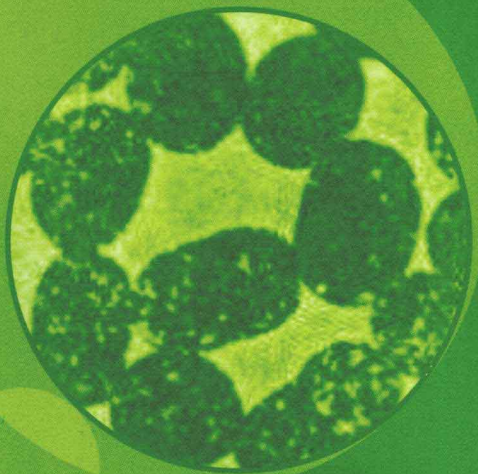


GAO FENZI

CAILIAO

JIANBIE JISHU



高分子材料 **鉴别**技术

李青山 杨秀英 陈明彪 编著



化学工业出版社

高分子材料迅猛发展、新品种大量涌现,特别是新型复合材料和多组分高分子材料蓬勃发展,使有关高分子材料鉴别的技术与方法不断更新。正确、恰当地鉴别和使用高分子材料,充分发挥其固有的优异性能,避免其性能上的某些缺陷,正在日益成为人们所关注和感兴趣的重要课题。

本书从高分子材料鉴别技术出发,按五大合成材料(塑料、纤维、橡胶、涂料、胶黏剂)分别进行了尝试和创新并编写了这本《高分子材料鉴别技术》。本书除了叙述传统高分子材料的鉴别方法和技术之外,还增加了新型高分子材料的鉴别和一些对高分子材料鉴定结果可能会产生影响的无机材料、金属材料的鉴别技术,使其内容更加丰富和实用,以满足读者的实际需求。本书除了简要叙述高分子材料的基本概念和性能外,还突出介绍了高分子材料鉴别、选用和使用及相关理论知识,编写内容着重于高分子材料鉴别实用方面的知识和基本技能的培养。

本书主要作为广大从事高分子材料及新材料相关领域的材料科学与工程专业科研人员、技术人员使用和参考的工具书,也可供日常工作中经常接触各类高分子材料的工程技术人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

高分子材料鉴别技术/李青山,杨秀英,陈明彪编著. —北京:化学工业出版社,2012.5
ISBN 978-7-122-14205-4

I. 高… II. ①李…②杨…③陈… III. 高分子材料-鉴别
IV. TB324

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 087551 号

责任编辑:朱 彤

文字编辑:糜家铃

责任校对:宋 玮

装帧设计:刘丽华

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 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张14 1/4 字数282千字 2012年8月北京第1版第1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:48.00元

版权所有 违者必究

前 言

近几十年来,高分子科学和高分子材料工业的发展极为迅速,高分子材料的应用领域越来越广泛,从普通的日常生活用品到尖端的高科技产品都离不开高分子材料,高分子材料已经成为国民经济基础产业不可或缺的重要保证。

中国已是世界高分子材料的生产大国,主要表现在以下方面:目前中国是世界塑料生产、消费和进口大国,2011年中国塑料树脂消费量已突破4000万吨,塑料制品量达到6000万吨;我国化学纤维产量多年来稳居世界第一,在再生聚酯纤维材料生产方面也成为世界第一的生产大国;中国橡胶消费量连续8年位居世界首位,主要橡胶产品产量在世界名列前茅;2009年,中国涂料总产量达755万吨,首次跃居世界第一,成为全球涂料生产量最大的国家;2010年,中国胶黏剂产量增长到约500万吨,以中国市场为首的亚太地区市场已经成为世界上胶黏剂产量增长最快的市场。此外,中国在高分子材料再生、利用方面也正日益成为世界首屈一指的大国。

高分子材料作为材料家族中的重要成员,其品种繁多、性能差别很大,能适应各种不同用途对材料的需求。然而,高分子材料品种和性能的多样性对使用环境有很强的选择性,它一方面给实际应用提供了很多可用的材料选择,另一方面也为材料的鉴别、使用和选择提出了更高的要求:正确、恰当地鉴别和使用高分子材料,充分发挥其固有的优异性能,避免其性能上的某些缺陷,正在日益成为人们所关注和感兴趣的重要课题。

