



特种矿物材料的应用与发展

李 艺

(中国有色金属工业矿产地质研究院, 广西 桂林 541004)

摘要:特种矿物材料是由传统矿物材料经深加工而发展起来的一类新型矿物材料,具有功能多样性、用途广泛性等特点,它的应用已渗透到工农业和人们生活的各个领域。文中概述了特种矿物材料的涵义、主要种类及其发展方向。

关键词:特种矿物材料;发展趋势

中图分类号:TG14 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2001)03-0030-06

1 特种矿物材料的涵义

新型材料是发展高新技术产业的重要支柱之一,随着材料结构向多元化、功能化、智能化发展,矿物材料已成为现代材料科学的重要组成部分。传统的或一般的矿物材料的应用是直接利用矿物(包括部分岩石)本身所具有的物理化学性质和工艺特性,而且只作为单一性能或低性能的一般材料来应用。如陶瓷矿物材料、建筑矿物材料、化工矿物材料和冶金辅助矿物材料等,这种传统的矿物材料都是低值材料或产品,并由于其本身性能的局限性或未得以强化增强,因而在诸多领域的应用受到限制。随着科学技术的发展,矿物材料正在向轻型、高纯、精细和复合方向发展,具有特殊功能的矿物材料已成为新型材料和应用技术研究开发的主流。因此,特种矿物材料已从传统的矿物材料中脱颖而出,成为新兴的新型矿物材料。在此,“特种矿物材料”是指在一般传统矿物材料的基础上,根

据特定的矿物(主要是非金属矿物)原料的物理化学性质和工艺特性,经过高新技术深加工处理或人工合成,形成具有特殊性能和多用途的功能材料。如密封材料、导电涂料、润滑材料、保温隔热材料、轻质高强建筑装饰材料、分子筛以及催化、吸附与过滤材料、合成晶体材料和高硬耐磨材料等。上述这些特种矿物材料以其多功能多用途在汽车工业、航空航天、特种涂料、高分子复合材料、微电子工业、环保化工和机械加工、石材加工等领域获得广泛应用。

特种矿物材料都是高附加值产品,一般可比其初、中级加工的产品增值几十倍至上千倍,合成高级晶体材料的价格更是十分昂贵,并具有广阔的国内外市场前景,因而,作为新兴产业在工业化国家获得了蓬勃发展,而新型矿物材料的开发和利用程度也已成为衡量一个国家技术水平高低的重要标志之一。目前,国外矿物材料的应用领域已由传统的利用领域(如建材、玻璃、耐火材料、农肥

收稿日期:2000-05-22

作者简介:李艺(1955—),男,1982年1月毕业于中山大学地质系,高级工程师,主要从事矿床地质及矿物学研究,主持或参加完成科研项目20多项,公开发表论文50多篇

等),扩展到新型尖端、环保、节能、日用化工、美术工艺、首饰、医药、保健等领域。可以这样说,矿物材料的应用已渗透到工农业和人们生活的各个领域,正如有人所预言,人类即将进入第二个“石器时代”。因此,针对我国矿物资源特点和开发利用现状,加强科技力量对特种矿物材料的研制开发和生产应用乃是大势所趋,也是我国实施科技创新工程的需要;当前,我国在许多应用领域所需的矿物材料有相当部分仍依赖进口解决。据此,很有必要在我国加强特种矿物材料的开发研究,达到充分利用矿物资源、开发出价格性能比优于国外同类先进产品或达到国际先进水平的特种矿物材料新产品替代进口产品,尽快形成我国矿物材料的高新技术产业,推动我国材料科学的产业化。

2 特种矿物材料的种类

根据材料结构的多元化,并根据特种矿物材料的应用功能,主要可划分为以下几个种类:

2.1 环保矿物材料

随着工业的发展和城市人口的增长,环境保护已成为世界各国极为关注的主题。目前,在治理“三废”工程中,由于“三废”的成分复杂多样,许多传统工艺和传统材料已不适应,治污处理效果差。而特种矿物材料具有独特的结构和性能,在治理环境污染上能发挥独特的作用。例如,利用稀土、沸石、海泡石、膨润土、硅藻土等矿物所具有的优良的吸附性、离子交换性等物理化学性质,并经深加工改性复合制成的环保矿物材料及其制品,具有独特优良的对水体和气体除臭、净化等治废处理效果,有的甚至可与废物直接混合,变废为宝,达到综合利用的目的,获得保护生态环境和综合利用的双重作用。因此,环保矿物材料是环保行业不可缺少的最重要的材料之一。

