

# 平原区高速公路装配式桥梁方案设计探讨

胡铁山, 周忻, 王勇

(湖北省交通规划设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430051)

**摘要:** 随着中国经济建设和基础设施的发展,在新一轮国省高速公路布局调整中,适时谋划加密了平原区高速公路网络,以进一步促进经济社会发展,由于平原区控制因素较多,路基取土困难,使得装配式桥梁在平原区高速公路中的应用显得尤为重要,文中总结了平原区高速公路装配式桥梁方案设计的原则,通过对不同截面形式、不同跨径的装配式桥梁设计方案进行比选,最终得出最优方案。

**关键词:** 平原区; 高速公路; 装配式桥梁; 方案设计

平原区高速公路虽然地形简单,但是影响因素较复杂,不仅地方路网密集、河流纵横、城镇遍布,往往还伴有软土、膨胀土等特殊岩性土,加上当前环保意识提高,平原区路基取土困难且费用高,土地资源越发珍贵,在这种情况下,桥梁在平原区高速公路中得到了大面积的运用。对于一般控制因素,不需要大跨径桥梁,对于中小跨径桥梁,装配式桥梁具有受力明确、质量可控、工艺成熟、施工简单、经济美观、工期短等优点,在中国平原区高速公路桥梁中得到了最广泛的应用,因此,要设计好一条平原区高速公路,首先要做好其中装配式桥梁的方案设计。

## 1 设计原则

(1) 以“技术可行、安全、适用、经济合理、造型美观、利于环保”为总原则。

(2) 考虑路桥配合,原则上桥梁服从路线,线形与路线线形一致。

(3) 尽可能选用梁高较低的桥型,满足桥下净空要求,同时可降低相邻路段路基高度,减少填方用土,节约占地。

(4) 在安全的前提下,以经济为导向,尽可能地降低桥梁的造价成本。

## 2 上部构造设计

根据工程经验,无特殊要求的小河渠一般采用较经济的13 m 预制预应力混凝土空心板,其他一般桥梁结构形式通过以下模拟比较确定。

装配式结构主要有20~40 m 预应力混凝土空心板、小箱梁、T梁等。平原区高速公路桥梁高度一般在10 m 以下,其中,20 m 跨径一般适用于中小桥梁;25、30 m 跨径适用于桥长较长的大桥;30、40 m 跨径适用于上跨公路、有通航要求河流和堤防的大桥。下面分别对相同标准跨径不同上部构造、不同跨径桥型方案进行综合比选(图1、表1)。

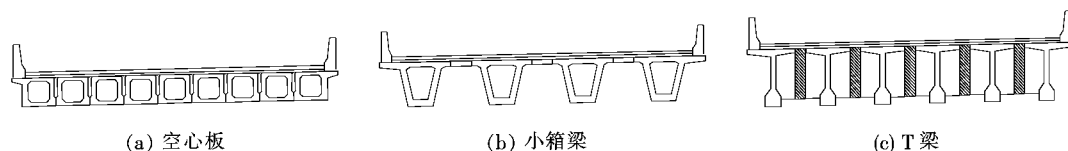


图1 预应力混凝土空心板、箱形组合梁、T梁横断面图

就上部构造而言,同一种结构形式材料指标随着跨径的增加而增大,而不同结构形式的标准跨径上部

结构为预应力混凝土小箱梁方案造价稍低。虽然T梁施工工艺成熟,耐久性好,吊装重量轻且稳定性较

表 1 几种常用跨径主要材料指标 (半幅桥)

跨径	梁形式	梁(板)高/ m	混凝土/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-1}$ )	钢材/ ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$ )	造价/ 元
20 m	预应力混凝土 T 梁	1.50	5.76	1 533.0	17 430
	预应力混凝土小箱梁	1.20	5.10	1 362.5	16 891
	预应力空心板	0.95	6.89	1 517.5	18 666
25 m	预应力混凝土 T 梁	1.70	6.13	1 667.9	18 926
	预应力混凝土小箱梁	1.40	5.58	1 445.5	18 192
30 m	预应力混凝土 T 梁	2.00	6.72	1 677.6	19 811
	预应力混凝土小箱梁	1.60	5.95	1 489.5	19 145
40 m	预应力混凝土 T 梁	2.50	8.79	2 078.6	25 185
	预应力混凝土小箱梁	2.00	7.30	1 806.1	23 547

