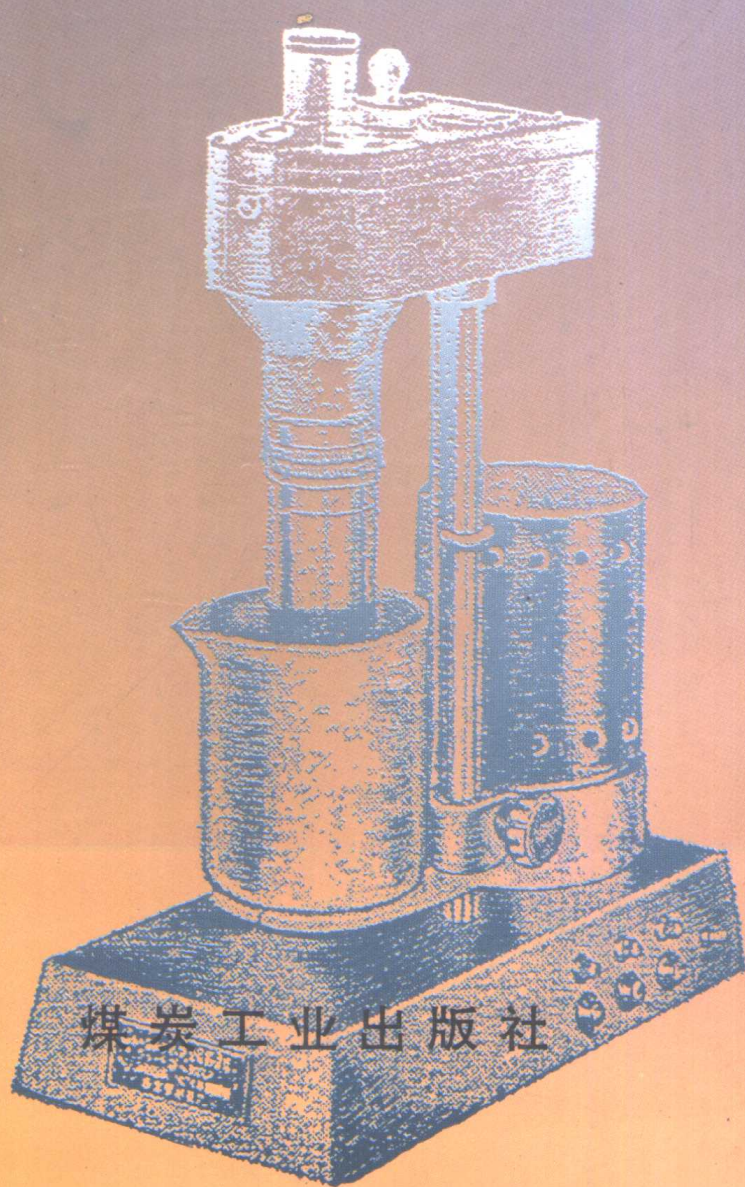


煤田钻探工程

第五分册

钻 井 液

中国煤田地质总局 编著



煤炭工业出版社

P634
068Q
1

煤田钻探工程

第五分册

钻 井 液

中国煤田地质总局 编著

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书以钻井液的配制与应用为主要内容。全书共七章，分别介绍了造浆膨润土的物理化学性质和评价测试方法，泥浆常用的无机处理剂、有机处理剂与表面活性剂等；比较详细地叙述了泥浆性能及其测定方法；结合生产实际较全面地介绍了各种类型泥浆与无粘土钻井液的性能与应用；还介绍了泥浆的净化处理、泥浆的配制、管理与日常维护工作。书中对含煤岩系的特点和钻孔中钻井液漏失的原因进行了分析，并介绍了各种堵漏的方法与技术措施。书后列表介绍了“常用钻井液处理剂的名称、代号及用途”和“常用泥浆指标符号”。

本书可用作职工院校、中等专业学校和短期培训钻探工程专业的教材，也适用于钻探工程技术人员学习参考。

煤 田 钻 探 工 程

第 五 分 册

钻 井 液

中国煤田地质总局 编著

责任编辑：罗 雁 民

煤炭工业出版社·出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm¹/₁₆ 印张11¹/₂

字数 268 千字 印数1—3,600

1994年10月第1版 1994年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-0983-0/TD·913

书号 3759 G0293 定价12.00元



《煤田钻探工程》编审委员会

名誉主任 张延滨

主任 王文寿

副主任 金宝昌 杜青荣

委员 (以姓氏笔划为序)

