

RS和 GIS支持的喀斯特山区公路建设可行性研究

刘建军, 李春来, 刘荣高, 邹立星
(中国科学院地球化学研究所遥感中心 贵阳 550002)

摘要:在公路选线中,遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术能全面宏观地分析工程区的地质背景及其对整个工程的影响,对于降低工程成本及评价未来公路运行的风险具有重要意义。以地处喀斯特山区的贵州省关岭至兴仁二级公路为例,应用RS和GIS技术对工程区进行了地质背景评价,认为公路的设计线路是可行的。同时,指出喀斯特山区公路建设的最大隐患是富水断裂带可能发生的岩溶渗水和崩塌,应予高度重视。

关键词:喀斯特山区;公路选线;地质评价;RS;GIS

中图分类号: TP 79/P 208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0323(2000)02-0136-03

高速公路建设投资巨大,特别是贵州高原喀斯特山区,地势陡峭,地质结构复杂,各种地质灾害频繁,投资更是在平原地区修建相同等级公路的数倍。因此在建设前应用遥感和地理信息系统技术对工程区的地质背景及其对整个工程的影响进行全面宏观的分析,对于降低工程地质调查的成本以及评价将来公路运行的风险具有重要意义。

1 区域概况

贵州省关岭至兴仁二级公路位于贵州西南部,穿越关岭、贞丰和兴仁三县,处于云贵高原向广西丘陵盆地过渡的斜坡地带,区内地势西部高东南部低,西部为中山地形,水网密度小,地形较简单;中部主要为岩溶低中山地形,岩溶发育,地形较复杂;东部主要为低中山及中低山地形,水网密度较大,地形复杂。整个工程区落差大,最大可达 1 664 m。

2 专题图的制作

在遥感图像处理软件 ER Mapper 5.1 平台上,对 TM 遥感数据进行了主成分分析和假彩色合成,得到 1:5 万的遥感影像图,并参考 1:5 万地质图和 1:5 万地形图,对遥感影像上反映明显的岩石类型界线和重要的断裂与褶皱构造,进行目视解译,并对存在疑问的地段,通过野外踏勘进行验证,最后叠加扫描数字化输入的公路设计图、现有公路、行政边界

图,生成综合遥感地质背景图(图 1,封三)。

为了更好地了解整个工程区的地形走势、水文地质情况和植被覆盖情况及土地类型,便于进行公路的地质评价,制作了一系列其它辅助图件:三维立体图(图 2,封三)、水文地质背景图和土地资源利用图。

3 工程区遥感地质评价

3.1 工程区分段评价

根据工程区遥感影像和地质构造特征,可以将 125 km 的工程区分为 4 个部分,分别进行遥感地质评价。

3.1.1 关岭到半坡

处于关岭复向斜与乐运复向斜的轴部,路线中段与上木扎断层平行。工程地质上属坚硬碳酸盐岩组,在遥感影像上岩石构造棱角清晰,颜色呈紫红色,表明岩石破碎程度低,含水较少,路基稳定。地貌上属于峰丛洼地地貌,公路由北至南,海拔不断下降,落差达上千米,加大了施工难度,但地层产状较平,边坡稳定,出现滑坡、崩塌等自然灾害的可能性较小。局部地段,因设计公路与上木扎断层走向一致且近重叠,应注意断层引起的局部滑坡。另外,该段岩溶比较发育,在落拉河大桥处附近发育有编号为 S2241、S1231、S1241 等暗河,入口编号为 S2268,出口编号为 S2101 的暗河与落哨乡处的公路走向平

行,对桥梁工程的稳定有一定影响

3.1.2 半坡到岜号

处于永宁复背斜与新铺(盘江)复向斜内,工程地质上岩石属坚硬碳酸盐岩组,遥感影像岩石构造棱角清晰,颜色呈紫红色,含水量极少,岩石坚固,没探测到有地下暗河存在。但是由于此段处于黔北台隆与黔南台陷的交汇处,地貌由中切峰丛峡谷过度到残丘坡地,地势起伏大,设计桥梁、隧道较多,包括大桥 15 座,隧道 9 座。从地质背景的稳定性而言,属于稳定良好的区域,但该段地势险峻,取水困难,特别是北盘江大桥跨过深陡的北盘江,是此工程的重点和难点

