

附件 3

石油和化工行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	固定式射线机校准规范		
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订	被修订计量技术规范号	
计量技术规范性质	<input type="checkbox"/> 检定规程 <input checked="" type="checkbox"/> 校准规范	计量技术规范类别	<input type="checkbox"/> 重点 <input checked="" type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	中国乐凯集团有限公司		
联系人	王朋坤	联系电话	0312-7923030 13784965300
任务年限	2026 年	申请经费	1 万
参加单位	乐凯医疗科技有限公司、惠阳航空螺旋桨有限责任公司		
目的、意义和必要性	<p>无损探伤是指，在不损害被检测对象的前提下，探测被检工件内部或外表缺陷的现代检验技术手段，主要包括射线探伤、超声探伤、磁粉探伤、渗透探伤。</p> <p>工业 X 射线胶片广泛用于黑色金属有色金属及其合金或其它衰变系数较小的材料制作的器件型材零件或焊缝的非破坏性 X 射线探伤，固定式射线机为无损探伤过程中，X 射线激发装置。拍摄工业射线胶片使用的光源是 X 射线或 <math>\gamma</math> 射线，X 射线由 X 光机或者 X 射线高能加速器产生，而 <math>\gamma</math> 射线可以由放射性同位素产生。本校准规范所涉及的为无损探伤中的 X 射线检测。</p> <p>工业无损探伤射线胶片拍摄的原理主要的过程是：阴极被施加高压达到白炽状态时产生电子束，电子束在高压作用下打到阳极的钨靶上，从而激发出射线能量，射线首先照射到被照物体上，然后穿过被照物体，最后照射到感光胶片上，胶片因其具有的感光特性而感光。感光的过程中因被照体内部的均匀程度不同，射线穿过被照物体后能量不同程度的衰减，从而相应地使感光胶片不同程度感光而形成潜影，增感屏起到增强胶片感光效应的作用。</p> <p>工业射线胶片感光材料为卤化银，X-射线能使卤化银感光，产生光化反应。无损探伤主要应用于石油管道、热力管道、压力容器等行业，涉及钢、铝合金、复合合金、非金属材料、陶瓷等材料，其中工业射线胶片是目前射线探测技术中最重要的一种激励、贮存和传输射线及次级发射信号的媒介。</p> <p>保证图像拍摄质量与水平，工业射线胶片的照相性能是表征胶片成像质量的一项重要指标。胶片性能低，无法达到预期成像水平，</p>		

	<p>造成光学密度低、反差低、层次不明显，不能有效发现拍摄缺陷，进而无法达到检测的作用；反之，随着胶片性能的过度提升，存在感光晶型异常变化的风险或者生产成本不合理升高等问题，不利于产品质量稳定提升。</p> <p>依据 GB/T 9582《工业射线胶片 ISO 感光度和平均斜率的测定》对工业射线胶片照相性能进行测定。检测用的 X 射线激发装置为固定式射线机。</p> <p>照相性能测试方法：</p> <p>选用密度计，密度应为国家标准视觉漫透射密度，密度测量的几何条件应符合 GB/T 11500 的规定，密度测量的光谱条件应符合 GB/T 11501 的规定。</p> <p>按照 GB/T 9582 中高能 X 射线的拍摄规定，将样品进行曝光和冲洗加工，从所得影像测量密度，绘出特性曲线，由特性曲线求出数据，从而算出 ISO 感光度和 ISO 平均斜率。</p> <p>用钨靶射线管的 X 射线曝光测试中的胶片，射线管固有的滤线作用加上紧挨着钨靶安一个附加的铜滤线器，应起到相当于<math>(8.00 \pm 0.05)\text{mm}</math> 的铜滤线器的作用，加<math>(3.5 \pm 0.2)\text{mm}</math> 的铜，调节 X 射线管的电压，直至得到半吸收值。大约 220kV 的电压一般能满足这一要求。胶片在两个铅箔屏之间不带衬纸曝光。前屏厚为<math>(0.115 \pm 0.020)\text{mm}</math>，后屏总厚度为<math>(0.20 \pm 0.06)\text{mm}</math>，单面涂布的胶片的乳剂层面对 X 射线管曝光。指定这种射线源为射线源。</p> <p>迄今，我国尚无适合固定式射线机的检定规程和校准规范，无法对该类仪器的量值溯源提供科学合理的技术依据，无法保证该类仪器的量值溯源性和准确性；从行业健康发展的角度出发，工业射线胶片照相性能的准确与否，直接影响着行业的切身利益。因此制定相应校准规范，具有必要性和迫切性。</p> <p>国内涉及到工业射线胶片照相性能测试方法有：</p> <p>GB/T 9582 工业射线胶片 ISO 感光度和平均斜率的测定；</p> <p>目前，暂时无国家或行业检测、校准相关的技术规范对工业射线胶片照相性能测定用固定式射线机进行校准描述。</p> <p>随着计量技术的发展，特别是近年来的法定计量机构考核与校准检测实验室能力认可的持续推行，完善了实验室的环境条件和标准器的配置，使国内法定计量技术机构的计量检定、校准水平有很大提高，计量专业技术人员的素质也有了大幅度提升，各实验室均具备开展相关仪器校准的技术能力，从事化学计量检定、校准工作的人员，均能够开展此类仪器的校准工作。该规范起草组成员由具有化学计量专业高级职称的技术人员组成，从事计量检定校准工作多年，具有丰富的计量检定校准工作经验。</p> <p>随着无损探伤技术的发展及国内外形势变化，工业射线胶片市场需求量持续增长，照相性能测试需求呈连年上升趋势。照相性能是工业射线胶片的重要理化指标，主要用来控制产品质量和使用性能等，是控制工业射线胶片产品生产、指导终端应用的主要指标。照相性能测试对于保证产品质量和使用性能的作用越来越重要，但国内尚无该类仪器校准的相关标准，无法保证该类仪器的量值溯源</p>
--	---

