

公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术分析

贾耀强

新疆兵团水科院（有限公司） 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要：公路工程中，道路桥梁建设质量对交通顺畅与安全意义重大，桩基施工检测技术是关键。本文先概述该技术，介绍钻孔灌注桩等多种桩基施工技术，阐述静载试验法等施工检测技术。当前桩基检测存在人员素质、设备、市场秩序、标准执行等问题，为此提出加强人员培训考核、加大设备投入、规范市场、严格标准、提升数据处理水平等改进措施，旨在提升桩基施工检测质量，保障道路桥梁建设安全。

关键词：公路工程；道路桥梁；桩基施工；检测技术；分析

引言：在公路工程建设中，道路桥梁作为关键组成部分，其质量直接关系到公路的安全性与耐久性。而桩基作为道路桥梁的基础，其施工质量尤为重要。准确可靠的桩基施工检测技术能够及时发现桩基施工中存在的问题，保障桩基的承载能力和稳定性。然而，目前我国公路工程道路桥梁桩基施工检测技术在实际应用中仍面临一些挑战。因此，深入分析道路桥梁的桩基施工检测技术，探讨其存在的问题及改进措施，对提升公路工程质量具有重要的现实意义。

1 道路桥梁桩基施工检测技术概述

道路桥梁桩基施工检测技术，是保障工程质量与安全的核心。桩基作为基础，质量直接关乎结构的稳定与耐久。因其多为隐蔽工程，一旦出现质量问题，整改难度与成本都很高，所以精准检测极为重要。检测技术多样，按时间分施工前、后检测。施工前为设计提供参数，施工后用于验收。从类别看，涵盖直接检测、辐射检测、动力与静力试桩技术。直接检测如取样试件试验，能直观反映混凝土强度；辐射检测中的声波透射法，可精准检测灌注桩桩身缺陷。动力试桩的高低应变检测，能判断桩身完整性；静力试桩的钻芯法，能准确检测桩长、混凝土强度等。不同技术各有适用范围，相互配合，全方位为道路桥梁桩基施工质量保驾护航^[1]。

2 公路工程中道路桥梁桩基施工技术

2.1 钻孔灌注桩技术

钻孔灌注桩是利用钻机在桩位成孔，放入钢筋骨架后再灌注混凝土的施工方法。按钻孔环境，分为泥浆护壁成孔和干作业成孔。泥浆护壁成孔适用于地下水位高的区域，施工时需向孔内注入循环泥浆，其能在孔壁形成泥皮，起到稳固孔壁、防止塌孔的作用。钻孔深度达标后，先清孔，清除孔底沉渣，再安放钢筋笼，最后通过导管进行水下混凝土灌注，保证混凝土密实成型。

干作业成孔用于成孔深度内无地下水的情况，常用螺旋钻机。螺旋钻机的钻头旋转切削土体，钻屑沿螺旋叶片上升排出孔外。成孔后，吊放钢筋笼，然后浇筑混凝土。该技术稳定性强，能有效抑制地基沉降，且施工时无振动、噪音小，对周边环境影响微弱，在各类地质条件的公路工程中广泛应用。

2.2 人工挖孔桩技术

人工挖孔桩技术是通过人工挖掘的方式成孔，随后放置钢筋笼、灌注混凝土形成桩基。施工时，工人需逐节向下挖掘，每节高度一般为1米左右，挖掘过程中要及时支护孔壁，以防坍塌。常用的支护方式有混凝土护壁、钢套筒护壁等。这种技术适用于地下水位较低、土质较好的区域，其优势在于施工设备简单、成本较低，且施工人员能直接观察桩孔情况，有利于保证桩身质量。不过，人工挖孔桩施工速度相对较慢，劳动强度大，对工人的安全保障要求较高。

2.3 沉管灌注桩技术

沉管灌注桩技术是借助锤击、振动等方式，将带有钢筋混凝土桩尖或活瓣式桩靴的钢套管沉入土中，然后在套管内放置钢筋笼、灌注混凝土，最后边拔套管边振动，使混凝土密实成型。锤击沉管灌注桩利用桩锤的冲击力将套管打入土中；振动沉管灌注桩则依靠振动器的激振力使套管沉入土中。该技术施工速度较快，设备也相对简单。但在软土地基中施工时，容易出现缩颈、断桩等状况，所以对施工工艺和操作规范要求极为严格^[2]。

3 公路工程中道路桥梁桩基施工检测技术

3.1 静载试验法

静载试验法是确定桩承载力的关键检测手段，主要目的在于明确桩的允许荷载与极限荷载，以此查明桩基础强度的安全储备，分为竖向荷载试验与水平荷载试验，竖向荷载试验又涵盖静压试验和静拔试验。通常采

