

助力车轮辋断裂失效分析

卿 辉, 曾红节

(四川省产品质量监督检验检疫院, 四川 成都 610031)

摘要: 轮辋在实际使用过程中承受复杂的交变应力作用, 焊接结构会出现裂纹, 造成断裂失效。本文对某断裂的轮辋焊接结构进行了宏观、微观、断口、化学成分的检测, 检测结果表明: 疲劳导致轮辋焊接结构断裂失效。

关键词: 助力车; 焊接; 断裂分析; 疲劳失效

中图分类号: TG441.7

文献标识码: B

文章编号: 1001-2303(2009)09-0082-03

Failure analysis of rim moped

QING Hui, ZENG Hong-jie

(Sichuan Institute of Product Quality Supervision & Inspection, Chengdu 610031, China)

Abstract: Rim to withstand the actual process of using the complex role of alternating stress, welded structure will bring the cracks, and cause fracture failure. In this paper the main the pressure reducing valves took place burst when the maintained system of transport steam piping was trying running. By the help of the testing of micromechanism, macrostructure, tomogram, Chemical composition analysis. The results shows that fatigue, leading to fracture failure Rim welded structure.

Key words: moped; welding; fracture analysis; fatigue failure

0 前言

轮辋断裂失效是较常见的现象, 造成轮辋断裂有许多原因, 其中, 轮辋存在焊接缺陷是造成轮辋早期疲劳断裂的一个主要原因。因此, 对轮辋生产企业来说, 不仅轮辋材料、结构、尺寸要符合要求, 更重要的是改进焊接工艺, 提高焊接质量, 加大焊后检验力度, 以减少轮辋断裂失效的发生。

某汽油助力车在行驶途中, 后轮轮辋与轮辐之间的焊接部位突然断裂, 造成人员伤亡事故, 而该电动车总的行驶里程不超过 2 500 km。为查找事故原因, 改进产品质量, 消除制造缺陷, 对断裂的事故轮辋进行了失效分析。

1 宏观检验

事故后轮外观无明显的撞击痕迹, 后轮轮辋焊接部位脱落, 断裂轮辋的宏观照片如图 1 所示。检查时, 断口已有锈蚀现象, 轮辋与轮辐之间的焊接位置

为整个轮辋间隔大约 90°分布 4 条焊缝, 经测量焊缝总长度分别约 30 mm、30 mm、33 mm 和 29 mm。其中一处的焊缝位于气门嘴孔位置, 该气门嘴孔直径约 $\varphi 10$ mm, 而该处的焊缝总长度约 30 mm, 由于焊缝与气门嘴孔位置关系导致其实际焊缝有效长度约 19 mm。根据整体焊接断裂各部位的锈蚀程度及断口形貌分析, 该部位应是所有焊缝中最先发生断裂的地方, 断口形貌如图 2 所示。



图 1 断裂轮辋宏观形貌

Fig.1 Appearance of the fracture of the rim

从断口的宏观形貌观察, 后轮辋的焊缝金属大

收稿日期: 2009-08-31

作者简介: 卿 辉(1978—), 男, 四川资中人, 学士, 主要从事产品质量检测和失效分析工作。

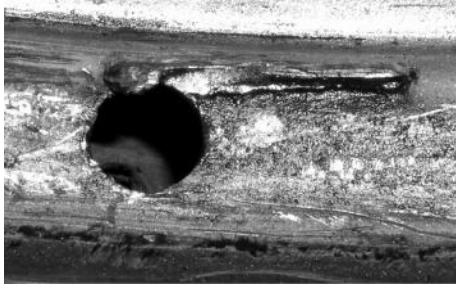


图 2 断口宏观形貌

Fig.2 Macroscopic appearance of the fracture

部分均遗留在轮辋上,轮辋上有少量的焊缝金属。轮辋与轮辐之间采用单面焊接方式,其轮辋与轮辐的焊接部位均存在不同程度的焊接咬边缺陷,咬边主要位于轮辐侧。

2 理化检验

2.1 母材化学成分

轮辋和轮辐母材学成分如表 1 所示。

表 1 轮辋和轮辐母材化学成分 %

项目	w(C)	w(Si)	w(Mn)	w(P)	w(S)
轮辋	0.130	0.220	0.470	0.034	0.032
轮辐	0.120	0.200	0.500	0.029	0.030

