



化工技工学校教材

化工测量仪表 技能培训

天津市化工仪电技术学校

张大欣 编

化学工业出版社

化工技工学校教材

化工测量仪表

技能培训

天津市化工仪电技术学校

张大欣 编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工测量仪表: 技能培训/张大欣编. —北京: 化学工业出版社, 1999. 4
化工技工学校教材
ISBN 7-5025-2345-6

I. 化… II. 张… III. 化工仪表: 测量仪表-技工学校-教材 IV. TQ056.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 03026 号

化工技工学校教材

化工测量仪表

技能培训

天津市化工机电技术学校

张大欣 编

责任编辑: 高 钰

责任校对: 顾淑云

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

北京市燕山印刷厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 12¼ 字数 303 千字

1999 年 4 月第 1 版 1999 年 4 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-2345-6/G · 649

定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

(一)

化工技工学校为经济建设服务,为化学工业的发展和进步服务,近20年来各校陆续开办了化工仪表维修工种,为企业输送了对口的技术工人。化工自动化仪表更新换代的速度很快,仪表维修技术的广度和深度拓展很宽,化工仪表维修成为一个很重要的工种,原劳动部和国家教委1986年末颁发的《技工学校工作条例》,明确规定了中级技术工人的培养目标。对照化工仪表维修工种中级工的技术等级标准和《条例》中技工学校招收初中毕业生,学制三年的规定,化工技工学校完成化工仪表维修中级工的培养目标教学改革的任务十分迫切。在原化工部教育司的直接领导下,化工技校教学指导委员会电仪专业组,从1987年开始有组织、有计划地进行了广泛的调查和深入研讨,制定了以技能培训为主导的教学计划。并相应编写了成套培训教材。

化工仪表维修工种的培训教材为对应的两大系列:技能培训教材和技术原理教材。又依照仪表维修技术的内涵,各分六个部分,即《钳工、管工基础》《电工电子技术》《化工测量仪表》《电动控制仪表》《气动控制仪表》《化工自动化系统》。技能培训教材依照实习课题的体例编写,技术原理则仍以章节的体例编写。

考虑到各化工技工学校的实习设施和相关条件不尽相同。在编写本套教材时我们力求使之有较强的适应性。如实习条件较弱的学校,可按照原化工部颁发的教学计划,技术原理教材用作技术基础课和专业课的理论教材,技能培训教材用作实习指导教材;而对实习条件较强的技工学校,就可以以操作技能培训为主线,两部教材一一对应使用,做到讲和练的有机结合,有效地提高培训质量。

这套教材涉及技能培训与技术原理的相关问题,对应部分之间的相关问题的解决比较复杂,天津化工仪电技术学校高继群、原化工部淮南动力技工学校宋家霖、天津师范大学杨健和陕西兴平高级技工学校牛连和在编写过程中发挥了主导作用。化工出版社对编写工作进行了热情指导。审稿过程中得到了天津市化工仪电技术学校,原化工部淮南动力技工学校,太原化工技校,陕西兴平高级技工学校,山东鲁南化工技校,吉林化工技校,南化公司技工学校,浙江巨化公司技工学校,上海吴泾化工厂技校,云南省化工技校,重庆化工技校,西安医药化工技校,辽宁盘锦化工技校等单位的大力支持,在此一并致谢。

本套教材的编写过程,时间跨度较大,各种不足之处在所难免,热切希望听到对这套教材的批评指导。

全国化工技校教学指导委员会电仪专业组

1999年3月

(二)

本书为《化工测量仪表》的实习教材。本书编写的宗旨是将化工仪表维修工中级技术等级标准中有关对测量仪表应会的要求，分解成若干个以典型的，使用较普遍的仪表为载体的技能训练课题。通过对各种测量仪表的安装、使用、调校和检修的操作训练，巩固所学理论知识，提高动手能力，培养分析问题的思路和养成良好的职业素质。

本书有如下特点。首先，课题选材合理，能够做到由浅入深，由简单到复杂。同时，课题安排顺序也有利于为之服务的理论课程内容上的系统性。考虑到本书涉及的是一门工程实践性很强的学科，许多技能必须通过动手动脑和反复训练才能形成，所以本书尽量做到学习过程中的手脑并用以及操作步骤上的重复和规范化。为了增加实用性，本书还编入了各种仪表的主要技术指标、特性参数表、电路原理图和结构图等。此外，每个课题中都设有预习、复习与思考和考核的内容，借以加深和巩固学习效果。

