

文章编号: 1006-6616 (2004) 01-0088-10

四川理塘甲洼组地层时代与环境演化

王书兵^{1,2}, 蒋复初^{1,3}, 田国强¹, 傅建利¹, 赵志中¹, 许清海⁴

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国科学院黄土和第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075;

3. 中国科学院湖泊沉积与环境开放实验室, 江苏 南京 210008;

4. 河北省计划委员会地理研究所, 河北 石家庄 050061)

摘要: 川西理塘甲洼盆地中的甲洼组是一套厚度在 300m 左右的松散状河湖相沉积物。磁性地层结果表明, B/M 界线位于剖面中部 157.0m 处, 剖面底部记录了奥尔都维正极性亚时。对比 Cande 和 Kent 的极性年表, 理塘甲洼组的始沉积年代约为 2.10MaBP, 结束于 0.10MaBP。孢粉记录显示该地经历亚高山针叶林植被→高山草甸植被的演变过程, 沉积环境经历了河湖相→冲积相的转变过程。

关键词: 甲洼组; 磁性地层; 孢粉; 理塘

中图分类号: P534.63, X141

文献标识码: A

甲洼组主要分布在川西高原理塘县城南甲洼盆地中, 是一套厚度在 300m 左右的松散状河湖相沉积物。受新构造运动的影响, 地层倾斜, 倾角在 10~20°之间。钱方等^[1]研究了甲洼组地层, 其剖面位于甲洼正南, 理塘—稻城公路 31~35km 碑处 (图 1)。本文作者对甲洼盆地内甲洼组的地层分布状况进行了详细的调查, 发现在甲洼乡峨区村东南 1km 冲沟内 (北纬 29°43'04", 东经 100°18'49"), 甲洼组地层清晰而连续, 产状比较稳定, 底部出露基岩, 实测地层厚度为 282.6m。

1 地层剖面

本剖面出露厚度 282.6m, 岩性分为 12 层 (图 2), 自上而下简述如下:

12. 细砂粘土夹小砾石, 高山草甸层

厚 0.6m

11. 砂砾石层, 外观以灰色为主, 砾石大小混杂, 以中等砾石为主, 分选一般, 磨圆一般, 砾石成份以火山岩、石英砂岩为主, 泥砂质胶结为主, 间有铁泥质胶结。本层砾石层产状发生变化, 与下层间有一定夹角。层内见有红褐色块状粘土透镜体; 其中在深度 2.6~

收稿日期: 2003-08-05

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目 (编号: KZCX2-108) 国土资源部基础研究项目 (批准号: 20010202、991005) 国家重点基础研究专项经费资助项目 (批准号: G1999043401) 和中国地调局地质调查项目 (批准号: 200312300034) 共同资助。

作者简介: 王书兵 (1972-), 男, 博士, 第四纪地质学专业。E-mail: wsbln@btamail.net.cn.

2.8m 处见稳定标志层，下部为 10cm 厚灰色粘土质胶结砂砾，上部为红色块状粘土；4.6~4.8m 处见铁锈红色铁质胶结粗砂细砾透镜体，硬度很大，锤击不易碎 厚 18.0m

10. 锈红色砂砾石与不等厚灰色、灰绿色、土黄色砂、粘土互层，砾石大小混杂，以中等砾石为主，分选一般，磨圆一般，砾石成份以火山岩、石英砂岩、泥砂质胶结为主，间有铁泥质胶结，相对硬度大。砂、粘土层产状稳定，成层性好，是地层对比的良好标志层。粘土层上下易形成陡崖、陡坎。层中：

27.4~28.5m 段，自下而上可分 3 层：10cm 厚红色粘土胶结砂砾石，30cm 厚灰绿色块状粘土，70cm 厚红褐色块状粘土；30.4m 处灰色块状粘土透镜体；

40.6~42.6m 段，砂砾石层，外观呈红色，中间夹有多层铁质层而较特殊；

71.2~71.6m 段，灰色块状砂质粘土、粘土；

76.8~77.4m 段，下部 20cm 厚灰绿色粗砂，上部 40cm 厚红褐色块状粘土；

78.8~80.0m 段，自下而上可分 4 层：20cm 厚灰绿色粗砂细砾，30cm 厚铁质胶结砂砾层，40cm 厚红褐色块状粘土，30cm 厚灰黑色粘土；

92.8~93.6m 段，下部 50cm 为灰绿色块状粘土，上部为红褐色块状粘土；

98.4~99.4m 段，下部 30cm 为灰色粗砂，夹有铁锈色，上部为红褐色块状粘土；

106.5~107.2m 段，下部 20cm 为褐红色粗砂层，具纹理，以上为灰绿色块状粘土；

109.6~110.9m 段，自下而上可分 5 层：40cm 厚土褐色粘土，20cm 厚灰绿色粘土，40cm 厚灰绿色砂粘土充填的砾石，10cm 厚灰黑色粘土，20cm 厚灰绿色粘土；

