

检测技术及仪表实验 指导书汇编

(I)

〈压力、流量、温度、液位〉

中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会
“检测技术及仪表”高校学组编

华东石油学院

1981年3月

说 明

根据学会“自动检测技术”高校学组的安排，由我单位汇集并复制各校有关课程的实验讲义、指示书等资料。80年9月开始截至12月中旬，已收二十多个院校的资料。我们在阅读中，觉得内容非常丰富，虽属同一实验，但在内容安排或培养学生能力的方法上，各有特色。为了有助于扩大思路和吸收各自的长处，凡是寄来的资料基本上都汇集复制，并保持其原来标题和内容不变，只是为减少印刷厂的工作量略去一些完全相同的图例。为便于查阅，进行了大致的分类，拟分册印出。

华东石油学院自动化教研室

1980.12.

第一部分 压力、流量、温度、物位实验目录

I. 压力实验

(一) 压力表校验	浙江大学(化自)-----4
(二) 压力表校验	南京化工学院-----6
(三) 各种测压标准件和弹性压力计的现场观察和使用	南京工学院-----8
(四) 弹簧管压力表实验	哈尔滨工业大学-----10
(五) 压力表校验	山东工学院-----12
(六) 压力表校验	华东石油学院-----14
(七) 活塞压力计基本特性测定	哈尔滨工业大学-----17
(八) 远传压力测量实验	浙江大学(仪电)-----20
(九) YBT-11型压力变送器性能实验	天津大学-----23
(十) 振弦压力变送器性能实验	天津大学-----28
(十一) 振弦式传压元件实验	浙江大学(仪电)-----34
(十二) 差压变送器的校验(电动)	清华大学-----39
(十三) 差压变送器的调校(电动)	北京钢铁学院-----42
(十四) 差压变送器的调校(气动)	北京化工学院-----46
(十五) 差压变送器的调校(气动)	合肥工业大学-----48
(十六) 差压变送器的调校(气动)	天津大学-----50

II. 流量实验

(一) 孔板、靶式流量计的校正	浙江大学(化自)-----54
(二) 用激光多普勒流速计测量管道流量	天津大学-----60
(三) CW型差压式流量计的校验	华东化工学院-----66
(四) 流量计的对比试验	华东石油学院-----68

III. 温度实验

(一) 热电偶的制造及校验	哈尔滨工业大学	— — — 75
(二) 热电偶校验	华东化工学院	— — — 78
(三) 热电偶的焊接与校验	浙江大学(化工)	— — — 79
(四) 热电偶的校验	南京工学院	— — — 83
(五) 热电偶的焊接与校验	南京化工学院	— — — 89
(六) 热电偶的焊接与校验	合肥工业大学	— — — 92
(七) 热电偶的焊接与校验	山东工学院	— — — 95
(八) 热电偶的校验	上海工业大学	— — — 99
(九) 热电偶动态特性测试	天津大学	— — — 101
(十) 热电偶校验	大连工学院	— — — 107
(十一) 热电偶刻度实验	天津纺织工学院	— — — 109
(十二) 温度测量	上海科技大学	— — — 111
(十三) 热电阻校验	大连工学院	— — — 117
(十四) 铂电阻温度计的分度和确定 其温度系数	南京工学院	— — — 118
(十五) 温度变送器的校验	北京钢铁学院	— — — 120
(十六) DDZ-Ⅱ型温度变送器的调 校	天津大学	— — — 124
(十七) 晶体管温度传感器的分度	天津大学	— — — 128
(十八) 光敏电阻计和辐射温度计的使 用	南京工学院	— — — 134
(十九) 温度测量实验作业	南京工学院	— — — 135

