



焊工

上岗必读

张建勋 主编

福建科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

焊工上岗必读/张建勋主编. —福州:福建科学技术出版社,2004.1(2004.5重印)

ISBN 7-5335-2302-4

I. 焊… II. 张… III. 焊接-技术培训-自学参考资料
IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 103025 号

书 名	焊工上岗必读
主 编	张建勋
出版发行	福建科学技术出版社(福州市东水路 76 号,邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	三明日报印刷厂
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	13.25
字 数	317 千字
印 次	2004 年 5 月第 2 次印刷
印 数	3 001—7 000
书 号	ISBN 7-5335-2302-4/TG·5
定 价	20.00 元

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

前 言

随着现代科学技术的发展,新的焊接方法不断出现,已有的焊接方法也将取得改进和应用。焊接技术已广泛地应用于经济建设的各个领域。然而,焊接产品质量严重依赖于操作人员的素质和水平。建立和完善焊接质量保证体系,最关键的问题之一是焊接操作人员的技术素质的提高。加强焊接人员培训,提高其技术素质,一直是世界各国,尤其是工业发达国家非常重视的问题。

本书由西安交通大学焊接研究所组织编写,其中第一章(概述)、第二章(金属材料与电工基础知识)、第十二章(焊接缺陷与检验)和第十三章(焊接安全技术)由张建勋教授编写;第三章(焊接电弧及弧焊电源)由张贵锋副教授编写;第四章(焊接接头及焊缝形式)和第十一章(焊接应力与变形)由裴怡副教授编写;第五章(焊接材料)和第八章(常用金属材料的焊接)由牛靖工程师编写;第六章(焊接冶金)和第七章(焊接热影响区的组织性能与焊接裂纹)由潘希德副教授编写;第九章(焊条电弧焊)和第十章(其他几种常用焊接技术)由肖克民高级工程师编写。全书由张建勋教授统稿和审校。周丽霞教授为本书的撰写提供了宝贵的意见和建议,薛勇、梁振新和李欣荣等为本书部分内容的录入和绘图作了大量的工作,作者在此表示诚挚的感谢。

“焊工上岗必读”是一本针对焊接操作人员培训的参考书籍,目的在于使从事焊接操作的人员掌握基本的焊接知识和必要的操作技能。因此,本书力求简明扼要,通俗易懂,适应具有一定文化知识水平的人员自学。由于作者实际操作经验和水平有限,书中难免存在缺欠和错误,恳切希望广大焊接操作人员和其他焊接技术人员对本书提出批评和要求,以便有机会进一步修改和完善。

编者

2003年7月

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 焊接技术发展简史	(1)
第二节 金属的连接方式	(2)
第三节 焊接方法及基本问题	(3)
一、焊接方法分类	(3)
二、焊接过程的基本问题	(4)
第四节 常用焊接名词术语	(5)
第二章 金属材料与电工基础知识	(9)
第一节 常用金属材料的一般知识	(9)
一、金属材料概述	(9)
二、金属的晶体结构	(9)
三、铁碳合金的基本知识	(10)
四、铁碳合金状态图	(12)
五、钢的热处理	(13)
六、合金元素在钢中的作用	(16)
七、钢中有害杂质和有害气体	(18)
八、钢的分类及牌号	(19)
九、金属材料的力学性能	(22)
第二节 电工基本知识	(24)
一、电路的基本知识	(24)
二、直流电、交流电与三相交流电	(25)
三、发电机、电动机和变压器	(26)
第三章 焊接电弧及弧焊电源	(28)
第一节 焊接电弧	(28)
一、焊接电弧的产生	(28)
二、焊接电弧的组成	(28)
三、焊接电弧的静特性	(29)
四、焊接电弧的磁偏吹	(30)
五、焊接电弧的极性	(31)
第二节 常用弧焊电源及其技术特性	(31)

一、弧焊电源的外特性	(31)
二、弧焊电源的型号和主要技术指标	(33)
三、弧焊电源的类型	(36)
四、常用弧焊电源的选择、使用与维护	(37)
第四章 焊接接头及焊缝形式	(39)
第一节 焊接接头及其组成	(39)
一、焊接接头的基本类型	(39)
二、焊接接头的组成	(39)
第二节 焊缝与坡口形式	(40)
一、焊缝的基本形式	(40)
二、焊接接头的坡口形式与尺寸	(41)
第三节 焊缝代号	(43)
一、焊缝符号的组成	(43)
二、识别焊缝代号的基本方法	(49)
第五章 焊接材料	(50)
第一节 电焊条	(50)
一、焊条的组成及作用	(50)
二、焊条的分类、型号	(51)
三、酸性焊条和碱性焊条	(52)
四、焊条的选用	(52)
五、焊条的检验、贮存和保管	(53)
六、焊条的烘干与领用	(54)
第二节 焊丝	(54)
一、焊丝的作用及要求	(54)
二、焊丝的分类	(54)
三、CO ₂ 气体保护焊用焊丝	(55)
四、氩弧焊焊丝	(56)
五、埋弧焊用焊丝	(57)
六、气焊焊丝	(57)
七、焊丝验收、保管与领用	(57)
第三节 焊剂及气焊熔剂	(58)
一、埋弧焊焊剂	(58)
二、气焊熔剂	(59)
第四节 焊接用气体	(60)
一、氧气	(60)
二、乙炔气	(60)
三、二氧化碳	(61)
四、氩气	(61)

