

浮球式疏水阀的壁厚超声检测与减薄原因

蒋波, 欧鹏, 乔宝虹, 陈超, 杨振珂

(苏州热工研究院有限公司, 苏州 215004)

摘要: 在核电厂热交换系统中, 浮球式疏水阀的阀体腐蚀、泄露会危及核电厂的安全运行。采用微型探头与常规探头结合使用的壁厚超声检测方案, 对某核电厂在役浮球式疏水阀的壁厚进行检测, 找出了易腐蚀点并计算出腐蚀速率; 最后, 进行阀体切剖试验, 验证了此壁厚检测方案的可行性与有效性。

关键词: 疏水阀; 壁厚检测; 减薄超声分析

中图分类号: TM623.7

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2016)06-0033-03

Wall Thickness Ultrasonic Testing and Thinning Cause of Float Drain Valve

JIANG Bo, OU Peng, QIAO Bao-hong, CHEN Chao, YANG Zhen-ke

(Suzhou Nuclear Power Research Institute Co., Ltd., Suzhou 215004, China)

Abstract: Float drain valves, which are widely used in heat exchange systems of nuclear power plants, occasionally have corrosion and leakage problems that lead to unsafe and unstable operation. A thickness detection scheme, combining miniature probe with normal probe, was proposed to detect the thickness of the in-service float drain valves in a nuclear power plant, and the related prone corrosion points and corrosion rate were also studied in this paper. Combined with valve cutting experiment, the study reveals that the thickness detection scheme is feasible and effective.

Key words: Drain valve; Wall thickness detection; Thickness thinning analysis

蒸汽是核电厂重要媒介能源, 在热交换过程中, 随着温度的变化会产生冷凝水。此冷凝水必须及时排除, 否则将严重影响换热过程的效率^[1-2]。

浮球式疏水阀是一种使用广泛的蒸汽疏水阀, 实际上就是一种自动阀门。它在有冷凝水时, 自动打开排出冷凝水, 并能够阻止蒸汽的排出^[3]。故要求疏水阀具有良好的耐冲刷损坏性能, 能够长期稳定工作, 减少故障^[4]。

某核电厂的浮球式疏水阀, 在服役期间多次出现腐蚀减薄现象, 甚至穿孔失效。这些疏水阀均为一体式铸造, 难以对阀体的减薄状况进行预防性评估; 通常只能采用切割的方式对阀体进行破坏性检查。因此, 探索可行的壁厚检测方法, 研究分析此类疏水阀的易腐蚀点、腐蚀速率, 对保障疏水阀甚至机

组的运行安全具有重要意义。笔者提出微型探头与常规探头相结合使用的壁厚超声检测方案, 对某核电厂的在役浮球式疏水阀的壁厚进行了检测, 找出易腐蚀点并计算出腐蚀速率。

1 试验试件

选取服役于某核电厂的浮球式疏水阀作为试验对象。其编号分别为 101PU、102PU、103PU, 型号为 DN25, 材料均为铸钢, 投入使用时间为 3 a。

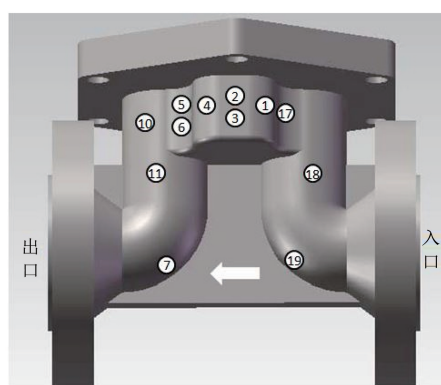
2 测厚方案

有研究表明^[5-6], 对于压力容器、阀门等设备, 其汽液相界面、弯头拐角、正对流体进出口处内壁等部位, 易受腐蚀和冲蚀, 应给予重点测量。因此, 根据疏水阀结构, 笔者拟定了 21 个测厚点, 布置如图 1 所示。为便于比较, 表 1 列出了此型号新疏水阀部分测点处的壁厚值(厂家提供)。

