



湖南劳动人事职业学院  
HUNAN LABOR AND HUMAN RESOURCES VOCATIONAL COLLEGE

# 技能考核标准

理化测试与质检技术专业

(无损方向)

(专业代码: 460120)

2024年8月

## 附件 3

# 理化测试与质检技术专业（无损方向）技能考核标准

## 一、专业名称及适用对象

### 1. 专业名称

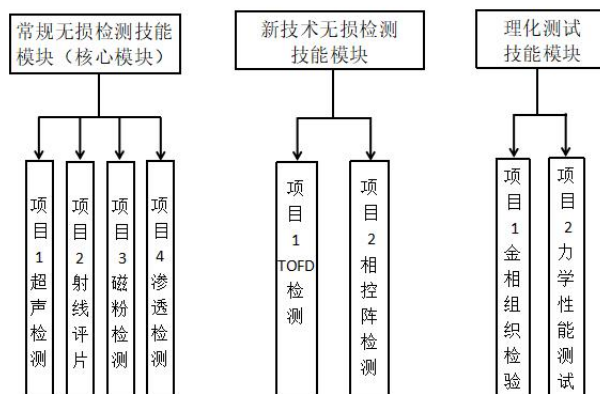
理化测试与质检技术专业（无损方向）（专业代码：460102）。

### 2. 适用对象

高职高专全日制毕业年级学生。

## 二、考核内容

通过结合特种设备检验检测协会、中国无损检测学会等行业组织对无损检测人员的考核要求及分析理化测试与质检技术岗位群分布特点，与校内外专家、企业一线技术人员共同座谈、探讨，对理化测试与质检技术专业岗位技能需求进行归纳整合后组成专业技能抽查的三个主要模块：常规无损检测技能模块（核心模块）、新技术无损检测技能模块和理化测试技能模块。常规无损检测技能模块含渗透检测、磁粉检测、超声检测、射线评片等4个项目，新技术无损检测技能模块含TOFD检测、相控阵检测2个项目，理化测试技能模块含金相组织检验和力学性能测试2个项目。



## 模块一：常规无损检测技能模块

### 项目 1 超声检测

超声检测是利用超声波进入物体遇到缺陷时，一部分声波会产生反射，接收器可对反射波进行分析，根据反射波信息能精确地测出材料中的缺陷，并且能显示内部缺陷的位置和大小。

超声检测项目要求学生能利用超声检测设备，如超声检测仪、纵波直探头、钢尺、试块等，对给出的试件实施超声波探伤，确定试件内部缺陷个数和位置，并按要求正确记录探伤结果。

#### ①技能要求

以 NB/T47013.2-2015 标准为参考，能正确选择探头频率、直径，能准确调节扫描比例，能正确选择对比试块，能调试灵敏度符合标准要求，能对给出的试件（锻件、平板对接焊缝）实施超声波探伤，能确定试件内部缺陷个数、位置，能在记录表中规范、完整的完成示意图，并按要求正确记录探伤结果。

#### ②素养要求

符合企业基本的质量常识和管理要求。操作时穿戴劳动防护用品，计算严谨，能进行工具器件的选择和有效性确认，器件工具搬运、摆放等符合产品防护要求。具有不怕脏不怕累、精益求精、严谨的工匠精神。

### 项目 2 射线评片

射线探伤是利用 X 射线或  $\gamma$  射线穿透被检试件，以胶片作为记录信息的检测方法，适用于碳素钢、低合金钢、铝及铝合金钢、钛及钛合金钢材料的检测。

射线评片项目要求学生能正确利用观片设备，如观片灯、评片尺、放大镜等，对给出的射线检测底片进行评定，并正确记录评定结果。

#### ①技能要求

以 NB/T47013.3-2015 标准为参考，通过利用观片灯观察，能识别焊接接头的焊接方法、焊接位置、可识别最小丝编号；能对缺陷进行定性、定量和评级；能判别评定区内是否有无伪缺陷；能在记录表中规范、完整的完成示意图，并按要求正确记录探伤结果。

## ② 素养要求

遵守操作规程，文明操作，具备严谨、细致、认真的工作态度。能按要求进行工具的放置和归位、工作台面保持清洁。具有良好的用电安全意识；爱护仪器设备和用具，如不能对底片造成损伤或污染。

## 项目 3 磁粉检测技能

磁粉检测用于检测铁磁性材料的表面或近表面的缺陷，由于不连续的磁痕堆集于被检测表面上，所以能直观地显示出不连续的形状、位置和尺寸，并可大致确定其性质。

磁粉检测要求学生正确利用磁粉探伤设备，如磁粉探伤机、磁悬液、钢尺、试片等，对给出的试件平板对接焊缝进行表面磁粉探伤，确实试件表面是否存在缺陷，以及缺陷的位置和数量，并正确记录探伤结果。

## ① 技能要求

以 NB/T47013.3-2015 为参考，能根据工件形状、大小等选择适合的探伤方法，能检查和连接仪器、检查提升力，能清理试件表面，能进行灵敏度测试，能正确进行磁化，能磁痕分析，能记录缺陷，能记录缺陷，能缺陷位置示意图、缺陷评级和填写检测报告。

