

文章编号: 1000-128X(2017)06-0120-03

HXD1B 型电力机车牵引电机故障的原因分析及对策

翟启斌

(江岸机务段 技术科, 湖北 武汉 430010)

摘要: 介绍HXD1B型电力机车的运行情况, 针对机车运行中的牵引电机故障, 调查并分析原因, 提出相应的对策, 经过返修后的牵引电机故障得到有效控制。

关键词: HXD1B 机车; 牵引电机; 故障分析

中图分类号: U269.6

文献标识码: B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2017.06.027

HXD1B型电力机车从2009年7月开始上线, 目前江岸机务段配属270台, 担当武汉北—株洲、郑州、向塘、阜阳等区段4 500~6 000 t货物列车的牵引任务。

因为机车牵引电机存在一些固有的缺陷和隐患, 故障率持续上升, 严重影响牵引运输任务, 所以很有必要对故障进行分析, 寻求解决办法。

1 故障调查

机车上线运用以来, 因各类故障更换了176台牵引驱动装置, 其中, 驱动异音和弹性联轴节、小齿轮、轮饼、大螺栓等的故障率为9%; 轴承、驱动漏油、测速齿盘等的故障率为34%; 牵引电机绕组接地、三相不平衡、烧损等的故障率为57%。这些故障主要集中在国产化之后的牵引电机, 有58台机车牵引电机绕组烧损, 故障非常突出。

机车运行时间越长, 故障率越高(运行60万km以后故障率呈上升趋势, 100万km以后故障大幅度上升), 牵引电机故障跟机车走行公里和运行时间存在因果关系, 如图1。

机车在二年检或C4、C5等高级修程中没有及时对牵引电机进行适应性改进, 造成牵引电机在运用后期故障率大幅度上升。因为没有充足的备品, 驱动装置发生故障后更换周期太长(平均在40天左右), 造成机车无法正常上线运用。

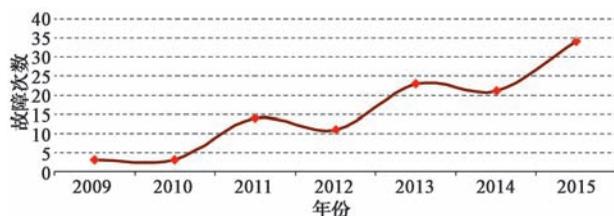


图1 驱动装置故障趋势图

按照机车运行区段统计, 南线运用115台机车, 牵引吨位在4 500 t以下; 北线运用155台机车, 牵引吨位在6 000 t左右。北线运用机车的牵引吨位远高于南线运用机车。南线运用的大号机车(298号以后)故障33起, 故障率29%; 北线运用的小号机车故障82起, 故障率71%, 所以牵引电机故障跟机车牵引功率的发挥关系密切。

2 问题分析

2.1 牵引电机绕组烧损

解体检查故障的牵引电机, 发现问题集中在定子绕组的并头端脆性断裂, 线圈引线头在各环(U、V、W、中性环)焊接热影响区、焊接热影响区+引线拐弯、引线头拐弯处出现断裂现象, 大部分接头断裂处与焊接位置有一定距离(5~20 mm), 且断口平整, 如图2所示。

国产化的牵引电机是引进德国西门子公司技术制造的, 定子绕组的引线结构设计符合图纸要求。通过分析, 导致国产化牵引电机定子绕组并头端脆性断裂烧损的主要原因有以下3个方面。

①国产电磁线材质的分散性。国产电磁线的抗拉性和延伸率等力学特性与德国原装电磁线的特性存在差异, 在刚性连接方式下的抗拉能力和延伸特性较差, 国产电磁线铜材的冶炼质量不如德国原装电磁线, 铜材内部晶格组织不均匀, 有少量气孔、杂质等等, 长时间使用会使材料产生疲劳, 降低材料的塑性, 影响电磁线的力学性能。

②引线结构设计的不合理性。由于引线头并头端采用刚性连接结构, 当牵引电机处于振动状态时, 并头端焊接接头承受剪切应力作用; 当牵引电机运行温度和环

收稿日期: 2016-04-03; 修回日期: 2017-07-12

境温差变化时,并头端焊接接头承受拉应力作用,当长期处于2种应力作用时,容易造成焊接接头断裂。

③焊接工艺缺陷。焊接过程中未充分认识到焊接温度过高对线圈引线头或中性环的影响,在操作过程中出现焊接温度过高、焊接时间过长、填料过多等问题,使线圈引线头材料晶格组织变粗,力学性能降低,最终导致部分电机引线头断裂故障的发生。



