

东莱线大石家大桥无缝线路设计研究

郜现广

中国铁路济南局集团有限公司设计所

摘要: 针对东莱线大石家桥铺设无缝线路, 根据相关规范、规则对桥梁进行设计检算, 同时提出相应的养护维修注意事项。

关键词: 桥上无缝线路; 设计; 检算

一、引言

东莱线大石家桥为单线铁路桥, 位于东都至莱芜东之间, 该桥结合电气化改造工程进行改建, 改建后桥梁全长为303.27m, 桥跨组成为: 东都方台+8-32m混凝土筒支梁+1-24m混凝土筒支梁+莱芜东方台。固定支座设置在东都方。东莱线大石家桥全桥拟铺设60kg/mU75V钢轨跨区间无缝线路, 一方面需考虑桥上无缝线路纵向附加力的影响, 满足强度、稳定性及断缝安全线的检算要求; 另一方面需考虑无缝线路与桥梁间相互影响, 计算无缝线路作用在桥梁墩台上的纵向力, 结合桥梁设计荷载, 对桥梁墩台检算。

二、设计内容及参数

(一) 设计内容

设计范围为东都方台~莱芜东方台。检算桥上无缝线路强度和稳定性, 设计、检算桥上无缝线路锁定轨温, 提供桥上无缝线路钢轨纵向力及其对墩台的传递值: T_1 (伸缩力)、 T_2 (挠曲力)、 T_3 (断轨力)、 T_4 (制动力), 进行无缝线路纵向力的组合计算。

(二) 设计参数

(1) 计算挠曲力列车荷载采用中-活载, 计算轨道强度采用SS4电力机车轮重荷载。(2) 根据气象资料, 大石家桥所处地区历年最高气温为40.5℃, 最低气温为-22℃。因此, 设计采用最高轨温 $T_{max}=60.5℃$, 最低轨温 $T_{min}=-22℃$ 。本桥计算伸缩力梁温差取值: 混凝土梁温差 $\Delta T_b=15℃$ 。(3) 60kg/m U75V新钢轨, 允许应力 $[\sigma]=363MPa$ 。(4) 断缝允许值 $[\lambda]=80mm$ 。

(5) 1Q阻力: III型枕, 弹条II型扣件, 600mm枕间距, 复合胶垫, 扭矩80~150N.m, 线路阻力 $r=8.8kN/m/轨$ 。2Q阻力: III型枕, 弹条II型扣件, 600mm枕间距, 普通胶垫, 扭矩80~150N.m, 线路阻力 $r=11.7kN/m/轨$ 。(6) 32m混凝土筒支梁, 桥梁截面高 $H=2.53m$, 质心至上翼缘距 $h=1.07m$, 截面对水平轴惯性矩 $I_x=2.18m^4$ 。24m混凝土筒支梁, 截面高 $H=2.13m$, 质心至上翼缘距 $h=0.89m$, 截面对水平轴惯性矩 $I_x=1.45m^4$ 。

三、桥上无缝线路结构

全桥线路设计为温度应力式无缝线路固定区, 并与两端桥台路基无缝线路焊联。桥上无缝线路设计锁定轨温范围为: $26\pm 4℃$, 最大升温幅度 $38.5℃$, 最大降温幅度 $52℃$ 。钢轨采用60kg/mU75V新钢轨。路基及桥上均采用状态良好的III型枕, 1667根/km配置。桥上道砟洁净, 道床密实、饱满。线路两侧设置道砟板, 两侧的道砟宽不应小于40cm, 且道砟堆高15cm。桥上采用II型弹条扣件, 不锈钢复合胶垫, 扣件扭矩80~120N.m。桥梁两端桥头路基不小于300m范围, 加强锁定, 采用II型弹条扣件, 普通轨下胶垫, 扣件扭矩120~150N.m。同时桥上应按规定设置护轨。

四、锁定轨温

(一) 允许温降

荷载类型为SS4电力机车, 速度100km/h。钢轨类型为60kg/m, 截面参数考虑轨头垂直磨耗6mm, 钢轨允许应力 $[\sigma]=363.0MPa$ 。轨枕配置1667根/km, 曲线半径 $R=800m$, 支承刚度 $D=30kN/mm$ 。速度系数 $\alpha=0.6$, 偏载系数 $\beta=0.18$, 横向水平力系数 $f=1.45$, 桥上钢轨附加纵向力 $\Delta P=160kN$ 。综合动载系数 $K_d=(1+\alpha+\beta)f=2.581$, 轨底动弯应力 $\sigma_d=166.8MPa$, 轨底动

弯应力分布如图4.1-1所示。钢轨允许温降 $[\Delta T_d]=70.8℃$ 。

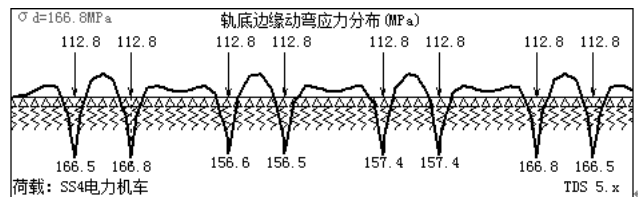


图4.1-1 轨底动弯应力分布

(二) 允许温升

曲线半径为800m。轨枕配置1667根/km。钢轨附加纵向压力160kN/轨。钢轨类型为60kg/m。轨道横向阻力: III型枕(1667)、道床机械动力稳定后(Q2)轨枕横移2mm的单枕阻力 $R=6.5kN/枕$, 分布阻力 $r=10.8kN/m$ 。轨道初始变形: 初始弯曲波长 $L_0=7.2m$, 初始弯曲矢度 $f_0=7.2mm$, 允许横向变形 $[f]=0.2mm$ 。采用不等变形波长理论, 计算图式如图4.2-1所示, 用不同的变形矢度 f 值进行叠代, 计算得到: 1股钢轨允许压力 $[P]=1087.6kN$; 允许温升 $[\Delta T_u]=56.7℃$; 临界温升 $\Delta T_k=104.1℃$; 安全系数 $K=1.8$ 。

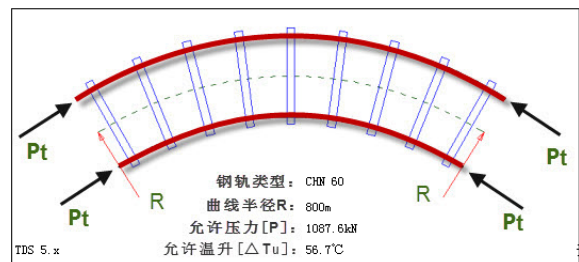


图4.2-1 无缝线路稳定性计算图式

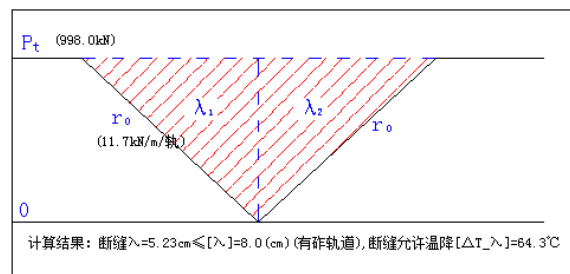


图4.4-1 断缝计算图

(三) 锁定轨温

最高轨温 $T_{max}=60.5℃$, 最低轨温 $T_{min}=-22℃$, 允许温升 $[\Delta T_u]=56.7℃$, 允许温降 $[\Delta T_d]=70.8℃$ 。设计锁定轨温范围: $26\pm 4℃$ 。最大升温 $\Delta T_{um}=38.5℃ \leq [\Delta T_u]$, 富余: $18.2℃$; 最大降温 $\Delta T_{dm}=52.0℃ \leq [\Delta T_d]$, 富余: $18.8℃$ 。无缝线路锁定轨温合理, 风险程度安全, 具有充裕储备量。

(四) 断缝检算

钢轨类型: 60kg/m, 钢轨温降 $\Delta T_d=52℃$, 有砟轨道, 断缝允许值 $[\lambda]=8cm$ 。线路阻力区段如图4.4-1所示。经计算左侧断缝 $\lambda_1=2.62cm$, 右侧断缝 $\lambda_2=2.62cm$ 。断缝 $\lambda=\lambda_1+\lambda_2=5.23cm \leq [\lambda]$, 满足要求。

(下转第107页)

圈井壁予以联结”，“接入管径在超过300毫米的时候，对于砌筑井室需要砌砖圈加固”。相关的工作人员为了能够让泥沙迅速地沉淀，需要在雨水井设置沉淀室；在污水井内中，为了防止诸多的垃圾和杂物累积起来，此时，相关的工作人员就需要安排溜槽，杂物在经过溜槽之后才能够进入化粪池等污水处置设施。化粪池作为小型的污水处理设备，可以迅速地沉淀及处置生活污水，其处理的容量设计需要按照住宅规模以及运行状况决定，出水口水质需要符合当地城市生活污水后处置的标准水平。化粪池的类别繁多，而污水处置的方式具有一定的差异性，比如说，厌氧发酵通常适用于装配式或整体式的化粪池，其不但操作起来较为便捷，同时也有助于质量控制。长期以来，塑料、玻璃钢制作的检查井、化粪池等新物料获得了更大范围地推广，施工工期短，不易漏水，适用于住宅小区雨污排水工程的施工。

（六）进行雨污管道的闭水试验

由于支管以及预留的孔洞比较多，住宅小区污水管道通常都不会开展闭水试验，但是，如果缺乏闭水试验这一重要的检测步骤，人们很难对管道的实际质量状况有一个清晰的认知，所以，小区污水管道务必要接受抽样试验，具体抽样的比重需要进行设计或依照抽样试验状况而确定。道路之下的雨污干管需要全数开展闭水试验，由此避免管网漏水而引发道路受到损坏。

四、结束语

综上所述，住宅小区的雨污管道作为城市市政管道网络之中

的重要节点，同时也是各位住宅小区住户雨污排水的重要通道。雨污排水管道的顺利通行不但能够满足各位居民的生活需要，同时也是住宅小区以及城市长远化发展的重要目标。构建住宅小区雨污排水管道网的规划、勘察、监督、施工的质量控制机制，可以保证小区雨污排水管道质量水平，提升住宅小区居民的生活品质，创造居住舒适，环境宜人的社区。

参考文献

- [1] 刘志刚. 住宅小区雨污排水管道的质量控制[J]. 工程建设与设计, 2018(12): 91-92.
- [2] 代红. 住宅小区雨污分流管网改造设计要点分析[J]. 四川建材, 2018(02): 205-206.
- [3] 高盛立. 住宅小区雨污排水管道的质量控制[J]. 工程质量, 2010(6): 10-12+48.
- [4] 师彦军, 麻婷霞. 浅析住宅小区市政雨污水管网工程施工质量控制[J]. 四川水利, 2019(01): 71-74.
- [5] 杨国荣. 排水管道工程的质量控制要点[J]. 中国高新技术企业, 2018(19): 214-215.

作者简介:

刘晓武,男,湖南浏阳人,大专,工程师,一级建造师,研究方向:建筑工程施工。

(上接第73页)

五、桥上无缝线路纵向力

（一）纵向力计算

根据梁轨相互作用原理，基于TDS桥上无缝线路计算软件，计算得到：钢轨截面最大伸缩力 $F_{T_1}=115.5\text{kN}$ ；32m简支梁固定墩承受的伸缩力 $T_1=25.3\text{kN/轨}$ 。钢轨截面最大挠曲力 $F_{T_2}=142.4\text{kN}$ ；32m简支梁车前固定墩承受的挠曲力 $T_2=124.0\text{kN/轨}$ 。32m简支梁的断轨力 $T_3=261.7\text{kN/轨}$ ，其制动力 $T_4=335.4\text{kN/线}$ 。

（二）墩顶纵向力组合

对32m简支梁按单线无缝线路固定区进行纵向力组合计算，得到：无缝线路纵向力计算结果，伸缩力 $T_1=25.3\text{kN/轨}$ ，挠曲力 $T_2=124.0\text{kN/轨}$ ，断轨力 $T_3=261.7\text{kN/轨}$ ，制动力 $T_4=335.4\text{kN/线}$ 。纵向力组合结果如下：（1）按“主力”检算，取允许值提高系数 $\delta=1$ ，组合值为：2股钢轨挠曲力传递， $F_1=248.0\text{kN}$ 。（2）按“附加力”检算，偏心检算取 $\delta=1.2$ ，应力检算取 $\delta=1.3$ ，组合值为：2股钢轨制动力传递， $F_2=335.4\text{kN}$ 。（3）按“主力+特殊荷载”检算，取 $\delta=1.35$ ，组合值为：1股钢轨挠曲力，另1股钢轨断轨力传递， $F_3=385.7\text{kN}$ 。选取墩身较高的7号墩（墩身高8m）进行检算，检算结果合格。

六、注意事项

通过计算，大石家桥铺设无缝线路能够满足规范要求。但

大石家桥处于直线和半径 $R=800\text{m}$ 曲线上，最大坡度5.3%，施工单位及设备管理单位应以无缝线路的防爬、防胀为工作重点，并注意以下几点：（1）施工锁定轨温必须在设计锁定轨温范围之内。（2）扣件扭矩应采用扭矩扳手校核。（3）道床肩宽、道床阻力等参数达到验收标准。（4）桥台外线路应加强锁定，防止桥台外线路爬行造成桥上无缝线路锁定轨温改变。（5）应按相关规定设置桥上护轨，并应按规定设置位移观测桩，在冬、夏季节应加强无缝线路的位移观测。（6）养护维修工作应严格按照有关无缝线路的作业允许轨温进行作业。

总结

通过检算桥上无缝线路强度和稳定性，设计、检算桥上无缝线路锁定轨温，进行无缝线路纵向力的组合计算，可以确定大石家桥铺设无缝线路技术条件，同时明确后期养护注意事项以确保无缝线路运行安全。以目前的轨道条件大石家桥通过铺设无缝线路可以很好的适应铁路提速和重载铁路发展的需要，达到节省投资和减少后期养护维修的技术经济效益。

参考文献

- [1] 汤超. 大跨桥桥上无缝线路检算浅析[J]. 铁道建筑技术, 2013年10期.