# 核技术利用建设项目

# 江苏耀宁新能源有限公司新增1台工业CT机项目

# 环境影响报告表

建设单位（盖章）：江苏耀宁新能源有限公司

编制日期：2023年11月

中华人民共和国生态环境部制

核技术利用建设项目

# 江苏耀宁新能源有限公司新增1台工业CT机项目

# 环境影响报告表

**建设单位名称：**江苏耀宁新能源有限公司

**建设单位法人代表（签字或签章）：**_____

**通讯地址：**江苏省盐城市建湖县上冈产业园园区大道66号

**邮政编码：**224731　　**联系人：**

**电子信箱：**/　　**联系电话：**

## 表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">江苏耀宁新能源有限公司新增 1 台工业 CT 机项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">江苏耀宁新能源有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>郑鑫</td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">盐城市建湖县上冈产业园园区大道 66 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">江苏省盐城市建湖县上冈产业园园区大道 66 号江苏耀宁新能源有限公司 1#生产车间</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">建湖县行政审批局</td><td>批准文号</td><td colspan="3">建行审备[2022]131 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>650</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>42</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>6.5%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">■新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积（$m^2$）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I 类□II 类□III 类□IV 类□V 类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□I 类（医疗使用）□II 类□III 类□IV 类□V 类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□II 类□III 类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II 类□III 类</td></tr>
<tr><td>■使用</td><td colspan="5">■II类 □III类</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

**1 项目概述：**

**1.1 建设单位基本情况**

江苏耀宁新能源有限公司成立于 2021 年 7 月 6 日，注册地址为盐城市建湖县上冈产业园园区大道 66 号，是一家以从事电力、热力生产和供应业为主的企业，经营范围包括新兴能源技术研发、电池制造、新能源原动设备制造等。

江苏耀宁新能源有限公司年产 12GWh 锂离子电池及系统总成项目一期，生产方形铝壳刀片电池和纽扣式锂电池，项目已取得建湖县行政审批局备案文件（备案证号：建行审备[2022]131 号），备案证见附件 5，也已取得《关于江苏耀宁新能源有限公司年产 12GWh 锂离子电池及系统总成项目一期环境影响报告表的审批意见》（盐环建表复[2023]1 号），环评批复见附件 6。

**1.2 项目规模及任务由来**

为保证“年产 12GWh 锂离子电池及系统总成项目一期”产品质量，江苏耀宁新能源有限公司拟在 1#生产车间内中部区域新建一台工业 CT 机（型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3，最大管电压 225kV，最大管电流 3mA，最大管功率 500W，射线锥束角 30 度），用于对新能源电池进行内部扫描检测。投入使用后，预计设备周曝光时间 30h，每年工作 50 周，年曝光时间约为 1500h。本项目射线装置基本情况见下表 1-1。

**表 1-1 本项目 X 射线检测装置使用情况一览表**

| 序号 | 射线装置名称、型号 | 数量 | 最高管电压（kV） | 最大管电流（mA） | 射线装置类别 | 工用场所名称 | 活动种类 | 环评情况 | 辐射安全许可情况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CT METROTOM 1500 225kV G3 | 1 | 225 | 3 | II | 1#车间 CT 间 | 使用 | 本次环评 | 未许可 | / |

根据《射线装置分类》（原环境保护部公告 2017 年第 66 号），本项目使用的工业 CT 机属于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，类别为II类射线装置，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射”的“172 核技术利用建设项目”中“使用II类射线装置的”项目，应编制环境影响报告表。

受江苏耀宁新能源有限公司公司委托，中通服咨询设计研究院有限公司承担该项目的环境影响评价工作（委托书见附件 1），通过资料调研、现场监测和评价分析，编制该项

目环境影响报告表。

**2 项目周边环境概况及项目选址情况**

本项目位于江苏省盐城市建湖县上冈产业园园区大道 66 号江苏耀宁新能源有限公司厂区内，CT 间位于厂区 1#车间中部，1#车间北侧为纬四路（规划中），东侧为园区大道，西侧自北向南依次是 2#生产车间（暂为备用车间）、PACK 车间、成品库、安全测试车间、固废库、电解液库、能源中心、罐区、原材料库、综合楼，南侧为纬五路（规划中）。项目地理位置示意图见附图 1，周边环境概况图见附图 2。

本项目 CT 间位于 1#车间中部，CT 间南侧依次为质量焊接拉力房、卷心返修间、内拆包间、装配段实验间，北侧依次为车间过道、注液间，东侧为装配生产区，西侧为拉爆金相房、酒精溶剂存放间、监控调度中心、厂区过道、成品库；CT 间在车间一楼，楼上楼下均无建筑，厂区平面布置图见附图 3。

**3 产业政策相符性评价**

本项目使用工业 CT 机对公司生产的电池进行质量检测，对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号）的相关条款，本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类。对照《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》（苏政办发[2013]9 号）的相关规定，本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类，为允许建设类产业。故本项目的建设符合国家、地方现行产业政策。

**4“三线一单”相符性分析**

（1）生态保护红线

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《省政府关于印发省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知的通知》（苏政发[2018]74 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发[2020]1 号）和《盐城市人民政府办公室关于印发盐城市生态红线区域保护规划的通知》（盐政办发[2014]121 号），本项目拟建址评价范围内不涉及生态保护红线和生态空间管控区域。根据《关于印发盐城市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（盐环发[2020]200 号），本项目拟建址评价范围内属于一般管控单元，本项目与盐城市生态空间管控区域位置关系图见附图 4。

（2）环境质量底线

拟建项目建成后，主要污染因子为 X 射线，无放射性废气、废水、固废产生。通过采

取必要的防护措施后，对周围环境造成的电离辐射污染能够达标，根据现状监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降。

（3）资源利用上线

本项目主要消耗资源为电能，依托市政供电设施，新增消耗量较小，项目能耗已在区域规划中统筹考虑，不会超过资源利用上线。

（4）生态环境准入清单

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号）和《江苏省工业和信息产业结构调整限制淘汰目录和能耗限额》（苏政办发[2015]118 号）相关条款，本项目不属于限制类和淘汰类项目，符合当前国家和江苏的产业政策，因此符合生态环境准入清单要求。

综上所述，本项目建设满足生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，符合生态环境准入清单要求，因此符合“三线一单”环保要求。

**5 原有核技术利用项目履行环保手续情况**

江苏耀宁新能源有限公司 2023 年 5 月 16 日，填报了 8 台 III 类射线装置、6 枚 V 类放射源的建设项目环境影响登记表（附件 8），相关核技术情况见表 1-2，已经申领了盐城市生态环境局颁发的辐射安全许可证书，证书编号为苏环辐证[J2314]（见附件 9），有效期至 2028 年 11 月 2 日，许可种类和范围为使用Ⅴ类放射源；使用 III 类射线装置。

**表 1-2 江苏耀宁新能源有限公司现有核技术利用情况一览表**

**射线装置**

| 序号 | 射线装置名称、型号 | 数量 | 射线装置类别 | 工用场所名称 | 活动种类 | 环评情况 | 辐射安全许可情况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | X 射线面密度在线检测仪 | 6 | III | 正极涂布车间 | 使用 | 已办理环境影响登记表 | 已许可 | / |
| 2 | X 射线检测仪（X-ray） | 2 | III | 装配车间 | 使用 | 已办理环境影响登记表 | 已许可 | / |

**放射源**

| 序号 | 核素名称 | 总活度（Bq）/活度（Bq）×枚数 | 类别 | 使用场所 | 用途 | 环评情况 | 辐射安全许可情况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kr-85 | $1.11\times10^{6}\times6$ | V 类 | 负极涂布车间 | 测量密度 | 已办理环境影响登记表 | 已许可 | / |

**6 实践正当性评价**

本项目的建设将满足企业的生产需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对周边环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

## 表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度（Bq）/<br>活度（Bq）×枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与<br>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<br>操作量（Bq） | 日等效最大<br>操作量（Bq） | 年最大用量<br>（Bq） | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与<br>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》（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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | |

（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 机 | II | 1 台 | CT METROTOM 1500 225kV G3 | 220 | 3 | 使用 | CT 间（1#车间） | 定向（朝向东侧） |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

（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（μA） | 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 | 年总排放量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 臭氧、氮氧化物 | 气态 | / | / | 少量 | 少量 | / | 无暂存 | 由车间内的新风系统排入外环境，臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |

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$^3$，年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m$^3$)和活度 Bq。

## 表 6 评价依据

| | |
|---|---|
| **法规文件** | （1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），国家主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起实施；<br>（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正），国家主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日起施行；<br>（3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起实施；<br>（4）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；<br>（5）《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 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；<br>（6）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年修正），中华人民共和国生态环境部令第 16 号令，2021 年 1 月 1 日起施行；<br>（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，2017 年 12 月 5 日起实施；<br>（8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；<br>（9）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行；<br>（10）《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》环发〔2006〕145 号，国家环保总局，2006 年 9 月 26 日起施行；<br>（11）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；<br>（12）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行；<br>（13）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修改），江苏省人大常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日施行； |

| | |
|---|---|
| | （14）《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布；<br>（15）《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 10 月 25 日发布；<br>（16）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，江苏省生态环境厅办公室，2021 年 5 月 31 日印发；<br>（17）《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日发布；<br>（18）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日发布；<br>（19）《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日发布；<br>（20）关于印发《盐城市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》的通知，盐环发〔2020〕200 号，2020 年 12 月 24 日；<br>（21）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改），国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行；<br>（22）《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）（2013 年修正）》，苏经信产业〔2013〕183 号，2013 年 3 月 15 日印发；<br>（23）《省政府办公厅关于印发江苏省辐射事故应急预案的通知》，苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日。 |
| **技术标准** | （1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；<br>（2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；<br>（3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；<br>（4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；<br>（5）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；<br>（6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； |

| | |
|---|---|
| | （7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；<br>（8）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）。 |
| **其他** | **附图：**<br>附图 1 本项目地理位置图<br>附图 2 本项目周边环境概况图<br>附图 3 厂区平面布置图<br>附图 4 本项目与盐城市环境管控单元位置关系图<br>**附件：**<br>附件 1 环评委托书<br>附件 2 射线装置使用承诺书<br>附件 3 本项目辐射环境现状监测报告<br>附件 4 本项目工业 CT 机防护安全信息<br>附件 5 本项目备案文件<br>附件 6《关于江苏耀宁新能源有限公司年产 12GWh 锂离子电池及系统总成项目一期环境影响报告表的审批意见》（盐环建表复[2023]1 号）<br>附件 7 CMA 证书及能力附表<br>附件 8 现有核技术利用项目建设项目环境影响登记表<br>附件 9 现有核技术利用项目辐射安全许可证 |

