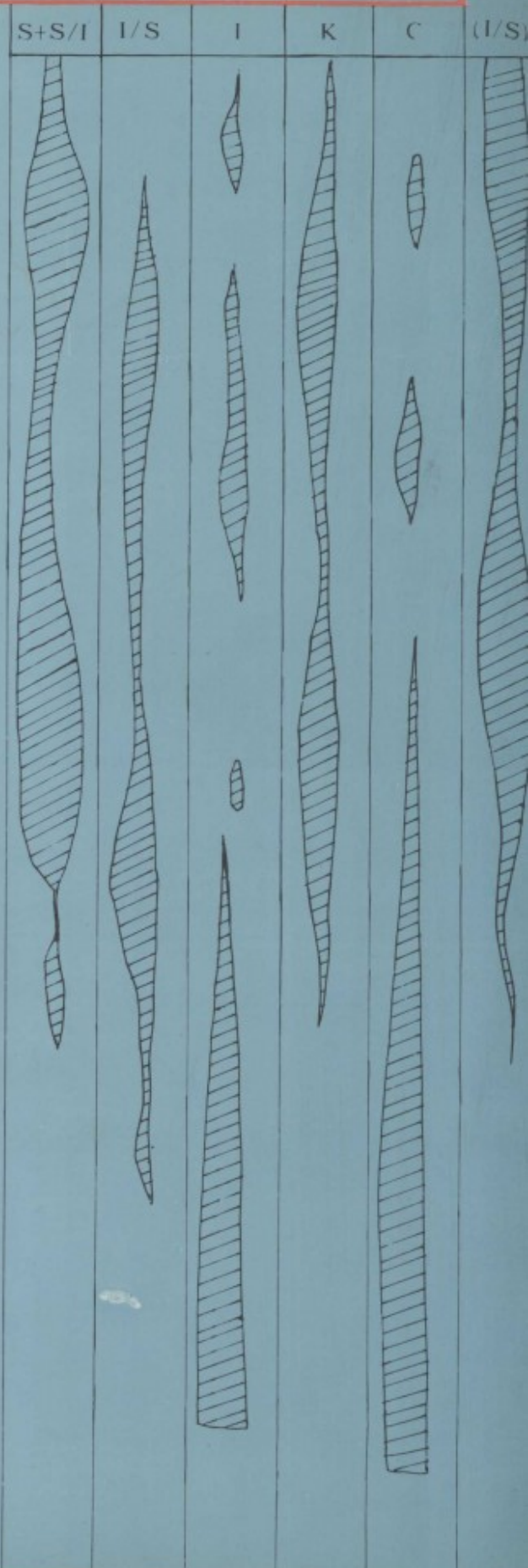


中国含油气盆地粘土矿物

赵杏媛 著
王行信
张有瑜
辛国强
王经科

中国地质大学
出版社

蒙脱石
高岭石
叶蜡石
绿泥石
坡缕石



封面设计: 王 涛

ISBN 7-5625-1017-2/P·355

定价: 30.00 元

ISBN 7-5625-1017-2



9 787562 510178 >

中国含油气盆地粘土矿物

赵杏媛 王行信 张有瑜 辛国强 王经科著

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书以采用先进手段对中国 30 余个含油气盆地、7 万余块样品分析所取得的丰富资料为基础,对中国主要含油气盆地粘土矿物特征及分布规律进行了全面系统的总结,建立了正常转化、不正常转化、蒙皂石向绿泥石转化、伊利石和绿泥石组合、高岭石组合和蒙皂石组合六种粘土矿物纵向分布模式,并分析了其控制因素。阐述了粘土矿物在推断古环境、地层划分与对比、油气生成与运移等方面的应用,讨论了粘土矿物与储层物性的密切关系和防止油层损害等方面的问题。

本书可供石油地质、石油工程专业以及和粘土科学方面有关的技术人员阅读,也可作为有关大专院校师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国含油气盆地粘土矿物/赵杏媛,王行信,张有瑜,辛国强,王经科著. —武汉:中国地质大学出版社,1995.4

ISBN7-5625-1017-2

I. 中…

Ⅰ. ①赵…②王…③张…④辛…⑤王…

Ⅱ. 含油气盆地-粘土-非金属矿床-中国

Ⅳ. P618.130.2

出版发行 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)

责任编辑 吴巧生 责任校对 胡义珍

印 刷 中国地质大学出版社印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 19.75 字数 511千字 图版 8

1995年4月1版 1995年4月第1次印刷 印数 1—500册

定价: 30.00元

序

粘土矿物与石油地质、钻采工艺以及石油炼制均有密切关系,粘土矿物的研究成果可以对沉积来源母质、古气候、古水介质、地层划分与对比、岩石成岩变化、油气生成和运移等的研究提供重要依据,并促进石油地质理论的提高和发展。特别是70年代以来,随着各国对能源日益增长的需要,粘土矿物成了油气层保护系统工程研究中必不可少的组成部分,且随着研究程度的深入,在提高油气产量和采收率方面收到愈来愈明显的经济效益。近几十年来,粘土矿物学在世界上得到迅速发展,国际上成立了专门的学术组织,并有粘土矿物专业例会举行。

我国石油系统的粘土矿物研究自60年代以后逐渐发展起来,特别是70年代以来,随着现代测试仪器和技术的引入,各主要油田研究院、所先后建立了粘土矿物实验室,研究水平不断提高,研究成果应用于生产见到了明显实效。

