



中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

金属工艺学实习

jinshu gongyixue shixi

■ 主编 李 军

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

金属工艺学实习

主 编 李 军

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

金属工艺学是研究机械零件的制造方法,集材料选择、制造毛坯直到加工出零件的综合性课程。主要由热加工和冷加工两大部分组成,通过本课程的学习将使学生对机械工程中各零部件的加工方法及工艺有所认识和了解,从而在工程设计中正确地选用。

本书主要包括:金属的性能、钢铁、铁碳合金、钢的热处理、工业用钢、铸铁、有色金属及其合金、非金属材料、铸造、锻压成形、焊接和金属切削机床及切削加工。

版权专用 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

金属工艺学实习/李军主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009.9

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2836 - 7

I. 金… II. 李… III. 金属加工 - 工艺学 - 实习 - 专业学校 - 教材 IV. TG - 45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 157631 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 6.75

字 数 / 173 千字

版 次 / 2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 12.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

中等职业教育是以培养具有较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的初级阶段。目前,中等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据教育部关于要求发展中等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,北京理工大学出版社组织编写了《21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材是中等职业教育课程改革项目研究成果。坚持以能力为本位,以就业为导向,以服务学生职业生涯发展为目的的指导思想。主要从以下三个角度切入:

1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚,致力于中等职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关联的岗位有关知识所构成,充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性,使得该系列教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融于一炉。

2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有的中等职业教育教材内容上的“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上的“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上的“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向,力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学和能力的培养,使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合中等职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式,注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学,吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时,为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际,注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入,在培养学生创造能力和自我学习能力的培养基础上,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想,在本系列教材的内容编写上,我们坚持以下一些原则:

1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上,根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结

构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性,以相关行业和区域经济状况为依托,特别强调面向岗位群体的指向性,淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势,保证学生的岗位适应能力得到训练,使其有较强的择业能力,从而使教材有活力、有质量。

2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时,注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容,但随着社会发展和科技进步,及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”,“人有我精”或“众有我新”,科学预测人才需求远景和人才培养的周期性,以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向,参考发达地区的发展历程,力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快,科技迅猛发展引起技术手段不断更新,用人机制的改革使人才转岗频繁,由此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽,当窄则窄。在紧扣本专业课程内容基础上延伸或派生出一些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力,挖掘了其潜力。

4. 稳定性和灵活性原则

中职职业教育的专业课程都有其内核的稳定性,这种内核主要是体现在其基本理论,基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点,但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式,设置与生产实践相切合的项目,推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则,教材的编写者都是既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强实践技能的专家,他们分别是:相关学科领域的专家;中等职业教育科研带头人;教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写,将理论性与实践性高度统一,打造精品教材。另外,还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件,以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之,该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果,希望本系列教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

北京理工大学出版社

前 言



金属工艺实习是对学生进行工程训练的重要实践环节，它是一门传授机械制造基础知识和技能的技术基础课。

本书分为九个模块，主要包括：金属材料的基础知识、钳工、铸工、锻压、焊工、车工、铣工、刨工、磨工等。本书编写的目的是让学生对金属冷、热加工的常用方法有一个比较明确的认识，熟悉加工设备和工具、毛坯及零件的加工工艺过程，指导学生的实际操作，切实提高其操作技能，对学生在实习中所接触到的感性知识加以系统化、条理化，为后面的学习和工作打下一个良好的基础。

本书可作为中等职业学校机械加工类专业教育和金工实验、实习用教材，也可供有关工程技术人员参考。

由于编者水平有限，时间紧迫，如有不当之处请广大师生指正。

编 者



目 录

模块一 金属材料的基本知识	(1)
项目一 金属材料的性能	(1)
项目二 常用钢铁的分类和编号	(4)
项目三 热处理基本概念	(7)
模块二 钳 工	(10)
项目一 钳工常用设备及量具	(10)
项目二 划 线	(15)
项目三 锉 削	(19)
项目四 锯 削	(20)
项目五 钻孔、扩孔及铰孔	(23)
项目六 攻螺纹与套螺纹	(27)
模块三 铸 工	(31)
项目一 型 砂	(31)
项目二 造 型	(32)
项目三 铸件的落砂、清理与检验	(37)
模块四 锻 压	(40)
项目一 自由锻	(40)
项目二 锻件的加热与冷却	(46)
模块五 焊 工	(49)
项目一 焊条电弧焊	(49)
项目二 气焊与气割	(54)