五、混合气体	(61)
第五节 钨电极	(62)
一、钨极的作用	(62)
二、钨极的分类、牌号及特点	(62)
三、钨极的规格	(63)
第六章 焊接冶金	(64)
第一节 焊条的熔化及熔池的形成	(64)
一、焊条金属的加热	(64)
二、焊条金属的熔化	(64)
三、熔池的形成及其特性	(65)
第二节 焊接冶金的特点	(66)
一、焊接时金属的保护	(66)
二、焊接化学冶金反应区	(66)
第三节 气体与金属的作用	(67)
一、氮对金属的作用	(67)
二、氢对金属的作用	(68)
三、氧对金属的作用	(70)
第四节 熔渣与金属的作用	(71)
一、熔渣作用及其酸碱度	(71)
二、焊缝金属的氧化及脱氧	(72)
三、焊缝金属的脱硫、脱磷	(74)
四、焊缝金属的合金化	(75)
第五节 熔池的结晶与焊缝组织	(76)
一、熔池结晶的特点	(76)
二、金属结晶的形态	(76)
三、焊缝金属中的化学不均匀性	(77)
第六节 焊缝中的气孔	(78)
一、气孔的类型及其分布特征	(78)
二、气孔的形成机理	(78)
三、影响气孔的因素及其防止措施	(79)
第七章 焊接热影响区的组织性能与焊接裂纹	(81)
第一节 焊接热影响区的组织与性能	(81)
一、焊接热影响区的组织分布特点	(81)
二、焊接热影响区的力学性能	(82)
第二节 焊接热裂纹	(85)
一、热裂纹的一般特征及产生机理	(85)
二、影响热裂纹的因素及防止措施	(86)
第三节 焊接冷裂纹	(90)

一、冷裂纹的危害及一般特征	(90)
二、冷裂纹产生的机理及防止措施	(91)
第八章 常用金属材料的焊接	(95)
第一节 金属材料的焊接性	(95)
一、焊接性的定义	(95)
二、影响焊接性的因素	(95)
三、金属焊接性的评价方法	(96)
第二节 碳钢的焊接	(96)
一、低碳钢的焊接	(96)
二、中碳钢的焊接	(97)
第三节 低合金高强钢的焊接	(98)
一、热轧及正火钢的焊接	(98)
二、低碳调质钢的焊接	(100)
三、中碳调质钢的焊接	(102)
第四节 奥氏体不锈钢的焊接	(103)
一、奥氏体不锈钢的成分及性能特点	(103)
二、奥氏体不锈钢的焊接性特点	(103)
三、奥氏体不锈钢的焊接工艺要点	(104)
第五节 珠光体耐热钢的焊接	(105)
一、珠光体耐热钢的成分及性能特点	(105)
二、珠光体耐热钢的焊接性特点	(106)
三、珠光体耐热钢的焊接工艺要点	(107)
第六节 铸铁的焊接	(108)
一、铸件的种类及性能特点	(108)
二、灰口铸铁的焊接性特点	(109)
三、灰口铸铁焊接工艺要点	(110)
第七节 常用有色金属的焊接	(111)
一、铝及铝合金的焊接	(111)
二、铜及铜合金的焊接	(114)
第九章 焊条电弧焊	(117)
第一节 焊条电弧焊原理及特点	(117)
一、焊条电弧焊的原理	(117)
二、焊条电弧焊的特点	(117)
第二节 焊条电弧焊的基本操作技术	(117)
一、电弧的引燃	(117)
二、运条方法	(118)
三、焊缝的起头、收尾及换条接头	(120)
四、各种位置的焊接方法	(121)

