

# 地基基础工程检测技术探究

孔丽萍 张玮敏

湖北鼎力欣建设工程质量检测有限公司 湖北 武汉 430050

**摘要：**在建筑工程领域，地基基础作为建筑物的根基，其质量直接关乎整个工程的安全与稳定。本文聚焦地基基础工程检测技术展开探究。概述了其定义、分类及发展历程。论述了地基基础工程检测在保障工程质量安全、提供数据支撑、满足规范要求及降低维护成本等方面的重要性。随后阐述地基土物理力学性质、桩基、地基处理效果等关键检测技术，并介绍光纤传感、探地雷达、无人机与遥感等新型检测技术原理与应用。通过系统研究，为地基基础工程检测技术的合理应用与发展提供参考，助力提升建筑工程质量与安全性。

**关键词：**地基基础工程；检测重要性；检测关键技术

**引言：**地基基础工程具有隐蔽性，施工过程中的缺陷难以直接察觉，潜在风险较大。一旦出现问题，可能导致建筑出现不均匀沉降、结构开裂甚至坍塌等严重后果。地基基础工程检测技术通过专业手段和设备，对地基基础各项性能指标进行测试与分析，为工程设计、施工提供数据支持。

## 1 地基基础工程检测技术概述

地基基础工程检测技术，是指在建筑工程施工过程中，运用专业的技术手段和设备，对地基基础的各项性能指标进行测试、监测与分析，以确保地基基础的安全性、稳定性与可靠性的技术体系。其核心目的在于通过对地基土物理力学性质、桩基质量、地基处理效果等方面的检测，为工程设计、施工提供准确的数据支持，避免因地基基础问题引发工程事故，保障建筑物的正常使用和使用寿命。依据检测对象和检测目的的不同，地基基础工程检测技术具有多种分类方式。按检测对象可分为地基土检测、桩基检测和地基处理效果检测；按检测方法可分为原位测试技术、室内试验技术和无损检测技术等。不同的分类方式有助于在实际工程中，根据具体需求快速匹配合适的检测技术，提高检测效率和准确性。在发展历程方面，早期地基基础工程检测技术多依赖于经验判断和简单的工具测量，准确性和可靠性较低。随着建筑行业的发展以及材料科学、电子技术、计算机技术的进步，检测技术不断革新<sup>[1]</sup>。如今，地基基础工程检测技术已形成较为完善的体系，不仅在传统检测方法上不断优化，如静载试验设备的自动化程度提升，而且涌现出诸多新型检测技术，像光纤传感技术、探地雷达技术等，这些技术在检测精度、实时性和自动化程度上都有显著提高。

## 2 地基基础工程检测的重要性

地基基础工程检测通过科学的技术手段和严谨的流

程，对地基基础的各项性能进行评估，在建筑工程中发挥着以下作用：（1）保障工程质量与安全。由于地基基础隐蔽性强，施工过程中的缺陷难以直接观察，若存在质量问题，可能在建筑使用过程中逐渐显现，引发不均匀沉降、结构开裂甚至坍塌等严重事故。通过全面的检测，如桩基完整性检测、地基承载力检测等，能够及时发现潜在隐患，确保地基基础满足设计要求，为建筑构筑坚实的安全屏障。（2）检测工作为工程设计与施工提供精准的数据支撑。在设计阶段，通过地基土物理力学性质检测，获取土的密度、含水量、压缩性等指标，帮助工程师准确评估地基承载能力，合理选择基础形式和设计参数。在施工过程中，实时检测如地基处理效果检测，能及时反馈施工质量，指导施工人员调整施工工艺。（3）地基基础工程检测是满足规范标准与验收要求的必要环节。建筑行业有着严格的规范和标准，地基基础作为关键分项工程，必须通过检测验证其质量符合规定。检测报告是工程验收的重要依据，只有检测结果合格，工程才能进入下一阶段施工或完成竣工验收。若忽视检测，可能导致工程无法通过验收，造成工期延误和经济损失。（4）降低建筑全生命周期的维护成本。早期发现并处理地基基础的细微问题，比后期大规模修复更为经济高效。通过定期检测和长期监测，如利用光纤传感技术对地基沉降进行实时监测，可及时掌握地基基础的性能变化，在问题萌芽阶段采取措施，避免小问题演变成大故障，从而减少后期维护和修缮费用，提升建筑的经济效益和使用寿命<sup>[2]</sup>。

