

矿物材料加工学

Kuangwucailiaojiaogongxue

邱冠周 袁明亮 杨华明 编著
宋晓岚 王海东

 中南大学出版社

矿物材料加工学

邱冠周 袁明亮 杨华明 编 著
 宋晓岚 王海东

中南大学出版社
2003 · 长沙

矿物材料加工学

邱冠周 袁明亮 杨华明 编著
宋晓岚 王海东

☐责任编辑 肖梓高

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482

电子邮件:csucbs @ public. cs. hn. cn

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 中南大学印刷厂

☐开 本 730×960 1/16 ☐印张 18.25 ☐字数 332 千字

☐版 次 2003 年 9 月第 1 版 ☐2003 年 9 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81061-730-3/TD·007

☐定 价 38.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

矿物材料的概念在地矿和材料行业已使用多年,然而关于矿物材料准确的定义,不同学科的学者和研究人员的理解也有不同。从材料学的观点出发,编著者认为,与金属材料或有机材料不同的是,矿物材料是指由单一或多种矿物构成的材料产品,其制备过程和相关理论涉及到矿物学、矿物加工学、化学、冶金和材料等多学科的基础知识。本书即是从这一观点出发,介绍了矿物材料的加工工艺及加工过程的相关理论。

从矿物材料的含义理解,矿物材料应不仅仅只包括由非金属矿通过物理和化学加工而制备的产品,还包括了由金属矿物构成的材料制品。因此,由金属矿物构成的材料制品是矿物材料的一个重要分枝,然而因金属矿物材料种类少,研究报道不多,或者有的已形成了专门的研究领域,本书未对该部分做介绍,而以非金属或无机化工产品制备的材料及其加工过程和相关理论为主要论述内容。

本书共分7章,分别介绍了有关矿物材料的基本概念、矿物材料的物理提纯、化学提纯、矿物材料的改性、矿物材料的化学加工与合成、矿物复合材料和超细粉体的化学合成等过程的理论和工艺设备。由于传统的无机非金属材料如玻璃、陶瓷、无机胶凝材料、耐火材料已有多种版本的专著进行了详细的论述,因此书中未将该部分内容列入。本书可以作为无机非金属材料专业、矿物加工专业以及地矿类的相关专业的本科生、专科生的教材,也可以作为从事矿物加工、无机非金属材料和其他相关行业的生产技术人员和管理人员的参考书。

本书由邱冠周教授统筹规划。第1章、第2章、第3章、第4章由袁明亮编写;第5章由杨华明编写;第6章和第7章第1节由宋晓岚编写;第7章第2节由王海东编写。全书由邱冠周审核、定稿。

本书是编者在多年的教学过程中,以授课讲义为基础,汇集了编著者的研究成果和大量的国内外学者的研究成果编写而成的,在此,向这些学者和研究人员谨致谢忱。

由于编者水平有限,书中论述不妥甚至错误之处难免,敬请批评指正。

编者

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 非金属矿	(1)
1.2 矿物材料	(6)
1.3 矿物材料加工学研究内容	(12)
练习题	(15)
第2章 物理分离	(16)
2.1 重力选矿	(16)
2.2 磁选	(22)
2.3 浮选	(28)
练习题	(39)
第3章 化学提纯	(40)
3.1 湿法化学提纯	(40)
3.2 高温焙烧	(76)
练习题	(93)
第4章 非金属矿改性	(94)
4.1 粉体表面改性	(94)
4.2 湿性化学改性	(126)
4.3 热处理改性	(143)
练习题	(168)
第5章 粉体的制备	(169)
5.1 概述	(169)
5.2 粉体的超微效应	(170)
5.3 粉体的特性	(172)
5.4 粉体与功能材料	(174)
5.5 机械粉碎法制备粉体	(175)
5.6 机械粉碎过程的机械化学	(176)
5.7 气相法制备粉体	(177)
5.8 液相法制备粉体	(185)
5.9 固相法制备粉体	(189)

5.10 溶剂蒸发法制备粉体	(193)
5.11 由矿物原料直接合成粉体材料	(194)
练习题	(201)
第6章 矿物材料的化学合成	(202)
6.1 概述	(202)
6.2 矿物材料化学合成工艺过程	(202)
练习题	(230)
第7章 矿物复合材料	(231)
7.1 矿物-矿物复合材料	(231)
7.2 矿物-聚合物复合材料	(265)
练习题	(281)
参考文献	(282)

