

察汗斯拉图盐湖第四纪地层 划分的初步探讨

沈振枢 程果 祁国柱

(青海地矿局第一地质水文地质大队, 格尔木)

摘要 本文根据察汗斯拉图盐湖的孢粉组合、古地磁及¹⁴C、铀系断代年龄资料, 在370万年以来的地层中划分了13个冷暖交替的孢粉组合带。在松山/高斯和布容/松山界面附近古气候变化明显。100万年以来, 本区地层在古气候和年代上均可与洛川黄土及深海 $\delta^{18}\text{O}$ 气候记录阶段对比, 据此将本区Q/N界限定为248万年, Q₂/Q₁界限定为73万年, Q₃/Q₂界限定为10—12万年。

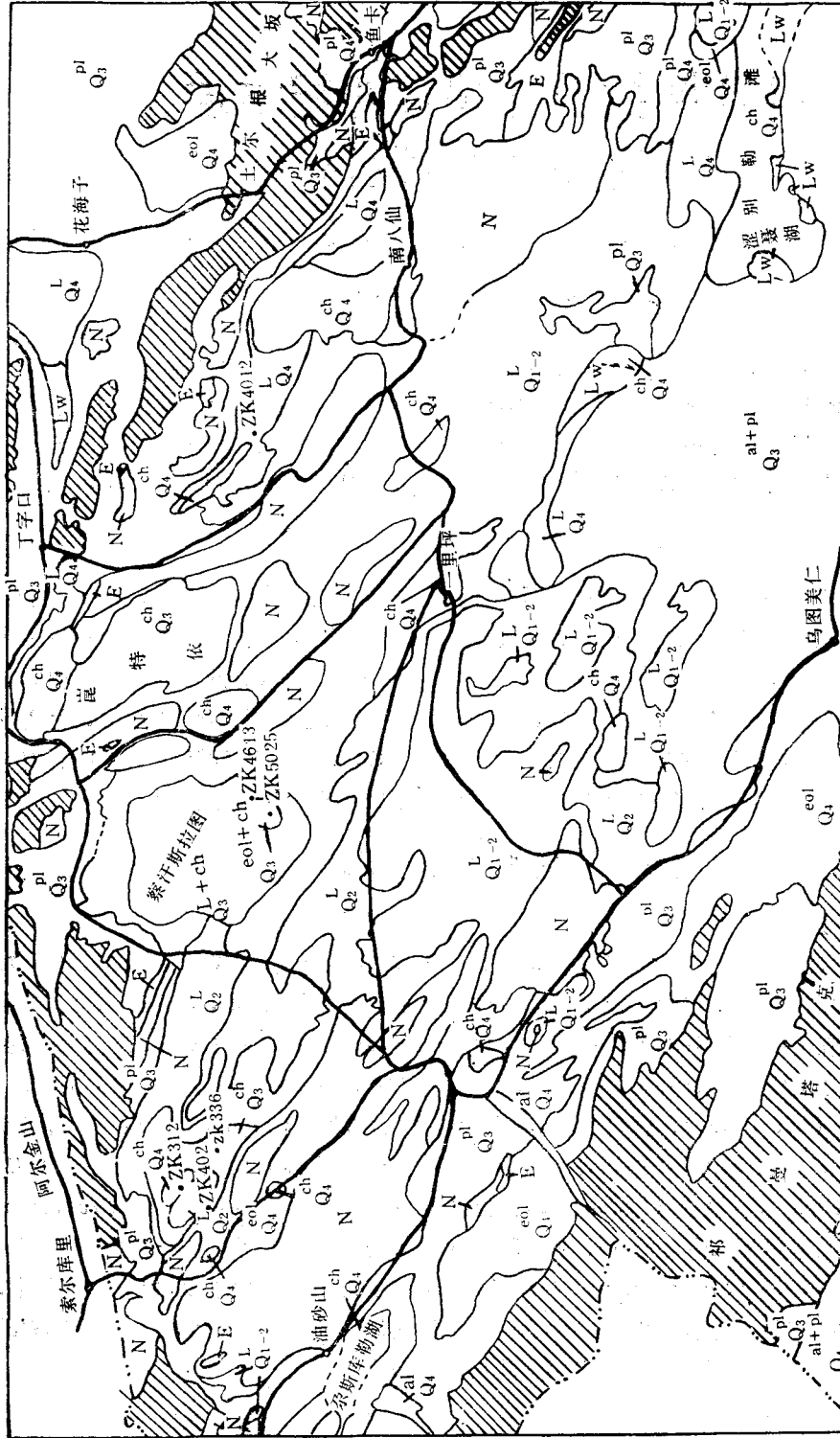
察汗斯拉图干盐湖位于柴达木盆地西北部, 是柴达木的成盐盆地之一, 北邻阿尔金山, 其间为第四纪晚更新世的洪积扇相隔(图1)。第四纪期间, 该盆地呈半封闭—封闭状态。自上新世后期以来, 断续有盐类沉积。上新统上部—第四系, 以湖相砂质粘土和砂质淤泥为主, 夹少量盐层, 愈向上盐层愈多; 更新统与上新统为连续沉积, 整个地层缺乏明显的标志层, 地层划分极为困难。本文根据近年来对ZK4613和ZK5025孔(图1)的孢粉学、磁性地层学和同位素年代地层学的研究, 对该区第四系划分进行了探讨。

一、孢粉组合与古气候

1. 孢粉组合

ZK4613孢粉组合¹⁾ 孔深501.10m。通过50块样品鉴定, 孢粉均较丰富, 共见72个科属, 总体上以旱生草本植物及小灌木占优势, 主要有藜科(Chenopodiaceae)、蒿属(*Artemisia*)、麻黄属(*Ephedra*); 次为菊科(Compositae)、白刺属(*Nitraria*)、伞形科(Umbelliferae)、紫菀属(*Aster*); 并有少量禾本科(Gramineae)、毛茛科(Ranunculaceae)、十字花科(Cruciferae)、豆科(Leguminosae)、石竹科(Caryophyllaceae)、唇形科(Labiatae)等。乔木花粉变化很大, 以松(*Pinus*)、云杉(*Picea*)为主; 有少量冷杉(*Abies*)、雪松(*Cedrus*)、罗汉松(*Podocarpus*)、桦(*Betula*)、榛(*Corylus*)、栲(*Fraxinus*)、胡桃(*Juglans*)、鹅尔枥(*Carpinus*)、柳(*Salix*)等。水生植物较少, 主要为眼子菜(*Potamogeton*)、黑三棱(*Sparganium*); 香蒲(*Typha*)少量。蕨类孢子少, 但分布较集中, 有凤尾蕨(*Pteris*)、水龙骨(Polypodiaceae)、石松(*Lycopodium*)、卷柏(*Selaginella*)等。自下而上分13个孢粉带, 主要科属变化情况见图2。