万方数据

2.2 功能晶体材料

合成矿物晶体材料是最重要的功能晶体材料。如人工合成的刚玉、钇铝榴石(YAG)、钆镓榴石(GGG)及人造金刚石等人工晶体被誉为空间时代的材料,是现代高新技术必不可少的功能晶体材料之一。

人造刚玉晶体主要用作精密仪器仪表的轴承、大规模集成电路的外延基片、红外吸收和探测器的窗口、耐高温耐腐蚀的监控窗口和导光材料、高效电弧材料及固体激光材料等,此外,也是一种高档名贵的合成宝石。

金刚石及金刚石薄膜除作常用的超硬磨切钻材料外,也是微波器、高功率电子元件、高保真音响元件和激光器件理想的热敏元件材料、光敏元件材料和传声材料等。此外,由于金刚石与目前作为电子元件材料的单晶硅比较具有更优越的电学特性,世界发达国家已把它列为 21 世纪最有前景的高新技术开发的新材料研究课题。

2.3 超硬材料

在当今加工工业中,合成的人造金刚石和立方氮化硼成为超硬材料中制造切磨工具的佼佼者,其中,立方氮化硼多晶复合材料(PCBN)是近几年发展起来的一种性能优异的超硬材料,具有耐磨性高、耐热性好、与黑色金属不起亲和反应等优点,是制作数控机床等必备的刀具材料,用于高硬度、高耐磨性、高精度材料的加工,成为当今世界上不可缺少的新型材料之一,因此,国外把 PCBN 材料的出现和成功运用誉为机加工领域内的一场革命。

2.4 保温节能矿物材料

随着人口的膨胀和社会经济的发展,对能源的需求越来越多,而由于能源资源的日趋枯竭及其不可再生性,大力开发高效保温隔热等矿物材料则是节约能耗的重要途径之一。一些应用性能广泛的诸如膨润土、硅藻土、珍珠岩和海泡石等矿物经膨胀、改性复合后,可成为高强轻质的保温隔热隔音材料,在

冶金、建材等领域获得广泛应用;高纯超细石英粉不仅是光导纤维、计算机存贮芯片及高清晰显像管的重要材料,也可制作耐高温硅酸钙保温材料及红外陶瓷材料等。这些新型的高效节能保温材料在节能降耗中发挥着重要的作用,是当今世界各国普遍关注和加强研究开发的矿物材料之一。

2.5 工程密封材料

现代工业的各种动力机器和运输管道都要求性能优越的耐高温、抗腐蚀、不变形的密封材料。传统常用的多为塑料、橡胶、石棉密封材料等。但自 20 世纪 60 年代以来,利用膨胀石墨固有的耐高温、抗腐蚀、自润滑、低密度、可塑性等优异特性研制成功的新型密封材料,应用于各类机器和工程管道的动、静压密封效果十分理想,故得到迅速发展,成为当今世界的“密封材料之王”。

2.6 精密陶瓷材料

精密陶瓷材料是仅次于金属、塑料的第三种工业特种材料。国外 60 年代开始研究,70 年代进入初步应用,80 年代形成新兴产业,这类由滑石、堇青石、顽火辉石、高岭石、重晶石、天青石、金红石等矿物材料深加工而形成的电子陶瓷、压电陶瓷、磁性陶瓷和金属陶瓷材料,广泛应用于无线电、半导体、原子能和火箭等技术领域。因此,新型精密陶瓷是高科技开发应用前景较理想的材料之一。

2.7 摩擦材料

摩擦材料广泛用于汽车、火车、农机、飞机、坦克及各种工程机械,作为制动或传动必需部件,是关系到安全可靠性的关键基础部件,目前以石棉为主导,鉴于石棉有害健康,正在积极开发无石棉摩擦材料,金刚石镀膜层等是其发展方向之一;高纯超细的石墨粉、高纯辉钼矿粉则是较理想的润滑材料。摩擦、润滑矿物材料是交通运输行业必需的基础材料,是一项很有发展潜力的产业。

2.8 宝石矿物材料

宝玉石矿物材料是国际上发展最快的产

业之一,各种宝玉石矿物是美化人们生活的装饰品。特别是由于“回归大自然”的呼声,驱使人们主张“天然化”、“石器化”,因而增加了宝玉石的消费量,给宝玉石产业发展带来新的机遇。

此外,特种矿物材料的种类还很多,在上述列举的各类特种矿物材料中,它们都是利用普通矿物原料经过人工合成或超细、提纯及复合改性深加工而成,并且大都具有增强制品性能和具有环保及节能保温等综合性功能。因此,开发特种矿物材料具有矿物原材料简单、综合开发技术适用性广、产品应用功能超强多样等特点,在各种新材料研究开发领域中,特种矿物材料的研究开发是一个具有较完整体系的系统工程,已成为材料领域中最重要分支学科之一,是发展潜力巨大的新兴产业。

