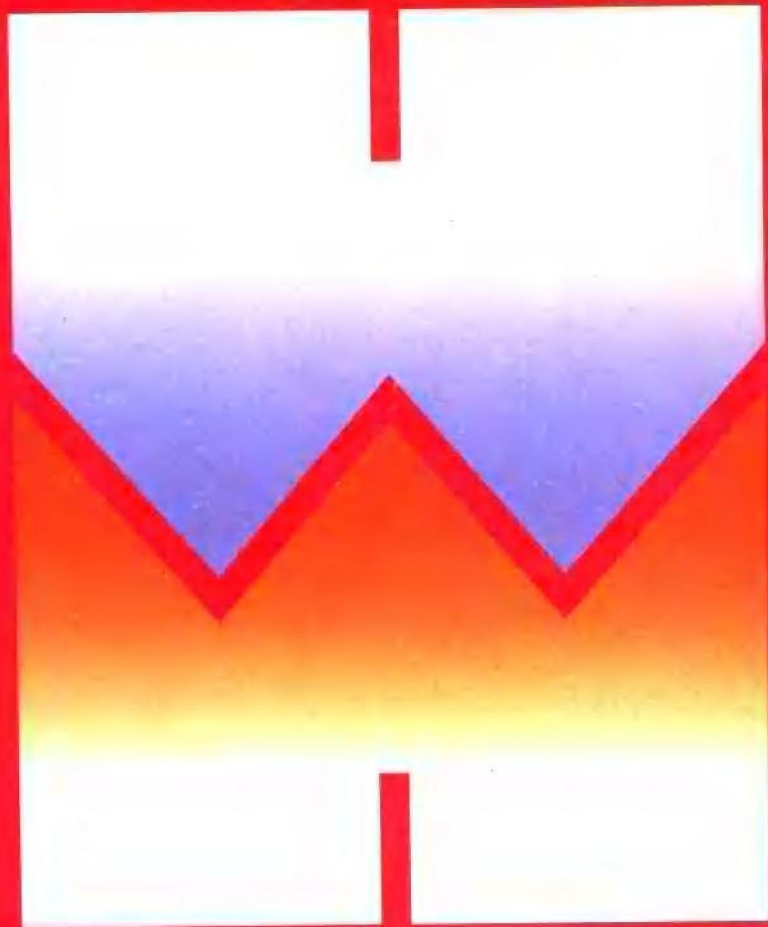


焊接手册

焊接方法及设备



中国机械工程学会焊接学会 编



机械工业出版社

焊 接 手 册

第 1 卷

焊接方法及设备

中国机械工程学会焊接学会 编



机 械 工 业 出 版 社

(京)新登字054号

《焊接手册》是由中国焊接学会在全国范围内组织专家编著的一部综合性专业工具书：是学会为生产服务的具体体现。手册内容选材广泛，具有较强的实用性、科学性、可靠性和先进性。全书共计三卷(焊接方法及设备，材料的焊接，焊接结构)，本书为其中的第1卷。

本卷共分6篇、39章，特点是焊接工艺与设备兼顾，原理与工艺(或设备)密切联系，目的是引导读者正确选择和使用焊接方法及设备并提供解决焊接工艺问题的基本途径。具体内容包括各种电弧焊、电阻焊、高能束焊、钎焊、焊接过程自动化技术以及其它焊接方法等。

焊接手册的读者对象是以各个工业部门中从事焊接生产的工程技术人员为主，但同时这部手册对于焊接科研、设计和教学人员也是一部解决实际问题时必备的工具书。

焊 接 手 册

第 1 卷

焊接方法及设备

中国机械工程学会焊接学会 编

*

责任编辑：方婉莹 武 江 责任校对：宁秀娥

封面设计：刘 代 版式设计：霍永明

责任印制：王国光

*

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)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张47·插页2·字数1444千字

1992年11月北京第1版·1992年11月北京第1次印刷

印数 0 001—80 00·定价：33.00元

*

ISBN 7-111-03073-7/TG·674

《焊接手册》第1卷编审者

主 编 潘际銮

中国科学院学部委员

清华大学教授

第一副主编 郭世康

清华大学教授

副 主 编 王其隆

哈尔滨工业大学教授

何方殿

清华大学教授

作 者 审 者

(以下按编审者姓氏汉语拼音顺序排列)

鲍力立

第二汽车制造厂

高级工程师

丁培璠

中国机械工程学会

高级工程师(研究员级)

何伟儒

第二汽车制造厂

高级工程师(研究员级)

才荫先

哈尔滨焊接研究所

高级工程师

冯吉才

哈尔滨工业大学

讲 师

胡百僊

北京精艺技术开发公司

高级工程师

陈武柱

清 华 大 学

副 教 授

龚国尚

清 华 大 学

副 教 授

胡正衡

北京工业大学

教 授

成亚男

北京金属结构厂

高级工程师

郭明达

上海重型机器厂

高级工程师

黄石生

华南理工大学

教 授

崔维达

哈尔滨工业大学

教 授

郭希烈

铁道部科学研究院

研 究 员

冀殿英

南昌航空工业学院

教 授

李尚周
华南理工大学
讲 师

李树槐
吉林工业大学
教 授

李先耀
清 华 大 学
讲 师

李致焕
河北工学院
副 教 授

刘国溟
第二汽车制造厂
高级工程师
(研究员级)

