

热加工技术丛书

牛济泰 王式正 编

焊接基础

黑龙江科学技术出版社



热加工技术丛书

77.7
144

焊 接 基 础

牛济泰 王式正 编



黑龙江科学技术出版社

一九八七年·哈尔滨

8710486

DT38/33 24
内 容 提 要

本书从理论与实践的结合上系统地介绍了焊接原理、焊接方法、焊接设备、焊接应力与焊接变形以及焊接质量检验等方面的基础理论知识与实际操作技能。此外,还介绍了焊接安全及劳动卫生方面的基本常识。

本书可作为焊接工人提高技术的培训教材,也可供焊接技术人员和大院校焊接专业师生参考。

责 任 编 辑, 张 坚 石

封 面 设 计, 李 广 滨

热加工技术丛书
焊 接 基 础

王 济 主 编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

黑龙江新华印刷厂附属厂印刷·黑龙江省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 18.125印张 3插页 365千字

1986年6月第1版·1987年8月第2次印刷

印数, 13,400—21,050册

书号, 15217·202

定价, 3.35元

ISBN 7-5388-0122-7/TG·15

0240172

出版说明

随着科学技术的不断发展，广大工人学科学、用科学的积极性空前高涨，各种学习班、短训班、培训班犹如雨后春笋般地在全国各地兴办起来。过去那种仅以问答形式出版的读物，已不能满足他们的需要。他们纷纷来信要求出版一些系统的，理论性较强的，具有八十年代水平的中级工人技术读物。为此，我们组织了既有一定理论水平又有一定实践经验的同志编写了这套《热加工技术丛书》。

本书的特点是系统性强，理论联系实际。书中采用了法定计量单位，同时还介绍了近年来国内外推广应用的新工艺。

本书是焊接工人从初级向中级迈进时阅读的最好读物。同时，对于广大焊接生产技术人员、大专院校学生、中等技校师生，以及其他热加工专业的工程技术人员和管理干部，均有一定的参考价值。该书的出版，但愿能满足他们的学习需要，受到他们的欢迎。

前 言

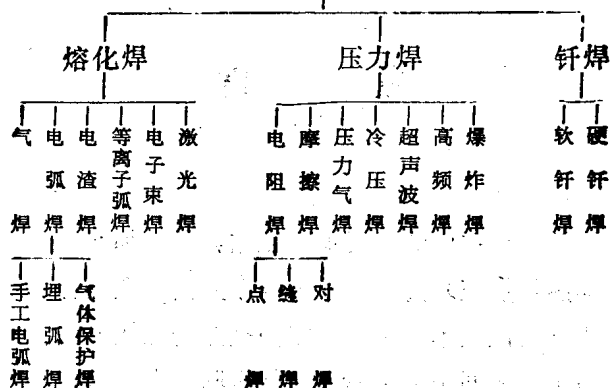
焊接是一种重要的金属加工工艺，是用加热（或加压、或同时加热与加压）的办法，将两个分离的金属件连接在一起，形成永久性（不可拆卸）牢固接头的联接方法。

固态金属之间是靠金属键而紧密联系在一起的，因此只有两金属通过原子或分子之间的结合或扩散，形成金属键，才能达到焊接的目的。加热或加压，就是为这种结合或扩散创造条件、排除障碍。

由于各种焊接方法所采取的能源及方式不同，它们所经历的焊接过程也有很大的差别，但一般都存在冶金过程、热力过程或物理化学作用。这些过程或作用控制的好坏，直接影响到焊缝的成分、焊缝及热影响区的组织与性能。因此，焊接工作者的责任，就是要用合适的焊接方法及必要的工艺手段，使焊接过程合理而又顺利地进行，使被焊金属之间的原子和分子充分地扩散或溶解，形成具有良好结合性能及使用性能的优质接头。

焊接技术的发展与新能源的开发和新材料的应用密切相关，同时也受到其他应用技术发展的推动。自本世纪开始，差不多每十年出现一个新的焊接能源和焊接方法，焊接技术也就相应地来一次飞跃。目前常见的焊接方法分类如下所示：