119.4~121.0m 段，土褐色粘土，中间夹很薄且不稳定灰色粘土，顶部褐红色块状粘土；

131~132.4m 段，下部为土灰色粗砂，上部为浅褐红色块状粘土 厚 121.0m

9. 砂砾石层，外观呈红色，砾石大小混杂，以中等砾石为主，分选一般，磨圆一般，砾石成份以火山岩、石英砂岩为主，胶结物以砂质为主，相对较松散。层内见有粘土薄层和砂质粘土透镜体。其中在 139.6~145.6m 间夹多层铁质层薄层；152.6m 处见 10cm 左右的铁质层 厚 19.0m

8. 灰色粗砂、粘土质砂层，夹有小砾石。底部地层产状：210°∠16° 厚 4.5m

7. 砂砾石夹粗砂细砾和粘土透镜体，砾石外观呈灰黑色，大小混杂，以中等砾石为主，分选一般，磨圆一般，泥砂质胶结，砾石成份以火山岩为主 厚 7.5m

6. 砂砾石层，风化程度高，砾石表面铁膜发育，砾石大小混杂，以小个砾石为主，分

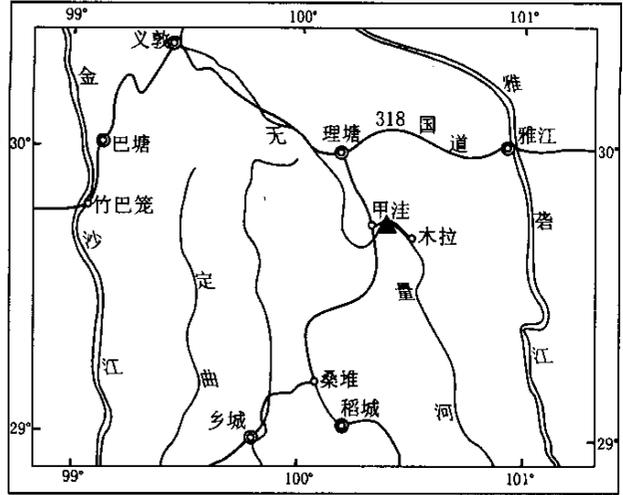


图 1 理塘甲洼哦曲剖面位置图

Fig.1 Location of the E'qu section, Jiawa District, Litang, Sichuan (▲哦曲剖面位置)

