

核技术利用建设项目

常州检验检测标准认证研究院

新建移动式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

常州检验检测标准认证研究院

2024 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州检验检测标准认证研究院

新建移动式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：常州检验检测标准认证研究院

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：常州市武进区西湖路 2-18 号

邮政编码：213164

联系人：                      联系电话：

电子邮箱：

# 目 录

表 1	项目基本概况 .....	- 1 -
表 2	放射源 .....	- 5 -
表 3	非密封放射性物质 .....	- 5 -
表 4	射线装置 .....	- 6 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	- 7 -
表 6	评价依据 .....	- 8 -
表 7	保护目标与评价标准 .....	- 10 -
表 8	环境质量和辐射现状 .....	- 16 -
表 9	项目工程分析与源项 .....	- 18 -
表 10	辐射安全与防护 .....	- 23 -
表 11	环境影响分析 .....	- 28 -
表 12	辐射安全管理 .....	- 36 -
表 13	结论与建议 .....	- 40 -
表 14	审批 .....	- 45 -

**表 1 项目基本概况**

建设项目名称		新建移动式 X 射线探伤项目			
建设单位		常州检验检测标准认证研究院			
法人代表 (授权代表)		杨宇华	联系人		联系电话
注册地址		常州市武进区西湖路 2-18 号			
项目建设地点		移动 X 探伤现场（委托方厂区或野外工地，不固定） 探伤机储存场所（常州市武进区西湖路 2-18 号）			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)			项目环保总投资 (万元)		投资比例（环保 投资/总投资）
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	<b>1 项目概述</b>				
<b>1.1 建设单位基本情况</b>					
常州检验检测标准认证研究院（简称常州检标院）位于常州市武进区西湖路 2-18 号，是常州市市场监管局直属事业单位，是政府依法设立、具有独立法人资格的技术机构，专业提供计量、标准化、产品质量检验、科技研发和咨询培训等综合技术服务。该院现有职工 305 人，实验室面积 52000 平方米，主要仪器设备 3800 余台					

(套),建有包括几何量、温度、力学、电磁、无线电、时间频率、电离辐射、声学、光学、化学等 10 大类社会公用计量标准,涉及机械冶金、电子电气、轻工纺织、家具建材、食品化工、车辆新能源、环保医疗等多个领域。

## 1.2 项目规模及任务由来

因无损探伤检测需要,常州检标院拟购置 1 套便携式 X 射线 DR 成像系统,主要对委托单位铸造产品、钢结构、大型机械、管道等焊缝产品进行无损检测,上述工业产品的无损检测一般位于生产单位或使用单位厂区内,部分工业产品的无损检测也可能位于野外。

该院拟成立 1 个探伤小组,配备 3 名辐射工作人员,其中 1 名辐射防护负责人负责辐射安全管理工作(不参加现场探伤操作),2 名探伤工作人员负责现场探伤。本项目每周平均开机探伤时间不超过 4h,年工作约 40 周,年探伤时间不超过 160h(包含在客户探伤作业区内的检测前的训机时间)。

本项目拟采用数字化平板探测器成像系统连接 X 射线机进行成像,不需进行洗片评片等操作。本项目拟在常州市武进区西湖路 2-18 号设置探伤机储存及办公场所,该场所内不使用、不调试射线装置。

本项目拟配置的 X 射线探伤机基本情况见下表 1-1:

表 1-1 本项目射线装置基本情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	X 射线机 EVO 300DS	1	300	4.5	II	移动式探伤现场	拟购	本次环评	未许可	定向机功率 900W

常州检验检测标准认证研究院新建移动式 X 射线探伤项目为该院首次开展核技术利用建设项目,为保护环境和公众利益,防止辐射污染,根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定,其应办理核技术应用项目环境影响评价手续。

根据《射线装置分类》(2017 年修订本),本项目拟使用的 X 射线机属于 II 类射线装置,根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版),使用 II 类射线装置应编制环境影响报告表。受常州检验检测标准认证研究院委托,江苏省苏核辐射科技有限责任公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司在资料调研、现场踏勘、工

程分析等工作基础上，编制该项目环境影响报告表。

## 2 项目周边保护目标及项目选址情况

常州检验检测标准认证研究院位于常州市武进区西湖路 2-18 号，地理位置见附图 1，本项目 X 射线机于当天作业结束后带回，拟将常州检标院 1#大楼三楼试验室设置为探伤机贮存点，其周围环境见附图 2。该试验室现贮存杂物，拟在试验室内设置隔间，隔间外仍作为普通仓库使用，隔间内设置 1 个储存柜单独贮存 X 射机，警戒绳等防护设施不用时放置在隔间内。隔间及储存柜均上锁，钥匙由双人进行管理，同时拟在储存柜门上张贴电离辐射警告标志，试验室设置监控。

本项目委托方主要是铸造、钢结构、大型机械、管道等工业制造公司及各种焊接件中小型公司或使用单位，上述工业产品的无损检测一般位于生产单位或使用单位厂区内，部分工业产品的无损检测也可能位于野外。该院仅在委托方单位厂区或野外进行移动探伤检测工作，在常州检标院院址内均不使用、不调试射线装置，因此该院及周围的工作人员、公众不会受到辐射影响。本项目在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群主要是移动探伤现场辐射工作人员和周围的公众，因此本项目保护目标主要是该院的辐射工作人员、移动探伤现场周围的公众。

常州检标院在实施现场探伤之前，应对工作环境进行全面的评估，以保证实现安全操作。评估内容应至少包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

## 3 核技术利用项目许可情况

常州检验检测标准认证研究院尚未申领辐射安全许可证，本项目为该单位首次开展核技术利用项目。

## 4 实践正当性

本项目的建设和运行可以为委托单位开展移动探伤检测业务，该项目的运行可提高常州检标院的检测服务能力，并确保委托单位产品质量，具有良好的社会效益和经济效益，本项目可能带来的辐射危害为探伤机工作时对辐射工作人员和周围公众产生照射，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 4.3.1.1 中“对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有

关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的”的原则。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线机	II	1	EVO 300DS	300	4.5	无损检测	移动式探伤现场	定向机 额定功率 900W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	排入外环境，臭氧在大气中50min内可自行分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订), 中华人民共和国主席令 第 9 号公布, 2015 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正), 中华人民共和国主席令 第 24 号公布, 2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 主席令 第 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修正版), 国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正版), 国务院令 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日施行</p> <p>(7) 《关于发布射线装置分类的公告》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 6 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版) 生态环境部令 第 20 号, 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令 第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局, 环发[2006]145 号, 2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部令 第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 39 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《关于发布《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》配</p>
------	--

	<p>套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(15)《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正版)，江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(16)《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发(2018)74 号，2018 年 6 月 9 日</p> <p>(17)《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发(2020)1 号，2020 年 1 月 8 日</p> <p>(18)《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发(2020)49 号，2020 年 6 月 21 日</p> <p>(19)《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响评价报告书(表)编制单位监管工作的通知》苏环办(2021)187 号，2021 年 5 月 28 日</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016)</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)</p> <p>(3)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)</p> <p>(4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)</p> <p>(5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)</p> <p>(6)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)</p> <p>(7)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及修改单</p>
<p><b>其他</b></p>	<p><b>与本项目相关附件：</b></p> <p>(1)项目委托书(附件 1)</p> <p>(2)射线装置使用情况承诺书(附件 2)</p> <p>(3)关于现场探伤的情况说明(附件 3)</p> <p>(4)营业执照(附件 4)</p> <p>(5)X 射线机技术参数支撑资料(附件 5)</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围**

本项目使用II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“无实体边界项目视情况而定，应不低于 100m 范围”的规定。本项目为移动式 X 射线探伤项目，探伤现场无实体边界，根据理论预测值及 HJ10.1-2016 要求，本项目评价范围为探伤现场监督区边界外 100m。

**保护目标**

进入现场探伤场所时，拟对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）和探伤地点所在地区的生态空间管控区域调整方案，对评价范围内自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质遗迹保护区、饮用水水源地保护区、重要湿地等环境敏感区（见附图 3）进行调查，避免涉及国家级生态保护红线、生态空间管控区域。本项目利用 X 射线进行无损检测，不占用资源，不会降低管控区的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。

常州检标院仅在委托方单位厂区或野外进行移动探伤检测工作，因此，本项目在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群主要是移动探伤现场辐射工作人员和周围的公众，因此本项目保护目标主要是该院的辐射工作人员、移动探伤现场周围的公众。

表 7-1 本项目保护目标一览表

序号	名称	方位	距离 (最近)	规模	环境保护 目标	环境保护要求
1	移动式 X 射线探伤辐射工作人员	控制区外	根据现场情况划定	2 人	辐射工作人员	年有效剂量约束值不超过 5mSv
2	移动探伤监督区外公众	监督区外	根据现场情况划定	不固定	公众	年有效剂量约束值不超过 0.1mSv

