

文章编号:1008—7842 (2013) 02—0093—04

CRH₂ 型系列动车组牵引变流器介绍及故障分析

戴舜华

(武汉铁路安全监管办驻武汉动车段验收室, 湖北武汉 430064)

摘 要 介绍 CRH₂ 型系列动车组牵引变流装置结构原理、故障分析, 牵引变流器由 2 台脉冲整流器功率单元、1 个中间直流电路、1 台三相逆变器功率单元组成。列举了武汉铁路局自 2007 年高铁正式投入运用以来, CRH₂ 型系列动车组牵引变流器运用故障统计, 并进行了分析。

关键词 动车组; 牵引变流; 结构原理; 故障分析

中图分类号: U266.2.3 **文献标志码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1008—7842.2013.02.21

CRH₂ 型系列动车组是由南车青岛四方机车车辆股份有限公司生产的 8、16 编组 200、300、350 km/h 交流动车组, 目前主要车型有 CRH_{2A}、CRH_{2B}、CRH_{2C}、CRH_{2E} 型及 CRH_{2C} 二阶段和 CRH380A/AL 型, 每辆动车下配置有一台牵引变流器。

1 牵引变流器简介

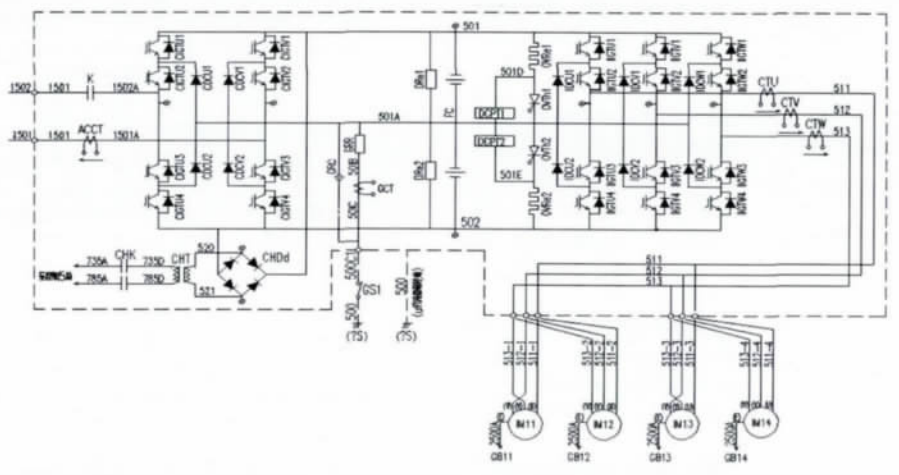
牵引变流器是动车组将高压交流电转变为可控动力电源的一种变流装置。它是由单相交流电压变为直流电压的整流部分和直流电压变为三相交流的逆变器部分以及吸收电压波动获得直流定电压的直流平滑电路(滤波电容器)等部分组成。主电路如图 1 所示, 为全控桥式整流器、逆变器。

整流部分由单相 3 级 PWM 整流器、交流接触器构成, 将牵引变压器 2 次绕组侧输出的 AC 1 500 V、50 Hz 电压, 通过无触点控制装置(IGBT 元件)实现对输出直流电压 2 600~3 000 V 定压控制、牵引变压器 1 次绕组侧电压电流的功率因数 1 的控制以及故障保护。再生制动时, 功能进行逆变换, 将滤波电容的 DC 3 000

V 作为输入, 向牵引变压器一侧提供 AC 1 500 V、50 Hz 的电压^[1]。

逆变器部分由三相 3 级 PWM 逆变器构成, 将滤波电容器电压作为输入通过无触点控制装置的(IGBT 元件)控制输出可变电压频率的三相交流电压, 控制 4 台并联连接的感应电机的速度、扭矩。再生制动时, 功能进行逆变换, 以感应电机发出的三相交流电作为输入, 向滤波电容器侧输出直流电压^[1]。

