

轮箍装配试验时的声发射监测

陶元宏, 关卫和, 李 剑

肖 峰, 崔银会, 王世付

(合肥通用机械研究院, 安徽合肥 230031)

(马鞍山钢铁股份有限公司, 安徽马鞍山 243011)

摘 要:通过 14 只轮箍装配试验时室温下的连续声发射监测, 试验轮箍有无裂纹产生以及其可能出现的部位, 以便改进轮箍制造工艺和验收方法。

关键词:声发射监测; 轮箍; 裂纹

中图分类号: TG115.28

文献标识码: A

文章编号: 1000-6656(2006)09-0463-02

Acoustic Emission Inspection for Wheel Band Fitting Test

TAO Yuan-hong, GUAN Wei-he, LI Jian

(Hefei General Machinery Research Institute, Hefei Anhui 230031, China)

XIAO Feng, CUI Ying-hui, WANG Shi-fu

(Maanshan Steel Corporation, Maanshan Anhui 243011, China)

Abstract: Fourteen sets of wheel bands are inspected by continuous acoustic emission under atmospheric temperature, to find out the crack and its possible position, the results can be used for reference to improve the process of wheel band manufacture as well as the method of checking and acceptance.

Keywords: Acoustic emission inspection; Wheel band; Crack

铁路系统动力机车使用的车轮轮箍一旦发生破裂事故, 往往造成灾难性后果, 所以, 对轮箍质量的要求相当严格。轮箍与轮芯为热套结合, 为了对制造工艺和与轮芯装配的轮箍状况进行检查, 对装配有轮芯的轮箍(带有一定尺寸缺陷)在胀箍试验冷却至室温时进行声发射监测 120 h, 主要监测放置过程中应力释放时轮箍缺陷是否萌生裂纹、裂纹的扩展及其萌生的信号特征, 以便改进轮箍制造工艺, 确保铁路车辆运行安全。

1 轮箍概况

轮箍钢牌号为 LG61, 外径为 $\phi 1\ 060$ mm, 轮箍与轮芯的过盈量 3~5 mm, 其化学成分为碳 0.57%~0.65%; 硅 0.20%~0.42%; 锰 0.60%~0.90%; 磷 $\leq 0.035\%$; 硫 $\leq 0.040\%$; 铬 $\leq 0.20\%$; 铜 $\leq 0.30\%$; 钼 $\leq 0.08\%$; 镍 $\leq 0.25\%$; 钒 $\leq 0.10\%$ 。

其机械性能为抗拉强度 $\sigma_b \geq 950 \sim 1\ 130$ N/mm²; 延伸率 $\delta \geq 10\%$; 收缩率 $\psi \geq 14\%$; 硬度 269~341 HB; 冲击值 20℃时 ≥ 25 J/cm²; -60℃时 ≥ 6 J/cm²。

2 轮箍用材料的声发射特性试验

2.1 带缺口拉伸试样声发射监测试验

选取与试验用轮箍同批号的 LG61 钢试件, 加工四根拉伸试样, 尺寸为 100 mm × 25 mm × 10 mm, 试样中心用线切割机预制 9 mm 缺口。在 WE-30 液压式万能材料试验机上进行拉伸试验, 两个声发射传感器分布在试样缺口两侧, 记录拉伸过程中的声发射信号。1 号试样拉伸至断裂(载荷 122 kN), 2 和 3 号试样分别在 60 和 80 kN 停止加载, 发蓝后打开断口检查, 未发现缺口尖端有明显开裂现象, 4 号试样在 94 kN 断裂, 其信号特征与 1 号试样类似。从拉伸试验过程可以观察到, 在载荷达到 40~60 kN 时, 缺口端部可以看到明显的变形。整个拉伸过程的监测结果为, LG61 钢拉伸试验时缺口端部塑性变形的声发射信号幅度在 60~

