

# 山区公路边坡勘察设计分析

郑嘉琪

普洱公路规划勘察设计院有限公司 云南 普洱 665000

**摘要：**山区公路边坡勘察设计对保障施工质量、行车安全及后期维护至关重要。该过程需综合应用地质勘查、稳定性分析与设计方法。地质勘查提供基础数据，稳定性分析评估边坡安全，设计方法制定工程措施。关键问题包括地质环境影响、稳定性分析方法选择及勘察设计步骤。综合应用先进技术与方法，加强数据精度、方法适用性及经济效益考虑，可确保山区公路边坡稳定，促进区域经济发展，同时降低维护成本，预防自然灾害。

**关键词：**山区公路；边坡勘查；设计分析

引言：在全球经济一体化和区域发展不平衡的背景下，山区公路作为连接偏远地区与外界的重要通道，其建设与发展显得尤为重要。然而，山区复杂的地质环境给公路边坡的稳定性带来了巨大挑战。为了应对这一挑战，我们必须高度重视山区公路边坡的勘察设计工作。这一环节不仅关乎公路的施工质量，更直接影响到行车的安全性和后期的维护成本。本文将从地质勘查技术、稳定性分析方法以及设计方法等多个方面，对山区公路边坡勘察设计的关键问题进行深入探讨。通过综合应用各种先进的技术和方法，我们可以为山区公路的建设提供科学依据和技术支持，从而确保公路的安全、稳定运行，促进区域经济的繁荣与发展。

## 1 山区公路边坡勘察设计的重要性

山区公路，作为连接偏远地区与外界的重要通道，其建设与发展一直受到广泛关注。然而，与平原地区相比，山区公路建设面临着更为复杂多变的地质环境，如陡峭的山坡、破碎的岩层、不稳定的土体等，这些都对公路的边坡稳定性提出了严峻挑战。因此，山区公路边坡的勘察设计显得尤为重要，它不仅直接关系到公路的施工质量，更影响到行车的安全性和后期的维护成本。

(1) 保障施工质量。边坡勘察设计是山区公路建设的基石。在施工前，通过对边坡进行详细的地质勘察，可以准确把握边坡的岩土性质、地质构造、水文条件等信息，为后续的设计和施工提供科学依据。基于这些勘察数据，设计人员可以制定出更为合理、更为安全的边坡支护方案，从而确保施工过程中的质量和安全。(2) 确保行车安全。山区公路的边坡稳定性直接关系到行车的安全性。一旦边坡失稳，可能引发滑坡、崩塌等自然灾害，对过往车辆和行人构成严重威胁。通过科学的边坡勘察设计，可以有效评估边坡的稳定性，及时发现并处理潜在的安全隐患。此外，合理的边坡设计还能减少因

边坡失稳导致的交通事故，提高道路的通行效率。(3) 降低后期维护成本。边坡勘察设计在降低后期维护成本方面也发挥着重要作用。一个设计合理、施工质量高的边坡，其稳定性通常较好，后期维护成本相对较低。相反，若边坡设计不合理或施工质量差，后期可能需要频繁进行加固和维护，不仅增加了成本，还可能影响公路的正常使用。(4) 预防自然灾害。山区公路边坡的失稳往往与自然灾害密切相关<sup>[1]</sup>。通过科学的勘察设计，可以提前识别并评估边坡的失稳风险，从而采取相应的预防措施。例如，在易发生滑坡的区域，可以设置警示标志，限制车辆速度；在必要时，还可以采取工程措施进行加固。这些措施有助于减少自然灾害的发生，保护人民生命财产安全。(5) 促进区域经济发展。山区公路作为连接偏远地区与外界的重要纽带，对于促进区域经济发展具有重要意义。一个安全、稳定的山区公路网络，可以大大提高区域的通达性，降低物流成本，从而吸引更多的投资和企业入驻。而这一切都离不开科学的边坡勘察设计作为支撑。

## 2 山区公路边坡勘察设计的关键问题

山区公路边坡的勘察设计是确保公路安全、稳定运行的关键环节。由于山区特殊的地理环境和复杂的地质条件，边坡勘察设计面临着诸多挑战。

### 2.1 地质环境的影响

山区公路边坡的稳定性受多种地质环境因素的影响，其中地质构造、松散层位和水文地质状况是最为关键的几个方面。(1) 地质构造：山区复杂的地质构造往往导致岩层错综复杂，断层、褶皱等构造发育，这些都会对边坡的稳定性产生直接影响。例如，断层破碎带往往成为滑坡、崩塌等地质灾害的高发区。(2) 松散层位：山区公路沿线常存在不同厚度和性质的松散层，如碎石土、黄土、泥岩等。这些松散层的存在会降低边坡