# 表 7 保护目标与评价标准

**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）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”相关规定，本项目评价范围确定为拟配置的 CT 机周围 50m 区域。

**保护目标**

根据《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）和《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号），本项目评价范围不涉及生态空间管控区和国家级生态保护红线区；根据《盐城市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（盐环发〔2020〕200 号），本项目评价范围不涉及环境管控单元中的优先保护单元。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目拟配置的 CT 机周围 50m 评价范围内为江苏耀宁新能源有限公司内部车间、厂区通道，无居民住宅、学校等长期居留的环境敏感目标。

因此，本项目的环境保护目标主要为：从事工业 CT 机操作的辐射工作人员、CT 机周围评价范围内的公众，详见表 7-1。

**表 7-1 项目环境保护目标一览表**

| 序号 | 保护目标名称 | 方位及周围情况 | | 距离 | 规模 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 辐射工作人员 | 四周 | CT 机四周（CT 间室内） | 紧邻 | 4 人 |
| 2 | 公众 | 东侧 | 车间过道、生产线 | 1m~50m | 20-30 人 |
| 3 | | 南侧 | 质量焊接拉力房、卷心返修间、质量检测点、装配段刀模房 | 2m~50m | 20-30 人 |
| 4 | | 北侧 | 车间通道、一次注液间等车间 | 1m~50m | 20-30 人 |
| 5 | | 西侧 | 拉爆金相房、酒精溶剂存放间、MES 监控调度中心、厂区通道、成品库 | 1m~50m | 30-40 人 |

评价标准

**1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

**表 7-2　工作人员职业照射和公众照射剂量限值**

| 对象 | 剂量限值 |
|---|---|
| 职业照射剂量限值 | 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：<br>①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；<br>②任何一年中的有效剂量，50mSv。 |
| 公众照射剂量限值 | 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：<br>①年有效剂量，1mSv；<br>②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。 |

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

**2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）**

本标准规定了 X 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

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

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a）探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b）对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100μSv/h。

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

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

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

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

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

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区

域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

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

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

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c）X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

f）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用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。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，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。

**3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）**

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时,通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽,当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

**4、剂量约束值**

（1）综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等评价标准，本项目职业人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年有效剂量值的 1/4，公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的 10%，即：职业人员年剂量约束值不大于 5mSv/a；公众活动区域相关人员年剂量约束值不大于 0.1mSv/a。

（2）人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100μSv/周，对公众不大于 5μSv/周。

（3）关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。

**5、参考资料**

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

**表 7-3　江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果（单位：nGy/h）**

| 项目 | 原野剂量率 | 道路剂量率 | 室内剂量率 |
|---|---|---|---|
| 测值范围 | 33.1～72.6 | 18.1～102.3 | 50.7～129.4 |
| 均值 | 50.4 | 47.1 | 89.2 |
| 标准差（s） | 7.0 | 12.3 | 14.0 |

**注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。**

**[2]现状评价时，参考“均值±3s”数值：原野为（50.4±21.0）nGy/h；道路为（47.1±36.9）nGy/h；室内为（89.2±42.0）nGy/h。**

## 表 8 环境质量和辐射现状

**1 项目地理位置、布局及周边环境**

本项目建设地址位于江苏省盐城市建湖县上冈产业园园区大道 66 号，地理位置图见附图 1。本项目新增的工业 CT 机位于 1#生产车间内中部，1#车间北侧为纬四路（规划中），东侧为园区大道，西侧自北向南依次是 2#生产车间（暂为备用车间）、PACK 车间、成品库、安全测试车间、固废库、电解液库、能源中心、罐区、原材料库、综合楼，南侧为纬五路（规划中），公司厂区平面布置图见附图 3，项目周边概况图见附图 2。

本项目新增的工业 CT 位于 CT 间内，其东侧为过道，南侧为质量焊接拉力房，西侧为拉爆金相房和酒精溶剂存放间，北侧为过道，CT 间楼上为设备层，楼下为土层。本次新增一台工业 CT 机检测装置周围 50m 范围涉及公司内车间、厂区通道，无学校、居民区等环境敏感目标，本项目工业 CT 拟建站址周围环境现状见图 8-1。

拟建站址（CT 间）

拟建站址东侧（过道）

拟建站址南侧（质量焊接拉力房）

拟建站址西侧（拉爆金相房）

| | |
|---|---|
| | |
| 拟建站址西侧（酒精溶剂存放间） | 拟建站址北侧（过道） |

**图 8-1 本项目工业 CT 机拟建站址及所在厂区周围环境现状照片**

**2 项目拟建址周围环境现状监测**

中通服咨询设计研究院有限公司委托江苏兴光环境检测咨询有限公司（监测单位）于 2023 年 9 月 6 日对江苏耀宁新能源有限公司新增 1 台工业 CT 项目拟建站址周边环境进行辐射环境质量现状监测，监测报告详见附件 3。

**（1）评价对象**

项目周边环境辐射环境现状水平。

**（2）监测因子**

环境 γ 辐射剂量率。

**（3）监测点位布置**

在工业 CT 机拟建址四周布置监测点位，共计 10 个监测点位。具体点位见图 8-2。

**（4）监测方法及数据处理**

按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，读数间隔 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

**（5）质量保证措施**

①委托的检测机构已通过 CMA 计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，CMA 证书及能力附表见附件 7。

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制。

③监测仪器每年定期经计量部门检定合格后方可使用，并在检定有效期内。

④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。

⑤监测方法采用国家有关部门颁布标准，监测人员经考核持有合格证书上岗。

⑥每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑦由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑧检测报告严格实行审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发

**（6）监测仪器**

**表 8-1 测量仪器参数一览表**

| 设备型号 | 能量相应及量程范围 | 检定证书编号 | 检定有效期 | 检定单位 |
|---|---|---|---|---|
| FH40G+FHZ672E-10 | 能量响应范围：48keV~6MeV；量程范围：10nSv/h-10Sv/h； | Y2023-0089965 | 2023.8.31~2024.8.30 | 江苏省计量科学研究院 |

**（7）监测时间及气象条件**

监测时间：2023 年 9 月 6 日

环境条件：多云，温度 26-28℃，相对湿度 56%。

**3 现状检测结果及评价**

监测结果详见表 8-2。

**表 8-2 工业 CT 机拟建站址周围辐射剂量率监测结果**

| 序号 | 监测点位描述 | 监测结果（nGy/h） | 备注 |
|---|---|---|---|
| 1 | 工业 CT 机拟建址北侧 | | 室内 |
| 2 | 工业 CT 机拟建址东侧 | | 室内 |
| 3 | 工业 CT 机拟建址南侧 | | 室内 |
| 4 | 工业 CT 机拟建址西侧 | | 室内 |
| 5 | CT 间拟建址北侧 | | 室内 |
| 6 | CT 间拟建址东侧 | | 室内 |
| 7 | 质量焊接拉力房 | | 室内 |
| 8 | 拉爆金相房 | | 室内 |
| 9 | 酒精溶剂存放间 | | 室内 |
| 10 | 1 号生产车间西侧厂区通道 | | 道路 |

**注：表中结果已扣除宇宙射线响应值。**

根据表 8-2 的监测结果，本项目拟建址周围环境 γ 辐射剂量率在（56～71）nGy/h 范围内，处于江苏省环境天然贯穿辐射水平涨落范围内，属正常环境本底水平。