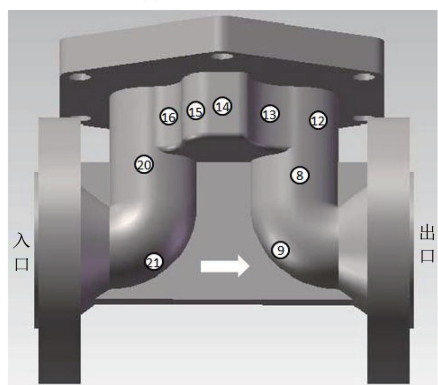
收稿日期: 2015-11-24

作者简介: 蒋波(1987—), 男, 工程师, 主要从事核电厂特种设备的在役检查工作。

通信作者: 蒋波, E-mail: boj0621@163.com。



(a) 正面测点布置



(b) 背面测点布置

图1 疏水阀测点布置示意

表1 新疏水阀部分测点壁厚值 mm

在役/新疏水阀测点编号	新疏水阀测点壁厚
2	7.9
4	8.3
7	7.7
8	8.0
14	8.2

表2 在役疏水阀各测点的测厚结果 mm

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
101PU	3.8	2.7	2.9	3.2	4.2	4.9	5.6	6.0	5.9	5.7	5.5	6.2	6.3	6.8	6.3	5.7	6.7	6.3	6.8	7.1	7.7
102PU	3.2	4.1	3.9	2.8	3.0	3.1	4.7	4.0	3.7	4.6	5.1	6.0	5.8	6.6	6.1	5.9	6.2	5.8	6.1	6.5	6.0
103PU	3.0	2.8	3.2	3.1	3.1	3.3	4.1	3.9	3.7	4.3	5.2	6.3	6.8	7.8	6.3	6.2	5.5	5.3	5.5	6.0	6.7

综合上述 101PU, 102PU, 103PU 的壁厚减薄情况可知, 此类疏水阀在阀体凸台靠近出口处的测点 1~6 处的减薄最为明显, 速率最大可达 1.84 mm/a, 腐蚀过快。结合图 1 分析可知, 以汽液相界面为分界, 测点 1~6 位于阀体内腔的上半部分, 该部分介质为蒸汽; 而与测点 1~6 相对应的测点 13~15, 处于阀体内腔的下半部分, 此处介质为冷凝水 (相比于冷凝水, 蒸汽对阀体的腐蚀能力更强)。同时, 随着冷凝水的不断积累与排出, 浮子在蒸汽侧反复与凸

提出微型探头与常规平探头相结合使用的测厚方案: 测点曲面弧度较小时 (如测点 5、6), 选用 Krautkramer 公司的 DM4 测厚仪和 DA312B16 (3 mm) 微型探头; 测点曲面弧度较大时 (如测点 7、8), 选用 Olympus 公司的 45MG 测厚仪和 D791-RM (5 MHz) 常规探头。这样, 两种仪器与探头检测时可形成互补, 能提高测厚数据的有效性、准确性, 原因如下: ① 使用超声测厚仪进行厚度测定时, 待测部件的晶粒度、内应力、物相组织、表面状况、内部缺陷等均会对测量产生影响。② 对于铸造成型的待测疏水阀, 存在晶粒度不均、粗大的特点; 而且阀体表面较粗糙, 表面涂层也会引起测量误差^[7]。③ 若仅采用微型探头, 其发射面和接收面较小, 容易导致声波丢失或错误。④ 若仅采用常规平探头, 对于弧度较小的曲面, 存在耦合度不高的问题。

3 测厚结果与分析

根据测厚方案, 对 101PU, 102PU, 103PU 浮球式疏水阀进行超声测厚, 测定结果见表 2。

分析测厚结果可知, 101PU 测点 2~4 处减薄明显, 测点 2 处壁厚达最小值 2.7 mm, 对比新疏水阀壁厚, 减薄值达 5.2 mm, 计算腐蚀速率为 1.73 mm/a。102PU 测点 1 和测点 4~6 处减薄明显, 测点 4 处壁厚达最小值 2.8 mm, 对比新疏水阀壁厚, 减薄值达 5.5 mm, 计算腐蚀速率为 1.84 mm/a。103PU 测点 1~6 处减薄明显, 测点 2 处壁厚达最小值 2.8 mm, 对比新疏水阀壁厚, 减薄值达 5.1 mm, 计算腐蚀速率为 1.7 mm/a。

