

道路桥梁工程检测与施工技术研究

李文科

甘肃恒石公路检测科技有限公司 甘肃 兰州 730060

摘要：道路桥梁工程是国家基础设施建设的关键领域，其施工质量与交通运输的安全性、通行效率密切相关，在推动国民经济增长、维护社会和谐稳定方面发挥着不可替代的作用。工程检测与施工技术是保障道路桥梁工程质量的关键环节。本文深入剖析了道路桥梁工程检测与施工技术，并展望了未来的发展方向，旨在为提升我国道路桥梁工程的建设质量提供坚实的理论支撑与实践指导。

关键词：道路桥梁工程；工程检测；施工技术

1 引言

道路桥梁宛如城市与乡村、地区与地区之间的血脉纽带，在现代社会经济发展进程中占据着不可替代的关键地位。随着交通流量的迅猛增长以及车辆荷载的持续增大，对道路桥梁工程的质量和性能提出了更为严苛的要求。工程检测犹如敏锐的“诊断师”，能够及时察觉道路桥梁在建设和使用过程中潜藏的质量问题，为施工质量的严格把控以及后续的维护管理提供科学、精准的依据；而先进的施工技术则是确保道路桥梁工程结构稳固安全、持久耐用且满足多样化使用功能的基础保障。因此，深入探究道路桥梁工程检测与施工技术，对于全面提升我国道路桥梁工程建设的整体水平具有至关重要的现实意义。

2 道路桥梁工程检测的主要内容

2.1 原材料检测

原材料质量是道路桥梁工程质量的核心保障。水泥需重点检测强度与安定性，强度决定承载能力，安定性不良将引发混凝土开裂风险；钢材需进行力学性能（抗拉强度、屈服强度等）与化学成分双项检测，前者关乎结构承载力^[1]，后者确保材质达标。砂石骨料的级配与含泥量检测直接影响混凝土性能，合理级配可提升密实度与强度，高含泥量则削弱混凝土与钢筋粘结力。此外，外加剂性能检测不容忽视，减水剂可增强混凝土强度，缓凝剂便于施工操作，依据工程需求精准把控外加剂性能，方能确保道路桥梁工程质量达标。

2.2 施工过程检测

2.2.1 基础工程检测

桥梁基础类型不同，检测重点有别。桩基础方面，桩身完整性检测是关键：低应变法通过桩顶小冲击力，利用应力波传播特性检测桩身缺陷；声波透射法借助超声波在混凝土中的传播速度和衰减判断混凝土质量，精

度高、直观性强；钻芯法直接钻取芯样观察试验，能准确了解混凝土强度、密实性，但会损伤桩身。单桩承载力检测中，静载试验在指定位置施加载荷，模拟实际受力，测变形、应力等参数评估承载能力；高应变法通过桩顶大冲击力，利用动测仪记录应力波信号推算承载力和完整性。道路路基检测中，压实度反映路基土密实程度，影响强度和稳定性；弯沉值表示路基荷载下变形能力，过大则承载力不足。

2.2.2 混凝土结构检测

混凝土施工时，要检测配合比、坍落度等施工性能指标。配合比决定混凝土强度、耐久性，合理配合比可保证工作与力学性能；坍落度反映流动性，过大过小影响浇筑质量。浇筑完成后，强度检测必不可少：回弹法操作简单、速度快，但受表面状况和碳化深度影响大；超声回弹综合法结合超声波传播速度和回弹值，更准确反映内部质量和强度；拔出法通过拔出锚固件推算强度；钻芯法直接钻取芯样做抗压强度试验，结果准确但损伤结构^[2]。此外，还需检测钢筋保护层厚度和间距，保护层过薄易使钢筋锈蚀，间距不符影响受力性能。

2.2.3 预应力结构检测

对于采用预应力技术的道路桥梁结构，预应力筋的张拉应力和伸长值是两个关键的检测参数。预应力筋的张拉应力必须严格按照设计要求进行施加，张拉应力不足会导致结构的承载能力降低，张拉应力过大则可能会使预应力筋断裂或使混凝土结构出现裂缝。伸长值是反映预应力筋实际伸长情况的指标，通过测量伸长值可以判断张拉过程是否正常，是否符合设计要求。只有确保预应力施加符合设计要求，才能保证预应力结构的安全性和耐久性。

2.3 成桥（路）检测

2.3.1 外观检测

外观检测是成桥检测关键环节。检查人员需细致查看桥梁表面有无裂缝、蜂窝、麻面、露筋等缺陷。裂缝类型多样,反映不同结构问题;蜂窝、麻面影响外观与耐久性,露筋加速钢筋锈蚀。同时检查伸缩缝、支座等附属设施,伸缩缝适应结构变形,安装不当或损坏会致跳车,影响行车;支座传递上部荷载,损坏或变形会影响受力分布,甚至破坏结构。