焊接方法



当前，世界上工业先进国家焊接技术的发展有以下几点新的动向：

(1) 新的焊接方法的开发。例如，利用太阳能进行焊接，这种新工艺在苏联乌兹别克科学院已研制成功，预计近几年内将会在生产中得到应用；利用能量束焊接（用射频以无柱电离气流的形式传递能量），目前美国已研制出功率为20千瓦、射频发生器频率为13.6兆赫的能量束装置；冰压焊（用水变成冰时产生的体积膨胀作为焊接压力），苏联已研制出一种冰压装置，只用相当于一只鸡蛋大小的一杯水，便可产生2万大气压的压力；爆炸喷涂；等温焊接（在具有高压力的压热气中进行焊接，是一种新的固相焊接法），等等。

(2) 焊接机器人在实现焊接自动化与提高焊接质量方面具有极大的应用潜力。目前国外已研制成功具有视觉与触觉的机器人。一些发达国家已把焊接机器人作为定型产品出售。

(3) 焊接系统的稳定性及其精密控制，特别是电子计算技术在焊接中的应用。

(4) 焊接基础理论，金属可焊性及焊接力学行为的研究，新型焊接材料的研制等。

上述这些新动向，总的目标是提高焊接质量及焊接生产率，降低成本，实现焊接机械化与自动化，扩大焊接技术的应用范围。

我国具有比西方国家悠久得多的焊接技术应用历史。但作为近代焊接技术，解放前几乎是个空白。解放后，焊接技术已经逐渐遍布全国各个工业部门。1962年，我国成立了焊接学会，1964年加入了国际焊接学会。现在我国已拥有专门的焊接研究机构（所、室）三十多个，并在二十多所高等院校中设置了焊接专业。1983年，我国已有新的焊接技术专利出口。可以相信，只要我们加倍努力，勇于攀登科学高峰，我国的焊接技术一定能在不久的将来，赶上和超过世界先进水平。

本书前言、第二章、第三章、第四章、第七章、第十一章、第十四章由牛济泰同志编写，其余各章由王式正同志编写。

编 者

目 录

第一章 焊接电弧	(1)
第一节 气体放电的基本概念及电弧的导电机构	(1)
一、焊接电弧的本质及特点	(1)
二、焊接电弧的导电机构	(2)
三、电弧的静特性	(14)
第二节 焊接电弧的引燃	(16)
一、接触引弧	(16)
二、高频及脉冲引弧	(17)
第三节 焊接电弧的产热和产力机构	(18)
一、焊接电弧的产热机构	(18)
二、焊接电弧的产力机构	(23)
第四节 交流焊接电弧和磁场对电弧的作用	(27)
一、交流焊接电弧的特点	(27)
二、磁场对电弧的作用	(29)
第五节 电弧中的熔滴过渡	(31)
一、熔滴上的作用力	(32)
二、熔滴过渡的主要形式及其特点	(34)
第二章 金属的加热与熔化	(37)
第一节 焊条(焊丝)的加热与熔化	(37)

一、焊条的加热能源.....	(37)
二、焊条金属的熔化特性.....	(38)
三、焊条(焊丝)金属的过渡特性.....	(39)
四、药皮的熔化与过渡.....	(41)
第二节 母材的熔化及熔池.....	(41)
一、熔池的形状与尺寸.....	(42)
二、熔池中的流体动力学状态及其对焊缝 质量的影响.....	(43)
第三节 焊缝的凝固与结晶过程.....	(44)
一、焊缝的凝固过程特点及对结晶形态的影响.....	(44)
二、焊缝的偏析与夹杂.....	(45)
三、焊缝金属组织的控制和改善.....	(46)
第四节 焊接热影响区.....	(47)
一、在焊接加热及冷却条件下热影响区的组 织转变特点.....	(47)
二、热影响区的组织与性能.....	(48)
第三章 焊接化学冶金过程和焊接气孔与裂纹	(53)
第一节 焊接条件下化学冶金的特点.....	(53)
一、加强对焊接区金属保护的必要性.....	(53)
二、焊接化学冶金过程的分段连续性.....	(54)
三、焊接规范与焊接化学冶金的关系.....	(56)
第二节 气相与金属的作用.....	(57)
一、焊接区内的气体来源.....	(57)
二、氮与金属的作用.....	(58)
三、氢与金属的作用.....	(63)

