



编号：QNYS-2022-Y007

西安航天动力技术研究所新增动态工业 CT
核技术应用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：西安航天动力技术研究所

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

二〇二二年九月

建设单位法人代表： (签字/盖章)

编制单位法人代表： (签字/盖章)

项目负责人：

报告编制人：

一 审：

二 审：

签 发：

建设单位：	西安航天动力技术研究院 (盖章)	编制单位：	陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司(盖章)
电 话：	15829016857	电 话：	029-89586445
邮 编：	710038	邮 编：	710054
地 址：	陕西省西安市灞桥区田王街特字1号	地 址：	陕西省西安市雁塔区雁翔路博源科技广场C座5层502号

目 录

1 工程概况	1
1.1 项目概述	2
1.2 单位原有项目情况	2
2 验收依据	4
2.1 验收相关法律、法规和环评文件	4
3 建设项目建设情况	5
3.1 项目名称、地点	5
3.2 建设内容及规模	7
3.3 工作原理	7
3.4 污染因素分析	8
3.5 项目变动情况	9
4 辐射安全防护措施运行	10
4.1 辐射安全防护措施	10
4.2 现场照片	11
4.2 机房屏蔽、安全防护装置及安全防护措施	12
5 环评、批复意见及其落实情况	14
6 验收标准	15
6.1 人员年有效剂量	15
6.2 辐射剂量率	16
7 验收监测内容与结果评价	19
7.1 监测和评价标准	19
7.2 质量保证措施	19
7.3 验收监测内容	19
7.4 验收监测仪器	19
7.5 验收射线装置基本信息	20
7.6 验收监测结果与评价	20
8 辐射安全管理与职业人员健康监护	25
8.1 辐射安全与环境保护管理机构	25
8.2 辐射事故应急	26
8.3 项目人员组成	28
8.4 职业健康监护及档案管理	28
9 结论与建议	29
9.1 结论	29
9.2 建议	29
附件 1: 《陕西省生态环境厅关于<西安航天动力技术研究所新增动态工业 CT 核技术应用项目环境影响报告表>的批复》, 陕环批复〔2018〕41 号	错误! 未定义书签。
附件 2: 辐射安全许可证正副本	错误! 未定义书签。
附件 3: 情况说明	错误! 未定义书签。
附件 4: 辐射安全与防护领导小组红头文件	错误! 未定义书签。
附件 5: 监测报告	错误! 未定义书签。
附件 6: 辐射工作人员培训合格证书	错误! 未定义书签。
附件 7: 职业健康体检报告	错误! 未定义书签。
附件 8: 个人剂量报告	错误! 未定义书签。
附件 9: 辐射安全管理制度	错误! 未定义书签。
附件 10: 辐射事故应急预案	错误! 未定义书签。

1 工程概况

项目名称	西安航天动力技术研究所新增动态工业 CT 核技术应用项目				
建设单位	西安航天动力技术研究所				
法人代表	王健儒	负责人	袁蓓	电话	15829016857
注册地址	陕西省西安市灞桥区田王街特字 1 号				
项目地址	陕西省西安市灞桥区田王街特字 1 号				
工程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它				
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
项目内容规模	西安航天动力技术研究所在生产试验区火工品小型试验工房内新建一座工业 CT 射线试验间。				
环境影响报告表名称	西安航天动力技术研究所新增动态工业 CT 核技术应用项目环境影响报告表				
环境影响评价单位	中圣环境科技发展有限公司				
环境影响评价审批部门	陕西省生态环境厅	文号	陕环批复(2018) 41 号	批复时间	2018.01.30
竣工时间	2022.4.19	调试时间	/	监测时间	2022.4.19
环境保护设施监测单位	陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司				
实际总投资(万元)	1140	环保投资(万元)	20	环保投资占总投资比例	1.74%

1.1 项目概述

西安航天动力技术研究所是中国航天科技集团公司第四研究院第四十一所的对外名称，成立于 1964 年 12 月，是经原国防部五院批准成立的我国第一个固体火箭发动机设计研究所，是国家 I 类专业研究所。

西安航天动力技术研究所为对试验产品在点火燃烧状态下的工作情况进行实时检测，拟在其生产试验区东南侧火工品小型试验工房内新建一座工业 CT 射线试验间，工业 CT 射线源由 2 台最大管电压为 180kV，单管（高压发生器）最高平均功率功率 4000W 的 X 射线机组组成。

西安航天动力技术研究所已根据环评要求和陕西省生态环境厅环评批复意见对该项目进行了建设。目前各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收条件。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）等的要求，单位委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对该项目进行验收监测。接受委托后，陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司组织技术人员于 2022 年 04 月 19 日对项目进行了现场调查和相关资料收集工作。在现场监测，调查和查阅相关工程资料的基础上，编制完成了《西安航天动力技术研究所新增动态工业 CT 核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

1.2 单位原有项目情况

西安航天动力技术研究所原有 辐射安全许可射线装置应用规模为：使用 3 台 II 类射线装置。

2010 年 8 月，西安航天动力技术研究所委托陕西椿源辐射咨询服务有限公司编制了《中国航天科技集团公司四院四十一所工业 X 射线机应用项目环境影响报告表》，2010 年 12 月 23 日陕西省环境保护厅对该项目进行了审批，批复号为陕环批复(2010)615 号。2016 年 11 月该项目通过竣工验收，取得了竣工验收批复，批复号为陕环批复(2016)599 号。

西安航天动力技术研究所于 2011 年 8 月 12 日取得了辐射安全许可证(陕环辐证[00318])，并于 2017 年和 2022 年对该证书进行了延续，证书有效期至 2027 年 6 月 15 日。辐射安全许可证许可范围为：使用 II 类射线装置，许可内容见表 1-1。

表 1-1 西安航天动力技术研究所射线装置明细表

序号	装置名称	类别	数量	活动种类
1	MRX-451/26 型 X 射线机	II 类	2	使用
2	GE-ERESC042MF4 型 X 射线机	II 类	1	使用

西安航天动力技术研究所于 2017 年 3 月委托中圣环境科技发展有限公司编制了《西安航天动力技术研究所新增动态工业 CT 核技术应用项目环境影响报告表》，2018 年 1 月 30 日取得陕西省生态环境厅批复（陕环批复〔2018〕41 号），见附件 1。

