

焊工

技能培训与鉴定考试用书

(中级)

主编 周 峥 张安刚 李士凯



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

焊工

技能培训与鉴定考试用书

【中国】

主编 周 强 任建刚 任小强



中国劳动社会保障出版社
China Labor & Social Security Press



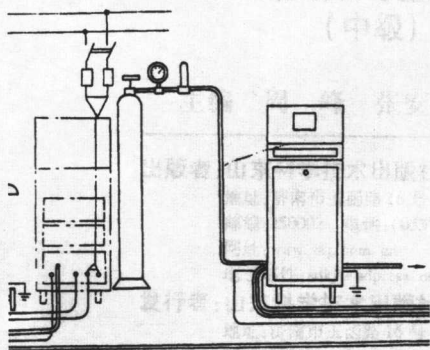
焊工

技能培训与鉴定考试用书

HANGONG JINENGPEIXUN
YU JIANDINGKAOSHI YONGSHU

(中级)

主 编 周 峰 张安刚 李士凯



图书在版编目 (CIP) 数据

焊工技能培训与鉴定考试用书: 中级/周峥, 张安刚,
李士凯主编—济南: 山东科学技术出版社, 2006
ISBN 7-5331-4552-6

I. 焊... II. ①周... ②张... ③李... III. 焊接—职业
技能鉴定—自学参考资料 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 115359 号

焊工技能培训与鉴定考试用书 (中级)

主编 周 峰 张安刚 李士凯

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 山东华鑫天成印刷有限公司

地址: 潍坊市经济技术开发区

邮编: 261031 电话: (0536) 2250617

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 11.5

版次: 2006 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4552-6

TG · 43

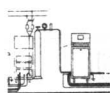
定价: 18.00 元

编委主任 刘同森

编委副主任 温希忠 潘国平 赵中波

编委委员 王磊 张志远 刘峰善

郭增



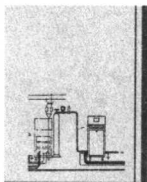
焊工技能培训与鉴定考试用书(中级)编者

主 编 周 峥 张安刚 李士凯

编审专家 (以姓氏笔画排列)

王洪琳 许援朝 郭 泰

主 审 刘同森



前 言

技术工人是工厂企业中的技能人才,是生产第一线的一支重要力量,他们对提高产品的质量和市场竞争力起着非常重要的作用。近年来国家大力提倡发展职业技能教育,为技工开展职业培训鉴定工作,对于提高劳动者素质,增强劳动就业能力,推动企业生产技术进步有着积极的促进作用。

为适应经济发展和技术进步的客观需要,进一步推广职业资格证书制度,推动职业培训教学改革,提高培训质量,加快技能人才的培养,我们编写了这套职业技能培训鉴定教材。

本书根据《焊工国家职业标准》中级焊工要求编写的。在编写过程中,内容紧扣《标准》中的理论知识和技能要求,并将两者融在一起,突出了理论与知识相结合的特点,使读者更容易接受,以提高培训质量。在附录中有中级电焊工试题,包括理论和技能两部分,帮助读者既能学到知识,又可从容应对职业技能鉴定考试。

本书作为中级电焊工的职业技能培训教材,适用于参加技能鉴定的人员自学使用,也可供焊接专业技校师生、从事焊接工作的工程技术人员阅读。

由于时间仓促,编者水平有限,错误和疏漏在所难免,欢迎提出宝贵意见和建议。

编者

第3章 焊接电弧及焊接冶金

第4章 常用焊接材料的选用

第5章 焊接工艺及设备

第6章 焊接缺陷及防止措施

第7章 焊接安全与防护

第8章 焊接生产组织管理

第9章 焊接新技术

第10章 焊接材料

第11章 焊接设备

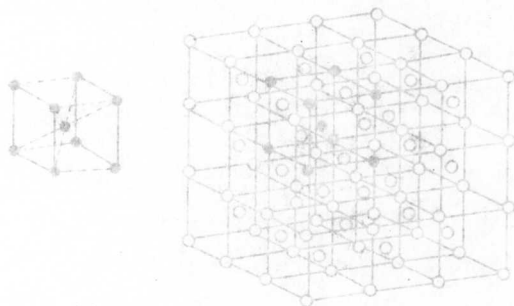
目 录

第一章 金属学及热处理	(1)
第一节 金属的结构	(1)
第二节 二元合金和铁碳合金相图	(5)
第三节 钢的热处理基本理论	(13)
第二章 焊工电工基础	(20)
第一节 直流电路	(20)
第二节 磁与电磁	(26)
第三节 变压器	(30)
第四节 交流电路	(33)
第五节 交流电路功率因数	(36)
第三章 焊接电弧及焊接冶金	(39)
第一节 焊接电弧及其静特性	(39)
第二节 焊丝的熔化及熔滴过渡	(42)
第三节 焊接冶金知识	(45)
第四节 焊接接头的组织和性能	(50)
第四章 常用焊接材料的选用	(54)
第一节 焊条的选择和使用	(54)
第二节 焊剂的选择和使用	(61)
第三节 保护气体的选择和使用	(66)
第四节 焊丝的选择和使用	(69)
第五章 焊接工艺及设备	(72)
第一节 气体保护焊的工艺及设备	(72)
第二节 等离子弧焊接和切割的工艺及设备	(81)
第三节 电渣焊的工艺及设备	(85)



