

无锡工匠·2024年无锡市特种设备
无损检测职业技能竞赛

技术文件

竞赛组委会

2024年10月 无锡

无锡工匠·2024年无锡市特种设备 无损检测职业技能竞赛技术文件

一、竞赛项目

1.1 本次竞赛分为个人赛和团体赛，设置三个实际操作竞赛模块和三个理论竞赛模块。

1.2 实际操作竞赛分三个模块，分别是模块 A 钢板对接接头超声检测竞赛、模块 B 钢管对接接头超声检测竞赛和模块 C 射线底片评定竞赛。理论竞赛分三个模块，分别是模块 D 个人赛理论竞赛、模块 E 无损检测责任人理论竞赛和模块 F 报告审核竞赛。

1.3 个人赛选手参加模块 A、模块 B、模块 C 和模块 D 四个赛项。团体赛除 2 人参加个人赛之外，选派无损检测责任人参加模块 E 和模块 F 二个赛项。

1.4 竞赛内容

1.4.1 模块 A：钢板对接接头超声检测

竞赛时间：50 分钟。竞赛试件为钢板对接接头试块，按照 NB/T 47013.3-2023《承压设备无损检测 第 3 部分:超声检测》对缺陷定性、定位、定量和评级；并在规定时间内填写检测记录，试块材料、规格和缺陷类型见表 1。

1.4.2 模块 B：钢管对接接头超声检测

竞赛时间：50 分钟。竞赛试件为钢管对接接头试块，用工装夹具限定试块 45° 倾斜固定，中心高度为 0.8m，按照 NB/T 47013.3-2023

《承压设备无损检测 第3部分:超声检测》对缺陷定性、定位、定量和评级;并在规定时间内填写检测记录,试块材料、规格和缺陷类型见表1。

1.4.3 模块C:射线底片评定

竞赛时间:50分钟。竞赛底片为12张带有焊接缺陷影像的底片,按照NB/T 47013.2-2015《承压设备无损检测 第2部分:射线检测》对缺陷进行定性、定量、定位和评级,并在规定时间内填写检测记录。

1.4.4 模块D:个人赛理论竞赛

竞赛时间:60分钟。闭卷方式,考核内容为材料、焊接、无损检测基本知识、射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测专业知识,其中基础知识20分,专业知识80分。试题范围为TSG Z8001-2019《特种设备无损检测人员考核规则》附件C特种设备无损检测人员考试大纲(II级要求)和《国家职业标准:无损检测员》,2008年中国劳动社会保障出版社。赛题类型为单项选择题、多项选择题。其中单项选择题60道,每题1分,多项选择题20道,每题2分(少选得一分多选不得分)。

1.4.5 模块E:无损检测责任人理论竞赛

竞赛时间:60分钟。闭卷方式,考核内容为特种设备法规、质量管理体系、金属材料基础知识,其中特种设备法规50分、质量管理体系30分、金属材料基础知识20分。试题范围为相关现行有效法规标准、TSG Z8001-2019《特种设备无损检测人员考核规则》附件C特种设备无损检测人员考试大纲(III级要求)、TSG Z7002-2022《特种设

备检测机构核准规则》、《承压类特种设备无损检测相关知识》2021版，中国特种设备检验协会主编；赛题类型为单项选择题、多项选择题。单项选择题 20 道，每题 2 分，多项选择题 20 道，每题 3 分（少选得 1 分多选不得分）。

1.4.6 模块 F：报告审核

竞赛时间：50 分钟。开卷方式，竞赛内容为审核 10 份无损检测报告找出其中存在的问题。报告包括 4 份射线检测报告、4 份超声检测报告、1 份磁粉检测报告、1 份渗透检测报告，覆盖锅炉、容器、管道、焊缝、板材、管件、锻件、小径管、角焊缝、厚壁和特殊材质等工件，竞赛时可携带 NB/T 47013《承压设备无损检测》标准。