## ② 素养要求

符合企业基本的 6S（整理、整顿、清扫、清洁、修养、安全）管理要求。能按任务要求进行仪表、电器、设备的启动、运行和归位，保持工作台面清洁、整齐，能进行事前工具、设备检查，具有安全用电和安全操作意识。

## 项目 4 渗透检测技能

渗透检测主要用于检查金属（钢、铝合金、镁合金、铜合金、耐热合金等）和非金属（塑料、陶瓷等）工件的表面开口缺陷，例如表面裂纹等。其基本原理是利用液体的毛细管作用，将渗透液渗入固体材料表面开口缺陷处，再通过显像剂将渗入的渗透液析出到表面显示缺陷的存在。

渗透检测项目要求学生能正确利用渗透检测设备，如清洗剂、渗透剂、显像剂、钢尺、试块等，对给出的试件（平板对接焊缝）进行渗透探伤，确实试件表面是否存在缺陷，以及缺陷的位置和数量，并正确记录探伤结果。

### ①技能要求

以 NB/T47013.5-2015 标准为参考，能选择正确选择探伤剂，能合理选择渗透时间、能进行灵敏度测试；能根据不同种类的渗透检测剂选择正确的操作程序；能选用清洗剂按正确方法进行清洗，能正确使用显像剂，正确喷洒操作；能对显示图像进行观察、分析，发现缺陷显示有疑问时，能进行复验；能准确对缺陷进行定位、定量；能对缺陷进行评级；能规范、完整完成示意图，并按要求正确记录探伤结果。

### ②素养要求

具备良好的工作态度，遵守考场纪律。操作时必须穿戴劳动防护用品。符合企业基本的 6S(整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全)管理要求,及时清扫废料杂物等,保持工作台面清洁,工具摆放规范整齐。良好的职业操守,做到安全文明操作,具有良好的防火意识和环保意识。

## 模块二：新技术无损检测技能模块

### 项目 1 TOFD 检测

TOFD 检测是一种依靠从待检试件内部结构（主要是指缺陷）的

“端角”和“端点”处得到的衍射能量来检测缺陷的方法，用于缺陷的检测、定量和定位。

TOFD 检测项目要求学生能利用 TOFD 检测设备，如 TOFD 检测仪、TOFD 探头、对比试块等，对给出的试件实施超声 TOFD 探伤，确定试件内部缺陷个数和位置，保存扫查数据文件，分析图谱，并按要求正确记录探伤结果。

#### ①技能要求

以 NB/T47013.10-2015 标准为参考，正确选择探头和楔块参数，正确计算 PCS、测量探头的延迟时间及入射点长度、时间窗口范围、正确设置灵敏度、连接并校准编码器、会计算直通波和底波到达的时间、选择合适的扫查方式并布置好扫查装置、准确采集并保存扫查数据、能够对数据进行离线分析并出具报告。

#### ② 素养要求

具备良好的工作态度，遵守考场纪律。

能按要求进行工具的放置和归位、工作台面保持清洁、及时清扫废料杂物等，遵守操作规程，安全文明操作。

### 项目 2 相控阵检测

超声相控阵是一种基于声束可控的超声检测新方法，通过聚焦法则可使多个晶片发射的声束产生偏转和聚焦，能够以多种方式进行检测结果的成像显示，可用于缺陷的检测、定量和定位。

超声相控阵检测项目要求学生能利用相控阵检测设备，如相控阵检测仪、相控阵探头、对比试块等，对给出的试件实施超声相控阵探伤，确定试件内部缺陷个数和位置，保存扫查数据文件，分析结果，并按要求正确记录探伤结果。

#### ①技能要求

正确安装楔块，正确连接探头与仪器，正确设置工件参数（工件厚度、坡口形式、焊缝宽度、根部间隙、余高），正确选择扫描类型

和回波类型，正确设定聚焦法则，根据手册正确将进行声速、延迟、灵敏度、TCG校准，触发方式设置和校准，正确扫查焊缝并保存扫查数据，能够正确利用离线分析软件进行离线分析，对缺陷进行准确的定位、定量，并出具检测报告。

## ② 素养要求

具备良好的工作态度，遵守考场纪律。

能按要求进行工具的放置和归位、工作台面保持清洁、及时清扫废料杂物等，遵守操作规程，安全文明操作。

## 模块三：理化测试技能模块

### 项目 1 金相检验模块

金相检验是将金属试样通过在几种不同型号的砂纸上打磨、抛光、浸蚀、然后在金相显微镜上观察试样的金相组织。金属材料的显微组织直接影响到机械零件的性能和使用寿命，金相检验是控制机械零件内在质量的重要手段。

金相检验项目要求学生能够掌握金相制备和金相观察两个部分的操作基本流程，能制备出清晰准确的金属金相并能正确地操作金相显微镜观察金相试样，使试样金相组织成像清晰，得到清晰的视野，并能识别组织，判断钢种，正确记录检验结果。

## ① 技能要求

以《金属显微组织检验方法》(GB/T 13298-2015)和《钢的显微组织评定方法》(GB/T 13299-1991)为标准，要求学生能够明确金相制备和金相观察两个部分的基本流程。金相制备是指将金属试样通过在几种不同型号的砂纸上打磨后，再经过抛光、浸蚀制备出合格的金相组织。金相观察是指将制备好的金相组织在金相显微镜上观察，使试样的金相组织能清晰成像。能做好操作准备，能正确选择不同型号的砂纸对金属试样进行规范打磨；能正确使用抛光机、抛光膏对金属