牵引变流器技术先进、结构复杂, 具有多重特点。牵引变流器控制为软件控制, 调节装置免维护, 具有故障诊断功能及保护功能, 当出现故障时有故障代码显示, 从而达到保养方面的省力化。牵引变流器功率单元集中布置, 模块化设计安装, 便于操作、维修及互换。其电路采用 IGBT 元件设计, 通过使用大电流、高速开闭、耐高压元器件, 实现小型化、轻量化设计, 并因此减小交流电压波形的失真而有效降低牵引电机、牵引变流器的电磁噪声和转矩波动。同时牵引变流器既可动力牵引又可再生制动, 相互转换灵活方便。



2 故障分析

由于牵引变流器具有故障诊断功能,从而为我们故障处理带来较大方便,故障诊断信息获得有 3 种方式:从 MON 装置显示屏中的记录里获取;通过控制单元的 LED 显示获取;使用 PC 机通过串口连接到控制单元的连接插头,下载故障数据获取。

故障信息分为 3 个等级,1 级故障,不可以自动复位(需断开全车所有电源进行大复位),属于系统重故障,途中要切除故障车,回库后下载 MON 故障记录和 CI 故障信息分析,对故障需进行处理;2 级故障,不可以自动复位(需操作司机台上复位按钮),属于系统轻微

故障,如果复位后正常,无需切除故障车,列车回库后下载 MON 故障记录,并跟踪观察列车后续运行情况,如复位后一天多次重复出现同样故障,则需切除故障车,回库后下载 MON 故障记录和 CI 故障信息分析,对故障进行处理,跟踪观察;3 级故障,可以自动复位(无需操作司机台上复位按钮),属于系统正常保护功能,无需特别处理,途中跟踪,回库后检修人员关注。

CRH₂ 型系列动车组牵引变流器自 2007 年在高铁正式投入运用以来,设备使用稳定正常、能有效保证运用安全,但同时也暴露出较多故障,表 1 统计了近几年武汉局发生的 CRH₂ 型系列动车组牵引变流器主要故障。

