

中国盐湖 粘土矿物研究

徐昶 著

科学出版社



中国科学院科学出版基金资助项目

中国盐湖粘土矿物研究

徐 昶 著

科学出版社

1993

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是我国盐湖粘土矿物研究方面的第一部专著。书中论述了我国盐湖粘土矿物的类型、含盐量和分布,盐湖粘土的化学特征,盐湖粘土矿物成因,盐湖粘土矿物的地质意义等。可供矿物学、沉积学和地球化学等工作者参考。

中国盐湖粘土矿物研究

徐 炯 著

责任编辑:胡晓春

科学出版社出版

北京宣武城根北街 16 号

邮政编码:100707

地质科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993 年 3 月第 1 次印刷

1993 年 3 月第一次印刷

印数:1—800

开本:787×1092 1/16

印张:13 1/2 插页:2

字数:308 000

ISBN 7-03-003092-3/P·612

定价:11.20 元

前 言

我国盐湖主要分布在青海、西藏、内蒙古和新疆等省区,以数量多、面积和储量、资源富、类型全而著称于世。随着国民经济的发展,对盐湖资源的开发和利用已被逐步提到日程上来。在我国盐湖地质研究工作中,盐湖粘土矿物工作起步较晚。作者自1972年以来,在承担一系列重大课题的同时,先后对青海、西藏、内蒙古和新疆等省区约70个湖区沉积物中的粘土矿物进行了较系统的研究,同时,对盐湖地区某些咸水湖沉积物也做了一些粘土矿物分析,某些研究结果已在一些学术期刊和盐湖专著中零星报道过。为了使这些零碎的资料系统化,便于同行们参考,特编写成册。

本书包括我国盐湖粘土矿物类型、含量和分布,盐湖粘土的化学特征,盐湖粘土矿物成因和粘土矿物在盐湖形成演化过程中的地质意义等,以及与国外某些盐湖粘土矿物资料的初步对比。本书实际资料较丰富,是我国盐湖粘土矿物方面的第一本专著,但是,由于研究粘土矿物的盐湖数量还不多,涉及到的其中一些盐湖的研究深度还不够,特别由于作者业务水平有限,书中定会有不少欠妥或错误之处,恳请读者批评指正。

本书盐湖粘土矿物资料的积累是许多同志共同努力的结果。首先,作者所做的盐湖粘土矿物原样,绝大部分是我所¹⁾历次盐湖野外考察中采集的,许多同志先后参加野外打钻、钻孔地质编录和采样。同时,书中也收集和引用了其它单位和同志的少量资料。第二,在盐湖粘土矿物室内研究工作中,高章洪、蔡碧琴、吴俐俐、鄧桂芬和胡金泉等同志先后参加了青海和西藏盐湖部分样品的粘土分离工作,杨波和董继和同志完成部分粘土样的X射线粉晶衍射工作,许开芬、刘福敏和张晓凤等同志完成粘土样的红外光谱测定,罗瑞鹿同志完成粘土样的差热分析,林乐枝、邵明显、单兰娣、钮永宁、吕亚萍和王克俊等同志完成粘土样的化学分析,王华安和孙长敏同志完成粘土样的微量元素光谱测定,祁永唐同志完成粘土样的穆斯堡尔谱测定。此外,在粘土矿物鉴定方面,曾得到中国科学院南京地质古生物研究所何锦文同志的协助。第三,作者在盐湖粘土矿物研究工作中,先后得到本所张彭熹、陈克造、郑喜玉和于昇松等先生的关怀和支持。本书编写过程中,得到本所王政存高级工程师和杜祥芝高级工程师的指导和帮助。本书初稿承蒙中国科学院南京土壤研究所许冀泉研究员和中国科学院青海盐湖研究所郑喜玉研究员详为审阅,并提出了大量的修改意见。本书图件由胡金泉和刘建华同志清绘。作者在此一并表示诚挚的感谢。

1) 中国科学院青海盐湖研究所。

目 录

前言.....	i
第一章 概述.....	1
第一节 我国盐湖概况.....	1
第二节 粘土矿物及其研究方法.....	11
第三节 我国盐湖粘土矿物研究概况.....	26
第四节 盐湖沉积物分布及粘土产状.....	24
第五节 盐湖碎屑沉积物粒度组成及粘土含量.....	29
第二章 各地区盐湖沉积物中的粘土矿物.....	33
第一节 内蒙古盐湖粘土矿物.....	33
第二节 西藏盐湖粘土矿物.....	50
第三节 青海盐湖粘土矿物.....	63
第四节 新疆盐湖粘土矿物.....	115
第五节 盐湖地区咸水湖和土壤中的粘土矿物.....	133
第三章 我国盐湖粘土矿物的基本特征.....	169
第一节 粘土的含量和分布.....	169
第二节 粘土矿物的类型和分布.....	171
第三节 粘土的化学特征.....	172
第四节 粘土矿物成因.....	174
第五节 控制因素.....	175
第四章 盐湖粘土资料与资源环境关系讨论.....	177
第一节 盐湖粘土资料与沉积环境.....	177
第二节 盐湖粘土资料与成矿元素.....	186
第五章 中国与澳大利亚盐湖粘土矿物资料对比.....	182
第一节 澳大利亚某些盐湖粘土矿物.....	182
第二节 中澳盐湖粘土矿物资料对比.....	187
结语.....	189
参考文献.....	192
附表 1 各湖沉积物粒度成分	194
附表 2 粘土化学成分总表	200
附表 3 盐湖粘土微量元素光谱分析结果	206

