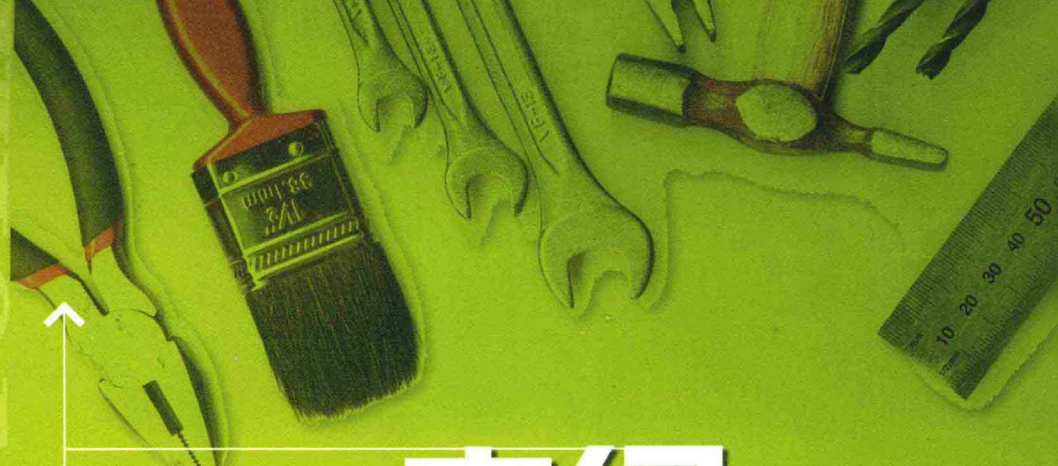




中级 仪表维修工 培训教程

李文森 李东晶 田治礼 主编

YBWV

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

中级 仪表维修工 培训教程

常州大学图书馆藏书章

李文森 李东晶 田治礼 主 编
董建民 孙晓健 副主编
魏召刚 主 审

YBWX

内 容 简 介

本书针对石油、化工、冶金、电力、医药等企业对仪表工的技术、知识在培训和考核方面的要求,介绍了仪表基础知识、检测仪表及变送、显示仪表、控制仪表、控制系统、仪表日常维护及故障处理等内容。在取材上,本书注意理论性、实用性和先进性的有机结合,应用实例贯穿于各任务,以突出基本技能的培养。为了增强实践性,在每个任务中都设有相关的任务实施内容,可操作性强。全书内容共分为六个项目,涵盖了生产现场的变送器、模拟式控制器、执行器、辅助仪表、数字式控制器、DCS、智能式现场仪表和过程控制系统的应用系统案例分析。本书适合作为高等院校相关专业的教材使用,也可作为相关工程人员的专业参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

中级仪表维修工培训教程 / 李文森, 李东晶, 田治礼主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2012. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 6583 - 6

I. ①中… II. ①李… ②李… ③田… III. ①仪表—维修—高等学校—教材
IV. ①TH707

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 186574 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津紫阳印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 23.5

字 数 / 542 千字

版 次 / 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1000 册

定 价 / 58.00 元

责任编辑 / 钟 博

责任校对 / 杨 露

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

仪表工在生产过程中对检测与过程控制仪表进行日常维护和故障处理时,涉及知识面十分广泛,不但要精通检测仪表、调节器和执行器等工作原理和结构特点,而且还要有一定的过程控制(自动化)知识。在故障现象中不仅有仪表故障,而且混杂有工艺和设备故障,仪表工要分析与判断故障,必须要有一定的化工工艺知识和化工设备知识。对于化工、石油化工等行业,易燃、易爆和有毒是这些行业的特点,仪表工在处理故障时对此类问题绝对不能掉以轻心。

目前计算机技术被大量地应用于过程控制中,仪表工需要了解和掌握集散控制系统(DCS)方面的知识。

针对以上仪表工在日常工作中需要和可能涉及的知识,本书都做了阐述。

考虑到携带和翻阅方便,在编写过程中,本书侧重于基础知识、实用性和针对性,对于各仪表的工作原理等已经掌握的基本知识一带而过,不再详细介绍。由于检测与过程控制仪表发展很快,知识淘汰得也很快,所以力求将最新知识编入其中。

