

运用检修

HXd1B型电力机车牵引电机速度信号不确定的原因分析

石文生

(郑铁安全监督管理办公室驻郑州机务段验收室,
河南 郑州 450053)

摘 要:为解决HXD1B型电力机车牵引电机速度信号不确定导致牵引封锁的问题,结合牵引电机速度信号参与牵引电机控制的原理,分析了引起牵引电机速度信号不确定的原因,从运用、检修多方面采取了相应的措施,达到了稳定机车质量的效果。

关键词:牵引电机速度信号;测速齿盘;速度传感器;HXD1B型电力机车;牵引封锁

中图分类号: U269.6

文献标识码: B

文章编号: 1000-128X(2014)04-0100-03

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2014.04.027

1 问题提出

自2010年郑州机务段配属HXD1B型电力机车以来,机车发生牵引电机速度信号不确定,导致牵引封锁的故障25件,其中由牵引电机测速装置故障引起的20件,由牵引控制单元的信号处理单元和输入输出模拟量电子插件故障引起的各1件,信号传输线路故障引起的3件,共造成临修13件,返厂修7件。这些故障影响了机车牵引力的发挥,而且干扰了正常的铁路运输生产秩序,成为比较突出的机车质量问题。

2 电机速度信号参与电机控制的原理

电机转速是参与交流电机控制的一个重要参数,因此承担电机转速测量任务的速度传感器的检测准确性和可靠性至关重要。如图1所示,司机给出牵引及速

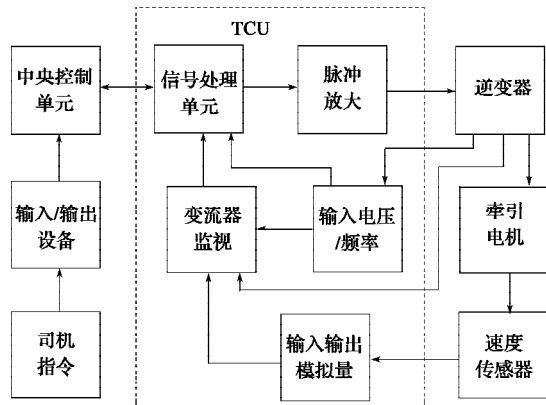


图1 电机速度信号参与电机控制的原理图

度指令经智能终端接口单元输入/输出设备,把司机控制指令转化为数字信号,并通过编码将信号传输给中央控制单元CCU,中央控制单元对牵引信号及速度信号进行采集、分析、处理、计算,得出牵引特性曲线,经过中央控制单元处理后的牵引力数值按照牵引特性曲线,通过多功能车辆总线MVB送到牵引控制单元TCU,牵引控制单元TCU完成架控牵引力的闭环控制,最后使电机按要求工作。电机工作后,安装在电机非传动端测速装置的测速齿盘与双通道速度传感器共同作用,产生两通道相位差为 90° 的方波速度信号,速度信号经多芯屏蔽连接导线及插头和插座送到牵引控制单元TCU,TCU的输入输出模拟量插件对电机速度信号进行采集,输入输出模拟量插件在TCU箱的安装位置为L079和L087,将采集的信号送到用来监控逆变器和四象限整流器工作状态的变流器的监视插件,然后速度信号和变流器的电流信号及频率信号,通过内部的串行总线,建立与信号处理单元的连接。同时四象限整流器和中间直流环节电路电压传感器信号与逆变器和四象限整流电流传感器信号经电压/频率变换插件转换成电压信号送到信号处理单元,频率信号送到变流器的监视插件。信号处理单元将牵引电机温度信号、速度信号和电压/频率变换记录的模拟量的实际值和来自中央处理单元牵引信号进行评估,输出控制脉冲信号,脉冲信号经脉冲放大插件功率放大,调节逆变器IGBT的工作,给定牵引电机三相电压和频率,形成对牵引电机的闭环控制。

3 原因分析

3.1 电机测速装置质量问题

电机测速装置是由测速齿盘和速度传感器组成,因此测速装置任何一个部件出现故障,都会引起速度信号不确定,电机转矩下降,最后出现牵引封锁。从郑州机务段运用机车情况来看,电机测速装置质量问题占电机速度信号不确定故障的80%,所占比例较高,其中测速齿盘崩角、速度传感器本身输出信号异常、电机转子偏心、检修组装质量不高又是电机测速装置临修率高的主要质量问题。

3.1.1 测速齿盘崩角

测速齿盘的材料为球墨铸铁,上面分布着凸起的110个矩形齿或是凹下的槽,永磁体的磁力线穿过霍尔元件,正常情况下,当此齿盘凸起齿与传感头正面对应位置时,穿过霍尔元件的磁力线集中,磁场相对较强,当此齿盘凹下的槽与传感头正面对应位置时,穿过霍尔元件的磁力线分散,磁场相对较弱。此齿盘转动时,使得穿过霍尔元件的磁力线密度发生变化,因而引起霍尔电压的变化,霍尔元件将输出一个毫伏级的准正弦波电压信号,经检测头内的电子电路处理后,相应地给出高低电平即方波信号,因此测速齿盘矩形

齿是否完好,关系输出波形状态。检修时发现测速齿盘崩角,其一是维修时工具损伤测速齿盘矩形齿,其二是加工的时候某个齿存在缺陷,安装人员不注意将其装上电机非传动端测速时,部分切割磁力线,导致输出波形不规则。

