

焊接新技术新工艺 实用指导手册

技术资料·方法设备·材料·结构·计算·
检验与质量管理

主 编：王文其

HANJIE XINJISHU XINGONGYI SHIYONG ZHIDAO SHOUCHE

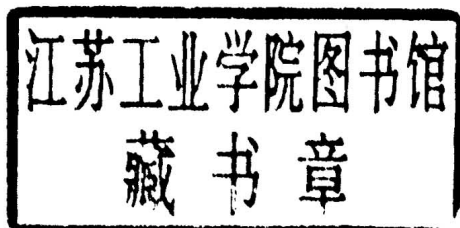
黑龙江文化电子音像出版社

焊接新技术新工艺实用 指南手册

——技术资料·方法设备·材料·结构·计算·
检验与质量管理

主编 王文其

✻ 一卷 ✻



黑龙江文化电子音像出版社

版式设计:罗 锐

封面设计:孟 宇

责任编辑:谭晓丽

焊接新技术新工艺实用指导手册

——技术资料·方法设备·材料·结构·计算·检验与质量管理

黑龙江文化电子音像出版社

☆

新华书店发行 廊坊市印刷二厂印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 151
2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷
印数 0,001 - 1,000

ISBN 978 - 7 - 900403 - 67 - 4/T · 068

定价:1280.00元(1CD + 配套手册五卷)

版权所有 翻版必究

编 委 会

主 编	王文其			
副主编	张 思	卢文玲	刘 波	张 亮
编委会	刘建康	谢 军	刘 奔	仇战军
	李大鹏	陈金文	殷德军	邹多刚
	张绍刚	杨 敏	谢大力	孟 丽
	马 东	冯思语	张 楠	段平梁
	李 翔	陈 刚	帅 霞	刘 红
	邓 雨	丁雪梅	刘 帅	吴 伟
	谢 姣			

前言



我国的焊接技术最早可追溯到春秋时期。著名的秦兵马俑出土的铜车马,采用了青铜铸焊技术,而且焊接质量上乘。现代意义的焊接技术出现在19世纪初的西方国家。近百年来,从核能发电到微电子技术,从探索宇宙空间到深海资源开发,从汽车制造到家电生产,均离不开焊接技术。焊接工艺技术应用的规模和范围之广,是别的任何工艺技术不能比拟的。当代很多重要的工程技术问题必须采用焊接才能解决,而且焊接接头可能在复杂、严酷条件下工作,甚至要在极限条件下实现材料连接。

焊接技术虽然已经取得了重大发展,能基本满足当前生产的需求,但仍存在很多迫切需要解决的问题,如焊接技术过分依赖经验和实验,还需要科学的理论和方法的指导;焊工的劳动条件仍较差,应大力推进焊接机器人的应用,开发灵巧并有智能的焊接机械或自动化焊接设备;为了实现清洁生产及可持续发展战略,需要开发节能、无污染的焊接生产装备和焊接材料。在新能源、太空及海洋的开发中,焊接技术仍面临巨大的挑战,需要焊接工作者的更大努力。为了使我国从制造大国迈向制造强国,焊接作为制造业的关键技术,将发挥越来越重要的作用。

本书反映了当前焊接技术的现状和前沿技术,具有实用性、准确性和先进性,兼顾常规技术与先进技术,使读者对焊接新材料、新装备与新技术的运用具有拓展思路的空间。读者可从中查找到与焊接技术相关的各种使用资料,对焊接设备、焊接方法、焊接材料、焊接结构及其生产、焊接检验等进行了详尽的说明,并对焊接质量管理和焊接的有关计算做了介绍。具有便于查阅、简明扼要、适应性强等几大显著特点。

本书在编写过程中得到了有关工厂、科研单位和各大院校的大力支持,提供了许多实用的数据和资料。另外编者还参阅和引用了许多技术文献中的大量数据和资料,在此一并感谢。由于编者水平有限,错漏在所难免,尚望广大读者批评指正。

