2024-F-024

核技术利用建设项目

江苏申港锅炉有限公司
扩建 1 台工业电视项目
环境影响报告表

江苏申港锅炉有限公司（盖章）

2024 年 4 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏申港锅炉有限公司
扩建 1 台工业电视项目
环境影响报告表

建设单位名称：江苏申港锅炉有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：张家港市杨舍镇东莱开发区华宇路 9 号

邮政编码：215627　　联 系 人：

电子邮箱：　　联系电话：

目录

表 1　项目基本概况 - 1 -
表 2　放射源 - 4 -
表 3　非密封放射性物质 - 4 -
表 4　射线装置 - 5 -
表 5　废弃物（重点是放射性废弃物） - 6 -
表 6　评价依据 - 7 -
表 7　保护目标与评价标准 - 10 -
表 8　环境质量和辐射现状 - 15 -
表 9　项目工程分析与源项 - 18 -
表 10　辐射安全与防护 - 22 -
表 11　环境影响分析 - 26 -
表 12　辐射安全管理 - 34 -
表 13　结论与建议 - 38 -
表 14　审批 - 43 -
附图 1 江苏申港锅炉有限公司二厂区地理位置图 - 44 -
附图 2 江苏申港锅炉有限公司二厂区平面布局及周围环境图 - 45 -
附图 3 江苏申港锅炉有限公司附件车间平面布局图 - 46 -
附图 4 本项目工业电视设计示意图 - 47 -
附图 5 本项目与生态管控区域相对位置关系图 - 48 -
附件 1 项目委托书 - 49 -
附件 2 射线装置使用承诺书 - 50 -
附件 3 屏蔽设计说明 - 51 -
附件 4 辐射安全许可证复印件 - 52 -
附件 5 现有核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件 - 56 -
附件 6 现有核技术应用项目情况一览表 - 70 -
附件 7 辐射环境现状检测报告复印件 - 72 -
附件 8 辐射工作人员培训情况一览表 - 81 -
附件 9 个人剂量监测报告复印件 - 82 -
附件 10 年度环境检测报告复印件 - 90 -

表 1　项目基本概况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">扩建 1 台工业电视项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">江苏申港锅炉有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表姓名</td><td colspan="2">徐杰</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">杨舍镇蒋东村</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">张家港市杨舍镇东莱工业园华宇路 9 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="3">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>70</td><td colspan="2">项目环保总投资（万元）</td><td>20</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>28.6%</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="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="6">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□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="6">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">/</td></tr>
</table>

1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

1.1 建设单位基本情况

江苏申港锅炉有限公司成立于 2002 年 8 月，注册地址位于杨舍镇蒋东村。公司共有四个厂区，其中一、三、四厂区均已外包给其他企业，二厂区为公司在用厂区。公司二厂区位于张家港市杨舍镇东莱工业园华宇路 9 号。公司目前主要从事工业锅炉、电站锅炉、各类余废热锅炉、III 类（A1 和 A2）级压力容器、“A”级压力管道的设计、制造、调试、运行和维修。

1.2 项目规模及任务由来

由于生产检测需要，江苏申港锅炉有限公司拟在二厂区附件车间北部三号线作业区扩建 1 台 R.DR80-Tube 型工业电视，对直管自动焊对接焊口进行探伤，主要检测管子外径 φ30mm~φ76mm，壁厚 3mm~15mm，管子最大长度 60 米。R.DR80-Tube 型工业电视最大管电压为 320kV，最大管电流为 22.5mA， 额定功率为 1800W，工作时主射线朝下照射，拟将工业电视工件进出口朝南北方向摆放在三号线作业区地坑内。

公司现有 28 名辐射工作人员，拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作。设备周开机曝光时间约为 20 小时，年开机曝光时间约为 1000 小时。本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 江苏申港锅炉有限公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	额定功率 W	射线装置类别	工作场所名称	备注
1	R.DR80-Tube 型工业电视	1	320	22.5	1800	II	三号线作业区	主射线朝下

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用的工业电视为 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受江苏申港锅炉有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏申港锅炉有限公司二厂区位于张家港市杨舍镇东莱工业园华宇路 9 号，公司二厂区地理位置图见附图 1。公司二厂区东侧为黎明路及江苏王牌钢结构有限公司，南侧为江苏固铝科技有限公司，西侧为农田、张家港市永申纺织有限公司及农鹿北路，北侧为华宇路。公司二厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目拟建址位于二厂区附件车间北部三号线作业区，拟建址东侧为三号线作业区、管屏区、通道及包装车间，南侧为三号线作业区（传送通道），西侧为三号线作业区、通道及仓库，北侧为对接房、三号线作业区及通道，正上方、正下方无建筑。附件车间平面布局图见附图 3。

本项目工业电视拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护

目标主要为辐射工作人员及拟建址周围评价范围内公众。

3 原有核技术利用项目情况

江苏申港锅炉有限公司于2023年10月23日取得了江苏省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（苏环辐证[00037]，见附件4），有效期至2028年08月25日，许可范围为：使用II类、V类放射源；使用II类射线装置。公司目前许可使用6枚II类放射源（2枚^{75}Se放射源，3枚^{192}Ir放射源，1枚^{60}Co放射源）、1枚V类放射源（^{85}Kr放射源）、1台直线加速器、4台工业电视及22台X射线探伤机。公司现有核技术应用项目均处于二厂区，均已履行环保手续，环评批复及竣工环保验收意见复印件见附件5。现有核技术利用项目环保手续履行情况见附件6。

