

核技术利用建设项目

新增使用 2 台 II 类射线装置项目

环境影响报告表

北京卫蓝新能源科技股份有限公司  
2026 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

# 新增使用 2 台 II 类射线装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：北京卫蓝新能源科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：俞会根

通讯地址：北京市房山区普安路 91 号院 4 号楼一层 108 室

邮政编码：102402                      联系人：郑阳

电子邮箱

联系电话

此内容涉及个人信息

# 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	14
表 3 非密封放射性物质 .....	14
表 4 射线装置 .....	15
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	17
表 6 评价依据 .....	18
表 7 保护目标与评价标准 .....	21
表 8 环境质量和辐射现状 .....	31
表 9 项目工程分析与源项 .....	35
表 10 辐射安全与防护 .....	41
表 11 环境影响分析 .....	52
表 12 辐射安全管理 .....	68
表 13 结论与建议 .....	74
表 14 审批 .....	76
附图 1 本项目地理位置图 .....	77
附图 2 北京卫蓝高性能固态锂离子电池量产一期建设项目厂区平面布置图 .....	78
附图 3-1	
附图 3-2	
附件 1 章	
附件 2 理	
附件 3 20	
附件 4 20	
附件 5	
附件 6 议	
附件 7 月	
附件 8 理	
附件 9 北	
附件 10	

涉及商业机密

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新增使用 2 台 II 类射线装置项目			
建设单位		北京卫蓝新能源科技股份有限公司			
法人代表	俞会根	联系人	郑阳	联系电话	15001282300
注册地址		北京市房山区普安路 91 号院 4 号楼一层 108 室			
项目建设地点		北京市房山区窦店镇新城组团 FS00-0308 街区 0030 地块			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	800	项目环保投资（万元）	100	投资比例（环保投资/总投资）	12.5%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m <sup>2</sup> ）	98.31
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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他					
<b>1.项目概述</b>					
<b>1.1 建设单位概况</b>					
<p>北京卫蓝新能源科技股份有限公司（以下简称“北京卫蓝”），成立于 2016 年 8 月 11 日，注册地位于北京市房山区窦店普安路 91 号院 4 号楼一层 108 室，2024 年 7 月完成名称变更，由“北京卫蓝新能源科技有限公司”变更为“北京卫蓝新能源科技股份有限公司”，是一家专注于混合固液电解质锂离子电池与全固态锂电池研发与生产的国家高新技术企业，是中国科学院物理研究所固态电池技术唯一的产业化平台。</p> <p>经营范围包括锂离子电池、混合固液电池、固态电池、全固态电池、动力电池、储能电池、消费电子类电池、特种电池、电池管理系统及可充电电池包、风</p>					

光电储能系统、相关装备仪器、锂电池材料技术开发、生产和销售；技术开发、技术推广、技术服务、技术咨询（中介除外）、技术转让、代理进出口、货物进出口、技术进出口（国家禁止或涉及行政审批的货物和技术进出口除外）。（市场主体依法自主选择经营项目，开展经营活动；依法须经批准的项目，经相关部门批准后依批准的内容开展经营活动；不得从事国家和本市产业政策禁止和限制类项目的经营活动）。营业执照副本见附件 1。

## 1.2 核技术利用及辐射安全管理现状

### 1.2.1 核技术利用现状情况

北京卫蓝在北京市房山区普安路 91 号院 8 号门（非本项目建设地点）的辐射场所使用 8 台测厚仪（每台测厚仪各含 1 枚 Kr-85 气体源）进行产品的检验工作，现持有北京市生态环境局颁发的辐射安全许可证（京环辐证[J0193]）（详见附件 2），许可的种类和范围是使用 V 类放射源，有效期至 2028 年 7 月 4 日。公司已许可使用的射线装置如表 1-1 所示。

表 1-1 已许可使用的射线源

核素	类别	活动种类
Kr-85	V 类	使用
Kr-85	V 类	使用
Kr-85	V 类	使用
Kr-85	V 类	使用
Kr-85	V 类	使用
Kr-85	V 类	使用
Kr-85	V 类	使用
Kr-85	V 类	使用

### 1.2.2 近几年履行环保审批手续情况

北京卫蓝自成立以来，有 1 个核技术利用建设项目（非本项目建设地点），在线使用 8 枚 Kr-85 放射源，用于正、负极涂布机上的测厚仪，依照法规要求履行了环保手续，于 2023 年 6 月 8 日完成了该建设项目环境影响登记表的备案（备案号：202311011100002860）。

### 1.2.3 辐射安全管理情况

#### （1）辐射安全与环境保护管理机构

为了保证射线装置的安全使用和有效管理，保障各类人员的健康与安全，公司成立了辐射安全与防护管理小组，管理小组组长由北京卫蓝法定代表人担任，全面负责射线装置的辐射防护监督和管理的工作。设有专人（EHS 部门）具体负责辐射安全与防护工作。辐射安全与防护管理小组成员名单见表 1-2。

表 1-2 辐射安全与防护管理小组名单

序号	人员类别	姓名	性别	专业	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	负责人	俞会根	男	有机化学	董事长	公司管理	兼职
2	成员	郑阳	男	机械	安全管理人员	安全环保部	兼职
3	成员	王国江	男	机械设计	生产经理	工艺部	兼职
4	成员	康鸥	男	机电	设备经理	设备部	兼职
5	专职管理人员	孟召远	男	环境科学	安全管理人员	安全环保部	专职

(2) 已建立的辐射防护规章制度及执行情况

已制定有较为齐全的辐射安全与防护管理制度，其中包含有《辐射防护和安全保卫制度》、《放射源全过程管理规定》、《放射源台账管理制度》、《人员学习计划》、《辐射环境监测方案》、《个人剂量监测方案》、《辐射工作人员巡检维护操作规程》、《含源设备操作规程》等，还制定了《辐射突发事件应急预案》，并在实际工作中严格按照规章制度执行。

(3) 辐射工作人员培训考核

公司制定有辐射工作人员（含辐射防护负责人）学习计划，按照生态环境部 2019 年第 57 号公告和 2021 年第 9 号公告要求，定期（网上考核有效期为 5 年）组织辐射工作人员进行辐射安全防护考核。

公司现有 25 名辐射工作人员通过了辐射安全与防护培训考核。2 名辐射安全管理人员也通过了辐射安全与防护培训考核。

(4) 个人剂量监测

公司辐射工作人员的个人剂量监测工作目前委托北京市职业病防治院承担，监测频度为每季度一次。评价期间，评价单位查阅了 2025 年度四个季度的个人剂量检测报告（详见附件 3），季度的个人受照剂量均小于测量系统的最低探测水平（MDL， $MDL_p=0.082mSv$ （三个月）），对于所得到的小于测量系统的最低探测水平的数据，在报告中记录为 MDL 值的一半，即  $0.041mSv$ （三个月），说明公司辐射安全与防护措施可行。

公司今后将继续加强个人受照剂量监测工作，如果某名辐射工作人员单季度个人剂量监测结果高于年剂量约束值（ $2mSv$ ）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，确保年受照剂量低于剂量约束值，保障辐射工作人员的健康。

#### （5）工作场所及辐射环境监测

根据原环保部 18 号令的要求，公司制定有辐射监测制度，配置了便携式辐射仪，可自行开展辐射工作场所辐射水平的监测。此外，公司每年委托有资质第三方检测机构开展工作场所辐射水平监测。公司委托北京市化工职业病防治院（北京市职业病防治研究院）开展了 2025 年度放射性工作场所的检测工作（检测报告详见附件 4）。8 台测厚仪的检测结果均符合《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ125-2009）的相关要求。

#### （6）辐射事故应急管理

公司制定有《辐射突发事故应急预案》并定期进行修订。公司每年组织一次内部辐射安全应急演练并留存演练记录及照片资料，通过实际操作增强辐射工作人员自我防护意识。在 2025 年 8 月 16 日的演练中，模拟了一名离职员工因不满试图闯入中控室破坏监控系统的突发情况。中控室人员及时发现并阻止闯入行为，保安队迅速到场控制事态，随后安全环保部通知相关人员到场安抚情绪并妥善处置。通过此类实战演练，进一步提升了员工应对突发事件的反应能力与协同处置水平，强化了辐射工作环境中的安全防范意识。

发生辐射事故时，立即启动辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2h 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，同时向卫生健康委员会报告。

### 1.3 本项目情况

#### 1.3.1 本项目背景和必要性

在全球气候变化问题愈发严峻的背景下，结合国家、北京市相关政策要求，北京卫蓝作为专注于混合固液电解质锂离子电池与全固态锂电池研发与生产的国家高新技术企业，依托中国科学院物理研究所固态电池技术唯一产业化平台的技术优势，结合市场对高性能电池的迫切需求，在北京市房山区窦店镇新城组团 FS00-0308 街区 0030 地块建设了“高性能固态锂离子电池量产一期建设项目”，该建设项目产品为固态锂离子电池，采用先进的复合型高镍三元材料及低膨胀硅基负极材料，通过薄电极及高导电率设计，实现了高比能及高倍率的双重优异性

能，具有广阔的市场前景。该建设项目已于 2026 年 1 月 14 日取得北京市房山区生态环境局《关于高性能固态锂离子电池量产一期建设项目环境影响报告表的批复》（房环审〔2026〕0003 号，详见附件 5）。

高性能固态锂离子电池量产一期建设项目预计于 2026 年 12 月竣工。截至本报告编制时，主体工程已完成结构封顶，正在进行内部装修及设备基础施工。本项目 2 台工业 CT 拟分别安装于电芯车间一层、二层内，相关配套设施将与主体工程同步设计、同步施工。主体工程竣工时，本项目辐射工作场所将具备设备安装条件。

固态锂离子电池生产工艺包括投料、正负极均浆、正负极浆料涂布烘干、辊压分切、负极卷开卷烘烤、激光模切极耳、叠片、称重、测厚、测量电阻、极耳超声焊接、冲壳、封装、测短路、喷码、电芯烘烤干燥、注电解质预封、陈化浸润、化成（充电）、degas 封装、精封、边电压测试、失液量测试、裁边、折边、烫边、检测等。其中电芯叠片工序采用切叠一体机进行叠片，正负极片经过段切形成成品极片，并通过机构运输到叠片机，叠片机将正极片、隔膜、负极片、叠在一起，叠片层数根据产品要求而定。电芯叠片完成后，外观检测无法判断电芯是否存在极片反折、极片错位及极片数量问题，可以通过 CT 机进行透视扫描，判断电芯内部正负极片间包覆错位关系，各极片是否损失、反折情况，排除有风险电池。叠片工序分别设置在电芯车间内的一层、二层。

基于上述背景，本项目拟新购置 2 台工业 CT，满足电芯无损检测需求。工业 CT 可实现电芯内部缺陷的精准识别，误判率下降至 0.1%，推动企业产品质量管控技术升级。

本项目属于使用工业 CT，依据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类鼓励类”“十四、机械”第 1 条中的“科学仪器和工业仪表：自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”类别，属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

经对照《北京市人民政府办公厅关于印发市发展改革委等部门制定的〈北京市新增产业的禁止和限制目录（2022 年版）〉的通知》（京政办发〔2022〕5 号），本项目不属于全市层面（目录（一））禁止和限制类项目；同时，本项目位于房

山区平原地区，对照目录中适用于首都功能核心区、城四区、北京城市副中心以外平原地区的管理措施（目录（二）），亦不属于该区域内禁止和限制项目。

综上所述，本项目符合国家及北京市的产业政策要求。

### 1.3.2 实践的正当性

北京卫蓝在电芯车间内一层、二层均设置叠片工序，本项目拟分别在一层、二层各新增 1 台工业 CT，满足电芯无损检测需求，可实现电芯内部缺陷的精准识别，误判率下降至 0.1%，推动企业产品质量管控技术升级，可大幅提升电芯产品的一致性，提高产品安全性能，有效降低因电芯质量缺陷导致的生产安全事故风险，助力新能源行业绿色低碳转型与高质量发展，保护用户的生命安全，具有重要的社会效益。同时提高产品性能，保证出货质量，有效剔除不良电芯，降低客户投诉，提高电芯品牌竞争力，具有重要的经济效益，通过该设备所获利益远大于其可能产生的辐射危害。因此，本项目建设符合核技术应用实践正当性的原则要求。

### 1.3.3 项目建设内容和规模

#### （1）建设内容

北京卫蓝在北京市房山区窦店镇新城组团 FS00-0308 街区 0030 地块电芯车间内一层、二层拟分别新建 1 处检测区，两处检测区内各设置 1 台工业 CT，型号为 涉及商业机密 每台工业 CT 均设置铅房，采用双源双系统透照方式，双源均为 150kV/0.5mA，属 II 类射线装置，用于北京卫蓝电芯无损检测。无损检测时，X 射线源与探测器在垂直平面同步旋转 360°，采集多角度投影数据，通过三维重建算法将投影数据计算为三维体数据，形成三维图像，自动识别判断产品质量是否合格。本项目采用数字成像技术，故不使用胶片，不设暗室。

#### （2）建设规模

本项目检测区分别设置于电芯车间内的一层、二层，两处检测区内各设置 1 台工业 CT，用于电芯无损检测。电芯车间为三层建筑物（局部两层，本项目建设地点位于两层的区域），无地下建筑物，电芯车间东西长 44.6 米，南北长 246.2 米，高 23.9 米（两层区域高 14.7 米）。电芯车间东侧隔厂区内绿化区、道路为化成车间，南侧隔厂区内绿化区、道路及停车位为南厂界，西侧隔厂区内绿化区、道路及铺装区为西厂界，北侧隔厂区内绿化区、道路为北厂界。本项目一层检测区设置在电芯车间内南部，铅房（含进料口、出料口）50m 范围内主要建筑为电

芯车间内装配车间、切叠一体区、包装区、除尘间、设备维修间、模具间、除湿机房、走廊、排烟井、电梯间、楼梯间等；化成车间内的辅助用房、强电间、弱电间、卫生间等。二层检测区设置在电芯车间内南部，铅房（含进料口、出料口）50m 范围内主要建筑为电芯车间内装配车间、叠片区、模切区、包装区、走廊、变配电室、排风机房等；化成车间内的预留区（部分）、辅助用房、弱电间、楼梯间、客梯间等。

一层检测区占地面积约 48.32m<sup>2</sup>，二层检测区占地面积 49.99m<sup>2</sup>，一层、二层检测区内铅房（不含进料口、出料口）的外部尺寸为：长 6.004m、宽 3.364m 和高 2.971m。进料口、出料口外部尺寸均为：长 0.945m、宽 0.5m 和高 0.43m。

工业 CT 相关情况见表 1-3。

表 1-3 拟新购工业 CT 情况表

**此内容涉及商业机密**

最大管电压	150kV
最大管电流	0.5mA
额定功率	75W
焦点尺寸	50(μm)
照射方式	在垂直平面内进行 360°旋转照射，有用线束方向随旋转角度动态变化
有用束张角	43° × 43°
内部尺寸 L×W×H	5760mm×3160mm×2144mm
外部尺寸 L×W×H	6004mm×3364mm×2971mm (不含进料口、出料口)
过滤材料	0.5mm 铍
最大泄漏率	<2.5mSv/h
铅房外表面剂量率	≤1μSv/h
其他辐射防护设施	门机联锁系统、安全警示标识、急停按钮等

注：①设备厂家已取得苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（苏环辐证[E1290]），详见附件 6。

②铅房外表面剂量率为提供设备厂家内控管理目标。

### （3）使用规划

**此内容涉及商业机密**

建设单位拟新增辐射工作人员 7 名，其中管理人员 1 名，负责 2 台设备的辐射安全管理；另为一、二层设备各配置 3 名操作人员，共 6 名。每台设备的操作

人员实行 3 人轮换，负责在对应楼层铅房外的操作位进行相关操作，工作过程中不直接接触辐射源。各楼层操作位均设计有足够的屏蔽防护结构，可满足工作人员的辐射防护要求。

操作人员仅在设备运行期间于对应操作位值守，单台设备操作人员的年总值守时间与每日设备总运行时间（21 小时/天）一致，即 6300 小时/年，其中包含出束时间（6000 小时/年）和开机、预热等必要时间（300 小时/年），每台设备的 3 名操作人员合理轮班，每人每日工作时间不超过 7 小时，按年工作 300 天计算，人均年值守时间不超过 2100 小时。

