


高等学校教材

材料化学导论

(第二版)

天津大学 杨秋华 主编

高等教育出版社



高等学校教材

材料化学导论

(第二版)

天津大学 杨秋华 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是在《材料化学导论》的基础上修订而成的,编写主导思想是拓宽基础、更新内容;结合前沿、与时俱进;严控深度、突出学科交叉。力争处理好经典与现代、基础与前沿、深度与广度、继承与创新的关系,努力体现教材自身的特色。

全书共分七章,分别为绪论、材料化学的理论基础、材料结构的表征、材料制备化学、新型结构材料、新型功能材料和功能转换材料。

本书适合作为化学化工类、材料类相关专业本科材料化学课程教材,也可作为相关专业研究生课程的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

材料化学导论/杨秋华主编. --2版. --北京:
高等教育出版社, 2019.6

ISBN 978-7-04-051662-3

I. ①材… II. ①杨… III. ①材料科学-应用化学-
高等学校-教材 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 055799 号

策划编辑 李颖
插图绘制 于博

责任编辑 付春江
责任校对 李大鹏

封面设计 张雨薇
责任印制 刁毅

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 天津文林印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 28.5
字 数 520 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 1997 年 7 月第 1 版
2019 年 6 月第 2 版
印 次 2019 年 6 月第 1 次印刷
定 价 42.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 51662-00

第二版前言

材料化学是一门快速发展的交叉性和前沿性学科,有机地融合了化学和材料两个一级学科的发展优势。材料化学在深刻认识材料的结构和性能关系的基础上,探索与新材料发展相适应的化学合成新方法和新技术,设计并合成具有优异功能和结构特征的新型材料。材料化学的研究范围极其广泛,包括材料设计原理、制备技术、结构性能表征及材料的生产和应用等多方面的内容,涉及固体物理、固体化学、聚合物化学、材料科学等学科的基础知识与新进展。

近年来,新材料领域取得了许多具有突破性的研究进展,如纳米材料、高温超导材料、人工晶体材料等,均与材料化学学科快速发展密切相关。特别是材料化学与纳米技术的结合催生了许多新的制备技术及新材料和新器件,为人类应对环境、生命、信息、能源、国防等重要领域的关键性难题提供了卓有成效的方法与策略。当前,材料化学正致力于发展具有重要应用价值的光、电、磁、催化和机械等性能的新材料和新器件,研究和制备生物医药材料、纳米材料、复合材料、液晶、涂层与薄膜分子组装体等也是材料化学的重要发展方向。

《材料化学导论》一书是在原国家教育委员会高等学校理科化学教学指导委员会应用化学教材建设组和高等教育出版社的指导下编写完成的,至今已经出版了21年,早应再版,因原作者年事已高,再版之事拖延下来。2016年高等教育出版社建议邀请数位年富力强的青年教师组成班子,在老教师的指导下进行该书的修订工作。嗣后杨秋华教授组织了一个班子,五名成员。任务繁重、时间又紧,他们同心协力战胜重重困难,最终积土成山,较好地完成了编写任务。

《材料化学导论》(第二版)修订的主导思想是拓宽基础、更新内容;结合前沿、与时俱进;严控深度、突出学科交叉。力争处理好经典与现代、基础与前沿、深度与广度、继承与创新的关系,努力体现教材自身的特色。

修订稿在内容上有重点地做了更新。纳米材料、光子晶体、准晶材料、超导材料、3D打印技术及近20年来化学学科与材料学科最新的主要发展成果均囊括在书中。书稿中一些章节和某些段落读起来,使人爱不释手。

本书适合作为高等学校材料化学、应用化学、化学工程等专业本科高年级学

II 第二版前言

生的专业课教材。也可作为相关专业研究生课程的参考教材。本书还可供化工材料、固体化学和材料加工等相关领域的科技人员使用和参考。

本书由杨秋华担任主编,全书共七章,各章执笔人分别是:杨秋华、沈海云(第一、二章),曲建强(第三章),马亚鲁(第四、五章),邱海霞(第六、七章)。与本书配套的电子教案由沈海云编写完成。

本书是在杨宏秀教授的悉心指导下完成的,在编写过程中得到了天津大学无机化学教研室教师们的大力协助。杨宏秀教授对本书进行了详细审阅,提出了许多宝贵的修改意见。在此一并表示衷心感谢!

