

根据国家人力资源和社会保障部
《焊工国家职业技能标准》编写

● (焊工入门与提高) ●

焊条电弧焊

高忠民◎主编



金盾出版社

中国劳动社会保障出版社
中国工人出版社 中国劳动社会保障出版社

· 焊工入门与提高 ·

焊条电弧焊

中国劳动社会保障出版社



中国劳动社会保障出版社

焊工入门与提高

焊条电弧焊

主 编 高忠民

金盾出版社

内 容 提 要

全书分为两部分,第一部分为焊接基础知识,第二部分为焊接操作技能。每部分又分为入门篇和提高篇。入门篇的内容主要是初级焊工所需要掌握的基础知识和操作技能;提高篇的内容主要是中级焊工所需要掌握的基础知识和操作技能。基础知识部分讲述了金属材料基础知识、焊条电弧焊的基本原理和焊条电弧焊工艺技术等内容。操作技能部分结合国家职业技能鉴定的实际操作考题,分别对初、中级焊工的焊条电弧焊操作技能作了详细叙述。

本书适用于焊工从业人员自学和培训,也可作为职业院校相关专业的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

焊工入门与提高:焊条电弧焊/高忠民主编. — 北京:金盾出版社,2012.12
ISBN 978-7-5082-7779-0

I. ①焊… II. ①高… III. ①焊条—电弧焊 IV. ①TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 176883 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司

正文印刷:北京万友印刷有限公司

装订:北京万友印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:705×1000 1/16 印张:14 字数:263 千字

2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~5 000 册 定价:31.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

焊接技术是机械制造、建筑及其他行业的常用技术,大多数机械、建筑及能源、化工、航天、海洋等工程都无法离开焊接技术。焊接作业无论在工程量方面、质量要求方面,还是在技术先进性方面,对经济建设起到越来越重要的作用。焊工技术的进步是科技成果转化为生产力的关键环节,是经济发展的重要基础。

在焊工从业人员中推行技能鉴定和职业资格证书制度,是落实国家人才发展战略目标、促进农村劳动力转移、全面推进技能振兴计划和高技能人才培养的重要工程。严格按照焊工的国家职业技能鉴定标准对焊工进行焊接理论知识考核和操作技能鉴定,是保证工程质量和生产安全的重要措施。

焊条电弧焊技术是应用最广泛的焊接技术,是焊接技术的基础。作为焊工入门与提高必读的《焊条电弧焊》,是为尚未取得初级焊工证书的初学者和尚未取得中级焊工证书的初级焊工而编写。本书突出实用性,使读者能够掌握焊接理论知识的重点和技能鉴定的实际操作;本书依据中华人民共和国人力资源和社会保障部制定的《焊工国家职业技能标准(2009年修订)》,分入门篇(初级工)和提高篇(中级工)进行编写,内容完整、科学、系统,并附有焊工技能鉴定标准和模拟试卷,使读者能顺利地通过焊接理论知识考核和操作技能鉴定。

本书由高忠民主编,参加编写的人员还有吴玲、刘硕、高文君、刘雪涛。限于编者水平,本书难免存在不足和错误之处,恳请读者和专家批评指正。

编 者

目 录

第一部分 焊接基础知识

〔入 门 篇〕

第一章 焊条电弧焊基础知识(初级工)	1
第一节 金属材料基本知识	1
一、钢的分类	1
二、金属材料的物理、化学和力学性能	2
三、碳素钢和低合金结构钢的牌号	5
四、合金的组织结构及钢的基本组织	6
五、钢的工艺性能及焊接性	9
六、低碳钢和低合金结构钢的焊接性	10
第二节 焊条电弧焊的基本原理	11
一、焊接方法及其分类	11
二、焊接电弧的组成及温度分布	13
三、焊接电源的极性及应用	14
第三节 焊接接头	14
一、焊接接头的种类	14
二、焊缝坡口形式及坡口尺寸	15
三、焊接位置	20
四、焊缝形式及形状尺寸	20
五、焊缝成形系数和熔合比	22
六、焊缝符号及焊接方法代号	23
七、焊接参数	33
第四节 焊接材料	35
一、焊条的组成和药皮的作用	35
二、焊条的分类	36
三、碳钢焊条	38
四、低合金钢焊条	40
五、焊条的外观检查、保管及烘干	41