的整体稳定性，特别是在降雨等外部因素作用下，极易引发边坡失稳。（3）水文地质状况：山区公路的水文地质条件也十分复杂，地下水活动、地表径流等都会对边坡稳定性产生影响。例如，地下水的渗透会软化岩土体，降低其强度；地表径流则可能冲刷边坡坡面，加剧边坡失稳的风险。因此，在山区公路边坡勘察设计中，必须进行详细的地质调查和勘探，明确地质构造和水文地质状况，预测和掌握滑坡、边坡等不稳定地基的分布范围和情况，为后续的设计和施工提供可靠依据。

### 2.2 边坡稳定性分析的技术和方法

边坡稳定性分析是勘察设计的核心内容之一，其准确性和可靠性直接关系到边坡设计方案的有效性。常用的边坡稳定性分析技术和方法包括地质分析、地面观察、遥感分析等。（1）地质分析：通过对地质勘查数据的深入分析，评价山体的稳定性和危险性<sup>[2]</sup>。这包括对岩土性质、地质构造、水文地质条件等因素的综合考虑，以及运用极限平衡法、数值模拟等方法对边坡稳定性进行定量评估。（2）地面观察：在公路建设和运营过程中，需要对公路上的滑坡和边坡进行持续的观察和监测。这有助于及时发现边坡失稳的迹象，采取相应的应急措施，防止灾害的发生或扩大。（3）遥感分析：利用遥感技术对山区公路进行大范围、长时间的监测和数据统计。遥感技术可以捕捉到地面难以观察到的细微变化，如地表形变、植被异常等，为边坡稳定性分析提供有力支持。

### 2.3 勘察设计的具体步骤和注意事项

山区公路边坡勘察设计需要遵循一定的步骤，并注意相关事项以确保设计的准确性和有效性。（1）地质勘查：这是勘察设计的第一步，需要详细调查和勘探地质数据，包括岩土性质、地质构造、水文地质状况等。通过钻探、物探等手段获取第一手资料，为后续分析奠定基础。（2）地质分析：结合地质勘查结果，运用专业的分析方法评价山体的稳定性和危险性。这一步骤需要综合考虑多种因素，确保分析结果的全面性和准确性。（3）地面观察与遥感分析：在公路建设和运营过程中，持续进行地面观察和遥感分析，及时发现问题并进行处理。这有助于确保边坡在设计寿命内的稳定性和安全性。此外，在勘察设计过程中还需注意以下几点：一是确保数据的真实性和可靠性；二是充分考虑工程实际需求和经济效益；三是注重与相关部门和专家的沟通与协作。

## 3 山区公路边坡勘察设计的技术和方法

山区公路边坡的勘察设计是一项综合性极强的工作，它融合了地质学、工程学、力学等多个学科的理论

与实践。在这一过程中，采用科学、先进的技术和方法至关重要。以下将详细阐述山区公路边坡勘察设计中的地质勘查技术、稳定性分析方法以及设计方法。

### 3.1 地质勘查技术

地质勘查作为勘察设计的首要环节，其重要性不言而喻。它主要包括地质测绘、钻探、物探等多种方法，旨在全面揭示边坡区域的地质构造、岩土性质等关键信息。（1）地质测绘：地质测绘是地质勘查的基础工作，通过实地测量和绘制地质图，可以直观地反映地表的地质特征。在山区公路边坡勘察中，地质测绘不仅能够确定边坡的形态、坡度等基本参数，还能发现潜在的地质构造和不良地质现象，如断层、褶皱、岩溶等。（2）钻探：钻探是通过钻孔获取地下岩石和土壤样本的直接手段。在山区公路边坡勘察中，钻探可以揭露边坡深层的岩土结构，了解岩土的物理力学性质，如强度、压缩性、渗透性等<sup>[3]</sup>。此外，钻探还能对地下水状况进行探测，为后续的排水设计提供依据。（3）物探：物探即物理勘探，是利用物理场的变化来探测地下地质结构的方法。常用的物探手段包括地震勘探、电法勘探、磁法勘探等。在山区公路边坡勘察中，物探可以弥补钻探的不足，快速、大面积地探测地下地质情况，尤其对于深部地质构造的揭示具有独特优势。

