

21 世纪高职高专规划教材

(第二版)

模具材料与热处理

M U J U C A I L I A O Y U R E C H U L I

主 编 陆宝山

副主编 邱小云

主 审 梁士红

- 案例导入，任务驱动
- 突出实用，优化结构
- 提供课件，知识更新

上海科学技术出版社



提供电子课件下载

21 世纪高职高专规划教材

模具材料与热处理 (第二版)

主 编 陆宝山

副主编 邱小云

参 编 滕 琦 黄晓华 陈晓琴

主 审 梁士红

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具材料与热处理 / 陆宝山主编. —2 版. —上海:
上海科学技术出版社, 2016. 1

21 世纪高职高专规划教材

ISBN 978 - 7 - 5478 - 2641 - 6

I. ①模… II. ①陆… III. ①模具钢 - 热处理 -
高等职业教育 - 教材 IV. ①TG162.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 098646 号

模具材料与热处理(第二版)

主编 陆宝山

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 16.25

字数: 360 千字

2011 年 7 月第 1 版

2016 年 1 月第 2 版 2016 年 1 月第 5 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 2641 - 6/TG · 82

定价: 35.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

Synopsis

本书从高职高专学生学习和实际应用出发,以项目任务的主干知识、实践研究和拓展提高为载体编写而成。全书由12个项目组成,主要内容包括金属材料的性能、金属及合金的晶体结构与结晶、金属塑性变形与再结晶、铁碳合金相图、钢的热处理和表面处理、碳素钢与合金钢、铸铁、非铁合金与其他材料、模具与模具材料概述、冷作模具材料、热作模具材料、塑料模具材料等。

本书可作为高职高专院校模具设计与制造专业学生教材,也可作为其他相关专业师生以及从事模具设计、制造和应用的技术人员的参考书。

本书按其主要内容编制了各项目课件,在上海科学技术出版社网站“课件/配套资源”栏目公布,欢迎读者登录 www.sstp.cn 浏览、下载。

第二版前言

Preface

模具材料与热处理(第二版)

《模具材料与热处理》自 2011 年出版以来,已连续重印 4 次,满足了高职高专院校模具设计与制造专业的教学需要和模具制造业发展的需求。为了进一步适应高职高专课程改革的要求,强化以职业活动为导向、以项目任务为载体,突出能力为目标的职业教育特色,结合近几年来模具材料的发展趋势和编者的教学实践情况与认真总结,对第一版教材从以下几个方面进行了修订:

1. 精简内容

坚持以“理论必需、够用”为原则,内容力求精练明了和通俗易懂,避免烦琐抽象的公式推导和冗长的过程叙述,以便于学生自学、理解。如项目一改为“金属材料的性能”,删去任务一内容,重点围绕金属材料的力学性能、工艺性能、物理与化学性能而展开叙述。原项目四中“钢铁材料的生产过程”因与本项目内容联系不大,且学生比较难于理解而删除。

2. 调整结构

对第一版教材中的“碳素钢”与“合金钢”部分,为了便于学生更好地比较学习,将这两个原本分开的项目进行了合并,整合为一个完整的教学项目。另外,第一版教材中叙述不够清晰、详细的地方,也配以插图、文字进行了补充。

3. 更加突出实用性

较之第一版,本书最突出的修订创新点在于,在每一项目下均以“案例导入”开始,并切入必需的基础理论知识,配合实践与研究、拓展与提高、课题实例、课后练习,把理论知识与具体实践结合起来,力求达到以能力训练为主的核心目标。

4. 重视知识的更新

第一版教材出版后几年来,有关模具材料的技术进步和新产品、新工艺开发的内容

在本书有关章节得到了更新。如项目十、项目十一中,对冷作模具钢、热作模具钢中使用的新型钢种及工厂热处理的最新实例等都做了一定的更新、补充。

本书由苏州工业职业技术学院陆宝山任主编并统稿,南京科技职业学院邱小云任副主编并配套电子课件。具体编写分工如下:苏州工业职业技术学院滕琦编写项目一、项目十二;陆宝山编写项目二~项目四;硅湖职业技术学院陈晓琴编写项目五、项目六;苏州工业职业技术学院黄晓华编写项目七、项目八;邱小云编写项目九~项目十一及附录部分。全书由苏州工业职业技术学院梁士红担任主审。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

