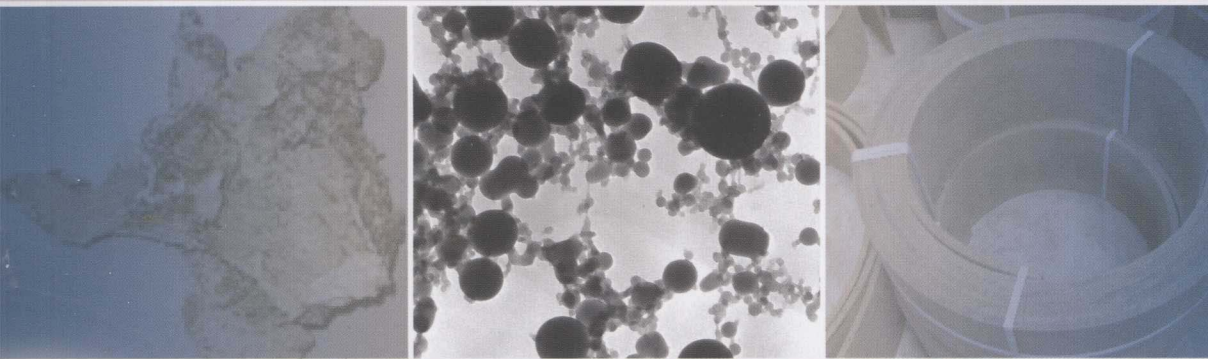


坡缕石及其微纳米材料的 改性与工程应用

■ 何林 周元康 闫建伟 杨绿 著



國防工業出版社
National Defense Industry Press

坡缕石及其微纳米材料的 改性与应用

何林 周元康 闫建伟 杨绿 著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

坡缕石及其微纳米材料的改性与工程应用/何林等著. —北京:国防工业出版社,2012.7

ISBN 978-7-118-08126-8

I. ①坡... II. ①何... III. ①坡缕石-研究 ②坡缕石-纳米材料-研究 IV. ①P578.94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 137643 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 12¼ 字数 217 千字

2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

自 20 世纪 80 年代初期在贵州地区发现坡缕石矿床以来,该矿物已经历了矿物性检测研究、矿物的初级利用的阶段,进入到作为纳米材料及其应用研究的新阶段。本书着重围绕贵州坡缕石矿及其微纳米材料的改性和应用基础方面的相关问题进行了探索研究。

坡缕石是热液型产出的非金属矿物,而沉积产出的黏土状的同类矿物称为凹凸棒石。目前,国内外对坡缕石(凹凸棒石)的应用和相关基础研究已经延伸至许多领域。如美国等西方国家研究、开发和利用坡缕石矿的相关工作在 20 世纪早期就已经开始。起初,这些国家的研究人员仅利用坡缕石的制浆性能制作钻井泥浆用于钻探行业,后来利用它的吸附性、催化性、耐热性和离子交换性能用于石油化工、环境保护、食品加工、陶瓷、保温材料、塑料、橡胶等工业部门。我国在坡缕石非金属矿资源的研究方面仍处于矿物性能测试、实验室应用基础研究和应用开发的阶段上,郑自立、陈天虎等人在矿物基础性研究方面作了大量的系统的具有成果的工作;在坡缕石矿物开发利用方面,目前主要是通过对常规尺度坡缕石的改性,然后作为填料在塑料、橡胶以及摩擦材料中得到应用,以提高填料的调节性能,总体利用档次不高。

上述的相关基础性和应用性研究一般是针对常规尺度坡缕石矿物进行的,没有充分考虑它是一种天然纳米—亚微米矿物,关于它的科学意义和经济价值以前没有引起人们的足够重视。因此限制了对该矿物研究的内容、应用的范围和向高级利用方向的发展。

近年来,将坡缕石矿制备成超细微粉的微纳米材料而加以应用的基础性研究得到国家自然科学基金委等相关部门的支持和重视并获得启动,取得了积极的成果。

陈天虎等针对苏皖凹凸棒石纳米矿的矿床地质特征、形成以及矿物学特性、应用矿物学进行了系统的研究获得了成果。

关于聚合物/坡缕石纳米复合材料方面的研究正在引起人们的关注。中国膨润土专家袁慰顺指出坡缕石(凹凸棒石)是能与聚合物复合的一维纳米纤维管状结构的矿物。通过研究,用少量比分的坡缕石纳米粒子进行聚合物复合改性,可以

