

核技术利用建设项目

# 搬迁及新增使用 II 类射线装置 环境影响报告表

中国航发北京航空材料研究院

二〇一七年五月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

# 搬迁及新增使用 II 类射线装置 环境影响报告表

建设单位名称：中国航发北京航空材料研究院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：北京市海淀区温泉镇环山村 8 号

邮政编码：100095

联系人：王坤

电子邮箱：

联系电话：010-62496845

### 表1 项目基本情况

建设项目名称		搬迁及新增使用II、III类射线装置			
建设单位		中国航发北京航空材料研究院			
法人代表	戴圣龙	联系人	王坤	联系电话	010-62496845
注册地址		北京市海淀区温泉镇环山村 8 号			
项目建设地点		北京市海淀区温泉镇环山村 8 号、永丰科技园			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资 (万元)	1622	项目环保投资 (万元)	50	投资比例(环保 投资/总投资)	3.08
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m <sup>2</sup> )	380
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	制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装 置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类		
其它					

#### 1.1 单位概况

中国航发北京航空材料研究院(以下简称“航材院”,单位法人证书见附件 1 )成立于 1956 年,是以材料应用研究为主的航空材料综合研究单位,长期从事航空材料基础理论、材料研制、材料应用研究及失效等研究任务,是国防科工委确定的重点单位;同时也是航空材料技术归口和责任单位,负责关键材料标准、选用、评价、向生产企业传递材料及应用技术、保障材料在武器装备上的应用等。

经过五十多年的创业和发展,航材院现拥有包括先进复合材料国防科技重点实验室和先进高温结构材料国防科技重点实验室在内的 13 个研究室、1 个机械加工中心、3 个生产中心和 5 个控股公司。还设有研究生部和博士后流动站,具有多学科(专业)硕士、博士学位授予权。

现有职工 2000 余人，高级管理人员和工程技术人员占职工总人数的 54%，其中具有硕士以上学历人员占 22%。全院占地面积 125 万平方米，固定资产总值 9 亿元，单位房屋产权证见附件 2。

## 1.2 核技术及辐射安全管理现状

### 1.2.1 核技术利用现状情况

航材院现有核技术应用实践活动已获得北京市环保局行政许可，持有北京市环保局颁发的《辐射安全许可证》，证书编号为京环辐证[F0172]（见附件 3），许可种类和范围包括：使用 II 类、III 类射线装置，有效期至 2020 年 10 月 20 日，涉源部门包括航材院本部、永丰基地以及航材院本部职工医院，已获许可/批复射线装置情况见表 1.1。

表1.1 航材院已许可/批复射线装置情况

序号	设备名称	类别	用途	工作场所
1	工业探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
2	外装式包套机	III	其他非医用加速器	1所
3	一体化包套机	III	其他非医用加速器	1所
4	包套机	III	其他非医用加速器	1所
5	晶体取向仪	III	X射线衍射仪	1所
6	X射线机	III	医院X射线CT机	职工医院
7	牙科X射线机	III	牙科X射线机	职工医院
8	工业探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
9	工业探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
10	工业探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
11	电子束轰击炉	III	其他非医用加速器	1所
12	电子束焊机	III	其他非医用加速器	23所
13	X射线应力分析仪	III	其他非医用加速器	5所
14	粉末包套设置	III	其他非医用加速器	1所
15	X射线衍射仪	III	X射线衍射仪	检测研究中心
16	高压真空电子束焊机	II	其他非医用加速器	23所

17	便携式X线探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
18	工业X线探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
19	铍窗X线探伤机	II	X射线探伤机	1所
20	工业X线探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
21	工业X线探伤机	II	X射线探伤机	检测研究中心
22	电子加速器工业CT	II	加速器工业CT	检测研究中心
23	小焦点CT系统	II	工业探伤	检测研究中心
24	实时成像检测系统	II	工业探伤	铸钛技术中心

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

航材院根据《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》等法律法规的规定，在许可种类和范围内从事工业X射线无损焊接、工件结构分析等工作。航材院严格执行辐射安全管理的各项规章制度，到目前无辐射安全事故发生，并于每年1月31日前向环保部门提交上一年度评估报告。

航材院近几年开展环评项目及批复验收情况见表1.2，由于部分设备仍在调试或取消建设，目前仅对已完成试运行项目进行验收并提交环保竣工验收监测申请。

表1.2 建设项目环评及竣工验收落实情况

序号	环评批复文号	项目名称	类别	内容	备注
1	京环审[2009]169号	使用医用射线装置	登记表	新增：III类2台	已验收
2	京环审[2011]118号	使用X射线装置	登记表	新增：III类1台； 搬迁：III类3台	京环验[2016]59号
3	京环审[2012]152号	使用X射线装置	报告表	新增：III类5台；搬迁： II类4台、III类1台	京环验[2016]60号
4	京环审[2012]381号	新增使用1台残余 应力测试仪	登记表	新增：III类1台	申请环保竣工验收 监测
5	京环审[2013]49号	新增X射线装置	登记表	新增：III类1台	取消建设
6	京环审[2013]175号	使用X射线装置	登记表	搬迁：III类1台	申请环保竣工验收 监测
7	京环审[2015]347号	使用II类射线装置	报告表	新增：II类1台	完成验收监测
8	京环审[2016]159号	使用II类射线装置	报告表	新增：II类3台	调试中，不具备验 收条件

### 1.2.3 辐射安全管理现状

#### (1) 辐射防护管理机构

航材院成立了辐射安全与环境保护管理小组，院长任组长，副院长任副组长及辐射防护负责人。辐射安全与环境保护管理小组全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，对全所辐射防护管理制度执行情况的监督检查，有关部门负责人组织实施辐射安全防护措施和落实各项管理制度。

