

城际铁路桥面布置方法

徐 涛

(浙江数智交院科技股份有限公司 杭州 310030)

[摘 要] 城际铁路桥面宽度是桥梁用地宽度的决定性因素,随着土地资源越来越紧张和珍贵,有必要对桥面布置进行优化分析,找出在满足功能的前提下最小桥面宽度,减少桥梁对土地资源的占用。文章通过对影响桥面宽度各种因素进行分析整理,提出在各速度目标值条件下对应的最小桥面宽度及对应布置方法,达到降低工程造价及减少自然资源占用目的。

[关键词] 轨道交通;城际铁路;桥面布置

进入二十一世纪以来,我国的国民经济飞速发展,城市的建设规模不断扩大,迅速增长的城市人口和城市的快节奏生活对城市的交通要求不断提高。随着区域经济与城市化的发展,临近城市以及大城市周边的卫星城市之间的轨道交通需求越来越大,城际铁路网规模不断扩大,为降低工程造价及自然资源占用,需要拟定合适的城际铁路桥面宽度设计标准。

本文主要从以下几方面对城际铁路桥面宽度进行研究分析:

1 车辆限界与建筑限界

(1) 线路曲线半径范围、曲线加宽

不同速度匹配情况下的曲线半径范围如表 1-1 所列。

表 1-1 不同速度匹配情况下的曲线半径范围^[1]

速度 (km/h)	200/160	200/140	120
最小曲线半径 (m)	2200	2200	2200
困难最小曲线半径 (m)	2000	2000	1000

曲线上建筑限界加宽办法:

曲线地段的建筑限界,应考虑因超高产生车体倾斜对曲线内侧的限界加宽。其加宽量为:

$$W = \frac{H}{1500} h$$

式中: W—曲线内侧加宽量 (mm);

H—轨顶至计算点的高度 (mm)

(按技规附图 2 机车车辆限界取 4800mm);

h—外轨超高值 (mm)。

(2) 轨道超高设置范围

根据相关研究成果知安全允许最大超高

$h_{\max} = \frac{1500^2}{6 \times 1800} = 208 \text{ mm}$, 一般实设最大超高 $h_{\max} = 200 \text{ mm}$ 是能够保证车辆在曲线上的安全条件的。舒适允许最大超高 $h_{\max}$ 不宜大于 180mm。

(3) 车辆限界与建筑限界的要求

采用《高速铁路设计规范》^[2] 的建筑接近限界。

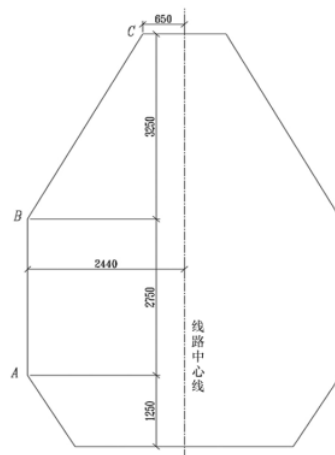


图 1-1 客专建筑限界图 (单位: mm)

收稿日期: 2020-12-03

作者简介: 徐涛 (1983-), 男, 工程师, 主要从事轨道桥梁和市政桥梁方面设计和咨询工作。

按曲线外轨超高 180mm 计算限界加宽值:

A 点限界加宽 $W_A = 1250 \times 180 / 1500 = 150\text{mm}$

B 点限界加宽 $W_B = 4000 \times 180 / 1500 = 480\text{mm}$

C 点限界加宽 $W_C = 7250 \times 180 / 1500 = 870\text{mm}$

A 点限界加宽后距线路中心线距离为 $2440 + 150 = 2590\text{mm}$

B 点限界加宽后距线路中心线距离为 $2440 + 480 = 2920\text{mm}$

C 点限界加宽后距线路中心线距离为 $650 + 870 = 1520\text{mm}$

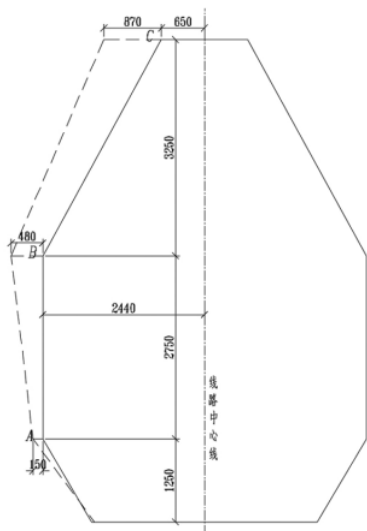


图 1-2 外轨超高 180mm 时客专建筑限界图 (单位: mm)

表 1-2 偏距影响

速度 (km/h)	200	160	120
最小曲线半径 (m)	2200	1000	1000
32m 梁在最小曲线半径上偏距 (m)	0.030	0.067	0.067
考虑偏距后 B 点限界距线路中心线距离 (m)	2.950	2.987	2.987

2 电力、通信、信号电缆槽的设置要求

电力电缆槽最小槽宽为 30cm, 局部地方槽宽可采用 20cm; 通信信号电缆槽合槽, 最小槽宽为 35cm。

3 桥面布置及附属设施研究

桥面布置应考虑建筑限界、桥上轨道、防护墙 (挡砟墙)、电缆槽、接触网立柱及基础、作业维修通道等因素综合确定。

(1) 桥上轨道类型研究

桥上轨道类型分为有砟轨道和无砟轨道两

大类。

为满足道床清筛的要求有砟桥面线路中心至挡砟墙内侧净距应不小于 2.2m, 比无砟桥面要大 0.3m, 造成有砟桥面最小宽度比同线间距的无砟桥面要宽 0.6m。桥上无砟轨道性能均匀、稳定, 养护维修工作量很少, 桥梁的二期恒载较有砟轨道要小, 有利于桥梁的设计; 不足之处是一次性投资较大, 对墩台的沉降较为敏感等。

(2) 桥面布置控制因素分析

桥面宽度不仅要考虑车辆设备限界, 同时要考虑通信、信号、电力、接触网等管线的放置空间以及养护维修等因素。

①防护墙 (挡砟墙)

防护墙 (无砟轨道): 防护墙内侧至线路中心的距离 1.9m, 防护墙下部宽不小于 0.25m, 上部宽不小于 0.2m。

挡砟墙 (有砟轨道): 挡砟墙内侧至线路中心的距离 2.2m, 挡砟墙下部宽不小于 0.25m, 上部宽不小于 0.2m。

②电缆槽

根据通信、信号、电力等专业需要, 桥上两侧均需设置信号、通信、电力电缆槽。电力电缆槽最小槽宽为 300mm, 局部地方槽宽可采用 200mm; 通信信号电缆槽合槽, 最小槽宽为 350mm; 强弱电分隔竖墙宽 100mm。

③接触网支柱及基础

接触网立柱为建筑限界控制点, 《高速铁路设计规范 (试行)》要求接触网立柱内侧边缘距线路中心线不小于 3.0m。曲线地段接触网立柱内侧边缘距线路中心线距离应符合建筑限界加宽要求, B 点限界距线路中心线距离最大为 2.987m, 故接触网立柱内侧边缘距线路中心线距离按不小于 3.0m 控制。

④栏杆及声屏障

栏杆及声屏障需满足建筑限界要求, 由于接触网立柱位于遮板 (声屏障) 内侧, 声屏障及栏杆的高度比接触网立柱低, 本线桥面采用等宽布置, 因此桥面的尺寸由接触网立柱控制, 声屏障及栏杆对限界没有影响。

(3) 桥面布置及宽度

综合影响桥面宽度的各种因素,接触网立柱及基础和线间距为主要控制因素。线间距主要有设计速度控制。对于双线梁,接触网立柱可以考虑布置在桥面两侧和桥面中间两种形式。

①接触网布置在桥面两侧

目前国内高速铁路接触网立柱主要采用布置于桥面两侧的形式,一般按接触网立柱位于遮板(声屏障)内侧考虑。

综合考虑对桥面布置影响的各个因素,对线间距为S的双线桥梁,桥面宽度计算如下:

无砟轨道:桥面宽度 $=S+2\times(1.90+0.25+0.35+0.10+0.20+0.70)=7+S$;

有砟轨道:桥面宽度 $=S+2\times(2.20+0.25+0.35+0.10+0.20+0.70)=7.6+S$;

当采用有砟、无砟统一的桥面型式时,桥面宽度应按照有砟轨道确定。两者的宽度相差0.6m,对32m梁而言,造价增加不到2万。

桥面布置图如图3-1、图3-2所示:

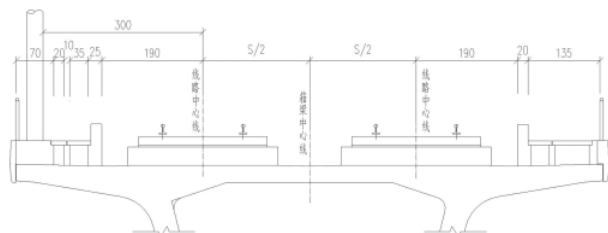


图 3-1 无砟轨道双线梁桥面布置示意图 (单位: cm)

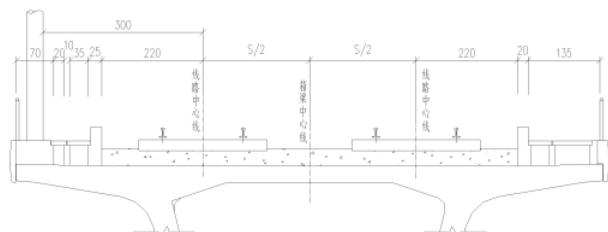


图 3-2 有砟轨道双线梁桥面布置示意图 (单位: cm)

表 3-1 桥面宽度与线间距的关系

速度 (km/h)	200	160	120
线间距 S (m)	4.4	4.2	4.0
无砟桥面宽度 W (m)	11.4	11.2	11.0
有砟桥面宽度 W (m)	12.0	11.8	11.6

②接触网立柱布置在桥面中间

当接触网布置在桥面中间时,在满足接触网立柱限界时的最小线间距为 $3+3+0.3=6.3\text{m}$,

线间距由接触网立柱限界要求控制。考虑到线间距有6.3m,已足够设置电缆槽,故将电缆槽布置在桥面中间已节约桥面宽度,强弱电可分别布置与接触网立柱基础两侧电缆槽内。在此种桥面布置下,桥面外侧边缘距线路距离为中心2.15m,由于建筑限界限制已没有声屏障设置条件。

综合考虑对桥面布置影响的各个因素,桥面宽度计算如下:

无砟轨道:桥面宽度 $=2\times(0.25+1.9+3)+0.3=10.6\text{m}$;

有砟轨道:桥面宽度 $=2\times(0.25+2.2+3)+0.3=11.2\text{m}$

桥面布置如图3-3~图3-6所示:

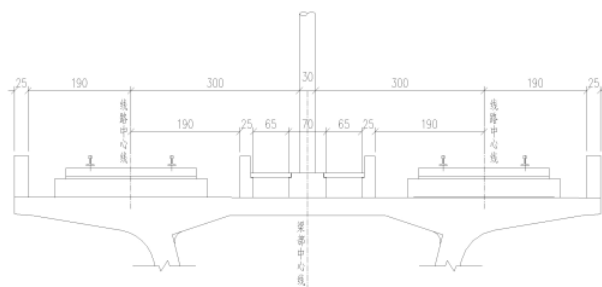


图 3-3 无砟轨道双线梁桥面布置示意图——有接触网立柱 (单位: cm)