目前国内外高分子材料新品种大量涌现,特别是新型复合材料和多组分高分子材料蓬勃发展,使有关高分子材料鉴别的技术与方法不断更新。因此,本书编著者从高分子材料鉴别技术出发,按五大合成材料(塑料、纤维、橡胶、涂料、胶黏剂)分别进行了尝试和创新并编写了《高分子材料鉴别技术》一书。本书除了叙述传统高分子材料的鉴别方法和技术之外,还增加了新型高分子材料的鉴别和一些对高分子材料鉴定结果可能会产生影响的无机材料、金属材料的鉴别技术,使其内容更加丰富和实用,以满足读者的实际需求。本书除了简要叙述高分子材料的基本概念和性能外,还突出介绍了高分子材料鉴别、选用和使用及相关理论知识,编写内容着重于高分子材料鉴别实用方面的知识和基本技能的培养。

本书由燕山大学李青山博士、齐齐哈尔大学杨秀英教授、青海大学陈明彪教授共同编写。参加本书编写的人员还有辛婷芬教授、茅明华研究员、何春菊教授、崔淑玲教授、陈英教授、窦玉坤教授和曲丽君教授、蒋陪清教授。另外,郑州纺织工

学院吕英智、大连轻工业学院王淮和孙莉莉、营口市科协主席许青英等人也参加了本书的编写工作。书中插图由徐眉举教授、东华大学顾晓华博士、燕山大学洪伟博士、赵舟硕士提供和描绘。全书由王庆瑞、杨庆祥、邢广忠统稿和审核。

本书涉及面广，限于编者水平和时间，疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

2012 年 1 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 材料的类别、种类、牌号及其划分方式	4
1.3 需要进行材料鉴别的情况及其要求	5
1.4 材料鉴别的依据	6
1.5 高分子材料鉴别的基本方式及其鉴别方法概述	7
1.6 材料鉴别的安全问题	8
第 2 章 高分子材料的基本物理和化学性质	9
2.1 常用高分子材料	9
2.2 常用胶体材料	10
2.3 液晶材料	10
2.4 气凝胶	10
第 3 章 高分子材料的鉴别方法	11
第 4 章 高分子材料的性质及其指标检测	13
4.1 高分子材料的物理性质及其指标检测方法	13
4.1.1 高分子材料的色泽及其产生原因、影响因素和认定方法	13
4.1.2 材料的光学特性及其影响因素和检测方法	13
4.1.3 材料的声学特性及其影响因素和检测方法	15
4.1.4 材料的味觉特性及其分辨方法	15
4.1.5 材料的挥发性及其检测方法	15
4.1.6 材料的化学成分分析方法	20
4.1.7 材料的组织及其分析方法	25
4.1.8 材料的热学性能及其检测方法	26
4.1.9 材料的电学性质及其检测方法	30
4.1.10 材料的放射性及其检测方法	30
4.1.11 材料的相变及相变点检测方法	31

4.2 材料的化学性质及其指标检测	31
4.2.1 材料的可燃性及其检测方法	31
4.2.2 材料的物理化学性质及其指标检测	32
第5章 高分子材料鉴别的主要仪器	37
5.1 红外光谱鉴别表征	37
5.1.1 操作与鉴定	38
5.1.2 混合高分子材料的定量分析	39
5.2 显微镜法、电镜法鉴别纤维材料	39
5.2.1 纤维材料切片	39
5.2.2 鉴别实验步骤	41
5.2.3 各种纤维材料横截面和纵面的特征	41
5.3 元素分析	42
5.3.1 凯氏定氮	42
5.3.2 X射线荧光光谱	44
5.3.3 元素分析仪	44
5.4 色谱与黏度的测定	45
5.4.1 纤维素纤维材料	45
5.4.2 聚酯纤维材料	47
5.4.3 聚酰胺纤维材料	48
5.5 力学性能的测定	53
5.6 形貌、结构和成分的综合鉴别分析研究	54
第6章 高分子材料鉴别程序及其方法	56
6.1 高分子材料鉴别前的预处理	56
6.2 各类别材料的种类及牌号鉴别	56
6.2.1 鉴别方法	56
6.2.2 高分子材料鉴别程序	56
6.3 纤维、织物的鉴别	56
6.3.1 感官法	56
6.3.2 密度梯度法	60
6.3.3 悬浮法	62
6.3.4 熔点法	63
6.3.5 显微镜法	63
6.3.6 燃烧法	64
6.3.7 溶解法	67

