

Study on the Current Status and Countermeasures of Inspection Passages for Highway Bridges

Weichao Chen

Zhuhai Bridge and Tunnel Maintenance Center, Zhuhai, Guangdong, 519000, China

Abstract

Maintenance channels are the core guarantee facilities for highway bridge maintenance. Their design rationality and construction standardization directly affect the efficiency of disease investigation and the safety of maintenance personnel, and are also an important foundation for ensuring the stable operation of bridges throughout their entire life cycle. This article combines actual engineering cases in Jiangsu, Zhejiang, Sichuan, Guangdong and other places to systematically sort out the current situation of the setting of maintenance channels for concrete bridges, steel structure bridges and special structure bridges, and analyze the differences and commonalities in the layout location and structural form of maintenance channels for different bridge types. At the same time, in-depth analysis is conducted on core issues such as low load standards in the design process, poor connection with the main structure, substandard material quality and non-standard processes in the construction process, and lack of inspection and timely repair of damages in the maintenance process. Based on practical experience in various regions, targeted improvement measures are proposed to enhance the construction level of maintenance channels, strengthen bridge maintenance efficiency, and ensure the safety of the entire life cycle of bridges, providing practical reference.

Keywords

highway bridges; maintenance channel; maintenance management

公路桥梁检修通道设置现状及对策研究

陈伟超

珠海市桥隧养护中心, 中国·广东 珠海 519000

摘要

检修通道是公路桥梁养护的核心保障设施, 其设计合理性、施工规范性直接影响病害排查效率与养护人员作业安全, 更是保障桥梁全生命周期稳定运行的重要基础。本文结合江苏、浙江、四川、广东等地实际工程案例, 系统梳理混凝土桥、钢结构桥及特殊结构桥检修通道的设置现状, 分析不同桥型检修通道在布设位置、结构形式上的差异与共性。同时, 深入剖析设计环节荷载标准偏低、与主体结构衔接不畅, 施工环节材料质量不达标、工艺不规范, 以及维护环节巡查缺位、破损修复不及时等核心问题, 结合各地实践经验提出针对性改进对策, 为提升检修通道建设水平、强化桥梁养护效能、保障桥梁全生命周期安全提供实用参考。

关键词

公路桥梁; 检修通道; 养护管理

1 引言

公路桥梁作为交通基础设施的关键节点, 承载着跨区域客货运输的重要功能, 是保障路网连通顺畅、支撑经济社会发展的重要枢纽。随着路网运营年限不断延长, 加之交通流量持续激增、极端天气频发等因素影响, 桥梁普遍面临混凝土碳化、钢筋锈蚀、结构开裂等各类病害威胁, 定期开展养护检修已成为防范安全隐患、维持桥梁正常运营的必要手

段。检修通道作为养护人员、作业设备顺利抵达桥梁关键部位(如箱梁内部、墩身、支座等)的唯一路径, 其设计科学性与功能完整性, 直接决定了养护检修的效率与作业安全性。实践数据表明, 完善规范的检修通道可有效缩短病害处置周期 30% 以上, 降低养护人力与物料成本 20%, 对延长桥梁使用寿命、防范桥梁安全事故、保障交通通行顺畅具有不可替代的重要意义。

2 公路桥梁检修通道设置现状

2.1 规范标准体系

我国已形成检修通道技术标准体系: 《公路桥涵养护规范》(JTG 5120-2021)明确检查分类与周期, 约束通道“可

【作者简介】陈伟超(1997-), 男, 中国广东珠海人, 本科, 助理工程师, 从事桥梁养护、隧道养护、道路养护、建筑工程管理研究。

达性”；《公路钢筋混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）、《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64-2015）从材料、尺寸（如检查人孔 $\geq 0.8\text{m} \times 1.2\text{m}$ ）、防护（栏杆 $\geq 1.2\text{m}$ ）等方面制定技术要求，为标准化建设提供依据。

2.2 不同类型桥梁设置情况

混凝土桥梁：新建梁式桥基本合规，箱梁预留人孔，配套爬梯（踏步 $\geq 0.3\text{m}$ ）或检修平台（ $\geq 1.5\text{m}^2$ ）；连续刚构桥、拱桥关键部位设专用通道。但 2000 年前桥梁缺陷突出：江苏某 1998 年简支梁桥人孔仅 $0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$ ，设备无法进入；浙江某山区桥梁爬梯用普通碳钢且未防腐，10 年锈蚀后踏步松动率 30%。

