



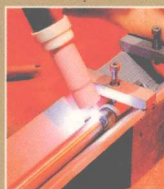
焊接

实用理论与技术详解

轻松掌握

- 覆盖面广
- 知识最新
- 实用性强
- 编排科学
- 便于掌握

大江◎编著



最新职业
技能实用
用书

依据劳动和社会保障部

制定的《国家职业标准》要求编写

- ★基础知识
- ★焊接电弧的引燃过程
- ★焊丝的熔化和熔滴过渡
- ★焊接技术的应用
- ★一般术语
- ★高效率埋弧焊
- ★焊接材料的使用
- ★焊接参数的选择
- ★焊接的安全操作
- ★其他焊接安全技术

中国戏剧出版社

丛书〈钻石卷〉 ZHIYEJINENG \ SHIZHANCONGSHU

焊接

轻松掌握

- 覆盖面广
- 知识最新
- 实用性强
- 编排科学
- 便于掌握

大江◎编著

实用理论与技术详解



最新职业
技能实用
用书

依据劳动和社会保障部

制定的《国家职业标准》要求编写

- ★基础知识
- ★焊接电弧的引燃过程
- ★焊丝的熔化和熔滴过渡
- ★焊接技术的应用
- ★一般术语
- ★高效率埋弧焊
- ★焊接材料的使用
- ★焊接参数的选择
- ★焊接的安全操作
- ★其他焊接安全技术

中国戏剧出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

焊接实用理论与技术详解 / 大江主编. —北京: 中国戏剧出版社, 2008.9

(职业技能实战丛书. 钻石卷)

ISBN 978-7-104-02708-9

I. 焊… II. 大… III. 焊接—基本知识 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第128220号

焊接实用理论与技术详解

责任编辑: 肖楠 王媛媛

责任出版: 冯志强

出版发行: 中国戏剧出版社

社址: 北京市海淀区紫竹院路116号嘉豪国际中心A座10层

邮政编码: 100097

电话: 010-58930221 58930237 58930238

58930239 58930240 58930241 (发行部)

传真: 010-58930242 (发行部)

经销: 全国新华书店

印刷: 北京顺义康华福利印刷厂

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 160

字数: 1800千

版次: 2009年1月北京第1版第1次印刷

书号: ISBN 978-7-104-02708-9

定价: 220.00元(全十册)

版权所有 违者必究

职业技能 轻松掌握

ZHIYEJINENG 实战丛书

SHIZHANCONGSHU

领你入门 帮你踏上理想之岗
教你技能 成功步入人才殿堂

本丛书是根据国家主管部门颁布的职业技能鉴定规范及国家职业标准的规定，从读者的实际需要出发而特定编写的。

为了适应快速的技能培训，提高技能培训质量与速度，重点以技能培训为主，内容完全以实用为原则，简化理论知识，强化技能实用。

《职业技能实战丛书》根据实际，适当地减少了技能培训中的理论知识要求；在技能方面，舍去了技能培训不常用的知识，加入了大量的实用技术和应用知识，是一套在同类书籍中非常实用的职业技能实战丛书。



《电焊 气焊实用理论与技术详解》

《焊接实用理论与技术详解》

《车工实用技能详解》

《钳工实用技能详解》

《钣金工实用技能详解》

《木工实用技能详解》

《电工实用技能详解》

《电工电路与识图实用详解》

《数控机床操作与维修实用详解》

《常用机械实用与维修详解》

责任编辑 肖楠 王媛媛
装帧设计 宋双成

第一章 基础知识

第一节 焊接电弧	3
一、电弧的物理基础	3
二、气体放电的机本概念	3
第二节 焊接电弧的引燃过程	5
一、接触	5
二、燃弧	7
第三节 焊接电弧的热和力	7
一、电弧的热功率和温度分布	7
二、电弧力及影响因素	10
第四节 焊接电弧的稳定性	15
一、焊接电源的影响	15
二、焊条药皮的影响	15
三、气流的影响	16
四、焊接处的清洁程度	16
五、焊接电弧的磁偏吹及控制	16
第五节 焊丝的熔化和熔滴过渡	18
一、焊丝的加热及熔化	18
二、热能来源	18
三、焊丝与焊条的熔化参数	19
四、影响焊丝熔化速度的因素	20
第六节 熔滴的形成及过渡	22
一、熔滴上的作用力	22
二、熔滴过渡的主要形式及其特点	26
三、熔滴的几何尺寸	39

