

# 桥梁工程在路线改线与改扩建中的设计研究

胡 轩

中南勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉 430000

**[摘要]**伴随着我国交通基础设施路网的不断完善,高速公路及干线公路建设也由新建转向改造。而在路线的改线及改扩建过程中,由于桥梁结构复杂,施工难度大,对交通的影响较大,使得桥梁工程成为了整个工程的控制性工程,文章就桥梁工程在路线的改线改扩建中所存在的设计问题进行了系统的阐述,在路线的改线中如何选择桥梁的位置以及整体的设计布置,原有桥梁的评估及利用,新旧桥梁的拼接工艺、改扩建中的施工组织方式以及路桥衔接的设计等方面做了探讨。伴随我国高速路网布局逐步完善,在建项目会更偏向于对现有高速公路进行升级改造,同时由于既有高速公路在施工过程中需保障通行条件,周边环境影响因素杂,因此桥梁升级改造将成为高速公路升级改造的重点与难点所在,文章就提出了一些在不同限制因素下的桥梁升级改造设计方案,探讨了新旧结构差异位移量控制、不间断行车施工组织等一系列关键技术问题,希望能给类似工程有所借鉴意义。

**[关键词]**路线改线;改扩建工程;桥梁设计

DOI: 10.33142/ect.v4i3.19407

中图分类号: U416.05

文献标识码: A

## Design Research on Bridge Engineering in Route Realignment and Expansion

HU Xuan

Zhongnan Engineering Corporation Limited, Wuhan, Hubei, 430000, China

**Abstract:** With the continuous improvement of Chinese transportation infrastructure network, the construction of highways and trunk roads has also shifted from new construction to renovation. In the process of route realignment and expansion, due to the complex structure of bridges, the difficulty of construction, and the significant impact on traffic, bridge engineering has become the controlling engineering of the entire project. This article systematically elaborates on the design problems that exist in bridge engineering during route realignment and expansion, including how to choose the position and overall design layout of bridges in route realignment, evaluation and utilization of existing bridges, splicing technology of new and old bridges, construction organization methods during reconstruction and expansion, and design of road bridge connections. With the gradual improvement of Chinese highway network layout, ongoing projects will tend to focus more on upgrading and renovating existing highways. At the same time, due to the need to ensure traffic conditions during the construction process of existing highways and the complex environmental impact factors in the surrounding area, bridge upgrading and renovation will become the key and difficult point of highway upgrading and renovation. This article proposes some bridge upgrading and renovation design schemes under different limiting factors, explores a series of key technical issues such as displacement control of new and old structures, and uninterrupted driving construction organization, so as to provide reference for similar projects.

**Keywords:** route change; renovation and expansion projects; bridge design

### 引言

近年来,我国早建的高速公路及干线公路也逐渐进入到大修及改扩建之中。路基改移以及改建工程不同于新建工程,它面临着原有结构状况不清的问题,还存在着新老标准对接等问题。而且还要考虑到施工期间的交通保障。桥梁是道路的咽喉部位,桥梁的设计方案决定了整个改扩建项目的科学与否和技术水平高低。在既有道路的立体化改造过程中,由于平面道路已经不能适应不断增加的车辆自由通过的需求,而立体道路又可以很好的解决由于车流量上升而导致的道路拥堵问题,所以立体化道路已成为工程技术人士缓解交通拥堵的一项有效技术措施。在改线及改扩建工程中桥梁设计既要考虑原有结构再利用、新旧结

构衔接以及施工安全三个因素,在对桥梁工程进行路线改线或者改扩建时的研究,主要从选线选址,现有状况评价与分析,拼接方式,施工组织等方面进行研究,以寻求一种系统的工程设计方法<sup>[1]</sup>。

### 1 路线改线与改扩建工程概述

路线改线是由于地形地质状况影响或者城市规划需要以及设计规范提高所引起的对原有路线部分或者全部调整的过程。改扩建就是在现有道路上通过拓宽车道宽度等手段来达到改善道路交通状况的目的。二者的根本不同就是:路线改线是整个路线走向的变化,路线改扩建则是基于原有道路之上,在此基础上进行加宽或者改善平纵指标等方面的变化。桥梁工程在这两种类型项目中都起到极

