

滨江桥梁拓宽方案分析与设计

王 煜

(重庆市设计院有限公司, 重庆市 400015)

摘 要: 目前对于桥梁拓宽的研究多聚焦于结构形式、连接方式等工程技术层面的细部问题, 缺少关于滨江桥梁拓宽的针对性研究。而滨江桥梁拓宽工程受江河水文节律、岸线消落带动态变化、软弱地层等多方面复杂因素影响, 在设计与施工方面存在特殊要求。基于重庆市万州区北滨大道拓宽工程中的万元纸厂高架桥拓宽节点, 对桥梁拓宽常见的总体方案和桥梁连接方式进行了归纳总结, 系统性地分析了万元纸厂高架桥的结构特点、水文地质、用地条件、交通组织、荷载影响等控制性因素, 合理确定了桥梁拓宽的总体方案和构造细节, 并针对新旧桥梁接缝处桥面连续结构进行了特别设计, 确保了项目的顺利竣工通车和良好运营, 也为类似的滨江桥梁拓宽项目提供参考借鉴。

关键词: 桥梁拓宽; 滨江桥梁; 桥面连续构造; 预制梁

中图分类号: U442.5; TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)11-0138-05

Analysis and Design of Widening Scheme for Riverside Bridges

WANG Yu

(Chongqing Design Institute Co., Ltd., Chongqing 400015, China)

Abstract: Currently, research on bridge widening mostly focuses on detailed issues at the engineering and technical level such as structural forms and connection methods. There is a lack of targeted research on the widening of riverside bridges. However, the widening project of riverside bridges is affected by various complex factors, such as the hydrological rhythm of rivers, the dynamic changes of riparian water-level fluctuation zones and the soft soil layers. There are the special requirements for the design and construction. Based on the widening node of the elevated bridge for Wanyuan Paper Mill in the Chongqing Wanzhou District Beibin Avenue Widening Project, the overall scheme and bridge connection methods commonly for bridge widening are summarized and concluded. The controlling factors such as the structural characteristics, hydrogeology, land use conditions, traffic organization and load impact of the elevated bridge for Wanyuan Paper Mill are systematically analyzed. The overall scheme and structural details of the bridge widening are reasonably determined. And aiming at the deck continuous structure at the joint of the new and old bridges, the special design is conducted to ensure the smooth completion, opening to traffic and good operation of the project, which also provides a reference for similar riverside bridge widening projects.

Keywords: bridge widening; riverside bridge; deck continuous structure; precast beam

0 引 言

随着城市经济的发展和居民汽车保有量的增加, 城市道路交通流量呈现大幅增长, 而大量既有城市桥梁受建设时期的设计标准和车道规模等限制, 其通行能力已难以满足日益增长的交通需求, 需对桥梁进行拓宽改造处理, 以缓解交通拥堵, 提升路网运行效率。目前对于桥梁拓宽的研究多聚焦于拓宽结构设计及局部影响分析^[1-5]、新旧桥梁连接方式与受力研究等细部问题^[6-10], 较少涉及到桥位处自然条

件、社会环境与桥梁拓宽工程的总体性影响研究, 尤其缺少关于滨江桥梁拓宽的针对性研究。

在沿江城市中, 滨江道路在日常交通与文化休闲方面发挥着重要作用, 而桥梁是滨江道路的常见结构物, 也是拓宽改造的重要技术节点。相较于陆地桥梁, 滨江桥梁拓宽会面临更为复杂的工程条件。受水文节律影响, 江河水位普遍呈现季节性或周期性波动特征, 导致其岸线消落带范围内的陆域呈现周期性“显露-淹没”的交替状态, 该动态变化过程对滨江桥梁拓宽的施工方式和工期控制有直接影响。而在沿江区域, 江水淹没影响范围内的地层表层普遍分布有一定厚度的淤泥及淤泥质土类软土层, 该类土体工程力学性质呈现显著劣化特征, 承载能力

收稿日期: 2025-07-26

作者简介: 王煜(1986—), 男, 硕士, 正高级工程师, 从事桥梁、隧道和岩土工程设计工作。

低下,在荷载作用下易变形,抗剪强度低,对基础的侧向支撑能力弱,开挖时易塌孔,在桥梁拓宽工程设计和施工时需要予以特别关注。此外,在桥梁设计与分析时,除了自重、人车活载、温差、徐变等常规荷载外,滨江桥梁还需考虑充分考虑江河水文、航运等特殊环境因素对荷载特性的影响,额外增加水浮力、流水压力、漂浮物和船舶撞击等荷载。

