

金属手册

第八版 第六卷

焊接与钎焊

[美] 美国金属学会 主编



机械工业出版社

金 属 手 册

第八版 第六卷

焊 接 与 钎 焊

〔美〕美国金属学会主编

本书为由美国金属学会主编的《金属手册》中之焊接篇和钎焊篇。在焊接篇中主要介绍了各种焊接方法和各种材料的焊接技术；在钎焊篇中介绍了各种钎焊方法及其设备和工艺。本卷的素材和引用的数据多直接来自于生产实践。其中所讨论的焊接和钎焊方法以及焊接材料和被焊材料（产品），是金属加工工业中最常采用的，特别是在指导金属结构的焊接生产方面可靠实用。书中所涉及的产品范围相当广，从尖端科学（如航天金属构件、原子能用构件等）到人们日常生活用金属构件的焊接制作等都有实例介绍。本书的特点，是以理论指导实践，而又通过实践证实理论的科学性。本书共有 661 个实例，859 个表格和 3641 幅插图（包括分图）。

本书可供焊接工作者参考。

METALS HANDBOOK

8th Edition VOL. 6

Welding and Brazing

AMERICAN SOCIETY FOR METALS

1 9 7 1

* * *

金 属 手 册

第八版 第六卷

焊接与钎焊

美国金属学会主编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $76 \frac{1}{4}$ · 插页 2 · 字数 2374 千字

1984 年 11 月北京第一版·1984 年 11 月北京第一次印刷

印数 00,001—11,000 · 定价 13.70 元

*

统一书号：15033 · 5489

译者序

美国金属学会组织编写的这套金属手册的第八版共有十一卷，第六卷“焊接与钎焊”篇是其中的一卷。这套手册的编写方针，是重点突出有实用价值的实例和技术数据。为此，手册编写委员会的工作主要依靠直接参与生产实际的工程技术人员和管理人员，广泛搜集直接来自生产实践的素材和数据。而且，为修订新版本设立了三十一一个委员会，其中有十八个委员会专门提供规定专题的素材和数据并负责某一章节的编写，其余的十三个委员会提供焊接和钎焊应用（包括焊接方法和被焊金属）方面的素材。

本卷所讨论的焊接和钎焊方法及材料，是在金属加工工业中最常采用的。

根据编写大纲要求，第八版主要增订了大量的实例，这些实例均取自在连接各种各样组合件和结构中的实际生产结果。本卷用了三分之一多的篇幅论述了电弧焊，书中三分之二的实例是介绍钢材的焊接和钎焊。本卷共搜集六百六十一一个实例，涉及的范围很广，包括在特殊应用中所采用的方法和工艺以及所进行的改进或问题的解决等。本卷所包括的内容详述于下表中。

内 容	插图数	表格数	实例数	供稿人数
焊 接				
电弧焊方法及其在低碳钢中的应用	1058	239	180	162
除低碳钢外的金属的电弧焊	1019	305	180	184
电渣焊和气电立焊	74	9	9	5
电阻焊	335	89	60	94
闪光焊和摩擦焊	177	40	34	22
电子束焊	261	59	42	21
气 焊	147	34	38	41
焊接篇的内容统计数	3071	775	543	529
钎 焊				
钎焊方法及其在碳钢和低合金钢中的应用	373	40	68	26
除碳钢和低合金钢外的金属的钎焊	197	44	50	58
钎焊篇的内容统计数	570	84	118	84
焊接和钎焊两篇的内容统计数	3641	859	661	613

从先进性上来看，虽然这卷书是1971年的版本，但仍不失其技术上的先进性，书中包括了許多尖端产品的制造与加工。因此，这本书对我国焊接生产的发展仍有参考和借鉴的价值。

此书除编写内容丰富而实用外，在编辑上也是别具风格、前后衔接紧密、编排周密而科学原书附有索引，但考虑到本书列有比较详细的目录，加之原索引的编排方式不尽适于国内读者查找，固删掉之。

本书在我国的教学、生产、科学研究中已被广泛参考和利用，但因为是英文本，能够直接利用的人还为数不多，广大焊接工作者希望能将其翻译出版，为此，我们组织了翻译，以供我国更多的从事焊接工作的同志参考和使用。

参加本卷书翻译工作的同志有：李润民（328～516和557～593页）、吴友华（1～134页、517～556页）、丁悌远（135～327页）、梅仲勤（594～838页）、张伟昌（839～1017页）、王坤兴和李轴（1021～1195页）。任希凡、陈裕川、田万钰、林尚扬、叶栋林和裴岱参加了部分校对工作；吴乃莹、陈伯鑫、张延生、李洪林、关中原参加了部分审校工作；潘大吉和任大成也做了一定的工作。黄静文对全卷书的译稿进行了总审校。

本卷手册的篇幅较大，专业技术性很强，涉及范围又相当广泛，鉴于我们的水平所限，又缺乏经验，错误和不当之处在所难免，诚望广大读者斧正。

一九八二年五月

原 序

金属手册的第八版计划出版十一卷，二至六卷集中论述金属加工工艺，均已陆续出版。第六卷——“焊接与钎焊”是这套手册的中间的一卷，从金属加工工艺角度来看，这一卷有承上启下的作用。

