

## 陇南山地泥石流期、气候期与构造期的耦合

李永化<sup>1</sup>, 张小咏<sup>1</sup>, 崔之久<sup>2</sup>

(1. 辽宁师范大学城市与环境学院, 大连 116029; 2. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871)

**摘要:** 通过野外考察和室内样品分析, 对青藏高原东部边缘陇南地区第四纪泥石流沉积物及发育历史进行了研究, 认为陇南地区第四纪泥石流活动主要集中在 2.0~1.5 MaB. P.、0.7~0.6 MaB. P.、0.5 MaB. P.、0.11~0.08 MaB. P.、0.05~0.02 MaB. P. 以及全新世的几个阶段。泥石流活动受控于青藏高原隆起高度及区域气候环境演化, 泥石流沉积物的化学成分及孢粉记录了该区第四纪不同时段的环境特征。

**关键词:** 陇南地区; 泥石流; 气候期; 构造期; 地质

**中图分类号:** P534.63; P642.23

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2003)02-0096-05

## Coupling of Debris Flow Period, Climate Period and Tectonic Period in the Mountainous Area of Longnan

LI Yong-hua<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-yong<sup>1</sup>, CU I Zhi-jiu<sup>2</sup>

(1. Department of Urban and Environment Science, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China;

2. Department of Urban and Environment Science, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract** By the field survey and the analysis of indoor samples, the authors made a study of the Quaternary debris flow sediments and the formation history in Longnan area of the eastern fringe of Tibetan Plateau, and thinks that the Quaternary debris flow's activities in Longnan are mainly concentrate on 2.0~1.5 MaB. P., 0.7~0.6 MaB. P., 0.5 MaB. P., 0.11~0.08 MaB. P., 0.05~0.02 MaB. P., and Holocene Epoch respectively. Debris flow's activities are controlled by the height of the uplift of Tibetan Plateau and regional climate environment. The chemical compositions of debris flow sediment and the spores record the environmental features in the different stages of the Quaternary period in this area.

**Key words:** Longnan area; debris flow; climate period; tectonic period; geology

### 1 研究区概况

陇南山区属于南秦岭山系西段, 包括长江水系的白龙江和西汉水中下游地区, 地处青藏高原、黄土高原和四川盆地三大地单元之间。区域内总的地貌特征是西高东低, 西部为平均海拔约 4 000 m 的甘南高原, 向东沿迭山东端及岷山东北山地逐步降低到海拔 2 000~2 500 m 的西秦岭岷山—舟曲—武都一带。区域内山高坡陡、河谷深切, 相对高差大部分在 1 000 m 以上, 自然景观的垂直变化明显。区域内广布有三级夷平面, 在武都附近的夷平面上发育有大量的岩溶地貌。从中更新开始该区堆积黄土, 黄土主要分布在河流两岸的阶地及平缓的山坡上, 在武都附近保存较好的白龙江 3 级阶地上, 离石黄土堆积厚度可达 52 m 左右, 马兰黄土厚达 9.2 m, 顶部为 2 m 厚的全新世黄土。

陇南山地泥石流以白龙江两岸最为发育, 泥石流沟谷有几百处, 其历史可追溯到早更新世。自海西运动以来所形成

的许多构造破碎带成为后来泥石流发育的主要固体来源, 特别是晚新生代以来, 随着青藏高原的隆起, 西南季风得到不断增强, 季节性降水明显, 暴雨形式开始出现, 因此第四纪期间区域内出现过多期泥石流活动。

