

罗阳 刘胜青 主编

现代制造系统概论

XIANDAI ZHIZAO XITONG GAILUN



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

现代制造系统概论

主 编 罗 阳 刘胜青
编 委 梅筱琴 韩 英 查学梅

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书以制造技术为基础、系统为主线,阐述了现代制造系统的组成、特点及其应用。全书共8章,分别介绍了工程材料及其成形工艺、零件的成形工艺、特种加工、快速成形与快速制造技术、机电一体化、计算机辅助设计与制造、自动化生产系统以及生产系统运行等内容。

较之以上各章对应的专业课教材,本书具有内容基础浅显、涉及面广、信息量大、深入浅出,具有较强的适应性、实用性和先进性等特点。全书沿着材料认识及选用、毛坯与零件成形方法、先进制造技术、现代管理观念、产品生产过程、能源开发与环境保护等内容逐步展开,涉及到制造、管理、医学以及材料、新工艺、新技术、新设备等领域,力求为读者创造一个大工程背景。本书在内容选取、组织和体系上有一定的特色。

本书可作为高等院校工科类及部分理科、文科和医科类学生的教材和教学参考书;也适用于职大、电大、夜大、函大、网络大学及高职教育的相关专业;还可作为工业企业及经贸管理人员了解制造系统和工程技术人员进行再培训的自修教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代制造系统概论/罗阳,刘胜青主编. —北京:北京邮电大学出版社,2004

ISBN 7-5635-0911-9

I. 现… II. ①罗…②刘… III. 机械制造—概论 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 062897 号

出 版 者:北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号)

邮 编:100876 (发行部)电话:62282185 传真:62283578

电子信箱:publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京通州皇家印刷厂

印 数:1—3000 册

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14

字 数:363

版 次:2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0911-9/TH·7

定 价:24.00 元

如有质量问题请与北京邮电大学出版社发行部联系

前 言

随着教育改革的深入发展和市场对强基础、宽专业且具有创新意识的实用型、复合型人才需求的增加,高等院校学生希望能为他们开设一些多学科交叉的课程,以开阔专业视野,为自主学习提供更大的选择空间,增强对动态多变市场的适应能力和竞争能力。《现代制造系统概论》正是一本适用于这类公共选修课和基础技术课的教材。本教材以制造为基础、系统为主线,将现代生产过程中的各个环节有机地串接起来,给学生一种制造的理念和大工程的背景,让他们走进制造、了解制造。

本书在注意实用性、基础性的同时,也考虑了内容的先进性和前瞻性。教材的特点是:

1. 部分内容适用于实验、实习等实践性课程或实践环节的使用,有利于学生工程能力的培养;
2. 引入研究生课题研究和毕业论文中的部分基础内容;
3. 比较好地处理了传统技术和先进技术的关系,涉及的学科领域多,适用面广。

本书由罗阳博士、刘胜青教授任主编,全书由刘胜青负责策划和统稿。其中刘胜青编写第1、2、3、8章;罗阳编写第5、6、7章;刘胜青、梅筱琴编写第4章;查雪梅、韩英参与部分章节的编写;马骏、谭勋章、汪嫣等绘制插图;高志政负责全书文字校对。

在本书编写过程中参考了大量的有关教材、手册、学术杂志和论文等,已全部列于书后,在此向所用参考文献资料的中外作者、译者和出版社致谢。

由于本教材涉及内容广、学科跨度大,在体系上有一定的创新,加之编者的水平、视野与经验所限,本书难免存在不足、疏漏甚至错误,恳请同行与读者不吝赐教。

编者
2004年5月

目 录

| | |
|-------------------|----|
| 第0章 绪 论 | 1 |
| 第1章 工程材料及其成形工艺 | 4 |
| 1.1 工程材料的性能及分类 | 4 |
| 1.1.1 材料的必备性能 | 4 |
| 1.1.2 工程材料的分类 | 5 |
| 1.2 金属材料及其热处理 | 6 |
| 1.2.1 黑色金属 | 6 |
| 1.2.2 有色金属及其合金 | 10 |
| 1.3 金属材料的成形工艺 | 11 |
| 1.3.1 铸造成形工艺 | 12 |
| 1.3.2 锻压成形工艺 | 16 |
| 1.3.3 模具的 CAD/CAM | 19 |
| 1.3.4 连接成形工艺 | 21 |
| 1.3.5 连接方法的应用实例 | 29 |
| 1.4 其他材料的成形工艺 | 29 |
| 1.4.1 工程塑料制品的成形 | 29 |
| 1.4.2 橡胶制品的成形 | 33 |
| 1.4.3 复合材料的成形 | 34 |
| 1.5 新材料 | 36 |
| 1.5.1 功能材料 | 36 |
| 1.5.2 超塑性合金 | 37 |
| 1.5.3 超导材料 | 37 |
| 1.5.4 纳米材料 | 38 |
| 第2章 零件的成形工艺 | 40 |
| 2.1 零件的加工质量 | 40 |
| 2.1.1 加工精度 | 40 |
| 2.1.2 表面质量 | 42 |
| 2.2 零件的模具成形 | 43 |
| 2.3 零件的粉末锻造成形 | 45 |
| 2.4 零件的刀具切削成形 | 46 |
| 2.4.1 车削加工 | 46 |
| 2.4.2 钻镗加工 | 49 |
| 2.4.3 刨削加工 | 51 |

