

2026-F-064

核技术利用建设项目

南通万达能源动力科技有限公司
扩建 1 座固定式 X 射线探伤铅房项目
环境影响报告表

南通万达能源动力科技有限公司（盖章）



生态环境部监制

核技术利用建设项目

南通万达能源动力科技有限公司
扩建 1 座固定式 X 射线探伤铅房项目
环境影响报告表

建设单位名称：南通万达能源动力科技有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：南通市钟秀中路 133 号

邮政编码：226000

电子邮箱：

联系人：季双明

联系电话：



打印编号: 1788501549000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	382rhe		
建设项目名称	南通万达能源动力科技有限公司扩建1座固定式X射线探伤铅房项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	南通万达能源动力科技有限公司		
统一社会信用代码	91320600704042209G		
法定代表人（签章）	宣炎明		
主要负责人（签字）	季双明		
直接负责的主管人员（签字）	张佳		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	江苏瑞祺环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91320106MA1MQU5T14		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
左中艳	03520250632000000049	BH019220	左中艳
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
左中艳	表8环境质量与辐射现状、表9项目工程分析与源项、表10辐射安全与防护、表11环境影响分析、表12辐射安全管理、表13结论与建议	BH019220	左中艳
邱天灵	表1项目基本情况、表2放射源、表3非密封放射性物质、表4射线装置、表5 废弃物（重点是放射性废弃物）、表6评价依据、表7保护目标与评价标准	BH006225	邱天灵



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。



姓名：左中艳

证件号码：

性别：女

出生年月：1998年01月

批准日期：2025年06月15日

管理号：03520250632000000049



目录

表 1	项目基本概况	1
表 2	放射源	4
表 3	非密封放射性物质	4
表 4	射线装置	5
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	6
表 6	评价依据	7
表 7	保护目标与评价标准	9
表 8	环境质量和辐射现状	12
表 9	项目工程分析与源项	14
表 10	辐射安全与防护	17
表 11	环境影响分析	20
表 12	辐射安全管理	27
表 13	结论与建议	30
表 14	审批	36

表 1 项目基本概况

建设项目名称		南通万达能源动力科技有限公司扩建 1 座固定式 X 射线探伤铅房项目			
建设单位		南通万达能源动力科技有限公司			
法人代表姓名	/	联系人	季双明	联系电话	/
注册地址		南通市钟秀中路 133 号			
项目建设地点		南通市钟秀中路 133 号管子生产厂房蛇形管车间			
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		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			

1 项目概述

1.1 建设单位基本情况

南通万达能源动力科技有限公司（原南通万达锅炉有限公司）成立于 1997 年，注册地位于南通市钟秀中路 133 号，主要从事能源动力装备以及节能环保设备的研发、生产、销售和服务，形成了城市生活垃圾焚烧发电锅炉、生物质焚烧发电锅炉、余热发电锅炉以及工业废弃物处置设备等具有国内领先水平的系列产品，服务于资源综合利用、工业余热利用、发电、热电联产、供热以及节能减排、环境治理等众多领域。

1.2 项目规模及任务由来

根据生产、检测需要，南通万达能源动力科技有限公司拟在管子生产厂房蛇形管车间拟建地坑内建设 1 座固定式 X 射线探伤铅房，并配备 1 台 X 射线实时成像检测系统，用于开展对蛇形管的无损检测工作，蛇形管为筒状，长度约 2~80m，外径约为 32mm~76mm，壁厚约为 3mm~12mm。本项目 X 射线实时成像检测系统的型号为 DCM-G320XRD3025-GLLG（最大管电压 320kV，最大管电流 13.5mA），工作时主射线朝底部照射（主射线可照射到部分东侧、西侧屏蔽体），操作室位于探伤铅房北侧。正常运行情况下，人员无法进入探伤铅房内部，维修时人员可进入。

南通万达能源动力科技有限公司现有 24 名辐射工作人员，拟调配 2 名辐射工作人员专职本项目检测工作，拟采取一班制。本项目周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见表 1-1：

表 1-1 南通万达能源动力科技有限公司本次评价和技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	工作场所 名称	使用情 况	备注
1	DCM-G320XRD3025-GLLG 型 X 射线实时成像检测系统	1	320	13.5	固定式 X 射线探伤铅房	拟购	主射线朝底部照射（主射线可照射到部分东侧、西侧屏蔽体）；额定功率为 1800W