书中纰漏之处,敬请读者不吝赐教。

编者

2019年5月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 材料的发展过程	1
1.2 材料的分类	5
1.2.1 根据材料的化学成分分类	5
1.2.2 根据材料的性能分类	10
1.2.3 根据材料服役的领域来分类	10
1.2.4 根据材料的结晶状态分类	13
1.2.5 根据材料的维数分类	13
1.2.6 根据材料开发和应用时期分类	14
1.3 材料科学和材料化学	15
复习题	17
第二章 材料化学的理论基础	18
2.1 晶体和非晶体	18
2.1.1 晶体的宏观特征	19
2.1.2 非晶态与晶态间的转化	21
2.2 晶体材料的微观结构	21
2.2.1 空间点阵	21
2.2.2 晶向和晶面	22
2.2.3 点群和空间群	25
2.3 能带理论	33
2.3.1 共有化电子	33
2.3.2 能带理论简介	34
2.3.3 能带理论的应用	37
2.4 缺陷和非整比化合物	41
2.4.1 晶体缺陷的分类	42
2.4.2 点缺陷和电子缺陷	44
2.4.3 点缺陷的统计理论	47

2.4.4	位错及其对固体物性的影响	48
2.4.5	非整比化合物晶体	52
2.4.6	晶界及其化学	55
2.5	非晶态结构的几何特征	57
2.5.1	非晶态材料的基本特征	57
2.5.2	径向分布函数(RDF)	59
2.5.3	无规密堆积	61
2.5.4	非晶态材料的稳定性	63
2.6	相图和相图化学	65
2.6.1	相律	65
2.6.2	固溶体	66
2.6.3	二元相图	71
2.6.4	三元相图	74
2.6.5	相图在材料学科中的应用	77
2.7	固态相变	79
2.7.1	相变的类型	80
2.7.2	重建型相变	82
2.7.3	连续相变	82
2.7.4	固体中的扩散	83
2.7.5	相变动力学	84
2.7.6	相变增韧	88
2.8	高分子材料的结构与性能	90
2.8.1	高分子链的结构特征	90
2.8.2	高分子的聚集态结构	96
2.8.3	高分子化合物的性能	97
2.9	液晶材料的结构与性能	99
2.9.1	液晶的分子结构	100
2.9.2	液晶的分类	102
2.9.3	影响液晶特性的结构因素	107
2.9.4	液晶的性能	109
2.9.5	液晶的应用	111
2.10	光子晶体	115
2.10.1	光子晶体的定义及分类	115

2. 10. 2	光子晶体的制备方法	116
2. 10. 3	光子晶体的性能及应用	117
2. 10. 4	光子晶体的未来发展	118
2. 11	准晶材料	119
2. 11. 1	准晶材料的定义	120
2. 11. 2	准晶材料的应用	121
	复习题	122
第三章	材料结构的表征	124
3. 1	热分析技术	124
3. 1. 1	热重分析	125
3. 1. 2	差热分析和差示扫描量热分析	127
3. 1. 3	热分析技术的应用	127
3. 2	材料硬度试验	128
3. 2. 1	刻划硬度	129
3. 2. 2	压入硬度和回跳硬度	129
3. 2. 3	硬度与材料结构的关系	130
3. 3	组织形貌观察	130
3. 3. 1	光学显微镜	131
3. 3. 2	扫描电子显微镜	131
3. 3. 3	扫描探针显微镜	133
3. 4	晶体物相分析	139
3. 4. 1	X 射线衍射技术	140
3. 4. 2	透射电子显微镜	147
3. 5	成分和价键结构测定	149
3. 5. 1	原子发射光谱	150
3. 5. 2	原子吸收光谱	151
3. 5. 3	X 光谱	152
3. 5. 4	电子能谱	154
3. 6	分子结构分析	161
3. 6. 1	电子跃迁和紫外-可见吸收光谱、分子发射光谱	162
3. 6. 2	红外光谱和激光拉曼光谱	164
3. 6. 3	核磁共振谱、电子顺磁共振波谱和穆斯堡尔谱	171
3. 6. 4	质谱分析法	175

