

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.250624

铰接空心板梁桥整体换梁梁型方案研究

孙 琼

(上海市道路运输事业发展中心, 上海市 200023)

摘 要: 铰接空心板梁桥是早期国内桥梁建设应用最为广泛的桥型, 由于超载、施工偏差、结构老化等因素影响, 近年来铰接空心板梁桥病害频发。当铰接空心板梁主体结构病害较严重时, 整体换梁是处治病害的最有效手段, 因此有必要对整体换梁梁型方案进行研究。与新建项目不同, 由于保留了下部结构, 整体换梁项目梁型比选需考虑更多因素。以上海市 S20 外环高速泰和路高架桥 22 m 跨径铰接空心板梁换梁为例, 总结梁型比选原则, 从多个角度对先张法刚接空心板梁和双 T 梁进行比选, 研究成果可为整体换梁项目提供参考经验。

关键词: 铰接空心板; 刚接空心板; 双 T 梁; 整体换梁

中图分类号: U442.5*4

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)07-0098-04

Research on Integral Girder Replacement Scheme for Hinged Hollow Slab Beam Bridges

SUN Qiong

(Shanghai Road Transportation Development Center, Shanghai 200023, China)

Abstract: The hinged hollow slab beam bridges were the most widely used bridge type in early bridge construction in China. In recent years, the frequent structural damages have occurred in such bridges due to factors like overloading, construction deviations and structural aging. When the main structure of hinged hollow slab beams suffers severe diseases, the integral beam replacement is the most effective method of treating the diseases. Therefore, it is necessary to study the beam-type schemes for integral beam replacement. Unlike new construction projects, the beam-type selection for integral beam replacement projects requires considering more factors due to the retention of substructures. Taking the replacement of 22 m-span hinged hollow slab beam of Taihe Road Elevated Bridge in S20 Outer Ring Expressway as an example, the beam-type selection principles are summarized. The pre-tensioned rigidly connected hollow slab beams and the double T-beams are compared and selected from multiple perspectives. The research findings can provide reference experience for the integral beam replacement projects.

Keywords: hinged hollow slab; rigidly connected hollow slab; double T-beam; integral beam replacement

0 引 言

铰接空心板梁桥是早期国内桥梁建设应用最为广泛的桥型, 在各级公路和城市道路中均有应用。以上海市为例, 根据 2020 年上海市的统计数据, 在各级公路桥中, 铰接空心板梁的占比约为 61%, 面积约为 1 200 万 m², 且 75% 以上的空心板板梁桥有 15 a 以上的桥龄。

由于超载、施工偏差、结构老化等因素影响, 近年来铰接空心板梁桥病害频发, 如铰缝破坏、梁体病害、支座脱空等, 影响结构的功能, 对行车安全构成威胁^[1]。针对铰接空心板梁病害, 可采用注胶法、横

向张拉钢束法、注浆法进行维修加固, 但当病害较严重时, 整体换梁法优势明显, 可彻底修复上部结构病害^[2-4]。

与新建项目不同, 由于需要拆除既有铰接空心板梁, 整体换梁方案一般需中断现有交通, 交通组织难度高; 由于原桥梁设计标准一般低于现行标准, 且需保留既有下部结构, 换梁设计需考虑更多因素; 对于位于市中心的换梁项目, 施组方案要求高。因此, 有必要对整体换梁梁型比选思路进行梳理, 对整体换梁梁型方案进行研究。

本文以 S20 外环高速泰和路高架桥 22 m 跨径铰接空心板梁换梁为例, 总结梁型比选原则, 从多个角度对先张法刚接空心板梁和双 T 梁进行比选, 研究成果可为整体换梁项目提供参考经验。

收稿日期: 2025-05-10

作者简介: 孙琼(1976—), 女, 本科, 高级工程师, 从事工程建设前期管理工作。

1 工程概况

S20 外环高速泰和路高架桥标准跨径为 22 m,横断面布置为 0.5 m(防撞墙)+16 m(车行道)+0.5 m(防撞墙)=17 m,结构简支桥面连续,每跨布置 16 片小铰缝铰接空心板梁,如图 1 所示。

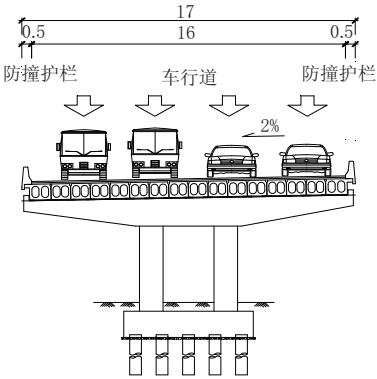


图 1 标准断面图(单位:m)