本书编入了化工生产过程中压力、流量、液位和温度四大变量常用的测量和显示仪表。主要介绍了安装、使用、调校和检修的方法及其操作步骤。

本书与化工仪表维修专业（工种）培训教材第三分册《化工测量仪表》的理论教材配套使用。为了实现培养目标，达到中级技术等级标准，应加大实习在教学中的比重。建议采用以操作技能培训为主线，理论和实习一一对应的教学模式。做到讲和练的有机结合，更有效地提高培训质量。如果在学习了化工测量仪表课程之后，本书也可作为实习指导教材单独使用。书中准备知识是理论教材不曾涉及的内容，应当在实习课中首先学习；实习内容及步骤中的实习作业填写表和思考的内容均为培养手脑并用和分析问题的能力所设，在教学过程中应当按步骤完成，否则将达不到预期的效果。

本书由天津化工仪表电技术学校张大欣编写，由上海吴泾化工总厂技校余国华主审。在编写过程中得到了参审人员山东鲁南化工技校宋传真，陕西石油化工高级技校李保健的大力协助，在此表示感谢。由于编者水平所限，在内容选用、组织及编写上，难免有不妥之处，请读者予以指正。

编者

1999年3月

内 容 提 要

本书编入了化工生产过程中压力、流量、液位和温度四大参数常用的测量和显示仪表,主要介绍了安装、使用、调校和检修的方法及其操作步骤。全书共分为十一个课题,分别是弹簧管压力表、靶式流量变送器、转子流量计、浮筒式液位变送器、工业常用测温元件、热电偶动圈式温度指示仪、热电阻动圈式温度指示仪、电子自动平衡电位差计、电子自动平衡电桥、数字式温度显示仪表、多点巡回检测系统。每个课题设实习目的、准备知识、实习条件、实习内容及步骤、考核与评分五项内容。为了启发读者手脑并用,达到知其然也知其所以然的目的,根据需要在其中设有思考题和需填写的表格。考虑到教材的实用性,还编入了各种仪表的主要技术指标、特性参数表、电路原理图和结构图等。除可供技校学生实习培训外,还可供工厂仪表维修工人参考。

目 录

课题一 弹簧管压力表	1
一、实习目的.....	1
二、准备知识.....	1
三、实习条件.....	9
四、实习内容及步骤	10
五、考核与评分	19
课题二 靶式流量变送器	20
一、实习目的	20
二、准备知识	20
三、实习条件	22
四、实习内容及步骤	22
五、考核与评分	38
课题三 转子流量计	39
一、实习目的	39
二、准备知识	39
三、实习条件	41
四、实习内容及步骤	41
五、考核与评分	47
课题四 浮筒式液位变送器	48
一、实习目的	48
二、准备知识	48
三、实习条件	52
四、实习内容及步骤	52
五、考核与评分	59
课题五 工业常用测温元件	60
一、实习目的	60
二、准备知识	60
三、实习条件	64
四、实习内容及步骤	65
五、考核与评分	78
课题六 热电偶动圈式温度显示仪	79
一、实习目的	79
二、准备知识	79
三、实习条件	80
四、实习内容及步骤	80
五、考核与评分	88

课题七 热电阻动圈式温度显示仪	89
一、实习目的	89
二、准备知识	89
三、实习条件	90
四、实习内容及步骤	90
五、考核与评分	102
课题八 电子自动平衡电位差计	104
一、实习目的	104
二、准备知识	104
三、实习条件	108
四、实习内容及步骤	108
五、考核与评分	137
课题九 电子自动平衡电桥	138
一、实习目的	138
二、准备知识	138
三、实习条件	139
四、实习内容及步骤	141
五、考核与评分	154
课题十 数字式显示仪表	155
一、实习目的	155
二、准备知识	155
三、实习条件	157
四、实习内容及步骤	157
五、考核与评分	167
课题十一 多点巡回检测系统	168
一、实习目的	168
二、准备知识	168
三、实习条件	170
四、实习内容及步骤	171
五、考核与评分	185
附录 常用热电偶和热电阻分度表	186
附表 1 铂铑 10-铂热电偶分度表 (mV)	186
附表 2 镍铬-镍硅 (镍铝) 热电偶分度表 (mV)	186
附表 3 铁-康铜热电偶分度表 (mV)	187
附表 4 镍铬-康铜热电偶分度表 (mV)	187
附表 5 铜-康铜热电偶分度表 (mV)	187
附表 6 Cu50 铜热电阻分度表	188
附表 7 Cu100 铜热电阻分度表	188
附表 8 Pt10 (BA ₁) 热电阻分度表	189
附表 9 Pt100 (BA ₂) 热电阻分度表	189

课题一 弹簧管压力表

一、实习目的

- ①掌握弹簧管压力表的校验及调整方法。
- ②学会电接点和远传压力表的校验及调整方法。
- ③学会压力校验仪器的使用方法。
- ④熟悉仪表校验中的有关规则和规定。

二、准备知识

(一) 仪表的用途

弹簧管压力表是应用极广的一种压力检测仪表,可直接安装在室内或露天的各类设备上,特殊型压力表能在恶劣环境条件(高温、低温、振动、冲击、腐蚀及易爆等)下工作。仪表品种规格繁多,测量范围广,多为指示式,亦有记录式,有的还可将测量信号远距离传送,供集中显示或发讯、报警。

