



职业技能 短期培训教材

全国职业培训推荐教材 | 人力资源和社会保障部教材办公室评审通过 | 适合于职业技能短期培训使用

焊条电弧焊基本技能

HANTIAO DIANHUHAN JIBEN JINENG

● 推荐使用对象：农村进城务工人员 | 就业与再就业人员 | 在职人员



中国劳动社会保障出版社

全国职业培训推荐教材

人力资源和社会保障部教材办公室评审通过

适合于职业技能短期培训使用

焊条电弧焊基本技能

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊条电弧焊基本技能/李晓霞主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2009

职业技能短期培训教材

ISBN 978-7-5045-7659-0

I. 焊… II. 李… III. 焊条-电弧焊-职业教育-教材 IV. TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 113429 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

*

北京金明盛印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

850 毫米×1168 毫米 32 开本 5.625 印张 138 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定价: 10.00 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

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。职业技能短期培训，能够在短期内使受培训者掌握一门技能，达到上岗要求，顺利实现就业。

为了适应开展职业技能短期培训的需要，促进短期培训向规范化发展，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社组织编写了职业技能短期培训系列教材，涉及二产和三产百余种职业（工种）。在组织编写教材的过程中，以相应职业（工种）的国家职业标准和岗位要求为依据，并力求使教材具有以下特点：

短。教材适合 15~30 天的短期培训，在较短的时间内，让受培训者掌握一种技能，从而实现就业。

薄。教材厚度薄，字数一般在 10 万字左右。教材中只讲述必要的知识和技能，不详细介绍有关的理论，避免多而全，强调有用和实用，从而将最有效的技能传授给受培训者。

易。内容通俗，图文并茂，容易学习和掌握。教材以技能操作和技能培养为主线，用图文相结合的方式，通过实例，一步步地介绍各项操作技能，便于学习、理解和对照操作。

这套教材适合于各级各类职业学校、职业培训机构在开展职业技能短期培训时使用。欢迎职业学校、培训机构和读者对教材中存在的不足之处提出宝贵意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

简介

本书从认识焊接和焊接方法入手，介绍了安全和劳动保护、焊条选用、焊接电源、焊条电弧焊工艺参数等焊接基础知识；在焊接实践练习部分，对各种焊缝进行了成形分析，对各种焊接的操作步骤进行了详细讲述，并对操作要领进行了提炼；在焊接质量控制部分，主要讲述了焊接应力与变形及其控制措施、焊接缺陷及其防止措施，以及焊接检验。

本书在编写过程中充分考虑培训对象的实际情况，用通俗的语言和直观的图形，帮助学员更快、更好地掌握焊接操作技能。

本书由李晓霞主编，胡丽华、张金艳参编。

目录

第一单元	焊接基础知识	(1)
模块一	认识焊接和焊接方法.....	(1)
模块二	焊接安全与劳动保护.....	(11)
模块三	焊条的选用.....	(18)
模块四	焊接电弧及焊接电源.....	(26)
模块五	焊接接头与焊缝符号.....	(36)
模块六	焊条电弧焊工艺参数.....	(56)
模块七	常用金属材料的焊接.....	(61)
第二单元	焊接实践练习	(74)
模块一	焊接设备与工具.....	(74)
模块二	引弧与平敷焊.....	(81)
模块三	钢板 T 形接头 (十字接头) 平角焊	(85)
模块四	钢板 T 形接头 (十字接头) 立角焊	(88)
模块五	钢板 V 形坡口对接平位单面焊双面成形	(91)
模块六	钢板 V 形坡口对接立位单面焊双面成形	(96)
模块七	钢板 V 形坡口对接横位单面焊双面成形	(101)
模块八	钢管 V 形坡口对接垂直固定单面焊 双面成形.....	(106)
模块九	钢管 V 形坡口对接水平固定单面焊 双面成形.....	(109)
模块十	管板垂直俯位焊.....	(114)

模块十一	管板水平固定单面焊双面成形·····	(118)
模块十二	箱形梁的组对与焊接·····	(122)
第三单元	焊接质量控制·····	(126)
模块一	焊接应力与变形·····	(126)
模块二	焊接缺陷·····	(144)
模块三	焊接检验·····	(154)
附录	焊接一般术语·····	(162)
参考文献 ·····		(173)

第一单元 焊接基础知识

模块一 认识焊接和焊接方法

一、认识焊接

焊接是指通过适当的物理化学过程（加热或加压），使两个工件产生原子（或分子）之间结合力而连成一体的加工方法。

焊接是一种不可拆卸的连接方法，是金属热加工方法之一。焊接与铸造、锻压、热处理、金属切削等加工方法一样，是机械制造、石油化工、矿山、冶金、航空、航天、造船、电子等工业部门中的一种基本生产手段。