公司按照《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，现有核技术利用项目自运营以来没有发生过辐射安全事故和人员异常照射，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。公司已委托苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司开展年度环保检测（见附件10），根据检测结果可知，公司现有探伤房及工业电视外的周围剂量当量率均能满足相关标准的要求。

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加工业电视拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，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)/ 活度（Bq)×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）

表 3　非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4　射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	工业电视	II	1	R.DR80-Tube 型	320	22.5	无损检测	三号线作业区	主射线朝下，额定功率 1800W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	年排放总量	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	/	不暂存	通过工件进出口排出到铅房外，最终通过车间自然通风排入外环境，臭氧常温下50min 内可自行分解为氧气，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 年修订版），国家主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日施行 （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施，2018 年 12 月 29 日修订，2018 年 12 月 29 起施行 （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行 （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 （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修订，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行 （6）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行 （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 6 日起施行 （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行 （9）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 （10）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 （11）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行 （12）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行 （13）《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 11 月 1 日起施行

	（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 （15）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 （16）《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，2018 年 6 月 9 日 （17）《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 （18）《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 （19）《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，2021 年 11 月 9 日 （20）《江苏省生态空间管控区域调整管理办法》，苏政办发〔2021〕3 号，2021 年 2 月 1 日起施行 （21）《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880 号，2023 年 10 月 10 日起施行
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） （2）《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） （3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022） （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） （6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） （8）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 1 号修改单 （9）《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

其它	**与本项目相关附件：** （1）项目委托书（附件 1） （2）射线装置使用承诺书（附件 2） （3）屏蔽设计说明（附件 3） （4）辐射安全许可证复印件（附件 4） （5）现有核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件（附件 5） （6）现有核技术应用项目情况一览表（附件 6） （7）辐射环境现状检测报告复印件（附件 7） （8）辐射工作人员培训情况一览表（附件 8） （9）个人剂量监测报告复印件（附件 9） （10）年度环境检测报告复印件（附件 10）

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》（HJ 10.1-2016）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，确定本项目评价范围为工业电视拟建址外 50m 区域。

保护目标

本项目评价范围内不涉及自然保护区、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《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）及《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），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域，本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图 5。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），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。

本项目使用工业电视进行无损检测工作，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。本项目工业电视拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目保护目标主要为辐射工作人员、工业电视拟建址周围 50m 范围内其他公众。

表 7-1 本项目工业电视拟建址评价范围内保护目标情况一览表

保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	操作室	东侧	约 1.3m	2 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	三号线作业区	东侧	约 1.3m	约 2 人	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	管屏区		约 9m	约 10 人	
	通道		约 28m	流动人员	
	包装车间		约 42m	约 20 人	
	三号线作业区	南侧	紧邻	约 2 人	
	三号线作业区	西侧	约 1.4m	约 2 人	
	通道		约 7m	流动人员	
	仓库		约 25m	流动人员	
	对接房	北侧	约 4m	约 2 人	
	三号线作业区		约 8m	约 2 人	
	通道		约 22m	流动人员	

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

/	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： 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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
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： ①年有效剂量，1mSv； 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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。

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～0.3 mSv）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》（GBZ117-2022）

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。

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。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

4 项目管理目标

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》（GBZ 117-2022）等评价标准，确定本项目的管理目标：

（1）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）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**。

（3）本项目工业电视屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于**2.5μSv/h**，顶部外表面30cm处的剂量率参考控制水平保守取**2.5μSv/h**（工业电视高度较低，且为半地下式安装，故保守取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γ辐射水平（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
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,参考测值范围进行评价。

表 8　环境质量和辐射现状

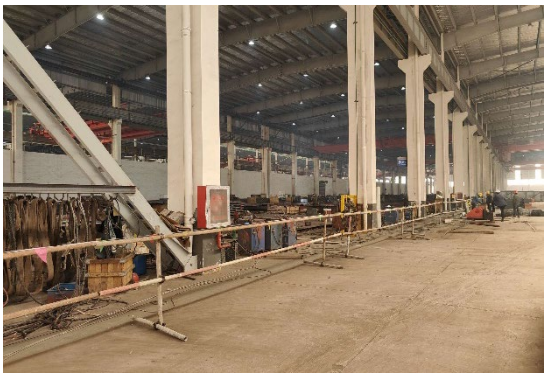
1 项目地理和场所位置

江苏申港锅炉有限公司二厂区位于张家港市杨舍镇东莱工业园华宇路 9 号，公司二厂区地理位置图见附图 1。公司二厂区东侧为黎明路及江苏王牌钢结构有限公司，南侧为江苏固铝科技有限公司，西侧为农田、张家港市永申纺织有限公司及农鹿北路，北侧为华宇路。公司二厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

