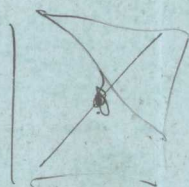


金属学与热处理



好好学习!!!

OK

目 录

绪论	1	2.2.1 晶体及晶体特性	25
0.1 材料科学的重要地位与作用	2	2.2.2 空间点阵	26
0.2 工程材料的分类	3	2.2.3 晶胞、晶系与布拉菲格子	26
0.3 金属学与热处理课程的研究对象、内容与任务	4	2.2.4 晶向指数和晶面指数	28
本章小结	5	2.2.5 典型金属的晶体结构	31
重要名词解释	6	2.2.6 其他金属的晶体结构	36
习题	7	2.3 实际金属的晶体结构	37
第一篇 金属学基础	8	2.3.1 点缺陷	37
第1章 金属的性能	9	2.3.2 位错	39
1.1 金属的使用性能	10	2.3.3 面缺陷	45
1.1.1 金属的力学性能	10	2.4 合金相结构	48
1.1.2 金属的物理性能	16	2.4.1 固溶体	49
1.1.3 金属的化学性能	18	2.4.2 中间相	54
1.2 金属的工艺性能	18	本章小结	59
1.2.1 铸造性能	19	重要名词解释	61
1.2.2 锻造性能	19	习题	63
1.2.3 切削加工性能	19	第3章 纯金属的结晶	66
1.2.4 焊接性能	19	3.1 纯金属结晶的基本条件与过程	67
1.2.5 热处理性能	19	3.1.1 液态金属的结构与结晶的结构条件	67
本章小结	20	3.1.2 金属结晶的过冷现象	68
重要名词解释	20	3.1.3 金属结晶的热力学条件	69
习题	21	3.1.4 金属结晶的一般过程	70
第2章 金属与合金的结构	22	3.2 形核	70
2.1 金属	23	3.2.1 均匀形核	70
2.1.1 金属及金属特性	23	3.2.2 非均匀形核	73
2.1.2 金属原子的结构特点	23	3.3 晶核的长大	76
2.1.3 金属原子的键合方式	24	3.3.1 晶核长大的条件	76
2.1.4 金属原子间的结合力与结合能	24	3.3.2 晶核长大的方式	76
2.2 金属的晶体结构	25	3.3.3 晶核长大的形态	78
		3.3.4 晶体长大速度	79
		3.4 结晶理论的应用	79



3.4.1 细化晶粒的方法	79	4.5.3 具有同素异晶转变的相图	112
3.4.2 定向凝固技术	81	4.5.4 具有有序转变和磁性转变的二元相图	112
3.4.3 单晶的制取	81	4.6 二元合金相图基本类型小结	113
3.4.4 液态急冷凝固技术	82	4.6.1 二元合金相图基本形式	113
本章小结	85	4.6.2 二元合金相图基本单元及其组合规律——相区接触法则	114
重要名词解释	86	4.7 二元合金相图的分析	114
习题	87	4.7.1 二元合金相图的分析方法	115
第 4 章 二元合金的凝固与相图	88	4.7.2 二元合金相图分析举例	115
4.1 概述	89	4.8 二元合金相图与性能的关系	116
4.1.1 二元合金相图的表示方法	89	4.8.1 相图与合金使用性能的关系	116
4.1.2 二元合金相图的测定	89	4.8.2 相图与合金工艺性能的关系	117
4.1.3 相律	90	4.9 合金铸锭(件)的组织与缺陷	118
4.1.4 杠杆定律	91	4.9.1 铸锭的组织	118
4.2 匀晶相图及固溶体结晶	92	4.9.2 铸锭的缺陷	118
4.2.1 匀晶相图分析	92	4.10 相图的热力学解释	120
4.2.2 固溶体合金的平衡结晶过程	92	4.10.1 自由能-成分曲线	120
4.2.3 固溶体合金的非平衡结晶及枝晶偏析	93	4.10.2 公切线法则	122
4.2.4 固溶体合金的非平衡结晶及宏观偏析	95	4.10.3 用自由能-成分曲线绘制相图	122
4.2.5 固溶体合金结晶时的成分过冷与晶体形态	98	本章小结	124
4.3 共晶相图及共晶合金结晶	101	重要名词解释	125
4.3.1 共晶相图分析	101	习题	127
4.3.2 合金的平衡结晶过程	101	第 5 章 铁碳相图	128
4.3.3 初晶和共晶的组织形态	104	5.1 铁碳合金的组元和基本相	129
4.3.4 共晶合金的非平衡结晶	105	5.1.1 铁碳合金的组元	130
4.4 包晶相图	107	5.1.2 铁碳合金中的基本相	130
4.4.1 包晶相图分析	107	5.2 铁碳合金相图分析	131
4.4.2 合金的平衡结晶过程	107	5.2.1 相图中特特点	131
4.4.3 包晶系合金的非平衡结晶	108	5.2.2 相图中特性线	132
4.4.4 包晶转变在生产中的应用	109	5.3 铁碳合金的平衡结晶过程	132
4.5 其他类型的二元合金相图	109	5.3.1 工业纯铁的平衡结晶过程	132
4.5.1 两组元形成化合物的二元相图	109	5.3.2 共析钢的平衡结晶过程	133
4.5.2 具有三相平衡恒温转变的其他二元相图	110		