3.6.5 色谱分析法	177
复习题	179
第四章 材料制备化学	181
4.1 化学合成与材料制备	181
4.2 无机固体材料的制备方法与技术	185
4.2.1 高温固相反应	186
4.2.2 软化学合成	188
4.2.3 化学气相沉积技术	206
4.2.4 几种特种化学合成方法	209
4.3 单晶的制备	217
4.4 无定形材料的制备	220
4.5 微晶材料和团簇的制备	222
4.6 聚合物材料的制备	224
4.7 3D 打印技术	225
复习题	228
第五章 新型结构材料	230
5.1 高温结构材料	230
5.1.1 高温合金	230
5.1.2 高温金属基复合材料	237
5.1.3 高性能陶瓷及陶瓷基复合材料	240
5.1.4 碳-碳复合材料	243
5.2 轻型结构材料	244
5.2.1 铝锂合金	244
5.2.2 钛合金	249
5.2.3 纤维材料	251
5.2.4 多孔材料	262
5.2.5 气凝胶	266
5.3 超低温材料	268
5.3.1 超低温对于材料的特殊要求	268
5.3.2 超低温材料的研究	269
5.4 超硬材料	272
5.4.1 硬质合金	272
5.4.2 超硬陶瓷	274

5.5	超塑性合金	277
5.5.1	超塑性现象与超塑性合金	277
5.5.2	超塑性合金的种类	279
5.5.3	微细晶粒超塑性合金的特征	283
5.5.4	超塑性合金的应用	284
5.6	非晶态金属材料	284
5.6.1	非晶态金属材料的基本特性	285
5.6.2	非晶态合金的应用	287
5.7	新制备方法开发的新材料	290
5.7.1	纳米材料	290
5.7.2	快速凝固材料	294
5.7.3	单晶合金	297
5.7.4	高强耐热低合金	298
5.7.5	离子注入法制备新材料	300
5.7.6	在太空中制备材料	302
5.8	复合材料	303
5.8.1	树脂基复合材料	305
5.8.2	金属基复合材料	307
5.8.3	陶瓷基复合材料	309
	复习题	311
第六章	新型功能材料	313
6.1	形状记忆材料	313
6.1.1	形状记忆合金	313
6.1.2	形状记忆聚合物	322
6.2	储能材料	325
6.2.1	储氢材料	326
6.2.2	锂离子电池	333
6.2.3	太阳能电池	336
6.2.4	超级电容器	341
6.3	分离膜材料	342
6.3.1	致密膜	343
6.3.2	多孔膜	344
6.3.3	聚合物膜的传质机理及应用	346

6.3.4	高分子分离膜	353
6.4	生物医学功能材料	355
6.4.1	医用高分子材料	355
6.4.2	医用金属材料	360
6.4.3	生物陶瓷	361
6.5	电功能材料	362
6.5.1	超导材料	362
6.5.2	导电高分子	371
6.5.3	半导体材料	374
6.5.4	分子导线和分子开关	380
6.6	光功能材料	383
6.6.1	发光材料	383
6.6.2	激光材料	387
6.6.3	红外材料	390
6.6.4	光致变色材料	391
6.6.5	光敏聚合物	394
6.6.6	光导纤维	397
6.7	磁功能材料	402
6.7.1	磁性材料的基本概念	402
6.7.2	软磁材料	404
6.7.3	永磁材料	406
6.7.4	磁致伸缩材料	407
6.7.5	磁记录材料	410
6.7.6	磁存储材料	411
6.7.7	电磁屏蔽材料	412
6.7.8	隐身材料	413
6.8	声功能材料	416
6.8.1	水声功能材料	416
6.8.2	超声功能材料	417
6.8.3	吸声材料	418
	复习题	418
第七章	功能转换材料	420
7.1	热电材料	420

7.1.1	热电效应	420
7.1.2	热电材料及其应用	421
7.2	压电材料	423
7.2.1	压电效应	423
7.2.2	压电材料的分类	424
7.2.3	压电材料的应用	425
7.3	热释电材料	426
7.3.1	热释电效应	426
7.3.2	热释电材料及其应用	426
7.4	磁光材料	427
7.4.1	磁光效应	427
7.4.2	磁光材料	428
7.4.3	磁光器件	429
7.5	电光材料	430
7.5.1	电光效应	430
7.5.2	电光材料及其应用	431
7.6	声光材料	433
7.6.1	声光效应	433
7.6.2	声光材料及其应用	434
	复习题	435
	参考文献	437

第一章 绪 论

1.1 材料的发展过程

在遥远的古代,人类的祖先是以前石器为主要工具的,他们选取玉石类之一的石英晶体作为武器和工具,这也是人类和晶体材料打交道的起源。他们在寻找石器的过程中认识了矿石,并在烧陶生产中发展了冶铜术,开创了冶金技术。大约公元前 5000 年,人类进入青铜时代。公元前 1200 年左右,人类进入了铁器时代,开始使用的是铸铁,18 世纪钢铁工业迅速发展,成为产业革命的重要内容和物质基础。人类社会发展到 20 世纪中叶,科学技术突飞猛进,作为发明之母和产业粮食的新材料研制更是异常活跃,进入了称为聚合物时代、半导体时代、先进陶瓷时代和复合材料时代等的新时代。