| | | |
|------------|--------------------|------------|
| 2.4.4 | 铣削加工 | 53 |
| 2.5 | 零件的磨具成形工艺 | 55 |
| 2.5.1 | 普通磨削 | 55 |
| 2.5.2 | 磨削新工艺 | 57 |
| 2.5.3 | 精密磨削 | 58 |
| 2.5.4 | 其他精密加工简介 | 58 |
| 第3章 | 特种加工 | 61 |
| 3.1 | 电火花加工 | 61 |
| 3.2 | 电化学加工 | 64 |
| 3.2.1 | 电解加工 | 65 |
| 3.2.2 | 电解磨削 | 67 |
| 3.2.3 | 电铸加工 | 67 |
| 3.2.4 | 电镀与电刷镀加工 | 68 |
| 3.2.5 | 电化学加工小结 | 69 |
| 3.3 | 超声加工 | 70 |
| 3.4 | 激光加工 | 72 |
| 3.4.1 | 激光加工的原理 | 72 |
| 3.4.2 | 工艺特点及其应用 | 73 |
| 第4章 | 快速成形与快速制造技术 | 75 |
| 4.1 | 现代成形方法简述 | 75 |
| 4.2 | 快速成形技术 | 76 |
| 4.3 | 快速原型制造技术 | 79 |
| 4.3.1 | 快速原型制造技术的概念 | 79 |
| 4.3.2 | 快速原型制造技术的主要工艺 | 79 |
| 4.3.3 | 快速原型制造的应用实例 | 82 |
| 4.4 | 快速成形所用材料 | 84 |
| 4.4.1 | 快速成形材料的分类和性能要求 | 84 |
| 4.4.2 | 组织工程材料与快速成形技术 | 85 |
| 4.4.3 | 国内外快速成形材料介绍 | 85 |
| 4.5 | 快速模具制造技术 | 87 |
| 4.5.1 | 快速模具制造的概念 | 87 |
| 4.5.2 | 快速模具制造技术的分类及应用 | 88 |
| 4.6 | 快速铸造技术 | 92 |
| 4.6.1 | 快速铸造技术的概念 | 92 |
| 4.6.2 | 快速铸造技术的应用 | 92 |
| 4.7 | 反求工程 | 96 |
| 第5章 | 机电一体化 | 103 |
| 5.1 | 机电一体化简述 | 103 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 5.1.1 机电一体化的概念 | 103 |
| 5.1.2 机电一体化的特点 | 104 |
| 5.2 机电一体化系统的组成 | 104 |
| 5.3 机电一体化加工机床 | 107 |
| 5.3.1 数控五轴联动激光加工机 | 107 |
| 5.3.2 光电跟踪切割机 | 108 |
| 5.3.3 激光玻璃内雕刻机 | 109 |
| 5.4 机电一体化医用设备 | 111 |
| 5.4.1 CT扫描机 | 111 |
| 5.4.2 超声诊断仪 | 113 |
| 5.5 机电一体化家用电器 | 115 |
| 5.5.1 全自动洗衣机 | 115 |
| 5.5.2 变频空调机 | 117 |
| 5.5.3 数码相机 | 118 |
| 5.6 机电一体化技术在汽车中的应用 | 119 |
| 5.6.1 发动机微机控制系统 | 119 |
| 5.6.2 汽车激光雷达自动防撞微机控制系统 | 120 |
| 5.6.3 电子控制的自动变速器 | 121 |
| 5.7 机器人 | 122 |
| 5.7.1 机器人的定义及分类 | 122 |
| 5.7.2 工业机器人 | 123 |
| 5.7.3 服务机器人 | 127 |
| 5.7.4 水下机器人 | 129 |
| 5.7.5 空间机器人 | 130 |
| 5.7.6 微机器人 | 132 |
| 5.7.7 足球机器人 | 134 |
| 第6章 计算机辅助设计与制造 | 136 |
| 6.1 CAD/CAM | 136 |
| 6.1.1 计算机辅助设计 | 136 |
| 6.1.2 计算机辅助制造 | 137 |
| 6.1.3 CAD/CAM | 138 |
| 6.2 CAPP | 140 |
| 6.2.1 CAPP 的基本概念 | 140 |
| 6.2.2 CAPP 系统的基本组成 | 140 |
| 6.2.3 CAD/CAPP/CAM 集成技术 | 141 |
| 6.3 数字控制技术 | 142 |
| 6.3.1 NC 机床的组成 | 143 |
| 6.3.2 NC 机床的工作原理 | 145 |