毛邦倬 关文博 汤凤林 赵运兴

赵贵祥 赵琥芬 黄俊良

前 言

当今钻探工程不仅是矿产资源勘查的重要手段，同时也广泛地应用到工程地质勘查、公路、桥梁、隧道及大型现代化建筑工程的钻孔桩基础工程和矿山立井施工、疏干排水、通风、灾害处理等各个方面。其应用范围将会越来越广。

我国煤田地质钻探队伍从无到有，从小到大，40多年来得到了迅速发展。无论是钻探设备还是钻进工艺，都达到了一定的水平，有些已接近或达到国际水平。钻探效率数倍增长，钻探质量显著提高，为煤炭工业的生产建设提供了可靠的地质资料。随着市场经济的发展，煤田钻探工作已面向社会，开展了各种有偿工程技术服务。在激烈的市场竞争中，对钻探工程提出了更高的要求。

几十年来，我们在钻探工程的实践中，创造和积累了丰富的经验，这是一笔宝贵的财富。为了总结、继承和推广这些经验，吸收、引进国内外的先进技术，提高煤田钻探职工队伍素质，增强在市场中的竞争力和战斗力，我们特邀请从事钻探技术工作几十年的专家、教授、学者，编写了《煤田钻探工程》一书。

编写本书的指导思想是，立足于煤田钻探，兼顾其它行业的需要。书中介绍的技术，既要满足当前生产的需要，又要适度超前。因此，本书既总结了40年来国内煤田钻探、工程钻探的先进技术，介绍了国内、外的新技术、新工艺。如近年推出的TK系列液压钻机、绳索取心钻进、冲击回转钻进，空气洗井等高新技术。又为适应市场的需要，特意增加了有关的特种钻探工程，如浅层油气井钻探、大口径深水井钻探、冻结孔施工技术、露天边坡钻探钻孔和矿坑疏干钻孔的施工技术，以及钻孔桩基础施工技术等重要内容。

本书突出了煤田钻探技术特色，理论联系实际，实用性强。全书共分10个分册，即《钻探设备》、《钻探管材与附属机具》、《钻探工艺》、《特种钻探工程》、《钻井液》、《钻探设备使用与维护》、《钻探液压技术》、《微机在钻探中的应用》、《钻孔桩基础施工技术》、《煤田钻探安全技术》。每个分册既独立自成体系，分册之间又可互相联系。因此，本书是一套完整的介绍煤田钻探技术及一些特殊工程钻探和工程施工的教学参考书，也可作为现场人员的生产技术用书，既适用于煤田系统，也适用于其它施工单位。

本书在编审过程中得到了广大钻探技术工作者、煤田地质系统各单位、中国地质大学、中国矿业大学北京研究生部、煤炭科学研究总院上海分院、肇州液压机械厂、郑州煤田职工地质学院、重庆煤田地质技工学校等单位的大力支持和协助，在此谨表示衷心的感谢。

中国煤田地质总局
一九九三年三月

编 者 的 话

钻井液技术是钻探工程的一个重要组成部分。钻井液选择是否合理，使用方法是否得当，直接关系到钻进工作能否顺利进行，并直接影响钻进效率、工程质量和钻探成本的高低。由于钻井液的基本原理及其所涉内容比较广泛，故国内一些钻井专业工作者常把该内容列为一门独立的学科。随着钻探技术的不断革新和应用领域的日益扩大，钻井液已由开始单一的泥浆液逐步发展成为细分散、粗分散、钙处理、盐水、化学处理、无粘土、减阻等适应各种类型和钻进方法的钻井液。今后，将对钻井液和材料、类型以及护壁堵漏技术提出更多和更高的要求。

