

核技术利用建设项目

新建年产 100 台（套）电站节能环保设备生
产线项目（配套 X 射线实时成像装置项目）

环境影响报告表

（公示本）

南京南锅能源科技有限公司（公章）



2024 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新建年产 100 台（套）电站节能环保设备生
产线项目（配套 X 射线实时成像装置项目）

环境影响报告表



建设单位名称： 南京南锅能源科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： 王 国 喜

通讯地址： 南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号

邮政编码： 211302 联 系 人： 王 国 喜

电子邮箱： / 联系电话： 13770829139

打印编号: 1725008530000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	871425		
建设项目名称	新建年产100台(套)电站节能环保设备生产线项目(配套X射线实时成像装置项目)		
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)	南京南锅能源科技有限公司		
统一社会信用代码	91320117MA26MB4T98		
法定代表人(签章)	孙宝勤		
主要负责人(签字)	陈云		
直接负责的主管人员(签字)	王国喜		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	江苏睿源环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57		
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
欧杰	2016035320352015320101000066	BH008749	欧杰
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
欧杰	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	BH008749	欧杰
魏文静	表7保护目标与评价标准 表8环境质量和辐射现状 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	BH023978	魏文静

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书

 HP00018576欧杰	姓名: 欧杰 Full Name 性别: 男 Sex 出生年月: 1988年01月 Date of Birth 专业类别: Professional Type 批准日期: 2016年05月 Approval Date
持证人签名: Signature of the Bearer 欧杰 2016035320352015320101000066 管理号: File No.	签发单位盖章: Issued by 签发日期: 2016年08月23日 Issued on

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它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的职业资格。 This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.  Ministry of Human Resources and Social Security The People's Republic of China	 approved & authorized by Ministry of Environmental Protection The People's Republic of China 编号: HP 00018576 No.
--	---

江苏省社会保险权益记录单
(参保单位)

请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称：江苏睿源环境科技有限公司

现参保地：鼓楼区

统一社会信用代码：91320106MA20BXME57

查询时间：202407-202409

共1页，第1页

单位参保险种		养老保险	工伤保险	失业保险
缴费总人数		25	25	25
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	欧杰		202407 - 202409	3
2	魏文静		202407 - 202409	3

说明：

- 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
- 本权益单为打印时参保情况。
- 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
- 本权益单记录单出具后有效期内(6个月)，如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



仅用于新建年产100台(套)电站节能环保设备生产线项目

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	6
表 3 非密封放射性物质	6
表 4 射线装置	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 6 评价依据	9
表 7 保护目标与评价标准	12
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	22
表 10 辐射安全与防护	28
表 11 环境影响分析	33
表 12 辐射安全管理	40
表 13 结论与建议	44
表 14 审批	48
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	49

附图：

附图 1 南京南锅能源科技有限公司地理位置图

附图 2 南京南锅能源科技有限公司厂区周围环境示意图

附图 3 南京南锅能源科技有限公司厂区平面布置图

附图 4 1#生产车间平面布置图

附图 5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附图 6 本项目编制主持人踏勘现场照片

附件：

附件 1 委托书

附件 2 承诺书

附件 3 辐射安全许可证正副本

附件 4 营业执照及不动产权证书

附件 5 公司项目备案证

附件 6 厂区环评批复

附件 7 已有辐射项目环评及验收材料

附件 8 装置拟建址周围环境本底检测报告

附件 9 X 射线实时成像装置设备参数

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建年产 100 台（套）电站节能环保设备生产线项目（配套 X 射线实时成像装置项目）			
建设单位		南京南锅能源科技有限公司			
法人代表	孙宝勤	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号			
项目建设地点		南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号			
立项审批部门		南京市溧水区行政审批局	批准文号	溧审批投备(2022)321 号	
建设项目总投资 (万元)		30	项目环保投资 (万元)	13	投资比例（环保 投资/总投资） 43.3%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） 约 20
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	/			
	项目概述： 1. 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来及原有核技术利用项目许可情况 南京南锅能源科技有限公司成立于 2021 年 07 月 26 日，注册地位于南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号（土地证见附件 4）。经营范围包括许可项目：货物进出口；技术进出口；进出口代理；特种设备设计；特种设备制造；特种设备安装改造修理；移动式压力容器/气瓶充装；发电、输电、供电业务；各类工程建设活动（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）一般项目：对外承包工程；通用设备制造（不含特种设备制造）；通用零部件制造；环境保护专用				

设备制造；新能源原动设备制造；金属结构制造；特种设备销售；金属链条及其他金属制品销售；机械设备销售；金属材料销售；配电开关控制设备销售；环境保护专用设备销售；新能源原动设备销售；金属结构销售；汽轮机及辅机销售；五金产品批发；电线、电缆经营；机械设备研发；余热发电关键技术研发；余热余压余气利用技术研发；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

南京南锅能源科技有限公司现厂区《新建年产 100 台（套）电站节能环保设备生产线项目》环境影响报告表已通过南京市生态环境局审批，批文见附件 6。并且该项目已立项，立项备案证见附件 5。现厂区 11#生产车间已建成，但车间内生产线未完全建设完成，未达到项目的验收要求，因此厂区暂未开展验收。

1.1 原有核技术利用项目许可情况

南京南锅能源科技有限公司于 2022 年首次开展核技术利用项目。公司于 2022 年 12 月 13 日通过南京市生态环境局审批，取得《关于南京南锅能源科技有限公司新建年产 100 台（套）电站节能环保设备生产线项目（配套固定式 X 射线探伤项目）环境影响报告表的批复》（宁环辐(表)审[2022]54 号），原已建探伤房批准使用 6 台 X 射线探伤机（最大管电压 350kV，最大管电流 5mA），3 台定向机和 3 台周向机，原已建探伤房内主要探伤公司生产的压力容器及其附属工件，探伤压力容器环缝时使用周向机，不规则工件使用定向机。当工件厚度不同时，使用不同管电压下探伤机，确保探伤胶片图像清晰，因此原探伤房配备 6 台探伤机来满足公司探伤需求。建设单位于 2024 年 5 月 31 日委托江苏睿源环境科技有限公司对该项目进行了自主验收。原有核技术项目环评批复及验收材料见附件 7。

公司现已申领辐射安全许可证，许可证编号为苏环辐证[A1068]，种类和范围为“使用Ⅱ类射线装置”，有效期至 2029 年 1 月 30 日，发证机关为南京市生态环境局。辐射安全许可证正副本见附件 3。

表 1-1 南京南锅能源科技有限公司已有核技术利用项目一览表

射线装置										
序号	装置名称、型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工用场所	活动 种类	环评情况及 审批时间	许可 情况	验收 情况
1	X 射线探伤机 XXGH3505	1	350	5	II	探伤房 曝光室	使用	已环评 2022.12.13	已许可 2024.1.31	已验收 2024.5.31
2	X 射线探伤机 XXG3505	1	350	5	II		使用			

3	X 射线探伤机 XXGH3005	1	300	5	II		使用			
4	X 射线探伤机 XXG3005	1	300	5	II		使用			
5	X 射线探伤机 XXGH2505	1	250	5	II		使用			
6	X 射线探伤机 XXG2505	1	250	5	II		使用			

公司已根据《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》等相关法律法规，成立了辐射安全管理小组，并制定相关辐射安全管理制度。辐射安全与环境保护管理小组负责辐射防护与安全工作的领导工作，包括制定了相关辐射防护与安全制度、辐射安全与防护措施的定期检查、设备仪器自检、组织辐射工作人员定期参加辐射防护与安全知识考核、定期职业健康体检、个人剂量计送检并管理好辐射工作人员个人剂量及职业健康档案、委托有资质单位对建设单位辐射工作场所进行年度检测。

公司现有辐射工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，人员均已委托南京瑞森辐射技术有限公司开展个人剂量检测。现有辐射工作人员均已进行职业健康体检，均为可从事放射工作。

表1-2公司现有辐射工作人员名单

序号	姓名	性别	培训证书		职业健康检查		
			证书编号	有效期至	末次体检日期	体检单位	体检结果
1	***	男	FS23JS2200737 (辐射安全管理)	2028.9.27	2023.7.31	南京市职业病防治院	可从事放射工作
2	***	男	FS23JS1202767 (X 射线探伤)	2028.12.8	2024.1.8	南京市职业病防治院	可从事放射工作
3	***	女	FS21JS1200917 (X 射线探伤)	2026.6.16	2024.1.8	南京市职业病防治院	可从事放射工作

1.2 本项目核技术利用项目情况

南京南锅能源科技有限公司因业务发展调整，生产检测需要，拟在 1#生产车间东侧中部扩建 1 台 X 射线实时成像装置，主要对公司生产的钢管管件焊缝进行无损检测。因客户要求，本项目钢管管件焊缝无损检测需在生产线进行在线检测，因此本项目不可在公司已有探伤房内进行检测。

公司拟为本项目新增加 2 名辐射工作人员，项目运行后每周开机曝光时间不超过 20h，年工作 50 周，年曝光总时间不超过 1000h。本项目核技术利用项目详见下表 1-3。

表 1-3 南京南锅能源科技有限公司本项目核技术利用项目一览表

射线装置名称及型号	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	额定功率 (W)	类别	工作场所	活动 种类	环评情况及 审批时间	许可 情况
X 射线实时成像装置 (ZXFBPTM200)	1	200	2.5	500	II	1#生产车间	使用	本次环评	未许可

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》和《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，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目为使用 X 射线实时成像装置进行无损检测，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受南京南锅能源科技有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、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

南京南锅能源科技有限公司位于南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号，公司东侧为南京绿源燃气有限公司及溧水高新区和凤产业园；南侧为南京朗驰智能控制系统有限公司；西侧为南京博乔机械有限公司；北侧为和裕路。