1) 孢粉样由青海石油管理局地质研究所分析鉴定。
收稿日期: 1986年12月28日。



Q₄: 全新统; Q₃: 上更新统; Q₂: 中更新统; Q₁₋₂: 中-下更新统; ch: 湖相化学沉积; L: 湖相碎屑沉积;
 Lw: 湖水; col: 风积; al: 洪积; pl: 冲积; E: 上第三系; N: 下第三系; al+pl: 前第三系。

图 1 柴达木盆地第四纪地质略图(据朱允铸, 1985)

Fig. 1 Quaternary geological map of Chaidamu Basin

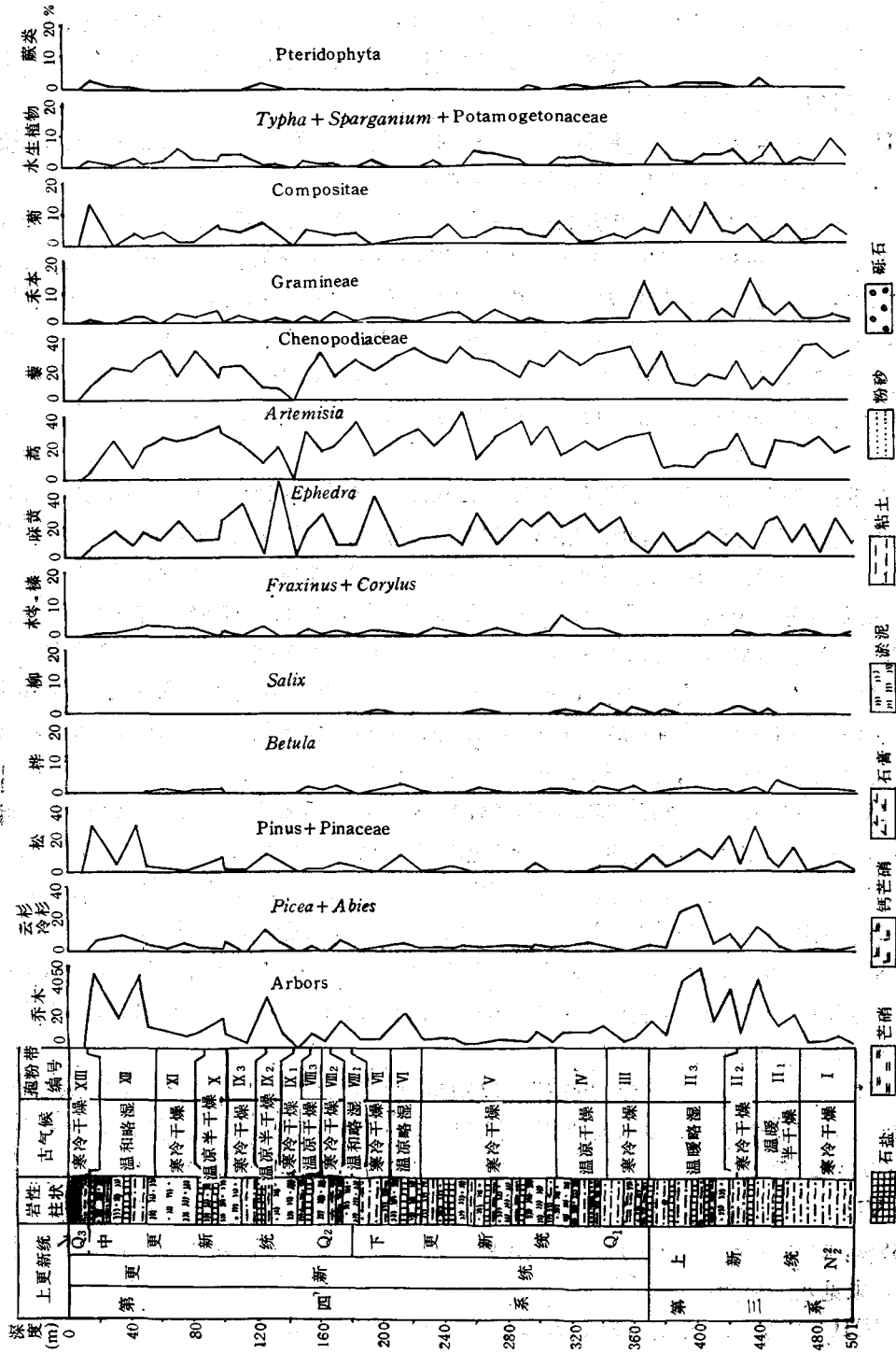


图 2 察汗斯拉图 ZK4613 孢粉图 (岩性图例图 2—图 5 同)

Fig. 2. Sporo-pollen spectrum of ZK4613 core of Chahanshilatu Salt Lake

带 I 藜-蒿-麻黄孢粉带 (465—510.10m)。旱生草本及小灌木占优势, 达 81—87.4%, 以藜(26—35%)、蒿(16—26%)、麻黄(2—21.05%)为主; 次为白刺属、菊科、伞形、紫苑属。水生植物占 1—8%, 主要为眼子菜、黑三棱。乔木花粉少, 仅占 3—8%, 以松为主, 含少量云杉及桦、榛、胡桃等。

带 II 松-雪松-藜-蒿孢粉带 (369.28—465m)。以乔木的高含量及喜暖花粉较多为特点, 中夹 1 个蒿-藜-麻黄亚带, 故分三个亚带。

II₁ 亚带: 松-雪松-蒿-藜-麻黄亚带 (437.40—465m)。乔木剧增达 14—44.5%, 针叶占绝对优势为 5—43%, 阔叶仅占 0.9—9%, 以松(3—28.8%)、云杉(0—15.9%)为主, 含少量桦、柳, 特别是含喜热的雪松、罗汉松、油杉及喜暖的鹅耳枥、栲、胡桃等花粉和凤尾蕨等喜暖的蕨类孢子。草本及小灌木明显减少, 仅占 46.9—70%, 仍以蒿(7.2—42%)、藜(6.4—21%)、麻黄(4.8—26%)为主。水生植物占 0—7%, 亦以眼子菜及黑三棱为主。