6.3.8	热解法	68
6.3.9	显色法	68
6.3.10	元素法	72
6.4	纤维的仪器法鉴别	73
6.4.1	红外光谱法	73
6.4.2	热分析法	75
6.5	纤维的系统法鉴别	77
6.5.1	纤维素纤维的系统法鉴别	77
6.5.2	蛋白质纤维的系统法鉴别	78
6.5.3	合成纤维的系统法鉴别	79
6.5.4	人造纤维的系统法鉴别	80
6.5.5	纺织纤维的系统法鉴别	81
6.6	塑料的鉴别	81
6.6.1	感官法	82
6.6.2	密度法	85
6.6.3	熔点法	86
6.6.4	燃烧法	86
6.6.5	溶解法	88
6.6.6	热解法	91
6.6.7	显色法	92
6.6.8	元素法	93
6.6.9	红外光谱法	93
6.6.10	热分析法	94
6.6.11	薄膜法	97
6.6.12	系统法	98
6.7	橡胶的鉴别	105
6.7.1	物理法	105
6.7.2	化学法	108
6.7.3	仪器法	112
第7章	高分子材料鉴别前的预处理	116
7.1	纤维鉴别前的预处理	116
7.2	塑料鉴别前的预处理	117
7.3	橡胶鉴别前的预处理	119
7.4	涂料鉴别前的预处理	119

第 8 章 材料的各种基本鉴别方法	120
8.1 材料的感官鉴别法	120
8.2 材料的仪器鉴别方法	121
8.2.1 根据材料物理性能鉴别材料类别及种类	121
8.2.2 根据材料的化学性能以鉴别材料类别及种类	122
8.2.3 根据材料的化学成分鉴别材料类别、种类、牌号及质量	123
8.2.4 观察、分析材料的静态组织状态以鉴别高分子材料	125
8.2.5 观察、分析材料的动态组织变化以鉴别材料	125
 第 9 章 各种高分子材料的鉴别	 127
9.1 纤维的鉴别方法	127
9.2 塑料的鉴别方法	127
9.2.1 密度法	127
9.2.2 显色反应法	127
9.2.3 加热法	128
9.2.4 燃烧法	128
9.2.5 溶剂处理法	128
9.3 橡胶、弹性体材料的鉴别方法	133
9.3.1 橡胶的着色鉴别	133
9.3.2 橡胶弹性材料的密度	133
9.4 各种常用高分子材料的鉴别方法	134
9.4.1 聚烯烃高分子材料	134
9.4.2 聚酯高分子材料	135
9.4.3 聚酰胺高分子材料	136
9.4.4 聚丙烯腈高分子材料	137
9.4.5 聚乙烯醇缩乙醛高分子材料	138
9.4.6 聚氯乙烯高分子材料	139
9.5 复合材料的鉴别方法	139
9.5.1 PU 革和 PVC 革的主要区别	140
9.5.2 如何鉴别不同种类的皮革	140
9.5.3 牛皮革的几种鉴别方法	141
9.6 纺织材料的鉴别方法	142
9.7 天然复合材料的鉴别方法	149
9.7.1 Tencel 纤维	149
9.7.2 Modal 纤维	149
9.7.3 大豆蛋白纤维	149

9.7.4	竹纤维	150
9.7.5	黏胶基甲壳素纤维	150
9.8	常用胶体材料的鉴别方法	150
9.8.1	弹性体热分解法在分析中的应用 (胶种鉴定)	150
9.8.2	橡胶配合剂的分离方法	152
9.8.3	硫化剂的分离和分析	154
9.8.4	硫化物橡胶中无机物的分析	172
9.8.5	无机元素的测定	175
9.8.6	橡胶中树脂的分离和鉴别	177
9.8.7	化学反应显色法	178
9.8.8	薄层色谱法	180
9.9	常用木材与板材的鉴别方法	181
9.9.1	环保板材	181
9.9.2	多功能新木材一族	183
9.10	常用涂料的鉴别方法	185
9.10.1	涂料的鉴别	185
9.10.2	环保、健康涂料的鉴别	186
9.10.3	涂料的系统鉴别	187
9.10.4	环氧胶的化学鉴别	188
9.11	液晶材料的鉴别方法	188
9.12	气凝胶的鉴别方法	190
附录		192
附录 1	常用纺织高分子材料溶解性能表	192
附录 2	高分子材料对溶剂的选择性溶解表	194
附录 3	高分子材料的溶剂与非溶剂 (沉淀剂) 表	195
附录 4	溶剂处理鉴别法	196
附录 5	按含杂原子分类的高分子材料及树脂	197
附录 6	几种树脂的点滴显色试验	198
附录 7	各种纤维高分子材料横截面和纵截面的特征	199
附录 8	各种纤维高分子材料横截面和纵截面的形态显微照片	200
附录 9	常见塑料、树脂的简称及中英文对照表	205
附录 10	常见纺织纤维别名及中英文名称对照表	209
附录 11	常见橡胶中文名称及英文缩写对照表	211
参考文献		214

