



D-G-00879122-002-001

核技术利用建设项目

航天材料及工艺研究所扩建使用 II
类射线装置（自动化X射线检测系统）
项目
环境影响报告表

航天材料及工艺研究所

二〇二四年十二月

核技术利用建设项目

航天材料及工艺研究所扩建使用Ⅱ类
射线装置（自动化X射线检测系统）
项目
环境影响报告表

建设单位名称：航天材料及工艺研究所

建设单位法人代表（签名或签章）： 

通讯地址：

邮政编码：100076 联系人：

电子邮箱： 联系电话：



D-G-00879103-001-001

打印编号: 1703736562000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	qlp60		
建设项目名称	扩建使用 II 类射线装置（自动化 X 射线检测系统）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）	航天材料及工艺研究所		
统一社会信用代码	121000004000053103		
法定代表人（签章）	王金明		
主要负责人（签字）	武占魁		
直接负责的主管人员（签字）	康宇洁		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	津滨绿意（天津）技术咨询有限公司		
统一社会信用代码	91120110MA06GKCM00		
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
白金玲			
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
高爽	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	PU021544	高爽
白金玲	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议		

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



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00013977
No.

此件仅供航天材料及工艺研究所办理 扩建使用 II 类射线装置 (自动化 X 射线检测系统) 项目 所用

0911



不为他用 复印无效 姓名: 白金玲

性别:

Sex

女

出生年月:

Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期:

Approval Date 2013年5月26日

持证人签名:

Signature of the Bearer

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2013 年 9 月 30 日

Issued on

管理号:

File No. 2013035120350000003507140154

天津市社会保险参保证明（单位职工）

单位名称： 天津绿意（天津）技术咨询有限

公司

组织机构代码： MA06GKCM0

校验码： WMA06GKCM020241227153102

查询日期： 201801至202412

序号	姓名	社会保障号码	险种	参保情况		本单位实际缴费月数
				起始年月	截止年月	
1	白金玲		基本养老保险	202002	202412	59
			失业保险	202002	202412	59
			工伤保险	202002	202412	59

备注： 1.如需鉴定真伪，请在打印后3个月内登录<http://hrss.tj.gov.cn>，进入“证明验证真伪”，录入校验码进行甄别。

2为保证信息安全,请妥善保管缴费证明。

打印日期:2024年12月27日

天津市社会保险参保证明（单位职工）

单位名称： 津滨绿意（天津）技术咨询有限公司

组织机构代码： MA06GKCM0

校验码： WMA06GKCM020241227152818

查询日期： 202212至202412

序号	姓名	社会保障号码	险种	参保情况		本单位实际缴费月数
				起始年月	截止年月	
1	高爽	[REDACTED]	基本养老保险	202311	202412	14
			失业保险	202311	202412	14
			工伤保险	202311	202412	14

备注： 1. 如需鉴定真伪，请在打印后3个月内登录<http://hrss.tj.gov.cn>，进入“证明验证真伪”，录入校验码进行甄别。

2. 为保证信息安全，请妥善保管缴费证明。

打印日期：2024年12月27日

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位津滨绿意（天津）技术咨询有限公司（统一社会信用代码91120110MA06GKCM0Q）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的航天材料及工艺研究所扩建使用II类射线装置（自动化X射线检测系统）项目环境影响报告表基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为白金玲（环境影响评价工程师职业资格证书管理号： ，信用编号 ），主要编制人员包括白金玲（信用编号 ）、高爽（信用编号 ）等2人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):

2024 年 12 月 27 日



营业执照

(副本)

统一社会信用代码 91120110MA06GKCM0Q

名称 津滨绿意(天津)技术咨询有限公司

类型 有限责任公司(自然人独资)

住所 天津市东丽区华明大道21号2幢号502

法定代表人 白东星

注册资本 壹佰万元人民币

成立日期 二〇一八年十一月二十七日

营业期限 2018年11月27日至长期

经营范围 环保技术咨询、研发;环保工程咨询服务;环境影响评价、节能评估技术咨询;建设项目竣工环保验收咨询;土壤修复;污水处理;大气污染、噪声治理;环境保护检测服务。(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)



登记机关

2018 年 11 月 27 日

每年1月1日至6月30日,应登录公示系统报送年度报告,逾期列入经营异常名录

目录

表 1 项目基本情况	3
表 2 放射源	13
表 3 非密封放射性物质	13
表 4 射线装置	14
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6 评价依据	16
表 7 保护目标与评价标准	19
表 8 环境质量和辐射现状	22
表 9 项目工程分析与源项	24
表 10 辐射安全与防护	28
表 11 环境影响分析	37
表 12 辐射安全管理	47
表 13 结论与建议	52
表 14 审批	54

表 1 项目基本情况

建设项目名称		扩建使用 II 类射线装置（自动化 X 射线检测系统）项目			
建设单位		航天材料及工艺研究所			
法人代表	王金明	联系人	康宇洁	联系电话	13811487626
注册地址					
项目建设地点		北京市			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资（万元）	500	项目环保投资（万元）	100	环保投资比例	20%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			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				
	项目概述 1.建设单位概述 航天材料及工艺研究所组建于 1957 年 12 月，隶属于中国航天科技集团有限公司第一研究院，建有先进功能复合材料技术国防科技重点实验室，拥有航天检测与失效分析中心及航天材料及工艺的四个工艺中心：无损检测工艺技术中心、复合材料构件加工工艺技术中心、表面工程工艺技术中心。航天材料及工艺研究所具备雄厚的试制、生产能力和极强的科研攻关力量，围绕着各种型号的运载火箭、武器及				

卫星研制和生产的需要，完成了大量的研究、试制与生产任务，提供了大量配套产品。在我国航天和国防事业中发挥了重要作用。

2.核技术利用及辐射安全管理现状

（1）核技术利用现状情况

航天材料及工艺研究所已取得北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[G0061]），有效期至 2028 年 01 月 28 日，许可种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。现有射线装置明细见表 1-1。

表 1-1 已许可的射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	工作场所
1	X 射线应力仪	AST/X2001G2	III类	
2	高温 X 射线衍射仪	D8	III类	
3	X 射线小角散射仪	SAXSess mc2	III类	
4	电子束焊机	EBW-8C	III类	
5	微焦点 X 射线成像系统	Y.Cougar SMT	II类	
6	工业 X 射线探伤机	MXR-450	II类	
7	定向辐射式 X 射线机	HS-XY-320	II类	
8	微焦点 CT 系统	VI tomc xs225	II类	
9	射线 CR 检测系统	VM15100MS	II类	
10	微焦点 X 射线成像系统	BT160	II类	
11	工业 X 射线探伤机	ISOVOLT TITAN E160	II类	
12	工业 X 射线探伤机	XY-160	II类	

（2）已许可使用的射线装置环保手续履行情况

航天材料及工艺研究所已许可的核技术利用项目均已履行环保手续，其中非涉密的射线装置环保手续履行情况见表 1-3。

表 1-3 已许可使用的射线装置环保手续情况

编号	项目名称	环评批复文号/环评备案号	验收情况
1	使用微焦点 X 射线成像系统项目环境影响报告表	京环审[2011]90 号	京环验[2014]227 号
2	使用III类射线装置项目环境影响登记表	京环审[2011]292 号	京环验[2014]324 号
3	使用工业III类射线装置项目环境影响登记表	京环审[2014]66 号	京环验[2014]212 号
4	使用工业II类射线装置项目环境	京环审[2015]321 号	2017.12.28 已自主验收

	影响报告表		
5	使用1台II类射线装置项目环境影响报告表	京环审[2015]415号	2017.12.08 已自主验收

(3) 辐射安全管理情况

①辐射安全管理机构

航天材料及工艺研究所已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规，成立了辐射安全管理小组，由法人担任辐射安全工作第一责任人，对辐射安全工作负总责，指定康宇洁担任核辐射防护负责人，全面负责所内的辐射安全与环境保护管理工作。辐射安全管理小组成员见表1-2。

表1-2 辐射安全管理小组成员一览表

小组内职务	姓 名	部 门	职务/职称	专/兼职
组 长		所办	所长	兼职
副组长		所办	副所长	兼职
核辐射防护负责人		安全生产管理部门	高工	专职
成员		安全生产管理部门	处长	兼职
		安全生产管理部门	副处长	兼职
		设备仪器管理部门	副处长	兼职
		保卫管理部门	处长	兼职
		保卫管理部门	工程师	兼职
		射线装置使用单位	副主任	兼职
		射线装置使用单位	高工	兼职
		射线装置使用单位	副主任	兼职
		射线装置使用单位	高工	兼职
		射线装置使用单位	总支书记	兼职
		射线装置使用单位	高工	兼职
		射线装置使用单位	高工	兼职

②辐射安全管理制度及落实情况

航天材料及工艺研究所已依据《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》，结合单位核技术利用项目的开展情况，制定了一套相对完善的规章制度，包括：《操作规程》、《岗位职责》、《辐射安全与环境保护管理机构、负责人及职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作场所监测方案》、《辐射工作人员培训计划》、《辐

射事故应急预案》等，并严格按照规章制度执行，截至目前建设单位未发生辐射安全事故。

③辐射工作人员培训情况

航天材料及工艺研究所现有 33 名工作人员均已参加核技术利用辐射安全和防护的培训和考核，并通过了考核。其中包括 11 名管理人员和 22 名辐射工作人员，已参加培训人员情况见表 1-3。单位将按照生态环境部 2019 年第 57 号公告、2021 年第 9 号公告要求，定期（五年一次）组织辐射工作人员进行辐射安全防护考核，考核通过后方可继续上岗。如有新增辐射工作人员，将组织其参加辐射安全与防护的培训和考核，考核合格后上岗。