本书按其主要内容编制了各项目课件,在上海科学技术出版社网站“课件/配套资源”栏目公布,欢迎读者登录 www.sstp.cn 浏览、下载。

编者

项目一 金属材料的性能	1	二、实践与研究	17
案例导入	1	三、拓展与提高	18
任务一 金属材料的物理性能与 化学性能	1		
一、相关知识	2		
(一) 认识金属物理性能的内容 及其应用	2		
(二) 认识金属材料的化学性能 及其应用	4		
二、实践与研究	5		
三、拓展与提高	5		
任务二 金属材料的力学性能及其 测试	5		
一、相关知识	5		
(一) 认知金属材料的力学性能	5		
(二) 金属材料的强度和塑性 以及测试	6		
(三) 金属材料的硬度及其 测试	9		
(四) 金属材料的韧性及其 测试	12		
(五) 金属材料的疲劳强度 及其测试	14		
二、实践与研究	15		
三、拓展与提高	15		
任务三 认识金属材料的工艺性能	16		
一、相关知识——金属材料的工艺 性能内容及影响因素	16		
		项目二 金属及合金的晶体结构与 结晶	19
		案例导入	19
		任务一 纯金属的晶体结构	19
		一、相关知识	20
		(一) 晶体学的基本知识	20
		(二) 纯金属常见的晶格类型	21
		(三) 实际金属晶体的缺陷	22
		二、实践与研究	25
		三、拓展与提高	25
		任务二 纯金属的结晶	25
		一、相关知识	26
		(一) 过冷现象与冷却曲线	26
		(二) 纯金属的结晶过程	26
		(三) 晶粒的大小及其控制 因素	27
		二、实践与研究	28
		三、拓展与提高	29
		任务三 合金的晶体结构与结晶	29
		一、相关知识	29
		(一) 合金的晶体结构	29
		(二) 二元合金的结晶	31
		二、实践与研究	36
		三、拓展与提高	36
		(一) 表层细晶粒区	37

(二) 柱状晶粒区	37	项目四 铁碳合金相图	53
(三) 中心等轴晶粒区	37	案例导入	53
项目三 金属塑性变形与再结晶	39	任务一 认识铁碳合金的基本组织	53
案例导入	39	一、相关知识	53
任务一 认知金属的塑性变形	39	(一) 纯铁的多晶型性转变	
一、相关知识	40	(同素异构转变)	53
(一) 单晶体的塑性变形	40	(二) 铁碳合金的基本相和	
(二) 多晶体的塑性变形	41	基本组织	54
(三) 蠕变	42	二、实践与研究	55
二、实践与研究	42	三、拓展与提高	55
三、拓展与提高	42	任务二 铁碳合金相图	56
任务二 金属塑性变形对金属组织和		一、相关知识	56
性能的影响	43	(一) 铁碳合金的相图概述	56
一、相关知识	43	(二) 简化的 Fe-Fe ₃ C 相图	
(一) 金属塑性变形对金属组织		的分析	56
的影响	43	(三) 铁碳合金的分类	58
(二) 塑性变形后金属性能		(四) 典型的铁碳合金的冷却过程	
的变化	44	及其组织	58
二、实践与研究	46	(五) 含碳量对铁碳合金平衡组织	
三、拓展与提高	46	和力学性能的影响	63
任务三 冷变形金属在加热时组织		(六) 铁碳合金相图的应用	63
和性能的变化	46	二、实践与研究	64
一、相关知识	47	三、拓展与提高	64
(一) 概述	47	项目五 钢的热处理和表面处理	66
(二) 回复	47	案例导入	66
(三) 再结晶	47	任务一 钢在加热时的组织	
(四) 晶粒长大	49	转变	66
二、实践与研究	49	一、相关知识	66
三、拓展与提高	49	(一) 钢的热处理概述	66
任务四 金属材料的热变形加工	50	(二) 钢在加热时的组织转变	67
一、相关知识	50	二、实践与研究	69
(一) 金属材料的冷加工和		三、拓展与提高	69
热加工	50	任务二 钢在冷却时的组织	
(二) 金属的热塑性变形过程	50	转变	69
(三) 热塑性变形加工对金属的		一、相关知识	70
组织和性能的影响	50	(一) 热处理中常用的冷却	
二、实践与研究	51	方式	70
三、拓展与提高	52	(二) 钢在等温冷却时的转变	70