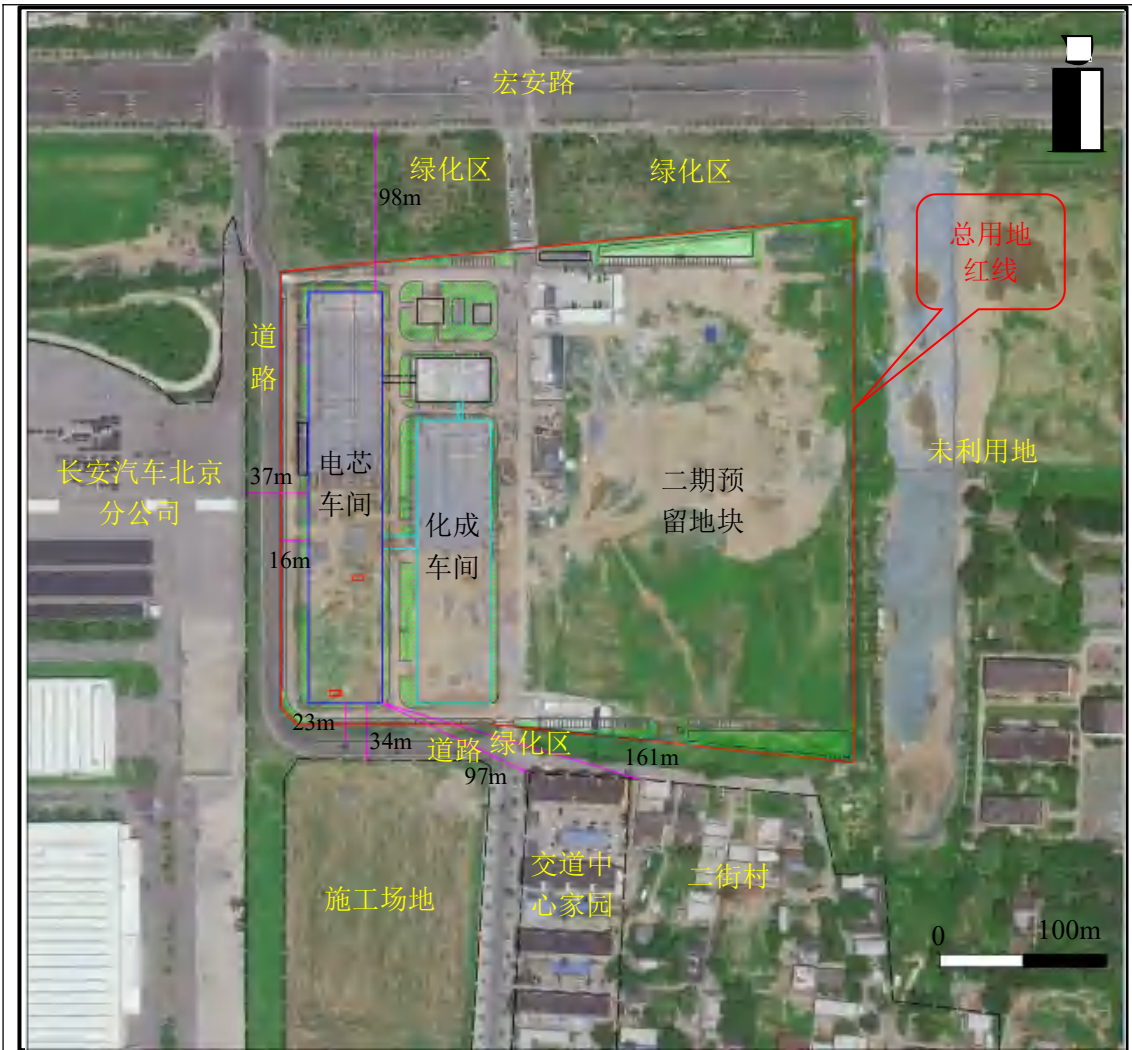
#### （4）人员配备

本次新增使用的工业 CT，建设单位拟新增 7 名辐射工作人员，包括 1 名管理人员和 6 名操作人员。管理人员负责 2 台设备的辐射安全管理；每台设备配备 3 名操作人员，实行轮班制，确保每人每天工作时间不超过 7 小时。上述人员共同负责本项目射线装置的管理与操作。

#### 1.3.4 使用场所选址适宜性分析

本项目建设地点为北京市房山区窦店镇新城组团 FS00-0308 街区 0030 地块，用地性质为工业用地（详见附件 7），符合建设用地性质的规定，地理位置见图 1。

本项目位于高性能固态锂离子电池量产一期建设项目内电芯车间，高性能固态锂离子电池量产一期建设项目东临未利用地；南隔绿化区为道路（距离电芯车间最近距离约 23m）、施工场地（距离电芯车间最近距离约 34m）、交道中心家园（距离电芯车间最近距离约 97m）和二街村（距离电芯车间最近距离约 161m）；西侧隔道路（距离电芯车间最近距离约 16m）为长安汽车北京分公司（距离电芯车间最近距离约 37m）；北侧隔绿化区为弘安路（距离电芯车间最近距离约 98m）。高性能固态锂离子电池量产一期建设项目周边关系见图 1-1。



注：主体工程已完成结构封顶，正在进行内部装修及设备基础施工，卫星图尚未更新至主体工程已建成。

图 1-1 高性能固态锂离子电池量产一期建设项目周边关系图

高性能固态锂离子电池量产一期建设项目生产区布置在厂区中间位置，主要布置有化成车间和电芯车间等；生产辅助区分两块区域布置，电解质库、NMP 雨棚以及综合站房等临生产区布置，辅助用房以及污水处理站等位于厂区边角地带。高性能固态锂离子电池量产一期建设项目平面布置见图 1-2、附图 2。

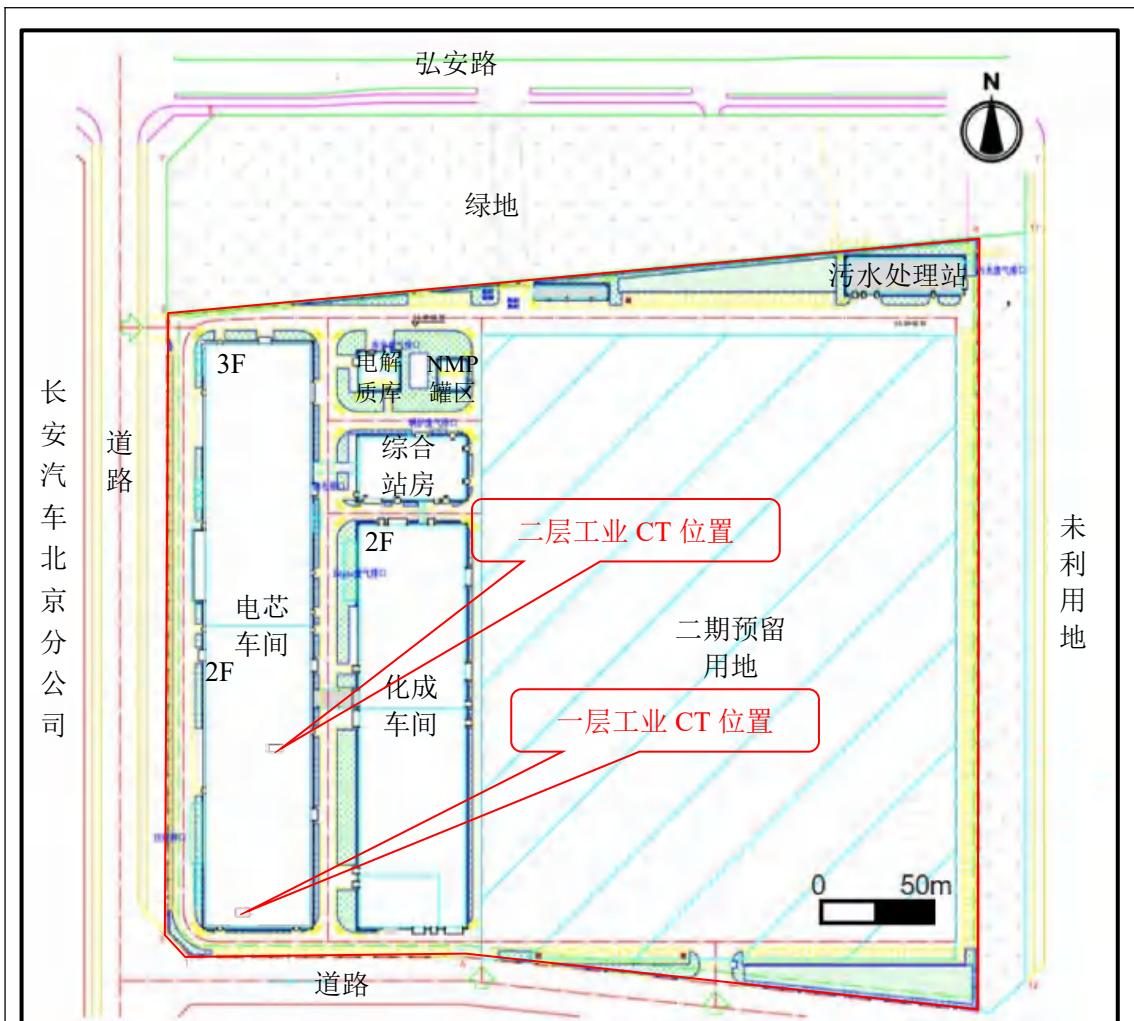


图 1-2 高性能固态锂离子电池量产一期建设项目平面布置图

本项目检测区分别设置于电芯车间内的一层、二层，电芯车间东侧隔厂区内绿化区、道路为化成车间，南侧隔厂区内绿化区、道路及停车位为南厂界，西侧隔厂区内绿化区、道路及铺装区为西厂界，北侧隔厂区内绿化区、道路为北厂界。本项目一层检测区设置在电芯车间的南部，铅房（含进料口、出料口）50m 范围内主要建筑为电芯车间内装配车间、切叠一体区、包装区、除尘间、设备维修间、模具间、除湿机房、走廊、排烟井、电梯间、楼梯间等，以及化成车间内的辅助用房、强电间、弱电间、卫生间等。二层检测区设置在电芯车间内南部，铅房（含进料口、出料口）50m 范围内主要建筑为电芯车间内装配车间、叠片区、模切区、包装区、走廊、变配电室、排风机房等；化成车间内的预留区（部分）、辅助用房、弱电间、楼梯间、客梯间等，无居民楼、学校、幼儿园等敏感目标。

本项目 2 台工业 CT 平面布置分别见图 1-3、图 1-4，附图 3-1、附图 3-2。

此内容涉及商业机密

此内容涉及商业机密

本项目所用的工业 CT 配套有铅房屏蔽，50m 评价范围内无居民楼、学校、幼儿园、医院等环境敏感目标，早在电芯车间的工程设计阶段，就已将该区域设计为射线检测专用区域，该区域的检测区与周边非射线检测场所有明确的分界隔离，地面划黄线并设置围栏，毗邻区域没有公众长时间停留，总体认为本项目的选址合理。

#### 1.4 环境影响评价

本项目拟在北京市房山区窦店镇新城组团 FS00-0308 街区 0030 地块电芯车间内一层、二层分别新建 1 处检测区，两处检测区内各设置 1 台工业 CT，型号为 涉及商业机密 工业 CT 设置铅房，采用双源双系统透照方式，双源均为 150kV/0.5mA，属 II 类射线装置，用于北京卫蓝电芯无损检测。

根据《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），本项目 2 台工业 CT 均属于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，属于 II 类射线装置，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目-使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表，对照《〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉北京市实施细化规定（2022 年本）》，本项目属“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目-使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表，报生态环境主管部门审批。

根据生态环境部《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019 年生态环境部令第 9 号）最新要求，北京华夏博信环境咨询有限公司符合第九条规定。北京华夏博信环境咨询有限公司有专职环评工程师，有能力开展环境影响评价工作。

接到北京卫蓝的委托后，北京华夏博信环境咨询有限公司对该单位拟使用的 2 台工业 CT 整个使用过程的辐射环境影响进行评价。环评工程师在现场踏勘、收集资料的基础上，对该项目建设和运行对环境的辐射影响进行了分析评价，并编制了环境影响报告表。评价主要考虑 2 台工业 CT 在使用过程中，对周围环境的辐射影响，对职业人员和公众的辐射影响。

**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
无	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
无	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(GB18871-2002)。

**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
无	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	工业 CT	II类	1台	涉及商业机密	150kV	0.5mA	电芯无损检测	电芯车间一层	设置在铅房内，双源双系统
2	工业 CT	II类	1台		150kV	0.5mA	电芯无损检测	电芯车间二层	设置在铅房内，双源双系统

(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 ( $\mu\text{A}$ )	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	
无	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	气态	/	/	/	/	微量	/	大气环境
氮氧化物	气态	/	/	/	/	微量	/	大气环境

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，自 2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(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（第九届）第 77 号，自 2003 年 9 月 1 日起施行，2016 年 7 月 2 日经主席令（十二届）第 48 号修改，2018 年 12 月 29 日经主席令（十三届）第 24 号修改；</p> <p>(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（十届）第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 682 号修改，自 2017 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令 第 449 号，自 2005 年 12 月 1 日起施行；2014 年 7 月 29 日经国务院令 第 653 号修订；2019 年 3 月 2 日经国务院令 709 号修改；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日，原国家环境保护总局令 第 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令 第 3 号修改；2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令 第 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改；2021 年 1 月 4 日生态环境部令 第 20 号修订并实施；</p> <p>(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 第 18 号，自 2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(8) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施；</p> <p>(9) 《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；</p> <p>(10) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令 第 36 号公布，自 2025 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020 版；</p>
------	--

	<p>(12) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，自2019年11月1日起施行；</p> <p>(14) 《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；</p> <p>(15) 《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；</p> <p>(16) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》；</p> <p>(17) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)；</p> <p>(18) 《北京市禁止违法建设若干规定》，北京市政府第295号令，自2020年11月15日起施行；</p> <p>(19) 北京市环境保护局关于印发《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法(试行)》的通知，京环发〔2011〕347号；</p> <p>(20) 原北京市环境保护局办公室《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12月6日；</p> <p>(21) 北京市生态环境局关于发布《〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉北京市实施细化规定(2022年本)》的通告，告〔2022〕4号，2022年4月1日实施；</p> <p>(22) 《北京市新增产业的禁止和限制目录(2022年版)》。</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>(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》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(6) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)；</p>

	<p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(8) 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T1033-2025）；</p> <p>(9) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）；</p> <p>(10) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(11) 《环境空气质量标准》（GB3095-2026）。</p>
其他	<p>(1) 原国家环境保护局监督管理司，《中国环境天然放射性水平》，1995 年 8 月；</p> <p>(2) ICRP Publication No. 33；</p> <p>(3) 北京卫蓝提供的与本项目相关的技术资料。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

## **7.1 评价范围和目的**

### **7.1.1 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》（HJ10.1-2016）的规定：“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外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目是利用工业 CT 开展无损检测工作，确定本项目评价范围为一层、二层铅房（含进料口、出料口）外 50m 距离所覆盖的最大区域。评价范围见图 7-1、图 7-2。

### **7.1.2 评价目的**

通过对本项目内容进行分析和估算，以期达到以下目的：

（1）对本项目周围环境辐射现状进行监测，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）评价项目在使用过程中对工作人员及公众所造成的辐射影响以及分析其对环境的影响；

（3）评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为生态环境行政主管部门管理提供依据；

（4）通过对本项目进行辐射环境影响评价，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”。

### **7.1.3 评价因子**

本项目评价因子主要为 X 射线。

### **7.1.4 环境保护目标**

本项目检测区分别设置于电芯车间内的一层、二层。电芯车间东侧隔厂区内绿化区、道路为化成车间，南侧隔厂区内绿化区、道路及停车位为南厂界，西侧隔厂区内绿化区、道路及铺装区为西厂界，北侧隔厂区内绿化区、道路为北厂界。本项目一层检测区设置在电芯车间的南部，铅房（含进料口、出料口）50m 范围内主要建筑为电芯车间内装配车间、切叠一体区、包装区、除尘间、设备维修间、

模具间、除湿机房、走廊、排烟井、电梯间、楼梯间等；化成车间内的辅助用房、强电间、弱电间、卫生间等。二层检测区设置在电芯车间内南部，铅房（含进料口、出料口）50m 范围内主要建筑为电芯车间内装配车间、叠片区、模切区、包装区、走廊、变配电室、排风机房等；化成车间内的预留区（部分）、辅助用房、弱电间、楼梯间、客梯间等。区域内无居民楼、学校、幼儿园等敏感目标。