II₂ 亚带: 蒿-藜-麻黄亚带 (425—437.40m)。旱生草本及小灌木占 85%, 乔木仅占 9%, 孢粉组合大致同带 I。

II₃ 亚带: 松-雪松-藜-蒿亚带(369.28—425m)。乔木达最高值为 9—50%, 其中针叶占 5—47%, 阔叶仅占 0—4%, 仍以松(3—22.8%)、云杉(2—28%)为主, 并有少量冷杉及桦、柳等; 见少量喜热的雪松、罗汉松、铁杉 (*Tsuga*)、及喜暖的冬青 (*Ilex*)、木犀 (*Oleaceae*) 及水龙骨等蕨类孢子。而草本、小灌木则降至低值, 占 36—77.9%, 藜(8—31%)、蒿(6—29.4%)较多, 麻黄大减(2.9—16%)。水生植物 1—8%, 以黑三棱、眼子菜为主。

带 III 藜-蒿-麻黄孢粉带 (342—369.28m)。旱生草本及小灌木极高, 占 86—91%, 以藜(32—34%)、蒿(24—27%)、麻黄(10—26%)为主, 其他草本同带 I。水生植物消失。乔木剧减至 5—8%, 仍以松及云杉为主, 柳、桦少量。

带 IV 松-栲-藜-麻黄-蒿孢粉带 (310—342m)。乔木略增占 11—15%, 针阔叶数量相近, 针叶仍以松及云杉为主, 含少量喜热的雪松; 阔叶以喜暖的栲(2—6%)为主, 余为胡桃及柳、桦。见少量石松孢子。草本小灌木略降, 占 71—82%, 以藜(22—31.1%)、麻黄(16—28%)、蒿(14.2—23%)为主。水生植物占 1—3%, 为黑三棱及香蒲。

带 V 蒿-藜-麻黄孢粉带 (226.10—310m)。与带 III 极相似, 草本及小灌木占 79—94%, 蒿(12—42%)多于藜(13—34%), 麻黄占 8—29.1%。乔木占 4—11%。水生植物为 0—6%。各类科属均与带 III 相似。

带 VI 松-藜-蒿孢粉带 (204.47—226.10m)。乔木又达高值占 22%, 以松(11%)及云杉(5%)为主, 桦少量。草本及小灌木仅 71%, 以藜、蒿为主; 次为麻黄。水生植物缺失, 但含少量藻类孢子。

带 VII 蒿-麻黄-藜孢粉带 (180—204.47m)。与带 V 相似, 草本及小灌木占 81.1—85%, 唯麻黄(8.5—39%)略高于藜(17—25.5%)。乔木仅占 6—6.6%, 仍以松及云杉为主。未见水生植物。

带 VIII 松-藜-蒿孢粉带 (153.20—180m)。以中等乔木含量及含少量喜暖花粉为特征, 中夹一个草本及小灌木高值带。可分三个亚带。

VIII₁ 亚带: 松-藜-蒿亚带 (165.28—180m)。与带 VI 相似, 乔木占 18%, 仍以松及云杉为主, 含少量桦及喜暖的栲、胡桃。草本及小灌木占 64%, 仍以藜、蒿为主; 次为麻

黄。水生植物占 1%。

VIII₂ 亚带: 藜-麻黄-蒿亚带 (160—165.28m)。与带 VII 相似, 草本及小灌木占 85%, 但藜(30%)多于蒿(18%), 且麻黄(28%)略高于带 VII。乔木极少占 4%, 为松及少量桦。

VIII₃ 亚带: 松-蒿-麻黄-藜亚带 (153.20—160m)。乔木略增达 10%, 针阔叶各半, 为松、云杉、桦及喜暖的栎、榛等。草本小灌木占 80%, 以蒿(30%)、麻黄(17%)、藜(16%) 为主。水生植物占 2%。

带 IX 麻黄-蒿-藜孢粉带 (100—153.20m)。以草本小灌木的高值及孢粉贫乏为特征, 中夹一个乔木高值带, 含喜暖花粉。可分三个亚带。

IX₁ 亚带: 孢粉贫乏亚带 (142.90—153.20m)。

IX₂ 亚带: 松-麻黄-蒿亚带 (125.27—142.90m)。乔木剧增达 10—33%, 以松及云杉为主, 含少量喜暖的栎、木犀及胡桃花粉。草本及小灌木仅占 48—85%, 以麻黄(0—49%)及蒿(10—20%)为主。水生植物 1—2%, 为眼子菜及黑三棱。

IX₃ 亚带: 麻黄-蒿-藜亚带(100—125.27m)。草本及小灌木又达高值, 占 84—92%, 以麻黄(26—35%)、蒿(22—29%)、藜(21—22%)为主。水生植物占 4—5%, 主要为黑三棱。乔木花粉少, 占 3—10%, 以云杉为主。

带 X 松-蒿-藜孢粉带 (86.41—100m)。乔木较多达 19%, 以松(10%)为主, 云杉、桦少量; 见一些喜暖的枫杨、胡桃及少量雪松。草本小灌木减少, 占 74%, 以蒿(33%)、藜(14%)为主; 次为麻黄。水生植物全为黑三棱(2%)。

带 XI 藜-蒿-麻黄孢粉带 (54.74—86.41m)。草本小灌木略增, 占 78.6—81.9%, 主要为藜(15.3—33%)、蒿(24.5—26%)及麻黄(12—24.5%)。水生植物占 2—6.1%, 以黑三棱为主; 眼子菜、香蒲少量。乔木减少, 占 8.2—10.9%, 以松和云杉为主; 桦、榛少量。

带 XII 松-藜-蒿孢粉带 (41.46—54.74m)。乔木达到高峰, 占 13.7—47.5%, 且针叶占优势, 以松(2.9—31.1%)、云杉(4.4—9.9%)为主, 并出现喜暖的栎、鹅尔栎, 含少量凤尾蕨、石松孢子。草本小灌木降至最低值, 占 45.6—74.4%, 以藜、蒿为主; 次为麻黄。水生植物占 1.9—3%, 为黑三棱及眼子菜。

带 XIII 孢粉贫乏带 (0—11.46m)。10.06m 样仅见 1 粒孢粉, 6.3m 样也仅有 19 粒, 但乔木占近一半, 可能在 0—6.33m 还存在一个乔木花粉较高的带。

ZK5025 孢粉组合 孔深 232.45m, 可划分 9 个孢粉带, 组合特征与 ZK4613 很相似, 其中 I—VIII 带可与 ZK4613 的 VI—XIII 带对比(图 3, 表 1)。