(三) 钢在连续冷却时的转变	72	(一) 碳素钢中的常存元素对 碳钢性能的影响	97
二、实践与研究	75	(二) 碳素钢的分类	97
三、拓展与提高	75	(三) 常用的碳素钢	97
任务三 钢的退火和正火	76	二、实践与研究	103
一、相关知识	76	三、拓展与提高	103
(一) 钢的退火	76	任务二 合金元素在钢中的作用和 合金钢的分类	103
(二) 钢的正火	78	一、相关知识	103
二、实践与研究	79	(一) 合金元素在钢中的作用	103
三、拓展与提高	79	(二) 合金钢的分类	104
(一) 切削加工性	79	(三) 合金钢牌号的表示方法	105
(二) 使用性能	79	二、实践与研究	105
(三) 经济性	79	三、拓展与提高	105
任务四 钢的淬火与回火	79	任务三 合金结构钢	106
一、相关知识	80	一、相关知识	106
(一) 钢的淬火	80	(一) 低合金结构钢	106
(二) 钢的回火	82	(二) 机械制造用钢	108
二、实践与研究	83	二、实践与研究	112
三、拓展与提高	84	三、拓展与提高	113
任务五 钢的表面热处理	85	任务四 合金工具钢	113
一、相关知识	85	一、相关知识	113
(一) 钢的表面淬火	85	(一) 合金刀具钢	113
(二) 钢的化学热处理	86	(二) 合金模具钢	118
(三) 表面气相沉积	90	(三) 合金量具钢	119
二、实践与研究	91	二、实践与研究	120
三、拓展与提高	91	三、拓展与提高	120
(一) 过热和过烧	91	任务五 特殊性能钢	120
(二) 氧化与脱碳	91	一、相关知识	121
(三) 变形与开裂	91	(一) 不锈钢	121
任务六 热处理的工序位置	92	(二) 耐热钢	122
一、相关知识	92	(三) 耐磨钢	122
(一) 热处理的技术条件	92	二、实践与研究	123
(二) 热处理的工序位置	92	三、拓展与提高	123
二、实践与研究	93		
三、拓展与提高	94		
项目六 碳素钢与合金钢	96	项目七 铸铁	125
案例导入	96	案例导入	125
任务一 碳素钢(非合金钢)	96	任务一 铸铁的分类、组织、性能和 石墨化影响	125
一、相关知识	97		

一、相关知识	126	(三) 蠕墨铸铁的性能和用途 ...	138
(一) 铸铁的分类	126	二、实践与研究	139
(二) 铸铁的组织	126	三、拓展与提高	139
(三) 铸铁的优良性能	126		
(四) 铸铁的石墨化及影响 因素	127	项目八 非铁合金与其他材料	141
二、实践与研究	128	案例导入	141
三、拓展与提高	128	任务一 铝及铝合金	141
任务二 灰铸铁	128	一、相关知识	142
一、相关知识	129	(一) 工业纯铝	142
(一) 灰铸铁的成分、组织和 性能	129	(二) 铝合金	143
(二) 灰铸铁的孕育处理	129	二、实践与研究	147
(三) 灰铸铁的牌号和用途	130	三、拓展与提高	147
(四) 灰铸铁的热处理	130	任务二 铜及铜合金	147
二、实践与研究	131	一、相关知识	148
三、拓展与提高	131	(一) 工业纯铜	148
任务三 可锻铸铁	131	(二) 铜合金	148
一、相关知识	132	二、实践与研究	152
(一) 可锻铸铁的成分和生产 过程	132	三、拓展与提高	152
(二) 可锻铸铁的组织 and 性能 ...	132	任务三 粉末冶金材料简介	153
(三) 可锻铸铁的牌号及用途 ...	133	一、相关知识	153
二、实践与研究	134	二、实践与研究	155
三、拓展与提高	134	三、拓展与提高	155
任务四 球墨铸铁	134		
一、相关知识	134	项目九 模具与模具材料概述	157
(一) 球墨铸铁的化学成分和 生产	134	案例导入	157
(二) 球墨铸铁的组织 and 性能 ...	135	任务一 认识模具	158
(三) 球墨铸铁的牌号及用途 ...	136	一、相关知识	158
(四) 球墨铸铁的热处理	136	(一) 模具的分类	158
二、实践与研究	137	(二) 模具的主要失效形式 ...	158
三、拓展与提高	137	(三) 模具寿命及其影响 因素	160
任务五 蠕墨铸铁	138	(四) 模具的失效分析及预防 措施	161
一、相关知识	138	二、实践与研究	166
(一) 蠕墨铸铁的化学成分和 生产过程	138	三、拓展与提高	166
(二) 蠕墨铸铁的组织与牌号 ...	138	任务二 认识模具材料	166
		一、相关知识	166
		(一) 模具材料的性能要求 ...	166
		(二) 模具材料的分类	168