| | | |
|--------------|--------------------------|------------|
| 6.3.3 | NC 程序 | 146 |
| 6.3.4 | NC 机床加工流程 | 147 |
| 6.3.5 | NC 自动编程 | 149 |
| 6.3.6 | 加工过程的动态仿真 | 151 |
| 6.3.7 | 数控机床的特点及应用范围 | 151 |
| 6.3.8 | 加工中心 | 152 |
| 6.3.9 | 数控技术的最新发展 | 153 |
| 第 7 章 | 生产自动化 | 155 |
| 7.1 | 柔性制造系统 | 155 |
| 7.1.1 | 柔性制造系统的定义 | 155 |
| 7.1.2 | 柔性制造系统的组成 | 156 |
| 7.1.3 | 柔性制造系统的优点 | 157 |
| 7.2 | 计算机集成制造系统 | 158 |
| 7.2.1 | CIM 与 CIMS | 158 |
| 7.2.2 | CIMS 的组成 | 159 |
| 7.3 | 先进制造模式 | 160 |
| 7.3.1 | 并行工程 | 160 |
| 7.3.2 | 敏捷制造 | 161 |
| 7.3.3 | 智能制造系统 | 163 |
| 7.4 | 管理信息系统 | 166 |
| 7.4.1 | 管理信息系统 | 166 |
| 7.4.2 | 制造资源计划系统 | 167 |
| 7.4.3 | 医院信息系统简介 | 168 |
| 7.5 | 成组技术 | 174 |
| 7.5.1 | 成组技术的内涵 | 174 |
| 7.5.2 | 零件成组的方法 | 174 |
| 7.5.3 | 成组技术的应用 | 177 |
| 7.5.4 | 成组技术与 FMS、CIMS 的关系 | 179 |
| 第 8 章 | 生产系统运行 | 180 |
| 8.1 | 产品的概念 | 180 |
| 8.1.1 | 产品的整体概念 | 180 |
| 8.1.2 | 新产品简介 | 181 |
| 8.2 | 产品的开发 | 182 |
| 8.2.1 | 市场需求和预测 | 182 |
| 8.2.2 | 产品开发的方式 | 183 |
| 8.2.3 | 当前新产品开发的方向 | 184 |
| 8.3 | 产品的设计 | 184 |
| 8.3.1 | 产品造型设计的意义 | 185 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 8.3.2 产品造型设计的原则 | 185 |
| 8.3.3 工业产品的造型设计 | 185 |
| 8.4 产品的制造 | 187 |
| 8.4.1 生产类型及经济分析 | 187 |
| 8.4.2 现代生产系统 | 190 |
| 8.5 产品的质量 | 191 |
| 8.5.1 产品质量的特性 | 191 |
| 8.5.2 全面质量管理 | 192 |
| 8.5.3 质量保证体系 | 193 |
| 8.5.4 质量管理的基础工作 | 194 |
| 8.5.5 ISO 9000 质量标准及国家标准、军用标准 | 195 |
| 8.6 产品的销售 | 196 |
| 8.6.1 销售管理 | 196 |
| 8.6.2 销售计划 | 197 |
| 8.6.3 销售策略 | 198 |
| 8.6.4 销售渠道 | 199 |
| 8.6.5 售后服务 | 200 |
| 8.7 能源与环境 | 200 |
| 8.7.1 能源、能源系统及能源工业 | 200 |
| 8.7.2 煤炭工业 | 202 |
| 8.7.3 石油工业 | 203 |
| 8.7.4 天然气工业 | 204 |
| 8.7.5 电力工业 | 205 |
| 8.7.6 环境保护 | 208 |
| 8.7.7 ISO 14000 系列环境管理国际标准 | 210 |
| 8.7.8 绿色工程 | 211 |
| 参考文献 | 213 |

第0章 绪 论

制造是一种将物料、能量、资金、人力、信息等资源按照社会需求转变为有形的物质产品和无形的软件、服务等具有更高应用价值的产品的行为和过程。制造的内涵有狭义和广义之分：狭义的制造是指生产环境与物流有关的加工和装配过程；而广义的制造则包括市场分析、产品设计、工艺分析、生产准备、加工装配、质量保证、生产管理、市场营销、售前和售后服务，以及产品报废后的回收处理等整个产品生产周期内的一系列相互联系的生产活动。从图 0-1 中可以看出随着社会的进步和制造活动的发展，制造的概念在不断地发展进化。综观 300 多年世界经济社会的发展史，不难看出持续不断的科学进步和技术革命，是人类文明进步的原动力。

