

HJ1333 焊接技术手册

● 王文翰 主编

Hanjiejishushouce

Hanjiejishushouce

Hanjiejishushouce

河南科学技术出版社

焊接 技术手册

● 王文翰 主编
河南科学技术出版社



焊接技术手册

王文翰 主编

责任编辑 王广照

责任校对 申卫娟 王艳红

河南科学技术出版社出版

郑州市农业路 73 号

邮政编码:450002 电话:(0371)5721186

郑州新星印刷有限公司印刷

全国新华书店发行

开本:850×1168 1/32 印张:29.25 字数:940 千字

2000 年 3 月第 2 次印刷

印数:3 001—8 000

ISBN7-5349-2181-3/T·440 定价:37.00 元



作者介绍

王文翰 男 中共党员 1937年生于河北省魏县。1956年毕业于哈尔滨工业大学焊接专业，先后在哈尔滨工业大学、沈阳工业大学、武汉机械学院、华中理工大学、中国人民解放军工程技术学院、中国人民解放军信息工程学院担任教学任务和科研工作。他是中国机械工程学会高级会员，任中国焊接学会理事、中国金属工艺研究会理事、河南省焊接学会理事长。在教学和科研工作中取得了显著成绩、做出了重大贡献，多项成果达到国内外先进水平，获得军内外不同等级嘉奖。著有《焊接设备》、《弧焊电源》、《机电一体化基础》等专著，为河南省编制起草了焊接及热切割1995—2010年发展规划及技术政策。在国家级杂志和省级以上全国性学术会议上发表学术论文数十篇，有多篇论文在省、市、军内被评为优秀论文并获奖。

内 容 提 要

本书一至六章介绍了焊接发展概况、焊接冶金原理和基本弧焊方法及高能束(电子束、等离子、激光)焊接的工艺特点、参数选取原则、焊接材料的选配及参考规范。第七章介绍电阻焊、超声波焊、摩擦焊、扩散焊、爆炸焊等压力焊的工艺设备特点、参数选取原则及参考规范。第八、九章分别介绍钎焊、堆焊的特点、焊接材料的选配及技术参数。第十章介绍各种钢材和有色金属及异种材料的焊接特点和相应的工艺措施。第十一章介绍各类弧焊电源的原理、特性、使用范围和技术数据。第十二章介绍气焊、气割及等离子、激光等其他切割方法的原理、工艺特点、使用范围及规范参数选择。第十三章介绍焊接接头的基本形式、特点、受力情况和选用原则。第十四、十五章介绍焊缝及焊接产品的检验方法、标准规则及焊接、切割安全保护的要求和规定。本书内容丰富,资料新颖、翔实,使用方便,是广大焊接工作者的必备工具书,也可供从事焊接教学和科研的人员参考。

编 委 会 名 单

主 编 王文翰
副主编 王 平 王其高 邱连士 秦 军
审 稿 朱胜人 陈德全
编 委 王 倩 邓小君 史光远 冯明河
孟凡祎 张廷贵 杨 杰 杨 莉
杨宇军 高克俭 黄红富 赵 岳
(副主编、审稿和编委按姓氏笔画排序)

前 言

随着科学技术的进步和工业的发展,焊接技术已成为共性制造技术中的基本方法。它的广泛应用使焊接专业队伍不断扩大,为适应焊接技术的发展,满足广大焊接工作者的需要,我们编写了这部焊接技术手册。本书在突出资料新、技术先进的同时,特别注重其实用性。以广泛应用的焊接、切割方法为主线,介绍焊接工艺及设备特点、应用范围、技术参数及其选取原则。对于焊接冶金、材料焊接、焊接接头设计、焊接质量检查及焊接安全卫生知识也作了详细介绍。为便于使用和查找,书中采用了大量图表,数据齐全、准确。