为了适应石油工业依靠科技、提高效益、保持持续稳定发展的需要,全面系统地总结含油气盆地粘土矿物的研究成果,不仅在理论上具有重要意义,同时对生产实践服务也是非常必要的。因而《中国含油气盆地粘土矿物》一书的编写与出版,与目前石油工业科技形势的发展要求是完全一致的。

本书作者都是石油系统长期以来从事粘土矿物实验及研究的专家。通过大量科学实践,已经积累了丰富的经验及我国主要含油气盆地7万余块样品的实际资料,并不断地进行系统的科学研究。他们的研究成果,通过组织专家鉴定,认为理论性强、有实用价值,并已取得显著经济效益,总体达到国内领先及国际先进水平。在此基础上,作者吸收了国外最新研究成果和技术,经过多次整理与加工,最终完成了这部专著。此书对我国主要含油气盆地粘土矿物学特征、粘土矿物纵向分布及其控制因素,以及粘土矿物在沉积学、石油地质领域与油气层保护中应用等方面的重要问题进行了全面系统的讨论和总结。

本书是我国全面论述中国含油气盆地粘土矿物的第一本专著。该书资料丰富,观点明确,层次清晰,图文并茂。这部学术价值高、实用性强的著作问世,必将促进粘土矿物学及与其相关的沉积学、石油地质学以及石油工程学的进一步快速发展。

郝石生

1993. 2

前 言

粘土和粘土矿物是地质科学领域内一个重要的研究课题。粘土科学的发展与工农业和科学技术的发展密切相关。20世纪20年代以前,粘土科学处于萌芽阶段;20至50年代,X射线等先进技术引入粘土矿物学研究领域,使粘土和粘土矿物研究走上了科学发展的道路;进入了研究资料的积累阶段;50至60年代,系统地建立了粘土矿物学的理论体系和研究手段,粘土矿物学真正发展成为地质学中一门独立的学科。随着人们对能源需求量的不断增加,各国石油工业的发展极大地促进了粘土矿物研究的发展,60年代以来,粘土矿物学已成为地质学中发展最快的学科;70至80年代成为粘土矿物研究飞速发展的时代。

在石油地质学领域内,粘土矿物研究已成为解决一系列基础地质问题的重要手段。由于粘土矿物与石油地质普查、油气勘探、开发直到石油加工的每个环节都有着密切关系,故粘土矿物研究成果在石油地质学领域中的应用引起了人们的极大重视。粘土矿物的研究成果在用于恢复沉积盆地古气候、古水介质盐度、母质来源区、沉积介质的物理化学条件、成岩和埋藏改造程度、划分和对比地层等方面都取得了良好的效果;粘土矿物的成岩演变、油气生成和运移的研究,已经成为现代石油成因理论的重要组成部分;粘土矿物的种类、含量、形态、产状等直接与砂岩储层性质相关,是正确评价油气储层的重要参数。

在油气钻采工程领域中,特别是70年代以来,有关粘土矿物与油气层损害及其防护措施的研究,愈来愈引起人们的关注。从钻井到采油甚至到三次采油的每个施工环节中所使用的工作液与粘土矿物发生反应,可使粘土矿物产生膨胀、细粒迁移、化学沉淀以及与其相关的非粘土矿物的不稳定变化,从而造成油气层损害和井壁坍塌,粘土矿物是油气层损害和井壁坍塌最重要的潜在因素。因此,粘土矿物的研究成果不仅在石油地质领域中具重大意义,而且是钻采工程设计方案的重要依据。目前,粘土矿物与油气层保护已经成为油气钻采领域中的重要研究课题,并且有广阔的发展前景。

我国石油系统的粘土矿物研究自60年代以来得到了不断发展,特别是70年代以来,随着现代测试仪器和技术的引入,各大油区研究院、所先后都建立了粘土矿物实验室,开展了有关粘土矿物多种课题的研究,其研究和应用领域不断扩大;粘土矿物研究密切结合石油勘探开发的生产实际,取得了显著成果。

近30年来,我们分析了30余个主要含油气盆地不同时代的7万余块粘土矿物样品及有关项目,积累了丰富的基础资料和研究成果,为全面系统地总结中国含油气盆地粘土矿物分布规律和应用研究奠定了坚实的基础。

关于粘土矿物的分析方法,已在《粘土矿物与粘土矿物分析》(赵杏媛等,1990)一书中作了详细介绍,本书不再重述。

本书共分十章,包括四个方面的内容:第一章叙述了中国含油气盆地粘土矿物类型及其矿物学特征;第二章综合归纳了中国含油气盆地粘土矿物分布模式及其主要控制因素;第三章至第八章分别对华北、华南、海域、东北、中部和西部六个大区各主要含油气盆地的粘土矿物进行了研究;第九和第十章综合讨论了粘土矿物在石油地质和油层保护中的应用。本书实际资料丰富,反映了国内外最新研究现状,具有很强的针对性和实用性,对于石油地质、钻采工程和从事

粘土科学等方面的工作者及有关院校师生都有较大的参考价值。

本书第一、二章由赵杏媛、张有瑜执笔；第三、四、五、八章由赵杏媛执笔；第六章由王行信、辛国强、赵杏媛共同执笔；第七章由赵杏媛、王经科执笔；第九章由张有瑜、辛国强、王行信共同执笔；第十章由王行信、张有瑜、辛国强共同执笔。全书最后修改和统编由赵杏媛、辛国强完成。