根据《中华人民共和国生态环境法典》《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》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用 II 类射线装置应当编制环境影响报告表。受南通万达能源动力科技有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，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

南通万达能源动力科技有限公司位于南通市钟秀中路 133 号，地理位置图见附图 1。公司厂区东侧依次为金灵通科技集团股份有限公司及太平路；南侧为钟秀路，西侧为通富路，北侧为环岛路，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目拟建固定式 X 射线探伤铅房位于公司管子生产厂房蛇形管车间拟建地坑内，固定式 X 射线探伤铅房拟建址东侧为蛇形管智能化生产线；南侧依次为蛇形管智

能化生产线（含工业电视 X 射线检测装置）及厂内道路；西侧为蛇形管智能化生产线；北侧依次为蛇形管智能化生产线、管子拼排区、管屏作业区（含 3#移动探伤区域）。固定式 X 射线探伤铅房楼上、楼下均无建筑。本项目拟建址所在厂房平面布置图见附图 3。

本项目固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众。

3 单位原有核技术应用情况

南通万达能源动力科技有限公司已申领由江苏省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[00060]”，发证日期为 2024 年 1 月 5 日，有效期至 2026 年 8 月 12 日，许可种类和范围为“使用Ⅱ类放射源、使用Ⅱ类射线装置”。目前辐射安全许可证延续手续正在办理中。公司辐射安全许可证正副本复印件详见附件 5，公司现有核技术项目均已履行环保手续，环评批复及验收意见见附件 6。

南通万达能源动力科技有限公司现有核技术利用项目详见表 1-2。

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”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 射线实时成像 检测系统	II类	1	DCM-G320XRD302 5-GLLG	320	13.5	工业探伤	固定式 X 射线 探伤铅房	主射线朝底部照射(主射线可照射到部分东侧、西侧屏蔽体)；额定功率为1800W

(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	/	无暂存	通过探伤铅房顶部通风口及通风管道排入车间内通风管道，再通过车间内的通风管道排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，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/m³；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/m³)和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行 (2) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行 (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日发布 (4) 《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，自 2021 年 1 月 1 日起施行 (5) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行 (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正 (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 (8) 《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 (9) 《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 (10) 《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，2019 年 12 月 23 日 (11) 《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 10 月 21 日 (12) 《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 (13) 《危险废物转移管理办法》，2021 年 11 月 30 日生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号公布，自 2022 年 1 月 1 日起施行 (14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2026 年修正版），2026 年 7 月 31 日江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议修正
------	--

	(15) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月28日 (16) 《江苏省生态环境厅关于印发辐射安全许可证办理等工作程序和规范的通知》，苏环规〔2025〕1号，2025年9月21日起施行
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016) (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) (3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022) (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) (6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) (7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) (8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单
其它	与本项目相关附件: (1) 委托书(附件 1) (2) 射线装置使用承诺书(附件 2) (3) 辐射防护屏蔽设计说明(附件 3) (4) 辐射环境现状检测报告复印件(附件 4) (5) 辐射安全许可证复印件(附件 5) (6) 现有核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件(附件 6) (7) 2025 年度环境检测报告复印件(附件 7) (8) 辐射安全与防护培训证书复印件(附件 8) (9) 个人剂量监测报告复印件(附件 9) (10) 关于 X 射线实时成像检测系统参数说明(附件 10)

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 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“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目固定式 X 射线探伤铅房边界外 50m 区域。					
保护目标 本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。 对照《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）、《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），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。 对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目利用 X 射线进行无损检测，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合生态环境分区管控管理要求。 本项目固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众，保护目标详见表 7-1。					
评价标准 1 剂量限值 《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 <table><tr><th>/</th><th>剂量限值</th></tr><tr><td>职业照射 剂量限值</td><td>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。</td></tr></table>		/	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。
/	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，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。
--------------	--

2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中4.3.4.1，除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的10%，即公众年剂量约束值不大于**0.1mSv/a**。

3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周；

b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取100μSv/h。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

（1）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于**100μSv/周**，对公众场所，其值应不大于**5μSv/周**。