表 1-3 已参加培训人员情况一览表

序号	姓名	性别	培训时间	证书编号	工作岗位
1		女	2022.04	FS22BJ2300442	使用
2		女	2022.04	FS22BJ2300443	使用
3		男	2022.04	FS22BJ2300444	使用
4		女	2022.04	FS22BJ2300445	使用
5		男	2022.04	FS22BJ2300410	使用
6		男	2022.04	FS22BJ2300411	使用
7		男	2022.04	FS22BJ2300412	使用
8		男	2022.04	FS22BJ2300408	使用
9		男	2022.04	FS22BJ1200190	使用
10		男	2022.04	FS22BJ1200191	使用
11		男	2022.04	FS22BJ1200192	使用
12		男	2022.04	FS22BJ1200193	使用
13		男	2022.04	FS22BJ1200194	使用
14		男	2022.04	FS22BJ1200195	使用
15		男	2022.04	FS22BJ1200185	使用
16		男	2022.04	FS22BJ1200186	使用
17		男	2022.04	FS22BJ1200196	使用
18		男	2022.04	FS22BJ1200197	使用

19		男	2022.04	FS22BJ1230406	使用
20		男	2022.04	FS22BJ2300409	使用
21		男	2022.04	FS22BJ2300692	使用
22		男	2022.04	FS22BJ2300413	使用
23		女	2022.04	FS22BJ2200283	管理
24		男	2022.04	FS22BJ2200284	管理
25		男	2022.04	FS22BJ2200285	管理
26		男	2022.04	FS22BJ2200294	管理
27		女	2022.04	FS22BJ2200286	管理
28		女	2022.04	FS22BJ2200287	管理
29		男	2022.04	FS22BJ2200288	管理
30		女	2022.04	FS22BJ2200289	管理
31		男	2022.04	FS22BJ2300407	管理
32		男	2022.04	FS22BJ2200290	管理
33		男	2022.04	FS22BJ2200291	管理

④个人剂量检测

航天材料及工艺研究所辐射工作人员操作时均按要求佩戴个人剂量计，并按规定每 3 个月委托具有相应检测资质的机构进行检测，为辐射工作人员建立个人剂量档案，个人剂量档案齐全。根据单位所有辐射工作人员上一年度的个人剂量检测报告结果表明，工作人员个人受照剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的职业工作人员年有效剂量的要求及本单位剂量约束值 2mSv/a。

单位有专人负责个人剂量监测管理工作。发现个人剂量监测结果异常的，将及时调查原因，并将有关情况及时报告单位辐射安全防护领导小组。今后将继续加强个人受照剂量监测工作，如果某位辐射工作人员的单季度个人剂量监测结果高于年剂量约束值的 1/4，将对其受照原因进行调查，结果由本人签字后存档；必要时将采取调离工作岗位或控制从事辐射工作时间等措施，保障辐射工作人员的健康。

⑤现有辐射监测设备及防护用品

航天材料及工艺研究所现有辐射监测设备及防护用品见表 1-4。

表 1-4 已配备辐射监测设备及防护用品一览表

序号	设备名称	型号	数量	设备状态
1	个人辐射报警仪	FJ-2000	16	正常
2	辐射检测仪	RSD-30	3	正常
3	铅衣	/	7	正常
4	铅橡胶帽子	/	6	正常
5	铅橡胶围裙	/	6	正常

⑥工作场所及辐射环境监测情况

航天材料及工艺研究所已制定工作场所监测方案，监测方案内容含辐射工作场所辐射水平监测和环境辐射水平检测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等。

单位已建立辐射环境自行监测记录档案，并妥善保存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。监测记录记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，监测记录随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市生态环境局。单位每年委托有 CMA 资质的单位对所有射线装置辐射工作场所环境辐射水平检测一次，并出具检测报告，检测报告随单位年度评估报告提交北京市生态环境局。根据单位上一年度现有辐射工作场所检测报告，工作场所的周围剂量当量率监测结果均满足相关标准要求。

⑦辐射事故应急管理

航天材料及工艺研究所依据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，制定了关于本单位辐射项目的辐射事故（件）应急预案，以保证本单位一旦发生辐射意外事件时，即能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容。发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。单位辐射安全领导小组组织相关人员每年进行一次辐射事件应急预案演练。

⑧其他情况

2023 年度，航天材料及工艺研究所较圆满地完成了各项辐射安全防护工作，依据法律法规对本单位射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，并如实上报了年度评估报告。

3.本项目概况

自动化 X 射线检测实验室，本项目拟在自动化 X 射线检测实验室新购置使用一台自动化 X 射线检测系统（自屏蔽铅房，Ⅱ类射线装置，最大管电压/最大管电流：240kV/3mA，周向），用于对复合材料产品开展无损探伤作业。新增射线装置主要参数见表 1-5。

表 1-5 本项目拟新增射线装置主要参数

名称	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	数量	类别	使用地点	用途	照射方式
自动化 X 射线检测系统	待定	240	3	1	Ⅱ类	室	无损探伤	周向

4.项目选址及周边环境情况

（1）项目所在地周边环境关系

见图 1-1。

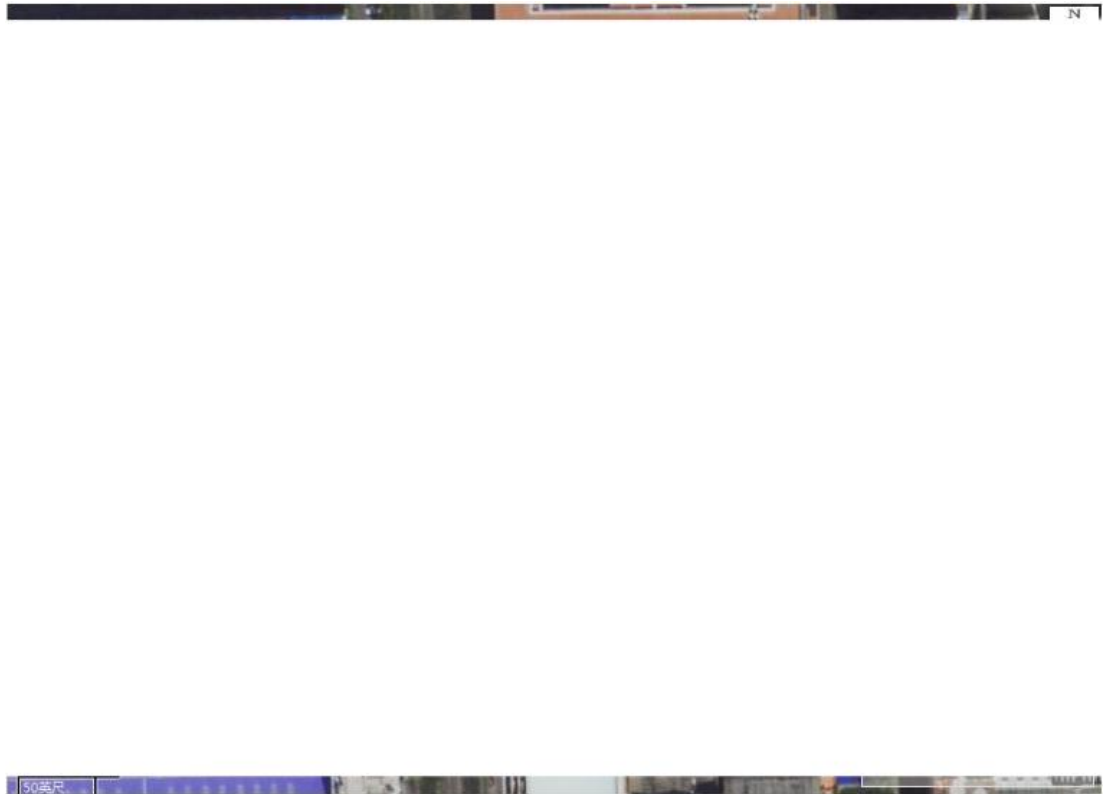


图 1-1 160#西扩厂房周边环境示意图

（2）工作场所周边环境

自动化 X 射线检测系统位于 160#西扩厂房内，为 3 层建筑。自动化 X 射线检测实验室北侧、西侧为单位内部道路，东侧为 160#西扩厂房，南侧为库房。

本项目自动化 X 射线检测系统自屏蔽体边界外 50m 范围内无学校、医院、居民区等环境敏感区，主要环境保护目标为操作台工作人员、周边固定工序工作人员及其他场所工作人员及途经公众。

5.项目建设必要性和实践正当性

必要性。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号《关于发布<射线装置分类>的公告》规定，本项目自动化 X 射线检测系统属于Ⅱ类射线装置（工业用 X 射线探伤装置）。根据生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“生产、使用Ⅱ类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

受航天材料及工艺研究所委托津滨绿意（天津）技术咨询有限公司承担该核技术利用项目的环境影响评价工作。环评公司在现场踏勘、资料调研的基础上，对本项目进行核技术利用建设项目环境影响评价。

6.产业政策符合性

建设单位拟配置的自动化 X 射线检测系统用
缺陷，保障工件质量，依据国家发展和改革委员会 7
录（2024 年本）》，本项目不属于国家规定的淘汰类和限制类项目，符合国家产业政策要求，同时，本项目不属于《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022 年版）》中禁止类和限制类，符合国家和北京市的产业政策要求。

7.劳动定员及工作量

本项目配置 2 名辐射工作人员，从现有辐射工作人员调配，本项目自动化 X 射线检测系统日检测产品 6 件，单次检测出束时间最长为 12min，年工作 200 天，年工作 50 周，每周工作 4 天，项目建成后，每日出束时间 1.2h，周出束时间不大于 4.8h，年累计出束时间不大于 240h。本项目射线装置工作照射时间见表 1-7。

表 1-7 自动化 X 射线检测系统工作时间

自动化 X 射线检测系统型号	待定
工作场所	自动化 X 射线检测实验室
单件检测时间	12min
工件检测量	6 件/天
周工作天数	4d/周
年工作天数	200d/年
射线装置周累计最长照射时间	4.8h/周
射线装置年累计最长照射时间	240h/a
工作人员所受周累计最长照射时间	4.8h/周
工作人员所受年累计最长照射时间	240h/a

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	自动化 X 射线检测 系统	II类	1	待定	240	3	无损探伤	自动化 X 射线检 测实验室	自屏蔽 铅房， 周向照 射

