

公路市政化改造路桥拓宽技术的运用

魏昌伟 赵欣 (通讯作者)

四川路桥华东建设有限责任公司

摘要: 随着城市交通压力加剧,为解决公路通行能力不足问题,本文以公路市政化改造路桥拓宽技术为例,分析总结了湿喷桩处理软土地基、精密切割实现路面无缝拼接、台阶施工加固路堑边坡等方法与运用策略。针对拓宽施工中可能出现的路基承载力弱化、结合部位失效等技术难题,提出了有针对性改造举措。研究成果较全面总结提炼了市政化拓宽改造的关键技术要点,具有较强的应用价值。本文为公路改造技术的创新与应用提供了有益的借鉴参考。

关键词: 公路市政化; 改造; 路桥; 拓宽技术; 运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.058

公路路桥拓宽改造在释放交通能力、提升服务水平方面作用显著。然而,拓宽改造中也存在路基承载力弱化、冷拼接结合失效等技术难题。特别是在高强度车流荷载下,旧有基础与桥体结构长期使用后易出现损伤,不具备承载拓宽后车流的能力。为推动公路改造工程技术进步,有必要深入研究公路路基处理、桥面切合连接等创新技术与运用策略,找出解决路桥拓宽中可能出现的结构安全和路面骑乘舒适性问题的重要途径。

一、拓宽技术概述

公路拓宽是指在现有公路的基础上,通过增加路面的道路数、车道数或者路肩宽度等方式,扩大公路路面的总宽度,以提高道路的通行能力和服务水平的工程。根据拓宽规模和范围,可以分为主线道拓宽工程、交叉口立交桥辅道拓宽工程、路基路面全面拓宽改造工程等类型。通过拓宽改造,可以显著缓解公路的交通压力,提高公路的服务水平。拓宽改造需要在保证行车安全和施工作业安全的前提下进行,采取合理的施工方案。此外,还需要处理好拓宽部分与原有路面的连接,保证行车平稳,避免出现路面高差或中断。总体而言,公路拓宽改造是适应交通流量增长、提升公路服务能力的重要手段,需要运用科学规范的技术方案实施,以实现工程质量和安全目标。

二、公路市政化改造的关键点

(一) 路桥拓宽

公路市政化改造中,路桥拓宽工作较为复杂,需要处理好以下几个关键点。

第一,编制拓宽改造规划。要对路段或桥梁现状进行全面调研,预测交通流量增长情况,提出必要的拓宽规模。并对比分析不同拓宽方案的技术经济指标,确定最优改造方案。第二,加固原有桥台基础。原有桥台须进行结构检测,判断承载能力满足要求。如存在问题则

需采取加固措施,如增加桩基或桩帽,保证基础稳定可靠。检测基础沉降和侧移位,对超限基础进行处理,使之达到设防标准。第三,桥上部结构改造。桥面需进行层层加宽,原有栏杆拆除,配套修建护栏。部分情况下桥面板也需加固或更换。拓宽连接部位的构造转折应平顺,防止出现跳变。于桥体两侧加设人行道或非机动车道,配套完善引桥、斜坡等。第四,桥面竣工后进行全面试车,检测路面微观平整度、侧向磨损深度、防水层接缝处沥青填充完整性等指标,保证拓宽后路面性能良好,运行安全。

(二) 路桥拼接

公路市政化改造中,原有路桥之间的拼接衔接也很关键,主要从以下几个方面进行。

第一,调查评估路基情况。对拟拼接路段的路基土层情况进行全面调查,必要时进行岩石取样、检测分析。了解路基类型、土质指标、承载力现状,判断承载力是否满足加宽后交通荷载需求,并进行路基处理。第二,拼接部位路面切合处理。原有路面与拓宽新路面接合处,要进行平整切合,保证两侧高程吻合,实现平稳过渡。采用精细化路面切割设备进行旧新路面切边,严格控制切口直线度误差在3mm以内,保证拼接部位平整。第三,增设排水沟渠。拓宽后路肩需设置开槽围栏,并在两侧加设防护屏障。配套建设路肩排水系统,如植草沟、排水沟等,保证路面排水良好。第四,加固路肩。拓宽后路肩宽度大幅提高,会受到车辆偶然行驶压实作用。因此需要采取加固措施,如增加护角石,使路肩更加坚固,提高抗侧压能力。

