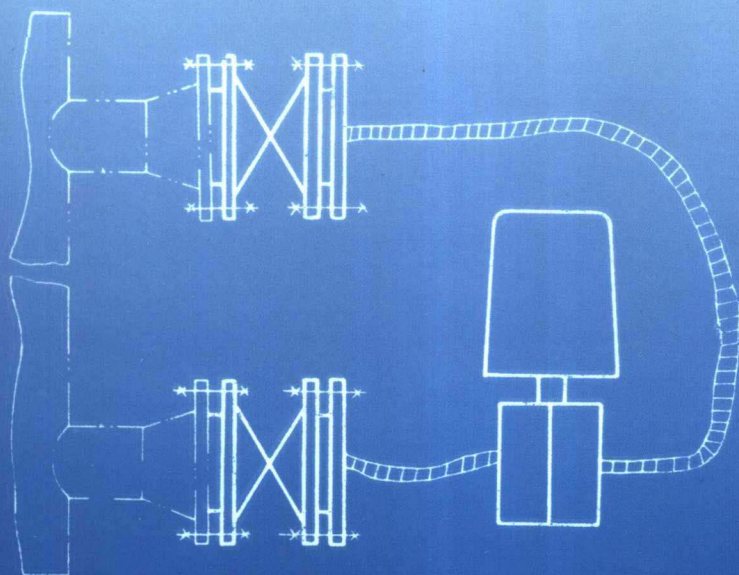




教育部高职高专规划教材

自动化装置安装与维修

国海东 刘江彩 主编



化学工业出版社
教材出版中心

23
89

教育部高职高专规划教材

自动化装置安装与维修

国海东 刘江彩 主编
殷 刚 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

自动化装置安装与维修/国海东, 刘江彩主编. —北京:
化学工业出版社, 2005.6
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-7108-6

I. 自… II. ①国…②刘… III. ①自动化装置-
设备安装-高等学校; 技术学院-教材②自动化装置-
维修-高等学校; 技术学院-教材 IV. TP23

中国版本图书馆CIP数据核字 (2005) 第 070832 号

教育部高职高专规划教材
自动化装置安装与维修

国海东 刘江彩 主编

殷 刚 主审

责任编辑: 唐旭华 张建茹

文字编辑: 宋 薇

责任校对: 周梦华

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 9½ 字数 224 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7108-6

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

为了适应社会经济和科学技术迅速发展及教育教学改革的需要,全国化工高职电仪类专业教学指导委员会组织有关院校经过广泛深入的调查研究和讨论,制定了高职高专电仪类专业新一轮的教材建设规划。新的规划教材根据“以市场需求为导向,以职业能力为本位,以培养应用型高技能人才为中心”的原则,注重以先进的科学发展观调整和组织教学内容,增强认知结构与能力结构的有机结合,强调培养对象对职业岗位(群)的适应程度,对电仪类专业教材的整体优化力图有所突破,有所创新。

本书是根据全国化工高职电仪类专业教学指导委员会 2004 年石家庄会议制定的教学计划和北京会议制定的《自动化装置安装与维修》教材编写大纲而编写的。

本书注重培养学生的实际工作技能和施工规范标准的理解和掌握,提高其专业应变能力和学生的综合专业素质,为学生适应自动化岗位工作打下基础。

全书共分 9 章。前 7 章着重介绍一次元件与取源部件的安装,常用安装设施和施工材料,仪表管路的安装,控制盘安装与导线敷设及盘内配线,自控设备、控制阀、分析仪表的安装,仪表辅助设备的制作与安装,自动化仪表防护与工艺配合,常用仪表安装配件图等。第 8 章介绍了自动化装置的故障诊断方法和生产过程中发生故障的规律,第 9 章用典型案例剖析了仪表故障实例,力求举一反三,旨在提高学生分析问题、解决问题的能力。

本书内容已制作成用于多媒体教学的 PowerPoint 课件,并将免费提供给采用本书作为教材的高职高专院校使用。如有需要可联系:txh@cip.com.cn 或 zjru68@263.net。