第六章 常用焊接方法技能操作	(89)
第一节 手工电弧焊的技能操作	(89)
第二节 埋弧焊的技能操作	(96)
第三节 钨极氩弧焊的技能操作	(98)
第四节 二氧化碳气体保护焊的技能操作	(100)
第七章 常用金属材料的焊接知识	(104)
第一节 金属材料的焊接性及其评价	(104)
第二节 低合金结构钢的焊接	(105)
第三节 珠光体耐热钢的焊接	(110)
第四节 奥氏体不锈钢的焊接	(115)
第五节 铁素体不锈钢与马氏体不锈钢的焊接	(120)
第八章 焊接应力和焊接变形	(124)
第一节 焊接应力和变形产生的原因及形式	(124)
第二节 焊接残余变形的控制和矫正	(128)
第三节 减少和消除焊接残余应力的工艺措施和方法	(131)
第九章 焊接缺陷分析与检验	(134)
第一节 焊接缺陷的产生原因及防止	(134)
第二节 焊接检验	(143)
附 录	(151)
附录一 中级焊工国家职业标准	(151)
附录二 中级电焊工理论知识模拟试卷答案	(154)
附录三 中级电焊工技能模拟试卷	(168)
附录四 中级电焊工理论知识模拟试卷答案	(173)
参考文献	(175)

晶体是将元素原子按一定规律排列而成的。图 1-1 所示。



第一章 金属学及热处理

图 1-1 晶体结构示意图

晶体是将元素原子按一定规律排列而成的。图 1-1 所示。

晶体是将元素原子按一定规律排列而成的。图 1-1 所示。

培训重点和要求

1. 熟悉金属晶体结构的概念和晶格类型,了解晶体结构的缺陷。
2. 熟悉金属的结晶过程、合金的基本概念,了解同素异构转变及合金组织。
3. 掌握铁碳合金的基本组织,熟悉铁碳合金相图的相关概念及应用。
4. 掌握钢热处理的基本理论,了解热处理的作用、钢在加热和冷却时的组织转变。

第一节 金属的结构

一、金属的晶体结构

1. 晶体结构的基本概念

金属在固态下通常都是晶体,故研究金属首先就应从晶体结构开始。为此,我们需要先介绍一些有关晶体的基本概念。

晶体内部原子是按一定的几何规律排列的。为便于理解,把原子看成是一个小球,金属晶体就是由这些小球有规律的堆积而成的物体,如图 1-1 所示。

为了形象的表示晶体中原子排列的规律,可以将原子简化成一个几何质点,用假想的线将这些点连接起来,构成有明显规律性的空间格架。这种表示原子在晶体中排列规律的空间格架称为晶格,如图 1-2(a)所示。显然,由于晶体中原子重复排列的规律性,我们可从其晶格中确定一个最基本的几何单元来表达其排列形式的特征,如图

