

文章编号: 1674—8247(2019)06—0049—05
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.06.010

高速铁路区间轨道电路“红光带”故障处置方法与研究

马建忠

(中国铁路西安局集团有限公司, 宝鸡 721000)

摘 要:目前,高速铁路大量采用 ZPW-2000K 型无绝缘移频轨道电路制式,受维护质量、外部环境、器材特性等因素影响必然存在区间轨道电路“红光带”故障。轨道电路“红光带”故障对列车正常运输秩序干扰极大,且造成“红光带”故障的因素复杂,故障应急处置难度较大。本文针对这一问题进行分析探讨,充分运用信号集中监测调看结合网孔回路法综合分析,提出了应急处置分析方法,可为类似工程提供借鉴。

关键词:高速铁路; ZPW-2000K; 红光带; 故障

中图分类号:U284.23⁺8 **文献标志码:**A

Research and Treatment Method of "Red Light Band" Fault in Section Track Circuit of High Speed Railway

MA Jianzhong

(China Railway Xi'an Group Co., Ltd., Baoji 721000, China)

Abstract: At present, ZPW-2000k non-insulated frequency shift track circuit system is widely used in high-speed railway. Affected by maintenance quality, external environment, equipment characteristics and other factors, it is inevitable that the "red light band" fault occurs in the section track circuit. The "red light band" fault of track circuit has great interference to the normal transportation order of the train, and the factors causing the "red light band" fault are complex, so it is difficult to deal with the fault emergently. Combined with the mesh loop method, this paper analyzes and discusses this problem by making full use of centralized signal monitoring and observation, and puts forward the emergency disposal analysis method, which can provide reference for similar projects.

Key words: high-speed railway; ZPW-2000K; red light band; fault

信号系统是控制高速列车运行的重要设备,反应列车运行位置和指示列车运行速度的轨道电路设备是其重要组成部分。由于高速铁路列车运行速度高,冲击力大,运用环境受温度、气候变化影响大,加之多数区间轨道电路分布于桥隧地段,不易到达,发生“红光带”障后,故障处置延时长,对列车正常运输秩序影响极大。本文以高速铁路采用区间 ZPW-2000K 型无绝缘移频轨道电路的“红光带”处置案例出发,对高速铁

路区间轨道电路故障处置方法和应急管理进行分析。

1 高速铁路区间轨道电路红光带故障案例

1.1 案例 1:空抗流内部半短路导致红光带

(1) 故障现象:12224AG、12224BG 轨道电路红光带。

(2) 监测分析:故障时 12224AG 送端电缆侧电压

收稿日期:2019-06-17

作者简介:马建忠(1984-),男,工程师。

引文格式:马建忠. 高速铁路区间轨道电路“红光带”故障处置方法与研究[J]. 高速铁路技术,2019,10(6):49-53.

MA Jianzhong. Research and Treatment Method of "Red Light Band" Fault in Section Track Circuit of High Speed Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(6): 49-53.

由142 V下降至140 V,功出电流小幅升高,接收入口主轨电压由正常值312 mV下降至126 mV,12224AG受端电缆侧主轨电压由3.3 V下降至1.3 V,受端设备侧主轨电压由1 570 mV下降至627 mV,12224AG小轨电压无明显变化,12224AG前方区段12206BG小轨接收入口小轨电压由正常值164mV下降至127 mV。

(3)原因分析:经监测回放数据,结合ZPW-2000K区间轨道电路原理特性综合分析,由于送端电缆侧电压小幅下降,功出电流小幅升高,说明室内发送器至送端电缆侧设备正常,后续存在短路现象,进一步根据受端电缆侧主轨电压由3.3 V下降至1.3 V说明故障在室外,结合12224AG小轨电压无明显变化,12224AG前方区段12206BG小轨接收入口小轨电压由正常值164 mV下降至127 mV,说明故障在室外靠近12224AG发送端。

(4)故障处置:现场测试12224AG送端轨面电压2.6 V,明显降低,初步判断送端调谐匹配单元不良,更换后故障未恢复,对通道内的相关电容和12224AG区段内距发送端300 m处空抗流进行测试检查,对该空抗流进行敲击震动时12224AG电压曲线出现波动,甩开空抗流二次端后12224AG红光带消失,电压恢复;利用天窗对该故障进行复原试验,确认12224AG区段空抗流内部线圈存在半短路现象,导致12224AG轨道电路红光带。