第1章 绪论

1.1 非金属矿

1.1.1 非金属矿产在国民经济中的地位和用途

矿产资源一般可分为三大类:金属矿产、燃料矿产和非金属矿产。金属矿产用于提炼金属,燃料矿产用于提供能源,而非金属矿产则是指除了金属矿产和燃料矿产以外的所有的矿产,其化学组成或技术物理性能可为工业利用。具体地讲,非金属矿产应包括非金属矿物、岩石和其他自然产出的物质,许多国家称非金属矿产为“工业矿物与岩石”。金属矿产和非金属矿产的界限并不十分严谨,例如铝土矿既可作为炼铝的原料,也可作为耐火材料和吸附剂。

非金属矿产是人类最先利用的一种矿产,从旧石器时代的石器,到新石器时代的陶器,都充分说明了这一点。第二次世界大战之后,随着科学技术和经济的迅速发展,非金属矿产的应用范围日益扩大。迄今,世界上开发利用的非金属矿产达200余种,其中包括约150种非金属矿物和50种岩石。由于非金属矿产品种类繁多、性质各异,在现代工业、农业以及尖端技术中有着广泛的应用,因此其开发与利用日益引起各国的重视。从20世纪50年代起,非金属矿产的开发规模超过了金属矿产。据不完全统计,1950年全世界非金属矿产的总产值为407亿美元,1980年达到1586亿美元,30年间几乎翻了两番。

20世纪50年代初期,我国只能生产少量的石棉、石膏和滑石,以后相继生产云母、高岭土、金刚石、蓝石棉和石材。20世纪60年代发展了石棉、云母纸等制品工业。进入20世纪80年代以来(同20世纪50年代初期相比),许多非金属矿产(石墨、石棉、滑石、石膏和石材等)的产量有了成百倍的增长。非金属矿产品出口量年年增加,出口的非金属矿产品已达几十种。

据统计,1986年我国金属矿产值(不包括贵金属)为57亿元,非金属矿产值为56亿元,其中食盐占23亿元,砂、砾石为8亿元,石墨、石棉、滑石、石材等为25亿元。

我国是世界上少数几个非金属矿产种类较齐全、储量较丰富的国家之一。目前,全国探明保有储量的非金属矿产近 80 种,其中硫铁矿、石膏、石墨、滑石、膨润土、石棉、萤石、重晶石、硅石、石灰石、大理石和花岗岩的储量均居世界前列,高岭土、沸石、珍珠岩、菱镁矿的储量在世界上也占有重要地位,凹凸棒石、海泡石、硅灰石、霞石正长岩等矿产的潜在储量十分可观。由此可见,我国非金属矿产工业有着良好的发展前景。

我国非金属矿工业虽然发展较快,但由于基础较差,有些产品的质量、品种、产量尚不能满足国内市场的需要,此外,出口原矿、进口加工制品的现象还比较突出,这些问题有待我们今后努力解决。

非金属矿产在国民经济中主要的应用范围有以下几方面。

建筑材料工业方面:砂、砾石用作混凝土的骨料;石灰石、粘土、石膏是生产水泥的原料;砂岩、硅砂、霞石正长岩、长石、萤石用于生产玻璃;玄武岩、辉长岩、辉绿岩、安山岩用于生产岩棉;沸石、珍珠岩、浮石、蛭石、硅藻土、火山灰、石膏等用于生产保温材料和轻质建材;长石、高岭土、硅灰石、霞石正长岩用于生产陶瓷;大理石、花岗岩用作建筑石材。

冶金、耐火材料工业方面:白云岩、石灰岩、石英砂岩、萤石用作熔剂和辅料;鳞片石、耐火粘土、菱镁矿、高铝矿物(蓝晶石、夕线石、红柱石)、锆英石等用作耐火材料;膨润土用作铁矿球团的粘结剂。

机械制造业方面:硅砂、粘土、石墨、膨润土用作铸造型模材料;以石棉为主要原料制造行走机械的刹车片;石榴子石、刚玉、铝土矿、金刚石用做磨料;金红石、锐钛矿、白云石、萤石用作焊接剂。

