

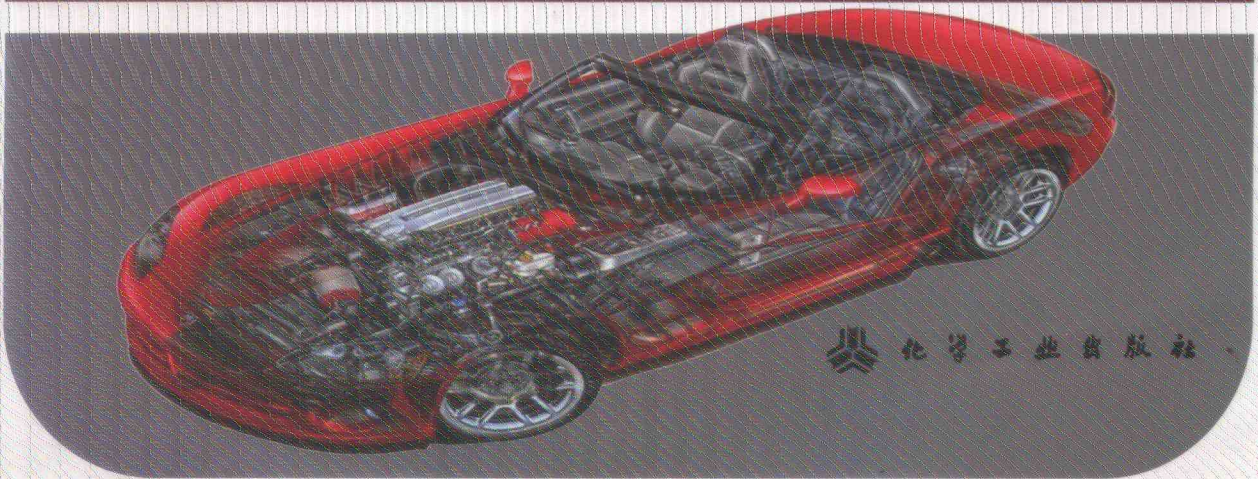
工程材料系列教材



模具材料 及表面强化技术

何柏林 主编

徐先锋 赵龙志 副主编



化学工业出版社

本书作为高等工科院校模具设计与制造类专业的专业课教材，与传统的相关教材相比，采用案例教学的方法，理论与实践相结合，全书注重模具材料的分类及热处理，模具材料失效分析以及材料的表面强化技术的原理及应用。做到由浅入深，易学易懂，突出模具材料的表面强化技术，兼顾原理与应用。

本书可供高等学校材料成型及控制工程专业（模具方向）的学生使用，也可供模具设计与制造专业以及材料热处理专业的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

模具材料及表面强化技术/何柏林主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 6

(工程材料系列教材)

ISBN 978-7-122-05176-9

I. 模… II. 何… III. ①模具-材料-高等学校-教材②模具-金属表面处理-高等学校-教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 045139 号

责任编辑: 唐旭华 叶晶磊

装帧设计: 杨 北

责任校对: 蒋 宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 381 千字 2011 年 9 月北京第 1 版第 2 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 27.00 元

版权所有 违者必究

目 录

第一篇 模具材料及热处理	1
1 绪论	1
1.1 模具在工业生产中的重要地位	1
1.1.1 模具在工业生产中的地位	1
1.1.2 模具在工业生产中的作用	2
1.2 模具生产的发展趋势	2
1.2.1 发展精密、高效、长寿命模具	2
1.2.2 发展高效、精密、数控自动化加工设备	3
1.2.3 模具制造的基本要求和特点	3
1.2.4 发展各种简易模具技术	4
1.3 模具材料的现状及发展趋势	4
1.4 模具选材、热处理及表面强化技术	6
1.4.1 模具选材及热处理	6
1.4.2 模具表面强化技术	6
1.5 本课程的性质和要求	6
2 模具的失效分析	8
2.1 失效分析	8
2.1.1 失效	8
2.1.2 失效分析	9
2.2 模具的服役条件与模具失效分析	9
2.2.1 模具的服役条件	9
2.2.2 模具失效分析	10
2.3 模具失效形式及失效机理	10
2.4 磨损失效	10
2.4.1 摩擦及磨损的概念	10
2.4.2 粘着磨损	11
2.4.3 磨粒磨损	12
2.4.4 腐蚀磨损	13
2.4.5 接触疲劳磨损	14
2.5 断裂失效	15
2.5.1 断裂分类	15
2.5.2 断口的宏观特征	16
2.5.3 韧性断裂的微观机制	19
2.5.4 脆性解理断裂的微观机制	19

