

## 运用检修

## 天气因素对动车组运行影响分析

赵晓明<sup>1</sup>, 张庆华<sup>2</sup>, 马臣琦<sup>1</sup>, 李兴华<sup>1</sup>(1. 北京动车客车段, 北京 100039 ;  
2. 北京铁路局 车辆处, 北京 100039 )

**摘 要:** 针对雨、雪、霜雾天气对动车组运行造成影响、干扰运输秩序的问题, 结合动车组结构特点和运用实际情况, 从理论上分析了动车组车顶高压部分、牵引回路及转向架发生故障的原因, 提出了相应的改进措施和建议, 确保了动车组正常运用安全。

**关键词:** 动车组; 雨雪霜雾; 故障; 原因分析; 防治措施  
**中图分类号:** U269 **文献标识码:** B  
**文章编号:** 1000-128X(2011)01-0070-02

## 1 问题的提出

近年来, 动车组在冬季雪、雾、霜及春季小雨潮湿天气运行时, 时而发生车顶绝缘子闪络、牵引电路接地、轮对踏面擦伤剥离和制动盘磨耗等故障, 致使动车组不能正常运行。2007年12月12日, 华北地区浓雾弥漫, 由于动车组车顶绝缘子发生闪络, 造成接触网烧断故障, 影响了铁路正常运输秩序。2009年2月12日, 北京和天津地区降下小雨, 上线运行的CRH3型动车组车顶高压电器设备绝缘性能下降, 主变流器发生接地故障, 造成牵引丢失、主断路器无法闭合, 多列动车组出现晚点。2010年1月3日, 北京地区普降大雪, 气温骤降至零下16℃, 运行动车组转向架结冰严重, 造成多个动车组制动盘异常磨耗。

## 2 动车组发生故障原因分析

## 2.1 霜雾造成车顶绝缘子闪络放电

## 2.1.1 动车组运行环境恶劣

通过统计分析, 绝缘子发生闪络时的环境温度一般在-3~+3℃, 且天气状况多为霜雾较重、空气湿度较大、相对湿度在95%以上。随着我国工业化进程的加快, 铁路沿线环境空气污染较为严重, 空气中飘浮着铁、硅、铝、钙等金属颗粒, 据有关文献介绍, 含有这些杂质的冰水、污雾导电率较高, 达到了6 700 μs/cm, 大大降低了绝缘子绝缘性能。

## 2.1.2 动车组运行速度高

动车组运行速度在200 km/h以上高速运行时, 其背风面形成涡流区压力比低速运行时更低, 凝结的冰霜层厚, 因而绝缘子绝缘耐压值小, 易发生闪络放电。

## 2.1.3 绝缘子放电击穿

动车组高速运行时, 气流对绝缘子迎风面有冲刷作用, 在背风面形成低压涡流区, 因此绝缘子背风表面易凝霜纳污。车顶绝缘子表面积聚的霜雾易形成局部电离面, 具有一定的泄漏电流, 泄漏电流的动态变化, 又会使表面电压分布不均匀, 产生电晕现象。空气被电离后, 形成导电桥, 在雾霜天气时便容易发展成闪络。

运行中由于气流的吹弧与冷却作用, 可抑制绝缘子闪络击穿的发生, 但在车速较慢或停车时, 气流吹弧与冷却作用减弱, 处于临界状态的冰霜在电晕状态下开始融化, 冰体内污染介质形成导体短路接地, 导致绝缘子闪络放炮烧损。

## 2.2 小雨造成CRH3动车组牵引封锁故障

主变流器中间直流环节的接地故障检测装置由电阻分压器、带绝缘评估电路的差动放大器构成(见图1、图2)。电阻分压器由R1(102 kΩ)、R2(34 kΩ)组成, 并联在变流器的DC电路中, 在变流器停止运行、放电机构不能工作时, 该电阻在限定的时间内给电容C进行放电。电阻器通过中间抽头接地, 滤波电容器与R2并联, 差动放大器通过测量来监控此电容电压的变化, 可判断相应的主变流器(含车顶用来吸收直流环节过电压的限压电阻)是否有接地故障。动车组正常运行期间, 接地检测值 $U_{CE}/U_d$ 应为 $R_2/(R_1+R_2)$ 范围设定为17.5%~32.5%, 超出该范围时, 主变流器将进行接地保护。

