

钢 的 焊 接 性

[美] R. D. 斯道特 著
W. D. 多 提

机械工业出版社

钢 的 焊 接 性

[美] R. D. 斯道特 著
W. D. 多 提

许 祖 泽 王 征 林 译

张 文 钺 关 中 原 校



机 械 工 业 出 版 社

本书是美国研究钢的焊接性的一部专著。全书阐述了研究焊接性的基础知识；讨论了影响工艺焊接性和使用焊接性的各种因素；介绍了钢的焊接性的直接和间接试验方法及焊接性数据用于结构设计和制造时的指导准则。书后还附有供生产实际使用的钢的成分及焊接工艺参数推荐表。内容丰富、系统、实用性强。

本书可供焊接专业和冶金专业的研究人员、工程技术人员及大专院校师生参考。

Weldability of Steels

(third edition)

R. D. Stout and W. D. Doty

Welding Research Council

1978

• • •

钢 的 焊 接 性

[美]R. D. 斯道特 W. D. 多提 著

许祖泽 王征林 译

张文钺 关中原 校

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 20³/₄·字数 507 千字

1985 年 6 月重庆第一版·1985 年 6 月重庆第一次印刷

印数 00,001—11,100·定价 4.30 元

*

统一书号: 15033·5608

译 序

钢铁是国民经济各个领域中所无不用到的材料,而焊接工艺是钢材制作各种安全可靠的结构、器件、容器和管道等时必不可少的加工手段。因此,为了正确研究、生产、焊接和使用各种钢材,就必须具备完整全面的有关钢的焊接性的知识,否则将会造成不必要的经济损失乃至危及人们的生命。本书从几方面阐述了钢材的焊接性:第一,根据各种焊接方法和工艺的特点阐明钢材焊接时所发生的热、力学变化和物理化学反应,及其引起的冶金和组织变化对钢材性能的影响。第二,阐明各种因素(包括设计、选材和施工等)对钢材焊接性的影响;母材金属的组织状态和焊接工艺因素对钢材使用焊接性的影响。第三,帮助读者考虑选用焊接性试验方法和评定标准,即介绍各种直接和间接焊接性试验方法。应该指出,本书出版以后,对于美国及其它许多国家的焊接冶金工作者在研制、发展和改善新型钢种及焊接材料;设计人员在正确选择钢材;以及工艺人员在确定最佳焊接工艺规范等方面起到了应有的作用,并受到广大科研、教学和生产人员的欢迎。时隔二十年以后,由于焊接方法和钢种本身等方面的不断发展,本书一九五三年第一版中的资料已不能反映这方面的进展,但生产上仍迫切需要类似第一版《钢的焊接性》中的有关知识。为此,美国焊接研究学会又根据第一版的章节重新组织了各章的修订,并在“钢的成分及焊接工艺参数推荐表”中补充了一些钢种,于一九七三年出版了该书的第二版。四年之后,鉴于许多钢种的标准有所修改和补充,焊接研究学会又组织专人对附录中的“钢的成分及焊接工艺参数推荐表”作了大量增删,因而形成了一九七八年的第三版。

国内自解放以来,内容象本书这样完整、全面和系统地介绍“钢的焊接性”的专著还不多见。出于盼望祖国早日实现社会主义四个现代化的强烈愿望,大胆尝试翻译了这本专著。若国内同行,其中包括钢种研制人员,各种焊接结构、容器和管道的设计、制造、安装和维修人员,大专院校焊接专业师生,以及外贸和钢材管理人员,专业领导干部等能从中得到裨益,则译者不胜幸甚!

本书前言、第一章至第五章、附录即“钢的成分及焊接工艺参数推荐表”及“钢号索引”部分,由许祖泽翻译,第六章至第十三章由王征林翻译。全文蒙张文钺、关中原二位同志校阅。由于译者学识浅薄,水平有限,错误在所难免,敬请读者批评指正。

译者一九八二年国庆节志于北京

1978年第三版前言

自从1936年美国工程基金会创立焊接研究学会以来，学会发起和资助了许多有意义的有关钢的焊接性的研究计划。1971年，该学会出版了R. D. 斯道特 (Stout) 和 W. D. 多提 (Doty) 合著的《钢的焊接性》一书的第二版。从1936年开始，有关钢的焊接性问题一直在进行着广泛的研究，研究内容包括母材、焊缝金属和热影响区。由于高强钢和焊接材料的不断发展以及新的焊接方法的不断出现，都要求人们进行多方面的努力。

本书是《钢的焊接性》第三版，内容反映的是最新科学成就。应该指出：自从本书第二版发行以来所进行的许多研究工作都曾获得美国钢铁学会的支持，我们对此深表感谢。

焊接研究学会对“焊接性（冶金）委员会”，“焊接性丛书”分会表示感谢，同时也对本书各章的作者表示感谢，由于他们的自愿帮助，本书的第三版才得以及时出版。

应给予C. W. 沃特 (Ott) 和 D. J. 斯尼德尔 (Snyder) 以特殊的荣誉，因为他们在附录（“钢的成分及焊接工艺参数推荐表”和“钢号索引”）中增添了许多新的资料。最后，希望能有更新的内容不断补充修订，每隔几年再版一次。由于焊接各个领域所进行的大量研究工作，使我们相信在今后的版本中将会有更新的材料补充进来。