本项目 X 射线实时成像装置拟建设于 1#生产车间东侧中部，本项目 X 射线实时成像装置南、北、西侧均为 1#生产车间；东侧为厂区道路。本项目 X 射线实时成像装置设置有铅房和操作室。操作室位于铅房西侧。本项目 X 射线实时成像装置所在生产车间为一层建筑。本项目地理位置图见附图 1，公司周围环境图见附图 2，厂区平面布局图见附图 3，1#生产车间平面布置图见附图 4。

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）、《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）以及《江苏省自然资源厅关于南京市溧水区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕383号）可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域。本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区。本项目与生态空间管控区域相对位置关系见附图5。

本项目的建设符合江苏省及南京市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、

资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

本项目 X 射线实时成像装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及保护目标包含：①本公司 1#生产车间，②东侧南京绿源燃气有限公司，③东侧溧水高新区和风产业园，④东侧公司厂区道路。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线实时成像装置操作的辐射工作人员及周围公众。

3. 实践正当性

南京南锅能源科技有限公司因产品检测需要，拟在 1#生产车间东侧中部扩建 1 台 X 射线实时成像装置对公司生产的钢管管件焊缝进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4. 与产业政策的相符性

本项目使用 1 台 X 射线实时成像装置对公司生产的钢管管件焊缝进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类。本项目的建设符合国家现行产业政策。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	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)	年最大操作量 (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 射线实时成像装置	II	1	ZXF B PTM200	200	2.5	无损检测	1#生产车间	/

（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 (μ A)	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	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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.含有放射性的废弃物要注明，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) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行； 9) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行； 11) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行； 12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；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，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 13) 《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》，中华
------	---

	人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行； 14) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行； 15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行； 16) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行； 17) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行； 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》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行； 19) 《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31日印发； 20) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第七号），自2024年2月1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》（HJ2.1-2016） 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》（HJ 10.1-2016） 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） 7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单 8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）
其他	附图： 附图 1 南京南锅能源科技有限公司地理位置图 附图 2 南京南锅能源科技有限公司厂区周围环境示意图 附图 3 南京南锅能源科技有限公司厂区平面布置图 附图 4 1#生产车间平面布置图

	附图 5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图 附图 6 本项目编制主持人踏勘现场照片 附件： 附件 1 委托书 附件 2 承诺书 附件 3 辐射安全许可证正副本 附件 4 营业执照及不动产权证书 附件 5 公司项目备案证 附件 6 厂区环评批复 附件 7 已有辐射项目环评及验收材料 附件 8 装置拟建址周围环境本底检测报告 附件 9 X 射线实时成像装置设备参数
--	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 本项目 X 射线实时成像装置属于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“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 X 射线实时成像装置铅房边界外 50m 区域。本项目 50m 评价范围见附图 2。
保护目标 本项目建设地点位于南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号南京南锅能源科技有限公司 1#生产车间内，本项目 X 射线实时成像装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。 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）、《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）以及《江苏省自然资源厅关于南京市溧水区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕383号）可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域。 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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区。 本项目的建设符合江苏省及南京市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图 5。 根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为： 1、本项目X射线实时成像装置辐射工作人员。 2、本项目X射线实时成像装置周围公众。

表7-1 本项目保护目标情况一览表

序号	保护目标名称		方位	最近距离	人员数量	剂量限值
1	辐射工作人员	操作室	铅房西侧	相邻	2 人	职业人员 5mSv/a
2	周围公众	本公司 1#生产车间	铅房西、南、北侧	相邻	约 20 人	公众 0.1mSv/a
3		南京绿源燃气有限公司道路	铅房东侧	29m	约 10 人	
4		溧水高新区和风产业园空地	铅房东侧	33m	约 10 人	
5		本公司厂区道路	铅房东侧	2m	流动人员	

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

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，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

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。

2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ 98的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示

说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外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，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应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，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

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。

- e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。
- f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

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，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

参考资料

1) 《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 江苏省全省环境天然 γ 辐射水平调查结果 单位：nGy/h

项目	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

现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价。表格中数据已扣除宇宙响应值。

2) 方杰, 辐射防护导论[M].北京: 原子能出版社, 1991。

项目管理目标

1) 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）评价标准，确定本项目X射线实时成像装置辐射剂量率控制水平：

本项目X射线实时成像装置表面外（含顶部）30cm处辐射剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。（X射线实时成像装置铅房高为2.1m，人员伸手可达。）

2) 本项目的管理目标职业人员年有效剂量按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值1/4取值，公众按照1/10取值。周有效剂量根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.3 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 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”，确定本项目辐射工作人员和公众的剂量约束值：

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 。

职业人员周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ；

公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

南京南锅能源科技有限公司位于南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号，公司东侧为南京绿源燃气有限公司及溧水高新区和凤产业园；南侧为南京朗驰智能控制系统有限公司；西侧为南京博乔机械有限公司；北侧为和裕路。

本项目 X 射线实时成像装置拟建设于 1#生产车间东侧中部，本项目 X 射线实时成像装置南、北、西侧均为 1#生产车间；东侧为厂区道路。本项目 X 射线实时成像装置设置有铅房和操作室。操作室位于铅房西侧。本项目 X 射线实时成像装置所在生产车间为一层建筑。本项目地理位置图见附图 1，公司周围环境图见附图 2，厂区平面布局图见附图 3，1#生产车间平面布置图见附图 4。

本项目 X 射线实时成像装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事装置操作的辐射工作人员及周围公众。本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围环境现状见图 8-1。



装置拟建址东侧厂区道路



装置拟建址南侧1#生产车间



装置拟建址西侧 1#生产车间



装置拟建址北侧 1#生产车间



图 8-1 本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围环境现状照片

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围辐射环境。

监测因子：本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率。

监测点位：X 射线实时成像装置拟建址及周围布设 11 个监测点位，分别位于 X 射线实时成像装置拟建址四周及保护目标处。

3. 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在 X 射线实时成像装置拟建址周围布设监测点位，对 X 射线实时成像装置周围环境 γ 辐射剂量率进行检测。

质量保证措施：江苏睿源环境科技有限公司已通过检验检测机构资质认定，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性，同时满足相关标准要求。检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和公司《质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。检测人员均经过考核并持有合格证书，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核制度，检测时仪器使用前后检查是否正常。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：BG9512P 型 X- γ 辐射监测仪（仪器编号：RY-J001）

测量范围：10nGy/h~200 μ Gy/h

能量响应范围：主机：48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

检定有效日期：2024.2.23-2025.2.22

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心				
检定证书编号：2024H21-20-5105948001				
监测日期：2024 年 6 月 7 日				
环境条件：天气：晴；温度：28℃；相对湿度：45%				
评价方法：参考表 7-3 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。				
监测结果：本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围现状贯穿辐射剂量率监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-2。				
表 8-1 本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围环境γ辐射剂量率				
序号	检测点位	检测结果 (nGy/h)	标准差	备注
1	装置拟建址东侧	67	1.14	室内（平房）
2	装置拟建址南侧	69	0.84	室内（平房）
3	装置拟建址西侧	69	0.84	室内（平房）
4	装置拟建址北侧	67	0.79	室内（平房）
5	装置拟建址中央	67	0.74	室内（平房）
6	装置拟建址南侧 1#生产车间	71	1.14	室内（平房）
7	装置拟建址西侧 1#生产车间	74	0.97	室内（平房）
8	装置拟建址北侧 1#生产车间	72	1.15	室内（平房）
9	厂区道路	62	0.74	道路
10	南京绿源燃气有限公司	62	1.20	道路
11	溧水高新区和风产业园	64	1.20	道路
注：*已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 13nGy/h）。				
*建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。				
*现状检测时已建探伤房未开机。				
根据表 8-1 的监测结果可知，本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围环境γ辐射剂量率在（62~74）nGy/h 范围内，其中室内环境辐射剂量率在（67~74）nGy/h 范围内，处于江苏省室内天然γ辐射剂量率水平涨落范围；道路环境辐射剂量率为（62~64）nGy/h，处于江苏省道路天然γ辐射剂量率水平涨落范围。				

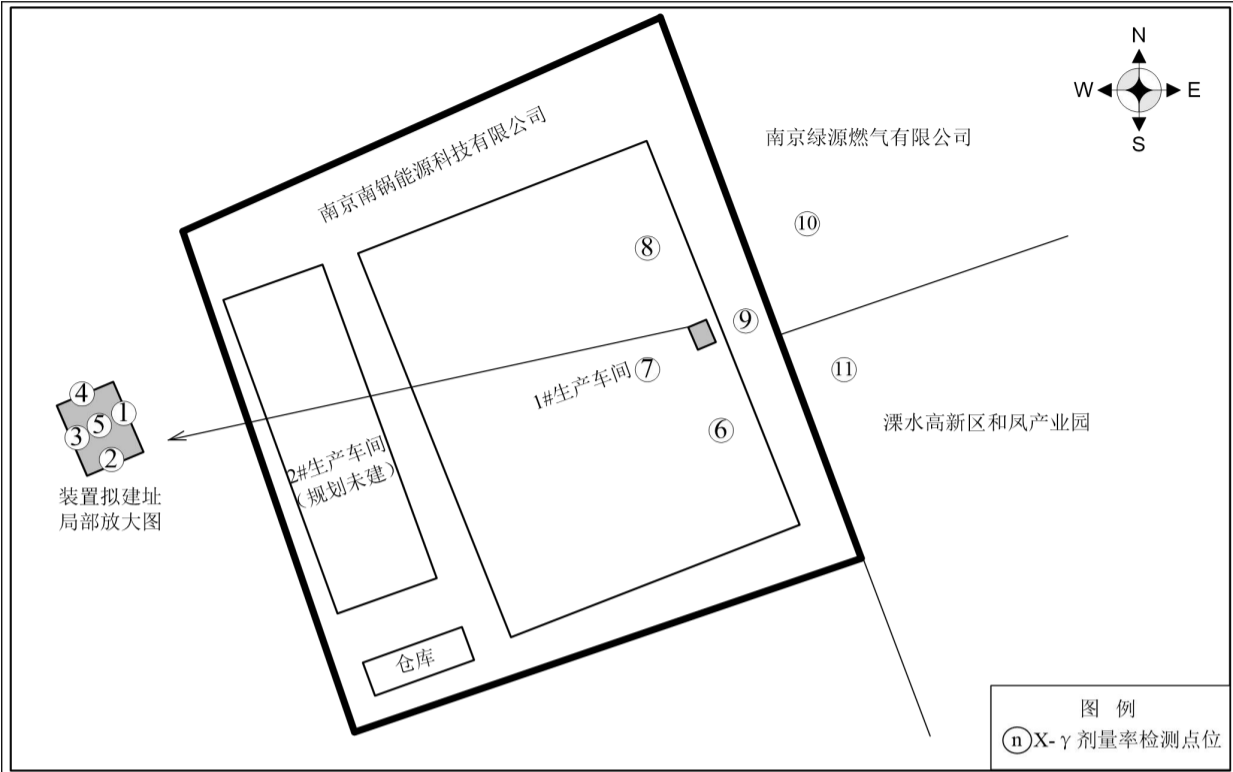
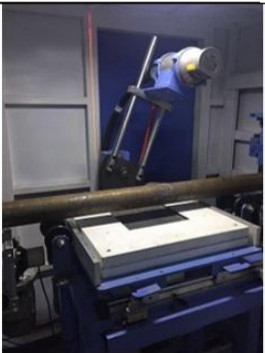