橡胶、塑料、造纸工业方面:云母、高岭土、硅灰石、碳酸钙(白云岩、石灰岩、方解石)、滑石、硅藻土、重晶石用做矿物填料;高白度的高岭土用做铜版纸的涂料。

石油工业方面:重晶石、钛铁矿用做钻井泥浆的加重剂;膨润土、凹凸棒石、海泡石、蒙脱石用做泥浆粘度调节剂;石英砂用做油井的压裂砂;高岭土合成分子筛用做提炼石油的催化剂。

电气、电子工业方面:云母、碎云母制品(云母纸等)用做绝缘材料;蓝宝石、钇铝石榴石用做激光器元件;水晶用做压电材料;石墨乳用做显像管涂层。

农业、食品工业方面:珍珠岩、高岭土、硅藻土用做微量元素肥料和农药的载体和改良土壤;硅藻土、膨润土用做糖浆、食油、啤酒的助滤剂和脱色剂。

化学工业和化肥工业方面:酸级萤石是制取氟化合物的重要原料;明矾石用

于制取硫酸铝;重晶石可用来生产各种钡盐及立德粉(锌钡白);磷块岩、磷灰石是磷肥的重要原料;钾盐用做生产钾肥。

医药工业方面:现已知药用矿物共有 200 余种,其中相当大一部分为非金属矿物和岩石,如滑石、麦饭石等。

在工艺美术品、首饰业方面:作为宝石和玉石矿物,如金刚石(钻石)、刚玉、水晶、蛋白石、石榴子石、绿柱石、玛瑙、硬玉等约 60 余种;作为园艺石类的有溶蚀奇形灰岩等。

由以上的简述可以看出,国民经济的各个部门都与非金属矿产有密切的关系。随着科学技术的发展,非金属矿产的应用范围会越来越广泛,特别是许多尖端材料,如半导体材料、光导材料、耐高温的复合材料、超导材料的制作,都缺少不了非金属原料。

1.1.2 非金属矿产的分类

由于非金属矿产的种类繁多,每一种又常有几种成因,其用途又多种多样,不同矿种又可相互代用,因此要提出一个完善的分类法比较困难。近 20 年来提出的分类方案不少,但从分类的原则而言,大体有 3 种:以地质成因为分类原则;以产品价值为分类原则;以工业用途为分类原则。

目前世界各国多按非金属矿产的工业用途进行分类,我国分为 6 类:化工原料,建筑材料,冶金辅助原料,轻工原料,电气及电子工业原料,宝石类和光学材料。美国分为 14 类:磨料、陶瓷原料,化工原料,建筑材料,电子及光学原料,肥料矿产,填料,过滤物质及矿物吸附剂,助熔剂,铸型原料,玻璃原料,矿物颜料,耐火原料,钻井泥浆原料。前苏联分为 5 类:矿业化工原料,熔剂耐火材料,技术原料,宝石、半宝石和彩石,建筑工业原料。

但是,同一种非金属矿产由于其纯度、晶体大小、颜色、粒度的不同而具有多种用途,所以按用途分类并不确切,往往造成一种矿产同时属于几类,为了弥补以单一原则进行分类的不足,出现了按两个分类原则进行分类的综合分类法。

按非金属矿产成因和用途进行分类的方法如表 1-1 所示。

按非金属矿产的主要工业用途及其本身是矿物或是岩石进行分类,如表 1-2 所示。

按非金属矿产的工业用途与加工技术相结合进行分类,如表 1-3 所示。

表 1-1 主要非金属矿产资源的分类(按成因及用途分类)

岩系	土建原料	硅酸盐原料	化学工业原料	其他原料
沉积岩	石灰石, 页岩, 砂, 砂砾, 砂岩	石灰石, 白云石, 石膏, 硅砂, 硅石, 耐火粘土, 陶土, 高岭土, 长石	石灰石, 石膏, 硫, 岩盐, 钾盐, 硼砂, 硝石, 磷, 硫化铁, 天然碱	绝缘材料(云母等) 振荡器(石英等) 充填材料(高岭土等) 颜料(铅丹等) 泥浆用材料(膨润土等)
岩浆岩	花岗岩, 安山岩, 玄武岩, 浮石, 珍珠岩	铬铁矿, 橄榄石, 高铝矿物, 叶蜡石, 高岭土, 绢云母, 长石, 霞石, 闪长岩, 长英岩, 硅石, 萤石, 石墨	硫, 硫化铁, 重晶石, 萤石, 磷灰石, 明矾石, 锂矿, 蛋白石	铸型用材料(石墨等) 隔热材料(珍珠岩等) 研磨材料(金刚石等) 过滤材料(硅藻土等) 分子筛(沸石等)
变质岩	蛇纹岩, 结晶片岩, 滑石, 石棉, 蛭石	菱镁矿, 滑石, 蛇纹岩, 硅石, 高铝矿物, 石墨, 硅灰石	硫化铁	离子交换剂——放射性废物处理用(膨润土、沸石等) 宝石(刚玉等) 海水

