

改扩建工程中新老桥梁拼接关键技术研究

李明伟

440982*****2333

摘要:随着交通基础设施改扩建需求的持续增长,新老桥梁拼接成为拓展通行能力、提升路网服务水平的关键环节。该技术需兼顾新老结构协同工作性能,解决材料老化、结构差异及受力不协调引发的拼接质量问题。本文围绕新老桥梁拼接技术难点,梳理前期准备、协同受力、界面处理、施工控制及耐久性保障等核心方向,探讨各技术应用要点与优化策略,为提升拼接工程安全性、稳定性与长效性提供技术参考。

关键词:改扩建工程;新老桥梁拼接;协同受力技术;界面处理技术

DOI: 10.64216/3080-1508.26.02.088

引言

在交通强国建设背景下,既有桥梁改扩建工程日益增多,新老桥梁拼接技术的应用愈发广泛。传统桥梁扩建方式易产生通行中断、工程成本过高及结构兼容性差等问题,而新老桥梁拼接技术可有效弥补这些不足,实现原有桥梁资源的高效利用。当前,该技术在实际应用中仍面临新老结构性能差异、界面粘结不牢固及长期服役耐久性不足等挑战。深入研究新老桥梁拼接关键技术,对于推动改扩建工程技术升级、保障桥梁结构安全稳定具有重要的现实意义。

1 新老桥梁拼接前期技术准备

1.1 结构性能检测与评估

新老桥梁结构性能检测与评估是拼接工程开展的基础前提。检测工作需覆盖老桥的混凝土强度、钢筋锈蚀程度、结构裂缝分布及变形情况等核心指标,同时明确新桥结构设计参数与材料性能。评估过程中,需结合桥梁服役年限、交通荷载历史及环境作用影响,判断老桥结构的承载能力与剩余使用寿命。通过建立结构性能评估体系,可精准识别新老桥梁结构差异,为后续拼接方案设计提供可靠的数据支撑,避免因结构性能不匹配导致拼接后出现受力失衡问题。

1.2 地质与环境勘察

拼接区域地质与环境条件勘察直接影响拼接方案的可行性与结构安全性。勘察内容主要包括拼接区域的地层分布、土壤承载力、地下水水位及水质情况等地质参数,同时需调研周边气候条件、地震烈度及不良地质灾害风险。针对地质条件复杂区域,需采用综合勘察手段,确保勘察数据的准确性与全面性。环境勘察还需考虑周边建筑物分布、交通流量及生态保护要求,避免施工过程对周边环境产生不利影响。基于勘察结果,可优

化拼接基础设计方案,提升结构抗地质灾害与环境适应能力。

1.3 拼接方案适配设计

拼接方案适配性设计需结合新老桥梁结构特点、地质环境条件及交通功能需求综合开展。设计过程中,需重点考虑新老桥梁的结构形式、跨径布置及荷载标准的兼容性,合理选择拼接方式与连接节点形式。针对不同类型的桥梁结构,如梁桥、拱桥、刚构桥等,需制定差异化的拼接设计方案。同时,需兼顾施工便捷性与工程经济性,优化施工工序与材料选型。通过多方案比选与仿真分析,确保拼接方案能够实现新老结构的协同工作,满足工程长期使用要求。

2 新老桥梁结构协同受力关键技术

2.1 刚度匹配优化

新老桥梁刚度匹配优化是实现结构协同受力的核心技术之一。由于老桥长期服役存在材料老化、结构损伤等问题,其刚度往往与新桥存在较大差异,易导致拼接后荷载分布不均。优化过程中,需通过结构计算与仿真分析,明确新老桥梁的刚度差异范围,采用合理的技术措施调整刚度分布。可通过增强老桥结构刚度,如增设加固层、粘贴加固材料等,或优化新桥结构设计参数,实现新老桥梁刚度的动态匹配。刚度匹配优化需兼顾短期受力性能与长期变形稳定性,确保拼接结构在各类荷载作用下能够均匀受力,减少应力集中现象。

2.2 节点受力传递优化

拼接节点是新老桥梁受力传递的关键部位,其受力传递机制优化直接影响整体结构的承载性能。节点设计需保证力的顺畅传递,避免出现受力死角与应力集中。需合理选择节点连接形式,如刚性连接、半刚性连接等,

结合结构受力特点优化节点构造细节。通过加强节点区域的配筋设计、采用高性能连接材料等措施，提升节点的承载能力与抗变形能力。同时，需考虑温度变化、混凝土收缩徐变等因素对节点受力的影响，采取相应的补偿措施，确保节点在长期服役过程中能够稳定传递荷载，保障结构整体安全性。