因此,滨江桥梁拓宽工程受江河水文节律、岸线消落带动态变化、软弱地层、航运等多方面复杂因素影响,在方案设计、施工组织、工期控制等方面有特殊要求。本文以重庆市万州区北滨大道的万元纸厂高架桥拓宽为例,系统性分析各种相关因素和拓宽方式,确定合适的拓宽总体方案与构造细节,确保工程顺利竣工通车,并为类型项目提供参考借鉴。

1 工程概况

重庆市万州区位于三峡库区范围内,长江沿南北向从城区穿过,现状北滨大道位于长江西岸,是城区内重要的沿江纵向骨架道路,原设计路幅为双向6车道+局部双向4车道。随着城市发展及周边地块的建设,北滨大道交通量日渐增长,其中牌楼至印盒石段的4车道道路已经出现拥堵,暴露出道路车行道数与交通功能不相匹配的问题,需进行拓宽处理,且拓宽期间需保障道路通行。

北滨大道拓宽改造工程(牌楼至印盒石段)北起于北滨路王牌路立交北侧,沿现状北滨大道向南走线,止于印盒石大桥北桥头,线路全长约 3.2 km,拟将既有道路拓宽为双向 6 车道,以匹配全线道路标准。既有万元纸厂高架桥位于该段道路范围内,现状桥宽 21 m,为双向 4 车道,拟拓宽至 28 m,是本次拓宽工程的重要节点。

2 现状桥梁概况

既有万元纸厂高架桥竣工于2010年,全长367.83 m,跨径为14×26 m,桥面布置为3 m人行道+15 m车行道+3 m人行道=21 m。本次拟拓宽为3 m人行道+22 m车行道+3 m人行道=28 m。

既有桥梁设计荷载为城-A级,上部采用简支预应力空心板梁,梁高1.3 m,每跨横向设置2片边梁和11片中梁。桥梁下部采用“三墩+盖梁”的形式。盖梁高1.5 m,顺桥向宽1.7 m,横桥向宽20.2 m,下接3根直径1.5 m的圆墩,墩间设有系梁,桥墩基础采用直径1.8 m的钢筋混凝土圆桩。桥梁南端采用桩柱

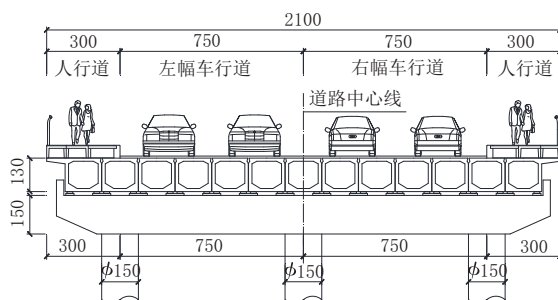


图1 万元纸厂高架桥标准横断面(单位:cm)

式桥台,北端为扩大基础重力式桥台。

桥梁位于长江边的万元纸厂冲沟区域,该冲沟大致由西向东发育,场地位置沟底高程为 140.6 ~ 141.5 m。桥梁沿南北方向跨越冲沟,桥面标高 177.176 ~ 178.245 m,与冲沟地表最大高差约 28 m,两侧桥台位于河岸较高处。桥面与下方冲沟江滩的高差呈现两侧小中间大的情况,桥梁中段桥面至江滩最大高度约 30 m。经多年冲淤,冲沟中部低洼地段淤泥厚度 2.50 ~ 6.00 m,淤泥层下方为夹杂卵石的素填土层,下伏侏罗系中统沙溪庙组砂岩和泥岩,岩层埋深约 12.8 ~ 21.5 m。

既有桥梁位于长江岸线消落带范围内,水位受三峡水库运行调度影响,每年11月至次年4月处于175 m的高水位,6至9月份处于145 m的防洪限制水位,其它月份水位根据实际情况进行调度变动。在限制水位期间,桥位处江滩裸露,是重要的施工窗口期。

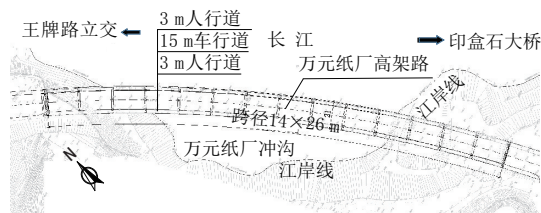


图2 万元纸厂高架桥平面图(单位:m)