美国焊接研究学会常务理事 K. H. 考普曼
(Koopman)

目 录

译序

1978年第三版前言

第一章 绪论 1

焊接的重要性	1
什么是焊接?	1
焊接对钢的影响	2
焊接性	2
本书的内容	3

第二章 各种焊接方法与焊接性的关

系 4

概述	4
焊接术语的定义	5
气焊和气割	12
电阻焊	13
电弧焊	14
熔化极焊剂保护电弧焊	16
熔化极气体保护电弧焊	19
电渣焊和气电立焊	21
摩擦焊	22
电子束焊	23
激光焊	23
电弧焊参数的控制	23
焊缝金属成分的控制	26
小结	27

第三章 冶金学和焊接性 29

第一部分 冶金学绪言 29

金属的结构	29
相图	33
固态钢中的相变	39
淬透性	48
小结	53

第二部分 焊接对钢的热影响 53

焊缝金属	53
------------	----

特殊元素的一般冶金效应	55
-------------------	----

热影响区母材金属	60
----------------	----

线能量、接头几何形状和预热对冷却	
------------------	--

速度的影响	62
-------------	----

焊缝尺寸对冷却速度的影响	63
--------------------	----

焊后热处理	64
-------------	----

焊接过程中的体积变化	67
------------------	----

小结	68
----------	----

第四章 钢的性能与焊接性的关系 70

强度与塑性	70
-------------	----

抗脆性断裂——缺口韧性	75
-------------------	----

焊接对韧性的影响	82
----------------	----

断裂力学方法	88
--------------	----

疲劳强度	93
------------	----

高温性能	95
------------	----

腐蚀	98
----------	----

第五章 影响工艺焊接性的诸因素 102

接头设计	102
------------	-----

化学成分	103
------------	-----

力学性能	104
------------	-----

焊接工艺	105
------------	-----

致密性	106
-----------	-----

焊缝金属中的裂纹	107
----------------	-----

母材金属中的裂纹	114
----------------	-----

无损探伤	118
------------	-----

小结	120
----------	-----

第六章 母材对使用焊接性的影响 122

化学成分对轧制钢材焊接性能的影响	122
------------------------	-----

钢的冶炼方法和冷加工成形的影响	128
-----------------------	-----

焊前热处理的影响	131
----------------	-----

小结	136
----------	-----

第七章 焊接工艺对使用焊接性的

影响	138	焊接金相检验方法	189
焊接工艺和性能之间的关系	138	硬度与焊接性	192
焊接工艺和焊缝金属对使用性能的影响	144	淬硬性 with 焊接性	194
焊接线能量和预热温度对性能的影响	147	奥氏体转变与焊接性	195
小结	155	焊接热模拟	200
第八章 各种钢的焊接性	158	格利布尔焊接热模拟技术	201
钢的一般焊接性	158	凝固循环热拉试验方法	207
焊接工艺推荐表的应用范围	158	铸造销钉撕裂试验方法	210
锤击	159	小结	211
焊条和母材金属的匹配	159	第十二章 焊接性试验方法的评论	216
各种钢的焊接工艺	160	满意的焊接性试验方法的诸条件	216
必须附加的焊接性数据	160	各种焊接性试验方法的相对实用性	217
小结	161	工艺焊接性试验方法	217
第九章 工艺焊接性的直接试验		使用焊接性试验方法	218
方法	162	未焊和已焊试验结果的对比	219
焊下裂纹试验方法	162	小结	221
拘束裂纹试验方法	166	第十三章 焊接性数据在结构上	
模拟接头试验方法	171	的应用	222
小结	172	钢材的选择	222
第十章 使用焊接性的直接试验		设计	222
方法	174	焊接方法和焊接工艺	223
焊接接头拉伸试验方法	174	检验	223
断裂韧性试验方法在焊件上的应用	176	从工程断裂中吸取的教训	224
转变温度方法	176	附录	225
转变温度试验方法的判据	177	钢的成分及焊接工艺参数推荐表	226
应力腐蚀裂纹试验方法	187	焊接性表中钢号索引	321
第十一章 焊接性的间接试验方法	189		

第一章 绪 论

焊接的重要性

焊接是工业中最重要、用途最广的一种加工方法，它可以连接上百种形状不同的钢材和合金。广泛采用焊接的有普通碳钢、低合金钢和不锈钢、铝、镍、铜等多种有色金属及其合金，以及钛、铌、钼、锆等金属。多种新型高温金属和高温合金都可以用焊接制成各种有用的部件。可焊接的金属厚度范围是几密耳[⊙]到20in之间。实际上，有些产品，如导弹、核动力装置、喷气飞机、压力容器、化工设备，和成千上万的其它设备，不采用焊接是制造不出来的。