（2）固定式X射线探伤铅房四周和维修门外30cm处最高周围剂量当量率参考控制

水平不大于**2.5μSv/h**。

(3) 由于本项目固定式X射线探伤铅房位于地坑内，铅房顶部距离地面高度较低（约1.172m），故顶部外表面30cm处的剂量率参考控制水平保守取不大于2.5μSv/h。

4 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 7-3 江苏省环境天然γ辐射水平（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
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。

[2]现状评价时,参考测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

南通万达能源动力科技有限公司位于南通市钟秀中路 133 号，地理位置图见附图 1。公司厂区东侧依次为金灵通科技集团股份有限公司及太平路；南侧为钟秀路，西侧为通富路，北侧为环岛路，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目拟建固定式 X 射线探伤铅房位于公司管子生产厂房蛇形管车间拟建地坑内，固定式 X 射线探伤铅房拟建址东侧为蛇形管智能化生产线；南侧依次为蛇形管智能化生产线（含工业电视 X 射线检测装置）及厂内道路；西侧为蛇形管智能化生产线；北侧依次为蛇形管智能化生产线、管子拼排区、管屏作业区（含 3#移动探伤区域）。固定式 X 射线探伤铅房楼上、楼下均无建筑。本项目拟建址所在厂房平面布置图见附图 3。

本项目固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众。

本项目固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围环境现状见图 8-1。

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：固定式 X 射线探伤铅房拟建址及周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围布置监测点位，共计 5 个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

3.2 质量保证措施

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 4。

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目固定式 X 射线探伤铅房拟建址及周围环境扣除仪器

宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（62~64）nGy/h，根据《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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目固定式X射线探伤铅房拟建址周围室内监测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内测值范围内，属于正常辐射水平。

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

根据生产、检测需要，南通万达能源动力科技有限公司拟在管子生产厂房蛇形管车间拟建地坑内建设 1 座固定式 X 射线探伤铅房，并配备 1 台 X 射线实时成像检测系统，用于开展对蛇形管的无损检测工作，蛇形管为筒状，长度约 2~80m，外径约为 32mm~76mm，壁厚约为 3mm~12mm。本项目 X 射线实时成像检测系统的型号为 DCM-G320XRD3025-GLLG（最大管电压 320kV，最大管电流 5.625mA）。

本项目固定式 X 射线探伤铅房包括探伤铅房及操作室，操作室位于探伤铅房北侧。探伤铅房东侧和西侧设有工件通道，通道进出口设有铅帘，开展检测工作时，工件从一侧通道进口送入探伤铅房内，检测完后工件从另一侧通道出口处送出探伤铅房。探伤铅房北侧设有维修门。正常运行情况下，人员无法进入探伤铅房内部，维修时人员可进入。

本项目 X 射线实时成像检测系统主射线朝底部照射，X 射线管出束角约为 $26^{\circ} \times 22^{\circ}$ ，X 射线管在水平方向无法移动，在竖直方向可上下移动，移动范围为 400mm，同时在竖直方向可向东侧及西侧进行 30° 偏摆，因此主射线可照射到部分东侧、西侧屏蔽体。本项目 X 射线实时成像系统焦点距离东侧和西侧屏蔽体外表面最近距离约为 993mm，距离南侧屏蔽体外表面最近距离约为 1080mm、距离北侧屏蔽体外表面最近距离约为 884mm、距离顶部屏蔽体外表面距离为 340mm。本项目固定式 X 射线探伤铅房示意图见图 9-1，X 射线管距探伤铅房外表面距离示意图见图 9-2。

2 工作原理

2.1 X 射线产生工作原理

X 射线实时成像检测系统的核心部件是 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。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

2.2 X 射线实时成像系统原理

X 射线实时成像系统基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透被测工件被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信号转

换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。X 射线实时成像系统工作原理示意图见图 9-4。

3 X 射线实时成像系统工作流程及产污环节

本项目 X 射线实时成像检测系统检测时，待检测工件通过输送机运送至探伤铅房内，辐射工作人员在操作台处进行操作，对检测工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

（1）检查门-机联锁装置、照射信号指示灯及其他防护安全措施是否有效，措施有效方可开始检测工作。

（2）辐射工作人员启动自动送料程序。被检测工件经由输送机传输，途经工业相机采集区，工业相机自动识别并计算焊缝中心位置，而后被检测工件被输送至探伤铅房内；

（3）辐射工作人员在操作台处操作，调整 X 射线管及工件位置，开启 X 射线数字成像检测系统进行自动扫描检测，检测过程中会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；

