核技术利用建设项目

X 射线探伤机及探伤室应用项目

生态环境影响报告表

威海传森热能设备有限公司

2026 年 11 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

X射线探伤机及探伤室应用项目

生态环境影响报告表

建设单位名称：威海传森热能设备有限公司

建设单位法人代表（**签名或签章**）：

通讯地址：山东省威海市火炬高技术产业开发区初村镇山海路201号

邮政编码：　　联系人：

电子邮箱：　　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">X 射线探伤机及探伤室应用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">威海传森热能设备有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td></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">山东省威海市火炬高技术产业开发区初村镇山海路 201 号
（37.396987° N，121.938230° E）</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">山东省威海市火炬高技术产业开发区初村镇山海路 201 号，
公司 2 号车间内西南侧</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>50</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>15</td><td>投资比例(环保投资/总投资)</td><td colspan="2">30%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建□改建□扩建□其他</td><td>占地面积(㎡)</td><td colspan="2">约 132</td></tr>
<tr><td rowspan="9">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>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

1.1 公司简介

威海传森热能设备有限公司于 2008 年成立，注册资金 500 万元，专业从事大中小型空气冷却器及换热器的设计生产制造，厂区地址位于山东省威海市火炬高技术产业开发区初村镇山海路 201 号。公司主要产品空气冷却器是以环境空气作为冷却介质，对管内高温流体进行冷却或冷凝的设备，它具有不需要水源，适用于高温、高压的工艺条件，使用寿命长，运转费用低等优点。随着水资源和能源的匮乏以及环保意识的增强，节水、节能、环保、无污染的空气冷却器广泛应用于炼油、石油化工、煤化工、冶金、电站等行业。

公司主体建设项目“空冷器生产项目”于 2021 年 2 月 22 日取得威海市生态环境局

高区分局批复，批复文号为“威环高〔2021〕11 号”，该项目于 2021 年 7 月 8 日通过了竣工环境保护验收。

公司地理位置示意图见附图 1，公司周边环境关系影像图见附图 2，公司总平面布置示意图见附图 3。

1.2 项目建设规模

为提高和保证产品质量，公司在生产空冷器过程中，需使用 X 射线探伤机对承压设备元件进行无损检测。前期公司的无损检测工作一直委托有资质的第三方检测公司进行，根据公司规划及生产需求，公司拟自行开展无损检测工作。

公司拟于 2 号车间内西南侧建设一处探伤工作场所，包括探伤室、操作室、洗片室、评片室及试块室，并拟购置 XXG-3005 及 XXGHZ-2505 型 X 射线探伤机各 1 台，均属Ⅱ类射线装置，每次仅开机使用一台 X 射线探伤机。根据现场踏勘，本项目探伤工作场所尚未开工建设，X 射线探伤机尚未购置。

本次评价涉及的射线装置明细见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装置明细表

装置名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	主射束方向	备注
X 射线探伤机	XXG-3005	1 台	Ⅱ类	300kV	5mA	定向	拟购
X 射线探伤机	XXGHZ-2505	1 台	Ⅱ类	250kV	5mA	周向	拟购

1.3 产业政策符合性

本项目 X 射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所探伤），核技术利用类型属使用Ⅱ类射线装置。本项目对公司产品进行质量控制，经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类和淘汰类，属于国家允许建设的项目，符合产业政策。

1.4 选址合理性

本项目探伤工作场所拟建于 2 号车间内西南侧，2 号车间系租赁威海三盾焊接材料工程有限公司车间，根据出租方提供的不动产权证“鲁（2018）威海市不动产权第 0058559 号”，本项目所在车间土地用途为工业用地，符合当地规划要求。

本项目探伤工作场所由探伤室、操作室、洗片室、评片室及试块室组成，探伤室为单层建筑，下方为土层，探伤室周围 50m 范围内：东侧依次为 2 号车间内空地、2 号车间内焊接区、其他公司车间，南侧依次为原材料车间、3 号车间北跨、3 号车间南跨，西侧依次为操作室/洗片室、评片室/试块室、厂区内空地，北侧依次为 2 号车间内空地、2 号车间内数控区/焊接区、2 号车间内空地、2 号车间内焊接区、厂区内空地、1

