

职业技术教育机类实训系列规划教材

焊工 操作技术

HANGONG
CAOZUO JISHU

● 主 编 余承辉
参 编 杨秀霞 徐建军

 安徽科学技术出版社



职业技术教育机类实训系列规划教材

焊工 操作技术

●主 编 余承辉
参 编 杨秀霞 徐建军

 安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工操作技术/余承辉主编. —合肥:安徽科学技术出版社, 2008. 3

(职业技术教育机类实训系列规划教材)

ISBN 978-7-5337-3819-8

I. 焊… II. 余… III. 焊接-职业教育-教材
IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 013045 号

焊工操作技术

余承辉 主编

出版人: 朱智润

责任编辑: 何宗华 期源萍

封面设计: 武迪

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号
出版传媒广场, 邮编: 230071)

电话: (0551)3533330

网址: www.ahstp.net

E-mail: yougoubu@sina.com

经销: 新华书店

排版: 安徽事达科技贸易有限公司

印刷: 合肥锐达印务有限责任公司

开本: 787×1092 1/16

印张: 13

字数: 310 千

版次: 2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

定价: 26.00 元

(本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请向本社市场营销部调换)

职业技术教育实践教材丛书

编审委员会

主 任 乔德宝

委 员 (以姓氏笔画为序)

牛宝林	吕同斌	刘培玉	邵 刚
汪永华	汪业常	余承辉	杨思国
杨柳青	林春方	郭 恒	曹光跃
黄炳龙	黄 祥	黄道业	程 周

内 容 提 要

本书是根据焊工职业技能鉴定规范编写的,分三大部分共十五章。主要内容有焊接基本知识、焊接常用工量具、焊接接头与焊缝、手工电弧焊、气焊、埋弧焊、钨极氩弧焊、二氧化碳气体保护焊、碳弧气刨、等离子弧焊和切割、电渣焊、电阻焊、常用金属材料的焊接、常见焊接缺陷、焊接质量检验等。

本书可作为高等职业技术教育焊接类专业、机械制造类专业教学用书,也可作为焊工技能培训、鉴定,机械加工类实习教材,对有关工程技术人员也有一定的参考价值。

前 言

本书是根据焊工职业技能鉴定规范编写的,针对焊工的知识与技能要求,侧重焊接设备、焊接基本知识、焊接操作以及安全操作规程,内容主要包括焊接基本知识、常用焊接方法和焊接质量等。

在编写本书时,我们充分考虑到高等职业教育的特点和培养目标,突出针对性、应用性与实践性。认真分析生产管理第一线的实际需要,以提高学生的综合应用能力以及利用基本理论解决生产实际问题的能力为主旨,突出焊接方法技术的掌握与应用,以获得初步的工作技能,为以后的专业学习和工作奠定必要的实践基础。

本书以焊接专业技术教学用书和焊工技能培训及鉴定考核用书为出发点,确定了教材的使用对象,由此拟定编写的指导思想和教材特色。以必需、够用为度,以淡化理论、强化应用和加强实训为重点;仿真生产实践,构建生产平台,达到学以致用。本书除可作为高等职业技术教育焊接类专业、机械制造类专业教学用书,也可作为焊工技能培训、鉴定、机械加工类实习教材,对有关工程技术人员也有一定的参考价值。

本书分三大部分共十五章,由余承辉任主编。其中第一章~第四章、第十三章~第十五章由余承辉编写;第五章~第八章由杨秀霞编写;第九章~第十二章由徐建军编写。

由于作者的水平有限,加之时间仓促,书中难免有谬误和欠妥之处,敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 焊接基本知识

第一章 常用金属材料	1
第一节 金属材料的力学性能	1
第二节 铁碳合金及相图	4
第三节 钢的热处理	5
第四节 碳钢	7
第五节 合金钢	8
第六节 铸铁	12
第二章 焊接常用工量具	14
第一节 常用工具	14
第二节 常用量具	22
第三章 焊接接头与焊缝	26
第一节 接头形式、坡口形式和焊接位置	26
第二节 焊缝结构	27
第三节 焊缝符号表示方法	30

第二部分 焊 接 类 型

第四章 手工电弧焊	35
第一节 焊接设备及工具	35
第二节 知识与技能要求	37
第三节 手工电弧焊操作实例	42
第四节 考核标准	44
第五章 气焊	45
第一节 气焊、气割设备及工具	45
第二节 知识与技能要求	50
第三节 气焊与气割操作实例	56