（4）通过操作台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别，需出具检测报告；

（5）检测完毕后，关机，被检测工件通过探伤铅房出口传出。

4 原有工艺不足和改进情况分析

根据现场调查可知，公司已有辐射项目工艺流程合理，在使用过程中采取的安全措施符合标准要求，不存在工艺不足情况。

5 工作人员配置及工作机制

南通万达能源动力科技有限公司现有 24 名辐射工作人员，拟调配 2 名辐射工作人员专职本项目检测工作，拟采取一班制。本项目周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由 X 射线实时成像系统的工作原理可知，X 射线是随检测装置的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线，X 射线是主要污染物。本项目 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。依据

X 射线管参数说明（见附件 10），本项目 X 射线管滤过材料为“3mmBe”，X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为 $66\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

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。参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

散射辐射：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，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，320kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 250kV。详细参数见表 9-1。

2 非放射性污染源分析

X 射线实时成像系统在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

本项目辐射工作人员在工作过程中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

南通万达能源动力科技有限公司拟扩建 1 座固定式 X 射线探伤铅房，固定式 X 射线探伤铅房包括探伤铅房及操作室，主射线朝底部照射（主射线可照射到部分东侧、西侧屏蔽体），操作室位于探伤铅房北侧，避开了 X 射线主射线方向。本项目固定式 X 射线探伤铅房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室避开有用线束方向及操作室与探伤铅房分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将探伤铅房及两侧工件通道作为辐射防护控制区，在维修门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将探伤铅房及两侧工件通道四周外地坑范围、操作室及操作室南侧 0.72m 范围作为本项目辐射防护监督区，拟在地坑边界及操作室南侧设置地面警戒线，在监督区悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及标明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入（补焊操作仅在非探伤期间进行）。本项目平面布局及分区图见图 10-1，其中红色阴影区域表示控制区，蓝色阴影区域表示监督区。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

2 辐射屏蔽设计

本项目固定式 X 射线探伤铅房屏蔽防护设计见表 10-1，防护设计示意图见附图 5。

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障 X 射线实时成像系统安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

3.1 辐射防护措施

（1）探伤铅房维修门拟设置门机联锁装置，只有当维修门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，维修门被意外打开时，射线管应能立刻停止出束。

（2）操作台处设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

（3）探伤铅房顶部拟设置工作状态指示灯，并与 X 射线管进行联锁。X 射线实时成像检测系统工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近或在探伤铅房附近做不必要的逗留。

(4) 探伤铅房表面拟设置对指示灯信号意义的清晰说明。

(5) 探伤铅房维修门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(6) 拟在探伤铅房顶部东侧、西侧及探伤铅房内北侧各设置 1 个视频监控，操作室内设置显示界面，以便人员能够在操作室内观察到探伤铅房周围和探伤铅房内各个位置的情况。

(7) 拟在探伤铅房内和操作台处各设置 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方法。

(8) 拟在探伤铅房内设置固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面。

3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对固定式 X 射线探伤铅房进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员拟定期测量固定式 X 射线探伤铅房周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始检测工作。

(4) 在每一次照射前，辐射工作人员都必须确认在维修门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

(5) 维修维护情况下，辐射工作人员在进入探伤铅房时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪、便携式 X- γ 剂量率仪，当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即退出探伤铅房，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

(6) 公司拟对使用的 X 射线实时成像系统维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线实时成像系统不再使用时，应实施退役程序。

(1) X 射线实时成像系统的 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。

（2）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废治理

本项目 X 射线实时成像系统工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过探伤铅房顶部通风口及通风管道排入车间内通风管道，再通过车间内的通风管道排入外环境。本项目探伤铅房体积约为 7.92m^3 ，通风装置的通风量拟设置为 $1121\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时能进行约 141 次有效换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的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。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设阶段涉及的主要施工程序为固定式 X 射线探伤铅房的安装、固定等，施工时对环境会产生如下影响：

（1）大气：本项目在建设施工期需进行的各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a.及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b.车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c.施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（2）噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

（3）固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

（4）废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工及设备安装阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