模块六 车 工 (61)

项目一 卧式车床 (61)

项目二 卧式车床操作要点 (64)

项目三 车削加工工艺 (67)

模块七 铣 工 (77)

项目一 铣 床 (77)

项目二 铣刀及其安装 (80)

项目三 工件安装及所用附件 (81)

项目四 铣削加工工艺 (83)

模块八 刨 工 (86)

项目一 刨 床 (86)

项目二 刨 刀 (88)

项目三 工件的安装 (89)

项目四 刨削加工工艺 (89)

模块九 磨 工 (92)

项目一 磨 床 (92)

项目二 砂 轮 (95)

项目三 磨削加工工艺 (96)

金属材料的基本知识



在现代工业生产中,金属材料在机器制造、冶金、矿山、建筑、国防及科学技术等部门都得到了广泛的应用。

金属及合金的性能不仅取决于它们的化学成分,而且也取决于它们的内部组织,金属或合金的组织形成和变化与外界条件及其变化也有密切的联系。铆工、焊工掌握一定的金属材料知识,对于了解金属材料在焊接中的某些规律、更好地从事铆焊工作是非常必要的。



1. 掌握金属材料的性能。
2. 了解常用钢铁的分类及编号。
3. 了解热处理的基本概念。

* * * * *

项目一 金属材料的性能

金属材料的性能决定着材料的适用范围及应用的合理性。金属材料的性能主要分为四个方面,即:机械性能、化学性能、物理性能、工艺性能。

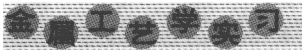
一、金属材料的力学性能

金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下所表现出来的特性,包括强度、塑性、硬度、韧性等。

1. 强度

强度是指金属材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力。抵抗能力越大,金属材料的强度越高。按外力作用的性质不同,主要有屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯强度等,工程常用的是屈服强度和抗拉强度。

在外力作用下,材料在发生变形的同时,其内部原子间还会产生阻止变形的抗力,称为内力,其数值与外力相等。材料的强度通常用单位面积所承受的力的大小来表示,称应力。



2. 硬度

材料局部抵抗硬物压入其表面的能力称为硬度。硬度是衡量金属材料软硬程度的一项重要性能指标,它既可理解为是材料抵抗弹性变形、塑性变形或破坏的能力,也可表述为材料抵抗残余变形和反破坏的能力。硬度不是一个简单的物理概念,而是材料弹性、塑性、强度和韧性等力学性能的综合指标。硬度试验根据其测试方法的不同可分为静压法(如布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度等)、划痕法(如莫氏硬度)、回跳法(如肖氏硬度)及显微硬度、高温硬度等多种方法。常用的硬度指标有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度等。

3. 塑性

金属材料在外力的作用下,产生塑性变形而不破坏的能力,称塑性。一般用拉伸试样的延伸率和断面收缩率来衡量。试样拉断后的标距长度伸长量与试样原始标距长度的比值的百分率,称为延伸率,用符号 J 来表示。对大多数的工程材料来说,当其应力低于比例极限时,应力—应变关系是线性的。另外,大多数材料在其应力低于屈服点时,表现为弹性行为,也就是说,当移走载荷时,其应变也完全消失。常用的塑性指标有伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。

良好的塑性是材料能进行各种压力加工(如冲压、挤压、冷拔、热轧、锻造等)的必要条件。此外,零件使用时,为了避免由于超载引起突然断裂,也需具有一定的塑性。

4. 冲击韧度

冲击韧度是指金属材料抵抗冲击载荷作用的能力。工程上常用一次摆锤冲击弯曲试验来测定材料抵抗冲击载荷的能力,即测定冲击载荷试样被折断而消耗的冲击功,单位为焦耳(J)。

