



Jixie

全国中等职业技术学校机械类行动导向教材

Xingdong Daoxiang

焊工工艺 与技能训练

全国中等职业技术学校机械类行动导向教材

焊工工艺与技能训练

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工工艺与技能训练/王长忠主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007
全国中等职业技术学校机械类行动导向教材
ISBN 978-7-5045-6542-6

I. 焊… II. 王… III. 焊接工艺-专业学校-教材 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 099821 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

中国印刷总公司北京新华印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 19印张 451千字

2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷

定价: 29.00元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

为适应各地中等职业技术学校教学改革的需要，我们根据行动导向教学法的基本思想，编写了机械类专业行动导向教材。在教材的编写过程中，我们始终坚持实事求是的原则，既广为吸纳国内外较好的教学理念和教学模式的精髓，也十分注意研究我国职业教育的现状和不同专业对教学模式的制约等多种因素，具体问题具体分析，大胆尝试，勇于创新，力求使这套教材更适合我国职业教育的实际情况。

一、打破学科体系，整合传统的理论知识体系

机器作为普通机械专业的主要研究对象，在教学实践活动中，既是老师讲授的载体，也是学生学习的载体，更是日后学生在工作中的产品和工具。因此，根据行动导向法的基本思想，在处理理论知识体系时，我们紧扣“机器”这一中心，按照以下四条主线将机械专业传统的七门理论知识课的教学内容重组整合，形成四个新的教学模块：

1. 从“机器是如何表达的？”出发，形成机械制图与技术测量教学模块

这一教学模块较好地解决了原机械制图与极限配合与技术测量课程内容重复、枯燥的缺点，实现了制图技能和测量技能的有机结合，为专业技能的培养打下了坚实基础。

教材从了解机器零件的大小入手，先讲授技术测量，然后从机器零件的表达入手引出图样的基本知识，按照图样的形成（投影知识）—图样的表达（视图）—图样的识读（零件图和装配图）的基本主线组织内容。在介绍标准件和常用件的画法时，增加典型零件的测量知识；在介绍基本零件识读时，结合其结构特点把形位公差基本测量方法有机地融合进去。

2. 从“机器（零件）是用什么材料制造的？”出发，形成金属材料与热处理教学模块

这一教学模块实际上是对原金属材料与热处理和工程力学课程的整合，并从机械专业培养目标出发，精简了工程力学的内容，并降低了难度，从材料的强度校核角度组织材料力学的有关知识，并将其与金属材料的内容有机地整合在一起。

教材编写基本思路是：机械零件性能的千差万别很大程度上是因为零件材料性能的千差万别造成的，从而引出材料性能；材料的性能差异在于其内在结构不同，从而引出材料的组织结构；材料选用前必须进行强度校核，从而把材料力学的知识有机地融入进来；接下去是各种常用金属材料的类别、牌号和使用范围的介绍；同时介绍改善材料性能的方法——钢的热处理

知识。

3. 从“机器是怎样组成和如何传动与控制的?”出发,形成机械零件与传动、机床电气控制教学模块

从行动导向的基本思想出发,“机器是如何组成的?”“机器是如何传动与控制的?”应分别形成机构与零件、传动与控制两个教学模块。但从教学的操作性方面考虑,对于传动与控制这门课程,师资必须同时具备机、电两个专业的知识才能讲授;从专业方面考虑,把机构零件和机械传动分开讲授也不符合学生的认知规律。基于以上两个考虑,最终将上述理论知识整合为机械零件与传动、机床电气控制两个教学模块。教材编写思路如下:

机械零件与传动在编写模式上有较大的创新:教材结构力求符合学生的认识过程,按零件——机构——传动展开。在呈现方式上,教材用丰富的生产生活实例和大量的实物图片引入知识,并设计了多种实践活动栏目,使学生应用所学知识解决实际问题。

机床电气控制则以对机床设备的电气控制为任务,把电工学知识分割为机床动力系统、普通机床基本电气控制电路、常用电子元器件及单元电路、数控机床电气控制电路几个部分,教学内容更实用,更具有职业特色,结构形式更有利于激发学生的学习兴趣。

二、以职业能力为导向,构建行动导向教学单元

本次开发的职业能力教学模块包括4个工种,分别是车工工艺与技能训练、钳工工艺与技能训练、铣工工艺与技能训练、焊工工艺与技能训练,每个工种模块均由若干教学单元及子单元组成。因此,科学、合理地设计教学单元是将行动导向法引入教学和教材改革的关键。我们根据行动导向的基本思想作了以下尝试:

1. 从外部看,力求使全部教学单元构成职业能力教学体系

所谓职业能力教学体系,包括以下三方面的内容:

一是要解决教学内容是否合理的问题。即要根据国家有关工种的职业标准,确定培养目标的全部知识点和技能点,以此作为教学单元的基本材料,从而保证教学内容切合国家职业标准对技能人才的要求。

二是要解决教学方法是否科学的问题。即要彻底打破学科体系,以职业能力组织教学内容,形成新的职业能力教学体系。每个教学单元或子单元的教学目标均表现为培养学生某一项职业能力,其他知识的安排取舍均服从上述教学目标。

三是要处理好教学单元之间的关系。教学单元之间的关系受多种因素的约束,如各个教学单元技能与理论知识的梯度的联系、理论知识在各个单元中的分布均衡性、教学单元容量

与组织教学相配等。

2. 从内部看, 力求使每个教学单元构成理论与实践有机联系的载体

在具体设计行动导向教学单元时, 我们按照以下环节组织教学内容:

环节一: 零件图 通过给出待实施任务的零件图, 模拟再现生产过程的真实要求, 交待具体的项目和任务。

环节二: 工艺分析 围绕具体的项目(加工任务)对零件的技术要求、加工内容、工艺特点、加工步骤展开必要的分析讨论, 引导和培养学生养成从读图、分析技术要求到自行拟定具体的加工方案, 再付诸实施的工作习惯。

环节三: 相关工艺知识 针对本课题初次涉及的专业知识、工艺知识、检测方法、工装夹具、专业计算等内容, 教材采用图文并茂的形式进行详细的介绍。

环节四: 工艺过程 针对本课题的具体内容、加工调整方法、加工步骤, 教材以案例分析的形式, 结合实操图片、表格、连环图等生动活泼的形式进行详细介绍, 以启发和引导学生展开操作练习。

环节五: 操作提示(特别提示、质量提示) 针对操作要点、易出现的问题、操作时应注意的事项, 以及易出现的质量问题, 通过文本框的形式穿插在教材的工艺过程之中, 及时进行提示, 使学生在阅读和实施课题过程中引起足够的重视。

环节六: 知识链接(专题论述) 对与本课题相似、相关的一些工艺内容、知识点进行补充介绍, 以拓展知识面、开扩学生眼界, 增加学生对所学知识进行迁移和综合的能力。

环节七: 技术指导 针对在本课题实施过程中易出现的技术问题, 以问答的方式进行介绍, 化解教学中的难点, 突出教学的重点, 培养学生进行独立分析和处理问题的能力。

环节八: 作业测评 围绕课题内容列出详细、具体的测评内容和测评标准, 及时对学生的实践活动进行有效的评估, 便于学生自己去发现和探究工艺实施过程中存在的问题, 促进学生的学习兴趣。

从以上环节的设置上不难看出, 教学单元内在结构上围绕技能培养这一核心, 并充分兼顾理论与实践的有机结合, 从而使二者都得到了有效的承载。

本套教材的编写工作得到了江苏、陕西、山东、湖南、河南等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持, 对此我们表示衷心的感谢。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年7月