1.5 竞赛成绩计算

个人赛成绩=模块 A 成绩*25%+模块 B 成绩*25%+模块 C 成绩*30%+模块 D 成绩*20%，满分 100 分。

团体赛成绩=本团队个人竞赛第一名成绩+本团队个人竞赛第二名成绩+无损检测责任人模块 E 成绩*30%+无损检测责任人模块 F 成绩*70%，满分 300 分。

二、竞赛试样的材料、规格和缺陷类型

竞赛试样的材料、规格和缺陷类型见表 1

表 1 竞赛试样的材料、规格和缺陷类型

序号	试块名称	规格	材料牌号	缺陷类型
1	超声检测：钢板对接接头试块	300×300×20	碳钢	常见焊接缺陷
2	超声检测：钢管对接接头试块	Φ159×8×300	碳钢	常见焊接缺陷
8	射线检测：底片	300×80	/	常见焊接缺陷

三、检测标准

1、NB/T 47013.2-2015 承压设备无损检测 第2部分:射线检测

2、NB/T 47013.3-2023 承压设备无损检测 第3部分:超声检测

四、射线底片评定竞赛规定

一、评片标准 NB/T47013.2-2015

二、评片安排

所有选手评定同一组底片(共 12 张),选手按抽签场次进入赛场,每人一个工位,每个工位上一张底片,每张底片限定评定时间 4 分钟,采取人动片不动的方式进行。总时长 50 分钟(含评片、出具评片记录)。

三、评片范围

1、对全张底片进行评定,不受底片上搭接标记的限制。

2、对缺陷的深度不作考虑,只按其投影尺寸计算。

四、记录填写要求

1、参赛选手考号填入评片记录表左上角方框内。

2、底片号、材质、板厚或规格按底片左上角的标签内容填写。

3、焊缝型式、焊接方法、施焊位置,根据底片上焊缝的形态判断,并在相应栏目内打“√”。

4、标注整张底片焊接接头上的每个缺陷并定位、定量、定性:

①定位:平板焊接接头:在坐标图上标示缺陷在水平(X方向)的准确位置(精确到 mm),Y 方向不必测量具体尺寸(只需大致位置);评片时,一律以底片上的标签放在左上角作为标定缺陷的方向,以底片左端为测量起点,记录底片左端到缺陷左端的距离。小径管焊接接

头：缺陷不需要精确定位，只需标注缺陷所在区域，即：椭圆成像按“源/胶侧”和“中心标记左/右”分4个区域标注，垂直透照成像按“中心标记左/右”分2个区域标注。

②定性：用代号表示缺陷种类，裂纹 A、未熔合 B、未焊透 C、条形缺陷 D、圆形缺陷 E、内凹 F、咬边 G。

③定量：条状缺陷要测量缺陷的长度，并和缺陷代号一块记录。例如：A5---表示裂纹，长度 5mm；对网状裂纹、放射状裂纹可不测量每个裂纹长度，但需测量整体长度；密集横向裂纹不需要准确画出条数，但应记录裂纹最大长度，非密集裂纹需准确画出裂纹条数，并记录每个裂纹长度；圆形缺陷要换算为点数后表示。

④评级：对整张底片按标准评定级别。

5、一律用黑色签字笔填写。

6、评片过程中，不得用笔或其它工具在底片上做任何标记。

五、超声检测竞赛规定

一、检测标准：NB/T47013.3-2023。

二、检测对象：钢板对接接头和钢管对接接头各一件，不得改变试件固定位置。

三、检测安排：参赛选手按抽签场次、工位号进入赛场。

钢板对接接头时长 50 分钟（含检测操作、出具检测记录），其中检测操作时长不得超过 45 分钟（含仪器调试）。检测操作完成后到赛场旁的指定教室整理出具检测记。

钢管对接接头时长 50 分钟（含检测操作、出具检测记录），其中

检测操作时长不得超过 45 分钟（含仪器调试）。检测操作完成后到赛场旁的指定教室整理出具检测记录。

四、检测规定

1、竞赛开始时，参赛人员可将标准和仪器、探头和探头连接线等带入竞赛现场，应依据考号按顺序进入考场、考位，所携带仪器数据需清零。比赛过程中，参赛人员如有疑问应先举手示意，监考人员不回答任何涉及答案的问题。