第 1 章 绪 论

1.1 概述

材料是宇宙间可用于制造有用物品的物质。材料科学与信息科学、能源科学、生物科学构成现代科学的四大支柱。国家的昌盛、民族的兴旺、社会的进步、人民生活水平的提高,无不与材料密切相关。新材料被视为新技术革命的基础和先导。世界各发达国家对材料的生产和应用都极为重视,并把材料科学技术列为 21 世纪优先发展的关键领域之一。材料科学技术是基础科学与工程科学融合的产物,涉及面十分广泛。随着科学技术的发展,原来各自相对独立的金属材料、陶瓷材料和高分子材料等已经相互渗透、相互结合,多学科交叉是材料科学技术的重要特征。从材料的设计、制备、加工、检测到零件的制造、使用、直到材料的回收等,已形成了一个材料“社会化”的大循环,全社会自觉或不自觉地置身于这个大循环中。材料的重要性正在得到全社会的承认和重视。材料鉴别也成为材料工程师和广大应用者必修的课程。

(1) 人类生活中的材料

材料是人们衣食住行的必备条件,是人类一切生活和生产活动的物质基础。它先于人类存在,并且与人类的出现和进化有着密切的联系。自古以来,材料的发展水平就是人类社会文明程度的标志,人类文明史中的石器时代、铜器时代、铁器时代就是按当时生产活动中所使用的代表性材料作为依据划分。天然材料和合成材料作为我们生活中不可分割的组成部分——司空见惯,唾手可得,以至于人们常常认为它们的存在是理所当然的。材料与食物、居住空间、能源和信息共同组成人类生活的基本资源,不仅在人们的日常生活中,而且对国家的繁荣和安全也起着举足轻重的作用。究竟什么是材料呢?具体地说,材料是用来制造各种产品的物质,这些物质能用来生产和构成功能更多、更强大的产品。金属、陶瓷、玻璃、半导体、塑料、橡胶、纤维、沙子、石块,还有许多复合材料都属于材料的范畴。矿物燃料、空气和水虽也可看成是广义材料,但通常还是把它们归入其他领域。

人们一般所称的材料包括三层含义,即原料、制品和中间产品。实际上制品在使用过程中往往并不是以终极产物出现,而是作为下一生产阶段的原材料或工具。从广泛的意义而言,人类使用的材料可以看成是一个流动着的巨大循环体系,一个全球性的、时空无限的循环系统。通过钻探、挖掘、采矿或采集,从地下得到原材

料,然后精选或加工成各种中间产品,如金属锭、精矿粉、木材等,并制成各种民用产品或工业产品如钢材、陶瓷、电线、混凝土、胶合板等,以满足不同的社会需求。当这些材料按预定的目的使用后,就作为废料回到大地;或者更确切地说,它们将被处理或再生利用而重新进入循环,这种循环是往复无穷的。

材料循环的概念揭示了材料、能源和环境之间的许多密切相互作用,这三者直接影响人类在地球上的生存质量,是国民经济和社会发展计划的组成内容,人类正在越来越多地给它们以关注和重视。因此,材料循环是把自然资源和人类需要联系在一起的循环系统,它不仅把地球上各个国家和各种经济彼此联系在一起,而且还与自然物质本身联系在一起。

(2) 材料的应用和发展过程

在人类发展史中,最先使用的工具是石头。在由古猿到原始人的漫长进化过程中,石器一直是人类使用的主要工具,燧石和石英岩质地坚硬,但性脆,易于加工,破碎后棱角尖锐锋利且资源丰富,因此,它是当时制造石器的主要原料。约50万年前,人类学会了用火。在原始社会末期,人类的祖先开始用火烧制陶。新石器时代的仰韶文化时期和龙山文化时期,制陶技术已经发展到能在温度达到 950°C 的氧化性炉气的窑中烧制红陶,在温度达 1050°C 的还原性炉气中烧制薄胎黑陶与白陶。3000多年前的殷、周时期发明的釉陶,其窑炉温度提高到了 1200°C 。东汉时期出现了瓷器,并于9世纪传到了非洲东部和阿拉伯国家,13世纪传到日本,15世纪传到欧洲。瓷器成为中国文化的象征,对世界文明产生极大影响。制陶技术的发展,为冶炼和铸造技术的产生准备必要的条件。我国在夏朝以前就开始了青铜的冶炼,虽然晚于古埃及和希腊,但发展较快,到殷、西周时期已发展到很高水平,可制造各种工具、兵器,像司母戊鼎、越王宝剑、战国编钟等都是我国青铜时代的杰作。我们的祖先在春秋战国时代就已认识到青铜的性能与成分之间的关系,在青铜材料的冶炼和应用方面达到当时世界最高水平。由青铜器过渡到铁器是生产工具的重大发展,我国从春秋战国时期开始大量使用铸造铁器。战国时期开始使用铁模铸造,西汉时期用煤作炼铁燃料,汉代出现庞大复杂、带有鼓风装置的冶铁炉及稍后的炼钢技术,都反映出我国从西汉到明朝,钢铁生产技术远远超越世界各国。