5.3.3 亚共析钢的平衡 结晶过程	134	6.1.1 概述	150
5.3.4 过共析钢的平衡 结晶过程	135	6.1.2 三元相图的成分 表示方法	150
5.3.5 共晶合金的平衡 结晶过程	136	6.1.3 杠杆定律	152
5.3.6 亚共晶白口铸铁的平衡 结晶过程	136	6.1.4 重心定律	152
5.3.7 过共晶白口铸铁的平衡 结晶过程	137	6.2 三元匀晶相图	153
5.4 碳对铁碳合金平衡组织与 性能的影响	138	6.2.1 相图空间模型	153
5.4.1 碳对铁碳合金平衡组织的 影响	138	6.2.2 合金凝固过程及组织	153
5.4.2 碳对铁碳合金机械性能的 影响	139	6.2.3 等温截面	154
5.4.3 碳对铁碳合金工艺性能的 影响	140	6.2.4 变温截面	155
5.5 Fe-Fe ₃ C相图在材料加工中的 应用	141	6.2.5 等温线投影图	156
5.5.1 在钢铁材料选用方面的 应用	141	6.3 固态下互不溶解的三元 共晶相图	156
5.5.2 在铸造工艺方面的 应用	141	6.3.1 相图空间模型	156
5.5.3 在热锻、热轧工艺方面的 应用	141	6.3.2 截面图	158
5.5.4 在热处理工艺方面的 应用	141	6.3.3 投影图及合金 结晶过程	159
5.6 钢中杂质对钢组织和性能的 影响	142	6.4 固态下有限互溶的三元 共晶相图	160
5.6.1 锰和硅的影响	142	6.4.1 相图空间模型	160
5.6.2 硫和磷的影响	142	6.4.2 截面图	162
5.6.3 氢、氮、氧的影响	143	6.4.3 投影图及合金 结晶过程	164
5.7 钢锭的组织和缺陷	144	6.5 三元包共晶相图	165
5.7.1 镇静钢锭的组织和 缺陷	144	6.6 三元相图中相元平衡与 四相平衡	166
5.7.2 沸腾钢锭的组织和 缺陷	145	6.7 三元相图实例分析	169
本章小结	146	6.7.1 Fe-Cr-C三元系 相图	169
重要名词解释	147	6.7.2 Fe-C-Si三元系 垂直截面	170
习题	147	6.7.3 Fe-C-N三元系 水平截面	171
第6章 三元合金相图	149	6.7.4 Al-Cu-Mg三元系 投影图	172
6.1 三元相图的基本知识	150	6.7.5 Al-Mg-Si系投影图	173
6.1.1 概述	150	本章小结	174
6.1.2 三元相图的成分 表示方法	150	重要名词解释	175
6.1.3 杠杆定律	152	习题	176
6.1.4 重心定律	152	第7章 金属与合金的 塑性变形与断裂	178
6.2 三元匀晶相图	153	7.1 应力-应变曲线	179
6.2.1 相图空间模型	153		
6.2.2 合金凝固过程及组织	153		
6.2.3 等温截面	154		
6.2.4 变温截面	155		
6.2.5 等温线投影图	156		
6.3 固态下互不溶解的三元 共晶相图	156		
6.3.1 相图空间模型	156		
6.3.2 截面图	158		
6.3.3 投影图及合金 结晶过程	159		
6.4 固态下有限互溶的三元 共晶相图	160		
6.4.1 相图空间模型	160		
6.4.2 截面图	162		
6.4.3 投影图及合金 结晶过程	164		
6.5 三元包共晶相图	165		
6.6 三元相图中相元平衡与 四相平衡	166		
6.7 三元相图实例分析	169		
6.7.1 Fe-Cr-C三元系 相图	169		
6.7.2 Fe-C-Si三元系 垂直截面	170		
6.7.3 Fe-C-N三元系 水平截面	171		
6.7.4 Al-Cu-Mg三元系 投影图	172		
6.7.5 Al-Mg-Si系投影图	173		



