

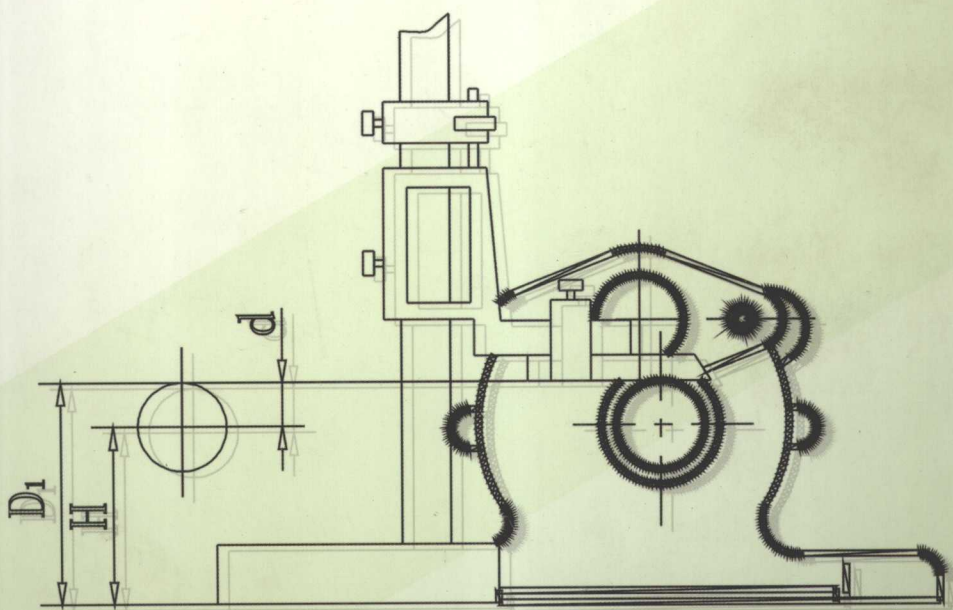


21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

21 SHI JI PU TONG GAO DENG ZHI YE JIAO YU JI XIE DIAN ZI XI LIE GUI HUA JIAO CAI

机械制造基础

主编 万文龙 邵永录



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

JIXIE ZHIZHAO JICHU

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

机械制造基础

主 编 万文龙 邵永录
副主编 李汉平 葛乐清
编 委 万文龙 孙春霞 李汉平
邵永录 姚 群 葛乐清

(编委排名以姓氏笔画为序)



NLIC2970432840



同济大学出版社

TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书内容涵盖了金属材料与热加工、金属切削原理、金属切削加工、互换性与技术测量等课程的教学内容。本书在结构上由七个项目组成,项目内设模块;在内容上,以岗位(群)需求和职业能力为核心,以工作任务为中心,以技术实践知识为焦点,以技术理论知识为背景,以拓展知识为延伸,形成了富有新意、别具一格的内容体系。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院数控技术及应用专业及相关专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人员的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/万文龙,邵永录主编. —上海:同济大学出版社,2009.4

ISBN 978-7-5608-3973-8

I. 机… II. ①万…②邵… III. 机械制造—高等学校:技术学校—教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 028202 号

机械制造基础

主 编 万文龙 邵永录

责任编辑 缪临平

责任校对

徐春莲

封面设计 晨 宇

潘向葵

出版发行 同济大学出版社

www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟大宏印刷有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 12.75

印 数 1—5100

字 数 318 000

版 次 2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-3973-8

定 价 19.80 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

版权所有

侵权必究

21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材 编审委员会(第一批)

暨“普通高等职业教育机电专业 课程改革研究专家委员会”

总策划

张平官 宋 谨

总顾问/编委会主任

程大章(教育部高等学校高职高专机电设备技术类专业教学指导委员会委员)

编委会副主任(姓氏笔画为序)

马 彪 陈健巍 刘 骋 许立太 郭庆梁 艾小玲 耿海珍 康 力
张琳琳 张国庆 何克祥 万文龙 邵永录 董 霞 孙振强

编委会委员(姓氏笔画为序)

王文魁 牛 鑫 王 华 葛东霞 纪利琴 周 华 李代席 董 勇
马红奎 余佑财 张智芳 葛广军 汤银忠 刁统山 李虹飞 王晓华
孙玉峰 卜祥安 孙玉芹 梁 健 薛颖操 贾 磊 姜 凌 江 华
张爱华 金 莹 郭佳俊 李景龙 窦 涛 石 玉 尚庆宝 江桂荣
吉 庆 许西惠 吴承恩 滕旭东 姜 芳 童宏永 项 东 李汉平
葛乐清 孙春霞 姚 群 王宜君 王宏元 黄仕彪 胡才万 李艳菲