2. 孢粉组合与古气候

本区孢粉组合较单调, 起主要建群作用的为草本及小灌木的蒿属、藜科、麻黄属; 白刺属的建群作用较次要。它们均属古地中海亚洲中部植物区系成分。在温凉(暖)且相对较湿润时期, 松属及云杉属亦具建群作用, 属温带亚洲成分。其余科属均混生于上述植物群落中。

本区孢粉组合总体上反映温凉-寒冷干旱气候下的荒漠灌丛草原植被。但其中有规律的出现乔木花粉较高的层段(草本小灌木明显减少), 以针叶松及云杉为主, 含少量喜暖

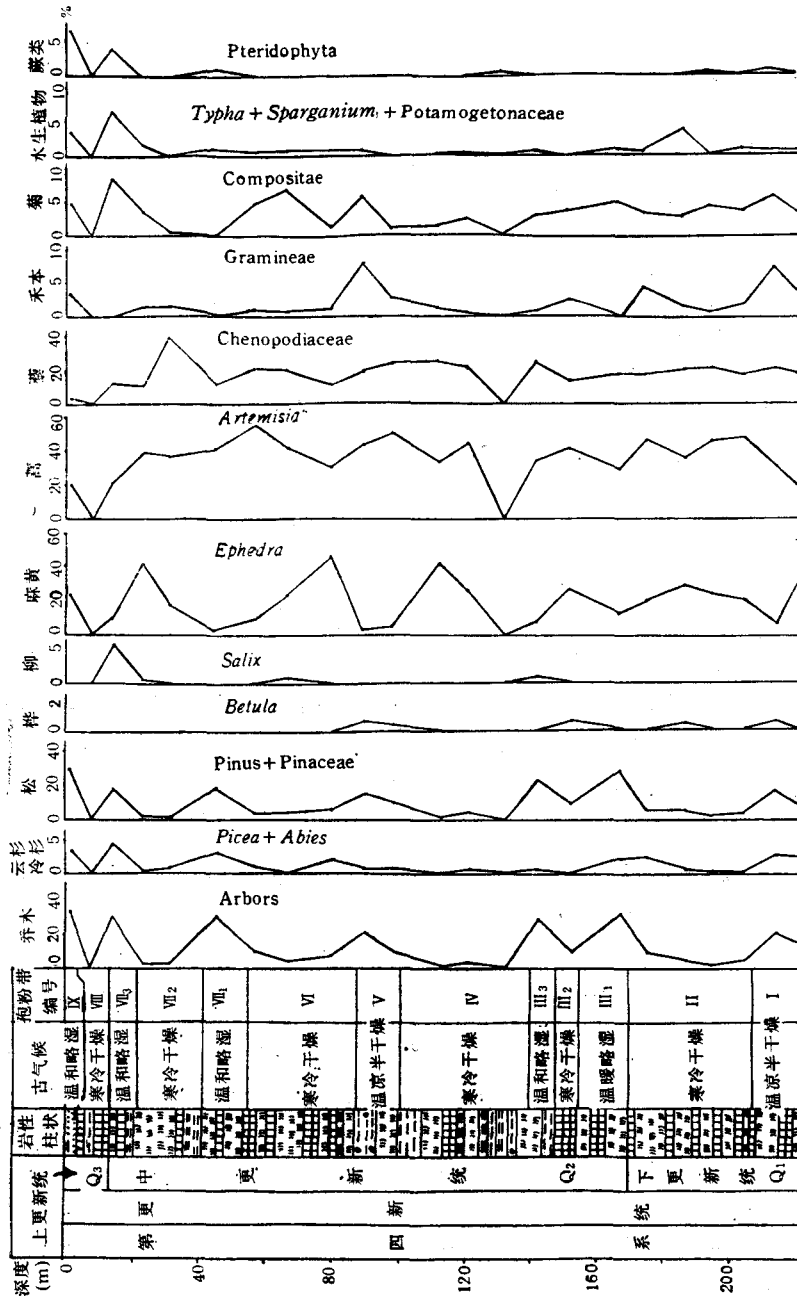


图3 察汗斯拉图 ZK5025 孢粉图
Fig. 3 Sporo-pollen spectrum of ZK5025 core of Chahanshilatu Salt Lake

表 1 察汗斯拉图盐湖孢粉带古气候对比
Tab. 1 Paleoclimatic correlation of the sporo-pollen zones in Chahanshilatu Salt Lake

地层单位		ZK4613										ZK5025									
带号	深度 (m)	孢粉组合	古植被类型	古气候	带号	深度 (m)	孢粉组合	古植被类型	古气候	带号	深度 (m)	孢粉组合	古植被类型	古气候							
第四系	上新统 Q ₃	XIII	0-11.46	孢粉贫乏带	荒漠	寒冷干燥	IX	0-4.00	松-藜类-麻黄-蒿	森林草原	温和略湿	第三系									
		XII	0-54.74	松-藜-蒿	疏树草原 至 森林草原	温和略湿	VIII ₁	0-14.20	孢粉贫乏带	荒漠	寒冷干燥										
		XI	0-86.41	藜-蒿-麻黄	荒漠草原	寒冷干燥	VII ₁	0-22.16	松-藜类-蒿	森林草原	温和略湿										
	中更	新	X	0-100.00	松-蒿-藜	疏树草原	温凉半干燥	V	0-101.00	松-蒿-藜	疏树草原				温凉半干燥	新	统	Q ₂			
			IX ₃	0-125.27	麻黄-蒿-藜	荒漠草原	寒冷干燥	IV	0-140.00	蒿-麻黄-藜	荒漠草原				寒冷干燥						
			IX ₂	0-142.90	松-麻黄-蒿	疏树草原	温凉半干燥	III ₁	0-148.14	松-雪松-蒿-藜	森林草原				温和略湿						
	IX ₁	0-153.20	孢粉贫乏带	荒漠	寒冷干燥	III ₂	0-154.42		蒿-麻黄-藜	荒漠草原	寒冷干燥										
	下更新统 Q ₁	VIII ₃	0-160.00	松-蒿-麻黄-藜	疏树草原	温凉干燥	II	0-170.00	松-藜-蒿	森林草原	温和略湿				新	统	N ₂				
		VIII ₂	0-165.28	藜-麻黄-蒿	荒漠草原	寒冷干燥	I	0-206.97	蒿-麻黄-藜	荒漠草原	寒冷干燥										
		VIII ₁	0-180.00	松-藜-蒿	疏树草原	温和略湿		0-221.30	松-藜-蒿	疏树草原	温凉半干燥										
	上新统 N ₂	VII	0-204.47	蒿-麻黄-藜	荒漠草原	寒冷干燥	上新统 N ₂														
		VI	0-226.10	松-藜-蒿	疏树草原	温凉略湿															
V		0-310.00	蒿-藜-麻黄	荒漠草原	寒冷干燥																
IV		0-342.00	松-桦-藜-麻黄-蒿	疏树草原	温凉干燥																
III		0-369.28	藜-蒿-麻黄	荒漠草原	寒冷干燥																
II ₃		0-425.00	松-雪松-藜-蒿	森林草原	温暖略湿																
II ₂	0-437.00	蒿-藜-麻黄	荒漠草原	寒冷干燥																	
II ₁	0-465.00	松-雪松-蒿-藜-麻黄	森林草原	温暖略湿																	
I	0-501.10	藜-蒿-麻黄	荒漠草原	寒冷干燥																	