收稿日期: 2006-07-10

作者简介: 陶元宏(1964~), 男, 高级工程师, 从事声发射监测科研与应用工作。

70 dB,断裂时的声发射信号幅度在 99 dB。

2.2 三点弯曲试样声发射监测试验

选取 LG61 钢三点弯曲试样(与试验用轮箍同批号),尺寸为 100 mm×24 mm×12 mm,预制疲劳裂纹长度约 2~3mm。在 MTS 材料试验机上进行三点弯曲加载试验,两个声发射传感器分布在试样裂纹两侧,记录加载过程中的声发射信号。共进行四根试样的声发射监测。1 号试样为压断试验,试验过程中出现的声发射信号幅度在 60 dB 左右,断裂时在 1 s 中产生五个声发射事件,声发射信号幅度分别为 76,66,77,92 和 97dB;2 号试样为疲劳断裂试样,整个疲劳试验过程中声发射信号极为丰富,信号幅度在 60~70 dB,疲劳断裂的声发射信号幅度达到 99 dB。3 和 4 号试样在出现一定数量的声发射信号并加载到一定载荷时停载,发蓝后打开断口检查。3 号试样声发射信号幅度在 60~63 dB,停止加载时的载荷为 20 kN,断口检查发现 3 号试样未见明显开裂,但意外发现试样中有一约 ϕ 5 mm 的原始缺陷出现扩展。4 号试样加载到 22.30 kN 时声发射信号幅度为 63 dB,而加载至 22.39 kN 时声发射信号幅度达 99 dB,试样已断裂。监测结果为,LG61 钢三点弯曲试验时,裂纹端部塑性变形的声发射信号幅度在 60 dB 左右,疲劳裂纹扩展的声发射信号幅度在 60~70 dB 范围,断裂时的声发射信号幅度在 92~99 dB,原始缺陷开裂和扩展的声发射信号幅度达到 99 dB。

3 轮箍试验时声发射监测

3.1 声发射监测条件

选用 DISP-32 通道声发射检测系统、R15 高灵敏度传感器和 1330 前置放大器,传感器沿轮箍圆周方向布置,每个轮箍布置三个传感器(图 1),相隔 120°,检测软件为 AEWIN1.54 声发射定位系统。一次监测八只轮箍,连续监测 120 h,其中有两只轮

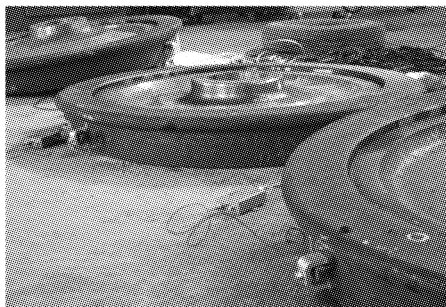


图 1 传感器布置示意图

箍监测 48 h,无声发射信号,后 72 h 改为监测另两只轮箍。各阵列标定采用铅笔芯折断模拟信号进行,标定结果正常后开始监测。

3.2 声发射监测结果与分析

1~10 号轮箍监测结果表明,每个轮箍在试验过程中均有声发射事件出现,其中出现较集中声发射事件的是 2,6,8 和 10 号轮箍,但出现的时间不同,如 10 号是在监测开始阶段(最初 48 h),2 和 6 号在整个监测过程中均有,而 8 号是在监测 48 h 以后开始出现,这与轮箍有无缺陷、人工缺陷大小、不同的过盈量或不同的制造工艺有关。其声发射信号幅度在 50~70 dB 范围。这些信号产生的原因有多种,可能是裂纹的萌生、开裂和扩展,夹杂物的断裂,局部塑性变形以及氧化皮脱落等。试验过程中出现的声发射信号特征,反映了缺陷在应力作用下的活动,如塑性变形或微裂纹的萌生。

11~14 号轮箍监测结果表明,11 和 14 号轮箍声发射事件较少,12 和 13 号轮箍声发射事件较多,其中 12 号轮箍共出现 17 个声发射事件且幅度较高(声发射能量较大),在监测 114 h 左右时发生断裂,断裂位置位于集中声发射事件出现部位,此处用超声波直探头和斜探头均能检测到缺陷。断裂时声音巨大,固定在轮箍边缘的三个声发射探头和磁固定装置全被弹开,磁固定装置飞出 2 m。断裂位置监测到的声发射信号数据如表 1。13 号轮箍共出现 39 个声发射事件,与 12 号轮箍相比,信号幅度相对较低,但位置集中,事件幅度多在 60~70 dB,个别达到 80 dB,此部位超声波斜、直探头均未发现明显缺陷。建议放置观察一段时间,并注意安全,后经证实,该轮箍又放置一星期后断裂。11 号轮箍带有 12 号类似的缺陷,有些缺陷甚至具有更大当量,但 11 号轮芯是弯曲的幅板,具备一定程度的吸收变形的能力,因此,轮芯形状不一致可能是造成 11 和 12 号轮箍声发射现象不同的原因之一。

