



典型焊接技术应用

DIANXING HANJIE
JISHU YINGYONG

主 编 李兴会



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

014005725

TG44-43
05

典型焊接技术应用

主 编 李兴会
副主编 陈广涛
主 审 丁 肖



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



北航

C1693247

TG44-43
05

内 容 提 要

本书是根据对常用焊接方法焊接操作技能的要求,针对焊接专业毕业生就业岗位和未来发展需要,基于校企合作、行业论证的《人才培养方案》,参考人力资源和社会保障部制定的《焊工国家职业标准》,由一线骨干教师与合作企业专家共同编写。

全书采用项目教学形式,共分五个项目,项目一介绍了焊接技术的历史、现状及发展趋势;项目二至项目五系统的论述了焊条电弧焊、CO₂ 气体保护焊、手工钨极氩弧焊的焊接工艺知识和低碳钢板材、管材的平、立、横、仰等各种位置的焊接操作技术;项目五介绍了气割、气焊的工艺知识和操作技术,每一个项目都设计了学生学习工作页,供学生学习和教师进行指导。

本书为高等院校焊接专业的专业课教材,也可作为企业职工的焊接技能培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

典型焊接技术应用/李兴会主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8292 - 5

I. ①典… II. ①李… III. ①焊接工艺 - 高等学校 - 教材

IV. ①TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 201339 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京高岭印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 17

字 数 / 319 千字

版 次 / 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 陆世立

文案编辑 / 陆世立

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本教材为焊接加工专业规划教材,是根据高等教育对常用焊接方法焊接操作技能的要求,针对焊接专业毕业生就业岗位和未来发展需要,基于校企合作、行业论证的《人才培养方案》,参考中华人民共和国人力资源和社会保障部制定的《焊工国家职业标准》,由一线骨干教师与合作企业专家共同编写。

本教材体现高等教育的特色,通过分析焊接加工的典型工作岗位、典型工作岗位所需要的能力、知识、素质要求,确定了焊接结构制造过程中常用的焊接和热切割方法的技能操作为主要内容,采用一体化教学模式,以完成项目任务的步骤为编写思路,以项目教学和任务驱动教学方式,对焊条电弧焊、CO₂ 气体保护焊、钨极氩弧焊、埋弧焊、气焊和气割的操作技能按照焊接结构生产过程和认知规律,由浅入深地编排教学内容,同时融入了焊接安全生产知识,将理论知识学习、技能实训、工艺编制与实施、产品实作、生产组织管理、团队协作精神的培养等有机结合起来,培养学生的职业能力、专业能力和社会能力,为缩短毕业生就业适应期、拓展毕业生长远职业生涯打下坚实的基础。

本教材由李兴会任负责整体设计、资源整合与组织协调,项目一、项目二和项目三由李兴会编写,项目四由陈广涛编写,项目五由营良、杨波、薛勇编写,项目六由王芝玲、林颖编写,全书由李兴会统稿,由丁肖主审。

在编写过程中,本教材参阅了有关同类教材、书籍和网络资料,并得到了学校、系部领导的大力支持,在此一并致以深深的谢意!

由于编者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 认识焊接技术	1
【学习任务】	1
【知识准备】	1
项目二 焊条电弧焊实训	7
任务1 认识焊条电弧焊	7
【学习任务】	7
【知识准备】	7
【计划】	37
【实施】	37
【学生学习工作页】	37
【总结与评价】	39
任务2 引弧实训	39
【学习任务】	39
【知识准备】	40
【计划】	51
【实施】	51
【学生学习工作页】	53
【总结与评价】	55
任务3 平敷焊实训	55
【学习任务】	55
【知识准备】	56
【计划】	70
【实施】	70
【学生学习工作页】	77
【总结与评价】	78
任务4 低碳钢板 I 形坡口对接平焊实训	79
【学习任务】	79
【知识准备】	80
【计划】	89