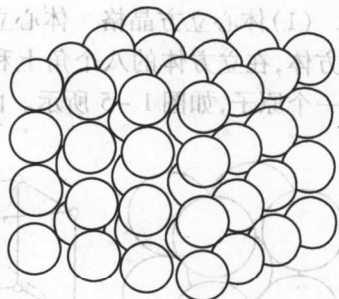


图 1-1 晶体内部原子排列示意图



1-2(b)所示。这种能够完整地反映晶格特征的最小几何单元称为晶胞。

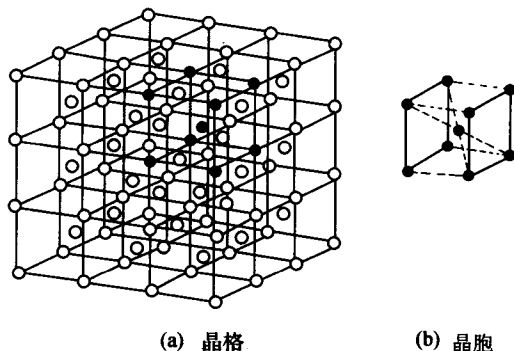


图 1-2 晶格和晶胞示意图

在晶体中由一系列原子组成的平面,称为晶面。图 1-3 所示为简单立方晶格的一些晶面。通过两个或两个以上原子中心的直线,可代表晶格空间排列的一定方向,称为晶

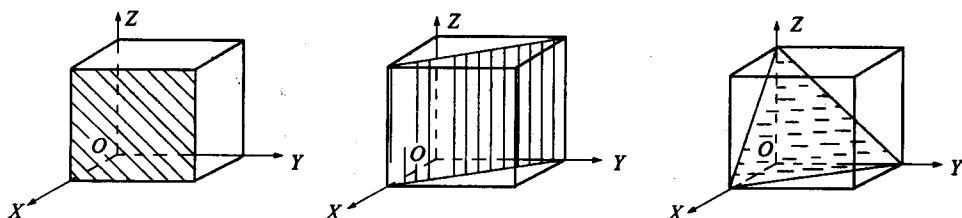


图 1-3 立方晶格中的一些晶面

向,如图 1-4 所示。由于在同一晶格的不同晶面和晶向上原子排列的疏密程度不同,因此原子结合力也就不同,从而在不同的晶面和晶向上显示出不同的性能,这就是晶体具有各向异性的原因。

根据晶体晶胞中原子小球堆砌规律不同,金属的晶格类型可以划分为若干种,但绝大多数(占 85%)金属属于以下三种晶格:

(1)体心立方晶格 体心立方晶格的晶胞是一个立方体,在立方体的八个角上和立方体的体积中心各有一个原子,如图 1-5 所示。由图可见,这种晶胞在其立方体对角线方向上的原子是彼此紧密相接触排列着的。

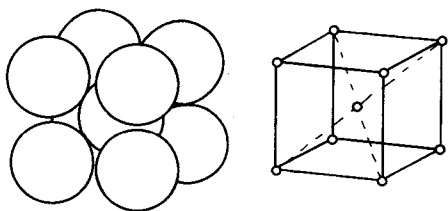


图 1-5 体心立方晶胞

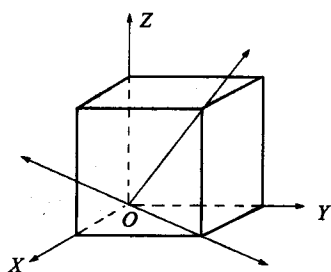


图 1-4 立方晶格中的几个晶向

属于这种晶格类型的金属有铁(α -Fe)、铬(Cr)、钼(Mo)、钨(W)、钒(V)等。

(2)面心立方晶格 面心立方晶格的晶胞也是一个立方体,原子位于立方体的八个角上和立方体六个面的中心,如图 1-6 所示。在这种晶胞中,是在每个面的对角线上

各原子彼此相互接触。属于这种晶格类型的金属有铝(Al)、铜(Cu)、铅(Pb)、镍(Ni)及铁(γ -Fe)等。

(3)密排六方晶格 密排六方晶格的晶胞是一个正六棱体,晶格中原子排列特征是在正六棱体的上下两个面的六个顶角和面心位置各有一个原子,除此之外,在正六棱柱体的内部还有三个原子,如图1-7所示。属于这种晶格类型的金属有镁(Mg)、铍(Be)、镉(Cd)及锌(Zn)等。

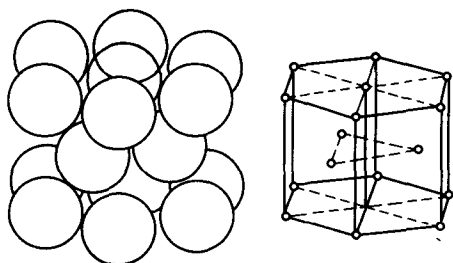


图1-7 密排六方晶胞

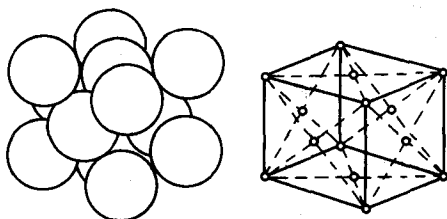


图1-6 面心立方晶胞

2. 金属的实际晶体结构

在实际金属内部,结构上多是多晶体,而且晶体内部还存在着大量的各种各样的晶格缺陷。这些晶格缺陷按其几何特征可分为以下三种:

(1)点缺陷 最常见的点缺陷是空位、间隙原子和置代原子。如果晶格上应该有原子的地方而没有原子,在那里就会出现“空洞”,这种原子堆积上的缺陷称为空位;在晶格的某些空隙处出现多余的原子或挤入外来原子的缺陷称为间隙原子;异类原子占据晶格的结点位置的缺陷称为置代原子。图1-8为空位、间隙原子和置代原子的示意图。由于这些点缺陷的存在,会引起附近晶格的畸变。

