

附件三：

2025 年中国大学生机械工程创新创业大赛

无损检测创新实践与应用赛——渗透检测技术竞赛

一、竞赛形式及竞赛大纲

参考教材：

中国机械工程学会无损检测分会人员认证培训教材《渗透检测》（1、2、3 级适用）

吕云翔，王志鹏著. 深度学习 [M]. 清华大学出版社 (ISBN: 9787302670728)

竞赛时间、题型、题量及分值：

理论竞赛：笔试（闭卷），满分 100 分（其中人工智能知识测试共 10 分），60 分钟，不允许延时。单选题 35 题（每题 2 分），是非题 30 题（每题 1 分）。

实操竞赛：满分 100 分，其中 60 分钟实际操作 + 20 分钟填写检测报告，不允许延时。

成绩计算：

个人总成绩 = 理论竞赛 50% + 实操竞赛 50%

团队总成绩 = 团队 3 名队员的个人总成绩之和

渗透检测技术竞赛理论大纲

序号	考核内容		占总分百分比及掌握程度 (A-掌握; B-理解; C-了解)	
			本科	高职
1	基础知识		27	24
	概述	检测原理和用途	A	A
		检测方法分类	A	B
		检测优缺点	A	A
	毛细现象	润湿和不润湿	A	A
		表面张力	A	B
		毛细现象	A	A
		毛细管中上升(下降)高度	A	C
	表面活性	表面活性	A	B
		表面活性剂种类、结构及特性	B	C
		乳化现象和乳化剂	A	B
		乳化作用	B	C
		凝胶现象	B	-
	光学基础	可见光、紫外光和荧光	A	A
		光致发光、荧光物质和磷光物质	A	C
		荧光物质的发光原理	B	C
		光学单位	B	C
		着色(荧光)强度	C	-
		可见度与对比度	A	B
		影响可见度的因素	B	C
	2	渗透检测材料和器材		21
渗透检测材料		渗透液的性能	A	B
		荧光和着色渗透液	A	A
		特殊用途渗透液	B	-
		去除剂	A	B
		乳化剂	A	C
		显像剂	A	B
		特殊用途的渗透检测材料	C	-
		同族组渗透检测材料	A	B
		渗透检测系统灵敏度的校验	A	A
		试块	试块的作用和分类	A
A型试块			A	A
B型试块			A	A
C型试块			A	A
其他试块			B	-

	检测器材	便携式压力喷罐	A	B
		黑光灯、白光灯	A	B
		照度计、黑光辐照度计	B	B
		渗透液槽、乳化剂槽、水洗槽	B	C
		显像装置、预清洗装置	B	C
		热空气循环干燥装置	B	C
		静电喷涂装置	B	C
		对渗透检测装置的要求	B	-
3	检测技术		14	26
	表面准备和预清洗	表面准备方法及特点	A	A
		预清洗	A	A
		清洗后干燥方法和重要性	A	A
		表面污染的种类及其对渗透检测的危害性	A	A
	渗透	渗透方法、时间、温度的控制	A	A
		影响渗透能力的因素	A	B
	去除	去除多余渗透液的意义	A	A
		去除方法的选择及其应用	A	B
		水洗型、后乳化型、溶剂型渗透液的去除	A	A
		影响去除能力的因素	B	C
	干燥	干燥的意义	A	A
		通用干燥方法	A	B
		热浸技术	-	-
		干燥注意事项	A	B
	显像	显像方法的分类和适用范围	A	A
		显像时间与温度控制	A	A
		显像剂分散性和颗粒的影响	B	C
	检验	检验环境	A	A
		光源要求	A	B
		暗适应的原因和要求	A	B
		影响观察效果的因素	A	B
	后清洗	后清洗方法及意义	A	B
	特殊渗透检测方法	用渗透液探测泄漏的方法	C	-
		渗透液与显像剂相互作用法	C	-
		过滤粒子法	C	-
逆荧光法		C	-	
酸洗显示染色法		C	-	
消色法		C	-	
加载法		C	-	
渗透检测工	水洗型渗透检测的工艺流程	A	A	