【实施】	89
【学生学习工作页】	91
【总结与评价】	93
任务5 低碳钢板 V 形坡口对接平焊实训	93
【学习任务】	93
【知识准备】	94
【计划】	95
【实施】	95
【学生学习工作页】	101
【总结与评价】	102
任务6 低碳钢板 V 形坡口对接立焊实训	103
【学习任务】	103
【知识准备】	104
【计划】	104
【实施】	104
【学生学习工作页】	108
【总结与评价】	109
任务7 低碳钢板 V 形坡口对接横焊实训	109
【学习任务】	109
【知识准备】	110
【计划】	110
【实施】	111
【学生学习工作页】	114
【总结与评价】	115
任务8 低碳钢板 V 形坡口对接仰焊实训	115
【学习任务】	115
【知识准备】	116
【计划】	116
【实施】	116
【学生学习工作页】	120
【总结与评价】	120
任务9 T 形接头平角焊实训	121
【学习任务】	121
【知识准备】	122
【计划】	122
【实施】	122

【学生学习工作页】	126
【总结与评价】	127
任务 10 T 形接头立角焊实训	127
【学习任务】	127
【知识准备】	128
【计划】	128
【实施】	128
【学生学习工作页】	131
【总结与评价】	131
任务 11 管对接垂直固定焊实训	132
【学习任务】	132
【知识准备】	133
【计划】	133
【实施】	133
【学生学习工作页】	137
【总结与评价】	137
任务 12 管对接水平固定焊实训	138
【学习任务】	138
【知识准备】	138
【计划】	139
【实施】	139
【学生学习工作页】	142
【总结与评价】	143
任务 13 插入式管板垂直固定焊实训	144
【学习任务】	144
【知识准备】	145
【计划】	145
【实施】	145
【学生学习工作页】	148
【总结与评价】	149
任务 14 插入式管板水平固定焊实训	149
【学习任务】	149
【知识准备】	150
【计划】	150
【实施】	150
【学生学习工作页】	155

【总结与评价】	156
项目三 半自动 CO ₂ 气体保护电弧焊实训	157
任务 1 认识半自动 CO ₂ 气体保护电弧焊	157
【学习任务】	157
【知识准备】	157
【计划】	169
【实施】	169
【学生学习工作页】	170
【总结与评价】	172
任务 2 低碳钢板 V 形坡口对接平焊实训	172
【学习任务】	172
【知识准备】	173
【计划】	173
【实施】	173
【学生学习工作页】	177
【总结与评价】	178
任务 3 低碳钢板 V 形坡口对接立焊实训	178
【学习任务】	178
【知识准备】	179
【计划】	179
【实施】	180
【学生学习工作页】	183
【总结与评价】	183
任务 4 低碳钢板 V 形坡口对接横焊实训	184
【学习任务】	184
【知识准备】	185
【计划】	185
【实施】	185
【学生学习工作页】	187
【总结与评价】	187
任务 5 低碳钢板 V 形坡口对接仰焊实训	188
【学习任务】	188
【知识准备】	188
【计划】	189
【实施】	189

【学生学习工作页】	191
【总结与评价】	191
任务6 低碳钢板 T 形接头平角焊实训	192
【学习任务】	192
【知识准备】	193
【计划】	193
【实施】	193
【学生学习工作页】	194
【总结与评价】	195
项目四 手工钨极氩弧焊实训	196
任务1 认识手工钨极氩弧焊	196
【学习任务】	196
【知识准备】	196
【计划】	207
【实施】	208
【学生学习工作页】	208
【总结与评价】	210
任务2 V 形坡口对接平焊实训	210
【学习任务】	210
【知识准备】	211
【学生学习工作页】	215
【总结与评价】	215
任务3 V 形坡口对接立焊实训	216
【学习任务】	216
【知识准备】	217
【计划】	217
【实施】	217
【学生学习工作页】	220
【总结与评价】	220
任务4 V 形坡口对接横焊实训	221
【学习任务】	221
【知识准备】	222
【计划】	222
【实施】	222
【学生学习工作页】	224

