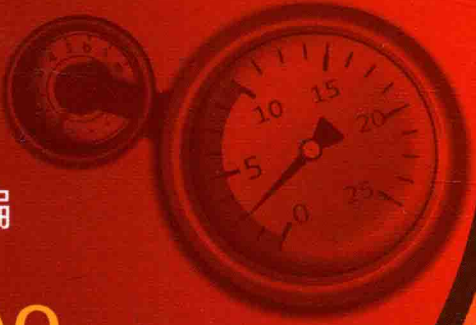


高职高专“十二五”规划教材

工业仪表操作 与维护



刘艳 王锁庭 主编

GONGYE YIBIAO
CAOZUO YU WEIHU



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

工业仪表操作 与维护

刘 艳 王锁庭 主 编
李 骥 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

定价：39.00元

本书内容包括九个教学项目：工业仪表基础知识；压力测量仪表操作与维护；流量测量仪表操作与维护；物位测量仪表操作与维护；温度测量仪表操作与维护；显示仪表操作与维护；控制器操作与维护；执行器操作与维护；工艺管道仪表流程与识图等，涵盖了化工仪表维修工主要的岗位能力要求。每个教学项目都包括一个或几项工作任务，有明确的工作目标，并有具体的操作方法和较为详细的考核目标，且每个任务包含任务描述、技能要点、任务实施、任务评价、知识链接以及能力拓展六方面的内容。

本书可作为高职高专生产过程自动化专业、电气自动化专业教材，也可供仪表类工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业仪表操作与维护/刘艳, 王锁庭主编. —北京: 化学工业出版社, 2015.9
ISBN 978-7-122-24897-8

I. ①工… II. ①刘…②王… III. ①工业仪表-操作-高等职业教育-教材②工业仪表-维修-高等职业教育-教材 IV. ①TH7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 185638 号

责任编辑: 廉 静
责任校对: 王素芹

装帧设计: 王晓宇

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: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17 $\frac{1}{4}$ 字数 460 千字 2015 年 10 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

为适应我国高等职业教育的发展,满足高等职业技术教育的需要,依据化工仪表维修工国家职业技能鉴定标准中对中、高级化工仪表维修工的知识和技能的要求,结合高职院校工科学生掌握化工仪表维修工岗位操作技能和获取岗位资格证书的需求,主编与天津昌晖仪表有限公司、天津渤海化工集团公司等单位合作,根据多年的教学经验,并查阅和参考了许多相关的书籍和资料,在化学工业出版社的统一组织下,基于校企合作、工学结合的模式,以任务驱动的工程实训项目为线索,结合工业企业生产实际以及对化工仪表维修工人才的需求,编写《工业仪表操作与维护》一书。

本书内容包括九个教学项目:工业仪表基础知识;压力测量仪表操作与维护;流量测量仪表操作与维护;物位测量仪表操作与维护;温度测量仪表操作与维护;显示仪表操作与维护;控制器操作与维护;执行器操作与维护;工艺管道仪表流程与识图等,涵盖了化工仪表维修工主要的岗位能力要求。每个教学项目都包括一项或几项工作任务,有明确的工作目标,并有具体的操作方法和较为详细的考核目标,且每个任务包含任务描述、技能要点、任务实施、任务评价、知识链接以及能力拓展六方面的内容。

本书具有以下特色:

首先,采取校企合作方式组建编写团队,基于校企合作、工学结合的模式,以任务驱动的工程实际项目为线索,结合工业企业生产实际以及对化工仪表维修工实际人才的需求进行教材编写。

其次,本书最大的特点就是化工仪表维修工的知识和技能紧密结合,学生通过技能训练掌握了化工仪表维修工的实际操作技能,同时又通过相关的知识点掌握相应的理论知识,既能达到化工仪表维修工岗位技术能力培养的要求,也对学生的创新意识和能力拓展有积极的引导作用。

最后,从应用的角度出发,介绍化工仪表维修的实用技术,使教材具有实用性,符合高职高专学生毕业后的工作能力需求。

本教材按80~100课时编写,各学校根据不同的教学课时可以选择重点的章节进行讲解。

本书由天津石油职业技术学院刘艳、王锁庭担任主编并统稿,由天津昌晖仪表有限公司技术顾问李骥担任副主编。参加编写的有:天津渤海化集团公司刘洪敏(项目一),刘艳(项目二、三、五、九),李骥(项目四、六),王锁庭(项目七、八)。在编写过程中,编者参阅了许多同行、专家的论著和文献,特别是得到了天津昌晖仪表有限公司、天津渤海化工集团公司、天津石油职业技术学院教务处、科研处以及电子信息系的大力支持和帮助,在此一并真诚致谢。