2、钢板对接接头以左侧位置为 0 点，试件编号侧为 A 侧，对侧为 B 侧。如附件 2 中焊缝展开图所示：线性（条形）缺陷在焊缝长度方向的位置，需分别记录缺陷左侧端点、右侧端点、最大当量处距离 0 点的距离 S_1 、 S_2 、 S_3 。点状缺陷只记录最大当量处距离 0 点的距离 S_3 。缺陷在焊缝宽度上的位置为缺陷最高回波点距离焊缝中心线的距离，最大当量处在中心线以上（A 侧）为正（+），在中心线以下（B 侧）为负（-）。

3、超声检测钢管对接接头以规定标记点（）位置为 0 点，缺陷定位使用沿标记箭头方向进行标识，与箭头方向一致为正，连续测量到终点。灵敏度按 NB/T47013.3-2023 标准中表 27 进行调节。

4、缺陷埋藏深度测量以试件编号标记面为基准。

5、需对发现的 I 区及以上每个缺陷分别进行定量、定位、定性和质量评级。对于 I 区以下缺陷，参赛人员认为是危害性缺陷时，需进行定量、定位、定性和质量评级。

6、耦合补偿统一为 3dB。试板左、右两侧距离端面 10mm 范围内

缺陷不计。

五、记录填写要求

1、参赛选手信息填入超声检测记录表左上角方框内。

2、需画出大致缺陷位置。对具有一定长度的缺陷，S1 表示缺陷左侧起始位置，对接试件为缺陷左侧端点距试板左侧距离，S2 表示缺陷右侧端点位置距试板左侧距离，S3 表示缺陷最大当量处位置。L 为缺陷长度（S2-S1）。深度 H 为缺陷最大当量处深度。

3、缺陷的定性应根据缺陷的回波特征进行判定，缺陷性质分类：裂纹、未熔合、未焊透、条状、点状 5 类。

4、缺陷最大当量应统一填写 $SL \pm X \text{ dB}$ 格式。

六、记录表和评分标准见附件

附件 1 底片评定记录表

附件 2 钢板对接接头超声检测记录

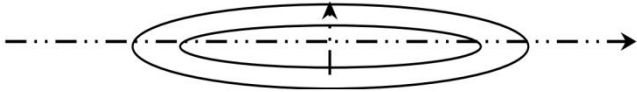
附件 3 钢管对接接头超声检测记录

附件 4 射线底片评定实际操作项目评分标准

附件 5 超声检测实际操作项目评分标准

附件 1

底片评定记录表

底片号	板厚或规格 (mm)	材质	焊缝型式			焊接方式			施焊位置					缺陷定位、定性、定量及图示	评定等级	得分
			双面焊	单面焊	加垫板单面焊	手工电弧焊	氩弧焊	自动焊	平焊	立焊	横焊	仰焊	全位置			
1														----->		
2														----->		
3														----->		
4														----->		
5														----->		
6														----->		
7														----->		
8														----->		
9														----->		
10														----->		
11														----->		
12																

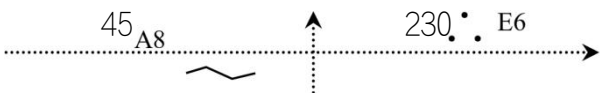
评定表填写说明：

- ① “底片号”——按底片上所标注的 1—12 的序号次序，依次评定。
- ② “板厚或规格”、“材质”——按底片上所给定的数据填写。
- ③ “焊缝型式”、“焊接方法”、“施焊位置”将所选定结果在相应栏内画“√”。
- ④ “缺陷的定位、定性、定量（图示）”一栏，须标出缺陷起点位置、缺陷性质代号、长度（点数）及大致形状，其位置应与底片中缺陷所在的位置相对应。
- ⑤ “评级”——填写按考核所规定标准评定出的底片级别。
- ⑥ 材料缺陷、表面缺陷及伪缺陷应备注注明。