(三) 模具材料的选用原则	168
二、实践与研究	169
三、拓展与提高	169
项目十 冷作模具材料	170
案例导入	170
任务一 冷作模具材料的性能要求与 成分、热处理特点	170
一、相关知识	171
(一) 冷作模具材料的性能 要求	171
(二) 冷作模具材料的成分 特点	172
(三) 冷作模具材料的热 处理特点	173
二、实践与研究	173
三、拓展与提高	173
任务二 冷作模具材料与热处理 ..	173
一、相关知识	174
(一) 冷作模具钢及热处理	174
(二) 硬质合金	182
(三) 进口冷作模具钢简介	183
二、实践与研究	186
三、拓展与提高	187
(一) 四步热处理法	187
(二) 循环超细化处理	187
任务三 冷作模具的选材	187
一、相关知识	188
(一) 冷作模具的选材原则	188
(二) 常用的冷作模具的选材 ..	188
二、实践与研究	193
三、拓展与提高	194
(一) 落料拉深复合模凸凹模的 材料与热处理工艺选用 实例	194
(二) 冷挤压凸模的材料与热处理 工艺选用实例	195
项目十一 热作模具材料	198
案例导入	198
任务一 热作模具材料的性能要求 及成分、热处理特点	198
一、相关知识	199
(一) 热作模具材料的性能 要求	199
(二) 热作模具钢的成分特点 ..	199
(三) 热作模具钢的热处理 特点	200
二、实践与研究	200
三、拓展与提高	200
任务二 热作模具材料与热处理 ..	201
一、相关知识	201
(一) 热作模具钢与热处理	201
(二) 硬质合金	206
(三) 高温合金	206
(四) 难熔金属合金	206
(五) 压铸模用铜合金	207
(六) 进口热作模具钢简介	207
二、实践与研究	210
三、拓展与提高	210
(一) 复合强韧化处理 (双重淬火法)	210
(二) 复合等温处理	210
任务三 热作模具的选材	211
一、相关知识	211
(一) 热锻模选材	211
(二) 热挤压模选材	213
(三) 压铸模选材	214
(四) 热冲裁模选材	215
二、实践与研究	215
三、拓展与提高	216
(一) 锤锻模的材料与热处理工艺 选用实例	216
(二) 压铸模的材料与热处理 工艺选用实例	217

项目十二 塑料模具材料	219
案例导入	219
任务一 塑料模具的分类、工作条件、失效形式及性能要求	219
一、相关知识	220
(一) 塑料模具的分类	220
(二) 塑料模具的服役条件	220
(三) 塑料模具常见的失效形式	220
(四) 塑料模具材料的性能要求	220
二、实践与研究	221
三、拓展与提高	222
任务二 塑料模具材料与热处理	222
一、相关知识	223
(一) 塑料模具钢的分类	223
(二) 塑料模具钢的成分、性能和热处理	223
(三) 其他的塑料模具材料	232
(四) 进口塑料模具钢简介	232
二、实践与研究	235
三、拓展与提高	236
任务三 塑料模具的选材	236
一、相关知识	236
(一) 塑料模具选材的原则	236
(二) 塑料模具成形零件的选材	237
(三) 塑料模具结构零件的选材	238
二、实践与研究	239
三、拓展与提高	240
(一) 塑料模具的工作硬度与选材	240
(二) 塑料模具材料与热处理工艺选用实例	240
附录	242
附录1 布氏硬度与压痕直径对照表	242
附录2 黑色金属硬度及强度换算表(一)	243
附录3 黑色金属硬度及强度换算表(二)	244
附录4 常用结构钢退火及正火工艺规范	245
附录5 常用工具钢退火及正火工艺规范	246
附录6 新旧低合金高强度结构钢的标准牌号对照及用途	247
参考文献	248