限于编者的学术水平和实践经验,书中不足之处在所难免,希望有关专家和广大读者批评指正。

编者

2015年7月

目录

CONTENTS

项目一 工业仪表基础知识	1
任务一 工业仪表的概念	1
任务二 仪表的品质指标	10
项目二 压力测量仪表操作与维护	16
任务一 压力测量仪表的识别	16
任务二 压力测量仪表的选择	30
任务三 压力测量仪表的校验	35
任务四 压力测量仪表安装与维护	43
项目三 流量测量仪表操作与维护	55
任务一 流量测量仪表的识别	55
任务二 流量测量仪表的选择	78
任务三 流量测量仪表的校验	82
任务四 流量测量仪表安装与维护	85
项目四 物位测量仪表操作与维护	96
任务一 物位测量仪表的识别	96
任务二 物位测量仪表的选择	104
任务三 物位测量仪表的校验	107
任务四 物位测量仪表安装与维护	111
项目五 温度测量仪表操作与维护	117
任务一 温度测量仪表的识别	117
任务二 温度测量仪表的选择	135
任务三 温度变送器的校验	138
任务四 温度测量仪表的安装与维护	141
项目六 显示测量仪表操作与维护	164
任务一 无纸记录仪的操作与维护	164
任务二 UJ33a 直流电位差计的操作与维护	177
任务三 QJ23a 直流单臂电桥的操作与维护	181
项目七 控制器的操作与维护	186
任务一 控制器的控制规律	186

任务二 模拟控制器和数字控制器.....	190
任务三 SWP-LK 智能流量积算控制仪	195
任务四 SWP-ND90 自整定控制仪	209
项目八 执行器操作与维护	216
任务一 执行器的识别.....	216
任务二 执行器的操作.....	227
任务三 执行器的选择和维护.....	234
项目九 工艺管道仪表流程与识图	240
任务一 仪表图形符号和字母代号识读.....	240
任务二 自动控制系统图纸识图.....	252
参考文献	268

项目一 工业仪表基础知识

任务一 工业仪表的概念

【任务描述】

任何一个工业生产过程，都离不开仪表。利用仪表对工艺参数进行测量和控制以保证整个系统处于最佳运行状态。在一个工业控制系统中，必然包含检测仪表、控制仪表、显示仪表以及执行器四个部分。理解并掌握工业仪表的概念是十分重要的。

【技能要点】

- ① 能正确描述传感器与变送器的特点。
- ② 能区分仪表的二线制、三线制和四线制。
- ③ 能正确描述气动仪表、电动仪表的标准信号。
- ④ 能区分控制系统中四类仪表的特点。
- ⑤ 会判断仪表的防护防爆等级并理解其含义。

【任务实施】

- ① 向学生展示各种工业现场测量仪表的图片，了解测量仪表在现场的应用现状。
- ② 学生分组，制定计划，查阅资料学习测量仪表的相关知识（传感器、变送器、信号制、测量仪表的组成与分类）并形成报告。
- ③ 由项目组成员汇报认识结果，教师评价汇报结果并对相关知识进行总结。

【任务评价】

任务评价标准见表 1-1 所示，考核评价见表 1-2 所示。

表 1-1 评价标准

项目任务	考核点及 分值(100 分)	建议考 核方式	评价标准			备注
			优	良	及格	
任务一 工业测量 仪表的概念	1. 相关知识掌握(20 分)	教师评价+ 成员互评	能准确掌握工业 测量仪表相关术语	能熟练掌握工业 测量仪表相关术语	基本掌握工业测 量仪表相关术语	
	2. 计划方案制定(20 分)	教师评价+ 成员互评	分工明确,制定 详细操作计划,方 案合理	分工明确,制定 操作计划,方案比 较合理	分工明确,制定 操作计划,方案基 本合理	
	3. 操作演练实 施(20 分)	教师评价+ 成员自评	能准确分析仪表 应用现状,思路清 晰,语言流畅	能较准确分析仪 表应用现状,思路 清晰,语言流畅	基本能分析仪表 应用现状,汇报较 清晰,语言流畅	
	4. 任务总结报 告(20 分)	教师评价	格式符合标准,内 容完整,有详细过程 记录和分析,能提供 一些新的建议	格式符合标准, 内容完整,有一定 过程记录和分析	格式符合标准, 内容比较完整	
	5. 公共素质评 价(20 分)					
	① 独立工作能 力(4 分)	教师评价+ 成员互评	独立工作能力强	独立工作能力较 强	独立工作能力一 般	
	② 规范操作能 力(4 分)	教师评价+ 成员互评	安全、文明作业,按 操作规程认真操作	安全、文明作业, 按操作规程操作	安全、文明作业, 没有出现违规现象	
	③ 团队合作能 力(4 分)	成员互评	热心帮助小组其 他成员,具有良好的 团队合作精神	能帮助小组其他 成员,具有较好的 团队合作精神	能配合小组其他 成员完成工作任务	
	④ 组织协调能 力(4 分)	成员互评	能与人很好地沟 通,正确协调小组 活动过程	较好地协调小组 活动过程	协调小组活动过 程,无大失误	
	⑤ 交流表达能 力(4 分)	教师评价+ 成员自评	准确流利地阐述 项目情况	较为流利地阐述 项目情况	基本正确地阐述 项目情况,无大失误	