全国中等职业技术学校机械类 行动导向教材编审人员

《机械制图与技术测量》

主编：朱勤惠

参编：程荣庭 王娴 周榴宝 陈立群

主审：王槐德

《金属材料与热处理》

主编：李茂叶

参编：徐忆 蔡建新 林丽华

主审：陈志毅

《机械零件与传动》

主编：游江

参编：沈红宝 陈志勇 许劲峰 帅向群

主审：王增杰

《机床电气控制》

主编：邵展图

参编：沈巧兰 于永江 董欣 马志宏

主审：王勇

参审：关开芹

《车工工艺与技能训》

主编：袁桂萍

参编：王公安 徐淑涛 凌延军 刘元聚 李萍

主审：范开山

参审：王贡伟 路涛

《钳工工艺与技能训》

主编：王文显

参编：孙丽丽 姜波 朱礼程 扈子扬 高岩 林清大 胡顺英 宋刚

《铣工工艺与技能训练》

主编：陈志毅

参编：刘冰洁

主审：陈海魁

《焊工工艺与技能训练》

主编：王长忠

参编：于赢洋 夏自强 金海阔 王忠杰

主审：邱葭菲

目 录

课题一 认识焊接和焊接装配图样	(1)
§ 1—1 认识焊接和焊接方法	(1)
§ 1—2 识读焊接装配图样	(5)
课题二 焊条电弧焊	(18)
§ 2—1 认识焊条电弧焊及弧焊电源	(18)
§ 2—2 引弧与平敷焊	(26)
§ 2—3 平角焊	(36)
§ 2—4 I形坡口对接平焊	(49)
§ 2—5 V形坡口对接平焊	(55)
§ 2—6 平位单面焊双面成形	(62)
§ 2—7 立角焊	(67)
§ 2—8 立位单面焊双面成形	(74)
§ 2—9 横位单面焊双面成形	(80)
§ 2—10 板对接仰焊	(88)
§ 2—11 垂直固定管单面焊双面成形	(94)
§ 2—12 垂直固定俯位管板焊接	(100)
§ 2—13 水平固定管板焊接	(103)
§ 2—14 工字梁装配—焊接	(108)
§ 2—15 储气罐的焊接与检验	(116)
课题三 常用焊接与切割方法	(129)
§ 3—1 认识碳弧气刨及其设备	(129)
§ 3—2 碳弧气刨操作	(132)
§ 3—3 认识埋弧焊及其设备	(137)
§ 3—4 埋弧焊操作	(146)
§ 3—5 认识二氧化碳气体保护焊及其设备	(156)
§ 3—6 板对接二氧化碳气体保护焊	(164)
§ 3—7 认识氩弧焊及其焊接设备	(181)
§ 3—8 手工钨极氩弧焊操作	(186)
§ 3—9 认识等离子弧焊及其设备	(195)

§ 3—10	等离子弧焊接	(201)
§ 3—11	认识等离子弧切割及其设备	(206)
§ 3—12	等离子弧切割操作	(209)
§ 3—13	认识电阻焊及其设备	(214)
§ 3—14	电阻焊操作	(218)
§ 3—15	认识气焊及其设备	(227)
§ 3—16	薄板气焊	(235)
§ 3—17	认识气割及其设备	(242)
§ 3—18	中厚板气割	(245)
课题四 常用金属材料焊接		(253)
§ 4—1	中碳钢焊接	(253)
§ 4—2	低合金高强度结构钢的焊接	(261)
§ 4—3	珠光体耐热钢的焊接	(269)
§ 4—4	奥氏体不锈钢的焊接	(275)
§ 4—5	铸铁焊补	(282)
§ 4—6	综合技能训练	(290)

课题一 认识焊接和焊接装配图样

§ 1—1 认识焊接和焊接方法

◎ 工作任务——认识焊接和焊接方法

1. 了解焊接的定义、焊接方法的分类和特点。
2. 了解焊接的应用和发展。

一、认识焊接和焊接方法

在金属结构和机器制造中，经常需要将两个或两个以上的零件按一定形式和位置连接起来，焊接技术就是实现材料永久性连接的一种方法。图 1—1 所示为生产中常见的各种焊接方法。

从这些焊接方法中可知：焊接实际就是通过加热、加压或两者并用，用或不用填充材料，使焊件达到原子结合的一种加工工艺方法。

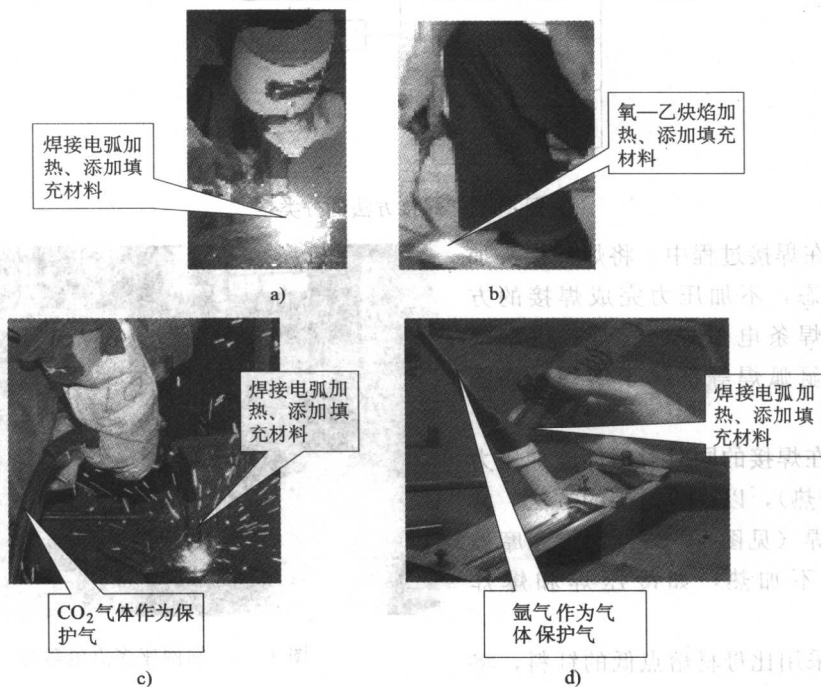


图 1—1 常见焊接方法（熔焊）

a) 焊条电弧焊 b) 气焊 c) CO₂ 气体保护焊 d) 氩弧焊

按照焊接过程中金属所处的状态不同，可以把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三类（见图 1—2）。

