

文章编号: 1009-3850(2007)01-0025-07

可可西里盆地中新统五道梁群湖相碳酸盐岩 岩石学特征与沉积环境分析

周恩恩, 伊海生, 林金辉

(成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059)

摘要: 湖相碳酸盐岩在可可西里盆地的古、新近纪地层中分布广泛, 更是中新统五道梁群沉积的主要组成部分。五道梁群湖相碳酸盐岩分为生物粘结灰岩(叠层石)、泥晶灰岩、颗粒灰岩与泥晶白云岩四大类, 反映出沉积环境为一个具有浅水—半深水、高盐度、半封闭—封闭特点的综合湖泊系统。

关键词: 可可西里盆地; 中新统; 五道梁群; 湖相碳酸盐岩; 岩石学; 沉积环境; 青海

中图分类号: P588.24⁺5

文献标识码: A

可可西里盆地是青藏高原腹地最大的新生代沉积盆地, 其中的新近系中新统五道梁群是一套特殊的湖相碳酸盐岩沉积, 与下伏的以陆源碎屑岩为主的古近纪沉积相比, 表现出明显的沉积体制转换, 其中必然蕴涵了大量关于高原隆升、高原腹地地形地貌变化和古、新近纪气候转换等方面的信息。

对五道梁群湖相碳酸盐岩, 由于其沉积厚度小、剖面保存不佳等原因, 至今岩石学研究程度远低于同区的其他新生代地层单元。本次研究对五道梁群碳酸盐岩进行了详细的剖面观测、采样, 确定了若干条剖面的沉积序列和地层关系, 并利用镜下鉴定、扫描电镜、X 射线衍射等手段, 进行了详细的岩石学研究和分类, 以及沉积成因、环境分析。

1 区域地质背景

可可西里盆地分布位于巴颜喀拉地体西段和羌塘地体的北部, 覆盖金沙江缝合带, 平均海拔高程在 5000m 以上, 分布面积达 101000km²。盆地基底由石炭—二叠系西金乌兰群, 二叠系开心岭群, 二叠—三叠系汉台山群, 三叠系巴颜喀拉群、巴塘群和结扎群

组成, 总厚度达 23000m^[1,2]。

盆地由老到新主要由风火山群、雅西措群以及五道梁群组成(图 1)。风火山群与雅西措群沉积时代为早始新世—早渐新世, 主要由河流—湖泊—扇三角洲相砂岩、泥岩和少量砾岩组成, 夹生物碎屑灰岩、泥灰岩、纹层状灰岩, 局部见石膏薄层和石膏结核层^[3]。五道梁群由青海省地质矿产局区调综合地质大队(1:20 万五道梁幅, 1989)根据地名命名而来, 地层年代由化石定为中新统(N₁wd), 相邻的沱沱河幅、章岗日松幅等报告也使用了这一命名, 《青海省岩石地层》(1997)改群为组, 但在后来的研究中又再次恢复为群^[4]。其岩性上总体表现为一套内陆湖泊相的以碳酸盐岩为主的沉积, 间夹紫红色泥岩, 含极少量扇三角洲相砂岩、未固结砂泥以及底砾岩沉积, 并在局部地区发育黑色油页岩^[5]。刘志飞等(2004)对雅西措群与五道梁群的连续沉积剖面进行了古地磁采样分析, 确定五道梁群沉积年代为 23.8~21.8Ma(早中新世)。