参加本书编写的人员都是在各高职高专院校从事自动化教学和研究的一线教学人员,由国海东、刘江彩担任主编,并编写了第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 9 章,第 5 章由谭雪峰编写,第 6 章由王君红编写,第 7 章由何宪编写,第 8 章由姜晓萍编写。

全书由殷刚主审,吉化股份公司乙二醇厂仪表车间董亚春主任,吉林化建自动化安装公司梁国刚经理,吉林工业职业技术学院吕泰昌、刘景华副教授等都对本书提出了宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

限于编者水平,书中缺点和错误在所难免,敬请读者予以批评指正。

编 者

2005 年 4 月

目 录

1 自动化装置安装与维修概述	1
1.1 本课程的内容与任务	1
1.2 本课程的特点	2
2 常用安装设施和施工材料	3
2.1 常用安装设施	3
2.2 常用施工材料	5
思考题	12
3 取源部件的安装	13
3.1 温度取源部件的安装	13
3.2 压力取源部件的安装	18
3.3 流量取源部件的安装	21
3.4 物位取源部件的安装	24
3.5 分析取源部件的安装	26
思考题	27
4 仪表管路的安装	29
4.1 管路敷设的要求	29
4.2 管路安装前的检查准备	31
4.3 导压管的弯制	32
4.4 导管的连接与固定	32
4.5 电缆槽、保护管的安装	35
4.6 管路的试密与排污管路的安装	40
4.7 导管的组合安装	40
思考题	41
5 控制盘安装与电气接线	42
5.1 盘、台、箱、柜及附属设备的安装	42
5.2 电缆敷设	45
5.3 导线敷设	47
5.4 电缆与导线的连接及盘内配线	48
思考题	49
6 自控设备的安装	50
6.1 现场仪表的安装	50
6.2 盘装仪表的安装	57
6.3 分析仪表的安装	58
6.4 执行器的安装	61
思考题	64

7 自动化仪表防护与工艺配合	65
7.1 防爆、防雨、防冻和接地	65
7.2 仪表保温伴热	72
7.3 焊接的施工方法	75
7.4 脱脂	76
7.5 仪表实验	78
7.6 工程验收	81
思考题	85
8 自动化装置故障诊断方法	86
8.1 自动化装置故障诊断方法	86
8.2 生产过程中发生故障的规律性	88
8.3 生产过程自动化装置常见的故障与判断	89
8.4 使用仪器诊断故障的方法	93
8.5 现场常见的一般故障和维修方法	94
思考题	95
9 检测装置故障诊断处理典型案例	97
9.1 流量检测装置常见故障的典型案例	97
9.2 压力检测装置常见故障的典型案例	103
9.3 物位检测装置常见故障的典型案例	106
9.4 温度检测装置常见故障的典型案例	108
9.5 调节阀装置常见故障的典型案例	111
9.6 分析仪表检测装置常见故障的典型案例	114
9.7 DCS、PLC 常见故障的典型案例	121
9.8 控制系统常见故障的典型案例	128
附录	132
附录 1 被测变量及仪表功能字母组合示例	132
附录 2 仪表安装常用型钢	134
附录 3 仪表安装常用阀门	136

1 自动化装置安装与维修概述

随着科学技术的不断进步,自动化技术已广泛应用于工业、农业、国防、交通、通信等各个领域,自动化技术的应用能够提高工厂的技术水平,节能、降耗、提质、增益,提高劳动生产率和产品的市场竞争力,有利于保护环境和安全生产。化工生产的整个过程都是在密闭的管道和设备中进行的,生产条件比较复杂,生产装置长周期稳定运行本身就是很好的经济效益。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,仪表维修成为一个很重要的工种,因此,一线自动化工作人员的责任很繁重,在仪表设计、安装和使用维护中稍有闪失,便会造成因仪表故障停车,带来重大的经济损失。正确分析判断、及时处理仪表故障,不但关系到生产的安全和稳定,还涉及到产品质量和能耗,而且可反映出自动化工作人员的工作能力及业务水平。

