

Innovation of Railway and Highway Survey Methods and Adaptability Analysis of Foundation Types in Complex Geological Environments

Zhengxiao Wei Zhenglong Jian

The Third Geological Team of Jiangxi Provincial Bureau of Geology, East China 267 Engineering Investigation Institute of Nuclear Industry, Jiujiang, Jiangxi, 332000, China

Abstract

Conducting railway and highway surveys in complex geological environments is a highly challenging task. With the increase in the scale and difficulty of engineering projects, traditional surveying methods often fail to meet the demands of high efficiency, accuracy and economy. Therefore, the innovation of surveying technology has become an important aspect that cannot be ignored in the construction of modern transportation infrastructure. This paper first analyzes the influence of complex geological environments on railway and highway survey work, and discusses the limitations of current survey methods. And the innovation of exploration means based on new technologies and new methods was proposed. Through the adaptability analysis of different foundation types, this paper summarizes the survey methods applicable to different geological environments and engineering requirements, and provides reference suggestions for the selection of foundation types in railway and highway projects. Finally, this paper discusses the practical application of innovative exploration methods in complex geological environments, aiming to provide scientific, economic and sustainable exploration solutions for transportation infrastructure projects.

Keywords

complex geological environment; Survey methods; Basic type; Adaptive analysis; technological innovation

复杂地质环境中铁路与公路勘察手段创新及基础类型适应性分析

韦正晓 简正隆

江西省地质局第三地质大队核工业华东二六七工程勘察院, 中国·江西 九江 332000

摘要

在复杂地质环境下进行铁路和公路勘察是一项具有高度挑战性的任务。随着工程项目规模和难度的增加,传统的勘察手段往往无法满足高效、准确、经济的需求。因此,勘察技术的创新成为现代交通基础设施建设中不可忽视的重要内容。本文首先分析了复杂地质环境对铁路和公路勘察工作的影响,探讨了当前勘察手段的局限性,并提出了基于新技术和新方法的勘察手段创新。通过对不同基础类型的适应性分析,本文总结了适用于不同地质环境和工程要求的勘察方法,并对铁路与公路项目的基础类型选择提供了参考建议。最后,本文讨论了勘察手段创新在复杂地质环境中的实际应用,旨在为交通基础设施项目提供科学、经济、可持续的勘察方案。

关键词

复杂地质环境; 勘察手段; 基础类型; 适应性分析; 技术创新

1 引言

随着我国交通基础设施建设的快速发展,铁路与公路在各类复杂地质环境中的建设需求不断增加。复杂地质环境通常包括山地、湿地、沙漠、冻土区等,这些地区的地质条件复杂、地形变化大、地下水分布不均,给铁路和公路的勘

察工作带来了诸多困难。在这些环境中进行勘察时,不仅要充分了解地质条件,还需预测地质变化对工程建设的影响,以确保工程的安全、可靠和经济性。

目前,传统的勘察方法在复杂地质环境中往往存在不足。传统勘察手段多依赖于地面探测、钻探、地质测量等技术,但这些方法在某些特定的复杂环境中难以实现高效、准确的数据采集。此外,地质条件的特殊性要求勘察手段具备更高的适应性,以便针对不同地质类型选择最合适的勘察技术,确保工程设计的科学性和实施的可行性。

【作者简介】韦正晓(1987-),男,中国甘肃靖远人,本科,工程师,从事复杂岩溶地基的基础选型研究。

本研究旨在分析复杂地质环境对铁路与公路勘察的影响,探讨新型勘察手段的应用,并对基础类型选择的适应性进行深入分析。通过结合创新技术和方法,本文提出一种更加高效、精确、适应性强的勘察体系,为复杂地质条件下的铁路与公路建设提供技术支持和理论依据。

2 复杂地质环境对铁路与公路勘察的影响

2.1 地质环境的复杂性与不确定性

复杂地质环境对铁路和公路的建设构成了严峻的挑战。西部山区、丘陵地带和高原等区域具有多变的地质结构,地下水位的变化、岩土层的复杂性、土地沉降和滑坡等现象都会直接影响到交通设施的安全性和稳定性。特别是地下水丰富的地区,地基稳定性较差,容易造成基础沉降和道路破坏,这给勘察带来了极大的困难。

此外,地质环境的不确定性增加了勘察的复杂度。在山区,岩石层和土壤层的分布常常变化莫测,岩溶、滑坡、泥石流等灾害性地质现象时有发生,这些因素直接影响到铁路和公路的设计与施工。而冻土区的存在使得施工期间地基沉降、冻胀问题成为一大难点,这些问题需要在勘察阶段得到充分的分析和预测。

2.2 现有勘察手段的局限性

目前,铁路与公路的勘察工作通常依赖地面探测、钻探技术和传统的地质测量。虽然这些传统方法在一定程度上有效,但在复杂地质环境下,它们存在一定的局限性:

钻探技术的局限性:钻探是获取地下土层和岩石信息的常见方法,但在一些特定的环境下,如山地或沙漠地区,钻探的成本高,难度大。对于地下岩土层分布不均匀、地下水丰富的区域,传统钻探方法也难以有效获取足够的地质信息。

地面探测的盲点:地面探测主要通过物理勘探方法获取地质信息,然而在一些复杂环境下,地表情况可能并不完全反映地下的真实状况。山区、冰雪覆盖区等地方的地表情况可能掩盖了地下的复杂结构。

环境适应性差:传统勘察手段往往缺乏在不同地质条件下的适应性。在冻土、高温干旱、地下水丰富等复杂环境下,现有勘察方法难以快速、精准地提供足够的数据支持,影响了后期工程设计和施工的精度与效率。

2.3 新型勘察手段的必要性

面对复杂的地质环境,传统勘察手段的局限性显现出来。为了提高勘察的效率和准确性,迫切需要引入新的勘察技术和方法。新型勘察手段需要具备以下特点:能够有效克服传统勘察方法在特殊环境中的局限性,能够实时反馈复杂地质环境中的变化,并具备较高的适应性和灵活性。

3 铁路与公路勘察手段的创新

3.1 遥感技术与无人机应用

遥感技术通过卫星或无人机对地面进行快速、全面的

勘察,能够获取大范围的地质信息,并能精确地分析地形、土壤结构、植被覆盖等数据。无人机技术在铁路和公路的勘察中得到了广泛应用,特别是在地形复杂、交通不便的区域。通过无人机搭载激光雷达、高清摄像头、热成像仪等设备,能够实现高精度的地质数据采集和地形测绘,为后续设计和施工提供详尽的基础数据。

遥感技术能够迅速提供大范围的地质环境信息,及时识别潜在的风险区,如滑坡、洪水等灾害隐患。通过与地面调查数据相结合,遥感数据可以为勘察人员提供更加准确、全面的地质信息,为后续的工程决策提供依据。

3.2 地质雷达与高精度探测

地质雷达作为一种新型的探测手段,在复杂地质环境中的应用逐渐普及。通过发射高频电磁波,地质雷达能够穿透地下不同层次的土壤、岩石和水分,实时获取地下结构的信息。与传统钻探方法相比,地质雷达无需直接接触地下物质,避免了钻探时带来的费用 and 环境影响。

地质雷达特别适用于对地下障碍物、裂缝、岩溶以及不均匀土层的勘察。结合高精度的探测设备和实时分析技术,地质雷达能够帮助勘察人员迅速发现地下不稳定因素,为基础设计和施工提供有效数据支持。尤其在铁路与公路项目中,地质雷达可以为隧道建设、基础设施的深基坑勘察等提供重要信息。

3.3 智能化勘察技术的集成应用

智能化勘察技术的集成应用能够进一步提高勘察工作的效率和精准度。通过大数据分析、云计算、物联网技术等,勘察工作可以实现更加精细化的管理。智能勘察系统可以实时收集、处理各类数据,自动生成地质分析报告,减少人工干预,提高工作效率。

例如,在铁路和公路建设过程中,智能勘察系统能够实时监控土壤、水分、气候等数据,并根据预测模型对未来几个月的地质变化进行分析,为勘察人员提供应对措施和建议。这种集成化的智能勘察系统不仅能够降低人为错误,还能在复杂环境下提供更加科学的决策支持。

4 基础类型的适应性分析

4.1 基础类型选择的关键因素

在复杂地质环境下,铁路与公路基础的选择需要综合考虑土壤类型、地形地貌、地下水位、气候等因素。地质条件的复杂性要求在基础设计过程中采取相应的措施,以确保结构的稳定性、长期使用性能和安全性。不同的地质环境具有不同的物理性质,因此选择合适的基础类型尤为关键。在进行基础设计时,需要对土壤的承载力、地基的稳定性及沉降控制等方面进行详细分析和评估。

软弱地层的基础选择:在软弱土层或湿地地区,基础设计必须考虑到地基承载力和沉降控制。软土层由于土壤颗粒之间的孔隙水压力较大,其承载力相对较低,容易发生沉

降或不均匀沉降。为了有效分散荷载并提高地基承载力，通常采用桩基或深基础。桩基可以将荷载转移到深层的坚硬土层或岩石层，避免了地表沉降对结构的影响，尤其适用于承载力较低的软土地区。通过采用桩基或柱状基础，可以有效减少地基的沉降，并确保结构的长期稳定性。另一种选择是深基础，这类基础通过加深基础深度来达到将荷载传递到更稳固土层的目的，常用于极端软土层或湿地地区。