仪表日常维护与常见故障处理作为本书独立的一篇,是为了加强教材的实用性。这一篇内容主要是编者和广大从事仪表和控制的工程技术人员在多年工作中的经验和体会,仅供借鉴和参考。

本书由李文森、李东晶和田治礼担任主编,董建民和孙晓健担任副主编。其中项目二由李文森副教授编写;项目一的任务三和附录由李东晶老师编写;项目六由田治礼老师编写;项目四由董建民老师编写;项目五由孙晓健老师编写;项目三的任务一和任务二由孙红亮老师编写;项目三的任务三由路荣亮老师编写;项目一的任务一由王涛老师编写;项目一的任务二由王英永老师编写;项目一的任务四由张蕾老师编写;魏召刚副教授审阅了全稿,并提出了许多宝贵的意见和建议。

本书参阅了大量相关国家标准、行业标准及书籍,在此对相关作者和单位表示诚挚的感谢!

由于时间仓促和作者水平有限,书中的缺点和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

项目一 基础知识	1
项目需求	1
任务1 仪表基础知识	2
任务目标	2
任务分析	2
知识准备	2
任务实施	6
任务总结	6
任务2 仪表安装基础知识	7
任务目标	7
任务分析	7
知识准备	8
任务实施	12
任务总结	15
任务3 计量基础知识	16
任务目标	16
任务分析	16
知识准备	17
任务实施	26
任务总结	33
任务4 安全基础知识	34
任务目标	34
任务分析	35
知识准备	35
任务实施	39
任务总结	39
项目二 检测仪表	42
项目需求	42
任务1 温度检测与变送	43
任务目标	43

任务分析	43
知识准备	43
任务实施	68
任务总结	74
任务2 压力检测与变送	75
任务目标	75
任务分析	75
知识准备	76
任务实施	83
任务总结	88
任务3 流量检测与变送	89
任务目标	89
任务分析	90
知识准备	90
任务实施	105
任务总结	110
任务4 物位检测仪表	111
任务目标	111
任务分析	112
知识准备	112
任务实施	121
任务总结	122
任务5 成分分析	124
任务目标	124
任务分析	124
知识准备	124
任务实施	138
任务总结	139
项目三 显示仪表	141
项目需求	141
任务1 模拟显示仪表	142
任务目标	142
任务分析	142
知识准备	142
任务实施	148
任务总结	150
任务2 数字显示仪表	151
任务目标	151

任务分析	151
知识准备	151
任务实施	153
任务总结	154
任务3 无纸记录仪	155
任务目标	155
任务分析	155
知识准备	156
任务实施	165
任务总结	166
项目四 控制仪表	168
项目需求	168
任务1 模拟式控制仪表	169
任务目标	169
任务分析	170
知识准备	170
任务实施	179
任务总结	182
任务2 数字式控制器	184
任务目标	184
任务分析	184
知识准备	184
任务实施	190
任务总结	194
任务3 执行器	195
任务目标	195
任务分析	196
知识准备	196
任务实施	213
任务总结	214
任务4 安全火花防爆型仪表及系统	216
任务目标	216
任务分析	216
知识准备	216
任务实施	223
任务总结	224
项目五 控制系统	226
项目需求	226

任务1 过程控制系统的构成	227
任务目标	227
任务分析	228
知识准备	228
任务实施	234
任务总结	236
任务2 工艺对象与特性测试	238
任务目标	238
任务分析	238
知识准备	238
任务实施	243
任务总结	247
任务3 简单控制系统的投运与参数整定	248
任务目标	248
任务分析	249
知识准备	249
任务实施	255
任务总结	261
任务4 精馏塔串级控制系统	262
任务目标	262
任务分析	263
知识准备	263
任务实施	267
任务总结	273
任务5 集散控制系统	274
任务目标	274
任务分析	274
知识准备	275
任务实施	279
任务总结	280
项目六 仪表日常维护与常见故障处理	282
项目需求	282
任务1 过程检测与日常维护	283
任务目标	283
任务分析	283
知识准备	283
任务实施	289
任务总结	289