表 1-2 考核评价表

班级:

姓名:

学号:

考核点及分值(100 分)		教师评价	成员互评	成员自评	得分
相关知识掌握(20 分)		√(50%)	√(50%)		
计划方案制定(20 分)		√(50%)	√(50%)		
操作演练实施(20 分)		√(50%)		√(50%)	
任务总结报告(20 分)		√(100%)			
公共素质 评价(20 分)	独立工作能力(4 分)	√(50%)	√(50%)		
	规范操作能力(4 分)	√(50%)	√(50%)		
	团队合作能力(4 分)		√(100%)		
	组织协调能力(4 分)		√(100%)		
	交流表达能力(4 分)	√(50%)		√(50%)	
项目评价总分					

【知识链接】

一、传感器与变送器

工业现场,各种控制系统进行过程控制时,需要对各相关的工艺参数进行测量和控制,

需要选用各类测量仪表将工艺生产参数转换成控制系统能识别的并能代表被测量的信号，最后通过执行器调节工艺参数的变化。

测量仪表包括各种参数的测量和变送仪表，根据仪表所测参数的不同，一般可分成压力测量仪表，流量测量仪表，物位测量仪表，温度测量仪表，成分分析仪表等等。被测量的参数直接或间接地转换成控制系统可接受的电模拟信号或脉冲信号，实现信号转换的仪表称之为传感器或变送器。

1. 传感器

传感器：能感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。如图 1-1 所示。

传感器是测量装置，它可将生产过程中的被测非电物理量（压力、流量、物位、温度、成分等）转换成电信号（电压、电流、电阻值、电容量、频率等）输出，满足信息的传输、存储、显示、记录以及控制等要求，它是实现自动检测和控制的首要环节。它的主要功能是以下几个方面。

- ① 变换功能 将被测量转换成便于传输和处理的物理量。
- ② 选择功能 能有效地选择有用的信号，抑制无用噪声，如金属热电阻，金属纯度越高，对温度越敏感。
- ③ 信号输出 将有用信号输出。（这一功能一般要靠辅助电路）

2. 变送器

变送器的主要作用是将传感器送入的弱信号经滤波、线性化等必要处理后，经功率放大，变成标准信号输出。变送器实际上也是传感器，与传感器不同的是，变送器输出的是标准的电信号。

3. 信号制

(1) 信号制

信号制即信号标准，是指仪表之间采用的传输信号的类型和数值。

标准电信号：指 4~20mA DC 的电流信号、1~5V DC 的电压信号。

标准气信号：即压力信号，气压范围是 0.02~0.1MPa。

(2) 电动仪表信号标准的作用

一般现场与控制室仪表之间采用直流电流信号，这主要是因为直流比交流干扰少，直流信号对负载的要求简单，电流比电压更利于远传信息；缺点：多个仪表接收同一电流信息时，它们必须串联，如图 1-2 所示。

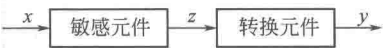


图 1-1 传感器组成框图

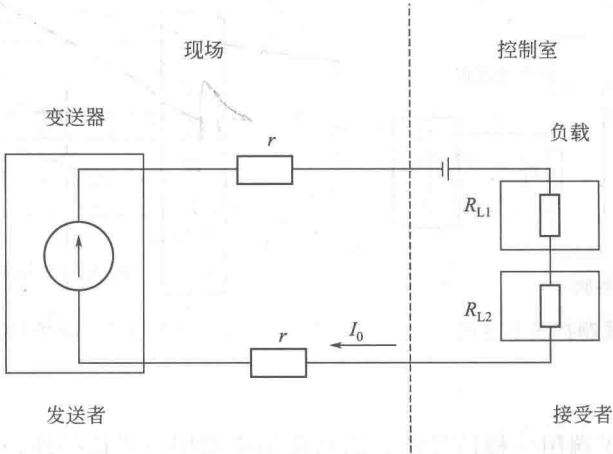


图 1-2 现场与控制室间的信号传递

控制室内部，考虑到任何一个仪表拆离信号回路都不会影响其他仪表的运行，各个仪表具有公共接地点，可以共用一个直流电源，所以仪表之间采用直流电压信号，如图 1-3 所示。