功的关键问题之一，
业人员越来越重视各
里可以充分发挥模具
模具热处理和模具
教学计划、模具材
现状及发展趋势和

学易懂，突出案例
内容精炼，体系完
处理和模具表面强
现代化发展需要的
科技发展全貌有基
新技术新工艺，培
合运用知识对失效

发挥每一位参编

有需要请联系：

主审。参加本书
志。

佳校对部分书

家学者和广大读

编者

09年2月

2.5.5	准解理断裂	21
2.5.6	疲劳断裂的微观形貌	21
2.6	金属的断裂韧度	22
2.6.1	裂纹尖端应力场强度因子 K_I 及断裂韧度 K_{Ic}	22
2.6.2	脆性判据	23
2.6.3	影响断裂韧度的因素	23
2.7	变形失效	24
2.7.1	塑性变形失效	24
2.7.2	弹性变形失效	25
2.8	模具失效分析的重要性和基本内容	25
2.8.1	模具失效分析的重要性	25
2.8.2	模具失效分析的基本内容	25
2.9	影响模具失效的因素	27
2.9.1	模具结构	27
2.9.2	模具的机加工质量	28
2.9.3	模具材料	28
2.9.4	热处理	28
2.9.5	模具的服役条件	28
2.9.6	模具维护与管理	30
2.10	模具失效分析实例	30
	案例1 Cr12 钢冷冲模早期失效原因分析	30
	案例2 5CrMnMo 锻模使用中的失效分析与防止措施	32
	思考题	34
3	冷作模具材料及热处理	35
3.1	冷作模具材料的分类及选用	35
3.1.1	冷作模具材料的分类	35
3.1.2	冷作模具材料的性能要求	37
3.1.3	冷作模具材料的选用	39
3.2	冷作模具材料的热处理	44
3.2.1	高碳非合金冷作模具钢的热处理	44
3.2.2	高碳低合金冷作模具钢的热处理	45
3.2.3	高耐磨冷作模具钢的热处理	46
3.2.4	冷作模具用高速钢的热处理	48
3.2.5	特殊用途冷作模具钢的热处理	49
3.3	新型冷作模具钢热处理案例	49
	案例1 GD 钢 (7CrNiSiMnMoV)	49
	案例2 65Nb 钢 (65Cr4W3Mo2VNb)	53
	思考题	56
4	热作模具材料及热处理	57
4.1	热作模具材料的分类及选用	57

4.1.1	热	
4.1.2	热	
4.1.3	热	
4.2	热作模	
4.2.1	低	
4.2.2	中	
4.2.3	高	
4.2.4	奥	
4.2.5	马	
4.3	新型热	
	案例1	5
	案例2	1
	案例3	3
	案例4	5
	思考题	
5	塑料模具材	
5.1	塑料模	
5.1.1	塑	
5.1.2	塑	
5.1.3	塑	
5.2	塑料材	
5.2.1		
5.2.2		
5.2.3		
5.2.4		
5.2.5		
5.2.6		
5.3	新型	
	案例1	
	案例2	
	思考题	
	其他模具	
6.1	铸铁	
6.1.1		
6.1.2		
6.2	硬质	
6.2.1		
6.2.2		
6.3	有色	
6.3.1		

21
21
22
22
23
23
24
24
25
25
25
25
27
27
28
28
28
28
30
30
30
32
34
35
35
35
37
39
44
44
45
46
48
49
49
49
53
56
57
57

4.1.1	热作模具材料的分类	57
4.1.2	热作模具材料的特点及性能要求	59
4.1.3	热作模具钢的选用	60
4.2	热作模具材料的热处理	65
4.2.1	低耐热高韧性热作模具钢的热处理	65
4.2.2	中耐热韧性热作模具钢的热处理	66
4.2.3	高耐热性热作模具钢的热处理	67
4.2.4	奥氏体耐热模具钢的热处理	69
4.2.5	马氏体时效模具钢的热处理	70
4.3	新型热作模具钢热处理案例	72
案例1	5Cr2钢 (5Cr2NiMoVSi)	72
案例2	H13钢 (4Cr5MoSiV1)	73
案例3	3Cr2W8V钢制热挤压模具的热处理	75
案例4	5CrNiMo钢热锻模热处理工艺的改进	77
	思考题	78
5	塑料模具材料及热处理	80
5.1	塑料模具材料的分类及选用	80
5.1.1	塑料模具材料的分类	80
5.1.2	塑料模具材料的性能要求	82
5.1.3	塑料模具材料的选用	83
5.2	塑料模具钢的热处理	86
5.2.1	非合金型塑料模具钢的热处理	86
5.2.2	渗碳型塑料模具钢的热处理	87
5.2.3	预硬型塑料模具钢的热处理	88
5.2.4	时效硬化型塑料模具钢的热处理	88
5.2.5	耐腐蚀塑料模具钢的热处理	89
5.2.6	整体淬硬型塑料模具钢的热处理	90
5.3	新型塑料模具钢及其热处理案例	90
案例1	25CrNi3MoAl钢	90
案例2	8Cr2S钢 (8Cr2MnWMoVS)	92
	思考题	95
6	其他模具材料	96
6.1	铸铁模具材料	96
6.1.1	铸铁模具材料概况	96
6.1.2	铸铁模具材料的应用	96
6.2	硬质合金和钢结硬质合金模具材料	98
6.2.1	硬质合金模具材料	98
6.2.2	钢结硬质合金模具材料	102
6.3	有色金属及合金模具材料	104
6.3.1	锌基合金模具材料	104