(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

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 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)《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令[2014]第九号，2015 年 1 月 1 日起施行； (2)《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令[2018]第二十四号，2018 年 12 月 29 日修订并施行； (3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令[2003]第六号，2003 年 10 月 1 日起施行； (4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日经国务院令 449 号公布；2014 年 7 月 29 日经国务院令 653 号修订；2019 年 3 月 2 日经国务院令 709 号修订并实施； (5)《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 682 号修订，2017 年 10 月 1 日起施行； (6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令 3 号修改；2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 7 号修改；2021 年 1 月 4 日生态环境部令 20 号修改并实施； (7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》原环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (8)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； (9)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，生态环境部令 16 号，2020 年 11 月 30 日公布，2021 年 1 月 1 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》，国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日； (11)《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； （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]第 57 号，2019 年 12 月 23 日起施行； 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》；生态环境部公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 11 日； （13）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，原环保部，环办辐射函[2016]430 号； （14）《关于发布<建设项目竣工生态环境验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日； （15）《北京市城乡规划条例》，京人常[2021]61 号，2021 年 9 月 24 日； （16）《原北京市环保局办公室关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》，京环办[2018]24 号，2018 年 1 月 25 日； （17）《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，原北京市环境保护局，京环发[2011]347 号，2011 年 11 月 29 日印发； （18）《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022 年版）》； （19）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会令 7 号，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）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （4）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； （5）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单；

	(6)《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB 22448-2008); (7) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019) (8) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) ; (9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) 。
其他	(1) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》 (生态环境部 (国家核安全局) 2020 年 2 月 20 日发布) ; (2) 国际放射防护委员会第 33 号出版物.《ICRP Publication 33》 (医用外照射源的附属防护) , 1982; (3) 《Safety Reports Series No.47》 IAEA No.47 号文; (4) 《辐射防护基础》 (李星洪主编) ; (5) 航天材料及工艺研究所提供的相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，“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 50m 范围。”本项目使用的自动化 X 射线检测系统为Ⅱ类射线装置，配备自屏蔽铅房，具有实体边界，结合本项目辐射环境影响特点，确定本项目评价范围为以自动化 X 射线检测系统铅房自屏蔽体为边界，边界外 50m 范围内的区域。评价范围如图 7-1 所示。

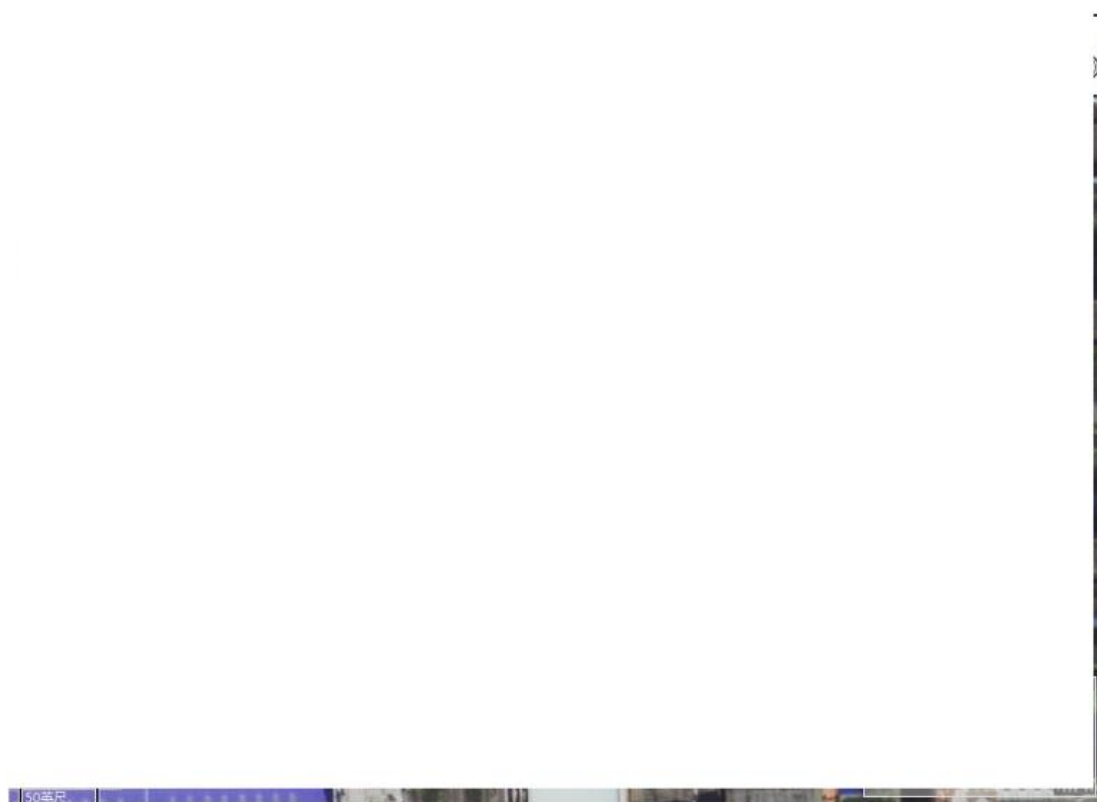


图 7-1 本项目自动化 X 射线检测系统屏蔽体外 50m 评价范围示意图

环境保护目标

本项目自动化 X 射线检测实验室位于单位检测实验室为单层建筑，其北侧、西侧为单位内部道路，东侧为自动化 X 射线检测系统自屏蔽铅房位于检测实验室内中部偏东位置，控制台位于自动化 X 射线检测系统屏蔽体外西侧。实验室及自动化 X 射线检测系统自屏蔽铅房顶部人员不需要到达，除维修等特殊情况无人员活动。

本项目 50m 评价范围内的建筑物均为单位院内建筑，无学校、医院、居民区

等环境敏感区。主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、周边固定工序工作人员、其他场所工作人员及途径公众。环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目自动化 X 射线检测系统 50m 范围内主要保护目标

项目	保护对象	方位	距离	50m 评价范围内主要建筑物	人数
	本项目操作人员(辐射工作人员)	西侧	相邻	自动化 X 射线检测实验室内	2 人
自动化 X 射线检测系统	公众(所内其他工作人员及途经人员)	北侧	2m	单位内部道路	/
	公众(所内其他工作人员)	北侧	20m		约 50 人
	公众(所内其他工作人员及途经人员)	西侧	1m		/
	公众(所内其他工作人员)	南侧	1m		约 10 人
	公众(所内其他工作人员)	东侧	1m		约 50 人
	公众(评价范围内其他工序工作人员、途经公众)	周边	50m 范围内	公众	/

评价标准

1.基本标准

(1) 基本剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的剂量限值列于表 7-2。

表 7-2 个人剂量限值 (GB 18871-2002)

管电压kV	漏射线所致周围剂量当量率mSv/h
连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年中的有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续 5 年的年平均剂量不超过 1mSv 时, 某一单一年份的有效剂量可提高到 5m 眼晶体的当量剂量
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a

(2) 剂量约束值

对职业照射, 本项目辐射工作人员取 2mSv/a 作为剂量约束值; 对公众人员本项目取 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

(3) 屏蔽体外剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)要求, 本项目自动化 X 射

线检测系统自屏蔽体外 30cm 处最高剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。

2.射线装置安全防护要求

本项目自动化 X 射线检测系统参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关规范进行安全管理及屏蔽防护，要求如下：

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

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1.项目地理和场所位置

航天材料及工艺研
射线检测实验室位于单
检测实验室北侧、西侧为单位内部道路

化 X
自动化 X 射线

2.辐射环境现状调查

3.1 辐射环境现状监测

为进一步了解本项目建设地点周围辐射环境现状，本次评价委托津滨环科（天津）检测技术服务有限责任公司于2023年7月25日对建设场所及周围辐射环境现状进行了检测，检测报告编号为JBHK-20230725-02-F。

（1）监测因子

环境 γ 辐射剂量率。

（2）监测布点

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），本项目在辐射工作场所及周围布设5个监测点位，监测点位示意图见图8-1。

图 8-1 本项目监测点位示意图

(3) 监测方法及依据：《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

(4) 质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- ④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定；
- ⑥通过国家级计量认证及中国实验室国家认可委员会认可。

(5) 监测结果

本项目工作场所及周围现状监测结果见表8-1。

表8-1 工作场所及周边辐射环境现状监测结果

编号	监测点位	检测结果 nGy/h
1	自动化 X 射线检测实验室中心位置	96
2	自动化 X 射线检测实验室北侧	97
3	自动化 X 射线检测实验室南侧	96
4	自动化 X 射线检测实验室西侧	96
5	自动化 X 射线检测实验室东侧	97

注：监测结果均未扣除宇宙射线。

根据《中国环境天然放射性水平》（1995），北京市天然辐射水平范围为 60~123nGy/h（室外，含宇宙射线）和 69.8~182nGy/h（室内，含宇宙射线）。由表 8-1 检测结果可知，本项目工作场所及四周环境 γ 辐射剂量率的范围在 96~97nGy/h 之间，处于北京市的天然本底范围内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.设备组成

本项目自动化 X 射线检测系统由以下七个分系统组成，包括 X 射线源、DR 平板探测器、射线源运动装置及附件、工件运转上下料装置、软件系统、一体化防辐射铅房及监控系统、控制台。

X 射线源：采用小焦点的周向透照的棒阳极 X 射线机，射线机包括管头、高压发生器、电缆线以及冷却循环泵。

DR 平板探测器：将由 X 射线机头产生的、透过被检工件的 X 射线转换成电信号，电信号经过前放模块的放大，并进行 A/D 转换，A/D 转换后的数字信号传输到控制模块，并通过以太网传输到图像采集计算机。探测器为非晶硅平板类型。

射线源运动装置及附件：用于射线源、数字化成像板的固定、移动、对焦等以及透照角度和物距调整。满足根据设定的检测流程实现对射线源和探测器连续、准确变位调整需求，且应与上下料机构、产品定位及调整机构相配套，并设有安全防撞措施。产品置于转台由运载小车运输，X 射线源仅上下移动，转台可按照自定义角度进行旋转，从而达到调整透照位置。

