



高职高专特色实训教材

GUOCHENG JIANCE YIBIAO
SHIXUN JIAOCHENG

过程检测仪表 实训教程

李 飞 主编 ◀◀



轻松学习，扫一扫！



化学工业出版社

高职高专特色实训教材

过程检测仪表实训教程

李 飞 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书侧重于化工企业现场常用的过程检测仪表的经典型号, 主要介绍 1151 电容式差压变送器的校验、安装及使用; EJA 智能差压变送器的组态、校验、安装及使用; 3051 法兰式差压液位计的组态、校验、安装及使用; 丹东通博沉筒式液位计的校验、安装及使用; 差压式流量计的使用; 电磁流量计的使用; 644 温度变送器的组态、安装、校验及使用。并且对各种压力、液位、流量及温度检测仪表的基本工作原理、特点及适用场合等有关知识进行了介绍。

本书读者可通过手机和二维码获取学习资讯, 可以随意访问在线资源, 使平面印刷课本整合移动多媒体技术后, 成为立体教材及多媒体教材。

本书坚持按岗位需求培训的原则, 在保证教学目标完整性的基础上, 着眼于技能操作, 力求浓缩精炼, 突出信息化、企业化、可视化及实用化的特点。

本书可作为各类技工院校、高职高专院校及各类生产过程自动化技术培训班的培训教材, 也可以作为全国仪表维修工职业技能大赛的考核项目的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

过程检测仪表实训教程/李飞主编. —北京: 化学工业出版社, 2016. 2

高职高专特色实训教材

ISBN 978-7-122-25945-5

I. ①过… II. ①李… III. ①自动检测-检测仪表-高等职业教育-教材 IV. ①TP216

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 315984 号

责任编辑: 廉 静

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 陈 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 8 $\frac{1}{4}$ 字数 201 千字 2016 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

本书以学生就业为导向,以企业岗位操作要领为依据,从生产过程中出发提炼典型的生产案例,按照项目化实训教材建设思路编写而成。本书以典型过程检测仪表为操作对象,可为过程检测仪表、过程控制技术以及机组控制技术等课程相关内容提供服务。

本书采用情景对话形式的微视频,引入每个项目的任务,利用动画、视频、录像等模式,针对每个项目所对应的特色检测仪表的工作原理、结构、安装、校验及组态等内容进行介绍,其特点如下。

① 教学手段信息化。学生可以通过手机扫描每个项目中各种资源对应的二维码,下载所有多媒体资源,提高学生学习的兴趣,使教材简单直观、经济实用。

② 教学管理企业化。将“6S”管理的内容利用图片及口诀的方式体现出来,更容易被学生理解和接受。

③ 实训指导可视化。为了方便学生自主学习,将实训中所需要的实训设备以及实训过程以图片的形式表现出来,学生根据图片可以在库房自行查找设备,根据图片可以自主完成实训。

④ 附录资源实用化。教材的第四部分中的附录,主要介绍实训过程中使用到的典型工具仪表的使用及操作说明,特别是智能仪表的结构菜单都有企业人员参与提供,可为学生在以后的工作中奠定基础,具有一定的收藏意义。

全书由李飞主编,共分4个部分,具体安排如下。

第1部分由李忠明及马菲参与编写;第2部分由李飞编写;第3部分由王静梅、王绍春、王艳慧、胡梅、张刚、房雷、李凤力编写;第4部分为附录资源,其中视频资源由李飞设计导演、马菲拍摄,二维码技术由穆德恒提供。本书由辽宁石化职业技术学院实训处牛永鑫主审。

由于编者水平所限,书中错漏之处在所难免,欢迎专家和同行提出批评意见和建议。

编者
2015年9月

第1部分 过程检测仪表实训须知

1

- 1.1 过程检测仪表实训室简介 1
- 1.2 实训室 6S 管理守则 3
- 1.3 过程检测仪表实训考核 4

第2部分 实训项目

6

- 2.1 压力检测仪表的认识及使用 6
- 2.2 弹簧管压力表的校验 9
- 2.3 电容式差压变送器的校验、安装及使用 14
- 2.4 EJA 智能差压变送器的组态、校验、安装及使用 22
- 2.5 液位检测仪表的认识及使用 34
- 2.6 法兰式差压液位计的校验、安装及使用 39
- 2.7 沉筒式液位计的校验、安装及使用 49
- 2.8 流量检测仪表的认识及使用 55
- 2.9 差压式流量计的使用 59
- 2.10 电磁流量计的使用 64
- 2.11 温度检测仪表的认识及使用 72
- 2.12 644 温度变送器的组态、安装、校验及使用 76
- 2.13 XMT5000 系列数字显示仪表的组态及使用 87

