

290

# 粘土物质与其他 非金属矿物数据手册

NIANTUWUZHI  
YUQITA  
FEIJINSHUKUANGWU  
SHUJUSHOUCE



浙江科学技术出版社

# 粘土物质与其他非金属矿物数据手册

〔美〕H. V. 奥芬 〔法〕J. J. 弗里皮主编

浙江省地质矿产局实验室译

浙江科学技术出版社

责任编辑：吕粹芳

封面设计：潘孝忠

粘土物质与其他非金属矿物数据手册

〔美〕H. V. 奥芬 〔法〕J. J. 弗里皮主编

浙江省地质矿产局实验室译

\*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张8.75 字数198,000

1984年12月第一版

1984年12月第一次印刷

印数：1—2,550

统一书号：15221·68

定 价：1.35 元

## 译 者 的 话

近二十多年来，粘土及其他非金属矿产资源的开发利用得到了迅速的发展，地质、冶金、化工、陶瓷、建筑、石油、农业等有关部门都在大力开展这方面的工作。无论是地质找矿、岩矿测试，还是理论研究、实际应用均取得了许多重要成果，开拓了一个前所未有的崭新领域。粘土及其他非金属矿产在国民经济建设中占有相当重要的地位。随着应用领域的不断扩大，粘土及其他非金属矿的需求量必将日益增加，因此对地质找矿、工艺性能及科学研究提出更高的要求，岩矿测试则是一项必不可少的基础工作。为了提高岩矿测试水平，使实验方法日臻完善，取得精确可靠的分析结果，广大科技工作者迫切需要有一系列粘土及其他非金属矿物的标准参考样品。

H.V. 奥芬和 J.J. 弗里皮主编的《粘土物质与其他非金属矿物数据手册》正是针对这种需要出版的。手册收集汇编了“粘土矿物协会”和“欧洲经济合作与发展组织”各自主持下完成的两套物质，共计20个标准参考样品。

手册除第一章绪论对其编制工作略加说明外，包括两大部分内容：第一部分（二、三章）概括地介绍了每个样品用各种方法测定的实验数据，矿物学特征及样品的地质产状、纯度与可能存在的杂质；第二部分（四至十四章）着重介绍每个样品的有关详细数据，包括化学分析、X射线荧光、选择性溶解、X射线衍射、阳离子交换、表面积、电子显微镜、热分析、红外光谱及电子自旋共振等方法所取得的分析结果，并对这些方法的适用性和分析结果的可靠性作了评述。手册基本上反映了国外实验方法和研究程度的现有水平，内容较好，叙述简明，

不仅对岩矿的测试工作有较好的使用和参考价值，而且对粘土及其他非金属矿的地质找矿、科学研究与应用技术也有一定的参考作用。

手册的不足之处在于现有的标准参考矿物样品种类尚不够多（仅十几种），有些实验方法未能标准化和精确化，各实验室所得分析结果之间存在着不同程度的差异。粘土矿物成分多变、性质近似、颗粒细小，分离提纯较困难，因此所收集的粘土矿物标准参考样品，有些数据还不能精确地代表矿物本身的特征。这些都有待于实验方法的不断改进与发展，以进一步提高分析数据的精确度。

我国粘土及其他非金属矿产资源丰富，矿种齐全，特别是近年来粘土矿床、矿物学及应用技术的研究工作，犹如雨后春笋，蓬勃发展。从事这方面的科技队伍不断壮大，研究领域日益广阔。为此，我们将这本手册译成中文推荐给我国读者。希望广大读者本着“洋为中用”的原则，在实际工作中加以使用、参考，并能通过自己的实践力求创新，总结经验，制订和汇编出适合我国情况的更加充实完善的数据手册。

手册第一至三章徐步台译；第四章张泽邦译；第五至七章及十四章郑文荇译；第八章江善庆译；第九至十一章黄建华译；第十二、十三章吴六汀译。除第一至三章及第九至十一章分别由曹正民与何铭慈校，其余各章均由徐步台校。最后，全手册经徐步台、吴六汀统一校审定稿。为了减少篇幅，删去了其中重复的谱图及样品采集露头照片，略去了第一章绪论中个别段落内容，以及各章所附参考文献目录。限于我们的水平，译文中难免有漏误之处，敬请读者指正。