(二) 仪表主要技术参数

1. 普通压力表

表 1-1 为普通压力表的主要技术参数。

表 1-1 普通压力表主要技术参数

精度等级	允许基本误差	安装方式	外壳公称直径/mm	测量范围/MPa
1	$\pm 1\%$	直接安装式	40, 60, 100	0~0.06, 0~0.1, 0~0.16,
1.5	$\pm 1.5\%$	凸装式	150, 200, 250	0~0.25, 0~0.4, 0~0.6,
2.5	$\pm 2.5\%$	嵌装式		0~1, 0~1.6, 0~2.5,
4	$\pm 4\%$			0~4, 0~6, 0~10,
				0~16, 0~25, 0~40,
				0~60, 0~100, 0~160

2. 精密压力表

表 1-2 为精密压力表的主要技术参数。

表 1-2 精密压力表主要技术参数

精度等级	允许基本误差	安装方式	外壳公称直径/mm	测量范围/MPa
0.25	$\pm 0.25\%$	直接安装式	150, 200, 250	-0.1~0, 0~0.06, 0~0.1,
0.4	$\pm 0.4\%$	手提台式		0~0.16, 0~0.25, 0~0.4,
				0~0.6, 0~1, 0~1.6,
				0~2.5, 0~4, 0~6,
				0~10, 0~16, 0~25,
				0~40, 0~60, 0~100,
				0~160

3. 电接点压力表

表 1-3 为电接点压力表主要技术参数。

表 1-3 电接点压力表主要技术参数

外壳公称直径 mm	精度 等级	允许基本 误差	触头最高 工作电压	最大工作电流	电接点型式	测量范围/MPa
150	1.5 2.5	$\pm 1.5\%$ $\pm 2.5\%$	380V	1A	上下限值闭锁装置	0~0.1, 0~0.16, 0~0.25, 0~0.4, 0~0.6, 0~1, 0~1.6, 0~2.5, 0~4, 0~6, 0~10, 0~16, 0~25, 0~40, 0~60, 0~100, 0~160

4. 霍尔压力变送器

表 1-4 为霍尔压力变送器主要技术参数。

表 1-4 霍尔压力变送器主要技术参数

精度等级	允许基本误差	安装方式	输出信号	电源电压	测量范围/MPa
1.5	$\pm 1.5\%$	直接安装式	0~20mV DC	220V AC	0~0.06, 0~0.1, 0~0.16, 0~0.25, 0~0.4, 0~0.6, 0~1, 0~1.6, 0~2.5, 0~4, 0~6, 0~10, 0~16, 0~25, 0~40, 0~60, 0~100, 0~160

(三) 压力表校验装置

1. 活塞式压力计

(1) 用途

活塞式压力计是一种广泛使用的压力基准器, 其精确度及灵敏度高、重复性好、性能稳定, 但较笨重、测量不连续、不宜在现场直接测量, 对环境条件的影响较敏感, 须予修正, 适宜于实验室中工作, 常作为标准压力发生器使用。

(2) 主要技术指标

表 1-5 为活塞式压力计主要技术指标。

表 1-5 活塞式压力计主要技术指标

测量范围 MPa	活塞面积 cm ²	传压介质	结构形式	精度系数与相应误差		
				一等	二等	三等
-0.1~0.25	1	压缩空气	单双活塞式	0.02%	0.05%	0.2%
0.04~0.6	1	变压器油	单活塞式			
0.1~6	1	变压器油				
1~60	0.1	医用蓖麻油				
5~250	0.05	医用蓖麻油				

2. 手操压力泵

(1) 用途

手操压力泵是一种气体型手操压力源, 适用于校验工业流程中现场安装的测压仪表和控制室内使用的各种压力仪表。被校范围在 1.6MPa 以内的各类压力变送器、压力传感器以及各类压力仪表均可用手操压力泵进行校验。手操压力泵为便携式, 其重量轻, 工作温度范围广, 打压轻巧, 使用方便, 结构上设计了微调器和排气开关阀, 使压力的调整和空气的排放

都十分协调。此外还附有管路快速接头、尼龙软管、仪表接头等，用于连接标准表和被校表。管路接头为快速插入式，密封可靠、操作方便。手操压力泵可随身携带到现场直接与被校表连接，校验既迅速又简便，它避免了把现场流程管道和仪表控制室中被校仪表拆下转到实验室进行校验的麻烦程序，因此工作效率较高。

(2) 结构与工作原理

手操压力泵的结构如图 1-1 所示，是由气缸、活塞杆、微调器、开关阀门、手柄连杆、快速接头等组成（快速接头连接标准表和被校表）。手柄连杆用于握紧-放松反复的进行，从而带动活塞杆往复运动，改变气缸容积大小，即可产生气缸的输出压力 $0 \sim 1.6 \text{ MPa}$ 。