2.3.2 结构性能检测

通过静载、动载试验全面检测桥梁结构性能。静载试验在指定位置施加载荷,模拟实际受力,测量变形、应力等参数,用位移传感器测变形,应变片测应力,评估承载能力。动载试验利用动力荷载测桥梁动力响应,如振动频率、阻尼比,分析动力特性判断工作状态,排查共振等危险情况。

3 道路桥梁工程常用施工技术

3.1 基础工程施工技术

3.1.1 明挖基础施工

明挖基础施工适用于地质好、地下水位低的情况。施工前平整场地、清除杂物。基坑开挖时,依土质采取支护措施,如软土地基用钢板桩、土钉墙支护。开挖至设计标高后处理地基,换填清除软弱土层、换填砂石等材料,夯实则用机械碾压或振动使土密实。最后浇筑基础混凝土,注意浇筑顺序与振捣质量。

3.1.2 桩基础施工

桩基础施工按成孔方式分钻孔灌注桩、人工挖孔桩等。钻孔灌注桩施工复杂,先平整场地、埋设护筒(固定桩位、护孔防塌),钻机就位后依地质选钻头和参数钻孔,过程中注入泥浆护壁、携渣、冷却钻头。钻孔至设计标高清孔,保证桩底质量,清孔后安装符合设计要求的钢筋笼,最后连续灌注混凝土防断桩。人工挖孔桩靠人工挖掘成孔,适用于地下水位低、土质好情况,施工要做好通风、防护栏等安全措施,安装钢筋笼后浇筑混凝土,方式与钻孔灌注桩类似。桩基础施工关键在于保证桩身垂直度、桩径及混凝土质量。

3.1.3 沉井基础施工

沉井是有顶盖无底盖的井筒状结构,在井内挖土下沉至设计标高后封底填充,适用于深水、软土等复杂地质桥梁基础施工。施工前制作沉井,严格控制模板安装、钢筋绑扎和混凝土浇筑质量。下沉时依地质和速度控制挖土量和顺序,防倾斜或突沉。下沉至设计标高后封底填充,封底混凝土要有足够强度和抗渗性,填充材料依设计选砂石、混凝土等。

3.2 下部结构施工技术

3.2.1 桥墩施工

桥墩因结构形式差异,对应施工技术方案各有侧重。以实体桥墩施工为例,常规采用“脚手架搭建-模板支设-钢筋绑扎-混凝土浇筑”的流程。脚手架需具备足够承载能力,其搭建标准应满足施工人员作业与材料堆放需求;模板安装环节需严格控制尺寸精度,保证表面平整度,并做好接缝处理以规避漏浆风险;钢筋绑扎过程中,需严格遵循设计图纸规范操作,钢筋连接工艺需符合相关质量验收标准;混凝土浇筑时,需采用分层施工工艺,配合振捣设备确保各浇筑层密实均匀,避免出现蜂窝、麻面等常见质量问题。对于空心桥墩,可采用滑模施工、爬模施工等先进技术^[3]。滑模施工是在桥墩周围设置滑升模板,随着混凝土的浇筑,模板不断向上滑升,施工速度快,能够保证桥墩的外观质量。爬模施工则是通过液压系统或其他动力装置使模板沿着桥墩向上爬升,具有施工安全性高、模板周转快等优点。

3.2.2 桥台施工

桥台作为道路与桥梁的连接构造,需承担路堤填土侧压力,并注重与路堤的衔接防沉降。常见桥台类型中,重力式桥台凭借大体积自重平衡侧压力,施工关键在于保证台身砌筑或浇筑质量;轻型桥台自重轻、对地基要求低,施工流程类似桥墩但需灵活调整,尤其要严格把控台背填土质量,通过选用适配填料、优化压实工艺,降低填土沉降风险,有效避免桥头跳车问题。

3.3 上部结构施工技术

3.3.1 预制安装法

桥梁建设中,预制安装工艺通过在专门预制场地完成T梁、箱梁等构件的制作,再借助运输设备转运至现场,利用架桥机等专业器械进行吊装作业。该工法凭借施工周期短、质量管控精准的优势,成为中小跨径桥梁工程的主流选择。在实施过程中,预制场地需进行科学规划布局,从场地功能分区到设备配置均需围绕提升构件生产效率与质量展开。构件制作环节需严格遵循设计规范,涵盖模板加工精度控制、钢筋骨架标准化绑扎、混凝土浇筑振捣工艺把控及养护周期管理等关键工序。运输阶段,需根据构件特性采用定制化固定方案,规避因颠簸、碰撞导致的结构损伤。架桥机选型需综合考量构件参数,通过精确计算起重量、作业半径等指标匹配适配机型,并严格执行标准化操作流程,确保吊装过程安全高效、定位精准。