工业上的进展目标之一，是使生产指标逐年提高。第六卷与其他金属加工工艺的姊妹篇一样，均可以作为金属加工中最有用的可靠参考书。这套手册的前六卷为工业提供经济地加工各种金属产品的现代技术的可靠资料，这些资料在进一步提高生产方面是有促进作用的。

第六卷中的素材，是由四百多位专家组成的著者和著者委员会提供的。这些专家在焊接和钎焊领域中以及将这些连接方法用于常用的金属和合金的加工工艺方面，具有丰富的实践经验和专门知识。专家们所承担的任务，由手册编写委员会选定。手册编写委员会分为工程师组和工业管理人员组，他们指导技术内容编写规划和全面掌握编辑方针。编辑人员将著者们提供来的各种资料和数据进行统一整理并编纂成在本卷中最有条理和容易使用的形式。在这里，仅向全体人员——提供实际生产素材者、学术界、研究部门和管理机构——美国金属学会成员，以及这本有价值的参考书的使用者，致以衷心的感谢。

美国金属学会以编辑出版了金属手册的第八版的具有通用性的金属加工篇——第六卷而自豪，并相信，本手册中所搜集的资料和数据对于现代技术的发展及其应用将会起着很大的作用。

美国金属学会会长
托马斯·埃·利昂蒂斯
(THOMAS. E. LEONTIS)

常务董事
阿伦·雷·普特南
(ALLAN. RAY. PUTNAM)

目 录

焊 接

电弧焊方法及其在低碳钢中的应用

药皮焊条手工电弧焊	1
工艺特点	1
工作原理	2
焊接电源	3
焊接电源的效率	5
直流电流	6
交流电流	7
焊条	8
各种牌号焊条的特性	9
焊条药皮中水分的影响	10
焊条牌号的选用	11
焊条规格的选用	12
焊条的熔敷速度和焊缝的性能	13
弧长	14
电弧偏吹	15
焊钳	16
地线夹头	16
卡具、夹具与变位器	16
辅助装置	19
引弧、维弧和灭弧	19
焊条角度与操作技术	19
焊接速度的影响	21
焊接工艺	21
接头设计	21
焊缝位置的布置	22
装配	22
角焊缝	24
带坡口的焊缝	25
薄板	27
厚板	27
不等厚度板材	28
变形	29
焊接缺陷产生的原因及防止	30
可焊性的评定	33
表面状况对焊缝质量的影响	33

费用	34
----------	----

药皮焊条手工电弧焊与其他焊接方法的

比较	36
----------	----

安全措施	37
------------	----

低碳钢以外金属的手工电弧焊	38
---------------------	----

药芯焊丝电弧焊

适用范围	39
------------	----

工艺原理	40
------------	----

焊接电源	40
------------	----

焊枪	41
----------	----

送丝系统	42
------------	----

药芯焊丝	43
------------	----

保护气体	45
------------	----

设备设置	46
------------	----

焊件的夹持及操纵	46
----------------	----

熔敷速度	47
------------	----

工艺参数的影响	47
---------------	----

带坡口接头的焊接	48
----------------	----

角焊缝	49
-----------	----

多位置的焊接	50
--------------	----

厚板	51
----------	----

管子焊接	54
------------	----

电弧点焊	55
------------	----

自动焊	56
-----------	----

费用	59
----------	----

药芯焊丝电弧焊与其他焊接方法比较	63
------------------------	----

附录

药芯焊丝的成分及选用	70
------------------	----

二氧化碳气体保护的药芯焊丝	70
---------------------	----

自保护的药芯焊丝	73
----------------	----

自保护焊丝焊缝金属的机械性能与熔渣 的特点	74
--------------------------------	----

埋弧焊

工作原理	79
------------	----

优点和不足之处	80
---------------	----

适于焊接的金属	80
---------------	----

冶金因素	81
------------	----

焊接电源	81	保护气体	145
送丝系统	83	保护气体的供应和贮藏	149
焊丝	83	气体控制装置	151
焊剂	86	防止气体损耗	153
卡具、夹具及悬臂	88	设备设置	153
接头设计	90	焊件的夹持及控制	155
避免采用衬带及衬环的方法	91	接头设计	157
焊剂的支托	97	焊枪工作位置的控制	160
除渣	99	薄板	160
引弧	99	中厚板和厚板	162
电流、电压、焊接速度及其他工艺参数		不等厚度的板材	164
对焊缝尺寸及质量的影响	99	改善可达性的接头设计	164
焊接位置对接头设计与焊接条件的影响	101	堆焊的应用	165
变形	103	自动焊	168
焊缝产生气孔的原因及防止	103	计时控制间断焊接	176
焊接裂纹产生的原因及防止	104	出现故障的一般原因	176
自动焊	105	费用	177
堆焊的应用	108	熔化极气体保护电弧焊与其他焊接方法	
多焊丝埋弧焊	111	的比较	181
埋弧焊与其他弧焊方法的比较	116	采用熔化极气体保护电弧焊代替手工电弧	
埋弧焊与手工电弧焊比较	117	焊改善焊接质量和提高生产率的实例	181
埋弧焊与铸造相比	121	熔化极气体保护电弧焊与除手工电弧焊	
安全措施	124	方法外的其他焊接方法比较的实例	187
附录	125	安全措施	193
埋弧焊焊剂以及工艺参数之间的关系	125	除低碳钢外金属的熔化极气体保护电	
焊剂的成分	126	弧焊	194
焊剂的熔化温度及熔化速度	127	附录	194
焊剂成分对焊缝金属成分的影响	127	窄间隙焊接	194
焊剂的粘度与电导率	127	钨极气体保护电弧焊(TIG焊)	201
电参数的关系	128	适用范围	201
焊接条件	129	基本原理	201
熔化速度	130	焊接电流	203
熔透	131	焊接电源	205
稀释	132	焊炬	206
熔化极气体保护电弧焊(MIG焊)	135	电极	209
适用范围	135	保护气体	214
工作原理	136	保护气体的纯度	217
电弧特性	137	气体流量	218
焊接电源	138	保护气体的供应与控制	218
焊接电源的选择	139	辅助装置	221
焊枪	140	设备的布置	223
送丝系统	141	填充金属	223
焊丝	142	接头设计	224