1.1 本课程的内容与任务

自动化装置的安装与维修是生产过程自动化专业一门重要专业技术课程,是一个重要的理论与实践相结合的综合性教学环节。开设本课程的目的是使学生在学完一定的专业课程,具有一定的专业理论基础和操作技能的基础上,进一步系统学习现场的自动化装置的安装与维修的实际知识和自动化仪表工程施工及验收规范。

本课程分为自动化装置安装与维修两部分。安装部分有以下内容:常用安装设施和施工材料、取源部件的安装、仪表管路的安装、控制盘安装与电气接线、自控设备的安装、自动化仪表的防护等。维修部分首先介绍仪表故障分析诊断的方法和仪表故障的一般规律,在此基础上,通过各类典型案例,介绍仪表故障分析、诊断、处理的方法,更主要是通过举一反三,使学生掌握仪表维修的技能,通过本课程的学习,达到以下要求。

1.1.1 安装方面

- ① 熟悉自动化装置安装的常用设备、工具和材料,并且有一定的操作和选择能力。
- ② 熟悉自动化仪表工程施工及验收规范,掌握自动化装置安装的主要技术要求,具有一定的组织管理自动化装置安装工程的能力。
- ③ 了解自动化装置安装工作的性质、任务、组织及施工规范和施工计划的编制。
- ④ 通过学习使学生掌握自动化设备安装、取源部件、仪表管路、电线电缆敷设等方面的基本知识。
- ⑤ 了解一般常用施工材料的规格、型号、性质等技术指标,并具有一定的选择使用能力。

1.1.2 维修方面

- ① 了解自动化装置故障诊断方法和生产过程当中发生故障的规律性,有一定的故障诊断能力。
- ② 熟悉自动化装置维修的一般方法和思路,初步养成维修仪表的分析诊断习惯。
- ③ 通过各种自动化装置的各种典型案例,举一反三,提高学生的操作技能。

1.2 本课程的特点

本课程的特点是接近于工程实际和各企业仪表工的日常工作，涉及的专业技术面广，综合运用性强，着重培养学生的动手能力。内容零碎、平淡，但却是自动化装置工程安装、维修所必备的基本知识，也是高职生产过程自动化专业的一项重要技能。自动化装置的安装要严格执行国家标准，因此在内容上具体原则较多、原理较少，内容大多是从工作实践中总结出来的，都经过实践的检验。在学习中应以理解为主，敢于大胆实践和灵活运用，并能根据具体情况和具体要求创造性地进行实践。

本课程重点解决仪表安装、维修方面的基本知识和实际操作技能，培养学生的实际工作能力。

2 常用安装设施和施工材料

2.1 常用安装设施

2.1.1 施工现场的设置

自动化装置安装现场，一般设立下列施工场地。

(1) 工作间和工作场地

工作间要求门窗严密、地面平整、光线充足、房顶不漏雨。

工作场地位于工作间旁，要求地面平整，雨后不积水，尽量选择合适的方位，少受日晒、风吹等影响。

在工作间和工作场地的范围内一般应有下列设施。

- ① 具有一定容量的 380/220V 三相四线制电源。
- ② 具备清洁无腐蚀的水源，水源处应设有水槽及排水设施。
- ③ 具备电焊、气焊操作的要求。
- ④ 设有能满足施工要求的钳工操作台、台钻、砂轮机、弯管机、套丝机、无齿锯、剪冲机等小型组合平台。

(2) 工具房

工具房设置在工作间附近，按施工班组数量划分成若干小间。工具房除存放工具外，兼作更衣室、休息室。

(3) 保管间

保管间布置在工作间附近，要求门窗严密，房顶不漏雨，屋内条件适合保管物品的存放要求。

保管间内设有货架，分别放置各种配件、零件、阀门、管材、热电偶与热电阻、电气材料等。安装材料成批从仓库领出后，存放在保管间内备用。

(4) 调试检验室

调试检验室可设在厂房内或靠近工作间的地方。要求门窗严密，光线充足，地面平整不扬土，屋内干燥，房顶不漏雨，冬季有取暖装置，不应有振动或较大磁场干扰等影响，室内保持一定的温度和湿度 ($\leq 80\%$)。