### 2 泥石流与气候期的耦合过程

从早更新世开始, 白龙江流域开始出现泥石流活动, 其沉积特征以舟曲县城东山顶剃头坡混杂堆积层为代表, 这是区域内目前为止所发现的最早一期泥石流沉积物, 它位于白龙江的第六级阶地上, 通过与兰州附近的黄河阶地进行对比, 可以推断这一期的泥石流大约发育于 1.5 MaB. P.。沉积物的颜色呈深红色, 细粒成分含量较少, 砾石呈支撑或叠置型接触, 属于黏性泥石流。沉积物基质中富含  $\text{CaCO}_3$ , 含量达 70.98%,  $\text{K}_2\text{O}$  含量远大于  $\text{Na}_2\text{O}$  含量,  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  的比值为 7.07,  $\text{TIO}_2$  相对富集(表 1), 有机质含量高达 0.305%, 表明泥石流活动时, 地表植被覆盖好, 植物生产量高。该层沉积物

收稿日期: 2002-10-11

基金项目: 国家重点基础发展规划(G) 1998040800 资助。

作者简介: 李永化(1960-), 男, 副教授, 主要从事第四纪地质方面的教学与研究。

中还富含植物花粉, 从所分离出的 272 颗孢粉成分来看, 木本植物占 35%, 草本植物占 65%, 蕨类植物花粉只有 1 粒。木本植物主要有松 (*Pinus*) 占 12%、桦 (*Betula*) 6%、鹅耳枥 (*Carpinus*) 占 2%、桤木 (*Alnus*) 占 4%、榛 (*Corylus*) 占 5%、栎 (*Quercus*) 占 3%。草本植物主要有蒿属 (*Artemisia*) 占 54%、

禾本科 (*Gramineae*) 占 1%、菊科 (*Compositae*) 占 3%。木本植物中喜冷的云杉 (*Picea*)、冷杉 (*Abies*) 树种花粉含量极少, 各有 1 粒。喜暖的阔叶乔木树种含量较高, 草本植物花粉含量占很大比例, 主要为蒿属、藜科及禾本科, 喜湿的菊科占有一定数量, 蕨类植物含量极少 (表 2)。

表 1 甘肃武都地区泥石流沉积物化学元素全量分析结果 %

时代	样品编号	烧失量	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>
Q <sub>3</sub>	柏林寺顶	5.67	49.26	0.21	11.38	24.39	0.09	3.41	4.21	0.39	0.07	1.06
	柏林寺底	5.46	50.27	0.21	10.9	23.34	0.16	3.57	3.94	0.47	0.13	0.92
	马家沟	6.52	51.63	0.13	11.05	22.66	0.15	3.53	3.48	0.30	0.08	0.79
Q <sub>3</sub>	泉家沟顶	6.95	49.64	0.40	13.20	21.50	0.11	2.94	3.35	0.25	0.21	0.99
	泉家沟底	7.00	50.09	0.41	12.99	21.78	0.09	2.76	3.34	0.18	0.17	0.96
Q <sub>1</sub>	剃头坡	6.95	64.85	0.17	6.29	15.59	0.15	2.07	2.65	0.09	0.01	0.58

注: 化学分析在原中国科学院地理研究所中心试验室完成, 表 2 同。  
从以上泥石流沉积物的化学特征及所含孢粉组合特征可以看出, 早更新世的白龙江流域气候温和, 植物生长茂盛, 化学风化作用强烈。

中更新世早期的泥石流沉积物分布于白龙江沿岸第 4 级堆积阶地上, 顶部通常覆盖有离石黄土及马兰黄土。在泉家沟白龙江 4 级堆积阶地的下部, 可见到这一时期的泥石流沉积物。沉积物胶结坚硬, 细粒物质含量较少, 砾石具有一定的磨圆度, 呈次棱角状, 砾石间呈叠置型或支撑型接触。泥石流流体 C 相 (冲刷层) 及 D 相 (底泥层) 发育, 呈现出多旋回的沉积特征。沉积物基质中 CaCO<sub>3</sub> 含量高达 15.033%, 有机质含量为 0.189%, K<sub>2</sub>O 含量为 3.34%, Na<sub>2</sub>O 含量只有 0.17%。沉积物中还含有一定数量的植物孢粉, 从所分离出的 26 颗孢粉来看, 木本植物占 38%, 草本植物占 62%, 未发现蕨类植物孢粉。木本植物主要有松 19%、云杉 (*Picea*) 15%。草本植物主要有蒿 (*Artemisia*) 占 46%、藜 (*Chenopodiaceae*) 占 12%、禾本科 (*Gramineae*) 占 4%。与舟曲剖面相比孢子花粉含量急剧减少, 乔木植物主要以喜冷的松、云杉为主。不含阔叶树种花粉, 草本植物占很大比例, 推断当时这里生长有稀疏针叶树, 为一稀疏森林草原植被景观, 气候偏冷。