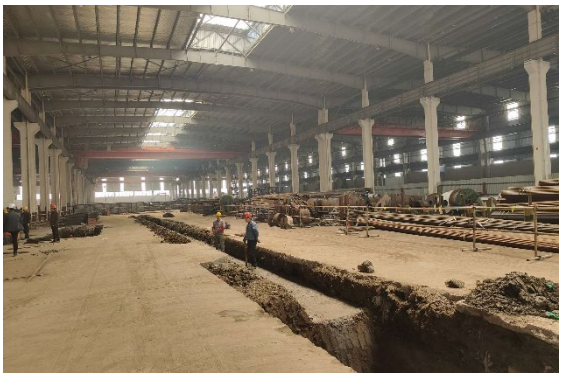
本项目拟建址位于二厂区附件车间北部三号线作业区，拟建址东侧为三号线作业区、管屏区、通道及包装车间，南侧为三号线作业区（传送通道），西侧为三号线作业区、通道及仓库，北侧为对接房、三号线作业区及通道，正上方、正下方无建筑。附件车间平面布局图见附图 3。

本项目工业电视拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及拟建址周围评价范围内公众。

本项目工业电视拟建址周围环境现状见图 8-1。



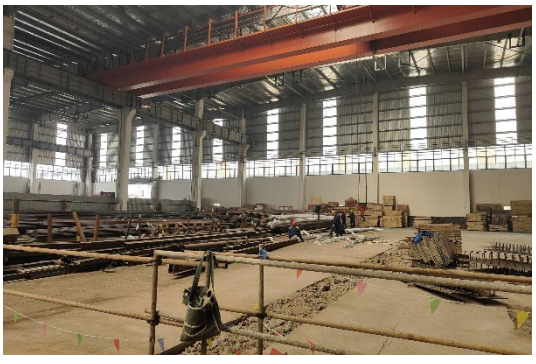
工业电视拟建址东侧（管屏区）



工业电视拟建址南侧（传送通道）



工业电视拟建址西侧（通道）



工业电视拟建址北侧（通道）



工业电视拟建址处

图 8-1 本项目工业电视拟建址及周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业电视拟建址及周围辐射环境

监测因子：γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在工业电视拟建址周围布置监测点位，共计 5 个点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型多功能辐射测量仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，检定有效期：2023.10.17~2024.10.16，检测范围：1nSv/h～100μSv/h，能量响应：48keV～4.4MeV）

环境条件：天气：晴　温度：15°C　湿度：63.7%RH

监测项目：γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在工业电视拟建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2024 年 3 月 7 日

监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，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。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则

进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检定，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 7。

表 8-1　本项目工业电视拟建址及周围 γ 辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果(nGy/h)	备注
1	工业电视拟建址处	78.8	平房
2	工业电视拟建址东侧	76.3	平房
3	工业电视拟建址南侧	75.0	平房
4	工业电视拟建址西侧	78.7	平房
5	工业电视拟建址北侧	77.9	平房

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子平房取 0.9。

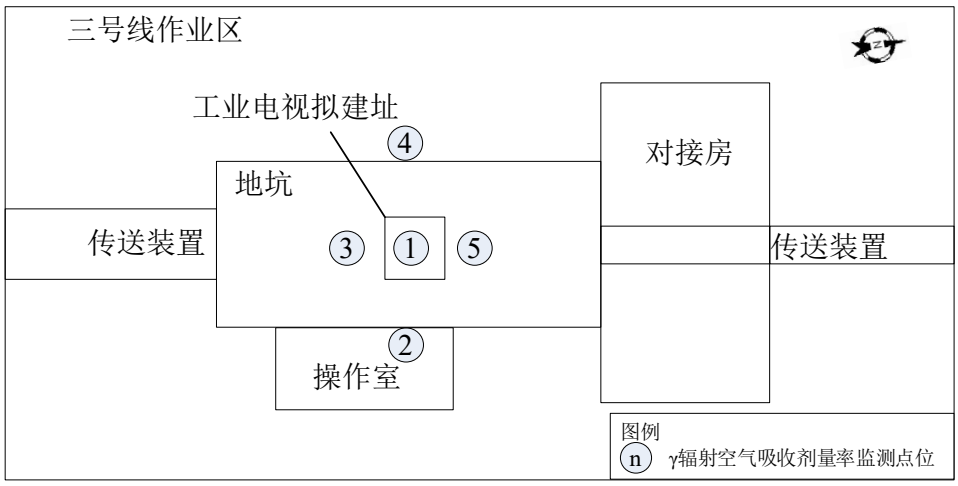


图 8-2 本项目工业电视拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目工业电视拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（75.0~78.8）nGy/h，根据《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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目工业电视拟建址周围室内监测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内测值范围内。

表 9　项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

由于生产检测需要，江苏申港锅炉有限公司拟在二厂区附件车间北部三号线作业区扩建 1 台 R.DR80-Tube 型工业电视，对直管自动焊对接焊口进行探伤，主要检测管子外径 φ30~φ76mm，壁厚 3~15mm，管子最大长度 60 米。R.DR80-Tube 型工业电视最大管电压为 320kV，最大管电流为 22.5mA，额定功率为 1800W，工作时主射线朝下照射，拟将工业电视工件进出口朝南北方向摆放在三号线作业区地坑内。

