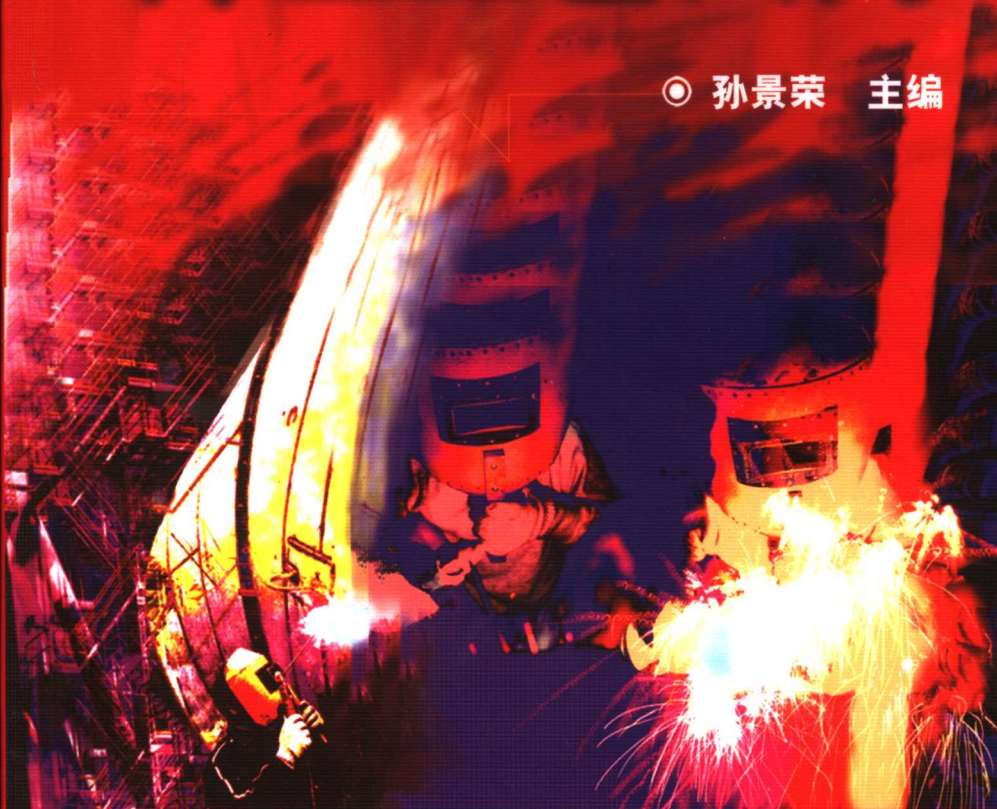


焊工工艺入门

◎ 孙景荣 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

焊工工艺入门

孙景荣 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

焊工工艺入门/孙景荣主编. --北京: 化学工业出版社, 2006. 7

ISBN 7-5025-9100-1

I. 焊… II. 孙… III. 焊接工艺-基本知识 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 082433 号

焊工工艺入门

孙景荣 主编

责任编辑: 周 红

责任校对: 陈 静

封面设计: 韩 飞

*

化 学 工 业 出 版 社 出 版 发 行
工业装备与信息工程出版中心

(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 850mm×1168mm 1/32 印张 7 字数 164 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9100-1

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

前 言

在当前我国经济建设迅猛发展时期，成为先进制造技术之一的现代焊接技术，已经广泛地应用于国民经济的各个领域，并取得了显著成效。

今天，可以说如果没有焊接，几乎许多关系国家发展的重大工程，就无法实现。现代焊接技术，由于不断涌现出新工艺、新技术、新材料、新设备，而且自动化、机械化水平也不断提高，其产品质量、数量都在产生着显著的飞跃。

在改革开放，特别是加入世贸组织以来，我国作为世界制造业的大国地位日渐明显。为适应这一新形势，加强对技术工人的培训，解决我国产业技术工人的匮乏问题，已经成为当前的重要课题。对此，国家发改委、国家劳动和社会保障部，早已启动了多项相应举措，大力倡导企业，以各种方式鼓励技术工人通过培训和自学，提升自己的技术能力水平，要求技术工人按照《国家职业标准》考核上岗。

本书就是为适应这一形势发展的需要而编写的。在编写过程中，注重适用性、科学性、可靠性、先进性，并采用国家最新标准。内容上除着重满足初学者在训练过程中经常遇到的技术问题外，也考虑到现代技术知识的需要，努力做到概念清晰，重点突出，简明扼要，入门容易，面向生产、强调实践、深入浅出、通俗易懂。