3 特种矿物材料的发展新趋势

3.1 “资源型”环保矿物材料的发展趋势

环境保护是当今世界普遍关注的重大问题之一。在“三废”治理中,矿物型环保材料主要围绕废气、污水的处理而发展,寻求对被污染的大气、水质和周围环境治理提供高效净化和低成本环保材料。治理机动车尾气及内燃机排气污染是环保的重要内容。目前,国外应用于汽车尾气净化的催化剂主要采用贵金属催化剂,其制备工艺比较复杂,生产成本低,难以推广使用。70 年代以来开始进行利用天然矿物制作废气净化催化剂的研究,试图代替价格昂贵的贵金属催化剂。我国具有极其丰富的稀土矿产资源,在 80 年代,我国就首先研制成功了稀土矿物及过渡金属矿物型催化剂,试验表明均具有催化净化一氧化碳、碳氢化合物的能力,应用于柴油机及工业有机废气净化有较好的效果,扩大了我国稀土矿物的应用范围。经过近 30 年的开拓性研究,发展至今已开发出了具有我国特色的稀土—贵金属复合型催化剂,其性能接近于贵

金属催化剂的功能,且比贵金属催化剂具有更好的抗中毒能力和更强的抗热性能,生产成本大幅度降低。该催化剂在工业有机废气净化等领域得到了卓有成效的应用。

为简化制备催化剂生产工艺和降低生产成本,在90年代开展了被称为“资源型催化剂”的研究,利用某些矿物的特性,研制高效价廉的矿物型催化剂是国内外关注和研究的重要课题。研究发现,有许多非金属矿物具有特殊的表面物理化学性质,对某些气体组份或溶液中的重金属离子有明显的吸附和转化作用,这些非金属矿物只要经过简易的加工、活化处理即可直接作催化剂应用于环保中废气、废水的处理。如日本、美国等利用经活化加工的海泡石、硅藻土及膨润土等来处理重金属污染废水;我国也应用酸性膨润土对含有重金属的废水进行处理。研究表明,还有一些金属矿物具有较好的催化特性,并且一般具有较高的强度和硬度,具有良好的耐冲击、抗振动和抗磨损性能。对这些矿物只需适当处理,以简易的流程就可制造出适用于石油化工、工业废气或机动车尾气净化用的具有良好性能的催化剂。目前,我们利用褐铁矿、钛铁矿、氧化锰矿等矿物经适当活化处理作机动车尾气净化催化剂的初步研究,探索结果令人鼓舞。开发“资源型”环保矿物材料既可扩大矿物资源的综合利用,又可大幅度降低治理环境污染成本,产生明显的经济效益和社会效益,这将是今后具有良好应用前景的研究发展方向。

3.2 改性及复合矿物材料的发展趋势

矿物材料为强化其应用功能正在向改性和复合材料方向发展,当前国内外都非常重视改性和复合材料的开发,并以取代金属材料竞争者的姿态进入各个领域。如汽车制造,二十多年前汽车中的塑料只占百分之几,而目前在欧洲的汽车中塑料和矿物复合材料已超过10%。美国已超过30%。由于汽车塑料用量的增加,必然造成塑料业中矿物填料大

增,从而促进了矿物填料的发展;由于增强塑料、新型陶瓷、宇航卫星、光纤通讯、电子工业等新技术产业的发展,对云母、硅灰石、滑石、石英等矿物的改性及复合矿物材料的需求量日益增长;由于环境保护的要求,某些矿物材料的应用受到限制,而一些新的改性矿物替代产品相继出现,如用鳞片石墨通过改性生产柔性石墨密封材料替代石棉密封材料,用沸石或高岭土等合成或经改性制作无磷洗涤剂。

矿物的表面改性往往都有其特定的应用背景或应用领域,不同的矿物或者同一种矿物用于不同的领域所选用的表面改性剂有所不同。表面改性剂的种类很多,其应用性能、改性工艺差异较大,特别是价格较为昂贵。今后的发展趋势将通过研究选择能与特定矿物偶合、价格低廉、性能优异的表面改性剂种类,解决改性矿物材料成本高、复合工艺复杂等难题,进一步提高改性及复合矿物材料的使用价值,开拓其更为广阔的应用领域。

3.3 高纯、超细矿物的发展趋势

高纯、超细矿物在新型材料发展中,将成为二十一世纪初的龙头产业。为提高矿物材料的品位和档次,必须最大限度的富集有用组分和剔除杂质;进行超细粉碎和分级深加工处理,才能提高其应用价值,获得高附加值的经济效益。