1.2 案例2:钢轨通道短路导致红光带

(1)故障现象:12126G轨道电路红光带。

(2)监测分析:故障时12126BG受端主轨电压由439 mV下降到31 mV,轨道电路出现红光带,12126BG功出电压、功出电流均正常,基本无变化。

(3)原因分析:经监测回放数据,结合ZPW-2000K区间轨道电路原理特性综合分析,由于功出电压、功出电流均正常,说明室内发送器至送端电缆侧设备正常,进一步根据受端主轨电压由439 mV下降到31 mV,初步判断故障在室外发送端至室内接受端电缆模拟网络。

(4)故障处置:室内测试12126BG发送端模拟网络盘设备侧电压140 V,电缆侧电压70 V,发送端电压正常,测试接收端模拟网络盘电缆侧0 V、设备侧1.1 V,测试12126BG送端轨面电压2.8 V,测试受端轨面电压0.17 V,引入线电流0.12 A,受端调谐单元内V1、V2电压0.17 V;由发送端向接收端测试检查钢轨通道,当测试到受端侧C1电容时,发现电容前后钢轨电流明显变化,由338 mA降至38 mA;测试C1电容量708 uf(标准25 uf),甩下C1电容,12126BG受端

主轨电压升高至290 mv,红光带消失;更换C1电容后12126BG受端主轨电压恢复至正常值441 mv,确认C1电容内部短路,导致12126BG轨道电路红光带。

1.3 案例3:发送器工作不稳定导致轨道电路闪红光带

(1)故障现象:12238G轨道电路闪红光带。

(2)监测分析:故障前12238BG接收入口主轨电压333 mV,功出电压152 V,功出电流301 mA;闪红光带时12238BG接收入口主轨电压下降至159 mV,功出电压下降至76 V,功出电流下降至217 mA;红光带自动消失后12238BG接收入口主轨电压恢复正常。

(3)原因分析:经监测回放数据,结合ZPW-2000K区间轨道电路原理特性综合分析,由于功出电压由152 V下降至76 V,功出电流由301 mA下降至217 mA,初步判断室内发送器工作性能不稳定导致故障,不能实现自动切换。

(4)故障处置:初步分析故障点为室内发送器不良导致发送功出电压突变,对12238BG主发送器进行倒换时,12238BG区段再次出现红光带,对各部配线进行检查未发现异常,对主发送器进行更换后,进行切换试验,无闪红现象,功出电压平稳。确认故障原因为12238BG主发送器不良,该发送器工作不稳定不能实现故障切换备用发送器,造成轨道电路闪红光带。

1.4 案例4:衰耗盘不良导致轨道电路红光带

(1)故障现象:10326G轨道电路闪红光带。

(2)监测分析:10326G电压曲线10时49分50秒接收入口主轨电压由正常值321 mv下降至303 mv(未出现红光带),10时56分27秒至10时59分18秒10326G接收入口主轨电压降至167 mv,10326G出现红光带,10时59分18秒后红光带自动消失,接收入口主轨电压恢复至正常值321 mv;故障时10326G受端设备侧主轨电压均正常,排除室外设备故障。

(3)原因分析:经监测回放数据,结合ZPW-2000K区间轨道电路原理特性综合分析,由于故障时10326G受端设备侧主轨电压均正常,说明室内发送端至室内接收端电缆模拟网络段设备正常,排除室外设备故障;进一步结合故障时接收入口主轨电压由正常值321 mv下降至303 mv,说明经衰耗盘调整后电压异常,初步判断室内衰耗盘故障。

(4)故障处置:根据分析对衰耗盘进行更换,更换后10326G接收入口主轨电压恢复正常,观察10326G轨道电路电压平稳后恢复设备正常使用,故障复原试验确认衰耗盘故障。

2 故障分析及处置方法

目前高速铁路区间轨道电路多数设分割区段,同一分区多个分割区段红光带时应先检查前方分割区段;设计大部分小轨未纳入联锁,故无论发送端还是接收端设备故障均只导致一个区段红光带,通过调看监测结合相邻区段小轨道电压和故障区段不同监测点电压、电流变化,将 ZPW-2000K 轨道区段分为 5 个网孔回路进行分析,可以相对准确的定位故障范围。