用慢速维持荷载法,反力通过锚桩或堆载提供。具体操作是按要求分级将荷载加到桩上,在桩下沉未达规定相对稳定标准前,维持该级荷载不变;达稳定标准后,施加下一级荷载;达到规定终止试验条件时停止加载,随后分级卸载至零,试验周期一般为3-7天。该方法成果数据,如单桩承载力、沉降量等,被普遍认为准确可靠,经大量工程实例验证。但对于一些大吨位桩,传统方法实施难度较大。

3.2 低应变法

低应变法是利用小锤敲击桩顶,借助粘接在桩顶的传感器接收桩中的应力波信号,运用应力波理论研究桩土体系动态响应,通过反演分析实测速度、频率信号,以此获取桩的完整性。具体是在桩顶进行低能量瞬态或稳态激振,实测桩顶速度时程曲线或速度导纳曲线,弹性波沿桩身向下传播,遇到波阻抗差异界面(如桩底、断桩、严重离析处)或桩身截面面积变化(如缩颈、扩颈)时产生反射波,经接收、放大、滤波和数据处理,识别不同部位反射信息,判断桩身混凝土完整性及缺陷程度、位置。此方法检测简便、速度快,但获取优质波形及精准分析桩身完整性是关键。检测时需注意测试点、锤击点选择,传感器安装,以及多采集信号。不过,该方法存在测桩长度受限、难以检测多个缺陷、桩侧阻力大时桩尖反射不易见、不够直观、不易确定部分缺陷等局限性。

3.3 高应变法

高应变法以重锤冲击桩顶,使桩产生一定贯入度,通过安装在桩顶以下桩身两侧的力和加速度传感器接收力与速度信号,运用应力波理论分析桩土体系相互作用,从而判定单桩竖向抗压承载力和桩身完整性。锤击产生的应力波在桩身传播,遇到桩身缺陷或桩土相互作用变化处会产生反射与透射,分析这些信号能获取桩身结构完整性、桩土阻力分布等信息。相较于低应变法,其锤击能量大,能使桩土间产生相对位移,可检测桩的竖向承载力,检测效率较高。但该方法对检测人员专业素质和经验要求高,信号采集与分析受多种因素影响,如锤击设备性能、桩身材料特性、地质条件等,可能导致检测结果误差。

3.4 声波透射法

声波透射法是在灌注桩施工时,沿桩长方向预埋若干根声测管,检测时在声测管内放入发射与接收换能器,通过发射超声脉冲并接收穿过桩身混凝土的信号,依据声波在混凝土中的传播速度、波幅、频率等声学参数变化,判断桩身完整性。声波在均匀混凝土中传播时,各项声学

参数相对稳定,若桩身存在缺陷(如夹泥、空洞、离析等),声波传播路径改变,声学参数会发生明显变化。该方法检测全面、细致,能准确发现桩身内部缺陷位置与范围,不受桩长、桩径限制,适用于各类灌注桩。但对声测管预埋质量要求高,若声测管堵塞、断裂或倾斜,会影响检测结果,且检测成本相对较高。

3.5 钻芯法

钻芯法是使用专用钻机在桩身钻孔,从桩身取出芯样,通过对芯样外观观察、尺寸测量及抗压强度试验,直观判断桩身混凝土质量、桩长、桩底沉渣厚度等。芯样可清晰呈现混凝土骨料分布、胶结情况、是否存在缺陷(如蜂窝、麻面、孔洞、裂缝)等。对于大直径灌注桩,该方法能准确检测桩身完整性、混凝土强度,确定桩底持力层岩土性状。不过,钻芯法为局部破损检测,检测数量有限,对桩身有一定损伤,检测成本较高,且检测效率较低,钻芯过程易受钻机性能、操作水平等因素影响,导致芯样采取率不高或芯样受损,影响检测结果准确性。

4 公路工程桩基检测技术存在的问题及改进措施

4.1 存在的问题

4.1.1 检测人员专业素质参差不齐

当前,公路工程桩基检测行业内,检测人员专业素养呈现出较大差异。部分检测人员未接受系统专业培训,对各类检测技术原理理解浮于表面,如在运用低应变法时,无法精准识别应力波信号异常,导致对桩身完整性误判。一些人员对新出台的检测标准规范掌握滞后,难以在实际检测中依规操作。缺乏对不同地质条件下桩基特性的深入研究,在复杂地质环境中检测时,不能灵活调整检测方案。在部分地区,检测人员流动性大,新入职人员未经充分培训就仓促上岗,进一步拉低了整体专业素质水平。

4.1.2 检测设备落后且维护不足

许多公路工程检测单位受限于资金,仍在使⽤老旧检测设备。像部分静载试验设备,加载精度低,难以准确测定大吨位桩的承载力。一些低应变法检测仪器,信号采集和处理能力差,获取的波形模糊,影响桩身缺陷判断。设备长期使用后,未及时进行校准、维护,传感器灵敏度下降,影响数据准确性。在一些偏远地区,设备更新换代滞后,难以适应复杂桩基工程检测需求。并且,检测单位对设备维护重视不足,缺乏完善的设备维护计划和记录,导致设备故障频发,降低检测效率。