7.1.1 工程应力-应变曲线	179	8.2 回复再结晶	216
7.1.2 真应力-应变曲线	180	8.2.2 回复的机理	216
7.1.3 弹性变形	181	8.2.3 回复对合金性能的影响	217
7.2 单晶体的塑性变形	182	8.3 再结晶	218
7.2.1 滑移	182	8.3.1 再结晶晶核的形成与长大	218
7.2.2 滑移的位错机制	188	8.3.2 再结晶温度及其影响因素	219
7.2.3 孪生	189	8.4 晶粒长大	221
7.3 位错在塑性变形中的行为	191	8.4.1 晶粒的正常长大	221
7.3.1 位错的交割	191	8.4.2 晶粒的异常长大——二次再结晶	223
7.3.2 位错的增殖	193	8.5 再结晶退火后的组织与性能	224
7.3.3 位错的塞积	194	8.5.1 再结晶全图	224
7.4 多晶体的塑性变形	195	8.5.2 再结晶结构	225
7.4.1 多晶体塑性变形的特点	195	8.5.3 退火孪晶	225
7.4.2 晶粒大小对力学性能的影响	196	8.6 金属的热加工	226
7.5 合金的塑性变形	197	8.6.1 动态回复与动态再结晶	227
7.5.1 单相固溶体合金的塑性变形	197	8.6.2 热加工后的组织与性能	228
7.5.2 多相合金的塑性变形	199	8.7 超塑性加工	229
7.6 塑性变形对金属组织与性能的影响	200	8.7.1 超塑性的表示	229
7.6.1 组织结构的变化	200	8.7.2 影响超塑性的因素	229
7.6.2 性能变化	201	8.7.3 超塑性变形后的组织变化	230
7.6.3 残留应力	202	8.7.4 超塑性变形的机制	231
7.6.4 变形织构	203	本章小结	231
7.7 金属的断裂	203	重要名词解释	232
7.7.1 断口形态	204	习题	233
7.7.2 影响金属材料断裂性质的基本因素	206	第9章 扩散	235
7.7.3 断裂韧性	207	9.1 概述	236
本章小结	209	9.1.1 扩散的驱动力	236
重要名词解释	210	9.1.2 扩散的微观机制及扩散激活能	236
习题	211	9.1.3 扩散系数	237
第8章 金属与合金的回复再结晶	213	9.1.4 固态扩散的分类	238
8.1 变形金属在加热时的变化	214	9.2 扩散定理	239
8.1.1 显微组织和性能的变化	214	9.2.1 扩散第一定律	239
8.1.2 加热过程中能量释放的情况	215	9.2.2 扩散第二定律	240
8.2 回复	215		

9.3 影响扩散的因素	241	10.5.2 影响过冷奥氏体等温转变的因素	262
9.3.1 温度的影响	241	10.5.3 过冷奥氏体连续冷却转变曲线	263
9.3.2 晶体结构的影响	241	10.6 珠光体转变	265
9.3.3 固溶体类型对扩散的影响	241	10.6.1 珠光体组织形态与性能	265
9.3.4 固溶体浓度对扩散的影响	242	10.6.2 珠光体的形成	266
9.3.5 晶体缺陷的影响	242	10.6.3 非共析钢先共析相的析出	268
9.3.6 化学成分对扩散的影响	242	10.7 马氏体转变	268
本章小结	243	10.7.1 马氏体的晶体结构、组织与性能	269
重要名词解释	243	10.7.2 马氏体转变的主要特点	272
习题	244	10.7.3 奥氏体的稳定化	274
第二篇 钢的热处理原理与工艺	245	10.8 贝氏体转变	274
第 10 章 钢的热处理原理与工艺	246	10.8.1 贝氏体的组织形态与性能	274
10.1 固态相变的特点	247	10.8.2 贝氏体的形成过程	275
10.1.1 相变阻力大	247	10.9 钢在回火时的转变	276
10.1.2 界面上原子排列的匹配	248	10.9.1 淬火钢的回火转变及组织	276
10.1.3 晶体学位向相似	249	10.9.2 淬火钢回火时力学性能的变化	278
10.1.4 惯习现象	249	10.9.3 回火脆性	279
10.1.5 晶体缺陷的促进作用	250	10.10 钢的退火与正火	280
10.1.6 过渡相	250	10.10.1 钢的退火	280
10.2 固态相变的基本类型	250	10.10.2 钢的正火	282
10.2.1 扩散型相变	251	10.11 钢的淬火与回火	282
10.2.2 非扩散型相变	252	10.11.1 钢的淬火	282
10.2.3 半扩散型相变	252	10.11.2 钢的回火	285
10.3 固态相变时的形核与长大	252	10.12 钢的表面热处理	286
10.3.1 均匀形核	252	10.12.1 感应加热表面热处理	286
10.3.2 非均匀形核	252	10.12.2 火焰加热表面热处理	287
10.3.3 晶核长大	253	10.12.3 激光热处理	287
10.4 钢在加热时的转变	257	10.12.4 电子束热处理	288
10.4.1 奥氏体的形成过程	258	10.13 钢的化学热处理	289
10.4.2 奥氏体晶粒大小及其控制	259	10.13.1 化学热处理概述	289
10.5 过冷奥氏体等温转变曲线和连续冷却转变曲线	260	10.13.2 钢的渗碳	289
10.5.1 共析钢过冷奥氏体等温转变曲线	261		