**评价标准**

**1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

## 2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

### 5 探伤机的放射防护要求

#### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-3 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；

- f) 螺栓等连接件是否连接良好;
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

### 5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求:

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责, 每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行;
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测;
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时, 应保证所更换的零部件为合格产品;
- d) 应做好设备维护记录。

## 7 移动式探伤的放射防护要求

### 7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤工作之前, 使用单位应对工作环境进行全面评估, 以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响(如烟雾报警器等)。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划, 使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等, 避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

### 7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时, 应对工作场所实行分区管理, 将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的区域划为控制区。

a) 对于 X 射线探伤, 如果每周实际开机时间高于 7 h, 控制区边界周围剂量当量率应按下面公式计算:

$$\dot{H} = \frac{100}{t}$$

式中:  $\dot{H}$  ——控制区边界周围剂量当量率, 单位为微希沃特每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ );

100 ——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即 100 $\mu$ Sv/周；

t——每周实际开机时间，单位为小时（h）。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或 $\gamma$ 绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

### 7.3 安全警示

7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员防止误照射发生。

7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

7.3.3 X 和 $\gamma$ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看“预备”信号和“照射”信号。

7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

#### 7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，两者均应使用。

#### 7.5 移动式探伤操作要求

##### 7.5.1 X 射线移动式探伤

7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

7.5.1.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

### 3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

#### 3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射。

### 4 项目管理目标限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤

放射防护标准》(GBZ 117-2022)等评价标准,确定本项目管理目标限值如下。

(1) 剂量约束值:

辐射工作人员年有效剂量不超过5mSv;

公众年有效剂量不超过0.1mSv。

(2) 移动式X射线探伤剂量率控制限值(本项目每周开机时间不高于7h):

控制区边界外周围剂量当量率低于15 $\mu$ Sv/h;

监督区边界外周围剂量当量率低于2.5 $\mu$ Sv/h。

## 5 参考资料:

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护 第13卷第2期,1993年3月),江苏省环境监测站。

表 7-4 江苏省环境天然  $\gamma$  辐射剂量率 (单位: nGy/h)

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

注: [1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**1 项目地理和场所位置**

常州检验检测标准认证研究院位于常州市武进区西湖路 2-18 号，地理位置见附图 1，本项目 X 射线机拟贮存在常州检标院 1#大楼三楼试验室，其周围环境见附图 2，该场所主要用于探伤机的贮存。



本项目仅在委托方单位厂区或野外进行移动探伤检测工作，探伤现场不固定，没有探伤任务时拟将探伤机贮存于常州检标院 1#大楼三楼试验室内，拟在该试验室内设置 1 个储存柜单独贮存 X 射机，钥匙由专人进行管理，拟在储存柜门上张贴电离辐射警告标志，试验室设置监控，建立射线装置使用台账，每次使用记录领用时间、领用人、探伤地点、归还人、负责人等。本项目 X 射线机于当天作业结束后带回。

**2 环境现状检测**

本项目仅在委托方单位厂区或野外进行移动探伤检测工作，探伤现场不固定，常州检验检测标准认证研究院场所内不设置探伤地点，项目运营过程中对该单位周围环境无辐射影响，故本项目未进行环境辐射水平现状检测。

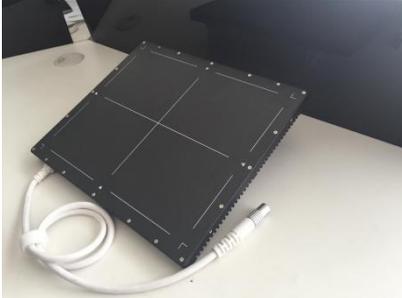
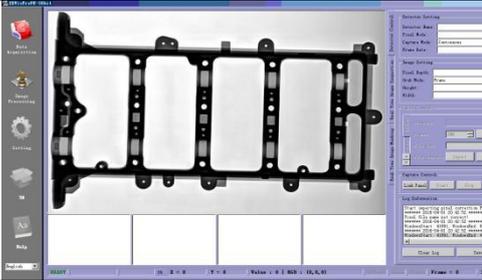
**表 9 项目工程分析与源项**

**工程设备与工艺分析**

**1 工程设备**

因无损探伤检测需要，常州检标院拟购置 1 套便携式 X 射线 DR 成像系统，各组成部分及功能详见表 9-1。

**表 9-1 X 射线 DR 成像系统组成及功能一览表**

部件名称	功能	图
X 射线机	产生 X 射线，探测试件内部的宏观几何缺陷。	
控制器	操纵、控制 X 射线探伤机工作的电器装置，通过 25m 连接电缆与 X 射线机相连接	
ZXP2530 工业 X 射线数字平板探测器	成像，高效 X 射线影像转换。	
计算机数字影像处理与增强软件系统	现场可得到焊缝数字影像，可获得静态图像和动态影像，并保存图像。	

本项目的 X 射线机参数见表 9-2。

表 9-2 本项目 X 射线机主要技术参数表

技术指标	参数
产品型号	EVO 300DS 型
最大管电压	300kV
最大管电流	4.5mA
额定功率	900W
滤过条件	0.8mmBe+4mm Al (引用设备技术参数资料, 附件 5)
辐射角	30° × 60° (引用设备技术参数资料, 附件 5)
泄露辐射	5.0mSv/h (引用设备技术参数资料, 附件 5)
距辐射源点 1m 处的辐射剂量率 (满功率运行: 300kV, 3mA)	1000R/h (引用设备技术参数资料, 附件 5)

本项目检测对象主要是委托单位铸造产品、钢结构工件、大型机械、管道等，工件厚度 20mm~60mm 钢制材料，主要是对受检对象焊接质量进行 X 射线无损检测。

## 2 X 射线探伤机工作原理及工艺流程

### 2.1 X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤机核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见 X 射线管见下图。

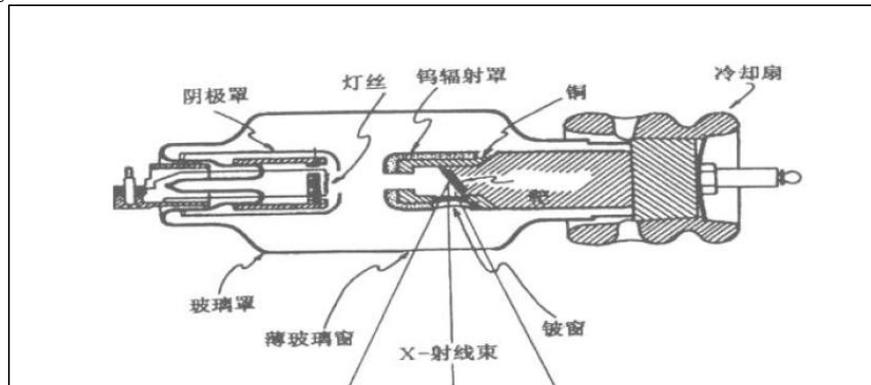


图9-1 常见X射线管

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能

力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，透射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至 DR 成像软件，在笔记本电脑的软件上进行采集和图像处理，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构等进行判别。

## 2.2 移动式 X 射线探伤工艺流程及产污环节

本项目采用固定装置固定 X 射线探伤机和数字平板探测器后，将 25m 控制电缆连接控制器和 X 射线机，根据被检物体规格，在控制器上设置相应管电压、管电流及曝光时间，开启 X 线机对被检物体进行拍片，数字成像板成像后，采用无线微波传输技术，将数字信号传送给远端笔记本电脑，检验员通过电脑采集分析储存图像。本项目不涉及洗片、评片等操作。

本项目拟配备 2 名探伤工作人员，在现场探伤过程中 1 名工作人员负责探伤设备摆位及远程操作，另外 1 名工作人员负责控制区及监督区的辐射剂量率巡测及探伤区域周围的巡视。

移动 X 射线探伤工作流程如下：

(1) 现场探伤工作之前，工作人员对工作环境进行评估，与委托单位协商适当的地点和探伤时间，发布 X 射线探伤通知，告知探伤时间及地点等。

(2) 开展探伤前，辐射工作人员将探伤设备放到指定位置。

(3) 充分利用现场的建筑、墙体、大型工件等屏蔽物，必要时使用屏蔽材料进行屏蔽防护，以降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小控制区和监督区的范围。

