

# 常压储罐底板漏磁检测的信号分析

王亚东<sup>1</sup>, 王翔<sup>1</sup>, 徐彦廷<sup>2</sup>, 许皆乐<sup>1</sup>, 郑建勇<sup>1</sup>

(1. 浙江赛福特特种设备检测有限公司, 杭州 310015; 2. 浙江省特种设备检验研究院, 杭州 310020)

**摘要:**针对在常压储罐底板漏磁检测过程中遇到的刮擦、搭接、腐蚀与对接焊缝等典型信号, 根据实际经验以及图形显示提出了使用 FloormapVS2i 软件进行分析的方法和对干扰数据进行删除及调整显示门槛的应对措施, 提高了漏磁检测结果的准确性, 可以为常压储罐的漏磁检测提供参考。

**关键词:**常压储罐; 漏磁检测; 缺陷; 信号分析

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2014)04-0023-03

## The Signal Analysis of Magnetic Flux-leakage Examination for Bottom Plate of Atmospheric Storage Tank

WANG Ya-dong<sup>1</sup>, WANG Xiang<sup>1</sup>, XU Yan-ting<sup>2</sup>, XU Jie-le<sup>1</sup>, ZHENG Jian-yong<sup>1</sup>

(1. Zhejiang Safety Special Equipment Inspection Co. Ltd, Hangzhou 310015, China;

2. Zhejiang Province Special Equipment Inspection and Research Institute, Hangzhou 310015, China)

**Abstract:** For typical signals obtained by the tank bottom leakage detection process, such as scratching, lap joint, corrosion and butt welding, based on the practical experience and graphic display, analysis method of using FloormapVS2i software and the counter measures for deleting interference data and adjusting the display response threshold were presented to improve the accuracy of the result of magnetic flux leakage testing. The above mentioned measures can provide the reference for the magnetic flux leakage detection of atmospheric storage tank.

**Keywords:** Atmospheric storage tank; Magnetic flux leakage examination; Defect; Signal analysis

常压储罐广泛应用于石油、化工、国防、交通运输等诸多领域。很多大型储罐服役年龄超过 20 年甚至 30 年, 并没有对其安全性进行有效的检验检测。即使是按照现有行业标准进行检查, 在检测技术方面, 由于缺乏高效可靠的手段, 检测效率低且缺陷检出率低, 甚至某些检查方法针对一些检测部位得出的检测数据也属于低效数据。例如储罐底板等关键部位, 由于其腐蚀状况没有得到有效地检测评估, 致使储罐底板发生腐蚀穿孔, 危害生产安全, 污染环境<sup>[1-2]</sup>。

目前针对常压储罐底板腐蚀的常规检测技术是

超声测厚, 但超声测厚对底板均匀腐蚀是有效的, 对底面点腐蚀检测基本无效。漏磁检测技术对不均匀腐蚀的检测, 尤其是对底面点腐蚀是准确有效的, 也得到了很多企业用户的认可。

### 1 漏磁检测原理

通过外加磁场对铁磁性钢板进行磁化, 如果被磁化的钢板表面或内部存在不连续或缺陷时, 则会有一部分磁力线从缺陷位置附近溢出, 通过检测传感器(如霍尔元件等)接收溢出的磁力线, 来判断有无缺陷, 并对缺陷大小进行定量分析。

对于常压储罐底板漏磁检测, 只需将罐底板表面油污以及杂物清理干净即可, 对罐底板清洁程度要求较低。另外漏磁检测还具有客观性、定量性和可记录性的优点, 且重复性较好, 有利于对缺陷信号的确认。

收稿日期: 2013-05-03

基金项目: 黑龙江省普通高等学校化工过程机械重点实验室开放课题资助项目(hj201310)

作者简介: 王亚东(1978—), 男, 高级工程师, API653 检验师, 容器检验师, 管道检验师, AEⅢ, ETⅢ, 主要从事常压储罐检验检测、漏测检测技术、声发射检测技术的研究与应用工作。

## 2 检测仪器和检测过程

检测设备是英国 Silver Wing 公司生产的 FloormapVS 和 FloormapVS2i 储罐底板漏磁扫描仪。仪器主要技术参数为:有效扫描宽度 250 mm, 扫描速度 0.5 m/s, 自动模式有效检测最大厚度为 12.5 mm, 操作重量 54 kg 左右。可以在检测现场实时分析、调用已检测过的钢板数据, 检测结束后进行数据后续分析处理。