6.3.2	低熔点合金模具材料	106
	思考题	111
第二篇 模具表面强化技术		112
7	金属构件的表层残余应力	114
7.1	残余应力的基本概念	114
7.1.1	残余应力的性质及平衡条件	114
7.1.2	残余应力的分类	114
7.1.3	残余应力的极限	114
7.2	残余应力的形成	114
7.2.1	不均匀塑性变形引起的残余应力	114
7.2.2	温度差异引起的残余应力	114
7.2.3	焊接形成的残余应力	116
7.2.4	金属的相变应力	116
7.3	残余应力对金属构件性能的影响	117
7.3.1	残余应力对疲劳强度的影响	117
7.3.2	残余应力对静载强度的影响	117
7.3.3	残余应力对加工精度的影响	117
7.3.4	残余应力对刚度的影响	118
7.3.5	残余应力对应力腐蚀的影响	118
7.4	残余应力的测量	119
7.4.1	应力释放法	119
7.4.2	物理方法	120
	思考题	121
8	金属表面形变强化	122
8.1	金属表面形变强化的机理及主要方法	122
8.1.1	表面形变强化原理	122
8.1.2	表面形变强化的主要方法	122
8.2	喷丸强化	123
8.2.1	喷丸强化用的设备	123
8.2.2	喷丸材料	123
8.3	喷丸强化工艺参数对材料疲劳强度的影响	124
8.3.1	喷丸表层的残余应力	124
8.3.2	喷丸表面质量及影响因素	125
8.4	表面形变强化在模具表面强化工艺中的应用	125
	思考题	125
9	表面淬火	126
9.1	感应加热表面淬火	126
9.1.1	感应加热基本原理	126
9.1.2	感应加热表面淬火工艺	127
9.1.3	超高频感应加热表面淬火	127

9.1.4	双
9.1.5	冷
9.1.6	感
9.2	火焰加
9.2.1	火
9.2.2	火
9.2.3	上
9.2.4	火
9.2.5	火
9.3	其他表
9.3.1	电
9.3.2	接
9.3.3	浴
9.4	表面淬
	思考题
10	热扩渗技术
10.1	热扩渗
10.1.1	热
10.1.2	渗
10.1.3	热
10.1.4	热
10.1.5	热
10.2	渗碳
10.2.1	渗
10.2.2	渗
10.2.3	渗
10.2.4	渗
10.2.5	渗
10.2.6	渗
10.3	渗氮
10.3.1	渗
10.3.2	渗
10.3.3	渗
10.3.4	渗
10.3.5	渗
10.3.6	渗
10.4	碳氮
10.4.1	碳
10.4.2	碳
10.4.3	碳