本书由中国机械工程学会焊接学会理事、河南省焊接学会理事长、中国人民解放军郑州信息工程学院王文翰教授任主编,参加编审的有:原煤炭部郑州煤机厂邱连士高级工程师、原纺织部郑州纺织机械厂朱胜人高级工程师、河南省机械设计院副院长陈德全高级工程师、开封大学副校长王其高副教授、原机械工业部郑州机械研究所焊接室主任王平高级工程师、郑州工业大学焊接教研室主任秦军、郑州焊接材料厂厂长张廷贵、开封大学副教授赵岳、郑州中原焊条厂厂长杨杰、开封大学机械系主任黄红富、郑州纺织工学院热加工教研室主任杨莉、郑州纺织工学院史光远、中国人民解放军测绘学院王倩硕士、河南职业技术学院邓小君、新乡石油化工机械厂高级技师高克俭、郑州大学力学与焊接技术研究所所长杨宇军副教授、安阳第一锅炉厂副厂长冯明河高级工程师。

全书共十五章:第一、三、四、五、六、八、九、十一章由王文翰编写,第二、十章由王平、杨莉、史光远编写(王平统稿),第七、十三章

由秦军编写,第十二章由黄红富、赵岳、王其高编写,第十四、十五章由邱连士编写,孟凡祎、张廷贵、杨杰、高克俭、王倩、邓小君、冯明河、杨宇军参加了附录及第三、四、五、七章部分的编写工作。陈德全、朱胜人担任全书的审稿工作。全书由王文翰统稿。

在本书编写过程中得到了有关厂矿企业、科研单位和大专院校的大力支持,提供了大量的数据资料,我们也参阅并引用了有关文献中的大量数据资料。许多专家提出了不少合理化建议和修改意见。在此一并表示感谢。

由于编者经验不足、水平有限,错漏不妥之处恐难避免,敬请广大读者和专家批评指正。

编者

1997年10月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 焊接的发展简史和分类	(1)
一、焊接的发展简史	(1)
二、焊接方法分类	(2)
§ 1.2 焊接方法及其选择	(5)
一、焊接方法	(5)
二、焊接方法的选择	(9)
§ 1.3 焊接技术的新发展	(19)
一、提高生产率	(19)
二、提高自动化水平	(19)
三、扩大计算机的应用	(20)
四、扩大焊接机器人的应用	(20)
五、开发新的焊接方法和新的热源	(21)
第二章 焊接冶金	(22)
§ 2.1 焊接化学冶金过程	(22)
一、焊接化学冶金过程的特点	(22)
二、气体与金属的作用	(24)
三、熔渣与金属的作用	(30)
四、焊接脱氧过程	(36)
五、焊接过程中的硫、磷控制	(38)
六、焊缝金属的合金化	(39)
§ 2.2 焊接结晶过程	(43)
一、焊接熔池的一次结晶	(43)
二、焊缝中的偏析	(45)
三、焊缝中的夹杂	(46)

四、焊缝金属的二次结晶	(47)
五、焊缝金属组织的调整及改善	(47)
六、焊接热影响区	(48)
§ 2.3 焊接裂纹	(55)
一、焊接热裂纹	(57)
二、焊接冷裂纹	(60)
三、再热裂纹	(63)
四、层状撕裂	(64)
五、应力腐蚀裂纹	(67)
第三章 手弧焊	(71)
§ 3.1 手弧焊特点及操作工艺	(71)
一、手弧焊特点	(71)
二、引弧方式	(71)
三、焊条运动(运条)方式	(71)
四、焊缝的起焊、衔接和收尾	(73)
五、焊接接头、坡口、焊缝的基本形式	(74)
六、直流弧焊时电弧偏吹及克服办法	(75)
七、平对焊和角焊时焊条的操作角度	(76)
八、常用焊钳的型号规格	(76)
九、面罩及护目镜滤光片型号选择	(77)
十、焊接电缆的选用	(77)
十一、交流弧焊机电缆放置的影响	(78)
§ 3.2 手弧焊焊接规范选择	(78)
一、焊条直径的选择	(78)
二、焊接电流强度的选择	(79)
三、电弧电压的选择	(79)
四、焊接速度的选择	(79)
五、焊接电流种类和极性的选择	(80)
六、手工电弧焊规范参考值	(80)
§ 3.3 焊条	(83)
一、焊芯	(83)