第六章 埋弧焊	65
第一节 埋弧焊设备及工具	65
第二节 埋弧焊的基本知识	70
第三节 埋弧焊机的操作实例	75
第七章 钨极氩弧焊	80
第一节 钨极氩弧焊的设备及工具	80
第二节 手工钨极氩弧焊工艺参数	84
第三节 手工钨极氩弧焊操作实例	87
第八章 二氧化碳气体保护焊	94
第一节 二氧化碳气体保护焊焊接设备及辅助装置	94
第二节 二氧化碳气体保护焊知识与技能要求	97
第三节 二氧化碳气体保护焊操作实例	104
第九章 碳弧气刨	113
第一节 实训设备及工具	113
第二节 知识与技能要求	117
第三节 碳弧气刨操作实例	125
第十章 等离子弧焊和切割	127
第一节 等离子弧焊设备和工具	127
第二节 等离子弧焊知识与技能要求	133
第三节 等离子弧焊和切割操作实例	139
第四节 考核标准	142
第十一章 电渣焊	144
第一节 电渣焊设备及工具	144
第二节 电渣焊知识与技能要求	146
第三节 电渣焊操作实例	157
第四节 考核标准	159
第十二章 电阻焊	160
第一节 电阻焊设备及工具	160
第二节 电阻焊知识与技能要求	166
第三节 电阻焊操作实例	173

第三部分 焊 接 质 量

第十三章 常用金属材料的焊接	177
第一节 同种金属的焊接	177
第二节 异种金属的焊接	179

第十四章	常见焊接缺陷·····	181
第一节	焊接应力和变形·····	181
第二节	焊接缺陷·····	186
第十五章	焊接质量检验·····	191
第一节	焊接接头破坏性检验·····	191
第二节	焊接接头非破坏性检验·····	192
参考文献	·····	195

第一部分 焊接基本知识

第一章 常用金属材料

第一节 金属材料的力学性能

金属材料性能包括使用性能和工艺性能,其中使用性能最主要的是力学性能,是材料抵抗外力作用的能力。常用的力学性能有强度、硬度、塑性、韧性和疲劳强度等。

一、强度

强度是材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力,金属材料的强度可通过拉伸试验来测定。进行拉伸试验时,先将材料加工成一定形状和尺寸的标准试样。如图 1-1 所示。然后在拉伸试验机上将试样夹紧,施加缓慢增加的拉力(载荷),一直到试样被拉断为止。在此过程中,试验机能自动绘制出载荷 F 和试样变形量 ΔL 的关系曲线,此曲线叫做拉伸曲线。图 1-2 为低碳钢的拉伸曲线,图中的纵坐标是载荷 F ,横坐标是伸长量 ΔL 。由图可见,当试样由零开始受载荷到 F_e 点以前,试样只产生弹性变形;此时去掉载荷,试样能恢复原来的形状。当载荷超过 F_e 点以后,试样开始塑性变形;此时去掉载荷,试样已不能完全恢复原状,而出现一部分残留伸长。载荷消失后不能恢复的变形,称为塑性(或永久)变形。当载荷达到 F_s 点时,图上出现水平线段,这表示载荷虽然不增加,变形却继续增大,这种现象叫做屈服现象。此时若继续加大载荷,试样将发生明显变形伸长。当载荷增至 F_b 点时,试样最弱的某一部位截面开始急剧缩小,出现缩颈现象。由于试样截面缩小,载荷逐渐降低,当达到 K 点时,试样便在缩颈处拉断。

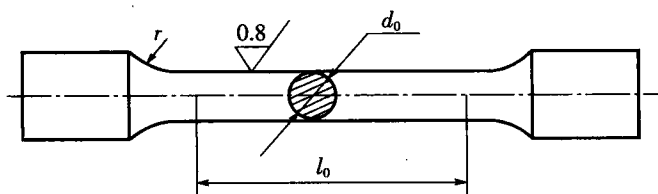


图 1-1 拉伸试验

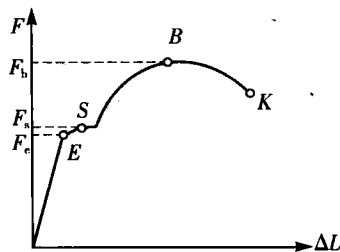


图 1-2 低碳钢拉伸曲线

(一)弹性强度

弹性强度是材料所能承受的、不产生永久变形的最大应力,用符号 σ_e (MPa)表示。

$$\sigma_e = \frac{F_e}{S_0}$$

式中 F_e ——试样不产生塑性变形的最大载荷(N);