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材 参编院校名录(第一批)

武汉职业技术学院(国家示范性高职院校)

兰州石化职业技术学院(国家示范性高职院校)

吉林工业职业技术学院(国家示范性高职院校)

大庆职业学院(国家示范性高职院校)

徐州建筑职业技术学院(国家示范性高职院校)

永州职业技术学院(国家示范性高职院校)

河南职业技术学院(国家示范性高职院校)

陕西工业职业技术学院(国家示范性高职院校)

常州机电职业技术学院(中国机械工业教育协会高职中专分会理事单位)

南京铁道职业技术学院(中国职教学会轨道交通专委会高职教育研究会理事单位)

台州职业技术学院

济南职业学院

辽宁信息职业技术学院

江西工程职业学院

德州科技职业学院

盐城纺织职业技术学院

贵州电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

山东胜利职业学院

咸宁职业技术学院

广州现代信息工程职业技术学院

贵州航天职业技术学院

济南工程职业技术学院

青岛滨海学院

抚顺职业技术学院

辽宁石油化工大学职业技术学院

连云港职业技术学院

商丘科技职业学院

咸阳职业技术学院

浙江工商职业技术学院

重庆城市职业学院

郑州工业安全职业学院

安徽新华学院

黑龙江工商职业技术学院

河南城建学院(原平顶山工学院)

永城职业学院

重庆交通科技职业学院

前 言

《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件指出,“要积极推行与生产劳动和社会实践相结合的学习模式,把工学结合作为高等职业教育人才培养模式改革的重要切入点,带动专业调整与建设,引导课程设置、教学内容和教学方法改革”。编者所在的学院进行了数年项目课程教学改革与探索,积累不少经验。在此基础上我们编写了此教材。

我们从机械制造类专业典型岗位工作任务分析着手,通过从事岗位工作分析得出所必须的知识与能力,构建了以生产工作任务为中心,以完成任务所应具备的知识和能力来重构课程内容体系。

教材围绕零件加工工作任务为中心,按实际生产的工艺顺序来编排教学内容,教材编写打破了传统的理论递进编写体系,直接以实际的生产任务为出发点和落脚点,学科体系的相对不完整性与满足职业岗位要求的完整性有机结合。在满足岗位职责要求的前提下,改革理论教学和实践教学的内容,使之服务于岗位职责的要求,使学生学以致用。

本教材共分七个项目,融入了典型零件的选材、毛坯成型方法、热处理工序的安排、加工方法及加工设备的选用、常用检测工具与检测方法。内容涵盖了金属材料与热处理、热加工、公差配合与测量技术、金属切削加工。通过简单到复杂一系列的实例介绍,突出了解决实际问题的方法,充分体现了学以致用的教学理念,培养了学生的职业岗位能力。

本教材由万文龙、邵永录主编,李汉平、葛乐清副主编。参加本教材编写的有常州机电职业技术学院万文龙(项目一),大庆职业技术学院葛乐清(项目二),常州机电职业技术学院孙春霞(项目三、项目六),江西工程职业学院李汉平(项目四),安徽新华学院姚群(项目五),吉林工业职业技术学院邵永录(项目七)。全书由万文龙统稿。

本教材在编写过程中得到了常州机电职业技术学院机械工程系许朝山等系部同志的大力帮助和指正,编者在此一并致谢。

限于水平,书中难免有错误与不当之处,编者恳请读者批评指正。

编 者

2009年2月

Contents

目 录

前言

项目一 阶梯轴加工基础	1
模块 1 阶梯轴零件加工技术准备 / 2	
模块 2 加工阶梯轴零件 / 10	
模块 3 阶梯轴零件的检测 / 25	
项目二 心轴加工基础	29
模块 1 心轴零件加工技术准备 / 30	
模块 2 加工心轴零件 / 44	
模块 3 心轴零件的检测 / 60	
项目三 齿轮零件加工基础	62
模块 1 倒挡齿轮零件加工技术准备 / 62	
模块 2 加工倒挡齿轮零件 / 72	
模块 3 倒挡齿轮的检测 / 85	
项目四 端盖零件加工基础	88
模块 1 端盖零件加工技术准备 / 88	
模块 2 加工端盖零件 / 105	
模块 3 端盖零件的检测 / 113	
项目五 支承块零件加工基础	117
模块 1 支承块零件加工技术准备 / 117	