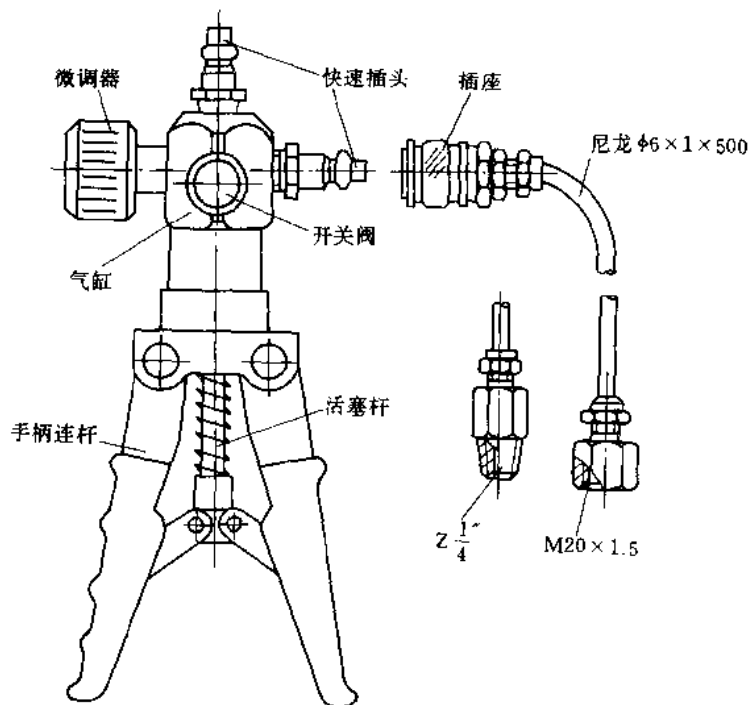


图 1-1 手操压力泵结构图

(3) 主要技术参数

- ①工作压力： $0 \sim 1.6 \text{ MPa}$ ；
- ②工作温度： $-20 \sim +50^\circ\text{C}$ ；
- ③外形最大尺寸： $220 \text{ mm} \times 110 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ ；
- ④质量： 0.5 kg 。

(四) 仪表校验的一般知识

1. 为什么要对仪表进行校验

仪表是生产过程控制系统的一个重要组成部分，仪表性能的好坏直接关系到控制系统的控制效果。所以控制系统配备质量优良的仪表是十分重要的。

安装使用前，为了对仪表的质量事先有所了解，应该对仪表进行必要的校验。一般地讲，一台经过一定时间运行的仪表或经过检修后的仪表，在使用前也都要进行必要的技术校验。即使是一台新的仪表也必须进行使用前的技术校验，以做到心中有数。为什么仪表在使用前一定要进行校验呢？这是因为一台仪表在出厂经过一定时期的转运和贮存或是经过一定时间的

运行后，它的技术性能往往由于外界条件的影响（如有害气体的腐蚀等），运行过程内部活动部件的磨损以及弹性元件特性的变化等原因，将会发生不同程度的改变。所以在仪表安装使用前必须进行校验。以保证仪表能按技术要求正常进行工作，仪表的校验一定要按照规范或规程严格操作，以保证校验质量。

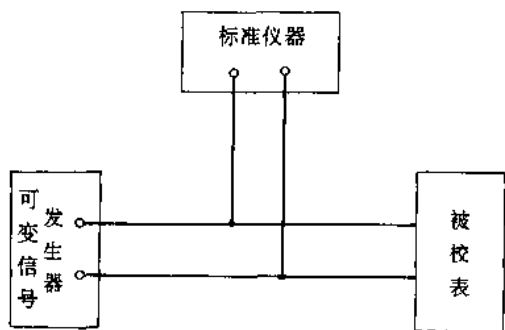


图 1-2 比较法示意图

2. 校验方法

测量仪表虽然种类很多，结构各异，但常用的校验方法有如下两种。

(1) 信号比较法

这是一种比较常用的校验方法。如图 1-2 所示，用可变信号发生器向被校仪表和标准仪器（准确度比被校仪表准确度至少高一级）加同一信号，将被校仪表的示值（或输出值）与标准仪器的示值进行比较，求出各点示值（或输出值）误差。