图2 牵引电机定子绕组烧损部位组图

2.2 牵引电机无流

1) 轴扭力振动分析

机车在低粘着或者小曲线半径等条件下运行,特别是在相对大的牵引力状态下运行时,轴扭力振动可能发生在某个轮对的2个轮饼之间(一个轮饼相对于另一个轮饼运动)。轴扭力振动的频率由轮对的机械参数所决定。轴扭力振动会产生很高的动态载荷并加在轮轴上,因此减少或消除轴扭力振动对轮轴的安全是非常重要的。

机车牵引控制系统(TCU)具有轴扭力振动保护功能,以减少和消除轴扭力振动。TCU分析转子的速度信号,并形成轴扭力振动指数。轴扭力振动指数和扭力振动力度(轮轴的动载荷)成正比。只要轴扭力振动指数超出TCU中设定的阈值,轮对的力矩就会逐渐减小。

阈值的设置值非常高,一些较大的正常振动不会导致轴扭力振动保护模块误动作。但是在牵引范围内的巨大的非正常振动(特别是 z 和 x 轴向)会产生很高的轴扭力振动指数,形成虚假的轴扭力振动指数,从而导致牵引力下降,如图3所示。

强烈的非正常振动频率取决于机车速度和加速度,一旦振动频率正好处在轴扭力振动频率范围内,轴扭力振动指数就会因此升高并触发轴扭力振动保护。齿轮箱、牵引电机及吊杆、轮对、转向架故障均可能产生虚假轴扭力振动。轮对失圆、踏面擦伤等缺陷均能形成强烈的非正常振动频率。

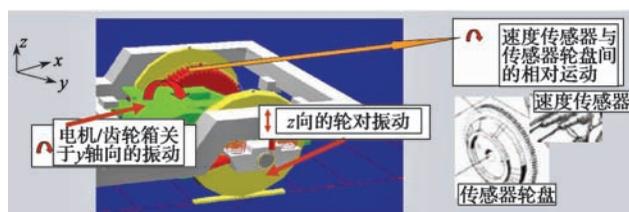


图3 虚假轴扭力振动示意图

2) 机车特性分析

9 600 kW的机车牵引功率较大,受 C_0-C_0 转向架的结构限制,粘着力无法充分发挥,相对7 200 kW功率机车的轮对空转概率较高(北线运用机车的牵引吨位均在6 000 t左右,机车重载牵引加速时会造成轮对频繁空转,轮对踏面擦伤的概率高于南线运用的机车)。空转既会造成牵引电机功率短时限制无流,同时又增加轮对踏面擦伤的概率,机车运行中轮对踏面打音现象严重。

机车在40~60 km/h和100~120 km/h的加速期间,有一固有的机械振动频率。这一固有的机械振动频率跟机车牵引功率、粘着力、力学特性和钢轨表面等关系密切。这一固有的机械振动频率和轮对缺陷叠加之后,会放大虚假轴扭力振动的频率,导致个别牵引电机无流。

从和谐系列机车上线运用以来,乘务员的操纵习惯发生了很大变化。因为增加了无人警惕装置(防猝死),机车运行速度达到3 km/h以上时,乘务员就得频繁地去脚踏无人警惕开关,防止警惕放风。因此,在机车启动和加速期间,乘务员如果没有执行预防性撒砂,没有人工防止机车空转,机车频繁空转之后就会擦伤轮对踏面。

3) 轮对镟修质量分析

轮对经过镟修之后,符合机车正常镟修里程要求,大部分机车能运用1年半左右;少数机车运用1~3个月之后二次报故障,极少数机车镟修之后二次报故障,经过分析,均是因为制订的轮对镟修方案不严谨所致,重新调整镟修方案之后,故障消除。

当不落轮镟床故障时(轮对支撑装置摆动,或者轮对镟修后没有消除擦伤所造成的剥离层),或者镟修作业时每次镟修进刀量太大等原因,会造成镟修之后轮对失圆。

3 措施

①修订电磁线的订货技术条件,增加铜导体力学性能和质量控制要求,加强电磁线的质量控制。铜导体采用GB/T 5231—2001《加工铜及铜合金化学成分和产品形状》中的TU1号无氧铜,降低杂质成分的浓度。进行微观金相观察,要求晶格组织均匀,无气孔、夹杂、裂纹等缺陷,平均晶粒直径不超过20 μm 。明确电磁线的电阻率、抗拉强度、延伸率、屈服强度等指标要求。在对每批原材料进行首检时,加强对电磁线的化学成分检查、渗透探伤检查和拉伸试验、金相试验、电性

能试验、氢脆试验等等。

②从人员培训、引线制作、焊机的参数控制、冷却方式、补焊工艺等关键环节规范牵引电机绕组的加工、焊接工艺标准,将焊接工序纳入到关键特殊工序进行管理和操作,稳定焊接工艺。牵引电机出厂时提高检测标准至三相冷态直流相电阻不超过相电阻均值的 $\pm 1\%$,增加引线故障的检出率。