- 模块 2 加工支承块零件 / 120
- 模块 3 支承块零件的检测 / 142

项目六 凹模零件加工基础 147

- 模块 1 凹模零件加工技术准备 / 147
- 模块 2 加工凹模零件 / 151

项目七 箱体零件加工基础 171

- 模块 1 尾架壳体零件加工技术准备 / 171
- 模块 2 加工尾架壳体零件 / 180
- 模块 3 尾架壳体零件的检测 / 193

参考文献 196

197 凹模零件加工基础 二目次

198 \ 凹模零件加工技术准备 1 页

199 \ 凹模零件加工 2 页

200 \ 凹模零件检测 2 页

201 凹模零件加工基础 三目次

202 \ 凹模零件加工技术准备 1 页

203 \ 凹模零件加工 2 页

204 \ 凹模零件检测 2 页

205 凹模零件加工基础 四目次

206 \ 凹模零件加工技术准备 1 页

207 \ 凹模零件加工 2 页

208 \ 凹模零件检测 2 页

209 凹模零件加工基础 五目次

210 \ 凹模零件加工技术准备 1 页

211 \ 凹模零件加工 2 页

212 \ 凹模零件检测 2 页



项目一

主要金属材料机械零件的加工

阶梯轴加工基础

学习目标

1. 碳素结构钢牌号的表示方法,金属材料的结构,铁碳合金的种类;
2. 车床、车削加工特点与选用;
3. 车刀几何角度定义,车刀的材料、结构、类型及选用;
4. 金属切削加工的基本规律;
5. 表面粗糙度;
6. 游标卡尺的使用。

工作任务

选择加工如图 1-1 所示阶梯轴工件的设备和加工方法。

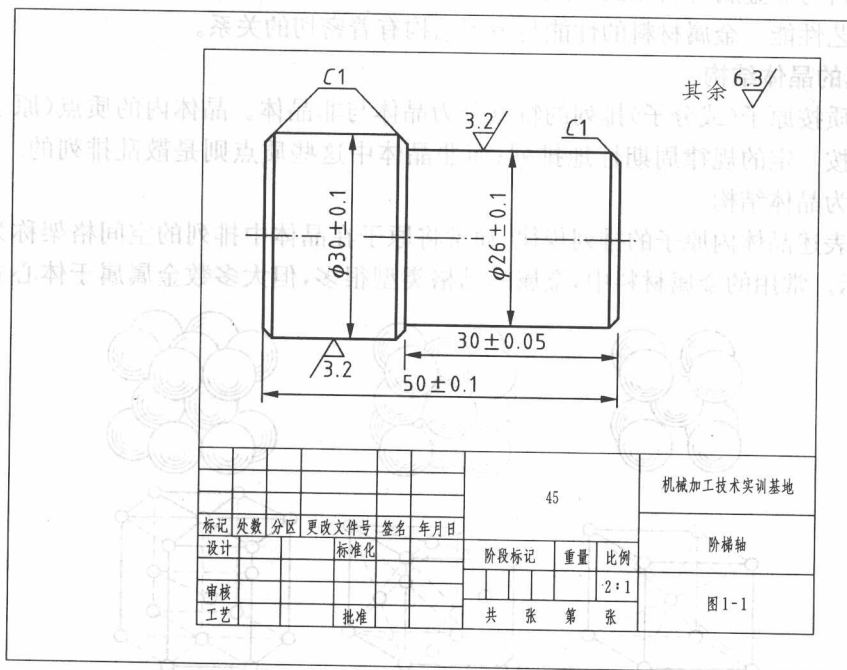


图 1-1 阶梯轴



模块 1 阶梯轴零件加工技术准备

一、阶梯轴零件加工技术要求

1. 阶梯轴零件材料

由图 1-1 所示工件图可知,该工件的材料为 45 钢,45 钢表示是一种优质碳素结构钢的牌号,含义是平均含碳量为 0.45% 的优质碳素结构钢。

2. 阶梯轴零件加工精度要求

由图 1-1 可知,该阶梯轴零件加工尺寸包括:长度尺寸(30 ± 0.05)mm(允许变动范围为 29.95~30.05 mm)和(50 ± 0.05)mm(允许变动范围为 49.95~50.05 mm),外径尺寸 $\phi(30 \pm 0.1)$ mm(允许变动范围为 $\phi 29.9 \sim \phi 30.1$ mm)和 $\phi(26 \pm 0.1)$ mm(允许变动范围为 $\phi 25.9 \sim \phi 26.1$ mm)。

3. 表面粗糙度

表面粗糙度包括外圆柱面 R_a 为 3.2 和两端面 R_a 为 6.3。

4. (其他)倒角

三处倒角 $C1(1 \times 45^\circ)$ 。

二、相关基础知识

(一) 金属及合金的晶体结构

金属材料与非金属材料相比,不仅具有良好的力学性能和物理、化学性能,而且具有比较优良的工艺性能。金属材料的性能与组织结构有着密切的关系。

1. 金属的晶体结构

固态物质按原子(或分子)排列的特点分为晶体与非晶体。晶体内的质点(原子或分子)在三维空间按一定的规律周期性地排列;而非晶体中这些质点则是散乱排列的。一般金属及其合金多为晶体结构。