工件运转上下料装置：上料区域装有吊装起重装置，用来辅助工作人员进行上下料，工作人员用吊绳等柔软安全的工具将产品从运载台上放置或者取下。

工作人员将产品平稳安全地置于运载台上，然后系统自动控制其进入铅房内检测。运动到指定位置后，铅闸门自动关闭，达到安全的防护效果。

软件系统：软件分系统与 X 射线源、探测器、扫描控制等分系统互联，负责整个系统的运行操作。以人机界面形式，实现扫描过程控制、系统状态监控，以及数据采集处理、图像重建、图像处理、分析、测量、图像数据的存储和管理等各项功能。分系统由系统控制站、图像重建及检查站、打印机、网络交换机等硬件设备以及配套软件组成。

一体化防辐射铅房及监控系统：一体化防护铅房包含排风、监控、急停、声光报警、门-机联锁、辐射检测等功能。

控制台：控制运行部分负责机械部分的通讯与控制。采用 PLC 触摸屏控制机械系统。支持图像采集、评片同步工作。控制台位于铅房外西侧。

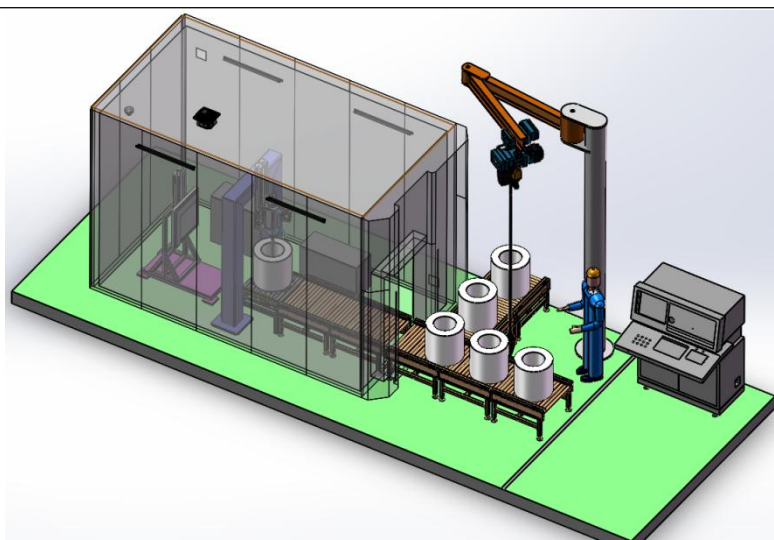


图 9-1 自动化 X 射线检测系统整体布局图

2.工作原理

X 射线检测系统主要由 X 射线管和高压电源组成，其核心部分是 X 射线管。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，阳极靶则根据应用需要，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、铂、金等）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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。可以通过所加电压，电流来调节 X 射线的强度。典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

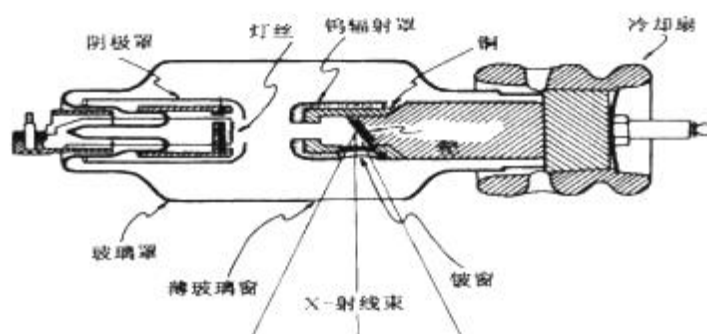


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

将 X 射线管作为光源，利用 X 射线能够穿透金属材料，并由于材料对射线的吸收和散射作用的不同，从而使检测器感光不一样，于是在屏幕上形成黑度不同的影像，据此来判断材料内部缺陷情况的一种检验方法。当强度均匀的 X 射线束透照物体时，如果物体局部存在缺陷或结构存在差异，它将改变物体对射线的衰

减，使得不同部位透射射线强度不同，带有信息的 X 射线被固定在工件另一侧的数字成像面板接收，通过转到工件来获得不同角度的投影，用复杂的计算层析技术，将获得各个角度的投影进行重建，得到被测工件的结构图，判断工件内部的缺陷和结构。

本项目拟设置的 1 台自动化 X 射线检测系统，主要性能及基本参数见表 9-1。

表 9-1 本项目自动化 X 射线检测系统相关参数

射线装置名称	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线辐射角度	主射方向	过滤板材质及厚度	工作场所
自动化X射线检测系统	待定	1台	240	3	30°×360°	周向	0.5mmAl	自动化X射线检测实验室

3.工艺流程

本项目工艺流程如下：

(1) 检查警告标识、系统安全联锁装置、门-机联锁、应急开关等安全防护措施是否正常。

(2) 由授权开机人员接通电源，打开设备主控开关，并将钥匙开关转到打开位置，启动设备；待设备控制计算机启动完成，启动计算机上相关软件后，系统自检；逐一启动设备高压电源、电气控制系统，开机预热和初始化。

(3) 打开设备铅房工件进口防护门，产品由运载小车沿着轨道进入铅房，上料区域设置吊装起重装置，辅助工作人员进行上料，大型产品可由吊装起重装置装上转台，然后小车再沿着轨道进入铅房内检测，运动到指定位置后，铅门自动关闭。

(4) 设置设备检测参数，自动选择所需使用的电压和电流，启动 X 射线扫描，待 X 射线稳定后，被测物图像将出现在显示器上。

(5) 通过控制运载小车上的转台来移动被检物，转台可以按照自定义角度进行旋转，调整透照位置，从而达到对产品不同角度的透照，使得被测物图像达到最佳的可视范围和大小。

(6) 成像数据分析，当检测到产品上有缺陷的焊缝时，工作人员按动控制台上的打标按钮，即可在管道上打标出有缺陷的位置。

(7) 检测完毕，关闭 X 射线，工件出口防护门开启，被测物由运载小车沿

轨道送出铅房，卸下，关闭防护门。

(8) 工作完成后，关闭软件和设备，作业人员整理现场。

本项目预计配置 2 名辐射工作人员，工作时佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

本项目营运期产生的主要污染物为设备运行过程中产生的 X 射线和少量臭氧及氮氧化物。

污染源项描述

1.主要放射性污染物

由自动化 X 射线检测系统的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。只有在 X 射线管开机状态时才会产生 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

2.污染途径

2.1 正常工况时的污染途径

(1) 放射性污染

X 射线检测系统在开机后产生 X 射线。正常工况下的污染途径包括：X 射线机发射的初级 X 射线（有用线束）、初级 X 射线照射在被照产品上产生的散射射线以及 X 射线机的漏射射线，这些 X 射线穿过铅房屏蔽结构可能对辐射工作人员及周围公众产生外照射危害。

(2) 其他非放射性污染

射线装置工作时，发出的 X 射线会电离空气产生少量 O_3 和 NO_x ，在 NO_x 中以 NO_2 为主。本项目 O_3 和 NO_x 的产生量极少，废气经铅房机械排风装置排放至大气环境，对周围环境影响较小。

2.2 事故工况下的污染途径

本项目运行过程中可能发生的事故：

(1) 射线装置发生控制系统或电器系统等故障，安全连锁失效，铅防护门未完全关闭的情况下射线装置出束，对工作人员及公众造成额外的照射。

(2) 设备检修时，检修门保持打开状态，门机连锁失效，设备意外出束开始照射，导致对检修人员、周围工作人员及公众人员造成超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1.工作场所布局与分区

本项目位,辐射工作区域长 7.5m×宽 3.5m, 占地面积为 26.25m², 一体化防护铅房占地面积约 9.66m², 长 4.2m×宽 2.3m×高 2.9m, 采用钢-铅-钢覆铅结构。控制台与防护铅房分开, 并尽量避免有用线束照射方向, 控制台设置在防护铅房西侧。

根据《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）的有关规定, “应对探伤室进行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区, 与墙壁外部相邻区域划为监督区”。

本项目拟将自动化 X 射线检测系统一体化防护铅房内部区域划分为控制区, 控制室及自动化 X 射线检测实验室其他区域划分为监督区。本项目工作场所分区示意图见图 10-1, 其中红色区域为控制区, 绿色区域为监督区。

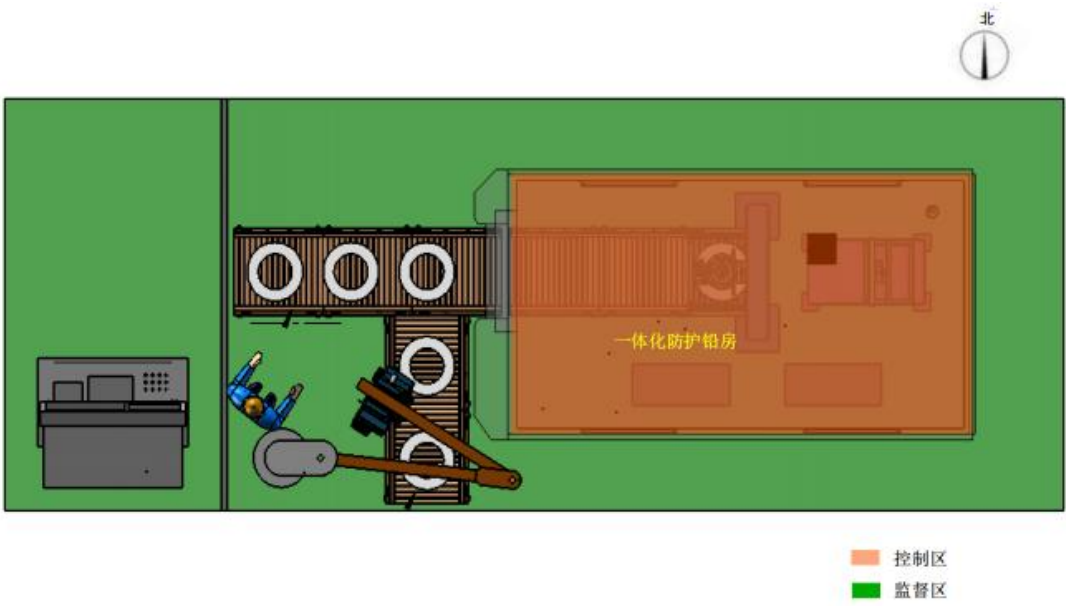


图 10-1 本项目工作场所分区示意图

控制区与监督区分区管理要求如下：

控制区：边界应悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌。探伤作业人员在控制区边界外操作, 否则应采取专门的防护措施。

