

茂汶—汶川段岷江两岸滑坡分布规律*

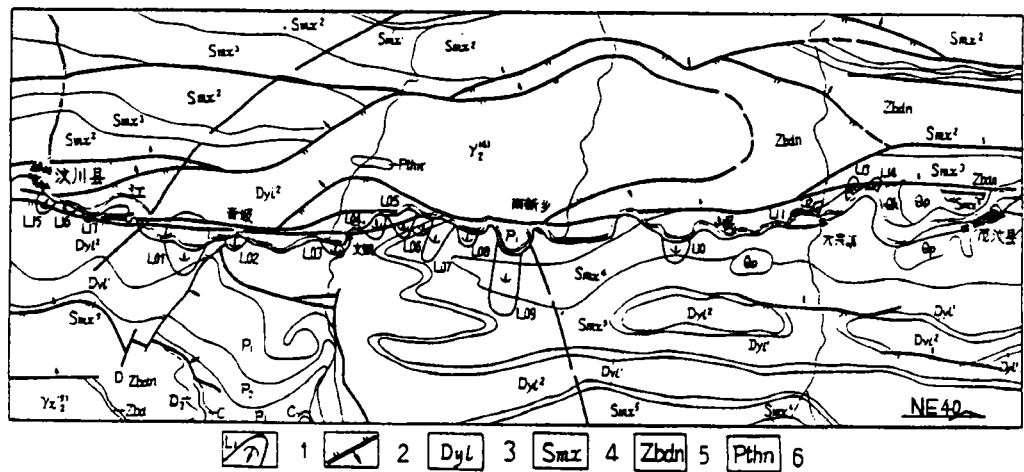
晏鄂川 刘汉超 张伟元

(成都理工学院工程地质研究所 成都 610059)

摘 要 根据野外调查资料,研究了茂汶—汶川段岷江两岸滑坡的发育及分布规律,重点突出了控制滑坡发育的地层岩性、地质构造和地貌三大因素. 为进一步研究提供了详实基础资料.

关键词 岷江 滑坡 分布 菱形块构造

该河段两岸滑坡共有 17 个(编号 L₀₁~L₁₇),其分布发育状况见图 1.



1. 滑坡及编号;2. 逆断层;3. 月里寨群;4. 茂县群;5. 灯影组;6. 黄河河群

图 1 茂汶—汶川段岷江两岸滑坡分布示意图

Fig. 1 The sketch map of landslide distribution along Minjiang River between Maowen and Wenchuan

1 滑坡的发育环境

滑坡是地质地理环境综合作用的产物. 长期研究表明,滑坡集中分布区必然同时具备易滑地层、构造复杂和地形深切割的特征. 滑坡分布的地带性首先取决于地质构造格架与地貌单元的基本组合,其次是新第三纪以来的地壳运动(水平及垂直运动)强度,第三是自然地理条件(气候、降雨等)的地域性差异.

1.1 滑坡发育的地层与岩性

*“九五”地矿部基础项目(编号:9501114-3)的部分工作成果.

收稿日期:1998-01-11,改回日期:1998-03-31.

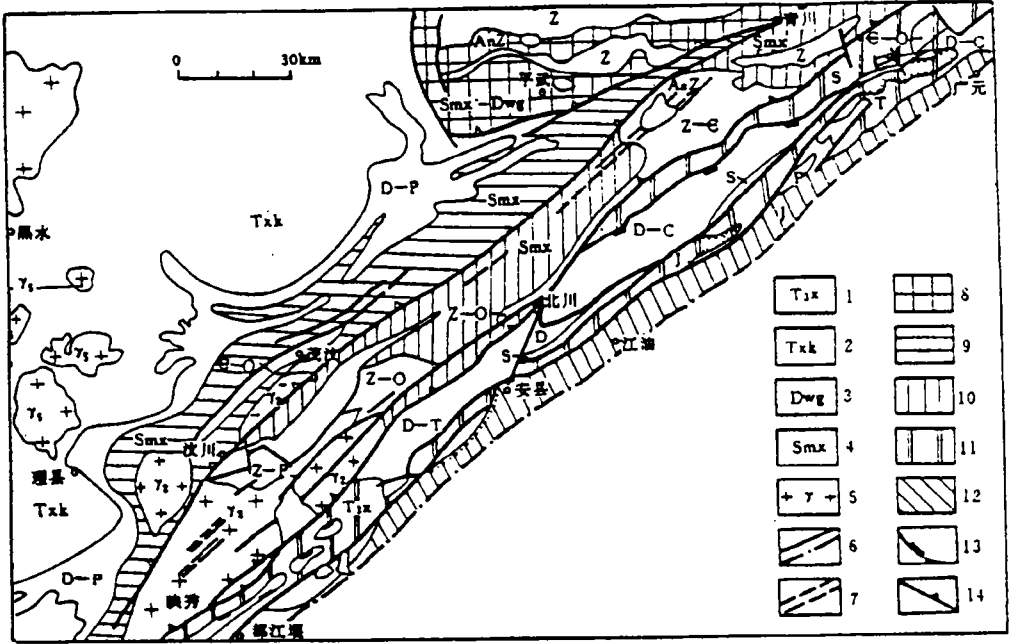
该河段两岸出露地层主要为泥盆系月里寨群(D_{y1})、志留系茂县群(S_{mx})、震旦系灯影组(Z_{bdn})以及晋宁期黑云花岗岩($\gamma_2^{(4)}$)岩体,局部出露元古界黄水河群下部岩组(P_{thn}^3)和晋宁期闪长岩($\delta_2^{(3)}$)。其中 D_{y1} 、 S_{mx} 主要在该段河流的左岸出露,代表性岩性是灰色、深灰色千枚岩夹灰岩、变质砂岩、石英砂岩。而 Z_{bdn} 及 $\delta_2^{(3)}$ 、 $\gamma_2^{(4)}$ 则主要在河流的右岸出露,其岩性以白云岩、硅质岩、黑云花岗岩、闪长岩为主,局部为流纹岩、英安岩。