第三节 焊条电弧焊规范参数	(128)
一、焊条的选择	(128)
二、焊接电源的种类和极性的选择	(129)
三、焊接电流	(129)
四、电弧电压	(130)
五、焊接速度	(130)
第四节 焊条电弧焊单面焊双面成形操作技术	(130)
一、单面焊双面成形接头形式	(130)
二、连弧焊和断弧焊的特点	(131)
第十章 其他几种常用焊接技术	(132)
第一节 埋弧焊	(132)
一、埋弧焊的工作原理	(132)
二、埋弧焊的特点	(133)
三、埋弧焊设备	(133)
四、埋弧焊焊接工艺规范	(136)
第二节 手工钨极氩弧焊	(141)
一、手工钨极氩弧焊概述	(141)
二、手工钨极氩弧焊设备	(141)
三、手工钨极氩弧焊焊接规范	(143)
四、手工钨极氩弧焊操作技术	(145)
第三节 熔化极气体保护焊	(146)
一、基本原理与分类	(146)
二、熔滴过渡的类型及影响因素	(148)
三、熔化极气体保护焊焊接设备	(149)
第四节 碳弧气刨	(150)
一、基本原理及应用	(150)
二、设备及电极材料	(151)
三、碳弧气刨工艺	(151)
第五节 气焊与气割	(153)
一、气焊及焊接材料	(153)
二、气焊与气割设备	(153)
三、气焊工艺	(155)
四、气割工艺	(156)
第六节 等离子弧焊接与切割	(157)
一、等离子弧的类型	(158)
二、等离子弧焊接	(158)
三、等离子弧切割	(159)

第十一章 焊接应力与变形	(162)
第一节 焊接应力变形产生的原因	(162)
一、焊接应力变形的基本概念	(162)
二、焊接应力变形的形成过程	(162)
第二节 焊接变形及其预防措施	(163)
一、焊接变形的分类	(163)
二、影响焊接变形的主要因素	(165)
三、控制焊接变形的措施	(166)
四、矫正焊接变形的的方法	(167)
第三节 焊接残余应力及其预防措施	(168)
一、焊接残余应力分布	(168)
二、影响焊接残余应力的因素	(172)
三、预防和控制焊接残余应力的措施	(172)
四、消除焊接残余应力的方法	(173)
第十二章 焊接缺陷与检验	(175)
第一节 焊接缺陷及其分类	(175)
一、成形缺陷	(175)
二、接合缺陷	(177)
三、焊接缺陷的危害	(181)
第二节 焊接检验	(182)
一、无损检验	(182)
二、破坏性检验	(187)
第三节 焊接缺陷的返修	(187)
一、焊接缺陷的确定	(187)
二、焊缝多次返修	(188)
第十三章 焊接安全技术	(189)
第一节 焊接安全知识	(189)
一、电对人体的危害	(189)
二、弧光对人体的伤害	(190)
三、有害物质对人体的影响	(190)
四、焊接噪声的危害	(191)
第二节 焊接安全操作	(192)
一、安全用电操作	(192)
二、焊条电弧焊安全操作	(192)
三、埋弧焊安全操作	(193)
四、气体保护焊安全操作	(193)
第三节 电焊工劳动保护	(194)

一、焊工常用防护工具 (194)

二、焊接噪声防护 (195)

三、防火与防爆 (196)

附录 我国焊接专业及其相关标准目录 (197)

第一章 概 述

第一节 焊接技术发展简史

通过加热、加压或者两者并用,采用或者不采用填充材料,使工件达到接合的成形工艺,我们称之为焊接。某些简单的焊接方法,例如把两块熟铁(钢)加热到红热状态以后用锻打的方法连接在一起的锻接、用火烙铁加热低熔点铅锡合金的软钎焊,可以追溯到公元前。但是,目前工业生产中广泛应用的焊接方法,几乎都是19世纪末、20世纪初的现代科学技术。这些焊接方法与金属切削加工、压力加工、铸造、热处理等其他金属加工方法一起构成的金属加工技术是现代一切机器制造业,其中包括汽车、船舰、飞机、航天、原子能、石油化工、电子等工业部门的基本生产手段。可以毫不夸大地说,没有现代焊接方法的发展,就不会有现代工业和科学技术的今天。一个国家的焊接技术发展水平往往也是一个国家工业和科学技术现代化发展的一个标志。