本书是《煤田钻探工程》的第五分册。在编写本书的过程中，查阅了国内外一些文献资料，本着理论联系实际的原则，书中大量介绍了在生产实际中行之有效的典型实例。

本分册共七章，第一、六章由钱兆林编写，第二、三章由黄俊良编写，第四、五章由程德富编写，第七章由高国强编写。

本分册在编写过程中得到一些单位和个人的帮助和指导，也引用了一些同志的技术成果，在此谨致衷心谢意。

目 录

前言

编者的话

第一章 概述	1
第一节 钻井液分类	1
第二节 煤田钻探钻井液的发展概况	1
第三节 含煤岩系的特点及对钻井液的要求	2
一、含煤岩系及其组成	2
二、含煤岩系岩层的特点	2
三、含煤岩系对钻井液的要求	3
第二章 造浆粘土——膨润土	4
第一节 概述	4
一、粘土及其分类	4
二、膨润土的组成及性能	4
三、膨润土的应用及我国的膨润土资源	5
第二节 蒙脱石的物理化学性质	6
一、蒙脱石的化学组成	6
二、蒙脱石的晶体构造特点	7
三、蒙脱石的电负性	10
四、蒙脱石的吸附性能	10
五、膨润土的水化膨胀性能	14
第三节 膨润土-水分散体系的稳定性	17
一、分散体系的概念	17
二、扩散双电层理论	17
三、泥浆的稳定性	19
第四节 造浆膨润土的评价	21
一、钻探造浆对膨润土的要求	21
二、造浆膨润土的评价项目及指标	21
三、造浆膨润土的评价测试方法	22
第五节 膨润土的增效	25
一、人工钠土	25
二、LBM-1低粘增效粉	27
第三章 泥浆处理剂	28
第一节 概述	28
一、泥浆的化学处理	28
二、泥浆处理剂的分类	28
第二节 泥浆的无机化学处理剂	28

一、无机处理剂的作用原理	28
二、常用的无机处理剂	30
第三节 泥浆的有机化学处理剂	33
一、有机处理剂的特点	33
二、有机处理剂的作用原理	34
三、常用的有机处理剂	35
第四节 表面活性剂	49
一、表面活性剂的基本特性	49
二、表面活性剂的分类	51
三、常用的表面活性剂	51
四、表面活性剂的主要作用	54
五、表面活性剂在钻探中的应用	55
第四章 泥浆的性能及其测定方法	58
第一节 泥浆的相对密度及其测定方法	58
一、相对密度对钻进工作的影响	58
二、相对密度的测定方法	59
第二节 泥浆的固相含量及其测定方法	60
一、固相含量	60
二、固相含量的测定	61
第三节 泥浆的流变性及其测定方法	62
一、流变性	62
二、流变性的测定	65
第四节 泥浆的失水量及其测定方法	73
一、泥浆的滤失性	73
二、失水量的测定方法	76
第五节 泥浆的含砂量与测定方法	81
一、含砂量	81
二、含砂量对钻探生产的影响	81
三、降低泥浆含砂量的措施	82
四、含砂量的测定方法	82
第六节 泥浆的酸碱值 (pH值) 及其测定方法	83
一、水和泥浆的pH值	83
二、泥浆pH值的测定方法	84
第七节 泥浆的胶体率、稳定性及其测定方法	85
一、胶体率及测定方法	85
二、稳定性及测定方法	85
第八节 泥浆的润滑减阻性能与测定	86
一、泥浆的润滑减阻性能	86
二、NR—1型润滑性能测定仪	86
三、NF—1型泥饼粘附系数测定仪	89
第五章 钻井液的类型及其应用	92
第一节 细分散淡水泥浆	92

第二节 粗分散泥浆	93
一、钙处理泥浆	93
二、盐水泥浆	99
第三节 非分散聚合物泥浆	103
一、PHP—HPAN泥浆	104
二、C—PAN—KH _m 泥浆	104
三、KP共聚物泥浆	106
四、PHP—CMC泥浆	108
五、80A ₉₁ 泥浆	108
第四节 腐植酸盐类泥浆	111
第五节 无粘土钻井液	113
一、MPK无粘土钻井液	114
二、TG无粘土钻井液	115
三、PHP无粘土钻井液	116
四、PKKN无粘土钻井液	118
第六节 其它泥浆	119
一、改性淀粉泥浆	119
二、空气泡沫泥浆	121
三、磺化沥青泥浆	123
四、LBM—1泥浆	126
五、GSP泥浆	127
第六章 泥浆的配制与管理	130
第一节 造浆材料的计算	130
一、用土量的计算	130
二、稀释泥浆所需水量的计算	130
三、加重泥浆所需加重材料的计算	131
第二节 泥浆的配制	131
一、水力喷射搅拌法	131
二、机械搅拌法	132
第三节 泥浆的净化	133
一、泥浆循环系统净化	133
二、机械净化	133
三、化学剂净化	136
第四节 泥浆的管理	137
一、组织机构与职责范围	138
二、管理制度	139
三、测定仪器的配备	140
第五节 泥浆的日常维护	140
第七章 钻孔的堵漏与压涌技术	141
第一节 概述	141
一、钻井液漏失的原因	141
二、钻井液漏失的类型及其判断	141