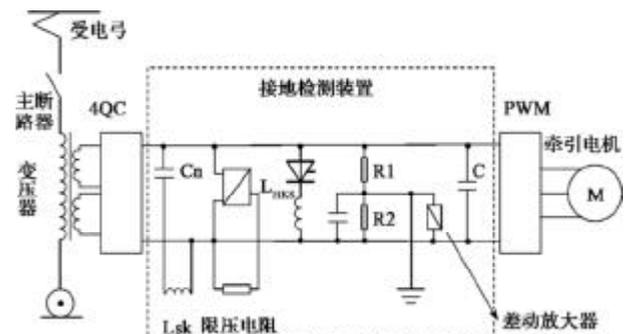


图1 CRH3型动车组牵引直流电压环节原理图

2008年11月初至2009年2月中旬, 北京地区连续130多天没有降水, 春节期间燃放烟花爆

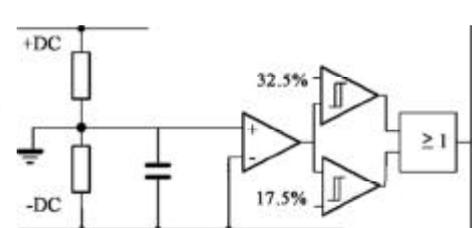


图2 接地检测电路原理图

竹造成空气中的污秽物积聚严重, 同时车顶限压电阻支持绝缘子表面因长期运行附着大量的灰尘, 当天空中飘浮蒙蒙细雨时(尤其是春季第一场小雨)绝缘子表面绝缘性能下降, 造成对车顶接地, 进而引起牵引变流器封锁, 主断路器跳开。通过对故障车实测, 接地检测值 $U_{CE}/U_d$ 基本在14%~16%之间, 超出了主变流器的接地保护设定范围。

收稿日期: 2010-04-15; 收修改稿日期: 2010-10-26

## 2.3 雨雪对动车组走行部的影响

### 2.3.1 动车组走行部积雪结冰严重

随着动车组运行速度的提高,周围空气的动力作用一方面对动车组运行性能产生影响;另一方面动车组高速运行引起的气动现象对周围环境也产生影响。从风洞试验结果来看,动车组表面压力在车头鼻尖部位以外的区域形成低负压区。

由于京津城际客运专线为封闭线路,线路两侧有降噪隔音护栅,积雪不能排出线路,反而被动车组表面负压“吸附”到转向架和车下设备舱内,积雪被制动或牵引电器产生的热量融化,而后在低温情况下结冰。

### 2.3.2 冰雪导致动车组制动盘磨损

动车组施加空气制动时,若制动夹钳处含有杂质的熔雪冰块或被积雪卷起的石子进入制动盘和闸片之间,在制动力作用下,将划伤制动闸盘表面。

动车组高速行驶时,进入转向架制动夹钳的冰雪将闸片部分摩擦块(共18块)下部固牢后,闸片均衡调整压力功能将失效。当动车组施加空气制动时,闸片各摩擦块与制动盘压力不一致,造成制动盘局部受力过高,致使磨损严重。

### 2.3.3 CRH3动车组撒砂装置设计使用不当

在雨、霜、雪等气候条件下,轮轨间的粘着系数相比正常天气条件下减小。在这种情况下,牵引时易发生空转,制动时易发生滑行,空转或滑行严重时会使轮对踏面异常磨损。

为了降低空转、滑行发生概率,CRH3型动车组在空转、滑行和紧急制动时,采用司机人工操控撒砂措施以增加轮轨间的粘着。由于撒砂时人为控制、撒砂系统动作延迟以及受走行高速风的影响,或撒砂装置作用不良、整备作业未能补砂,砂子难以准确及时地撒在铁轨和车轮踏面之间,因此不能有效提高轮轨粘着,易造成CRH3型动车组在雨雪天气轮对踏面擦伤剥离。