二、焊接方法的特点

1. 焊接方法的优点

（1）成形方便。焊接方法灵活多样，工艺简便，能在短时间内生产出复杂的焊接结构。

（2）适应性强。采取相应的焊接方法，既能生产微型、大型和复杂的金属构件，也能生产气密性好的高温、高压设备和化工设备。

（3）生产成本低。焊接加工快、工时少、生产周期短、生产效率高；可以制成双金属结构，以节省大量贵重金属。

（4）连接性能好。焊缝具有良好的力学性能，能耐高温高压、耐低温，具有良好的密封性、导电性、耐腐蚀性和耐磨性等。

（5）质量轻。从零件连接方式（见图 1—1）可以看出：焊接件比铆接件、螺栓连接件都轻。

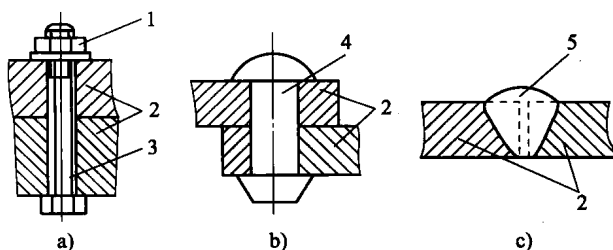


图 1—1 零件连接方式

a) 螺栓连接 b) 铆钉连接 c) 焊接

1—螺母 2—零件 3—螺栓 4—铆钉 5—焊缝

(6) 便于实现机械化和自动化。

2. 焊接方法的缺点

(1) 焊接结构不可拆卸，修理和更换不方便。

(2) 易产生焊接应力和焊接变形，影响工件的形状、尺寸和承载能力。

(3) 易产生焊接缺陷，如裂纹、未焊透、夹渣、气孔等，易引起应力集中，降低承载能力，缩短使用寿命。

(4) 焊接接头的组织和性能较差。

三、焊接方法的分类

焊接过程的本质，就是采用加热、加压或两者并用的办法，使两个分离表面的金属原子之间接近至晶格距离并形成结合力。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。

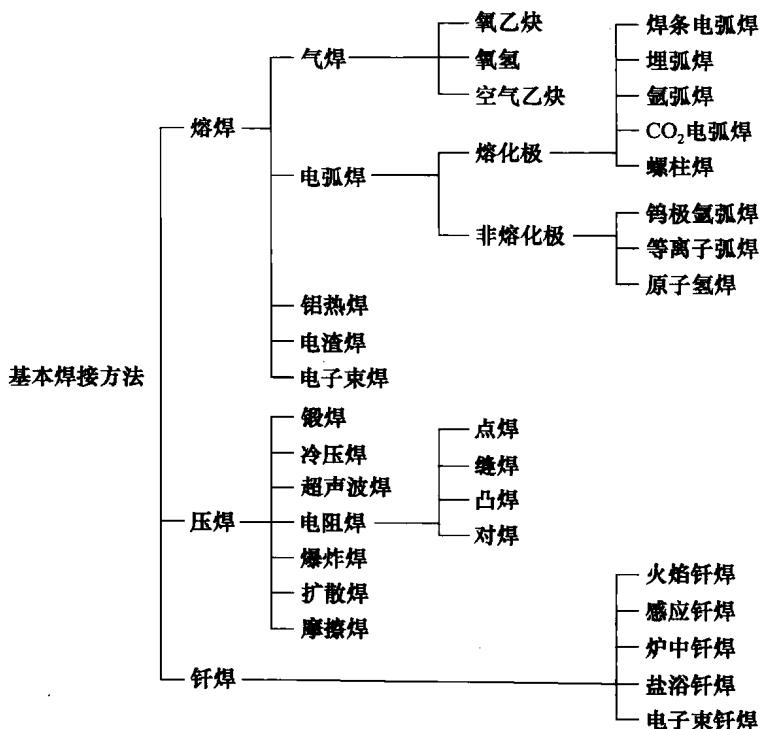
四、常用焊接方法

1. 电弧焊

电弧焊是目前应用最广泛的焊接方法。它包括手弧焊、埋弧焊、钨极气体保护电弧焊、等离子弧焊、熔化极气体保护电弧焊等。

绝大部分电弧焊是以电极与工件之间燃烧的电弧作热源。在

形成接头时，可以采用也可以不采用填充金属。所用的电极是在焊接过程中熔化的焊丝时，叫做熔化极电弧焊，诸如手弧焊、埋弧焊、气体保护电弧焊、管状焊丝电弧焊等；所用的电极是在焊接过程中不熔化的碳棒或钨棒时，叫做非熔化极电弧焊，诸如钨极氩弧焊、等离子弧焊等。



