

运用检修

HXD3型电力机车APU常见故障原因分析及处理

徐 强, 焉 颖

(济南西机务段, 山东 济南 250117)

摘 要:针对HXD3型机车运用途中发生的辅助变流器(APU)故障, 归纳总结了APU的5类典型常见故障, 指出故障部位, 分析了故障原因并说明故障查找方法。

关键词:HXD3型电力机车; 辅助变流器; 故障分析; 故障查找

中图分类号:U269.6

文献标识码:B

文章编号:1000-128X(2012)01-0082-03

1 概述

HXD3型大功率货运电力机车以其功率大、牵引定数高、操纵简单方便、运用质量可靠等特点得到机车运用部门的肯定。但机车在运用过程中仍有故障发生(从2010年7月至2010年12月济南西机务段共发生了13起APU故障), 造成了机破、临修事故, 严重影响了机车的正常运用。在多次处理该类故障的过程中, 通过对辅助变流系统的分解检查, 摸索出了一些查找APU故障的方法, 在使用中取得了很好的效果。

2 辅助变流系统

HXD3电力机车的辅助变流系统, 是采用日本东芝公司现有成熟的变流技术, 整个辅助系统由2套辅助变流器组成^[1], 每1套辅助变流器由整流电路、中间直流环节、逆变电路组成。

整流电路采用四象限整流, 并串有平波电抗器。为了保证逆变器输入电压的稳定, 在整流输出电路并联支撑电容器, 稳定中间直流电路电压。

每套辅助逆变器的输出均可有变频变压(VVVF)和定频定压(CVCF)2种工作方式^[2], 可以按连接的辅助电动机的情况需要, 工作在适当的方式。在正常情况下, 2套辅助变流器基本上以50%的额定容量工作, APU1工作在VVVF方式, APU2工作在CVCF方式, 分别为机车辅助电动机供电。在某一套辅助变流器发生故障时, 另一套辅助变流器可以承担机车全部的辅助电动机负载, 不需要切除任何辅助电动机。此时, 辅助变流器按照CVCF方式工作, 仍能保证辅助电动机满功率运行, 从而确保机车辅助供电系统的冗余性。辅助电动机负载功率转换的

控制由机车微机控制系统自动完成。

辅助变流器控制系统的特点是计算机化、网络化。每套辅助变流器设有独立的微机控制系统, 实现辅助变流器的整流控制、逆变控制和外围接口信息的控制, 并实现辅助变流器与微机控制监视系统的网络信息传递, 完成辅助变流系统的故障诊断、保护与内部管理。

3 APU故障原因分析

APU故障主要集中在如下5个部分: AVR4部分, IGBT模块, GATE驱动基板, DET-51检测基板, APU-CIR控制单元体。各部分的功能及故障原因分析如下。

①AVR4是I/F单元体的一部分, I/F单元体由AVR1~4以及1个继电器板组成, 如图1所示。AVR为IGBT的门极触发电路提供可靠的AC 50 V驱动电源, 以及提供控制设备需要的24 V电源, 其中AVR1~3为CI提供门极电源, AVR4为APU提供门极电源。继电器盘上的COR1~3是控制CI开放的继电器。AVR4如果出现问题, 可能导致控制电源电压低, 导致门电路电源电压低下, 造成逆变单元异常。



图1 I/F单元体

②IGBT是APU整流器、逆变器(如图2所示)中的模块, 如果IGBT在运用过程中出现任何异常, 都会导致APU整流器、逆变器异常。交流399 V、50 Hz输入整流器, 通过四象限脉冲整流电路整流, 将变化的单相交流电压转换成稳定的750 V直流电压, 再通过逆变器将直流电压转换成三相交流电压(CVCF: 交流380 V、50 Hz; VVVF: 2~380 V、0.2~50 Hz)向负载电机供电。采用IGBT元件, 具有工作频率高, 自我保护能力强, 控制较简单等优势。但IGBT在工作时, 经常遇到各种工作状况, 如: 过载、桥臂直通、过高的电流增长率、过高的电压增长率、散热不好等, 都会影响IGBT的正常工作, 导致IGBT性能下降, 甚至烧坏IGBT, 进而报出APU故障。