表 1 近几年武汉铁路局 CRH₂ 型系列动车组牵引变流器主要故障统计表

序号	故障名称	车型	故障现象	故障原因	故障归类
1	牵引变流器 005 故障	CRH ₂ 075C	2,7 车报出牵引变流器“005”故障代码	(1)牵引运行过程中,网压瞬间过低,造成牵引变压器二次侧电流超过报警值(报警 1 为 2 300 A,报警 2 为 2 450 A),因而报出牵引变压器二次侧过电流 012(ISOC2)。 (2)ISOC2 故障触发了牵引变流器故障 007(DCU 发送给 MON)、牵引变流器故障 141 (CIFR2 继电器触点输入给 MON)。 (3)上述牵引变流器故障同时触发了不可手动复位的牵引变流器综合故障 2(005),因此需切除故障变流器维持动车组继续运行	网压原因
2	牵引变流器 004 故障	CRH ₂ 064C	2,3,4,5,6,7 报出牵引变流器“004”故障代码	“MFD”的具体含义为牵引不动作,如果一段时间内牵引变流器输出电流过小,则相应的程序认为牵引力过小,牵引变流器就会因“MFD”报出“004”代码。司机驾驶操作不当所造成	运用原因,操作不当
3	牵引变流器 141 故障	CRH ₂ 047A	7 车报“牵引变流器故障”,代码 141,2 单元 VCB 不能闭合,切除 07 车动力后,2 单元 VCB 正常闭合,维持运行。	(1)回库后下载了 IC 卡数据,数据显示次级代码为 023,直流中间环节电压低 (2)更换 7 车检测直流环节电压的 MPU1 板,试验正常	配件本身质量问题
4	牵引变流器 004 故障	CRH ₃ 80A-6031L	4 车变流器报 004 故障,RS 复位无效,将 4 车切除运行	4 车 3 轴牵引电机定子绕组对壳绝缘低于规定值 3 MΩ,绝缘不良,需更换牵引电机。更换后,故障消除,运行正常	负载质量问题
5	牵引变流器 141 故障	CRH ₂ 027A	3 车报“141 故障”,切除 3 车动力继续运行	查次级代码为“牵引变流器 ISOC2(012)”大复位后正常,原因为网压异常	网压原因
6	牵引变流器油温高 004 故障	CRH ₂ 060A	6 车发生牵引变流器冷却器温度高故障。切除 06 车动力,维持运行	牵引变流器 CTH(040),运行途中线路环境恶劣造成 6 车变流器冷却风机进风口吸入柳絮和其他杂物造成散热通道滤网堵塞,散热不良导致温度上升超过警戒温度	运用保养问题
7	牵引变流器 134 故障	CRH ₂ 055A	3 车报牵引变流器通风机停止(故障代码 134),复位无效后,切除 3 车动力运行	牵引变流器辅助风机 CIBM2 损坏,扇叶卡滞,三相之间电阻异常	配件本身质量问题
8	牵引变流器 004 故障	CRH ₂ 018A	7 车发生牵引变流器“004”故障,进行 RS 复位,故障未消除,切除 7 车动力,维持运行至终点	牵引变流器 CTH(040),即牵引变流器冷却装置温度过高。检查 7 车牵引变流器进风口滤网状态,滤网脏堵严重,不能透过光照,吹灰清扫,故障消除	运用保养问题
9	牵引变流器 005、141 故障	CRH ₂ 048A	6 车发生牵引变流器“005”、“141”故障,VCB 断开。进行 RS 复位,复位后故障未消除,切除 06 车动力,闭合 VCB,维持运行	牵引变流器 VDLV2(023),牵引变流器 IGTFD(006),牵引变流器 CIF(007)。倒换 06、07 车牵引变流器 MPU1、MPU2 以及 DCU 控制箱,故障均未转移。初步判定为牵引变流器整流模块(2 个)故障。更换 2 块整流模块,故障消除	配件本身质量问题
10	牵引变流器冷却单元温度高 004 故障	CRH ₂ 018A	7 车报牵引变流器冷却器温度高及牵引变流器 004 故障,切除 7 车动力,维持运行	牵引变流器 CTH(040),即牵引变流器冷却装置温度过高。入库后更换新滤网跟踪观察,恢复正常	运用保养问题

续表 1					
序号	故障名称	车型	故障现象	故障原因	故障归类
11	牵引变流器 004 故障	CRH ₂ 052A	3 车报牵引变流器故障(004)。司机室反复进行 RS 复位操作,故障未消除。切除 03 车动力,维持动车组运行	故障代码:牵引变流器故障 1(004)、牵引变流器 MMOC1(015)。牵引变流器电机过电流 2,对 2 车的牵引变流器软件进行了刷新,故障消除	控制软件原因
12	牵引变流器 004 故障	CRH ₂ 052A	3 车牵引变流器报 004 故障,复位无效将 3 车动车切除继续运行	3 车曾报牵引变流器 PGD 故障,而 PG 传感器故障会导致牵引变流器 MMOC1 与 004 故障,于是认为 3 车 8 个 PG 传感器其中之一有故障,逐一检查发现 3 车 4 轴电机 PG 传感器故障。更换 3 车 4 轴电机 PG 传感器后,故障消除	负载质量问题
13	牵引变流器通风机 1 接地故障	CRH ₂ 052A	6 车“牵引变流器通风机停止(134)”故障,经应急处理未能恢复,临时变更车体	6 车牵引变流器通风机 1 短路故障,6 车运行配电柜内“牵引变流器通风机 1”空开自动跳闸。对 6 车牵引变流器通风机 1 进行更换,故障消除	配件本身质量问题
14	冷却器温度高	CRH ₂ 045A	03 车报牵引变流器冷却器温度高,切除 03 车牵引,限速 220 km/h 运行	由于 3 车牵引变流器通风滤网脏堵,导致牵引变流器故障。更换脏堵滤网,故障消除,恢复正常	运用保养问题
15	牵引变流器 004	CRH ₂ 050A	6、7 车频繁报 004 故障,主变压器温度高,切除 6 车主变压器,限速运行	6、7 牵引变流器滤网脏堵,下载数据显示:6、7 车牵引变流器 004 故障均由主变压器温度高引起。无其他运行故障记录。更换脏堵滤网,冲洗主变压器滤网	运用保养问题