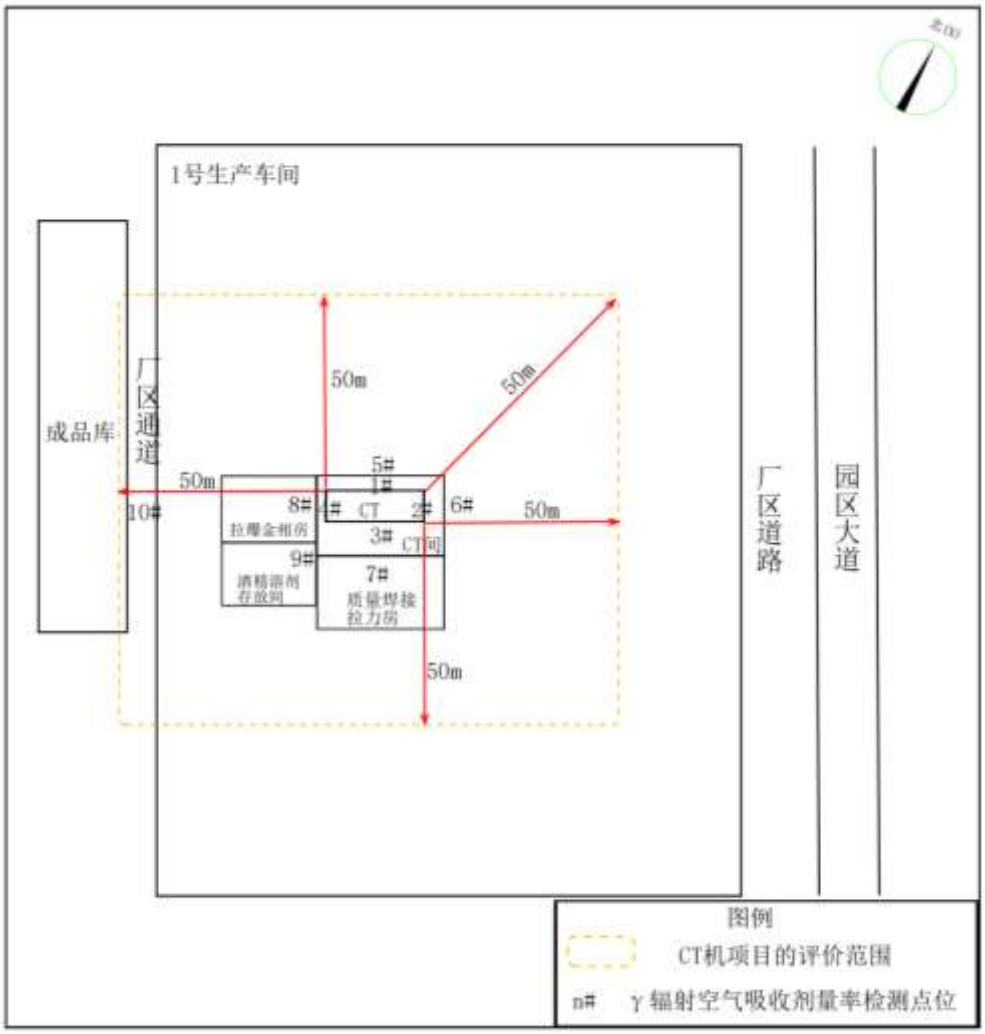


**图 8-2 工业 CT 机拟建站址周围辐射剂量率监测布点图**

## 表 9 项目工程分析与源项

**工程设备及工艺分析**

**1 设备组成及工作方式**

公司拟 1#生产车间内中部新增 1 台工业 CT 机用于对新能源电池进行内部扫描检测。工业 CT 机的型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3，由 X 射线管、运动定位系统、成像系统、电气控制柜、数据处理工作站、带铅板防护的扫描室等主体设备及摄像头、指示灯、X 射线显示灯、触摸显示屏及操作面板等辅助设备组成。工业 CT 机外观壳体尺寸为 3700mm（长）×1810mm（宽）×2440mm（高），一体式铅房整体净尺寸为 2760mm（长）×1660mm（宽）×2232mm（高）。

本项目工业 CT 机操作位在西南侧外壳外（以工业 CT 机拟安装位置的方位为基准），工业 CT 机东南侧开设一工件门，供工件出入，同时作为检修门。工业 CT 机外形见图 9-1。

**图 9-1 本项目工业 CT 机外形图**

**2 工作原理**

工业 CT 核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝制热发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

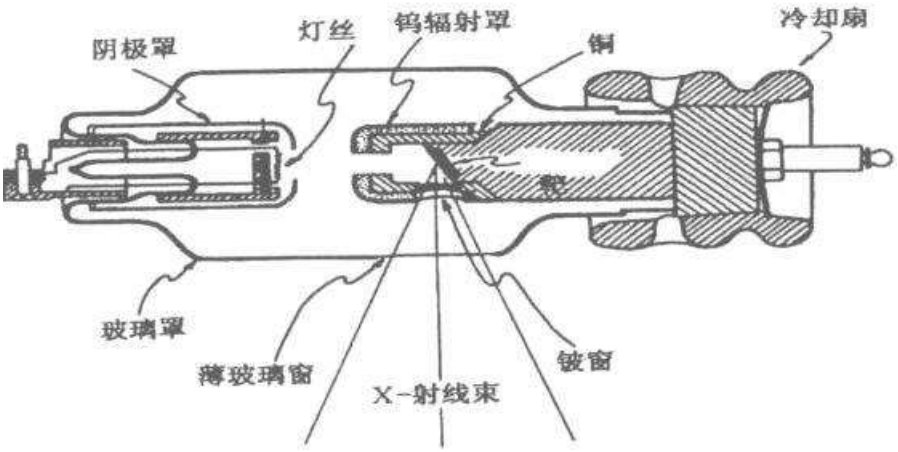


**图 9-2 典型的 X 射线管结构图**

本项目工业 CT 机由 X 射线管、运动定位系统、成像系统、电气控制柜、数据处理工作站、带铅板防护的扫描室等主体设备及摄像头、指示灯、X 射线显示灯、触摸显示屏及操作面板等辅助设备组成。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 射线对工件进行分层扫描，X 射线与探测器分别位于工件两侧的相对位置，检测时 X 射线束从固定方向对被测工件的断面进行扫描，被测工件可以旋转各个角度，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等级显示出来。由于被测工件不同部位及缺陷处的原子序数及密度等均会有差异，因此 X 射线在穿过被测工件时的减弱也会有不同，工业 CT 可给出工件任一平面层的图像，可以发现平面内任何方向分布的缺陷，具有不重叠、层次分明、对比度高和分辨率高等特点，可准确定位缺陷的位置和性质。

**3 工艺流程**

辐射工作人员将被测工件放置在工件载物台上，关闭工件门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，对检测工件内部缺陷情况进行电池结构检测，其工作流程如下：

（1）辐射工作人员将被检测工件放入工件载物台上；

（2）关闭工件门，辐射工作人员首先将工件载物台调整到合适位置，然后开启工业CT机装置进行检测，开机前进行检查，确认电路接线是否正确。

（3）X射线管在发射X射线时会产生废气（氮氧化物，臭氧）。

（4）检测完成，控制台处的显像器显示被测工件内部图像，工作人员通过显像器上的图像对工件内部缺陷进行辨别。

（5）工作人员开启工件门，取出产品。

（6）根据图像出具检测报告。

本项目工业CT机工作流程及产污环节分析示意图如下图所示：

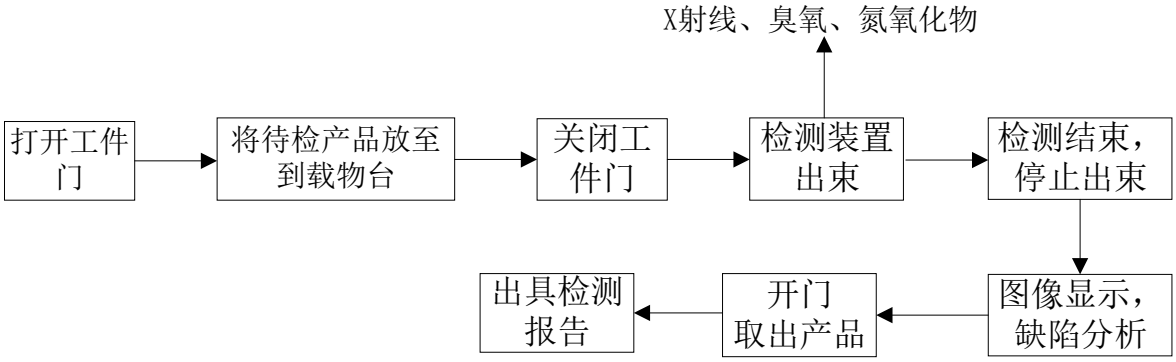


**图9-3 本项目工业CT机工作流程及产污环节分析示意图**

**4 人员配置及曝光时间**

本项目拟配备4名辐射工作人员，每年工作50周，每周最大曝光不超过30h，预计年曝光时间不超过1500h。本项目辐射工作人员为新增人员，未开展个人剂量监测。

**污染源项描述及分析**

**1 放射性污染（X射线）**

该项目使用的工业CT机，只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出X射线，对工业CT机周围工作人员和公众产生一定外照射主要为X射线有用线束、泄漏辐射、散射辐射（计算以90°为例）、天空反散射等，本项目工业CT机主要放射性源项参数见表9-1。

**表 9-1 工业 CT 机主要放射性源项参数**

| 装置名称 | 管电压 | 管电流 | 滤过条件 | X 射线输出量 | 漏射线剂量率 | 主射线方向 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CT METROTOM 1500 225kV G3 | 225kV | 3mA | 2mm Sn | 3.67mSv·$m^2$/（mA·min） | $5\times10^3$μSv/h | 朝向东侧 |

**注：根据厂家提供的设备防护安全信息，有用射束(主射束)在 2mm Sn 过滤条件下距辐射源点 1m 处输出量实测值为 3.67mSv·$m^2$/（mA·min）。**

**2 非放射性污染**

（1）废气：本项目工业 CT 机工作时的最大管电压、管电流分别为 225kV、3mA，依据 0.6kV 以上的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此该项目工业 CT 机在运行时将产生少量的臭氧（$O_3$）和氮氧化物（NOx）。

（2）废水：本项目为工业 CT 机，仅有辐射工作人员产生的生活污水。

（3）固体废物：本项目为工业 CT 机，仅有辐射工作人员产生的生活垃圾。

## 表 10 辐射安全与防护

**项目安全措施**

**1 工作场所的分区与布局**

本项目新增 1 台工业 CT 机位于 1#车间 CT 间内，为了加强管理，做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求在辐射工作场所内划定控制区和监督区。将工业 CT 机周围工作场所进行分区管理，拟将工业 CT 机自带铅房划为控制区，将 CT 间划为监督区，管理措施如下：控制区边界采用门机联锁，设置电离辐射标志和工作指示灯，检测期间任何人不能进入；监督区边界采用物理隔断，进入该监督区的人员和出入口进行管控，在监督区门口贴有醒目标志“当心电离辐射”，加强管理，监督区内只能辐射工作人员居留，禁止公众进入，在监督区边界周围设置警示标志或中文警示说明等管理措施。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