图1-1表明,到1970年为止,已有约21种基本焊接方法,而焊接方法的发展是以电弧焊和电阻焊为起点的。电弧作为一种气体导电的物理现象,是在19世纪初被发现的,但只是到19世纪末电力生产得到发展以后人们才有条件来研究它的实际应用。1885年俄国人别那尔道斯发明碳极电弧可以看作是电弧作为工业热源应用的创始。而电弧焊真正应用于工业,则是在1892年发现金属极电弧后,特别是1930年前后出现了薄皮和厚皮焊条以后才逐渐开始的。电阻焊是1886年由美国人发明的,它的大规模工业应用也几乎跟电弧焊同时代。1930年以前,焊接在机器制造业中的作用还是微不足道的。当时造船、锅炉、飞机等制造业基本上还是用铆接方法。这种铆接方法不仅生产效率极低,而且连接质量也不能满足船体、飞机等产品的发展要求。因此,从1930年以后,电弧焊和电阻焊就逐渐取代铆接,成为机器制造业中的一种基本加工手段。到目前为止,已经发展了二十多种基本焊接方法,若计及各种派生方法,那就更多。由此可见,从电弧焊和电阻焊的大量应用算起,至现代焊接方法还只有半个世纪多一点的历史。近60年来正是现代工业和科学技术,特别是航天、原子能、电子、石油化工、海洋开发等部门迅猛发展的时代。一方面,这些工业和科学技术的发展不断提出了各种使用要求(如动载、强韧性、高压、高温、低温、耐蚀等)、各种结构形式(如壁厚或截面直径从几微米至数千毫米)及各种黑色和有色金属材料的焊接问题。例如,造船和海洋开发工业的发展要求解决大面积拼板大型立体框架结构自动焊及各种低合金高强度钢的焊接问题;石油化学工业的发展要求解决各种耐高、低温及耐各种腐蚀性介质的压力容器焊接;航空及空间工业中则要求解决大量铝、钛等轻合金结构的焊接;重型机械工业中的发展要求解决大截面构件的拼接;电子及精密仪表制造业则要求解决大量微型精密焊件的焊接。另一方面,现代工业和科学技术的大量新成就又为焊接方法的发展提供了宽广的技术基础,焊接方法就是在现代工业和科学技术推动下相辅相成地蓬勃发展起来的。可以预料,随着工业和科学技术的不断发展,焊接方法也必定有新的跃进。

1991年发展的搅拌摩擦焊,开创了固态搅拌焊的先河,在铝合金、钛合金等有色金属

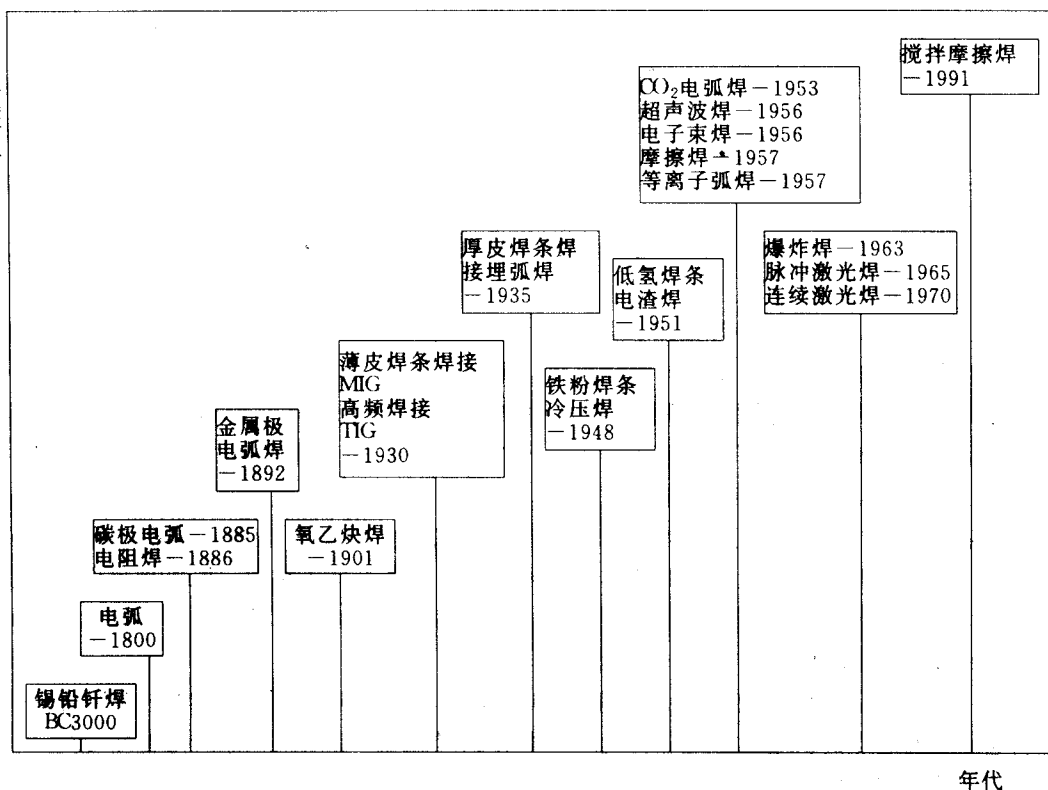


图 1-1 焊接方法的发展年代示意图

的焊接中得到了广泛的应用，也在向黑色金属的焊接发展。

第二节 金属的连接方式

在机械制造中，金属通常是以板材或型材供货的。因此，如何进行零件之间的连接在机械制造中是一项非常重要的加工工艺。金属连接的方式有很多种，常用的可以分为机械连接和冶金连接两大类。