#### (2) 规章制度建设及落实情况

航材院依照《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》，结合多年实践，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程，其中包括辐射安全岗位职责、辐射安全检查制度、辐射安全培训管理规定、辐射工作人员个人剂量和职业健康管理规定、辐射设备检修维护管理规定、监测方案和记录、射线装置台账管理制度以及辐射安全事故应急预案。

#### (3) 工作人员培训情况

目前，航材院共计 65 人（含辐射防护负责人/副院长唐斌和两名管理人员）已参加北京市环保局认可的培训机构组织的辐射防护知识培训及相关法律法规的培训和考核，并取得合格证书。由于工作人员调岗离职等原因，现有在岗辐射工作人员共计 50 人，辐射工作人员情况见附件 4。

#### (4) 个人剂量监测情况

航材院委托北京市疾病预防控制中心承担辐射工作人员个人剂量监测工作，监测数据由技安环保部存档，现共有辐射工作人员 50 名。2015 年度和 2016 年度辐射工作人员最大受照剂量分别为 0.808 mSv/a 和 0.224mSv/a，低于设定的辐射工作人员剂量约束值 2mSv/a。

#### (5) 工作场所及辐射环境监测情况

航材院设有辐射安全与环境保护管理小组，定期对辐射工作场所进行场所监测，详细记录监测结果，并依据制定的监测方案和记录进行存档。

#### (6) 辐射事故应急管理情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和国家环境保护总局<2006>145号通知《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的规定，航材院制定《辐射安全事故应急预案》，自从事辐射工作以来，未发生辐射应急情况。

所有事故都应报告环境保护主管部门，有关射线装置丢失、被盗和故障引起的辐射事故都应同时报告公安部门，如果发生人员受照剂量可能达到对人体产生危害时，应同时报告卫生主管部门。同时，须进行工作人员的意外事故剂量监测和工作场所及周围环境的应急监测，并做好详细的监测记录。

(7) 辐射监测仪器及防护用品

航材院现有监测仪器及防护用品情况见表 1.4 所示，监测仪器定期送有资质的机构进行检定。

表1.4 现有监测仪器及防护用品情况

仪器名称		型 号	检 定 日 期	仪 器 状 态
辐射安全报警仪		REN300A	2016.8.8~2017.8.7	在用
辐射安全报警仪		REN300A	2016.8.8~2017.8.7	在用
辐射安全报警仪		REN300A	2016.8.8~2017.8.7	在用
X-γ辐射仪		JB4000	2017.1.10~2018.1.9	在用
X射线巡检仪		451P		在用
在线辐射安全报警仪		REN300A	2016.8.8~2017.8.7	在用
辐射防 护用品	名称	数量	名称	数量
	铅衣	1	铅帽	1
	铅手套	1	铅眼镜	1
	铅围裙	1	铅围脖	1
	铅屏风	4	个人剂量计	67

1.3 本项目情况

为保证院内外科研、生产测试任务进度，响应单位整体规划，本项目拟新增使用 2 台、搬迁使用 4 台工业 X 射线探伤机，以及新增使用 1 台场发射透射电子显微镜。

(1) **新增**：本部 506 号厂房 123 房间使用 1 台工业 X 射线探伤机；永丰基地 626 号厂房195房间使用 1 台工业 X 射线探伤机；本部 201 楼 1 层 B110 房间新增使用 1 台场发射透射电子显微镜。

(2) **搬迁**：原本部 33 号厂房的 4 台工业 X 射线探伤机搬迁至本部 506 号厂房 119 房间、120 房间、122 房间（33号厂房平面布局图见附图 2（2）），其中 506 号厂房 120 房间使用两台探伤机（160 kV 周向/ 160 kV 定向），两台探伤机不同时工作。

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/ (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业X射线探伤机	II	1		450	45	工业探伤	506号厂房123房间	定向；新增
2	工业X射线探伤机	II	1		320	45	工业探伤	永丰626号厂房195房间	定向；新增
3	工业X射线探伤机	II	1		320	45	工业探伤	由33号厂房102房间（350k V机房） 搬迁至506厂房119房间	定向；搬迁
4	工业X射线探伤机	II	1		225	45	工业探伤	由33号厂房101房间（450k V机房） 搬迁至506厂房122房间	定向；搬迁
5	周向X射线机	II	1		160	6.25	工业探伤	由33号厂房118房间（工业CT机房） 搬迁至506厂房120房间	周向；搬迁
6	工业X射线探伤机	II	1		160	45	工业探伤	由33号厂房119房间（160k V机房） 搬迁至506厂房120房间	定向；搬迁
7	场发射透射电子显微镜	III	1		200	50nA	样品分析	201楼1层B110房间	新增

(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 (mA)	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/L固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用kg。

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

### 表6 评价依据

<b>法规文件</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年修订版；</li> <li>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年；</li> <li>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003年；</li> <li>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年；</li> <li>(5) 《关于修改&lt;放射性同位素与射线装置安全许可管理办法&gt;的决定》，环保部令第3号，2008年；</li> <li>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第18号令，2011年；</li> <li>(7) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院1998年第253号令；</li> <li>(8) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，原国家环保总局公告第26号，2006；</li> </ul>
<b>技术标准</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 《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）；</li> <li>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</li> <li>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</li> <li>(4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</li> <li>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）；</li> <li>(6) 《放射工作人员健康标准》（GBZ98-2002）；</li> <li>(7) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</li> <li>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（ GBZ/T 250-2014 ）；</li> <li>(9) 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T 1033-2013）；</li> <li>(10) 《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》（GBZ 2.1-2007）。</li> </ul>
<b>其他</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) ICRP 第 33 号出版物；</li> <li>(2) 建设单位和厂家提供的资料及产品相关技术资料。</li> </ul>