试样进行规范抛光；能正确使用浸蚀液、竹夹、脱脂棉或棉棒、培养皿对试样金相规范腐蚀；能正确使用金相显微镜观察试样金相组织；能正确辨认组织，判断金属材料类型，并记录检测结果。

## ②素养要求

具备良好的工作态度，严禁科学的实验态度，遵守考场纪律。

能按要求进行工具的放置和归位，保持工作台面清洁，及时清扫废料杂物等，遵守操作规程，安全文明操作。

## 项目 2 金属力学性能检测

金属力学性能检测包括金属试样的布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度值以及冲击韧性的测定。金属力学性能是零件或者构件设计的依据，也是选择、评价材料和制定工艺规程的重要参量。

金属力学性能检测项目要求学生能够掌握常用的硬度测试和一次摆锤冲击试验两个部分的基本操作流程，能根据已知的金属材料试样种类，合理的选择正确的硬度测量方法并完成硬度的测量和冲击韧性的测量，正确记录检验结果。

## ①技能要求

以《金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法》(GB/T 231.1-2018)、《金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分：试验方法》(GB/T 230.1-2018)、《金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分：试验方法》(GB/T 4340.1-2009)、《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》(GB/T 229-2020)为标准，要求学生能够掌握布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度值的适用范围，能根据不同的金属材料试样种类合理的选择正确的硬度测量方法并正确规范完成硬度值的测量操作和冲击韧性的测量操作，正确记录检验结果。

## ②素养要求

具备良好的工作态度，遵守考场纪律。

能按要求进行工具的放置和归位，保持工作台面清洁，及时清扫



废料杂物等，遵守操作规程，安全文明操作。

### 三、评价标准

#### (一)常规无损检测模块

##### 1. 超声检测

锻件超声波检测评分表

评价内容		配分	考核点	得分	备注
职业素养 (20分)		5	做好检测前的工作准备： 未清点和整齐摆放设备和材料，扣2分。 未穿戴劳动防护用品，扣3分。		
		10	1. 无良好的职业操守、未做到安全文明操作，扣2分。 2. 无环保意识，扣3分。 3. 工位不整洁，扣5分。		
		5	任务完成后，未整齐摆放工具及凳子，扣2分；未整理工作台面，扣3分。		
操作规范及缺陷定位、定量 (75分)	探伤准备及灵敏度调试	2	探头频率选择不正确扣1分、直径不正确扣1分		
		3	仪器旋钮调节不正确，扣3分		
		3	扫描比例调节不准确，扣3分		
		3	选择对比试块不正确，扣3分。		
		4	灵敏度调试不符合标准要求，扣4分		
	缺陷个数	12	个数正确不扣分，每少或多1个，每个扣6分，最多扣12分。		n为缺陷总个数
	Amax (∅4±dB)	12	±4 dB 内不扣分，每超1 dB，每个扣1分，每个最多扣12/n分。		
	X (mm)	12	±4mm 内不扣分，每超1mm，每个扣1分，每个最多扣12/n分。		
	Y (mm)	12	±4mm 内不扣分，每超1mm，每个扣1分，每个最多扣12/n分。		
	H (mm)	12	±4mm 内不扣分，每超1mm，每个扣1分，每个最多扣12/n分。		

检测报告 (5分)	探伤报告	5	示意图不规范扣2分，不完整扣1分，图形不清楚，扣2分。		
--------------	------	---	-----------------------------	--	--

平板对接焊缝超声波检测评分表

评价内容		配分	考核点	得分
职业素养 (20分)		5	做好检测前的工作准备： 未清点和整齐摆放设备和材料，扣2分。 未穿戴劳动防护用品，扣3分。	
		10	1. 无良好的职业操守、未做到安全文明操作，扣2分。 2. 无环保意识，扣3分。 3. 工位不整洁，扣5分。	
		5	任务完成后，未整齐摆放工具及凳子，扣2分；未整理工作台面，扣3分。	
操作规范及缺陷定位、定量 (70分)	探伤准备及灵敏度调试	2	探头频率选择不正确扣1分，K值选择不正确，扣1分。	
		2	仪器旋钮调节基本正确，扣1分，不正确扣2分。	
		1	扫描比例调节不准确，扣1分。	
		2	对比试块选择不正确，扣2分。	
		3	灵敏度调试不符合标准要求，扣3分。	
	缺陷个数	10	缺陷多一处或I区缺陷少一处扣5分，II区及以上缺陷少一处扣10分，最多扣10分。	
	最高波幅值 dB(10分)	10	单个缺陷 $0 \leq  \Delta \text{dB}  \leq 4$ 不扣分 $4 <  \Delta \text{dB}  \leq 7$ 扣2分 $7 <  \Delta \text{dB}  \leq 9$ 扣3分 $ \Delta \text{dB}  > 9$ 扣4分 所有缺陷最多扣10分。	
	长度 L (10分)	10	单个缺陷 $0 \leq  \Delta L  \leq 4$ 不扣分 $4 <  \Delta L  \leq 7$ 扣2分 $7 <  \Delta L  \leq 9$ 扣3分 $ \Delta L  > 9$ 扣4分 所有缺陷最多扣10分。	
深度 H (10分)	10	单个缺陷 $0 \leq  \Delta H  \leq 4$ 不扣分		