本项目工业电视包含铅房、转管装置、维修门、工件进出口等。其样式图见图 9-1。本项目工业电视 X 射线管固定在铅房中间，主射线朝下照射，距东侧屏蔽体最近距离为 730mm，距南侧屏蔽体最近距离为 620mm，距西侧屏蔽体最近距离为 570mm，距北侧屏蔽体最近距离为 620mm。公司现有 28 名辐射工作人员，拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作。设备年开机曝光时间约为 1000 小时。



图 9-1　本项目工业电视样式图

2 工作原理

2.1 X 射线产生工作原理

工业电视核心部件是 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，阴极的灯丝热致发射电子。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。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

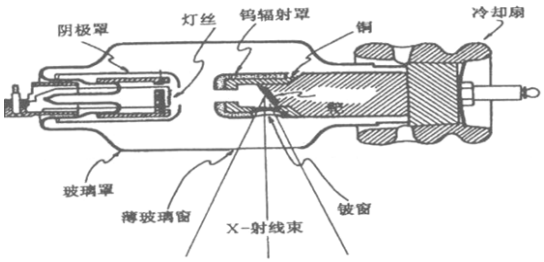


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

2.2 工业电视工作原理

工业电视主要由 X 射线管、探测器、准直器、平板探测器、显示屏等组成，在使用工业电视进行无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，投射 X 射线被平板探测器所接收，平板探测器把不可见的 X 射线检测信息转换为数字图像后传输至显示屏，在显示屏上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构进行判别。

3 工艺流程及产污环节

辐射工作人员将被测工件放置在传送装置上，然后在操作台进行操作，将工件通过转管装置送入铅房内，对检测工件内部缺陷情况进行无损检测，其工作流程如下：

（1）辐射工作人员在开展检测工作前对工业电视铅房进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等安全防护措施是否运行正常；

（1）辐射工作人员将被检测工件放置在传送装置上；

（2）辐射工作人员在操作室内操作，控制工件从转管装置工件进口进入铅房内；

（3）通过操作台调整工件位置，开启工件进行自动扫描检测，检测过程中会产生 X 射线及少量 O_3、NO_x；

（4）通过操作台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；

（5）检测完毕后，关机，控制被检测工件由铅房转管装置工件出口传出。

本项目工业电视工作流程及产污环节示意图见图 9-3。

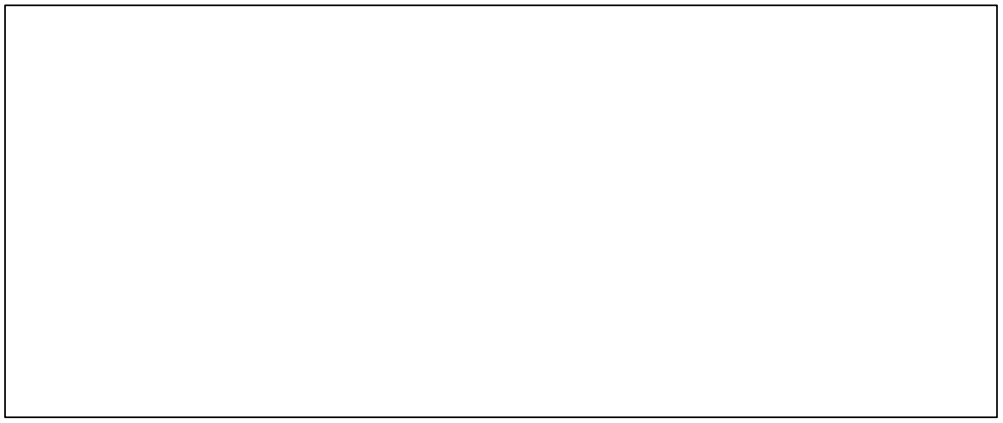


图 9-3　本项目工业电视工作流程及产污环节分析示意图

4 工作机制

公司现有 28 名辐射工作人员，拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，本项目拟采取一班制工作制，每日工作 8 小时，年工作 250 天。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由工业电视工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，正常开机出束期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目工作期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：射线装置发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，320kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5\times10^{3}\mu Sv/h$。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，320kV 的 X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 X 射线为 250kV。详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目理论预测工业电视参数一览表

设备型号	R.DR80-Tube 型
最大管电压 kV	
最大管电流 mA	
额定功率 W	
X 射线机的发射率常数 $mGy \cdot m^2/（mA \cdot min）$	
泄漏辐射剂量率 μSv/h	
90°散射后能量相应的 X 射线 kV	

2 非放射性污染源分析

本项目射线装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

表 10　辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

江苏申港锅炉有限公司拟在二厂区附件车间北部三号线作业区扩建 1 台 R.DR80-Tube 型工业电视，拟将工业电视工件进出口朝南北方向摆放在三号线作业区地坑内。工业电视包括铅房和操作室等，工作时主射线朝下照射，操作室位于铅房东侧，操作室避开了 X 射线主射线方向，工业电视布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置及操作室应避开有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