表 1-2 主要工业矿物与岩石的分类

用途	工业矿物	工业岩石	用途	工业矿物	工业岩石
化工原料	岩盐, 芒硝, 天然碱, 明矾石, 自然硫, 黄铁矿, 方解石		建筑石材, 集料, 轻骨料, 砖瓦材料		大理石, 花岗岩, 砂和卵石, 膨胀页岩和粘土, 砖瓦页岩和粘土
光学工业原料	光学石膏, 光学萤石, 光学石英, 冰洲石		水泥和粘合原料		石灰岩, 大理石岩, 粘土和页岩, 砂岩, 凝灰岩和火山灰, 沸石岩, 石膏岩
电气和电子工业材料	石墨, 电气石, 白云母				
农药和农肥原料	磷灰石, 钾盐, 芒硝, 石膏	磷块岩	玻璃原料	长石, 硬硼钙石	石英砂和石英岩, 霞石正长岩
研磨和宝石原料	金刚石, 刚玉, 石榴子石, 蓝晶石		陶瓷原料	叶蜡石, 长石, 硅灰石, 透辉石	高岭土, 绢英岩, 细晶岩, 霞石正长岩

续上表

用途	工业矿物	工业岩石	用途	工业矿物	工业岩石
工业填料, 过滤剂, 吸收剂和载体材料	滑石, 蓝石棉, 沸石	高岭土, 膨润土, 硅藻土, 漂白土, 海泡石粘土	耐火材料和铸造材料	石墨, 菱镁矿, 叶蜡石, 红柱石, 蓝晶石, 蓝线石, 夕线石	白云岩, 石英岩, 铝土矿, 粘土, 砂
颜料		白垩, 土红			
绝缘, 隔音, 绝缘和轻质材料	石墨, 石棉, 蛭石	珍珠岩, 硅藻土, 浮石与火山灰, 石膏岩	熔剂和冶金原料	萤石, 长石, 硼砂	石灰岩, 白云岩
铸石材料		辉绿岩, 玄武岩, 粗面岩, 安山岩	钻探工业材料	重晶石	膨润土, 凹凸棒石粘土, 海泡石粘土

表 1-3 非金属矿产工业分类

大类	分类	原料类别	矿产种类	大类	分类	原料类别	矿产种类
矿物	自然元素	化学原料	自然硫	岩石	直接利用或经机械加工后利用	彩石、玉石和装饰砌面石料	碧玉, 角闪岩, 天河石, 花岗岩, 蛇纹石大理岩, 蛇纹石, 寿山石, 蔷薇辉石等
	晶体	宝石原料	金刚石(宝石级), 祖母绿, 红宝石, 电气石, 黄玉, 绿柱石, 青蛋白石, 紫冰晶等				
		工业技术晶体原料	金刚石(工业级), 压电石英, 冰洲石, 白云母, 金云母, 石榴子石等			建筑和砌面石料	花岗岩, 拉长岩, 闪长岩及其他火成岩, 石灰岩, 白云岩, 大理岩, 凝灰岩等
	独立矿物	半宝石、彩石和玉石原料	玛瑙, 蛋白石, 玉髓, 孔雀石, 绿松石, 绿玉髓, 赤铁矿(血滴石)等			混凝土填料, 建筑及道路建筑材料	砾石, 碎石, 细砾, 建筑砂

续上表

大类	分类	原料类别	矿产种类	大类	分类	原料类别	矿产种类		
矿物	矿物集合体（非金属矿石）	化学原料	磷灰石,磷块岩,天青石,含硼硅酸盐,钾盐,镁盐等	岩石	经热加工或化学处理后利用	陶瓷及玻璃原料	硅砂,长石和伟晶岩,粘土,高岭土		
		磨料	刚玉,金刚砂,铝土矿			制取粘结剂的原料	泥灰岩,石膏,粘土,板状硅藻土,硅藻土		
		耐火、耐酸原料	菱镁矿,石棉,蓝晶石,红柱石,夕线石,水铝石			耐火材料	耐火粘土,石英岩,橄榄岩,纯橄榄岩		
		隔音及绝热材料	蛭石			铸石材料	玄武岩,辉绿岩等		
		综合性原料	萤石,重晶石,石墨,滑石,石盐,硅灰石等			颜料原料	赭石,土红,铅丹等		
						综合性原料	石灰岩,白云岩,白垩,砂,粘土,石膏等		