第3部分 常见工具仪表使用说明

92

- 3.1 HART 协议智能仪表终端的使用 92
- 3.2 Fluke 718 系列压力校准器的使用 99
- 3.3 HB6500 电动压力校验台 105
- 3.4 XMT-5000 系列智能数字显示控制仪表的使用 107

第4部分 附录

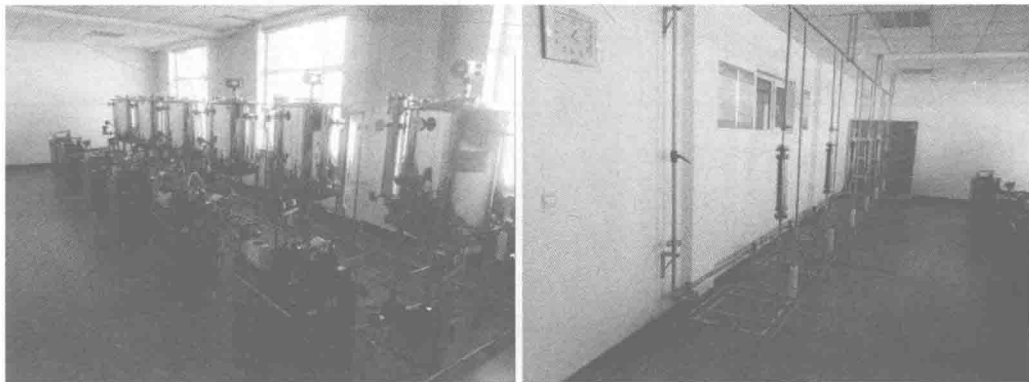
116

过程检测仪表实训须知

1.1 过程检测仪表实训室简介

过程检测实训室是自动化系为工业过程自动化技术专业的《过程检测系统的构成与联校》课程配套使用的,以及为石油化工生产技术专业的《过程控制技术》、化工机械维修技术专业的《机组控制技术》的实训课以及项目化教学的需要所设置的实训室。该实训室设备采用的仪器仪表均为工业生产领域主要使用的仪表,完全符合工业标准;所用仪表传感器种类繁多涵盖了工业生产中的多数仪表类型,其中智能压力变送器、雷达物位计、质量流量计等仪表更是达到国际先进水平;所用仪器仪表其性能、技术指标、种类和应用范围都超过了国内其他高校所建的同类实训室的仪器仪表,设备的实训水箱、水管、气管的材料均选用不锈钢材料,增加其耐腐蚀性,美观、耐用;所建的仪表套餐实训设备除了在性能和技术等各方面优于同类学校外,在价格上也较有优势,性价比远高于其他院校所建同类实训室。

实训室基本配置如下。



① 压力检测系统。实训室中压力部分的设备能够完成弹簧管压力表的校验、电容式差压变送器的校验、EJA 智能差压变送器的校验、3051 智能差压变送器的校验、智能手持终端的使用、各种压力检测仪表的认识以及压力检测系统的联校等实训。

② 液位检测系统。实训室中液位部分的设备能够完成静压式液位检测仪表的校验、沉筒式液位变送器的校验、导波雷达液位计的使用、超声波物位计的使用、各种液位检测仪表

的认识以及液位检测系统的联校等实训。

③ 流量检测系统。实训室中流量部分的设备能够完成差压式流量计的安装、使用及维护；转子流量计的安装、校验及维护；质量流量计的安装、校验及维护；电磁流量计的使用、校验及维护以及各种流量检测仪表的认识以及流量检测系统的联校等实训。