二、药皮	(84)
三、焊条分类和型号、代号	(89)
四、焊条牌号的分类及表示方法	(96)
五、焊条长度的规定	(119)
六、焊条的选用、检查和保管	(120)
§ 3.4 焊缝质量及检验	(122)
一、焊缝质量	(122)
二、焊缝质量的检验	(123)
第四章 埋弧焊	(125)
§ 4.1 埋弧焊原理及特点	(125)
一、埋弧焊的原理	(125)
二、埋弧焊自动调节的两种基本类型	(125)
三、埋弧焊的特点	(127)
四、埋弧焊的应用范围	(128)
五、埋弧焊工艺参数	(128)
§ 4.2 埋弧焊工艺及参数选择	(133)
一、对接接头单面焊	(134)
二、对接接头双面焊	(136)
三、角焊缝的焊接	(138)
四、多丝埋弧焊工艺	(139)
五、手工操作的埋弧焊工艺	(140)
六、埋弧焊常见缺陷产生原因及预防措施	(141)
§ 4.3 焊丝	(143)
一、焊丝的使用范围	(143)
二、钢焊丝的类型及化学成分	(143)
三、日本部分焊丝的种类、代号及成分	(147)
四、美国部分焊丝的种类、代号及成分	(147)
§ 4.4 埋弧焊剂	(150)
一、对埋弧焊剂的基本要求	(150)
二、埋弧焊剂的分类	(150)
三、主要国产埋弧焊剂的类型和成分	(151)

四、国产焊剂牌号的表示方法	(152)
五、常用埋弧焊剂的用途及其配用焊丝	(154)
六、焊剂中 SiO_2 含量对硅过渡量 $[\Delta\text{Si}]$ 的影响	(155)
七、焊剂中 MnO 含量对锰过渡量 $[\Delta\text{Mn}]$ 的影响	(155)
八、焊接电流对硅和锰过渡量的影响	(155)
九、电弧电压对硅和锰过渡量的影响	(156)
十、焊剂中二氟化钙含量对焊缝气孔的影响	(157)
十一、焊剂产生 CO_2 气体对焊缝金属含 $[\text{H}]$ 量的影响	(157)
十二、焊剂用前烘干的条件	(158)
十三、焊剂粒度的选择	(158)
§ 4.5 埋弧焊设备	(158)
一、手工操作的埋弧焊机	(159)
二、自动埋弧焊机	(159)
三、MZ—1000 型焊机介绍	(159)
四、埋弧焊机的导电嘴	(165)
五、埋弧自动焊夹具	(166)
六、工件变位装置	(166)
七、焊机变位装置	(166)
八、焊缝成形装置	(169)
第五章 气体保护焊	(172)
§ 5.1 TIG 焊	(172)
一、TIG 焊的特点和应用	(172)
二、TIG 焊工艺	(173)
三、TIG 焊工艺参数的选择	(180)
四、常用材料钨极氩弧焊参考规范	(183)
五、脉冲钨极氩弧焊(简称 CP-TIG)	(187)
六、钨极氩弧点焊	(191)
七、热丝氩弧焊	(192)
八、钨极氩弧焊设备	(193)
§ 5.2 MIG 焊	(202)
一、MIG 焊原理及特点	(202)

