

文章编号: 1008-0244(2001)-01-90-04

应用遥感与地理信息系统评价公路地质背景的方法

刘荣高 李春来

(中国科学院地球化学研究所 贵阳 550002)

摘要 在公路的预设计阶段,需要快速、廉价的公路地质背景信息,遥感与GIS技术正能满足这种要求。本文认为利用遥感与GIS评价公路地质背景应包括地理因素、地质条件、水文地质与工程地质等因素,空间评价应从公路分段评价、重点工程评价、地质灾害分布三方面进行。本文介绍了应用这种方法对贵州省镇兴公路关岭至兴仁段的地质背景评价。

关键词 遥感 地理信息系统 公路评价 地质背景

中图分类号: P627, P962, U412

文献标识码: A

西部大开发的首要任务是解决交通问题。道路建设投资巨大,特别是在西部,山地较多,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。公路设计时,在满足设计要求的前提下,需尽量减少工程的投资费用。公路投资包括建设费用与维护费用,与工程区的地质背景条件密切相关,这要求在勘察阶段进行充分论证,对工程区的地质背景及其影响进行全面综合的分析,为最优选线方案提供信息。

航天遥感从太空俯视大地,能够获得大范围地表的综合信息,非常适用于公路初步设计阶段对整个工程区域的宏观分析。与地理信息系统(GIS)技术相结合,综合水文、地质等区域调查资料,分析工程区的地质背景及相关地质灾害分布,确定重点勘察区域与工程难点区域,无疑是一种省时、省力的方法。

我们利用遥感与GIS技术,分析了贵州省遵义至崇溪河段高速公路、镇兴公路关岭至兴仁段的地质背景,作为线路初步设计方案的组成部分,对选线方案提出建议,提供公路勘察的地质背景资料,分析影响工程的地质灾害,为决策部门提供了有用的信息。

1 影响公路建设的地质背景因素

1.1 工程区地理状况

地理条件包括地貌、行政位置、气候的因素。(1)交通及行政区划,反映工程所处的位置与交通情况,包括现有公路条件、所修建公路与其它公路的连接状态。(2)区域地势,是影响公路建筑成本的重要因素。(3)区域气候,包括降雨量、温度等因素,影响公路的建设与维护。

1.2 区域地质构造背景

地质背景根据地质构造条件可分为不同的地质单元,单元内部可分为更小的地质单元。地质单元内相对稳定,单元间存在差异,单元间的结合部位是构造的弱点。褶皱对路线的整体影响较大,而断裂发育处常是重点工程所在地。