(1) 焊条电弧焊。焊条电弧焊是以外部涂有涂料的焊条作电极和填充金属，电弧是在焊条的端部和被焊工件表面之间燃烧，如图 1—2 所示。涂料在电弧热作用下一方面可以产生气体以保护电弧，另一方面可以产生熔渣覆盖在熔池表面，防止熔化金属与周围气体相互作用。熔渣更重要的作用是与熔化金属产生物理

化学反应或添加合金元素，改善焊缝金属性能。

焊条电弧焊设备简单、轻便，操作灵活。可以应用于维修及装配中的短缝的焊接，特别是可以用于难以达到的部位的焊接。手弧焊配用相应的焊条可适用于大多数工业用碳钢、不锈钢、铸铁、铜、铝、镍及其合金。

(2) 埋弧焊。埋弧焊是以连续送进的焊丝作为电极和填充金属。焊接时，在焊接区的上面覆盖一层颗粒状焊剂，电弧在焊剂层下燃烧，将焊丝端部和局部母材熔化，形成焊缝，如图 1—3 所示。



图 1—2 焊条电弧焊

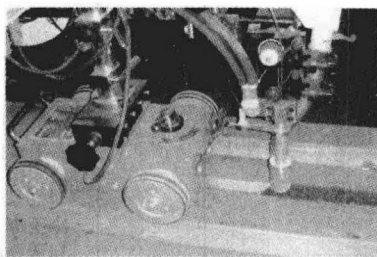


图 1—3 埋弧焊

在电弧热的作用下，焊丝末端周围的焊剂熔化并与液态金属发生冶金反应。熔渣浮在金属熔池的表面，一方面可以保护焊缝金属，防止空气的污染，并与熔化金属产生物理化学反应，改善焊缝金属的成分及性能；另一方面还可以使焊缝金属缓慢冷却。

埋弧焊可以采用较大的焊接电流。与手弧焊相比，其最大的优点是焊缝质量好，焊接速度高。因此，它特别适于焊接大型工件的直缝和环缝，而且多数采用机械化焊接。

埋弧焊已广泛用于碳钢、低合金结构钢和不锈钢的焊接。由

于熔渣可降低接头冷却速度，故某些高强度结构钢、高碳钢等也可采用埋弧焊焊接。

(3) 钨极气体保护电弧焊。钨极气体保护电弧焊是一种不熔化极气体保护电弧焊，是利用钨极和工件之间的电弧使金属熔化而形成焊缝的。焊接过程中钨极不熔化，只起电极的作用，同时由焊炬的喷嘴送进氩气或氦气作保护，还可根据需要另外添加金属，如图 1—4 所示为钨极气体保护电弧焊。

钨极气体保护电弧焊由于能很好地控制热输入，所以它是连接薄板金属和打底焊的一种极好方法。这种方法几乎可以用于所有金属的连接，尤其适用于焊接铝、镁这些能形成难熔氧化物的金属以及钛和锆这些活泼金属。这种焊接方法的焊缝质量较高。

(4) 等离子弧焊。等离子弧焊也是一种不熔化极电弧焊。它是利用电极和工件之间的压缩电弧（转移电弧）实现焊接的。所用的电极通常是钨极。产生等离子弧的等离子气可用氩气、氮气、氦气或其中两者的混合气，同时还通过喷嘴用惰性气体保护。焊接时可以外加填充金属，也可以不加填充金属。

钨极气体保护电弧焊可焊接的绝大多数金属，均可采用等离子弧焊接。与钨极气体保护电弧焊相比，对于 1 mm 以下极薄金属的焊接，用等离子弧焊可较易进行，如图 1—5 所示为等离子弧焊。



图 1—4 钨极气体保护电弧焊

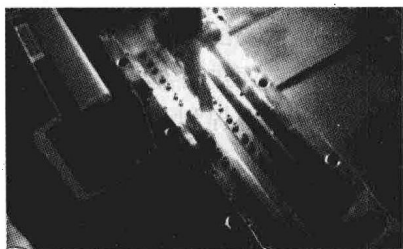


图 1—5 等离子弧焊

(5) 熔化极气体保护电弧焊。这种焊接方法是利用连续送进的焊丝与工件之间燃烧的电弧作热源，由焊炬喷嘴喷出的气体保护电弧来进行焊接的。熔化极气体保护电弧焊通常用的保护气体有：氩气、氦气、 CO_2 或这些气体的混合气。如图 1—6 所示为熔化极惰性气体保护电弧焊。