编者

2007年5月



目 录



第 一 卷

第一篇 焊接常用技术资料

第一章 焊接常用符号	(3)
第一节 希腊字母	(3)
第二节 标准代号	(4)
第三节 常用数学符号	(7)
第四节 物理量名称及其符号	(9)
第五节 化学元素符号	(9)
第六节 图形符号	(11)
第七节 我国钢号中用的缩写字母及其涵义	(29)
第八节 焊接材料的型号牌号中的代号	(29)
第九节 电焊机型号中的符号	(31)
第十节 焊接方法的英文缩写字母	(35)
第十一节 焊缝无损检测符(代)号	(36)
第二章 焊接常用单位及其换算	(37)
第一节 单位与单位制	(37)
第二节 国际单位制及我国法定计量单位	(37)
第三节 物理量的符号和单位	(40)
第四节 简易单位换算	(48)
第三章 焊接常用公式、数据和资料	(54)
第一节 基本与常用物理常数	(54)
第二节 化学元素周期表及各元素物理性能	(54)
第三节 常用计算公式及运算	(55)





第四节 材料的滑动摩擦系数 (94)
第五节 常用有机与无机化工产品及其盐类的性质 (95)

第二篇 焊接物理冶金

第一章 焊接及其分类 (99)
第二章 焊接热过程及其特点 (109)
 第一节 概述 (109)
 第二节 焊接的热源 (111)
 第三节 焊接热传导 (115)
 第四节 焊接热循环 (123)
第三章 焊接电弧及其特性 (134)
 第一节 焊接电弧 (134)
 第二节 电弧的构造及其电压分布 (137)
 第三节 焊接电弧的最小能量消耗特性 (139)
 第四节 焊接电弧的热特性 (140)
 第五节 焊接电弧的电特性 (142)
 第六节 电弧的力学特性 (145)
 第七节 拘束电弧 (147)
 第八节 磁场对电弧的作用 (147)
第四章 焊丝的加热熔化与熔滴过渡 (151)
 第一节 焊丝的加热与熔化 (151)
 第二节 熔滴过渡 (153)
第五章 母材的熔化与焊缝的形成 (160)
 第一节 母材的熔化与熔池的形成 (160)
 第二节 熔池的形状与焊缝的形成 (160)
第六章 焊接冶金 (165)
 第一节 液相冶金 (165)
 第二节 凝固冶金 (198)
 第三节 固相冶金 (220)
第七章 焊接裂纹 (237)
 第一节 概述 (237)
 第二节 焊接热裂纹 (240)



第三节	焊接再热裂纹	(248)
第四节	焊接冷裂纹	(253)
第五节	层状撕裂	(269)
第六节	应力腐蚀裂纹	(273)

第三篇 电弧焊方法及设备

第一章	弧焊电源	(283)
第一节	弧焊电源的类型、基本特点及其适用范围	(283)
第二节	对弧焊电源的基本要求	(285)
第三节	交流弧焊电源	(292)
第四节	直流弧焊电源——弧焊发电机	(301)
第五节	直流弧焊电源——弧焊整流器	(304)
第六节	脉冲弧焊电源	(317)
第七节	逆变式弧焊电源	(325)
第八节	弧焊电源的选择、使用与维修	(341)
第二章	焊条电弧焊	(356)
第一节	概述	(356)
第二节	焊接设备	(358)
第三节	焊条电弧焊接头的设计与准备	(360)
第四节	焊条电弧焊接工艺	(368)
第三章	埋弧焊	(385)
第一节	概述	(385)
第二节	适用范围	(387)
第三节	埋弧焊的自动调节系统	(388)
第四节	埋弧焊机	(393)
第五节	焊接材料——焊丝与焊剂	(413)
第六节	埋弧焊接工艺与技术	(415)
第七节	埋弧焊常见缺陷及防止	(446)