铁器于公元前1000年前在亚洲出现,以后在文明古国巴比伦、埃及和希腊也逐渐得到广泛应用。经过许多世纪的发展,西欧和俄国后来居上,创造不少冶炼技术,使以钢铁为代表的材料生产和应用跨入新的阶段。但是,由于材料的问题太复杂,在很长时间内,人们对材料的认识仍然是非理性的,还主要停留在工匠、艺人的经验技术水平。

18世纪后,由于工业的迅速发展,对材料特别是钢铁的需求急剧增长。在物理学、化学、材料力学等学科的基础上,金属学应运而生。该学科明确提出了金属的外在性能决定于内部结构的概念,并以研究之间的关系为自己的主要任务。近一

百多年来,由于显微镜、X射线技术、电子显微镜等新仪器和新技术的相继出现和发展,金属学得到了长足进步。

(3) 高分子材料的早期发展

高分子材料的早期发展较为缓慢。人类最初使用的高分子材料是天然的木材、皮革和纤维,后来发明了造纸、养蚕、制胶技术。19 世纪开始生产橡胶,直到 20 世纪后才有了快速发展。进入 20 世纪以来,现代科学技术和生产飞速发展,材料、能源与信息作为现代技术的三大支柱,发展格外迅猛。在三大类材料中,无机非金属材料的发展神速,人工合成高分子材料的发展最快。20 世纪早中期是金属材料的黄金时代,在材料发展中占主导地位。但从 20 世纪 60~70 年代,有机合成材料每年以 14% 的速度增长,而金属材料的年增长率仅为 4%。到 20 世纪 70 年代中期,全世界的有机合成材料与钢的体积产量已经相等,除了用于结构材料代替钢铁外,目前正在研究和开发具有良好导电性能和耐高温的有机合成材料。无机非金属材料的发展同样十分引人注目,除因具有许多特殊性能而作为重要的功能材料(如磁记录材料、激光晶体、超导材料等)外,其脆性和抗热振性正在逐步得到改善,是最有前途的高温结构材料。机器零件和工程结构也不再只用金属制造。最近 20 多年来,金属与非金属、有机材料与无机材料相互渗透、相互结合,组成了完整的材料体系。由此可见,人类对材料的应用和认识经历了漫长的历史过程。古代人类使用的材料主要是天然产品。随着科学技术的发展,人们不仅扩大开发和利用自然资源的范围,而且制造各种金属材料、无机非金属材料和高分子材料,并创造出各种新型合成材料和复合材料。现代科学技术的发展对材料的要求越来越高、越来越复杂,这促使了新材料的不断涌现。目前,人们已经有能力按照预定成分、结构、性能设计和制造材料,使人类进入人工合成材料的新时代。

有机高分子材料具有优异的性能和功能,被称为“划时代材料”。20 世纪 60 年代以来,高分子材料正以很快的速度逐步地替代传统材料。高分子材料不像大多数金属那样重,不像普通钢铁那样会生锈;不像普通木材那样容易腐烂;不像普通玻璃、陶瓷那样脆弱和易碎;也不像天然橡胶那样很不耐冷,不耐热。合成高分子材料不但不存在这些缺点,而且还具备了这些材料的优点:如金属的坚固,木材的轻便,玻璃的透明,陶瓷的耐腐蚀和防水,橡胶的弹性和韧性。合成树脂可以克服天然材料的缺陷。高分子五大合成材料已经在工业、农业和国防建设和日常生活中的各个领域大显身手,成为尽人皆知的材料。特别是进入 21 世纪以来,新的高分子材料、高分子微纳米复合材料层出不穷。纤维是人们对长度比直径大很多倍,并具有一定柔韧性的纤细物质的统称。经过纺织加工后可以做成各种织物的纤维称为纤维材料,塑料、橡胶、涂料、黏合剂都是以高分子树脂为主并添加各种助剂创制的各种新的复合材料,与纤维材料并称为五大合成材料。高分子材料可分为天然高分子材料和化学合成高分子材料。天然高分子材料是直接从自然界中得到的棉、麻、丝、毛、木材、皮革、树脂、琥珀等植物、动物和矿物材料。高分子材料可分