刘文焕
清 华 大 学
副 教 授

刘效方
北京航空材料研究所
高级工程师
(研究员级)

梅福欣
华南理工大学
教 授

聂淦生
机电部成都电焊机研究所
高级工程师

宁斐章
哈尔滨焊接研究所
高级工程师
(研究员级)

蒲万林
原华中理工大学
教 授

齐志扬
上海交通大学
副 教 授

乔松龄
北京精艺技术开发公司
高级工程师

施克仁
清 华 大 学
副 教 授

宋天虎
哈尔滨焊接研究所
高级工程师

孙 勇
装甲兵工程学院
讲 师

王纯孝
北京航空工艺研究所
高级工程师

王克家
铁道部科学研究院
副研究员

王克争
清 华 大 学
讲 师

吴 林
哈尔滨工业大学
教 授

吴敏生
清 华 大 学
副 教 授

吴志强
清 华 大 学
副 教 授

肖 敏
华中理工大学
讲 师

邢小琳
冶金部钢铁研究院
高级工程师

徐滨士
装甲兵工程学院
教 授

徐庆鸿
哈尔滨工业大学
副 教 授

徐松英
上海电焊机厂
高级工程师

益小苏
浙 江 大 学
教 授

俞尚知
上海交通大学
教 授

张人豪
清 华 大 学
教 授

赵家瑞
天津大学
教授

郑元亮
上海电焊机厂
高级工程师

朱正行
上海交通大学
教授

郑笔康
中国科学院金属研究所
副研究员

郑远谋
第二汽车制造厂
工程师

庄鸿寿
北京航空航天大学
教授

郑兵
哈尔滨工业大学
讲师

周方洁
北京理工大学
助理研究员

邹积铎
上海重型机器厂
高级工程师

郑宜庭
北京航空航天大学
副教授

周万盛
航空航天工业部
七〇三所
研究员

方婉莹、武江 机械工业出版社 本卷责任编辑

何瑞芳高级工程师也曾积极参加了第六篇第三十九章的编写工作。

此外,还有清华大学焊接专业研究生朱志明和苏勇同志参加了编审的辅助工作。

序

机械制造业是国民经济的基础工业，它决定着整个国家的工业生产能力和水平；焊接技术则是机械制造业中的关键技术之一。例如很多工业产品以及能源工程、海洋工程、航空航天工程、石油化工工程等等，无不依靠机械制造业提供装备；对于各种压力容器、核反应堆器件、宇航运载工具等产品，如不采用焊接就不可能制造。我国的现代焊接科学技术是从新中国成立之后才起步的；随着国民经济的发展，它的进步极为迅速。建国初期，我国钢的年产量仅为数十万吨，40年后的今天已猛增至六千余万吨。据资料统计，工业发达国家一般钢产量的40%左右是经过焊接加工才成为工业产品的，由此亦可见焊接技术在工业生产中所起的作用。

目前，我国各地已普遍成立了高、中等焊接教育机构和焊接科研机构，焊接生产、科研和教育体系已在全国范围内建立起来，一支日益壮大的焊接生产、科研队伍已经形成。他们在为国民经济发展作出巨大努力的过程中积累了相当丰富的知识和经验。中国机械工程学会焊接学会自1962年成立以来，曾多次组织焊接科研成果与生产经验的交流活动以及学术论文、专著的出版工作。为了给焊接工作者解决生产实际问题提供系统的技术资料、减少不必要的重复性试验研究工作，焊接学会经过较长时间的酝酿，决定配合机械工业出版社的热加工系列手册出版规划，编写一套全面地总结这些经验、资料并适当反映现代国内外焊接科学技术水平的《焊接手册》。我们深信，这项编写工作将为实现机械电子工业部在1987年提出的“必须重视工艺，特别是热加工工艺水平的提高”的要求提供重要的条件。

焊接学会编辑出版委员会根据上述决定，筹备和组织了这项工作，对主编人选、读者对象、编写原则、篇幅、编例细则等进行了多次讨论，确定了下述事项。

本《焊接手册》分为三卷编写、出版，其名称及主编为：

第1卷 焊接方法及设备，主编 潘际銮教授

第2卷 材料的焊接，主编 斯重遥研究员

第3卷 焊接结构，主编 田锡唐教授

三位主编均为国内外焊接界知名人士和学识渊博、经验丰富的老专家。

《焊接手册》的读者对象主要是从事焊接生产的工程技术人员。此外，本手册也可供从事焊接科研、设计和教学人员参考、使用。

《焊接手册》的编写原则是以总结国内生产实践经验为主，同时注意吸收国外先进经验。选材力求具有实用性、科学性、可靠性和先进性等特色。手册主要内容是介绍我国正在大量应用的焊接技术；对于国内已经应用的新技术、新工艺、新设备、新材料予以重点介绍；同时适当地介绍了我国虽然还没有应用或刚开始应用，而在国外已行之有效的新技术。