四、熔滴温度	41
五、飞溅损失及影响因素	42
六、熔滴过渡的控制	44
第七节 焊接熔池	46
一、概述	46
二、温度分布	46
三、质量和存在时间	47
四、金属的受力和流动状态	48
第八节 熔池金属的结晶和焊缝成形	50
一、熔池金属的结晶过程及特点	50
二、焊接参数和工艺因素对焊缝尺寸的影响	55
三、焊缝成形缺陷及原因	59
四、焊缝成形的控制	60

第二章 焊接技术的应用

第一节 一般术语	65
一、常用概念	65
二、焊接方法的分类	67
第二节 埋弧焊	68
一、特点和应用	68
二、埋弧焊用焊丝和焊剂	71
三、焊接工艺参数及其影响	75
四、焊前准备	77
第三节 高效率埋弧焊	78
一、多丝埋弧焊	78
二、金属粉末埋弧焊	79
三、带极埋弧堆焊	80

四、窄间隙埋弧焊	81
第四节 埋弧焊机	83
一、结构和分类	83
二、电弧的自动调节	84
第五节 钨极氩弧焊	87
一、特点	87
二、应用	89
第六节 焊枪、电极及氩气	89
一、焊枪结构及气体保护效果	89
二、电极材料及形状尺寸	91
三、氩气	94
第七节 钨极氩弧焊的种类	95
一、直流钨极氩弧焊	95
二、交流钨极氩弧焊	97
三、脉冲钨极氩弧焊	100
四、特种钨极氩弧焊	101
五、热丝钨极氩弧焊	102
六、窄间隙热丝钨极氩弧焊	103
七、多电极钨极氩弧焊	104
八、氩弧点焊	104
九、活性焊剂钨极氩弧焊 (A - TIG焊)	105
第八节 熔化极氩弧焊	108
一、特点	108
二、应用	109
三、工艺	110
四、铝的熔化极氩弧焊	110
第九节 熔化极脉冲氩弧焊	114
一、原理及熔滴过渡的特点	115
二、冶金及工艺特点	116

三、变极性熔化极脉冲氩弧焊 (ACPMIG焊)	117
四、氩焊的应用	118
第十节 窄间隙熔化极氩弧焊	119
一、低热输入窄间隙熔化极氩弧焊	119
二、高热输入窄间隙熔化极氩弧焊	120
三、窄间隙熔化极氩弧焊焊接参数的选择	121
四、窄间隙熔化极氩弧焊的应用及特点	123
第十一节 混合气体的应用	124
一、Ar+ He	125
二、Ar+N ₂	125
三、Ar+O ₂	125
四、Ar+ CO ₂	126
五、Ar + CO ₂ + O ₂	127
第十二节 TIME焊	127
一、基本原理	127
二、特点	128
三、工艺	129
四、对设备的要求	129
第十三节 双丝高速焊	130
一、基本原理	130
二、双丝MAG焊特点	131
第十四节 CO ₂ 气体保护电弧焊	131
一、CO ₂ 气体保护电弧焊的特点和应用	131
二、CO ₂ 气体保护电弧焊的工艺特点与分类	132
三、CO ₂ 气体保护电弧焊的冶金特性	134
四、工艺	137
五、焊接参数的选择	138
六、减少金属飞溅的措施	140
七、焊接电源	143
八、CO ₂ 电弧点焊	143

