

ISO 9712:2012 标准中焊缝超声考试对试样不连续的要求

丁伟臣

(南德认证检测(中国)有限公司上海分公司,上海 200070)

摘要:描述了 ISO 9712:2012 标准中超声检测人员资格鉴定考试对焊缝超声考试试样不连续的要求,与当前国内其他在用的标准规范要求进行了对比分析,提出了作为用来考核考生能力的考试试样,其本身应具有一定的可靠性和重复性的观点。在标准要求的基础上,建立与国际接轨的高水准要求,为最终实现无损检测人员资格证书的全球互认创造条件,同时希望对国内同行资格鉴定机构提供有益的帮助。

关键词:焊缝;超声检测;资格鉴定考试;考试试样;不连续

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2014)09-0090-06

Requirement of UT Weld Qualification Examinations for Specimens Discontinuities in ISO 9712:2012

DING Wei-chen

(TÜV SÜD Certification and Testing (China) Co., Ltd., Shanghai Branch, Shanghai 200070, China)

Abstract: The requirement for specimen discontinuities in UT testing qualification examinations according to ISO 9712:2012 was described in this article. Comparisons were made between this requirement and others used in local standards and norms. It was proposed that the examination specimens must be of high reliability and repeatability due to its role in qualifying the NDT candidates. Based on the requirement of ISO 9712:2012, a high level of requirement was built up to create conditions for promoting the global mutual recognition of NDT personnel. We hope this article can be of benefit for other local Qualification Bodies.

Keywords: Weld; Ultrasonic testing; Qualification Examination; Exam specimen; Discontinuity

ISO 9712:2012《无损检测 人员资格鉴定与认证》标准已被越来越多的无损检测人员资格鉴定机构采用。其已在全球得到广泛推广和应用,在全球范围内同一授证标准下颁发的资格证书,具有同等的被认可或接受度。

在无损检测人员资格鉴定考试中,Ⅰ级或Ⅱ级人员考试内容分为:通用、专业和实践操作考试三部分^[1]。各国/行业无损检测人员资格鉴定机构只要采用相同或相近的理论考试题库,就可十分容易

实现各机构之间的相互认可。

但实际操作考试部分,国际技术规范 ISO/TS 22809:2007《无损检测 资格鉴定考试用试样中的不连续》仅提出资格鉴定考试中考试试块的通用要求。仅按此执行,并不能确保各机构采用的考试试样具有相同或相近的难度,从而为最终实现全球无损检测人员资格互认造成最大的障碍。

如同一无损检测人员资格鉴定机构在不同的考试地点采用不同难度的考试试样,则有可能出现某个中心考生较易通过考试,而另一中心考生可能较难通过考试这样的不公正现象。

根据某德国授权考试中心近三年的运作经验,从超声考试试样的标准要求、试样分类、考试重点、

收稿日期:2014-05-08

作者简介:丁伟臣(1974—),男,学士,工程师,德国发证机构 SECTOR Cert 授权考官,主要从事根据欧标 EN ISO 9712 标准的无损检测培训及考核工作。

试样确定过程、文件建立、控制和管理等方面阐述所关注的重点,同时提出建议,为国内同行今后改进超声考试试样准备工作起到抛砖引玉的作用。

1 ISO/TS 22809:2007 中焊缝超声考试试样要求

1.1 ISO/TS 22809:2007 第 5 条和第 5.3.1 条规定了试样的所属分类类及其中不连续的一般

要求及试样的外形结构。授权考试中心配备的试样应包括多种焊接形式(例如全/部分熔透焊缝,单/双 V 型坡口等)和不同焊接工艺(例如惰性气体保护焊、手工电弧焊和钨极惰气保护焊等)^[2],详见表 1。

1.2 ISO/TS 22809:2007 第 5.3.2 条及附录 B.1 规定了不连续的类型^[2],详见表 1。

表 1 焊接件的不连续类型要求

焊缝类型	焊接工艺	平面型不连续				体积型不连续			
		方法	表面	方法	近表面	方法	表面	方法	近表面
板材	熔化极惰性气体保护焊 MIG	MT	裂纹			MT			
平板对接焊缝									
T 型对接焊缝									
十字对接焊缝	熔化极活性气体保护焊 MAG	PT			裂纹	PT	密孔		
不等厚对接焊缝									
带衬板焊缝	钨极氩弧焊 TIG	ET		RT		ET		RT UT	密孔
管道									
环向对接焊缝									
纵向对接焊缝	手工焊 MMA	RT	未熔合	UT		RT	成形不良,包括咬边		夹杂
不等厚对接焊缝									
带衬板焊缝	埋弧自动焊 SAW	UT			未焊透	UT			
管座焊缝									
管嘴焊缝									
		VT				VT			