金属的机械连接形式有铆钉连接、螺栓连接等，如图 1-2 所示。螺栓连接工艺：在基本金属上打孔，其尺寸和螺栓的直径配合，然后将螺栓插入，用螺帽固定。为了紧固，通常使用垫圈（或弹簧垫圈）。铆钉连接工艺和螺栓连接工艺基本相似，首先在基本金属上打孔，

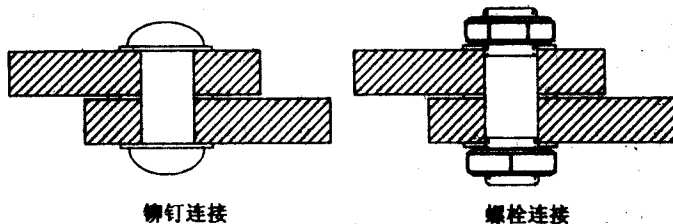


图 1-2 金属的机械连接形式

其尺寸和铆钉的直径配合，然后将铆钉加热（或不加热）打入所加工的孔中，两端形成铆钉头。为了达到密封，经常采用橡胶垫圈等。

冶金连接是指通过适当的物理化学过程使两个分离的固态物体产生原子（分子）间结合力而连接成一体的连接方法，通常称之为焊接。被连接的两个物体（构件、零件）可以是各种同类或不同类的金属、非金属（石墨、陶瓷、玻璃、塑料等），也可以是一种金属与一种非金属。

第三节 焊接方法及基本问题

一、焊接方法分类

焊接过程由热过程、物理化学冶金过程及应力变形过程组成。这三个过程几乎是同时发生而又互相影响的。金属等固体所以能保持固定的形状是因为其内部原子之间距（晶格）十分小，原子之间形成了牢固的结合力。除非施加足够的外力破坏这些原子间结合力，否则，一块固体金属是不会变形或分离成两块的。要把两个分离的金属构件连接在一起，从物理本质上来看，就是要使这两个构件的连接表面上的原子彼此接近到金属晶格距离（ $3\sim5\text{\AA}$ ）。在一般情况下，当我们把两个金属构件放在一起时，由于连接表面的不平度，即使是精密磨削加工的金属表面不平度仍有几到几十微米（ $1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$ ； $1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$ ）；或者由于表面存在的氧化膜和其他污染物阻碍着实际金属表面原子之间接近到晶格距离并形成结合力，因此，焊接过程的本质就是通过适当的物理化学过程克服这两个困难，使两个分离表面的金属原子之间接近到晶格距离并形成结合力。目前找到的基本途径，便形成了焊接方法的基本分类。

如前所述，焊接方法目前已发展到了数十种，如图 1-3 所示。按照焊接过程的特点，可以将焊接方法分为三类，即熔化焊（被焊接表面熔化）、固相焊（被焊接表面不熔化）和钎焊（被焊接表面之间填加低熔点材料）。利用焊接方法可以将金属与金属、金属与非金属、非金属与非金属连接在一起。

1. 熔化焊

使被连接的构件表面局部加热熔化成液体，然后冷却结晶成一体的方法称为熔化焊。为了实现熔化焊，关键是要一个能量适中、温度足够高的局部加热热源。按照热源形式不同，熔化焊基本方法可分为：气焊（以氧

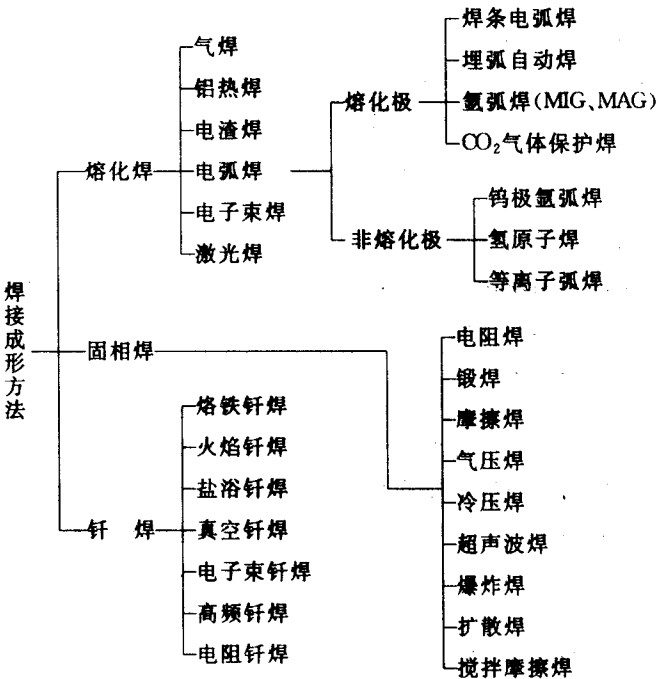


图 1-3 焊接成形方法及其分类

乙炔或其他可燃气体燃烧火焰为热源)；铝热焊(以铝热剂放热反应热为热源)；电弧焊(以气体导电时产生的热为热源)；电渣焊(以熔渣导电时电阻热为热源)；电子束焊(以高速运动的电子流为电源)；激光焊(以单色光子流为热源)等若干种。

