

DOI: 10.11973/wsjc201506001

# 国内外焊缝超声检测标准发展历程及最新进展

王 滨

(上海材料研究所, 上海 200437)

**摘要:** 超声检测技术是检测焊接接头缺陷并为焊接接头质量评价提供重要数据的主要无损检测方法之一。对国内外焊缝超声无损检测标准发展历程进行了回顾, 并对检测标准最新进展进行了介绍。

**关键词:** 焊缝; 超声; 无损检测; 标准化

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2015)06-0001-04

## The Development Course and the Latest Progress of Ultrasonic Nondestructive Testing Standards at Home and Abroad

WANG Bin

(Shanghai Material Research Institute, Shanghai 200437, China)

**Abstract:** Ultrasonic testing of welded joints and defect detection is one of the main means of detection of important data for nondestructive quality evaluation of welded joints. The domestic and foreign weld ultrasonic nondestructive testing standards development process was reviewed, and the latest progress of detection standards were introduced.

**Keywords:** Weld; Ultrasonic; Nondestructive testing; Standardization

在国内外, 几乎各个领域都应用焊接技术制造各种重要结构件, 如锅炉、压力容器、压力管道和各种钢结构等。有资料表明, 通过焊接加工的钢材占世界钢材产量的 50% 以上, 而超声检测技术是检测焊接接头缺陷并为焊接接头质量评价提供重要数据的主要无损检测方法之一。随着电子技术的快速发展, 焊缝超声检测技术从 20 世纪 60 年代开始得到广泛应用, 与此同时, 各国也开始制订了相应的检测标准。笔者对国内外焊缝超声检测标准发展历程进行了回顾, 并对超声检测标准最新进展进行了介绍。

## 1 国外焊缝超声检测标准发展历程

英国是最早开始制订焊缝检测标准的国家之一, 1965 年就发布了 3 个国家标准: BS 3923-1:1965《管材熔化焊接接头手工超声检测方法》, BS 3923-

2:1965《焊缝自动化超声检测方法》和 BS 3923-3:1965《管座角焊缝手工超声检测方法》。其中 BS 3923-1 分别在 1968 年和 1978 年进行了两次修订, BS 3923-3 在 1972 年进行了一次修订。1986 年, 英国发布了 BS 3923-1:1986《铁素体钢熔化焊缝手工超声检测方法》, 取代了 BS 3923-1:1978 和 BS 3923-3:1972。

德国也于 1982 年发布了其第一个焊缝超声检测国家标准 DIN 54125:1982《焊接接头的超声波无损检测》, 其经历了 1987 年和 1989 年两次修订, 并形成了 DIN 54125:1989《焊接接头的手工超声波无损检测》。

美国、日本、前苏联等也在差不多的时间内发布了第一批焊缝超声检测标准, 如表 1 所示。

1997 年, 欧盟在标准 DIN 54125:1989 和 BS 3923-1:1986 的基础上颁布了标准 EN 1714:1997《焊缝无损检测 焊接接头的超声波检测》, 同时为解决焊缝超声波检测的验收问题, 还颁布了标准 EN 1712:1997《焊缝无损检测 焊接接头超声波检测 验收标准》, 1998 年, 又颁布了标准 EN 1713:1998《焊缝无

收稿日期: 2015-05-06

基金项目: 上海市科委科研计划资助项目(13DX1420500)

作者简介: 王 滨(1963—), 男, 教授级高级工程师, 全国焊接标准技术委员会焊缝试验和检验分技术委员会秘书长。

损检测 超声波检测 焊缝中显示特征》，该三项标准分别在 2002 年和 2003 年发布了 2 次修改单，最终形成了标准 EN 1712:1997/A2:2003，标准 EN 1713:1998/A2:2003 和标准 EN 1714:1997/A2:2003。

表 1 各国第一批焊缝超声标准

国家	编号	名称
美国	ASTM E164—97	焊缝接触式超声检测规程
美国	ASTM E273—93	焊接管焊缝区域超声检测规程
日本	JIS Z 3060:1975	钢焊缝超声波探伤试验方法
日本	NDIS 2410—79	钢焊缝超声串列法检测及检验结果等级分类
日本	NDIS 2407—76	钢焊缝超声波自动探伤方法
日本	NDIS 2404—74	钢焊缝超声检测方法及等级分类
俄罗斯	GOST 14782—69	焊接接头超声检测方法
俄罗斯	GOST 22368—77	对接焊缝超声检测的缺陷分类

