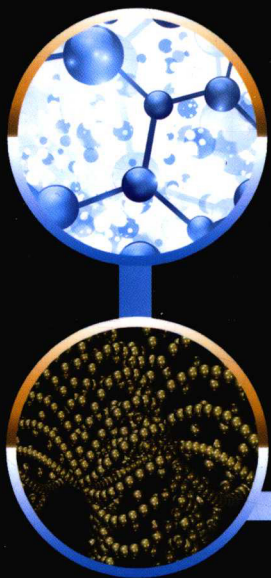


不可不知的 材料知识



陈永 主编



通俗易懂的材料科普读物
轻松了解材料的基本知识



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

不可不知的材料知识

主 编 陈 永

参 编 王金荣 孙玉福 张金凤 吴振远

张 锐 夏 静 刘胜新 徐 锟

李孔斋 刘 峰 陈慧敏 李 响

机械工业出版社

本书系统地介绍了材料的基本知识，是一本学习材料知识的入门指导书。全书内容包括材料的分类及发展、材料与人类历史文化、金属材料、无机非金属材料、有机非金属材料、复合材料和生活中的材料知识共7章。本书用简洁、通俗易懂的语言和丰富的实物图片，对难于理解和记忆的材料知识进行了介绍，便于读者轻松阅读学习。

本书可供刚进入材料加工与应用领域的从业人员参考使用，也可供相关专业的在校师生参考，还可作为材料知识普及读物供广大读者阅读学习。

图书在版编目 (CIP) 数据

不可不知的材料知识/陈永主编. —北京: 机械工业出版社, 2019. 11
ISBN 978-7-111-63728-8

I. ①不… II. ①陈… III. ①材料—基本知识 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 208484 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 陈保华

责任编辑: 陈保华 高依楠

责任校对: 刘鸿雁 李 杉 封面设计: 马精明

责任印制: 孙 炜

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2020 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

148mm × 210mm · 8.25 印张 · 228 千字

0001—2500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-63728-8

定价: 45.00 元

电话服务

网络服务

客服电话: 010-88361066

机 工 官 网: www.cmpbook.com

010-88379833

机 工 官 博: weibo.com/cmp1952

010-68326294

金 书 网: www.golden-book.com

封底无防伪标均为盗版

机工教育服务网: www.cmpedu.com

材料是人类赖以生存和发展的物质基础,材料的发展引发了时代的变迁,推动了文明发展和社会进步。在文明发展和社会进步的过程中,材料是一个带有时代印迹的文明基础,人类文明的发展史,就是一部利用材料、制造材料和创造材料的历史。20世纪70年代,人们把信息、材料和能源誉为当代文明的三大支柱。20世纪80年代以高技术群为代表的新技术革命,又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志。

了解材料的基本知识是人们在现代生活中必不可少的需求,随着新材料的不断涌现,人们越来越渴望掌握工作、生活中接触的材料的知识。

本书内容包含了材料加工与应用领域从业人员需要了解的最基本的材料知识。全书共7章,具体内容包括材料的分类及发展、材料与人类历史文化、金属材料、无机非金属材料、有机非金属材料、复合材料和生活中的材料知识。书中以简洁、通俗易懂的语言,丰富精美的实物图片,让读者把学习变成一件轻松开心的事。读者通过阅读本书,能够对材料的基本知识有个整体的了解。本书可供刚进入材料加工与应用领域的从业人员参考使用,也可供相关专业的在校师生参考,还可作为材料知识普及读物供广大读者阅读学习。

本书由陈永任主编,参加编写工作的有王金荣、孙玉福、张金凤、吴振远、张锐、夏静、刘胜新、徐锟、李孔斋、刘峰、陈慧敏、李响,汪大经教授对全书进行了仔细审阅。

在本书的编写过程中,我们参考了国内外同行的大量文献资料

和相关标准，部分内容来自互联网，谨向有关人员表示衷心的感谢！由于编者水平有限，错误和纰漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正；同时，我们负责对书中所有内容进行技术咨询、答疑。我们的联系方式如下：