2 样品处理与分析方法

收稿日期: 2006-07-03; 修改日期: 2006-09-25

第一作者简介: 周恩恩, 1981 年生, 硕士研究生, 研究方向为沉积学。

资助项目: 国家自然科学基金项目“青藏高原第三纪沉积体制转型与构造及气候变化耦合过程的研究”(40572077)。

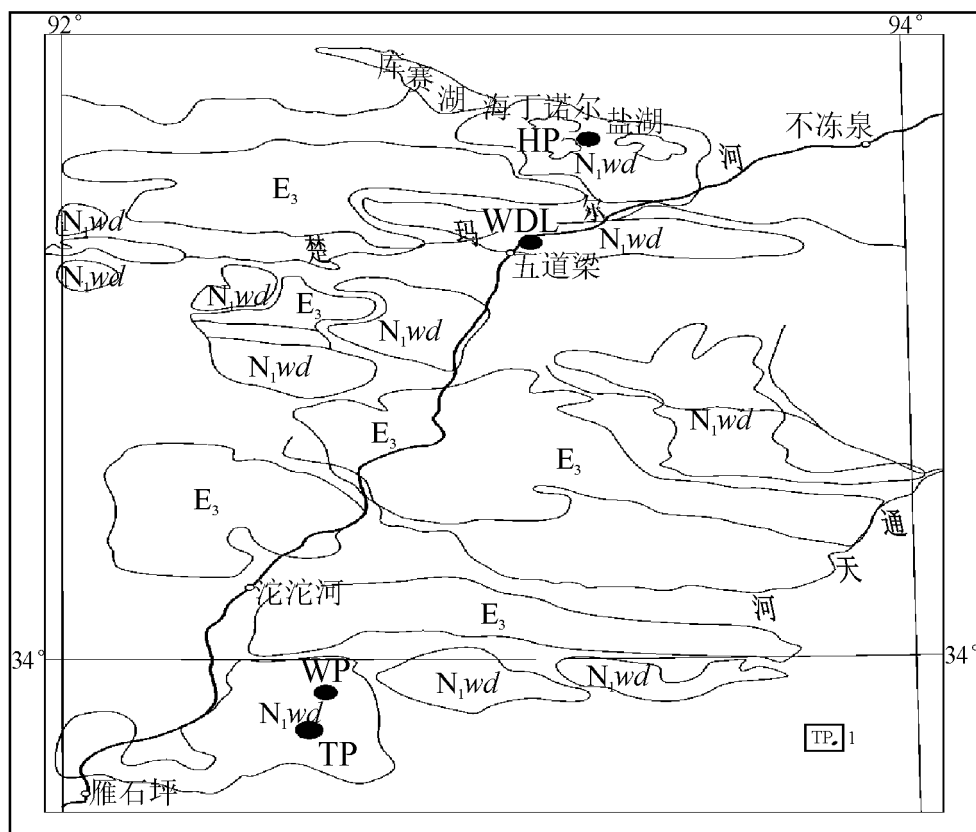


图1 可可西里盆地古、新近纪沉积分布简图

N_1wd . 五道梁群. 1. 剖面位置及代号

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of the Palaeogene and Neogene strata in the Hoh Xil Basin

N_1wd = Wudao Liang Group. 1= studied section

本次研究共在区内4条剖面上采集了142块五道梁群湖相碳酸盐岩样品,磨制薄片并用铁氰化钾混合液染色,然后进行薄片观察和显微照相;扫描电镜由成都理工大学材料与生物工程实验室完成,采用HITACHI S-530型扫描电镜,事先对样品进行常规程序预处理。这是最主要的两种研究方法。同时为了进一步了解样品的矿物成分(如白云石含量等),在同一实验室完成了部分样品的X射线粉末衍射分析。

3 岩石学特征

3.1 岩石类型与地层

根据矿物成分、宏观与显微结构的总体特征,可以将五道梁群湖相碳酸盐岩划分为生物粘结灰岩(叠层石)、泥晶灰岩、颗粒灰岩与泥晶白云岩4个大类。其中叠层石灰岩根据其胶结物成分、颗粒类型,细分为含藻团块/球粒泥晶叠层石灰岩和含藻团块/球粒亮晶叠层石灰岩4个亚类,集中出露于五道梁兵站WDL剖面,在与雅西措群连续沉积的TP剖面

上也有少量出露。泥晶灰岩可分为含藻球粒泥晶灰岩、含粉砂生屑泥晶灰岩、含内碎屑泥灰岩、白云质灰岩和结晶灰岩5个亚类。颗粒灰岩则根据其颗粒和胶结物的类型分为泥晶内碎屑灰岩、亮晶藻球粒灰岩、泥晶生屑(介形虫)灰岩3个亚类。泥晶灰岩和颗粒灰岩在各条剖面均有出现,数量相对丰富。泥晶白云岩可按成分细分为白云岩和灰质白云岩,总量较少,产出十分集中,只见于WP剖面。