第十五节 药芯焊丝电弧焊	144
一、特点	145
二、结构	146
三、分类	147
四、气体保护焊用药芯焊丝	148
五、焊剂保护用药芯焊丝	149
六、自保护药芯焊丝	149
七、不锈钢药芯焊丝	152
八、药芯焊丝电弧焊的焊接设备	154
第十六节 等离子弧焊	155
一、形成	155
二、能量特性	156
三、基本形式	157
四、静特性及对电源外特性的要求	158
五、工艺特点及应用	159
六、焊枪	160
七、焊接方法	161
八、双弧现象及防止措施	164
第十七节 粉末等离子弧堆焊和喷涂	167
一、弧堆焊	167
二、喷涂	168
第十八节 等离子弧切割原理及特点	170
一、切割原理	170
二、切割特点	170
三、等离子弧切割方法的分类	171
四、提高氮气等离子切割质量的途径	172

第三章 焊接材料的使用

第一节 焊接材料的发展	175
一、历史发展	175
二、钢材发展对焊接材料的影响	177
三、我国焊接材料的发展现状	178
四、电焊条的发展现状	178
五、焊丝的发展现状	179
六、焊剂的发展现状	181
七、钎焊材料的发展现状	182
第二节 焊接材料的使用及保管	183
一、电焊条的烘干	183
二、电焊条的储存及保管	184
三、焊丝的使用及保管	186
第三节 焊接用气体的使用及保管	188
一、气瓶的使用及保管	188
二、氧气的使用及保管	190
三、乙炔的使用及保管	192
第四节 焊剂及钎焊材料的使用及保管	193
一、焊剂的使用及保管	193
二、钎焊材料的使用及保管	194
三、钎料、钎剂的安全注意事项	195

第四章 焊接的安全操作	
第一节 电焊操作的不安全、不卫生因素	197
一、安全隐患	197
二、电焊作业环境的评价标准	198
第二节 手工电弧焊设备安全	199
一、电焊机使用与维护	201
二、电焊机的常见故障与排除方法	203
三、手工电弧焊的危害	205
四、防止电击事故的措施	207
五、防止电焊弧光伤害的措施	209
六、防止电焊灼伤事故的措施	210
七、防止机械性外伤事故的措施	211
八、手工电弧焊安全操作	211
第三节 埋弧自动焊设备的安全	213
一、焊接电源	213
二、控制箱	214
三、焊接过程	214
四、埋弧自动焊的安全控制系统	215
五、埋弧自动焊的不安全因素	216
六、埋弧自动焊安全操作要点	216
第四节 接触焊的安全	217
一、设备的安全使用	217
二、防止触电的安全措施	221
三、防止烟尘危害的措施	221
四、防止砸伤、割伤的安全措施	222
五、安全操作要点	222

第五节 电渣焊设备的安全	223
一、电源	223
二、结构	223
三、常用焊剂和焊丝	224
四、设备的维修保养	224
五、安全特点	225
六、丝极电渣焊的作业安全	226
七、板极电渣焊的作业安全	227
八、熔嘴电渣焊的作业安全	228
第六节 气体保护焊安全	229
一、安全特点	229
二、氢原子焊安全技术	230
三、氩弧焊设备的安全	233
第七节 其他焊接安全技术	238
一、等离子焊接设备的安全使用	238
二、真空电子束焊安全使用	242
三、激光焊接安全技术	244

第一章 基础知识

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加工方法。

金属等固体材料之所以能保持固定形状的整体，是因为其内部原子之间的距离（晶格）十分小，原子间形成了牢固的结合力。若要把两个分离的金属构件靠原子结合力的作用连接成一个整体，则需要克服两个困难：

1) 待连接表面不平。即使进行最精密的机械加工，其表面平面度也只能达到 μ （微米）级，仍远远大于原子间结合所要求的数量级 10^{-8} 。

2) 表面存在的氧化膜和其他污染物阻碍金属表面原子之间接近到晶格距离并形成结合力。焊接过程就是克服这两个困难的过程。而熔焊（包括电弧焊）过程，从物理实质上来看就是在不加压的情况下，将工件待连接处的金属加热熔化，靠液态金属的流动使原子互相靠近、熔合，冷却结晶而连接成牢固的整体。