第 二 卷

第四章 钨极氩弧焊	(449)
第一节 概述	(449)
第二节 TIG 焊的极性、阴极清洗作用和直流分量	(453)
第三节 钨极氩弧(TIG)焊机	(455)
第四节 焊接材料	(468)
第五节 焊接工艺与技术	(472)
第六节 特殊 TIG 焊接技术	(487)
第七节 典型应用	(493)
第八节 工艺缺陷、产生原因及防止措施	(497)
第九节 安全技术	(499)
第五章 熔化极气体保护焊	(500)
第一节 概述	(500)
第二节 保护气体	(503)
第三节 焊丝	(506)
第四节 焊丝的熔滴过渡	(507)
第五节 熔化极气体保护电弧焊设备	(510)
第六节 MIG 焊接工艺	(521)
第六节 MAG 焊接工艺	(534)
第八节 CO ₂ 气体保护焊	(537)
第九节 药芯焊丝气体保护电弧焊	(556)
第十节 熔化极脉冲气体保护电弧焊	(563)
第十一节 窄间隙熔化极气体保护电弧焊	(568)
第十二节 CO ₂ 电弧点焊	(573)
第十三节 立焊	(575)
第六章 等离子弧焊	(582)
第一节 概述	(582)
第二节 等离子弧焊的工艺特点与适用范围	(585)
第三节 等离子弧焊的分类	(587)
第四节 等离子弧焊设备	(588)
第五节 等离子弧焊接的双弧问题	(597)



第六节 等离子弧焊工艺	(598)
第七节 等离子弧焊常见缺陷及其产生原因	(608)
第七章 螺柱焊	(610)
第一节 概述	(610)
第二节 电弧螺柱焊	(610)
第三节 电容放电螺柱焊	(617)
第四节 螺柱焊方法的选择与应用	(623)

第四篇 电阻焊方法及设备

第一章 电阻焊基础	(629)
第一节 电阻焊概述	(629)
第二节 焊接的热量及其影响因素	(632)
第三节 热平衡及温度分布	(637)
第四节 焊接循环	(639)
第五节 金属材料电阻焊的焊接性及其影响因素	(641)
第二章 电阻焊设备	(644)
第一节 电阻焊概述	(644)
第二节 各类电阻焊电源的电气性能	(652)
第三节 点焊机	(662)
第四节 凸焊机	(675)
第五节 缝焊机	(676)
第六节 对焊机	(679)
第七节 电阻焊机的控制器	(690)
第三章 点焊工艺	(699)
第一节 焊点的形成及其质量的一般要求	(699)
第二节 点焊方法的种类	(701)
第三节 点焊接头的设计	(703)
第四节 点焊电极及电极握杆	(705)
第五节 点焊工艺	(715)
第四章 凸焊工艺	(738)
第一节 凸焊概述	(738)
第二节 凸焊工艺	(741)



第三节 常用金属的凸焊要点	(745)
第五章 缝焊工艺	(749)
第一节 缝焊概述	(749)
第二节 缝焊用的电极	(754)
第三节 缝焊的工艺参数及其对焊接质量的影响	(757)
第四节 缝焊的接头设计	(759)
第五节 常用金属材料缝焊工艺要点	(760)
第六章 对焊工艺	(767)
第一节 电阻对焊工艺	(767)
第二节 闪光对焊工艺	(772)
第三节 典型零件的对焊	(791)

第五篇 高能束焊方法及设备

第一章 电子束焊	(801)
第一节 电子束焊概述	(801)
第二节 焊接设备与装置	(806)
第三节 焊接工艺	(810)
第四节 常用金属材料的焊接要点	(816)
第五节 焊接缺陷	(819)
第六节 安全技术	(820)
第二章 激光焊与切割	(822)
第一节 激光产生的基本原理	(823)
第二节 激光焊接设备	(827)
第三节 激光焊接原理及分类	(834)
第四节 激光深熔焊接	(838)
第五节 激光热传导焊接	(850)
第六节 激光焊接应用实例	(858)
第七节 激光切割	(860)
第八节 激光焊接与切割的安全防护	(871)