中更新世早期的泥石流在区域内分布极为有限, 时代大致相当的白龙江 4 级阶地的底部, 主要为河流相沉积, 冲积层较薄, 顶部覆盖有黄土。此期泥石流发育之后区域内的泥石流活动维持了较长一段时间性的稳定时期。白龙江流域这一时期坡面植被进一步恶化, 黄土沉积盛行。这一时期在青藏高原地区有大范围的冰川活动, 虽然区域内在此阶段没有冰川发育, 但气候异常恶劣, 冰冻盛行。

到了 0.5 Ma.B.P. 左右, 全球进入大间冰期阶段, 武都黄土堆积区这一时期主要发育 S<sub>5</sub> 古土壤, 土壤中黏粒移动强烈, 原生方解石几乎全部被淋失, 土壤成为淋溶褐土, 生物活动强烈, 指示环境非常温暖湿润。这一时期在白龙江流域爆发了第四纪期间规模最大的泥石流, 泥石流流体分布于白龙江或其较大支流的 3 级基座阶地之上, 下伏约 15 m 的河流相冲积砂砾石层, 上覆 18~25 m 的离石黄土上部及马兰黄土。这一期泥石流沉积物在武都—舟曲一线的白龙江沿岸均有分布, 典型剖面有武都附近白龙江中游左岸的马槽沟剖面及舟曲砖厂剖面。化学分析表明, 这一时期泥石流沉积物基质黏粒中

CaCO<sub>3</sub> 含量为 11.586%, 有机质含量为 0.161%, 硅铝比为 3.87 (分子比), 表明沉积物经受了较强的淋溶过程。泥石流发育时地表植被生长良好, 沉积物中含有丰富的植物花粉, 所含植物花粉的种属及浓度与剃头坡剖面相近。从所分离出的 96 颗孢粉来看, 木本植物占 39%, 草本植物占 60%, 蕨类占 1%。木本植物主要以桤木为主占 10%, 其次为松占 7%、栎 (*Quercus*) 占 7%、榛占 4%、胡桃 (*Juglans*) 占 4%、鹅耳枥占 3%。草本植物主要为蒿属占 35%、其次为禾本科占 16%、菊科 (*Compositae*) 占 2%、藜占 2%。木本植物中主要以喜暖湿的阔叶植物成分为主, 反映出当时异常暖湿的气候环境, 气候条件与早更新世早期接近。

