

高速公路改扩建桥梁拼宽技术

肖 聪

湖北省人才市场有限责任公司 湖北 武汉 430030

摘 要：随着交通量增长，高速公路改扩建中桥梁拼宽技术愈发重要。本文围绕高速公路桥梁拼宽展开研究，阐述其功能提升、安全保障和交通保障的核心需求；提出结构设计需遵循结构协同、因地制宜、经济高效和耐久性优先等原则；详细介绍拼宽方式、基础与下部结构、上部结构等拼宽方案设计内容；探讨新旧结构连接、差异沉降控制、施工工艺优化和耐久性提升等关键技术。研究成果可为高速公路桥梁拼宽工程提供理论支持与实践指导。

关键词：高速公路改扩建；桥梁拼宽；关键技术

1 高速公路桥梁拼宽的核心需求

1.1 功能提升需求

随着经济社会发展，高速公路交通量年均增长率达8%-10%，部分路段日均交通量已远超设计容量，拥堵问题突出。桥梁作为道路关键节点，其通行能力需与主线改扩建同步提升，功能提升需求集中体现在两方面：一是荷载等级升级，早期建设的高速公路桥梁多按公路-II级或老规范标准设计，难以满足当前重型货车通行需求，需通过拼宽将荷载等级提升至公路-I级及以上；二是车道数量增加，根据《公路工程技术标准》，双向四车道高速公路改扩建多需拓宽为双向六车道或八车道，桥梁需同步增加车道数量，确保主线通行能力匹配。例如，京港澳高速某段改扩建中，桥梁拼宽后车道数从双向四车道增至六车道，单幅宽度从11.25m拓宽至16.75m，通行能力提升50%以上。

1.2 安全保障需求

桥梁拼宽需确保新旧结构协同工作，满足结构安全与运营安全要求。结构安全方面，新旧梁体、墩柱需在恒载、活载及地震、温度等荷载作用下协调变形，避免因刚度不匹配产生应力集中，导致结构开裂或破坏；同时，拼宽后的桥梁需具备足够的抗震性能，符合现行《公路桥梁抗震设计规范》要求。运营安全方面，需优化桥面排水、护栏、照明等附属设施设计，拼宽后的桥面铺装需与原桥面平顺衔接，避免出现错台、高差，确保行车舒适性与安全性；护栏连接需牢固可靠，防撞等级需达到规范要求，有效降低交通事故风险^[1]。另外，拼宽施工期间需采取严格的安全防护措施，防止施工设备、材料坠落影响既有交通运营安全。

1.3 交通保障需求

高速公路桥梁拼宽多需在“边施工边通车”的条件下进行，交通保障需求尤为迫切。一方面，需最大限度

减少施工对现有交通的干扰，通过合理的交通组织方案，确保施工期间道路通行能力不低于原通行能力的70%；另一方面，需保障施工区域与行车道的有效隔离，设置清晰的交通警示标识、导向标志，引导车辆安全通行。例如，在跨河桥梁拼宽施工中，可采用分幅施工方式，先对半幅桥梁进行拼宽改造，利用另一幅维持双向通行，待第一幅完工后再对另一幅施工，避免全封闭交通造成的拥堵。同时，需制定施工期间的交通应急预案，应对交通事故、恶劣天气等突发情况，确保交通畅通。

2 高速公路桥梁拼宽方案设计原则

2.1 结构协同原则

结构协同是桥梁拼宽方案设计的核心原则，旨在确保新旧结构形成有机整体，协同受力与变形。设计中需充分考虑新旧结构的刚度匹配，通过调整新增结构的截面尺寸、材料强度等参数，使新旧结构的刚度比控制在合理范围，避免荷载作用下出现过大变形差异；同时，需优化新旧结构的连接方式，确保连接节点具有足够的强度与刚度，能够有效传递内力。例如，在预制T梁桥拼宽中，新增T梁的截面高度、翼缘宽度需与原梁保持一致，通过湿接缝与原梁紧密连接，使新旧梁体共同承担荷载。另外，还需考虑温度变化、混凝土收缩徐变等因素对结构协同性的影响，在设计中预留合理的变形量。

