

环境矿物材料丛书

膨润土加工与应用

姜桂兰 张培萍 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

膨润土加工与应用/姜桂兰, 张培萍编著. —北京:
化学工业出版社, 2005. 2
(环境矿物材料丛书)
ISBN 7-5025-6643-0

I. 膨… II. ①姜…②张… III. ①膨润土-加工
②膨润土-应用 IV. P619. 25

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 007988 号

环境矿物材料丛书

膨润土加工与应用

姜桂兰 张培萍 编著

责任编辑: 朱 彤

文字编辑: 周 寒

责任校对: 顾淑云 周梦华

封面设计: 潘 峰

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 18 字数 362 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6643-0/TB • 115

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

本书编写人员

编写人员 季桂娟 凤优游 金为群
姜桂兰 张培萍

出版者的话

为了净化环境、保护环境，实现人与自然的和谐相处，人们正在不断探索防治污染的新途径、新方法和新技术，新的环境材料不断涌现。在环境材料中，天然矿物材料因其来源于自然、具有净化环境的优异性能而成为引人注目的一类环境材料。通过研究发现，环境矿物材料在治理污染与修复环境中具有不可替代的作用，其开发与应用研究方兴未艾。

环境矿物材料是指由矿物及其改性产物所组成的与生态环境具有良好协调性或直接具有防治污染和修复环境功能的一类矿物材料。这里所说的矿物或改性矿物既有金属矿物，也有非金属矿物（岩石）。非金属矿物是地球矿物的重要组成部分，所占比例远远超过金属类矿物。

据统计，目前已发现的非金属矿种已达 1500 多种，其中被开发的有 200 多种，应用于环保领域的有近 50 种。例如，具有独特物理、化学性能的非金属矿物如蒙脱石、累托石、海泡石、沸石、硅灰石、电气石、硅藻土、方解石、磷灰石、坡缕石、蛭石、凹凸棒土等，在治理水体、土壤、大气污染中已得到不同程度的开发和利用。以硅灰石、长石、透辉石、霞石、正长岩、玄武岩、沸石、硅藻土、膨胀珍珠岩、蛭石、浮石、海泡石、滑石、石膏、方解石、高岭土、蛇纹石、麦饭石等非金属矿物为主要原材料，现已研制、开发出许多环保类建材，在防辐射、防噪声、耐高温、保温及保健和节能等方面得到广泛应用。这些环境矿物材料的开发主要是充分利用天然矿物的良好基本性能，特别是对污染物的净化功能与矿物表面的吸附作用、层间离子交换作用、孔道过滤作用、结构调整作用、纳米效应作用及与生物交互作用等特性。但是，由于非金属矿物性能的发挥往往受所含杂质、晶体结构、化学组成等影响，因此需要进一步加工处理。

非金属矿物的加工是指针对其用途，利用各种物理、化学方法提高天然矿物的纯度以改变天然矿物的晶体结构、表面活性、超细效应、化学成分等，进一步扩大或改善其适用范围。随着科学技术的迅猛发展和非金属矿应用领域的

不断扩大，不仅使非金属矿物的加工处理成为可能，而且显得十分必要。

我国非金属矿物种类繁多、储量丰富。但是，对环境功能类非金属矿物材料的开发应用研究起步较晚，与之所蕴藏的巨大环保利用价值相比，远未达到令人满意的程度，尤其是在环境矿物材料的产业化开发与应用方面更显薄弱。

为了配合我国环境矿物材料的应用与发展，满足读者的需求，化学工业出版社材料科学与工程出版中心组织国内专家、学者编写了《环境矿物材料丛书》，内容涉及目前在环境保护中应用广泛的膨润土、硅藻土、沸石、麦饭石等非金属矿产，均单列成册，包括《膨润土加工与应用》、《硅藻土加工与应用》、《沸石加工与应用》、《麦饭石加工与应用》等分册。我们真诚地希望本套丛书能对广大读者有所帮助，诚望广大读者提出宝贵意见，以便我们改进工作更好地为读者服务。

化学工业出版社

2005 年 1 月

前言

膨润土是国内外开发最早、应用最广泛的非金属矿产之一。当代的研究表明，膨润土在环境污染治理和环境材料研制方面发挥了重要作用，并已取得了可喜的进展。为了集中反映当今国内外在膨润土开发和利用方面的新成果，编者总结了多年从事膨润土加工及应用方面的研究成果，收集了大量资料，编成此书，以供各位同行参阅。

