

文章编号 :1006 - 2106(2007)02 - 0061 - 04

客运专线铁路桥台设计*

刘 伟** 李正祥 何庭国 郭建勋

(铁道第二勘察设计院 , 成都 610031)

摘要 :研究目的 根据时速客运专线铁路在构造、受力、耐久性、检查功能及美观等方面的特点 ,设计出合理、适用的桥台。

研究方法 结合桥台在功能、刚度及强度方面的要求 ,确定桥台的构造类型 ,选择最不利荷载工况对桥台进行分析计算 ,并采用 ANSYS 程序对计算结果进行校核。

研究结果 :针对我国客运专线铁路所采用的整孔箱梁、组合箱梁 ,设计分别与之适用的矩形空心桥台、T 形空心桥台。

研究结论 :矩形空心桥台、T 形空心桥台在构造、受力、耐久性、功能上均能满足客运专线铁路的要求。路基 - 锥体 - 桥台 - 箱梁的检修通道设置简单、合理、便捷。

关键词 :客运专线铁路 ;空心桥台 ;箱梁 ;耐久性 ;设计

中图分类号 :U443 **文献标识码** :A

Abutment Design Passenger Dedicated Railway Line

LIU Wei LI Zheng - xiang HE Ting - guo GUO Jian - xun

(The Second Survey and Design Institute of China Railway , Chengdu , Sichuan 610031 , China)

Abstract :**Research purposes** : According to the characteristics of passenger dedicated railway line on conformation , load , durability , inspection function and appearance , the reasonable abutment is designed.

Research methods : According to the requests of abutment on function , rigidity and strength , this paper confirms the type of abutment , calculates and analyzes the mechanical behavior of abutment in crucial load combination. And this paper also checks the conclusion by general FEM software ANSYS.

Research results : Aimed at the simply supported box girder and the combined box girder of China passenger dedicated railway line , the rectangular hollow abutment and the T figure hollow abutment have been designed respectively.

Research conclusions : The rectangular hollow abutment and the T figure hollow abutment meet the requirement of passenger dedicated railway line on conformation , load , durability and function. The setting of inspection passage from subgrade to cone to abutment to box girder is simple , reasonable and convenient.

Key words : passenger dedicated railway line ; hollow abutment ; box girder ; durability ; design

近年来 ,随着我国高速铁路的快速发展 ,众多设计时速 350 km 及 250 km 的客运专线铁路进入了设计实施阶段。为满足高速铁路高舒适性、高平顺性的技术要求 ,新型的整孔箱梁、组合箱梁也相应推出。因此 ,

在构造、受力、耐久性、检查功能及美观等方面均提出了更高的要求 ,满足这些要求的矩形空心桥台、T 形空心桥台也就应运而生了。

* 收稿日期 2006 - 06 - 27

** 作者简介 :刘伟 ,1977 年出生 ,男 ,工程师。

1 技术标准

1.1 时速 350 km 客运专线

- (1) 设计荷载 :ZK 活载 ;
- (2) 环境类别 :碳化 T2 级 ;
- (3) 线路类型 :双线 ,线间距为 5.0 m ;
- (4) 最小曲线半径 7 000 m ;
- (5) 轨道类型 :无缝线路 ,多为无碴轨道。

1.2 时速 250 km 客运专线 (兼顾近期时速 200 km 客货共线)

- (1) 设计荷载 :中 - 活载 (近期) ZK 活载 (远期) ;
- (2) 环境类别 :碳化 T2 级 ;
- (3) 线路类型 :双线 ,线间距为 4.6 ~ 5.0 m ;
- (4) 最小曲线半径 4 500 m ;
- (5) 轨道类型 :无缝线路 ,III 型钢轨。