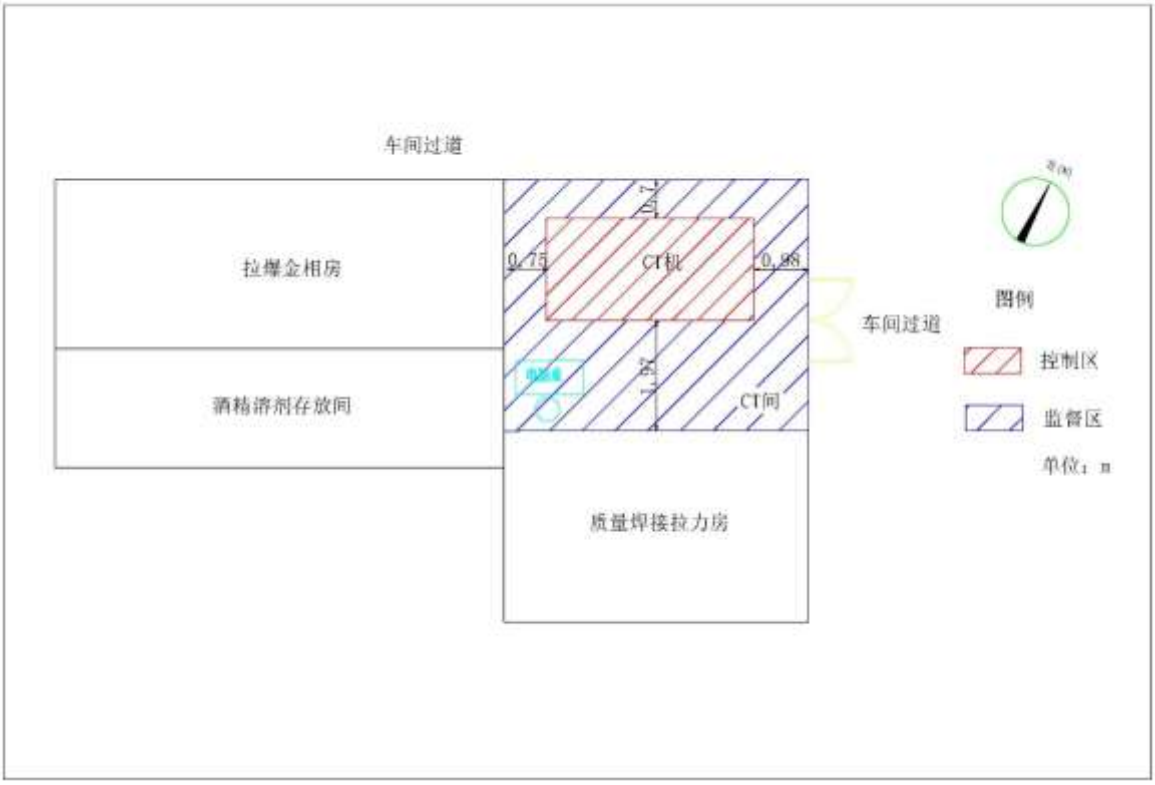


**图 10-1 工业 CT 机控制区和监督区划分图**

**2 X 射线检测装置辐射防护屏蔽设计**

本项目工业 CT 机外观壳体尺寸为 3700mm（长）×1810mm（宽）×2440mm（高），一

体式铅房净尺寸为 2760mm（长）×1660mm（宽）×2232mm（高），一体式铅房四侧及顶部、底部均为铅板加钢板防护，南侧设置一个尺寸为 1044mm×1093mm 的工件门，用于上下料工件以及设备检修维护。本项目工业 CT 机铅房屏蔽防护设计见表 10-1，防护安全信息见附件 4。

一体化铅房东侧防护壳体为 3mm 厚钢板+12mm 铅板结构（主射线方向），南侧工件门为 6mm 厚钢板+5mm 铅板结构，底部防护壳体为 6mm 厚钢板+5mm 铅板结构，南侧防护壳体、西侧防护壳体、北侧防护壳体和顶部防护壳体均为 3mm 厚钢板+5mm 铅板结构。本项目工业 CT 机同时在射线管周围除主射线侧以外设置了 2mm 钢板包裹 5mm 铅的保护层。

工业 CT 机电缆穿孔处位于防护铅壳体的左后方，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖防护铅板结构，长度约 1000mm，其构造为 3mm 钢板+5mm 铅板结构。

防护铅房内采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，最大程度上避免射线泄露。防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板。典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置有两个风扇，正常情况系统通风量为 1800m³/h。

**表 10-1 本项目工业 CT 机屏蔽设计参数一览表**

| 工业 CT 机型号 | 屏蔽参数 | |
|---|---|---|
| | 防护材料 | 厚度 |
| CT METROTOM 1500 225kV G3 | 东侧防护壳体 | 3mm Fe+12mm Pb |
| | 南侧防护壳体 | 3mm Fe+5mm Pb |
| | 南侧工件门 | 6mm Fe+5mm Pb |
| | 西侧防护壳体 | 3mm Fe+5mmPb |
| | 北侧防护壳体 | 3mm Fe+5mmPb |
| | 底部壳体 | 6mm Fe+5mmPb |
| | 顶部壳体 | 3mm Fe+5mmPb |
| | 电缆穿孔处 | 3mm Fe+5mm Pb |
| | 进风口和出风口 | 3mm Fe+5mm Pb |
| | X 射线管周围保护层 | 除主射线出束一侧外，X 射线管周围采用铅钢防护结构，厚度为 2mm Fe+5mm Pb |

## 3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障工业 CT 机的安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施。

### 3.1 辐射防护措施

（1）安装门机联锁装置：工件门与工业 CT 机联锁，工件门未完全关闭时，工业 CT 机不能接通高压出束。检测期间，误打开工件门或维修门，可以立即实现 X 射线停止出束，

同时在工业 CT 内部设置开门按钮。

（2）探伤室设计安装指示灯和声音提示装置：工件门外醒目位置设置“X 光辐射危险”的电离辐射警告标志及警示说明，并在工件门顶部安装工作状态指示灯，工件门关闭和射线工作时，有相应的声光报警和警示灯提示，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。警示灯串在安全回路里，如指示灯故障，射线不能启动。

（3）在操作位（操作面板）设置有 X 射线管电压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，且设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

（4）在操作位（操作面板）设置 1 个紧急按钮，工业 CT 机内部设 2 个紧急按钮（一个位于西侧、一个位于东北侧），急停按钮处有标识和紧急情况使用说明，当遇到任何紧急情况需要立即停止照射，只要按动开关，除控制柜和真空电源外的大部分高、低压供电同时被切断，照射立即结束。急停按钮开关设有自锁装置，按下后不会自动复原，必须释放急停按钮开关后才能恢复供电，进入正常工作状态。

（5）工业 CT 机的射线系统设置钥匙开关，当钥匙档位在“ON”时射线才被允许打开，只有在停机或待机状态时钥匙才能被拔出。钥匙由专人负责保管。

（6）工业 CT 机内部拟设置视频监控，可监视工业 CT 机内部设备的运行情况。

（7）防护铅房内采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才进入室内，最大程度上避免射线泄露。设备运行前工作人员会进行检查排风扇是否正常运行。

**图 10-2 本项目工业 CT 机铅房辐射防护措施布置图**

**3.2 操作防护措施**

（1）辐射工作人员正常使用工业 CT 机时应检查工件门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

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

（3）辐射工作人员应定期测量工业 CT 外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止 CT 机检测工作并向辐射防护负责人报告。

（4）交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

（6）在每一次做无损检测前，辐射工作人员都应该确认 CT 内没有人员驻留并关闭工件门。只有在工件门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始

检测工作。

**3.3 探伤设备退役措施**

当工业 CT 机不再使用时，应实施退役程序：

（1）工业 CT 机应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

（2）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

**三废的治理**

（1）废气：工业 CT 机在工作状态时，会使扫描室内的空气电离产生微量的臭氧（$O_3$）和氮氧化物（$NO_x$），臭氧和氮氧化物可通过铅房自带的排风系统排出铅房，再通过 CT 间空调排风系统排至车间外，空调排风系统每小时通风量为 1200$m^3$/h。臭氧在常温下可自动分解为氧气，对周围环境影响较小。

（2）废水：辐射工作人员产生的生活污水经厂区内隔油池和化粪池预处理后，接管至市政污水处理厂处理。

（3）固体废物：辐射工作人员产生的生活垃圾经分类收集后，定期委托环卫部门统一处理。

## 表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本次江苏耀宁新能源有限公司新增 1 台工业 CT 机项目施工期工程内容为：企业向生产厂家整体购买设备后，搬运至企业车间固定位置，进行安装，因此，本项目不涉及土建部分，仅在设备安装过程中产生少量施工噪声和建筑垃圾，企业在施工阶段拟采取相应的隔声措施、并对建筑垃圾进行收集处理。项目在施工期环境影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除，且周围无环境敏感点，对周围的影响不大。

**运行阶段对环境的影响**

**1 运行期环境辐射水平估算**

本项目配置的工业 CT 机为定向机，工业 CT 机主射方向朝向东侧，所以工业 CT 机东侧按主射方向（有用线束）计算，其他侧按散射和漏射计算。本项目工业 CT 机射线管使用时被固定，检测时移动载物台即可，不会改变射线管头与 CT 机外壳的距离。工业 CT 一体式铅房立面图和俯视图分别为图 11-1 和图 11-2。

