

金沙江金坪子堆积体成因的初步研究

胥勤勉¹, 杨达源², 葛兆帅³, 陈德基⁴, 薛果夫⁵, 李会中⁵

(1 长江勘测规划设计研究院, 湖北 武汉 430010 2 南京大学城市与资源学系, 江苏 南京 210093
3 青岛大学师范学院地理系, 山东 青岛 266071 4 中国地质调查局天津地区矿产研究所, 天津 300170
5 长江水利委员会三峡勘测研究院, 湖北 宜昌 443003)

摘要: 金坪子堆积体位于康滇构造带上, 在形态特征上类似滑坡堆积体。根据金坪子堆积体的 DEM 和实地调查, 将堆积体按地貌类型划分为八个部分: 上斜坡、泥石流扇、金坪子古沟谷堆积平台、金沙江谷坡、金沙江阶地、现代金沙江巨砾岩块滩地、金沙江离堆山、硝沟沟谷。通过分析金坪子堆积体各地貌单元的重矿物组合特征、TL 测年数据和钻孔资料, 认为金坪子堆积体是多种动力元在不同时代共同作用形成的一个复式堆积体, 它是三套分别以老金沙江、古金沙江和现代金沙江为轴心的地貌体系时空更替的产物。乌东德峡谷贯通, 老金沙江金坪子深潭形成, 195.00 ± 9.70 kaB.P. 金坪子深潭开始被充填, 角砾岩开始形成; 137.00 ± 6.80 kaB.P. 坡积物充填胶结结束, 老金沙江最高洪水位达到 1 070 m, 金沙江改道, 并在 915 m 发育漫滩相阶地堆积物, 其年代为 41.13 ± 3.49 kaB.P.; 之后, 金沙江表现为强烈深切, 形成金沙江离堆山。

关键词: 金坪子堆积体; 地貌类型; 重矿物; 地貌体系

中图分类号: P931.91

文献标识码: A

拟建的乌东德水电站位于金沙江下游, 设计坝高 192 m, 正常蓄水位 950 m。乌东德水电站坝址区地质条件比较复杂, 金坪子堆积体位于乌东德坝址下游约 300 m 处金沙江右岸, 分布高程 820 m ~ 1 080 m, 属成因不明的混杂堆积体, 但其外观类似滑坡, 体积约有 $(6 \sim 7) \times 10^8 \text{ m}^3$ 。若坝址附近有如此大型的滑坡, 且堆积体顶部海拔高于大坝正常蓄水位, 这势必影响乌东德水电站坝址的选建, 因此金坪子堆积体的成因研究成为确定乌东德水电站坝址选建的关键问题。

大型堆积体的成因一般比较复杂, 其成因的判断主要借助工程地质勘探、遥感形态分析, 以及堆积物的沉积特征^[1-7]。王治华根据 1991 年、1992 年的 TM 资料及 1992 年、1993 年的 JERS21 资料, 分析认为龙川江口至新市镇是滑坡密集地带, 平均每 1.7 km 一个, 且推测本河谷滑坡、崩塌堆积大部分分布在海拔 2 300 m 高程以下^[8]。无论是区域地质

遥感影像的研究, 还是航片的分析, 金坪子堆积体外观形态都类似滑坡, 为此长江水利委员会三峡勘测研究院, 在金坪子堆积体上布置了大量的钻孔、竖井以及平峒, 其中 23、25 号钻孔深 > 270 m, 已经深入基岩, 但却没有发现滑动面, 1 号平峒深 > 230 m, 峒内只见一两处长约 1 m 的滑动面, 从钻孔和平峒的资料并不支持金坪子堆积体为滑坡堆积。

那么金坪子堆积体到底是不是滑坡呢? 基于此问题, 我们依据金坪子堆积体的地貌结构特征, 并结合各地貌单元的重矿物组合特征及其堆积物的沉积特征, 对金坪子堆积体的成因以及地貌过程做出了初步分析。

1 研究区自然地理概况

金坪子堆积体位于云南省禄劝县北 80 km 的大松树乡, 处在金沙江河谷由北东向北西转折的凸岸。

收稿日期 (Received date): 2005-12-21; 改回日期 (Accepted): 2006-03-19.