熔化极活性气体保护电弧焊可适用于大部分主要金属，包括碳钢、合金钢。熔化极惰性气体保护焊适用于不锈钢、铝、镁、铜、钛、锆及镍合金。利用这种焊接方法还可以进行电弧点焊。

(6) 管状焊丝电弧焊。管状焊丝电弧焊也是利用连续送进的焊丝与工件之间燃烧的电弧为热源来进行焊接的，可以认为是熔化极气体保护焊的一种类型。所使用的焊丝是管状焊丝，管内装有各种组分的焊剂。焊接时，外加保护气体，主要是 CO_2 ，焊剂受热分解或熔化，起造渣保护熔池、渗合金及稳弧等作用。

2. 电阻焊

电阻焊一般是使工件处在一定电极压力作用下，并利用电流通过工件时所产生的电阻热将两工件之间的接触表面熔化而实现连接的焊接方法。电阻焊通常使用较大的电流，为了防止在接触面上发生电弧并且为了锻压焊缝金属，焊接过程中始终要施加压力。

进行电阻焊时，被焊工件的表面状况对于获得稳定的焊接质量是头等重要的。因此，焊前必须将电极与工件以及工件与工件间的接触表面进行清理。

点焊、缝焊和凸焊（见图 1—7～图 1—9）的特点在于焊接电流（单相）大（几千至几万安培），通电时间短，设备昂贵、复杂，生产率高，因此，适于大批量生产，主要用于焊接厚度小于 3 mm 的薄板组件。各类钢材、铝、镁等有色金属及其合金均可采用电阻焊进行焊接。



图 1—6 熔化极惰性气体
保护电弧焊

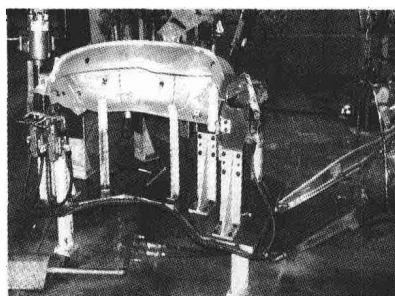


图 1—7 点焊

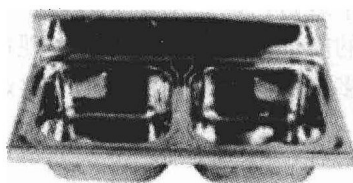


图 1—8 缝焊

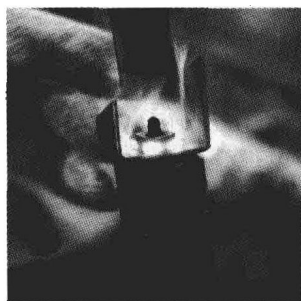


图 1—9 凸焊

3. 高能束焊

这一类焊接方法包括：电子束焊和激光焊。

(1) 电子束焊。电子束焊是以集中的高速电子束轰击工件表面时所产生的热能进行焊接的方法，如图 1—10 所示。

电子束焊与电弧焊相比，主要的特点是焊缝熔深大、熔宽小、焊缝金属纯度高。它既可以用于很薄材料的精密焊接，又可以用于很厚构件（最厚达 300 mm）的焊接。

(2) 激光焊。激光焊是将高强度的激光束辐射至金属表面，

通过激光与金属的相互作用，使金属熔化形成焊接。这种焊接方法通常有连续功率激光焊和脉冲功率激光焊。如图 1—11 所示为脉冲功率激光焊。



图 1—10 电子束焊

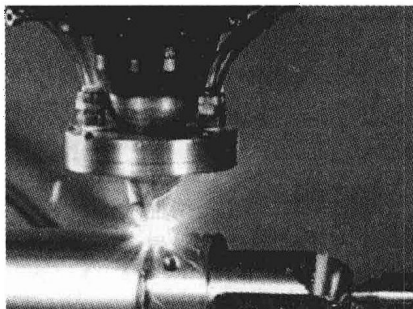


图 1—11 脉冲功率激光焊

激光焊的优点是不需要在真空中进行，缺点则是穿透力不如电子束焊强。激光焊时能进行精确的能量控制，因而可以实现精密微型器件的焊接。它能应用于很多金属，特别是能解决一些难焊金属及异种金属的焊接。

4. 钎焊

它是利用熔点比被焊材料的熔点低的金属作钎料，经过加热使钎料熔化，靠毛细管作用将钎料吸入到接头接触面的间隙内，润湿被焊金属表面，使液相与固相之间相互扩散而形成钎焊接头。因此，钎焊是一种固相兼液相的焊接方法。