2 验收依据

2.1 验收相关法律、法规和环评文件

- (1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令2003年第6号；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令2018年第24号令；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令2017年第682号；
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令2005年第449号，2019年修订版；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局第31号令，2017年修订版；
- (6) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号；
- (7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号；
- (8) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告2018年第9号；
- (9) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430号）；
- (10) 《陕西省放射性污染防治条例》，2019年修正版；
- (11) 《关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>的通知》陕环办发〔2018〕29号；
- (12) 《陕西省建设项目竣工环境保护验收指南》
- (13) 《西安航天动力技术研究所新增动态工业CT核技术应用项目环境影响报告表》，中圣环境科技发展有限公司，2018年2月；
- (14) 《陕西省生态环境厅关于<西安航天动力技术研究所新增动态工业CT核技术应用项目环境影响报告表>的批复》，陕环批复〔2018〕41号。

3 建设项目建设情况

3.1 项目名称、地点

项目名称：西安航天动力技术研究所新增动态工业CT核技术应用项目

项目地点：陕西省西安市灞桥区田王街特字1号西安航天动力技术研究所生产试验区火工品小型试验工房扩建工房（公司地理位置示意图见图3-1，公司平面布置示意图见图3-2）。

本项目环评按现场探伤进行考虑，划分控制区和监督区。将作业场所中周围剂量当量率大于15ySv/h的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5uSv/h的范围划为监督区。

根据项目的实际情况可知，火工品小型试验工房及扩建工房所在区域为一个独立区域。该区域设有实体屏蔽，东侧为生产试验区东厂界围墙，南侧为生产试验区南厂界围墙，西侧为火工品小型试验工房及其扩建工房场地围栏，北侧为火工品小型试验工房扩建工房围挡墙，项目运行时该区域清场，任何人不得入内。为便于管理，将该独立区域划定为本项目的监督区，将动态CT间及其前方空地及草地划分为控制区（控制区、监督区划分见图3-3）。