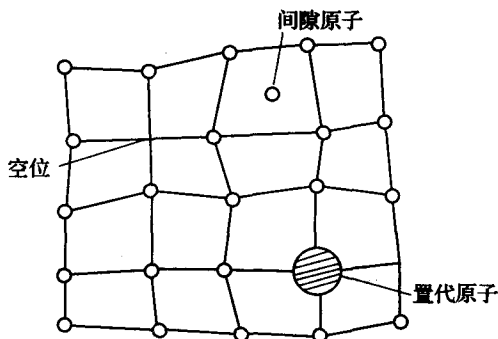


图1-8 空位、间隙原子和置代原子示意图

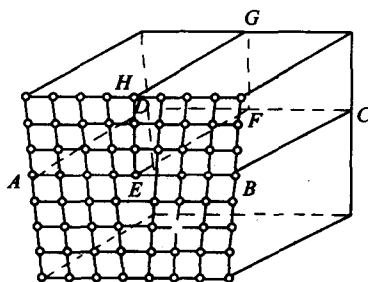


图1-9 刃型位错示意图

(2)线缺陷 线缺陷即是晶格中的各种位错。所谓位错是指晶体中一部分晶体相对另一部分晶体发生了一列或若干列原子有规律的错排现象。位错的基本类型有两种,即刃型位错和螺型位错。图1-9为刃型位错。由图可见,在这个晶体的某一水平面(AB-CD)的上方,多出一个原子面(EFGH),它中断于ABCD面上的EF处,这个原子面如同刀刃一样插入晶体,故称刃型位错。在位错的附近区域,晶格发生了畸变。位错的特点之一



是很容易在晶体中移动,故一般金属中含有位错,易于塑性变形,强度较低。但金属晶体中的位错往往大量存在,位错之间相互作用和制约,因此金属的强度也可以提高。

(3)面缺陷 面缺陷主要指晶界和亚晶界。实际金属为多晶体,是由大量外形不规则的晶粒组成的。晶粒彼此之间的位向不同,晶界处的原子排列同时受到其两侧晶粒不同位向的综合影响,所以晶界处原子排列是不规则的,是从一种取向过渡到另一种取向的过渡状态。如图 1-10 所示。由于晶界、亚晶界处原子排列不规则,使晶界较晶内具有更高的能量,因此使得晶界、亚晶界处具有许多特殊性能。例如晶界对位错运动起阻碍作用,使金属的强度、硬度升高,这是晶界的主要特征之一。晶粒越细小,晶界亦越多,则金属的强度和硬度亦越高。

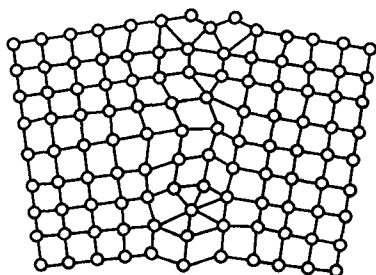


图 1-10 晶界的过渡结构示意图

二、纯金属的结晶

1. 结晶的基本概念

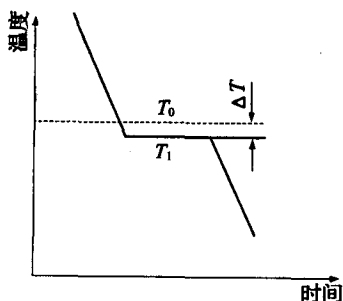


图 1-11 纯金属结晶时的冷却曲线

一切物质从液态到固态的转变过程统称为“凝固”,如果通过凝固能形成晶体结构,则可称为“结晶”。通过实验,测得纯金属在结晶时的温度-时间曲线称为冷却曲线。绝大多数纯金属的冷却曲线如图 1-11 所示。图中 T_0 为纯金属的熔点,又称理论结晶温度, T_1 为实际结晶温度。从图中可以看出,纯金属的结晶是在恒温下完成的。实验表明,纯金属的实际结晶温度 T_1 总是低于理论结晶温度 T_0 ,这种现象称为过冷现象。 T_1 与 T_0 之间的差值 ΔT 为过冷度,即 $\Delta T = T_0 - T_1$ 。过冷度的大小与冷却速度有关,液体冷却速度越快,实际结晶温度越低, ΔT 越大。

2. 纯金属的结晶过程

液态金属的结晶是在一定过冷度条件下,从液体中首先形成一些微小而稳定的小晶体,然后以它为核心逐渐长大,这种作为结晶核心的微小晶体称为晶核。在晶核长大的同时,液体中又不断产生新的晶核并不断长大,直到它们互相接触,液体完全消失为止。因此,结晶过程是由形核和长大两个密切联系的基本过程来实现的。