【总结与评价】	225
任务5 管对接水平固定焊实训	225
【学习任务】	225
【知识准备】	226
【计划】	226
【实施】	226
【学生学习工作页】	229
【总结与评价】	230
项目五 气焊、气割实训	231
任务1 认识气体火焰	231
【学习任务】	231
【知识准备】	231
【计划】	242
【实施】	242
【学生学习工作页】	244
【总结与评价】	245
任务2 薄板对接平焊实训	246
【学习任务】	246
【知识准备】	246
【计划】	248
【实施】	248
【学生学习工作页】	251
【总结与评价】	253
任务3 厚板气割实训	253
【学习任务】	253
【知识准备】	254
【计划】	257
【实施】	258
【学生学习工作页】	261
【总结与评价】	262

项目一 认识焊接技术

【学习任务】

学习情境工作任务书

工作任务	认识焊接技术		
任务要求	1. 掌握焊接的概念，了解焊接技术的历史、现状及发展趋势； 2. 了解焊接技术特点及在金属结构制造中的重要性； 3. 认识常用焊接方法的种类、特点及应用		
教学目标	能力目标	知识目标	素质目标
	1. 认识典型的焊接结构； 2. 了解焊接结构的制造过程； 3. 能利用网络查找各种焊接资源	1. 掌握焊接的概念，了解焊接技术的历史、现状及发展趋势； 2. 了解焊接技术特点及在金属结构制造中的重要性； 3. 认识常用焊接方法的种类、特点及应用	1. 增强学生对焊接专业的了解，培养学生对焊接专业的兴趣； 2. 培养学生树立远大的职业目标； 3. 培养学生劳动保护意识

【知识准备】

一、焊接的概念、特点

1. 焊接的概念

在金属结构和机器的制造中，经常需要用一定的连接方式将两个或两个以上的零件按一定形式和位置连接起来，如图 1-1 所示。金属连接方式可分为两大类：一类是可拆卸连接，即不必毁坏零件（连接件、被连接件）就可以拆卸，如螺栓连接、键和销连接等。另一类是永久性连接，也称不可拆卸连接，其拆卸只有在毁坏零件后才能实现，如铆接、焊接和黏结等。焊接是一种常用的形成永久性连接的工艺方法。在 GB/T 3375—1994《焊接术语》中，对焊接所下的定义是：“焊接是通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使工件达到原子结合的一种方法。”由此可见，焊接最本质的特点就是通过焊接使焊件达

到结合,从而将原来独立的物体形成永久性连接的整体。要使两部分金属材料达到永久连接的目的,就必须使分离的金属相互非常接近,使之产生足够大的结合力,才能形成牢固的接头。这对液体来说是很容易的,而对固体来说则比较困难,需要外部给予很大的能量如电能、化学能、机械能、光能、超声波能等,这就是金属焊接时必须采用加热、加压或两者并用的原因。

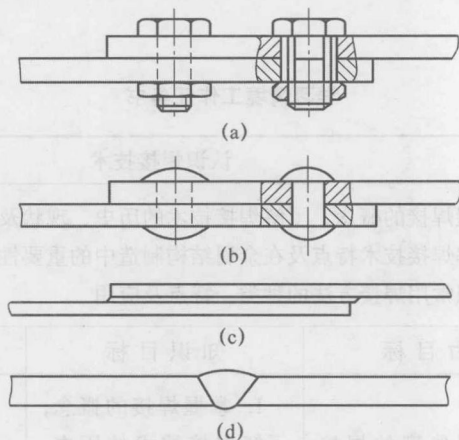


图 1-1 几种常用的连接形式

a) 螺栓连接; (b) 铆接; (c) 黏接; (d) 焊接

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。

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。目前熔焊应用最广,常见的气焊、电弧焊、电渣焊、气体保护电弧焊等属于熔焊,其中,电弧焊仍是当今焊接的主要方法。