化学成分分析结果显示,轮辋和轮辐的材料符合 Q235B 牌号要求。

2.2 金相检验

取图 2 所示区域的金属进行磨制、抛光后,用 4% 的硝酸酒精浸蚀后在金相显微镜下观察,其轮辋和轮辐的母材组织均为铁素体+少量珠光体组织,分别如图 3、图 4 所示。焊缝区域的组织为羽毛状铁素体+粒状珠光体,在电子显微镜下的组织形貌如图 5 所示,轮辋上的焊缝热影响区的组织出现珠光体团聚现象。

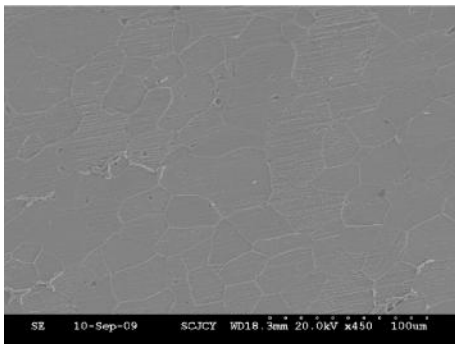


图 3 轮辋母材组织形貌(SEM 450x)

Fig.3 Microstructure appearance of the rim matrix (SEM 450x)

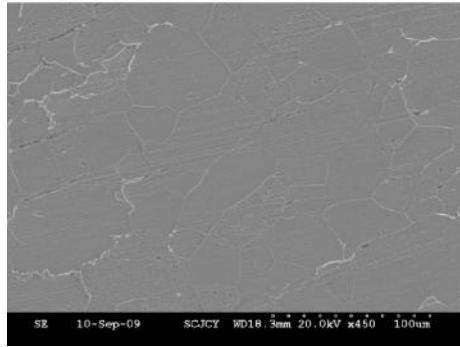


图 4 轮辐母材组织 SEM 形貌(450x)

Fig.4 Microstructure appearance of the disc matrix(SEM 450x)

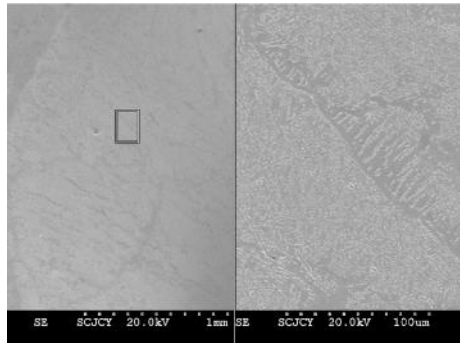


图 5 焊缝组织形貌(SEM 左 40x、右 400x)

Fig.5 The macroscopic appearance of the weld (SEM left 40x, right 400x)

为了进一步了解轮辋与轮辐之间的焊接质量,对前轮焊缝部位进行切割、磨制并抛光后观察,在试样的焊缝区观察到 3 处夹渣和 1 处气泡,夹渣尺寸为 0.70 mm×0.14 mm,0.37 mm×0.18 mm 和 0.14 mm×0.06 mm,气泡尺寸为 0.46 mm×0.27 mm,在靠近轮辐侧的焊趾端区域观察到裂纹,如图 6 所示。

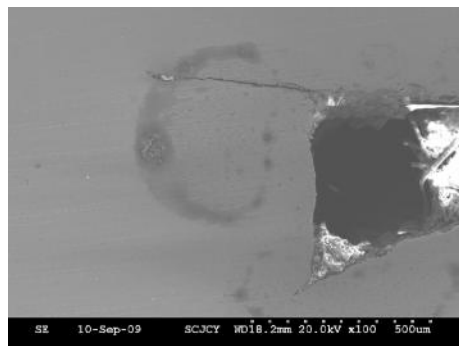


图 6 焊缝内侧裂纹形貌(100x)

Fig.6 Morphology of the inside weld cracks(100x)

3 断口检验

在图 2 所示的断口上,观察到小部分的光亮区,通过体式显微镜下观察,该光亮区为金属与金属之

间反复挤压磨损形成。在扫描电子显微镜下观察该区域,在疲劳裂纹展区内观察到疲劳辉纹如图 7 所示。疲劳裂纹扩展区由疲劳源区向焊缝可视表面扩展,为解理状形貌,瞬时破断区为韧窝形貌,分别如图 8、图 9 所示。

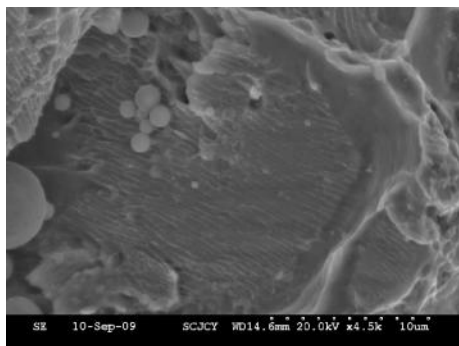


图 7 疲劳裂纹扩展区的疲劳辉纹(SEM)