这一期也是白龙江流域第四纪期间重要的成湖期, 在马槽沟及舟曲砖厂等地均能见到此期泥石流沉积物的顶部发育有厚为 1.5~2 m 的湖相粉砂—黏土层, 沉积层水平层理发育, 顶部为黄土沉积。推测当时气候转暖初期山地植被覆盖较差, 再加上前期的寒冷阶段, 在山地沟谷内积累了大量的固体碎屑物, 随着气候转暖, 暴雨的来临, 这些物质顺沟而下形成泥石流。气候进一步转暖, 山地植被得到恢复, 泥石流活动减弱, 在泥石流暴发后的停歇期, 白龙江及其支流的河谷两侧的低洼处开始积水成湖 (也可能是泥石流堰塞湖) 沉积了厚度不等的湖相层。此后, 由于气候变干, 湖泊开始消失, 区域内继续沉积黄土。甘肃白龙江流域末次间冰期时, 在较平缓的山坡及河流阶地上的离石黄土顶部发育淋溶—钙积型褐土古土壤, 古土壤中含大量喜湿蜗牛化石, 原生方解石几乎全部被淋失。晚更新世初期的末次间冰期时期也是白龙江流域泥石流特别发育的时期, 在白龙江及较大支流的河流 2 级阶地上的泥石流剖面, 砾石层中有机质含量为 0.157%, 远比舟曲、泉家沟及马槽沟剖面的含量低。CaCO<sub>3</sub> 含量也低于上述三个剖面, 只有 9.946%, pH 值为 8.74。从砾石层中分离出的 12 颗植物孢粉化石来看, 木本植物共 5 颗占 42%, 其中松 3 颗占 25%, 桦 1 颗占 8%、桤木占 8%。草本植物共 7 颗占 58%, 其中蒿 3 颗占 25%、藜 4 颗 33%, 不含蕨类植物孢粉, 与前面舟曲、泉家沟、马槽沟三个剖面相比, 孢粉含量明显减少, 植物种属也比较单一, 木本植物主要以松为主, 蒿、藜等草本植物所占比例较大, 反映末次间冰期期间白龙江流域与早更新世早期及中更新世的大间冰期相比, 环境明显向干旱化方向发展, 地层中各种化

学元素成分含量上的变化也反映出这种干旱化特征。

表 2 甘肃白龙江流域泥石流剖面孢粉统计表

	剃头坡		泉家沟底		泉家沟顶		马槽沟		柏林寺底		柏林寺顶	
	粒数	%	粒数	%	粒数	%	粒数	%	粒数	%	粒数	%
木本总数	94	35	10	38	91	33	37	39	5	42	17	37
草本总数	177	65	16	62	184	67	58	60	7	58	28	61
蕨类总数	1	0	0	0	1	0.3	1	1	0	0	1	2
现代石松	35		8		15		5		16		18	
松	33	10	5	19	8	3	7	7	3	25	4	9
云杉	1	0	4	15							1	21
冷杉												
桦木	17	6			4	1	1	1	1	8	2	4
鹅耳枥	6	2			24	9	3	3			6	13
桉木	10	4			17	6	10	10	1	8		
榛	13	5	1	4	13	5	4	4			2	4
胡桃	2	1			3	1	4	4			2	4
枫杨	1	0			2	1						
栎	9	3			20	7	7	7				
栗	1	0					1	1				
蒿	148	54	12	46	119	43	34	35	3	25	24	52
藜	5	2	3	12	6	2	2	2	4	33	3	7
禾本科	4	1	1	4	40	14	15	16			1	2
菊科	8	3			4	1	2	2				
石竹科	2	1			6	2	1	1				
草					2	1						
马鞭草					2	1						
毛茛科					3	1						
白刺	4	1			1	0.3	1	1				
无患子科					1	0.3						
蓼	2	1										
唐松科	2	1					2	2				
豆科	1	0										
莎草科	1	0										
蔷薇科								1	1			
三缝孢	1	0										
中国蕨							1	1				