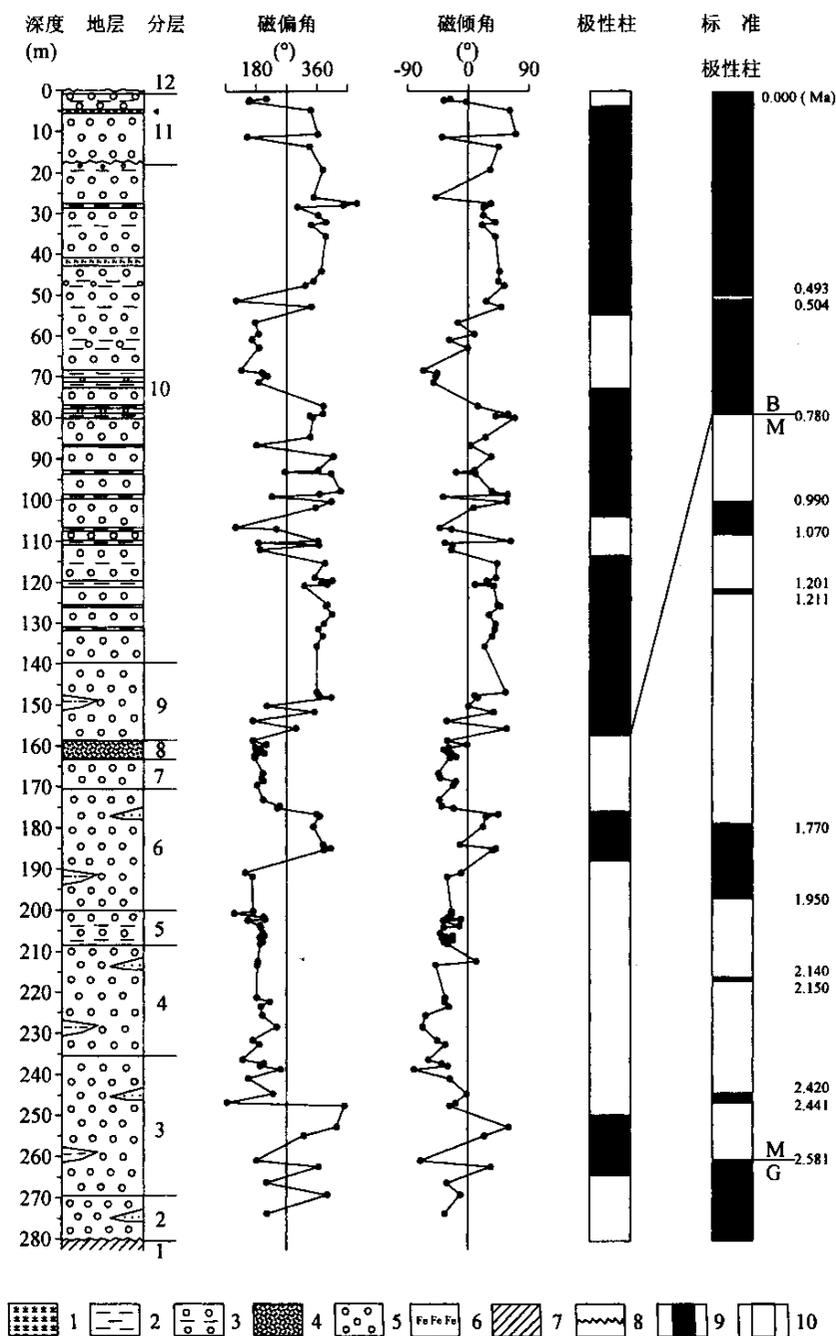


图2 理塘甲洼哦区剖面柱状图

Fig.2 Lithostratigraphy and magnetostratigraphy of the E'qu columnar section, Jiawa District, Litang County

1. 草甸层; 2. 粘土; 3. 砾夹粘土; 4. 粗砂; 5. 砾石; 6. 铁质胶结层细砂;
7. 基岩; 8. 不整合; 9. 正极性; 10. 负极性

选一般，磨圆一般，含钙砂泥质胶结，硬度大，冲沟成陡壁，砾石成份有：石英砂岩、辉绿岩、绿片岩等，其中石英砂岩个体较大。层内见灰色粗砂、粘土透镜体。175.0m 处地层产状为 $270^{\circ} \angle 10^{\circ}$ 厚 29.5m

5. 灰色、灰绿色粘土、砂质粘土与砾石层互层。详细分层为：

200.1~200.8m，灰色粗砂层，夹细砂粘土层；

200.8~201.3m，砂砾石层；

201.3~202.5m，灰色粘土、粘土砂，底部夹有 10cm 厚的黑色泥炭层；

202.5~203.6m，砂砾石层；

203.6~204.3m，灰绿色杂铁锈红色粘土、粗砂层，夹小个砾石，顶部紫灰色粘土层；

204.3~205.4m，灰绿色砂砾石层，泥砂质胶结；

205.4~208.6m，灰色、灰绿色杂铁锈红色粘土、粉砂质粘土，夹小砾石及粗砂透镜体 厚 8.5m

4. 砂砾石层，风化程度高，砾石表面铁膜发育，砾石大小混杂，以小砾石为主，分选及磨圆一般，含钙泥砂质胶结，硬度大，易成陡壁，砾石成份有：石英砂岩、辉绿岩、绿片岩等，其中石英砂岩个体较大。层内见有粗砂、粉砂质粘土及粘土透镜体，粗砂透镜体内见有纹层 厚 27.0m

3. 砂砾石层，砾石大小混杂，以 3~4cm 小砾石为主，分选一般，磨圆一般，含钙泥砂质胶结，硬度大，冲沟成陡壁，砾石成份有：石英砂岩、辉绿岩、绿片岩等，其中石英砂岩个体较大。层内见有粗砂、粉砂质粘土及粘土透镜体，有一粗砂透镜体内含碳屑 厚 34.0m