S_0 ——试样原始截面积(mm^2)。

(二)屈服强度

屈服强度是材料开始产生明显塑性变形时的应力,用符号 σ_s (MPa)表示。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中 F_s ——试样发生屈服现象时的载荷(N);

S_0 ——试样原始截面积(mm^2)。

有些材料(如高碳钢)在拉伸曲线上没有明显的屈服现象,它的屈服点很难测定。在这种情况下,工程技术上把试样产生 0.2% 残留变形的应力值作为屈服点,又称条件屈服点,用符号 $\sigma_{0.2}$ 表示。

机械零件在工作中一般不允许发生塑性变形,所以屈服点是衡量材料强度的重要力学性能指标,是设计和选材的主要依据之一。

(三)抗拉强度

抗拉强度材料在断裂前所能承受的最大应力,用符号 σ_b (MPa)表示。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中 F_b ——试样在断裂前的最大载荷(N);

S_0 ——试样原始截面积(mm^2)。

抗拉强度反映材料最大均匀变形的抗力,是材料在拉伸条件下所能承受的最大载荷的应力值。它是设计和选材的主要依据,也是衡量材料性能的主要指标。当机械零件工作中承受的应力大于材料的抗拉强度时,零件就会产生断裂,所以 σ_b 表征材料抵抗断裂的能力。 σ_b 越大,则材料的抗断裂能力越大。零件不可能在接近 σ_b 的应力状态下工作。因为在这样大的应力下,材料已经产生了大量的塑性变形;但从保证零件不产生断裂的安全角度出发,同时考虑 σ_b 测量简便,测得的数据比较准确(特别是脆性材料),所以在许多设计中直接用 σ_b 作为设计依据,但要采用更大的安全系数。

二、硬 度

硬度是指材料表面抵抗其他更硬物体压入的能力,它反映了材料局部的塑性变形抗力。硬度愈高,材料抵抗塑性变形的抗力愈大,塑性变形愈困难。常用的硬度有布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度等。

(一)布氏硬度

布氏硬度是用布氏硬度计测定的。其原理是在一定载荷的作用下,将一定直径的淬火钢球(或硬质合金圆球)压入材料表面,并保持载荷至规定的时间后卸载;然后测得压痕的直径,根据所用载荷的大小和所得压痕面积,算出压痕表面所承受的平均应力值。这个应力值就是布氏硬度。布氏硬度用符号 HBS(或 HBW)表示。

布氏硬度值在 450 以下用淬火钢球压头,用 HBS 表示;硬度值在 450 以上(含 450)选用硬质合金钢球压头,并用 HBW 表示。

布氏硬度值在标注时,只需标注其符号和数值而不标注单位,如 200 HBS、250 HBS、400 HBS 等。

(二)洛氏硬度

洛氏硬度是以顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.588 mm 的钢球作为压头,载荷分两次施压(初载荷为 100 N)的硬度试验法。其硬度值以压痕深度 h 来衡量,洛氏硬度分为 HRA、HRB、HRC 三种级别。

(三)维氏硬度

维氏硬度用符号 HV 表示,它的测定原理基本上和布氏硬度相同,根据单位面积上所承受的载荷大小来测定硬度值;不同的是维氏硬度采用锥面夹角 136° 的金刚石四棱锥体作为压头。它适用于测量零件表面硬化层及经化学热处理的表面层(如渗碳层)的硬度。

三、塑性

塑性是反映材料在载荷(外力)作用下,产生塑性变形而不发生破坏的能力。材料塑性的好坏,用伸长率 δ 和断面收缩率 Ψ 来衡量。

(一)伸长率 δ

是指试样拉断后的伸长量与试样原长度比值的百分数,即

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

式中 L_1 ——试样拉断后的标距长度(mm);

L_0 ——试样原来的标距长度(mm)。

(二)断面收缩率 Ψ

是指试样拉断处的横截面积的收缩量与试样原横截面积之比的百分数,即

$$\Psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中 S_1 ——试样拉断处的最小横截面积(mm^2);

