

公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术

许 梅

克什克腾旗公路管护和运输保障中心 内蒙古 赤峰 024000

摘 要：本文以公路工程道桥桩基施工检测为研究对象，厘清桩基检测实际价值与适用工况，分述当下各类常用检测工艺操作步骤与实操关键，划分施工前、中、后三个阶段梳理各环节检测核心内容。结合现场检测多发弊病给出整改优化举措，划定各检测手段适配工况与管理标准，可为道桥桩基质量管控、增强桩基整体结构稳固性提供实操技术支持。

关键词：公路工程；道路桥梁；桩基施工；检测技术

引言

桩基是公路道路桥梁工程的核心承重结构，直接决定桥梁整体稳定性与通行安全性，桩基施工质量检测是工程质量管控的核心环节。现阶段公路桥梁建设规模持续扩大，复杂地质施工场景不断增多，传统检测方式存在覆盖范围不足、检测精度有限等问题。为保障桩基施工质量符合工程建设标准，规避结构沉降、变形等质量隐患，需系统规范桩基施工检测流程，科学应用各类检测技术，实现桩基施工全流程质量管控，保障道路桥梁工程长期稳定运行。

1 道路桥梁桩基施工检测概述

道路桥梁桩基施工检测是贯穿工程施工全周期的质量管控工作，核心目的是核验桩基成型质量、结构承载力、完整性参数是否匹配工程设计要求，排查施工过程中产生的结构性缺陷，杜绝不合格桩基投入后续施工工序。桩基作为地下隐蔽工程，施工过程受地质条件、施工设备、人工操作、现场环境等多重因素影响，易出现桩身断裂、桩底沉渣过厚、桩身混凝土密实度不足、桩基偏位等问题，且隐蔽工程缺陷无法通过外观直接排查，必须依靠专项检测技术完成质量核验。桩基施工检测工作分为事前检测、事中检测与事后检测三个阶段^[1]。事前检测主要针对施工场地地质、桩基施工原材料、施工设备性能进行检测，为桩基施工方案落地提供基础数据；事中检测聚焦桩基成孔、钢筋笼安装、混凝土灌注等关键工序，实时把控施工工序质量；事后检测针对成型桩基的结构完整性、承载力、沉降性能等核心指标进行全面检测，判定桩基整体施工质量。桩基检测结果是工程质量验收、后续施工推进的核心依据，检测数据的准确性、完整性直接影响桥梁整体施工质量与使

用年限。现阶段公路桥梁工程对桩基施工的质量标准持续提升，检测工作不再局限于完工后的质量核验，逐步转向全流程、动态化检测管控。通过标准化、规范化的检测作业，可精准定位桩基施工缺陷，为缺陷整改、工艺优化提供数据支撑，有效降低桥梁后期运维成本，保障公路道路桥梁通行的稳定性与安全性。

2 道路桥梁桩基施工基础检测内容

2.1 桩基施工原材料检测

桩基施工原材料检测是把控桩基基础质量的前置工作，检测对象包含桩基施工所用钢筋、水泥、砂石、外加剂等核心材料，原材料性能指标直接决定桩身混凝土强度与结构稳定性。原材料检测实行进场抽检制度，所有进场材料需完成抽样检测，检测合格后方可投入施工使用。水泥检测重点核查安定性、强度、凝结时间等指标，杜绝不合格水泥导致混凝土开裂、强度不达标等问题。钢筋检测聚焦钢筋规格、力学性能、延展性等参数，核验钢筋是否符合桩基钢筋笼制作的施工要求。砂石材料检测主要把控粒径、含泥量、杂质含量等指标，控制混凝土配比精度。外加剂检测需核验适配性与性能稳定性，保障混凝土灌注过程的和易性。原材料检测过程需留存完整检测数据与检测报告，建立原材料质量台账，对批次不合格材料做退场处理。

2.2 桩基施工场地地质检测

桩基施工前必须完成场地地质检测，该项工作是确定桩基施工工艺、桩长、桩径等核心参数的关键前提。检测作业主要核查施工现场土层结构、土质类别、地下水位、岩土承载力等关键指标，通过现场钻探、原位取样及室内试验的方式，精准摸排场地地层分布情况，明确软土、砂土、岩层等各类土层的厚度及分布范围。

施工中需精准检测地下水位埋深,跟踪水位动态变化规律,分析地下水对桩基成孔、混凝土灌注工序的干扰影响,以此制定适配的防水、排水施工措施^[2]。核验各土层岩土承载力,确保实际地质承载力与桩基设计参数匹配,杜绝因地勘数据偏差造成桩基沉降、承载力不达标等质量问题。所有检测数据需详实记录、规范归档,依据实测数据优化施工方案,微调成孔深度、护壁形式、混凝土灌注速度等参数。特殊地质地段需加密检测点位、增加检测次数,全面摸清场地地质条件,从源头规避地质引发的施工缺陷,保障桩基施工方案科学可行。