联系人：陈先生；QQ：56973139；电子邮箱：56973139@163.com。

编 者

Contents 目 录

前 言

第 1 章 材料的分类及发展	1
1.1 材料的分类	1
1.1.1 金属材料	1
1.1.2 非金属材料	2
1.1.3 复合材料	7
1.2 材料的发展历史	7
1.3 历史上极具影响力的 15 种材料	8
第 2 章 材料与人类历史文化	15
2.1 青铜器时代	16
2.1.1 青铜器时代早期	17
2.1.2 青铜器时代中期	17
2.1.3 青铜器时代晚期	18
2.2 铁器时代	19
2.3 钢铁时代	21
2.4 新材料时代	22
第 3 章 金属材料	29
3.1 金属材料之最	29
3.2 铁、生铁及铁合金	30
3.2.1 铁	30
3.2.2 生铁	31
3.2.3 铁合金	31

3.3 铸铁及铸钢	32
3.3.1 铸铁	32
3.3.2 铸钢	37
3.4 结构钢和工具钢	45
3.4.1 炼钢	47
3.4.2 结构钢	49
3.4.3 工具钢	58
3.4.4 火花鉴定	59
3.4.5 钢铁的美感	61
3.5 不锈钢和耐热钢	68
3.5.1 不锈钢的发展历程	68
3.5.2 不锈钢的应用	73
3.5.3 耐热钢的发展历程	78
3.5.4 耐热钢的应用	82
3.6 有色金属	85
3.6.1 铝	85
3.6.2 镁	87
3.6.3 铜	89
3.6.4 锌	94
3.6.5 钛	96
3.6.6 镍	99
3.6.7 锡	103
3.7 其他金属材料	105
3.7.1 贵金属	105
3.7.2 稀有金属	119
3.7.3 稀土金属	133
第4章 无机非金属材料	135
4.1 陶瓷	135

4.1.1 陶瓷发展历程	135
4.1.2 普通陶瓷	137
4.1.3 现代陶瓷	144
4.2 玻璃	149
4.2.1 玻璃发展历程	149
4.2.2 玻璃的特点	153
4.2.3 玻璃的应用	158
4.2.4 玻璃的发展前景	171
4.3 水泥	176
4.3.1 水泥发展历程	176
4.3.2 水泥的特点	178
4.3.3 水泥的应用	184
4.3.4 水泥的美感	197
第5章 有机非金属材料	202
5.1 塑料	202
5.1.1 塑料发展历程	202
5.1.2 通用塑料	203
5.1.3 工程塑料	208
5.1.4 功能塑料	211
5.1.5 塑料袋的污染	215
5.2 橡胶	217
5.2.1 橡胶发展历程	217
5.2.2 天然橡胶	217
5.2.3 工业橡胶	221
5.3 纤维	225
5.3.1 纤维发展历程	225
5.3.2 天然纤维	228
5.3.3 化学纤维	228

第6章 复合材料	230
第7章 生活中的材料知识	234
7.1 防PM2.5口罩的材料	234
7.2 足球鞋的面料	236
7.3 55℃杯子中的三水醋酸钠	238
7.4 马桶的材质	239
7.5 饮料瓶的秘密	240
7.6 微波炉可加热的器具	243
7.7 安全奶瓶	245
7.8 安全水杯	246
7.9 菜刀的材质	248
7.10 锅具的材质	249
7.11 饭碗的材质	253
参考文献	256

第 1 章

材料的分类及发展

1.1 材料的分类

材料一般分为金属材料、非金属材料、复合材料三大类，非金属材料分为无机非金属材料 and 有机非金属材料，有机非金属材料又称高分子材料。人们的生活、学习、工作过程中均与这 4 种材料接触，例如：生活中会用到饭锅（金属材料）、碗（无机非金属材料）、塑料调料盒（高分子材料）、碳纤维高尔夫球杆（复合材料）；学习中用到的眼镜就包括玻璃眼镜片（无机非金属材料）、钛合金镜框（金属材料）、塑料眼镜腿套（高分子材料）。但是，如果简单地用一种材料与另一种材料结合在一起，则不属于复合材料，如有的刀具手柄处的塑料会包覆着钢铁，这个不属于复合材料，因为没有产生任何性能上的提升，而且最主要的是，它没有“复合”在一起。

