

简述利用信号集中监测系统分析 ZPW2000A 轨道电路问题

王雪鹏

中国铁路北京局集团有限公司北京电务段, 中国·北京 100071

摘要: 随着中国铁路事业的飞速发展, 各种新技术、新器材逐步上道使用, 列车运行速度也越来越快, 在广袤的中国大地上, 人们出行朝发夕至已从梦想变成了现实。与此同时, 信号设备隐患或突然而来的故障成为列车高速运行以及保障铁路正常运输秩序的拦路虎。由此, 为了实现不间断监测铁路信号设备状态的信号集中监测系统应运而生, 并且随着信号集中监测系统的日益发展, 信号集中监测系统在监测信号设备状态、协助信号设备故障分析和处理以及智能化分析等方面发挥着越来越重要的作用, 因此正确的运用信号集中监测系统对确保铁路良好的运行秩序具有重要的现实意义。

关键词: ZPW-2000A 无绝缘轨道电路; 信号集中监测系统; 超前防范

Briefly Describe the Analysis of ZPW2000A Track Circuit Problems Using a Centralized Signal Monitoring System

Xuepeng Wang

China Railway Beijing Group Co., Ltd. Beijing Signal and Communication Section, Beijing, 100071, China

Abstract: With the rapid development of China's railway industry, various new technologies and equipment have been gradually put into use, and the speed of train operation has also been increasing. In the vast territory of China, the dream of traveling from morning to night has become a reality. At the same time, hidden dangers or sudden failures of signal equipment have become obstacles to the high-speed operation of trains and the normal operation of railway transportation. Therefore, the signal centralized monitoring system was developed to continuously monitor the status of railway signal equipment. With the continuous development of the signal centralized monitoring system, it plays an increasingly important role in monitoring the status of signal equipment, assisting in the analysis and handling of signal equipment failures, and intelligent analysis. Therefore, the correct application of the signal centralized monitoring system is of great practical significance for ensuring the good operation order of railways.

Keywords: ZPW-2000A track circuit without insulation; signal centralized monitoring system; prevent in advance

0 前言

铁路信号技术走到今天, 传统的粗放的、大水漫灌式的维修模式已经不能满足安全生产的要求, 必须走预防修和状态修相结合的集约型的道路, 充分借助信号集中监测系统这个综合预警平台以及涌现出的新的各类技术设备信息, 认真分析和探索设备规律, 从而有效的指导维修、精准的发现并解决设备隐患是大势所趋^[1]。在实际工作中, 利用信号集中监测曲线来判断具体的故障点是铁路信号专业的重点与难点, 论文旨在将信号集中监测系统与 ZPW-2000A 无绝缘轨道电路结合起来, 从 ZPW-2000A 无绝缘轨道电路的基本组成和原理、信号集中监测系统对 ZPW-2000A 轨道电路的采集及曲线分析、故障案例分析等方面展开, 同时以简单的故障案例来综合阐述利用信号集中监测系统分析 ZPW-2000A 轨道电路问题的方法。

1 ZPW-2000A 无绝缘轨道电路基本组成及原理

①基本组成。ZPW-2000A 无绝缘轨道电路室外设备由匹配变压器、空芯线圈、调谐单元、补偿电容、传输电缆及钢轨引接线组成。室内设备由发送器、电缆模拟网络、防雷、衰耗盘、接收器等组成。

②工作原理。ZPW-2000A 无绝缘轨道电路分为主轨道电路(简称主轨)和调谐区小轨道电路(简称小轨)两部分^[2]。主轨道电路的发送器可以通过不同的编码条件产生 18 种低频信号, 低频信号与载频信号经调制后沿着电缆通道传送给钢轨, 因为钢轨是电气绝缘的, 该信号既向主轨道传送, 也向调谐区小轨道电路传送, 主轨道信号沿着钢轨传送到轨道电路受电端, 再经调谐单元、匹配变压器、电缆传输通道后最终将信号送至本区段接收器。调谐区小轨道信号则由该区段运行前方相邻轨道电路接收器接收, 接收器将该信号进行

解调并将处理结果输出为小轨道电路继电器执行条件(XG, XGH)送至本区段接收器,本区段接收器同时接收到主轨道移频信号、小轨道电路继电器执行条件后进行判断,判断后决定轨道继电器(GJ)吸起或落下,以此来表示轨道电路是调整状态还是空闲状态。小轨道电路则被视为列车运行前方主轨道电路的所属“延续段”,小轨道电路技术参数也是判断轨道电路是否良好的重要依据。

2 信号集中监测系统体系结构及对 ZPW-2000A 轨道电路的采集、曲线分析

信号集中监测系统体系结构主要有配置的层次结构和用于通信的网络结构。层次结构为“三级四层”结构,三级分别为国铁集团、集团公司和电务段,四层分别为国铁集团电务监测中心、铁路局电务监测中心、电务段监测中心和车站监测网^[3]。

信号集中监测系统可以实现对模拟量和开关量的采集监测。模拟量通常有外电网电压、相位、电流、频率和功率监测;电源屏输入电压、输出电压、电流、相位监测;25Hz 轨道电源输出电压、相位和频率监测;电动转辙机动作电流、功率、时间、转换方向的监测;道岔定位和反位时的交流表示电压、直流表示电压的监测;电缆绝缘、电源对地电流监测;信号机点灯电路回路电流监测;无绝缘移频轨道电路发送器发送电压、发送电流、载频频率、低频频率、轨入电压、主轨出、小轨出、电缆侧发送电压、电缆侧接收电压监测;机械室内温度、湿度、空调电压电流以及功率监测;站间或场间联系电路电压、方向电路电压、区间监督电压监测。开关量监测通常有对各种按钮状态、关键继电器状态以及控制台表示状态的监测;对环境状态开关量、列车信号主灯丝状态的监测;对监测系统接口功能的监测,如 TDCS/CTC、计算机联锁、RBC、智能电源屏、应答器、道岔缺口等具有自诊断功能的设备,以接口方式获取报警和状态等信息功能。

信号集中监测系统采集 ZPW-2000 A 轨道电路的项目主要有发送器发送功出电压、电流、低频频率、载频频率,接收器轨入(主轨入、小轨入)电压、轨出 1、轨出 2 电压、低频频率和载频频率,电缆侧发送电压、电缆侧接收电压、发送电流等。

2.1 发送功出电压曲线

发送功出电压是 ZPW-2000 A 无绝缘轨道电路正常工作的动力之源,是发送器从室内向室外输出的功出电压,一般新站开通或轨道电路开通使用后,施工人员已经按照施工图纸将发送器背部发送电平调整线安设完毕成为固定状态,发送功出电压是恒定的,因此信号集中监测采集的发送功出电压应保持稳定,反映在监测曲线上为一条平稳的直线。

2.2 电缆侧发送电压曲线

电缆侧发送电压是发送器功出电压送至发送端电缆模

拟网络盘后,从电缆模拟网络盘“电缆侧”输出送至分线盘的电压,也即发送端室内、室外的分界点。实际用移频表测试时应测试发送端电缆模拟网络的“电缆侧”。设备发生故障时,如果发送端电缆侧电压正常,则可以判断为室外至接收端侧存在问题;如果发送端电缆侧电压为零,则要通过甩线来区分室内外以及断路与短路故障。

2.3 电缆侧接收电压曲线

从室外接收端回送至室内接收端电缆模拟电缆盘的电压即为接收端电缆侧电压,接收端电缆侧电压也即接收端室内外的分界点。设备发生故障时,如果接收端电缆侧电压正常,则进一步查找室内通道至衰耗盘、接收器是否存在问题;如果接收端电缆侧电压为零,则查找发送端电缆侧至发送器是否存在问题。

所有轨道电路的调整都需要遵从轨道电路调整表的规定,轨道电压既不能太低也不能太高。同理,电缆侧发送电压及电缆侧接收电压数值应满足无绝缘轨道电路调整表的标准,调整状态下,电压波形应平稳或有些许波动但整体曲线平稳呈一条直线。在分路状态下,因列车轮对短路轨道电路,接收电缆侧电压将降至 0V 左右,发送电缆侧电压不受列车分路影响(除带分割区段,因带分割区段列车运行前方区段分路会切断后方区段的发送通道,因此发送电缆侧电压也会调为零)。

2.4 主轨出(轨出 1)电压波形

主轨出(轨出 1)电压为接收电缆侧电压经衰耗器调制后送至接收器的电压,接收器通过接收及判断本区段主轨出(轨出 1)电压以及列车运行前方区段接收器回送的小轨道检查条件(XG, XGH)是否符合标准值来直接决定本区段 GJ 能否正常吸起。主轨出(轨出 1)受外界环境如气温变化、降雨雪等影响较大。同一区段,一年内不同的季节,一天内不同的时间段,其主轨出(轨出 1)电压都有所不同。因此,在分析主轨出(轨出 1)电压时要抓住以下几个关键点:一是其数值必须在调整表规定的范围内。二是调整状态下电压曲线应平滑,无突然的升高或降低。三是分路状态下分路残压应符合维规要求。

2.5 小轨出(轨出 2)电压波形分析

ZPW-2000 A 无绝缘轨道电路小轨出电压是接收端电缆侧电压经衰耗器调制后给出的电压,需要注意的是,本区段接收器接收的小轨出(轨出 2)并不是本区段小轨的电压,而是本区段列车运行方向后方轨道区段的小轨电压,也就是说,本区段的小轨电压是被列车运行前方的区段接收了。

小轨出(轨出 2)电压在区段空闲时较为稳定,在调整范围内有小幅波动;有车占用列车运行方向后方主轨道区段且接近小轨道区段时,本区段接收的小轨出(轨出 2)电压会随着列车运行而出现规律性的振荡波动;当车占用列车运行方向后方小轨道区段时,本区段接收的小轨出(轨出 2)电压将降至 0mV 左右。调整状态下小轨出电压不得低于

100mV, 分路状态下小轨出电压不得高于 63mV, 小轨出电压过高或过低均会导致本区段的 GJ 无法吸起, 更为重要的是, 分析小轨道电压可以判断出发送通道或接收通道是否正常, 因此分析小轨出(轨出 2)电压至关重要。ZPW-2000A 轨道电路的小轨道为 29m, 因长度较短, 在调整状态下小轨道电压一般较为稳定, 不易受外界环境的影响。

3 利用信号集中监测系统分析故障案例

信号集中监测采集的 ZPW2000 A 轨道电路项目较多, 如果发生设备问题时, 我们把每一项监测内容都分析一遍, 那将会浪费很多的时间, 同时困难也较大, 因此日常分析时常常采用从受端向送端分析的方法。主要是对主轨出电压、小轨出电压、接收电缆侧电压、发送电缆侧电压以及发送功出电压波形进行分析。

①车站值班员通知某站某区间轨道电路区段红光带, 查看信号集中监测发现主轨出(轨出 1)电压为零, 小轨出(轨出 2)电压正常, 进一步查看轨入电压曲线正常, 初步判断为衰耗器故障。应急处理人员查看并实地测试主轨出、小轨出及轨入电压与集中监测一致, 进一步判断为衰耗器故障, 更换衰耗器后红光带恢复。

②电务人员在查看集中监测时发现, 某区段主轨出电压逐日下降, 日曲线上体现的不够明显, 但查看月曲线发现该区段主轨出电压呈现明显的缓慢下降的趋势, 经初步分析为室外补偿电容性能不良, 后经上线检查并测试发现室外一个补偿电容失效, 更换补偿电容后电压明显回升。

③车站值班员通知某站某区间轨道电路区段红光带。电务应急人员查看信号集中监测发现故障区段的主轨出电压很低但不为零, 小轨出电压正常, 同时该区段前方区段的主轨出电压正常, 小轨出电压略有升高, 初步判断故障区段的发送通道和接收通道正常。应急处理人员上线检查发现钢轨断轨, 工务更换钢轨后恢复正常。

④车站值班员通知某站某区间轨道电路红光带, 电务应急人员查看信号集中监测发现该区段的主轨出、小轨出电压均为零, 进一步查看接收电缆侧电压、发送电缆侧电压、发送功出电压也为零, 初步判断是发送器故障, 更换发送器后恢复良好。

⑤某区间轨道电路主轨出电压降低且波动, 小轨出电压正常。电务人员查看曲线发现主轨入电压同时降低且呈波动状态, 小轨入电压正常, 进一步查看监测发现接收端电缆侧电压降低、发送端电缆侧电压正常, 实际测试接收端电缆模拟网络盘发现电缆侧电压与之前测试的数据相比变化不

大, 设备侧电压降低, 由此判断为接收端电缆模拟网络盘性能不良, 更换接收端电缆模拟网络盘后电压恢复正常。

⑥某区间轨道电路上下行两个区段主轨出电压、小轨出电压同时出现波动且电压较之前有所降低, 电务人员分析发现两个区段分别属于上下行且在室内设备布置上是上下结构, 查看监测发现两个区段的主轨出、小轨出电压均有所降低, 轨入电压无变化, 判断为接收器性能不良, 更换接收器后电压恢复正常。

4 结语

信号集中监测系统从第一代 97 型微机监测系统、第二代 2000 型微机监测系统、第三代 06 型微机监测系统、第四代 10 版信号集中监测系统, 到现在的第五代 20 版信号集中监测系统, 已经走过了将近三十年的历程了, 几十年来, 在一代又一代的科技工作者矢志不渝的追求和探索下, 中国铁路已取得了令人自豪的成绩, 复兴号动车组宛如一条飘动的红丝绸在中国大地驰骋, 中国高铁已经成为国家的名片走向了世界。与此同时, 信号集中监测系统伴随着中国铁路一路成长, 从信号集中监测最初的不同系统制式、不同标准、分散使用到现在的综合化、智能化、网络化、专家系统方向不断发展, 栉风沐雨, 成为铁路信号设备维护的综合监测平台。

对铁路信号专业人员来说, 解决 ZPW-2000 A 轨道电路的问题, 这既是铁路信号专业的重点, 也是难点。铁路信号专业人员充分利用集中监测信息能够及时准确地掌握 ZPW-2000 A 轨道电路实时状态和技术特点, 能够利用技防手段提前发现设备隐患, 及时出动解决, 有效防止故障的发生。当设备发生故障后, 能够直观的从曲线上看出设备的技术参数是否正常, 帮助故障处理人员科学判断和处理, 从而有效的压缩故障延时, 熟练的运用信号集中监测系统是落实由预防故障到超前防范安全风险转变的重要抓手, 对提高铁路运输效率, 保证信号设备良好运行具有重要意义。

参考文献:

- [1] 武汉铁路局电务处.信号集中监测信息分析指南[M].北京:中国铁道出版社,2015.
- [2] 中国铁路呼和浩特局集团有限公司.铁路信号工(普速车站与区间信号设备维修)[M].北京:中国铁道出版社,2022.
- [3] 中国铁路总公司.普速铁路信号维护规则[S].北京:中国铁道出版社,2015.

作者简介: 王雪鹏(1980-), 男, 本科, 工程师, 从事铁道信号研究。