压焊是在焊接过程中,必须对焊件施加压力(加热或不加热),以完成焊接的方法。如电阻焊、摩擦焊、气压焊、冷压焊、爆炸焊等属于压焊。

钎焊是采用比母材熔点低的钎料作填充材料,焊接时将焊件和钎料加热到高于钎料熔点,低于母材熔点的温度,利用液态钎料母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊等。

2. 焊接的特点

在现代工业中,金属是不可缺少的重要材料。在工业产品的制造过程中,需要把金属材料按设计要求连接起来制成各种金属结构。焊接结构就是将各种轧制的金属材料及铸、锻等坯料采用焊接方法制成能完成一定功能的金属结构,如图 1-2 所示。随着国民经济的发展,钢铁作为主要金属焊接结构的应用也越来越广泛,目前各国焊接结构的用钢量均已占钢材消费量的 40%~60%。焊接结构几乎渗透到国民经济的各个领域,如桥梁建筑、重型机械、压力容器、舰船、化

工和石油设备、核工业设备、航天飞行器和海洋工程设备等。在许多工业部门的金属结构制造中,焊接几乎取代了铆接,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。焊接与其他结构制造工艺相比具有以下优点:

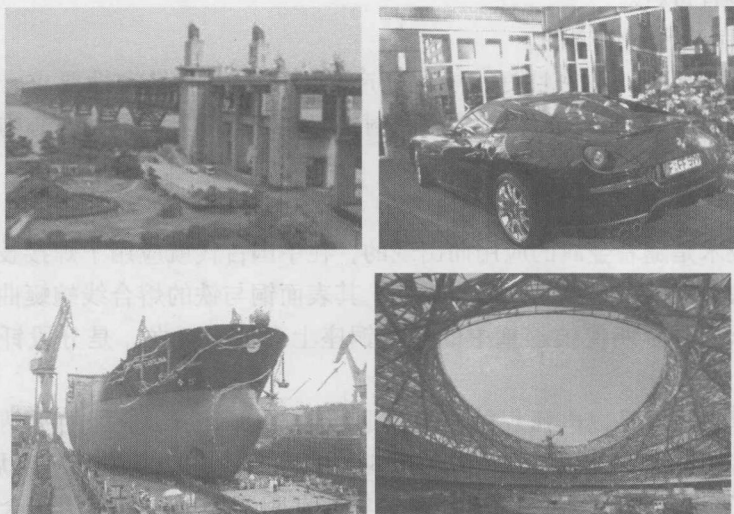


图 1-2 焊接结构举例

1) 节省材料与工时 焊接结构经济性好

焊接结构的零件或部件可以直接通过焊接方法进行连接,不需要附加任何连接件。与铆接结构相比,可以节省 10% ~ 20% 的金属材料,从而减轻了结构的重量。同时焊接工艺过程比较简单,生产率高,焊接既不需像铸造那样要进行制作木型、造砂型、熔炼、浇铸等一系列工序,也不像铆接那样要开孔、制造铆钉并加热等,因而缩短了生产周期。

2) 焊接质量好

由于焊接是一种原子间的连接,刚度大、整体性好,在外力作用下不会像其他机械连接因间隙变化而产生过大的变形,因此焊接接头不仅强度、刚度高,而且其他性能(物理性能、耐热性能、耐腐蚀性能及密封性)一般可达到与母材相等或相近,能够随母材承受各种载荷的作用,焊接质量好。

3) 适应性强

焊接结构制造的适用性强,可以根据需要灵活设计。外形尺寸范围特别大,不仅可以制造微型机器零件,而且可以制造大型钢结构,特别适用于几何尺寸大而形状复杂的产品,如船体、桁架、球形容器等。对大型或超大型的复杂工程,可以将结构分解,对分解后零件或部件分别进行焊接加工,再通过总体装配焊接连接成一个整体结构。此外,还可以采用焊接和铸造组成的复合工艺,用小型铸、锻设备生产大的零部件,以减轻铸锻工作量并降低成本。