3 桥梁拓宽总体方案

目前桥梁拓宽总体方案主要分为原桥结构局部拓宽和新建桥梁整体拓宽。原桥结构局部拓宽是在既有桥梁上增设悬挑结构实现拓宽,例如在桥梁外侧增设钢悬挑^[1-2]、外包混凝土^[11]等,该拓宽方式利用原桥的支撑体系,不新增桥墩与基础等下部结构,节约用地空间,但新增结构会对原桥产生的新的荷载,特别是单边拓宽时会产生明显的偏载效应,需充分考虑原桥承载能力和整体稳定性,控制拓宽宽度及新增荷载^[12]。此外,新增结构通常采用植筋、凿除原桥混凝土接长钢筋等方式与原桥连接^[13],钻孔和凿除作业对原有结构完整性不利,施工过程易与原

桥交通产生交织影响。当拓宽后桥梁出现病害时,旧桥老化缺陷与新桥结构荷载的影响界限难以划分,会给拓宽建设方带来额外的责任风险。

新建桥梁整体拓宽是在原有桥梁外侧新建完整的桥梁上下部结构以实现拓宽。新增桥梁独立承受新增荷载,对原桥结构关联影响较小,特别适用于原桥承载力不足或服役状况不良的情况,可更为灵活地选择拓宽宽度及结构形式,影响责任划分更为清晰。此外,新桥建设范围与原桥相分离,施工对现状交通交织程度较低。但该方式需新建下部结构,占地较多,当现状桥梁周边存在建(构)筑物或管线时拓宽受限。

既有万元纸厂高架桥服役状态良好,无明显病害,其上部采用空心板结构,单梁承载能力较低,横向稳定性较差,翼缘长度较短,混凝土凿除容易影响梁体腹板,不宜采用基于梁体的局部拓宽;而下部为三墩排架式结构,整体性较好,具备利用盖梁进行横向拓宽的条件。此外,现状桥梁两侧空间富余,可新建桥梁进行整体拓宽。结合现场建设条件,提出以下三个拓宽方案以供选择。

3.1 方案一 盖梁外接钢托架双侧拓宽

该方案拟通过外接钢托架将既有盖梁向两侧加宽 2.4 m,上部增设钢箱梁以实现桥面拓宽。钢托架采用钢板焊接而成,长 6 m,高 0.8 m ~ 1.5 m,主要由 2 块腹板和 1 块顶板组成,腹板一端贴合现状盖梁两侧,采用 M30 螺栓连接于既有桥梁墩柱盖梁节点处,另一端变高外伸至现状桥梁外侧,顶部设置钢板支承上部新增边梁。新增梁体采用钢箱梁以减小结构,为减小托架长度,箱梁支座尽量贴近现状梁体布置,外侧设有翼缘悬挑,箱室内部填充混凝土压重。桥面拆除两侧既有人行道,改铺为车行道,在新增钢梁外侧重新设置人行道。

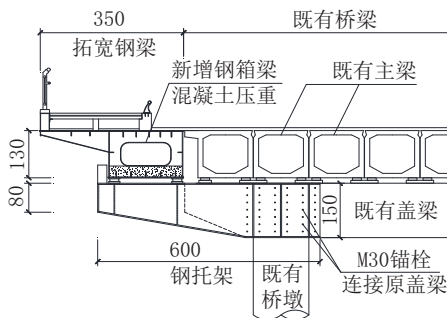


图3 方案一单侧断面图(单位:cm)

该方案属于原桥结构局部拓宽,利用现状盖梁墩柱作为下部支承,新增结构物数量较少,总体风格

较为简洁。但外伸结构会改变既有盖梁和墩柱受力情况与变形趋势,增大墩柱盖梁节点处的侧向弯矩与竖向剪力,而该处是桥梁下部重要结构节点,密集钻孔植入锚栓会削弱节点受力有效截面,降低节点承载性能。而为避让节点处密集的纵横向钢筋,锚栓实际位置相较于设计位置容易出现偏差,且该偏差程度难以确定,不利于钢托架的钢板预制开孔和实际受力情况评估。此外,盖梁距地面最大高度近 30 m,钢托架需采用大型起重设备吊装,而桥位处地表淤泥承载力较差,吊装前需进行充分的地基处理,故该方案总体实施难度较大,施工质量难以保证。