焊接还具有更大的经济意义，因为它是工程技术人员降低产品加工成本的有效手段之一。采用焊接，还可以使设计有较大的灵活性，这是焊接很重要的优点。

用焊接方法连接两块金属是一种古老的工艺，这种工艺的应用可以追溯到人们开始熟悉锻铁加工的时代。当时，为了去除金属中的夹渣以便制造出优质的金属器具，就已经开始了。毫无疑问，早在一千多年前人们就已经熟悉了锻焊，例如，著名的大马氏革剑就是证明。这些剑和许多其它古代和中世纪遗留下来的宝剑，都是把高碳钢带焊到低碳钢上而制成的。复合金属经过锻打，使其彼此叠合起来，再焊一层，再锻打，经过多次重复，直至获得多薄层叠合的钢带为止，然后锻打成剑片，磨出锋刃。这种武器可以淬得很硬，既可磨出锋利的刀刃，又有足够的韧性，在格斗中不致折断和崩刃。

用焊接大量生产各种机器、结构和装备，约开始于第一次世界大战期间。当时，在一只被扣留的德国船上，德国人破坏了大型往复式发动机的铸铁气缸，这些看上去已无法修复的气缸，经过仔细地装焊，又修好了。这条消息的公布标志了现代焊接的开始。在以后的几十年内，焊接的应用倍速增加，而今天这种连接方法已在现代生活中占据了统治地位。下面叙述的把焊接作为重要加工方法的几项实例，就是焊接重要性的证据。在钢船结构中，焊接已大量代替了铆接。第二次世界大战后，有一份写给美国海军部长的报告中说道：“若没有焊接，就不能在这样短的时间内，建设一支对于赢得这场战争起到重要作用的庞大舰队”。这句赞誉焊接作用的话还可引伸到其它装备，例如，坦克、载重汽车、飞机……等。这还只是少数几个例子。焊接早已广泛用来加工汽车、铁路运输车辆和装备、输油（气）管道、压力容器、锅炉、贮罐、机械装备、海上采油平台、桥梁、建筑物、以及从无线电真空管中灯丝到儿童用的旱冰鞋滚动装置等上百种其它产品。

什么是焊接？

充分理解“焊接”一词的含义，主要是理解焊接和焊接性的含意。美国焊接学会给“焊接”

[⊙] 1密耳(mil)=0.025mm=0.001in。——译者

所下的定义是金属的局部接合, 这种接合是由加热进行的, 其中金属可熔化或不熔化, 也可加填充金属或加压力。熔化焊用得最多, 多数熔化焊并不需要加压力。进行非熔化焊接时, 要把金属加热到能产生接合的温度, 还要外加压力。

焊接对钢的影响

用于焊接的钢材主要是轧制状态的低碳钢($C < 0.30\%$), 其次是高碳钢和各种合金钢。多年的实际经验证明, 这些钢种焊接的难易程度是不相同的。举例来说, 含碳量低于 0.15% 的低碳钢几乎可以使用任何焊接方法施焊, 焊缝质量一般都很高。热轧低碳钢板(含碳 $0.15 \sim 0.30\%$)只要焊接部位的截面厚度不大于 $1/2\text{in}$, 用多数焊接方法均很容易焊接。厚度较大的钢板, 焊接时可能需要也可能不需要特别谨慎, 其界线并不分明。然而焊接截面很厚的热轧低碳钢板时, 则常常需要小心或采取一定措施, 才能得到高质量的接头。在焊接含碳量高于 0.3% 的钢材和各种合金钢时, 为了获得高质量接头所需采取的预防措施就有很大不同, 这些钢多半比热轧低碳钢板难焊得多, 然而一些不锈钢和低碳、低合金钢却又不难焊接。焊接高强度调质钢时, 要求采用特定措施才能使焊接热不致损害调质钢的显微组织。

有些钢种, 由于它们的性能受到焊接热的影响比任何其它因素更大, 所以, 如不使用特殊的焊接材料和辅助工序就很难焊接。在前面讨论“焊接”的定义时, 就指出了加热是焊接必不可少的因素。然而, 焊接热会对被焊金属产生一系列组织结构、热和应力的作用, 对填充金属也会产生同样的作用, 这些作用包括膨胀与收缩、冶金变化(例如晶粒长大和组织改变)和成分变化等。在已完成的焊件中, 上述作用可能以下列一种或两种形式表现出来: (1)母材金属和焊缝金属出现裂纹以及焊缝金属中出现气孔和夹渣; (2)母材金属的强度、塑性、缺口韧性和耐蚀性发生变化。但是这些危害作用往往可以通过改变焊接方法和生产焊件时所采取的其它措施予以减轻乃至消除。

焊 接 性

焊接工程师的工作与四个基本工程领域有关系: (1)结构和装备设计; (2)现有工程材料的各种性能的评定; (3)焊接方法、工艺和设备的选择; (4)检验产品以保证焊接接头质量符合产品使用条件所规定的指标。焊接工程师要具有判别这些问题的能力。举例来说, 他们应能回答以下问题: 产品结构设计是否适合预想的工作条件? 选用的材料是否适当? 选用的焊接方法、焊接工艺、焊接设备是否合适? 每当讨论这些问题时, 焊接工程师往往提出一个涉及材料特性, 通常称之为“焊接性”的问题, 这又意味着什么呢?