3. 晶粒大小对金属力学性能的影响

一般地说,晶粒越细,金属的晶界面积越大,变形抗力越大,金属的强度越高;同时,晶粒越细,金属的塑性越好,原因是变形时同样的变形量分散在更多的晶粒中发生,产生较均匀的变形,不致造成局部的应力集中,引起裂纹的过早产生和发展。因此,细化晶粒是同时提高金属强度及塑性的有效途径。而细化晶粒的根本途径是控制形核率及长大速度。具体的方法是:增加过冷度、变质处理和振动处理。

三、金属的同素异构转变

金属在固态下,随温度的改变由一种晶格转变为另一种晶格的现象称为同素异构转变。同一种金属的不同晶体结构的晶体,称为该金属的同素异晶体。纯铁具有同素异构转变,可以形成体心立方和面心立方两种晶格的同素异晶体。图 1-12 为纯铁的冷却曲线。由图中可以看出,液态纯铁在 1538℃ 进行结晶,得到具有体心立方晶格的 δ -Fe,继续冷却到 1394℃ 时会发生同素异构转变, δ -Fe 转变为面心立方晶格的 γ -Fe,再冷却到 912℃ 时又会发生同素异构转变, γ -Fe 转变为体心立方晶格的 α -Fe,继续冷却到室温,晶格类型不再发生转变, δ -Fe、 γ -Fe、 α -Fe 均是纯铁的同素异晶体。

由于纯铁具有这种同素异构转变,因而才有可能对钢进行各种热处理,以改变其组织和性能。但同素异构转变时均伴随体积变化,产生较大内应力,如 γ -Fe 转变为 α -Fe 时,铁的面积会膨胀 1%,这可引起钢热处理时产生应力,严重时导致工件变形和开裂。

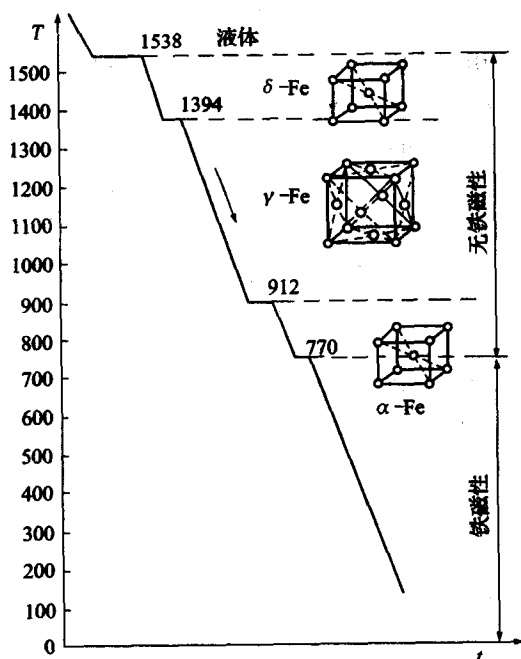


图 1-12 纯铁的冷却曲线

第二节 二元合金和铁碳合金相图

一、合金的基本概念

纯金属虽然得到一定的应用,但其力学性能较差,而且价格较高,种类有限,在使用上受到很大限制。在工业生产中使用的金属材料大多以合金为主。合金是一种金属元素与其他金属元素或非金属元素通过熔炼或其他方法结合在一起所形成具有金属特性的物质。例如普通黄铜是由铜和锌两种金属元素组成的合金,锌的加入可以显著改变铜的结构、组织和性能。与组成合金的纯金属相比,合金不仅在强度、硬度、耐磨性等力学性能方面比纯金属高许多,而且在电、磁、化学稳定性等物理、化学性能方面也可以与纯金属相媲美或者更好。因此,同纯金属相比,合金材料的应用要广泛的多。

组成合金的最基本的独立物质称为组元。组元可以是金属元素、非金属元素,也可以是稳定化合物,如铁碳合金主要组元是铁元素和碳元素。由两个组元组成的合金称为二元合金,由三个组元组成的合金称为三元合金,三个以上组元组成的合金称为多元合金。在合金中,凡成分相同、结构相同并以界面相互分开的各个均匀的组成部分,称为相。固



态纯金属是一个相,而合金则可能是几个相。一般常把固态下的相统称为固相,而液态下的相称为液相。在一定条件下一种相可以变为另一种相,叫做相变。例如金属的结晶,是液相变为固相的相变,金属在固态下的同素异构转变,是一种固态相变。由于形成条件不同,各相可以以不同数量、形状、大小和分布方式组合,构成了我们在显微镜下观察到的不同组织。合金的性能由其组织来决定,在研究合金的组织与性能之前,必须先了解合金组织中的相结构。