### 3.2 稳定性分析方法

边坡稳定性分析是勘察设计的核心环节，它直接关系到边坡设计方案的合理性和有效性。常用的稳定性分析方法包括极限平衡法和数值模拟法。（1）极限平衡法：极限平衡法是一种基于几何和力学原理的边坡稳定性分析方法。该方法通过假设边坡在极限平衡状态下，滑动面和滑动方向已知，然后利用力学平衡方程求解边坡的安全系数。极限平衡法简单易行，适用于各种类型的边坡稳定性分析。但在实际应用中，由于需要人为假设滑动面和滑动方向，可能导致分析结果的偏差。（2）数值模拟法：数值模拟法是通过建立边坡的数值模型，利用计算机模拟边坡在各种荷载和环境条件下的应力、应变和位移等响应。常用的数值模拟方法包括有限元法、有限差分法等。数值模拟法能够考虑复杂的地质条件和边界条件，模拟结果更为真实可靠。但该方法需要较高的计算精度和计算机资源，且对操作人员的专业水平要求较高。（3）随着计算机技术和人工智能的快速发展，一些新的稳定性分析方法也得到了广泛应用，如机器学习法、大数据分析法等。这些方法能够处理海量的地质数据，提取边坡稳定性的关键影响因素，为边坡稳定性分析提供更为科学、全面的依据。

### 3.3 设计方法

在完成地质勘查和稳定性分析后,就需要根据实际情况制定具体的边坡设计方案。设计方法主要包括边坡开挖设计、支护设计和排水设计。(1)边坡开挖设计:边坡开挖设计需要综合考虑地质条件、边坡高度、荷载等因素。在开挖过程中,应遵循“先勘测、后开挖”的原则,避免盲目开挖导致的边坡失稳。同时,开挖坡度应根据岩土性质和稳定性分析结果合理确定,以确保开挖后的边坡具有足够的稳定性。(2)支护设计:支护设计是确保边坡稳定的关键措施之一<sup>[4]</sup>。根据边坡的地质条件和稳定性分析结果,可选择不同的支护形式,如锚杆支护、喷射混凝土支护、挡土墙支护等。支护设计应综合考虑支护结构的形式、尺寸、材料等因素,确保支护结构既能有效加固边坡,又具有足够的经济性。(3)排水设计:排水设计对于防止边坡失稳具有重要意义。山区公路边坡常面临降雨、融雪等水源的冲刷和渗透,因此需要设置合理的排水系统,如排水沟、渗沟、排水管等。排水设计应确保排水系统能够及时有效地排除地表水和地下水,减轻对边坡的冲刷和渗透作用。

### 3.4 技术与方法的综合应用

在山区公路边坡勘察设计中,各种技术与方法的综合应用显得尤为关键。这一过程不仅涉及到地质勘查、稳定性分析,还包括设计方法等多个环节,它们相互关联、相互影响,共同构成了边坡勘察设计的完整体系。(1)地质勘查技术是整个过程的基石。通过地质调查、钻探、物探等手段,我们可以获取到边坡区域的地质构造、岩土性质、地下水状况等基础数据。这些数据不仅为后续的稳定性分析提供了有力支撑,还为工程设计提供了重要依据。因此,加强地质勘查数据的精度和可靠性至关重要,它直接关系到后续工作的准确性和有效性。(2)稳定性分析方法是地质勘查数据进行深入分析和评估的手段。通过运用极限平衡法、数值分析法等方法,我们可以对边坡的稳定性进行定量评估,从而

为工程设计提供科学依据。在实际应用中,我们需要注重稳定性分析方法的适用性和准确性,以确保分析结果的可靠性。(3)设计方法是将稳定性分析结果转化为实际工程措施的关键环节。在设计过程中,我们需要充分考虑工程实际需求和经济效益,以实现工程的安全性和经济性的平衡<sup>[5]</sup>。此外,加强与相关部门和专家的沟通与协作也是非常重要的,因为这有助于我们及时了解工程需求,提高设计方案的合理性和可行性。

### 结束语

经过对山区公路边坡勘察设计的全面探讨,我们不难发现,这一环节是确保山区公路安全、稳定运行的基石。从地质勘查到稳定性分析,再到具体的设计方法,每一步都凝聚了工程师们的智慧与汗水。在实际操作中,我们不仅要注重技术的先进性和方法的科学性,更要兼顾经济效益和社会效益,确保项目的可持续发展。同时,加强团队协作与交流,充分利用现代科技手段,以提高勘察设计的精度和效率。展望未来,随着科技的不断进步和创新驱动发展战略的深入实施,我们有理由相信,山区公路边坡勘察设计的将更加智能化、精细化,为山区交通基础设施的建设与运营提供更加坚实的保障,助力区域经济的繁荣与发展。

### 参考文献

- [1]任天勇.山区公路高边坡勘察设计中关键问题探讨[J].四川水泥,2022(02):118-119.
- [2]黄兵.山区公路高边坡勘察设计中关键问题探讨[J].黑龙江交通科技,2021,44(03):16+18.
- [3]冯禄强.高边坡防护工程的勘察设计中关键与施工分析[J].世界有色金属,2021(05):115-116.
- [4]赵得铭,邵鑫,邓应林.山区公路桥梁勘察设计中分析[J].现代交通与路桥建设,2024,3(9).
- [5]左松清.山区高速公路边坡稳定性分析及加固研究[J].工程建设与设计,2024(4):47-49.