其重要的作用。对于路线改线来说，桥梁要适应新的路线平纵线型的要求，确定桥位及跨径也要根据当地的地形地质状况决定；而对于路线改扩建来说，则是从旧桥的检测到加固再到连接加宽都是关键技术环节。对于多限制条件下的桥梁改建，既要符合规范又要满足交通保持需求还要满足周边环境的制约性要求，其设计的方法以及流程比新建项目要更麻烦一些。

## 2 改线条件下桥梁选址与总体设计

### 2.1 桥梁跨径布置与结构体系选择

改线工程桥梁跨径布局需要结合地理环境、岩土情况、线路走向和经济可行性等方面进行统筹考量，由于改建工程不同于新建工程，改建桥梁一般受到两头既有建筑或者用地范围的影响，跨径选取空间较小，在改线工程中常见的几种桥型比较如下表：

表 1 常见桥型在改线工程中的适用性对比

桥型	适用跨径 (m)	地形适应性	施工难度	造价水平	改线工程适用性
简支梁桥	20~40	好	低	低	高
连续梁桥	40~120	较好	中	中	高
连续刚构	60~200	一般	中高	中高	中
拱桥	50~300	差	高	高	低

针对一般跨度桥梁，装配式预应力混凝土简支或连续梁桥施工工期短，质量好，影响较小，为优先推荐方案；当改线跨越高山深谷，河流，道路等特殊地带时可结合实际情况选择连续刚构或者拱桥，而大跨度桥梁方案的选择应考虑防洪、通航要求，占用水田面积大小，工程总投资以及当地居民意愿等诸多方面。

### 2.2 线路平纵线形与桥梁设计协调

改线工程中，路线平纵线形与桥梁设计相配合是保障行车安全以及桥梁结构安全的重要前提。桥梁路段路线尽可能避免小半径平曲线使桥梁受力均匀，以免梁体产生扭转力矩和出现墩台支座受力不平衡现象。桥梁处于曲线上的时候，可以通过预先制作成带有弧度的曲线梁或者现浇过程中改变模板的方式来进行曲线的对接，纵断面设计重点考虑的是桥面上的高度和平顺过渡到路基两端的情况，在前期修建好的桥梁在受荷载影响下发生了较大的变化导致不能满足与线路设计纵断面线形的要求时，需要依据梁面实测标高及桥梁的计算变形对纵断面进行再设计。改线桥梁纵坡不宜过大，一般不超过 3% 特殊情况可以达到 4%，保证支座应力的安全性和桥梁排水顺畅。

## 3 改扩建工程中既有桥梁评估、利用与拼接技术

### 3.1 既有桥梁检测、评定与承载能力分析

既有桥梁的检测及评定是改建工程的前提条件。检测项目有外观病害调查、材料强度试验、钢筋锈蚀测量、墩台基础沉降观测等，桥检定点布设方案、荷载施加及检测手段、承载力判断准则为鉴定工作的主要内容。鉴定过程

分首次鉴定及二次鉴定两个步骤。首次鉴定以观察外观判断桥梁的技术状况等级；二次鉴定用加载试验以及计算分析来测定出桥梁的实际承载力大小。恰当的桥检点布设及荷载施加可以准确地得出桥梁的实际承载力数值。鉴定结论直接影响着桥梁的处理方案，满足新国标及良好的桥梁可以直接利用；有轻微缺损的桥梁进行加固后再利用；严重损伤者拆除重建。

### 3.2 既有桥梁加固与拓宽可行性研究

加强和加宽的可行性需要从三个方面即技术、经济、施工条件进行综合分析比较。技术可行性主要看原结构形式、损坏情况以及可以加固的空间大小；经济可行性要对比加固再利用和拆除重建的整体生命周期费用；施工条件要考虑工作面大小、交通疏解、工期要求等。

表 2 既有桥梁加固与拓宽方案比选

方案类型	适用条件	技术难度	相对造价	交通影响	工期
单侧加宽	地形受限、单侧有空间	低	1.0	小	短
双侧加宽	两侧均有空间、需对称受力	中	1.2	中	中
旧桥加固+单侧加宽	旧桥承载力不足	中高	1.4	中	中长
旧桥拆除重建	旧桥损伤严重、无法利用	高	2.0	大	长