监督区：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。

2.辐射防护屏蔽设计

本项目自动化 X 射线检测系统自带自屏蔽体（一体化防护铅房）、安全联锁系统和报警系统。自动化 X 射线检测系统防护铅房占地为长(m)×宽(m)=4.2×2.3，铅房四侧、顶部及底部均为 16mm 铅板+3mm 钢板防护；铅房在自动化 X 射线检测实验室东西向摆放，设置传送带，东、西侧防护门均为 16mm 铅板+3mm 钢板防护，为电动平移式防护门。本项目射线检测系统采用棒阳极射线机，其透照方向为 30°×360°，通过透照调整机构进行射线源和探测器的物距调整，射线源可上下移动，距离铅房顶部最近距离约 0.5m。本项目屏蔽防护参数见表 10-1。本项目自动化 X 射线检测实验室平面示意图见附图 4。

表 10-1 本项目屏蔽参数一览表

场所名称	尺寸	屏蔽体	自屏蔽材料及厚度	备注
自动化 X 射线检测系统 （自屏蔽式防护铅房）	长 4.2m×宽 2.3m×高 2.9m	自屏蔽体顶部	16mm 铅板+3mm 钢板	射线管位于设备上方，周向照射
		自屏蔽体底部	16mm 铅板+3mm 钢板	
		设备左侧	16mm 铅板+3mm 钢板	
		设备右侧	16mm 铅板+3mm 钢板	
		设备正面	16mm 铅板+3mm 钢板	
		设备背面	16mm 铅板+3mm 钢板	
		电动防护门	16mm 铅板+3mm 钢板	

3.辐射安全与防护措施

3.1 工作场所安全防护设施管理

本项目设置安全防护设施和辐射安全管理制度，工作场所安全与防护设施设计要求见表 10-2。

表 10-2 II 类非医用 X 线装置辐射场所安全与防护设施设计要求

序号	项目	检查内容	是否拟设置	备注
1*	A 场所设施（固定式）	入口处电离辐射警告标志	√	自动化 X 射线检测实验室门口、射线装置自屏蔽铅房门口均设置电力辐射警告标志
2*		入口处机器工作状态显示	√	射线装置自屏蔽铅房上设置工作状态指示灯
3		隔室操作	√	自屏蔽铅房外操作
4		迷道	×	不设迷道，人员在自屏蔽铅房

				外操作，屏蔽体厚度满足要求
5*		防护门	√	拟配铅防护门
6*		控制台有钥匙控制	√	自动化 X 射线检测系统配有钥匙开关
7*		门机联锁系统	√	拟配有门机联锁装置
8*		照射室内监控设施	√	自动化 X 射线检测实验室拟设监控设施
9		通风设施	√	射线装置自屏蔽铅房设有排风系统，自动化 X 射线检测实验室内也采用机械排风
10*		照射室内紧急停机按钮	√	射线装置自屏蔽铅房内设有 2 个急停按钮
11*		控制台上紧急停机按钮	√	控制台上设有 1 个紧急停机按钮
12*		出口处紧急开门开关	√	自动化 X 射线检测实验室及射线装置自屏蔽铅房防护门可打开
13*		准备出束声光提示	√	设有出束警示灯
14*	C 监测设备	便携式辐射监测仪	√	拟新增 1 台 X-γ 剂量率仪
15*		个人剂量报警仪	√	本项目 2 名辐射工作人员为现有辐射工作人员中调配，已配备 2 台个人剂量报警仪
16*		个人剂量计	√	本项目辐射工作人员为现有辐射工作人员中调配，已配备个人剂量计
17	D 应急物资	灭火器材	√	拟配备灭火器

注：加*的项目是重点项，有“设计建造”的划√，没有的划×，不适用的划/。

3.2 辐射防护措施

（1）分区管理：建设单位拟对辐射工作场所进行分区管理，以自动化 X 射线检测系统屏蔽体作为控制区边界，以自动化 X 射线检测实验室墙体作为监督区边界。

（2）铅房设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便铅房内部人员在紧急情况下离开。在探伤过程中，防护门意外打开时，能立刻停止出束或回源。

（3）铅房上方拟设置工作状态指示灯，出束要有声光提示，并与自动化 X 射线检测系统联锁。

（4）铅房内及出入口拟设置视频监控系统，控制台上设置专用监视器，确

保辐射工作人员操作时，可以监控铅房内的情况，防止出现误照射。

（5）自动化 X 射线检测实验室门上拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明，并设置专人负责监督区进出门钥匙。在铅房防护门上也张贴“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

（6）铅房内拟设置紧急停机按钮，分别设置在东侧、西侧两个防护门旁，同时在控制台也设置 1 处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

（7）拟设置机械通风装置，确保每小时通风换气次数不小于 3 次。

（8）辐射工作人员进入自动化 X 射线检测实验室开展 X 射线检测前，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，工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。本项目拟新增 1 台便携式 X- γ 剂量率仪、依托现有 2 台个人剂量报警仪、2 支个人剂量计。

（9）拟定期测量自屏蔽体外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和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。

（10）每一次照射前，操作人员都应确认铅房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。

（11）拟按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；定期进行职业健康体检，建立个人职业健康档案。

本项目自动化 X 射线检测系统联锁装置逻辑关系图如下图 10-2 所示。



图 10-2 自动化 X 射线检测系统联锁装置逻辑关系图

3.3 设备定期检查和维护

（1）建设单位在每次探伤作业开展前对设备进行日检并定期进行检查，包括但不限于以下部位：设备外观是否存在可见的损坏；电缆是否有断裂、扭曲及破损；制冷系统、安全联锁系统是否可以正常工作；报警装置、警示灯是否可以正常运行；螺栓等连接部件是否良好；安装的固定辐射检测仪是否正常等。

（2）自动化 X 射线检测系统设备的维修和保养由设备制造商负责，每年至少维护一次。设备出现故障时，应保证所更换的零部件均为合格产品，并建立设备维修记录。

3.4 操作的放射防护措施

（1）在使用自动化 X 射线检测系统设备前，先检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

（2）操作时辐射工作人员除佩戴常规个人剂量计外，辐射工作场所还配备个人剂量报警仪和 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到个人剂量报警仪设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即离开控制台，并立即向核辐射防护负责人报告。

（3）辐射工作人员使用个人剂量报警仪前，按要求检查个人剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现个人剂量报警仪不能正常工作，则不开展探伤工作。在交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，要检查便携式 X- γ 剂量率仪是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不可

开展探伤工作。

(4) 建设单位拟定期测量自动化 X 射线检测设备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。测量值与参考控制水平相比较, 当测量值高于参考控制水平时, 建设单位将终止辐射工作并向核辐射防护负责人报告。

(5) 辐射工作人员拟按操作规程及相关制度正确使用配备的辐射防护装置, 把潜在的辐射降到最低。在每一次照射前, 辐射工作人员都需要确认关闭防护门。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。

3.5 其他

(1) 本项目拟配备 2 名辐射工作人员, 从现有辐射工作人员进行调配, 该 2 名辐射工作人员已按要求参加核技术利用辐射安全与防护考核, 考核合格持证上岗。

(2) 拟健全完善各项规章制度, 严格执行操作规程, 落实各项辐射安全和防护措施; 有完善的辐射事故应急措施。

(3) 拟按照核与辐射安全管理体系 (第三层级) 《II 类非医用 X 射线装置监督检查技术程序》(NNSA/HQ-08-JD-024) 的要求做好自查并记录。

3.6 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用, 拟实施退役程序。包括以下内容:

(1) 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) 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。

(3) 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, 本项目能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中固定式探伤的相关辐射防护要求。

4. 法规符合情况

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定, 现对航天材料及工艺研究所从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-3 和表 10-4。

(1) 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

根据原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关要求，对使用射线装置的单位承诺的对应检查情况见表 10-3。

表 10-3 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合情况

序号	应具备条件	落实情况	符合情况
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目自动化 X 射线检测系统带自屏蔽铅房，铅房设有门-机安全联锁及报警装置、工作状态指示灯、紧急停机按钮及电离辐射警告标识和中文警示说明等防止人员受到意外照射的安全措施。	落实后符合
2	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对检测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	拟新增1台X-γ剂量率仪，具备一定的自行监测能力，并每年委托有资质的单位进行辐射环境水平监测和场所监测。	符合
3	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年 1 月 31 日前向生态环境部门提交年度评估报告。	符合
4	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、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。	现有辐射工作人员均已参加辐射安全和防护考核合格后持证上岗，单位承诺组织操作人员、管理人员和负责人每 5 年接受一次再培训，再培训合格后方可继续从事辐射工作。	符合
5	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可发证机关。	辐射工作人员均已配备个人剂量计，并按照国家相关规定，委托有资质单位对个人剂量进行检测，建立检测档案。	符合

(2) 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求，使用射线装置的单位申请领取许可应具备相应的条件。对建设单位承诺落实的防护措施对应检查其符合性，详见表 10-4。

表 10-4 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》符合情况

序号	应具备条件	落实情况	符合情况
1	使用放射性同位素、射线装置的单位，应当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。	已成立辐射安全与环境保护管理机构全面负责辐射安全与环境保护管理工作，并在该机构设有专职管理人员。	符合
2	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。	本项目 2 名辐射工作人员从现有辐射工作人员调配，现有辐射工作人员均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。	符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	按要求落实辐射防护和安全措施，本项目自动化 X 射线检测系统带自屏蔽铅房，铅房设有门-机安全联锁及报警装置、工作状态指示灯、紧急停机按钮及电离辐射警告标识和中文警示说明等。	落实后符合
4	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。	本项目拟新增 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，利用现有个人剂量计、个人剂量报警仪。	落实后符合
5	有健全的操作规程、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、监测方案等。	已建立相关辐射管理制度，本项目建成后拟对其进行完善，补充本项目辐射工作场所监测方案。	落实后符合
6	有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急预案，本项目建成后拟对其进行完善。	落实后符合