第一章 概 述

第一节 我国盐湖概况

我国的盐湖大致分布在大兴安岭、吕梁山一线以西，延安、兰州、玉树至拉萨一线以北，即我国内陆湖盆主要分布地区的青海、西藏、新疆和内蒙古高原。盐湖分布概况如图 1-1 所示。

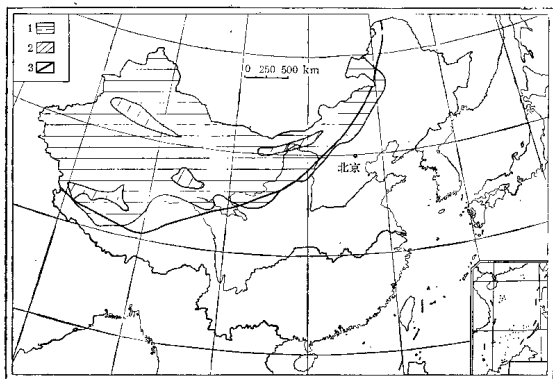


图 1-1 我国盐湖分布示意图(徐昶, 1988)

1. 盐湖分布区 2. 盐湖粘土矿物工作区 3. 干旱与湿润气候带分界线

我国盐湖以“多、大、富、全”而著称。所谓多，就是盐湖数量多。我国究竟有多少个盐湖？由于盐湖划分的标准(指卤水矿化度多少)不一，所统计的面积界限和资料来源不同等因素，不同文献中盐湖数量相差较大。王方强等(1983)统计为 316 个盐湖，但根据中国科学院青海盐湖研究所有关资料，青海、西藏、内蒙古和新疆 4 个省区就计约 700 个盐湖。总之，我国是世界上多盐湖的国家之一。所谓大，是指盐湖面积和盐类矿产的储量而言。例如，柴达木盆地中部的察尔汗盐湖，总面积约 5 800 km²，盐层厚度一般为 40 m，盐类储量达数百亿吨。所谓富，指盐湖中蕴藏着多种资源。固相矿床中有石盐、芒硝、天然碱、石膏、光卤石、水氯镁石和硼酸盐等；液相矿床中含有钾、钠、钙、镁、硼、锂、溴、碘、铷、铯、锶、钍

和重水等。所谓全,是指盐湖类型而言。碳酸盐型、硫酸盐型和氯化物型盐湖均有。

现将4个主要省区的盐湖概况分别介绍如下。

一、内蒙古盐湖概况

该自治区面积 1km^2 以上的盐湖有 370 多个,占湖泊总面积的 28.55%。以碱湖为特征,是我国苏打、天然碱资源的主要产地。根据地质构造和自然地理环境,内蒙古高原可划分为呼伦贝尔高原、锡林郭勒高原、鄂尔多斯高原和阿拉善高原4个盐湖分布区,各区盐湖主要特征见表 1-1。湖水面积大于 5km^2 的盐湖约 60 个,这些盐湖的基本概况见表 1-2。我们仅对其中 5 个盐湖的沉积物进行了粘土矿物研究。

表 1-1 内蒙古盐湖区主要特征

盐湖分区	I	II	III	IV
	呼伦贝尔盐湖区	锡林郭勒盐湖区	鄂尔多斯盐湖区	阿拉善盐湖区
构造单元	大兴安岭-蒙古海西晚期褶皱带		鄂尔多斯台向斜	阿拉善台块
地理环境	半干旱草原区	干旱沙漠草原区		干旱沙漠区
新构造运动形态	不均匀上升或下降		大面积隆起	
湖盆形成作用	河谷侵蚀洼地	断陷或拗陷盆地	河谷侵蚀及风蚀洼地	新陷盆地风蚀洼地
湖盆形成时代	第四纪末	第三纪末—第四纪初	第四纪末	第三纪末—第四纪初
干燥系数	0.11	0.11—0.13	0.06—0.13	0.02—0.06
区域潜水类型	$\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型	$\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型为主, 局部为 $\text{SO}_4\text{-Na}$ 型	东部为 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型 西部为 $\text{SO}_4\text{-Na}$ 型	$\text{SO}_4\text{-Na}$ 型
盐湖类型	硫酸盐型>碳酸盐型		硫酸盐型>硫酸盐型 >氯化物型	硫酸盐型>氯化物型

据郑喜玉, 1983。

表 1-2 内蒙古主要盐湖概况

地区	湖名	地理坐标		湖面高程 (m)	湖水面积 (km^2)	水深 (m)	pH	总盐量 (g/l)	湖泊水化学类型	盐类沉积物
		东经	北纬							
呼 伦 贝 尔 高 原	库布齐湖	119°14'	49°18'	600.00	18.00					
	阿尔善查干诺尔	116°37'	48°10'	501.60	7.60					
	查干诺尔	117°28'	48°05'	508.00	8.70					
	火布逊湖	119°05'	48°13'	706.60	17.50				硫酸盐型	芒硝, 石膏
	大翁泉	123°08'	46°54'	150.00	5.00					
	碱池子	127°57'	46°18'	135.30	8.70				硫酸盐型	碱, 硝
	哈达池子	127°56'	46°17'	150.00	10.00					
	图牧吉池子	123°05'	46°16'	138.10	13.20					
	洋沙池	123°15'	46°07'	140.00	25.10					
	巴彦查干诺尔	118°43'	48°24'	666.00	7.50					
锡 林 郭 勒 高 原	白音陶力木湖	117°05'	48°30'		11.05			144.71	硫酸盐型	芒硝
	十三泡	123°13'	44°30'	143.00	9.00					
	四十六泡子	123°21'	44°24'	150.00	7.00					

