

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2013.02.029

供电均回流电缆 在钢轨上的连接方式

赵惊华 余 乐 孙延焕

(北京东直门机场快速轨道有限公司 北京 100005)

摘 要 针对轨道交通供电系统钢轨与回流电缆连接存在的问题,对不同连接工艺制作的钢轨样品连接点处的机械性能、电气性能进行有限元模拟分析和试验;根据对试验数据的系统研究和分析结果,确定合理的连接工艺,以消除地铁运营的安全隐患。

关键词 轨道交通;钢轨;回流电缆;放热焊接;胀钉栓接;晶相分析;有限元分析

中图分类号 U231 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)02-0116-03

1 研究目的和意义

随着轨道交通的不断发展,钢轨与回流电缆连接方式已构成了行车安全的风险源。如何有效地对钢轨回流连接方式进行定量和定性分析,降低因回流电缆连接方式不当给行车安全带来的风险,指导后续轨道交通的建设变得十分必要。

笔者结合工程实际及有关试验研究情况,对供电均回流电缆与钢轨的连接方式进行研究,以确定合理适用的连接工艺,消除地铁运营安全隐患。

2 目前采用的连接方式及存在的问题

轨道交通采用直流供电系统,与钢轨的连接方式目前有放热焊接、铜芯直接与钢轨、铜排与钢轨连接^[1]、铜板螺栓连接^[2]、快速铜热焊接^[3]、胀钉连接等方式,就其本质而言可归纳为焊接和栓接两种方式。

由于放热焊工艺要求较高,所以加热时若温度掌

握不好,可能对钢轨造成一定的损伤。如在回火环节,因施工现场的加热设备和钢轨导热快,很难达到400℃以上,同时焊接时的放热瞬间温度较高,若操作不当会导致钢轨内部的金相组织发生变化,形成非常脆的马氏体组织,因此存在导致钢轨断裂的风险^[4],尤其是在高架区间,会给地铁运营带来安全隐患。在地铁某线中,曾出现过因回流焊接导致钢轨断裂的情况,如图1所示。

栓接方式在钢轨上打孔也会对钢轨本体造成损伤,同时栓接还会出现因接触不好、回流不畅导致钢轨电位较高、钢轨对地放电(见图2)、钢轨与鱼尾板接触面高温融解等现象,同样存在钢轨断裂的安全风险^[5]。



图1 回流焊接点断裂



图2 放电现象

收稿日期: 2012-04-06 修回日期: 2012-05-23

作者简介: 赵惊华,男,大学本科,工学学士,工程师,从事轨道交通专业的设计和管理,zhaojinghua@bjjcx.net

基金项目: 北京市科学技术委员会科研课题(z111100074511007)

3 各种连接方式的试验比较

3.1 样品制作

针对目前存在的问题,考虑到供电、信号专业与线路专业在此问题上的不同要求,选择单根电缆焊接、铜排焊接、单根胀钉栓接、鱼尾板栓接共4种方式进行了试验研究。

用单根胀钉焊接和铜排焊接方式各制作10根试验样品,样品长2 m,轨道类型:60/U71Mn 轨。焊接样品严格按各自的连接工艺进行操作施工。

在制作栓接样品时,经过有限元计算分析^[6],由图3所示的应力分布图可知,在钢轨中心轴线下10~12.5 mm附近为最合理的钻孔位置,钢轨不会发生疲劳破坏,并严格按照工艺制作10根样品。