三、钻孔的堵漏方法	142
第二节 泥浆堵漏法	142
一、聚丙烯酰胺泥浆的交联絮凝堵漏	142
二、聚丙烯酰胺泡沫泥浆堵漏	143
第三节 水泥浆液堵漏法	144
一、常用水泥及添加剂	145
二、水泥浆液的灌注工艺	149
第四节 化学浆液堵漏法	154
一、191聚酯树脂堵漏	154
二、脲醛树脂堵漏	157
三、301聚酯树脂堵漏	160
四、高吸水性树脂PAN—HAK堵漏	162
第五节 惰性材料堵漏法	164
一、堵漏机理	165
二、惰性材料应具备的性能	165
三、常用的惰性材料	165
四、堵漏方法	166
五、灌注中的注意事项	167
六、提高惰性材料堵漏的成功率	167
七、应用实例	168
第六节 其它堵漏方法	168
一、粘土球堵漏	168
二、HA—801氧化堵漏剂堵漏	169
三、ZDP—1型钻孔堵漏片堵漏	169
四、DF—1堵漏剂堵漏	170
第七节 钻孔压涌技术	170
一、加重剂	170
二、加重泥浆的配制要求	171
三、钻孔涌水的压涌	171
四、压涌中的注意事项	172
附表一 常用钻井液处理剂及用途	173
附表二 泥浆常用指标名称代号及单位	175
主要参考文献	176

第一章 概 述

第一节 钻井液 的分类

钻井液按洗井介质可分为：气体、液体、泡沫三大类。

1. 气体：利用高压空气吹洗钻孔达到清除孔底岩粉和冷却钻头的目的。此种方法不受水源的限制，因此多用于缺水地区、全孔漏失地层和永冻层。

2. 液体：利用水泵将液体送入孔内，起到冲洗岩粉，冷却钻头，保护孔壁的作用。它主要有清水、泥浆和加入各类化学剂的水溶液。

3. 泡沫：由气体、液体、发泡剂等组成，它除了冲洗钻孔外，因其相对密度低，还可起减少孔内钻井液漏失的作用。

常用的钻井液主要分为清水、泥浆和加有各种化学剂的水溶液等三大类，而煤田钻探工作中常用的钻井液为泥浆。泥浆可分为多种类型：

如按粘土的分散程度可分为细分散泥浆、粗分散泥浆和不分散泥浆；按含盐量可分为淡水泥浆、盐水泥浆；按固相含量分为高固相（普通）泥浆、低固相泥浆、无粘土钻井液；按泥浆中所含离子种类的不同又分为钠基泥浆、钙基泥浆、钾基泥浆……。泥浆也有按加入的主要化学处理剂来命名的，如纤维素泥浆、铁铬盐泥浆、煤碱剂泥浆、KP共聚物泥浆、双聚泥浆、乳化泥浆等。

由于煤田钻探钻进的岩层复杂，钻进方法和钻进工艺多种多样，在钻探过程中不可能只使用某一类型的钻井液，也不可能只使用单一的泥浆处理剂。因此，本书将结合生产实际介绍各类型钻井液的配制及其应用。

第二节 煤田钻探钻井液的发展概况

钻井液是在长期地质钻探生产实践中逐步发展和完善起来的，是适用于钻进各类岩层的液体材料。

随着煤田钻探技术的不断提高，钻探规模、深度、范围的不断扩大，最初作为钻井液的清水已不能控制钻进的安全。50年代初，由东北马文志钻机组首用泥浆代替清水，成为全面煤田地质钻探泥浆钻进的先例。但对泥浆的认识仍在初级阶段，配制工艺及应用仍处在原始状态。1952年从人工搅拌泥浆发展成简易机械搅拌泥浆，并对泥浆的粘度、相对密度、含砂量进行了测定。1956年又推广使用了煤碱剂优质泥浆，同时还因地制宜地配制了多种比例的单宁酸钠（NaT）溶液，后又应用栲胶碱液处理泥浆。另外，对配制泥浆的粘土也有了更高的要求，选定了以河北峰峰土为代表的造浆土。用此土加入化学剂配制的细分散泥浆，失水量低、粘度低，对减少孔内事故、深孔护壁、提高钻进效率起到了很好的作用。50年代后期，泥浆的测定指标还增加了稳定性、胶体率和失水量，测试仪器也由仪器厂统一生产。从此，测定泥浆指标有了统一标准。泥浆循环净化系统也由木质结构改进为铁板槽池或水泥、砖结构，并有了统一规格。

60年代初期, 细分散泥浆的应用已有了很好的基础。到70年代中期, 煤田地质勘探进入中深孔钻进, 所遇地层复杂多变, 钻孔深度大幅度增加, 钻探施工难度越来越大。在这种情况下, 一般泥浆和细分散泥浆已远不能满足钻探生产的要求, 且影响钻探的质量和钻进效率的提高。因此, 出现了如单宁酸钠、铁铬盐、铬木素和腐植酸钠等泥浆处理剂。针对各种地层, 应用各种配方来处理泥浆, 在钻探生产中收到了明显的效果。