图 3-1 西安航天动力技术研究所地理位置示意图

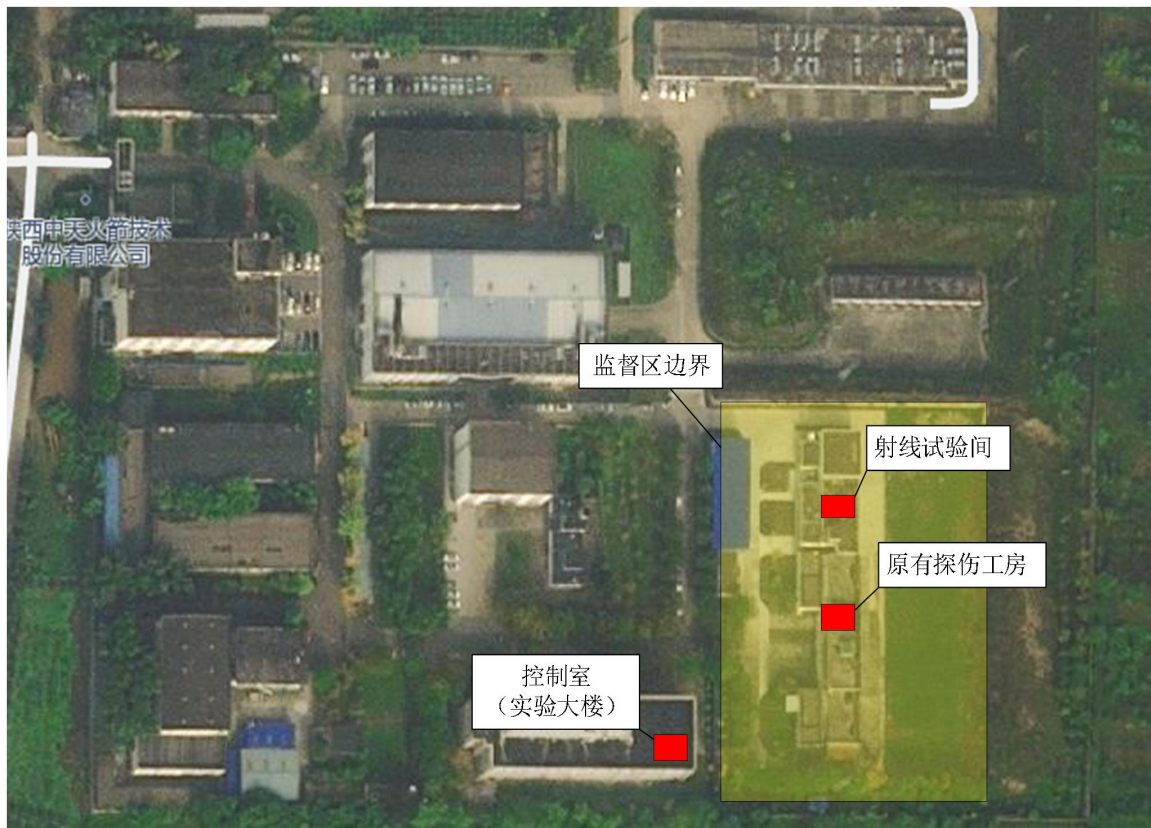


图3-2 西安航天动力技术研究所平面布置示意图

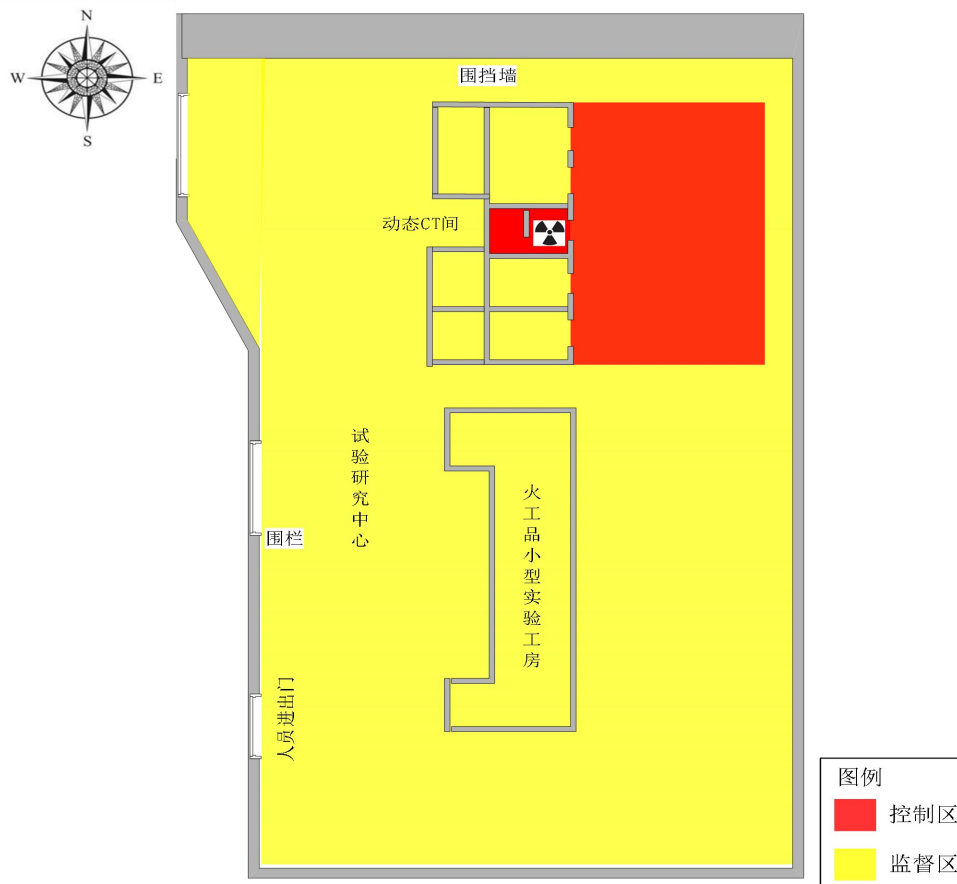


图3-3 控制区、监督区划分

3.2 建设内容及规模

西安航天动力技术研究所新增动态工业CT核技术应用项目环评审批及建设情况见表3-1。

表3-1 核技术应用项目环评审批及建设情况一览表

项目	项目环评内容	实际建设情况	项目变动情况
动态工业CT	在生产实验区火工品小型实验工房内新建一座工业CT射线试验间	在生产实验区火工品小型实验工房内新建了一座工业CT射线试验间	基本一致

本项目是利用工业CT对实验产品在点火燃烧状态下的工作情况实时检测，鉴于项目运行的实际情况，为安全起见，项目运行时，东侧卷闸门打开，根据相关标准和项目的实际情况，本项目按有防护的现场探伤进行评价，对工作场所实行分区管理，划分监督区和控制区。

本次验收射线装置基本信息见表3-2：

表3-2 射线装置基本信息

装置名称	装置型号	数量	类别	参数	来源	工作场所	与环评阶段对比
烧蚀动态过程可视化实时诊断系统	IPT02201F	1	II类	180kV 40mA	北京固鸿科技有限公司	动态CT间	实际射线装置参数小于环评中参数

3.3 工作原理

3.3.1 工业CT工作原理

工业CT采用多焦点X射线源，可从不同角度照射被检测物体，获得投影图像。多焦点X射线源具有多个空间离散分布的X射线焦点，X射线源可精确控制不同焦点产生X射线脉冲。通过同步触发模块，实现X射线源不同焦点顺序出束，同时探测器同步采集射线信号。直线排列的多个焦点分别在不同角度发射X射线束，射线场照射被检物体，探测器接收射线信号。采用多焦点X射线源，无需旋转机械结构，即可实现快速CT扫描或多角度DR（即数字射线照相）扫描。本系统的扫描成像几何布局特点决定了2个X光管焦点序列只能覆盖~140°方向的照射角度，CT扫描投影数据不完备。为此，本系统采用专门重建算法，根据有限角度投影数据，重建计算得到被检测物体的断层结构CT图像。

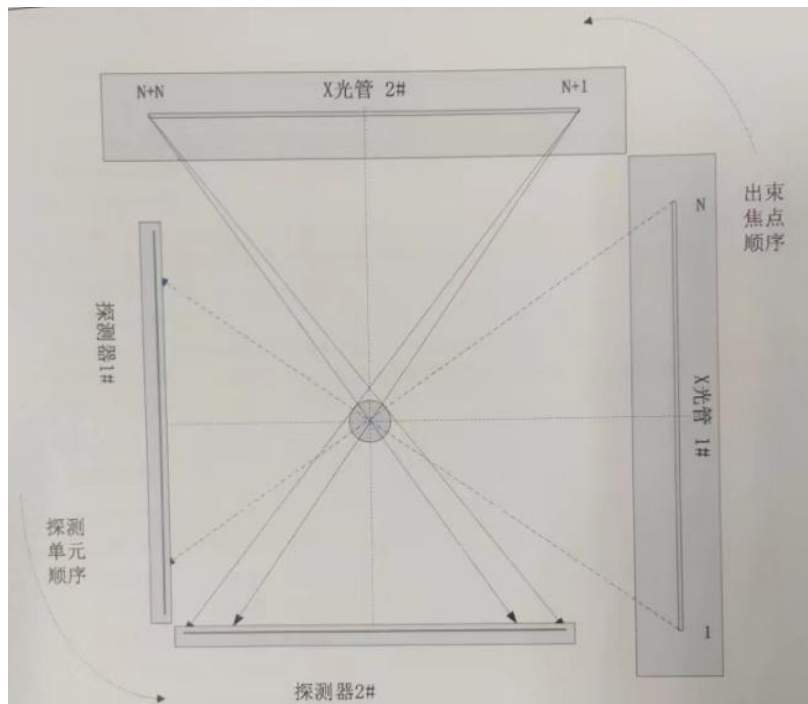


图 3-4 成像设备几何布局示意图

3.3.2 工作流程

- ① 将待检测工件置于工业 CT 中心位置。
- ② 根据检测工件的材料厚度设定参数启动操作。
- ③ 通过辐射探测器进行数据采集后，传回计算机系统分析进行图像重建。
- ④ 检测完毕后关闭工业 CT。

3.4 污染因素分析

3.4.1 X 射线

工业 CT 是有电子计算机参与的 X 射线照相技术，正常工况下其对环境的影响主要为 X 射线和臭氧和氮氧化物。

污染途径：

工业 CT 在对产品进行探伤时，X 射线经探伤物品、动态 CT 间屏蔽墙、屋顶、地面等透射、漏射、散射，对作业场所及周围环境产生辐射影响。

(2)事故工况

①工业 CT 开始工作前，火工品小型试验工房及其扩建工房尚未完全清场，工作人员和无关人员尚未离开监督区，工业 CT 开机造成意外照射。

②工业 CT 工作期间，公司其他工作人员未注意到警示而误闯入工业 CT 作业区域造成照射。

③人为事故。

④工业 CT 线路老化短路或其他原因造成事故。

3.4.2 废气

本项目工业 CT 正常使用过程中，无放射性废气产生。

工业 CT 工作时，X 射线使空气电离，主要产污为臭氧和氮氧化物。通过通风换气可有效降低臭氧和氮氧化物的浓度。

3.5 项目变动情况

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号）的相关规定。

本项目实际安装的射线装置参数小于《环评报告》中拟配备射线装置参数，实际安装的射线装置射线源为两台最大管电压180kV,最大管电流40mA的射线管组成；环评报告中你配备的射线装置射线源由6台管电压、管电流均为450kV，30mA的X射线机提供。