2.1 充分运用监测区分室内外

高速铁路区间轨道电路发生红光带故障后,一方面安排驻站联络员停用设备,做好上道准备,另一方面要立即调看监测综合分析,初步区分室内外故障,提出应急处置方案。

(1) 监测调看区间轨道电路接收入口主轨电压,若接收入口主轨电压故障前后无变化或略高于正常值,则判定故障在室内。

(2) 若接收入口主轨电压降低,则进一步调看受端设备侧主轨电压,若受端设备侧主轨电压故障前后无变化或略高于正常值,则判定故障在室内。

(3) 若受端设备侧主轨电压降低,则进一步调看受端电缆侧主轨电压,若受端电缆侧主轨电压正常故障前后无变化或略高于正常值,则判定故障在室内。

(4) 若受端电缆侧主轨电压降低,则进一步调看送端电缆侧电压,若送端电缆侧电压为 0 V 或者明显降低,则判定故障在室内。

(5) 若送端电缆侧主轨电压故障前后无变化或略高于正常值,则故障点为送端电缆后级部分(包含通道电缆向室外接收端设备)。

(6) 若功出电压为 0 V,功出电流为 0 MA,或者同时明显降低,则故障在室内,且在室内发送端。

通过监测分析初步判断分析,若一时确认不彻底时,可通过在区间综合柜上甩开发送端、接收端电缆的方法进一步测试电压判断区分室内外。

2.2 室内故障分析及处置方法

(1) 若接收入口主轨电压故障前后无变化或略高于正常值,则测试衰耗盘 G、GH 电压是否正常,若正常则检查衰耗盘至 GJ 继电器及相关配线,测试 GJ 继电器线圈电压,判断处置。若 G、GH 电压无 24 V 或者小于 24 V 均不能保证 GJ 可靠吸起,则检查衰耗盘及底座。

(2) 若接收入口主轨电压降低,且受端设备侧主轨电压故障前后无变化或略高于正常值,则重点检查受端电缆模拟网络至接收器、衰耗盘及相关配线、FQJ

继电器第 3 组、第 4 组落下接点是否接通,测试接点压降,对比逐一排查。(接收器为成对双机并联,单个区段红光带一般不考虑该器材故障)。

(3) 若受端设备侧主轨电压降低且受端电缆侧主轨电压故障前后无变化或略高于正常值,则重点检查受端电缆模拟网络及相关配线(必要时更换器材予以排除处置)。

(4) 若受端电缆侧主轨电压降低且送端电缆侧电压为 0 V 或者明显降低,则故障为室内发送端,重点检查送端电缆模拟网络至发送器相关设备及配线。通过在室内测试电缆模拟网络设备侧、电缆测电压对比,判断电缆模拟网络是否正常,若电缆模拟网络设备侧无电压或者明显降低,则重点检查 FQJ 第 1 组、第 2 组落下接点是否接通,测试接点压降,对比逐一排查。

(5) 若功出电压为 0 V,功出电流为 0 MA,或者同时明显降低,则重点检查发送器配线、24 V 电源底座,检查发送器是否工作,根据发送器工作条件逐一排查。

2.3 室外故障分析及处置方法

若受端电缆侧主轨电压降低且发送功出电压基本正常,则需在室内测试发送端、接收端分线盘电缆电压、电流,对比分析排查发送端、接收端电缆模拟网络电缆侧至分线盘电缆(实际运用中该段电缆在室内运用环境好,故障率低,易于判断,这里就不再赘述)。初步确定室外设备故障后,进一步调看分析功出电流、送端电缆侧电流这两个电流指标,分析确定故障范围。监测调看运行前方区段的小轨电压是否正常,若正常,则判定发送端从室内到室外轨面正常,故障在发送端轨面至接受端;若不正常,则故障在室内到室外靠近送端轨面间故障。

(1) 室内至室外发送端故障查找方法:室外测试发送端 E1、E2 电压判断送端电缆是否正常。若电压正常或高于正常值,则送端电缆良好,若无电压或电压降低,甩开 E1、E2 电缆芯线,测试电缆电压,若仍然无电压或电压很低,则发送电缆故障,和室内配合通过测试环阻、线间绝缘、对地绝缘对电缆故障点进行判断确认,确认电缆故障时,先倒用贯通芯线恢复设备,再查找电缆故障点。

(2) 送端 E1、E2 至轨面间故障查找方法:测试送端 V1、V2 电压、调谐单元电压、轨面电压判断查找 E1、E2 至轨面间器材和各部连接端子是否正常。

(3) 主轨通道故障查找方法:从送端至受端进行查找。通过测试调谐线电流和轨面电压的方法,判断是开路故障还是短路故障。若电压下降电流增大则为短路故障,电流法查找,用移频表或轨道电路故障测试

仪由送端至受端测试钢轨通道电流进行判断查找,电流明显变化点即为故障点;若电压升高,电流变小或无电流则为开路故障,电压法查找,当电压明显变化地点即为开路点(重点是补偿电容前后及空抗流前后)。