可可西里盆地五道梁群地层剖面多为不见顶底的独立剖面,缺少明显的与上下地层的接触关系,在可见界线的剖面中,五道梁群多以平行不整合或微角度不整合上覆于雅西措群地层,也有极少数剖面可见连续沉积接触关系,如WP剖面(图2)。

3.2 岩石类型与结构

1. 叠层石灰岩

叠层石灰岩宏观上表现为灰白色、黄灰色中一薄层状叠层石灰岩,局部构成生物丘;根据形态可以分为穹隆状叠层石、柱状叠层石和层状叠层石3种类型。穹隆状叠层石是最常见的类型,球柱体直径

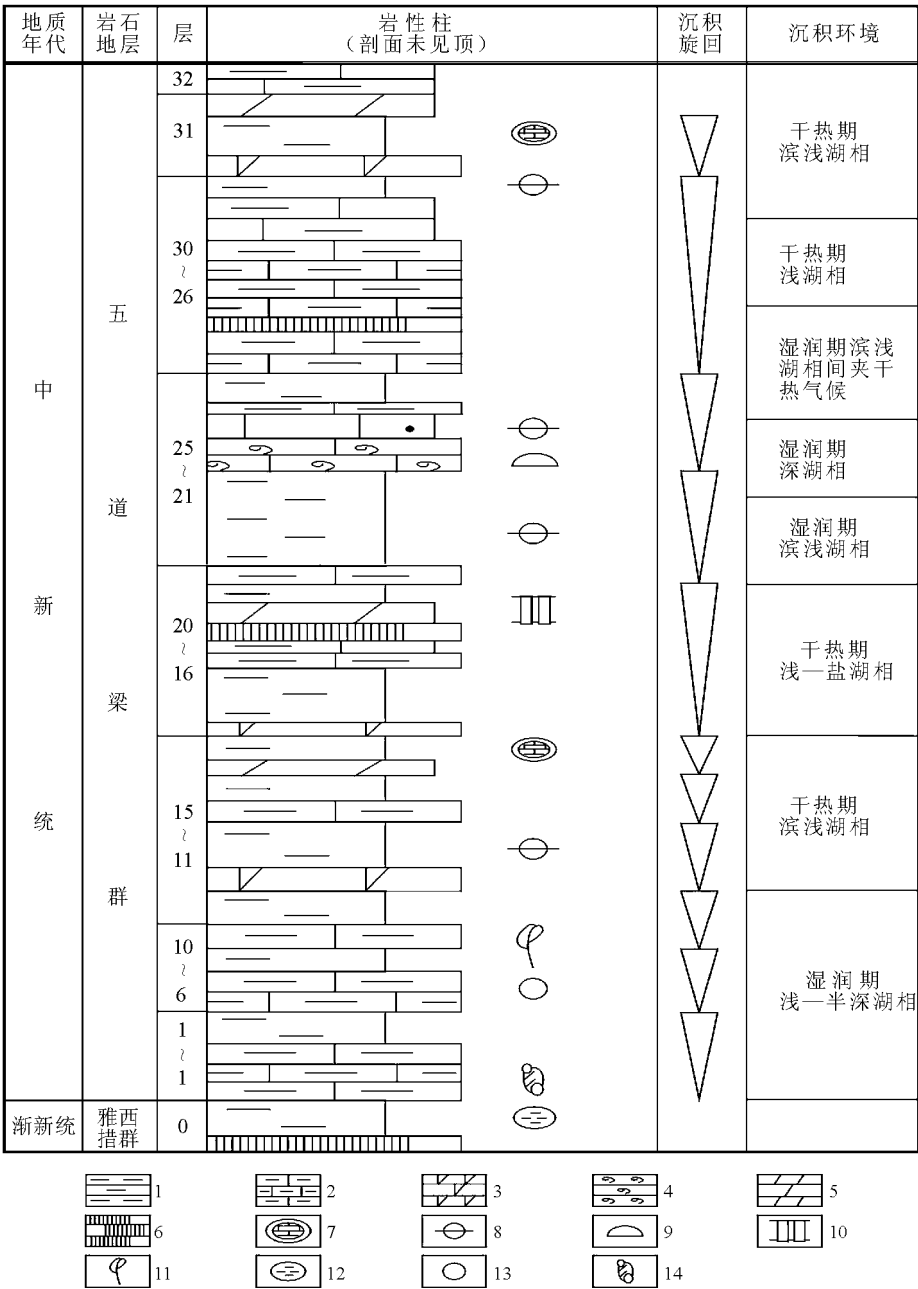


图 2 可可西里盆地中新统五道梁群 WP 剖面及沉积环境演化

1. 泥岩; 2. 泥灰岩; 3. 云灰岩; 4. 生物灰岩; 5. 白云岩; 6. 石膏层; 7. 灰质结核; 8. 泥砾; 9. 介壳生屑; 10. 石膏条带; 11. 植物碎片; 12. 泥质团块; 13. 砾石; 14. 腹足类生屑

Fig. 2 Lithologic column and sedimentary environmental evolution of the WP section in the Miocene Wudaoliang Group, Hoh Xil Basin
1= nudstone; 2=marl; 3= dolomitic limestone; 4= bioclastic limestone; 5= dolostone; 6= gypsum bed; 7= lime concretion; 8= clay boulder; 9= shell; 10= gypsum band; 11= plant remains; 12= muddy lump; 13= gravel; 14= gastropods