			$4 <  \Delta H  \leq 7$ 扣 2 分 $7 <  \Delta H  \leq 9$ 扣 3 分 $ \Delta H  > 9$ 扣 4 分 所有缺陷最多扣 10 分	
	缺陷始点 X1	7.5	单个缺陷 $0 \leq  \Delta X1  \leq 4$ 不扣分 $4 <  \Delta X1  \leq 7$ 扣 1 分 $7 <  \Delta X1  \leq 9$ 扣 2 分 $ \Delta X1  > 9$ 扣 3 分 所有缺陷最多扣 7.5 分。	
	缺陷始点 X2	7.5	单个缺陷 $0 \leq  \Delta X2  \leq 4$ 不扣分 $4 <  \Delta X2  \leq 7$ 扣 1 分 $7 <  \Delta X2  \leq 9$ 扣 2 分 $ \Delta X2  > 9$ 扣 3 分 所有缺陷最多扣 7.5 分。	
	缺陷偏离焊缝中心距离 Y	5	单个缺陷 $0 \leq  \Delta Y  \leq 4$ 不扣分 $4 <  \Delta Y  \leq 7$ 扣 1 分 $7 <  \Delta Y  \leq 9$ 扣 2 分 $ \Delta Y  > 9$ 扣 3 分 所有缺陷最多扣 5 分。	
检测报告 (10 分)	检测报告内容	5	起点、终点和深度，每缺少一项扣 1 分，最多扣 5 分。	
		5	示意图不规范扣 2 分，不完整扣 1 分，图形不清楚，扣 2 分。	

## 2. 射线评片

评价内容	配分	考核点	得分	备注
职业素养 (20 分)	5	做好检测前的工作准备： 清点设备和材料，并摆放整齐，2 分 必须穿戴劳动防护用品，3 分。		
	10	1. 具有良好的团队合作精神和具有良好的职业操守、做到安全文明操作，2 分。 2. 有环保意识，3 分。 3. 保持工位整洁，5 分。		
	5	任务完成后，整齐摆放工具及凳子、整理工作台面等并符合“6S”要求。		
检测结果 (70 分)	5	焊接方法，不正确扣 5 分		
	5	焊接位置，不正确扣 5 分		
	5	可识别最小丝编号，不正确扣 5 分		

	缺陷评定 (35分)	缺陷定性 (25分)				
		缺陷定量 (长度或 点数) (10分)	$0 \leq  \Delta X1  \leq 1$ ; 不扣分			
			$1 <  \Delta X1  \leq 2$ ; 扣 0.25 分			
			$2 <  \Delta X1  \leq 3$ ; 扣 0.5 分			
			$3 <  \Delta X1  \leq 5$ ; 扣 1 分			
$ \Delta X1  > 5$ ; 扣 1.5 分						
	缺陷 评级 (10分)	不一致扣 10 /n 分				
	伪缺陷 (10分)	每多一项或少一项扣 0.5 分				
检测 报告 (10分)	检测报 告内容 (6分)	每错一栏扣 1 分，最多扣 6 分				
	检测部 位示意 图标识 (4分)	缺陷编号和缺陷大致形态每缺少一项扣 1 分， 最多扣 4 分				

### 3. 磁粉检测

评价内容	配分	考核内容	考核标准	得分
职业素养 (20分)	5	做好测量前的工作准备：清点工具及试样，并摆放整齐。必须穿戴劳保用品。	1. 未清点工具及试样，并摆放整齐，扣 2 分 2. 未穿戴劳保用品，扣 3 分。	
	5	正确选择仪器、试片等。	仪器选择不正确扣 3 分、试片扣 2 分。	
	5	具有良好的团队合作精神、良好的职业操守，做到安全文明生产，有环保意识；保持工位整洁。	没有良好的团队合作精神，扣 1 分、未良好的职业操守，扣 1 分，未做到安全文明生产扣 1 分，没环保意识扣 1 分；保持工位整洁扣 1 分。	
	5	任务完成后，整齐摆放工具、试样、试片、整理工位等并符	任务完成后，未整齐摆放工具、试样、试	

			合“6S”要求。	片、整理工位等并符合“6S”要求。扣1-5分	
操作规范 (70分)	探伤方法的选择	5	根据工件形状、大小等选择适合的探伤方法	符合NB/T47013.4-2015标准规定	
	选定磁粉类型	5	根据检测方法和工件本体颜色选择合适的磁粉类型	满足探伤要求	
	仪器检查	5	接通电源，打开开关，检查保险，接上电缆插头，检查仪器提升力等	仔细检查	
	试件表面检查清理	5	清除探伤表面锈蚀、油垢等	清理干净	
	灵敏度测试	3	正确使用灵敏度的试片(块)的选用	符合NB/T47013.4-2015标准要求	
		5	用灵敏度的试片(块)验证磁化规范	能显示试片上的人工缺陷	
	磁化方向	5	根据工件加工(或焊接)工艺产生缺陷的方向，确定磁化方向	有利发现各个方向的缺陷特别是危险缺陷	
	磁化覆盖区	5	根据每次磁化范围，确定磁化覆盖区域	保证不会出现漏检区域	
	磁化	5	1~3秒间断通电磁化；至少反复磁化两次。旋转磁场磁化时，磁轭应连续行进	时间适中	
	施加磁粉(磁悬液)	5	施加方法及其应注意事项	符合NB/T47013.4-2015标准要求	
	磁痕分析	4	检查磁痕、辨别真伪	认真检查，仔细分析，辨别真伪磁痕	
	疑痕复探	1	复查磁痕、辨别真伪，肯定缺陷	能判定缺陷真伪	
清理现场	2	探伤用的试件、试片、设备仪器、磁悬液等归位，做好卫生	整齐、整洁、不遗漏		