(4) 根据经验初步划定控制区和监督区边界，设立警戒区及警示标志。

(5) 对探伤现场进行清场，确信场内无人员且各种辐射安全措施到位后，连接好 X 射线探伤机控制部件，并对探伤机各部件及各项辐射安全措施进行检查核对。

(6) 探伤工作人员远距离操作探伤机进行试曝光（试曝光过程中会产生 X 射线、少量 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>），探伤工作人员携带便携式剂量仪对控制区、监督区边界进行修定，重新确定监督区、控制区边界及各项辐射安全措施。

(7) 试曝光结束后，探伤工作人员远距离控制探伤机开始曝光（曝光过程中会

产生 X 射线、少量 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>), 在达到预定照射时间和曝光量后, 曝光结束, 探伤人员携带个人剂量报警仪和辐射巡测仪进入控制区, 收回 X 射线探伤机及平板探测器等装置, 探伤工作人员解除警戒并离场。

(8) 辐射工作人员采用笔记本电脑 DR 图像软件对图像进行分析, 判断工件焊接质量、缺陷等, 并出具检测报告。

移动式 X 射线探伤工作流程及产污环节见如图 9-2 所示:

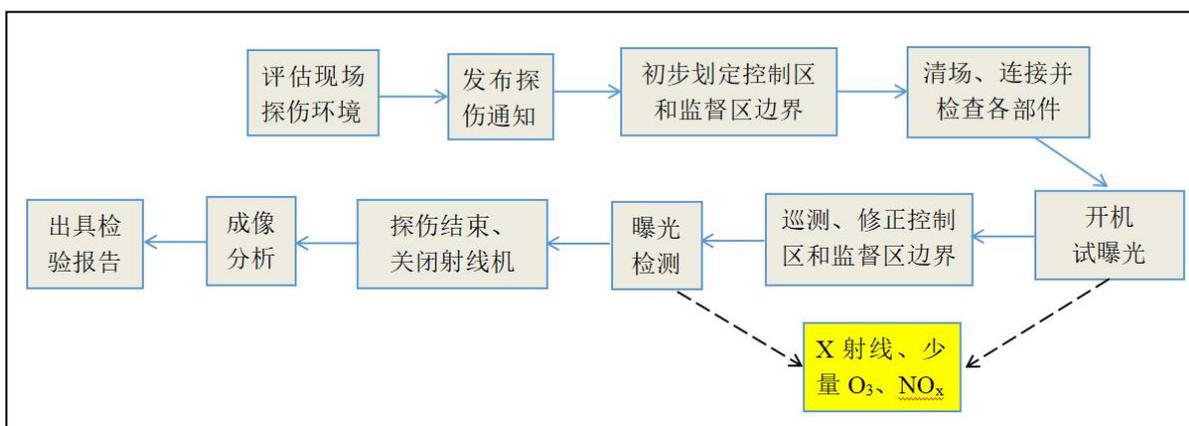


图 9-2 移动式 X 射线探伤工作流程及产污环节示意图

## 污染源项描述

### 1 放射性污染源分析

由 X 射线机的工作原理可知, X 射线是随 X 射线装置的开、关而产生和消失。因此, 正常工况时, 在开机曝光期间, X 射线是主要污染物。

本项目拟配 1 台 EVO 300DS 型定向 X 射线机, 其最大管电压为 300kV, 最大管电流为 4.5mA, 额定功率为 900W。本项目产生 X 射线辐射类型主要分为以下三类:

**有用线束辐射:** X 射线机发出的用于工件检测的辐射束, 又称为主射线束。本项目探伤机距辐射源点 1m 处的辐射剂量率取值参考附件 5 设备方提供的技术参数资料, 典型工况下有用线束最大辐射剂量率详见表 9-3。

表 9-3 典型工况有用线束最大辐射剂量率

开机工况	距辐射源点 1m 处辐射剂量率	备注
300kV, 3mA (最大)	1000R/h (8.76Gy/h)	8.76mGy/R (引自《辐射计量学》陈国云、魏志勇主编, 科学出版社)
250kV, 3.5mA	650R/h (5.694Gy/h)	
200kV, 4.5mA	350R/h (3.066Gy/h)	

**漏射线辐射：**由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。本项目 X 射线机距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率引用设备用户手册，最大为 5mSv/h。

**散射线辐射：**当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2， $200 < kV \leq 300$  为 200kV， $150 < kV \leq 200$  为 150kV。

## 2 非放射性污染源分析

工业 X 射线装置工作时发射 X 射线，射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生。本项目采用 DR 分析软件进行图像分析、处理，本项目不涉及洗片、评片等操作，不产生洗片废液、废胶片等危险废物。

此外，本项目辐射工作人员在工作过程中还将产生生活污水和一般生活垃圾。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全措施**

**1 项目布局及分区合理性分析**

本项目 X 射线机于当天作业结束后带回，拟将常州检标院 1#大楼三楼试验室设置为探伤机贮存点，拟在试验室内设置隔间，隔间内设置 1 个储存柜单独贮存 X 射线机，警戒绳等防护设施不用时放置在隔间内，隔间及储存柜均上锁，钥匙由双人进行管理，同时拟在储存柜门上张贴电离辐射警告标志，试验室设置监控。

常州检验检测标准认证研究院在开展移动式 X 射线探伤作业时，探伤工作人员参考本报告表不同工况下理论计算结果，并结合现场具体情况，利用 X-γ辐射剂量率仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区，并拟在其边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌及电离辐射警告标志。将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并拟在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及电离辐射警告标志，必要时现场设安全人员警戒。本项目控制器与 X 射线机的连接电缆约 25m，辐射工作人员在控制台一端操作，若控制区的划定范围大于 25m 时，则采用建筑、工件、铅屏蔽等遮挡或通过延时装置延迟曝光，确保曝光时辐射工作人员位于控制区边界外。

以上项目布局及控制区、监督区的划分能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对现场探伤的设置的要求，本项目移动式 X 射线探伤分区及布局合理。

**2 辐射安全措施设计**

**2.1 X 射线移动探伤现场辐射安全措施**

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）本项目移动探伤作业现场拟落实的辐射安全措施及符合性评价见下表：

表 10-1 本项目拟采取的辐射安全措施及符合性评价一览表

序号	GBZ 117-2022 标准规定	本项目拟采取的辐射安全措施	是否满足
1	7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所	本项目现场探伤工作之前，辐射工作人员对拟探伤现场的环境进行评估，确认是否可进行现场探伤作业，如可进行现场探伤作业，则选择适当的地点和探伤时间，与委托单位进行规划和协商，提前发布 X 射线探伤通知。	满足

	<p>内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。</p> <p>7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。</p>		
2	<p>7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。</p>	<p>本项目仅使用 1 台探伤机，拟配备 2 名探伤工作人员。</p>	满足
3	<p>7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。</p> <p>7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。</p> <p>7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。</p> <p>7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。</p> <p>7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。</p>	<p>控制区的边界拟尽可能利用探伤现场的实体屏障（如墙体）、大型工件等，无实体屏障时拟在控制区边界外拉警戒线，设置电离辐射警告标志并悬挂“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作。</p> <p>移动探伤作业前进行清场，确保在控制区内没有任何其他人员工作，为使控制区的范围尽量小，视现场情况采取调整照射方向或局部屏蔽等措施。</p> <p>拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，并定期对巡测仪进行校准和检定，每名辐射工作人员均配备 1 台个人剂量报警仪。</p> <p>探伤作业期间拟对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，探伤的位置或射线束的方向发生改变时，重新对控制区边界剂量率进行检测，适时调整控制区的边界。</p>	满足
4	<p>7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。</p> <p>7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。</p> <p>7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或γ绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。</p>	<p>拟将控制区边界外、作业时周围剂量当率大于 2.5μSv/h 的范围划定监督区边界，并在边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，根据需要设专人警戒。</p> <p>移动探伤现场在多楼层的现场实施时，拟对每个出入口拉警戒线，并设置警告牌。</p> <p>本项目探伤机控制器与 X 射线机的连接电缆约 25m，辐射工作人员在控制台一端操作，控制器具有 0-99 秒延时曝光设置功能，确保曝光时辐射工作人员撤离至控制区边界外。</p>	满足
5	<p>7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员防止误照射发生。</p> <p>7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示</p>	<p>探伤作业前，要求委托单位通过有效的内部途径提前发布 X 射线探伤通知。移动探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照</p>	满足