5~20cm、高2~8cm, 平面上一一般为圆形或椭圆形, 顶部呈光滑的蘑菇状、菜花状, 内部纹层比较规则(图版-a); 柱状叠层石较少见, 断面呈向上凸起的半球形薄层垂向堆叠, 薄层的侧部下垂弯曲形成侧壁, 柱体高4~5cm、宽2~4cm, 柱体偶有分叉, 顶面尖棱状、球状; 层状叠层石纹层呈断续的水平状、皱纹状

或微波状, 表面凹凸不平, 显示出密集的瘤状突起, 一般见于穹隆状叠层石和柱状叠层石底部或互层产出。三类叠层石在手标本纵切面上都可见明显的明暗纹层交替出现, 呈连续或断续的条带状, 横切面表现为明暗层相间的同心圆形, 球柱体之间多为泥晶粉砂屑和泥屑充填。

叠层石灰岩显微结构的最大特点是生物粘结结构,即丰富的藻迹和有机质组成暗色纹层,与富泥微晶碳酸盐沉积物的明亮层迭交出现(图版-b),反映了藻类生长、捕捉等旺盛的生物活动对岩石形成的决定性作用。灰泥一般占35%以上,主要以两种形式出现:一是作为富屑纹层的基质、以厚度不一的泥晶微纹层形式,延伸较稳定,结构均匀,可能代表了若干个静水沉积期或静水环境的灰泥沉降堆积产物,这些微纹层与富有机质藻屑层往往呈突变接触;二是作为富藻纹层中的基质、填隙物,出现于藻屑、藻粒和有机质团块之间。前者占的比例远大于后者。灰泥的重结晶程度因样而异,总体来说重结晶作用比较明显,新生亮晶物质可占10%左右,多为微晶方解石,极少数为粉晶;但在藻丝体、其它藻屑和有机质斑块之间以胶结物形式出现的亮晶方解石则比较常见,在某些样品中可占到20%以上,甚至达到了40%左右,粒径也较大,多为粉晶,少数达细晶。样品中的颗粒组分主要是藻团块(由藻球粒、藻屑、藻丝体和有机质粘积而成)和相对较独立的藻丝体,藻团块主要是泥晶质,大小普遍为2~3mm;某些样品中的藻丝体在排列上显示出明显的向上生长的趋势,并形成网格状纹层,其间被细一粉晶亮晶方解石充填。个别样品中可见内碎屑,数量极少,但颗粒较大,粒径为0.7~1.5mm,中一细晶质,泥晶套发育,结构清晰。有机质含量比较丰富,一般占5%~10%。