本书依据《国家职业标准》（焊工）的要求编写，书中系统介绍了焊工基础知识和操作技能，努力做到理论联系实际。

本书可作为初学者的入门读物，是一本基础培训和自学教材。同时也可作为企业技术工人或技工学校学生提高操作技能的参

考书。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006年6月

目 录

第 1 章 焊接生产过程概述	1
1.1 焊接的性质及方法	1
1.1.1 焊接的性质	1
1.1.2 焊接的简要分类	2
1.1.3 焊接热源种类及特点	2
1.1.4 焊接热效率	5
1.2 焊接生产过程	5
1.3 文明生产	7
复习题	8
第 2 章 铆工基本操作	9
2.1 放样和划线	9
2.1.1 放样	9
2.1.2 放样常用量具和工具	10
2.1.3 划线	11
2.1.4 样板、样杆的制作	13
2.1.5 下料	15
2.2 弯曲与压滚成形	16
2.2.1 钢板、型钢的弯曲	16
2.2.2 弯管	18
2.3 焊接结构的装配	19
2.3.1 熟悉产品图纸和技术要求	19
2.3.2 装配准备	19
2.3.3 简单工件的装配	20
2.3.4 装配安全措施	21
复习题	22
第 3 章 气焊与气割	24

3.1 气焊工具及设备	24
3.1.1 氧气瓶	24
3.1.2 减压器	25
3.1.3 乙炔瓶	27
3.1.4 焊炬	30
3.2 气焊工艺	33
3.2.1 氧-乙炔火焰	33
3.2.2 焊丝与气焊剂	34
3.2.3 气焊接头形式和坡口形式	36
3.2.4 焊接工艺参数	37
3.2.5 气焊火焰的点燃、调节和熄灭	39
3.3 气焊基本操作	40
3.3.1 平敷焊练习	40
3.3.2 平对接焊	42
3.3.3 平角焊	45
3.3.4 管子对接焊	48
3.4 气割	52
3.4.1 割炬	52
3.4.2 氧气切割的条件	53
3.4.3 手工气割工艺	54
3.4.4 手工气割基本操作	56
3.4.5 手工气割技能练习	58
3.5 气体火焰钎焊	60
3.5.1 钎料与钎剂	61
3.5.2 钎料与熔剂的选配	64
3.5.3 钎焊工艺	65
3.5.4 钎焊缺陷检验	68
复习题	69
第4章 手工电弧焊	71
4.1 手工电弧焊电源	71
4.1.1 弧焊电源的基本条件	71
4.1.2 弧焊电源的调节特性	73
4.1.3 弧焊电源的负载持续率	73

4.1.4	弧焊电源的额定电流	73
4.1.5	弧焊电源的主要用途和数据	73
4.2	手工电弧焊常用工具及用具	77
4.2.1	焊钳	77
4.2.2	焊接用电缆	77
4.2.3	橡皮胶管	77
4.2.4	面罩和护目镜片	78
4.2.5	焊条保温筒	79
4.2.6	角向磨光机	79
4.3	电焊条	80
4.3.1	电焊条的组成	80
4.3.2	电焊条的分类、型号编制及选用	82
4.4	焊接工艺参数	88
4.4.1	焊条直径	88
4.4.2	焊接电流	89
4.5	常见焊接缺陷及检验方法	90
4.5.1	常见焊接缺陷	90
4.5.2	焊接质量检查	95
4.6	操作练习	98
4.6.1	平敷焊练习	98
4.6.2	平对接焊练习	104
4.6.3	平角焊练习	109
4.6.4	立对接焊练习	113
4.6.5	横对接焊练习	119
4.6.6	仰焊练习	121
4.6.7	固定管的焊接练习	124
	复习题	136
第5章	埋弧自动焊	138
5.1	特点及应用	138
5.2	设备、材料及工艺参数	139
5.2.1	埋弧自动焊机	139
5.2.2	焊剂与焊丝	146
5.2.3	工艺参数	146

