22 卷 3 期340～342 页
2004 年 5 月

山 地 学 报
JOURNAL OF MOUNTAIN SCIENCE

Vol. 22, No. 3 pp 340～342
May., 2004

编者按: 随着国家西部大开发战略的实施, 我国西部山区的交通建设, 尤其是高等级公路建设, 获得了前所未有的高速发展。山区的交通建设, 必然要涉及到工程地质或山地灾害问题, 而这些问题的解决, 将有效地促进山地交通的发展。为此, 本刊以沪蓉国道湖北宜昌至恩施段公路工程地质勘察为例, 刊发一组探讨山地公路勘察的专题文章, 以期为西部山区交通发展提供参考与借鉴。

文章编号: 1008－2786(2004)03－0340－03

沪蓉公路高坪至吉心段工程地质及不良地质问题对策

王国斌[1,2], 邓长青[1,2], 王云安[2]
(1. 中国地质大学, 武汉 430074; 2. 湖北省交通规划设计院, 武汉 430051)

摘 要: 沪蓉国道主干线湖北省宜昌至恩施公路高坪－吉心段路线走廊带地处云贵高原之东北部边缘的"鄂西高原", 属武陵山、大娄山、八面山的余脉, 为中低山－低中山地形, 地面高程多在 500 m 以上, 地形复杂, 路基工程地质条件复杂多变, 不良地质现象发育, 尤其是喀斯特工程地质问题突出。介绍该线路区工程地质状况, 探讨不良地质问题的对策。

关键词: 沪蓉高速公路; 路基; 工程地质
中图分类号: P642. 2, U416 文献标识码: A

沪蓉公路高坪至吉心段区域自燕山运动褶皱成山以后, 在挽近期构造整体间歇性抬升运动和外动力地质作用下, 形成了多种地貌形态和多级层状地貌, 后又遭受清江及其支流的切割, 构成了深切峡谷与峰丛洼地、峰丛槽谷交织的地貌景观。因此, 此段公路穿越多种地层, 工程地质条件复杂, 不良地质问题种类繁多, 处理形式复杂多样。

对一般路基的勘察以地质调查为主, 结合钻探、物探及坑探资料对路基工程地质条件进行评价。另外, 为了查明喀斯特特别发育或覆盖层较厚路段的工程地质条件, 对部分重点路段进行了钻探勘察, 同时, 针对喀斯特发育特点进行了以高密度电法为主的工程物探勘察。

1 线路走廊带工程地质状况

调查表明, 勘测区复杂的岩性绝大程度上控制了路基的工程地质条件, 岩性相同的地段虽然所处地理位置不同, 但其工程地质条件大致类似[1]。路线走廊带内分布有以下地层岩性的路基段。

1.1 二叠系上统大隆组(P_{2d})

由黄绿色泥质页岩夹黑色硅质岩、炭质页岩、钙质页岩夹灰岩组成。地表上表现为一定厚度的残坡积, 地形上切割强烈, 表现为多条冲沟; 自然斜坡稳定性较差, 局部有失稳现象。由于岩性软弱, 临空面发育, 边坡问题是本岩性段主要的工程地质问题。

1.2 三叠系下统大冶组(T_{1d})

由薄－中厚层状灰岩夹泥灰岩、泥质页岩构成。该地层岩性坚硬但结构面(主要是层面)较发育, 喀斯特发育强度相当高, 岩体总的工程性质较差, 同时还存在较为严重的顺层滑动问题。喀斯特及边坡的顺层滑动问题是本类岩性段的主要工程地质问题。

1.3 三叠系下统嘉陵江组(T_{1j})

由薄－中厚层、厚层灰岩、白云岩, 局部夹溶崩角砾岩构成。岩性坚硬但结构面(主要是层面)比较发育, 喀斯特发育强度相当高, 岩体总的工程性质较

收稿日期(Received date): 2003－11－11; 改回日期(Accepted): 2004－02－28。
基金项目(Foundation item): 国家发展改革委员会项目(发改交运[2003] 1082 号)。[Supported by the national key project of the Plannin Commission of China(20031082).]
作者简介(Biography): 王国斌(1974－), 男(汉), 湖北公安人, 硕士, 工程师。主要研究方向: 工程勘察工作。[Wang Guobin(1974－), male, engineer, mainly work on the exploration of the express way.]