基金项目 (Foundation item): 高校博士点基金 (200202084004). [Supported jointly by the fund of the university doctor uni (200202084004)]

作者简介 (Biography): 胥勤勉 (1979-), 男, 汉族, 山东济宁人, 硕士研究生, 主要从事地貌与第四纪环境研究. Tel. 025-83594017 Email: xqimian@163.com [Xu qimian (1979-), male (han), Jinling Shandong province graduate student works mainly geomorphology and environment evolution]

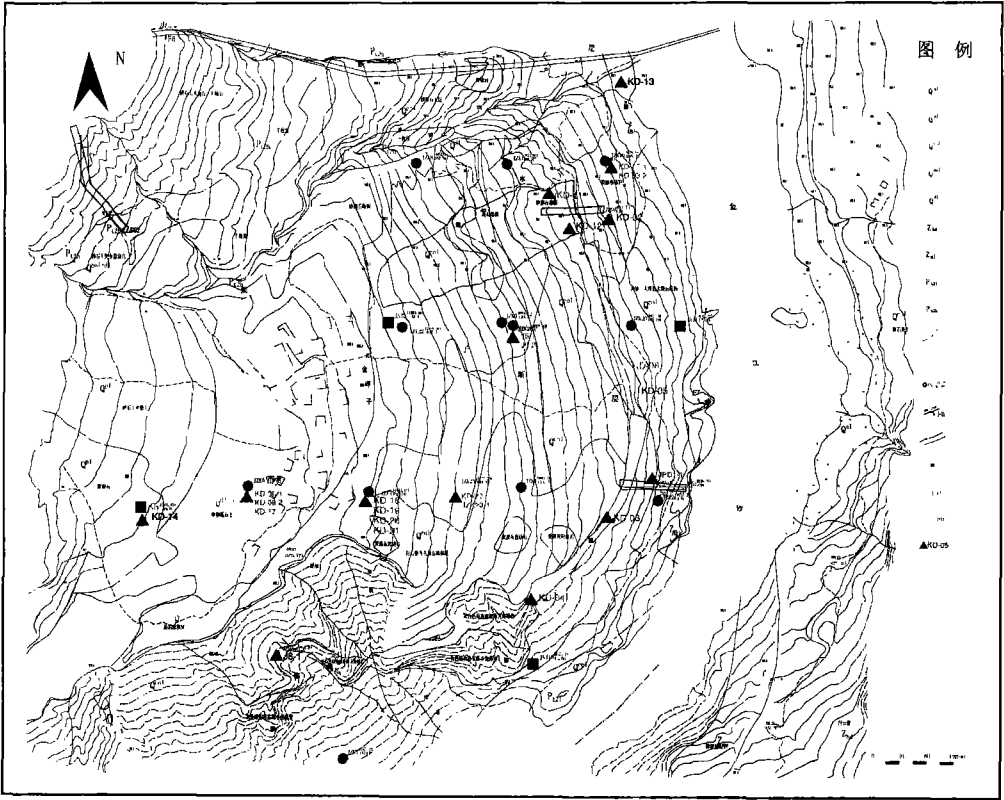
该堆积体位于云南高原的北部, 康滇菱形块体的中部, 其东邻则木河 - 小江等断裂带, 南有普渡河断裂带, 西为汤郎 - 易门断裂带。高原面海拔 2 200 ~ 2 500 m, 金沙江水位高程 800 ~ 820 m, 谷地高差 1 380 m ~ 1 700 m, 水面宽 200 m 左右, 谷坡陡斜, 倾角约 30° ~ 60°, 属于中高山峡谷河段。研究区出露的地层主要有前震旦系黑山组灰岩、大理岩化灰岩和大理岩以及灰绿色千枚岩, 金坪子堆积体为混杂堆积体。

本区属于典型的金沙江干热河谷, 年平均气温 20℃左右, 降水量在 800 ~ 1 000 mm, 平均年流量为 $1\,200 \times 10^8 \text{ m}^3$, 平均年径流量为 $3\,800 \text{ m}^3/\text{s}^{[9]}$ 。植被以杂草灌丛为主。

2 金坪子堆积体的地貌结构特征

2.1 金坪子堆积体形态特征

金坪子堆积体后(上)接一面大斜坡。该大斜坡长 1 ~ 2 km, 由前震旦系白云质灰岩、金沙江谷坡, 一直延续到海拔 820 m 左右的金沙江边, 坡度约 20° ~ 30°。因此给人的印象, 金坪子堆积体好象是该地大斜坡坡地系列堆积的延伸。而金沙江的谷坡麓地带, 从海拔 910 m 到 820 m 左右的坡段上, 有大量滚落下来的巨大岩块, 并形成高 20 m 左右的陡崖, 该地似乎曾发生过较大规模崩塌。金坪子堆积体凸现在金沙江河谷中, 金沙江呈弧形弯曲, 弧长约 2 350 m, 其下端似为“沙咀”, 呈基岩“半岛”, 向金沙江下游方向延伸。所以, 据影像分析或其外观特征视, 金坪子堆积体可能为大型滑坡堆积体, 估计其总体积约有 $(6 \sim 7) \times 10^8 \text{ m}^3$ 之多(图 1)。