续表

地区	湖 名	地理坐标		湖面高 程 (m)	湖水面积 (km ²)	水深 (m)	pH	总盐量 (g/L)	湖泊水化 学类型	盐类沉积物
		东经	北纬							
锡 林 郭 勒 盟	准沙巴尔	118°33'	46°38'	830.00	6.10	0.1—0.3	7.56	333.78	硫酸镁亚型	石盐,芒硝
	绍尔内诺尔	118°17'	45°44'	836.00	7.30					
	额仁诺尔	118°00'	45°14'	840.00	6.00					
	额吉淖尔*	116°30'	45°14'	830.10	19.50					
	柴达木诺尔	117°34'	44°56'	917.30	7.50	7.34	351.18	硫酸镁亚型	芒硝,石盐	
	查干诺尔	116°13'	44°34'	904.00	5.40					
	巴彦诺尔	115°36'	43°56'	1046.10	8.10					
	二连诺尔	112°03'	43°44'	900.00	8.75					
	阿尔善戈壁	114°02'	43°17'	983.80	15.00	9.77	415.8	碳酸盐型	天然碱	
	浩勒图音诺尔	115°41'	42°56'	1267.00	11.50					
	查干淖尔	115°30'	42°44'	1280.00	9.50			碳酸盐型	天然碱	
	沙图格诺尔	114°53'	42°48'	1180.00	7.50					
	东乌兰诺尔	115°06'	41°44'	1360.00	6.10	10.67	130.6	硫酸盐型	天然碱	
	黑沙土淖尔	115°15'	41°00'	1380.00	7.80					
	察汗淖	113°54'	41°27'	1274.10	40.75					
	碱海子	113°29'	41°30'	1345.00	11.34					
鄂 尔 多 斯 高 原	东岸海	113°15'	41°31'	1405.00	7.80	9.48	329.6	碳酸盐型	芒硝,石盐	
	哈尔淖尔	109°52'	41°21'	1102.90	6.70					
	腾格乐诺尔	110°41'	42°26'	1079.60	28.62			碳酸盐型	天然碱	
	查干诺尔*	112°54'	43°16'	920.00	21.00					
	查哈诺尔呼吉尔诺尔	113°09'	43°22'	940.00	30.00			9.09	344.82	同上
	盐海子	108°27'	40°08'	1177.00	18.00					
	昌汗淖	108°19'	40°00'	1198.00	11.00	同上	天然碱,苏打			
	大科保	108°40'	39°26'	1343.00	6.00					
	察汗淖*	108°04'	39°14'	1344.00	6.50	10.82	413.94	同上	天然碱,苏打	
	合同察汗淖	109°00'	39°12'	1268.00	22.00					
	西察汗淖	107°30'	39°00'	1181.00	7.80			碳酸盐型	天然碱	
	奥摆淖	108°49'	38°55'	1305.00	7.00					
	好勒根计淖	108°31'	38°44'	1335.00	5.50	6.2	353.11	硫酸镁亚型	石盐,芒硝	
	北大池	107°26'	37°58'	1292.00	20.30					
	兰尼池	107°25'	37°35'	5.00	5.00			硫酸盐型	石盐	
	惠安堡湖	106°57'	37°35'	8.00	8.00					
阿 拉 善 高 原	西屋延海	100°44'	42°26'	900.00	260.00	6.9	323.83	同上	石盐,芒硝	
	中泉子	102°45'	39°20'	20.00	20.00			同上	芒硝,石盐	
	青德门放包淖	105°51'	40°41'	1304.00	5.50					
	果红果不隆芒硝湖	105°49'	39°50'	1030.00	14.00	7.32	331.51	硫酸盐型	芒硝	
	吉兰泰盐湖*	105°42'	39°45'	1023.80	120.00			硫酸镁亚型	石盐,芒硝	
	大海子	104°04'	39°37'	1247.00	16.00					
	雅布敦湖*	102°50'	39°23'	1230.00	15.61			硫酸镁亚型	石盐,芒硝	
	鸡龙同古湖池	104°54'	39°28'	1151.00	47.50	331.51	硫酸盐型	石盐		
	和屯盐池	105°01'	39°22'	1162.00	10.00					
	白碱湖	104°08'	39°06'	1285.00	42.00			硫酸盐型	石盐	
	长湖	104°04'	38°50'	1318.00	12.25					
	霍隆托湖	104°11'	38°47'	1319.00	16.50	331.51	硫酸盐型	石盐,芒硝		
	爱麦扎克湖	104°20'	38°39'	1314.00	18.00					
	查汗池	104°40'	38°24'	1313.00	5.80			同上	石盐	
	黑盐湖	104°42'	38°18'	1316.00	5.00					
	古尔乃湖	100°55'	40°28'	42.00	42.00	331.51	碳酸盐型	天然碱		

注: 资料引自张明刚、郑克玉, 1984, 内蒙古高原湖泊类型一览表。

* 进行过粘土矿物研究的盐湖。

二、西藏盐湖概况

该自治区盐湖有 170 多个, 主要分布在藏北高原(冈底斯山—念青唐古拉山以北, 昆仑山—唐古拉山以南的广大地区), 尤其是班公错—尼玛—怒江断裂带附近, 盐湖更是密集成群。该地区盐湖中, 蕴藏着大量的石盐、芒硝和硼酸盐等具有工业价值的固体盐类; 卤水中含有丰富的钾、镁、硼、锂、铷和铯等元素。该地区主要盐湖的基本概况见表 1-3。对其中 24 个盐湖的沉积物进行了粘土矿物初步研究, 这里包括他人的部分资料。此外, 对该地区 11 个咸水湖的沉积物中的粘土矿物亦进行过一定的研究。