根据合金中各组元之间结合方式不同,固态合金中的相结构可分为固溶体和金属化合物两大类。

固溶体是一种组元的原子溶入另一组元的晶格中所形成的均匀固相。溶入的元素称为溶质,而基体元素称为溶剂,固溶体仍保持溶剂的晶格类型。因此,固溶体也可以定义为溶质原子溶到溶剂的晶格中,仍然保持溶剂晶格特征的均匀固相。根据溶质原子在溶剂晶格中所占位置不同,固溶体可分为间隙固溶体和置换固溶体两类。由于溶质原子的溶入,会引起固溶体晶格发生畸变,使合金的强度、硬度提高,塑性、韧性有所下降,这种通过溶入原子,使合金强度、硬度提高的方法称为固溶强化。固溶强化是提高材料力学性能的重要途径之一。

合金组元间发生相互作用而形成一种具有金属特性的物质称为金属化合物。金属化合物的组成一般可用化学式来表示。金属化合物的晶格类型不同于任一组元,一般具有复杂的晶格结构。其性能特点是熔点高、硬度高、脆性大。当合金中出现金属化合物时,通常能提高合金的硬度和耐磨性,但塑性和韧性会降低。金属化合物是许多合金的重要组成部分。

根据组成合金成分不同,合金的组织组成可能出现以下几种状况:由单相的固溶体晶粒组成;由单相的金属化合物晶粒组成;由两种固溶体的混合物组成;由固溶体和金属化合物混合而成。

在合金组织的组成相中,固溶体强度、硬度较低,塑性、韧性较好;金属化合物硬度高、脆性大。两种以上固溶体及金属化合物组成的多相合金组织中,各组成相的相对数量、尺寸、形状和分布不同,形成的组织形态及合金性能便不同。

二、铁碳合金相图

在生产中,钢铁材料是现代工业中应用最为广泛的合金。钢铁的主要成分是铁和碳的合金,而以铁和碳两组元组成的铁碳合金相图是研究钢和铸铁的成分、组织和性能的重要工具。铁碳合金相图是表示在缓慢冷却(或缓慢加热)的条件下,不同成分铁碳合金的状态或组织随温度变化的图形。由于含碳量高于6.69%的铁碳合金脆性极大,无使用价值,通常研究的铁碳合金的含碳量小于6.69%,因此,研究铁碳合金相图实际上是研究 $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ 相图。

1. 铁碳合金的基本相和基本组织

(1) 铁素体(F) 碳溶解在 $\alpha-\text{Fe}$ 中形成的间隙固溶体称为铁素体,用符号F来表示,其晶胞如图1-13所示。在727℃时, $\alpha-\text{Fe}$ 中最大溶碳量仅为0.0218%,随着温度的降低, $\alpha-\text{Fe}$

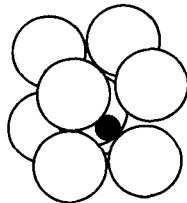


图1-13 铁素体的晶胞示意图



中的溶碳量逐渐减小,在室温时碳的溶解度几乎等于零。由于铁素体的含碳量低,所以铁素体的性能与纯铁相似,即具有良好的塑性和韧性,但强度和硬度较低。温度在 770°C 以下,铁素体具有铁磁性,温度高于 770°C 后,则失去铁磁性。

(2) 奥氏体(A) 碳溶解在 $\gamma\text{-Fe}$ 中形成的间隙固溶体称为奥氏体,常用符号 A 来表示。图 1-14 为奥氏体的晶胞示意图。由于 $\gamma\text{-Fe}$ 是面心立方晶格,晶格的间隙较大,故奥氏体的溶碳能力较强。在 1148°C 时溶碳量可达 2.11%,随着温度的下降,溶碳量逐渐减小,在 727°C 时溶碳量为 0.77%。奥氏体为非铁磁性相。

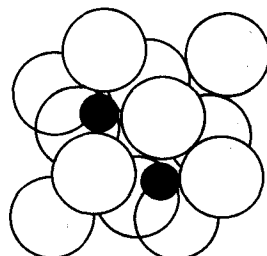


图 1-14 奥氏体的晶胞示意图

奥氏体的强度和硬度不高,但具有良好的塑性,是绝大多数钢在高温进行锻造和轧制时所要求的组织。其晶粒与铁素体相似,也是多边形,但晶界较平直,并且晶粒内常有孪晶出现。

(3) 渗碳体(Fe_3C) 渗碳体是含碳量为 6.69% 的铁和碳的金属化合物,其化学式为 Fe_3C 。渗碳体具有复杂的斜方晶体结构,与铁和碳的晶体结构完全不同。其硬度很高,塑性很差,伸长率和冲击韧度几乎为零,是一个硬而脆的组织。在钢中渗碳体以不同形态和大小的晶体出现于组织中,是钢中的主要强化相,它的数量、形状、大小及分布对铁碳合金的性能有很大影响。