获得聚合物复合材料强度、硬度、耐热性和耐磨性的显著提高。何林、周元康等对坡缕石及其纳米材料制备并用于摩擦材料基体树脂的复合以提高其性能进行了相关的研究并获得成果,用 1.0% 坡缕石纳米粉进行摩擦材料基体酚醛树脂原位复合,可以获得摩擦材料抗热衰退能力和耐磨性的明显提高。

周元康、杨绿等人用坡缕石及其复合纳米粒子作为润滑添加剂,可以获得金属摩擦副明显的减摩效果和自修复性能。

以上说明坡缕石纳米材料在工程领域应用具有广阔的前景,相关研究具有重要的经济、社会和学术方面的意义。

贵州坡缕石属于川黔热液型富铝镁硅酸盐纳米矿物,它分布在贵州西部大方、织金等地区一带,存于较浅的残坡积层中,具有品位高、易开采的优势。由于该矿产的发现和开采相对较晚,它的基础和应用研究、开发利用相对滞后。本书论述的研究成果对于当地该资源的利用开发具有前期的指导意义。

本书著作者是在相关人员研究成果的基础上,通过大量的试验着重对贵州坡缕石及其微纳米材料的改性、制备以及在摩擦学领域的工程应用等方面进行了研究,对研究的过程、方法、关键技术及其最终成果做了详细的介绍。希望本书能够起到抛砖引玉的作用,对该非金属纳米矿的进一步深入研究起到推动作用,激发出更多的纳米坡缕石矿在工程应用和相关研究方面的成果。

本书共分 7 章,包括贵州坡缕石矿物的基本概况、特性和研究现状,矿物学及矿物性检测,坡缕石矿物的各种预备和改性处理,纳米材料的制备及其工程应用研究等内容,比较系统地介绍和论述了坡缕石纳米矿的矿物学性能和工程应用研究的方法及其成果。由于作者的学术水平有限,加之某些研究的试验次数不够充分,某些试验现象未能作出证据充分的机理解释,研究的方法和结论方面的缺点和错误在所难免,恳请读者给予批评指正。

本书的主要研究内容得到国家自然科学基金的资助,在本书撰写和出版过程中得到贵州大学机械工程学院的支持,在此特表谢意。

目 录

第 1 章 坡缕石矿物概述	1
1.1 贵州坡缕石矿产的概况	1
1.1.1 贵州坡缕石纳米矿的分布与产出形态	1
1.1.2 贵州坡缕石的特性及用途	1
1.2 坡缕石的相关研究及其应用现状	4
1.2.1 关于坡缕石的研究现状	4
1.2.2 纳米坡缕石的研究与应用	4
1.3 关于坡缕石纳米矿研究的意义	5
1.3.1 科学意义	6
1.3.2 经济与社会价值	6
1.4 小结	6
参考文献	7
第 2 章 贵州坡缕石纳米矿物检测及其特征	8
2.1 贵州坡缕石化学组成及其特点	8
2.2 坡缕石矿物检测与晶体结构	9
2.2.1 坡缕石的晶体结构	9
2.2.2 坡缕石的 X 射线衍射特征	10
2.2.3 坡缕石的红外光谱特征	13
2.3 坡缕石的成分分析	16
2.3.1 坡缕石矿物成分的检测方法	16
2.3.2 坡缕石矿物的化学成分及特征	17
2.4 坡缕石的形态	18
2.5 坡缕石的理化特性	19
2.5.1 带电性	19
2.5.2 阳离子交换及其容量	20
2.5.3 比表面积及其测定方法	22
2.5.4 吸附性	24
2.6 小结	26

