

岩土工程特性对地基基础检测技术的影响研究

田乾乾 付雨晨

江苏亚道建设工程检测有限公司 江苏 南京 210046

摘要：随着土木工程建设规模与复杂性的不断提升，地基基础作为工程的“根基”，其质量检测至关重要。本文深入探究岩土工程特性对地基基础检测技术的影响。系统分析岩土物理力学性质、区域性与不均匀性及地下水作用等特性，全面介绍静载试验法、动力测试法等常见地基基础检测技术。在此基础上，详细剖析岩土工程特性在采样、检测方法选择、设备精度及数据处理分析等方面产生的影响，并针对软土地基、岩石地基和复杂地质条件，提出检测技术优化策略，旨在为地基基础检测工作的科学开展、精准评估提供理论依据与实践指导。

关键词：岩土工程特性；地基基础检测技术；影响研究

引言：在现代工程建设中，地基基础作为建筑物稳定的根基，其质量直接关乎工程安全与寿命。岩土工程特性复杂多变，不同区域岩土的物理力学性质、分布规律存在显著差异，地下水的动态变化也会改变地基基础的工作性能。地基基础检测技术是保障工程质量的关键环节，但岩土工程特性的多样性为检测工作带来诸多挑战。深入研究岩土工程特性对地基基础检测技术的影响，优化检测方法与策略，对提高检测结果可靠性、确保工程建设顺利推进、降低潜在风险具有不可忽视的意义。

1 岩土工程特性分析

1.1 岩土的物理力学性质

岩土的物理力学性质是其核心工程特性。物理性质上，含水量、孔隙比等指标直接影响岩土状态，例如黏土含水量高时呈现流塑状态，强度低且易变形；砂土孔隙比大，透水性强，在振动荷载下可能发生液化。力学性质方面，抗剪强度决定岩土抵抗剪切破坏的能力，抗剪强度低的岩土易出现滑坡、地基失稳等问题；压缩性则影响地基沉降，高压缩性岩土会导致建筑物产生过大沉降。这些性质相互关联，共同决定了岩土在地基基础工程中的表现与承载能力^[1]。

1.2 岩土的区域性与不均匀性

受地质历史、气候和沉积环境差异影响，岩土具有显著的区域性与不均匀性。不同地域的岩土特性大相径庭，山区岩石风化严重、裂隙发育，地基稳定性受岩体破碎程度制约；平原地区土层多为河流冲积形成，颗粒分布、土层厚度不均。即使在同一区域，岩土体内部也常存在夹层、透镜体等特殊结构，导致地基承载能力和变形特性在水平与垂直方向上均存在差异。这种特性要求地基基础检测必须充分考虑地域特点与局部变化，以获取准确可靠的检测结果。

1.3 地下水的作用

地下水对岩土工程特性影响深远。它能改变岩土物理状态，增加含水量使黏性土软化、强度降低；其渗流作用可能引发流砂、管涌等灾害，破坏地基稳定性。地下水位升降同样影响巨大，水位上升会减小岩土体有效应力，导致地基承载力下降、建筑物上浮；水位下降则可能引发地面沉降，使地基产生附加沉降。此外，地下水的化学成分还可能腐蚀基础材料，缩短建筑物使用寿命。因此，在地基基础检测与工程设计中，必须充分考量地下水的动态作用。

2 常见地基基础检测技术

2.1 静载试验法

静载试验法是通过在地基基础上逐级施加竖向荷载，并持续观测其沉降变形，以此确定地基承载力和变形特性的经典检测方法。试验时，需在待测基础上方搭建稳固的加载平台，借助堆载重物、锚桩反力等方式施加荷载，同时利用高精度位移传感器、压力传感器等设备，实时记录不同荷载等级下地基的沉降数据。该方法检测结果直观且准确性高，是评定地基承载力的权威手段，常用于大型、重要建筑物或地质条件复杂区域的地基检测。然而，静载试验法存在检测周期长、成本高昂的弊端，且对场地条件要求严苛，对于深层地基检测也存在局限性。

2.2 动力测试法

动力测试法基于应力波在岩土体中的传播理论，通过激发岩土体产生弹性波，分析波的传播速度、衰减规律等信息，实现对地基基础完整性、承载力及密度等参数的检测。其中，低应变法主要用于检测桩基完整性，通过锤击桩顶产生应力波，依据反射波信号特征判断桩身是否存在缩颈、断裂等缺陷；高应变法则可同时

评估桩基承载力和完整性。该技术操作简便、检测效率高,能快速获取大量数据。但动力测试法的检测结果受岩土体特性影响显著,对检测人员的专业经验和数据分析能力要求较高,且存在结果解释多解性的问题。