可熔化插入件的应用	225	奥氏体锰钢的表面耐磨堆焊	285
焊件的清理	227	金属加工工具的表面耐磨堆焊和修复	288
碳钢和低合金钢的焊接	227	螺柱焊	294
低碳钢焊接的生产实例	228	适用范围和局限性	294
不锈钢的焊接	231	螺柱焊枪	295
耐热合金的焊接	231	焊接方法的选择	295
有色金属的焊接	232	电弧螺柱焊	296
异种金属的焊接	233	电容储能螺柱焊	300
自动焊	235	被焊金属	305
点焊	238	检查和质量控制	307
成本	240	螺柱焊与其他焊接方法的比较	308
安全措施	241	储能焊	311
等离子弧焊接	243	储能焊与螺柱焊的关系	311
适用范围	243	适用范围	311
工作原理	244	被焊金属	312
焊接电源	245	焊接电源	313
焊枪	246	电弧时间与热影响区的关系	313
电极	246	焊接能量	313
离子气和保护气体	247	焊接电流	314
填充金属	248	焊接压力	314
辅助装置	248	引弧	314
接头准备	248	电容储能焊	314
小孔焊接法	249	低压电容储能焊	316
各种不同金属的典型焊接条件	252	中等和高生产率的尖端引弧焊机	318
不锈钢管的制造	252	低生产率的尖端引弧焊机	322
管子的环向焊接	253	高压电容储能焊	323
容器的焊接	253	磁力储能焊	325
成本	253	安全措施	327
等离子弧焊接与其他焊接方法的比较	253	除低碳钢外各种金属的电弧焊	
不锈钢箔片的焊接	259	淬火碳钢的电弧焊	328
美国焊接学会 (AWS) 推荐的电弧焊		碳钢的分类	329
坡口尺寸	260	可焊性	329
表面耐磨电弧堆焊	268	焊接裂纹	330
表面耐磨堆焊合金	268	预热和焊道间温度	331
表面耐磨堆焊方法的选择	272	焊后消除应力处理	332
表面耐磨堆焊采用的电弧堆焊方法	274	接头准备	332
手工电弧表面耐磨堆焊	275	手工电弧焊	334
埋弧表面耐磨堆焊	275	药芯焊丝电弧焊	335
明弧表面耐磨堆焊	277	埋弧焊	336
熔化极气体保护电弧表面耐磨堆焊	278	熔化极气体保护电弧焊	338
钨极气体保护电弧表面耐磨堆焊	279	钨极气体保护电弧焊	343
等离子弧表面耐磨堆焊	281		
各种堆焊方法的比较	283		

堆焊的应用	345	自动钨极气体保护电弧焊	452
其他章节中的实例	347	钨极气体保护电弧点焊	453
合金钢的电弧焊	350	管材的钨极气体保护电弧焊	455
溶入、稀释和合金过渡系数	353	薄件的钨极气体保护电弧焊	458
气体	355	等离子弧焊	463
焊接工艺规范	355	熔化极气体保护电弧焊	465
高强度钢板和结构钢 (轧制状态或正火 状态)	358	手工电弧焊	470
含碳量0.25%以下的高强度合金钢 (淬 火和回火)	362	埋弧焊	473
AISI-SAE合金型钢	373	异种合金的焊接	476
含碳0.30~0.50%的AMS 高强度合 金钢	375	奥氏体-不锈复合碳钢或低合金钢板的 焊接	479
耐热合金钢	378	铸件的焊接	480
工具钢	382	耐热合金的电弧焊	482
手工电弧焊	386	焊件的清理	483
药芯焊丝电弧焊	390	焊接夹具	483
熔化极气体保护电弧焊	394	镍基耐热合金	485
埋弧焊	400	镍基合金的接头设计	488
钨极气体保护电弧焊	405	镍基合金的焊前和焊后热处理及机械 处理	488
等离子弧焊接	410	镍基合金的钨极气体保护电弧焊	491
法规、标准和规程	410	镍基合金的熔化极气体保护电弧焊	498
铸铁的电弧焊	411	镍基合金的手工电弧焊	500
可焊性	411	焊接缺陷产生的原因及防止	500
焊接工艺	413	铁-镍-铬和铁-铬-镍耐热合金	503
预热	413	铁-镍-铬和铁-铬-镍合金的钨极气体保 护电弧焊	504
焊后热处理	414	铁-镍-铬和铁-铬-镍合金的熔化极气体 保护电弧焊	506
铸件的准备	414	铁-镍-铬和铁-铬-镍合金的手工电弧焊	507
填充金属	414	铁-镍-铬和铁-铬-镍合金的埋弧焊	508
灰铸铁	415	钴基耐热合金	509
球墨铸铁	419	难熔金属	513
可锻铸铁	423	铝合金的电弧焊	517
合金铸铁	426	母材	517
表面耐磨堆焊	426	填充金属	518
不锈钢的电弧焊	428	接头设计与坡口加工	519
奥氏体不锈钢	428	焊前清理	525
马氏体不锈钢	432	预热	526
铁素体不锈钢	433	夹具	528
析出硬化不锈钢	435	熔化极气体保护电弧焊	528
钨极气体保护电弧焊	437	熔化极气体保护电弧焊用的保护气体	535
钨极气体保护电弧焊用的填充金属	440	熔化极气体保护电弧焊的电弧特性	535
钨极气体保护电弧焊的接头设计	445	熔化极气体保护电弧焊用的焊丝	539
钨极气体保护电弧焊焊前清理和准备	451		

