805      | 0.4771 | 0.0005 | 0.0029 | 0.0034 |
| 9  | 0.54        | 0.54 | 0.5336      | 0.5349 | 0.0064 | 0.0051 | 0.0013 |
| 10 | 0.60        | 0.60 | 0.5946      | 0.5946 | 0.0054 | 0.0054 | 0      |

实验二

液位显示初始读数: 0.04 cm

| —              | 1    | 2    | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|----------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 液位标尺示数 (mm)    | 30   | 60   | 90   | 120   | 150   | 180   | 210   | 230   | 250   | 270   |
| C3000 显示值 (mm) | 27.2 | 56.3 | 87.7 | 117.3 | 148.8 | 179.4 | 211.8 | 232.7 | 252.1 | 270.0 |
| 相对误差           | 2.8  | 3.7  | 2.3  | 2.7   | 1.2   | 0.6   | 1.8   | 2.7   | 2.1   | 0.0   |

实验三



## 六、实验结果与分析 (必填)

### 实验一

从测量得到的数据可以得到

#### 1. 确定被校压力表精度等级

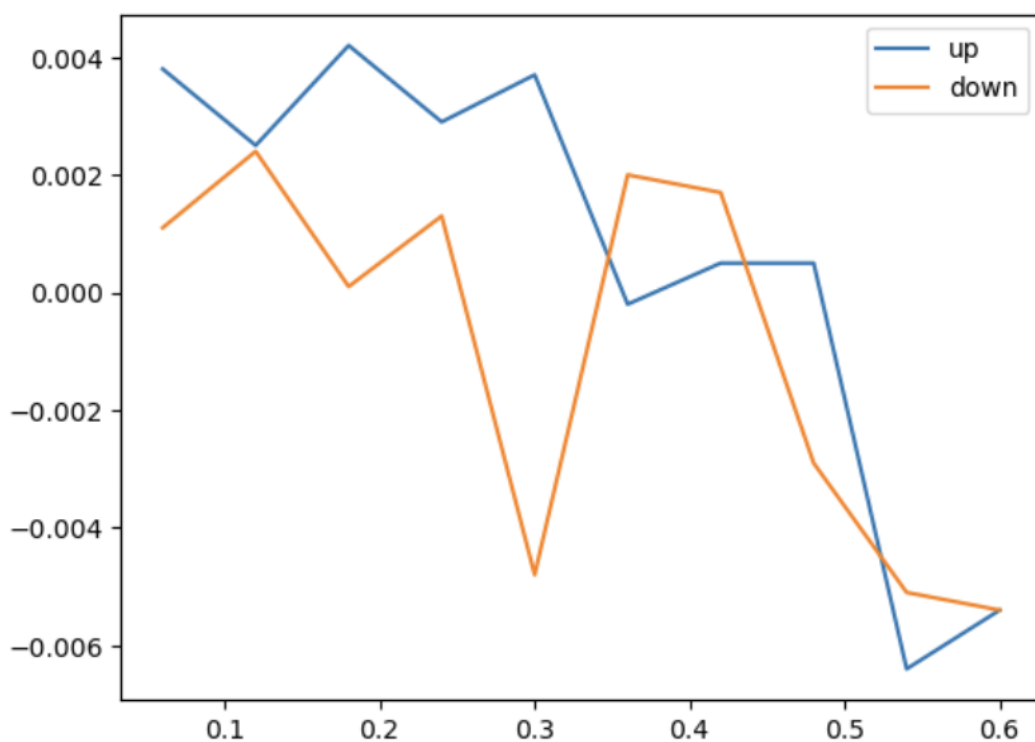
从图中数据可以得到被校压力表的基本误差为

$$0.0064/0.6*100\% = 1.07\%$$

被校压力表精确度等级为 1.5

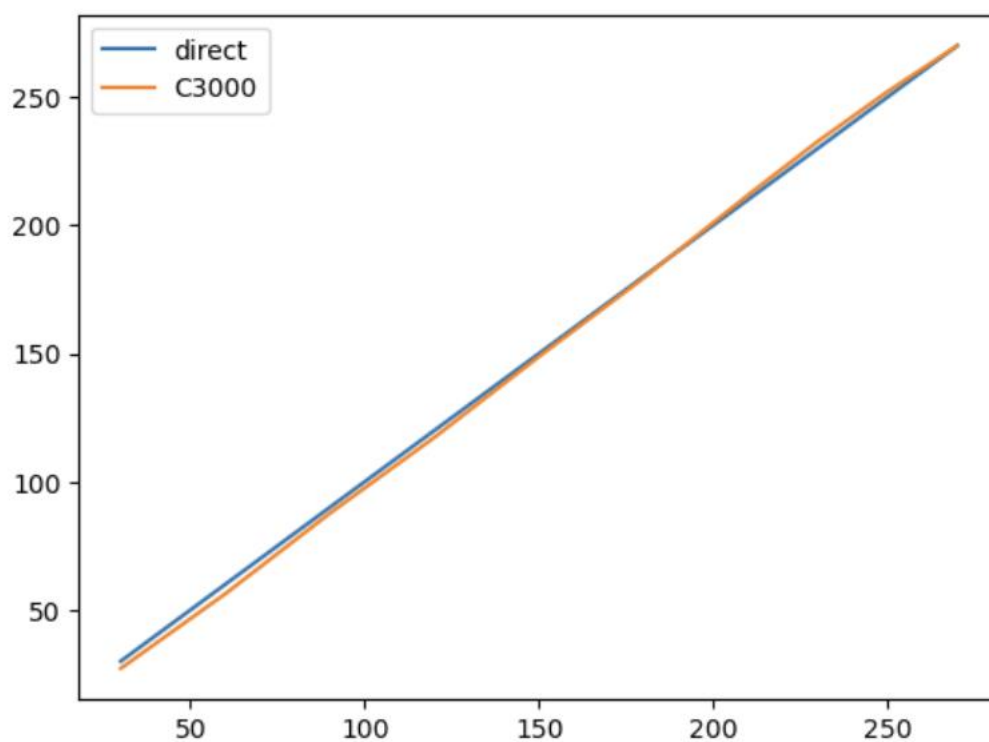
#### 2. 画出被校压力表的校正曲线

全量程范围内



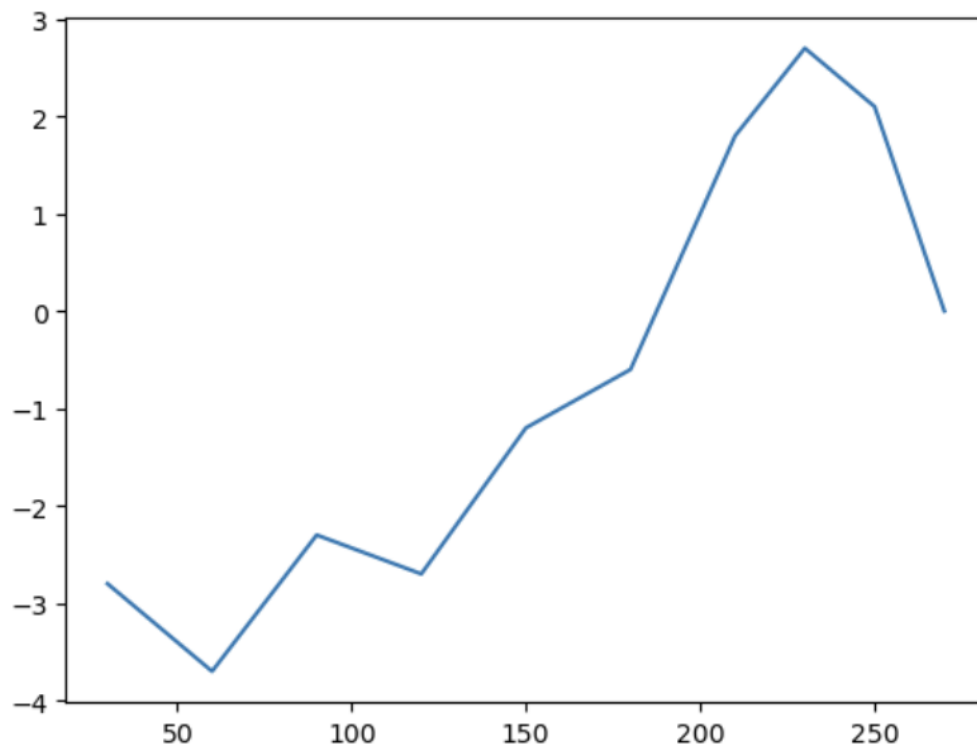
## 实验二

在同一坐标内画出标尺读数与数显仪读数的曲线



## 误差分析

### 误差曲线

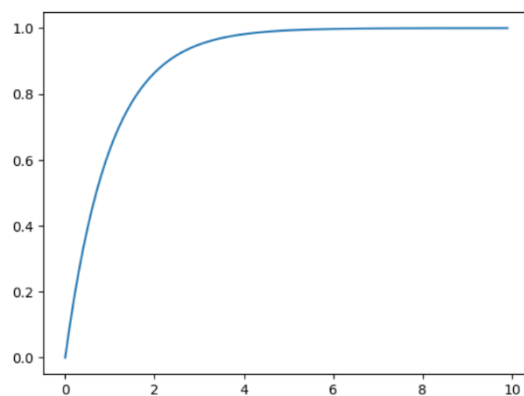


基本误差可计算得到

$$3.7/300 \times 100\% = 1.23\%$$

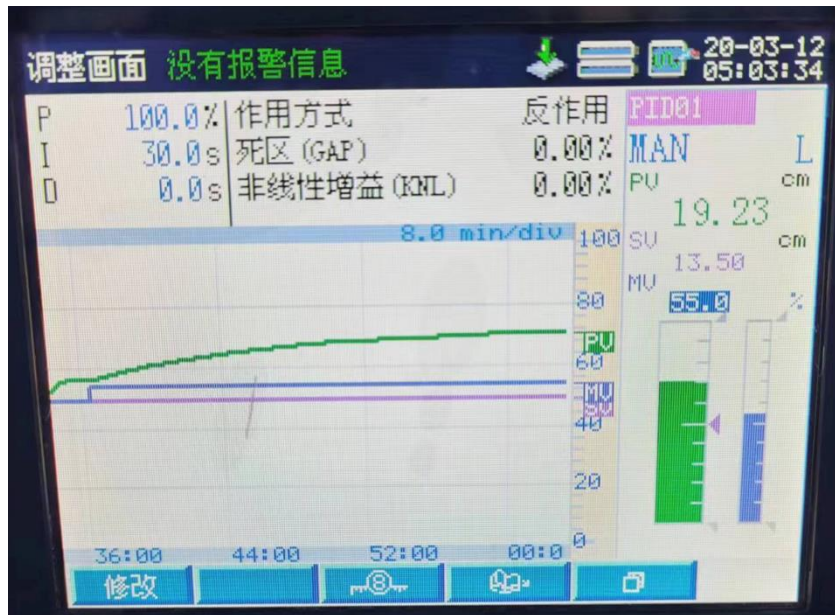
## 实验三

1. 画出一阶系统阶跃响应曲线，对于时间常数为 1 对一阶系统，其阶跃响应为





## 2. 求出时间常数



找到曲线上升到稳态值的 63%所对应时间即为响应一阶系统的时间常数

$$\tau = 960s$$

## 七、讨论、心得

### 思考题

#### 实验一

1. 弹簧管压力表为什么要在测量上限处进行耐压检定？  
