

动车组列车车轮超声波检测异常反射回波分析研究

张 勇 周广浩 程志义 杜雨欣 孟庆顺 刘 创

(中车长春轨道客车股份有限公司质量保证部, 130062, 长春//第一作者, 正高级工程师)

摘 要 对速度为 350 km/h 动车组动车车轮超声波检测过程中定位销孔处产生的异常反射回波进行了分析。结果表明,该异常反射回波在定位销孔固有回波之后出现,且声程差固定;两个定位销孔之间存在的较大接触应力是产生异常反射回波的主要原因。对定位销孔两侧异常反射情况和定位销孔应力的来源进行了试验验证。验证结果表明,该类型异常反射回波为非缺陷波,定位销孔处的应力为动车组车轮运行过程中所产生。

关键词 动车组列车; 车轮; 超声波检测; 异常反射回波

中图分类号 U266.2; U270.331⁺1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.02.032

Analysis and Research on Ultrasonic Detection Abnormal Reflection Echo of EMU Wheels

ZHANG Yong, ZHOU Guanghao, CHENG Zhiyi, DU Yuxin, MENG Qingshun, LIU Chuang

Abstract In this paper, the abnormal reflection echo is analyzed and studied, which is generated at the positioning pin hole during the ultrasonic detection of 350 km/h EMU wheels. The results show that the abnormal reflection echo appears after the inherent echo of the positioning pin hole, and the sound distance is fixed. The larger contact stress between two positioning pin holes is the main reason for the abnormal reflection echo. Then, the abnormal reflection on both sides of the positioning pin hole and the source of the positioning pin hole stress are tested and verified. The verification results show that this type of abnormal reflection echo is non-defect wave, and the positioning pin hole stress is generated during the operation of EMU wheels.

Key words EMU train; wheel; ultrasonic detection; abnormal reflection echo

Author's address Quality Assurance Department, CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

动车组列车车轮作为列车走行的重要部件,是影响列车运行安全性、舒适性的关键因素之一^[1-2]。

如果列车车轮存在缺陷,列车运行的安全性将会受到直接威胁,严重时可能会引发列车的脱轨与颠覆等严重事故。因此,对动车组列车车轮进行检测是非常必要的^[3]。

目前的研究表明,超声波自动化检测技术对车轮缺陷具有较高的检出率^[4]。时速 350 km 动车组列车车轮采用的是轮装制动盘结构,制动盘主要通过定位销和螺栓进行连接和紧固。对车轮进行超声波检测作业时,在车轮辐板定位销孔处会产生异常反射回波,该异常反射回波时常影响探伤作业人员对缺陷的判定。为此,本文针对动车组列车车轮辐板定位销孔处的异常反射回波进行系统的分析和试验验证,为探伤作业人员提供缺陷判定依据。

1 动车组列车车轮异常反射回波成因分析

在不拆卸制动盘的情况下,使用 LA 固定式轮辋轮辐探伤系统对检修车轮进行检测,发现异常回波存在,如图 1 所示。从图 1 中可以看出,在螺栓孔和定位销孔之间存在若干次反射回波。通过对比分析该异常反射回波 A(见图 2)、B 的扫描波形,发现该回波出现在定位销孔固有回波之后,且其声程差固定为 25 mm(定位销直径)。经查阅辐板定位销孔、定位销图纸,认为该异常回波是由于定位销与定位销孔之间存在较大的接触应力,导致声波穿透界面,经在定位销内传播至另一侧界面后反射形成。定位销孔反射回波示意图如图 3 所示。

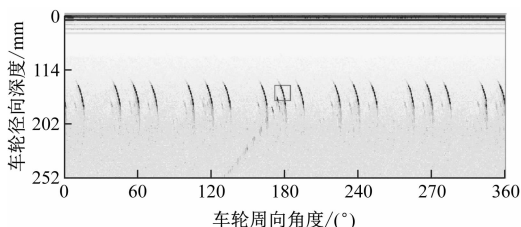


图 1 定位销孔异常反射回波 B 扫描波形截图

Fig. 1 Abnormal reflection echo screenshot of B-scanning waveform at the positioning pin hole