	缺陷记录	缺陷定位	3	S1 缺陷组中最左端缺陷的起点到缺陷记录零位线的距离	±3mm 内不扣分 ±3-5mm 每组扣 1/n 分 ±5-10mm 每组扣 2/n 分 > ±10mm 不得分	
			3	S2 缺陷组中最右端缺陷的终点到缺陷记录零位线的距离	±3mm 内不扣分 ±3-5mm 每组扣 1/n 分 ±5-10mm 每组扣 2/n 分 > ±10mm 不得分	
			3	S3 缺陷组中最大端缺陷的左端到缺陷记录零位线的距离	±3mm 内不扣分 ±3-5mm 每组扣 1/n 分 ±5-10mm 每组扣 2/n 分 > ±10mm 不得分	
		缺陷定量	3	L 缺陷组中最大缺陷的长度	±3mm 内不扣分 ±3-5mm 每组扣 1/n 分 ±5-10mm 每组扣 2/n 分 > ±10mm 不得分	
			3	N 缺陷组数	发现的缺陷组数不对, 每差一组扣 8/n	
检测报告 (10分)	缺陷评级及报告	4	评 级	符合 NB/T47013. 4-2015 标准		
		3	报告的填写	报告内容不齐全、数据不准确, 每空扣 0.5 分, 最多扣 5 分。		
		3	缺陷位置示意图	示意图规范、完整、图形清楚, 扣 1-5 分		
考试时间		60 分钟				

#### 4. 渗透检测

评价内容	配分	考核内容	考核标准	得分
职业素养 (20分)	5	做好测量前的工作准备: 清点工具及试样, 并摆放整齐。必须穿戴劳保用品。	3. 未清点工具及试样, 并摆放整齐, 扣 2 分	

			4. 未穿戴劳保用品，扣3分。	
		5	采用合理的方法，试片等。	方法选择不正确扣3分、试片扣2分。
		5	具有良好的团队合作精神、良好的职业操守，做到安全文明生产，有环保意识；保持工位整洁。	没有良好的团队合作精神，扣1分、未良好的职业操守，扣1分，未做到安全文明生产扣1分，没环保意识扣1分；保持工位整洁扣1分。
		5	任务完成后，整齐摆放工具、试样、试片、整理工位等并符合“6S”要求。	任务完成后，未整齐摆放工具、试样、试片、整理工位等并符合“6S”要求。扣1-5分
操作规范 (70分)	探伤剂的选择	5	(1) 满足检测试件灵敏度要求； (2) 质量检查： a、渗透剂是否变质； b、显像剂是否凝聚或性能下降 c、是否在使用有效期内	不符合 NB/T47013.5-2015标准规定，扣1-5分。
	渗透时间的选择	8	渗透时间的选择是否正确	在10-50℃范围内一般不应少于10分钟，在5-10℃范围内一般不应少于20分钟，超过上述温度时，应进行检定。不符合要求扣1-8分。
	灵敏度测试	8	按正确的操作程序用镀铬试块进行试验	操作符合要求，裂纹显示清楚，不符合要求扣1-8分。
	操作程序	8	(1) 准备试件、喷罐、卫生纸，对比试块等 (2) 根据不同种类的渗透检测剂选择正确的操作程序 (3) 对显示图像进行观察、分析 (4) 发现缺陷显示有疑问时，进行复验	操作程序应符合NB/T47013.5-2015标准要求，发现显像迹痕有疑问时，要进行复验，不符合要求扣1-8分。
	清洗方法	6	选用清洗剂按正确方法进行清洗	被检部位无残余渗透剂，又不得过清洗，不符合要求扣1-6分。

	显像剂喷洒	10	正确使用显像剂，喷洒操作正确，热风干燥器使用等	摇晃喷罐，先在非检区试喷待均匀后以300mm-400mm距离，30-40°夹角均匀喷洒，不符合要求扣1-10分。		
	缺陷记录	缺陷定位	5	S1 缺陷组中最左端缺陷的起点到缺陷记录零位线的距离	±3mm内不扣分 ±3-5mm 每组扣1/n分 ±5-10mm 每组扣2/n分 >±10mm 不得分	
			5	S2 缺陷组中最右端缺陷的终点到缺陷记录零位线的距离	±3mm内不扣分 ±3-5mm 每组扣1/n分 ±5-10mm 每组扣2/n分 >±10mm 不得分	
			5	S3 缺陷组中最大端缺陷的左端到缺陷记录零位线的距离	±3mm内不扣分 ±3-5mm 每组扣1/n分 ±5-10mm 每组扣2/n分 >±10mm 不得分	
		缺陷定量	5	L 缺陷组中最大缺陷的长度	±3mm内不扣分 ±3-5mm 每组扣1/n分 ±5-10mm 每组扣2/n分 >±10mm 不得分	
	5		N 缺陷组数	发现的缺陷组数不对，每差一组扣8/n		
	检测报告 (10分)	缺陷评级及报告	4	评 级	符合 NB/T47013.5-2015标准，不符合要求扣1-4分	
3			报告的填写	报告内容不齐全、数据不准确，每空扣0.5分，最多扣5分。		
3			缺陷位置示意图	示意图规范、完整、图形清楚，扣1-5分		
考试时间		60分钟				



