

HXd2B 型电力机车充电机故障分析及建议

丁福建

(上海铁路局上海机车检修段, 上海 201802)

摘要: HXd2B 型电力机车充电机故障能够通过微机控制系统反映给乘务员, 但是对由电气线路上二极管故障造成的充电机不工作却不能反映出来, 长时间运行后会造成蓄电池亏电, 机车不能运行。针对充电机故障检测方面存在的问题, 通过对充电机工作原理分析, 提出机车检修运用中对充电机检查判断的方法, 以降低故障发生的概率。

关键词: HXd2B; 充电机; 蓄电池; 二极管

中图分类号: U269.6

文献标识码: B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2018.01.026

HXd2B 型电力机车自 2010 年开始配属上海铁路局, 共 215 台。机车的控制采用了基于 WorldFIP 网络通信技术的微机网络控制系统, 具有完善的控制、监测和检修维护功能, 并采用双路介质冗余设计。HXd2B 型机车检修运用中故障信息的获取, 主要来源于微机系统的故障信息提示, 由于充电机故障还存在一些隐性故障不能够通过微机系统进行故障提示, 导致故障隐患不能及时处理, 给机车运用带来极大的安全隐患。本文通过对一起典型的充电机隐性故障原因分析, 提出预防和判断充电机隐性故障的方法。

1 充电机故障基本情况

1.1 充电机故障概况

2016 年 10 月 22 日, 南京东机务段使用 HXd2B

0002 机车担当徐州北至蚌埠东间 44023 次列车牵引任务, 运行至宿州南至西寺坡间电分相区, 主断路器断开后机车 DDU 屏突然黑屏, 机车产生惩罚制动, 列车被迫停车。

1.2 机车检查情况

机车回段后, 上车检查机车控制电压 89 V, 系统上电后电压掉至 85 V, 机车数据下载后几分钟电压下降到 83 V, 整个系统断电, 蓄电池投入按钮跳开, 随后由于控制电压过低, 系统再无法上电。

对下载的数据进行分析, 数据内报蓄电池电压低 (DM_TBAB: Battery low voltage A_UBAT3=88.08855), 系统断电, 没有报其他任何故障, 具体见图 1。

对外围电路外观进行检查, 未发现异常。初步怀疑

N228				default_acul_medB=0			
	A	B	J	N	O		
199	2016/10/22 17:08:05	Power down of the electronic		VarC_A2XM_A_E_CA_IONDR=0	VarC_A2XM_A_E_CA_IONDS=0	V ₁	
200	2016/10/22 17:08:05	Power down of the electronic		VarC_A3XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A3XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₂	
201	2016/10/22 17:08:06	ME_MST: Mise sous tension					
202	2016/10/22 17:08:06	ME_MST: Mise sous tension					
203	2016/10/22 17:08:06	ME_MST: Mise sous tension					
204	2016/10/22 17:08:06	ME_MST: Mise sous tension					
205	2016/10/22 17:08:06	MPU lifesignal ON		VarC_A1XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A1XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₁	
206	2016/10/22 17:08:06	MPU lifesignal ON		VarC_A2XM_A_E_CA_IONDR=0	VarC_A2XM_A_E_CA_IONDS=0	V ₂	
207	2016/10/22 17:08:06	DM_TBAB: Battery low voltage		A_UBAT3=88.08855	A_UBAT1=88.06919	B ₁	
208	2016/10/22 17:08:06	DM_TBAB: Battery low voltage		A_UBAT3=88.08855	A_UBAT1=88.06919	B ₁	
209	2016/10/22 17:08:06	Power up of the electronic		VarC_A1XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A1XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₁	
210	2016/10/22 17:08:06	Power up of the electronic		VarC_A2XM_A_E_CA_IONDR=0	VarC_A2XM_A_E_CA_IONDS=0	V ₂	
211	2016/10/22 17:08:06	Board was powered down due to 15V error		VarC_A1XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A1XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₁	
212	2016/10/22 17:08:06	Power down of the electronic		VarC_A2XM_A_E_CA_IONDR=0	VarC_A2XM_A_E_CA_IONDS=0	V ₂	
213	2016/10/22 17:08:07	ME_INFOS_I2C: informations lues en EEPROM		EEPROM_temp_max=61	EEPROM_temp_moy=0	EI	
214	2016/10/22 17:08:07	ME_INFOS_I2C: informations lues en EEPROM		EEPROM_temp_max=61	EEPROM_temp_moy=0	EI	
215	2016/10/22 17:08:07	ME_INFOS_I2C: informations lues en EEPROM		EEPROM_temp_max=64	EEPROM_temp_moy=0	EI	
216	2016/10/22 17:08:07	ME_INFOS_I2C: informations lues en EEPROM		EEPROM_temp_max=66	EEPROM_temp_moy=0	EI	
217	2016/10/22 17:08:07	ME_INFOS_I2C: informations lues en EEPROM		EEPROM_temp_max=60	EEPROM_temp_moy=0	EI	
218	2016/10/22 17:08:08	ME_INFOS_I2C: informations lues en EEPROM		EEPROM_temp_max=62	EEPROM_temp_moy=0	EI	
219	2016/10/22 17:08:08	TCU lifesignal ON		VarC_A1XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A1XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₁	
220	2016/10/22 17:08:08	TCU lifesignal ON		VarC_A2XM_A_E_CA_IONDR=0	VarC_A2XM_A_E_CA_IONDS=0	V ₂	
221	2016/10/22 17:08:08	TCU lifesignal ON		VarC_A3XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A3XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₂	
222	2016/10/22 17:08:08	TCU lifesignal ON		VarC_A4XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A4XM_A_E_CA_IONDS=2	V ₂	
223	2016/10/22 17:08:09	TCU lifesignal ON		VarC_A1XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A1XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₁	
224	2016/10/22 17:08:09	TCU lifesignal ON		VarC_A2XM_A_E_CA_IONDR=0	VarC_A2XM_A_E_CA_IONDS=0	V ₂	
225	2016/10/22 17:08:09	TCU lifesignal ON		VarC_A3XM_A_E_CA_IONDR=1	VarC_A3XM_A_E_CA_IONDS=1	V ₂	