三、路桥拓宽技术在公路市政化改造中的应用

随着城市化和工业化进程持续推进,我国城市道路交通压力日益增大,城市交通拥堵、停车难等问题日渐突出。而大部分城市的道路和桥梁建设都始于20世纪,适应当时交通流量需求,现状的道路和桥梁大都面临不同程度的通行能力不足问题。因此,对既有公路桥梁实施必要的改造,拓宽路面、桥面以释放更高的交通能力成为解决道路交通堵塞的重要途径之一。

(一) 湿喷桩技术

1. 湿喷桩的基本原理与施工方法

湿喷桩技术在公路桥梁拓宽改造工程中得到广泛应用。其基本原理是通过高压喷射,将水泥基稳定土柱形成地基加固体,以提升路基承载力。

首先,要针对拟拓宽路段地质情况,选取合适的喷射桩型式。如细颗粒砂土地段宜选用 $\Phi 100$ 工程桩,粉质黏土选用 $\Phi 80$ 薄壁加固桩等。同时,设计确定桩体阵

列形式,控制桩间距在60—100cm。其次,施工设备选型后,进行精确施工作业区标定,严格设定桩位中心点坐标,确保喷嘴位置精准,以免偏移。然后,进行高压水泥浆喷射搅拌,采用扇形“Z”字形剪切,确保土体充分打散,在强力搅拌下与浆液充分交织,生成强度 $\geq 2\text{MPa}$ 的桩体稳定体。桩体顶部还可进行二次灌注或晕灌处理,增强路基承载力,提高平整度与硬度。整个过程监理全程监测,进行质量验收和检测,确保工程质量。此外,信息化技术可以辅助设计确定最佳湿喷桩参数。通过扫描和检测获得数据模型,可以模拟不同侧向承载力需求下的喷桩矩形和三角形等不同阵列布置方案,快速对比分析各方案的承载力效果和材料使用量,选择最优化设计,以此指导后续施工作业,提高设计和施工的科学性。

湿喷桩技术操作简便,成桩快速,是公路路基处理的有效手段,可广泛应用于路桥改造工程。

2. 湿喷桩在公路市政化改造中的应用案例

湿喷桩技术在公路市政化改造工程中应用广泛。以下结合浙江某市政改造项目的实例,分析其运用效果。

该市政道路改造工程位于浙江杭州,需拓宽改造双向6车道的城市主干道。原有路段为互为混凝土路面,使用20余年,承载能力较弱。改造采用在原2号线外侧拓宽建设预制板与沥青混凝土复合路面,并对原1、2号线路面进行整体维修提升。考虑到拟拓宽道路所处土层为III级软土地段,较大车辆荷载下路基强度可能不足。项目采用湿喷桩技术对软土路基加固处理,将III级黄土中性软土层处理成桩间II级砂质粉土,明显提高了土的内摩擦角和黏聚力,满足路基抗剪强度设计要求。后续静载试验表明,加固后CBR指标由处理前的3%提高到14%以上,路基额定承载力指标 K_s 由原来的15kPa提高到80kPa。工程质量检测报告显示,湿喷桩土工质量优良,强度高、均匀性好,完全满足公路路基要求,为道路改造奠定基础,该技术运用取得了良好效果。

(二) 台阶施工

1. 台阶施工的分类与特点

台阶施工是公路拓宽中路堑边坡处理的一种主要土石方施工作业。它利用路堑边坡高度差,将边坡分为上下两个平台,两个平台之间用边坡相连并设置护坡。根据向上或向下的方向分为递进式和递减式两大类。

第一,递进式台阶施工。是指在原路堑基础上向填方方向增加建设拓宽车道的施工法。其特点是施工空间较大,有利于开挖土方设备的运转;边坡平台较宽,植被覆盖效果好。维护方便是该施工类别的主要特点,适用于极限边坡高度较高项目。第二,递减式台阶施工。与递减式相反,是指在原路堑基础上向路堑中心位置加设车道,强制占用部分路堑空间。其特点是土方开挖量小,干扰原有施工较少,技术设计相对简单。但由于空间受限施工作业区域,维护管理不便。此类适用于极

