

沪蓉国道主干线巫山至万州段灾害地质遥感解译

许也平,赵思贤,鲁少宏,詹才平

(中交第二公路勘察设计研究院,湖北武汉 430052)

摘要: 沪蓉国道主干线巫山至万州段公路位于四川省境内,全线平行于长江北岸分布,地形起伏大,地势较陡,山势雄伟。由于沿线不良地质、特殊地质现象较多,工程地质条件较为复杂。为查明路段范围内不良地质分布范围,为路线方案比选提供基础地质资料,在路线工程可行性研究阶段采用了遥感技术,收到了较好的应用效果。

关键词: 遥感技术;工程地质条件;灾害地质。

中图分类号: U212;U213 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2001)04-0433-04

作者简介: 许也平(1956—),女,高级工程师,1980年毕业于长春地质学院,主要从事公路遥感地质研究。

沪蓉国道主干线巫山至万州段公路位于四川盆地东部边缘,地形起伏大,地势较陡,山势雄伟,属溶丘低山沟谷的构造溶蚀地貌。地层岩性为灰岩、粉砂岩、页岩、泥岩等,第四系为砂砾、碎石土等。残坡积物和河流冲积物多分布于长江附近。地质构造处于新华夏系第三隆起带和第三沉降带之结合部位、齐跃山山脉的西北部,褶皱发育,其轴线走向由NE向转为NW向。沿线不良地质、特殊地质现象较多,工程地质条件较为复杂。主要工程地质问题有:岩溶、滑坡、崩塌、泥石流等。据路线所经范围地质特征、水文地质条件,采用了包括全路段4幅TM计算机兼容数字磁带(CCT);SPOT卫星图像,部分地段采用了1:1万的航空相片等。

1 地形地貌

路线所处地段一般高程均为1000m以下的低山,相对高差500m以下,少数山峰在高程1000m以上。过奉节以西为四川盆地,以低山丘陵为主体,高程均为500~1000m,相对高差在200m左右。山岭走向为北东至近东西向,与地层以及主构造线基本一致。

(1)堆积地貌(I)。路线跨越的一些较大河流如大

宁河、草堂河、梅溪河、汤溪河、小江,在其河流转弯的凸岸,有堆积地貌发育,如边滩、阶地及少量江心沙洲。影像显示江心洲、边滩为紫色,阶地为平滑的蓝紫色调。(2)构造剥蚀地貌(II)。分布在万县市附近,大多处于向斜轴部,岩层产状平缓。岩性由砂、泥岩组成。地势高,呈台状山形态。泥岩为稍起伏的圆形缓丘。台状山每一级平台都由砂岩形成陡坎,下部易发生崩塌,影像特征明显,为紫红—蓝绿色斑纹,有的斑纹呈封闭的圆形或长条形。(3)侵蚀构造地貌(III)。路线在奉节以西,进入四川盆地,为低山丘陵区,岩性多为砂岩、泥岩,厚度不一,相间出露,绝对高程多在800m以下,一般500m左右。依据影像特征,侵蚀构造地貌分低山高丘沟谷(III₁)、浅切高丘宽谷(III₂)。(4)溶蚀构造地貌(IV)。路线在奉节以东溶蚀构造地貌极为发育,岩性为由灰岩组成的中低山与巴东组灰岩、泥灰岩、泥质灰岩组成的绝对标高稍低的低山地形相间排列,构成平行展布。它们均受控于区域构造。灰岩中低山在影像上呈蓝绿夹红色色斑状影纹,花生壳状斑纹极为明显;泥灰岩、泥质灰岩呈浅粉红斑纹,有白色斑点,其区分标志明显。

2 地层

设计公路沿线出露地层均为沉积盖层的三叠系至侏罗系以及零星分布的第四系松散堆积。中下三

叠统由扬子准地台浅海—滨海相的碳酸盐岩和碎屑岩组成,厚度 1 616~2 592 m;上三叠统一侏罗系为陆相碎屑岩组成,厚度变化大,3 463~4 272 m;第四系松散堆积为江、河冲积和洪积层,由残坡积和滑坡、崩塌、泥石流堆积组成。滑坡泥石流堆积视规模大小不同而异,一般为土夹块石,部分为岩石挠动体,厚度十余 m 至数十 m 不等。另外,在石灰岩分布地段的天然落水洞中常分布土夹块石,堆积厚度数 m 至十余 m;在岩溶洞穴中还堆积砂、土、砾石(局部地段),厚度一般数 m。厚度变化大,各地不等。