从以上统计的 15 起主要故障来看,故障集中表现在 004,005,141,040,134,023 等故障代码上,其中运用保养及使用不当 6 起,产品本身质量问题 4 起,负载设备不良引起故障 2 起,控制软件故障 1 起,网压故障 2 起,发生这些故障不仅有设备本身质量原因、也有操作使用不当原因,还有日常保养缺失等原因。

下面就其中 3 起较典型故障举例分析如下:

(1)CRH₂064C 列动车组运行中 CI 报“004”故障

CRH₂064C 运行中全列动车报出牵引变流器(CI)“004”故障代码。“004”代码代表的故障经常是一些偶发性的因素引起的一种保护性动作,甚至只是一种非常规运行状态的表示,并不表明设备真有缺陷或损坏。当

报出“004”代码时,如果系统可以正常复位,且复位后可以正常工作,就不会对车辆的运行造成不良影响。

报出“004”代码时的具体故障大都可从故障记录表中查到,通过下载 3 车的牵引变流器故障数据来看,该车“004”代码是由于牵引变流器“MFD”问题引起(4、6 车下载数据也有相同情况)见图 2、图 3。

“MFD”的具体含义为牵引不动作,如果一段时间内牵引变流器输出电流过小,则程序相应的认为牵引力也过小,牵引变流器就会因“MFD”报出“004”代码。在运行过程中,如果在较高速度情况下使用较低档位,牵引电流将很小,这时有可能出现由于牵引变流器“MFD”而报出“004”代码的问题。但此时并非牵引系统真的有