	<p>灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。</p> <p>7.3.3 X 和<math>\gamma</math>射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。</p> <p>7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看“预备”信号和“照射”信号。</p> <p>7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。</p>	<p>射事故。</p> <p>在控制区边界拟设置提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。</p> <p>在监督区边界和建筑物进出口悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标志，并设专人警戒。</p>	
6	<p>7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。</p> <p>7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。</p> <p>7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。</p> <p>7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X-<math>\gamma</math>剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X-<math>\gamma</math>剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。</p> <p>7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪，两者均应使用。</p>	<p>每次探伤前均拟对控制区及监督区内进行清场，确保区域内无人员停留并进行出入口管控。</p> <p>夜间探伤拟采用照明装置照明，确保控制区边界及警示标志等均清晰可见。如果控制区太大或某些地方不能看到，将安排人员进行巡查。对于视线不清的情况，设置声音和灯光警示装置。</p> <p>在试运行（或第一次曝光）期间，测量控制区及监督区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时调整控制区及监督区的范围和边界。</p> <p>每次开始移动式探伤工作之前，对便携式 X-<math>\gamma</math>剂量率仪进行检查，确认能正常工作，在现场探伤工作期间，便携式测量仪一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。</p> <p>探伤期间，作业人员均佩戴个人剂量报警仪。</p>	满足
7	<p>7.5.1.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。</p>	<p>现场作业时，拟根据照射方向、时间、周围屏蔽条件等进行合理布局，视情况采取屏蔽措施。</p>	满足
8	<p>6.3 探伤设施的退役</p> <p>当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：</p> <p>c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。</p> <p>f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p>	<p>本项目探伤机不再使用时，拟按规定将 X 射线发生器处置至无法使用或转移给已获许可机构，并将清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p>	满足

## 2.2 防护用品和监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，企业配备的防护用品和检测仪器需满足探伤工作的要求，对从事放射源和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制受照剂量，保证职业人员的健康。

本项目根据法规要求，配备 1 台环境辐射剂量巡测仪，每名探伤工作人员各配备 1

台个人剂量报警仪和1个人剂量计。

根据现场探伤的特点和法规要求，配备工作指示灯、警戒线、电离辐射警告标志、警示标牌等。拟配备的防护用品和监测仪器见表 10-2。典型工况辐射安全措施现场示意图见图 10-1。

表 10-2 移动式 X 探伤拟配备的防护用品和监测仪器一览表

用品/仪器名称	配备数量
X-γ辐射剂量率仪（巡检仪）	1台
个人剂量报警仪	至少2台
个人剂量计	3个（辐射防护负责人及探伤作业人员均需配备）
警戒绳	2000m（100米/卷*20卷）
提示“预备”、“照射”工作指示灯与声音提示装置并与探伤机连锁	至少4个
电离辐射警告标志	至少8个
“禁止进入射线工作区”	至少4个
“无关人员禁止入内”标牌	至少4个
照明灯(光线不良使用)	至少4个
2mm铅当量厚度屏蔽材料（如铅橡胶等）	4块（可根据实际需要调整）

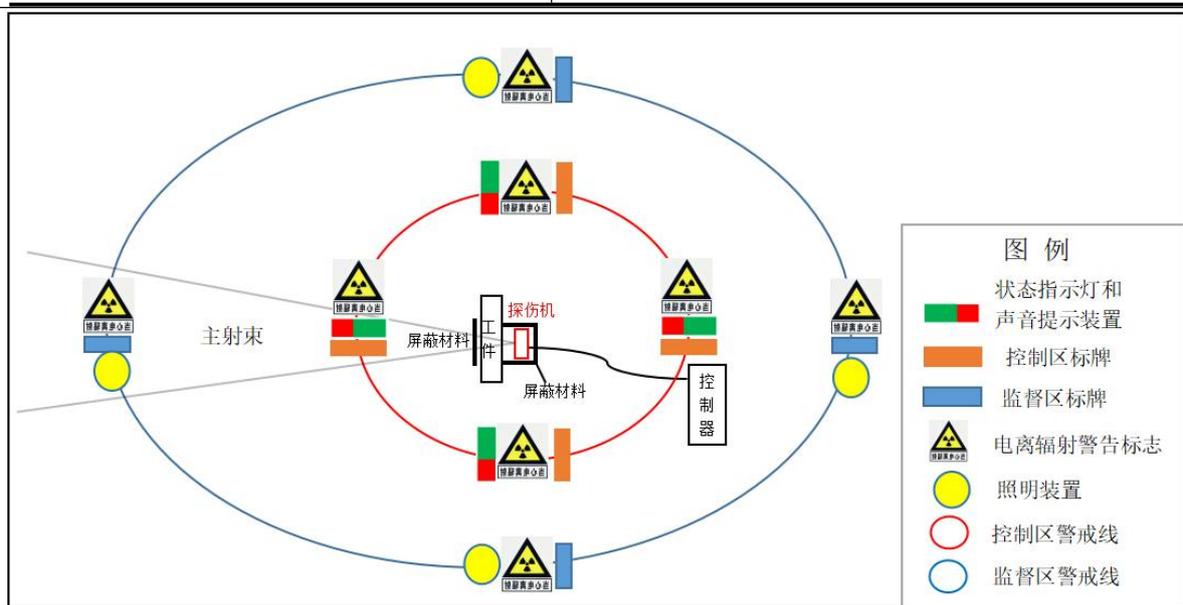


图 10-1 本项目两区划分及辐射安全措施布置示意图

综上所述，本项目拟采取的辐射安全防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求。

### 三废治理

本项目不产生放射性废水、废气和放射性固废。

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

## 表 11 环境影响分析

### 建设阶段对环境的影响

本项目为现场移动探伤，现场一般位于被检单位现场，没有土木工程。本项目施工期主要是射线机仓库装修改造过程可能产生少量的固体废物、噪声等。

本项目施工期工程量小，环境影响随着施工期的结束而结束，且均在院区内施工，对环境的影响很小，不存在环保遗留问题。

### 运行阶段对环境的影响

#### 1 辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线机工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。

常州检验检测标准认证研究院拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，将 X 射线移动探伤现场划分为控制区与监督区，其中控制区边界周围剂量当量率值不超过 15 $\mu$ Sv/h，监督区边界周围剂量当量率值不超过 2.5 $\mu$ Sv/h，并落实在其规章制度里。

该院在开展 X 射线现场探伤时，辐射工作人员根据待检测工件的外形、厚度等情况设置管电压、管电流及照射时间，经与建设单位核实，本项目典型工况见下表。

表 11-1 典型工况一览表

序号	开机管电压	开机管电流	探伤工件厚度	备注
1	200kV	4.5mA	20mm~40mm 厚度钢板	定向机
2	250kV	3.5mA	30mm~50mm 厚度钢板	
3	300kV	3mA	40mm~60mm 厚度钢板	

探伤机工作时，探伤机一般放置于待检工件外，出束孔朝向工件，辐射工作人员将根据 X 射线机开机参数、工件的厚度及周围屏蔽情况等初步划出控制区及监督区的范围，远距离操作探伤机进行延时试曝光，利用巡测仪对控制区、监督区边界进行修定。本次环评对典型工况下的辐射环境影响范围进行计算和评价，给出控制区及监督区的参考划分范围。

#### 1.估算模式：

(1) 有用射束方向

有用射束预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-

2014) 中有用射束屏蔽估算的计算公式:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 B}{R^2} \dots\dots\dots (1)$$

即 
$$R = \sqrt{\frac{I \cdot \dot{H}_0 \cdot B}{\dot{H}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

*I*: X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA)。

*H<sub>0</sub>*: 距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, 本项目典型工况开机条件下取值见表 9-3, 以等量值的 Sv/h 进行屏蔽计算。

*Ḣ* : 关注点处剂量率控制水平, 单位为 (μSv/h), 控制区边界为 15μSv/h, 监督区边界为 2.5μSv/h。

*B*: 屏蔽透射因子, 本项目探伤工件材质为钢, *B* 值按公式  $B=10^{-X/TVL}$  进行计算。

*R*: 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m)。

(2) 非有用射束方向

非有用射束方向需考虑漏射线、散射线的叠加影响:

①泄露辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

*Ḣ*: 关注点处剂量率, μSv/h;

*H<sub>L</sub>*: 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率, μSv/h, 本项目为 5.0mSv/h;

*B*: 屏蔽透射因子, 参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 根据公示  $B=10^{-X/TVL}$ , 计算出 *B*。*X* 表示屏蔽体厚度。探伤机在工件内探伤时会因工件的影响使测算结果偏低, 因此, 本项目保守按工件外探伤作业计算, *B* 值取 1。

*R*: 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m。

②散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_s}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$H_0$ ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，本项目典型工况开机条件下取值见表 9-3，以等量值的 Sv/h 进行屏蔽计算。

$B_s$ ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 2 确定  $90^\circ$  散射辐射的射线能量，然后根据公示  $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，计算出 B；探伤机在工件内探伤时会因工件的影响使测算结果偏低，因此，本项目保守按工件外探伤进行计算。

$F$ ： $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

$\alpha$ ：散射因子，入射辐射被单位面积（ $1 \text{ m}^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

