

# 山区高速公路路线选线探索与实践

刘 华

中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121

**摘 要：**山区高速公路路线选线面临地形制约突出、地质条件复杂、生态敏感度高等特点与技术、成本、多方协调等挑战。地形地貌、地质条件、生态环境是关键影响因素。选线需采用地质、生态、经济选线方法与策略，把握多学科协同设计、新技术应用、可持续选线理念等技术要点，以选出安全、经济、环保的路线方案，推动山区高速公路建设可持续发展。

**关键词：**山区高速公路；路线选线；生态保护；经济优化

引言：山区高速公路作为连接山区与外界的重要交通纽带，其路线选线至关重要。山区地形起伏剧烈、地质条件复杂、生态敏感度高，这些显著特点为选线带来诸多挑战，涵盖技术难题、成本控制及多方协调等方面。同时，地形地貌、地质条件、生态环境等关键因素深刻影响着选线决策。在此背景下，探讨科学合理的选线方法与策略、把握关键技术要点，对于选出安全、经济、环保的路线方案，推动山区高速公路建设可持续发展，促进区域经济社会发展，具有重大而现实的意义。

## 1 山区高速公路路线选线的特点与挑战

### 1.1 山区选线的显著特点

(1) 地形制约突出：山区地形起伏剧烈，高程差异巨大，这种复杂地形给路线选线带来极大空间限制。为顺应地形，路线常需频繁展线，形成“S”形或“之”字形走势，极大增加了线路长度。这不仅提升了建设成本，更对平纵线形设计提出苛刻要求。设计时需兼顾行车安全、舒适性以及与地形的和谐统一，运用曲线拟合、纵坡优化等技术手段，使路线在复杂地形中实现平稳过渡。(2) 地质条件复杂：山区地质构造错综复杂，岩体破碎、断层发育，滑坡、泥石流等地质灾害隐患点广泛分布。这些地质问题严重威胁路线稳定性与行车安全。选线时需开展详细地质勘察，运用地质雷达、物探等先进技术，精准识别不良地质区域，合理避让或采取针对性工程措施，如抗滑桩、挡土墙等加固措施，确保路线安全。(3) 生态敏感度高：山区生态系统敏感脆弱，珍稀动植物栖息地、水源保护区等生态敏感区域众多。选线过程中，生态保护成为重要考量因素。需遵循生态优先原则，尽量避开生态敏感区域，减少对生态系统的干扰。同时，采取生态恢复与补偿措施，如植被恢复、生态廊道建设等，促进公路建设与生态环境的协调发展<sup>[1]</sup>。

### 1.2 山区选线面临的挑战

(1) 技术难题：复杂地形和地质条件对路线设计技术提出更高要求。设计人员需综合运用多学科知识，创新设计理念和方法，解决平纵线形设计、高边坡防护、隧道施工等技术难题。同时，需加强数字化技术应用，如三维建模、虚拟仿真等，提高设计精度和效率。(2) 成本控制：山区高速公路建设成本高昂，选线不合理将导致工程投资大幅增加。需在满足技术标准和生态保护要求的前提下，优化路线方案，减少工程规模，降低建设成本。同时，加强项目管理，严格控制工程变更和造价，提高投资效益。(3) 多方协调：山区选线涉及政府、当地居民、环保组织等多方利益，协调难度大。需建立有效的沟通协调机制，加强各方之间的信息交流和合作，充分考虑各方利益诉求，寻求共识，实现公路建设与经济社会发展的共赢。

## 2 影响山区高速公路路线选线的关键因素

### 2.1 地形地貌因素

地形地貌是山区高速公路选线的天然框架，对路线走向、线形设计及工程规模起着决定性作用。地形坡度是影响路线纵坡设计的关键参数。当山区地形坡度超过相关规范限值时，常规的纵坡设计难以满足行车安全与舒适性要求，此时需采用螺旋展线、回头曲线等特殊线形。然而，这些特殊线形会显著增加路线长度，进而导致工程造价的大幅上升。例如，在一些陡峭山区，为使路线适应地形坡度，不得不采用螺旋展线方式，使得路线里程比平缓地区增加数倍，增加了桥梁、隧道等构造物的建设数量与规模。地形起伏形成的垭口、河谷等地貌单元，是路线穿越山岭、跨越水系的重要控制点。垭口作为山岭间的相对低洼处，通常是路线穿越山岭的最佳位置；河谷则是路线跨越水系的天然通道。其位置与形态直接决定了路线的走向与布局。此外，地形的切割

深度与高差,对桥梁、隧道等构造物的规模与形式选择具有重要影响。切割深度大、高差显著的地形区域,往往需要建设高墩大跨桥梁或长隧道,增加了工程建设的难度与成本<sup>[2]</sup>。