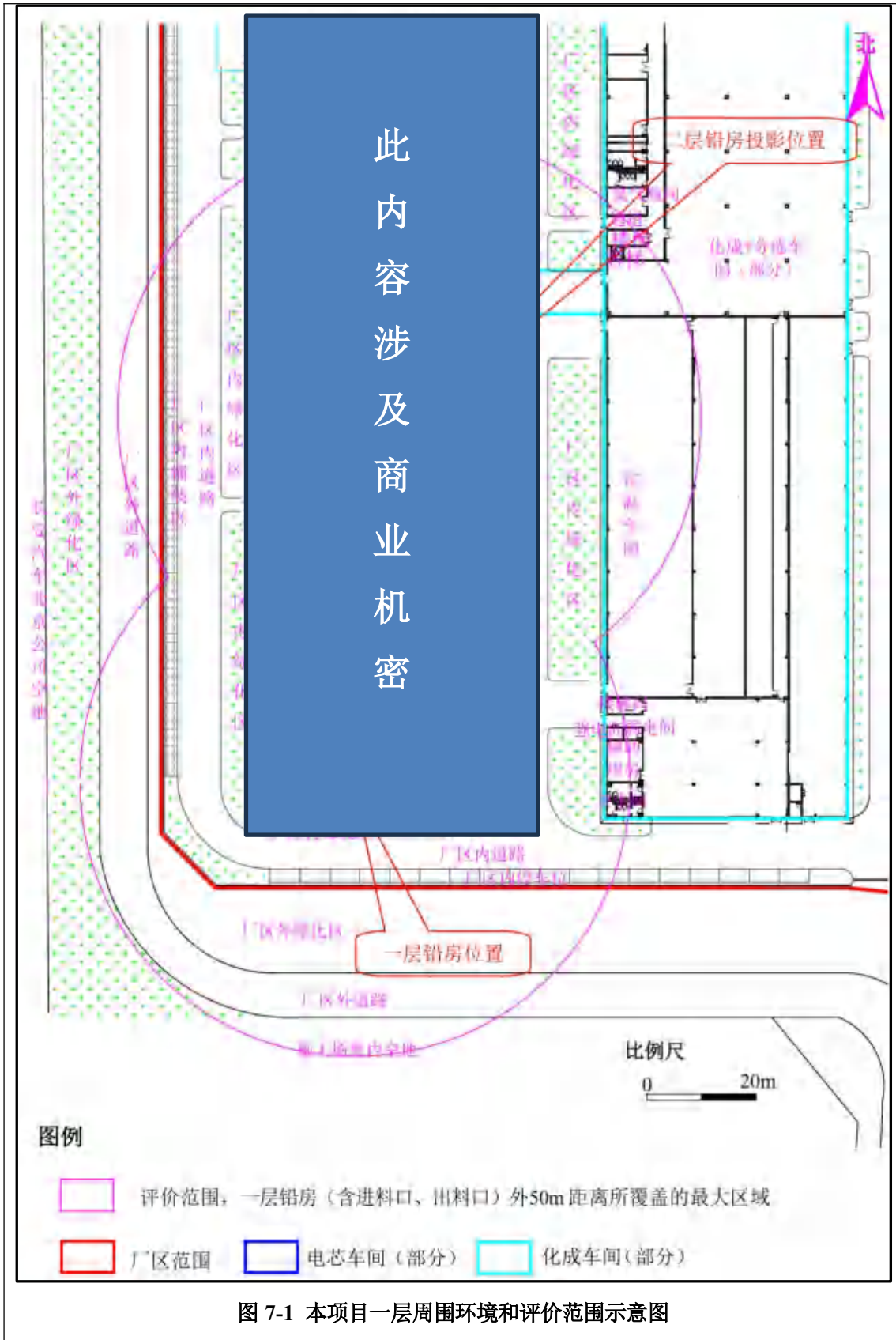
根据项目特点及周围毗邻关系，确定主要环境保护目标为该单位从事本项目射线装置操作的辐射设备操作人员、铅房（含进料口、出料口）周围其他工作人员、公众，详见表 7-1，铅房（含进料口、出料口）周围 50m 范围内主要保护目标见图 7-1、图 7-2。

表 7-1 铅房（含进料口、出料口）周围 50m 范围内主要保护目标

辐射场所	所在楼层	方位	最近距离 (m)	场所	人数	保护对象
一层 CT 机铅房	一层	铅房（含进料口、出料口）周围	紧邻	辐射检测区	3 人	辐射设备操作人员
		东侧	约 4~47m	电芯车间内包装区、走廊、排烟井及电梯间等；厂区内绿化区、道路；化成车间内辅助用房、强电间及弱电间	流动人员	其他工作人员、公众
		东南侧	约 46m	化成车间内卫生间	流动人员	其他工作人员、公众
		南侧	约 4~41m	厂区内绿化区、道路及停车位；厂区外道路、施工场地内空地	流动人员	其他工作人员、公众
		西侧	约 5~50m	电芯车间内除尘间；厂区内道路、铺装区；厂区外道路、绿化区	流动人员	其他工作人员、公众
		西北侧	约 6m	电芯车间内设备维修间、模具间	偶尔有人	其他工作人员
			约 16m	电芯车间内检验区	约 20 人	其他工作人员
		北侧	约 1.9~3.3m	电芯车间内物流线、切叠一体区		
		东北侧	约 14~45m	电芯车间内烘烤车间、除湿机房（部分）、强电间等；化成车间内常温车间（部分）、楼梯间	流动人员	其他工作人员、公众
		上方	—	电芯车间内管道夹层	—	—
	下方	—	土层	—	—	
	二层投影	周围	紧邻	负极凹版	偶尔有人	其他工作人员
		东侧	约 14~	电芯车间内走廊、排烟井、	流动人员	其他工作

二层 CT 机 铅房			45m	电梯等；化成车间内排烟机房		人员、公众
		西侧	约 2~5m	电芯车间内过道、送风机房、除湿机房	流动人员	其他工作人员、公众
		北侧	4~15m	电芯车间内正极凹版、叠片区等	约 20 人	其他工作人员
		东北侧	约 18~47m	电芯车间内强电间、弱电间及除湿机房；化成车间内备用间、报警阀房及强电间等	流动人员	其他工作人员、公众
	一层 投影	周围	紧邻	模切车间	偶尔人员	其他工作人员
		东侧	约 1.2~32m	电芯车间内走廊、卫生间；厂区内绿化区、道路；化成车间内常温车间	流动人员	其他工作人员、公众
		东南侧	约 5~30m	电芯车间内报警阀间、除湿机房、强电间等	偶尔有人	其他工作人员
		南侧	约 5~38m	电芯车间内烘烤车间、包装区	偶尔有人	其他工作人员
		西南侧	约 8~26m	电芯车间内装配车间、切叠一体区、检验区等	约 20 人	其他工作人员
		西侧	约 15~45m	电芯车间内走廊、隔膜间拆包间；厂区内绿化区、道路、铺装区；厂区外道路	流动人员	其他工作人员、公众
		西北侧	约 21~44m	电芯车间内强电间、弱电间、除湿机房等	流动人员	其他工作人员、公众
		东北侧	约 5~47m	电芯车间内走廊、除尘间及真空泵间等；化成车间内化成+分选车间（部分）、客梯及楼梯等	流动人员	其他工作人员、公众
	二层	铅房（含进料口、出料口）周围	紧邻	辐射检测区	3 人	辐射设备操作人员
		东侧	约 1.2~4m	电芯车间内走廊、卫生间	流动人员	其他工作人员、公众
		东南侧	约 5~21m	电芯车间内真空泵房、排风机房及强电间等	流动人员	其他工作人员、公众
		南侧	约 5.5m	电芯车间内叠片区	约 20 人	其他工作人员
		西南侧	约 13~20m	电芯车间内更衣室、除湿机房	流动人员	其他工作人员、公众
		西侧	约 2~18m	电芯车间内物流线、模切区及走廊等	流动人员	其他工作人员、公众
西北侧		约 4~45m	电芯车间内叠片区、预留车间及除湿机房等	流动人员	其他工作人员、公众	
北侧		约 3~20m	电芯车间内包装区、电解质加注车间	流动人员	其他工作人员、公众	
	东北侧	约 4~49m	电芯车间内通道、变配电室 2 及走廊等；化成车间内辅助用房、弱电间及客梯	流动人员	其他工作人员、公众	

				间等		
		上方	—	电芯车间内管道夹层	—	—
		下方	—	电芯车间内管道夹层	—	—





## 7.2 评价标准

### 7.2.1 剂量限值

电离辐射防护与辐射源安全基本标准执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的剂限值，详见表 7-2。

表 7-2 个人剂量限值（GB18871-2002）

辐射工作人员	实践使公众中有关关键人群组的成员
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；任何一年中的有效剂量，50mSv	年有效剂量 1mSv；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 5mSv

### 7.2.2 剂量约束值

GB18871-2002 还规定了年剂量约束值，按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。

对辐射工作人员，本项目取 2mSv/a 作为剂量约束值；对公众，本项目取 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

### 7.2.3 剂量率控制水平

要求在满足上述年剂量约束值的同时，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T1033-2025）的要求：本项目各铅房、进料口及出料口屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

## 7.3 工业 X 射线探伤辐射安全与防护要求

### 7.3.1 工业 X 射线探伤分级管理要求

参照北京市地方标准（DB11/T1033-2025），本项目属于“X 射线固定式探伤”，属于五级管理，在满足 GBZ117-2022 的基础上，还应满足以下管理要求：

1) 屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及周围环境情况。在进行屏蔽设计时对公众的剂量约束值应不高于 0.1mSv/a，探伤室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

2) 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。典型固定式探伤场所的辐射场所可分为：

a) 控制区：探伤室和迷道；

b) 监督区：控制室以及与控制区毗邻的通风间、设备间等区域。

3) 应安装门-机联锁安全装置。联锁安全装置应具有以下功能：人员和探伤

工件出入口防护门开启时装置不能启动照射，在照射过程中安全门一旦开启装置自动停止照射，重新启动被中止的照射只能通过控制台进行；

4) 控制台应采用钥匙控制，并与探伤装置启动关联；

5) 在探伤室内墙面、迷道内等处应安装检查复位按钮。在紧急停机后，只有通过再次复位后才能重新启动探伤装置；

6) 控制台、探伤室内及出入口处安装紧急停机按钮或拉绳，并配有清晰的标识和说明，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。探伤室内安装的紧急停机按钮或拉绳，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；

7) 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。使用电动门的探伤室，人员走廊门内侧应设置紧急开门开关，并配有清晰的标识和说明；

8) 探伤室人员出入口门外和被检物体出入口门外醒目位置应安装电离辐射警告标志和工作状态指示灯。探伤作业开始前，应有声音警示，探伤过程中指示灯应醒目显示禁止入内的标识；

9) 同一探伤室内每次只能启动 1 台射线探伤装置进行探伤作业。如果多台设备共用一个场所，应采取电路控制等措施，确保只能同时使用 1 台探伤装置。

### 7.3.2 工业 X 射线探伤防护具体要求

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求：

参照 GBZ117-2022，本项目各探伤设备和辐射工作场所应满足下列要求：

1) X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-3 的要求。

表 7-3 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

2) 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。

- 3) 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。
- 4) 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  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。
- 5) 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 4)；
  - 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) 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。
- 7) 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。
- 8) 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作位应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。
- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 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。
- 12) 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

#### 7.4 非放射性控制值

本项目运行过程中，将会产生臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），其中氮氧化物以二氧化氮（NO<sub>2</sub>）为主，根据《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019），工作场所空气中 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub> 的浓度限值分别为 0.3mg/m<sup>3</sup>、5mg/m<sup>3</sup>。由《环境空气质量标准》（GB3095-2026），环境空气过渡阶段二级浓度限值中 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>2</sub> 的 1 小时平均浓度限值均为 0.2mg/m<sup>3</sup>。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 地理位置和场所位置

#### 8.1.1 地理位置

本项目位于北京市房山区窦店镇新城组团 FS00-0308 街区 0030 地块，地理位置见附图 1。

#### 8.1.2 场所位置

本项目 2 台工业 CT 分别设置于电芯车间内一层、二层，平面布置见图 1-3、图 1-4。

### 8.2 辐射环境现状监测

#### 8.2.1 监测依据、监测因子

为调查本项目所在区域及周围环境辐射水平现状，委托浙江建安检测研究院有限公司于 2026 年 5 月 18 日对项目所在位置及周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率现状进行了监测，监测依据和因子见表 8-1。

表 8-1 检测方法和因子

检测依据	检测因子
《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率
《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）	

#### 8.2.2 监测仪器性能和参数

本次监测所使用的仪器已通过浙江省质量科学研究院检定，并处于有效期内，检测仪器性能和参数如表 8-2 所示。

表 8-2 监测所使用的监测仪器及其性能参数

仪器名称	便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6510AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	Automess
仪器编号	05038417
能量范围	38KeV-7MeV
量 程	模拟量程：10nSv/h-100 $\mu$ Sv/h；数字量程：1nSv/h-99.9 $\mu$ Sv/h
检定单位	浙江省质量科学研究院
检定证书	NJYF-20250751506、NJYF-20250751504
检定有效期	2025 年 07 月 28 日~2026 年 07 月 27 日

### 8.3 质量保证措施

本项目的环境辐射现状监测，根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），做好如下的质量保证措施：

（1）测量人员经环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格，具备相应经验和判断能力。

（2）环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量仪器每年至少检定/校准 1 次，量值溯源至国家基准；两次校准间按月开展期间核查（含检验源校验）；每次测量前后检查仪器状态。

（3）仪器预热稳定后测量，待读数稳定以 10s 间隔读取 10 个值，计算平均值和标准偏差；选用相对固有误差 $\leq\pm 15\%$ 的仪器。

（4）环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量扩展不确定度一般 $\leq 20\%$ （ $k=2$ ），至少计入仪器读数和校准因子不确定度。

（5）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，同时满足标准要求。

（6）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。质量保证活动按要求做好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

#### 8.4 监测结果

本项目现状监测结果见表 8-3，现状监测布点见图 8-1、图 8-2，现状检测报告详见附件 8。

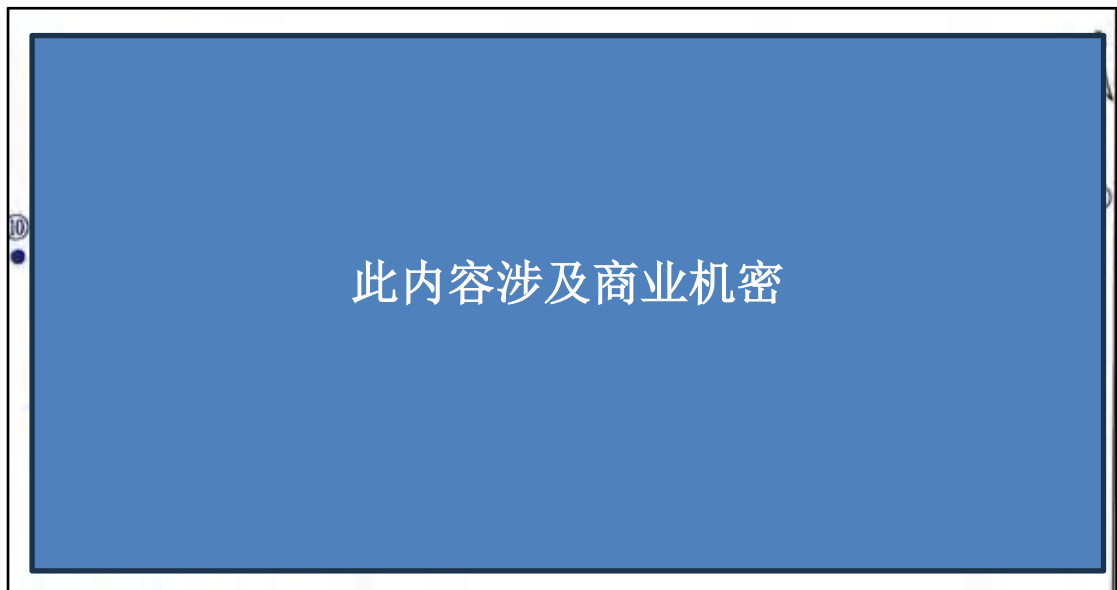


图 8-1 一层监测点位图

此内容涉及商业机密

图 8-2 二层监测点位示意图

表 8-3 拟建场所 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果一览表

监测点编号	监测位置	监测结果 (nGy/h)
1	一层拟建铅房中部	62±1
2	一层拟建铅房上料口东侧	62±1
3	一层拟建铅房下料口东侧	65±1
4	一层拟建铅房南侧	59±1
5	一层拟建铅房西侧	57±1
6	一层拟建铅房北侧	59±1
7	一层拟建铅房东侧走廊	75±1
8	电芯车间东侧	59±1
9	电芯车间南侧	64±1
10	电芯车间西侧	71±1
11	二层拟建铅房一层投影中部	63±1
12	二层拟建铅房中部	53±1
13	二层拟建铅房东侧	59±1
14	二层拟建铅房南侧	53±1
15	二层拟建铅房上料口西侧	52±1
16	二层拟建铅房下料口西侧	53±1
17	二层拟建铅房北侧	53±1