任务2 常见故障处理	290
任务目标	290
任务分析	291
知识准备	291
任务实施	293
任务总结	309
附 录	311
附录一 仪表工程图纸相关图形及符号	311
附录二 常用计量器具运行、管理表格	314
附录三 计量器具检定表格	319
附录四 常用热电阻分度表	327
附录五 常用热电偶分度表	332
附录六 压力单位换算表	337
附录七 化工仪表维修工国家职业标准	338
附录八 化工总控工国家职业标准	349
参考文献	361

项目一

图 表

基础知识



项目需求

产品质量决定着当今市场竞争的成败和企业的兴衰。产品质量的管理离不开计量检测技术，特别是在生产第一线，急需一批既具有一定理论知识，又具有实际检测能力的计量检测人员。在各种物理量的测量中，尤其是在机械制造、仪器仪表等产业部门，几何量计量检测占有十分重要的位置。本项目须掌握仪表工必备的仪表基础知识及安全知识的学习，为后续实践打下理论基础。



项目工作场景

在工农业生产、科学研究、国防建设和日常生活中，人们需要测量外部世界的一些非电量，例如位移、速度、加速度、力、力矩、温度、压力、流量和成分等，以便及时、准确地获得信息，这就必须掌握仪表基础知识从而做到合理选择和善于应用各种仪表。

针对企业实际工作场景，结合已经实际投入使用的仪表检定实训室、综合工艺生产车间、校外实训基地，进行项目分析和任务分解，重现在企业中进行实际操作的任务环境。



方案设计

为适应新形势下国家对高职人才的培养目标，培养和造就适应生产、建设、管理、服务一线需要的高等技术应用型人才，本项目的编写力求做到突出高职特色，本着强调基础、注重能力培养、突出应用、力求创新的总体思路，优化整合项目内容。突出了生产、科研中常用几何量计量仪器和检测技术的论述；加强了实际应用及工程实例的介绍，做到理论联系实际，学以致用；同时增加了新技术、新方法在计量仪器与检测中的应用知识。



相关知识和技能

【知识目标】

- (1) 掌握仪表基础知识；
- (2) 熟悉仪表的安装基础知识；
- (3) 理解仪表的检定与校准基础知识；
- (4) 掌握安全基础知识；
- (5) 掌握计量的基础知识；
- (6) 理解计量检定的特点、分类；
- (7) 掌握计量检定规程、方法及步骤。

【技能目标】

- (1) 提高查阅资料自主学习的能力；
- (2) 能够对现场仪表方面遇到的问题进行分析和解决；
- (3) 认识常见仪表及不同功能和用途仪表的选型和安装；
- (4) 能够判断仪表性能的好坏；
- (5) 能对直流电位差计进行检定；
- (6) 能对热电阻、热电偶进行检定；
- (7) 会检定电桥、电阻箱；
- (8) 能检定直流数字电压表、信号发生器。

任务1 仪表基础知识

任务目标

【知识目标】

- (1) 了解仪表分类；
- (2) 掌握仪表主要性能指标。

【能力目标】

- (1) 能根据工艺的需要正确选择仪表；
- (2) 能判断仪表性能的好坏。

任务分析

贯彻“实际应用，突出技能，工学结合，服务现场”的原则，体现“职教”特色，力图使学生获得生产第一线检测仪表和过程控制仪表方面的基本知识和基本技能。

知识准备

一、仪表分类

检测与过程控制仪表（通常称自动化仪表）分类方法很多，根据不同原则可以进行相应的分类。例如，按仪表所使用的能源可以分为气动仪表、电动仪表和液动仪表（很少见）；按仪表组合形式可以分为基地式仪表、单元组合仪表和综合控制装置；按仪表安装形式可以分为现场仪表、盘装仪表和架装仪表；随着微处理机的蓬勃发展，根据仪表有否引入微处理器又可以分为智能仪表与非智能仪表；根据仪表信号的形式可分为模拟仪表和数字仪表。