2.2 因地制宜原则

桥梁拼宽方案需根据桥梁类型、地质条件、周边环境等实际情况灵活设计，避免“一刀切”。桥梁类型方面，梁桥、拱桥、刚构桥的拼宽方案差异显著：梁桥多采用新增梁体与原梁连接的方式，拱桥需重点考虑拱圈的受力平衡，刚构桥则需关注墩梁连接部位的协同变形。地质条件方面，软土地基区域需加强基础处理，采用桩基、复合地基等方式控制沉降；岩溶地区需进行溶洞填充、注浆加固，确保基础稳定。周边环境方面，临

近居民区的桥梁拼宽需采用低噪声施工工艺,减少对居民生活的影响;跨越河流、铁路的桥梁需充分考虑通航、通铁要求,合理选择拼宽方式与施工工艺^[2]。

2.3 经济高效原则

拼宽方案设计需在保障结构安全的前提下,兼顾经济性与施工效率。经济性方面,需优化结构设计,合理选择材料与施工工艺,降低工程成本。例如,优先采用预制装配化施工,减少现场浇筑工作量,降低人工与机械成本;在满足受力要求的前提下,选用性价比高的材料,避免过度设计。施工效率方面,需选择施工周期短、工艺成熟的方案,缩短对交通的影响时间。例如,采用模块化拼宽技术,将桥梁构件在工厂预制,现场快速组装,可将施工周期缩短30%以上。同时,需考虑后期运维成本,在设计中采用耐久性强、易维护的结构形式与材料,降低后期养护费用。

2.4 耐久性优先原则

桥梁拼宽需充分考虑结构耐久性,确保拼宽后的桥梁使用寿命与原桥匹配。设计中需从材料选择、结构构造、防护措施等多方面入手:材料选择上,优先选用高强度、耐腐蚀的混凝土与钢筋,如C50及以上强度等级的混凝土、环氧树脂涂层钢筋;结构构造上,优化新旧混凝土界面设计,设置止水带、排水孔等防排水设施,避免雨水、腐蚀性介质渗入连接节点;防护措施上,对暴露的钢筋、钢结构构件采用防腐涂料、阴极保护等方式进行防护,提升结构抗腐蚀能力。例如,在沿海地区桥梁拼宽中,新增结构的混凝土需添加阻锈剂,钢筋采用不锈钢或涂层钢筋,有效抵抗海水侵蚀,延长结构使用寿命。

3 高速公路桥梁拼宽方案设计

3.1 拼宽方式选择

拼宽方式主要分为单侧拼宽与双侧拼宽,需根据道路线形、场地条件、交通需求等因素选择。单侧拼宽适用于道路一侧场地开阔、另一侧受地形限制(如山体、河流)的情况,具有施工干扰小、对既有交通影响少的优点,但拼宽后桥梁重心偏移,需加强下部结构稳定性设计。双侧拼宽适用于道路两侧场地均开阔的情况,拼宽后桥梁受力均衡、线形美观,但施工时需对两侧同时进行作业,对交通干扰较大。例如,在平原地区高速公路改扩建中,多采用双侧拼宽方式,将原双向四车道桥梁拓宽为双向六车道,单幅宽度增加2.5-3m;在山区高速公路改扩建中,受地形限制多采用单侧拼宽,利用山体一侧空间新增车道。此外,根据交通量预测与设计标准,拼宽还可分为等宽拼宽与不等宽拼宽,等宽拼宽适