熔化极气体保护电弧焊用的焊接衬垫	544	铜镍合金的熔化极气体保护电弧焊	623
多道焊的熔化极气体保护电弧焊	546	异种铜合金的熔化极气体保护电弧焊	623
自动熔化极气体保护电弧焊	546	铜合金与异种金属接头的熔化极气体保 护电弧焊	626
熔化极气体保护电弧焊的生产实例	549	手工电弧焊	627
熔化极气体保护电弧焊的焊缝的致 密性	554	安全措施	628
熔化极气体保护电弧焊补焊	558	铜合金焊接的其他实例	629
熔化极气体保护电弧点焊	558	镁合金的电弧焊	630
钨极气体保护电弧焊	564	填充金属	630
钨极气体保护电弧焊用电极	564	保护气体	630
钨极气体保护电弧焊用保护气体	564	接头设计	632
钨极气体保护电弧焊用填充金属	565	表面准备	632
钨极气体保护电弧焊用焊接衬垫	565	预热	632
钨极气体保护交流电弧焊	565	熔化极气体保护电弧焊	632
直流反接钨极气体保护电弧焊	579	钨极气体保护电弧焊	635
直流正接钨极气体保护电弧焊	579	镁合金铸件的补焊	639
铝合金钨极气体保护电弧焊中存在的 问题	586	焊后热处理	644
熔化极气体保护电弧焊与钨极气体保护 电弧焊的比较	586	实例小结	644
其他电弧焊方法	593	镍合金的电弧焊	645
铜和铜合金的电弧焊	594	焊件的清理	645
合金元素对焊接的影响	595	接头设计	646
影响可焊性的因素	596	焊接夹具	646
钨极气体保护电弧焊	596	析出硬化合金的焊接	647
铜的钨极气体保护电弧焊	598	铸造镍合金的焊接	647
高传导系数铍铜的钨极气体保护电弧焊	602	钨极气体保护电弧焊	647
高强度铍铜的钨极气体保护电弧焊	604	熔化极气体保护电弧焊	650
铜锌合金的钨极气体保护电弧焊	605	等离子弧焊	652
磷青铜的钨极气体保护电弧焊	606	药皮焊条手工电弧焊	652
铝青铜的钨极气体保护电弧焊	608	埋弧焊	654
硅青铜的钨极气体保护电弧焊	609	焊接缺陷产生的原因和防止	657
铜镍合金的钨极气体保护电弧焊	610	异种金属的焊接	657
异种金属的钨极气体保护电弧焊	612	钛和钛合金的电弧焊	661
熔化极气体保护电弧焊	616	可焊性	661
铜的熔化极气体保护电弧焊	616	焊接方法	661
高传导系数铍铜的熔化极气体保护电 弧焊	617	填充金属	662
高强度铍铜的熔化极气体保护电弧焊	619	保护气体	662
黄铜和镍银的熔化极气体保护电弧焊	620	接头准备	662
磷青铜的熔化极气体保护电弧焊	620	清理	663
铝青铜的熔化极气体保护电弧焊	620	焊接室中的焊接	666
硅青铜的熔化极气体保护电弧焊	622	不用焊接室的焊接	669
		钨极气体保护电弧焊设备	671
		钨极气体保护电弧焊工艺	672
		熔化极气体保护电弧焊	672

