

# Key Points and Problem Analysis of Highway Geological Mapping in Western Multiple Disaster Mountainous Areas

Ziqiang Liu Bo Xiang Hongsheng Ma Bing Li Yunyong He

Sichuan Highway Planning, Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610041, China

## Abstract

With the promotion of the western development strategy, the highway gradually extends to the western mountainous areas. Due to the complex topographic and geological conditions, the development of fault structures, strong neotectonic movement, and the extremely developed geological disasters such as landslides, debris flows, collapses, etc., it brings many difficulties to the geological mapping of highway construction in mountainous areas. Over the years, the geological mapping of mountain roads has been moving forward in difficulties, but the engineering geological mapping of the route is difficult, many places cannot be reached, the depth is not enough, many places need to be verified by geological survey, and the quantity is not controlled accurately, which will cause the geological survey to lag behind relatively, miss and misjudge major adverse geology, and many projects change the route or design due to the correction of major adverse geology, resulting in the delay of the design period and the increase of the cost, it even brings potential safety hazards to the operation stage. This paper analyzes the problems of how to control the depth of geological mapping and the number of geological exploration in geological mapping, and puts forward corresponding prevention and control measures, so as to guide the geological mapping work in disaster prone mountainous areas.

## Keywords

highway in western mountainous areas; geological survey and mapping; work points; problem analysis

## 西部多灾山区公路地质调绘工作要点及问题分析

刘自强 向波 马洪生 李兵 何云勇

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司, 中国·四川 成都 610041

## 摘要

随着西部大开发战略推进,公路逐步向西部山区延伸,由于地形地质条件复杂,断裂构造发育、新构造运动强烈,滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害极其发育,给山区公路建设地质调绘带来诸多难度。多年以来山区公路地质调绘在艰难中前行,但路线工程地质调绘难度大、许多地方无法到达,深度不够,许多地方需要地勘进行验证,数量把控不准,会导致地勘相对滞后,漏判、错判重大不良地质,许多项目因重大不良地质更正而进行改线或重大变更设计,造成了设计工期延误、成本增加,甚至给运营阶段带来安全隐患。论文通过对地质调绘中,怎么把控地质调绘深度、控制地勘数量等问题进行分析并提出相应的防治措施,以利于指导多灾山区地质调绘工作。

## 关键词

西部山区公路;地质调绘;工作要点;问题分析

## 1 引言

由于国民经济的发展和路网完善的需求,高速公路逐步进入山区。中国地质灾害种类较多,性质各不相同,涉及的范围和领域也比较广泛<sup>[1]</sup>,山区公路工程地质条件比较复杂,滑坡、崩塌、泥石流等不良地质灾害发育。尤其

**【基金项目】**四川省交通运输科技项目,公路抢险区次生灾害快速辨识与应对技术研究(项目编号:2021-A-04)。

**【作者简介】**刘自强(1977-),男,中国四川资阳人,硕士,高级工程师,从事地质灾害调查及治理、公路岩土工程勘察设计研究。

是2008年汶川8.0级大地震发生后,引发和孕育了大量地质灾害,对西部交通建设影响日趋严重<sup>[2]</sup>。对地质现象和规律的认识(岩土工程勘察工作)是由面到线、由线到点、由表及里、由粗到细、由宏观到微观,逐步深入的,根据不同阶段应采取不同的方法和手段<sup>[3]</sup>。其中路线工程地质调绘难度大、许多地方无法到达,深度不够,许多地方需要地勘进行验证,数量把控不准,会导致地勘相对滞后,漏判、错判重大不良地质,许多项目因重大不良地质更正而进行改线或重大变更设计,造成了设计工期延误、成本增加,甚至给运营阶段带来安全隐患。为了保证山区公路边坡地质灾害得到更好预防,降低边坡地质灾害的危害性,做好相应的地质调查工作特别关键<sup>[4]</sup>。

## 2 对工程地质调绘的认识

工程地质调绘：“通过现场观察、量测和描述对工程建设场地的工程地质条件进行调查研究，将有关的地质要素以图例、符号表示在地形图上的方法，并提交相应的图件和报告。”

工程地质调绘应紧密结合工程结构设置，为路线方案比选、工程场地选址以及勘探、测试工作量的拟定等提供依据。采用由面到线、由线到点，点、线、面结合的工作方法。调绘强调“看”的功夫：要看清、看懂。看懂，需要我们具有较为系统的理论基础和工作经验。访问，是调绘的重要手段，许多信息，尤其是有时间属性的信息，需要通过访问才能获取。