2.3 温度与沉降差控制

温度应力与沉降差是导致新老桥梁拼接结构产生裂缝、影响协同受力的重要因素。温度应力控制需结合区域气候特征，分析温度变化对新老桥梁结构变形的影响规律，采用合理的温控措施。可通过设置温度伸缩缝、选用低热膨胀系数材料等方式，减少温度变化引发的结构变形与应力。沉降差控制需基于地质勘察结果，预测新老桥梁基础的沉降量与沉降速率，采用差异化的基础处理技术。对于沉降差异较大区域，可采用地基加固、设置沉降调节装置等措施，实现新老桥梁沉降的同步协调，避免因沉降差导致结构开裂与受力失衡。

3 新老桥梁拼接界面处理关键技术

3.1 老桥界面预处理与修复

老桥界面预处理与缺陷修复是保障界面粘结质量的基础工作。老桥界面长期暴露在自然环境中，易产生浮浆、油污、风化层及裂缝等缺陷，需进行彻底的预处理。预处理措施包括界面清理、打磨、凿毛等，确保界面表面粗糙、洁净，提升与新结构的粘结性能。对于存在裂缝、剥落等缺陷的界面区域，需采用相应的修复技术进行处理。可选用高性能修补材料填补裂缝、修复破损部位，恢复界面结构的完整性与承载能力。预处理与修复过程需严格控制施工质量，避免因界面处理不当导致粘结失效，影响拼接结构的整体稳定性。

3.2 界面粘结材料选型与应用

界面粘结材料的选型与应用直接决定新老桥梁界面的粘结强度。需根据新老桥梁的结构材料类型、受力特点及服役环境要求，选择适配的粘结材料。常用的粘结材料包括环氧树脂类胶粘剂、聚合物水泥砂浆等，需优先选用粘结强度高、耐久性好、抗老化能力强的材料。材料应用过程中，需严格控制材料配合比与施工工艺，确保粘结材料均匀涂抹，界面贴合紧密。同时，需保障粘结材料的养护条件，促进材料强度增长，避免因养护不当导致粘结性能下降。合理的粘结材料选型与规范的施工应用，是保障界面协同工作的关键。

3.3 界面连接构造强化

界面连接构造强化是提升界面抗剪、抗拉能力的重要措施。需结合新老桥梁的结构形式与受力需求，设计合理的连接构造形式。常见的连接构造包括植筋连接、预埋钢板连接、剪力键连接等。植筋连接需合理确定植筋数量、直径及植入深度，确保钢筋与老桥结构的可靠结合；预埋钢板连接需保证钢板与新老结构的紧密贴合，提升界面受力传递效率；剪力键连接可有效增强界面抗剪性能，防止出现相对滑移。连接构造施工需严格遵循施工规范，控制施工精度与质量，确保连接构造能够充分发挥强化作用，保障界面连接的稳定性与可靠性。

4 新老桥梁拼接施工过程控制技术

4.1 施工时序优化与阶段受力控制

施工时序优化与阶段受力控制是保障拼接施工质量的关键环节。需结合拼接结构的受力特点，制定科学合理的施工时序，明确各施工阶段的先后顺序与作业要求。施工过程中，需分阶段控制结构受力状态，避免因施工荷载分布不均或施工顺序不当导致结构产生过大变形与应力。可通过施工仿真分析，预测各阶段结构受力与变形情况，针对性制定控制措施。在关键施工阶段，需控制施工进度与荷载施加速率，实现结构受力的平稳过渡。施工时序优化与阶段受力控制能够有效降低施工风险，保障施工过程中结构的安全稳定。

4.2 施工变形实时监测

施工变形实时监测是掌握结构施工状态、及时调整施工参数、规避质量隐患的重要手段，是施工过程控制的核心支撑。需根据拼接工程的结构形式、施工流程及潜在变形风险点，科学布设监测点位与监测仪器，明确各点位的监测指标、监测频率及预警阈值，形成全覆盖、高精度的监测网络。监测内容主要包括新老桥梁的基础沉降、结构位移、界面接缝开合度及裂缝开展情况等关键变形指标，同时兼顾环境温度、湿度等影响因素的同步监测。通过自动化监测设备实时采集监测数据，建立数据处理与分析体系，快速识别结构变形异常情况。

4.3 施工交通组织与安全保障

新老桥梁拼接施工往往在既有交通线路上开展，施工区域与通行区域交叉重叠，施工干扰下的交通组织与安全保障至关重要，直接关系到工程顺利推进与公共交通安全。需结合施工区域的交通流量特征、路网分布情况及施工周期，制定精细化的交通疏导方案，合理划分施工封闭区域、临时通行区域与缓冲区域，设置清晰规范的交通警示标识、导向标识及防护设施。可采用分幅