在编写过程中得到了陈洪起、张亚丽、陈丽华、许世宁、马杰、**罗兴思**、彭燕香、周国清、郭桂荣、魏宝和、何锦发等人的帮助。有关油田石油地质和油田开发工作者提供了一些样品或资料。同时，还得到建材总公司地质研究所高级工程师杨雅秀、地矿部矿床研究所研究员郑直和高级工程师吕达人、冶金部天津冶金研究院研究员刘长龄、中国科学院南京土壤研究所研究员许冀泉等粘土矿物学家的指导。石油大学郝石生教授为本书撰写了序，并给予了热情帮助和指导。在此一并表示感谢。

由于笔者水平有限，错误和缺点在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 中国含油气盆地粘土矿物的矿物学特征.....	(1)
第一节 高岭石—蛇纹石族.....	(1)
第二节 叶蜡石—滑石族.....	(7)
第三节 蒙皂石族.....	(9)
第四节 云母族.....	(15)
第五节 绿泥石族.....	(19)
第六节 间层粘土矿物.....	(24)
第七节 坡缕石族.....	(34)
第二章 中国含油气盆地粘土矿物分布模式及其控制因素.....	(36)
第一节 粘土矿物分布模式.....	(36)
第二节 粘土矿物分布的控制因素.....	(40)
第三章 华北地区粘土矿物.....	(50)
第一节 渤海湾盆地.....	(50)
第二节 华北盆地南部周口坳陷.....	(68)
第三节 南襄盆地.....	(76)
第四章 华南地区粘土矿物.....	(84)
第一节 苏北盆地.....	(84)
第二节 江汉盆地.....	(91)
第三节 三水盆地.....	(98)
第五章 海域地区粘土矿物.....	(102)
第一节 北部湾盆地.....	(102)
第二节 珠江口盆地.....	(109)
第三节 东海盆地.....	(114)
第四节 渤海盆地.....	(117)
第六章 东北地区粘土矿物.....	(122)
第一节 松辽盆地.....	(122)
第二节 海拉尔盆地.....	(133)
第三节 开鲁盆地.....	(139)
第四节 二连盆地.....	(143)
第七章 中部地区粘土矿物.....	(157)
第一节 鄂尔多斯盆地.....	(157)
第二节 河套盆地.....	(170)
第三节 巴彦浩特盆地.....	(176)
第四节 四川盆地.....	(181)
第八章 西部地区粘土矿物.....	(191)

第一节 柴达木盆地.....	(191)
第二节 准噶尔盆地.....	(196)
第三节 塔里木盆地.....	(201)
第四节 河西走廊地区.....	(214)
第五节 吐-哈盆地	(220)
第九章 粘土矿物研究在石油地质中的应用.....	(229)
第一节 粘土矿物与沉积环境.....	(229)
第二节 粘土矿物与地层划分及对比.....	(231)
第三节 粘土矿物与成岩作用及油气生成和运移.....	(238)
第四节 粘土矿物与储层物性.....	(247)
第十章 粘土矿物与地层损害.....	(255)
第一节 地层损害及其研究方法.....	(255)
第二节 粘土矿物对地层损害的潜在影响.....	(258)
第三节 油气勘探开发中储层粘土矿物及其影响.....	(273)
主要参考文献.....	(299)
图版说明及图版.....	(306)

第一章 中国含油气盆地粘土矿物的矿物学特征

粘土矿物是细粒含水层状构造的硅酸盐矿物。四面体与四面体片和八面体与八面体片是层状构造的基本单元,根据层状构造中的四面体片和八面体片的组合关系,可以把粘土矿物的层状构造分成两种基本层型即1:1层型和2:1层型。层与层之间存在着阳离子、水分子、羟基和水络合物,这些统称为层间物质。依据层电荷、层型和层间物质的种类,可划分出粘土矿物的族。每一粘土矿物族都有其相应的二八面体亚族和三八面体亚族。在亚族内,又可依据其化学成分划分出特定的种。

粘土矿物种类繁多,中国含油气盆地普遍和常见的有高岭石、二八面体蒙皂石(蒙脱石、贝得石)、伊利石、三八面体绿泥石、钠板石、柯绿泥石、伊利石/蒙皂石无序间层、伊利石/蒙皂石有序间层和三八面体绿泥石/蒙皂石不规则间层矿物。在个别地区和地层也可见到少数地开石、蛇纹石、叶蜡石、滑石、海绿石、三八面体蒙皂石(皂石)、二八面体绿泥石、二八面体绿泥石/蒙皂石不规则间层、羟硅铝石、滑间皂石和坡缕石等矿物。

第一节 高岭石—蛇纹石族

一、高岭石(Kaolinite, K)

高岭石是1:1层型二八面体粘土矿物,结构式为:



理想化学成分为: $\text{SiO}_2 = 46.54\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 = 39.50\%$ 、 $\text{H}_2\text{O} = 13.96\%$ (Weaver 等, 1973)。

1. X射线衍射特征

$7.15 \times 10^{-1}\text{nm}$ (001) 衍射峰、 $3.58 \times 10^{-1}\text{nm}$ (002) 衍射峰和 2θ 角分别位于 $18^\circ \sim 22^\circ$ 和 $34^\circ \sim 42^\circ$ 之间的三组衍射峰是高岭石的特征衍射峰(图1-1)。(001) 衍射峰的尖锐程度(常用该峰的半高宽表示)及以上三组衍射峰的数目和峰形反映高岭石的结晶有序度,图1-1a是高结晶有序度高岭石的X射线衍射谱图,图1-1b是低结晶有序度高岭石的X射线衍射谱图。中国含油气盆地的高岭石,产于砂岩之中的多为结晶有序度较高的高岭石,其X射线衍射谱图与图1-1a类似;产于泥岩之中的多为结晶有序度较低的高岭石,其X射线衍射谱图与图1-1b类似。