号车间、仓库（西北侧）。经现场勘查，探伤室周围 50m 评价范围内共存在 7 处环境保护目标，经下文分析，X 射线探伤机使用过程中，探伤室周围及环境保护目标处辐射水平可满足国家相关标准，项目运行对周围环境及环境保护目标处的辐射影响较小，因此项目选址合理。

1.5 实践正当性

本项目使用 X 射线探伤机对公司承压设备元件进行无损检验，有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。同时根据下文分析，本项目采取的辐射防护措施能保证探伤室外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，射线装置运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关标准要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

1.6 目的和任务的由来

公司在空冷器产品生产过程中需使用 X 射线探伤机对承压设备元件焊缝进行无损检验。由于 X 射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部位和完好部位的透射强度不同，底片上相应部位会呈现黑度差，评片人员则根据黑度变化判断缺陷情况并评价焊接焊缝的质量。通过及时检测和信息反馈，使焊接人员及时调整焊接方法和工艺参数，从而保证焊接质量。

X 射线探伤机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响，根据《关于发布<射线装置分类办法>的公告》（生态环境部、国家卫生健康委员会，公告 2026 年第 44 号），本项目 X 射线探伤机属Ⅱ类射线装置；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年），项目属于“五十五、核与辐射，172、核技术利用建设项目，使用Ⅱ类射线装置的”，应编制生态环境影响报告表。

公司曾于 2022 年 8 月委托环评单位编制了《威海传森热能设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，该项目于 2022 年 9 月 8 日取得威海市生态环境局高区分局批复，批复文号为“威环高〔2022〕40 号”，原项目拟于厂区内西北侧建设一处探伤工作场所，并配备使用 3 台 X 射线探伤机，截至目前原批复项目未实施。现公司拟将探伤工作场所调整至 2 号车间内西南侧，同时优化平面布局、调整探伤机型号等，对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》，本次变动涉及“重新选址、调整辐射工作场所位置导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标”情形，构成重大变动，因此本次重新报批环境影响评价文件。

为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国生态环境法典》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，威海传森热能设备有限公司委托我公司对其 X 射线探伤机及探伤室应用项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、环境检测、收集和分析有关资料、预测估算等基础上，我单位依照《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）编制了该项目的生态环境影响报告表。

表 2 射线装置

序号	名称	类别	数量（台）	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	Ⅱ类	1	XXG-3005	300	5	无损检测	2 号车间内西南侧探伤室内	定向
2	X 射线探伤机	Ⅱ类	1	XXGHZ-2505	250	5	无损检测	2 号车间内西南侧探伤室内	周向

表 3 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
废胶片	固态	/	/	/	30kg	/	危废暂存间	委托具有危废处置资质的单位处理
废显（定）影液	液态	/	/	/	60kg	/	危废暂存间	委托具有危废处置资质的单位处理
非放射性废气	气态	/	/	/	少量	/	/	探伤室通风口设置机械排风装置，将废气排至外环境

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^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 4 评价依据

法规文件	1.《中华人民共和国生态环境法典》，第十四届全国人民代表大会第四次会议，2026.8.15 施行； 2.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号第二次修订，2019.3.2 施行； 3.《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017.10.1 施行； 4.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号修订，2021.1.4 施行； 5.《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，2011.5.1 施行； 6.《危险废物转移管理办法》，生态环境部令第 23 号，2022.1.1 施行； 7.《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 2021.1.1 施行； 8.《关于发布<射线装置分类办法>的公告》，生态环境部、国家卫生健康委员会，公告 2026 年第 44 号，2026.10.14 施行； 9.《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，2006.9.26 施行； 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，2025.1.1 施行。
技术标准	1.《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 2.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； 3.《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； 4.《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单； 5.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 6.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 7.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； 8.《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）； 9.《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）；

	10.《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）及其修改单。
其他	1．威海传森热能设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响评价委托书； 2．《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年）； 3．威海传森热能设备有限公司提供的相关技术资料。

表 5 保护目标与评价标准

5.1 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》（HJ 10.1-2016）规定要求：“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”。