3.2 方案二 盖梁外包预应力混凝土双侧拓宽

该方案拟对既有盖梁采用外包 C50 钢筋混凝土进行加宽处理,盖梁横桥向单侧各加宽 2.4 m,顺桥向单侧各加宽 0.5 m。新旧混凝土之间采用植筋连接,交界面进行凿毛处理,并涂刷界面剂。此外,在外包混凝土中沿横桥向设置三排预应力钢束,以加强盖梁承载能力。上部结构在两侧各新增一道钢箱梁,桥面处理方案与方案一相同。

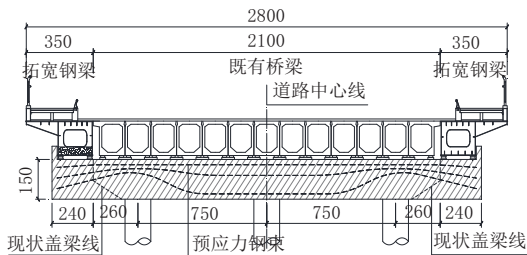


图4 方案二断面图(单位:cm)

该方案也属于原桥结构局部拓宽,新增混凝土结构对既有盖梁形成整体外包,通过“凿毛+植筋+预应力”体系加强新旧结构连接的同时,可以提升下部结构的承载能力,但在盖梁混凝土浇筑需静置养护,若拓宽施工期间不中断原桥交通,车辆行驶震动会降低混凝土成品强度,削弱钢筋与混凝土之间的黏结与握裹效应,导致钢筋混凝土整体性能下降^[14-16],而预应力灌浆后也需静置养护^[17],因此该方案需在既有桥梁旁边增设 380 m 长的临时钢便桥,在拓宽施工期间将桥面交通转移至钢便桥上,以满足施工需要。但受现场地形和接线条件限制,钢便桥车行道仅能保证双向两车道,会严重降低该处交通通行能力,显著加剧北滨大道的拥堵。此外,钢便桥建造和拆除导致总工期增加 3 个月,工程费用增加约 1 800 万元,对项目工期控制和成本控制影响较大。

3.3 方案三 新建桥梁单侧拓宽

该方案拟在既有桥梁西侧平行新建一座拓宽桥,拆除该侧桥面既有人行道,改铺为车行道,新建人行道位于新桥外侧,新旧桥梁车行道铺装相连。新桥宽 7 m,长度、分跨与既有桥梁对应,上部梁体与既有梁体脱开,中间留 3 cm 变形缝。下部采用“盖梁 + 圆独墩”的 T 形结构,整体结构风格与既有桥梁保持一致。

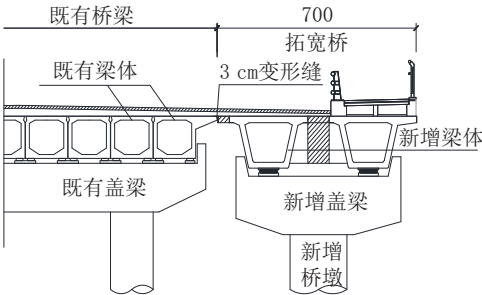


图5 方案三断面图(单位:cm)

该方案属于新建桥梁整体拓宽,虽然永久结构造价相对较高,但新旧桥梁结构脱开,无相互传力影响,受力路径与责任界面划分明确,原桥仅需拆除西侧既有人行道并改为铺车行道,对主体结构不需做额外处理,新建桥梁主体结构施工位于既有桥梁范围外,施工更便捷^[10],对桥面正常车行交通影响较小。新建桥墩位于既有桥梁远离江心一侧,不侵入现状江岸界面,而且原桥排架桥墩可有效阻挡漂浮物对新建独墩的撞击。因此经综合比选,采用方案三作为本次拓宽的实施方案。

4 拓宽桥梁结构

4.1 上部结构设计

新桥全宽 7 m,梁高 1.6 m,跨度与伸缩缝位置与既有桥梁相同,以尽量减小新旧桥梁变形差^[18],同时桥下空间齐整通透。由于长江水位涨落对工期的影响,新建桥梁上部无法采用搭架现浇施工。经综合考虑,拓宽桥采用预制吊装预应力混凝土小箱梁,桥面连续结构,梁高 1.6 m,横向设置 2 片预制梁。相较于钢箱梁,混凝土梁管养维护成本更低,而且与原桥梁体结构受力特性更为相近,荷载作用下的竖向位移差更小,更利于运营期间新旧桥梁接口结构耐久性。

此外,在拼宽桥设计阶段,测绘资料难以完整准确地反映原桥结构边线位置,特别是在原桥为斜桥或弯桥的情况下,因此本次设计在内梁翼缘靠近既有桥梁一侧设置了后浇带,根据现场放样灵活调整