由以上分析可知，建设单位从事本项目辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

5 辐射防护与环保投资

本项目拟购置 1 台自动化 X 射线检测系统，拟从现有辐射工作人员调配 2 名工作人员，依托单位现有辐射防护用品和个人剂量计、个人剂量报警仪，拟新增 1 台 X-γ 剂量率仪，本项目环保投资约 100 万，具体明细见表 10-5。

表 10-5 环保投资明细

序号	项目	投资估算（万元）	备注
----	----	----------	----

1	X 射线检测系统	99.0	1 套（辐射防护、门-机联锁、机械排风、警示灯等）
2	警示标志、警戒线	0.1	——
3	X- γ 剂量率仪	0.9	1 台（新增）
4	个人剂量计	/	2 个（现有）
5	个人剂量报警仪	/	2 台（现有）
合计		100	——

三废的治理（三废治理的设施、方案、预期效果；有废旧放射源的给出处理方案。）

本项目运行过程中无放射性废气、废水及固体废物的产生和排放。

本项目自动化 X 射线检测系统开机运行过程中产生的 X 射线会电离空气产生少量 O_3 和 NO_x 。防护铅房设有机械通风系统，产生的 O_3 和 NO_x 可通过排风管道直接扩散至环境空气中，不会累积，对周围环境影响很小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设过程中，设备所在实验室无需改动，仅需进行设备安装，安装过程会产生少量噪声，对室外环境和周围人群的影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目设备运行阶段主要环境影响为自动化 X 射线检测系统开机工作时发射的 X 射线对周围环境产生的外照射影响。设备使用过程不产生放射性废水、废气及固体废物。

1.核技术利用项目概况

本项目建成运行后，用 结构和损伤进行无损检测分析。检

单次检测出束时间最长为 12min，年工作 200 天，年工作 50 周，每周工作 4 天，项目建成后，每日出束时间 1.2h，周出束时间不大于 4.8h，年累计出束时间不大于 240h。

2.辐射环境影响分析

2.1 工作场所屏蔽能力分析

本环评中涉及到屏蔽体部分的计算均采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中 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。本项目 X 射线源透照角度为周向照射，X 射线源上下方向移动，屏蔽体四侧均受有用线束影响，其他方向主要受散射和漏射影响。因此保守估算，屏蔽体四侧墙体均按照主束方向考虑有用线束的影响。有用线束照射方向按照初级 X 射线进行考虑、其他方向按照散射和漏射 X 射线进行考虑。

(1) 有用线束

本项目射线源可上下移动，距屋顶最近距离时，对屋顶产生最不利影响，本项目有用线束的计算按照不利条件下计算，不考虑探伤工作时工件对射线的屏蔽影响。

在主束方向和屏蔽厚度已定情况下，由表查出相应的屏蔽透射因子 B ，则关注点的辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式 (11-1) 计算，关注点处的周（或年）剂量

当量 H (mSv/周或 mSv/a) 按公式 (11-2) 计算:

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

式中:

I: X射线装置在最高管电压下的常用最大电流, 3mA;

H₀: 距离辐射源点(靶点) 1m 处输出量, 根据ICRP Publication33, 查得本项目X射线装置在相应最高管电压240kV, 0.5mm铝滤过条件下的输出量; 经转换后为2.9.×10⁶μSv·m²/(mA·h)。

R: 辐射源点(靶点) 至关注点的距离, m;

B: 屏蔽透射因子, 根据ICRP Publication 33查得半值层厚度, 再根据屏蔽透射因子B与半值层厚度的关系式计算得出B。

对于给定的屏蔽物质厚度 X, 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按 (11-2) 计算:

$$B = \prod_{i=1}^n 10^{-X_i/TVL_i} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中:

X_i—第i 种屏蔽体的厚度, 与TVL取相同的单位;

TVL_i—第i 种屏蔽体的半值层厚度, 查ICRP Publication 33或《辐射防护手册》。

铅的半值层厚度根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录B表B.2 估算近似得出、钢的半值层厚度查询《Safety Reports Series No.47》IAEA No.47 号文表 18 估算近似得出, 具体见下表。

表 11-1 相关 X 射线的 TVL 数据

屏蔽材料	管电压 (kV)	TVL (mm)	屏蔽材料	管电压 (kV)	TVL (mm)
钢板	250	20.1	铅板	250	2.9
	240	19.6		240	2.6
	200	17.8		200	1.4

(2) 散射辐射

关注点的散射辐射剂量率按公式 (11-3) 计算, 关注点处的周(或年)剂量当量按公式 (11-3) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中:

$\dot{H}$: 散射辐射在关注点的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I : X射线装置在最高管电压下的常用最大管电流, 取 3mA ;

B : 屏蔽透射因子;

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 处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率的比。根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时 (即射线束圆锥角为 40°), $R_0^2/F \cdot \alpha$ 的因子的值取为50;

R_S : 散射体至关注点的距离, m 。

其他参数同式 (11-1) 和式 (11-2)。

(3) 泄漏辐射

本项目X 射线探伤机除有用线束方向外, 其他方向均需考虑泄漏辐射影响。泄漏射线剂量估算公式如下:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中:

$\dot{H}$: 泄漏辐射在关注点的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

$\dot{H}_L$: 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

其他参数同式 (11.1) 和式 (11.2)。泄漏射线的能量按照有用线束能量考虑。

(4) 关注点处人员年受照剂量估算

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B1.3.3、附录 J4.13、J4.17 和《辐射防护基础》(李星洪主编)公式 2.35 可得人员年受照剂量估算公式如下:

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-5)$$

式中:

H —年 (周) 受照剂量, mSv/a ($\mu\text{Sv/周}$);

$\dot{H}$ —剂量关注点处的辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

T —年 (周) 出束时间, h/a (h/周);

10^{-3} — μSv 转换为 mSv 的剂量转换系数;

T —居留因子, 不同场所与环境条件下的居留因子取值如下表。

表 11-2 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

2.2 剂量关注点位置

根据本项目自动化 X 射线检测实验室平面布局及周围环境，确定剂量关注点。剂量关注点具体位置说明见表 11-3（表中 R 为靶点至关注点的距离，Rs 为散射体至关注点的距离），表中标注“（职业）”的点为辐射工作人员的剂量关注点，其他均为公众关注点。

表 11-3 剂量关注点位置

序号	关注点名称	方位	R, m	Rs, m	居留因子	关注对象
1	铅房东侧屏蔽体外 0.3m 处	东	2.4	/	1/4	职业
2	铅房西侧屏蔽体外 0.3m 处	西	2.4	/	1/4	
3	铅房南侧屏蔽体外 0.3m 处	南	1.45	/	1/4	
4	铅房北侧屏蔽体外 0.3m 处	北	1.45	/	1/4	
5	铅房上方屏蔽体外 0.3m 处	上	2.25	2.25	/	
6	铅房西侧防护门	西	2.4	/	1/4	
7	铅房东侧防护门	东	2.4	/	1/4	
8	铅房西侧控制台	西	5.2	/	1	
9	自动化 X 射线检测实验室西侧单位内部道路	西	12.7	/	1/8	公众
10	自动化 X 射线检测实验室北侧单位内部道路	北	5.3	/	1/8	
11	自动化 X 射线检测实验室南侧 160#西扩厂房库房	南	5.6	/	1/4	
12	自动化 X 射线检测实验室东侧 160#厂房库房	东	5.3	/	1/4	

注：屏蔽体上方不需要人员到达。控制台操作位为工作人员停留工作的区域，居留因子取1；设备屏蔽体四侧周边为工作人员不定时停留的区域，自动化X射线检测实验室南侧、东侧为库房，属于有人员不定时停留的区域，居留因子取1/4；自动化X射线检测实验室西侧、北侧单位内部道路为偶然停留的区域，居留因子取1/8。

2.3 屏蔽防护参数

根据辐射防护屏蔽材料及式（11-2），计算屏蔽透射因子，计算结果见下表。

表 11-4 屏蔽透射因子

序号	关注点名称	射线束	射线能量 (kV)	屏蔽材料及厚度 (mm)	屏蔽透射因子B
1	铅房东侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
2	铅房西侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
3	铅房南侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
4	铅房北侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
5	铅房上方屏蔽体外 0.3m 处	散射	200	16mm铅板 +3mm钢板	2.53×10^{-12}
		漏射	240		4.93×10^{-7}
6	铅房西侧防护门	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
7	铅房东侧防护门	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
8	铅房西侧控制台	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
9	自动化 X 射线检测实验室 西侧单位内部道路	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
10	自动化 X 射线检测实验室 北侧单位内部道路	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
11	自动化 X 射线检测实验室 南侧 160#西扩厂房库房	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}
12	自动化 X 射线检测实验室 东侧 160#厂房库房	主射	240	16mm铅板 +3mm钢板	4.93×10^{-7}

2.4 辐射环境影响预测与分析

（1）剂量当量率预测与分析

将各参数代入式（11-1）~式（11-4），可得到各剂量关注点处的辐射剂量水平，计算结果见表11-5。

表 11-5 剂量关注点处的辐射剂量水平计算结果

序号	关注点名称	射线束	剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$
1	铅房东侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	3.86×10^{-6}
2	铅房西侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	3.86×10^{-6}
3	铅房南侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	1.06×10^{-5}

