

# ASME BPVC. V-2019 对无损检测人员的要求

郑学良, 李加雷, 钟美梁

(东方菱日锅炉有限公司, 嘉兴 314001)

**摘要:** 从范围, 定义, 无损方法及取证要求等方面介绍了 ASME BPVC. V-2019 对无损检测人员的要求相较于 2016 版的变化, 并指出修订细则时应注意的事项, 为相关工作提供参考。

**关键词:** ASME 规范; 认证; 培训; 经历; 考试; 复证

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2021)02-0067-05

## The requirements for NDE personnel of ASME BPVC. V-2019 code

ZHENG Xueliang, LI Jialei, ZHONG Meiliang

(MHPS Dongfang Boiler Co., Ltd., Jiaxing 314001, China)

**Abstract:** This article introduces the variations of ASME BPVC. V-2019 from the aspects of scope, definition, nondestructive methods and certification requirements compared with the 2016 edition, and the details that shall be focused on are addressed to provide some helps for the manufacturers when revising their written practice.

**Key words:** ASME code; certification; training; experience; examination; re-certification

根据 ASME BPVC. V-2019 第 1 章中 T-120 “总则”的规定, ASME(美国机械工程师协会)无损检测人员的认证, 可根据以下几种标准进行。

(1) SNT-TC-1A-2016。

(2) ANSI/ASNT CP-189-2016。

(3) 国家或国际中心认证大纲, 例如 ASNT(美国无损检测学会)中心认证大纲(ACCP)或 ISO 9712-2012。

(4) ASME ANDE-1-2015。

其中第一种, 即 ASNT 的推荐细则, 在国内特种设备制造企业用得最多, 因此文章基于此种认证方式进行阐述。

## 1 通用更改

should 与 shall。因 SNT-TC-1A-2016 本身是推荐性的, 其前言中已阐明, 无意用作严格的技术规范, 因此, 其正文中 should 占比非常高。而附录

III 在引用该规范时, 将其中某些条款视为最低要求, 因而将涉及的 should 都改为 shall(总共 50 多处)。雇主的 WP 应符合 ASME 的要求, 此类情况都用 shall。

## 2 其他更改

ASME BPVC. V-2019 较旧版对无损检测人员的认证要求作了部分更改。其中, 第 V 卷第 1 章将适用的 SNT-TC-1A 版本号更新为 2016, 并在该章强制性附录 III 中加入了对 SNT-TC-1A-2016 的修订(例外和附加要求)。在第 I 卷 PG-3“参考标准”中, 指定人员资质仍按 SNT-TC-1A-2006 进行规定, 见非强制性附录 A-360(此附录虽是非强制的, 但被正文引用, 应视为强制); 在第 VIII 卷第 1 分卷 UW-54 中, 规定人员的认证按第 V 卷第 1 章的要求进行。

根据以上要求, 持 ASME“S”认证标识的厂家(使用第 I 卷), 可不修改无损检测人员认证细则(文章中简称 WP), 而持“U”认证标识的厂家(使用第 VIII 卷第 1 分卷), 应根据相关要求及时修改 WP。另外, 根据 ASME 以往的做法(08 年规范增补时, 仅将第 I 卷中 SNT-TC-1A 的版本号从 2001 版修订

收稿日期: 2020-04-16

作者简介: 郑学良(1982—), 男, 工程师, 主要从事锅炉产品的检测及公司取证中与无损检测相关的工作

通信作者: 郑学良, zhengxueliang@mhdb.com.cn

为 2006 版,至规范 2010 版时,将第Ⅲ卷第 1 分卷中的 SNT-TC-1A 也改为 2006 版),一定会在后面的某个版本中,指定两制造卷适用的 SNT-TC-1A 为同一版本,因此持“S”认证标识的厂家修订 WP 只是时间问题。

文章较详细地介绍了规范第 V 卷对人员要求的变更。为简化篇幅,将“ASME BPVC. V—2019 第 V 卷第 1 章强制性附录Ⅱ”简称为“附录Ⅱ”,将该章“强制性附录Ⅲ”简称为“附录Ⅲ”。文章的对照表以

SNT-TC-1A—2016 的条款号为基础,介绍其对 2006 版的修订,并列出 ASME BPVC. V—2019 第 V 卷第 1 章对该条款的更改(见表 1)。文章中提到的检测技术有:超声波衍射时差法(TOFD);相控阵超声检测(PAUT);电子计算机断层扫描(CT);全矩阵捕捉(FMC);计算机 X 射线(CR);数字射线(DR);超声检测(UT);射线检测(RT)。表 1 中限于篇幅无法清楚表述的内容,在文章的 3,4 节作补充说明,以便较完整的阐述新要求。