5.2.4	坡口形式与加工	150
5.2.5	装配定位焊、引弧板和引出板	150
5.2.6	常见焊接缺陷、产生原因和排除方法	152
5.3	操作练习	152
	复习题	163
第6章	CO₂ 气体保护焊	165
6.1	CO ₂ 气体保护焊设备	166
6.1.1	焊接电源	166
6.1.2	送丝系统	166
6.1.3	焊枪	168
6.1.4	供气系统	168
6.1.5	控制系统	169
6.2	操作程序	169
6.3	CO ₂ 气体保护焊用材料	171
6.4	工艺参数	173
6.5	接头坡口尺寸及组装间隙	175
6.6	常见缺陷及产生原因	175
6.7	操作练习	176
	复习题	188
第7章	手工钨极氩弧焊	189
7.1	手工钨极氩弧焊机	189
7.2	焊接工艺参数	193
7.3	操作练习	195
	复习题	200
第8章	碳弧气刨	201
8.1	设备及工具	202
8.2	工艺参数	203
8.3	操作练习	205
8.4	碳弧气刨常见缺陷及防止方法	207
8.5	各种材料的气刨工艺要点	208
	复习题	209

第1章 焊接生产过程概述

1.1 焊接的性质及方法

1.1.1 焊接的性质

焊接就是借助原子间的联系和质子间的扩散，获得形成整体接头的过程。也可以认为，焊接是利用热能或机械压力，或者两者并用，使用或不使用填充材料，将两个或两个以上的工件连在一起，成为不可分的牢固接头的方法。

焊接接头的组织具有连续性，这是焊接接头与其他接头最主要的区别之一。常见的焊接接头形式如图 1-1 所示。

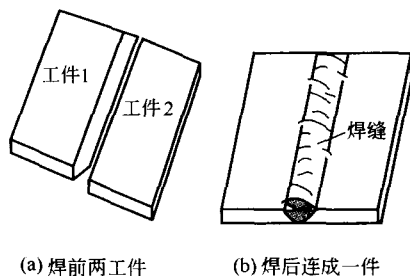


图 1-1 常见的焊接接头形式示意

形成焊接接头的过程中，除了需要被焊材料和填充材料外，还需要有相应的焊接设备和必要的焊接工具。

实现焊接连接，特别是要获得优质的焊接接头，就要有熟练的焊接技能。因此，了解更多的焊接工艺知识，掌握技能操作要领是初学焊工的主要任务。

1.1.2 焊接的简要分类

根据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、压焊和钎焊三大类。

(1) 熔焊 熔焊是利用局部加热使连接处的金属熔化，再加入（或不加入）填充金属形成结合的方法。属于熔焊的方法有：气焊、焊条电弧焊、埋弧自动焊、电渣焊、钨极氩弧焊、熔化极气体保护焊、气体保护焊、等离子弧焊、电子束焊、激光焊等。

(2) 压焊 压焊是利用焊接时所施加的一定压力，使接触处的金属结合的一种方法。这类焊接有两种形式：一种是将被焊金属的接触部分加热至塑性状态或局部熔化状态，然后施加一定压力，以使金属原子间相互结合，成为牢固的接头。如电阻焊、锻焊、接触焊、摩擦焊等。另一种是不进行加热，仅在被焊金属的接触面上施加足够的压力，使原子间相互接近而获得牢固压挤的接头。如冷压焊、爆炸焊等。

(3) 钎焊 钎焊是被焊金属在不熔化状态下，将熔点较低的钎料金属加热至熔化状态，使之填充到焊件的间隙中，并与被焊金属相互扩散，达到金属间互相结合的方法。属于钎焊的方法有：铬铁钎焊、火焰钎焊、炉中钎焊及高频焊等。

常用焊接方法的基本原理及主要用途见表 1-1。

1.1.3 焊接热源种类及特点

实现焊接过程，必须由外界提供相应的能量。也就是说，能源是实现焊接的基本条件。从实现焊接所采用能源的基本性质来看，主要是热能和机械能。对于熔化焊，其能源主要是热能。

随着科学技术的不断发展，总是不断地推出新的材料和结构设计，并对焊接提出了更高的、更严格的技术要求。这就需要不断地开发新的焊接能源和新的焊接工艺。从目前发展的趋势来看，焊接工艺向着高效率、高质量、低劳动强度和低能源消耗的方向发展。从这一点出发，焊接热源应当是：热量高度集中，可