2 桥台类型及构造特点

2.1 桥台类型

桥台主要分为矩形空心桥台、T 形空心桥台 2 大类 ,分别适用于整孔箱梁、组合式箱梁。

双线桥台的横向宽度均较大 ,为减少桥台自重并节约圬工 ,台身采用空心截面。整孔箱梁底宽为 6.2 ~ 6.5 m ,支座横向中心距 4.6 ~ 5.0 m ,桥台顶帽及其前墙横宽取 6.8 ~ 7.2 m 就可满足支承构造要求 ,而两线线间距为 4.6 ~ 5.0 m ,考虑台后肋板的行车要求 ,桥台后墙宽度在 7 m 左右。故对于整孔箱梁可采用矩形空心桥台。而对于组合式箱梁 ,其两片箱梁边支座横向中心距 8.1 ~ 8.5 m ,桥台顶帽及其前墙构造要求横宽达 10.2 ~ 10.6 m ,桥台后墙构造要求宽度也为 7 m 左右 ,从受力合理及节约圬工考虑 ,将前墙与后墙设为不等宽 ,即 T 形空心桥台。

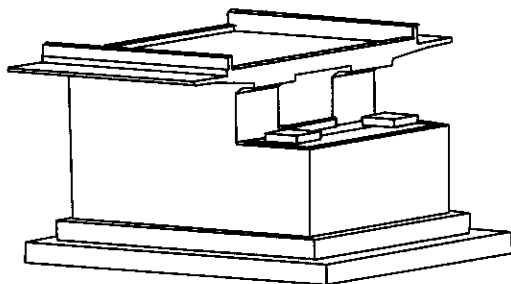


图 1 矩形空心桥台立体图

2.2 构造特点

空心桥台的基本构思是将 2 个单线 T 形桥台组合。单线 T 形桥台的台身作为空心桥台肋板 ,肋板中心距取为两线的线间距 ,以利于列车活载的有效传递。

而 900 t 特大型整孔箱梁架桥机的 2 个前、后支腿也正好可放置在肋板中心区域 ,这样能确保架桥机安全工作。再通过顶帽及台后挡板将台身形成一个闭合箱形截面 ,使得桥台有了良好的整体性及纵、横向刚度。

桥台台背设为直坡。因高速铁路要求路桥间竖向刚度能平顺过渡 ,对台后路基过渡段的刚度及施工工艺也就有更高的要求。台背直坡有利于台后路基的大型机械化施工 ,并能保证其碾压质量。同时也使得桥台模板搭建方便 ,混凝土灌注质量有更可靠的保证。而对于时速 350 km 无碴轨道客运专线桥台而言 ,当台后设置搭板时 ,桥台后墙便可设置作为支承之梯形牛腿。

桥台台顶的纵向水流可随线路纵坡排水 ;当线路为平坡时 ,通过调整保护层厚度在台顶形成 0.3% 的纵坡。台顶横向设置了双向 2% 的排水坡 ,坡底设有 PVC 管统一收集台顶水流。对于无碴轨道 ,还可结合其构造在双线轨道板间有无排水功能的特点 ,确定是否在台顶中心处增设排水坡。为防止桥面雨水通过梁缝流到顶帽 ,在台顶与箱梁间设有与桥面伸缩缝功能结合在一起的梁端防排水装置。同时桥台顶帽上还有防水挡板 ,能有效地阻止雨水进入台身空心部分。

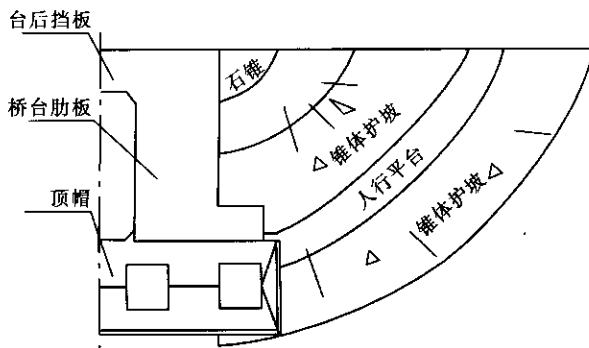


图 2 T 形空心桥台平面图

桥台锥体设有检查平台从路基检查台阶连接到桥台锥体 ,台顶前墙设有 70 cm 缺口 ,以便从锥体上到桥台顶帽。顶帽靠台身空心侧设角钢栏杆 ,栏杆下设简易爬梯至台底 ,一侧的肋板上也设有简易爬梯。这样 ,工作人员便可从顶帽下到台身内部检查 ,并能从顶帽进到箱梁内部。而在台顶前墙缺口处设置了铁门并上锁 ,以防止闲杂人员进入。如此一来 ,就形成了一个从路基 - 锥体 - 桥台 - 箱梁的简单、便捷的检修通道。