四、氧与金属的作用.....	(67)
第三节 熔渣与金属的作用.....	
一、熔渣在焊接过程中的作用.....	(69)
二、焊缝金属的氧化与脱氧.....	(69)
三、焊缝金属的合金化(掺合金).....	(71)
四、焊缝金属的脱硫脱磷.....	(71)
第四节 焊缝中的气孔.....	(72)
第五节 焊接裂纹.....	(75)
一、焊接裂纹的种类.....	(75)
二、结晶裂纹.....	(78)
三、冷裂纹.....	(80)
第四章 手工电弧焊及电焊条.....	(84)
第一节 手弧焊操作技术.....	(84)
一、引弧.....	(84)
二、运条.....	(87)
三、焊缝的起头、收尾及连接.....	(92)
第二节 手弧焊焊接规范的选择.....	(94)
一、焊条直径与焊接电流强度的选择.....	(95)
二、电弧电压的选择.....	(97)
三、焊接速度的选择.....	(97)
四、电流种类与极性的选择.....	(98)
第三节 各种位置焊缝及不同接头型式的焊接.....	(108)
一、平焊.....	(108)
二、立焊、横焊和仰焊.....	(111)
第四节 焊条的构造、药皮的组成及其功能.....	(114)

一、焊条的构造	(114)
二、药皮的组成及其功能	(116)
三、焊接熔渣的酸碱性	(119)
四、两种焊条的性能对比	(121)
第五节 焊条的分类、牌号及规格	(123)
一、焊条的分类	(123)
二、焊条的牌号及其编制方法	(124)
三、焊条的规格	(130)
第六节 焊条的检验、保管与选用	(130)
一、焊条的检验	(130)
二、焊条的保管	(131)
三、焊条的选用	(132)
第五章 埋弧焊与电渣焊	(136)
第一节 埋弧焊	(136)
一、概述	(136)
二、埋弧焊焊缝的形成过程及其冶金特点	(138)
三、焊接材料的选用	(140)
四、埋弧焊焊缝形状尺寸及规范选择	(142)
第二节 自动焊机	(147)
一、自动焊机的任务	(147)
二、焊接电弧自动调节原理	(147)
第三节 电渣焊	(158)
一、电渣焊的原理、特点及分类	(158)
二、电渣焊用的焊接材料	(161)
三、电渣焊设备	(162)

• 4 •

四、电渣焊工艺	(167)
第六章 气体保护焊	(173)
第一节 气体保护焊概述	(173)
第二节 CO ₂ 气体保护焊	(174)
一、CO ₂ 焊接的冶金特点	(175)
二、CO ₂ 气体及焊丝	(177)
三、CO ₂ 焊的熔滴过渡	(178)
四、CO ₂ 气体保护焊对焊接设备的要求	(183)
五、CO ₂ 气体保护焊规范参数的选择	(190)
六、特种 CO ₂ 气体保护焊简介	(197)
第三节 惰性气体保护焊	(199)
一、概述	(199)
二、钨极氩弧焊	(201)
三、熔化极氩弧焊	(225)
四、脉冲氩弧焊	(237)
第四节 等离子弧焊接与切割	(243)
一、等离子弧的形成及其特性	(243)
二、等离子弧的几种基本形式及应用特点	(245)
三、等离子弧切割	(247)
四、等离子弧焊接	(251)
五、其它等离子弧焊接简介	(254)
第七章 电弧焊电源	(258)
第一节 对弧焊电源的要求	(258)
一、对电源外特性的要求	(259)
二、对电源动态品质的要求	(264)

三、对电源空载电压的要求	(267)
四、对电源调节特性的要求	(267)
第二节 弧焊变压器	(268)
一、串联电抗器式弧焊变压器	(269)
二、增强漏磁式弧焊变压器	(271)
三、抽头式弧焊变压器	(272)
第三节 直流弧焊电源	(272)
一、旋转式直流焊机	(273)
二、弧焊整流器	(275)
第四节 弧焊电源的选择和使用	(303)
一、弧焊电源的选择	(303)
二、弧焊电源的使用与维护	(308)
第八章 电阻焊	(310)
第一节 概述	(310)
一、电阻焊的基本原理、特点及分类	(310)
二、电阻焊的应用及其发展方向	(313)
第二节 点焊和缝焊	(314)
一、点焊接头的形成过程	(314)
二、点焊的加热	(316)
三、影响焊点尺寸和强度的因素	(320)
四、几种材料点焊规范的选择	(323)
五、缝焊(滚焊)	(331)
第三节 对焊	(331)
一、电阻对焊	(332)
二、闪光对焊	(333)