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

差, 主要工程地质问题依然为喀斯特及边坡的顺层滑动。

1.4　巴东组第一段(T_{2b}^1)

岩性为灰黄、黄绿色泥岩、薄层灰岩以及薄—中厚层白云质灰岩、泥灰岩等。岩性相对软弱, 局部风化强烈, 往往形成一定厚度的残坡积层; 喀斯特相对不发育, 仅局部灰岩段有轻微喀斯特现象; 岩层具一定的储水性, 局部出露泉水。总体上看, 该地层岩性段工程地质条件较好, 无大的不良地质现象, 仅局部有轻微的斜坡失稳现象, 但开挖后边坡(尤其是深切顺层边坡)也很可能发生基岩滑动。

1.5　巴东组第二段(T_{2b}^2)

岩性为薄—中厚层紫红色泥岩夹厚层状泥质粉砂岩、砂岩, 局部夹灰绿色泥质页岩。岩性相当软弱, 耐水性差, 近地表相当厚度范围内皆呈半岩半土状, 强度很低, 风化剥蚀极其强烈, 冲沟发育。在本区范围内发育有数处大规模滑坡, 如 318 国道南里渡附近, 由于国道建设开挖引起的一大型滑坡导致了已建长约 200 m 的路基整体破坏。

工程地质调查发现多处滑坡发生于该岩性段内, 个别规模较大的(如 C2 方案 ZK156＋450～ZK156＋670 的汪家屋场滑坡)对路线方案有着重大影响。因此, 边坡稳定性问题是本岩性段主要的工程地质问题。

1.6　巴东组第三段(T_{2b}^3)

岩性为灰、浅灰、灰黄色薄—中厚层泥灰岩、灰岩、白云质灰岩、钙质页岩等, 局部夹厚层灰岩。岩性相对软弱, 局部风化强烈, 往往形成一定厚度的残坡积层; 局部喀斯特较发育, 但一般不具大规模的喀斯特现象; 岩层具一定的储水性, 局部出露泉水。总体上看, 该地层岩性段工程地质条件较好, 无大的不良地质现象, 仅局部有轻微的边坡失稳现象。

总体上看, 巴东组第一段(T_{2b}^1)地层及巴东组第三段(T_{2b}^3)地层路基工程地质条件相对较好, 而大冶组(T_{1d})、嘉陵江组(T_{2j})及巴东组第二段(T_{2b}^2)地层段路基工程地质条件较差。

2　不良地质问题及对策

路线路基不良地质问题主要有二种类型: 喀斯特工程地质问题、顺层滑动或边坡失稳(崩滑或滑坡)[2,3]。

2.1　喀斯特工程地质问题

主要存在于喀斯特发育的灰岩路基段, 即大冶组(T_{1d})、嘉陵江组(T_{2j})地层中, 巴东组第一段(T_{2b}^1)地层及巴东组第三段(T_{2b}^3)地层局部也有轻微的喀斯特塌陷或不均匀沉降问题。根据综合勘察分析, 拟建公路沿线的主要工程地质问题包括: (1)由于地下喀斯特水的活动, 或因地表水的消水洞穴阻塞, 导致路基基底冒水、水淹路基、水冲路基及隧道涌水等。(2)在地基主要受力范围内, 在附近荷载或振动作用下, 导致地下洞穴顶板的塌陷, 引起位于其上的公路及其附属构造物发生塌陷或下沉。(3)由于溶洞、溶槽、石芽、漏斗、落水洞等喀斯特形态造成基岩面起伏较大, 或者埋藏深溶蚀槽或软弱土层, 引起位于其上的公路及其附属构造物发生坍塌、下沉或开裂。(4)岩石因喀斯特化而导致承载力降低, 使地基容许承载力降低。(5)稳伏喀斯特发育地带, 若其附近有溶沟、竖向喀斯特裂隙、落水洞、漏斗等, 基础埋置在基岩上, 则有可能使基础下的岩层沿倾向上述临空面的软弱结构产生滑动。

这类问题的处理主要是加强路基基础的整体性, 对于石芽地貌地段应清平基岩面, 对于落水洞、土洞等应视其规模或以块石砼充填, 或以刚性平板基础跨越。

2.2　边坡失稳问题

1. 顺层滑动问题　主要存在于顺向坡路基段, 尤以路线起点段(K137＋800～K151＋200)为严重, 该段路线走向与地层走向基本平行, 岩层倾角 40°左右, 属易发顺层滑动产状, 野外调查中发现多处顺层滑坡。这类问题处理, 主要是在开挖较深的路基边坡处施加垂直层面的锚杆, 以增加岩层间的抗滑阻力, 并在坡脚设置挡墙。另外, 对挖方深度超过 10 m 的边坡宜分级开挖。