## 3 地基基础工程的关键检测技术

### 3.1 地基土物理力学性质检测技术

#### 3.1.1 土的密度、含水量检测方法

土的密度和含水量对土的工程特性有着显著影响，

其检测方法如下：（1）环刀法。具体操作流程是将特定体积的环刀垂直切入土样中，确保土样能够完整地填充环刀，随后取出环刀并称重，通过计算土样的质量与环刀体积的比值，即可得到土的密度。环刀法仅适用于细粒土，对于粗粒土，灌砂法更为合适。（2）灌砂法。原理是利用标准砂的已知密度，通过精确测定试洞内砂的质量来计算试洞体积，进而得出土的密度。在实际工程中，灌砂法常用于测定路基、堤坝等粗粒土的密度，其测量结果较为准确可靠。（3）烘干法。测定土含水量的经典方法，被广泛应用于各类工程检测中。该方法是将土样放入烘箱，在105-110℃的温度下烘干至恒重状态，通过计算烘干前后土样质量的差值，从而得出土中水分的含量。（4）快速测定法。在实际工程中有一定的应用，如酒精燃烧法，它利用酒精燃烧产生的热量快速蒸发土中水分，能在短时间内获得含水量数据，特别适用于施工现场的快速检测。但由于酒精燃烧过程难以精确控制，可能导致部分有机质燃烧，从而使检测结果的精度相对较低。

### 3.1.2 土的压缩性与抗剪强度检测技术

土的压缩性是评估地基土变形特性的关键指标，其主要通过室内压缩试验进行测定。在试验过程中，将土样置于压缩仪内，然后逐级施加竖向压力，同时详细记录土样在不同压力作用下的变形量，根据这些数据绘制出压缩曲线，进而得到压缩系数、压缩模量等重要指标，以此来全面评估地基土的压缩特性。现场载荷试验是在地基表面逐级施加荷载，并持续观测地基的沉降情况，通过分析沉降数据，能够直观地反映地基土在实际受力状态下的压缩性能。现场载荷试验的结果更贴近实际工程情况，但试验成本较高且周期较长。

测定土抗剪强度的常用方法有直剪试验和三轴压缩试验。（1）直剪试验。是将土样放置于直剪仪中，先施加垂直压力，随后沿剪切面施加水平剪力，通过测定土样在不同垂直压力下的抗剪强度，进而计算出土的粘聚力和内摩擦角。（2）三轴压缩试验。是模拟土体在三向应力状态下的真实受力情况，通过对圆柱形土样施加围压和轴向压力，测定土样破坏时的应力状态。

## 3.2 桩基检测技术

### 3.2.1 桩基完整性检测方法

桩基完整性检测方法包含以下两种：（1）低应变法。是基于应力波理论的一种桩基完整性检测方法。在检测时，通过在桩顶施加一个小的激振力，使桩身产生应力波并沿桩身向下传播。当应力波遇到桩身缺陷或桩底时，会产生反射波，安装在桩顶的传感器接收反射波

信号后，专业人员通过分析其波形、频率等特征，判断桩身完整性。该方法操作简单、检测速度快，能够快速筛查出桩身的明显缺陷，在大量桩基的初步检测中应用广泛。但低应变法对微小缺陷的识别能力有限，并且检测结果受桩长、桩径、桩身材料等多种因素影响较大。

（2）声波透射法。是在灌注桩施工过程中预埋声测管，检测时将发射和接收换能器分别置于声测管中，通过发射声波并接收穿过桩身混凝土后的信号，依据声波的声时、波幅、频率等参数判断桩身混凝土的密实度和完整性<sup>[3]</sup>。该方法检测范围广、精度高，能够准确检测出桩身内部的缺陷位置和程度，尤其适用于大直径灌注桩。在一些大型桥梁、高层建筑的桩基检测中，声波透射法发挥了重要作用。

### 3.2.2 桩基承载力检测技术

桩基承载力检测技术主要包含以下静载试验、高应变法等。（1）静载试验。其原理是通过在桩顶逐级施加竖向荷载，同时持续观测桩顶的沉降随时间的变化情况，当桩顶沉降达到一定标准时，即可确定桩基的极限承载力。静载试验的结果直观、准确，能够真实反映桩基在实际受力情况下的承载性能。但该方法试验周期长，通常一根桩的试验需要数天甚至数周时间；成本高，需要大量的加载设备和人力；并且受场地条件限制较大，对于一些场地狭小或地质条件复杂的区域，实施难度较大。因此，静载试验通常适用于重要工程的桩基检测，如核电站、超高层建筑等。（2）高应变法。利用重锤冲击桩顶，使桩-土体系产生足够的位移和速度，通过安装在桩顶的传感器采集桩顶的力和速度信号，然后运用波动方程分析桩身的动阻力和动位移，进而估算桩基的极限承载力和判断桩身完整性。该方法检测效率高，能够在较短时间内对多根桩进行检测，大大缩短了检测周期。