S_0 ——试样原横截面积(mm^2)。

材料的伸长率 δ 和断面收缩率 Ψ 的数值越大,则材料的塑性越好。由于断面收缩率比伸长率更真实地反映材料的塑性,所以用断面收缩率比伸长率更为合理。

四、韧性

材料抵抗冲击载荷的能力称为冲击韧性,可用一次冲击试验法来测定。采用 a_{ku} 来表示材料的冲击韧性。冲击韧度值是用击断试样所吸收的功除以试样缺口处的截面积表示的。

一次冲击试验测定的冲击韧度,是判断材料在大能量冲击下的性能数据,而实际工作中的零件很多只承受小能量多次冲击。对于承受多次冲击的零件,如果冲击能量低,冲击次数较多时,材料抗冲击力主要取决于材料的强度;如果冲击能量较高时,材料的抗冲击力主要取决于材料的塑性。

五、疲劳强度(疲劳极限)

某些工作零件在工作时要承受交变载荷,其应力大小、方向是呈周期性变化的,这些承受

交变载荷的零件在发生断裂时的应力远低于该材料的屈服点,这种现象叫做疲劳破坏。不论是韧性材料还是脆性材料,疲劳破坏总是发生在多次的应力循环之后,并且总是呈脆性断裂。

金属材料抗疲劳的能力用疲劳强度 σ_{-1} 来表示。疲劳强度是材料在无数次重复交变载荷的作用下不致引起断裂的最大应力。因实际上不可能进行无数次试验,故一般给各种材料规定一个应力循环基数。对钢材来说,如应力循环次数 N 达 10^7 次时仍不发生疲劳破坏,就认为不会再发生疲劳破坏,所以钢以 10^7 次为基数。有色金属和超高强度钢则常取 10^8 次为基数。

第二节 铁碳合金及相图

铁碳合金是钢和铁的统称。

一、铁碳合金的基本组织

1. 铁素体

碳溶于 α -Fe 中所形成的间隙固溶体称为铁素体,用符号 F 表示,它仍保持 α -Fe 的体心立方晶格结构。因其晶格间隙较小,所以溶碳能力很差,在 727°C 时最大 ω_c 仅为 0.0218% ,室温时降至 0.0008% 。铁素体由于溶碳量小,所以力学性能与纯铁相似,即塑性和冲击韧度较好;而强度、硬度较低。

2. 奥氏体

碳溶于 γ -Fe 中所形成的间隙固溶体称为奥氏体,用符号 A 表示,它保持 γ -Fe 的面心立方晶格结构。由于其晶格间隙较大,所以溶碳能力比铁素体强,在 727°C 时 ω_c 为 0.77% , 1148°C 时 ω_c 达到 2.11% 。奥氏体的强度、硬度不高;但具有良好塑性,是绝大多数钢进行高温压力加工的理想组织。

3. 渗碳体

渗碳体是铁和碳组成的具有复杂斜方结构的间隙化合物,用化学式 Fe_3C 表示。渗碳体中 ω_c 达到 6.69% ,硬度很高(800 HBW);塑性和韧性几乎为零。主要作为铁碳合金中的强化相存在。

4. 珠光体

珠光体是铁素体和渗碳体组成的机械混合物,用符号 P 表示。在缓慢冷却条件下,珠光体中 ω_c 为 0.77% ,力学性能介于铁素体和渗碳体之间,即强度较高,硬度适中,具有一定的塑性。

5. 莱氏体

莱氏体是 ω_c 为 4.3% 的合金,缓慢冷却到 1148°C 时,从液相中同时结晶出奥氏体和渗碳体的共晶组织,用符号 L_d 表示。冷却到 727°C 时,奥氏体将转变为珠光体,所以室温下莱氏体由珠光体和渗碳体组成,称为低温莱氏体,用符号 L'_d 表示。

二、铁碳合金相图

铁碳合金相图是在缓慢冷却的条件下,表明铁碳合金成分、温度、组织变化规律的简明图解。它也是选择材料和制定有关热加工工艺时的重要依据。

由于 $\omega_c > 6.69\%$ 时的铁碳合金脆性极大,在工业生产中没有使用价值,所以我们只研究 $\omega_c < 6.69\%$ 的部分。简化的 $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ 相图如图 1-3 所示,图中纵坐标为温度,横坐标为含碳