Fig.7 SEM observation of crack propagation zone showing fatigue striations

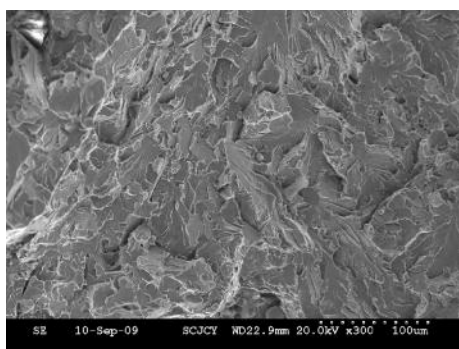


图 8 扩展区形貌(SEM)

Fig.8 Morphology of propagation zone

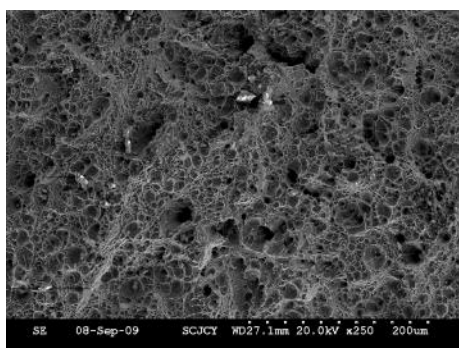


图 9 瞬时破断区形貌(SEM)

Fig.9 Morphology of final zone

4 分析与讨论

检测结果显示轮辋和轮辐母材的金相组织未见异常现象。焊缝区域的组织为羽毛状铁素体+粒状珠光体,大量铁素体针片易形成的脆弱面,使金属的韧性急剧下降,将会引起焊接接头变脆。

车辆在行驶中其轮辋上各点将经历复杂的交变应力作用,其主频应是轴重载荷下轮辋不同转角的简谐运动,其他如面内冲击(路面冲击)、扭转(制动和加速)以及面外弯扭等(转向运动或意外冲撞等)将在此基础上叠加相应的应力分量^[1],这就要求轮辐受力要均匀。而轮辋焊缝存在咬边以及焊缝区域存在夹渣和气孔等焊接缺陷,将导致疲劳裂纹早期开裂和使母材的疲劳强度急剧下降(下降到 80%)。焊接缺陷对接头疲劳强度的影响,表面缺陷比内部缺陷影响大,位于应力集中区的缺陷(如焊缝趾部裂纹)比在均匀应力场中同样的缺陷影响大^[2]。同时焊缝位于气门嘴孔,这些现象的存在将会减小轮辋焊缝的有效截面尺寸,易在焊接部位产生应力集中,同时在焊缝中存在应力时,大幅提高外加应力循环的平均应力,降低焊接接头的疲劳强度。

在前轮所截取的横截面样上可验证其轮辋与轮辐之间的焊缝(靠近轮辐侧)裂纹,该裂纹尖端正向焊缝内扩展,为疲劳裂纹源。产生疲劳裂纹所需的循环次数也远比其他联接形式少,缩短了断裂的进程。另外焊接接头处还存在着较严重的应力集中和较高的焊接残余应力,都会使焊接结构更易产生疲劳裂纹。

由于后轮气门嘴孔的焊缝比其他位置减少了近 1/3 的长度,根据摩托车轮辋技术条件中的相关规定,轮辋焊缝处不允许有辐条孔,气门嘴孔应开在任意两背面的辐条孔中间,且距轮辋焊缝应大于 100 mm。轮辋焊缝应清理干净,不得有漏焊、气孔、咬边、焊瘤、裂纹等缺陷^[3]。

5 意见和建议

建议改进焊接工艺,提高焊接质量,加强焊后检验,预防焊接部位断裂失效的发生。

6 结论

轮辋在交变应力的作用下,在有缺陷的焊接部位产生早期裂纹源,降低了焊接接头的疲劳强度,导致轮辋焊接结构疲劳断裂失效。

参考文献:

- [1] 范奎,胡春阳.摩托车轮辋应力的有限元分析[J].湖北民族学院学报(自然科学版),2006,24(4):413.
- [2] 王宽福.焊接结构的疲劳断裂失效与防治[J].石油工程建设,1996(6):3.
- [3] QC/T71-1993,摩托车轮辋技术条件[S],1994.