4) 可实现不同材料间的连接

焊接不仅可以连接各种金属材料,而且可以实现非金属及异种材料的连接,如玻璃、陶瓷、塑料、铜-铝、高速钢-碳钢,碳钢-合金钢等,因此,可以优化设计,节省材料。

5) 可制造密封性构件

由于焊接接头的致密性好,能保证产品的气密性和水密性要求,可制造锅炉、压力容器、储油罐、船体等要求密封性好、工作时不渗漏的空心构件。

二、焊接技术的发展概况

焊接技术是随着金属的应用而出现的,在中国古代就应用了焊接技术,如商朝制造的铁刃铜钺就是铁与铜的铸焊件,其表面铜与铁的熔合线蜿蜒曲折,接合良好。春秋战国时期曾侯乙墓中的建鼓铜座上有许多盘龙,是分段钎焊连接而成的。

近代焊接技术是以电弧焊的出现为起点的。1885年,俄国的别纳尔道斯发明了碳弧焊,标志着电弧作为焊接热源应用的开始。1892年发现了金属极电弧,随之出现了金属极电弧焊;1907年,瑞典人发明了焊条,将其用作金属极电弧焊中的电极,于是出现了焊条电弧焊。由于焊条电弧焊的电弧比较稳定,焊接熔池受到熔渣保护,焊接质量得到提高,使得焊条电弧焊进入实用阶段,特别是20世纪40年代初期出现了优质电焊条后,焊接技术得到了一次飞跃。

美国的诺布尔利用电弧电压控制焊条送给速度,制成自动电弧焊机,成为焊接机械化、自动化的开端。1930年,美国的罗宾诺夫发明使用焊丝和焊剂的埋弧焊,焊接机械化得到进一步发展。20世纪30年代,为满足铝、镁合金及合金钢焊接的需要,钨极和熔化极惰性气体保护焊相继问世。

1951年,苏联的巴顿电焊研究所发明电渣焊,它是大厚度焊件的高效焊接方法。1953年,苏联的柳巴夫斯基等人发明 CO_2 气体保护焊,促进了气体保护电弧焊的应用和发展,此后相继出现了混合气体保护焊、药芯焊丝气渣联合保护焊和自保护电弧焊等。同年,美国的哈特发明了冷压焊。1956年,苏联的丘季科夫发明了摩擦焊技术,也称为惯性焊。同年,美国的琼斯发明了超声波焊。1957年,苏联的卡扎克夫发明了扩散焊。

20世纪40年代,德国出现电子束焊,并在50年代得到应用和进一步发展;1957年,美国的盖奇发明等离子弧焊。等离子、电子束和激光焊方法的成形标志着高能量密度熔焊的新发展,大大改善了材料的焊接性。

20世纪80年代以后,人们开始对更新的焊接热源进行探索,如太阳能、微波等。历史上每一种焊接热源的出现,都伴随着新的焊接方法的问世。焊接技术发展到今天,已有近百种焊接工艺方法应用于生产中。焊接方法的发展简史见表1-1。

表 1-1 焊接方法的发展简史

焊接方法	发明年代	发明国家	焊接方法	发明年代	发明国家
碳弧焊	1885	苏联	冷压焊	1948	英国
电阻焊	1886	美国	高频电阻焊	1951	美国
金属极电弧焊	1892	苏联	电渣焊	1951	苏联
热剂焊	1895	德国	CO ₂ 气体保护电弧焊	1953	美国
氧乙炔焊	1901	法国	超声波焊	1956	美国
金属喷镀	1909	瑞士	电子束焊	1956	法国
原子氢焊	1927	美国	摩擦焊	1957	苏联
高频感应焊	1928	美国	等离子弧焊	1957	美国
惰性气体保护电弧焊	1930	美国	爆炸焊	1963	美国
埋弧焊	1935	美国	激光焊	1965	美国