18	二层拟建铅房东侧走廊	62±1
19	二层拟建铅房西侧模切区	54±1
20	一层拟建铅房二层投影	51±1

注：监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

根据《中国环境天然放射性水平》（1995），北京市天然贯穿辐射水平为60-123nGy/h（室外，含宇宙射线）和69.8-182nGy/h（室内，含宇宙射线）。监测结果表明，本项目所在地本底水平为50nGy/h~76nGy/h（室内）、58nGy/h~72nGy/h（室外），属于正常本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工作原理

### 9.1.1 射线装置原理

射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-1 所示。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熔金属制成。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为靶所突然阻挡，从而产生 X 射线。

X 射线管中的电子束轰击阳极靶产生 X 射线，经准直器准直后，窄束 X 射线射向工件进行分层扫描，X 射线与探测器分别位于被检样品两侧的相对位置，检测时 X 射线束对被测样品的断面进行扫描，位于对侧相对位置的探测器接收透过断面的 X 射线，然后将这些 X 射线信息转变为电信号，再由模拟/数字转换器转换为数字信号输入计算机进行处理，最后由图像显示器用不同等级的灰度显示出来。

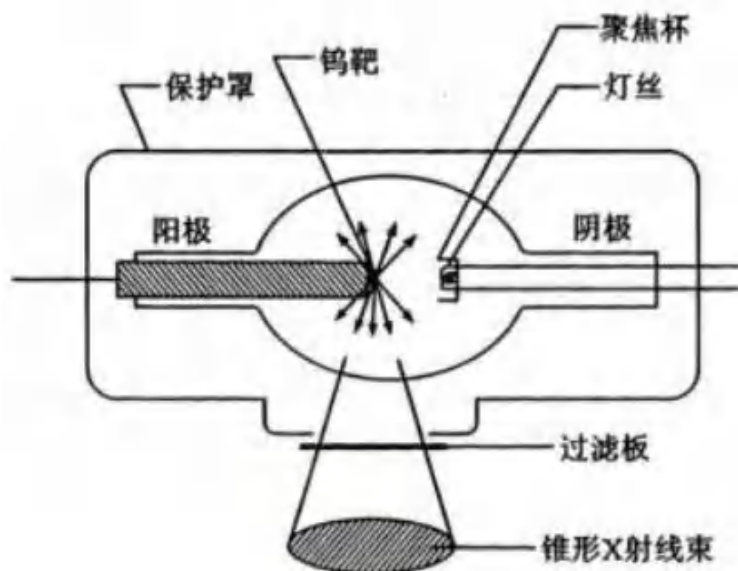


图 9-1 X 射线管示意图

### 9.1.2 工业 CT 原理

电子计算机断层摄影 (Computed Tomography, 简称 CT) 是近几十年来发展

迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部密度的微小变化。

X 射线检测系统一般由射线管、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作原理示意图如图 9-2 所示。射线管提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透工件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建。机械扫描系统实现 CT 扫描时工件的旋转或平移，以及载物台、工件、图像探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建得到工件的 3D 内部结构图。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。

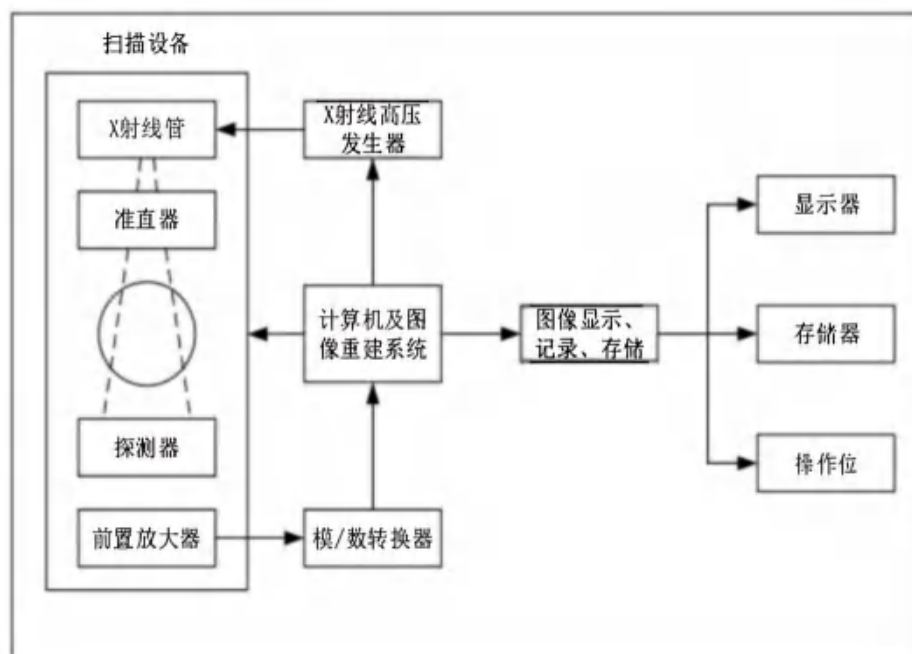


图 9-2 工业 CT 工作原理示意图

## 9.2 设备组成

本项目使用工业设备包括移载模组、检测环（包括 X 射线管和探测器）等。

检测方式：采用双源双系统透照方式，射线源和探测器旋转 360°，在垂直平面

内 360° 旋转照射电芯。进料口、出料口采用迷宫设计，检修门为手动双开式。  
工业 CT 设备主要构成示意图见图 9-3，设备参数详见前文表 1-3。

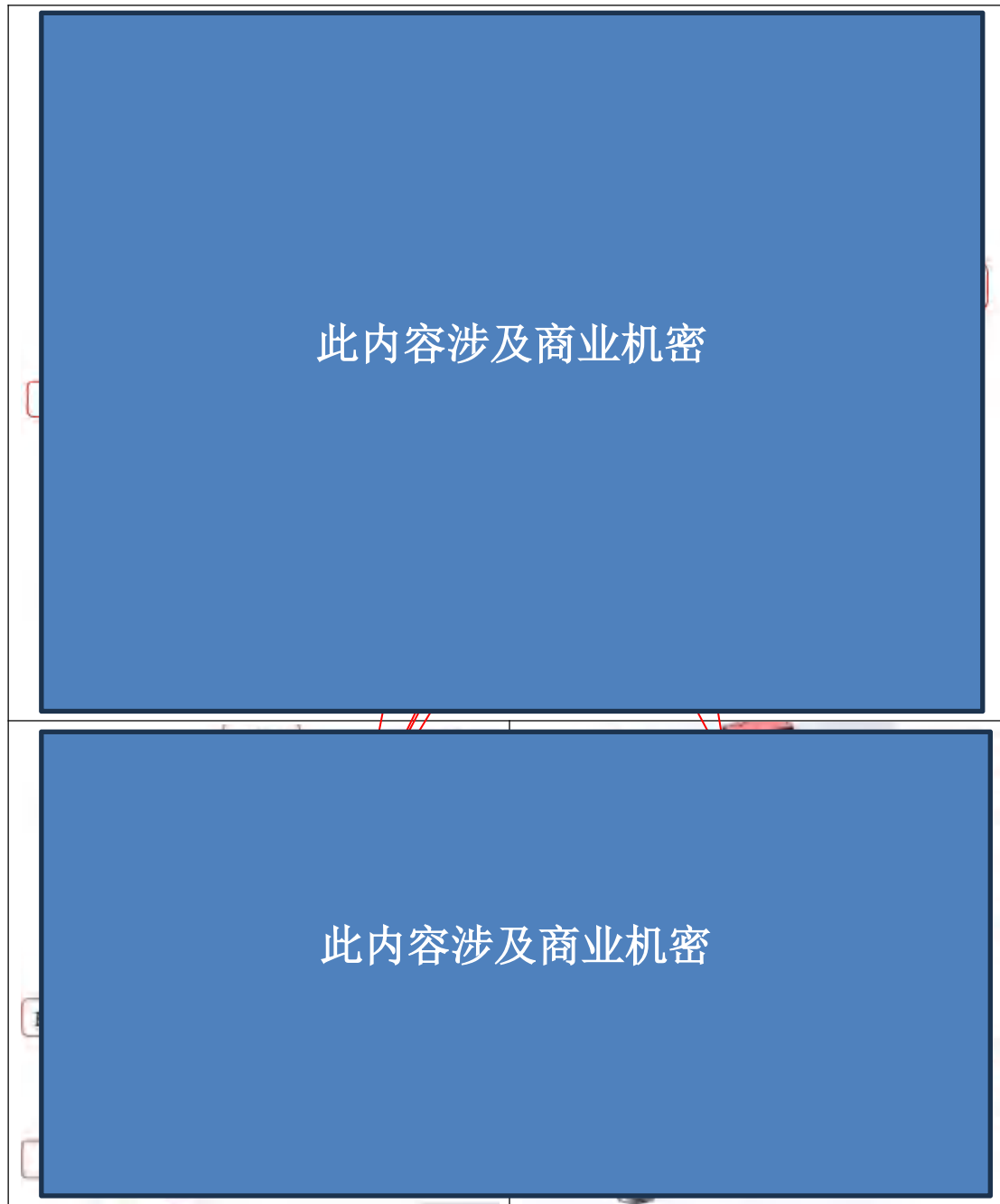


图 9-3 本项目工业 CT 主要构成示意图

### 9.3 工作方式

本项目一层工业CT东西向摆放（设备正面朝北），工件进料口、出料口位于设备左侧，二层工业CT东西向摆放（设备正面朝南），工件进料口、出料口位于设备左侧，现场自动上、下料。本项目2台工业CT均采用铅房作为射线屏蔽防护，通过移载模组分别将工件送入扫描区，内部核心为左右双射线源与探测器协同工作，双源距离2.5m，同时出束，射线源和探测器旋转360°，在垂直平面内

进行360°旋转照射电芯，上下前后全方位穿透工件并实时采集透射信号，经主机重建算法生成工件内部三维图像，从而实现对电芯内部缺陷的无损检测。

#### 9.4 工艺流程和产污环节

该工业CT的检测工艺流程如图9-4所示。

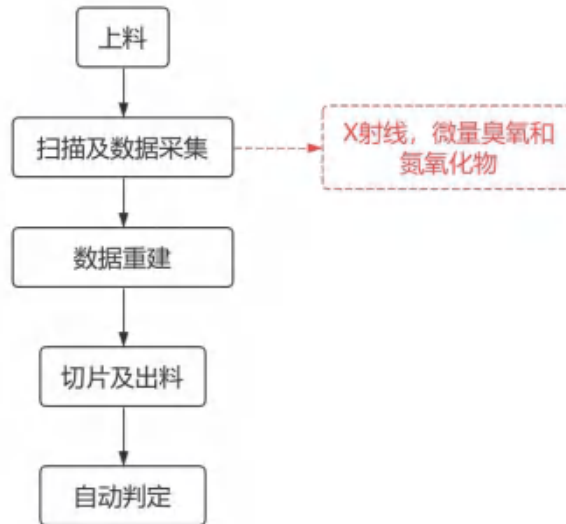


图 9-4 工业 CT 检测工艺流程和产污环节图

(1) 上料：通过主线来料运输线自动搬运至配对位进行配对，在设备二次定位处进行定位、堆叠和扫码后（该过程由其他定制设备完成，非本项目铅房内设施），通过上料机械手 Z 轴下降取料，夹爪夹取电芯，机械手 Z 轴上升，Y 轴横移，机械手 Z 轴下降放料至待检测区。为了提升检测效率，机械手上料（1 位~4 位）同时运行，机械手上料 1 位、2 位放料至检测环 1 位处检测平台，机械手上料 3 位、4 位放料至检测环 2 位处检测平台。

(2) 扫描及数据采集：检测环 1 位、2 位处同时出束检测，载物台和电芯都静止，射线源和探测器旋转 360°，在垂直平面内 360°旋转照射电芯，采集投影电芯第一个 OH 数据（电芯极片包覆量、对齐度等检测数据），射线源复位，电芯旋转第二个角到扫描位，射线源探测器旋转，采集第二个 OH 数据；同理，采集电芯第三个、第四个 OH 数据，扫描期间 X 射线持续出束，样品自动完成检测，无需人员干预。该过程产生 X 射线，产生微量臭氧和氮氧化物。

(3) 数据重建：每次扫描完成后电脑主机进行重建，主机自动将投影数据计算为三维体数据。

(4) 切片及出料：重建完成后软件在指定位置进行切片，软件切片的同时

机械手下料（1 位~4 位）将电芯从扫描位取出放到内部线体下料位，线体将电芯输送到出料位，自动上料机将电芯取出放回客户线体。

（5）自动判定：软件基于切片图像自动识别内部缺陷（如异物、褶皱），输出检测结果。

每次检测作业操作规程如下：

①权限锁定：设备电源钥匙及 X 射线出束钥匙由指定安全员保管，确保非授权人员无法启动设备。

②开机检查：作业前，操作员检查移栽模组、急停按钮及辐射报警器等安全联锁装置功能正常，确认设备状态良好。

③人员防护与准备：操作人员须通过辐射安全与操作考核，持证上岗。作业前，正确佩戴个人剂量计与剂量报警仪。根据被检测电芯的型号与工艺要求，在控制软件中预设相应的双射线源管电压、管电流、曝光时间及旋转扫描路径。

④上料与安全确认：启动“自动上料”程序，移栽模组从已完成配对、定位、堆叠和扫码后的电芯处取料，电芯通过迷宫结构和铅帘防护被精确放置于检测平台的专用治具中并锁紧。通过监控系统或声光警示确认铅房内无人且无遗留物，安全联锁指示灯显示正常。

⑤扫描执行与监控：设备按预设程序自动执行扫描，探测器同步采集投影数据。操作员在显示器全程监控设备运行状态、辐射剂量及系统报警提示，发现异常（如异响、剂量异常、机械卡顿）立即按下急停按钮。

⑥扫描结束与下料：扫描程序完成后，电芯通过迷宫结构和铅帘防护，移栽模组自动将电芯从检测平台取出，经输送线放回物流线。扫描数据自动传输至服务器进行三维重建与图像处理，该过程与下料动作并行。

⑦后续工作与记录：连续作业：重复步骤④-⑥，进行下一个电芯的检测。作业中一旦发生意外（如辐射泄漏、机械故障、火灾），立即启动应急预案：急停→撤离→上报→排查。

⑧结束整理：每日下班前，关闭设备总电源，归还钥匙，清理铅房外及工作区域，填写设备使用履历记录（包括检测电芯批次、数量、设备状态、异常情况及累计辐射剂量等）。

## 9.5 正常工况的污染途径

本项目CT机上下料全程自动完成，无人员参与。工件装载过程工作人员可能进行巡视，但不参与装载，不进入设备内部。本项目不设暗室，不使用胶片，根据扫描成像后图片判断产品质量是否合格。结合本项目的工作方式和工艺流程，设备运行中，不产生放射性废水、废气和固体废物，主要污染物是X射线的贯穿辐射、泄漏辐射和散射辐射，对工作人员、公众和周围环境有一定的辐射影响。

射线装置工作时发出的X射线会电离空气产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）。正常工况下，通过机械通风，有害气体O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>等的产生量很少，可以忽略不计。

#### **9.6 事故或事件工况下的污染途径**

（1）门-机安全联锁失效，在检修门未完全关闭的情况下射线装置开机出束，或者开机出束期间检修门意外开启，会对工作人员及周围公众造成额外照射；

（2）人员误入或滞留在铅房内，射线装置开机出束，人员可能受到超剂量照射。

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 建设方案**

建设方案包括：

(1) 根据电芯车间一层、二层叠片工序的需要，分别在电芯车间一层南部、电芯车间二层南部设置检测区，便于无损检测工作的开展；

(2) 本项目工业 CT 采用铅房的实体屏蔽措施。铅房由设备生产厂家进行定制加工，运输到车间内可直接安装使用；

(3) 本项目铅房设置警示标志、警示灯、门机联锁、急停按钮、监视系统、紧急开门按钮、排风系统等（具体见 10.2 拟采取的辐射安全与防护措施），防止人员受照意外照射；