其次，为了防止局部熔化的高温焊缝金属因跟空气接触而造成成分、性能的恶化，熔化焊过程一般都必须采取有效的隔离空气的保护措施，其基本形式是：真空、气相和渣相保护三种。因此，保护形式常常是区分熔化焊方法的另一个特征。例如，熔化焊方法中最重要的电弧焊方法就可按保护方法不同分为埋弧焊、气电焊等很多种。此外，电弧焊方法还按电极特征分为熔化极和非熔化极两大类。

2. 固相焊

利用加压、摩擦、扩散等物理作用克服两个连接表面的不平度，除去(挤走)氧化膜及其他污染物使两个连接表面上的原子相互接近到晶格距离，从而在固态条件下实现的连接统称为固相焊。固相焊时通常都必须加压，因此通常这类加压的焊接方法也称为压焊。为了使固相焊容易实现，固相焊大都在加压同时伴随加热措施，但加热温度通常都远低于焊件的熔点。因此固相焊一般都不须保护措施(扩散焊等除外)。

按照加热方法不同固相焊的基本方法有：冷压焊(不采取加热措施的压焊)、摩擦焊、气压焊、超声波焊、爆炸焊、锻焊，扩散焊、电阻焊等若干种。

应该注意的是，通常所指的电阻焊都可称为压焊(焊接过程中都要加压)，即属于固相焊。但有些电阻焊(点焊、缝焊)接头形成过程伴随有熔化结晶过程，也可属于熔化焊。

3. 钎焊

利用某些熔点低于被连接构件材料熔点的熔化金属(钎料)作连接的媒介物在连接界面上的流散浸润作用，然后冷却结晶形成结合面的方法称为钎焊方法。显然钎焊过程也必须采取加热(以便钎料熔化，但母材不熔化)和保护措施(以使熔化的钎料不跟空气接触)。按照热源和保护条件不同，钎焊方法分为：火焰钎焊(以氧乙炔燃烧火焰为热源)；真空或充气感应钎焊(以高频感应电流的电阻热为热源)；电阻钎焊(以电阻辐射热为热源)；盐浴钎焊(以高温盐浴为热源)等若干种。

二、焊接过程的基本问题

各种类型的焊接方法都是为适应生产的需要而发展起来的。随着现代科学技术的发展，还将继续不断地出现新的焊接方法，现有的方法也将取得新的改进和应用。无论什么样的焊接方法，都具有一些基本的问题。

1. 能量输入

对于每种焊接成形方法，最重要的是需供给焊接部位某种形式的能量，例如通过加热和加压输入能量。除钎焊之外，几乎所有的焊接成形方法都是局部加热的，特别是熔化焊时，是以集中的移动热源加热和熔化金属的。因此，焊件的温度分布是不均匀、不稳定的。焊接热源具有局部性、瞬时性、极高的温度梯度和不均匀的特点。正是由于这些特点，使得焊接过程分析相当复杂，伴随着焊接的不平衡热过程，会产生一系列的焊接所独有的问题，如不平衡的焊接物理化学冶金过程，焊接应力变形等。

2. 清除表面污染

两个被焊接的表面只有在不存在氧化物或其他污染的情况下，才能形成满意的焊接接头。虽然在焊接之前进行清理是有益的，但往往是不够的，而每种焊接成形方法的特点是使

污染表层熔解或消散。这可由焊剂的化学反应、电弧飞溅或机械方式来完成。必须从焊接表面清除的三种污染物质是有机薄膜层、吸附的气体和氧化物。

3. 组织性能不均匀

在熔化焊接过程中,随着热过程的进行,在焊接熔池将伴随着极不平衡的各种冶金过程。焊接熔池的冶金和结晶过程均不同于炼钢和铸造时的金属熔炼和结晶过程。虽然被焊材料在成分及性能上已满足了产品的设计和使用要求,但由于焊接接头部位的冶金作用,所形成的焊缝化学成分和组织性能,往往同母材金属有相当明显的差别。在焊缝进行冶金过程的同时,焊缝两侧的不同位置也经历着不同的热循环,离焊缝边界愈近,其加热的峰值温度越高,而且加热速率和冷却速率也越大。因此,在这些区域事实上进行着一个特殊的热处理过程,在整个受热影响的区域引起不均匀的组织变化。这种性能的不均匀性,对整个结构的强度和断裂行为会发生显著的影响。