2. 崩滑或滑坡问题　主要存在于软质岩地层中, 特别是巴东组第二段泥岩地段, 由于其岩性软弱易风化, 耐水性极差, 在人工开挖的影响下极易发生滑坡; 而巴东组第一段及第三段地层含泥质较高, 局部地段易发浅层崩滑。对于这类问题, 主要应采取如下措施: (1)尽量降低边坡坡度, 作好边坡的防排水措施, 尤其是作好坡面的防水排水; (2)对较高边坡分级开挖; (3)加大边坡治理防护的范围, 对公路安全有潜在影响的边坡应予以支护, 同时加大边坡(包括一般性边坡)防排水处理范围, 以防边坡的渐进破坏影响公路安全; (4)对作为路堤的自然斜坡宜以浆砌片石保护坡面。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 喀斯特问题的处理

该路段喀斯特的处理措施较多，主要包括：(1)路基处理措施：疏导、跨越、加固、堵塞、换填、恢复水位、灌浆、钻孔充气等。(2)桥涵地基处理措施：消除、填塞、嵌塞、封塞、跨盖、悬臂、支撑、灌浆、桩基、旋喷桩、扩大基础等。(3)喀斯特地基的处理是一个复杂的问题，在进行处理时，应考虑喀斯特形态类型、喀斯特形态的形状规模、发育程度、组合特征和所处地基的部位等情况。

垂直喀斯特形态这一类型，主要位于饱气带和地下水季节变动带(未充水部分)，如溶沟、溶槽、石芽、陡倾角溶隙、落水洞、竖井及漏斗等。由于公路给予地基的荷载主要为垂直荷载，因此，这一类喀斯特形态的危害性较小，处理方法可以选用清除、填塞、嵌塞、跨盖、悬臂、灌浆、桩基和旋喷桩等方法。

高坪至吉心段公路因线路布设内存在溶蚀、洼地，路线难免穿越落水洞，施工时必须对落水洞进行处理。例如：对于落水洞为垂直形态喀斯特类型，主要采用填塞法和灌浆法处理。落水洞路基施工时，首先在落水洞的底部抛石，抛石砌成削球体，并灌砂浆封闭。水平喀斯特形态这一类型，主要位于地下水饱和带和季节变动带(充水部分)。由于公路给予地基的荷载主要为垂直荷载，因此，这一类喀斯特形态的危害性较大，处理方法选用清除、填塞、封塞、跨盖、支撑、灌浆、桩基、旋喷桩和扩大基础等。

4 结 论

由上可知，高坪～吉心段线路段，地貌复杂，路基工程地质条件复杂多变，不良地质发育，主要有三种类型：喀斯特工程地质问题、顺层滑动或边坡失稳(崩滑或滑坡)。尤以喀斯特工程地质问题突出。在处理上应以工程地质评价为基础，针对不同的工程地质问题及其分布和发育状况进行工程处理，满足工程适宜性要求。

参考文献(References)：

[1] Qiao Jianping, Zhao Yu, Chen Yongbo. Studying method of typical landslide[J]. *Journal of Mountain Science*. 2003, **21**(3): 369～372. [乔建平，赵宇，陈永波. 典型滑坡的研究方法[J]. 山地学报. 2003, **21**(3): 369～372.]

[2] Yan Shicheng. Comprehensive treatment to road base in bad geology section[J]. *Forest Industry Construction*, 1995, 5: 8～33. [闫世成. 浅谈不良地质地段路基病害的综合治理[J]. 林业建设, 1995, 5: 8～33.]

[3] Feng Ganqing, He Zhengwen, Hong Baoning. Analysis and prevention from faults on soft foundation of highway caused by special negative geologic conditions[J]. *Journal of Nanjing Architectural and Civil Engineering Institute*, 2002, **63**(4): 75～79. [冯淦清，何正文，洪宝宁. 不良地质条件引起高速公路软基病害的分析与防治[J]. 南京建筑工程学院学报(自然科学版), 2002, **63**(4): 75～79.]

Engineering Geological Control of the Gaoping-JiXin Freeway

WANG Guobin[1,2], DENG Changqing[1,2], WANG Yunan[2]

(1. *China University of Geosciences*, *Wuhan*, 430074; 2 *Hubei Traffic Layout Design Department*, *Wuhan*, 430051)

Abstract: The section from GaoPing to JiXin of HuRongXi freeway lies in the northeast edge of YunGui tableland belonging to the residual valley of WuLing mountain, DaLou mountain and BaMian mountain, of which the landform is middle-low mountain to low-middle mountain, ground altitude is more than 400 meters, the landform is complex, and the engineering conditions of roadbed is very complex and variable, so ill geological phenomena are well developed, such as landslide, rock-falling and Karst engineering problem. Taken this project for example, engineering geological characteristic is introduced briefly, the prevention and the control measures are put forward in the paper. It is important and necessary for the project to go on wheels.

Key words: Hu-Rong freeway; roadbed; engineering geology

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net