

实用焊接技术

快速入门

郭荣玲 韩东伟 路长义 编

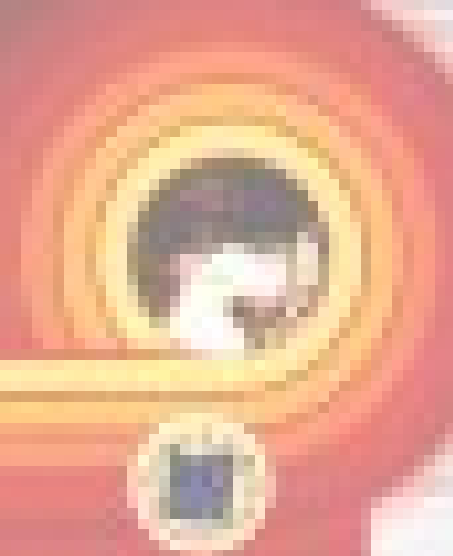


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

实用焊接技术

快速入门

周国平 杨永强 周文忠 编



实用焊接技术快速入门

郭荣玲 韩东伟 路长义 编

机械工业出版社

本书根据当前的社会发展的需要,详细地对气焊与气割、焊条电弧焊、气体保护焊等各种不同的焊接技术进行了深入浅出的讲解。基础知识简明扼要,实践操作具体可行,并结合生产实例进行剖析,简单插图示范逼真,真正达到了内容新颖,层次分明,图文并茂,通俗易懂。是焊接人员、钢结构工程技术人员、各行业的焊接修理人员实际操作的参考书,同时也可作为金属焊接技术的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

实用焊接技术快速入门/郭荣玲,韩东伟,路长义编.
—北京:机械工业出版社,2009.12
ISBN 978-7-111-28701-8

I. 实… II. ①郭…②韩…③路… III. 焊接-基本知识
IV. TG4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第223848号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高 版式设计:霍永明
封面设计:陈沛 责任校对:魏俊云 责任印制:乔宇
北京京丰印刷厂印刷
2010年1月第1版·第1次印刷
148mm×210mm·7.5印张·244千字
标准书号:ISBN 978-7-111-28701-8
定价:19.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国国民经济建设的迅速发展，焊接技术在制造业、建筑业生产中所占的分量越来越大，并且已成为最具发展潜力和广阔应用前景的技术。随着焊接技术的不断发展，大量新的焊接技术不断涌现出来，开创了金属连接技术的新篇章。

焊接作为制造业的传统基础工艺与技术，在工业中应用的历史并不长，但是它的发展却非常迅速。在短短的几十年中焊接技术已广泛地应用于国民经济的各个领域，并取得了显著成效。

目前，尽管焊接技术发展很快，自动化程度也越来越高，而手工焊接仍占有不可替代的地位。但是焊接技术人员相对匮乏，焊接操作不规范，焊接质量缺陷仍普遍存在，新的焊接设备与操作人员严重脱节，焊接技术的优良程度直接影响着产品的质量。所以，为了解决这一现存的问题，提高焊接质量，适应当前的社会需要，特编写了这本《实用焊接技术快速入门》一书，旨在能为我国国民经济的发展提供更多的焊接技术人才，推动我国焊接行业的健康、快速发展。

本书共分十章。从焊接人员必须掌握的理论基础知识入手，着重针对各焊接工艺、手工焊接最基本的操作技术进行了详细描述。本书的最大特点就是通过理论与实践的有机结合，使读者可以在短期内从中学习到最基本最实用的焊接技术。书的内容新颖，通俗易懂，重点突出，深入浅出，图文并茂，实用性强，是焊接人员不可缺少的技术参考书，同时也可作为焊接技术的培训教科书。

本书在编写过程中，河南宇航重工钢构有限公司的领导给予了极大的关怀和鼓励，众多焊接工程师们给予了全力支持和配合，在此一并表示致谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请专家和广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 焊接基础知识	1
第一节 焊接技术发展简史	1
第二节 焊接的定义、特点及应用	2
第三节 焊接的简要分类	5
第四节 常用金属材料的基础知识	6
第五节 焊接能源分类及简介	16
第六节 焊接接头及坡口形式	19
第七节 焊缝的形状尺寸	29
第八节 焊缝在图样上的表示及标注	31
第九节 焊接应力与变形	42
第十节 焊接操作个人防护与安全操作	57
第二章 气焊与气割	65
第一节 气焊与气割常用设备及工具	65
第二节 气焊与气割用材料	75
第三节 气焊主要参数的选择	78
第四节 各种位置焊接的基本操作要领	84
第五节 气焊基本操作技术实例	85
第六节 气割主要参数的选择	95
第七节 手工气割的基本操作技术	97
第八节 常见材料的气割技术	103
第九节 回火及预防措施	107
第三章 焊条电弧焊	110
第一节 焊条电弧焊的工作原理及特点	110
第二节 焊条电弧焊的常用设备和工具	111
第三节 焊条	116
第四节 焊接主要参数的选择	122
第五节 焊条电弧焊的基本操作技术	125