表 1-1 常用焊接方法的基本原理及主要用途

焊接方法		基本原理	主要用途
熔焊	气焊	利用氧-乙炔或其他气体火焰加热母材、焊丝和焊剂,以达到焊接的目的。火焰温度约 3000℃	适宜于焊接薄件、有色金属和铸铁
	焊条电弧焊	利用电弧为热源熔化焊条和母材,从而形成焊缝的一种手工操作的焊接方法。电弧温度可达 6000~8000℃	应用范围最广泛,尤其适于短焊缝及全位置焊接
	埋弧自动焊	电弧在焊剂层下燃烧,利用焊剂作为金属熔池的覆盖层,将空气隔绝使之不侵入熔池。焊丝的进给和电弧沿焊道移动为机械操纵,焊缝质量稳定,成形美观	应用于大厚度和长焊缝的焊接
	等离子弧焊	利用气体充分电离后,再经机械压缩效应和磁收缩效应,产生一束高温热源来进行焊接。等离子体能量密度大,温度高,可达 20000℃左右	可用于不锈钢、耐热合金钢、铜及铜合金、钛及钛合金及钨、钨等
	气体保护焊	利用专门供应的气体保护焊接区的电弧焊。气体作为金属熔池的保护层,将空气隔绝。采用的气体有惰性气体、还原性气体和氧化性气体	惰性气体保护焊用于焊接合金钢、铝、铜、钛等;氧化性气体保护焊用于普通碳钢及低合金钢
压焊	电阻焊	利用电流通过焊件接触面时产生的电阻热,并加压进行焊接的方法。分为点焊、缝焊和对焊。点焊和对焊是焊件加热到局部熔化状态;对焊是焊件加热到塑性状态或表面熔化状态	可焊接薄板、棒材、管材等
	摩擦焊	利用焊件间相互摩擦产生的热量,将母材加热到塑性状态,然后加压形成焊接接头	用于钢及有色金属、异种钢的焊接(限方、圆截面)
	钎焊	利用比母材熔点低的材料作为填充金属,加热使填充金属熔化,母材不熔化,借液态金属与母材之间的毛细作用和扩散作用来实现焊接	一般用于焊接尺寸较小的焊件

表 1-2 焊接热源种类及主要特性

热源种类	最小加热面积 /cm ²	最大功率密度 /W·cm ⁻²	正常焊接规范 时的温度	特点及应用
乙炔焰	10 ⁻²	2×10 ³	3200℃	用可燃气产生热,用于气焊
金属极电弧	10 ⁻³	10 ⁴	6000K	用气体介质放电产生热,用于手工 电弧焊、气体保护焊
钨极氩弧	10 ⁻³	1.5×10 ⁴	8000K	用气体介质放电产生热,用于手工 电弧焊、气体保护焊热量较集中,用于 氩弧焊
等离子弧	10 ⁻⁵	(1~3)×10 ⁵	18000~24000K	由机械压缩、电磁收缩、热收缩三效 应产生电弧,用于焊接、切割
埋弧电弧	10 ⁻³	2×10 ⁴	64000K	属于金属极放电产生热,用于埋弧 自动焊
电渣焊(熔池)	10 ⁻³	10 ⁴	2000℃	利用熔池热能进行焊接
电子束	10 ⁻⁷	10 ⁷ ~10 ⁹	—	在真空状态下电子高压、高速运动 产生热能,用于电子束焊

表 1-3 各种焊接方法的热效率

焊接方法	碳弧焊	焊条电弧焊	埋弧焊	钨极氩弧焊		熔化极气体保护焊		电渣焊	电子束焊
				交流	直流	钢	铝		
热效率	0.5~0.65	0.65~0.77	0.5~0.99	0.68~0.85	0.78~0.85	0.66~0.69	0.7~0.85	0.8	0.9

快速实现焊接过程，并保证得到致密而强韧的焊缝。因此，必须了解焊接热源的特性，才能合理地选择焊接方法和焊接工艺。目前常用焊接热源的种类及主要特性如表 1-2 所示。

1.1.4 焊接热效率

焊接过程中，由热源提供的热量并没有全部被有效地利用。而是有一部分热量损失于周围的气体介质和飞溅中。也就是说，真正用于焊接的热量仅是热源提供量的一部分。

如果说热源提供的热量为 Q_0 ，而把有效用于焊接的热量设为 Q ，热效率或加热功率的有效常数的定义即可由式 (1-1) 表示。

$$\eta = \frac{Q}{Q_0} \quad (1-1)$$

在一定条件下，热效率是个常数，它主要取决于焊接方法、焊接规范和焊接材料的种类（焊条、焊剂、焊接保护气体等），而电流种类、极性、焊接速度以及焊接位置等，对于热效率也有一定的影响。不同焊接方法的热效率如表 1-3 所示。

1.2 焊接生产过程

我们所熟悉的各种化工容器，都是由钢板和型钢拼装、焊接起来的，图 1-2 所示的是典型的化工压力储罐。

由图 1-2 可知，储罐的制造生产过程，主要是把钢板加工成形后焊接而成。所以，焊接是生产压力储罐的关键工序。通过焊接，才能把钢板材料制造成符合要求的化工设备。压力储罐的生产过程如图 1-3 所示。