辐射环境影响分析

本项目探伤铅房内拟配备 1 台 X 射线实时成像系统，型号为 DCM-G320XRD3025-GLLG，最大管电压 320kV，最大管电流 5.625mA。本次评价选取 X 射线实时成像系统满功率运行时的工况（功率为 1800W 下，320kV 电压下对应电流为 5.625mA）进行预测。因探伤铅房下方为土层，故本次评价对底部不进行计算。

本项目 X 射线实时成像检测系统运行时主射线向底部照射，X 射线管偏转后主射线能够照射到东、西侧屏蔽体（底部 356mm×542mm 范围区域），主射线照射范围均在地坑内，故计算时将探伤铅房东侧屏蔽体及西侧屏蔽体（底部 356mm×542mm 范围区域）按照有用线束照射进行预测计算，将探伤铅房东侧屏蔽体（主射线区外范围，含工件通道防护罩、铅帘、电缆口）、南侧屏蔽体、西侧屏蔽体（主射线区外范围，

含工件通道防护罩、铅帘）、北侧屏蔽体（含维修门）、顶部屏蔽体（含通风口）按照非有用线束照射进行预测计算。

本项目 X 射线实时成像系统焦点距离东侧和西侧屏蔽体外表面最近距离约为 993mm，距离南侧屏蔽体外表面最近距离约为 1080mm、距离北侧屏蔽体外表面最近距离约为 884mm、距离顶部屏蔽体外表面距离为 340mm。X 射线管计算示意图见图 9-2。

1 理论预测公式

1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (11-1)$$

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中图 B.2 无本项目参数对应的曲线，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，采用内插法得出 320kV 下对应铅的 TVL 值，然后按公式（11-2）计算得出：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-2)$$

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (11-3)$$

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

$\dot{H}_L$: 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$, 取值参考

《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 1;

R : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

B : 屏蔽透射因子, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 B.2, 通过内插法得到 320kV 下铅的 TVL 值, 再按公式(11-2)计算得出。

② 散射辐射 d

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots (11-4)$$

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, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

B : 屏蔽透射因子, 按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量, 按公式(11-2)计算得出;

F : R_0 处的辐射野面积, m^2 ;

α : 散射因子, 入射辐射被单位面积(1m^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。与散射物质有关, 在未获得相应物质的 α 值时, 可以用水的 α 值保守估计, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(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。

1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (11-5)$$

式中: H_c : 参考点的年剂量水平, mSv/a;

$\dot{H}_{c,d}$: 参考点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

t : 年照射时间, h/a;

U : 探伤装置向关注点方向照射的使用因子;

T : 人员在相应关注点驻留的居留因子。

2 屏蔽计算分析

2.1 理论计算结果

2.1.1 有用线束方向理论计算结果

从表 11-1~表 11-3 预测结果可知,本项目 X 射线实时成像检测系统满功率运行时,探伤铅房四周、顶部屏蔽体外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $1.576\mu\text{Sv/h}$,能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 天空反散射影响分析

本项目 X 射线实时成像系统在预测条件下运行时,由于探伤铅房顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.783\mu\text{Sv/h}$,穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低,因此其天空反散射能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.3 通风口、电缆口、防护门缝隙处辐射防护评价

本项目探伤铅房顶部通风口处拟设置 26mmPb+6mmFe 防护罩,东侧电缆口处拟设置 28mmPb+6mmFe 防护罩;由表 11-1 及表 11-2 计算结果可知,本项目 X 射线实时成像系统在满功率工况下运行时,通风口外 30cm 处最大辐射剂量率为 $0.783\mu\text{Sv/h}$,电缆口外 30cm 处最大辐射剂量率为 $0.092\mu\text{Sv/h}$,能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目 X 射线经过防护罩后至少会经过 3 次散射到达通风口、电缆口处, X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外,根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明,如果一个能使辐射至少散射三次的迷道,是能保证迷道口工作人员的安全”,可推断通风口处、电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口及电缆口散射示意图如图 11-2~图 11-3。

2.4 维修门门缝隙处及地面铅防护压条缝隙处辐射防护评价

本项目探伤铅房北侧设有 1 个维修门,维修门门洞 0.838m 宽 $\times$ 1.563m 高,维修门 0.966m 宽 $\times$ 1.691m 高,维修门与四周屏蔽体搭接长度均为 64mm,维修门与屏蔽体之