参考文献	27
第3章 坡缕石矿物的改性处理	28
3.1 坡缕石的酸处理	28
3.1.1 酸处理后的形态	28
3.1.2 坡缕石的耐酸性和酸腐蚀后的成分变化	29
3.1.3 酸处理后的物化性质的变化	32
3.2 坡缕石的碱处理	33
3.3 坡缕石的热处理	34
3.3.1 热处理分析和检测方法	34
3.3.2 坡缕石在热处理过程中的结构变化	35
3.3.3 坡缕石热处理后的理化性质	38
3.4 坡缕石有机改性处理	39
3.4.1 有机活性剂处理	40
3.4.2 偶联剂改性处理概述	41
3.4.3 改性方法及过程	42
3.4.4 硅烷偶联剂与坡缕石化学键合的检测与性能	43
3.5 无机盐改性处理	44
3.6 坡缕石的提纯处理	45
3.6.1 坡缕石的提纯工艺	45
3.6.2 坡缕石提纯工艺的优化	46
3.7 小结	52
参考文献	52
第4章 微粉坡缕石在摩擦制动材料中的应用	53
4.1 摩擦材料性能特点及应用概述	53
4.1.1 摩擦材料的基本性能及其组分的功用	54
4.1.2 摩擦材料的研究现状和发展要求	55
4.2 坡缕石粉体/树脂二元摩擦材料的性能	56
4.2.1 热压干混二元摩擦材料样品的制备	57
4.2.2 压制力对摩擦试样性能的影响	58
4.2.3 坡缕石含量对二元摩擦性材料性能的影响	63
4.2.4 坡缕石热处理对二元摩擦材料性能的影响	65
4.2.5 坡缕石表面改性对摩擦材料性能的影响	67
4.2.6 石棉、海泡石、硅灰石和坡缕石纤维为增强组分的 二元摩擦材料的性能	70
4.3 改性坡缕石增强纤维的多元摩擦材料性能	71

4.3.1	多元摩擦材料的基本组成	72
4.3.2	多元摩擦材料中坡缕石不同含量对其摩擦学性能的影响	72
4.4	小结	73
	参考文献	74
第5章	纳米坡缕石的制备	75
5.1	一维纳米坡缕石的制备	75
5.1.1	坡缕石集聚体的原始状态	75
5.1.2	坡缕石一维纳米材料的制备方法	77
5.1.3	坡缕石酸化反应制备纳米棒状活性氧化硅	78
5.2	坡缕石 0 维纳米材料的制备	80
5.2.1	一般 0 维纳米材料的制备方法及其特点	80
5.2.2	坡缕石 0 维纳米材料的制备	85
5.2.3	结果分析	90
5.3	坡缕石纳米复合材料的制备	92
5.3.1	坡缕石载金纳米复合材料的制备	93
5.3.2	坡缕石载 TiO_2 纳米复合材料的制备	95
5.3.3	坡缕石载银复合纳米材料的制备	96
5.3.4	坡缕石/ Cu 纳米复合材料的制备	105
5.4	小结	112
	参考文献	113
第6章	纳米坡缕石基体树脂的制备及其摩擦材料的性能	114
6.1	摩擦材料基体树脂的纳米坡缕石复合及其性能	114
6.1.1	纳米坡缕石复合热固性酚醛树脂的制备	115
6.1.2	纳米坡缕石改性的热塑性 PF(S-P/PPF) 的制备	124
6.2	树脂编织型制动带的生产及其摩擦学性能	126
6.2.1	编织型摩擦制动带的生产	126
6.2.2	原位制备不同纳米 P 添加量对产品摩擦性能的影响	128
6.2.3	原位法制备不同纳米 P 添加量对产品力学性能的影响	131
6.2.4	纳米 P 共混制备树脂编织制动带的性能	132
6.2.5	与桐油、硼酸及纳米 SiO_2 改性树脂的编织型制动带的性能对比	133
6.3	用 S-P/TPF-1.0 和 S-P/PPF 制备的半金属摩擦片及其性能	142
6.3.1	用 S-P/TPF-1.0 湿法制备半金属摩擦材料及其性能	143
6.3.2	用 S-P/PPF 干法制备半金属摩擦材料及其性能	149

6.4 小结	152
参考文献	152
第7章 纳米坡缕石及其复合材料的减摩和自修复作用	153
7.1 摩擦副的抗磨自修复性和减摩性概述	153
7.1.1 软修复	154
7.1.2 硬修复	155
7.1.3 减摩性	155
7.2 纳米润滑剂的减摩、抗磨机理及研究现状	155
7.2.1 软金属纳米材料的摩擦学性能	156
7.2.2 硬相纳米材料的自修复和减摩作用	157
7.2.3 软、硬相复合纳米材料的摩擦学性能	157
7.3 纳米坡缕石及其复合材料作为润滑添加剂的摩擦学性能	158
7.3.1 单一纳米坡缕石润滑剂的减摩和自修复性能	158
7.3.2 坡缕石载银纳米材料的减摩和自修复性能	174
7.3.3 坡缕石/Cu 复合纳米材料的减摩和自修复性能	181
7.4 小结	186
参考文献	187