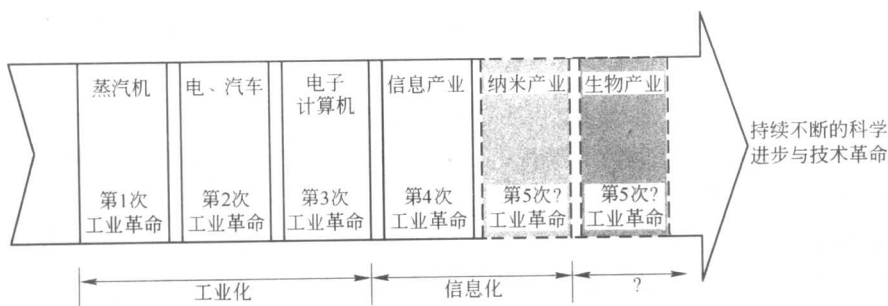


图 0-1 科技进程示意图

系统观念是人类历史上最古老的概念，其内涵与外延因研究领域而异各不相同。系统观念强调局部之间的联系与协调，为人们全面地分析与归纳各种事物提供了必备条件。《辞海》中将系统定义为“自成体系的组织；相同或相类似的事物按一定的秩序和内部联系组合而成的整体。”

制造系统是制造业的基本组成实体。物质(料)、能源、信息和决策构成了制造系统的四大要素。从制造系统的结构特点来讲，它是一个包括人员、物质(设备、工具、物料等)、能源、信息(设计信息和工艺信息)的有机整体；从制造系统的功能特点来讲，它是一个输入物质、能源和信息，输出产品或半成品的输入/输出系统；从制造系统的过程特点来讲，它包含了一个制造的全过程，包括市场预测、产品设计、工艺规划、物资供应、制造装配、质量检查、销售和售后服务，甚至包括废旧产品的回收和销毁等一个产品生命周期的全过程。

一个正在制造产品的机床、生产线、车间乃至整个工厂可看作是不同的层次的制造系统；加工中心、柔性制造系统、计算机集成制造系统均是典型的制造系统；另外，一个新产品的开发、一个技术改造项目、一个与制造有关的工程项目、科研课题以及它们所涉及的硬件和软件，也可以看成为不同的制造系统。国际标准化组织(ISO: International Standardization Organization)给出的 ISO 制造系统通用行为模式如图 0-2 所示。

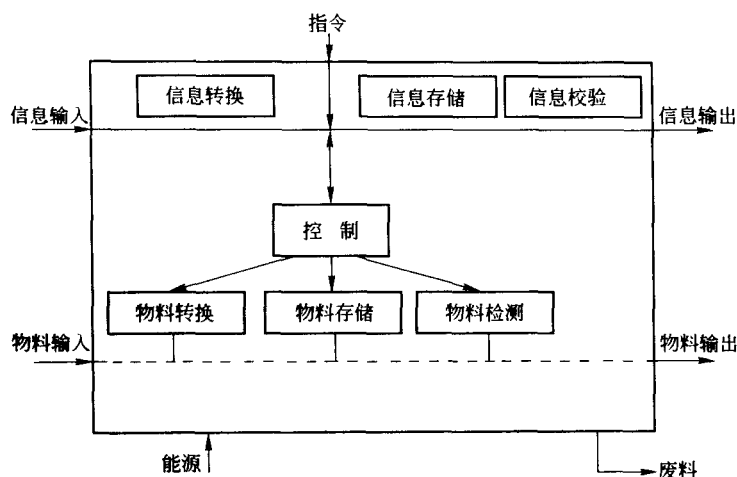


图 0-2 ISO 制造系统通用行为模式

(1) 物料流

任何制造系统都要根据客户和市场的需求,开发产品,购进原料,加工制造出产品,再将产品作为商品销售给客户并提供售后服务,物料从供方开始,沿着各个环节向需方流动,即完成物质的流动。

例如:机械加工系统输入的原材料、坯料或半成品及相应的刀具、量具、夹具、切削液和其他辅料,经过输送、装夹、加工、检验、装配等过程,最后输出半成品或产品(一般还伴有切屑的输出)。整个加工过程就是物料的动态流动过程。

(2) 能量流

能量是一切物质运动的基础,制造过程中的所有运动均需要能量来维持。输入制造系统的能量,一部分用以维持制造系统各个环节或子系统的运动;另一部分通过传递、损耗、储存、释放、转化等过程来完成制造的有关功能,制造系统的动态特征也体现在能量运动过程中所形成的能量流。

(3) 信息流

在制造系统的动态变化过程中,信息如同物质与能量一样也以一定的流程形式,在系统内部处于不断的使用、保存、更新、删除等连续的动态变化之中,从而形成信息流。

以机械加工信息流为例,此时信息主要包括加工任务、加工工序、加工方法、刀具状态、工件要求、质量指标、切削参数等。这些信息构成了机械加工的信息系统,通过信息从输入—转换—存储—检验—输出的流动,有效地控制加工过程。