1.2 矿物材料

1.2.1 矿物材料学

在材料学科中,通常材料分为3类,即金属材料、有机材料(或高分子材料)和无机非金属材料。近些年来发展起来的包括上面两种以上的复合体也可以划分为第四类材料,即复合材料。

矿物(Mineral)这一概念最早仅是指产于自然界的、具有一定晶体结构和化学成分的固体物质。随着现代无机非金属材料的迅速发展,材料工作者逐渐认识到人工合成材料的结晶体与天然产出的矿物有许多相似之处,因而也称这些结晶体为“矿物”,尽管许多材料中的“矿物”在自然界并不存在。

一方面,“矿物”是构成许多无机非金属材料的基本单元。另一方面,绝大多数无机非金属材料都是由含有各种天然矿物的原料经过一系列加工而成的。

因此,所有的无机非金属材料都可以叫作矿物材料,即从广义上讲,矿物材料等同于无机非金属材料。因此,广义的矿物材料学可以定义为:是研究利用各种天然的或合成物质通过一定的加工工艺而制作出能为工农业生产、国防建设和人民生活所需的无机非金属材料的一门学科。

狭义矿物材料学,即是指从矿物岩石学的角度来研究无机非金属物质在各种环境中被加工改造和被制作成各种材料的科学。这里的“从矿物岩石学角度”包含了3个方面的含义。其一,是指本学科的研究重点放在天然非金属矿物岩石,即为生产出价格低廉、性能优异的无机非金属材料而不断发现、开发可利用的自然资源。其二,是指本学科所研究的无机非金属材料是那些以天然矿物岩石为主要原料,经过较简单的加工就能被利用的材料。其三,是指本学科运用矿物岩石的研究方法和借鉴自然界地质作用的各种原理来研究和生产各种无机非金属材料。

1.2.2 矿物材料分类

在众多的非金属矿产中,有一部分矿产及其中某些深加工产品与制品已有较久的开发利用历史,并形成独立的工业部门,例如硅酸盐水泥工业、玻璃工业、日用陶瓷工业、无机化工及化肥工业、冶金耐火材料工业等。这些工业部门都是以非金属矿产为基本原料,在加工方法上也离不开初加工、深加工及制品的范畴。因此从广义上讲,它们都包含在非金属材料分类的范围中,它们与本书所分类的各种新型非金属矿物材料一起,共同组成了无机非金属材料。

非金属矿材料的分类可按以下3种方法划分:①按矿种分类;②按材料结构分类;③按功能分类。

1. 按矿种分类

按矿种分类是按制品组分中最主要的非金属矿物来分类,例如石棉制品、石墨制品、云母制品、石膏制品、金刚石制品等。由于非金属矿工业发展首先要以矿山的开发为基础,由采、选加工再发展到深加工利用,就自然形成了这种分类方法。随着被开发利用的非金属矿物与岩石品种越来越多,对同一种应用功能的制品来讲,很多原料矿物又常可以相互代用,因此这种分类法就逐渐显现出了它的局限性,需要有其他分类法来加以丰富补充。

2. 按材料结构分类

按材料结构分类是根据材料中的物质组成及其相互关系来分类。这是一种按材料科学对材料的定义进行分类的方法。根据这一分类,非金属矿材料可以包括从一般到最新型的无机非金属材料各个层次的产品。可分为4大类:①单一矿物材料;②无机非金属复合材料;③无机非金属/有机聚合物基复合材料;④

混杂复合材料。

(1)单一矿物材料。尽管在加工过程中可能使用其他原材料,但其最终产品仍是或基本上是由单一的非金属矿物或岩石组成的,例如柔性石墨纸、石墨垫、碳纤维及石墨纤维、电气云母片、钻石、金刚石拉丝模、膨胀珍珠岩、岩棉绒、轻质碳酸钙等。