## 表7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

#### 7.1.1 评价内容

本项目主要就射线装置使用过程中对周围环境以及工作人员、公众等产生的影响进行分析。

#### 7.1.2 评价因子

主要评价因子为射线装置使用过程中产生的透射、漏射及散射 X 射线。

#### 7.1.3 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) 规定, 以及本项目的辐射环境影响特点, 本项目评价范围以射线装置实体屏蔽墙为边界, 半径 50m 范围内的区域。

### 7.2 保护目标

本项目建设地址位于506号厂房、201楼和永丰基地626号厂房, 其中506号厂房本项目辐射工作场所仅地上一层、无地下建筑和地上二层; 永丰基地626号厂房无地下建筑, 顶棚上方为实验件(仅实验期间有人员停留)。辐射工作场所均位于工作区内, 环境保护目标主要为工作场所职业工作人员以及途经或在工作场所附近停留的公众。

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的规定, 工作人员的  
职业照射和公众照射的剂量限值如下:

##### (1) 职业照射

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制, 使之不超过下述限值:

(a) 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量, 20 mSv ;

(b) 任何一年中的有效剂量, 50 mSv 。

##### (2) 公众照射

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, 1 mSv ;

(b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。

表7.1 个人剂量限值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续5年的年平均有效剂量不超出 20 mSv, 且任何一年中的年有效剂量不超出 50 mSv。	年有效剂量不超出 1 mSv, 特殊情况下, 如果5个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。
眼晶体的当量剂量 150 mSv/a; 四肢或皮肤的当量剂量 500 mSv/a。	眼睛体的当量剂量 15 mSv/a; 皮肤的当量剂量 50 mSv/a。

### 7.3.2 年剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定职业照射连续 5 年的年平均有效剂量不超过 20 mSv; 公众照射中关键人群组的成员所受的年有效剂量不超过 1 mSv。

本次评价根据北京航空材料研究院的实际情况, 本项目搬迁设备工作人员仍为原工作人员, 新增设备从原辐射工作人员中调整, 不存在一名工作人员同时操作多台设备的情况, 因而对职业照射的剂量约束值仍设定为2.0 mSv/a; 对公众照射的剂量约束值设定为 0.1 mSv/a。

### 7.3.3 放射工作场所周围剂量率控制水平

#### 7.3.3.1 工业 X 射线探伤防护具体要求

参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015), 工业 X 射线探伤具体防护要求有:

(1) 3.1.1.5 款: X 射线装置在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 1 m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 7.2 的要求。

表7.2 距 X 射线管焦点 1 m 处的漏射线空气比释动能率控制值

管电压 (kV)	漏射线空气比释动能率, mGy·h <sup>-1</sup>
< 150	< 1
150 ~ 200	< 2.5
> 200	小于 5

(2) 4.1.1 款: 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全, 操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向;

(3) 4.1.5 款：应安装门-机联锁安全装置和照射信号指示器，并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。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。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；

(4) 4.1.7 款：照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁；

(5) 4.1.9 款：探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明；

(6) 4.1.11 款：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。

### 7.3.3.2 放射工作场所周围剂量率管理目标值

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GB Z117-2015）的规定，本项目中，距探伤室实体屏蔽墙外 30 cm 处空气比释动能率不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30 cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

### 7.3.4 非放射性控制值

本项目运行过程中，将会产生臭氧（ $\text{O}_3$ ）和氮氧化物（ $\text{NO}_x$ ），其中氮氧化物以二氧化氮（ $\text{NO}_2$ ）为主，根据《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》（GBZ 2.1-2007），工作场空气中 $\text{O}_3$ 和 $\text{NO}_2$ 的浓度限值分别为 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

## 7.4 评价目的

(1) 对建设项目环境辐射现状进行调查或监测，以评价该地区辐射环境状况及场址周围的辐射环境现状水平；

(2) 评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；

(3) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门的管理提供依据；

(4) 通过项目辐射环境影响评价，为使用单位保护环境和公众利益给予技术支持；

(5) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(6) 评价项目的可行性，从环境保护角度为主管部门和中国航发北京航空材料研究院进行辐射环境管理提供依据。

## 7.5 评价原则

依据国家相关法律、法规及部门规章展开评价，严格执行国家和北京市的有关标准。要求

辐射防护设计和安全措施必须满足相关标准的规定，并保证各类人员受照剂量在规定的限值以内，满足辐射实践的正当性、辐射防护与安全的最优化原则。

## 表8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

航材院现包括 2 个院区，位于北京市海淀区温泉镇环山村“航材院”和北京市海淀区永丰科技园区的“航材院永丰科技园区”。本项目拟建辐射工作场所分别位于航材院 506 号厂房、航材院 201 楼和永丰基地 626 号厂房，航材院地理位置图见附图 1 和附图 2，506 号厂房一层、201楼一层、永丰基地 626 号厂房一层平面布局图见附图 3~附图 5。

### 8.2 辐射环境现状监测

环评单位于 2017 年 4 月 9 日对 506 号厂房、201楼一层 B110 房间和 626 号厂房 195房间及其周围环境进行了环境辐射本底水平现状监测，采用Inspector Exp<sup>+</sup>型辐射监测仪（仪器读数范围为 0.01 $\mu$ Sv/h~1000 $\mu$ Sv/h），新建工作场所现状监测结果见表 8.1，监测点位见附图 3~附图 5。