④ 温度检测系统。实训室中温度部分的设备能够完成热电偶温度检测仪表的使用及校验，热电阻温度检测仪表使用及校验以及温度检测系统的联校等实训。

1. 实训室设备清单，具体清单如表 1.1 所示。

表 1.1 实训室设备清单

序号	设备名称	数量	序号	设备名称	数量
1	金属管浮子流量计	1	24	浮球液位指示计	1
2	电磁流量计(智能型)	6	25	玻璃管液位计	2
3	超声波流量计	1	26	EJA 智能差压变送器	6
4	涡轮流量计	1	27	1151 电容式差压变送器	2
5	质量流量计	1	28	1751 电容式差压变送器	2
6	水平螺旋(干)式冷水表	2	29	电感压力变送器	1
7	孔板测量流量计	2	30	智能压力数显控制器	2
8	玻璃转子流量计	5	31	扩散硅压力变送器	1
9	温度变送器	6	32	压力开关	6
10	K 型热电偶(铠装)	6	33	不锈钢压力表	10
11	E 型热电偶(铠装)	6	34	电接点压力表	6
12	Cu50 热电阻(铠装)	2	35	普通压力表	20
13	Pt100 铂电阻(铠装)	6	36	Fluck754 多功能过程认证校准器	1
14	双金属温度计	6	37	Fluck718 高精度压力表	4
15	电动浮筒液位(智能型)	1	38	HART375 手操器	4
16	电动浮筒液位计	5	39	HART475 手操器	2
17	智能导波雷达物位计	3	40	变频器	6
18	手操程序器	3	41	自吸泵	6
19	电容物位计	1	42	手动试压泵	6
20	智能远传差压变送器	2	43	热电偶检定炉	1
21	智能压力变送器	4	44	无纸记录仪	1
22	一体化超声波物位计	3	45	XMx-01 智能温度数显控制器	4
23	侧装式磁翻板液位计	2	46	XMx-02 智能温度数显控制器	4

2. 过程检测仪表实训室可实现的功能

- ① 为《过程控制技术》《过程检测仪表》等课程建设提供配套设备及装置。
- ② 为全国仪表大赛、《过程检测仪表》技能鉴定提供操作平台。
- ③ 在条件具备的情况下可以承办全国仪表维修工技能大赛，扩大我院影响。
- ④ 在实训装置上可以开展教师培训及科研。
- ⑤ 利用企业技能鉴定考评员资格为企业特有工种进行技能鉴定。
- ⑥ 可以开展对外服务。

3. 可以完成的任务

该实训室可对学生、企业人员进行单体仪表使用，调校的训练，学员可自行选择仪表组成各种变量的自动检测系统，练习接线、联校。可用于专业教学、企业培训、技术比武、技能鉴定及普惠培训。

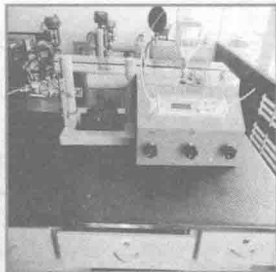
1.2 实训室 6S 管理守则

整理 SEIRI



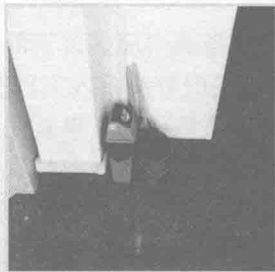
课前预习，明确设备
核实工具，填写明细
设备完好，工具齐全

整顿 SEITON



设备工具，摆放合理
公共设备，用后归位
实训结束，核实明细

清扫 SEISO



按组值日，组长分工
清除脏污，清扫教室
消耗用品，注意处理

清洁 SEIKET



保持卫生，不带杂物
台面整洁，设备干净
洁净环境，贯彻到底

素养 SHITSUK



实训规程，严格遵守
实训数据，实事求是
爱护公物，节约用电

安全 SECURIT



禁止打闹，禁止吸烟
教师通过，才能通电
水电门窗，用后关好

过程检测仪表实训室必须严格按照 6S 管理,即:整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全。

① 实训前,必须做好预习报告,明确实训目的,熟悉实训原理和步骤。

② 实训操作开始前,首先检查仪表及工具种类与数量是否与需要相符,仪表及工具是否有损坏,确定仪表完好后使用,装置安装完毕,要请教师检查合格后,方能开始实训。

③ 实训操作中,要仔细观察现象,积极思考问题,严格遵守操作规程,实事求是地做好实训记录,要严格遵守安全守则与每个实训的安全注意事项,一旦发生意外事故,应立即报告教师,采取有效措施,迅速排除事故。