2. 泥晶灰岩

泥晶灰岩类主要出露于通天河西岸 WP 剖面、TP 剖面 and 海丁诺尔湖 HP 剖面。泥晶灰岩和结晶灰岩呈灰白色、灰黄色,多为中一薄层状,单层厚度15~25cm。偶见呈中一厚层、块状或板状产出的角砾状、翻杂状泥晶灰岩,可见软变形构造和泥质斑块,单层厚度可达40cm以上。侧向延伸稳定,局部间夹薄层状粉砂岩与泥岩。泥灰岩主要出现于 WP 剖面,与紫红色泥岩和白云岩韵律互层,多达23个旋回,泥灰岩层在其中颜色醒目,呈黄灰色、灰白色,单层厚度5~15cm,累计最大单层厚度可达1.5m。水平纹层发育,侧向延伸稳定,偶见淡水生物碎屑化石和分散状泥质、粉砂质条带,在侧向和垂向上偶与薄层状石膏共生。

五道梁群泥晶灰岩十分丰富,其泥晶基质占65%以上,多数样品中重结晶明显;颗粒主要有两种:一为藻球粒和其粘积而成的藻团块,是颗粒的主要类型,可占样品的30%左右,球粒基本在0.1~

0.2mm,少数条状可长0.5mm;二为生物碎屑颗粒(图版-c),含量不高,主要为介形虫和双壳类骨屑,极少数样品中可见轮藻。

3. 颗粒灰岩

颗粒灰岩类见于多个剖面,但总量较少。藻屑灰岩主要与叠层石灰岩伴生,但未表现出明显的叠层结构,而是以中一薄层状藻球粒、藻团块灰岩的形式产出。内碎屑灰岩与生屑灰岩仅以泥晶灰岩中的夹层或过渡层形式出现,薄层状产出,侧向延伸不稳定。

五道梁群颗粒灰岩数量虽少,但特点鲜明,具有很强的环境指示意义和研究价值。碳酸盐颗粒的主要种类及其显微特征如下:(1)内碎屑颗粒,主要为砂屑,分选好,磨圆度高,常呈不规则条带状或纹层状堆积,具微波状层理,灰泥充填;(2)生物碎屑颗粒,在相应样品中含量在60%以上,多为介形虫、轮藻和双壳类(图版-d),比较特殊的见介形虫生屑灰岩,介形虫含量超过了85%,形态十分完整,常呈水平定向叠覆,灰泥充填;(3)藻球粒(图版-e)或藻团块,可占70%~80%,多为0.1~0.3mm,部分条状可长0.5mm以上,并具较好的分选性,在某些样品中形成同心纹层,灰泥充填,有似核形石特征。灰泥较少,大多重结晶为微亮晶胶结物,占样品的15%左右。

4. 泥晶白云岩

泥晶白云岩集中出现于 WP 剖面,与紫红色泥岩和泥灰岩韵律互层,宏观上与泥灰岩特征极其相似,呈灰白色、黄灰色薄层状产出,侧向延伸稳定。显微结构十分均匀,只含很少的颗粒成分,主要是粉砂级内碎屑和极少量石英粉砂,内碎屑排列成呈条带状或纹层状(图版-f),具微波状层理,但纹层延伸极不稳定,在几厘米的范围内可多次尖灭和再现。

4 超微组构特征

本次工作主要利用扫描电镜和 X 射线粉末衍射等手段,对样品的超微组构特征进行了详细研究。

4.1 矿物学特征

五道梁群湖相碳酸盐岩主要矿物成分为方解石,约占60%~95%,但 WP 剖面产出的泥晶白云岩例外,其白云石含量为60%~90%,有序度为0.52~0.77。样品中还含有少量的石英和极少量高岭石等粘土矿物。其中陆源石英碎屑含量一般介于1%~5%之间,个别含量达10%以上,为含砂灰岩。