图 1 机车故障数据分析

疑为蓄电池亏电造成机车控制系统失电导致的机车故障。

更换整车蓄电池后进行高压试验, 用电脑连接机车通过 E-train 软件对充电机工作情况进行监测, 分别切除充电机 1、充电机 2 进行试验, 发现在充电机 2 单独工作时, 充电机电流偏小, 充电机电流几乎与蓄电池充电电流一样, 只有 23 A, 对比充电机 1 单独工作时, 充电机电流 47 A, 蓄电池充电电流 22 A, 相差较大。

再次调出在充电机 2 单独工作时被切除的充电机 1 的监控，发现此时蓄电池通过充电机 1 的回路在向控制回路供电，所以认为主要原因是在充电机工作时，一方面要给蓄电池充电，另一方面要向控制回路供电。

根据实时监控的数据分析，充电机 2 向控制回路供电的这条线路是不通的，因此对此回路进行测量，当检查到 PAN-VS-BA 二极管模块时发现其断路。

2 充电机原理及故障原因分析

2.1 充电机工作原理介绍

HXD2B 型电力机车共有 2 组充电机，在 MPU 的管理下轮流工作，为蓄电池充电、为 DC 110 V 负载提供电源，整台机车的 2 个充电机互为冗余，任一组充电机故障时，由另一组充电机为整车的 DC 110 V 负载提供电源；控制系统采用数字控制技术通过 MVB 网络与车内其他设备进行数据交换，实现辅助系统的系统控制、状态检测和故障信息的存储传输。

充电机电路输入取自辅助变流器定频输出，通过输入保护断路器进入三相整流器后变为直流电，并联的阻容板和串联的电抗器进一步吸收和过滤交流部分，从而为充电机提供一个较为理想的直流电压，通过电容器和 IGBT 组成的单相半桥逆变电路，将 DC 545 V 的直流电逆变为交流方波电源，开关频率为 10 kHz，通过高频变压器隔离变压，再经过全波整流电路和滤波电路输出 DC 110 V 电源，供给机车上 DC 110 V 负载，为蓄电池充电，见图 2。

2.2 充电机故障原因分析

通过现车检查结合机车数据及监控数据分析，认为引起本次故障的原因为充电机 2 向控制回路供电的 PAN-VS-BA 二极管模块断路。充电机由 MPU 控制其工作，2 个充电机都是每个工作 1 天，同时给蓄电池充电和向控制回路供电，见图 3。

当充电机 2 工作时，由于 PAN-VS-BA 二极管模块断路，充电机 2 无法正常向控制回路供电，导致只能由充电机 2 通过充电机 1 的回路向控制回路供电，具体见图 4。

但是蓄电池充电时有一个限流控制，其限流工作原理为：①限流充电：由于此时蓄电池的电压比较低，与充电机当时设定值的压差比较大，若不进行限流会引起蓄电池的充电电流过大，会导致蓄电池的损坏；此阶段充电机的输出电压不断增大，充电电流保持不变，充电电流维持在 22.5 A。②恒压充电：在蓄电池