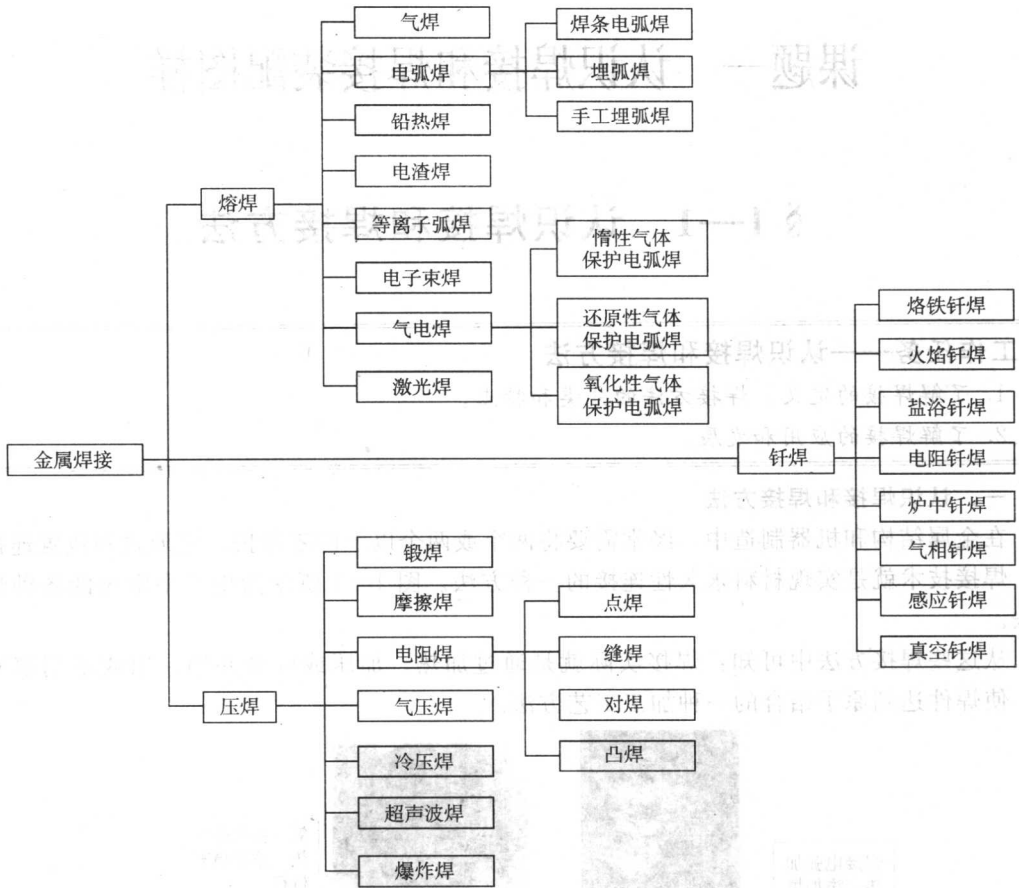


图 1—2 焊接方法的分类

熔焊是在焊接过程中，将焊件接头加热至熔化状态，不加压力完成焊接的方法。常见的焊条电弧焊、气焊、CO₂ 气体保护焊、氩弧焊等都属于熔焊，如图 1—1 所示。

压焊是在焊接的同时对焊件施加压力（加热或不加热），以完成焊接的方法。常见的有电阻焊（见图 1—3）、锻焊和摩擦焊；也可以不加热，如冷压焊和爆炸焊等。

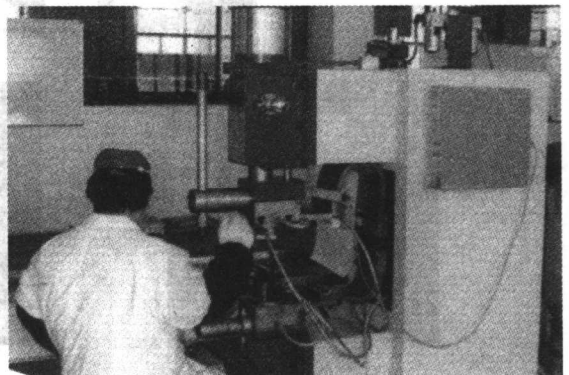


图 1—3 筛网座多点电阻焊

钎焊是采用比母材熔点低的钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料且低于母材熔点的温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。常见的有烙铁钎焊、火焰钎焊（见图 1—4）等。