(4)室外接收端轨面到接收端分线盘间故障查找方法:测试接收端 E1、E2 电压,若电压正常或高于正常值,则 E1、E2 至轨面间良好,故障在 E1、E2 至室内间;若无电压或电压降低,甩开 E1、E2 电缆芯线,测试 E1、E2 电压,若仍然无电压或电压很低,则 E1、E2 至轨面间故障,需通过测试轨面电压、调谐单元电压、V1、V2 电压判断查找轨面至 E1、E2 间器材和各部连接端子是否正常。

(5)接收端 E1、E2 至室内间故障查找方法:室内测试接收端分线盘电压判断接收端电缆,若电压正常或高于正常值,则接收端电缆良好,若无电压或电压降低,甩开分线盘接收端电缆芯线(小轨纳入联锁区段需先登记停运前方轨道区段),测试电缆电压,若仍然无电压或电压很低,则接收电缆故障,通过测试电缆环阻、线间绝缘、对地绝缘对电缆故障点进行判断确认,确认电缆故障时,先倒用贯通芯线恢复设备再查找电缆故障点。

3 故障分应急处置关键

(1)目前现场均配有移频表,可通过在不同点测试电压和电流的方法区分故障点,由于现场应急处置人员素质、心理压力等因素,室内甩线处置故障易甩错线或者用途不清导致故障扩大范围引发作业事故的风险极高,一般不建议甩线区分;充分运用电压电流测试对比可区分室内外故障。准确的区分室内外故障对区间轨道电路故障处置意义重大,因此要充分运用监测综合分析,做到有的放矢的处置。

(2)在室内故障处置时,应充分运用移频表测试送受端电缆模拟网络电压、电流,FQJ 接点前后电压对比分析,确定故障点,减少甩线,结合测试分析,运用排除法、对比法分析处置^[8]。

(3)确定故障点在室内时,在组织处置的同时应及时在运统-46(行车设备检查登记簿)注明,故障为电务设备造成,排除其他原因,减少工务部门上道检查,往往能有效压缩故障延时,提高处置效率。

4 高速铁路区间轨道电路应急重点

4.1 夯实基础信息

按照分割区段建立区间轨道电路 FS、JS 公里标,根据监测分析运用动车组精准送达应急处置人员;区

间应急备用器材分不同频率装入专用工具箱(调谐匹配单元、空心线圈、补偿电容、长短钢轨引入线各 1 根,7×0.52 应急阻燃线 1 盘),区间抢修专用工具包(含仪表)便于携带,只要发生故障,可立即携带备品工具登乘动车组赶赴故障点予以处置。

4.2 运用监测精准分析

区间轨道电路距离站内远,不易达到,要充分运用监测分析初步判断区分室内外故障,进而确定故障点在 AG、BG、CG 哪个分割区段,靠近发送端还是接收端,便于动车组精准送达应急人员,充分结合日常测试数据和故障模拟数据参考表对比分析,压缩故障范围。

4.3 采用动车组添乘,快速处置压延时

根据对故障区段位置合理研判,距站内较远且公路不易到达点应及时申请登程动车组,高速铁路区间轨道电路一般设置于桥隧地段,汽车不易到达,且处置完毕恢复后人员撤离封闭网时间过长,往往增加故障延时,故要充分研判强化沟通,充分运用动车组添乘方式处置延时。

4.4 严守底线卡关键

对于无法排除室外设备故障的可能性,要坚守底线思维,严防盲目登记与工务无关,严守安全底线,上道进入区间封闭网前必须确认本线封锁及邻线限速,人员撤出封闭网方可开通(或者处置完毕已登乘动车组准备返回),同时应急处置完毕,对涉及的更换器材必须确认器材安装紧固可靠,材料及工具清点,严防器材安装不牢固、螺丝不紧固或者线路上遗留材料工具造成刮碰动车组引发事故。

5 结束语

高速铁路区间轨道电路作为重要行车设备须强化日常信息维护,健全完善基础数据和故障模型及参考对比值,充分运用网孔回路分析法并结合信号集中监测设备对各监测点电压电流综合分析、判断测试,减少非必须的甩线判断,综合运用设备替代法、排除法等精准处置压延时,利用天窗时段故障复原再现法进一步切实查明原因,往往能达到事半功倍的效果。

参考文献:

- [1] 李文海. ZPW-2000A 移频自动闭塞系统原理、维护和故障处理[M]. 北京:中国铁道出版社,2010.
Li Wenhai. Principle, Maintenance and Fault Treatment of ZPW-2000A Frequency Shift Automatic Block System[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2010.
- [2] 刘琰琼. ZPW-2000A 轨道电路智能故障诊断算法应用研究[J]. 铁路通信信号工程技术, 2014, 11(1): 29-32.