- 1. 第四系河流冲积层; 2. 第四系洪积层; 3. 第四系崩塌堆积层; 4. 第四系滑坡堆积层; 5. 第四系坡积层; 6. 震旦系灯影组灰、灰白色薄 - 中厚层硅质条纹隐晶 - 粉晶白云岩; 7. 震旦系观音岩组灰色薄层白云岩, 紫红色泥质粉砂岩; 8. 前震旦系落雪组灰色中 - 厚层灰岩、变质灰岩; 9. 前震旦系黑山组灰色厚层、中厚层灰岩、大理岩化灰岩, 灰白色薄层状大理岩及灰绿色千枚岩; 10. 第四系和基岩界限; 11. 岩性分界线; 12. 钻孔编号(孔深(m)/覆盖层厚度(m)); 13. 断层编号及产状; 14. 推测断层; 15. 岩层及产状; 16. 竖井及编号; 17. 平洞及编号; 18. 采样点及样品编号

图 1 金坪子堆积体地质平面图

2.2 金坪子堆积体地貌结构

基于金坪子堆积体的 1:2 千地形图, 以 10 m × 10 m 为基本栅格单元, 生成金坪子堆积的 DEM 图像, 对金坪子堆积体的地貌结构进行分析, 可将金坪子堆积体的地貌类型细分为八个部分: 上斜坡、泥石流扇、金坪子古沟谷堆积平台、金沙江谷坡、金沙江阶地、现代金沙江巨砾岩块滩地、金沙江离堆山、硝沟沟谷等 (图 2)。

2.2.1 上斜坡

主要是指金坪子村自海拔 2 050 m 到 1 085 m, 金坪子平台以上的山坡, 主要由前震旦系白云质灰岩、轻微变质灰岩、千枚岩等构成, 基岩倾向 100° 左右, 倾角 36° 左右。大斜坡的发育具有很长地质时代的延续性, 在其下段具有古谷坡的形态特征。

2.2.2 泥石流扇

上斜坡坡麓发育一个较大规模的泥石流扇, 掩覆在金坪子古沟谷堆积平台之上, 泥石流扇本身由岩块碎屑组成, 厚约 10 m。重矿物组合特点为含有较多的次生矿物和若干常见矿物, 并含有附近岩脉的矿物, 不见金沙江河谷沉积中常见的典型变质矿物 (表 1)。

2.2.3 金坪子古沟谷堆积平台

金坪子平台顶面东西宽约 200 m, 自东北向西南延伸呈新月形, 长约 600 m, 顶面高程海拔 1 082 m, 向西南方向降为 1 074 m。根据金坪子 JSJ3 竖井, 古沟谷堆积平台上部井深 0~10.4 m 为坡积物, 井深 10.4~22.4 m 为洪积-坡积物及冲积-坡积物, 并含有变质矿物蓝晶石, 与金沙江阶地沉积物的重矿物组合具有一定的共性 (表 1), 井深 18.8~19.6 m 处为粉细砂夹砾石, 其 TL 测年为 137.00 ± 6.80 kaB. P。

2.2.4 金沙江谷坡

金沙江谷坡是指从金坪子堆积体顶面平台边缘, 向东顺坡而下到金坪子堆积体上的阶地的后缘部位。谷坡上缘为古沟谷堆积体发生崩塌而发育陡坎, 陡坎以下自海拔 1 076 m、1 064 m 往下到海拔 920 m、914 m, 谷坡高差 150 m 左右, 谷坡坡斜长 700 m 左右, 平均倾角达 20°~30°。

金沙江谷坡的下段发育陡崖, 陡崖由“角砾岩”组成, 但“角砾岩”的岩相有一定的差别, 含有巨砾岩块的“角砾岩”因较容易发生减荷张裂而形成高几十米的陡崖。

根据大量的钻孔资料 (据长江委三峡院) 和实地考察, 将金沙江谷坡上的堆积物分为表层堆积物和底层堆积物。表层堆积物主要是崩积物、洪冲积物、坡积物和残坡积物, 底层堆积物主要为角砾岩和河流冲积物。

表层堆积物厚约 60 m。谷坡的上部为大量崩落的块石, 成分主要为白云质灰岩和灰岩, 其次为角砾岩岩块, 块石直径多在 1 m 左右, 大部分呈次棱角状, 且表面多被流水侵蚀成细沟谷, 块石的 ab 面朝向谷坡的下游方向; 下段主要为洪冲积物、坡积物和残坡积物。