近年来,我国利用射频电法、稀土强磁选、电导选矿、热氯化除杂、磁电除杂和低能耗剥离及气流粉碎等提纯超细新技术开发了高纯石英微粉、高纯辉钼矿微粉、高纯金红石和高碳石墨、硅线石、蓝晶石、锆石等高纯材料。随着高技术的发展,这类高纯超细矿物材料的应用领域越来越广,是一项发展前景巨大的新兴产业。

3.4 合成功能晶体材料的发展趋势

功能晶体材料是具有光、电、声、磁、热、力等特殊物理性能的一类新材料,对现代科学技术的发展起着巨大的推动作用。实践证

明,功能晶体材料质量的好坏决定着高新技术水平的高低,而且只有功能晶体材料有所突破,才能希望高新科技本身有所突破。合成矿物晶体在高新科技领域有着广泛而重要的应用,并决定着某些高新技术的发展。例如,50年代的微电子技术、60年代的激光技术、70年代的光电子技术、80年代的形状记忆及生命科学与生物技术、90年代的光学技术的崛起与发展,均与单晶锗、单晶硅等半导体晶体材料和刚玉、钇铝榴石(YAG)、钕镱榴石(GGG)等激光晶体材料以及铌(钽)酸锂、铌酸锶钡非线性光学晶体材料等这些新型晶体材料的发展息息相关。但是,由于这些珍贵的矿物晶体资源在自然界中较稀少而不能满足高技术领域的需要,而通过人工合成的晶体矿物材料则弥补了自然界产出的不足而获得广泛应用。因此,国内外都很重视功能晶体材料的应用开发研究。

人工合成矿物晶体技术已有悠久的历史,随着科学技术的发展和技术装备的不断完善,其合成技术也日趋完善,方法多样。在人工合成矿物晶体技术中,晶体生长方法有熔融法、水热法、熔剂法、低温溶液法、高温超高压法、外延法等。其中,水热法是一种非限制性生长晶体的方法,与其他晶体生长方法相比,水热法生长的晶体热应力小,缺陷少,位错密度低,结构完整性高,光学均匀性好,化学纯度高。此外,有一些重要而优秀的功能晶体如光学、电光、声光、磁光和非线性光学等晶体,只能用水热法生长才能合乎技术要求。因此,水热法合成晶体技术在今后将得到更好的发展。

3.5 超硬材料的发展趋势

人造金刚石和立方氮化硼是最重要的两种合成超硬矿物材料。人造金刚石作为超硬

材料,特别是作为一种不可替代的工具材料,在工业上的应用面已成为衡量一个国家工业发展水平的标志。现在世界已进入“空间”时代,随航空航天工业发展而出现的各种新材料的加工,均离不开这种超硬材料工具,当然其应用还不仅限于作工具,也可作为一种耐磨材料和功能材料而具有广阔的应用领域,但在目前的发展阶段,主要是用来制作工具,用于机加工行业和建筑建材行业,并以年平均15%的速度增长,可见其发展速度之快。从世界超硬材料工具的应用领域来看,大致为:石材加工占29%,建筑工程占19.5%,机加工占38.4%,矿业占8.7%,其他占4.4%。据1997年的统计资料表明,国内超硬材料工具的应用情况大致为:人造金刚石工具中,石材加工占60%以上,机加工、石油占12%,建筑占12%。

立方氮化硼是另一种超硬工具材料,也是一种人工合成的特种矿物,在近10年来,立方氮化硼稳定地以20%的增长率发展,但我国立方氮化硼的应用还仅仅是起步。在机械加工领域,工具向高硬度、高耐磨、高精度发展,加工机床向数控化发展。而立方氮化硼复合体刀具是机械加工中有广泛应用前景的一个产品,主要用于机加工铁质金属工件,而用人造金刚石工具加工这种材料时,极易被铁元素侵蚀而“磨”损。由于机加工领域又大量遇到铁质金属材料,因而立方氮化硼和人造金刚石是互为补充的当代超硬工具的两种最基本材料。

由上述可见,今后超硬材料的发展主要是超硬材料工具或制品的开发和不断拓宽其应用领域,在机加工、建筑装修工程、石材加工、矿业开发及工程钻探等方面进行更广泛的推广应用。

The Application and Development of Special Mineral Material

LI Yi

(Guilin Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin, Guangxi, China)

万方数据

Abstract: The special mineral material is a novel mineral material that produced by deep—

processing of traditional mineral materials. These special mineral materials possess the properties of various function and widespread usage, Their application permeate into domains of industry, agriculture and dialy life of people. The significance, major sorts and their development direction were briefly described in this paper.

Key words: Special mineral material; Development direction