表 2 3 种梁施工工艺及总体比较

比较	预应力混凝土 T 梁	预应力混凝土小箱梁	预应力空心板
施工工艺	施工工艺成熟, 预制相对较容易, 梁数较多, 吊装重量轻, 预制梁安装简单, 稳定性好	施工工艺较成熟, 预制相对复杂, 梁数相对要少, 吊装重量相对要大, 预制梁安装复杂, 支座高程较难控制	施工工艺成熟, 预制相对复杂, 吊装重量轻, 预制梁安装复杂, 支座高程较难控制
总体比较	施工简单、质量好控制, 耐久性好, 建筑高度较高, 造价相对要高, 综合指标较好	施工难度较大, 质量控制及耐久性相对要差, 建筑高度较低, 造价较低, 综合指标好	施工较容易, 耐久性较好, 建筑高度低, 造价相对较高, 综合指标一般

好,但其梁高大,桥下净空小,增加了相邻路段填方及占地面积,造价相对较高,对于平原水网地区来说,沿线缺土严重,桥梁建筑高度对项目的造价影响较大,虽然小箱梁施工难度较大,质量难控制,耐久性相对要差,但造价低,梁高小,桥下净空大,减小了相邻路段填方及占地面积,综合经济效益明显。所以,平原区桥梁跨径 20 m 的上部结构标准跨径形式采用 20、25、30 m 预应力混凝土预制小箱梁。

3 下部构造设计

应确保桥梁下部结构的强度、刚度、稳定性和耐久性满足规范的要求,桥梁下部结构形式的选择应充分考虑通航、水文和景观的要求。

(1) 桥墩采用柱式墩、桩基础,多为钻孔灌注桩、摩擦桩。

(2) 桥台形式采用桩柱式、肋板式桥台,桩基础多为钻孔灌注桩、摩擦桩。

(3) 桥墩系梁(表 2)的设置:① 水中的桩顶系梁顶面一般应设置在低水位以下 50 cm 处,以方便施工;

② 当墩高 $\geq 7$  m 时,须在桩顶设置系梁;当墩高 $\geq 20$  m 时,须在墩中央高度增置一道中横系梁(为使桥梁美观,相邻桥墩的中横系梁应处于同一水平线上)。

表 2 桥墩系梁尺寸

墩径(桩径)/cm	系梁高/cm	系梁宽/cm
120(150)	150	120
130(150)	150	120
140(150)	150	120
150(180)	160	140

(4) 桥墩盖梁、柱径、桩径(表 3)的确定。

(5) 桥台(肋式桥台)的盖梁(表 4)设置。

表 3 桥墩盖梁、柱径、桩径尺寸(小箱梁)

跨径/m	墩高/m	盖梁宽/cm	盖梁高/cm	柱径/cm	桩径/cm
20	$\leq 12$	160	130	120	150
25	$\leq 15$	170	140	130	150
30	$\leq 15$	180	160	140	150
40	$\leq 20$	200	180	150	180

表 4 桥台(肋式桥台)的盖梁尺寸(小箱梁)

跨径/m	盖梁厚度/cm	盖梁宽度/cm
20	120	160
25	120	160
30	130	160
40	140	160

4 比选方法

4.1 采用模拟比较方法的理由

高速公路桥梁众多、分布范围广,根据平原区高速公路桥梁设计原则,桥型选择时已综合考虑了地形、地质、施工条件等多种因素,最优桥型方案不仅要从上部结构比较,也要从下部结构进行比较。采用模拟比选法可以从多种上部结构和多种下部结构中选择出最优的桥型方案,比选结论直观,可提高工作效率,避免简单重复。

