

提速铁路过渡段的动力响应测试分析

刘林芽^{1*} 雷晓燕¹ 练松良²

(¹ 华东交通大学土建学院,江西 南昌 330013;² 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室,上海 200331)

摘要:为了评价提速线路路桥过渡段对于轨道结构动力响应的改善程度,本文对京九线过渡段的设计及轨道动力响应测试进行了研究,过渡段的设计采用 20 m 的级配碎石填筑,轨道动力响应测试参数为钢轨垂直力、钢轨加速度、轨枕加速度。测试表明,当路桥连接处设了轨道过渡段时,列车从低刚度轨道到高刚度轨道时,钢轨垂直力、钢轨加速度、轨枕加速度是由小逐渐增大的,没有突变;当列车从高刚度轨道到低刚度轨道时,钢轨垂直力、钢轨加速度、轨枕加速度是由大逐渐减小,没有突变。当路桥连接处没有设置轨道过渡段时,列车从高刚度轨道到低刚度轨道运行时,其动力响应突然减小,有突变。通过对设有过渡段及没有设过渡段的路桥连接处实测分析可知,当列车速度小于 200 km/h 时,采用长度为 20 m 的级配碎石填筑轨道过渡段,对减小过渡段轨道动力响应非常有利。

关键词:路桥过渡段;动力响应;测试

中图分类号: U448.13 **文献标识码:** A

1 引言

为了解决日益增长的客货周转量和运输密度,我国经过五次大规模提速,主要繁忙干线旅客列车最高运行速度已达到 160 km/h,今年还将实施第六次铁路大面积提速,部分提速干线列车时速将提高到 200 km。随着既有铁路列车速度的提高,列车经过路桥连接处时,由于桥上和路基两种结构的轨下支承条件不同,其轨下基础乃至轨道整体的刚度及其变形就会不同,致使路桥连接部分产生轨道折角现象,破坏了轨道面的平顺性,使得列车经过该区段时附加动力明显加大,导致轨道累积变形加大,石碴粉碎,道床翻浆,轨枕空吊,继而引发行车事故^[1]。为了减小轨面不平顺对线路造成的危害,南昌铁路局对京九线部分路桥连接处设置了过渡段,为了检验过渡段设置效果,本文对京九线过渡段轨道动力响应进行了大量测试和研究,测试及研究结果能为既有铁路过渡段的设计起到很好的借鉴作用。

2 提速铁路过渡段的设计

国外铁路先进国家在处理过渡段方面已有一定基

础,并积累了较丰富的经验,提出了一些经实践检验是可行的技术处理措施,归纳起来主要有如下类^[2-3]:

(1)在过渡段较软一侧,增大基床刚度,减小路堤沉降;
(2)在过渡段较软一侧,增大轨道竖向刚度;(3)在过渡段较硬一侧,通过设置轨下、枕下、碴底橡胶垫块(板)来调整轨道竖向刚度。本文在依据技术可靠、结构简单、施工方便的原则,参考《京沪高速铁路线桥隧设计暂行规定》及文献[2]的基础上,对京九提速改造部分路桥过渡段中,采用了第一种处理方法——用级配碎石填筑过渡段,设计参考如图 1、2、3 所示。

路桥过渡段长度跟列车速度及路桥的工后沉降差有关,根据文献[4]的动力分析结果可知,当列车速度为

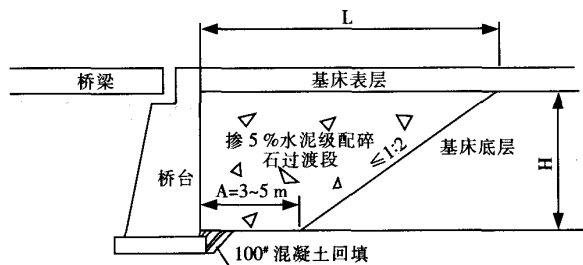


图 1 过渡段纵断面图 A

* 收稿日期: 2005—06—24 刘林芽 讲师 男 1973 年出生

** 国家自然科学基金项目(编号:50268001),江西省自然科学基金项目(编号:0512002),江西省教育厅科学技术研究项目(赣教技字[2005]124 号)

2 到测点 6 都均等分布于路桥过渡段处, 其中测点 2 位于桥台与过渡段交界处附近, 测点 6 位于过渡段与路基段交界处附近; 测点 7 在路基段。

4.2 测试结果与分析

为了研究列车行车方向对过渡段动力响应的影 响, 本次测试分别测试了列车从低刚度轨道到高刚度 轨道和列车从高刚度轨道到低刚度轨道情况下过渡段 的动力响应。列车从高刚度到低刚度情况下, 共测试有 效次数为 5 次, 其中客车 3 次, 货车 2 次。

