

ZPW-2000 轨道电路 50HZ 工频干扰的分析及整治方案

段丹龙

通号工程局集团有限公司北京分公司 北京 100071

摘要: 高速铁路在近年来的联调联试过程中, 牵引电流产生的 50HZ 工频干扰, 易对轨道电路移频信号传输造成影响。现结合现场处理经验, 就 50HZ 干扰产生的原因及整治方案进行分析。

关键词: 50HZ 工频干扰的产生; 处理方法

1. 概述

ZPW-2000 轨道电路作为高速铁路列车运行控制系统中的重要组成部分, 是列车高速安全运行的保障。然而, 在近年来的联调联试过程中, 牵引电流产生的 50HZ 工频干扰对轨道电路移频信号产生很大的干扰, 若不在联调联试期间处理掉, 后期开通运营将严重影响列车运行安全。由于 50HZ 工频干扰产生的原因较多, 且只能在动检车测试过程中才能发现, 一时难以快速解决, 对现场人员处理增加了难度。为此, 本文结合以往处理经验进行了总结, 梳理了几种处理方法, 为现场人员处理提供参考帮助。

2. 50HZ 工频干扰的产生

交流电力牵引区段接触网电压、电流及回流(钢轨回流、大地回流、架空线回流)在其周围空间产生连续分布的交变电磁场, 由于 ZPW-2000A 轨道电路用钢轨作为电流传输通道, 在设计、施工等多种因素下, 引起牵引电流回流不畅导致信号传输线路产生磁影响, 牵引电流回流对信号传输线路和其他信号设备产生的干扰影响。

下面以湖杭铁路在联调联试期间德清合杭场 205DG 为例: 根据态检测数据综合分析图上, 可以发现 205DG 存在 400mv 左右的 50HZ 工频干扰值。正常范围值在 200mv 以下, 超出范围值就会对轨道电路移频信号传输造成影响。见下图:



图 2-1 德清 205DG 50HZ 工频干扰产生图

现场利用施工天窗进行逐一排查, 对牵引回流径路上扼流变压器连接线及箱盒内外螺丝进行紧固, 未发现松动隐患; 对牵引回流径路上相关设备的引入线进行全面检查, 未发现松脱; 继续检查测量过程中发现 205#道岔岔心跳线缺少, 在道岔跳线进行补装处理后并对道岔跳线塞钉进行锤实紧固后, 50Hz 干扰消除, 问题得到解决。如下图:



图 2-2 德清 50HZ 工频干扰处理后示意图

根据以上处理过程及经验进行了归纳总结, 梳理了几种处理方法, 为后续类似问题的处理提供参考帮助。

3. 50HZ 工频干扰源及处理方法

通常情况下, 50HZ 工频干扰要注重查找回流设备和吸上线等影响, 如: 道岔跳线设置不完整、或设备等阻线、道岔跳线接触不良、回流线设置不合理、扼流变压器不平衡度超标等。

1) 道岔跳线设置不完整

50HZ 工频干扰多数发生在车站道岔区段, 由于提速道岔心轨部分为可动式结构, 在可动心轨的尖端存在电气切断点, 需要借助外部跳线连通, 现场道岔跳线设置不完整将可能造成牵引电流不平衡, 产生干扰。

例如: 道岔心轨的尖端不连通, 同时心轨侧走行轨存在切断点, 也存在心轨侧走行轨无电流, 从而存在钢轨牵引电流不平衡的情况。如下图:

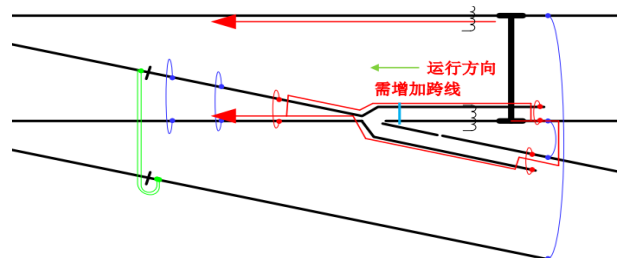


图 3-1 道岔跳线设置不完整导致牵引电流失衡图

由于现场尚未安装完毕断心轨的跳线, 因此会出现上述干扰情况, 在翼轨与心轨间跳线安装后应能够大幅度改善(或解决)该问题, 短心轨跳线连接后的电流分布情况。如下图:

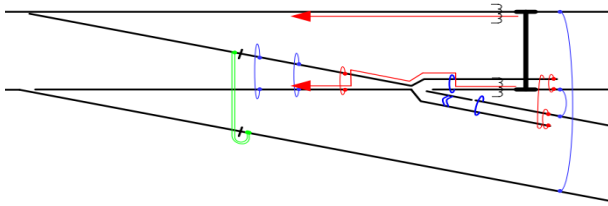


图 3-2 翼轨与心轨间跳线安装后电流分布图

2) 扼流变压器不平衡度超标

客专轨道电路普遍采用扼流适配变压器,可以有效减少牵引回流干扰,增强设备抗磁化能力。扼流变压器通过改变铁芯间隙的方式,可以增加扼流变压器通过的饱和电流峰值。铁芯保持磁饱和状态。从而使不平衡电流在电路实现消耗,可以有效的改善电信传输信号及相关的匹配功能,提高信干比。额定电流与电压合适的扼流适配变压器,其不平衡系数应不高于 0.5%;且经过频率为 50Hz 的电流磁化后,其抗阻不低于 17Ω。

在联调联试期间。由于动检车在运行提速或运行速度高的情况下,有概率造成扼流变压器不平衡度高于 0.5%,两条钢轨间的牵引电流不能很好的平衡,从而产生 50HZ 工频干扰。现场在处理 50HZ 工频干扰的过程中,可参考动态检测数据综合分析图查找干扰源的大概位置,使用选频表测试干扰区段的送受端扼流变压器不平衡度,进行简单的测量,算出不平衡度进行对比,若不平衡度过高及时进行处理。不平衡度的计算方法:用选频表测试对应信号频率下 U13、U23 的电压,计算不平衡度,即:不平衡度= $\frac{|U13-U23|}{(U13+U23)} \times 100\%$;

经过计算的出的结果,若不平衡度接近或高于 0.5%,通过调整铁芯间隙方式,或更换扼流变压器的方式进行处理。

3) 设备引接线、道岔跳线塞钉松动

设备引接线与钢轨连接松动或塞钉头锈蚀,易造成接触电阻增大,引起两条钢轨牵引电流不平衡。现场除了排查牢固程度外,还

要使用选频表进行塞钉压降测试,正常情况下塞钉压降为 0mv,若塞钉压降值高,可检查塞钉与钢轨的接触深度或更换引接线、跳线。

4) 扼流变压器输出端子绝缘不良

检查扼流变压器输出端子处绝缘片:若绝缘片破损,造成线圈与箱体接地,两线圈之间电流不平衡,不能相互抵消,从而在扼流变压器信号线圈侧感应出 50HZ 电压,影响信号设备使用。

5) 钢轨绝缘不良,及对地电压及电阻不平衡

钢轨既是牵引回流的传输通道,又是轨道电路信号的传输通道,部分轨道电路信号设备会影响牵引电流的回流。钢轨(特别是辙岔部位)与道床、转辙、密检、融雪等设备间绝缘情况,以及有砟站场的道砟清洁度、道砟阻抗都是造成工频干扰的因素。

应使用 M14 机械表逐一排查转辙机、密检器杆件等与钢轨的绝缘是否良好,正常绝缘电阻应大于 20 欧姆。若绝缘不良或轨枕绝缘垫片缺失,应进行更换。

6) 回流设置不合理

在牵引回流闭环径路内,若两条钢轨上钢轨阻抗、引接线阻抗、扼流变压器或空芯线圈阻抗相等,则牵引电流从钢轨上流入后,方向和大小都相同,电流平衡状态下不会对移频信号产生影响。

若存在影响回流畅通的隐患,或回流设置不合理,使牵引回流在两条钢轨上产生不平衡电流,便会在两条钢轨上形成电位差,这个差值就是干扰源。

因此横向连接和吸上线的设置位置应符合规定,现场应做好与电气化专业的沟通、核实和现场核查,保证牵引电流回流畅通。

7) 综合接地排查

排查道床板接地是否松动,贯通地线是否可靠连接,使用接地测试仪进行测量,判断接地电阻是否满足要求。

以上的几种处理方法在排查的过程中,做好相关排查记录,详情见下表:

XX 铁路各站 50HZ 干扰排查表

站名	50HZ 轨道干扰值 (mv)		JS 端扼流变压器						道岔跳线、分支并联络线 (填写最大值)			FS 端扼流变压器							
	区段	正向	反向	JS 轨面电压 (v)	设备线阻抗 (Ω)	左线圈电压 (v)	右线圈电压 (v)	不平衡度%	钢轨对地电压 (v) (分段测量)		塞钉压降标准值不大于 2mv			FS 轨面电压 (v)	设备线阻抗 (Ω)	左线圈电压 (v)	右线圈电压 (v)	不平衡度%	
									左侧对地	右侧对地	钢轨部件是否完整	安装是否牢固	塞钉压降 (V)						测试位置
XX 站	2DC	/	385mv	1.611	长 37.1/短 40.8	0.848	0.849	-0.06	0.850/8.4	8.851/8.40	是	是	0.0001	全部	1.613	短 36.4/长 38.5	8.37	8.38	-0.06
	6DC	275mv	/	1.678	长 23.3/短 25.1	8.338	8.4	-0.37	8.41/0.806	8.835/0.801	是	是	0.0000	全部	1.679	短 25.2/长 25.8	0.806	0.801	0.31

4. 总结

当 50HZ 工频干扰值较大,且不能恢复至标准值以下时,严重的可能影响轨道电路的正常工作,产生红光带,影响列车运行和运输效率。通过以上对 50HZ 工频干扰的现场处理过程的分析处理,基本解决了常见的 50HZ 工频干扰问题。以后可能还会遇到新的问题,希望我们能够不断的学习、总结,共同为高铁稳定、安全运行做出自己的努力和贡献。

参考文献:

[1]王民湘. 对一起电化干扰引发疑难信号故障的分析与处理[J]. 铁道通信信号, 2006 (6): 22 - 23.
 [2]孟琳, 魏涛. 客专轨道电路扼流变压器常见故障分析与维护建议[J]. 铁路通信信号工程技术, 2021, 18 (03): 95-100.
 [3]司静. 50 Hz 牵引回流干扰问题的研究与分析[J]. 铁路通信信号工程技术, 2021, 18 (02): 93-98.
 [4]刘嘉. 浅析 ZPW-2000A 轨道电路区段工频干扰[J]. 科技创新与应用, 2015 (16): 59.