## (二)新技术无损检测模块

### 1. TOFD 检测

评价内容		配分	考核点	得分	备注
职业素养 (20 分)		3	做好检测前的工作准备： 1. 清点并按规定摆放整齐设备、器材、试块，3 分。 2. 处理扫查面上的油垢及杂质等，2 分。		
		2			
		7	1. 具有良好的团队合作精神和良好的职业操守、做到安全规范操作，7 分。 2. 操作过程中保持工位整洁，3 分。		
		3			
		5	任务完成后，整理并复原设备、器材、试块，清理工作台面等并符合“6S”要求。		
检测过程及数据处理(70 分)	探头参数及楔块角度的选择和连接	4	1. 根据工件的参数选择合适的探头参数（频率、晶片尺寸）、楔块角度，参数选择错误扣 4 分。 2. 正确连接探头楔块，正确连接仪器探头，连接错误扣 2 分。		
		2			
	根据工件厚度、楔块角度计算 PCS。	2	PCS 计算错误扣 2 分。		
	测试探头延迟、入射点	3	正确测试探头的延迟时间、入射点的长度并记录，延迟时间和入射点长度错误：≤不扣分，>±1mm 扣 3 分。		
	连接编码器、扫查装置并调整好 PCS	1	1. 调整好 PCS 并将探头正确安装至扫查架。 2. 连接编码器，对编码器进行长度校准。		
		1			
	计算直通波及底波到达时间（包含延迟时间）	1	1. 计算直通波的到达时间（包括探头延迟），计算正确不扣分，计算错误扣 1 分。 2. 计算底波的到达时间（包括探头延迟），计算正确不扣分，计算错误扣 1 分。		
		1			

时间窗口设置、灵敏度设置	2	1. 根据 NB/T47013.10-2015 (5.10.2 部分)正确设置时间窗口的起始位置和终止位置,2分。 2. 根据 NB/T47013.10-2015 (5.11.2 部分) 正确设置灵敏度, 2分。		
	2			
扫查方式及扫查装置布置	1	采用非平行扫查, 将扫查装置对称布置与焊缝两侧。		
正确扫查焊缝及观察数据	4	若灵敏度设置不恰当未重新设置灵敏度扣4分, 正确不扣分。 若数据丢失未退回补采扣2分, 正确不扣分。		
	2			
保存扫查数据	1	规范保存数据文件, 文件名称(考核号-焊缝号-姓名的首字母), 并将保存的文件保存至U盘, 操作正确不扣分, 操作错误扣1分。		
离线软件打开扫查数据	2	正确利用 TOFD 离线分析软件打开拷贝至U盘的扫查数据, 操作正确不扣分, 操作错误扣2分。		
合理利用光标测量试板厚度	4	利用光标分别选中直通波及底面反射波, 读出试板厚度值并作记录, 误差 $\leq \pm 1\text{mm}$ 不扣分, $\pm 2\text{mm}$ 以内扣3分, $\geq \pm 2\text{mm}$ 扣4分。		
正确测量缺陷数据	缺陷深度	10	测量缺陷的深度、高度(缺陷自身高度=下端点深度-上端点深度)并记录, 共三组缺陷每组3.3分, 误差 $\leq \pm 1\text{mm}$ 不扣分, $\pm 3\text{mm}$ 以内扣2分, $\geq \pm 3\text{mm}$ 扣3.3分。	
	缺陷长度	10	测量缺陷的起始位置和长度并记录, 共三组缺陷每组3.3分, 误差 $\leq \pm 3\text{mm}$ 不扣分, $\pm 3\text{mm}-5\text{mm}$ 以内扣2分, $\geq \pm 5\text{mm}$ 扣3.3分。	
	类别	2	确定缺陷类别(埋藏、下表面开口、上表面开口)并记录, 共三组缺陷每组0.7分, 三组正确不扣分, 每错一组扣0.7分。	
缺陷数量	10	1. 缺陷数量正确不扣分, 漏检一处扣5分, 漏检1处以上, 扣10分。 2. 缺陷多一处扣2分, 多一处以上扣5分。		
	5			