④ 实训室内应保持安静,不得谈笑、打闹和擅自离开岗位,不得将书报、体育用品等与实训无关的物品带入实训室,严禁在实训室内吸烟、饮食。

⑤ 服从指导,有事要先请假,不经教师同意,不得离开实训室。

⑥ 实训过程中要保持试验台干净整洁,仪器设备摆放规矩。实训完毕,应及时将仪器放回指定位置。

⑦ 要爱护公物,养成良好的实训习惯。要节约使用水、电、煤气及消耗性工具。公用设备及工具使用后,应及时放回原处,对于特殊设备,应在指导教师示范后方可使用。

⑧ 学生轮流值日,打扫、整理实训室。值日生应负责打扫卫生,整理公共器材,并检查水、电、煤气、窗是否关闭。

⑨ 实训完毕,及时整理实训记录,写出完整的实训报告,按时交教师审阅。

⑩ 师生均需穿工作服。

1.3 过程检测仪表实训考核

过程检测仪表实训是培养学生校验、使用及安装过程检测仪表技能的一门课程,采用过程考核的方式对学生实训效果进行全程跟踪考核。

本课程按实训项目进行跟踪考核,实训最终成绩按各个实训项目成绩的算术平均值计算,每个实训项目的考核要求见表 1.2。

表 1.2 考核要求

考核项目	配分	考核内容及要求	评分标准	得分
准备	5 分	填写仪表及校验装置型号	每少记录一项-1 分(扣满为止)	
绘图、识原理	10 分	绘制装置连接电路图及气路图	不能绘制电路图或气路图-5 分	
		能说明仪表工作原理	不能说明工作原理-5 分	
选择工具仪表及工具	10 分	能合理选择所需工具仪表	不能合理选择工具仪表,每件-2 分	
		能合理选择所需工具	不能合理选择工具,每件-2 分	
安装电路及气路连接	30 分	能正确将仪表安装到装置上	安装出现松动,每处-2 分	
		能正确连接电路	上电前未经老师允许-5 分,电路连接错误-10 分	
		能正确连接气路	给压前未经老师允许-5 分,气路连接错误-5 分	
		能够正确设置工具仪表参数	参数设置错误,每处-2 分	
		能够正确进行仪表组态	组态错误,每处-2 分	

续表

考核项目	配分	考核内容及要求	评分标准	得分
精度校验	30 分	零点校验及量程校验	零点校验及量程校验不正确各－5 分	
		反复进行零点及量程校验	零点及量程校验应 3 次，每少一次－2 分	
		变送器进行五点校验	漏校及过校一点－2 分	
		填写校验单	未填写校验单－10 分，填错一个数据－0.5 分，直至该项扣完为止	
		数据处理	未处理数据－10 分，未给出结论－5 分	
设备复位整理	10 分	停电，关闭相关工具仪表	仪表未关闭拆除－2 分	
		拆除回路连线及相关设备	带电拆除设备－2 分	
		设备整齐摆放	设备未整齐摆放，每件－1 分	
文明操作	5 分	遵守考场纪律、尊重教师	不遵守考场纪律－1 分，出现不尊重教师的现象－5 分	
		能在规定的时间内完成	每超时 1min－5 分 (提前完成不加分，超时 3min 停止操作)	

实训项目

2.1 压力检测仪表的认识及使用

【任务描述】<<<—

压力检测仪表是最重要的过程检测仪表之一，请学生们对实训室及库房的所有压力检测仪表进行登记，要记录所有压力检测仪表的名称、型号、厂家、出厂编号、量程及精度。请同学们注意安全，认真工作。