间的缝隙宽度均为 4mm，维修门与屏蔽体重叠部分不小于维修门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断维修门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

探伤铅房四周屏蔽体与地面之间设有铅防护压条，铅防护压条采用 20mmPb+6mmFe，铅防护压条与地面之间搭接长度约 50mm，与地面之间的缝隙宽度约为 3mm，铅防护压条与地面搭接部分长度不小于铅防护压条与地面缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出铅防护压条与地面间的缝隙，可推断本项目探伤铅房铅防护压条与地面间缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

3 有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为探伤铅房周围 50m 范围内其他人员。辐射工作人员于探伤铅房北侧监督区内进行操作，因此辐射工作人员年有效剂量拟按照探伤铅房北侧监督区内最大辐射剂量率取值计算；根据剂量率与距离的平方成反比公式（11-7）可得到各关注点处辐射剂量率，本项目监督区外各关注点至探伤距离见图 10-1。

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：H₁—距射线源点 R₁ 处的剂量率，μSv/h；

H₂—距射线源 R₂ 处的剂量率，μSv/h；

R₁—装置屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R₂—监督区外各点位距射线源的距离，m。

公司拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，拟采取一班制。本项目周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。将表 11-4 计算结果代入公式（11-7），可计算得到本项目固定式 X 射线探伤铅房辐射工作人员及周围公众的周剂量当量及年有效剂量，结果见表 11-5、表 11-6。

从表 11-5 中的计算结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像装置在满功率运行时，辐射工作人员的周剂量当量最大值为 4.820μSv；公众周剂量当量最大值为 0.109μSv，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和本项目管理目标中关注点的周围剂量当量参考控制水平要求。

从表 11-6 中的计算结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像装置在满功率运行时，辐射工作人员的年有效剂量最大值为 0.241mSv；公众年有效剂量最大值为 0.005mSv，均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量

限值和本项目剂量约束值的要求：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。

4 叠加辐射影响

本项目探伤铅房西南侧现有 1 台 HPX-225-11 型工业电视 X 射线检测装置在用，该装置为Ⅱ类射线装置，距离本项目拟建址约 25m，需考虑现有Ⅱ类射线装置运行对本项目辐射工作人员和公众年受照剂量的影响以及本项目运行对现有Ⅱ类射线装置辐射工作人员和公众年受照剂量的影响。

根据该 HPX-225-11 型工业电视 X 射线检测装置上一年度检测报告（附件 7）可知，在检测工况下，HPX-225-11 型工业电视 X 射线检测装置周围关注点最大辐射剂量率为 0.15μSv/h，由表 11-1~表 11-3 预测结果可知，本项目探伤铅房南侧、西侧屏蔽体外地面之上部分最大辐射剂量率 0.354μSv/h 后，在经过 25m 距离衰减后可湮没在本底辐射中，对辐射工作人员及公众的叠加影响可忽略。

5 三废治理评价

本项目 X 射线实时成像系统工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过探伤铅房顶部通风口及通风管道排入车间内通风管道，再通过车间内的通风管道排入外环境。本项目探伤铅房体积约为 7.92m³，通风装置的通风量拟设置为 1121m³/h，每小时能进行约 141 次有效换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的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。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目 X 射线实时成像系统只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线探伤事故多为开机误照事故，主要有：

（1）由于安全联锁装置失灵，导致维修门未关闭时人员开机工作受到误照射。

（2）X 射线实时成像检测系统在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机，使人员受到照射。

2 辐射事故预防措施

南通万达能源动力科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，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以及辐射安全意识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

（1）公司内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

（2）严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每次在 X 射线实时成像系统开机前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机检测。

（3）辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应采取应对措施，必要时可远程控制停止出束。

3 辐射事故处置方法

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 射线实时成像系统属于Ⅱ类射线装置，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，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

（1）辐射工作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，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部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展工业 X 射线探伤使用的设备为 X 射线实时成像系统，属于Ⅱ类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的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。

南通万达能源动力科技有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，确定公司赖俊全为辐射防护负责人，赖俊全已通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核。公司现有 24 名辐射工作人员，24 名辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台线上考核。公司拟从现有 24 名辐射工作人员中调配马林、蔡纯专职负责本项目检测工作，马林、蔡纯已通过生态环境部组织的“X 射线探伤”类辐射安全与防护知识考核。辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。相关辐射工作人员辐射安全与防护培训证书见附件 8。