第六节 各种位置焊接基本操作要领	132
第七节 单面焊双面成形操作技术	155
第八节 焊条电弧焊焊接缺陷及防止措施	159
第四章 二氧化碳气体保护焊	165
第一节 二氧化碳气体保护焊的工作原理及特点	165
第二节 二氧化碳气体保护焊设备	166
第三节 二氧化碳气体保护焊用材料	168
第四节 焊接主要参数的选择	170
第五节 二氧化碳气体保护焊基本操作技术	171
第六节 各种位置焊接操作要领	175
第七节 CO ₂ 单面焊双面成形操作技术	181
第八节 焊接缺陷产生的原因及控制措施	183
第五章 手工钨极氩弧焊	186
第一节 手工钨极氩弧焊的工作原理及特点	186
第二节 手工钨极氩弧焊设备	187
第三节 手工钨极氩弧焊焊接材料	188
第四节 焊接主要参数的选择方法	189
第五节 手工钨极氩弧焊的基本操作技术	191
第六章 埋弧焊接技术	197
第一节 埋弧焊的工作原理及特点	197
第二节 常见埋弧焊设备	198
第三节 埋弧焊焊接材料	201
第四节 埋弧焊主要参数的选择	202
第五节 埋弧焊的基本操作技术	204
第六节 常见缺陷产生原因及预防措施	205
第七章 电渣焊	208
第一节 电渣焊的基本原理、种类及特点	208
第二节 电渣焊设备及焊接材料	210
第三节 丝极电渣焊主要参数的选择	213
第四节 丝极电渣焊基本操作技术	214
第五节 电渣焊接头质量缺陷及防止措施	215
第八章 电阻焊	218
第一节 电阻焊的基本原理及优缺点	218

第二节	电阻焊基本操作技术	219
第九章	钎焊	222
第一节	钎焊原理、分类及特点	222
第二节	钎焊的基本操作技术	223
第三节	常用金属材料的钎焊	225
第十章	碳弧气刨	227
第一节	碳弧气刨的基本原理及特点	227
第二节	碳弧气刨设备及工具	228
第三节	碳弧气刨参数的选择	229
第四节	碳弧气刨基本操作技术	231
第五节	常见缺陷及预防措施	233
参考文献		234

第一章 焊接基础知识

常言说的好，“理以积日而有益，功以久练而后成”。知识是人类认识自然和社会的成果和结晶，是人们运用这些成果和结晶而形成的科学理论，它包括经验知识和理论知识。所以，要想学好焊接技术，就要懂得事不分大小难易，术不论高低深浅，都必须从基础知识入手，深入领会其中所蕴含的道理，然后通过实践，才有可能取得优异的成就。

第一节 焊接技术发展简史

我国是最早应用焊接技术的国家之一。根据考古发现，远在战国时期就已采用了焊接技术，说明了我国是一个具有悠久焊接历史的国家。

古代焊接技术长期停留在铸焊、锻焊和钎焊的水平上。近代焊接技术是从 1882 年出现碳弧焊开始，直到 20 世纪 30 年代，在生产上，还只是采用气焊和焊条电弧焊等简单的焊接方法。由于焊接具有节省金属，生产率高，产品质量好和能大大改善劳动条件等优点。所以，在 20 世纪中期得到了迅速的发展。20 世纪 40 年代初期出现了优质焊条，使长期以来，人们所怀疑的焊接技术得到了一次飞跃。20 世纪 40 年代后期，由于埋弧焊和电阻焊的应用，使焊接过程的机械化和自动化成为现实。20 世纪 50 年代出现了电渣焊、各种气体保护焊、超声波焊。20 世纪 60 年代的等离子焊、电子束焊、激光焊等先进焊接方法的不断涌现，使得焊接技术达到了一个新的发展水平。