台出口处的阀体发生摩擦, 进一步加快了阀体蒸汽侧的腐蚀。因此, 蒸汽侧的测点 1~6 处的减薄最为明显, 容易导致安全隐患。

为了验证上述壁厚测定结果, 对检测阀门 103PU 进行了切割检查, 如图 2 所示。由图可知, 阀体减薄区域主要在图中的 1~6 号箭头处, 均位于阀座下游位置, 目视可见测点 2 减薄明显, 说明此类阀门的易腐蚀点位于阀体凸台靠近出口的蒸汽侧处。因而, 切割试验进一步验证了此壁厚检测方案

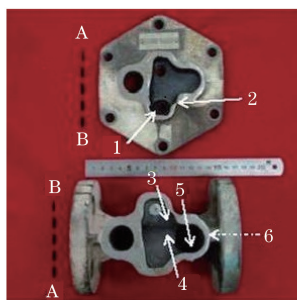


图2 103PU 疏水阀剖面视图

的有效性 with 准确性。

4 结论

根据微型探头与常规探头结合使用的超声测厚方案,对某核电厂的在役浮球式疏水阀进行了壁厚的超声检测及阀体剖面验证试验。结果表明,疏水阀在阀体凸台靠近出口的蒸汽侧处减薄明显,属于易腐蚀点,其腐蚀速率达到 $1.7\sim 1.84\text{ mm/a}$ 。因此,文章所提的测厚方案准确、有效,为核电厂疏水阀的

防泄漏、预防性维修提供了依据,对核电机组的安全运行具有积极意义。

参考文献:

- [1] 赵亮,王东林,韦华,等.国内蒸汽疏水阀使用现状及其管理探讨[J].石油化工设备,2010,39(2):48-51.
- [2] 白瑛华,贾红军.蒸汽凝结水回收系统中常见问题的解决与探讨[J].化学工程师,2008,22(12):54-56.
- [3] 席增雪.疏水阀在蒸汽系统的应用[J].机电信息,2005,104(20):32-33.
- [4] 于海波,国金莲.再热器疏水阀流体性能的分析[J].电站辅机,2013,34(2):42-44.
- [5] 田双.超声波测厚仪在压力容器定期检验中的应用[J].无损检测,2008,30(10):769-770.
- [6] 崔锦文,王飞.锅炉水冷壁管减薄的检验[J].无损检测,2014,36(12):81-81.
- [7] 梁鹏飞,张继荣,匡立中,等.核电压力管道表面粗糙度对超声波测厚数据的影响[J].无损检测,2013,35(9):49-51.

(上接第16页)

参考文献:

- [1] DATCU S, IBOS L, CANDAU Y, et al. Improvement of building wall surface temperature measurements by infrared thermography[J]. Infrared Physics & Technology, 2005, 46(6): 451-467.
- [2] MAHABOONPACHAI T, KUROMIYA Y, MATSUMOTO T. Experimental investigation of adhesion failure of the interface between concrete and polymer-cement mortar in an external wall tile structure under a thermal load[J]. Construction and Building Materials, 2008, 22(9): 2001-2006.
- [3] 张荣成.红外热像法检测建筑物外墙饰面施工质量的试验研究[J].建筑科学,2002,18(1):40-44.
- [4] 袁昕,谢慧才,陈高峰.建筑物外墙饰面砖粘贴质量的红外热像检测试验研究[J].四川建筑科学研究,2003,29(2):43-45.
- [5] 冯力强,王欢祥,晏大玮,等.红外热像法检测建筑外墙饰面层内部缺陷试验研究[J].土木工程学报,2014,47(6):51-56.
- [6] EDIS E, FLORES-COLEN I, DE BRITO J. Passive thermographic inspection of adhered ceramic claddings: limitation and conditioning factors [J]. Journal of Performance of Constructed Facilities, 2012, 27(6): 737-747.
- [7] 张德芳.红外热像法检测外墙饰面空鼓缺陷时结果的可靠性[J].工程质量,2013,30(11):73-75.
- [8] 李芸,刘永福,周宏,等.红外热像法检测外墙饰面砖黏结缺陷的应用研究[J].住宅科技,2014,34(1):52-54.
- [9] ABDEL-AZIZ Y I, KARARA H M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates[C]//Proceedings of the ASP Symposium on Close-Range Photogrammetry. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, 1971:1-18.
- [10] OSTU N. A threshold selection method from gray-level histograms[J]. IEEE Trans, 1979, SMC-9: 62-66.