人们对“焊接性”一词的含义理解颇不一致, 往往是按照各自的观点作出很不相同的解释。美国焊接学会所下的定义是: “焊接性是被焊金属在所赋予的加工条件下能制成某一特定的、符合设计要求的结构, 并能在预定的运行条件下满意地工作的能力”。这一定义我们还将详细讨论, 因为给这一难以理解的特性下定义和作出评价, 一直存在着问题。

首先应当了解的是: 某一焊接结构对于某一特定运行条件的适应性取决于下列因素: (1)结构形式, 包括焊接接头的形式; (2)远离焊缝的母材性能和特征; (3)焊缝与近缝区的性能和特征。

焊接性的问题需要考虑被焊钢材的缺口韧性，因为在焊接接头上很可能有缺口，如果钢材缺口韧性不足，就可能在有缺陷的地方引发断裂。

本书的内容

在以往的三十年内，钢材的焊接性问题在全世界范围内开展了广泛的研究。迄今为止，影响焊接性的大多数基本因素已有了清楚的轮廓，积累了相当数量的定量分析资料。本书的目的是想对碳钢和低合金钢现有的资料作一番整理并进行认真的评论。我们希望本书将对焊接技术人员和设计人员都有帮助。第二章至第四章重点介绍影响焊接性诸因素的焊接方法和焊接冶金学方面的基础知识。第五章至第七章讨论影响焊接性和使用焊接性的诸因素。第八章归纳了大多数常用钢材的化学成分和拉伸性能等技术条件，以及建议使用的焊接工艺参数。第九、第十和十一章详细介绍了评定焊接性的几种主要试验方法。第十二章评论了这些试验方法的用途。最后，在第十三章中根据我们对焊接性的了解作了总结。

第二章 各种焊接方法与焊接性的关系

概 述

由于本书的主要目的是要说明焊接是怎样影响钢的性能的。因此，必须适当地考虑各种焊接方法的影响。设计低碳钢构件时，主要依据是母材的性能和焊缝金属的化学成分，然而当焊接高强度碳素钢和合金钢时，还需要考虑焊接方法和焊接工艺的选择，因为方法和工艺可能对焊缝质量和钢材热影响区的性质有很大的作用，结果影响到钢材的焊接性。

焊接工程界已发展了许多焊接方法，这些焊接方法都可以焊出令人满意的焊接接头^[1]。对于某一特定产品而言，选择焊接方法应以不可能直接损害焊接接头所希望的机械性能的诸种因素为依据。这些因素是部件的厚度和尺寸，待焊接头的位置，部件的焊接数量，是否需要机械化，焊接接头的外观，产品成本和加工产品所形成的缺陷。

有些焊接方法仅仅适用于焊接薄板，而另一些方法则适于焊接中厚板。有些焊接方法只有训练有素的焊工才能掌握，而另外一些方法有一点操作经验的焊工就能取得满意的结果。一些焊接方法能进行高速焊接，但需要昂贵的设备，而另一些虽然效率较低，却有较大的通用性，或者质量高，或者成本低。总之，没有一个方法是完美无缺的，也没有一种方法用最低的成本，又能利用所有焊接位置来焊接不同厚度的钢材。成本和质量的相对重要性是随应用场合的不同而各异的。有些情况，焊件的冶金性能、耐腐蚀性和机械性能是考虑的主要因素，而在另一些情况下，成本却成了最主要的因素。总而言之，最适合的方法是制造厂商用尽可能低的成本生产出性能符合要求的焊件。

多数焊接方法都要加热，至少使待焊表面少量熔化而后凝固，形成连续的整体。弧焊时，等离子体及阴极或阳极上的能量都能产生熔化钢板所需的热量。通常还同时熔化填充金属，填满焊接坡口。因为过渡的填充金属温度高于被焊钢材的熔化温度，所以还会熔化焊缝附近的一些母材金属。同时还有许多热量被传导到未熔化的钢板中去，使该处显微组织发生变化，形成热影响区。此区的宽窄取决于焊缝熔化区的体积、过热程度、辐射散失的热量和对焊缝起淬冷作用的钢板的有效质量。这些因素还会影响焊缝金属的凝固速度，焊缝金属和热影响区在固态时的相变速度和相变温度。因为熔化部分的体积和过热程度与焊接方法和焊接工艺有关，所以它们都会对待焊钢材的焊接性产生显著影响。

不同的焊接方法使用不同的保护气体和焊剂来保护电弧和防止焊缝金属与空气接触。有些焊接方法所使用的保护气体是有相当强的氧化性的，因而可能改变填充金属的成分。此外，保护气体和焊剂的保护效果往往受到焊接电流的大小和极性等工艺参数的影响，而这些因素又可能控制着气孔、夹渣、裂纹和其它缺陷的发展。

由于焊接方法和焊接规范对冷却速度、焊缝氧化和焊缝缺陷的发展都有影响，因而也会对接头性能和钢板的焊接性有重大影响。因为弧焊的各种参数影响熔化量，也可以控制熔化的母材金属对熔化填充金属的稀释度和焊缝的最终成分，因此焊缝金属的焊接性可能与填充

