

# 地质钻探技术在工程地质勘查中的应用

赵相生 鹿传磊 宰俊文

中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心 黑龙江哈尔滨 150081

**【摘要】**地质钻探技术在工程地质勘查中价值作用突出,应用途径涵盖了矿产勘查、黑土地地表基质勘查以及工程领域的钻探活动。本文系统性探讨了地质钻探技术在工程地质勘查中的应用情况、发展趋势以及应用策略。通过对不同钻探技术的介绍和分析,以及钻探施工中的注意事项和质量控制,旨在为工程地质勘查提供可靠的技术支持和指导。

**【关键词】**地质钻探技术; 工程地质勘查; 矿产勘查; 黑土地; 施工标准; 发展趋势

## 引言

### 1 钻探在不同地质勘查中的作用

#### 1.1 钻探在矿产勘查中的作用解决复杂地层许多问题

第一,解决复杂地层问题。地质钻探技术在矿产勘查中常常面临如不均匀地层分布、岩性变化和构造变形等复杂多变的地层情况。针对这些复杂地层,分析岩层性质、厚度、倾角等信息,可以为矿产勘查提供重要的地质资料,为矿床的勘探与评价提供科学依据。第二,控制钻孔偏斜问题。钻孔偏斜不仅影响了勘查数据的准确性,也增加了勘查的难度和成本。因此,钻孔偏斜的控制显得尤为重要。钻探中采用的导向钻探技术、方向钻探技术以及合理的钻孔设计等方法,能够有效地控制钻孔偏斜,提高钻孔的准确度和可控性。第三,解决样品采取难问题。地质钻探技术通过选择合适的钻头、钻进工艺以及采取合理的样品处理方法,可以有效地解决样品采取难的问题,保证样品的完整性和代表性。第四,有效控制钻探施工成本。钻探施工成本是矿产勘查过程中需要考虑的重要因素之一。合理的钻探施工方案、选择适当的钻探设备以及科学的施工管理,能够有效地控制钻探施工成本,提高勘查效率和经济效益。

#### 1.2 钻探在黑土地地表基质勘查的作用

第一,确定地下结构特征。黑土地地表基质的地下结构特征对于工程建设具有重要影响。地质钻探技术通过获取地下岩土层的钻孔资料,可以揭示地下结构的分布、厚度、岩性、构造等特征。通过钻探获取的岩土样品进行实验室分析,可以确定地下岩土层的物理力学性质、水文地质特征等,为工程设计提供重要参考依据。第二,评估土壤稳定性。在黑土地地表基质勘查中,评估土壤的稳定性是确保工程安全和可靠的重要环节。地质钻探技术可以获取土层的物理性质、工程性质以及土壤水分含量等信息。通过分析土壤的含水量、孔隙结构、压缩性等指标,评估土壤的稳定性和工程承载能

力,为工程设计和施工提供科学依据。第三,确定地下水条件。地下水是黑土地地表基质中的重要组成部分,对于工程建设和生态环境具有重要影响。地质钻探技术通过在钻孔中进行水文地质观测和水样采集,可以获取地下水位、水质、水文地质特征等信息。

## 2 工程钻探在钻探领域的发展

### 2.1 工程钻探的发展趋势

随着人工智能和自动化技术的发展,工程钻探设备和系统逐渐实现智能化和自动化。自动化钻探系统能够提高钻探效率、准确性,并降低人工操作风险。工程钻探中的数据采集与处理技术越来越重要。高精度的传感器、实时数据传输技术和数据处理软件的应用,使得钻探数据能够更加准确、可靠,并且能够实现实时监测和分析。环保和节能已经成为工程钻探发展的重要方向。新型钻探设备和工艺不仅能够降低对环境的影响,还能够节约能源和资源的消耗,实现可持续发展。工程钻探技术在城市建设、交通建设、环境保护、资源勘探等领域有着广泛的应用。未来工程钻探技术将更加多元化,适应不同领域的勘查需求。随着勘查深度的增加和工程建设的需求,对深部地层和特殊地质条件下的钻探技术提出更高的要求。高温、高压、高湿等恶劣环境下的钻探技术研究将成为未来的发展方向。