2005 年，国际标准化组织 (ISO) 发布了第一个焊缝超声检测标准：ISO 17640:2005《焊缝无损检测 焊接接头的超声波检测》，该标准参考了标准 EN 1714:1997/A2:2003，同时引入了标准 EN 1712 和 EN 1713 的一些要求。2007 年，ISO 又在参考标准 EN 1713:1998/A2:2003 的基础上发布了标准 ISO 23279:2007《焊缝无损检测 超声波检测 焊缝中显示特征》。

2010 年，按照国际标准化组织 (ISO) 和欧洲标准化委员会 (CEN) 两者间的技术合作协议 (ISO/CEN 维也纳协议)，欧洲焊接标委会焊缝检验分委会 (CEN/TC 121/SC 5) 和 ISO 焊接标委会焊缝试验与检验分委会 (ISO/TC 44/SC 5) 共同编制了以下系列的焊缝超声检测国际标准：

ISO 11666:2010《焊缝无损检测 焊接接头超声波检测 验收标准》；

ISO 23279:2010《焊缝无损检测 超声波检测 焊缝中显示特征》；

ISO 17640:2010《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》。

根据 (ISO/CEN 维也纳协议)，由 ISO 或 CEN 共同承担的标准化项目，交由两机构进行平行审批，标准草案通过后，即作为国际标准和欧洲标准同时发布实施，欧洲标准表示方法为在 ISO 标准前加前缀 EN，如：EN ISO 11666:2010《焊缝无损检测 焊接接头超声波检测 验收标准》，EN ISO 23279:2010《焊缝无损检测 超声波检测 焊缝中显示特征》和 EN ISO 17640:2010《焊缝无损检测 超声检测 技术检测等级和评定》。

## 2 中国焊缝超声检测标准发展历程

20 世纪 70~80 年代，中国就从行业标准开始建立自己的焊缝超声检测的标准体系 (见表 2)，其中 JB 1152 是中国压力容器行业最常用的焊缝检测标准之一，该标准 1994 年被 JB 4730—1994《压力容器无损检测 (第三篇 超声检测)》替代，2005 年又被 JB/T 4730.3—2005《承压设备无损检测 第 3 部分 超声检测》(非等效采用 ASME 第 V 卷 NEQ) 替代。

表 2 中国早期的焊缝超声检测标准

序号	编号	名称
1	JB 1152—1973 (1981 年修订为 JB 1152—1981)	锅炉和钢制压力容器对接焊缝超声波探伤
2	JB 3144—1982	锅炉大口径管座角焊缝超声波探伤
3	CB 3177—1983	民用船舶钢焊缝射线照相和超声波检查规则
4	CB 3178—1983	民用船舶钢焊缝超声波探伤评级标准
5	SDJ 67—1983	电力建设施工及验收技术规范 (管道焊缝超声波检验篇)
6	TB/T 1558—1984	对接焊缝超声波探伤
7	ZB E 98001—1988	常压钢质油罐焊缝超声波探伤

1989 年，全国无损检测标准化技术委员会组织哈尔滨焊接研究所等单位制订了中国第一个焊缝超声检测标准：GB/T 11345—1989《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》。该标准自 1990 年 1 月 1 日实施以来，在钢结构等领域得到了广泛的应用，对保证钢结构产品的焊接质量发挥了重要的作用，但进入 21 世纪以后，国际上 ISO 等都发布了新的焊缝超声检测标准，而 GB/T 11345—1989 有 20 多年未修订，已不能适应焊缝检测技术的发展以及焊接质量评价的要求。

2008 年，根据国家标准化管理委员会标委办综合 [2008]199 号文，中国第一个负责全国焊缝检测，包括破坏性检测和无损检测等专业领域标准化工作的技术组织：全国焊接标准化技术委员会焊接试验和检验分技术委员会 (SAC/TC55/SC3) 正式成立，在 2008 年 11 月召开的全国焊接标准化技术委员会焊接试验和检验分技术委员会成立大会上，来自全国各地 17 个单位 20 名代表在讨论工作计划时就提议尽快启动 GB/T 11345—1989《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》的修订工作，但

与会代表对标准修订路线产生了三种意见：第一种意见为采用相应的 ISO 标准修订，第二种意见为采用美国 ASME 标准修订，第三种意见为根据中国国情自行修订。为此，标委会秘书处多次召开会议，讨论审议 GB/T 11345 的修订工作。