膨润土的加工及应用研究涉及多个学科的多门知识，对于其加工，涉及矿物学、无机化学、有机化学、高分子化学、分析化学、物理化学、流体化学、胶体化学和表面化学等基础学科；对于其应用，又涉及到应用领域的各种知识，如在环境领域中的应用涉及环境科学、环境化学、环境污染与治理以及环境工程、环境监测与评价等；在工程技术中的应用则涉及钻井工程学及各种机械、选矿等专业知识；在医药中的应用主要涉及医药学、病理学、毒理学和生物学等相关知识和技术。所以，膨润土的加工及应用研究是一门综合性极强的边缘交叉学科。因此，必须联合多学科科研人员，采用综合技术方法研究、开发膨润土的加工与应用，才能够创造出技术含量高的膨润土名牌产品，才有可能占领当今竞争激烈的国际市场。

本书组织了从事非金属材料、化学和环境化学方面研究且具有膨润土开发应用经验的人员编著此书。该书由吉林大学（姜桂兰、张培萍、季桂娟、金为群）和吉林建筑工程学院建筑装饰学院（凤优游）共同编写完成。具体分工如下：第1章、第2章由张培萍编写；第3章由凤优游和张培萍编写，3.1~3.4节由凤优游完成，3.5节由张培萍编写；第4章由姜桂兰编写；第5章由张培萍编写；第6章由季桂娟编写；第7章、第8章由金为群和姜桂兰编写，其中7.1节由金为群编写，7.2节由姜桂兰编写；8.1~8.4节由金为群编写，8.6由姜桂兰编写。全书由姜桂兰修改定稿。

本书在编写过程中，周丽娜提供了6.2.2.2初稿；宋丽华提供了8.5节初稿。芦春梅、王秋艳、王祎亚等协助查阅了部分资料，绘制部分图表，在此一并感谢！

由于时间仓促，编者水平有限，本书错漏之处在所难免，恳请各位读者不吝斧正。

编者

2005年1月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 膨润土的概念	1
1.2 膨润土资源及开发利用状况	2
1.2.1 国外膨润土资源	2
1.2.2 我国膨润土资源及开发利用状况	3
1.2.3 膨润土资源开发利用发展趋势	7
第 2 章 膨润土的性质	8
2.1 膨润土的矿物学特征	8
2.1.1 蒙脱石的晶体结构	8
2.1.2 蒙脱石的化学组成	10
2.1.3 蒙脱石的基本特征	12
2.2 膨润土的类型	13
2.2.1 属性划分及鉴别	13
2.2.2 属型划分及鉴别	15
第 3 章 膨润土的物理性质、化学性质及研究方法	17
3.1 膨润土的物理性质和化学性质	17
3.1.1 吸水膨胀性	17
3.1.2 分散悬浮性	18
3.1.3 触变性	18
3.1.4 黏结性和可塑性	19
3.1.5 离子交换性	19
3.1.6 对有机物的吸附性	20
3.1.7 稳定性	21
3.1.8 无毒性	22
3.2 蒙脱石矿物的鉴定	22
3.2.1 蒙脱石矿物鉴定的简易方法	22
3.2.2 矿物颗粒大小和分布情况的研究	23
3.2.3 染色鉴定法	23
3.2.4 热分析法——脱水失重和差热分析	24
3.2.5 X 衍射分析法	24
3.2.6 红外光谱鉴定法	25