3 桥台计算

3.1 控制荷载图式

为保证协调及美观 ,桥台顶板及翼缘尺寸及配筋均可与箱梁相应部位一致。

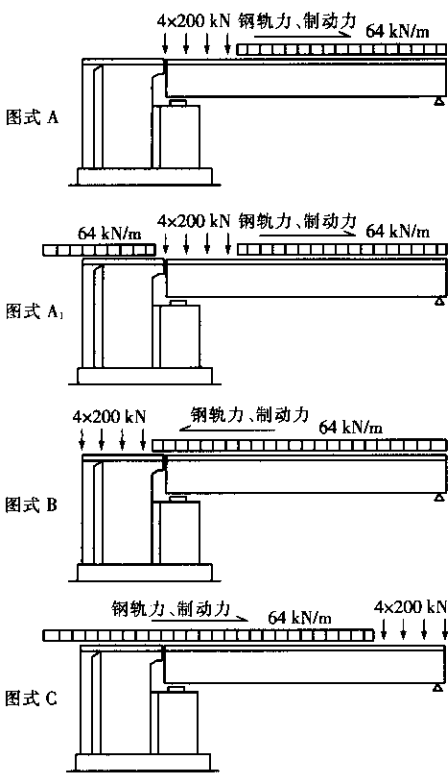


图 3 ZK 活载计算图式

3.2 计算控制点

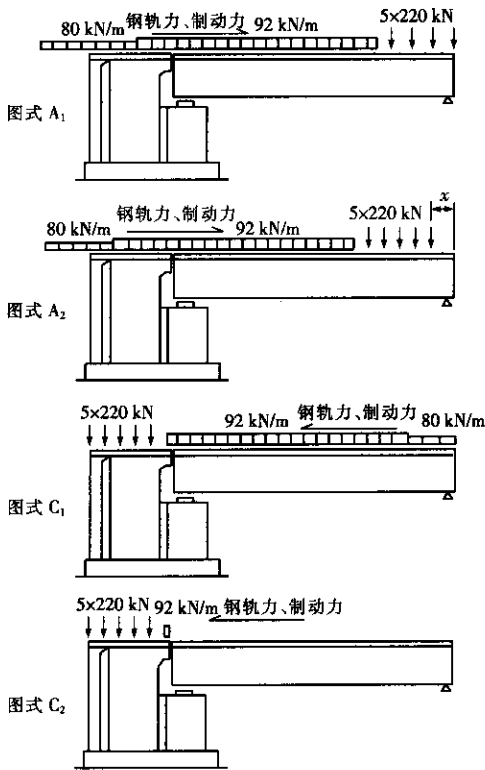


图 4 中 - 活载计算图式

结合耐久性及其重要性设置了护面钢筋。而台后挡板则在土压力作用下,与 2 个肋板形成框构梁受力模型。为防止台后挡板开裂,台后挡板设置受力筋。

桥台台背坡度由传统的 5 : 1 改为直坡后,由于无法用桥台自重来平衡台后土压力产生的顺桥向弯矩,故在桥台基础设计时,将台后基础襟边取为 0,而将桥台重心尽量前移以改善受力。

搭板牛腿设计应充分考虑路基过渡段与桥台之间的工后沉降差和路基过渡段的总沉降曲线。根据以上参数,对台后搭板按弹性地基梁模型可算出由搭板传至牛腿的荷载。

3.3 地震力计算

按静力法验算。根据桥台地基类型选取地震作用修正系数,同时考虑结构沿台高的增大系数,并按桥台环境及地震动峰值加速度对台后填料的内摩擦、重度进行地震角修正。

$$F_{ihE} = \eta \cdot Ag \cdot \eta_i \cdot m_i$$
$$\varphi_E = \varphi - \theta \qquad \varphi_{0E} = \varphi_0 - \theta$$
$$\delta_E = \delta + \theta \qquad \gamma_E = \frac{\gamma}{\cos \theta}$$