(2) 直接校验法

这种校验方法是用标准仪器直接给被校仪表加信号，如图 1-3 所示。通过标准仪器的实际信号值与被校仪表的检定点所对应的标准信号值相比较，然后求出被校仪表各点误差。

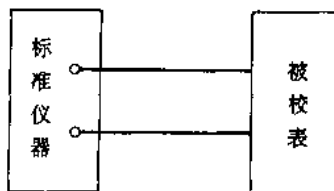


图 1-3 直接校验法

3. 标准仪器的选择

选用标准仪器或标准仪表时要考虑量程和精度，选用标准表的量程，一般选择比被校表高一级或与被校表同级。校验压力表时最好选择标准表比被校表量程高一级，因为标准表如果经常使用到测量上限，弹簧管容易产生残余变形。但量程也不能太大，太大则影响实际使用精度。对标准表的精度要求是：标准表的允许绝对误差，不应超过被校表允许绝对误差的三分之一。

如校验一块量程为 0~1MPa，精度为 1.5 级的压力表，此被校表的允许误差为：

$$\pm 1 \times 1.5\% = \pm 0.015(\text{MPa})$$

选用标准表的允许绝对误差不应超过：

$$\pm 0.015 \times \frac{1}{3} = \pm 0.005(\text{MPa})$$

选用标准压力表的量程比被校表大一級，应为 0~1.6MPa，则要求标准表精度不低于

$$\frac{\pm 0.005}{1.6} = \pm 0.3125\%$$

若选用标准表量程与被校表同级，则要求标准表的精度不低于：

$$\frac{\pm 0.005}{1.0} = \pm 0.5\%$$

根据以上计算，最好选用量程为 0~1.6MPa，精度为 0.25 级的标准压力表；或选用量程为 0~1MPa，精度为 0.4 级的标准压力表。

4. 校验步骤

(1) 校验前的准备工作

仪表的校验工作不论在现场还是在实验室内进行，一般应做好如下准备。

①熟悉仪表安装使用说明书中有关仪表的主要技术指标、工作原理、接线方法、调校方法及注意事项等内容。

②正确选择标准仪器及其他校验设备，并应对这些仪器和设备的可靠性进行必要的检查和调查。

③检查仪表的测试条件是否符合技术要求。如环境温度，相对湿度，电源电压、气源质量和外界干扰等。

④检查仪表的外观，如铭牌、线路、刻度标尺和机械零位等。

⑤正确接好校验线路，如遇电子仪表须通电 30 分钟后方可校验。

(2) 刻度点校验检查

仪表的校验点数，一般不得少于 5 点，并均匀地分布在测量范围的整刻度线（粗线）上。在仪表加入信号，进行刻度点校验时必须注意以下几点。

①在进行正行程（反行程）校验时向被校表加入信号，使指针正（反）行。当指针将要靠近被校点刻度时，应缓慢增加（减少）输入信号，使指针与校验点刻度线完全重合，如图 1-4 所示。尤其要注意的是作正行程校验时，加入信号应使指针从低于始点位置开始，而作反行程校验时，加入信号应使指针从高于终点位置开始。



图 1-4 正、反行程示值误差校验

②由于从标准仪器上能读取较多位的有效数字，所以必须按图 1-5 (a) 所示的正确方法读取实际示值。而不应该采取图 1-5 (b) 所示那种错误的方法，即先加入整刻度线所对应的标准信号，然后再看指针偏离误差。因为被校表的刻度线有时分度不细，如果指针停在两根刻度线中间时，更不易分辨，将产生较大视觉误差，尤其是非线性刻度这种视觉误差将更大。因此，这是一种极不正确的做法，必须引起注意。必须指出，这种读数方法不适用于弹簧管压力表的校验。

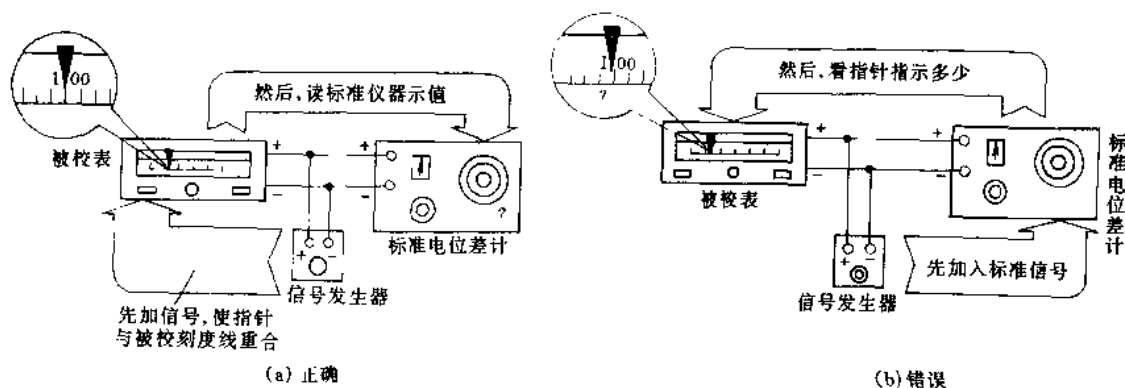


图 1-5 两种读数方式

③在校验过程中,根据不同显示形式的标准仪器正确的读数。读数时应注意以下几点。

a. 数字显示的仪器待显示稳定后方可读数。

b. 在刻度盘上带有反光镜的仪表上读数时,应在指针与镜中影子重合情况下读数。

c. 刻度盘上无反光镜时,应在通过指针并垂直于刻度盘的方向上读数。

d. 对于用 U 型管或单管压力计做为标准仪器时,读数者的眼睛应位于液柱液面的同一水平面。工作液为水银时应读液面的凸面所对应的刻度数值;工作液为水等介质时,应读液面的凹面所对应的刻度数值。

