

运用检修

CRH2型动车组主变流器功率模块 故障分析与处理

黄华¹, 刘良杰²

(1. 中国铁道科学研究院 研修学院, 北京 100081;
2. 株洲南车时代电气股份有限公司 技术中心,
湖南 株洲 412001)

摘要: 为提高对 CRH2 型动车组功率模块故障处理能力, 对 CRH2 型动车组主变流器在武汉动车段运用期间发生的 3 次功率模块故障进行了详细分析, 总结出功率模块故障处理的思路, 提出了故障处理流程与方法。实践证明, 该方法能够指导现场检修人员快速有效地处理 CRH2 型动车组功率模块故障。

关键词: CRH2 型动车组; 主变流器; 功率模块; 故障处理

中图分类号: U266.2; U269.6 文献标识码: B

文章编号: 1000-128X(2015)05-0100-04

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2015.05.028

0 引言

自 2007 年 5 月, CRH2 型动车组配属武汉地区以来, CRH2 型动车组主变流器运用状态基本稳定, 其故障主要表现在主变流器自我保护、DCU 组件故障等方面, 这些故障可以通过复位、软件检测诊断、互换组件等方法迅速准确地查找到故障点, 并且分析出故障原因。

对于主变流器功率模块故障, 虽然发生次数较少, 但是该类型故障无法复位, 并且使用软件检测诊断存在盲点, 另外还有功率模块重量大、互换难等不利因素, 因此功率模块故障已成为 CRH2 型动车组运用检修的难点。

1 主变流器功能简要介绍

CRH2 型动车组主变流器由三点式脉冲整流器、中间直流电路、三点式逆变器、真空交流接触器等主电路设备和无触点控制装置、控制电源等控制设备构成, 这些设备组装于一个箱体内, 箱框采用铝合金结构, 安装于搭载有牵引电机的动车车体下面。在 CRH2 型动车组的一个基本动力单元中, 一个牵引变压器接 2 台主变流器, 每台主变流器带 4 台并联的牵引电机。

在主变流器中, 脉冲整流功率模块与逆变功率模块是主电路最为重要的核心器件, 对它们的功能简介如下:

脉冲整流功率模块是交流传动动车组的电源侧变流器, 在牵引时作为整流器, 在再生制动时作为逆变器。

它要保证中间直流环节的电压恒定, 交流电网侧功率因数接近 1, 还要消除谐波, 使电网电流波形尽量接近正弦, 最大程度地提高电网的经济效益, 减少电网对周围环境的电磁污染; 对于直流侧, 在电网电压或负载发生变化时, 能够维持中间直流电压的稳定, 给电机侧逆变器提供良好的工作条件, 实现牵引与再生工况间快速平滑的转换。所以脉冲整流器是交流传动动车组上的一个重要电气部件。

逆变功率模块是以支撑电容器电压为输入, 依据无触点控制装置 IPM 选通控制信号, 输出电压和频率可变的三相交流电压, 以控制 4 台并联感应电机的速度和力矩。再生制动时功能为反变换, 以感应电机输出的三相交流为输入, 向支撑电容器侧输出直流电压。

2 故障情况介绍

武汉动车段发生的 3 起主变流器功率模块故障简介如下。

1) 第 1 起故障情况介绍

2009 年 7 月 1 日, CRH2-067C 动车组在武广客运专线运行途中, 5 车报主变流器“141”故障, 故障子代码为“012 (主变流器 ISOC2)、016 (主变流器直流过电压 3)、023 (主变流器 VDLV2)、029 (主变流器 RBF)”, 运行中 RS 复位无效, 中途停站后进行整车断电复位, 故障仍未消除, 切除 5 车主变流器, 维持运行。

2) 第 2 起故障情况介绍

2010 年 10 月 4 日, CRH2-142C 动车组在武广客运专线运行途中, 2 车报主变流器“141”故障, 故障子代码为“006 (主变流器 IGTFD)、023 (主变流器 VDLV2)”, 运行中 RS 复位无效, 中途停站后进行整车断电复位, 故障仍未消除, 切除 2 车主变流器, 维持运行。

3) 第 3 起故障情况介绍

2011 年 11 月 24 日, CRH380A-6025 动车组在武广客运专线运行途中, 5 车报主变流器“141”故障, 故障子代码为“023 (主变流器 VDLV2)、055 (主变流器 GD1)”, 运行中 RS 复位无效, 中途停站后进行整车断电复位, 故障仍未消除, 切除 5 车牵引变流器, 维持运行。

3 故障分析及处理

3.1 第 1 起故障分析及处理

下载 CRH2-067C 动车组 5 车主变流器的故障数据, 通过对这些数据分析表明发生了 V 相整流功率模块故障。

因为所报代码“016, 023”都指示中间电路故障, 所以检测 DCPT 单元、整流功率模块、逆变功率模块。当检测 V 相整流功率模块时, 发现其 CJ5-CJ6 之间导通, 即说明 CJ5、CJ6 连接的 IGBT 被击穿, 由此确切判断为 V 相整流功率模块故障, 将其更换后恢复正常。

3.2 第 2 起故障分析及处理

下载 CRH2-142C 动车组 2 车主变流器的故障数据, 通过数据分析表明发生了整流功率模块异常、中间直流低电压、中间直流过电压故障。

由于从下载的故障数据中发现未能准确定位到故障点, 依次更换了主变流器 DCU 装置、OVTH 单元、接地检测单元、继电器单元, 检查了 K 接触器、整流功率模块、逆变功率模块、电阻单元、充电单元, 对牵引电机进行绝缘测试都未发现异常, 最终通过更换 V 相整流功率模块后恢复正常。