译者

1984年4月

# 目 录

第一章 绪 论 .....	( 1 )
一、基本概况 .....	( 1 )
二、适用范围 .....	( 2 )
三、样品选择 .....	( 3 )
四、实验结果 .....	( 3 )
五、手册编制 .....	( 4 )
附录 I 粘土矿物协会样品“资源粘土” .....	( 4 )
附录 II 欧洲经济合作与发展组织样品 .....	( 6 )
附录 III 美国国家标准局标准参考物质(SRM)矿物 .....	( 8 )

## 第 一 部 分

第二章 粘土矿物协会数据综述 .....	( 12 )
KGa-1 佐治亚高岭石(结晶好) .....	( 12 )
KGa-2 佐治亚高岭石(结晶差) .....	( 13 )
SWy-1 怀俄明蒙脱石 .....	( 13 )
STx-1 得克萨斯蒙脱石 .....	( 14 )
SAz-1 亚利桑那(契托)蒙脱石(Cheto) .....	( 15 )
SHCa-1 加利福尼亚铯蒙脱石(Hectorite) .....	( 16 )
Syn-1 合成云母—蒙脱石 .....	( 17 )
PFI-1 佛罗里达凹凸棒石(坡缕石) .....	( 18 )
第三章 欧洲经济合作与发展组织数据综述 .....	( 20 )
01 蒙脱石 .....	( 20 )

02	来坡石(Laponite)	( 21 )
03	高岭石(瓷土)	( 22 )
04	凹凸棒石	( 23 )
05	伊利石	( 24 )
06	纤蛇纹石	( 25 )
07	青石棉	( 25 )
08	滑石	( 26 )
10	三水铝矿	( 27 )
11	菱镁矿	( 28 )
12	方解石	( 28 )
13	石膏	( 29 )

## 第 二 部 分

<b>第四章</b>	<b>粘土矿物协会样品来源</b>	( 31 )
一、	引 言	( 31 )
二、	样品产地描述	( 32 )
	KGa-1 佐治亚高岭石(结晶好)	
	KGa-2 佐治亚高岭石(结晶差)	( 32 )
	SWy-1 怀俄明蒙脱石	( 40 )
	STx-1 得克萨斯蒙脱石	( 42 )
	SAz-1 亚利桑那(契托)蒙脱石	( 47 )
	Syn-1 合成云母—蒙脱石	( 54 )
	SHCa-1 加利福尼亚锂蒙脱石	( 56 )
	PFl-1 佛罗里达凹凸棒石	( 60 )
<b>第五章</b>	<b>化学分析</b>	( 70 )
一、	引 言	( 70 )
二、	粘土矿物协会样品分析结果	( 70 )
三、	欧洲经济合作与发展组织样品分析结果	( 72 )
四、	欧洲经济合作与发展组织分析结果评述	( 72 )

<b>第六章 X射线荧光光谱分析</b> .....	(102)
一、引言 .....	(102)
二、欧洲经济合作与发展组织样品分析结果 .....	(104)
三、欧洲经济合作与发展组织分析结果评述 .....	(105)
<b>第七章 溶解方法</b> .....	(109)
一、引言 .....	(109)
二、欧洲经济合作与发展组织样品分析结果 .....	(114)
三、欧洲经济合作与发展组织分析结果评述 .....	(114)
<b>第八章 X射线衍射分析</b> .....	(118)
一、引言 .....	(118)
二、欧洲经济合作与发展组织样品分析结果 .....	(121)
三、欧洲经济合作与发展组织分析结果评述 .....	(122)
<b>第九章 阳离子交换容量</b> .....	(150)
一、引言 .....	(150)
二、粘土矿物协会样品分析结果 .....	(151)
三、粘土矿物协会分析结果评述 .....	(152)
四、欧洲经济合作与发展组织样品分析结果 .....	(152)
五、欧洲经济合作与发展组织分析结果评述 .....	(153)
<b>第十章 表面积</b> .....	(157)
一、引言 .....	(157)
二、粘土矿物协会样品测定结果 .....	(161)
三、粘土矿物协会测定结果评述 .....	(163)
四、欧洲经济合作与发展组织样品测定结果 .....	(164)
五、欧洲经济合作与发展组织测定结果评述 .....	(164)
<b>第十一章 电子显微镜和衍射分析</b> .....	(171)
一、引言 .....	(171)
二、欧洲经济合作与发展组织样品分析结果和评述 .....	(174)
<b>第十二章 热分析</b> .....	(187)



