

# GB/T 11345—2013 系列标准的理解

王汉武

(深圳市生富钢结构检测科技有限公司, 深圳 518067)

**摘要:**对 GB/T 11345—2013 系列标准中的距离-波幅曲线(DAC)的制作与应用、基于显示长度和回波幅度的评定方法作了较为详尽的阐述,以为同行正确理解此系列标准提供参考。

**关键词:**超声检测;DAC 曲线;显示评定方法;评定

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2016)02-0056-04

## The Understanding of GB/T 11345—2013 Series Standards

WANG Han-wu

(Shenzhen Safe Steel Test Technology Co., Ltd., Shenzhen 518067, China)

**Abstract:** A detailed description on the production and application of DAC curve, and the evaluation method based on the display length and echo amplitude in the new version of GB/T 11345—2013 series of standards is mainly presented in this paper. The presentation can provide reference for the practitioner to understand the series standards.

**Key words:** Ultrasonic testing; DAC curve; Assessment of indications method; Evaluation

GB/T 11345—2013 系列标准包括 GB/T 11345—2013《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》、GB/T 29712—2013《焊缝无损检测 超声检测 验收等级》和 GB/T 29711—2013《焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征》这三个标准,于 2014 年 6 月 1 日起实施。但时至今日仍有不少超声检测同行对这三个标准理解不透彻,笔者通过对此三个标准的深入学习,并结合多年的超声检测实践经验,谈谈对 GB/T 11345—2013 系列标准的理解。由于实际工作中更多采用的是基于显示长度和回波幅度的评定技术,所以笔者着重介绍正确使用标准 GB/T 11345—2013 和 GB/T 29712—2013 的几个关键点,具体包括检测技术中的 DAC 曲线的制作、应用以及对基于显示长度和回波幅度的评定方法的正确理解、使用。

### 1 各标准的作用及其相互关系

GB/T 11345—2013、GB/T 29712—2013 和 GB/T 29711—2013 这三个标准的作用和相互关系

如下:

(1) GB/T 11345—2013 为方法标准,主要内容是阐述取得超声检测执业资格证书的人员如何使用超声检测系统(仪器、探头、试块和耦合剂的组合),和合适的检测技术检测出焊缝内的缺欠。

检出缺欠以后,可以选择基于显示长度和回波幅度的评定技术,根据标准 GB/T 29712—2013 进行评定;也可以选择基于显示特性和显示尺寸(采用探头移动技术)的评定技术,根据标准 GB/T 29711—2013 进行缺欠类型的判定,然后再根据 GB/T 29712—2013 标准来评定。至于到底使用哪种技术,需要检测前在检测合同中事先给予明确。

(2) GB/T 29712—2013 为验收标准,其规定显示的评定方法分为二种:一种是对显示特征未作规定,对所有显示用基于显示长度和回波幅度的方法根据 GB/T 29712—2013 标准进行评定;另一种是对显示特征作了规定,也就是将内部显示分为平面型和非平面型(具体按 GB/T 29711—2013 标准进行判定),这是一种基于显示特性和显示尺寸(采用探头移动技术)的评定技术。

由此可见,使用验收标准 GB/T 29712—2013

收稿日期: 2015-12-11

作者简介:王汉武(1965—),男,高级工程师,主要从事钢结构检测的技术和管理工作。

时,如对显示特征未作规定,则应与方法标准 GB/T 11345—2013 配套使用;使用验收标准 GB/T 29712—2013 时,如对显示特征作了规定,则应同时与方法标准 GB/T 29711—2013 和 GB/T 11345—2013 配套使用。

(3) GB/T 29711—2013 也为方法标准,显示的评定方法是基于显示特性和显示尺寸(采用探头移动技术)的评定,是对显示定性,显示分为平面型和非平面型。根据验收标准 GB/T 29712—2013 的规定,平面型显示是不可验收的,而非平面型显示可能是可验收的也可能是不可验收的,需要根据 GB/T 29712—2013 标准作进一步的评定。此标准的使用同样也离不开 GB/T 11345—2013 标准。