的雪松、罗汉松(多见于下部,愈向上愈少)、枫杨、桤、榛、胡桃、木犀花粉及喜暖的水龙骨、凤尾蕨等蕨类孢子^[3,11],构成疏树草原或森林草原植被,代表相对较为温暖湿润的气候。这种针叶植物花粉与少量喜暖植物孢粉的同步现象,在柴达木盆地晚第三纪就已出现,当时为温暖较干燥的亚热带气候,其针叶植物高值期也与亚热带植物的高值期吻合,而草本则处于低值期^[8]。从本区松属与云杉、冷杉间的相对含量看,在暖期松属明显增加,云杉、冷杉则明显减少;反之,在冷期云杉、冷杉相对增加,松属却相对减少。可以推断,在较为温湿时期,虽然针叶林带高度上移,离沉积区较远,但生长茂盛,且其花粉具气囊,搬运距离可达数百至千余公里^[1],故落于沉积区的花粉反而增加;相反在干冷期,虽然林带下移,距沉积区稍近,但气候恶劣,林木甚稀,落到沉积区的针叶花粉反而减少,这可能是寒温性针叶植物花粉与少量喜暖植物孢粉同步增减的原因之一。综上所述,本区气候变化的基本模式是干冷期与湿温期相互交替,这与黄土和古土壤形成的气候模式相同。

气候干旱是柴达木盆地晚第三纪以来的特征。自上新世晚期以来,本区湖水已浓缩到接近石膏和石盐的沉积阶段,含盐度多在 10% 以上,地层中介形类极不发育也证明了这一点,湖区内已不适于植物生长,各类植物多生长于湖边以外。可以推测,在湖边及沼泽地带,生长着少量眼子菜、黑三棱等水生植物及藻类,蒿、藜等旱生草本植物则生长于盐渍平原至丘陵山地的广大地区,洪积扇前缘发育白刺灌丛,在洪积砂砾地带及丘陵山地,麻黄广泛生长。在气候相对温暖时期,河流两岸及较低的山地丘陵生长着稀疏的落叶阔叶乔木,较高的山地则生长着较茂盛的针叶林;在干冷期,乔木稀少,形成十分荒凉的植被景观。这些与湖区距离不等的各种植物孢粉,通过各种途径搬运至本区,形成干冷和湿温交替的孢粉组合。本区古植被及古气候的分带情况列于表 1。

虽然在上新世后期,柴达木气候已朝着温寒方向发展,但其古气候仍明显地较第四纪温暖湿润,而且在第四纪时期,气候冷暖交替比第三纪末更为明显,成为这一时期古气候变化的较明显的特征。

二、古地磁及¹⁴C 和铀系断代年龄

1. 古地磁

ZK4613 及 ZK5025 两孔的古地磁样系经交变退磁后用无定向磁力仪进行系统退磁测定¹⁾。根据测试结果编制成图 4, 5。

由图 4, 5 可见,在 ZK4613 和 ZK5025 中,布容正极性期和松山负极性期的界限深度接近,分别为 176m 和 166m;布容期分别出现三个极性亚期,各有两个亚期可分别与布莱克、琵琶 I, III 亚期对比。松山负极性期两孔均出现哈拉米洛亚期。在 ZK4613 中还出现奥尔都维亚期和留尼旺亚期,松山/高斯界限在孔深 361m 处;高斯正极性期凯纳和马莫斯亚期显示清楚,高斯/吉尔伯特界限在孔深 441m 处。