3.2.7	电子显微镜鉴定法	25
3.3	膨润土的化学分析方法	26
3.3.1	概述	26
3.3.2	膨润土的全分析方案	26
3.3.3	二氧化硅的测定——动物胶凝聚重量法	28
3.3.4	三氧化二铝的测定——氟化钾置换 EDTA 滴定法	30
3.3.5	二氧化钛的测定——过氧化氢光度法	32
3.3.6	三氧化二铁（全铁）的测定——磺基水杨酸光度法	34
3.3.7	氧化钙、氧化镁的测定——六亚甲基四胺-铜试剂小体积沉淀分离 EDTA 滴定法	35
3.3.8	五氧化二磷的测定——磷钒钼黄分光光度法	37
3.3.9	氧化锰的测定	39
3.3.10	氧化钾、氧化钠的测定——火焰分光光度法测定	41
3.3.11	其他组分的测定	43
3.4	膨润土的物理性质、化学性质和工艺技术性能的测试	44
3.4.1	阳离子交换容量和交换性阳离子	44
3.4.2	吸蓝量	48
3.4.3	pH 值的测定	49
3.4.4	胶质价的测定	49
3.4.5	膨胀容	50
3.4.6	湿态抗压强度和干态抗压强度	50
3.4.7	热湿拉强度	51
3.4.8	湿态透气度	51
3.4.9	脱色力	52
3.4.10	脱色率	53
3.4.11	膨润值	53
3.4.12	吸水率	54
3.4.13	造浆率	54
3.4.14	耐火度	55
3.4.15	电动电位	56
3.4.16	相对密度	57
3.4.17	颗粒组成	58
3.4.18	表面积的测定	61
3.4.19	其他工艺技术性能的测定	64
3.5	膨润土的结构分析	65
3.5.1	X 射线衍射分析	65

3.5.2	红外光谱分析	69
3.5.3	热分析	74
3.5.4	电子显微镜分析	76
第4章	膨润土与无机物及有机物的相互作用	79
4.1	蒙脱石与无机物的反应	80
4.1.1	膨润土与无机离子的反应	80
4.1.2	膨润土与无机聚合物的反应	90
4.2	蒙脱石与有机物的反应	93
4.2.1	蒙脱石(或无机改性蒙脱石)与有机物的反应	93
4.2.2	有机蒙脱石与有机化合物的反应	106
4.2.3	双阳离子有机蒙脱石对有机物的吸附作用	111
4.2.4	阴-阳离子有机膨润土对有机物的吸附作用	115
4.2.5	无机-有机混合膨润土与有机物的反应	118
4.2.6	蒙脱石与染料反应	119
4.2.7	蒙脱石与农药分子的相互作用	122
4.2.8	蒙脱石与细菌的相互作用	128
第5章	膨润土的加工	131
5.1	膨润土的提纯	131
5.1.1	物理提纯方法	131
5.1.2	化学提纯方法	134
5.2	膨润土改性	135
5.2.1	机械力活化	135
5.2.2	热活化	137
5.2.3	酸活化	139
5.2.4	有机活化	148
5.3	膨润土改型	162
5.3.1	钙基膨润土的钠化改型	162
5.3.2	钙基膨润土的锂化改型	168
5.3.3	其他改型	171
5.4	纳米膨润土	177
5.4.1	聚合物/黏土纳米复合材料的分类	177
5.4.2	聚合物/黏土纳米复合材料的制备方法	177
5.4.3	环氧树脂/膨润土纳米复合材料的制备	179
5.4.4	聚苯胺/膨润土纳米复合材料的制备	183

5.4.5	无机/有机柱撑膨润土的制备	183
5.4.6	膨润土/聚苯乙烯杂化材料的制备	185
5.4.7	TiO ₂ /膨润土纳米复合光催化剂的制备	188
第6章	膨润土在环境中的应用	191
6.1	概述	191
6.1.1	污染物类型及其来源	191
6.1.2	膨润土在环境污染防治中的应用	191
6.2	膨润土在水处理中的应用	193
6.2.1	膨润土在含无机物废水处理中的应用	193
6.2.2	膨润土在含有机物废水处理中的应用	202
6.3	膨润土在固体废物处理中的应用	216
6.3.1	膨润土防渗材料	216
6.3.2	放射性废物	217
6.4	膨润土在气体净化中的应用	219
6.5	膨润土在环境中的应用展望	219
第7章	膨润土在医药、临床方面的应用	221
7.1	膨润土在医药中的应用	222
7.1.1	助悬剂	222
7.1.2	吸附剂和过滤剂	222
7.1.3	乳化剂及软膏基质	222
7.1.4	胶黏剂	223
7.1.5	载体	223
7.1.6	赋形剂	223
7.2	蒙脱石在临床上的应用	224
7.2.1	腹泻	224
7.2.2	消化道溃疡和出血	226
7.2.3	口腔溃疡	228
7.2.4	过敏性紫癜和新生儿黄疸	229
7.2.5	纳米蒙脱石的临床应用	230
第8章	膨润土在其他方面的应用	232
8.1	膨润土在农畜业上的应用	232
8.1.1	非传统矿物肥料——膨润土	232
8.1.2	矿物饲料的添加剂	234