渗碳体不被硝酸酒精溶液腐蚀,在显微镜下呈白亮色,在苦味酸钠腐蚀下被染成黑色。渗碳体不发生同素异构转变,但有磁性转变。

渗碳体在适当条件下(如高温长期停留或缓慢冷却)能分解成铁和石墨,这对铸铁具有重要意义。

(4) 珠光体(P) 珠光体是铁素体和渗碳体的机械混合物,用符号 P 表示。它是渗碳体和铁素体片层相间、交替排列形成的混合物。在缓慢冷却条件下,珠光体的含碳量为 0.77%。由于珠光体是由硬的渗碳体和软的铁素体组成的混合物,所以其力学性能取决于铁素体和渗碳体的性能。大体上是两者性能的平均值,故珠光体的强度较高,硬度适中,具有一定的塑性。

(5) 莱氏体(L_d 及 L'_d) 莱氏体(也称高温莱氏体)是奥氏体和渗碳体的混合物,用符号 L_d 表示。莱氏体的含碳量为 4.3%,当含碳量为 4.3% 的液态铁碳合金温度降低到 1148°C 时发生共晶转变,由液体同时结晶出奥氏体和渗碳体的混合物,即莱氏体。随着温度的继续降低,当到 727°C 时,奥氏体转变成珠光体,渗碳体不变。因此,在室温时得到的是珠光体和渗碳体的混合物,这种混合物叫低温莱氏体,用符号 L'_d 来表示。莱氏体的力学性能和渗碳体相似,硬度很高,塑性很差。

上述五种基本组织中,铁素体、奥氏体和渗碳体都是单相组织,称为铁碳合金的基本相;珠光体、莱氏体则是由基本相混合组成的多相组织。表 1—1 是铁碳合金基本组织的力学性能。



表 1-1

铁碳合金基本组织的力学性能

组织名称	符号	含碳量 / %	力学性能		
			σ_b / MPa	δ / %	HBS (HBW)
铁素体	F	0.0008 ~ 0.0218	180 ~ 280	30 ~ 50	50 ~ 80
奥氏体	A	0.77 ~ 2.11	-	40 ~ 60	120 ~ 220
渗碳体	Fe_3C	6.69	30	0	~ 800
珠光体	P	0.77	800	20 ~ 35	180
莱氏体	$L'_d (L_d)$	4.30		0	> 700

2. Fe—Fe₃C 相图分析

(1) 铁碳合金相图的组成 在铁碳合金中, 铁和碳可以形成一系列的化合物, 如 Fe_3C 、 Fe_2C 、 FeC 等, 如图 1-15 所示。而工业用铁碳合金的含碳量一般不超过 5%。因此, 我们研究的铁碳合金只限于 Fe— Fe_3C ($C \leq 6.69\%$) 范围内 (见图 1-15 阴影线部分)。故铁碳合金相图也可以认为是 Fe— Fe_3C 相图。