金沙江谷坡底层主要为角砾岩和河流冲积物。角砾岩主要为碳酸盐岩的混杂堆积物, 胶结物为碳酸盐, 并有轻微的浅变质作用 (表 2); 在沉积结构方面, ①“角砾”成分较单一, 以白云质灰岩与浅变质灰岩为主, ②“角砾”多呈棱角状, 棱角尖峭, ③“角砾”大小: 局部以直径 4~6 cm 的角砾为主, 局部以直径 < 1 cm 的碎块为主, 似有较好的分选性; 在沉积构造方面, ①具有粗略的似层理构造, 层理具有对称性, 在靠近金沙江一侧的岸坡上, 角砾岩的倾向为西南, 而堆积体东部的角砾岩则向东南倾斜, ②通常由钙质胶结成岩, 局部出现碳酸钙细脉, 局部成层胶结, 有些夹层胶结比较松散, 还有一些钙质胶结已风化成粉末状; 在矿物成分方面, 矿物成分比较单一, 重矿物组合以碳酸盐类矿物为主, 还含有多种常见的变质矿物 (见表 1)。

河流冲积物主要分布在堆积体内部。据金坪子 JZK25 钻孔, 孔口高程 972.49 m, 孔深 99.06~102.97 m (海拔 873.43~869.52 m) 以冲积物为主; 孔深 195.2~196.0 m (海拔 776.8~776.0 m) 处为粉土夹碎砾, 其重矿物 (J5-1) 种类较多, 含有典型的变质矿物十字石, 且部分锆石呈浑圆状, 说明与金沙江河谷沉积有关 (表 1); 孔深 216.6~217.6 m (海拔 755.6~754.6 m) 处为灰绿、黄褐色块石、卵砾石夹土, TL 测年为 195.00 ± 9.70 kaB. P。据金坪子 JPD1 平硐, 硐口高程 836.36 m, 硐深 61.0~66.2 m 处棕色粉质粘土的重矿物以稳定矿物和变质矿物为主, 且部分锆石和白钛石呈浑圆状, 说明具有一定的搬运距离 (表 1); 硐深 79.5~88.5 m 处为碎块石夹少量卵石及粉砂土; 硐深 88.5~192 m 处的粉质粘土的重矿物中部分锆石也呈浑圆状。

表 1 金坪子堆积体重砂物组合特征分析表(%)

Table 1 The combination features of heavy mineral of the diamicton in Jinpingzi

部位	样品 编号	角闪石	辉石	云母	碳酸盐类	绿帘石	石榴石	绿泥石	磷灰石	重晶石	磁铁矿	赤褐铁矿	磁黄铁矿	黄铁矿	十字石	榍石	锐钛矿	独居石	蓝晶石	电气石	锆石	金红石	白钛石
坡积裙	KD-08	少			14.07	3.89	少	少	0.3		15.57	64.07				个	个	个		少	0.6	1.2	0.3
	KD-15	0.92			少	少	少	少	少	个	10.44	88.26		个		少	个			少	0.33	0.02	0.02
硝酸沟	KD-16	少		少	2.13	少	个	15.32	少	个	2.98	72.76		个		个				5.96	0.85	少	
岩石	KD-01	少	少		96.17	0.32	少	少			0.32	2.24								个	0.96	少	个
谷	KD-02	少			97.67	0.29	少	少			少	1.17		0.87		个				个	个	少	
坡	KD-10	26.56	少		5.21	28.13	1.04	6.77	少		6.77	25.52				个				个	少	少	少
少	KD-11	2.15		个	1.49	28.1	1.49	0.66	0.66		0.13	0.195				少	少			少	9.26	1.82	0.66
	KD-19		个		9.66	个	少		个	个	12.35	77.47				少		个			个	0.22	0.3
	KD-18	个	个	个	61.85	0.37	个	2.22	个		少	34.07		1.11						0.37	少	个	个
	KD-22	少				少	少	少	少		少	99.99					个			个	少	少	个
	J5-1	少			10.18	9.41	1.02	少	少	13.23	10.43	36.13	一颗	19.34	二颗		少			少	0.25	少	
	J5-2	0.78	少		1.53	71.31	少	少	少	1.41	15.66	7.85		1.41			少			少	0.04	少	
JK23-1	少	少		13.92	8.23	0.63	少	个	少		3.16	25.32	48.73						少	少	个		
	J8-1	0.62	个		5.59	10.56	3.73	少	0.62	少	18.01	53.42		少		个	少			少	3.73	3.11	0.62
	J10-1	1.0.52	1.08	少	5.67	11.34	0.52	少	少	个	35.06	44.33		个	个	少			个	0.52	0.52	0.52	
	J2-1	少	1.66		7.69	9.34	0.55	少	少	个	36.81	43.41		少		个	少			少	0.55	少	少
	J6-1	0.88	少		23.89	12.39	3.54	少	0.88	少	11.5	36.28		0.88	少	少			0.88	7.08	1.77	少	
沟	KD-09	23.36	个	少	13.45	11.31	6.73	少	少		22.32	31.49		少		少	个		个	0.61	8.56	1.83	0.31
谷	KD-17	少		少	73.14	少	少	1.52		个	0.67	24.66					个				少	个	个
	KD-9	1.少			0.09	10.72	0.87	少	个		13.68	73.12			个		少	少		少	1.11	0.34	0.09
阶	KD-05	1.94	个	少	26.76	12.89	0.73	个	0.49		15.08	37.47		个	个	0.24	少			少	1.21	2.43	0.73
地	KD-06	0.64	个		18.66	19.29	少	少	个	个	24.76	29.26		个	个	少	个			少	3.53	2.89	0.96
	KD-12	3.03	少		5.01	24.36	9.44	1.86	0.46		个	20.74	22.14		少	0.58				少	9.44	2.09	0.81
	KD-13	0.64		1.29	0.53	20.81	4.52	0.64	0.29	0.23	30.84	36.13		0.35	个	0.06	少			少	2.59	0.82	0.24