## 2 DAC 曲线的分析、制作与应用

(1) 按 GB/T 29712—2013 标准中的表 A.1,当灵敏度设定采用横孔的技术(以直径为 3 mm 横孔作为基准反射体制作 DAC 曲线)时,不难得出:

① AL2 中评定等级、验收等级共要绘制 5 条线(1 条评定等级/4 条验收等级),1 条评定等级是  $H_0 - 14$  dB( $H_0$  为参考等级,下同),4 条验收等级是  $H_0$ 、 $H_0 - 4$  dB、 $H_0 - 6$  dB、 $H_0 - 10$  dB。记录等级比相应的验收等级低 4 dB,则除去与评定等级、验收等级相同者还要加 1 条线  $H_0 - 8$  dB。这样 AL2 中评定等级、记录等级、验收等级共有 6 条线,即  $H_0$ 、 $H_0 - 4$  dB、 $H_0 - 6$  dB、 $H_0 - 8$  dB、 $H_0 - 10$  dB、 $H_0 - 14$  dB。

② AL3 中评定等级、验收等级共要绘制 5 条线(1 条评定等级/4 条验收等级),1 条评定等级是  $H_0 - 10$  dB,4 条验收等级是  $H_0 + 4$  dB、 $H_0$ 、 $H_0 - 2$  dB、 $H_0 - 6$  dB。记录等级比相应的验收等级低 4 dB,则除去与评定等级、验收等级相同者还要加 1 条线  $H_0 - 4$  dB。这样 AL3 中评定等级、记录等级、验收等级总共有 6 条线,即  $H_0 + 4$  dB、 $H_0$ 、 $H_0 - 2$  dB、 $H_0 - 4$  dB、 $H_0 - 6$  dB、 $H_0 - 10$  dB。

③ AL2、AL3 二者加起来有 12 条线,再去掉重复的 4 条线实际为 8 条线(2 条评定等级/6 条验收等级),这 8 条线是: $H_0 + 4$  dB、 $H_0$ 、 $H_0 - 2$  dB、 $H_0 - 4$  dB、 $H_0 - 6$  dB、 $H_0 - 8$  dB、 $H_0 - 10$  dB、 $H_0 - 14$  dB。

④ 以上的统计是在使用一个探头角度的情况下,如果使用多个探头(目前探头角度主要有四种,即  $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $70^\circ$ ),则曲线条数会变得更加。

(2) 在实际工作中,仪器荧光屏上不需要画太

多条 DAC 曲线,推荐如下二种 DAC 曲线的应用方法,当然检测人员还可根据在实际工作中摸索出来的经验,在仪器荧光屏上建立起 DAC 曲线簇。

① 推荐方法一 充分理解并熟记 GB/T 29712—2013 标准中的表 A.1,在实际工作中,以每种探头角度占用仪器的一个通道,每种探头角度在每个通道的荧光屏上只画一条 DAC 曲线(即参考等级  $H_0$ )即可(见图 1)。因为仪器荧光屏上可以随时显示波高的幅值  $H_0 \pm \times \times$  dB,可很容易判断出一定显示长度下的某一缺欠相应的波高是否符合表 A.1 中的验收等级要求,从而在显示评定的第一步(单个显示的评定)中对此缺欠作出 ACC(允收,下同)或 REJ(拒收,下同)的结论。

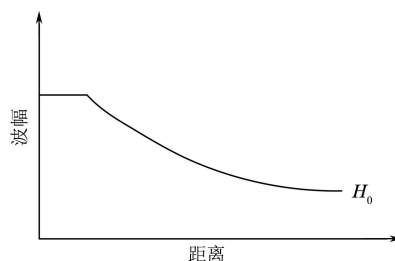


图 1 距离-波幅曲线示意(一条线)

② 推荐方法二 除参考等级  $H_0$  外,每种探头角度在每个通道的荧光屏上再增加二条曲线即  $H_0 - 4$  dB 和  $H_0 + 4$  dB,组成三条曲线  $H_0 - 4$  dB、 $H_0$ 、 $H_0 + 4$  dB(见图 2)。