从图 0-2 中可以看出,制造系统具有显著的动态特性,它始终处于产生要素^①,如原材料、能量、信息等的不断输入和有形财富即产品的不断输出这样一个动态过程中。

现代制造以社会、经济需求为目标,以资源和资源转换为对象,以现代制造科学与技术为基础,以制造系统为载体,以信息化、网络化、生态化和全球化为背景。

现代制造系统是现代制造的载体,在现实生活中,一个典型的制造类现代企业(集体)就是一个完整意义上的现代制造系统。图 0-3 是一个网络化全球制造系统的模型,它是一种动态

^① 要素是构成系统的组成单元。

联盟和虚拟企业的结构模式,其内涵表明现代制造系统是一个全球化、网络化、可动态重构的虚拟系统,与传统的制造系统的概念有着重大的区别。

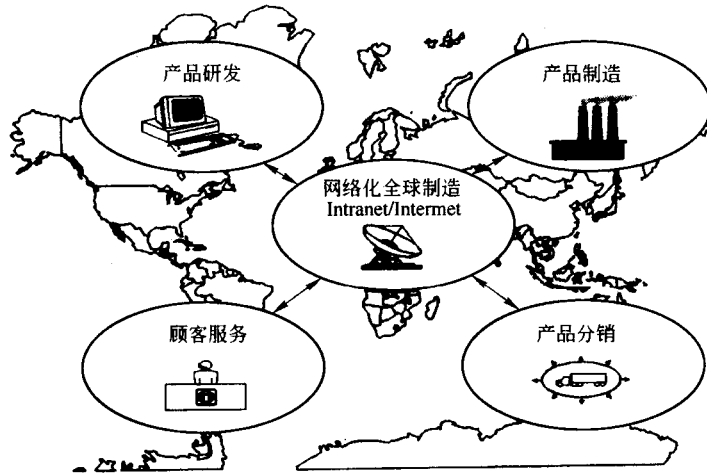


图 0-3 网络化全球制造系统

制造产业是人类社会赖以生存和发展的基础,是社会物质财富的主要来源。据统计,美国 68% 的财富来源于制造业;日本国民总产值中 49% (1990 年) 是由制造业提供的;英国在 20 世纪 70 年代制造业对于国民总产值的贡献约为 35%, 于 20 世纪 90 年代下降至 25% 左右, 而计划在 2010 年回升至 30%。我国制造业在国民总产值中所占的比例接近 40%, 并正在以强劲势头增长, 目前《财富》500 强企业中已有近 400 家在我国投资 2 000 多个项目。世界上最主要的电脑、电子产品、电信设备、石油化工等制造商已将其生产网络扩展至我国。制造业的水平反映了一个国家或地区的经济实力、科技水平、人民的生活质量及国防能力。

第 1 章 工程材料及其成形工艺

工程材料是发展国民经济和制造业的重要物质基础,20 世纪前半叶所使用的工程材料,几乎都是以应力、应变为代表的 10^{-3} m 以上的宏观材料。20 世纪 70 年代随着“材料科学与工程”学科的出现,材料工程进入了宏观与微观共同发展的新阶段。1984 年德国科学家 H. Gleiter 制成了世界上第一块纳米微晶体块,纳米材料的研制成功,将会改变人造物体的特性。近半个世纪以来,随着材料科学的蓬勃发展,作为现代技术三大支柱之一的材料科学(另外两者为能源和信息)得以快速发展,新材料层出不穷,极大地推动了科学技术和国民经济的发展。

1.1 工程材料的性能及分类

材料^①是指经过人们劳动所取得的劳动对象,如经过工业加工的钢材、水泥等。生产中一种材料是否被选用,必须从以下三个方面考虑:

- (1) 是否满足零件所需的使用性能。
- (2) 是否具备制造零件所需的工艺性能。
- (3) 在满足上述两方面的前提下,价格是否低廉。

1.1.1 材料的必备性能

1. 材料的使用性能

使用性能包括物理性能(密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等)、化学性能(耐腐蚀性、化学稳定性、氧化性、还原性等)和力学性能。本节主要讨论金属材料的力学性能。

金属材料的力学性能是指材料在外力作用下表现出的特征,又称机械性能。力学性能是选材和零件设计的重要依据,它包括材料的强度、硬度、塑性、冲击韧性及疲劳强度。

(1) 强度

强度是材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力。按外力作用方式不同,可分为抗拉、抗压、抗弯、抗扭强度等,单位均为 MPa。最常用的是抗拉强度,符号为 σ_b ,用它来表示材料抵抗断裂的能力,生产中一般以 σ_b 作为最基本的强度指标。