图 8-2 X-γ辐射剂量率检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析		
1. X 射线实时成像装置情况介绍		
本项目 X 射线实时成像装置由铅房及操作台等组成。铅房内部包括：射线管、图像接收系统、加紧旋转机构等部件组成。铅房尺寸为 1.9 m（长）×1.9m（宽）×2.1m（高）。铅房采用钢板+铅板+钢板结构对 X 射线进行屏蔽，铅房四周及顶部均内含 8mmPb。装置安装时放置在深度为 160mm 的坑内。装置进出口两侧设置 8mmPb 防护罩，防护罩内部设置 2 层铅帘，每层铅当量为 4mm。铅房前后两侧屏蔽体设置有维修门，维修门内含 8mmPb。装置正常工作时维修门不打开。本项目装置主射线方向固定朝下照射。 工作方式：检测前辐射工作人员将钢管工件由南侧送入铅房，落在加紧旋转机构之间，并自动旋转使工件旋转，调整管件焊缝位于射线管下方。辐射工作人员确认装置周围无其他无关人员，进入操作室在操作台开机曝光进行无损检测，检测完后停止曝光，工件从北侧移出铅房。		
表9-1本项目X射线实时成像装置主要设备参数		
参数	ZXFBPTM200 型 X 射线实时成像装置	
最大管电压	200kV	
最大管电流	2.5mA	
额定功率	500W	
辐射窗口角度	锥束 45°	
照射方向	照射方向向下，左右两侧可偏转 15°，不可前后偏转。	
固有过滤	1mm(铍)+2mm(电子玻璃)+9.28m(变压器油)+2(PEI 塑料)	
工作模式	连续或间歇出束	
  		
装置铅房	装置操作台	装置内部
图 9-1 本项目 X 射线实时成像装置外观图		

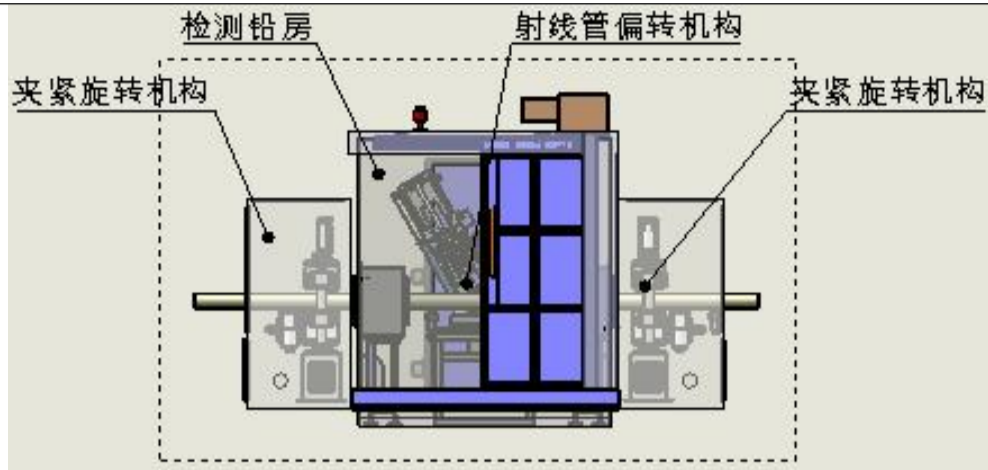


图 9-2 本项目 X 射线实时成像装置铅房内部结构图（主视图）

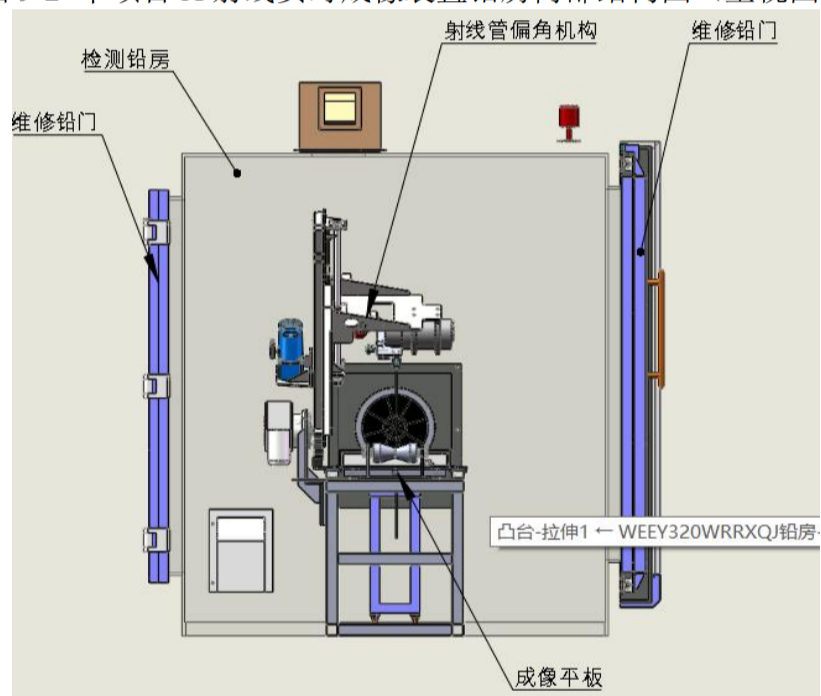


图 9-3 本项目 X 射线实时成像装置铅房内部结构图（侧视图）

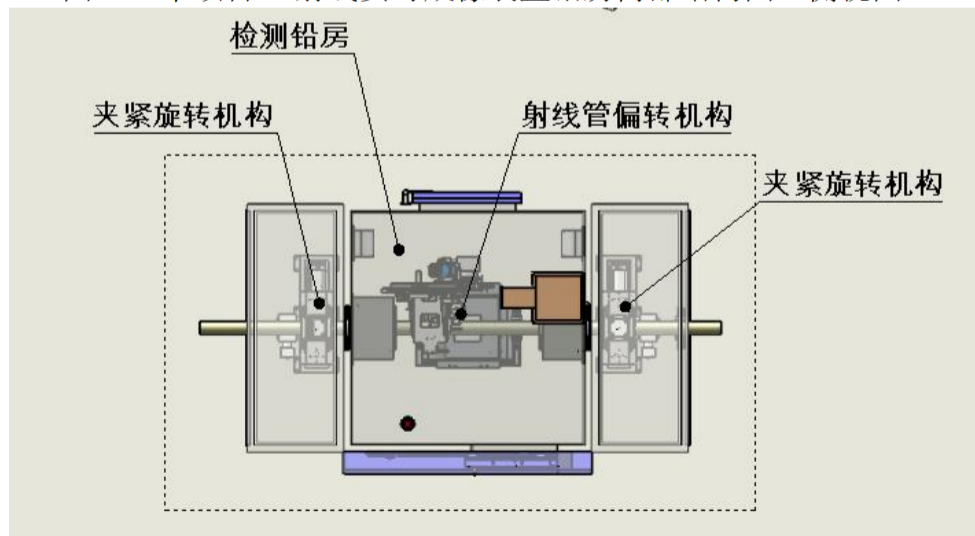


图 9-4 本项目 X 射线实时成像装置铅房内部结构图（俯视图）

2. X 射线实时成像装置工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、钼、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 $0.001\sim 0.1\text{nm}$ 。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿透过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。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，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。典型的 X 射线管结构图见图 9-5。

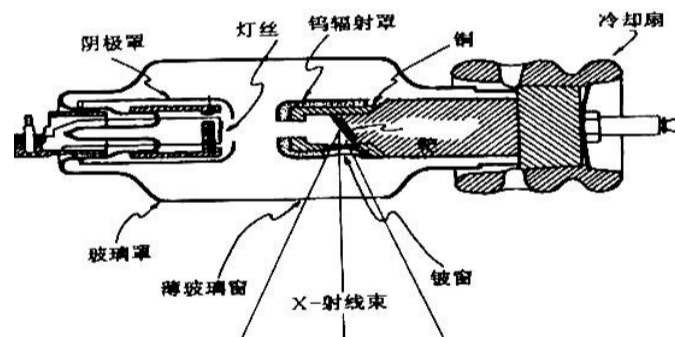


图 9-5 典型的 X 射线管结构图

X 射线实时成像装置是将穿过零件的 X 射线经图像增强器、CCD(电荷耦合器件)摄像系统以及计算机转换成一幅数字图像，这种图像是动态可调的，电压、电流等参数实时可调，同时计算机可对动态图像进行积分降噪、对比度增强等处理，以得到最佳的静态图像。X 射线实时成像装置是结合 X 射线成像技术、计算机图像处理技术、电子技术、机械自动化技术为一体的高科技产品。该系统的自动化程度高，检测速度快，极大地提高了射线探伤的效率，降低了检验成本，检测数据易于保存和查询等优点，多年来该系统已成功应用于航空航天、军工兵器、石油化工、高压容器、汽车造船、锅炉焊管、耐火材料、文物、各种铸件、陶瓷行业等诸多行业的无损检测中。

