

基于振动诊断技术的机车辅机轴承故障检测探讨与实践

胡万才

郑州铁路局, 机务处, 郑州 450052

摘要: 铁路现代化高速重载的发展对机车质量的要求也不断提高。运用振动检测技术对机车辅机轴承故障进行检测,对掌控机车质量是一种行之有效的检测方法。论文介绍了 JL-601A 机车走行部检测系统和 JL-201A 机车轴承便携式检测仪的检测原理,并选用振动加速度有效值及峭度系数作为评判轴承故障的简易诊断依据,对机车辅机轴承故障检测进行探讨与实践,并取得良好效果,提高了检修效率,保障行车安全。

关键词: 机车; 轴承; 故障; 振动检测

中图分类号: U269.32⁺2

文献标识码: A

文章编号: 1672-4747(2009)04-0114-04

Discussion and Practice of Locomotive Auxiliary Unit Bearing Fault Detection Based on Vibration Diagnostic Techniques

HU Wan-cai

Locomotive Depot, Zhengzhou Railway Bureau,

Zhengzhou 450052, China

Abstract: With the development of modern railway of China, the quality requirements of the locomotive is rising due to heavy-load and high-speed. Using the vibration technology to detect auxiliary locomotive bearing fault has become an effective method to control the quality of locomotive. This paper introduced the principles of the running gear fault detection system JL-601A and the portable bearing detection system JL-201A. The effective values of vibration acceleration and peakedness coefficient were used as the simple judging standards to detect the bearing faults. The bearing fault detection practice was done and some satisfied results were got, which can promote the maintenance efficiency and guarantee

收稿日期: 2009-02-15.

作者简介: 胡万才(1955-),男,辽宁省锦州市人,郑州铁路局机务处工程师。

the running safety.

Key words: Locomotive, bearing faults, vibration diagnosis

0 引言

在机械运动中,对运动机件的故障诊断应用最广泛的当属振动测试技术,但该技术在我国机车的故障诊断方面的运用还处于初级阶段。随着铁路现代化高速重载的发展,对机车质量的要求也不断提高,通过应用振动检测手段,来掌控机车质量成为一个必然的选择。轴承是机械设备的关键零部件。据统计,由轴承、齿轮、转子系统引起的故障占总设备故障数量的65%以上。郑州铁路局近几年在郑州段、新乡段和洛阳机务段先后应用 JL-601A 机车走行部检测系统,在对机车牵引电机轴承、轴箱轴承的检测中取得良好的效果。例如郑州机务段在 2000 年到 2003 年期间落轮 30 余对,其中轴承严重故障 26 件^[1]近几年每年也平均检测落轮 10 余对。新乡机务段运用 JL-201A 机车轴承便携式检测仪在机车上检测前变速箱、启动电机等也检测出不少故障。

1 辅机轴承在检修中存在的问题

运用科学的仪器进行检测,防止牵引电机轴承、轴箱轴承的故障,起到了关键的作用。可是机车除了重要的上述大轴承以外,辅机轴承的质量也时常存在问题。这些辅机轴承型号较多(见表 1,表 2),分布在机车的各个部位,如果出现故障也严重威胁行车安全,因此,提高辅机轴承的检修质量,增加辅机轴承检测工作十分必要。

表 1 电力机车 SS1, SS3, SS4, SS8, SS9 主要辅机轴承型号

Tab.1 Main auxiliary unit bearing's models of electric locomotive SS1, SS2, SS4, SS8, SS9

轴承类型	前	后
通风机轴承	2313	D313
压缩机轴承	2313	D313
劈相机轴承	D313	D313

表 2 内燃机车 DF4 辅机轴承型号

Tab2 The auxiliary unit bearing's models of internal combustion engine DF4

轴承类型	前	后
启动电机轴承	D313	32317
压缩机轴承	32311	D310
励磁电机轴承	2313	D313

这些辅机电机在机车中修(50 万 km 左右)时 60~80%要更换新的轴承。其中的一个隐患就是这些小轴承的进货渠道比较分散,厂家众多,质量不易控制,不排除有翻新轴承,不像牵引电机和轴箱轴承只有几个轴承厂专门制造。辅助电机中修后,只进行磨合试验,没有检测,组装质量没有保障。而在机车运用中辅修时一般也不检测,这样,要确保轴承在一个中修期内不出现问题十分困难。