(3) 数据处理与误差计算

一般除从标准仪器刻度线上直接读出的数字外还可以估计下一位数字,这个估计的数字叫做存疑数字。例如测量读数为 2.18mA 中的 0.08mA 是存疑数字,而 2.1 是直接从毫安表上读出的,是可靠的,称为可靠数字。把可靠数字和存疑数字合起来统称为有效数字。上述读取的 2.18mA 就是有效位数为三位的有效数字。显然从有效数字的位数可以看出测量结果的正确程度。有效数字位数越多,测量准确度越高。尤其应注意的是,如测量读数为 2.40mA 时,同样 2.4 为可靠数字,而“0”是存疑数字,不能错误地写成 2.4mA,因为存疑数字“0”说明这个读数只能局限在大于 2.395 而小于 2.404 范围内。如果去掉“0”后,2.4mA 中 0.4mA 为存疑的,则原来的读数变为大于 2.35,而小于 2.44 范围内的一个数。

在测量中,如果各个数据有效数位数不同,需要圆整成具有相同位数的有效数字时,可按四舍五入的原则进行圆整。但应根据所舍去的数字中最左边一位数字的大小为准,不得对其后面的数字进行连续的四舍五入。如需将 25.4448 圆整成整数时,应按 25.4→25 方法圆整为 25。而不能按 25.4448→25.445→25.45→25.5→26 的方法圆整。

从标准仪器上读取的实际示值经上述数据处理后代入误差计算公式,求得各被校点的绝对误差、回程误差和相对折合误差,然后与由仪表精度等级和测量范围所求得的允许基本误差(或允许回程误差)进行比较,每个校验点误差必须小于允许误差方为合格。

例如表 1-6 为一台量程范围为 0~300℃,分度号为 Pt100,精度等级为 0.5 的 XQD 型仪表的校验记录。

表 1-6 XQD 型仪表示值校验记录

被校表示值		标准表实际示值/ Ω		绝对误差/ Ω		回程误差	最大相对折合误差
刻度/ $^{\circ}\text{C}$	信号标准值/ Ω	正行	反行	正行	反行	Ω	
0	100	99.94	100.05	+0.06	-0.05	0.11	$\gamma = \frac{0.08}{212.02 - 100} \times 100\% = 0.10\%$
50	119.40	119.36	119.43	+0.04	-0.03	0.07	
100	138.50	138.49	138.53	+0.01	-0.03	0.04	
150	157.23	157.15	157.25	+0.08	-0.02	0.10	
200	175.84	175.81	175.88	+0.03	-0.04	0.07	
250	194.07	194.01	194.10	+0.06	-0.03	0.09	
300	212.02	212.00	212.03	+0.02	-0.01	0.03	

具体填写和计算误差的方法如下。

①首先将被校刻度的数值填入被校表示值栏,如:0℃、50℃、100℃、……,然后查出对应各点的电阻信号标准值,如:100 Ω 、119.40 Ω 、……,并填入被校表示值的信号栏。

②将被校点正行程和反行程校验时所得的读数(标准电阻箱示值)填入实际值栏中。如 0℃ 时正行程的实际值为 99.94 Ω ,反行程为 100.05 Ω 。

③按公式计算被校点正、反行程时的绝对误差,选择其误差较大值作为最大绝对误差。如150°C点标准信号值为157.23Ω,正行程时 $\delta_{\text{正}} = \text{标准值} - \text{实际值} = 157.23 - 157.15 = +0.08\Omega$,反行程时 $\delta_{\text{反}} = 157.23 - 157.25 = -0.02\Omega$,显然正行程时误差较大,故最大绝对误差 $\delta = +0.08\Omega$ 。

④按回程误差 $= |\text{正行程实际值} - \text{反行程实际值}|$ 公式,求出各点回程误差,并填入相应栏内。如200°C这点的回程误差 $= |175.81 - 175.88| = 0.07\Omega$ 。

⑤计算该表最大相对折合误差:

$$\begin{aligned}\text{最大相对折合误差} &= \frac{\text{最大绝对误差 } \delta_{\text{max}}}{\text{量程范围}} \times 100\% \\ &= \frac{+0.08}{212.02 - 100} \times 100\% \\ &= +0.10\%\end{aligned}$$