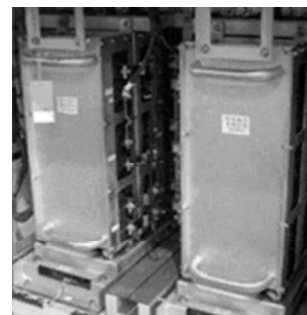


图2 APU整流器、逆变器单元

③GATE基板(包括GUU、GUV、GUW, 如图3所示)是为APU逆变单元IGBT提供开放、关闭控制电源的基板。门极驱动板接收到经由检测基板来的驱动信号后, 对IGBT进行驱动控制, 并对IGBT的运行状况进行检测, 将检测信号发送到检测基板。如果基板出现异常也会导致APU逆变单元异常。

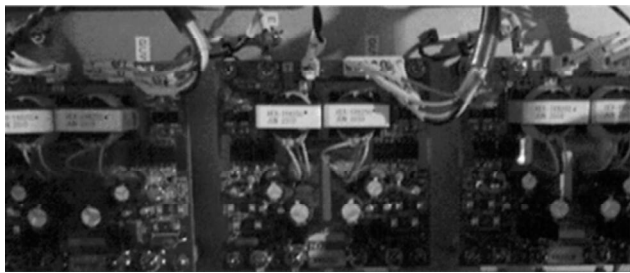


图3 GATE驱动基板

④DET-51检测基板(如图4所示)是负责GATE驱动基板与控制单元体中间通信用基板。检测基板将中央处理器发来的驱动信号传递给门极驱动板,并将门极驱动板的反馈信号综合处理后返送给中央处理器。如果此基板异常,APU逆变单元也会出现异常。

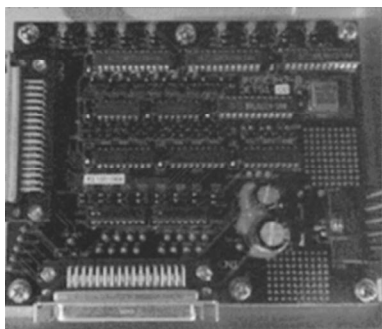


图4 DET-51检测基板

⑤APU-CTR控制单元体(如图5所示)主要分为接口部分和控制运算部分,从外部传输进来的信号经过接口部分传送到控制运算部分,进行处理。然后,根据控制运算的结果,经过接口部分,对外部进行相应的控制。控制单元是APU单元工作的控制中心,如果控制单元自身或者软件出现异常,也会造成逆变单元出现异常。



图5 APU-CTR控制单元体

4 APU故障查找方法

①AVR4部分可以通过测量输入输出电压值来检测是否正常。具体方法如下:AVR4从上到下1~13插孔分别为1对应E(地线);2(+),3(-)为input1 DC 100 V,输入电压;4(+),5(-)为output2 DC 12 V,1 A;6(+),7(-)为output3 DC 24 V,为APU的继电器供电;8(+),9(-),为AC 50 V LVD,为AVR与APU之间的通信检测用;10(u),11(u),12(v),13(v),为out AC 50 V,为APU-CTR供电。故障案例如下:

2011年3月27日,HXd3-0139机车牵引DH86508次,编组:46辆、换长56.5、总重3 982 t,运行至谭家坊—青州市南间,因辅助变流器故障,7:14停于K234+494 m处。机车回段后查询TCMS屏,6月17日记录7:14、7:53的2次通、断辅助变流器开关QA47操作,无其他相关辅助变

流器故障信息记录。升弓试验发现,多功能显示屏“辅变流器灯亮”TCMS屏无相关“辅变流器故障”信息提示。进入微机屏“辅助电源”页面发现APU1输出电压、频率均为零,APU1不能正常启动,且不能自动转换至APU2工作。手动切除APU1后,能正常转换至APU2工作。下载数据发现,辅变流器APU1记录“CPUV”异常代码,CPUV解释为APU控制单元控制电源电压过低,通过测量AVR4部分电压情况确认APU1控制电源AVR4硬件故障。