代码	A	B	C	D	E	F	G
缺陷性质	裂纹	未熔合	未焊透	条渣或条孔	圆形缺陷	内凹	内咬边

填写示例：

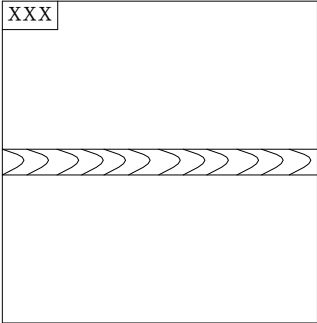
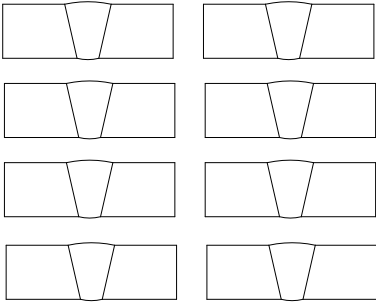
某一在平焊位置的手工焊加埋弧焊的双面焊焊缝底片上（1号底片），在距左端45mm有裂纹长度 8mm；在距左端230mm处有圆形缺陷 6 点，应在评定表中按下述格式填写：

底片号	板厚或规格（mm）	材质	焊缝型式			焊接方式			施焊位置					缺陷定位、定性、定量及图示	评定等级	得分
			双面焊	单面焊	加垫板单面焊	手工电弧焊	氩弧焊	自动焊	平焊	立焊	横焊	仰焊	全位置			
1	20	20g	√			√	√		√							

附件 2

钢板对接接头超声检测记录

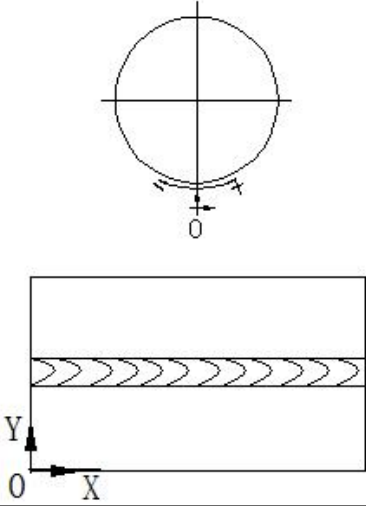
提前交卷时间： 分钟 暗码号： （以上为裁判填写）

试件规格：		试件明码号：							
仪器型号：		标准试块：				对比试块：			
探头型号：		前沿： mm				折射角值：			
耦合补偿： dB		耦合剂：				扫描比例：			
基准灵敏度：		检测比例： %				检测标准：			
缺陷部位示意图：									
XXX  									
缺陷 编 号	缺陷定位						缺陷定量		缺陷定性
	扫查 侧	深度 D (mm)	S1 (mm)	S3 (mm)	S2 (mm)	最高波位置缺陷偏 离焊缝中心 距离 Z(mm)	缺陷长度 L (mm)	最高波幅 S _L ± dB	缺陷性质
注：1. 钢板对接接头以试件编号面为正面，试件编号面位于试件左上角，缺陷定位以左侧板边缘为 0 点； 2. 缺陷部位示意图必须标注的信息包括缺陷编号（由小到大排列）和缺陷大致位置； 3. 点状、横向缺陷的起始点、最高波、终点位置可为同一数值，不需要测量长度，用“/”表示； 4. “偏离焊缝中心距离 Z”为最高波点距焊缝中心距离，以焊缝中心为原点，在焊缝中心上部为正，下部为负。 5. 缺陷性质分为点状、条状、未焊透、未熔合和裂纹。									

附件 3

钢管对接接头超声检测记录

提前交卷时间： 分钟 暗码号： （以上为裁判填写）

试件规格：		试件明码号：							
仪器型号：		标准试块：				对比试块：			
探头型号：		前沿： mm				折射角值：			
耦合补偿： dB		耦合剂：				扫描比例：			
基准灵敏度：		检测比例： %				检测标准：			
缺陷部位示意图： 									
缺陷 编 号	缺陷定位						缺陷定量		缺陷定性
	扫查 侧	深度 D (mm)	S1 (mm)	S3 (mm)	S2 (mm)	最高波位置缺陷 偏离焊缝中心距 离 Z(mm)	缺陷长度 L (mm)	最高波幅 S _L ± dB	缺陷性质