项目一

金属材料的性能



案例导入

某机械厂,有一天师傅急需一块 $100\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ 、Q235A 的钢板,徒弟从边角料里找来厚度比较合适的钢板后,便急急忙忙开动剪板机进行裁剪,结果只听到“咔嚓”一声,机器转臂断裂了。经检查发现,这块钢板是经过调质处理过的 45 钢,其强度和硬度均比退火状态的 Q235A 高出 1 倍以上,剪切时转臂产生的内应力超过了其承受能力(即力学性能),以致剪板机损坏。

金属材料由于具有许多良好的性能,在机械制造业中,广泛地用于制造生产和生活用品。为了能够合理地选用金属材料,设计、制造出具有竞争力的产品,必须了解和掌握金属材料的性能。

金属材料的性能包括使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料为保证机械零件或工具正常工作应具备的性能,即在使用过程中所表现出的特性,主要包括物理性能、化学性能、力学性能等。工艺性能是指材料在被加工过程中,适应各种冷热加工的性能,如热处理性能、铸造性能、锻压性能、焊接性能、切削加工性能等。

任务一 金属材料的物理性能与化学性能

【学习目标】

1. 了解金属材料的物理性能和化学性能的概念。
2. 熟悉金属材料的物理性能的内容及应用。
3. 熟悉金属材料的化学性能的内容及应用。
4. 具有辨别金属物理性能和化学性能的能力,并具有应用物理性能和化学性能解决实际问题的能力。

金属的物理性能是指金属固有的属性,它包含有密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等。金属的化学性能是指金属在室温或高温时抵抗各种化学介质作用所表现出来的性能,它包括耐腐蚀性、抗氧化性和化学稳定性等。本任务主要研究金属材料的物理性能及化

学性能的内容和应用。

一、相关知识

(一) 认识金属物理性能的内容及其应用

1. 密度

金属的密度是指单位体积金属的质量。密度是金属的特性之一,用 ρ 表示。其计算公式为

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——金属材料的密度(kg/m^3);

m ——金属材料的质量(kg);

V ——金属材料的体积(m^3)。

不同金属的密度是不同的,大多数金属的密度都很大,密度最大的是金属钨($22.48 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$),但有些金属的密度较小,钠、钾能浮在水面上,密度最小的是金属锂($0.534 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$),常将密度小于 $5 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的金属称为轻金属,密度大于 $5 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的金属称为重金属。常用金属的密度见表1-1。

表 1-1 常用金属的物理性能

金属名称	符号	密度(20°C) $\rho/$ ($10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$)	熔点/ $^\circ\text{C}$	热导率 $\lambda/$ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	线胀系数($0 \sim 100^\circ\text{C}$) $\alpha_t/(\text{10}^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})$	电阻率(0°C) $\rho/$ ($10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)
银	Ag	10.49	960.8	418.6	19.7	1.5
铝	Al	2.698 4	660.1	221.9	23.6	2.655
铜	Cu	8.96	1 083	393.5	17.0	1.67~1.68(20°C)
铬	Cr	7.19	1 903	67	6.2	12.9
铁	Fe	7.84	1 538	75.4	11.76	9.7
镁	Mg	1.74	650	153.7	24.3	4.47
锰	Mn	7.43	1 244	4.98(-192°C)	37	185(20°C)
镍	Ni	8.90	1 453	92.1	13.4	6.84
钛	Ti	4.508	1 677	15.1	8.2	42.1~47.8
锡	Sn	7.298	231.91	62.8	2.3	11.5
钨	W	19.3	3 380	166.2		5.1

在体积相同的情况下,金属的密度越大,其质量也就越大。金属的密度直接关系到所制造设备的自重和效能。如发动机要求质轻和惯性小的活塞,常采用密度小的铝合金制造。在航空工业领域中,密度更是选材的关键性能指标之一。

2. 熔点

金属和合金从固态向液态转变时的温度称为熔点。纯金属都有固定的熔点。常用金属

的熔点见表 1-1。

合金的熔点取决于它的化学成分,如钢和生铁虽然都是铁和碳的合金,但由于碳的质量分数不同,其熔点也就不同。熔点对于金属和合金的冶炼、铸造、焊接都是重要的工艺参数。

工业上一般把熔点低于 700℃ 的金属称为易熔金属(如锡、铅、锌等),熔点高于 700℃ 的金属称为难熔金属(如钨、钼、钒等)。熔点高的金属材料可以用来制造耐高温零件,在火箭、导弹、燃气轮机和喷气飞机等方面得到广泛应用。熔点低的金属材料可以用来制造印刷铅字(铅与锑的合金)、熔丝(铅、锡、铋、镉的合金)和防火安全阀等零件。