辐射安全管理规章制度

南通万达能源动力科技有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。公司还应针对本项目，对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

探伤操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求，明确 X 射线实时成像系统设备操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线实时成像系统设备操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确管理人员、探伤工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线实时成像检测装置设备的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像系统设备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 射线实时成像系统设备与剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

人员培训计划：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。

台账管理制度：对 X 射线实时成像系统设备使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对 X 射线实时成像系统设备使用进行严格管理。

事故应急预案：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》的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，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的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

辐射监测

公司使用的 X 射线实时成像系统属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对探伤铅房周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司目前已配有 4 台辐射剂量巡测仪、17 台个人剂量报警仪。公司还拟为本项目配备 1 台辐射剂量巡测仪、2 台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

公司现有核技术利用项目已委托江苏省优联检测技术服务有限公司开展年度环保检测，年度环保检测报告见附件 7，由检测结果可知，本单位现有核技术利用项目在检测工况下运行时，公司现有核技术利用项目工作场所周围剂量当量率能够满足相应的要求。本项目运行后，公司应每年请有资质的单位对本项目固定式 X 射线探伤铅房周围环境的辐射水平进行监测，核实现场辐射安全措施及现场管控措施，并做好相关监测记录。

公司现有核技术利用项目的辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并

每 3 个月送江苏省苏核辐射科技有限责任公司进行个人剂量监测，根据公司 2025 年 3 月到 2026 年 3 月的 4 个季度的辐射工作人员个人剂量监测报告可知（附件 9），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求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。本项目运行后，公司应认真落实以上个人剂量监测及职业健康体检方案，安排辐射工作人员定期进行个人剂量测量（每 3 个月/次）以及职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过 2 年），并妥善保管监测档案。公司已于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

本项目辐射监测方案见表 12-1。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，南通万达能源动力科技有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

南通万达能源动力科技有限公司已依据《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》的要求制定辐射事故应急预案，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。公司拟组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事事故应急预案，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，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

南通万达能源动力科技有限公司位于南通市钟秀中路 133 号。公司厂区东侧依次为金灵通科技集团股份有限公司及太平路；南侧为钟秀路，西侧为通富路，北侧为环岛路。

本项目拟建固定式 X 射线探伤铅房位于公司管子生产厂房蛇形管车间拟建地坑内，固定式 X 射线探伤铅房拟建址东侧为蛇形管智能化生产线；南侧依次为蛇形管智能化生产线（含工业电视 X 射线检测装置）及厂内道路；西侧为蛇形管智能化生产线；北侧依次为蛇形管智能化生产线、管子拼排区、管屏作业区（含 3#移动探伤区域）。固定式 X 射线探伤铅房楼上、楼下均无建筑。

本项目固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众。

1.2 实践正当性评价

本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.3 项目分区及布局

本项目拟将探伤铅房及两侧工件通道作为辐射防护控制区，在维修门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将探伤铅房及两侧工件通道四周外地坑范围、操作室及操作室南侧 0.72m 范围作为本项目辐射防护监督区，拟在地坑边界及操作室南侧设置地面警戒线，在监督区悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及标明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.4 辐射安全措施

本项目固定式 X 射线实时成像系统探伤铅房的维修门拟设置门机联锁装置。操作

台处设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权辐射工作人员方可使用；拟在探伤铅房顶部设置工作状态指示灯，并与 X 射线管进行联锁；拟在探伤铅房表面拟设置对指示灯信号意义的清晰说明；拟在探伤铅房维修门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；拟在探伤铅房顶部东侧、西侧及探伤铅房内北侧各设置 1 个视频监控，操作室内设置显示界面；拟在探伤铅房内和操作台处各设置 1 个急停按钮；拟在探伤铅房内设置固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面。辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对固定式 X 射线探伤铅房进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常开展固定式 X 射线无损检测时应检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；拟定期测量固定式 X 射线探伤铅房周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员拟确认固定式 X 射线探伤铅房内部没有人员驻留并关闭维修门；公司拟对使用的 X 射线实时成像系统维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