10.13.3	钢的氮化	293	11.7.1	不锈钢	347
10.13.4	钢的碳氮共渗	294	11.7.2	耐热钢	351
10.13.5	钢的渗硼	295	11.7.3	耐磨钢	356
10.13.6	钢的渗铝	296	本章小结		358
10.14	表面热处理新技术	297	重要名词解释		359
10.14.1	热喷涂技术	297	习题		360
10.14.2	气相沉积技术	298	第12章 铸铁		361
10.14.3	离子注入	300	12.1	概述	362
10.14.4	化学镀	301	12.1.1	铸铁组织与性能特点	362
本章小结		302	12.1.2	铸铁的石墨化	363
重要名词解释		303	12.1.3	铸铁的分类	365
习题		306	12.2	常用铸铁	366
第三篇 金属材料学		308	12.2.1	灰口铸铁	366
第11章 工业用钢		309	12.2.2	可锻铸铁	369
11.1	概述	310	12.2.3	球墨铸铁	371
11.2	钢的分类及编号	311	12.2.4	蠕墨铸铁	375
11.2.1	钢的分类	311	12.3	合金铸铁	376
11.2.2	钢的编号	312	12.3.1	耐磨铸铁	376
11.3	合金元素在钢中的作用	314	12.3.2	耐蚀铸铁	377
11.3.1	合金元素与铁和碳的相互作用	314	本章小结		378
11.3.2	合金元素在钢中的分布	317	重要名词解释		379
11.3.3	合金元素对钢的相变的影响	320	习题		379
11.4	工程构件用钢	322	第13章 有色金属与合金		381
11.4.1	工程构件用钢的性能要求	322	13.1	铝及铝合金	382
11.4.2	工程构件用钢的合金化	323	13.1.1	纯铝	383
11.4.3	常用工程构件用钢	324	13.1.2	铝的合金化及强化途径	383
11.5	机器零件用钢	328	13.1.3	铝合金的分类	386
11.5.1	机器零件用钢的性能及合金化特点	328	13.1.4	变形铝合金	387
11.5.2	常用机器零件用钢	329	13.1.5	铸造铝合金	389
11.6	工具钢	336	13.2	铜及铜合金	392
11.6.1	刀具钢	336	13.2.1	纯铜	392
11.6.2	量具钢	342	13.2.2	铜的合金化及强化方法	393
11.6.3	模具钢	343	13.2.3	黄铜	394
11.7	特殊钢	346	13.2.4	青铜	397
			13.2.5	白铜	399
			13.3	钛及钛合金	400
			13.3.1	纯钛	400

13.3.2 钛的合金化	401	15.1.1 金属基复合材料的种类	435
13.3.3 工业钛合金	402	15.1.2 金属基复合材料的性能特点	436
13.3.4 钛合金的热处理	404	15.1.3 金属基复合材料中增强体的性质	438
13.4 滑动轴承合金	404	15.1.4 金属基复合材料的强度	439
13.4.1 轴承合金性能要求	405	15.1.5 复合材料组分的相容性	442
13.4.2 锡基轴承合金	406	15.2 铝基复合材料	443
13.4.3 铅基轴承合金	407	15.2.1 铝基复合材料的特点	443
13.4.4 铜基轴承合金	407	15.2.2 硼-铝复合材料	444
13.4.5 铝基轴承合金	408	15.2.3 铝基复合材料的制造	445
本章小结	408	15.2.4 铝基复合材料的二次加工	447
重要名词解释	409	15.3 镍基复合材料	453
习题	409	15.3.1 蓝宝石晶须和蓝宝石杆	453
第 14 章 粉末冶金材料	411	15.3.2 镍-蓝宝石反应的性质和影响	454
14.1 粉末冶金原理和生产过程	412	15.3.3 镍基复合材料的制造和性能	456
14.1.1 粉末的制取	413	15.4 钛基复合材料	456
14.1.2 压制成形	415	15.4.1 相容性问题	457
14.1.3 烧结	416	15.4.2 钛基复合材料的研制	458
14.1.4 烧结后处理	417	15.4.3 钛基复合材料的发展前景	459
14.2 结构材料	418	15.5 石墨纤维增强金属基复合材料	460
14.2.1 制造零件的结构材料	418	15.5.1 石墨纤维	460
14.2.2 减摩擦材料	419	15.5.2 石墨-铝复合材料	461
14.2.3 多孔材料	421	15.5.3 石墨-镍复合材料	462
14.3 工具材料	423	15.5.4 其他石墨增强复合材料	463
14.3.1 硬质合金	423	本章小结	464
14.3.2 超硬材料	425	重要名词解释	465
14.3.3 粉末高速钢	427	习题	465
14.4 其他粉末冶金材料	428		
14.4.1 耐热材料	428		
14.4.2 电磁材料	429		
14.4.3 原子能材料	431		
本章小结	432		
重要名词解释	432		
习题	433		
第 15 章 金属基复合材料	434		
15.1 金属基复合材料的种类与性能	435		