70年代后期, 为解决泥浆由于盐侵、钙侵, 致使粘度切力剧增的情况, 设计使用了钙基泥浆、CMC降失水护胶泥浆等, 开始向粗分散泥浆过渡。1979年初, 引进试用了聚丙烯酰胺、聚丙烯晴、等化学剂为主的不分散低固相泥浆, 对泥浆进行选择絮凝。这种泥浆固相含量低, 剪切稀释性能好, 沉砂快, 处理周期长, 且有很好的护壁作用, 对提高钻进效率、保证孔内安全, 效果十分显著, 是比较理想的钻井液, 在全国煤田钻探生产中很快得到推广。为配合制造优质泥浆, 又推出了膨润土粉, 改性纳土等。

进入80年代, 推广应用了钻探新工艺, 如绳索取心钻进、金刚石钻进、液动冲击回转钻进、潜孔锤钻进等。同时勘探对象也多样化, 因此对钻井液的要求也各不相同。为使用绳索取心钻进和金刚石钻进, 防止泥浆中的固相在钻杆内结皮, 采用了低固相和无粘土钻井液; 在缺水和严重漏失地区施工, 采用空气作为洗井介质; 根据洗井条件的需要, 又试用了泡沫泥浆、空气泡沫钻进。为配合泥浆高性能指标的测试, 研制了成套泥浆参数仪、六速电动旋转粘度仪、泥饼粘附仪、切力仪、润滑仪等测试仪。

今后的一段时期内, 有关钻井液工作的重点是: 推广空气、泡沫、泡沫泥浆洗井; 不断提高低固相、无粘土钻井液的应用水平; 积极发展新型钻井液材料和多种堵漏材料; 完善和发展钻井液的测试仪器、固控技术; 建立钻井液的专家系统; 加强钻井液的理论研究。

第三节 含煤岩系的特点及对钻井液的要求

一、含煤岩系及其组成

含煤岩系又称“煤系”, 是一套含有煤层并有成因联系的沉积岩系。如第四系、第三系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系等。

第三、第四系成岩时间短, 除下第三系的岩石多已固结外, 上第三系及第四系的岩石多为半固结和松散堆积物, 主要有: 粘土、砂土、粉砂岩、流砂、河床卵石、砾石、砂质粘土、泥岩、页岩、砂质页岩等。矿产主要有煤、石油、油页岩、石膏和岩盐等。这些岩层, 厚度从几米至几千米, 可钻性好, 但护孔比较困难。

侏罗、三叠、二叠、石炭系等主要含煤岩系形成年代较早, 成岩作用好, 主要由各种粒度的石英砂岩、长石石英砂岩、长石砂岩、硬砂岩、泥岩、页岩、炭质泥岩、砾岩、灰岩和煤组成, 火山碎屑岩、变质岩、燧石岩等也常见。其中还常见铝土矿、耐火粘土、油页岩、各种铁矿、石膏、云母、盐岩等矿产。胶结成份泥质、钙质、粉砂质、粘土质、硅质、铁质或火山灰等。

二、含煤岩系岩层的特点

1. 质软且松散

河床卵石、流砂、页岩、粘土、砂土、煤、断层构造带等都比较松散, 有些呈半胶结或根本无胶结状态, 故岩层软而松散, 容易发生塌坍、掉块。

2. 岩石易破碎

沉积岩具层理，各层面之间胶结较差，经强烈地质运动，如造山运动、断裂等；致使岩层破碎。在钻进过程中常出现掉块等现象，因此钻进困难。

3. 软硬岩层互层

由于各个时期内的沉积物质和胶结物质不同，因此所形成的岩层软硬也不同，造成软硬互层，变换频繁，给适岩钻头和护壁浆液的选择带来一定的难度。

4. 水敏性强

含煤岩系中的粘土、泥岩、泥质页岩等，遇水后极易产生吸水膨胀、分散、崩解、剥落等现象，常造成钻孔缩径、塌坍、埋钻等事故。

5. 易溶性

粘土、页岩、盐岩、石膏、钾岩、芒硝及天然碱等岩层、容易分散溶解于水或普通泥浆中。在这类岩层中钻进，孔壁往往会被溶蚀，呈不规则的形状，从而污染了泥浆，且洗井困难；孔壁溶蚀超径严重，还会导致钻具折断、孔斜等难于处理的孔内事故，取心质量也差。