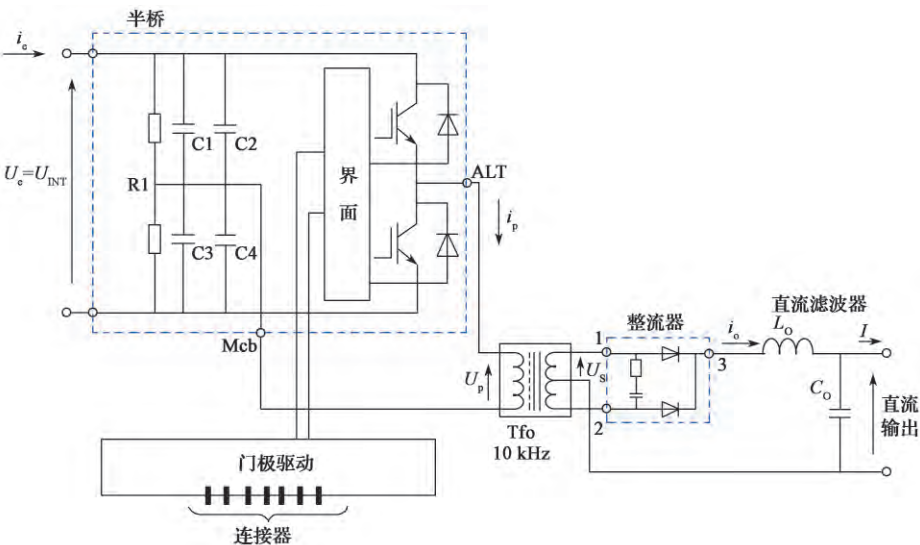


图 2 充电机模块电气原理图

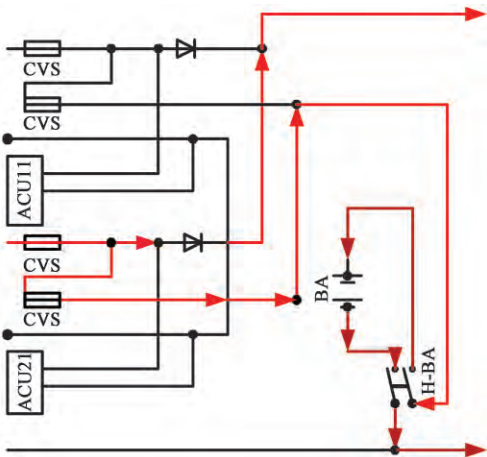


图 3 充电机 2 正常工作供电回路

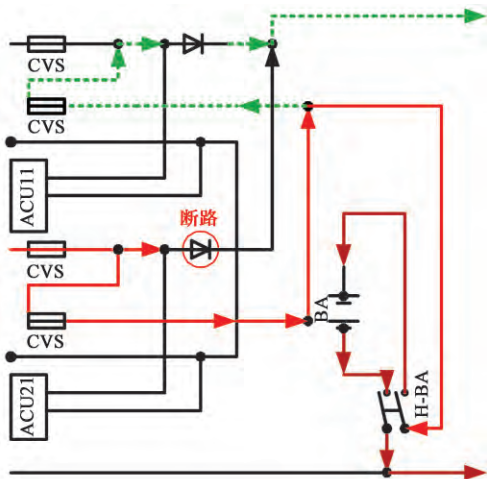


图 4 二极管模块故障时充电机 2 理论工作回路

的充电电压达到设定值时，充电机保持输出电压不变，此阶段充电机的输出电压不变，充电电流不断减小，在蓄电池充满时，充电电流为零。

正常情况下， $I_{充2输}=I_{蓄充}+I_{控供}$ ，如果二极管模块断路故障，则 $I_{充2输}=I_{蓄充}$ ，也就是说充电机的输出总电流从原来的 46 A 左右被限流到了只有 23 A 的输出，最

终这 23 A 电流全部通过充电机 1 的回路向控制回路供电,而在蓄电池限流充电的时候 110 V 的负载为 24~27 A,由于二极管损坏的原因,110 V 负载需要蓄电池放电进行供电,放电电流大于充电电流。通过实时监测也可以看到,控制系统所需电流大于充电机最大输出电流,所以蓄电池不但没得到充电,还在向控制回路放电,最后导致蓄电池亏电,见图 5。