注:重砂样品由江苏地矿局贾邮珍工程师鉴定。

表 2 金坪子堆积体“角砾岩”薄片鉴定表

Table 2 The slice of breccia in the diamicton in Jinpingzi

样品编号	采样位置	薄片鉴定的岩性特征
KD20	4号钻孔	碳酸盐和硅质岩混杂,以碳酸盐为主,碳酸盐受到硅化,碳酸盐的晶体保成完好。 命名:硅化的碳酸盐。
	取样深度 66 m	
KD21	4号钻孔	全部为碳酸盐矿物,野外命名:灰岩。
	取样深度 104 m	
KD23-1	19号钻孔	角砾岩,胶结物主要为碳酸盐,也有一部分泥质,挤压破碎,有一部分已经绢云母化,水云母化。
	取样深度 104 m	
KD23-2	19号钻孔取样	有石英,硅质含量较多,还有一部分泥质。有轻微的浅变质(绢云母、水云母化)作用。近似于:粉砂岩。
	深度 103~104 m	
KD24	金坪子陡崖底部	矿物成分主要为碳酸盐,比较破碎,定名为:角砾岩

注:薄片鉴定由南京大学地球科学系完成。

2.2.5 金沙江阶地

金坪子堆积体的东北缘,海拔 870~915 m 的坡段上发育一级金沙江阶地,自北向南延伸约 200 m,阶地地面狭窄,有部分已由金沙江谷坡次生的崩坡积物掩覆。金沙江阶地保存比较完整,由蚀余堆积、主

流线相堆积和漫滩相堆积组成,厚约 40 m,蚀余堆积层厚约 34 m,卵石层厚约 4 m,卵石层上的砂层只有约 1 m,河漫滩相堆积厚约 1.6 m,上覆后生洪坡积物。
蚀余堆积层的巨砾几乎都是白云质灰岩,大者

直径 $>1.6\text{ m}$, 一般块石岩砾的直径在 $5\sim50\text{ cm}$ 之间, 大部分呈次棱角、次圆状; 巨砾的沉积构造特点为大多数巨砾的 ab 面向金沙江下游及金沙江河心方向倾斜, 显然具有在流水中被搬运的特征, 特别的岩块呈零星分布, 巨砾间充填大大小小的块石; 该底部巨大的块石巨砾堆积是古金沙江中的残余堆积。

主流线相堆积包括卵石层和砂层, 卵石的成分主要为白云质灰岩, 并有花岗岩、硅质岩、片岩、千枚岩和燧石等, 有比较多的“外来”卵石。卵石的直径大部分在 6 cm 左右, 有的在 20 cm 以上, 另外夹有直径 1 m 左右的巨砾。砾石分选较好。大部分扁圆砾以及其中的巨砾, 多呈叠瓦状排列, 其 ab 面朝金沙江的下游方向倾斜, 并发育向下游方向的斜层理, 该层理层面倾角 15° 左右。卵石层上的砂层厚约 $2\sim4\text{ m}$, 为细砂, 发育水平层理。具有一定的成壤作用。

河漫滩相为灰色粉沙, 结构疏松, 有动物的小洞穴。上覆后生洪坡积物。

2.2.6 现代金沙江巨砾岩块滩地

现代金沙江(巨砾岩块)滩地延伸到海拔 816 m 左右的金沙江岸边, 宽约 200 m , 平均坡度在 $20^\circ\sim30^\circ$ 。该坡段有大量滚落下来的巨大岩块, 主要为白云质灰岩、白云岩, 以及角砾岩岩块等, 有的长轴长达几米, 它们的边棱已较浑圆, 外观呈黑漆色, 主要是次生的滚落到江边的巨大岩块。

