

岷江中游河流下蚀率的研究

高玄彧¹, 李勇²

(1. 太原师范学院, 山西 太原 030012; 2. 成都理工大学, 四川 成都 610059)

摘要: 岷江是长江的一个重要的支流, 岷江中游由我国地势的第一阶梯进入第二阶梯, 是中国西部地质、地貌、气候的陡变带, 所以研究它的下蚀率具有重要的理论和实际意义。笔者利用河流阶地与阶地形成年龄间的线性关系研究了岷江中游段的河流下蚀率。笔者最后通过计算得出, 岷江中游段的河流下蚀率为每年平均 1.08 mm 的结果。该工作可为进一步研究水土流失及地壳运动提供依据。

关键词: 岷江中游段; 河流下蚀速率

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)01-0039-03

中图分类号: S157.1

Study of Incision Rate in the Middle Reaches of Minjiang River

GAO Xuanyu¹, LI Yong²

(1. Teachers' College of Taiyuan, Taiyuan, Shanxi 030012, China;

2. Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China)

Abstract: Minjiang River is a very important tributary of Changjiang River. It is located in the eastern margin of Tibetan Plateau where is a suddenly changed area for geology, geomorphology and climate. The research was initiated to further understand its incision and influences. The linear relationship between river terrace and river incision was used to determine incision rate in the middle reaches of Minjiang River. Through calculation, the authors found that the average incision rate in the middle reaches of Minjiang River is 1.08 mm/a. This work furnishes a fresh basis for further study of soil erosion and crustal movement.

Keywords: middle reaches of Minjiang River; river incision

1 岷江中游的自然地理环境

岷江中游的流域在行政区域上属于四川省境内, 地形为四川盆地, 河流流经的地貌单元主要是成都平原和丘陵。盆地的周围是海拔 2 000~3 000 m 的高山和高原^[1], 丘陵海拔在 800 m 以内, 是中生代褶皱和缓的岩层, 主要由紫红色泥岩和砂岩构成, 二者常成互层, 但岩性不同, 薄厚不一, 产状有别, 使得丘陵的形态也有差异^[2]。

在岷江流域以泥岩、页岩的比重较大, 砂岩少而薄, 多发育成岭脊状或孤立浑圆的丘陵。盆地内在第三纪以前主要发育着内流河, 所以在第三纪以前这里是以堆积为主, 后来在第三纪, 盆地内的各水系切穿了黄岭背斜流入长江, 使内流盆地转变为外流盆地, 堆积区转变为侵蚀区。在新构造运动中盆地处于间

歇性的缓慢上升状态, 所以这时同样以侵蚀为主, 堆积仅限于局部地区, 其外营力以流水侵蚀为主, 所以在盆地中生代的各类岩层均暴露在地表, 但却看不到第三纪的堆积地层。由于这里经历过多次抬升和夷平, 故这里存在多级夷平面和河流阶地。

盆地内的平原分布在龙泉山和龙门山之间^[3], 长约 200 km, 宽约 40~70 km, 面积 73 540 km², 平均海拔 500~600 m, 微向东南倾斜。岷江中游流域属亚热带季风气候, 冬暖夏凉, 湿度大, 云雾多, 日照少, 月平均湿度为 70%~80%, 年平均云量为 7.5~8.0。岷江中游流域的一月平均气温为 3℃~9℃, 比长江中下游还要温暖, 无霜期在 290~350 d, 所以这里的河水一般情况下一年四季都不结冰, 7 月气温 25℃~29℃, 区内降水丰沛, 年均降水 1 000 mm 左右。岷江流入都江堰后便进入了中游河段, 同时也就从狭

窄的山区流进了平原区,在这里河槽展宽为 350 m 左右,江心也产生了沙洲,都江堰截引了大量江水,向东南分布成扇型水网,并分成外江、正南江、金马江等河流,一直到彭山和眉山构成了成都平原上的辫状水系,河床宽阔且变化无常,支脉散漫,其常年水面宽度有 150~300 m,水深 2~4 m,河谷宽达 0.5~2 km。岷江流过青神县进入四川盆地丘陵区,沿岸分布有堆积阶地,进入平羌峡后河谷变窄,谷地宽度约为 150~250 m,两岸丘陵高出江面 200 m,谷坡坡度达 30° ~ 45° 。出了峡谷后江面明显展宽,河漫滩发育,水流平缓,江面宽达 200~400 m,水深 2~4 m。岷江流到乐山,其水量大增,汉道也大量增加,谷宽 1~2 km,江面宽 200~400 m,常年水深 4~6 m,洪水期则水深可增到 9~13 m。年均径流量 $1.1 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。5—10 月为丰水期,6—9 月为汛期,暴雨频繁,往往出现大洪水。11 月至翌年 4 月为枯水期。

