高速公路改扩建涉航道桥梁施工安全管理

王宽
中交路桥华南工程有限公司 广东 中山 528400

摘 要 在我国高速公路网络日益完善的背景下，需要进行一些老旧高速公路的改扩建施工，积极开展高速公路网络的完善和优化，实现高速公路的互联和贯通，满足高速公路提质升级工作要求，推动我国交通事业的健康发展。对于交通流量较大，同时涉及航道桥梁的高速公路改扩建施工，这类工程往往处于交通枢纽或跨水域关键节点，施工环境复杂、风险点多，一旦发生安全事故，极易引发严重的交通中断，甚至水上通航事故。因此，为了最大限度减少对道路通行、船舶航行以及周边区域的影响，科学的施工安全管理工作势在必行。本文首先概述了此项工作开展的重要性，随后进行了大交通流量高速公路改扩建涉航道桥梁施工安全管理的分析，最后提出了提升安全管理效果的相关措施，仅供参考。

关键词 大交通流量；高速公路；涉航道桥梁；施工安全

Construction Safety Management for Expressway Reconstruction and Expansion Involving Waterway Bridges

Wang Kuan
CCCC Road and Bridge South China Engineering Co., Ltd., Zhongshan 528400, Guangdong Province, China

Abstract Against the backdrop of China's increasingly comprehensive expressway network, the need for renovation and expansion construction on existing older expressways has emerged. Actively pursuing the refinement and optimization of the expressway network is essential to achieve interconnection and integration, meet the requirements for upgrading expressway quality, and promote the healthy development of the nation's transportation sector. For expressway renovation and expansion projects involving significant traffic volumes and navigable waterway bridges, the construction environment is often complex, with numerous risk points. These projects are typically situated at transportation hubs or critical nodes spanning water bodies. Should a safety incident occur, it could easily lead to severe traffic disruption or even waterway navigation accidents. Therefore, to minimize the impact on road traffic, vessel navigation, and surrounding areas, implementing scientific construction safety management is imperative. This paper first outlines the importance of undertaking this work. Subsequently, it analyzes the safety management considerations for construction on navigable waterway bridges during high-traffic-volume expressway renovation and expansion projects. Finally, it proposes relevant measures to enhance the effectiveness of safety management, offered for reference purposes.

Key words High Traffic Volume; Expressway; Waterway-Involved Bridge; Construction Safety

高速公路项目的建设不仅能够带动区域经济的发展，还能够为公众的日常出行提供便利，为产业的转型升级提供重要支撑。为了满足社会经济发展和大交通流量要求，需要针对具体情况开展项目改扩建作业，配合科学的安全施工防护，提升高速公路项目建设的经济价值和社会价值[1]。

1 重要性分析

首先，可有效提升改扩建工作的安全性和有效性。借助先进的施工技术和严格的工程质量管控体系，确保在规定期限内完成作业任务。桥梁扩改建施工作业过程中，涉航道通航船舶的通行和具体施工环节相互影响，前者会对施工进度、作业安全产生干扰，而后者会影响船舶的正常航行。因此，必须制定并实施综合性的管理措施，以实现对高速公路通行与航道船舶通行的双重保障。一方面，需加强对通航船舶的调度协调与动态监控，合理规划船舶通行时段，降低其对桥梁施工区域的干扰；另一方面，应优化施工组织方案，设置必要的临时导航与防护设施，提升栈桥平台等水上作业结构的安全性和稳定性，确保高效施工，进一步地维护通行秩序，保障施工作业的安全进行。

其次，安全管理工作的开展具有提升分流线路和临时通行车道设置合理性的重要作用。通过分析交通流量数据并完成智能模拟，可设置精准的绕行线路，在缓解拥堵影响的同时保证通行效率。另外，临时设施的选择需要满足可见性和稳固性要求，为

物流运输的人员流动提供安全保障，维护交通网络的稳定性，进一步降低事故问题的发生概率，提升应急处理能力。

最后，通过开展安全管理工作，施工企业和相关作业人员都能够更为精准地识别比如说地质结构变化、结构负荷增加等扩改建施工阶段可能遇到的风险问题，并通过开展全面的安全培训和风险评估，提升工作人员的防范意识。特别是严格的安全防护能够有效预防坍塌事故和机械伤害等各类事故，采用标准化操作流程和个人防护装备，保障施工人员安全。与此同时，完善夜间照明和警示标志设置，在实时监控系统和传感器的作用下，可完成网络异常情况的精准检测，避免由于作业失误问题而影响项目的建设质量，威胁周围居民和车辆的通行安全。