2. 砂砾石层，砾石大小混杂，以 5~6cm 大个砾石为主，分选差，磨圆差，个别磨圆较好，泥砂质胶结，砾石成份有：石英砂岩、辉绿岩、绿片岩等，其中石英砂岩磨圆相对较好。层内见粗砂、粘土透镜体 厚 11.0m

1. 基岩 厚 >2.0m

2 地层时代

在剖面中采集古地磁大样 157 块，用罗盘水平磁北定向，室内加工成边长为 2cm 的定向立方体测试样品，全部样品由作者亲自测试，在中国地质科学院地质力学研究所古地磁实验室无磁空间进行，热退磁用美制 TD-4 型热退磁炉，剩磁测量用美制 ZG-755 型立式超导磁力仪。全部样品均进行了系统退磁，其中少部分样品以 50℃、100℃、150℃、200℃、250℃、300℃、350℃、400℃、450℃、500℃、530℃、550℃、565℃、580℃、610℃、630℃、650℃、665℃、680℃、690℃ 间隔进行系统退磁；在此基础上，大部分样品以 120℃、260℃、320℃、380℃、440℃、500℃、540℃、580℃、620℃、640℃、655℃、665℃、675℃、681℃ 间隔进行系统退磁。结果显示大部分样品热退磁 320℃/350℃ 时基本能达到退磁目的，少部分样品在热退磁 260℃ 时达到磁清洗，极少部分样品在热退磁 580℃ 时达到磁清洗。

根据样品的剩余磁化强度和退磁过程中的变化特征，结合剖面岩石和地层特征，绘制综合岩石地层和极性柱状图，并与标准极性柱^[2,3]进行对比（图 3）。

根据磁性地层分析结果，剖面深度 157.0m 以上，以正极性为主，可与标准极性柱中的布容正极性时对应；深度 157.0m 以下，以负极性为主，可与标准极性柱中的松山负极性时

对应；B/M 界线位于剖面深度 157.2m 处。深度 176.0 ~ 188.0m 段正极性，可与 Jaramillo 正极性亚时对比；深度 250.0 ~ 264.5m 段正极性，可与 Olduvai 正极性亚时对比。在标准极性柱中，Olduvai 正极性亚时的起止年代为 1.77 ~ 1.95MaBP，对应本剖面的沉积厚度为 14.5m，计算出沉积速率为 8.06cm/ka，以此沉积速率外推，剖面深度 264.5 ~ 282.6m 段 18.1m 厚度需沉积时间 0.225Ma，这样计算出剖面底部的年代为 2.175MaBP。但在标准极性柱中，Reniwonl 正极性亚时的同位素年代为 2.14 ~ 2.15MaBP，本剖面中并没有出现 Reniwonl 正极性亚时，综合考虑，甲洼组底部的年代取 2.10MaBP 较为合适。这样，再反算本段的沉积速率为 12.06cm/ka，也与其它深度段的沉积速率接近，说明这一结果是可靠的。

深度 157.2 ~ 282.6m 段厚度为 125.4m，所需沉积时间 1.32 Ma，平均沉积速率为 9.5 cm/ka。以此速率推算，深度 0.0 ~ 157.2m 段厚度为 157.2m，所需沉积时间 1.66 Ma，超过了布容正极性时间 0.78Ma；说明此平均速率偏小。另外，从岩性特征及沉积环境看，0.0 ~ 157.2m 段冲积成因的松散状泥砂质胶结砾石为主，沉积速率应比下部地层的沉积速率大。先用 15.00cm/ka 速率推算，厚度 157.2m 所需沉积时间为 1.05Ma，也超过了 0.78Ma。因此，试着用 20.00cm/ka 速率推算，厚度 157.2m 所需沉积时间为 0.79Ma，与 0.78Ma 相比仅差 0.01Ma，说明此速率已经接近最低限。采用 25.00cm/ka 速率推算，厚度 157.2m 所需沉积时间为 0.63Ma。这样，剖面起始年代为 0.15Ma，则剖面顶部深度 0.0 ~ 4.0m 段负极性，就可与布莱克负极性亚时对比；深度 104.0 ~ 113.4m 段负极性，就可与安比拉负极性亚时对比；而深度 54.8 ~ 72.8 m 段负极性，就可与琵琶湖负极性亚时对比。但是，在标准极性柱中，布莱克负极性亚时的同位素年代为 0.10 ~ 0.15MaBP，也就是说，甲洼组结束沉积的年代要小于 0.15MaBP，大致在 0.10MaBP 左右，这样推算出的沉积速率为 23.12cm/ka，与下部地层的沉积速率接近，说明这一结果也是可信的。