岷江中游段的补给水源,主要是天然降水和冰川融水。流域内降水丰沛,多年平均年降水量在 1 000 mm 左右,但盆地边缘区更丰。灌县、马边、沐川一带可达 1 200~1 600 mm。流域内年径流深与降水量有大致相同的分布。

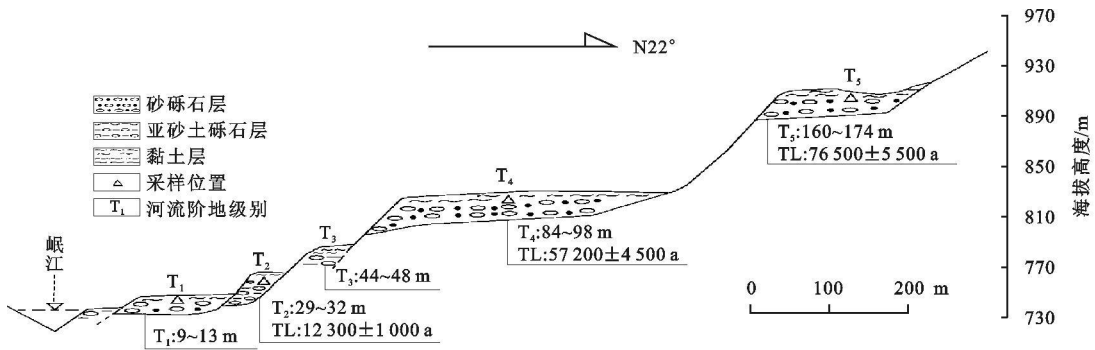


图 1 都江堰段的河流阶地

我们对阶地进行了详细测量并进行了采样、分析,并用热释光法对样品进行了绝对年龄的测定。获得的结果是,第 1 级河流阶地的河拔高度是 9~13 m,为堆积阶地,阶地的组成物质为砂砾石,颜色呈褐色;第 2 级河流阶地的河拔高度是 29~32 m,为堆积阶地,其热释光绝对年龄是 $12\,300 \pm 1\,000 \text{ a}$,阶地由亚砂土和砾石层构成,颜色呈黄褐色;第 3 级河流阶地的河拔高度是 44~48 m,其组成物质为砂砾石层,颜色呈黄色;第 4 级河流阶地的河拔高度是 84~98 m,热释光绝对年龄是 $57\,200 \pm 4\,500 \text{ a}$,其组成物质为亚砂土砾石层,其颜色呈黄褐色;第 5 级河流阶地的河拔高度是 160~174 m,其热释光绝对年龄是 $76\,500 \pm 5\,500 \text{ a}$,组成物质是亚砂土砾石,颜色呈黄

2 岷江中游的河流阶地

近年来,国外学者一直在探索如何利用山区河流阶地去研究河流的下蚀速率的问题,如 Maddy^[4]研究了英格兰地区河流的下蚀率与阶地的形成关系问题,并提出了利用河流阶地来确定河流下蚀率的问题^[2]。在这里我们利用岷江中游段河流阶地来研究该段河流的下蚀速率的问题。岷江中游的河流阶地主要分布在 2 个地段,一个是都江堰段,另一个是成都段。

2.1 都江堰段的河流阶地

都江堰段是岷江中游的开端,该段河谷的形态特征是两岸的岸坡极为不对称,西岸的坡度陡,其坡度在 38° ~ 40° 之间,而东岸的坡度在 24° ~ 29° 之间,整个河谷的相对高度在各处有所不同,大约是在 260~1 550 m 内起伏变化。

河谷的谷地宽度在 220~450 m 之间,河谷谷地的纵向比降是 6.8‰~7.2‰。在谷内分布有 5 级河流阶地(见图 1),阶地类型较为齐全。1 级阶地为堆积阶地,2 级阶地为内叠式堆积阶地,3,4 和 5 级阶地为基座阶地。

褐色。5 级河流阶地的上部均有薄层黏土层存在。

2.2 成都段的河流阶地

成都段在第三纪以前为内流河,所以在第三纪以前这里是以堆积为主,后来在第三纪,盆地内的各水系切穿了黄岭背斜流入长江,使内流盆地转变为外盆地,堆积区转变为侵蚀区。在新构造运动中成都段处于间歇性的缓慢上升状态,所以这时同样以侵蚀为主,堆积仅限于局部地区,其外营力以流水侵蚀为主,所以在盆地中生代的各类岩层均暴露在地表,但却看不到第三纪的堆积地层。由于这里经历过多次抬升和夷平,故这里存在多级夷平面和河流阶地。成都段的河谷谷底的纵向比降为 4‰~5‰,经我们调查,谷中分布有 5 级河流阶地(见图 2)。在 5 级阶地中有