表 1 标准内容对照表

章节	2016 版条款号	2016 版修订内容	ASME V
1.0 范围	1.4	新增:(雇主对 SNT-TC-1A—2016 允许的)这些修改可以改变但是不能取消大纲的基本规定,如培训、经验、考试和换证。对具体推荐细则修改的技术原因应该在书面实施细则的附录里提供	当按 ASME 第 V 卷的要求发布 WP 时,雇主应审核 SNT-TC-1A—2016 及附录Ⅲ提出的详细条款。不允许减少或取消培训、经历、考试和重新认证等基本规定的修改
2.0 定义	2.1.9	新增:评分单元(经过认证的试样可分割成多个部分,称为评分单元)。评分单元不必等长或等距,可有缺陷也可无缺陷,有/无缺陷的百分比宜经Ⅲ级人员批准	评分单元可有缺陷也可无缺陷,有/无缺陷的百分比应经Ⅲ级人员批准
	2.1.15	新增了术语:技术	无变动
3.0 无损检测方法	3.1	在 2006 版 13 种方法的基础上增加 3 种	共 9 种方法
5.0 书面细则	5.4	新增:雇主的书面实施细则宜根据其操作范围,针对每种检测方法识别出相应的检测技术	雇主的书面细则应识别每种检测方法中适用于 WP 的无损检测技术
	6.3.1	删除了对初次取证人员经验要求时间为月的表格及其备注	无变动
表 6.3.1A		将不同学历初次取证的培训学时要求不同改为相同(注 3.0 仍然保留,即初中、工科大学毕业等学历,雇主的 WP 可适当调整其培训学时)	TOFD 与 PAUT 技术的经历要求有更改,并增加了 CT 和 FMC 技术的培训及经历要求
		射线、热/红外及超声方法下增加了多门技术,电磁方法下减少了一门技术	附录Ⅲ接受了 9 种方法及其覆盖的技术
表 6.3.1A	注 2.0	无变化:Ⅲ级人员要求的经历为Ⅰ、Ⅱ 级之和加上 6.3.2 条相应的附加要求,要求的培训为Ⅰ、Ⅱ 级之和,再加上附加培训	接受对培训的要求;对Ⅲ级人员的经历要求,增加了表 6.3.1B
6.0 初次取证的学历、培训及经历要求	表 6.3.1A 注 6.0	新增条款:经历的总小时数可累计多种检测方法,但对于每种方法,要满足最少小时数	无变动
	表 6.3.1A 注 7.0	新增条款:如果已经有一种射线检测认证,...最低附加培训学时为 24 小时...。假如已有一种技术认证,且...最低附加经历时间可减少不超过 50%	在此基础上,附录Ⅱ 将 CR, DR, PAUT, TOFD, FMC 的培训和经历作了非常详细的要求,详见文章第 3 节
	表 6.3.1A 注 8.0	新增条款:除推荐的Ⅰ 级和Ⅱ 级人员培训外,受训者应接受符合政府监管部门管辖要求的辐射安全的培训	无变动
	表 6.3.1A 注 9.0	新增条款:热/红外检测方法下各技术持证人员增加其他技术时,培训和经历缩减	不含此种检测方法
	表 6.3.1A 注 10.0	新增条款:TOFD 和 PAUT 要求超声Ⅱ 级认证作为前提	附录Ⅱ 有此要求,且对 TOFD、PAUT 和 FMC 作了非常详细的说明,详见文章第 3 节
	6.3.2.1	有一年工作经验的Ⅱ 级人员申请Ⅲ级认证时,2006 版要求“四年制毕业并有理科或工科学位”,现更改为“有理科或工科学士学位(或更高)”	无变动
		注:中美学位制度有差异	

表 1 (续)