③结合牵引电机故障修和高级修程,对引线结构进行改造,提高机车高级修的检修质量。通过牵引电机引线结构的一体化改造(将定子线圈中性环和U、V、W等导电环固定在一起,引线头直接与导电环或中性环焊接在一起,各环之间采用绝缘隔离,不再通过夹子固定),增加引线结构的塑性,提升产品的可靠性和稳定性。

④提高牵引电机故障的修复进度,增加牵引驱动装置的周转备品。加强牵引电机的日常检查,制订故障应急处置措施,指导乘务员及时、正确地处理牵引电机故障,防止机车故障后阻塞运行线路。

⑤督导乘务员按照操规要求标准化作业,机车启动和加速前充分预想,提前进行预防性撒砂,防止机车空转。加强不落轮镟床操作员的培训,认真落实轮对镟修工艺标准。定期检查、保养不落轮镟床,保证设备质量。

4 结语

通过深入分析和研究牵引电机烧损和无流故障的

根源,找出产品设计、制造工艺和机车运行环境、操纵使用、镟轮设备、镟修作业标准等方面的内外因素,制订整改措施并逐步实施,效果显著。所有经过返修后的牵引电机绕组再没有发生二次烧损,牵引电机无流故障也得到有效的控制。

参考文献:

- [1] 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运用维修手册 [K]. 株洲: 中国南车集团株洲电力机车有限公司, 2009.
- [2] 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部件使用维修说明书 [K]. 株洲: 中国南车集团株洲电力机车有限公司, 2009.
- [3] 南车株洲电机有限公司. HXD1B 型六轴机车牵引电机、变压器使用维修保养手册 [K]. 株洲: 南车株洲电机有限公司, 2009.
- [4] 张曙光. HXD1 型电力机车 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.
- [5] 甘雄华. HXD1B、HXD1C 型电力机车常见故障及处理 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013.
- [6] 德国西门子公司. HXD1B 型电力机车牵引力减少试验报告 [R]. 株洲: 德国西门子公司, 2012.
- [7] 德国西门子公司. 关于 HXD1B0073 机车第三轴无牵引力的说明 [R]. 株洲: 德国西门子公司, 2012.
- [8] 南车株洲电机有限公司. HXD1B 型电力机车牵引电机故障调查与分析报告 [R]. 株洲: 南车株洲电机有限公司, 2013.

作者简介: 翟启斌 (1970-), 男, 从事和谐系列电力机车的运用及维修。

广告索引

深圳市宝创科技有限公司 (封 2- 前插 1)
 无锡东电化兰达电子有限公司 (前插 2)
 广州金升阳科技有限公司 (前插 3)
 北京赛为达科技有限公司 (前插 4)
 湖南中车时代电动汽车股份有限公司 (前插 5-6)
 咸阳亚华电子电器有限公司 (前插 7)
 三菱电机机电 (上海) 有限公司 (前插 8)
 雷莫电子 (上海) 有限公司 (前插 9)
 株洲庆云电力机车配件工厂有限公司 (前插 10)
 汕头华兴冶金设备股份有限公司 (前插 11)
 宁夏银利电气股份有限公司 (前插 12)
 株洲中车时代电气股份有限公司 (中插 1)
 湖南中车时代通信信号有限公司 (中插 2)
 株洲中车时代电气股份有限公司半导体事业部 (中插 3)
 株洲中车时代装备技术有限公司 (中插 4-5)
 襄阳中车电机技术有限公司 (中插 6-7)

宝鸡中车时代工程机械有限公司 (中插 8)
 宁波中车时代传感技术有限公司 (中插 9)
 株洲中车时代电气股份有限公司铁道事业部 (中插 10)
 株洲时代新材料科技股份有限公司 (中插 11)
 中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司 (前插 12-13)
 株洲时代电气绝缘有限责任公司 (中插 14)
 上海意兰可电力电子设备有限公司 (后插 1)
 深圳通业科技股份有限公司 (后插 2)
 舟山市庆丰铁路仪表有限公司 (后插 3)
 温州市龙电绝缘材料有限公司 (后插 4)
 北京石竹科技股份有限公司 (后插 5)
 珠海金电电源工业有限公司 (后插 6)
 中车大同电力机车有限公司 (后插 7)
 中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部 (后插 8)
 湖南省宁乡县中南散热器有限公司 (后插 9)
 安徽省康利亚股份有限公司 (后插 10)
 江苏瑞铁轨道装备股份有限公司 (封 3)
 深圳市中电华星电子技术有限公司 (封 4)