表 1 12 号轮箍断裂位置声发射信号数据

序号	出现时间/h	幅度/dB	序号	出现时间/h	幅度/dB
1	3	99	4	42	80
2	3	80	5	79	93
3	9	83	6	114	99(断裂)

4 结论

综合 LG61 钢拉伸试验、LG61 钢三点弯曲试验



第 17 届世界无损检测大会展览会邀请信

由国际无损检测委员会主办,中国无损检测学会承办的第 17 届世界无损检测大会暨展览会定于 2008 年 8 月 27—31 日在中国上海展览中心举办。

第 17 届世界无损检测大会展览会诚邀世界各国、各地区的无损检测仪器设备制造商、无损检测相关专业的设备制造商和科研人员踊跃参加世界无损检测界的盛会。本届展览会将为世界上最新无损检测设备、最新无损检测技术的交流搭建平台。在中国举办世界无损检测大会和展览会是史无前例的大事,是世界无损检测界的骄傲,也是中国无损检测人员的骄傲。我们相信届时一定会有众多无损检测人员从世界各地赶来,一睹这一盛况。

展览时间

报到和布展为 2008 年 8 月 25—27 日上午;展出日期为 2008 年 8 月 27 日下午 1:00~8 月 30 日下午 3:00;撤展为 2008 年 8 月 30 日下午 3:00;展出时间为上午 9:00~ 下午 4:30。

展览地址

上海市延安中路 1000 号上海展览中心(与第 17 届世界无损检测大会地址相同)。展览会共有两处场馆,即中央大厅(国际馆)和西二馆(国内馆)。中央大厅面积 5 240 m²,西二馆面积 2 545 m²。

参展费用

中央大厅(国际馆) 标准展台 380 US\$/m², 9 m²(3 m×3 m)3 420 US\$。光地 36 m² 起租(自由搭建),360 US\$/m²。

西二厅(国内馆) 标准展台 1 200 RMB/m², 9 m²(3 m×3 m)10 800 RMB。光地 36 m² 起租(自

由搭建),1 100 RMB/m²。

组织方提供

每一标准展台提供信息桌一张、椅子两把、中英文企业眉板一条、220 V/500 W 电源插座一个(供照明用)、射灯或日光灯两支、废纸筒一个、摊位内满铺地毯。并为所有展商提供在会刊上免费刊登企业简介以及展览场地清洁、保安等服务。

展品、新技术发布会(2.5 h/场)

展览会期间,主办单位将为各参展厂商提供场所(40 间会议室),宣传和推广本企业的新产品和新技术。收费标准为 1 200 US\$/2.5 h/个会议室。

参展程序

欲报名参展的单位,请按要求填写参展协议,加盖公章后寄第 17 届世界无损检测大会展览部秘书处(请复印存盘备查)。

展台安排原则

先付款,先安排。除非参展协议不获主办单位接纳,否则已交展费概不退还,主办单位收到参展协议书和展台费后即寄参展手册,以便参展单位做好各项准备工作。

联系信息

联系地址:上海市邯郸路 99 号 17 届世界无损检测大会展览部秘书处,邮编:200437;联系人:朱亚青,王为纲;电话:021-65550277,65556775-483,366,65555687;传真:021-65550277;电子邮箱:chsndt2008@163.com 或 chsndt@public2.sta.net.cn;网站:www.17wcndt.com 或 www.wcndt2008.com。

和轮箍装配试验的声发射监测结果,可以得出以下几点结论:

(1) LG61 钢拉伸试验时缺口端部塑性变形的声发射信号幅度在 60~70 dB,断裂时达 99 dB。

(2) LG61 钢三点弯曲试验时,裂纹端部塑性变形的声发射信号幅度在 60 dB 左右,疲劳裂纹扩展的声发射信号幅度在 60~70 dB 范围,断裂时的声

发射信号幅度在 92~99 dB,原始缺陷开裂和扩展的声发射信号幅度达到 99 dB。

(3) 轮箍装配试验过程中,可用声发射监测缺陷的活动,如缺陷的塑性变形、开裂、扩展直至断裂。

(4) 轮箍装配时过盈量和轮芯形状不同,会带来不同的声发射监测结果。分析这些结果,可帮助改进轮箍制造工艺及验收方法。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告