高岭石定向薄膜样品的X射线衍射谱图(图1-2)表明,在自然风干定向样品(N)谱图中,具有 $7.15 \times 10^{-1}\text{nm}$ 和 $3.58 \times 10^{-1}\text{nm}$ 特征衍射峰;用乙二醇饱和处理后(EG),高岭石特征衍射峰不发生变化;而在 550°C 加热2h后,高岭石结构被破坏,其衍射峰消失。

2. 差热分析特征

高岭石结构中只有结构水,不存在层间水和吸附水。高岭石差热曲线(图1-3)中 $540 \sim 600^\circ\text{C}$ 之间的强吸热谷是由脱羟基(OH)引起的,(OH)脱出后即形成一种无定形粉末状物质。 $950 \sim 1000^\circ\text{C}$ 之间的放热峰是由无定形粉末状物质发生重结晶形成 γ -氧化铝和莫来石而

引起的。差热分析可以用来研究高岭石的结晶有序度，无序高岭石由于没有长氢键的束缚，(OH) 容易脱出，因而吸热谷温度较低，一般低于 540℃，吸热谷宽散且强度较弱，随着有序度的增高，脱羟基温度逐渐增高，完全有序高岭石的脱羟基温度一般为 600℃，吸热谷尖而清晰。图 1-3 中高岭石的结晶有序度从 a 到 c 逐渐降低。

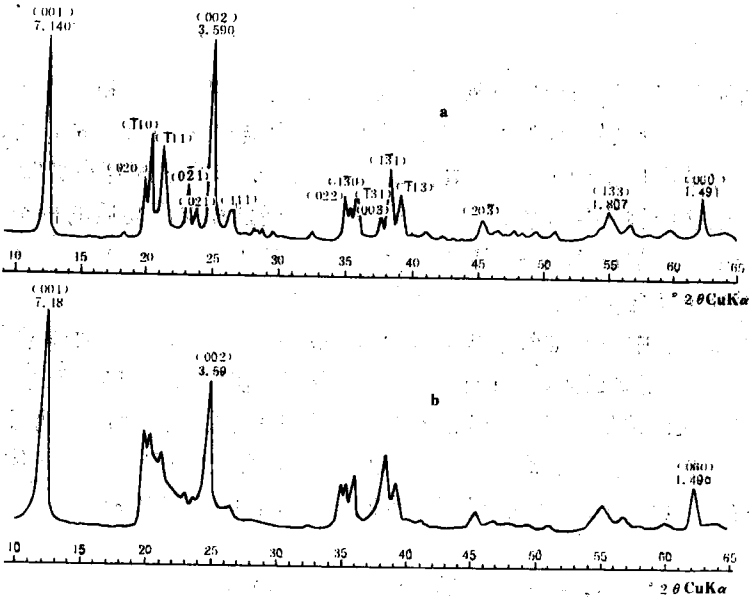


图 1-1 不同结晶有序度高岭石的非定向样品的 X 射线衍射谱图
a. 高结晶有序度高岭石（大港油田庄 7-16 井，Ng，砂岩）；b. 低结晶有序度高岭石（四川盆地相 37 井，2564.5m 铝矾土泥岩）