本项目为探伤室内使用Ⅱ类射线装置，本次评价范围为探伤室四周墙外 50m 的范围。

5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。职业人员为探伤室西侧操作室、洗片室、评片室及试块室内进行探伤作业的辐射工作人员，公众成员为探伤室周围 50m 范围内环境保护目标处公众人员及偶然经过的其他公众人员。

本项目评价范围内保护目标一览表见表 5-1。

表 5-1 本项目评价范围内保护目标一览表

分类	具体的保护目标	距离及方位	环境特征	人数
职业人员	操作室、洗片室、评片室及试块室内辐射工作人员	探伤室西侧相邻	单层建筑，高度约 3m	2 人
公众成员	环境保护目标①本公司 2 号车间内公众人员	探伤室所在建筑	本公司 2 号车间为单层建筑，高度约 9m	约 20 人
	环境保护目标②本公司原材料车间内公众人员	探伤室南侧相邻	本公司原材料车间为单层建筑，高度约 12m	约 10 人
	环境保护目标③本公司 3 号车间北跨内公众人员	探伤室南侧约 24m	本公司 3 号车间北跨为单层建筑，高度约 15m	约 20 人
	环境保护目标④本公司仓库内公众人员	探伤室西北侧约 33m	本公司仓库为单层建筑，高度约 3m	约 2 人
	环境保护目标⑤威海三盾焊接材料工程有限公司 1 号车间内公众人员	探伤室北侧约 38m	威海三盾焊接材料工程有限公司 1 号车间为三层建筑，高度约 15m	约 50 人
	环境保护目标⑥威海三盾焊接材料工程有限公司 3 号车间南跨内公众人员	探伤室南侧约 41m	威海三盾焊接材料工程有限公司 3 号车间南跨为单层建筑，高度约 15m	约 20 人
	环境保护目标⑦其他公司车间内公众人员	探伤室东侧约 45m	其他公司车间为单层建筑，高度约 12m	约 10 人
	偶然经过的其他公众人员	探伤室四周 50m 范围内	/	流动人员

5.3 评价标准

5.3.1 职业照射和公众照射

职业照射和公众照射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中附录 B 规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值:

a）由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

b）任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a）年有效剂量，1mSv；

b）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。

根据 GB18871-2002 规定，参照近几年颁布的相关环境标准及 X 射线探伤工作实践，本次评价以 GB18871-2002 中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（5mSv）作为职业人员的年管理剂量约束值；以公众照射年有效剂量限值的 1/10（0.1mSv）作为公众成员的年管理剂量约束值。

5.3.2 剂量率目标控制限值及探伤室放射防护要求

剂量率目标控制限值及探伤室放射防护要求执行《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定：

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 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 5-2 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 5-2 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率控制值

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

5.1.2 工作前检查项目应包括：

a)探伤机外观是否完好；

b)电缆是否有断裂、扭曲以及破损；

c)液体制冷设备是否有渗漏；

d)安全联锁是否正常工作；

e)报警设备和警示灯是否正常运行；

f)螺栓等连接件是否连接良好；

g)机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a)使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b)设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c)当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d)应做好设备维护记录。

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。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应满足：

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：

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 GB 18871 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。

参考以上标准，本次评价以 2.5μSv/h 作为探伤室四周墙体及防护门外各关注点的剂量率参考控制水平；探伤室为单层建筑，室顶没有人员到达，因此，以 100μSv/h 作为探伤室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理位置

威海传森热能设备有限公司位于山东省威海市火炬高技术产业开发区初村镇山海路 201 号，本项目探伤室拟建于 2 号车间内西南侧，公司 2 号车间平面布置示意图见附图 4。

现场勘查情况见图 6-1，探伤室周围 50m 范围内环境情况详见表 6-1。

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>探伤室拟建位置</td><td>探伤室拟建位置东侧</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>探伤室拟建位置北侧</td><td>探伤室拟建位置西侧</td></tr>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
<tr><td>探伤室拟建位置南侧</td><td>1 号车间</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2 号车间</td><td>3 号车间</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>原材料车间</td><td>仓库</td></tr>
<tr><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td>其他公司车间</td><td>现有危废暂存间</td></tr>
<tr><td colspan="2">图 6-1 现场勘察照片（拍摄于 2026 年 7 月）</td></tr>
</table>