为人造高分子材料和合成高分子材料。人造高分子材料是由天然高分子化合物经物理或化学方法加工制得的；合成高分子材料是把简单的化学物质通过有机合成制得合成高分子化合物，再经纺丝、制膜、发泡等塑造加工而制得。化学纤维按其加工产品又可分为长丝和短纤维，长丝像蚕丝一样纤细柔软、连续不断，通常有单丝、复丝、弹力丝、机械变形纱或空气变形纱等，主要用来纯织或与其他品种的丝交织后制成针纺织品，如衣料、头巾、袜子等；还有轮胎中的骨架——帘子布和用作渔网、绳索、刷子等的鬃丝。短纤维是按棉花、羊毛等长度切成的规定的短段，然后进行纺纱，再制成各种针织品和纺织品，也可以直接做成非织造织物（无纺布）。

在材料加工和制品制作以及选用时常常需要鉴别各种各样的材料。分析鉴定各种材料时，最好先进行初步试验，如感官判定、溶解性、密度、软化点和熔点等特性鉴定，以及材料生成和加工特性——高分子材料纵面及断面、断口鉴定，还有一种重要而简便的方法：在明火中的燃烧试验和在燃烧管里的有机材料热解试验和金属的火花鉴别。如果这些初步试验还不能得出可靠的结果，就要分析该材料是否含有杂原子，如氮、卤族元素（主要是氯和氟）和硫。然后从溶解试验开始进行系统分析，进而做些简单的特殊试验，最后做化学分析鉴别或仪器方法的终裁鉴定。

这些试验中有些试验所用试样很少，应注意在取样时不能牵伸、破坏原来的行貌。有些试验为了排除高分子材料加工中加入助剂的影响，要将高分子材料事先用乙醚等溶剂萃取、回流，常用加热回流、Soxhlet 萃取器、微型化学精馏仪、微型化学蒸馏仪等；既可以用这些常规仪器，也可以用微型化学实验的方法，如用微型蒸馏器或连续精制的专利产品，可以方便地对微少量样品进行处理；也可以用溶解、沉淀过滤，然后再成膜丝的方法，详见参考文献和以后叙述。

除燃烧试验用原样外，有许多试验希望是细碎粉状，要减小颗粒尺寸。高分子材料变为碎段的方法是用砂轮打磨、锯断、剪刀剪等方法，亦可用于冰、干冰、液氮等制冷剂将其冷却到玻璃化温度 T_g 以下，使其变为坚韧的脆玻璃状加以研磨。这里所用的简便方法不能可靠地鉴别化学高分子材料中添加的各种助剂的种类和含量，相关的鉴别方法请见书后文献。

本书将各种高分子材料特性汇成表，列出材料的外观特征、横纵面形状、溶解性、燃烧特征、机械力学特性以及光谱学特征，可作为鉴定时参考的辅助手段，这有利于材料的鉴别。

1.2 材料的类别、种类、牌号及其划分方式

材料有各种不同的分类方法。按材料的性质和用途，可将材料大致分为结构材料（structural materials）和功能材料（functional materials）两大类。结构材料（或称工程材料，engineering materials）是指要求强度、韧性、塑性等力学性能的材料，如砖瓦、钢筋混凝土、木材等建筑材料是典型的结构材料。功能材料是指那

些要求以光、电、磁、热、声、辐射等特殊性能为主要功用的材料，如光导纤维、磁性材料等是常见的功能材料。

根据构成材料的化学结合键的类型，一般将材料分为金属材料、无机非金属材料、高分子材料和复合材料四大类。金属材料、无机非金属材料、高分子材料因原子间的相互作用不同，在各种性能上表现出极大差异。它们相互配合、取长补短，构成现代工业的三大材料体系。由上述三类材料相互之间复合而成的复合材料介于三者之间，有时也将其单独作为一类。这种分类方法也是材料科学与工程学科划分的依据，现代材料与未来材料的关系见图 1-1。