4.2.1 列车从低刚度轨道到高刚度轨道情况下轨道 的动力响应

由于数据采集通道只有 16 通道, 为此先测试钢轨 垂直力, 再一起测试钢轨加速度和轨枕加速度。测钢轨 垂直力时, 有效测试次数为 3 次, 其中客车 2 次, 货车 1 次。测钢轨加速度和轨枕加速度时, 有效次数为 6 次, 其中客车 2 次, 货车 4 次。图 6 到图 8 分别是列车 从低刚度轨道到高刚度轨道情况下, 各个测点的动力 均值响应图。

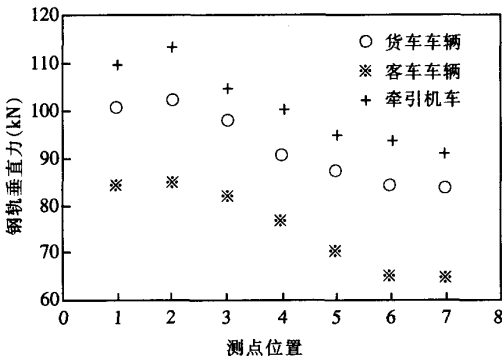


图 6 各个测点的钢轨垂直力均值图

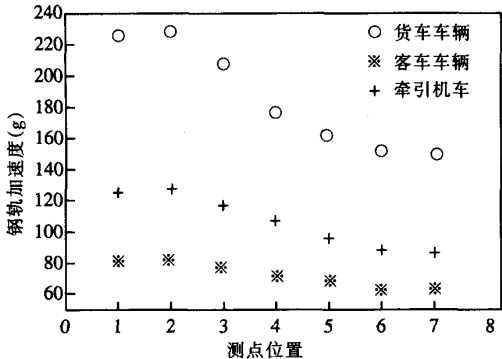


图 7 各个测点的钢轨加速度均值图

由图 6 至图 8 轨道的动力响应图可以看出, 当列 车从低刚度轨道到高刚度轨道时, 钢轨垂直力、钢轨加 速度、轨枕加速度是由小逐渐增大的, 其逐渐增加的原 因是因为设了过渡段, 轨道的刚度逐渐增加。由图可 万方数据

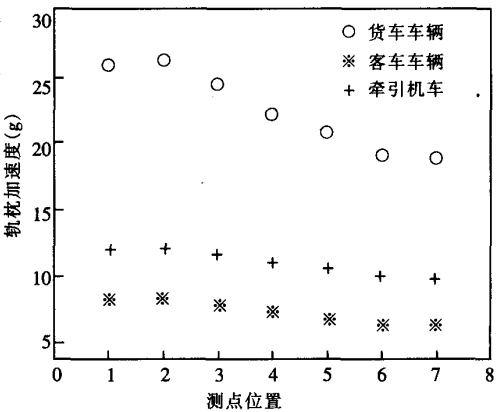


图 8 各个测点的轨枕加速度均值图

见, 当列车从低刚度轨道到高刚度轨道时, 路桥处设 的过渡段对轨道动力作用有着显著的改善。

4.2.2 列车从高刚度轨道到低刚度轨道情况下轨道 的动力响应

测钢轨垂直力时, 有效测试次数为 5 次, 其中客车 2 次, 货车 3 次。测钢轨加速度和轨枕加速度时, 有效 次数为 6 次, 其中客车 4 次, 货车 2 次。图 9 到图 11 分 别是列车从高刚度轨道到低刚度轨道情况下, 各个测 点的动力均值响应图。

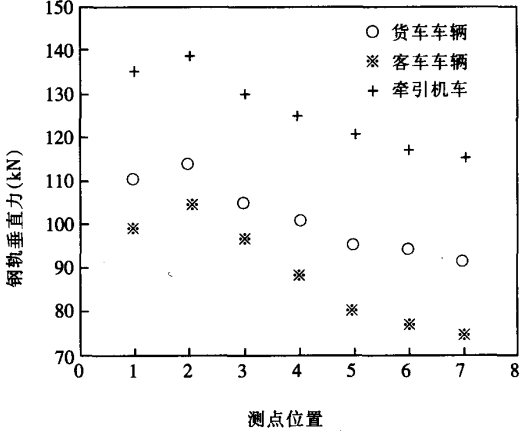


图 9 各个测点的钢轨垂直力均值图

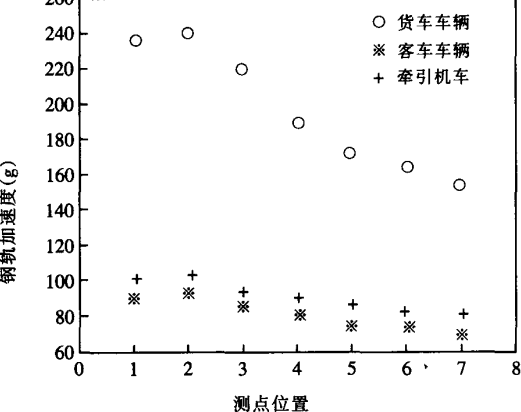


图 10 各个测点的钢轨加速度均值图

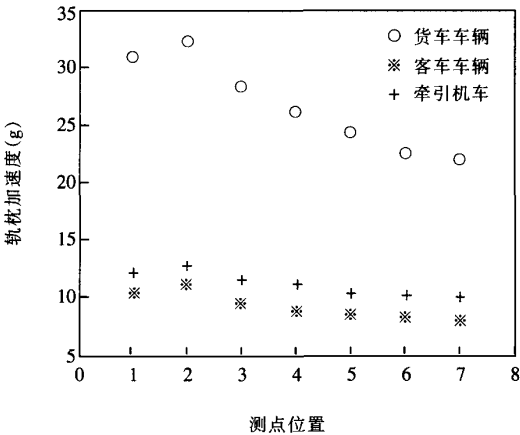


图 11 各个测点的轨枕加速度均值图

由图 9 至图 11 轨道的动力响应图可以看出,当列车从高刚度轨道到低刚度轨道时,钢轨垂直力、钢轨加速度、轨枕加速度是由大逐渐小,其逐渐减小的原因是因为设了过渡段,轨道的刚度逐渐减小,导致轨道动力响应也是逐渐变化,没有突变。由图 9 至图 11 可知,当列车从高刚度轨道到低刚度轨道时,路桥处设的过渡段对轨道动力作用有着显著的改善。

5 京九线路桥处没有设过渡段的轨道结构动力响应测试分析

5.1 测试地点及测点布置

为了评价提速线路路桥过渡段对于轨道结构动力响应的改善程度,本项目对于没有设过渡段的路桥,列车经过时所产生的动力响应也进行了测试,没有设过渡段的路桥是京九线淮滨—南昌北段 K964 的一座三跨混凝土桥梁,该线路为 60 kg/m 的无缝线路,混凝土轨枕。其测点布置如图 12 所示。

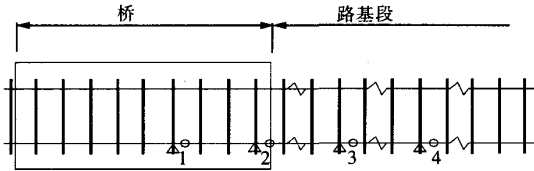


图 12 路桥段测点布置图

5.2 测试结果

为了比较设了过渡段对轨道动力响应的影响,本次测试了在没有设过渡段情况下,列车从高刚度轨道到低刚度轨道时轨道的动力响应。列车从高刚度到低刚度情况下,共测试有效次数为 6 次,其中客车 3 次,货车 3 次。图 13 到图 15 分别是列车从低刚度轨道到高刚度轨道情况下,各个测点的动力均值响应图。