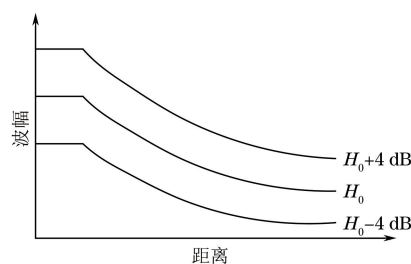


图 2 距离-波幅曲线示意(三条线)

现对推荐方法二中画三条曲线的理由及应用进行说明:

① 之所以要在荧光屏上画三条 DAC 曲线,是因为其中的  $H_0 - 4$  dB(当母材厚度  $t < 15$  mm 时)、 $H_0$ (当  $t \geq 15$  mm 时)是验收等级 AL2 的最大波幅允许值,其中的  $H_0$ (当  $t < 15$  mm 时)、 $H_0 + 4$  dB(当  $t \geq 15$  mm 时)是验收等级 AL3 的最大波幅允许值,只要是高于此相应的最大波幅允许值的所有显示(无论长与短),在显示评定的第一步(单个显示的评定)中均判断为 REJ。

② 对于很小的显示(低于评定等级  $H_0 - 14$  dB 或  $H_0 - 10$  dB)为 ACC,对于很大的显示(指  $H_0 - 4$  dB、

$H_0$ 、 $H_0+4$  dB 以上)在显示评定的第一步(单个显示的评定)中均判断为 REJ。对于一条焊缝来说,已经轻易地排除了以上二种显示(很小的显示和很大的显示),有利于提高工作效率。

### 3 显示评定方法为基于显示长度和回波幅度的评定(GB/T 29712—2013)

通常情况下,采用的是基于显示长度和回波幅度的显示评定技术,超过评定等级则用绝对灵敏度法(固定回波幅度等级技术)测长,用相对于参考等级的幅度差值表示最大回波幅度,必要时记录各缺

表 1 GB/T 11345—2013 中技术 1 的验收等级 2 和验收等级 3

评定等级		验收等级 2(AL2)		验收等级 3(AL3)	
验收等级 2	验收等级 3	$8\text{ mm} \leq t < 15\text{ mm}$	$15\text{ mm} \leq t < 100\text{ mm}$	$8\text{ mm} \leq t < 15\text{ mm}$	$15\text{ mm} \leq t < 100\text{ mm}$
$H_0 - 14\text{ dB}$	$H_0 - 10\text{ dB}$	$l \leq t$ 时: $H_0 - 4\text{ dB}$	$l \leq 0.5t$ 时: $H_0$	$l \leq t$ 时: $H_0$	$l \leq 0.5t$ 时: $H_0 + 4\text{ dB}$
		$l > t$ 时: $H_0 - 10\text{ dB}$	$0.5t < l \leq t$ 时: $H_0 - 6\text{ dB}$ $l > t$ 时: $H_0 - 10\text{ dB}$	$l > t$ 时: $H_0 - 6\text{ dB}$	$0.5t < l \leq t$ 时: $H_0 - 2\text{ dB}$ $l > t$ 时: $H_0 - 6\text{ dB}$

② 当  $H$  小于评定等级时的所有显示(无论长短),均为 ACC。

③ 当  $H$  不小于评定等级时的所有显示(无论长短、高低),均要书面记录,也就是说即使在相当于 1989 版标准所指 I 区的显示也需要记录。

④ 对于 AL2,当  $t < 15\text{ mm}$  时,高于  $H_0 - 4\text{ dB}$  的所有显示(无论长短),均为 REJ。

⑤ 对于 AL2,当  $t \geq 15\text{ mm}$  时,高于  $H_0$  的所有显示(无论长短),均为 REJ。

⑥ 对于 AL3,当  $t < 15\text{ mm}$  时,高于  $H_0$  的所有显示(无论长短),均为 REJ。

⑦ 对于 AL3,当  $t \geq 15\text{ mm}$  时,高于  $H_0 + 4\text{ dB}$  的所有显示(无论长短),均为 REJ。