标准跨铰接空心板梁采用预应力混凝土结构,先张法施工。截面为等截面,梁高 0.9 m。中板板宽 0.99 m,腹板厚度为 100 mm+70 mm+100 mm=270 mm,顶板厚 120 mm,底板厚 130 mm,如图 2 所示。边板板宽 1.245 m,腹板厚度为 125 mm+130 mm+120 mm=375 mm,顶板厚 120 mm,底板厚 130 mm。中板预应力钢束采用 18 根 $\phi 15.2$ 高强低松弛钢绞线,边板预应力钢束采用 20 根 $\phi 15.2$ 高强低松弛钢绞线,均为直线束。

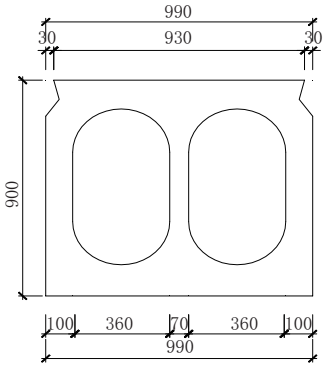


图 2 中板标准断面(单位:mm)

2 换梁梁型比选原则

根据以往工程实践,整体换梁项目可遵循如下原则进行设计。

- (1)桥梁设计遵循安全、耐久、适用、环保、经济、美观的原则。
- (2)桥梁结构设计应满足原道路的净空要求。桥梁上跨铁路、地铁、河道、其他道路时,新梁梁底标高不得低于老梁梁底标高,桥梁下穿其他建、构筑物

时,新桥桥面设计标高不得高于原桥面标高。若突破上述限值,需对桥梁净空进行复核,必要时需报相关主管部门重新审批。

- (3)桥梁结构设计应明确上、下部结构设计标准,上、下部设计标准宜统一。
- (4)整体换梁后不宜增加上部结构荷载。
- (5)整体换梁设计需注意换梁与不换梁桥跨、桥梁与路基段、主线与匝道、上部与下部之间的衔接。
- (6)整体换梁方案设计时需同步开展施工方案和交通组织方案设计。

3 换梁梁型选型

3.1 换梁梁型概述

适用于跨径 22 m 梁型包括铰接空心板、双 T 梁以及刚接空心板。

铰接空心板梁(即原老桥结构)从 20 世纪 90 年代开始应用至今,预制工艺简单,造价低,但经过多年应用经验总结,在重载车辆作用下,铰接空心板铰缝病害较为突出,影响桥梁行车安全,后期维护成本高。根据上海市通用图集《先张法预应力混凝土空心板(桥梁)》(DBJT 08-101—2024)^[1]规定,铰接空心板现仅适用于既有桥梁维修工程中需要局部更换的先张法预应力混凝土铰接空心板。因此,针对本项目重载车辆多且需大规模换梁情况,不推荐采用铰接空心板方案。

先张法刚接空心板梁采用刚接湿接缝,无铰缝设计,适用于跨径 10~22 m 的城市桥梁或公路桥梁,梁高 0.95 m。由于与铰接空心板适用跨径匹配,梁高基本匹配,可做为比选方案。

双 T 梁同样适用于跨径 10~22 m 的城市桥梁或公路桥梁,梁高 0.95 m,截面为开口截面,T 梁之间采用刚接湿接缝,无铰缝设计。由于与铰接空心板适用跨径匹配,梁高也适宜,可做为比选方案。

小箱梁、T 梁适用跨径一般不小于 25 m,且梁高远大于 0.9 m,因此不推荐作为换梁梁型。

根据梁高匹配程度,本文选择先张法刚接空心板梁和双 T 梁进行比选,如表 1 所列。需要注意的是,其他梁型经过特殊设计后也可做为换梁梁型。

3.2 先张法刚接空心板梁

先张法刚接空心板梁为《先张法预应力混凝土空心板(桥梁)》(DBJT 08-101—2024)^[5]在 2005 年通用图集基础上新增加的一种梁型,是在原铰接空心板的基础上,将板梁之间的铰缝连接改为桥面板刚

表 1 不同梁型梁高比选表

项目	适用跨径/m	梁高/m			换梁方案
		跨径≤22/m	跨径 25/m	跨径 30/m	
双 T 梁	≤22	0.95	—	—	梁高基本匹配
刚接空心板-先张法	≤22	0.95	—	—	
刚接空心板-后张法	≤22	1.05	—	—	梁高不匹配
小箱梁	25~35	—	1.4	1.6	梁高不匹配
T 梁	30~50	—	—	2.0	