金属和钢板的焊接性完全不同。

并不是所有的焊接方法都非用电弧能量熔化焊接界面不可。有些方法并不使用填充金属。然而,不论那种情况,工艺参数的变化都会改变焊缝金属的凝固机理和固态相变,进而改变焊缝的性能。因此,不论讨论那种焊接性,都需要考虑焊接方法和工艺特征,以及它们是怎样改变冶金共溶性的。这些累积因素对于焊接低强钢,虽然不太重要,但对于高强钢,尤其是对于高强度兼有塑性、韧性的钢,却会产生重大的影响。熔化焊缝所需的热量可以通过多种方式产生,一种是利用氧化物的还原放热反应来熔化合金,将此熔化合金铸入待焊部件之间的空间例如铝热焊;有的是利用纯氧作为氧化剂燃烧气体产生热量,例如氧乙炔焊;有的利用高密度电流通过金属而产生的电阻热;也有的利用两个工件互相摩擦产生的摩擦热;还有的是利用聚焦成密度很高很细并加速到高速的光束或电子束的动能所转换成的热能,如激光和电子束焊接。

然而,最常用的热源还是电弧,电弧是由阴极和阳极之间分别受到正离子和电子的轰击而被加热的温度极高的等离子体所组成,并向工件和大气辐射热量。一般待焊的部件是电弧的一端,而电极是另一端。多数情况下,电极是被电弧所熔化的,并且作为填充金属过渡到工件中去。有时电极是不熔化的,如用碳棒作不熔化电极,而且不需要用保护气体防止它与空气接触。也常用钨棒作不熔化电极,但使用钨极,则需要使用氩气或其它惰性气体加以保护。在上述两种情况下,都需要加填充金属并靠电弧的热量熔化填充金属,这时填充金属有冷却熔池而不是加热熔池的作用。焊接钢材最有效的弧焊法是依靠自耗电极作焊丝来形成电流回路,这种方法既提供了填充金属又加热了焊接接头。焊丝和熔池还可以由焊剂在熔化金属的表面上形成的渣壳来保护,或用纯惰性气体或稍带活性的气体来隔离空气进行保护。

本书并不打算完整而详细地讨论各种焊接方法,而只是简单介绍一下各种焊接方法的原理。但是,对于那些在工业上极为重要的焊接方法的特点想提出一些看法。

在讨论具体的焊接方法对钢材焊接性的影响之前,我们首先对本书中使用的常见的焊接术语通过附图作出如下的定义。为了正确了解焊接性的含义就必须清楚地了解这些术语的含义,因为许多术语都是焊接上的专用定义。

焊接术语的定义

电弧(arc): 通过两个空间电极之间的气体所进行的低压放电。

电弧焊(arc welding): 利用一个或多个电弧加热,加或不加压力,加或不加填充金属进行连接的一种焊接方法。

焊后状态(as-welded): 焊缝金属、焊接接头或焊件在焊接之后未经任何热的、机械和化学处理的状态。

自动焊(automatic welding): 在没有操作人员经常监测和控制调节的情况下,用装备完成全部焊接操作的焊接方法。

焊缝轴线(axis of a weld): 在焊缝横断面重心处垂直横断面并通过焊缝长度方向的一条线。

衬垫(backing): 施焊中为便于获得优良的根部焊道而垫在接头底部的材料(可以是金属底板、焊缝金属、石棉、碳、粒状焊剂或气体等)。

分段退焊(backstep sequence): 各段焊道的施焊顺序与焊接接头前进方向相反的一种纵向焊顺序(见图2.1)。



图2.1 分段退焊

母材(base metal): 被焊接或切割的金属。

分段多层焊(block sequence): 在熔敷分隔的各段焊缝前, 在坡口横断面中完全或部分堆焊分离的各段时, 连续多道焊接的纵向和堆焊的复合顺序(见图2.2)。

气孔(blowhole, gas pocket): 残留气体引起的焊缝孔穴。

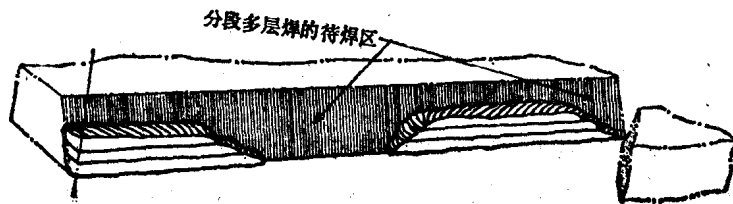


图2.2 分段多层焊

熔合线(bond): 焊缝金属与母材的连接处, 如果不添加焊缝金属, 则指两部分母材的熔合连接处(见图2.3)。

钎焊(brazing): 把工件加热到适当温度, 并采用液相线高于 800°F (427°C)但低于母材金属固相线温度的填充金属所进行连接的一种焊接方法。填充金属借助于毛细吸引力分布在接头紧密贴合的表面之间。