第 1 章 坡缕石矿物概述

坡缕石是一种具有特定结构、形态、物化性质的镁铝硅酸盐黏土矿物。该矿按不同的地质成因通常有两种称呼:黏土矿床和沉积成因的称为凹凸棒石(attapulgite),热液成因长纤维状的称为坡缕石(palygorskite)^[1]。在我国,属于前者的矿物代表有苏皖凹凸棒石,属于后者的有川黔坡缕石等。分布在贵州省西部大方、织金和纳雍等县一带的坡缕石是属于热液型川黔坡缕石,其中位于贵州大方县的坡缕石矿是一个大型的长纤维状的坡缕石矿床。^[2]

1.1 贵州坡缕石矿产的概况

1.1.1 贵州坡缕石纳米矿的分布与产出形态

自 20 世纪 80 年代地质研究人员在贵州西部织金首次发现坡缕石矿以来,又相继在大方、纳雍等地发现较多的矿点,由于矿点多且总藏量较大,它的开发利用对发展地方经济具有现实意义。目前,贵州地区估计的坡缕石矿点主要分布在西部,如图 1-1^[3]所示。

贵州坡缕石从自然产出形态来看,大体可分为两类:一是产于硅质岩中,呈纸片状、薄膜状且有石英和方解石伴生;二是产于土层中,呈树皮状、猪板油状和破棉絮状,伴随有蒙脱石和高岭石等。图 1-2 是呈猪板油状和树皮状的坡缕石的照片。

1.1.2 贵州坡缕石的特性及用途

贵州坡缕石矿是数十纳米直径的长纤维集合体,原始矿的品位可高达 80% ~ 90%,故可以沿纤维长度方向撕成薄纸片状,柔韧而不易折断。该矿石的吸水率、饱和盐水吸附率、比表面积、饱和盐水造浆率、脱色率等指标均较高,其大尺度粉体可直接应用于石油吸收、食品除味与精炼、医药化妆品、钻井泥浆和隔热防火等相关行业。

随机抽取贵州坡缕石三个矿点的样品经过 X 射线衍射分析(XRD)得到的强度峰,如图 1-3 所示,其中各峰顶处数据为原子层间距,单位是 0.1nm。未经提纯的坡缕石矿其杂质的特征峰一般强度不大、数量不多,主要成分是石英、高岭石等。因此可知这些矿点的坡缕石质地较纯。