3.X 射线实时成像装置工艺流程及产污环节分析

X射线实时成像装置工作时被检测钢管工件放置于装置内，工作人员在操作台处进行操作，对钢管工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- 1) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查铅房防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。辐射工作人员除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应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，则不应开始探伤工作。
- 2) 将钢管工件由南侧防护罩进入铅房，落在加紧旋转机构之间，并自动旋转使工件旋转，调整管件焊缝位于射线管下方。
- 3) 确认周围环境及工作人员安全，辐射工作人员开启X射线实时成像装置进行无损检测，开机会发出X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；
- 4) 辐射工作人员对操作台上的图像进行分析，判断工件质量、缺陷等；本项目为实时成像装置，不需要使用显影液定影液，不产生废显定影液危险废物。
- 5) 照射完成后关闭X射线实时成像装置，曝光结束，工件从北侧防护罩移出铅房。

本项目 X 射线实时成像装置工作流程如下图所示：

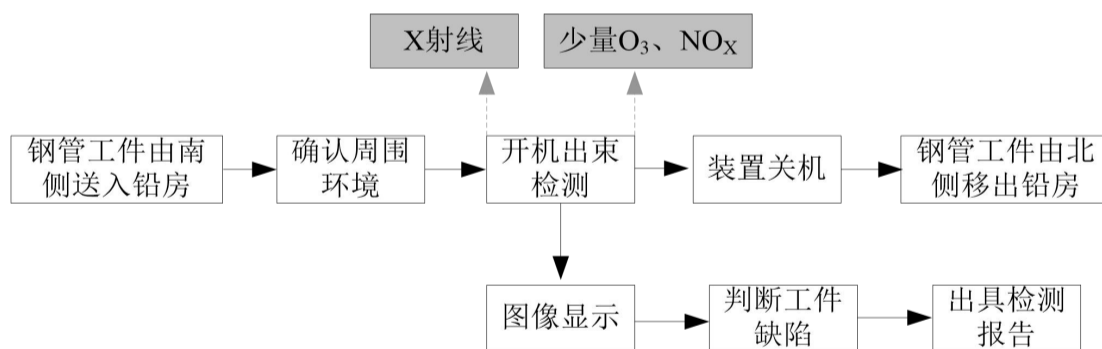


图 9-6 本项目 X 射线实时成像装置工作流程及产污环节

4.探伤工件信息

本项目 X 射线实时成像装置主要探伤工件为钢管，正常长度为 4~6m，直径 6~10cm，管件钢厚度 8~10mm。钢管如图 9-7 所示。



图 9-7 本项目被检钢管工件示意图

5.人员配置及工作制度

公司计划为本项目配备 2 名辐射工作人员。实行白班单班制，辐射工作人员每年工作 50 周，预计每周曝光 20h，年曝光时间约为 1000h。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

6.原有工艺不足和改进情况

建设单位原许可使用固定式 X 射线探伤项目，项目已履行环评、辐射安全许可证申领及竣工验收手续。

建设单位核技术利用项目投运以来未发生辐射事故，日常工作过程辐射工作人员遵守操作规程及岗位职责。根据原有项目竣工验收报告，原有核技术利用项目满足《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》（GBZ 117-2022）相应要求。经过确认，原有辐射工作人员个人剂量未出现超标情况，且各辐射安全与防护措施及相关制度齐全并已落实。辐射工作人员辐射安全与防护培训合格证书均在有效期内，建设单位已建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

综上所述，原有工艺不存在不足和需要改进情况。

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

污染源强：本项目配备 1 台 X 射线实时成像装置。根据生产厂家（附件 9）提供 X 射线管滤过为 1mm(铍)+2mm(电子玻璃)+9.28m(变压器油)+2(PEI 塑料)，装置 0.5m 处有用线束输出量为 78.7mGy/（mA·min），求得 1m 处有用线束辐射输出量为 $1.18 \times 10^6 \mu\text{Sv}/\text{mA} \cdot \text{h}$ 。泄漏辐射输出量参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

表 1 中数值。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 中数值。

表9-2本项目探伤机输出量参数

射线装置	1m 处有用线束辐射输出量	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率	X 射线 90°散射辐射最高能量
ZXF B PTM200 型 X 射线实时成像装置	$1.18 \times 10^6 \mu\text{Sv}/\text{mA} \cdot \text{h}$	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$	150kV

由 X 射线实时成像装置工作原理可知，X 射线实时成像装置只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此 X 射线实时成像装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

本项目正常运行时可能产生的 X 射线影响具体包括以下几种：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射（如以 0°入射工件的 90°散射辐射和天空反散射）。正常运行时本项目实时成像装置辐射源点固定向下，产生的天空反散射影响较小。本项目需预测评价因子为：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射和散射辐射。

2. 非辐射污染源分析

X 射线实时成像装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，通过铅房顶部设置有通风管道进行换气，生产车间顶部设置有动力排风装置进行排风换气，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施 1. 工作场所布局及分区 本项目 X 射线实时成像装置设计有铅房及操作室，操作室位于铅房外西侧。本项目 X 射线实时成像装置工作场所布局设计基本合理。 本项目将 X 射线实时成像装置铅房作为本项目的控制区边界；装置外设置实体栅栏，进行物理隔离。将栅栏区域内除装置铅房外作为本项目监督区。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。本项目 X 射线实时成像装置监督区及控制区示意图见图 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	X 射线实时成像装置铅房	装置外设置实体栅栏，将栅栏区域内除装置铅房外作为监督区。
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，探伤装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计

装置铅房尺寸为 1.9 m（长）×1.9m（宽）×2.1m（高）。铅房采用钢板+铅板+钢板结构对 X 射线进行屏蔽，铅房四周及顶部均内含 8mmPb。装置安装时放置在深度为 160mm 的坑内。装置进出口两侧设置 8mmPb 防护罩，防护罩内部设置 2 层铅帘，每层铅当量为 4mm。铅房东、西侧屏蔽体设置有 2 个检修门，检修门内含 8mmPb。该装置屏蔽参数见表 10-2。

如图 10-2 所示，根据生产厂家提供装置两侧防护罩内铅帘样式图，每个铅帘为 4 层铅橡胶错位布置，缝隙间有搭接，可防止射线漏出。



图 10-2 本项目 X 射线实时成像装置防护罩内铅帘样式图

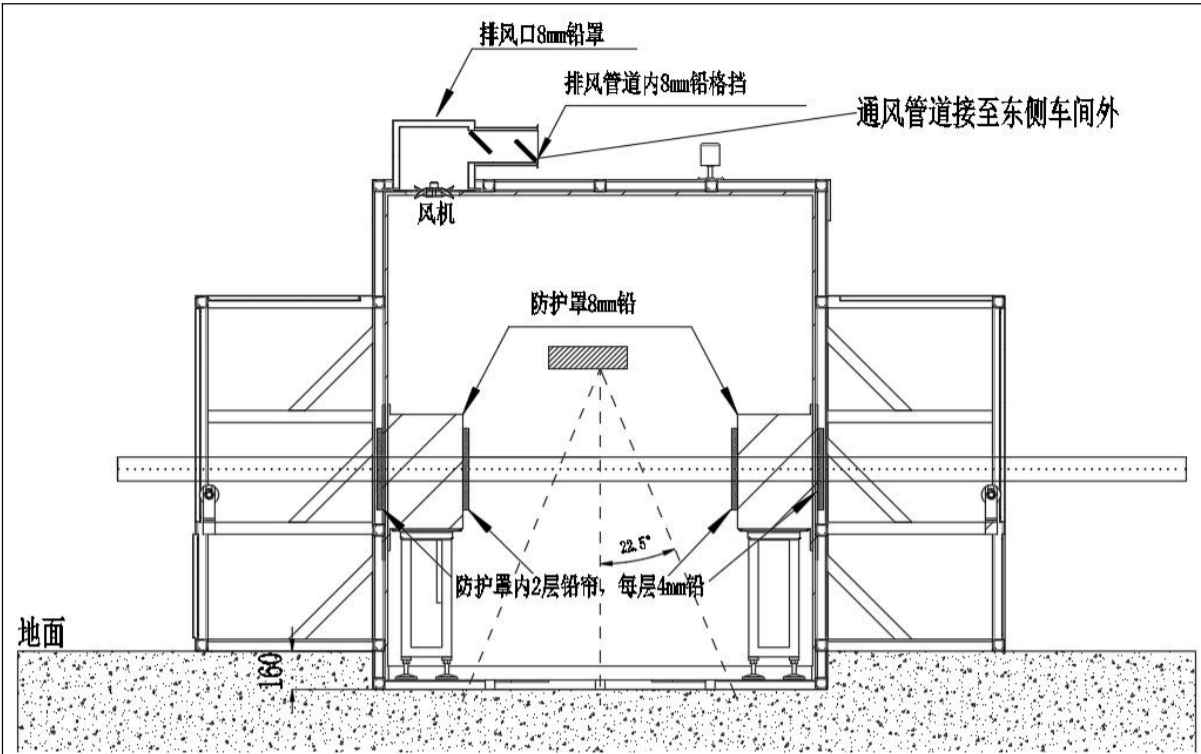


图 10-3 本项目 X 射线实时成像装置通风管道及进出口防护罩设计图

表 10-1 本项目 X 射线实时成像装置屏蔽设计参数

铅房屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度
东侧（包括检修门）屏蔽体	8mm 铅板
南侧屏蔽体	8mm 铅板
西侧（包括检修门）屏蔽体	8mm 铅板
北侧屏蔽体	8mm 铅板
顶部屏蔽体	8mm 铅板
进出口防护罩	防护罩 8mm 铅板 防护罩内部为 4mm 铅帘+4mm 铅帘
通风口、电缆口	通风口直径 130mm，电缆孔直径 70mm，均设置 8mm 铅板补偿屏蔽。