项目屏蔽体外50m范围内均为单位内部区域，使用场所50m范围内为职业人员及周边偶尔停留的其他人员等，无新增敏感人群及建筑物。

本项目射线装置、辐射屏蔽措施、安全防护设施等与环评报告一致或优于环评相应内容，项目性质、规模、地点、工作类型和环境保护措施无重大变动及显著不利环境影响，故本项目无重大变动。

4 辐射安全防护措施运行

4.1 辐射安全防护措施

本项目是利用工业 CT 对实验产品在点火燃烧状态下的工作情况进行实时检测，鉴于项目运行的实际情况，为安全起见，项目运行时，东侧卷闸门打开，根据相关标准和项目的实际情况，本项目按有防护的现场探伤进行评价，对工作场所实行分区管理。

根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发[2018]29号）的相关要求，对该项目辐射安全防护措施运行情况核实情况如表 4-1 所示：

表 4-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

项目		具体要求	验收核实情况	结论	
工业 X 射线 探伤	*控制台安全性能	X 射线管头应具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志。	工业 CT 装置具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志。	符合	
		控制台设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置。	控制台设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置	符合	
		控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	控制台上设置有警示灯	符合	
		控制台或 X 射线管头组装体上设置探伤室门联锁接口。	设置有与探伤室门联锁接口，但不涉及门机联锁	符合	
		控制台设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束。	控制台设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束。	符合	
		控制台设有紧急停机开关。	控制台设有紧急停机开关。	符合	
	*移动式探伤作业场所	分区	按标准要求划分控制区、监督区。	射线装置工作时，在实验研究中心外划分监督区。	符合
		标志及指示灯	控制区边界设置明显的警戒线和电离辐射警示标志，悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌。	控制区为试验研究中心内部，作业时在试验研究中心悬挂警告牌。	符合
			控制区边界设置提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。警示信号指示装置应与探伤机联锁。	动态 CT 间外设置声光报警装置，声光报警装置与探伤机联锁。	符合
			监督区边界和建筑物进出口的醒目位置设置电离辐射警示标志和悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌。	监督区边界设置电离辐射警示标志和悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌。	符合
		辐射安全措施	探伤作业期间，应安排人员对控制区边界进行巡逻。	作业前，对监督区内进行清场；作业期间，有人员对监督区边界进行巡逻。	符合
			探伤作业期间，便携式辐射检测仪应一直处于开机状态。	作业期间，X-γ剂量率监测仪处于开机状态。	符合
	作业前、结束后现场辐射水平的检测情况及结果记录。		作业前、结束后对现场辐射水平进行检测并记录结果。	符合	
	监测设备及个人防护用品		X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽。	单位配备了一台 X-γ剂量率监测仪、3 枚个人剂量计，2 套铅防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅防护眼镜等。	符合

4.2 现场照片



图 4-1 控制室工作状态灯



图 4-2 控制台钥匙开关、急停按钮

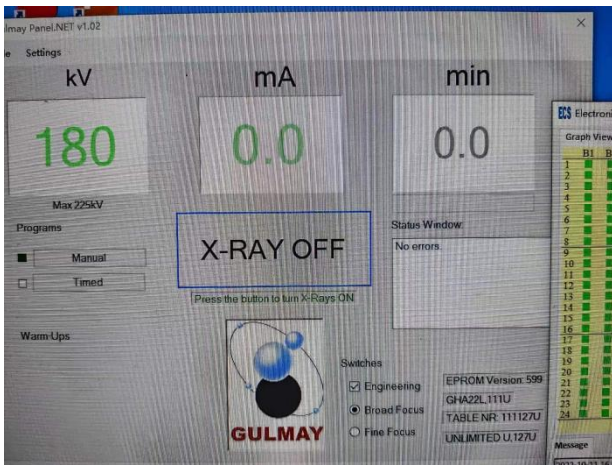


图 4-3 设备操作界面

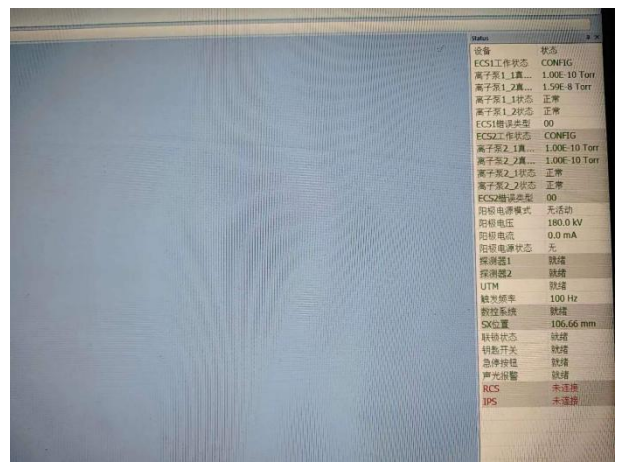


图 4-4 联锁装置显示界面



图 4-5 防护用品



图 4-6 个人计量牌



图 4-9 监测设备



图 4-10 校准证书

4.3 机房屏蔽、安全防护装置及安全防护措施

(1) 射线实验间屏蔽防护情况见表 4-2。

表 4-2 射线实验间规格汇总表

屏蔽体	防护参数	实际施工厚度	与环评阶段对比
北侧墙	0.4m 混凝土	0.4m 混凝土	一致
南墙	0.4m 混凝土	0.4m 混凝土	一致
西墙	0.4m 混凝土	0.4m 混凝土	一致
东墙	0.24m 砖墙	0.24m 砖墙	一致
屋顶防护	0.25m 混凝土	0.25m 混凝土	一致

(2) 该项目射线实验间设置有机-灯联锁系统、急停开关等安全设施且运行正常，防护门外设置有醒目的电离辐射警告标志、中文警示说明、工作状态指示灯。

(3) 项目工作场所划分为控制区和监督区。工业 CT 每次工作前，工作人员应进行检查，清理无关人员，并封闭出入口，确保在控制区范围内无工作任何人员。本项目中控制区设置在试验研究中心，并在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌、警示灯，同时指定专人巡视，防止无关人员进入控制区。

(4) 工业 CT 每次工作前，在监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、警示灯，并设专人警戒，禁止无关人员靠近作业区。