2. ¹⁴C 和铀系断代年龄

ZK4613 及 ZK5025¹⁴C 和铀系断代年龄见表 2²⁾。

根据表 2 中铀系年龄及布容/松山界限年龄(73 万年),分段用平均沉积速率的方法

1) 古地磁样由地质科学院地质力学研究所测试。

2) ¹⁴C 由地矿部天津地质矿产研究所测试,铀系由中科院青海盐湖研究所黄麒测试。

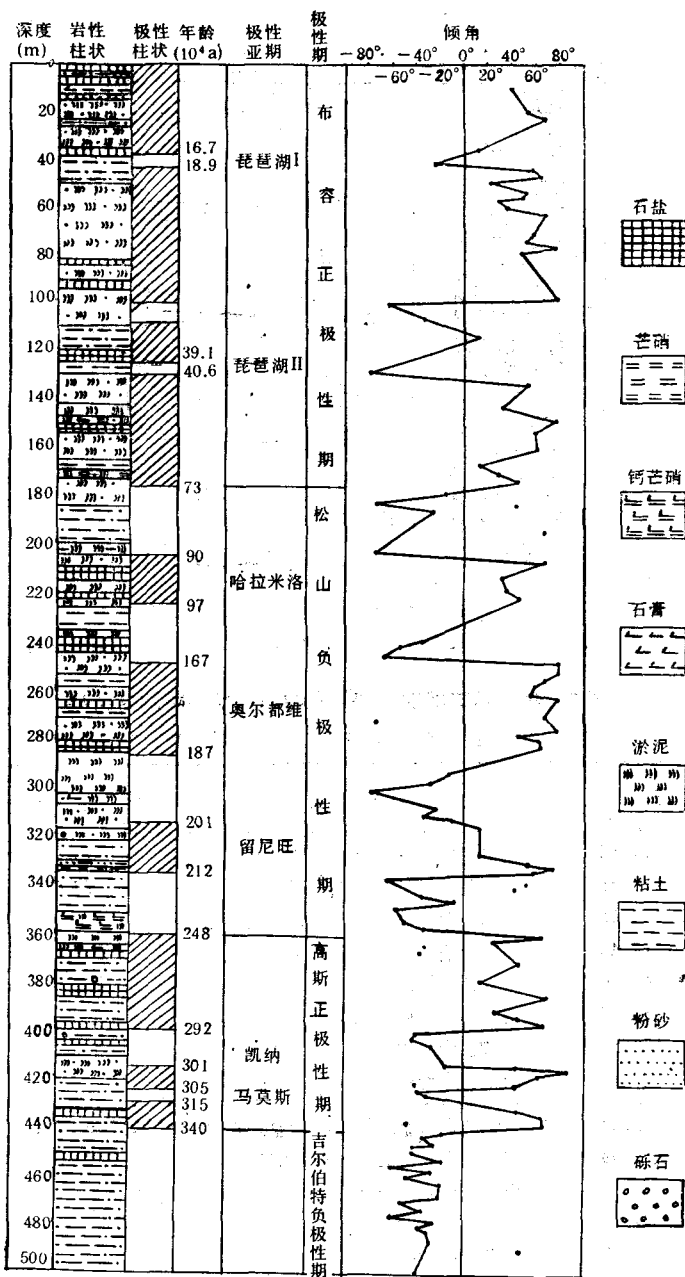


图4 察汗斯拉图 ZK4613 孔极性柱状图

Fig. 4 Polarity columnar section of ZK4613 core of Chahanshilatu Salt Lake

求出两孔布容期中各极性亚期顶底界年龄并与国内外的极性亚期对比如下。

1. ZK5025 孔深 11—14m 的极性亚期, 年龄为 10.1—11.1 万年 B. P., 与渤海湾西岸辛集孔的布拉克亚期年龄(10.8—11.4 万年 B. P) 相近^[9], 与国内外的布拉克亚期的年龄均可对比。柴达木东部察尔汗盐湖达 1 孔亦见该亚期, 年龄为 10.5—11.4 万年 B. P。

2. ZK4613 孔 37—43m 的极性亚期, 年龄为 16.7—18.9 万年 B. P.; 黄海沿岸的盐城

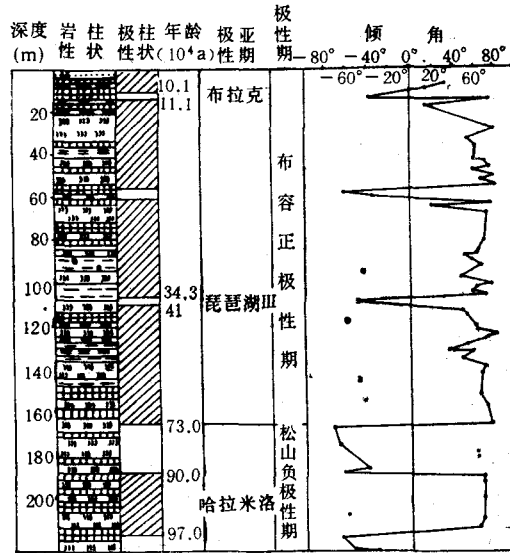


图 5 察汗斯拉图 ZK5025 孔极性柱状图

Fig. 5 Polarity columnar section of ZK5025 core of Chahanshilatu Salt Lake

表 2 察汗斯拉图盐湖¹⁴C 及铀系断代年龄测定结果

Tab. 2 Results of ¹⁴C and uranium series dating, Chahanshilatu Salt Lake

孔号	深度 (m)	样品名称	¹⁴ C 年龄 (B.P.a)	铀系年龄 (B.P. 万年)
ZK4613	10.16	土黄色粘土中的碳酸盐	BKG	
	20.48	灰黑色含粉砂淤泥中的碳酸盐	BKG	
	4.36	黄褐色含细粒石盐的粉砂粘土		105.9±7.1
	15.48	黑色含粉砂淤泥		129.6±9.2
	45.06	灰褐色含粉砂粘土		196.7±11.5
	83.85	灰黑色含粉砂淤泥		275.4±20.4
	100.59	灰黑色含粉砂淤泥		320.5±25.4
	127.11	灰褐色含粉砂粘土		397.2±30.7
ZK5025	1.70	土黄色含石盐细粉砂中的碳酸盐	29790±2420	
	13.10	灰黑色含石膏的粉砂淤泥中的碳酸盐	BKG	
	5.00	浅黄色含粉砂石盐		79.5±9.1
	9.10	灰褐色含粉砂粘土		97.5±9.2
	45.10	黑色含粉砂淤泥		194.8±17.2
	83.00	灰白色含石盐芒硝		256.0±27.1
	229.20	灰白色含粉砂石盐的钙芒硝		>400

孔 77—78m 的牙买加亚期年龄为 19.8—21.5 万年 B. P^[9,12], 与日本的琵琶 I(C) 亚期相当, 我国东部沿海也多次出现, 年龄多在 18.0—20.0 万年 B.P. 左右^[10], 与本孔可以对比。察尔汗达 1 孔该亚期年龄为 17.6—18.6 万年 B.P.

3. ZK4613 孔深 125—130m 的极性亚期, 年龄为 39.1—40.6 万年 B.P., ZK5025 孔深 107—110m 的极性亚期年龄为 39.3—41.0 万年 B.P., 相当于日本的琵琶 III(E) 亚期, 此

亚期在我国东部地区也曾出现, 年龄多在 380—400 万年左右^[40], 亦与本区年龄接近。

由此可见, 本区的古地磁及铀系断代年龄资料是较为可信的。

三、讨 论

1. 第四系底界

1982 年 8 月在莫斯科第十一届国际第四纪地质大会上, 中国工作组根据对黄土堆积、山间盆地堆积和华北平原堆积的详细研究, 提出中国晚第三纪/第四纪界限应划在松山/高斯界面上, 年龄为 248 万年。

长期以来, 我国一般以含有相当于维拉方动物群的泥河湾组作为下更新统底界。但近年古脊椎动物和古人类研究发现, 泥河湾组可分上下两部分, 前述的泥河湾动物群位于泥河湾组上部, 相当于中-晚维拉方期。而泥河湾组下部新发现的化石可与早维拉方期动物群对比, 应属第三系上新统。泥河湾上、下部之间界面与松山/高斯界面一致^[4]。

我国北方黄土层之下为上新统三趾马红土, 其间为一剥蚀面隔开, 据刘东生等近年对洛川黄土的古地磁研究, 在奥尔都维亚期之下还有 20 余米黄土才到三趾马红土, 第四系下限位于松山/高斯界面附近。山西湿县柳叔沟午城黄土剖面中泥河湾动物群的真马及长鼻三趾马也产于午城黄土底部, 第四系底界也应以午城黄土底界为宜^[4]。总之, 我国大多数学者根据对山间盆地堆积、黄土堆积、洞穴堆积和华北平原堆积四种主要类型的古生物地层和磁性地层学研究, 比较一致地认为第四系下限应放在松山/高斯界面附近, 年龄为 248 万年。