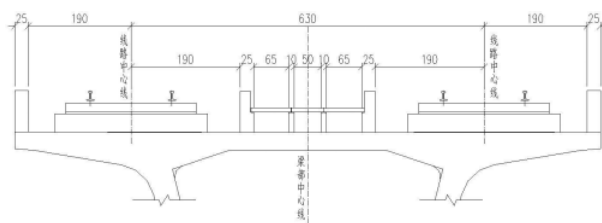


图 3-4 无砟轨道双线梁桥面布置示意图——无接触网立柱 (单位: cm)

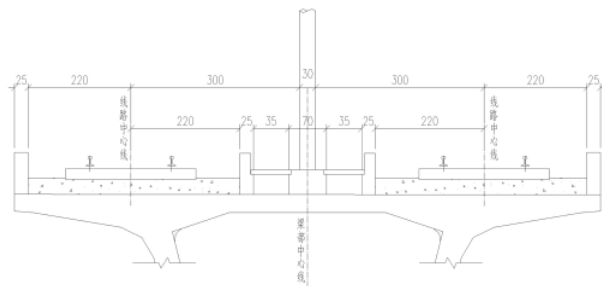


图 3-5 有砟轨道双线梁桥面布置示意图——有接触网立柱 (单位: cm)

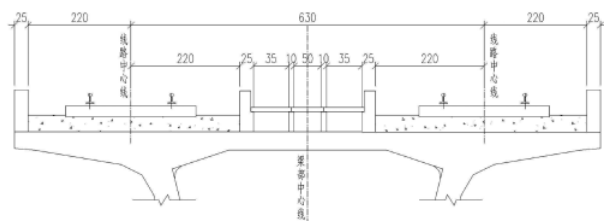


图 3-6 有砟轨道双线梁桥面布置示意图——
无接触网立柱 (单位: cm)

③两种桥面布置形式对比

通过以上分析可得:当接触网布置于桥面中间时桥面宽度可以减小 0.4~0.8m,接触网立柱个数为布置与两侧时的一半,且人行道设置于桥面中间,节省了栏杆遮板数量(但同时也失去了声屏障设置条件),可以减小梁部造价。

表 3-2 桥面布置形式对比表

轨道类型	无砟		有砟	
接触网立柱位置	两侧	中间	两侧	中间
接触网立柱个数	2	1	2	1
桥面宽度 (m)	11~11.4	10.6	11.6~12	11.2
人行道宽度	2 (1.35)	2.1	2 (1.35)	2.1
电缆槽个数	4	2	4	2
栏杆遮板个数	2	0	2	0
防护墙(挡砟墙)、竖墙个数	6	6	6	6
是否能设置声屏障	是	否	是	否

同时,当采用接触网布置于桥面中间时,桥上荷载主要集中在线路中心和桥面中心,对于整孔箱梁桥面板受力较为不利,但特别适合多腹板(腹板数大于等于 3)截面特别是单箱双室截面,能明显减小桥面板配筋。另外对于槽形梁也适合采用此种布置型式。

4 结论及建议

对于速度目标值 120~200km/h 城际铁路,接触网设置在桥面两侧时,桥面宽度最小值为 11~11.4m(无砟轨道)、11.6~12m(有砟轨道);接触网设置在桥面中间时,桥面宽度最小值为 10.6m(无砟轨道)、11.2m(有砟轨道)。接触网设置在桥面中间时,桥面宽度小于接触网设置在桥面两侧时。但是接触网设置在桥面两侧时结构受力更为合理,也更适合城际铁路很多区段需要加装声屏障的情形,故在常规条件下仍建议采用接触网设置在桥面两侧的桥面布置方式。对于一些特殊情况,如槽形梁或多腹板(腹板数 ≥ 3)截面箱梁或 T 梁,可根据适用情况选择接触网设置在桥面中间的桥面布置方式,有效降低桥面宽度。

参考文献

- [1] 中华人民共和国铁道部. 铁路桥涵检定规范(修订稿,二稿), 2002.
- [2] 《高速铁路设计规范》(TB-10621-2017)。