	性和准确性，难以满足企业的现实需求，因此制定《固定式射线机校准规范》，具有必要性和迫切性。 为此，中国乐凯集团有限公司提出申报。											
产业链应用	<div>1. 重点产业链方向 仪器仪表</div> <div>2.对本行业重点产业链的支撑作用 固定式射线机是测试胶片照相性能的重要仪器设备之一。工业射线胶片是射线无损探伤检测技术的重要媒介，应用于石油管道、热力管道、压力容器等行业，照相性能是评价胶片性能的关键指标，固定式射线机在这一测试过程发挥重要作用。 性能测试是胶片分类的重要依据，更好的指导胶片应用达到最优成像效果，《固定式射线机校准规》的编制，填补了我国没有适合固定式射线机作为检测设备进行校准的相关标准，计量检测校准机构无法对该类仪器进行检测、校准的空白，给各计量检定、校准机构提供了校准依据，为此类检测设备的维护、控制与改进提供了技术支持。可规范照相性能测试过程中固定式射线机的正常运行和使用要求，为射线机的溯源提供科学合理的规范依据。制定该规范不仅保障了工业射线胶片检测领域、使用领域的准确性，还为固定式射线机检测仪器生产厂家提供了计量溯源服务，提高了产品竞争力，增加了效益，推动了该行业快速、健康发展。</div>											
范围和主要 计量特性	<div>制定固定式射线机校准规范的主要内容包括以下几个方面： 1. 适用范围 本规范适用产生高能 X 射线的固定式射线机的校准。</div> <div>2. 概述（仪器技术结构和原理） 选用密度计，密度应为国家标准视觉漫透射密度，密度测量的几何条件应符合 GB/T 11500 的规定，密度测量的光谱条件应符合 GB/T 11501 的规定。 按照 GB/T 9582 中高能源 X 射线的拍摄规定，将样品进行曝光和冲洗加工，从所得影像测量密度，绘出特性曲线，由特性曲线求出数据，从而算出 ISO 感光度和 ISO 平均斜率。 用钨靶射线管的 X 射线曝光测试中的胶片，射线管固有的滤线作用加上紧挨着钨靶安一个附加的铜滤线器，应起到相当于(8.00 ± 0.05)mm 的铜滤线器的作用，加(3.5 ± 0.2)mm 的铜，调节 X 射线管的电压,直至得到半吸收值。大约 220kV 的电压一般能满足这一要求。胶片在两个铅箔屏之间不带衬纸曝光。前屏厚为(0.115 ± 0.020)mm，后屏总厚度为(0.20 ± 0.06)mm，单面涂布的胶片的乳剂层面对 X 射线管曝光。指定这种射线源为射线源。对所曝光、冲洗后的胶片进行读取密度值，绘制特性曲线。</div> <div>3. 典型仪器或实验设备：</div> <table><tr><td>设备名称</td><td>型号/规格</td><td>出厂编号</td><td>生产厂家</td><td>不确定度</td><td>溯源机构</td></tr></table>						设备名称	型号/规格	出厂编号	生产厂家	不确定度	溯源机构
设备名称	型号/规格	出厂编号	生产厂家	不确定度	溯源机构							

透射密度计	X-Rite 361T	14756	美国爱色丽	$U=0.02$ , $k=2$	中国计量科学研究院
-------	-------------	-------	-------	------------------	-----------