二、MIG 焊熔滴过渡形式	(203)
三、铝及铝合金不同过渡形式 MIG 焊规范参数	(204)
四、不锈钢 MIG 焊规范参数	(209)
§ 5.3 MAG 焊	(212)
一、MAG 焊的特点和应用	(212)
二、常用材料的 MAG 焊规范	(213)
三、窄间隙 NG-MAG 焊	(217)
四、气电立(EGW)焊	(221)
§ 5.4 CO ₂ 气体保护焊	(222)
一、CO ₂ 保护电弧焊的冶金特点	(223)
二、CO ₂ 保护焊熔滴过渡方式	(223)
三、CO ₂ 保护焊工艺参数选择	(224)
四、CO ₂ 气体保护焊参考规范	(230)
五、CO ₂ 气体保护焊焊丝	(234)
六、CO ₂ 气体	(240)
§ 5.5 管状药芯焊丝气保焊	(241)
一、管状药芯焊丝气保焊原理、特点和用途	(241)
二、药芯焊丝	(242)
三、药芯焊丝气保焊工艺参数选择	(250)
四、药芯焊丝 CO ₂ 保护焊	(250)
§ 5.6 气保焊设备及保护气体	(251)
一、气保焊设备系统组成	(251)
二、气保焊电源	(251)
三、常用熔化极气保焊机型号和性能	(253)
四、熔化极气保焊供气与冷却系统	(253)
五、熔化极气保焊焊枪	(256)
六、保护气体的类型和特征	(258)
第六章 高能束焊接	(262)
§ 6.1 等离子弧焊	(262)
一、等离子弧的形成	(262)

二、等离子弧的类型	(263)
三、等离子弧的特点	(264)
四、双弧现象	(265)
五、等离子弧焊的类型	(267)
六、等离子弧焊工艺	(270)
七、等离子弧焊工艺参数的选择	(272)
八、等离子弧焊设备	(277)
§ 6.2 电子束焊接	(286)
一、电子束焊接原理	(286)
二、电子束焊接的特点	(286)
三、电子束焊接的类型	(288)
四、电子束焊接工艺	(289)
五、改善电子束焊接接头质量的措施	(293)
六、电子束焊接接头形式	(294)
七、异种材料电子束焊的可焊接性分析	(297)
八、电子束焊接常见缺陷分析	(298)
九、电子束焊接的应用	(299)
十、电子束焊机	(299)
§ 6.3 激光焊接	(305)
一、概述	(305)
二、脉冲激光焊	(307)
三、连续激光焊	(313)
四、激光焊设备	(319)
第七章 压力焊	(328)
§ 7.1 概述	(328)
§ 7.2 电阻焊	(328)
一、定义	(328)
二、分类	(329)
三、点焊	(331)
四、凸焊	(352)
五、缝焊	(357)

六、对焊	(365)
§ 7.3 高频焊	(375)
一、概述	(375)
二、高频焊接工艺	(377)
三、高频焊接的应用	(378)
四、高频焊设备	(379)
§ 7.4 超声波焊接	(381)
一、概述	(381)
二、焊接工艺	(382)
三、常用材料的超声波焊	(383)
四、超声波焊机	(385)
§ 7.5 扩散焊	(387)
一、概述	(387)
二、扩散焊的工艺参数	(390)
三、常用材料的扩散焊	(392)
四、扩散焊接头的质量检验	(395)
五、扩散焊接设备	(395)
§ 7.6 摩擦焊	(397)
一、概述	(397)
二、焊接工艺及参数	(398)
三、摩擦焊设备	(401)
§ 7.7 爆炸焊	(403)
一、概述	(403)
二、爆炸焊接工艺及参数	(404)
三、各种材料的爆炸焊及接头形式	(405)
第八章 钎焊	(407)
§ 8.1 钎焊原理、特点及类型	(407)
一、钎焊原理	(407)
二、钎焊的特点	(409)
三、钎焊方法	(410)
四、钎焊方法的特点与应用	(410)