	艺流程	后乳化型渗透检测的工艺流程	A	A
		溶剂去除型渗透检测的工艺流程	A	A
		各种渗透检测方法的优缺点	A	B
		渗透检测方法的选择原则	A	B
		渗透检测工序安排原则	A	B
		渗透检测工艺的控制和校验	B	C
4	渗透检测的应用		14	20
	检测应用	焊接件的渗透检测	A	A
		铸件的渗透检测	A	A
		锻件的渗透检测	A	A
		机加工零件的渗透检测	A	A
	结果评定	显示的解釋(非相关显示和相关显示、伪显示)	A	A
		显示的种类	A	A
		缺陷的记录和评定	A	A
	安全和健康	渗透检测的安全防护措施	A	A
		黑光灯的防护要求	A	A
渗透检测污水的危害和处理		C	C	
5	渗透检测标准		4	2
	GB/T18851.1-2012 无损检测渗透检测第1部分:总则		B	C
6	渗透检测工艺设计		10	2
	通用工艺规程设计		-	-
	工艺程序(作业指导书)设计		B	-
	工艺卡设计		B	C
7	人工智能基础		10	0
	7.1 人工智能简介	7.1.1 人工智能内涵	A	-
		7.1.2 人工智能发展历史	A	-
	7.2 深度学习简介	7.2.1 计算机视觉	A	-
		7.2.2 仿生学与深度学习	A	-
		7.2.3 现代深度学习	A	-
		7.2.4 传统方法与神经网络方法比较	B	-
	7.3 深度学习框架	7.3.1 PyTorch		-
		a. PyTorch 简介	B	-
		b. PyTorch 的特点	B	-
		7.3.2 TensorFlow		-
		a. TensorFlow 简介	B	-
	b. TensorFlow 的特点	B	-	
	7.4 机器学习基础知识	7.4.1 机器学习概述		-
a. 机器学习的分类		A	-	
b. 机器学习的模型构造过程		B	-	

		7.4.2 监督学习	A	-
		7.4.3 非监督学习	B	-
		7.4.4 强化学习	C	-
		7.4.5 神经网络与深度学习		-
		a. 感知器模型	B	-
		b. 前馈神经网络	B	-
		c. 卷积神经网络	B	-
		d. 其他类型结构的神经网络	C	-
7.5 回归模型	7.5.1 线性回归	B	-	
	7.5.2 Logistic 回归	C	-	
7.6 神经网络基础	7.6.1 神经网络基础概念	A	-	
	7.6.2 感知器		-	
	a. 单层感知器	B	-	
	b. 多层感知器	B	-	
	7.6.3 BP 神经网络		-	
	a. 梯度下降	B	-	
b. 后向传播	C	-		
7.7 卷积神经网络	7.7.1 卷积神经网络基础	A	-	
	7.7.2 卷积操作	B	-	
	7.7.3 池化层	B	-	
	7.7.4 卷积神经网络	B	-	
	7.7.5 经典卷积神经网络结构		-	
	a. VGG 网络	B	-	
	b. InceptionNet	B	-	
	c. ResNet	B	-	

渗透检测技术竞赛用试块：

对比试块：B 型不锈钢镀铬试块 。

考核试块：渗透板板对接焊缝试块，外形尺寸：100mm*100mm*10mm，

材料：304 不锈钢。

渗透检测技术竞赛实操竞赛大纲

序号	内容	占总分百分比及操作要求	
1	操作过程	30%	
	检测灵敏度校验	使用 B 型试块	
		将 B 型试块放置在被检测试件旁边，与试件同时检测	
		B 型试块放置位置距离检测区至少 20mm，不能影响检测结果评定	
	预处理	表面准备和预清洗	试件表面清理干净 清洗后，被检表面不得残留溶剂和水分
		施加渗透剂	施加方法
	渗透时间		符合标准要求时间， $\geq 10\text{min}$
	渗透剂去除		去除方式
		去除效果	不得过度去除或者去除不足
		干燥处理	正确干燥
	施加显像剂	施加过程	摇匀，控制距离、角度，不得喷错位置
		施加效果	均匀，不能过厚或太薄
		显像时间	符合标准要求时间， $\geq 10\text{min}$
	观察	光照度	在标准规定值环境下观察
		观察方法	在显像时间内连续进行
	后清洗	清洗	必须清洗
清洗效果		清洗干净，表面没有残留物	
复位	检测设施、器材等清洁、整理和归位		
2	检测结果	65%	
	缺陷组数	相邻且间距小于其中较小显示主轴尺寸的显示，应视为一组。	
		不得漏检（与标准答案缺陷起止范围重合长度：线性缺陷大于等于 5mm，非线性缺陷大于等于 2mm，视为检出）	
		不得误判（多出的缺陷记录）	
	缺陷位置	缺陷的起和终点位置定位准确	
	缺陷类型	缺陷形状分类（非线性或线性）准确	
缺陷尺寸	非辐射状缺陷长度或辐射状缺陷最大长度测量准确		
	线性相关显示长度误差不超过 10mm		
	非线性相关显示长径误差不超过 5mm		
3	检测报告	5%	
	检测报告内容	内容完整，无错误	
	检测部位示意图	图形规范，标识清楚	