#### 4. 主要计量特性:

序号	项目	技术要求	
1	重复性密度差	测量范围	最大允许误差
		D:0.00-1.00	0.05
		D:1.00-3.00	0.05
		D:3.00-4.50	0.05
2	稳定性密度差	测量范围	重复性
		D:0.00-1.00	0.05
		D:1.00-3.00	0.05
		D:3.00-4.50	0.05

#### 5. 主要测量标准的技术指标

序号	校准项目	设备名称及计量特性
1	重复性密度差	相关测试仪器: 透射密度计: 爱色丽 X-Rite361T 型, 不确定度 $U=0.02$ , $k=2$ ( $D < 2.00$ ) $U_{rel}=1\%$ , $k=2$ ( $2.00 \leq D < 4.00$ ) $U_{rel}=1.5\%$ , $k=2$ ( $4.00 \leq D < 5.00$ ); 秒表: 30min/60s/圈, 精度 0.2s。
2	稳定性密度差	相关测试仪器: 透射密度计: 爱色丽 X-Rite361T 型, 不确定度 $U=0.02$ , $k=2$ ( $D < 2.00$ ) $U_{rel}=1\%$ , $k=2$ ( $2.00 \leq D < 4.00$ ) $U_{rel}=1.5\%$ , $k=2$ ( $4.00 \leq D < 5.00$ ); 秒表: 30min/60s/圈, 精度 0.2s。

#### 6. 校准项目和校准方法

##### 6.1 环境条件

工作温度: 室温  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度:  $50\% \pm 20\%$ , 应安装空调。

##### 6.2 校准前确认工作

校准前, 工作人员按照相应要求做好防护, 佩戴个人剂量计, 打开射线报警仪, 仪器设备运行正常, 暗室工作台无杂物, 确保机器、人员安全; 射线机正式工作前需预热训机。射线机训机达到 320kV 之后, 8 小时内使用。射线机至少每年进行一次专业维护保养。

##### 6.3 工作参数

	<p>电压 220kV；电流 5mA； 焦点：大焦点 滤板：8mm 铜板 时间：80s 胶片前后加 0.03mm 厚铅箔增感屏。</p> <p>6.4 校准用设备 爱色丽 X-RITE361T 密度计 秒表：30min/60s/圈</p> <p>6.5 校准项目和校准方法</p> <p>6.5.1 样片加工 打开固定式射线机开关，确认设备、仪表、灯光等显示正常，训机到 320kV。 在全黑暗室取控制片 2 张，裁切尺寸 19cm*3.5cm，用记号笔编号 1#、2#，将胶片夹在 0.03mm 增感屏中间，用黑纸包严避免跑光，将样品放于曝光平台片道处。 固定式射线机出线口加装 8mm 铜过滤器。 调节固定式射线机控制器，选择“大焦点”，电压 220kV，电流 5mA，曝光时间 80s。 重复操作，依次曝光两条胶片。 调节 D-19B 显影液温度在 20℃ ± 0.5℃ 范围内，使用秒表控制时间胶片显影 5min，F-5 定影液定透（约 5min-10min）、干燥，加工结束。</p> <p>6.5.2 射线机重复性的校准 依据测试需求，低、中、高密度区各取一级，使用密度计分别读取 4 级、13 级、18 级密度，求取 1#、2#光楔同级密度差，即为重复性密度差，记录结果，以最大密度差为判定依据。</p> <p>6.5.3 射线机稳定性的校准 上述 1#、2#光楔条 4 级、13 级、18 级密度分别求取平均值，与上次校准平均值做差，结果即为稳定性密度差，记录结果，以最大密度差为判定依据。</p> <p>6.6 校准结果的处理 校准数据记入校准原始记录，并至少保存 6 年。</p> <p>6.7 复校时间间隔 固定式射线机的复校时间间隔为 12 个月；当更换控制片时及时进行稳定性校准。</p>
水平	<input type="checkbox"/> 国际先进 <input checked="" type="checkbox"/> 国内先进

国内外情况 简要说明		<u>1.与国内相关技术规范之间的关系；</u> 目前国内暂时没有关于固定式射线机检测、校准的规程规范。 <u>2.指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况；</u> 目前国内没有发现关于固定式射线机检测、校准的知识产权或相关专利。 查询网址:智慧芽 www.zhuiya.com			
推荐意见		《固定式射线机校准规范》的编制，填补了该行业相关领域的空白，给各计量检定、校准机构提供了校准依据；服务于无损检测领域工业射线胶片照相性能测试，为进一步提升行业质量水平提供支撑。			
主要 起草 单位	(签字、盖公章)  年 月 日	技术 委员 会	(盖公章)  年 月 日	部委托 支撑 单位	(盖公章)  年 月 日

填写说明：1.表中第 2, 3, 11 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。

2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。