第六篇 钎焊方法及设备

第一章 钎焊方法与工艺	(877)
第一节 钎焊原理	(877)
第二节 钎焊方法	(883)
第三节 钎焊生产工艺	(896)
第四节 钎焊接头设计	(902)
第五节 钎焊接头的缺陷	(908)
第六节 实验方法	(910)
第二章 钎焊材料	(915)
第一节 概述	(915)
第二节 软钎料	(920)
第三节 硬钎料	(932)
第四节 钎剂	(946)
第三章 各种材料的钎焊	(955)
第一节 材料的钎焊性	(955)
第二节 碳钢和低合金钢的钎焊	(955)
第三节 工具钢和硬质合金的钎焊	(957)
第四节 铸铁的钎焊	(960)
第五节 不锈钢的钎焊	(961)
第六节 铝及铝合金的钎焊	(965)
第七节 铜及铜合金的钎焊	(969)
第八节 活性金属的钎焊	(972)
第九节 难熔金属的钎焊	(974)
第十节 陶瓷和金属的钎焊	(977)
第十一节 其他材料的钎焊	(981)



第 三 卷

第七篇 其他焊接方法及设备

第一章 电渣焊	(991)
第一节 电渣焊概述	(991)
第二节 电渣焊设备	(996)
第三节 电渣焊工艺	(1001)
第二章 摩擦焊	(1029)
第一节 摩擦焊概述	(1029)
第二节 摩擦焊设备	(1036)
第三节 摩擦焊工艺	(1038)
第四节 焊接质量与安全技术	(1046)
第三章 扩散焊	(1049)
第一节 扩散焊概述	(1049)
第二节 扩散焊的优缺点	(1051)
第三节 扩散焊种类	(1052)
第四节 扩散焊工艺	(1053)
第五节 扩散焊设备	(1057)
第六节 扩散焊的应用	(1060)
第四章 冷压焊	(1062)
第一节 冷压焊概述	(1062)
第二节 冷压焊工艺	(1064)
第三节 冷压焊用的模具	(1067)
第四节 冷压焊的应用	(1071)
第五章 爆炸焊	(1072)
第一节 爆炸焊的原理	(1072)
第二节 爆炸焊方法的分类	(1074)
第三节 爆炸焊的优缺点	(1075)



第四节	爆炸焊适用范围	(1075)
第五节	爆炸焊工艺	(1079)
第六节	爆炸焊的缺陷和检验	(1084)
第七节	爆炸焊安全技术	(1087)
第六章	超声波焊	(1088)
第一节	超声波焊	(1088)
第二节	超声波焊接工艺	(1094)
第三节	焊接设备	(1098)
第七章	气焊	(1101)
第一节	气焊概述	(1101)
第二节	气体	(1102)
第三节	气焊设备	(1105)
第四节	焊接材料	(1114)
第五节	气焊工艺	(1115)
第八章	高频焊	(1120)
第一节	高频焊概述	(1120)
第二节	高频焊设备	(1125)
第三节	典型焊接工艺	(1128)

第八篇 焊接材料

第一章	焊条	(1137)
第一节	焊条概述	(1137)
第二节	焊条的配方设计与制造	(1164)
第三节	焊条的主要性能、用途及其选用	(1177)
第二章	焊丝与焊剂	(1201)
第一节	焊丝	(1201)
第二节	焊剂	(1235)
第三章	焊接用保护气体	(1248)
第一节	概述	(1248)
第二节	保护气体的特性	(1248)
第三节	焊接用保护气体的技术要求	(1251)
第四节	保护气体选用要点	(1253)



第四章 电极 (1257)

 第一节 概述 (1257)

 第二节 种类 (1257)

 第三节 电阻焊用铜电极 (1260)

第九篇 金属材料的焊接

第一章 焊接性及其试验方法 (1273)

 第一节 焊接性 (1273)

 第二节 焊接性的试验内容与方法分类 (1277)

 第三节 常用焊接性试验方法 (1280)

第二章 碳钢的焊接 (1340)

 第一节 碳钢概述 (1340)

 第二节 碳钢的焊接性 (1349)

 第三节 低碳钢的焊接 (1350)

 第四节 中碳钢的焊接 (1355)

 第五节 高碳钢的焊接 (1359)