第五节 焊条电弧焊设备	43
一、焊条电弧焊机的分类及型号	43
二、焊条电弧焊机的主要技术参数	44
三、交流弧焊机	45
四、直流弧焊机	49
五、焊条电弧焊常用工具	54
六、焊条电弧焊机的安装、使用和维护	58
第六节 焊接变形	61
一、焊接变形的种类及危害	61
二、控制焊接变形的措施	62
第七节 焊接外观缺陷和焊缝外观质量检查	65
一、焊接缺陷的种类及危害	65
二、焊缝外观缺陷的检查	68
三、焊缝外观质量要求及外观缺陷返修	69
第八节 焊接安全生产及劳动保护	72
一、焊条电弧焊安全用电	72
二、焊条电弧焊作业现场的防火、防爆安全措施	73
三、焊条电弧焊过程中的有害因素及防护措施	74
四、焊工高处作业安全技术	78
第二章 焊条电弧焊工艺技术(初级工)	80
第一节 焊条电弧焊基本工艺技术	80
一、引弧	80
二、运条	81
三、收弧	84
四、不同长度焊缝的焊接	84
五、定位焊	85
六、单面焊双面成形	86
第二节 焊条电弧焊典型工艺技术	89
一、低碳钢或低合金钢薄板焊接	89
二、低碳钢或低合金钢板对接平焊、T形接头角接平焊	90
三、低碳钢或低合金钢板立焊、横焊	92
四、低碳钢或低合金钢板对接平焊位单面焊双面成形	97
五、低碳钢或低合金钢水平转动管焊接	98

〔提高篇〕

第三章 焊条电弧焊基础知识(中级工)	100
第一节 金属材料基本知识	100
一、钢中的有害杂质和有害气体	100
二、铁碳相图及应用	101
三、合金结构钢的牌号	103
四、不锈钢和耐热钢的牌号	104
五、珠光体耐热钢和低温钢的牌号	106
六、奥氏体不锈钢的焊接性	107
七、珠光体耐热钢和低温钢的焊接性	108
第二节 焊条电弧焊的基本原理	109
一、焊接电弧的静特性	109
二、电弧偏吹	109
三、焊接熔池的形成和结晶	111
四、熔化金属与气体的相互作用	112
五、金属元素的蒸发	113
六、熔渣的作用	113
七、焊接接头组织	115
第三节 焊接材料	118
一、低合金耐热钢焊条	118
二、低合金低温钢焊条	119
三、不锈钢焊条的型号及表示方法	119
四、焊条的选用原则	121
五、焊条的鉴定	122
第四节 焊条电弧焊设备	124
一、焊条电弧焊机的基本要求	124
二、焊条电弧焊机的选用原则	126
三、直流弧焊机极性的选择	126
四、焊条电弧焊机常见故障的排除	127
第五节 焊接变形和焊接应力	129
一、矫正焊接变形的的方法	129
二、焊接残余应力的分布及危害	132
三、减少焊接应力的措施	135
四、消除焊接残余应力的方法	138
第六节 焊接缺陷	140

一、焊接缺陷产生的原因	140
二、焊接缺陷的防止措施	144
第七节 焊接检验	147
一、焊接检验的方法	147
二、焊缝的无损检测	153
三、焊缝质量检验和抽样检查	156
第四章 焊条电弧焊工艺技术(中级工)	158
第一节 焊条电弧焊典型工艺技术	158
一、低碳钢或低合金钢板对接立焊位单面焊双面成形	158
二、低碳钢或低合金钢板对接横焊位单面焊双面成形	159
三、低碳钢或低合金钢板仰焊	161
四、低碳钢或低合金钢小直径管垂直固定焊接	162
五、低碳钢或低合金钢小直径管水平固定焊接	164
第二节 常用金属材料的焊条电弧焊	165
一、珠光体耐热钢的焊条电弧焊	165
二、低合金低温钢的焊条电弧焊	168
三、奥氏体不锈钢的焊条电弧焊	169

第二部分 焊接操作技能

〔入门篇〕

第五章 初级工焊接操作技能	172
操作技能一 低碳钢板或低合金钢板角接接头或 T 形 接头焊接(厚度 $t=8\sim 12\text{mm}$)	172
一、焊前准备	172
二、焊接参数	172
三、操作方法	172
四、质量要求	173
操作技能二 低碳钢板或低合金钢板对接平焊(厚度 $t\geq 6\text{mm}$)	173
一、焊前准备	173
二、焊接参数	173
三、操作方法	173
四、质量要求	174
操作技能三 低碳钢管水平转动对接焊(管径 $\phi\geq 60\text{mm}$)	174
一、焊前准备	174