【实训目的】<<<—

了解各种压力检测仪表的外特性、结构及工作原理，掌握各种压力检测仪表的安装、接线及使用方法，会读取并记录各种压力检测仪表测量的数据。

【结构原理】<<<—

压力检测仪表按照其转换原理的不同，可分为液柱式、弹性式、活塞式和电气式这四大类，现将其工作原理、主要特点和应用场合列于表 2.1 中。



布置任务

表 2.1 压力检测仪表分类比较

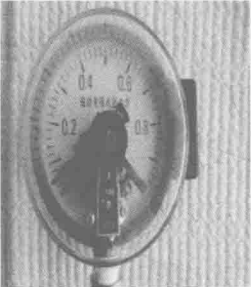
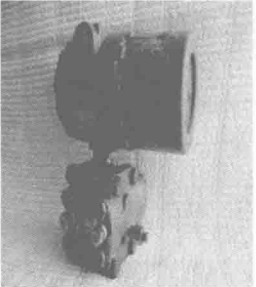
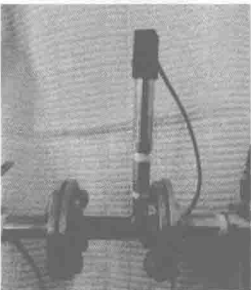
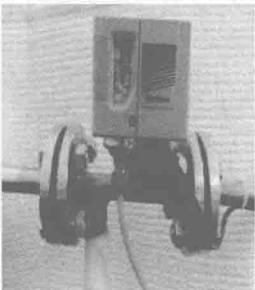
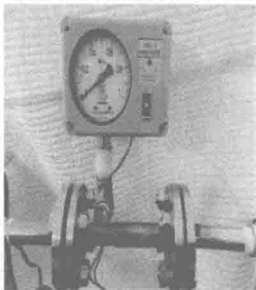
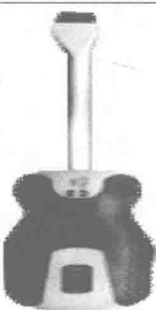
压力检测仪表的种类		主要特点	用途
液柱式 压力计	U 型管压力计	结构简单、价格低廉、精度较高、使用方便，但测量范围较窄，玻璃易碎	适于低微静压测量，高精度测量可用作基准器，不适于工厂使用
	单管压力计		
	倾斜管压力计		
	补偿微压计		
	自动液柱式压力计		
弹性式 压力表	弹簧管压力表	结构简单、牢固，使用方便，价格低廉	用于高、中、低压的测量，应用十分广泛
	波纹管压力表	具有弹簧管压力表的特点，有的因波纹管位移较大，可制成自动记录型	用于测量 400kPa 以下的压力
	膜片压力表	除具有弹簧管压力表的特点外，还能测量黏度较大的液体压力	用于测量低压

续表

压力检测仪表的种类			主要特点	用途
弹性式压力表	膜盒压力表		用于低压或微压测量,其他特点同弹簧管压力表	用于测量低压或微压
活塞式压力计	单活塞式压力计		比较复杂和贵重	用作基准仪器,校验压力表或实现精密测量
	双活塞式压力计			
电气式压力表	压力传感器	应变式压力传感器	能将压力转换成电量,并进行远距离传送	用于控制室集中显示、控制
		霍尔式压力传感器		
	压力(差压)变送器 (分规式和智能式)	力矩平衡式变送器	能将压力转换成统一标准的电信号,并进行远距离传送	
		电容式变送器		
		电感式变送器		
		扩散硅式变送器		
		振弦式变送器		

【任务实施】<<<—

1. 实训设备

			
电接点压力表	弹簧管压力表	电容式差压变送器	EJA 智能差压变送器
			
应变式压力变送器	压力开关	3051 智能差压变送器	电感式压力变送器
			
Fluke718	螺丝刀	导线	

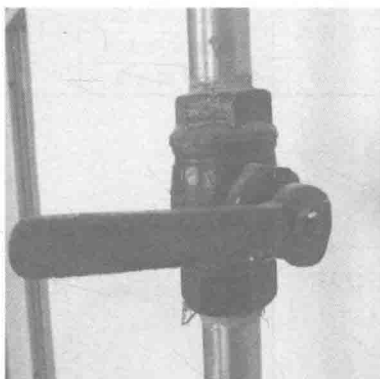
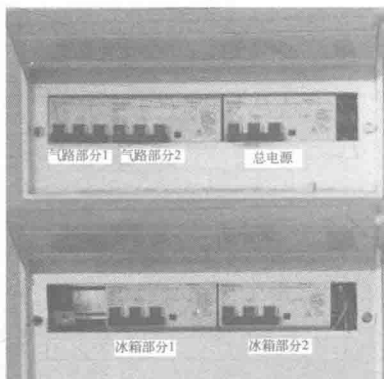
2. 实训方法及步骤