因此,要保障辅机轴承的工作状态良好,检测工作可以分两个部分进行:一是在辅机中修后出厂前磨合试验中进行检测,二是在机车运用中定期在车上进行检测。

2 走行部诊断仪器系统组成及检测原理

2.1 走行部诊断仪器系统组成

常用的走行部诊断仪器由数据采集器和分析检测软件组成,如图 1 所示。

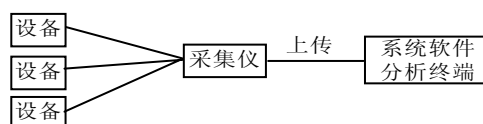


图 1 走行部诊断仪器系统组成示意

Fig.1 Component diagram of the bogie diagnosis system

走行部诊断仪器系统数据采集器不能单独使用,必须和计算机一起配合才能正常使用。数据采集器的

电路主要包含信号调理、信号控制、电源电路三大部分,由上位计算机通过并行口控制信号通道选择、程控增益、数据采集等功能,采样后的数据由后续的分析软件进行处理^[2]。

以 JL-601A 机车检测软件为例,它为 BTDWIN 软件的升级产品,功能强大,可以对七通道的数据同时进行采样、分析。因此,一次顶轮就可完成整个轮对上所有测点的检测,并采集记录轮对转速。该软件在 WINDOWS95、98、XP 等多种环境下运行,采用全汉字菜单和工具条操作,并配备有快捷键操作方式,操作更方便、更直观,且简单易学;具有数据采集、定时采样、循环采样、轮对转速采集、自动检测、精密诊断、数据存储、数据传输、数据调入、打印以及谱分析等功能;微机自动计算并显示检测结果;当用户正确设置了被测对象的门限值后,软件自动判断被测对象是否合格^[3]。

2.2 检测原理

处于高速运转中的滚动轴承承受着整个电动机转子的动、静负荷,工作条件极其严酷。因此,对轴承的质量、运转条件都有很高的要求。轴承上的每种缺陷,如滚动体疲劳剥蚀、滚道磨损、保持架变形或者断裂、内外圈与轴或孔配合松动而产生摩擦以及缺乏润滑油或油中混入杂质等,都会在轴承振动信号中反映出来。影响振动信号的因素主要有两种:一是轴承的故障;二是辅机电机本身的机械故障,如转子动平衡不良、轴不对中、偏磨等,这些故障可通过低频诊断来确认^{[4][5]}。检测时,不解体电机,在一定的转速下模拟轴承在工作中的运转情况,使用 JL-201 机车车辆轴承故障检测仪测出两个故障判别参数,来确定轴承是否合格。

3 辅机轴承检测工作

JL-201A 诊断仪在采集到的振动信号中,选用振动加速度有效值 Grms 及峭度系数 Kv 作为评判轴承故障的简易诊断依据。

振动加速度有效值的物理含义:有效值 Grms 反

映的是轴承系统在分析频带范围内的振动大小,也就是故障程度的大小。它是轴承元件在测试过程中一段时间总的振动能量的平均^[6]。

峭度系数的物理含义:峭度系数是表征轴承工作表面出现疲劳故障时,每转一周,工作面缺陷处产生的冲击脉冲。峭度系数表示故障形成的大幅值脉冲出现的概率。Kv 峭度系数的特性:一般运转平稳、无明显周期性干扰的轴承,其振动信号概率密度接近正态分布,而正态分布的峭度系数 $K_v = 3$ 。当轴承逐步出现故障,工作表面出现损伤引起机械冲击时, K_v 值增加较快,其振动信号概率密度偏离正态分布。这是轴承简易诊断技术的重要依据。峭度系数对轴承早期故障较敏感,轴承一旦发生故障, K_v 值即增大。