表 6-1 本项目探伤室周围 50m 范围内环境一览表

项目	方向	场所名称
探伤室（单层建筑，下方为土层）	东侧	2 号车间内空地、2 号车间内焊接区、其他公司车间
	南侧	原材料车间、3 号车间北跨、3 号车间南跨
	西侧	操作室/洗片室、评片室/试块室、厂区内空地
	北侧	2 号车间内空地、2 号车间内数控区/焊接区、2 号车间内空地、2 号车间

		内焊接区、厂区内空地、1 号车间、仓库（西北侧）

6.2 环境天然辐射水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，烟台市环境天然辐射水平见表 6-2。

表 6-2　烟台市环境天然辐射水平（×10^{-8}Gy/h）

监测内容	范　围	平均值	标准差
原 野	2.14～12.05	5.84	1.66
道 路	1.94～20.14	6.49	2.39
室 内	4.56～20.53	10.11	2.71
注：表中数据摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站，1989 年，报告中无威海市数据，使用原隶属烟台地区数据。			

6.3 环境质量和辐射现状

6.3.1 检测方案

本项目探伤室暂未建设，X 射线探伤机尚未购置，本次评价根据项目实际情况制定辐射环境检测计划，对本项目探伤室拟建位置周围及环境保护目标处辐射环境现状进行检测。检测方案如下所示：

1、环境现状评价对象

探伤室拟建位置周围及环境保护目标处辐射环境。

2、检测因子

环境γ辐射剂量率。

3、检测点位

本次评价只进行项目场址现状值检测，在探伤室拟建位置周围及环境保护目标处共布设 12 个检测点位。

环境γ辐射剂量率检测布点见附图 2。

6.3.2 质量保证措施

1、监测单位

本次评价委托具备生态环境检测资质的潍坊正沅环境检测有限公司开展监测，具备监测本项目监测因子的能力，检验检测机构资质认定证书编号为 231512117166。

2、监测仪器

检测仪器为 HD-3023 型 X-γ剂量率仪，设备编号：P260019；测量范围为 10nGy/h～5

×10^5nGy/h，能量响应范围：25keV～3MeV；经中国计量科学研究院检定合格，证书编号：DLjl2026-06658，检定有效期至 2027 年 5 月 26 日，在有效期内。

3、监测方法

依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）及《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）等技术规范进行现场测量。将仪器接通电源仪器探头离地 1m，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算均值和标准偏差。

4、其他保证措施

本次由两名监测人员共同进行现场监测，两人均为持证上岗，均已通过相关岗位培训及考核，具备监测资质，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由授权签字人审定。

6.3.3 检测时间与条件

2026 年 8 月 17 日，天气：多云；温度：28.3℃；相对湿度：64.1%。

6.3.4 检测结果

环境γ辐射剂量率现状值检测结果见表 6-3。

表 6-3 环境γ辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	环境γ辐射剂量率（nGy/h）	
		检测值	标准差
1#	探伤室拟建区域中间位置	81	5
2#	探伤室拟建区域东侧	72	5
3#	探伤室拟建区域北侧	83	7
4#	探伤室拟建区域西侧	72	4
5#	探伤室拟建区域南侧	79	5
6#	1 号车间外南侧	69	8
7#	2 号车间外西侧	67	7
8#	原材料车间外西侧	58	2
9#	3 号车间北跨内	71	5
10#	3 号车间南跨内	76	5
11#	仓库外东南侧	61	4
12#	其他公司车间外西侧	59	5

注：①检测结果已扣除宇宙射线响应值 27nGy/h；

②宇宙射线响应值的屏蔽修正因子：原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；

③1#～5#、9#～10#检测点位位于室内，6#～8#、11#～12#检测点位位于室外。

6.3.5 环境现状调查结果评价

表 6-3 检测数据表明，本项目探伤室拟建位置周围及环境保护目标处室内（1#～5#、9#～10#）环境γ辐射剂量率为（71～83）nGy/h，即（7.1～8.3）×10^{-8}Gy/h；室外（6#～8#、11#～12#）环境γ辐射剂量率为（58～69）nGy/h，即（5.8～6.9）×10^{-8}Gy/h，均处于烟台（威海）市环境天然辐射水平范围内[室内（4.56～20.53）×10^{-8}Gy/h、道路（1.94～20.14）×10^{-8}Gy/h]。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工艺流程简述