## 3 改进措施及建议

### 3.1 提高车顶高压部分绝缘性能

将CRH2型动车组高压电缆瓷质支持绝缘子的表面喷涂防污闪涂料,喷涂时严格按工艺要求,确保绝缘子表面光滑、绝缘性能良好;取消高压电压互感器,减少车顶绝缘子数量。

### 3.2 加强支持绝缘子的清洁保养

根据线路运行环境,制定合理的绝缘子清洁保养周期,对表面有污渍的硅橡胶绝缘子在擦拭时加入适量的中性清洗剂,确保擦拭质量。定期对CRH3型动车组车顶限压电阻陶瓷套管和柱式绝缘子进行全面检查及污物清扫处理,在冬季雾霜天气和春季小雨天气时要加大频次。柱式支持绝缘子可使用异丙醇进行清洗。

### 3.3 调整牵引回路接地检测值 $U_{CE}/U_d$

针对京津城际线路环境,为避免雨雪天气情况下,

因车顶限压电阻绝缘降低、动车组主变流器接地检测装置动作而造成牵引封锁、主断路器跳闸故障的发生,经与专家充分研究,通过SIBAS32监控软件,将主变流器接地检测限制值  $U_{CE}/U_d$  由 17.5%~32.5% 放宽为 10%~40%,在保证安全的前提下减少接地保护动作。

### 3.4 减小冰雪对动车组走行部影响

当线路遇有降雪天气时,司乘人员及时向动车调度反馈降雪区段、积雪厚度以及动车组结冰状况,根据气温等实际情况及时对动车组实施限速运行,同时加强对到站动车组的检查,如结冰严重,启动热备动车组担当替换交路,组织下线动车组入库除雪融冰,并认真检查试验撒砂装置,补足砂箱砂量,确保撒砂装置作用良好。

### 3.5 优化车顶高压电器设备设计

一是针对我国气候环境状况,高速动车组应借鉴CRH2型动车组的设计理念,尽量减少车顶高压电器设备,将限压电阻等高压电器移至车下;二是加装车顶绝缘检测装置。车顶绝缘检测装置作为一种车载检测设备,能快速、准确判断车顶高压设备是否接地和绝缘降低,能够防止支持绝缘子闪络等造成高压设备接地或与车顶间绝缘降低。目前,全路既有和新造电力机车已将车顶绝缘检测装置装车使用,效果良好。动车组车顶高压电器设备设计时可参考。

## 4 结语

自2009年2月,通过对CRH3型动车组车顶限压电阻接地检测值的重设及对支持绝缘子进行清洁,有效防止了限压电阻接地造成封锁牵引故障的发生;通过对CRH2A型动车组车顶绝缘子喷涂防污闪涂料,绝缘子闪络故障也明显减少;通过加强动车组撒砂装置检查试验和及时补足砂量,动车组雨雪天气下踏面异常剥离故障有了一定的改善。由于冰雪低温天气动车组降速值的确定与降雪量和气温的关系还处于探索阶段,各级运输主管部门、科研机构和运用单位还需进一步紧密协作,采取有效措施,最大限度地消除冬季冰雪及低温天气对动车组制动走行系统造成的影响,使新一代动车组完全具有全天候运行功能。

### 参考文献:

- [1] 铁道部运输局,北方交通大学. 动车组概论[M]. 北京:铁道部运输局,北方交通大学,2005.
- [2] 铁道运输局,北方交通大学. 动车组制动系统[M]. 北京:铁道部运输局,北方交通大学,2005.
- [3] 蒋春林,等. 对电力机车车顶绝缘闪络的分析[J]. 机车电传动 2003(6).
- [4] 唐山轨道客车有限责任公司. CRH3型动车组用户培训手册[M]. 唐山:唐山轨道客车有限责任公司,2008.
- [5] 中华人民共和国铁道部科学技术司. 科技装[2006]18号 关于印发“电力机车车顶绝缘检测装置”技术审查意见的通知[S]. 北京:中华人民共和国铁道部科学技术司,2006.