2.3 桩基施工工序过程检测

桩基施工工序过程检测属于动态质量管控工作,覆盖成孔、清孔、钢筋笼安装、混凝土灌注等全部核心施工工序,通过实时检测把控各工序施工精度,避免工序累积偏差引发整体质量问题。成孔检测重点核查孔径、孔深、孔位垂直度等参数,纠正孔位偏移、孔径不足、孔壁坍塌等施工问题。清孔检测主要核验孔底沉渣厚度,沉渣厚度超标会降低桩基承载力,需通过检测把控清孔质量,保障孔底清洁度符合施工标准。钢筋笼安装检测核查钢筋笼安装位置、保护层厚度、焊接质量、固定稳定性等参数,杜绝钢筋笼偏位、变形、松动等问题。混凝土灌注检测把控灌注连续性、灌注高度、混凝土密实度等内容,监测灌注过程是否存在断桩、夹渣等隐患。各工序检测完成后需进行质量复核,工序检测不合格不得进入下一施工环节。

3 道路桥梁桩基核心施工检测技术

3.1 低应变反射波检测技术

低应变反射波检测是道路桥梁工程中,用于混凝土灌注桩桩身完整性检测的主流技术,主要用来排查桩身断裂、缩径、扩径、夹渣、密实度欠缺等常见结构缺陷,全面核查桩基施工质量。该技术基于应力波传播原理作业,具备操作简便、检测高效、无损施工的优势,能够满足施工现场大批量桩基快速筛查与验收需求。检测前需做好桩头预处理工作,凿除桩头松散混凝土,清理表面杂物与积水,保证桩头平整坚实,确保检测设备贴合良好。作业时在桩顶布设传感器,敲击桩顶激发应力波,应力波沿桩身纵向传播,触及桩身缺陷或桩底界面时会形成反射信号。传感器精准采集反射波形并传输至设备,经系统分析处理后生成完整波形数据。检测人员依托波形特征判定桩基质量,波形均匀、无异常反射信号即为桩身完整;若波形出现突变、不规则反射,可判定桩身存在缺陷,同时结合信号参数确定缺陷埋深与类型,适配工程竣工批量质量验收工作^[3]。低应变反射

波检测技术存在一定应用局限,无法精准判定缺陷尺寸与缺陷严重程度,对于深部微小缺陷的识别精度不足。实际检测作业中,需结合场地施工条件控制检测点位与敲击力度,保障波形数据真实有效,针对检测异常的桩基,需采用其他精准检测技术进行复核校验,提升检测结果的准确性。

3.2 高应变动力检测技术

高应变动力检测多用于公路桥梁桩基核验,重点核查桩体竖向抗压承载力与桩身完整程度,适配大直径、高承载规格桩基质检。操作时以重锤击打桩顶,令桩身发生竖向震动与沉降,还原桩基真实受力工况,同步采集受力、变形相关数据,以此判定桩基承载力达标情况及桩身有无破损缺陷。检测作业前需完成设备调试与桩体预处理,保证桩身结构完整、桩顶平整,在桩顶安装力传感器与加速度传感器,固定检测设备线路,保障数据采集稳定。作业过程中,利用既定重量的重锤从固定高度自由下落冲击桩顶,引发桩身土体振动,传感器同步采集冲击力、桩身振动速度、位移等核心数据。检测设备对采集的数据进行分析计算,拟合桩基受力曲线,核定桩基竖向抗压承载力是否满足设计要求,同时结合数据变化特征识别桩身结构性缺陷。该技术可真实还原桩基实际受力工况,检测结果贴合工程实际应用需求,能够精准判定桩基承载性能,弥补低应变检测技术无法检测承载力的短板。高应变动力检测技术操作流程相对复杂,对设备精度、作业场地、操作人员专业度要求较高,检测作业存在一定成本。检测过程中需严格控制重锤下落高度与冲击力度,避免冲击力过大损坏完整桩身结构,同时做好数据多次采集比对,剔除异常数据,保障检测结果精准可靠。