一、引言 .....	( 187 )
二、粘土矿物协会样品热分析结果 .....	( 189 )
三、粘土矿物协会热分析结果评述 .....	( 196 )
四、欧洲经济合作与发展组织差热分析结果 .....	( 197 )
五、欧洲经济合作与发展组织差热分析结果评述 .....	( 197 )
六、欧洲经济合作与发展组织热重分析结果 .....	( 204 )
七、欧洲经济合作与发展组织热重分析结果评述 .....	( 224 )
<b>第十三章 红外光谱分析 .....</b>	<b>( 228 )</b>
一、引言 .....	( 228 )
二、粘土矿物协会样品分析结果 .....	( 230 )
三、粘土矿物协会分析结果评述 .....	( 231 )
四、欧洲经济合作与发展组织红外光谱结果 ( 包括拉曼光谱 ) .....	( 249 )
五、欧洲经济合作与发展组织分析结果评述 .....	( 262 )
<b>第十四章 电子自旋共振 .....</b>	<b>( 270 )</b>
一、粘土矿物协会样品分析结果 .....	( 270 )
二、粘土矿物协会分析结果评述 .....	( 272 )

# 第一章 绪 论

## 一、基本概况

工程师、地质学家、矿物学家及从事粘土研究的其他工作者，在研究工作中经常需要一些具有良好特征的典型粘土样品，即参考粘土。他们通过对其研究样品与参考粘土的实验结果进行比较，从而获得更多定性和定量的分析数据。这种参考粘土还能用来比较和判断实验方法和操作步骤的准确性。

四十年代末，在美国石油学会和哥伦比亚大学的主持下，开始了采集和制备典型粘土批样的工作。这种典型粘土批样都是经过一次性采集和均匀的物质，叫做“参考粘土矿物”。在一些工厂和大学的实验室所测定的特征数据，由纽约哥伦比亚大学发表在“美国石油学会——研究计划1949年报告”中。现在，这些参考粘土矿物已广泛应用于研究工作，它们是由美国纽约州罗彻斯特和加利福尼亚州蒙特里有限公司的沃德自然科学研究院制备的。当原有制备的批样供应完了之后，他们又从同一产地采集新的批样，但新批样与原批样的分析数据不再相同。此外，原批样的有些数据也会随着实验方法的更新和标准化而改变的。

1967年，在欧洲经济合作与发展组织(OECD)的主持下，进行了非金属矿物研究合作计划，参加这项工作的有全欧成员国和日本的实验室。几年后，在粘土矿物协会(CMS)的主持

下，美国又提出了另一个类似计划，叫做“资源粘土计划”，美国 and 全欧成员国的实验室都参加了这个计划。美国资源粘土计划的一个特点是批样的数量大——每批约 1000 磅（1 磅 = 0.4536 千克）——每次供给 1 磅，而欧洲经济合作与发展组织制备的批样仅 20~40 磅，每次供给若干克。

欧洲经济合作与发展组织后来因故中断执行原有的计划，因此各个实验室未能完成全部实验工作，仅发表了已取得的一些数据。尽管如此，我们仍把 CMS 计划和 OECD 计划的数据一并列入本手册。

## 二、适用范围

从产地采集的样品，经过破碎和均匀，基本上由一种粘土矿物组成，但其中仍含有一些伴生的矿物杂质。因此，这种样品是典型的粘土物质，而不是纯粘土矿物。但是，可用这种粘土物质来制备纯粘土矿物，只要经过充分纯化处理，被提纯的矿物能作为参考粘土矿物，所测得的数据在文献中还是可以比较的。

本手册中的数据虽不能完全精确地表示粘土矿物本身的特征，但只要其中杂质的影响小，基本上还是相近似的。为此，使用者在判断主要粘土矿物成分的特征数据时，应仔细注意杂质的数量和种类。因为在有些情况下，杂质的数量是相当多的。

上述两套样品的侧重点有所不同，CMS 较详细地描述了矿物的产地，这些数据的使用者主要是地质学家；而 OECD 则侧重在对实验结果的统计性评价，每个样品的特征数据都是由许多实验室所取得的实验结果。

### 三、样品选择

两个计划收集的样品是一些有代表性的主要粘土矿物，如蒙皂石、高岭石、伊利石、凹凸棒石（坡缕石），以及合成物质。此外，CMS 还有一些“特殊粘土”，是仔细收集到的少量样品，未经任何加工处理，这些特殊粘土的数据没有列入本手册中。OECD 有一些非粘土物质，其数据作为非金属矿物的组成部分而列入本手册中。