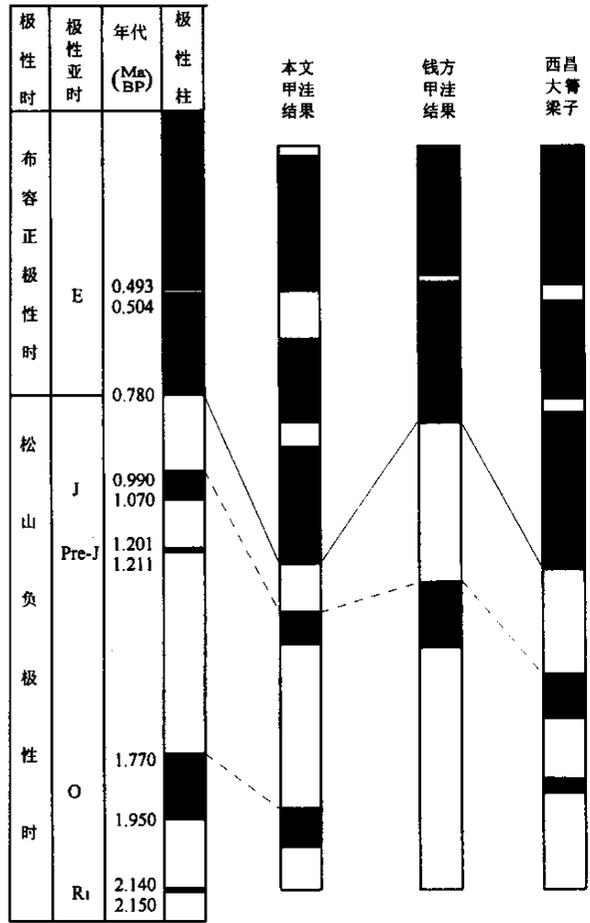


图 3 理塘甲洼组与西昌大箐梁子组磁性地层对比
Fig.3 Comparison of magnetostratigraphy between the Jiawa Formation, Litang, and the Daqingliangzi Formation, Xicang, Sicuan Province

甲洼组的岩性有一定的胶结，但胶结程度不太深，砾石表面风化很浅，大部分没有风化，因而其形成年代不会太老。孢粉分析结果，在孢粉组合中出现相当数量的第三纪子遗树种罗汉松属 (*Podocarpus*)，表明地层时代不应太晚。另外，钱方等^[1]早期做出的甲洼组的古地磁年龄为 1.246~0.437MaB.P.，蒋夏初等^[4]做出的西昌大箐梁子组的古地磁年龄为 1.033~0.468MaBP，本文做出的甲洼组的古地磁年龄为 2.10~0.10MaBP，三组年龄比较接近，说明它们形成的时代基本相同，本文结果是可信的。我们的结果与钱方的结果相比，有一定的差别，其原因在于无论在采样间距上还是在样品测试仪器方面，精度都无法和现在相比，结果有出入是显而易见的。

表 1 甲洼组按深度计算的平均沉积速率

Table 1 Average sedimentation rates of the Jiawa Formation calculated according to the depth

深度	厚度 (m)	界限年龄 (Ma)	经历时间 (Ma)	平均沉积速率 (cm/ka)
0.0~157.2	157.2	0.1~0.78	0.68	23.12
157.2~176.0	18.8	0.78~0.99	0.21	8.95
176.0~188.0	12.0	0.99~1.07	0.08	15.00
188.0~250.0	62.0	1.07~1.77	0.70	8.86
250.0~264.5	14.5	1.77~1.95	0.18	8.06
264.5~282.6	18.1	1.95~2.10	0.15	12.06

3 环境演化

本剖面共采取 205 块孢粉样品，选取其中粒度相对较细的 100 块分析，有 54 块样品未鉴定分析出花粉，其余样品多分析出一定的孢粉化石。为确定其可靠性，又取部分样品进行了第二次分析，结果一致，且加入的石松孢子多数被分析出来，表明该地层中孢粉化石较少，分析结果可信。

