

# CRH380B 动车组牵引变压器二次侧接地故障原因及解决措施

## CRH380B Causes and Solutions of Ground Fault on Secondary Side of Traction Transformer of EMU

刘肖鹏 孙晓旭 李 斌 石晓飞 (中国铁路广州局集团有限公司广州动车段, 广东 广州 511483)

**摘要:**基于 CRH380B 动车组牵引变压器二次侧接地的原理分析,针对目前 CRH380B 动车组牵引变压器二次侧接地检测存在的问题,梳理可能发生的故障点及处理方案,并从源头、结构等提出解决措施,可以保障后续的检修更快、更精准地确认车组牵引变压器二次侧接地故障点,并大幅度减少故障的发生,以提高动车组的故障处置及检修水平,降低车组故障运营风险,保证车组安全稳定的运营秩序。

**关键词:**CRH380B 平台动车组;牵引变压器;终端箱;接地

**Abstract:** Based on the principle of secondary side grounding of traction transformers of CRH380B EMUs, this paper analyzes the problems existing in the secondary side grounding detection of traction transformers of CRH380B EMUs, sorts out the possible fault points and treatment schemes, and proposes solutions from the source and structure, which can ensure faster and more accurate subsequent maintenance to confirm the secondary ground fault points of the traction transformer of the EMU, and greatly reduce the occurrence of faults, so as to improve the fault handling and maintenance level of EMUs.

**Keywords:** CRH380B platform EMU, traction transformers, terminal box, earthing

CRH380B 动车组分为两个牵引单元,其中牵引变压器位于 02、07 车,承担着整个车组的动力输出。在运用检修过程中,牵引变压器的二次侧接地时有发生,发生该故障就必须切除一个单元的动力,严重影响了车组的线上运行安全。因此对 CRH380B 动车组牵引变压器二次侧接地的研究就很有必要,以便快速查找故障,提前预防,并进行解决,保证线上运行安全。

### 1 牵引变压器二次侧电路及诊断原理

#### 1.1 牵引变压器二次侧电路

CRH380B 动车组变压器为单相系统变压器,通过受电弓取电后,它将一次绕组上的触线(CL)电压转换为四个二次绕组,并将电压通过二次侧传输到牵引变流器的整流模块,如图 1 所示:

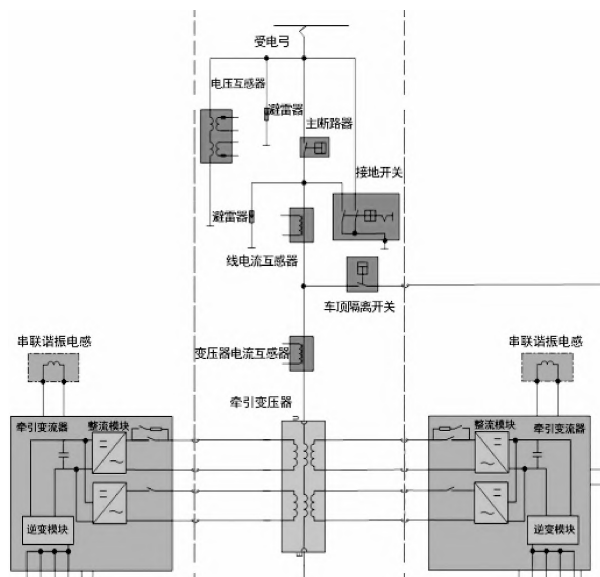


图 1 主电路系统电路图

#### 1.2 诊断原理

牵引变压器的二次侧接地主要是依靠 TCU 内的接地检测模块进行检测,正常情况下,牵引变流器中间电压应为 2700~

3600 V,接地检测电压应为中间电压的 1/4;接地检测理论值应为 25%(接地检测电压与中间电压的百分比),接地检测保护值设定范围为 5%~32.5%,若接地比值在 32.5%~70%区间,判断为牵引变压器二次侧接地,报出故障代码 25EF,并封锁牵引变压器,如图 2 所示:

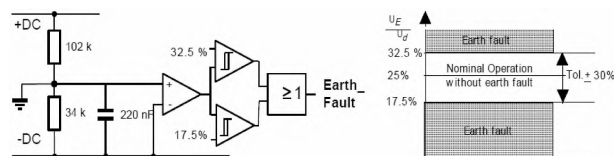


图 2 牵引变压器二次侧短路示意图

接地检测具体方式为:接地故障监测由一个分压器,一个差分放大器和一个判断电路组成。持续的放电电阻分成两个部分,比值是 102 kΩ:34 kΩ。电阻的中间连接点接地,一个平波电容并联在小电阻值上,对电容上的电压进行监控。当有接地故障发生时,测量的电压值就会改变,牵引变流器就能够对接地故障进行识别。理论值为  $34/(34+102)=25\%$  (接地检测电压与中间电压的百分比),接地检测保护值设定范围为 5%~32.5%,当检测值超出该接地保护值设定范围,接地值在 32.5%~70%之间,则诊断为牵引变压器二次侧接地故障。