6. 空隙性

由于沉积物粒度的不同，以及成岩时条件的不同，致使沉积岩的孔隙率相差很大，颗粒或颗粒集合体之间存在着大量的空隙。或由于后期构造运动致使岩层强烈破碎，形成裂缝、通道、断层裂隙带等。在这种岩层中钻进，会使冲洗液产生严重漏失。

7. 岩层的含水性

地表水可沿岩层的孔隙和裂隙不断地渗入。石灰岩岩层长期受地表和地下水的溶蚀，将形成大小不等的溶洞。裂隙由于长期受地下水的溶蚀可变成地下水通道，在地下水强烈活动区还能形成地下河。地下水按埋藏条件不同分为上层滞水、潜水、承压水。含潜水的岩层经常产生漏失，漏失量的大小与岩层的渗透性密切相关。在含承压水的岩层中钻进时，根据含水层压力及泥浆液柱压力的情况，可能产生漏失，也可能产生漏水。

三、含煤岩系对钻井液的要求

由于含煤岩系岩性复杂，因此钻进中要求钻井液必需具备下列性能，

- (1) 有良好的造壁性，便于防塌保护孔壁。
- (2) 有良好的堵漏、压涌、隔水性能。
- (3) 能抑制水敏岩层的水化、分散作用。
- (4) 有抗盐、钙和粘土侵而不被污染的性能。
- (5) 能抗高温和自身不变质的性能。
- (6) 在孔内可以携带岩屑和悬浮岩屑，在地面能迅速沉淀岩屑。
- (7) 要有适当的润滑性，能起减阻和减震作用。
- (8) 可保护矿心不被溶解和污染。

第二章 造浆粘土——膨润土

第一节 概 述

一、粘土及其分类

粘土是指未经过固结或只是弱固结作用，以粘土矿物为主的土状沉积物。粘土矿物的含量应大于50%，矿物的粒径一般都在 $5\mu\text{m}$ ($1\text{m} = 1 \times 10^{-6}\mu\text{m} = 1 \times 10^{-9}\text{nm}$) 以下，甚至在 $1\mu\text{m}$ 以下。

常见的粘土矿物有高岭石、蒙脱石、伊利石，此外还有海泡石、凹凸棒石等。粘土根据其中粘土矿物成分的不同分为：

高岭石粘土：矿物成分以高岭石为主；

膨润土：矿物成分以蒙脱石为主；

伊利石粘土：矿物成分以伊利石为主。

钻探工作中主要用膨润土作配制泥浆的原料。

二、膨润土的组成及性能

膨润土又叫墩土，亦叫膨土岩、斑脱岩、漂白土等。它的确切名称为蒙脱石粘土，而膨润土属商业名称。

(一) 膨润土的组成

膨润土主要由蒙脱石组成，通常还含有少量其它粘土矿物。如浙江余杭的膨润土，其中蒙脱石约占85%左右，另含有多水高岭石、伊利石等粘土矿物。

膨润土中还含有不等量的非粘土矿物，如石英、长石、云母、方解石、沸石、黄铁矿等。这些非粘土矿物的含量，便是所配制的泥浆中的含砂量。非粘土矿物的含量越少越好。

此外，还含有某些可溶性盐，如钙、镁、钠、钾的碳酸盐、硫酸盐、氯化物和硝酸盐等。可溶性盐含量大时，对泥浆性能有很大影响。

(二) 膨润土的基本性能

膨润土有松散如土者，也有致密块状的。颜色多为白色，也有浅灰色、黄色、浅红色、褐红色等。外观呈油脂光泽、腊状或土状光泽，贝壳状或锯齿状断口。

膨润土有很强的吸湿性，能吸收8~15倍于自己体积的水量，且吸水膨胀，膨胀倍数从几倍到30余倍。

膨润土的可塑性强，有较好的粘结性，有较强的吸附性和阳离子交换能力。膨润土在水介质中能分散呈胶体-悬浮液，这种胶体-悬浮液具有一定的粘度、触变性和润滑性。

膨润土的上述特性因蒙脱石所含的交换性阳离子的种类和含量的不同而有明显的差异。于是，人们便以此来把膨润土划分为钠质膨润土和钙质膨润土。

当 $b(\text{Na}^+) / \Sigma b > 50\%$ 时，为钠质膨润土；

$b\left(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}\right)/\Sigma b > 50\%$ 时, 为钙质膨润土。

式中 $b(\text{Na}^+)$ ——蒙脱石中钠离子含量, mmol/100 g 土;

$b\left(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}\right)$ ——蒙脱石中钙离子含量, mmol/100 g 土;