岩溶区的基础选择：岩溶区由于地下存在空洞或溶洞，地基承载力和稳定性较差。在这种地区，基础设计需要避免地下空洞对结构稳定性造成影响。岩溶区的地质结构复杂，常见的设计方案包括采用固结桩、锚固桩等加固措施，确保基础的稳定性。固结桩可以加固松软的岩土层，增强地基的承载力；锚固桩则通过在地下岩层或坚硬层内打入深桩，将荷载传递至更稳固的层面，避免了空洞或溶洞的影响。锚固桩能够提供较强的抗拔力，有效提升基础的稳定性，尤其是在软岩和溶洞发育的区域。

冻土区的基础选择：冻土区由于土壤的冻胀和融沉特性，基础设计需要考虑这些因素带来的影响。在冻土区域，冻结状态下的土壤具有较强的承载力，但一旦出现融化，土壤的稳定性和承载力迅速降低，易造成基础沉降。常用的基础类型包括筏板基础和墩基础。筏板基础能够通过增加基础面积来分散载荷，减少因冻胀和融沉引起的基础沉降。墩基础则通过支撑较高的墩柱，使结构上方的荷载转移到较深的稳定土层或冻土层中，从而减少地基的沉降和不均匀沉降问题。

4.2 基础类型适应性分析

基础类型的选择不仅要符合地质条件，还要考虑工程的经济性、可持续性以及施工的便捷性。对于复杂地质环境中的铁路与公路建设，科学的基础类型适应性分析至关重要。根据不同地质环境的特点，对基础类型进行合理的选择，可以确保工程顺利进行，同时有效减少后期的维护和修复成本。

岩土工程适应性分析：岩土工程适应性分析是基础类型选择的核心内容之一。通过结合地质勘察数据，对不同岩土层进行力学性能分析，可以确定最合适的基础类型。岩土工程分析不仅包括对土壤承载力的计算，还应考虑基础对地震、风荷载等外力的响应。例如，在地震带和风力较强的区域，需要选择能够有效抗震、抗风的基础类型，如深基础或抗震桩基等。同时，针对特殊的岩土层，需进行详细的土体力学试验，评估土体的抗剪强度、弹性模量、沉降特性等，为基础设计提供精确的数据支持。

环境适应性分析：环境因素如水文条件、气候变化对

基础的稳定性有着重要影响。在复杂地质环境下，基础的稳定性不仅受到土壤类型的影响，还与地下水位、湿度等因素密切相关。例如，地下水位的变化会影响土壤的渗透性，进而影响基础的沉降情况。

4.3 基础类型与地质条件的匹配

基础类型的选择必须与地质条件紧密匹配，确保基础能够有效承载上部结构的荷载。地质条件的变化对于基础的稳定性和长期使用性能至关重要。在不同的地质条件下，基础类型的适应性分析可以通过地质勘察、物理试验、力学分析等手段进行详细的评估。

软土区与桩基匹配：在软土区，桩基是常见的选择，因为桩基能够将荷载转移至深层的坚固土层，避免了表层软土的沉降影响。通过对软土层的详细勘察，可以评估桩基的适用性，并通过适当的设计调整桩基的深度和数量。

岩溶区与固结桩匹配：岩溶区的基础设计需要结合地质勘察数据，通过分析地下空洞的分布和大小，选择适合的基础类型。固结桩和锚固桩能够有效增强地基的稳定性，防止由于岩溶空洞带来的不均匀沉降。

冻土区与筏板基础匹配：冻土区的基础设计需要特别注意冻胀和融沉问题。筏板基础能够通过增大基础面积，将荷载均匀分配，减少由于冻土融化带来的沉降问题。

5 结语

复杂地质环境下铁路与公路基础类型的选择是确保工程顺利进行的关键。通过科学的基础类型适应性分析，结合不同地质条件，能够有效提高基础设计的稳定性与经济性。随着勘察手段的创新和技术的发展，新型勘察手段能够为复杂地质环境中的基础设计提供更加精准的数据支持。同时，合理选择适合的基础类型，不仅能提高工程的安全性，还能减少施工过程中的难度和成本。未来，随着技术进步和施工经验的积累，铁路与公路工程将在复杂地质环境中得到更广泛的应用，促进交通基础设施的高效发展。

参考文献

- [1] 阎如燧.地质环境与城市规划[J].安徽地质,1993,(04):62-68.
- [2] 何振宇.中国铁路地质工作的作用与特色[J].铁道工程学报,1996,(02):1-8.
- [3] 战略管理是地勘单位适应环境、抓住机遇的关键[J].中国地质矿产经济,1998,(09):2-9.
- [4] 环境污染及其防治[J].环境科学文摘,1999,(04):24-57.
- [5] 刘玉海.未来中国工程地质的特点·焦点·热点[C]//中国地质学会.第六届全国工程地质大会论文集.西安工程学院,2000:612-617.