经对桥梁地形、地质、桥梁高跨比数理统计分析,通过模拟方法,完全可以找到不同墩高条件下最优的桥型方案。

4.2 数理统计与模拟方法

平原区高速公路桥梁位于地势较平坦地区,地质构造较简单,路线大部分穿越鱼塘及软基地段,同一座桥梁桥墩高度相差较小,通过数理统计分析,桥梁大部分为摩擦桩基础,因基岩埋深较深,桩长一般为 40~55 m,而且桩长随跨径的不同变动不大。

桥台的填土高度一般控制在 7 m 左右,避免桥头

跳车或桥头填土刷坡困难或挡土墙设置困难。桥梁桥台主要采用肋板式桥台与桩基础形式,桥墩高度不大,墩柱形式采用双柱式墩、桩基础。

综上所述,平原区高速公路装配式桥梁采用模拟方法进行桥型方案比较,主要根据桥梁跨径、桥墩高度进行比较。桥梁上部结构为预应力混凝土预制小箱梁,下部结构为柱式墩、肋板式桥台和桩基础,对 20、25、30 m 预应力混凝土预制小箱梁共 3 种桥跨方案同时进行比选。

5 跨径比选

方案 1:采用 1 孔 20 m 预应力混凝土预制小箱梁,先简支后结构连续,墩高取 8.8 m,下部构造桥墩为直径 1.3 m 的双圆柱墩,配直径 1.5 m 桩基础,平均桩长 45 m。

方案 2:采用 1 孔 25 m 预应力混凝土预制小箱梁,先简支后结构连续,墩高 8.6 m,下部构造桥墩为直径 1.4 m 的双圆柱墩,配直径 1.6 m 桩基础,平均桩长 50 m。

方案 3:采用 1 孔 30 m 预应力混凝土预制小箱梁,先简支后结构连续,墩高 8.4 m,下部构造桥墩为直径 1.6 m 的双圆柱墩,配直径 1.8 m 桩基础,平均桩长 55 m。

3 种桥型方案经济指标比较结果见表 5,桥型方案经济指标中不含桥面沥青混凝土铺装、伸缩缝、防水剂、墙式护栏、桥头搭板、支座、基桩施工检测设备。

在同等施工条件下,墩高为 12 m 左右的桥梁,25

表 5 20、25、30 m 预应力混凝土预制小箱梁经济比较(墩高 12 m)

部位	方案	墩高/ m	孔数—跨径/ (孔—m)	全桥长/ m	C50 混凝土/ m <sup>3</sup>	普通钢 筋/t	钢绞线/ t	其他钢 材/t	
上部构造	方案 1	8.8	1—20	20	106.92	24.578 4	3.260 0	0.528	
	方案 2	8.6	1—25	25	139.425	29.653 3	4.577 5	0.560	
	方案 3	8.4	1—30	30	178.50	35.871 0	6.405 0	0.777	
部位	墩台				基础				建安费/ (元·m <sup>-1</sup> )
	结构形式	C30 混 凝土/m <sup>3</sup>	HPB300 钢筋/t	HRB335 钢筋/t	桩长/ m	C30 混 凝土/m <sup>3</sup>	R235 钢筋/t	HRB335 钢筋/t	
下部构造	双圆柱墩、桩基	47.5	0.3	8.5	45	169.2	1.5	10.1	37 470
	双圆柱墩、桩基	56.0	0.4	9.6	50	211.2	1.8	12.8	37 377
	双圆柱墩、桩基	68.9	0.4	10.4	55	289.5	2.4	17.5	40 063

DOI:10.14048/j.issn.1671-2579.2019.06.032

# 超宽混合梁斜拉桥钢箱梁悬臂拼装施工关键技术

马琼锋, 严小卫

(中交第二航务工程局有限公司第六分公司, 湖北 武汉 430012)