可见,河流左岸以易滑地层中的千枚岩夹灰岩为主,其主要特点是本身是软弱岩层,又富含粘土矿物。因此其抗剪性能差($C \leq 10kPa, \phi \leq 10^\circ$),遇水易泥化或软化,同时其水文地质特性差异大。而右岸为坚硬的岩体或岩石,抗剪性能强,不易风化。

因此,茂汶—汶川段岷江两岸中左岸滑坡较右岸更为发育的原因之一就是左岸分布有更多的易滑地层,这是其物质基础。

1.2 滑坡发育的地质构造条件

该河段及其两侧为茂汶—汶川断裂的通过部位。据现有资料^[1],茂汶—汶川断裂是一个典型的韧性逆冲断层(图 2),后期有一定的左行走滑特征。在空间上,表现为一系列的叠瓦状断层组合,在平面上表现为一系列的断裂分枝复合。其总体以 $55^\circ \sim 70^\circ$ 的高倾角向北西倾斜,切过千枚岩、大理岩及花岗岩等,且均具有糜棱岩化现象。糜棱岩中石英绿泥石等矿物的拉伸定向性排列十分清楚(这在该河段左岸的苏村滑坡与石坪滑坡附近可见)。同时,在一系列分枝断层的上、下盘中的千枚岩及石英(砂)岩均有较好的千糜岩



1. 须家河组;2. 西康群;3. 危岚群;4. 茂县群;5. 花岗岩;6. 断裂;7. 韧性剪切带;8. 平武—青川推覆带;
9. 茂汶—青川推覆带;10. 映秀—北川推覆带;11. 彭灌推覆带;12. 隐伏逆冲带;13. 滑覆体;14. 主断裂

图 2 龙门山中北段构造分布略图

Fig. 2 Schematic geological map of Longmen Mountains

化现象。这类岩石在剖面上成带出现,在平面上呈带状或透镜状出现,与未强烈变形的部分交错成带产出。据前人资料^[1],镜下观察构造岩中韧性显微构造十分发育。

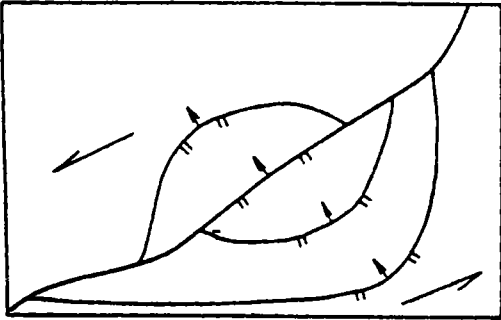


图 3 菱形块(扁豆状)构造带示意图

Fig. 3 The sketch map of the lozenge—block structure

中,因其边缘地带随着断裂的活动性而有效临空面不断地扩大,应力释放程度相应地增加,这极其有利于滑坡的发育,尤其是在断裂发生突然性活动——地震时,其影响作用就愈加明显。

当然,坡体中的其它结构面对滑坡的发育亦有一定的制约作用。如该河段左岸中千枚岩经受了强烈的构造变动,地层产状较陡,而且各种节理十分发育,特别是缓倾角节理发育。这些滑坡的滑动往往沿一至二组缓倾角节理发育而成。