1.3 ISO/TS 22809:2007 第 6.3 条规定了超声检测(UT)考试试样中不连续尺寸的要求

平面型不连续:长度为不小于 5 mm;厚度方向高度为不小于 2 mm(或者工件厚度的 20%,取两者中较小值);回波超过 2 mm 平底孔当量的不连续;不连续引起底波下降等于或大于 50%的不连续。

体积型不连续:直径 3 mm 的横通孔(参考水平);自然的或其它形式的或人工不连续:不小于 5 mm。

如果没有产品标准规定不连续的最大允许尺寸,推荐信噪比超过 4:1 的任意不连续作为必检出不连续,并要求记录报告。

该要求覆盖铸件、锻件、钢板、焊缝、轧制件、管和管子等众多产品门类,对于焊缝考试试样没有专门的规定。

2 某德国授权考试中心焊缝超声检测资格考试试样分类

2.1 考试中心应配置的焊缝超声考试试样

根据德国某发证机构要求,每个授权考试中心应配置的焊缝超声考试试样要求如表 2 所示。

表 2 超声考试试样要求

试样名称	试样结构类型	不连续的要求	主要尺寸要求
焊道超声考试试样	平板对接焊缝	至少有一个平面型不连续,和/或至少一个体积型不连续	长度大于 300 mm; 壁厚 12~32 mm 之间
	管环向对接焊缝		
	T 型对接焊缝		
	管板 T 型对接焊缝		

2.2 某德国授权考试中心实际采用焊缝超声检测考试试样类型

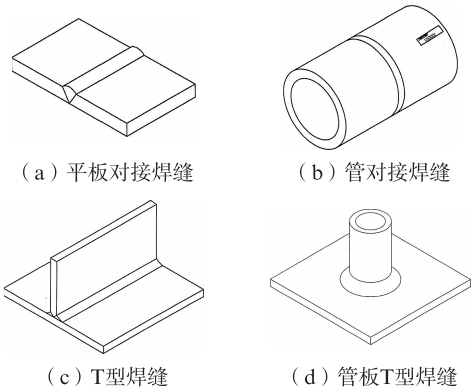


图 1 某德国授权考试中心超声考试试样类型

2.3 培训中心提供给学员的试样类型

培训中心提供给学员的培训试样包括:除很少

采用的 T、K 和 Y 型焊缝外,日常检测中可能遇到的各种几何结构类型,重点培训不同几何结构类型焊缝超声检测应如何选择采用不同的扫查技术,以及如何识别典型裂纹、未焊透、未熔合等不连续回波特征与焊角回波的不同。

培训试样中包括的主要不连续有:纵向裂纹、横向裂纹、焊趾裂纹、热影响区裂纹、坡口未熔合、未焊透、条渣/条孔、夹渣和气孔等,长度尺寸在 10~30 mm 之间,裂纹的自身高度要求 2 mm 以上,所有用于评分的必检出不连续的回波当量应超过记录线。

2.4 培训和考试执行超声检测标准

超声检测方法标准为 EN ISO 17640:2010《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》(替代 EN 1714:1998,GB/T 11345—2013 修改采用),该标准附录 A 部分,根据不同焊缝结构类型和不同的检测级别(A、B、C 或 D 级),按照不同检测要求(纵向不连续和横向不连续),根据不同的壁厚及探头参数(角度、频率),详细罗列所应采用的扫查位置、扫查范围、扫查次数等技术要求。

标准中涉及的不同焊缝结构类型有:平板对接(有余高或无余高)、T 型接头、插入式管座、L 型接头、骑坐式管座、十字接头和 TKY 管接头。

标准中关于灵敏度的设定方法:既有 DAC 方法(方法 1);也有 DGS 方法(方法 2)、对于薄板焊缝的槽参考体(方法 3)和串列式扫查灵敏度设定(方法 4)。不同的灵敏度设定方法,具有不同的参考反射体尺寸及评定线、记录线和判废线^[3,4]。