⑥比较仪表最大相对折合误差与精度等级所规定的允许基本误差,如被校表最大相对折合误差大于允许基本误差,则此表示值误差不合格,需要重新根据误差符号进行调整。如最大相对折合误差小于允许基本误差时为合格。本例被校表最大相对折合误差为0.10%,而允许基本误差为0.5%,故合格。

其他校验项目是否合格,也必须按要求经过认真校验以后才能判断。如各项指标均符合技术要求,即可经质量检查人员检查签字后交付使用。

(4) 填写校验记录

每校验一台仪表,均应填写校验记录,以便加强技术管理,尤其是关键岗位的仪表,可以根据校验记录来确定仪表的修正值,对示值进行修正,更准确地测量被测介质的参数,为操作提供更加准确和可靠的依据。

5. 仪表的误差规律和调试方法

在仪表校验过程中,每台被校仪表的测量误差在各被校刻度点上分布的情况虽然各不相同,但有它一定的规律性。正确地掌握和运用这些规律性,对于人们进行调整很有帮助。

误差规律可以用图表示,以误差为纵坐标,被校仪表刻度为横坐标,横坐标称为基准线,基准线以上为正误差,基准线以下为负误差。将被校的各刻度点误差值按数值大小和正负标在图上,并用线连起来,便可得误差分布曲线(简称曲线)。分析曲线的形状和上下位置即可掌握误差分布规律。

(1) 线性误差

线性误差可分为两种基本类型,一种称为均匀误差,另一种为非均匀误差。均匀误差如图1-6(a)所示,曲线1及2都是与基准线平行的直线,说明被校表各刻度点的误差都是相同的。产生这种误差规律的原因是仪表零点不准所致,如误差符号均为正(曲线1),即为零点偏高;如误差符号均为负(曲线2),即为零点偏低。对于这种误差只需将仪表零位调准即可消除。非均匀误差如图1-6(b)所示,曲线1和2是与基准线不平行的斜线,说明被校表各刻度点误差不等,但变化是均匀的。产生这种误差规律的原因是仪表的测量范围不合适,如斜线在基准线以上且向上斜(曲线1),说明误差为正误差,当输入信号为100%时仪表指示值偏高,若要使指针指示100%,就需要把输入信号降到100%以下,表明此时仪表测量范围小;如斜线在基准线以下且向下斜(曲线2),说明误差为负误差,当输入信号为100%时指示偏低。若要使指针指示100%,就需要把输入信号提高到100%以上,表明此时仪表测量范围大。所以线性非均匀误差,只要调整测量范围即可消除。

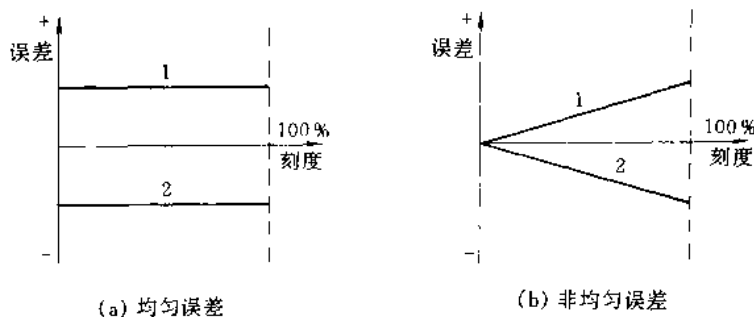


图 1-6 线性误差

(2) 非线性误差

非线性误差是指误差分布曲线不是一条直线，而是一条曲线。非线性误差又可分为 L 形曲线，如图 1-7 (a) 所示；S 形曲线，如图 1-7 (b) 所示；C 形曲线，如图 1-7 (c) 所示。非线性误差主要是由元件的非线性和装配质量方面等原因引起的，需要检查和调整非线性部位。

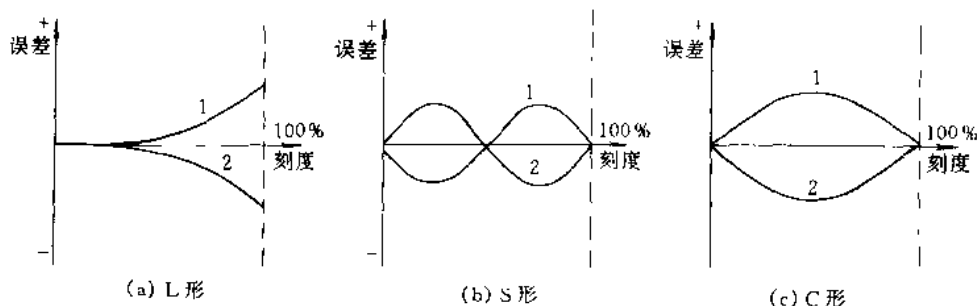


图 1-7 非线性误差

(3) 复合误差

因零点、测量范围不合适和非线性等综合所造成的误差，称为复合误差。复合误差的形式很多，不过也都是由以上几种基本类型综合组成，如图 1-8 中实线所表示的误差都为复合误差。图 1-8 中 (a) 所示为零点高，测量范围小；(b) 所示为零点低，测量范围小；(c) 所示为零点高，测量范围大；(d) 所示为零点低，测量范围小，C 形曲线；(e) 所示为零点高，测量范围大，S 形曲线；(f) 所示为零点高，测量范围大，L 形曲线。