注：1. 钢管对接接头以试件编号侧为 A 侧，以中心标记为 O 点，缺陷定位记录以标识箭头方向连续测量；
2. 缺陷部位示意图必须标注的信息包括缺陷编号（由小到大排列）和缺陷大致位置；
3. 点状、横向缺陷的起始点、最高波、终点位置可为同一数值，不需要测量长度，用“/”表示；
4. “偏离焊缝中心距离 Z”为最高波点距焊缝中心距离，以焊缝中心为原点，在焊缝中心上部为正，下部为负。
5.缺陷性质分为点状、条状、未焊透、未熔合和裂纹。

附件 4

射线底片评定实际操作项目评分标准

评分项目	分值	评分项			评分标准
焊接接头判定	0.5 分	焊缝型式、焊接方法、施焊位置			每错 1 项扣 0.25 分
缺陷定性	5 分	漏评	危害性缺陷漏评	仅有 1 处危害性缺陷的	扣 5 分
				有 2 处或 2 处以上危害性缺陷的	每漏评 1 处扣 5/N+1 分
			非危害性缺陷漏评	仅有 1 处缺陷的	扣 5 分
				仅有 1 处非危害性缺陷的	扣 2 分
				有 2 处或 2 处以上非危害性缺陷的	每漏评 1 处扣 5/N 分
		错评	危害性缺陷相互错评	仅有 1 处危害性缺陷的	扣 3 分
				有 2 处或 2 处以上危害性缺陷的	每错评 1 处扣 2 分
			危害性缺陷与非危害性缺陷相互错评	仅有 1 处缺陷的	扣 4 分
				有 2 处或 2 处以上缺陷的	每错评 1 处扣 5/N+0.5 分
			非危害性缺陷相互错评	仅有 1 处缺陷的	扣 3 分
				有 2 处或 2 处以上缺陷的	每错评 1 处扣 5/N 分
			伪缺陷评定为缺陷	伪缺陷评定为危害性缺陷的	扣 5 分
				伪缺陷评定为非危害性缺陷	每错评 1 处扣 2 分
缺陷定量	0.5 分	圆形缺陷(点数, 允许偏差 1 点)	1 点 < 偏差 ≤ 2 点	每 1 处扣 0.25 分	
			偏差 > 2 点	扣 0.5 分	
		条形缺陷(长度, 允许偏差 2mm; 含危害性缺陷)	2mm < 偏差 ≤ 4mm	每 1 处扣 0.25 分	
			偏差 > 4mm	扣 0.5 分	
缺陷定位	0.5 分	缺陷位置(偏差允许 5mm) (小径管焊接接头见注 6)		5mm < 偏差 ≤ 10mm	扣 0.5 分
				偏差 > 10mm	按漏评处理
缺陷评级	1.5 分	应综合评级的		未综合评级的	每处扣 1.0 分
		级别评定错误	相差 1 级的	扣 0.5 分	
			相差 2 级的	扣 1 分	
			其他级别与Ⅳ相互错评	扣 1.5 分	

注: 1. 共 12 张底片, 前 10 张每张 8 分、后 2 张(11 号、12 号胶片)每张 10 分, 权重不变; 得分保留小数点 3 位;
 2. 各评分分项累计扣分不得超过该分项分值;
 3. 危害性包括: 裂纹、未熔合、未焊透, 非危害性缺陷包括: 条状缺陷、圆形缺陷(夹渣、气孔、夹钨等)、内凹、咬边;
 4. N——每张底片同类缺陷数量(危害性缺陷或非危害性缺陷数), 圆形缺陷不计入 N;
 5. 网状裂纹、放射状裂纹、横向裂纹等裂纹集中的条数不作为扣分依据;
 6. 小径管焊接接头椭圆成像按“源/片侧”和“中心标记左/右”分 4 区, 垂直透照成像按“中心标记左/右”分 2 区; 缺陷位置在标准答案相应区域内的不扣分, 超出区域的按漏评处理。