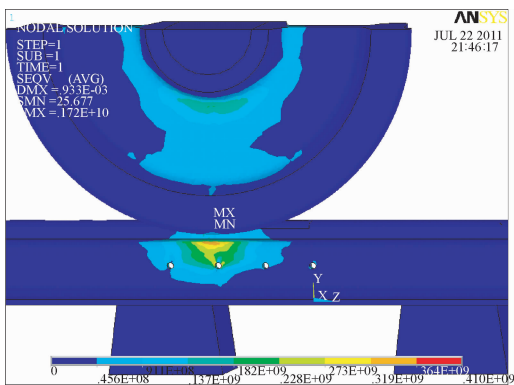


图3 钢轨应力分布

3.2 样品试验

将样品送到中国铁道科学研究院实验室,利用TE-200高精度回路电阻测试仪、短路热循环试验台、8PMW-500电液式疲劳实验系统,落实试验机等设备,分别从过渡电阻、载流温升、钢轨疲劳、钢轨伤损等方面进行试验,结果如下。

1) 单根放热焊接方式:过渡电阻为3~5 $\mu\Omega$,载流温升为6~10 K,短路温升0.3~0.6 K,但有一个样本的短路温升达1.14 K^[7];钢轨预热产生少量贝氏体,落锤2次未产生断裂,200万次疲劳实验未断裂。

2) 铜排放热焊接方式:过渡电阻为3~5 $\mu\Omega$,载流温升为22~24 K,短路温升0.07~0.1 K^[8];同样,钢轨预热产生少量贝氏体,落锤2次未产生断裂,200万次疲劳实验未断裂。

3) 胀钉栓接方式:过渡电阻为5~8 $\mu\Omega$,载流温升为6~10 K,短路温升0.2~0.5 K^[9];落锤2次未产生断裂,200万次疲劳实验未断裂。振动及盐雾试验后过

渡电阻基本无变化^[10]。

4) 鱼尾板栓接方式:过渡电阻为0.7~12 $\mu\Omega$,载流温升为26~30 K,短路温升0.03~0.36 K^[11];落锤2次未产生断裂,200万次疲劳实验未断裂。振动过渡电阻基本无变,盐雾试验后过渡电阻为5~16 $\mu\Omega$ ^[12]。

3.3 试验数据分析

通过以上数据分析可以看出,除单根放热焊接短路电流温升略高外,各种连接方式的试验指标均能满足规范要求;焊接法中产生的少量贝氏体不会产生裂纹,且经过疲劳和落锤试验未发生断裂。总之,只要严格控制施工操作工艺,各种连接方式均不会对钢轨产生危及安全的损伤,可以满足工程技术要求。

4 工程实践

综合考虑工期、气候、成本等因素,针对北京地铁15号线,将焊接方式用于温度变化不大的地下区间,胀钉法连接方式用于轨温变化较大的高架区间。由于工艺选择合适,操作控制得当,各连接处均满足规范要求,得到用户好评,消除了安全隐患,取得了较好的社会效益。

5 工程应用建议

若采用焊接工艺,尽可能避免在冬季施工。为控制放热焊后的冷却温度,应采用配套的预热和保温措施,使其输入的热量能足以控制热焊后钢轨的冷却速度,并有足够的保温时间,该种工艺适用于温度变化不大的地下区间。

采用栓接工艺时,应严格控制成孔的位置和质量,防止应力集中现象的发生。对该种工艺各方面的性能检测综合结果较好^[13],量可控并容易实现,但成本较高,该种工艺适用于温度变化较大的高架区间。

总之,供电均回流电缆的连接不论采用何种方式,在满足供电要求的同时,一定要严格遵守操作规程,确保不对钢轨产生伤损。

参考文献

- [1] 邓玉斌. 浅析地铁回流铜排与钢轨的连接[J]. 电气铁道, 2010(5): 49~50.
- [2] 于小军, 梦占刚, 陈庆虎. 回流铜板与钢轨的螺栓连接方式[J]. 现代城市轨道交通, 2007(1): 32~33.
- [3] 姚伟伟, 员鸿涛, 丁韦, 等. 地铁电缆与钢轨快速铜热焊接方法的分析研究[J]. 城市轨道交通研究, 2006, 9

(10):51-53.

[4] 周镇国,陈朝阳,张银花,等.城轨供电回流导体与钢轨焊接引发钢轨脆断的警示[J].现代城市轨道交通,2006(2):38-40.