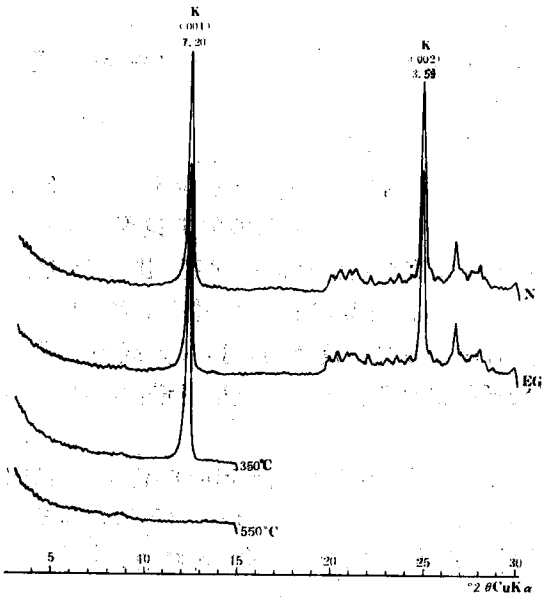


图 1-2 大港油田庄 7-16 井浅灰色油浸细砂岩(1944.11m,Ng)高岭石定向样品的 X 射线衍射谱图

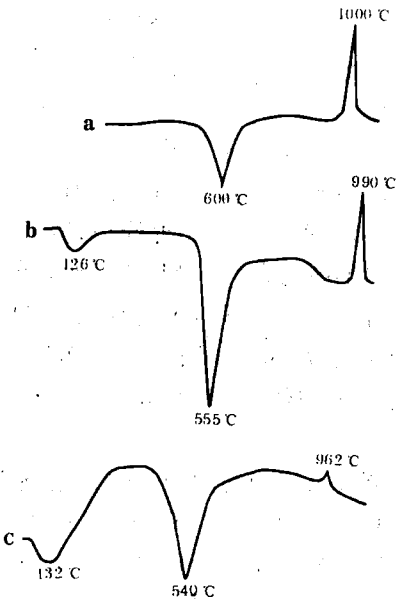


图1-3 不同结晶有序度高岭石的差热曲线
a. 同图 1-2；b. 长庆油田砂岩，J₁c. 四川盆地相 37 井，2564.5m 铝矾土泥岩

3. 红外光谱特征

图 1-4 和图 1-5 是高岭石的红外吸收光谱谱图, 3695cm^{-1} 、 3668cm^{-1} 、 3654cm^{-1} 和 3620cm^{-1} 4 个高频 (OH) 伸缩振动吸收峰为其特征吸收峰。高结晶有序度高岭石具有 3668cm^{-1} 吸收峰 (图 1-4a), 而低结晶有序度高岭石则不具有该吸收峰 (图 1-4b)。 3695cm^{-1} 附近的吸收峰是由八面体羟基面上的 (OH) 振动引起, 3668cm^{-1} 附近的吸收峰是由四面体和八面体结合面上的 (OH) 振动引起, 3620cm^{-1} 附近的吸收峰可能由于长氢键振动引起。 $900\sim 1000\text{cm}^{-1}$ 范围内的吸收带是由 Si-O 伸缩振动引起的, 该吸收带往往出现分裂清晰的五个吸收峰 (1100cm^{-1} 、 1035cm^{-1} 、 1013cm^{-1} 、 937cm^{-1} 和 920cm^{-1})。 $430\sim 470\text{cm}^{-1}$ 范围内的吸收峰是由 Si-O 弯曲振动引起的。

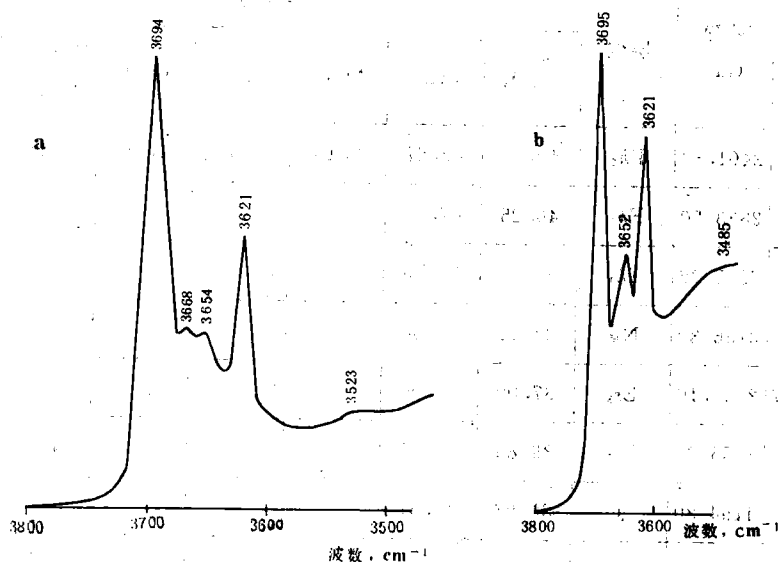


图 1-4 不同结晶有序度高岭石的红外光谱特征吸收峰

a. 同图 1-2; b. 四川盆地相 37 井, 2564.5m 铝矾土泥岩

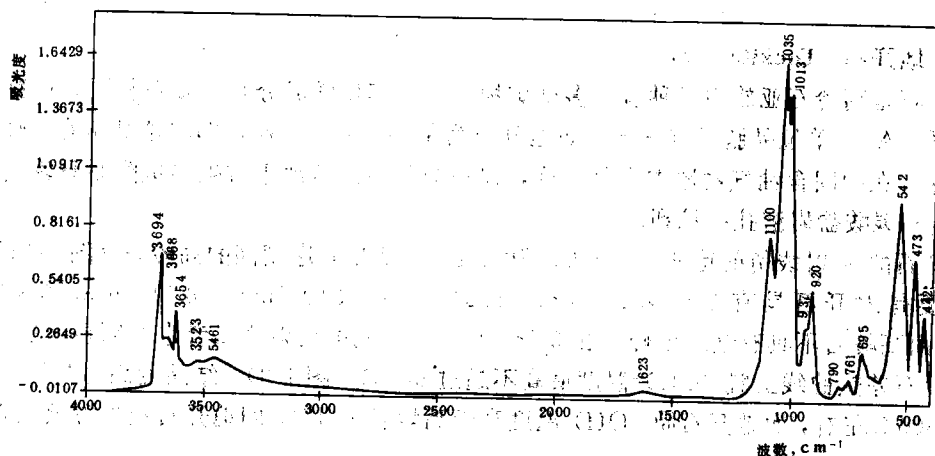


图 1-5 大港油田高岭石的红外光谱图

4. 形态特征

高岭石晶体一般为假六方板状，集合体多为书页状和蠕虫状（图版 1-1、1-2、1-3、1-4），偶尔也见到环状和扇状。

5. 化学成分特征

一般难以分离出很纯的高岭石样品，所以实际样品分析中往往因杂质较多而得不到准确的高岭石化学成分。采用能谱分析技术，测得含油气盆地中砂岩高岭石的化学成分基本接近于理想化学成分（表 1-1）。

表 1-1 砂岩高岭石化学成分能谱测定结果

油田 或 盆地	井号	井深 (m)	层位	化学成分 (%)						
				Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	K ₂ O	CaO	FeO+ Fe ₂ O ₃	H ₂ O
大港 油田	F ₄₀₋₂₀	2401.33	Ek ₂	40.69	48.67	0.15	0.35	0.20	1.96	
	小 11-6-2	2833.20	Ek ₁	40.25	47.30					
	官 49-4	1915.78	Ek ₁	40.17	50.06					
冀东 油田	高 63	2156.80	Ng	37.00	50.00					
	高 53-27	2956.10	Es ₃	37.00	49.00					
	庙 9	2086.27	Es ₃	39.86	47.47				0.84	
塔里 木盆 地	轮南 3	4294.80	J	36.96	46.57					
	塔中 1	3100.70	P	37.32	43.55					
	轮南 14	4641.80	T	40.65	50.02					
理想化学成分 (Weaver 等, 1973)				39.50	46.54					13.96