3 水文地质

设计公路路线区域水文地质条件受岩性、地质构造和地貌因素控制,三者决定了地下水的贮存、运移和排泄特征。据水文地质条件,本区分 3 类水文地质区:(1)松散堆积层孔隙含水层区。主要分布在设计公路沿线河(沟)松散冲积、洪积、冲洪积、残坡积和崩塌、滑坡、泥石流堆积层中,构成零星分布的含水层。含水量以冲、洪积层较丰,其他含水量较少,但有些滑坡堆积层含水量较丰富。受大气降水补给,多以泉水形式排泄到就近的河(沟);(2)碎屑岩裂隙含水及层间含水层区。碎屑岩按含水特征可分为透水性差的泥岩、页岩类和较透水的砂岩、砾岩类。前者构成弱含水贫水区,后者构成较丰的含水区域或含水层,当这些含水层呈夹层状时,则构成层间含水层,有时形成承压含水层。线路中 K0—K110 段,侏罗系分布区均属该类含水区;(3)碳酸盐岩岩溶管道含水区。该区主要以岩溶管道贮水,贮存、运移和排泄。本区横石溪背斜、齐耀山背斜地段,嘉陵江灰岩(T_1j)岩溶强烈发育,形成岩溶管道系统,地下水贮存、运移、排泄良好,构成富水区;次为大冶组(T_1d),岩溶较发育,岩溶系统连通性较差,构成较富水区;巴东组(T_2b)泥灰岩夹层岩溶微弱,难以形成岩溶管道系统,所以该层仍为较贫水区。该类地下水以管道运移为主,通过泉水、溶洞、暗河排泄。线路中 K160+500—K178 段为岩溶地下水富水区(图 1)。在富水地段对隧道工程影响较大。

4 灾害地质

灾害地质是指可能造成地质灾害的地质环境。

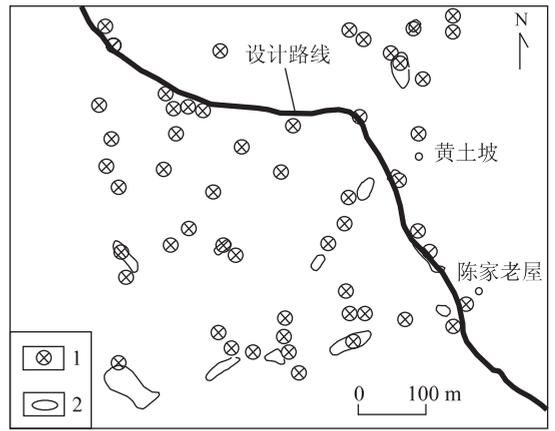


图 1 K160 以东溶蚀洼地、落水洞分布示意

Fig. 1 Distribution of karst caves to the east of K160

1. 落水洞; 2. 溶蚀洼地

它们在遥感影像上的解译程度与信息载体的精度有很大关系,在卫星影像上对一些规模较大的灾害点也有所反映。

4.1 滑坡

滑坡主要分布在线路的草堂河及支流石马河、东坪坝河、朱衣河等地,尤以朱衣河北岸(左岸)严重。下面依据影像特征将几处较大滑坡分述如下。

(1) 椿树旁滑坡群。为巴东组顺向坡,前缘较陡,已入朱衣河,坡面为黄紫斑块夹浅绿,左右两侧均有小沟,后缘为浅紫色,亦有一细纹(沟谷)。估计方量在 100 万 m^3 以上,线路从其中下部穿越;(2) 朱家湾滑坡群。为巴东组顺向坡,左右两侧及后缘有浅兰色断续细线,较好地构成“双沟同源”,坡面以浅绿色为主,并有少量紫色斑块显示为耕地,但较破碎。据面积推算,方量在 200 万 m^3 以上,线路从其中下部穿越;(3) 东坪坝滑坡群。为巴东组顺向坡,滑坡左侧冲沟较清楚,前缘较陡,已临近朱衣河,坡面以浅紫白色调为主,地形比较破碎。由于滑坡后缘较高,方量较大,可能达 1 000 万 m^3 以上。线路从滑破中下部穿越;(4) 安乐寺滑坡群。位于万县市城区北面,为中侏罗统(J_2),线路从其西侧延展。影像显示稍呈三角状,坡面为浅绿及蓝绿色斑纹排列。据资料该滑坡体稳定性差,尚在活动,其方量达 2 650 万 m^3 。