### 3.3 新旧桥梁拼接设计关键问题

新老桥梁拼装是旧桥改造的关键技术之一，拼接方式主要有刚性拼接、铰接拼接以及半刚性拼接三种方式。其中刚性拼接整体性强但是对不均匀沉降比较敏感；铰接拼接方式适用范围广但是防水效果较差；半刚性拼接介于上述两者之间。对于新建扩建梁桥拼装来说可以根据新旧桥梁拼装界面受力方程来确定拼接材料类型的选择要求，基于拼装界面的最大应力来制定材料选取方案。拼装材料要有一定的抗拉强度以及变形能力，传统的钢筋混凝土刚性拼装易产生由于新旧结构变形不同步造成的裂缝。柔性拼接技术使用弹性混凝土为桥梁上部结构桥面铺装间的一种柔性连接材料，适用于桥梁受到车辆、行人等荷载以及外界因素引起的挠度的变化以及新老桥梁沉降不同导致的高度差的改变。通过试验验证，柔性拼接方式可以较好地解决新老桥拼接接头的问题。拼接接头处的受力状况是整个拼接结构中最重要的一环之一。新桥在通车初期所发生沉降的变化速度远高于老桥，在二者之间会产生差异性的位移，因此在接缝的位置会形成剪力和拉力作用。当界面间的剪切力大于混凝土的抗剪强度，拼接缝就会发生横向裂缝。根据实验研究结果得出，拼接缝的裂宽与新、旧桥之间沉降量差异大小有关联性。只有使沉降差异保持在一个较小范围之内（小于等于 5mm），才能够防止出现裂缝。拼装结构设计应兼顾横向联结方法以及纵向伸缩处理。横向联结可以考虑采用植筋连接或埋设连接件的方法，

其中植筋深度应不少于 15 倍钢筋直径；纵向伸缩可以考虑每隔一定间距设置伸缩缝，在缝隙中填充沥青棉绳或者聚氨酯发泡剂等物来消除热胀冷缩和干缩应力的影响等；关于后浇带的时间节点也很重要，通常来说建议在新建桥完成以后至少需要 6 个月左右的时间，让新建桥梁的基础下沉、混凝土收缩徐变基本完毕之后再行做拼装带浇筑，能够很大程度上减少差异变形给桥梁拼装结构带来的负面影响。

### 3.4 新旧结构差异沉降控制

差异沉降是新旧桥梁拼接中最大的技术难题之一。新桥基础沉降、新旧结构收缩徐变差异及温差影响都易导致新老拼接缝产生较大相对运动。当新老路基土体压缩模量比从 0.4 增到 1.0 时，差沉最多下降了约 20%，而路基填高从小于 1m 增大到 4m 的过程中，最大的沉降值从 22.4mm 升到了 78.0mm，结合部宽度从 3m 增至 6m 时最大小沉降值大约减小了 15%。差异沉降处理措施有：加大新桥桩长来减小沉降量；设后浇带延缓拼接时间；用可调式支座补偿沉降；在拼接缝内嵌入剪力键传递荷载等。

## 4 改扩建施工技术与路桥衔接设计

### 4.1 交通不中断条件下的施工组织方案

不停止交通是最基本的要求也是最大的技术难题。施工方案需要保证安全的前提下，合理规划施工阶段以及施工区域。针对施工期间保持交通畅通的问题，建设者创造性使用顶推施工法，像空中移动一般分段推进，始终保持地面无阻断。顶推施工适用对跨过现有道路桥梁改建，好处就是工作区域仅局限于桥上，不影响下面的通行情况。使用步履式顶推机并配置智能化控制系统，在顶推位置上设置传感器及标尺，实时传送至控制室，当偏差值达到一毫米及以上时，则控制系统发出信号使横向液压缸启动进行修正。针对原有桥梁现场加固改造可采取整体顶升法。利用桥墩下安置的千斤顶并借助高度自动化 PLC 多点同步控制系统，可以在保持原地不动的情况下使桥梁实现无扰动式顶升，施工组织计划需要采取分段分区的原则来进行规划。第一步是前期准备工作及配套设施建设，在这期间主要是为了修建保通便道、搭建施工围挡以及对已有的地下管线进行移改工作，一般选择在晚上车辆较少的时间段内施工。第二步是主线工程施工，采取半幅封闭半幅通行的方式，在封闭路段集中开展桥梁拼装或者拆除重建作业，在开放路段利用压缩车道宽度和减速带等手段保证交通安全。第三阶段是收尾恢复阶段。桥面铺装、伸缩缝安装、交通标线的施划，逐步恢复所有车道的通行。交通组织设计要有完善的一次性交安设施布置。上游设逐级减速标志与指路标志牌，下游设警告标志牌与指示标志牌，施工区利用水马或者混凝土护栏进行物理隔离，在夜间加装警示灯、反光锥筒等。并要有应急方案，要有应急抢险小组、备用器材，发生交通事故、设备损坏能及时响应，不