106	9.1.4 双频感应加热淬火和超音频感应加热淬火	128
111	9.1.5 冷却方式和冷却介质的选择	129
112	9.1.6 感应加热淬火件的质量检验	129
114	9.2 火焰加热表面淬火	130
114	9.2.1 火焰特性	130
114	9.2.2 火焰加热表面淬火方法	130
114	9.2.3 工艺参数选择	130
114	9.2.4 火焰淬火的质量检验	130
114	9.2.5 火焰淬火的安全技术要求	131
114	9.3 其他表面淬火方法简介	131
114	9.3.1 电解液淬火	131
116	9.3.2 接触电阻加热淬火	132
116	9.3.3 浴炉加热表面淬火	132
117	9.4 表面淬火方法在模具表面强化工艺中的应用	132
117	思考题	133
117	10 热扩渗技术	134
117	10.1 热扩渗技术的基本原理与分类	134
118	10.1.1 热扩渗技术的基本原理	134
118	10.1.2 渗层形成机理	135
119	10.1.3 热扩渗速度的影响因素	135
119	10.1.4 扩渗层的组织特征	135
120	10.1.5 热扩渗工艺的分类	136
121	10.2 渗碳	137
122	10.2.1 渗碳的目的及意义	137
122	10.2.2 渗碳方法	137
122	10.2.3 渗碳工艺	138
122	10.2.4 渗碳后的热处理	138
123	10.2.5 渗碳热处理后的组织与性能	139
123	10.2.6 渗碳在模具表面强化工艺中的应用	139
123	10.3 渗氮	141
124	10.3.1 渗氮的目的及意义	141
124	10.3.2 渗氮方法	141
125	10.3.3 渗氮工艺	142
125	10.3.4 渗氮工件的预处理	143
125	10.3.5 渗氮后的组织与性能	143
126	10.3.6 渗氮在模具表面强化工艺中的应用	143
126	10.4 碳氮共渗	145
126	10.4.1 碳氮共渗的特点及分类	145
127	10.4.2 碳氮共渗方法	145
127	10.4.3 碳氮共渗在模具表面强化工艺中的应用	146

10.5	渗硼	147
10.5.1	渗硼的特点及分类	147
10.5.2	渗硼方法	147
10.5.3	渗硼层的组织	149
10.5.4	渗硼在模具表面强化工艺中的应用	149
10.6	渗金属	149
10.6.1	渗金属的特点及分类	149
10.6.2	气体渗金属方法	150
10.6.3	液体渗金属方法	150
10.6.4	固体渗金属方法	151
10.6.5	渗金属法在模具表面强化工艺中的应用	153
	思考题	154
11	等离子体扩渗技术	155
11.1	离子渗氮	155
11.1.1	离子渗氮的主要特点	155
11.1.2	离子氮化原理	155
11.1.3	离子渗氮设备	155
11.1.4	离子渗氮工艺	156
11.2	离子渗碳、离子碳氮共渗	156
11.2.1	离子渗碳原理及优点	156
11.2.2	离子碳氮共渗、离子氮碳共渗	157
11.3	等离子体扩渗技术在模具表面强化工艺中的应用	157
	案例 离子氮化-PECVD TiN 膜复合处理提高切边模具寿命研究	157
	思考题	157
12	激光表面处理技术	158
12.1	激光表面处理设备	158
12.1.1	激光的产生	158
12.1.2	激光器	159
12.1.3	激光处理用的外围设备	160
12.2	激光表面改性工艺	161
12.2.1	激光表面相变硬化	161
12.2.2	激光表面熔覆与合金化	163
12.2.3	激光表面非晶化与熔凝	168
12.2.4	激光冲击硬化	170
12.3	复合表面改性技术	171
12.3.1	黑色金属复合表面改性技术	171
12.3.2	有色金属复合表面改性处理	171
	思考题	172
13	电子束表面处理技术	173
13.1	电子束表面处理原理与设备	173

13.1.1	
13.1.2	
13.2	电子
13.2.1	
13.2.2	
13.2.3	
13.2.4	
13.2.5	
13.3	电子
	案例 1
	案例 2
	思考题
14	电镀与电
14.1	电
14.1.1	
14.1.2	
14.1.3	
14.2	电
14.2.1	
14.2.2	
14.2.3	
14.3	化
14.3.1	
14.3.2	
14.3.3	
	思考题
15	气相沉
15.1	化
15.1.1	
15.1.2	
15.1.3	
15.1.4	
15.2	物
15.2.1	
15.2.2	
15.2.3	
15.2.4	
	思考题
16	堆焊

147	13.1.1 电子束表面处理原理	173
147	13.1.2 电子束表面处理设备	173
147	13.2 电子束表面处理工艺	174
149	13.2.1 电子束表面处理工艺的特点	174
149	13.2.2 电子束表面相变强化	174
149	13.2.3 电子束表面熔凝	175
149	13.2.4 电子束表面合金化	175
150	13.2.5 电子束表面非晶化	176
150	13.3 电子束表面改性技术在模具表面强化工艺中的应用	176
151	案例1 Cr12Mo1V1(D2) 模具钢电子束表面改性研究	176
153	案例2 几种典型电子束表面改性处理实例与效果	178
154	思考题	178
155	14 电镀与化学镀	179
155	14.1 电镀	179
155	14.1.1 电镀基本知识	179
155	14.1.2 常用金属及合金电镀	181
155	14.1.3 电镀技术在模具表面强化工艺中的应用	183
156	14.2 电刷镀	185
156	14.2.1 电刷镀基本原理	186
156	14.2.2 常用金属电刷镀	190
157	14.2.3 电刷镀技术在模具表面强化工艺中的应用	191
157	14.3 化学镀	193
157	14.3.1 化学镀的基本原理	193
157	14.3.2 常用金属化学镀	193
158	14.3.3 化学镀技术在模具表面强化工艺中的应用	195
158	思考题	196
158	15 气相沉积技术	197
159	15.1 化学气相沉积 (CVD)	197
160	15.1.1 化学气相沉积设备	197
161	15.1.2 沉积过程	197
161	15.1.3 工艺要求	198
163	15.1.4 化学气相沉积在模具表面强化工艺中的应用	198
168	15.2 物理气相沉积 (PVD)	199
170	15.2.1 物理气相沉积的分类	199
171	15.2.2 真空蒸发镀膜	200
171	15.2.3 阴极溅射	202
171	15.2.4 离子镀	203
172	15.2.5 物理气相沉积在模具表面强化工艺中的应用	204
173	思考题	206
173	16 堆焊技术	207