美国国家标准局收集上述两套粘土样品作为标准参考物质，并进行了严格的化学分析。这些样品的名称和代号见附录 I。

### 四、实验结果

CMS 和 OECD 计划的实验工作是由各实验室独自完成的，因此其测定程序常常不能完全符合精确统计的要求。看来，测定结果的偶然误差不大理想，需人为地判断系统误差及准确度。曾打算对 OECD 样品再做进一步的实验工作，可惜后来未能付诸实施。

尽管采取了许多措施，实际上由不同实验室对同一样品测得的数据仍然很分散。因此，对本手册中所列两计划的结果必须详细了解它们的实验过程。由此说明实验步骤的标准化和使用可靠的参考物质是很有必要的。由于在许多情况下没有详细介绍实验过程，因此允许读者对数据进行适当的评价。文献中发表的数据应当有基本的准则。为此，根据作者和编者的建议，在国际科学联合会理事会（ICSU）的几个联合会、科技数

据委员会 (CODATA) 及其他国际科学协会的赞同下增补了一些科目。

尽管 CMS 和 OECD 计划尚不完善,但总究收集了极其大量的数据,这对进一步研究粘土及其他非金属矿物将有很大的帮助。可以预料使用者会对现有的样品发表更多的补充数据。由于样品的性质很容易受制备方法的影响,因此测定者必须尽可能说明对样品所进行的各种预处理步骤。

为了交流经验,我们讨论了各种测定方法及其优缺点,并指出所得结果的正确性。读者要想了解测定方法的详细情况,请参阅有关文献资料。

## 五、手册编制

手册分两个部分,第一部分综合了全部数据并按样品逐个介绍。其中描述了样品的产地,以及根据各种方法测定的结果得出矿物的特征,从而可推测样品中存在着哪种杂质和可能含有的数量。

第二部分按测定方法编排,详细介绍了各种数据。虽不如实验指南详尽,但列出了参考文献,叙述了优选方法、样品处理、实验步骤、仪器校准,以及列出了所需要的结果。

### 附录 I 粘土矿物协会样品“资源粘土”

代 号	名 称	提供者
KGa-1	高岭石, 佐治亚, 结晶好	佐治亚高岭土公司
KGa-2	高岭石, 佐治亚, 结晶差	佐治亚高岭土公司
SWy-1	蒙脱石, 怀俄明	国家铅公司Baroid分公司

STx—1	蒙脱石, 得克萨斯	南方粘土产业公司
SAz—1	蒙脱石, 亚利桑那(契托)	Filtrol总公司
SHCa—1	锂蒙脱石, 加利福尼亚	国家铅公司Baroid分 公司
Syn—1	合成云母—蒙脱石 Barasym SSM—100(R)	国家铅公司Baroid分 公司
PF1—1	凹凸棒石, 佛罗里达	Engelhard 矿物与化 学公司

由国家铅公司 Baroid 分公司用1000磅的批样均匀混合

**“特种粘土”**

SWa—1	含铁蒙脱石, 普尔门华盛顿州立大学 J. A. 基特里克 采自华盛顿州
SCu—1	奥泰(Otay)蒙脱石, 萨克拉门托加利福尼亚州立大学 J. L. 波斯特采自加利福尼亚
RAr—1	累托石, 一种混层矿物, 阿肯色地质学会 C. 斯通采 自阿肯色
CAr—1	细鳞云母, 一种绿泥石, 阿肯色地质学会 C. 斯通采 自阿肯色
.....	绿脱石, 采自华盛顿州

这些样品由 F. J. 弗拉纳根列入“地球科学的参考样品”一文中, 请参考文献 *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38, 1731, 1974.