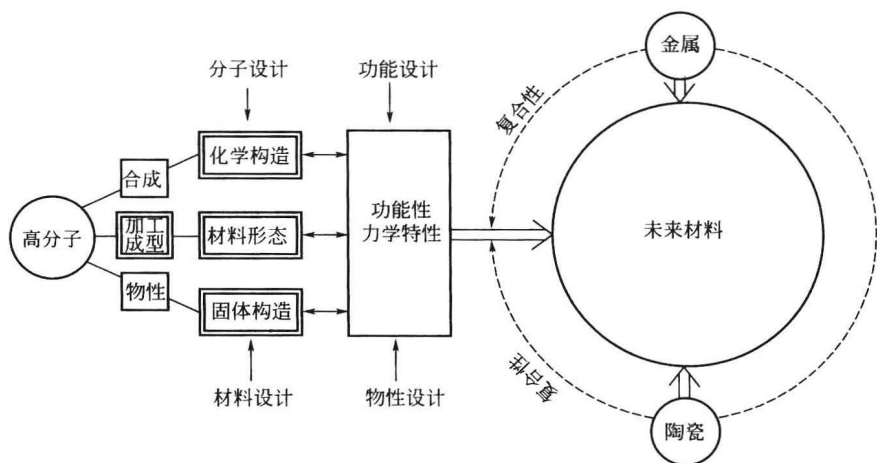


图 1-1 现代材料与未来材料的关系

1.3 需要进行材料鉴别的情况及其要求

在实验室或工厂，当出现不能识别或辨别所用材料是何类别、种类、牌号时，就需要进行鉴别。经常出现的情况是能够大致判断其是高分子材料类，但是不能识别其种类及牌号；有时，能判断其是哪种高分子材料，如塑料、橡胶、胶体，但是不能识别其牌号；有时，可识别其是何种高分子材料，但是还需识别其“新”、“旧”，即还需知道其是否经过较长的时间及处于某种环境下是否已发生组织、性能劣化，则需要鉴别其性能状态。高分子材料鉴别需要达到的程度可根据实际需要进行。如果只需要知道是否属于可燃燃烧并可能产生有毒气体或可对电绝缘的材料，那就只需要识别其是否属于尼龙或橡胶或塑料等高分子材料类即可；如果需要从材料堆中选出一种具有一定力学性能的建筑、装饰类材料，则必须识别其种类、牌号；在已知道其是某种牌号的橡胶管或塑料薄膜或胶皮电线等的情况下，为了保证服役中的安全性，就可检测其组织及性能状态。

材料鉴别可以分为物理方法、化学方法和仪器方法等，详见表 1-1。材料的鉴

别,是指采用物理方法、化学方法和仪器方法测定未知材料所具有的性质,同已知材料具有的各种性能相比较,对材料进行鉴别的一种定性实验方法。本书后附有各种材料、各种功能材料、差别化纤维材料、特种材料的性能表,以便对照、鉴别与认定。

为了鉴定准确,对未知的材料要进行必要的前处理,将染整、涂装在材料表面的浆料、填料、树脂及染料脱掉,具体方法如下。

(1) 纤维退浆料

在稀盐酸(5%)中煮沸 30min 后,充分水洗。若使用淀粉分解酶时,要先于 50~60℃、2%~5%浓度的溶液中浸渍 1h,再用水清洗。

(2) 脱树脂

① 脲醛树脂。在带回流冷凝器的圆底烧瓶或微型化学实验的蒸馏精制仪中,用稀盐酸(0.02%)溶液煮沸 30min,再用温水洗净。

② 三聚氰胺甲醛树脂。在含有 2%磷酸、0.15%尿素的溶液中,在 80℃条件下处理 20min,用温水洗净。

③ 硅树脂。用肥皂及 0.5%碳酸钠的溶液清洗,但不可能完全去除。

(3) 去染料

① 还原处理。中性还原处理。将 10mL 的水配制成含亚硫酸氢钠 0.5g 及 2 滴 1%氨水的溶液,加热至沸腾,一直保持微沸而使其脱色,脱色后用温水洗净。

5%亚硫酸氢钠法:用含用 1% NaOH 的 5% NaHSO₃ 沸腾液处理高分子材料,然后用温水洗净,但此法不适用于动物高分子材料及醋酯纤维。

② 溶剂处理。

a. 吡啶:采用 20%吡啶溶液,用萃取器洗涤,能除去直接染料、分散染料;

b. 二甲基甲酰胺:用萃取方式,能除去棉上的偶氮染料及某些还原染料;

c. 氯苯:100℃以下可从醋酯纤维上除去分散染料,用萃取器或微型精密装置则可从聚酯高分子材料上除去分散染料;

d. 5%醋酸:在沸液中处理,可除去碱性染料。详细的处理方法,可参照混纺织物高分子材料鉴别前处理。

(4) 去填料

在带回流冷凝器的圆底烧瓶或微型化学实验的蒸馏精制仪中,用稀盐酸(0.02%)溶液煮沸 24h,再用温水洗净。

1.4 材料鉴别的依据

利用材料的外观形态特征以及某些物理化学性质来鉴别。材料可分为天然材料和人造材料两大类。天然纤维可以分为动物纤维,如毛、丝、皮、革、胶;植物纤维,如棉、麻、木材、竹;矿物纤维,如石棉、纤维水镁石、纤维电气石。

人造材料可分为天然改性材料和人工合成材料。

① 人造纤维，再生纤维素纤维。如普通黏胶纤维、醋酯纤维、竹纤维、Tencel、Model；再生蛋白质纤维：如酪素纤维、花生纤维、大豆蛋白纤维、牛奶纤维；特种有机化合物纤维：如甲壳素纤维。无机纤维：如碳纤维、玻璃纤维。