3. 工作场所污染防治措施

建设单位参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将设置如下辐射安全措施：

表10-2本项目拟设置的辐射安全措施一览表

序号	措施	标准原文	措施及位置	是否满足要求
1	曝光室与操作室分开	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目 X 射线实时成像装置设置有操作台和铅房，操作台与铅房分开独立设置，操作台位于装置西侧，X 射线管主射线朝下照射，操作台已避开有用线束照射方向。	是

2	两区划分	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	X 射线实时成像装置铅房作为控制区，装置外设置实体栅栏，将栅栏区域内除装置铅房外作为监督区。	是
3	门机联锁	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目 X 射线实时成像装置东西两侧防护门设计有门机联锁装置，只有在防护门均完全关闭时 X 射线实时成像装置才能出束照射，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线照射。	是
4	指示灯和声音提示装置	6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目 X 射线实时成像装置顶部设有三色工作状态指示灯，绿灯代表装置通电，黄灯代表“预备”，红灯代表“照射”，故无需另外安装显示“预备”、“照射”字样的指示灯；拟在装置表面外张贴指示灯中文标识，且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。	是
5	视频监控	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目 X 射线实时成像装置铅室内拟设置视频监控装置。	是
6	电离辐射警告标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目 X 射线实时成像装置表面外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。	是
7	急停按钮	6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目 X 射线实时成像装置操作台及装置铅房东西两侧设有急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。且拟在装置按钮旁设置相应中文标识，确保出现紧急事故时，按下此按钮，关闭电源，能立即停止照射。因辐射工作人员不进入装置内部，故装置内部不再设置急停按钮。	是
8	通风	6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	本项目装置铅房内部设置有通风装置，安装风机能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。	是
9	固定式剂量率仪	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目辐射工作人员无法进入装置内部，故无需安装固定式场所辐射探测报警装置。	是

10	其他	/	①钥匙开关：本项目操作台设有钥匙开关，只有打开钥匙开关后 X 射线实时成像装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出； ②门缝搭接：本项目装置两侧防护门与装置外壳搭接处重叠宽度为 40mm，防护门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，防护门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍； ③电缆孔防护：本项目装置铅房的后侧面板下方设置电缆孔，孔洞直径约为 70mm，在电缆孔处设置 8mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。	是
11	监测设备	4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	公司拟为本项目新配备 1 台辐射剂量率仪和配备 2 台个人剂量报警仪，用于对装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录；并委托有资质单位对 2 名辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。	是

三废的治理

1. 气体废物

X 射线实时成像装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，通过铅房顶部设置有通风管道进行换气，通风管道接至东侧车间外，离地高度 3m，无人员长时间停留。设置通风量为 300m³/小时，能够满足 3 次每小时的换气要求，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

2. 探伤设施的退役

本项目 X 射线实时成像装置不再使用时，应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像装置为整体购买设备，在设备安装组装过程中会产生少量的噪声、固体废物和废水。

①噪声

X 射线实时成像装置在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，由于本项目设备安装组装噪声远远小于厂区内内部生产经营产生的生产噪声，因此施工噪声对周围环境影响较小。

②固体废物

X 射线实时成像装置在组装过程中，会拆除一定的外包装材料，包装材料为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

③废水

X 射线实时成像装置在组装及调试过程中，安装及调试人员会产生少量的生活污水，经厂区污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像装置通过含铅板的铅房对 X 射线进行防护，根据公司所提供的数据本项目运行后装置年曝光时间最大约为 1000h。本项目 X 射线实时成像装置最大管电压 200kV，最大管电流 2.5mA，额定功率为 500W。本项目装置照射方向固定向下，装置安装放置在深度为 160mm 的坑内，装置下方为土层，无建筑，装置底部可不考虑辐射剂量屏蔽估算。因此本报告将四周及顶部屏蔽体、两侧检修门按照非有用射束照射进行估算。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）中的计算公式。

1.装置四周、顶部辐射影响分析**（1）非有用线束屏蔽估算模式**

装置非有用线束屏蔽体预测计算模式采用《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

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

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；

B ：屏蔽透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

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

I ：装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，同上；

B ：屏蔽透射因子；

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）至工件的距离，m。

（3）参考点处辐射剂量率理论计算结果

表 11-1 X 射线实时成像装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点		
		前侧、后侧（包含维修门） ①、②	左侧、右侧 ③、④	顶部 ⑤
设计厚度（mm）		8mm 铅板	8mm 铅板	8mm 铅板
泄 漏 辐 射	B_1	1.93E-06	1.93E-06	1.93E-06
	$\dot{H}_L (\mu\text{Sv/h})$	2.50E+03		
	$R (\text{m})$	1.25	1.25	1.08
	$\dot{H} (\mu\text{Sv/h})$	3.09E-03	3.09E-03	4.14E-03
散 射 辐 射	散射线能量(kV)	150		
	B_2	4.64E-09	4.64E-09	4.64E-09
	$I (\text{mA})$	2.5		
	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	1.18E+06		

	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	取 1/50（数据取至《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2）		
	R_s （m）	1.25	0.96	1.45
	$\dot{H}$ （μSv/h）	1.75E-04	2.97E-04	1.30E-04
泄漏辐射和散射辐射的复合作用（μSv/h）		3.26E-03	3.39E-03	4.27E-03
剂量率参考控制水平（μSv/h）		2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足

注：①R 值根据图 11-1 取值，取装置表面外 30cm 为关注点。

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2 中 200kV 铅什值层为 1.4mm，求得 8mmPb 透射因子 B 值为 1.93E-06。150kV 铅什值层为 0.96mm，求得 8mmPb 透射因子 B 值为 4.64E-09。

③装置照射方向向下，辐射角为锥角 45°，左右两侧可偏转 15°，向下最大角度为 75°，不可前后偏转。

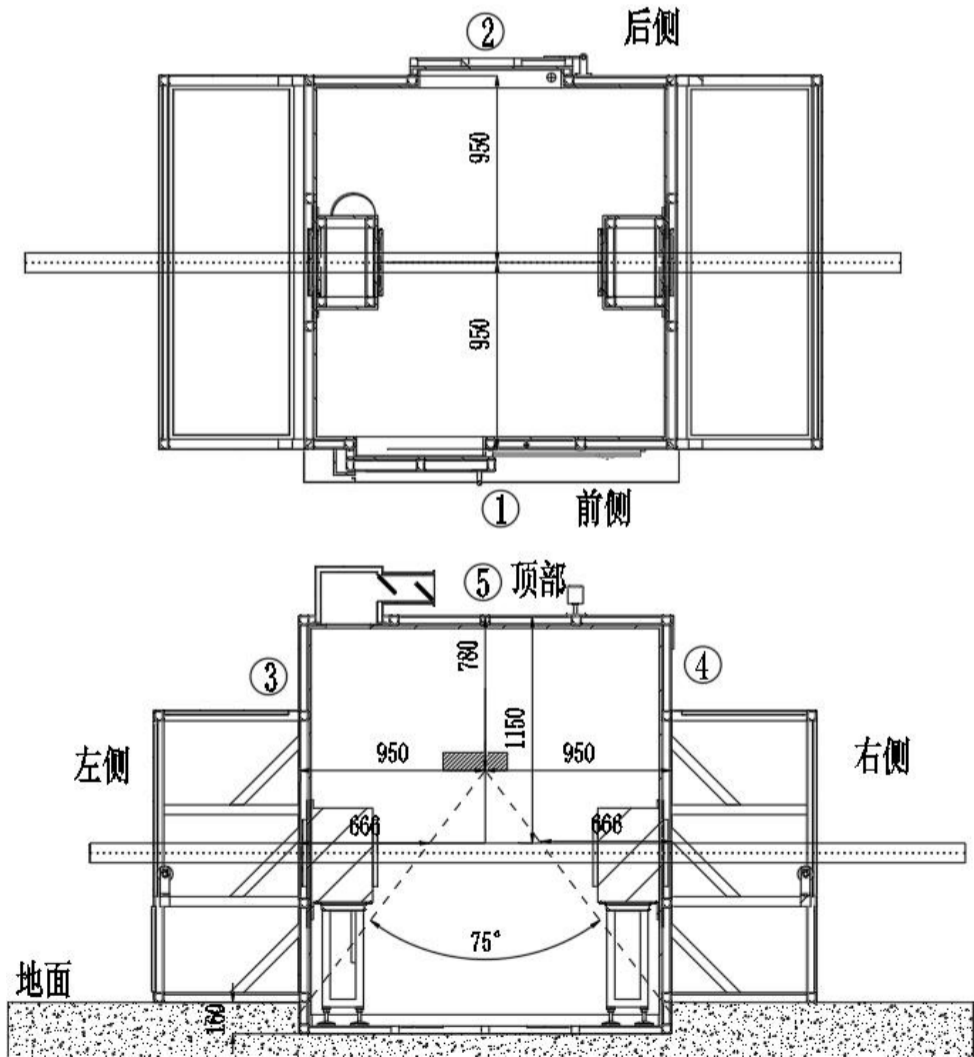


图 11-1 本项目 X 射线实时成像装置各关注点位示意图

根据表 11-1 中的预测计算结果，当本项目 X 射线实时成像装置以最大功率运行时，装置表面外 30cm 处的辐射剂量率最大为 $4.27\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