1.1.1 金属材料

金属材料的分类方法有两种：一种是科学分类，一种是工业分类。

(1) 科学分类 科学分类的依据及类别见表 1-1。

表 1-1 科学分类的依据及类别

分 类 依 据	类 别
是否有铁	钢铁材料、非铁金属材料
颜色	黑色金属、有色金属
密度	重金属、轻金属
市场价值	贵金属、贱金属
储量	稀有金属、富有金属

(2) 工业分类 一般工业生产中金属材料的分类见表 1-2。

表 1-2 一般工业生产中金属材料的分类

类 别	金 属 名 称
黑色金属	铁、铬、锰
轻有色金属	指密度小于 4.5g/cm ³ 的有色金属，包括铝、镁、钾、钠、钙、锶、钡
重有色金属	指密度不小于 4.5g/cm ³ 的有色金属，包括铜、铅、锌、镍、钴、锡、镉、铋、锑、汞
贵金属	指在地壳中含量少，开采和提取都比较困难，对氧和其他试剂稳定，价格比一般金属贵的有色金属。包括金、银、铂、钯、铑、铱、钌、锇
稀有金属	指在地壳中分布不广，开采冶炼较难，在工业应用较晚的有色金属，包括钨、钼、钒、钛、铌、钽、锆、铪、铍、锂、铯、钡、镧、铈、钇、锆、铟
半金属	指物理化学性质介于金属和非金属之间的物质，包括硅、硒、碲、硼、砷

1.1.2 非金属材料

非金属材料包括无机非金属材料 and 有机非金属材料，有机非金属材料主要指高分子材料，无机非金属材料包括陶瓷、水泥、玻璃、固态氧化物等。

1. 无机非金属材料

无机非金属材料的特点是：耐压强度高，硬度大，耐高温，耐腐蚀。此外，水泥在胶凝性能上，玻璃在光学性能上，陶瓷在耐蚀、

介电性能上,耐火材料在隔热性能上都有优异的特性,为金属材料和高分子材料所不及。但与金属材料相比,无机非金属材料的强度低,缺少延性,属于脆性材料;与高分子材料相比,无机非金属材料的密度较大,制造工艺较复杂。

(1) 陶瓷 陶瓷在我国拥有悠久的历史,是中华民族古老文明的象征。在西安地区出土的秦始皇陵中有大批陶兵马俑,气势宏伟,形象逼真,被认为是世界文化奇迹、人类的文明宝库。唐代的唐三彩(见图1-1)、明清景德镇的瓷器(见图1-2)均久负盛名。



图1-1 唐三彩

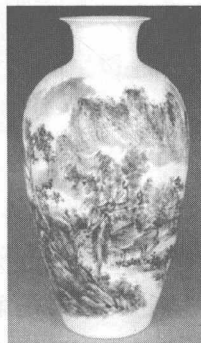


图1-2 瓷器

1) 传统陶瓷:传统陶瓷材料的主要成分是硅酸盐,自然界存在大量天然的硅酸盐,如岩石、土壤等,还有许多矿物如云母、滑石、石棉、高岭石等,它们都属于天然的硅酸盐。此外,人们为了满足生产和生活的需要,生产了大量人造硅酸盐,硅酸盐制品性质稳定,熔点较高,难溶于水,有很广泛的用途。

2) 精细陶瓷:精细陶瓷的化学成分已远远超出了传统硅酸盐的范围。例如,透明的氧化铝陶瓷、耐高温的二氧化锆陶瓷(见图1-3)、高熔点的氮化硅和碳化硅陶瓷等,它们都是无机非金属材料,是传统陶瓷材料的发展。精细陶瓷是适应社会经济和科学技术发展而发展起来的新材料,信息科学、能源技术、航天技术、生物

工程、超导技术、海洋技术等现代科学技术需要大量具有特殊性能的新材料，促使人们研制精细陶瓷，并在超硬陶瓷、高温结构陶瓷、电子陶瓷、磁性陶瓷、光学陶瓷、超导陶瓷和生物陶瓷等方面取得了很好的进展。

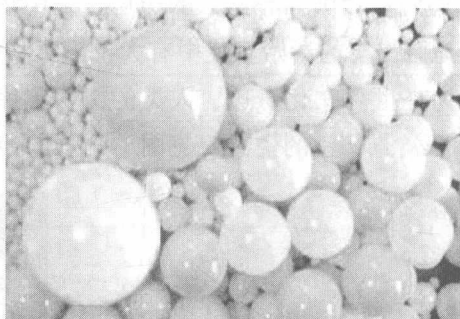


图 1-3 二氧化锆陶瓷

3) 纳米陶瓷：从陶瓷材料发展的历史来看，经历了三次飞跃。由陶器进入瓷器是第一次飞跃。由传统陶瓷发展到精细陶瓷是第二次飞跃，在此期间，不论是原材料，还是制备工艺、产品性能和应用等许多方面都有了长足的进展和提高，然而陶瓷材料的致命弱点——脆性问题没有得到根本的解决。精细陶瓷粉体的颗粒较大，属微米级，有人用新的制备方法把陶瓷粉体的颗粒加工到纳米级，用这种超细微粉体粒子来制造陶瓷材料，得到新一代纳米陶瓷，这是陶瓷材料的第三次飞跃。纳米陶瓷具有延性，有的甚至出现超塑性。如室温下合成的 TiO_2 陶瓷，它可以弯曲，其塑性变形高达 100%，韧性极好。