(5) 每次开始工作之前,对 X、 γ 剂量率仪进行检查,确认 X、 γ 剂量率仪能正常工作。辐射工作人员在工作期间,应佩戴个人剂量计。

(6) 工业 CT 设置有声光报警装置,且警示信号指示装置应与工业 CT 连锁。

(7) 工业 CT 停止工作时,对监督区辐射剂量进行巡检,以确认工业 CT 确实已关机。

(8) 3 名辐射人员配备了个人剂量计,建立了个人剂量监测档案和职业人员健康监护档案。

5 环评、批复意见及其落实情况

本次验收根据陕西省生态环境厅对《西安航天动力技术研究所新增动态工业 CT 核技术应用项目环境影响报告表》批复意见以及环评报告提出的环境管理要求，对该院具体落实情况进行了现场核实，核实结果见表 5-1 和 5-2 所示。

表 5-1 本项目环评报告表批复意见与验收落实情况汇总表

环评报告表批复意见	本次验收时落实情况	评价
<p>一、项目性质：新建。</p> <p>审批内容：项目拟在生产试验区东南侧火工品小型试验工房内新建一座工业 CT 射线试验间，配套一套动态工业 CT 检测系统（内含 6 台 X 射线机，均属 II 类射线装置）。</p>	<p>单位在生产试验区东南侧火工品小型试验工房内新建一座工业 CT 射线试验间，配套一套动态工业 CT 检测系统（内含 2 组 X 射线源，属 II 类射线装置）。</p>	符合
<p>二、你所应严格执行环境保护“三同时”制度，按规定组织环保竣工验收合格并取得辐射安全许可证后，该项目方可正式投入运营。</p>	<p>单位严格执行环境保护“三同时”制度，按国家相关规定组织环保竣工验收，项目合格并取得辐射安全许可后，正式投入运营。</p>	符合
<p>三、项目建设和运行期间，要严格落实报告中提出的污染防治措施，按照《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）相关要求，逐项完善相关制度和防护措施，依法依规开展辐射防护负责人及从业人员培训，不断提升辐射安全管理水平。</p>	<p>项目建设期间，单位严格落实了报告中提出的污染防治措施，并按照《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）的相关要求，逐项制定和完善了辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等相关辐射防护管理制度和防护措施，依法依规开展了辐射防护负责人及从业人员培训工作，并承诺在之后的工作中不断提升辐射安全管理水平。</p>	符合

表 5-2 项目竣工环境保护验收清单

验收内容	验收方法	现场核实	评价
安全联锁装置	检查工业 CT 与灯光警示装置的联锁情况	工业 CT 工作时，动态 CT 间外和控制室内的灯光警示装置进行报警	符合
工作场所设立电离辐射警示标识	相关位置设置电离辐射警示标志、警示灯	动态 CT 间外设置有电离辐射警示标识和声光报警装置	符合
辐射环境监测仪器	配备 X- γ 辐射剂量率仪，对放射性工作场所及其周围环境进行监测	单位配备了 X- γ 辐射剂量率仪，定期对工作场所进行监测	符合
管理机构	设立以公司主管领导为组长相关科室负责人参加的辐射安全与环境管理小组。	单位已成立辐射安全与环境保护管理机构、安排专（兼）职辐射管理人员负责辐射安全与环境保护管理工作，并已红头文件形式明确了机构职责。	符合
建立健全规章制度	制定辐射安全与防护管理制度、X 射线探伤安全操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射工作人员辐射培训制度、辐射工作人员健康体检制度、辐射设备维护、维修制度、辐射环境监测、年度评估制度和制定辐射事故应急预案。	单位制定了辐射安全与防护管理制度、X 射线探伤安全操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射工作人员辐射培训制度、辐射工作人员健康体检制度、辐射设备维护、维修制度、辐射环境监测、年度评估制度和制定辐射事故应急预案等制度。	符合
个人剂量档案和健康档案	为每个放射性工作人员配备个人剂量计，检测作业时按要求佩戴，并建立个人剂量档案和健康档案	辐射工作人员佩戴个人剂量计，每三个月送检一次，建立了个人剂量档案 辐射工作人员进行了职业病健康检查	符合
人员培训	组织所有放射性工作人员参加有资质单位组织的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得响应资格，并经过所从事专业技术培训并取得从业资格后方可上岗	辐射工作人员均参加了辐射安全培训，并通过了考核，持证上岗	符合

6 验收标准

本次验收执行陕西省生态环境厅已经批复的环境影响评价报告表中使用的标准以及项目审批后修订的标准：

6.1 人员年有效剂量

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），并按照标准的评价原则，职业人员和公众的年有效剂量须满足表 6-1 中的限值。

表 6-1 职业照射和公众照射的剂量限值

照射类别	剂量限值	环评管理目标
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv	5 mSv/a
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1 mSv	0.25 mSv/a

6.2 辐射剂量率

(1) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2015）

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（1）计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots(1)$$

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

t——每周实际开机时间，单位为小时（h）；

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

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”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。

5.1.4 现场探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

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

5.1.6 控制区的边界外、作业时周围剂量大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围化为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

5.1.7 现场探伤工作在多楼层的工厂或者工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

5.1.8 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能减低操作人员的受照剂量。

5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前，运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空前等。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器）。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号灯，避免造成混淆。委托方应给予探伤工人充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚的听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

5.3.4 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

5.4.1 周向式探伤机用于现场探伤时，应将 X 射线管头组装体至于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

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

5.5 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

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

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

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

5.5.5 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

6. 放射防护检测要求如下：

6.1 检测的一般要求

6.1.1 检测计划

运营单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测

结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

6.1.2 检测仪器

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

6.1.3 检测条件

检测应在 X 射线探伤装置的限束装置开至最大，额定管电压、管电流照射的条件下进行。

6.3 现场探伤的分区及检测要求

6.3.1 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

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

6.3.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平时可以接受的。

6.3.4 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运行单位制定的指导水平。

6.3.5 探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，已确认探伤机确已停止工作。

(2) 《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》

表 6-2 西安市环境天然放射性 γ 辐射（空气吸收）剂量率调查结果（nGy/h）

/	原 野	道 路	室 内
范围	50~117	52~121	79~130
均值	71	76	111
标准差	17	20	17

7 验收监测内容与结果评价

7.1 监测和评价标准

- (1) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
- (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- (3) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2015）

7.2 质量保证措施

本项目监测按照陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司编制的质量体系文件的相关要求，实施全过程质量控制。