超声检测验收标准为 EN ISO 11666:2010《无损检测-超声检测技术,检测等级和评估》(替代 EN 1712:1997,GB/T 29711—2013 等同采用)^[5],根据 ISO 5817《焊接 钢、镍、钛及其合金熔焊接头(束焊除外) 缺陷的质量分级指南》不同焊缝质量等级,参考 ISO 17635《焊缝的无损检验 金属材料熔焊的一般规则》标准,焊缝超声检测的对应关系见表 3^[6]。表中,a 为如果要求对显示进行定性,按执行 ISO 23279《焊缝无损检测 超声波检测 焊缝内部显示的特征》标准。b 为不推荐采用超声检测,但可特殊规定(与 C 级一样的质量)。

表 3 脉冲超声检测标准检测等级和验收等级对应关系

具有 ISO 5817 标准 焊缝质量等级	具有 ISO 17640 标准 超声检测技术及等级 ^a	基于 ISO 11666 标准 超声检测验收水平
B	至少 B 级	2
C	至少 A 级	3
D	至少 A 级	3 ^b

2.5 与标准相关的不同考试部分的考核重点

专业考试理论考试部分:该部分主要以具体案例根据给定的检测和验收条件,考核对特定对象进行工件准备、工艺技术参数(探头参数、扫查位置、扫查范围、扫查次数)选择、记录要求、灵敏度设定方法、参考反射体的选择、灵敏度调节、发现显示的识别、判断是否需要记录、如何测长及评级、后处理等内容。

实践考试工艺卡部分:该部分根据给定的试样及工艺编写委托(分任务 1 和 2,具体由考官当场选择,但必须与该试样将进行的操作考试应用不同的技术)。主要考核考试对于特定焊缝及委托任务正确建立工艺卡的能力,主要内容有:人员资格要求、扫查布置及探头参数、满屏扫查范围设定方法和范围、灵敏度设定方法及参考反射体、扫查区域、扫查覆盖、灵敏度设定参数、设备校验要求、不连续与几何显示的区别、测长方法、显示的记录要求及分类、该工件不可接受的显示、后处理等方面。

实践操作考试部分:给定的工件根据检测委托书(同样分任务 1 和 2,由考官当场选择,一般为不同的灵敏度设定方法,比如:方法 1-DAC 方法和方法 2-DGS 法)进行操作考试。考虑面状不连续的回波指向性,为了确保考试结果的一致性,要求考试采用与委托相同的探头参数及扫查位置进行操作考试,主要考核考试发现不连续的能力。

3 焊缝超声操作考试考点

对于 1 级和 2 级操作考试,根据标准 ISO 9712—2012 表 4 和表 5 规定了操作考试的评分要求和权重。报考人在试样标准答案规定的条件下实施检测,如不能发现并报告答案中规定的“报考人必须检出”的不连续,则有关该被检试样的操作考试的第 3 部分应给予零分。

表 4 评分科目和权重

项目	科目	权重/%	
		1 级	2 级
3			
	不连续的检出和报告,对于 2 级还要求对不连续进行描述(不连续位置、方向、尺寸及类型)和结果评定。	45	55
			

表 5 1 级和 2 级实践操作考试的百分权重指南

检测科目	1 级	2 级
.....		
第 3 部分:不连续的检测和报告		
a) 必检出并要求报告不连续的检出;	20	15
b) 不连续特征描述(类型、位置、取向、视在尺寸,等等);	15	15
c) 依据法规、标准规范、技术条件或工艺规程评定结果;	—	15
d) 检测报告编制。	10	10
合计	45	55
.....		

从表 5 可以看出,如果在Ⅰ级和Ⅱ级考试中,考生漏检必检出的任一不连续,第 3 部分将为零分。考试要求考生每个试样的考分不得低于 70 分,此时该试样的Ⅰ级和Ⅱ级分别最高得分仅为 55 分和 45

分,将直接导致该考试实际操作考试失败(实践操作考试的合格要求是:工艺卡编写及给定的所有操作考试试样每个任务的得分不得低于 70 分,其中任一部分低于 70 分,该考试操作考试失败),故焊缝超声考试试样中必检出不连续的选择十分重要,尺寸过大导致考试难度降低,不连续尺寸过小或检测难度极大,考生通过考试的概率将大大下降。为了获得稳定的考核难度,应建立适当的体系进行焊缝超声考试试样的选择和认证。