本区 ZK4613 孔松山/高斯界面在孔深 361m 处。在 369.28m 以下为松-雪松-藜-蒿孢粉组合, 反映森林草原植被, 且含一些喜热喜暖孢粉, 符合上新世末气候温暖略湿的特点; 而其上则为藜-蒿-麻黄组合, 古植被为干冷气候下的荒漠草原, 且向上冷暖交替频繁, 符合第四纪的气候特征。这一气候变化界面深度与松山/高斯界面大致吻合。在 369.28m 以下地层以灰褐色为主, 反映较温暖氧化较强的环境; 而 369.28m 以上为黑灰色与灰褐色互相交替, 反映了干冷与湿温交替的特点。在该孔 320—400m 段地层中, 局部薄层含 5—15% 泥质粉砂岩砾石, 棱角状至次圆状, 分选不好, 系周围隆起的晚第三纪岩石经短距离搬运形成, 记录了上新世末至第四纪初的一次新构造运动的上升过程, 与柴达木盆地边缘第四系七个泉组及上新统狮子沟组间的不整合面可大致对比。故本孔更新统与上新统的界面以孔深 369.28m 为宜。

2. 中、下更新统界限

多年来我国文献多把周口店洞穴堆积的北京猿人动物群(周口店组)作为中更新统的代表, 在周口店第一地点周口店组与其下的龙骨山组的界面和布容/松山界面吻合。根据我国山间盆地、黄土及洞穴堆积的古生物地层学研究结果, 中、下更新统的界面都在布容/松山界面上, 年龄为 73 万年^[4]。

本区 ZK4613 和 ZK5025 的布容/松山界面深度分别为 176m 和 166m(图 4, 5, 6), 在该界面之下均为蒿-麻黄-藜组合, 反映了典型的荒漠草原植被, 气候干冷; 界面之上均为松-藜-蒿组合, 反映了疏树草原或森林草原植被, 气候温和略湿(表 1)。这与洛川黄土及华北、长江中下游平原布容/松山界面上下的气候冷暖变化一致。在松山晚期两孔均出

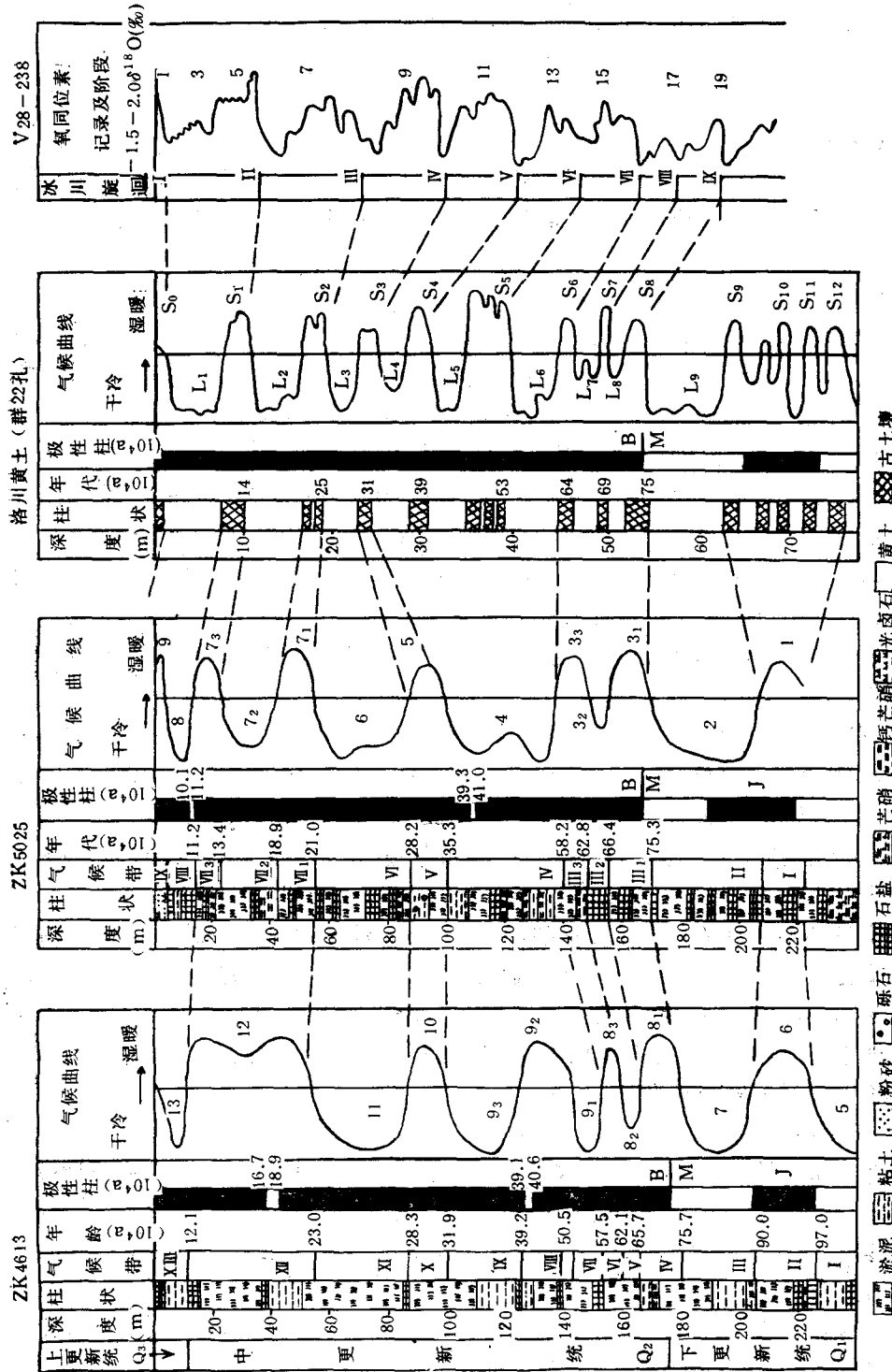


图 6 约 1 万年以来察汗斯拉图湖相沉积与洛川黄土及深海沉积古气候记录的对比

Fig. 6 Paleoclimatic correlation of Chahanshilatu Salt Sediment with Luochuan Loess and oceanic sediment since 1Ma B.P.