当 X 射线实时成像系统不再使用时，应实施退役程序。X 射线实时成像系统的 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；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

南通万达能源动力科技有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，同时已制定各项辐射安全管理制度。公司拟为本项目调配 2 名辐射工作人员，现有辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可参加相应工作。公司已对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司拟为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目固定式 X 射线探伤铅房外壳尺寸为 2.384m（长）×1.964m（宽）×2.242m（高），整体下沉 1.070m，东侧及西侧屏蔽体拟采用 28mmPb+6mmFe，南侧和北侧屏蔽体拟采用 24mmPb+6mmFe，顶部屏蔽体拟采用 26mmPb+4mmFe，维修门拟采用 24mmPb+6mmFe，通风口外拟采用 26mmPb+6mmFe 防护罩，电缆口外拟采用 28mmPb+6mmFe 防护罩。工件通道拟采用 24mmPb+6mmFe 防护罩，工件通道进出口拟采用 9mmPb 铅帘。

根据理论预测结果，本项目固定式 X 射线探伤铅房运行后周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的辐射剂量率限值要求。

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和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》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周剂量当量不超过 100 μ Sv，公众周剂量当量不超过 5 μ Sv；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。

2.3 三废处理处置

本项目 X 射线实时成像系统工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过探伤铅房顶部通风口及通风管道排入车间内通风管道，再通过车间内的通风管道排入外环境，臭氧在常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。

辐射工作人员在工作过程中产生的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。

3 可行性分析结论

综上所述，南通万达能源动力科技有限公司扩建 1 座固定式 X 射线探伤铅房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，该公司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) 该项目运行后, 应严格遵循操作规程, 加强对操作人员的培训, 杜绝麻痹大意思想, 以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响, 使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行, 严格按国家有关规定要求进行操作, 确保其安全可靠。

3) 建设单位在该工程竣工后, 应根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定由建设单位在环境保护设施竣工之日起 3 个月内进行自主验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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的要求	/
辐射安全和防护措施	本项目固定式 X 射线探伤铅房外壳尺寸为 2.384m（长）×1.964m（宽）×2.242m（高），整体下沉 1.070m，东侧及西侧屏蔽体拟采用 28mmPb+6mmFe，南侧和北侧屏蔽体拟采用 24mmPb+6mmFe，顶部屏蔽体拟采用 26mmPb+4mmFe，维修门拟采用 24mmPb+6mmFe，通风口外拟采用 26mmPb+6mmFe 防护罩，电缆口外拟采用 28mmPb+6mmFe 防护罩。工件通道拟采用 24mmPb+6mmFe 防护罩，工件通道进出口拟采用 9mmPb 铅帘	探伤铅房表面外 30cm 处的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求	/
	本项目固定式 X 射线实时成像系统探伤铅房的维修门拟设置门机联锁装置。操作台处设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权辐射工作人员方可使用；拟在探伤铅房顶部设置工作状态指示灯，并与 X 射线管进行联锁；拟在探伤铅房表面拟设置对指示灯信号意义的清晰说明；拟在探伤铅房维修门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；拟在探伤铅房顶部东侧、西侧及探伤铅房内北侧各设置 1 个视频监控，操作室内设置显示界面；拟在探伤铅房内和操作台处各设置 1 个急停按钮；拟在探伤铅房内设置固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面。辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对固定式 X 射线探伤铅房进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常开展固定式 X 射线无损检测时应检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；拟定期测量固定式 X 射线探伤铅房周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求	/

	域人员居留处；交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员拟确认固定式 X 射线探伤铅房内部没有人员驻留并关闭维修门；公司拟对使用的 X 射线实时成像系统维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。 当 X 射线实时成像系统不再使用时，应实施退役程序。X 射线实时成像系统的 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；清除所有电离辐射警告标志和安全告知		
人员配备	公司现有 24 名辐射工作人员，公司拟从已有辐射工作人员中调配 2 名辐射工作人员兼职本项目，现有辐射工作人员均通过生态环境部培训平台上的线上考核；辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可参加相应工作 公司已委托有资质的单位对辐射工作人员每 3 个月开展一次个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案 公司已每 2 年组织辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求	定期投入
监测仪器和防护用品	拟配备 1 台辐射剂量巡测仪、2 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》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	/
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案	/

以上措施必须在项目运行前落实。

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