## 3.3 地基处理效果检测技术

### 3.3.1 换填垫层法处理效果检测

换填垫层法其原理是将基础底面以下一定范围内的软弱土层挖除，然后换填强度较高、压缩性较低的材料，如砂石、灰土等。对换填垫层法处理效果的检测主要集中在垫层压实度和承载力两个方面。压实度检测常采用环刀法、灌砂法等，与地基土密度检测原理类似，通过测定垫层材料的干密度与最大干密度的比值，判断垫层的压实程度。只有当压实度达到设计要求时，才能保证垫层具有足够的强度和稳定性。承载力检测可采用静力载荷试验，在垫层表面逐级施加荷载，观测其沉降变形情况，根据沉降数据确定垫层的承载力特征值，以

此判断垫层是否满足设计要求。

### 3.3.2 强夯法、振冲法等处理效果检测手段

强夯法是通过重锤从高处自由落下，对地基土进行强力夯实，以提高地基土的密实度和承载力。在检测强夯处理效果时，常采用标准贯入试验、动力触探试验等原位测试方法。标准贯入试验是将一定规格的标准贯入器以规定的落距打入土中，根据打入土中的贯入击数来判断地基土的密实度和强度是否达到设计要求。动力触探试验则是利用一定的落锤能量，将一定规格的探头打入土中，根据贯入阻力大小来评价地基土的性质。还可通过静载试验检测地基的承载力，全面评估强夯处理后的地基性能。振冲法是利用振冲器的振动和水冲作用成孔，然后填入碎石等材料，形成振冲桩复合地基。其处理效果检测主要包括对桩体密实度、桩间土加固效果以及复合地基承载力的检测。采用重型动力触探检测桩体的密实度，通过对比桩体不同深度的贯入击数，判断桩体的均匀性和密实程度。通过静力载荷试验检测复合地基的承载力，同时对比处理前后桩间土的物理力学指标，如压缩模量、抗剪强度等，评估桩间土的加固效果。

## 3.4 新型检测技术

### 3.4.1 光纤传感技术

光纤传感技术基于光的传播特性，将光纤作为传感元件，具有灵敏度高、抗电磁干扰能力强、可实现长距离监测等诸多优点。当外界环境发生变化时，如温度、应变等，会引起光纤中光的强度、波长、相位等参数发生变化，通过精密的检测设备检测这些变化，即可实现对地基基础的实时监测。在地基沉降监测中，分布式光纤传感技术可沿光纤长度方向连续获取应变信息，能够实现对地基沉降的高精度、分布式监测，及时发现地基的不均匀沉降情况。在桩基监测中，通过在桩身内埋设光纤传感器，可实时监测桩身的应变分布，准确判断桩身受力状态和完整性。

### 3.4.2 探地雷达技术

探地雷达利用高频电磁波在介质中的传播和反射特性，对地下介质的结构和分布进行探测。当电磁波遇到不同介质的界面时，会发生反射和透射，通过接收反射波信号，分析其波形、频率等特征，可确定地下空洞、

松散层、地下管线等目标体的位置和形态。在地基检测中，探地雷达能够快速检测地基土的分层情况、地下障碍物分布，为地基基础设计和施工提供重要信息。但探地雷达技术也存在一定的局限性，其检测深度有限，一般在数米到数十米之间，并且检测结果受地下介质电磁特性影响较大，在一些含水量高、导电性强的介质中，检测效果会受到明显影响。

### 3.4.3 无人机与遥感技术

无人机搭载高清摄像头、激光雷达等设备，可对地基基础工程进行大范围、高分辨率的监测。通过无人机航拍，能够快速获取地基施工现场的全景图像，实时掌握施工进度和质量，及时发现施工过程中的问题并进行整改<sup>[4]</sup>。利用激光雷达技术，可生成高精度的地形模型，详细分析地基的地形地貌变化，为地基基础设计提供准确的数据支持。遥感技术通过卫星或飞机搭载的传感器，获取地表的光谱信息，可用于大面积的地基稳定性监测。

结束语：地基基础工程检测技术是保障建筑工程质量与安全的关键环节。从传统检测技术到新型检测技术，不断发展和完善的检测手段为地基基础工程提供了全方位、多层次的检测保障。通过对地基土物理力学性质、桩基、地基处理效果等关键内容的检测，可及时发现潜在问题，为工程设计与施工提供精准依据，满足规范标准与验收要求，降低建筑全生命周期维护成本。新型检测技术如光纤传感、探地雷达、无人机与遥感等的应用，进一步提升了检测的精度、实时性和自动化程度。

## 参考文献

- [1]李宏昌.现代建筑工程的地基基础检测技术要点探究[J].建筑与装饰,2023(13):175-177.
- [2]肖华贵.探究建筑工程地基基础检测技术要点[J].汽车博览,2023(35):238-240.
- [3]杨世勤.建筑工程地基基础检测技术要点及优化措施探究[J].建材与装饰,2021,17(19):64-65.
- [4]陈育介.关于建筑工程地基基础检测的常见问题及其关键技术探究[J].建筑工程技术与设计,2020(19):366-367.