

文章编号: 1674—8247(2018)04—0038—06

CRTS II 型板式桥上无砟道岔病害特征及整治方法

李传勇

(中国铁路上海局集团有限公司, 上海 200071)

摘要:桥上道岔区 CRTS II 型板式无砟轨道砂浆层与道岔板及底座板间的离缝病害较为普遍。文章针对这一现象,结合砂浆层离缝破损病害特征,考虑不同离缝状态下不同砂浆层纵向阻力,建立非线性计算模型,分析在纵向温度荷载和列车制动荷载作用下的结构变形规律。计算表明,在植筋锚固前提下,当砂浆粘结纵向阻力大于理论设计值 50% 以上时,桥上道岔区板式无砟轨道系统受力和变形在合理范围内。据此采取板底离缝注胶和植筋加固相结合的处理措施。实践证明,能有效改善设备运营条件,提高结构耐久性。

关键词:桥上道岔区;无砟道岔;砂浆层离缝;病害整治

中图分类号:U213.2 **文献标志码:**A

Defect Characteristics and Its Maintenance Methods of CRTS II Type Ballastless Turnout on Slab Bridge

LI Chuanyong

(Shanghai Bureau Group Co., Ltd., Shanghai 200071, China)

Abstract: According to the defect characteristics of the mortar gaps of slab-type ballastless track in turnout section on bridge, a nonlinear model is constructed to analyse the structural deformation law under longitudinal temperature load and train brake load, considering the longitudinal resistance of different mortar layers. Calculation shows that under the precondition of planting-bar anchorage, when the longitudinal resistance of mortar bond is greater than the theoretical design value by more than 50%, the load and deformation of the slab ballastless track system on the bridge are within a reasonable range. Based on the result, it is proved by practice that the treatment measures combining the bottom of the slab with glue and reinforcement can improve the operation condition of the equipment and the durability of the structure.

Key words: turnout section on bridge; ballastless turnout; mortar gaps; defect maintenance

作为纵连体系的 CRTS II 型板式无砟轨道结构,桥梁道岔区结构与区间结构并不完全相同^[1-2],桥梁道岔区底座纵向连续且宽度不同,道岔板不纵向连接且尺寸不同,与其他地段无砟轨道结构相比受力更为复杂^[3]。因此,砂浆层与道岔板及底座板间的离缝较其他线路更为严重^[4-6]。为保持结构性能健康,结合砂浆层离缝病害特征,分析在温度荷载和列车动荷载作

用下的结构变形规律,研究确定植筋数量和注胶工艺,提出针对性的养护维修方法,丰富我国高速铁路无砟轨道养护维修管理体系。

1 病害特征

运营维护中检查发现,砂浆层与道岔板及底座板间的离缝现场较为普遍,在道岔板板端尤为明显,离缝

收稿日期:2018-03-19

作者简介:李传勇(1968-),男,高级工程师。

引文格式:李传勇. CRTS II 型板式桥上无砟道岔病害特征及整治方法[J]. 高速铁路技术,2018,9(4):38-43.

LI Chuanyong. Defect Characteristics and Its Maintenance Methods of CRTS II Type Ballastless Turnout on Slab Bridge [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(4): 38-43.

最大值可达 2 mm,如图 1 所示。

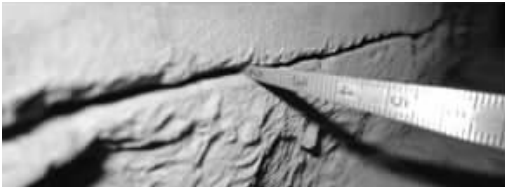


图1 桥上道岔板板端离缝

离缝产生后,在雨水作用下,砂浆微颗粒析出并在道岔板外侧堆积,致使道岔板与砂浆层粘结面积和摩擦力减小^[7]。在列车动荷载作用下会进一步加剧砂浆层破损,甚至出现局部掉块,如图 2 所示。