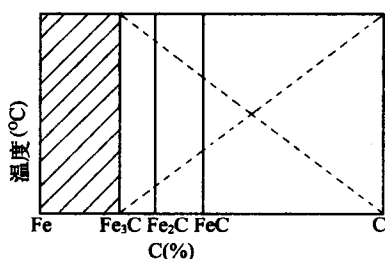


图 1-15 Fe—Fe₃C 相图的组成

如图 1-16 是 Fe—Fe₃C 相图。

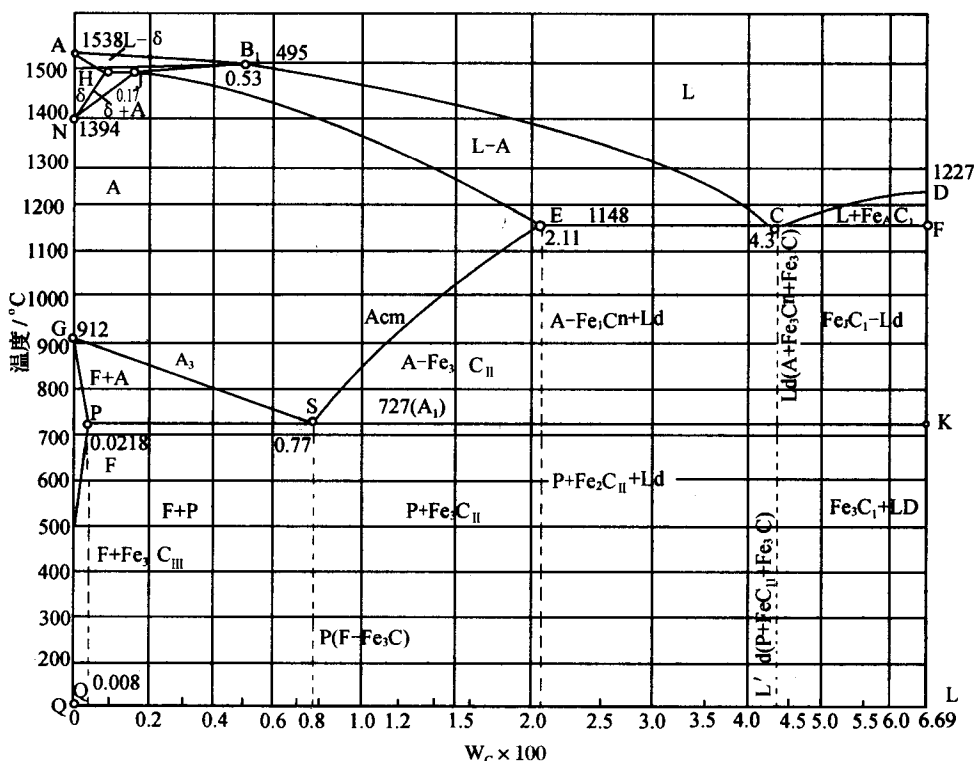


图 1-16 Fe—Fe₃C 相图

图中纵坐标为温度,横坐标为含碳量的质量百分数。为了便于掌握和分析 Fe - Fe₃C 相图,将相图上实际意义不大的左上角部分(液相向 δ - Fe 及 δ - Fe 向 γ - Fe 转变部分)予以省略。经简化后的 Fe - Fe₃C 相图如图 1 - 17 所示。

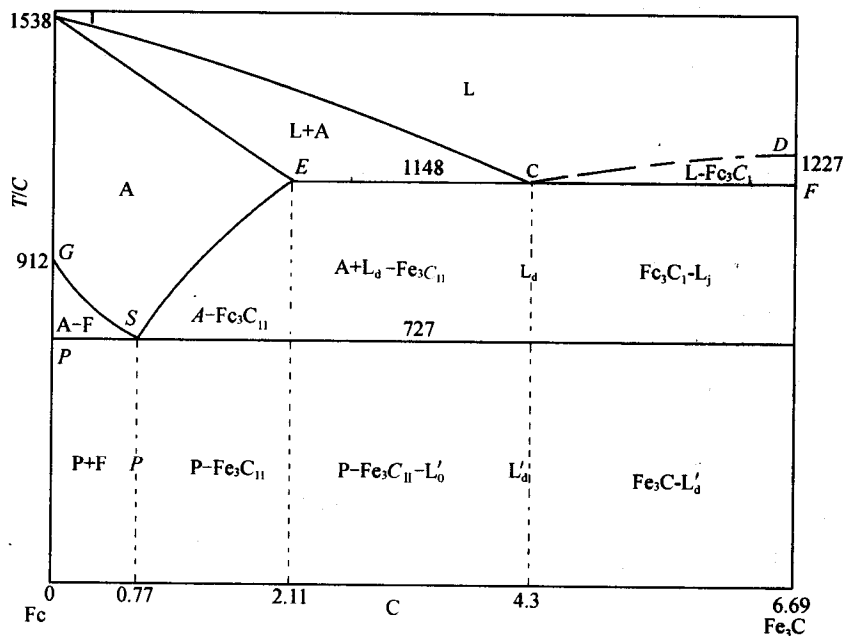


图 1 - 17 简化的 Fe - Fe₃C 相图

(2) Fe - Fe₃C 相图中主要点、线的含义

Fe - Fe₃C 相图中几个主要特性点的温度、含碳量及其物理含义见表 1 - 2。

表 1 - 2 Fe - Fe₃C 相图中的几个特性点

点的符号	温度(℃)	含碳量(%)	含 义
A	1538	0	纯铁的熔点
C	1148	4.3	共晶点, $L_c \rightleftharpoons A + Fe_3C$
D	1227	6.69	渗碳体的熔点(计算值)
E	1148	2.11	碳在 γ - Fe 中最大溶解度点
G	912	0	纯铁的同素异构转变点 $\alpha - Fe \rightleftharpoons \gamma - Fe$
S	727	0.77	共析点 $As \rightleftharpoons F + Fe_3C$
P	727	0.0218	碳在 α - Fe 中的最大溶解度

Fe - Fe₃C 相图的特性线及含义见表 1 - 3。

表 1 - 3 Fe - Fe₃C 相图的特性线及含义

特性线	含 义
ACD	液相线
AECF	固相线