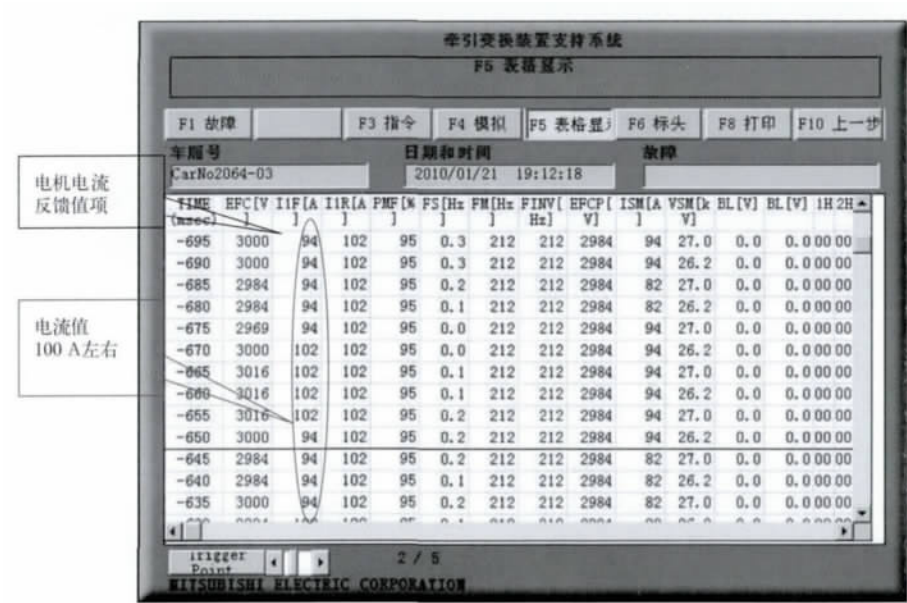


图 2 CRH₂064C 列 3 车报电机电流反馈记录情况

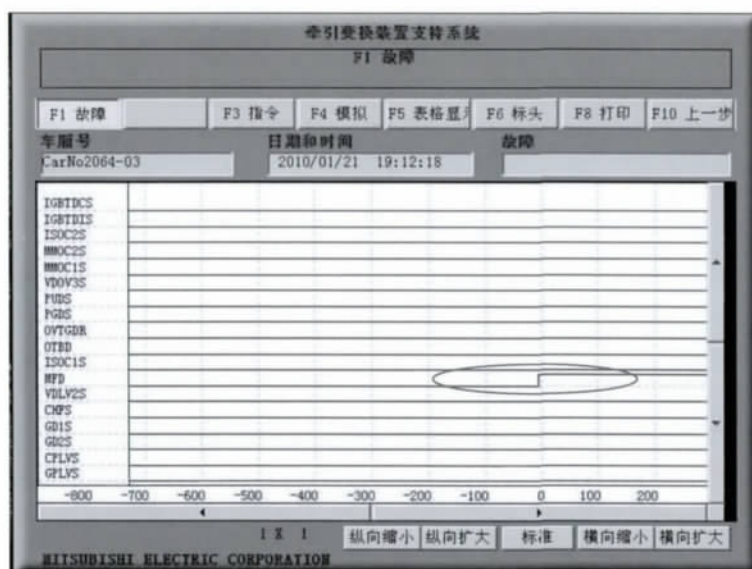


图 3 CRH₂064C 列 3 车报 MFD 故障记录情况

故障,而是一种非常规运行状态的表示,更不会对行车安全造成影响。

通过以下方法可避免牵引变流器因“MFD”发生而报出“004”代码的问题:(1)当满档牵引至高速后,在不影响正常运行的情况下,使用较高牵引档位来进行减速,由于此时变流器输出电流相对较高,将使“MFD”发生的电流条件不成立,本方法将使减速过程变长。(2)当满档牵引至高速后,在不影响正常运行的情况下,直接使用惰行或制动来进行减速,使“MFD”发生的工况条件不成立,本方法将使减速过程变短。(3)可多使用恒速驾驶模式。

(2)CRH₂060A06 车发生牵引变流器冷却器温度高故障

CRH₂052A+60A 途中 CRH₂060A06 车发生牵引变流器冷却器温度高故障,代码 040,进行 RS 复位后故障未消除。切除 06 车动力,维持运行。对 CRH₂060A 车进行了全面检查,检查 6 车牵引变流器进风口滤网状态,见明显杂物。

从动车组回库检查的结果分析,运行途中线路环境恶劣造成 06 车变流器冷却风机进风口吸入柳絮和其他杂物造成散热通道滤网堵塞,散热不良导致温度上升。

处理措施:(1)对该变流器进风口滤网进行更换操作,同时进行吹灰除尘工作。(2)加强乘务员对此类故障的应急处理措施的学习。(3)加强库内滤网清扫工作。

(3)CRH380A-6031 列车运行时 4 车报 004 故障 CRH380A-6031L 运行中 4 车变流器报 004 故障,

RS 复位无效,将 4 车切除后继续运行。

动车组入库后检查 MON 故障记录,及检查 DCU、模块没有明显异常,初步判断牵引变流器正常继续使用。但随后继续运行,4 车持续报 004 故障,故障问题可能因牵引电机原因造成。

入库后,继续检查,通过起动试验,将 4 车开关切断,逐一切除 4 车每一轴电机(拔除电机电源插头),当排查到切除 4 车 3 轴牵引电机后起动试验正常,判断确定为 4 车 3 轴牵引电机故障。经测量 4 车 3 轴牵引电机定子绕组对壳绝缘低于规定值 3 MΩ,电机定子存在质量问题。需更换牵引电机。

处理措施:对 4 车 3 轴牵引电机进行更换,更换了一台新电机,更换后,故障消除,运行正常。

3 结束语

CRH₂ 型动车组牵引变流器结构复杂,技术含量高,而且因运用时间不很长,存在各方面经验不足问题,为此有待我们通过结构上暴露出的问题不断优化设计(如扩大故障诊断功能、增强散热效果、提高单位功率等),以及通过检修运用实践尽快摸索出一套行之有效的维修保养体系,消除检修作业盲点,并努力提高随车机械师应急处理能力和司机正确操作能力,防止故障发生或延伸,为此使牵引变流器质量更可靠、运行更安全。

参考文献

- [1] 铁道部运输局,北京交通大学机电学院. 时速 200 km 及以上动车组运用检修培训讲义之六:动车组供电牵引系统及设备(第一稿)[M]. 北京:铁道部运输局,2005.