1.3 滑坡发育的地形地貌条件

地貌对滑坡的发育具有控制性作用,主要表现在河谷切割程度、地形坡度等构成的有效临空面状况。

茂汶—汶川段岷江的切割深度较大,多为 50m~350m,断面上呈宽缓不对称“V”字形,左岸坡度总体较缓,坡度约 25°~50°。坡面上单位块体物质的切应力(τ)、摩擦系数(f)与坡度间的关系图(图 4)可知^[2],易发生滑坡的斜坡坡度多为 25°~45°。该河段斜坡坡度与此值相当吻合。

该河段斜坡坡脚与现代河水面高差最大为 60m,最小仅 4m~5m,在周场坪至文镇一带斜坡坡脚与河水面高差为 4m~50m 不等。总体上这一段属河流的冲刷岸,为滑坡的复活提供了一定的有利因素。

2 茂汶—汶川段岷江两岸滑坡发育特征

这 45km 岷江两岸滑坡分布极不均匀,

据野外调查,茂汶—汶川段岷江两岸边坡失稳的构造控制因素是茂汶—汶川断裂,而滑坡的发育密度及复活变形程度则受控于该断裂体系的分枝复合部位,尤其是主干断裂与其分枝断层组成的“菱形状”构造带中(图 3)。显然,大多数滑坡的前(后)缘均有断层通过。这就是该河段 45km 中从南新至文镇一带滑坡高度密集的构造框架控制因素。

结合构造应力场机制分析,在此逆冲断裂体系中的一系列断层的上(下)盘岩(土)体

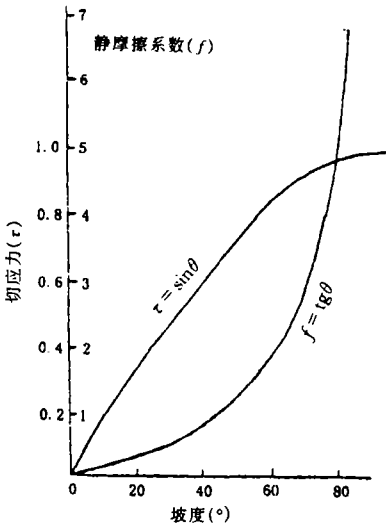


图 4 边坡坡角与切应力及摩擦系数间关系曲线图

Fig. 4 The relation curve among the slope angle, the tangential stress and the friction coefficient

发育特征也不尽相同(见图1),下面分别加以概述.

2.1 茂汶—南新段滑坡发育状况

初步查明,该段共有滑坡5个(编号 L_{14} 、 L_{13} 、 L_{12} 、 L_{11} 、 L_{10}),主要分布在岷江右岸,其规模最大者为半坡滑坡(L_{10} ,体积约600万 m^3),最小者约10万 m^3 .组成滑坡体的物质为 S_{mx}^4 的灰色千枚岩夹灰岩、变质砂岩及其风化堆积物.茂汶—汶川主干断裂在这五个滑坡的主滑断壁附近通过,为滑坡发育提供了有利的结构面.该段河谷宽约200~1500m,切割深度大于40m,这些滑坡基本位于河流的凹岸,这为其复活变形提供了一定条件.

总体上讲,这几个滑坡均属基岩滑坡(顺层或反倾坡内),向河流临空面方向滑动.据调查,其中3个(L_{10} 、 L_{11} 、 L_{12})为河流侧蚀诱发,2个(L_{13} 、 L_{14})为修渠造成.现今这5个滑坡较稳定,仅半坡滑坡(L_{10})稳定性稍差,在雨季时易部分复活,造成部分堵江等灾害.

2.2 南新一文镇段岷江两岸滑坡发育状况

这一段是该区段45km中滑坡密集发育、复活变形破坏迹象最为强烈的滑坡群.鉴于此,茂汶至汶川公路在该段已移至河右岸.

该段共有7个滑坡,从上游往下依次为日瓦查(L_{09})、周场坪(L_{08})、向阳坪(L_{07})、羊毛坪(L_{06})、石坪(L_{05})、苏村(L_{04})、文镇滑坡(L_{03}).全部分布在河流左岸.此段河面宽约50m~100m,左岸坡度约20°~45°,右岸坡度在>65°.

右岸出露地层为 P_{thn}^1 、 $\delta_2^{(3)}$ 、 $r_2^{(4)}$ 等坚硬地层,左岸为 S_{mx}^5 、 S_{mx}^4 、 D_{y1}^1 、 D_{y1}^2 等易滑地层,这些均构成一系列断裂的上盘,而滑坡最终发育在主干断裂的南东侧分枝断裂上.滑坡体积一般为700~1500万 m^3 .滑坡体组成物质为 D_{y1}^2 、 D_{y1}^1 和 S_{mx}^5 、 S_{mx}^4 的千枚岩夹灰岩等,前(后)缘附近均为分枝断裂通过部位,断裂总体倾向NW325°,倾角60°左右.