4 焊缝超声考试试样选择认证的 4 个步骤

4.1 试样坐标系统的建立

图 2a 为平板对接焊缝, x 为偏离焊缝中心的尺寸,正负值代表焊缝两侧, y 为从 o 点开始沿着焊缝走向的长度, z 为焊缝深度。

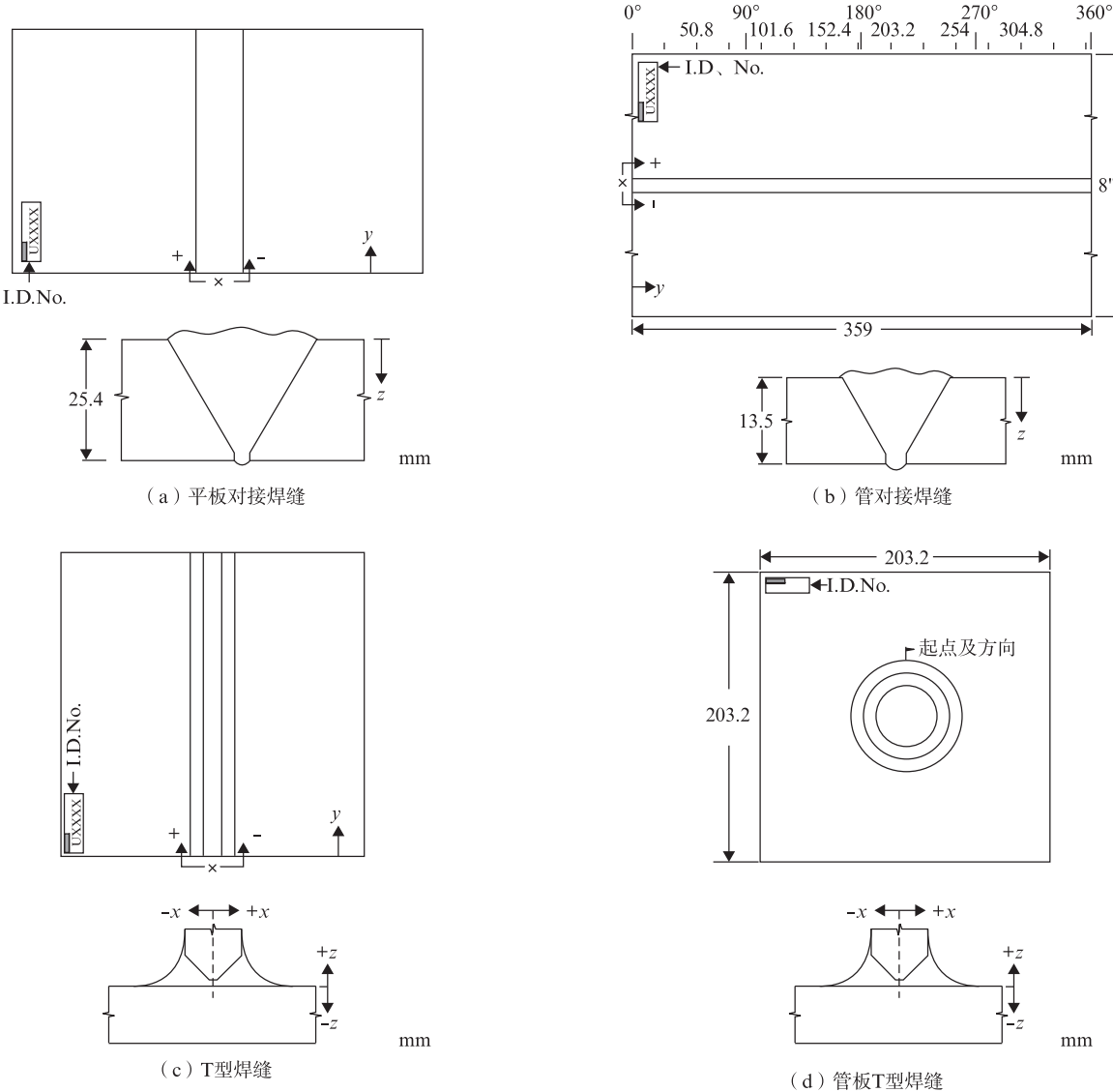


图 2 不同类型焊缝坐标系的建立

图 2b 为管对接焊缝, x 为偏离焊缝中心尺寸, 正负值代表焊缝中心两侧, y 为从 o 点开始沿着焊缝方向的长度, z 为焊缝深度。

图 2c 为 T 型对接焊缝, x 为偏离焊缝中心尺寸, 正负值代表焊缝中心两侧, y 为从 o 点开始沿着焊缝走向的长度, z 为从基准面测量深度方向尺寸, 正负值代表由焊缝至基板内。

图 2d 为管板 T 型焊缝, x 为偏离焊缝中心尺寸, 正负值代表焊缝两侧, y 为从起点开始沿焊缝走向长度或角度, z 为从基准面测量深度方向尺寸, 正负值代表由焊缝至基板内。