表8.1 506号、626号厂房及周边环境本底辐射水平监测结果\*

监测点位	监测点位置	空气比释动能率 ( $\mu$ Gy/h)
1	506 号厂房探伤机房西侧，离地面1m	0.09~0.13
2	506 号厂房探伤机房南侧，离地面1m	0.10~0.11
3	506 号厂房探伤机房南侧，离地面1m	0.08~0.12
4	506 号厂房探伤机房东侧，离地面1m	0.11~0.12
5	506 号厂房探伤机房北侧，离地面1m	0.08~0.12
6	506 号厂房探伤机房北侧，离地面1m	0.09~0.11
7	506 号厂房探伤机房控制区，离地面1m	0.10~0.12
8	626 号厂房 195 房间东侧，离地面1m	0.11~0.12
9	626 号厂房 195 房间西侧，离地面1m	0.09~0.11
10	626 号厂房 195 房间南侧，离地面1m	0.09~0.12
11	626 号厂房 195 房间北侧，离地面1m	0.10~0.11
12	201楼一层 B110 房间西侧，离地面1m	0.07~0.11
13	201楼一层 B110 房间南侧，离地面1m	0.10~0.12
14	201楼一层 B110 房间东侧，离地面1m	0.09~0.12
15	201楼一层 B110 房间北侧，离地面1m	0.10~0.11

\*监测数据未扣除对宇宙射线的响应。

环境现状监测结果表明：506 号厂房、201楼一层B110房间、626 号厂房及周围环境监测点的空气比释动能率均在北京市环境辐射本底平均值范围以内，未发现环境辐射水平异常。



## 表9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 工作原理

##### (1) 工业 X 射线探伤机

X 射线探伤机主要由 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，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、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所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的X射线管结构图见图 9.1。

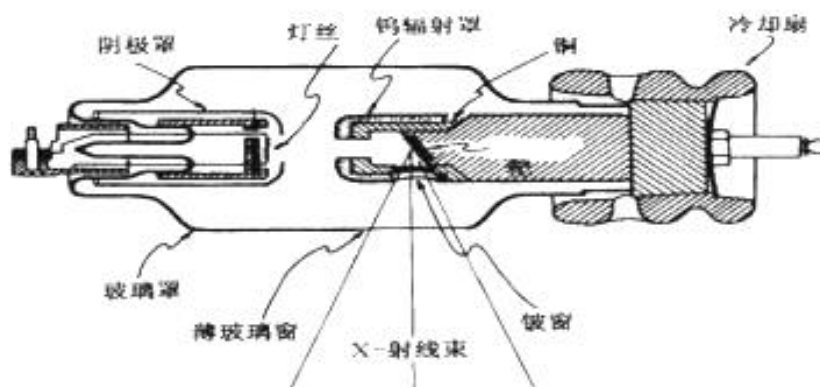


图9.1 典型 X 射线管结构图

本项目中使用的 X 射线探伤机是在被测产品无损伤状态下，利用 X 射线成像技术对待检产品进行无损检测，X 射线管产生 X 射线，由电气控制系统通过手动或者自动控制机械扫描装置完成工件全方位扫描方式透射，平板探测器采集衰减射线信息，在图像处理系统中运用特定算法以二维灰度图像和三维立体图像形式将待检产品内部信息直观地通过专业显示器显示出来。通过对图像的观测分析和软件计算分析，用来检查待检产品情况，帮助工作人员正确分辨待检产品内部结构组成、材质、工艺等。

##### (2) 场发射透射电子显微镜

被加速的高能电子束照射到样品上（在高真空状态下），入射电子束与样品相互作用，产生各种信号，通过不同的探测器检测各种不同的信号，便可以得到有关样品的各种信息。场发射扫描电子显微镜与普通扫描电镜不同的是采用高亮度场发射电子枪，从而获得高分辨率的高

质量二次电子图像，可以观察和检测非均相有机材料、无机材料及微米、纳米材料样品的表面特征，是纳米材料粒径测试和形貌观察有效仪器。可广泛用于生物学、医学、金属材料、高分子材料、化工原料、地质矿物、商品检测、产品生产质量控制、宝石鉴定、考古和文物鉴定及公安刑侦物分析等。

### 9.1.2 工作流程

工业 X 射线探伤机工作流程如下：

- ① 根据检测任务安排，辐射工作人员将需要进行检测的器件运至加速器机房；
- ② 经取得辐射安全培训岗位资质的作业人员确认，登记，加速器运行前准备；
- ③ 开始准备工作，训机，连接图像接收器；
- ④ 关闭加速器机房防护门，人员撤离至控制室，设定参数；开机，射线从射线发生器准直窗口射出，照射于检测件位置，仪器成像，完成一次作业；
- ⑤ 作业完成后，关闭电源，打开机房防护门，辐射工作人员进入机房，整理现场；
- ⑥ 设备使用完毕，确认后，签字，整理保管。

### 9.1.3 主要放射性污染物

本项目中涉及的放射性污染源为 X 射线，X 射线是随机器器的开、关而产生和消失。因此，在射线装置开机作业期间，贯穿、泄漏及散射的 X 射线是主要污染因子。

### 9.1.5 非放射性污染物

#### (1) 臭氧和氮氧化物

射线装置工作时发出的 X 射线电离空气分子产生微量的有毒气体臭氧和氮氧化物。正常工况下，通过机械通风，机房内有害气体的量可以被降低到最低，几乎对人体不会造成危害。

#### (2) 废液及固废

在 X 射线探伤作业完成后需对拍摄的 X 光胶片进行显（定）影，在此过程产生一定数量的废（闪烁）液、废胶片（固废）。查《国家危险废物名录》可知，该废显（定）影液属编号为 HW16 的感光材料废物、无放射性。废液、废胶片集中贮存，定期交由原销售单位回收处理。

### 9.1.6 正常工况的污染途径

射线装置发出的 X 射线经透射、散射，对作业场所及周围环境产生 X 射线辐射，会对工作人员和公众产生一定的外照射。

### 9.1.7 事故工况的污染途径

本项目在运行过程中可能发生的事故有：

开机检测时，门机连锁失效，操作人员或公众误入控制区内造成超剂量照射；或门机连锁失效，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。

## 表10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 项目工作场所布局分区情况

本项目中，辐射工作场所采取分区管理：

① 探伤机机房为控制区，机房出入口、控制室等区域为监督区，控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标识，机房门口上方安装工作状态警示灯，设备正常工作时，警示灯亮，告诫无关人员远离机房，辐射工作场所分区示意图见图 10.1 、图 10.2 ；