用于原桥宽度基本符合拓宽后单幅宽度要求的情况,不等宽拼宽则需根据设计标准重新确定拼宽宽度,调整梁体截面尺寸^[3]。

3.2 基础与下部结构拼宽设计

基础拼宽需根据原基础类型制定针对性方案。原桥采用桩基础时,新增基础可采用同类型桩基,通过植筋、承台连接等方式与原基础形成整体;当原桩基承载力不足时,需对原桩基进行加固,可采用桩底压浆、桩周注浆等技术提升承载力。原桥采用扩大基础时,新增基础可通过开挖连接槽,将原基础混凝土表面凿毛后,浇筑新混凝土形成整体基础,同时需对原基础下地基进行加固处理,如采用高压旋喷桩、灰土挤密桩等方式。墩柱拼宽需根据原墩柱形式设计:原墩柱为圆柱时,可采用外包混凝土的方式加宽,新增钢筋与原墩柱钢筋焊接连接;原墩柱为矩形墩时,可直接在一侧或两侧浇筑新墩柱,通过湿接缝与原墩柱连接。盖梁拼宽需在原盖梁上植筋,浇筑新增盖梁混凝土,确保新旧盖梁牢固连接,同时需调整支座布置,匹配新增梁体的受力需求。

3.3 上部结构拼宽设计

上部结构拼宽需根据原桥梁型与结构形式设计。原桥为预制T梁时,新增梁体采用同型号T梁,通过湿接缝与原梁连接,湿接缝宽度一般为50-80cm,内部布置纵向与横向钢筋,确保连接强度;同时,需调整横隔板布置,加强梁体横向联系。原桥为箱梁时,新增箱梁的截面形式需与原箱梁保持一致,通过翼缘板湿接缝连接,接缝处需设置剪力钉或植筋,传递横向剪力;对于连续箱梁桥,还需考虑一联内新旧箱梁的协同变形,优化支座约束条件。原桥为现浇梁时,新增梁体采用现浇施工,与原梁体连接处需将原混凝土表面凿毛,涂刷界面剂,布置连接钢筋,确保新旧混凝土结合紧密。桥面系拼宽需同步设计桥面铺装、护栏、伸缩缝等附属设施:桥面铺装需采用与原桥面相同的材料,如沥青混凝土或水泥混凝土,铺装层厚度需一致,衔接处采用铣刨、拉毛等方式处理,确保平顺过渡;护栏需采用与原护栏同类型的防撞护栏,连接部位需焊接或螺栓连接牢固;伸缩缝需根据桥梁长度与受力特点,选择合适的类型,确保伸缩自如,防水性能良好。

4 高速公路桥梁拼宽关键技术

4.1 新旧结构连接技术

新旧结构连接技术是确保拼宽桥梁协同受力的核心,主要分为刚性连接与柔性连接。刚性连接适用于地质条件好、沉降差异小的情况,常用工艺包括植筋锚固、湿接缝浇筑、预应力张拉等。植筋锚固时,需在原

结构上钻孔,清理孔内灰尘后注入结构胶,插入钢筋并养护,确保钢筋与原结构牢固结合,植筋深度与直径需根据受力计算确定。湿接缝浇筑前,需将新旧混凝土表面凿毛,露出新鲜骨料,铺设钢筋网,采用微膨胀混凝土浇筑,振捣密实,养护期间需保持湿润,防止裂缝产生。预应力张拉多用于连续梁桥拼宽,通过在新旧梁体中设置预应力钢束,施加预应力使新旧结构紧密结合,提升整体刚度。柔性连接适用于地质条件复杂、可能产生较大沉降差异的情况,常用橡胶支座、位移调节器等装置,允许新旧结构之间存在微小相对位移,避免应力集中,如在软土地基桥梁拼宽中,采用盆式橡胶支座连接新旧梁体,适应基础沉降差异^[4]。