46 块样品共鉴定统计孢粉化石 2007 粒，分属 69 个科、属植物。

鉴定统计的乔木植物花粉有：松 (*Pinus*)、云杉 (*Picea*)、冷杉 (*Abies*)、落叶松 (*Larix*)、黄栌 (*Cotinus*)、虎榛子 (*Ostryopsis*)、朴 (*Celtis*)、铁木 (*Ostrya*)、铁杉 (*Tsuga*)、杨 (*Populus*)、桦 (*Betula*)、栎 (*Quercus*)、榆 (*Ulmus*)、栲 (*Castanopsis*)、柳 (*Salix*)、罗汉松 (*Podocarpus*)、椴 (*Tilia*)、漆树科 (*Anacardiaceae*)、鹅耳枥 (*Carpinus*)；鉴定统计的草本植物花粉有：龙胆科 (*Gentianaceae*)、虎儿草科 (*Saxifragaceae*)、蒿 (*Artemisia*)、藜科 (*Chenopodiaceae*)、杜鹃花科 (*Ericaceae*)、忍冬科 (*Caprifoliaceae*)、百合科 (*Liliaceae*)、禾本科 (*Gramineae*)、蓼 (*Polygonum*)、莎草科 (*Cyperaceae*)、葎草 (*Humulus*)、伞形科 (*Umbelliferae*)、玄参科 (*Scrophulariaceae*)、景天科 (*Crassulaceae*)、报春花科 (*Primulaceae*)、麻黄 (*Ephedra*)、唐松草 (*Thalictrum*)、蔷薇科 (*Rosaceae*)、菊科 (*Compositae*)、狼毒 (*Stellera*)、毛茛科 (*Ranunculaceae*)、荨麻科 (*Urticaceae*)、夹竹桃科 (*Anacardiaceae*)、罂粟科 (*Papaveraceae*)、败酱科 (*Valerianaceae*)、十字花科 (*Cruciferae*)、石竹科 (*Caryophyllaceae*)、旋花科 (*Convolvulaceae*)、紫金牛科 (*Myrsinaceae*) 等；鉴定的蕨类孢子有：水龙骨科 (*Polypodiaceae*)、单缝孢 (*Monoletes*)、三缝孢 (*Triletes*)、卷柏 (*Selaginella*) 等。

根据孢粉百分比分析 (因花粉较少，未进行浓度计算)，本剖面自下而上可分为四个孢

粉带 (图 4)。

孢粉带 IV (0~72.6m): 本带只 EQ183 鉴定出 1 粒栎属花粉, EQ197 鉴定出 2 粒蒿和 1 粒藜科花粉, EQ184 共鉴定出 43 粒花粉。此特征显示本段沉积物可能为河流相冲积成因, 孢粉化石保存较为困难。

孢粉带 III (72.6~170.6m): 本带下部乔木植物花粉以松、冷杉、云杉为主, 草本植物蒿、毛茛科含量较高。到了上部蒿、毛茛科减少, 开始出现了杜鹃花科, 表明气候从冷干向凉湿变化的过程。

孢粉带 II (170.6~222.6m): 本带共分析 16 个样品, 其中中部 2 个样品鉴定出的孢粉化石较多, 分别为 184 粒和 228 粒, 其它样品鉴定统计出的孢粉化石较少 (10 粒以下)。与上带相比, 乔木花粉大量减少, 草本植物大量增加, 达 79.8%, 以伞形科、报春花科、菊科为主, 有少量杜鹃花科、虎儿草科, 本带代表了高山草甸植被。

孢粉带 I (222.6~282.6m): 本带共分析样品 14 个, 有 5 个样品只有 1 粒或未检出花粉。本带乔木植物花粉明显增多, 以松、云杉、冷杉为主, 松科最高达 62.2%, 另外杜鹃花科也明显增多, 最高达 50%, 是典型的亚高山针叶林植被景观。

4 讨论

甲洼盆地位于青藏高原东部边缘的川西高原夷平面上, 雅砻江支流无量河经盆地通过盆地海拔 3620~3680m 左右, 四周环绕 4200~4500m 的高原面。甲洼组构成盆地中的一些小丘岗, 同时也为无量河 2~7 阶地的基座。据吴锡浩^[5]的研究, 其起始时间约 1.2MaBP, 结束于 0.5MaBP 前后。甲洼组沉积是青藏高原内部晚更新世结束的湖相沉积, 又处在我国大陆构造地貌边界带高边界带内侧边缘, 对研究青藏高原隆升具有重要意义。