大
学
第
一
版

绪 论



本章教学要求

本章介绍材料(含金属材料)在国家发展建设中的重要地位及发展趋势,了解工程材料特别是金属材料分类、金属学与热处理的研究对象及内容、课程特点及学习方法。



本章教学目标

使学生了解工程材料(特别是金属材料)在国家建设中的重要地位,了解及掌握工程材料及金属材料的分类、材料的发展现状及趋势。了解金属学与热处理的研究对象及内容、课程特点并掌握学习方法。



本章教学建议

1. 指导学生结合课程内容浏览相关网站,对金属学与热处理发展概况及应用有所了解。
2. 本章建议学时:1~2学时。



导入案例

采用电子管制造的第一台计算机质量达 30t 以上, 占地 170m², 耗电 150kW/h; 采用大规模集成电路制造的功能与其相当的微型计算机, 质量仅为 0.5kg, 体积为原来的 1/300000, 运算速度却快了几百倍, 使得微型计算机进入千家万户, 实现了办公自动化。为什么会有如此大的变化? 这主要和材料科学发展有关。

0.1 材料科学的重要地位与作用

材料(含金属材料)是人类用来制造各种有用物件的物质。它是人类生存与发展、改造自然的物质基础, 也是人类社会现代文明的重要支柱。因此历史学家将人类发展分为石器时代、青铜时代、铁器时代、水泥时代、钢时代、硅时代和新材料时代, 人类使用材料的 7 个时代的开始时间见表 0-1。

表 0-1 人类使用材料的 7 个时代的开始时间

开始时间	时 代	开始时间	时 代
公元前 10 万年	石器时代	1800 年	钢时代
公元前 3000 年	青铜器时代	1950 年	硅时代
公元前 1000 年	铁器时代	1990 年	新材料时代
公元 0 年	水泥时代	—	—

无论是远古时代, 还是生产力高度发达的今天; 无论是工业、农业、现代国防, 还是日常生活均离不开材料。同样, 20 世纪的四项重大发明, 即原子能、半导体、计算机和激光器也都离不开材料科学的发展, 仅以计算机为例, 1946 年由美国研制的埃尼阿克(ENIAC)电子数值积分计算机, 共用 18000 多只电子管, 质量达 30t 有余, 占地 170m², 每小时耗电 150kW, 真可谓“庞然大物”。半导体材料出现后, 特别是 1967 年大规模集成电路问世, 使计算机微型化, 才使计算机进入办公室及普通百姓人家。现在一台微型计算机如果其功能和第一台电子管计算机相当, 其运行速度却快了几百倍, 体积仅为原来的三十万分之一, 质量仅为六万分之一。中国的“两弹一星工程”、“航天工程”以及“嫦娥工程”(探月工程)等尖端技术的发展也离不开材料, 因此, 新材料技术已成为当代技术发展的重要前沿。1981 年日本国际贸易和工业部选择了优先发展的三个领域: 新材料、新装置和生物技术。1986 年 3 月在我国四位著名科学家的倡议下, 国家制定了《高技术研究发展计划纲要》, 即“863 计划”, 新材料属于重点研究领域之一, 并命名为“关键新材料和现代材料科学技术”。材料科学的发展及进步已成为衡量一个国家科学技术水平的重要标准。今天人们已强烈地认识到材料科学对社会发展与进步的作用, 无论是专门从事科学研究的材料科技人员, 还是经济专家、财政金融界的银行家、企业界巨头, 以及经济决策人的国家领导阶层, 都密切注意材料研究的动向和发展趋势, 以便及时把握住时机, 做出正确的判断与决策, 以使其在世界经济发展的竞争中占有一席之地。材料科学的发展在国