## 3 工程地质调绘存在的问题

目前大部分项目路线工程地质调绘与其他专业调查同时进行。通常做法是部门地质人员通过对遥感以及不同勘测阶段的地勘、调查资料的分析，配合路线总体做好地质咨询工作，沿初步拟定的线位，进行现场踏勘，对重点工点进行地质调绘，得出初拟线位沿线的基本工程地质情况，评估路线方案的可行性，发现重大不良地质地段及时反馈给总体组，以便尽快调整路线线位。线位确定后，各专业组进场调查。大部分地质条件复杂的项目未提前作工程地质专项调绘，仅依靠上阶段的地勘相关资料及踏勘调查，导致部分路段因重大不良地质而在外业结束后，进行改线。路线工程地质调绘不准确、不到位，存在漏判、误判。

## 4 原因分析

### 4.1 阶段工作不到位

工可阶段：对地质工作不够重视，地质遥感工作不做或精度不够，不能够贯彻地质选线的原则，导致选定的路线走廊带中地质病害多，处理难度大，给后期工作带来极大难度。

初步设计阶段：由于路线方案调整较大，而工期紧张，因此很多勘察工作量作废，路线地质精度不够，部分工点缺少地质资料，给设计工作带来隐患，也使得施工图设计阶段路线方案有时发生较大调整。本来施工图阶段是在初设基础上微调优化路线方案，现在经常是大幅改完线倒装初步设计。

施工图设计阶段：对一些地质病害研究不深，为了节省成本和工期不作专项研究，仅依靠路线工程地质调绘的成果指导设计，导致对一些重要工点的勘察深度不够，导致一些地质敏感点遗漏，在施工中出现地质病害。构造物勘察相对较细，而路基方面的勘察则往往较粗略，部分利用调绘成果，也造成了一些变更。

### 4.2 地质调绘人员经验不足

地质工程在一定程度上属于经验学科，技术人员的经

验非常重要。由于公路部门地质人员更侧重于岩土及特殊路基设计，地质经验相对不足，胜任地质调绘的人员不足，加之人员配备、资源相对不足（目前公路部门地质人员一般是5~7名），纯地质勘察的能力有限，目前项目多、任务重、工期紧，以目前的部门地质组的生产能力不足以胜任目前所有项目的路线工程地质调绘任务。

### 4.3 地质调绘时间不足、手段有限

目前多灾山区公路项目工期紧，要求高，部分项目基本没有给出合理的调绘、勘察、设计时间。目前路线工程地质调绘手段单一，无论是采用追溯法、穿越法还是全面踏勘法，基本都是靠“腿”来跑，有些地方边坡陡峻，如高位危岩、崩塌通常人力很难到达，易产生漏判、误判，影响调绘精度。

### 4.4 地质调绘人员责任心不强

部分地质人员责任心不强，准备及调查工作不到位。工程地质调绘前，部分地质人员未按一般流程：对前期各阶段的地勘资料、遥感、采空区压矿报告、水文专项等报告资料，进行系统的整理、熟悉并掌握，结合航片、地形图对不良地质进行预判，梳理出重难点工点，确定调查思路、方案，准备工作不足，加之现场调查，由于时间紧，重要工点未跑到位，想依靠地勘单位进场后钻探发现问题，错过了线位优化调整的有利时机，也浪费了地勘工作量。

### 4.5 地质调绘资料不准确、易误判

很多项目前一阶段的地勘资料不准确，误导了地质人员。部分工点已作了钻探勘察，但勘察深度不足，勘察结论有误；施工图再进一步勘察时，有的结论发生了逆转，原路线方案就不成立；部门地质人员利用相关资料后，就会产生误判、漏判。这种情况一直存在，主要是外委的地勘单位，目前勘察质量无法得到保证。

个别工点地形图与实际地形相差较大，有的甚至等高线趋势与实际不一致，给地质调绘人员造成了误导。也会对路线平纵面设计造成较大的影响，有的路线方案偏移甚至几米，就完全避开了不良地质的影响，结果因地形图不准，造成工期及外业勘测工作量的浪费。许多基础资料，例如区域地质、水文地质报告，电站、厂矿、公路、铁路等及相关、相邻项目的设计资料，对项目来说比较重要，但有些项目，特别是省外项目，由于较远，不熟悉，收集的资料往往不全，对项目的工程地质调绘准确度造成一定影响。例如广西梧柳路，当时只收集到了工可等部分资料，从区域地质资料及现场踏勘分析，笔者所在单位承担的标段，平原丘陵区页岩出露，岩溶不发育，但实际上平原丘陵区下伏地层多为灰岩，岩溶较发育；丘陵区地表出露的页岩有很强的误导性，外业调查期间易造成漏判。