1.3 区域水文地质与区域工程地质

区域水文地质包括地下水类型、地下水埋藏条件、地下河与埋藏泉,在一些地区,如喀斯特地区,岩溶等对公路建设有重大影响。工程地质主要包括岩石的硬度与破碎程度。

1.4 不良工程地质现象

不良工程地质现象与地势及地质条件有关,平原区表现为下陷与塌陷,山区的地质灾害远较平原区常见,包括滑坡、崩塌、泥石流等。个别地区还包括地震活动的影响。

(1)滑坡分为表层滑坡和基岩滑坡两种。表层滑坡多发生在河谷两岸或陡山坡脚地带。基岩

收稿日期: 2000-04-19; 修回日期: 2000-06-19

第一作者简介 刘荣高 (1970-) 男 博士研究生 从事GIS基础理论与应用研究

滑坡分为顺层滑坡和切层滑坡,顺层滑坡一般发生在强风化的软硬夹层及碎屑岩分布地带,岩层倾角较陡,经人工开挖或地下水浸润,使其上覆岩层沿高角度层面向下滑动。

(2)崩塌常发生在地势较陡的山区,常发生在深切河谷两岸的陡倾角或垂直裂隙发育的脆性岩石中。

(3)下陷是基底较软造成的,常发生于平原地区与沼泽地带。塌陷是基底岩石受地下水侵蚀,形成空洞,达到一定程度后引起的地面崩塌。喀斯特地区的岩溶塌陷是最典型的情况。

(4)泥石流的产生必须具备三个条件:降雨量大、土层厚与地势陡。喀斯特地区土壤较少,因此尽管降雨量较大,地势较陡,泥石流也很少。

2 遥感与GIS评价公路地质背景的方法流程

利用遥感方法,可获得不同岩性的分布范围,褶皱、断层等构造的形态及分布,以及滑坡等地质灾害等信息,克服野外调查费时、费力的不足,且能够提供更加丰富的信息,缩短时间,提高效率。GIS能够集成已有的野外调查资料,如水文地质调查、地质调查等的资料,以及一些勘探测量数据,将这些数据与遥感影像分析相结合,使提供的信息更多样、直观。公路地质背景评价的结果以图件与报告表现,文字报告详细描述工程区的灾害情况,图件则直观表现各种灾害的分布规律。整个分析过程需要经过资料收集与输入、图像处理与解译、综合分析、野外调查与验证、成图等阶段。公路地质灾害分析一般是分析地形地势条件、地质构造、岩石与地层、水文地质条件等因素。分析这些因素的综合影响,从中得出灾害发生的重点区域与相关灾害的分布,需要以下有关资料:

(1)遥感影像图。遥感影像能够提供最新的、工程区内的地表综合信息,通过不同的图像合成方法,可提取出构造信息、岩石信息、地表的土壤与植被情况。提供工程区的所有地质概况信息,初步解译岩石性质、断裂构造与地势情况等。

(2)工程区地质图。地质调查人员对该地区的地质普查数据,数字化进入计算机中,可作为分析地层、岩石性质与地质构造状况的可靠资料。

(3)水文地质图。由水文地质区域调查所得,以分析水文地质与工程地质概况。对富水地

段、暗河、溶洞发育区,岩石的软弱地带进行表示,可对遥感影像中不能直接观察到的溶洞、地下水出路等提供有效的补充信息。

(4)工程区的地形图。由三维软件制得数字化地形图后,能够直观反映整个工程区内的地形、地貌概况,对公路的走向提供一个整体的信息。通过交互操作,可提供重点难点工程地势的直观信息。

通过这些因素的叠加,以及从遥感影像解译中得到的信息可对整个工程进行宏观的综合评价。

3 公路地质背景评价

3.1 公路的分段评价

工程环境的好坏主要由工程区地质构造、岩石组成、地貌、水文地质条件决定。这些因素之间不是独立的,它们相互联系,其中地质构造与岩石组成是影响其它因素分布的根本因素。如背斜构造常常岩石破碎、断裂发育、地层复杂,而其地貌条件也较差,而向斜则在几方面都相对较好,但向斜的轴部容易富水。考虑上述条件,将工程进行分段评价,概括每段的特征及主要影响因素是必要的。

3.2 重点工程地质背景评价

每一条公路,由于地质地貌等条件的限制,都会存在桥梁隧道等重点、难点工程,这些工程投资较大,有时对道路选线具有决定作用,应进行重点分析,提供尽可能详尽的信息。

3.3 公路的地质灾害评价

平原区的地质灾害较少,对公路建设影响不大。但在山区,地质灾害不但影响公路建设还影响公路维护。

(1)塌陷与下陷由基底决定,应注意松软基底引起的下陷与地下空洞如岩溶等造成的塌陷。

(2)滑坡是山区最常见与最严重的一种自然灾害,其程度可从局部到整个山体的滑动。在陡峭的地形条件下,出现下列情况都可能引起滑坡:

①断裂的破碎带,岩石强度低,孔隙大,易积水成流,微小的破坏都可能造成失稳;②在斜坡段进行单边开挖,如果岩石地层的走向与线路平行,而与路面呈钝角,在破坏其下面的支撑后,容易发生位移。如果双边开挖,只要是岩层走向与线路方向相同,不管是向斜还是背斜,都可能引起滑坡;③隧道的出入口处。隧道口上方,如地层走向与线

路垂直且呈锐角相交,就有潜在滑坡的可能。如果地层与线路平行,则在隧道出口处的两侧也容易引起滑坡。

(3) 在山区,暴雨容易造成洪水在陡峻的山谷中聚流,混杂冲击产生的泥土、岩石,形成破坏力极大的山洪,它会冲毁公路或在公路中堆积大量岩沙造成公路堵塞。如果水流中夹带的泥沙达到一定程度,还可形成破坏力更强的泥石流。

4 应用实例^①

利用上述方法,我们对贵州省镇兴公路关岭至兴仁段地质背景分为以下部分评价:

4.1 工程的分段评价

根据各种地质因素的综合作用,整个工程分为四段:关岭到半坡段、半坡到岫号段、岫号到龙场段、龙场到兴仁段。其中,岫号到龙场段呈丘峰沟谷地貌,地势起伏大,地质构造复杂,断裂发育,岩石破碎,暗河较发育,是整个工程中地质条件最差的一段。