3.3 第 3 起故障分析及处理

下载 CRH380A-6025 动车组 5 车主变流器的故障数据, 通过数据分析表明发生了中间直流低电压、牵引主电路接地故障。

由于从下载的故障数据中未能准确定位到故障点, 依次对牵引电机、整流功率模块、逆变功率模块进行绝缘测试, 当检测到 W 相逆变功率模块时, 发现其主电路对地阻值为 0, 说明已经接地, 更换 W 相逆变功率模块后恢复正常。

4 功率模块故障处理流程与方法

4.1 故障处理的流程

根据以上故障现象及处理方法的介绍和分析, 在参考有关文献^[1-3]基础上提出一种功率模块的故障处理流程如图 1 所示(图 1 中 MON 为网络控制系统)。

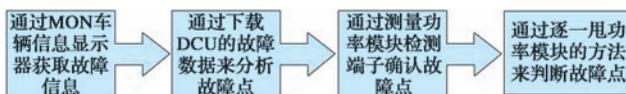


图 1 故障处理流程示意图

4.2 故障处理的方法

4.2.1 通过 MON 车辆信息显示器获取故障信息

将网络控制系统中央装置的 CPU3-1 插件转换到

“检修”模式下, 在车辆信息显示器上操作“故障记录信息”栏, 查寻 MON 上的故障记录信息。

MON 上所报出的故障代码, 是判断故障的重要依据, 往往每一个故障项点, 都会包含在故障代码中, 需要逐一地排除确认。现将这 3 起所报故障代码汇总如表 1 所示。

表 1 武汉动车所 3 起故障代码汇总

发生时间	编组车号	所报故障子代码
2009-07-01	CRH2-067C 动车组 5 车	012, 016, 023, 029
2010-10-04	CRH2-142C 动车组 2 车	006, 023
2011-11-24	CRH380A-6025 动车组 5 车	023, 055

通过查询《CRH2 时速 200 公里动车组电气控制系统故障处理手册》, 根据表 1 中的所报故障代码确定对应的检测处理方法, 如表 2 所示。

通过以上的故障代码, 可以逐步缩小故障处理的范围, 如表 3 所示。

4.2.2 通过下载主变流器 DCU 故障数据来分析故障点

从 3 起故障下载的 DCU 数据来看, 有 2 起故障是功率模块中 IPM 击穿, 它们在“高速度追踪数据”故障数据中的“F1 故障”项中, 都可以直接看到“INV IPMFO”或“CNV IPMFO”这样的故障显示, 如图 2、图 3 所示。

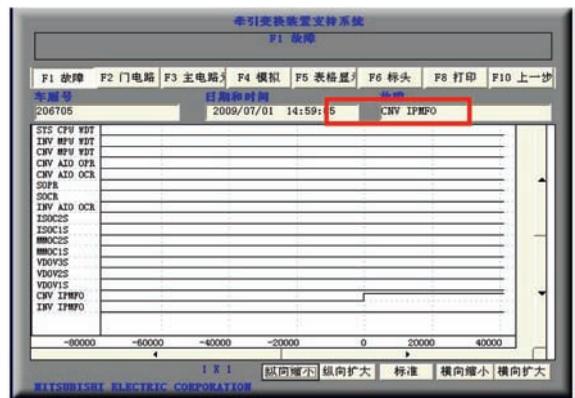


图 2 CRH2-067C 动车组 5 车的故障信息

表 2 故障代码含义及检查方法对应表

故障代码	代码名称	故障内容	可能故障原因	检测方法
006	主变流器 IGTFD	主变流器主电路元件保护	①整流器 IGBT 模块异常; ②逆变器 IGBT 模块异常; ③门电源异常; ④ DCU 装置 SCP 板异常	①检查 IGBT 模块(集电极和发射极之间的电阻值); ②检查 IGBT 模块(集电极和发射极之间的电阻值); ③检查门电源前面的 LED 指示灯; ④查看 SCP 板 LED 灯
012	主变流器 ISOC2	主变流器二次侧过电流 2	①整流器 IGBT 模块异常; ② ACCT 交流电流传感器异常; ③光纤信号异常; ④ DCU 功能失常; ⑤牵引变压器二次侧异常	①检查 IGBT 模块(集电极和发射极之间的电阻值); ②检查 ACCT 电流传感器的输出; ③检查光纤的连接与输出功率; ④更换 CIF 板或 MPU1 板; ⑤检测牵引变压器二次侧线路
016	主变流器 直流过电压 3	当 DCPT1、DCPT2 检测到半电压超过 1 900 V 时报此故障	①整流器 IGBT 模块异常; ②直流电压传感器 DCPT1 或 DCPT2 异常; ③ DCU 功能失常	①检查 IGBT 模块(集电极和发射极之间的电阻值); ②检查电压传感器 DCPT 的输出(2 000 V/10 V); ③更换 ISO 板或 MPU1 板
023	主变流器 VDLV2	主变流器 直流低电压	①电压传感器 DCPT 异常; ② DCU 装置功能异常	①检查电压传感器 DCPT 输出; ②与其他车互换 DCU 装置中的 ISO 板或 MPU1 板
029	主变流器 RBF	主变流器 再生制动失效	① DCU 功能失常; ②终端装置异常	①更换 MRY 板或 MPU2 板; ②检查 RXC 板输入信号 M401 线
055	主变流器 GD1	主变流器 牵引绕组接地 1	①在高电压电路中绝缘异常; ②电流传感器 GCT 异常; ③ DCU 装置功能异常	①检查高电压电路电缆和设备的绝缘电阻值; ②检查电流传感器 GCT 的输出信号; ③与其他车互换 DCU 装置中的 SCP 板或 ISO 板