4.2 超微组构类型

(1)变胶状、海绵状组构:主要由细小的凝块状、

絮状的泥晶高镁方解石或白云石相互粘连聚积而成,放大呈板片状或胶粒状,常形成多孔状骨架,主要出现在藻球粒、藻团块或内碎屑颗粒内部和表面(图版-g),偶见于胶结物。

(2) 半自形—自形粒组构:主要由晶形较好的方解石晶体组成,可按晶体生长过程呈现出片状、细条状、柱状,较完整的晶体多呈菱面体或复三方偏三角面体,晶面光滑平整,晶棱清晰规则,晶体排列有序,常与泥晶方解石晶体形成鲜明的对比和清晰的界线,例如泥晶藻球粒与边缘胶结物(图版-h),表明藻球粒形成于较强水动力条件的冲洗和筛选之下,胶结物形成于后期孔隙水沉淀。

(3) 交织组构:主要由它形晶粒状白云石、方解石和少量鳞片状粘土矿物(主要是高岭石)彼此交嵌组成,单个晶体呈片状,集合体常呈斑杂状或花瓣状(图版-i),显示了低能环境下的化学沉淀堆积。

(4) 残缕组构:扫描电镜下可见残留的藻丝体、藻管碎屑,主要出现于叠层石灰岩中,管径约为1~2 μ m,可见分叉和合并(图版-j)。

总体而言,在显微和超微结构的观察中很少见到成岩作用如重结晶作用、压蚀作用等对岩石的改造。

5 成因及环境分析

通过上述研究可以对可可西里盆地五道梁群湖相碳酸盐岩沉积环境分析。

(1) 叠层石灰岩一般沉积于在适宜藻类生长活动的浅水环境,如潮坪、碳酸盐开阔台地,五道梁群叠层石灰岩可能代表的是一种局限的滨—浅湖环境。样品中几乎见不到生物碎屑,藻类具有优势性和独占性,这可能代表了湖水的封闭性较强,盐度较高,不适合其他生物的生存。陆源碎屑物质极少,也可从另一方面说明湖泊的开放性和循环性较差。其中,泥晶叠层石灰岩内部有均匀的泥晶纹层,表明是低能环境的产物;而亮晶叠层石灰岩则反之,藻丝体间充填着大量亮晶方解石胶结物,意味着较强的水动力作用(例如风暴期湖浪)对灰泥的簸除。此外,叠层石的不同宏观形态也指示了不同的水动力条件,穹窿状和柱状叠层石的形成环境,其水动力条件要明显高于层状叠层石。

(2) 泥晶灰岩类多为浅湖—半深湖环境产物,水文条件为半封闭—封闭。均匀的灰泥结构代表了低能环境中的沉降堆积,所含的少量生屑、内碎屑和陆

源碎屑可能是风暴浪带入物或间歇性的河流注入物。部分样品中藻屑的出现及其排列方式指示了较典型的滨—浅湖环境。少量微晶—粉晶结晶灰岩则是沉积环境相对稳定的深湖相产物。浅湖相的灰质白云岩与白云岩的产出十分集中,其与泥灰岩的多层韵律互层极可能代表了沉积期气候在干燥炎热的大背景下的多期旋回变化,偶见的薄层石膏层也可说明这一点,而在这些旋回层中上部偶见的薄层生屑灰岩则可能代表了若干次淡水气候事件。

(3) (泥晶) 颗粒灰岩类数量较少,但具有比较重要的指相意义。局部发育的轮藻等淡水生物说明湖泊水体的盐度有过降低的趋势(极可能代表了一个或多个气候变暖变湿事件)。耐盐度范围很广的介形虫的生屑相对更为常见,其生物壳的水平叠覆堆积方式、大量灰泥的充填和均匀的结构都是典型的深湖相标志。内碎屑灰岩、亮晶藻球粒灰岩代表了较强的水动力条件,可能是湖间水道入湖口沉积,也可能意味着周期性风暴气候的出现。