两个基座阶地(第 4 到第 5 级)和 3 个堆积阶地(第 1 到第 3 级阶地)。

我们对每级阶地进行了取样、分析, 并采用热释光法对样品进行了绝对年龄的测定。最后获得的结果是, 第 1 级河流阶地的河拔高度是 2~ 5 m, 为堆积阶地, 二元相结构, 阶地的组成物质上层是黏土下层为青灰色砂砾石层, 热释光绝对年龄为 3 000 ± 900 a。第 2 级河流阶地的河拔高度是 6~ 11 m, 为堆积阶地, 其热释光绝对年龄是 20 200 ± 1 500 a, 二元相结构, 上部为黄色亚砂土砾石层, 下部为青灰色砂

砾石层。第 3 级河流阶地的河拔高度是 16~ 22 m, 为堆积阶地, 其热释光绝对年龄是 30 800 ± 3 600 a, 三层结构, 其组成物质上部为黏土层, 中部为黄色黏土砾石层, 下部为青灰色砂砾石层; 第 4 级河流阶地的河拔高度是 32~ 40 m, 热释光绝对年龄是 55 800 ± 2 000 a, 二元相结构, 其组成物质上部为黏土层, 下部为青灰色砂砾石层; 第 5 级河流阶地的河拔高度是 60~ 64 m, 其热释光绝对年龄是 104 500 ± 9 000 a, 二元相结构, 其组成物质上部为褐黄色黏土砾石层, 下部是砂砾石层。

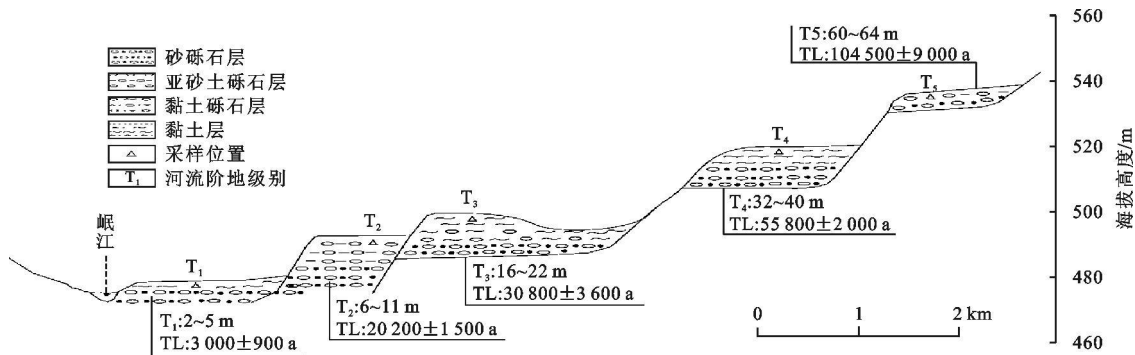
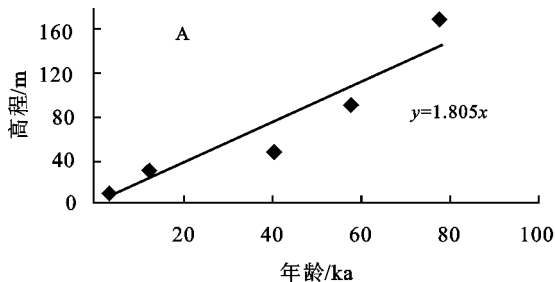


图 2 成都段的河流阶地

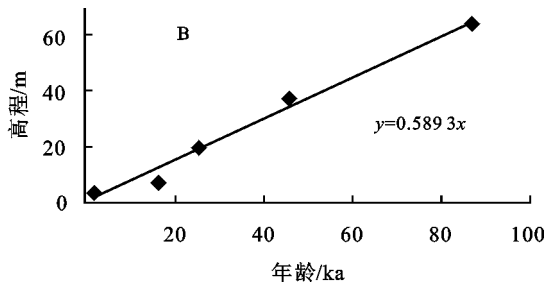
3 岷江中游的河流下蚀率

岷江中游段阶地沉积和地貌特征是晚新生代河谷下切侵蚀产物的记录。岷江中游段河谷由下部的 V 型谷和上部的宽谷构成, 这表明岷江中游段的河流下切侵蚀存在 2 个阶段, 因此要计算出岷江中游段的下蚀速率, 就必须确定下部 V 型谷和上部宽谷不同下切阶段的下蚀率, 比较它们是否具有有一致性。下部 V 型谷中保存了阶地, 因此我们可以利用阶地的高程