LIU Yanqiong. Research on Application of Intelligent Fault Diagnosis Algorithm of ZPW-2000A Track Circuit [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2014, 11(1): 29-32.

[3] 李冠楠, 燕翔. 简谈客专 ZPW-2000A 轨道电路故障诊断技术的发展[J]. 铁路通信信号工程技术, 2016, 13(2): 93-96.

LI Guannan, YAN Xiang. Development of Fault Diagnosis Technology for ZP-2000A Track Circuit [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2016, 13(2): 93-96.

[4] 公续刚. 客专 ZPW-2000A 移频信号传输仿真与故障诊断研究 [D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2015.

GONG Xugang. Research on Frequency Shift Signal Transmission Simulation and Fault Diagnosis for Passenger Dedicated Line ZPW-2000A [D]. Beijing: China Academy of Railway Sciences, 2015.

[5] 王婷. ZPW-2000A 无绝缘轨道电路故障预测研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2015.

WANG Ting. Research on Fault Prediction for ZPW-2000A Railway Jointless Track Circuits [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2015.

[6] 韦凤结, 韦玉梅. 运用监测系统分析处理客专 ZPW-2000A 轨道电路故障[J]. 铁路通信信号工程技术, 2015, 12(2): 73-75.

WEI Fengjie, WEI Yumei. Troubleshooting of ZPW-2000A Track Circuit by Monitoring System [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2015, 12(2): 73-75.

[7] 王秋实. ZPW-2000A 型无绝缘移频轨道电路智能故障诊断方法研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2017.

WANG Qiushi. Research on Intelligent Fault Diagnosis for ZPW-2000A Track Circuits [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2017.

[8] 马建忠. 浅谈快速处理 ZPW-2000A 自闭区段电码化故障[J]. 高速铁路技术, 2017, 8(3): 20-23.

MA Jianzhong. Discussion on Processing Coding Faults Occurring in ZPW-2000A Automatic Block Section [J]. High Speed Railway Technology, 2017, 8(3): 20-23.

(编辑: 车晓娟 张红英)

(上接第 34 页)

[16] 胡明军, 刘光华, 黄霞. 剩余下滑力曲线在滑坡治理设计中的应用[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2011, 30(S1): 587-589.

HU Mingjun, LIU Guanghua, HUANG Xia. Application of Residual Pushing Force Curve in Landslide Treatment Design [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science), 2011, 30(S1): 587-589.

[17] 郑颖人, 雷文杰, 赵尚毅, 等. 抗滑桩设计中的两个问题[J]. 公路交通科技, 2005, 22(S1): 45-51.

ZHENG Yingren, LEI Wenjie, ZHAO Shangyi, et al. Two Problems in Design Methods of Anti-slide Piles [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22(S1): 45-51.

[18] 杨波, 郑颖人, 赵尚毅, 等. 双排抗滑桩在三种典型滑坡的计算与受力规律分析[J]. 岩土力学, 2010, 31(S1): 237-244.

YANG Bo, ZHENG Yingren, ZHAO Shangyi, et al. Two-row Anti-slide Piles in Three Kinds of Typical Landslide Computations and Stress Rule Analysis [J]. Rock and Soil Mechanics, 2010, 31(S1): 237-244.

[19] 唐芬, 郑颖人, 杨波. 双排抗滑桩的推力分担及优化设计[J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29(S1): 3162-3168.

TANG Fen, ZHENG Yingren, YANG Bo. Thrust to Share and Optimization Design for Two-row Anti-slide Piles [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2010, 29(S1): 3162-3168.

[20] 范志强, 唐辉明, 汪丁建, 等. 考虑土体应变软化特性的滑坡抗滑桩设计推力研究[J]. 岩土力学, 2016, 37(S2): 665-672.

FAN Zhiqiang, TANG Huiming, WANG Dingjian, et al. A Method for Designed Thrust of Anti-slide Pile Considering Strain Softening Properties of Soil [J]. Rock and Soil Mechanics, 2016, 37(S2): 665-672.

[21] SKEMPTON A W. Residual Strength of Clays in Landslides, Folded Strata and the Laboratory [J]. Géotechnique, 1985, 35(1): 3-18.

(编辑: 赵立红 白雪)