检测报告 (10分)	探伤报告	5	报告内容不齐全、数据不准确， 每空扣0.5分，最多扣5分。		
		5	示意图规范、完整、图形清楚， 扣1-5分		

## 2. 相控阵检测

评价内容		配分	考核点	得分	备注
职业素养 (20分)		3	做好检测前的工作准备： 1. 清点并按规定摆放整齐设备、器材、试块，3分。		
		2	2. 处理扫查面上的油垢及杂质等，2分。		
		7	1. 具有良好的团队合作精神、具有良好的职业操守、做到安全规范操作，7分。		
		3	2. 操作过程中保持工位整洁，3分。		
		5	任务完成后，整理并复原设备、器材、试块，清理工作台面等并符合“6S”要求。		
检测过程及数据处理 (70分)	正确安装楔块，正确连接探头与仪器	3	1. 正确将楔块安装至探头上，楔块与探头之间未加入耦合剂、连接不紧密扣3分。		
		3	2. 探头接口与仪器接口连接错误，未上紧锁紧机构扣3分。		
	5	1. 工件厚度设置错误扣1分。 2. 坡口形式设置错误扣1分。 3. 焊缝宽度 $\leq \pm 1\text{mm}$ 不扣分， $> \pm 1\text{mm}$ 扣1分。 4. 根部间隙 $\leq \pm 1\text{mm}$ 不扣分， $> \pm 1\text{mm}$ 扣0.5分。 5. 余高 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ 不扣分， $> \pm 0.5\text{mm}$ 扣0.5分。 6. 未按文件名格式(T+工件厚度)保存工件参数扣1分。			
	3	未正确选择探头和楔块型号扣3分。			
	2	扫描类型选择(扇扫)，错误扣1分。 回波类型选择(横波)，错误扣1分。			
5	1. 起始角度选择(35°以上)，				

			<p>错误扣 1 分。</p> <p>2. 结束角度选择 (65° -70° 之间), 错误扣 1 分。</p> <p>3. 焦点深度设置 (2T), 错误扣 0.5 分。</p> <p>4. 阵元孔径 (探头得阵元数), 错误扣 0.5 分。</p> <p>5. 中心距离 (模拟声束应能覆盖整个焊缝区域), 错误扣 2 分。</p>		
根据操作手册进行正确声速校准	2		<p>1. 未能正确选择校准模式 (声程), 扣 1 分。</p> <p>2. 未找到反射体得最高波便校准, 扣 1 分。</p>		
根据操作手册对探头延迟进行正确校准	3		在 CSK- I A 试块圆弧上, 延迟校准错误或校准之后未进行验证校准结果扣 3 分。		
灵敏度校准	4		在 CSK- I A 试块圆弧上, 灵敏度校准错误或校准之后未进行验证校准结果扣 4 分。		
TCG 校准 (使不同深度反射体单独出现于设置好的闸门范围内) 并设置增益达到基准波幅高度	4		<p>1. 未能根据测试孔深正确设置显示深度, 扣分。</p> <p>2. 未能正确设置闸门宽度, 使得门内出现多个反射体回波, 扣 1 分。</p> <p>3. 未能找到各点最高波便进行记录完成 TCG 校准, 扣 2 分。</p>		
数据采集触发方式设置 (时基、编码器正向或反向)	2		未能正确设置数据采集触发方式扣 2 分。		
按照操作手册对扫描深度与采集框设置	1		未能正确设置扫描深度和采集框扣 1 分。		
焊缝扫查	1		扫中发现图像出现断线 (数据丢失) 未退回重新扫查, 扣 1 分。		
保存扫查数据	1		规范保存数据文件, 文件名称 (考核号-焊缝号-姓名的首字母), 并将保存的文件保存至 U 盘, 操作正确不扣分, 操作错误扣 1 分。		

	离线软件打开 扫查数据	2	正确利用相控阵离线分析软件 打开拷贝至U盘的扫查数据， 操作正确不扣分，操作错误扣2 分。		
正确测 量缺陷 数据	缺陷深度	10	测量缺陷的深度、高度（缺陷 自身高度=下 endpoint 深度-上端 点深度）并记录，共两组缺陷每 组5分，误差 $\leq \pm 1\text{mm}$ 不扣 分， $\pm 3\text{mm}$ 以内扣2分， $\geq \pm 3\text{mm}$ 扣5分。		
		10	测量缺陷的起始位置和长度并 记录，共两组缺陷每组5分， 误差 $\leq \pm 3\text{mm}$ 不扣分， $\pm$ $3\text{mm}-5\text{mm}$ 以内扣2分， $\geq \pm 5\text{mm}$ 扣5分。		
	类别	2	确定缺陷类别（埋藏、下表面 开口、上表面开口）并记录， 共两组缺陷每组1分，两组正 确不扣分，每错一组扣1分。		
	缺陷数量	5	1. 缺陷数量正确不扣分，漏检 一处扣3分，漏检1处以上， 扣5分。		
3		2. 缺陷多一处扣1分，多一处 以上扣3分。			
检测 报告 (10 分)	探伤报告	5	报告内容不齐全、数据不准确， 每空扣0.5分，最多扣5分。		
		5	示意图规范、完整、图形清楚， 扣1-5分		

### (三) 理化测试技能模块

#### 1. 金相检验

职业素养				
评价内容	配分	考核点	得分	备注
职业 素养	5分	做好检测前的工作准备： 清点设备和材料，并摆放整齐，2分 必须穿戴劳动防护用品，3分。		
	10分	具有良好的团队合作精神和良好的 职业操守、做到安全文明操作，2分。 有环保意识，3分。 保持工位整洁，5分。		
	5分	任务完成后，整齐摆放工具及凳子、整 理工作台面等并符合“6S”要求。		