本手册第1卷共六篇三十九章。其内容特点是焊接工艺与设备兼顾，原理与工艺(设备)密切联系，并提出了解决焊接工艺问题的基本途径，以期读者能正确选用焊接方法和设备。本卷主要介绍各种焊接方法，包括电弧焊、电阻焊、高能束焊、钎焊以及较常用的其它焊接方法。此外还介绍了与焊接自动化技术有关的部分内容。

第2卷共五篇二十章。主要包括材料的焊接性基础,铁与钢、有色金属、异种材料和非金属材料的焊接。本卷以材料的焊接性为理论基础,对各类材料的焊接工艺作了较全面而深入的论述,并对国产焊条、焊剂和焊丝等焊接材料及其选配原则进行了较系统的介绍。为了联系生产实际,还列举了各类材料采用不同焊接工艺的实例。

第3卷共三篇二十四章。第一篇介绍焊接结构的共性,包括焊接接头的应力集中、焊接应力和变形、焊接接头的力学性能和在高温腐蚀介质中的行为、焊接结构的脆性断裂、疲劳及其安全评定,基本焊接元件和接头的强度计算等。第二篇重点介绍焊接结构的设计,突出传力合理性和工艺性,并以多种实例说明。第三篇主要介绍与焊接结构生产有关的问题,包括典型结构的生产工艺、焊接生产机械化和自动化、焊接车间设计、生产组织和经济分析,焊接安全与劳动保护等。

本手册是建国40多年来由焊接学会组织编写的第一部综合性大型骨干工具书。参加编审者多达200余人,他们都是在各自专业领域中具有丰富学识和实践经验的专家。他们认真负责的态度、严谨的科学作风以及不分寒暑辛勤工作的忘我精神,是保证高质量地完成这套手册编、审工作的基础。很多工矿企业、研究机构 and 高等学校鼓励、支持编审人员的工作并无偿地提供资料,为本手册总结经验创造了有利条件。机械电子工业部科技司和机械工业出版社给编写工作的有力支持和热情帮助,是完成本手册的强有力的后盾。此外,还值得提出的是:焊接学会编辑出版委员会郭希烈同志,在确定主编人选、编审原则等重要事情的过程中,坚持保证手册质量的原则,始终关怀和支持本项工作。本手册的责任编辑方婉莹、武江同志在手册编写过程中提出了很多宝贵意见,做了大量深入细致的工作,对提高本书质量和促进工作进展起了很大作用。机械电子工业部、机械工业出版社、湖北宜昌猴王焊接公司、北京燕山石化总公司建筑安装公司、上海电焊机厂、北京华光焊接工艺成套装备公司、大庆石油管理局建筑材料公司、太原重型机器厂、中国人民解放军装甲兵工程学院、冶金部钢铁研究总院焊接研究室、佳木斯市农业机械配件厂等单位,为本书的编审工作提供了经费、我们谨向以上同志和单位表示衷心的感谢。

本手册内容涉及的范围非常广泛,参加编审工作的人员众多,编写时间短促,难免有不足之处,欢迎广大读者批评指正,以便再版时改进。

中国机械工程学会焊接学会

1992年5月

前 言

为了给读者提供较高质量的焊接手册,我们约请了数十名具有较高理论水平和丰富实践经验的教授、高级工程师和专家,于工作繁忙之余克服种种困难坚持不懈地参加本卷手册的编写或审阅工作。编入各章的资料主要来自国内多年来在生产、科研等方面的工作经验总结。可以认为本卷手册基本上反映了我国焊接技术的成就和水平。

本卷基本按焊接方法种类划分篇章。全卷共六篇三十九章。根据我国焊接技术的现状和发展需要,本手册除在第一篇中各章、第二篇电阻焊工艺各章以及第五篇中电渣焊、气焊各章比较深入详尽地介绍常用的各种焊接方法外,还以多达过半的篇幅,介绍了比较专门化的但又是为焊接新材料、焊接精密度较高的产品和焊接电子工业器件所需要的各种焊接技术(如第二篇的电阻焊质量监控,第三篇的高能束焊,第四篇的钎焊,第五篇的各种专用焊接方法)。此外另辟第六篇介绍虽尚不够完善但已开始进入生产领域且已显示出发展潜力的新技术——焊接自动化技术。虽然该篇各章的内容取舍各有特色,彼此之间的配合尚非理想,但作为扩展焊接手册的一个新内容,也许是一个有意义的尝试。

按照通常编写焊接方法的作法,本卷各章中除介绍各种焊接方法原理及设备外,多数还包括焊接工艺、操作步骤、材料焊接、安全技术和应用实例等内容。对于各种材料焊接较深入的冶金问题和堆焊材料及冶金问题则由本手册第二卷详细说明,本卷只做简短介绍。

限于篇幅,除在各章内扼要介绍原理和提出有限的技术数据外,另在每章末提出了参考文献以供读者查证。有的还附有阅读资料以便于读者进一步了解相关内容。此外还在本卷末列入了与本卷内容有关的部分国家标准作为附录供读者参考。