(2) 硬度

硬度是材料抵抗其他物体压入其表面的能力。它是衡量材料软硬程度的指标,同时也是设计机械零件时必须考虑的技术条件和选择加工工艺^②的参考。一般说来,硬度较高的材

① 材料,引自上海辞书出版社发行的《辞海》第 151 页。

② 工艺就是制造产品的方法。

料,耐磨性较好,强度也较高。

生产中常用的硬度测量方法有布氏硬度法(所测得的硬度值用符号 HBS 或 HBW 表示)和洛氏硬度法(所测得的硬度值可以用 HRA、HRB 和 HRC 表示,其中常用的是 HRC)。

(3) 塑性

塑性是材料在外力作用下产生永久变形而不致破坏的能力。常用的塑性指标是伸长率 $\delta(\%)$ 和断面收缩率 $\psi(\%)$ 。 δ 和 ψ 越大,材料的塑性越好。

(4) 冲击韧性

冲击韧性是材料抵抗冲击载荷的能力,用符号 $\alpha_k(\text{J}/\text{cm}^2)$ 表示。其值主要取决于材料的塑性、硬度和承受的温度,其中温度对冲击韧性值的影响最为显著。 α_k 值很大的材料称为塑性材料;反之,则称为脆性材料。脆性材料断裂时无明显塑性变形,破坏极大,生产中必须避免。

(5) 疲劳强度

疲劳强度是指材料在多次交变载荷^①作用下不会引起断裂的最大应力^②。生产中承受交变载荷的大多数零件,常常出现材料在远低于屈服点^③时就断裂的现象,这种现象叫做金属的疲劳。疲劳破坏是齿轮、连杆、弹簧等零件的主要破坏形式。

2. 材料的工艺性能

工艺性能是物理、化学和机械性能的综合,是指材料加工时成形的难易程度。它直接影响材料和加工方法的选择以及能否实现优质、高产、低消耗、低成本。工艺性能主要指:铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

3. 材料的经济性

生产实际中人们有时难于选择到既能满足所需功能而价格又低廉的材料,这是因为材料的性能和价格往往是一对矛盾。要解决此类矛盾,有效的方法是,当零件的功能需求确定后,通过选择改变材料性能的加工工艺(如热处理、表面涂层等),进而采用一些较价廉的材料。当设计一个产品时,必须考虑产品的形状和制造它的材料,考虑产品的制造工艺和使用场合。当确定制造方法时,还要考虑零件的技术要求以及制造的经济性和劳动力的安排等。