二、金属材料的工艺性能

工艺性能是指制造工艺过程中材料适应加工工艺要求的能力。包括铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削性能、成型性能五大方面。

1. 焊接性能

金属材料通过加热或加热和加压焊接方法,把两个或两个以上金属材料焊接到一起,接口处能满足使用目的的特性称为焊接性能。

在机械工业中,焊接的主要对象是钢材。碳质量分数是影响焊接性好坏的主要因素,碳质量分数和合金元素质量分数总和越高,焊接性能越差。铜合金和铝合金的焊接性能都较差,灰铸铁的焊接性很差。

2. 锻造性能

金属材料在锻压加工中能承受塑性变形而不破裂的能力称为锻造性能。锻造性能主要取决于金属材料的塑性和变形抗力。变形抗力指金属对于产生塑性变形的的外力的抵抗能力,通常用流变应力来表示。塑性越好,变形抗力越小,金属的锻造性能越好。

铜合金和铝合金在室温状态下就有良好的锻造性能。碳钢在加热状态下锻造性能较好,其中低碳钢最好,中碳钢次之,高碳钢较差。低合金钢的锻造性能接近于中碳钢,高合金钢的锻造性能较差。铸铁锻造性能差,不能锻造。如表 1-1 所示,为几种金属材料铸造性能的比较。

表 1-1 几种金属材料铸造性能的比较

材料	流动性	收缩性		其 他
		体收缩	线收缩	
灰铸铁	好	小	小	铸造内应力小
球墨铸铁	较好	大	小	易形成缩孔
铸钢	差	大	大	导热性差,易发生冷裂
铸造黄铜	较好	小	较小	易形成集中缩孔
铸造铝合金	好	小	小	易吸气,易氧化

3. 铸造性能

金属或合金是否适合铸造的一些工艺性能称为铸造性能,主要包括流性能,即充满铸模能力;收缩性,即铸件凝固时体积收缩的能力;偏析,即化学成分不均性。

熔融金属的流动能力称为流动性。流动性好的金属容易充满铸型,从而获得外形完整、尺寸精确、轮廓清晰的铸件。



铸件收缩性

铸件在凝固和冷却过程中,其体积和尺寸减小的现象称为收缩性。铸件收缩不仅影响尺寸,还会使铸件产生缩孔、缩松、内应力、变形和裂纹等缺陷,故铸造用金属材料的收缩率越小越好。

4. 热处理工艺性能

钢的热处理工艺性能主要考虑其淬透性,即钢接受淬火的能力,含 Mn、Cr、Ni 等合金元素的合金钢淬透性比较好,碳钢的淬透性较差。

5. 切削加工性能

切削加工金属材料的难易程度称为切削加工性能。一般由工件切削后的表面粗糙度及刀具寿命等方面来衡量。影响切削加工性能的因素主要有工件的化学成分、组织状态、硬度、塑性等。

铸铁比钢切削加工性能好,一般碳钢比高合金钢切削加工性能好。金属材料具有适当的硬度(170HBS~230HBS)和足够的脆性时切削加工性能良好。改变钢的化学成分(如加入少量铅、磷等元素)和进行适当的热处理(如低碳钢进行退火,高碳钢进行球化退火)可提高钢的切削加工性能。如表 1-2。

表 1-2 几种金属材料切削加工性能的比较

金属材料	切削加工性能	金属材料	切削加工性能
铝、镁合金	很容易	85 钢(轧材)、2Cr13 钢(调质)	一般
30 钢正火	易	1Cr18Ni9Ti、W18Cr4V 钢	难
45 钢、灰口铸铁	一般	耐热合金、钴合金	难

一、钢的分类和编号

1. 钢的分类

钢是含碳量在 0.04% ~ 2.3% 之间的铁碳合金。为了保证其韧性和塑性,含碳量一般不超过 1.7%。钢的主要元素除铁、碳外,还有硅、锰、硫、磷等。钢的分类方法多种多样,