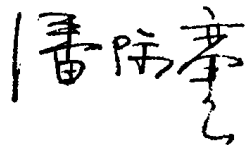
为了保证手册质量,贯彻本手册编写原则规定的“实用性、科学性、可靠性、先进性”要求,本卷各章均经专家多达四五次的审阅、修改。从读者使用方便考虑,还注重加强文章和图表中各项内容的系统性,所有借用的数据都尽可能予以严格查对,提出参考来源并重新编排,使之规律化,达到既可靠又易查找的要求。

焊接方法分类是一个重要课题。科学的分类可使读者便于掌握各种焊接方法的本质和各个特征,并将有助于启发读者去开发更多更新的焊接方法。为此,本卷第一章在分析前人分类法的基础上提出了颇有特色的新的焊接方法分类的概念和方法。虽然未必完善,但可供读者参考。

名词术语往往具有历史性质,它的发展是由粗到细,由俗称发展成更科学的学名;它的内容要更加准确、易懂、使用方便,更利于国际交往使用。本卷有鉴于此,在尽量贯彻使用各项标准中既定的名词术语的前提下,对于不甚科学或错误的术语予以更改。希望读者来共同推进这个“正名”的工作,供有关部门修订标准时参考(部分更改的名词术语见本卷附录一)。

本卷在编写过程中除得到焊接学会编辑出版委员会和机械工业出版社的大力支持以及各方面资助外,还蒙有关专家同志对编审工作的热情关怀,提出改进意见,谨此一并致谢。诚恳希望读者对本卷不足之处提出批评。