7.0 培训方案	7.1	增加了很多培训的方式,要求某些培训能追踪到培训课时及内容,且培训方案宜由Ⅲ级人员批准	无变动,并指出自学课时不可信
	8.1.2	内容无变化,Ⅲ级人员负责对Ⅰ级、Ⅱ级或其他Ⅲ级人员的考试进行管理和评分。该管理和评分也可授权给考试管理代表进行并备案	Ⅲ级人员负责对Ⅰ、Ⅱ级人员的通用(General)考试、专业(Specific)考试和实践(Practical)考试,只要WP中有说明,也可批准外部机构来进行考试。Ⅲ级人员考试的管理见文章4.1节
	8.1.3	该条为2006版8.7.1.1条,内容无变化,即Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ级人员的书面考试要闭卷...	无变动
	8.1.4	该条为2006版8.1.2条,内容无变化。综合分数由对各项目成绩求简单算术平均决定,列举了各级别考试项目的名称	综合分数由对要求的各项考试成绩求简单算术平均决定(未列举考试项目的名称)
	8.1.5	该条为2006版8.1.3条,内容无变化,综合分数不低于80分,单项不低于70分为及格	另外增加要求,实践考试合格分数不低于80分
	8.1.8	新增:在任何情况下,检测人员的考试不可由自己或下属来管理	无变动
	8.2.1	内容无变化,申请人的视力至少有一只眼达J2	申请人的视力至少有一只眼达J1
	8.2.2	内容无变化,辨色或灰度检查在初次取证时进行,以后每5年做一次	辨色或灰度检查每年做一次
	8.2.3	新增:视力检查的有效期为到期月的最后一天	不允许,复查要求见上方(即8.2.1及8.2.2)
	8.3.4	增加了新增方法和技术的考题数量	CR、DR、TOFD、PAUT的考题数量在附录Ⅱ中作了部分修改,详见文章第3节
8.0 考试	8.3.5	本条为2006版8.7.1.2条,ACCP的Ⅱ级证书可用来免除通用考试,改为ACCP和ASNT的Ⅱ级证书都可用来免除通用考试	无变动
	8.4.4	本条为2006版8.7.2条,ACCP的Ⅱ级证书可用来免除专业考试,改为ACCP和ASNT的Ⅱ级证书都可用来免除相应方法的专业考试	不允许
	8.5.2	内容无变动	CR、DR、TOFD、PAUT的带缺陷试样数量应符合附录Ⅱ的规定,其他每种技术一个试样,每种方法两个试样
	8.5.2.1	新增条款:PAUT和TOFD实践考试,缺陷试样宜能代表应试者取证后检测的工件或结构,并经Ⅲ级人员批准	不作此要求,但应符合附录Ⅱ的规定
	8.5.2.2	新增条款:对仅限于底片评定的认证,宜包括至少20幅图像的评定	实践考试要有足够多数量的底片或有足够的经历
	8.5.4	增加了内容:(Ⅰ级)应试者宜检测出Ⅲ级人员指定条件下的所有缺陷。	应试者应检测出Ⅲ级人员指定的80%的缺陷及其状态
	8.5.5	增加了内容:(Ⅱ级)应试者宜检测出Ⅲ级人员指定的所有缺陷及其状态。给出了考核点的示例	删除了此增加的要求
	8.5.6	该条为2006版8.7.3条,ACCP的Ⅱ级证书可用来免除实践考试	不允许
	8.7.1.1和8.7.1.2	该条为2006版8.8.1.1和8.8.1.2,同时考多种方法时,基础考试可只考一次。修订为,目前持有Ⅲ级证书而需要增加其他方法时,无需重考	无变动
	8.7.3.2	该条为2006版8.8.3.2,内容无变化,ASNT或ACCP的证书...,可免除专业考试	不允许
8.7.4	8.7.4	该条为2006版8.8.4条,内容无变化,ASNT的Ⅲ级证书可用于免除基础和方法考试	不允许
	8.7.5	该条为2006版8.8.5条,内容无变化,ACCP的Ⅲ级证书可用于免除基础和方法考试	不允许

表 1 (续)

9.0 证书	9.2	无变化, 无损人员的认证宜按照雇主的 WP, 基于第 6、7 及 8 节的规定进行演示	不允许
12.0 复证	12.1	无变化, 人员的复证可基于连续良好的工作表现或考试	复证应通过考试进行, 连续良好的工作表现不可代替考试
	12.2	最大复证间隔没有变化, 各级别全部为 5 年。增加了以下内容: 有效期为到期月的最后一天	最大复证间隔更改为: I、II 为 3 年; III 级为 5 年, 且有效期从相应方法首项考试的时间起算
13.0 终止	12.3	当新技术加入 WP 时, III 级人员宜接受适当的培训, 进行适当考试并有必要的工作经历, 使得 III 级人员满足表 6.3.1A 列出的对该新技术的要求。此项工作宜在下次复证日期之前进行	无损检测人员(而非仅 III 级)都应在下次复证日期之前进行培训和考试, 并取得必要的工作经历
	13.2.4	无变化, 即无损人员被新雇主考试认证前, 不满足上述要求(13.2.1 至 13.2.3)的, 应经过适当的附加培训	修改为: I 级与 II 级人员应按以上的规定进行重新认证。III 级人员可通过方法、专业、实践考试及演示考试来重新认证。作为另一种选择, 当下列条件满足时, III 级人员可通过方法和专业两项笔试来重新认证...