调试检验室内设有合适的电源和水源，电源电压应不受施工用电负荷波动的影响，要备有必要的检定仪器。

2.1.2 安装工具、机械及其使用

(1) 常用工具和机械

自动化装置安装常用工具和机械有：台虎钳、锯弓、锉、手锤、管子割刀、管钳子、钻头、扳手、工具袋、安全带、克丝钳、尖嘴钳、偏口钳、螺丝刀、剥线钳、万用表、尺、量具、冲击钻、台钻、手电钻、砂轮机、无齿锯、弯管机、电气焊工具、套丝机等。

(2) 钳工工具的使用

- ① 虎钳 虎钳用以夹持工件，以便进行锯割、锉削、铲削等操作。

虎钳的操作要注意下列几点。

- 虎钳的夹紧和放松是靠转动手柄来进行的，用力大小要根据工件的材质要求和虎钳的大小来考虑。

- 工件一般要夹在虎钳口中间，不得已而使用夹口的一侧时，要在另一边放上等厚的木块或金属块，使夹持力分布均匀。

- 工件若超出钳口太长时，需另用其他支撑物支持，不应使钳口受力过大。

- 当夹持精工件或软金属时，钳口应另加铜板、铝板作护口，以免损坏工件。

- 在虎钳上锉、削、锤、凿工件时，用力应使向虎钳座，而不应使向活动钳口。

② 钢锯 钢锯由锯弓和锯条组成，使用钢锯时要注意以下几点。

- 锯条装入锯弓时，锯齿要向前，松紧要合适。

- 向前推锯时要加力，推的方向要直，动作要轻稳，返回时自由退回，以防锯条折断。

- 锯较厚的工件时，因锯弓宽度不够，锯不到底，可倒换几个方向锯割。如加工件宽度允许，也可将锯条横装，以便加大锯的深度。

③ 扳手 扳手使用时要注意以下几点。

- 选用扳手时，扳口尺寸必须与螺帽尺寸相符，若扳口太大，容易滑脱，同时会损坏扳手或螺帽的棱角，严重的会造成碰伤事故。

- 使用活扳手时，要将扳口校正到适当位置，套住螺帽时无松动现象。扳动时活动部分在前，使力量大部分承担在固定扳口上。若反方向用力，扳手要翻转 180°。

- 要想得到最大的扭力，拉力方向必须和扳手的手柄成直角，最好是拉动。推动时尽量用手掌推，手指放开，伸直向上，以防撞伤手指。

- 拆卸和安装设备上的螺栓时，最好不用活扳手。

(3) 机具的使用

安装使用的机具，大部分是电动工具，使用前首先要检查电源是否相符，接地是否良好，注意一定要合理使用漏电保护器，并正确穿戴各种劳动保护用品。

① 砂轮机 在使用砂轮机时要注意以下几点。

- 使用砂轮机时，要站在与砂轮机中心线成 45°角的地方，用砂轮的外圆表面磨削，不要在砂轮侧面磨削，以免砂轮破裂发生危险。

- 在砂轮上磨削时，用力要适当，不能过猛。工件应顺砂轮旋转方向磨削，不可逆砂轮旋转方向磨削。

- 砂轮机要有安全防护装置，以防砂轮片破裂后甩出伤人。

② 电钻 使用电钻时要注意以下几点。

- 要使用漏电保护器，并正确穿戴劳动保护用品。

- 电钻钻头必须锋利，其直径不允许超过电钻的允许使用直径，钻孔时用力不宜过大，以防电机过载。

- 拆装钻头时，需用钻头钥匙，尽量不用其他工具敲打钻夹头。

- 零星加工件必须牢靠地紧固在夹件上。

③ 型钢切割机 型钢切割机（无齿锯）是利用纤维增强砂轮片切割角钢、槽钢、扁钢、钢管等，在使用时要注意以下几点。

- 使用前，应检查各紧固件是否松动，砂轮片有无损裂。

- 使用的砂轮片的规格不应大于铭牌的规定，以免电机过载。

- 操作要均匀平稳,不能用力过大,以免过载或砂轮破裂。
- 使用中如有异常声音时,应立即停止,进行检查。