本项目拟将工业电视铅房及转管装置作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色区域），在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将操作室及地坑作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影区域），地坑边界拟设置实体围栏，操作室入口及地坑围栏拟悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目工业电视平面布局及分区图见图 10-1。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 本项目工业电视平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目工业电视的屏蔽防护设计见表10-1，设计图见附图4。

表 10-1 本项目工业电视自屏蔽铅房屏蔽设计参数一览表

工业电视型号	铅房屏蔽参数		尺寸参数（内净）	主射线方向
	防护材料	厚度		
R.DR80-Tube 型	四周屏蔽体			主射线朝下照射
	顶部屏蔽体			
	底部屏蔽体			
	维修门（东侧、西侧）			
	电缆口铅罩（底部）			
	工件进出口铅帘（南侧、北侧）			

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障工业电视安全运行，江苏申港锅炉有限公司拟对本项目工业电视设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 工业电视

（1）本项目工业电视铅房东侧拟设置操作室，操作室内拟设置急停按钮，按钮带有标签，表明使用方法。铅房内外拟各设置 1 个急停按钮。

（2）操作室内设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

（3）工业电视的铅房顶部外设置工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线管联锁。工业电视工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

（4）工业电视的铅房 2 扇维修门均设置门机联锁装置，只有当 2 扇维修门完全关闭后 X 射线才能出束，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

（5）工业电视铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

（6）工业电视铅房顶部及内部拟设置视频监控，可监视设备运行和人员活动情况。

（7）工业电视铅房内部拟设置固定式场所辐射探测报警装置。

（8）本项目工业电视运行时，辐射工作人员无需进入铅房内，少量臭氧和氮氧化物可通过工件进出口排出到铅房外。

本项目工业电视辐射防护措施示意图见图 10-2。

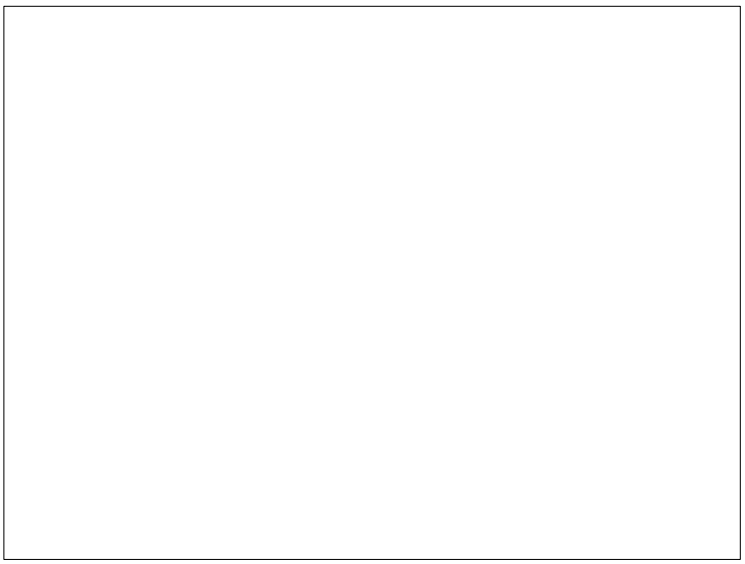


图 10-2　本项目工业电视辐射防护措施示意图

3.2 操作防护措施

（1）辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对工业电视进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常。

（2）正常使用工业电视时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

（3）辐射工作人员拟定期测量工业电视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，拟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，则不应开始检测工作。

（5）在每一次照射前，操作人员都拟确认工业电视铅房内部没有人员驻留并关闭维修门。只有在维修门关闭、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。

（6）公司拟对工业电视的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

3.3 探伤设备退役措施

当工业电视不再使用时，拟实施退役程序。

（1）工业电视的 X 射线发生器拟处置至无法使用，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。

三废治理

本项目无放射性三废产生，和项目有关的非放射三废主要包括臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）。

本项目工业电视在进行检测工作时，会使装置铅房内部的空气电离产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NOx）。少量臭氧和氮氧化物可通过工件进出口排出到铅房外，最终通过车间自然通风排入外环境。臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目工业电视自屏蔽铅房为定制设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在施工期环境影响。本项目工业电视为半地下式安装，挖设地坑施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地坑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a.及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b.车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c.施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制。

该单位在施工及设备安装阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1 辐射环境影响分析

1.1 理论预测公式

本项目 R.DR80-Tube 型工业电视投入运行后每周平均开机曝光时间约 20 小时，年曝光时间为 1000 小时。工业电视的最大管电压为 320kV，最大管电流为 22.5mA，额定功率为 1800W。

本次评价选取工业电视满功率运行时的工况进行预测（最大功率 1800W 下，320kV 电压对应电流为 5.625mA）。本项目工业电视工作时主射线朝底部照射，底部屏蔽体采用 23mmPb+4mmFe，工业电视为半地下式安装，地坑深度为 1.35m，工业电视底部贴近地坑下部混凝土，射线经底部屏蔽体屏蔽及多次散射方能到达地坑外，对

地坑外辐射影响较小，故未对装置底部进行计算，计算时将装置自屏蔽铅房四周及顶部屏蔽体、维修门、工件进出口铅帘按照非有用线束照射进行预测计算。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）中的计算公式。计算示意见图 11-1。

