

运用检修

基于 HXD1B 机车数据记录的
故障排查与统计

叶 青

(江岸机务段 技术科, 湖北 武汉 430012)

摘 要: 针对 HXD1B 型电力机车质量缺乏有效控制的现状, 提出基于机车数据记录的故障排查方法, 即通过重点检查能间接反映机车健康状况的数据记录, 消除机车隐患, 并结合实际故障处理证明该方法的有效性; 此外, 从故障检修、预防和统计 3 方面, 给出部分重点故障代码, 以反映当前 HXD1B 机车存在的质量问题。

关键词: HXD1B 机车; SIBAS 微机控制系统数据记录; 故障排查

中图分类号: U269.6

文献标识码: B

文章编号: 1000-128X(2011)06-0076-03

1 问题的提出

HXD1B 型电力机车采用西门子 SIBAS32 (Siemens Bahn Automatisierungs System) 系列的微机控制系统及 TCN 网络通信技术, 完成对机车的控制、监控和保护^[1]。SIBAS32 系统在正常运作时, 能够记录机车各部件的历史动作及状态, 帮助检修人员分析、定位故障处所。如无特殊说明, 下文的“机车数据记录”均指这些微机控制系统存储的数据。

自 2009 年 7 月江岸机务段运用 HXD1B 型电力机车以来, 时有发生突发性故障一直困扰着检修工作者^[2]: 2010 年月机破件数如图 1; 2011 年 5 月机破件数创月同期新高 (局定机破 10 件, 实际机破 13 件)。事故原因包括: CCBII 制动系统 IPM 故障、高温天气引发关键模块 (4QC、SKS3、CIO) 温度过高或烧损等。针对机破数量偏高的现象, 本文提出基于机车数据记录的故障排查方法, 即通过重点检查部分能反映机车健康状况的微机系统记录, 提高运用机车可靠性。

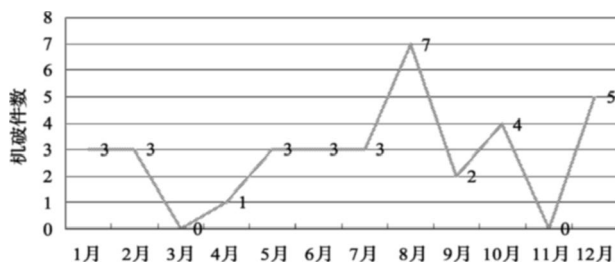


图 1 HXD1B 机车 2010 年实际月机破件数

2 故障排查与统计

一次检修人员排查故障的过程主要分为 4 个步骤: 下载数据、打开数据、选出可疑代码、排查故障。

HXD1B 机车数据记录分为 4 类: 中央控制单元诊断数据 (CCU2Diag)、中央控制单元过程数据 (CCU2Prot)、牵引控制单元诊断数据 (TCU2Diag)、牵引控制单元过程数据 (TCU2Prot)。其中, 诊断数据 (Diag) 主要记录了机车各部件发生的异常事件 (信号不确定、设备报警、通信故障、模块故障等); 过程数据 (Prot) 主要记录了机车各部件的历史动作和状态转换 (开关关闭或准备就绪、负载或脉冲允许等)。在同一时间段内, 前者在机车发生故障时, 提供更明确的线索; 后者则更详细地记录了整台机车的工作过程。检修人员可通过司机室右侧的 CCU 服务 USB 接口, 从诊断系统记忆存储器中下载该机车数据, 然后在电脑上利用西门子提供的 expert2viewer 软件打开, 查看详细数据内容。

截至目前, 江岸机务段已从运用机车上收集机车运行诊断数据 1 1241 58 条, 其中包含 284 种中央控制单元诊断数据代码和 172 种牵引控制单元诊断数据代码。不同种类的诊断数据代码反映的机车健康状况并不一致, 大致可分为: 关键部件故障 (无法继续运用)、辅助设备故障 (短时间内可维持运用)、临时性故障 (可自动恢复) 3 类, 因此, 有必要根据故障影响划分代码等级。下文主要从故障检修、预防和故障统计 3 方面进行分析。

2.1 故障检修

早在 2007 年, 第一批同样使用 SIBAS32 微机控制系统的 HXD1 型电力机车交付湖东机务段运用时, 检修工作者便已经开始使用机车数据记录及配套的诊断软件 (SIBAS Expert2) 查找机车故障了^[1]。HXD1B 型机车数据记录虽然在下载端口及配套软件方面有所不同, 但用于检修的步骤基本一致。截至目前, 配属 HXD1B 型电力机车的郑州机务段、江岸机务段、向塘机务段, 都已将数据分析作为故障排查工作的重要手段。