近年来，焊接技术在自动控制方面有了很大的发展，采用电子计算机控制可以获得较好的焊接质量和较高的生产率。采用工业电视监视焊接过程，便于遥控，有助于实现焊接自动化。在焊接生产中采用工业机器人，使得焊接工艺自动化达到了一个更新的阶段，使人不能到达的需要焊接的地方，能够用机器人进行焊接，既安全可靠，又提高了功效，特别是在核能工业中更有其发展前景。

当今，焊接技术作为一种传统技术又面临着 21 世纪的挑战。一方面，材料作为 21 世纪的支柱，已显示出几个方面的发展趋势，即从黑色金属

向有色金属变化；从金属材料向非金属材料变化；从结构材料向功能材料变化；从多维材料向低维材料变化；从单一材料向复合材料变化，新材料连接必然要对焊接技术提出更高的要求。另一方面，先进制造技术的蓬勃发展对焊接技术的发展也提出了越来越高的要求。

第二节 焊接的定义、特点及应用

知道了焊接技术的发展过程，下面我们来认识焊接的定义和特点。

一、焊接的定义

焊接是通过加热、加压或两者并用，使同性或异性的两个工件产生原子间结合的加工工艺和连接方式。焊接应用广泛，既可用于金属，也可用于非金属。

焊接技术就是高温或高压条件下，使用焊接材料（焊条或焊丝）将两块或两块以上的母材（待焊接的工件）连接成一个整体的操作方法。焊接技术主要应用在金属母材上，常用的有电弧焊、氩弧焊、CO₂ 保护焊、氧乙炔焊、激光焊接、电渣焊、压力焊等多种，塑料等非金属材料亦可进行焊接。

但在本书中，将只对金属材料的焊接技术给予介绍，非金属材料的焊接技术可参考其他书籍。

二、焊接的特点

1. 焊接结构的应力集中变化范围比铆接结构大

焊缝除了起着连接焊件的作用外，还与基体金属组成一个整体，并能在外力作用下与它一起变形。因此，焊缝的形状和布置必然会影响力量的分布，使应力集中在较大的范围内变化。应力集中对结构的脆性断裂和疲劳有很大的影响。采取合理的工艺和设计，可以控制焊接结构的应力集中，提高其强度和寿命。

2. 焊接结构有较大的焊接应力和变形

经焊接后的焊件因局部加热而不可避免地在结构中产生一定的焊接应力和变形。焊接应力和变形不但会引起工艺缺陷，而且还会影响结构的承载能力（如强度、刚度和受压稳定性）及结构的加工精度和尺寸的稳定性。

3. 焊接接头具有较大的不均匀性

因焊缝金属的成分和组织与基体金属不同，接头各部位经历的热循环

不同,使得接头不同区域的性能不同。焊接接头的不均匀性表现在力学性能及金相组织上。对于高强度钢选用不同的焊接材料和工艺,接头各区域的组织和性能也有很大差别。接头的这种不均匀性对接头的断裂行为有很大影响,必须予以足够的重视。

4. 焊接接头中存在一定数量的质量缺陷

焊接接头中通常有裂纹、气孔、夹渣、未焊透、未熔合等质量缺陷。质量缺陷的存在会降低强度,引起应力集中,损坏焊缝的致密性,是造成焊接结构破坏的主要原因之一。但是,采用合适的工艺措施加强工艺质量管理,这些质量缺陷是可以预防的,即使已产生了质量缺陷,也是可以修复的。

5. 焊接接头的整体性

焊接接头的整体性是焊接结构区别于铆接结构的一个重要特性。这个特性一方面赋予焊接结构高密封性和高刚度,另一方面也带来了问题。例如,止裂性能不如铆接结构好,裂纹一旦扩展,就不易制止,而铆接往往可以起到限制裂纹扩展的作用。

三、焊接工艺的应用

焊接是一种应用范围很广的金属加工方法,与其他热加工方法相比,它具有生产周期短,成本低,结构设计灵活,用材合理及能够以小拼大等一系列优点,从而在工业生产中得到了广泛的应用。如造船、电站、汽车、石油、桥梁、矿山机械、建筑业等行业中,焊接已成为不可缺少的加工手段。在世界主要的工业国家里每年钢产量的45%左右要用于生产焊接结构。在制造一辆小轿车时,需要焊接5000~12000个焊点,一艘30万吨油轮要焊1000km长的焊缝,一架飞机的焊点多达20万~30万个。