按品质可分为:普通钢($P \leq 0.045\%$, $S \leq 0.050\%$)、优质钢(P, S 均 $\leq 0.035\%$)、高级优质钢($P \leq 0.035\%$, $S \leq 0.030\%$)。按化学成份可分为:碳素钢、合金钢、高合金钢。

按成型方法分为:锻钢、铸钢、热轧钢、冷拉钢。按金相组织可分为:退火状态的、正火状态的、无相变或部分发生相变的。此为还可按用途分类,按冶炼方法分类等。



钢的综合分类

1. 普通钢

(1) 碳素结构钢: ① Q195; ② Q215(A、B); ③ Q235(A、B、C); ④ Q255(A、B); ⑤ Q275。

(2) 低合金结构钢

(3) 特定用途的普通结构钢

2. 优质钢(包括高级优质钢)

(1) 结构钢: ① 优质碳素结构钢; ② 合金结构钢; ③ 弹簧钢; ④ 易切钢; ⑤ 轴承钢; ⑥ 特定用途优质结构钢。

(2) 工具钢: ① 碳素工具钢; ② 合金工具钢; ③ 高速工具钢。

(3) 特殊性能钢: ① 不锈钢; ② 耐热钢; ③ 电热合金钢; ④ 电工用钢; ⑤ 高锰耐磨钢。

2. 钢的编号

我国的钢材编号采用国际化学元素符号、汉语拼音字母和阿拉伯数字结合的方法表示。下面介绍几种常用钢材的编号。

(1) 碳素结构钢 这类钢的牌号由代表屈服点的字母“Q”、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号四个部分按顺序组成。钢的质量等级分为四级,用字母 A、B、C、D 表示,其中 A 级钢的硫质量分数不大于 0.050%,磷质量分数不大于 0.045%;B 级钢的硫、磷质量分数均不大于 0.045%;C 级钢的硫、磷质量分数均不大于 0.040%;D 级钢的硫、磷质量分数均不大于 0.035%。沸腾钢在钢的牌号尾部加“F”,半镇静钢在钢的牌号尾部加“b”,镇静钢不加字母。

(2) 优质碳素结构钢 钢的牌号用两位阿拉伯数字表示。这两位数字表示平均碳质量分数(以万分之几计),若平均碳质量分数小于千分之一,则数字前补零。钢中锰质量分数较高(0.70% ~ 1.00%)时,在数字后加锰元素符号“Mn”。沸腾钢、半镇静钢以及专门用途的优质碳素结构钢,应在牌号中特别标出。如锅炉钢在牌号尾部加“g”,压力容器用钢在牌号尾部加“R”,焊条用钢在牌号头部加“H”。

(3) 普通低合金结构钢 这类钢又称为低合金高强度结构钢(简称低合金高强钢),其牌

号由代表屈服点的字母、屈服点数值和质量等级符号三部分组成。钢的质量等级用字母 A、B、C、D、E 表示。

(4) 碳素工具钢 在牌号头部用“T”表示碳素工具钢,其后跟以阿拉伯数字,表示平均碳质量分数(以千分之几计)。钢中锰质量分数较高时,在数字后加元素符号“Mn”,若为高级优质碳素工具钢,则在牌号尾部加“A”。

(5) 合金工具钢 这类钢的牌号采用“数字(或无数字)+化学元素符号+数字”的方法表示。牌号头部的数字表示钢中平均碳质量分数(以千分之几计),当碳质量分数 $\geq 1.00\%$ 时不标出。化学元素符号及随后的数字的含义和合金结构钢相同。

(6) 合金结构钢 这类钢的牌号采用“两位数字+化学元素符号+数字”的方法表示。牌号头部的两位数字表示平均碳质量分数(以万分之几计),元素符号表示钢中所含的合金元素,紧跟元素符号后面的数字表示该合金元素平均质量分数(以百分之几计)。若合金元素的平均质量分数小于 1.50% ,则含量一般不予标出;若合金元素的平均质量分数为 $1.50\% \sim 2.49\%$ 、 $2.50\% \sim 3.49\%$ 、 $3.50\% \sim 4.49\%$ 、 $\dots$,则相应地标以 2 、 3 、 4 、 $\dots$ 。若为高级优质合金结构钢,则在牌号尾部加“A”。