经过近 5 年的努力，2013 年 9 月国家标准化管

理委员会发布了新的三个国家标准：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 29711—2013《焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征》和 GB/T 29712—2013《焊缝无损检测 超声检测 验收等级》（见表 3）。

表 3 超声检测标准 GB/T 11345—1989 的修订历程

序号	时间	地 点	会议名称/内容
1	2008-11	江苏 常州	标委会第 1 次年会讨论工作计划时决定启动 GB/T 11345—1989 制修订工作
2	2009-06	江苏 苏州	召开 GB/T 11345—1989 标准修订工作研讨会，27 家单位共 33 名代表参加，确定了标准修订采用相应的 ISO 标准
3	2009-11		成立了由 12 家单位组成的 GB/T 11345 标准修订工作组
4	2009-12	山东 济宁	召开 GB/T 11345 标准修订工作组会议，讨论上海材料研究所起草的《焊缝无损检验 超声检验 技术、检测级别和评价》标准草案稿（修改采用 ISO 17640:2005）
5	2010-08		国标委批准《焊缝无损检验 超声检验 技术、检测级别和评价》（编号 20101361-T-469）标准立项
6	2011-06	浙江 杭州	审议《焊缝无损检验 超声波检验 技术、检测级别和评价》（工作组讨论稿）
7	2011-11	辽宁 大连	标委会第 3 次年会审查《焊缝无损检验 超声检验 技术、检测级别和评价》
8	2011-12		国标委批准《焊缝无损检测 超波检测 焊缝显示的特性》（编号 20110779-T-469）和《焊缝无损检测 超声检测 验收等级》（编号 20110780-T-469）两个标准立项
9	2012-03		考虑到焊缝超声三个标准的相互依赖性，向国标委申请推迟《焊缝无损检验 超声检验 技术、检测级别和评价》标准的报批
10	2012-09	山东 济宁	标委会第 4 次年会审查《焊缝无损检测 超声检测 焊缝显示的特性》和《焊缝无损检测 超声检测 验收等级》标准审定会
11	2012-12		3 个标准同时报批
12	2013-09		GB/T 11345—2013, GB/T 29711—2013, GB/T 29712—2013 发布
13	2014-06		GB/T 11345—2013, GB/T 29711—2013, GB/T 29712—2013 实施

### 3 焊缝超声检测标准的最新进展

国际上负责焊缝超声检测标准化的技术组织主要有：欧洲焊接标准化技术委员会焊缝检验分技术委员会超声工作组（CEN/TC 121/SC 5/WG2），国际焊接标准化技术委员会焊缝检验分技术委员会超声工作组（ISO/TC 44/SC 5/WG 2），ASTM 无损检测技术委员会超声方法分技术委员会（E07.06）。除了传统的焊缝超声检测技术标准外，近年来，随着相控阵技术和衍射时差技术在焊缝无损检测中的应用，相应的标准也得到了发展（见表 4）。2014 年 3 月，ISO 组织又批准了一个焊缝超声检测新项目：ISO/NP 19285《焊缝超声检测 相控阵技术 验收标准》。

中国目前的焊缝超声检测标准主要还停留在传统方法上（见表 5），2010 年国家能源局发布的 NB/T 47013.10—2010（JB/T 4730.10）《承压设备无损检测 第 10 部分：衍射时差法超声检测》是新

技术在焊缝超声检测标准上的首次应用，2015 年 4 月，国家能源局又发布了 2 个修订标准：NB/T 47013.3—2015《承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测》（代替 JB/T 4730.3—2005）。NB/T 47013.10—2015《承压设备无损检测 第 10 部分：衍射时差法超声检测》（代替 NB/T 47013.10—2010（JB/T 4730.10）），这两个标准将于 2015 年 9 月 1 日起实施。

为了使中国的焊缝超声检测标准尽快与国际接轨，全国焊接标准化技术委员会焊接试验和检验分技术委员会已拟定了工作计划，依据 ISO 标准制定中国的相应的焊缝检测标准（见表 6），使中国的焊缝超声检测标准实现系列化。

为了使中国的焊缝超声检测标准尽快与国际接轨，全国焊接标准化技术委员会焊接试验和检验分技术委员会已拟定了工作计划，依据 ISO 标准制定中国的相应的焊缝检测标准（见表 6），使中国的焊缝超声检测标准实现系列化。