② 场发射透射电子显微镜自带屏蔽，辐射工作场所分区示意图见图 10.3 。

本项目中，辐射工作场所分别位于506 号厂房一层、201楼一层 B110 房间，以及永丰基地 626号厂房195房间，射线装置机房所在位置的周围布局情况见表10.1。

表10.1 辐射工作场所周围布局情况

设备	位置	东侧	西侧	南侧	北侧	楼上	楼下
450kV探伤机	506厂房 123房间	控制区	6MeV加速器 工业CT机房	道路	225kV探伤机房	无	土层
225kV探伤机	506厂房 122房间	控制区	6MeV加速器 工业CT机房	450kV探伤机房	走廊	无	土层
160kV探伤机 (周向/定向)	506厂房 120房间	操作间	控制区	道路	320kV探伤机房	无	土层
320kV探伤机	506厂房 119房间	操作间	控制区	160kV探伤机房	走廊	无	土层
320kV探伤机	626厂房 195房间	X射线 检验间	道路	探伤机房	道路	库房	土层
场发射透射 电子显微镜	201楼 B110房间	烘箱间	操作间/辅助 设备间	道路	走廊	实验室	土层

#### 10.1.2 辐射安全与防护设施

##### (1) 实体屏蔽

参照 DB11/T 1033-2013 中辐射安全和防护管理管理要求，探伤室屏蔽墙外 30 cm 处空气比释动能率不大于 2.5  $\mu\text{Gy/h}$  ，保证工作人员和周围公众受照剂量满足环评提出的剂量约束要求。

本项目中，探伤机房墙体均为混凝土结构，探伤机房屏蔽设计见图10.4~图10.5，机房屏蔽

设计参数见表 10.2 。

表10.2 机房辐射屏蔽情况

设备	位置	防护设计	防护门	机房尺寸m (长*宽*高)
450kV探伤机	506厂房123房间	墙体：西墙1.5m混凝土；东、南、北墙0.7m混凝土；顶板0.7m混凝土	42mm铅当量	7.25*6.3*4.05
225kV探伤机	506厂房122房间	墙体：西墙1.5m混凝土；东、南、北墙0.7m混凝土；顶板0.7m混凝土	42mm铅当量	7.25*6.3*4.05
160kV探伤机 (周向/定向)	506厂房120房间	墙体：东、西、南、北墙0.5m混凝土；顶板0.5m混凝土	28mm铅当量	7.25*6.55*4.25
320kV探伤机	506厂房119房间	墙体：东、西、南、北墙0.5m混凝土；顶板0.5m混凝土	28mm铅当量	7.25*6.55*4.25
320kV探伤机	626厂房195房间	墙体：东、西、南、北墙0.5m混凝土；顶板：320mm混凝土+5mmPb	19mm铅当量	7.48*3.95*4.65

注：混凝土密度为2.35g/cm<sup>3</sup>。

## (2) 安全联锁

本项目中，探伤机房除设置门机联锁外，还配备微波红外双鉴探测器，可实现与射线装置的安全联锁，即当人员进入机房时，探测器红外、微波探测同时侦测到人体移动时，系统自动切断电源，射线装置无法正常运行。工业X射线探伤机安全联锁装置的安全联锁逻辑图见图 10.6。

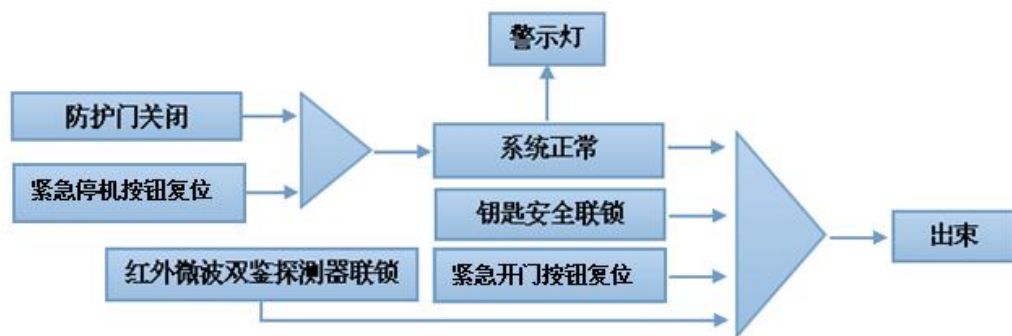


图10.6 X射线探伤机安全联锁逻辑图

工业 X 射线探伤机辐射安全防护系统包括安全联锁系统和安全报警系统。

(3) 开机前，工作人员必须严格按操作规程进入机房巡视，确认无滞留人员，且机房防护门关闭后方能开机；

(4) 必须对门机联锁装置以及出束信号指示灯等安全措施进行定期检查，保证门未关

或关严后被打开时，射线装置不通电；

(5) 配备质量控制检测设备、制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，并有专人负责质量保证与质量控制检测工作，定期对设备运行状况进行检查并详细记录，为防护检修提供依据；督促使用人员进行维护保养，并做好维护记录，保证设备完好；

(6) 设有通风换气设施（通风次数不少于 4 次/小时）和个人防护用品。

### 10.1.3 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

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》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18号令”要求的对照情况见表10.4。

表10.4 安全和防护能力对照检查情况

安全和防护管理办法要求	北京航空材料研究院情况	符合情况
<p><b>第五条</b> 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。</p>	放射工作场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，机房安装有门机联锁装置，警示灯、报警装置、微波红外双鉴探测器以及辐射安全标志。	符合
<p><b>第九条</b> 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，并对监测数据的真实性、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。</p>	每年委托有资质单位进行辐射环境水平监测和工作场所监测。	符合
<p><b>第十二条</b> 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。</p>	每年 1 月 31 日前向环保部门提交上一年度的评估报告。	符合
<p><b>第十七条</b> 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。</p>	现在岗辐射工作人员 50 名，均通过北京市环保局认可的培训机构组织的“辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训”，经考核取得结业证书；新增辐射工作人员需参加培训，取得合格证书后方可上岗。	符合