罐底板漏磁检测需要储罐在检修期间开罐时进行, 检测前需根据被检罐底板厚度在对比试板上进行标定。对比试板通常采用标准底板厚度的 20%、40%、60% 和 80% 四个深度制作标定曲线。或者调用已有的标定曲线在对比试板上进行验证性测试, 目的是调整仪器检测精度。现场检测流程如图 1 所示。图 2 为对一台 50 000 m<sup>3</sup> 储罐漏磁检测的现场照片。

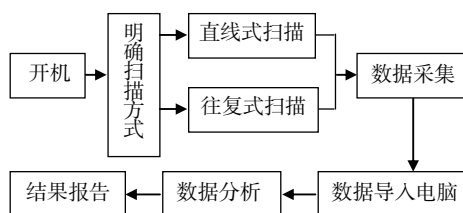


图 1 储罐底板漏磁检测流程



图 2 外浮顶储罐底板漏磁检测

## 3 信号分析与处理

漏磁扫描仪 FloormapVS 使用的数据采集软件版本是 2.68, FloormapVS2i 使用的数据采集软件版本是 3.21, 数据分析软件版本是 2.067。该分析软件可将扫描的数据直接生成扫描图, 对于干扰数据进行删除, 调整显示阈值。以下对于正常情况下的罐底板漏磁检测数据分析不过多描述, 只针对一些特殊情况做一些案例分析。

首先对漏磁检测扫描图进行说明, 如图 3 所示。

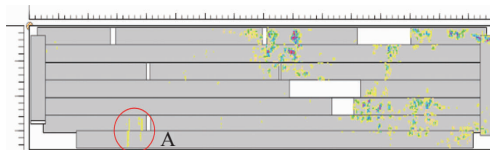


图 3 传感器刮擦信号与正常漏磁检测信号

图中左上角 3/4 圆形标记为钢板的漏磁扫描起点, 横、纵坐标单位是 mm, 数字表示钢板的长度和宽度, 如此板长 7 960 mm, 宽 1 770 mm。图中的点状信号为底板漏磁检测形成的底板腐蚀信号, 不同的颜色深度表示腐蚀当量不同(腐蚀当量可以理解为腐蚀深度, 但不能完全代表深度)。

如图 3 和 4 所示, 图中 A 显示为一条或两条几乎可以横贯整个扫描面(250 mm)的不同大小的信号, 一侧幅值稍大, 其余的幅值比较小。这种信号的产生, 是在检测时传感器盒与底板表面的焊疤或者异物产生刮擦而形成的伪信号, 在数据处理时要将其删掉。图 3 中其他信号为正常底板底面腐蚀信号。针对这些局部腐蚀较深, 面积不大的腐蚀情况, 对底板采用局部钢板贴补方式进行修补, 以满足储罐使用安全性的要求。图 4 中 B, 三次出现在不同位置, 都是在每次扫描的起步位置出现, 幅值较大但大小并不相同, 这不是真实的腐蚀信号, 也不是传感器盒与底板的刮擦信号, 而是电池低电位报警显示。一旦发现这种信号, 如果在一块底板扫描开始出现, 则应该停止扫描, 并立即更换电池, 避免由于电池没电而导致该块底板没有扫描完毕, 不能将检测数据存储; 如果在一块底板扫描将结束时出现, 则可以在该底板扫描结束后更换电池。



图 4 传感器刮擦信号与电池低电位报警信号

如图 5 中 C 和图 6 中 D 所示, 其中 C 为 8 和 12 mm 对接焊缝扫描信号, 比较分散, 信号幅值也较小; D 为 6 和 10 mm 搭接焊缝扫描信号, 显示近乎