文章编号:1008—7842 (2013) 02—0097—03

HXd1 型电力机车控制回路接地故障检测 原理分析及故障解决措施

吴 勇

(太原铁路局 湖东电力机务段, 山西大同 037001)

摘 要 主要阐述 HXd1 型电力机车控制回路接地故障的检测原理及故障发生后的解决措施。并对 HXd1 型电力机车控制回路接地检测装置原理接线图进行了汇总整理,方便了维修人员对 HXd1 型电力机车控制回路接地故障检测原理的掌握。

关键词 蓄电池; 控制回路接地; 检测原理; 分析; 解决措施

中图分类号: U264.6 **文献标志码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1008—7842.2013.02.22

机车 110 V 直流电源是机车控制单元、信号通讯系统、继电器保护回路及其他自动装置的工作电源。由于机车运行环境恶劣,110 V 电气设备或导线的绝缘损坏常常会造成电路的接地故障,虽然单点接地故障对机车的运行不会产生影响,但是若出现两处或两处以上的多点接地故障时,电路可能会产生短路而烧损设备和导线,从而严重影响机车正常运行的安全性和可靠性。因此对机车控制回路接地故障的判断和处理显得十分重要。

1 HXd1 型电力机车控制回路接地故障检测原理

HXd1 型电力机车上应用的控制回路接地保护装置由电子式直流电网绝缘监测仪+控制回路接地检测开关组成。该装置采用不平衡电桥法对控制回路绝缘电阻进行检测,由绝缘电阻信号检测电路接收从耦合电路返回的反映被监测回路的对地绝缘电阻变化的信号。当绝缘电阻低于装置设定值时,装置发出报警,报警指示灯亮,继电器动作,其常开联锁将相关信号经由机车输入输出模块 SKS1A、SKS1B 送至机车中央控制单元 CCU,再由机车中央控制单元 CCU 发出指令,将故障

内容显示在机车故障显示屏 MMI 上,提醒司机或维修人员,机车控制回路发生接地,需进行处理。加设控制回路接地检测开关的目的是:①机车日常保养维修时,对控制回路对地绝缘情况,进行必要的监控检测;②机车控制回路发生接地时,运用该开关对故障进行快速的排查处理。

2 HXd1 型电力机车控制回路接地故障检测装置原理接线图(见图 1)

3 HXd1 型电力机车控制回路接地故障装置检测原理分析

由图 1 可知:

(1) 控制回路接地故障检测装置基本原理

HXd1 型电力机车 A、B 两节机车各装有一套蓄电池接地故障检测装置(即控制回路接地故障检测装置),由于直流电网绝缘监测仪特性决定,每个被监测回路中只能装有一台监测设备,因此在实际运用中,通过机车电源钥匙开关控制,只有操纵节的控制回路接地故障检测装置投入运行,非操纵节控制回路接地故障检测装置

吴勇(1979—)男,山西天镇人,工程师(修回日期:2012—12—27)

Introduction and Failure Analysis of Traction Converter for CRH₂ EMUs

DAI Shun-hua

(Wuhan Railway Safety Supervision and Management Office in Wuhan EMU Depot Acceptance Room, Wuhan 430064 Hubei, China)

Abstract: This paper introduces the structure principle, fault analysis of traction converter for CRH₂ EMUs. The traction converter consists of 2 pulse rectifier units, 1 intermediate DC circuit, and 1 three-phase inverter unit, and has the characteristics of technology advancement, structure complexity, etc. This paper enumerates the traction converter fault statistics of CRH₂ EMUs by Wuhan Railway Bureau since 2007, and makes analysis by three faults.

Key words: EMU; traction converter; structure principle; failure analysis