以 HXD1B0202 机车为例, 利用机车数据记录查找故障的步骤如下: 2011 年 1 月 17 日 14:24 机车出站后列车管压力自动下降, 停车机破。待机车回段后, 检修人员下载机车诊断系统数据, 用西门子 HXD1B 机车数据诊断软件 expert2viewer 打开, 发现中央控制单元 2 诊断数据 (CCU2Diag) 显示: “制动控制单元故障代码 1: 与 ER 模块通信故障”(图 2, expert2viewer 数据界面截图, 下文图 3~图 6 同)。中央控制单元过程数据 (CCU2Prot) 记录了停车指令: “牵引封锁状态: 字节 24: 来自制动控制单元 (CCBII) 的牵引封锁”(图 3)。据此基本认定 CCBII 制动系统存在故障^[3]。克诺尔公司服务人员更换内置处理器模块 (IPM) 后, 机车恢复正常。

部分可能导致临修的诊断数据代码见表 1, CodeID

收稿日期: 2011-06-30

为expert2viewer中对应代码序号,下文表同。

212	2011/01/17 13:11:37	2011/01/17 13:11:44	辅助逆变器已重新配置
212	2011/01/17 14:05:27	2011/01/17 14:05:29	检测到自动过分相设备故障E138_08
212	2011/01/17 14:23:06	2011/01/17 14:23:53	制动控制单元故障代码1: 与ER模块通讯故障(详情请参看CCBII文件)

图2 CCU2Diag 数据记录

CarNo	DateTimeOcc	DateTimeGone	EventText
212	2011/01/17 14:23:02	2011/01/17 14:31:12	图形字节 8: 本车牵引封锁
212	2011/01/17 14:23:02	2011/01/17 14:27:31	牵引封锁状态: 字节 24: 来自制动控制单元(CCBII)的牵引封锁

图3 CCU2Prot 数据记录

表1 临修故障代码

CodeID	故障代码	数据来源
1000	SKS3 模块 A13B.00 通道输出短路	中央控制单元诊断数据
1003	SKS3 模块 A13B.03 通道输出短路	中央控制单元诊断数据
1004	SKS3 模块 A13B.04 通道输出短路	中央控制单元诊断数据
1007	SKS3 模块 A13B.07 通道输出短路	中央控制单元诊断数据
214	继电器 21-A11-K01 断开故障	中央控制单元诊断数据
153	CIO1:A110_02 数字输出错误 (短路或断线)	中央控制单元诊断数据
160	CIO2 电源输入故障 (24V 电源输入信号断开)	中央控制单元诊断数据
146	HWP:检测到错误 4QC 1 模块-A2	牵引控制单元诊断数据
333	司机室 1 速度设定值格雷码 编码器故障	牵引控制单元诊断数据
520	PWIB:电流传感器-U21 状态不确定	牵引控制单元诊断数据
521	PWIB:电流传感器-U22 状态不确定	牵引控制单元诊断数据
614	PWIC:牵引电机C 温度传感器 状态不确定	牵引控制单元诊断数据
620	PWIC:电流传感器-U31 状态不确定	牵引控制单元诊断数据
621	PWIC:电流传感器-U32 状态不确定	牵引控制单元诊断数据

2.2 故障预防

目前我国机车故障预防主要依赖于定期或不定期的机车状态检查,日常整备侧重于人工方式的外观检查、库内试验和经验判断,然而以这些方式排查HXD1B型机车隐患却有以下问题:①出于安全、技术保密与商业协议等多方条件考虑,HXD1B机车核心部件均采用高密封性的模块化设计^[4,5],核心部件开柜时,厂家、机务段双方需同时在场,开柜过程复杂,难以深入检查每趟机车;②模块设计精密度高、价格高,单凭外观难以察觉其损坏痕迹,难以作为扣车修理依据;③单台机车模块数量大,日检范围无法覆盖所有设备,容易遗漏关键故障;④影响机车运行的外界因素复杂(机车负载、走行公里、线路坡度、环境温度、轮轨条件、电网条件、同线路电力机车密度、冷却空气中杂质含量等),库内整备难以全面针对防范。因此,依据机车数据记录,结合检修人员的经验,间接判断机车内部模块的健康状况,是当前一种相对客观合理的事故预防方法。

以2011年5月3日9:31机破机车HXD1B0109为例,该车在运行中突然减压制动,主显示屏显示“机车总线故障”。经调查,事故原因为CCBII制动系统IPM电源插头脱落,引发制动系统断电惩罚。故障代码显示:“和