### 3 新技术(附录 II)

#### 3.1 概述

CR, DR, TOFD, PAUT 等新技术已经被各制造或检测单位广泛地应用, 当采用这些新技术时, 必须在 WP 中写入这些(或部分)技术对人员的要求, 为人员认证提供依据。

SNT-TC-1A-2016 对这些技术作了完整的规定, 包括培训、经历、考试等方面内容, 但 ASME 规范覆盖了其所有方面的规定, 不仅对其原本的内容进行了修改, 还增加了很多内容。下面主要介绍 ASME 对这些新技术的规定。

#### 3.2 CR 和 DR 技术

##### 3.2.1 培训及经历

对于先前没有进行过射线照相底片技术认证的人员, 其培训及经历最少小时数应按照表 2[其中 NDE(无损评价)总小时数表示所有 NDE 方法或技术累积的小时数]的规定来确定。人员应首先满足表 2 中关于该技术 I 级的培训和经历要求, 以此作为获得该技术 II 级资格认证的先决条件。

表 2 的补充说明下所述。

(1) 对于持有有效射线照相技术(如胶片技术)证书, 并采用全课程形式满足该技术的初次资格认证的个人, 认证为同样等级的另一种技术的附加最少培训时间规定为: ① I 级, 24 h; ② II 级, 40 h。应在雇主的 WP 中作出规定。

(2) 除表中规定的培训外, 对使用的每种系统/软件, 应有针对制造商专用硬件/软件的培训(至少 16 h)。

表 2 CR 和 DR 培训时长的规定

检测方法	技术等级	培训		经历	h
		小时数	技术最少小时数		
RT	I	40	210	400	400
	II	40	630	1 200	1 200
CR	I	40	210	400	400
	II	40	630	1 200	1 200

(3) 对于持有有效射线照相技术(如胶片技术)证书, 并采用全课程形式满足该技术的初次资格认证的个人, 认证为同样等级的另一种技术的最少附加经历应为: ① I 级, 105 h; ② II 级, 320 h。应在雇主的 WP 中作出规定。

(4) 对于持有有效射线照相技术(如胶片技术)证书, 并采用全课程形式以满足该技术的初次资格认证的个人, 当其想成为另一种技术的 II 级人员, 但又没有满足上述(1)规定的附加培训时间, 每项附加技术的认证应满足下列最低要求: ① 专业技术培训 24 h; ② 对使用的每种系统/软件, 制造商专用硬件/软件的培训至少 16 h; ③ 增加实践考试试样数量, 从 5 个增至 10 个, 每个试样至少有一个不连续。

(5) 对目前未获得射线照相认证, 而要直接进行 CR 或 DR 技术 II 级认证的人员, 在该技术上所需的最低培训和经历小时数应至少是该技术规定的 I 级和 II 级小时数之和。

##### 3.2.2 考题数量

CR 与 DR 的考题数量规定如表 3 所示。

##### 3.2.3 实践考试试样数量

I 级实践考试要求 5 个考试试样, 包括多个技术变量及参数设置。应既有单, 双壁曝光, 又有单,

表 3 CR 与 DR 考题数量规定

技术	通用考试/题		专业考试/题	
	I	II	I	II
CR	40	40	30	30
DR	40	40	30	30

双壁观察; II 级实践考试要求 5 个考试试样, 应包括厚度、直径及曝光技术的变化, 每个试样至少含有一个不连续。

### 3.3 TOFD、PAUT 和 FMC 技术

#### 3.3.1 培训及经历

对于先前没有进行超声检测认证的人员, 其培训及经历的最少小时数规定如表 4 所示。

表 4 3 种超声技术的培训学时及经历要求 h

检测方法	技术等级	培训		经历	
		小时数	技术最少小时数	NDE	总小时数
PAUT	II	80	320	UT I 级和 II 级培训及经历作为前提, 见补充说明	320
UT	TOFD	II	40	320	320
	FMC	II	80	320	320