订购样品时订购单寄美国 Mo65201 哥伦比亚, 密苏里大学地质系, W. D. 约翰斯教授。

每份资源粘土样品的平信邮费为10.00美金/500克, 航空邮费应另外加。支票或现金汇款要随同订购单寄出, 并在上面注明“密苏里大学资源粘土管理者”。如果要求航空邮寄, 那么要把航空邮费加在内。

特种粘土样品的数量少，要与一般样品分开订购，并注明所需数量。

**附录 I 欧洲经济合作与发展组织样品**

编 号	名 称	来 源	提供者
01	蒙脱石	摩洛哥Camp Berteau	S. 卡莱尔, 法国巴黎国家自然历史博物馆矿物实验室
02	来坡石 (Laponite)	合成锂蒙脱石	F. S. 斯普林, 英国萨里雷德希尔Laporte 工业有限公司
03	高岭石 (瓷土)	英国St. Austell	N. O. 克拉克, 英国康沃尔St. Austell 英国瓷土有限公司
04	凹凸棒石	美国佛罗里达, Attapulgis	K. C. 邓纳姆, 英国伦敦地质科学研究所
05	伊利石	法国勒普伊韦拉	V. 加比斯, 奥尔良一拉苏尔斯, 理学院地球化学实验室
06	纤蛇纹石 (石棉, Cassiar)		H. M. 伍德罗夫, 加拿大渥太华能源、采矿和资源部矿物工艺局
07	青石棉	南非开普省Koegas 矿山	A. 霍奇森, 英国伦敦Cape石棉纤维厂
08	滑 石	意大利皮埃蒙特,	P. 利特利, 意大利

Chisone山谷

			波洛尼亚大学矿物学研究所
10	三水铝矿	合成	H. E. 施维特, 西德亚琛威斯特法伦工业大学来因冶金研究所
11	菱镁矿	奥地利	E. 施罗尔, 奥地利维也纳 Arsenal 联合试验和调查所基础研究室
12	方解石	爱尔兰	R. J. 尼科尔, 爱尔兰都柏林无机化学工业应用研究所
13	石膏	法国Vaujours采石场	C. 吉尔曼, 奥尔良—拉苏尔斯, 地质矿产调查局

由英国哈福德郡 Stevenage, Warren Spring 实验室用 20~40 公斤的批样均匀混合。

若需要上述样品可写信给 M. S. 卡莱尔, 法国巴黎 5e, Buffon 街 61 号国家自然历史博物馆矿物实验室。

在美国国家标准局 (NBS) 备有标准参考物质 (SRM)、研究物质 (RM) 和一般物质 (GM)。其中, 标准参考物质是用于校准系统测量, 为检验测量结果的一致性和准确性提供一个总的基准。每个标准参考物质均有单位与数量、类型、鉴定特征, 以及订购说明; 研究物质是没有经过鉴定, 只供给科学家从事研究用的 (研究物质与“研究报告”一起发给研究者); 一般物质是国家标准局负责供给, 由其他机构负责其标准化。新的或更换的标准参考物质、研究物质和一般物质, 每半年在



附录 I 美国国家标准局标准参考物质 (SRM)

矿 物

化学成分

(以氧化物标定的重量百分数)

SRM	类 型	重量/单位 (克)	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
1 b	泥质灰岩	50	4.92	0.75	1.12						
88 a	含白云石灰岩	50	1.20	0.28	0.19						
70 a	钾长石	40	67.1	0.075	17.9						
99 a	钠长石	40	65.2	0.065	20.5						
97 a	硬质粘土	60	43.7	0.45	38.8						
98 a	塑性粘土	60	48.9	1.34	33.2						
81 a	玻璃砂	正在制备									
165 a	玻璃砂 (低铁)	正在制备									
154 b	钛氧化物	90	—	—	—						
			TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	SrO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O
			0.046	0.20	50.9	0.14	0.36	—	0.04	0.25	—
			0.02	0.03	30.1	0.01	21.3	—	0.01	0.12	—
			0.01	—	0.11	—	—	—	2.55	11.8	—
			0.007	—	2.14	—	0.02	—	6.2	5.2	—
			1.90	—	0.11	0.18	0.15	0.03	0.037	0.50	0.11
			1.61	—	0.31	0.039	0.42	0.03	0.082	1.04	0.070
			99.74	—	—	—	—	—	—	—	—
			ZrO <sub>2</sub>	BaO	Rb <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	烧失量	SRM		
			—	—	—	0.08	40.4	41.1	1 b		
			—	—	—	0.01	46.6	46.7	88 a		
			—	0.02	0.06	—	—	0.40	70 a		
			—	0.26	—	0.02	—	0.26	99 a		
			0.063	0.073	—	0.36	—	13.32	97 a		
			0.042	0.03	—	0.11	—	12.44	98 a		
			—	—	—	—	—	—	81 a		
			—	—	—	—	—	—	165 a		
			—	—	—	—	—	—	154 b		