钢结构桥梁：大型桥梁（如港珠澳大桥青州航道桥）系统完善，设 1.2m 宽步道、索塔防坠爬梯、拉索可移动平台，耐候钢 + 氟碳漆防腐，寿命与主体一致。但小型桥（尤其农村公路）简陋：河南某 2015 年钢结构板桥仅两端设爬梯，无纵向步道，人员沿桥边缘行走，安全风险高。

特殊结构桥梁：T 型刚构桥、系杆拱桥需适配结构特点。湖北某高速 T 型刚构桥未设悬臂根部环形平台，2022 年检查发现 3 条超 1m 裂缝，维修成本增加；广东某系杆拱桥仅两端锚碇设通道，中间段检测需租登高平台车，单次成本增 2 万元。

3 检修通道设置的核心问题

3.1 设计缺陷：可达性与规划不足

山区桥梁可达性差：四川某 40m 高墩桥仅靠墩身爬梯，无休息平台，人员攀爬 40 分钟且无避险空间；云南某峡谷桥梁下部位于悬崖，未设登山步道，需绳索下降。部分桥梁人孔位置不合理：某跨江大桥人孔设箱梁顶面中央，拆铺装检查耗时超 8 小时，影响交通。同时，设计缺乏全周期规划：未考虑构件养护差异（如支座 3 个月检修），山东某高速桥支座检修需拆护栏，3 队配合耗时 5 天（设专用孔可缩至 1 天）；且荷载考虑不全，仅满足人员荷载（ $3.0\text{kN}/\text{m}^2$ ），湖南某平台携 80kg 设备时挠度超标，承载力仅为设计值 75%；辽宁某步道无防滑融雪设施，冬季致人员滑倒。

3.2 施工管控漏洞：质量与衔接问题

材料不达标现象频发：某项目将 Q355ND 耐候钢换为 Q235B，2020 年检查锈蚀深度 1.2mm（超规范 0.8mm）；安徽某爬梯用回收钢材，2019 年建成 3 年即踏步断裂；贵州某平台用 P.O32.5 水泥（设计要求 P.O42.5），2021 年强度仅 25MPa（设计 30MPa）。工艺不规范问题突出：河北某步道焊缝高度仅为设计值 60%，2022 年荷载试验开裂；山西某桥梁焊后未除锈，2023 年焊缝锈蚀率 40%；江西某爬梯螺栓锚固深度仅 50% 设计值，2021 年松动脱落；福建某平台混凝土振捣不实，内部空洞 $30\text{cm} \times 20\text{cm}$ 。此外，施工与设计脱节：浙江某通道设计宽 1.0m，施工缩至 0.7m，设备无法通行；河南某平台未按 3% 排水坡度施工，积水

加速锈蚀；某桥梁未设 1.2m 高栏杆（仅 0.9m）及挡脚板，2020 年人员险些坠落。

3.3 维护管理缺失：机制与档案漏洞

30% 县级单位未将通道纳入定期养护（2023 年《公路桥梁养护管理统计报告》）：陕西某 2018 年建成通道未防腐，2023 年钢结构锈蚀 60%，踏步损坏 25%；甘肃某平台裂缝未修，雨水致钢筋锈蚀，承载力降 15%；内蒙古某爬梯螺栓松动未处理，后期整体倾斜，修复成本 8 万元（为早期维护的 5 倍）。15% 通道存在占用（2024 年《公路基础设施安全管理调研》）：江苏某桥梁通道被堆货 10m，2022 年延误支座病害处置；广东某通道被作材料堆场，护栏损 3 处；湖北某通道被货车撞损，2 个月无法检修；四川滑坡砸坏下部通道，修复需 1 个月，影响汛期检查。40% 通道无完整档案（全国 20 省调研）：湖南某高速桥梁图纸丢失，维护需额外检测，增成本 1.5 万元；山东某县级桥梁维修记录不全，2023 年重复维修浪费 8000 元；河北某通道用 12 年，无初始参数，需荷载试验判断是否更换，单次费用 3 万元。

