

# 城市桥梁新型拼接缝设计与施工方法研究

袁青峰

(上海浦东工程建设管理有限公司,上海市 201210)

**摘要:** 针对桥墩位置不对齐的桥梁的拼宽设计,以实际工程为背景进行研究,对老桥结构受力、变形、拼宽方式、拼缝材料等进行了分析和探讨,解决了新老桥之间位移差等问题,对今后同类桥梁拼宽设计具有参考意义。

**关键词:** 桥墩位置不对齐;桥梁拼宽;位移差

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)07-0095-04

## 0 引言

随着经济建设的快速发展和汽车的普及,交通量的需求不断增大,很多地方现有的交通已无法满足交通流量的需求,增加现有道路的通行能力是当前重要且迫切的任务。因此需对现有的道路进行拓宽或改造,涉及到桥梁的地方,考虑到节约社会资源和保护社会环境,往往采用对现有桥梁拼宽改造的方式进行道路拓宽。

目前,我国对于桥墩位置可以对齐的桥梁拼宽技术的研究比较成熟,但是对于城市桥梁来说,由于空间受限,拼桥的桥墩位置往往无法与老桥桥墩位置对齐,对于这种桥墩位置不对齐的桥梁拼宽技术的研究少之又少。为深入分析桥墩位置不对齐的桥梁拼宽,本文结合罗山路立交 WN 匝道的拼宽,进行桥梁的非常规拼宽技术的研究,为今后该类型桥梁拼宽改造提供参考与借鉴。

## 1 工程概况

根据工程总体方案,罗山路立交需要在现状 WN 匝道东侧拼接一根新 WN 匝道。罗山路立交建成于 1993 年 9 月,WN 匝道老桥跨径布置为 24.5 m+25 m+31 m+31 m+39 m+31 m+31 m+25 m+25 m,桥宽 8 m,采用 2 车道布置。上部结构采用 9 跨 1 联的直腹式预应力混凝土梁,梁高 1.5 m,下部结构边墩采用盖梁+独柱墩形式,中墩采用独柱墩形式。老桥需要拼宽的部分为 39 m+31 m+31 m+25 m,由于现状 WN 匝道桥位与杨高路地面道路和轨道交通 9 号

线斜交,故墩位受限,拼宽的新桥桥墩无法与老桥桥墩对齐,拼宽桥梁的跨径布置为 24 m+27.5 m+32.5 m+27 m+16 m,见图 1 至图 3。



图 1 罗山路立交 WN 匝道(杨浦大桥方向)地理位置示意图



图 2 罗山路立交改造示意图

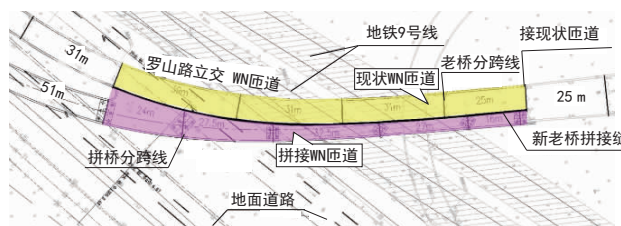


图 3 新老桥墩位布置示意图

## 2 拼宽技术的难点及对策

### 2.1 新老桥桥墩位置不对齐

匝道拼宽的新桥桥墩无法与老桥桥墩对齐,根据

收稿日期: 2023-07-03

作者简介: 袁青峰(1975—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁工程技术管理和研究工作。

方案布置,拼宽后存在老桥桥墩位于新桥跨中和新桥桥墩位于老桥跨中的不利情况,导致新老桥活载变形无法协调。同时由于老桥使用年限长,结构薄弱,刚度较小,老桥在活载下的挠度较大,从而导致新老桥之间产生很大挠度差(即新桥对应老桥跨中位置,老桥上满载时,老桥下挠,新桥无挠度,产生较大竖向位移差)。

针对这一情况,需要采用一种既能保证老桥结构安全,又能适应大的挠度差的拼接方式。

### 2.2 老桥竖向刚度小,竖向挠度大

通过采用 MIDAS Civil 软件对老桥 9 跨一联连续混凝土梁结构建立梁单元分析模型,计算 2 车道活载作用下桥梁的挠度,见图 4。

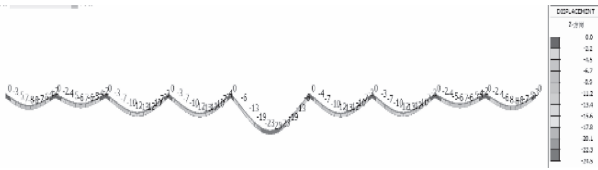


图 4 老桥活载竖向位移(单位:mm)