实验操作						
评分项目	配分	评判标准			得分	备注
金相图像质量	60分	组织正确与组织清晰度 (40分)	几乎看不清组织	0~4分		
			可以辨别部分组织、很不清晰	5~12分		
			组织可勉强辨别、不够清晰	13~20分		
			组织正确、比较清晰	21~30分		
			组织正确、很清晰	21~40分		
		划痕 (20分)	低倍粗大划痕3条以上且交叉	0~5分		
			低倍粗大划痕2条或高倍细划痕数量很多(4~5个视场可见)	6~9分		
			低倍粗大划痕1条或高倍细划痕数量很多(2~3个视场可见)	10~13分		
			无低倍粗大划痕,高倍细划痕数量较少(1个视场可见)	14~17分		
			无低倍粗大划痕,高倍细划痕数量很少或没有	18~20分		
样品表面质量	10分	宏观划痕及样品清洁度程度 (5分)	污迹、坑点、宏观划痕多	0~1分		
			污迹、坑点、宏观划痕多	2~3分		
			污迹、坑点、宏观划痕少或没有	4~5分		
		观察面平整度 (4分)	有明显坡面	0~2分		
			坡面小基本平整	3分		
			很平整	4分		
样品磨面倒角 (1分)	目测视倒角质量给分【标准倒角为(0.5~1mm)×45°】	0~1分				
操作规范	10分	引导学生良好试验习惯	磨制操作	0~3分		
			抛光及腐蚀操作	0~4分		
			显微镜操作	0~3分		

## 2. 金属力学性能测试

评价内容	配分	考核点	得分	备注
职业素养	5	做好检测前的工作准备:		

(20分)		清点设备和材料，并摆放整齐，2分 必须穿戴劳动防护用品，3分。		
	10	具有良好的团队合作精神、具有良好的职业操守、做到安全文明操作，2分。 有环保意识，3分。 3. 保持工位整洁，5分。		
	5	任务完成后，整齐摆放工具及凳子、整理工作台面等并符合“6S”要求。		
操作 步骤 (70分)		根据试样选择合理的硬度测量方法，10分。		
	布氏硬度测量 (10分)	1. 选择合理的测量参数，10分；		
		2. 获得压痕直径，10分；		
		3. 从布氏硬度对照表中查出硬度值，10分；		
	洛氏硬度测量 (10分)	1. 选择合理的测量参数（包含标尺、实验力、作用时间等），15分；		
		2. 读出洛氏硬度值，10分；		
		3. 测量的第一个点的硬度值不能作为金属试样的有效硬度值，5分；		
	维氏硬度测量 (10分)	1. 选择合理的测量参数，10分；		
		2. 获得压痕对角线长度，10分；		
		3. 从维氏硬度对照表中查出硬度值，10分；		
一次摆锤冲击 试验 (30分)	1. 选择合理的测量量程，5分；			
	2. 有缺口的试样位置摆放正确，10分；			
	3. 在摆锤冲击前，刻度盘上的指针波动至量程最大处，10分；			
	4. 能正确的读取实验数据，5分；			
检测 报告 (10分)	硬度测量检测 报告内容(5分)	标注实验材料的种类，1分；		
		每一次硬度测量值（一般需测量3次，洛氏硬度需要测量4次，第一次测量结果不能作为有效值），3分；		
		计算最终的平均硬度值，1分；		
	一次摆锤冲击 试验 (5分)	标注实验材料的种类，1分；		
		标注实验材料缺口的类型，1分；		
		记录实验材料的冲击吸收功，1分；		
		计算出实验材料的冲击韧性值，2分；		

## 四、抽考方式

### （一）模块抽取

本专业技能考核标准的3个模块均为必考模块。参考学生按规定比例随机抽取考试模块。各模块考生人数按四舍五入计算，剩余的尾数考生随机在3个模块中抽取应试模块。

### （二）项目抽取

每个考核模块均设若干考核项目。考生根据抽取的考核模块，随机从对应模块中随机抽取考核项目。

### （三）试题抽取

学生在相应项目题库中随机抽取1套试题进行测试。

## 五、附录

相关规范与标准：

- （1）NB/T47013.1-2015 承压设备无损检测 第一部分：通用要求。
- （2）NB/T47013.2-2015 承压设备无损检测 第二部分：射线检测。
- （3）NB/T47013.3-2015 承压设备无损检测 第三部分：超声检测。
- （4）NB/T47013.4-2015 承压设备无损检测 第四部分：磁粉检测。
- （5）NB/T47013.5-2015 承压设备无损检测 第五部分：渗透检测。
- （6）NB/T47013.10-2015 承压设备无损检测 第十部分：衍射视差法



超声检测。

(7) NB/T47013.15-2021 承压设备无损检测 第十五部分：相控阵超声检测。

(8) 《金属显微组织检验方法》(GB/T 13298-2015)

(9) 《钢的显微组织评定方法》(GB/T 13299-1991)

(10) 《金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法》(GB/T 231.1-2018)

(11) 《金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法》(GB/T 230.1-2018)

(12) 《金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法》(GB/T 4340.1-2009)

(13) 《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》(GB/T 229-2020)