4	铅房北侧屏蔽体外 0.3m 处	主射	1.06×10 ⁻⁵	
5	铅房上方屏蔽体外 0.3m 处	散射	8.79×10 ⁻⁸	4.87×10 ⁻⁴
		漏射	4.87×10 ⁻⁴	
6	铅房西侧防护门	主射	3.86×10 ⁻⁶	
7	铅房东侧防护门	主射	3.86×10 ⁻⁶	
8	铅房西侧控制台	主射	8.22×10 ⁻⁷	
9	自动化 X 射线检测实验室西侧单位内部道路	主射	1.38×10 ⁻⁷	
10	自动化 X 射线检测实验室北侧单位内部道路	主射	7.92×10 ⁻⁷	
11	自动化 X 射线检测实验室南侧 160#西扩厂房库房	主射	7.09×10 ⁻⁷	
12	自动化 X 射线检测实验室东侧 160#厂房库房	主射	7.92×10 ⁻⁷	

由上表可知，本项目自动化 X 射线检测系统在最大工作状态下，射线装置自屏蔽体外最大剂量率为 $4.87 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。本项目屏蔽体顶部无人员到达，设备顶部外表面 30cm 处的剂量率，满足《工业探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）中“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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。”。自动化 X 射线检测实验室墙体、屋顶、地板为混凝土（或轻体墙），考虑墙体屏蔽和距离衰减作用，所在检测实验室外四周及上方的辐射剂量率远低于自屏蔽体外 30cm 处剂量率，故可满足相关辐射剂量率要求。

（2）人员年受照剂量预测与分析

本项目自动化 X 射线检测系统周出束时间不大于 4.8h，年累计出束时间不大于 240h。根据表 11-5 剂量关注点辐射剂量水平计算关注点处的周剂量和年剂量，预测结果见表 11-6。

表 11-6 剂量关注点人员受照剂量水平计算结果

序号	关注点名称	关注对象	剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$	居留因子	周剂量当量， $\mu\text{Sv/周}$	年剂量当量， mSv/a
1	铅房东侧屏蔽体外 0.3m 处	职业	3.86×10^{-6}	1/4	4.63×10^{-9}	2.32×10^{-7}
2	铅房西侧屏蔽体外 0.3m 处		3.86×10^{-6}	1/4	4.63×10^{-9}	2.32×10^{-7}

3	铅房南侧屏蔽体外 0.3m 处		1.06×10^{-5}	1/4	1.27×10^{-8}	6.35×10^{-7}
4	铅房北侧屏蔽体外 0.3m 处		1.06×10^{-5}	1/4	1.27×10^{-8}	6.35×10^{-7}
5	铅房上方屏蔽体外 0.3m 处		4.87×10^{-4}	1/4	5.84×10^{-7}	2.92×10^{-5}
6	铅房西侧防护门		3.86×10^{-6}	1/4	4.63×10^{-9}	2.32×10^{-7}
7	铅房东侧防护门		3.86×10^{-6}	1/4	4.63×10^{-9}	2.32×10^{-7}
8	铅房西侧控制台		8.22×10^{-7}	1	3.95×10^{-9}	1.97×10^{-7}
9	自动化 X 射线检测 实验室西侧单位内 部道路	公众	1.38×10^{-7}	1/8	8.27×10^{-11}	4.14×10^{-9}
10	自动化 X 射线检测 实验室北侧单位内 部道路		7.92×10^{-7}	1/8	4.75×10^{-10}	2.38×10^{-8}
11	自动化 X 射线检测 实验室南侧 160# 西扩厂房库房		7.09×10^{-7}	1/4	8.51×10^{-10}	4.25×10^{-8}
12	自动化 X 射线检测 实验室东侧 160# 厂房库房		7.92×10^{-7}	1/4	9.50×10^{-10}	4.75×10^{-8}

由上表可知，本项目自动化 X 射线检测系统运行过程中，关注点处公众的年有效剂量最高为 $4.75 \times 10^{-8} \text{mSv/a}$ ，辐射工作人员的年有效剂量叠加值为 $2.39 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 规定的职业照射剂量限值 20mSv/a 、关键组公众成员照射剂量限值 1mSv/a 和本报告提出的辐射工作人员辐射剂量约束值 2mSv/a 、公众人员辐射剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

由于周围剂量当量率与距离的平方成反比，故自动化 X 射线检测实验室不考虑墙体的屏蔽作用，只考虑距离衰减的情况下，周围公众人员受照剂量可满足相应要求。

(3) 评价范围内其他核技术利用项目的辐射剂量率的叠加

本项目 50m 评价范围内涉及的其他核技术利用项目为 39#A-厂房探伤实验室，距离本项目自动化 X 射线检测实验室最近距离约 47m。

根据《工业探伤放射防护要求》(GBZ 117-2022) 标准要求：屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

由于周围剂量当量率与距离的平方成反比，随着辐射源与计算点之间的距离

及屏蔽体外壳的增加而迅速衰减，本次评价根据评价范围内 39#A-厂房探伤实验室与本项目自动化 X 射线检测系统屏蔽体最近直线距离，保守以 39#A-厂房探伤实验室 0.3m 处周围剂量当量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 计算对本项目关注点的影响。通过估算可得，评价范围内其他核技术利用项目对本项目关注点的影响为 $1.13 \times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$ ，对本项目辐射环境影响较小，因此不再考虑上述核技术应用项目对本项目关注点处的叠加影响。

3.大气环境影响分析

本项目射线装置运行过程中产生的 X 射线会电离空气产生少量 O_3 和 NO_x ，本项目铅房设置风量不小于 $50\text{m}^3/\text{h}$ 的机械风，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，设置排风管道可将产生的少量非放射性气体扩散至大气环境中，经大气的稀释和扩散作用使其浓度进一步降低，对周围环境影响较小。

事故影响分析（分析项目运行中可能发生的辐射事故，并说明预防措施。）

1.可能发生的辐射事故

本项目可能导致的误照事故：

（1）射线装置发生控制系统或电器系统等故障，安全联锁失效，铅防护门未完全关闭的情况下射线装置出束，对工作人员及公众造成额外的照射。

（2）设备检修时，检修门保持打开状态，门机联锁失效，设备意外出束开始照射，导致对检修人员、周围工作人员及公众人员造成超剂量照射。

2.预防措施

（1）铅房设置门-机联锁装置，保证在门（包括人员门和工件门）关闭后自动化 X 射线检测系统才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

（2）铅房内部设置紧急停机按钮、控制台上安装一个紧急停机按钮，可确保出现紧急事故时，能立即停止照射。铅房内部急停按钮分别安装在东西侧防护门旁。按钮带有标签，标明使用方法。

（3）辐射工作人员进入自动化 X 射线检测实验室时除佩戴常规个人剂量计外，还配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即关机，离开辐射工作场所，并立即向辐射防护负责人报告。

（4）定期测量铅房及自动化 X 射线检测实验室外围区域的辐射水平或环境

的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当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。

（5）在每一次照射前，操作人员要确认铅房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）检修维护人员在进行检修工作时应取下控制台开关钥匙，确保自动化 X 射线检测系统关机，以减少不必要的照射。

（7）按照《Ⅱ类非医用 X 线射线装置监督检查技术程序》的要求做好自查并记录。

（8）制定使用管理规定和操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护、保养、定期检查，保证系统始终处于正常状态。

（9）定期检查门-机联锁等安全联锁装置，确保处于正常状态。

（10）制定《辐射事故应急预案》，发生辐射事故时，立即启动应急预案，采取应急措施，并向生态环境主管部门和应急管理部门报告。

（11）加强放射人员的辐射安全知识和操作培训，增强放射工作人员的安全意识。

3.事故发生后的处理

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》（环发〔2006〕145号）中的要求，建设单位应采取以下应急措施：

（1）第一时间按下紧急停机按钮或切断自动化 X 射线检测系统的电源。

（2）现场人员应迅速撤至安全区域，立即向辐射安全管理机构和部门负责人报告，并控制现场，防止无关人员进入。

（3）辐射安全管理机构接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，立即启动本单位的《辐射事故应急处理预案》，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。应急小组应对受照情况作出初步判断，造成或可能造成人员超剂量照射的，立即采取暂时隔离和应急救援措施，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）辐射事故发生后，单位应立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

（5）建设单位积极配合生态环境主管部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

（6）事故未解决，现场未达到安全状态，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。出现故障的装置经专业技术人员维修，经有资质的检测机构对其进行检测，合格后方可启用，达不到要求不得投入使用。

（7）建设单位应对辐射事故的起因、性质、影响、责任等问题进行调查评估，做出整改，总结经验教训。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构

1.辐射安全管理小组

航天材料及工艺研究所已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求成立了辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作。成员组成详见表1-2。

辐射安全管理小组的职责包括：

（1）在该单位辐射安全管理组长、副组长的领导下，负责该单位辐射安全防护的管理工作。

（2）贯彻执行国家、北京市政府部门有关法律、法规、规章、相关标准及有关规定。负责对该单位相关部门和人员进行法律、法规及相关标准的培训、教育、指导和监督检查等工作。

（3）制定、修订该单位辐射安全防护管理制度及仪器设备操作规程。

（4）制定、修订辐射事故应急预案，配备相应的事故处理物资仪器、工具，一旦发生辐射意外事故或情况，在辐射安全管理组长的指挥下负责事故现场的应急处理工作。

（5）负责办理辐射安全许可证的申请、登记、换证及年审等工作。

（6）建立射线装置使用情况档案，组织单位有关部门和人员对剂量监测仪器进行检查和维护保养，保证正常使用。

（7）对该单位从事辐射工作的人员进行条件和岗位能力的考核，组织参加专业体检、培训并取得相应资格证。

（8）组织实施对从事辐射工作人员的剂量监测，做好个人剂量计定期检测工作，对数据进行汇总、登记、分析等工作。做好该单位年度评估报告工作，认真总结、持续改进并上报有关部门。

2.辐射工作人员

本项目拟配备2名辐射工作人员，从现有辐射工作人员进行调配，单位所有辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格。同时按照国家相关规定进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

辐射安全管理规章制度

3.辐射安全管理规章制度

建设单位根据《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》及公司核技术利用项目的开展情况，制定了辐射安全管理制度，制度主要包括：