4.2 差异沉降控制技术

差异沉降是桥梁拼宽的主要技术难点,需从基础处理、监测调控两方面采取措施。基础加固方面,对原桥基础采用注浆加固技术,通过钻孔将水泥浆或化学浆液注入地基,填充孔隙、胶结土体,提升地基承载力;对新增基础采用桩基础或复合地基,如钻孔灌注桩、CFG桩等,减少新增基础沉降量;对于软土地基,可采用堆载预压或真空预压法,提前消除部分地基沉降。沉降监测方面,在新旧基础、墩柱上布置沉降观测点,采用水准仪、全站仪或自动化监测设备,定期观测沉降量,绘制沉降曲线,预测沉降发展趋势。沉降调控方面,通过调整施工顺序,先施工新增基础,待其完成大部分沉降后再进行新旧结构连接;也可在连接节点设置可调支座,根据沉降监测数据调整支座高度,控制沉降差异在允许范围内(一般不超过5mm)。

4.3 施工工艺优化技术

施工工艺优化旨在提升施工效率、减少交通干扰,主要包括预制装配化施工、分幅施工、临时支撑与防护等技术。预制装配化施工将梁体、盖梁等构件在工厂预制,通过运输车辆运至现场吊装,减少现场模板、钢筋绑扎工作量,施工周期可缩短40%以上,且施工质量易于控制。分幅施工时,将桥梁分为左右两幅,先对一幅进行拼宽施工,另一幅维持交通,施工期间采用临时护栏隔离,待第一幅完工后转换交通,再施工另一幅,确保施工与交通互不干扰。临时支撑体系需根据梁体重量与施工荷载设计,采用钢管支架或贝雷架,确保支撑稳定可靠;同时,需设置防坠落网、警示标识等安全防护设

施,隔离施工区域与行车道。此外,采用信息化施工技术,通过BIM模型模拟施工过程,优化施工方案;利用物联网技术实时监测施工设备运行状态与结构应力变形,及时调整施工参数,确保施工安全。

4.4 耐久性提升技术

耐久性提升技术贯穿拼宽设计与施工全过程,重点关注新旧混凝土界面、连接节点等薄弱部位。防裂抗渗方面,在湿接缝、墩柱连接等部位采用微膨胀混凝土,补偿混凝土收缩,减少裂缝产生;在桥面铺装、桥台台背等部位添加聚丙烯纤维或钢纤维,增强混凝土抗裂性能;设置止水带、止水条等防排水设施,在伸缩缝、桥面排水口等部位采用防水卷材或防水涂料,防止雨水渗入结构内部。防腐防锈方面,对暴露的钢筋、钢结构构件采用环氧煤沥青、聚脲等防腐涂料,涂层厚度不小于200 μm ;对预应力钢束采用无粘结钢绞线或真空压浆工艺,防止钢束锈蚀;在沿海、工业区等腐蚀环境下,采用不锈钢钢筋或阴极保护技术,提升结构抗腐蚀能力。加强施工过程质量控制,严格控制混凝土配合比、坍落度,确保浇筑振捣密实,养护到位,从施工环节提升结构耐久性。

结束语

高速公路改扩建中桥梁拼宽技术是保障交通顺畅与安全的关键,通过深入研究,明确了核心需求、设计原则与关键技术,涵盖结构协同、沉降控制、施工优化及耐久性提升等多方面。实际应用中,需结合具体工程情况,灵活运用各项技术,确保新旧结构协同工作,满足功能、安全与交通保障需求。未来,随着技术不断发展,桥梁拼宽技术将更加成熟,为高速公路的可持续发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]李志杰.高速公路改扩建桥梁拼宽技术研究[J].商品与质量,2022(20):157-159.
- [2]文俏壮.高速公路改扩建工程中的桥梁拼宽和加固技术[J].中国公路,2022,615(11):154-155.
- [3]余琼芳.高速公路改扩建工程桥梁拼宽与加固技术探讨[J].工程建设与设计,2021(8):143-144,149.
- [4]尹守军.高速公路改扩建工程中的桥梁拼宽与加固研究[J].建材与装饰,2025,21(11):154-156.