第 四 节 电阻焊电源及控制装置	(338)
一、电阻焊电源	(338)
二、控制装置	(344)
第 九 章 钎焊及真空电子束焊接	(348)
第 一 节 钎焊	(348)
一、钎焊的原理、分类及应用	(348)
二、钎焊材料的选择	(348)
三、钎焊工艺	(365)
第 二 节 真空电子束焊接	(370)
第 十 章 气焊与气割	(373)
第 一 节 气焊、气割用的材料	(373)
一、气焊、气割用的气体	(373)
二、气焊丝	(376)
三、气焊粉	(377)
第 二 节 气焊、气割用的工具及设备	(378)
一、乙炔发生器	(378)
二、氧气瓶、乙炔瓶及其瓶阀	(386)
三、减压器	(391)
四、焊炬和割炬	(394)
第 三 节	(399)
一、气焊工艺	(399)
二、气割工艺	(402)
第 十 一 章 常用金属材料的焊接	(406)
第 一 节 金属材料可焊性	(406)
一、金属可焊性的基本概念及其试验方法	

的分类	(406)
二、结构钢冷裂纹倾向的间接判断法	(408)
三、斜 Y 型坡口试验(“小铁研”试验)法	(411)
四、鱼骨状裂纹试验法	(413)
第二节 碳素钢的焊接	(414)
一、低碳钢的焊接	(415)
二、中碳钢的焊接	(417)
三、高碳钢的焊补	(419)
第三节 低合金高强钢的焊接	(420)
一、合金钢及低合金钢简介	(420)
二、低合金高强钢的可焊性分析	(421)
三、低合金高强钢的焊接工艺要点	(423)
第四节 不锈钢及耐热钢的焊接	(430)
一、不锈钢及耐热钢简介	(430)
二、铬—镍奥氏体钢的焊接性分析	(433)
三、奥氏体钢的焊接工艺要点	(443)
第五节 铝及铝合金的焊接	(449)
一、铝及铝合金简介	(449)
二、铝及铝合金焊接时的主要问题	(451)
三、铝及铝合金的焊接工艺特点	(457)
第六节 钛及钛合金的焊接	(462)
一、钛及钛合金简介	(462)
二、钛及钛合金的焊接性分析	(465)
三、钛及钛合金焊接工艺要点	(469)
第七节 铜及铜合金的焊接	(473)

一、铜及铜合金简介	(473)
二、铜及铜合金的可焊性分析	(475)
三、铜及铜合金的焊接工艺要点	(477)
第八节 铸铁焊补	(478)
一、铸铁简介	(478)
二、铸铁可焊性分析	(480)
三、铸铁焊补工艺要点	(482)
第十二章 焊接应力与变形	(491)
第一节 焊接应力与变形的基本概念	(491)
一、内应力及其产生原因	(492)
二、简单杆件的变形和应力	(493)
三、焊接引起的内应力及变形	(495)
第二节 焊接残余变形	(496)
一、焊接残余变形的分类及其产生的原因	(496)
二、焊接变形的预防措施	(516)
三、矫正焊接变形的的方法	(522)
第三节 焊接残余应力	(524)
一、焊接残余应力的分布	(524)
二、在焊接过程中调节内应力的措施	(527)
三、焊后消除内应力的方法	(529)
第十三章 焊接检验	(533)
第一节 概述	(533)
一、焊接检验过程和目的	(533)
二、焊接接头缺陷的种类及其特点	(534)
第二节 焊接质量检验	(536)

一、外观检查和测量	(536)
二、致密性检验和水压强度试验	(536)
三、无损探伤	(538)
第十四章 焊接安全及劳动卫生	(549)
第一节 气焊与气割	(549)
一、不安全及不卫生因素	(549)
二、燃烧、爆炸的基本知识	(550)
三、乙炔发生器安全使用要点	(551)
四、压力气瓶安全使用要点	(552)
第二节 手工电弧焊	(552)
一、不安全因素	(552)
二、触电及其预防	(553)
三、弧光辐射及防护	(554)
第三节 气体保护电弧焊与等离子弧焊	(556)
一、不安全因素	(556)
二、金属烟尘及有毒气体的危害	(556)
三、高频电磁场对人体的危害	(558)
四、放射性元素的危害	(558)
五、噪声	(559)
六、有害因素的防护	(559)

附录一 焊工安全操作规程