- (1) 《辐射安全与防护管理制度》
- (2) 《辐射安全岗位操作规程》
- (3) 《辐射工作人员岗位职责》
- (4) 《辐射环境安全保卫制度》
- (5) 《设备使用与维护、质量控制制度》
- (6) 《职业健康检查管理制度》
- (7) 《辐射安全教育、培训制度》
- (8) 《放射性操作场所监测方案》
- (9) 《辐射事故应急预案》

本项目建设完成后，建设单位将完善上述规章制度，在现有辐射安全管理制度的基础上结合实际情况和最新的法律法规对相关制度进行更新完善，航天材料及工艺研究所在以后的工作中确保辐射防护工作按照规章制度进行。

辐射监测

1.个人剂量监测

本项目放射性操作人员工作时佩戴个人剂量计（牌）和个人剂量报警仪，个人剂量计（牌）应定期送交有资质的检测部门进行检测，个人剂量监测周期最长不应超过 3 个月，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案。辐射工作人员进行个人剂量监测发现监测结果异常的，立即核实和调查，并将有关情况进行文字记录。

本项目拟配置 2 名辐射工作人员，从现有辐射工作人员中进行调配，本项目的个人剂量监测工作将继续委托专业机构完成。

2.工作场所及环境监测

- (1) 工作场所监测分为自行监测和委托监测。

自动化 X 射线检测系统投入使用后每年至少委托有相应资质的技术服务机构进行 1 次常规检测。此外，每年使用便携式 X- γ 剂量率仪开展 2 次自行监测，建立辐射环境监测记录，包括测量位置、测量条件、测量仪器、测量时间、测量人员和剂量率数据等内容。测量结果连同测量条件、测量方法和仪器、测量时间等一同记录并妥善保存。

工作场所辐射监测点位应包括自屏蔽体外四周人员可达位置、薄弱环节处、操作位等。

（2）监测方案

监测范围：射线装置周围可能受到影响的区域。

监测点位：自屏蔽体四周、防护门外、设备薄弱环节处（包括管线口等自屏蔽体穿孔处）、操作位等区域。

监测项目：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

监测频次：自检 1 次/半年，委托有资质单位外检 1 次/年。

监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测定规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。

监测点位图见图 12-1。

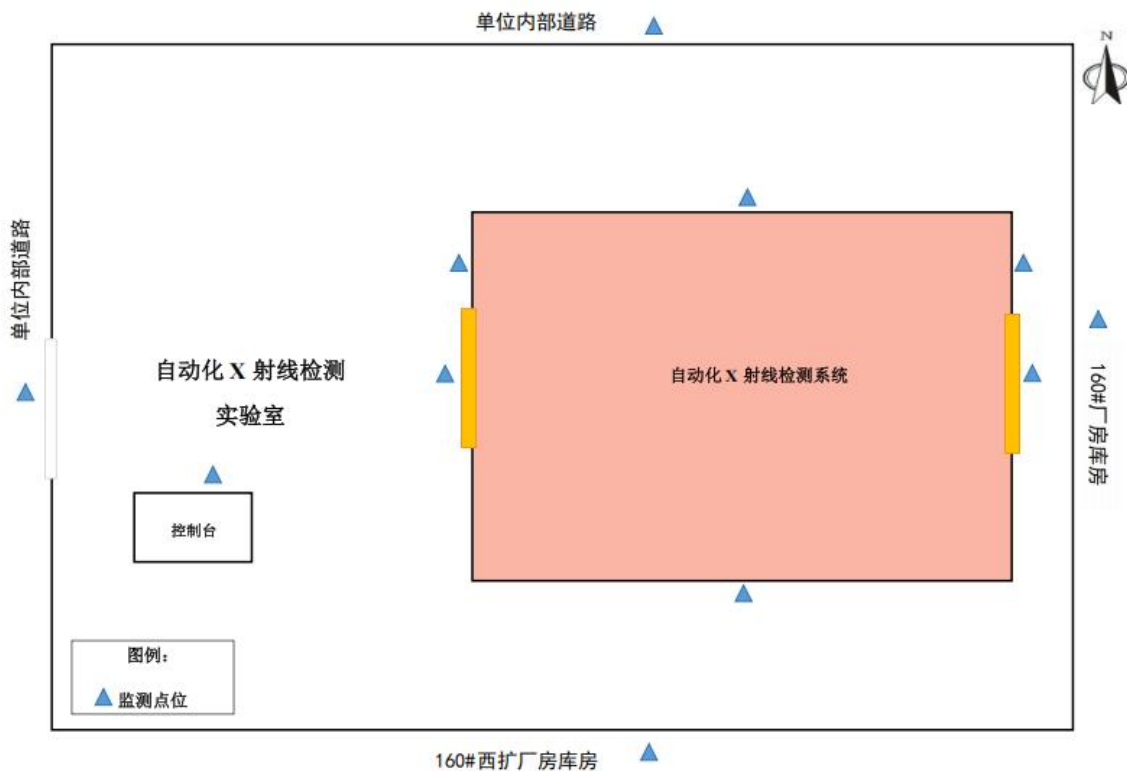


图 12-1 本项目新增射线装置监测点位示意图

（3）结果评价

①本项目自动化 X 射线检测系统屏蔽防护设施的辐射水平应同时满足：放射工作场所不大于 100 μ Sv/周，对公众场所不大于 5 μ Sv/周；屏蔽设施外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。

②本项目自动化 X 射线检测系统屏蔽体顶部无人员到达，屏蔽防护设施顶部的辐射水平须满足：自动化 X 射线检测系统顶部屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量不大于 100 μ Sv/h。

（4）应急监测

在出现异常情况时应立即启动应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境部门、公安部门、应急管理部门、卫生行政部门报告，进行现场监测。

辐射事故应急管理

3.辐射事故应急管理情况

建设单位已根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，已制定辐射事故应急预案，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在应急预案中明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容。按规定每年至少组织一次辐射事故处置应急演练，组织应急人员培训。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。单位将每年至少组织一次应急演练。

项目环保验收内容建议

4.竣工环境保护验收内容

建议本项目的环保验收内容见表 12-1。

表 12-1 项目环境保护竣工验收内容

验收内容	验收要求
剂量约束值和剂量率控制	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和环评报告建议，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a。辐射工作场所周围（控制区边界外）辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。

电离辐射标志和中文警示	在防护门上设置放射性警告标识和中文警示说明。
布局和屏蔽设计	本项目工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。屏蔽墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。通风换气设施运转正常，通风能力满足设计要求。
辐射安全设施	辐射工作场所实行分区管理，在防护门外安装警示灯，告诫无关人员勿靠近铅房。自屏蔽自动化 X 射线检测系统屏蔽铅房设有监控系统和急停按钮等。
辐射监测	有满足管理要求的辐射监测制度，每年委托有资质单位对自动化 X 射线检测系统进行辐射监测和开展自行监测，监测记录存档；新增 1 台辐射剂量巡测仪，依托现有个人剂量报警仪；辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。
规章制度	制定有相应的辐射安全防护制度，从业人员辐射安全培训考核、各项操作规程、设备检修维护制度、辐射防护和安全保卫制度、台账管理制度、环境监测及个人剂量监测制度等，并有效贯彻落实。
人员培训	本项目配备的 2 名辐射工作人员通过辐射安全和防护考核。
应急预案	建立应急预案，并落实必要的应急装备，制定有辐射事故（件）应急演练计划。

表 13 结论与建议

结论

1.项目概况

房，购置自动化 X 射线检测系统，用于对复合材料产品的无损探伤，本项目配置 2 名辐射工作人员，从现有辐射工作人员进行调配。

2.实践正当性分析

航天材料及工艺研究所扩建使用 II 类射线装置（自动化 X 射线检测系统）项目，主要对单位生产行无损探伤，可以快速、准确、直观地发现产品内部的缺陷，如裂纹、气孔、尺寸偏差等，并进行分析，查明缺陷的根本原因，从而提高产品性能，延长使用寿命，可更加严格地把控产品质量，并有效减少因产品缺陷而引起的安全生产事故，具有显著的社会和经济效益。在考虑社会、经济和其他有关因素后，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，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）关于辐射防护“实践的正当性”要求。

3.选址、布局的合理性分析

本项目 50m 评价范围内建筑物均为建设单位建筑，无医院、学校、居民区等环境敏感目标。本项目的设置充分考虑了周围的辐射安全。经辐射剂量率估算，本项目自动化 X 射线检测系统对周围的剂量影响可满足相关标准限值要求。因此，本项目选址和布局合理。

4.辐射防护屏蔽能力分析

通过辐射屏蔽措施分析可知，自动化 X 射线检测系统自屏蔽体外周围剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，并设置门-机联锁、工作状态指示灯及电离辐射警示标识等措施，符合辐射安全防护的要求。

5.辐射环境评价

（1）估算结果表明：本项目运行时，预计工作人员的年受照剂量低于相应剂量约束值（ 2mSv/a ），公众受到的附加辐射剂量低于剂量约束限值 0.1mSv/a 。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”的要求。

(2) 本项目射线装置正常运行(使用)情况下,不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物,故不存在放射性“三废”对环境影响的问题。

(3) 辐射安全防护管理:单位设有辐射安全与防护领导小组,负责该单位的辐射安全管理和监督工作。拟完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训考核制度、监测方案和应急预案等,具备了从事使用射线装置的基本条件。

(4) 与《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》的规定对照检查,满足要求。

6.结论

综上所述,航天材料及工艺研究所在全面落实各项辐射防护和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下,其运行对周围环境产生的辐射影响,符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证,本项目的运行是可行的。

承诺

(1) 严格执行各项辐射安全管理制度、加强管理,落实各项辐射安全和防护措施。

(2) 配备与辐射工作相适应的监测仪器,严格落实监测计划。

(3) 接受各级生态环境行政主管部门的监督检查。

(4) 组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训,确保所有辐射工作人员按要求持证上岗。

(5) 建设项目竣工后,按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求重新申领《辐射安全许可证》后,及时进行竣工环境保护验收,经验收合格,在许可范围内开展辐射工作。

(6) 若设备出现异常,检修维护后,应对设备的防护性能和设备性能进行检测,检测合格后方可继续使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人

年 月 日

审批意见:

公章

经办人

年 月 日