3.3.2 现浇施工法

桥梁上部结构的现浇施工,常用支架现浇法与悬臂浇筑法。支架现浇法适用于小跨径、地形平坦桥梁,需

先搭建满足强度、刚度和稳定性要求的支架，再进行模板安装、钢筋绑扎及混凝土浇筑，同时严控浇筑速度与顺序，避免支架沉降。悬臂浇筑法则多用于大跨径预应力混凝土桥梁，以桥墩为中心对称分段浇筑，施工时需精准把控浇筑长度、预应力张拉等参数，保障桥梁线形与内力符合设计标准。

3.3.3 转体施工法

将桥梁结构在非设计轴线位置制作成形后，通过转体就位的一种施工方法。转体施工法可分为平转法、竖转法和平竖结合法，适用于跨越深谷、急流及铁路等特殊地形的桥梁施工，具有不干扰交通、施工安全等优点。平转法是将桥梁结构在岸边或桥台附近制作成整体，然后通过转动装置使其绕桥墩旋转一定角度就位。竖转法是将桥梁结构在垂直方向上进行转动，适用于拱桥等结构形式。平竖结合法则是将平转法和竖转法结合起来使用，适用于一些复杂的桥梁结构。转体施工法的关键在于转体系统的设计和施工，要确保转体过程中的稳定性和安全性。

4 道路桥梁工程检测与施工技术的发展趋势

4.1 检测技术的发展趋势

在传感器、物联网、大数据与人工智能技术驱动下，智能化检测成为道路桥梁工程的发展新趋势。无线传感器网络可实时采集桥梁应力、应变、振动等关键数据，通过智能算法自动分析结构受力状态与运行状况，对异常变化进行预警。这种智能化检测方式突破传统人工巡检局限，能快速捕捉结构损伤初期征兆，为道路桥梁安全运营提供动态、精准的健康评估。

无损检测技术的广泛应用：无损检测技术具有不破坏被检测对象结构、检测速度快、可重复性好等优点，在道路桥梁工程检测中的应用将越来越广泛。除了传统的超声检测、射线检测、磁粉检测等方法外，一些新型的无损检测技术，如红外热成像检测、激光扫描检测等也将逐渐应用于道路桥梁工程检测领域，为工程质量的检测提供更加全面、准确的信息。

远程检测与监测技术：借助互联网和通信技术，实现对道路桥梁工程的远程检测与监测。检测人员可以在远离施工现场的地方通过计算机终端实时获取检测数据和结构状态信息，进行远程诊断和分析。这种远程检测与监测技术不仅能够提高检测效率，降低检测成本，还能实现对大型桥梁和偏远地区道路桥梁的有效监管。

4.2 施工技术的发展趋势

绿色施工技术：随着人们环保意识的不断提高，绿色施工技术在道路桥梁工程中的应用将越来越受到重视。绿色施工技术强调在施工过程中减少对环境的污染和资源的浪费，例如采用环保型建筑材料、优化施工工艺以降低能耗和噪声污染、加强施工现场的扬尘治理和水土保持等措施，实现道路桥梁工程建设与环境保护的协调发展。

装配式施工技术：装配式施工是一种将建筑构件在工厂预制生产，然后运输到施工现场进行组装的施工方式^[4]。在道路桥梁工程中，装配式施工技术具有施工速度快、质量可控、对环境影响小等优点。未来，随着预制构件生产技术的不断进步和装配式连接技术的不断完善，装配式施工在道路桥梁工程中的应用范围将不断扩大，有望成为道路桥梁工程建设的主流施工方式之一。

信息化施工技术：信息化施工是利用信息技术对道路桥梁工程施工过程进行全面管理和控制的一种施工方式。通过建立施工信息管理系统，实现对施工进度、质量、安全、成本等各方面的实时监控和动态管理。同时，利用BIM技术、虚拟现实技术等对施工过程进行模拟和优化，提前发现施工中可能出现的问题，并制定相应的解决方案，提高施工管理的科学性和精细化水平。

结语

道路桥梁工程检测与施工技术是保障道路桥梁工程质量的关键要素。随着科技的不断进步，道路桥梁工程检测与施工技术将朝着智能化、绿色化、装配化和信息化等方向发展。未来，我们应密切关注行业技术发展动态，不断探索和创新，推动我国道路桥梁工程检测与施工技术水平的持续提升，为我国交通运输事业的发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]李管峰.道路与桥梁工程检测技术探讨[C]//中国智慧工程研究会.2024工程技术应用与施工管理交流会论文集(上).陕西西公院工程试验检测有限公司,2024:81-83.
- [2]蒋纤纤,邱婷.道路桥梁工程新型检测技术现状及意义分析[J].建材发展导向,2025,23(02):4-6.
- [3]李小明.混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用探究[J].汽车周刊,2025,(03):128-130.
- [4]王定贵.道路桥梁隧道工程施工技术分析[J].居业,2025,(01):70-72.