3.1.3 岜号到龙场

处于回龙复背斜中,地势起伏不大,但构造复杂,断裂发育,且呈井字排列,相互切割。地层复杂,组成岩石多样,属于较坚硬碎屑岩夹碳酸盐岩组。在遥感影像上,岩石呈蓝绿色,线性构造明显,岩石棱角模糊,表明岩石含水丰富,岩石较破碎。线路附近水源丰富,是桥隧重点工程密集处,应注意暗河发育对工程的影响。

3.1.4 龙场到兴仁

处于西东向的龙山复向斜轴部与南北向的岔普向斜轴组成的三角地带,地势平缓,地质结构简单,复杂工程较少,除了卡子断层在靠近龙场处与公路斜交外,没有发现其它较大断层出现。岩石属坚硬碎屑岩夹碳酸盐岩组。遥感影像呈绿色,含水量一般;绝大部分没有岩石的棱角,表明土壤覆盖较厚。暗河不很发育,但巴铃附近出现编号为 S4092 S3099 的两条暗河,对于巴铃大桥的桥基选择有潜在的影响。

从综合地质背景和重点工程的分布来看,上述 4 段中以龙场到兴仁总体环境最好,其次为关岭到半坡段。这两段都处于向斜或复向斜轴部,地势起伏小,地层简单,无大断裂影响。半坡到岜号段,地质条件较好,但地形条件复杂造成桥隧集中,是本项目中重点工程最多的段。地质条件最差的是岜号到龙场段,断裂交错,岩石破碎,而且水源丰富,在喀斯特地区最易产生渗水、崩塌、滑坡等工程隐患。

3.2 重点工程地质背景评价

3.2.1 北盘江大桥

北盘江大桥设计路线有低桥位与中桥位两种选择,低桥位长 360 m,高桥位长 500 m。大桥处于北盘江复背斜中的法郎向斜轴部,东岸向斜由于受到永宁复背斜花江背斜的挤压,形成一陡峭绝壁,但在桥位处地势比较宽缓;西岸与翼部宽缓的回龙背斜

相交,整个地势比东面起伏较小。

北盘江从低桥位到中桥位,岩石的出露非常连续且产状稳定,多为 $20^\circ \angle 15^\circ \sim 20^\circ$,主要是藻类灰岩,这种灰岩成层性较差,层理不发育,其中含有少量的薄层状泥灰岩,厚度仅几厘米,层与层之间的黏结较好,不存在沉积间断,因此稳定性好。

东岸与西岸相比,岩性相同,岩层的倾向略有差异,而倾角基本一致,说明该区段的古构造活动较弱,工程的地质条件良好。

3.2.2 平子头大桥位至岩脚大桥位

公路跨过北盘江后,在平子头处地势局部起伏较大,在 2 km 多的路段有 3 座隧道、4 座大桥。其中,平子头隧道长 510 m,平子头 1 号隧道长 560 m,平子头 2 号隧道长 262 m,平子头大桥长 180 m,岩脚大桥长 310 m。

该段岩石也以藻灰岩为主,中有薄层的白云质灰岩。通过对沿线同一岩层的横向追踪,岩石出露连续,产状稳定,均为 $330^\circ \angle 8^\circ \sim 10^\circ$,未见异常情况出现,特别地,在该位置的钻探结果也显示,岩石的产状稳定,无任何碎裂现象,说明在该位置无构造活动。

3.2.3 坡七电站大桥

长度约 160 m,位于白泥田向斜的翼部,老凹山断层、罗锅井断层交叉部位。遥感图像岩石棱角模糊,颜色呈蓝绿色,表明基岩富水且较破碎。

3.2.4 蛇形坡隧道

长 560 m,位于贞丰背斜的北西翼,处于整个涡轮构造的边缘,岩石比较破碎,断裂发育,伴有一系列较小的网状断裂组。从遥感图上看,岩石棱角杂乱无规则,颜色蓝绿色,岩石富水性强。从地质背景上看,该隧道是地质条件最差的工程点,勘察应注意岩石破碎引起的崩塌和断裂、裂隙引起的地下水富集。