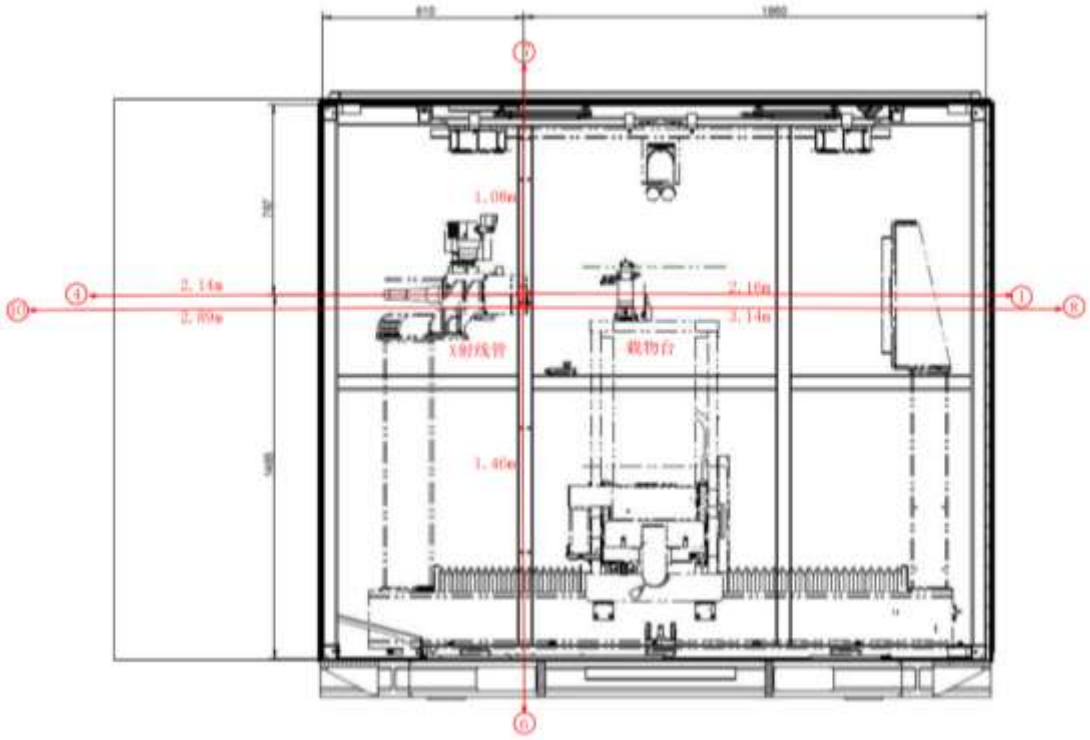


**图 11-1 工业 CT 一体式铅房立面图（单位：mm）**

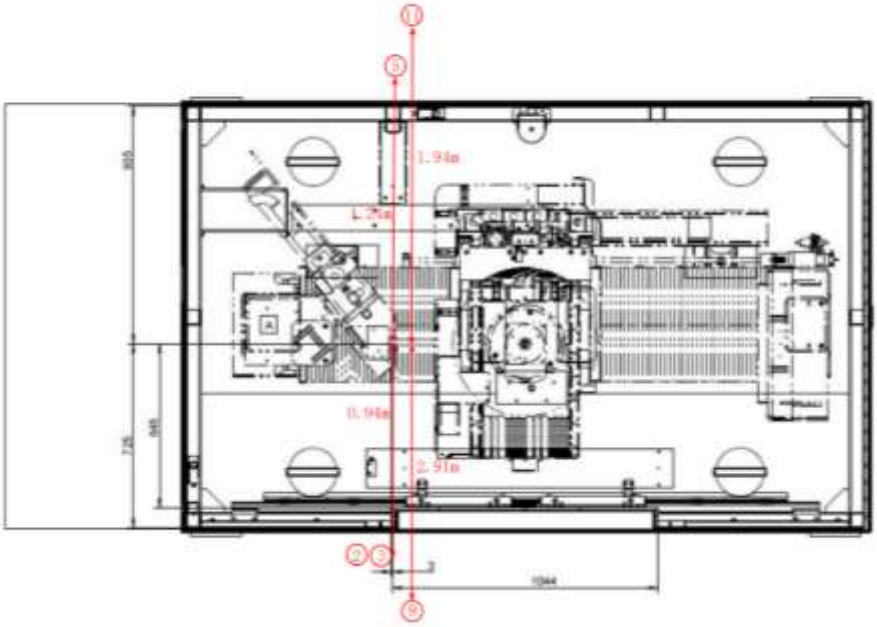

**图 11-2 工业 CT 一体式铅房俯视图（单位：mm）**

计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式，关注点需要防护的辐射类型见表 **11-1**。

**表 11-1 关注点需要防护的辐射类型一览表**

| 序号 | 关注点 | 有用线束 | 泄漏辐射 | 散射辐射 | 天空反散射 |
|---|---|---|---|---|---|
| ① | 东侧防护壳体外 30cm 处 | √ | / | / | / |
| ② | 南侧防护壳体外 30cm 处 | / | √ | √ | / |
| ③ | 南侧工件门外 30cm 处 | / | √ | √ | / |
| ④ | 西侧壳体外 30cm 处 | / | √ | √ | / |
| ⑤ | 北侧防护壳体外 30cm 处 | / | √ | √ | / |
| ⑥ | 底部壳体外 | / | √ | √ | / |
| ⑦ | 顶部壳体上方 30cm 处 | / | √ | √ | / |
| ⑧ | 工业 CT 机东侧监督区外 30cm 处 | √ | / | / | / |
| ⑨ | 工业 CT 机南侧监督区 30cm 处 | / | √ | √ | / |
| ⑩ | 工业 CT 机西侧监督区外 30cm 处 | / | √ | √ | / |
| ⑪ | 工业 CT 机北侧监督区外 30cm 处 | / | √ | √ | / |

**（1）有用线束屏蔽效果预测**

有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

$$H = \frac{I \cdot B \cdot H_0}{R^2} \qquad （1）$$

式中：

H—关注点处剂量率，μSv/h；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目为 3mA；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m$^2$/（mA·h），根据厂家提供的设备防护安全信息，有用射束（主射束）在 2mm Sn 过滤条件下距辐射源点 1m 处输出量实测值为 3.67mSv·m$^2$/（mA·min），即为 3.67×6×10$^4$μSv·m$^2$/（mA·h）；

B—屏蔽透射因子，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1 求得，图 B.1 中无 225kV 曲线，因此近似采取公式计算求得：$B=10^{-X/TVL}$，X 为屏蔽体厚度，TVL 见附录表 B.2，本次环评以插值法求得 225kV 的铅的 TVL 为 2.15mm；根据《辐射防护手册第三分册》P63，在 225kV 管电压条件下，3mmFe 的铅当量约为 0.25mmPb；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

**表 11-2 有用线束关注点剂量率计算参数及结果**

| 装置名称 | 关注点 | I（mA） | B | $H_0$ μSv·m$^2$/（mA·h） | R（m） | *H*（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 工业 CT 机 | 东侧防护壳体外 30cm 处 | 3 | 2.0×10$^{-6}$ | 3.67×6×10$^4$ | 2.16 | 2.8×10$^{-1}$ |
| | 工业 CT 机东侧监督区外 30cm 处 | 3 | 2.0×10$^{-6}$ | 3.67×6×10$^4$ | 3.14 | 1.3×10$^{-1}$ |

***注：射线管头距离工业 CT 机壳体东侧壳体距离为 1.86m，射线管头离壳体外 30cm 关注点的距离为 2.16m；射线管头离工业 CT 机东侧监督区外 30cm 处的关注点距离为 3.14m。**

**（2）非有用线束屏蔽效果预测**

**①漏射辐射所致屏蔽墙外剂量率利用下列公式计算：**

$$H = \frac{B \cdot H_L}{R^2} \qquad （2）$$

式中：

H—关注点处剂量率，μSv/h；

B—屏蔽透射因子，$B=10^{-X/TVL}$，X 为屏蔽体厚度，TVL 见附录表 B.2，本次环评以插值法求得 225kV 的铅的 TVL 为 2.15mm；根据《辐射防护手册第三分册》表 3.4 不同屏蔽材料的铅当量（P63），在 225kV 管电压条件下，由插值法求得 5mmFe 的铅当量约 0.42mmPb，8mmFe 的铅当量约为 0.67mmPb。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$H_L$—距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 μSv/h，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，225kV 管电压 $H_L=5.0\times10^3$μSv/h。

**表 11-3 泄漏辐射关注点剂量率计算参数及结果**

| 序号 | 关注点 | 屏蔽体厚度（mm） | TVL（mm） | B | $H_L$（μSv/h） | R（m） | H（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 南侧防护壳体外 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb +2mmFe+5mmPb（10.42mmPb） | 2.15 | $1.4\times10^{-5}$ | $5.0\times10^3$ | 0.94 | $8.1\times10^{-2}$ |
| 2 | 南侧工件门外 30cm 处 | 6mmFe+5mmPb +2mmFe+5mmPb（10.67mmPb） | 2.15 | $1.1\times10^{-5}$ | $5.0\times10^3$ | 0.94 | $6.2\times10^{-2}$ |
| 3 | 西侧壳体外 30cm 处 | 3mm Fe+5mmPb +2mmFe+5mmPb（10.42mmPb） | 2.15 | $1.4\times10^{-5}$ | $5.0\times10^3$ | 2.14 | $1.6\times10^{-2}$ |
| 4 | 北侧防护壳体外 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb +2mmFe+5mmPb（10.42mmPb） | 2.15 | $1.4\times10^{-5}$ | $5.0\times10^3$ | 1.24 | $4.6\times10^{-2}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 底部壳体外 | 6mmFe+5mmPb +2mmFe+5mmPb （10.67mmPb） | 2.15 | $1.1\times10^{-5}$ | $5.0\times10^{3}$ | 1.46 | $2.6\times10^{-2}$ |
| 6 | 顶部壳体上方 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb +2mmFe+5mmPb （10.42mmPb） | 2.15 | $1.4\times10^{-5}$ | $5.0\times10^{3}$ | 1.08 | $6.1\times10^{-2}$ |
| 7 | 工业 CT 机南侧监督区 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb +2mmFe+5mmPb （10.42mmPb） | 2.15 | $1.4\times10^{-5}$ | $5.0\times10^{3}$ | 2.91 | $8.4\times10^{-3}$ |
| 8 | 工业 CT 机西侧监督区外 30cm 处 | 3mm Fe+5mmPb +2mmFe+5mmPb （10.42mmPb） | 2.15 | $1.4\times10^{-5}$ | $5.0\times10^{3}$ | 2.89 | $8.5\times10^{-3}$ |
| 9 | 工业 CT 机北侧监督区外 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb +2mmFe+5mmPb （10.42mmPb） | 2.15 | $1.4\times10^{-5}$ | $5.0\times10^{3}$ | 1.94 | $1.9\times10^{-2}$ |

**注：**

1、射线管头距离南侧壳体距离为 0.64m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故射线管头距离关注点的距离为 0.94m；

2、射线管头距离南侧工件门距离为 0.64m，关注点距离工件门距离为 0.3m，故射线管头距离关注点的距离为 0.94m；

3、射线管头距离西侧壳体距离为 0.81+1.03=1.84m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故射线管头距离关注点的距离为 2.14m；

4、射线管头距离北侧壳体为 0.94m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故射线管头距离关注点的距离为 1.24m；

5、射线管头距离底部外壳距离为 1.46m，由于 CT 机直接安装在地面，故射线管头距离关注点的距离为 1.46m；

6、射线管头距离顶部外壳距离为 0.78m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故射线管头距离关注点的距离为 1.08m；