现今这些滑坡复活变形迹象明显.前缘各种鼓张裂缝和地面鼓包、后缘环状拉张阶坎、裂缝以及中部斜向拉张裂缝均十分发育.坡体上的房屋均已大量开裂,每年需进行维修或移位.坡脚处公路才使用一年,其路堤就已发生错动和拉裂,大者可达10cm,路边排水沟也已单侧倒塌或变形,影响了九环线茂县段的交通状况.据调查,这一滑坡群复活变形时间已达二、三十年,每年均向河(公路)下滑或垮塌,尤其近几年,位移速率达10~20cm/a,复活变形程度加剧,严重影响了当地的经济的发展.

另外,该河段的文镇滑坡(L_{03})为一老滑坡的残留体,据现有调查资料表明,老滑坡变形破坏机制属蠕滑—拉裂型式^[3].

2.3 文镇—汶川段岷江两岸滑坡发育状况

该段共有滑坡5个(编号: L_{02} 、 L_{01} 、 L_{17} 、 L_{16} 、 L_{15}),均分布在岷江左岸(冲刷岸).除扣山老滑坡(L_{01})外,其余4个规模较小.该段河谷宽约100m~200m为“U”形河谷.右岸出露地层为 $r_2^{(4)}$ 和 $\delta_2^{(3)}$,左岸是 D_{y1}^2 和 D_{y1}^1 ,为滑体的主要组成物质.茂汶—汶川主干断裂沿河通过,其南东分枝断裂较为发育,控制了老滑坡的主滑断壁或近后缘部位.

其中青坡滑坡(L_{02})和青都坡滑坡(L_{15})复活变形迹象明显.青都坡滑坡(L_{15})前缘拉裂缝及小型溜滑体十分发育,后缘环状拉张裂缝亦十分发育,中部仅见3~5条斜向拉张裂缝.坡脚西侧公路路堤(使用仅1年)已产生大量剪张裂缝,发生错动,缝宽2cm~6cm,部分路面已挤压鼓包约20cm高.据城建部门介绍,该滑坡每年向河位移10cm~20cm,坡

上土房也年年修补,在雨季或雨后拉裂活动更为剧烈,这种状况已持续约十多年。

另外,扣山老滑坡(L_{01})为体积 1.5 亿 m^3 的超巨型滑坡,历史上曾造成完全堵江。

3 初步结论

据以上研究,可有以下初步结论:

3.1 茂汶—汶川段岷江两岸广泛发育几套易滑地层(当然,非两岸对称均匀分布),这为滑坡发育奠定了物质基础。

3.2 茂汶—汶川断裂在该河段的分枝复合体系严格控制了滑坡的密集程度,尤其在分枝断裂与主干断裂组合的“菱形块”中老滑坡最发育,现今滑坡复活变形程度最剧烈。

3.3 该河段下切侵蚀为(老)滑坡复活变形提供了有效的临空面。

3.4 上述三方面均较发育的地段(即南新一文镇段),滑坡密集,复活变形破坏程度大,严重阻碍了公路交通,危及岷江河段,给岷江沿岸造成了“灾害链”发生的隐患。

参 考 文 献

- [1] 林茂炳. 龙门山推覆构造带的变形特征,成都地质学院学报,1991,18(1):46~54.
- [2] 张晓刚. 长江上游滑坡分布研究. 滑坡研究与防治. 成都:四川科学出版社,1996. 91~100.
- [3] 张倬元. 工程地质分析原理. 北京:地质出版社,1994. 134~136.

第一作者简介 晏鄂川,男,29岁,在职博士生. 现主要从事水文地质与工程地质、岩土工程等专业工作. 已发表论文多篇.

A STUDY ON THE DISTRIBUTION REGULARITY OF LANDSLIDE IN THE MINJIANG RIVER BETWEEN MAOWEN AND WENCHUAN COUNTY

Yan Echuan Liu Hanchao Zhang Zhuoyuan
(Chengdu University of Technology Chengdu 610059)

Abstract

Based on the actual inquiry data, the author study the distribution regularity of landslide in the Mingjiang River between Maowen and Wenchuan County, especially analysis the controlling factors such as the nature of rock and soil bodies, geological structure, and topographic features. All of them are of benefit to the further research.

Key words Mingjiang River, landslide, distribution, lozenge-block structure