4 具体项目案例分享

4.1 案例桥梁概况

某某二桥现位于珠海市斗门区省道 S272 线上，跨越泥湾门水道，分左、右两幅，双向六车道桥梁全长 966m，桥跨布置为 $15 \times 25\text{m} + 50\text{m} + 2 \times 80\text{m} + 50\text{m} + 13 \times 25\text{m}$ ，桥宽 38m，单幅宽 19m，横向布置为 1.0m（中央防撞栏）+ 12m（车行道）+ 1.25m（绿化带）+ 3.5m（人行道）+ 1.0m（给水管和挡板）。设计荷载为公路 - I 级。于 2016 年建成通车。主桥上部结构为连续箱梁，采用盆式支座，引桥上部结构为预应力混凝土连续小箱梁，采用板式橡胶支座；主桥下部构造为薄壁墩，引桥下部结构为双柱式桥墩，钻孔灌注桩基础；桥面铺装层为沥青混凝土，设置 16 道伸缩缝，采用模数式伸缩装置。

4.2 某某二桥钢检修平台项目案例

受限于边缘绿化带、人行道、给水管和挡板等构件的空间影响，即使借助桥检车亦无法抵近检修，为方便后续检修工作，桥梁养护单位实施了某某二桥钢检修平台项目，对该桥 16# ~ 18# 主墩、15#、19# 过渡墩增设了钢检修平台，作者作为甲方技术负责人参与本项目建设工作。^[1]

设计标准：设计年限 15 年；

主墩增设检查通道（16# ~ 18# 墩）：主墩布置环绕型钢检修平台，竖梯通道入口设置在设置在无大型管道的左幅桥面，竖梯通道入口对应处设置带锁活动门。从桥面可直达左幅主墩钢检修平台，从左幅主墩爬梯下到承台后，可从右幅主墩爬梯登上右幅主墩钢检修平台，具体布置为 16# ~ 18# 墩。

过渡墩布置绕盖梁的钢检修平台，竖梯通道入口设置在无大型管道的左幅桥面，竖梯通道入口对应处设置带锁活

动门。具体布置位置为 15# 墩及 19# 墩。

设计荷载：

平台设计荷载：均布荷载，2kN/m²；集中荷载，在平台板最不利位置，200mm×200mm 区域内承受 1.5kN 集中力。

梯道设计荷载：在梯段内同一时间只能由 1 人使用，设计荷载按组固定后其上端承受 2kN 垂直集中活载计算。

施工方案：

(1) 安装主墩竖梯和梯笼

采用 25T 随车吊配合工作，主墩竖梯安装需占用桥面 2 个车道进行施工，应做好相应的交通疏解工作。施工顺序为钻螺栓孔，再将预先组装好竖梯和梯笼吊装至设计位置，最后进行螺栓连接。

(2) 钢检修平台安装

安装钢检修平台前先将原有检修平台拆除，安装新钢检修平台主要分为两步，第一步安装主墩 A、B 类角钢支架（过渡墩 A、B、C、D、E 类角钢支架），第二步依次安装平台梁、横梁、钢板网、护栏等。主墩 A、B 类角钢支架安装利用挂篮进行安装，首先将挂篮临时固定在主墩梯笼上完成前两个钢支架安装的安装，然后利用安装好前两个钢支架临时固定挂篮进行安装第三个钢支架，依次类推完成所有钢支架，最后依次安装平台梁、横梁、钢板网、护栏等^[2]。

(3) 爬梯安装

爬梯安装利用 20t 材料运输船将材料运送至对应的桥墩处承台上，并做好固定措施。顺桥向主墩墩身外壁至承台边缘距离为 2.65m，横桥向主墩墩身外壁至承台边缘距离大于 2.65m。承台范围内能满足材料堆放和施工空间要求。主墩爬梯安装顺序首先通过在钢检修平台上安装挂篮完成第一节爬梯钻孔，然后再通过钢检修平台上设置 2 个 5 吨的葫芦将第一节爬梯吊起吊装至安装位置，再进行螺栓连接，然后再通过在第一节爬梯安装挂篮完成第二节爬梯钻孔，再通过钢检修平台上设置 2 个 5 吨的葫芦将第二节爬梯吊起吊装至安装位置，再进行螺栓连接。单个爬梯重量约为 0.35t。为便于运输和安装，拟将直爬梯分为两节进行运输和安装。爬梯安装顺序从上往下。