### 2 常见故障现象及原因分析

通过对牵引变压器二次侧接地故障的查找和分析,可以得出故障原因基本分为两类:一是由于牵引变压器二次侧输出插头及线缆上的缺陷引起,二是由于 CRH380B 平台动车组终端箱的设计不合理导致漏水引起。

#### 2.1 输出插头及线缆故障

(1)故障现象:牵引变压器二次侧输出插头裂纹

原因分析:一是由于车组的高速运动,牵引变压器二次侧输出端的插头与绝缘外壳不停地撞击;二是随着车组寿命的增加,插头老化,性能劣化,最终导致绝缘外壳出现裂纹,然后从裂纹处进入灰尘,最终产生故障;三是插头安装结构问题,导致插头出现缝隙,灰尘进入插头。如图 3 所示。

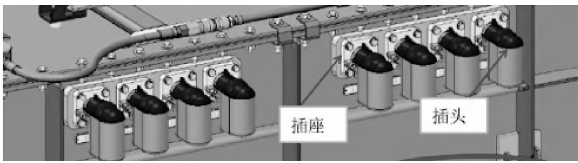


图3 牵引变压器二次侧短路示意图

每个主变压器通过八个输出端插头为所在牵引单元的两个牵引变流器提供电能,其对应关系如表1所示。

(2)故障现象:牵引变压器二次侧输出线缆破损

原因分析:车组高级修过程中,需要将牵引变压器

二次侧的输出线缆进行重新组装,过程中可能导致线缆与线槽之间抗磨,随着车组震动及运用里程的增加,抗磨会导致线缆出现缺口,导致线芯出现接地,从而报出牵引变压器二次侧接地故障。

(3)故障现象:跨接线缆破损

原因分析:CRH380B 平台动车组的跨接线缆位于车厢下部的连接处,且低于车厢底板平面,在运动过程中易被异物击打,从而导致水等将线芯与屏蔽层连接,引发牵引变压器二次侧接地。如图4所示。

牵引变流器与跨接线缆插头对应关系如表2所示:

表2 跨接线缆对应

变压器	跨接电缆插头及位置	变流器
TC02/TC07	96-X581.04	96-X581.04
	+271.20(+771.20)	+179.20(+879.20)
	96-X581.03	96-X581.03
	+271.10(+771.10)	+179.10(+879.10)
	96-X581.04	96-X581.04
	+279.20(+779.20)	+379.10(+679.10)
	96-X581.03	96-X581.03
	+279.10(+779.10)	+379.20(+679.20)



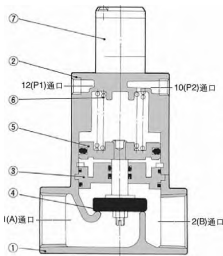
图4 跨接线缆破损

2.2 终端箱故障

(1)故障现象:终端箱漏水,漏到大线端子

原因分析:CRH380B 动车组卫生间设置了5个蹲便器(分布02/03/04/06/07车),蹲便器部分结构位于车下并在车下设置了防护箱,防护箱并不完全密封,蹲厕采用的是快速插头、进水电磁阀、滑阀等进行水路连接。随着使用时间的增加,蹲厕内的进水电磁阀的更换为四级检修更换,但是由于进水电磁阀的密封性能不足,水汽进入电磁阀内部,导致电磁阀的弹簧锈蚀,水一直不停地进入灰水罐,最后流入终端箱,报出接地。

进水电磁阀主要构成零部件及结构情况,如图5所示,通过



构成零部件

序号	零部件名	材质	备注
1	阀体	青铜	涂透明膜
2	阀盖组件	铝合金	涂银灰色
3	隔板组件	黄铜	阀密封件(NBR, FKM, EPDM)
4	阀芯	阀密封件(NBR, FKM, EPDM)	不锈钢或黄铜
5	活塞组件	铝合金	-
6	复位弹簧	钢丝	-
7	电磁先导阀	-	-

图5 进水电磁阀结构

复位弹簧(件6)和隔板组件(件3)实现隔断、密封。

P1口常接压缩空气,P2口(接有消音器)排入大气中。

当电磁阀得电时,P1口的压缩空气通过7号件的电磁头进入到气压腔中,推动5号活塞组件克服弹簧力向上运动,此时弹簧腔中的空气通过P2口(接有消音器)排入大气中,同步的4号件阀芯受拉,离开密封端面,电控气动阀打开。