对工程建设而言,焊接技术已经成为最重要的工艺之一,如石油化工建设中各种罐、槽、釜、塔以及大量管道的焊接。据统计,在石油化工企业建设设备安装施工中,有60%以上的工作量是焊接。由于焊接结构具有强度高,质量轻和跨度大等优点,焊接技术在建筑业中也被大量应用。如高325m的大连远洋大厦都是钢制焊接结构,还有如体育馆一类的大跨度建筑,也都采用焊接结构的网架屋盖。在三峡工程,秦山、大亚湾核电站建设和西气东输工程等一大批国家重点建设工程中焊接技术均发挥着至关重要的作用,焊接技术已成为制造业的基础工艺。如我国国家体育场工程,作为北京2008年奥运会主体育场,其主体框架为钢结构,焊缝长度

长,焊接量就相当大。可见无论是在国外发达国家还是在国内,焊接技术及其产业都有着广阔的发展空间。

此外,随着工业的发展,被焊接的材料种类也愈来愈多,除了普通的材料外,还有如超高强钢、活性金属、难熔金属以及各种非金属的焊接。同时,由于产品日益向着高参数(高温、高压、高寿命)、大型化方向发展,焊接结构越来越复杂,焊接工作量越来越大,这对于焊接生产的质量,效率提出了更高的要求。同时也推动了焊接技术的飞速发展,使它在工业生产中的应用更为广阔。

但焊接技术也有一些不可忽视的缺点,如会产生变形,存在焊接残余应力,容易产生裂纹等,其检验也比较复杂。由焊接缺陷所引起的结构失效和破坏还时有发生。例如我国重庆的彩虹桥和韩国的汉江大桥的突然断裂。因此,焊接技术是一项要求极为严格的制造技术,有自身的科学规律和方法,同时有许多焊接标准。因此所有的焊工上岗从事焊接工作前,都必须先通过严格的考试和发证,持证上岗。

四、焊接的可比性

综上所述,只有正确地认识焊接结构自身的特点,并切实掌握它的特点,才能设计制造出性能良好、经济指标高的焊接结构。历史上许多焊接结构失效的事例,究其根源,多数与未能考虑焊接结构的特点有关。例如,设计人员过分地依赖于整体应力计算而忽略局部形状的设计。大量实践经验证明:一些承受循环应力的焊接接头,尽管在整体设计中考虑了疲劳强度,但是由于局部设计不合理,会过早地使结构疲劳失效,从而达不到预期的寿命要求。再如在一些容器标准中,因考虑补偿焊缝缺陷的作用或接头焊缝热影响区的性能改变,规定了采用焊缝系数,即通过加大焊缝厚度来解决这一矛盾。事实证明:这种做法缺乏理论依据,因为靠增加焊缝厚度无法弥补焊接缺陷的有害作用和热影响区韧性的改变。相反,因增加了焊缝厚度,使得缺陷的作用更加明显,同时又由于焊缝厚度的增加,势必造成板厚增加,从经济角度考虑也是极不合算的。妥善解决的方法应该是提高焊接接头质量。

另一个方面就是设计时未考虑焊接结构的特点,往往把铆接结构的设计方案(如采用搭接接头、加盖板接头)原封不动地搬到焊接结构设计中来,这对于承受疲劳载荷和有脆性破坏倾向的接头,以及有应力腐蚀影响的接头是极其有害的。

焊接与螺钉连接、铆接、铸件及锻件相比具有如下优点：

(1) 减轻结构重量，节省金属材料，经济效益好。

焊接结构与铆接结构相比，重量可减轻 15% ~ 20%，比铸件轻 30% ~ 40%，比锻件轻 30%。

(2) 使加工与装配工序简化，生产周期短，生产效率高。

(3) 接头密封性好，结构强度高。

焊接结构接头密封性比铆接和铸件高得多。因此焊接的容器能充分满足高温、高压条件下对强度和密封性的要求。焊接结构采用轧制材料的材质一般比铸件好。

即使不用轧材，用小铸件拼焊成大件，小铸件的质量也比大铸件容易保证。

(4) 为结构设计提供较大的灵活性。

焊接可按结构的受力情况优化选择材料，根据工程需要在不同部位选用不同强度、不同耐磨、耐腐蚀及耐高温等性能的材料。例如，大型齿轮的轮缘可用高强度的耐磨优质合金钢，而其他部分则可用一般钢材，这样不但提高了齿轮的使用寿命，而且也节省了优质钢材。