4.2 泥石流

泥石流主要分布在路线经过的草堂河及其支流石马河和奉节西的朱衣河。它可分为以下 5 类:(1) 七里堰泥石流。设计路线在沟口(堆积区)越过该沟,影像显示在该沟上游,紫白色斑点或斑块较多,显示

该地植被遭到破坏,在沟口以下的河床明显加宽,水流分散成瓣状水系。(2)甘沟子泥石流。路线在其沟口(堆积区)下游不远处穿越草堂河,在影像上显示,其小流域为典型的叶状水系,色调较浅,植被不好,沟口因较长一段距离,迫使草堂河靠西岸流,并在沟口形成较大的堆积扇,因此该沟为泥石流沟。该沟1870年(清同治九年)首次爆发,此后1954、1959、1962、1977、1979、1982年均有较大爆发。(3)草堂河泥石流。路线在欧家湾跨越该河,影像显示该河河口狭窄,但下游河床宽浅,沙滩密布,由于有竹坪溪、甘沟子、廖家沟等泥石流沟汇入,使原先小溪(浣花溪)谷底已为长约10 km、宽约400~800 m的卵石河床。草堂河亦成为泥石流沟。(4)乾溪沟泥石流。路线在沟口通过,该沟为一老泥石流沟,形成了帽风岭堆积扇,在影像上为紫红色调,显示为耕地,沟谷中亦有红夹绿色带状,植被较好,但山坡植被覆盖不好,谨防再度发生泥石流。(5)相似沟泥石流。路线在沟口通过,该沟为一老泥石流沟,沟口有大的堆积扇,在其沟谷两岸山坡,以浅紫色调为主,植被覆盖度差,冲刷严重,近期有泥石流爆发过。由于近年沟内修公路开煤矿,加剧了泥石流活动,1982、1984及1985年连续发生灾害性泥石流。

5 路线不良地质地段工程稳定性评价

(1)K04—K12段。该段位于工程地质Ⅱ₃区。地层主要为上侏罗统紫红色泥岩夹长石砂岩、长石石英砂岩。岩层产状平缓。地貌上为侵蚀剥蚀丘陵区。在K04—K06通过吊岩坪滑坡边缘和穿过黄家坪滑坡;K08—K12穿越二丝厂滑坡群和安乐寺滑坡群,二丝厂滑坡群和安乐寺滑坡现处于变形阶段的活动性滑坡,在滑坡段设计路线应进行特殊路基处理或绕避;设计规划的万县大桥位于两岸的滑坡群上,建议改线绕过滑坡群。在K03+100—K04+9500段隧道经过两滑坡体下部,必须设计顶顶低于滑坡底一定厚度,以防诱发滑坡而失稳。

(2)K52—K70段。该段位于工程地质Ⅱ₁区。地层为中侏罗系紫色泥岩夹长石砂岩、长石石英砂岩,在斜坡地带残、坡积层均有一定的厚度。构造上处于万县向斜和故陵镇向斜的北翼,整体处于倾向南的顺向坡,岩层倾角18°~32°,地貌上仍处于长江河谷北岸谷坡带,公路路线大致在500 m高程的侵蚀残留平台分布处,在K53穿过小江支流。在K52、

K65—K69处解译有滑坡存在。设计路线顺软、硬相间的砂、泥岩分布,处于大谷坡中部,岩层缓倾角顺坡倾斜。软、硬相间的岩层加之地层倾角缓,易引起顺层滑动,特别是施工中切脚开挖更会诱发边坡不稳定。在该段的K52、K65—K69处解译有滑坡体分布于路线两侧,因此,在下一阶段应进一步查清滑坡范围、性质以及活动性。

(3)K112+450—K130段。该段工程地质分区属Ⅰ₁区。地层为巴东组(T_{2b})紫色泥岩夹砂岩和局部条带状嘉陵口灰岩(T_{1j})。在K119—K128段线路南侧,朱衣河分布宽约600~1000 m的第四系冲、洪积层。构造上顺朱衣河背斜分布,多数在北翼,岩层反坡倾斜,倾角22°~60°,背斜南翼倾角较陡,且局部倒转。该段滑坡泥石流分布较多:K114—K115、K116—K119+300(3个滑坡、1个泥石流)、K121—K121+600(1个泥石流)、K125—K126(1个泥石流)、K126—K130(4个滑坡)。该段应注意滑坡及泥石流对公路南部边坡稳定性的影响。该段跨越9座小桥,最大的桥长200余m,桥基(T_{2b})泥岩较软,滑坡、泥石流分布多。应尽可能避开滑坡、泥石流,将桥基置于较完整坚硬的基岩上。