检验弹簧管是否可以承受上限值。老化等原因可能使弹簧管不能承受上限值，此时若再使用则可能损坏弹簧管压力。
2. 检定装置在校验压力表时会带来哪些附加误差？
  - 应在室温条件下进行，如果不在温度范围内，会造成附加误差
  - 压力表的指针轴应位于刻度盘孔中心,因此指针的微量偏差也会导致误差的引入
  - 标准表与被校压力表安装在校验台上时，两表的指针轴由于传压管内液位的高度不同而造成附加误差
  - 被校表表的安装位置造成不垂直造成误差引入

## 实验二

1. ST3000 的引压点对测量结果会有影响，当压力仪表与取压点不在同一液位上时要对其位置高度差引起的固定压力进行修正。  
正迁移和负迁移是针对 ST3000 的零点来说的。  
正迁移是指在输入压力为零时，ST3000 有正的输出值。  
负迁移是指在输入压力为零时，ST3000 有负的输出值。  
确定引压点位置：最佳处为引压管能产生无迁移。
2. 需采用压差法，因为液体上方气压未知，若只测量容器底部压力则会造成较大误差。

## 实验三

1. 实验观察一阶系统的阶跃响应时，需保证一阶系统中的常数不变，而改变进出水阀的开度大小时会改变系统的时间常数。
2. 和两点法相比，切线法随机性较小，可以近似地测量和计算出对象的特性参数，但是切线法需要侧大量的数据，用来近似地描绘出对象的特性曲线。

---

注：不同类型的实验课对实验报告可有不同要求，各个学科的实验报告可以根据自己的学科

特点做适当的调整，但上述基本内容中的第一、二、三、六条为必须填写的内容。