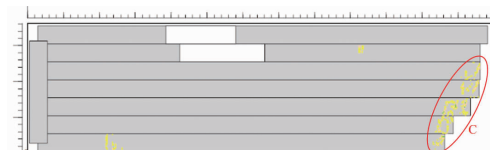


图 5 8 mm/12 mm 对接焊缝扫描信号

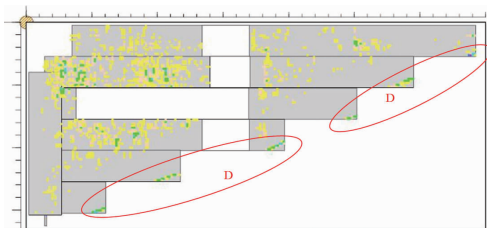


图6 6 mm/8 mm 搭接焊缝扫描信号

为焊缝的实际位置,幅值也比较大。这种信号在数据处理的时候,需要以伪信号去除,以免影响对底板的修补处理。

图7是在罐底板喷砂前的漏磁扫描图,图中E处信号显示最大值为80%,虽然处于底板上垫板的旁边,但是从信号形状以及幅值大小配合上,确认是一个底面腐蚀信号,并对该处作了补板要求。图8(a)为罐底板喷砂处理后与图7中E处对应的实际割板正面照片,图8(b)为该割板的底面(与基础的接触面)照片。可以准确地说,在喷砂处理前并没有发现罐底板穿孔,在喷砂后才发现穿孔,并采取割板检查,发现底面腐蚀很严重,是典型的底面腐蚀穿孔。从这个实例可以看出,对于罐底板上垫板处

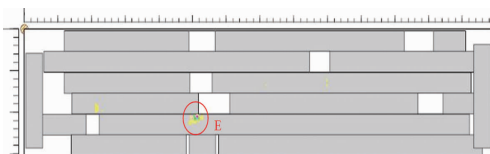


图7 底板补板旁边扫描信号



(a) 割板正面 (b) 割板底面(与基础接触面)

图8 割板后底板的正反面

(上接第19页)

工业CT技术测量装药密度及装药密度差,方法可行、结果可信,对读者具有一定参考意义。

#### 参考文献:

- [1] 刘力,张英平.用工业CT测量物质密度的ASTM标准方法[J].无损检测,2006,28(6):324-326.

不能扫描的检测盲区,需要对垫板周围做相应的技术处理。如图9所示,在垫板周围按照箭头方向进行4次扫描,只要扫过检测盲区即可,可以最大限度地减少由于仪器的扫描盲区而产生不必要的漏检。

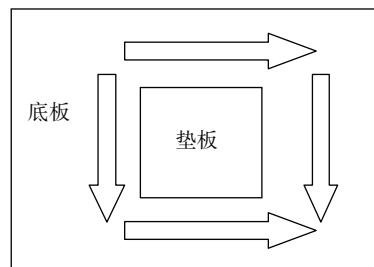


图9 垫板周围扫描

#### 4 结论

(1) 常压储罐底板漏磁检测是针对罐底板腐蚀检测的有效手段之一,但是在检测过程中的一些注意事项和检测方法值得同行们来共同探讨研究。例如:现场检测时需要对一些影响数据分析的情况做详细记录。如扫描经过焊疤时产生的干扰信号、搭接焊缝处产生的扫描信号、罐底板起伏较大而与传感器盒摩擦产生的信号等等。

(2) 对底板有垫板、补板或支架等干扰处产生的检测盲区需要做进一步补充扫描,以降低漏检风险。

(3) 在信号分析和处理方面,使用不同的检测仪器,其信号分析软件采用的计算、分析和图像显示方法是不同的,要区别对待。

#### 参考文献:

- [1] WANG Ya-dong, XU Yan-ting, WANG Bing, et al. Research on metal atmospheric storage tank inspection method for standard in China[C]// Proceedings of the ASME 2009 Pressure and Piping Division Conference. Prague, Czech Republic. 2009, 07.
- [2] 李光海.常压储罐检验检测技术[J].无损检测,2010,32(7):509-512.
- [2] GJB 5311—2004 工业CT系统性能测试方法[S].
- [3] 杨文海,何德昌,徐军培,等.γ射线工业CT技术在高能炸药密度检测中的应用[J].火炸药学报,2001(3):33-34,72.
- [4] 倪培君,蔡和平,张维国,等.非均匀结构材料密度工业CT定量检测方法[J].无损检测,2012,34(2):11-15,44.
- [5] GJB 5312—2004 工业射线层析成像(CT)检测[S].