### 2.2 工程钻探的施工标准

在施工前,需要制定钻探设计和施工方案。钻探设计应根据勘查目的、地质条件和钻探技术选择合适的钻探方法和参数。施工人员需要具备专业的技术和操作能力。应进行定期的培训和考核,确保施工人员熟悉钻探设备和操作规程。施工过程中应加强安全管理,严格执行相关的安全规定和操作规程。保证施工人员和设备的安全,防止意外事件的发生。施工过程中应加强对钻探质量的控制和监测,及时发现和解决施工中的质量问题,确保钻探数据的准确性和可靠性。在施工过程中,应加强对环境的保护和

资源的节约,合理利用水、电等资源,减少对环境的污染和破坏。

### 2.3 工程钻探的注意事项

在工程钻探施工前,需全面检查设备确保安全运转,定期维护设备保持润滑和紧固。钻孔应精准控制位置和方向,避免偏离设计和资源浪费。选用钻孔液需符合标准,处理废液以免环境污染。保持孔壁稳定,采取支护措施防塌方和事故。记录和管理施工数据保证完整和准确性,制定应急预案和安全措施应对突发情况。施工需与环境协调,保护周边环境安全稳定。施工结束后,监督验收工程质量,整改质量问题和安全隐患,技术交流总结,提出改进措施。

## 3 地质钻探技术在工程地质勘查中的应用

### 3.1 绳索取芯钻探技术

在选择钻孔位置后,首先进行现场布置和准备工作。包括设置钻孔标志、清理工作区域、安放钻探设备和材料等。在钻孔位置上搭建起钻井架或安装固定支架,确保钻探设备的稳定和安全。将钻头和取芯器附着在绳索上,并通过钻机或手动操作将钻头下放至预定的钻孔位置。开始钻孔前,应确认钻孔方向和深度。钻头下降到预定深度后,开始进行取芯操作。绳索控制取芯器的下降速度和力度,保证岩芯样品完整且代表性良好。当取芯器到达预定深度后,通过绳索将取芯器慢慢回拉到地表。在回拉过程中要注意控制速度,避免岩芯样品的损坏或丢失。将取得的岩芯样品进行标识、编号和记录,并进行必要的处理和保存。样品处理过程要严格按照规范操作,保证样品的完整性和准确性。取芯完成后,进行钻孔清理工作,清除钻孔中的碎石和泥浆等杂质,确保钻孔畅通。对钻孔施工过程中的各项数据和资料进行记录和整理,包括钻孔深度、取芯情况、地层岩性等信息,为后续的勘查分析提供依据。清理施工现场,收拾钻探设备和材料,恢复钻孔位置的原状,保持施工现场整洁有序,准备下次施工任务。

### 3.2 液动潜孔锤钻探技术

根据勘查设计和地质条件,在施工现场确定钻孔位置,并进行标记和布置。将潜孔锤安装在钻机上,并根据需要选择合适的钻头和钻具。在钻孔施工前进行注浆处理,使用注浆泥浆将钻孔壁面加固,防止孔壁塌方和土层坍塌。启动钻机,将潜孔锤下放到预定的钻孔位置,并根据需要调节钻进速度和压力。潜孔锤通过自身的重力和旋转力,对地层进行钻进。钻头不断击打地层,将岩土颗粒破碎并带至地表。在钻进的过程中,可以通过取芯器或取样管进行岩芯或土样的取样工作,用于后续的实验室分析和检测。当达到预定的钻孔深度后,停止钻进工作,将钻头和钻具缓慢回拉至地表。清理钻孔底部的碎石和泥浆等杂

质,保持钻孔的通畅。对钻孔的深度、地层情况、取样情况等数据进行记录和整理,制作钻孔日志和报告。清理施工现场,收拾钻探设备和材料,恢复钻孔位置的原状,确保施工现场整洁有序。