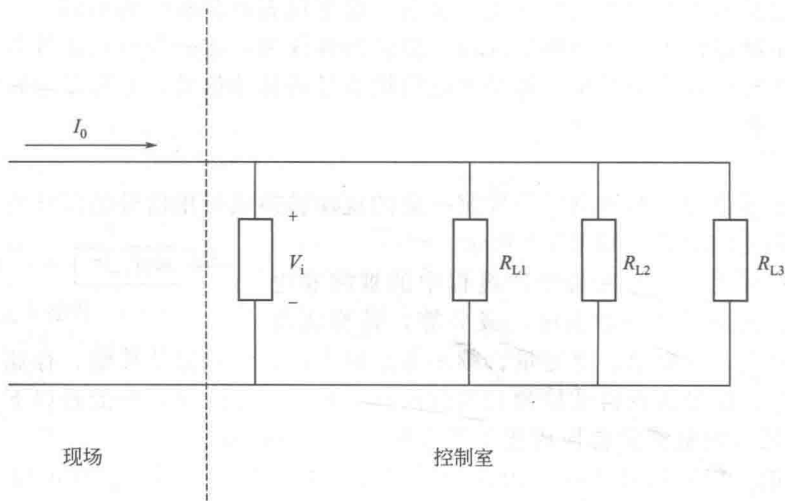


图 1-3 控制室仪表间的信号传递

4. 变送器中的二线制、三线制、四线制

(1) 二线制

二线制是指变送器的电源与输出信号共用两根线。如图 1-4 所示，供电为 24V DC，输出信号为 4~20mA DC，负载电阻为 250Ω，24V 电源的负线电位最低，它就是信号公共线，对于智能变送器还可在 4~20mA DC 信号上加载 HART 协议的 FSK 键控信号。

由于 4~20mA DC (1~5V DC) 信号制的普及和应用，在控制系统应用中为了便于连接，就要求信号制的统一，为此要求一些非电动单元组合的仪表，如在线分析、机械量、电量等仪表，可以采用输出为 4~20mA DC 信号制，但是由于其转换电路复杂、功耗大等原因，难以全部满足上述的三个条件，而无法做到两线制，就只能采用四线制。

(2) 四线制

四线制是指变送器仪表电源与信号线分开，输出信号为 4~20mA DC，电源为 220V AC。负载电阻为 250Ω，如图 1-5 所示。电磁流量计一般采用四线制形式。

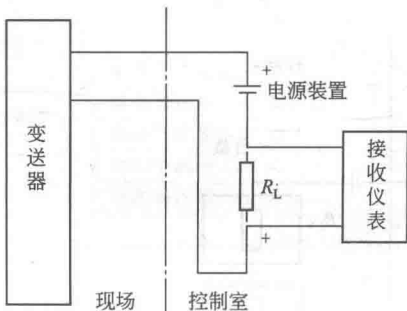


图 1-4 二线制接线示意图

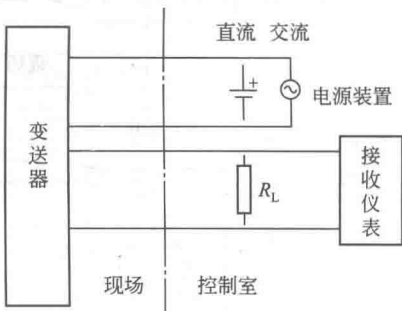


图 1-5 四线制接线示意图

(3) 三线制

三线制就是电源正端用一根信号线，信号输出正端用一根信号线，电源负端和信号负端共用一根信号线。其供电大多为 24V DC，输出信号有 4~20mA DC，负载电阻为 250Ω，如

图 1-6 所示。有的还有 mA 和 mV 信号，但负载电阻或输入电阻，因输出电路形式不同而数值有所不同。工业用热电阻温度计大多采用三线制接法。

二、工业仪表组成与分类

在工业生产过程中，为及时掌握生产情况和监视、控制生产过程，需要对工艺参数（如压力、温度、流量、液位、成分、浓度等）进行检测和控制，以保证生产过程按预期目标或按一定规律运行。工业仪表就是完成对这些参数检测、转换以及控制的设备。