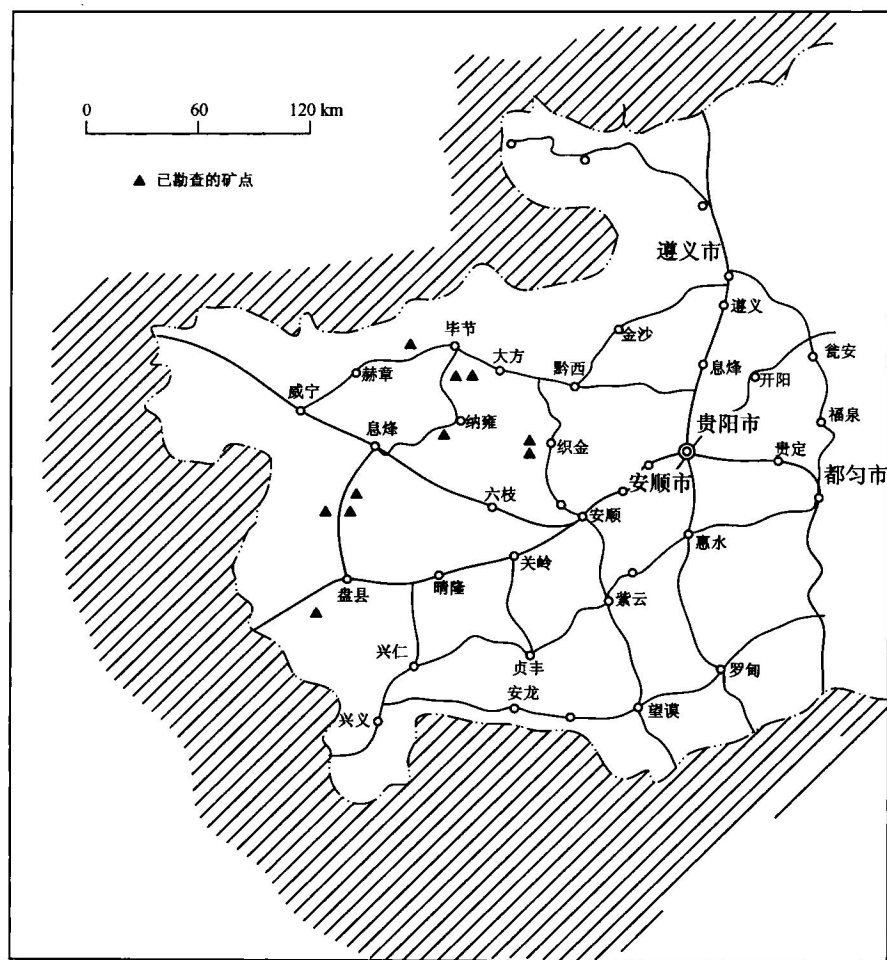


图 1-1 贵州西部坡缕石的矿点分布

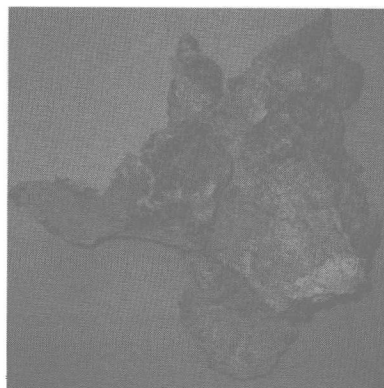
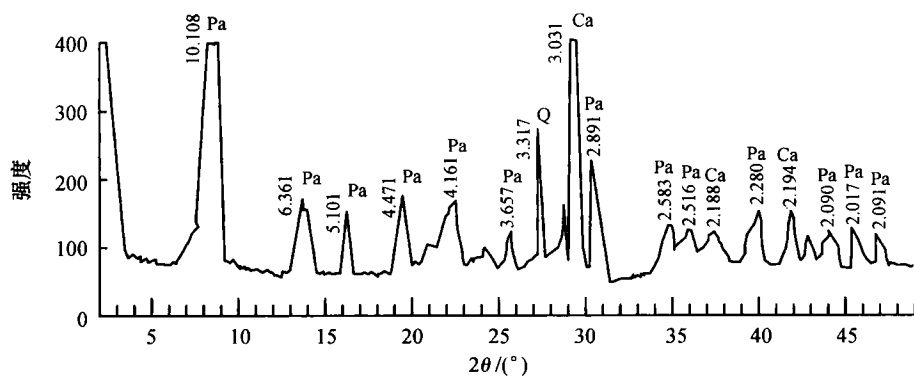
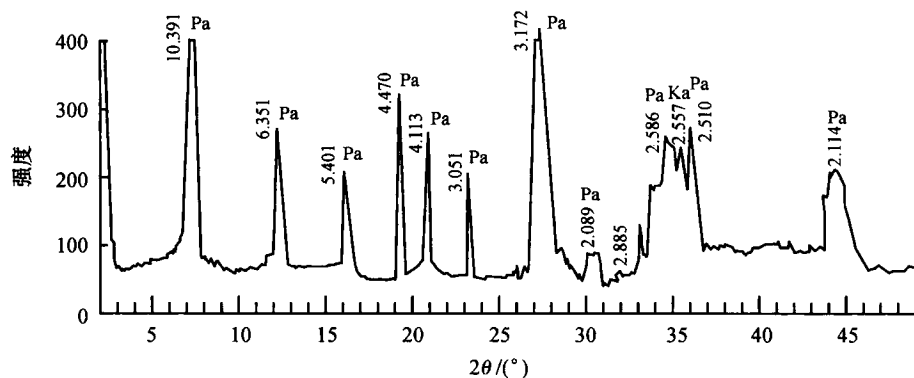


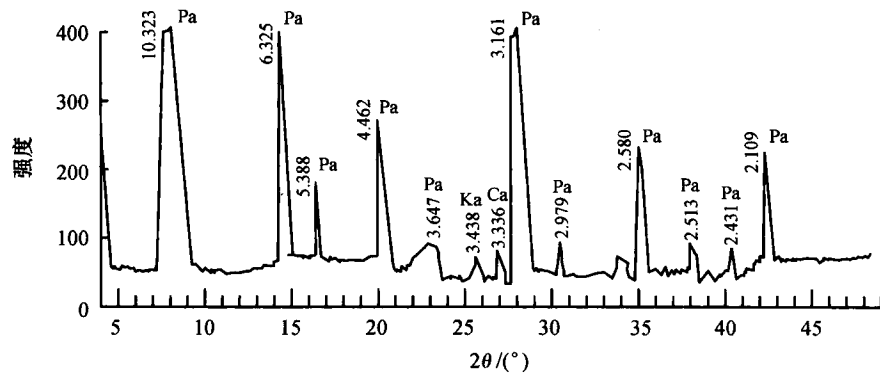
图 1-2 猪板油状与树皮状坡缕石外观



(a)