§ 8.2 钎焊工艺	(416)
一、钎焊接头形式和装配间隙的选择	(416)
二、钎焊接头的装配定位、钎料放置及阻流剂的应用	(420)
三、钎焊表面准备	(422)
四、钎焊工艺参数选择	(424)
五、焊后焊缝清理	(425)
§ 8.3 钎料	(426)
一、钎料的基本要求、分类和型号编制	(426)
二、硬钎料的成分、性能及用途	(428)
三、软钎料的成分、性能和用途	(439)
四、钎料的选择	(447)
§ 8.4 钎剂(熔剂)	(447)
一、钎剂的作用、要求、分类和型号编制方法	(447)
二、软钎剂	(449)
三、硬钎剂	(451)
四、铝用钎剂和银用钎剂	(452)
五、气体钎剂	(453)
六、钎剂的选择	(453)
第九章 堆焊	(454)
§ 9.1 概述	(454)
一、堆焊的应用	(454)
二、堆焊合金的使用性能	(454)
§ 9.2 堆焊材料	(456)
一、堆焊材料的类型、性能和用途	(456)
二、铁基堆焊合金	(456)
三、钴基堆焊合金	(471)
四、镍基堆焊合金	(473)
五、铜基堆焊合金	(474)
六、碳化钨堆焊金属	(476)
七、堆焊金属材料的选择	(478)
§ 9.3 堆焊工艺	(480)

一、堆焊的特点	(480)
二、堆焊方法的选择	(481)
三、手工电弧堆焊工艺	(482)
四、埋弧堆焊工艺	(485)
五、熔化极气体保护电弧堆焊工艺	(488)
六、钨极氩弧堆焊工艺	(490)
七、等离子弧堆焊工艺	(491)
八、电渣堆焊工艺	(495)
九、氧-乙炔堆焊工艺	(495)
十、激光耐磨处理	(497)
§ 9.4 热喷涂	(500)
一、热喷涂层结构及喷熔的特征	(500)
二、常用热喷涂方法的原理、特点和用途	(501)
三、热喷涂工艺	(502)
第十章 金属材料的焊接	(506)
§ 10.1 金属焊接性	(506)
一、焊接性的概念	(506)
二、焊接性的实验	(508)
三、主要焊接性实验方法	(510)
四、钢的碳当量公式	(528)
§ 10.2 钢铁的焊接	(530)
一、碳素结构钢的焊接	(530)
二、低合金高强度钢的焊接	(531)
三、超高强度钢的焊接	(545)
四、耐热钢的焊接	(552)
五、耐蚀钢的焊接	(559)
六、低温用钢的焊接	(570)
七、铸铁焊补与焊接	(572)
§ 10.3 非铁金属的焊接	(583)
一、铝及铝合金	(583)
二、铜及铜合金	(593)

三、钛及钛合金	(600)
四、镁及镁合金	(607)
五、镍及镍合金	(611)
六、钨、钼、钽、铌、锆及其合金	(615)
§ 10.4 异种金属材料的焊接	(620)
一、异种钢的焊接	(620)
二、异种金属的焊接	(622)
第十一章 弧焊电源	(628)
§ 11.1 概述	(628)
一、焊接电弧的形成	(628)
二、焊接电弧的电特性	(631)
三、交流电弧	(632)
四、对弧焊电源的基本要求	(633)
§ 11.2 交流弧焊电源	(638)
一、交流弧焊电源的结构原理和类型	(638)
二、动圈式弧焊变压器的技术数据	(640)
三、动铁式和抽头式弧焊变压器的技术数据	(641)
§ 11.3 直流弧焊发电机	(642)
一、直流弧焊发电机的类型和工作原理	(642)
二、差复激式弧焊发电机的技术参数	(644)
三、裂极式、换向极式直流弧焊发电机的技术数据	(645)
§ 11.4 硅弧焊整流器	(647)
一、硅弧焊整流器基本原理	(647)
二、硅整流焊机的类型	(647)
三、动圈式硅弧焊整流器的特点、用途和技术数据	(648)
四、抽头式硅弧焊整流器的特点、用途及技术参数	(649)
五、磁放大器式硅弧焊整流器的特点、用途及技术参数	(650)
§ 11.5 晶闸管弧焊电源	(651)
一、晶闸管弧焊电源的基本原理	(651)
二、晶闸管弧焊电源典型主电路形式	(652)
三、晶闸管弧焊电源的特点和应用范围	(653)