

铸钢件浅表层缺陷的超声波检测

拓凌玺, 李 磊, 项 鹏

(共享铸钢有限公司, 宁夏银川 750021)

摘要: 超声波用于铸钢件内部缺陷的检验得到越来越广泛的应用。常规超声检验受限于检验灵敏度和探头盲区, 不能有效探测工件浅表层缺陷。为解决这一问题, 设计了一种高频率窄脉冲探头及其标准参考试块, 有效探测出距离探测表面以下2 mm的 $\Phi 2$ mm的平底孔。该试验可重复性和再现性良好。

关键词: 超声波检测; 铸钢件; 浅表层; 缺陷

1 铸钢件超声检验概述

随着工业技术的发展与进步, 铸钢产品在发电设备、矿山机械、海工石油等领域的应用日益成熟。超声波检验作为工件内部缺陷检测的有效手段, 凭借其灵敏度高、可靠性好、性价比高的优点, 在无损检测的众多方法中占据着重要地位, 是工件交付条件中使用最频繁的验收方法^[1]。

脉冲反射式超声波检验操作灵活, 常用于手工探伤, 使用的探头因受到检验灵敏度和探头盲区的限制, 常用于工件表面以下5~600 mm深度范围内的缺陷探测, 通过相对平行表面的双面扫查覆盖盲区。但对于单面检测受限的工件结构, 探测表面以下5 mm范围内的检验始终是业界难以突破的技术瓶颈^[2]。

对于涉及表面加工过程的工件, 通常需要对特定留量下的浅表层进行探伤, 以确认最终成活的加工表面质量, 浅表层缺陷的探测具有很高的应用价值。针对降低探头检测盲区和提高浅表面检测精度的两个目标, 设计了一种具有延迟块的高频率窄脉冲探头及标准的参考试块^[3]。通过测试, 该探头可以有效将盲区控制在2 mm以内, 对于 $\Phi 2$ mm的平底孔具有良好的辨识度。

2 试验器材

2.1 超声波探伤仪

采用汕超所CTS系列的数字化探伤仪, 能够在探伤过程中对缺陷定位, 定量和辅助定性, 回波和数据能够存储和回放, 现场结果可记录。

2.2 探头

新型延迟纵波探头, 型号PT-12, 频率5 MHz, 无焦距, 晶片由复合材料制作, 晶片直径为10 mm。

传统双晶纵波探头, 采用GE公司生产的探头做对照试验, 型号SEB2, 频率2 MHz, 焦距15 mm, 晶片尺寸为7 mm×18 mm。此探头相对其他型号探头的入射能量低, 分辨力好, 阻尼大, 脉冲窄, 有利于发现微小缺陷^[4]。

2.3 试块

采用常规马氏体不锈钢材料, 按照测试的需要设计一种阶梯试块, 实测声速5 920 mm/s。试块底面钻有6枚孔径为2 mm的平底孔, 第一阶厚度为10 mm, 底面

作者简介:

拓凌玺(1979-), 男, 工程师, 主要从事无损探伤研究及应用工作。E-mail: huan.wei@kocel.com

中图分类号: TG245

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2020)04-0388-04

收稿日期:

2019-05-28 收到初稿,
2019-11-13 收到修订稿。

的3枚平底孔端面距离探测表面分别为6 mm、5 mm和4 mm，第二阶厚度为5 mm，底面的3枚平底孔端面距离探测表面分别为3 mm、2 mm和1 mm，按照平底孔端面到探测表面的距离分别从6#到1#进行编号，如图1所示。

3 试验过程及结果

3.1 传统双晶纵波探头

采用传统双晶纵波SEB2探头分别在试块的6个平底孔处进行测试，扫查过程中寻找反射回波，得到的波形如图2所示，其中1#、2#试块 $\Phi 2$ mm平底孔不能识别出来。

以上试验结果显示，由于SEB2是双晶片聚焦探头，聚焦区内的指示才能够识别出来。使用SEB2探头可以在阶梯试块上清晰识别出6#、5#和4#平底孔，脉冲宽度较大，草状波较多，没有独立波形主峰；3#平底孔反射几乎淹没在始波中，已经不能分离出反射体的波形；2#和1#平底孔不能识别出来。