这些工序流程主要可分为两个阶段，成形加工以前的工序，属于备料阶段；后面的组装成形，属于装焊阶段。

(1) 备料阶段 备料阶段主要是把罐体所需的钢板，视平直

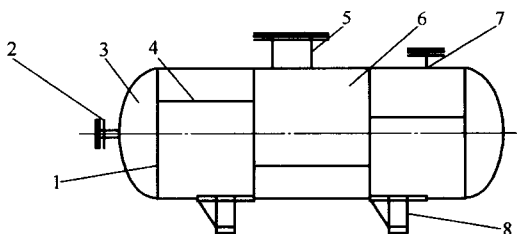


图 1-2 化工压力储罐的总体结构示意图

- 1—罐体与封头环焊缝；2—接管和法兰；3—罐体封头；
4—罐体纵焊缝；5—人孔；6—罐体筒节；7—接管；8—支座

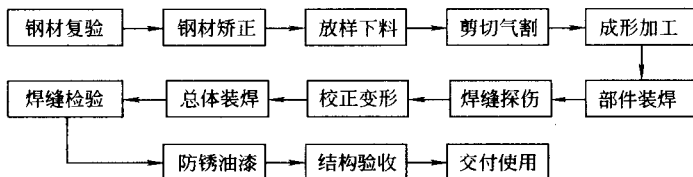


图 1-3 压力储罐的生产过程方框图

程度在矫直机上进行校平；按着图样所要求的尺寸在钢板上划线；在剪切机上或采用气割、等离子切割的方法下料；然后进行成形加工。

(2) 装焊阶段 装焊过程主要进行部件装配、分段装配和总体装配等工作。

① 部件装配是将切割或成形加工完的构件装配成部件。部件比较简单，常由两个以上的构件装配成独立的组合体，如筒节钢板的拼接，达到要求尺寸后加工成圆形的筒节。

② 分段装配是当储罐的封头与筒体成形后，装配成环焊缝。它的尺寸比较大，构件也较复杂。

③ 总体装配是把已经完成的较大构件装配在一起，形成完整的储罐结构。

在结构生产过程中，要考虑选用最佳的加工和焊接方法，选择合理的焊接顺序和检测手段，使焊接生产具有合理性、先进性，以保证并不断提高产品质量。

1.3 文明生产

从广义上讲，文明生产是指以科学的态度，坚持按规章制度从事生产，最大限度地提高产品质量和劳动生产率。从狭义上来讲，文明生产经常指的是安全、秩序和卫生。

对于安全文明生产，必须引起足够的重视。尤其是焊接操作人员，因其经常与可燃气体、火焰、电弧光以及不同的金属构件打交道，所以必须严格执行安全技术规程，严禁违反科学规律的蛮干，以免造成设备和人身事故。

生产环境的卫生对安全文明生产有着直接的关系。把构件、工具等按一定的要求摆放整齐，杜绝工作现场杂乱无章等现象，这些必然对安全生产带来好处。

焊工要达到安全生产的要求，必须做到以下十个不焊：

① 焊工没有操作证，又没有师傅在场指导时，不能进行焊接作业；

② 凡属于一、二、三级动火范围的焊、割，未经办理动火审批手续，不得擅自进行动火焊、割；

③ 焊工不了解工作现场情况，不能盲目进行焊、割操作；

④ 焊工不了解焊、割件内部是否安全时，未经彻底清洗，不能进行焊、割；

⑤ 盛装过可燃气体，有毒介质的各种容器，未经彻底清洗、置换，不能进行焊、割；

⑥ 用可燃材料作保温、冷却、隔声的部位，火星能飞溅到的地方，在未经采取切实可靠的安全措施之前，不能进行

焊、割；

⑦ 有电流、压力的管路、设备、器具等，在未断电、泄压前，不能进行焊、割；

⑧ 焊、割件附近有易燃物，在未彻底清理或未采取有效措施前，不能进行焊、割；

⑨ 到外单位作业，在没弄清有无危险前，不能进行焊、割；

⑩ 焊、割现场与附近有其他工种作业相互抵触时，焊工不能进行焊、割。



复习题

1. 什么是焊接？有什么特点？
2. 常用的焊接方法有哪些，其适用的范围是什么？
3. 什么是文明生产？
4. 焊工十个不焊的内容是什么？