$R_s$ ：散射体至关注点的距离，m；

$R_0$ ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

### ③漏射线和散射线复合

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（8）和公式（10）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{\dot{H}_L \cdot B}{H} + \frac{I \cdot H_0 \cdot B_s}{H} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}} \dots\dots\dots (5)$$

## 2.估算结果：

将相关参数分别代入公式（2）、（5），可以分别估算出本项目 X 射线机典型工况下现场探伤时有用射束方向、非有用射束方向控制区和监督区的边界范围，估算结果分别见表 11-2、表 11-3。

表 11-2 有用射束方向控制区与控制区边界范围核算结果

参数 开机工况	探伤工件	$B^{[1]}$	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	R 估算值 (m)	
				控制区	监督区
200kv/4.5mA	20mm 钢	$7.52 \times 10^{-2}$	$3.066 \times 10^6$	124	304

250kv/3.5mA	30mm 钢	$3.22 \times 10^{-2}$	$5.694 \times 10^6$	<b>111</b>	<b>271</b>
300kV/3mA	40mm 钢	$1.58 \times 10^{-2}$	$8.76 \times 10^6$	<b>97</b>	<b>236</b>

注：[1]根据公式  $B=10^{-X/TVL}$  进行计算，TVL 钢通过查 IAEA No.47 中表 18，管电压 300kV 下，TVL 为 22.2mm，250kV 下为 20.1mm，200kV 下为 17.81mm。

表 11-3 非有用射束方向控制区与控制区边界范围核算结果

参数 工况	泄漏辐射		散射辐射			R 估算值 (m)	
	$\dot{H}_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	B	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$B_s$	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	控制区	监督区
200kv/4.5mA	5000	1	$3.066 \times 10^6$	1	0.02	<b>67</b>	<b>163</b>
250kv/3.5mA	5000	1	$5.694 \times 10^6$	1	0.02	<b>89</b>	<b>219</b>
300kV/3mA	5000	1	$8.76 \times 10^6$	1	0.02	<b>110</b>	<b>269</b>

从理论计算结果可知，在无屏蔽措施典型工况下，有用射束方向控制区边界最大约 124m，监督区约 304m；非有用射束方向控制区边界最大约 110m，监督区约 269m。

因本项目主要在委托方单位厂区内进行探伤，若委托方现场条件不能满足划定控制区与监督区距离要求，可利用实体屏蔽缩小控制区与控制区边界。使用实体屏蔽下控制区、监督区的范围估算结果参考表 11-4、表 11-5。

表 11-4 实体屏蔽下有用射束方向控制区与控制区边界范围核算结果

参数 工况	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	探伤工件	屏蔽材料铅当量	$B^{[1]}$	R 估算值 (m)	
					控制区	监督区
200kv/4.5mA	$3.066 \times 10^6$	20mm 钢	2mm 铅	$7.52 \times 10^{-2} \times 0.037$	<b>24</b>	<b>59</b>
250kv/3.5mA	$5.694 \times 10^6$	30mm 钢	2mm 铅	$3.22 \times 10^{-2} \times 0.204$	<b>50</b>	<b>123</b>
300kV/3mA	$8.76 \times 10^6$	40mm 钢	2mm 铅	$1.58 \times 10^{-2} \times 0.446$	<b>65</b>	<b>158</b>

注：[1]根据公式  $B=10^{-X/TVL}$  进行计算，TVL 铅取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的附录 B 表 B.2，管电压 300kV 下，TVL 为 1.7mm，250kV 下为 0.86mm，200kV 下为 0.42mm。

表 11-5 2mm 铅当量实体屏蔽下非有用射束方向控制区与控制区边界范围核算结果

参数 工况	泄漏辐射		散射辐射			R 估算值 (m)	
	$\dot{H}_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	B	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$B_s$	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	控制区	监督区
200kv/4.5mA	5000	0.037	$3.066 \times 10^6$	0.008	0.02	<b>7</b>	<b>17</b>
250kv/3.5mA	5000	0.204	$5.694 \times 10^6$	0.037	0.02	<b>19</b>	<b>46</b>
300kV/3mA	5000	0.446	$8.76 \times 10^6$	0.037	0.02	<b>25</b>	<b>59</b>

从理论计算结果可知，在使用 2mm 铅当量实体屏蔽典型工况下，有用射束方向控

制区边界最大约 65m，监督区约 158m；非有用射束方向控制区边界最大约 25m，监督区约 59m。

上述理论计算结果选取典型工况下进行预测，X射线机的管电压及管电流的大小、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的改变以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量率发生改变，因此上述估算结果不能完全作为划分控制区与监督区边界的依据，仅供现场初次布置时参考。

建设单位在进行移动X射线探伤过程中应根据实际情况对控制区及监督区边界进行修正调整，重新划定控制区和监督区，此外，还应加强对控制区和监督区的管理和控制，并利用屏蔽材料或探伤现场的建筑物、工件等实体防护措施来降低探伤作业现场周围的辐射水平，从而缩小控制区和监督区的范围。

在实际探伤过程中探伤工作人员拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：在每次探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试曝光期间，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将周围剂量当量率在 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为监督区。

常州检验检测标准认证研究院在日常探伤工作中还需落实以下要求：

① 探伤现场应满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“移动式探伤的放射防护要求”；

② 应考虑控制器与 X 射线管和被检测物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置。操作人员尽可能利用各种屏蔽方式保护自己；

③ 探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则必须采取专门的防护措施；对每次工作现场情况进行记录；

④ 当 X 射线探伤装置、场所、被检测体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线；

⑤ 在进行 X 射线移动探伤过程中应注意对控制区和监督区的管理和控制，若探伤现场环境不能满足监督区的防护距离时，辐射工作人员应对 X 射线探伤机附加一定的防护装置如集光筒、活动防护罩、防护挡板等或采取其他防护措施，限制射线束中的无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小控制区和监督区的范围。

⑥ 若在厂区内开展移动探伤，应采取各种措施确保厂区边界处辐射剂量率达到监督区边界辐射剂量率水平，否则不宜在此开展移动探伤。

## 2 辐射工作人员和公众剂量估算

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式来估算，估算公式如下：

$$W=D \cdot T \cdot H \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (6)$$

- 式中：W —— 受照年有效剂量，mSv·a<sup>-1</sup>；  
D —— 参考点处剂量率，μSv/h；  
T —— 年受照时间，h·a<sup>-1</sup>；  
H —— 人员居留因子，工作人员取 1。

本项目探伤过程中操作人员一般通过延迟曝光撤至控制区边界外，或采取局部屏蔽措施，在控制区边界外操作，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。控制区边界辐射剂量率不超过 15μSv/h，辐射工作人员保守取控制区边界辐射剂量率 15μSv/h，本项目单名辐射工作人员年探伤时间不超过 160h，居留因子取 1，根据公式（6），计算辐射工作人员 X 探伤曝光受照年有效剂量为 2.4mSv。

控制区边界外周围剂量当量率在 2.5μSv/h 以上的范围内划为监督区，公众位于监督区边界外，公众保守取监督区边界辐射剂量率 2.5μSv/h；因移动探伤现场不固定，每个探伤现场一般最长不超过 1 周，周曝光时间不超过 4h，每个探伤现场年探伤时间一般不超过 4h，居留因子保守取 1，根据公式（8），计算公众 X 探伤曝光受照年有效剂量为 0.01mSv。

根据以上估算，常州检验检测标准认证研究院在做好安全防护措施的情况下，辐射工作人员和公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

## 3 三废治理措施评价

X 射线机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目产生的生活污水和生活垃圾不随意外排，辐射工作人员生活污水将进入

城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

## 事故影响分析

### 1 潜在事故分析

本项目为使用 II 类射线装置进行现场探伤，只有在开机出束时才产生 X 射线，因此，移动式 X 射线探伤事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 现场探伤时，探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到超剂量的外照射。

(2) 现场探伤时，现场控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界的辐射水平进行检测，对辐射工作人员和公众造成超剂量的外照射。

(3) 现场探伤时，探伤人员违反操作规程强行探伤，对辐射工作人员和公众造成超剂量的外照射。

(4) 现场探伤时，探伤机控制器失灵或失控等意外情况，可能对辐射工作人员造成超剂量的外照射。

(5) 探伤机停止工作时，未按 GBZ117—2022 中 8.4.1.4 的要求检测操作者所在位置的辐射水平即认为探伤机已停止工作而实际未停止工作，造成对人员的误照射。