表 1-3 西藏主要盐湖概况

湖 名	地理坐标		面积 (km ²)	水深 (m)	海拔高程 (m)	主要盐类沉积
	东经	北纬				
扎西茶卡	80°10'	33°34'	5.5	0.20		芒硝
噶尔昆沙*	79°55'	32°20'	0.52			石盐, 芒硝, 硼砂, 钠硼解石
龙木清	80°30'	34°37'	97	1.0	5 002	芒硝
台错	80°07'	33°07'	8	0.20	4 504	石盐
热那错	80°34'	33°02'	27	0.30	4 324	
阿错错*	81°44'	32°46'	55	1.20	4 427	碳酸盐
玛尼错	81°24'	32°39'	3	0.30	4 480	芒硝
扎西茶卡 I*	82°31'	32°33'	35.25	0.15	4 400	石盐, 芒硝, 硼酸盐, 水菱铁矿
扎西茶卡 II*	82°23'	32°35'	60	1.20	4 400	石盐, 芒硝, 硼酸盐, 水菱铁矿
扎西茶卡 III*	82°15'	32°35'	35	0.15	4 400	石盐, 芒硝, 硼酸盐
别若则错*	82°55'	32°25'	40	0.80	4 512	芒硝
夏尔错	82°42'	32°17'	33	0.50	4 604	芒硝, 硫酸盐
仓木错	83°30'	32°10'	101		4 370	硼酸盐
茶拉卡*	82°23'	31°40'	10	0.50	4 650	芒硝, 硼砂
昂拉仁错 I	83°00'	31°35'	10		4 689	
扎布耶茶卡*	84°00'	31°35'	250	2.00	4 886	石盐, 芒硝, 硫酸盐
布尔嘎错	84°22'	33°40'	12		4 608	
戈木错	85°49'	33°40'	76		4 668	石盐, 芒硝
才玛尔错	84°35'	33°33'	32		4 580	石盐, 芒硝
查波错*	84°12'	33°12'	32		4 505	石盐
拉果错	84°05'	32°02'	86		4 490	钠硼解石
洞错*	84°44'	32°10'	84	1.50	4 416	石盐, 芒硝
达瓦错*	84°58'	31°17'	111		4 636	芒硝
嘎仁错*	84°58'	30°47'	90		4 850	
马尔盖茶卡	86°45'	35°07'	80	0.30	4 785	石盐
错尼东错*	87°15'	34°34'		58.7	4 902	
确且错*	87°30'	34°20'	36.3	0.40	4 867	石盐
玛尔果茶卡*	87°00'	33°50'	80	0.05	4 830	石盐, 芒硝
康加茶卡	86°58'	33°33'	10	0.20	4 766	石盐
冈塘错	86°40'	33°12'	11	3.60	4 866	石盐
肖茶卡*	87°46'	33°05'	14	0.40		石盐
坎布茶卡*	86°45'	33°00'	100	1.50	4 557	石盐, 芒硝
当穷错	86°45'	31°34'	51		4 475	
孔孔茶卡*	88°06'	33°10'	36		4 775	石盐

续表

湖 名	地理坐标		面积 (km ²)	水深 (m)	海拔高程 (m)	主要盐类沉积
	东经	北纬				
才多兴卡	89°09'	33°10'	43.5		4 822	石盐
朋彦错	88°12'	32°54'	51		4 722	石盐, 湖酸盐
毕洛错	88°51'	32°54'	24		4 820	
鄂超错	89°28'	32°54'	5		4 913	
昂达尔错	89°35'	32°42'	45	0.94	4 863	石盐
诺尔玛错	88°03'	32°22'	57		4 695	
其香错	89°55'	32°27'	165	3.9	4 460	
赞宗错	89°36'	32°15'	8		4 520	石盐
崩则错*	88°40'	32°08'	1	0.05	4 528	石盐, 湖酸盐
郭加林*	88°42'	32°00'	80	0.20		芒硝, 泥砂
班戈错 I	89°40'	31°45'		-0.50	4 522	芒硝
班戈错 II*	89°30'	31°45'	140		4 523	芒硝, 泥砂
班戈错 III*	89°30'	31°42'		0.30	4 522	芒硝, 水菱铁矿
雅个冬错	89°01'	31°35'	8		4 539	芒硝, 泥砂
仁错纳玛	89°50'	31°35'	56		4 648	
南让错	89°04'	33°04'	26		4 840	石盐
阿木错	88°43'	33°27'	32		4 970	芒硝
北雷错	88°26'	32°54'	20		4 813	
普嘛错	89°33'	31°06'	30		4 783	
宁错	85°40'	33°15'	9			
雅根错	89°48'	33°00'	108		4 865	
噶尔雅沙错	80°05'	31°50'				泥砂
错敏龙错	85°23'	29°11'	28			
结则茶卡	80°56'	33°57'	104		4 524	石盐
昂拉仁错	83°10'	31°35'	560		4 689	
徐果错	90°24'	31°47'	22	0.30	4 597	石盐
散得木错	82°05'	32°55'	12		4 565	
泽错	79°45'	34°10'	115		4 963	
邦达错	81°32'	34°58'	103		4 902	
民卓茶卡	81°24'	33°12'	6		4 470	石盐
普尔错	81°59'	35°50'	41		5 045	
清微湖	81°40'	34°30'	57		5 103	
纳隆湖	81°58'	34°27'	62		5 045	
埃永错	80°32'	33°21'	22	0.40	4 292	芒硝
芒错	80°28'	34°30'	11.5			石盐, 芒硝
碱水湖	83°08'	35°18'	37		4 886	
普让茶卡	82°30'	33°05'	35		4 400	石盐
走狗由茶卡	85°05'	33°07'	7		4 755	石盐
嘎尔孔茶卡	86°30'	33°58'	48		4 907	
达玛致让错	86°01'	30°58'	48		4 624	
江尼茶卡	86°53'	35°04'	35		4 784	
纳克茶卡	87°42'	34°25'	28			
热觉茶卡	86°50'	33°41'	19		4 751	石盐
角木茶卡	87°13'	33°18'	12		4 749	石盐, 芒硝
雅玛茶卡	87°56'	33°12'	7		4 831	
虾别错	87°16'	32°13'	15			