2. 天空反散射辐射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1.2 b) 1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。”

根据表 11-1，本项目装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $4.27\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 $4.27\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

3. 通风管道、电缆孔辐射影响分析

本项目 X 射线实时成像装置铅房通风管道、电缆孔利用散射降低管道口的辐射水平。X 射线进入通风管道、电缆孔后散射示意图如图 11-2、11-3。X 射线进入通风管道、电缆孔均需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P189 “如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目 X 射线实时成像装置通风管道、电缆孔设计能够满足辐射防护要求。

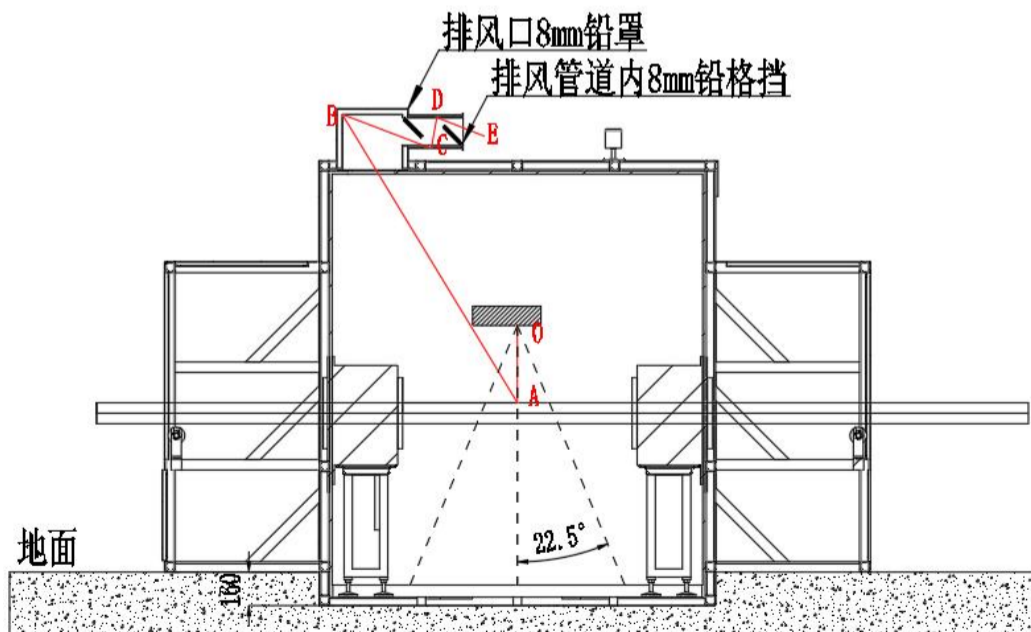


图 11-2 本项目通风管道散射示意图

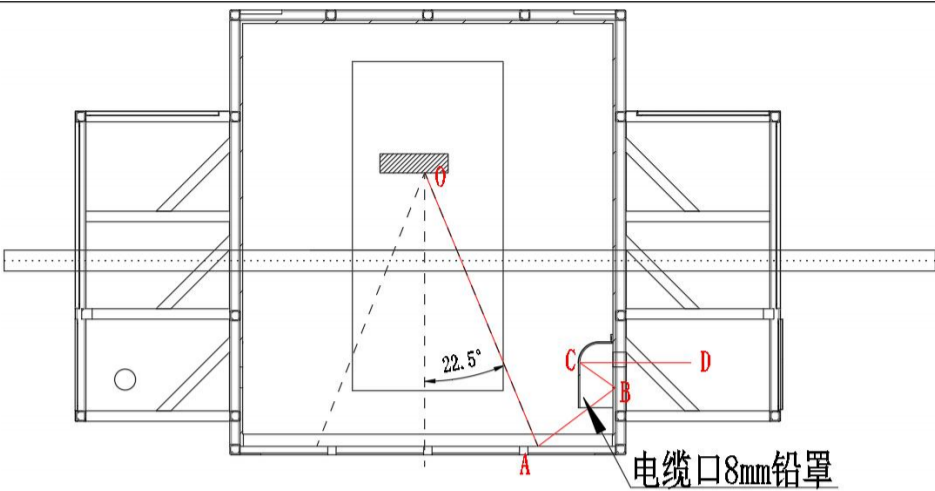


图 11-3 本项目电缆管道散射示意图

4.人员辐射剂量评价

参考点的辐射剂量水平估算模式

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots\dots\dots (3)$$

式中： H_c ：参考点的剂量水平， μSv ；
 $\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；
 t ：装置照射时间，h；
 U ：关注点方向照射的使用因子，本项目装置照射方向固定，使用因子均为1；
 T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

表 11-2 本项目保护目标辐射影响理论估算结果表

位置	居留因子	探伤铅房外30cm处辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 R' (m)	关注点处辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)	周剂量估算值($\mu\text{Sv/h/周}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算值(mSv/年)	目标管理值 (mSv/年)
操作室	1	3.26E-03	/	3.26E-03	6.52E-02	100 (工作人员)	3.26E-03	5 (工作人员)
本公司 1#生产车间	1	3.39E-03	/	3.39E-03	6.78E-02	5 (公众)	3.39E-03	0.1 (公众)
南京绿源燃气有限公司	1	3.26E-03	29	5.68E-06	1.14E-04		5.68E-06	
溧水高新区和凤产业园	1	3.26E-03	33	4.42E-06	8.84E-05		4.42E-06	
本公司厂区道路	1/4	3.26E-03	2	5.85E-04	2.93E-03		1.46E-04	

注：①本项目装置周曝光时间最大约为 20h，年工作 50 周，年曝光时间最大为 1000h；

②使用因子取 1。

③关注点辐射剂量率 H =铅房外 30cm 处辐射剂量率 $\dot{H} \times (\text{表 11-1 计算距离 } R)^2 / (R^2 + R - 0.3)^2$

从表 11-2 中预测结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像装置满功率运行时，辐射工作人员所受周有效剂量最大为 $6.52\text{E-}02\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.26\text{E-}03\text{mSv}$ ；周围公众及保护目标所受周有效剂量最大为 $6.78\text{E-}02\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.39\text{E-}03\text{mSv}$ 。根据理论计算结果，本项目辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求（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 ）。

5. 叠加辐射影响分析

根据附图 4，本项目 X 射线实时成像装置与公司已有探伤房，相距 96m，本项目 X 射线实时成像装置根据理论估算，装置表面外 30cm 处辐射剂量率最大为 $4.27\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ ，根据距离衰减，与探伤房辐射剂量率叠加可忽略不计，因此本项目周围 1#车间公众受照剂量能够满足本项目管理目标限值要求。

事故影响分析

1) 主要事故风险

（1）X 射线实时成像装置铅房受到碰撞变形密封性受到破坏，造成 X 射线泄漏事故，人员受到意外照射；

（2）X 射线实时成像装置门机联锁失效，装置工件门未关闭进行曝光，致使人员受到意外照射；

（3）维修人员检修 X 射线实时成像装置时，设备进行曝光，人员受到意外照射。

2) 本项目针对上述可能出现的主要事故建议性的给出处理方法或者预防措施：

（1）辐射工作人员定期检查 X 射线实时成像装置铅房外观情况，进行检查、维护。正常开机时检测装置的周围辐射水平，发现 X 射线泄漏时立即停止照射，检查泄漏原因，并上报公司，由专业人员对设备进行维修；

（2）公司应加强管理，加强辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程，防止人员误入误留在装置内；

（3）定期检查门机联锁装置，确保无损检测工作正常进行；

（4）发生事故时应立即按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

（5）对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；

（6）对受照人员进行受照剂量估算，并进行身体检查和医学观察；

（7）事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对 X 射线实时成像装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行 X 射线实时成像装置操作，每次操作前检查 X 射线实时成像装置门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测 X 射线实时成像装置的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，制定切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

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许可管理办法》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直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核考核不合格的，不得上岗。辐射工作人员和辐射防护负责人必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

南京南锅能源科技有限公司根据已有核技术利用项目现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求已成立了辐射安全管理领导小组，负责相关辐射安全监督管理工作，领导小组职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。符合管理要求。管理领导小组名单如下：

组长：徐波

成员：丁庆、陈治坚

本项目拟新配备 2 名辐射工作人员。辐射工作人员应在项目运行前自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。本项目辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”。

辐射安全管理规章制度

南京南锅能源科技有限公司已开展核技术利用项目，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，已制定并下发一系列辐射安全和防护制度，有较为完善的辐射安全管理制度。制度包含辐射安全管理操作规程及规章制度，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、事故应急制度等。

公司现有各项规章制度及辐射事故应急预案较为健全并已落实，具有可操作性。具体制度见表 12-1。

表 12-1 现有辐射安全管理制度情况

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度	建设单位落实情况	是否落实
辐射防护和安全保卫制度	辐射防护和安全保卫制度	已落实
操作规程	辐射安全操作规程	已落实

岗位职责	辐射安全岗位职责	已落实
设备检修维护制度	X射线探伤设备检修维护制度	已落实
使用登记制度	射线装置使用登记和台账管理制度	已落实
监测方案	辐射环境监测方案	已落实
人员培训计划	人员培训计划	已落实
辐射事故应急	辐射事故应急措施	已落实

本项目为扩建项目，公司应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》将本项目纳入已制定的制度管辖范围内，补充相关规章制度，并在实际工作不断对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。管理制度应在合适位置墙上张贴。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

岗位职责：完善管理人员、辐射工作人员、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。

操作规程：明确本项目辐射人员的资质条件要求、X 射线实时成像装置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 射线实时成像装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是装置的运行和维修时辐射安全管理。

设备维修制度：完善设备检修维护制度，明确本项目 X 射线实时成像装置、监测仪器在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保装置有效地运转。重点是辐射巡测仪、个人剂量报警仪等监测仪器必须保持良好工作状态。