## 2.2 地质条件因素

地质条件是影响山区高速公路路线稳定性的核心要素,直接关系到工程建设的成败与行车安全。地质构造的复杂程度决定了路线选线的风险等级。断层破碎带、软弱夹层等不良地质区域,其岩体结构松散、稳定性差,易引发路基不均匀沉降、边坡坍塌等地质灾害。在选线过程中,必须对这些不良地质区域进行详细勘察,优先避让高风险地质区域。岩土体的工程性质是影响基础工程施工难度与成本的重要因素。岩石硬度、土体密实度等参数的不同,会导致基础工程采用不同的施工方法与支护结构。例如,在硬质岩石地区,可采用明挖基础或桩基础;而在软土地区,则需采用换填、强夯等加固措施,增加了施工难度与成本。地下水的埋藏条件与水位变化,对路基与隧道的稳定性构成潜在威胁。地下水可能导致路基翻浆、隧道涌水等病害,影响工程的使用寿命与行车安全。因此,选线时需充分考虑地下水的分布规律,采取有效的排水与防水措施。

## 2.3 生态环境因素

山区丰富的生物多样性与独特的生态系统,要求路线选线必须遵循生态保护原则,实现工程建设与生态环境的协调发展。自然保护区、生态红线区域是生态保护的核心区域,严禁路线穿越。在选线过程中,需通过绕行或采用生态友好型工程措施进行避让。例如,可采用桥梁跨越、隧道穿越等方式,减少对生态敏感区域的占用。路线布局应尽量减少对自然植被的破坏,降低土石方开挖量。大规模的土石方开挖不仅会破坏山体的自然景观,还会引发水土流失、滑坡等生态问题。同时,应避免对野生动物迁徙通道、水源涵养区造成割裂,确保生态系统的完整性与连通性。可通过设置生态廊道、建设生态桥等方式,为野生动物提供迁徙通道,保障生态系统的正常功能。山区高速公路路线选线是一个复杂的系统工程,需综合考虑地形地貌、地质条件、生态环境等多方面因素。只有在科学分析、合理规划的基础上,才能选出安全、经济、环保的路线方案,推动山区高速公路建设的可持续发展<sup>[3]</sup>。

# 3 山区高速公路路线选线的方法与策略

## 3.1 地质选线

地质选线是山区高速公路选线的首要任务,其核心在于全面、精准地掌握区域地质信息,并以此为基础进

行科学合理的路线规划。(1)以地质勘察为基石,充分运用遥感技术、物探手段等先进技术方法,对区域地质情况进行全面细致的调查。通过这些技术手段,可以获取地层岩性、地质构造、水文地质条件等关键信息,绘制出详细的地质灾害风险图。这张风险图就像一张“地质地图”,清晰地标注出滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害的潜在风险区域,为选线工作提供了重要的参考依据。(2)在选线过程中,优先选择地层稳定、岩性良好的区域。这些区域地质条件相对简单,工程地质问题较少,能够降低建设成本和运营风险。对于无法避开的不良地质地段,需要采取针对性的工程措施。例如,通过优化路线平纵线形,使路线尽量避开地质灾害的高发区域;采用桥梁跨越或隧道穿越的方式,减少路线与不良地质体的接触,降低地质灾害风险。同时,结合地质条件合理设计路基、边坡防护结构,如设置抗滑桩、挡土墙等,提高路线的整体稳定性,确保行车安全。

## 3.2 生态选线

山区生态系统敏感脆弱,生态选线是保护山区生态环境、实现可持续发展的必然要求。(1)构建生态敏感性评价指标体系是生态选线的关键一步。该体系需要综合考量植被覆盖、生物多样性、水源保护等多个要素,对区域生态敏感程度进行科学划分。通过这一体系,可以将山区划分为高敏感、中敏感和低敏感区域。在选线过程中,尽量避开高敏感区域,优先选择对生态影响较小的走廊带。这样可以最大程度地减少工程建设对生态环境的破坏,保护珍稀动植物的栖息地和水源保护区。(2)对于无法避让的生态敏感区,采用“以桥代路”“以隧代挖”的创新方式。例如,采用高架桥、隧道等工程形式,减少对地表生态的扰动。高架桥可以跨越生态敏感区,避免对地表植被和野生动物栖息地的直接破坏;隧道穿越则可以在不破坏地表生态的情况下实现路线贯通。同时,配套实施生态恢复工程,如植被恢复、湿地保护等,弥补工程建设对生态环境的影响,实现工程建设与生态保护的平衡。