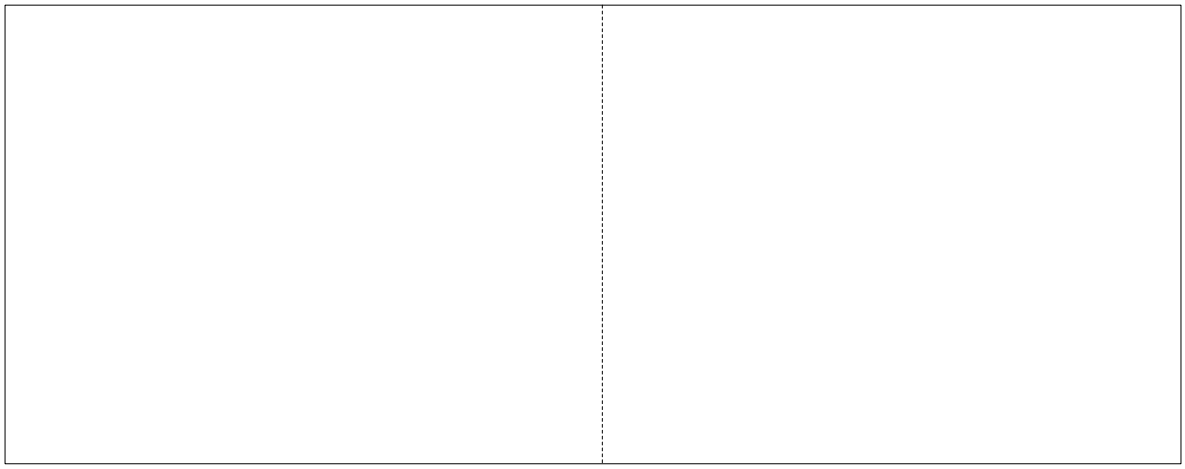


图 11-1 本项目 R.DR80-Tube 型工业电视计算示意图

1.1.1 非有用线束屏蔽效果预测公式

非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）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \qquad \text{……（11-1）}$$

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h，取值参考工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

B：屏蔽透射因子，根据公式（11-2）计算得出；

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

式中：X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \qquad \text{……（11-3）}$$

式中：$\dot{H}$：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；

H_0：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m^2/(mA·h)；

B：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2 确定 90°散射辐射的射线能量，然后按公式（11-2）计算得出；

F：R_0 处的辐射野面积，m^2；

α：散射因子，入射辐射被单位面积（1 m^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。与散射物质有关，在未获得相应物质的α 值时，可以用水的α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_s：散射体至关注点的距离，m；

R_0：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

1.1.2 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \qquad \text{……（11-4）}$$

式中：H_c：参考点的年剂量水平，mSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$:参考点处剂量率，μSv/h；

t：年照射时间，h/a；

U：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子。

2.屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-1 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点		东侧屏蔽体/维修门	南侧屏蔽体/铅帘	西侧屏蔽体/维修门	北侧屏蔽体/铅帘	顶部屏蔽体
X 设计厚度						
泄漏辐射	TVL（mm）					
	B③					
	$\dot{H}_L$(μSv /h)					
	R①（m）					
	$\dot{H}$(μSv /h)					

散射辐射	散射后能量对应的 kV 值					
	TVL（mm）					
	B[③]					
	I（mA）					
	H_0[②]（μSv·m²/(mA·h)）					
	F （m²）					
	α					
	R_0 （m）					
	R_s[①]（m）					
	$\dot{H}$(μSv /h)					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)						
剂量率参考控制水平(μSv/h)						
评价		满足	满足	满足	满足	满足

从表 11-1 中计算结果可以看出，当本项目 R.DR80-Tube 型工业电视满功率运行时，该装置自屏蔽铅房四周、顶部、底部屏蔽体及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 1.121μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求。

2.2 天空反散射影响分析

本项目工业电视满功率运行时，装置自屏蔽铅房顶部 30cm 处的最大辐射剂量率约为 1.121μSv/h，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，因此其天空反散射均能够满足“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。

2.3 电缆口及防护门缝隙辐射防护评价

本项目工业电视电缆口处拟安装铅防护罩，铅防护罩采用迷宫式设计，X 射线至少经过 3 次散射才能到达铅房外，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”，可推断电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。电缆口 X 射线散射路径示意图见图 11-2。

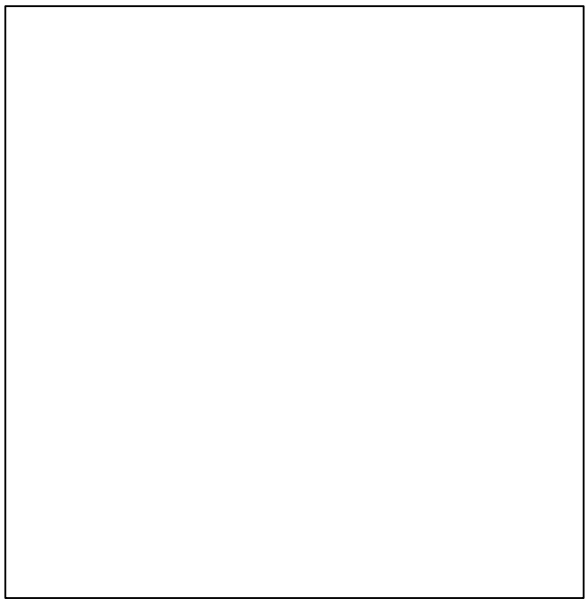


图 11-2 电缆口 X 射线散射路径示意图

本项目工业电视维修门与四周屏蔽体搭接均不小于 150mm，维修门与屏蔽体之间的缝隙宽度均小于 10mm，维修门与屏蔽体重叠部分不小于维修门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断维修门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