据蒋复初等^[6]的研究, 沿龙门山—大相岭—锦屏山—玉龙山—碧罗雪山一线的青藏高原东南部地貌边界带形成于约 2.5MaBP 左右。在这之后, 各湖盆开始加积。在无量河下游分布的木拉组, 就可能是在此期间加积。它在层位上处于甲洼组的下部, 两者之间呈不整合接触, 是甲洼盆地早期沉积。

在 2.1~2.2MaBP 左右, 受构造运动的影响, 甲洼盆地相对下降, 并开始接受甲洼组沉积, 此时, 青藏高原在整体隆升的背景上进行内部调整, 甲洼盆地周边分布着亚高山针叶林植被。这次构造运动, 造成高原内部大部分湖盆结束加积过程, 如扎达盆地、吉隆盆地及唐古拉山口湖相层均于大约 2.1MaBP 前后结束湖相沉积^[5]。

而发生于 1.3MaBP 前后的构造运动, 使甲洼组堆积速率加快, 此时孢粉记录显示亚高山针叶林植被已被高山草甸植被所替代, 表明青藏高原已隆升到足以影响植被分布的高度。这次构造运动, 不仅在青藏高原东南部地貌边界带^[7~9]有明显的地质记录, 更是导致对包括黄土高原在内的中国东部季风区的气候和环境影响于 1.3MaBP 前转态^[10], 促使青藏高原东南部地貌边界带定型^[11, 12]。

0.4 MaBP 构造运动结束了大箐梁子组沉积并发生构造变形^[4]。表现在甲洼组中, 孢粉急剧减少, 沉积物以冲积成因为主。青藏高原继续强烈隆升, 东部地区持续下降, 阶梯地貌特征得到进一步加强, 逐步形成今日的构造地貌格局及与之相适应的水系展布形式^[13]。

大约于 0.2MaBP 前后开始的构造运动, 使甲洼组地层产状发生变化, 并于 0.1MaBP 前后结束沉积。同期, 金沙江河谷盛行加积作用, 沉积了龙街组、桐子林组及巧家黄土状堆积

等^[14,15]。此次构造运动,致使黄河贯通三门峡东流入海^[16,17],并在中原黄土中得以记录^[18,19]。

参 考 文 献

- [1] 钱方,徐树金,殷伟德. 四川理塘甲洼组及其磁性地层的研究 [A]. 见:地质矿产部青藏高原地质文集编委会编,青藏高原地质文集(18)地层古生物专集 [C]. 北京:地质出版社,1987. 171~180.
- [2] Mankinen E A, Dalrymple G B. Revised geomagnetic polarity time scale for interval 0~5 m. y. B. P. Journal of Geophysical Research, 1979, 84: 615~626.
- [3] Cande S C, Kent D V. Revised calibration geomagnetic polarity time scale for the late Cretaceous and Cenozoic. Journal of Geophysical Research, 1995, 100, 6093~6095.
- [4] 蒋复初,钱方,童国榜,罗宝信. 西昌大箐梁子组年代与环境研究 [A]. 见:刘东生,安芷生主编,黄土·第四纪地质·全球变化(第三集) [C]. 北京:科学出版社,1992. 144~154.
- [5] 吴锡浩,王富葆,安芷生,等. 晚新生代青藏高原隆升的阶段和高度 [A]. 黄土·第四纪地质·全球变化(第三集) [C]. 北京:科学出版社,1992. 1~13.
- [6] 蒋复初,吴锡浩. 青藏高原东南部地貌边界带晚新生代构造运动 [J]. 成都理工学院学报,1998, 25 (2): 162~168.
- [7] 钱方,周国兴,等. 元谋第四纪地质与古人类 [M]. 北京:科学出版社,1991. 9~72.
- [8] 陈富斌,赵永涛. 攀西地区新构造 [M]. 成都:四川科学出版社,1988. 1~30.
- [9] 蒋复初,吴锡浩,肖华国,等. 川西南滇北地区晚新生代构造运动与金沙江水系发育 [A]. 见:纪念袁复礼教授诞辰 100 周年学术讨论会论文集 [C]. 北京:地震出版社,1993. 155~158.
- [10] 吴锡浩,王苏民,安芷生,等. 关于晚新生代准 1.2Ma 周期构造气候旋回 [J]. 地质力学学报,1998, 4 (4): 1~10.
- [11] 蒋复初,吴锡浩. 中国大陆阶梯地貌的基本特征 [J]. 海洋地质与第四纪地质,1993, 13 (3).
- [12] 吴锡浩. 青藏高原东南部地貌边界与金沙江水系发育 [J]. 山地研究,1989, 7 (2): 75~84.
- [13] 蒋复初,吴锡浩. 我国重大新构造事件与阶梯地貌变迁 [M]. 见:《中国第四纪南北对比与全球变化》,广州:广东高等教育出版社,1993. 149.
- [14] 蒋复初,吴锡浩,钱方,等. 云南元谋龙街地区的粉砂层 [A]. 见:黄土·第四纪地质·全球变化,第四集 [C]. 北京:科学出版社,1996. 99~106.
- [15] 蒋复初,吴锡浩,王书兵,等. 金沙江巧家段河谷黄土状堆积的时代问题 [J]. 地质力学学报,1999, 5 (4): 35~40.
- [16] 吴锡浩,蒋复初,王苏民,等. 关于黄河贯通三门峡东流入海问题 [J]. 第四纪研究,1998, (1): 188.
- [17] 王苏民,吴锡浩,张振克,等. 三门古湖沉积记录的环境变迁与黄河贯通东流研究 [J]. 中国科学 D 辑,2001, 31 (9): 760~776.
- [18] 吴锡浩,蒋复初,肖华国,等. 中原邙山黄土及最近 20 万年构造运动与气候变化 [J]. 中国科学 (D 辑), 1999, 29 (1): 75~81.
- [19] 蒋复初,吴锡浩,肖华国,等. 中原邙山黄土及构造与气候耦合作用 [J]. 海洋地质与第四纪地质,1999, 19 (1): 45~51.