(2) 水泥 水泥是粉状水硬性无机胶凝材料，加水搅拌后成浆体，能在空气中或者水中硬化，并能把砂、石等材料牢固地黏结在一起。

水泥按用途及性能分为通用水泥、专用水泥和特性水泥。

1) 通用水泥：一般土木建筑工程通常采用的水泥。通用水泥主

要包括硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。

2) 专用水泥: 专门用途的水泥, 如 G 级油井水泥、道路硅酸盐水泥。

3) 特性水泥: 某种性能比较突出的水泥, 如快硬硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥、磷铝酸盐水泥和磷酸盐水泥。

(3) 玻璃 玻璃是非晶无机非金属材料, 一般是用多种无机矿物(如石英砂、硼砂、硼酸、重晶石、碳酸钡、石灰石、长石、纯碱等)为主要原料, 另外加入少量辅助原料制成的。它的主要成分为二氧化硅和其他氧化物。玻璃具有各向同性、无固定熔点、亚稳性、渐变性和可逆性等性能。

1) 各向同性: 玻璃的分子排列是无规则的, 其分子在空间中具有统计上的均匀性。在理想状态下, 均质玻璃的物理、化学性质(如折射率、硬度、弹性模量、热膨胀系数、热导率、电导率等)在各方向都是相同的。

2) 无固定熔点: 因为玻璃是混合物而非晶体, 所以无固定熔点。玻璃由固体转变为液体是在一定温度区域(即软化温度范围)内进行的, 它与结晶物质不同, 没有固定的熔点。

3) 亚稳性: 玻璃态物质一般是由熔融体快速冷却而得到的, 从熔融态向玻璃态转变时, 冷却过程中黏度急剧增大, 质点来不及做有规则排列形成晶体, 没有释放出结晶潜热, 因此玻璃态物质比结晶态物质含有更高的内能, 其能量介于熔融态和结晶态之间, 属于亚稳状态。从力学观点来看, 玻璃是一种不稳定的高能状态, 存在向低能量状态转化的趋势, 即有析晶倾向, 因此玻璃是一种亚稳态固体材料。

4) 渐变性和可逆性: 玻璃态物质从熔融态到固体状态的过程是渐变的, 其物理、化学性质的变化也是连续的和渐变的。这与熔体

的结晶过程明显不同，结晶过程必然出现新相，在结晶温度点附近，许多性质会发生突变。而玻璃态物质从熔融状态到固体状态是在较宽温度范围内完成的，随着温度逐渐降低，玻璃熔体黏度逐渐增大，最后形成固态玻璃，但是此过程中没有新相形成。相反玻璃加热变为熔体的过程也是渐变的。

2. 有机非金属材料

有机非金属材料又称高分子材料，高分子材料是由一种或几种结构单元多次（ $10^3 \sim 10^5$ ）重复连接起来的化合物。它们的组成元素不多，主要是碳、氢、氧、氮等，但是相对分子质量很大，一般在一万以上，有的可高达几百万。

1) 来源分类：高分子材料按来源分为天然高分子材料和合成高分子材料。天然高分子是存在于生物体内的高分子物质，可分为天然纤维（见图 1-4）、天然树脂、天然橡胶、动物胶等。合成高分子材料主要是指塑料、合成橡胶和合成纤维（见图 1-5）三大合成材料，此外还包括胶黏剂、涂料以及各种功能性高分子材料。合成高分子材料具有天然高分子材料所没有的或较为优越的性能——较小的密度，较高的力学性能、耐磨性、耐蚀性、电绝缘性等。