4. 残余应力和残余变形

焊接过程是一个局部加热过程,因此焊件上温度分布极端不均匀。这一不均匀的温度场,使焊接结构存在着很大的残余应力和残余变形。焊接残余应力可能单独或者在其他因素共同作用下,使焊接结构中局部产生裂纹或改变形状,从而影响结构的承载能力和尺寸精度。焊接残余变形往往是引起焊接结构尺寸超差的主要因素之一。影响焊接残余应力和残余变形的因素主要有焊接热输入、焊接结构的形状和尺寸以及约束状态等。

5. 焊接缺陷及检测

在焊接过程中,通常会产生诸如裂纹、未焊透、气孔、夹渣等缺陷,而这些缺陷往往是焊接结构产生破坏的根源。因此,对焊接缺陷的形成原因及检测方法的研究是焊接过程的基本问题之一。所有重要的焊接结构在制造及使用过程中,一般都必须进行无损检测,以确定缺陷的性质及形貌。目前一些无损检测技术,虽然有了很大的进展,甚至用上了微电脑控制系统,而且广泛地应用于生产,但是能可靠而又实用的无损检测技术,还有待于深入地研究。

第四节 常用焊接名词术语

(1) 焊接接头 用焊接方法连接的接头(简称接头)。焊接接头包括焊缝、熔合区和热影响区。

(2) 焊接工艺 与制造有关的加工方法和实施要求,包括焊接准备、材料选用、焊接方法选定、焊接参数、操作要求等。

(3) 焊接位置 根据焊件接缝处的空间位置,它有平焊、立焊、横焊和仰焊位置等。它用焊缝倾角和焊缝转角来表示。

(4) 全位置焊 熔化焊时,焊件接缝处的空间位置,包括平焊、立焊、横焊、仰焊等位置进行的焊接。例如水平固定管进行的环境焊接。

(5) 定位焊 为装配和固定焊件上的接缝位置而进行的焊接。

(6) 双面焊 在焊件两面施焊,完成整条焊缝进行的焊接。

(7) 打底焊 在厚板单面坡口对接焊时,为防止角变形或为防止埋弧焊时发生烧穿现象,而先在接头坡口根部所进行的一条打底焊道的焊接。

(8) 盖面焊 多层焊时,由于焊缝表面凹凸不平影响焊缝外观质量,而在焊缝表层再施

加盖面焊道的工艺。

(9) 分段退焊 将焊件接缝划分成若干段，分段焊接，每段施焊方向与整条焊缝增长方向相反的焊接方法。

(10) 对称焊 对焊件上的一条较长焊缝，采用从焊缝中点向两端（或从两端向中点）进行施焊，或者对焊件上的多条焊缝，按其对称位置安排焊接顺序进行的焊接。目的是改善焊件的热分布，减小焊接变形。

(11) 左焊法 焊接热源从接头右端向左端移动，并指向待焊部分的操作法。在气焊中，焊丝和焊炬由接缝右端向左端移动，焊丝在焊炬前进方向的前面，火焰指向焊件金属的未焊部分，这种操作方法称为左焊法。左焊法操作简单，容易掌握，适用于焊接厚度为 3mm 以下的薄板。

(12) 右焊法 焊接热源从接头左端向右端移动，并指向已焊部分的操作法。在气焊中，焊炬和焊丝从接缝左端向右端移动，焊丝跟在焊炬后面，火焰指向已焊部分，这种方法称为右焊法。用右焊法焊接时，火焰始终笼罩着已焊的焊缝金属，使熔池冷却缓慢，有利于减少气孔和夹渣，对于碳和合金含量高的钢材，有利于改善焊缝金属的组织。

(13) 焊接规程 焊接时各种条件的总称，包括：母材材质、板厚、坡口形状、拘束状态、环境温度及湿度、清洁度以及根据上述诸因素而确定的焊条（或焊丝）种类及直径、焊接电流、电弧、电压、焊接速度、焊接顺序、熔敷方法、运条方法等。