(2)无机非金属复合材料。它是由两种或两种以上无机非金属矿物材料组成的多相体系,例如石棉水泥制品、微孔硅酸钙板、陶瓷材料、纤维石膏板、聚合物水泥制品等。只要材料的基体(指复合材料的连续相)是无机非金属矿物或岩石材料,那么即使使用了部分其他类的(有机的或金属的)增强材料,也称为无机非金属复合材料,例如钢纤维水泥、纸纤维石膏板等。

(3)无机非金属/有机聚合物基复合材料。它是指使用(主要只用)一种非金属纤维作为增强材料,与有机高分子聚合物材料为基体复合而成的多相体系。通常这类复合材料除了纤维增强材料及高分子聚合物基体外,还常添加各种非金属矿物或其他颗粒粉体填料来调节性能。例如汽车制动器衬片(刹车片)、火车合成闸瓦、离合器面片、玻璃钢制品、石棉橡胶板、石棉胶乳板、钢包复合石墨汽缸垫片等等。

(4)混杂复合材料。它是由两种或两种以上普通复合材料构成,它通常是指由两种不同特性的纤维作为增强材料混杂在基体中的多相体系。混杂复合材料被认为是复合材料的更高级阶段,称为“复合材料的复合材料”。例如高性能小轿车摩阻材料,飞机用摩阻材料,航空、航天、能源部门用高强结构材料,可获得预定热膨胀系数的材料,雷达天线罩、潜艇声纳导航罩,具有隐身技术的军工材料、远程导弹弹头等。目前已得到应用的混杂复合材料体系主要有:碳纤维-玻璃纤维/环氧树脂(简称碳-玻/环氧)、碳-芳纶/环氧、硼-芳纶/环氧、玻-芳纶/环氧、泡沫塑料及蜂窝夹心结构、纤维复合材料/金属超混体系、热塑性树脂基及其他热固性树脂混杂材料。

在以上4种类型中,单一矿物材料及无机非金属复合材料二类可统称为“无机非金属材料”,而无机非金属/有机聚合物基复合材料及混杂复合材料则可统称为“复合材料”或“近代复合材料”。这里的“复合材料”是从狭义的“复合材料”而命名的,即是专指由高分子聚合物为基体由纤维增强的无机/有机复合材料。

3. 按功能分类

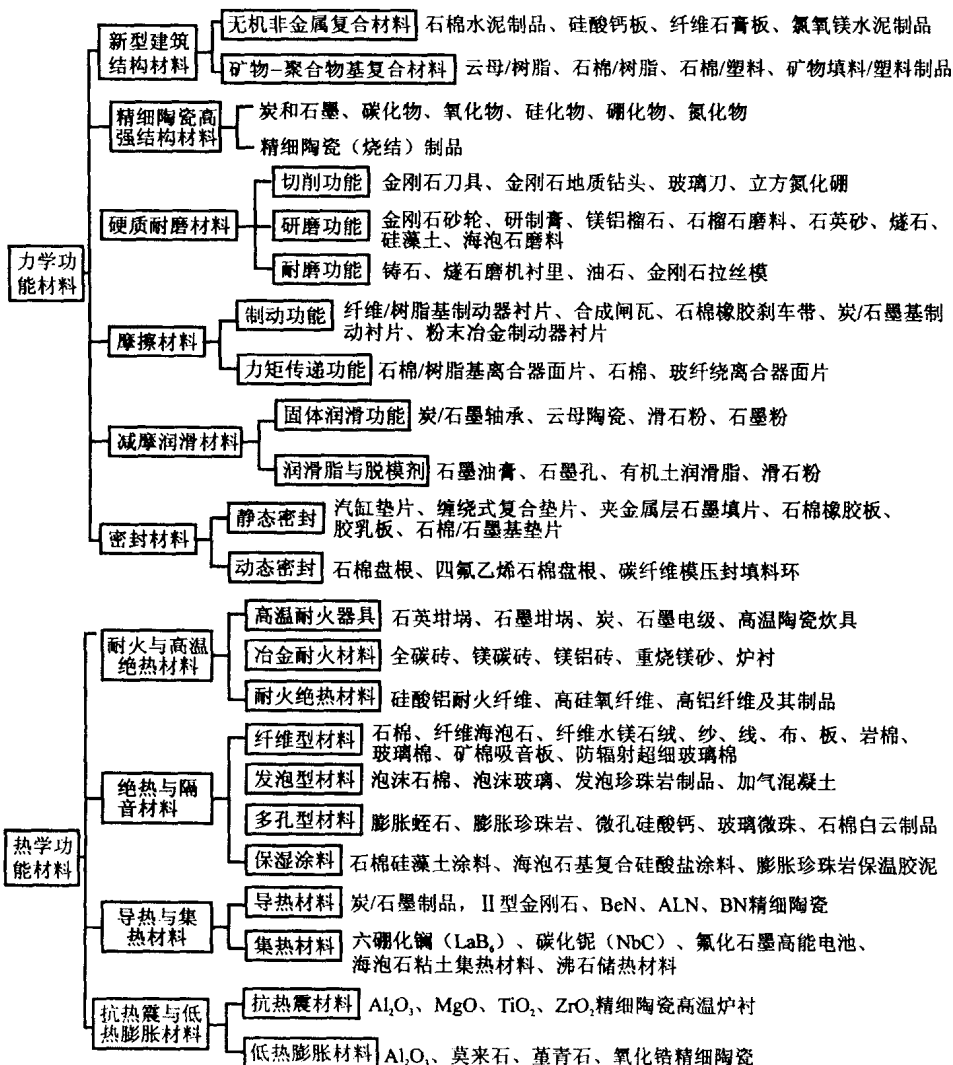
按功能分类,也就是按产品的使用性能及用途分类。习惯上常将材料分为结构材料及功能材料两大类。