(4)K130—K140段。该段在工程地质分区属Ⅰ₄区。岩层多数为巴东组(T_{2b})紫色泥岩夹砂岩,仅在K131—K132+300和K139+400—K140两小段为须家河组(T_{3xj})较坚硬的石英砂岩和页岩互层夹煤层。构造上仍为朱衣河背斜北翼,岩层倾向北,倾角较缓,为7°~22°。地貌上为长江侵蚀、剥蚀谷坡,坡度较陡,但奉节老县城西北部则较缓。在路线K131—K132+3000段南侧400 m及K147段(沿路线北侧)各有一滑坡体。应进一步查明滑坡规模、特征和活动性及其对公路稳定性影响。

(5)K140+000—K160+500段。该段位于工程地质Ⅰ₄亚区,往东至于欧家湾斜切巴东组(T_{2b})地层,在低山高丘鞍部。由于草堂河的中下游有甘沟子、廖家湾大型泥石流沟,草堂河与石马河汇合处(唐朝时名东屯)已变成砂砾滩,草堂河本身亦变成泥石流沟,因此大桥应特别注意这一主要工程地质问题。路线分布于黄果树至椿树坪段循石马河右岸(北岸),地层为(T_{2b}),从黄果树至天官堂,跨过一系列近南北向小沟,影像显示其山坡多紫白色斑块,植被覆盖较差,且相似沟、柑子园、青崖、大河沟为泥石流沟,应注意泥石流及边坡稳定问题。路线由天官堂至双潭乡(桂竹坝),仍平行(T_{2b})地层,虽为逆向

坡,但滑坡及由泥石流带来的一系列问题仍是主要的工程地质问题.另外,在 K141 路线南侧有一滑坡体,路线从该滑坡体下部通过,边坡开挖时易引起滑坡复活等不良地质现象.

(6)K160+500—K167+000 段.位于工程地质 I₂ 亚区,路线横切齐耀山背斜轴部,为嘉陵江组灰岩(T_{1j}),地貌属岭脊峰丛洼地,影像显示深绿和浅红色调,峰丛凸起,立体感强,在线路的椿树槽、偏岩子,溶蚀洼地、落水洞极为发育,沿地层走向及槽谷成行排列,地表水体少见.该段工程地质问题主要是岩溶塌陷.该段在双潭乡至詹家湾之间,规划有长 7 400 m 的双潭隧道,该隧道主要工程地质问题为涌水.另外进口段的普安寺沟、椿树梁沟,为泥石流沟,它们对隧道也易产生淤堵现象.

(7)K167+000—K208+500 段.该段线路位于工程地质 I₄ 亚区.路线在 K75、K182—K190 段沟缘见有较多规模不等的崩滑体.该沟谷地带有部分将被三峡

水库回水所淹,并处于水位剧烈变动带.因此,施工中需注意挖填方边坡稳定,以及弃碴与环境保护等工程地质问题.赵家岭隧道位于赵家岭至鸡公岭(K190+250—K195+000),长 4 750 m,为工程地质 I₄ 亚区,以小于 20°斜切巴东组(T_{2b})地层.主要工程地质问题为突涌水及洞北壁的围岩稳定问题.

6 结语

该公路路线跨越了因长江侵(剥)蚀而成的斜坡微地貌单元.线路岩石主要为泥岩、粉砂质泥岩、页岩夹砂岩和泥灰岩.线路存在的不良地质问题主要为崩塌、滑坡、泥石流和强岩溶等.通过应用实例说明,利用遥感技术可及时对设计公路路线中灾害地质问题作出解译,为路线方案比选提供指导性的地质资料.

GEOLOGICAL HAZARD INTERPRETATION USING RS TECHNOLOGY FOR WUSHAN-WANZHOU SECTION OF SHANGHAI-CHENGDU NATIONAL HIGHWAY

Xu Yeping, Zhao Sixian, Lu Shaohong, Zhan Caiping

(The Second Highway Survey & Design Institute of MC, Wuhan 430052, China)

Abstract: The major trunk of the Shanghai-Chengdu National highway from Wushan to Wanzhou segment is located in Sichuan Province paralleling to the northern bank of the Yangtze River. Great topographic reliefs, poor geology and special geology phenomena are seen to exist in the area. In order to ascertain scope of poor geology in the areas and offer basic geologic data, remote sensing technique in the feasible research of the area is used, which has yielded good results.

Key words: remote sensing technology; engineering geology conditions; geological hazard.