续表

湖 名	地理坐标		面积 (km ²)	水深 (m)	海拔高程 (m)	主要盐类沉积
	东经	北纬				
姆错丙尼 I	86°14'	30°40'	84		4 692	
姆错丙尼 II	86°20'	30°36'	60		4 692	
常木错	80°20'	33°30'	8		4 280	
独立石湖	81°54'	34°44'	72		5 031	
拉木错	82°04'	33°05'	13		4 419	
黑石北湖	82°45'	35°34'	88		5 048	
纳尾错	82°12'	32°50'	46		4 381	
纳盆北湖	81°05'	32°55'	16		4 402	
拜罗布错	83°10'	35°00'	122		4 958	
三岛湖	83°53'	34°44'	18		4 916	
玉环湖	83°55'	34°47'	10		4 916	
万泉湖	83°49'	34°15'	26		4 882	
小盆湖	82°34'	34°24'	5		5 095	
拉布错	83°49'	32°58'	10		4 561	
心湖	84°15'	34°24'	25		4 806	
桃形湖	84°01'	33°53'	5		4 720	
冈玛错	84°20'	33°50'	13		4 700	
多玛错	84°28'	32°58'	13		4 690	
香桃湖	84°59'	34°08'	6		4 901	
拉则错	85°04'	34°17'	9		4 870	
鲁玛扎错	85°22'	33°01'	8		4 746	
牧狮错	87°01'	32°44'	5		4 821	
夏碱湖	82°46'	34°09'	8		4 977	
长余湖	82°58'	33°57'	16		4 941	
鸭盖湖	83°20'	33°58'	5		4 890	
鸭子湖	87°04'	35°03'	5		4 784	
亚克错	87°12'	34°42'	16		4 905	石盐
盘民错	81°25'	33°57'	12		4 813	
盐碱湖	86°30'	32°43'	5		4 708	石盐
西雀尔茶卡	89°28'	33°13'	6		4 920	
果根错	89°11'	32°24'	27		4 659	
仁奇休布错	83°29'	31°18'	113		4 400	
比嘎错	89°35'	30°59'	8		4 652	
令戈错	88°36'	33°51'	89		5 051	
郭扎错	80°01'	35°01'	244		5 080	
物玛错*	83°14'	32°30'	2	0.50		芒硝
桐桃湖	85°07'	35°01'	15		4 950	
朝阳湖	87°15'	35°17'	21		4 750	
达尔沃错	88°43'	33°33'	33		4 970	
日干错	86°15'	32°35'	40		4 666	
披孔错	86°07'	30°28'	25		4 663	
许如错	86°26'	30°20'	240		4 714	
雀尔茶卡	89°31'	33°13'	8			
多尔索湖错	89°50'	33°24'	350		4 749	
奎下错	87°54'	31°51'	5			
达则错*	87°30'	31°55'	252	31.7	4 401	芒硝

注: 据郑袁玉等, 1988。

* 进行过粘土矿物研究的盐湖。

表 1-4 青海主要盐湖概况

湖 名	地理坐标		湖面高程 (m)	湖水面积 (km ²)	水深 (m)	pH	总盐量 (g/L)	湖泊水化学 类 型	盐类沉积物
	东 经	北 纬							
朵斯爷盐湖*	90°42'—90°53'	38°03'—38°11'	2853.7	103	0.65	7.56	333.278	硫酸镁亚型	石膏
大跃进	91°25'—91°55'	28°28'—38°32'	2723.97	500 (干)		7.57	341.026	硫酸镁亚型	石膏, 光卤石, 泻利盐
昆特依湖*	92°45'—93°25'	38°24'—39°20'	2740.17	11	0.15	6.20	318.961	氯化物型	石膏, 泻利盐
纳来马海湖	94°19'	38°14'	2683	268(干)		7.40	355.155	硫酸镁亚型	石膏
一里坪盐湖	92°03'—93°00'	37°51'—38°04'	2678.17	82	0.30	7.32	327.243	硫酸镁亚型	石膏
西台吉乃尔湖	93°16'—93°19'	37°39'—37°47'	2681.37	116	0.60	7.75	336.328	硫酸镁亚型	石膏
东台吉乃尔湖*	93°49'—94°01'	37°24'—37°36'	2677—2680	585(干)		7.00	311.464	硫酸镁亚型—氯化物型	石膏
察尔汗盐湖*	93°43'—96°15'	36°37'—37°13'	2675.57	69—85	0.38—0.48	7.10	332.247	硫酸镁亚型	石膏
涩麻湖	94°15'—94°21'	37°00'—37°07'	2676.57	7.38	0.18	7.00	362.885	硫酸镁亚型	石膏, 光卤石
大湖盐湖	94°39'	37°02'	2676.37	6.25	0.06	6.20	386.922	硫酸镁亚型	石膏, 光卤石
小湖盐湖	94°30'	37°16'	2690.3	7.2	0.02—0.15		513.02	氯化物型	石膏, 光卤石, 水氯镁石
东晓湖	94°55'—95°18'	36°50'—37°06'	2675.57	184—334	0.39—1.02	4.90	472.893	硫酸镁亚型	石膏, 光卤石
达布逊湖	94°45'	37°06'	2675	30	0.30				石膏
西达布逊湖	95°39'	37°00'	2691	17	0.10	5.50	358.498	氯化物型	石膏, 水氯镁石
协作湖	95°21'	36°48'				5.40	425.266	硫酸镁亚型	石膏
阳塔湖	95°41'	36°44'	2675.57	90.44	0.32		306.77	氯化物型	石膏, 水氯镁石
北霍布逊湖	95°41'	36°50'—36°58'	2675.57	33.41	0.29		312.53	氯化物型	石膏, 水氯镁石
南霍布逊湖	95°13'	37°50'	3148.1	36	0.34	7.94	274.504	硫酸镁亚型	石膏, 泻利盐, 芒硝
大柴旦湖*	95°30'	37°29'	3172	35.91	0.26	7.80	339.074	硫酸镁亚型	石膏, 泻利盐, 芒硝
小柴旦湖*	97°33'	37°08'	2851.2	37.4	8—13	8.28	90.587	硫酸镁亚型	
尕斯库勒湖	98°00'	37°01'		18		6.85	324.135	硫酸镁亚型	
柯柯盐湖	97°58'—98°30'	36°50'—37°06'	3010	3.5(90)	0.18	6.75	326.383	硫酸镁亚型	石膏, 芒硝
茶卡盐湖	99°02'—99°12'	36°38'—36°45'	3059	104	0.20	6.80	322.864	硫酸镁亚型	石膏
希里沟湖	98°27'	36°50'	2938	19.5	0.50	7.62	261.323	硫酸镁亚型	石膏
哈拉汗盐湖	97°54'	35°03'		9		7.90	381.993	硫酸镁亚型	