补充说明, 持有有效超声波方法 II 级证书的人员, 才有资格进行 PAUT、TOFD 和 FMC 技术的认证。对自动或半自动技术的应用, 要求补充专用硬件和软件的培训。雇主的 WP 应充分描述对每种专用的采集或分析软件及使用的仪器或系统要求附加培训的类型和范围(时间未作限制, 可自定)。雇主的 WP 还应描述通过何种方式来确定自动和半自动技术检测人员的认证。

#### 3.3.2 考题数量

3 种超声检测技术的考题规定如表 5 所示。

表 5 超声检测技术的考题数量规定

技术	通用考试/题		专业考试/题	
	II 级	II 级	II 级	II 级
PAUT	40	30	30	30
TOFD	40	30	30	30
FMC	40	30	30	30

#### 3.3.3 实践考试试样数量

II 级实践考试要求至少有两个试样, 每个试样至少含两个不连续。

### 3.4 评分准则

雇主的 WP 应对所有的书面和实践考试制定评分准则, 以满足附录 II [ II-122.1(c) 和 II-122.2(c) ] 的要求。

### 3.5 III 级人员的要求

III 级资质仅限于方法。根据 SNT-TC-1A —

2016 要求, III 级人员即使经过某技术的培训及考试, 也仅能满足该方法对 III 级人员的要求(见表 1 的 12.3 条)。若要履行某技术的检测工作, III 级人员须取得该技术的 I 级或 II 级资质, 但附录 II ( II-123) 规定, 只要有记录证明某方法的 III 级人员具备以下条件: ① 在该方法上, 持有有效的 III 级证书; ② 在该技术上, 满足 II 级人员的培训、经历及考试要求; ③ 有文件证明, 根据规范、标准或规程, 编制过该技术的 NDE 程序文件; ④ 在该技术上, 熟练地演示对检测结果的评价。即可从事相应技术的检测活动, 无需取得该技术的 I 级或 II 级资质。签发报告时, 应根据实际情况注明 RT-III 或 UT-III 等。

## 4 III 级人员的考试

### 4.1 考试的管理

附录 III 中规定, III 级人员负责对 III 级人员的基础(Basic)、方法(Method)、专业、实践和演示(Demonstration) 等 5 项考试进行管理和评分。考试管理和评分可委派给有资格的 NDE III 级代表并备案(雇主应根据需要对该代表的技术背景作出合理的规定)。雇主委派的代表可对 III 级人员的基础和方法考试进行实际管理和评分(其他三项考试未作规定, 雇主可自行规定, 由 III 级人员或其委派代表负责)。如果书面实施细则指定使用外部代理, 经批准的外部代理也可用于考试活动(这里可以指五项考试)。操作考试应由相应方法的 II 级或 III 级人员来管理(此时应注意报考人与考试管理者的上下属关系; 某些方法仅有技术 II 级, 如射线照相, 应注意区分)。

### 4.2 考试项目

根据 SNT-TC-1A — 2016, 考试项目有基础、方法和专业考试三项。但附录 III 将考试项目增加至五项(见 4.1 节)。因此, 初次取证时, 应考五项; 已有 III 级证书而增加新方法的取证时, 可免除基础考试(见表 1 的 8.7.1.1 和 8.7.1.2 条); 复证时, 也可参照此法, 免除基础考试, 或参照强制性附录 III 第 13.1 节“终止”中复证的要求, 减少考试项目。

五项考试的前三项为原有项目, 其要求有一些变化, 已在表 1 中列出; 后两项为新增项目, 说明如下所述。

(1) 实践考试。附录 III 中无具体的要求, 雇主可参考 II 级人员的要求来制订, 也可根据需要增加试样数量和/或试样中不连续的数量。

(下转第 85 页)

倾角(垂直入射)的高,这是因为声束在  $90^\circ$  倾角上发生的端角反射为双面反射(即  $90^\circ$  角两侧的反射面都反射了回波,见图 6),反射面相对于  $135^\circ$  倾角的反射面大幅增加,因此探头接收的回波幅值较高。