(1) 观测及记录数据

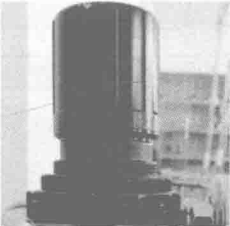
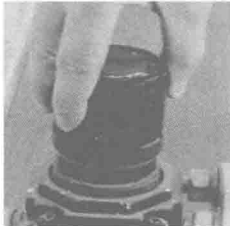
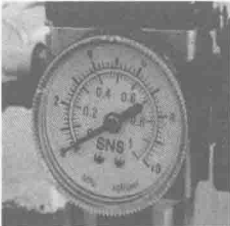
找到实训设备中各个压力仪表在实训室中的位置,观察各种压力检测仪表的外特性、结构及安装位置。观察各种压力检测仪表的铭牌,记录仪表的技术数据。见表 2.2,各种仪表相关资料可以见课后资源目录。

(2) 打开电源

打开实训室总电源、气路部分仪表电源,打开实训室总气源。



(3) 给压

			
①提起定值器阀门。	②顺时针旋转阀门。	③根据要求设定压力。	④按下定值器阀门。

(4) 记录三组数据



(5) 关闭气源及电源

【数据记录】 <<<—

查看仪表铭牌，将相关仪表技术指标记录到表 2.2 中，将三次测量数据记录到表 2.3 中，进行比较求得测量平均值。

表 2.2 仪表技术指标记录

名称	型号	量程	精度	编号	制造厂

表 2.3 仪表测量数据记录

名称	编号	第一次	第二次	第三次	平均值

【注意事项】 <<<—

① 接线时，注意电源极性。完成接线后，应检查接线是否正确，并请指导教师确认无误后，方能通电。

② 没通电、不加压；先卸压、再断电。

③ 小心操作，切勿生扳硬拧，严防损坏仪表。

④ 一般仪表应通电预热 15min 后再进行校验。

【问题讨论】 <<<—

① 压力检测仪表的种类有哪些？

② 仪表铭牌中标识的技术指标有哪些？

2.2 弹簧管压力表的校验

【任务描述】 <<<—

弹簧管压力表是比较简单的压力检测仪表，但是新的仪表是不能立刻使用的，必须要进行校验，经校验合格后的压力表才能够使用，使用活塞式压力计对弹簧管压力表进行校验。

请注意安全，小心操作，仔细记录正反行程的数据，填写校验单。



【实训目的】<<<

- ① 认识弹簧管压力表的外形，练习识别压力表的种类、精度和读数。
- ② 通过仪表的拆装，熟悉压力表的结构和工作原理。
- ③ 了解活塞式压力计的具体使用方法。
- ④ 学会实训室校验弹簧管压力表的方法之一（标准压力表比较法），通过调校确定仪表是否符合要求。

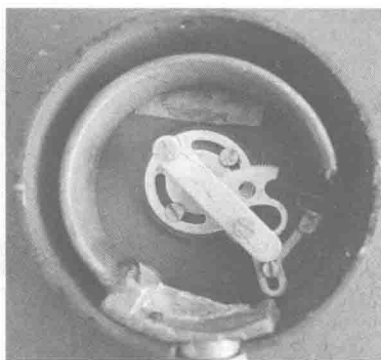
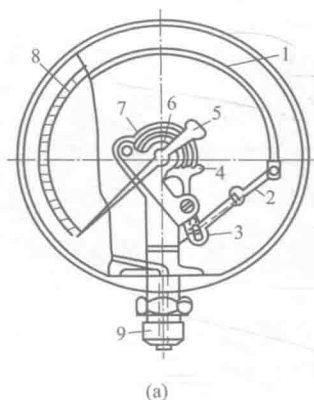
【结构原理】<<<