本项目探伤工作场所由探伤室、操作室、洗片室、评片室及试块室组成，均为单层建筑，建设内容较少，施工期可能的污染因素主要为常规环境影响因素，主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物，无辐射环境影响。

施工期工艺流程及产污环节见图 7-1。

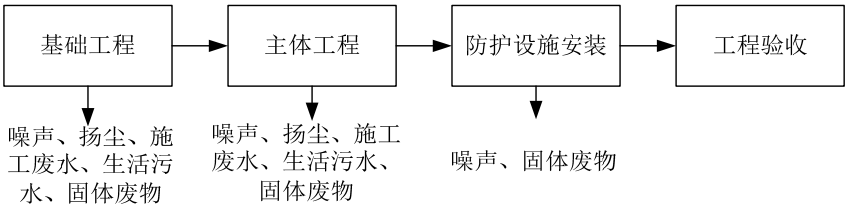


图 7-1 施工期工艺流程及产污环节图

7.2 营运期工艺流程简述

7.2.1 X 射线探伤机简介

1、X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。

X 射线探伤机整机外形、内部结构见图 7-2。



图 7-2 典型 X 射线探伤机外型及内部结构

其中，X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作按钮和显示窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。

2、X 射线产生原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。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（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的韧致辐射即为 X 射线。

典型的 X 射线管结构见图 7-3。

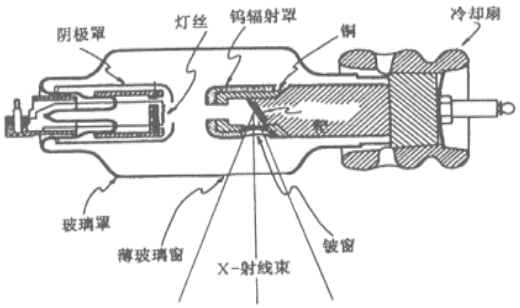


图 7-3　典型的 X 射线管结构图

3、探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少或增大，胶片接受的辐射增大或减少，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

4、X 射线探伤机主要技术参数

本项目拟购置的 X 射线探伤机主要技术参数见表 7-1。

表 7-1　本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型 号	数量	最大管电压	最大管电流	焦点尺寸	射线管辐射角	最大穿透钢
XXG-3005	1 台	300kV	5mA	2.5mm×2.5mm	40° +5°	50mm
XXGHZ-2505	1 台	250kV	5mA	1.0mm×2.4mm	360° ×30°	35mm

7.2.2 工作流程

（1）辐射工作人员进入探伤室时，携带便携式X-γ剂量率仪、佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，打开探伤室通风换气系统；

（2）X射线探伤机初次使用及非连续使用时需进行训机，然后出曝光曲线。训机的目的是为了提高射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废；

（3）工作人员在进行X射线探伤前，先将探伤工件放于大防护门外的拖车上，工人通过轨道拖车将工件运至探伤室内，然后在被探伤工件的焊缝处做上标记并贴上胶片；

（4）根据工件尺寸将X射线探伤机固定在适当的位置；

（5）探伤室内人员撤离、清场，关闭探伤室大、小防护门；

（6）在操作室内，辐射工作人员开机，对工件实施曝光，曝光结束后，关闭探伤机；

（7）曝光结束一段时间后，辐射工作人员进入探伤室整理现场、关闭通风换气系统、关闭防护门后离开；

（8）将取下的胶片送至洗片室进行冲洗，冲洗后的胶片用清水清洗，然后送至评片室进行评片，出具探伤报告等。

X射线探伤机存放于探伤室内，不另行设置贮存场所。其工作流程及产污环节示意图见图7-4。本项目探伤工作场所包含试块室，该房间主要用于存放标准试块，日常探伤作业不在该房间内开展。