为便于表述晶体内原子的排列规律,通常将原子在晶体中排列的空间格架称为晶格,如图 1-2 所示。常用的金属材料中,金属的晶格类型很多,但大多数金属属于体心立方晶格、

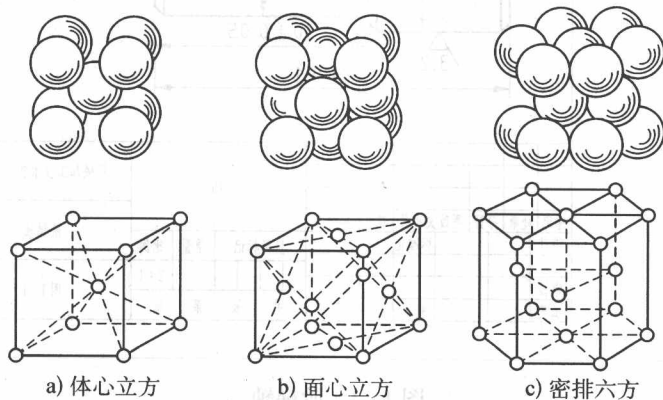


图 1-2 常见金属晶格



面心立方晶格和密排六方晶格 3 种晶体结构。

2. 纯金属的结晶

液态金属冷却到凝固温度时,原子由无序状态转变为按一定的几何形状作有序排列,金属的这种由液态转变为晶体的现象称结晶。

金属的结晶规律可用冷却曲线来描述。冷却曲线是冷却时温度与时间的关系曲线,可通过热分析法测量绘制,其方法是使熔化后的金属液缓慢冷却,每隔一定时间记录下温度值,将温度 T 和对应时间 t 绘制成 $T-t$ 曲线,得到如图 1-3 所示的冷却曲线。

从曲线看出,随着时间的增加,金属液的温度不断下降;当冷到某一温度时,在曲线上出现了一个恒温的水平线段,所对应的温度就是金属的结晶温度(或熔点)。在结晶过程中,由于放出的结晶潜热补偿了散失的热量,使温度保持恒定不变;结晶结束后,由于金属继续散热,固态金属的温度开始下降。

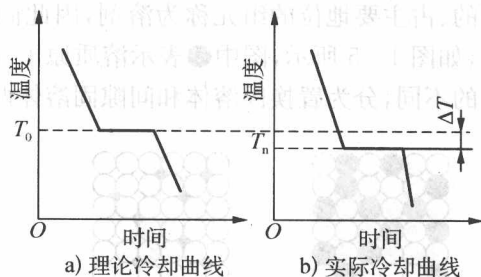


图 1-3 纯金属的冷却曲线

纯金属在无限缓慢的冷却速度条件下(即平衡状态下)的结晶温度称为理论结晶温度,用 T_0 表示,如图 1-3a)所示。但在实际生产中金属的冷却速度不可能是极其缓慢的,此时测出的结晶温度称实际结晶温度,用 T_n 表示,如图 1-3b)所示。实验表明,金属的实际结晶温度总是低于理论结晶温度,即 $T_n < T_0$,这种现象称为过冷现象。理论结晶温度与实际结晶温度的差值称为过冷度,用 ΔT 表示, $\Delta T = T_0 - T_n$ 。过冷度的大小与冷却速度有关,冷却速度越大,实际结晶温度越低,过冷度也越大。

3. 金属的同素异构转变

多数金属在结晶后的晶格类型保持不变,但有些金属(如铁、锡、钛、锰)的晶格类型,却因温度而异。金属在固态时改变其晶格类型的过程称为金属的同素异构转变。在常温下的同素异晶体一般用希腊字母 α 表示,在较高温度下的同素异晶体用 γ 、 δ 等表示。

纯铁具有同素异晶转变,可以形成体心立方和面心立方两种晶格的同素异晶体。图 1-4

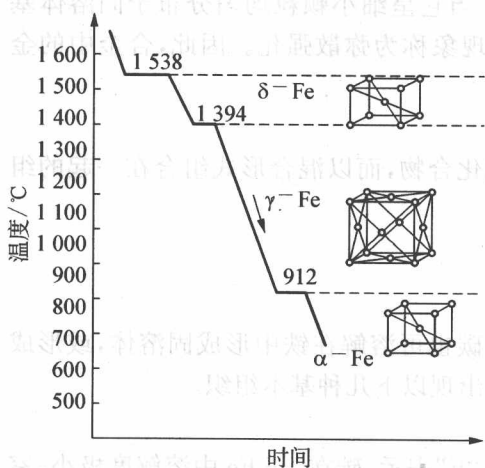


图 1-4 纯铁的冷却曲线和晶格变化

所示为纯铁在常压下的冷却曲线,从图中可见,纯铁的熔点为 1538°C 。冷却过程中,纯铁在 1538°C 结晶后具有体心立方晶格,称 δ -Fe;在 1394°C 时转变成面心立方晶格,称 γ -Fe;在 912°C 时又转变成体心立方晶格,称 α -Fe。即纯铁结晶后,随温度的变化将发生两次同素异晶转变。