**②散射辐射所致屏蔽墙外剂量率利用下列公式计算：**

$$H = \frac{B \cdot H_0}{R_s^2} \times \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \qquad （3）$$

式中：

B—屏蔽透射因子，$B=10^{-X/TVL}$，X 为屏蔽体厚度，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，原始 X 射线为 225kV 时，X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值为 200kV，参考附录表 B.2，确定 90°散射辐射铅的 TVL 为 1.4mm。散射线为主射线经过工件散射后到达屏蔽体的射线，

不经过射线管保护层，计算散射线屏蔽时，不加上射线管的保护层，根据《辐射防护手册第三分册》表3.4 不同屏蔽材料的铅当量（P63），在 200kV 管电压条件下，3mmFe 的铅当量约为 0.25mmPb，6mmFe 的铅当量约为 0.5mmPb。

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），根据厂家提供的设备防护安全信息，有用射束（主射束）在 2mm Sn 过滤条件下距辐射源点 1m 处输出量实测值为 3.67mGy·m²/（mA·min），即为 $3.67\times6\times10^4$μSv·m²/（mA·h）；

$R_0$—辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）；

F—$R_0$ 处的辐射野面积，单位为平方米（$m^2$）；

α—散射因子，入射辐射被单位面积（$1m^2$）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B.4.2，管电压为 225kV 时 $R_0^2/F\cdot\alpha$ 取值 50；

$R_s$—散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

**表 11-4 散射辐射关注点剂量率计算参数及结果**

| 序号 | 关注点 | 屏蔽体厚度（mm） | TVL（mm） | B | $H_0$ μSv·m²/（mA·h） | $R_s$（m） | $R_0^2/F\cdot\alpha$ | H（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 南侧防护壳体外 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb（5.25mmPb） | 1.4 | $1.8\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^4$ | 0.94 | 50 | $8.9\times10^{-1}$ |
| 2 | 南侧工件门外 30cm 处 | 6mmFe+5mmPb（5.5mmPb） | 1.4 | $1.2\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^4$ | 0.94 | 50 | $5.9\times10^{-1}$ |
| 3 | 西侧壳体外 30cm 处 | 3mm Fe+5mmPb（5.25mmPb） | 1.4 | $1.8\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^4$ | 2.66 | 50 | $1.1\times10^{-1}$ |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 北侧防护壳体外 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb（5.25mmPb） | 1.4 | $1.8\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^{4}$ | 1.24 | 50 | $5.1\times10^{-1}$ |
| 5 | 底部壳体外 | 6mmFe+5mmPb（5.5mmPb） | 1.4 | $1.2\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^{4}$ | 1.46 | 50 | $2.4\times10^{-1}$ |
| 6 | 顶部壳体上方 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb（5.25mmPb） | 1.4 | $1.8\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^{4}$ | 1.08 | 50 | $6.7\times10^{-1}$ |
| 7 | 工业 CT 机南侧监督区 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb（5.25mmPb） | 1.4 | $1.8\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^{4}$ | 2.91 | 50 | $9.2\times10^{-2}$ |
| 8 | 工业 CT 机西侧监督区外 30cm 处 | 3mm Fe+5mmPb（5.25mmPb） | 1.4 | $1.8\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^{4}$ | 3.41 | 50 | $6.7\times10^{-2}$ |
| 9 | 工业 CT 机北侧监督区外 30cm 处 | 3mmFe+5mmPb（5.25mmPb） | 1.4 | $1.8\times10^{-4}$ | $3.67\times6\times10^{4}$ | 1.94 | 50 | $2.1\times10^{-1}$ |

**注：**

1、载物台距离南侧壳体距离为 0.64m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故载物台距离关注点的距离为 0.94m；

2、载物台距离南侧工件门距离为 0.64m，关注点距离工件门距离为 0.3m，故载物台距离关注点的距离为 0.94m；

3、载物台距离西侧壳体距离为 2.36m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故载物台距离关注点的距离为 2.66m；

4、载物台距离北侧壳体为 0.94m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故载物台距离关注点的距离为 1.24m；

5、载物台距离底部外壳距离为 1.46m，由于 CT 机直接安装在地面，故载物台距离关注点的距离为 1.46m；

6、载物台距离顶部外壳距离为 0.78m，关注点距离外壳距离为 0.3m，故载物台距离关注点的距离为 1.08m。

**（3）屏蔽体外关注点剂量率统计及分析**

**表 11-5 屏蔽体外关注点剂量率计算统计结果**

| 关注点 | 有用线束（μSv/h） | 泄露辐射（μSv/h） | 散射辐射（μSv/h） | 总剂量当量率（μSv/h） | 目标管理值（μSv/h） |
|---|---|---|---|---|---|
| 东侧防护壳体外 30cm 处 | $2.8\times10^{-1}$ | / | / | $2.8\times10^{-1}$ | 2.5 |
| 南侧防护壳体外 30cm 处 | / | $8.1\times10^{-2}$ | $8.9\times10^{-1}$ | $9.7\times10^{-1}$ | 2.5 |
| 南侧工件门外 30cm 处 | / | $6.2\times10^{-2}$ | $5.9\times10^{-1}$ | $6.5\times10^{-1}$ | 2.5 |
| 西侧壳体外 30cm 处 | / | $1.6\times10^{-2}$ | $1.1\times10^{-1}$ | $1.3\times10^{-1}$ | 2.5 |
| 北侧防护壳体外 30cm 处 | / | $4.6\times10^{-2}$ | $5.1\times10^{-1}$ | $5.6\times10^{-1}$ | 2.5 |
| 底部壳体外 | / | $2.6\times10^{-2}$ | $2.4\times10^{-1}$ | $2.7\times10^{-1}$ | 2.5 |
| 顶部壳体上方 30cm 处 | / | $6.1\times10^{-2}$ | $6.7\times10^{-1}$ | $7.3\times10^{-1}$ | 2.5 |
| 工业 CT 机东侧监督区外 30cm 处 | $1.3\times10^{-1}$ | / | / | $1.3\times10^{-1}$ | / |
| 工业 CT 机南侧监督区 30cm 处 | / | $8.4\times10^{-3}$ | $9.2\times10^{-2}$ | $1.0\times10^{-1}$ | / |
| 工业 CT 机西侧监督区外 30cm 处 | / | $8.5\times10^{-3}$ | $6.7\times10^{-2}$ | $7.6\times10^{-2}$ | / |
| 工业 CT 机北侧监督区外 30cm 处 | / | $1.9\times10^{-2}$ | $2.1\times10^{-1}$ | $2.3\times10^{-1}$ | / |

根据表 11-5 中预测结果，当本项目工业 CT 机满功率运行时，其壳体表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

**（4）反散射辐射影响分析**

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

根据表 11-5，本项目工业 CT 机顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 $7.3\times10^{-1}$μSv/h，经天

空反散射到达地面辐射剂量率远小于 $7.3\times10^{-1}\mu Sv/h$，因而其天空反散射影响可忽略不计。

**（5）剂量率叠加影响**

本项目新增 1 台工业 CT 机放置于 1#车间 CT 间，拟建 CT 机周围 80m-100m 范围内有 2 台 III 类射线装置，2 台 III 类射线装置对本项目 CT 机 50m 评价范围内的辐射剂量影响很小，因此不考虑这 2 台 III 类射线装置与本项目的剂量率叠加影响。

**2 管线孔屏蔽效果评价**

工业 CT 机电缆穿孔处位于防护铅壳体的左后方，与射线出束方向相反，开孔处与控制柜内部直连，从外部不可见。其防护补偿结构为在开孔位置覆盖防护铅板结构，结构如图长度约 1000mm，构造为 3mm 钢板+5mm 铅板结构。根据表 11-5 可知电缆穿孔处外表面 30cm 处泄漏辐射的剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”。本项目电缆穿孔处防护铅板采用迷宫式设计，X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护铅板外，可确保电缆穿孔防护铅板不破坏铅房的整体防护效果。

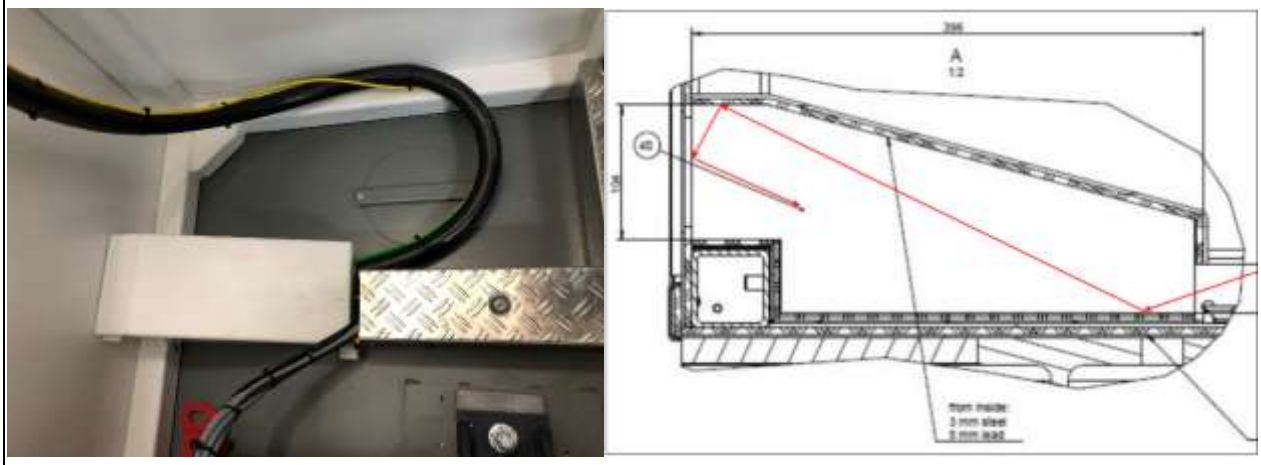

**图 11-3 电缆穿孔防护补偿结构示意图**

**3 进风口和出风口屏蔽效果评价**

防护铅壳体内的通风方式为底部自然进风，顶部排风扇排风。底部进风口设置在运动机构底座底部，并在开孔处增加了三明治式铅板结构挡板，防护厚度为 5mm 铅板+3mm 钢板；同样的在顶部出风口位置处增加了封闭式防护结构，排风扇位于两侧，出风口位于中间位置，

