

AVG 曲线的应用

周路生, 张晓源, 吴明明, 顾清

(国核电站运行服务技术公司, 上海 200233)

摘要:结合 AVG 曲线技术的特点以及田湾核电站大修检验中实际应用的经验, 重点介绍了制作电子 AVG 曲线的方法以及采用该技术在现场焊缝超声检测中的应用。实践表明采用电子 AVG 曲线技术在现场检测中极大方便了对缺陷进行定量, 取得良好的应用效果。

关键词:超声波检测; 电子 AVG 曲线; 应用

中图分类号: TG115.28

文献标志码: B

文章编号: 1000-6656(2010)03-0225-02

The Application of AVG Curve

ZHOU Lu-Sheng, ZHANG Xiao-Yuan, WU Ming-Ming, GU Qing

(State Nuclear Power Plant Service Company, Shanghai 200233, China)

Abstract: With the characteristic of AVG curve technique and testing experience that feed back in ultrasonic examination application during the repair period in TianWan Nuclear Power Station, the article mainly introduced the method of creating electronic AVG curve and the application of electronic AVG curve technique in the ultrasonic examination. Evidences have show that electronic AVG curve technique has great convenience during sizing the defect, and this technique has great application effect.

Keywords: Ultrasonic inspection; Electronic AVG curve; Application

江苏田湾核电站采用的是俄罗斯标准, 但由于没有在役检查标准, 从而采用制造阶段的标准。随着田湾核电站相关设备和管道运行时间的增加以及扩建工程的推进, 了解和掌握俄罗斯标准中所采用的无损检测技术将有助于保障核电站的安全、经济运行并提高无损检测人员的技术水平。2007 年 11 月份田湾核电站 1 号机组进行 T101 冷却停堆检修, 为跟踪电厂重要部件经过一个运行周期后的质量状况, 重要设备和管道的对接焊缝需要进行超声波检查。按照俄罗斯标准的要求, 超声检测方法主要是通过 AVG 曲线技术调节仪器的检测灵敏度和对缺陷进行定量。笔者结合对 AVG 曲线技术的理解和现场实际应用的经验探讨采用电子 AVG 曲线技术进行超声检测的方法以及该技术的一些特点。

AVG 曲线是描述规则反射体的距离、回波高度及当量大小之间关系的曲线。A、V 和 G 分别是德

文中距离、增益和大小的文字缩写, 其英文缩写为 DGS。专用 AVG 曲线是针对某特定的探头, 一般是由一系列不同直径的平底孔曲线组成。图 1 是横波探头 MWB70-4E 的纸质 AVG 曲线图。

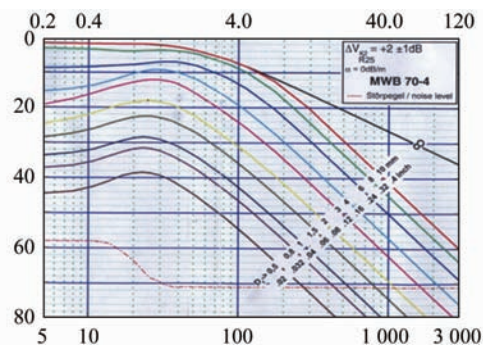


图 1 MWB70-4E 探头 AVG 曲线图

1 AVG 曲线技术的优点

AVG 曲线技术是早期用于锻件、焊缝超声检测较广泛的技术之一, 随着超声检测技术的不断发展, 焊缝的超声检测方法主要采用距离-波幅(DAC)曲线用于系统灵敏度调节和缺陷定量。然而 AVG 曲

收稿日期: 2009-05-05

作者简介: 周路生(1982—), 男, 工程师, 学士, 从事核电站无损检测技术研究工作。

线技术具有其他超声检测技术所不具备的优点,主要表现在以下几点:

(1) AVG 曲线技术不必采用专门的参考试块即能完成系统检测灵敏度的调节。

(2) 通用 AVG 曲线适用性好,能够满足不同型号规格的探头。

(3) 缺陷当量大小可以比较直观得出,不必进行换算。

2 AVG 曲线技术现场应用

2.1 绘制电子 AVG 曲线

俄罗斯标准 ПНАЭГ7-030-91^[1] 要求焊缝的超声检测灵敏度的调节方法必须通过探头的 AVG 曲线来实现。检测人员查找探头附带的 AVG 曲线图进行灵敏度设定和对缺陷进行定量将会比较繁琐,适用性较差,无法满足现代无损检测技术的要求。随着现代超声电子技术的迅速发展,新型超声仪器已经能够具备生成电子曲线的功能,比如通用公司生产的 USN60 型仪器。笔者根据仪器的功能特点并结合现场超声检测经验反馈,研究采用电子 AVG 曲线用于现场超声检测,该方法的主要有以下特点:

(1) 曲线制作方法简单,使用简便。

(2) 对缺陷的定量简便直观,可以直接显示缺陷的当量尺寸。

以规格为 $\phi 159 \text{ mm} \times 13 \text{ mm}$ 的管道焊缝为例,针对两种不同功能的 USN60 仪器讨论电子 AVG 曲线的制作方法。

2.1.1 无 AVG 曲线软件仪器

USN60 仪器具备生成电子曲线的功能,该功能可以在仪器没有获得信号回波的情况下通过输入多个点的声程值以及灵敏度值完成电子 AVG 曲线的制作,可参照以下步骤制作电子 AVG 曲线:

(1) 参照田湾核电站相关技术规格书,焊缝的验收等级为 II 级,对应记录当量面积为 2.5 mm^2 ,换算成当量直径为 $\phi 1.8 \text{ mm}$ 。参照探头 AVG 曲线图计算最大声程值时的记录灵敏度,记录此时仪器的增益值。

(2) 根据平底孔回波声压公式,可得到相同平底孔在不同声程位置与最大声程处的灵敏度差值,至少计算三个不同位置处的增益值(相对最大声程处)。

(3) 调节仪器的编辑功能,依次输入各点的声程值以及对应的灵敏度值,即完成检测声程范围内电子 AVG 曲线的制作。

2.1.2 自带 AVG 曲线软件仪器

随着 GE 公司超声仪器的产品更新,其生产的某些型号的 USN60 仪器其功能已得到扩展,比如可以安装 AVG 曲线软件。对已具备该功能的仪器其对应的不同型号探头的 AVG 曲线已存储在仪器内存里,检测过程中只需要设定参考回波,即可调用出不同孔径的 AVG 曲线。电子 AVG 曲线制作参考以下步骤执行:

(1) 参照 2.1.1 节的方法计算焊缝的记录当量直径平底孔,在仪器探头选项中选择检测探头,并在仪器参数设置中输入该记录当量直径数值。

(2) 移动探头找到 IIW2 试块中 R25 圆弧面回波信号调节至 80%FSH,并以此作为参考回波,在仪器中记录下来。

(3) 调节仪器选项“AVG 模式”,使该选项模式为“ON”的状态,即生成 $\phi 1.8 \text{ mm}$ 平底孔 AVG 曲线。

2.2 电子 AVG 曲线的应用

电子 AVG 曲线其功能类似于 DAC 曲线,相对于通过查找探头附带的 AVG 曲线图,电子 AVG 曲线可以直观地对缺陷的当量进行判定。按照电站的验收准则分为单个记录当量面积和单个拒收当量面积。

对于不带 AVG 曲线软件功能的仪器,一般需要制作两条 AVG 曲线,分别为记录曲线和拒收曲线。现场检测过程中在记录线的基础上提高增益作为系统的检测灵敏度,焊缝的扫查过程中,对任何超过满屏的显示降低至记录线,此时如果显示信号的波幅仍高于记录线,这该显示需要进行记录和评定。为了判定该显示信号当量是否超过拒收线,则需要重新调用拒收线用于判断缺陷的波幅,如果信号幅度超过拒收线这表明该信号已超标。

对于已安装 AVG 曲线软件功能的仪器,现场检测过程中只需要制作一条 AVG 曲线。因为只要确定了制作曲线的参考回波,不同孔径曲线通过软件可以进行转换,因而其操作性、简便性要明显优于其他型号的仪器。

3 AVG 曲线技术的局限性

尽管采用 AVG 曲线进行灵敏度调节和对缺陷定量有其独有的特点,但随着超声检测技术的不断发展,AVG 曲线的局限性也逐渐显露出来,其主要表现在以下几个方面:

(1) 查找探头的 AVG 曲线图进行灵敏度调节和缺陷定量显得相对繁琐;某些仪器的灵敏度设定

(下转第 229 页)

时,可用直射波准确检测。检测结果与渗透检测一致,当探头 $2.5P9 \times 9K2.5$ 扫查灵敏度 $\phi 1 \text{ mm} \times 6 - 12 \text{ dB}$ 时,复层发现回波,基层检测部位未发现Ⅲa和Ⅲb回波动态波形。