(b)



(c)

图 1-3 贵州西部部分矿点坡缕石 XRD 图谱

(a) 盘县产出矿样品; (b) 大方产出矿样品; (c) 织金产出矿样品。

1.2 坡缕石的相关研究及其应用现状

1.2.1 关于坡缕石的研究现状

国内外对坡缕石(凹凸棒石)的研究经历了下列几个过程:①矿物的发现、矿物地质成因和纯矿物学研究;②坡缕石的矿物性能的测定与研究;③坡缕石矿物的应用和应用基础研究。

对于坡缕石最早的研究起于 19 世纪。1862 年,俄罗斯学者在乌拉尔山脉发现该矿物,将其命名为 palygorskite,即坡缕石,20 世纪中叶,欧美学者在美国欧洲等地相继发现该矿。由于当时该矿探明和产出量稀少而没有受到足够的重视,到 20 世纪 70 年代之后坡缕石才被广泛发现,随之坡缕石的相关研究逐渐深入并取得较多的研究成果。围绕坡缕石矿的研究,首先是矿床的地质成因和坡缕石矿物学特征及形成机理等内容,这为找矿标志提供了依据。当人们发现坡缕石矿物的各种性能和处理方法直接与其应用领域和应用前景有密切的关系时,引起了各行业的广泛兴趣,相关研究人员就坡缕石的吸附性、表面性能、胶体化学性质、催化活性等特性进行了研究,同时对热处理、酸活化、纳米化加工、有机复合处理等对坡缕石性能结构的影响等也进行了研究。以后该矿物的应用和应用基础研究成为了热点,并取得了可观的经济和社会效益。应用研究主要是以坡缕石大尺度的形态用于食品萃取、催化、农药载体、钻井泥浆、保温及其它材料的填料、耐高温绝热和与高分子材料复合制备改性材料等,故坡缕石已经成为近代应用领域扩展最为迅速的非金属矿资源之一。至此,尽管对于宏观的大尺度坡缕石性质的研究和了解已经比较全面并具有一定的深度,但对于其属纳米矿这一特殊结构的性能及其应用和应用基础研究仍然存在着许多空白。

1.2.2 纳米坡缕石的研究与应用

近几十年纳米材料和纳米技术的出现,促进了基础的材料科学的快速发展,对社会、经济的贡献十分巨大。纳米材料的制备是纳米材料及其技术应用的前提,一般纳米材料制备往往采用的是较为复杂的人工方法,其中包括物理方法和化学方法等。而如坡缕石一类的天然纳米矿的直接利用在经济性方面显然优于人工制备的纳米材料。有关专家认为坡缕石一类非金属矿是一种天然纳米、亚微米矿物,关于它的科学意义和经济价值以前没有引起人们的足够重视^[4]。同为硅酸盐二维层状纳米矿蒙脱土的研究和应用获得了很大进展并取得巨大成效。如 20 世纪末期日本用插层法制备尼龙-6/蒙脱土纳米复合材料,仅用 4.2% 的质量百分数就大幅度提高了尼龙的力学性能,引起了国内外的关注^[5]。在聚合物一层状硅酸盐

纳米复合材料(PLS)的研究方面,美国 Comell 大学^[6]、日本丰田研究中心^[7]等报道了这一领域的许多新产品和制备方法,并在理论研究方面获得很大的进展^[5]。聚合物—蒙脱土层状硅酸盐纳米材料的研究是基于阻燃、耐热性材料的开发应用的需要而进行的。