BCU/MIPM通信故障:(端口310)”(图4)。

109	2011/05/03 09:10:14	2011/05/03 09:11:19	大闸施加的紧急制动
109	2011/05/03 09:31:33		和BCU/MIPM通讯故障:(端口310)
109	2011/05/03 09:35:51	2011/05/03 09:35:51	定速控制:状态不允许

图4 事故时间点附近出现的故障代码

在2011年5月2日3:08:42记录了一次同样的代码,证明该故障并非近期首次发生(图5)。

109	2011/05/02 03:05:34	2011/05/02 03:05:51	停放制动被切除(305)
109	2011/05/02 03:08:42	2011/05/02 03:09:40	和BCU/MIPM通讯故障:(端口310)
109	2011/05/02 03:09:43	2011/05/02 03:09:48	CCBII:繁忙字节故障端口310
109	2011/05/02 03:19:15	2011/05/02 03:19:15	定速控制:状态不允许
109	2011/05/02 03:27:18	2011/05/02 03:27:20	测试请求诊断记录(显示器按钮)

图5 事故发生前出现的故障代码

根据监控记录,HXD1B0109机车2011年5月2日2:21至3:50这段时间正在武汉北六场内限速调车,极可能当时IPM电源插头已存在虚接,但由于故障很快消除,乘务员与整备人员并未重视。待5月3日机车出站行驶一段时间后,插头完全松脱,机车随即惩罚制动。

由此可见,机车数据记录能够反映机车部件工作状态不稳定、线路虚接等隐患,发现该类故障后,整备人员应提高警惕,加强现场确认。

2.3 故障统计

大规模机车数据记录还能反映当前机车质量存在的规律性问题。以下是2011年3月以来,部分诊断数据代码的统计情况、质量问题及处理措施。

1)主逆变器温度高

反映主逆变器温度异常的故障代码如表2所示,伴随入春环境温度上升,3月份该类代码导致机破2件。江岸机务段随即开始全面清洗复合冷却器滤网,使得该类代码比例明显下降,这说明:清洗滤网能够有效减少变压变流环节温度过高的问题(表3、图6)。

表2 主逆变器温度异常代码(记为A)

CodeID	中文故障代码	数据来源
235	主逆变器温度太高,冷却10 min MSP	牵引控制单元诊断数据
236	主逆变器冷却水温度过高→MSP	牵引控制单元诊断数据
237	主逆变器冷却水温度过高→HAS	牵引控制单元诊断数据
243	主逆变器温度过热→MSP	牵引控制单元诊断数据

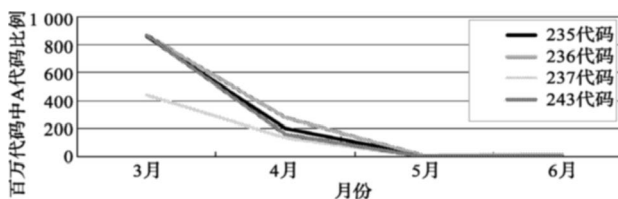


图6 主逆变器温度高故障代码数量变化趋势图

2) 电流电压过大、显示器温度超限

2011年2月至6月,代码960~965有明显随环境温度上升而增多的趋势(表4、表5、图7),该类故障易使主

显示屏黑屏,影响行车安全;代码819(298次)、820(87次)、821(647次)、782(117次)累积造成3件机破(表5),出现该类代码的机车号范围集中分布在330~430之间,均为2010年12月后配属江岸机务段的新车,说明330号以后新造机车对当前线路适应不佳。以上结论与江岸机务段同期临修状况相符,在2011年6月17日铁路机车项目联合办公室于株机公司召开的HXD1B型电力机车质量工作会议上也有反映。

目前,铁道部举办的交流机车运用环境测试试验已在大同、武汉北进行,相信在有所结论和措施明确后,能够为HXD1B型电力机车提供更稳定的运行环境。

表3 清洗滤网后,主逆变器温度高故障代码数量变化趋势

CodeID (A)	月 份	A 代码 出现数(S)	本月全部 代码数(T)	每百万代码中 A 代码 出现比例(S/T)
235	3 月	185	216 919	853
235	4 月	34	164 493	207
235	5 月	2	240 259	8.32
235	6 月	2	294 640	6.79
236	3 月	188	216 919	867
236	4 月	46	164 493	280
236	5 月	2	240 259	8.32
236	6 月	6	294 640	20.4
237	3 月	96	216 919	443
237	4 月	22	164 493	134
237	5 月	0	240 259	0
237	6 月	0	294 640	0
243	3 月	188	216 919	867
243	4 月	27	164 493	164
243	5 月	1	240 259	4.16
243	6 月	0	294 640	0