等离子弧焊	673	电阻焊的热量	718
消除应力	673	焊接电流对加热的影响	719
电渣焊和气电立焊		电极成分和设计对加热的影响	719
电渣焊	674	焊接压力对加热的影响	720
适用范围	674	时间对加热的影响	720
工作原理	675	工件表面状态对加热的影响	721
设备	677	焊点间距对加热的影响	723
焊丝	678	表面处理要求对加热的影响	724
焊剂	678	焊接工艺	725
焊件准备	679	质量控制	725
操作工艺	680	连续点焊	729
环缝焊接	681	滚点焊	730
预热和后热	683	镀层钢的点焊	732
生产实例	683	镀锌钢的点焊	732
电渣焊与其他焊接方法的比较	686	镀铝钢的点焊	733
普通电渣焊与熔嘴电渣焊的比较	690	镀锡和镀锡锌钢的点焊	733
附录	691	异种金属的点焊	734
船板的电渣焊	691	点焊与其他焊接方法的比较	734
气电立焊	692	电阻缝焊	738
适用范围	692	缝焊机	738
设备	692	电极	740
焊丝	695	焊接方法	742
保护气体	696	焊接条件的控制	742
焊件组合	696	焊接电流的影响	744
操作工艺	696	电极压力的影响	745
容器的焊接	697	加热时间和冷却时间的影响	745
环缝焊接	698	焊接速度的影响	746
双道焊	699	工件设计对电极形状的影响	746
气电立焊与电渣焊的比较	699	接头搭接宽度	746
电 阻 焊		缝焊接头形式	748
电阻点焊	701	镀层钢的缝焊	752
单相和三相直接能量焊机	702	电阻缝焊的其他实例	752
直接能量焊机的控制装置	702	凸焊	754
直接能量焊机用的设备	706	适用范围	754
直接能量次级电路的特性	708	焊机	758
焊机结构	708	被焊金属	759
电极的功能	711	凸焊的冶金效应	759
电极材料	712	工件表面的清理	759
电极设计	713	工艺参数	760
电极夹头	714	电极、焊接模具和夹具	776
直接点焊和串联(间接)点焊	717	凸台	771
		薄金属件的凸焊	773
		棒件与薄板金属件的凸焊	774

管与薄板金属的凸焊	776	铜镍合金	836
交叉丝的焊接	777	镍银合金	836
异种金属的凸焊	781	青铜	837
镀层钢的凸焊	782	特殊合金	837
粉末冶金零件的凸焊	783	安全措施	838
焊点质量的控制	783		
凸焊与其他连接方法的比较	786		
不锈钢的电阻焊	791	闪光焊和摩擦焊	
影响不锈钢电阻焊的因素	793	闪光焊	839
奥氏体不锈钢的焊接特点	793	适用范围	839
马氏体和铁素体不锈钢的焊接特点	794	缺点和局限性	840
焊前的表面准备	794	被焊金属	841
电阻点焊	795	基本原理	842
多脉冲电阻点焊	798	设备	843
电阻缝焊和电阻滚点焊	798	夹头和夹具	843
凸焊	802	焊接热	849
交叉丝焊接	803	预热	849
异种金属的焊接	804	闪光	849
闪光焊	807	焊接顶锻和顶锻力	850
焊接缺陷产生的原因及防止	807	工件伸出夹头的长度	851
铝合金的电阻焊	808	工件的设计	851
母材	808	工件间的热平衡	853
影响铝合金电阻焊的因素	809	金属损失的补偿	855
电阻焊机	810	平行于顶锻力的阻力	855
电极和电极夹头	811	工件的对准	856
焊前的表面准备	812	斜接接头	857
电阻点焊	813	飞溅物的飞溅	859
电阻滚点焊	818	典型焊接参数表	860
电阻缝焊	818	热影响区	860
凸焊	819	焊缝的硬度	861
交叉丝焊接	819	焊缝的强度	864
闪光焊	820	保护气氛对闪光焊缝的影响	865
检验和试验	820	焊缝对成形加工的适应性	867
焊缝缺陷产生的原因与防止	820	焊缝缺陷的产生原因和预防措施	870
铜和铜合金的电阻焊	822	闪光焊与其他焊接方法的比较	870
焊接特点	823	摩擦焊	874
焊接设备	823	适用范围	874
电极	824	被焊金属	877
焊接方法的选择	825	普通摩擦焊	879
焊前清理	825	惯性摩擦焊	880
铜	825	飞轮摩擦焊	885
铍铜	830	接头设计	885
低锌和高锌黄铜	834	焊缝质量的控制	889
		摩擦焊与其他焊接方法的比较	889

惯性摩擦焊与其他焊接方法的成本比较	892
-------------------	-----

电 子 束 焊 接

电子束焊	894
适用范围	894
工艺控制	895
操作程序	895
接头设计	897
对接接头焊缝	898
角接接头焊缝	898
T形接头焊缝	899
搭接接头焊缝	899
端接接头焊缝	900
对接接头与角接接头和T形接头的比较	900
特种接头和焊缝	900
接头设计实例	901
高真空电子束焊接	904
低真空电子束焊接	905
非真空电子束焊接	907
复杂组合件的焊接	913
淬火和冷作硬化金属的焊接	915
控制热影响	917
薄金属件的焊接	921
厚金属件的焊接	925
填充金属的应用	927
定位焊	928
可达性差的接头焊接	928
多层穿透焊接	930
超精密焊接	934
扫描的应用	936
接头跟踪	939
电子束摆动	941
脉冲电子束的应用	941
补焊和定期检修	941
电子束钎焊	941
低碳钢的焊接	941
淬火钢的焊接	942
工具钢的焊接	946
不锈钢的焊接	947
耐热合金的焊接	948
难熔金属的焊接	949
铝合金的焊接	952
铜和铜合金的焊接	958