量的质量百分数。

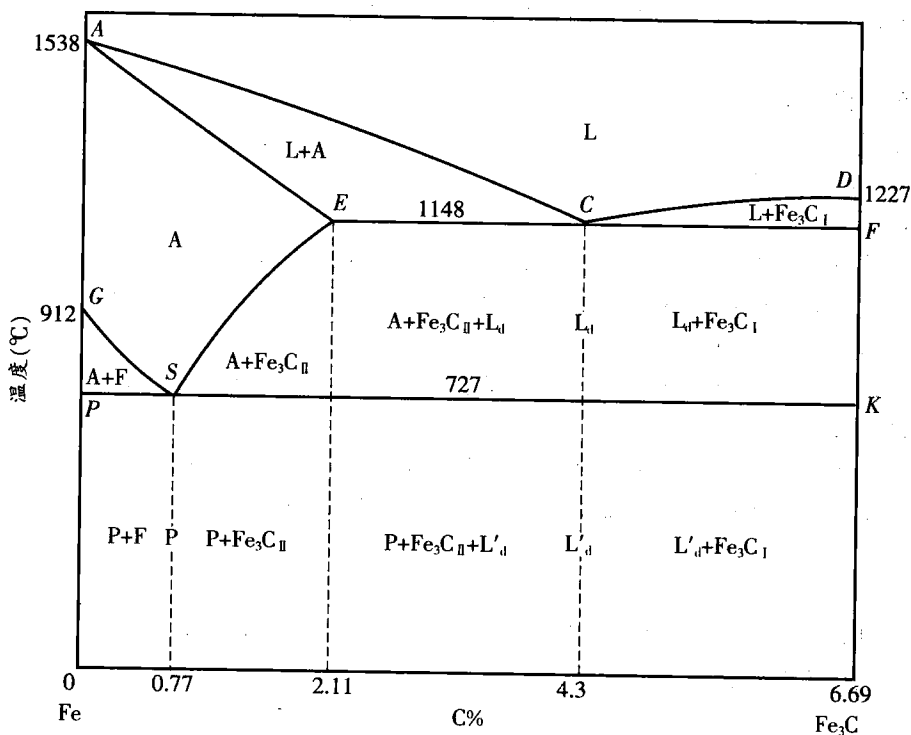


图 1-3 简化的 Fe-Fe₃C 相图

第三节 钢的热处理

钢的热处理是把固态下的钢,通过加热、保温和冷却,使其组织、结构发生变化,获得所需性能的工艺方法。热处理可以是中间工序,也可以是最终工序。

(一)退火

退火是将钢件加热至所需要的温度,保温一定时间,然后随炉或埋入导热性较差的介质中缓慢冷却,以获得接近平衡状态组织的热处理工艺。

1. 完全退火

是将铁碳合金完全奥氏体化,随之再缓慢冷却的退火工艺。其工艺过程是将钢件加热至 A_{c3} 以上 $30\sim 50^\circ\text{C}$,保温一定时间后,随炉或埋入石灰中缓慢冷却。

2. 球化退火

是使钢中碳化物球状化而进行的退火工艺。其工艺过程是将钢件加热至 A_{c1} 以上 $20\sim 30^\circ\text{C}$,保温较长时间后,缓慢冷却至 A_{r1} 以下 20°C 左右,保温一段时间,再随炉冷却至 500°C 左右出炉,空冷至室温。

3. 低温退火

即去应力退火。是为去除铸件内存在的残余应力,以及由于塑性形变加工、焊接等造成的残余应力而进行的退火。其工艺过程是将钢件加热至 A_{c1} 以下某一温度,保温一定时间后缓慢冷却。

4. 再结晶退火

是一种低温退火,其工艺过程是将钢件加热至再结晶温度以上 $150\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$,保温适当时间后空冷。

(二)正 火

正火是将钢件加热至 A_{c_3} 或 $A_{c_{cm}}$ 以上 $30\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,保温一定时间后出炉,在静止的空气中缓慢冷却的热处理工艺。

(三)淬 火

淬火是将钢件加热到 A_{c_3} 或 A_{c_1} 以上 $30\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,保温一定时间后,放在冷却介质中快速冷却的热处理工艺。淬火的目的是获得高硬度的马氏体组织,以提高钢的硬度和耐磨性,常用于各种刀具、量具、模具和滚动轴承等。