检测与过程控制仪表最通用的分类方法是按仪表在测量与控制系统中的作用进行划分的，一般分为检测仪表、显示仪表、调节（控制）仪表和执行器四大类，见表1-1。

检测仪表根据其被测变量不同，根据化工生产五大参量又可分为温度检测仪表、流量检测仪表、压力检测仪表、物位检测仪表和分析仪表（器）。

表 1-1 检测与过程控制仪表分类表

按功能	按被测变量	按工作原理或结构形式	按组合形式	按能源	其 他
检测仪表	压力	液柱式、弹性式、电气式、活塞式	单元组合	电、气	智能
	温度	膨胀式、热电偶、热电阻、光学、辐射	单元组合		智能
	流量	节流式、转子式、容积式、速度式、靶式、电磁、旋涡	单元组合	电、气	智能
	物位	直读、浮力、静压、电学、声波、辐射、光学	单元组合	电、气	智能
	成分	pH、氧分析、色谱、红外、紫外	实验室和流程		
显示仪表		模拟和数字 指示和记录 动圈、自动平衡电桥、电位差计		电、气	单点、 多点、 打印、 笔 录
调节（控制）仪表		自力式 组装式 可编程	基地式 单元组合	气动 电动	
执行器	执行机构	薄膜、活塞、长行程、其他	执行机构和 阀可以进行各 种组合	气、电、液	
	阀	直通单座、直通双座、套筒（笼式）球阀、蝶阀、隔膜阀、偏心旋转、角形、三通、阀体分离			直线、 对数、 抛物线、 快开

显示仪表根据记录和指示、模拟与数字等功能，又可分为记录仪表如指示仪表、模拟仪表和数显仪表，其中记录仪表又可分为单点记录和多点记录（指示也可以有单点和多点），其中又有有纸记录或无纸记录，有纸记录又分笔录和打印记录。

调节仪表可分为基地式调节仪表和单元组合式调节仪表。由于微处理器引入，又有可编程调节器与固定程序调节器之分。

执行器由执行机构和调节阀两部分组成。执行机构按能源划分有气动执行器、电动执行器和液动执行器，按结构形式可以分为薄膜式、活塞式（气缸式）和长行程执行机构。调节阀根据其结构特点和流量特性不同进行分类。按结构特点分通常有直通单座、直通双座、三通、角形、隔膜、蝶形、球阀、偏心旋转、套筒（笼式）、阀体分离等；按流量特性分有直线、对数（等百分比）、抛物线、快开等。

这类分类方法相对比较合理，仪表覆盖面也较广，但任何一种分类方法均不能将所有仪表分门别类地划分得很细，它们之间互有渗透，彼此沟通，例如变送器具有多种功能，温度变送器可以划归温度检测仪表，差压变送器可以划归流量检测仪表，压力变送器可以划归压力检测仪表，若用静压法测液位可以划归物位检测仪表，很难确切划归哪一类。另外单元组合仪表中的计算和辅助单元也很难归并到哪一类。

二、仪表主要性能指标

1. 概述

在工程上,仪表性能指标通常用精确度(又称精度)、变差、灵敏度来描述。仪表工校验仪表通常有调校精确度、变差和灵敏度三项。变差是指仪表被测变量(可理解为输入信号)多次从不同方向达到同一数值时,仪表指示值之间的最大差值,或者说是仪表在外界条件不变的情况下,被测参数由小到大变化(正向特性)和被测参数由大到小变化(反向特性)不一致的程度,两者之差即为仪表变差,如图1-1所示。变差为最大绝对误差与仪表标尺范围之比的百分比。

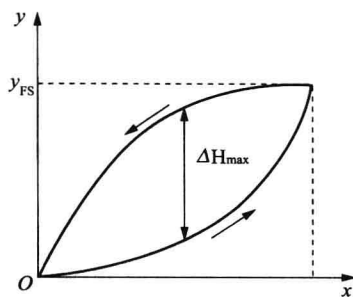


图 1-1 仪表变差特性图

变差 γ_H 用正、反行程输出值间的最大差值 $\Delta H_{\max}$ 与满量程输出 y_{FS} 的百分比表示,即

$$\gamma_H = \pm \frac{\Delta H_{\max}}{y_{FS}} \times 100\% \quad (1-1)$$

变差产生的主要原因是仪表传动机构的间隙,运动部件的摩擦实现,弹性元件滞后等。随着仪表制造技术的不断改进,特别是微电子技术的引入,许多仪表实现电子化,无可动部件,模拟仪表改为数字仪表等,所以变差这个指标在智能型仪表中显得并不那么重要和突出。