### 3.3 多工艺空气反循环钻进技术

在施工前,进行地质勘查和设计,确定钻孔位置、方向和深度。根据勘查结果和设计要求,制定钻探方案和施工计划。确认所需的高精度受控定向钻探设备和工具,进行检查和调试,确保设备的正常运转和可靠性。在施工现场根据设计要求进行钻孔位置的定位和标记,确定钻孔的起点和终点。启动高精度受控定向钻探设备,将钻头下放到钻孔起点,开始钻进过程。钻探设备根据预先设定的导向方向和角度进行操作。在钻进过程中,通过控制钻探设备的方向和角度,实现钻孔的导向和控制。根据实时的地质反馈和仪器监测数据,调整钻进方向,确保钻孔的准确性和精度。在钻进过程中,进行连续的监测和调整,及时发现和纠正钻孔偏离预定轨道的情况,保证钻孔的正常进行和准确导向。根据需要,在钻进过程中进行岩芯或土样的取样工作,用于后续的实验室分析和检测。取样过程要确保样品的完整性和代表性。按照设计要求和勘查结果,控制钻进的深度和速度,确保钻孔达到预定的目标深度。当钻孔达到设计要求的深度和位置后,停止钻进工作,将钻头和钻具缓慢回拉至地表。清理钻孔底部的碎石和泥浆等杂质,保持钻孔的通畅。对钻孔的深度、导向精度、取样情况等数据进行记录和整理,制作钻孔日志和报告,归档存档。

### 3.4 高精度受控定向钻探技术

在施工前,进行地质勘查和设计规划,确定钻孔位置、深度、方向等参数,根据勘查结果和设计要求制定详细的施工方案。确保高精度受控定向钻探设备的性能稳定和准确度高。在施工前对设备进行校验和调试,确保各项指标符合要求。在施工现场进行钻孔位置的准确定位和标定,包括确定钻孔起点和终点,以及钻孔的方向和倾角等参数。启动高精度受控定向钻探设备,将钻头下放到预定的起点位置,开始钻进过程。根据设计要求控制钻进速度和方向。在钻进过程中,通过控制钻探设备的方向和角度,实现钻孔的导向和控制。根据实时的地质反馈和仪器监测数据,调整钻进方向,确保钻孔的准确性和精度。在钻进过程中,进行连续的监测和调整,及时发现和纠正钻孔偏离预定轨道的情况,保证钻孔的正常进行和准确导向。根据需要,在钻进过程中进行岩芯或土样的取样工作,用于后续的实验室分析和检测。取样过程要确保样品的完整性和代表性。根据设计要求和勘查结果,控制钻进的深度和速度,确保钻孔达到预定的目标深度。当钻孔达到设计要

求的深度和位置后，停止钻进工作，将钻头和钻具缓慢回拉至地表。清理钻孔底部的碎石和泥浆等杂质，保持钻孔的通畅。对钻孔的深度、导向精度、取样情况等数据进行记录和整理，制作钻孔日志和报告，归档存档。

### 3.5 深部地质钻探技术

在施工前进行深部地质勘探的前期准备工作，包括勘查设计、钻探方案制定、设备准备等。确保钻探设备的性能稳定和准确度高。对钻探设备进行调试和校准，检查设备各项指标是否符合要求。根据设计要求，在施工现场确定钻孔位置和布置，进行钻孔标定和方向调整，确保钻孔的准确性和精度。启动深部地质钻探设备，将钻头下放到钻孔起点，开始钻进过程。根据设计要求控制钻孔的深度和速度。在钻进过程中，根据地层情况和勘查目的，调整钻进速度和方向，确保钻孔的稳定和准确。根据需要，在钻进过程中进行岩芯或土样的取样工作，保证样品的完整性和代表性，用于后续的分析评价。控制钻孔的深度和范围，根据勘查目的和设计要求，确保钻孔能够达到预定的目标深度。当钻孔达到设计要求的深度和位置后，停止钻进工作，将钻头和钻具缓慢回拉至地表，清理钻孔底部的碎石和泥浆等杂质，保持钻孔的通畅。