8.1.3 膨润土在水产养殖中的应用	236
8.2 膨润土在建筑业中的作用	237
8.2.1 涂料	237
8.2.2 膨润土在建材工业上的应用	239
8.3 膨润土在石油工业上的应用	243
8.3.1 石油钻井液	243
8.3.2 膨润土作精炼石油的催化剂和脱色剂	244
8.4 膨润土在冶金工业上的应用	244
8.4.1 膨润土作铁矿球团的胶黏剂	244
8.4.2 膨润土在铸造砂中的应用	246
8.5 膨润土在电分析化学中的应用	247
8.5.1 蒙脱石化学修饰电极	247
8.5.2 碳糊电极	248
8.5.3 复合电极	249
8.6 蒙脱石在储热材料中的应用	250
参考文献	253

第 1 章

概 述

- ◇ 膨润土的概念
- ◇ 膨润土资源及开发利用状况

1. 1 膨润土的概念

膨润土 (bentonite) 又称膨润岩或斑脱岩, 是以蒙脱石为主要成分的黏土岩——蒙脱石黏土岩。

膨润土 (bentonite) 又叫膨土岩, 源于 1898 年在美国怀俄明州福特本顿堡 (Fort Benton) 附近发现的黄绿色的、柔和的、吸水可膨胀的黏土物质。美国地质学家 W. C. Knight 以其产地 “Fort Benton” 命名为 “bentonite”。以后, 人们把凡具有膨润土部分物理性质的黏土统称为膨润土。20 世纪早期, 一些地质学家如 Condra (1908)、Hwitt (1917)、Werry (1917)、Ross 和 Shnnon (1926) 等均强调 “膨润土主要是由火山物质蚀变而成的结晶黏土矿物组成”, 这种火山成因的观点风行一时, 但实际上很多国家陆续发现有不少膨润土与火山物质没有直接的成因联系。1972 年, 在西班牙马德里举行的国际黏土会议 (AIPEA) 上, R. E. Grim 提出了膨润土的广泛定义, 认为 “膨润土是以蒙脱石类矿物为主要组分的岩石, 是蒙脱石矿物达到可利用含量的黏土或黏土岩。” 蒙脱石 (montmorillonite) 因其被发现地为法国的蒙摩里隆 (Montmorillon) 而得名。

我国出现的膨润土译名为斑脱岩、皂土、膨土岩等, 准确的命名应为蒙脱石黏土, 蒙脱石也称微晶高岭土。

膨润土具有各种颜色, 如白色、乳黄色、浅灰色、浅绿黄色、浅红色、肉红色、砖红色、褐红色、黑色、斑杂色等; 它具有油脂光泽、蜡状光泽或土状光泽;

呈贝壳状或锯齿状断口；膨润土矿地表一般松散如土，深部较为致密坚硬。膨润土的结构类型较多，有泥质、粉砂、细砂、角砾凝灰、变余火山碎屑等结构；构造类型主要有微层纹状、角砾状、斑杂状、致密块状、土状等构造。膨润土被敲击时声音发哑。膨润土吸湿性强，放入水中出现迅速或缓慢的膨胀、崩解，最大吸水量为其体积的 8~15 倍，膨胀倍数从数倍到 30 余倍。它有较好的黏结性和可塑性，在阳光下晒干后干裂成碎块。密度一般为 $2\text{g}/\text{cm}^3$ 左右。

膨润土的主要矿物成分是以蒙脱石-贝得石系列矿物为主，含量为 85%~90%；其次含有少量其他黏土矿物，包括伊利石、高岭石、地开石、埃洛石、绿泥石、水铝英石、凹凸棒石等。其中，高岭石、绿泥石、伊利石等可与蒙脱石机械混合，也可以构成规则或不规则的混层矿物。非黏土矿物有二氧化硅质矿物（石英、方英石、蛋白石、鳞石英）、长石（钾长石、斜长石）、沸石（斜发沸石、丝光沸石、片沸石、钙沸石等）、碳酸盐（方解石、文石、白云石）、硫酸盐（石膏、重晶石）等非金属矿物。此外，还含有极少量的黄铁矿、褐铁矿、磁铁矿、赤铁矿、金红石、锐钛矿或板钛矿等金属硫化物或氧化物矿物。个别地区的膨润土中还含有火山岩屑、晶屑、陆源碎屑及硝酸盐、氯化物等。膨润土的性质与蒙脱石的种类及含量相关。根据膨润土的矿物组成及性质可将膨润土分为钙基膨润土和钠基膨润土。