2 大交通流量高速公路改扩建涉航道桥梁施工安全管理分析

2.1 施工前期准备阶段的安全管理

1.风险评估与专项方案制定。涉航道桥梁施工阶段，风险评估至关重要，主要涉及以下几个方面：第一种，借助通过AIS系统监测航道船舶流量，采用LEC法量化风险等级，掌握船舶的碰撞风险情况。第二种，对于2 m以上作业面，通过计算风荷载对脚手架稳定性的影响，能够掌握高空作业风险情况。第三种，根据地质勘探数据，采用有限元分析软件模拟不同支护结构下的土体变形，能够掌握深基坑风险情况。第四种，海事警戒船对相关水域实施严格监管，采取分时段单向通航的交通组织方式，合理调度船舶通行时序，有效确保水上施工区域的作业安全与通航秩序，掌握水域施工风险情况[2]。

2.责任体系构建与人员管理。按照“横向到边、纵向到底”的原则建立安全生产责任制，能够有效明确项目经理、安全总监、班组长三级责任主体。借助信息化平台可完成人员责任的追溯，通过将安全考核与绩效工资挂钩，能够有效降低人员违章作业概率。特别是特种作业人员，需持有应急管理部门颁发的操作证，并通过VR模拟考核。通过产业工人培训中心全面的教育培训，工人们能够系统地掌握先进技能和专业知识，在提升工作效率的同时，满足行业发展要求，推动企业进步。

3.设备检验与材料管控。为提升作业区域的安全性，保证施工作业人员的生命财产安全，需要全面检测水马、反光锥、爆闪灯等交通安全设施的结构尺寸、材料耐久性、反光膜逆反射系数、抗冲击性能等关键指标，确保完全满足国家标准和行业要求。

2.2 施工现场动态管控措施

1.临时设施安全标准。施工围挡采用高度2.5 m的装配式钢结构，并在表面粘贴反光膜，确保夜间可视距离达300 m。临时用电系统采用TN-S制式，借助智能电表完成电流的实时监测，确保可及时发现漏电隐患。装配式栈桥采用模块化设计，可实现快速拼装与部署，在保障施工安全方面，配套设置了施工提示牌与安全警示牌，明确作业区域与风险告知；同时配备夜间警示照明及反光装置，增强低可见度环境下的识别性。另外，为保证水域的正常通航，需要设置航标灯与通航高度水尺，清晰显示桥下的净空高度，指导船舶安全通行[3]。

2.高危工序专项防护。

（1）深基坑作业。从具体地质条件入手选择相应的支护方式。对于黏土地基，受到土地透水性低、黏聚力强的影响，所选择的支护型式不仅具有挡土作用，同时还需要借助锚杆的作用提供额外拉力平衡，因此就需要选择“钢板桩+锚杆”组合支护结构。对于砂土地基，受到土体松散、易渗水特点的影响，可以选择“地下连续墙+内支撑”体系，连续墙既作为挡土结构，又兼防水功能，内支撑则增强整体刚度、控制变形。若施工现场航道水深在10 m左右的区域，并加之复杂水流条件的影响，就会增加施工难度。此时需要将承台结构埋于河床以下区域，具有克服水下作业和土压力挑战的重要作用。同时配合实施精密的设计和严格的监控工作，有效降低施工过程对河床的扰动和对航道的影响。

（2）高空作业。在进行2 m以上作业面施工的过程中，可以借助安全带系统完成穿戴保护，及时发现未系挂、异常松动等情况，并且及时发出报警，提醒工作人员和管理人员进行科学处理。严格按照自检、互检、专检的“三检制”规范化搭设脚手架，精准识别问题并做好及时加固，最大限度降低坍塌风险。

（3）涉航道施工防护。为防止船舶在施工区域发生碰撞，需要在航道向下游区域各500 m范围内设置防撞警示设施。其中，防撞墩采用钢管桩基础深入河床，墩体结构外表面全面包裹高弹性橡胶缓冲层，可有效吸收撞击能量，避免造成船体和结构损伤。

3.交通组织与分流方案。交通组织与分流方案的设置可以参考“半幅单向通行”模式。某工程借助交通仿真软件优化车道布置，将通行能力从1 200辆/h提升至1 800辆/h。同时，为了能够实时发布施工信息，选择在关键节点设置可变情报板。