二、焊接参数	174
三、操作方法	175
四、质量要求	175
操作技能四 低碳钢板或低合金钢板的对接平焊单面焊	
双面成形(厚度 $t \geq 6\text{mm}$)	175
一、焊前准备	175
二、焊接参数	176
三、操作方法	176
四、质量要求	177

〔提高篇〕

第六章 中级工焊接操作技能	178
操作技能一 插入式低碳钢或低合金钢管板垂直固定焊	
单面焊双面成形	178
一、焊前准备	178
二、焊接参数	178
三、操作方法	179
四、质量要求	180
操作技能二 低碳钢板或低合金钢板的对接立焊单面	
焊双面成形(厚度 $t \geq 6\text{mm}$)	180
一、焊前准备	180
二、焊接参数	181
三、操作方法	181
四、质量要求	183
操作技能三 低碳钢板或低合金钢板的对接横焊单面	
焊双面成形(厚度 $t \geq 6\text{mm}$)	183
一、焊前准备	183
二、焊接参数	184
三、操作方法	184
四、质量要求	186
操作技能四 低碳钢管或低合金钢管的对接垂直固定焊	
单面焊双面成形(管径 $\phi \geq 76$)	186
一、焊前准备	186
二、焊接参数	187
三、操作方法	187

四、质量要求	188
操作技能五 低碳钢管或低合金钢管的对接水平固定焊	
单面焊双面成形(管径 $\phi \geq 76\text{mm}$)	189
一、焊前准备	189
二、焊接参数	189
三、操作方法	189
四、质量要求	191
附录1 初级焊工焊条电弧焊知识模拟试卷(含答案)	192
附录2 中级焊工焊条电弧焊知识模拟试卷(含答案)	200
附录3 《焊工国家职业技能标准》(摘要)	209

第一部分 焊接基础知识

〔入 门 篇〕

第一章 焊条电弧焊基础知识(初级工)

第一节 金属材料基本知识

一、钢的分类

钢是以铁为主要元素、含碳量一般在 2% 以下,并含有其他元素的材料。钢的分类方法较多,一般按化学成分分为:碳素钢、合金钢;按用途分为:结构钢、工具钢和特殊用途钢(如不锈钢、耐候钢、耐热钢、磁钢等);按品质(根据硫、磷杂质的含量)分为:普通钢、优质钢、高级优质钢和特级优质钢;按冶炼中的脱氧方法分为:沸腾钢(F)、镇静钢(Z)、半镇静钢(b)和特殊镇静钢(TZ)。

1. 碳素钢的分类

碳素钢简称碳钢,是指碳的质量分数小于 2.11% 的铁碳合金。碳素钢中除含有铁、碳元素以外,还含有少量的硅、锰、硫及磷等杂质。碳素钢常用的分类方法有以下几种:

(1)按碳素钢的化学成分分类

①低碳钢。碳的质量分数 $<0.25\%$ 。

②中碳钢。碳的质量分数 $=0.25\% \sim 0.60\%$ 。

③高碳钢。碳的质量分数 $>0.60\%$ 。

(2)碳素钢的质量等级 根据国标《钢的成品化学成分允许偏差》(GB/T 222—2006)中的规定,按钢中有害杂质硫(S)、磷(P)的含量,质量等级分为 A、B、C、D、E。高级优质钢和特级优质钢分别用 A、E 表示,优质钢不用字母表示。

①优质钢。硫(S)的质量分数 $<0.035\%$,磷(P)的质量分数 $<0.035\%$ 。

②高级优质钢(A)。硫(S)的质量分数 $<0.030\%$,磷(P)的质量分数 $<0.030\%$ 。

③特级优质钢(E)。硫(S)的质量分数 $<0.020\%$,磷(P)的质量分数

$<0.025\%$ 。

(3)按碳素钢的用途分类

①结构钢。主要用于制造各种机械零件和工程结构件等,其碳的质量分数一般都小于 0.70% 。

②工具钢。主要用于制造各种刀具、模具和量具等,其碳的质量分数一般都大于 0.70% 。

2. 合金钢的分类

合金钢是在碳钢的基础上,为了获得特定的性能(如高强度、耐热、耐腐蚀、耐低温等),有目的地加入一种或多种合金元素。加入的合金元素主要有硅(Si)、锰(Mn)、铬(Cr)、镍(Ni)、钨(W)、钼(Mo)、钒(V)、钛(Ti)、铝(Al)及稀土等。合金钢的分类方法很多,主要有:

(1)按合金元素总量分类

①低合金钢。合金元素的质量分数的总和 $<5\%$ 。

②中合金钢。合金元素的质量分数的总和 $=5\%\sim 10\%$ 。

③高合金钢。合金元素的质量分数的总和 $>10\%$ 。

(2)按合金钢主要特性或使用特性分类 可分为结构工程用钢、机械工程用钢、不锈钢、耐蚀钢、耐热钢、工具钢、轴承钢和特殊物理性能钢(如磁钢、高电阻钢等)等。

(3)按合金钢质量等级分类 低合金结构钢的质量等级用A、B、C、D、E、F……表示,其中,A代表高级优质合金钢,E代表特级优质合金钢,优质钢不用字母表示。

二、金属材料的物理、化学和力学性能

1. 金属材料的物理、化学性能

金属材料的物理、化学性能主要是指金属材料的密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性、导磁性、耐腐蚀性等。

(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解决计算毛坯的质量、鉴别金属材料等一系列实际问题。铁的密度为 $7.87\times 10^3\text{kg/m}^3$ 。

(2)熔点 纯金属和合金由固态转变为液态时的熔化温度称为熔点。纯金属有固定的熔点,合金的熔点取决于它的成分。例如,钢是铁碳合金,碳含量不同,熔点也不同。熔点是金属和合金冶炼、铸造和焊接时的重要参数。

(3)导电性 金属材料传导电流的能力称为导电性。衡量金属材料导电性的指标是电阻率 ρ ,电阻率越小,金属的电阻越小,导电性越好。

(4)导热性 金属材料传导热量的性能称为导热性。导热性的大小通常用热导率来衡量。热导率符号是 λ ,热导率越大,金属的导热性越好。

(5)热膨胀性 金属材料随着温度的变化而膨胀、收缩的特性称为热膨胀性。一般来说,金属受热时膨胀而体积增大,冷却时收缩而体积缩小。衡量热膨胀性的指标一般是线膨胀系数,线膨胀系数是指金属温度每升高 1°C 所增加的长度与原来长度的比值。金属的线膨胀系数不是一个固定的数值,随着温度的增高,其数值也相应增大。在焊接过程中,被焊工件由于受热不均匀而产生不均匀的热膨胀,就会导致焊件产生变形和焊接应力。

(6)磁性 金属材料在磁场中受到磁化的性能称为磁性。根据金属材料在磁场中受到磁化程度的不同,可分为铁磁材料(如铁、钴等)、顺磁材料(如锰、铬等)和抗磁性材料(如铜、锌等)三类。工程上应用较多的是铁磁材料。

(7)抗氧化性 金属材料在高温时抵抗氧化性气氛腐蚀作用的能力称为抗氧化性。一般用于热力设备中的高温部件等。

(8)耐腐蚀性 金属材料抵抗各种介质(大气、酸、碱、盐等)侵蚀的能力称为耐腐蚀性。一般用于化工、热力设备等。

2. 金属材料的力学性能

力学性能是指材料在外力作用时表现出来的性能。金属材料常用的力学性能指标主要有:强度、塑性、冲击韧性和硬度等。

(1)强度 强度是指材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力。强度越高,抵抗变形和断裂的能力越强。衡量强度的常用指标为屈服点和抗拉强度。强度用应力(单位截面上所受的力)表示,单位是 MPa。

①屈服点。在拉伸过程中,当荷载达到一定值时,荷载不变,材料仍继续发生明显的塑性变形的现象,称为屈服现象。材料产生屈服现象时的应力,称为屈服点,用 R_{eL} (σ_s 为旧的符号)来表示。有些金属材料(如高碳钢、铸钢等)没有明显的屈服现象或无屈服现象,测定 R_{eL} 很困难,在此情况下,规定以试件基准长度方向产生 0.2% 塑性变形时的应力定义为材料的屈服点,用 $R_{p0.2}$ 表示。材料的屈服点是机械设计的主要依据之一,是评定金属材料质量的重要指标。