IV. 物位实验

(一) 仪表的基本性能(电容液位计)	山东工学院	— — — 137
(二) 液位测量仪表结构及校验	华东石油学院	— — — 139

（一）压力表校验

浙江大学（化自）

一 实验目的要求：

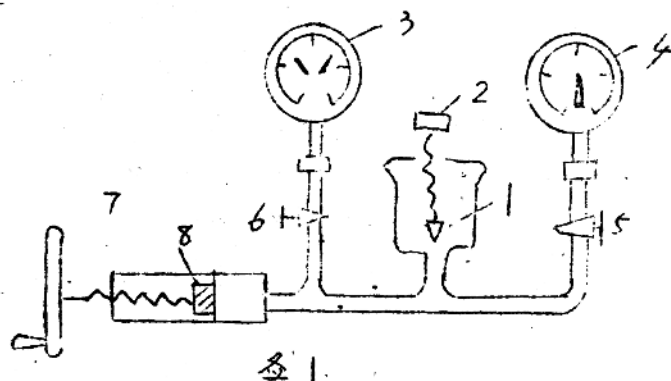
1. 熟悉弹簧管压力表的构造、装配和调零方法。
2. 了解活塞式压力计使用及校验压力表的刻度尺寸。

二 仪器设备、装置：

1. 弹簧压力表 3只 其中
 - 一只标准
 - 一只被校验
 - 一只拆装用

2 活塞式压力计：两种类型：

- (1) 与标准表比较的压力计，如图 1。



- 1—贮油缸；2、5、6—针形阀；3—标准压力表，4—被校压力表；7—手泵，8—活塞。

- (2) 与砝码比较的压力计，如图 2。（参见次页）

三 实验内容：

1. 拆卸、装配和调零弹簧管压力表，以深入了解构造及作用原理。
2. 熟悉活塞式压力计的构造、作用原理及使用方法。
3. 在贮油缸中加足机油并排尽管道系统中的空气。

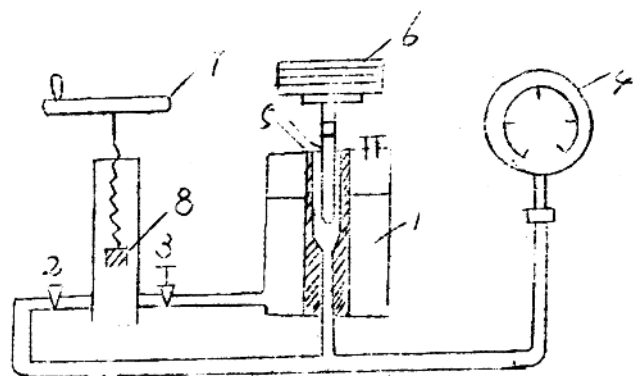


图 2

1—贮油缸，2、3—针形阀，4—被校压力表；
5—测量活塞，6—法码及托盘，7—手轮，8—活塞。

4 在被校压力表刻度标尺上主要在微刻度处升程和降程往复各读数一次。

四、实验报告：

1 数据记录：

次序	标准压力表	被校压力表		误差		变差
		升程	降程	升程	降程	
1						
2						
3						
4						
5						

2. 画出压力表校正曲线。

3. 找出误差和变差，定出仪四等级。

4. 简述拆装弹簧管压力表的主要步骤及心得体会，分析弹簧管压力表的可能故障。

5 其它

1. 如何调在弹簧管压力表的零点及量程？
2. 作为标准压力表应具备什么条件？

(二) 压力表校验

南京化工学院

一 实验目的要求

1. 了解弹簧管压力表的构造、装配和调零方法。
2. 熟悉活塞式压力计使用及校验压力表的刻度标尺。
3. 通过实验对压力表的变差与精度等级进行分析。

二 实验仪器设备

1. 弹簧管压力表 3只 (其中一只标准压力表，二只被校压力表)

2. 活塞式压力计，两种类型

(1) 与标准压力表比较的压力计 (略，见(一)图 1)

(2) 与砝码比较的压力计 (略，见(一)图 2)

三 实验内容

1. 观察拆开的压力表的构造，各元件的安装位置，深入了解调零元件的作用。

2. 了解各种不同弹性元件的压力表的构造及其使用方法。

3. 用两种不同校验方法的压力计分别校验工业用弹簧压力表的刻度。

校验可按下列步骤进行：校验前压力表的校验面应进行充油排气，然后利用加压泵加压使被校压力表指针逐次上升到被校刻度上，读取记录标准或被校压力表的示值，直至标尺刻度最大值。然后逐渐降压使被校压力表逐次到达被校刻度上，读取两只表的示值。校验过程中应保持被校压力表指针单向而无跳动的移动。