## 4 工程地质勘查中地质钻探的应用策略

### 4.1 钻探施工设计

综合分析勘查资料，包括地质地貌、地层结构、地下水情况等，为钻探设计提供依据。明确钻探的目的和要求，例如地层特征、岩土性质、地下水位等，以便设计钻孔的位置、深度和取芯方案。根据勘查资料和钻探目的，确定钻孔的位置、间距和方向，确保全面覆盖勘查区域，并考虑地形地貌等因素。根据钻孔布置和目的，制定详细的施工方案，包括钻孔顺序、钻探方法、取芯方式等，确保施工的系统性和连贯性，在设计阶段充分考虑施工安全因素，制定安全措施和应急预案，确保施工过程安全可靠。

### 4.2 钻探设备优选

明确钻探的目的、地质条件和施工环境，确定钻探设备的基本要求和性能指标。对市场上常见的钻探设备进行调研和比较，了解各种设备的特点、性能和价格。对各种钻探设备的技术参数进行评估，包括钻进能力、导向精度、安全性能等，选择适合项目需求的设备。选择有良好信誉和售后服务保障的知名品牌，确保设备质量可靠、售后服务及时。综合考虑设备价格、使用成本以及后期维护等因素，做出经济合理的选择。

### 4.3 钻探相关计算

根据勘查资料 and 设计要求，计算确定钻孔的深度，考虑地层厚度、目标层位和安全因素等。根据钻孔深度和施工进度，计算钻探的速度和工作时间，合理安排施工进度。

根据取芯工具和钻探方法，计算岩芯的采取率，评估岩芯样品的获取情况。对于需要导向钻探的情况，计算确定钻孔的导向角度，保证钻孔的准确导向。

### 4.4 钻探质量控制

在施工过程中进行现场监督和检查，确保施工符合设计要求和技术标准。对取得的岩芯样品进行质量检查，检查样品的完整性、连续性和代表性。对钻探过程中的各项数据进行及时、准确的记录，包括钻孔深度、取芯情况、地层岩性等。对钻孔施工和取样情况进行质量评估，发现问题及时进行调整和改进。完成钻孔施工后，进行钻孔质量的验收和评价，撰写施工报告，归档相关资料。

## 5 地质钻探技术在工程地质勘探中发展趋势

### 5.1 定位数字化

通过利用全球定位系统（GPS）等先进技术，实现钻孔位置的精确定位和数字化记录。这种趋势的发展使得钻孔位置信息更加准确、可靠，为工程设计和地质勘查提供了更精确的空间数据支持。定位数字化也有助于提高施工效率，降低定位误差，减少工程成本。

### 5.2 碎石高效化应用措施

采用液压碎石处理技术、优化钻孔清理与维护流程、选择合适的钻头等措施，提高碎石的处理效率和钻探的施工效率。碎石高效化应用措施能够有效减少施工中碎石带来的阻碍，提高钻探作业的顺利进行和施工质量，为工程地质勘探提供更加便利和高效的解决方案。

## 6 结语

地质钻探技术在工程地质勘探中的发展不断推动着工程建设和资源开发的进程。通过定位数字化、孔钻深度化和碎石高效化等技术趋势的引领，我们能够更准确、更深入地了解地下结构，为工程设计和施工提供可靠数据支持。随着科技的不断创新，地质钻探技术将继续发展，为人类探索地球奥秘、保护地球资源做出更大贡献。

### 参考文献：

- [1] 凡波. 物探方法和钻探方法相结合在工程地质勘查中的效果分析应用[J]. 智能城市, 2019, 5(9): 2.
- [2] 刘春国, 张洪顺, 王凤伟. 物探方法在工程地质勘查中的应用[J]. 2020.
- [3] 李俊杰, 田培胜. 钻探技术在工程地质勘探中的应用[J]. 石化技术, 2017, 24(12): 1.
- [4] 陶园, 墨彦荣, 贾文香. 物探方法和钻探方法在地质勘查中的应用探析[J]. 科技创新与应用, 2014(35): 1.
- [5] 王军. 分析地质工程勘查中钻探技术的方法及其应用效果[J]. 世界有色金属, 2018(8): 2.