很显然在满足使用性能的前提下,选用成本较低的材料,是保证产品具有市场竞争能力和使企业获得良好效益的重要举措。

1.1.2 工程材料的分类

工程材料按其属性,可分为金属材料、非金属材料(含无机非金属材料、有机非金属材料)以及由上述材料组合成的复合材料。

以一辆轿车为例,它大约由 10 000~20 000 个各种不同材质的零件组成,所用材料如图 1-1 所示。

① 交变载荷——大小和方向呈周期性变化的载荷。

② 应力——材料受外力作用时,其内部会产生一个与外力大小相等、方向相反的力,称为内力。单位截面上的内力称为应力,用符号 σ 表示。

③ 屈服点——材料开始产生明显塑性变形时的最低应力值,用符号 σ_s 表示。

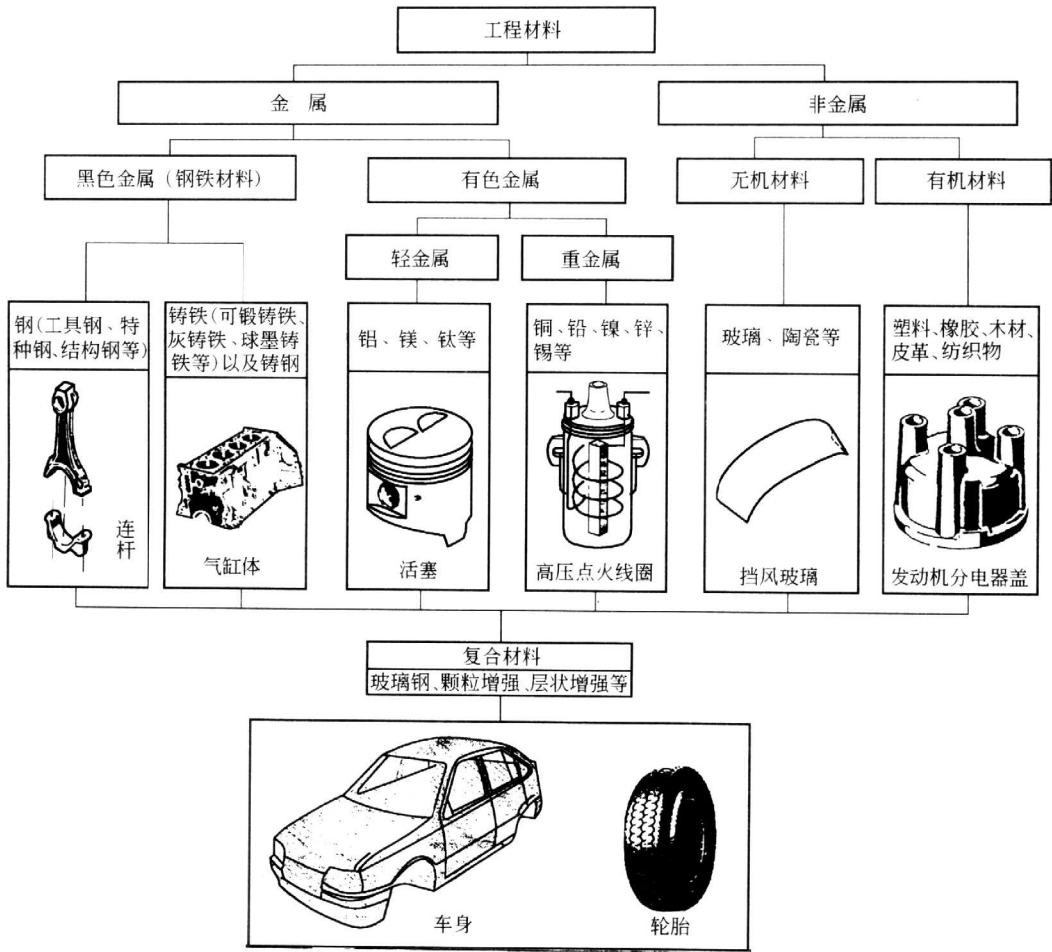


图 1-1 汽车用材料的分类

1.2 金属材料及其热处理

金属材料包括纯金属和合金,是由金属元素或以金属元素为主,形成的具有一般金属特性(如导电性、导热性等)的最重要且应用最广泛的一类工程材料。生产中习惯把金属材料分为黑色金属和有色金属。

1.2.1 黑色金属

工业中使用最多的是黑色金属钢和铸铁,钢和铸铁都是以铁和碳为主要成分的合金,通常称其为铁碳合金。

1.2.1.1 钢

钢是含碳量为 0.02%~2.11% 的铁碳合金。其主要特点是固态高温组织具有很好的塑性。

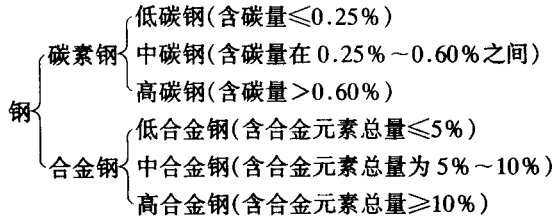
1. 钢的分类、牌号

钢的分类方法很多,各类钢铁材料牌号的编号方法可查阅相关资料,如机械零件设计手

册、材料手册等。

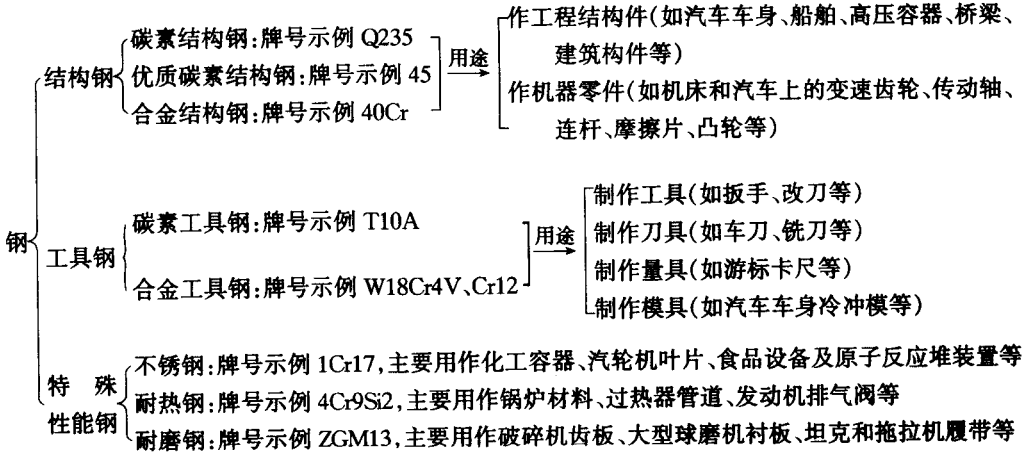
(1) 按化学成分,钢可以分为碳素钢和合金钢(见表 1-1)。

表 1-1 按化学成分钢的分类



(2) 按用途,钢可以分为结构钢、工具钢和特殊性能钢(见表 1-2)。

表 1-2 按用途钢的分类



(3) 按质量,钢分为普通、优质、高级优质等,其分类依据为钢中所含杂质元素 S、P 的多少。

(4) 铸钢,即用来铸造铸件的钢,又称浇钢。铸钢因其具有良好的综合机械性能,生产中常常用于制造形状复杂,要求具有更高强度、韧性、塑性或其他特殊性能的机器零件的毛坯。如水轮机转子、燃气轮机叶片、大齿轮、箱体等。铸钢按化学成分,常分为碳素铸钢和合金铸钢,其中碳素铸钢应用最广。

