

# 工程地质勘察原位测试勘探方法优化研究

胡 宏

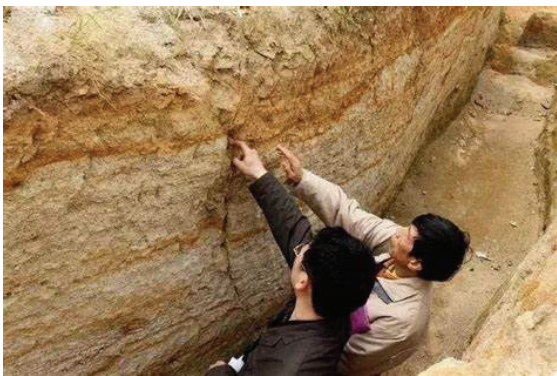
四川省第七地质大队 四川乐山 614000

**摘 要：**本文围绕工程地质勘察原位测试勘探方法优化展开研究，剖析现有技术应用现状与弊端，明确优化原则与目标。从技术创新、设备升级改造、数据处理智能化等方面提出系统优化路径，构建科学的效果评估体系。旨在通过方法优化，提升原位测试勘探的精准性、高效性与适用性，为工程地质勘察工作提供有力技术支撑。

**关键词：**工程地质勘察；原位测试；勘探方法；方法优化；效果评估

## 引言

工程地质勘察是工程建设全生命周期中不可或缺的基础环节，其勘察成果直接影响工程设计方案的合理性、施工过程的安全性以及工程建成后的稳定性。原位测试勘探方法凭借能够真实反映岩土体在天然应力状态和结构条件下物理力学性质的独特优势，在工程地质勘察领域占据重要地位。然而，随着基础设施建设规模不断扩大、地质条件日益复杂，传统原位测试勘探方法在测试效率、数据准确性、适用范围等方面逐渐显现出局限性。为适应现代工程建设对地质勘察的更高要求，深入开展原位测试勘探方法的优化研究，探索更先进、更高效的勘察技术手段，已成为推动工程地质勘察行业发展的必然趋势。



## 一、工程地质勘察原位测试现状

### （一）常用原位测试技术

工程地质勘察中，原位测试技术种类繁多。静力触探试验（CPT）通过探头压入土层测定参数，划分土层界限，初步评价地基土工程性质；标准贯入试验（SPT）利用穿心锤打入土中，根据锤击数判断土的密实度和力

学性质；十字板剪切试验（VST）针对饱和软黏土，测定土体不排水抗剪强度；旁压试验（PMT）通过加压使土体产生径向变形，确定土体的力学参数。



## （二）现有方法问题

尽管原位测试技术积累了丰富经验，但存在问题。技术上，部分方法对场地条件要求高，如静力触探试验在特定地层中难以贯入，影响数据真实性；标准贯入试验结果离散性大，数据可靠性需提高。设备方面，自动化水平低，操作繁琐，易引入误差，更新换代慢，难以满足需求。数据处理依赖人工分析，效率低，缺乏系统性，难以快速提取信息，为工程决策提供支持。

## 二、原位测试勘探方法优化原则与目标

### （一）优化原则

原位测试勘探方法的优化需遵循系统性、创新性、经济性和安全性相结合的原则。系统性原则要求从测试技术、设备、数据处理等多个方面进行综合优化，统筹考虑各环节之间的关联性，形成完整的优化体系；创新性原则鼓励引入新理论、新技术、新方法，推动原位测试技术的革新与发展；经济性原则强调在优化过程中，

合理控制成本，确保优化投入与产出效益相匹配，避免资源浪费；安全性原则将人员安全、设备安全和环境安全放在首位，优化后的测试方法和设备应具备完善的安全防护措施，保障测试工作安全有序开展。

## （二）优化目标

优化的核心目标是全面提升原位测试勘探方法的技术性能。在精度方面，通过改进测试技术和设备，减少测试误差，提高数据的准确性和可靠性，使测试结果更贴近岩土体的真实力学性质；在效率方面，借助自动化、智能化技术，缩短测试周期，提高数据采集和处理速度，满足工程建设对勘察时效性的要求；在适用性方面，拓展测试方法的应用范围，增强对不同地质条件、不同工程类型的适应性，为各类工程建设项目提供更全面、准确的地质勘察数据。

## 三、原位测试勘探方法优化路径

### （一）技术优化

#### 1. 新技术的融合与应用

信息技术与原位测试技术的整合是技术进步的核心。物联网技术的应用使得测试设备的远程监控和数据的实时传输成为现实，技术人员能够实时获取数据并据此调整测试参数。大数据技术通过历史数据的分析，构建更为精确的岩土参数预测模型。人工智能技术利用机器学习算法对数据处理进行优化，从而提升分析的准确性和效率。地理信息系统（GIS）技术与原位测试数据的结合，能够直观地展示岩土参数的空间分布，支持工程地质勘察成果的可视化和空间分析。

#### 2. 传统技术的改进与升级

针对传统原位测试技术的局限性，本研究进行了改进研究。在静力触探试验方面，开发了多功能探头并优化了结构设计，以提高测试的同步性和稳定性。在标准贯入试验方面，对锤击系统和测量装置进行了改进，并制定了严格的操作规范和校准标准，以提升结果的可比性和可靠性。十字板剪切试验通过改进剪切头的材质和形状，增强了其适用性，并引入了动态测量技术。旁压试验在结构和加压方式上进行了优化，以提高测量精度，缩短试验时间，从而提升效率。

