

简述公路总体设计的地质选线相关对策研究

雷利

四川省交通勘察设计研究院有限公司

摘要：地质选线是公路设计中的一部分重要内容，选线方案直接影响到公路的施工与运营安全，因此必须重视。本文结合实际，运用文献法、分析法等对公路总体设计的地质选线思路、原则及方法展开探究论述，提出有关观点，以供借鉴参考。

关键词：公路设计；地质选线；思路；原则；实例
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.048

前言

公路选线，指的是在公路规划路线的起点、行经地点、终点之间，选定一条技术上可行，经济上合理，又能符合使用要求的公路中心线。公路地质选线是一项专业性与技术性较强的工作，选线过程中需综合考虑地形地貌、地质、社会情况、经济发展规划、环境敏感点等多项因素，要遵循正确的原则，采用科学合理的思路^[1]。

一、公路总体设计的地质选线思路

线路走向是公路地质选线设计中的一个重点，只有线路走向正确合理，新建公路线路才能与既有线路顺利接通，公路工程才能发挥出应有的作用。在选择线路走向时，通常需考虑以下因素。

（一）地质条件

首先运用测绘技术对当地的水文地质、地形地貌等进行勘测调绘，获得各项地质数据，准确掌握地质信息，然后选出地质条件较好的方案。工作人员要搜集拟建区各项资料，包括气象资料、地形地质图、断裂活动参数、矿产资料勘察报告、水文地质报告、工程场地地震安全性评价报告、环境敏感点、交通资料等。要搜集能反映拟建区地震地表破裂几何展布及各段活动特征、矿产采掘与压覆情况等的资料，搜集拟建区地表变形、塌陷观测资料、建筑物变形观测资料等。并在此基础上开展踏勘工作，通过踏勘，了解拟建区及周边场地工程地质条件，掌握勘察区域内的地质构造、地层、岩性、地下水及不良地质作用等。通过资料搜集与踏勘，了解拟建区工程地质条件，并根据有关资料判断拟建区不良地质的发展趋势与危害程度，初步评价拟建区开展工程建设的适宜性与场地的稳定性^[2]。

（二）路网及对社会经济发展影响

在确定公路路线走向时，必须全面分析路网布局，掌握路网布局特征与要求，进而做出正确的选择与决定，确保路线与整体路网布局相协调，不会破坏整体路网布局。同时，新建公路路线走向应起到弥补公路路网空白的作用，尽量避免与既有公路路线走向重复。公路线路应尽可能多的经过一些经济据点，这样既能方便群众出行，又能带动地区经济发展，使公路能更好地服务于经济建设。同时，公路经过多个经济据点，公路的货源与客源也会更多，公路的运营收入也更有保障。

（三）工程经济性

进行公路路线走向设计时，需考虑工程造价、公路运输成本等问题。路线走向是决定工程投资的一个重要因素，不同的走向会产生不同的投资结果。因此在进行路线走向设计时，需遵循经济性原则，尽可能做到对工程投资的合理控制，节约投资。在设计路线走向时，工作人员要将工程投资与运营费进行换算比较，最终采用投资及工程运营费较小的方案。

（四）速度目标值

在设计公路路线速度目标值时，要勘察公路项目所在地理位置，分析项目意义及作用，并将分析结果作为速度目标值设计的一大参考依据。其次要分析公路项目客运量、货运量，分析研究相邻路线的技术标准等，在此基础上科学选定速度目标值，确保数值的科学性与合理性。

（五）新技术运用

在设计中应用Autodesk Civil 3D、AECOSim building designer、Autodesk Revit等软件，这些软件比较适合用于建筑工程施工设计，能为公路设计工作带来诸多帮助。而基于BIM技术的地质体模型包含信息数据丰富、信息表达模式多元，能满足工程勘察设计工作要求。

（六）科学、严谨、精心设计

要想提高公路设计水平，就需从设计方案会审、图纸审核、方案评审等方面入手对公路设计质量进行控制管理。在设计过程中要重视设计方案、设计图纸等的会审工作，组织设计人员、技术人员、施工代表及道路工程项目决算部、监理部与相关专家等对设计方案与图纸做全面的分析评审，选出最佳方案，设计单位也要根据评审意见对方案与图纸进行调整优化，以此提高方案的科学性与可行性，降低图纸与方案的出错概率，减少设计变更与道路工程项目返工现象。

（七）施工建设阶段验证调整

如果在建设期还在进行路线工作，主要原因有：在地质选线过程中未将影响因素考虑全面，或者是对当地地质环境了解的不够，导致选线出现失误，或是因一些客观条件限制导致调线。出现以上问题时，需遵循相关原则，落实地质选线思想重新规划线路，使公路的施工建设活动能顺利实施^[3]。

二、公路总体设计的地质选线原则

（一）功能相协调原则

人类的经济社会活动已成为地球上最活跃的因素，对地质环境的改造已经成为与自然地质作用并驾齐驱的外营力，某些方面甚至已超过自然地质作用的速度和强度，造成地质环境恶化。在此背景下，公路的地质选线设计就不能忽略当地地质环境的承载力，必须在功能性