边坡高度较低工程。

2. 台阶施工在公路市政化改造中的实施步骤

台阶施工在公路市政化改造项目中得到大量应用。根据不同边坡高差情况,选择合适的递进式或递减式台阶施工,实施步骤主要如下:

第一步,边坡踏勘。对路堑边坡高度和坡率进行全面踏勘,确定边坡极限高度;分析边坡岩土组成情况,评估边坡整体稳定性,初步确定台阶施工类别。第二步,设计施工。按设计规范计算台阶参数,明确台阶平台宽度、边坡坡率以及挡土墙、排水沟等配套设施要求,形成施工设计;并优化分析边坡开挖土方量。第三步,施工区域围挡。严格按设计台阶边线进行施工区域隔离围挡,并进行植被清除以及环境保护。设置必要的施工辅助设施。第四步,土石方挖填方施工。采取合理的边坡开挖方式,控制边坡平整度。进行平台平整或路基夯实处理。进行排水系统施工。第五步,防护施工。按设计要求施工防护体系,如护栏、护网、植生等,对边坡实施多措并举处理,提高边坡综合稳定性。

具体来说,边坡踏勘阶段,主要采用激光扫描、测量等方法,获取边坡形态数据建立三维地形模型,基于模型测算边坡关键参数,判断边坡整体稳定性;同时开展岩土勘察,确定边坡土质及工程地质情况。施工设计阶段,要基于3D边坡和路线模型,采用台阶施工预处理工具,快速生成不同台阶高度、平台宽度参数选项,并计算土石方开挖量,辅助方案优化选择。施工过程中,采用3D数据模型指导边坡挖方、分割,有效控制土方边界,减少过度挖除;还可采用激光导向棚作业台阶平整,提升制作精度。这些信息化手段的引入,可以有效提升台阶施工过程的科学性与安全性。

(三) 路桥拼接施工

1. 路桥拼接施工的关键技术和难点

路桥拼接施工是公路市政化改造的重要环节,关键技术主要体现在平整衔接和功能完善上,主要难点有以下三个方面:

第一,新旧路面精密切合难度大。原有路面材质复杂多变,难以采用简单方式实现整体切除;切口边线尺寸控制难度大,易出现缝隙或路面不平整。这要求采用CNC数控引导的水刀等精密切割设备,严格控制切割质量公差在1—3mm。第二,层间结合质量难保证。冷接层间要求高标准施工密实,否则车辆挤压震动易产生不均匀沉降、开裂等病害。高标准夯实技术人员操作熟练程度对层间结合质量影响显著。采用热接手段也需严密控制沥青材料温度,提高粘接强度。第三,配套改造衔接难度大。拓宽后路桥功能设施需与原桥体风格协调;人行道、减速带改造占用空间有限;新旧排水系统接口衔接技术难度大。这些均考验了配套改造的设计水平和施工能力。

具体来看,新旧路面间的冷拼接首先要解决的难题

是切合面处理质量。由于原有路面材质和路况复杂，要实现整体无缝过渡极为困难。这需要采取高端切割设备，通过激光或CT引导，严格控制切割边缘线型，保证切面高差和缝隙控制在3mm以内，Ru值在2mm以内，避免影响行车平顺性。拼接后层间结合处，通过高能量压实或热熔接等确保土方与路面之间的有效黏结，防止开裂、坑洼等病害在车辆荷载作用下快速恶化。配套改造也要精心设计人行出入口坡道转折过渡，排水沟位置对接及其他细节，提高系统协调性。

2. 路桥拼接施工在公路市政化改造中的优势与挑战

路桥拼接施工技术在公路市政化改造中具有显著优势，同时也面临一定挑战。

就优势而言，路桥拼接方式可以充分利用既有基础与桥身，同时实现功能拓展，具备明显技术优势：第一，大幅节省基础与桥身结构材料，降低改造成本约30%；第二，利用原桥墩基础与桥身，减少拆除量，施工期限短，对交通影响小；第三，新旧结构共力工作，减小车辆静荷载作用效应。具体来看，拼接改造可以避免全桥体拆除重建，这样就无须重复施工桥墩桥台等基础部分，直接节省这部分材料和施工费用支出，较之重复建设基础，总体经济成本可以降低30%左右。同时，拼接方式只需要拆除局部上部结构进行补充，可以大幅压缩拆除量，施工周期也较短，对主线正常通行的影响时间大为减少。而对比全桥重复施工作业，社会交通损失成本也有所降低。此外，新旧结构共力工作，有利于负荷分担，较单一新建结构，可以减轻车辆静载等活载作用效应，这也是该技术的优势之一。