Σb ——阳离子交换总容量, mmol/100 g 土。

亦有用碱性系数 (z) 来划分钠质膨润土和钙质膨润土的:

$$z = \frac{b(\text{Na}^+) + b(\text{K}^+)}{b\left(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}\right) + b\left(\frac{1}{2}\text{Mg}^{2+}\right)}$$

式中 $b(\text{K}^+)$ ——蒙脱石中钾离子含量, mmol/100 g 土;

$b\left(\frac{1}{2}\text{Mg}^{2+}\right)$ ——蒙脱石中镁离子含量, mmol/100 g 土。

当碱性系数大于 1 时, 为钠质膨润土; 小于 1 时, 则为钙质膨润土。

钠质膨润土比钙质膨润土有更强的吸水性和膨胀性, 在水介质中有很好的分散性, 可呈较稳定的胶体悬浮液。钙质膨润土吸水能力小, 膨胀倍数不大, 虽可在水中迅速分散, 但稳定性差, 有的很快发生沉淀。

钠质和钙质膨润土的主要特征见表 2-1。

表 2-1 钠质和钙质膨润土的主要特征

属型	碱性系数 z	pH值	胶质价 (%)	吸水性	化学成分中 Na_2O 含量	在水介质中的状态
钠质	≥ 1	8.5~10.6	100	吸水速度慢, 但吸水时间 长, 吸水量大	较高	分散, 不沉淀
钙质	< 1	6.4~8.5	50±	吸水速度快, 二小时即 达饱和, 吸水量少	较低	分散后沉淀

三、膨润土的应用及我国的膨润土资源

人类利用膨润土、高岭土作为制陶原料已有悠久的历史。但自觉地有计划地开发利用膨润土却只有近百年历史。随着科学技术的进步和生产的发展, 膨润土的应用范围也越来越广泛。我国膨润土产品使用量较多的是冶金工业中做铁矿球团的粘结剂, 在机械制造业中做铸造型砂粘结剂和石油地质钻井中配制泥浆。据统计, 目前用于钻井泥浆的数量, 约占膨润土用量的30%。

膨润土产量最多的国家是美国, 怀俄明州的膨润土世界著称, 膨润土最早的取名(1888年)就在于此。

我国膨润土资源十分丰富, 主要产地有内蒙古兴和, 河北宣化, 江苏句容和盱眙, 湖北上熊, 湖南醴县, 广西南明、田东和田阳, 安徽屯溪、嘉山, 新疆托克逊、布克赛尔, 辽宁黑山、凌源, 吉林九台、怀德, 山西浑源, 浙江临安、余杭, 山东潍县, 河南信阳, 陕西泽县、西乡, 甘肃金昌和嘉峪关等。据统计, 我国膨润土矿近年年产量约100万吨左右。

但是,目前世界上钠质膨润土资源很缺乏,我国除新疆的夏子街、托克逊和浙江的临安等少数几个地方有钠质膨润土产出外,其余大都是钙质膨润土或钠钙质膨润土。而且,各地的钙质膨润土适合于配制钻井用泥浆的好土也不很多。因此,对钙质膨润土进行改性处理,提高其工艺技术性能,具有很大的经济意义。

我国部分地区钻探造浆用膨润土的造浆性能见表2-2。

表 2-2 我国部分地区膨润土的造浆性能表

序号	粘土产地	加碱量 (土量%)	造浆率 (m ³ /t)	泥 浆 性 能					pH值
				相对密度	漏斗粘度 (s)	塑性粘度 (mPa·s)	动切力 (Pa×10 ⁻¹)	API失水量 (ml)	
1	山东高阳	5	12.2	1.05	34	5	105	15	8.5
2	山东潍县	9	13.68	1.054	40.5	8	70	16	10
3	山东安丘	5	17.8	1.045	33.5	5	110	18	8.5
4	湖南醴县	6	11.82	1.06	39	6	90	16.5	9.7
5	湖南山茶	5	11.63	1.062	36.5	6.5	82.5	14	9.5
6	南京汤山	7	11.6	1.002	44	8	80	14.5	9.3
7	河南信阳	7	10.61	1.07	35	11	50	13.5	8
8	辽宁黑山	6	10.50	1.07	35	7	75	20	8
9	辽宁北票	5	11.1	1.04	34.7	9	60	13~14	8.5
10	内蒙古兴和	7	17					13	
11	内蒙古永昌县	7	16~21.8					9	
12	浙江长兴县	7	22.6					23	
13	浙江余杭		7.1	1.095	32.2	10	50	12.5	9.2
14	湖北鄂城	6	6.84	1.10	34	8	70	15.5	9
15	安徽肖县	2	6.19	1.12	35	7	80	10	8.5
16	安徽铜陵		6.7	1.09	35.7	9	60	13.5	7.8
17	四川仁寿	5	6.4	1.09	30.8	5	90	14	9
18	吉林九台		9.5	1.07	30.6	14	10	17	8.96
19	黑龙江林海		6.3	1.09	31.0	17	40	8	8.72
20	新疆托克逊		9.7	1.06	32.2	10	50	24.7	8.83
21	新疆夏子街	钠土, 不加碱	16~18					12~14	

