

建筑工程地基基础岩土试验检测技术应用

张小才 李锐邦

云南省曲靖市麒麟区质监站 云南 曲靖 655000

摘要：众所周知，建筑工程地基基础的稳定性直接决定着整体结构的安全与耐久性，而岩土试验检测技术作为地基基础工程质量控制的核心手段，其应用科学性与准确性至关重要。然而，在实际工程中，由于岩土性质的复杂性和不确定性，试验检测技术的应用面临诸多挑战。基于此，本文系统梳理了建筑工程地基基础岩土试验检测技术的分类体系，深入分析了原位测试、室内试验及无损检测等技术的原理、适用条件与工程应用要点。最后，提出了其应用策略。为建筑工程地基基础的设计、施工与运维提供理论与实践参考。

关键词：建筑工程地基基础；岩土试验检测技术；应用

引言：在建筑工程领域，地基基础作为承载上部结构的关键环节，其岩土体的物理力学性质影响着工程的安全性与可靠性。据统计，超过30%的建筑工程质量事故源于地基基础岩土性能的勘察与检测误差。岩土试验检测技术利用科学手段获取岩土体的强度、变形、渗透性等关键参数，为地基基础设计提供数据支撑，同时施工过程中实现质量动态监控。随着高层建筑、复杂地质条件下工程建设的增多，传统检测技术面临着精度不足、效率低下等挑战，亟需对检测技术体系进行系统性研究，以适应现代工程建设的需求。

1 地基基础岩土试验检测技术分类与原理

1.1 原位测试技术

1.1.1 静力触探试验（CPT）

静力触探试验通过机械或液压装置将探头匀速压入土层，以此测定探头的比贯入阻力、锥尖阻力及侧壁摩阻力等参数。其工作原理基于探头与土层的相互作用，当探头压入时，土层的抗剪强度与压缩性会反映在阻力数值上。该技术适用于软土、黏性土、粉土及砂土地层，具有测试效率高、数据连续的特点，可用于划分土层界面、估算地基承载力及确定单桩承载力等。

1.1.2 动力触探试验（DPT）

动力触探以一定质量的重锤从规定高度自由落下，将探头打入土层，之后根据打入难度判断土层性质。其技术原理基于动能转化为土层的塑性变形能，通过贯入度（每击入30cm的锤击数）反映土层的密实度与强度。动力触探分为轻型、重型和超重型，分别适用于不同硬度的土层。对于填土地基检测而言，动力触探可有效评估填土的均匀性与密实度，如某工业园区填土地基处理工程中，采用重型动力触探对强夯后的地基进行检测，通过锤击数分布判断强夯加固效果。

1.1.3 载荷试验（PLT）

载荷试验是在现场模拟建筑物基础的受力状态，利用逐级施加荷载并测量地基土的沉降量的方式，来确定地基承载力特征值与变形参数^[1]。该试验遵循弹性力学原理，将荷载板下的土体视为半无限弹性体，通过沉降-荷载曲线分析土体的应力-应变关系。载荷试验分为浅层平板载荷试验与深层平板载荷试验，前者适用于地表下浅层土层，后者可用于深部土层或桩基检测。

1.2 室内试验技术

1.2.1 土工常规试验

土工常规试验包括含水率、密度、比重、颗粒分析及液塑限试验等，是岩土工程最基础的检测项目。含水率试验采用烘干法，通过测量试样烘干前后的质量差计算含水率；颗粒分析试验则利用筛分法与密度计法，确定土颗粒的级配组成。试验可为岩土分类与工程性质初步评估提供依据，如在杭州某地铁工程中，应用颗粒分析确定了地层的砂土类型，从而为盾构施工参数设置提供了参考。

1.2.2 土的抗剪强度试验

抗剪强度试验通过直接剪切仪、三轴压缩仪等设备，测定土体在剪切力作用下的强度特性。直接剪切试验操作简便，适用于测定土的黏聚力与内摩擦角；三轴压缩试验则能更真实地模拟土体的三维应力状态，获取更精确的抗剪强度参数。在深基坑支护设计中，土的抗剪强度参数是计算边坡稳定性与支护结构受力的关键，某市高层建筑深基坑工程中，通过三轴试验获取的黏聚力与内摩擦角参数，确保了排桩支护设计的安全性。

1.2.3 岩石力学试验

岩石力学试验针对岩石地基或桩基持力层，包括单轴抗压强度试验、抗剪强度试验及弹性模量测试等。其

中,单轴抗压强度试验通过压力机对岩石试样施加轴向压力,测定岩石的抗压强度;抗剪强度试验则采用直剪仪或三轴仪,确定岩石的抗剪参数。

1.3 无损检测技术

1.3.1 地质雷达检测(GPR)