4.2 分组单独检测

分别由两名具有焊缝超声检测至少 2 级资格的人员按照事先草拟的检测等级要求及验收合格条款进行独立操作。检测区域必须包括焊缝区域及其两侧不少于 10% 厚度的热影响区。

4.3 检出不连续的记录和分析

采用规定的报告格式, 按照给定的坐标系, 采用简图的方法描述检出的不连续, 如图 3 和表 6。

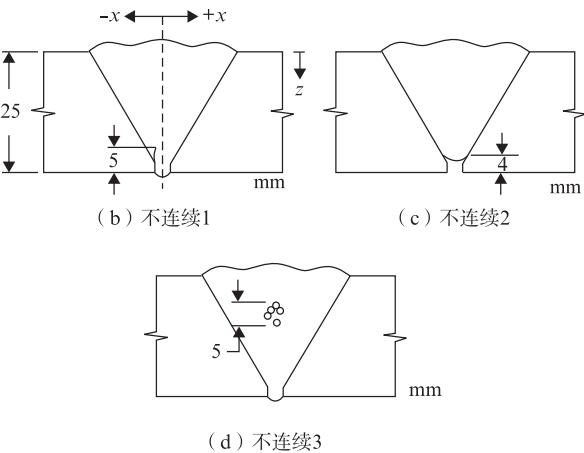
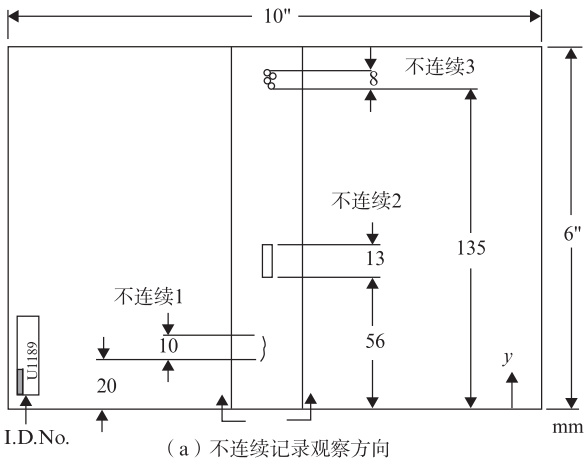


图 3 焊缝中不连续的标注

表 6 不连续记录示例

不连续 编号	类型	长度/ mm	高度/ mm	x / mm	y / mm	z / mm	难度 系数
1	焊趾裂纹	10	5	-1	20	25	1
2	未焊透	15	4	0	56	25	1
3	气孔	6	5	0	135	5	3

根据 2 份记录, 由Ⅲ级人员进行比较, 并确定操作结果的一致性和准确性。如果 2 份结果差别较大, 而且该Ⅲ级人员无法判断, 应提交德国发证机构专家委员会进行裁定该试样的正确答案。根据其个人经验, 区分每个不连续的难度系数, 见表 6。难度系数的分类 1~5 从低往高难度越大, 难度系数大致分类如表 7。

表 7 不连续难度与必检出要求

难度 系数	不连续主要特征	必检出 要求
1	十分容易检出的不连续, 主要为大尺寸的典型不连续, 比如双面焊根部未焊透和母材热影响区裂纹。	必须
2	较易检出的不连续, 一定长度尺寸的典型不连续, 比如双面焊根部未焊透和焊趾裂纹。	必须
3	有点难度检出的不连续, 一般可由一次波检出, 与焊角回波区分明显的, 比如条状夹渣和坡口未熔合。	必须
4	较难检出的不连续, 一般需由二次波检出, 可能与焊角回波区分不明显, 具有一定长度尺寸的不连续, 比如根部未焊透和未熔合。	必须
5	特难检出的不连续, 一般需由二次波检出, 离焊缝检测表面较近, 长度尺寸较小的不连续, 比如短的条渣、盖面气孔和近表面焊缝坡口未熔合。	由 3 级 认证人 员决定

最终确定必检出不连续: 根据难度系数和不连续类型及数量由Ⅲ级授权人员确定该焊缝超声考试试样是否适合人员资格鉴定考试, 主要考虑内容见表 8。经过挑选合适的考试试样可应用于将来的焊缝超声实践考试。