16.1	概述	207
16.1.1	稀释率	207
16.1.2	熔合比	207
16.1.3	熔合区的成分、组织与性能	207
16.1.4	热循环的影响	208
16.1.5	热应力	208
16.1.6	堆焊工艺的主要应用	208
16.2	堆焊合金的种类及选择	208
16.2.1	铁基堆焊合金	209
16.2.2	镍基堆焊合金	211
16.2.3	钴基堆焊合金	211
16.2.4	堆焊合金的选取原则	212
16.3	堆焊方法的分类及选择	212
16.3.1	堆焊方法的分类及特点	212
16.3.2	堆焊方法的选择	214
16.4	堆焊技术在模具表面强化工艺中的应用	216
	案例1 电渣堆焊锤锻模	216
	案例2 大型镶块式修边模具的堆焊	218
	思考题	219
17	热喷涂与热喷焊	220
17.1	热喷涂概述	220
17.1.1	热喷涂的基本原理	220
17.1.2	热喷涂涂层的结合机理	220
17.1.3	热喷涂技术的特点	221
17.2	热喷涂方法分类及一般工艺流程	221
17.2.1	热喷涂方法分类及特点	221
17.2.2	热喷涂的一般工艺流程	223
17.3	热喷涂材料的性能要求及分类	224
17.3.1	热喷涂材料的性能要求	224
17.3.2	热喷涂材料的分类	225
17.3.3	热喷涂材料的选取原则	226
17.4	热喷焊工艺及特点	227
17.4.1	热喷焊工艺的一般特点	227
17.4.2	热喷焊工艺的一般工艺流程	228
17.4.3	热喷焊工艺在模具表面强化中的应用	228
	思考题	229
18	离子注入与电火花表面强化	230
18.1	离子注入	230
18.1.1	离子注入原理	230
18.1.2	离子注入特征	230

18.1.3	
18.2	离子
	案例1
	案例2
	案例3
18.3	电火
	18.3.1
	18.3.2
	18.3.3
18.4	电火
	案例1
	案例2
	思考题
	参考文献

..... 207	18.1.3 离子注入提高表面性能的机理.....	231
..... 207	18.2 离子注入在提高模具使用寿命方面的应用.....	232
..... 207	案例1 铝型材热挤压模具的离子注入.....	232
..... 207	案例2 注塑模具的离子注入.....	232
..... 208	案例3 一些常用工模具的离子注入改性效果.....	233
..... 208	18.3 电火花表面强化技术.....	233
..... 208	18.3.1 电火花表面强化原理.....	233
..... 208	18.3.2 电火花表面强化过程.....	233
..... 209	18.3.3 电火花表面强化特点及强化层特征.....	234
..... 211	18.4 电火花表面强化技术在模具表面强化工艺中的应用.....	235
..... 211	案例1 煤车弹簧三角盖落料冲裁模电火花表面强化.....	235
..... 212	案例2 用电火花强化工艺修复锻模磨损表面.....	236
..... 212	思考题.....	237
..... 212	参考文献.....	238
..... 214		
..... 216		
..... 216		
..... 218		
..... 219		
..... 220		
..... 220		
..... 220		
..... 221		
..... 221		
..... 221		
..... 223		
..... 224		
..... 224		
..... 225		
..... 226		
..... 227		
..... 227		
..... 228		
..... 228		
..... 229		
..... 230		
..... 230		
..... 230		
..... 230		

华东交通大学教材出版基金资助

销售分类建议：大学教材 工程材料 模具材料 表面强化 失效分析

ISBN 978-7-122-05176-9



9 787122 051769 >

定价：27.00元