(7) 特殊性能钢 这类钢的编号方法基本上和合金工具钢相同,牌号头部的数字表示平均碳质量分数(以千分之几计),一般用一位数字表示。若平均碳质量分数小于千分之一时,则用“0”表示;若平均碳质量分数 $\leq 0.03\%$ 时,则用“00”表示。如表 1-3。

表 1-3 部分常用钢材的牌号举例

类 别	牌 号	解 释
碳素结构钢	Q215 - A Q235 - A · F	屈服点为 215MPa 的 A 级镇静钢;屈服点为 235MPa 的 A 级沸腾钢。
优质碳素结构钢	08F20945	平均碳质量分数为 0.08% 的沸腾钢;平均碳质量分数为 0.20% 的锅炉钢;平均碳质量分数为 0.45% 的优质碳素结构钢。
碳素工具钢	T8T10A	平均碳质量分数为 0.8% 的碳素工具钢;平均碳质量分数为 1.0% 的高级优质碳素工具钢。
低合金高强度钢	Q345A	屈服点为 345MPa 的 A 级低合金高强度结构钢
合金结构钢	9SiCr W18Cr4V	平均碳质量分数为 0.9%,硅和铬的平均质量分数均小于 1.50% 的低合金工具钢;平均钨质量分数为 18%,平均铬质量分数为 4%,平均钒质量分数小于 1.50% 的高速工具钢(按规定,高速工具钢的碳质量分数数字在牌号中不标出)。
合金工具钢	20CrMnTi 40Cr 60Si2MnA	平均碳质量分数为 0.20%,铬、锰和钛的平均质量分数均小于 1.50% 的合金结构钢;平均碳质量分数为 0.40%,平均铬质量分数小于 1.50% 的合金结构钢;平均碳质量分数为 0.60%,平均硅质量分数为 2%,平均锰质量分数小于 1.50% 的高级优质合金结构钢
特殊性能钢	2Cr13 4Cr9Si2	平均碳质量分数为 0.2%,平均铬质量分数为 13% 的铬不锈钢;平均碳质量分数为 0.4%,平均铬质量分数为 9%,平均硅质量分数为 2% 的耐热钢

二、常用铸铁

含碳量在 2% 以上的铁碳合金。工业用铸铁一般含碳量为 2% ~ 4%。碳在铸铁中多以石

墨形态存在,有时也以渗碳体形态存在。除碳外,铸铁中还含有1%~3%的硅,以及锰、磷、硫等元素。合金铸铁还含有镍、铬、钼、铝、铜、硼、钒等元素。碳、硅是影响铸铁显微组织和性能的主要元素。铸铁与碳素钢比较,虽然力学性能(抗拉强度、塑性、韧性)较差,但具有优良的减震性、耐磨性、铸造性能和切削加工性能,而且生产成本低廉,因而在工业生产中得到广泛应用。

根据碳在铸铁中存在形式的不同,铸铁可分为以下几种。

1. 灰铸铁

灰铸铁中碳主要以片状石墨的形式存在,断口呈暗灰色,故称灰铸铁。灰铸铁的铸造性能和切削加工性能很好,是工业上应用最广泛的铸铁。

灰铸铁的牌号由“HT”和三位数字组成,其中数字表示抗拉强度最低值。例如,HT100表示抗拉强度最低值为100 MPa的灰铸铁。

按国家标准 GB 9439—1988《灰铸铁件》的规定,灰铸铁根据 $\phi 30$ mm的单铸试棒的抗拉强度分为6级,其牌号、力学性能和应用举例见表1-4。

表1-4 灰铸铁的牌号、力学性能和应用举例

牌号	抗拉强度 (不小于)/MPa	应 用 举 例
HT100	100(10.2)	负荷小、不重要的零件,如防护罩、盖、手轮、支架、底板等
HT150	150(15.3)	承受中等负荷的零件,如支柱、底座、箱体、泵体、阀体、皮带轮、飞轮、管路附件等
HT200	200(20.4)	承受中等负荷的重要零件,如汽缸、齿轮、齿条、机体、机床床身、中等压力阀体等
HT250	250(25.5)	要求较高的强度、耐磨性、减震性及一定密封性的零件,如汽缸、油缸、齿轮、衬套等;承受高负荷、高耐磨和高气密性的重要零件,如重型机床的床身、机座、主轴箱、卡盘、高压油缸、阀体、泵体、齿轮、凸轮等
HT300	300(30.6)	
HT350	350(35.7)	