常用的淬火方法分为单介质淬火、双介质淬火、分级淬火、等温淬火四种。

(四)回 火

回火是将淬火后的钢件加热至 A_{c_1} 以下某一温度,保温一定时间后,置于空气或水中冷却的热处理工艺。回火的目的是降低脆性、减少内应力、调整硬度、提高塑性韧性、稳定工件尺寸。

1. 低温回火

淬火钢件在 $150\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的回火。回火后的组织是回火马氏体,硬度降低很少;但可以消除一定的内应力和脆性。

2. 中温回火

淬火钢件在 $250\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的回火。回火后的组织是铁素体,基体内分布着极其细小的碳化物球状颗粒的复相组织,称为回火屈氏体。其作用是能较大地消除钢的内应力,在保持一定韧性的前提下,提高钢的弹性与屈服强度。

3. 高温回火

淬火钢件在 $500\sim 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的回火。回火后的组织是铁素体,基体内分布着较细的碳化物球粒的复相组织,称为回火索氏体。其作用是能大大降低钢的内应力,获得优良的综合机械性能。

淬火+高温回火,称为调质。

(五)表面热处理

表面热处理是对工件表层进行热处理,以改变其组织和性能的热处理工艺。其主要用于某些承受交变载荷或在摩擦条件下工作的零件,以及要求表面具有高的硬度和耐磨性,而心部具有高韧性的零件。

1. 表面淬火

是仅对工件表层进行淬火的工艺。通过快速加热,使钢件的表面迅速达到淬火温度,在热量尚来不及传到中心时迅速冷却。其目的是使钢的表面层淬透到一定深度,获得高硬度的表面层和有利的残余应力分布,以提高工件的耐磨性或疲劳强度,同时仍然保持心部的韧性与塑性。

表面淬火的加热方法有电感应、火焰、电接触、浴炉加热等。

2. 化学热处理

是将钢件置于特定介质中,使其表层渗入某元素的化学热处理工艺。

化学热处理按其所渗入的元素,可分为渗碳、渗氮、碳氮共渗、渗硼、渗金属等。

第四节 碳 钢

含碳量小于 2.11% 的铁碳合金称为碳钢。实际使用的碳钢,其含碳量一般不超过 1.4%。由于碳钢容易冶炼,价格低廉,性能可以满足一般工程机械、普通机械零件、工具及日常轻工产品的使用要求,因此,碳钢在工业中得到广泛应用。我国碳钢产量约占钢总产量的 90%,所以碳钢的生产和应用在国民经济中占有重要地位。为了在生产上合理选择、正确使用各种碳钢,必须简要地了解我国碳钢的分类、编号和用途。

一、碳钢的分类

1. 按钢的用途分类

(1) 碳素结构钢:这类钢主要用于制造各类工程构件及各种机器零件。它多属于低碳钢和中碳钢。

(2) 碳素工具钢:这种钢主要用于制造各种刀具、量具和模具。这类钢含碳量较高,一般属于高碳钢。

2. 按钢的含碳量分类

(1) 低碳钢:含碳量 $\leq 0.25\%$ 的钢。

(2) 中碳钢:含碳量为 $0.25\% \sim 0.60\%$ 的钢。

(3) 高碳钢:含碳量 $\geq 0.60\%$ 的钢。

3. 按质量分类

按钢中有害杂质硫、磷含量分类。

(1) 普通钢:钢中含硫量 $\leq 0.055\%$,含磷量 $\leq 0.045\%$,或硫、磷含量均 $\leq 0.050\%$ 。

(2) 优质钢:钢中硫、磷含量均应 $\leq 0.040\%$ 。

(3) 高级优质钢:钢中含硫、磷杂质最少,含硫量 $\leq 0.030\%$,含磷量 $\leq 0.035\%$ 。

4. 根据炼钢的脱氧程度分类

分为沸腾钢、镇静钢和半镇静钢。

二、碳钢的牌号、性能和用途

(一) 碳素结构钢

这类钢对杂质及非金属夹杂物要求不高,冶炼容易,工艺性能好,价格低廉,在性能上也能满足一般工程结构及普通零件的要求,所以应用较普遍。

碳素结构钢的牌号用“Q+数字”表示。Q 为“屈”汉字拼音字首,数字表示屈服点数值。例如, Q275,表示屈服点 $\sigma_s = 275 \text{ MPa}$ 。如在牌号后面标注字母 A、B、C、D,则表示钢材含硫、磷不同。A 级,硫、磷含量最高;D 级,硫、磷含量最低。若牌号后面标注字母“F”,则为沸腾钢;标注“b”为半镇静钢;不标注“F”或“b”的为镇静钢。