2.3 声波透射法

声波透射法是在桩身内预先埋设声测管,通过发射和接收声波,分析声波在混凝土介质中的传播参数(如声时、波幅、频率等),进而判断桩身混凝土完整性和缺陷情况的检测技术。检测过程中,将发射换能器和接收换能器分别置于不同声测管内,并沿桩身同步移动,采集各测点的声波数据。该方法能全面检测桩身内部质量,对缺陷定位精准,尤其适用于大直径灌注桩的完整性检测。不过,声波透射法需提前预埋声测管,增加了施工成本与复杂性,且不适用于无预埋声测管或桩身截面不规则的桩基检测。

2.4 钻探取样检测法

钻探取样检测法是借助钻机在地基岩土体中钻孔,采集岩土样品,并通过室内试验分析其物理力学性质,从而为地基基础设计和施工提供依据的重要检测手段。在钻探过程中,需根据岩土类型、工程要求选择合适的钻探设备和取样方法,确保获取具有代表性和完整性的样品。采集后的样品在实验室进行含水量、密度、压缩性、抗剪强度等试验,获取详细的岩土参数。该方法能直接获取岩土样品,提供丰富准确的岩土特性数据,但钻探工作对场地条件有一定要求,检测周期较长、成本较高,且取样过程中样品易受扰动,影响试验结果的准确性。

2.5 电阻率法检测

电阻率法检测利用不同岩土体具有不同电阻率的特性,通过在地面或钻孔中布置电极,向地下施加电流并测量不同位置的电位差,计算出岩土体的电阻率分布,进而推断地下岩土体的结构、成分和含水状态等信息。该方法能够快速获取大面积的地质信息,对探测地下空洞、软弱夹层、地下水分布等异常情况具有良好效果,尤其适用于大面积初步勘察。但电阻率法检测结果受地下水矿化度、电极布置方式等因素影响较大,存在解释结果多解性的问题,常需结合其他检测方法进行综合分析,且对检测人员的专业水平要求较高。

3 岩土工程特性对地基基础检测技术的影响

3.1 对采样的影响

岩土的物理力学性质、区域性与不均匀性以及地下水作用,均会对采样工作产生显著影响。从物理力学性质来看,高压缩性的软土在采样过程中极易发生变形,

传统的取土器难以获取保持原状结构的样品,导致室内试验结果与实际岩土特性存在偏差;而坚硬的岩石地基,普通采样设备难以钻进,需要采用特殊的岩芯钻探设备,且在钻取和运输过程中,岩芯易因碰撞破碎,影响样品完整性。岩土的区域性与不均匀性使得采样点的布置充满挑战。在地质条件复杂、岩土性质差异大的区域,若采样点分布不合理,所取样品无法代表整体地基特性,可能导致检测结果失真。例如,在存在夹层或透镜体的地层中,若未准确探测其位置并针对性采样,会遗漏关键地质信息。地下水的存在也干扰采样工作。地下水位高、渗透性强的区域,钻孔易出现塌孔、缩径现象,阻碍采样进程;地下水还可能渗入样品,改变其含水量和物理状态,使基于样品检测得到的岩土参数失去真实性^[2]。

3.2 对检测方法选择的影响

不同的岩土工程特性决定了适用的地基基础检测方法各不相同。对于软土地基,因其抗剪强度低、压缩性高,静载试验法虽能准确测定承载力,但加载过程中地基易产生过大沉降,甚至破坏,且检测周期长,成本高昂;此时,动力测试法中的高应变法可快速评估桩基承载力,但由于软土对弹性波的吸收和散射作用强,信号易衰减,需结合其他方法辅助判断。在岩石地基检测中,声波透射法受岩石完整性和各向异性影响较大,若岩体裂隙发育,声波传播路径复杂,会导致声速、波幅等参数异常,影响对桩身质量的判断;而钻探取样检测法能直接获取岩石样品,但受岩石坚硬程度限制,钻探效率低。面对岩土的区域性与不均匀性,单一检测方法往往难以全面反映地基特性,需要综合运用多种方法。例如,在土层分布不均的区域,先用电阻率法检测地下岩土体结构分布,再结合钻探取样检测法获取岩土参数,最后用静载试验法验证关键部位承载力,从而确保检测结果的可靠性。

3.3 对检测设备精度的影响

岩土工程特性会影响检测设备的测量精度和工作性能。岩土的物理力学性质直接作用于检测设备,在高含水量、高塑性的软土中,静力触探设备的探头在贯入过程中受到的阻力不稳定,导致比贯入阻力、锥尖阻力等参数测量误差增大;在密实砂土中,动力测试设备的传感器易因高频振动产生偏移或损坏,影响弹性波信号采集的准确性。地下水对检测设备的影响也不容忽视。长期处于地下水环境中的检测设备,金属部件易被腐蚀,影响设备的机械性能和电子元件的稳定性;地下水位的升降还可能改变设备的工作环境,如水位上升淹没电阻