- (1) 专人负责查清该项目辐射源项相关情况，保证验收期间工况符合核技术应用项目竣工环境保护验收要求；
- (2) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- (3) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- (4) 所用监测仪器全部经过计量部门鉴定，并在有效期内，监测仪器由专业技术人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (5) 监测数据严格实行三级审核制度。

7.3 验收监测内容

表 7-1 监测内容

监测时间	监测地点	监测项目	监测点位布设
2022.04.19	西安航天技术研究所生产试验区	X、 γ 辐射剂量率	监督区边界、操作位及其他关注点位的周围剂量当量率。

7.4 验收监测仪器

表 7-2 监测仪器信息一览表

仪器名称	型号/规格	编号	测量参数	溯源单位/证书编号	有效期至
辐射防护用 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪	RJ38-3602	QNJC-YQ-034	0.01-600.0 0 μ Sv/h	中国辐射防护研究院 放射性计量站/校字第 [2021]-SQL1335	2022.11.01

7.5 验收射线装置基本信息

表 7-3 射线装置基本信息

装置名称	型号	来源	分类	设备参数	使用场所
烧蚀动态过程可视化实时诊断系统	IPT02201F	北京固鸿科技有限公司	II 类	180kV, 40mA	动态 CT 间

7.6 验收监测结果与评价

7.6.1 监测点位

监测点位示意图如图 7-1 所示（详见附件 5）：

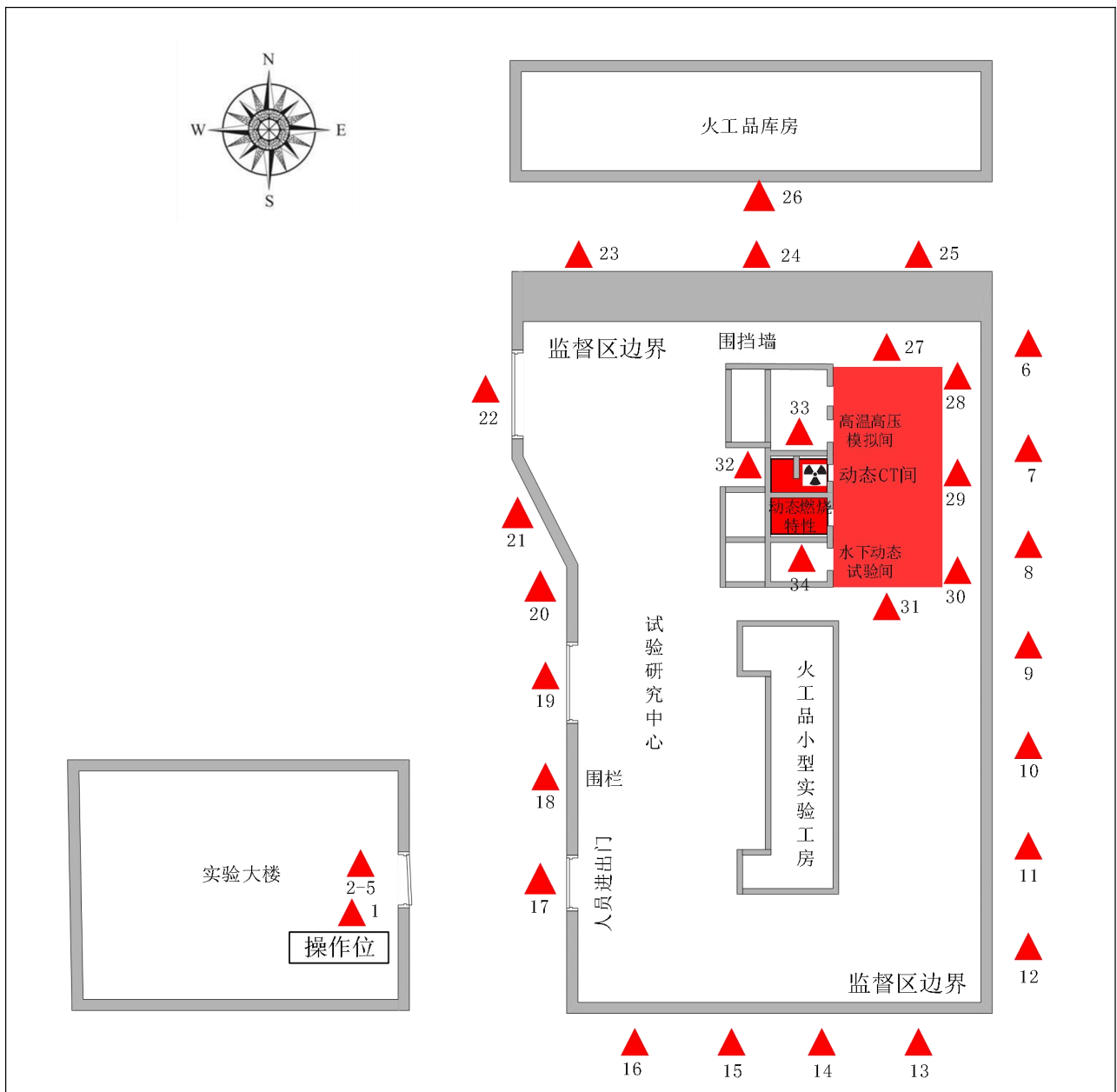


图 7-1 烧蚀动态过程可视化实时诊断系统（动态 CT 间）监测点位示意图

7.6.2 监测结果与评价

表 7-4 X、 γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述		监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
/	本底		0.08~0.10	/
烧蚀动态过程可视化实时诊断系统 (型号: IPT02201F; 工况: 180kV, 40mA)				
1	实验大楼	操作位	0.12	开机 监测时主束朝西
2		一层东侧墙壁内表面 30cm	0.13	
3		二层东侧墙壁内表面 30cm	0.14	
4		三层东侧墙壁内表面 30cm	0.13	
5		四层东侧墙壁内表面 30cm	0.13	
6	监督区边界	试验研究中心东侧墙壁表面 30cm 1#	0.48	
7		试验研究中心东侧墙壁表面 30cm 2#	0.57	
8		试验研究中心东侧墙壁表面 30cm 3#	0.68	
9		试验研究中心东侧墙壁表面 30cm 4#	0.46	
10		试验研究中心东侧墙壁表面 30cm 5#	0.41	
11		试验研究中心东侧墙壁表面 30cm 6#	0.27	
12		试验研究中心东侧墙壁表面 30cm 7#	0.16	
13		试验研究中心南侧墙壁表面 30cm 1#	0.19	
14	监督区边界	试验研究中心南侧墙壁表面 30cm 2#	0.20	开机 监测时主束朝西
15		试验研究中心南侧墙壁表面 30cm 3#	0.19	
16		试验研究中心南侧墙壁表面 30cm 4#	0.17	
17		试验研究中心西墙南侧人员进出门	0.12	
18		试验研究中心西侧围栏 1#	0.12	
19		试验研究中心西侧围栏 2#	0.12	
20		试验研究中心西侧围栏 3#	0.13	
21		试验研究中心西侧围栏 4#	0.12	
22		试验研究中心西侧围栏 5#	0.12	
23		试验研究中心北侧围挡墙表面 30cm 1#	0.19	