钎焊加热温度较低，母材不熔化，而且也不需施加压力。但焊前必须采取一定的措施，清除被焊工件表面的油污、灰尘、氧化膜等，这是使工件润湿性好、确保接头质量的重要保证。

根据热源或加热方法的不同，钎焊可分为火焰钎焊、感应钎焊、炉中钎焊、浸沾钎焊、电阻钎焊等。如图 1—12 所示为空调器火焰钎焊。

钎焊可以用于焊接碳钢、不锈钢、高温合金、铝、铜等金属

材料，还可以连接异种金属、金属与非金属。适于焊接受载不大或常温下工作的接头，对于精密的、微型的以及复杂的多钎缝的焊件尤其适用。

5. 其他焊接方法

这些焊接方法属于不同程度的专门化的焊接方法，其适用范围较窄。主要包括以电阻热为能源的电渣焊、高频焊；以化学能为焊接能源的气焊、气压焊、爆炸焊；以机械能为焊接能源的摩擦焊、冷压焊、超声波焊、扩散焊。

(1) 电渣焊。电渣焊是以熔渣的电阻热为能源的焊接方法。焊接过程是在立焊位置、在由两工件端面与两侧水冷铜滑块形成的装配间隙内进行，如图 1—13 所示。焊接时利用电流通过熔渣产生的电阻热将工件端部熔化。

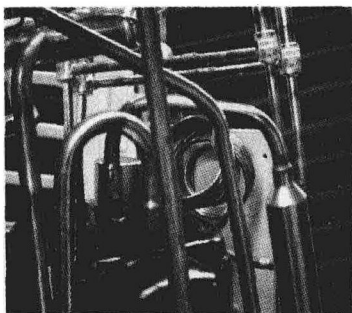


图 1—12 空调器火焰钎焊

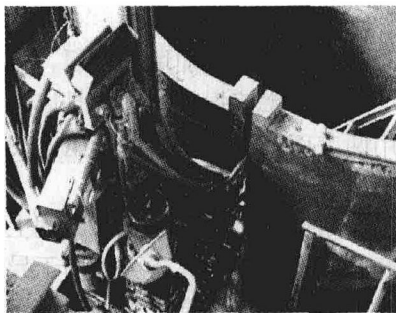


图 1—13 电渣焊

电渣焊的优点是可焊的工件厚度大 (30~2 000 mm)，生产率高。主要用于大断面对接接头及丁字接头的焊接。

(2) 气焊。气焊是以气体火焰为热源的一种焊接方法，如图 1—14 所示。应用最多的是以乙炔气作燃料的氧—乙炔火焰。气焊设备简单、操作方便，但气焊加热速度及生产率较低，热影响区较大，且容易引起较大的变形。

气焊可用于很多黑色金属、有色金属及合金的焊接。一般适

用于维修及单件薄板焊接。

(3) 气压焊。气压焊和气焊一样，也是以气体火焰为热源。焊接时将两个对接工件的端部加热到一定温度后，再施加足够的压力以获得牢固的接头，是一种固相焊接，如图 1—15 所示。

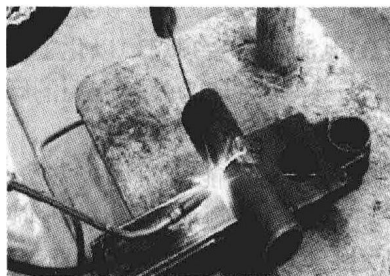


图 1—14 气焊



图 1—15 气压焊

气压焊时不加填充金属，常用于铁轨焊接和钢筋焊接。

(4) 摩擦焊。摩擦焊是以机械能为能源的固相焊接。它是利用两表面间机械摩擦所产生的热来实现金属连接的。如图 1—16 所示。

摩擦焊生产率较高，原理上几乎所有能进行热锻的金属都能摩擦焊接。摩擦焊还可以用于异种金属的焊接。主要适用于横断面为圆形的最大直径为 100 mm 的工件。

(5) 超声波焊。超声波焊也是一种以机械能为能源的固相焊接方法。进行超声波焊时，焊接工件在较低的静压力下，由声极发出的高频振动能使接合面产生强烈摩擦并加热到焊接温度而形成结合。如图 1—17 所示。

超声波焊可以用于大多数金属材料之间的焊接，能实现金属、异种金属及金属与非金属间的焊接。可适用于金属丝、箔或 2~3 mm 以下的薄板金属接头的生产。

(6) 扩散焊。扩散焊一般是以间接热能为能源的固相焊接方法。通常是在真空或保护气氛下进行。焊接时使两被焊工件