射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况完善制度，重点是射线装置使用状况的记录。

人员培训计划：完善人员培训计划，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：方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。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、卫生健康部门调查处理。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，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行政主管部门报告。

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》（环发[2006]145 号文）的要求建立事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

公司应完善相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

1. 监测方案

1) 委托有资质单位定期对 X 射线实时成像装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；

2) 委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；发现异常的，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、卫生部门调查处理。

3) X 射线实时成像装置进行开机曝光时公司辐射安全管理人员对铅房周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在 1 小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

表 12-1 监测计划一览表

辐射场所	监测类别	监测项目	监测频度	监测设备	监测范围
X 射线实时成像装置	年度监测	X-γ辐射剂量率	1 次/年	便携式 X-γ辐射监测仪	防护门外、门缝、电缆线/通风管穿墙孔、四侧墙外、操作室等。
	自主监测		不定期		
	验收监测		竣工验收		
	个人剂量检测	个人剂量	1 次/季度	个人剂量计	所有辐射工作人员

2. 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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，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；公司拟为本项目新配备 1 台辐射剂量率仪和配备 2 台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对 X 射线实时成像装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

公司拟为本项目新配备 2 名辐射工作人员，拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并计划定期组织职业健康体检，并为辐射工作人员建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

辐射事故应急

南京南锅能源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》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

南京南锅能源科技有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况完善辐射事故应急预案，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）应急演习计划；
- （4）辐射事故分级与应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

南京南锅能源科技有限公司应依据《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）、《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）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案（公司应在后续的方案制定环节中，在事故应急预案内容中建议补充联系人员、联系方式），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，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。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。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。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测 X 射线实时成像装置周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表 13 结论与建议

结论**1. 实践正当性**

南京南锅能源科技有限公司因产品检测需要，拟在 1#生产车间东侧中部扩建 1 台 X 射线实时成像装置对公司生产的钢管管件焊缝进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

2. 与产业政策的相符性

本项目使用 1 台 X 射线实时成像装置对公司生产的钢管管件焊缝进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类。本项目的建设符合国家现行产业政策。

3. 辐射安全与防护分析结论**1) 选址、布局合理性**

南京南锅能源科技有限公司位于南京市溧水区和凤镇和裕路 16 号，公司东侧为南京绿源燃气有限公司及溧水高新区和凤产业园；南侧为南京朗驰智能控制系统有限公司；西侧为南京博乔机械有限公司；北侧为和裕路。

本项目 X 射线实时成像装置拟建设于 1#生产车间东侧中部，本项目 X 射线实时成像装置南、北、西侧均为 1#生产车间；东侧为厂区道路。本项目 X 射线实时成像装置设置有铅房和操作室。操作室位于铅房西侧。本项目 X 射线实时成像装置所在生产车间为一层建筑。

本项目 X 射线实时成像装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。本项目 X 射线实时成像装置选址基本合理。

本项目 X 射线实时成像装置设计有铅房及操作室，操作室位于铅房外西侧。本

项目 X 射线实时成像装置工作场所布局设计基本合理。

2) 辐射防护措施

装置铅房尺寸为1.9 m（长）×1.9m（宽）×2.1m（高）。铅房采用钢板+铅板+钢板结构对X射线进行屏蔽，铅房四周及顶部均内含8mmPb。装置安装时放置在深度为160mm的坑内。装置进出口两侧设置8mmPb防护罩，防护罩内部设置2层铅帘，每层铅当量为4mm。铅房东、西侧屏蔽体设置有2个检修门，检修门内含8mmPb。

本项目将 X 射线实时成像装置铅房作为本项目的控制区边界；装置外设置实体栅栏，将栅栏区域内除装置铅房外作为本项目监督区。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。

3) 辐射安全措施

本项目X射线实时成像装置铅房检修门设置门-机安全联锁装置，装置设置工作状态指示灯，门-机联锁装置和工作状态指示灯定期检查，确保有效；在操作室入口及装置外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目X射线实时成像装置操作台及铅房外部拟设置安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。操作台上设置钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后X射线实时成像装置才能出束。装置铅房内拟配备监视监控装置。公司已配备有1台辐射剂量率仪，本项目拟新配备2台个人剂量报警仪，用于对装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

3. 辐射环境影响分析结论

本项目 X 射线实时成像装置铅房采用钢板+铅板+钢板结构对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目 X 射线实时成像装置以最大功率运行时铅房四周及顶部外 30cm 处及本项目 50m 范围内保护目标的剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率限值要求。

由预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围公众周有效剂量和年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量限值要求和本项目的目标管理值要求。

4. 辐射环境管理

1) 拟委托有资质的单位每年对本项目工作场所周围环境辐射水平进行检测；

2) 公司拟配置辐射剂量监测仪器，定期对本项目工作场所辐射水平进行检测；

3) 在项目运行前，公司委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均配带个人剂量计，并定期按时送检。

4) 在项目运行前拟对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，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。

5) 公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前完善相关辐射安全管理制度；公司本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识考核。

综上所述，南京南锅能源科技有限公司新建年产 100 台（套）电站节能环保设备生产线项目（配套 X 射线实时成像装置项目）符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

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，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) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 建设单位在获得本项目环评批复后且 X 射线实时成像装置建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求重新申领辐射安全许可证。

5) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的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。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

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。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见：	
经办人	公 章 年 月 日

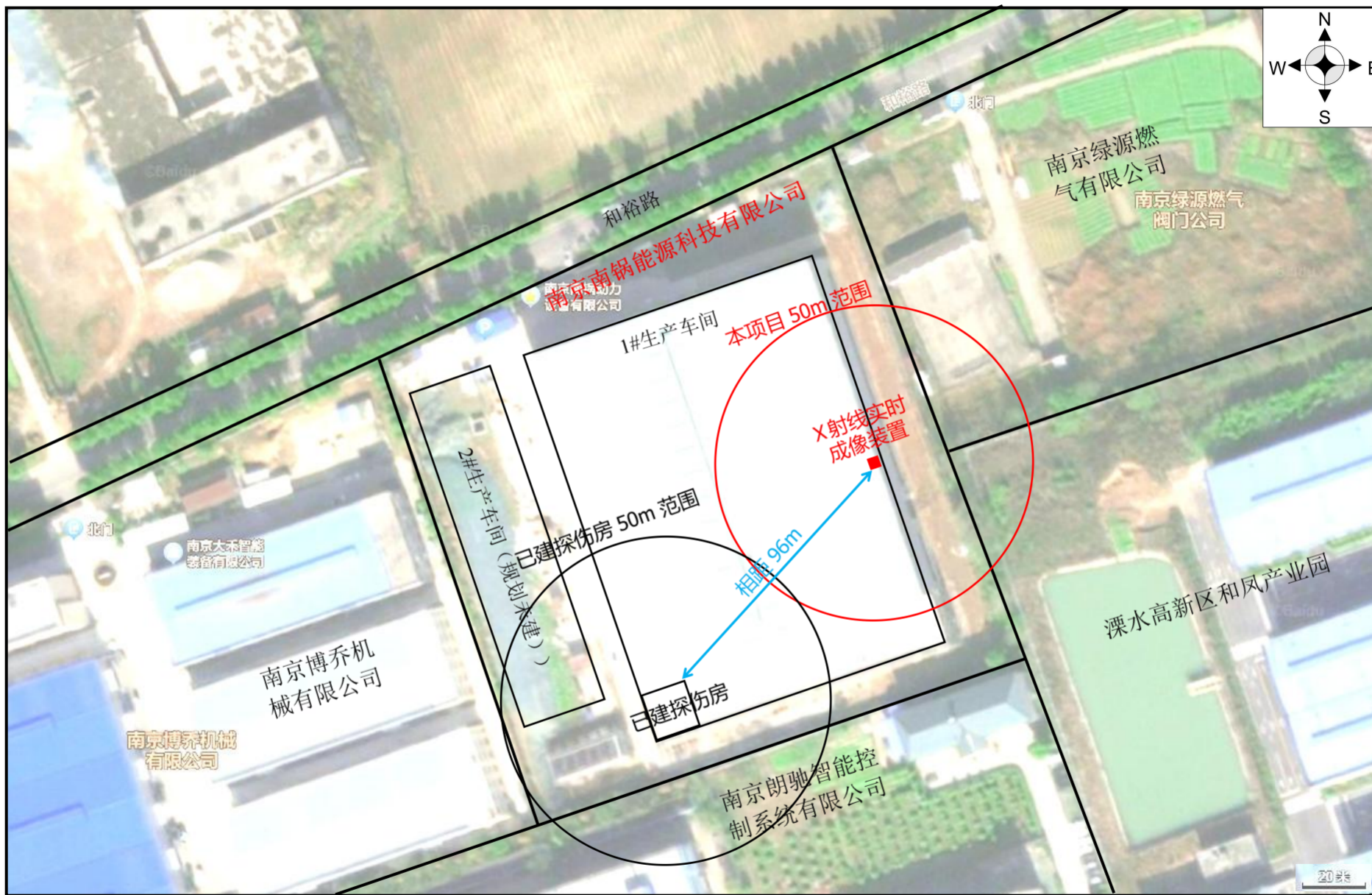
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资 (万元)
辐射安全管理	已成立辐射安全管理机构,并以文件形式明确各成员职责。	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》成立安全管理机构。	/
	管理制度:完善操作规程、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、事故应急制度等。		/
	2名辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核。	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》,辐射工作人员应持有考核合格证。	定期投入(每5年)
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计,开展个人剂量监测(常规监测周期一般为30天,最长不应超过90天。个人剂量档案终生保存)。	根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)辐射工作人员正常开展个人剂量检测,根据《放射工作人员职业健康管理办法》,个人剂量档案应终生保存。	每年投入
	职业健康体检:定期组织职业健康体检,并按相关要求建立职业健康监护档案。(两次检查的时间间隔不应超过2年,必要时可增加临时性检查。)	根据《放射工作人员职业健康管理办法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	每年投入
辐射防护措施	装置铅房尺寸为1.9m(长)×1.9m(宽)×2.1m(高)。铅房采用钢板+铅板+钢板结构对X射线进行屏蔽,铅房四周及顶部均内含8mmPb。装置安装时放置在深度为160mm的坑内。装置进出口两侧设置8mmPb防护罩,防护罩内部设置2层铅帘,每层铅当量为4mm。铅房东、西侧屏蔽体设置有2个检修门,检修门内含8mmPb。	装置表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)剂量率限值要求。 辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于“剂量限值”的要求,也符合本项目目标管理值的要求。(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;职业人员周有效剂量不超过100μSv;公众周有效剂量不超过5μSv。)	10
污染防治措施	废气:臭氧在常温常压下稳定性较差,可自行分解为氧气。装置铅房内拟设置通风设施,可通过风机将臭氧及氮氧化物抽排出铅房,能确保每小时有限通风换气次数不小于3次。且每次更换工件都将打开防护门,也可实现通风。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气,其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。	/
辐射安全措施	本项目装置铅房检修门设置门-机安全连锁装置,装置设置工作状态指示灯;在操作室入口及装置外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明。操作台及铅房外部拟设置安装紧急停机按钮。操作台上设置钥匙开关。装置铅房内拟配备监视监控装置。	能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)要求。	2
	拟为本项目新配备1台辐射剂量率仪和配备2台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	1