用活塞式压力计校验压力表时,测量活塞5: 在受力平衡状态下, 应使其插入于活塞内的深度约等于总长的 $\frac{2}{3}$ 为宜。同时用手轻轻转动活塞, 使测量活塞在活塞柱内均匀地转动, 以保证由所加的砝码重量来确定压力数值的准确性。

四、注意事项:

1. 校验压力计中必须彻底排气, 使在管路全下充油, 否则将造成附加误差。

2. 所选标准仪表测量上限不应低于被校仪表的测量上限, 且标准仪表的容许误差应为被校仪表的容许误差的四分之一。

3. 对于 1:1, 5:2:2.5 级压力表校验至少五个, 精度等级更高的压力表, 应在全刻度标尺上均匀分布的十个点上进行检查。

4. 氧气压力表应用水压进行校验, 以保证弹簧管不被油弄污。

五、实验报告

1. 校验数据

次序	标准压力表 (kgf/cm^2)	被校压力表 kgf/cm^2		误差		变差
		升程	降程	升程	降程	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

2. 画出压力表校正曲线

3. 对实验结果进行分析, 提出被校压力表使用意见。

〈三〉各种测压标准油和弹性压力计的现场校验和使用

南京工学院

一. 实验的目的和内容

1. 在压力测量一章中, 我们对仪表具体结构讲得很少, 通过本实验希望补足有关知识。

2. 对于各种测压标准油, 希望对其外形和结构原理有所了解。但对于活塞式压力计和真空表校验油, 希望能通过具体使用掌握其使用方决。

3. 对于各种弹性压力计, 要注意观察其结构, 要仔细观察:

(1) 各种弹性感受件的外形 (膜盒、单圈弹簧管、多圈弹簧管);

(2) 各种弹性压力计位移的传动方法;

(3) 单圈弹簧管式压力计的内部构造。

二. 活塞式压力计和真空表校验油的使用

活塞式压力计有两种形式, 一种是如图 1 所示, 其特点是有两个表接头, 在校验工业用压力计时, 不用砝码作为标准油, 而用标准的弹簧管压力计作为标准油 (0.2、0.35 或 0.6 级)。在使用时, 通往砝码座的油路是用阀门切断的, 砝码不起作用, 活塞式压力计只起加压泵的作用。

另一种形式如图 2 所示, 它只有一个表接头, 标准油是砝码, 其使用方法是:

(1) 转动手轮 (打开下面的针阀), 摆开油杯上的盖子, 把纯净变压器油注入油杯, 盖好油杯的盖子。

(2) 装上被校验压力计了。

(3) 转动手轮使活塞向里进到尽头, 因为这时油杯的针阀是打开的, 所以可把内腔中的空气驱出。

(4) 转动手轮使活塞向外退出, 此时就把油杯中的油抽入内腔。

- (5) 转动手轮7，关闭针阀，此时内腔就成为一个密闭系统。
 (6) 打开阀门2和3，加上砝码25，转动手轮7使活塞5左行，密闭系统就被加压，当砝码座上抬时就可相互比较。

在校验时通常规定先加压至1公斤/厘米²（计示压力），然后被看校验仪表是否指1公斤/厘米²。如果不是指在这一点，则把压力指针取下，重新装在1公斤/厘米²处，再进行其他刻度点的校验。（为何）

真空表校验口的结构原理较简单，标准口是单管式测压计。

三、实验的准备与报告

1. 在准备实验前首先要复习教科书中的有关内容。
2. 可以自行拟定微压计的校验方法，现荐实验装置系统图，供参考。
3. 在实验结束后不必另作报告，可把所获知识补充入听课笔记。