(6) 射线装置管理不善，被盗并开机造成的人员受照。

### 2 辐射事故处置方法及预防措施

常州检验检测标准认证研究院应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤作业，同时加强对 X 射线探伤机的管理，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。本项目配备有 25m 长的控制电缆，用于连接控制器和 X 射线探伤机，并使用屏蔽材料进行局部屏蔽。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目拟使用的 X 射线机属于 II 类射线装置，本项目事故多为探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使辐射工作人员或公众误入控制区或监督区、现场控制区和监督区划分不合理对辐射工作人员和

公众造成超剂量照射以及开机误照射等，通常情况下属于一般辐射事故。

在发生事故后：

（1）立即停机，组织人员撤离，迅速报告单位应急管理机构进行事故处理，在 1 小时内上报生态环境、公安等有关管理部门，并做好辐射事故档案记录；

（2）发生人员受照事故时，迅速安排受照人员接受医学检查和救治，建立并保存相应的医疗档案；

（3）辐射事故发生后，积极配合生态环境、公安等管理机关做好事故调查和善后处理。

当发生辐射事故时，该院应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康委员会报告。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

常州检验检测标准认证研究院拟根据法律法规要求成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，拟指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。

该院拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名辐射防护负责人负责辐射安全管理工作，2 名探伤工作人员负责现场探伤操作。该 3 名辐射工作人员均应取得辐射安全知识考核合格证书后方可上岗。

企业应注意：关于辐射工作人员上岗资格的考核，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》要求，进行网上报名时，操作人员选择“X射线探伤”科目，辐射防护负责人应选择“辐射安全管理”科目进行考核。

**辐射安全管理规章制度**

常州检验检测标准认证研究院拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定相应的辐射安全管理制度，内容主要包括：辐射防护和安全保卫制、移动探伤安全操作规程、设备维修制度、岗位职责、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等。

辐射防护和安全保卫制度：拟根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，明确辐射工作人员的资质条件要求，重点是 X 射线探伤机在探伤现场的保管、探伤和维修时的辐射安全管理。

操作规程：拟明确 X 射线探伤机的移动探伤操作流程及操作过程中采取的具体防护措施，将重点明确 X 射线探伤机移动探伤前的清场，控制区及监督区的划分，开机探伤时的试曝光，检测过程中必须采取的辐射安全措施以及曝光结束后携带开

机状态的个人剂量报警仪和巡测仪进入控制区，收回 X 射线探伤机。

设备维修制度：拟明确 X 射线探伤机以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线探伤机以及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

岗位职责：拟明确管理人员、辐射工作人员的岗位责任，拟重点明确辐射管理人员定期检查辐射安全措施的有效性，加强辐射安全防护知识及辐射环境安全管理相关法律的学习；辐射工作人员在探伤前熟练具体操作规程及步骤，了解 X 射线探伤机的性能及工作原理，使每一个相关的辐射工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

台账管理制度：拟建立设备使用登记台账，制定 X 射线探伤机使用记录表，对 X 射线探伤机的使用日期、时间、作业场所、使用的辐射巡测仪器编号，控制区及监督区的初步监测结果以及最终监测结果、使用人等情况均拟进行登记，同时标明设备名称、型号、电压、电流等，并拟对 X 射线探伤机的出入库进行严格管理、登记。

人员培训计划：拟明确辐射工作人员必须通过生态环境部的辐射安全和防护考核后方可上岗，同时明确内部培训内容、周期、方式以及考核的办法等内容，定期组织辐射工作人员学习相关法律法规，并加强对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：拟制定辐射环境监测方案及个人剂量监测方案，拟购置辐射监测仪器和个人剂量报警设备，明确每次探伤过程中的监测项目和监测频次，同时委托有资质单位对辐射工作人员定期（1 次/每 3 个月）进行个人剂量监测，并对 X 射线探伤机的安全和防护状况进行年度评估，于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

事故应急预案：拟针对 X 射线探伤机移动探伤作业可能产生的辐射事故制定辐射事故应急预案或应急措施，该预案或措施中拟明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，将立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还将同时报告当地卫生健康委员会。

## 辐射监测

## 1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

常州检验检测标准认证研究院拟购置 1 台探伤机，成立 1 个探伤小组，配备 1 台辐射巡测仪，每名探伤工作人员配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计，辐射巡测仪定期送检。

落实后以上措施后，本项目监测仪器能够满足本项目的仪器配备要求。

## 2、监测方案

根据辐射管理要求，常州检验检测标准认证研究院应制定如下监测方案：

(1) 检测方法及范围：在探伤机处于照射状态，用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，以 15 $\mu$ Sv/h 为控制区边界，以 2.5 $\mu$ Sv/h 为监督区边界。检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。探伤机停止工作时，检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

(2) 检测周期：每次开展探伤作业时，辐射工作人员应对辐射工作场所周围的辐射水平进行监测并记录档案。每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：①新开展现场射线探伤的单位；②每年抽检一次；③在居民区进行的移动式探伤；④发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

(3) 项目建成运行后，委托有相应资质的技术服务机构进行验收监测。

(4) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年；

(5) 所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

## 辐射事故应急

为加强 X 射线装置移动探伤过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发

事故的发生而造成的危害，保障从事射线检测的工作人员及社会公众的健康与安全，常州检验检测标准认证研究院应根据本项目可能产生的辐射事故制定事故应急预案，

应急预案内容应包括：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演习计划。

常州检验检测标准认证研究院应依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145号文）的要求，明确辐射事故应急领导小组的组织机构、组成人员及职责；明确应急人员培训内容及培训周期等；明确辐射应急救援响应措施；明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化；明确应急演练制度；加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生。

依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》，发生辐射事故时，该院应立即启动本单位的事事故应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康委员会报告。

**表 13 结论与建议**

**结论**

**1 辐射安全与防护分析结论**

**1.1 项目选址**

常州检验检测标准认证研究院位于常州市武进区西湖路 2-18 号，该场所主要用于探伤机的贮存、办公等。本项目仅在委托方厂区或野外开展移动探伤作业，常州检验检测标准认证研究院在实施现场探伤之前，应对探伤地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等进行全面的评估，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

**1.2 项目分区及布局**

本项目 X 射线机于当天作业结束后带回，拟将常州检标院 1#大楼三楼试验室设置为探伤机贮存点，拟在试验室内设置隔间，隔间内设置 1 个储存柜单独贮存 X 射线机，警戒绳等防护设施不用时放置在隔间。

常州检验检测标准认证研究院在开展移动式 X 射线探伤时，拟将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv/h}$  的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区。

以上控制区及监督区的划分及布局能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，本项目移动式 X 射线探伤的分区及布局划分合理。

**1.3 辐射安全措施**

常州检验检测标准认证研究院在开展移动 X 射线现场探伤作业时，拟严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）利用辐射巡测仪巡测，将作业场所周围剂量当量率在  $15\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为监督区。并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、电离辐射警告标志、提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机连锁；在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标志，必要时设专人警戒。探伤期间通过辐射剂量巡测对边界进行检测或修正，确定场内无其他人员后开始探伤。

该院在进行 X 射线探伤过程中应注意对控制区和监督区的管理和控制，必要时附

加一定的防护装置如集光筒、活动防护罩、防护挡板等或采取其他防护措施，限制射线束中的无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小控制区和监督区的范围。

本项目采取以上措施后，辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

#### **1.4 辐射安全管理**

常州检验检测标准认证研究院拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责，拟制定相关的辐射安全管理制度及辐射事故应急预案。本项目拟配备 1 名辐射防护负责人及 2 名探伤工作人员，以上辐射工作人员均通过辐射安全和防护专业知识考核合格后上岗。同时，项目运行后，辐射工作人员拟进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

该院拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪，用于对本项目探伤现场周围的辐射水平进行监测。该院还拟为本项目探伤工作人员各配备 1 台个人剂量报警仪。

在落实以上辐射安全管理措施后，本项目的辐射安全管理措施将能够满足辐射安全要求。

## **2 环境影响分析结论**

### **2.1 辐射防护影响预测**

本项目运行后，X 移动探伤现场拟严格按照标准进行控制区、监督区的划定和辐射安全管理，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对现场探伤作业场所实行分区管理的要求。

### **2.2 保护目标剂量**

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员及周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求：辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

### **2.3 三废处理处置**

本项目不产生放射性废水、废气和放射性固废。

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧

化物（NO<sub>x</sub>），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

### 3 可行性分析结论

综上所述，常州检验检测标准认证研究院新建移动式 X 射线探伤项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

### 建议和承诺

（1）项目取得环评批复且建成后，建设单位应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求及时申领辐射安全许可证。

（2）项目运行后，建设单位应根据《建设项目环境保护管理条例》（2017 修改版），参考《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》要求，按时完成自主竣工验收。验收期限一般不超过 3 个月，需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