3.3 超声波透射检测技术

超声波透射检测技术是高精度桩基完整性检测技术,多用于大直径灌注桩、核心承重桩基的质量检测,可精准识别桩身内部微小缺陷,包含局部空洞、夹泥、裂缝、密实度不均等问题,检测精度高于低应变检测技术。该技术依托超声波传播特性,通过预埋声测管实现桩身内部全方位检测。桩基浇筑混凝土前,钢筋笼内侧要预埋不少于两根声测管,布设时牢固绑扎固定,全程管控管体垂直度,封堵管口防止泥浆杂物进入,保证管路全程通顺,用作桩基成孔质量超声检测通道^[4]。混凝土养护至规定强度后方可进场检测,把发射、接收探头分置两根声测管内,上下匀速同步提拉。发射端释放超声波,穿过桩体混凝土后由接收端拾取,仪器留存声速、波幅等数据。混凝土密实完好时各项数值平稳,断

桩、夹泥等病害会阻隔声波传播,数据产生突变,检测人员据此判定缺陷的埋深、分布区间与损坏轻重。超声波透射检测技术可实现桩身内部无死角检测,检测数据精准、结果直观,能够全面反映桩身混凝土成型质量。该技术的应用效果依赖声测管预埋质量,声测管偏移、堵塞、破损都会影响检测精度。

3.4 钻芯取样检测技术

钻芯取样属于桩基破损检测,也是桩基质量最终核检方式,检测结论公信力最强。多用于复核其他检测查出的问题桩、重点项目桩基验收、判定存在缺陷的桩基。借助专用钻机钻取桩身混凝土芯样,依靠实体试样直观判断混凝土成型质量与桩体内部完整情况。检测作业前需确定钻孔位置,结合前期无损检测的异常点位,针对性布置钻孔点位,优先选取缺陷疑似区域、桩身核心受力区域开展取样作业。调试钻机设备,保证钻机垂直度符合要求,避免钻孔偏移损坏桩身完整结构。作业过程中,匀速推进钻机,完整提取桩身混凝土芯样与桩底沉渣试样。对提取的芯样进行外观检查、尺寸测量与室内试验,核查芯样完整性、混凝土密实度、骨料分布均匀度,检测芯样混凝土抗压强度,同时测量桩底沉渣厚度,判定桩基成孔与清孔质量。根据芯样检测结果,精准判定桩身是否存在断裂、空洞、夹渣、强度不足等质量问题,明确桩基质量等级。

3.5 静载检测技术

桩基静载检测是核验桩体竖向抗压、抗拔及水平承载性能的法定检测手段,所得数据是判定桩基承载力的核心终审依据,大量用于路桥桩基完工质量核验。检测时人工逐级施加稳定荷载,还原桩基础长期实际受力工况,同步观测桩身沉降、位移变形指标,以此精准核算桩基真实承载上限,把控工程基础结构安全。检测作业前需搭建检测加载平台,布置千斤顶、荷载传感器、位移观测设备,做好设备调试与校准工作,保证加载设备稳定、监测设备精准。作业过程中,按照分级加载的方式对桩基施加竖向荷载,每一级荷载施加完成后,静置

固定时长,观测并记录桩基沉降量、位移变化数据^[5]。分级施加荷载开展桩基静载试验,逐级提升加载量级,加载至设计极限荷载,或是桩体沉降趋于平稳、变形数值超出规范限值即终止试验。全程详实记录每一级荷载作用下对应的桩身沉降实测数值。试验结束后汇总整理荷载、沉降两组原始数据,绘制荷载-沉降关系曲线,对照设计要求判定桩基承载力达标情况,同步核查恒定荷载持续作用阶段桩体变形稳定性能。静载检测技术检测精度最高、数据可靠性最强,能够真实反映桩基实际承载性能与使用状态,是各类桩基承载力检测的基准技术。该技术作业周期长、仅适用于桩基抽样检测,无法实现全覆盖检测。

结语

道路桥梁桩基检测是把控公路工程质量、消除结构安全风险的关键环节,各类检测手段各有长处,适用工况差异明显。本文梳理桩基检测基础内容与主流检测工艺,阐明各项技术操作步骤与实操要点。现场检测要依据地质状况、桩基规格、工程标准选用对应检测方式,实行全过程动态监测管控。标准化、精细化检测能够及时查出桩身病害,保证桩基承载能力与整体完好性,持续提高路桥施工品质,为交通设施长久安全运行筑牢技术保障。

参考文献

- [1] 于春敬. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术研究[J]. 大众科学,2025,46(21):92-94.
- [2] 高阳. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术[J]. 江苏建材,2024(4):124-125.
- [3] 董鹏飞. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术与安全研究[J]. 汽车周刊,2024(4):252-254.
- [4] 廖超军. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(12):080-083.
- [5] 张灵波. 桩基检测技术在公路桥梁工程检测中的应用[J]. 建材发展导向,2026,24(8):1-3.