4.1.3 检测市场秩序混乱

检测市场中存在诸多不规范现象。部分检测机构为

追求利润，恶意压低检测价格，通过减少检测项目、简化检测流程来降低成本。一些不具备资质的机构违规承接检测业务，检测人员也无相应从业资格。还有检测机构与施工单位勾结，出具虚假检测报告，严重扰乱市场秩序。行业内存在无序竞争，部分检测机构通过不正当手段抢夺业务，而非依靠提升检测质量和服务水平。不同地区检测市场准入门槛不一致，导致市场乱象丛生。

4.1.4 检测标准执行不严格

虽然公路工程桩基检测有明确标准规范，但实际操作中执行并不严格。部分检测人员对标准规范理解有偏差，在静载试验中，未按规定分级加载，导致试验结果不准确。一些检测机构为缩短检测周期，随意减少检测抽样数量，难以保证检测结果代表性。对于检测过程中发现的问题，未严格按照标准要求进行处理和整改。在不同地区，对检测标准的执行尺度存在差异，影响检测结果公正性和可比性。

4.2 改进措施

4.2.1 加强检测人员培训与考核

定期组织检测人员参加专业培训，邀请行业专家解读最新检测技术原理，如深入剖析低应变法、高应变法等技术细节，使检测人员能精准把握应力波信号。开展标准规范培训课程，确保人员熟悉并严格遵循最新检测标准。针对不同地质条件下桩基检测要点，设置专项培训内容，提升人员在复杂地质环境中制定灵活检测方案的能力。建立严格考核机制，涵盖理论知识与实操技能，考核合格方能上岗，促使检测人员持续提升专业素质。

4.2.2 加大检测设备投入与管理

检测单位应加大资金投入，购置先进检测设备，如高精度静载试验设备、高灵敏度信号采集仪器等，提升检测精度与效率。建立设备定期校准制度，按规定周期对设备进行校准维护，及时更换老化、损坏部件，确保设备性能稳定。制定详细设备维护计划，记录设备维护时间、维护内容及维护人员等信息，以便追溯。在偏远地区，通过政策扶持、技术共享等方式，推动设备更新换代，满足复杂桩基工程检测需求。

4.2.3 规范检测市场秩序

相关部门需严格市场准入门槛，审查检测机构资质及人员从业资格，杜绝不具备资质的机构与人员进入市场。加强对检测市场价格监管，打击恶意低价竞争行

为，引导检测机构通过提升服务质量与检测水平获取业务。加大对检测机构与施工单位勾结、出具虚假报告等违法行为的惩处力度，提高违法成本。建立行业信用评价体系，对检测机构信用状况进行评估，对信用不良的机构进行限制或清退，营造公平有序的市场环境。

4.2.4 严格执行检测标准规范

组织检测人员深入学习检测标准规范，通过案例分析、专家讲解等方式，确保人员准确理解规范要求。在检测机构内部建立质量监督机制，对检测过程进行全程监督，确保静载试验等检测严格按照标准分级加载，保证检测抽样数量符合规定。对检测中发现的问题，督促检测机构严格按照标准要求整改，整改后进行复查。统一不同地区检测标准执行尺度，定期开展标准执行情况检查，保障检测结果的公正性与可比性。

4.2.5 提高检测数据处理与分析水平

引进先进数据处理软件，如具备智能分析功能的波形处理软件，提高数据处理效率与准确性。对检测人员进行数据处理与分析培训，使其掌握数据滤波、特征提取等方法，能够从复杂数据中精准判断桩身完整性等情况。建立数据对比分析机制，将不同时期、不同检测方法获取的数据进行对比，挖掘数据潜在信息，为桩基质量评估提供更全面依据。利用大数据技术，对大量检测数据进行统计分析，总结规律，预测桩基可能出现的问题，提前采取预防措施^[3]。

结束语

综上所述，公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术至关重要。钻孔灌注桩、人工挖孔桩、沉管灌注桩等施工技术各有特点与适用场景，而静载试验法、低应变法、高应变法、声波透射法、钻芯法等检测技术也在保障桩基质量中发挥着关键作用。然而，目前桩基检测技术仍存在检测人员素质参差不齐、设备落后、市场秩序混乱、标准执行不严格等问题。

参考文献

- [1]苏保章.旋挖钻施工技术在桥梁桩基工程中的应用研究[J].福建交通科技,2022,25(06):139-141
- [2]马俊宇.声波透射法在桩基质量检测中的应用分析[J].现代物业(中旬刊),2022,10(11):241-242
- [3]赵世伟.探析桩基检测技术在建筑工程中的有效应用[J].安徽建筑,2022,26(08):217-219