灵敏度是指仪表对被测参数变化的灵敏程度,或者说是对被测的量变化的反应能力;是在稳态下,输出变化增量对输入变化增量的比值,即

$$s = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (1-2)$$

式中 s ——仪表灵敏度;

Δy ——仪表输出变化增量;

Δx ——仪表输入变化增量。

灵敏度有时也称“放大比”,也是仪表静特性曲线上各点的斜率。增加放大倍数可以提高仪表灵敏度,单纯加大灵敏度并不改变仪表的基本性能,即仪表精度并没有提高,相反有时会出现振荡现象,造成输出不稳定。仪表灵敏度应保持适当的量。

然而对于仪表用户,诸如化工企业仪表工来讲,仪表精度固然是一个重要指标,但在实际使用中,往往更强调仪表的稳定性和可靠性。因为化工企业检测与过程控制仪表用于计量的不多,而大量的的是用于检测。另外,使用在过程控制系统中的检测仪表,其稳定性、可靠性比精度更为重要。

2. 精确度

仪表精确度简称精度,又称准确度。精确度和误差可以说是孪生兄弟,因为有误差的存在,才有精确度这个概念。仪表精确度简言之就是仪表测量值接近真值的准确程度,通常用相对百分误差(也称相对折合误差)表示。相对百分误差公式为:

$$\delta = \pm \frac{\Delta x}{\text{标尺上限值} - \text{标尺下限值}} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 δ ——检测过程中相对百分误差;

(标尺上限值 - 标尺下限值) —— 仪表测量范围;

Δx ——绝对误差, 是被测参数测量值 x_1 和被测参数标准值 x_0 之差。

所谓标准值是精确度比被测仪表高 3~5 倍的标准表测得的数值。

从式 (1-3) 中可以看出, 仪表精确度不仅和绝对误差有关, 而且和仪表的测量范围有关。绝对误差大, 相对百分误差就大, 仪表精确度就低。如果绝对误差相同的两台仪表, 其测量范围不同, 那么测量范围大的仪表相对百分误差就小, 仪表精确度就高。精确度是仪表很重要的一个质量指标, 常用精度等级来规范和表示。精度等级就是最大相对百分误差去掉正负号和%。按国家统一规定划分的等级有 0.005, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.35, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 4 等。仪表精度等级一般都标在仪表标尺或标牌上, 如 0.5 等, 数字越小, 说明仪表精确度越高。

要提高仪表精确度, 就要进行误差分析。误差通常可以分为疏忽误差、缓变误差、系统误差和随机误差。疏忽误差是指在测量过程中人为造成的误差, 一则可以克服, 二则和仪表本身没有什么关系。缓变误差是由于仪表内部元器件老化过程引起的, 它可以用更换元器件、零部件或通过不断校正加以克服和消除。系统误差是指对同一被测参数进行多次重复测量时, 所出现的数值大小或符号都相同的误差, 或按一定规律变化的误差, 可以通过分析计算加以处理, 使其最后的影响减到最小, 但是难以完全消除。随机误差 (偶然误差) 是由于某些目前尚未被人们认识的偶然因素所引起, 其数值大小和性质都不固定, 难以估计, 但可以通过统计方法从理论上估计其对检测结果的影响。误差来源主要指系统误差和随机误差。在用误差表示精度时, 是指随机误差和系统误差之和。

3. 复现性

测量复现性是在不同测量条件下, 如不同的方法, 不同的观测者, 在不同的检测环境对同一被检测的量进行检测时, 其测量结果一致的程度。测量复现性作为仪表的性能指标, 表征仪表的特性尚不普及, 但是随着智能仪表的问世、发展和完善, 复现性必将成为仪表的重要性能指标。