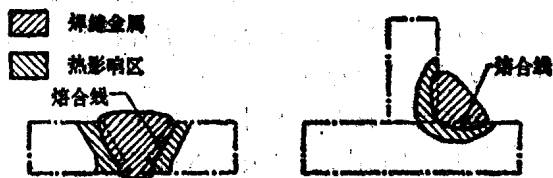


图2.3 焊缝金属、熔合线和热影响区



图2.4 堆焊顺序

堆焊顺序(build-up sequence): 多层焊时, 在接头横断面内熔敷焊道的先后次序(见图2.4)。

对接接头(butt joint): 几乎是处于同一平面上的两个工件之间的接头(见图2.5)。

对接焊缝(butt weld): 对接接头中的焊缝。

过渡层堆焊(buttering): 通常为防止裂纹而在接头表面上熔敷很薄一层硬度比母材金属低的焊缝金属。

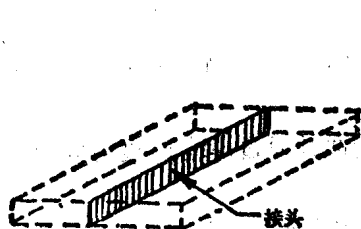


图2.5 对接接头

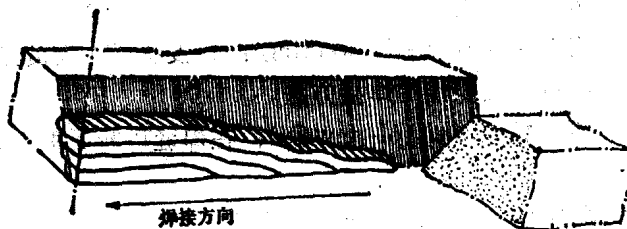


图2.6 阶梯形多层焊

阶梯形多层焊(cascade sequence): 为保证良好结合和以后堆焊各层的焊缝熔深, 在搭接层内熔敷焊道的纵向堆焊顺序(见图2.6)。

连接(coalescence): 与母材金属结合在一起或形成一个整体的过程。

冷压焊(cold welding), 只靠外加机械力连接的一种固态焊接方法。

连续焊接(continuous sequence): 每条焊道从接头的一端连续焊到另一端的纵向次序(参见分段退焊)。

弧坑(crater): 电弧焊时, 因电弧燃气压力作用使母材金属熔化和移位, 在电极下面的母材金属上出现凹坑。如果不能适当地填满焊缝末端上的凹坑, 就会留下一个缺口, 并可能在这里开始产生裂纹。

弧坑裂纹(crater crack): 在焊道弧坑中形成的裂纹。

熔敷金属(deposited metal): 焊接时添加的填充金属。

边缘准备(edge preparation): 准备焊件边缘。

电子束焊(electron beam welding): 靠集中聚焦起来的高速运动电子束所得到的热量, 冲击工件的待焊表面, 使金属结合的一种焊接方法。

电渣焊(electroslag welding): 利用熔渣来熔化填充金属和待焊工件表面而进行接合的一种焊接方法。随着焊接的进行, 焊接熔池由沿接头整个横截面移动的熔渣保护。导电熔渣靠通过电极和工件之间的电阻热保持熔化状态(见图2.7)①。