3.1.2 速度传感器本身输出信号异常

速度传感器是由检测头和电缆线组成,检测头由永磁体、霍尔元件和电子电路等组成。针对运用机车显示一位电机速度信号不确定的故障,检查相对应的电机速度传感器,可看到3种现象:

①第一种现象为有明显的机械损伤,包括电连接器缩针、电缆破裂、检测头损伤。电连接器缩针是主机厂在安装电连接器时未安装到位,电机在使用中由于振动等原因使电连接器内部的插针出现了下缩,使插头插针接触不良,速度信号输出衰减,严重时使传感器电路出现开路;电缆破裂是由于传感器在使用中承受了外来的机械力,原因是固定在牵引电机定子基座上速度传感器电缆的线卡螺钉松动脱落,机车在运行时产生纵向力和横向力,电缆此时用力拉扯着不停地摆动并与机壳接磨,导致电缆内的多股线绝缘磨损,导线裸露发生短接或接触电机外壳,造成速度信号无输出;检测头损伤有2种情况,一种为搬运、安装中不小心使其磕碰,另一种是由于电机非传动端轴承损坏,电机转子出现摆动运转,而传感器轴轮齿和速度传感器之间的间隙标准值仅为0.2~1.4 mm,极易使装在电机非传动端的测速齿盘磨伤检测头底面。如2012年10月6日HXD1B0280机车运行途中发生第5牵引电机存在速度信号不确定故障,回段后检查发现非传动端外盖下方有稀释油脂流出,将机车进行扣修,拆卸非传动端(即N端)速度传感器齿盘盖板和速度传感器,发现测速齿盘发黑,检测头损伤。对故障电机进行了拆解,发现电机M52螺栓在柔性联轴器的连接处断裂,引起电机工作时转子窜动,最后是小齿轮齿根处剥离严重,非传动端轴承严重磨损,电机发生扫膛。这些情况均使得穿过霍尔元件的磁力线密度减少,磁感应强度变小,无法触发速度传感器内的放大器,引起无方波输出。

②第2种现象为没有外观损伤的内部电气损伤,主要是速度传感器检测头内的电子电路放大器或触发器性能下降而引起输出信号幅值降低。

③第3种现象是检测头粘附有灰尘。传感器轴盖板密封不严,灰尘粘附在检测头上,造成速度输出信号无输出。

3.1.3 电机转子偏心

电机运用后,由于轴承缺陷或制造缺陷,转子发生不居中时,转子与定子之间会产生一个非均匀的气隙,当转子中线不在旋转中心和最小气隙随转子一起旋转时,就会出现转子偏心。转子偏心会产生不平衡

磁拉力,从而引起电机振动,而装在非传动端的测速齿盘轴与电机转子连接,同步运转,测速齿盘也出现不规则的旋转,导致速度传感器输出信号发生畸变。如在2013年2月2日, HXD1B0457机车出现第4牵引电机速度信号不确定,造成运行中第4牵引电机有时无转矩,2月13日~3月15日,通过更换速度传感器、TCU的信号处理单元和输入输出模拟量控制板、牵引电机测速齿盘,故障仍未得到有效处理,通过对第4、第5牵引电机大线及速度信号线的互换,故障现象转移为第5牵引电机速度信号不确定、无转矩,于2013年5月22日更换第4牵引电机轮对组装,运用中故障消除,分析是牵引电机组装时转子偏心引起的故障。此类故障从安全风险角度来看,具有隐蔽性,不易判断,应引起运用部门和检修部门的高度重视。

3.1.4 检修组装质量不高

机车乘务员对运用机车报活后,检修人员更换速度传感器,没有严格按照工艺要求检修,对速度传感器与轴承盖接触区域涂密封胶不均匀,以至于机车运动时灰尘再次遮挡检测头,引起运用中电机速度信号不确定。

3.2 控制插件性能不良

输入输出模拟量插件采集牵引电机速度信号,信号处理单元插件对采集输入的速度信号进行测量评估,该插件的插针与插座接触不良和模块自身故障,都会导致速度信号不确定的故障,这种故障在机车运用中出现较少。

4 采取的措施

4.1 加强乘务员机车运用观察以防止故障事态扩大

机车运行中,为防止电机转子偏心、柔性联轴器的连接处断裂等故障引起速度信号不确定,乘务人员应随时注意观察司机室微机显示屏故障显示状态,当出现“速度信号不确定”的故障现象时,乘务人员注意观察机车走行部状态。发现走行部有异常现象时乘务人员应按照微机显示屏显示的故障位牵引电机的有关信息,选择合适的时机甩掉对应的故障位牵引电机,并降速维持运行到前方车站,停车检查电机非传动端外盖、轴承及抱轴轴承和轴箱轴承、轮对踏面状态,必要时联系请求救援;观察机车走行部无异常现象时,可维持回段维修。

4.2 提高机车质量风险意识并做到精简细修

①机车入段后整备时,针对机车出现速度信号不确定的故障情况,交班乘务人员及五项专检检查人员应确认故障部位,及时提报“机统-6”活票,由检修人员进行检查确认,无法确认时通知该段专业工程师解决。

②检修人员接到HXD1B型机车“机统-6”报活“速度信号不确定”时,应认真检查故障处所,消除故障。对于插头缩针的情况拆开接头重新安装插针即可。对