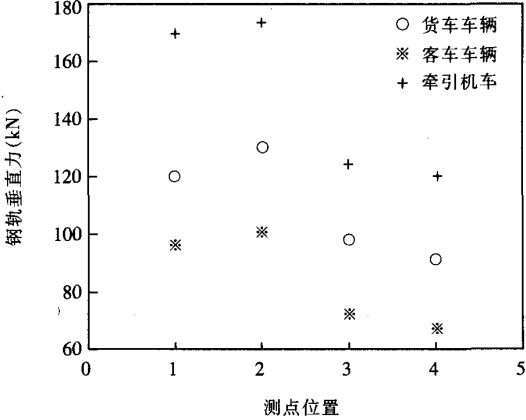


图 13 各个测点的钢轨垂直力均值图

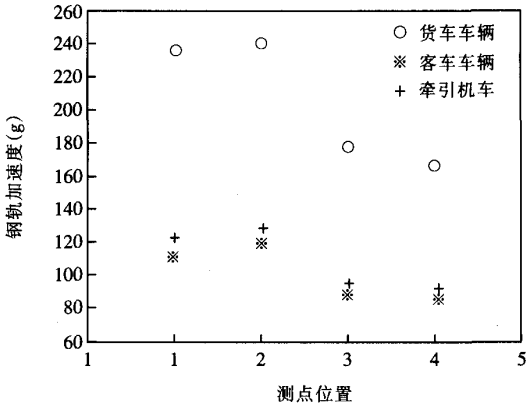


图 14 各个测点的钢轨加速度均值图

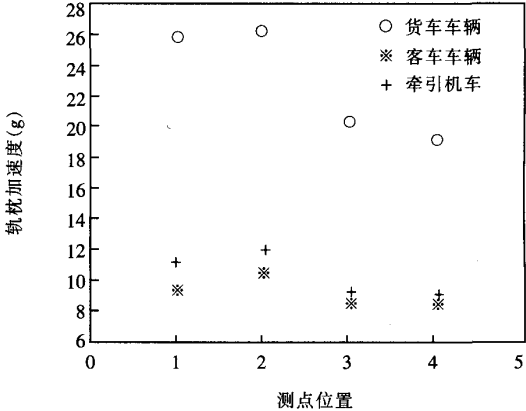


图 15 各个测点的轨枕加速度均值图

由图 13 至图 15 轨道的动力响应图可以看出,当路桥处没有设轨道过渡段时,列车从高刚度轨道到低刚度轨道运行时,钢轨垂直力、钢轨加速度、轨枕加速度会突然减小,轨道动力响应有突变。

6 结论

通过对设有过渡段及没有设过渡段的路桥连接处实测分析可知:采用级配碎石填筑过渡段,对减小过渡

段轨道动力响应非常有利。当列车从低刚度轨道到高刚度轨道时,钢轨垂直力、钢轨加速度、轨枕加速度是由小逐渐增大的,没有突变;当列车从高刚度轨道到低刚度轨道时,钢轨垂直力、钢轨加速度、轨枕加速度是由大逐渐减小的,没有突变。而当路桥处没有设轨道过渡段时,列车从高刚度轨道到低刚度轨道运行时,动力响应突然减小,其动力响应有突变,从而导致轨道各种变害的加剧。

参考文献

[1] Arnold D.Kerr, Brian E.Moroney. Track transition problems and

remedies[R]. Bulletin 742—American Railway Engineering Association, 1995. 267—298.
[2] 罗强,蔡英.高速铁路路桥过渡段技术处理措施的研究[J],铁道工程学报,1999(3):30—33.
[3] 王其昌.高速铁道土木工程[M]. 成都:西南交通大学出版社,1999,63(3):30—34.
[4] 华东交通大学.提速线路轨道过渡段均衡刚度研究报告[R], 2004.
[5] 王其昌,蔡成标等.高速铁路路桥过渡段轨道折角限值的分析[J].铁道学报,1998,20(3):109—113.
[6] 刘林芽,雷晓燕,刘晓燕.既有线路桥过渡段的设计与动力学性能评价[J].铁道标准设计,2004,(1):9—10.