气电立焊(electrogas welding): 一种用气体保护熔化极代替原来插进熔渣中的电阻加热的电极衍变而来的电渣焊(见图2.8)①。

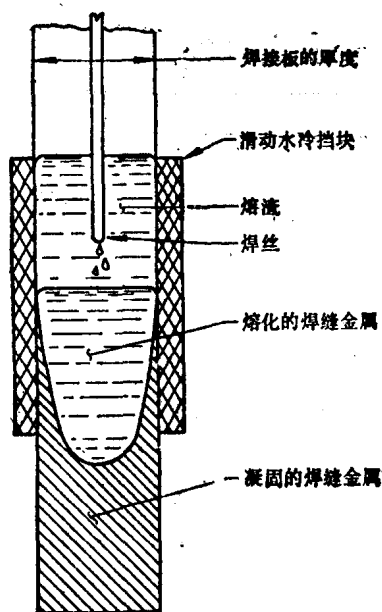


图2.7 电渣焊示意图

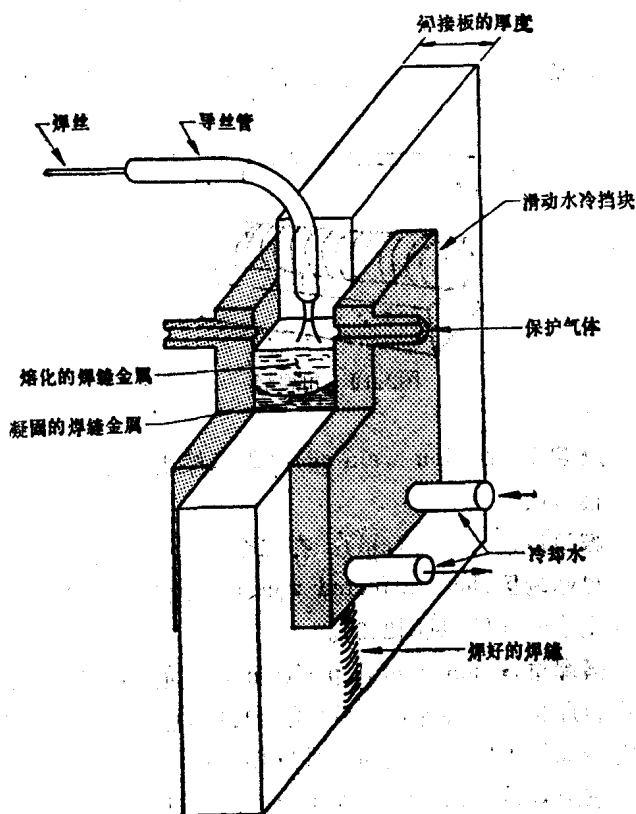


图2.8 气电立焊示意图

① 原文中图2.7, 图2.8顺序颠倒, 现改正。——译者

焊缝表面(face of weld): 在用电弧焊或其它焊接方法进行焊接的一侧, 焊出的焊缝裸露表面(见图2.9)。

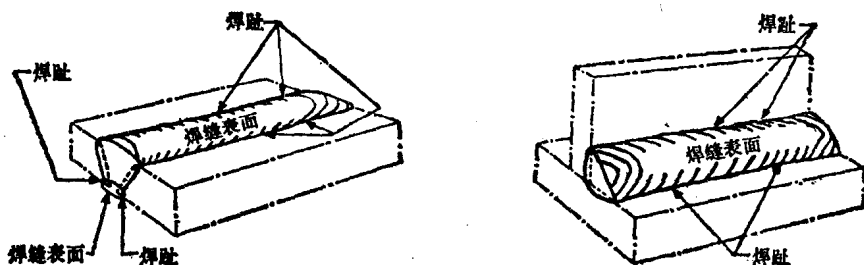


图2.9 焊缝表面

接合面(faying surface): 形成接头的焊件相互接触的表面。

填充金属(filler metal): 焊接时添加到焊缝中的金属。

角焊缝(fillet weld): 连接两个互成直角的表面形成近似三角形横断面的焊缝(见图2.10)。

平焊位置(flat position): 从接头上面进行焊接, 焊缝表面近乎水平面的一种焊接位置(参见横焊、立焊和仰焊位置)。

焊剂(flux): 焊接时靠它降低氧化物和其它杂质的熔点, 以减少焊缝中氧化物和杂质的材料。

锻焊(forge welding): 通过加热和加压或锻打进行连接的一种固态焊接方法。

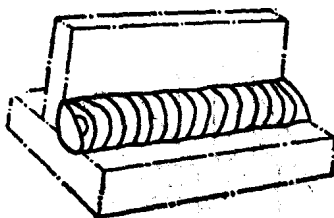


图2.10 角焊缝

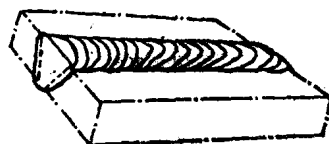


图2.11 坡口焊

摩擦焊(friction welding): 靠摩擦表面之间的机械滑动获得热量, 进行连接的一种固态焊接方法。

坡口焊(groove weld): 在二个被焊工件的坡口中所进行的一种焊接(见图2.11)。

热影响区(heat affected zone): 母材受到加热但未到达熔点, 机械性能和金相组织都已改变了的区域(见图2.3)。

横焊位置(horizontal position): 横向角焊——在近乎水平面的上方并对着近似垂直表面进行焊接的一种焊接位置(见图2.12a)。横向坡口焊——焊缝轴线处于水平平面位置, 而焊缝表面位于垂直面上的一种焊接位置(见图2.12b)。

感应焊接(induction welding): 利用感应电流通过工件时产生的电阻热量, 加压或不加压进行连接的一种焊接方法。

层向温度(interpass temperature): 多层焊时, 开始焊下一层之前, 前一层已堆焊焊缝

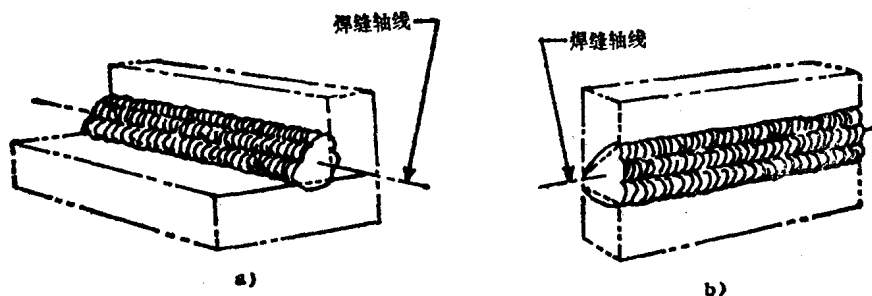


图 2.12

a) 横向角焊位置 b) 横向坡口焊位置

金属的最低温度。

接头熔深(joint penetration): 不计焊缝余高, 从工件表面熔入接头内部的最小深度(见图2.13)。

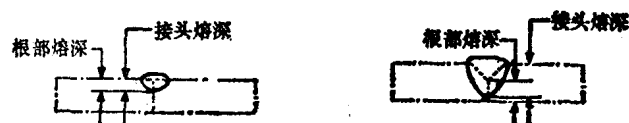


图2.13 根部熔深和接头熔深

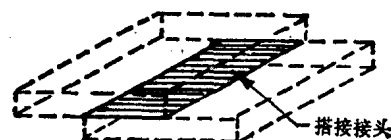


图2.14 搭接接头

搭接接头(lap joint): 二个相互搭接待件之间的接头(见图2.14)。

激光焊(laser beam welding): 利用聚集的同调光束(同相单波长), 冲击被焊表面所获得的热量进行连接的一种焊接方法。

焊层(layer): 由一道或多焊道组成的焊缝金属层(见图2.15)。



图2.15 焊道和焊层

手工焊(manual welding):