接连接的一种结构形式。

3.2.1 横断面设计

老桥标准断面宽度 17 m, 整体更换先张法刚接空心板方案为将 16 片铰接空心板梁更换为 10 片双 T 梁, 换梁后断面如图 3 所示。

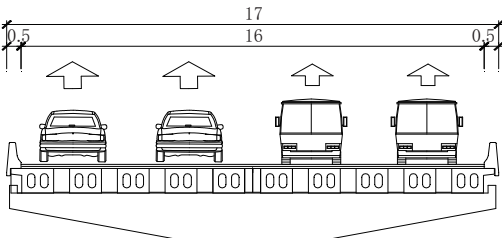


图 3 换梁后标准断面(单位:m)

3.2.2 结构设计

先张法刚接空心板单片梁高 0.95 m, 宽 1.3 m, 湿接缝宽 0.4 m。顶板厚度 0.18 m, 边腹板厚度 0.145~0.195 m, 中腹板厚度 0.09~0.19 m。如图 4 所示, 设置端横梁, 横梁厚度 0.3 m。预制板梁采用 C50 混凝土, 湿接缝采用 C60 低收缩混凝土。

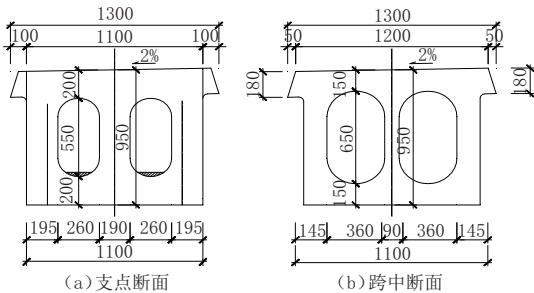


图 4 先张法刚接空心板梁构造图(单位:mm)

钢束采用先张法进行张拉, 标准跨径 22 m 板梁每片梁配束 25 根, 均为直线束, 如图 5 所示。

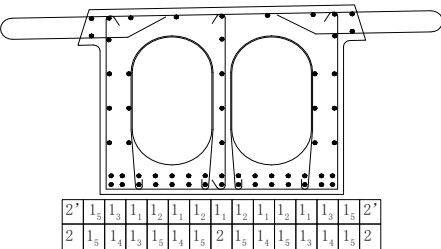


图 5 先张法刚接空心板梁钢束图(跨中断面)

3.2.3 预制工艺

先张法刚接空心板预制施工基本步骤为: 安装

底模及侧模→安装底层及侧向钢筋→穿预应力束→安装内芯模板→安装顶面钢筋→施加预应力束→浇筑混凝土→养护、预应力放张。

3.3 双 T 梁

双 T 梁是开发用于替代铰接空心板梁的一种梁型, 其采用开口截面, 横向连接采用刚接缝。

3.3.1 横断面设计

老桥标准断面宽度 17 m, 整体更换双 T 梁方案为将 16 片铰接空心板梁更换为 7 片双 T 梁, 换梁后断面如图 6 所示。

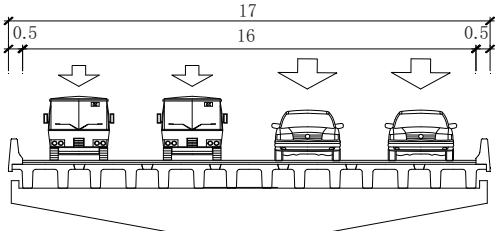


图 6 换梁后标准断面(单位:m)

3.3.2 结构设计

如图 7 所示, 双 T 梁单片梁高 0.95 m, 宽 2.0 m, 湿接缝宽 0.4 m。顶板厚度 0.2 m, 腹板间距 1.25 m, 腹板厚度 0.34~0.385 m, 上宽下窄便于脱模。设置两道端横梁和 1 道中横梁, 横梁厚度 0.4 m。预制及现浇部分均采用 C60 自密实混凝土。

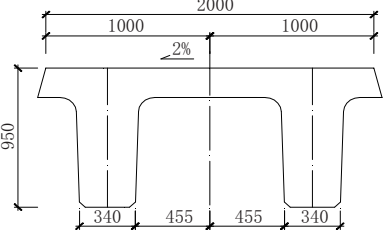


图 7 双 T 梁构造图(单位:mm)

跨径 22 m 双 T 梁每片梁配束 46 根, 其中 24 根曲线束, 如图 8 至图 9 所示。钢束采用先张法进行张拉。

双 T 梁横向连接采用刚接缝, 湿接缝上宽 400 mm, 下宽 350 mm。钢筋之间相互错开, 无须焊接, 如图 10 所示。在变宽位置, 通过调整预制悬臂长度, 保持湿接缝宽度 400 mm 不变。此种新型湿接缝做

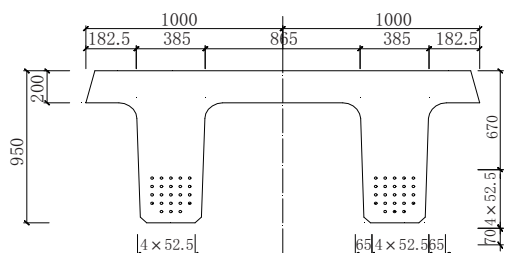


图 8 钢束跨中断面(单位:mm)