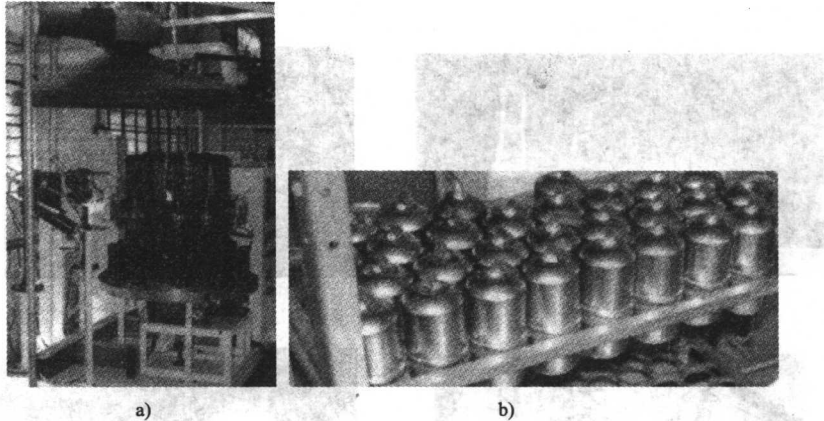


图 1—4 储液器罐体与铜管自动火焰钎焊
a) 自动火焰钎焊储液器设备 b) 采用火焰钎焊的储液器

二、焊接技术的发展

目前，焊接技术几乎取代了铆接，不少过去一直用整铸、整锻方法生产的大型毛坯也改成了焊接结构，大大简化了生产工艺，降低了成本。世界各国年平均生产的焊接结构用钢已占钢产量的 45% 左右。焊接之所以能迅速的发展，是因为它本身具有以下特点。

1. 焊接结构生产容易实现高效益、低成本

(1) 焊接结构设计有很大的灵活性，可以充分运用现代的经济设计原理，促进新型结构的广泛使用。

(2) 节省材料，降低成本，在经济性方面有明显的优越性。

(3) 制造安装速度快，能适应迅速变化的市场需要。

2. 焊接结构安全可靠得到信赖

(1) 焊接连接技术与焊接科学的形成，是多学科交融和相互渗透的结果。新材料的发展带来连接技术的新概念，促进新型焊接设备的发展，推动高新技术的应用，又促进了新材料的发展。

(2) 焊接冶金理论日益完善，在改进工程材料和完善配套的焊接材料方面，取得了显著的进展，可以保证焊接质量能完全满足产品的设计要求。

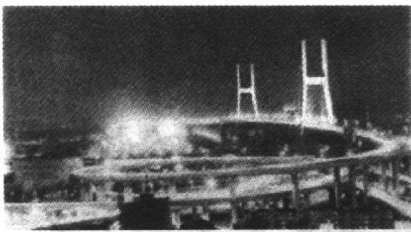
(3) 焊接结构理论的发展，使得设计更具有合理性，焊接结构能更好地满足设计要求，更适于承受疲劳载荷以及冲击和剧烈振动等工作条件。

(4) 对结构的设计、制造、安装和检验均已制定了可靠的质量控制标准，国际标准化组织 (ISO) 中专门主管焊接的委员会 ISO/TC44 以及国际焊接学会 (IIW) 制定了相应的焊接标准。这些标准使得对焊接质量的控制有了统一的认识，方便了用户的验收工作，从而更促进了焊接结构的广泛应用。

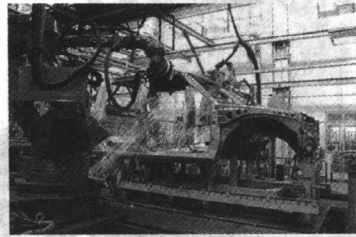
焊接技术的应用几乎涉及国民经济的各个领域 (见图 1—5)，各种梁、柱、压力容器以及汽车、人造卫星、航天飞机和空间站的主要部件的制造，广泛采用焊接技术。