4. 稳定性

在规定工作条件内, 仪表某些性能随时间保持不变的能力称为稳定性 (度)。仪表稳定性是生产企业仪表工十分关心的一个性能指标。由于生产企业使用仪表的环境相对比较恶劣, 被测量的介质温度、压力变化也相对比较大, 在这种环境中投入仪表使用, 仪表的某些部件随时间保持不变的能力会降低, 仪表的稳定性会下降。衡量或表征仪表稳定性现在尚未有定量值, 生产企业通常用仪表零点漂移来衡量仪表的稳定性。仪表投入运行一年之中零位没有漂移, 说明这台仪表稳定性好, 相反仪表投入运行不到 3 个月, 仪表零位就变了, 说明仪表稳定性不好。仪表稳定性的好坏直接关系到仪表的使用范围, 有时直接影响生产。仪表稳定性不好造成的影响往往比仪表精度下降对生产的影响还要大。仪表稳定性不好, 仪表维护量增大, 是仪表工最不希望出现的事情。

5. 可靠性

仪表可靠性是生产企业仪表工所追求的另一个重要性能指标。可靠性和仪表维护量是相辅相成的, 仪表可靠性高说明仪表维修量小, 反之仪表可靠性差, 仪表维护量就大。对于生产企业检测与过程控制仪表, 大部分安装在工艺管道、各类塔、釜、罐、器上, 而且生产过程的连续性, 多数为有毒、易燃易爆的环境, 给仪表维护增加了很多困难, 一是考

虑生产安全，二是关系到仪表维护人员的人身安全，所以企业使用检测与过程控制仪表要求维护量越小越好，亦即要求仪表可靠性尽可能地高。

随着仪表更新换代，特别是微电子技术引入仪表制造行业，使仪表可靠性大大提高。仪表生产厂商对这个性能指标也越来越重视，通常用平均无故障时间 MTBF 来描述仪表的可靠性。一台全智能变送器的 MTBF 比一般非智能仪表如电动型差压变送器要高 10 倍左右，它可高达 100 ~ 390 年。

任务实施

仪表安装前经校验调整后，应达到的安装要求：

- (1) 基本误差应符合该仪表精度等级的允许误差。
- (2) 变差应符合该仪表精度等级的允许误差。
- (3) 仪表零点正确，变差值不超过允许误差的 1/2。
- (4) 指针在整个行程中无抖动、摩擦和跳动现象。
- (5) 电位器和可调节螺钉等可调部件在调校后应留有可再调整余地。
- (6) 数字显示表无闪烁现象。

任务总结

理想的检测仪表，其输出量与被测量之间应呈线性关系，这种输出对应于输入的变化关系，为检测仪表的响应特性。深入研究检测仪表的静态响应特性、动态响应特性及其性能指标，就能评价检测仪表响应被测量和抑制影响量的性能。本任务研究检测仪表的静态响应特性。

项目评价

项目名称	基础知识	学生姓名	
任务名称	仪表基础知识	日 期	
学习形式	独立完成 ☒ 小组协作 ☐		
考核目的	熟悉仪表的主要性能指标		
任务要求	1. 掌握仪表的分类及特点 2. 能对仪表进行老化实验来判断是否合格		
所需设备			
任务实施过程			

续表

序 号	内 容	要 求	评分标准	配 分	得 分
1	资料查阅	正确查阅仪表使用说明书与仪表选型资料	会正确查阅仪表使用说明书与仪表选型资料得 10 分；否则不得分	10	
2	仪表选择	根据工艺，确定仪表选择	仪表选择正确合理，选择正确得 20 分；有错得 10 分；方法错不得分	30	
3	性能判断	熟悉仪表的基本特性	仪表性能判断无误得 20 分；选择方法错误不得分	20	
4	仪表校验	按照仪表调校步骤完成校验内容	校验操作规范、正确、熟练得 30 分，数据处理正确合理得 20 分；否则不得分；接线错误不得分；违反操作规程，损坏设备不得分	30	
5	安全操作	了解工艺安全操作规程	能讲清工艺安全操作规程得 10 分，否则不得分	10	
成绩：			教师签字：		