2. 可锻铸铁

可锻铸铁中碳主要以团絮状石墨的形态存在,它是白口铸铁经退火而获得的一种铸铁。与灰铸铁相比,可锻铸铁具有较高的强度,且具有较好的塑性和韧性,故被称为“可锻”铸铁,实际上并不可锻。

3. 白口铸铁

其中碳几乎全部以化合物状态(Fe_3C)存在,断口呈银白色,故称白口铸铁。由于这种铸铁的性能硬而脆,很难进行切削加工,所以很少直接用于制造机械零件。有时利用其硬度高、耐磨性好的特点,制造一些要求表面有高耐磨性的机件和工具,如球磨机的内衬和磨球等。

按国家标准 GB 9440—1988 和 GB 5612—1985 的规定,可锻铸铁分为黑心可锻铸铁、珠光体可锻铸铁和白心可锻铸铁等,其牌号分别由“KTH”、“KTZ”、“KTB”和两组数字组成。前一组数字表示抗拉强度最低值,后一组数字表示伸长率最低值。如 KTH300-06 表示抗拉强度最低值为300 MPa,伸长率最低值为6%的黑心可锻铸铁;KTZ450-06 表示抗拉强度最低值为

450 MPa,伸长率最低值为6%的珠光体可锻铸铁;KT13350-04表示抗拉强度最低值为350 MPa,伸长率最低值为4%的白心可锻铸铁。

可锻铸铁适用于制造形状复杂,工作中承受冲击、震动、扭转载荷的薄壁零件,如汽车、拖拉机后桥壳、转向器壳和管子接头等。

4. 球墨铸铁

球墨铸铁。将灰口铸铁铁水经球化处理获得,析出的石墨呈球状,简称球铁。比普通灰口铸铁有较高强度、较好韧性和塑性。用于制造内燃机、汽车零部件及农机具等。球墨铸铁的牌号由“QT”和两组数字组成。前一组数字表示抗拉强度最低值,后一组数字表示伸长率最低值。如QT400-18表示抗拉强度最低值为400 MPa、伸长率最低值为18%的球墨铸铁。

项目三 热处理基本概念

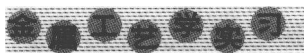
一、退火与正火

退火是将金属缓慢加热到一定温度,保持足够时间,然后以适宜速度冷却(通常是缓慢冷却,有时是控制冷却)的一种金属热处理工艺。目的是使经过铸造、锻轧、焊接或切削加工的材料或工件软化,改善塑性和韧性,使化学成分均匀化,去除残余应力,或得到预期的物理性能。退火工艺随目的之不同而有多种,如重结晶退火、等温退火、均匀化退火、球化退火、去除应力退火、再结晶退火,以及稳定化退火、磁场退火等。

正火是将钢件加热到某一温度,经保温后在空气中冷却的热处理工艺。正火的冷却速度比退火要快,获得的组织比退火后更细。因此,同样的钢件在正火后的强度、硬度比退火后要高些,但清除内应力不如退火彻底。正火时钢件在炉外冷却,不占用设备,生产率较高。低碳钢零件常采用正火代替退火,以改善切削加工性能。对于比较重要的零件,正火可作为淬火前的预备热处理;对于性能要求不高的碳钢零件,正火也可作为最终热处理。