④ 弯管机 弯管机使用步骤如下。

- 将待弯管放在平台上进行调直。
- 选用合适的胎具。
- 根据施工图和实样,在待弯管上划出起弧点。
- 将已划线的管放入弯管机,用力应均匀,速度缓慢。

2.2 常用施工材料

2.2.1 仪表电缆

仪表电缆是传输低电平、弱信号的通路,仪表电缆的品种规格很多,有电力电缆、控制电缆、屏蔽电缆、专用电缆、补偿导线等。

自控仪表中的电气线路分为控制测量线路和动力线路。前者用来传递测量和控制信号,后者作为交直流供电电源的线路。按不同作用,补偿导线用于热电偶测量线路,屏蔽电缆用于干扰大的控制测量线路或本质安全线路。电力电缆常用于供电电源线路或一般的传输线路。

专用电缆也很多,如 DCS 专用电缆,放射性检测系统专用电缆,巡回检测系统专用电缆等,它们大多数是屏蔽电缆,有时采用同轴电缆。专用电缆有的是检测设备配备的,有的需现场配备。

(1) 仪表用电缆

仪表用电缆除专用电缆外分控制电缆和动力电缆。仪表用电负荷较小,动力电缆比较细。铜芯电缆有 1.0mm^2 、 1.5mm^2 、 2.5mm^2 、 4.0mm^2 四种,铝芯电缆有 1.5mm^2 、 2.5mm^2 、 4.0mm^2 、 6.0mm^2 四种。仪表外部供电由电气专业考虑,电缆也由电气专业计算负荷和选用。

控制电缆是仪表专业使用的主要电缆。由于对线路电阻有较高要求,因此控制电缆几乎都是铜芯。它主要用在单元仪表的连接、热电阻连接、DCS 外部连接、系统信号、连锁、报警线路等。其标准截面大多采用 1.0mm^2 和 1.5mm^2 的。

控制电缆有 2 芯、3 芯、4 芯、5 芯、6 芯等十几种规格。单元仪表一般采用 2 芯电缆,热电阻采用三线制连接,使用 3 芯电缆。槽板是电缆架设的主要形式,可使主槽板中的电缆与从现场来的通过保护管的电缆连接。

仪表常用的控制电缆型号、名称及用途见表 2.1。

表 2.1 仪表常用的控制电缆型号、名称及用途

型号	名 称	用 途
KYV·	铜芯聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管
KVV	铜芯聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管
KXV	铜芯橡皮绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管
KXF	铜芯橡皮绝缘、聚丁护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管
KYVD	铜芯聚乙烯绝缘、耐寒塑料护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管
KXVD	铜芯橡皮绝缘、耐寒塑料护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管
KXHF	铜芯橡皮绝缘、非燃性护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管

(2) 仪表用绝缘导线

仪表用绝缘导线常用的有聚氯乙烯绝缘电线和橡皮绝缘电线。由于合成材料,尤其是塑料工业的飞速发展,聚氯乙烯绝缘电线被广泛使用,无论是现场还是盘内配线,多采用这种电线。