率法检测的电极,会改变电极与岩土体的接触状态,导致测量的电阻率数据失真。此外,岩土的区域性与不均匀性会使检测设备在不同位置面临不同的工作条件。在岩石硬度差异大的区域,钻探设备的钻头磨损程度不一,影响钻孔速度和深度控制精度;在存在孤石等特殊地质体的地层中,声波透射法的换能器可能因局部介质突变,接收到异常声波信号,干扰对桩身完整性的判断。

3.4 对数据处理与分析的影响

岩土工程特性的复杂性给数据处理与分析带来诸多难题。由于岩土的物理力学性质存在变异性,同一检测方法在不同位置获取的数据可能波动较大,如在不均匀的土层中进行静载试验,各测点的沉降-荷载曲线差异明显,若采用统一的数据分析模型,会掩盖地基的真实性。岩土的区域性与不均匀性使得数据具有空间变异性。在对检测数据进行统计分析时,不能简单地将不同区域的数据等同处理,需要考虑岩土参数的空间相关性,运用地质统计学等方法进行插值和估值。例如,在绘制岩土力学参数等值线图时,若不考虑区域差异,可能得出错误的地基特性分布结论。地下水的动态变化也增加了数据处理与分析的难度。地下水位的升降会改变岩土的物理状态和力学性质,导致检测数据随时间变化。以电阻率法检测为例,地下水位上升使岩土体含水量增加,电阻率降低,若不结合地下水位变化情况分析数据,可能误判地下岩土体结构。此外,地下水化学成分对检测数据的干扰,也要求在数据处理时进行修正和校准,以提高分析结果的准确性。

4 对不同岩土特性的检测技术优化策略

4.1 针对软土地基

针对软土地基高压缩性、抗剪强度低的特性,优化检测技术需多管齐下。在检测方法上,优先采用静力触探与十字板剪切试验相结合的方式,前者可快速获取土层力学参数,后者能准确测定软土原位抗剪强度;同时,运用低应变法检测桩基完整性时,增加信号滤波处理环节,减少软土对弹性波信号的干扰。设备方面,选用带有保压装置的取土器,降低软土样品变形程度,确保室内试验数据可靠。数据处理时,引入概率统计方法,对离散性大的数据进行加权分析,综合考虑软土的空间变异性,提高检测结果的准确性。

4.2 针对岩石地基

岩石地基检测技术优化着重于克服岩石坚硬、完整性差异大的难题。检测方法上,将声波透射法与钻孔电视成像技术结合,通过声波透射法初步判断桩身完整性,利用钻孔电视成像直观观察岩体裂隙和缺陷;对于硬质岩石,采用金刚石钻头增强钻探取样效率与样品质量。设备优化方面,为声波检测设备配备高灵敏度换能器,提高信号采集精度;在钻探设备中加装压力监测装置,实时调整钻进参数。数据处理时,基于岩石力学理论建立分析模型,结合岩体结构面特征,对声波速度等参数进行修正,准确评估岩石地基性能。

4.3 针对复杂地质条件

面对复杂地质条件,需构建综合检测技术体系。首先,利用地球物理勘探技术,如地质雷达、高密度电法进行大面积扫面,快速识别不良地质体位置与分布;再采用钻探取样与原位测试相结合,获取详细岩土参数。检测设备根据不同地质体特性灵活配置,在岩溶地区,配备测斜仪监测钻孔轨迹,防止卡钻;在富水砂层,使用套管护壁设备保障钻探安全。数据处理时,建立三维地质模型,整合多源检测数据,运用大数据分析和人工智能算法,挖掘数据潜在关联,全面、精准地评价复杂地质条件下的地基基础状况^[3]。

结束语

综上所述,岩土工程特性与地基基础检测技术紧密相连。其物理力学性质、区域性差异及地下水作用,从采样、方法选择到设备精度、数据处理,全方位影响检测工作。基于此提出的优化策略,为不同岩土条件下的检测提供了方向。未来,随着工程建设规模扩大与地质条件复杂化,持续深入研究二者关系,创新检测技术,完善优化策略,将是保障地基基础安全、推动岩土工程领域发展的关键所在。

参考文献

- [1]武领军,袁鹏举.岩土工程地基基础检测技术研究[J].中外企业家,2021(1):199.
- [2]韩军.岩土工程地基基础检测技术研究[J].商品与质量,2021(44):104-105.
- [3]高承成,徐莉华.岩土工程地基基础检测技术[J].城市建设理论研究(电子版),2021(07):89-90.