避免了出风口与外部环境直通，出风口有 5mm 铅板+3mm 钢板的导风结构。

根据表 11-5 可知进风口和出风口外表面 30cm 处泄漏辐射的剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

**图 11-4 进风口和出风口防护补偿结构示意图**

**4 年有效剂量计算**

年有效剂量可按下式计算：

$$P_{年} = H \cdot U \cdot T \cdot t \qquad （4）$$

式中：

$P_{年}$—年有效剂量，mSv/a；

t—年工作时间，h，每周总曝光时间不超过 30 小时，每年按 50 周算，一年工作时间均取 1500h；

U—利用因子，根据 GBZ/T250-2014 保守取 1；

T—居留因子。

本项目辐射工作人员为 X 射线工业 CT 机操作的辐射工作人员，公众主要为 CT 机评价范围内的其他工作人员。根据表 11-5 的估算结果，代入公式（4）进行年剂量估算。估算辐射工作人员年有效剂量时，选取 CT 间内关注点中最大辐射剂量率值进行年剂量估算；估算公众年有效剂量时，选取 CT 机四周保护目标中距离 CT 机最近的保护目标作为保护目标代表，保护目标处辐射剂量率值取相应关注点处预测辐射剂量率值进行年剂量估算。

**表 11-6 辐射工作人员和公众的周受照及年受照有效剂量估算结果**

| 保护目标名称 | | 关注点处辐射剂量率 H（μSv/h） | U | T | t（h/a） | t（h/周） | 年剂量估算值（mSv/a） | 周剂量估算值（μSv/周） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 辐射工作人 | CT 间内室内 | $9.7\times10^{-1}$ | 1 | 1 | 1500 | 30 | 1.5 | $2.9\times10^{1}$ |
| 公众 | 质量焊接拉力房 | $1.0\times10^{-1}$ | 1 | 1/4 | 1500 | 30 | $3.8\times10^{-2}$ | $7.5\times10^{-1}$ |
| | 拉爆金相房、酒精溶剂存放间 | $7.6\times10^{-2}$ | 1 | 1/4 | 1500 | 30 | $2.9\times10^{-2}$ | $5.7\times10^{-1}$ |
| | 车间通道 | $2.3\times10^{-1}$ | 1 | 1/4 | 1500 | 30 | $8.6\times10^{-2}$ | 1.7 |
| | 车间过道 | $1.3\times10^{-1}$ | 1 | 1/4 | 1500 | 30 | $4.9\times10^{-2}$ | $9.8\times10^{-1}$ |

根据估算结果：本项目辐射工作人员年有效剂量最大为 1.5mSv，周有效剂量最大为 29μSv；周围公众年有效剂量最大为 $8.6\times10^{-2}$mSv，周有效剂量最大为 1.7μSv，均满足本项目管理目标值及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求：职业人员周有效剂量不超过 100μSv，年有效剂量不超过 5mSv；公众周有效剂量不超过 5μSv，年有效剂量不超过 0.1mSv。

**5 非放射性环境影响分析**

**（1）通风措施评价**

工业 CT 机在工作状态时，会使防护铅壳体内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，系统配置有两个风扇，典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，正常情况系统通风量为 1800m³/h，工业 CT 机内部体积为 10.8m$^3$，能够满足“每小时有效通风换气次数应不小于 3

次”的要求。CT 机排放的臭氧和氮氧和氮氧化物排放量较小，经排气扇排放至 CT 间内，CT 间内装有空调排风系统，通风量为 1200$m^3$/h，能够及时的将 CT 间内的臭氧排至外环境，臭氧 50 分钟后自动降解为氧气，因而其对 CT 间内的工作人员及车间外环境影响很小。

**（2）废水**

本项目为工业 CT 机，仅有辐射工作人员产生的生活污水。

**（3）固体废物**

本项目为工业 CT 机，仅有辐射工作人员产生的生活垃圾。

**事故影响分析**

**1 最大可信事故**

本项目最大可信事故是：

1）运行过程中工业 CT 机的门机联锁失效、无关人员误入工业 CT 机周围导致的误照射。

2）工业 CT 机正常工作时，非工作人员误留、误入装置周围，导致发生误照射。

3）设备进行维修时，发生意外出束，造成工作人员和周围公众受到额外的照射。

**2 事故后果**

本项目中的工业 CT 机属于II类射线装置，为中危险射线装置，事故可能引起急性放射性损伤。长时间、大剂量照射甚至导致死亡。

**3 事故预防措施**

分析事故发生的原因，大多数是由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事件。为有效预防各类辐射事件发生，建议企业采取以下事故预防措施：

（1）企业内部加强辐射安全管理，警钟长鸣，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

（2）严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每天开展检测工作前，检查确认辐射安全联锁、急停开关、工业 CT 机完好性等各项安全措施的有效性，避免联锁失灵等设施设备事故。杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。

（3）辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定进入检查装置周围时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓情况并按下急停开关，设备可停止出束，此时人员不会受到大剂量照射，同时企业需制

定有关管理制度来限制工作人员出入检查装置周围。

（4）检测作业开机前注意装置周围清场，检测期间不得脱岗。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和国家环境保护总局环发【2006】145 号文件及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。

因此，该公司应按相关规定，完善和加强管理，使射线装置始终处于监控状态。

## 表 12 辐射安全管理

**辐射安全管理机构设置情况**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用II类射线装置的，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，并以文件形式明确管理人员职责。企业拟建立辐射安全与环境保护管理机构，并明确 1 名符合管理办法要求的辐射防护负责人统筹管理企业的辐射安全工作。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等文件要求，辐射防护负责人及辐射工作人员应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，考试合格方能上岗。

江苏耀宁新能源有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟从已有的辐射工作人员中调配出4名人员配备于本项目，4名辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的原辐射安全考核证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

**辐射安全管理规章制度**

江苏耀宁新能源有限公司已针对已有的 III 类射线装置及 V 类放射源制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等，公司还应针对本次工业 CT 机制定相应的辐射安全措施，同时在实际工作中公司还应不断对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度完善要点提出如下建议：

（1）射线装置操作规程：明确工作人员的资质条件要求、检测的操作流程、工业 CT 机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。

（2）岗位职责：明确管理人员、工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

（3）辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是工业 CT 机的运行和维修时辐射安全管理。

（4）设备检修维护制度：明确工业 CT 机和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在

日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保工业 CT 机、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

（5）射线装置和放射源使用登记、台帐管理制度：制定并完善射线装置台帐，明确装置数量、来源、去向，使用射线装置进行登记，明确使用人。

（6）放射工作人员培训计划：制定并完善培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。根据 18 号令及《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》辐射工作人员均可通过生态环境部核与辐射安全中心组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核，管理人员考核类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类别为“X 射线探伤”。同时，在取得辐射安全培训证书的情况下，组织人员定期复习辐射安全和防护的相关知识。

（7）辐射工作场所及周围环境监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保射线装置的辐射安全，该公司应制定监测方案，重点是：

①明确监测项目和频次；

②辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

③对发生辐射事故处理进行全程监测；

④公司应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；

⑤委托有资质监测单位对本公司的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至国家核技术利用申报系统，年度评估发现安全隐患的，应立即整改。

⑥当 X 射线出束装置大修后重新使用，需对周围辐射环境进行连续监测，并保留相关监测记录；

⑦当本项目完成竣工环保验收报告后，需进行自主竣工验收监测，并保留相关监测记录。

**辐射监测**

辐射监测主要包括个人剂量监测和工作场所辐射环境监测，项目建成后，应根据法规要求开展竣工验收监测，正常运行时要定期开展个人剂量监测和工作场所辐射环境监测。

**1 正常运行时环境监测方案**

**（1）个人剂量监测**

公司现有 10 名辐射工作人员均已按要求委托江苏宁大卫防检测技术有限公司盐城分公司进行个人剂量监测，拟从已有的辐射工作人员中调配出 4 名人员配备于本项目。辐射工作人员应定期组织职业健康体检（体检周期不应超过 2 年），同时还应按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。个人剂量监测计划见表 12-1。

**表 12-1 本项目辐射工作人员个人剂量监测计划**

| 监测对象 | 监测项目 | 监测频次 | 监测方式 |
|---|---|---|---|
| 工作场所辐射工作人员 | 外照射个人剂量监测 | 1 次/不超过 3 个月 | 委托有资质的单位监测 |

公司应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，并向环保部门报告，同时相关文件应建立档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。

**（2）工作场所辐射环境监测**

本项目正常运行后，根据项目特点制定工作场所辐射环境监测方案，企业应每季度用 X-γ 辐射剂量巡测仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录，每年应委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，并将监测结果连同年度辐射环境安全评估报告一并在次年 1 月 31 日前上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改，在设备出现故障维修后，应委托有资质的单位开展工作场所辐射环境监测，达到国家标准后再次启用。本项目工作场所辐射环境监测计划见表 12-2。

**表 12-2 本项目工作场所辐射环境监测计划**

| 监测对象 | 监测项目 | 监测点位 | 监测频次 | 监测方式 |
|---|---|---|---|---|
| 工作场所 | X-γ 辐射剂量率 | 控制区、监督区各场所 | 1 次/季度 | 自行监测：X-γ 辐射剂量巡测仪 |
| | | | 1 次/年 | 委托有资质的单位监测 |

**2 监测设备**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

本项目拟配备 1 台 X-γ 辐射剂量巡测仪、2 台个人剂量报警仪，人员进入工业 CT 机装置周围应随身佩戴个人剂量报警仪，配备的监测设备需要每年按要求完成检定或校准。

**辐射事故应急**

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目运行过程中 X 射线检测装置只有在开机时才产生 X 射线，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

**（1）制定《辐射事故应急预案》**

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，制定《辐射事故应急预案》，辐射事故应急预案应包明确以下几个方面：