### 4.6 地质调绘资料难度大

地质调绘工作难度大，特别是在多灾的山区公路地质现象的隐蔽性和复杂性、特殊性，难以全面深入地认识地质现象，因此偶尔出现漏判、误判。由于岩土体的组成物质差

异,在岩土体内部分布有大量的不连续界面,把完整的岩土体分割成许多块体,总体为非均质体,在应力的传递上非常复杂,因此岩土工程属于非线性科学。现有的岩石力学、土力学、岩体力学等均难以准确地描述岩土体实际的力学关系。地质灾害的发生除了其本身的因素外,还受到许多外界的因素影响,十分复杂。因此,对于岩土工程的分析计算只能是半定量的,在很大程度上受分析者经验的制约。

## 5 对策建议

### 5.1 正确认识地质工作的重要性和特殊性

地质环境保护和地质灾害防治是山区高速公路建设成败的关键,必须重视地质工作。地质现象具有隐蔽性、复杂性和特殊性,难以全面深入地认识地质现象,对地质现象和规律的认识是由面到线、由线到点、由表及里、由粗到细、由宏观到微观,是逐步深入的。对于已经存在的滑坡、崩塌、泥石流等地质病害,其周界相对清楚,各种勘察设计技术规范较完备,认识起来相对容易。最难的是对于现状稳定的高边坡,预测其人工开挖后的稳定性。对于地质—力学模型的建立,稳定计算分析都十分困难。即使是设计相对稳妥,施工严格遵循规范和设计要,也往往会出现难以预料的地质病害。

### 5.2 做好阶段性工作

各勘察设计阶段要做好本阶段应该做好的事,不留后患。工可阶段主要贯彻地质选线的原则,确定路线走廊;初设阶段突出重大不良地质对路线方案的影响;施工图设计阶段——详查工点地质条件。各阶段的地质勘察要达到必要的深度,必要时增加技术设计阶段,对重大地质病害路段进行深入勘察,确定路线可行性。

### 5.3 注重地质人才培养、教育、交流、引进

人员技术水平、职业技能和职业道德素质如何,拟定的勘察方案是否合理,对地质现象的认识是否科学至关重要。因此加强公路地质岩土工程从业人员的技术水平是非常紧迫的事情。建议定期派遣地质人员,参加培训,优先引进地质专业资深人才。

### 5.4 改变组织模式

针对工程地质条件复杂的项目,应及时委托有资质的单位进行前期详细工程地质调绘工作为首选;可以逐步过渡到成立联合调查组,由地勘单位牵头,提前介入,公路部门地质人员配合。或者成立综合勘察部门,地质作为一个主专

业,全面提升公路部门地质人员组成、技术水平、职业技能,地质调绘以公路部门为主。

### 5.5 运用综合勘察手段

多灾山区公路地质调绘是一项十分复杂的工作,勘察中单一靠某一种方法往往难以奏效,一般采用综合方法才能解决问题<sup>[5]</sup>。对于工程建设不同阶段勘察中常用的工程地质勘察法,主要包括钻探法与物探法。利用遥感、航拍地质、激光扫描等新技术、解译手段指导调绘,提高调绘的精度、深度。在过去很长一段时间,工程地质勘察主要采用钻探法,沿孔取样获取深层的地质情况,消耗大量人力、物力、时间,作业强度大、经济效益低,且难以提高勘察精确性。物探法相较于钻探法,物探法具有节省时间、节省经费的优点<sup>[6]</sup>。大量的地质灾害勘察实例证明,应用先进的综合方法进行地质勘察,具有成本低,效率高的优点<sup>[7]</sup>。

## 6 结语

地质调绘工作是多灾山区公路建设成败的前期关键,在设计各阶段的地质勘察工作必须认真,要达到必要的深度。对于地质条件复杂的或存在的不良地质灾害,前期的工程地质调绘更要做细,并请多方专家共同研讨决策。相关部门应加强岩土工程技术力量人才培养,适应西部山区公路复杂的建设条件需要。在公路工程“安全、舒适、耐久、美观、和谐、经济”新的理念下,山区公路的建设对勘察、设计部门都提出了更高的要求。

### 参考文献

- [1] 涂怀奎.中国地质灾害类型及其分布特征[J].矿产与地质,2000,14(2):5.
- [2] 刘自强,马洪生,孙书勤.基于数理统计的汶马高速公路地质灾害综合分析[J].西南公路,2017(3):10-13.
- [3] 唐喜平.山区公路设计中地质勘察工作要点分析[J].北方交通,2006(11):3.
- [4] 杜利鹏.关于山区公路边坡勘察的设计分析[J].黑龙江交通科技,2019,42(8):2.
- [5] 赵成斌,刘保金,姬继法,等.综合物探方法在地质灾害调查中的应用研究[J].物探与化探,2001,25(6):464-468.
- [6] 王刚.物探技术在滑坡地质灾害调查中的应用分析[J].低碳世界,2015(10):2.
- [7] 索雪松,蔡振江,张曙光.综合物探数据分析系统在地质灾害勘查中的应用[J].河北农业大学学报,2003(z1):3.