姓名: _____

考号: _____

二、渗透检测技术竞赛实操项目评分标准表

试件种类	板状对接接头		总评得分		
操作考试项目		评分标准		各项扣分	
操作过程 (30分)	系统性能校验 (5分)		未使用 B 型试块	扣 5 分	扣 分
			B 型试块放置位置距离焊道小于 20mm	扣 2 分	扣 分
			未检出 B 型试块上缺陷	扣 3 分	扣 分
	预处理 (2分)	表面准备 和预清洗	试件表面未清理干净	扣 1 分	扣 分
			清洗后, 被检表面遗留溶剂和水分	扣 1 分	扣 分
			未进行预处理	扣 2 分	扣 分
	施加渗透剂 (4分)	施加方法	渗透剂未完全覆盖待检区域	扣 1 分	扣 分
			不均匀或过量喷满整个工件	扣 1 分	扣 分
			被检部位未保持润湿状态	扣 1 分	扣 分
		渗透时间	低于标准要求时间	扣 1 分	扣 分
	渗透剂去除 (6分)	去除方式	往复擦拭或者直接用清洗剂清洗	扣 2 分	扣 分
		去除效果	过度去除或者去除不足	扣 2 分	扣 分
		干燥处理	未干燥	扣 2 分	扣 分
	施加显像剂 (6分)	施加过程	摇匀、距离、角度、喷错位置	扣 2 分	扣 分
		施加效果	不均匀、过厚、太薄	扣 2 分	扣 分
显像时间		低于标准要求时间	扣 2 分	扣 分	

	观察 (2分)	观察方法	未在显像时间内连续进行	扣2分	扣分
	后清洗 (3分)	是否清洗	未清洗	扣3分	扣分
		清洗效果	未清洗干净, 表面有残留物	扣2分	扣分
	复位 (2分)	清洁	工位、器材未清洁	扣1分	扣分
		整理归位	器材未整理归位	扣1分	扣分
检测结果 (65分)	缺陷组数 (30分)	标准答案缺陷组数 N 为: 正确检出缺陷组数:		漏检和误判缺陷不进行类型、位置、尺寸、级别评分, 此项一并扣分, 最多扣63分	
		漏检缺陷组数:		扣63/N分/组	扣分
		误判缺陷组数:		扣10分/组	扣分
	缺陷类型 (6分)	判定错误		扣6/N分/组	扣分
	缺陷位置 (12分)	位置误差在 $\{ \Delta X \leq 2\text{mm}, \Delta Y \leq 1\text{mm}\}$ 范围		不扣分/组	扣分
		位置误差在 $\{ \Delta X \leq 5\text{mm}, \Delta Y \leq 3\text{mm}\} - \{ \Delta X \leq 2\text{mm}, \Delta Y \leq 1\text{mm}\}$ 范围		扣6/N分/组	扣分
		位置误差在 $\{ \Delta X \leq 8\text{mm}, \Delta Y \leq 5\text{mm}\} - \{ \Delta X \leq 5\text{mm}, \Delta Y \leq 3\text{mm}\}$ 范围		扣9/N分/组	扣分
		位置误差在 $\{ \Delta X > 8\text{mm}, \Delta Y > 5\text{mm}\}$ 范围		扣12/N分/组	扣分
	缺陷尺寸 (12分)	线性相关显示长度误差 $0\text{mm} \leq \Delta L \leq 2\text{mm}$		不扣分/组	扣分
		线性相关显示长度误差 $2\text{mm} < \Delta L \leq 5\text{mm}$		扣6/N分/组	扣分
		线性相关显示长度误差 $5\text{mm} < \Delta L \leq 10\text{mm}$		扣9/N分/组	扣分
		线性相关显示长度误差 $ \Delta L > 10\text{mm}$		扣12/N分/组	扣分
		非线性相关显示长径误差 $0\text{mm} \leq \Delta L \leq 1\text{mm}$		不扣分/组	扣分