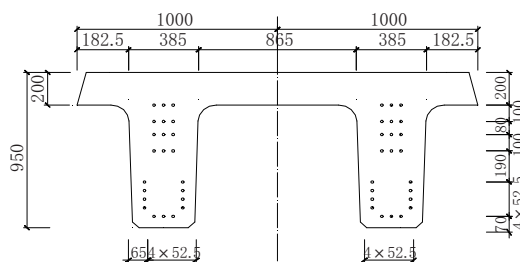


图9 钢束支点断面(单位:mm)

法已在上海市预制小箱梁中普遍应用,可减少现场钢筋绑扎、支模工作量,保证工程质量。



图 10 双 T 梁刚接缝示意图

3.3.3 预制工艺

双T梁钢束采用先张法施工,施工的基本步骤为:安装模板→钢筋笼入模→预应力张拉→绑扎顶板钢筋→浇筑混凝土→养护、预应力放张,如图11所示。

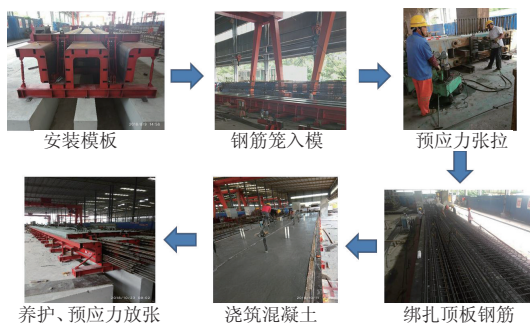


图 11 双 T 梁施工步骤示意图

4 换梁梁型综合比选

先张法刚接空心板梁与双T梁梁高均为0.95 m,较老桥铰接空心板梁梁高仅大0.05 m,梁高基本匹配,均为可选用梁型,综合比选见表2。先张法刚接空心板梁抗扭刚度大,材料指标低,造价低;结构采用箱型截面,扭转刚度大;标准图集使用时间较长,上海及周边地区现有预制模板保有量大,短期可大规模投入生产。考虑上述因素,采用先张法刚接空心板梁做为替换梁型。

表2 换梁梁型综合比选表

	方案一：先张法刚接空心板梁	方案二：双 T 梁
结构性能	1. 先张法刚接空心板梁为上海地区为解决铰接空心板铰缝病害问题设计的一种梁型, 横向为刚接缝; 2. 刚接缝设计可避免铰缝病害, 采用传统变宽缝; 3. 箱型截面抗扭转能力更强	1. 双 T 梁是用于替代铰接空心板梁而开发的一种梁型; 2. 刚接缝设计可避免铰缝病害, 采用新型钢筋免焊接等宽缝; 3. 曲线束梁端抗剪强度大
结构匹配	1. 梁底标高不降低, 桥面标高有增加, 需复核桥梁净空; 2. 支座数量减少, 支反力增大, 对盖梁牛腿的局部受力不利, 需进行复核	1. 梁底标高不降低, 桥面标高有增加, 需复核桥梁净空; 2. 支座数量减少, 支反力增大, 对盖梁牛腿的局部受力不利, 需进行复核
材料指标	C50 混凝土: $0.45 \text{ m}^3/\text{m}^2$; 钢筋: $212 \text{ kg}/\text{m}^3$; 钢束: $40.2 \text{ kg}/\text{m}^3$	C60 自密实混凝土: $0.44 \text{ m}^3/\text{m}^2$; 钢筋: $232.5 \text{ kg}/\text{m}^3$; 钢束: $49.1 \text{ kg}/\text{m}^3$
施工工艺	1. 闭口截面, 外模板为钢模板, 内模板为橡胶芯模; 2. 预制厂需有相应张拉台座方可加工	1. 开口截面, 采用钢模板; 2. 可采用移动式模板施工, 不受预制厂有无张拉台座限制
现场吊装	1. 单片梁重量约 43 t; 2. 标准断面共 10 片梁	1. 单片梁重量约 60 t; 2. 标准断面共 7 片梁
后期养护	外腹板外侧可检测, 外腹板内侧、内腹板较难检测	开口断面容易检测

5 结 语

S20 外环高速泰和路高架桥刚接空心板梁由 6 个梁厂同步供梁,现场开展 6 个工作面同步施工,该工程的实际建设工期约 11 个月,通车后运营情况

良好。

该工程对整体换梁方案的比选原则及成果,可为后续工程提供一定借鉴。

参考文献:

- [1] 张伟.基于数据统计的高速公路空心板梁桥病害研究[J].交通世

(下转第 108 页)