5 改进对策

5.1 优化设计：聚焦可达性与全周期适配

提升可达性：山区桥梁采用多样化方案，四川某桥设每 10m 带 2 m² 休息平台的爬梯+避难舱，云南某桥修 150m 台阶步道（坡度 1:3）+ 防护栏；跨江大桥人孔改箱梁侧面（翻盖式，无需拆铺装，尺寸 1.0m×1.5m），40m 高墩桥设电梯井，人员上下缩至 5 分钟。强化全周期规划：按构件需求设差异化通道，山东某桥支座留 1.2m 检修孔（可拆卸盖板），检修缩至 8 小时；广东某系杆拱桥设轨道式平台，检测成本降 60%；互通立交设螺旋楼梯连上下部通道，人员往返缩至 30 分钟（效率升 75%）。完善荷载设计：北方

计 0.7kN/ m² 积雪 + 1.5kN 设备荷载，钢结构选 Q355ND（步道板厚 ≥8mm），混凝土用 P.O42.5 + 抗裂纤维（钢筋间距 ≤150mm）；同步强化防护（栏杆 ≥1.2m+18cm 挡脚板，步道防滑条纹 ≥2mm，北方加电加热融雪）^[3]。

5.2 强化施工：严控质量与设计衔接

严控材料质量：建立“采购-检验-存储”体系，材料进场前检测（钢材力学+成分分析、水泥强度+安定性、连接件抗拔试验），某项目退 1 批不合格 Q355ND 钢，禁 2 批安定性差水泥；钢材存防雨棚，水泥存干燥仓库。规范施工工艺：开展人员专项培训，钢结构焊后除锈防腐，爬梯螺栓锚固达标、力矩合规，混凝土振捣到位+规范养护；关键工序旁站监督，及时纠偏。强化设计衔接：施工前图纸会审，变更需设计书面同意；设计单位定期现场指导，某项目发现排水坡度偏差立即整改，及时交底爬梯安装疑问。

5.3 完善维护：健全机制与档案管理

建立定期维护机制：纳入常态化养护，季度外观检查+年度结构检测，陕西某桥年度防腐后 5 年锈蚀率 ≤5%；建病害分级处置制度，轻微病害 24 小时整改，重大病害专项修复。加强安全监管：设警示标识+监控，江苏某桥清退占道商户，广东某桥设隔离栏防占用；建立快速修复机制，湖北某桥撞损通道 72 小时抢修，四川滑坡损坏通道 15 天修复。健全档案管理：建电子档案库（含图纸、施工、检查、维修记录），湖南某桥靠档案查材质参数免额外检测，山东某桥完善记录杜绝重复维修；档案定期更新，支撑全生命周期评估^[4]。

6 结论

公路桥梁检修通道是养护作业安全生命线，其质量与状态直接决定养护成效和人员安全。目前国内各类桥梁检修通道普遍存在设计布局不合理、规格适配不足问题；施工工艺不规范、材料管控不严留下质量隐患；后期巡检机制缺失、病害处置滞后，多重问题叠加制约通道功能发挥，亟需优化设计、严控施工、完善全生命周期管理体系。未来依托 BIM+物联网技术，可通过 BIM 三维可视化实现设计施工全流程精准管控；借助传感器实时监测结构变形、构件锈蚀与荷载变化，结合智能算法提前预警病害风险，构建监测-预警-处置闭环，推动检修通道向数字化智能化升级，筑牢桥梁长期安全运营保障。

参考文献

- [1] 王建军, 李娜. 公路桥梁检修通道设计优化与实践 [J]. 公路交通技术, 2021, 37 (2): 68-73.
- [2] 刘志强, 张敏. 钢结构桥梁检修通道施工质量控制要点 [J]. 桥梁建设, 2022, 52 (S1): 121-125.
- [3] 张辉, 王丽. 山区公路桥梁检修通道可达性设计研究 [J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46 (5): 125-126.
- [4] 郑宇, 陈明. 公路桥梁检修通道维护管理体系构建 [J]. 四川建材, 2024, 50 (3): 141-142.