(4) 本项目新增 1 名辐射安全管理人员。本次拟新增 2 台工业 CT，每台工业 CT 配备 3 名辐射设备操作人员，共新增 6 名辐射设备操作人员。所有新增人员均需通过辐射安全与防护考核后持证上岗。

**10.2 拟采取的辐射安全与防护措施**

**10.2.1 防护铅房、进料口及出料口**

本项目工业 CT 机采用铅房的实体屏蔽措施。铅房为组合式六面体结构。铅房屏蔽设计见表 10-1，铅房屏蔽设计及结构详见图 10-1。进料口、出料口两侧、底面均设置铅帘，铅帘采用 20mm 厚铅板，入口、出口处上段为 8mm 铅板+3mm 钢板，进料口、出料口屏蔽设计详见图 10-2。本项目检修门门体宽 1630mm、门洞宽 1450mm，门缝搭接 85mm（局部 95mm），门缝间隙 3mm，搭接宽度均大于间隙 10 倍以上，确保屏蔽无漏缝，铅房检修门门缝搭接屏蔽设计详见图 10-3。本项目铅房、进料口及出料口屏蔽效果良好，在额定工作条件下，外表面 30cm 处的周围剂量当量率应满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）中不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的要求。提供设备厂家内控管理目标为不大于 1 $\mu$ Sv/h。

**表10-1 本项目铅房屏蔽参数一览表**

设备指标	屏蔽体	屏蔽体材料及厚度	备注
150kV/0.5mA/75W	正面	8mm 铅板+3mm 钢板	铅房外部尺寸为： L6004mm×W3364mm ×H2971mm；铅房内 尺寸为： L5760mm×W3160mm ×H2144mm
	背面	8mm 铅板+3mm 钢板	
	左面	8mm 铅板+3mm 钢板	
	右面	8mm 铅板+3mm 钢板	
	顶面	8mm 铅板+3mm 钢板	
	底面	8mm 铅板+10mm 钢板	
	铅房线缆孔	8mm 铅板+3mm 钢板	

通风口防护罩	8mm 铅板+3mm 钢板	
检修门	8mm 铅板+3mm 钢板	



图 10-1 铅房屏蔽设计及结构示意图



图 10-2 进料口、出料口屏蔽设计及结构示意图

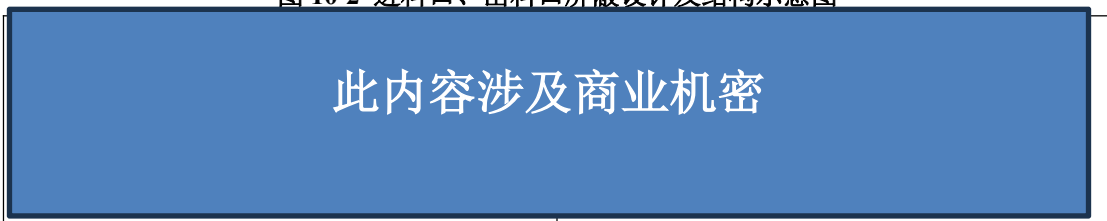


图 10-3 铅房检修门门缝搭接屏蔽设计及结构示意图

## 10.2.2 本项目工作场所的辐射安全与防护措施

(1) 本项目一层、二层工业 CT 均自配置专用铅房、检测区。检测区实行分区管理，将铅房内区域设为控制区，铅房以外的四周区域设为监督区，在监督区地面划黄线并设置围栏，预防无关人员在铅房（含进料口、出料口）周围长时间停留。本项目一层工业 CT 机外除东侧临物流线一侧外，其他检测区边界设置高约 2m 的金属网格围栏防护，北侧围栏长约 9.7m，南侧围栏长约 9.6m，西侧围栏长约 5.0m，北侧设一个进出口，二层工业 CT 机外东边界临墙体，西边界临物流线，南、北边界设置围栏高约 2m 的金属网格围栏防护，南侧、北侧围栏均长约 9.9m，北侧设一个进出口。在监督区进出口处的适当位置设立标明监督区的标牌、张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。本项目控制区和监督区划分见图 10-4、图 10-5。



图 10-4 本项目一层工业 CT 机检测区域平面布局及分区图

此内容涉及商业机密

图 10-5 本项目二层工业 CT 机检测区域平面布局及分区图

(2) 工业 CT 均配有屏蔽铅房，铅房外表面（含检修门）周围剂量当量率均不大于  $1\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 在各铅房正面上方设置明显的放射性标志和中文警示说明。

(4) 在各铅房正面、背面设置工作状态指示灯（每个铅房外 4 套），能够反映设备“准备中”和“照射中”的工作状态，同时兼声光报警装置的功能。将开关扭到“开始”位置，并激活出束按钮后，声光报警系统会响起，然后开始出束。

(5) 在各铅房内和铅房外设置有紧急停止按钮：每个铅房内部设 8 个，每个铅房外设 4 个。任何时候按下急停按钮，工业 CT 停止运动、射线源停止出束。检修门安装紧急开门把手，启动急停按钮后，检修门电磁锁断电，内部用门把手推门即可打开。急停按钮必须手动复位后，设备才能重新启动。重新启动被中止的照射只能通过操作位进行，且需确认铅房内无人后方可重启。

(6) 一层、二层铅房各设有 4 个检修门，均设置有门机联锁系统。检修门不关闭或闭合不严，设备无法出束。检修门设置进出门把手，检修门的开启和关闭需在操作位启动开门按钮和关门按钮。

(7) 铅房内设置排风系统，每个铅房排风量的换气次数 41 次/h。排风口设在顶部，采用迷宫设计，可有效预防射线泄漏。

(8) 本项目新增配备 4 台个人剂量报警仪。操作人员进行设备操作时，除

佩戴个人剂量计外，还应佩戴个人剂量报警仪。

(9) 每台设备配备 1 台固定式辐射监测仪，每个铅房外设置 1 个辐射监测探头，可实时监测铅房外辐射剂量率并具有报警功能。

(10) 在每个铅房内设置 4 个摄像头，用来观察系统的运行情况，同时观察铅房内是否有人员误留。

(11) 检修门内侧设有门把手，按下急停按钮可直接开启。

(12) 进料口与出料口防护措施：进料口与出料口均采用转角迷宫式设计，并与射线源方向相悖，以降低射线外溢。同时，通过内部铅帘和外围铅帘的防护，进一步缩小进出料口的尺寸，并改变外溢射线的运行轨迹，从而有效减少外溢射线的量并改变其方向。



图 10-6 本项目辐射安全与防护设施布置示意图（一）

此内容涉及商业机密

图 10-7 本项目辐射安全与防护设施布置示意图（二）

此内容涉及商业机密

图 10-8 本项目辐射安全与防护设施布置示意图（三）

此内容涉及商业机密

图 10-9 铅房线缆孔屏蔽措施（一）

此内容涉及商业机密

图 10-10 铅房线缆孔屏蔽措施（二）

此内容涉及商业机密

图 10-11 铅房通风口屏蔽措施

此内容涉及商业机密

图 10-12 进料口、出料口迷宫、铅帘屏蔽措施

表10-2 非医用Ⅱ类射线装置辐射安全与防护设施设计要求

序号	项目	检查内容	是否设置	备注
1*	A 场所设施 (固定式)	入口电离辐射警告标志	√	一层、二层围栏各自进出口处、铅房各自正面上张贴电离辐射警告标志

2*		入口处机器工作状态指示灯	√	一层、二层各自铅房正面、背面的左上角、右上角4个上方设有工作状态指示灯
3		隔室操作	√	一层、二层各自铅房的操作位均位于铅房外，辐射设备操作人员于铅房外的操作位进行操作
4*		迷道	√	一层、二层铅房屏蔽，进料、出料均采用迷道设计和铅帘防护
5*		防护门	/	一层、二层进料、出料口均采用迷道设计和铅防护，不设传统防护门
6*		控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	√	配有钥匙开关，专人管理
7*		门机联锁系统	√	一层、二层铅房各自4个铅检修门均设门机联锁系统，与设备出束高压联锁；进料口、出料口均采用“迷道+铅帘”屏蔽
8*		照相室内监控设施	√	一层、二层铅房内各自设有4个监视探头，确保无死角监视
9		通风设施	√	一层、二层铅房内各自设通风系统，排风口带有铅防护罩
10*		照射室内紧急停机按钮	√	一层、二层铅房内各自设有8个急停按钮
11*		控制台上紧急停机按钮	√	一层、二层铅房外各自有4个停止按钮
12*		出口处紧急开门按钮	√	一层、二层各自检修门内侧设有门把手，按下急停按钮可直接开启
13*		准备出束声光提示	√	一层、二层铅房外各自安装工作状态指示灯（兼声光报警装置）
19*	C 监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	√	共配备2台剂量率仪，一层、二层各1台
20*		个人剂量计	√	6名操作人员均配备
21*		个人剂量报警仪	√	配备4台个人剂量报警仪器，一层、二层各2台
22	D 应急物资	灭火器材	√	配备干粉灭火器

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/

**安全联锁系统：**本项目的工业CT均设有安全联锁系统，工业CT均设有电源开关和钥匙开关。安全联锁设计要求钥匙开关闭合、总开关开启和检修门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动。X射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X射线立即切断出束，复位后X射线不会自动出束。

**门机联锁装置：**本项目的射线装置检修门设有2个限位开关作为门机联锁装置，限位开关与检测系统联锁，若门没有关好，安全联锁不能就绪，高压电源无法接通，操作页面的出束按键锁定无法点击，禁止启动出束；只有在所有限位开关均闭合的情况下安全回路才会接通，允许启动出束。设备运行过程中，装载机或检修门任何一处可开启之处被外力开启时，会立即中断高压发生器的主供电，X射线立即停止出束。检修门打开时不能操作射线装置。进料口、出料口采用“迷道+铅帘”屏蔽，不设电气联锁，依靠结构屏蔽保证辐射安全。门机联锁逻辑见图10-13。

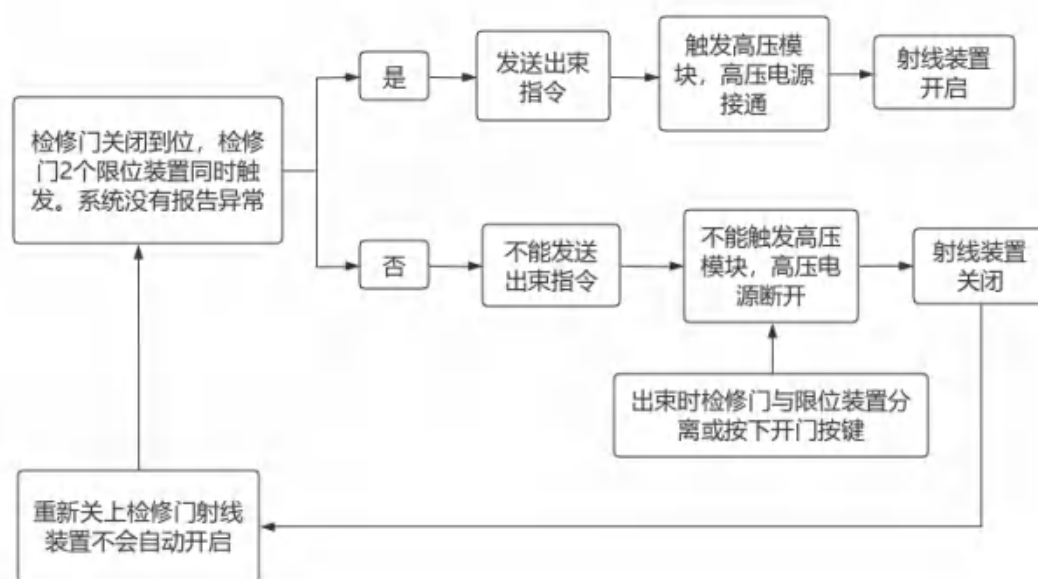


图10-13 门机联锁逻辑图

### 10.3 三废的治理

本项目运行中，不产生放射性“三废”。

本项目运行过程中，会产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目工业CT有通风系统保证换气，有害气体不会累积，对环境的影响是十分轻微的，可以忽略。

### 10.4 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的满足情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用放射性同位素和射线装置的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的对照评估如表 10-3 所示。

**表10-3 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表**

安全和防护管理办法要求	单位情况	符合情况
第五条 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。	对工作场所实行分区管理等。本项目一层、二层工业 CT 铅房外均安装工作状态指示灯（兼声光报警装置），张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。各自铅房外有 2 个钥匙开关和 4 个紧急停机按钮，铅房内有 4 个钥匙开关和 8 个紧急停机按钮，当触发急停按钮后，设备停止运行。检修门安装紧急开门把手、门机联锁装置（每台设备 4 套）。各自铅房内安装 4 个监控摄像头。在各自铅房外分别安装 1 个固定式剂量监测探头，可实时监测铅房外辐射剂量率并具有报警功能。	落实后符合
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。	公司将委托具有辐射水平监测资质单位每年对环境和场所周围的辐射水平进行一次监测。	落实后符合
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 日前向北京市生态环境局提交年度评估报告。	落实后符合
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。	本项目拟新增 6 名辐射设备操作人员和 1 名辐射安全管理人员，共 7 人，拟参加辐射安全与防护考核，考核通过后持证上岗。	落实后符合
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证发证机关。	为所有 6 名辐射设备操作人员配备个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度 1 次）。	落实后符合

**10.5 对《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况**

表 10-4 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

对使用放射性同位素和射线装置单位要求的对应评估情况。

**表10-4 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表**

放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	项目单位情况	符合情况
第十六条 第(一)项 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。	公司拟成立辐射安全管理小组,全面负责公司的辐射防护监督和管理的工作,小组下设专职人员具体处理各项事务。	落实后符合
第十六条 第(二)项 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。	公司制定了辐射工作人员培训考核计划。拟新增6名辐射设备操作人员和1名辐射安全管理人员,拟参加辐射安全与防护考核,考核通过后持证上岗。	落实后符合
第十六条 第(三)项 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。	不涉及该内容。	不涉及
第十六条 第(四)项 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的安全措施。	本项目一层、二层工业CT铅房外均安装工作状态指示灯(兼声光报警装置),张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。各自铅房外有2个钥匙开关和4个紧急停机按钮,铅房内有4个钥匙开关和8个紧急停机按钮。检修门安装紧急开门把手、门机联锁装置(每台设备4套)。进料口、出料口设置“迷道+铅帘”屏蔽。各自铅房内安装4个监控摄像头。在各自铅房外分别安装1个固定式剂量监测探头,可实时监测铅房外辐射剂量率并具有报警功能。	落实后符合
第十六条 第(五)项 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。	本项目拟新增2台固定式监测仪(一层、二层各1台)和4台个人剂量报警仪(一层、二层各2台)。在各自铅房外安装1个辐射监测探头,可实时监测铅房外辐射剂量率并具有报警功能,能够满足本项目的使用需求。	落实后符合
第十六条 第(六)项 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。	制定辐射防护规章制度,如辐射安全培训考核制度、设备操作规程、设备检修维护制度、辐射防护和安全保卫制度、台帐管理制度、辐射监测等制度。	落实后符合
第十六条 第(七)项 有完善的辐射事故应急措施。	制定含使用II类射线装置内容的辐射事故应急处理预案。	落实后符合
第十六条 第(八)项 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。	本项目无放射性“三废”产生。	符合

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设或安装过程的环境影响

#### 11.1.1 施工期环境影响分析

本项目施工期主要是安装工业 CT 机，施工期主要污染源为噪声、粉尘等。

由于本项目工程量小、安装时间较短且在厂区内部进行，对厂区及周围环境敏感点影响较小。因此不再对施工期环境影响进行详细分析。

#### 11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备的安装调试均由设备厂家的专业人员完成，建设单位不自行安装调试。工业 CT 安装到位后，设置安全防护设施，并在铅房外正面设置电离辐射警告标志。申请辐射安全许可证后开始试运行。