⑧ 对于单个缺欠:幅度超过 AL2 或 AL3 为 REJ(此时为该缺欠的最终评定结果,不需进入下文所述的第二步和第三步评定步骤),否则为 ACC(此仅为第一步的结果并非最终的结果,还需按下面程序作进一步的评定)。

#### (2) 群显示的评定

① 对于单个显示评定为可验收(ACC)即合格的显示,如果回波幅度超过记录等级(超过 AL2—4 dB 而小于 AL2、超过 AL3—4 dB 而小于 AL3,即相当于 1989 版标准所指 II 区的显示),还需要判定此两相邻的可验收显示是否为群显示,如为群显示还需要进行组合长度的评定。

② 两相邻的可验收显示,如果同时符合如下条

件时则为群显示:间距  $d_x$  小于其中较长显示长度的 2 倍;间距  $d_y$  小于板厚的一半且不超过 10 mm;间距  $d_z$  小于板厚的一半且不超过 10 mm( $d_x, d_y, d_z$  分别表示两显示在  $x, y, z$  方向上的间距)。

#### 3.1 评定步骤

整个评定分为三步:第一步为单个显示的评定(长度和幅度),第二步为群显示的评定(组合长度),第三步为累计长度的评定。

##### (1) 单个显示的评定

① 应按表 1 的要求进行单个显示的评定(选用技术 1 加以说明)。表中记录等级为相应验收等级—4 dB; $t$  为母材厚度(取最薄部位); $l$  为显示长度。

③ 群显示的组合长度( $l_{12} = l_1 + l_2 + d_x$ )和两显示中最高回波幅度较大值,还应按表 1 进行验收等级的评定。

④ 应注意的是:群显示一定是两相邻的显示(指 2 个显示,不是 1 个显示也不是 3 个显示),而且这 2 个显示是否需进行群显示组合长度的评定应同时满足以上①和②的条件,如不是群显示则不需要进行群显示的评定。

⑤ 应注意的是:群显示一定是两相邻的显示(指 2 个显示,不是 1 个显示也不是 3 个显示),而且这 2 个显示是否需进行群显示组合长度的评定应同时满足以上①和②的条件,如不是群显示则不需要进行群显示的评定。

⑥ 应注意的是:群显示一定是两相邻的显示(指 2 个显示,不是 1 个显示也不是 3 个显示),而且这 2 个显示是否需进行群显示组合长度的评定应同时满足以上①和②的条件,如不是群显示则不需要进行群显示的评定。

##### (3) 累计长度的评定

① 对于单个显示评定、群显示评定为允收(ACC)即合格的显示,如果其超过记录等级(超过 AL2—4 dB 而小于 AL2、超过 AL3—4 dB 而小于 AL3,即相当于 1989 版标准所指 II 区的显示),则还需在一定的评定区间内进行累计长度的评定,累计长度( $l_c$ )为所有单个显示、群显示组合长度之和。 $l_c$  应按表 2 的要求来评定。

② 应注意的是:在评定区间内,即使只有一个

表 2 累计长度  $l_c$  的评定要求

板厚 $t$	评定区间 $l_w$	AL2	AL3
$< 15\text{ mm}$	$6t$	$l_c \leq 1.2t$	$l_c \leq 1.8t$
$\geq 15\text{ mm}$	100 mm	$l_c \leq 20\text{ mm}$	$l_c \leq 30\text{ mm}$

符合累计长度评定条件的显示(幅度需超过记录等级),也就是即使只有一个超过记录等级的可验收的单个显示或者只有一个(超过记录等级的)可验收的群显示,也需进行累计长度的评定(此时累计长度就是单个显示的长度或者是群显示的组合长度)。

### 3.2 分析说明

(1) 虽然说对超过评定等级的显示按 3.1 中的三个步骤进行评定,但并不是对每个显示的评定均需同时完成以上三个步骤,也可能出现以下的情况:

① 有的显示只需完成以上的第一步。如单个显示的评定为 ACC 而且回波幅度没有超过记录等级时、单个显示的评定已为 REJ 时,均不需再进行第二与第三步评定。

② 有的显示完成第一步后,需完成第二步而不需再完成第三步。如在群显示评定后已为 REJ 的情况下。

③ 有的显示完成第一步后,不进行第二步评定而直接进行第三步评定。如在一条焊缝上回波幅度超过记录等级的 ACC 显示只有一个的情况下。

(2) 对于以上的第三步即累计长度的评定需要注意以下两点:

① 累计长度  $l_c$  是根据在评定区间  $l_w$  内的所有波幅超过记录等级的单个显示、群显示(组合长度)计算出来的,不在评定区间  $l_w$  内的所有波幅超过记录等级的单个显示、群显示则不计入此时的累计长度  $l_c$  中。

② 对于不在评定区间  $l_w$  内的所有波幅超过记录等级的显示,仍需对每个单个显示、每个群显示进行累计长度的评定。也就是,将每个单个显示的长度作为  $l_c$ 、每个群显示的组合长度作为  $l_c$ ,这个  $l_c$  均不得超过标准中对于  $l_c$  的限值。

(3) 如单个显示为 ACC 的相邻两个显示或多个显示,虽说回波幅度均超过记录等级但不符合

群显示的条件,这时就不存在组合长度的问题,则直接进入 3.1 中的第三步。

(4) 对于一条焊缝来说,只有单个显示的评定、群显示的评定、累计长度的评定均为 ACC 时,此条焊缝的最终评定结果才是允收(ACC)的。

## 4 显示评定方法为基于显示特征和显示尺寸(采用探头移动技术)的评定(GB/T 29711—2013、GB/T 29712—2013)

对于显示评定方法为基于显示特征和显示尺寸(采用探头移动技术)的评定,其评定标准为 GB/T 29711—2013,验收标准仍为 GB/T 29712—2013;对于平面型显示是不可验收的,对于非平面型显示需按照此验收标准作进一步的评定。此时的评定方法简述如下:① 对于低于评定等级的显示即  $H_d$  ( $H_d$  为显示回波幅度,下同)  $< T_1$  (评定等级),为 ACC。② 对于高于参考等级 1 倍的显示即  $H_d \geq T_2$  ( $T_2$  为  $H_0 + 6$  dB),为平面型显示,为 REJ。③ 主要分类为未熔合,为平面型显示,为 REJ。④ 主要分类为夹杂物,为非平面显示。⑤ 主要分类为裂纹,为平面型显示,为 REJ。否则,为非平面显示。⑥ 对非平面型显示,还需按 GB/T 29712—2013 标准进行评定。

## 5 结语

检测人员要正确理解 GB/T 11345—2013 系列标准,深入理解距离-波幅曲线(DAC)的制作与应用,掌握缺欠的评定方法及步骤是关键。笔者对新版 GB/T 11345—2013 系列标准中 DAC 曲线的制作与应用、基于显示长度和回波幅度的评定方法及步骤进行了详细阐述,可为同行正确理解此系列标准提供参考。

(上接第 17 页)

- [10] CASALTA S, DAQUINO G G, METTEN L, et al. Digital image analysis of X-ray and neutron radiography for the inspection and the monitoring of nuclear materials[J]. Ndt & E International, 2003, 36(5):349-355.
- [11] 赵肖东,蔡建刚,陈明,等. 航空零部件 X 射线数字成像检测系统[J]. 无损检测, 2013, 35(4):57-59.
- [12] 王玮,李公平,潘小东,等. 工业 CT 锥束 X 射线能谱

- 及强度的分布模拟[J]. 无损检测, 2014, 36(3):9-13.
- [13] 冯长春,周炜. X 射线衰减系数与射线管电压的关系初探[J]. 无损探伤, 1997, 19(1):11-13.
- [14] 高阔,于虹,郭铁桥. 射线数字成像(DR)技术在电力工业检测中的应用[J]. 无损检测, 2013, 35(11):76-78.
- [15] 连广,王庭魁. 材中 X 射线衰减规律的验证及吸收系数测定[J]. 林业科技, 1990(6):28-30.