地质雷达利用高频电磁脉冲波在介质中的传播特性,通过接收反射波信号探测地下介质分布^[2]。当电磁波遇到不同介电常数的界面时会发生反射,根据反射波的时间、振幅及相位等特征,可准确推断出地层界面、空洞、裂隙等异常体的位置。该技术适用于浅部地层的快速检测,如公路路基隐患排查、地下管线定位等。

1.3.2 声波检测技术

声波检测包括超声波检测与地震波检测,通过测量声波在岩土体中的传播速度与波形特征,来评估岩土体的完整性与力学性质。超声波检测常用于混凝土桩基完整性检测,通过预埋声测管,发射与接收超声波,根据波速与波幅变化判断桩身是否存在缺陷;地震波检测则利用人工激发的地震波,通过折射与反射原理探测深部地层结构。

1.3.3 电阻率法检测

电阻率法基于岩土体的导电性差异,通过测量地下电流场的分布特征,推断地层岩性、地下水分布及不良地质体。该方法分为剖面法与测深法,剖面法用于探测水平方向的电性差异,测深法用于垂向地层电性变化。在沿海地区咸淡水界面探测中,电阻率法可有效划分咸淡水边界,为地基基础抗腐蚀设计提供依据,如某市滨海新区工程中,采用电阻率法确定了海水入侵范围,指导了基础混凝土抗渗等级的选择。

2 岩土试验检测技术的工程应用要点

2.1 检测技术的选择原则

2.1.1 地质条件适应性

不同地质条件下需选择针对性的检测技术。在软土地层中,静力触探与十字板剪切试验能有效获取土体强度参数;而在岩石地层中,需采用岩石力学试验与载荷试验评估地基承载力。

2.1.2 工程需求匹配性

根据工程类型与设计的要求选择检测技术。高层建筑地基需重点关注承载力与变形参数,宜采用载荷试验与静力触探;而边坡工程则更关注岩土体的抗剪强度,则需采用原位剪切试验或室内抗剪强度试验。

2.1.3 技术经济性平衡

在满足工程要求的前提下,需考虑检测技术的成本与效率^[3]。动力触探与静力触探相比,设备简单、成本较

低,适用于大面积地基初步检测;而载荷试验精度高但成本也高,适用于关键部位的验证检测。

2.2 检测数据的可靠性控制

2.2.1 试样采集与制备规范

室内试验的准确性依赖于试样的代表性。采用薄壁取土器获取原状土样,避免取样过程中的扰动;岩石试样需满足尺寸与加工精度要求,如直径50mm、高度100mm的标准圆柱体试样。在取样过程中,需准确记录试样的深度、地层名称等信息,确保数据可追溯。

2.2.2 检测设备的校准与维护

定期对检测设备进行校准,如静力触探仪的探头标定、压力机的力值校准等。建立设备台账,记录校准日期、校准结果及下次校准时间,确保设备性能符合规范要求。在某市超高层建筑地基检测中,对载荷试验的千斤顶与位移传感器进行了严格校准,保证了承载力测试数据的准确性。

2.2.3 检测过程的质量控制

制定详细的检测方案,明确检测步骤与技术要求。现场检测人员需持证上岗,严格按照操作规程进行作业。如,动力触探试验中,控制落锤的自由下落高度与贯入速率,避免人为因素对锤击数的影响;室内试验中,控制试验环境的温度与湿度,确保试验条件符合标准要求。

2.3 检测结果的分析与应用

2.3.1 岩土参数的统计与修正

对检测数据进行统计分析,剔除异常值,采用数理统计方法计算参数的平均值、标准差及变异系数。根据工程经验与地质条件,对检测参数进行合理修正,如考虑基础尺寸效应与深度效应对地基承载力的影响。

2.3.2 检测结果与设计参数的对比

将检测结果与设计采用的岩土参数进行对比,若存在显著差异,需分析原因并提出处理措施。如某工程中,载荷试验确定的地基承载力低于设计值,通过补充勘察发现局部存在软弱夹层,及时调整了基础设计方案,避免了工程隐患。

2.3.3 检测成果对施工的指导

根据检测结果,优化施工工艺与参数。如通过超前地质预报检测,发现隧道开挖面前方存在富水断层,及时调整了开挖方法与支护措施,确保了施工安全;在地基处理工程中,根据检测反馈的加固效果,调整施工机械的工作参数,提高地基处理质量。