②IGBT模块是由铜基板、金属化的陶瓷板(称DBC板)和管芯组成的多层结构,它们是以机械焊接方式焊接起来的,如图6所示。机车运行状态

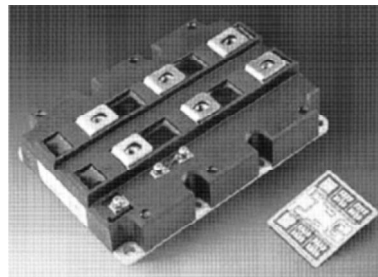


图6 IGBT模块

中如出现短路、过载等情况,可能会引起IGBT模块在芯片与金属焊接处断开,此时在焊点周围会产生金属蒸汽团,在模块中建立起一种等离子体,由于内部气体不断膨胀,壳体受到内部压力而破裂。机车上的IGBT模块要在几秒间隔内承受快速变化的负载加热和冷却,将产生芯片局部热量变化、材料和焊接点产生疲劳引起的损坏。可以通过外观检查,看其是否正常。故障案例如下:

2011年2月13日,HXd3-0861机车牵引DH27002次列车,编组:52辆、换长63.7、总重4 468 t。运行至济南—济南南站间,因机车APU1故障跳主断,处理无效,8:28停于K492+102 m处。机车回段后查阅微机屏记录:2011年6月13日08:23 APU1-C接地,一次侧电流瞬间由218 A变化为0,实时机车速度为46 km/h。停车后微机屏于08:29记录乘务员通、断辅助变流器脱扣开关QA47信息,之后微机屏不再记录任何故障信息。通过APU信息软件读出,APU1整流单元体实时记录“GD”、“GSCV”故障信息,“GD”故障代码为回路接地,于08:23:22动作,延时20 ms之后恢复正常。“GSCV”故障代码解释为IGBT整流门极封锁,同时主断路器动作。由此确认此次机车辅接地的直接原因为辅助变流器中间直流电路电压波动所致。由于辅助变流器APU1中间直流电路电压波动,接地装置电容(GRC5、GRC6)随之充放电,导致其接地基准点偏离零值,辅接地装置动作,主断路器保护性跳开。

③DET-51检测基板可以从指示灯(如图4上方所示)观察其具体哪部分电路板出现故障,具体方法如下:按其在车上的安装位置,最上方2个为通信指示灯,其余的6个从上至下分别对应的是U、X、V、Y、W、Z,如出现其中一个和其他灯的亮度不同,过亮、过暗或者出现闪烁,则说明其对应相的电路板出现问题,进行对应

的更换后故障消失。若 GATE 驱动基板, DET-51 检测基板从外观无法检测是否异常, 只能通过替换相关基板来检测是否正常。调查更换基板后, 故障消失。不良基板返回生产厂家进行试验, 排除 DET-51 检测基板故障, 剩下对 GATE 驱动基板进行单独检测, 判定为 GATE 驱动基板故障。

故障案例如下:

2010 年 12 月 21 日, HXd3-8005 机车在井亭站出现 APU2 故障, 进行断合 QA47 无效。查看故障履历显示“APU2 不动、APU2 门不动”。经联系后指示该车继续牵引维持运行, 待停车有条件时手动尝试恢复。该车到段后升弓试验, 经检查发现 APU2 的 DET-51 检测基板, 逆变单元 W 相指示灯不亮, 判断为逆变单元 W 相 GATE 驱动基板坏, 更换后试验良好。

④ APU-CTR 控制单元体故障主要是 SG-F 门极电路板出现门极信号异常造成。在门极放大器的光电耦合器上发生动作不良后, 控制装置侧判断出门极异常进行了保护动作 (SG-F 故障), 停止 APU 装置动作。调查 SG-F 故障的原因得出结果, 是由于驱动主电路 IGBT 的门极放大器 GDC84-EO 与 GDC14-LO 上使用的是 AVAGO 公司光电耦合器 HCNW3120 不良而导致的故障。