（3）该项目运行后，应定期或不定期针对 X 射线移动探伤的各种管理、操作、安全措施落实情况进行检查，确保仪器和各项防护设施的完好和有效。

（4）凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行辐射防护检测：a) 新开展现场射线探伤的单位；b) 每年抽检一次；c) 在居民区进行的移动式探伤；发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

（5）针对本项目可能出现的辐射事故，应加强辐射工作人员的安全思想教育，避免意外事故造成对人员的影响，使其对环境的影响降到最低。

（6）建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》编制自评估报告，每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确各级管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射安全管理的要求。	/
辐射安全和防护措施	X 射线探伤作业前，清理并确认现场控制区、监督区内无关人员全部撤离；X 射线现场探伤时，通过辐射检测仪现场巡测，将作业场所中周围剂量当量率在 15 $\mu$ Sv/h 以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在 2.5 $\mu$ Sv/h 以上的范围内划为监督区。	X 移动探伤现场控制区、监督区的划定满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求；控制区边界周围剂量当量率不大于 15 $\mu$ Sv/h，监督区边界周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。 辐射工作人员和周围公众年受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求:辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	10
	本项目现场探伤作业前提前与委托方沟通，对探伤现场进行全面评估。根据现场具体情况，最大化的利用现场已有的建筑物、工件以及屏蔽材料等进行防护。严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求利用辐射巡测仪巡测，划定控制区和监督区，并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、电离辐射警告标志、提示“预备”、“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机联锁；在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标志，必要时设专人警戒。 本项目探伤机在不使用时放置在常州检标院 1#大楼三楼试验室内，拟在该试验室内设置 1 个储存柜单独贮存 X 射机，储存柜张贴电离辐射警告标志，钥匙由专人保管，并设置 X 射线机取用台帐。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求和本项目的辐射安全需要。	
人员配备	拟为本项目配备 1 名辐射防护负责人及 2 名探伤工作人员。均拟参加辐射	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人	1

	安全和防护专业知识考核，考核合格后上岗。	员、辐射防护负责人通过考核后上岗的要求。	
	辐射工作人员均拟配备个人剂量计，定期(1次/3个月)送检，并定期(不少于1次/2年)进行职业健康体检，单位建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中个人剂量监测和职业健康体检的要求。	2
监测仪器和防护用品	拟成立1个探伤小组，配备1台环境辐射剂量巡测仪，每名探伤工作人员配备1台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于监测仪器配备和防护用品相关要求和本项目的辐射安全需要。	2
辐射安全管理制度	拟建立辐射安全相关规章制度，并在实际工作中不断完善。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射安全管理的要求，满足本项目辐射工作需要。	/
显影、定影废液、废胶片暂存设施和处理	本项目不产生洗片废液和废胶片。	/	/

移动式 X 探伤拟配备的防护用品和监测仪器一览表

用品/仪器名称	配备数量
X-γ辐射剂量率仪(巡检仪)	1台
个人剂量报警仪	至少2台
个人剂量计	3个(辐射防护负责人及探伤作业人员均需佩戴)
警戒绳	2000m(100米/卷*20卷)
提示“预备”、“照射”工作指示灯与声音提示装置并与探伤机连锁	至少4个
电离辐射警告标志	至少8个
“禁止进入射线工作区”	至少4个
“无关人员禁止入内”标牌	至少4个
照明灯(光线不良使用)	至少4个
2mm铅当量厚度屏蔽材料(如铅橡胶等)	4块(可根据实际需要调整)

以上措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

**表 14 审批**

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章  
年 月 日

审批意见

经办人

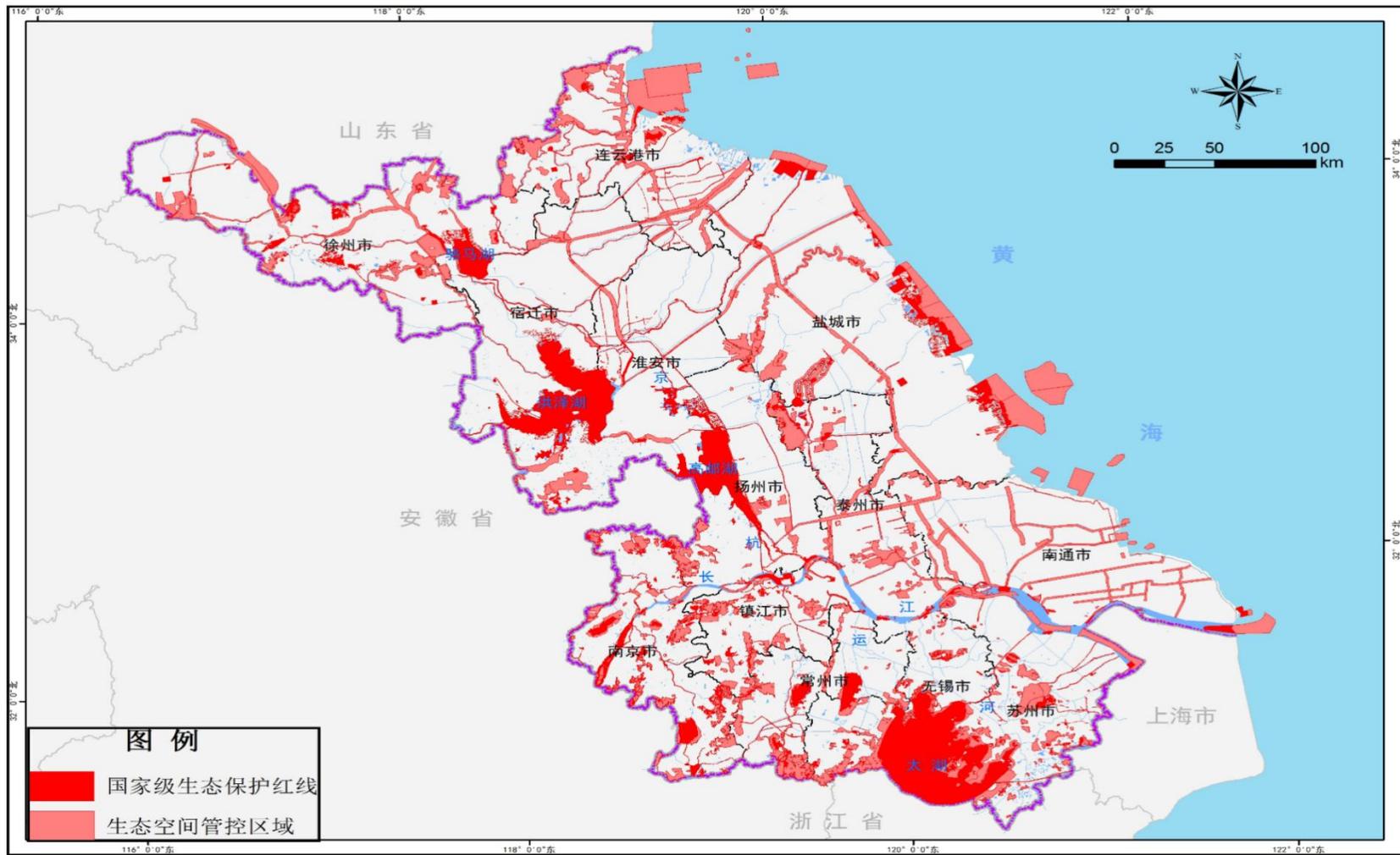
公章  
年 月 日



附图 1 常州检验检测标准认证研究院地理位置图



附图 2-1 常州检验检测标准认证研究院周围环境图



附图 3 江苏省生态空间管控区位置关系图

# 附件 1

## 项目委托书

委托性质	■环评 □监测 □咨询 □其它			
委托方 (甲方)	单位名称	常州检验检测标准认证研究院		
	地 址	常州市武进区西湖路 2-18 号	邮 编	213164
	联 系 人		联系电话	
服务方 (乙方)	单位名称	江苏省苏核辐射科技有限责任公司		
	地 址	南京市建邺区云龙山路 75 号	邮编：210019	
	联 系 人			
建设项目	项目名称	新建移动式 X 射线探伤项目		
	项目性质	新建		
	建 设 内 容	拟购置 1 套便携式 X 射线 DR 成像系统新建移动式 X 射线探伤项目		
委托内容	编制环境影响报告表。  <p style="text-align: right;">委托单位（盖章） 2024 年 10 月 12 日</p>			

## 附件 2

### 射线装置使用承诺书

常州检验检测标准认证研究院新建移动式 X 射线探伤项目 X 射线探伤机使用情况如下：

序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	备注
1	X 射线机 EVO 300DS	1	300	4.5	II	移动式探伤现场	拟购	定向机 额定功率 900W
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：本项目年开机曝光时间约为 160 小时。