序号	点位描述		监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
24		试验研究中心北侧围挡墙表面 30cm 2#	0.25	
25		试验研究中心北侧围挡墙表面 30cm 3#	0.25	
26		火工品库房前	0.17	
27	控制区边界	控制区北侧边界	3.71	开机 监测时主束朝西
28		控制区东侧边界 1#	6.25	
29		控制区东侧边界 2#	14.1	
30		控制区东侧边界 3#	8.80	
31		控制区西侧边界	10.1	
32		动态 CT 间西墙	0.08	

根据验收监测单位出具的西安航天动力技术研究所使用射线装置核技术利用项目辐射环境监测 (QNJC-202204-E017) (见附件 5)。

本项目动态CT间周围本底辐射水平在 (0.08~0.10) $\mu\text{Sv/h}$ 范围内, 与《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》中西安市环境天然放射性 γ 辐射 (空气吸收) 剂量率调查结果相近。

本项目烧蚀动态过程可视化实时诊断系统在正常运行状况下, 监督区边界及其他各关注点周围剂量当量率在 (0.12~0.68) $\mu\text{Sv/h}$ 范围内, 控制室工作人员操作位监测值为 0.12 $\mu\text{Sv/h}$, 以上各监测点位均满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2015) 中的相关要求, 表明该项目屏蔽措施可满足防护要求。

7.6.3 职业人员与公众剂量估算

(1) 职业照射

根据提供的相关资料及现场核实, 单位配备有 3 名辐射工作人员, 其中包括 1 名原有辐射工作人员和 2 名新增辐射工作人员, 本项目工业 CT 全年工作时间 192h。

本项目职业人员主要活动区域为控制室操作位、试验研究中心外, 按该项目涉及的职业人员各活动区域监测结果中最大值进行估算, 并扣除该项目场所本底值, 则该项目涉及的职业人员剂量估算结果见表 7-6。

表 7-6 职业人员剂量核算结果

受照人员	活动区域	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)
		受照时间 (h/a)	受照剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	室内本底 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子		
职业人员	控制室	192	0.12	0.08	1	0.008	职业人员:5
	试验研究中心 西侧围栏外	192	0.13		1	0.010	
	试验研究中心 东侧围墙外	192	0.68		1/16	0.007	

由于本项目辐射工作人员操作单位原有射线装置，2021 年辐射工作人员个人年累积剂量最大为 0.15mSv，辐射工作人员个人年有效剂量最高为 0.16mSv。

表 7-7 2021 年职业人员个人剂量

姓名	2021 年 1 季度	2021 年 2 季度	2021 年 3 季度	2021 年 4 季度	总计
王增辉	0.01mSv	0.11mSv	0.01mSv	0.02mSv	0.15mSv

(2) 公众照射

本项目公众人员主要活动区域为实验大楼、试验研究中心外，按涉及的公众人员活动区域中各关注点位的监测结果中最大值进行估算，并扣除相应的场所本底值进行估算，相关公众人员年有效剂量估算结果如表 7-7 所示：

表 7-8 公众人员剂量核算结果

受照人员	活动区域	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)
		受照时间 (h/a)	受照剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	室内本底 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子		
公众成员	实验大楼	192	0.14	0.08	1	0.012	公众人员:0.25
	试验研究中心外	192	0.68		1/16	0.007	

综上所述，该项目职业人员个人年有效剂量最高为 0.16mSv/a，符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中附录 B1.2.1 规定，即“应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a)由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 20mSv”及本项目《环评报告表》中设定的职业人员年有效剂量管理目标值 5mSv/a。

该项目公众成员个人年有效剂量最高为 0.012mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安

全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.2.1 规定，即“实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：a)年有效剂量 1mSv”及本项目《环评报告表》中设定的公众人员年有效剂量管理目标值 0.25mSv/a。

8 辐射安全管理与职业人员健康监护

8.1 辐射安全与环境保护管理机构

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第七条及主管部门的要求：建设单位应当“有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全防护和管理人员”，负责辐射防护与安全工作，开展业务培训，组织应急演练，接受上级主管部门的检查。

西安航天动力技术研究所已成立有辐射安全与防护领导小组（见附件4），小组成员组成如下：

主任：任全彬

副主任：何景轩 刘伟凯

成员：李 轩 王苏安 李赵平 陈林泉 张胜勇

二、辐射安全与环境管理委员会职责

（1）贯彻执行国家放射性同位素和射线装置的法律法规，接受国家和地方环境保护部门、公安部门和卫生部门的监督与检查；

（2）对研究所辐射安全与环境管理负全责；

（3）制定和监督实施研究所的辐射安全与环境管理制度；

（4）制定研究所辐射事故应急预案，负责辐射事故应急预案的日常演练和辐射事故处置；

（5）研究审查新建、扩建、改建放射性装置及其防护工作；

（6）每年定期召开环保专题工作会议，研究部署解决辐射安全与环境管理工作中存在的重大问题；

（7）定期安排辐射安全与环境管理专项检查，督促基层单位认真执行辐射安全与环境管理，消除各种辐射安全与环境隐患；

（8）发生辐射事故，按职能进行指挥、协调、处理，防止事故蔓延扩大，将放射伤害和损失降低到最低限度；

（9）对发生的事故按照“四不放过”原则组织调查处理，落实防范措施。

建设单位采用正式文件形式成立了辐射安全和防护管理机构，其中明确了人员组成和工作职责，并指定有专项管理办公室、专(兼)职管理人员及相关科室负责人，符合要求。

8.2 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条及主管部门的要求：“建设单位应当根据可能发生的辐射事故风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备”。

单位制定有《西安航天动力技术研究所辐射事故应急预案》（见附件 10），其中明确了应急组织及职责、放射事故报告、应急终止和恢复、培训、演练和应急物资装备准备等相关内容，基本符合要求。