原因: 判明了在发光二极管的制造工序上导入了等离子清洗, 离子存在残留期间, 可能引起了加速劣化的程度。图 7 显示的是使用了光电耦合器的控制电源与触点信号的输入电路图。在图 7 的回路中, 模拟绝缘用光电耦合器的发光降低时, 因为受光二极管的受光量降低, 受光二极管的输出电流降低。该受光二极管的输出电流转换为电压的运算放大器的输出电压变低。判断输入电压即使为 110 V, 控制单元体内输入电压也低。因此, 导致了本次发生的控制电压低, 检测与触点信号识别不良, 造成 APU 的停止。

处置方法: 更换驱动逆变器用 IGBT 的门极放大器, 并进行了修复。

2010 年 11 月 4 日, HXd3-0889 机车牵引 DH29125 次、编组 67 辆、换长 81.9、总重 5 723 t。列车运行到韩庄—利国间 APU1、APU2 接地故障, 14:20 利国 1 股停车处理, 处理完毕后 14:26 开车。机车回段后试验正常, 微机系统记录: 11 月 4 日, 14:11 APU1 接地, APU1-C 不动及 APU1 接地, APU1-C 不动, 无恢复时间。通过 APU2 故障代码

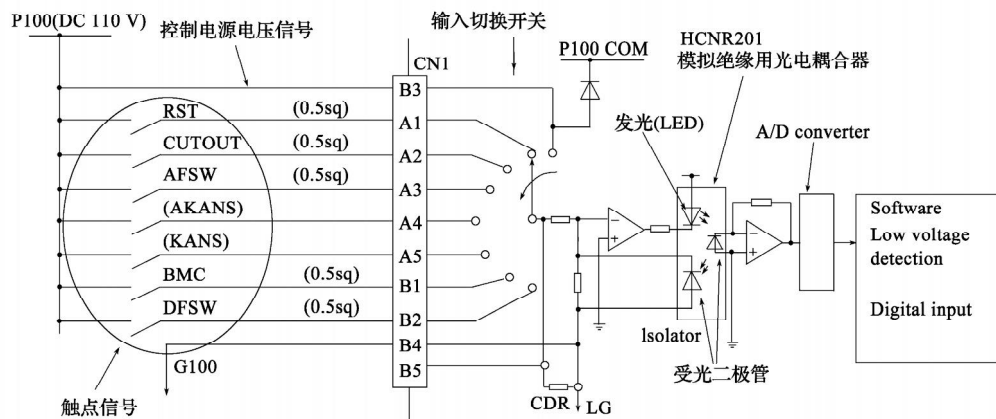


图 7 控制电源/触点信号输入回路

确认, APU 控制单元本身故障, 进一步检查发现 APU2-CTR 为对策品 (有问题的试验品), 此 APU2-CTR 的编号为 09302375。拆解后发现 APU2-CTR 其中的 HCNR20 光电耦合器代码为 0834, 为故障品, 造成此故障现象。更换故障 APU2-CTR 控制单元体后故障消失。

5 结语

针对以上 HXd3 型电力机车的 APU 故障, 段技术人员与主机厂及东芝公司服务人员一起对问题进行了及时处理, 减少了机车故障, 有效保证了正常的铁路运输秩序。这些方法也可为今后出现此类故障时的原因查找及故障预防提供借鉴。

参考文献:

- [1] 张健, 陈勇. HXd3 型大功率交流传动货运电力机车特点及故障处理 [J]. 机车电传动, 2008 (3): 8-11.
- [2] 中国北车集团大连机车车辆有限公司. HXd3 型交流传动货运电力机车培训教材 [M]. 大连: 中国北车集团大连机车车辆有限公司, 2007.
- [3] 钟晓军. HXd3 型机车辅助电路接地故障的查找和处理 [J]. 电力机车与城轨车辆, 2010 (1): 49-51.

更正声明

《机车电传动》2011 年第 6 期广告中的株洲西内子牵引设备有限公司广告出现印刷错误, 图片中机车号应为 HXd1B0029。

对此我们深表歉意!

《机车电传动》编辑部