3. 导热性

金属材料能够传导热量的性能称为导热性。金属材料导热能力的大小常用热导率(亦称导热系数) λ 表示。金属的热导率越大,说明其导热性就越好。

一般说来,金属越纯,其导热能力就越大。合金的导热性比纯金属差。金属的导热能力以银为最好,铜、铝次之。常用金属的热导率见表 1-1。

导热性好的金属其散热性也好,如在制造散热器、热交换器与活塞等零件时,就要注意选用导热性好的金属。在制定焊接、铸造、锻造和热处理工艺时,也必须考虑金属的导热性,防止金属材料在加热或冷却过程中形成过大的内应力,造成金属材料发生变形或开裂。

4. 导电性

金属材料能够传导电流的性能,称为导电性。金属导电性的好坏常用电阻率的大小来衡量。长 1 m、截面积为 1 mm² 的物体在一定温度下所具有的电阻值,叫作电阻率,用 ρ 表示,其单位是 $\Omega \cdot \text{m}$ 。电阻率越小,导电性就越好。

导电性和导热性一样,是随合金成分的复杂化而降低的,因而纯金属的导电性总比合金好,因此,工业上常用纯铜、纯铝作导电材料,而用导电性差的铜合金(康铜)和铁铬铝合金材料作电热元件。常用金属的电阻率见表 1-1。

5. 热膨胀性

金属材料随着温度变化而膨胀、收缩的特性称为热膨胀性,用线胀系数 α_l 和体胀系数 α_v 来表示。体胀系数近似为线胀系数的三倍。线胀系数 α_l 的计算公式如下:

$$\alpha_l = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \Delta t} \quad (1-2)$$

式中 α_l ——金属材料的线胀系数($^{\circ}\text{C}^{-1}$);

l_1 ——金属材料的膨胀前长度(m);

l_2 ——金属材料的膨胀后长度(m);

Δt ——金属材料温度变化量($^{\circ}\text{C}$)。

常用金属的线胀系数见表 1-1。

在实际工作中考虑热膨胀性的地方颇多,例如:铺设钢轨时在两根钢轨衔接处应留有一定的空隙,以便使钢轨在长度方向有膨胀的余地;轴与轴瓦之间要根据膨胀系数来控制其间隙尺寸;在制定焊接、热处理、铸造等工艺时也必须考虑金属的热膨胀影响,以减少工件的变形与开裂;测量工件的尺寸时也要注意热膨胀的因素,以减少测量误差。

6. 磁性

金属材料在磁场中能被磁化的性能称为磁性。根据在磁场中受到磁化程度的不同,金

属材料可分为:

- 1) 铁磁性材料 在外加磁场中,能被强烈磁化,如铁、镍、钴等。
- 2) 顺磁性材料 在外加磁场中呈现十分微弱的磁性,如锰、铬、铝等。
- 3) 抗磁性材料 能够抗拒或减弱外加磁场磁化作用的金属材料,如铜、银、铅、锌等。

在铁磁性材料中,铁及其合金(包括钢与铸铁)具有明显磁性。镍和钴也具有磁性,但远不如铁。铁磁性材料可用于制造变压器、电动机、仪表等;抗磁性材料则可用作要求避免电磁场干扰的零件和结构材料。

铁磁性材料当温度升高到某一温度时,就会失去磁性,变为顺磁体,这个转变温度称为居里点,如铁的居里点是 770°C 。

(二) 认识金属材料的化学性能及其应用

金属材料的化学性能主要包括耐腐蚀性和抗氧化性。

1. 金属材料的耐腐蚀性

耐腐蚀性是金属材料在常温下抵抗氧、水蒸气及其他化学介质腐蚀破坏作用的能力。腐蚀是由于金属与周围介质发生化学或电化学作用而发生的。腐蚀作用对金属材料的危害很大,腐蚀不仅使金属材料本身受到损伤,严重时还会使金属构件遭到破坏,引起灾难性事故。这种现象在石油、化工、制药等部门更应该引起重视。