随着工业和科学技术的发展,焊接技术也在不断进步,焊接已从单一的加工工艺发展成为综合性的先进工艺技术。焊接技术的新发展主要体现在以下几个方面:

1) 提高焊接生产率,进行高效化焊接

焊条电弧焊中的铁粉焊条、重力焊条和躺焊条工艺;埋弧焊中的多丝焊、热丝焊、窄间隙焊接;气体保护电弧焊中的气电立焊、热丝 MAG 焊、TIME 焊等,是常用的高效化焊接方法。

2) 提高焊接过程自动化、智能化水平

国外焊接过程机械化、自动化已达很高程度,而我国手工焊接所占比例却很大。按焊丝与焊接材料的比来计算机械化、自动化比例,1999 年日本为 80%,西欧为 74%,美国为 71%,2000 年我国为 23%。焊接机器人的应用是提高焊接过程自动化水平的有效途径,应用焊接专家系统、神经网络系统等都能提高焊接过程智能化水平。

3) 研究开发新的焊接热源

焊接工艺几乎运用了世界上一切可以利用的热源,如火焰、电弧、电阻、激光、电子束等。但新的更好的更有效的焊接热源研发一直在进行,例如采用两种热源的叠加,以获得更强的能量密度,如等离子束加激光、电弧中加激光等。

三、焊接专业的职业定位

社会需求量大、技能要求高、工作环境普遍较差是焊接专业突出的特点。首先,焊接技术是一个涉及行业众多的专业,社会需求量相当大。其次,焊工是一个技术要求非常高的工种,成为一名优秀的焊工是非常不容易的,要经过大量的

学习及高成本的培训。再次,焊工是一个工作条件相对艰苦的工种,对生产安全要求很高,尤其是弧光辐射、焊接烟尘对人体有一定的危害。

焊接专业的学生应积极了解社会发展趋势,及时改变就业观念,不怕吃苦,在生产一线踏踏实实的工作,不断提高自己的技能水平。随着我国焊接技术水平的提高,对焊接操作人员也提出了更高的要求,原来的学生只是掌握常用焊接方法的操作技能,缺乏理论知识。现在,要求焊接操作人员不仅能够进行技能操作,还需要有一定的理论基础知识,能够适应焊接技术的快速发展,操作高新焊接设备,快速适应、学习新的焊接技术。

讨论:

1. 你见过的焊接产品有哪些?
2. 谈谈你对焊接专业的认识?
3. 你的职业目标是什么?如何实现?
4. 你都了解哪些焊接企业?

项目二 焊条电弧焊实训

任务1 认识焊条电弧焊

【学习任务】

学习情境工作任务书

工作任务	认识焊条电弧焊		
任务要求	1. 了解焊条电弧焊的原理、特点及应用； 2. 正确穿戴防护用品，进行安全文明实训； 3. 向小组成员介绍焊条电弧焊所用的设备、工具的工作原理、技术参数及操作方法； 4. 向小组成员介绍给定焊条的组成、规格、类型、型号、牌号的含义； 5. 连接焊接设备及工具，形成焊接回路。		
教学目标	能力目标	知识目标	素质目标
	1. 能熟练使用焊接设备、工具； 2. 能够掌握常用焊条的型号、牌号的含义及用途； 3. 能正确使用焊接劳动保护用品，并能进行个人安全防护	1. 了解焊条电弧焊的概念、特点及应用； 2. 掌握焊条电弧焊焊接材料、设备及工具的选择和使用方法； 3. 掌握焊条电弧焊安全文明生产知识	1. 培养劳动保护意识； 2. 培养认真负责、踏实细致的工作态度； 3. 培养团队合作能力

【知识准备】

一、焊条电弧焊的原理及特点

利用电弧作为热源的熔焊方法称为电弧焊。焊条电弧焊是用手工操作焊条进行焊接的电弧焊方法，英文缩写为 SMAW。焊条电弧焊是最常用的熔焊方法之一，在国内外焊接生产中占据着重要位置。