3.1 磨合试验中检测

辅机中修后,在地面磨合后,调整到额定转速进行检测。作为一个新的检测方法,在检测中也遇到了一些问题,我们通过研究予以解决。

3.1.1 量程问题

在运用 JL-201A 诊断仪在地面进行检测时首先遇到了问题,该仪器主要针对牵引电机,主发电机等大型电机轴承振动检测而设计,其量程在 1~20g,而辅机振动比较小,Grms 值一般只有 0.4~0.7g 大小,而直接使用该仪器进行辅机轴承的检测精确度不够,重复性不好,表现为,数值不稳定,特别是 K_v (峭度值)变化大。通过与仪器制造公司反馈该问题,将仪器量程下移,范围改为:0.1~8g,提高了测试微小振动的精度,解决了此问题。

3.1.2 测试中的干扰

测试中有时有 50Hz 工频交流电干扰,信号成波浪型, K_v 值失真小于 3。如果每台电机外壳都进行接地后再测量,则比较麻烦,而且接地状态也未必良好,后来选取绝缘传感器解决了此问题^[7]。

3.2 检测效果

通过郑州机务段 50 台辅机的地面检测初步确定门限值:

$$\text{Grms} < 1.5\text{g} \quad K_v < 4.0$$

2008 年共检测大、中修机车辅机备品（车下）165 台次，平均每台车各类辅机 6 台，不合格率在 5% 左右。这些轴承更换后，通过检测全部合格，这样在辅机装车前消除了大部分轴承的安全隐患。

例 1：机车通风机电机检测值： $K_v=6.87$ ， $Grms=1.07$ ，更换轴承，清洗端盖和防尘罩后复测合格。

例 2：机车通风机电机检测值： $K_v=9.60$ ， $Grms=0.41$ ，更换轴承后复测合格。

3.3 车上辅机轴承的检测

按照铁道部颁发的《机车轴承技术管理规范》，机车使用中在每隔 3~5 万公里小修时，定期进行车上辅机轴承检测，也取得了良好的成绩。

检测故障案例：

新乡机务段在 2008 年 11 月 1 日，DF8B0108 机车后变速箱轴承检测。修程为第 5 次小修时，走行公里 364 229 km。轴承测点：H1 点（连接 1#静液压泵处）轴承。检测值： $K_v: 3.74$ ； $Grms: 11.58$ 。解体检查发现：轴承内外圈有麻坑状剥离现象。（图 2 中左下角小图为外圈剥离面）

参考文献

- [1] 张泉海，陈 化. SS8 型电力机车轴箱轴承的振诊断及故障分析[J]. 铁道机车车辆，2002，(01).
- [2] 黎 丹. 车辆轴承振动信号分析及故障诊断的研究[D]. 中国优秀硕士学位论文全文数据库，2007，(05).
- [3] 彭 涛，桂卫华，吴 敏，等. 轴承故障融合诊断方法[J]. 基础自动化，2001，(04).
- [4] 邱阿瑞，尹 彤. 电动机滚动轴承的故障诊断[J]. 大



图 2 检测轴承展示

Fig. 2 Schematic drawing of detection bearing

4 结束语

铁道部机车轴承技术管理规范规定了机车走行部轴承的检测，而辅机轴承由于型号众多，其重要性低于走行部轴承，并未进行统一管理。郑州局郑州段、新乡段针对辅机轴承故障诊断问题，自行研究解决方法，在中修时和运用中运用振动检测方法，取得了一些经验，供大家参考。

电机技术，1996，(04).

- [5] 王肇琪，付勤毅. 滚动轴承故障的振动检测方法[J]. 有色矿山，1999，(01)
- [6] 陈 岚. 应用振动尖峰能量诊断滚动轴承故障[J]. 中国设备工程，2003，(05).
- [7] 徐 涛，张现清. 旋转设备滚动轴承故障诊断实例[J]. 中国电力，2003，36(11): 85-87.

（中文编辑：吴继屏）