注: 资料引自唐福、郑晋玉, 1981, 青海湖周围湖泊类型一覽表。
* 进行过粘土矿物研究的盐湖。

三、青海盐湖概况

该省盐湖主要分布在柴达木盆地。有盐湖 30 多个, 其总面积约 9500km^2 , 占湖泊总面积的 47.26%。盐湖中石盐、芒硝、钾盐和硼酸盐等都具有工业规模的天然沉积, 尤其是达布逊湖的现代天然光卤石, 大、小柴旦湖的天然硼酸盐和察尔汗盐湖的石盐沉积, 以及盐湖卤水中镁、钾、硼、锂、铷、铯、铀和钍等有用元素, 储量之大, 在世界上亦属罕见。该省主要盐湖概况如表 1-4 所示, 对其中 10 个盐湖的沉积物进行了较系统的粘土矿物研究。此外, 对著名的青海湖的沉积物亦进行了较详细的研究。

四、新疆盐湖概况

该自治区有盐湖 100 多个, 占全区湖泊总数的 50%, 盐湖面积 7428.64km^2 , 占全区湖泊总面积的 66.56%。盐类资源有湖相沉积的芒硝、石盐、天然碱、硫酸盐和淋滤形成的钠硝石, 也有富含钠、钾、镁、硼、锂、铷和钍等元素的高矿化卤水。根据地质构造和自然地理环境, 可划分为阿尔泰山间盆地、准噶尔盆地、天山山间盆地、塔里木盆地和昆仑山山间盆地等 5 个盐湖分布区, 各区盐湖主要特征见表 1-5。湖水面积大于 5km^2 的盐湖 50 多个, 这些盐湖的基本概况见表 1-6。仅对其中 8 个盐湖的沉积物进行了粘土矿物研究。

表 1-5 新疆盐湖区主要特征

特征	I	II	III	IV	V
盐湖区	阿尔泰山间盆地	准噶尔盆地	天山山间盆地	塔里木盆地	昆仑山山间盆地
构造位置	阿尔泰山地槽褶皱带	准噶尔拗陷	天山山地槽褶皱带	塔里木台块	昆仑地槽褶皱带
地理环境	干旱-半干旱荒漠区	干旱荒漠区		干旱沙漠区	半干旱荒漠区
湖盆性质	拗陷盆地	断陷盆地, 河谷侵蚀洼地	断陷盆地	风蚀、河谷侵蚀洼地, 断陷盆地	拗陷盆地
干燥指数	0.05—0.29	0.01—0.05	0.01—0.13	0.005—0.01	0.13—0.29
潜水化学类型	SO_4 型	$\text{SO}_4\text{-Cl}$ 型	SO_4 型	Cl-SO_4 型	$\text{HCO}_3\text{-SO}_4$ 型
盐类沉积	石盐为主	芒硝, 石盐	芒硝, 石盐, 天然碱	石盐, 芒硝	芒硝, 天然碱
盐湖类型	硫酸盐型为主, 氯化物型次之	硫酸盐型	硫酸盐型为主, 硫酸盐型次之	硫酸盐型 (氯化物型)	硫酸盐型 (硫酸盐型)
代表性盐湖	山塔山盐池	艾比湖, 玛纳斯湖	七角井湖, 艾丁湖, 巴里坤湖	罗布泊, 台特马湖, 加因多拜湖	库木库里湖, 额尔齐斯湖