主编



1992年5月

目 录

序

前言

第一章 焊接方法概述 1

一、焊接方法分类 1

二、焊接方法介绍 2

三、焊接方法的选择 7

四、焊接技术的新发展 11

参考文献 12

第一篇 电 弧 焊

第二章 弧焊电源 15

第一节 焊接电弧 15

一、焊接电弧的物理基础 15

二、焊接电弧的电特性 17

第二节 对弧焊电源的基本要求 18

一、弧焊电源基本知识 18

二、对弧焊电源的基本要求 19

第三节 交流弧焊电源 21

一、串联电抗器式弧焊变压器 21

二、增强漏磁式弧焊变压器 22

第四节 直流弧焊发电机 26

一、差复激式弧焊发电机 26

二、裂极式弧焊发电机 27

三、换向极去磁式弧焊发电机 27

第五节 硅弧焊整流器 30

一、基本原理 30

二、种类 31

三、各类硅弧焊整流器的特点和应用 31

第六节 晶闸管弧焊电源 33

一、直流晶闸管弧焊电源基本原理 33

二、种类和典型主电路 34

三、特点及应用 34

第七节 晶体管弧焊电源 36

一、基本原理 36

二、种类和典型主电路 36

三、特点及应用 37

第八节 弧焊逆变器 38

一、基本原理 38

二、种类和典型主电路 38

三、弧焊逆变器的外特性和工艺参数

调节 40

四、特点及应用 40

第九节 矩形波交流弧焊电源 45

一、基本原理 45

二、种类和主电路原理 45

三、特点及适用范围 45

第十节 脉冲弧焊电源 46

一、基本原理 46

二、种类和特点 47

三、适用范围 47

第十一节 弧焊电源的选择 48

一、根据焊接方法选择 49

二、弧焊电源种类的选择 50

三、弧焊电源功率的选择 51

四、根据工作条件和节能要求选择 51

参考文献 52

第三章 手弧焊 53

第一节 焊接设备 53

一、手弧焊机 53

二、辅助设备和工具 53

第二节 焊条 54

一、焊条的组成及其作用 54

二、焊条种类、型号和牌号 54

三、碳钢焊条型号的编制方法 55

四、焊条的选用 57

五、焊条的管理和使用 57

第三节 接头设计及焊接工艺 57

一、接头和坡口型式 57

二、焊接位置 58

三、焊前准备 58

四、电流种类、极性 & 电弧偏吹	59	一、各种电流钨极氩弧焊的特点	101
五、焊接条件	59	二、引弧及稳弧装置	103
六、后热与焊后热处理	60	三、焊枪	106
第四节 焊接质量及检验	60	四、供气系统和水冷系统	107
一、焊接质量	60	五、焊接程序控制装置	107
二、焊接质量检验	61	六、典型的通用钨极氩弧焊机技术数据	107
第五节 安全技术	62	第二节 钨极和保护气体	108
参考文献	63	一、钨极	108
阅读资料	63	二、保护气体	108
第四章 埋弧焊	64	第三节 焊接工艺	110
第一节 埋弧焊原理及特点	64	一、接头及坡口形式	110
一、工作原理	64	二、工件和填充焊丝的焊前清理	112
二、埋弧焊的优点和缺点	64	三、工艺参数的选择	112
三、埋弧焊的适用范围	65	四、操作技术	115
第二节 焊接电弧自动调节原理	65	五、加强气体保护作用的措施	115
一、焊接电弧的稳定工作和外界干扰	65	第四节 钨极氩弧焊的特种类型和特殊应用	117
二、电弧的自动调节系统	66	一、脉冲钨极氩弧焊	117
第三节 埋弧焊设备	68	二、钨极氩弧点焊	119
一、埋弧焊电源	68	三、热丝钨极氩弧焊	119
二、埋弧焊机	69	四、固定管、管与管板焊接技术	120
三、埋弧焊辅助设备	72	五、特种钨极氩弧焊机技术数据	124
第四节 埋弧焊的焊丝与焊剂	74	第五节 安全技术	125
一、焊丝	74	一、氩弧焊的有害因素	125
二、焊剂	74	二、安全防护措施	126
第五节 焊接工艺参数及焊接技术	83	第六节 生产实例	126
一、影响焊缝形状及尺寸的变量	83	一、铝合金包壳核燃料元件端盖密封焊接	126
二、自动埋弧焊工艺	86	二、不锈钢薄板自动钨极惰气气体保护焊	127
三、半自动埋弧焊工艺	90	三、啤酒发酵罐制造	127
四、埋弧焊生产工艺举例	91	四、高压气瓶环缝无衬垫单面焊双面成形	129
五、埋弧焊接头的基本形式	94	五、不同厚度、异种金属脉冲钨极氩弧焊	130
第六节 接头金相组织及力学性能	94	参考文献	130
一、焊缝金属的金相组织及力学性能	94	第六章 等离子弧焊及切割	131
二、热影响区的金相组织及力学性能	95	第一节 等离子弧的形成及等离子弧的类型	131
第七节 主要缺陷及其防止	96	一、等离子弧的形成	131
一、气孔	96	二、等离子弧的类型	131
二、裂纹	97	第二节 等离子弧焊	131
三、夹渣	98		
第八节 埋弧焊的其它形式	98		
一、添加金属粉末的埋弧焊	98		
二、带状电极埋弧焊	98		
三、窄间隙埋弧焊	99		
参考文献	99		
第五章 钨极气体保护焊	100		
第一节 设备	101		

一、等离子弧焊基本方法.....	131	一、管状焊丝气体保护电弧焊特点.....	170
二、适用范围.....	132	二、管状焊丝.....	171
三、等离子弧焊设备.....	133	三、工艺参数.....	171
四、等离子弧焊工艺.....	137	第八节 熔化极气体保护电弧焊的其它	
五、焊接缺陷.....	144	方法.....	172
六、等离子弧焊应用举例.....	144	一、脉冲电流熔化极气体保护电弧焊.....	172
第三节 等离子弧切割.....	145	二、窄间隙活性气体保护电弧焊.....	174
一、工作原理.....	145	三、气电立焊.....	175
二、切割设备.....	147	第九节 各种材料熔化极气体保护电弧	
三、切割工艺.....	148	焊的焊接特点.....	177
四、割口质量.....	149	一、低碳钢和低合金钢的焊接.....	177
第四节 安全防护技术.....	150	二、铝及其合金的焊接.....	181
参考文献.....	150	三、铜及其合金的焊接.....	183
第七章 熔化极气体保护电弧焊	151	四、钛及其合金的焊接.....	184
第一节 熔化极气体保护电弧焊的分类		五、不锈钢的焊接.....	185
及主要方法概述.....	151	参考文献.....	186
第二节 熔化极气体保护电弧焊的基本		阅读资料.....	186
原理.....	152	第八章 水下电弧焊	187
一、焊接电弧的热效应.....	152	一、水下焊接的基本问题.....	187
二、焊丝熔滴过渡的类型及其影响		二、各种水下焊接方法.....	187
因素.....	154	三、水下焊接电弧特点及焊接冶金	
三、保护气体与液体金属的冶金反应.....	156	特点.....	190
第三节 熔化极气体保护电弧焊设备.....	157	四、水下焊接材料、设备及工艺.....	191
一、焊接电源.....	157	五、水下焊缝的性能指标及质量检验.....	193
二、送丝系统.....	159	六、水下焊接安全技术及劳动卫生	
三、焊枪.....	160	保护.....	194
四、供气系统和冷却水系统.....	160	参考文献.....	195
五、控制系统.....	162	阅读资料.....	196
第四节 熔化极惰性气体保护电弧焊.....	162	第九章 螺柱焊	197
一、熔化极惰性气体保护电弧焊特点.....	162	第一节 电弧螺柱焊.....	197
二、保护气体.....	163	一、焊接过程.....	197
三、焊丝.....	165	二、螺柱和保护套圈.....	198
四、工艺参数.....	165	三、电弧螺柱焊设备.....	199
第五节 熔化极氧化性混合气体保护电		四、焊接电流和焊接时间的选定.....	200
弧焊.....	167	五、可焊接的材料.....	201
一、熔化极氧化性混合气体保护电弧焊		第二节 电容放电螺柱焊.....	201
特点.....	167	一、焊接过程.....	201
二、常用氧化性气体及其适用的焊接		二、螺柱.....	202
材料.....	167	三、电容放电螺柱焊设备.....	203
第六节 二氧化碳气体保护电弧焊.....	167	四、焊接能量的选择.....	204
一、二氧化碳气体保护电弧焊特点.....	167	第三节 螺柱焊方法的选择.....	204
二、CO ₂ 气体和焊丝.....	168	第四节 质量控制和检验.....	206
三、工艺参数.....	169	一、保证质量的措施.....	206
第七节 管状焊丝气体保护电弧焊.....	170	二、质量检验.....	206