新桥结构边线位置。若采用钢箱梁,梁体在工厂预制后还需在现场通过焊接或切割调整翼缘宽度,施工繁琐且不利于质量控制。

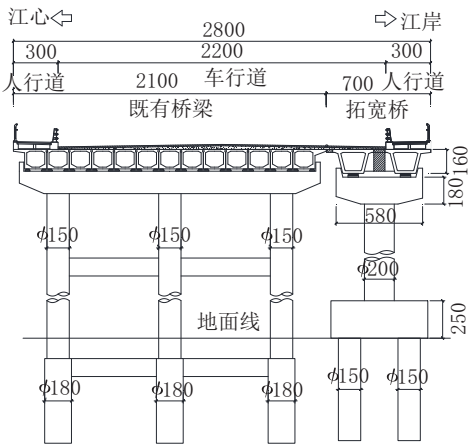


图6 万元纸厂高架桥拓宽标准断面图(单位:cm)

4.2 下部结构设计

新建桥墩主要位于万元纸厂冲沟范围内,桥墩最大高度约 28 m,地面以下土层厚度约 12.8 m ~ 21.5 m,桩基以中风化岩层作为持力层,“高墩厚土”的边界条件要求桥梁结构要有足够的侧向刚度,以抵抗车辆侧向力、水位涨落、洪水冲击等外部环境的影响。经综合考虑,桥墩采用直径 2 m 的圆形独墩,外形风格与既有桥墩一致,基础采用“横向双桩+承台”形式,承台高 2.5 m,相较于传统城市桥梁将承台埋入地下,本次设计将承台底面置于现状江滩地面,以避免在淤泥土层开挖深基坑。桩基采用直径 1.5 m 的圆桩,以中风化砂(泥)岩做为持力层,浇筑时严格控制沉渣厚度,以尽量降低桥梁工后沉降^[19]。双桩基础横向稳定性优于独桩基础,且桩基直径较小,在土体软弱、含水率高的江滩区域更易成孔和浇筑。因此,新建桥梁通过双桩基础增强横向稳定性,通过“梁体-支座-桥墩-基础”形成纵向刚度体系,确保了桥梁结构的整体稳定。

4.3 桥面连接设计

新旧桥梁的桥面连接是影响桥梁拓宽后车辆正常顺畅行驶的重要内容,目前工程中桥面连接方式主要分为梁体连接、纵向伸缩缝和桥面铺装连续。

梁体连接是将新、旧桥梁桥面板连成整体。该方式需剔除旧桥翼缘部分混凝土,将钢筋接长后与新桥翼缘浇筑成整体。该连接方式桥面结构整体性好,桥面板对铺装层形成有效支承,路面平整,但存在施工繁琐、凿除作业对旧桥结构存在冲击扰动、原桥翼缘下缘出现应力可能导致开裂等问题^[20],也不

适用于新旧桥梁沉降差异较大的情况^[6]。

纵向伸缩缝是新、旧梁体分离,沿道路接缝处通长设置伸缩缝。该方式不改变旧桥结构的受力趋势,对接缝处两侧梁体的横、竖向变形适应性较好,施工时需在旧桥侧植入伸缩缝预埋钢筋。该方式在路面会存在明显缝隙,影响行车平顺性,而伸缩缝受车辆长期碾压后会出现变形,当发生翘曲断裂时可能刺入车轮导致事故发生。此外,伸缩缝钢板表面摩阻系数较低,可能导致车轮打滑,影响行车安全。

桥面铺装连续是接缝处新、旧梁体分离,铺装层跨越缝隙连续设置。该方式可用于水泥混凝土铺装层或“沥青+混凝土整浇层”铺装的桥梁,构造简单,施工便捷,路面平整,缺点是接缝处混凝土层在车辆荷载、不均匀沉降等作用下可能出现开裂,并在沥青层形成反射裂缝,因此需重点加强接缝处的铺装层结构设计。

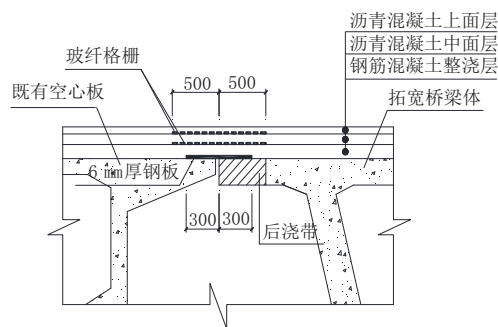


图7 桥面连接构造图(单位:cm)