在长期的实践中,人们在金属材料防腐方面积累了非常丰富的经验,研究出多种防腐方法,大大延长金属材料的使用寿命,也使金属材料的表面更加美观。

1) 覆盖法防腐 它是一种把金属材料同腐蚀介质隔开,以达到防腐目的的方法。常用的有喷涂油漆(如汽车喷漆、国家体育馆“鸟巢”涂了6层防腐漆)、镀层(如镀锌、镀铬等)、喷塑(如硬铝表面喷塑零件)、涂油脂、发蓝处理(主要用于钟表零件、枪械零件)、搪瓷。

2) 提高金属本身的耐腐蚀性 此方法主要有合金化提高材料的耐腐蚀性(不锈钢)、采用化学热处理法(渗铬、渗铝、渗氮等)使金属表面产生一层耐腐蚀性强的表面层。

3) 电化学防腐 经常采用牺牲阳极法,即用电极电位较低的金属与被保护的金属接触,使被保护的金属成为阴极而不被腐蚀。例如在轮船机体上焊接一块锌板,来保护船体。

4) 干燥气体封存法 采用密封包装,在包装袋内放入干燥剂或充入干燥气体,湿度控制在35%以下,使金属防腐。这种方法主要用于包装整架飞机、整台发动机等。

2. 金属材料的抗氧化性

金属材料在室温或加热时抵抗氧气氧化作用的能力称为抗氧化性。金属材料的氧化随温度升高而加速,例如在金属的铸造、锻造、热处理、焊接等热加工作业时,氧化现象比较严重,不仅造成材料的过量损耗,还可能形成各种缺陷,影响加工质量。为此,常在加工工件的周围造成一种气氛,避免金属材料被氧化,提高产品质量。例如在不锈钢焊接时,采用一氧化碳气体保护焊,从工艺手段上保护焊接质量。制造热作模具的材料就要具有较好的抗氧化性。

3. 金属材料的化学稳定性

金属材料耐腐蚀性和抗氧化性的总称,称为金属材料的化学稳定性。金属材料在高温下的化学稳定性称为热稳定性,即金属材料在受热过程中保持金相组织和性能的能力。在高温条件下工作的设备,如锅炉、汽轮机、喷气发动机等设备上的部件需要选择热稳定性好的材料来制造。化学稳定性的好坏取决于耐腐蚀性和抗氧化性两方面,只要有一方面不好,

金属材料的化学稳定性就不好。

二、实践与研究

(1) 观察日常生活现象,并给出合理解释:

① 在商场买刀具时,发现刀具上涂油了;

② 大桥钢质护栏上涂一层油漆;

③ 钢质自来水管进行镀锌处理;

④ 自行车的把手进行镀铬处理。

(2) 盒子里混装铝钉和铁钉,现在需要使用铝钉,你能把它找到吗?

(3) 金属工件加热过程中测量尺寸时,从热膨胀因素考虑应如何操作?

三、拓展与提高

模具钢的耐腐蚀性、热稳定性

模具使用过程中,模具进库保管时,应在滑动表面及某些防锈部位涂抹润滑油,其他部位涂漆,防止模具的腐蚀。提高模具材料的耐蚀性能,对于节约金属、延长金属材料的使用寿命,具有现实的经济意义。合金化或进行表面处理是提高模具钢耐蚀性的主要方法。

对模具钢来说,工作条件常引起材料的温度升高致使模具性能下降。冷作模具(冷挤压模)在强烈摩擦时,局部升温可高达 400°C 以上。热作模具工作时,升温更高,例如锤锻模可达 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$,热挤压模可达 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$,压铸模可达 $300\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。由于经常受到高温的作用,因此要求模具材料有一定的热稳定性,主要通过合金化和表面处理来解决。

任务二 金属材料的力学性能及其测试

【学习目标】

1. 认识金属材料的力学性能及其衡量指标。
2. 掌握金属材料的力学性能指标的测试方法。
3. 具有测试金属材料的力学性能的能力。

在模具及机械设备的设计与制造中,选用金属材料时,大多以力学性能为主要依据,因此认知金属材料的力学性能是非常重要的。本任务主要是认识金属材料的力学性能及其性能指标,研究测试金属材料性能指标的方法。

一、相关知识

(一) 认知金属材料的力学性能

金属材料在使用过程中,往往要受到各种外力的作用。金属材料在外力作用时表现出来的性能称为金属材料的力学性能,也称为金属材料的机械性能。要理解金属材料的力学性能,首先就必须认知载荷、变形和内力与应力的概念。