3.2 新型延迟纵波探头

采用新型延迟纵波PT-12探头分别在试块的6个平底孔处进行测试，扫查过程中寻找反射回波，得到的波形如图3所示。

以上试验结果显示，新型延迟纵波探头可以有效

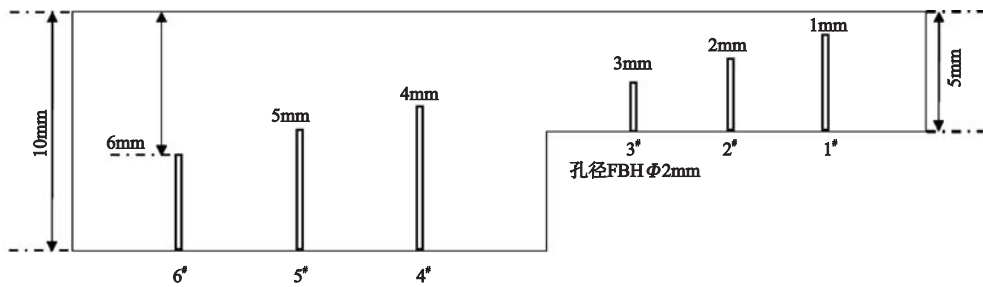


图1 参考试块横截面示意图

Fig. 1 Cross-section of reference block

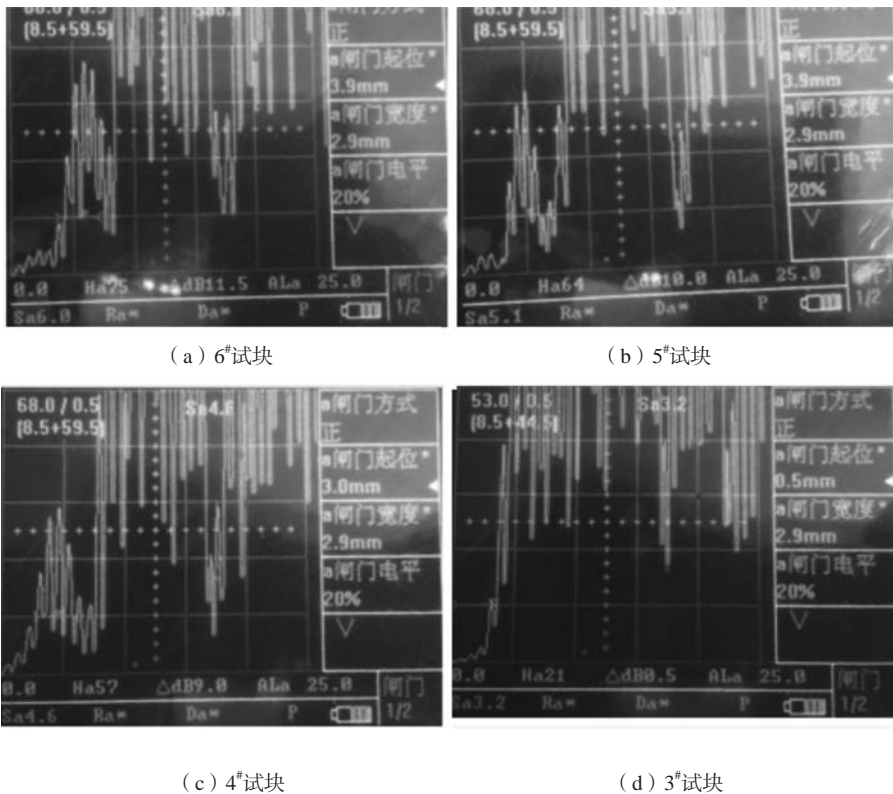


图2 SEB2探头 $\Phi 2$ mm平底孔反射波形

Fig. 2 Reflecting wave shape of $\Phi 2$ mm flat-bottom hole with SEB2 probe

探测出6#、5#、4#、3#和2#平底孔，脉冲宽度较窄，草状波抑制较好，有反射体的独立主峰，但1#平底孔不能识别出来。

3.3 新型探头工件检验实践

采用新型延迟纵波探头在马氏体不锈钢工件半精

加工状态下进行检测，记录试块不同深度下的平底孔最大反射回波可形成 $\Phi 2$ mm的参考波幅曲线，在工件不同深度处检测到的缺陷的波形如图4所示。通过比对缺陷波幅与参考曲线的相对高度，可以计算出缺陷的当量水平，对5 mm深度范围内检测到的缺陷打磨验证，缺陷检出准确率超过90%。