从古至今,人类使用过形形色色的材料,若按材料的发展水平来归纳,大致可分为五代。

第一代天然材料。在原始社会,由于生产技术水平很低,人类所使用的材料只能是自然界的动物、植物和矿物,如兽皮、甲骨、羽毛、树木、草叶、石块、泥土等。

第二代为烧炼材料。烧炼材料是烧结材料和冶炼材料的总称。随着生产技术的进步,人类早已能够用天然的矿土烧制砖瓦和陶瓷,以后又烧制出了玻璃和水泥,这些都属于烧结材料。从各种天然的矿石中提炼出铜、铁等金属,则属于冶炼材料。

材料发展史上第一次重大突破是人类学会用黏土烧制成容器。对火的认识和利用是人类在化学中第一个重要的发现。火山爆发、雷电袭击、陨石落地、长期干旱都可能产生火,人类的祖先在漫长的岁月中逐渐接触并认识到:火可以带来光明、取暖御寒、烧烤食物、驱赶野兽,于是从野火中引来火种,并努力维持火种,使它为人类服务。火的使用使人类自身的体质和大脑得到进一步进化,从而最终把人类和动物区分开。而钻木取火的发明使人类第一次驾驭了一种自然力。最早的陶器是在竹编、木制的容器上涂上一层烂泥而烧成的,后来发现,黏土直接加工成型、烧制,也能达到同样的目的。我国在公元前 8000 ~ 前 6000 年,新石器时期早期,开始制作陶器。公元前 4000 年左右,古巴比伦的城市已使用

砖来筑城墙。

青铜时代大约起始于公元前 5000 年,青铜是铜、锡、铅等金属组成的合金,它与纯铜相比,熔点较低、硬度增高。我国的商、周时期,是使用青铜器的鼎盛时代。关于春秋战国时期的青铜兵器,流传着许多动人的故事。

我国的铁器时代由何时开始,至今尚难断言,距现在约 2700 ~ 2200 年前的春秋战国时期,我国已掌握了炼铁技术,比欧洲早 1800 年左右。

随着金属冶炼技术的发展,人类掌握了通过鼓风提高燃烧的技术,并且发现,有一些经高温烧制的陶器,由于局部熔化变得更加致密坚硬,完全改变了陶器多孔与透水的缺点。从陶器发展到瓷器,是陶器发展过程中的一次重大飞跃。中国的瓷器大约始于魏、晋、南北朝时期,继而在宋、元时代发展到很高的水平。瓷器作为中华文明的象征,大量运往欧亚各地,以致迄今在许多拉丁语系国家中,仍以中国(China)一词作为瓷器的同义语。

第三代为合成材料。随着有机化学的发展,在 20 世纪初就已出现了化工合成产品,其中合成塑料、合成纤维、合成橡胶目前已广泛地用于生产和生活中了。

合成聚合物材料的工业发展是从 1907 年第一个小型酚醛树脂厂建立开始的,到 1927 年左右第一个热塑性聚氯乙烯塑料的生产实现了商品化。1930 年聚合物概念建立后,从 1940 年到 1957 年先后研制成合成橡胶(丁苯、丁腈、氯丁等)、合成纤维(尼龙 66 等)、聚丙烯腈、聚酯纤维、用齐格勒-纳塔催化剂合成的聚合物、低压聚乙烯、聚四氟乙烯(塑料王)、维尼龙等。聚合物材料工业发展大致经历了新型塑料和合成纤维的深入研究;工程塑料、聚合物合金、功能聚合物材料的工业化和应用;分子设计,高性能、高功能聚合物的合成等几个时期。

第四代为可设计材料。随着高新技术的发展,对材料提出了更高的要求。前三代那样单一性能的材料已不能满足需要,于是一些科技工作者开始研究用新的物理、化学方法,根据实际需要去设计特殊性能的材料。近代出现的金属陶瓷、铝塑薄膜等复合材料就属于这一类。