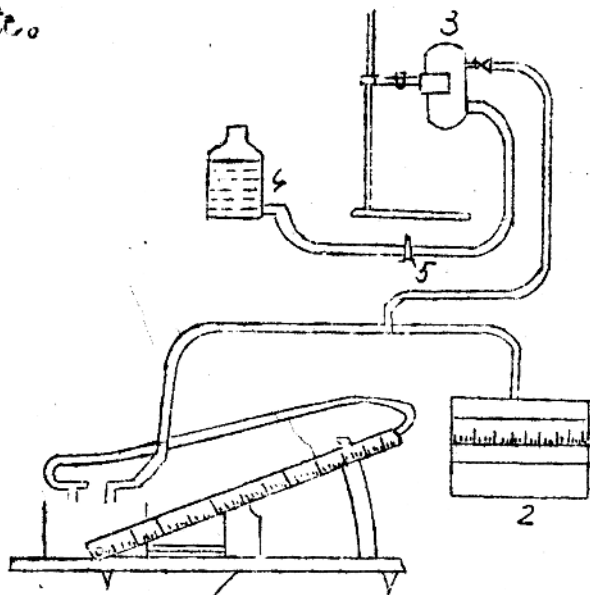


图1 膜盒式风压表校验系统

1. 斜管式微压计， 2. 膜盒式风压计， 3. 中间腔口，
 4. 贮水瓶； 5. 夹头。

〈四〉 弹簧管压力表实验

哈尔滨工业大学

一. 实验目的:

1. 研究单圈弹簧管压力表的动作原理与结构。
2. 掌握弹簧管压力表的刻度方法和调零方法。
3. 学会活塞式压力计的正确使用。

二. 实验内容:

1. 熟悉实验装置 (见(一)图)并掌握活塞式压力计的正确使用。

2. 对弹簧管压力表进行刻度。

三. 实验所用仪表及工具

- | | |
|--------------|----|
| 1. 活塞式压力计 | 一台 |
| 2. 标准弹簧管压力表 | 一块 |
| 3. 被刻度弹簧管压力表 | 一块 |
| 4. 小锤子 | 一把 |
| 5. 起针钳 | 一把 |
| 6. 细丝刀 | 一把 |
| 7. 分规 | 一个 |
| 8. 游角尺 | 一个 |
| 9. 压板手 | 二把 |

四. 对压力为 10 Kg/cm^2 的压力表进行刻度。

刻度方法如下:

1. 把被刻度的仪表装在压力计上, 并在刻度盘上贴一张白纸, 把刻度盘平分, 并用铅笔点上 a 、 b 两点, 如图一所示。

2. 产生极限压力值一半的压力, 然后摆放指针使针尖恰好落在 a 点上。

3. 把压力加到最大值, 这时指针转过 135° 角达到 c 点, 若转角不是 135° 则需变更拉杆长度和变化传动机构, 即进行仪表的调整。然后用圆规量出 bc 两点间的弦长, 即 bc 的距离。

4. 摇动手轮把压力降到零，把量得的 bc 弦长用圆规移到刻度盘的左方，用铅笔标示对应于仪表的指针零位的新点 d ，则 bc 弦和 bd 弦应彼此相等。

5. 然后造出下列刻度点： 2 kg/cm^2 ； 4 kg/cm^2 ； 6 kg/cm^2 ； 8 kg/cm^2 ； 10 kg/cm^2 。五点开始进行仪表的刻度，用活塞式压力计产生等于第一刻度点 2 kg/cm^2 的压力，用铅笔标示对应于这个压力的指针尖端的位置，用同样的方法把其它点求出，所有标尺点应当都位于刻度盘的同一条线上，在达到极限以后，开始降低压力，用手指轻敲仪表外壳，同时检查被刻度的压力表的指针是否返回标示的点，如果指示不一样，其差值在允许限度内。则取所得两点的平均值做为标尺点。对应零标示的初始点，而在标尺向上挪一些，并靠它钉一个定位销子，即为 e 点，挪动的值等于该仪表刻度值之半。