末次间冰期之后, 温度开始下降, 进入到末次冰期阶段。末次冰期早期(70~ 50 KaB. P. ), 在青藏高原长江缘的许多地区都表现为孢粉的贫乏和浓度的降低。在临夏盆地孢粉组合表现为植物种属贫乏, 主要由针叶林树种柏(*Pupressaceae*)、松、云杉(*Picea*)和早生植物蒿、菊(*Compositae*)、藜组成为山地针叶林与荒漠干草原混生景观。若尔盖地区孢粉贫乏, 个别地段有冷杉(*Abies*)、云杉(*Picea*)和毛茛科(*Ranunculaceae*)出现。岷县此时的植被针叶林与亚高山灌丛交替出现, 指示当时气候冷干(湿)。这一时期白龙江流域主要沉积L<sub>1</sub>黄土下部, 黄土中原生方解石几乎没有被淋失, CaCO<sub>3</sub>含量高, 黄土粒级明显变粗, 并出现虹螺等许多干冷气候条件下的种属, 反映当时气候非常寒冷。这一时期区域内部主要以马兰黄土沉积和寒冻风化作用为主。由于气候干冷, 大气降水少, 不利于泥石流及冰川发育。但在距白龙江流域不远的四川省九寨沟主峰附近, 成群的古冰斗分布于海拔4 000 m左右的地段, 位于海拔3 000 m左右的长海子之下的上季节海子属于冰碛阻塞湖, 代表了末次冰期所达到的高度。末次冰期中期(50~ 25 KaB. P. ), 是一个气温回升阶段,

这一时期高原东部森林面积扩大, 喜暖植物增多。在岷县岭峰阔叶树种含量增高, 占主导优势, 且含有较多的热带、亚热带成份, 针阔叶混交林主要以阔叶树和松为主, 显示当时气候温凉、湿润。陇西地区此时段也有大量树木生长, 测得其朽木的年代为49.5 Ka。在兰州九州台、墩娃山和夏北塬, 马兰黄土剖面中夹有3~ 4层接近黑垆土型古土壤, 是在相对较湿润条件下形成的,<sup>14</sup>C及热释光年龄为52~ 25 Ka<sup>[1][2]</sup>。武都地区这一时期主要发育弱古土壤, 同时这一时期区域内也有小股泥石流发育, 在武都县城白龙江对岸的崔家梁及三河沿岸的柏林附近的河流2级阶地顶部的马兰黄土地层中经常见到夹有小股泥石流透镜体, 泥石流体中砾石成分以灰岩为主, 砾石大小不等, 粒级多在3~ 8 cm之间, 大者可达15 cm。砾石棱角明显, 表面新鲜, 泥石流体中的细粒物质以次生黄土为主, 粗砂级成分含量极少, 这一期的泥石流虽然在白龙江流域到处可见, 但单层厚度较薄, 不连续。末次冰期晚期(23~ 10 KaB. P. ), 岷县地区孢粉组合反映了在寒冷湿润气候条件下发育的暗针叶林, 若尔盖为草原—草甸景观。临夏塬堡、北塬<sup>[3]</sup>和兰州<sup>[4]</sup>均发育以云杉、冷杉

(*A. bies*)和松为主的暗针叶林。在甘肃中部出现了代表冰缘气候的猛马象和大面积的黄土。武都地区这一时期主要堆积马兰黄土, 泥石流不发育。

全新世早期(10~ 8 KaB. P.), 陇南地区气温开始回升, 到了全新世中期(8~ 3KaB. P.), 达到了高温期的最暖阶段, 在山麓地带的黄土分布区发育了  $S_0$  古土壤, 其中生物活动遗迹丰富, 富含有机质, 它是冰后期气候最宜期的产物。由于气候温湿, 有利于泥石流发育, 因而这一时期山洪泥石流相继爆发, 在沿白龙江沿岸的许多沟口附近形成两级或三级新的扇形地, 它直接覆盖在河流砾石层之上, 许多泥石流扇直抵江边。阶地的顶部有时覆盖有次生黄土, 泥石流性质多为黏性, 由深灰色泥砾层构成, 大多数砾石呈次棱角状, 同时也含有相当数量表面干净的棱角状砾石, 阶地一般高出河面 5~ 8 m, 经  $^{14}\text{C}$  年代测定, 年龄在 4~ 5 KaB. P., 这一级泥石流台地在白龙江沿岸从武都到迭部都有广泛分布, 是现代村民居住和进行农业生产的重要场所。