坡缕石作为一种纳米非金属矿的地质研究和矿物纳米材料的研究,尤其是后者起步较晚,是近一二十年的事情。近年来,陈天虎等人对苏皖坡凹凸棒石纳米矿物学及地球化学的相关内容做了较系统的研究^[1]以及研究人员对于聚合物/坡缕石纳米复合材料制备,改性为代表的基础和应用研究的开展与兴起表明该领域的研究有了新的发展。中国膨润土专家袁慰顺指出坡缕石(凹凸棒石)是能与聚合物复合的二维纳米纤维管状结构的矿物^[8]。国内许多研究人员作了相关研究,如王猛、钱锦文等制备了坡缕石/聚丙烯酰胺无机—有机杂化材料并进行了相关的研究^[9],杨晋涛、范宏等用原位乳液法成功制备了聚苯乙烯丁二烯橡胶/凹凸棒石纳米复合材料,并研究了其增强的机理;盛森、荣峻峰等用新型的原位配位方法制取了聚乙烯/凹凸棒石纳米复合材料,着重研究了催化剂催化作用的影响因素^[10]。贵州大学周元康、何林等对坡缕石纳米矿的提纯、0 维化球磨、表面分散处理制备纳米坡缕石/酚醛树脂作为摩擦材料的基体树脂,研制出抗热衰能力强、摩擦系数稳定、耐磨性好的无石棉摩擦制动带得到工业应用^[11],取得较好的经济与环保效益。上述的研究及成果均是近几年的报道,说明利用纳米坡缕石为制备有机高分子—无机复合材料已经进入了实验室研究阶段并获得了成果,正在走向产业应用阶段。

目前,纳米坡缕石在其他领域主要有用于活性二氧化硅、金属复合纳米材料的制备作为高分子的增强剂、化学反应的活性催化剂、抗菌剂以及机械摩擦润滑添加剂。虽应用研究及其成果不算很多,但存在较大的应用前景及研究空间。

1.3 关于坡缕石纳米矿研究的意义

天然的纳米——亚微米矿物的堆积体,是一种非传统矿产资源,其科学意义和应用价值正在引起学术界和产业界的重视,并在相应的领域加大了基础研究的投入。它的研究意义和特色主要体现在下面三个方面^[4]:①天然的纳米——亚微米矿物不同于传统的金属、非金属矿床,要全面认识它的资源价值,有赖于新的表征方法、新的应用思路以及高新技术在矿床学和矿物学领域中的应用。②天然纳米——亚微米矿超细微结构的成因是现代成矿理论所面临的极具挑战性的科学问题之一,这一领域的研究对于认识天然纳米—亚微米矿堆积体的形成环境与分布规律以及纳米矿物材料的人工合成都具有重要的理论与实际意义。③天然纳米—亚微米矿物在吸附、催化、催化剂载体以及复合材料工程、环境工程等领域具有广阔的应用前景,采用化学、谱学方法定量、半定量地研究矿物学表面化学活性,对于

该矿高附加值领域的应用具有关键性意义。

1.3.1 科学意义

纳米坡缕石矿的天然纤维状晶体形态、超微观结构、形成机理的研究在环境矿物学、成矿理论领域的重大的科学问题具有重要的理论和学术意义。对坡缕石进行系统的纳米矿物学和地球化学的研究,拓宽了矿物学发展空间和应用前景,促进了新的研究和表征方法的发展,即促进了高新技术手段与矿床学、矿物学领域研究相结合,同时为地质相关人员提供了较为详实的坡缕石找矿方向和标志,具有广泛的理论和实际意义。

坡缕石纳米矿的相关研究所涉及的领域较多,最主要的表现在与纳米材料科学交叉的新研究内容,促进了新内容新课题的研究与探索。与微生物学结合,可以为生物矿物互相作用、生物自组织材料合成提供理论基础;与地球化学结合可探讨新的成矿元素运移机理;与材料学结合,制备矿物纳米材料或复合材料、经过表征及其性能测试结果的分析研究,为工程应用提供理论基础。

1.3.2 经济与社会价值

纳米坡缕石矿的研究除了基础性研究具有深刻的理论价值外,其应用基础和应用研究也具有较广泛的经济与社会意义。

坡缕石纳米矿物本身的形态、结构和成因的揭示,可以为找矿提供方向,降低其成本和周期。纳米坡缕石已经作为无机纳米材料在复合纳米制备、聚合物复合增强、化学反应催化、减摩抗磨以及抗菌等方面的研究获得了进展并取得一定的经济效益,随着相关的基础、应用基础研究的深入和扩展,其经济效益和潜在的经济效益十分可观。

坡缕石纳米矿在贵州的总藏量大,以前均以大尺度原形态作为填料、脱色、催化以及保温等材料或添加剂使用。坡缕石矿至今尚未有如石棉(蛇纹石)粉尘对人体具有生理危害的报道,在某些方面如摩擦材料、保温材料上作为石棉材料的替代物,具有环保意义。

本研究在大尺度坡缕石深化至纳米尺度的研究和应用,在研究档次上上了新台阶,在应用范围和价值上有了新的提高。该课题对于贵州当地矿物资源利用及其深加工产业的发展具有带动作用,也是西部开发的先导性工作。