当电磁阀失电时,气压腔中的压缩空气通过7号件的电磁头进入到P2口排入大气。弹簧力推动5号活塞组件向下运动,同步的4号件阀芯受压,再次与密封端面接触密封,电控气动阀关闭。

因进气电磁阀水垢、锈蚀导致卡滞,持续给增压罐供水,水罐中水满后从排气阀的排气管路流出,从而进入终端箱端子排上报出接地故障。

(2)故障现象:终端箱内负压将外界水等杂质喷射到大线端子

原因分析:车组在高速运行过程中,由于终端箱底板结构不合理,存在排水堵,外界的高速气流会将终端箱内部抽成负压,从而在车速降低时,会将外界的水等杂质吸到终端箱内部,并由于CRH380B 平台动车组的02/07车一位端蹲厕下方的终端箱空间问题,端子排设置位置正好位于终端箱排水堵的正上方,水喷射到端子排上引发报出故障,选取4列不同公里数的车组进行普查,发现阻值端子排性能出现异常,且下方接线柱绝缘性能下降更明显,与排水堵上方端子排处呈现的水迹现象相符。拉线柱耐压值如表3所示:

表3 接线柱耐压值

序号	车组号	测试位置	高级修后走行公里	绝缘耐压值	测试结果
1	CRH380B-3681	2车1位端左-上	478 836	11.0 GΩ	正常
2		2车1位端左-下	478 836	5.3 GΩ	偏低
3		7车1位端左-上	478 836	10.70 GΩ	偏低
4		7车1位端左-下	478 836	9.1 GΩ	正常
5	CRH380B-3625	2车1位端左-上	836 598	11.0 GΩ	正常
6		2车1位端左-下	836 598	11.0 GΩ	正常
7		7车1位端左-上	836 598	11.0 GΩ	正常
8		7车1位端左-下	836 598	11.0 GΩ	正常
9	CRH380B-3628	2车1位端左-上	1 077 046	6.1 GΩ	偏低
10		2车1位端左-下	1 077 046	5.3 GΩ	偏低
11		7车1位端左-上	1 077 046	11.0 GΩ	正常
12		7车1位端左-下	1 077 046	11.0 GΩ	正常
13	CRH380B-3636	2车1位端左-上	1 204 821	11.0 GΩ	正常
14		2车1位端左-下	1 204 821	211 MΩ	异常
15		7车1位端左-上	1 204 821	11.0 GΩ	正常
16		7车1位端左-下	1 204 821	2.0 GΩ	偏低

注:1.测试设备:FLUKE 1508型,可显示绝缘耐压值上限为11 GΩ;

2.新接线端子绝缘耐压值均大于10 GΩ。

进一步研究底板结构,并参考CRH5A型设备舱流场数值模拟,发现设备舱不同截面上沿设备舱周向压力变化规律基本一致,设备舱外部基本处于负压区,且外壁面受外界横风风速影响显著,随速度增大,负压显著增大。CRH5A型设备舱流场数值模拟如图6所示。

根据流程数值模拟情况,受外界横风影响或车速提升后气流影响,设备舱内外压力均低于标准大气压。且呈现规律为:

迎风区域:内压<外压,内吸

被风区域:内压>外压,外吹

结合实际,终端箱在交会、隧道、外界横风、正向迎风或反向被风等不同运行工况下,一样会存在负压内吸的现象,最终导致终端箱内端子排因水等杂质沾染,阻值出现异常,从而报出故障。

3 整改措施及运用检修建议

根据上述的故障现象以及故障原理,结合现场故障处置的经验,建议从设计、运用检修两个方面进行整改防控。

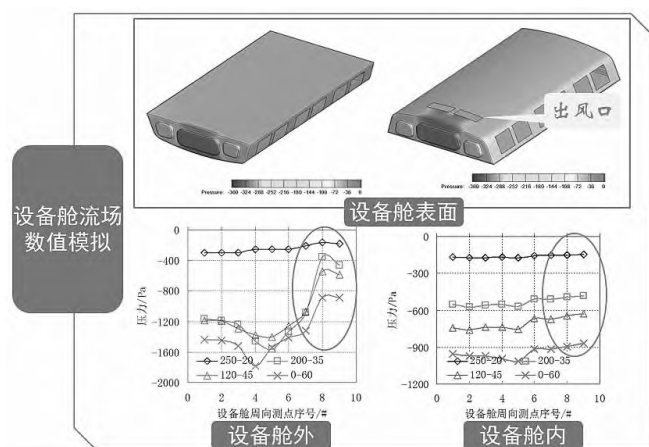


图6 CRH5A型设备舱流场数值模拟

### 3.1 结构设计

#### (1) 优化结构设计

针对输出插头及线缆故障:优化牵引变压器二次侧插头的材料及结构,目前由PTB改成PA材质,已大幅减少了故障发生;优化插头线缆的安装方式,建议增加固定点,从而避免弯折导致插头出现缝隙。