		非线性相关显示长径误差 $3\text{mm} < \Delta L \leq 3\text{mm}$	扣 6/N 分/组	扣 分
		非线性相关显示长径误差 $3\text{mm} < \Delta L \leq 5\text{mm}$	扣 9/N 分/组	扣 分
		非线性相关显示长径误差 $ \Delta L > 5\text{mm}$	扣 12/N 分/组	扣 分
	结论 (5 分)	结论错误	扣 2 分	扣 分
检测报告 (5 分)	报告内容 (3 分)	内容错误或未填写	扣 1 分/栏	扣 分
	显示示意图 (2 分)	图形标识错误或未标识	扣 1 分/项	扣 分

说明:

缺陷类型、位置、尺寸、级别只对正确检出缺陷的测量误差或判断偏差评分,缺陷漏检和误判的,根据漏检和误判缺陷数量相应扣分。

三、渗透检测技术竞赛报告

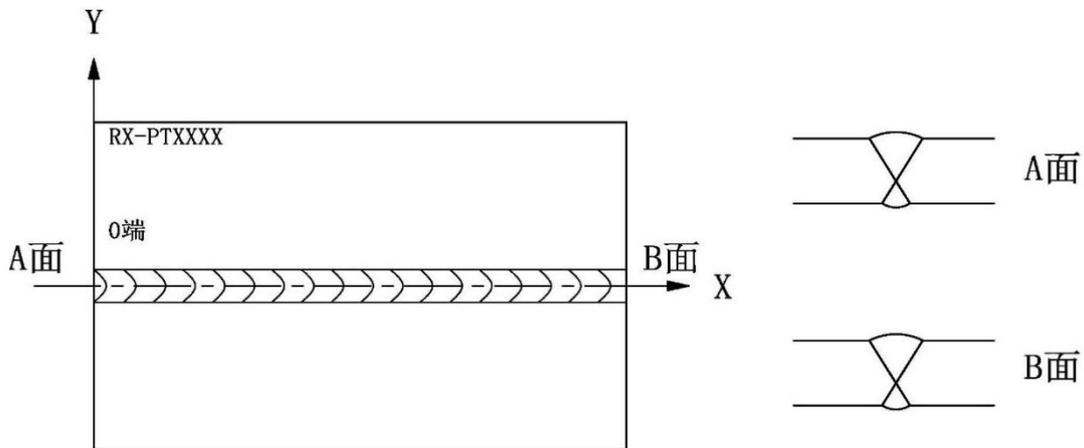
姓名：_____

考号：_____

工位编号：_____

操作时间：_____到_____ 实际操作时间：_____分钟

考试地点			考试时间	
工件参数	工件名称		工件编号	
	材质		规格	
	热处理状态		表面状态	
	焊接方法		工件/检测温度	℃
技术要求	检测标准	GB/T 18851.1-2012	检测部位	
	验收标准	GB/T 26953-2011		
	系统性能校验	<input type="checkbox"/> 前 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 后 <input type="checkbox"/> 无	试块编号	
设备与器材	检测设备类型		渗透剂牌号	
	清洗剂牌号		显像剂牌号	
	试块	<input type="checkbox"/> A型 <input type="checkbox"/> B型 <input type="checkbox"/> 其它	其他器材	
工艺参数	检测方法	<input type="checkbox"/> 着色 <input type="checkbox"/> 荧光 <input type="checkbox"/> 荧光着色	预处理方法	
	渗透剂施加方法	<input type="checkbox"/> 喷涂 <input type="checkbox"/> 刷涂 <input type="checkbox"/> 浸渍 <input type="checkbox"/> 浇涂	渗透时间	min
	干燥方法		干燥温度和时间	℃ min
	去除方法	<input type="checkbox"/> 水清洗 <input type="checkbox"/> 后乳化 <input type="checkbox"/> 溶剂去除	显像剂施加方法	<input type="checkbox"/> 喷涂 <input type="checkbox"/> 刷涂 <input type="checkbox"/> 浸渍 <input type="checkbox"/> 浇涂
	显像方法	<input type="checkbox"/> 干粉 <input type="checkbox"/> 水溶/悬浮 <input type="checkbox"/> 溶剂	显像时间	min
	观察方法		后清洗方法	



缺陷组号	缺陷起终点位置(mm)				缺陷尺寸L(mm)	缺陷类型	备注
	起点X1	终点X2	起点Y1	终点Y2			
结论							
检测人员：_____ 年 月 日							