用手工完成和控制整个焊接操作的焊接(参见自动焊接)。

熔核(nugget): 点焊、缝焊和凸焊时, 连接工件的焊缝。

仰焊(overhead position): 从接头下方完成焊接的一种焊接位置(参见平焊、横焊、立焊位置)。

满溢(overlap): 在焊缝边缘上超出熔合线的焊缝金属凸出部分(见图2.16)。

锤击(peening): 用冲击力对焊缝金属进行加工。

熔深(penetration): (见接头熔深和根部熔深的解释)。

等离子弧(plasma arc): 带有高导电性放电的气体弧柱, 等离子弧包括有气体通过压缩孔产生的自由电子和正离子的混合物, 是属于比普通弧焊电压高的电弧。

塞焊(plug weld): 这种焊接把两个组件以搭接或T形接头的形式联接在一起, 只通过其中一个组件所形成的一种圆形焊缝。可以利用也可以不利用第一个焊件上的小孔形成焊

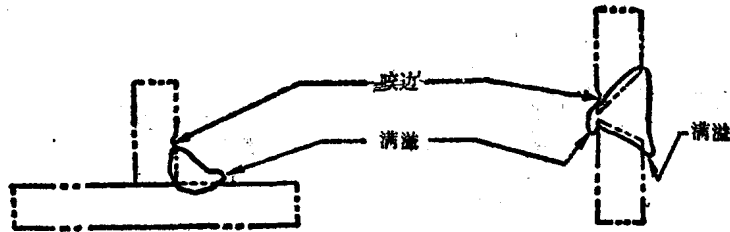


图2.16 满溢及咬边

缝, 如果利用小孔, 小孔中可以部分或完全填满焊缝金属(见图2.17)。

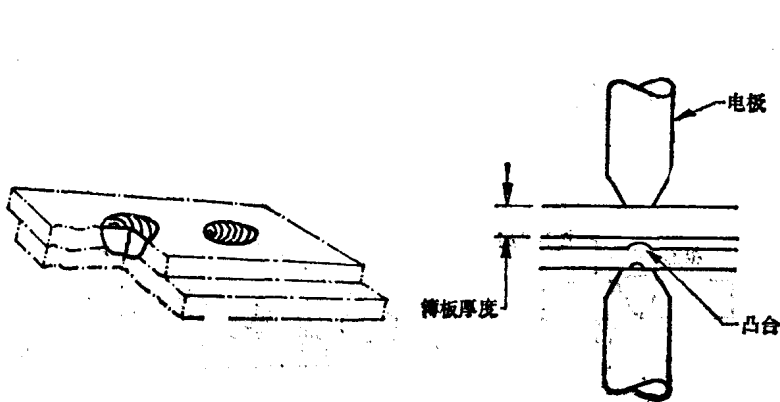


图2.17 塞焊

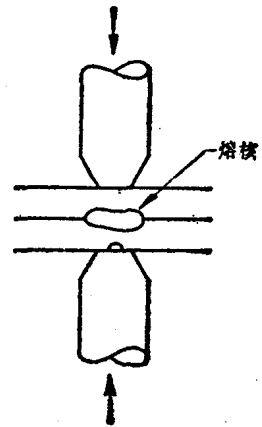


图2.18 凸焊

预热(preheat): 焊接或切割前, 对母材金属的加热。

后热(postheating): 焊后对焊件的加热。

凸焊(projection welding): 通过一块薄板上的凸台, 把电流(和焊接)限制在预定各点上的一种电阻点焊形式(见图2.18)。

焊缝余高(reinforcement of weld): 焊缝正面或反面超过规定焊缝尺寸必要高度的焊缝金属(见图2.19)。

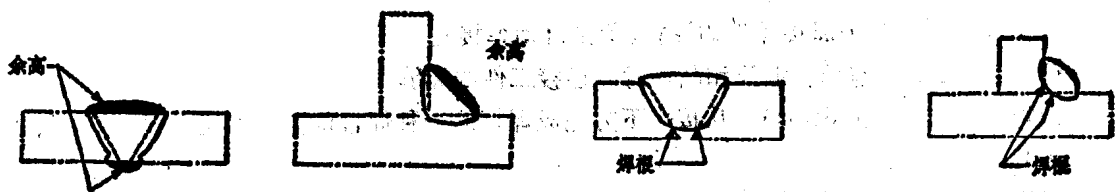


图2.19 焊缝余高

图2.20 焊根

电阻焊(resistance welding): 把工件作为电路的一部分, 依靠电流通过工件所产生的电阻热, 并加压力进行接合的一种焊接方法。

根部裂纹(root crack): 在焊缝根部出现的焊缝或热影响区裂纹。

接头根部(root of joint): 焊接接头彼此最接近的部分。在横断面上接头根部可能是一个点, 一条线, 或一块面积。

焊根(root of weld): 从横断面看, 焊缝金属底部与母材金属表面相交的点(见图2.20)。