(二) 可持续发展原则

公路的施工建设会对所在地的土壤、山林等带来不可避免的污染与破坏。在此情况下，在地质选线时就应遵循生态长远发展、可持续发展原则，以降低公路对生态环境的污染与破坏为目标选择最佳的线路，将公路建设给自然环境带来的负面影响降到最低。在公路项目地质选线中，应按照“被动的/少破坏-维护”的思路，基于“主动性/协调、适应-自然发展”的观念进行选线，深入分析当地生态环境对公路的适应情况，根据分析结果确定选线方案并采取必要的协调、保护与修复措施，将公路工程对当地自然环境的污染与破坏降到最低。

(三) 控制因素系统分析原则

公路地质选线需要考虑多项因素，包括地质条件、地形地貌、经济水平、经济发展规划等。在这几项因素中，地形地貌主要受到地质条件的控制。因此在进行公路地质选线设计时，当地的地质条件越简单，地形地貌条件也就越简单，选线工作就更容易开展；反之，地质条件越复杂，地形地貌也就更复杂，公路选线难度会更大。在控制因素多的区域选线时，应详细调查当地地质条件，了解地形地貌特征及经济发展状况，设计几套相对可行的方案，再对方案进行综合、系统的分析与评估，展开客观比选，最终确定最佳方案^[5]。

在公路选线中，要找出对选线影响最大的一项因素，然后加以分析处理，只有处理好该项因素，选线方案才能落实。结合实践经验可知，地质条件对公路选线有决定性作用，当工程地质问题无法通过工程措施解决时，需要设计人员对公路建设各影响因素的对工程可实施性的控制程度、对公路运营安全的影响程度、发生破坏性损毁后的修复难度、投资以及对地方社会经济发展的带动程度等确定权重，然后加权赋值筛选较优的方案，同时再筛选出各路线走廊或方案的最差地质条件，然后再客观分析比较最差地质条件，最终确定最为有利的方案，总之要采用一切手段促进选线设计方案的最优化^[6]。

三、公路总体地质选线实例

以四川省成都平原向西北方向延伸的公路为例，2008年汶川5.12大地震，造成通往地震灾区的道路全线中断，严重阻碍了救援工作的快速开展。震后雨季泥石流、滑坡、水毁频发，造成沿线公路沿河段损毁，严重影响社会经济的发展。因此，新增成都平原至西北方向的第二条抗救灾生命通道极为重要。

(一) 地形、地质条件分析

项目位于四川盆地西北缘龙门山中段，为青藏高原向四川盆地的过渡地带前缘部分，地形变化剧烈，涵括了平原、中低山、高山、宽缓及侵蚀河谷四种地貌单元。同时项目区位于青藏高原东缘与四川盆地西缘相结合的龙门山活动构造带的中南段，新构造活动尤其强烈，本项目直接穿越龙门山山前断裂（灌县断裂）、龙门山中央断裂（北川-映秀断裂）以及龙门山后山断裂（茂汶断裂）。

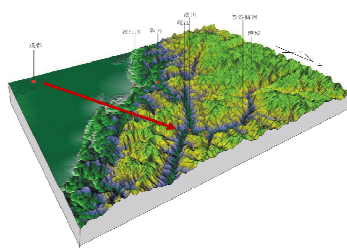


图1 区域地形地貌



图2 区域地质构造

(二) 地形地质条件对路线方案的影响

盆地平原区、低山区经济发达，路线方案主要以城镇建设及规划以及城市发展的空间布局为控制因素；穿过高山区地貌的路段，路线采用隧道方案穿越。中低山区地形、地质条件复杂，城镇分布密集、旅游资源丰富，路线方案控制因素多，本次选取位于中低山区并穿越龙门山中央断裂带的路段，阐述地质选线思路。

(1) 路线方案拟定

基于路线与龙门山中央断裂带（北川-映秀断裂）位置的关系，地形地貌、地质灾害以及城镇规划、规划国家级风景名胜区等因素，在湔江河两岸分别布设了A线与B线，进行比较研究。（见图3）



图3 路线方案示意图

1) A线方案路线在湔江河西岸布线，避开了两个城镇规划区及规划国家级风景名胜区，设置隧道大角度穿越龙门山中央断裂。

2) B线方案路线在湔河东岸布线，穿越两个城镇规划区、旅游开发区及规划国家级风景名胜区，采用路基及桥梁穿越龙门山中央断裂。

(2) 分析比较

1) 城镇规划及经济发展布局比较

①B线位于的湔江河东岸城镇建设规划较密集，有两个大型的城镇，同时也是当地大力开发的湔江河河谷旅游区、规划国家级风景名胜区所在地，选择B线方案对当地旅游开发及城镇的发展有一定负面影响。②A线位于的湔江河西岸，无城镇规划区，距离规划国家级风景名胜区约8公里，从城镇规划及旅游发展看A线方案更为有利。

2) 地形地貌比较

①B线方案，路线主要位于宽缓河谷地貌区，坡度一般为 $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，地形条件较好。②A线方案，路线位于中高山地貌及深切高山区地貌区，地势陡峭、坡度一般在 $35^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，最陡可达 70° 以上，地形条件复杂。