参考文献	207
第十章 碳弧气刨	208
第一节 碳弧气刨概述	208
第二节 设备及材料	208

第三节 碳弧气刨工艺	209
第四节 自动碳弧气刨	211
第五节 水弧气刨	212
参考文献	213

第二篇 电 阻 焊

引言	217
第一节 概述	217
第二节 电阻焊基本原理	218
一、焊接热的产生及影响产热的因素	218
二、热平衡、散热及温度分布	220
三、焊接循环	220
四、焊接电流的种类和适用范围	221
五、金属电阻焊时的焊接性	222
第十一章 点焊	223
第一节 点焊电极和电极夹头	223
一、电极材料	223
二、电极结构	224
三、电极夹头	226
第二节 点焊方法和工艺	226
一、点焊方法	226
二、点焊工艺参数选择	226
三、不等厚度和不同材料的点焊	227
第三节 点焊接头的设计	227
第四节 常用金属的点焊	228
一、电阻焊前的工件清理	228
二、低碳钢的点焊	229
三、淬火钢的点焊	229
四、镀层钢板的点焊	231
五、不锈钢的点焊	232
六、高温合金的点焊	232
七、铝合金的点焊	232
八、铜和铜合金的点焊	233
九、钛合金的点焊	234
十、铝合金的胶接点焊	234
第十二章 缝焊	236
第一节 缝焊电极	236
第二节 缝焊方法	236
第三节 缝焊工艺	238
一、工艺参数对缝焊质量的影响	238
二、缝焊工艺参数的选择	239
第四节 缝焊接头的设计	239
第五节 常用金属的缝焊	239

一、低碳钢的缝焊	239
二、淬火合金钢的缝焊	240
三、镀层钢板的缝焊	240
四、不锈钢和高温合金的缝焊	241
五、有色金属的缝焊	241
第十三章 凸焊	243
第一节 凸焊电极、模具和夹具	243
一、电极材料	243
二、电极设计	243
三、焊接模具和夹具	244
第二节 凸焊的工艺特点和工艺参数	244
一、凸焊的工艺特点	244
二、凸焊的工艺参数	244
第三节 凸焊接头和凸点设计	245
一、凸焊接头设计	245
二、凸点设计	245
第四节 常用金属的凸焊	246
一、低碳钢的凸焊	246
二、镀层钢板的凸焊	247
三、贴聚氯乙烯塑料面钢板的凸焊	247
四、其他金属材料的凸焊	248
第十四章 对焊	250
第一节 电阻对焊	251
一、电阻对焊的电阻和加热	251
二、电阻对焊的焊接循环、工艺参数和工件准备	251
第二节 闪光对焊	252
一、闪光对焊的两个阶段	252
二、闪光对焊的电阻和加热	253
三、闪光对焊的焊接循环、工艺参数和工件准备	253
四、常用金属的闪光对焊	256
第三节 典型工件的对焊	258
一、小断面工件的对焊	258
二、杆件的对焊	258
三、管子对焊	259
四、薄板对焊	260

五、环形件对焊	260	四、电阻对焊机	274
六、刀具对焊	261	五、典型对焊机的主要技术参数	276
第四节 闪光对焊新技术	262	第六节 电阻焊机的控制装置	276
参考文献	262	一、定时器和程序转换器	276
第十五章 电阻焊设备	263	二、热量控制器	276
第一节 电阻焊设备分类及主要技术		三、触发器和断续器	277
要求	263	四、典型控制设备主要技术参数	278
一、电阻焊设备的分类和型号编制		第七节 电阻焊机的安装、调试和保养	278
方法	263	一、电阻焊机的安装	278
二、电阻焊设备通用技术条件	264	二、电阻焊机的调试	279
第二节 电阻焊设备的电气性能	265	三、电阻焊机的维护保养	279
一、单相工频焊机	265	参考文献	280
二、次级整流焊机	266	第十六章 电阻焊质量检验及监控	281
三、三相低频焊机	267	第一节 电阻焊质量检验	281
四、储能焊机	267	一、概述	281
五、逆变式焊机	268	二、检验方法与检验内容	281
第三节 点焊机和凸焊机	268	三、焊件尺寸要求	282
一、摇臂式焊机	268	四、接头缺陷	283
二、直压式焊机	269	五、接头强度	285
三、移动式焊机	269	六、焊机稳定性鉴定	287
四、多点焊机	270	第二节 电阻焊质量监控	288
五、典型点焊机和凸焊机的主要技术		一、概述	288
参数	271	二、恒电流监控技术	288
第四节 缝焊机	271	三、电压控制技术	290
一、横向缝焊机	271	四、动态电阻监控技术	291
二、纵向缝焊机	271	五、能量监控技术	292
三、通用缝焊机	271	六、电极位移监控技术	293
四、典型缝焊机的主要技术参数	272	七、超声波监控技术	295
第五节 闪光对焊机和电阻对焊机	273	八、声发射监控技术	296
一、总体结构	273	九、红外辐射监控技术	297
二、闪光和顶锻机构	273	十、闪光对焊质量监控技术	298
三、夹具和夹紧机构	274	参考文献	299