拼桥范围内 4 跨的活载挠度计算结果见表 1。

表 1 老桥活载竖向位移

位置	跨度 /m	活载最大竖向挠度 /mm
拼桥跨 1	39	-23
拼桥跨 2	31	-12
拼桥跨 3	31	-11
拼桥跨 4	25	-6

计算可得,在 2 车道活载作用下,老桥最大的 39 m 跨活载竖向挠度最大,为 23 mm。

### 2.3 老桥为单支座体系,梁体在偏载作用下存在较大扭转位移

老桥桥墩边墩为双柱式桥墩,中墩均为独柱式桥墩。通过计算得到梁体在偏载作用下,挑臂端部最大挠度为 61 mm,这是由于梁体在偏载作用下存在较大的扭转所引起的。

为了减小梁体的扭转位移,我们对老桥的下部结构进行了加固处理:对老桥的立柱进行抱箍加粗,老桥的支座由原来的单支座增加为三支座,另外对拼桥部分的老桥挑臂切割 0.5 m(仅切除老桥防撞墙)。老桥加固前后挑臂端部的位移量见图 5、图 6。

由表 2 可知,老桥加固后挑臂端部活载下挠度由原来的 61 mm 减小到 28 mm。

### 2.4 老桥和新桥存在纵向位移差

老桥的伸缩缝位置在 0 号墩及 9 号墩,新桥伸缩缝位置对应老桥的 4 号墩及 8 号墩的位置,新

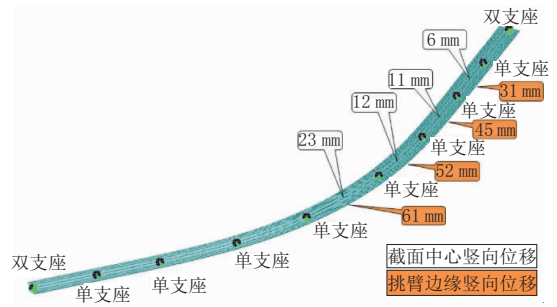


图 5 现状老桥挑臂端部位移

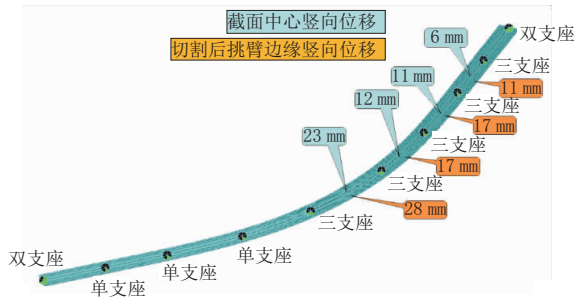


图 6 加固后老桥挑臂端部位移

表 2 老桥加固前后挑臂边缘活载下挠度对比表 单位:mm

阶段	挑臂边缘挠度对比表			
	跨 5/m	跨 6/m	跨 7/m	跨 8/m
加固前	61	52	45	31
加固后	28	17	17	11

老桥的梁型不同、联长不同、伸缩缝位置不同、固定墩位置不同,温度作用下纵桥向位移也不同。新桥的钢梁安装温度为 15℃,新老桥之间温度变化下顺桥向最大位移差有 4 mm,见图 7。

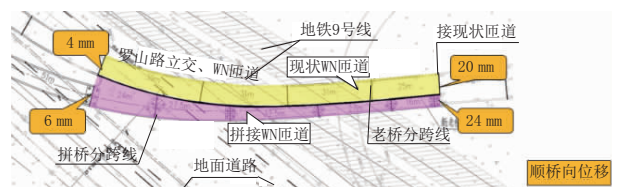


图 7 新老桥纵向位移差

综上所述,WN 匝道的拼宽设计存在着新老桥桥墩位置不对齐、老桥竖向刚度小、竖向挠度大、梁体在偏载作用下存在较大扭转位移、新老桥存在一定的纵向位移差等问题,另外,老桥使用至今已有 29 a,老桥的配筋较弱,结构的安全富裕度也较小,因此对 WN 匝道进行拼宽设计时,需要遵循以下的原则:必须保证新老桥结构的安全性;尽量减少对老桥的改造;拼缝的耐久性要好,防水防裂性能要好;行车的舒适性和安全性要有保障;施工要可行、质量要可控,尽量减少施工难度。基于以上原则,我们对拼宽的方式进行了比选。