3 提升安全管理效果的主要措施

3.1 强化安全管理观念

首先，落实安全意识教育工作，开展分层专项训练和教育活动。针对基层工作人员的岗位培训工作，借助安全警示教育片和案例分析等形式，提升人员工作的规范化水平。另外，

定期进行管理人员培训，通过强化应急指挥和风险预判能力，提升人员的安全管理工作水平。其次，开展实战化应急演练。结合高速公路改扩建工程中跨线施工与水上施工等特点，利用虚拟现实技术制定场景化应急预案，通过实操演练的方式，保证施工人员熟悉消防器材使用方法，能够了解突发事故处置流程，增强全员安全防护与管理意识。再次，从具体细节入手，全面落实人员主体责任，通过日常检查、问责制度、绩效考核等的综合实施，提升各层级施工人员、管理人员的责任意识，避免问题出现时相互推诿。最后，通过分级监督和动态巡检的方式进行安全警示标志设施和人员防护装备佩戴情况的检查，根据具体问题清单指导相关环节限期整改，进一步提升各岗位工作人员和部门的安全防护理念[4]。

3.2 完善安全管理制度

大交通流量高速公路改扩建施工的安全有序开展，需要有完善的安全管理制度作为支撑，关注制度的设计和执行，在安全管理制度落实的过程中转变观念，开展主动防护，有效降低扩改建施工中各种突发情况出现的概率，实现灵活的应对和处理。此外，施工单位及管理层要完善检查联动制度，指派专职安全员完成全部工点的日常巡查，聚焦临时用电与复杂作业等环节的监督。同时，还可以借助无人机完成现场施工安全检查，及时发现未封闭施工缺口，并安排专业人员进行全面封堵。在制定和落实制度的过程中，管理人员需要对施工实际情况、具体作业流程展开综合考虑，实现对安全监督管理机制的动态调整，以具体施工阶段的特点和人、材、机等方面的要求为依据，优化施工组织，保证环境的稳定性，配合完善安全管理措施，提升制度的可操作性，有效防范施工风险，为工程建设的顺利进行提供安全保障[5]。

3.3 保障通航安全

在高速公路扩改建施工的过程中，需要严格按照航道的安全管理规定，设置包括桥涵标、侧面灯桩、施工提示牌、桥柱灯等多种视觉导航设施在内的助航和警示标志系统。在施工水域和周边关键通行区域，各类标注布设应规范、醒目、牢靠，满足昼夜不同光线下的辨识要求，实现对施工区域、通道水域的明确区分，最大限度地保证船舶的航行安全。在工程全过程中，桥涵标、桥柱灯、侧面灯桩等关键标志均按最高标准设置与维护，布局综合考虑水流、航道走向与船舶通航习惯，有效避免船舶误入施工水域。同时，为确保夜间和低能见度条件下船舶的航行安全，需要加大施工区域照明设备管控力度，精准测算光源的角度、色温、亮度等，实现与航标灯的有效区分，降低对驾驶员视觉的干扰。

3.4 强化现场监管与协调

工程现场监管工作的开展需要由项目管理人员和专职安全人员每天进行现场巡查，重点关注临时电源敷设、绝缘保护、安全警示标识的完整性，确保施工人员专用通道隔离措施和防撞设施的合理性。另外，在巡查的过程中，通过填写记录表的方式完成对问题的整改和督办，提升工作有效性。例如，在跨水域桥梁施工中，为防范船舶撞击风险，明确规定钢栈桥桩柱周围须设置防撞墩结构，采用直径达标的钢管桩呈等边三角形布置，内部填充缓冲材料，并通过结构验算确保其抗撞击能力符合航道安全要求。同时，在工程正式开始前，交警队需要同项目建设单位、设计单位、监理单位之间共同开展交通组织档案的审查，明确具体的导行路线、警示标志设置和应急车道预留要求。同时配合专项的日常巡检，将检查结果与绩效考核挂钩，及时发现问题并责令整改[6]。

4 结束语

总之，对于大交通流量高速公路扩改建项目来讲，为保证施工安全，降低交通事故风险的影响，安全管理工作不容忽视，是提升路网通行能力的关键所在。尤其是涉航道桥梁施工阶段，开展全面的安全管理工作至关重要，在保证航道平稳运行的同时，提升高速公路改扩建的效率和安全性，为我国交通运输事业的健康发展奠定基础。

参考文献

[1]张瑞星.公路交通安全设施设计要点分析[J].交通世界,2024(9):14-16.

[2]刘翔宇.交通安全设施施工方法[J].交通世界(上旬刊),2017(5):162-163.

[3]罗艳.公路交通安全设施维养技术研究[J].工程技术研究,2024(18):133-135.

[4]朱森林,章世祥,曹廷.在役桥梁人为偶然因素安全风险快速综合评估[J].科学技术创新,2021(36):121-124.

[5]王飞,吕忠达,赵卓,等.基于刚柔匹配的桥梁柔性防撞装置研究[J].桥梁建设,2021,51(1):82-87.

[6]鲍莉霞,刘赛博,肖晨,等.桥梁防船撞波纹钢夹层吸能结构耐撞性研究[J].桥梁建设,2019,49(5):57-62.

（本文编辑 曹 阳）