二、地开石 (Dickite, D)

地开石是高岭石亚族中三种有序多型矿物之一，其化学成分与高岭石相同，但高岭石属三斜晶系 (A)，单位晶胞只有一层，而地开石为单斜 (M) 二层，即单位晶胞在 *c* 轴方向是二层堆垛。在中国含油气盆地中十分少见，仅在鄂尔多斯盆地地下古生界奥陶系马家沟组第五段 (Om₅) 碳酸盐岩溶孔中见到。

地开石的 X 射线衍射特征（图 1-6a、表 1-2）与结晶有序度高的高岭石（图 1-1a）相比，差异主要是地开石具有 $3.96 \times 10^{-1} \text{nm}$ ($\bar{1}12$)、 $3.79 \times 10^{-1} \text{nm}$ (022) 和 $3.43 \times 10^{-1} \text{nm}$ ($\bar{1}13$)，而高岭石不具有这三个峰；在 $35^\circ \sim 40^\circ$ (2θ) 间的衍射峰二者也有明显差别。

高岭石差热曲线上脱 (OH) 温度最高不超过 600°C （图 1-3），结晶度高的高岭石吸热谷顶点在 600°C 左右，而地开石脱 (OH) 温度高于高岭石 100°C ，即地开石吸热谷顶点在 700°C 左右（图 1-6b）。

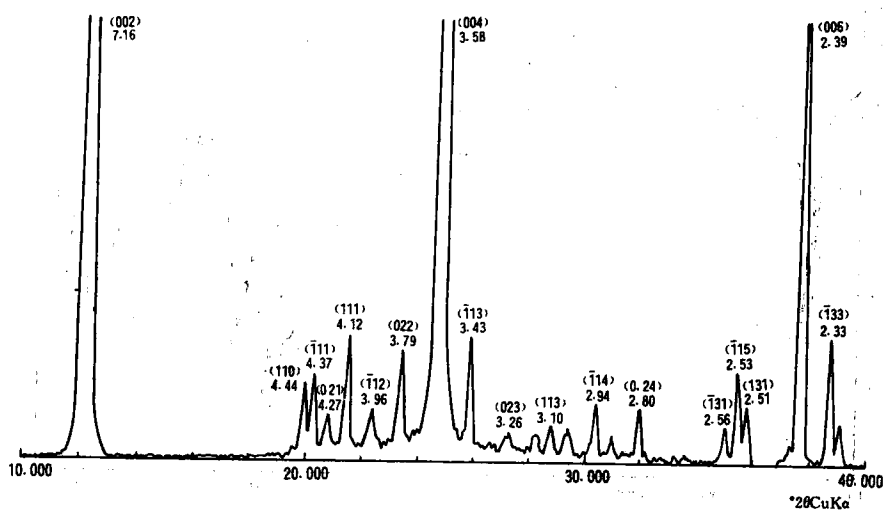


图 1-6a 鄂尔多斯盆地陕 24 井 (3328.92~3329.04m, O_m) 地开石 X 射线衍射谱图

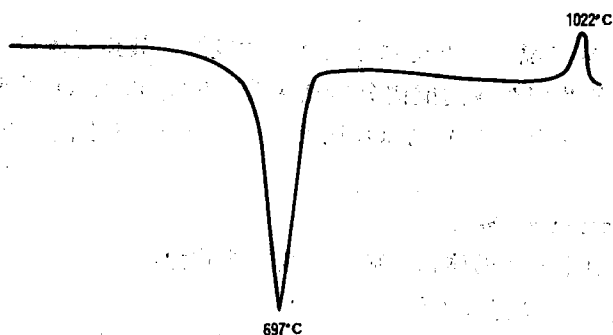


图 1-6b 地开石的差热曲线 (样品同图 1-6a)

表 1-2 地开石 X 射线衍射数据

d 值 (10^{-1}nm)	hkl	I/I_0	d 值 (10^{-1}nm)	hkl	I/I_0
7.16	002	93	3.26	023	5
4.44	110	9	3.10	113	6
4.37	$\bar{1}11$	11	2.94	$\bar{1}14$	5
4.27	021	9	2.80	024	7
4.12	111	16	2.56	$\bar{1}31$	5
3.96	$\bar{1}12$	6	2.53	$\bar{1}15$	7
3.79	022	17	2.51	131	6
3.58	004	100	2.39	006	25
3.43	$\bar{1}13$	11	2.33	($\bar{1}33$)	13

地开石红外光谱 (图 1-7) 与高岭石 (图 1-4、图 1-5) 也有明显不同, 地开石羟基振动吸收带的三个峰由高频到低频 ($3700\text{cm}^{-1} \rightarrow 3650\text{cm}^{-1} \rightarrow 3620\text{cm}^{-1}$) 依次加强, 高岭石主要有两个特征吸收峰 (3700cm^{-1} 和 3620cm^{-1}), 而且二者的 3700cm^{-1} 与 3620cm^{-1} 吸收峰的强度比也有明显区别。