本次拓宽新桥与原桥上部结构分离,梁体之间留有缝隙,桥面铺装层采用“100 mm厚沥青层+1.5 mm厚防水层+78.5 mm混凝土整浇层”,接缝处桥面连接可采用纵向伸缩缝或桥面铺装连续方式。桥梁桩基均为嵌岩桩,以中风化岩层作为持力层,沉降差异很小,而纵向伸缩缝在车辆行驶方面存在明显缺陷,故最终选用桥面铺装连续方式,并在接缝处采用“钢板+钢筋混凝土整浇层+玻纤格栅+沥青层”的铺装结构。该结构在混凝土整浇层内设置直径12 mm的HRB400单层双向钢筋网,下方通长设置6 mm厚钢板覆盖结构缝隙,钢板一侧锚固于新桥内梁后浇带,一侧搭接与原桥翼缘上,具有竖向承载和横向变形的双重能力,可有效增强接缝处铺装结构的抗裂性能。同时,在混凝土层和沥青层、沥青面层之间设置玻纤格栅,以增强层间粘结,分散车辆荷载应力,抑制反射裂缝,有效提高铺装结构整体性和耐久性。该结构施工方便,对车轮荷载适应性好,竣工通车至今桥面接缝处完好平整,无凹陷、错台、开裂、变形等

不良情况出现。

5 结 语

本文结合重庆市万州区北滨大道拓宽改造工程(牌楼至印盒石段),对既有滨江桥梁拓宽总体方案和桥梁连接方式进行了总结与分析,并阐述了万元纸厂高架桥的拓宽总体设计与连接构造。总结如下:

(1)桥梁拓宽总体方案主要分为原桥结构局部拓宽和新建桥梁整体拓宽,在方案选择时应结合既有桥梁结构特点、水文地质、用地条件、交通组织、荷载影响等因素进行系统性分析,并注意水位与地表软弱土层对设计与施工的影响。

(2)沿江桥梁会面临洪水冲刷、漂浮物桩基等侧向受力工况,新建桥梁拓宽时应注意桥梁稳定性设计,特别是存在墩柱较高、江滩土层较厚等不利因素时,可采用适当加大墩柱截面尺寸、采用群桩基础等措施强化结构稳定性能。

(3)新旧桥梁的桥面连接主要分为梁体连接、纵向伸缩缝和桥面铺装连续,应根据行车要求、车辆荷载、差异沉降等因素进行选择,当采用桥面铺装连续时,应对接缝处铺装结构进行特殊设计,增强抗裂性与耐久性。

万元纸厂高架桥于2023年拓宽完成,至今已通车运行两年,经历了两次长江水位涨落周期和洪水期,桥梁结构完好。新旧桥梁接口处现场实测梁体沉降差小于3 mm,路面沥青层未出现反射裂缝,行车平稳顺畅。拓宽后道路服务水平由D级提升至B级,高峰期行车速度提升约80%,有效缓解了北滨路的交通拥堵。

参考文献:

- [1] 刘世忠,王方旭,朱立龙,等.书夹型钢-混组合结构在桥梁加宽中的应用研究[J].桥梁建设,2024,54(4):21-27.
- [2] 谭万里,余嘉康,孙庄敬,等.加肋钢悬臂支撑-底部钢板组合桥面拓宽技术[J].厦门大学学报(自然科学版),2024,63(4):743-752.
- [3] 江臣,郭赵元,傅晨曦,等.组合结构错孔拼宽在高速公路扩建中的应用和受力性能研究[J].公路,2023,68(3):104-110.
- [4] 吴文清,唐章翔,张慧,等.混凝土连续箱梁桥拼接拓宽后箱梁顶板病害分析[J].中国公路学报,2018,31(5):63-73.
- [5] 吴文清,赵昊,章世祥.三向预应力混凝土箱梁桥拓宽改造箱梁翼缘板连接结构研究[J].桥梁建设,2020,50(2):13-18.
- [6] 陈宏,曾天宝.不同连接方式下桥梁加宽拼接部分受力性能研究[J].公路与汽运,2024,40(2):111-117.
- [7] 吴斌峰,徐金华.小箱梁加宽桥在高速公路改扩建中的应用和受力性能研究[J].公路,2025,70(1):282-286.
- [8] 吴文清,刘正,陈亮,等.桥梁拓宽滑道式横向拼接结构力学性能

(下转第200页)