表 4 国外现行有效的焊缝超声检测标准

序号	编 号	名 称	备注
1	ASTM E164-13	焊缝接触式超声检测规程	代替 ASTM E164-08
2	ASTM E273-10	焊接管焊缝区域超声检测规程	代替 ASTM E273-01
3	ASTM E1961-11	使用带聚焦式探测装置带状鉴别法对环形焊缝进行自动超声波检查规程	代替 ASTM E1961-06
4	ASTM E2700-14	焊缝接触式相控阵超声波检测规程	代替 ASTM E2700-09
5	EN ISO 10863:2011	焊缝无损检测 超声波检测 衍射时差技术的应用(TOFD)	代替 CEN/TS 14751:2004
6	EN ISO 11666:2010	焊缝无损检测 焊接接头超声波检测 验收标准	代替 EN 1172:1997
7	EN ISO 13588:2012	焊缝无损检测 超声波检测 自动相控阵技术的使用	
8	EN ISO 15626:2013	焊缝无损检测 超声波检测 衍射时差技术 (TOFD) 验收标准	代替 EN 15617:2009
9	EN ISO 17640:2010	焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定	代替 EN 1714:1997
10	EN ISO 22825:2012	焊缝无损检测 超声波检测 奥氏体钢和镍基合金焊缝检测	代替 EN ISO 22825:2006
11	EN ISO 23279:2010	焊缝无损检测 超声波检测 焊缝中显示特征	代替 EN 1713:1998
12	ISO 10863:2011	焊缝无损检测 超声波检测 衍射时差技术的应用(TOFD)	
13	ISO 11666:2010	焊缝无损检测 焊接接头超声波检测 验收标准	
14	ISO 13588:2012	焊缝无损检测 超声波检测 自动相控阵技术的使用	
15	ISO 15626:2011	焊缝无损检测 超声波检测 衍射时差技术 (TOFD) 验收标准	
16	ISO 17640:2010	焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定	代替 ISO 17640:2005
17	ISO 22825:2012	焊缝无损检测 超声波检测 奥氏体钢和镍基合金焊缝检测	代替 ISO 22825:2006
18	ISO 23279:2010	焊缝无损检测 超声波检测 焊缝中显示特征	代替 ISO 23279:2007
19	JIS Z3050—1995	焊接管无损检测方法	
20	JIS Z 3060—2002	钢焊缝超声波探伤试验方法	代替 JIS Z 3060—1994
21	JIS Z 3070:1998	钢焊缝自动超声波检测方法	
22	GOST 14782—86	焊接接头超声检测方法	代替 GOST 14782—1976 和 GOST 22368—1977

表 5 目前现行有效的焊缝超声检测国家和行业标准

序号	编 号	名 称
1	CB/T 3177—1994	船舶钢焊缝射线照相和超声波检查规则
2	CB/T 3559—2011	船舶钢焊缝超声波检测工艺和质量分级
3	DL/T 505—2005	汽轮机主轴焊缝超声波探伤规程
4	DL/T 1105.2—2010	电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝无损检测技术导则 第 2 部分:超声检测
5	JB/T 10559—2006	起重机械无损检测 钢焊缝超声检测
6	GB/T 11345—2013	焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
7	GB/T 15830—2008	无损检测 钢制管道环向焊缝对接接头超声检测方法
8	GB/T 29711—2013	焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征
9	GB/T 29712—2013	焊缝无损检测 超声检测 验收等级
10	JB/T 4730.3—2005	承压设备无损检测 第 3 部分 超声检测
11	JB/T 9212—2010	无损检测 常压钢质储罐焊缝超声检测方法
12	JG/T 203—2007	钢结构超声波探伤及质量分级法
13	NB/T 47013.10—2010 (JB/T 4730.10)	承压设备无损检测 第 10 部分:衍射时差法超声检测
14	SL 581—2012	水工金属结构 T 形接头角焊缝和组合焊缝超声检测方法和质量分级
15	SY/T 4112—2007	石油天然气钢质管道对接环焊缝全自动超声波检测试块
16	SY/T 6423.2—2013	石油天然气工业 钢管无损检测方法 第 2 部分:焊接钢管焊缝纵向和/或横向缺欠的自动超声检测
17	SY/T 6858.4—2012	油井管无损检测方法 第 4 部分:钻杆焊缝超声波检测
18	TB/T 1558.2—2010	机车车辆焊缝无损检测 第 2 部分:超声检测
19	TB/T 2658.21—2007	工务作业第 21 部分:钢轨焊缝超声波探伤作业

(下转第 18 页)