复合材料的发展经历了古代—近代—先进复合材料的过程,对人类社会生活和科技进步起着重要的作用。人类自古以来不仅会使用天然的复合材料(如木材、竹材等),而且还会用简单的方法制备复合材料,在脆弱的材料中掺加少量纤维状的添加剂以提高其强度和韧性。最原始的复合材料是在黏土泥浆中掺稻草,制成很好的土砖。在灰泥中加入马鬃,熟石膏里加入纸浆,或在磷酸水泥中加入石棉纤维等,制成纤维增强复合材料。公元前 5000 年,在中东,人们已会使用沥青作为芦苇的黏合剂造船。在古代的复合材料中最引人瞩目的是我国的漆器。漆器出现在距今 4000 多年前的夏代,它以丝、麻等天然纤维作增强材料,用大漆作黏结剂而制成复合材料。

历经几千年的发展,由古代复合材料发展到近代复合材料,包括软质复合材料(用各种纤维增强的橡胶)及硬质复合材料(用纤维增强的树脂,如玻璃钢等)。20世纪60年代以来由于航空、航天工业的迅速发展,需要高强度、高模量、耐高温和低密度的复合材料,于是先进的复合材料应运而生。所谓先进复合材料,一般是指具有比强度大和比模量高的结构复合材料。先进复合材料的出现源于航空、航天工业的需要,反之,它又促进了航空、航天等高技术产业的发展,被公认是当代科学技术中的重大关键技术。

第五代为智能材料。智能材料是指近三四十年来研制出的一些新型功能材料。它们能随着环境、时间的变化改变自己的性能或形状,好像具有智能。研究成功并崭露头角的形状记忆合金就属于这一类。

进入21世纪以来,人类社会科技的发展呈现爆发式的增长,人类社会的进步对材料的依赖性也越发厚重。特别是随着智能科技的发展,传统材料已逐渐不能满足人类的需求,因此,具有感知环境刺激,可以对其行为进行分析、处理、判断,并能够采取一定响应的智能材料得到了迅速的发展。作为智能社会的重要基石,智能材料对人类社会的影响越来越重要。世界各国均设立了智能材料相关的国家级重大项目,旨在加速该领域的研究发展。

上述第五代材料并不是新旧交替的,而是长期并存的,它们共同在生产、生活、科研等各个领域发挥着不同的作用。

世界各国非常重视新材料的研发,并取得了突破性进展。通过多年努力,我国在新材料的研发、先进制造技术领域已经取得了长足的进步,一大批新材料填补了国内空白,其中有些已达到国际先进水平。

在超导材料领域,我国研制出全球首根百米量级铁基超导长线。这一消息在业内引起极大的轰动。它被认为是铁基超导材料从实验室研究走向产业化进程的关键一步,在美国、日本、欧洲等国家和地区的铁基超导线制备还处于米级水平的时候,我国已走在世界最前沿。这一切与中科院院士、物理学家赵忠贤几年前在铁基高温超导研究上实现的突破是分不开的,他也因此获得了2016年度国家最高科学技术奖。

在纳米材料领域,纳米技术经过了20世纪80年代的理论准备和90年代的快速发展,到21世纪初期,已经成为影响人类科技发展的重大技术之一。正如钱学森院士所预言的那样:“纳米左右和纳米以下的结构将是下一阶段科技发展的特点,会是一次技术革命,从而将是21世纪的又一次产业革命。”

中国科学院白春礼院士曾说过:“纳米科技已经成为21世纪前沿科学技术的代表领域之一,其对经济和社会所产生的潜在影响已经成为全球关注的焦点。”世界各国,尤其是科技强国,都将发展纳米科技作为国家战略。目前,世界

上已有 50 多个国家制定了国家级的纳米技术计划。一些国家虽然没有专项的纳米技术计划,但其他计划中也往往包含了纳米技术相关的研发。以美国为例,其在《21 世纪纳米技术研究开发法案》中批准联邦政府从 2005 年以后的 4 年中投入约 37 亿美元用于纳米材料与技术的研发。欧盟、日本、韩国等国家和地区相继投入大量经费用于支持本国纳米科技研究领域。日本政府将纳米技术视为“日本经济复兴”的关键。欧盟在 2002 ~ 2007 年实施的第六个框架计划也对纳米技术给予了空前的重视。该计划将纳米技术作为一个最优先的领域。另外,包括德国、法国、爱尔兰和英国在内的多数国家还制定了各自的纳米技术研发计划。我国政府在 2001 年 7 月就发布了《国家纳米科技发展纲要》,并先后建立了国家纳米科技指导协调委员会、国家纳米科学中心和纳米技术专门委员会。