表 8 考试试样不连续要求分布

序号	要求内容	一般要求
1	必检出不连续的数量	2~3 个, 最多 4 个
2	必检出不连续的难度	大部分位于 2~4 之间
3	不连续类型	至少 1 个平面型不连续和 1 个体积型不连续
4	不连续的长度	10~30 mm 之间
5	不连续的位置	尽量避免处于同一截面的多个不连续, 随机自然分布

5 焊缝超声操作考试试样文件的建立

ISO 9712:2012《无损检测 人员资格鉴定与认证》

标准第 8.2.3.2 条款规定:每件试样应具有唯一标识,并附有试样的标准答案,其内容包括检测试样中特定不连续时所用设备参数。此唯一标记应是一个适当的永久性标记,以确保其完全是可追溯的。标记不应妨碍试样的操作检测或考试,但标记其对应的被检试样不应提前告知考生。试样的标准答案应根据至少 2 个独立的检测结果来编制,并经Ⅲ级证书持有人的确认后是否合适于考试。编制试样的标准答案所依据的独立检测报告应作为记录保持。

某德国授权考试中心根据此要求采用的考试相关文件分类包括:工艺卡编写委托书、实践操作委托书、工艺卡表格、操作考试记录及报告样板和标准答案。为了充分利用考试试样,每个委托包括两个不同的检测任务,以便考官当场选择来考核考生的实践操作能力,同样同一个试样对应的工艺卡编写和操作考试应由考官分配给不同技术要求的任务,充分考核考生对标准规范、检测方法及验收标准的应用能力。

6 试样控制和日常监督管理

虽然 ISO 9712:2012《无损检测 人员资格鉴定与认证》标准中未提及试样的日常维护和控制管理,笔者将某德国授权考试中心的管理方法提供如下,供同行参考:

首先,每个试样由资格鉴定机构注册登记并赋予唯一注册编号,该编号将在委托单、标准答案中反映。

然后,资格鉴定机构审核培训考试中心提供的文件资料申请,并批准试样可用于资格鉴定考试中试运行。在考试试样的初次试运行考试中,由授权考官根据考生的答案、已提供的标准答案和自己的操作结果进行比对,只有符合要求的试样,方可上报资格鉴定机构,并获得其批准。试样只有通过初次试用考核后,方可注册成为被正式批准考试试样。

日常管理中,考试试样必须与培训试样单独分开

保管,并仅有授权人员方可接触考试试样及标准答案。每次应用考试后,由授权考官确认考试试样的特性有无明显变化;同样如果因检测或验收标准的变化,该考试试样中原有不连续已不再符合资格鉴定考试要求时,该试样将不得再次应用于资格鉴定考试。

超声焊缝试样的具体要求包括:不连续位置坐标变化不得超过 5 mm,回波变化不得超过 6 dB,否则该试样在未进行必要纠正修改措施前,将不得再次用于其它资格鉴定考试。

7 建议和总结

作为用来考核考生能力的考试试样,其本身应具有一定的可靠性和重复性。作为资格鉴定机构应根据自身的能力和特点,在标准要求的基础上,建立与国际接轨的高水准要求,为下一步真正实现互认创造条件。

越来越多的无损检测人员资格鉴定机构采用 ISO 9712:2012 标准,不久将来将在全球范围内,最终实现无损检测人员资格证书的全球互认。

参考文献:

- [1] ISO 9712:2012 Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel[S].
- [2] ISO/TS 22809:2007 Non-destructive testing - Discontinuities in specimens for use in qualification examinations[S].
- [3] EN ISO 17640:2010 Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Techniques, testing levels, and assessment[S].
- [4] 庄志强,丁杰,姜伟. 新版 GB/T 11345 标准的主要内容及旧版本的比较[J]. 无损检测, 2013, 35(6): 63-65, 68.
- [5] EN ISO 1166:2010 Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Acceptance levels[S].
- [6] ISO 17635:2010 Non-destructive testing of welds - General rules for metallic - Materials[S].

(上接第 71 页)

3.3 检测工艺优化后的验证

在 X 射线检测工艺优化后,经检测被确定为晶界衍射条纹和晶界裂纹的叶片中各抽取 5 片进行金相分析,结果金相分析的结论与 X 射线检测的结论是一致的。在以后的 X 射线检测合格的叶片再进行金相抽检时未发现裂纹。

4 结论

通过 X 射线检测工艺的优化可以正确区分叶片中晶界衍射条纹和晶界裂纹的影像,为叶片的精密铸造工艺的改进提供了准确的质量信息,保证叶片合格率的提高,工艺的改进使一些存在晶界衍射条纹影像的叶片不再由于难以判断而错误报废,减少了废品损失。