6. 刻度结束后，从仪表上取下刻度盘，进行并绘仪表的刻度线，分度值为 0.5 kg/cm^2 ，并把所有与该校型仪表的符号画上，仪表准确度为 2.5 级。

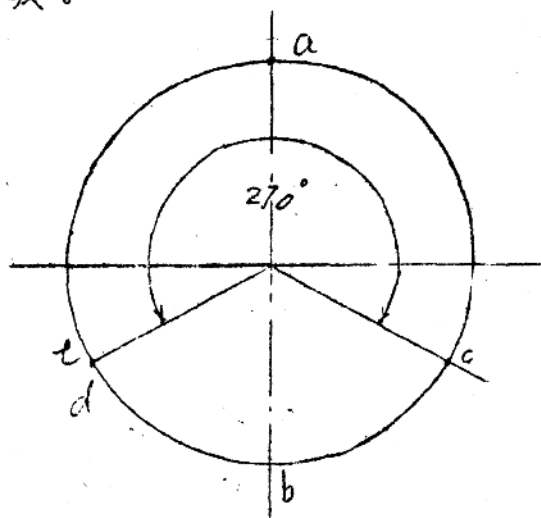
7. 把做好的标尺重新按在被校表上，并任意在几个选定点校验它的指示，误差不应超过所指定的准确度。

五 问题讨论：

1. 略述压力表刻度尺的要求及刻度方法。

2. 弹簧管压力表的误差由哪些因素引起的如何消除？

3. 如何对弹簧管压



图二 刻度时压力表刻度盘的标记

力表进行调查？

4. 略述活塞式压力计的使用方法。

六 实验报告的要求

1. 要有实验名称，目的，内容及说明。

2. 实验装置及实验方法简述

3. 压力表的刻度盘校验数据

4. 讨论题的回答

〈五〉 压力表校验

山东工学院

一 实验目的：

1. 了解弹簧管压力表的构造，装配和调查方法。

2. 了解电位计式、电芯式、霍尔压力传感器的构造、装配和调查方法。

3. 熟悉活塞式压力计及校验方法。

4. 确定被校验压力表的精度等级。

二 实验装置

本实验以活塞式压力计校验台对上述被校压力表进行校验，活塞式压力计有两种类型（参看图）

1. 与标准压力表相比较的压力计试验台。

2. 与标准砝码比较的压力计试验台。

被校验的压力表有指针式弹簧管压力表，HYD-2型霍尔压力传感器，BYM型电芯式压力传感器，电位计式压力传感器。

三 试验内容与步骤

1. 观察去盖后的压力表结构，各元件的拆装部位及其作用。

2. 任选一台活塞式压力计校验装置对被校验的压力表进行校验。

3. 在使用活塞式压力计校验装置时, 装好表后要先进行
 油排气, 然后利用手摇油泵进行加压。以砝码为标准的校验
 台在读数时应轻扣扳转砝码, 使测量活塞在活塞杆内均匀地转
 动, 以保证压力传递的准确性。

4. 加压和减压应做到平稳上升和下降。

四 实验报告

标准指示	指示式		霍尔式		电容式		电位计式	
	升程	降程	升程	降程	升程	降程	升程	降程
0								
20%								
40%								
60%								
80%								
100%								
最大变差								

(将指示值统一折算成相对值)

画出各被校压力表的输出特性曲线

五. 对本实验内容及实验装置的改进意见。

(六) 压力表校验

华东石油学院

一. 实验目的:

1. 熟悉压力表的基本结构和原理。
2. 了解杠杆、齿轮传动的基本原理，并掌握改变传动比方法。
3. 学会正确使用活塞式压力计校验压力表方法及用对比法校验压力表。
4. 掌握相对误差、绝对误差、精度等基本概念。

二. 实验内容:

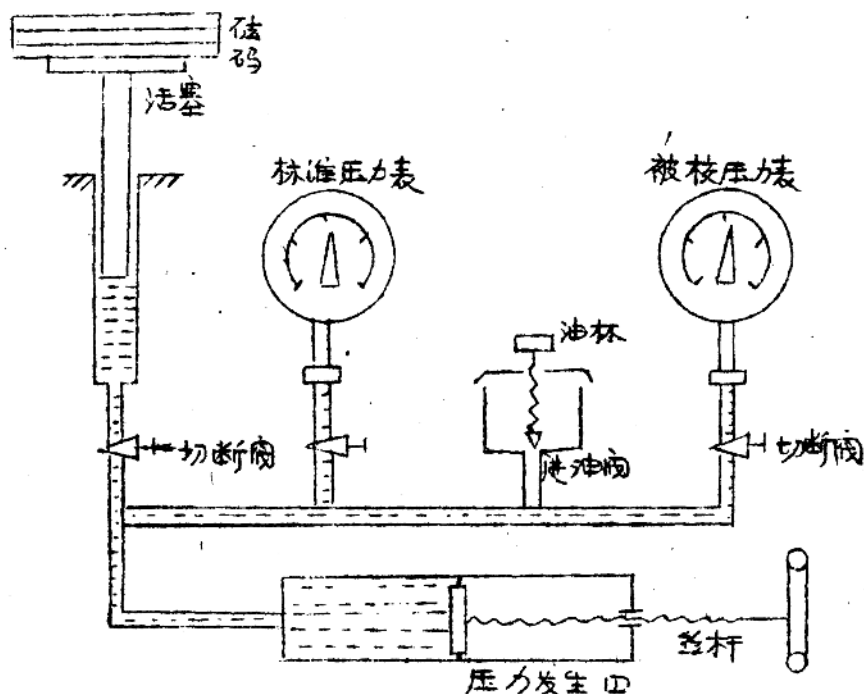
1. 观察压力表的内部结构及其组成。
2. 掌握活塞压力计的操作方法。
3. 用活塞式压力计校验压力表精度、或用高精度压力表与被校验压力表进行对比方法进行精度校验。

三. 实验所用仪器设备:

1. $0 \sim 8 \text{ Kg/cm}^2$ 压力表一块。
2. 活塞压力计一台 (用砝码或标准压力表)。
3. 取针 1 个。
4. 卸丝刀 1 把。

四. 实验步骤和方法

1. 检查本组所需的设备是否齐全。
2. 打开活塞压力计的进油阀，逆时针转动摇把，把油抽到压力表内，然后关闭进油阀。
3. 初步记录压力表在全量程范围内的压力指示 (全量程内均匀取 5 点左右，如 $0 \sim 10 \text{ Kg/cm}^2$ 的压力表可取 2、4、6、8、 10 Kg/cm^2)。
4. 根据被校压力值，确定所加的砝码重量，顺时针方向转动摇把，压力计内压力上升，直到砝码抬起至某一高度，油压稳定。或加压至某一压力值，由标准表得到标准压力，被校表得到实际压力值。从而记下标准压力及标准压力下压力表的实



活塞式压力计。

际指示值，这样从低压逐渐递增向高压，测取数据，这个过程称上升过程（上行读数）。

5. 然后逐渐递减，减少砝码（或降低压力），分别读取标准压力表和被校压力表的实际压力值，称为下行读数。

6. 将数据填入表内初步计算确定该压力表是否合格，若不合格，则考虑应该怎样进行调查。

7. 调查后再测取数据，重复第四、五步骤直到得到合格的结果填入表内。

五、注意事项：

1. 压力泵抽油时不能抽的太快，防止空气进入压力泵，结果产生所需的压力。

2. 做下行实验时应先降压，后减少砝码，避免油喷出来。

3. 用取针读取压力表指针时，应细心，不能用力过猛。

精度 _____ 量程 _____ Kg/cm^2

	次序	标准压力值	被校压力表指示值		绝对误差		变差	相对误差
		Kg/cm^2	上行 Kg/cm^2	下行 Kg/cm^2	上行 Kg/cm^2	下行 Kg/cm^2	%	%
调 校 前	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
调 校 后	1							
	2							
	3							
	4							
	5							

绝对误差 = 被校压力表指示值 - 标准压力值 Kg/cm^2 变差 = $\frac{\text{下行读数} - \text{上行读数}}{\text{全量程}} \times 100\%$ 相对误差 = $\frac{\text{绝对误差}}{\text{全量程}} \times 100\%$

以免损坏零件，装针时也应细心只能轻敲，决不能用力敲打。

4. 做上下行变差时应是递增或递减压力，做上行如所加压力超过被校压力值时应将压力降低后再递增到被校压力值。做下行时如所加压力低于被校压力值时，应加压后再逐渐递减压力至被校压力值上。

六、问题讨论

1. 压力表所测压力是什么压力？环境大气压对压力表测量是否有影响？为什么？

2. 弹簧管压力表的材料取决于哪些因素？

3. 活塞式压力计为什么能获得较高的精度？活塞杆升起时