镁合金的焊接	958
钛合金的焊接	958
异种金属的焊接	960
电子束焊接与其他焊接方法的比较	962
安全措施	968

附录	968
电子束焊接的成本	968
成本研究：电子束焊接与气体保护电弧焊的比较	969

气 焊

气焊及其在钢中的应用	972
适用范围、优点和缺点	972
气体	973
设备	974
焊嘴孔径尺寸和气体压力的选择	976
火焰调节	977
氧乙炔燃烧	977
氧氢燃烧	979
天然气和丙烷的燃烧	979
气焊丝	979
焊剂	980
接头设计和边缘准备	980
焊接技术	982
薄板的焊接	983
管子的焊接	985
薄壁管的焊接	988
修复和更换	989
预热和后热	991
在装配不良的间隙中接桥	992
安全措施	993
氧乙炔压力焊	994
钢和铸铁的氧乙炔钎接焊	995
应用	995
火焰调节	995
钎料	995
钎剂	997
接头准备	997
钎接焊前的清理	997
预热和后热	997
钢的钎接焊	997
铸铁件的修复	999
铸铁的氧乙炔焊	1001

铸件的焊前准备	1002
预热	1002
焊后热处理	1003
焊丝	1003
焊剂	1003
灰铸铁的焊接	1003
球墨铸铁的焊接	1004
可锻铸铁和白口铸铁的焊接	1005
耐蚀铸铁的焊接	1005

氧乙炔表面耐磨堆焊	1007
工作原理	1007
表面耐磨堆焊合金	1007
清理和加焊剂	1007
操作工艺	1007
手工氧乙炔焊	1009
粉末喷涂	1012
工件的机械搬运	1014
自动表面耐磨堆焊	1016

钎 焊

钢的炉中钎焊	1019
适用范围	1019
操作顺序	1020
钎焊炉	1021
网带传送炉的排气	1023
炉子的保护气氛	1024
铜钎料钎焊	1026
钎焊前的清理与表面准备	1031
阻流剂	1033
钎焊前的装配	1033
接头的配合和设计	1040
银基合金钎料的钎焊	1045
炉中钎焊与其他钎焊方法的比较	1047
补充、改进或代替其他制造方法的炉中钎焊	1050
附录 1	1052
钎焊炉的安全操作	1052
危险时期	1053
冷室	1053
当易燃气体流动受到阻碍时的应急操作	1053
漏气的气阀	1054
不严密的蒸馏甑或马弗套	1054
一氧化碳中毒和窒息的危险	1054
用不易燃气体净化	1054
烧尽法净化	1055
使用烧尽法的开炉和停炉程序	1056
附录 2	1057
真空炉中钎焊的应用	1057
钢的火焰钎焊	1059
火焰钎焊的原理和技术	1059

手工火焰钎焊的设备	1061
手工火焰钎焊用的夹具	1063
机械化火焰钎焊用设备	1065
自动火焰钎焊用设备	1068
钎料	1071
银合金钎料	1071
铜-锌合金钎料	1072
钎剂	1073
火焰钎焊的优点	1075
火焰钎焊后钎剂的去除	1077
安全措施	1077
火焰钎焊的其他例子	1078
钢的感应钎焊	1079
感应钎焊的能力	1079
操作原理	1081
电源	1081
感应器	1082
钎焊感应器的设计	1083
钎料	1085
钎剂	1086
组装	1086
装夹	1086
紧配合接头的钎焊	1087
同时进行钎焊和淬火	1088
异种金属的钎焊	1089
感应钎焊件与锻件和铸件的成本比较	1090
感应钎焊与其他连接方法比较	1091
本卷中感应钎焊的其他例子	1096
电阻钎焊	1097
设备	1097

金属电极.....	1101	盐浴浸沾钎焊.....	1147
碳极.....	1102	电子束钎焊.....	1147
电极的设计.....	1103	铝合金的钎焊	1149
电极的布置.....	1103	母材.....	1149
钎料.....	1104	钎料.....	1149
钎剂和清理.....	1106	钎焊板.....	1150
接头设计.....	1106	钎剂.....	1150
电阻钎焊是一种高生产率的方法.....	1108	焊角成形.....	1152
电阻钎焊时使用的特殊工艺.....	1108	接头设计.....	1154
钢在熔盐中的浸沾钎焊	1115	钎焊前清理.....	1155
炉子.....	1115	组装.....	1155
盐类.....	1116	浸沾钎焊.....	1155
钎剂.....	1117	炉中钎焊.....	1157
钎料.....	1117	无钎剂真空钎焊.....	1159
接头设计.....	1118	火焰钎焊.....	1159
钎焊前的准备.....	1118	专用钎焊方法.....	1160
钎焊.....	1119	与其他金属的钎焊.....	1161
机械化钎焊.....	1121	钎剂的清除.....	1161
安全措施.....	1123	钎焊后的热处理.....	1162
盐浴钎焊的其他例子.....	1123	光饰.....	1162
铸铁的钎焊	1124	机械性能.....	1162
可钎焊性.....	1124	耐腐蚀性.....	1163
适用范围.....	1124	安全措施.....	1164
铸件钎焊前的准备.....	1124	铜和铜合金的钎焊	1165
生产应用.....	1125	可钎焊性.....	1165
不锈钢的钎焊	1129	钎料.....	1167
钎料.....	1130	钎剂.....	1167
钎剂.....	1132	接头间隙.....	1168
钎焊炉气氛.....	1132	钎焊方法的选用.....	1168
干燥氢气的炉中钎焊.....	1132	炉中钎焊.....	1168
分解氨中的炉中钎焊.....	1139	火焰钎焊.....	1174
氨气中的炉中钎焊.....	1141	感应钎焊.....	1182
空气中的炉中钎焊.....	1142	电阻钎焊.....	1188
火焰钎焊.....	1143	浸沾钎焊.....	1194
感应钎焊.....	1144		