第三篇 高能束焊

第十七章 电子束焊	303	五、工作台和辅助装置	309
第一节 工作原理和分类	303	第三节 接头设计和焊接工艺	311
一、工作原理	303	一、焊接接头设计	311
二、分类	304	二、辅助工序	312
第二节 设备和装置	304	三、焊接工艺	313
一、电子枪	304	四、焊接工艺参数的选择	315
二、供电电源	306	第四节 几种材料的焊接	316
三、真空系统	307	一、钢	316
四、工作室	308	二、铝和铝合金	316

三、钛和钛合金	316	第四节 脉冲激光焊	322 ^R
四、铜和铜合金	317	一、脉冲激光焊工艺和参数	328
五、难熔金属	317	二、脉冲激光焊的应用	329
六、异种金属	317	第五节 连续CO ₂ 激光焊	329
第五节 应用	317	一、CO ₂ 激光焊工艺	329
第六节 安全防护	318	二、焊接接头的性能和组织	331
参考文献	319	三、连续激光焊的应用	333
第十八章 激光焊及切割	321	第六节 激光切割	334
第一节 激光基础知识	321	一、激光切割的特点	334
一、激光产生的基本理论	321	二、激光切割方法及原理	334
二、激光产生的过程	321	三、切割参数及其影响	334
三、激光的特点	322	四、激光切割的应用	337
第二节 激光焊设备	322	第七节 激光安全知识	338
一、激光器	322	一、激光的危害	338
二、光束偏转及聚焦系统	325	二、激光的安全防护	338
三、光束检测器	326	三、人身保护	338
第三节 激光焊原理及过程	326	参考文献	338
一、金属材料对激光的吸收	326	阅读资料	339
二、激光焊原理	327		

第四篇 钎 焊

第十九章 钎焊方法及工艺	343	三、接头的工艺性设计	359
第一节 钎焊原理	343	四、接头间隙	360
一、熔态钎料的填隙过程	343	第五节 钎焊接头的质量检验	362
二、钎料与母材的相互作用	344	一、钎焊接头的缺陷	362
第二节 钎焊方法	345	二、钎焊接头缺陷的检验方法	363
一、火焰钎焊	346	第二十章 钎焊材料	364
二、浸沾钎焊	346	第一节 钎料概述	364
三、电阻钎焊	348	第二节 软钎料	365
四、感应钎焊	349	一、锡基及铅基钎料	365
五、炉中钎焊	351	二、镉基、锌基和金基钎料	367
六、其它钎焊方法	352	三、低熔点钎料	367
七、钎焊方法的选择	353	第三节 硬钎料	368
第三节 钎焊生产工艺	354	一、铝基钎料	368
一、工件表面准备	354	二、银基钎料	369
二、装配和固定	356	三、铜基钎料	371
三、钎料的放置	357	四、锰基钎料	373
四、涂阻流剂	357	五、镍基钎料	373
五、钎焊工艺参数	357	六、金基钎料	374
六、钎焊后清洗	357	七、钼基钎料	376
第四节 钎焊接头设计	358	八、真空级钎料	376
一、钎焊接头的基本型式	358	九、钎料的选择	376
二、钎焊接头型式与载荷的关系	359	第四节 钎剂	378