二、淬火与回火

淬火是将金属工件加热到某一适当温度并保持一段时间,随即浸入淬冷介质中快速冷却的金属热处理工艺。常用的淬冷介质有盐水、水、矿物油、空气等。淬火可以提高金属工件的硬度及耐磨性,因而广泛用于各种工、模、量具及要求表面耐磨的零件(如齿轮、轧辊、渗碳零件等)。通过淬火与不同温度的回火配合,可以大幅度提高金属的强度、韧性及疲劳强度,并可获得这些性能之间的配合(综合机械性能)以满足不同的使用要求。另外淬火还可使一些特殊性能的钢获得一定的物理化学性能,如淬火使永磁钢增强其铁磁性、不锈钢提高其耐腐蚀性等。淬火工艺主要用于钢件。回火是将淬火钢重新加热到适当的温度,经保温一段时间后冷却下来的热处理工艺。回火决定钢在使用状态的组织和性能,因而也是一种十分重要的热处理工艺。



回火分类

根据回火时加热温度不同,可以分为以下三种。

(1)低温回火 加热温度为 $150 \sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。其主要目的是为了降低钢中的内应力和脆性,而保持钢在淬火后得到的高硬度和高耐磨性。低温回火通常适用于刀具、量具、冷冲模具和滚动轴承等。

(2)中温回火 加热温度为 $350 \sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。其主要目的是提高钢的弹性和屈服点,多用于热锻模和各种弹簧的热处理。

(3)高温回火 加热温度为 $500 \sim 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。其主要目的是获得强度、塑性和韧性都较好的综合力学性能。高温回火适用于轴、齿轮和连杆等重要机械零件。淬火加高温回火又称为“调质处理”。

三、表面热处理

某些零件的使用要求是表面应具有高强度、高硬度、高耐磨性和抗疲劳性能,而心部在保持一定的强度、硬度条件下应具有足够的塑性和韧性,这就需要采用表面强化的方法。表面热处理是钢件表面强化的重要方法之一,生产中应用较广泛的有表面淬火和化学热处理等。

1. 表面淬火

钢的表面淬火是通过快速加热,将钢件表面层迅速加热到淬火温度,然后快速冷却下来的热处理工艺。表面淬火主要适用于中碳钢和中碳低合金钢,例如 45Cr、40Cr 等。通常,钢件在表面淬火前均进行正火或调质处理,表面淬火后应进行低温回火。这样,不仅可以保证其表面的高硬度和高耐磨性,而且可以保证心部的强度和韧性。

2. 化学热处理

化学热处理是将钢件置于某种化学介质中加热、保温,使一种或几种元素渗入钢件表面,改变其化学成分,达到改变表面组织和性能的热处理工艺。根据渗入的元素不同,化学热处理的种类有渗碳、氮化、氰化(碳氮共渗)、渗硼和渗铝等。目前工业生产上最常用的是渗碳、氮化和氰化三种。

渗碳是将低碳钢的零件放入高碳介质中加热、保温,以获得高碳表层的化学热处理工艺。钢件渗碳后,尚需进行淬火和低温回火,使其表面具有高硬度、高耐磨性,而心部却保持良好的塑性和韧性。渗碳钢的碳质量分数一般为 $0.1\% \sim 0.3\%$,常用的钢号有 20Cr、20Cr、20CrMnTi 等。

氮化是将钢件放入高氮介质中加热、保温,以获得高氮表层的化学热处理工艺,又称渗氮。与渗碳相比,氮化后表面具有更高的硬度、耐磨性和疲劳强度,而且具有一定的耐蚀性。目前,最常用的氮化用钢是 38CrMoAlA。

氰化是使钢件表面同时渗入碳和氮的化学热处理工艺。目前应用较多的是气体氰化,它包括高温氰化和低温氰化。高温氰化以渗碳为主,氰化后进行淬火和低温回火;低温氰化以渗氮为主,实质上是氮化。氰化所用的钢主要是渗碳钢,如 20CrMnTi 等,但也可用中碳钢和中碳合金钢。

1. 金属材料的工艺性能主要包括哪几个方面?
2. 白口铸铁和可锻铸铁在性能上有何差别?
3. 退火与淬火在冷却方式上有什么不同?