(下转第 39 页)

CHARACTERISTICS AND FORMATION MECHANISM OF GEOLOGICAL HAZARDS ALONG THE SECTION FROM NYINGCHI TO BAXOI OF THE SICHUAN-TIBET HIGHWAY

LIAO Qiu-lin , LI Xiao , DONG Yan-hui , LI Shou-ding

(*Key Laboratory of Engineering Geomechanics , Institute of Geology and Geophysics , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100029 , China*)

Abstract : Geological hazards along the section from Nyingchi to Baxoi of the Sichuan-Tibet Highway are especially severe and have seriously affected the safe riding along the highway. In order to prevent and reduce disasters effectively , regional geological hazards have been studied in the area on the basis of the field investigations and statistic analysis of available data. The results show the following three prominent characteristics of hazards in the area : in terms of distribution geologic hazards are close-spaced , have many types and are notably divided into sectors ; loose Quaternary deposits of complex origin form the main material foundation of geological hazards ; intense water-rock interaction and coupling of endogenic and exogenic forces are the important factors for the formation and occurrence of geological hazards in the area. This paper provides a scientific basis for the study of the mechanism of occurrence of the geological hazards in the area and measures for their prevention and control.

Key words : geological hazard ; Sichuan-Tibet Highway ; coupling of endogenic and exogenic dynamic forces ; water-rock interaction

(上接第 96 页)

AGE OF THE JIAWA FORMATION AND ENVIRONMENTAL EVOLUTION OF LITANG COUNTY , SICHUAN PROVINCE

WANG Shu-bing^{1,2} , Jiang Fu-chu^{1,3} , TIAN Guo-qing¹ , Fu Jian-li¹ , ZHAO Zhi-zhong¹ , XU Qing-hai⁴

(1. *Institute of Geomechanics , Chinese Academy of Geological Sciences , Beijing 100081 ;*

2. *State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology , Chinese Academy of Sciences , Xi'an 710075 , Shaanxi ;*

3. *Open Laboratory of Lake Sediment and Environment , Chinese Academy of Sciences , Nanjiang 210008 , Jiangsu ;*

4. *Institute of Geography , Planning Commission of Hebei Province , Sijiazhuang 050061 , Hebei , China*)

Abstract : The Jiawa Formation in the Jiawa Basin , Litang County , Sichuan Province , is a sequence of loose fluvio-lacustrine deposits about 300m deep. According to the magnetostratigraphic , the B/M boundary is located at 157.0m depth in the middle part of the section and the Olduvai normal polarity chron is recorded at the bottom. According to Cande and Kent's polarity time scale , it can be inferred that the deposition of the Jiawa Formation started at about 2.10 Ma BP and ended at about 0.10 Ma BP. On the basis of sporopollen analysis , the vegetation changed from subalpine conifer forest to alpine meadow , and the sedimentary environment varied from fluvial-lacustrine facies to alluvial facies.

Key words : Jiawa Formation ; magnetostratigraphy ; sporopollen ; Litang County