2.2.7 金沙江离堆山

现代金沙江岸坡, 洪水期不易见到金沙江离堆山, 枯水期绕岸而行能清楚地见到由基岩构成的离堆山。离堆山的东侧, 即现代金沙江东侧, 为陡峭的侵蚀岸坡, 但其西侧为充填在老金沙江谷地中的角砾岩。

2.2.8 硝沟沟谷

金坪子堆积体的北侧为沿断层发育的硝沟, 上起金坪子堆积体顶部的平台, 一直延续到金沙江岸边, 长约 2000 m , 垂直落差 250 m 左右, 沟谷最深处约 30 m , 宽约 20 m 。

3 金坪子堆积体成因分析

金坪子堆积体是三个以老金沙江、古金沙江及现代金沙江为轴心的地貌体系的时空更替的产物。金沙江穿过金坪子堆积体时为老金沙江, 金沙江在

金坪子堆积体外缘形成阶地时为古金沙江, 现代河谷的金沙江为现代金沙江。

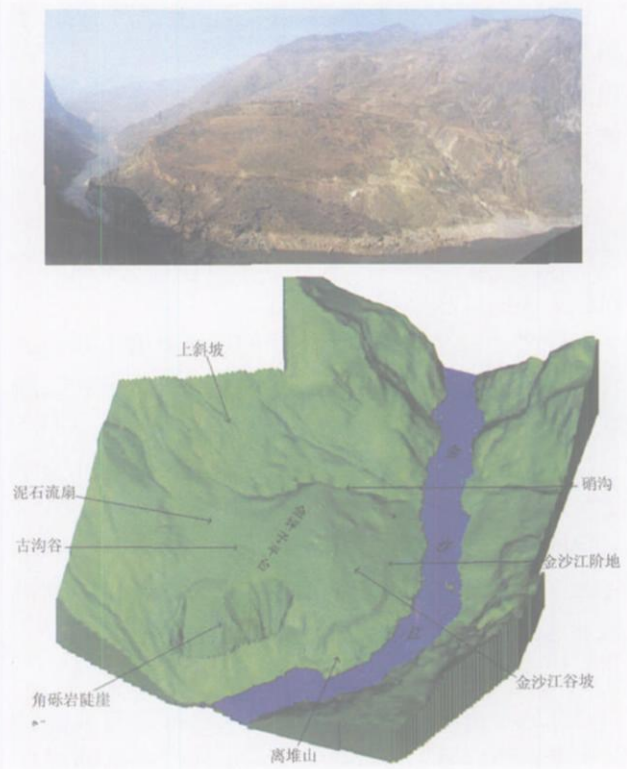


图 2 金坪子堆积体地貌结构图

Fig 2 The geomorphic types of the diamicton in Jinpingzi

金坪子堆积体的地貌发育过程大体可分为以下几个阶段:

1 乌东德峡谷的贯通与老金沙江金坪子深槽的形成

大约距今 10 Ma 左右, 通过多处河流袭夺, 最终金沙江下段贯通, 金沙江东流进入四川盆地^[10]。乌东德峡谷的贯通可能更早一些, 在乌东德峡谷下方跌水深切, 形成深潭, 深潭底深达海拔 750 m 左右, 深潭壁高约 330 m , 比现代金沙江河槽略深一些。

老金沙江金坪子深潭的右岸上缘相当于现在金坪子平台的后缘, 海拔 1085 m 以上。老金沙江金坪子深潭的左岸岸坡残留高度仅海拔约 835 m , 它就是上文所述的离堆山。

2 老金沙江金坪子深槽被充填过程

老金沙江金坪子深潭两岸岩壁中上段主要由白云质灰岩构成, 河槽深潭底以千枚岩为主, 由于岩壁又高又陡, 强烈的深切引起岩壁崩塌, 并发育坡地系列堆积物。

老金沙江河谷中的金坪子堆积体“角砾岩”岩性特征即成分单纯,局部具有较好的分选性、具有粗略的层理,它当属斜坡上的岩块碎屑坡积物。

“角砾岩”的层理构造在离堆山上向西倾斜,倾角 20° 左右,在金坪子平台钻孔中它略向东倾斜,所以老金沙江金坪子深潭是被两侧坡地堆积物充填的。

在老金沙江金坪子深潭充填堆积物中偶尔发现磨圆的砾石,重矿物组合中还含有典型的外来的变质矿物,是老金沙江带来的,和两岸的以白云质灰岩碎块为主的坡积物混杂在一起。

老金沙江金坪子深潭堆积物中还具有不均匀的钙质胶结,有时候是成层胶结,它是该地区坡积系列堆积物中常见的现象之一。

老金沙江金坪子深槽堆积物充填经历了几万年之久,“角砾岩”最早的生成时代为距今 195.00 ± 9.70 ka B. P.,堆积结束的时代到距今 137.00 ± 6.80 ka B. P.。最后老金沙江洪水位在金坪子堆积体上可以达到 1 070 m。