据郑喜玉, 1984。

表 1-6 新疆主要盐湖概况

湖 区	湖 名	地 理 坐 标		湖面高程 (m)	湖水面积 (km ²)	水深 (m)	pH	总盐量 (g/L)	湖 水 化 学 类 型	基 本 矿 物
		东 经	北 纬							
准噶尔盆地盐湖区	山间盐湖	87°32'10"	47°40'30"	485	12		6.36		硫酸亚型	石膏,芒硝
	神后湖	94°35'10"	43°57'20"	323	6		6.36		氯化物型	石膏
	清水湖	92°40'45"	44°50'30"	479	5					石膏
	坎巴斯他巴湖	91°15'00"	44°47'25"	700	5					石膏
	北塔山湖	90°40'10"	44°58'30"	735.8	20					石膏
	克孜勒塔湖	87°00'00"	47°40'30"		25					石膏,天然碱
	哈拉玉湖	83°15'40"	46°20'38"	600	5	0.05			硫酸亚型	水碱
	玛纳斯湖	85°50'45"	45°48'40"	256	250			308.28	硫酸亚型	石膏,芒硝
准噶尔盆地盐湖区	达巴松提尔(大盐池)	86°20'32"	45°44'30"	267	87				硫酸亚型	石膏
	小盐池	86°10'20"	45°20'00"	312	15					石膏
	文旦湖*	82°53'00"	44°55'00"	189	562.5			110.00	硫酸亚型	石膏,芒硝
	莫莫湖	90°07'35"	44°55'45"	500	10					石膏
	北沙窝盐湖*	87°36'30"	44°37'28"	428	3			249.70	硫酸亚型	芒硝
天山山间盆地盐湖区	巴里坤盐湖*	92°47'10"	43°40'00"	1585	116	0.6	7.31	244.87	硫酸亚型	芒硝
	巴里坤北湖	92°55'20"	43°47'07"	1587	12	0.1	7.25	323.43	硫酸亚型	芒硝
	伊吾盐湖*	94°15'00"	43°24'30"	1890	24	0.5	6.36	230.26	硫酸亚型	芒硝
	石英滩南湖	93°55'10"	41°28'10"	1240	10		7.12	306.88	硫酸亚型	石膏
	石英滩北湖	93°40'30"	41°32'50"	1250	8					石膏
	恰特卡尔塔格北湖	90°43'50"	42°18'30"	883	9					石膏
	恰特卡尔塔格南湖	90°45'30"	42°05'20"	1104	7					石膏
	七角井盐湖*	91°30'00"	43°27'30"	855.8	40		7.35	322.62	硫酸亚型	石膏,芒硝
	白山湖	92°12'30"	41°22'11"	953	10					石膏
	八字堡湖	92°08'10"	41°04'70"	1056	7					石膏
	白玉山湖	93°25'13"	41°10'05"	1135	8					石膏
	艾丁湖*	89°22'05"	42°37'30"	~155	650	0.2		336.48	硫酸亚型	石膏,芒硝
	达孜湖东盐滩	88°10'10"	42°25'10"	1071	35.14	0.5	7.96	67.45	硫酸亚型	石膏,芒硝
	伊尔托克什布拉克湖	89°45'05"	41°30'50"	1116	20					

续表

地区	湖名	地理坐标		湖面高程 (m)	湖水面积 (km ²)	水深 (m)	pH	总盐量 (g/L)	湖泊化学 类型	盐类沉积物
		东经	北纬							
天山山间盆地盐湖区	加依多拜湖	77°03'30"	40°09'20"	1 230	231			331	硫酸钠亚型	石盐, 芒硝
	阿尔库勒湖	77°20'10"	40°07'20"	1 550	45				硫酸钠亚型	
	克孜勒阿瓦提湖	77°10'20"	40°10'10"		30					
	乌苏布拉克湖	89°10'30"	41°58'20"		196				硫酸钠亚型	石盐等
	马尔喀什布拉克湖	88°30'06"	41°06'40"		86				硫酸钠亚型	石盐
	沙尔得兰布拉克湖	89°58'58"	41°57'30"		65				硫酸钠亚型	石盐
	哈尔干布拉克湖	90°40'30"	41°20'50"	1 000	5					石盐
	哈尔干布拉克湖	91°10'20"	41°17'00"	1 000	10					石盐
塔里木盆地盐湖区	罗布泊	90°14'45"	40°20'30"	780	2 218(3 300)				氯化物型	石盐, 光卤石
	台特玛湖	88°22'40"	39°27'08"	897	10			200	氯化物型	石盐
	基山湖	81°22'30"	41°29'38"	1 300	5					石盐
	绍尔克温湖				231			334.95	硫酸亚型	石盐, 芒硝
	曲曲克孜湖	83°30'30"	37°33'50"		100					
	普格力克湖	84°30'30"	38°05'40"		120					
	色格孜力克湖	81°00'00"	40°59'30"		70					
	艾曼库勒湖	82°10'30"	41°00'00"		10					
昆仑山阿尔金山山间盆地盐湖区	阿牙克库木湖	89°30'00"	37°30'30"	3 876	570			145.90	硫酸亚型	硫酸盐, 石盐, 芒硝 石盐
	阿其克库勒湖	88°25'30"	37°08'00"	4 250	328			205.97	硫酸亚型	
	阿瓦苏库勒湖	84°28'30"	36°35'40"	4 243	10			6.9		
	酒尔湖	82°40'45"	36°06'30"	4 474	5					
	库木库勒湖	90°03'30"	37°08'10"	4 100	25					
	克其克其木尔湖	90°41'56"	36°58'28"	4 105	20					
	阿什库勒湖	81°35'10"	35°45'20"	4 680	8					
	乌鲁格湖	81°30'50"	35°41'05"	4 685	12					
	阿其可湖	81°50'	35°06'		13				硫酸亚型	石盐
	上布拉克湖	79°22'	35°43'		5				硫酸亚型	天然碱
	阿其可湖	89°55'40"	36°15'50"		390				硫酸亚型	石盐
	阿其可湖									钾, 石盐

注: 资料引自塔里木、塔西, 1989, 新疆湖泊类型一覽表。

* 进行粘土矿物研究的盐湖。

第二节 粘土矿物及其研究方法

粘土矿物为含水的层状硅酸盐或铝硅酸盐。它的颗粒一般小于 $2\mu\text{m}$ ，具吸附性、可塑性和粘性。陆地、海洋和大气尘埃中到处有粘土矿物的分布，土壤和沉积物是粘土矿物的主要分布场所。利用粘土矿物的研究成果来恢复沉积盆地的古气候、古温度、古盐度，划分和对比地层，探讨物质来源、沉积时的物理化学条件等，有的已取得良好效果。