### 11.2 设备运行（使用）后对环境的影响

#### 11.2.1 设备工作方式

本项目一层工业 CT 东西向摆放（设备正面朝北），工件进料口、出料口位于设备左侧，二层工业 CT 东西向摆放（设备正面朝南），工件进料口、出料口位于设备左侧，现场自动上、下料。本项目 2 台工业 CT 采用铅房作为射线屏蔽防护，通过移载模组将工件送入扫描区，铅房内部核心为左右双射线源与探测器协同工作，射线源和探测器旋转 360°，在垂直平面内 360° 旋转照射电芯，上下前后全方位穿透工件并实时采集透射信号，经主机重建算法生成工件内部三维图像，从而实现对电芯内部缺陷的无损检测。双源系统同时出束，提高检测效率。

#### 11.2.2 工作负荷

此内容涉及商业机密

辐射安全管理；另为一、二层设备各配置 3 名操作人员，共 6 名。每台设备的操作人员实行 3 人轮班，负责在对应楼层铅房外的操作位进行相关操作，工作过程中不直接接触辐射源。各楼层操作位均设计有足够的屏蔽防护结构，可满足工作人员的辐射防护要求。

操作人员仅在设备运行期间于对应操作位值守，单台设备操作人员的年总

值守时间与工作制时间一致,为 6300 小时。每台设备的 3 名操作人员合理轮班,每人每日工作时间不超过 7 小时,按年工作 300 天计算,人均年值守时间不超过 2100 小时。

### 11.2.3 铅房、进料口及出料屏蔽

铅房、进料口及出料口的屏蔽设计方案详见前文 10.2.1 章节,对各关注点处的附加剂量进行估算时,涉及屏蔽物质厚度处,屏蔽物质厚度均取铅 8mm。

### 11.2.4 铅房(含进料口、出料口)周围附加剂量率水平理论估算

本项目拟购置的工业 CT,在铅房内配备 2 个射线源(均为 150kV/0.5mA),射线源距离 2.5m,运行期间同时出束,本次评价每台设备计算时考虑两个射线源同时出束的叠加影响。一层、二层工业 CT 设备完全相同,均东西向摆放,仅正面朝向不同。

本次评价参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014),就其运行过程中产生的主射束、漏射线和散射线对环境、工作人员及公众的影响进行分析。

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014),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

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

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,单位为毫安(mA),本项目设备均取 0.5mA;

$H_0$ —距靶点 1m 处 X 射线管输出量,本项目设备滤过条件为 0.5mm 铍,无法通过 GBZ/T250-2014 附录 B 中表 B.1 获取。根据设备厂界提供的数据,距离辐射源点 1m 处,最大管电流 0.5mA 下最大输出剂量率为 350.05  $\mu\text{Gy/s}$ ,参考《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T830-2024)中附录 G 表 G1,对于 0.15MeV 的光子,比释动能对应周围剂量当量的转换系数保守取 1Gy=1.49Sv,经单位换算后,在最大管电流 0.5mA 下,距离辐射源点 1m 处剂

量率约为  $1.88 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，即在该设备在最高管电压下的常用最大管电流 0.5mA 下，距离辐射源点 1m 处输出剂量率 ( $I \cdot H_0$ ) 的值为  $1.88 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ 。

$B$ —屏蔽透射因子，由 GBZ/T250-2014 附录 B.1 曲线查出，本项目无法参照 GBZ/T250-2014 附录 B.1 曲线查出，按公式 (11-2) 算出；

$R$ —靶点至关注点的距离，m。

### (2) 漏射线剂量率估算公式

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，漏射线所致剂量率可由式 (11-2) 和式 (11-3) 估算得到。

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

式中：

$X$ —屏蔽物质厚度，单位为 mm，本项目铅厚度 8mm；

$TVL$ —X 射线束在屏蔽材料中的什值层厚度，参照 GBZ/T250-2014 附录 B 中表 B.2、ICRP33，本项目均取 0.96mm。

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

式中：

$B$ —屏蔽透射因子；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ )，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的表 1，取  $2500 \mu\text{Sv/h}$ 。

### (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) 和式 (11-4) 计算得到。

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

式中：

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

$H_0$ —距靶点 1m 处 X 射线管输出量，根据上文， $I \cdot H_0$  的值为  $1.88 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流,单位为毫安(mA),本项目均取 0.5mA;

$B$ —屏蔽透射因子,对于本项目设备,150kV 的 X 射线 90° 散射辐射能量根据 GBZ/T250-2014 表 2 进行取值,对应的 TVL 值取 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2 中 150kV 对应值;

$F$ — $R_0$  处的辐射野面积,单位  $m^2$ ,根据各设备厂家提供的信息,本项目 2 台双源 X 射线的主束锥角均为  $43^\circ \times 43^\circ$ ,射线机靶点距离探伤工件的最短距离  $R_0$  取 0.12m,计算可得 R 处的辐射野面积为  $(2R_0 \tan 21.5^\circ)^2 \approx 0.009m^2$ ;

$\alpha$ —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,即  $\alpha_w \cdot 10000/400$ ,根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的附录 B 中表 B.3 取值,本项目  $\alpha_w$  取 150kV 对应数值,即  $\alpha_w=1.6E-3$ ,则散射因子  $\alpha=0.04$ ;

$R_0$ —靶点至探伤工件的距离,单位 m;

$R_s$ —散射体至关注点的距离,单位m。

本项目设备附加剂量率估算参数汇总情况见表 11-1。

表 11-1 本项目设备附加剂量率估算参数汇总表

设备型号	射线类型	有用束	漏射	散射
涉及商业机密	参数	$I \cdot H_0:1.88 \times 10^6 \mu Sv/h$ ; $TVL_{Pb}:0.96mm$	$\dot{H}_L:2500 \mu Sv/h$ ; $TVL_{Pb}:0.96mm$	$I \cdot H_0:1.88 \times 10^6 \mu Sv/h$ ; $F:0.009m^2$ ; $\alpha:0.04$ ; $R_0:0.12m$ ; $TVL_{Pb}:0.96mm$
	工况	工作期间最大管电压为 150kV,最大管电流为 0.5mA		
涉及商业机密	参数	$I \cdot H_0:1.88 \times 10^6 \mu Sv/h$ ; $TVL_{Pb}:0.96mm$	$\dot{H}_L:2500 \mu Sv/h$ ; $TVL_{Pb}:0.96mm$	$I \cdot H_0:1.88 \times 10^6 \mu Sv/h$ ; $F:0.009m^2$ ; $\alpha:0.04$ ; $R_0:0.12m$ ; $TVL_{Pb}:0.96mm$
	工况	工作期间最大管电压为 150kV,最大管电流为 0.5mA		

#### (4) 关注点的选取

本项目拟使用的工业 涉及商业机密 型,双源双系统透照方式,双源均为 150kV/0.5mA),设备铅房(不含进料口、出料口)的外部尺寸为:长 6.004m、宽 3.364m 和高 2.971m。进料口、出料口外部尺寸均为:长 0.945m、宽 0.5m 和高 0.43m。采用双源双系统透照方式,射线源和探测器旋转 360°,在垂直平面内 360° 旋转照射电芯,本次评价靶点至各关注点的距离均以最短距离进行计

算，本项目一层、二层铅房、进料口及出料口关注点剖面示意详见图 11-1，一层铅房、进料口及出料口关注点平面示意详见图 11-2，二层铅房、进料口及出料口关注点平面示意详见图 11-3，一层设备和工作场所周围关注点平面示意详见图 11-4，一层设备和工作场所周围关注点平面示意详见图 11-5。

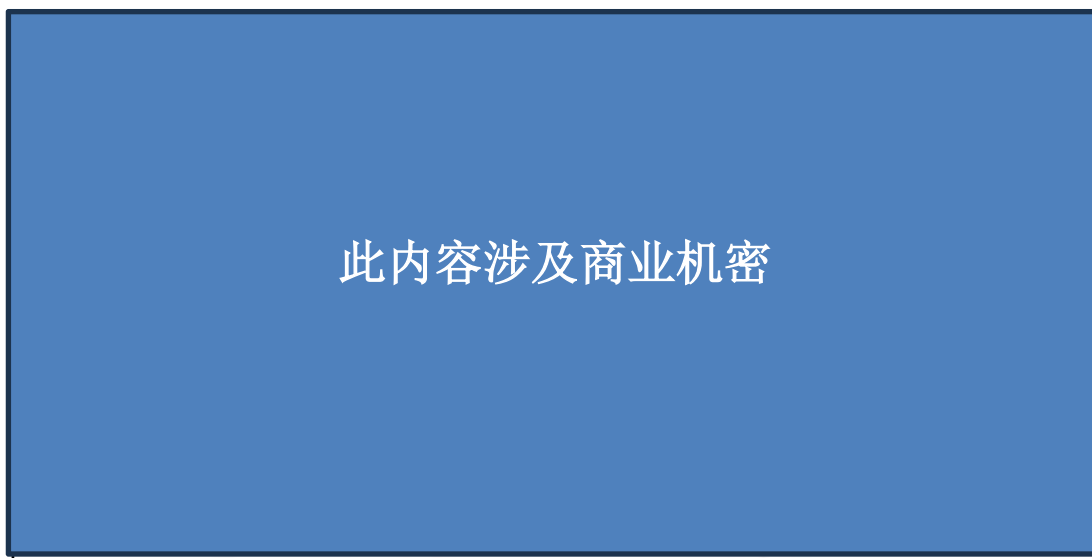


图 11-1 一层、二层铅房、进料口及出料口关注点示意图（剖面图，标注单位 mm）



图 11-2 一层铅房、进料口及出料口关注点示意图（平面图，标注单位 mm）

此内容涉及商业机密

图 11-3 二层铅房、进料口及出料口关注点示意图（平面图，标注单位 mm）

此内容涉及商业机密

图 11-4 一层设备和工作场所周围关注点示意图（平面图，标注单位 mm）

此内容涉及商业机密

图 11-5 二层设备和工作场所周围关注点示意图（平面图，标注单位 mm）

### 11.2.5 剂量率估算

#### 1、一层工业CT设备

本项目一层工业CT在工作期间最大工况条件下，检测装置周围关注点处辐射剂量率汇总分析见下表。

表 11-2 本项目一层工业 CT 设备铅房和工作场所周围各关注点附加剂量率估算结果

关注点位	描述位置	屏蔽厚度	射线种类	最近距离 R (m)	透射因子 B	附加剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	
①	1 号射线源底面	8mmPb	主束	1.59	4.64E-09	3.45E-03	6.90E-03
②	2 号射线源底面	8mmPb	主束	1.59	4.64E-09	3.45E-03	
③	1 号射线源顶面	8mmPb	主束	1.93	4.64E-09	2.34E-03	4.68E-03
④	2 号射线源顶面	8mmPb	主束	1.93	4.64E-09	2.34E-03	
⑤	1 号射线源左面	8mmPb	漏射线	1.98	4.64E-09	2.96E-06	6.27E-05
		8mmPb	散射线	1.98	4.64E-09	4.95E-05	
	2 号射线源左面	8mmPb	漏射线	4.48	4.64E-09	5.78E-07	
		8mmPb	散射线	4.48	4.64E-09	9.66E-06	
⑥	1 号射线源右面	8mmPb	漏射线	4.62	4.64E-09	5.44E-07	5.53E-05
		8mmPb	散射线	4.62	4.64E-09	9.09E-06	
	2 号射线源右面	8mmPb	漏射线	2.12	4.64E-09	2.58E-06	
		8mmPb	散射线	2.12	4.64E-09	4.31E-05	
⑦	1 号射线源正面 (含检修门)	8mmPb	主束	2.20	4.64E-09	1.80E-03	3.60E-03
⑧	2 号射线源正面 (含检修门)	8mmPb	主束	2.20	4.64E-09	1.80E-03	

⑨	1号射线源背面 (含检修门)	8mmPb	主束	2.20	4.64E-09	1.80E-03	3.60E-03
⑩	2号射线源背面 (含检修门)	8mmPb	主束	2.20	4.64E-09	1.80E-03	
⑪	操作位 1	8mmPb	主束	2.32	4.64E-09	1.62E-03	2.80E-03
		8mmPb	主束	2.72	4.64E-09	1.18E-03	
⑫	操作位 2	8mmPb	主束	2.32	4.64E-09	1.62E-03	2.80E-03
		8mmPb	主束	2.72	4.64E-09	1.18E-03	
⑬	操作位 3	8mmPb	主束	2.47	4.64E-09	1.43E-03	1.91E-03
		8mmPb	主束	4.27	4.64E-09	4.79E-04	
⑭	进料口 1 号射线 源正面	8mmPb	漏射线	2.64	4.64E-09	1.66E-06	3.90E-05
		8mmPb	散射线	2.64	4.64E-09	2.78E-05	
	进料口 2 号射线 源正面	8mmPb	漏射线	4.65	4.64E-09	5.37E-07	
		8mmPb	散射线	4.65	4.64E-09	8.97E-06	
⑮	进料口 1 号射线 源背面 (含检修 门)	8mmPb	漏射线	1.72	4.64E-09	3.92E-06	8.11E-05
		8mmPb	散射线	1.72	4.64E-09	6.55E-05	
	进料口 2 号射线 源背面 (含检修 门)	8mmPb	漏射线	4.20	4.64E-09	6.58E-07	
		8mmPb	散射线	4.20	4.64E-09	1.10E-05	
⑯	进料口 1 号射线 源左面	8mmPb	漏射线	3.00	4.64E-09	1.29E-06	2.97E-05
		8mmPb	散射线	3.00	4.64E-09	2.15E-05	
	进料口 2 号射线 源左面	8mmPb	漏射线	5.47	4.64E-09	3.88E-07	
		8mmPb	散射线	5.47	4.64E-09	6.48E-06	
⑰	出料口 1 号射线 源正面	8mmPb	漏射线	1.72	4.64E-09	3.92E-06	8.11E-05
		8mmPb	散射线	1.72	4.64E-09	6.55E-05	
	出料口 2 号射线 源正面	8mmPb	漏射线	4.20	4.64E-09	6.58E-07	
		8mmPb	散射线	4.20	4.64E-09	1.10E-05	
⑱	出料口 1 号射线 源背面 (含检修 门)	8mmPb	漏射线	2.64	4.64E-09	1.66E-06	3.90E-05
		8mmPb	散射线	2.64	4.64E-09	2.78E-05	
	出料口 2 号射线 源背面 (含检修 门)	8mmPb	漏射线	4.65	4.64E-09	5.37E-07	
		8mmPb	散射线	4.65	4.64E-09	8.97E-06	
⑲	出料口 1 号射线 源左面	8mmPb	漏射线	3.00	4.64E-09	1.29E-06	2.97E-05
		8mmPb	散射线	3.00	4.64E-09	2.15E-05	
	出料口 2 号射线 源左面	8mmPb	漏射线	5.47	4.64E-09	3.88E-07	
		8mmPb	散射线	5.47	4.64E-09	6.48E-06	
⑳	1号射线源东侧 走廊	8mmPb	漏射线	16.78	4.64E-09	4.12E-08	1.28E-06
		8mmPb	散射线	16.78	4.64E-09	6.89E-07	
	2号射线源东侧 走廊	8mmPb	漏射线	19.28	4.64E-09	3.12E-08	
		8mmPb	散射线	19.28	4.64E-09	5.22E-07	
㉑	1号射线源东侧	8mmPb	漏射线	27.23	4.64E-09	1.56E-08	5.10E-07

	电芯车间外	8mmPb	散射线	27.23	4.64E-09	2.62E-07	
	2号射线源东侧	8mmPb	漏射线	29.73	4.64E-09	1.31E-08	
	电芯车间外	8mmPb	散射线	29.73	4.64E-09	2.19E-07	
⑳	1号射线源南侧	8mmPb	主束	6.44	4.64E-09	2.10E-04	4.20E-04
	电芯车间外	8mmPb	主束	6.44	4.64E-09	2.10E-04	
㉑	1号射线源西侧	8mmPb	漏射线	17.37	4.64E-09	3.85E-08	1.61E-06
	电芯车间外	8mmPb	散射线	17.37	4.64E-09	6.43E-07	
	2号射线源西侧	8mmPb	漏射线	14.87	4.64E-09	5.25E-08	
	电芯车间外	8mmPb	散射线	14.87	4.64E-09	8.77E-07	
㉒	1号射线源北侧	8mmPb	主束	3.77	4.64E-09	6.14E-04	1.23E-03
	装叠一体区运输线	8mmPb	主束	3.77	4.64E-09	6.14E-04	
㉓	2号射线源北侧	8mmPb	主束	3.77	4.64E-09	6.14E-04	
	装叠一体区运输线	8mmPb	主束	3.77	4.64E-09	6.14E-04	