3 岩土试验检测技术应用的策略

3.1 提升检测人员专业能力

在岩土试验检测领域,检测人员的专业素养是确保检测数据准确性与可靠性的核心要素。加强对检测人员的专业培训,需构建多层次、多元化的培训体系。首先,针对新入职人员,应开展基础理论与实操技能的系统培训,内容涵盖岩土力学基本原理、土工试验标准流程、检测设备操作规范等基础课程,使其快速掌握行业基础知识与基础技能。对于在职人员,定期组织高级业务学习,邀请行业专家围绕前沿检测技术、复杂地质条件下的检测要点等内容开展讲座与研讨,促进知识更新与技术提升^[4]。在此基础上,建立常态化技能考核机制,考核内容不仅包括理论知识,还需重点关注实际操作能力,通过模拟真实检测场景,对检测人员的操作规范性、数据处理能力等进行综合评估,考核结果与个人绩效、职称评定挂钩,激发检测人员提升专业能力的积极性。

建立严格的检测人员资格认证制度是保障行业专业水平的关键。相关部门应明确不同级别检测岗位的资质要求,细化资格认证流程,从学历背景、工作经验、专业培训经历等多维度审核申请人资格。在资格认证考试环节,设置理论笔试与实操考核,确保认证人员具备扎实的理论基础与熟练的操作技能。

3.2 更新检测设备与技术

检测设备的先进性直接影响岩土试验检测的精度与效率。检测单位应制定科学的设备更新计划,根据设备使用年限、性能状况以及行业技术发展趋势,及时淘汰陈旧老化、精度不达标的设备。在设备采购环节,进行充分的市场调研与技术评估,优先选择自动化、智能化程度高的检测仪器。另一方面,在技术创新方面,积极引入大数据、云计算、物联网等前沿技术。利用物联网技术,实现检测设备的远程监控与智能管理,通过传感器实时采集设备运行状态数据,当设备出现故障或异常时,系统自动报警并推送维修建议,提高设备维护效率。在此基础上,可借助大数据与云计算技术,构建检测数据处理与分析平台。

3.3 强化检测过程监管

第一,相关部门应定期对检测单位的人员资质、设备配置、质量管理体系等方面进行全面审查,对于不符合资质条件的单位,依法依规降低其资质等级或吊销资质证书,从源头上确保检测单位具备相应的检测能力。

第二,在检测过程监督检查方面,采用日常巡查与专项检查相结合的方式。第三,要求检测单位对检测全过程进行详细记录,包括检测委托、样品采集、试验过程、数据处理、报告编制等环节,形成完整的质量追溯链条。所有检测数据与报告均需进行电子存档,并采用区块链等技术确保数据的不可篡改与可追溯性。

3.4 加强行业自律与合作

一是,行业协会应充分发挥引领作用,制定严格的行业规范与自律公约,明确检测单位的行为准则与质量标准,对违规行为制定相应的惩戒措施,引导检测单位规范经营。二是,积极组织行业内技术交流活动,定期举办公学研讨会、技术培训班、设备展览会等,为检测单位搭建技术交流与合作平台,促进检测技术的创新与推广。三是,行业协会还应加强与政府部门、建设单位、施工单位等的沟通协作。与政府部门建立常态化沟通机制,及时反馈行业发展动态与诉求,为政策制定提供参考;与建设单位、施工单位加强合作,深入了解工程建设对岩土试验检测的需求,共同制定检测方案,优化检测流程,提高检测服务的针对性与实效性。

结语:建筑工程地基基础岩土试验检测技术作为工程质量控制的关键环节,其技术应用的科学性与准确性直接影响工程的安全与效益。未来,随着智能化、数字化技术的发展,岩土试验检测技术将向更高效、更精准、更绿色的方向迈进,为建筑工程的高质量发展提供坚实的技术支撑。而在实际工程应用中,则需根据具体地质条件与工程需求,合理选择检测技术,加强检测过程的质量控制,充分发挥检测成果对工程设计与施工的指导作用,确保建筑工程地基基础的安全可靠。

参考文献

- [1]邓艺,王毅.建筑工程地基基础岩土试验检测技术应用探究[J].房地产世界,2024,(18):146-148.
- [2]张艳伟.建设工程地基基础岩土试验检测技术科普与应用分析[J].科技视界,2023,(04):69-73.
- [3]孙敏.建设工程地基基础岩土试验检测技术探析[J].地产,2023(10):0260-0262.
- [4]潘祖高.建设工程地基基础岩土试验检测技术探究[J].2023(14):76-78.