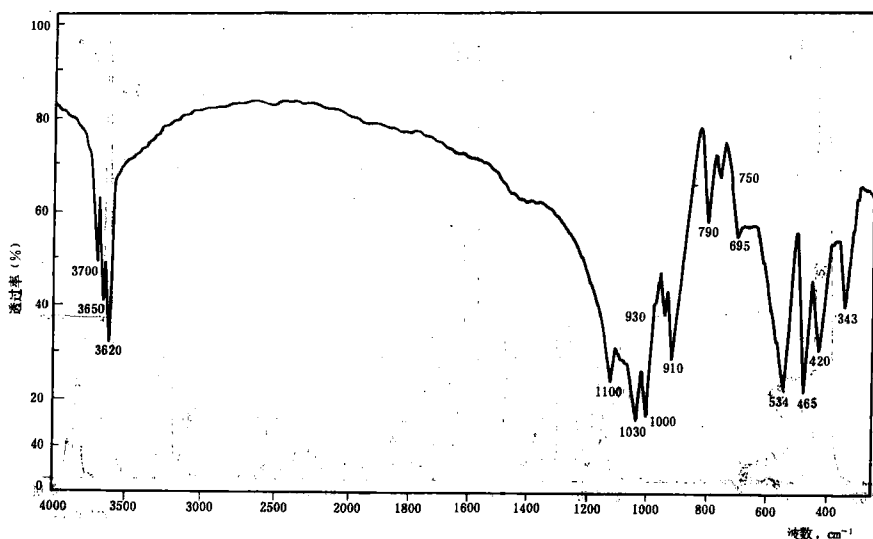
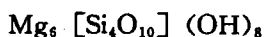


图 1-7 鄂尔多斯盆地陕 24 井 (3328.92~3329.04m, O_m) 地开石红外光谱图

马家沟组地开石扫描电镜下形态呈六方板状, 片较厚, 其集合体呈书状、放射状和散乱状 (图版 1-5、1-6)。与此相对应的能谱分析结果为: SiO_2 和 Al_2O_3 含量分别为 44.17%~45.62% 和 38.72%~39.91%, SiO_2/Al_2O_3 比值在 1.14~1.15 之间, 接近于理想成分比值 1.18。

三、蛇纹石 (Serpentine, Ser)

蛇纹石属于 1:1 层型三八面体粘土矿物, 其结构式为:



蛇纹石在中国含油气盆地中非常少见, 仅在二连盆地莎 5 井 1495.88~1500.44m 和哈 8 井 1676.1m 的古生界灰绿色蛇纹岩中见到。图 1-8、图 1-9 和图 1-10 分别是其 X 射线衍射谱图、差热曲线和红外光谱图。其化学成分 (%) 为: SiO_2 39.62、 Al_2O_3 1.46、 Fe_2O_3 5.01、 FeO 2.29、 MnO 0.11、 MgO 37.01、 CaO 0.08、 K_2O 0.16、 Na_2O 0.048、 TiO_2 0.03、 P_2O_5 0.042、 H_2O^+ 12.26、 H_2O 1.12、烧失量 13.51。综合以上分析资料表明, 该样品为纤蛇纹石 (Chrysotile, Chr)。

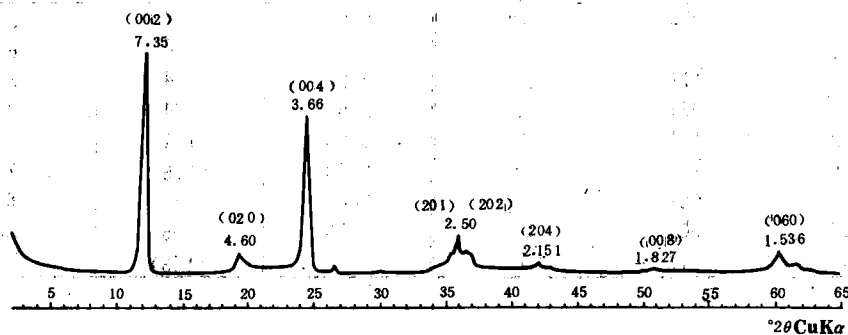


图 1-8 二连盆地莎 5 井 (1495.88~1500.44m, Pz, 灰绿色蛇纹岩)
蛇纹石非定向样品的 X 射线衍射谱图

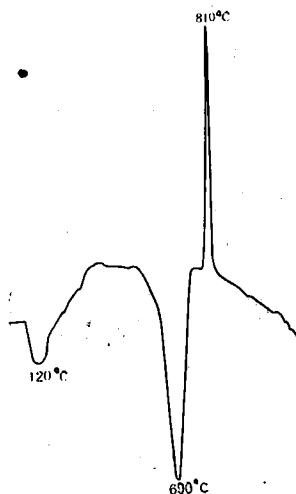


图 1-9 蛇纹石 (样品同图 1-8) 差热曲线

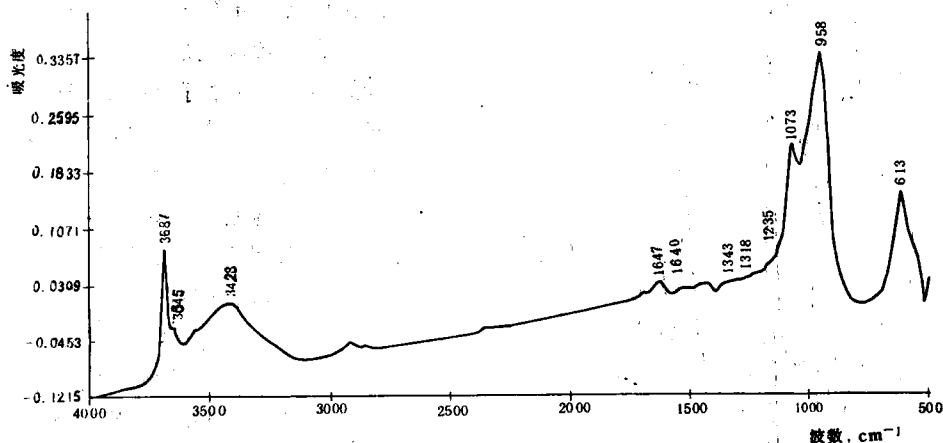
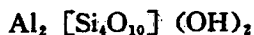