一、软钎剂.....	379	二、软钎焊.....	384
二、硬钎剂.....	380	三、硬钎焊.....	385
三、铝合金用钎剂.....	380	第五节 铝及铝合金的钎焊.....	385
四、气体钎剂.....	381	一、钎焊特点及钎焊性.....	385
第二十一章 各种材料的钎焊	382	二、软钎焊.....	386
第一节 材料的钎焊性.....	382	三、硬钎焊.....	387
第二节 碳钢和低合金钢的钎焊.....	382	四、铝与其它金属的钎焊.....	388
第三节 不锈钢的钎焊.....	382	第六节 铸铁的钎焊.....	388
一、不锈钢的钎焊特点.....	383	第七节 工具钢和硬质合金的钎焊.....	389
二、软钎焊.....	383	第八节 活性金属的钎焊.....	390
三、硬钎焊.....	383	一、钛及其合金的钎焊.....	390
第四节 铜及铜合金的钎焊.....	384	二、锆及其合金的钎焊.....	391
一、钎焊特点及钎焊性.....	384	参考文献.....	391
第五篇 其它焊接方法			
第二十二章 电渣焊	395	第二十三章 高频焊	423
第一节 电渣焊过程特点、种类及适用范围.....	395	第一节 方法基础.....	423
一、电渣焊过程.....	395	一、基本原理.....	423
二、电渣焊特点.....	395	二、高频焊的特点及分类.....	425
三、电渣焊种类.....	395	第二节 各种金属管纵缝高频焊接.....	425
四、电渣焊的适用范围.....	397	一、高频焊制管原理.....	425
第二节 电渣焊设备.....	399	二、高频焊制管设备.....	427
一、丝极电渣焊设备.....	399	三、焊接规范参数的选择.....	428
二、熔嘴电渣焊设备.....	400	四、其他材质管纵缝高频焊接特点.....	430
第三节 电渣焊焊接材料.....	401	第三节 高频焊的其他应用.....	431
一、电极.....	401	一、薄壁管搭接纵缝的高频焊接.....	431
二、焊剂.....	401	二、管材螺旋接缝的高频焊接.....	431
三、管极涂料.....	402	三、散热片与管的高频焊接.....	432
第四节 接头设计与接头制备.....	403	四、电缆套管纵缝的高频焊接.....	433
一、接头设计.....	403	五、结构型材纵缝的高频焊接.....	433
二、坡口制备.....	404	六、管子的高频对焊.....	433
第五节 电渣焊工艺及操作技术.....	404	七、板(带)材的高频对焊.....	434
一、焊前准备.....	405	八、高频熔化焊的应用.....	434
二、焊接过程的操作.....	408	第四节 焊接质量及检验.....	435
三、焊接工艺参数.....	409	一、高频焊接头的缺陷.....	435
第六节 电渣焊接头的常见缺陷及质量检验.....	418	二、焊接质量的自动控制.....	436
一、电渣焊接头的常见缺陷.....	418	三、焊接质量检验.....	437
二、质量检验.....	418	第五节 安全技术.....	437
第七节 电渣焊安全技术.....	420	参考文献.....	437
第八节 电渣焊结构的生广实例.....	420	阅读资料.....	438
参考文献.....	422	第二十四章 气焊及气割	439
		第一节 气焊气割用气体.....	439
		一、乙炔.....	439

X VI

二、液化石油气.....	439	三 其它方面的应用.....	463
三、氧气.....	439	第四节 质量检验.....	463
第二节 气焊设备.....	439	一、静弯曲性能试验.....	463
一、氧气瓶.....	439	二、疲劳性能试验.....	464
二、减压器.....	439	三、硬度试验及化学成分检验.....	464
三、乙炔发生器.....	440	参考文献.....	465
四、乙炔瓶.....	440	第二十七章 爆炸焊	466
五、回火保险器.....	441	第一节 爆炸焊原理.....	466
六、焊炬.....	441	第二节 可爆炸焊接的金属材料.....	467
七、橡皮管.....	442	第三节 爆炸焊方法及安装工艺.....	467
第三节 焊接材料.....	442	一、爆炸焊方法.....	467
一、焊丝.....	442	二、爆炸焊安装工艺.....	468
二、焊剂.....	442	第四节 爆炸焊工艺参数.....	470
第四节 气焊工艺.....	442	一、爆炸焊工艺步骤.....	470
一、接头型式与坡口型式.....	442	二、爆炸焊工艺参数.....	470
二、气焊火焰.....	442	第五节 爆炸焊缺陷和检验.....	470
三、左向焊与右向焊.....	443	一、爆炸焊缺陷.....	470
四、气焊工艺参数.....	443	二、爆炸焊检验.....	471
第五节 气割.....	443	第六节 爆炸焊应用.....	474
一、基本原理和应用范围.....	443	第七节 爆炸焊安全.....	475
二、气割设备.....	444	参考文献.....	476
三、气割工艺.....	444	阅读资料.....	476
第六节 气焊气割安全技术.....	448	第二十八章 摩擦焊	477
一、氧气瓶使用安全技术.....	448	第一节 焊接方法种类.....	477
二、乙炔瓶使用安全技术.....	449	第二节 摩擦焊结合原理.....	479
三、乙炔发生器使用安全技术.....	449	第三节 摩擦焊机.....	479
参考文献.....	449	一、组成及要求.....	479
第二十五章 气压焊	450	二、典型摩擦焊机技术数据.....	481
第一节 工作原理.....	450	第四节 焊接工艺.....	481
一、加热.....	450	一、摩擦焊热源功率及其温度.....	481
二、加压.....	450	二、焊接工艺参数.....	482
第二节 主要应用及其设备和工艺.....	451	三、焊接工艺参数的选择.....	483
一、钢轨的焊接.....	451	第五节 接头型式和设计.....	484
二、钢筋的焊接.....	454	第六节 接头质量及控制.....	485
参考文献.....	457	第七节 安全措施.....	486
第二十六章 热剂焊	458	第八节 应用.....	486
第一节 工作原理.....	458	一、铝-铜过渡接头的低温摩擦焊.....	486
第二节 热剂焊的材料及设备.....	458	二、高速钢-45号钢刀具的封闭	
一、热剂焊的主要材料.....	458	摩擦焊.....	486
二、热剂焊的主要设备.....	459	三、锅炉蛇形管的强条件摩擦焊.....	487
第三节 应用实例.....	460	四、石油钻杆的弱条件摩擦焊.....	487
一、钢轨的焊接.....	460	参考文献.....	490
二、钢筋的焊接.....	462	阅读资料.....	491