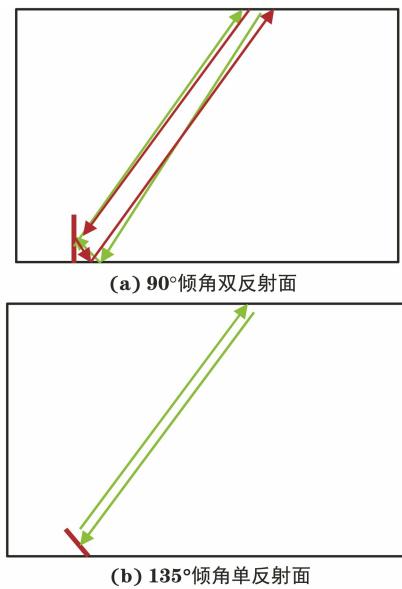


图 6  $90^\circ$  倾角双反射面与  $135^\circ$  倾角单反射面示意

综上所述,对于直角钝边缺陷(比如直角钝边未焊透,根部裂纹),适合用  $45^\circ$  探头进行定量,不适合用  $60^\circ$  探头进行定量;对于非直角钝边缺陷( $\alpha$  角为  $90^\circ \pm 15^\circ$ ),适合用  $70^\circ$  探头进行定量,不适合用  $60^\circ$  和  $45^\circ$  探头进行定量;对于根部钝边倾斜角为  $110^\circ$ ,  $120^\circ$  和  $135^\circ$  时,可以分别用主声束与之垂直的  $70^\circ$ ,  $60^\circ$  和  $45^\circ$  探头进行定量。

### 3.2 根部钝边角度对根部未熔合超声回波的声程影响分析

根据表 2 数据,绘制的根部钝边角度与回波声

程的关系曲线如图 7 所示。从图 7 可以看出,在  $60^\circ < \alpha < 150^\circ$  时,对于  $70^\circ$  探头,由于声束扩散角比较大,主声束的横截面比较大,所以最高回波处的声程测量值波动比较大。对于  $45^\circ$  探头,由于声束扩散角比较小,主声束的横截面也比较小,所以最高回波处的声程测量值波动比较小。对于  $60^\circ$  探头,声程波动介于  $45^\circ$  和  $70^\circ$  探头之间。因此,对于  $60^\circ < \alpha < 150^\circ$  的情况,优先选用  $45^\circ$  探头进行定位(使用  $70^\circ$  探头进行定位时,偏差可能比较大)。

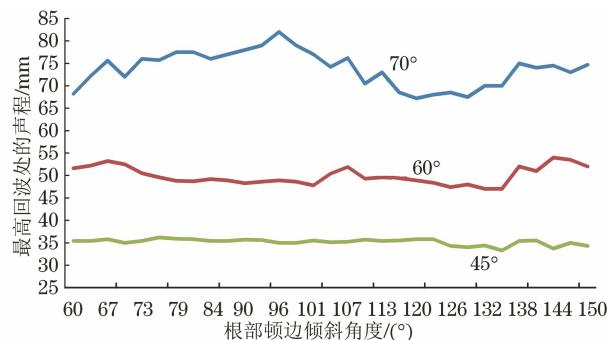


图 7 根部钝边角度与最高回波声程的关系曲线

## 4 结语

通过试验对根部钝边角度对根部未熔合超声回波的幅值和声程测量的影响进行了分析,总结了相关规律。不仅为此类焊缝根部不连续的检测提供探头选用的依据,而且对根部缺陷的定位定量也有较好的指导意义。

## 参考文献:

- [1] 郑晖,林树青.超声检测[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2008.

(上接第 71 页)

(2) 演示考试。附录Ⅲ中无具体的要求,仅在强制性附录Ⅰ“无损检测术语表”中对“人员演示”(personnel demonstration)的定义中被提到,人员使用雇主的无损检测规程执行检测操作,通过演示考试展示其对检测方法的理解及操作的熟练程度。照此说法,演示考试与实践考试有相同之处。因此,雇主可用实践考试的框架来要求演示考试,并规定试样数量、不连续数量及考核点,以表示其与实践考试的不同。

## 5 结语

通过解读 ASME BPVC. V-2019 及其指定程

序对人员要求的变化,指出修订细则时应注意的问题,明确了持 ASME“S”认证标识的厂家(使用第Ⅰ卷),可不修改 WP,而持“U”认证标识的厂家(使用第Ⅲ卷第 1 分卷),应根据相关要求及时修改 WP,且要遵循以下原则:若规范中有具体要求,则应照抄;若规定不详细,则可根据实际情况合理细化;若没有规定,则应根据实际条件作出合理的要求。公司的书面实施细则应符合公司的实际情况,并具有很强的可操作性。只有这样,才能在面对联检或国外用户审核时,很好地展现公司的软实力。