民经济中占有极其重要的地位,因此,材料、能源、信息被誉为现代经济发展的三大支柱。

0.2 工程材料的分类

工程材料是指具有一定性能,在特定条件下能够承担某种功能、被用来制取零件和元件的材料。工程材料种类繁多,有许多不同的分类方法。

1. 按材料的化学组成分类

(1) 金属材料是指具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质。①按其元素构成情况,可分为金属与合金。所谓金属是指由单一元素构成的、具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质;所谓合金是指由两种或两种以上的金属或金属与非金属元素构成的、具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质。②金属材料按化学组成又可分为黑色金属材料及有色金属材料。黑色金属材料主要包含钢(碳钢和合金钢)和铸铁,即以铁、碳元素为主的金属材料;有色金属材料包含除钢铁以外的金属材料,其种类很多,按照它们特性的不同,又可分为轻金属(Al、Mg、Zn)、重金属(Cu、Ir、Pb)、贵金属(Au、Ag、Pt)、稀有金属(Ta、Zr)和放射性金属(Ta)等多种。金属材料是目前应用最广泛的工程材料。

(2) 无机非金属材料。无机非金属材料又称硅酸盐材料、陶瓷材料,所谓无机非金属材料是指用天然硅酸盐(粘土、长石、石英等)或人工合成化合物(氮化物、氧化物、碳化物、硅化物、硼化物、氟化物)为原料,经粉碎、配置、成形和高温烧结而成的硅酸盐材料。它包括水泥、玻璃、耐火材料和陶瓷等。他们的主要原料是硅酸盐矿物。

(3) 高分子材料。高分子材料是指以高分子化合物为主要组分的材料,又称为高聚物。按材料来源可分为天然高分子材料(蛋白、淀粉、纤维素等)和人工合成高分子材料(合成塑料、合成橡胶、合成纤维)。按性能及用途可分为塑料、橡胶、纤维、胶粘剂、涂料。金属材料、无机非金属材料和高分子材料被称为三大固体材料。

(4) 复合材料。所谓复合材料是指由两种或两种以上不同性质的材料,通过不同的工艺方法人工合成的、各组分间有明显界面,且性能优于各组成材料的多相材料。多数金属材料不耐腐蚀,无机非金属材料脆性大,高分子材料不耐高温,人们把上述两种或两种以上的不同材料组合起来,使之取长补短、相得益彰就构成了复合材料。复合材料由基体材料和增强材料复合而成。基体材料有金属、塑料(树脂)、陶瓷等;增强材料有各种纤维和无机化合物颗粒等。

2. 按材料的使用性能分类

(1) 结构材料。结构材料是以强度、刚度、塑性、韧性、硬度、疲劳强度、耐磨性等力学性能为性能指标,用来制造承受载荷、传递动力的零件和构件的材料,可以是金属材料、高分子材料、陶瓷材料或复合材料。

(2) 功能材料。功能材料是以声、光、电、磁、热等物理性能为指标,用来制造具有特殊性能的元件的材料,如大规模集成电路材料、信息记录材料、充电材料、激光材料、超导材料、传感器材料、储氢材料等都属于功能材料。目前功能材料在通信、计算机、电子、激光和空间科学等领域扮演着极其重要的角色。



在人类漫长的历史发展过程中,材料一直是社会进步的物质基础与先导。21世纪,作为“发明之母”、“产业粮食”的新材料科学必将在当代科学技术迅猛发展的基础上朝精细化、超高性能化、高功能化、复杂化、可再生及生态环境化和智能化的方向发展,从而为人类社会的物质文明建设作出更大贡献。①精细化。所谓“精”是指材料的制备技术及加工手段越来越先进;所谓“细”是指组成、制备材料粒子的尺寸越来越细小,即从微米尺寸细化到纳米尺寸。②高功能化。所谓高功能化是指功能材料应向更高功能化方向发展。例如发展高温超导材料等。③超高性能化是指结构材料应向超高性能化的方向发展。例如发展超高强度钢、金属材料超塑性等。④复杂化是指复合化和杂化。所谓复合化是指将两种或两种以上不同性质的材料,通过不同工艺方法人工合成形成的、各组分间有明显界面,且性能优于各组成相的多相材料的一种方法;所谓杂化是指将有机、无机、金属三大类材料在原子、分子水平上混合而构思设想形成性能完全不同现有材料的一种新材料的方法。⑤智能化。所谓智能化是指材料可以像人类大脑一样,会思考、会判断、能思维的能力。例如形状记忆合金材料。⑥可再生及生态环境化。可再生是指制备的材料可以重复利用,可再生的能力与属性;生态环境化是指生产制备材料时安全、可靠、无毒副作用,且对周围环境无任何污染的性质。只有这样才能使生产制备的材料可以重复利用,对周围环境无污染,使生产制备的新材料与再制造工程联系在一起,符合中国的经济发展战略方针,即循环经济、可持续发展。