1）应急机构和职责分工；

2）应急的具体人员和联系电话；

3）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

4）制定应急人员培训演习计划；

5）辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；

6）辐射事故调查、报告和处理程序。

**（2）明确辐射事故分类与应急响应的措施**

江苏耀宁新能源有限公司应依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。

## 表 13 结论与建议

**结论**

**1 环境质量与辐射现状评价**

本项目位于江苏省盐城市建湖县上冈产业园园区大道 66 号，新增的工业 CT 机位于 1#生产车间内中部，1#车间北侧为纬四路（规划中），东侧为园区大道。根据对项目拟建场址周围环境辐射水平现状调查结果，拟建场址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（56～71）nGy/h，均处于江苏省环境天然贯穿辐射水平范围内，属正常环境本底辐射水平。

**2 辐射安全与防护分析结论**

**（1）项目位置**

本项目位于江苏省盐城市建湖县上冈产业园园区大道 66 号江苏耀宁新能源有限公司厂区内，工业 CT 间位于厂区 1#车间中部，1#车间北侧为纬四路（规划中），东侧为园区大道，西侧自北向南依次是 2#生产车间（暂为备用车间）、PACK 车间、成品库、安全测试车间、固废库、电解液库、能源中心、罐区、原材料库、综合楼，南侧为纬五路（规划中）。项目地理位置示意见附图 1，周边环境概况图见附图 2，厂区平面布置图见附图 3。

本项目工业 CT 间位于 1#车间中部，工业 CT 间南侧依次为质量焊接拉力房、卷心返修间、内拆包间、装配段实验间，北侧依次为车间过道、注液间，东侧为装配生产区，西侧为拉爆金相房、酒精溶剂存放间、监控调度中心、厂区过道、成品库；工业 CT 间在车间一楼，楼上楼下均无建筑。

本项目拟配置的工业 CT 机周围 50m 评价范围内为江苏耀宁新能源有限公司内部车间、厂区通道，无居民住宅、学校等长期居留的环境敏感目标。

**（2）项目分区及布局**

本项目拟将工业 CT 机自带铅房划为控制区，将工业 CT 间划为监督区，控制区边界采用门机联锁，设置电离辐射标志和工作指示灯，检测期间任何人不能进入；监督区边界采用物理隔断，进入该监督区的人员和出入口进行管控，在监督区门口贴有醒目标志“当心电离辐射”，加强管理，监督区内只能辐射工作人员居留，禁止公众进入，在监督区边界周围设置警示标志或中文警示说明等管理措施。。本项目辐射防护分区的划分符

合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

**（3）产业政策符合性和实践正当性分析**

本项目利用工业 CT 机对生产的电池进行无损检测工作，对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号）的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家现行产业政策。

本项目的建设将满足企业的生产需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对周边环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**（4）辐射安全措施**

本项目工业 CT 机拟安装门机联锁装置，工件门与工业 CT 机联锁，工件门未完全关闭时，工业 CT 机不能接通高压出束；探伤室设计安装指示灯和声音提示装置，工件门外醒目位置设置“X 光辐射危险”的电离辐射警告标志及警示说明，并在工件门顶部安装工作状态指示灯，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。警示灯串在安全回路里，如指示灯故障，射线不能启动；在操作位（操作面板）设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置；在操作位（操作面板）设置 1 个紧急按钮，工业 CT 机内部设 2 个紧急按钮（一个位于西侧、一个位于东北侧），急停按钮处有标识和紧急情况使用说明，当遇到任何紧急情况需要立即停止照射；工业 CT 机的射线系统设置钥匙开关，当钥匙档位在“ON”时射线才被允许打开，只有在停机或待机状态时钥匙才能被拔出；工业 CT 机内部拟设置视频监控，可监视工业 CT 机内部设备的运行情况。

辐射工作人员正常使用工业 CT 机时应检查工件门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。辐射工作人员在进入工业 CT 间时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和 X-γ 辐射剂量巡测仪。辐射工作人员应定期测量工业 CT 外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。交接班或当班使用 X-γ 辐射剂量巡测仪前，应检查是否能正常工作。

当工业 CT 机不再使用时，应实施退役程序。工业 CT 机应处置至无法使用或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

**（5）辐射安全管理**

江苏耀宁新能源有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟从已有的辐射工作人员中调配出 4 名人员配备于本项目，4 名辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的原辐射安全考核证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。对辐射工作人员定期进行职业健康体检和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司拟为本项目工业 CT 间配备 1 台 X-γ 辐射剂量巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

**3 环境影响分析结论**

**3.1 辐射防护影响预测**

本项目工业 CT 机外观尺寸为 3700mm（长）×1810mm（宽）×2440mm（高），一体化铅房整体净尺寸为 2760mm（长）×1660mm（宽）×2232mm（高）。一体化铅房东侧防护壳体为 3mm 厚钢板+12mm 铅板结构（主射线方向），南侧工件门为 6mm 厚钢板+5mm 铅板结构，底部防护壳体为 6mm 厚钢板+5mm 铅板结构，南侧防护壳体、西侧防护壳体、北侧防护壳体和顶部防护壳体均为 3mm 厚钢板+5mm 铅板结构。

射线管周围除主射线一侧以外设置了 2mm 钢板包裹 5mm 铅的保护层，工业 CT 机电缆穿孔处位于防护铅壳体的左后方，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖防护铅板结构，其构造为 3mm 钢板+5mm 铅板结构。防护铅房内采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，防护厚度均为 3mm 钢板+5mm 铅板。

根据理论预测结果，本项目工业 CT 机运行后周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的辐射剂量率限值要求。

**3.2 保护目标剂量**

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周有效剂量不超过 100μSv，年有效剂量不超过 5mSv；公众周有效剂量不超过 5μSv，年有效剂量不超过 0.1mSv。

**3.3 三废处理处置**

（1）废气：工业 CT 机在工作状态时，会使防护铅壳体内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，系统配置有两个风扇，典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，正常情况系统通风量为 1800m³/h，工业 CT 机内部体积为 10.8m³，能够满足“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。CT 机排放的臭氧和氮氧和氮氧化物排放量较小，经排气扇排放至 CT 间内，CT 间内装有空调排风系统，通风量为 1200m3/h，能够及时的将 CT 间内的臭氧排至外环境，臭氧 50 分钟后自动降解为氧气，因而其对 CT 间内的工作人员及车间外环境影响很小。

（2）废水：辐射工作人员产生的生活污水经厂区内隔油池和化粪池预处理后，接管至市政污水处理厂处理。

（3）固体废物：辐射工作人员产生的生活垃圾经分类收集后，定期委托环卫部门统一处理。

**4 可行性分析结论**

综上所述，江苏耀宁新能源有限公司新增 1 台工业 CT 机项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

**建议和承诺**

（1）该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

（2）各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

（3）建设单位在获得本项目环评批复后应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求及时申领辐射安全许可证。

（4）建设单位应按照《建设项目环境保护管理条例》规定及时进行竣工环保验收。

**辐射污染防治措施“三同时”措施一览表**

| 项目 | “三同时”措施 | 预期效果 | 投资（万元） |
|---|---|---|---|
| **辐射安全管理机构** | 公司拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。 | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。 | / |
| **辐射安全和防护措施** | 一体化铅房东侧防护壳体为3mmFe+12mmPb（主射线方向），南侧工件门为6mmFe+5mmPb，底部防护壳体为6mmFe+5mmPb，南侧防护壳体、西侧防护壳体、北侧防护壳体和顶部防护壳体均为3mmFe+5mmPb。射线管周围除主射线一侧以外设置了2mm钢板包裹5mm铅的保护层。电缆穿孔、进出风口均采用3mmFe+5mmPb的防护结构。 | 工业CT机壳体外30cm处辐射剂量率能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的剂量率限值要求。辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目剂量管理目标（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。 | 40 |
| | 本项目工业CT机拟安装门机联锁装置，工件门与工业CT机联锁，工件门未完全关闭时，工业CT机不能接通高压出束；探伤室设计安装指示灯和声音提示装置，工件门外醒目位置设置“X光辐射危险”的电离辐射警告标志及警示说明，并在工件门顶部安装工作状态指示灯，检测工作期间具备声、光报警功能，并且工作状态指示灯与射线管联锁，如指示灯故障，射线不能启动；在操作位（操作面板）设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置；在操作位（操作面板）设置1个紧急按钮，工业CT机内部设2个紧急按钮（一个位于西侧、一个位于东北侧），当遇到任何紧急情况需要立即停止照射；工业CT机的射线系统设置钥匙开关，当钥匙档位在“ON”时射线才被允许打开，只有在停机或待机状态时钥匙才能被拔出；工业CT机内部拟设置视频监控，可监视工业CT机内部设备的运行情况。<br>辐射工作人员正常使用工业CT | 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求。 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 机时应检查工件门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。辐射工作人员在进入工业 CT 间时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和 X-γ 辐射剂量巡测仪。辐射工作人员应定期测量工业 CT 外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。交接班或当班使用 X-γ 辐射剂量巡测仪前，应检查是否能正常工作。<br>当工业 CT 机不再使用时，应实施退役程序。工业 CT 机应处置至无法使用或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。 | | |
| **人 员配备** | 本项目拟配备 4 名辐射工作人员，其中 1 名辐射工作人员兼职作为辐射防护负责人，辐射工作人员均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核。<br>公司拟委托有资质的单位对 4 名辐射工作人员开展个人剂量检测（1 次/最长不超过 3 个月），同时还应按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。<br>公司拟定期组织辐射工作人员职业健康体检，体检周期不应超过 2 年，并建立职业健康档案。 | 满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。 | 定期投入 |
| **监测仪器和防护用品** | 拟配置 1 台 X-γ 辐射剂量巡测仪。<br>拟配置 2 台个人剂量报警仪。 | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求。 | 2 |
| **辐射安全管理制度** | 公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括射线装置操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射工作人员培训计划、辐射工作场所及周围环境监测方案、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度。 | 满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。 | / |

**注：以上措施必须在项目运行前落实。**

**表 14 审批**

| |
|---|
| 下一级环保部门预审意见<br><br>经办人签字公章<br>年月日 |
| 审批意见<br><br>经办人签字公章<br>年月日 |