(1)结构材料。它是指主要利用材料或制品机械强度的材料。例如利用材料机械结构刚度与强度的建筑材料及工程材料,如水泥制品、建筑陶瓷、建筑玻

璃、石棉水泥制品、石膏板、玻纤/环氧树脂、碳/酚醛树脂、精细陶瓷结构材料、云母陶瓷、云母塑料等。

严格地说,结构材料也是一类功能材料,是属于力学功能型的一个大类。本书就是按此观点来分类的。

(2)功能材料。它是指利用材料机械结构强度的力学功能以外的所有其他功能的材料。例如利用材料的电、光、磁、热、摩擦、表面化学效应、胶体性能、填充密封性能等等。功能材料细分内容十分繁杂,几乎可包含各个方面的用途。本书将非金属材料的主要用途简分为10大类。非金属材料按功能分类见图1-1。



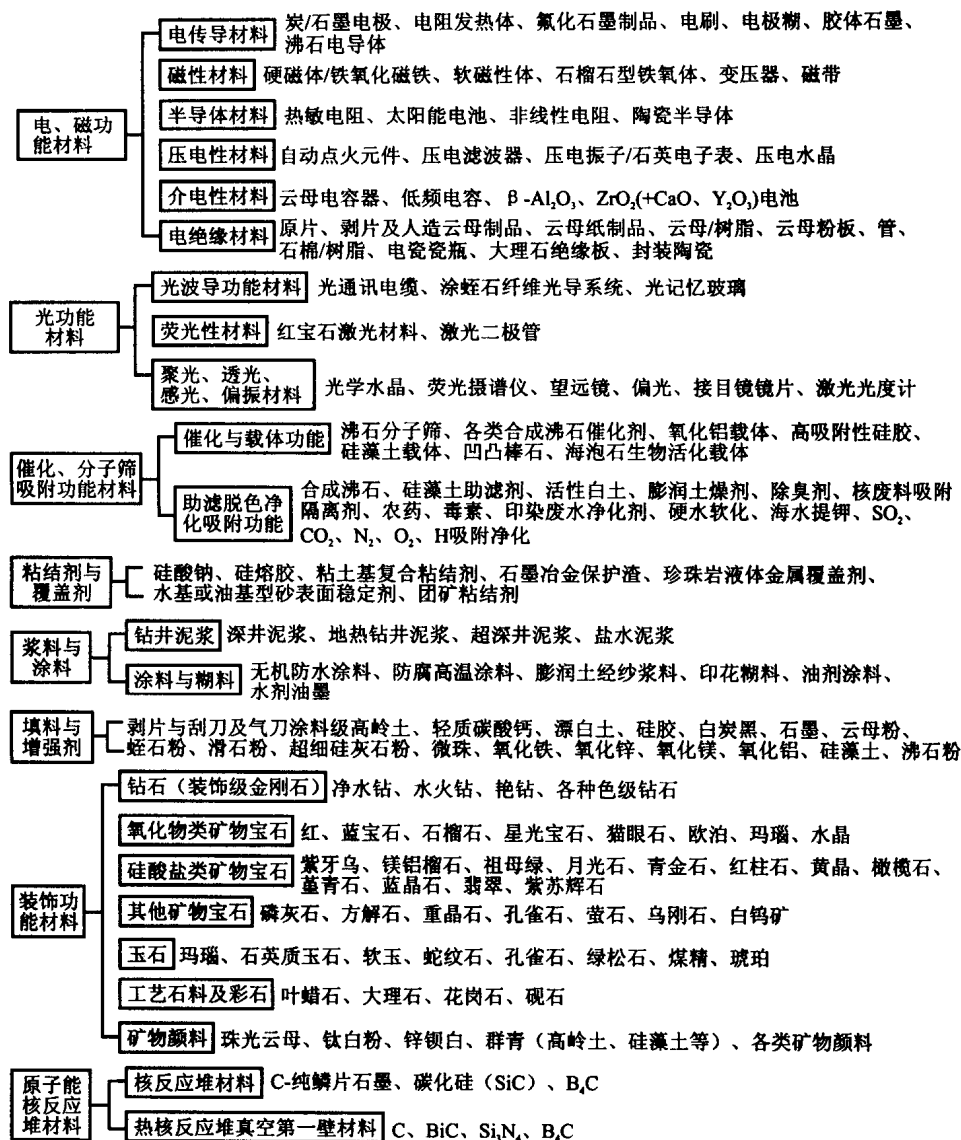


图 1-1 非金属矿材料按功能分类

4. 综合分类

近年来,以赵万智教授为首的中国硅酸盐学会工艺岩石学分会提出,矿物材料的分类要充分考虑材料的生产过程和在生产过程中材料所发生的一系列本质性的物理化学变化。材料的生产过程就是物质成分的一个运动过程。各种矿物材料的生产过程,可以概括为3种方式。

(1) 熔融固体过程。它是将原料经过高温熔融、然后冷凝成结晶态或非结晶态的材料,如电熔刚玉、莫来石、尖晶石、镁石、碳化钙、硅铁合金、铸石、仿微晶炉渣铸石、玻璃、釉料、矿棉、矿珠等的过程。

(2) 高温固相反应过程。它是将原料经过磨细、配料、加工、成型等工艺,然后在高温窑炉中煅烧,发生固相反应而形成烧结型的材料,如陶瓷、耐火材料等的过程。