3.2.5 落拉河大桥

桥位一长 225 m,桥位二长 300 m。出露地层为下三叠统永宁镇组,岩石由灰岩、泥质灰岩、白云岩及少量粘土岩组成,含水丰富。上木扎断层从大桥右侧经过,有两个较小的次一级断层斜穿过大桥处。从宏观上看,桥基岩石较好。不利因素在于桥基岩石破碎,而且附近溶洞、暗河比较发育,当这些因素与断裂一起存在时,更是对桥基的稳定性构成威胁。因此,暗河、溶洞以及断裂的共同影响应是此处桥基勘察的重点。

3.3 工程地质综合评价

(1) 从大地构造角度看,关岭至兴仁公路处于

扬子地块的黔北台隆与黔南台陷的交汇处,绝大部分处于黔北台隆上,只有极少部分穿过黔南台陷区域,而且两地块的交接部位不存在挤压引起的变形作用,公路的大地构造条件稳定。

(2) 从小的地质背景上看,公路沿关岭复向斜轴部,岔普复向斜与龙头山复向斜轴部构成的三角带走向,穿过回龙—贞丰复背斜与新铺(盘江)复向斜。地层倾角平缓,主要地层为碳酸盐类岩石,坚固稳定,整体工程地质背景条件良好,除了可能存在岩溶崩塌灾害外,碳酸盐岩成层性差,地层简单,引起滑坡的可能性较小。其它在山区经常出现的自然灾害如泥石流、路基崩塌等都没有大规模出现的地质条件。

(3) 从水文地质方面看,工程区局部地段属于含水较丰富的典型喀斯特地貌,溶洞、暗河较多,断层发育,对于隧道、桥基容易造成岩溶渗水和崩塌。

(4) 从工程地质上看,大部分处于坚硬的碳酸盐岩组分区上,少部分在回龙—贞丰复背斜处较坚硬的碳酸盐夹碎屑岩组区,岩石稳定。

(5) 从地势条件看,与两个复向斜(关岭复向斜、龙头山复向斜)轴平行的路段,复杂工程少,而垂直穿过回龙—贞丰复背斜与新铺(盘江)复向斜的路

段,地势起伏大,重点工程多,总长度约占整个工程的1/4。

综合考虑上述结果,笔者认为公路的设计线路是可行的,但最后定线时应应对岩溶渗水和崩塌易发生的断裂富水带给予重视。

4 结 语

(1) 喀斯特山区,公路建设的最大难点在于地形地貌引起的不良工程段,而存在的最大隐患是断裂构造发育、地下水丰富的地段。

(2) 在喀斯特山区,应用遥感和地理信息系统技术,弥补了公路设计过程中野外工作的不足,能迅速从宏观上把握公路建设勘察过程中的主要问题。

(3) 遥感和地理信息系统的应用,将各方面的资料进行综合,能发现一些新问题,减小了公路建设的风险。

参考文献:

- [1] 朱亮璞,承继成.遥感图像地质解译教程[M].北京:地质出版社,1981.
- [2] 彭望.遥感数据的计算机处理与地理信息系统[M].北京:北京师范大学出版社,1991.

Study on the Highway Feasibility of Karst Mountainous Area Based on RS and GIS

LIU Jian-jun, LI Chun-lai, LIU Rong-gao, ZOU li-xing
(Institute of Geochemistry, The Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

Abstract During selecting the routes, the application of RS and GIS is very significant to reduce the cost of project and forecast the future hidden trouble. In the case study of Guanling—Xingren highway in the Karst mountain area, the authors apply RS and GIS to evaluate the geological condition and feasibility of the project. The result confirms that the design of highway is feasible. The study indicates that we should pay attention to the enriched-water fault that is the greatest hidden trouble during the construction of highway in the Karst mountain area.

Key words Karst mountain area, Select the routes, Geological evaluation, RS, GIS