常用的绝缘电线及其主要用途见表 2.3。

表 2.3 常用的绝缘电线及其主要用途

型 号	名 称	主 要 用 途
BXF	铜芯橡皮电线	供交流 500V, 直流 100V 电力用线
BXR	铜芯橡皮软线	供交流 500V, 直流 100V 电力用线, 但要求柔软电线时采用
BV	铜芯聚氯乙烯绝缘电线	供交流 500V, 直流 100V 电力用线, 也可作仪表盘配线用
BVR	铜芯聚氯乙烯绝缘软线	供交流 500V, 直流 100V 电力用线, 但要求柔软电线时采用
VR	铜芯聚氯乙烯绝缘软线	作交流 250V 以下的移动式日用电器及仪表连线
RVZ	中型聚氯乙烯绝缘及护套软线	作交流 500V 以下电动工具和较大的移动式电器连线
KVVR	多芯聚氯乙烯绝缘护套软线	作交流 500V 以下的电器仪表连线
FVN	聚氯乙烯绝缘尼龙护套电线	作交流 250V, 60Hz 以下的低压线路连线

橡皮铜软线多用于临时照明和电动工具电源, 工程上很少使用橡皮铜软线。

聚氯乙烯绝缘电线有很多种。表 2.3 中的 BV 是单芯铜线, 其标称截面积分为 0.75mm^2 、 1.0mm^2 等几种。其中 0.75mm^2 、 1.0mm^2 多用于仪表盘配线。BVR 也是单芯铜线, 但其线性结构为多股铜丝。BVR 比较柔软, 多用于专门插头的连线。盘后配线要求美观、整齐, 一般不用软线。此外还有镀锡铜芯, 特别适用于制成带线或多芯插头线, 且焊接时更为方便。

(3) 屏蔽电线和屏蔽电缆

为了克服强电磁场、强磁场环境的电磁波干扰, 要使用屏蔽电缆。常用屏蔽电线型号及主要用途见表 2.4。

表 2.4 常用屏蔽电线型号及主要用途

型号	名 称	主 要 用 途
BVP	聚氯乙烯绝缘金属屏蔽铜芯导线	用于防强电干扰的场合, 环境温度为 $-15\sim+65^{\circ}\text{C}$
BVVP	聚氯乙烯绝缘金属屏蔽护套铜芯导线	用于防强电干扰的场合, 环境温度为 $-15\sim+65^{\circ}\text{C}$, 但能抗机械外伤
BVP	聚氯乙烯绝缘屏蔽铜芯软线	用于弱电流电器及仪表连接
RVVP	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套屏蔽铜芯软线	用于防强电干扰的场合, 环境温度为 $-15\sim+65^{\circ}\text{C}$

(4) 补偿导线

补偿导线是热电偶连接线, 可补偿热电偶冷端环境温度的变化而产生的电势差。不同型号和分度号的热电偶要使用与分度号一致的补偿导线, 否则, 不但得不到补偿, 反而会产生更大的误差。补偿导线连接时要注意极性, 必须与热电偶极性一致, 严禁接反。

补偿导线在 $0\sim100^{\circ}\text{C}$ 范围内的热电特性应与热电偶本身的热电特性一致, 这样才能起到冷端延伸补偿的作用。常用补偿导线的技术特性见表 2.5。

表 2.5 常用补偿导线的技术特性

热电偶名称	补 偿 导 线								
	型号	正 极		负 极		冷端为 0℃, 热端为 100℃ 时 标准电势/mV	电阻值/ $\Omega \cdot \text{m}^{-1}$		
		材料	颜色	材料	颜色		1mm ²	1.5mm ²	2.5mm ²
铂铑-铂	WRP (S)	铜	红	铜镍	绿	-0.634 ± 0.023	0.05	0.03	0.02
镍铬-镍硅镍铝	WRN (K)	铜	红	康铜	蓝	-4.10 ± 0.15	0.52	0.35	0.21
镍铬-考铜	WRK (E)	镍铬	红	考铜	黄	$+6.95 \pm 0.30$	1.15	0.77	0.46
铜-考铜	WRT (T)	铜	红	考铜	黄	-4.76 ± 0.15	0.5	0.33	0.2