式中 F_{ihE} —— i 截面上墙身质心处水平地震力(kN);
 η ——水平地震作用修正系数;
 m_i ——第 i 截面以上墙身的质量(t);
 η_i ——水平地震作用沿墙高增大系数;
 Ag ——设计地震动峰值加速度(m/s^2);
 φ_E ——修正后的土的内摩擦角($^\circ$);
 φ_{0E} ——修正后的土的综合内摩擦角($^\circ$);
 δ_E ——修正后的墙背摩擦角($^\circ$);
 γ_E ——修正后的土的重度(kN/m^3);
 θ ——地震角($^\circ$)。

据规范要求地震验算只考虑单线活载,对于双线桥台,地震荷载往往不控制设计。

4 有限元分析

为了校核按平面梁柱单元计算桥台空心截面在台后土压力及列车活载作用下的应力分布是否与实际吻合,设计时采用大型空间有限元软件 ANSYS 选择 T 形空心桥台进行检算。

经过对比,二者结果基本吻合。这说明按平面梁柱单元模型对空心桥台进行受力计算能满足设计要求。

5 结束语

双线矩形空心桥台、双线 T 形空心桥台从刚度、强度及适用性方面均能很好地满足高速铁路的技术要

台身采用素混凝土可满足整体受力要求,设计时

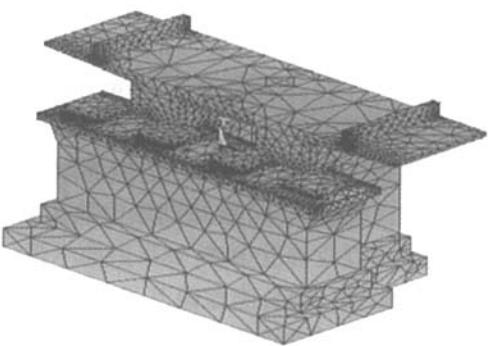


图 5 T 形空心桥台有限元模型

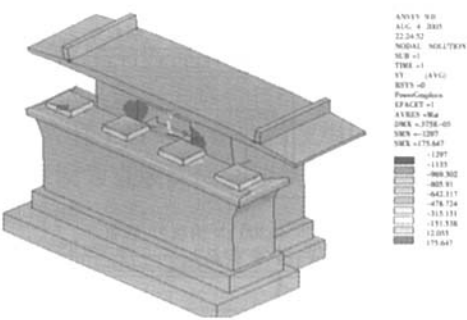


图 6 T 形空心桥台应力图

求 ,而两种桥台又都易于标准化 ,因而成为现阶段客运专线铁路主要采用的桥台类型。在此希望通过对该类型桥台的设计思路及计算方法的介绍 ,吸取各方意见和建议 ,以便今后在桥台结构尺寸及构造功能上进一步优化改进 ,并能在其他梁型(如多片式 T 梁)推广、发展。

参考文献：

[1] 铁路工程抗震设计规范[S]. 2005.
[2] 铁道第三勘察设计院. 铁路工程设计技术手册·桥涵地基和基础[M]. 北京 :中国铁道出版社 ,2002.
[3] 铁道第四勘察设计院. 铁路工程设计技术手册·桥梁墩台[M]. 北京 :中国铁道出版社 ,1997.

(编辑 马 丽 张红英)

(上接第 53 页)

预应力空心板梁以及现浇钢筋混凝土连续箱梁 ,下部结构工程量完全相同(桩柱式桥墩 ,肋板式桥台)。

从表 1 可以看出 ,先简支后连续预应力空心板梁结构在造价增加不多的情况下即可达到行车舒适的目的 ,而如果改用现浇钢筋混凝土连续箱梁结构 ,梁部造价则会显著增加。与现浇钢筋混凝土连续箱梁结构相比 ,先简支后连续预应力空心板梁结构可以大批量预制安装 ,节约施工模板 ,缩短工期 ,而且施工质量可以得到较好的控制。如果墩顶连续段采用钢筋混凝土结构 ,施工时也极为简捷便利。另外 ,先简支后连续预应力空心板梁在结构挠度及裂缝控制方面也优于钢筋混凝土连续箱梁结构。

表 1 先简支后连续空心板梁经济比较

主梁结构类型	每平米桥梁 造价/万元	每平米梁部 造价/万元	梁部比简支梁 结构造价增加 百分比
简支预应力空心 板梁连续桥面	2 230	890	/
先简支后连续预 应力空心板梁	2 361	1 020	14.6%
浇钢筋混凝土 连续箱梁	2 560	1 220	37.1%