到全新世晚期(3 KaB. P. ~ 今), 由于人类活动的参与, 流域内的泥石流规模及范围与前期相比有扩大趋势, 据史料记载, 1千多年前白龙江河谷中的泥石流仅见于武都县城以东的北峪河、三河及临江一带, 由于后来人为不合理的开采砍伐, 成片的森林植被遭到破坏而成为土石裸露区, 致使现在白龙江沿岸的泥石流分布范围远远大于第四纪的任何一个阶段。

### 3 泥石流期、构造期与季风的耦合过程

区域内第四纪以来泥石流、黄土与土壤湖泊以及植被的发展与演化都协调一致反映了区域内古气候变化的历史, 在时空上表现了彼此消长和相互穿插的规律。研究区泥石流与黄土、古土壤的多次沉积韵律反映了第四纪古气候多旋回波动的特点, 同时也显示出构造期及亚洲季风形成的阶段性耦合过程。

上新世末—更新世初青藏高原的大幅度抬升对我国乃至全球的自然环境产生了深刻的影响, 它使上新世末就已具雏形的亚洲季风得到了大幅度的加强, 典型的现代季风逐渐形成暴雨形式, 降水开始出现, 开始进入第四纪, 我国许多地区开始出现大规模的泥石流活动。地处青藏高原边缘的甘肃陇南地区, 随着高原的隆起加大了区域内的地形高差, 原始的高原面解体, 差异性的升降运动越来越明显, 河流下切作用加强, 同时由于构造运动引起的破碎作用为泥石流活动提供了热能和物质基础。在这种地势及气候条件下, 甘肃陇南地区开始出现泥石流活动, 在舟曲县城附近发现有早更新世的泥石流沉积物, 分布在白龙江的 6 级阶地上, 沉积物风化程度高, 呈褐红色。孢粉分析、化学测试结果表明当时的环境以暖湿为主。在秦岭北坡眉县城境内渭河南岸支流石头河、霸王河、红河的最高级阶地或渭河南岸的最高台塬面的底部也分布有更新世泥石流沉积物, 上覆 10 m 多厚的早更新世午城黄土, 年代大约在 2.0~ 1.5 MaB. P.。在兰州附近黄河的 6 级阶地河流相砾石层之上午城黄土之下, 也分布有这一期的泥石流沉积物, 其上午城黄土通过古地磁测试形成于 1.1 MaB. P.<sup>[5]</sup>, 砾石层中所采古地磁有磁性倒转推测泥石流砾石层

形成于 1.8 MaB. P.。

由于早更新世区域内气候温和, 波动幅度小, 加上地势高差不大, 后期侵蚀破坏严重。因此, 区域内这一期泥石流沉积物很难见到。

中更新世是构造运动和气候变化十分强烈的时期, 强烈的构造运动后发生地形大切割, 随着高原隆起升高至 3 000 m<sup>[6]</sup>, 高原的动力与热力作用进一步加强。进入中更新世, 中国大陆典型的寒冷与干旱相伴, 温暖与湿润相伴的气候特征已经形成, 随着高原的进一步抬升, 西南季风厚度进一步加大, 变得更加稳定, 东南季风也得到了进一步加强, 因而这一时期是泥石流、冰川以及黄土沉积最活跃的时期: 在青藏高原东部地区出现最大冰川, 黄土高原地区沉积的巨厚黄土构成黄土高原主格架,  $S_5$  古土壤广泛分布等等。以上这些事件的共发性, 说明高原隆起已经到了一个新的临界值, 高原的热力与动力应达到了一个新的平衡点, 此时的泥石流活动也从早更新世以稀性—亚黏性泥石流为主转化到以黏性泥石流活动为主时期。