注：1. 型号中（ ）内表示该热电偶分度号。

2. 表中颜色是指绝缘橡皮颜色，不是补偿导线金属丝的颜色。

在电磁波干扰较强的场合，要采用带屏蔽层的补偿导线。其屏蔽层常采用 0.15～0.20mm 的镀锡铜丝或镀锌铜丝编织，屏蔽层要接地。

补偿导线有单芯线和多芯线。单芯线使用广泛，多芯线适用于较复杂的接线。

补偿导线需穿管敷设或在槽板内敷设。

2.2.2 钢材

在自动化装置安装过程中，必须正确选用导管、取样装置零部件的钢材。如将低温钢材错用在高温管道中，会引起设备损坏，甚至造成人身事故；如将高温钢材错用在低温管道中，会造成浪费。

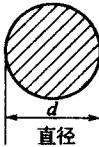
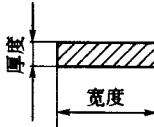
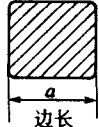
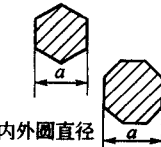
仪表盘安装需要基础槽钢，制作要用薄钢板，保温箱安装需用薄钢板作底座，仪表管道、电缆敷设需用角钢、槽钢、扁钢、工字钢作支架，自制加工件需用圆钢。基本上各种型钢在仪表安装上都有用。

(1) 普通型钢

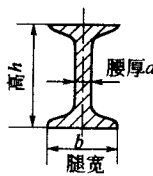
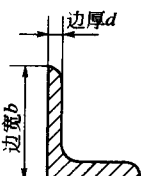
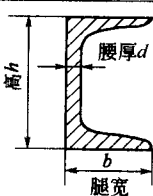
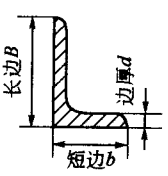
普通型钢的规格，通常以反映其断面形状的主要轮廓尺寸来表示，例如，圆钢用直径的毫米数来表示；方钢的规格用边长的毫米数来表示；工字钢的规格用高（mm）×腿宽（mm）×腰宽（mm）来表示等。

常用型钢的规格表示方法见表 2.6。

表 2.6 常用型钢的规格表示方法

型钢名称	断面形状	规格表示方法	型钢名称	断面形状	规格表示方法
圆钢		直径 d	扁钢		厚度×宽度
方钢		边长 a	六角钢 八角钢		内切圆直径 a (即对边距离)

续表

型钢名称	断面形状	规格表示方法	型钢名称	断面形状	规格表示方法
工字钢		高×腿宽×腰厚 $h \times b \times d$	等边角钢		边宽×边宽×边厚 $b \times b \times d$
槽钢		高×腿宽×腰厚 $h \times b \times d$	不等边角钢		长边×短边×边厚 $B \times b \times d$

(2) 板材

① 薄钢板 薄钢板品种很多,如普通碳素钢薄板(又称黑铁皮),普通低合金结构薄板,镀锌薄板(又称马口铁),搪瓷用热轧薄板、不锈钢耐酸薄板等。

热轧薄板的规格:厚度为0.35~4mm,宽度为500~1500mm,长度为500~4000mm。

冷轧薄板的规格:厚度为0.2~4mm,宽度为500~1500mm,长度为500~3500mm。

普通碳素钢薄板一般用于对表面要求不高,且不需要经受冲压工艺的制件。

② 钢带 钢带按轧制方法分为热轧和冷轧两类。

热轧钢带的厚度为2~6mm,宽度为20~300mm,其长度规定为:厚度2.0~4.0mm的钢带,其长度不应小于6m,厚度为4.0~6.0的钢带,其长度不应小于4m。

钢带大多成卷供应。

(3) 管材

① 无缝钢管 无缝钢管使用一定尺寸的钢坯经过穿孔机、热轧或冷拔等工序制成的中空而横截面封闭的无焊接缝的钢管,所以无缝钢管比焊接钢管有更高的强度,一般能承受3.2~7.0MPa的压力。

无缝钢管有一般钢管、合金钢管、不锈钢管、锅炉钢管、石油钢管、地质钢管、薄壁钢管、毛细钢管、异形钢管等。由于用途的不同,所以管子所承受的压力也不同,要求管壁的厚度差别很大,因此,无缝钢管的规格用外径×壁厚来表示。