现哈拉米洛亚期,大致和孢粉组合的暖期对应,与洛川黄土 S_{10} — S_{11} 在气候上可大致对比。而其上的孢粉组合反映的干冷气候亦可与 L_1 的干冷气候对比^[5](图6)。因此把 ZK4613 孔孢粉带 III—VII (180—369.28m) 的地层划为下更新统; ZK5025 孔孢粉带 I—II (170—232.45m) 的地层相当于下更新统上部。

3. 上、中更新统界线

在古生物学上,通常把河套人、山顶洞人及其文化层、萨拉乌苏动物群、猛犸象披毛犀动物群作为划分上更新统的标准,把萨拉乌苏组作为上更新统的标准剖面^[2]。在黄土中,通常把马兰黄土作为上更新统的典型剖面^[6,7]。洛川的马兰黄土底部热释光年龄为 10.3 ± 0.7 万年;萨拉乌苏组砂层中石英的热释光年龄约为 6 万年^[6]。古气候学中,晚更新世相当于玉木冰期,因此我们把上、中更新统界限划在 10—12 万年左右。这样,可把 ZK4613 孢粉带 VIII—XII (11.46—180m) 和 ZK5025 孢粉带 III—VII (14.20—170m) 的地层划为中更新统。根据铀系断代年龄与布容/松山界限(73 万年),以分段计算平均沉积速率的方法,求得布容期各孢粉带顶、底界年龄表示于图 6,并与洛川各黄土层及古土壤层的年龄对比^[5],其值十分接近。ZK4613 孢粉带 VIII 三个亚带、ZK5025 孢粉带 III 三个亚带可与 S_6 — S_8 对比,为古气候暖期;ZK4613 带 IX 三个亚带、ZK5025 带 IV 可与 L_1 — L_4 对比,气候较干冷,但 ZK4613 的 IX₂ 亚带温凉半干燥气候可与 S_5 的温暖气候对比;两孔的带 X, V 可与 S_3 暖期对比;带 XI, VI 相当于 L_3 冷期;ZK4613 带 XII、ZK5025 带 VII 的三个亚带相当于 S_1 — S_2 ,气候温和略湿,其中 ZK5025 的 VII₂ 亚带相当于 L_2 冷期。这表明了本区气候的冷暖波动时期与洛川黄土吻合较好也可与深海 $\delta^{18}O$ 气候记录对比(图 6)^[6]。

4. 上更新统上限

据国内外第四纪晚期各成因类型沉积物的研究,全新世与晚更新世界限多为 1—1.2 万年。ZK4613 及 ZK5025 两孔上更新统下部均为孢粉贫乏带,气候特别干冷,可与马兰黄土 L_1 下部粗粒层对比^[5]。在 ZK5025 孔深 0—4m ($1.70m^{14}C$ 年龄为 29790 ± 2420 年)孢粉组合却反映了森林草原植被,气候温和略湿(图 6,表 1),这与渤海湾西岸南排河孔,南黄海盐城孔和 DC₂ 孔第二海相层(3—4 万年)年龄大致相当,反映海侵时期的温暖气候^[9];也可与指示气候较为温凉的马兰黄土 L_1 中部细粒层对比。本区缺失晚更新世晚期玉木冰期最盛期(相当于马兰黄土的上部粗粒层)的沉积物,也缺失全新世地层。其原因是由于晚更新世中晚期察汗斯拉图盆地沉降速度减小以至停止,水源补给大大减少,从而使盐湖全面干涸,向砂下湖过渡。地层的¹⁴C 年龄及地表起伏较大的地貌形态,亦证明盐湖干涸已久。

参 考 文 献

- [1] 王开发,1981. 孢粉学概论。北京大学出版社,第 9—14 页。
- [2] 孙健中,1984. 中国北方大理冰期地层初步对比。第四纪冰川与第四纪地质论文集(1)。地质出版社,第 186—192 页。
- [3] 刘兰锁,1982. 青藏公路沿线上新世—早更新世孢粉组合及其意义。青藏高原地质文集(4)。地质出版社,第 138—145 页。
- [4] 刘东生、丁梦林,1985. 中国第四纪地层和更新统上新统界限。中国第四纪研究 6(2): 16—17。
- [5] 刘东生,1985. 黄土与环境。科学出版社,第 106—111,324—332,350 页。

- [6] 刘东生, 1985. 中国第四纪研究的新进展. 中国第四纪研究 6(2): 1-4.
- [7] 严富华, 叶永英, 刘粤霞, 1986. 北京东斋堂黄土的孢粉分析. 中国第四纪研究 7(1): 39-43.
- [8] 宋之琛, 朱宗浩, 1985. 柴达木盆地第三纪孢粉学研究. 石油工业出版社, 第 38-41 页.
- [9] 赵松龄, 秦蕴珊, 1985. 中国东部沿海三十万年以来的海侵与海面变动. 中国第四纪研究 6(2): 97-103.
- [10] 钱方, 马醒华, 1982. 中国第四纪磁性地层学中几个问题的初步探讨. 中国地质科学院地质力学研究所刊 2: 88-92.
- [11] 黄赐璇, 梁玉莲, 1983. 藏北高原北部地区湖相沉积的孢粉分析. 西藏第四纪地质. 科学出版社, 第 159-160 页.
- [12] T. D. Smith and J. H. Foster, 1969. Geomagnetic reversal in Brunhes normal polarity epoch. *Science* 16 (3): 565-567.

PRILIMINARY STUDY OF QUARTERNARY STRATA IN CHAHANSHILATU SALT LAKE

Shen Zhenshu Cheng Guo and Qi Guozhu

(No. 1 Geological and Hydrogeological Team, Bureau of Qinghai Geological and Mineral Resources, Geermu)

ABSTRACT

This paper introduces the results of spore-pollen analysis, paleomagnetic determination, ^{14}C and uranium series isotope dating of two cores in Chahanshilatu Salt Lake, Chaidamu Basin.

The zones were alternated by 13 cold and warm spore-pollen strata. The obvious paleoclimatic changes over and under the Matuyama/Gauss and Brunhes/Matuyama boundaries can be correlated with those of Luochuan Loess.

Since 1 Ma B. P., the paleoclimate and the age of the spore-pollen zones of this salt lake can be correlated in general with those of the loess beds and paleosol beds of Luochuan Loess.

For these reasons, the lower boundary of Quarternary Strata in the region was defined as Matuyama/Gauss boundary (2.48 Ma B. P.). Quarternary strata were divided into Lower-Pleistocene, Middle-Pleistocene and Upper-Pleistocene Series. Holocene Series is absent.