对于复合误差的调整，首先是调整零位，零位调好后，变成图 1-8 中的虚线，使之变成或接近基本类型，然后调整测量范围，最后调整非线性部件以消除或减少误差。在调整非线性误差时，也需同时反复调整零位及范围，直至误差符合要求为止。

(五) 复习思考

- ① 压力仪表的计量单位是什么？过去有哪些常用的压力单位？如何换算？
- ② 单圈弹簧管压力表是怎样构成和怎样进行测量的？
- ③ 什么是弹性元件的弹性变形、弹性后效和残余变形？
- ④ 试述电接点压力表的工作原理。
- ⑤ 试述霍尔压力变送器的压力-毫伏转换原理。
- ⑥ 试述活塞式压力计的测量原理、特点及适用场合。
- ⑦ 什么叫测量误差？基本误差、允许误差、绝对误差、相对误差和相对折合误差的含义

是什么?

⑧什么是仪表的精度、灵敏度和回程误差?

⑨校验精度为 2.5 级、0~4MPa 的压力表, 应选用 0.4 级、0~6MPa 还是 0.25 级、0~16MPa 的压力表作为标准表?

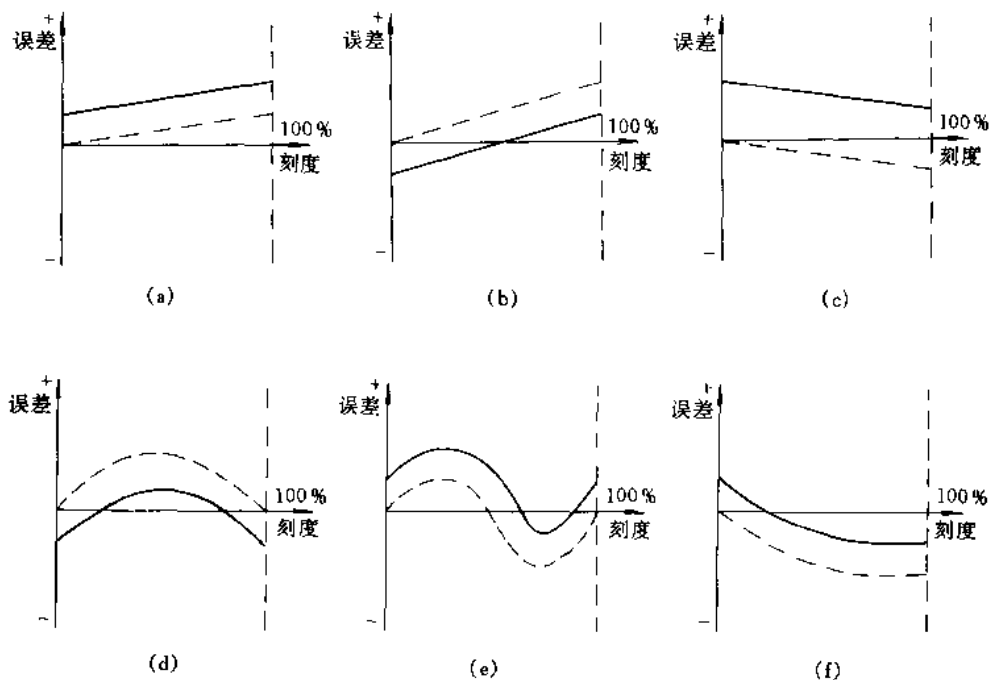


图 1-8 复合误差

三、实习条件

表 1-7 为实习条件一览表 (实习作业填写表)。

表 1-7 实习条件一览表 (实习作业填写表)

序号	仪 器 及 设 备	用 途	数 量	备 注
1	普通弹簧管压力表	结构认识, 被校表	2	
2	电接点压力表	被校表	1	
3	霍尔式压力变送器	被校表	1	
4	直流毫伏表 (0~50mV)	测量霍尔压力变送器的输出电压	1	
5	活塞式压力计	压力表校验器	1	
6	精密压力表	标准表	1	
7	YO39 手操压力泵	便携式压力源	1	
8	万用表	校验电接点压力表	1	
9	干电池	校验电接点压力表	2	
10	6V 灯泡	校验电接点压力表	2	
11	活扳手	安装拆卸压力表	2	