目前纳米材料已广泛应用于电子信息、生物医药、能源技术、航空航天等尖端领域,并取得一系列骄人的成果。相信“这种肉眼看不见的极微小的物质”将会继续引领科学技术的变革,而纳米技术的应用将对调整我国产业布局、引领科技提升、增强综合国力起到举足轻重的作用。

2016 年斯特拉斯堡大学、法国国家科学研究中心联合欧洲多国研究人员,合作开发一种柔性、非易失、由有机纳米材料组成的光学存储薄膜晶体管设备,成为可穿戴电子领域的又一重大突破。日本在纳米医用材料开发方面成果突出。日本防卫医科大学的木下学副教授与早稻田大学的研究团队最近通过动物实验查明,一种超薄型“纳米创可贴”有防止腹部手术后肠粘连的效果。日本产业技术综合研究所开发的在近红外线激光照射下高效发热的纳米线圈型新材料,可杀死 65% 的实验室培养癌细胞,有望在癌症治疗领域得到应用。

在聚合物方面,中美科学家将氮化硼纳米片添加到一种塑料聚合物原材料上,研制出一种即使破碎多次也能自动恢复所有功能的新型电子材料

在石墨烯领域,随着欧盟“石墨烯旗舰计划”不断推进,新的石墨烯制备方法不断涌现。2016 年,法国联合多国科学家开发出一种工业技术来提纯石墨烯,新方法让石墨烯更稳定,即使接触臭氧 10 min 也“毫发无伤”,该成果是纳米电子学技术领域的一项重要进步。在石墨烯应用方面,欧洲超级电容制造商德国“骨骼”技术公司将石墨烯材料应用于超级电容技术并取得领先。其与法国飞鲸公司合作制造的 LCA60T 载重飞艇,可运输 60 t 的重型、大尺寸货物。成本只是载重直升机的千分之一,而载重能力更强,无需传统飞行器的起降条件,这种飞艇采用混合电子推进系统,能耗极低。

在新能源材料领域,美国斯坦福大学研究团队利用表面“亲锂化”处理的碳质主体材料,成功制备出一种复合金属锂电极,可大大提高锂电池性能。韩国蔚

山科学技术院开发二次电池阴极材料获得突破:用石墨-硅复合材料替代石墨电极,使电池容量提高了45%,充放电速度比现有电池快30%以上。韩国科学技术研究院通过采用相同的材料制作电池正极和负极,成功研发出一种新型二次动力电池,同普通的锂离子电池相比,充电速度提升近百倍,容量增加50%。

在先进制造技术领域,3D打印技术诞生于1983年,美国人赫尔(C. Hull)发明了光固化成型法(stereo lithography apparatus, SLA)3D打印技术,并将它称作立体平版印刷。与传统制造技术相比,3D打印技术具有生产周期短、加工成本低、工件材质和形状不受约束等优势。该技术一经问世,便引起了巨大的关注。近年来,3D打印技术已经逐渐应用到航空航天、医疗、海洋、建筑等诸多领域。2016年中科院重庆绿色智能技术研究院3D打印技术研究中心对外宣布,经过该院和中科院空间应用中心两年多的努力,并在法国波尔多完成抛物线失重飞行试验,国内首台空间在轨3D打印机宣告研制成功。这台3D打印机可打印最大零部件尺寸达200 mm×130 mm,它可以帮助宇航员在失重环境下自制所需的零件,大幅提高空间站实验的灵活性,减少空间站备品、备件的种类与数量和运营成本,降低空间站对地面补给的依赖性。

1.2 材料的分类

材料的品种很多,世界各国对材料的分类不尽相同。

1.2.1 根据材料的化学成分分类

按照材料的化学成分可以分为金属材料、无机非金属材料、高分子材料及复合材料四大类,如图1-1所示。

1. 金属材料

金属材料是以金属元素为主的材料,纯金属的直接应用较少,因此金属材料绝大多数是以合金的形式出现。合金即是在纯金属中,有意识地加入一种或多种其他金属,通过冶金或粉末冶金方法制成的具有金属特性的材料。通常将金属材料分为三大类,即黑色金属、有色金属和特种金属材料。

(1) 黑色金属。黑色金属包括铁(Fe)、锰(Mn)、铬(Cr)及它们的合金。黑色金属的命名来源于钢铁表面常常被一层黑色的FeO膜覆盖,而锰和铬常用于与铁制造合金钢,故将锰和铬与铁一起统称为黑色金属。表面处理行业被加工的基体材料中以铁为主要成分的碳钢及合金钢等占绝大多数,电镀铬镀层也应用极其广泛。