(3) 凝结硬化过程。它是指配合料在接近室温或不太高的温度条件下,通过水化作用或蒸发固化,或与空气中的成分反应固化而形成高强度的硬化体的过程,如水泥制品、混凝土制品、微孔硅酸钙制品、镁水泥制品、石膏制品、水玻璃粘土制品、石灰制品、磷酸粘结制品等的形成过程。

以上这3种过程与地质作用中的岩浆作用、变质作用、沉积作用非常相似。因此赵万智等提出,可以从地质作用的观点出发,用矿物岩石学的理论及研究方法来研究这些矿物材料,甚至有人提出“仿地学”。相对于以上3种过程,大部分无机非金属材料可以归为3大类:熔浆型材料、烧结型材料、胶凝型材料。另外还有两类材料难以归于以上3种材料,其中之一就是天然矿物岩石经过简单的物理加工或化学处理而基本不改变其矿物组成和化学成分的材料,如粉体材料、石材、天然功能材料等。这类材料在狭义矿物材料中占有重要地位。另一类是复合材料,这类材料不但是以上3大类无机非金属材料的复合体,而且可以是有机-无机材料或与金属之间的复合体。随着材料科学日新月异的发展,复合材料在价格和性能上越来越显示出其特有的优势,因而受到极大的重视。目前复合材料已成为材料领域的一个最有活力的重要的组成部分。

用与地质作用中的岩浆作用、变质作用和沉积作用作类比,来对矿物材料进行分类,虽然具有许多优点,但也不是尽善尽美。如水泥与水泥制品在传统的分类中本来属于同一类材料,但在这种分类方案中却要分别归属于烧结型材料和胶凝型材料,这样就给生产使用这一完整体系的研究带来一定的困难。另外,有些材料像玻化砖、玻璃陶瓷等的生产既包含了熔融固化过程也包含了固相反应过程,因此也给其分类造成困难。

结合以上3种分类方法,以工艺岩石学委员会的分类方法为主线,兼顾行业分类和成分分类,将矿物材料分类为: