

# 25Hz相敏轨道电路和高压脉冲轨道电路原理及改造

沈浩社

朔黄铁路原平分公司西柏坡电务工队

**[摘要]** 25Hz相敏轨道电路、高压脉冲轨道电路是铁路站内电气化区段主要电路类型。文章叙述了25Hz相敏轨道电路、高压脉冲轨道电路发展概况, 简单介绍了25Hz相敏轨道电路、高压脉冲轨道电路的设备组成、原理及技术特点, 论述了25Hz相敏轨道电路分路不良问题整治方案, 希望为25Hz相敏轨道电路、高压脉冲轨道电路的交叉设置提供一些参考。

**[关键词]** 25Hz相敏轨道电路; 高压脉冲轨道电路; 分路不良

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.1421

## 前言

近几年, 我国在建铁路相继完工通车, 仅高铁通车里程就有望达到3.5万公里。电气化铁路是铁路平稳运行的关键, 主要采用25Hz相敏轨道电路、高压脉冲轨道电路。但是, 因以往大功率分频电源实现难度大, 加之电力电子技术现代化水平不足, 导致铁路轨面分路不良现象频繁发生, 严重威胁着铁路行车安全。因此, 探究25Hz相敏轨道电路、高压脉冲轨道电路的改造措施具有非常重要的意义。

### 1 25Hz相敏轨道电路和高压脉冲轨道电路发展概况

#### 1.1 25Hz相敏轨道电路发展概况

20世纪60年代, 原苏联和日本成功研制25Hz相敏轨道电路。1978年, 我国开始研制25Hz相敏轨道电路, 成功应用到钢轨内牵引总电流小于400A且钢轨内不平衡牵引电流小于20A的交流电气化牵引区段的车站预告区段、站内轨道区段。在1997年, 我国完成了25Hz相敏轨道电路改进, 称之为97型25Hz相敏轨道电路, 可以在钢轨内牵引总电流小于800A且钢轨内不平衡牵引电流小于60A的交流电气化牵引区段的车站预告区段、站内轨道区段应用。相较于改进前的25Hz相敏轨道电路来说, 97型25Hz相敏轨道电路将系统抗不平衡电流冲击干扰提高到60A(改进前为10A), 将轨道电路极限长度提高到1500m(改进前为1200m), 可满足移频等机车信号信息传输要求。

经过多年的发展, 我国25Hz相敏轨道电路类型不断多样, 包括微电子相敏接受型25Hz相敏轨道电路、适配器型25Hz相敏轨道电路以及专门应用于分路不良区段的3V化25Hz相敏轨道电路、UI型25Hz相敏轨道电路。

#### 1.2 高压脉冲轨道电路发展概况

高压脉冲轨道电路始于1953年, 原称为高压不对称轨道电路, 用于解决钢轨撒砂、表面生锈、油污引发的列车分路不良问题, 后逐渐用于交流电化区段、直流电化区段、交流电化区间、直流电化区间、直流电化车站、交流电化车站。近几年, 我国根据国家铁路联盟UIC技术研究所(现为ERRIA174委员会)推荐的确保车轮在轨间分路的轨道电压, 对高压脉冲轨道电路进行了改进, 研制出了25Hz高压脉冲轨道电路、50Hz高压脉冲轨道电路, 高压脉冲轨道电路可靠性、抗干扰性显著提升, 应用范畴也不断扩大。

### 2 25Hz相敏轨道电路和高压脉冲轨道电路设备组成

#### 2.1 25Hz相敏轨道电路设备组成

25Hz相敏轨道电路受电端主要采用相位选择性可靠、频

率选择性优良的二元二位继电器, 还包括继电变压器、扼流变压器、HF防护盒等几个元器件; 电路供电电源则采用交流25Hz分频电源, 设备组成包括扼流变压器、供电变压器、限流电阻、5A/10A保险丝等几个元器件。

#### 2.2 高压脉冲轨道电路设备组成

高压脉冲轨道电路由高压脉冲发送设备、高压脉冲接收设备以及传输设备、高压脉冲通道组成。

高压脉冲轨道电路送电端包括高压脉冲发码盒、高压脉冲发码电源变压器、高压脉冲扼流变压器、调整电阻几个部分。

高压脉冲轨道电路接收端电路包括四腿电容、高压脉冲扼流变压器、高压脉冲译码器(含二极管、中继变压器、电容器)、二元差动继电器几个部分。

### 3 25Hz相敏轨道电路和高压脉冲轨道电路的原理及技术特点分析

#### 3.1 25Hz相敏轨道电路

##### 3.1.1 原理

在交流电气化区段实现股道电码化, 25Hz相敏轨道电路表现为双扼流双规条相敏轨道电路。双扼流双规条相敏轨道电路主要表现为: 电网端送入电源为50Hz, 后经25Hz分频器分频为轨道电路专用电源<sup>[1]</sup>。在输入50Hz电源电压负载变化处于200V(+40%~-60%)时, 25Hz相敏轨道电路分频器输出电压变化范围在220V(+3%, -3%)左右, 可以有效保护绝缘、预防绝缘破损, 同时摒除外界牵引频率电流的不当干扰, 确保轨道继电器动作不受不平衡牵引电流的负面影响, 实现快速连续式供电, 满足电码化机车信息的长周期、稳定化传送要求。若非电气化轨道区段不通过牵引电流, 则25Hz相敏轨道电路表现为无扼流双轨条相敏轨道电路, 可以实现连续不间断供电。

##### 3.1.2 技术特点

在轨道电路长度小于1200m时, 25Hz相敏轨道电路接收端二元二位继电器可以执行分路、断轨、调整状态检查任务。在接收端二元二位继电器为分路状态时, 25Hz相敏轨道电路表现为强抗干扰、可靠频率选择以及可靠相位选择; 在接收端二元二位继电器为断轨状态时, 25Hz相敏轨道电路表现为钢轨绝缘破损防护可靠、性能稳定、维护简单; 在接收端二元二位继电器为调整状态时, 25Hz相敏轨道电路表现为动作快速, 可以顺利与高频电机信息叠加, 免除对每一段轨道电路相位调整困扰。

### 3.2 高压脉冲轨道电路

#### 3.2.1 原理

在发送端,室内轨道电源可传输到高压脉冲发码电源变压器I次侧,由变压器II次侧提供根据轨道电路长度、轨面生锈程度提供适宜的交流电压,一般为300V、400V、500V。变压器次级电压将工作电源提供给高压脉冲发码盒,由高压脉冲发码盒输出到高压脉冲扼流变压器信号侧,在高压脉冲扼流变压器信号侧可产生头部、尾部不对称高压脉冲,该高压脉冲可经扼流变压器传送到轨道<sup>[2]</sup>。

在接收端,扼流变压器可将高压不对称脉冲信号传递到译码器后,位于高压脉冲轨道电路区段接收端的译码器可通过高压脉冲波形鉴别器鉴别不对称脉冲信号变化,根据鉴别结果,借助相反接收扼流变压器次级圈输出的不对冲脉冲尾,并以高压正脉冲、负脉冲的形式输出到二元差动继电器工作电源,确保相邻区段极性交叉。一般脉冲发送频率为3次/s,每轨道电路平均消耗功率在60W以内<sup>[3]</sup>。

#### 3.2.2 技术特点

高压脉冲轨道电路对运行环境具有较高要求,工作环境应在-40℃~+70℃之间,相对湿度小于95%,大气压力在70.1kPa~106kPa之间,周围无爆炸性、腐蚀性有害气体。

作为铁路自动化信号系统中检测轮对占用轨道区段与否的基础设备,高压脉冲轨道电路具有高度可用性、灵活性、安全稳定性特点,且机械结构散热性能良好,可以有效防止振动。高压脉冲轨道电路安装、维护均不需调整,具有突出的免调整特性。同时高压脉冲轨道电路产生的高压脉冲信号电流小于100mA、电压幅度大,可以有效击穿轨面锈蚀层,克服分路不良问题。

### 4 25HZ相敏轨道电路的分路不良整治,即改造为高压脉冲轨道电路

#### 4.1 25HZ相敏轨道电路的分路不良问题分析

25HZ相敏轨道电路的分路不良是引发进路提前解锁、道岔中途转换的主要原因,极易引发列车侧面冲突、道岔挤占、脱线等事故,威胁全路段安全运行<sup>[4]</sup>。通俗来说,25HZ相敏轨道电路的分路不良就是“白光带”,即在列车进入特定轨道区段时,对应区段轨道继电器仍然处于吸起状态(或者时吸时落状态),信号机、控制台也会错误显示绿灯、白灯。此时,25HZ相敏轨道电路无法执行检查轨道区段占用状态功能,致使列车司机、调度人员错误地判定区段无车占用而执行进路行车操作,埋下列车冲撞甚至脱轨事故隐患。

25HZ相敏轨道电路的分路不良问题主要出现在污染严重、车辆行走频次少的区段,钢轨、车轮之间接触包括氧化薄膜接触、半导体薄膜接触、电阻接触几种类型。电阻接触类型较为常见,25HZ相敏轨道电路分路电阻处于较小的水平,直接表现为分路不良;氧化薄膜接触多出现在车辆走行少且钢轨表面被黑色、红色锈迹覆盖的区段,在这一接触模式中,钢轨表面会形成绝缘层,致使列车分路时轮对轨面接触电阻上升,埋下分路不良隐患;半导体薄膜接触则是残压固定模式,在道岔电阻无穷大,25HZ相敏轨道电路受端轨面电压小于半导体薄膜导通电压,无法达到两轴车轮分路检查

要求。

#### 4.2 25HZ相敏轨道电路的分路不良问题整治

由上述分析可知,区段走车量少、钢轨表面严重氧化是分路不良的直接原因,25Hz相敏轨道电路轨面电压峰值无法击穿轨面锈层是分路不良的根本原因。将25Hz相敏轨道电路改造为高压脉冲轨道电路,可以解决电路分路不良问题<sup>[5]</sup>。将25Hz相敏轨道电路改造为高压脉冲轨道电路时,设备更换是重点,在明确两电路设备组成以及运行原理的基础上,可以进行设备类型的调整。首先,除变压器箱(必要时增加变压器箱盒)外,重新设立室内、室外轨道电路器材<sup>[6]</sup>。即利用BE-M系列扼流变压器代替原室外扼流变压器,利用存在受电分支的空扼流代替无受电分支的空扼流;其次,将原扼流变压器更换为GM·BG系列轨道变压器;最后,用高压脉冲电抗器沟通有迂回回路的区段电流,并经GM·BG系列轨道变压器连接轨道电路信号与钢轨。

以97型25HZ相敏轨道电路改造为电气化非电码化高压脉冲轨道电路一送一受区段为例,首先,利用BE2-M送端扼流变压器、BE2-M受端扼流变压器分别代替BE2送端扼流变压器、BE2受端扼流变压器<sup>[7]</sup>。同时分别利用RD-2A送端电源保险、RD-5A送端轨道保险、RD-5A受端轨道保险代替RD-1A送端电源保险、RD-10A送端轨道保险、RD-10A受端轨道保险,并利用JRJC70/240二元差动继电器代替原JRJC70/240二元二位继电器。其次,新增高压脉冲发码器、防雷模块、高压脉冲译码器、时间继电器。并在室内组合安装译码器、时间继电器与二元差动继电器。

#### 总结

综上所述,轨道电路是铁路形成安全的保障,可以自动、不间断检测天路线路机车与车辆占用状态。在轨道电路运行过程中,轨道电路信号漏解锁、分路不良问题出现概率较高,特别是在25Hz相敏轨道电路、高压脉冲轨道电路交叉设置时。针对上述问题,相关人员应进行电路的合理改造,保证轨道电路平稳运行。

#### 参考文献

- [1] 粟昆. 25Hz相敏轨道电路信号采集模块设计[J]. 现代工业和信息化, 2021(05): 53-55.
- [2] 张海旭. 全电子高压脉冲轨道电路系统设计[J]. 铁道通信信号, 2020(12): 38-40.
- [3] 王海燕. 高压脉冲轨道电路与25Hz轨道电路交叉设置问题探讨[J]. 铁路通信信号工程技术, 2021(08): 90-92.
- [4] 郑云水, 牛行通, 康毅军. 蝙蝠算法优化模糊神经网络的25Hz相敏轨道电路故障诊断研究[J]. 铁道学报, 2018(12): 93-100.
- [5] 吉国祥. 曹妃甸西站高压脉冲轨道电路施工及故障处理[J]. 科技与创新, 2020(07): 67-69.
- [6] 熊开. 浅谈高压脉冲轨道电路故障处理[J]. 建材与装饰, 2018(07): 293-193.
- [7] 宋盼, 徐秀兰. 高压脉冲轨道电路和25Hz轨道电路时间特性匹配解决方案[J]. 铁路通信信号工程技术, 2019(07): 89-92.