19世纪末期至20世纪初期，随着化学工业和电力工业的发展，氧气和电石生产得到一定的发展，氧乙炔火焰焊接的应用在工业生产中开创了新的局面。在这期间，虽然研究出铝热剂铸焊、电阻焊、碳极电弧焊和金属极电弧焊等方法，使焊接热源和焊接技术取得了重大的突破，但由于当时的电弧焊设备比较简陋，电力工业还不发达，因此电弧焊在金属结构生产中的应用还很少，而氧乙炔气体

火焰焊接却由于设备简单、价格便宜而迅速发展,被广泛应用于工业生产中。

电弧焊是指利用电弧作为热源的焊接方法,又简称弧焊。它是熔焊中最重要的、也是应用最广泛的焊接方法。20世纪20年代研制出构造简单、使用方便、成本低廉的交流电弧焊机;30年代起,又相继推出了薄涂料焊条和厚涂料焊条,尤其是厚涂料优质焊条的出现,使焊条电弧焊技术进入成熟阶段,其熔深大、效率高、质量好、操作方便等突出优点是气焊方法无法比拟的,于是焊条电弧焊在工业生产中被广泛应用,特别是在车辆、船舶、锅炉、起重设备和桥梁等金属结构的制造中很快成为主要的焊接方法,钨极氩弧焊和熔化极氩弧焊也是在30年代先后研究成功的,成为焊接有色金属和不锈钢等材料的有效方法。这一时期,工业产品和生产技术的发展速度较快,迫切要求焊接过程向机械化、自动化方面发展,而且当时的机械制造、电力拖动与自动控制技术也已为实现这一目标提供了技术和物质基础。于是便在30年代中期研究成功了变速送丝式埋弧焊机,以及与之相匹配的颗粒状焊剂和光焊丝,从而实现了焊接过程自动化,显著地提高了焊接效率和焊接质量。等速送丝式埋弧焊机的出现大大简化了埋弧焊设备,为工业生产中大量应用埋弧焊创造了更为有利的条件。

20世纪40年代起,焊接科学技术的发展又迈进到一个新的历史阶段,特别是进入50年代之后,新的焊接方法以前所未有的发展速度相继研究成功,如用电弧作热源的CO₂焊(195年)和等离子弧焊(1957年);属于其他热源的电渣焊(1951年)、超声波焊(1956年)、电子束焊(1956年)、摩擦焊(1957年)、爆炸焊(1963年)、脉冲激光焊(1965年)和连续激光焊(1970年)等。到目前为止,基本的焊接方法已多达20余种。此外还有多种派生出来的焊接方法,例如活性气体保护电弧焊、各种形式的脉冲电弧焊、窄间隙焊、搅拌摩擦焊和全位置焊等。

上述各种焊接方法要针对不同的材料、不同的结构加以选用,在工业生产中它们发挥着各自的作用。这些焊接方法与金属切削加工、热切割加工、压力加工、铸造、热处理等其他加工方法一起构成的材料加工技术是现代材料加工工业,例如车辆、船舶、航空、航天、原子能、采矿、化工机械、桥梁、电子以及轻工等几乎所有工业部门的基本加工方法,而其中各种电弧焊方法在焊接生产中所占比例最大,应用最为广泛。据统计,一些工业发达的国家,电弧焊在焊接生产总量中所占比例大都在60%以上。

第一节 焊接电弧

电弧作为一种气体导电的物理现象,早在19世纪初就已被发现,并预料到可以利用它熔化金属,但由于当时的工业水平还不能提供足够功率的电源来产生大能量的电弧,因此,利用电弧作为金属熔焊的热源,还只不过是是个构想。直到19世纪末期电力生产得到发展以后,人们才有条件研究电弧的实际应用。据报道1885年俄国人发明了碳极电弧,起初主要用作强光源,可以把它看作是电弧实际应用的创始。