纯铁的同素异晶转变也是一种结晶过程,又称重结晶。

纯铁的同素异晶转变具有十分重要的意义,它是钢和铸铁进行热处理,从而改变其组织和性能的依据,也是钢铁材料性能多样,用途广泛的主要原因之一。

4. 合金结构

一种金属元素与其他金属元素或非金属元素



组成的具有金属特性的物质称为合金,碳钢就是由铁和碳组成的合金。组成合金的最基本的独立物质称为组元,简称元。它可以是金属元素或非金属元素,也可以是稳定化合物。如钢就是由 Fe 和 C 组成的二元合金。

合金在固态时的结构可分为固溶体、金属化合物和机械混合物三类。

1) 固溶体

固态下合金中的组元间相互溶解形成的均匀的固体称为固溶体。固溶体中晶格保持不变的、占主要地位的组元称为溶剂,因此固溶体的晶格与溶剂的晶格相同;其他组元称为溶质,如图 1-5 所示,图中●表示溶质原子,○表示溶剂原子。根据溶质原子在晶格中占据位置的不同,分为置换固溶体和间隙固溶体两类。

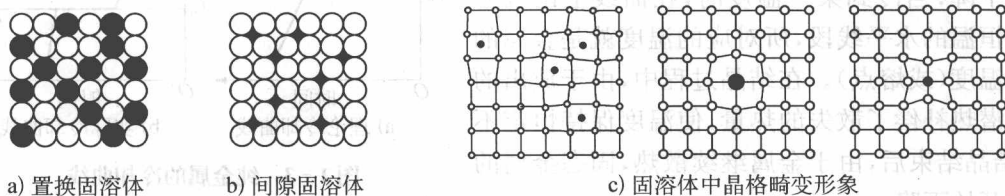


图 1-5 固溶体结构示意图

无论形成哪种固溶体,都将破坏原子的规则排列,使晶格发生畸变。如图 1-5c) 所示,随着溶质原子数量的增加,晶格畸变增大。晶格畸变导致变形抗力增加,使固溶体的强度增加,所以获得固溶体可提高合金的强度、硬度,这种现象称为固溶强化。固溶强化是提高金属材料性能的重要途径之一。

实践证明,只要固溶体中的溶质含量适当,固溶体不仅具有高的强度和硬度,还可以保持良好的塑性与韧性。因此,对要求综合性能良好的材料,一般都是以固溶体作为基体相。

2) 金属化合物

金属化合物是合金中各组元间发生相互作用而形成的一种新的物质,其晶体结构一般比较复杂,而且不同于任一组成元素的晶体类型。它的组成一般可用分子式来表示,如铁碳合金中的渗碳体是化合物,以 Fe_3C 表示。

金属化合物一般熔点高,性能上表现为硬而脆。当它呈细小颗粒均匀分布于固溶体基体上时,能使合金的强度、硬度、耐磨性等提高,这一现象称为弥散强化。因此,合金中的金属化合物是不可缺少的强化相。

3) 机械混合物

组成合金的各组元在固态下既不溶解,也不形成化合物,而以混合形式组合在一起的组成物称机械混合物。

(二) 铁碳合金及其状态图

1. 铁碳合金的基本组织

在铁碳合金中,铁与碳可以形成一系列化合物。碳也可溶解在铁中形成固溶体,或形成化合物与固溶体的机械混合物。因此,在铁碳合金中出现以下几种基本组织。

1) 铁素体

铁素体是碳溶于 $\alpha\text{-Fe}$ 中的间隙固溶体,用符号“F”表示,碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中溶解度极小,室温时仅为 0.0008%,在 727℃ 时达到最大溶解度 0.0218%。

2) 奥氏体

奥氏体是碳溶于 γ -Fe 中的间隙固溶体,用符号“A”表示。碳在 γ -Fe 中的溶解度要比在 α -Fe 中大,在 727°C 时为 0.77% ,在 1148°C 时溶解度最大,可达 2.11% 。

3) 渗碳体

渗碳体是铁和碳形成的一种具有复杂晶格的金属化合物,用化学分子式“ Fe_3C ”表示。它的碳质量分数 $w_{\text{C}} = 6.69\%$,熔点为 1227°C 。