1. 工业仪表的组成

对于生产现场的大多数工业测量和控制都属于自动测量和控制的范畴，一套完整的自动化系统都至少由测量仪表、显示仪表、控制仪表和执行器四大部分组成，如图 1-7 所示。

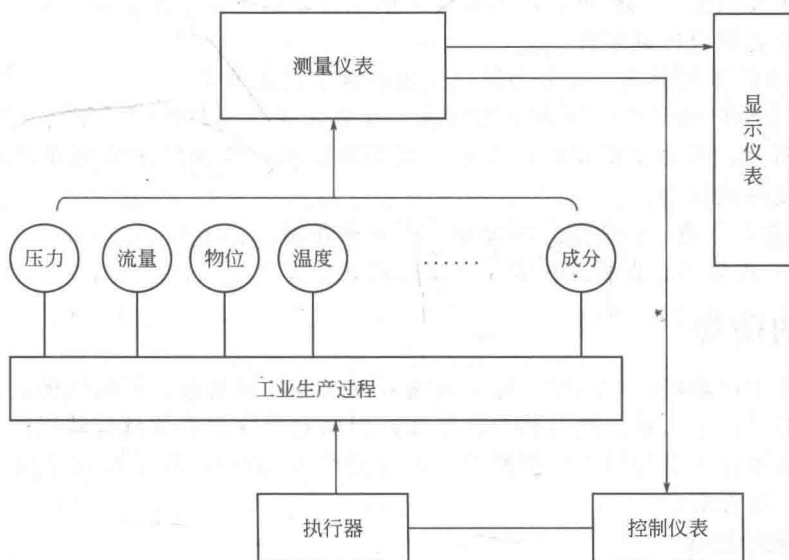


图 1-7 工业仪表的组成

(1) 测量仪表

主要是实现生产过程中的工艺参数的测量和变送，一般包括传感器、测量电路，有的仪表还将显示器和测量仪表合二为一实现信号的测量和显示功能，其组成可见图 1-8 所示。



图 1-8 检测仪表及变送器的组成

系统中的传感器用于获取被测量的大小，要求其输出的信号一定要准确，否则直接影响整个系统的测量精度。

测量电路是将传感器输出的电信号转换成易于处理的电压、电流、频率量或气压等，电桥电路是常见的测量电路，经测量电路处理后的信号可以进一步进行显示。

(2) 控制仪表

控制仪表也称为调节仪表，是按一定控制规律自动控制被控变量的仪表。根据控制作用的不同可以分为比例控制器、比例积分控制器、比例微分控制器、比例积分微分控制器等。

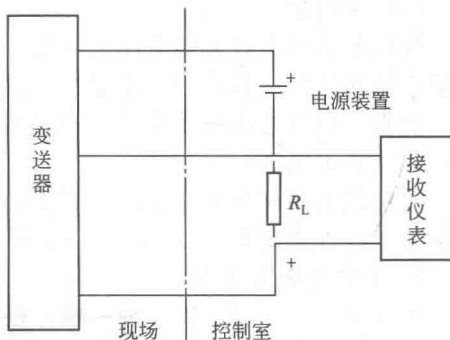


图 1-6 三线制接线示意图

(3) 执行器

执行器是根据控制器发出的控制信号，在工业生产控制过程中直接改变能量或物料的输送量，从而达到调节压力、流量、物位、温度等工艺参数的目的。

通常，执行器由执行机构和控制机构两个部分组成。

(4) 显示仪表

显示仪表用来指示、记录被测变量的数值，或者对生产过程中不正常的状态发出警报。显示仪表的种类很多，根据显示方式可以分为模拟式、数字式以及图像显示等类型。

2. 工业仪表的分类

工业仪表的分类方法多种多样，根据不同原则可以进行不同的分类。

① 按仪表所使用的能源分类 可以分为气动仪表、电动仪表和液动仪表（一般较少见）。

② 按仪表组合形式 可以分为基地式仪表、单元组合仪表两类。

a. 基地式仪表：将测量、显示、控制等各部分集中组装在一个表壳内，从而形成一个整体，并且可就地安装的一类仪表。

b. 单元组合仪表：以统一的标准信号，将对参数的测量、变送、显示及控制等各种能够独立工作的单元仪表（简称单元，例如变送单元、显示单元、控制单元等）相互联系而组合起来的一种仪表综合控制装置。

③ 根据仪表信号的形式 可分为模拟仪表和数字仪表等等。

④ 按仪表安装形式 可以分为现场仪表、盘装仪表、架装仪表（架装仪表是针对常规仪表的盘装表而言，不需要操作的仪表就装成架装仪表，需要操作的则安装成盘装仪表）、台式仪表以及便携式仪表。