中更新世是陇南地区泥石流时期活动最为活跃时期, 沿白龙江沿岸的三、四级阶地上几乎到处都能见到泥石流活动留下的沉积物, 泥石流多为黏性, 在陇南地区, 周围山体多在 2 000~ 4 000 m 之间, 各级夷平面上地貌保存完好, 指示周围山地没有冰川作用过。泥石流的产生几乎完全由暴雨激发, 根据泥石流沉积物分布的地貌部位及沉积特征并与黄土—古土壤沉积序列进行对比发现泥石流发育的时代主要集中在 0.7~ 0.6 MaB. P. 前后和 0.5 MaB. P. 前后二个阶段, 根据泥石流在流域的分布及沉积厚度推测, 0.5 MaB. P. 前后泥石流规模最大, 0.7~ 0.6 MaB. P. 前后泥石流规模次之。各期泥石流体的底部均在一层河流相冲积层, 顶部为不同时代的黄土所覆盖, 泥石流活动地区古土壤发育, 泥石流与黄土的沉积旋回反映了陇南地区中更新世时期经过了一系列剧烈的干—湿变化过程。气候湿热时期泥石流沉积及古土壤发育, 气候干冷期黄土沉积盛行。泥石流活动与全球性的气候波动有很好的对应关系。

晚更新世是我国第四纪环境及气候演变史上最令人瞩目的时期, 中更新世晚期, 高原开始加速抬升, 在晚更新世的 10 万年左右的时间里, 高原面从中更新的平均不到 3 000 m 高度抬升到现在的平均海拔 4 500~ 5 000 m, 这近 1 500~ 2 000 m 的高原抬升量对我国的内陆环境产生了十分巨大的影响。随着山体抬升, 高原的屏障作用日趋显著, 致使印度季风难以越过青藏高原到达内陆, 区域内干旱化趋势明显, 亚热带植物减少, 黄土沉积加速泥石流活动减弱, 陇南地区末次间冰期时段仍有一定规模的泥石流活动, 沉积物主要分布在白龙江沿岸的二级基座阶地上。但厚度最大只有 10~ 15 m, 顶部盖有马兰黄土, 末次间冰段时期保只有零星的小股泥石流发育, 夹于马兰黄土中间。

### 4 结 语

与第四纪其它沉积物一样, 泥石流沉积体也是在构造与气候共同作用下的产物, 陇南地区第四纪以来泥石流、黄土、古土壤、湖泊等的发展协调一致地反映了该区气候变化的历

史在时空上表现了彼此消长和相互穿插的规律。该区泥石流与黄土的多次沉积韵律是气候多旋回波动特点的可靠记录,具有绝对年代数据支持的泥石流沉积体内部呈垂向有规

律的变化,结构构造特征、化学成分特征以及孢粉组合特征也反映了该区大尺度的气候波动。

致谢:在本论文撰写过程中得到北京大学韩穆康教授的指导,野外工作得到兰州大学地理系和原中科院冰川冻土研究所的大力支持,在此表示衷心感谢。

## 参考文献

- [1] 李吉均. 中国西北地区晚更新世以来环境变迁模式[J]. 第四纪研究, 1990(3): 197—203
- [2] 陈发虎, 张宇田, 等. 兰州九州黄土沉积年代综合研究[J]. 沉积学报, 1989, 7(3): 105—111
- [3] 唐领余, 冯东, 等. 青藏高原与黄土高原毗邻区晚更新世以来孢粉植物群落及沉积环境[J]. 冰川冻土, 1990, 12(2): 125—140
- [4] 黄春长. 兰州晚更新世后期的植被与古气候[J]. 西北大学学报, 1986(4): 76—83
- [5] 王永焱. 黄土与第四纪地质[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1982. 137, 208
- [6] 李吉均, 文世宣, 张青松, 等. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨[J]. 中国科学, 1979(6): 608—616

(上接第 59 页)