一、粘土矿物的名称和分类

作者在工作过程中发现，粘土矿物的名称存在一些问题：有的本来是同种矿物，但出现不同的名称；有的同一名称，在不同文献中又代表了不同矿物等。已经有人注意到这个情况（张天乐等，1978）。这与对某一矿物定义的理解、一种矿物不同人译成不同名称、文献的新老等因素有关。例如，伊利石，又称水云母。它原是1937年格里姆等人给泥质沉积物中具有 $10\text{\AA}$ 反射的粘土云母起的名字，它比云母少钾多水。它实际上不是一个矿物，而是一类矿物的名称，是混层矿物。但是，后来 Bailey 认为伊利石可以作为 $d(001)$ 为 $10\text{\AA}$ 的水化二八面体云母矿物（成岩作用的产物）。作者是这样考虑的：样品甘油处理后， $10\text{\AA}$ 位置不发生变化，其X射线衍射峰的峰形对称或不对称的称做伊利石，若 $10\text{\AA}$ 位

表 1-7 粘土矿物及有关层状硅酸盐矿物分类表

层型	族 $x =$ 单位化学式电荷	亚 族	种*
1:1	高岭石-蛇纹石 $x = 0$	高岭石	高岭石, 迪开石, 埃洛石
		蛇纹石	纤蛇纹石, 利蛇纹石, 铁石楠
	叶蜡石-滑石 $x = 0$	叶蜡石	叶蜡石
		滑 石	滑石
2:1	蒙脱石 $x = 0.2-0.6$	二八面体蒙脱石	蒙脱石, 贝得石
		三八面体蒙脱石	皂石, 锂蒙脱石, 钠蒙脱石
	蛭 石 $x = 0.6-0.9$	二八面体蛭石	二八面体蛭石
		三八面体蛭石	三八面体蛭石
	云 母** $x = 1$	二八面体云母	白云母, 钠云母
		三八面体云母	金云母, 黑云母, 锂云母
	脆云母 $x = 2$	二八面体脆云母	珍珠云母
		三八面体脆云母	绿帘云母, 银铁脆云母
	绿泥石 x 不定	二八面体绿泥石	片硅铝石
		过渡型绿泥石	锂绿泥石, 铝绿泥石
		三八面体绿泥石	斜绿泥石, 磷绿泥石, 锂绿泥石

* 仅举少数几种。

** 伊利石(或水云母)、绢云母等的位置还不清楚,故未列入表内;多数已表明它可能是混层矿物。

置向低角度移动,则以规则间层矿物来对待,若 $10 \text{ \AA}$ 位置不变,峰形不对称,则理解为伊利石结晶程度较差,反映伊利石水化或脱钾的程度。

多年来,许多人都曾致力于粘土矿物的分类工作,并提出过不少粘土矿物及有关层状硅酸盐矿物的分类意见。例如,许冀泉和方邳森 1982 年曾提出一个粘土矿物的分类和名称表,张天乐等(1978)把伊利石列为单独的粘土矿物一类。为了使读者了解粘土矿物的分类,这里介绍两个分类表:一是 Bailey (1980) 提出的分类表(表 1-7);一是方邳森

表 1-8 粘土矿物及有关层状硅酸盐矿物分类表

层 型	层间物质	族 $x =$ 单位化学式电荷	亚族	种(举代表性种为例)	
1:1 层状	无或有残留水	高岭石-蛇纹石 $x = 0$	二八面体	高岭石,迪开石,珍珠陶土,多水高岭石	
			过渡型	铁蛇纹石	
			三八面体	叶蛇纹石,纤蛇纹石,利蛇纹石	
2:1 层状	无	叶蜡石-滑石 $x = 0$	二八面体	叶蜡石	
			过渡型	铁滑石	
			三八面体	滑石	
	阳离子或水化 阳离子	蒙脱石 $0.2 < x < 0.6$	二八面体	蒙脱石,贝得石,绿脱石	
			过渡型	斯温福石	
			三八面体	皂石,铃皂石,汉克托石,斯帝文石	
		蛭石 $0.6 < x < 0.9$	二八面体	粘粒蛭石	
			三八面体	蛭石	
		水云母 $0.6 < x < 1$	二八面体	水白云母,水钠云母,伊利石	
			三八面体	水金云母,水黑云母	
		云母 $x = 1$	二八面体	白云母,钠云母,钼云母,铁云母	
			过渡型	锂云母,铁锂云母	
			三八面体	金云母,黑云母	
		膈云母 $x = 2$	二八面体	珍珠云母	
			三八面体	绿帘云母,铜铁云母,锂钨云母	
	氢氧化物	绿泥石 x 不定	二八面体	蛭绿泥石,蛭绿泥石	
			过渡型	须藤石,锂绿泥石	
			三八面体	斜绿泥石,叶绿泥石,绿帘泥石	
	二元混层体系		规则	蒙托石,柯绿泥石等	
			不规则	伊利石-蒙脱石,海绿泥-蒙脱石等	
	三元混层体系		伊利石-绿泥石-蒙脱石,伊利石-蒙脱石-蛭石等		
2:1 链层状	水化阳离子和沸石水	纤维棒石 $x = 0.2$	过渡型	坡缕石(凹凸棒石),亮弗希石	
			三八面体	海泡石	
非 晶 质 及 半 晶 质					水铝英石,硅铁石,伊毛沸石