②抗拉强度。在拉伸时,材料在拉断前所承受的最大应力称为抗拉强度,用 R_m (σ_b) 表示。它也是衡量金属材料强度的重要指标。金属材料在使用中所承受的工作应力不能超过材料的抗拉强度,否则会产生断裂,甚至造成严重事故。

(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。塑性越高,材料产生塑性变形的能力越强。塑性指标主要有断后伸长率、断面收缩率和冷弯角等。

①断后伸长率。金属材料受拉力作用被破断以后,在标距内总伸长长度同原来标距长度相比的百分数叫做断后伸长率(或延伸率),用 $A(\delta)$ 表示。

$$A(\delta) = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

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。

当试样原来的长度与其直径之比为 5 或 10 时, 伸长率分别以 δ_5 和 δ_{10} 表示。

②断面收缩率。金属受外力作用被拉断以后, 其横截面的缩小量与原来横截面积相比的百分数称为断面收缩率, 用 $Z(\psi)$ 表示。

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

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 。

$A(\delta)$ 和 $Z(\psi)$ 的值越大, 表示金属材料的塑性越好。伸长率和断面收缩率可以通过拉伸试验来获得。

③冷弯角。在船舶、建筑、锅炉、压力容器等工业部门, 由于有大量的弯曲和冲压等冷变形加工, 因此常用弯曲试验来衡量材料在室温时的塑性。试验时将长条形试件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做冷弯角, 用 α 表示。弯曲试验通常在室温下进行, 因而又称为冷弯试验。冷弯角越大, 说明材料的塑性越好。冷弯试验是焊接接头常用的试验方法, 它不仅可以考核焊接接头的塑性, 还可以发现受拉面的缺陷。

(3) 冲击韧度 在冲击荷载下, 金属材料抵抗破坏的能力叫做冲击韧度。冲击韧度值指试样冲断后缺口处单位面积所消耗的功, 用符号 α_k 表示, 其单位为 J/cm^2 。

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

式中 A_k ——冲断试样所消耗的功, J;

F ——试样断口处的横截面积, cm^2 。

α_k 值越大, 材料的韧性越好, 在受到冲击时不容易断裂, 反之, 脆性越大。材料的冲击韧度与温度有关, 温度越低, 冲击韧度值越小。

(4) 硬度 金属材料抵抗表面变形的能力称为硬度。硬度是衡量金属材料软硬的一个指标, 根据测量方法不同, 硬度指标可分为布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HR)和维氏硬度(HV)。生产中常用的是布氏硬度和洛氏硬度, 维氏硬度试验是用来测定显微组织的硬度。

①布氏硬度试验。它是将直径 10mm 的淬硬钢球, 在重力 P 的作用下, 压入试样表面, 根据压坑的面积可测得布氏硬度值。

布氏硬度值用符号 HB 表示, 数值是压坑单位面积上所承受的平均压力。但布氏硬度不能测定硬度高于 HB 450 的材料, 否则钢球本身就会发生变形而影响准确度, 不能测定太薄或太小的材料, 也不宜测定表面要求严格的成品。

②洛氏硬度试验。它是以 120° 的金刚石圆锥体或 $\phi 1.59\text{mm}$ 的淬火钢球作为压头, 在一定重力 P 的作用下, 将压头压入被测试件表面, 以压入深度(永久变形)

鉴定材料的硬度大小。压入越深,硬度越低,反之,硬度越高。洛氏硬度试验时加在压头上的荷载有三种:588N、980N、1470N,试验机上用 A、B、C 三种标尺分别代表三种荷载值,测得的硬度值相应的用 HRA、HRB、HRC 表示。一般常用 HRC 来测量硬金属、淬火回火处理钢等的硬度。洛氏硬度可以测定最硬的金属,也可以测定成品及薄的工件。

三、碳素钢和低合金结构钢的牌号

1. 碳素结构钢和低合金结构钢的牌号

根据国标《钢铁产品牌号表示方法》(GB/T 221—2008)中的规定,碳素结构钢和低合金结构钢的牌号表示方法通常由四部分组成:

第一部分:前缀符号加强度值(单位为 MPa)。通用结构钢前缀符号为代表屈服强度的拼音字母“Q”,专用结构钢的前缀符号,如热轧光圆钢筋用 HPB 表示。

第二部分(必要时):钢的质量等级。用英文字母 A、B、C、D、E、F……表示。

第三部分(必要时):脱氧方式表示符号。即沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢分别以“F”、“b”、“Z”、“TZ”表示,但镇静钢、特殊镇静钢表示符号通常可以省略。

第四部分(必要时):产品用途、特性或工艺方法表示符号。锅炉和压力容器用钢用“R”表示,桥梁用钢用“Q”表示,锅炉用钢(管)用“G”表示,高性能建筑结构用钢用“GJ”表示,耐候钢用“NH”表示,保证淬透性钢用“H”表示,低焊接裂纹敏感性钢用“CF”表示。

例如,Q235AF 中,“Q”表示屈服点的字母,“235”表示钢屈服点的数值为 235MPa,“A”表示质量等级为高级优质钢,“F”表示沸腾钢。

根据需要,低合金高强度结构钢的牌号也可以采用两位阿拉伯数字(表示平均含碳量,以万分之几计)加规定的元素符号及必要时加代表产品用途、特性或工艺方法的表示符号,按顺序表示。

例如,20MnK 中,“20”表示碳含量为 0.15%~0.26%,锰含量为 1.20%~1.60%的矿用钢。

2. 优质碳素结构钢的牌号

优质碳素结构钢中含有的有害元素及非金属夹杂物比普通碳素结构钢少,所以一般用来制造重要的机械零件,使用前一般都要经过热处理来改善其力学性能。

根据国标《钢铁产品牌号表示方法》(GB/T 221—2008)中的规定,优质碳素结构钢牌号通常由五部分组成:

第一部分:以两位阿拉伯数字表示平均碳含量(以万分之几计)。

第二部分(必要时):较高含锰量的优质碳素结构钢,加锰元素符号 Mn。例

如,碳的质量分数的平均值为 0.48%~0.56%,锰的质量分数为 0.70%~1.00% 的钢,其牌号表示为“50Mn”。

第三部分(必要时):钢材冶金质量。即高级优质钢、特级优质钢分别以 A、E 表示,优质钢不用字母表示。

第四部分(必要时):脱氧方式表示符号。即沸腾钢、半镇静钢、镇静钢分别以 “F”、“b”、“Z”表示,但镇静钢表示符号通常可以省略。

第五部分(必要时):产品用途、特性或工艺方法表示符号。

部分优质碳素结构钢的牌号见表 1-1。

表 1-1 部分优质碳素结构钢牌号及其说明

序号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分	牌号示例
1	优质碳素结构钢	碳含量: 0.05%~0.11%	锰含量: 0.25%~0.50%	优质钢	沸腾钢	—	08F
2	优质碳素结构钢	碳含量: 0.47%~0.55%	锰含量: 0.50%~0.80%	高级优质钢	镇静钢	—	50A
3	优质碳素结构钢	碳含量: 0.48%~0.56%	锰含量: 0.70%~1.00%	特级优质钢	镇静钢	—	50MnE
4	保证淬透性用钢	碳含量: 0.42%~0.50%	锰含量: 0.50%~0.85%	高级优质钢	镇静钢	保证淬透性钢 表示符号“H”	45AH
5	优质碳素弹簧钢	碳含量: 0.62%~0.70%	锰含量: 0.90%~1.20%	优质钢	镇静钢	—	65Mn

3. 专用优质碳素结构钢的牌号

专用优质碳素结构钢的牌号采用两位阿拉伯数字(以万分之几计碳的质量分数的平均值)和代表产品用途、特性或工艺方法符号表示。例如,“20G”表示碳的质量分数的平均值为 0.20%的锅炉用钢(管)。“20R”表示碳的质量分数的平均值为 0.20%的压力容器用钢。“H08A”为碳的质量分数的平均值为 0.08%的高级优质焊接用钢。

四、合金的组织结构及钢的基本组织

1. 晶体和晶格

原子、分子或离子有规律地排列,凡具有这种特征的材料即为晶体。金属是由原子构成的晶体组织。为了研究方便,把空间晶体中的原子用假想的线段连接起来,这种构成晶体结构特征的最基本单元称为晶格。晶格用来描述晶体结构的类型和原子在金属的晶体组织内部排列的规律。

2. 同素异构转变

每种金属在不同的温度下,具有不同的晶格类型,这种晶格类型的转变称为