(二) 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢的含硫、磷量均限制严格,在 0.04% 以下。非金属夹杂物也较少。出厂时,既要保证化学成分,又要保证力学性能。因此,塑性和韧性都比碳素结构钢为佳,主要用做机械零件及弹簧等。

根据化学成分的不同,优质碳素结构钢又分为普通含锰量钢和较高含锰量钢两类。

1. 正常含锰量的优质碳素结构钢

所谓正常含锰量,对于含碳量小于 0.25% 的优质碳素结构钢,其含锰量为 0.35%~0.65%;而对于含碳量大于 0.25% 的优质碳素结构钢,其含锰量为 0.50%~0.80%。

这类钢的牌号用两位数字表示,表示平均含碳量的万分之几。例如,钢号 20,表示平均含碳量为 0.20%;钢号 08,表示平均含碳量为 0.08%;钢号 45,表示平均含碳量为 0.45%。

2. 较高含锰量的优质碳素结构钢

所谓较高含锰量,对于含碳量为 0.15%~0.60% 的优质碳素结构钢,其含锰量为 0.70%~1.00%;而对于含碳量大于 0.60% 的优质碳素结构钢,其含锰量为 0.90%~1.2%。

这类钢的表示方法是在表示含碳量的两位数字后面附以汉字“锰”或化学元素符号“Mn”。例如,钢号 20Mn,表示平均含碳量为 0.20% 的钢;钢号 40Mn,表示平均含碳量为 0.40% 的钢。

3. 碳素工具钢

这类钢的编号原则是在“碳”或“T”字的后面附以数字来表示。数字表示钢中平均含碳量为千分之几。例如,T7、T8……T13,分别表示平均含碳量为 0.7%、0.8%……1.3%。若为高级优质碳素工具钢,则在牌号后再附以“高”或“A”字,例如,T12A 等。

这类钢热处理后具有较高的硬度和耐磨性,主要用于制造各种刀具、量具、模具和耐磨零件。这类钢随着含碳量的增加,韧性逐渐下降,因此,T7、T8 钢用于制造要求具有较高韧性的工具,如冲头、锻模、锤等;T9、T10、T11 钢用于制造要求中等韧性、高硬度的刀具。T12、T13 钢具有高的强度及耐磨性,但韧性低,可制造量具、锉刀、精车刀等。

4. 碳素铸钢

铸钢含碳量一般为 0.15%~0.60%。铸钢的熔化温度较高,在铸态时晶粒粗大,因此,铸钢件均需进行热处理。铸钢在机械制造业中,用于制造一些形状复杂、难以进行锻造或切削加工,又要求较高强度和塑性的零件。但是由于铸钢的铸造性能不佳,设备价格又昂贵,故近年来有以球墨铸铁部分代替铸钢的趋势。

铸钢的牌号前面是“ZG”二字,为“铸钢”汉语拼音字首。后面的第一组数表示屈服点,第二组数表示抗拉强度。例如,ZG200-400,200 表示屈服强度为 200 MPa,400 表示抗拉强度为 400 MPa;该铸钢有良好塑性、韧性和焊接性,适用于受力不大、要求有一定韧性的各种机械零件,如机座、变速箱壳等。ZG340-640 有较高的强度、硬度和耐磨性,焊接性较差,用来做齿轮。ZG270-500 的强度较高且韧性、铸造性、焊接性、切削加工性好,用途广泛,常用做轧钢机架、轴承座、连杆、缸体等。

第五节 合金钢

合金钢是用于制造机器零件和工程构件的重要材料,常用的有合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢。合金钢的牌号是以钢的含碳量、合金元素的种类和含量来表示的。例如,60Si2Mn 表示平均含碳量为 0.6%,含硅量为 2%,含锰量小于 1.5%(合金元素的平均含量小于 1.5%时,牌号中仅标明元素,一般不标明含量)。