第三章 合金结构钢的焊接 (1361)

 第一节 概述 (1361)

 第二节 热轧及正火钢的焊接 (1367)

 第三节 碳调质钢的焊接 (1382)

 第四节 中碳调质钢的焊接 (1388)

 第五节 耐候钢的焊接 (1394)

 第六节 低温钢的焊接 (1397)

第四章 耐热钢的焊接 (1404)

 第一节 概述 (1404)

 第二节 珠光体耐热钢的焊接 (1407)

 第二节 氏体耐热钢的焊接 (1413)

 第四节 铁素体耐热钢的焊接 (1416)

 第五节 奥氏体耐热钢的焊接 (1419)

第五章 不锈钢的焊接 (1424)

 第一节 不锈钢的分类、牌号、化学成分和力学性能 (1424)

 第二节 不锈钢的焊接性及工艺措施 (1425)



第三节	不锈钢的焊接工艺	(1427)
第六章	铜及铜合金的焊接	(1432)
第一节	铜及铜合金的分类	(1432)
第二节	铜及铜合金的化学成分、力学性能	(1432)
第三节	铜及铜合金的焊接	(1436)
第七章	铝及铝合金的焊接	(1438)
第一节	铝及铝合金的牌号、化学成分及力学性能	(1438)
第二节	铝及铝合金的焊接特点及工艺措施	(1439)
第三节	铝及铝合金焊件焊前、焊后的清理	(1440)
第四节	铝及铝合金的焊接工艺	(1441)
第八章	铸铁的焊接	(1443)
第一节	铸铁的牌号及力学性能	(1443)
第二节	铸铁焊条电弧焊的工艺要点	(1445)
第三节	铸铁冷焊用非铸铁焊条	(1446)
第四节	铸铁热焊预热温度对铸件的影响	(1447)
第五节	球墨铸铁焊条电弧焊的工艺要点及接头的力学性能	(1447)
第六节	铸铁焊条的选用原则	(1448)
第七节	设备修理中铸铁件的焊补方法及应用范围	(1449)

第 四 卷

第九章	钛及钛合金的焊接	(1451)
第一节	概述	(1451)
第二节	钛及钛合金的焊接特点	(1456)
第三节	钛及钛合金焊接工艺	(1457)
第十章	异种金属的焊接	(1468)
第一节	概述	(1468)
第二节	异种钢的焊接	(1477)
第三节	异种有色金属焊接	(1487)
第四节	钢与有色金属的焊接	(1492)
第五节	复合钢板的焊接	(1496)
第十一章	金属材料的堆焊	(1502)
第一节	概述	(1502)



第二节	堆焊金属的使用性能	(1504)
第三节	堆焊金属的类型及其特性	(1507)
第四节	堆焊方法与工艺	(1512)
第一节	概述	(1527)
第二节	热喷涂方法及设备	(1529)
第三节	喷涂材料	(1540)
第四节	热喷涂工艺	(1549)
第五节	喷涂层性能检测简介	(1556)
第六节	热喷涂涂层的应用	(1557)
第七节	喷涂安全与防护	(1559)

第十篇 焊接结构

第一章	焊接应力与变形	(1563)
第一节	概述	(1563)
第二节	焊接应力	(1567)
第三节	焊接变形	(1575)
第二章	焊接接头	(1586)
第一节	概述	(1586)
第二节	常用焊接接头的工作特性	(1590)
第三节	焊接接头构造的设计与选择	(1598)
第四节	熔焊接头的静载强度计算	(1606)
第五节	电阻点焊和缝焊接头的静载强度计算	(1619)
第六节	焊缝符号及其标注方法	(1622)
第三章	焊接结构的破坏	(1623)
第一节	概述	(1623)
第二节	焊接结构的脆性破坏	(1632)
第三节	焊接结构的疲劳破坏	(1655)
第四节	焊接结构的蠕变断裂	(1682)
第五节	焊接结构的腐蚀破坏	(1687)
第四章	焊接结构设计	(1698)
第一节	概述	(1698)
第二节	结构设计要点	(1705)