⑤ 按防爆能力分类 普通型、隔爆型、安全火花型。

⑥ 按测量方式分类 直读式仪表、比较式仪表。

三、仪表的防爆

在某些工业生产现场（如炼化、化工现场）存在着各种易燃、易爆气体，安装在这种危险场所的仪表如果产生火花，就容易引起爆炸，因而此类仪表必须具有防爆性能。

气动仪表从本质上来说具有防爆性能（不可能产生火花），电动仪表必须采取必要的防爆措施才具有防爆性能。

1. 防爆仪表的标准

标准：国家标准 GB 3836.1《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》。

2. 防爆仪表的分类

按照国标 GB 3836.1 规定，防爆电气设备分为两大类。

I 类：煤矿井下用电气设备。

II 类：工厂用电气设备。

II 类（工厂用）电气设备又分为八种类型。其标志如表 1-3 所示。

表 1-3 II 类防爆仪表的类型

隔爆型	d	增安型	e
本质安全型	i	正压型	P
充油型	O	充沙型	q
无火花型	n	特殊型	S

在爆炸性气体或蒸汽中使用的仪表，引起爆炸主要有两方面原因。

① 仪表表面温度过高。

② 仪表产生能量过高的电火花或仪表内部因故障产生的火焰通过表壳的缝隙引燃仪表外的气体或蒸汽。

(1) II类（工厂用）防爆仪表的分级和分组

① 防爆仪表的分级。

根据：最大试验安全间隙 $d_{\max}$ 或最小点燃电流的比值 $MICR$ ，分级标准如表 1-4 所示。

表 1-4 防爆仪表的分级

级别	$d_{\max}(\text{mm})$	$MICR$
II A	$d_{\max} \geq 0.9$	$MICR > 0.8$
II B	$0.9 > d_{\max} > 0.5$	$0.8 \geq MICR \geq 0.45$
II C	$0.5 \geq d_{\max}$	$0.45 > MICR$

② 防爆仪表的分组，如表 1-5 所示。

根据：仪表最高表面温度，仪表的最高表面温度 = 实测最高表面温度 - 实测时环境温度 + 规定最高环境温度

表 1-5 防爆仪表的分组

温度组别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
最高表面温度/℃	450	300	200	135	100	85

(2) 防爆仪表的标志

防爆仪表的防爆标志为“Ex”。仪表的防爆等级标志的顺序为：防爆型式、类别、级别、温度组别。过程控制仪表常见的防爆等级有 ia II CT5 (ia II CT6) 和 d II BT3 两种。前者表示 II 类本质安全型 ia 等级 C 级 T5 组；后者表示 II 类隔爆型 B 级 T3 组。

防爆仪表的分级与分组，见表 1-6 所示。它与易燃易爆气体或蒸汽的分级和分组是相对应的。

表 1-6 防爆仪表的分级与分组

组别	T1 > 450℃	T2 300~400℃	T3 200~300℃	T4 135~200℃	T5 100~135℃	T6 85~100℃
II A	甲烷、氨、乙烷、丙烷、丙酮、苯、甲苯、一氧化碳、丙烯酸、苯乙烯、醋酸乙酯、醋酸、氯苯、醋酸甲酯	乙醇、丁醇、丁烷、醋酸丁酯、醋酸戊酯、环戊烷、丙烯、乙苯、甲醇、丙醇	环乙烷、戊烷、己烷、庚烷、辛烷、汽油、煤油、柴油、戊醇、己醇、环乙醇	乙醛、三甲胺		亚硝酸乙酯
II B	丙烯酯、二甲醚、环丙烷、市用煤气	环氧丙烷、丁二烯、乙烯	二甲醚 丙烯醛	乙醚、二乙醚		
II C	氢、水煤气	乙炔			二硫化碳	硝酸乙酯

3. 隔爆型防爆仪表

特点：仪表的电路和接线端子全部置于防爆壳体内。

防爆措施：

① 采用耐压 80~100N/cm² 以上的表壳。

② 表壳外部的温升不得超过由易爆性气体或蒸汽的引燃温度所规定的数值。

③ 表壳接合面的缝隙宽度及深度，应根据它的容积和易爆性气体的级别采用规定的数值。

使用隔爆型防爆仪表注意两点：一是揭开仪表表壳后，它将失去了防爆性能；二是长期使用会逐渐降低防爆性能。

4. 本质安全型防爆仪表

本质安全型防爆仪表也称安全火花型防爆仪表。这种仪表，在正常状态下或规定的故障

状态下产生的电火花和热效应均不会引起规定的易爆性气体混合物爆炸。

正常状态是指在设计规定条件下的工作状态，故障状态是指电路中非保护性元件损坏或产生短路、断路、接地及电源故障等情况。

本质安全型 ia 和 ib 两个等级分别为以下表示。

- ① ia 等级 在正常工作、一个故障和两个故障时均不能点燃爆炸性气体混合物的电气设备。
- ② ib 等级 在正常工作和一个故障时不能点燃爆炸性气体的电气设备。