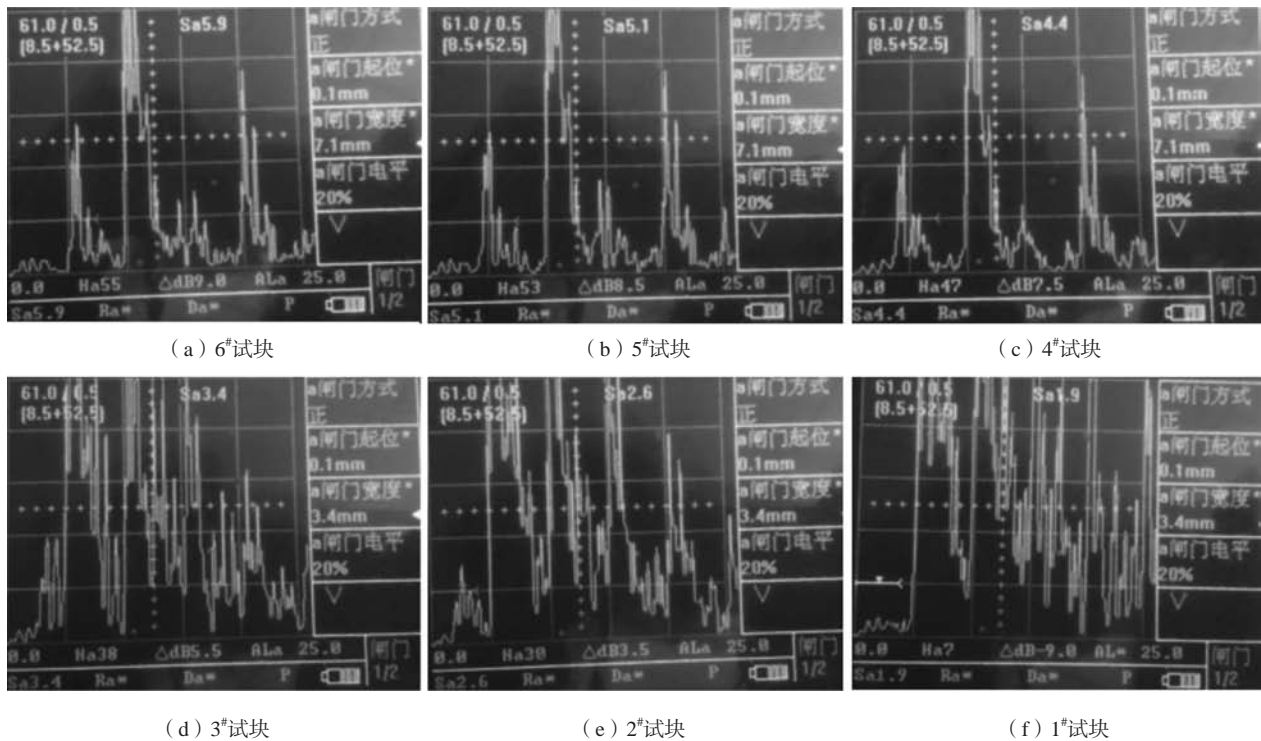


图3 PT-12探头 $\Phi 2$ mm平底孔反射波形

Fig. 3 Reflecting wave shape of $\Phi 2$ mm flat-bottom hole with PT-12 probe

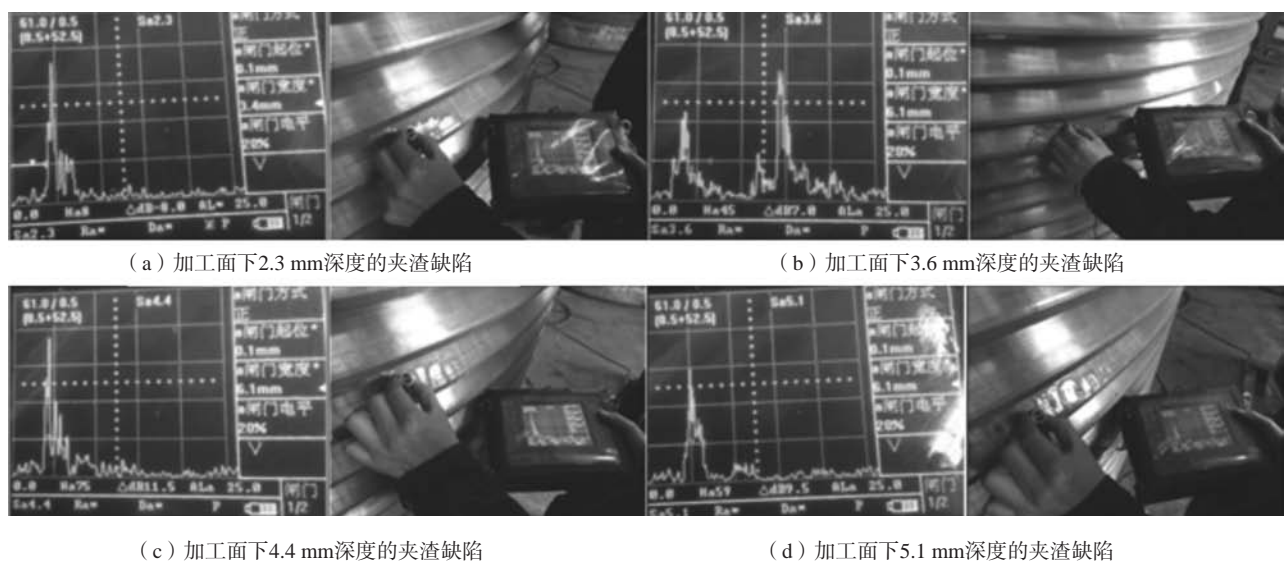


图4 工件表面检测波形

Fig. 4 Wave shape on steel casting surface detected by PT-12 probe

4 结束语

通过以上两组试验的对比结果可知,对于常规铸钢材料,运用常规方法探测浅表层缺陷仍有探索的空间。相对于传统双晶纵波探头,具有延迟块的高频窄脉冲探头能够获得更高的检验灵敏度和更浅的盲区。此种探头可以有效检测出标准试块上距离探测表面以下2 mm的 $\Phi 2$ mm平底孔。通过在工件上实践,检验效果良好,可为该范畴的同类检验提供参考。

参考文献:

- [1] 徐丽. 铸件缺陷无损检测方法的研究现状 [J]. 铸造, 2002 (9): 535-540.
- [2] 李兵, 张明波, 乔亚霞. 超声波近距离声场声压分布的研究 [J]. 中国锅炉压力容器安全, 2003 (3): 38-40.
- [3] ONOZAWA, 夏仁凯. 铸件近表面缺陷的超声探伤 [J]. 铸造, 1991 (1): 44-45.
- [4] 龙会国, 胡波涛. 铸钢件超声波衰减系数测量及其影响因素 [J]. 铸造, 2011 (7): 676-679.

Ultrasonic Testing of Near Surface Defects of Castings

TA Ling-xi, LI Lei, XIANG Peng

(Kocel Steel Foundry Co., Ltd., Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract:

Nowadays ultrasonic testing is a widely applied method for detection of casting internal flaws. Since traditional UT method is limited by inspection sensitivity and probe dead zone, the probes cannot detect near surface defects effectively. To solve the problem, a high frequency and narrow pulse probe and standard reference block were designed. It can distinguish the $\Phi 2$ mm FBH in the depth of 2 mm, with good repeatability and reproducibility.

Key words:

ultrasonic testing; steel casting; near surface; defect