观察与记录

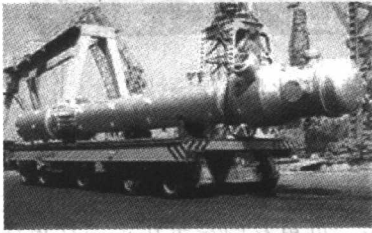
想一想，通过对焊接结构生产车间的参观你对焊接技术有了哪些认识？并按参观记录表 1—1 的要求对参观内容加以归纳。



a)



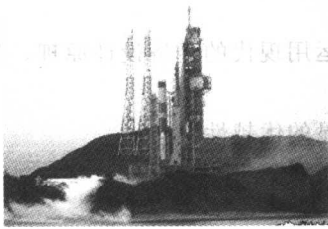
b)



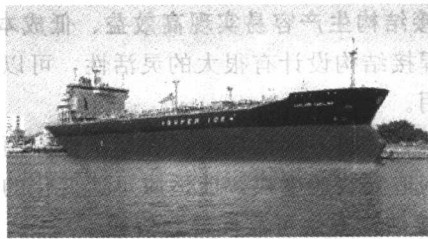
c)



d)



e)



f)

图 1—5 焊接在各个领域的应用

- a) 用于桥梁焊接 b) 用于汽车焊接 c) 用于压力容器焊接
d) 用于球罐焊接 e) 用于航天工业 f) 用于造船工业

表 1—1

参观记录表

参观车间	焊接结构名称	用熔焊方法完成	用压焊方法完成	用钎焊方法完成
参观时间				
观后感想				

§ 1—2 识读焊接装配图样

◎ 工作任务——识读焊接装配图

1. 理解焊接接头的类型和特点。
2. 了解焊接装配图的特点。
3. 掌握焊接装配图中焊缝的标注方法。

进行焊接操作前，要了解并分析焊接工件的加工要求，首先应会识读焊接装配图。如图 1—6 所示为储液筒体焊接装配图样，从图上我们可以发现焊接装配图与机械制图基本上是一样的，均符合机械制图标准的有关规定，但仍存在着一定的差异。即焊接装配图还需表达出哪些部件要采用哪种焊接方法连接起来。也就是说需要焊接的部位，应标注（或说明）焊缝符号，如图 1—6 中的 $\frac{6}{6}$ 、 $\frac{6}{6} < N$ 和焊接代号等。

在认识焊接装配图之前，我们先来分析图 1—6 所示储液筒体的焊接接头形式。

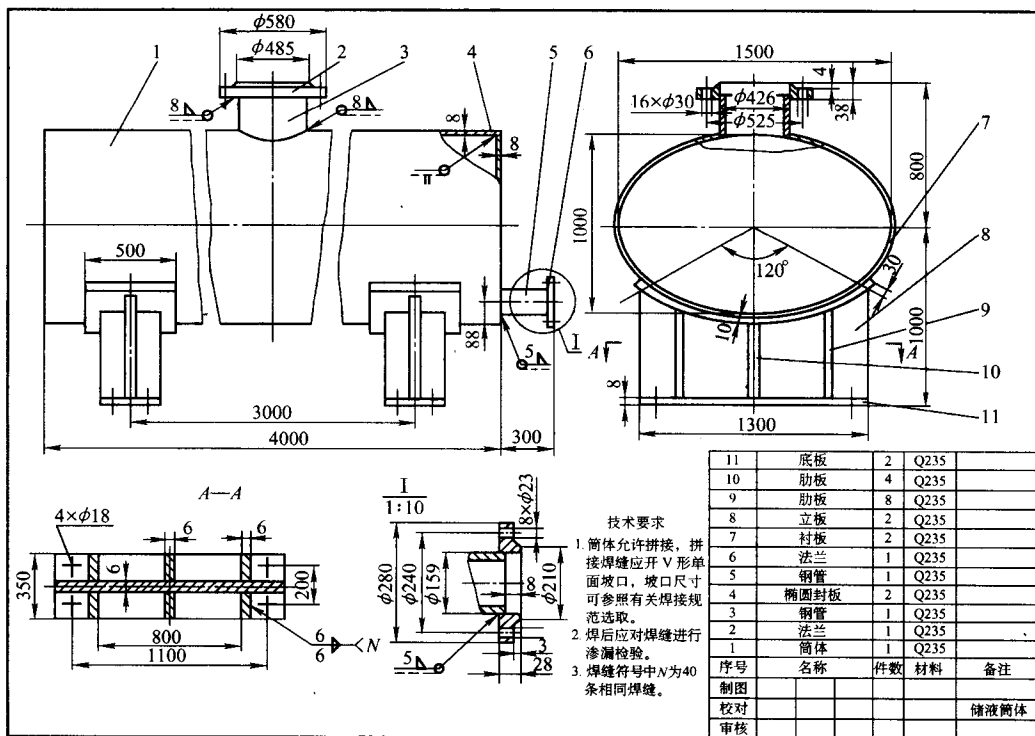


图 1—6 储液筒体

一、焊接接头及坡口形式

在机械制造业生产的金属结构件，如梁、柱、桁架和容器（见图 1—7）等焊接结构均是由若干个焊接接头组成。焊接接头的形式主要有对接接头、角接接头、搭接接头、T 形接头，如图 1—8 所示。