1. 2 膨润土资源及开发利用状况

1. 2. 1 国外膨润土资源

膨润土是一种重要的非金属矿产，世界膨润土资源丰富，分布甚广，世界各大洲都有膨润土矿分布。从现有膨润土产地的分布来看，国外膨润土矿产位于中生、新生代火山岩地区，主要集中在环太平洋带地区和地中海沿岸地区。在太平洋地区，其东侧从加拿大和美国的西部，经墨西哥向南延伸到秘鲁、阿根廷；其西侧从日本、韩国、中国东部沿海地区到菲律宾。在地中海沿岸地区，西起西班牙经法国、意大利、希腊、土耳其、前苏联至我国新疆、甘肃等地。世界上分布较广的是钙基膨润土，而钠基膨润土则较为少见，且产地集中在少数几个国家。

目前查明的膨润土储量将近百亿吨，其中美国、前苏联和中国的储量占世界地质储量的 $1/4$ 。其主要分布如下所述。

美国膨润土矿床遍布全美十余个州，产量占世界总产量的一半以上，主要分布在怀俄明州、南达科他州、蒙大拿州和明尼苏达州等地；加拿大的阿尔伯达、曼尼托巴和普林斯顿产有钙基膨润土，萨斯喀切温产有钠基膨润土；前苏联的膨润土矿床主要分布在伏尔加、乌克兰、外高加索、西土库曼奥格兰雷、格鲁吉亚阿斯坎和哈萨克斯坦等地；英国的膨润土矿床主要分布在萨里群、贝得福群和牛津群；意大利的膨润土矿床主要分布在彭沙岛、撒丁岛和塔乌利地等地区；希腊的洛斯岛东部

年产量可达 47.5 吨；印度以古拉特邦钠基膨润土而闻名于世；墨西哥的膨润土主要产在杜兰戈州；阿根廷的膨润土产于内乌肯省和圣湖安省。

另据统计，钙基膨润土占世界地质储量的 70%~80%，而优质的钠基膨润土资源却十分有限，主要分布于美国怀俄明州、南达科他州、北达科他州、蒙大拿州，其次是前苏联的奥格兰雷、格鲁吉亚的阿斯坎、亚美尼亚（1000 万吨以上）。其他国家相对较少。因此，世界各国都十分重视钠基膨润土资源的勘查。

膨润土矿是人类社会最早利用的非金属矿产之一。在古代人们就利用膨润土烧制陶瓷，制造毛产品时做漂白黏土，还可用来做净化石油产品，在铸型时作为型砂的组分等。

早在古罗马时代，膨润土就广泛地应用于漂白黏土，主要用于造毡和毛料衣服的洗涤。20 世纪末，美国率先将漂白黏土的应用进一步扩大，除了用于铸造型砂的黏结剂外，还被用来做石油产品（汽油和煤油等）的净化剂。到 1930~1940 年，利用膨润土净化石油已占据膨润土消耗的第一位。

美国是世界上开发利用膨润土最早的国家，早在 1921 年就建起了第一座膨润土矿加工厂，之后其产量逐年增加。在 20 世纪 40~80 年代，产量由 100 万吨增至 418 万吨，近年增至 9000 万吨以上。迄今为止，美国膨润土产量占世界总产量的 50% 以上，产品品种繁多，畅销世界 80 多个国家。希腊、意大利等国的膨润土矿开发利用也较早，目前世界上已有 40 多个国家生产膨润土产品，除美国外，俄罗斯、印度、日本、中国、意大利、希腊和德国等国家的年均产量都在 9000 万吨以上。这些国家的膨润土产品产量占世界总产量的 70% 左右。