分段施工、搭设临时便桥或利用周边替代路网分流等方式，最大限度减少施工对正常交通的影响，保障通行效率。需建立健全施工区域安全管理体系，严格落实安全防护措施，对施工人员进行专项安全培训，配备充足的安全防护用品，保障施工人员与通行车辆的安全。施工过程中，需安排专人24小时负责交通疏导与安全巡查，及时处理交通拥堵、设施损坏等安全隐患。

5 新老桥梁拼接结构耐久性保障技术

5.1 拼接区域防腐防渗

拼接区域防腐防渗是提升结构耐久性的基础保障。拼接区域界面、节点等部位因结构衔接存在缝隙、受力复杂，易成为腐蚀与渗漏的薄弱环节，需结合工程所处环境类型，制定针对性的防腐防渗综合措施。防腐措施包括对钢筋、钢板等金属构件进行彻底的除锈处理后涂刷专用防护涂层，选用防腐性能优良且与结构材料相容性好的涂层材料；防渗措施包括在界面接缝处设置多道防水密封层、采用抗渗等级符合设计要求的防渗混凝土浇筑衔接部位，全面阻断水分与氯离子等有害物质的侵入通道。需重点关注拼接界面的密封处理，严格把控密封材料的选型适配性与施工操作质量，避免出现密封不严问题。

5.2 服役性能劣化防控

长期服役环境下，新老桥梁拼接结构易受车辆反复荷载作用、温湿度交替变化、雨雪侵蚀及工业污染物腐蚀等多重因素综合影响，出现混凝土碳化、钢筋锈蚀、界面剥离等性能劣化现象，需建立全生命周期的劣化防控体系。需结合结构服役环境特点，系统分析可能导致性能劣化的主要因素及作用机理，制定针对性的防控措施。可通过优化结构受力体系设计、选用耐久性优异的结构材料与连接材料等方式，从源头提升结构自身的抗劣化能力。需建立长期性能动态监测机制，布设精准的监测点位，实时掌握结构服役状态，及时发现并处理早期劣化问题。针对不同类型的劣化现象，采用适配的修复与加固技术措施，有效延缓劣化进程，保障结构长期服役性能稳定。

5.3 新型耐久性材料应用

新型耐久性材料的应用是提升拼接结构耐久性的

重要技术路径，也是推动桥梁改扩建工程技术升级的关键支撑。随着材料科学的快速发展，各类高性能耐久性材料不断涌现并逐步应用于工程实践，如超高韧性混凝土、纤维增强复合材料、新型环保防腐涂料及聚合物改性密封材料等。在拼接工程中，需结合结构受力需求、服役环境条件及施工可行性，合理选用这些新型材料，可显著提升结构的抗老化、抗腐蚀、抗疲劳性能及界面粘结稳定性。纤维增强复合材料可用于老桥结构局部加固与新老界面增强处理，既能提升结构承载能力，又能强化耐久性；新型防腐涂料可增强金属构件的防腐效果，延长其服役年限。新型材料应用需结合工程实际需求，明确材料性能指标要求与专项施工工艺要点，加强施工过程质量管控，确保材料充分发挥耐久性提升作用。

6 结论

新老桥梁拼接技术是改扩建工程中的核心技术之一，其应用质量直接关系到桥梁结构的安全稳定与长期服役性能。本文系统探讨了新老桥梁拼接前期技术准备、结构协同受力、界面处理、施工过程控制及耐久性保障五大关键技术方向。研究表明，前期充分的检测勘察与适配设计是拼接工程的基础，刚度匹配与节点优化是协同受力的核心，规范的界面处理是结构连接可靠的保障，精准的施工控制是质量落地的关键，完善的耐久性措施是延长服役寿命的支撑。各关键技术环节相互关联、相辅相成，需进行系统整合与优化。未来研究可进一步聚焦新型材料与智能化技术在拼接工程中的应用，推动新老桥梁拼接技术的持续升级与发展，为交通基础设施改扩建工程提供更有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 尚纪伟. 高速公路改扩建工程中桥梁拼接施工技术要点探究[J]. 市政技术, 2021, 39(07): 65–68.
- [2] 胡火全, 罗剑. 公路改扩建工程中的桥梁拼宽设计[J]. 运输经理世界, 2022, (19): 88–90.
- [3] 徐春明, 汪春桃, 吴家铭. 高速公路改扩建工程勘察技术要点概述[J]. 中外公路, 2020, 40(S2): 1–4.
- [4] 吴雅玲. 改扩建工程新旧桥梁基础差异沉降分析及控制[J]. 工程建设与设计, 2018, (10): 68–69.
- [5] 李季增. 高速公路改扩建桥梁设计要点分析[J]. 交通世界, 2017, (10): 104–105.