## 3.3 经济选线

经济选线旨在综合考虑建设成本与运营效益,选择经济合理的路线方案。(1)通过多方案比选,对不同路线方案的建设成本与运营效益进行综合评估。建设成本方面,重点分析土石方工程、桥梁隧道工程、防护工程等费用。通过对这些费用的详细计算和分析,可以比较不同方案的建设成本差异。运营效益方面,考虑路线对区域经济的带动作用,如促进资源开发、提升交通可达性等。一条合理的路线可以带动沿线地区的经济发展,

促进资源开发利用,提高区域交通便捷性。(2)运用全寿命周期成本分析方法,权衡短期建设投资与长期运营维护费用。全寿命周期成本分析不仅考虑建设阶段的投资,还关注运营阶段的维护、养护等费用。通过这种方法,可以更全面地评估不同路线方案的经济性,选择在全寿命周期内成本最低、效益最高的路线方案,实现经济效益的最大化<sup>[4]</sup>。

#### 4 山区高速公路路线选线的技术要点

##### 4.1 多学科协同设计

山区高速公路选线涉及地质、生态、交通、经济等多学科领域,单一学科的知识与方法难以全面解决选线过程中的复杂问题。因此,建立多专业协同设计机制至关重要。地质工程师凭借专业知识,对区域地质构造、地层岩性、水文地质条件等进行深入勘察与评估,提供详细的地质灾害评估报告,明确路线可能面临的地质风险区域,为选线提供地质安全保障。生态专家依据生态学原理,对路线周边的生态系统进行全面调查与分析,提出针对性的生态保护建议,确保选线方案符合生态保护要求。交通规划师从交通流量、行车安全、服务水平等角度出发,优化路线线形设计,提高路线的通行能力与舒适性。经济分析师运用成本效益分析方法,对不同路线方案的建设成本、运营效益进行综合评估,为决策者提供经济层面的参考依据。通过多学科交叉融合,各方专业人员充分发挥自身优势,共同制定科学合理的选线方案,实现安全、经济、环保的选线目标。

##### 4.2 新技术应用

随着信息技术的飞速发展,BIM技术、地理信息系统(GIS)等数字化手段在山区高速公路选线中得到了广泛应用。利用BIM技术与GIS技术构建三维地形地质模型,能够直观、精准地展示路线与地形、地质、生态要素的空间关系。通过该模型,设计人员可以全方位、多角度地观察路线走向,提前发现潜在的地质灾害隐患、生态敏感区域以及与周边环境的冲突点。同时,借助BIM-GIS技术进行路线方案比选,可以模拟不同方案的工程效果与生态影响,如桥梁、隧道的建设规模、对植被的破坏程度等,从而实现选线方案的动态优化。此外,无人机航测、卫星遥感等技术的应用,大大提高了

地形地貌与生态环境的勘察效率与精度。无人机可以快速获取高分辨率的影像数据,卫星遥感则能够提供大范围、连续性的地表信息,为选线提供全面、准确的基础资料。

##### 4.3 可持续选线理念

山区高速公路选线应贯彻可持续发展理念,将生态保护、资源节约与工程安全、经济合理有机结合。在选线过程中,要注重保护自然景观与历史文化遗迹,避免因路线建设对其造成破坏。尽量减少大填大挖,采用桥梁跨越、隧道穿越等工程形式,降低对地形地貌的改变,减少土石方工程量,实现资源的节约利用。同时,合理利用既有道路资源,如对既有乡村道路进行拓宽改造,既降低了建设成本,又减少了对新土地的占用。此外,还应预留未来交通发展空间,考虑区域经济的长远发展需求,确保路线具有良好的适应性与扩展性,为未来的交通发展预留足够的空间和条件<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

山区高速公路路线选线是一项综合性、系统性的工程,其特点与挑战并存,关键因素复杂多样。选线方法与策略需兼顾地质、生态、经济等多方面要求,技术要点涵盖多学科协同设计、新技术应用以及可持续选线理念。只有充分把握这些要点,将先进理念与技术手段深度融合,才能制定出科学合理、安全经济、环保可持续的选线方案,推动山区高速公路建设迈向更高水平,为区域经济社会发展提供坚实的交通保障。

#### 参考文献

- [1]夏荣辉.山区高速公路路线设计问题及应对措施[J].工程技术研究,2025,10(03):186-188.
- [2]陈应钊,朱北方.山区高速公路路线设计要点及工程应用研究[J].交通科技与管理,2023,4(06):30-32.
- [3]赵伟.山区高速公路路线设计问题及应对措施[J].黑龙江交通科技,2021,44(09):72+74.
- [4]王永峰,王涛,王佐,许林新.山区高速公路路线选线及桥梁设计考虑因素[J].公路,2022,67(05):42-45.
- [5]宋俊涛.山区高速公路路线设计思路及选线方法研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(09):73-74.