4 结束语

(1) 先简支后连续预应力空心板梁的预制空心板部分应该按照 A 类或 B 类预应力构件设计要求设计。

(2) 应该将现浇整体化层作为独立的受力单元进行分析 ,计算其正常使用阶段的裂缝值 ,由此确定桥面负弯矩钢筋的数量。

(3) 墩顶连续段应满足钢筋混凝土结构承载能力极限状态下的要求。

(4) 先简支后连续预应力空心板梁结构与简支梁结构相比 ,造价增加不多 ,在中等跨径连续梁结构中具有较高的竞争优势。

综上所述 ,先简支后连续预应力空心板梁结构在中等跨径连续梁结构中具有极高的推广价值。

参考文献：

[1] 叶见曙. 结构设计原理[M]. 北京 :人民交通出版社 , 1997.
[2] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京 :人民交通出版社 ,1996.
[3] 刘效尧 ,赵立成. 公路桥涵设计手册[K]. 北京 :人民交通出版社 ,1998.

(编辑 马 丽 张 滨)

作者: [刘伟](#), [李正祥](#), [何庭国](#), [郭建勋](#), [LIU Wei](#), [LI Zheng-xiang](#), [HE Ting-guo](#), [GUO Jian-xun](#)
作者单位: [铁道第二勘察设计院](#), 成都 610031
刊名: [铁道工程学报](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)
年, 卷(期): 2007, 24(2)
被引用次数: 2次

参考文献(3条)

1. [铁路工程抗震设计规范](#) 2005
2. [铁道部第三勘察设计院](#) [铁路工程设计技术手册·桥涵地基和基础](#) 2002
3. [铁道部第四勘察设计院](#) [铁路工程设计技术手册·桥梁墩台](#) 1997

本文读者也读过(10条)

1. [张伟](#) [铁路客运专线混凝土空心桥台裂纹分析与防治](#)[期刊论文]-[路基工程](#)2008(2)
2. [马祥骏](#), [张连才](#), [赵真毅](#), [张婷婷](#) [高速公路中的通道设计](#)[期刊论文]-[山东交通科技](#)2004(3)
3. [张莉](#), [Zhang Li](#) [客运专线一字形桥台设计简介](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#)2007(2)
4. [费正华](#), [邓永明](#), [容耀华](#) [软弱地基桥台桩有限元分析](#)[期刊论文]-[中南公路工程](#)2001, 26(4)
5. [王恒武](#), [张敏](#) [浅谈南盘江大桥U形桥台病害分析及处治措施](#)[期刊论文]-[交通科技](#)2010(4)
6. [钟湘江](#), [ZHONG Xiangjiang](#) [框架式组合桥台设计](#)[期刊论文]-[公路工程](#)2009, 34(4)
7. [张莉](#) [秦沈客运专线耳墙式桥台设计](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#)2002(12)
8. [梅利峰](#), [MEI Li-feng](#) [高速公路湿软地基桥台设计](#)[期刊论文]-[交通标准化](#)2008(7)
9. [李杰](#), [朱勤](#) [桩基等代计算中的比拟杆件法](#)[期刊论文]-[中外公路](#)2002, 22(4)
10. [雷俊卿](#), [田田野](#), [李宏年](#), [LEI Jun-qing](#), [TIAN Wen-ye](#), [LI Hong-nian](#) [铁路简支梁桥桥台承受列车制动力的计算分析](#)[期刊论文]-[中国安全科学学报](#)2005, 15(11)

引证文献(2条)

1. [严章荣](#) [重载铁路桥台设计](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#) 2012(9)
2. [牛海鹏](#), [谭志祥](#), [邓喀中](#), [郭仓](#) [客运专线特大桥沉降变形监测研究](#)[期刊论文]-[测绘通报](#) 2012(7)

引用本文格式: [刘伟](#), [李正祥](#), [何庭国](#), [郭建勋](#), [LIU Wei](#), [LI Zheng-xiang](#), [HE Ting-guo](#), [GUO Jian-xun](#) [客运专线铁路桥台设计](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2007(2)