1. 弹簧管压力表的结构

单圈弹簧管压力表是弹性式压力表中的一种。因其测压范围宽、测量精度较高、仪表刻度均匀、坚固耐用，所以应用非常广泛。它主要用于现场的压力指示，图 2.1 为其外形图，图 2.2(a)、图 2.2(b) 为其结构图。



图 2.1 弹簧管压力表外形



(b)

图 2.2 单圈弹簧管压力表结构原理

- 1—弹簧管；2—拉杆；3—调整螺钉；4—扇形齿轮；
5—指针；6—中心齿轮；7—游丝；8—面板；9—接头

2. 弹簧管压力表测压原理

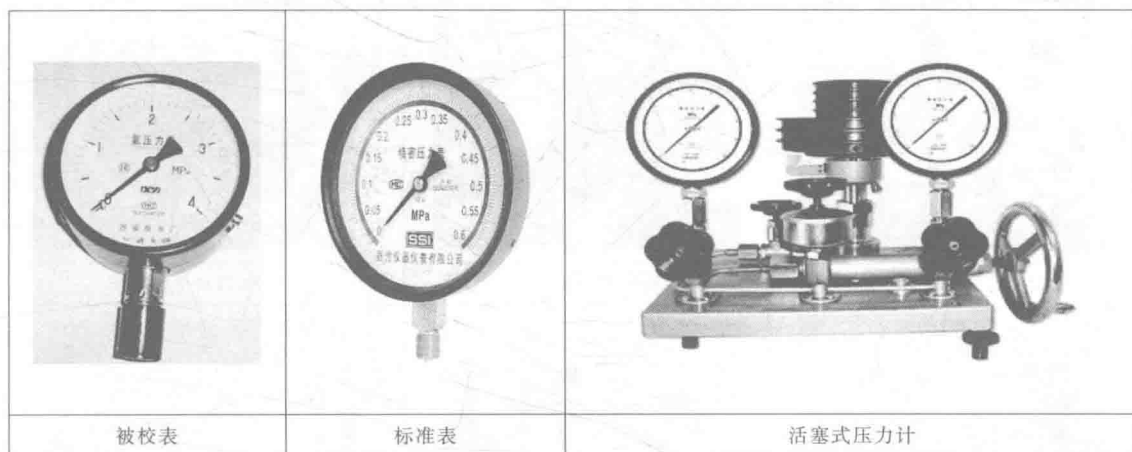
弹簧管压力表的主要工作原理是将压力的变化转换成弹簧管的形变，通过一系列的传动装置带动表盘上的指针从而显示出被测压力。具体工作原理如下：

压力 P $\xrightarrow{\text{接头 } 9}$ 弹簧管自由端逆时针转动 $\xrightarrow{\text{拉杆 } 2}$ 扇形齿轮 4 逆时针转动 $\rightarrow$
仪表盘上显示数据 $\leftarrow$ 仪表表针顺时针转动 $\leftarrow$ 中心齿轮顺时针转动 $\leftarrow$