(5) 用拼焊的方法可以大大突破铸锻能力的限制，可以生产特大型锻-焊、铸-焊结构，提供特大、特重型设备的毛坯，促进了国民经济的发展。

(6) 焊接工艺过程易实现机械化和自动化。

第三节 焊接的简要分类

根据焊接过程中金属所处的状态不同，可以把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三大类。

一、熔焊

熔焊是利用局部加热使连接处的金属熔化，再加入（或不加入）填充金属形成结合的方法。属于熔焊的方法有：气焊、焊条电弧焊、埋弧焊、电渣焊、钨极氩弧焊、熔化极气体保护焊、气体保护焊、等离子弧焊、电子束焊、激光焊等。

二、压焊

压焊是利用焊接时施加的一定压力而使接触处的金属结合的一种方法。这类焊接有两种形式，一是将被焊金属的接触部分加热至塑性状态或

局部熔化状态，然后施加一定压力，以使金属原子间相互结合形成牢固的焊接接头，如电阻焊、锻焊、接触焊、摩擦焊等。二是不进行加热，仅在被焊金属的接触面上施加足够大的压力，使原子间相互接近而获得牢固的压挤接头，如冷压焊、爆炸焊等。

三、钎焊

钎焊是将比被焊金属熔点低的钎料金属加热熔化至液态，然后使其渗透到被焊金属接缝的间隙中，从而达到金属间互相结合的方法。焊接时被焊金属处于固态，工件只适当地进行加热，没有受到压力的作用，仅靠液态金属与固态金属之间的原子扩散而形成牢固的焊接接头，属于钎焊的方法有：烙铁钎焊、火焰钎焊、炉中钎焊及高频焊等。

常用焊接方法及主要用途见表 1-1。

表 1-1 常用焊接方法的基本原理及主要用途

焊接方法		主要用途
熔焊	气焊	适宜于焊接薄件、有色金属和铸铁
	焊条电弧焊	应用范围最广泛，尤其适用于短焊缝及全位置焊接
	埋弧焊	应用于大厚度和长焊缝的焊接
	等离子弧焊	可用于不锈钢、耐热合金钢、铜及铜合金、钛及钛合金及钼、钨等
	气体保护焊	惰性气体保护焊用于焊接合金钢、铝、铜、钛等；氧化性气体保护焊用于普通碳钢及低合金钢
压焊	电阻焊	可焊接薄板、棒材、管材等
	摩擦焊	用于钢及有色金属、异种钢的焊接（限方、圆截面）
钎焊		一般用于焊接尺寸较小的焊件

第四节 常用金属材料的基础知识

金属材料的性能包括物理性能、化学性能、力学性能和工艺性能等。

一、常用金属材料的性能

（一）金属材料的物理化学性能

1. 密度

物质单位体积所具有的质量称为密度，用符号 ρ 表示。利用密度的概念可以帮助我们解决一系列实际问题，如计算毛坯的重量，鉴别金属材料等。常用的金属材料的密度如下：铸钢为 7.8g/cm^3 ，灰铸铁为 7.2g/cm^3 ，黄铜为 8.63g/cm^3 ，铝为 2.7g/cm^3 。

2. 导电性

金属传导电流的能力叫做导电性。各种金属的导电性各不相同，通常银的导电性最好，其次是铜和铝。

3. 导热性

金属传导热量的性能称为导热性。一般来说导电性好的材料，其导热性也好。若某些零件在使用中需要大量吸热或散热时，则要用导热性好的材料。如凝汽器中的冷却水管常用导热性好的铜合金制造，以提高冷却效果。

4. 热膨胀性

金属受热时体积发生胀大的现象称为金属的热膨胀。例如，被焊的工件由于受热不均匀而产生不均匀的热膨胀，就会导致焊件的变形和焊接应力。衡量热膨胀性的指标为热膨胀系数。

5. 抗氧化性

金属材料在高温时抵抗氧化性气体腐蚀作用的能力称为抗氧化性。热力设备中的高温部件，如锅炉的过热器、水冷壁管、汽轮机的汽缸、叶片等，易产生氧化腐蚀。一般用作过热器管等材料的抗氧化腐蚀速度指标控制在小于 0.1mm/a 的范围内。

6. 耐蚀性

金属材料抵抗各种介质（大气、酸、碱、盐等）侵蚀的能力称为耐蚀性。化工、热力设备等许多部件是在腐蚀条件下长期工作的，所以选材时必须考虑钢材的耐蚀性。

（二）金属材料的力学性能

金属材料受外部负荷时，从开始受力直至材料破坏的全部过程中所呈现的力学特征，称为力学性能。它是衡量金属材料使用性能的重要指标。力学性能主要包括强度、塑性、硬度和韧性等。