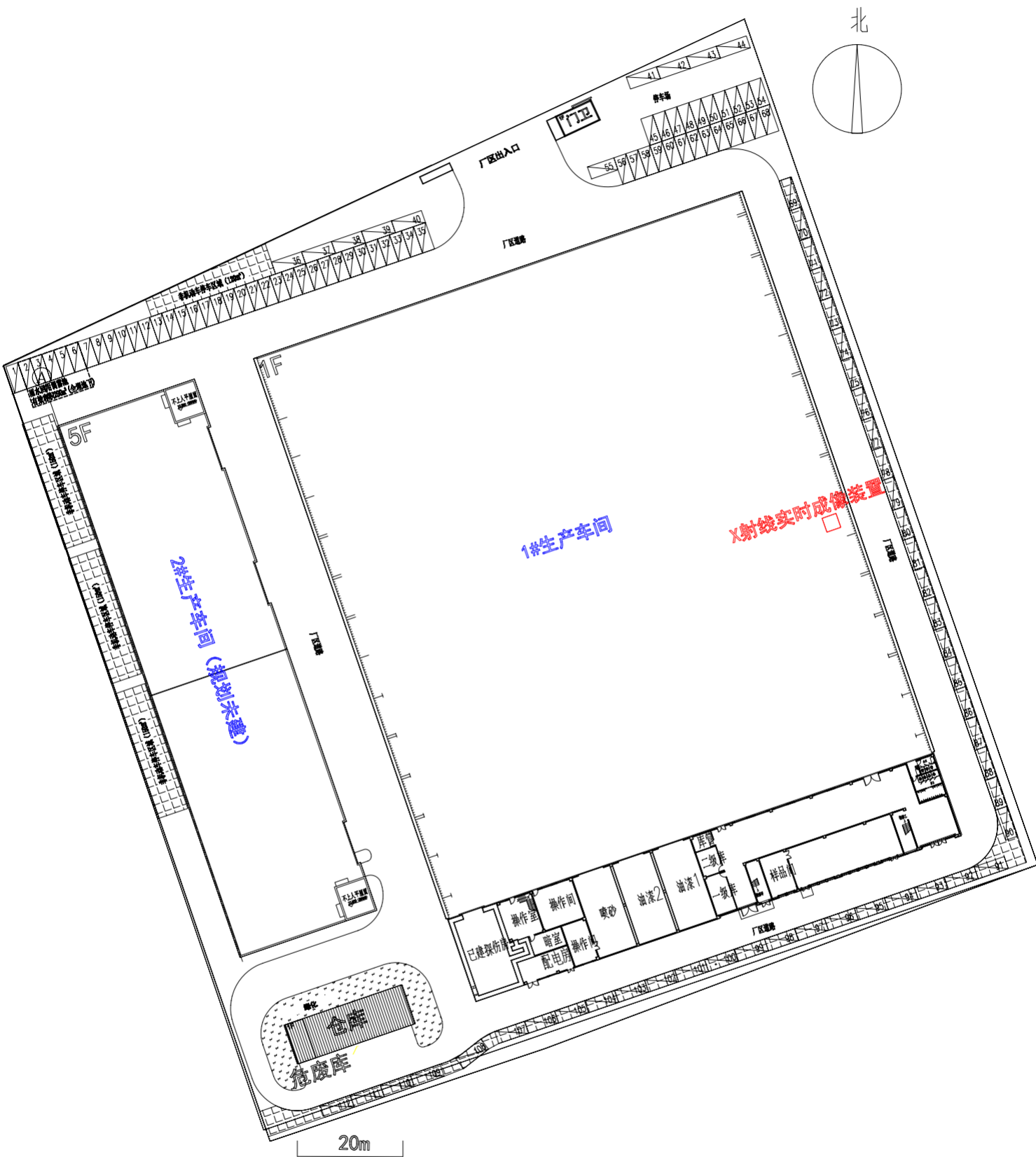
以上措施必须在项目运行前落实。



附图1 南京南锅能源科技有限公司地理位置图



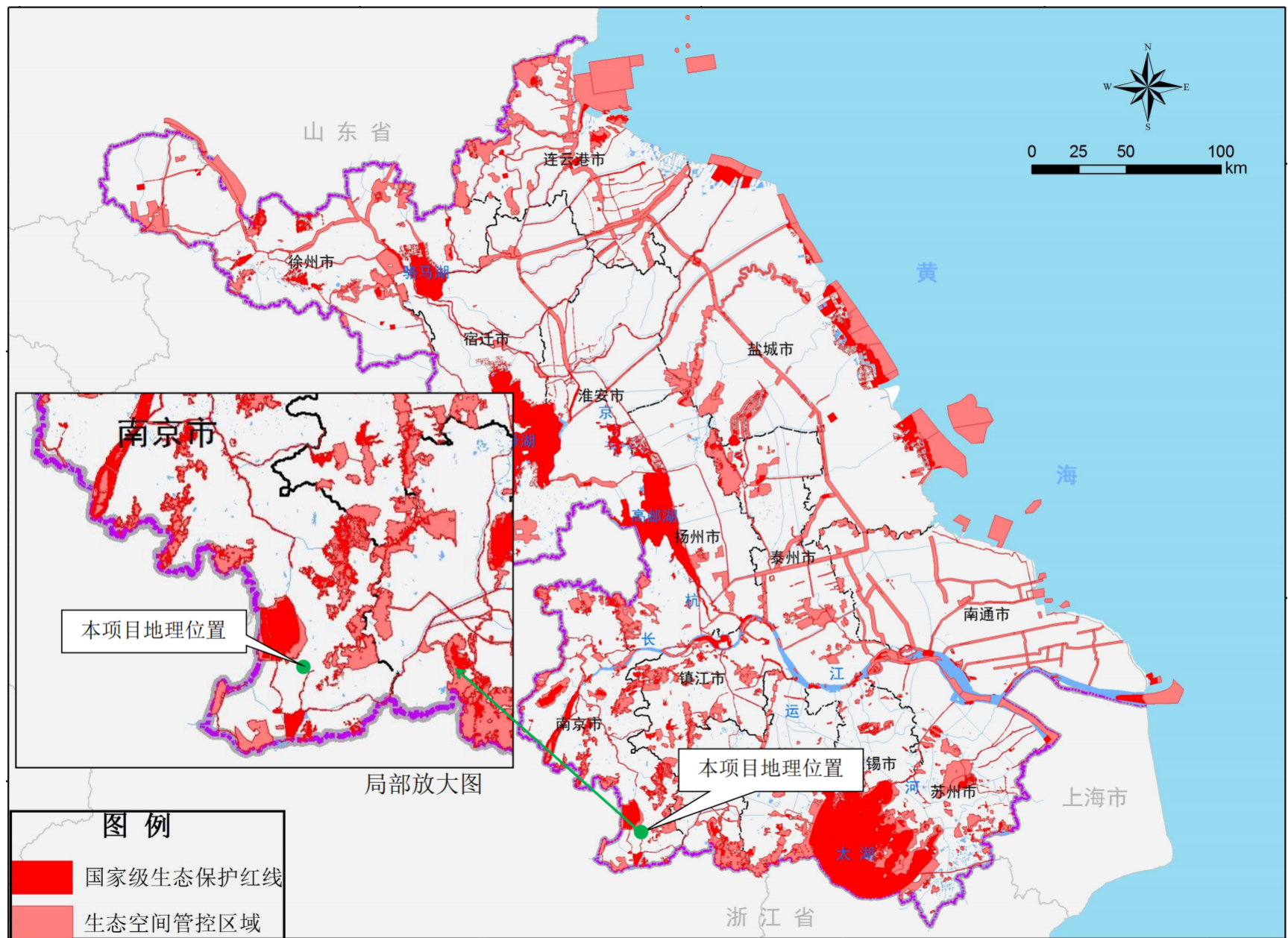
附图 2 南京南锅能源科技有限公司厂区周围环境示意图



附图3 南京南锅能源科技有限公司厂区平面布置图



附图4 南京南锅能源科技有限公司1#生产车间平面布置图



附图 5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

本项目编制主持人欧杰于 2024 年 6 月 24 日在南京南锅能源科技有限公司 X 射线实时成像装置拟建址及门口拍摄（编制主持人工程师职业资格证书管理号： ）。



附图 6 本项目编制主持人踏勘现场照片