电弧焊方法及其在低碳钢中的应用

药皮焊条手工电弧焊

美国金属学会钢的药皮焊条手工电弧焊委员会

药皮焊条手工电弧焊 (以下简称手工电弧焊), 是一种手工操作的电弧焊接方法。它是由带药皮的可熔化的焊条与焊件之间建立起来的电弧所产生的热进行焊接的。焊条端部、熔池、电弧及焊件附近区域由药皮分解及燃烧所产生的气体防护罩所保护, 以防止大气的污染。此外, 还有熔融的焊剂罩(熔渣)保护熔池中的熔融金属。填充金属由可熔化的焊条芯来提供, 而有些焊条的填充金属则是由混合在焊条药皮中的金属粉来提供。手工电弧焊通常称为手弧焊及棒状焊条电弧焊。

工 艺 特 点

手工电弧焊之所以成为最广泛地用于连接金属构件的焊接方法, 主要是由于它的灵活性。同时, 也由于设备简单、易于移动, 并且费用比其他电弧焊方法低。

灵活性 手工电弧焊在室内及室外条件下均可采用。实际上, 只要焊条所能达到的任何位置的接头(例如, 仰焊接头及立焊接头)都可以进行焊接。如果使用带弯的焊条, 则甚至连盲区的接头也可以进行焊接。例如, 位置受限制的管子背面, 对多数焊接方法来说都是难于达到的部位。

由于焊接电源的电缆可以延伸至较远的距离, 而且不需要通保护气体及冷却水的软管, 因此几乎可以对任何部位上的接头进行焊接。贮罐、船舶结构、桥梁等的现场施工焊接, 均采用手工电弧焊。由于焊接设备轻便而且可移动, 因之工厂中以及偏僻地区(如油田)的机器或其他设备, 可用此方法进行焊修。

连接复杂结构组合件上的构件, 手工电弧焊通常比其他焊接方法更为有用, 这是因为它更适于多位置及难焊部位的焊接。在管及联轴节接头组合件中, 当该组合件装到机器上时, 用自动或半自动焊接设备焊接这种接头可能就不适合。遇到这种情况,

简单而迅速的办法是将该组合件部分气割下来, 按位置调整装配合适, 将其定位焊接, 然后用手工电弧焊方法进行焊接。对于这类工件, 如用其他焊接方法, 可能对结构要做更大的改动。

焊好的接头在装配时可能被割下来, 而再用辅助构件重新焊制——这是实践中经常遇到的, 特别是在诸如钻井、采石、采矿工作中。

接头的质量和强度 手工电弧焊接头质量和强度的控制, 就象控制使用焊条的其他手工焊方法焊接的接头质量和强度那样容易。手工电弧焊的焊条材料能够与大多数母材性能相匹配。因之, 接头的性能可以达到被焊金属的性能。

被焊金属 手工电弧焊工艺最容易焊接的金属是碳钢和低合金钢、不锈钢及耐热钢。

铸铁、高强度的和淬火类型的钢, 也可以用手工电弧焊焊接。但是, 可能需要采用预热或后热, 或两者兼用的工艺。焊接淬火钢时, 选用焊条和细心操作是很重要的。

铜合金和镍合金也常用手工电弧焊进行焊接, 但更多的是采用熔化极气体保护电弧焊和钨极气体保护电弧焊。

软金属, 如锌、铅和锡的熔点及沸腾温度低, 不适于用手工电弧焊焊接。

用手工电弧焊焊接低碳钢以外的其他金属, 在本卷其他有关特种金属焊接的章节中加以论述。

不足之处 手工电弧焊比之其他的弧焊方法, 如熔化极气体保护电弧焊和埋弧焊, 不足之处, 主要是金属的熔敷速度及熔敷系数低。手工电弧焊所用焊条的长度是固定的(一般是18英寸或更短), 因之, 当每根焊条焊完之后必须停止焊接。采用连续送进焊丝或不需填充金属的电弧焊接方法, 焊接工作可以较长时间不停顿地进行。