0.3 金属学与热处理课程的研究对象、内容与任务

金属学与热处理是研究金属的化学成分、组织结构、加工工艺与性能关系及其规律的一门科学。所谓组织是指用肉眼或显微镜下能观察得到的、金属中具有某种外表特征的组成部分。例如,层片状组织(珠光体)、羽毛状组织(上贝氏体)、针叶状组织(下贝氏体)、板条状组织(低碳马氏体)、片状组织(高碳马氏体)等。所谓结构是指原子在金属内部的三维空间中的具体排列方式。金属的化学成分不同,但加工过程一致时,由于组织结构不同,则性能不同;金属的化学成分相同,但经过不同的加工过程,可以获得不同的组织结构,从而获得不同性能。例如,取含0.1%C的碳钢和含0.45%C的碳钢试样各一块,经过同样的加工处理后,由于其组织结构不同,则性能不同;如果取两块同样含0.45%C的碳钢试样,同样加热到780°C保温一定时间后,一块取出空冷,一块取出水冷,结果水冷的试样强度、硬度比空冷试样的高,水冷的试样塑性、韧性比空冷试样的低,究其原因两块化学成分相同的试样经过不同的加工过程后,获得了不同的组织结构,从而获得了不同性能。

金属学与热处理是材料成型与控制、焊接技术与工程、材料加工工程等各热加工专业的一门重要的技术基础课。学习该课程的目的是使学生获得有关金属学与热处理的基础理论知识,并使其初步具备根据零件工作条件和失效方式合理地选择与使用材料,正确制定零件的冷、热加工工艺路线的能力,掌握强化金属材料的途径及方法。

“金属学与热处理”的内容包括以下几点。

(1) 金属学基础:包括①材料的结构与性能,金属的性能、金属的晶体结构、合金相结构;②金属材料的组织与性能控制,纯金属凝固、二元合金凝固与相图、铁碳相图、三

元相图、金属与合金的塑性变形与再结晶、扩散。

(2) 钢的热处理原理与工艺: 包括①钢的热处理原理, 钢在加热时的组织转变(奥氏体转变)、钢在冷却时的转变(含过冷奥氏体冷却转变曲线、珠光体转变、贝氏体转变、马氏体转变)、淬火钢在回火时的转变。②钢的热处理工艺即五大相变的应用, 含普通热处理、表面热处理、特殊热处理。

(3) 常用工程材料: 包括工业用钢、铸铁、有色金属及合金、轴承合金等。

“金属学与热处理”具有“三多一少”的特点: 内容头绪多(含金属材料工程专业的金属学基础、金属热处理原理、金属热处理工艺、金属材料学、金属力学性能等五门课程的内容)、原理规律多(涉及的原理与规律有几十个)、概念定义多(涉及的概念与定义有几百个)、理论计算少(重要的只有相对含量计算)。且内容枯燥、抽象, 具体的原子排列方式看不见、摸不到。为了学好该课程讲述的内容, 应该联系前续课程所学习过内容, 因为“金属学与热处理”是以数学、化学、物理、理论力学、材料力学、金属工艺学和金工教学实习为基础的课程, 在学习时应联系上述相关基础课程的有关内容, 可加深对本课程内容的理解。同时, 本课程又是材料成型与控制、焊接技术与工程、材料加工工程等热加工专业及材料设计选材的基础, 在今后相关专业后续课程, 如金属的凝固成形原理、金属的塑性成形原理、焊接冶金学、金属热处理原理等课程的学习时, 还应经常联系本书的有关内容, 以便进一步掌握所学的知识。此外, “金属学与热处理”是一门从生产实践中发展起来, 而又直接为生产服务的科学, 所以学习该课程时不但要学习好基本理论, 而且也要注意理论联系生产实际及实验。只有这样才能学好该课程, 为专业课学习打好基础。