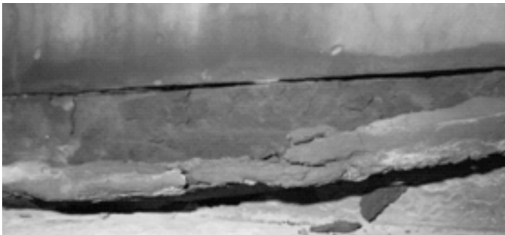


图2 桥上道岔区砂浆层局部破损掉块

因此,在砂浆微粒析出→道岔板与砂浆层粘结面积减小→道岔板与砂浆层摩擦力变小→雨水及列车动荷载作用下砂浆层离缝加剧的循环下,结构趋于弱化。

为保障运营安全,需重点关注在温度荷载和制动荷载作用下不同离缝程度对结构的影响^[8-9]。

2 纵向温度荷载作用下的影响分析

2.1 计算模型

为研究桥上道岔区板式无砟轨道在温度荷载作用下的受力特点和变形规律,建立非线性计算模型。其中将道岔轨件、道岔板、底座板、桥梁和墩台处理为一有机整体,分析在伸缩力作用下基本轨、道岔板、底座板等的受力与变形。结合高速铁路的线路条件,选取一组 18 号道岔,布置在(4×32) m 连续梁上,两边各布置 5 孔 32 m 简支梁。连续梁纵向刚度取 2 500 kN/cm,简支梁纵向刚度取 800 kN/cm。道岔区采用 II 型扣件、区间采用 WJ-8 型扣件的扣件阻力值。考虑底座板、轨道板的刚度折减。降温过程中,钢轨降温 -50 ℃,道岔板和底座板降温 -43.6 ℃,桥梁降温 -30 ℃。

2.2 结果分析

砂浆层纵向阻力分别取为 5 kN/m、30 kN/m、64 kN/m、128 kN/m、200 kN/m、300 kN/m,对应砂浆层与道岔板(或底座板)无离缝、不完全离缝和完全离

缝工况进行计算,分析在温度荷载下的受力特点和变形规律,如图 3~图 8 所示。

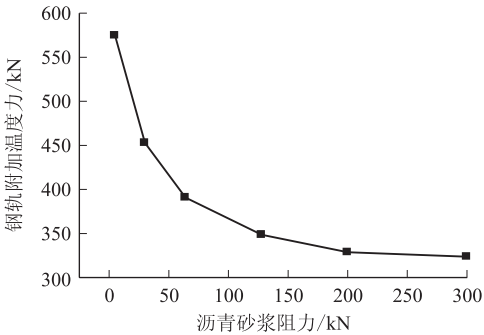


图3 基本轨温度附加力随砂浆阻力变化

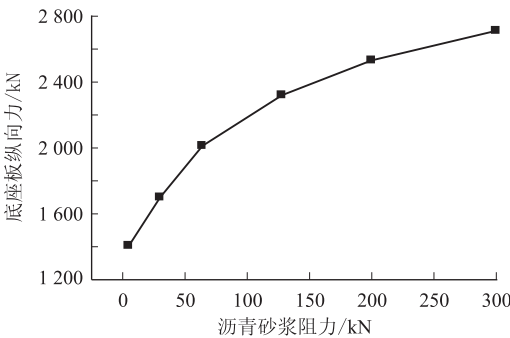


图4 底座板纵向力随砂浆阻力变化

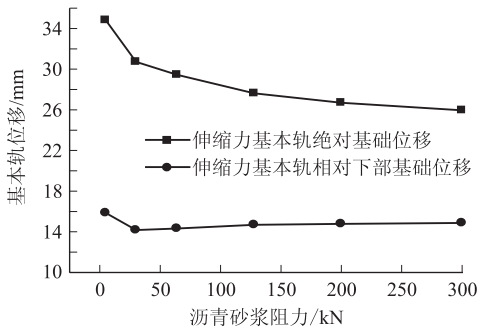


图5 基本轨位移随砂浆阻力变化

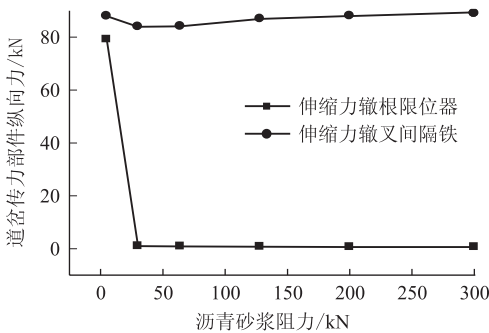


图6 道岔传力部件随砂浆阻力变化

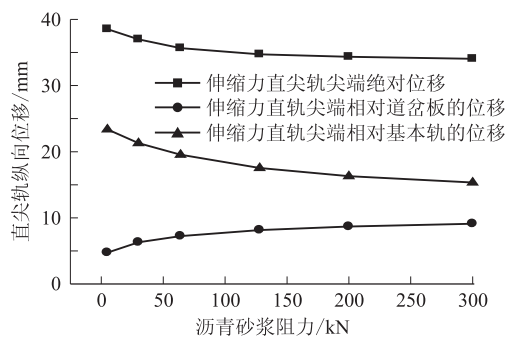


图 7 尖轨尖端随砂浆阻力变化

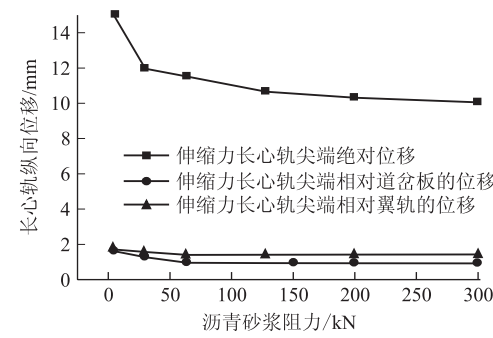


图 8 心轨尖端随砂浆阻力变化

由此可知,在温度荷载作用下,随着砂浆层离缝加剧(粘结面积减小),基本轨温度附加力、基本轨位移、限位器受力、尖轨相对基本轨位移和心轨相对翼轨位移逐渐增大,对道岔的受力和变形极其不利。在温度荷载作用下,道岔、道岔板和底座板之间存在伸缩变形差,对砂浆层与道岔板或底座板的粘结产生不利影响。一般条件下,道岔板砂浆层粘结和植筋锚固可以满足道岔板受力和变形的稳定性,但如果道岔板离缝较大且植筋失效时,道岔和道岔板的稳定性难以保证,需修复砂浆层与道岔板(或底座板)之间的粘结,并加强对道岔板的锚固,以保障道岔区结构稳定。

3 列车制动荷载作用下的影响分析

3.1 计算模型

为研究桥上道岔区板式无砟轨道在列车制动荷载作用下的受力特点和变形规律,采用桥上一线列车加速、一线列车制动的最不利工况进行计算。上行线牵引力作用长度取 30 m,牵引力大小为 33.3 kN/m;下行线制动力作用长度取 300 m,制动作用大小为 16 kN/m。以(4×32) m 连续梁为中心均布,加载方向由左至右。

3.2 结果分析

砂浆层纵向阻力为 5 kN/m,对应砂浆层与道岔板(或底座板)完全离缝状态;砂浆层纵向阻力分别为 30 kN/m、64 kN/m,对应砂浆层与道岔板(或底座板)

不完全离缝状态;砂浆层纵向阻力分别为 128 kN/m、200 kN/m、300 kN/m,对应砂浆层与道岔板(或底座板)无离缝状态,对上述工况进行计算,分析在制动荷载下的受力特点和变形规律,如图 9~图 14 所示。

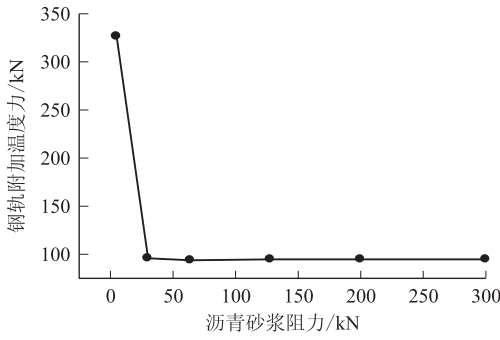


图 9 基本轨温度附加力随砂浆阻力变化

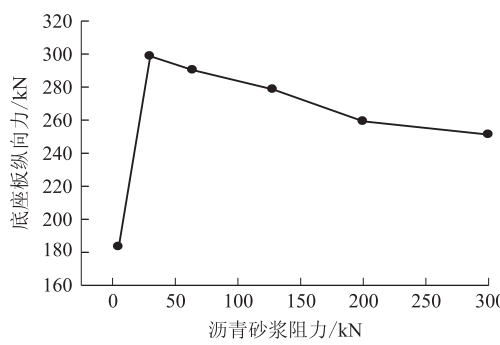


图 10 底座板纵向力随砂浆阻力变化

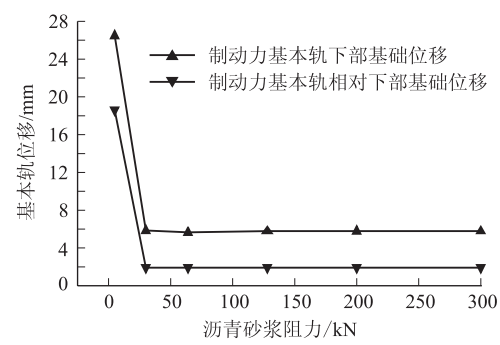


图 11 基本轨位移随砂浆阻力变化

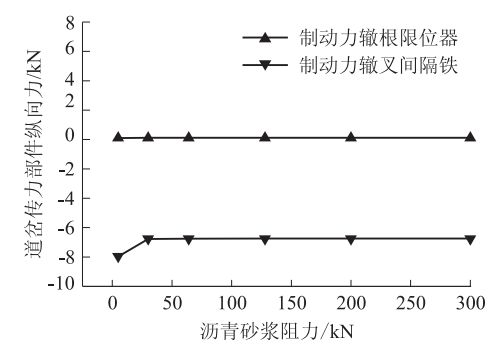


图 12 道岔传力部件随砂浆阻力变化

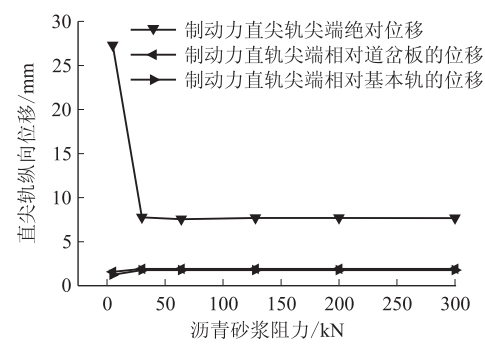


图 13 尖轨尖端随砂浆阻力变化

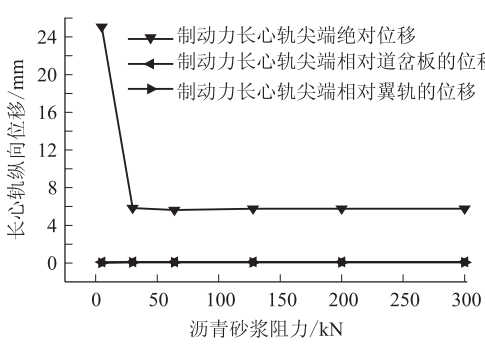


图 14 心轨尖端移随砂浆阻力变化

由此可知,在制动荷载作用下,砂浆层离缝砂浆粘结失效和道岔板锚固失效,基本轨温度附加力、基本轨位移、尖轨和心轨绝对位移的变化显著,对道岔的受力和变形及其不利。

另在外界活载作用下,系统中道岔轨件、道岔板、底座和桥梁的振动频率不同,其反相位振动引起相互拍打,对无砟轨道系统的整体性产生不利影响。若存在离缝伤损病害,雨水将侵入离缝区域,在高速列车振动作用下,瞬时承压水同时进行着水压力消散的过程,带走了砂浆细颗粒。随着消散作用的加剧,细颗粒发生了流失并在板外堆积,道岔板下原有的砂浆粗糙面消失,阻力降低并形成板下吊空区域,在列车动荷载振动下板边缘局部砂浆伤损、掉块,影响轨道结构的受力和变形,进一步加剧新的伤损产生。

4 病害整治方法

砂浆层离缝是目前高速铁路 CRTS II 型板式无砟轨道结构中存在较为普遍的结构性病害,植筋和注胶仍是目前最为有效的手段^[10-11]。即在砂浆层离缝产生后,通过植入一定数量钢筋和注胶方式,增加砂浆层与轨道板、底座板间的摩阻力,恢复结构稳定性。

由前面理论分析可知,当砂浆粘结纵向阻力大于理论设计值 64 kN/m 的 50% 以上且在植筋锚固加强连接保证下,桥上纵连底座板道岔区板式无砟轨道系统受力和变形在合理的范围内变化,可以满足要求。根据线下试验,采用注胶至少可以恢复 50% 以上的粘结面积;通过单根剪力销承载能力试验,单根剪力销平均抗剪承载力为 115 kN,8 根剪力销抗剪承载力为 920 kN,有效的加固了道岔板、砂浆层和底座板之间锚固连接,保证了道岔板的稳定性。

根据桥上道岔区板式无砟轨道道岔区病害特点,具体整治方法如下:板端伤损的砂浆修复及嵌缝处理→道岔板植筋→板底注浆→道岔精调。

(1) 板端砂浆修复及嵌缝处理

板端伤损的砂浆采用聚合物水泥砂浆修复伤损处砂浆。接缝横向由板中心向两侧分别设置 1% 横向排水坡,道岔板最外侧与道岔板地面平齐。浇筑聚合物水泥砂浆以前使用钢刷将混凝土表面、浮砬、灰尘等彻底清理干净并保证有一定的粗糙度。

板端接缝采用硅酮嵌缝处理,嵌缝尺寸 15 mm 宽,15 ~ 26 mm 深,如图 15 ~ 图 17 所示。

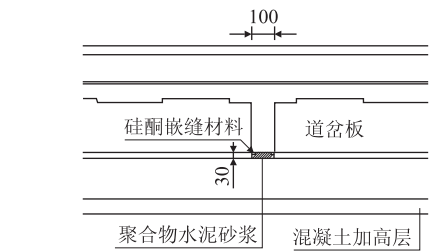


图 15 板端接缝外侧纵断面示意图 (mm)

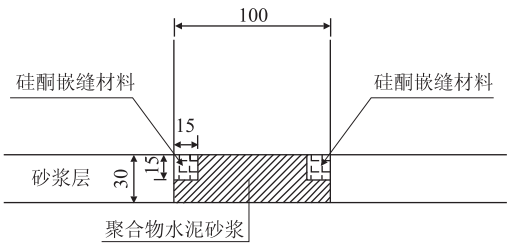


图 16 板端接缝外侧嵌缝尺寸示意图 (mm)

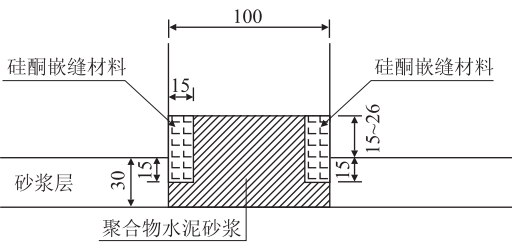
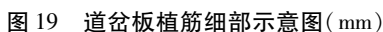
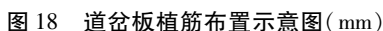


图 17 板端接缝板中心嵌缝尺寸示意图 (mm)

在道岔板具体钻孔位置,每块道岔板布置 8 根,成“回”字型分布,具体钻孔位置如图 18 所示,植筋钻孔深度 420 mm,孔径最大为 $\Phi 32$,如图 19 所示。



道岔板植筋后,道岔板板底注浆,修补道岔板与砂浆的离缝。粘结强度性能(7 d)大于 2.5 MPa;施工适宜温度 5~30 ℃,雨雪天不得施工。并通过扣件调整钢轨平纵断面位置,使其满足平顺度要求。

(4)在制动荷载作用下,砂浆层离缝砂浆粘结失效和道岔板锚固失效,基本轨温度附加力、基本轨位

(6)采取板底离缝注胶和植筋加固的处理措施,有效的加固了道岔板、砂浆层和底座板之间锚固连接,保证了道岔板的稳定性,改善线路运营条件,提高结构耐久性,对其他类似病害整治处理具有借鉴意义。

WANG Xuesong, ZENG Zhiping, YUAN Qiang, et al. Study of

Technical Measures to Restrain the Gap between CRTS II Slab and Cement Asphalt Mortar [J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2014, 11(1): 43 - 48.

[8] 周敏,戴公连,闫斌. 温度作用下桥上 CRTS II 型轨道离缝及变形分析[J]. 铁道科学与工程学报, 2016, 13(12): 2341 - 2346.

ZHOU Min, DAI Gonglian, YAN Bin. Analysis of Gap and Deformation of CRTS II Track on Bridges under the Temperature[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2016, 13(12): 2341 - 2346.