1.2.2 我国膨润土资源及开发利用状况

1.2.2.1 我国膨润土资源

我国的膨润土储量仅次于美国，居世界第二位，现开采量为 200 万吨，主要集中在东北及东部沿海各省，如辽宁、吉林、浙江、山东、江苏、新疆、四川、河南、广西、内蒙等地区。据考察，全国有 26 个省（自治区）的 80 多个县（市）发现有膨润土矿。已发现的大小矿床、矿点 400 多处，探明地质储量的矿区有 86 处，探明储量 23.3 亿吨。预计资源量在 75 亿吨以上（见表 1-1）。但其中较好的、具有实用价值的是辽宁黑山、吉林九台、浙江临安、新疆托克逊、四川仁寿、安徽繁昌、山东胶州、甘肃金昌、内蒙古兴和等地的膨润土矿。

我国膨润土种类齐全，以钙基膨润土为主（占总储量的 80% 以上），兼有钠基膨润土以及氢基膨润土、铝基膨润土。主要的膨润土矿区有吉林省的公主岭、九台，河北的宣化、隆化，辽宁的黑山、建平，内蒙古的乌拉特旗、兴河，浙江省的余杭，河南省的信阳，甘肃省的金昌，新疆的托克逊、夏子街等。其中，钠基膨润土主要分布于浙江、新疆等地；镁钙基膨润土主要分布在甘肃；铝（氢）基膨润土主要分布在湖北、福建等地。根据我国膨润土矿产分布的特征，可将其归纳为 5 个主要矿带、4 个主要产区。

五个主要矿带如下所述。

- ① 第一矿带 由黑龙江的宾县呼兰起，经吉林省的德惠、九台、双阳、梨树到法库、彰武，经阜新、黑山、北票、义县、朝阳、锦西，再经建平、凌源进入华北，然后经张家口、怀来再通过山西、陕西延伸到四川。
- ② 第二矿带 由山东省的青岛、胶县、潍坊、淄博、五莲，经河南省的商丘、信阳，延伸到湖北省的襄阳、鄂州。
- ③ 第三矿带 由浙江省的杭州、余杭、萧山、临安，经福建省的连城到达广东省的高州。
- ④ 第四矿带 由新疆的夏子街、托克逊到达甘肃省的嘉峪关、永昌。
- ⑤ 第五矿带 分布在西藏地区。

表 1-1 我国膨润土储量及典型矿区

地 区	矿区数 /个	储量 /万吨	代 表 矿 区
全 国	86	246262	
河 北	2	13294	宣化、隆化
山 西	2	5934	
内 蒙 古	5	21150	乌拉特前旗、兴和县
辽 宁	4	5499	黑山县、凌源县
黑 龙 江	3	4646	拜泉县、海林县
吉 林	8	5619	公主岭、九台
江 苏	5	17572	句容县
浙 江	9	8199	余杭、临安
安 徽	4	12507	屯溪、休宁
福 建	3	1536	武平
山 东	2	12798	潍县、莱阳
江 西	5	4202	广丰
河 南	3	3775	信阳、罗山
湖 北	6	13346	阳新、上熊
湖 南	1	3175	澧县
广 东	4	1663	梅县
广 西	3	64337	宁明、田东
海 南	1	138	
四 川	8	242	
云 南	1	1615	宣威
陕 西	2	6321	洋县、西乡
甘 肃	2	3273	金昌
新 疆	3	34396	托克逊、哈密

注：据郑秀华，2001。

我国膨润土矿的 4 个主要产区分别是东北地区、山东地区、杭州地区和四川地区。4 个膨润土矿富集区分别是广西、黄河中下游、长江中下游和新疆。

① 广西富集区 地质储量占全国的 26.3%，主要矿床类型是沉积型。典型矿床在宁明、田东等地。

② 黄河中下游富集区 地质储量占全国的 19.3%，主要矿床类型是火山沉积型。典型矿床在河北宣化和内蒙古兴和等地。

③ 长江中下游富集区 地质储量占全国的 21.2%，主要矿床类型是沉积型、残积型和热液型。典型矿床在浙江余杭、安徽屯溪和江苏句容等地。

④ 新疆富集区 地质储量占全国的 14.1%，主要矿床类型是沉积型。典型矿床乌兰格林等地。

1.2.2.2 我国膨润土的开发利用

我国早在唐代医学名著《本草拾遗》中就记载了膨润土的用途（当时称之为甘土），利用膨润土的吸附性消炎灭菌，但之后膨润土的开发应用相对处于停滞状态。

20 世纪 40 年代开始，膨润土被用作铅笔芯的黏结剂。20 世纪 50 年代，为适应机械工业和化学工业的发展以及满足钻探泥浆原料的需要，开始建立膨润土矿业。从 20 世纪 70 年代开始，膨润土的应用进入了一个新的发展阶段，开始试制有机膨润土。经过几十年的发展，目前我国有膨润土生产和加工企业 100 多家，1996 年膨润土生产能力达到 200 余万吨。