电弧既是各种电弧焊方法的能源,又是碳弧气刨、电弧喷涂、电弧冶炼以及等离子弧切割、等离子弧喷涂、等离子弧堆焊等金属加工方法的能源。为了科学地应用和发展电弧焊技术,首先应当了解焊接电弧中能量转换的物理过程实质和基本规律。本章作为电弧焊的基础理论,将结合电弧形成过程,讨论电弧带电粒子的产生和气体导电的机理、电弧的构造和性能、电弧热和电弧力两种能量的产生以及能量转换的规律等。其目的在于了解电弧过程实质,建立焊接电弧的物理概念,并以此作为技术指导思想,把握电弧焊进程。

一、电弧的物理基础

焊接电弧发出强烈的光和热,但却不是一般的物质燃烧现象。实质上,焊接电弧是在焊接电源供给一定电压的两个电极之间或者电极与焊件之间的一种气体放电现象,即电荷经过两电极间的气体空间的一种导电现象。借助于这种气体放电,把电能转变为热能、机械能和光能。焊接时主要是利用电弧的热能和机械能。

二、气体放电的基本概念

各种物质不论其形态为固态、液态还是气态。是否呈导电性皆取决于它在电场作用下是否拥有可以定向移动的带电粒子。金属体内部拥有大量的自由电子,只要在金属导体的两端加上电压,自由电子便在电场力的作用下定向移动而形成电流,这种导电现象称为电子导电,显然,其带电粒子是自由电子。金属导电

时,金属本身不发生化学变化,电源可以是直流或交流。通常所说的液体导电,是指电解质的水溶液或电解质本身熔融成液体时的导电,在此,两种液态中电解质都要发生电离,其分子电离成正离子和负离子。在没有电场存在时,这些离子只做无规则的热运动,从宏观上看,没有电荷(离子)的定向移动,不显示出电流;但当在电解质的液体里插入与直流电源相接的两个电极时,于是液体中便会出现电场,电解质的正负离子除了做热运动外,还要在电场力的作用下做定向移动,正离子向阴极移动,负离子向阳极移动,形成电流,这种导电现象叫做离子导电。显然,这跟金属中的电子导电是不同的。另外,一个重要的不同点,是在电解质导电过程中,同时发生电解现象,即正负离子分别在阴极板上和阳极板上发生还原及氧化。这表明,电解质液体的导电过程要发生化学变化。

在通常情况下,气体是不导电的(或导电性很微弱),这是因为常态下的气体几乎完全由中性的分子或原子组成,不拥有带电的粒子(或拥有的带电粒子很少),因此它是不导电的。

若要气体导电,则必须先有一个产生带电粒子的过程,然后才能呈现导电性。

气体放电时,在不同的条件下和不同的电流区间,其导电机制和放电形态有显著不同。在较小的电流区间,气体导电所需要的带电粒子不能通过导电过程自行产生,而需要外加措施(加热、光激励等)来造成带电粒子,促使气体放电,一旦外加的激励源取消,则气体不再发生电离,放电现象也就停止,这种气体导电现象称为被激放电,也称为非自持放电。当电流大于一定数值时,气体放电只在开始时需要外加措施制造带电粒子,进行诱发(通常称为“点燃”),在放电过程中阴极不断地发射出足够的电子,气体电离度较大,放电过程本身能够产生维持导电所需要的带电粒子。因此,一旦放电开始。取消外加诱发措施,放电过程本身仍能继续下去,这种放电过程称为自激放电,也称为自持放电。按照电流数值和放电特性的不同,自激放电又可分为暗放电、辉光放电和电弧放电三种基本形式,其中电弧放电的电压最低、电流最大、温度最高、发光最强。因此,电弧在工业以及其他一些领域中作为热源或光源被广泛应用。