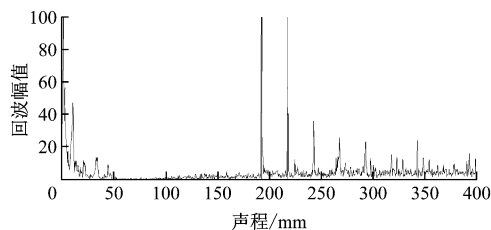
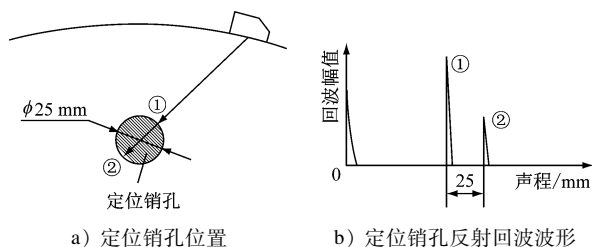


图2 定位销孔异常反射回波 A 扫描波形截图

Fig. 2 Abnormal reflection echo screenshot of A-scanning waveform at the positioning pin hole



a) 定位销孔位置

b) 定位销孔反射回波波形

注:①、②分别代表一次回波和二次回波。

图3 定位销孔位置及反射回波示意图

Fig. 3 Location of positioning pin hole and diagram of the reflected echo

2 试验验证

为验证上述异常反射回波的产生原因,对车轮存在的2处定位销孔(编号分别为1[#]、2[#])异常反射回波进行试验验证。

2.1 定位销孔两侧异常反射

为验证定位销孔两侧是否均存在透声现象,分别利用 LA 固定式轮辋轮辐探伤系统和相控阵超声波检测仪对1[#]、2[#]定位销孔两侧进行自动扫查和手工扫查。试验结果表明,定位销孔存在单侧透声现象,且仅单侧存在较大应力。

2.2 定位销孔应力的来源

为分析定位销孔产生应力的可能原因,进行如下验证试验:松动1[#]定位销两侧螺栓后检测,松动全部螺栓后检测,拆卸制动盘后检测,拆卸定位销后检测,重新安装定位销后检测,定位销施加载荷后再次检测,新造轮对检测。

试验结果如下:

1) 松动1[#]定位销两侧各1个螺栓后检测,1[#]、2[#]定位销孔处异常反射回波仍然存在。

2) 松动全部螺栓后检测,1[#]定位销孔处异常反射回波仍然存在,2[#]定位销孔处异常反射回波消失。

3) 拆卸制动盘后检测,1[#]定位销孔处异常反射

回波仍然存在,2[#]定位销孔处异常反射回波消失。

4) 拆卸1[#]、2[#]定位销后检测,异常反射回波均消失,但1[#]定位销拆卸较困难。采用磁粉探伤,未发现缺陷。

5) 对定位销分别涂抹二硫化钼、黄油及机油后重新组装,并进行检测,均未发现异常反射回波。

6) 制作了梯形试板,对相邻两个定位销施加载荷。对定位销进行自动化和手工检测,发现定位销单侧(受压应力侧)均存在异常反射回波,且回波幅度较强,如图4所示。

7) 对新造车轮进行自动化检测,均未发现定位销孔存在异常反射。

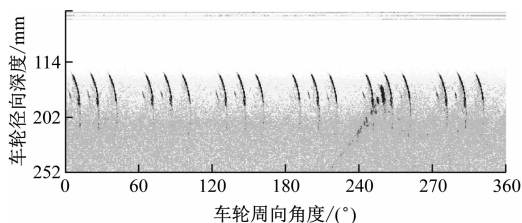
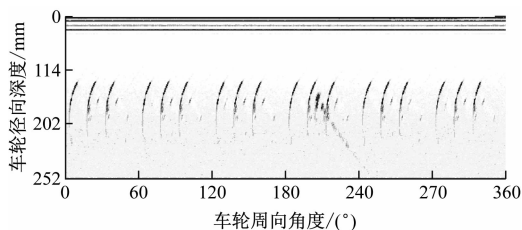
a) 1[#]定位销孔处b) 2[#]定位销孔处

图4 定位销孔施加应力后异常反射回波截图

Fig. 4 Abnormal reflected echoes after applying stress to the positioning pin hole

3 结论

1) 该类型异常反射回波由辐板定位销孔处应力引起,且该现象均为单侧发生。根据声程判断,超声波穿透定位销孔界面进入定位销后,其异常反射回波在定位销另一侧界面反射产生。

2) 该类型异常反射回波与定位销孔反射回波具有固定的声程差,且可将固定声程差作为判别依据。

3) 该类型异常反射回波为非缺陷波,定位销孔处应力在动车组车轮运行过程中产生的可能性较大。

(下转第143页)