和测年资料来计算河流的下蚀率, 但上部宽谷的下蚀时间难以确定, 原因主要是缺乏标定宽谷下蚀时间的沉积证据。本文将利用已测取的岷江中游段阶地高程和测年资料来计算岷江中游段的下蚀率。岷江中游河流下蚀率资料如图 3 所示。岷江中游都江堰段的河流下蚀率为 1.81 mm/a, 成都段的河流下蚀率为 0.59 mm/a。整个岷江中游的年平均下蚀率为 1.08 mm/a。



A 都江堰的河流下蚀率



B 成都段的河流下蚀率

图 3 岷江中游河流下蚀率

以上研究结果表明, 虽然岷江中游段河谷的剖面几何形态特征表现为上部宽谷和下部 V 型谷形态, 河谷的这种侵蚀形态显示岷江中游段干流可能存在 2 个主要的下切阶段, 即早期为上部的宽谷下切阶段和晚期的下部 V 型河谷下切阶段。但是计算表明,

同一河段在不同时期岷江中游段的下蚀率基本是连续变化的, 阶地与时间具有很好的线性关系(图 3), 因此不仅可用该下蚀率作为下部 V 型谷的下蚀率, 也可作为上部宽谷的下蚀率, 甚至该河段的下蚀率。这也是国外学者 Maddy 认为可行的方法^[4]。

(下转第 45 页)

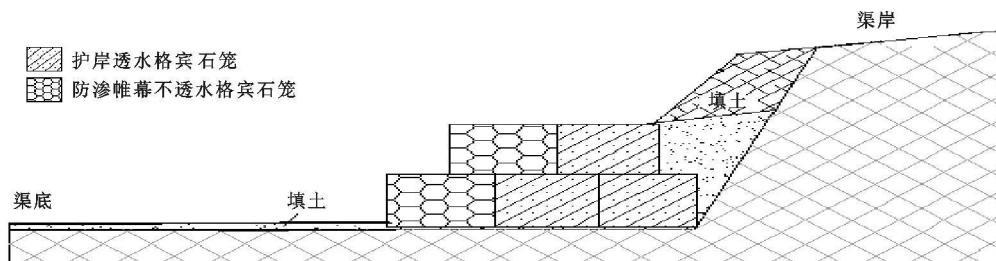


图 5 不透水防渗帷幕施工布置简图

4 结论

(1) 双铰镀锌石笼结构体因其固有的柔性特点, 以及即使发生体积变形, 也不致遭受断裂破坏的优点, 使得这种结构仍然活跃在小型土坝设计、防波堤、河床疏浚以及防止水力冲蚀等水利工程领域。

(2) 石笼结构的劣性是石笼结构本身存在较多空隙引起的, 渗流在结构体中, 以及在石笼结构体及其相邻的土体材料或地基分界面处不断渗透、冲刷, 从而导致石笼周围土壤流失, 最终引起结构体及其周围土壤的失稳。

(3) 通过石笼结构体上加设锚固混凝土衬砌, 并在混凝土衬砌层中竖直加排渗 PVC 管的方法来预防石笼格网破裂破坏。

(4) 通过在石笼结构体与天然土层之间布置可透水垫层, 或减少通过石笼结构体水流流量和流速的方法可以防止渗流冲刷、淘蚀结构体及其周围土壤, 从而防止石笼结构失稳破坏。

(5) 对通过高流速、大水量的石笼结构体, 需在

石笼结构体最薄弱的地方设置半透水或不透水的防渗帷幕来防止水流的冲蚀破坏。

(6) 石笼结构物的设计和施工还没有标准可循, 关于石笼结构劣性预防和修复办法有待进一步积累经验。

[参 考 文 献]

- [1] AGL/MISC/32/2001. Small Dams and Weirs in Earth and Gabion Materials [M]. Rome, 2001.
- [2] United States Army Corps of Engineers PROSPET Training Course. Streambank Erosion and Protection, Gabion Structures for Streambank Erosion Protection [M]. America, 1994.
- [3] United States Department of the Interior Bureau of Reclamation. Design of Small Dams [M]. Washington, DC, 1987.
- [4] 陈润夏. 石笼防护结构施工工艺规范化探讨 [J]. 水利技术监督, 2007, 15(5): 6—8.
- [5] 张焕洲, 谢平. 格宾网材在黄石长江干堤合兴堤段的应用 [J]. 人民长江, 2002, 33(9): 38—39, 48.

(上接第 41 页)

[参 考 文 献]

- [1] 长江水利委员会. 长江年鉴 [M]. 长江年鉴社, 2000—2004.
- [2] 孙广友, 唐邦兴. 长江源区自然环境研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [3] 唐荣昌, 韩渭宾. 四川活动断裂与地震 [M]. 北京: 地震出版社, 1993: 1—1192.
- [4] Maddy D. Uplift driven valley incision and river terrace formation in Southern England [J]. JWS, 1997, 12(6): 539—545.