3 年有效剂量估算

本项目辐射工作人员主要位于操作室内进行操作，因此辐射工作人员年有效剂量拟取操作位处的辐射剂量率进行计算。公众主要为工业电视铅房 50m 范围内其他人员，本项目拟将操作室及地坑作为辐射防护监督区，监督区边界拟设置实体围栏，操作室表面及地坑周围围栏拟悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。因此公众人员年有效剂量拟按照监督区外的辐射剂量率取值计算。

（1）监督区外及操作位辐射影响计算

根据剂量率与距离的平方呈反比公式可得到监督区周围的辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2}=\frac{R_2^2}{R_1^2} \qquad (11\text{-}5)$$

式中：H_1—距射线源点 R_1 处的剂量率，μSv/h；

H_2—距射线源 R_2 处的剂量率，μSv/h；

R_1—装置屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R_2—操作位及监督区外各点位距射线源的距离，m。

计算点位示意图见图 11-3。辐射剂量率计算结果见表 11-2。

图 11-3 本项目监督区外各点位示意图

表 11-2 各参考点处剂量率预测表

预测点位	H_1（μSv/h）		R_1（m）	R_2（m）	H_2（μSv/h）
①（监督区东侧/操作位）	装置铅房东侧				
②（监督区南侧）	装置铅房南侧				
③（监督区西侧）	装置铅房西侧				
④（监督区北侧）	装置铅房北侧				

（2）辐射工作人员及公众年有效剂量估算

根据表 11-2 估算结果代入公式（11-4），分别选取各参考点处最大辐射剂量率值进行周剂量估算及年剂量估算。

表 11-3 本项目工业电视周围人员周受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值（μSv/h）	周工作时间（h）	周剂量估算值(μSv/周)	剂量约束值(μSv/周)	评价
1	监督区东侧						5（公众）	满足
2	监督区南侧							满足

3	监督区西侧			满足
4	监督区北侧			满足
5	操作室		100（职业人员）	满足

从表 11-3 中预测结果可以看出，本项目工业电视铅房周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 0.520μSv，周围公众成员周有效剂量最大为 0.130μSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：职业人员周有效剂量不超过 100μSv，公众周有效剂量不超过 5μSv。

表 11-4　本项目工业电视周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值（μSv/h）	年工作时间（h）	年剂量估算值(mSv/a)	剂量约束值(mSv/a)	评价
1	监督区东侧						0.1（公众）	满足
2	监督区南侧							满足
3	监督区西侧							满足
4	监督区北侧							满足
5	操作室						5（职业人员）	满足

从表 11-4 中预测结果可以看出，本项目工业电视铅房周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.026mSv，周围公众成员年有效剂量最大为 0.007mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：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。

4 现有核技术利用项目叠加辐射影响

公司现有核技术利用项目距本项目工业电视拟建址超过 70m，经过距离的进一步衰减后，其附加辐射影响几乎湮没在本底辐射中，可推断本项目评价范围内的职业人员及公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目工业电视只有在开机出束时才产生 X 射线，因此，本项目事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）由于安全联锁装置失灵，维修门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到铅房外面，

给周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）机器调试、检修时误照。工业电视在调试、检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到误照射。

2 辐射事故预防措施

江苏申港锅炉有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

（1）企业内部加强辐射安全管理，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。在进行射线装置调试前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机调试。

（3）辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

3 辐射事故处置方法

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，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。本项目拟使用的射线装置为II类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。通常情况下属于一般辐射事故。

在发生事故后：

（1）辐射工作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，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，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，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。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目拟使用的射线装置为II类装置。根据《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，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。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。

江苏申港锅炉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。公司现有 28 名辐射工作人员（均取得辐射安全培训合格证书，培训情况一览表见附件 8），其中 1 名人员兼职辐射防护负责人，拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作。辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格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

公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度，包括《射线装置安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置检修维护制度》、《监测方案》、《射线装置使用登记及台账管理制度》等，并严格按照规章制度执行。

公司针对已有核技术利用项目已制定了《辐射安全事故应急制度》，制度中明确了应急指挥机构、人员组成及分工、应急部门及人员职责、应急器材，发生辐射事故时的报告、应急处置方式等，公司制定的事故应急预案较全面，并具有可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。

在实际工作中公司还应针对本项目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：

操作规程：明确工业电视辐射工作人员的资质条件要求、操作的具体流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确检测的流程及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确管理人员、调试人员、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。