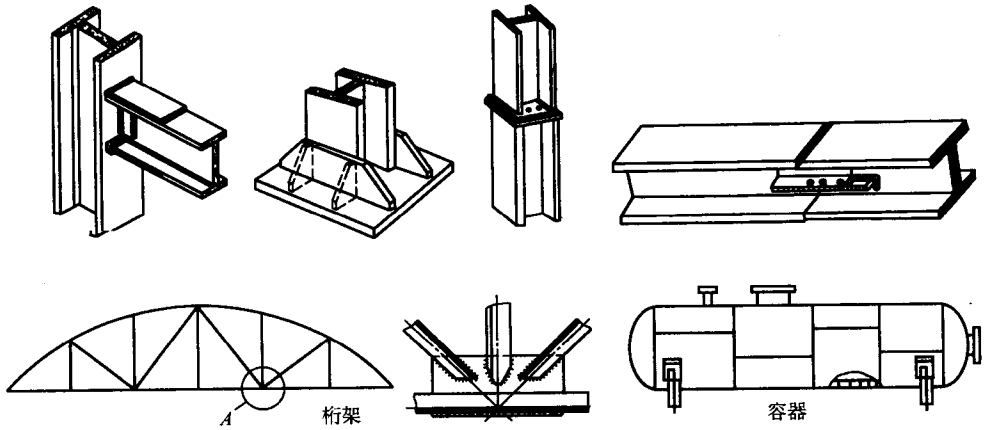


图 1—7 梁、柱、桁架和容器

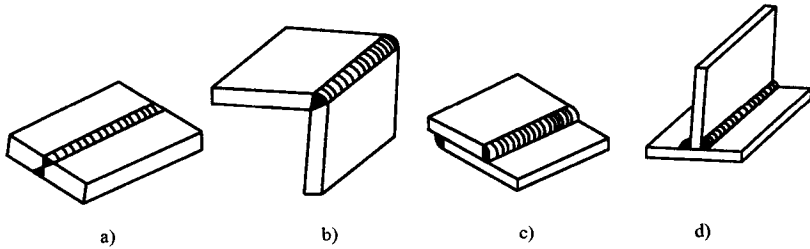


图 1—8 焊接接头的形式

a) 对接接头 b) 角接头 c) 搭接接头 d) T形接头

焊接不同板厚或壁厚的接头时，为了保证焊接质量，减少焊接变形和焊接材料消耗，往往需要把焊件的焊缝边缘加工成各种形式的坡口，再进行焊接。常见的坡口形式主要有 I 形、V (Y) 形、X (双 Y) 形和 U 形，坡口尺寸如图 1—9 所示。焊接接头坡口的分类及特点见表 1—2。焊接接头的类型、特点及应用见表 1—3。

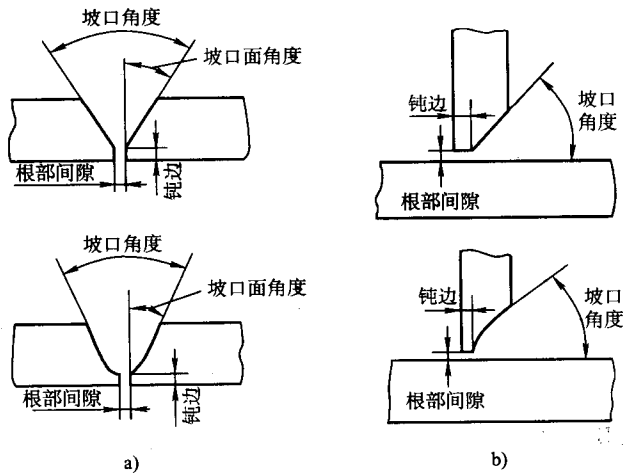
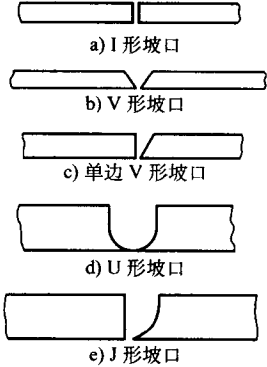
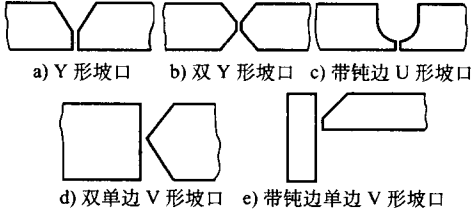
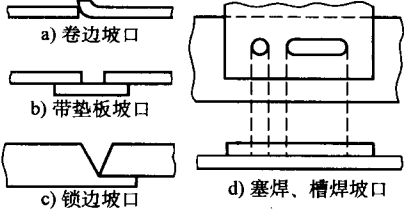