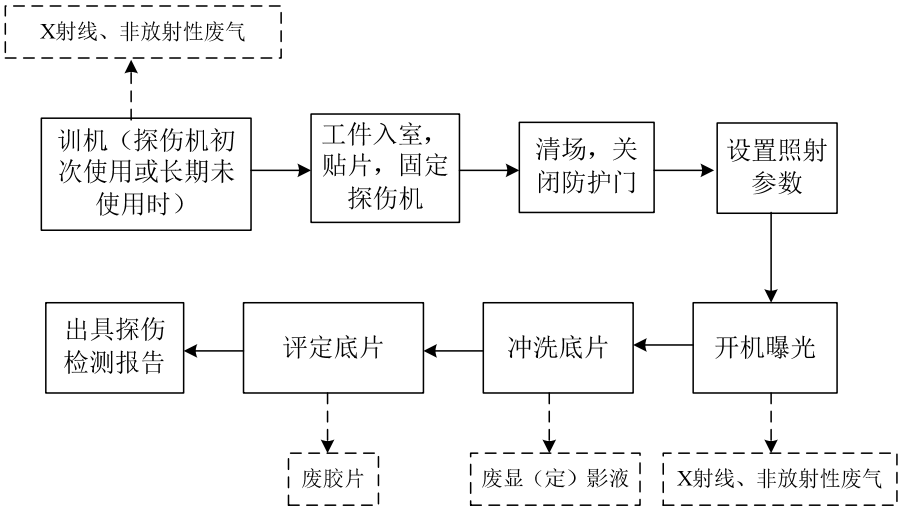


图 7-4　X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

7.2.3 工作负荷与人员配置

根据建设单位提供资料，本项目需探伤检测的工件为承压设备元件，包括法兰接管等，一年最多拍片 3000 张。公司拟配备 2 名辐射工作人员，专职从事本项目无损检测工作，开展工作时，由 2 名辐射工作人员共同操作。

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

1、噪声

本项目施工期噪声主要来自混凝土浇筑等阶段，主要噪声源为各种建筑施工机械运转时的噪声以及建筑材料运输过程中的交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2、废水

施工期废水主要来自两个方面：一是施工泥浆废水，二是施工人员的生活废水，施工泥浆废水主要来自混凝土养护、砌砖保湿。本项目建设内容较为简单，施工期最多时期有约 5 人施工，总施工期约 30 天，用水按每人每天 50L 计算，日用水 0.25m^3/d。废水产生量以 80%计，每天产生生活污水 0.2m^3/d。

3、固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，生活垃圾以每人每天 0.25kg 计，产生量为 1.25kg/d。

4、扬尘

本项目在建设施工期需进行的混凝土浇筑等作业，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。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建筑垃圾、施工扬尘。

7.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

1、放射性废物

本项目不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

2、X 射线

X 射线探伤机开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

3、非放射性污染因素分析

（1）非放射性有害气体

X 射线探伤机产生的 X 射线会使空气电离。空气电离产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_X)，在 NO_X 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中，臭氧和氮

氧化物的产生量均较小。

（2）废胶片和废显（定）影液

X 射线探伤机探伤完成后的洗片、评片过程会产生废显（定）影液和废胶片，属于《国家危险废物名录》（2025 年版）规定的危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物”，废物代码为“900-019-16”，为其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸。废显（定）影液主要在显影、定影及胶片冲洗过程产生，废胶片主要包括无损检测过程损坏的片子以及超过保存年限后作为危险废物处理的片子。根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》（NB/T47013.1-2015）中“第 7.3.3 无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后，若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管；7.4.4 无损检测报告的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。”要求，胶片存档 7 年后作为危险废物处置。

根据建设单位提供资料，结合本项目的工作负荷，探伤室每年拍片约 3000 张，每张片子平均约 10g，存档期满后废胶片产生量约 30kg/a。类比同类项目，一般每洗 2000 张片子约产生废显（定）影液约 40kg，则本项目废显（定）影液预计产生量共计约 60kg/a。危险废物汇总情况见表 7-2。

表 7-2 危险废物汇总表

名称	类别	代码	产生量	产生工序	主要成分	有害成分	物理性状	贮存方式	危险特性
废胶片	HW16	900-019-16	30kg/a	洗片、评片过程	明胶、感光剂等	感光剂	固体	箱装密封	T
废显（定）影液	HW16	900-019-16	60kg/a	洗片、评片过程	硫酸、硝酸及苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等	硫酸、硝酸及苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等	液体	桶装密封	T