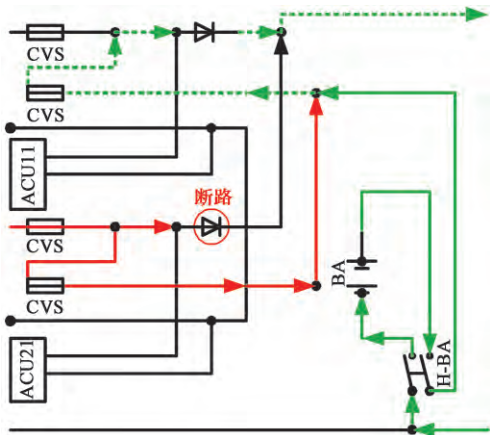


图 5 二极管模块故障时充电机 2 实际工作回路

当机车过分相时,主断路器断开,充电机停止工作,此时只有蓄电池给控制回路供电,当蓄电电压逐渐降到一个临界值时(88 V),在过分相的瞬间,亏电的蓄电池电压无法维持机车正常的系统运行,造成机车黑屏,见图 6。

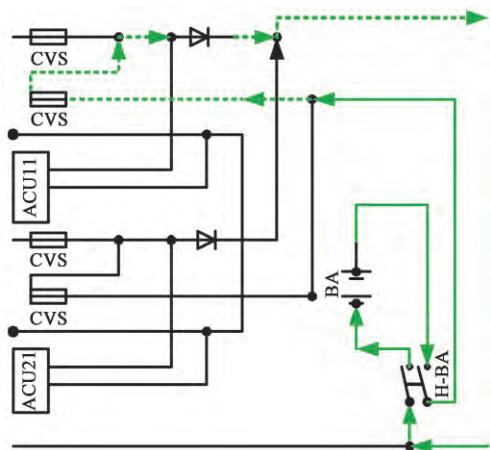


图 6 过分相时充电机工作回路

3 防范措施及建议

①加强机车数据分析,对此类隐性故障应重点分析,通过故障数据虽然没有直接报出充电机故障,但

是数据中报出蓄电池亏电,因此,在进入机车修程及出入库数据分析中发现蓄电池亏电故障时,一方面应对蓄电池进行检查,及时补充电,另外应对充电机回路进行重点检查,防止隐性故障存在。

②机车进入各级修程或出入库进行高低压试验时,分别切除充电机 1 和充电机 2,使用 E-train 软件对蓄电池充电机工作状态进行监控,通过比较充电机输出电流与蓄电池充电电流,正常时充电机输出电流应为 47 A 左右,蓄电池充电电流应为 22 A 左右,若充电机输出电流与蓄电池充电电流非常接近,约 22 A 左右时,可判断此充电机控制供电回路存在断路,应进行扣车检查,重点检查二极管是否故障。

③机车运用过程中,乘务员应加强机车蓄电池电压的确认,若机车控制电压在一段时间内持续下降,或机车控制电压低于 100 V 时,在显示屏无充电机故障报出的情况下,选择在前方站或其他条件允许的情况下,通过显示屏查看是哪一组充电机工作,确认后对其进行切除,切换到另一组蓄电池工作,再进一步观察机车控制电压变化情况,若机车控制电压上升回到正常值,说明此时充电机工作正常,可维持运用;若机车控制电压仍下降,说明蓄电池亏电,应及时向段值班室进行反馈并采取措施,防止系统失电后机车无法运用。

4 结语

本文通过对 HXd2B 型电力机车充电机故障进行分析,查明了故障原因,并对后期如何防止此类故障提出了建议,通过后期实施,在段内试验时又提前发现一起同类故障,有效防止了机车带故障隐患出库。

参考文献:

- [1] 大同电力机车有限公司. HXd2B 型电力机车检修手册 [Z]. 大同:大同电力机车有限公司, 2009.
- [2] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术 [M]. 北京:机械工业出版社, 2005: 132-146.
- [3] 刘志杰. HXd2 型电力机车充电机隔离故障原因分析及应对措施 [J]. 太原铁道科技, 2013 (1): 32-34.
- [4] 李敏. HXd3 型机车充电装置常见故障分析及处理 [J]. 轨道交通装备与技术, 2011 (8): 17-20.

作者简介:丁福建(1983-),男,高级工程师,现从事和谐系列电力机车的高级修工作。

动态消息

欢迎订阅《机车电传动》

《机车电传动》期刊为双月刊,由邮局发行,国内邮发代号 42-17,欢迎读者到当地邮局订阅(国内定价 15 元,全年 6 期 90 元)。国外发行代号 BM353,国外由中国国际图书贸易集团有限公司总发行。