针对终端箱故障:优化排水堵的结构,采用鸭嘴阀的结构,避免出现终端箱内出现负压,并方便快捷的暴露出故障,提前预防,可以节约检修成本;终端箱内部的大线端子采用防护箱密封,增加其防水等级,可以避免漏水溅到端子上。

#### (2) 采用防护措施

对跨接线缆进行防护,可以采用热缩管加一层硬质防护,避免异物击打导致屏蔽层出现损伤,建议在设计时参考复兴号平台动车组,在车组下部的连接处安装角风挡,最大程度地避免外

界环境对跨接线缆的影响。

#### (3) 加强源头设计

在车组制造之初,提前预想水电结合设计,避免出现水电交叉,从而引发短路故障,导致后续检修维护困难。

### 3.2 运用检修建议

#### (1) 加强检修力度

针对输出插头及线缆故障:一是结合二级修检查插头状态,发现有裂纹、烧损,要及时进行更换;二是加强高级修的现场管理。①在安装时对线槽的边缘进行防护,避免割伤线缆;②建议对线缆涂沫凡士林之类的润滑剂,可以有效地避免线缆与线槽抗磨。

#### (2) 修程优化

一是将进水电磁阀的修程进行优化,提前到三级修进行更换;二是将终端箱检查纳入专项修,加密检修频次,可以提前发现故障,并及时解决。

### 4 结束语

CRH380B平台动车组牵引变压器二次侧接地故障,会导致车组丢失一半牵引,势必影响线上运行安全。根据在运用级检修过程中发现的常见故障进行梳理分析,并给出相应整改措施及运用检修建议,可以大幅度地避免故障的发生,从而保障车组的运行安全。

### 参考文献

- [1]陈学军,宗振,张燕杰,等.CRH3型动车组TCU接地故障分析及改进措施[J].科技创新与应用,2014(14):46
- [2]刘德强.CRH3型动车组“25EF”故障分析[J].企业导报,2014(18):134,137
- [3]唐山轨道客车有限责任公司.CRH380BK动车组用户文件[Z].唐山:唐山轨道客车有限责任公司,2014

[收稿日期:2023-10-08]

(上接第156页)

```

e.printStackTrace();
break;
}

//检查是否为空
if (Objects.isNull(obj)) continue;
//写风机编号等数据
obj.setZipName(zipName);
obj.setFileName(csvName);
obj.setFarmCode(codes[0]);
obj.setDeviceType(codes[1]);
obj.setTurbineCode(turbineCode);
obj.setTurbineNo(turbineNoNew);
obj.setWindNo(windNo);
obj.setRecStr(recStr);
//写时间数据
obj.setYear(ltd.getYear());
obj.setMonth(ltd.getMonth().getValue());
obj.setDay(ltd.getDayOfMonth());
obj.setHour(ltd.getHour());
obj.setMinute(ltd.getMinute());
obj.setSecond(ltd.getSecond());
}
// 异常抛出
if (StringUtil.isNotBlank(sb.toString())) {
    throw new Exception(500, sb.toString());
}

```

```

}
//返回值
return datas;
}

```

### 4 结束语

本文从发电站的角度,探讨了一种可行的轻量化的风力发电机组发电性能自验证系统。该系统可部署在性能要求不高的实体服务器、云服务器、虚拟服务器,甚至性能稍高的PC上,可通过非实时的分析达到解决问题的目的,也不需要部署在公网上发布对外服务和接口,避免了互联网侧暴露的风险。最主要的是能够充分发掘数据资产的潜力,达到与主机厂家协同分析、多方验证、督促整改的目的。

### 参考文献

- [1]舟丹.风力发电机的工作原理和效率[J].中外能源,2012,17(3):55
- [2]冀润景.风力机叶片设计方法的发展[J].中国电力教育,2006(S1):129-131
- [3]牟迈.风力发电机市场品牌集中度趋高,质量稳定性仍待提升[J].风能,2011(5):42-44
- [4]张姝.Web环境中的应用程序三层架构设计[J].电脑知识与技术,2016,12(4):109-110
- [5]魏来.标准数字化推动行业数字化转型标准数字化,数据标准化[J].工程建设标准化,2022(9):21-25

[收稿日期:2023-10-23]