一、应急组织及职责

组 长：王健儒

副组长：李 耿

成 员：郝 军 颜 勇 李悦龙 曾庆海 王增辉 马喜梅

主要职责：

（1）领导小组负责放射事件发生时的应急处理工作，包括应急预案的启动、应急响应处置及解除；

（2）负责组织应急准备工作，调度人员、设备、物资等，指挥其他各应急小组成员迅速赶赴现场开展工作；

（3）负责辐射事故现场的组织协调、安排救助，指挥辐射事故应急救援行动；

（4）负责向上级行政主管部门报告辐射事件应急救援、处置情况；

（5）负责恢复单位正常工作秩序。

二、放辐射事故报告

1、如发生辐射事故，研发中心负责人必须立即向所辐射安全与环境管理委员会报告。所辐射安全与环境管理委员会联系电话：029-83601265。

2、辐射安全与环境管理委员会接到报告后，初步判定事故级别，立即向主管领导汇报，经同意启动辐射事故应急预案，调查原因，科学处理，采取切实可行的应对措施，于 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，上报生态环境局、主管卫生部门以及公安部门。

西安市生态环境局灞桥分局：029-83532964

西安市生态环境局：029-86787866

陕西省辐射环境监督管理站：029-85429325

陕西省辐射环境监督管理站：029-85429325

报警电话：110

3、如发生误照射事故，可能造成人员超剂量照射时，还应向卫生主管部门报告。

陕西省卫生监督中心：029-89620638

协调核工业 417 单位参与支援救治，联系电话：029-83854641

三、应急终止和恢复

1、应急终止条件

- (1) 事故现场得到控制，事故后果已经消除；
- (2) 事故中产生的 X 射线已恢复到规定限值以下，现场已经处于安全状态；
- (3) 采取一切必要的防护措施，防止周边公众人员免受污染，确保事故后照射剂量已达到国家标准要求。

2、应急终止程序

辐射事故应急状态的终止由辐射安全与环境管理委员会召开会议并报上级相关部门批准后实施。

3、应急终止后的行动

应急终止后，辐射安全与环境管理委员会会同现场处置组、技术联络组采取下列行动：

- (1) 评价应急日志书面信息记录等；
- (2) 评价事故后果，指导有关部门和事故责任单位进行整改，杜绝事故重复发生；
- (3) 评价应急期间所采取的一切行动，吸取经验教训，修订应急预案；
- (4) 跟踪落实后期环境辐射监测；
- (5) 会同有关部门落实事故责任追究以及事故后续处理；
- (6) 完成事故处理总结报告的上报工作。

四、培训、演练和应急物资装备准备

在所辐射安全与环境管理委员会的统一领导下，制定培训计划，对辐射工作人员开展培训，对本预案可能发生的事故情况由应急办公室每年组织 1 次应急演练。辐射工作场所按照预案要求，定期组织不同级别的辐射事故应急演练，提高防范和处置能力，做好记录和演练总结。

应急物资装备：在发挥现有监测、处置等能力的基础上，积极按照工作职责要求和放辐射事故处置特点，配齐相应的应急监测设备，加强应急处置能力建设。

五、附则

本预案经所办公会审议通过后实施，辐射工作场所编制辐射事故应急预案，报辐射安全与环境管理委员会审批备案。本预案由所辐射安全与环境管理委员会应急办公室负责解释。

8.3 项目人员组成

该项目共配备有3名辐射人员，其中王增辉为原辐射工作人员，吴闯、李欢为新增辐射工作人员，具体人员名单如表8-1所示：

表 8-1 辐射工作人员信息表

序号	类别	姓名	性别	培训证书编号	发证日期	有效日期
1	工业探伤	王增辉	男	陕 21902047Q	2019.1.25	2023.1.24
2	工业探伤	吴闯	男	FS22SN1200258	2022.6.6	2027.6.6
3	工业探伤	李欢	男	FS22SN1200135	2022.5.5	2027.5.5

王增辉参加了辐射安全与防护培训班，经考核合格，并颁发了培训合格证书（见附件6）；吴闯和李欢通过了核技术利用辐射安全与防护考核，符合要求。

8.4 职业健康监护及档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条的要求：“使用射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查”。

建设单位委托陕西新高科辐射技术有限公司对本项目的3名辐射工作人员进行个人剂量监测工作，辐射工作人员按相关规定正确佩戴个人剂量计。

三名辐射工作人员分别于于2021年08月和2022年4月在核工业四一七医院进行了职业健康检查工作，体检结果（见附件7）显示可以继续从事放射性作业，符合要求。

建设单位按要求建立了辐射工作人员职业健康监护和个人剂量监测档案，并指定有专门的管理办公室和专人对辐射人员个人剂量监测、职业健康体检和辐射安全培训等相关资料进行了专项管理，符合要求。

9 结论与建议

9.1 结论

1、西安航天动力技术研究所已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对该动态工业 CT 核技术应用项目进行了环境影响评价工作并取得了环评批复，该项目配套环保设施已按照环评完成了建设。

2、现场监测表明，本项目工业 CT 在正常工况下运行时，监督区边界及操作位等各关注点位的周围剂量当量率均符合《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2015）中的相关要求，辐射屏蔽措施能满足防护要求。该项目所涉及的职业人员及公众产生的个人年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的限值要求及环评报告中提出的管理目标值。

3、该项目射线实验间设置有机-灯联锁系统、急停开关等安全设施且运行正常，防护门外设置有醒目的电离辐射警告标志、中文警示说明、工作状态指示灯。项目工作场所划分为控制区和监督区。工业 CT 每次工作前，工作人员应进行检查，清理无关人员，并封闭出入口，确保在控制区范围内无工作任何人员。

4、单位成立有辐射安全和防护管理机构，制定了各项辐射防护管理制度和辐射事故应急预案，并将相关制度等张贴上墙；购置了辐射监测仪；配备了相应的个人防护用品。

5、辐射工作人员通过了辐射安全与防护知识培训考核，取得了合格证书；辐射工作人员进行了职业健康体检，已委托有资质的单位承担个人剂量监测，建立了职业人员健康监护档案，指定有专门的管理办公室和专人负责档案管理工作。

综上所述，西安航天动力技术研究所落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护等各项措施，该项目对辐射工作人员、周围公众及周围环境产生的影响很小，是安全的。故从辐射环境保护角度分析，该项目具备竣工环境保护验收条件，建议该项目通过竣工环境保护验收。

9.2 建议

1、认真学习《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目》等有关法律法规，进行标准化管理，不断提高公司安全文化素养和安全意识，积极配合各级生态环境部门的日常监督检查，确保射线装置的使用安全。

2、射线装置在使用过程中，严格贯彻落实国家和地方环境保护法律法规，按照辐射防护相关标准做好监测并保存记录。