6 讨论与结论

可可西里五道梁群湖相碳酸盐岩岩石类型多样,其指示的沉积环境是一个具有浅水—半深水、高盐度、半封闭—封闭特点的综合湖泊系统,可能由多个相互连通的小湖泊组成。虽然剖面总体保存不佳,但是残留的湖相碳酸盐岩沉积的岩石学特征足以揭示出中新世初期可可西里盆地处于一个或多个复合湖泊系统环境。这一点与吴珍汉等(2006)从构造、地层等角度提出的青藏高原腹地中新世早期古大湖的存在^[7]是基本相符的。

此外,南邻的羌塘地区中新统康托组和新统喷呐湖组的一套河湖相含膏盐红色碎屑沉积所反映的中新世初期气候变暖事件,在以往的研究中因为缺乏区域对比而被认为可能是地方性的气候事件^[8]。本次对五道梁群沉积环境的研究表明,可可西里盆地广大地区在中新世初期大部分时间周期性地处干燥和湿热气候条件下,导致形成了五道梁群这一套以湖泊相碳酸盐岩和蒸发性矿物为主的沉积,可见可可西里盆地中新统沉积与羌塘地区相应沉积有着良好的对应,表明该气候变暖事件具有区域性意义。但是对于可可西里盆地五道梁群湖相碳酸盐岩沉积所记录的环境变化、气候旋回与高原隆升、全球变化之间的契合关系,仍需进一步研究。

参考文献:

[1] 张以弗, 郑健康. 青海可可西里及邻区地质概论[M] . 北京: 地震出版社, 1994.

[2] 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志[M] . 北京: 地质出版社, 1991.

[3] 刘志飞, 王成善, 等. 青藏高原沱河盆地渐新—中新世沉积环境分析[J] . 沉积学报, 2005, 23(2): 210—217.

[4] 青海省地质矿产局. 青海省岩石地层[M] . 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.

[5] 伊海生, 林金辉, 等. 藏北可可西里地区中新世湖相油页岩的生物分子标识及碳同位素异常[J] . 成都理工学院院报, 2002, 29(10): 473—480.

[6] 刘志飞, 王成善, 伊海生, 等. 藏北可可西里盆地老第三纪沉积物源区分析及其高原隆升意义[J] . 地球科学, 2001, 26(1): 1—6

[7] 吴珍汉, 吴中海, 胡功道, 等. 青藏高原腹地中新世早期古大湖的特征及其构造意义[J] . 地质通报, 2006, 24(7): 782—791.

[8] 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原地层[M] . 北京: 科学出版社, 2001.

图版说明:

- 五道梁群湖相碳酸盐岩露头、显微照片和扫描电镜照片:
- a. 穹窿状叠层石露头照片;
 - b. 叠层石灰岩镜下明暗交叠纹层, × 20;
 - c. 泥晶灰岩中的生物碎屑, × 20;
 - d. 介形类、轮藻等生屑, × 20;
 - e. 亮晶藻球粒灰岩, × 20;
 - f. 泥晶白云岩中的内碎屑纹层, × 20;
 - g. 泥晶内碎屑颗粒(扫描电镜照片比例尺见右下角, 下同);
 - h. 藻球粒与亮晶方解石胶结物;
 - i. 白云石、方解石与粘土矿物交织状结构;
 - j. 叠层石灰岩中残留藻丝体。

Petrology and sedimentary environments of the lacustrine carbonate rocks from the Miocene Wudaoliang Group in the Hoh Xil Basin, Qinghai

ZHOU Ken-ken, YIN Hai-sheng, LIN Jin-hui
(Research Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The lacustrine carbonate rocks occur on a wide range of scales in the Palaeogene and Neogene strata in the Hoh Xil Basin, Qinghai, and constitute an important part of the Miocene Wudaoliang Group sediments. The lacustrine carbonate rocks in the Wudaoliang Group consist of boundstone (stromatolite), micritic limestone, grainstone and micritic dolostone which were laid down in the shallow-water to bathyal, high-salinity and enclosed to semi-enclosed lake systems.

Key words: Hoh Xil Basin; Miocene; Wudaoliang Group; lacustrine carbonate rock; petrology; sedimentary environment; Qinghai