ANALYSIS OF DYNAMIC RESPONSE BY TRANSITION ZONE OF SPEED-RAISE RAILWAY

LIU Lin-ya¹, LEI Xiao-yan¹, LIAN Song-liang²

¹Civil Engineering School of East China Jiaotong University

²Key Lab for Road and Transport Engineering of Tongji University

Abstract: In order to evaluate the improvement level of track structure dynamic response by the transition zone between railraod and bridge of speed-raise railway, the research is made on the design and test of track dynamic response of transition zone of Beijing-Kowloon Line in this paper. The transition zone was filled by 20m gradation crushed stones and the test parameters to track dynamic response were rail vertical force, rail acceleration and tie acceleration. The test shows if there is a transition zone at junction location between railroad and bridge, when train runs from the rail of low rigidity to the rail of high rigidity, the rail vertical force, rail acceleration and tie acceleration gradually change from small to large without sudden change. When train runs from the rail of high rigidity to the rail of low rigidity, the rail vertical force, rail acceleration and tie acceleration gradually change from large to small. If there is no transition zone at junction location between railroad and bridge, when train runs from the rail of high rigidity to the rail of low rigidity, the dynamic response becomes small suddenly with sudden change. It is known from the analysis of the tests to the junction location with transition zone and without transition zone, when the train's speed is less than 200km/h, the transition zone filled by 20m gradation crushed stones can assist reducing track dynamic response of transition zone.

Key words: transition zone between railroad and bridge; dynamic response; test

(上接第4页)

¹ Traction Power State Key Laboratory, Southwest Jiaotong University; ²Line Department, the Second Railway Survey and Design Institute

Abstract: On the basis of the theory of vehicle-track coupling dynamics, the dynamics performance of passenger and freight trains passing through the different sections with different match speeds are simulated and evaluated systematically by using the railway vehicle and locomotive specification for evaluation of dynamics performance and accreditation test. Results show that the indices obtained from new design are largerer than those from old fan on the condition of different sections settled in the paper, and it is unobvious in the difference. Under all schemes, except one index, safety indices do not exceed limited values and ride performances are excellent.

Key words: longitudinal section; high and middle speed; high and low speed; dynamics performance; comparison

提速铁路过渡段的动力响应测试分析

作者：[刘林芽](#), [雷晓燕](#), [练松良](#), [LIU Lin-ya](#), [LEI Xiao-yan](#), [LIAN Song-liang](#)
作者单位：[刘林芽,雷晓燕,LIU Lin-ya,LEI Xiao-yan\(华东交通大学土建学院,江西,南昌,330013\)](#),
[练松良,LIAN Song-liang\(同济大学道路与交通工程教育部重点实验室,上海,200331\)](#)
刊名：[铁道工程学报](#) 
英文刊名：[JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)
年, 卷(期): 2005 (5)
被引用次数: 4次

参考文献(6条)

1. [Arnold D.Kerr;Brian E.Moroney](#) [Track transition problems and remedies](#) 1995
2. [罗强;蔡英](#) [高速铁路路桥过渡段技术处理措施的研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 1999 (03)
3. [王其昌](#) [高速铁道土木工程](#)
4. [华东交通大学](#) [提速线路轨道过渡段均衡刚度研究报告](#) 2004
5. [王其昌;蔡成标](#) [高速铁路路桥过渡段轨道折角限值的分析](#)[期刊论文]-[铁道学报](#) 1998 (03)
6. [刘林芽;雷晓燕;刘晓燕](#) [既有线路桥过渡段的设计与动力学性能评价](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#) 2004 (01)

本文读者也读过(3条)

1. [王解军](#) [运行列车作用下桥梁的动力反应](#)[学位论文]2000
2. [金寿延. 谭复兴. 王午生](#) [道床板结对轨道振动的影响](#)[期刊论文]-[同济大学学报\(自然科学版\)](#) 2001, 29 (10)
3. [徐庆元. 曹扬风. 周小林. XU Qing-yuan. CAO Yang-feng. ZHOU Xiao-lin](#) [短波随机不平顺对列车-板式无砟轨道-路基系统振动特性的影响](#)[期刊论文]-[中南大学学报\(自然科学版\)](#) 2011, 42 (4)

引证文献(4条)

1. [胡萍. 王永和. 卿启湘](#) [改良土填筑过渡段基床底层的动力特性分析](#)[期刊论文]-[中南大学学报\(自然科学版\)](#) 2009 (6)
2. [熊建珍. 王立军. 马伟斌. 高芒芒](#) [高速铁路路桥过渡段轮轨力分析](#)[期刊论文]-[中国铁道科学](#) 2012 (z1)
3. [史柏生](#) [200 km/h动车组运行条件下轨道动力试验分析](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#) 2008 (8)
4. [郭强](#) [武广高铁红黏土路堑基床动响应现场测试与分析](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2011 (8)

引用本文格式：[刘林芽. 雷晓燕. 练松良. LIU Lin-ya. LEI Xiao-yan. LIAN Song-liang](#) [提速铁路过渡段的动力响应测试分析](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2005 (5)