渗碳体是钢中的强化相,根据生成条件不同,渗碳体有条状、网状、片状、粒状等形态,它们的大小、数量、分布对铁碳合金性能有很大影响。

4) 珠光体

珠光体是由铁素体和渗碳体组成的机械混合物,用符号“P”表示。珠光体是奥氏体冷却时,在 727°C 发生共析转变的产物,碳质量分数平均为 $w_{\text{C}} = 0.77\%$ 。

5) 莱氏体

莱氏体是由奥氏体和渗碳体组成的机械混合物,用符号“Ld”表示;存在于 727°C 以下的莱氏体称为变态莱氏体或称低温莱氏体,用符号“Ld'”表示,组织由渗碳体和珠光体组成。

2. 铁碳合金状态图

铁碳合金状态图又称铁碳合金相图,是表示铁碳合金的成分、温度、组织之间关系的图形。是表示在极缓慢冷却(或加热)情况下,不同成分的铁碳合金在不同温度时所具有的组织或状态的图形。

Fe- Fe_3C 相图是由实验得到的,简化后的 Fe- Fe_3C 相图,如图 1-6 所示。

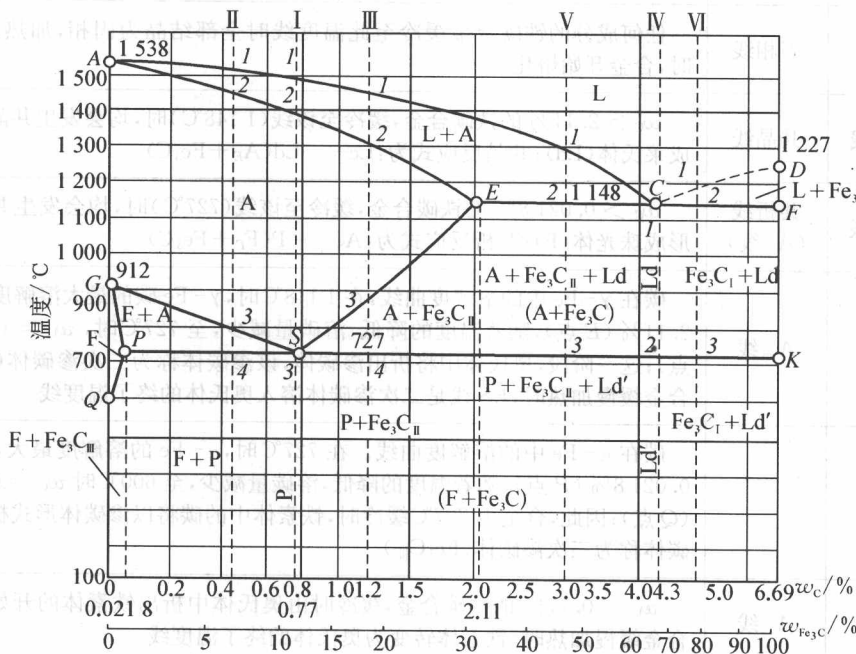


图 1-6 简化的铁-碳相图

1) Fe- Fe_3C 相图的特性点和特性线的含义

各特性点的温度、成分及含义见表 1-1 所示。



表 1-1 简化的 Fe-Fe₃C 相图特性点

特性点	温度 $t/^{\circ}\text{C}$	$w_{\text{C}}/\%$	含 义
A	1 538	0	纯铁的熔点
C	1 148	4.3	共晶点, $\text{Lc} \xrightarrow{1148} \text{Ld}(\text{A}_\text{E} + \text{Fe}_3\text{C})$
D	1 227	6.69	渗碳体的熔点(计算值)
E	1 148	2.11	碳在 $\gamma\text{-Fe}$ 中的最大溶解度
G	912	0	纯铁的同素异晶转变点, $\alpha\text{-Fe} \xrightarrow{912} \gamma\text{-Fe}$
P	727	0.021 8	碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的最大溶解度
S	727	0.77	共析点, $\text{As} \xrightarrow{727} \text{P}(\text{F}_\text{P} + \text{Fe}_3\text{C})$
Q	600	0.005 7	600 $^{\circ}\text{C}$ 时碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的溶解度