1. 强度

金属材料的强度性能表示金属材料对变形和断裂的抗力，它用单位截面上所受的力（称为应力来表示）。常用的强度指标有屈服强度及抗拉强度等。

（1）屈服强度 钢材在拉伸过程中，当拉力达到某一数值而不再增加时，其变形却继续增加，这个拉应力值称为屈服强度，以 σ_s 表示。 σ_s 值越高，材料的强度越高。

(2) 抗拉强度 金属材料在破坏前所承受的最大拉应力, 以 σ_b 表示。 σ_b 值越大金属材料抵抗断裂的能力越大, 强度越高。强度的单位是 MPa (兆帕)。

2. 塑性

塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形的能力。表示金属材料塑性性能的有伸长率、断面收缩率及冷弯角等。

(1) 伸长率 金属材料受拉力作用破断时, 伸长量与原长度的百分比叫做伸长率, 以 δ 表示。

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中 L_0 ——试样的原标定长度 mm;

L_1 ——试样拉断后标距部分的长度, mm。

(2) 断面收缩率 金属材料受拉力作用破断时, 拉断处横截面缩小的面积与原始截面积的百分比叫做断面收缩率, 以 ψ 表示。

$$\psi = \frac{F_0 - F}{F_0} \times 100\%$$

式中 F ——试样拉断后, 拉断处横截面面积, mm^2 ;

F_0 ——试样标距部分原始的横截面面积, mm^2 。

(3) 冷弯角 冷弯角也叫弯曲角, 一般是用长条形试件, 根据不同的材质、板厚, 按规定的弯曲半径进行弯曲, 在受拉面出现裂纹时试件与原始平面的夹角, 叫作冷弯角, 用 α 表示。冷弯角越大, 说明金属材料的塑性越好。

3. 硬度

金属材料抵抗表面变形的能力叫硬度。

常用的硬度有布氏硬度 (HB)、洛氏硬度 (HR)、维氏硬度 (HV) 三种。

4. 冲击韧度

冲击韧度是衡量金属材料抵抗动载荷或冲击力的能力, 冲击试验可以测定材料在突加载荷时对缺口的敏感性。冲击值是冲击韧度的一个指标, 以 α_k 表示。 α_k 值越大说明该材料的韧性越好。

$$\alpha_k = \frac{A_k}{F}$$

式中 A_k ——冲击吸收功, J;

F ——试验前试样刻槽处的横截面积, cm^2 。

α_k ——冲击值, J/cm^2 。

(三) 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指其承受各种热加工的能力。

1. 可加工性

可加工性是指金属材料是否易于切削的性能。切削时, 若切削刀具不易磨损, 切削力较小且被切削工件的表面质量高, 则称此材料的可加工性好。一般灰铸铁具有良好的可加工性, 钢的硬度在 $180 \sim 200\text{HBW}$ 范围内时具有较好的可加工性。

2. 铸造性能

金属的铸造性能主要是指金属在液态时的流动性以及液态金属在凝固过程的收缩和偏析程度。金属的铸造性能是保证铸件质量的重要性能。

3. 焊接性能

焊接性是指材料在限定的施工条件下焊接成按规定设计要求的构件, 并满足预定要求的能力。焊接性受材料、焊接方法、构件类型及使用要求四个因素的影响。

焊接性评定方法有很多, 其中广泛使用的方法是碳当量法。这种方法是基于合金元素对钢的焊接性不同程度的影响, 而把钢中合金元素(包括碳)的含量按其作用换算成碳的相当含量。可作为评定钢材焊接性的一种参考指标。碳当量法用于对碳钢和低合金钢淬硬及冷裂倾向的估算。

常用碳当量 (CE) 的计算公式:

$$\text{碳当量 } CE = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{5} + \frac{\text{Ni} + \text{Cu}}{15}$$

式中, 元素符号表示它们在钢中所占的质量百分含量, 若含量为一范围时, 取上限。

经验证明: 当 $CE < 0.4\%$ 时, 钢材的淬硬度倾向不明显, 焊接性优良, 焊接时不必预热, 或可采取适当预热和控制线能量等工艺措施; 当 $CE > 0.6\%$ 时, 钢材的淬硬倾向强, 属于较难焊的材料, 需采取较高的预热温度和严格的工艺措施。

二、钢材和有色金属的分类、编号及焊接特点

随着生产和科学技术的发展, 各种不同焊接结构的金属材料越来越