3 金沙江改道

在金坪子附近,由于老金沙江深潭被充填金沙江干流向东迁移,该地最早的古金沙江谷底高程在海拔 900 m 左右,即在阶地堆积物的底部发育蚀余堆积,那时期最晚的古金沙江谷底高程可能在海拔 870 m 左右,在 915 m 高程发育泛滥沉积,形成阶地上的河漫滩相砂层。该阶地上部河漫滩相砂层样品的 TL 年代为 41.13 ± 3.49 kaB. P.。

金沙江金坪子深潭堆积物的顶部,古金沙江的右岸,海拔 1 070 m 左右残留古沟谷,它逐渐被洪积-洪坡积碎屑物质充填。

古沟谷的左侧,由于金沙江的改道和下切,而遭强烈侵蚀,逐渐发育成倾向相反的古金沙江谷坡,并形成角砾岩陡崖和硝沟。

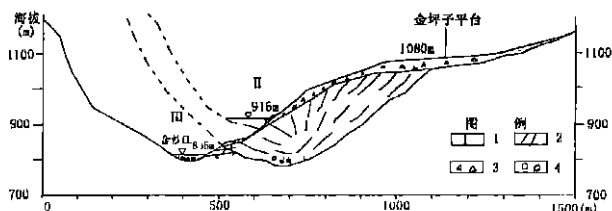
4 现代金沙江的发育

距今 41 ka 以来,金沙江深切,谷底海拔深达到 770 m,与此同时,它被两岸的崩坡积物充填,堆积物顶高达到海拔 810 m 左右,巨砾岩块滩达到 820 m 左右。现代金沙江的右岸形成金沙江离堆山,金坪子的角砾岩也因减荷张裂而崩塌形成陡崖。

4 结论

1 金坪子堆积体是三个以老金沙江、古金沙江

及现代金沙江为轴心的地貌体系的时空更替的产物,最老的是以老金沙江河谷为轴心的地貌体系,第二个是金沙江侧移后的以古金沙江为轴心的河谷地貌体系,第三个是以现代金沙江为轴心的河谷地貌体系(图 3)。



1 金沙江河谷地貌体系编号; 2 角砾岩和河流冲积物;

3 崩积物、洪冲积物、坡积物及残坡积物; 4 冲积物;

I. 老金沙江河谷地貌体系; II. 古金沙江河谷地貌体系;

III. 现代金沙江河谷地貌体系

图 3 金坪子堆积体地貌过程示意图

Fig 3 The geomorphic process of the dian icton in Jinpingzi

2 金坪子堆积体属老金沙江深潭岩壁的崩坡积物,与少量外来冲积物质的混合,历时 > 60 ka 造成老金沙江深潭被充填。

3 金坪子堆积体充填在老金沙江深潭中,夹在右岸岩壁与左岸离堆山之间,它本身是角砾状粗颗粒沉积,而且具有边堆积边胶结的特点。

4 金坪子堆积体是个历时甚久又复杂多变的堆积体,它具有“多元性”和“多代性”的特点,多元性是指堆积体发育及后生变化过程中具有多种动力“元”的作用,多代性是指不同时代的产物按不同方式镶嵌成一个复式堆积体。

参考文献 (References)

- [1] 崔之久,熊黑钢.论混杂堆积与混杂沉积岩的成因判别原理与标志[J].地质论评.1988,34(3):369~376
- [2] Nan Ling, Cui Zhijun. The depositional characteristics and generative environment of Paleorock avalanche in Wudu County, Gansu Province[J]. Acta Sedimentologica. 2001,19(3):351~356[南凌,崔之久.甘肃武都古崩塌堆积体的沉积特征及其形成环境[J].沉积学报,2001,19(3):351~356]
- [3] Mu Guijin. The origin and age of the hummocky deposit outside the mouth of the Tailan River on the south of the Tumuor Peak, Tianshan, China[J]. Arid Land Geography. 1995,18(2):1~7[穆桂金.天山南麓台兰河口丘状堆积物成因及时代的新见解[J].干旱区地理,1995,18(2):1~7]
- [4] Tan Yongyi, Cai Xiangxing. The sedimentary facies of sedimentary bodies from debris flow in the late Pleistocene in Wudu Area[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation. 1989,9(6):36~44[唐永