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，

重点是射线装置运行和维修时的辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确工业电视的各项安全联锁装置、辐射监测设备维修计划、在日常运行过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪等仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确培训对象、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。

监测方案：完善辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。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部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，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部门报告。

台账管理制度：建立健全的台账制度，并在日常工作中落实到位，重点是射线装置的使用情况由专人负责登记、专人形成台帐、每月核对，确保使用情况与登记相符。

事故应急预案：针对工业电视使用过程中可能产生的辐射事故制定辐射事故应急预案或应急措施，该预案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生健康部门。

辐射监测

公司拟使用的射线装置为II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对射线装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司二厂区现有 3 台 FD-3013H 型环境辐射剂量巡测仪及 15 台 HM131-B 型个人剂量报警仪，本项目拟沿用现有环境辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2022 年~2023 年辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 9），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已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。

公司现有核技术利用项目已委托苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司开展年度环保检测（年度环保检测报告见附件 10），根据检测结果可知，公司射线装置外的周围剂量当量率均能满足相关标准的要求。

公司已于每年 1 月 31 日前上报上一年度辐射安全年度评估报告。

本项目运行后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在进行检测作业时，公司拟定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩带个人剂量计监测累积剂量，定期（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司还拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
R.DR80-Tube 型工业电视	周围剂量当量率	竣工验收监测	1 次	①四周屏蔽体外 30cm 处； ②维修门外 30cm 处及门缝隙处； ③工件进出口外； ④操作位处； ⑤电缆口外； ⑥监督区周围。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	1 次/周	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每 3 个月/次	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，江苏申港锅炉有限公司已针对核技术利用项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）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；

（3）辐射事故分级与应急响应措施；

（4）辐射事故调查、报告和处理程序；

（5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

公司已依据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

江苏申港锅炉有限公司二厂区位于张家港市杨舍镇东莱工业园华宇路 9 号。公司二厂区东侧为黎明路及江苏王牌钢结构有限公司，南侧为江苏固铝科技有限公司，西侧为农田、张家港市永申纺织有限公司及农鹿北路，北侧为华宇路。

本项目拟建址位于二厂区附件车间北部三号线作业区，拟建址东侧为三号线作业区、管屏区、通道及包装车间，南侧为三号线作业区（传送通道），西侧为三号线作业区、通道及仓库，北侧为对接房、三号线作业区及通道，正上方、正下方无建筑。

本项目工业电视拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及拟建址周围评价范围内公众。

1.2 项目分区及布局

本项目拟将工业电视铅房作为本项目的辐射防护控制区，在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将操作室及地坑作为辐射防护监督区地坑边界拟设置实体围栏，操作室入口及地坑围栏拟悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。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，企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。

1.3 辐射安全措施

本项目工业电视铅房东侧拟设置操作室，操作室内设置急停按钮及钥匙开关，铅房内外拟各设置 1 个急停按钮；工业电视铅房顶部外设置工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线管联锁；“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别；工业电视铅房 2 扇维修门均设置门机联锁装置；装置铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；装置铅房顶部及内部拟设置视频监控。装置铅房内部拟设置固定式场所辐射探测报警装置。

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

中 5.1.2 要求对工业电视进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常；辐射工作人员正常使用工业电视时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；拟定期测量工业电视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；交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟确认工业电视铅房内部没有人员驻留并关闭防护门；公司拟对工业电视的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

当工业电视不再使用时，拟实施退役程序。工业电视的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；退役时拟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。

1.4 辐射安全管理

公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责，同时拟在项目运行前完善各项辐射安全管理制度。公司现有 28 名辐射工作人员（包含 1 名辐射防护负责人），均通过生态环境部培训平台上的线上考核，公司调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作。公司拟对本项目辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，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。

公司现有 3 台环境辐射剂量巡测仪及 15 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测结果，本项目工业电视铅房各侧屏蔽体外 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）的剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

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，公众周有效剂量不超过 5μSv；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。

2.3 三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目工业电视在进行检测工作时，会使装置铅房内部的空气电离产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NOx）。少量臭氧和氮氧化物可通过工件进出口排出到铅房外，最终通过车间自然通风排入外环境。臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，江苏申港锅炉有限公司扩建 1 台工业电视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）取得环评批复后企业应及时申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

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	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责	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		铅房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）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	20
	辐射安全措施： 本项目工业电视铅房东侧拟设置操作室，操作室内设置急停按钮及钥匙开关，铅房内外拟各设置 1 个急停按钮；工业电视铅房顶部外设置工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线管联锁；“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别；工业电视铅房 2 扇维修门均设置门机联锁装置；装置铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；装置铅房顶部及内部拟设置视频监控。装置铅房内部拟设置固定式场所辐射探测报警装置		
人员配备	公司现有 28 名辐射工作人员（包含 1 名辐射防护负责人），拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格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	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
	拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，送检周期为 3 个月，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	拟定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，体检周期为 2 年，并建立职业健康监护档案		

监测仪器和防护用品	已配备3台环境辐射剂量巡测仪及15台个人剂量报警仪，本项目拟沿用现有环境辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪	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	/
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求，制定了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、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	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度、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。	/

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：   公 章 经办人　　年　月　日
审批意见   公 章 经办人　　年　月　日