附件 5

超声检测实际操作项目评分标准

	检查项目		评分标准	
			与标准答案	扣分
检测 结果	缺陷数量 (30 分)	条状缺陷	条状缺陷多 a 处或少 a 处	扣 30a/n 分
		点状缺陷	判废线以上点状缺陷少 a 处	扣 30a/n 分
			判废线以下点状缺陷少 a 处	扣 15a/n 分
			比标准答案多出点状缺陷超过定量线时	扣 15/n 分
	缺陷定量、定位和定性 (65 分)	缺陷漏检最高波幅度 dB (最多扣 10 分)	点状缺陷少 a 处	扣 30a/n 分
			条状缺陷少 a 处	扣 65a/n 分
			$0 \leq \Delta \text{ dB} \leq 2$	不扣分
			$2 < \Delta \text{ dB} \leq 3$	扣 2/n 分
			$3 < \Delta \text{ dB} \leq 5$	扣 3/n 分
		长度 L (最多扣 10 分)	$0 \leq \Delta \text{ L} \leq 2$	不扣分
			$2 < \Delta \text{ L} \leq 3$	扣 2/n 分
			$3 < \Delta \text{ L} \leq 5$	扣 3/n 分
			$ \Delta \text{ L} > 5$	扣 4/n 分
		深度 D (最多扣 10 分)	$0 \leq \Delta \text{ D} \leq 1$	不扣分
			$1 < \Delta \text{ D} \leq 2$	扣 2/n 分
			$2 < \Delta \text{ D} \leq 4$	扣 3/n 分
			$ \Delta \text{ D} > 4$	扣 4/n 分
		起始位置 S (最多扣 12 分)	$0 \leq \Delta \text{ X1} \leq 1$	不扣分
			$1 < \Delta \text{ X1} \leq 2$	扣 1/n 分
			$2 < \Delta \text{ X1} \leq 3$	扣 2/n 分
			$3 < \Delta \text{ X1} \leq 5$	扣 3/n 分
			$ \Delta \text{ X1} > 5$	扣 4/n 分
		最高波位置 S (最多扣 8 分)	$0 \leq \Delta \text{ X} \leq 1$	不扣分
			$1 < \Delta \text{ X} \leq 2$	扣 1/n 分
			$2 < \Delta \text{ X} \leq 3$	扣 2/n 分
			$3 < \Delta \text{ X} \leq 5$	扣 3/n 分
			$ \Delta \text{ X} > 5$	扣 4/n 分
		缺陷偏离焊缝中心 Z 距离 (最多扣 10 分)	$0 \leq \Delta \text{ Z} \leq 1$	不扣分
			$1 < \Delta \text{ Z} \leq 2$	扣 1/n 分
			$2 < \Delta \text{ Z} \leq 3$	扣 2/n 分
			$3 < \Delta \text{ Z} \leq 5$	扣 3/n 分
			$ \Delta \text{ Z} > 5$	扣 4/n 分
		缺陷定性 (5 分)	与标准答案错 1 处扣 5/n 分, 最多扣 5 分 注: n 表示标准答案上有 n 个缺陷	
检测	检测记录内容 (2 分)		每错一栏扣 0.5 分, 最多扣 2 分	
记录	检测部位示意图标识 (3 分)		起点、终点和深度, 每缺少一项扣 0.5 分, 最多扣 3 分。	

注：

1. 各评分项累计扣分不得超过该项分值；得分保留小数点 2 位；
2. 点状缺陷的位置与标准答案的位置不超过 5mm；横向裂纹的位置与标准答案的位置不超过 10mm；否则确认为漏检。
3. 点状和横向裂纹之外的缺陷，长度位置与标准答案的位置重合少于20%的，确认为漏检；
4. 当检出缺陷数量多于标准答案时，按上表扣除“缺陷数量”分；当检出缺陷数量少于标准答案时，除按上表扣除“缺陷数量”分外，还要扣除“缺陷漏检”分，此时“缺陷定量、定位和定性”分不再扣除；
5. 当标准答案上有多个缺陷时，缺陷定位、缺陷定量、缺陷定性的分数应除以缺陷个数 n ，缺陷个数 n 为标准答案中的个数；
6. 规定：反射波幅超过评定等级的缺陷，其指示长度小于 8mm 作为点状缺陷，指示长度大于或等于 8mm 时作为条状缺陷。