图 1—9 坡口的几何尺寸

a) 对接焊缝 b) 角接焊缝

图 1—6 所示储液筒的筒体 1 和钢管 3、钢管 3 和法兰 2、椭圆封板 4 和钢管 5、钢管 5 和法兰 6 之间都是通过焊接连接的。他们的接头形式是：用钢板卷制的筒体其接口为对接接头；法兰与钢管的连接、底板与肋板的连接为 T 形接头；筒体与椭圆封板的连接为角接头；衬板与筒体的连接为搭接接头。

表 1—2 焊接接头坡口的分类及特点

坡口类型	坡口特点	图 示
基本型	形状简单，加工容易，应用普遍。主要有 I 形坡口、V 形坡口、单边 V 形坡口、U 形坡口、J 形坡口 5 种	 <p>a) I 形坡口 b) V 形坡口 c) 单边 V 形坡口 d) U 形坡口 e) J 形坡口</p>
组合型	由两种或两种以上的基本型坡口组合而成，如 Y 形坡口、双 Y 形坡口、带钝边 U 形坡口、双单边 V 形坡口、带钝边单边 V 形坡口等	 <p>a) Y 形坡口 b) 双 Y 形坡口 c) 带钝边 U 形坡口 d) 双单边 V 形坡口 e) 带钝边单边 V 形坡口</p>
特殊型	既不属于基本型又不同于组合型的特殊坡口，如卷边坡口、带垫板坡口、锁边坡口、塞焊坡口、槽焊坡口等	 <p>a) 卷边坡口 b) 带垫板坡口 c) 锁边坡口 d) 塞焊、槽焊坡口</p>

二、焊接装配图中焊缝的标注方法

焊接装配图中焊缝的标注方法有两种，即图示法和标注法。在图样上一般应用标注法，这种方法简单清晰，能说明问题，不必把焊缝坡口的制备尺寸再画出来。如果标注法不如图示法简洁明了，才用图示法。

1. 图示法

按技术制图 GB/T 12212—1990《焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法》所规定的图示法表示。

图中表示焊缝的一系列细实线允许徒手绘制，也允许采用粗线表示焊缝，但在同一图样上绘制只允许采用同一种画法（见图 1—10）。

表 1-3

焊接接头的类型、特点及应用

接头类型	特点	应用	图 示
对接接头	<p>对接接头是两焊件表面构成大于等于 135°、小于等于 180° 夹角的接头。对接接头从受力的角度看是比较理想的接头形式，受力状况好，应力集中程度较小，材料消耗较少。但对焊件边缘加工及装配要求较高</p>	<p>对接接头是各种焊接结构中采用最多的一类接头形式。一般钢板厚度在 6 mm 以下，不开坡口（I形坡口）；钢板厚度若大于 6 mm，则必须开坡口。对接接头常用的坡口形式有 V形、Y形、双 Y形、U形坡口等</p>	<p>a) I形坡口</p> <p>b) Y形坡口</p> <p>c) 双Y形坡口</p> <p>d) 带钝边U形坡口</p>
T形接头	<p>T形接头是一个焊件的端面与另一个焊件表面构成直角或近似直角的接头。T形接头是一种典型的电弧焊接头，能承受各个方向的力和力矩</p>	<p>T形接头是各类箱形结构中最常见的结构形式。在一般情况下，T形接头可不开坡口，若焊缝要求承载荷时，应选用带钝边单边 V形、带钝边双单边 V形或带钝边双 J形等坡口形式，使接头焊透，以保证接头强度</p>	<p>a) I形坡口</p> <p>b) 带钝边单边V形坡口</p> <p>c) 带钝边双单边V形坡口</p> <p>d) 带钝边双J形坡口</p>