1.4 小 结

本章介绍了坡缕石非金属纳米矿点的分布产出的概况,着重叙述了贵州坡缕石的分布产出形态及矿物特性,并对坡缕石矿的研究现状、研究意义及应用状况作

了概述。贵州坡缕石属热液型矿,其纯度、结晶度高,对其性能及应用的研究具有重要的科学意义和应用价值。

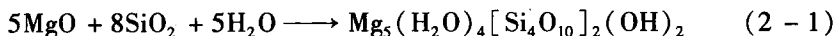
参 考 文 献

- [1] 陈天虎,等. 苏皖凹凸棒石粘土纳米矿物学及地球化学. 北京:科学出版社, 2004.
- [2] 崔文龙,等. 贵州大方坡缕石除铁增白研究. 建材地质, 1996, 86(4): 39.
- [3] 林极峰,等. 贵州西部坡缕石产出特征的研究. 贵州地质, 1986, 8(3): 223.
- [4] 叶英,等. 天然纳米—亚微米矿物堆积体:一种典型的非传统矿产资源. 地球物理学进展, 2002, 12(4).
- [5] 刘向峰,等. 聚合物纳米材料的展望. 塑料科技, 2002, 12(6).
- [6] Gianelis E P. Polymer Layered Silicat Nanocomposites. Adv. Mater. , 1996, 8 (1): 29 - 25.
- [7] Kawasumi M, Okada A, et al. Preparation and Mechanical Properties of Polypropylene - elay Hybrids. Macromolecules, 1997(30): 6333 - 6338.
- [8] 袁慰顺. 能与高分子聚合物复合成纳米材料的矿物. 浙江地质科技情报, 2002(4).
- [9] 王猛, 钱锦文, 等. 坡缕石/聚丙烯酰胺无机—有机杂化絮凝剂的合成、表征与应用. 高等学校化学学报, 2004(8).
- [10] 盛森, 荣峻峰, 等. 原位聚合法制备新型有机/无机聚烯烃纳米复合材料. 高分子材料科学与工程, 2003 (1).
- [11] 周元康, 等. 坡缕石纳米/酚醛树脂的制备及其摩擦材料的性能. 润滑与密封, 2008, 33(4): 47 - 50.

第2章 贵州坡缕石纳米矿物检测及其特征

2.1 贵州坡缕石化学组成及其特点

贵州热液型坡缕石与沉积型凹凸棒石的化学组成相似,属海泡石族富镁铝纤维状羟基硅酸盐矿,理想的分子式为 $\text{Mg}_5(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]_2(\text{OH})_2$,其化合反应式为



贵州坡缕石的组成与国内外其他地区产出坡缕石(凹凸棒石)的分析资料基本一致,但其硅、镁含量稍低,铝、铁含量偏高,是由于其中含有稍多的高岭石和铁质物,其杂质主要为石英、方解石以及蒙脱石等。贵州坡缕石属川黔坡缕石一类,断裂构造是其成矿的重要因素之一,矿体直接产于断裂构造及其相关的溶洞中,断裂构造的大小控制了矿体的规模。贵州地区属碳酸盐卡斯特溶岩地貌,这就决定了该坡缕石矿的分布较广,总藏量大,但单个矿体规模受到一定的限制。分布于贵州大方、织金县等地的坡缕石纳米矿品质可分类为贵州-1、贵州-2、贵州-3、贵州-4和贵州-5,其特性和用途见表2-1。

表2-1 贵州西部大方、织金等地坡缕石品质分类及其一般应用

类别	名称	矿分布状况及品质	特性	应用	备注
贵州-1	坡缕石矿石(1类Pa)	当地主要矿石类型,品位最高,含坡缕石大于90%	吸蓝量5g/100g,吸水率、盐水吸附率、比表面积造浆率均高	用于石油、食品、医药、防火隔热	
贵州-2	含坡缕石矿石(2类Pa)	在当地局部分布,品位较高质量良好含坡缕石65%~90%	吸蓝量4.5g/100g,吸水率、盐水吸附率、比表面积造浆率均较高	用于石油、食品、医药、防火隔热	
贵州-3	含坡缕石晶粒状方解石矿石(3类Pa)	与方解石伴生分布较多,品位低、质量差,坡缕石含量小于10%	吸蓝量1.0g/100g,吸水率、盐水吸附率、比表面积造浆率均较低	目前暂不能利用,如果经过选矿研究,提高坡缕石纯度,将具有应用价值	