注：①~⑳关注点位置均位于铅房外30cm处。

由表11-2可知，本项目一层工业CT外表面30cm处的附加剂量率最高为6.90E-03μSv/h，估算结果满足不大于2.5μSv/h的剂量率控制要求。

## 2、二层工业CT设备

本项目一层、二层工业CT设备完全相同，均东西向摆放，仅正面朝向不同，一层工业CT正面朝向北侧，二层工业CT正面朝向南侧，一层、二层工业CT在工作期间最大工况相同，因此二层工业CT外表面30cm处的附加剂量率最高值与一层工业CT相同，均为6.90E-03μSv/h。另外估算了二层工业CT东侧走廊、西侧物流线处辐射剂量率，汇总分析见下表。

表11-3 本项目二层工业CT其他关注点附加剂量率估算结果

关注点位	描述位置	屏蔽厚度	射线种类	最近距离R(m)	透射因子B	附加剂量率(μSv/h)
㉔	1号射线源东侧走廊	8mmPb	漏射线	5.52	4.64E-09	3.81E-07
		8mmPb	散射线	5.52	4.64E-09	6.36E-06
	2号射线源东侧走廊	8mmPb	漏射线	3.02	4.64E-09	1.27E-06
		8mmPb	散射线	3.02	4.64E-09	2.13E-05
㉕	1号射线源西侧运输线	8mmPb	漏射线	4.60	4.64E-09	5.48E-07
		8mmPb	散射线	4.60	4.64E-09	9.16E-06
	2号射线源西侧运输线	8mmPb	漏射线	7.10	4.64E-09	2.30E-07
		8mmPb	散射线	7.10	4.64E-09	3.85E-06

根据表 11-2 的估算结果,本项目 2 台设备外表面 30cm 处的最高附加剂量率均为  $6.90E-03\mu\text{Sv/h}$ , 假设将各设备铅房外附加剂量率最高值直接相加, 则本项目 2 台设备同时开机运行时, 各设备铅房外和工作场所周围附加剂量率不会超过  $1.38E-02\mu\text{Sv/h}$ , 叠加结果仍满足不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率控制要求。

### 11.2.6 职业人员和公众附加剂量估算

#### (1) 估算公式

辐射工作人员和周围公众附加受照剂量通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的公式来估算。

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (11-5)$$

式中:

$H$ —附加年有效剂量,  $\mu\text{Sv/a}$ ;

$\dot{H}$ —参考点处剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$U$ —使用因子, 取 1;

$T$ —居留因子, 取值依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中附录 A;

$t$ —年出束时间, h/a。

#### (2) 职业人员附加剂量估算

根据建设单位提供的信息, 操作人员仅在设备运行期间于对应操作位值守, 单台设备操作人员的年总值守时间与每日设备总运行时间 (21 小时/天) 一致, 即 6300 小时/年, 其中包含出束时间 (6000 小时/年) 和开机、预热等必要时间 (300 小时/年), 本次评价每台设备出束时间按照 6000 小时/年考虑, 人均不超过 2000 小时, 附加剂量率以在 3 个操作位的最高值  $0.0067\mu\text{Sv/h}$  计。本项目各设备均配置操作位, 在设备开机出束期间, 辐射设备操作人员在操作位的居留因子均取 1 (全居留), 本项目辐射设备操作人员的年附加剂量估算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目辐射设备操作人员年附加剂量估算结果

设备编号	位置	居留因子	出束时间 (h/a)	附加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年附加剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
一层工业 CT 机	操作位 1、操作位 2、操作位 3	1	2000	7.51E-03	1.50E-02
二层工业 CT 机	操作位 1、操作位 2、操作位 3	1	2000	7.51E-03	1.50E-02

根据表 11-3 的估算结果可知，各设备单独运行时，每台设备的每名操作人员附加剂量最高为 1.50E-02mSv/a。

考虑 2 台设备同时运行的剂量叠加，保守将各设备辐射工作人员的最高附加剂量相加，叠加结果为 3.00E-02mSv/a，仍远低于满足本评价设定的职业人员 2mSv/a 的剂量约束值要求。本项目每台设备的 3 名操作人员固定，不存在单名人员操作多台设备的情况，一层工业 CT 机与二层工业 CT 机相距最近距离约 66m，该叠加结果未考虑距离平方成反比规律，预计本项目实际运行后，辐射工作人员的年有效剂量将远低于 2mSv/a。

### (3) 公众附加剂量估算

根据表 11-2、表 11-3 剂量率估算结果和公式 (11-5)，本项目公众成员年附加剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 本项目公众成员年附加剂量估算结果

公众停留区域	关注点编号	附加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年受照时间 (h/a)	居留因子	年附加剂量 ( $\text{mSv/a}$ )	
一层工业 CT 机	东侧走廊	⑳	1.28E-06	6000	1/2	3.84E-06
	东侧电芯车间外	㉑	5.10E-07	6000	1/8	3.83E-07
	南侧电芯车间外	㉒+㉓	4.20E-04	6000	1/8	3.15E-04
	西侧电芯车间外	㉔	1.61E-06	6000	1/8	1.21E-06
	北侧堆叠一体区运输线	㉕+㉖	1.23E-03	6000	1	7.38E-03
二层工业 CT 机	东侧走廊	㉗	2.93E-05	6000	1/2	8.79E-05
	西侧物流线	㉘	1.38E-05	6000	1	8.28E-05

根据表 11-5 的估算结果可知，在考虑了 2 台设备同时运行的剂量叠加后，

假设将各公众成员附加剂量直接相加，叠加值不超过  $7.87E-03mSv/a$ ，满足本评价设定的公众  $0.1mSv/a$  的剂量约束值要求。考虑到辐射剂量率与距离的平方成反比的规律以及厂房周围建筑的屏蔽作用，预计本项目辐射工作场所周围 50m 评价范围内公众的附加剂量将远低于  $0.1mSv/a$ 。

### 11.2.6 有害气体分析

由《工作场所中有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）可知，工作场所空气中  $O_3$  的最高容许浓度为  $0.3mg/m^3$ ； $NO_2$  的时间加权平均容许浓度为  $5mg/m^3$ 。由《环境空气质量标准》（GB3095-2026）可知，环境空气中  $O_3$  和  $NO_2$  的过渡阶段二级 1 小时平均浓度限值均为  $0.2mg/m^3$ 。

依据《辐射所致臭氧的估算与分析》（王时进，中华放射医学与防护杂志 1994 年 4 月第 14 卷 2 期）中给出的公式，估算辐射所致臭氧的产额和浓度。

#### ①有用线束的 $O_3$ 产额

$$P = 2.43 \dot{D}_0 (1 - \cos \theta) RG \quad (11-6)$$

式中：

$P$ — $O_3$  的产额，mg/h；

$\dot{D}_0$  —距射线束 1m 处的输出量，单位  $Gy \cdot m^2/min$ ，根据设备厂家提供数据，距离辐射源点 1 m 处，一个射线源在 0.5 mA 下输出剂量率为  $350.05\mu Gy/s$ ，本项目双源同时运行，总电流 1 mA，总输出剂量率为  $700.10 \mu Gy/s$ ，则实际输出量计算如下：

$$700.10\mu Gy/s \times 1m^2 \times 60 \times 10^{-6} = 0.042 Gy \cdot m^2/min;$$

$\theta$ —射线束的半张角，本项目取  $+21.5^\circ/-21.5^\circ$ ；

$R$ —射线束中心轴上源点至屏蔽物（墙）的距离，单位 m，本项目取最大值约 4.72m（1 号射线束中心轴上源点至设备右面的最大距离）。

$G$ —空气吸收 100eV 辐射能量产生的  $O_3$  分子数，本次估算中取 10。

#### ②泄漏辐射的 $O_3$ 产额

将泄漏辐射看成为  $4\pi$  方向均匀分布的点源（包括有用束区限定的空间区），并考虑铅房墙壁的散射线使室内的  $O_3$  产额增加 10%， $O_3$  的产额  $P(mg/h)$  为：

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \dot{D}_0 GF^{1/3} \quad (11-7)$$

$V$ —铅房体积，本项目约 39m<sup>3</sup>。

根据公式 11-6 得出有用线束  $P=0.36\text{mg/h}$ ，根据公式 11-7 得出泄漏辐射的  $P=0.005\text{mg/h}$ 。二项合计， $P_{\text{总}}=0.365\text{mg/h}$ 。

### ③臭氧浓度

本项目 X 射线装置产生的 O<sub>3</sub> 扩散到设备屏蔽体内，一部分因时间原因自然分解，另一部分由设备自由机械通风系统排到设备外，而后经由房间内通风系统排到室外。

空气中臭氧的平均浓度计算公式如下：

$$Q_{(t)} = P \cdot T (1 - e^{-t/T}) / V \quad (11-8)$$

式中：

$Q_{(t)}$ —空气中  $t$  时刻臭氧的平均浓度，mg/m<sup>3</sup>；

$T$ —有效清除时间，h。 $T=t_v \cdot t_d / (t_v+t_d)$ ，其中， $t_v$  表示换气一次所需的时间，本项目  $t_v=0.024\text{h/次}$ ； $t_d$  表示臭氧的有效分解时间 0.83h，则有效清除时间  $T=0.023\text{h}$ ；

$V$ —X 光检测间的体积，单位 m<sup>3</sup>，本项目约 39m<sup>3</sup>。

当射线照射时间很长时， $t \gg T$ ，臭氧浓度达到饱和，则公式 11-8 可简化如下：

$$Q_{(t)} = P \cdot T / V \quad (11-9)$$

各辐射设备运行时室内臭氧浓度计算结果详见表 11-9。

**表 11-9 本项目使用的各射线装置运行时室内臭氧浓度计算结果**

设备位置	P(mg/h)	T(h)	V (设备体积, m <sup>3</sup> )	Q <sub>(t)</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
一层工业 CT 机	3.65E-01	0.023	39	2.15E-04
二层工业 CT 机	3.65E-01	0.023	39	2.15E-04

本项目各设备同时运行时，室内臭氧浓度叠加最高值为 4.30E-04mg/m<sup>3</sup>，本项目产生的室内臭氧浓度低于《工作场所中有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019GBZ2.1-2019）中 O<sub>3</sub> 的最高容许浓度为 0.3mg/m<sup>3</sup> 的限值要求。且 X 射线检测区室内臭氧通过排风系统排出后，经过大气的稀释和扩散作用，其浓度进一步降低，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中过渡阶段二级浓度限值中 O<sub>3</sub> 的 1 小时平均浓度限值 0.2mg/m<sup>3</sup> 的限值要求。

### (3) 氮氧化物

在多种氮氧化物（NO<sub>x</sub>）中，以 NO<sub>2</sub> 为主，其产额约为 O<sub>3</sub> 的一半。工作场所中 NO<sub>x</sub> 的浓度限值（GBZ2.1-2019，浓度限值为 5mg/m<sup>3</sup>）为 O<sub>3</sub> 的浓度限值（GBZ2.1-2019，浓度限值为 0.3mg/m<sup>3</sup>）约 16.7 倍，环境空气中 NO<sub>2</sub> 浓度限值（《环境空气质量标准》（GB3095-2026），过渡阶段二级 1h 平均浓度为 0.2mg/m<sup>3</sup>）与 O<sub>3</sub> 的浓度限值（《环境空气质量标准》（GB3095-2026），过渡阶段二级 1h 平均浓度为 0.2mg/m<sup>3</sup>）相同。因而，NO<sub>x</sub> 的产生和排放对周围大气环境的影响很小。

X 射线装置在开机并处于出束状态时，X 射线与空气作用产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，但很快被空气对流、扩散作用稀释，对大气环境影响较小。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 事故（件）分析

#### （一）可能发生的事故

本项目各射线装置在运行过程中可能发生的事故包括：

- ①门-机安全联锁失效，在检修门未完全关闭的情况下射线装置开机出束，或者开机出束期间检修门意外开启，会对工作人员及周围公众造成额外照射；
- ②人员误入或滞留在铅房内，射线装置开机出束，人员可能受到超剂量照射。

#### （二）事故剂量分析

本项目可能发生的最严重的放射性事故是人员误入或误留铅房内而受到大剂量照射事故。

事故情景假设：①一个射线源在 0.5 mA 下，距离辐射源点 1m 处最大输出剂量率约为  $1.88 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，本项目设备双源同时运行，总电流 1 mA，②工作人员站在距离工件待检处约 1m、距靶点约 1m 位置，受照时间保守取 20s，据此估算误入人员的一次最大受照剂量。

该误入人员的受照剂量主要为机头的有用线束辐射，依照前面估算模式，计算得出人员误入可能的受照剂量为：

$$1.88 \times 10^6 \mu\text{Sv/h} \times 2 \text{ (双源)} \times \frac{20}{3600} \text{h} \times 10^{-3} = 20.89 \text{mSv}$$

由估算结果可知，该事故剂量已超过职业人员年剂量限值（2mSv），该事故剂量可能会对受照人员健康造成大剂量受照事故。

为避免上述事故，本项目各设备均设有门-机安全联锁装置，门机联锁装置的可靠性较高，但不能排除其发生故障的可能性。因此，辐射工作人员每次开展工作前，须检查各设备的安全联锁系统和辐射防护安全措施是否正常，并按要求携带个人剂量报警仪。同时，应加强工作场所分区管理措施，严格禁止无关人员进入本项目射线检测区。此外，设备经过多年使用后，铅房的铅板和铅闸可能出现沉降、错位等情况，可能导致铅房或铅闸外的辐射水平升高，因此，须制定并严格落实辐射监测方案，定期开展工作场所辐射环境监测和自行监测工作。

### 11.3.2 事件（故）应急处置及防范措施

（1）若发生辐射事故，应立即采取以下应急处置措施：

- ①立刻切断设备总电源，强制实行停机；
- ②立即向辐射安全管理员和部门负责人汇报，并控制现场，防止无关人员进入；
- ③立即启动本单位的辐射事故应急预案，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健康部门报告；
- ④若怀疑人员可能受到较大剂量照射，应及时送往医院进行救治；
- ⑤配合生态环境主管部门和卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

（2）建设单位应当采取以下措施预防辐射事故的发生：

- ①辐射工作人员须通过辐射安全与防护考核后方可上岗从事辐射工作；制定严格的射线装置使用管理规定和操作规程，杜绝违规操作；加强辐射工作人员的辐射安全知识和设备操作培训，提升工作人员的辐射安全意识和操作水平；
- ②辐射工作人员在每日工作开始前，须对工作场所警示标识、工作状态指示灯（兼声光报警装置）、急停按钮、紧急开门按钮、视频监控系统、固定式剂量报警仪等安全与防护措施进行日常检查。发现问题应立即停止辐射工作并向公司辐射防护负责人汇报，在问题未解决前禁止继续辐射工作；
- ③定期检查各项辐射安全与防护设施/措施的运行情况和射线装置的各项功能，并做好检查、维护和整改记录，发现问题应及时联系厂家进行维修。当射线装置安全联锁系统出现问题时，应停止使用，防止意外发生；
- ④制定并严格落实设备检修维护管理制度。射线装置的日常检查由设备使用单位负责，使用单位仅负责检查射线装置的功能和各项辐射安全防护措施是否正

常，禁止使用单位私自对射线装置进行拆卸和维修，射线装置使用期间禁止旁路任何安全联锁系统。各射线装置的维护维修工作由设备厂家指派专业人员负责，在射线装置维护维修期间，须设立维修警示标牌，并指定专人巡逻，保证射线装置维护维修期间的辐射安全；

⑤制定并落实辐射工作场所监测方案，利用辐射监测仪器开展辐射环境自行监测，监测记录存档。如发现工作场所周围辐射剂量率出现异常，应立即停止使用，并及时查找问题，联系厂家进行维修；

⑥建立并健全各项辐射安全管理规章制度，并定期检查规章制度的落实情况，发现问题及时纠正；制定《辐射事故应急预案》，一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，怀疑人员可能受到大剂量照射的，应及时送至医院进行医学处理。

**表 12 辐射安全管理**

### **12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

北京卫蓝已在北京市房山区普安路 91 号院 8 号门（非本项目建设地点）设立了辐射安全与环境保护管理小组，管理小组组长由法人担任，全面负责射线装置的辐射防护监督和管理的工作。北京卫蓝拟在本项目建设地点配备 1 名专职辐射安全管理人员，负责具体开展辐射安全管理的日常工作。辐射安全与环境保护管理小组全面负责辐射安全管理工作，监督检查各项辐射安全规章制度的执行情况，组员负责各项辐射安全规章制度的贯彻落实。