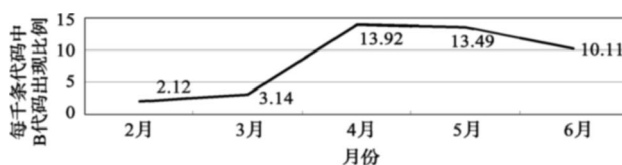


图7 显示器温度超限故障趋势图

表4 显示器温度超限故障代码统计

CodeID (B)	月 份	本月 B 类代 码出现数(S)	本月全部 代码数(T)	每千条代码中 B 代码 出现比例(S/T)
960~965	2 月	271	127 675	2.12
960~965	3 月	681	216 919	3.14
960~965	4 月	2 290	164 493	13.92
960~965	5 月	3 240	240 259	13.49
960~965	6 月	2 979	294 640	10.11

(上接第60页)

用[J]. 电力机车与城轨车辆, 2003, 26(6):24-27.

[3] 王忠杰. 广州地铁3号线车辆抗侧滚扭杆装置的国产化研制[J]. 城市轨道交通研究, 2008(9):40-42.

[4] 段华东. 抗侧滚扭杆对轨道车辆抗侧滚性能的影响研究[J]. 电力机车与城轨车辆, 2007, 30(5): 14-16.

[5] 朴明伟, 李 繁, 兆文忠. 抗侧滚扭杆利弊及技术对策[J]. 铁道机车车辆, 2008, 28(2):39-42.

表5 机车质量故障代码(记为B)

CodeID	中文故障代码	数据来源
960	显示器1:1.显示器内部温度超限(大于60℃)	中央控制单元诊断数据
961	显示器1:2.显示器内部温度超限(大于70℃)	中央控制单元诊断数据
962	显示器1:3.显示器内部温度超限(大于80℃)	中央控制单元诊断数据
963	显示器2:1.显示器内部温度超限(大于60℃)	中央控制单元诊断数据
964	显示器2:2.显示器内部温度超限(大于70℃)	中央控制单元诊断数据
965	显示器2:3.显示器内部温度超限(大于80℃)	中央控制单元诊断数据
819	Line current: 一次侧电流与回流电流差异过大	牵引控制单元诊断数据
820	Line current: 一次侧电流过高->HEV	牵引控制单元诊断数据
821	一次侧电流过高(断开受电弓自动开关)	牵引控制单元诊断数据
782	PW1H:辅逆1与辅逆2电压差异过大	牵引控制单元诊断数据

3 结束语

本文提出了基于HXD1B型电力机车诊断系统数据的故障排查方法,并证明了该方法的可行性与有效性,在此基础上给出部分反映机车质量的重点故障代码。

江岸机务段配属HXD1B型电力机车尚不足2年,目前已建立相应机车数据记录下载分析制度:专职技术人员24 h检查机车安全。下阶段计划进一步完善重点故障代码,并提高其作为扣车检修依据的合理性,寻找代码与故障现象之间的相关性。此外,为解决技术人员全面检查机车数据时信息量较大、容易遗漏的问题,相关软件正在研发中。

参考文献:

- [1] 张 普. 西门子SIBAS32自动控制系统在HXD1型电力机车上的应用[J]. 电气技术, 2009(3): 121-124.
- [2] 翟启斌. HXD1B型电力机车故障分析与对策[J]. 机车电传动, 2010(3): 68-71.
- [3] 中国南车集团株洲电力机车有限公司. HXD1B型交流传动电力机车维修手册[M]. 株洲:中国南车集团株洲电力机车有限公司, 2009.
- [4] 尚 森. 模块化设计思想在工业产品造型设计中的运用[J]. 包装工程, 2007, 28(4).
- [5] 李 凌, 徐 伟. 密封式电磁继电器加速寿命试验最优方案设计与分析[J]. 低压电器, 2010(4): 13-16.
- [6] 姜建东, 付茂海, 李 蓓. 客车转向架抗侧滚扭杆装置特性分析[J]. 铁道机车车辆, 2004, 24(5): 4-7.
- [7] 尹显骥, 章 鹏. 轨道车辆抗侧滚扭杆装置的设计[J]. 电力机车与城轨车辆, 2005, 28(3): 21-22.
- [8] 姜卫星, 沈培德. 我国高速客车转向架抗侧滚扭杆的研制[J]. 铁道车辆, 1996, 34(6): 1-5.
- [9] 郭红锋, 缪惠勇, 等. 空气弹簧及抗侧滚扭杆可靠性设计技术及应用[J]. 机车电传动, 2009(3): 27-31.