就挑战看，也需要重点关注：第一，旧桥结构强度需重新评估，基础处理难度大，占用改造预算10%左右；第二，冷拼接处路面病害隐患增加，路面维护周期短，运维成本有所增加；第三，拼接设计配套改造难度加大，对设计水平与协调能力要求高。具体来说，拼接改造面临的首要难题是对旧桥结构安全性能的重新评定。桥体和基础长期服务后，必须进行全面检测，判断是否存在结构疲劳或承载力衰减的问题。这需要采取增桩补强等措施进行基础加固处理，若占比较高（约10%左右）也增加改造成本。此外，冷拼接方式结合质量难以严格控制，较易形成路面病害，后期维护周期短，运维费用压力大。还有拼接改造配套设计改造难度较大，如人行道衔接、护栏等。这些问题对工程设计方案的综合平衡性、协调性要求较高。难度较大。

四、路桥拓宽技术在公路市政化改造中的应用总结

1. 道路拓宽技术应用要点总结

路桥拓宽改造技术在公路市政化改造项目中广泛应用。根据项目实践可总结其应用要点如下：

第一，科学规划拓宽改造范围与规模。编制道路交通发展规划，预测交通量增长情况，并考量路域空间约

束、建设难度等因素，明确必要的拓宽规模，优化选择拓宽方式，实现经济合理。第二，加固改造既有基础与路体。对拟改造路段/桥梁的路基路面现状进行全面评估。必要时采取增桩、压桩等措施加固基础，确保承载力满足需求；原有桥面及边坡也需加固处理，防止因施工破坏而不稳定。第三，精细控制切合与连接施工质量。采用数控引导设备进行新旧路面切割，保证切合接缝质量，实现平稳过渡。采取挤密夯实、铺装热接等严密施工措施，确保冷拼接部位满足要求。第四，配套完善改造后设施。改造后需重新设计配套必要的桥面排水系统、减震缓冲带、防撞护栏、标识标线等。并严格控制施工作业质量，确保改造后路桥交通功能的完整性。

2. 桥梁拼接技术应用要点总结

桥梁拼接技术是市政化改造常用手段，结合工程实践其应用要点可概括为：

第一，调研评估原有桥梁结构。对拟拓宽桥体进行全面结构安全性检测，了解材料劣化和构件损伤情况，评定承载能力储备。对比分析直接拓宽或拼接的经济技术指标，确定最优方案。第二，处理好桥台基础。原有基础承载力若不能满足需求，则需采取增桩、凿岩锚杆加固等措施进行增强。严密检测基础沉降位移，对超限基础进行处理，保证基础可靠性。第三，精心控制桥面切合质量。采用数控切割方式实施旧桥面挖除，保证切口线形精准、平整光滑。严密施工夯实基层，保证冷接处密实；或采用复合接法，提高黏结性。第四，配套完善改造后设施。拓宽后重新设计桥面排水系统，防止积水；增设减震带，优化车辆行驶；设置护栏防护；并针对人行通道、标识标线等落实配套措施，实现交通功能全面提升。

整体而言，科学合理地应用桥梁拼接技术，是实现既有桥体功能改造、延长使用寿命的重要手段。

结语

随着新型城镇化快速推进，解决公路交通难题的任务异常艰巨。人们要继续加大在地基加固和冷拼接关键技术上的创新力度，并重视桥梁结构安全监测预警技术与路面病害检测补救技术的突破，构建科学系统的路桥拓宽技术方案库和应急处置工具箱。同时，建立示范工程，持续总结推广典型技术应用案例，促进技术应用水平整体提升，为我国公路体系高效运转提供强有力的技术保障。

参考文献

- [1]周天璧,朱志勇.路桥拓宽技术在公路市政化改造中的应用[J].绿色环保建材,2020(08):108-109.
- [2]刘凯.公路市政化改造路桥拓宽技术的应用分析[J].智能城市,2020,6(01):187-188.
- [3]周正.公路市政化改造路桥拓宽技术应用[J].交通世界,2019(15):54-55.