由于建设单位各部门管理人员目前在本项目所在厂区内尚未正式确定，上述安排为目前预计安排。建设单位承诺，在本项目建设完成、新申请辐射安全许可证前，将召开专项会议，确定辐射安全与环境保护管理小组的人员的最终安排，并以公司红头文件的形式下发各职能部门。

### **12.2 辐射安全管理规章制度**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位拟制定各项辐射安全管理制度、操作规程和辐射事故应急预案，具体包括：《辐射安全与环境保护管理小组和岗位职责》、《辐射防护和安全保卫管理制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《监测仪器使用和校验管理制度》、《辐射监测方案》、《射线装置操作规程》和《辐射事故应急预案》等各项辐射安全管理规章制度，各项规章制度应具有可操作性，并严格贯彻落实。

### **12.3 辐射工作人员培训**

本项目拟新增配备 6 名辐射设备操作人员和 1 名辐射安全管理专职人员，上述人员上岗前均须参加辐射安全与防护考核。其中，6 名辐射设备操作人员的考核类别为“X 射线探伤”，1 名辐射安全专职管理人员的考核类别为“辐射安全管理”。所有辐射工作人员须通过辐射安全与防护考核后方可上岗开展工作。

### **12.4 辐射监测**

#### **(1) 个人剂量监测**

建设单位拟制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》，为所有辐射工作人员配备个人剂量计，并按每个季度 1 次的频度委托有资质的机构开展个人剂量监测工作。建设单

位拟根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射工作人员职业健康管理》（原卫生部令第 55 号）的要求建立辐射工作人员个人剂量档案，若发现人员个人剂量监测结果异常（单季度有效剂量超出 0.5mSv，或显著高于其他辐射工作人员），应当立即核实和调查，将有关情况进行文字记录并妥善存档。

## （2）工作场所辐射水平监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部令第 18 号）、《北京市辐射工作场所辐射环境自行检测办法（试行）》的要求，拟对所有射线装置工作场所开展环境辐射水平年度监测，采用委托监测和自行监测两种方式，监测数据记录存档。

本项目辐射工作场所监测要求如下：

- 监测项目：X- $\gamma$  剂量率；
- 监测设备：X- $\gamma$  剂量率仪；
- 监测频次：不少于 1 次/年；
- 监测点位：

（1）通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

（2）铅房检修门门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；

（3）铅房墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

（4）人员可能到达的铅房房顶外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个监测点；

（5）人员经常活动的位置。

- 监测工况：X 射线机应在实际使用的最大管电压、最大管电流下运行；
- 剂量率控制要求：各设备外表面 30cm 处周围剂量当量率应小于 2.5  $\mu$  Sv/h；
- 监测结果存档：监测结果应连同监测工况、监测人员、监测时间等一同记录，并由公司质量安全部负责统一建档保存。

本项目工作场所监测点位图见图 12-1、图 12-2，数据记录样表见表 12-1。



图 12-1 本项目一层工业 CT 机工作场所辐射监测布点图



图 12-2 本项目二层工业 CT 机设备自行监测布点图

表 12-1 本项目监测数据记样表（以一层工业 CT 机为例）

设备名称	一层工业 CT 机		监测仪器	监测工况
记录人			监测日期	
点位序号	监测点位描述		X-γ剂量率(μSv/h)	
1	正面	距离地面 1m, 左侧外 30cm 处		

2	左侧 检修 门	距离地面 1m, 中部外 30cm 处		
3		距离地面 1m, 右侧外 30cm 处		
4		上面门缝隙外 30cm 处		
5		下面门缝隙外 30cm 处		
6		距离地面 1m, 左侧门缝隙外 30cm 处		
7		距离地面 1m, 右侧门缝隙外 30cm 处		
8		距离地面 1m, 中间门缝隙外 30cm 处		
9		正面 右侧 检修 门	距离地面 1m, 左侧外 30cm 处	
10	距离地面 1m, 中部外 30cm 处			
11	距离地面 1m, 右侧外 30cm 处			
12	上面门缝隙外 30cm 处			
13	下面门缝隙外 30cm 处			
14	距离地面 1m, 左侧门缝隙外 30cm 处			
15	距离地面 1m, 右侧门缝隙外 30cm 处			
16	距离地面 1m, 中间门缝隙外 30cm 处			
17	背面 左侧 检修 门	距离地面 1m, 左侧外 30cm 处		
18		距离地面 1m, 中部外 30cm 处		
19		距离地面 1m, 右侧外 30cm 处		
20		上面门缝隙外 30cm 处		
21		下面门缝隙外 30cm 处		
22		距离地面 1m, 左侧门缝隙外 30cm 处		
23		距离地面 1m, 右侧门缝隙外 30cm 处		
24		距离地面 1m, 中间门缝隙外 30cm 处		
25	背面 右侧 检修 门	距离地面 1m, 左侧外 30cm 处		
26		距离地面 1m, 中部外 30cm 处		
27		距离地面 1m, 右侧外 30cm 处		
28		上面门缝隙外 30cm 处		
29		下面门缝隙外 30cm 处		
30		距离地面 1m, 左侧门缝隙外 30cm 处		
31		距离地面 1m, 右侧门缝隙外 30cm 处		
32		距离地面 1m, 中间门缝隙外 30cm 处		
33	进料 口	铅帘帘片与左侧外壳接缝处外 30cm 处		
34		铅帘帘片与右侧外壳接缝处外 30cm 处		
35		铅帘帘片左侧外 30cm 处		
36		铅帘帘片中部外 30cm 处		
37		铅帘帘片右侧外 30cm 处		
38	出料 口	铅帘帘片与左侧外壳接缝处外 30cm 处		
39		铅帘帘片与右侧外壳接缝处外 30cm 处		
40		铅帘帘片左侧外 30cm 处		

41		铅帘帘片中部外 30cm 处		
42		铅帘帘片右侧外 30cm 处		
43-45	铅房正面	距离地面 1m, 铅房外两个检修门中间 30cm 处, 设置三个监测点位		
46-48	铅房背面	距离地面 1m, 铅房外两个检修门中间 30cm 处, 设置三个监测点位		
49-51	铅房左面	距离地面 1m, 铅房外 30cm 处, 三个监测点位		
52-54	铅房右面	距离地面 1m, 铅房外 30cm 处三个监测点位		
55-59	铅房房顶	铅房外 30cm 处, 主束到达范围设置 5 个监测点		
60	人员	操作位 1 人员站位		
61	操作	操作位 2 人员站位		
62	位	操作位 3 人员站位		

### (3) 辐射监测设备

本项目每台设备配备 1 台固定式剂量报警仪, 新增配备 4 台个人剂量报警仪 (每台设备各配 2 台, 每台设备三人轮班, 不同期工作), 新增 6 支个人剂量计 (每名操作人员各配 1 个), 新增 2 台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪, 辐射监测仪器的配备能够满足本项目自行监测的要求。

### 12.5 辐射事故应急

针对可能造成人员超剂量照射事故 (件) 及其他辐射环境突发事件 (件) 的意外情况, 建设单位拟成立辐射应急响应管理机构, 拟制定《辐射事故应急预案》。一旦发生辐射事故, 应立即启动辐射应急预案, 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》, 向当地生态环境主管部门报告, 造成或可能造成人员超剂量照射的, 还将向当地卫生健康部门报告。建设单位计划每年至少开展 1 次辐射事故应急演练和应急培训。

### 12.6 项目环保验收内容建议

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)、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023) 及《北京市环境保护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规定》(京环办〔2018〕24 号), 自本项目竣工之日起 3 个月内, 建设单位应开展竣工环境保护自主验收工作, 编制竣工环境保护验收监测报告, 并向社会公开相关信息, 接受社会监督。本项目竣工环保验收内容见表 12-2。

**表 12-2 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》（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，同时各射线装置表面30cm处辐射剂量率不大于2.5μSv/h。
电离辐射标志和中文警示	在各工业CT铅房外表面设置放射性警告标识和中文警示说明，铅房外设置工作状态指示灯（兼声光报警装置）。
布局 and 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。各铅房屏蔽体、检修门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。
辐射安全设施	本项目射线检测区工作场所实行分区管理，并设置分区管理标识，各射线装置设有安全联锁、急停按钮、工作警示灯和电离辐射警告标志等。
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各工业CT进行辐射监测和开展自行监测，监测记录存档；新增2台辐射剂量巡测仪、4台个人剂量报警仪和6支个人剂量计。辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。
规章制度	应成立辐射安全与环境保护管理小组，建立并健全各项辐射安全管理制度，包括《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《监测仪器使用和校验管理制度》、《辐射监测方案》和《射线装置操作规程》等。各项辐射安全管理制度应得到有效贯彻落实。
人员培训	本项目新增的6名辐射设备操作人员和1名辐射安全管理人员均须通过辐射安全与防护考核，持证上岗。
应急预案	针对人员误入受到大剂量照射，以及导致环境污染后果等情景，建立有应急预案，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

### 13.1 结论

#### 1.项目概况

本项目地址位于北京市房山区窦店镇新城组团 FS00-0308 街区 0030 地块，在电芯车间内一层、二层分别新建 1 处检测区，两处检测区内各设置 1 台工业 CT，型号为 涉及商业机密 工业 CT 设置铅房，采用双源双系统透照方式，双源均为 150kV/0.5mA，属 II 类射线装置，用于北京卫蓝电芯无损检测。

#### 2.实践的正当性

北京卫蓝在电芯车间内一层、二层均设置叠片工序，本项目拟分别在一层、二层各新增 1 台工业 CT，满足电芯无损检测需求，可实现电芯内部缺陷的精准识别，误判率下降至 0.1%，推动企业产品质量管控技术升级，可大幅提升电芯产品的一致性，提高产品安全性能，有效降低因电芯质量缺陷导致的生产安全事故风险，助力新能源行业绿色低碳转型与高质量发展，保护用户的生命安全，具有重要的社会效益。同时提高产品性能，保证出货质量，有效剔除不良电芯，降低客户投诉，提高电芯品牌竞争力，具有重要的经济效益，通过该设备所获利益远大于其可能产生的辐射危害。因此，本项目建设符合核技术应用实践正当性的原则要求。

#### 3.辐射环境影响评价

估算结果表明：本项目运行时，预计 2 台设备外表面 30cm 处的最高附加剂量率直接相加后叠加结果仍满足不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率控制要求，工业 CT 机屏蔽设计满足该设备运行时所需要的防护要求，预计辐射设备操作人员的年受照剂量低于相应剂量约束值（ $2\text{mSv/a}$ ），公众受到的附加辐射剂量低于剂量约束限值  $0.1\text{mSv/a}$ 。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。

本项目运行过程中，不产生放射性废水、废气和固体废物；工业 CT 出束时铅房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的有害气体浓度限值低于相关标准要求，排放后对环境的影响十分轻微。

公司拟配备辐射监测仪器和防护用品，具备从事辐射工作的人员、场地和经费条件，制定有较完善的《辐射安全管理规章制度》，定期组织辐射工作人员培训，所有辐射工作人员均通过辐射安全与防护考核。

本项目辐射安全防护设施和拟制定的辐射安全管理制度，符合生态环境部及北

京市有关规定，项目建成后，辐射防护技术能力能够满足有关法律法规的要求。

综上所述，北京卫蓝新能源科技股份有限公司新增使用 2 台 II 类射线装置项目，用于北京卫蓝电芯无损检测。项目的辐射安全管理和环境保护措施可行。项目运行对环境和公众的影响是安全可以接受的，故该建设项目是可行的。

### **13.2 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，预防辐射事故的发生，建设单位应重视辐射安全管理工作，落实各项辐射安全与防护设施，并做好日常监测工作，建设单位承诺：

（1）加强各工业 CT 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；加强设备安全联锁系统的检查维护，确保各项防护设施正常使用；

（2）在项目建设和运行过程中，严格遵守操作规程，不弄虚作假，不违规操作；

（3）严格按照辐射监测方案定期对辐射工作场所进行监测，并将监测记录保存留档；

（4）加强辐射工作人员管理，所有辐射工作人员和辐射安全管理人员须通过辐射安全与防护考核，持证上岗；

（5）及时办理辐射安全许可证重新申请手续，严格落实建设项目环境保护“三同时”制度。在项目建设完成后及时开展项目竣工环境保护验收。在后续运行过程中接受生态环境主管部门的监督检查。

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:

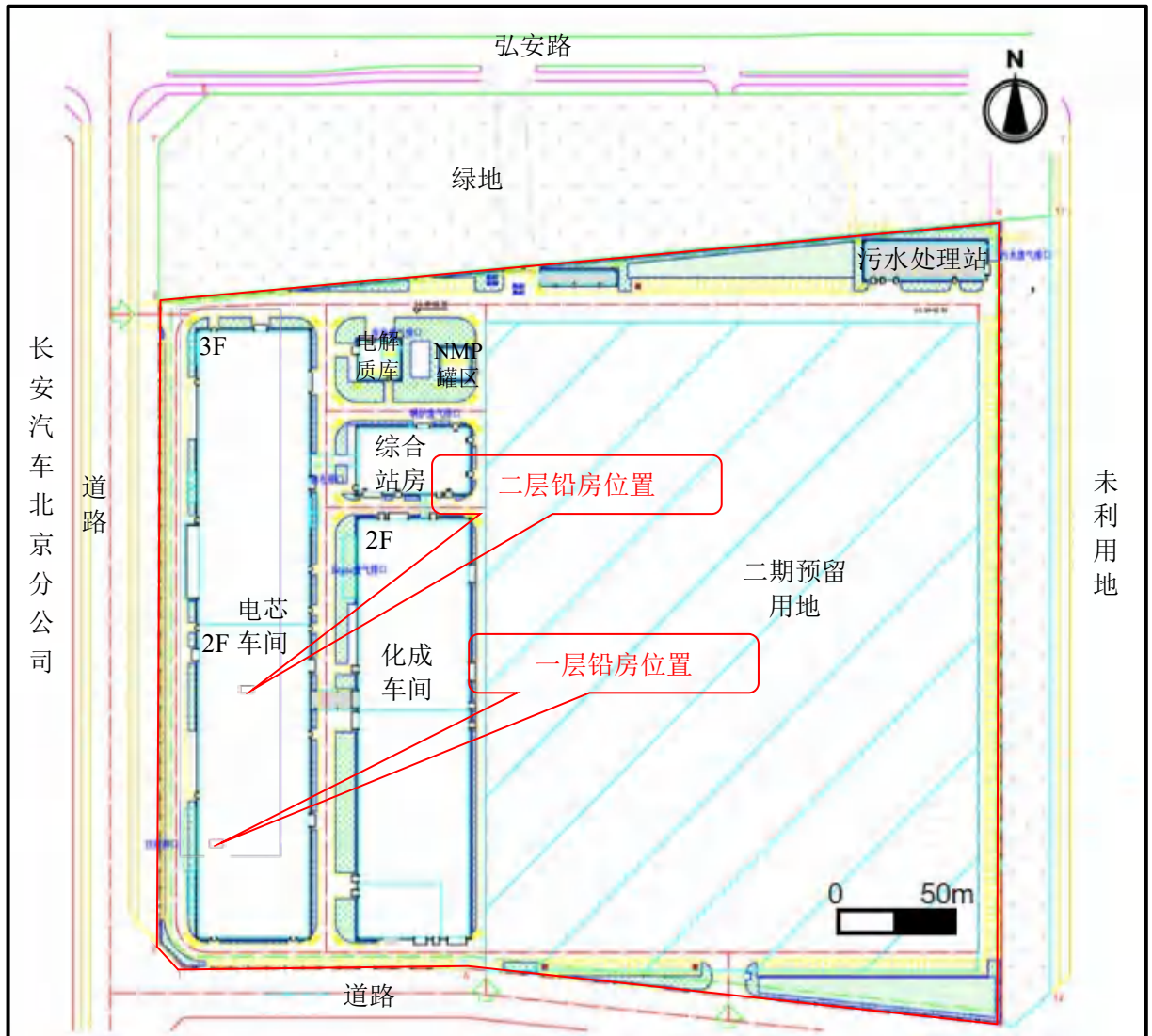
公 章

经办人

年 月 日



附图 1 本项目地理位置图



附图 2 北京卫蓝高性能固态锂离子电池量产一期建设项目厂区平面布置图