4.2 重点工程地质背景评价

(1) 北盘江大桥。跨过深陡的北盘江,是最大的工程点,局部地势起伏较小。出露的岩石主要为藻类灰岩,层理不发育,稳定性好。该区段的构造活动较弱,工程的地质条件良好。

(2) 蛇形坡隧道。此项工程中最长的隧道,岩石破碎,断裂发育,附近存在一系列较小的网状裂组,岩石富水性强,是地质条件最差的工程点。勘察重点应放在岩石破碎引起的崩塌、断裂与裂隙引起的地下水富集等不良地质方面。

4.3 不良地质背景地段

(1) 地形引起的不良工程段。北盘江大桥所在的半坡至岩脚大桥段属此类,地形条件复杂,造成设计的桥隧工程多,但岩石属于结构紧密坚硬的藻灰岩,断裂少,地质背景较好。

(2) 断裂引起的不良工程点。工程区内没有与隧道重叠较长的断裂存在,大多数影响线路的断裂都是与线路垂直相交,断裂的影响主要局限于对线路局部工程的影响。

(3) 地下水与暗河流引起的不良工程。蛇形坡隧道位于贞丰北斜北西翼被核桃树断层切割处,附近存在一系列较小的网状断裂组。断裂引起岩石破碎,加之地下水的富集,对隧道工程有较大影响。

4.4 工程区地质背景整体评价

镇兴公路绝大部分处于黔北台隆上,总体处在一个稳定的地台上。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,其它在山区经常出现的自然灾害如泥石流、滑坡等都没有大规模出现的地质条件。

从水文地质方面看,工程区属于含水较丰富的典型喀斯特地貌,溶洞、暗河较多,对于较大工程如桥基等容易造成潜在的岩溶崩塌隐患。

从工程地质上看,大部分处于坚硬的碳酸盐岩组分区上,少部分在较坚硬的碳酸盐夹碎屑岩组区,岩石较稳定。

从地势条件看,工程区大部分沿向斜轴部走向,地势起伏较小,工程量较低。部分工程段地势起伏大,但只约占整个工程的 1/4。

综上所述,笔者建议将勘察的重点放在由地形地貌引起的不良工程以及由断裂、岩溶引起的不良工程点上。

5 结 论

在公路设计阶段,需要有关工程区宏观的地质灾害信息,便于选线时权衡,勘察时有确定的重点地段及方向。从实际工作中可以看出,地质构造、岩石性质、地层走向、地势与水文地质等方面是公路建设评价的主要部分。这些因素在不同的区域影响程度不同,是相互关连、相互影响的。地质构造决定了地貌状况,而大起伏的地貌是山区中引起地质灾害的最主要原因。值得注意的是,地质情况极其复杂,宏观上非常一致的现象,在小范围内却差别巨大,宏观地质评价只能为宏观决策提供信息与指导详细勘察,不能直接用于施工依据。但遥感方法作为一种快速、经济的宏观调查方法,应用于工程初步设计阶段是非常成功的。

致谢: 本文得到欧阳自远院士和刘纪远研究员的指导与帮助,特此感谢。

^① 地质资料参考贵州省地矿局,1982年贵州省兴仁幅 1:20万区域地质普查报告;1978年贵州省兴仁幅 1:20万区域水文地质普查报告

参 考 文 献

- [1] 陈正宜、魏成阶等, 工程环境遥感应用。北京: 煤炭工业出版社, 1996。
- [2] 魏成阶等, 大型工程环境遥感应用的实践与进展, 遥感科学新进展。北京: 科学出版社, 1995。
- [3] 赵锐等主编, 中国环境与资源遥感应用。北京: 气象出版社, 1999。
- [4] 甄春相, 遥感在河流谷坡工程地质环境评价中的应用。环境遥感, 1992, 7(1):

THE METHODS TO EVALUATE THE GEOLOGICAL BACKGROUNDS OF HIGHWAYS ON THE BASIS OF GIS AND REMOTE SENSING

Liu Ronggao Li Chunlai

(Center of Remote Sensing, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

Abstract

The information about geological settings is key to the construction of highways and it is important to study them in detail in the pre-design period. The paper presents the methods that are based on remote sensing and geographical information system techniques, which can be used to evaluate the geological settings. We hold that such evaluation should include such aspects as geography, geology, hydrological geology and engineering geology. At the end of this paper, an example is given.

Key words: remote sensing; GIS; geological background; highway evaluation