手工电弧焊另一个不足之处, 是每焊完一个焊道后要求除渣, 把在焊缝上形成的渣壳除掉。熔化

极气体保护电弧焊时, 由于不用焊剂, 可以不断地进行多道焊接, 不需除渣。

工作原理

手工电弧焊首先要有合适的焊接电源。为了焊接, 须用合适的电缆使焊接电源的一端接到焊钳上, 而另一端接到地线夹头上, 如图 1 所示。

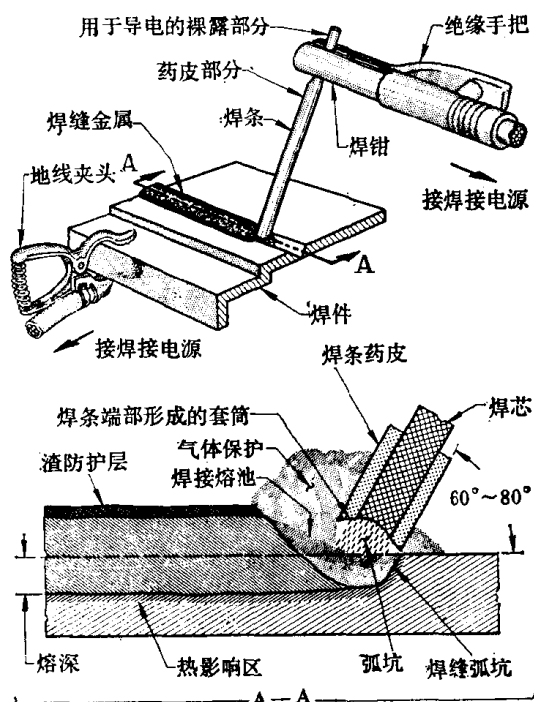


图 1 手工电弧焊的工作原理及典型的装置

开始焊接时, 利用焊条的端部触及焊件“划擦”引弧, 这与划火柴极为相似。引弧后, 焊工用手工控制焊条的方向和焊接速度。焊工通过控制弧长——焊条末端与焊件表面之间的距离——来维持电弧电压。在许多采用厚药皮焊条的应用场合, 焊工实际上是在接头中或焊件上拖着焊条并利用焊条角度来控制弧长。焊条被废弃的长度约 2 英寸。

从电源方面来看, 该方法是简单的, 需用具有电压-电流下降特性的焊接电源。采用这种电源, 电流随电弧变长而下降, 而电弧变短, 则电流增高。然而, 这个基本上是简单的概念因受到金属穿过电弧过渡的影响而变得复杂, 因金属过渡会使焊接电源短路。因之, 焊接电源的动特性是最重要的, 回路中的感抗控制着由短路引起的电流反应速度, 影响着熔滴尺寸及电弧的稳定性。

焊条药皮 焊缝的化学与冶金性能, 主要取决于所用的焊条类型及其药皮的类型。

大气中的氧和氮, 如果不从熔池中排走, 会在所焊的接头中产生严重的气孔并且接头的塑性不好。手工电弧焊时, 焊接电弧热使焊条药皮燃烧并分解而产生一种防护气体, 它将大气从焊接区域排走。熔融金属得到焊条药皮中的材料所形成的熔融的焊渣保护, 熔渣直到金属凝固为止起着保护罩的作用 (图 1)。多数焊条药皮还含有脱氧剂与脱氮剂。

焊条药皮还提供钠和钾这类元素, 当它们受电弧加热时容易离子化。这些有助于保持焊条末端与焊件之间间隙导电并稳定电弧。

还可以通过焊条药皮向焊缝中添加合金。用于焊接低碳钢的多数焊条芯是普通的碳钢, 而合金元素有时是加在药皮中的。有些药皮含有铁粉, 这可以提高金属熔敷速度。

焊条药皮在焊条的末端呈套筒形状 (见图 1 中的 A-A), 它起着类似喷嘴的作用, 增加热效率并引导电弧的方向, 这就有助于焊工引导金属以焊条向熔池过渡。

焊条的使用性能, 如熔敷速度、焊接位置变化的适应性、焊道成形、脱渣性以及焊缝的性能等, 是由焊条药皮的设计与化学配方所控制的。

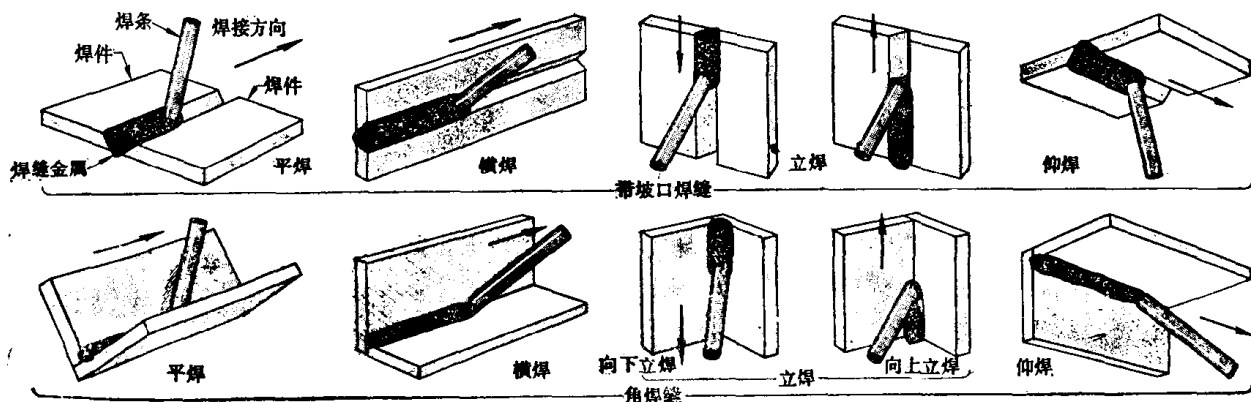


图 2 焊接带坡口焊缝(上排)和角焊缝(下排)常用的焊接位置