表面裂纹测深,端点衍射波法精度较高,如果端点衍射回波不明显时,也可以用端部最大回波法测量裂纹深度。

采用端点衍射波法时,超声波探伤仪型号友联350B,探头 $2.5P9 \times 9K1$,测高前需准确校正时基线并准确测定探头 K 值。探头位于基层侧,先对准角镜使回波高度为80%,然后提高灵敏度约20 dB扫查,找到端点衍射回波,即第一个较小的缺陷回波,计算与角镜的垂直距离即为裂纹深度。端点衍射回波不明显时,采用端部最大回波法,探伤仪和探头不变,这时端部最大回波以缺陷回波的前沿为准,根据声程和 K 值得到裂纹深度。

经超声波检测,裂纹的深度与渗透检测结果一样。

5 检测结果分析

经以上检测,3 mm的复层内的磁痕为相关显示,复层下面的磁痕为非相关显示。由于复层下面的过渡层焊接材料与基层母材是异种钢焊接,两者磁导率不同,于是熔合线处产生漏磁场,形成了非相关显示的磁痕,磁痕深度到表面下5~6 mm。继续打磨到5~6 mm以下后,不再是过渡层焊接材料,而是基层焊接材料,基层焊接材料与基层母材磁导率基本相同,熔合线处不产生漏磁场,非相关磁痕消失。如图3,4所示。

总之,复合板焊缝异种钢焊接部位较多,至少包括过渡层与基层、过渡层与复层、过渡层与基层焊缝、过渡层与复层焊缝等,这些部位都可能产生非相

(上接第226页)

仍需要查找探头AVG曲线图进行换算,并且检测的声程范围有限。

(2) 制作电子AVG曲线图需要某些特殊功能的仪器,无法满足被广泛采用的要求。

(3) AVG曲线采用的探头都为国外进口探头,价格昂贵,无法满足经济性要求。

4 结语

AVG曲线技术是超声波检测技术早期使用较普遍的一种调节灵敏度和缺陷定量方法,采用探头AVG曲线图进行超声检测工作将会带来很多不便,

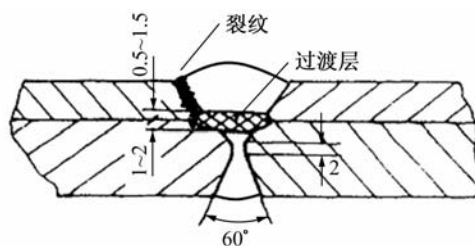


图3 复合板缺陷深度示意图

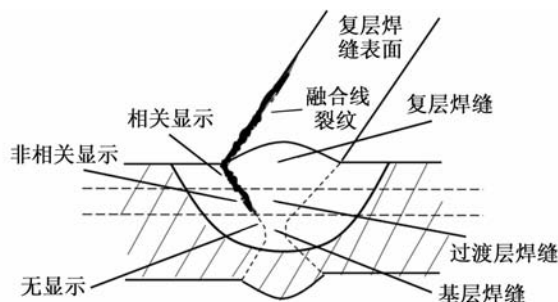


图4 复合板缺陷深度示意图

关显示。而且,任何一种无损检测方法都不是万能的,每种方法都有其优点和局限性,所以综合应用各种适宜的检测方法,以便各种方法取长补短,取得更多信息,同时还应利用无损检测以外的材料、焊接、加工工艺、产品结构等知识,进行综合判断。而且检测人员必须具有高度责任心,随时注意单一检测方法可能出现的误检。

参考文献:

- [1] 刘怀喜,张恒,马润香. 复合材料无损检测方法[J]. 无损检测,2003,25(12):631—634.
- [2] 洪作友. 复合钢板焊缝裂纹射线探伤[J]. 无损检测,1998,20(8):230—231.
- [3] 陈孙艺. 复合板对接焊缝纵向缺陷的定性分析及检测[J]. 无损检测,2004,26(10):537—538.
- [4] JB/T 4730.1—2005 承压设备无损检测[S].

通过结合AVG曲线的原理和USN60仪器的特殊功能制作电子AVG曲线用于现场超声检测是本文的创新点。随着现代检测技术的不断发展,AVG曲线技术将被DAC曲线的方法所替代,而AVG曲线技术作为超声波检测技术的重要阶段,掌握该技术的使用将有助于理解超声波检测的原理和提高检测人员的技术水平。

参考文献:

- [1] ПНАЭГ7-030-91 核动力装置设备和管道母材(半成品)焊接接头和堆焊的统一检验方法:超声波检验第二部分-焊接接头和堆焊的检验[S].