<p><b>第二十三条</b></p> <p>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证发证机关。</p>	<p>目前，航材院从事放射性和在放射性场所工作的工作人员每人均配备了个人剂量计，并委托北京市疾病预防控制中心承担个人剂量监测工作。</p>	<p>符合</p>
---	---	-----------

10.1.4 对《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》要求满足情况

依据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（国家环保部第3号令，2008年11月修正）第十六条的规定，对使用射线装置提出了具体条件，本项目具备的条件与法规要求的对照检查见表10.5。

表10.5 与“3号令”要求对照检查情况

3号令要求	北京航空材料研究院落实情况	是否符合
设专门的辐射安全与环境保护管理机构	有专门的辐射安全与环境保护管理机构。	符合
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。	现有在岗辐射工作人员50名，均通过北京市环保局认可的培训机构组织的“辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训”，经考核取得结业证书；新增辐射工作人员需参加培训，取得合格证书后方能上岗。	符合
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素的使用。	本项目不涉及
放射性同位素与射线装置使用场所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	辐射工作场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，机房安装有门机联锁装置，警示灯、报警装置、微波红外双鉴探测器以及辐射安全标志等。	符合
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。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	目前，航材院从事放射性和在放射性场所工作的工作人员每人均配备了个人剂量计，配备2台便携式辐射监测仪和4台在线辐射安全报警仪、6台个人剂量报警仪。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	制定了相应的应急措施。	符合
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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	制定了各项辐射防护规章制度、设备操作规程、岗位职责及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。	符合

产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目中射线装置使用过程中不产生放射性废水、废气和固体废物。	本项目不涉及
---	--------------------------------	--------

## 10.2 三废的治理

本项目中主要使用射线装置进行工业探伤，项目运行过程中不产生放射性废物。



表11 环境影响分析

### 11.1 建设或安装过程的环境影响

本项目建设过程中，将会在已有建筑内进行简单室内施工，对室外环境和周围人群的影响较小，为了不影响周围环境，在施工过程中，将采取一些降噪、防尘措施，预计噪声可以控制在国家标准规定的范围之内。

### 11.2 运行（使用）后对环境的影响

#### 11.2.1 运行情况

本项目新增使用 2 台、搬迁使用 4 台工业 X 射线探伤机，以及新增使用 1 台场发射透射电子显微镜。由于搬迁使用探伤机机房与原机房屏蔽设计不同，本评价主要对新增使用、搬迁使用的 6 台探伤机均进行评价分析。

#### 11.2.2 剂量率估算公式

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），剂量率可由式（11-1）~式（11-4）进行估算。

##### ① 有用线束剂量率估算公式

有用线束所致剂量率可由式（11-1）和式（11-2）计算得到。

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

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

式中：

$\dot{H}$  —有用线束所致关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$  — X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流（见表11.1）；

$H_0$ —距靶点 1 m 处 X 射线输出量；

$B$  —屏蔽透射因子；

$R$  —靶点至关注点的距离，m；

$X$  —屏蔽厚度，mm；

$TVL$  — X 射线束在屏蔽材料中的什值层厚度， mm （见表11.2）。

② 漏射线剂量率估算公式

漏射线所致剂量率可由式（11-2）和式（11-3）估算得到。

$$\dot{H}_L = \frac{\dot{H}_{L(1)} \cdot B}{R^2} \quad (11-3)$$

式中，

$\dot{H}_L$  — 漏射线所致关注点的剂量率，  $\mu\text{Sv/h}$  ；

$\dot{H}_{L(1)}$  — 距靶点 1 m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率（见表11.2）；

$B$  — 屏蔽透射因子；

$R$  — 靶点至关注点的距离， m ；

$X$  — 屏蔽厚度， mm ；

$TVL$  — X 射线束在屏蔽材料中的什值层厚度， mm （见表11.2）。

③ 散射线剂量率估算公式

散射线所致关注点的剂量率可由式（11-2）和（11-4）计算得到。

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

式中，

$\dot{H}_S$  — 散射线所致关注点的剂量率，  $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$  — 距靶 1 m 处输出量，  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$I$  — X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

$B$  — 屏蔽透射因子；

$TVL$  — X 射线束在屏蔽材料中的什值层厚度， mm （见表11.2）；

$F$  —  $R_0$  处的辐射野面积，本项目为  $0.048 \text{ m}^2$  ；

$\alpha$  — 散射因子，入射辐射被单位面积（ $1 \text{ m}^2$ ）散射体散射到距其 1 m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比，即  $\alpha_w \cdot 10000 / 400$ ，参照 GBZ/T 250 - 2014 附录表 B.3，本项目中  $\alpha_w$  保守取  $1.9\text{E-}3$ ，则  $\alpha$  为  $0.0475$  ；

$R_0$  — 靶点至检测件的距离，取  $0.3 \text{ m}$  ；

$R_s$  — 散射体至关注点的距离， m 。

### 11.2.3 剂量率估算

#### (1) 射线装置运行时机房周围辐射剂量率

本项目中，探伤机房均位于所在建筑一层，地下无建筑、均为土层，对于定向朝向地面照射的主要考虑探伤机运行时漏射线和散射线对环境的影响；对于周向X射线探伤机机房，需考虑探伤机运行时主射束、漏射线和散射线对环境的影响。

根据建设单位和设备厂家提供的资料，参照式（11-1）~式（11-4）可估算工业 X 射线探伤机运行时对机房周围环境的影响，机房平面布局示意图见图11.1、图11.2 ，机房周围辐射剂量率见表11.3~ 表11.8。