四、仪表的防护

1. IP 定义

IP 表示 Ingress Protection (进入防护)。由国际电工协会 IEC (International Electro Technical Commission) 起草，并在 IED529 (BS EN 60529; 1992) 外包装防护等级 (IP code) 中宣布。

防护等级多以 “IP××” 表示，“××” 是两个数字，用来明确防护的等级。第一个数字表明设备抗微尘的范围，或者是人们在密封环境中免受危害的程度。“I” 代表防止固体异物进入的等级，最高级别是 6；第二个数字表明设备防水的程度，“P” 代表防止进水的等级，最高级别是 8。

2. IP 等级说明

具体说明见表 1-7、表 1-8 所示。

表 1-7 IP××中的固体防护等级（第一个数字）

数字	防护范围	说 明
0	无防护	对外界的人或物无特殊的防护
1	防止直径大于 50mm 的固体外物侵入	防止人体(如手掌)因意外而接触到电器内部的零件,防止较大尺寸(直径大于 50mm)的外物侵入
2	防止直径大于 12mm 的固体外物侵入	防止人的手指接触到电器内部的零件,防止中等尺寸(直径大于 12.5mm)的外物侵入
3	防止直径大于 2.5mm 的固体外物侵入	防止直径或厚度大于 2.5mm 的工具、电线及类似的小型外物侵入而接触到电器内部的零件
4	防止直径大于 1.0mm 的固体外物侵入	防止直径或厚度大于 1.0mm 的工具、电线及类似的小型外物侵入而接触到电器内部的零件
5	防止外物及灰尘	完全防止外物侵入,虽不能完全防止灰尘侵入,但灰尘的侵入量不会影响电器的正常运作
6	防止灰尘	完全防止灰尘侵入

表 1-8 IP××中的液体防护等级（第二个数字）

数字	防护范围	说 明
0	无防护	对水或湿气无特殊的防护
1	防止水滴侵入	垂直落下的水滴(如凝结水)不会对电器造成损坏
2	倾斜 15°时,仍可防止水滴侵入	当电器由垂直倾斜至 15°时,滴水不会对电器造成损坏
3	防止喷洒的水侵入	防雨或防止与垂直的夹角小于 60°的方向所喷洒的水侵入电器而造成损坏
4	防止飞溅的水侵入	防止各个方向飞溅而来的水侵入电器而造成损坏
5	防止喷射的水侵入	防止来自各个方向由喷嘴射出的水侵入电器而造成损坏
6	防止大浪侵入	装设于甲板上的电器,可防止因大浪的侵袭而造成的损坏
7	防止浸水时水的侵入	电器浸在水中一定时间或水压在一定的标准以下,可确保不因浸水而造成损坏
8	防止淹没时水的侵入	电器无限期沉没在指定的水压下,可确保不因浸水而造成损坏

【能力拓展】

拓展项目：学习和理解仪表术语中英文对照。如表 1-9 所示。

表 1-9 常用术语中英文对照

中文名称	英文名称
波纹管压力表	bellows pressure gauge
膜盒压力表	capsule pressure gauge
压力真空表	combined pressure and vacuum gauge
膜片压力表	diaphragm pressure gauge
差压变送器	differential pressure transmitter
电接点压力表	pressure gauge with electric contact
压力变送器	pressure transmitter
霍尔式位移传感器	Hall displacement transducer
电感式位移传感器	inductive force transducer
压电式力传感器	piezoelectric force transducer
应变式称重传感器	strain gauge load cell
电远传压力表	transmissible pressure gauge
差压液位计	differential pressure level meter
电导液位计	electric conductance levelmeter
核辐射物位计	nuclear radiation levelmeter
物位开关	level switch
超声物位计	ultrasonic levelmeter
液位计	liquid level meter
电容式位移传感器	capacitive displacement transducer
电磁流量传感器	electromagnetic flow transducer
流量传感器	flow sensor/transducer
流量变送器	flow transmitter
椭圆齿轮流量计	oval wheel flowmeter
腰轮流量计	roots flowmeter
浮子流量计,转子流量计	rotameter
靶式流量变送器	target flow transmitter
涡轮流量计	turbine flowmeter
旋进流量计	vortex precession flowmeter
涡街流量计	vortex shedding flowmeter
孔板	orifice plate
文丘里管	venturi tube
积算仪器	integration instrument
温度传感器	temperature transducer
热电偶	thermocouple
温度计	thermometer
热电阻	resistance temperature
pH 计	pH meter
动圈仪表	moving-coil instrument
基地式调节仪表	local-mounted controller