2. 钢的热处理

钢的热处理是指钢在固态下采用一定的方式进行加热、保温和冷却,从而改变材料整体或表面组织,获得所需性能的工艺方法。经过热处理可提高材料的使用性能,延长零件的使用寿命,充分发挥材料性能的潜力,显著提高经济效益。据统计,各类产品中需要热处理的零件的比例大致为:机床约 70%;汽车、拖拉机约 80%;刀具、量具和模具的工作部分,则为 100%。

根据热处理时,材料的加热、冷却温度以及获得性能的不同,热处理可分为:

(1) 普通热处理

普通热处理包括退火、正火、淬火和回火等。

① 退火 是将钢件加热到一定温度,保温后缓慢冷却(通常是随炉冷却)的工艺。其作用是降低硬度和脆性;细化晶粒,消除内应力。退火通常作为铸件、锻件和焊件切削加工前的预备热处理。

② 正火 是将钢加热到一定温度,保温后在静止空气中冷却的工艺。由于冷却速度快于退火,故材料获得的强度、硬度高于退火,但消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;普通零件常用正火作为最终热处理。

③ 淬火 是将钢加热到一定温度,保温后在水、油或盐溶液中快速冷却的工艺。其作用是提高钢的强度和硬度,增加耐磨性。

④ 回火 是将淬火后的工件加热到一定温度,保温后冷却至室温的工艺。由于淬火工件脆性大、内应力大且尺寸不稳定,所以必须进行回火。采用不同的回火温度,材料可得到不同的性能。生产中将淬火后进行高温回火(500~600℃)的工艺称为调质。调质后的材料可获得好的综合机械性能,常用于重要机械零件,如齿轮、传动轴、连杆等。需要提高弹性和韧性的工件,如弹簧、锻造模具等,则应在淬火后采用中温回火(350~500℃)。对于工作部分要求硬度高、耐磨性好的工件,如量具、模具、刀具等,则应在淬火后采用低温回火(150~250℃)。

普通热处理方法的工艺曲线,如图 1-2 所示。

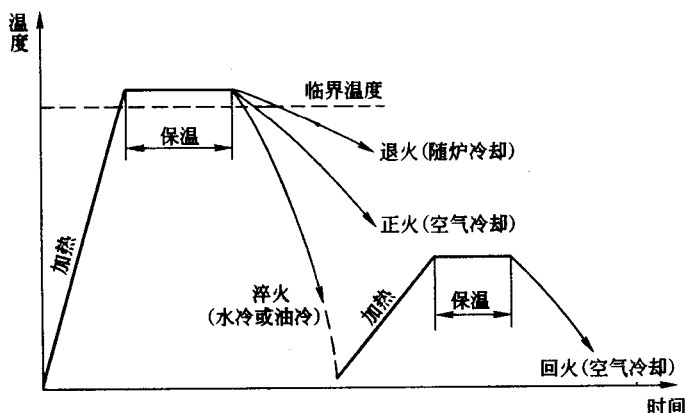


图 1-2 普通热处理方法的工艺曲线示意图

(2) 表面淬火

这是一种仅对工件表层快速加热、急骤冷却的热处理工艺,达到既提高工件表层硬度和耐磨性,又使心部仍保持足够塑性和韧性的目的。如机床和汽车的传动齿轮和曲轴采用表面淬火后,就能达到表层有较高硬度和耐磨性,而心部有足够塑性和韧性的技术要求。

表面淬火常用的方法有火焰淬火(见图 1-3)、感应加热淬火(见图 1-4)和电接触加热淬火(见图 1-5)等。

1.2.1.2 铸铁

含碳量大于 2.11%,锰、硅、硫、磷等杂质含量高于钢的铁碳合金,称为铸铁。通常由生铁^①、废钢、铁合金等以不同比例配合,经熔炼而成。铸铁中的碳多以石墨形式存在,故抗拉强度、塑性和韧性比钢差,无法进行锻压加工。但铸铁的生产熔炼方法简便、成本低廉,且具有优良的铸造性能、减摩性能、抗震性能以及切削加工性能,在机械制造业中仍是最重要的工程结构材料之一。在各类机械中,铸件通常占总重量的 40%~90%,主要用来制作机床床身、箱

① 生铁——含碳量大于 2.11%的铁碳合金,由铁矿石在炼铁高炉内冶炼而成。