② 焊接钢管 焊接钢管按焊缝的形状可分为直缝焊管和螺旋缝焊管。

(4) 管件

管件包括弯头、三通、四通、异形管、活接头、丝堵、螺纹短接、管接头、吹扫接头、封头、凸台(管嘴)、盲板等。

2.2.3 焊接材料

焊接是金属连接的有效方法。焊接方法很多,各种焊接方法都需要消耗一定的材料,如焊丝、焊条、焊剂等。

(1) 焊条

焊条是由焊条芯和包在外面的药皮组成的。

① 焊条芯(简称焊条)一般是具有一定长度及直径的钢丝,其作用主要是传导电流,

引燃电弧,另外也用作过渡合金、填充金属。焊条芯熔化后成为填充材料,它可用不同的钢材来制造。

② 焊条药皮是由矿石粉末、铁合金粉、有机物和化工制品等原料按一定比例配制后压涂在焊芯表面上的一层涂料。焊条药皮的作用为:造气剂、造渣剂、脱氧剂、合金剂、稳弧剂、胶黏剂、增塑剂。

③ 焊条的种类

- 按熔渣的碱度分类。按熔渣的碱度大小将焊条分为两大类:酸性焊条和碱性焊条。
- 按焊条药皮主要成分和焊条电源种类分类。焊条药皮由多种原料组成,按药皮的主要成分可以确定焊条的药皮类型(见表 2.7)。

表 2.7 按焊条药皮类型及电源种类分类

焊条统一编号中的编码	焊条药皮类型	焊接电源种类	药皮中主要成分
$\square \times \times 0$	不属于已确定类型	不规定	不属已规定
$\square \times \times 1$	氧化钛型	直流或交流	$\text{TiO}_2 \geq 35\%$
$\square \times \times 2$	钛钙型		$\text{TiO}_2 \geq 30\%$, 碳酸盐 $< 20\%$
$\square \times \times 3$	钛铁矿型		钛铁矿 $\geq 30\%$
$\square \times \times 4$	氧化铁型		多量氧化铁、较多锰铁
$\square \times \times 5$	纤维素型		有机物 $\geq 15\%$, $\text{TiO}_2 \approx 30\%$
$\square \times \times 6$	低氢型(钾)		钙、镁碳酸盐、氟石
$\square \times \times 7$	低氢型(钠)	直流	钙、镁碳酸盐、氟石
$\square \times \times 8$	石墨型	直流或交流	多量石墨
$\square \times \times 9$	盐基型	直流	氟化物和氟化物

注: $\square$ ——焊条类别,以汉字或拼音字母表示。如结构钢焊条以“结”或“J”表示。

$\times \times$ ——数字。

- 按焊条用途分类。在“焊接材料产品样本”中将焊条按用途分为 10 大类(见表 2.8)。

表 2.8 “样本”焊条分类

焊条类别序号	焊条类别名称	代 号		焊条类别序号	焊条类别名称	代 号	
		拼音	汉字			拼音	汉字
1	结构钢焊条	J	结	6	铸铁焊条	Z	铸
2	钎及钎钎耐热钢焊条	R	热	7	镍和镍合金焊条	Ni	镍
3	低温钢焊条	W	温	8	铜及铜合金焊条	T	铜
4	不锈钢焊条	G、A	铬、奥	9	铝和铝合金焊条	L	铝
5	堆焊焊条	D	堆	10	特殊用途焊条	Ts	特

注:有些焊条可同时有多种不同用途。如不锈钢焊条既可用于焊接不锈钢结构也可用做堆焊焊条。

(2) 焊丝与焊剂

① 焊丝 焊丝的作用相当于手工电弧焊焊条的焊芯,可分为实心焊丝和药芯焊丝两类,后者只在某些特殊的工艺场合应用,生产中普遍使用的是实心焊丝。

② 焊剂 焊剂相当于手工电弧焊条的药皮。