[5] 周镇国,陈朝阳.城轨供电回流导体的连接及其对钢轨伤损剖析[J].现代城市轨道交通,2006(1):39-41.

[6] 西安交通大学.铁路分析报告:有限元法[R].西安,2011.

[7] 马远征,邢彤.单根电缆焊接检验数据[R].北京:铁道部产品质量监督检验中心接触网零部件检验站,2012.

[8] 马远征,邢彤.铜排焊接检验数据[R].北京:铁道部产品质量监督检验中心接触网零部件检验站,2012.

[9] 马远征,邢彤.单根电缆胀钉连接检验数据[R].北京:铁道部产品质量监督检验中心接触网零部件检验站,2012.

[10] 胡智博.单根电缆栓接方式钢轨检验报告[R].北京:铁道部产品质量监督检验中心金属化学检验站,2012.

[11] 马远征,邢彤.单根电缆胀钉连接检验数据[R].北京:铁道部产品质量监督检验中心接触网零部件检验站,2012.

[12] 胡智博.铜排栓接方式钢轨检验报告[R].北京:铁道部产品质量监督检验中心金属化学检验站,2012.

[13] 中铁电气化局集团有限公司.城市轨道交通供电系统均回流电缆连接方式科研总结报告[R].北京,2011:77-78.

(编辑:曹雪明)

Connection of Even Backflow Electric Cables on Tracks

Zhao Jinghua Yu Le Sun Yanhuan

(Beijing Dongzhimen Airport Express Railway Co., Ltd., Beijing 100005)

Abstract: In view of the existing problems in the connection of power supply rail and backflow electric cables, finite element simulation analysis and tests were carried out for the mechanical and electrical properties at the junction points of the sample track manufactured by different connection crafts. Test result data were systematically analyzed to determine the reasonable connection craft to eliminate metro operation hidden risks.

Key words: rail transit; track; back - flow cable; exothermic welding; expanding bolting; crystalline phase analysis; finite element analysis

(上接第52页)

prioritisation of congestion relief[J]. Transportation Engineering and Control,1991,32(2):78-80.

[8] Cheung C Y, William W H K. Pedestrian route choices between escalator and stairway in MTR stations[J]. Journal of Transportation Engineering,1998,124(3):277-285.

[9] Ye Jianhong, Chen Xiaohong, Yang Chao. Walking behavior and pedestrian flow characteristics for different types of walking facilities[J]. Transportation Research Record,2008(2048):43-51.

[10] 王树盛,黄卫,陆振波.路阻函数关系式推导及其拟合分析研究[J].公路交通科技,2006,23(4):108-110.

[11] 张晓军,张宁,陈晖.城市轨道交通行人通道路阻函数拟合[J].城市轨道交通研究,2011,14(1):33-37.

(编辑:曹雪明)

Applying Passenger BPR Function to Assess the Operational Status of AFC Facilities in Subway Stations

Shao Yuanzhong¹ Shao Weiye² Zhang Ning² Xu Wen³

(1. Wuxi Rail Transit Development Co., Ltd., Wuxi 214131;

2. ITS Engineering Research Center, Ministry of Education, Southeast University, Nanjing 210096;

3. Beijin Urban Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100037)

Abstract: AFC facilities in a subway station are considered the passenger flow and evacuation bottleneck of an entire station and its operating conditions govern the operation conditions of the subway lines and even the whole line network. Authors of the paper transplanted BPR function into subway station pedestrian flow with linear improvements, acquired passenger flow statistics of AFC facilities for different types of subway stations through actual investigation, and analyzed the acquired data by using statistics software. Results showed that types of stations, number of devices and equipment layout affect the operational status of AFC equipment obviously. Relevant research and analysis provide a basis for the evaluation of operating conditions of AFC facilities in subway stations.

Key words: urban rail transit; subway station; AFC facilities; passenger BPR function; BPR