(14) 线能量 熔化焊时，由焊接热源输入给单位长度焊缝上的能量（J/cm）。亦有称热输入。

(15) 预热 焊接开始前，对焊件的全部或局部进行加热的工艺措施。

(16) 后热 焊接后立即对焊件的全部（或局部）进行加热或保温，使其缓慢冷却的工艺措施，它不等于焊后热处理。

(17) 焊后热处理 焊后，为改善焊接接头的组织和性能或消除残余应力而进行的热处理。

(18) 层间温度 多层焊中，在施焊后继焊层时，其前一相邻焊层所保持的最低温度。

(19) 熔化系数 熔化焊过程中，单位电流、单位时间内焊心（或焊丝）的熔化量 $[g/(A \cdot h)]$ 。

(20) 熔敷系数 熔化焊过程中，单位电流、单位时间内、焊心（或焊丝）熔敷在焊件上的金属量 $[g/(A \cdot h)]$ ，它标志着焊接过程的生产效率。

(21) 飞溅 在熔化焊或压焊（闪光焊、摩擦焊）过程中，熔化的金属颗粒和熔渣向周围飞散的现象。这种飞散出的金属颗粒和熔渣习惯上也叫“飞溅”。

(22) 熔合比 熔化焊时，被熔化的母材部分在焊道金属中所占的比例。

(23) 稀释率 用来表示熔敷金属被稀释的程度。可用母材金属或先前焊道的焊缝金属在整个焊道中所占质量比来确定（一般用熔合比来表达）。

(24) 余高 焊缝表面焊趾连线上面那部分焊缝金属的最大高度，亦称增厚高。在静载下有一定加强作用，过去曾称加强高；动载或交变载荷下，不能起加强作用，反而易于促使脆断。

(25) 匹配系数 将焊缝金属与母材金属的屈服强度（或抗拉强度）之比称为接头的匹配系数。当焊缝金属与母材金属强度相等时称为等匹配；焊缝强度低于母材强度时称为低匹配；焊缝强度高于母材强度的接头称为高匹配。

(26) 电弧静特性 在电极材料、气体介质和弧长一定的情况下, 电弧稳定燃烧时, 焊接电流与电弧电压变化的关系, 也称伏-安特性。

(27) 电弧动特性 对于一定弧长的电弧, 当电弧电流发生连续的快速变化时, 电弧电压与电流瞬时值之间的关系。

(28) 熔滴过渡 电弧焊时, 焊条(或焊丝)端部形成的熔滴通过电弧空间向熔池转移的过程。主要分为颗粒过渡、短路过渡和喷射过渡等形式。

(29) 焊接热循环 在焊接热源作用下, 焊件上某点的温度随时间变化的过程。

(30) 冷却速度 焊接热影响区中某一点在冷却过程中某瞬时的冷却速度。可用热循环曲线上某瞬时温度的斜率来表示。

(31) 冷却时间 熔合线附近某一点在一定温度范围内从高温冷却到低温所用的时间。它是分析焊接热影响区组织和性能的重要参数之一。对一般低碳钢及合金钢采用 $800 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 的冷却时间; 对冷裂倾向大的钢种采用 $800 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 的冷却时间, 或由峰值温度至 100°C 的冷却时间。

(32) 一次结晶组织 熔池金属凝固时, 直接从液态金属成核长大结晶的组织。

(33) 二次结晶组织 焊缝金属自高温冷却时, 因固态相变而形成的组织, 例如, 由奥氏体中分解析出的组织。

(34) 过热组织 在焊接过程中熔合线附近的母材往往因焊接局部过热, 晶粒长大, 形成性能脆化的组织(例如魏氏组织), 焊后热处理有时可以改善。

(35) 焊接性 金属材料对焊接加工的适应性。主要指在一定的焊接工艺条件下, 获得优质焊接接头的难易程度; 或材料在限定的施工条件下, 焊接成按规定设计要求的构件, 并满足预先服役要求的能力。焊接性受材料、焊接方法、构件类型及使用要求等因素的影响。

(36) 热影响区 焊接或热切割过程中母材因受热的影响(但未熔化), 而发生金相组织和力学性能变化的区域。

(37) 裂纹敏感性 被焊材料在焊接时产生裂纹的敏感程度。

(38) 焊接裂纹 在焊接接头中由于焊接的原因所引起的各种裂纹。在焊接应力及其他致脆因素共同作用下, 焊接接头中局部地区的金属原子结合力遭到破坏而形成的新界面所产生的缝隙。它具有尖锐的缺口和大的长宽比的特征。

(39) 热裂纹 焊接过程中, 焊缝和热影响区金属冷却到固相线附近的高温区时所产生的焊接裂纹。

(40) 冷裂纹 焊接接头冷却到较低温度下(对于钢来说, 在 M_s 温度以下)时产生的焊接裂纹。

(41) 再热裂纹 焊后, 焊件在一定温度范围再次加热(消除应力热处理或其他加热过程)而产生的裂纹。

(42) 晶间腐蚀 沿焊缝金属晶粒边界发生的腐蚀破坏现象。

(43) 残余应力 焊接完成后, 残留在焊件内部的焊接应力。

(44) 残余变形 焊接后, 焊件(或结构)残留的变形, 包括收缩变形、挠曲变形、角变形、波浪变形、错边变形和螺旋形变形等。

(45) 角变形 焊接时, 由于焊接区沿板材厚度方向不均匀的横向收缩而引起的回转变形。

(46) 反变形 在焊接前对焊件施加具有大小相同、方向相反的变形, 以抵消焊后发生