中文名称	英文名称
密度计	densitometer
组装式仪表	package system
蝶阀	butterfly valve
电液伺服阀	electrohydraulic servo vale
闸阀	gate valve
球形阀	globe valve
直行程阀	linear motion valve
角行程阀	rotary motion valve
电磁阀	solenoid valve
减压阀	pressure reducing valve
自动-手动操作器	automatic manual station
闭环传递函数	closed loop transfer function
控制柜	control cabinet
控制仪表	controlling instrument
控制屏,控制盘	control panel
差动变压器式位移传感器	differential transformer displacement transducer
电动执行机构	electric actuator
电动传动控制设备	electric drive control gear
电-液转换器	electric hydraulic converter
电-气转换器	electric pneumatic converter
现场总线	field bus
气动执行机构	pneumatic actuator
遥控操作器	remote manipulator
远程设定点调整器	remote set point adjuster
敏感元件	sensing element
灵敏度分析	sensitivity analysis
变送器	transmitter

任务二 仪表的品质指标

【任务描述】

工业生产中，需要工业测量仪表对工艺参数和被控对象的物理量进行检测，测量过程中必然存在测量误差，根据误差的大小，可判断测量仪表的性能指标是否满足要求。理解并掌握工业仪表的品质指标是仪表学习的基本要求。

【技能要点】

- ① 能正确描述测量误差的类型及特点。
- ② 能根据仪表使用中产生的误差大小判断仪表的精度等级。
- ③ 能根据工艺要求选择合适精度等级的测量仪表。

【任务实施】

- ① 提出任务。
- 有一台精度等级为 0.5 级的温度测量仪表，量程为 0~1000℃，在正常情况下进行校验，其最大绝对误差为 4℃，求该仪表的①最大引用误差；②基本误差；③允许误差；④仪表的精度是否合格。
- ② 学生分组，制定计划，查阅资料学习仪表品质指标相关知识并形成报告。
- ③ 由项目组成员汇报认识结果，教师评价汇报结果并对相关知识进行总结。
- ④ 教师提出新任务，学生反复练习加以巩固。

【任务评价】

任务评价标准见表 1-10 所示，考核评价见表 1-11 所示。

表 1-10 评价标准						
项目任务	考核点及 分值(100 分)	建议考 核方式	评价标准			备注
			优	良	及格	
任务二 仪表的品质 指标	1. 相关知识掌握(20 分)	教师评价+ 成员互评	能准确熟练掌握 仪表品质指标计算 方法	能熟练掌握仪表 品质指标计算方法	基本掌握仪表品 质指标计算方法	
	2. 计划方案制定(20 分)	教师评价+ 成员互评	分工明确,能够 制定详细的操作计 划,方案合理	分工明确,能够 制定操作计划,方 案比较合理	分工明确,能够 制定操作计划,方 案基本合理	
	3. 操作演练实 施(20 分)	教师评价+ 成员自评	能准确根据现场 环境、工艺要求、被 测介质特点分析, 进行选型	能熟练根据现场 环境、工艺要求、被 测介质特点分析, 进行选型	基本能根据现场 环境、工艺要求、被 测介质特点分析, 进行选型	
	4. 任务总结报 告(20 分)	教师评价	格式符合标准,内 容完整,有详细过程 记录和分析,能提供 一些新的建议	格式符合标准, 内容完整,有一定 过程记录和分析	格式符合标准,内 容完整	
	5. 公共素质评 价(20 分)					
	① 独立工作能 力(4 分)	教师评价+ 成员互评	独立工作能力强	独立工作能力较 强	独立工作能力一 般	
	② 规范操作能 力(4 分)	教师评价+ 成员互评	安全、文明作业, 按操作规程认真操 作	安全、文明作业, 按操作规程操作	安全、文明作业, 没有出现违规现象	
	③ 团队合作能 力(4 分)	成员互评	热心帮助小组其 他成员,具有良好的 团队合作精神	能帮助小组其他 成员,具有较好的 团队合作精神	能配合小组其他 成员完成工作任务	
	④ 组织协调能 力(4 分)	成员互评	能与人很好地沟 通,正确协调小组 活动过程	较好地协调小组 活动过程	协调小组活动过 程,无大失误	
	⑤ 交流表达能 力(4 分)	教师评价+ 成员自评	准确流利地阐述 项目情况	较为流利地阐述 项目情况	基本正确地阐述 项目情况,无大失 误	