② 合成纤维。如氨纶、涤纶、锦纶、丙纶、腈纶、氯纶、维纶、乙纶。

材料鉴别的常见方法和依据如下。

① 手感目测法。通过综合的感官印象对纤维、材料的种类进行初步判断和估计。鉴别依据：手感，纤维长度、细度及其整齐度，强力，光泽，含杂情况，卷曲形态等。

② 燃烧法。以纤维化学组成不同，其燃烧特征也不同作为该法的鉴别依据。

③ 电镜、显微镜观察法。利用电镜、显微镜观察纤维纵向和横截面的形态特征，以此判断纤维类型。注意抓住各纤维或材料与众不同的特征。该方法对天然纤维、材料的鉴别特别有效，化学纤维除黏胶、维纶纤维和几种新型纤维以外，只能将纤维初步分大类。

④ 药品着色法。鉴别依据为材料化学组成不同，则在相同着色剂下呈现不同颜色。该法不适用于染色和着色纤维、材料。

⑤ 化学溶解法。鉴别依据为利用各种纤维、材料化学组成不同，其在不同溶剂中溶解性能的差异来进行鉴别。

⑥ 其他方法。物理方法有熔点法、比重法；仪器方法有双折射法、红外光谱法、X射线衍射法、X射线荧光分析法、核磁共振法、顺磁共振法、色谱法、质谱法等。

1.5 高分子材料鉴别的基本方式及其鉴别方法概述

各种材料鉴别可以分为物理方法、化学方法和仪器方法等，详见表 1-1。几种简单鉴别法及其特点见表 1-2。

表 1-1 材料鉴别法

材料鉴别	鉴别方法	材料鉴别	鉴别方法
物理方法	(1)相对密度法 (2)熔点法、热分析法 (3)感官、手感、外观判定法	显微镜法	(1)光学显微镜法 (2)加热显微镜法 (3)金相显微镜法 (4)折射率法 (5)电子显微镜法
		仪器法	(1)红外分光光度法 (2)裂解气相色谱法 (3)高效液相色谱法(GPC法) (4)纸色谱法、薄层色谱法 (5)热分析法 (6)投影仪法
化学方法	(1)燃烧法 (2)热失重分析法 (3)溶解法 (4)显色法		

表 1-2 材料鉴别的一般特点

鉴别法	适用性	特点
显微镜观察	所有材料	(1)操作简单,但在截面观察时,做切片比较麻烦 (2)天然高分子材料鉴别容易 (3)合成高分子材料区分有时较困难 (4)异形截面高分子材料鉴别比较困难 (5)染色较深者不易判断
相对密度测定	所有材料	(1)操作较简单,但前处理要充分 (2)中空高分子材料测定困难
熔点测定	合成高分子材料	(1)操作比较麻烦 (2)最终熔化不易看清 (3)需要熟练技术
燃烧实验	所有可燃材料	(1)操作简单,随时随地可进行 (2)需要熟练技术 (3)混纺纱鉴别时可能分辨不清 (4)作为其他鉴别法的预备实验
热可塑性、石蕊反应以及有无氯、氮存在	所有材料	(1)作为鉴别前大致分类时采用 (2)仅用此法不能正确鉴别
溶解性实验	所有材料	(1)操作简单,但必须特别注意 (2)高分子材料类别不明确,则鉴别较困难(特别是合成高分子材料) (3)鉴别要认真进行
着色实验	所有材料	(1)操作简单,但必须遵守染色规定的条件 (2)已着色的试样不能原样作鉴定用 (3)经树脂加工的试样,加工助剂因清除不彻底而易发生差错 (4)鉴别合成高分子材料,有时比较困难
采用特殊试剂着色法	特殊的材料组成	(1)试剂的调整比较麻烦 (2)仅特殊高分子材料采用,故应用范围较窄
仪器分析法	所有物质	(1)准确 (2)操作复杂,难度大

1.6 材料鉴别的安全问题

- ① 一般应戴棉布、帆布或橡胶手套操作,以防手被烫伤、刺伤、磨伤、腐蚀。
- ② 进行放射性材料或采用 X 射线等检测时,应使用防护用具,防止人体被辐射。
- ③ 防止中毒。人的皮肤不能接触金属铍等;镍、钼等不能采用燃烧或加温法,不能在可呼吸到其烟气的情况下进行处理。采取防护措施,防止呼吸到有腐蚀性或有毒的气体。
- ④ 必要时戴防护眼镜,防止被热辐射烫伤或飞溅物飞入眼内。
- ⑤ 防止其他机械损伤。