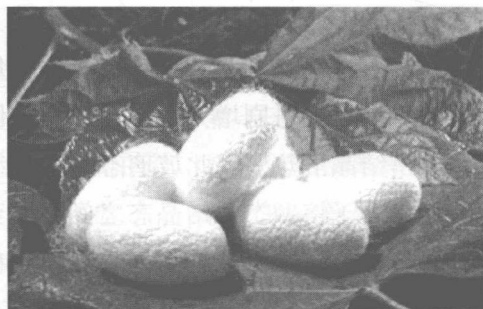


图 1-4 天然纤维



图 1-5 合成纤维

2) 应用分类：高分子材料按特性分为橡胶、纤维、塑料、高分子胶粘剂、高分子涂料和高分子基复合材料等。

1.1.3 复合材料

复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料，通过物理或化学方法组成的具有新性能的材料。各种材料在性能上互相取长补短，产生协同效应，使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足各种不同的要求。

(1) 结构复合材料 结构复合材料是作为承力结构使用的材料，基本上由能承受载荷的增强体组元与能连接增强体成为整体材料同时又起传递力作用的基体组元构成。

(2) 功能复合材料 功能复合材料一般由功能体组元和基体组元组成，基体不仅起到构成整体的作用，而且能产生协同或加强功能；功能体是指除力学性能以外，提供其他物理性能的材料，如导电、超导、半导、磁性、压电、阻尼、吸波、透波、屏蔽、阻燃、防热、吸声、隔热等，一般凸显某一功能。

1.2 材料的发展历史

材料的发展历史如图 1-6 所示。

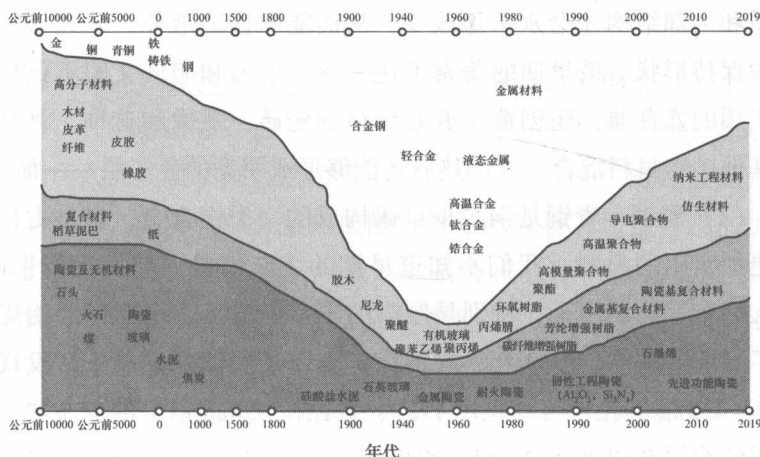


图 1-6 材料的发展历史

1.3 历史上极具影响力的 15 种材料

(1) 木材 木材是唯一一种伴随着人类历史发展而一直存在的材料,从数百万年前的非洲一直延续到现在。木材出现于石器时代之前,早期的人类离不开森林,我们的原始工具几乎全部是木材——原木、木棒、树皮、树枝、竹子及其他木质工具,木质的多样性让其他材料无法媲美。木材遵循自然的设计,自然赋予木本植物多种强度、密度和柔韧性。掌握木材加工技术让人类能够将河流和海洋从阻碍变成道路;即使小木材也可用来建造栅栏、屋子、墙壁、床、椅子、篮子和桶等生活用品。从 20 世纪开始,加工技术使木材的应用拓展到全新的形式,包括切片、层压板、实木颗粒和木质芯片等。

(2) 陶瓷 对于考古学家来说,陶器存在与否是社会发展程度最基本的指标之一,在无陶器社会几乎没有贮存食物或水的方法。因此,在学会烧制黏土之前,社会的农业发展规模非常有限。先将黏土成形,然后干燥硬化,但只有在足够高的温度下,黏土的化学性质和内部结构才会永久地改变,从而能够盛装液体,并在多种环境中保持形状。最早期的美索不达米亚、中国和印度文明不仅创造了实用的盛食器,还创造了五彩缤纷的瓷砖、雕像和首饰。将黏土与其他矿物材料混合,在加热后还能够形成明亮的色彩层——釉层。

(3) 青铜 青铜是铜与少量锡构成的一类铜合金,也是古代比铜更加实用的材料。我们不知道早期的工匠们是如何发现青铜的。当人们有了长期用火,特别是制陶的丰富经验后,也为铜的冶炼准备了必要的条件。1933 年,在河南省安阳县殷墟的发掘中,发现了重达 18.8kg 的孔雀石(见图 1-7)、直径在 35mm 以上的木炭块、炼铜用的将军盔以及重 21.8kg 的煤渣。这说明 3000 多年前的我国古