**摘要:**钢箱梁作为桥梁常见的一种结构类型,其安装工艺根据桥梁结构特点有很多种,悬臂拼装作为斜拉桥钢箱梁安装的一种主要工艺,特别是超宽超重的钢箱梁安装,给吊装和匹配带来更多的难题。该文结合厦漳同城大道三标项目西溪主桥主跨钢箱梁悬臂拼装施工工艺,介绍超宽混合梁斜拉桥钢箱梁悬臂拼装施工关键技术。

**关键词:**超宽钢箱梁;变幅桥面吊机;悬臂拼装;匹配;焊接;检查车安装

为解决日益拥堵的交通问题,桥梁在规划设计中加大通行能力,越来越多的双向八车道桥梁开始出现;许多桥梁采用以正交异性结构的宽幅钢箱梁为主的轻型主梁结构,钢箱梁的主要安装方法有支架浮吊吊装法、顶推法、悬臂拼装法等,而当桥梁跨越通行受限的运输水域时,采用悬臂拼装工艺无疑是一种比较理想的方法。然而对于宽幅钢箱梁,在采用悬臂拼装施工过程中,由于钢箱梁各工序约束条件的变化,会导致梁段变形状态有较大差异,钢箱梁结合匹配难度大,因此在宽幅钢箱梁悬臂吊装过程中解决吊装梁与成桥梁对正结合端成了重点和难点。

## 1 工程概况

厦漳同城大道三标西溪主桥位于福建省漳州龙海市,跨九龙江西溪,桥梁结构形式为独斜塔扭背索斜拉桥,墩、塔、梁固结体系,跨径组成为(88+200)m。边跨为双索面现浇混凝土PC梁结构,标准梁宽51m,几何高度4m;主跨是准单索面单箱七室钢箱梁结构,钢箱梁宽度47m,几何高度4m,主桥桥型布置如图1所示。西溪主桥为目前世界桥面最宽的独斜塔扭背索斜拉桥,受其外部环境的限制,选择合理的钢箱梁悬臂

m 预应力混凝土预制小箱梁较 20 m 预应力混凝土预制小箱梁虽然吊装重量相对要重,但在造价上略经济,综合下构桩基数量等因素,平原区高速公路装配式桥梁宜采用 25 m 预应力混凝土预制小箱梁、桩柱式桥墩、肋板式桥台的结构形式。

## 6 结论

(1) 平原区地形变化不大,地势平坦,地质结构较简单,上部构造一般采用 25、30 m 预应力混凝土小箱梁,桩柱式桥墩、肋板式桥台的结构形式。

(2) 主线一般桥梁、互通区直线桥梁和半径较大的桥梁一般采用 25 m 预应力混凝土组合小箱梁,对于个别错孔布置桥梁调节长度时选用 30 m 小箱梁。

(3) 在拟定推荐桥型方案时,同一座桥一般采用统一的桥梁跨径,以便于施工,但对于个别跨路、跨河

桥梁,结合地形条件,也可同时采用了两种跨径的混合式结构形式,以满足桥梁跨路、跨河的需要,同时尽可能减小对公路、河道的影响和降低工程造价。

## 参考文献:

- [1] JTG B01-2014 公路工程技术标准[S].
- [2] JTG/T 3832-2018 公路工程预算定额[S].
- [3] 翟晓亮,陈定市.中小跨径桥梁结构形式优选[J].中外公路,2018(3).
- [4] 陈斌,闵锐.公路工程新旧估算指标对比分析[J].中外公路,2017(5).
- [5] 王占城.平原区高速公路建设采用路基与高架桥在占地和造价方面的对比分析[J].交通世界,2017(18).
- [6] 闫君媛.考虑车辆荷载横向位置随机性的中小跨径桥梁安全评估[D].湖南大学博士学位论文,2018.
- [7] 刘志.山区高速公路标准跨径桥梁设计探讨[J].中国水运,2008(2).

收稿日期:2019-07-15(修改稿)

作者简介:马琼锋,男,大学本科,高级工程师.E-mail:75384894@qq.com