任务2 仪表安装基础知识

任务目标

【知识目标】

- (1) 了解仪表安装定义、特点、包括的内容；
- (2) 掌握安装术语及符号；
- (3) 了解仪表安装程序；
- (4) 理解仪表安装相关的技术要求。

【能力目标】

- (1) 能正确掌握仪表安装前的准备；
- (2) 能正确安装。

任务分析

自动化仪表要完成其检测或调节任务，其各个部件必须组成一个回路或组成一个系统。仪表安装就是把各个独立的部件即仪表、管线、电缆、附属设备等按设计要求组成回路或系统完成检测或调节任务。也就是说，仪表安装根据设计要求完成仪表与仪表之间、仪表与工艺设备、仪表与工艺管道、现场仪表与中央控制室、现场控制室之间的种种连

接。这种连接可以用管道连接（如测量管道、气动管道、伴热管道等），也可以是电缆（包括电线和补偿导线）连接，通常是两种连接的组合并存。

知识准备

一、安装术语与符号

1. 安装术语

(1) 一次点。它是指检测系统或调节系统中，直接与工艺介质接触的点，如压力测量系统中的取压点，温度检测系统中的热电偶（电阻体）安装点等。一次点可以在工艺管道上，也可以在工艺设备上。

(2) 一次部件。它又称取源部件，通常是指安装在一次点的仪表加工作件，如压力检测系统中的取压短节，测温系统中的温度计接头（又称凸台）。一次部件可能是仪表元件，如流量检测系统中的节流元件。也可能是仪表本身，如容积式流量计、转子流量计等，更多的可能是仪表加工作件。

(3) 一次阀门。它又称根部阀、取压阀，是指直接安装在一次部件上的阀门。如与取压短节相连的压力测量系统的阀门，与孔板正、负压室引出管相连的阀门等。

(4) 一次仪表。现场仪表的一种，是指安装在现场且直接与工艺介质相接触的仪表。如弹簧管压力表、双金属温度计、双波纹管差压计。热电偶与热电阻不称作仪表，而作为感温元件，所以又称做一次元件。

(5) 一次调校。通称单体调校，是指仪表安装前的校验。按《工业自动化仪表工程施工及验收规范》（GB J93—86）的要求，原则上每台仪表都要经过一次调校。调校的重点是检测仪表的示值误差、变差，调节仪表的比例度、积分时间、微分时间的误差，控制点偏差，平衡度等。只有一次调校符合设计或产品说明书要求的仪表才能安装，以保证二次调校的质量。

(6) 二次仪表。它是仪表示值信号不直接来自工艺介质的各类仪表的总称。二次仪表的仪表示值信号通常由变送器变换成标准信号。二次仪表接收的标准信号一般有三种：①气动信号， $0.02 \sim 0.01 \text{ MPa}$ ；②Ⅱ型电动单元仪表信号， $0 \sim 10 \text{ mA DC}$ ；③Ⅲ型电动单元仪表信号， $4 \sim 20 \text{ mA DC}$ 。也有个别的不用标准信号，一次仪表发出电信号，二次仪表直接指示，如远传压力表等。二次仪表通常安装在仪表盘上。按安装位置分，二次仪表可分为盘装仪表和架装仪表。

(7) 现场仪表。它是安装在现场仪表的总称，是相对于控制室而言的。可以认为除安装在控制室的仪表外，其他仪表都是现场仪表。它包括所有一次仪表，也包括安装在现场的二次仪表。

(8) 二次调校。它又称二次联校、系统调校，是指仪表现场安装结束，控制室配管配线完成且校验通过后，对整个检测回路或自动调节系统的检验，也是仪表交付正式使用前的一次全面校验。其校验方法通常是在测量环节上加一干扰信号，然后仔细观察组成系统的每台仪表是否工作在误差允许范围内。如果超出允许范围，又找不出准确的原因，要对组成系统的全部仪表重新调试。

二次调试通常是一个回路一个回路地进行，包括对信号报警系统和连锁系统的试验。