特性线 Fe-Fe₃C 相图的特性线是不同成分合金具有相同物理意义临界点的连接线, 简化的 Fe-Fe₃C 相图中各特性线的名称及含义, 如表 1-2 所示。

表 1-2 简化后 Fe-Fe₃C 相图特性线

特性线	名 称	含 义
ACD 线	液相线	任何成分的铁碳合金在此线以上处于液态(L), 缓冷至 AC 线时, 开始结晶出奥氏体; 缓冷至 CD 线时, 开始结晶出渗碳体, 称之为一次渗碳体($\text{Fe}_3\text{C}_\text{I}$)
AECF 线	固相线	任何成分的铁碳合金缓冷至此温度线时全部结晶为固相, 加热到固相线时, 合金开始熔化
ECF 水平线	共晶线	$w_{\text{C}} > 2.11\%$ 的铁碳合金, 缓冷至该线(1 148 $^{\circ}\text{C}$)时, 均会发生共晶转变, 生成莱氏体(Ld); 共晶反应式为: $\text{Lc} \longrightarrow \text{Ld}(\text{A}_\text{E} + \text{Fe}_3\text{C})$
PSK 水平线	共析线 (A ₁ 线)	$w_{\text{C}} > 0.021 8\%$ 的铁碳合金, 缓冷至该线(727 $^{\circ}\text{C}$)时, 均会发生共析转变, 形成珠光体(P); 共析反应式为: $\text{As} \longrightarrow \text{P}(\text{F}_\text{P} + \text{Fe}_3\text{C})$
ES 线	A _{cm} 线	碳在 $\gamma\text{-Fe}$ 中的溶解度曲线, 在 1 148 $^{\circ}\text{C}$ 时, $\gamma\text{-Fe}$ 碳的最大溶解度为 $w_{\text{C}} = 2.11\%$ (E 点), 随着温度的降低, 溶碳量减少, 至 727 $^{\circ}\text{C}$ 时, $w_{\text{C}} = 0.77\%$ (S 点); 这一阶段, 奥氏体中将析出渗碳体, 该渗碳体称为二次渗碳体($\text{Fe}_3\text{C}_\text{II}$); 合金缓慢加热时, ES 线是二次渗碳体溶入奥氏体的终了温度线
PQ 线		碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的溶解度曲线。在 727 $^{\circ}\text{C}$ 时, $\alpha\text{-Fe}$ 的溶解度最大, 为 $w_{\text{C}} = 0.021 8\%$ (P 点), 随着温度的降低, 溶碳量减少, 至 600 $^{\circ}\text{C}$ 时 $w_{\text{C}} = 0.005 7\%$ (Q 点); 因此, 合金由 727 $^{\circ}\text{C}$ 缓冷时, 铁素体中的碳将以渗碳体形式析出, 此渗碳体称为三次渗碳体($\text{Fe}_3\text{C}_\text{III}$)
GS 线	A ₃ 线	$w_{\text{C}} < 0.77\%$ 的铁碳合金, 缓冷时由奥氏体中析出铁素体的开始线; 也是合金缓慢加热时, 铁素体转变为奥氏体的终了温度线

2) 铁碳合金的分类

根据 Fe-Fe₃C 相图, 铁碳合金按含碳量和室温组织不同, 可分为三类: 工业纯铁、钢和白口铸铁, 如表 1-3 所示。

表 1-3

铁碳合金的分类和室温平衡组织

名 称	铁 碳 合 金						
合金种类	工业纯铁	钢			白口铸铁		
		亚共析钢	共析钢	过共析钢	亚共晶白口铸铁	共晶白口铸铁	过共晶白口铸铁
$w_c/\%$	<0.0218	$0.0218 \sim 2.11$			$2.11 \sim 6.69$		
		<0.77	0.77	>0.77	<4.30	4.30	>4.30
室温平衡组织	F	F+P	P	P+Fe ₃ C II	P+Fe ₃ C II +Ld'	Ld'	Ld'+Fe ₃ C I

(三) 碳素结构钢

1. 钢的分类

钢的种类繁多,为了方便生产、使用和研究,可以按化学成分、质量等级和用途进行分类,通常按用途分类。

按用途,钢可分为结构钢、工具钢和特殊钢。结构钢有工程用钢(如建筑工程用钢、桥梁工程用钢、车辆工程用钢等)和优质结构钢(如调质钢、渗碳钢、弹簧钢、轴承钢等)两类;工具钢有刀具钢、模具钢、量具钢等;特殊性能钢中有不锈钢、耐热钢、耐磨钢等。

根据国家标准 GB/T13304—1991 规定,钢的分类还有:按化学成分分为碳素钢、低合金钢、合金钢三类;按组织分为亚共析钢、共析钢和过共析钢三类。

2. 常用碳素钢结构钢牌号及选用

1) 碳素钢的分类

(1) 按照钢中碳的质量分类 可分为:低碳钢($w_c < 0.25\%$)、中碳钢($0.25 \leq w_c \leq 0.60\%$)、高碳钢($w_c > 0.60\%$)。

(2) 按钢的用途分类 根据用途的不同,碳钢可分为:

① 碳素结构钢:主要用于制作机械零件和工程构件,一般属于低、中碳钢。

② 碳素工具钢:主要用于制作刀具、量具和模具,一般属于高碳钢。

(3) 按钢的主要质量等级分类 根据钢中有害杂质硫、磷含量的多少可分为:

普通质量碳素钢($w_s \geq 0.045\%$, $w_p \geq 0.045\%$)。

优质碳素钢(硫、磷含量比普通质量碳素钢少)。

特殊质量碳素钢($w_s \leq 0.02\%$, $w_p < 0.020\%$)。

此外,钢按冶炼方法不同,可分为转炉钢和电炉钢;按冶炼时脱氧程度的不同,可分为沸腾钢、镇静钢、半镇静钢和特殊镇静钢等。

2) 碳素结构钢的牌号及选用

碳素结构钢牌号由屈服点汉语拼音字母字首 Q、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号四部分按顺序组成。例如:Q235-A·F,表示 $\sigma_s \geq 235$ MPa,质量等级为 A 级,脱氧方法为沸腾钢的碳素结构钢。碳素结构钢价格低廉,工艺性能(如焊接性和冷成形性)优良。主要用于一般工程结构和普通机械零件。碳素结构钢通常热轧成各种型材(如圆钢、方钢、工字钢等),一般不经热处理而直接使用。碳素结构钢的牌号有 Q195、Q215、Q235、Q255、



Q275 等。

碳素结构钢中的 Q195、Q215,通常轧制成薄板、钢筋供应市场。也可用于制作铆钉、螺钉、轻负荷的冲压零件和焊接结构件等。

Q235、Q255 强度相对于 Q195、Q215 稍高,可制作螺栓、螺母、销子、吊钩和不太重要的机械零件以及建筑结构中的螺纹钢、型钢、钢筋等;质量较好的 Q235C, D 级可作为重要焊接结构用材;Q275 钢可部分代替优质碳素结构钢 25、30、35 钢使用。

3) 优质碳素结构钢的牌号及选用

优质碳素结构钢的牌号用两位数字表示,钢中平均含碳量的万分数。例如 45 钢,表示平均 $w_C = 0.45\%$ 的优质碳素结构钢。当钢中含锰量较高 ($w_{Mn} = 0.7\% \sim 1.2\%$) 时,在两位数字后面加上符号“Mn”,如 65Mn 钢,表示平均 $w_C = 0.65\%$,并含有较多锰的优质碳素结构钢 ($w_{Mn} = 0.7\% \sim 1.2\%$)。如果是高级优质钢,在数字后面加上符号“A”;特级优质钢在数字后面加上符号“E”。优质碳素结构钢牌号有 08、10、15、25、35、45、55、65、70、15Mn、20Mn、30Mn、40Mn、50Mn、65Mn。

此类钢中的 08F,碳的质量分数低,塑性好,强度低,主要用于冷冲压件,如汽车和仪表仪器外壳。

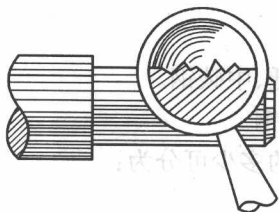
10~25 钢冷塑性变形和焊接性好,可用于强度要求不高的零件及渗碳零件,例如机罩、焊接容器、小轴、螺母、垫圈及渗碳齿轮等。

30~55 钢,40Mn、50Mn 钢经调质后可获得良好的综合力学性能,主要用于受力较大的机械零件,如齿轮、连杆、机床主轴等。

60~85 钢、60Mn、65Mn 钢具有较高的强度,可用于制造各种弹簧、机车轮缘、低速车轮等。

(四) 表面粗糙度

在切削加工过程中,由于刀具振动、摩擦等原因,使得工件加工表面产生微小的峰谷。



这些微小峰谷的高低程度和间距状况称为表面粗糙度。或者从定义上表述,零件加工后表面微观的几何形状误差称为表面粗糙度,如图 1-7 所示。表面粗糙度影响零件的使用性能,如配合的可靠性、疲劳强度、耐腐蚀性、耐磨性、机械结构的灵敏度和传动精度等。

图 1-7 表面粗糙度

1. 表面粗糙度的评定参数

标准规定表面粗糙度常用的评定参数有:轮廓算术平均偏差 R_a 及微观不平度十点高度 R_y 和轮廓最大高度 R_z 等。其中以轮廓算术平均偏差 R_a 为最常用的评定参数,标注时可省略 R_a 。 R_a 的数值见表 1-4。另外,应优先选用表中的第 1 系列。

表 1-4

轮廓算术平均偏差(R_a)的数值

第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列
	0.008						
	0.010						
0.012			0.125		1.25	12.5	

0.016	0.160	1.6
-------	-------	-----

图 1-8 表面粗糙度的标注

表面粗糙度的符号及其意义

中内示  式式关系