探伤机机房外剂量率最大不超过 1.26  $\mu\text{Gy/h}$ （506厂房123房间防护门外），可见，探伤机正常运行时，探伤机房周围剂量率均低于 2.5  $\mu\text{Gy/h}$  的剂量率控制水平要求。

#### (2) 设备运行时职业人员及公众受照剂量估算

本项目中，工作场所均位于单位工作区内，设备运行期间对职业人员、以及周围停留或途经公众的受照剂量见表 11.9 。

由表11.9可知，本项目运行期间，工作人员受照剂量最大不超过0.95mSv/a（450kV机房防护门外），低于本评价设定的职业受照剂量约束值 2mSv/a ；公众受照剂量最大不超过 63.9 $\mu\text{Sv/a}$ （506厂房122房间东墙外操作间），低于本评价设定的公众受照剂量约束值0.1mSv/a。

## 11.3 异常事件分析与防范建议

### 11.3.1 事件（故）分析

本项目中，射线装置运行期间，如安全联锁装置出现故障，机房门/屏蔽门未完全关闭就出束，将会对工作人员造成误照射。因而，工作人员在进行操作前，需检查安全联锁装置是否正常。

### 11.3.2 事件（故）防范措施建议

(1) 操作人员须严格按照操作规程操作设备，如出现设备不能正常停止照射时，应立刻切断总电源，强制实行停止照射；

(2) 为防止人员误留辐射工作场所受到误照射，工作人员进行操作时须携带个人剂量报警仪；

(3) 定期检查辐射安全管理制度落实情况，发现问题及时纠正；如发生辐射事故，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施，一旦怀疑人员可能受到较大剂量照射，应及时送往医院进行医学处理。

## 表12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构

航材院现有辐射安全防护领导机构满足本项目辐射安全管理工作需要，辐射安全防护领导小组成员仍维持不变。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

依照《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T 1033-2013）等制度，航材院将在现有辐射安全管理制度基础上，进一步完善辐射安全管理制度，确保公司辐射防护工作按照规章制度进行。

### 12.3 工作人员培训情况

本项目中，新增工业 X 射线探伤机工作人员从现有辐射工作人员中抽调，搬迁使用的工业 X 射线探伤机仍由原工作人员操作，透射电子显微镜工作人员为新增辐射工作人员。

航材院承诺所有辐射工作人员均需参加北京市环保局认可的培训机构组织的初级辐射防护知识培训及相关法律法规的培训和考核，并取得合格证书后，方能上岗从事辐射相关工作。

### 12.4 个人剂量监测

辐射工作人员依据现有个人剂量监测方案进行个人剂量监测，进行辐射工作时必须随身佩戴个人剂量仪，并配备个人剂量报警仪。单位将严格执行每季度送检一次、每年送检 4 次的要求，建立个人剂量档案和健康管理档案，做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作。

本项目运行后，辐射工作人员均安排进行个人剂量监测，辐射工作场所安装在线辐射安全警报仪，可起个人剂量报警仪作用。

### 12.5 工作场所及辐射环境监测辐射监测

#### (1) 工作场所监测

委托有资质的单位进行工作场所监测，采取定点监测和巡测相结合的方式监测设备机房间周围的辐射水平，重点监测机房门口/门缝、四周墙外、楼上场所和辐射工作人员操作位置等场所（本项目辐射工作场所地下均为土层），监测点位分布情况见附图 3~附图 5 所示，监测频次不少于 1 次/年。

为加强单位辐射安全管理，配备 X- $\gamma$ 辐射剂量率仪开展工作场所自测，监测频次不少于 1 次/季度，并在工业 X 射线探伤机工作场所安装在线辐射安全报警仪，实时监测辐射工作场所剂量率是否超标。

(2) 环境辐射水平监测

委托有资质的单位进行环境辐射水平监测，监测频次不低于1次/年，监测点位包括工业X射线探伤机、场发射透射电子显微镜所在建筑物四周及上层，另外包含一个固定环境监测点位（周围相对空旷的空地或者绿地）。

(3) 监测仪器情况

本项目中，506号厂房拟新增 1 台固定式辐射安全报警仪。

**12.6 工作场所安全防护设施管理**

本项目中，射线装置工作场所安全与防护设施设计参照表12.1执行。

表12.1 安全和防护能力对照检查情况

序号	项目	检查内容	工业X射线探伤机	备注
1*	A 场所设施	入口电离辐射警告标志	√	
2*		入口处工作状态指示灯	√	
3		隔室操作	√	
4*		迷道	√	
5*		防护门	√	
6*		控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	√	
7*		门机连锁系统	√	
8*		照相室内监控设备	√	
9		通风设施	√	
10*		照相室内紧急停机按钮	√	
11*		控制台上紧急停机按钮	√	
12*		出口处紧急开门按钮	√	
13*		准备出束声光提示	√	
14*	B	便携式辐射监测仪器仪表	√	
15*	监测设备	个人剂量计	√	

16*		个人剂量报警仪	√	本部4台；永丰基地2台
17	C 应急物资	灭火器材	√	

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/。

## 12.7 辐射事故应急

发生辐射事故时，应立即启动单位制定的应急预案，由本项目应急小组负责人采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始事故表》，向当地环境保护和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