### 3 拼宽方式的比选

#### 3.1 刚性连接

刚性连接即将老桥和新桥的梁体之间设置横隔板连接在一起(见图8)。老桥的腹板厚35 cm,腹板内遍布预应力束,若要将连体连接在一起,对老桥植筋比较困难。另外,由于新老桥之间桥墩位置不对齐,将新老桥刚接会影响老桥的结构支撑体系,对老桥不利。

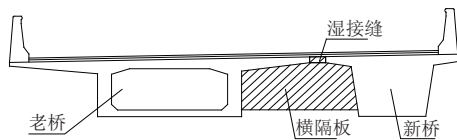


图8 刚性连接示意图

#### 3.2 半刚性连接

半刚性连接即将新老桥的桥面板刚接在一起(见图9)。由于在新桥墩顶位置,老桥会下挠,新桥位移为0,因此老桥挑臂下缘受拉,经计算分析,老桥挑臂下缘的活载承载力为 $30 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,而活载需求却有 $90 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,老桥挑臂承载能力不够。而且,从结构上看,老桥的挑臂下缘也没有办法进行加固。

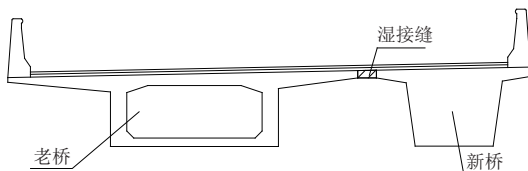


图9 半刚性连接示意图

#### 3.3 柔性连接

柔性连接即将新老桥的铺装进行连接(新老桥桥面板铰接),见图10。该方案仅传递剪力,挑臂下缘的承载力仍然不够。

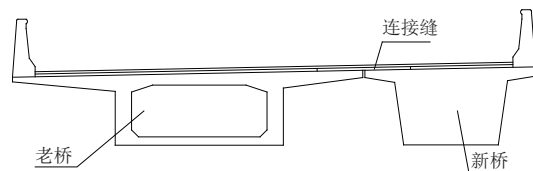


图10 柔性连接示意图

通过以上分析可知,新老桥桥墩位置不对齐时,若采用结构连接的方式,会限制老桥自由变形,影响老桥结构安全。因此针对这种新老桥桥墩位置不对齐的情况,新老桥结构独立的方案更为合适。

新老桥之间若采用常规的型钢缝,虽然能适应各种变形,但是行车的舒适性和安全性大大降低了。如此一来,问题的焦点转变为设置一种既能适应新老桥之间变形、不影响桥梁结构安全,又对行车的舒适性和安全性有所保障的拼缝。

### 4 拼宽桥梁设计

#### 4.1 老桥立柱加固

老桥立柱尺寸为 $1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$ ,立柱上仅设置一个支座与箱梁连接,对箱梁的倾覆也较为不利。我们对立柱进行了加固处理,立柱尺寸由原 $1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$ 加大至 $3.0 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ ,同时在老支座两侧增设了两个新的支座,共同支撑上部箱梁,见图11。

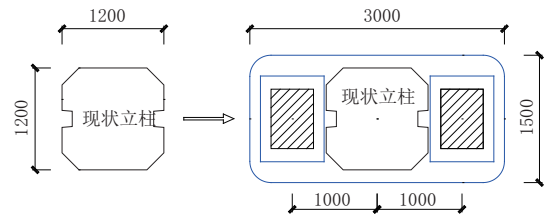


图11 老桥立柱加固示意图(单位:mm)

对立柱进行加固,有如下几个益处:(1)减小老桥的扭转,从而减小老桥挑臂因扭转而产生的位移;(2)增大了老桥的抗倾覆能力。工程中将对老桥的单侧防撞墙进行拆除,箱梁产生不平衡力矩,而匝道的另一侧为现状道路,施工期间有车辆通行,无法搭设临时支撑。因此,对立柱进行抱粗加固,可有效的解决老桥施工期间由不平衡力矩产生的倾覆问题。

#### 4.2 拼宽新桥的设计

拼宽的新桥桥宽为变宽,桥梁形式可采用预应力混凝土箱梁、钢箱梁或者钢混凝土组合梁结构。

施工期间地面道路要保证交通通行能力,施工现场无法搭设满堂支架进行现浇作业,因此无法采用预应力混凝土梁。另外由于地下管线错综复杂,又有着轨交9号线穿插,桩基得在原水管、电力大排管和盾构中见缝插针,我们需要尽量减轻结构自重,从而减少桩基数量。基于这两点,我们选取钢梁作为拼宽新桥的梁型。其结构自重轻,适应变宽能力强,施工方便。另外,为了减小钢梁的自身在活载下的位移,设计钢梁时考虑加大钢梁的刚度,使拼接面的位移差减小。