[9] 易忠来,李化建,温浩,等. CRTS II 型板式无砟轨道充填层离缝修复技术研究[J]. 铁道建筑, 2015, 55(1): 102 - 106.

YI Zhonglai, LI Huajian, WEN Hao, et al. Study on Remedy Technology of Open Joint of Filling Layer for CRTS II Slab-type Ballastless Track[J]. Railway Engineering, 2015, 55(1): 102 - 106.

[10] 谭社会. 高温条件下 CRTS II 型板式无砟轨道变形整治措施研究[J]. 铁道建筑, 2016, 56(5): 23 - 27.

TAN Shehui. Study on Deformation Treatment Measures for CRTS II Slab-type Ballastless Track in High Temperature Condition [J]. Railway Engineering, 2016, 56(5): 23 - 27.

[11] 姬寒尽,贾鹏. CRTS II 型板式无砟轨道砂浆离缝原因分析及整治措施[J]. 上海铁道科技, 2015, 37(1): 88 - 89.

JI Hanjin, JIA Peng. Analysis and Treatment Measures for CRTS II Slab-type Ballastless Track Mortar Gaps [J]. Shanghai Railway Science and Technology, 2015, 37(1): 88 - 89.

(编辑:车晓娟 白雪)

(上接第 13 页)

别为 1.89 和 1.67,满足《铁路工程抗震设计规范》允许位移延性比的要求。在地震动 2,地震动 3 的激励下,墩身混凝土开裂,但是钢筋仍然处于弹性状态,满足设计要求。

(3)对于地震烈度不高的钢筋混凝土桥墩,可配置适量的钢筋,既保证桥墩结构的安全性,又能兼顾经济性,做出合理的设计成果。

参考文献:

[1] 范立础. 桥梁抗震[M]. 上海:同济大学出版社, 1997.

FAN Lichu. Aseismic of Bridge [M]. Shanghai: Tongji University Press, 1997.

[2] 卢皓. 罕遇地震作用下高速铁路简支梁桥抗震性能分析[J]. 铁道标准设计, 2015, 59(8): 102 - 107.

LU Hao. Study on Seismic Performance of High-speed Railway Simply-supported Girder Bridge under Strong Earthquake Motion[J]. Railway Standard Design, 2015, 59(8): 102 - 107.

[3] GB 50111 - 2006 铁路工程抗震设计规范[S].

GB 50111 - 2006 Code for Seismic Design of Railway Engineering [S].

[4] 邵光强,刘开,蒋丽忠,等. 高速铁路桥墩等效塑性铰长度研究[J]. 铁道工程学报, 2017, 34(7): 53 - 59.

SHAO Guangqiang, LIU Kai, JIANG Lizhong, et al. Study of Plastic

Hinge Length in High-speed Railway Bridge Piers [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2017, 34(7): 53 - 59.

[5] 嵯一,王菲. 罕遇地震下城际铁路连续梁桥延性抗震设计[J]. 铁道工程学报, 2012, 29(4): 66 - 71.

ZHUO Yi, WANG Fei. Seismic Ductility Design for Intercity Railway Continuous Bridge Under Rare Earthquake [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2012, 29(4): 66 - 71.

[6] Mander J B, Priestley M J N, Park R. Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete[J]. Journal of Structural Engineering, 1988, 114(8): 1804 - 1826.

[7] 陈兴冲,张永亮,丁明波,等. 少筋混凝土重力式桥墩抗震设计方法研究[J]. 铁道工程学报, 2016, 33(3): 76 - 80.

CHEN Xingchong, ZHANG Yongliang, DING Mingbo, et al. Research on the Seismic Design Method for Concrete Gravity Piers with Low Longitudinal Reinforcement Ratio[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2016, 33(3): 76 - 80.

[8] 秦从律,张爱晖. 基于截面纤维模型的弹塑性时程分析方法[J]. 浙江大学学报(工学版), 2005, 39(7): 1003 - 1008.

QIN Chonglv, ZHANG Aihui. Elastic-plastic Time History Analysis Based on Section Fiber Model [J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2005, 39(7): 1003 - 1008.

[9] JTG B02 - 2013 公路工程抗震规范[S].

JTG B02 - 2013 Specification of Seismic Design for Highway Engineering[S].

(编辑:赵立红 苏玲梅)