图 1-10 蛇纹石 (样品同图 1-8) 红外光谱图

第二节 叶蜡石—滑石族

一、叶蜡石 (Pyrophyllite, Py)

叶蜡石属 2:1 层型二八面体粘土矿物, 其结构式为:



叶蜡石在中国含油气盆地中很少见到, 仅在华北石炭—二叠系含煤地层少数样品中见到。图 1-11 是叶蜡石非定向样品的 X 射线衍射谱图, 图 1-12 是其定向样品的 X 射线衍射谱图。浙江云和热液叶蜡石矿床中叶蜡石非定向样品 X 射线衍射图 (图 1-11a) 表明, $9.21 \times 10^{-1} \text{nm}$ (002)、 $4.60 \times 10^{-1} \text{nm}$ (004)、 $3.07 \times 10^{-1} \text{nm}$ (006) 和 $1.492 \times 10^{-1} \text{nm}$ (060, $3\bar{3}\bar{2}$) 是其特

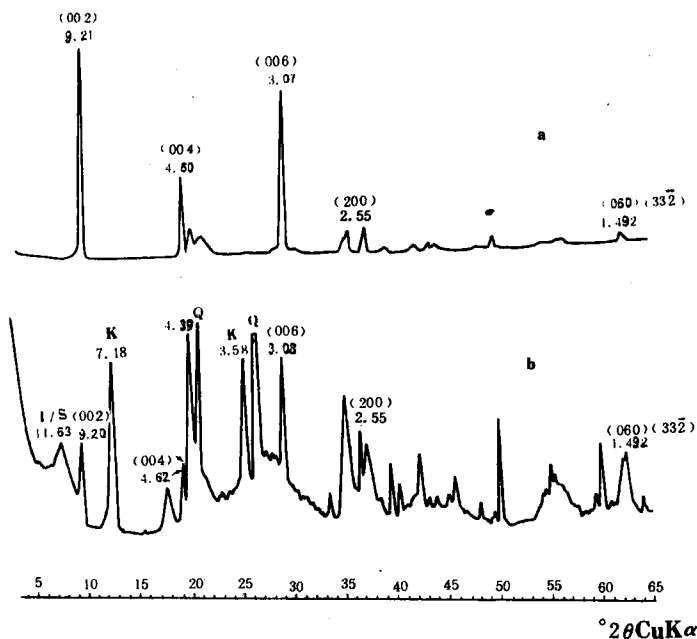


图 1-11 叶蜡石非定向样品的 X 射线衍射谱图

a. 浙江云和热液叶蜡石矿床中的叶蜡石；b. 华北盆地石炭—二叠系含煤地层中的叶蜡石

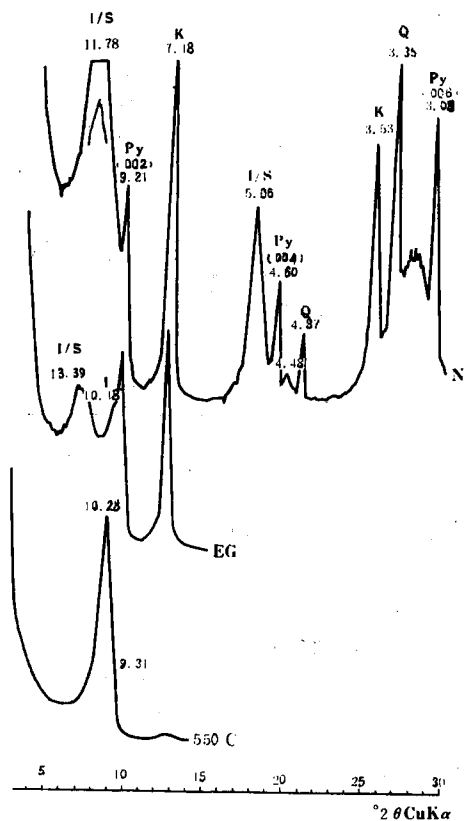


图 1-12 华北盆地石炭—二叠系含煤地层中叶蜡石定向样品的 X 射线衍射谱图

征衍射峰，与该图相比，显然，华北石炭—二叠系含煤地层样品（图 1-11b）中除叶蜡石外，还含有伊利石/蒙皂石有序间层（I/S）、高岭石（K）和石英（Q）等伴生矿物。

二、滑石（Talc, Ta）

滑石属于 2 : 1 层型三八面体粘土矿物，其理想结构式为：



滑石在我国含油气盆地中很少见到，仅在四川盆地下二叠统茅口组（ P_1m ）灰黑色泥质粉晶灰岩（夹泥岩）中见到。由 X 射线衍射分析结果（图 1-13、图 1-14、表 1-14）表明，滑石具有 $9.51 \times 10^{-1}\text{nm}$ (001)、 $4.72 \times 10^{-1}\text{nm}$ (002)、 $4.58 \times 10^{-1}\text{nm}$ (020)、 $3.14 \times 10^{-1}\text{nm}$ (003) 和 $1.530 \times 10^{-1}\text{nm}$ (060) 等特征衍射峰。样品经乙二醇饱和（EG）及加热处理（550℃，2h）后，滑石衍射特征基本未发生变化。从 X 射线分析还可看出，该样品除滑石外，还有滑石与三八面体蒙皂石 1 : 1 规则间层（滑间皂石）存在。