第二节 蒙脱石的物理化学性质

膨润土是以蒙脱石为主要组分的粘土,蒙脱石的物理化学性质决定了膨润土的一系列工艺技术性能。

一、蒙脱石的化学组成

蒙脱石与高岭石、伊利石等的基本化学组成大致相同,它们均属于含水的铝硅酸盐。

蒙脱石的化学式是 $(Al_{1.67}Mg_{0.33})[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$

蒙脱石的理论化学成分为SiO₂ 66.7%, Al₂O₃ 25.3%, H₂O 5%。此外尚含有其它金属氧化物,如氧化铁Fe₂O₃、氧化钙CaO、氧化镁MgO、氧化钠Na₂O、氧化钾K₂O等。

表2-3列出蒙脱石(膨润土)、高岭石、伊利石等常见粘土矿物的化学组成。

由表2-3可见,各种粘土矿物在化学组分的含量上有明显的差别,与高岭石相比较,蒙

表 2-3 常见粘土矿物的化学组成

编号	粘土及粘土矿物	化 学 组 成 (%)							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O或烧减量
1	高岭石 (江西高岭村)	45.58	37.22	—	0.46	0.07	0.45	1.7	13.38
2	多水高岭石 (四川叙永)	40.35	38.34	1.41	1.14	1.88	—	—	16.83
3	膨润土 (辽宁黑山)	68.74	20	0.70	2.93	2.17	—	0.20	6.8
4	膨润土 (山东潍县)	71.34	15.14	1.97	2.43	3.42	0.31	0.43	5.06
5	膨润土 (浙江临安)	71.29	14.17	1.75	1.62	2.22	1.92	1.78	4.24
5	伊利石	51.22	25.91	4.59	0.16	2.84	0.17	6.09	7.14
7	海泡石 (江西乐平)	61.30	0.57	0.73	0.15	29.70	0.26	0.19	7.10
8	凹凸棒石	53.64	8.79	3.36	2.02	9.05	—	0.75	20

脱石的二氧化硅SiO₂含量很高，而三氧化二铝Al₂O₃的含量则较低；伊利石矿物的氧化钾K₂O含量则较高。粘土矿物在化学组分上的特点，是化学分析法鉴定粘土矿物类型的依据。

二、蒙脱石的晶体构造特点

不论那种粘土矿物，它们晶体的基本构造单位都是硅氧四面体和铝氧八面体。但是由于以不同的联结方式堆叠和晶层间所存在离子种类不同，从而形成了不同的粘土矿物。这些粘土矿物各自有其特点。

(一) 粘土矿物的两种基本构造单位

1. 硅氧四面体

如图2-1所示，每个四面体中，由一个位居中心的硅离子Si⁴⁺和四个等距的氧离子O²⁻组成(图2-1 a)。其中三个氧构成四面体的底面(基底氧)，另一个氧则是四面体的顶点

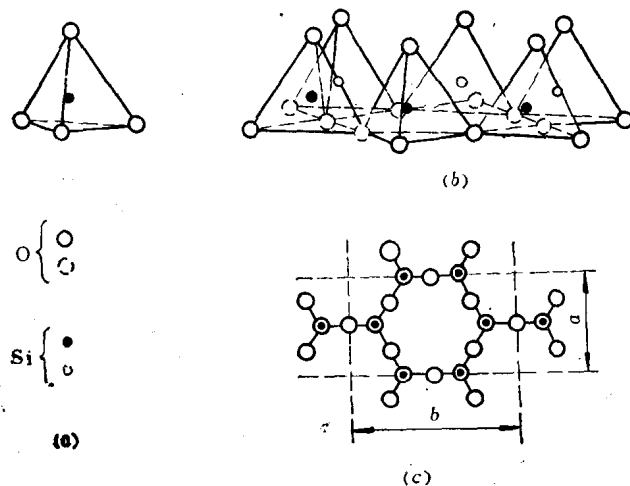


图 2-1 硅氧四面体结构示意图

a—单独的硅氧四面体；b—硅氧四面体片状结构；c—硅氧四面体片状结构的平面投影