事实证明,大规模的水土流失治理工作,必须和当地的经济发展和群众的脱贫致富相结合,才有持久和旺盛的生命力,才能调动千家万户治理千沟万壑的积极性。

水有源,树有根。泾河源区六盘山的生态环境建设近 20 年来卓有成效。昔日“群山如赭秃无枝”的宁夏六盘山,如今成为黄土高原的“绿岛”,森林覆盖率上升到 74.2%,建成了 40 920  $\text{hm}^2$  的水源涵养林基地和森林生态体系。1983 年以前,年平均造林 334  $\text{hm}^2$ ,保存率 46%,而 1999 年造林 1 000  $\text{hm}^2$ ,保存率达 91%。森林生态体系的恢复,改变了六盘山的自然景观和生态条件。据专家测算,六盘山林区一次可调蓄降水 8 700 万 t,产生净化空气、调节林区及周边气候、防风固沙、防洪等综合效益。同时也产生了可观的经济效益与良好的社会效益。目前六盘山林区林木总蓄积量达 218 万  $\text{m}^3$ 。泾河源区六盘山森林生态体系的建成,将为泾河流域碧水长流和社会经济的可持续发展,提供有力的生态保证和良好的基础支撑<sup>[3]</sup>。

## 7 泾河流域治理方略刍议

当前,以治理水土流失为主要内容的黄河中游多沙粗沙区水土保持生态环境建设,已经拉开序幕。泾河流域地处黄河中游,多沙粗沙区面积达 12 392  $\text{km}^2$ ,其中支流环江洪德以上(面积 4 640  $\text{km}^2$ )为黄河流域著名的粗沙( $d > 0.05 \text{ mm}$ )来源区之一。泾河流域在黄河流域具有“承东启西”的过渡作用,在治黄大业中也有重要的战略地位。泾河流域综合治理的总方略应该为:坚持防治并举、坡沟兼治、综合治理,注重植被建

设和保护,加强预防监督,努力控制人为新增水土流失面积的发展;在加快坡面治理的同时,大力加强沟道治理,特别是加快以治沟骨干工程和淤地坝为主的沟道坝系建设,全面实现泾河流域拦沙减蚀、保土蓄水、改善生态环境的综合效益。

泾河支流环江洪德以上地区,属黄土丘陵沟壑区第 5 副区,多年平均降雨量为 418.6 mm,个别地区年降雨量不到 300 mm,植被稀疏,粮食生产广种薄收,退耕还林还草任务相当艰巨。该地区虽然具有坝系建设的有利条件,但目前尚无比较成功的坝系建设示范样板。在该地区进行坝系建设,不仅能有效减少入黄粗泥沙,而且能形成较为稳定的高产稳产基本农田,对加速退耕还林还草工作进程,改善当地生态环境,具有显著的生态效益和经济效益。因此,可在该区设立以坝系建设为主的生态工程建设示范区,面积以 500  $\text{km}^2$  左右为宜。

当前,在泾河流域水土保持生态环境建设工作中,要认真贯彻江总书记关于治理开发黄河的重要指示,落实朱总理提出的“退耕还林(草),封山绿化,个体承包,以粮代赈”十六字方针,坚决制止人为新增水土流失。由于泾河流域地区差异较大,地貌类型区多,因此,坚持因地制宜和综合治理的方针不能变。泾河流域要实现“山川秀美”,必须要实行综合治理。林草措施是建立和维护良性生态环境的根本,有“绿”才能“秀”。但由于黄土高原地区长期以来存在林草措施效果不明显的问题,因此,必须解决因地制宜适地适树适草的问题。西部大开发,生态是根本,科技要先行。如此,泾河流域就一定能实现“山川秀美”的宏伟目标,黄河“河床不抬高”的目标也一定能达到。

## 参考文献

- [1] 孙永东. 高原锦绣[N]. 中国水利报, 20000330 第 2 版
- [2] 陕西省水土保持局. 黄土高原沟壑区综合治理开发技术与研究[M]. 西安: 陕西师范大学出版社, 1997
- [3] 郑有义. 六盘山建成森林生态体系[N]. 人民日报, 20001111 第 1 版