- 仪, 蔡样兴. 武都晚更新世泥石流堆积体的沉积相 [J]. 水土保持通报, 1989 9(6): 36~44]
- [5] Yin Yueping, Zhang Jiagu, Chen Baosun *et al*. Formation mechanism of large scale loose sediment at the relocation sites of Wushan County on the Three Gorges [J]. *Journal of Engineering Geology* 2000 8(3): 265~271[殷跃平, 张家桂, 陈宝蓓, 等. 三峡库区巫山移民新城址松散堆积体成因机制研究 [J]. 工程地质学报, 2000 8(3): 265~271]
- [6] Wang Zhihua, Lu Jietang. Understand Yigong Landslide in Tibet based on the satellite image [J]. *Journal of Remote Sensing* 2001 5(4): 312~316[王治华, 吕杰堂. 从卫星图像上认识西藏易贡滑坡 [J]. 遥感学报, 2001 5(4): 312~316]
- [7] Tang Xirjian, Tao Hongjiu, Zhang Guang *et al*. Analysis of landslide surveying and monitoring by means of remote sensing images [J]. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2002 21 (suppl 2): 2 515~2 520[唐新建, 陶洪久, 章光, 等. 利用遥感图像对滑坡进行调查和监测分析研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2002 21(增 2): 2 515~2 520]
- [8] Wang Zhihua. Landslides and debris flows in the lower reach of the Jinsha River, China [J]. *Acta Geographica Sinica* 1999 54(2): 142~149[王治华. 金沙江下游的滑坡和泥石流 [J]. 地理学报, 1999 54(2): 142~149]
- [9] Cheng Zunliu, Zhu Pingyi, Li Leiji. Hydrological characteristics in the lower reach area of Jinsha River [J]. *Mountain Research* 1997 15(3): 201~204[程尊兰, 朱平一, 刘雷激. 金沙江下游地区水文特征 [J]. 山地研究 (现山地学报), 1997 15(3): 201~204]
- [10] Yang Dayuan, Li Xusheng. Study on the eastward flow of the Jinsha River [J]. *Journal of Nanjing University (Natural Science)*, 2001 37(3): 317~322[杨达源, 李徐生. 金沙江东流的研究 [J]. 南京大学学报 (自然科学版), 2001 37(3): 317~322]

The Preliminary Study on the Origin of the Diamicton in Jinpingzi in of Jinsha River

XU Qimian¹, YANG Dayuan², GE Zhaoshuai³, CHEN Deji⁴, XUE Guofu⁵, LI Huizhong⁵

(1 *Changjiang Exploration Planning Design Institute, Wuhan, Hubei 430010, China*

2 *Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China*

3 *Department Geography, Qindao University, Qindao Shandong 266071, China*

4 *Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin 300170, China*

5 *Department for Three Gorge Survey and Investigation of Yangtze Water Conservancy Committee, Yichang, Hubei 443003, China*)

Abstract: The diamicton of Jinpingzi, which looks like the talus slide on morphological character, lies on the Kangdian tectonic zone. According to the DEM of the diamicton of Jinpingzi and the field research, there are eight geomorphic types in the diamicton of Jinpingzi, which are the upside slope, the debris flow fan, the accumulative platform on palaeogully of Jinpingzi, the valley slide of the Jinsha River, the terrace of the Jinsha River, the beach face of boulder and rock mass, the meander core and the Xiaogou gully. By analyzing the combination features of heavy mineral, the TL dating and the information of the dill of the landform elements, the diamicton of Jinpingzi is a composite diamicton that is formed by several dynamic actions at the different epoch, and is a outcome that the three geomorphic systems of the ancient Jinsha River, the old Jinsha River and the modern Jinsha River space-time subrogated. ① The bottom troughs of the aged Jinsha River at the Jinpingzi formed and began to be filled up in 195.00 ± 9.70 kaB.P. after the Wudongde Gorge runthrough, and the breccia began to form. There are some round gravel and the representative metamorphic mineral in the diamicton in Jinpingzi. So we consider that the dill, the col and the al brought by the aged Jinsha River filled up the bottom troughs of the aged Jinsha River at the Jinpingzi. ② The cementation of dl finished in 137.00 ± 6.80 kaB.P., the flood level of the aged Jinsha River reached 1 070 m. The pl and the pdl filled up the canal left by the aged Jinsha River. ③ The Jinsha River divergated and formed a terrace at 915 m in 41.13 ± 3.49 kaB.P. Finally the meander core formed with the deeply incising of Jinsha River, and the cliff of the breccia had formed.

Key words: the diamicton in Jinpingzi; geomorphic types; heavy mineral; geomorphic systems