本章小结

本章讲述了3个问题。

1. 材料科学的重要地位与作用

①材料(含金属材料)是人类用来制造各种有用物件的物质。它是人类生存与发展、改造自然的物质基础, 也是人类社会现代文明的重要支柱。②历史学家将人类发展分为石器时代、青铜时代、铁器时代、水泥时代、钢时代、硅时代和新材料时代。③20世纪的四项重大发明, 即原子能、半导体、计算机、激光器都离不开材料科学的发展。④中国的“两弹一星工程”、“航天工程”以及“嫦娥工程”(探月工程)等尖端技术的发展也离不开材料, 因此, 新材料技术已成为当代技术发展的重要前沿。⑤材料科学的发展及进步已成为衡量一个国家科学技术水平的重要标准。⑥材料科学的发展在国民经济中占有极其重要的地位, 因此, 材料、能源、信息被誉为现代经济发展的三大支柱。

2. 工程材料的分类

工程材料是指具有一定性能, 在特定条件下能够承担某种功能、被用来制取零件和元件的材料。工程材料种类繁多, 有许多不同的分类方法。

1) 按材料的化学组成分类

(1) 金属材料: ①按其元素构成情况, 可分为金属与合金。②金属材料按化学组成又可分为黑色金属材料及有色金属材料。



- (2) 无机非金属材料。
- (3) 高分子材料。
- (4) 复合材料。
- 2) 按材料的使用性能分类
 - (1) 结构材料。
 - (2) 功能材料。

未来材料的发展方向：在人类漫长的历史发展过程中，材料一直是社会进步的物质基础与先导。21世纪，作为“发明之母”、“产业粮食”的新材料科学必将在当代科学技术迅猛发展的基础上朝精细化、高性能化、高功能化、复杂化、可再生及生态环境化和智能化的方向发展，从而为人类社会的物质文明建设作出更大贡献。

3. 金属学与热处理的研究对象、内容和学习方法

(1) 金属学与热处理是研究金属的化学成分、组织结构、加工工艺与性能关系及其规律的一门科学。

(2) “金属学与热处理”的内容包括：金属学基础；钢的热处理原理与工艺；常用金属材料。

(3) “金属学与热处理”的课程特点：“金属学与热处理”具有“三多一少”的特点：内容头绪多、原理规律多、概念定义多、理论计算少。

(4) 学习方法。①处理好两个关系：利用前续课程学过的知识学习“金属学与热处理”；解决认为“金属学与热处理”难学的问题；联系后续或专业课程内容学习“金属学与热处理”，解决认为“金属学与热处理”无用的问题。②注意理论联系。③注重实验。④深刻理解加上良好的记忆。

重要名词解释

1. 材料：是人类用来制造各种有用物件的物质。
2. 工程材料：是指具有一定性能，在特定条件下能够承担某种功能、被用来制取零件和元件的材料。
3. 金属材料：是指具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质。包含金属与合金。
4. 金属：是指由单一元素构成的、具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质。
5. 合金：是指由两种或两种以上的金属或金属与非金属元素构成的、具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质。
6. 无机非金属材料：又称硅酸盐材料、陶瓷材料，所谓无机非金属材料是指用天然硅酸盐（粘土、长石、石英等）或人工合成化合物（氮化物、氧化物、碳化物、硅化物、硼化物、氟化物）为原料，经粉碎、配置、成形和高温烧结而成的硅酸盐材料。
7. 高分子材料：是指以高分子化合物为主要组分的材料，又被称为高聚物。
8. 复合材料：是指由两种或两种以上不同性质的材料，通过不同的工艺方法人工合成的、各组分间有明显界面、且性能优于各组成材料的多相材料。
9. 结构材料：是以强度、刚度、塑性、韧性、硬度、疲劳强度、耐磨性等力学性能为性能指标，用来制造承受载荷、传递动力的零件和构件的材料。

10. 功能材料：是以声、光、电、磁、热等物理性能为指标，用来制造具有特殊性能的元件的材料。

习 题

1. 材料科学的重要地位是什么？
2. 什么是工程材料？工程材料如何分类？
3. 什么是金属、合金？什么是无机非金属材料、高分子材料、复合材料？
4. 什么是结构材料？什么是功能材料？
5. 金属学与热处理研究对象与内容是什么？
6. 金属学与热处理课程特点是什么？学习方法是什么？

第一篇

金属学基础

第1章

金属的性能



本章教学要求

本章介绍金属的性能包含金属的使用性能(金属的力学性能、物理性能和化学性能)、金属的工艺性能(金属的冶炼性、铸造性、切削加工性、压力加工性、焊接性、热处理工艺性)的基本概念,金属力学性能的基本测试方法及应用。



本章教学目标

使学生了解金属的使用性能、工艺性能的基本概念,掌握金属力学性能的测试分析方法及应用。



本章教学建议

1. 本章学习重点为金属力学性能的测试分析方法及应用。学习难点为金属力学性能的测试分析方法。
2. 教学建议学时: 3~4 学时。