具体工作原理见附录中视频。

【任务实施】

1. 实训设备



活塞式压力计结构说明如图 2.3 所示。

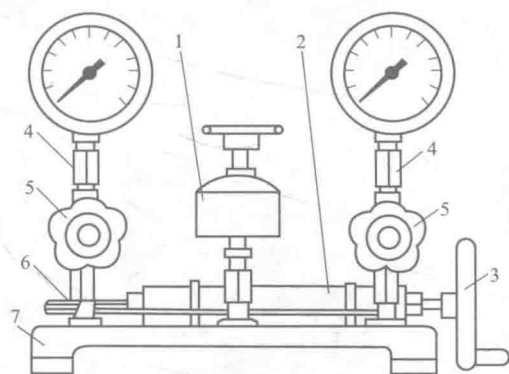
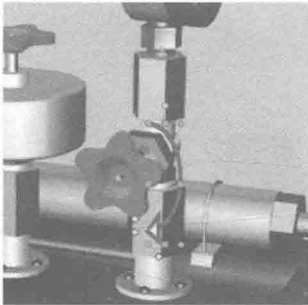
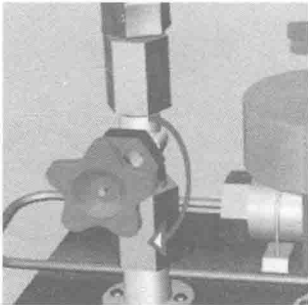
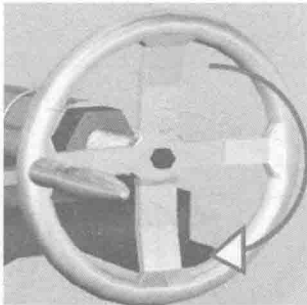
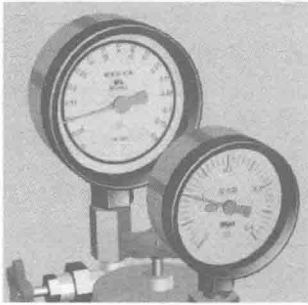
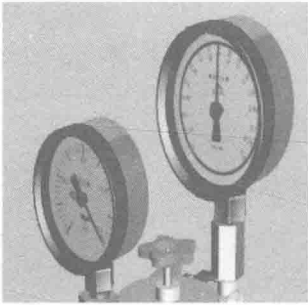
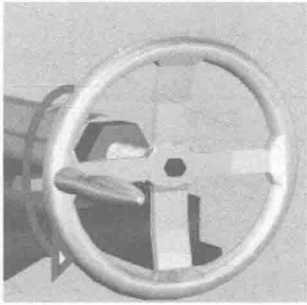
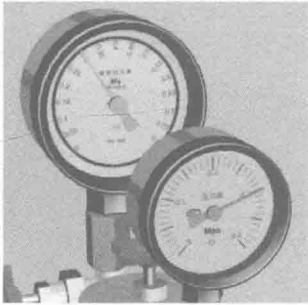
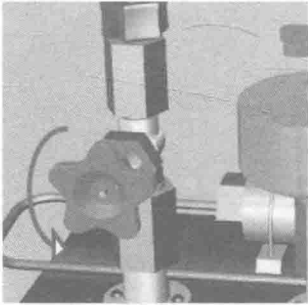
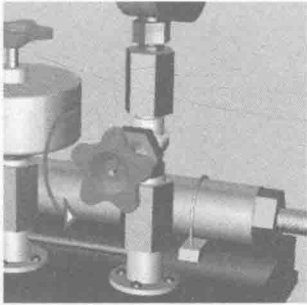
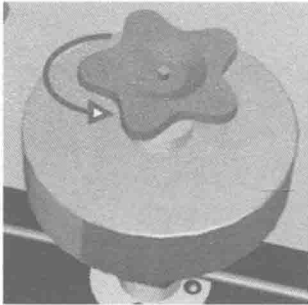
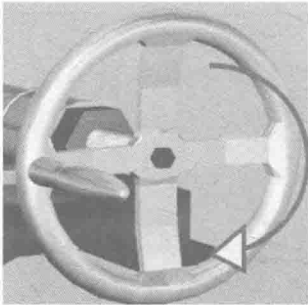
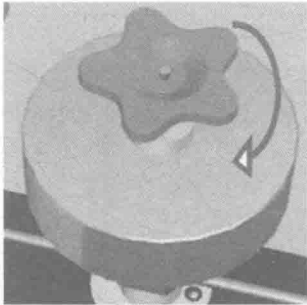


图 2.3 活塞式压力校验台

1—油杯；2—手油泵；3—手轮；4—螺母；5—针阀；6—导压管；7—底座

2. 实训方法及步骤



		
逆时针打开被校表下针阀	逆时针打开标准表下针阀	顺时针转动手轮加压
		
被校表指针为整刻度 记录标准表读数	顺时针转动手轮加压 超出满刻度 5%	逆时针转动手轮泄压
		
被校表指针为整刻度 记录标准表读数	关闭回零压力表下面针阀	逆时针转动手轮泄压后 关闭另一个压力表下面针阀
		
逆时针打开油杯上针阀	顺时针转动手轮推油	顺时针关闭油杯上针阀

3. 校验时的基本技术要求

- ① 仪表示值的基本误差不应超过仪表精确度等级所允许的误差值。