随着科学技术的迅速发展以及研究方法和手段的不断完善，对膨润土的成分、性质、性能的深入了解和社会对矿物原料需求的增加，膨润土的应用越来越广泛。目前，它已广泛应用于冶金工业（胶黏剂）、铸造工业（型砂胶黏剂）、化学工业（吸附剂、脱色净化剂、环保消毒防护剂）、陶瓷工业（胶黏剂）、钻探业（钻井泥浆）、建筑材料（水泥、砖瓦原料等）等。迄今为止，由于膨润土的精细加工、有机复合等技术的不断完善，膨润土的产品种类越来越多，与膨润土有关的产品达 500 余种，大大拓宽膨润土的应用领域，涉及的行业可达十几个（见表 1-2）。国外在这方面的专利很多，部分已在中国注册，我国近年来对膨润土的研究也较多，获得的专利也有几十项。但就消耗量而言一直以钻井泥浆、铸造和铁矿球团为主，在其他领域的应用所占比例较小（见表 1-3）。

表 1-2 膨润土用途简表

使用部门	漂白土 (酸性活化)	钙基膨润土、 镁基膨润土	钠基膨润土	有机膨润土
动植物油炼制工业	动植物油油脂的脱色和净化			
石油工业	石油、油脂、石蜡、石蜡油(煤油)的精炼、脱色和净化,石油裂化		制备焦油和水的乳 化液	润滑脂(油脂) 的稠化剂、沥青 表层稳定剂
造纸工业	复写纸的染色剂、颜料、填料			
林业和水土保持业	灭火器的粉末,消除水中油的胶黏剂			

使用部门	漂白土 (酸性活化)	钙基膨润土、 镁基膨润土	钠基膨润土	有机膨润土
食品工业	葡萄酒和汁液的澄清剂,啤酒的稳定化处理、糖化处理,糖汁的净化,动植物油的脱色和净化			
纺织印染工业	充填、漂白、抗静电涂层、代替淀粉上浆、作印花糊料			
化学工业	催化载体和催化剂,农药杀虫剂和杀菌剂的载体,橡胶和塑料的充填剂、干燥剂和过滤剂,放射性废物的吸附剂、洗涤剂,香皂、牙膏等的添加剂,油墨触变增稠剂,油墨、涂料防沉降助剂			
环保(水净化、污水处理)和生态建设	吸收剂和絮凝剂(工业废水的处理、游泳池水的净化、食品工业废料处理、放射性废物的吸附处理),水土保持、固砂等			
洗涤剂工业	有机干燥洗涤剂再生	抛光、修理和清洁,肥皂和洗涤剂的添加剂		
钻探工业		盐水钻井泥浆	作钻井泥浆的触变乳浊液	钻井解卡剂
采矿(冶金)工业		铁精矿球团的胶黏剂		
建筑(民用)工业		泥浆槽的悬浮液,土的稳定剂,打夯的润滑剂,混凝土的增塑剂、添加剂		
陶瓷工业		陶瓷原料的增塑剂,增加干强度,作为一种溶剂		
农业		土壤改良、混合肥料的添加剂,动物饲料填料,胶黏剂,动物圈垫土		
机械工业				高温润滑剂
铸造工业		一种专门造型砂的胶黏剂	作为合成造型砂和型芯砂的胶黏剂	作水化型砂的黏合剂、表面的稳定剂
制药、化妆品工业		医药药业的原料、药膏的胶黏剂和美容(化妆)的底料		
染、涂料工业		颜料、原浆涂料的触变和增稠剂		
焦油、沥青工业		焦油、水的乳化液	沥青表层的稳定剂	

表 1-3 世界膨润土消费结构变化情况 %

年 代	钻井泥浆	铸 造	铁矿球团	其 他
20 世纪 70 年代	36	22	30	12
20 世纪 80 年代	55	16	18	11
20 世纪 90 年代	46	25	15	14

注：据郑秀华，2001。