## 12.8 项目环保验收内容建议

根据项目建设和运行情况，评价单位建议本项目竣工环保验收内容见表12.2。

表12.2 本项目竣工环保验收内容

序号	验收内容	验收要求
1	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)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。
2	电离辐射标志和中文警示	在探伤机机房门口设置明显的放射性警告标识和中文警示说明，以及工作状态指示灯。
3	屏蔽设计	工业X射线探伤机场所及其配套用房的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。
4	辐射安全设施	探伤机机房安装门连锁开关、急停开关、在线辐射安全报警仪、红外微波双鉴探测器，声光报警装置，以及视频监控系统等。
5	辐射监测	制定了满足管理要求的辐射监测制度；监测记录存档；配备2台便携式X-γ剂量率仪、6台个人剂量报警仪和4台在线辐射安全报警仪；放射工作人员进行个人剂量监测，并建立健康档案。
6	规章制度	制定的辐射安全管理制度和操作规程满足管理要求，且得到落实。
7	人员培训	所有从事放射性工作的人员环保认可的培训机构组织的辐射防护知识的培训和考核，且持证上岗。
8	应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确了的应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等，配备必要的应急器材、设备。

表13 结论与建议

### 13.1 结论

#### (1) 项目概况

北京航空材料研究院拟在单位院区内西南角 506 号厂房新增使用一台 450kV 工业 X 射线探伤机，搬迁使用一台 320kV、一台 225kV、一台 160kV（定向）和一台160kV（周向）工业 X 射线探伤机；在院区 201 楼一层 B110 房间新增使用一台场发射透射电子显微镜；在永丰基地 626 号厂房一层 195 房间使用一台 320kV 工业 X 射线探伤机。

#### (2) 实践的正当性

本项目一方面响应了单位整体规划，且优化布局、完善辐射安全管理工作；另一方面满足保证院内外科研、生产测试任务进度，符合实践正当性原则。

#### (3) 选址合理性

本项目位于北京航空材料研究院本部 506 号厂房、本部 201 楼以及永丰基地 626 号厂房，机房周围50m范围内无环境敏感区域，且辐射工作区域考虑了工作场所及周围场所的屏蔽防护与安全，故其选址是合理可行的。

#### (4) 辐射屏蔽设计合理

北京航空材料研究院将参照本环评对辐射工作场所采取可行、有效的建筑屏蔽措施，采取分区管理，确保机房屏蔽防护符合辐射环保相关要求。

#### (5) 主要污染因子和辐射环境影响评价

① 工作期间产生的X射线辐射是环境污染的主要污染因子，其对环境的辐射影响随机器的开、关而产生和消失；

② 本项目中的射线装置采取辐射防护屏蔽合理、有效，满足放射污染防治的相关要求。项目运行期间，探伤机机房外剂量率最大不超过 1.26  $\mu\text{Gy/h}$ （506厂房123房间防护门外），低于本评价设定的 2.5  $\mu\text{Gy/h}$  的剂量率控制值；工作人员受照剂量最大不超过 0.95 mSv/a（450 kV 机房防护门外），低于本评价设定的职业受照剂量约束值 2mSv/a；公众受照剂量最大不超过 63.9  $\mu\text{Sv/a}$ （506 厂房 122 房间东墙外操作间），低于本评价设定的公众受照剂量约束值0.1mSv/a。本项目建设，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；



③ 本项目中，射线装置在运行时会产生微量的臭氧、氮氧化物等有害气体，在采取机械通风的情况下，有害气体对环境和人员的影响十分轻微。

#### (6) 污染防治措施

① 拟建造符合标准规定的工作场所：北京航空材料研究院将严格按照规定合理布局，不随意在机房内堆放与工作无关的杂物，并配备有效的通风换气设施；

② 辐射屏蔽防护措施：北京航空材料研究院将落实本环评的相关辐射屏蔽防护措施，以满足相应的屏蔽防护要求；

③ 工作场所的分区管理：放射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制；

④ 放射工作场所工作人员必须按要求佩戴个人剂量计，并严格实施工作人员个人剂量检测计划，每季度检测一次，定期进行职业健康体检，建立个人剂量和健康档案；

⑤ 放射工作人员需经辐射安全与防护培训班培训、并取得合格证书后方可上岗，培训每四年需复训；

⑥ 制定环境辐射水平监测计划，并存档；委托有资质的监测单位进行环境监测，监测频次为1次/年；

⑦ 配备质量控制检测设备、制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，并有专人负责质量保证与质量控制检测工作；

⑧ 警示标识：机房出入口等显著位置上标有“电离辐射”警示牌，并装“射线有害、灯亮勿入”警示灯；

⑨ 规章制度：北京航空材料研究院已制定各项规章制度、操作规程，并张贴在辐射工作现场；

#### (7) 实践的可行性

本项目是北京航空材料研究院更好的开展研制工作，增强工艺水平的重要手段，具有一定的社会效益和经济效益。与国家环保部颁布的第3号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》进行逐条对比检查，总体上符合“第3号令”各项具体要求。在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，航材院将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其辐射装置运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，本项目的实践是可行的。

## 13.2 建议和承诺

为保护环境，促进射线装置的安全应用，保障公众和工作人员身体健康，预防事故发生，建议加强辐射安全管理，落实辐射安全与防护设施，确保辐射工作人员持证上岗，并做好日常监测工作。同时，中国航发北京航空材料研究院郑重承诺：

(1) 加强各射线装置工作场所的管理，加强人员培训，严格遵守辐射防护和环境保护的各项规定；

(2) 加强机房安全联锁系统的检查维护，确保各种安全防护设施的正常使用；

(3) 加强对各放射性工作场所工作人员的个人剂量监测；

(4) 定期送X- $\gamma$ 剂量率仪等监测仪器至有资质单位进行检定、校准；

(5) 不定期的对各放射性工作场所进行环境辐射水平监测；

(6) 积极采取有效措施预防事故的发生，如发生事故及时向有关部门报告；

(7) 项目建设和运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作、不弄虚作假；

(8) 项目竣工试运行三个月内办理验收手续，验收合格后方可投入使用；

(9) 如新增其他射线装置或使用其它放射源及时向环保部门申报审批；

(10) 接受环保等其他部门的管理、监督及指导。

表14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公章

年 月 日

审批意见:

经办人

公章

年 月 日