#### 4.3 拼缝的设计

拼缝的设计原则是:保证桥面连续;适应变形能力强;拼缝的耐久性要好,防水防裂性能要好;行车的舒适性和安全性要有保障;施工要可行、质量要可控,尽量减少施工难度。

基于以上几点,考虑将新老桥之间的挠度差由突变转变为渐变,从而减小横坡,见图12。

拼缝的设计以控制拼缝位置的相对横坡不超过3%为目标,这样得以确保行车的舒适性。



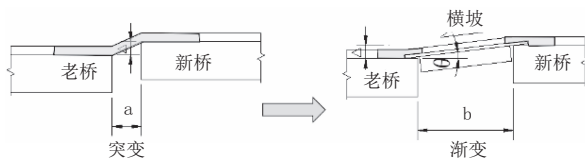


图 12 挠度差转变示意图

通过对几种伸缩装置进行对比,对于此类大位移的拼缝的适用性,弹性缝适应能力稍强。通过对常规的 GD 弹性混凝土和聚氨酯材料进行对比后,决定拼缝采用 900 mm 宽的聚氨酯伸缩体,900 mm 的宽度正好保证拼接位置的相对横坡控制在 3%以内,聚氨酯伸缩体的适应变性及抗疲劳能力较强,而且颜色接近沥青铺装,景观效果较好,粗糙度也与沥青铺装一致,行车的安全舒适性也更好。

拼缝的具体构造如图 13 所示:新桥和老桥空出 300 mm 的纵缝,在新桥的钢梁顶部和老桥箱梁顶部上设置一块加劲钢搭板,钢搭板盖住纵缝,钢搭板与梁的接触面上设有橡胶,钢搭板上方填充聚氨酯材料,钢搭板与聚氨酯材料之间铺设防水层,聚氨酯伸缩体的两端通过锚固螺栓与梁体固定,两端构筑混凝土将聚氨酯伸缩体嵌固。

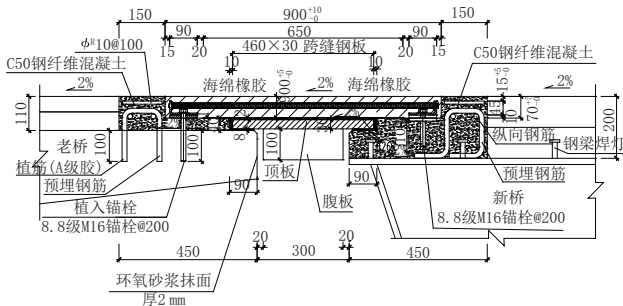


图 13 拼缝示意图(单位:mm)

## 5 施工工艺

拼缝的成败,施工工艺占了很大的比例。具体的

施工工艺如下:

- (1)加固老桥立柱。
- (2)拆除老桥拼接端的防撞护栏,并切割悬臂 0.5 m。
- (3)施工新桥。新桥成桥后施加二期恒载 +0.3 倍活载等值的压重,预压 3 个月。
- (4)对老桥挑臂端部进行处理,与新桥纵缝宽度保证 300 mm。
- (5)施工新桥的桥面系及防撞护栏。
- (6)老桥植筋,新桥焊接钢筋,施工拼缝。

## 6 结语

通过罗山路立交 WN 匝道的拼宽改造分析,对此类桥墩位置无法对齐的拼宽桥梁的拼宽方式进行了探讨和研究,得到了以下的结论:

- (1)新老桥桥墩位置不对齐,势必存在老桥跨中对着新桥墩顶的情况,两者位移差较大,对这类拼宽桥梁进行设计,也就是解决如何减小位移差的问题。
- (2)在老桥结构能力富裕度不高的情况下,新老桥结构独立,对拼缝进行专门的设计研究更为合适。
- (3)新桥成桥后,应先采取压重措施,加速新桥的沉降稳定,以避免后期因沉降而导致拼缝开裂。
- (4)聚氨酯弹性伸缩体对大位移的拼缝适用性稍强。

如今,墩位不对齐的拼宽改造在工程建设中已不可避免。如何使新旧桥结构安全,尽量减少对旧桥的影响,确保桥面平顺、行车舒适是桥梁拼宽设计中的关键所在。本文所述的罗山路立交 WN 匝道已拼宽建成,目前整体运营良好,可为同类型的桥梁拼宽设计提供参考与借鉴。

# 《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: [cdq@smedi.com](mailto:cdq@smedi.com)