本单位郑重承诺：以上资料完全属实，如存在瞒报、假报等情况及由此导致的一切后果由本单位承担全部责任。

委托方（盖章）：常州检验检测标准认证研究院

2024 年 10 月 12 日

### 关于现场探伤的情况说明

因业务发展需要，我院拟新建移动式 X 射线探伤项目，配备 1 套便携式 X 射线 DR 成像系统，为被检单位提供移动探伤检测服务，院内不设置探伤地点。

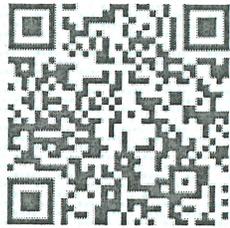
本项目拟配备 1 名辐射防护负责人及 2 名探伤工作人员，本项目拟配备 警戒绳、警示灯、警告牌、警告标志、巡测仪、个人剂量报警仪、铅屏蔽材料等，用于现场探伤的辐射防护。

委托方（盖章）：常州检验检测标准认证研究院

2024 年 10 月 12 日

中华人民共和国  
事业单位法人证书  
(副本)

统一社会信用代码 12320400MB1233922J



有效期自 2020年03月09日 至 2025年03月09日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

名称 常州检验检测标准认证研究院  
宗旨和 研究建立社会公用计量标准，承担行政机关委托的计量标准等工作；承担产品、商品的质量监督检验及其它检验，按授权执行强制检定和法律规定的其它检定、测试工作，开展校准工作；开展标准化研究、专业技术培训、咨询和产品研发，向社会提供标准化、质量体系、商品条码、认证认可等相关咨询服务。  
业务范围  
住 所 常州市武进区西湖路2-18号

法定代表人 杨宇华

经费来源 自收自支

开办资金 ￥ 5000万元

举办单位 常州市市场监督管理局

登记管理机关

Small focal spot

# EVO 300DS



## **Built to last** **It's robust and reliable**

Designed and built in Denmark; the EVO systems are comprised of the best components and assembled with the utmost care - making them reliable, long lasting and a sound investment. They are fitted with a high quality metal ceramic X-ray tube and the robust composite casing now protects all vital parts even better. The systems meet the IP65 standard, making them fully operational in dusty and wet conditions.

## **Smarter workflow** **It's light-weight and easy to handle**

The ergonomic design and the low weight of 29 kg make the EVO 300DS easy to handle and re-position. A broad temperature range from -20°C to +50°C makes the EVO systems reliable and ensures smooth operation even in extreme environments. The intuitive interface allows for a smarter workflow.

## **High performance** **Due to its technical capabilities**

Built to meet the highest international safety standards, each unit is individually tested and measured for safety and accuracy. The EVO 300DS features a combination of 300 kV, a 1.0 mm focal spot and 900 W constant potential X-ray power for high penetration, shorter exposure times and high resolution results - making it well suited for all heavy duty field inspection jobs.

**comet**  
x-ray

## Exposure calculator

The advanced built-in exposure calculator in the CONTROL EVO ensures fast exposure calculations, as well as uniform results and optimised exposure times. It accommodates the use of a wide range of films, materials and settings.

## Power supply

The AC-mains voltage range spans from 85 to 264 VAC and from 45 to 65 Hz, supporting global operation. The improved power factor correction module ensures stable operation, where AC-mains are unstable.

## Options

The right set of accessories is important to make your workflow even smarter. Tube stands and other accessories are available, making the X-ray systems versatile, flexible and suited for most applications.

## Certificates

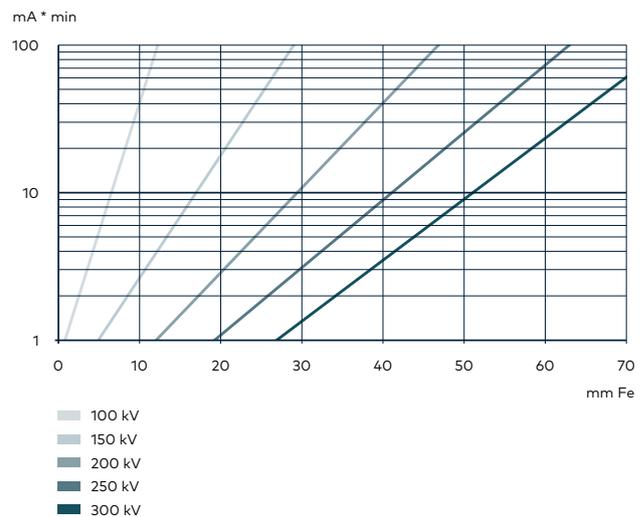
CE (Low voltage EN 61010-1, EMC 2004/108/EC, Machinery EN 60204-1). DIN 54113 and Röntgenverordnung (RöV).

## Specifications

Weight	29 kg
Height	774 mm
Focal spot size EN 12543	1.0 mm
High voltage adjustment (管电压范围)	50 - 300 kV
mA adjustment (管电流范围)	0.5 - 4.5 mA
Max. X-ray power (X线最大功率)	900 W
Beam angle (射线束辐射角)	30° x 60°
Leakage radiation (最大辐射泄露)	Max. 5.0 mSv/h
Environment	IP65
Temperature range	-20°C to +50°C
Cont. exposure 35°C, 300 kV / 3.0 mA	Min. 1 hour

## Fe exposure diagram

700 mm FFD / D7-type + Pb / D = 2,0



### COMET Technologies Denmark A/S

Helgeshøj Alle 38, 2630 Taastrup, Denmark

T +45 72 40 77 00

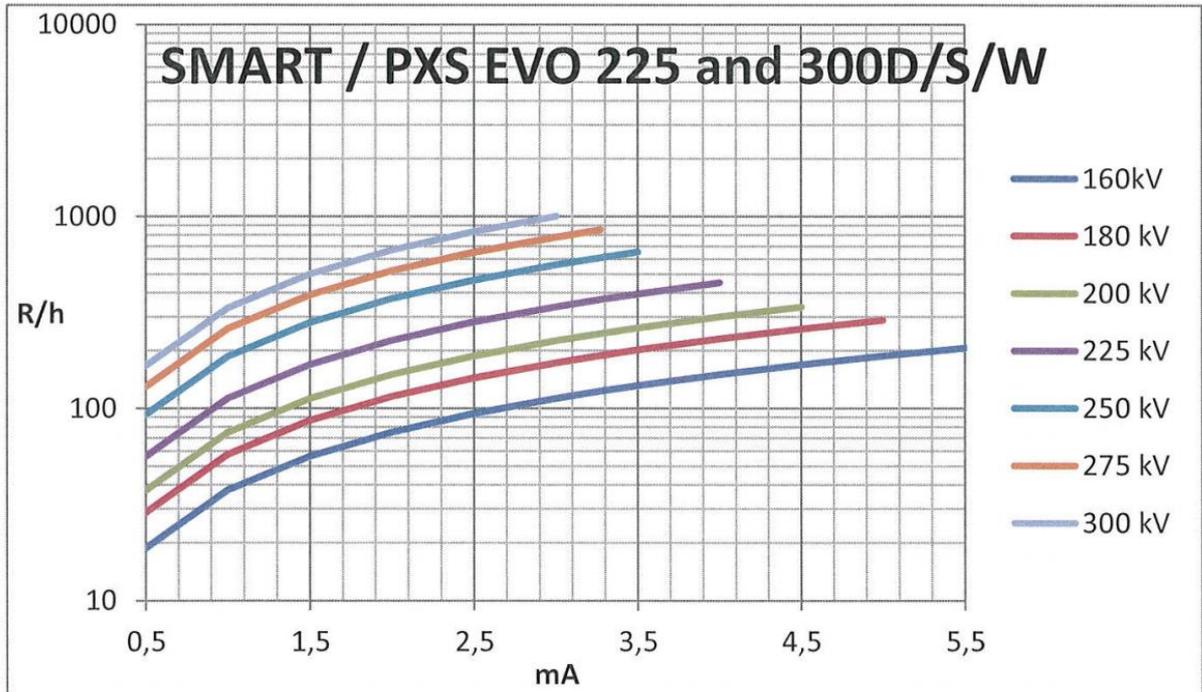
VAT DK 18 21 52 33

Web: xray.comet.tech

Mail: mail.xray.dk@comet.tech

## DOSE EVO 225-300D/S/W

Dose in main beam for EVO 225D / DS / DW / DSW and EVO 300D / DS / DW / DSW



滤过材料: 0.8mmBe+4mmAl, 距离辐射源1m处

Settings: Inherent filtration 0.8mm Be, additional filtration 4 mm Al, distance 1m from focal spot.

Disclaimer: Dose measurements in main beam are by nature difficult and Comet Technologies Denmark A/S takes all kind of reservations for the accuracy of the given values.