3) 区域主要地质灾害比较

①A线牛圈沟段，路线上部斜坡高陡，斜坡上存在部分危石，在地震及极端天气作用下，有再次产生崩塌或落石的可能，从早期掉落石块分析，第一个特征是块体大，一般尺寸在 $1\text{m} \times 2\text{m}$ ，最大 $9\text{m} \times 16\text{m}$ ；第二个特征是岩体坚硬，石英片岩、变粒岩及凝灰岩十分坚硬，高位崩塌灾害具有随机性、危害大、工程措施难以处治的特点。②B线龙门山段地质灾害较发育，直接影响路线方案的病害为滑坡、崩塌及泥石流灾害。滑坡及崩塌灾害可通过设置抗滑桩、框架梁等工程措施进行处治，泥石流可通过桥梁跨越、修建泥石流导流沟等工程措施进行处治。

4) 地质构造—龙门山中央断裂（北川—映秀断裂带）

龙门山中央断裂（北川—映秀断裂）是2008年5月12日汶川8.0级地震的发震断裂，总体走向北东向，运动性质表现为逆冲兼走滑，该断裂活动性强烈，地震发生后地震地表破裂带沿线形成了一系列的地表断错地貌现象（图4~图5），根据前人的研究结果显示北川—映秀断裂的最大垂直位错为 $8.6 \pm 0.5\text{m}$ ，最大水平位错为 $4.9 \pm 0.3\text{m}$ （Zhang et al., 2010）。该断裂在工作区内主要分为映秀镇北至银厂沟段和三江口以南段，路线在龙门山镇通过映秀镇北至银厂沟段断裂带，路线在该路段的安全性，是方案选择的最重要因素。



图4 北川—映秀断裂小鱼洞中坝村附近地表破裂观察点

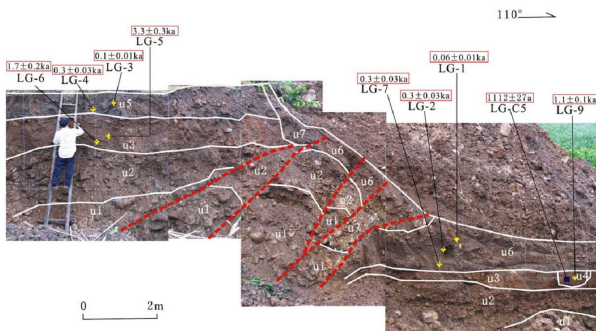


图5 探槽剖面图

①A线方案在湔江河西岸布线，以隧道形式在小鱼洞附近大角度穿越龙门山中央断裂带。根据相关资料在小鱼洞镇附近，伴随汶川5.12地震的地表破裂以北西走向的最为明显，地震断层带位错河床、阶地、道路、建筑物等，形成连续延伸的断层陡坎并伴随左旋位移。一旦发生地震，将造成隧道在该段错位、变形，工程结构危险性较大。另外，隧道错位变形后，修复难度大、工期长，将造成道路长时间交通中断。②B线方案在湔江东岸布线，以路基和桥梁的形式在龙门山镇附近大角度穿越龙门山中央断裂带，可保证当破坏性地震后，快速抢通道路，提高路网韧性及道路工程安全性。另外从5.12大地震的破坏性看，湔江东岸远离断裂带，房屋倒塌现象远低于西岸，可以证明路线从东岸通过更加安全。

经综合比较分析，A线方案虽有利于城乡规划、旅游开发等经济活动，但地质灾害及龙门山中央活动断裂对道路的安全影响大。因此路线在通济至龙门山镇路段建议采用B线方案。

结语

综上所述，本文分析了公路总体设计的地质选线思路，提出要做好前期的勘察调查与分析研究，优化路线选择。探究了公路总体设计的地质选线原则，提出地质选线要遵循功能相协调、可持续发展等原则。探讨了地质选线方法，提出在进行公路选线设计时要确定选线程序，按照程序规范选线，要对选线设计方案进行定性分析与量化评价，最终得到最优方案，同时还要开展设计后评估，以保证公路质量。

参考文献

[1] 尹辉, 易凌云. 浅谈山区高速公路总体设计[J]. 福建建材, 2023 (03): 53-55.
 [2] 吴明先, 赵立廷, 陈常明, 拜亚南. 西南山区高速公路总体设计问题与分析[J]. 公路, 2022, 67 (05): 1-8.
 [3] 艾力江·依布拉音. 山区高速公路总体设计原则与路线平纵指标分析[J]. 中国高新科技, 2021 (04): 104-105.
 [4] 杨宝生, 陈鹏. 山区高速公路的线路选型与线路总体设计研究[J]. 工程与建设, 2019, 33 (06): 896-898+901.
 [5] 王贵山, 张堂仁. 基于安全耐久、环保节约、设计标准化的公路项目总体设计[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2019, 15 (06): 323-326.
 [6] 刘四昌. 公路总体设计的地质选线思路、原则与方法[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2017, 44 (04): 417-424.
 作者简介: 雷利(1973年4月), 女, 汉, 四川内江市, 大学本科, 高级工程师, 研究方向: 公路工程。