### （二）设备优化

#### 1. 自动化设备研发

大力推进原位测试设备的自动化研发进程。设计全自动静力触探设备，实现探头的自动定位、自动贯入、数据自动采集与存储，减少人工干预，提高测试效率和

数据准确性；开发智能化标准贯入试验设备，具备自动计数、自动记录贯入深度、自动分析试验数据等功能，降低操作人员的劳动强度和人为误差。此外，研发自动化十字板剪切试验设备，能够根据土体性质自动调整剪切速率和扭矩，实时采集和处理试验数据；研制全自动旁压试验设备，实现旁压器的自动下放、充气加压、数据采集与分析的一体化操作，提高试验的自动化水平和测试精度。

#### 2. 专用设备开发

根据不同地质条件和工程需求，开发专用原位测试设备。针对深海工程勘察，研制适用于深海环境的高压力、高精度原位测试仪器，能够在数千米的深海中稳定工作，获取可靠的海底地质数据；为冻土地区工程建设，开发耐低温、抗冻胀的原位测试设备，确保在低温环境下准确测定冻土的物理力学性质。此外，针对城市地下空间开发、隧道工程等特殊工程领域，研发小型化、便携式的原位测试设备，便于在狭窄空间和复杂地形条件下开展勘察工作，提高设备的适用性和灵活性。

### （三）数据处理优化

#### 1. 数据处理平台构建

构建集成数据采集与可视化处理的原位测试数据平台。该平台采用先进的数据库技术，实现对大规模数据集的高效管理，并支持多格式数据的互操作性。通过应用数据挖掘与机器学习技术，对测试数据进行深入分析，实现岩土参数的自动识别，并构建参数与地质、工程属性之间的关联模型。该平台提供直观的数据可视化界面，以图表和三维模型的形式展示分析结果，辅助技术人员有效获取地质信息。此外，平台具备数据共享功能，有助于促进跨部门间的协作，从而提高数据利用效率。

#### 2. 数据分析方法创新

积极探索新的数据分析方法，提升数据处理的科学性和有效性。引入概率统计方法，对岩土参数进行概率分析，确定参数的概率分布特征和变异系数，为工程设计中的不确定性分析提供依据；运用数值模拟技术，结合原位测试数据，建立岩土体的数值分析模型，模拟工程建设过程中岩土体的力学响应，预测可能出现的地质问题，并提出相应的防治措施。此外，开展多源数据融合分析，将原位测试数据与钻探、物探、地质雷达等其他勘察数据进行综合分析，相互补充和验证，构建更全面、准确的工程地质模型，为工程设计和施工提供更可靠的地质依据。

#### 四、原位测试勘探方法优化效果评估

##### (一) 评估指标体系构建

建立一个科学合理的评估指标体系,是准确评价原位测试勘探方法优化效果的基础。该体系应包括技术性能、经济效益和社会效益三个主要方面。技术性能指标涵盖测试精度、效率、设备可靠性及方法适用性;经济效益指标包括成本降低率、勘察周期缩短比例、投资节约额;社会效益指标涉及工程质量提升、技术发展推动及环境保护影响。一级指标下分多个二级指标,形成全面系统的评估体系。

##### (二) 评估方法选择

综合采用定性评估与定量评估方法。定量评估通过数学模型和统计、运筹学方法量化各项指标,得出评估数值;定性评估则依赖行业专家的专业知识和经验,对方法的技术创新性、应用前景和社会影响力进行评价。结合定量和定性评估结果,全面、客观、准确地评估优化效果,为方法改进和推广提供依据。

#### 五、原位测试勘探方法优化的难点与对策

##### (一) 优化过程中的主要难点

原位测试方法优化面临技术融合难题,如传感器集成、数据接口兼容性问题,以及复杂地质条件下测试设备的可靠性和稳定性问题。设备研发方面,核心技术掌握在国外企业手中,国内研发能力弱,依赖进口零部件,研发成本高、周期长。数据处理领域,海量数据的存储、管理和分析要求高,现有技术难以满足需求,数据共享机制不完善,安全风险高。

##### (二) 应对难点的具体对策

为应对这些难点,需采取针对性措施。技术融合方面,加强产学研合作,突破技术瓶颈;建立行业技术标准,促进技术互联互通。设备研发领域,政府需加大支

持,设立研发基金,鼓励自主创新;加强国际合作,引进先进技术,提高研发水平;推动产业链协同发展,降低生产成本。数据处理方面,增加投入,开发高性能软件,提升处理能力;建立数据共享机制和安全管理制,采用加密技术等保障数据安全,促进数据开放共享和高效利用。

#### 结论

本文对工程地质勘察原位测试勘探方法的优化进行了全面深入的研究。通过分析现有方法的应用现状和存在问题,明确了优化的原则与目标,从技术、设备、数据处理等多个维度提出了系统的优化路径,并构建了科学合理的优化效果评估体系,同时探讨了优化过程中的难点及应对策略。优化后的原位测试勘探方法有望在测试精度、效率和适用性等方面实现显著提升,为工程地质勘察提供更准确、高效的技术手段,对保障工程建设质量、降低工程风险具有重要意义。然而,原位测试勘探方法的优化是一个长期的、持续的过程,随着工程建设需求的不断变化和技术的不断进步,仍需不断探索和创新,进一步完善优化方案,推动工程地质勘察技术向更高水平发展。

#### 参考文献

- [1] 刘晓雷.岩土工程地质勘察中的原位测试技术分析[J].大众标准化,2025,(02):31-33.
- [2] 孙显书.原位测试技术在工程地质勘察中的应用分析[J].冶金与材料,2024,44(09):181-183.
- [3] 焦秋霞.砂岩地区地基工程地质勘察技术研究[J].河南科技,2024,51(18):69-72.
- [4] 朱仁杰.工程地质勘察在某建筑项目场地评价中的应用[J].中国锰业,2024,42(04):129-136.