得超过 30min。保通便道设计标准不低于原公路等级，路面宽度一般不小于 7m，平纵横线型符合设计速度下必要的安全视距要求，保障绕行车辆的通行条件。

### 4.2 拓宽施工与旧桥拆除衔接技术

扩展施工要处理好新老基础之间的影响以及新老梁体拼接准确度等问题；采用双侧加宽时，新桥基础开挖会影响到旧桥基础稳定性，则需要对基坑支护或者跳槽施工<sup>[2]</sup>；梁体拼接前，需要对旧桥边梁翼缘板进行切割及表面清理，做好新老混凝土的有效黏结；旧桥拆除须在不影响通行的情况下实施，一般用破碎机破碎后起吊外运的方法实现，旧桥拆除遵循先拆附属后拆主体、先拆上面部分再拆下面部分的原则，在整个拆除过程中要做好结构监测工作，避免出现意外事故的发生。

### 4.3 路桥过渡段沉降控制与附属工程设计

桥头引道过渡段是道路到桥面的过度部分，差异沉降是主要病害形态。把路面结构当成文克尔地基梁，构建了考虑新旧路基刚度有别的一次梁计算模型。通过增加弹性铰来表示路面结构的非连续状态。防治措施有：设置过渡板或搭板；用级配较好的填料及控制压实度；设置排水设施。桥头引道过渡段的不均匀沉降主要是由于桥涵两侧新老地基差异、桥台处路基填土高差较大及车辆荷载反复作用等原因导致的。桥头引道过渡段沉降的发展是具有时间性的，在通车后的一年内最严重<sup>[3]</sup>。为了有效地降低沉降量可在过渡区内使用轻质材料如泡沫轻质土、粉煤灰等减少路基自重的影响。另外，还应适当布置搭板长度，一般控制为 8~12m，搭板一端支承在桥台，另一头嵌入到路面层内，起到一个良好的沉降衔接作用；而且要针对桥台背墙与搭板之间做变形缝，并填充一些弹性的材料来缓解车辆冲击力带来的损害作用。附属工程的设计主要涉及桥面铺装、伸缩缝、排水系统、安全保护设施等几部分；桥面铺装要注意做到与旧桥之间良好接续，尽量使用相同类型的材料并在之间设置过渡层；伸缩缝的选择需参考新旧结构之间的相对位移大小，如果差距较大的情况下可以选择模数式伸缩装置；排水系统的设置切勿让桥面水流向下层道路处排放，最好设置成纵向排水管引导集中排放。安全设施要与道路线型相匹配，保证视认性的连续性，护栏类型及高度要一致，不应产生突变。

## 5 结语

线路改线、改扩建工程中桥梁的设计是一项综合性很强，受诸多因素制约的工作。文章围绕着线路改线条件下桥位的选择设计、既有桥梁的评估利用、新旧结构的拼接方案以及施工组织、衔接设计这四大方面进行了系统的分析，得出了如下几点主要结论：首先，桥梁跨径分配、结构形式的选择应结合地形、经济因素等考虑，装配式梁桥最适用；其次，对既有桥梁的检测评估作为决策依据，必须构建完善合理的评价指标体系；再次，如何做到新旧桥梁

之间的拼接是整个工作的难点所在,如何做到柔性拼接、差异沉降控制是关键的技术问题;最后,在保证交通不中断的条件下,采用顶推法或顶升法施工是一种有效的组织措施。伴随着我国现有交通运输设施改造扩建需求不断增加,桥梁改扩建设计技术也会朝着更加精确化,智能化,绿色化的方向发展,本文研究结果可以为相似项目起到借鉴作用。

[参考文献]

[1]胡铁山.多约束条件下高速公路桥梁改扩建总体方案研究[J].交通科技,2024(6):56-60.

[2]黄志伟.大跨径预应力混凝土部分斜拉桥设计关键技术[J].建筑技术,2024,55(19):2378-2381.

[3]车树强.既有桥梁检测与加固工程关键技术研究[J].科学技术创新,2024(22):161-164.

作者简介:胡轩(1996.5—),男,汉族,湖北省天门市人(籍贯),中级工程师,2000年6月30日毕业于华中科技大学建筑与土木工程专业,最高学历:硕士,现主要从事的工作或研究的方向:高速公路总体、路线、互通设计工作。