综上分析，本项目营运期环境影响评价的评价因子为 X 射线、非放射性有害气体、废胶片和废显（定）影液。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全与防护

8.1.1 布局合理性

本项目探伤工作场所主要由探伤室、操作室、洗片室、评片室及试块室组成，探伤室为单层建筑，操作室、洗片室、评片室及试块室均位于探伤室西侧，大防护门位于探伤室东墙中间位置，小防护门位于探伤室西墙北侧，小防护门外设置迷道，迷道外口设置一道木门。公司生产的承压设备元件于 2 号车间内焊接区焊接完成后，由平板拖车沿轨道运至探伤室内，使用 X 射线探伤机进行探伤操作，探伤结束后再运至 2 号车间内存放，整体生产工序布局合理、衔接紧凑。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.1 款规定“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。”本项目操作室和探伤室分开，XXG-3005 型定向 X 射线探伤机主射束使用方向为在探伤室内定向向下照射，XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机主射束使用方向为在探伤室内南北周向照射，操作室及大、小防护门均避开了有用线束的照射。

综上，本项目平面布局合理。本项目探伤工作场所平面布置示意图见附图 5。

8.1.2 项目分区

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 款规定“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。”建设单位拟将探伤室内部设置为控制区，将探伤室西侧的操作室、洗片室、评片室、试块室及探伤室东侧、北侧各约 1.5m 的范围设置为监督区，并在控制区边界大防护门及木门处设置电离辐射警告标志，在适当位置设置控制区和监督区的文字和划线标识，除辐射工作人员外，其他任何人不得进入控制区，同时禁止无关人员进入监督区。

本项目控制区及监督区的划分情况见附图 5。

8.1.3 项目屏蔽设计和安全措施

根据建设单位提供的资料，探伤室防护设计情况见表 8-1 所示。

表 8-1　探伤室防护设计情况一览表

项目	内容
内部尺寸	探伤室东西净长 6.6m、南北净宽 6.6m、净高 2.9m，净容积约 126m^3（不含迷道）
四周墙体	四周墙体均采用 70cm 厚混凝土结构，混凝土密度为 2.35g/cm^3
室顶	室顶采用 40cm 厚混凝土结构，混凝土密度为 2.35g/cm^3

迷道	探伤室外西北侧设有迷道，迷道北墙及西墙均采用 70cm 厚混凝土结构，迷道室顶采用 40cm 厚混凝土结构，迷道南墙采用 24cm 实心砖结构，混凝土密度为 2.35g/cm^3，实心砖密度为 1.65g/cm^3，迷道南北净长 3.2m，东西净宽 0.8m，净高 2.9m，迷道内口及外口宽均为 0.8m
大防护门	探伤室东墙中间位置设计 1 个大防护门，用于工件进出，电动平移式。防护门采用铅钢复合结构，厚度约 15cm，总体防护能力为 18mmPb，尺寸为 2.9m×3.2m（宽×高），门洞尺寸为 2.5m×2.8m（宽×高），左、右、上、下与周围墙壁搭接量均为 20cm，防护门与墙壁之间的缝隙不大于 1cm，搭接量与缝隙比例大于 10:1，可满足防护要求
小防护门	探伤室西北侧迷道内口设计 1 个小防护门，用于人员进出，手动平移式。防护门采用铅钢复合结构，厚度约 10cm，总体防护能力为 18mmPb，尺寸为 1.1m×2.1m（宽×高），门洞尺寸为 0.8m×1.8m（宽×高），左、右、上、下与周围墙壁搭接量均为 15cm，防护门与墙壁之间的缝隙不大于 1cm，搭接量与缝隙比例大于 10:1，可满足防护要求
木门	迷道外口设计 1 个木门，用于人员进出，手动平开式，木门设有门锁
机械排风装置	探伤室南墙东侧上端设置一个圆形通风口，通风口直径 35cm，通风口距东墙 20cm、距室顶 10cm，拟于通风口外侧设置 18mmPb 的铅防护罩，通风口外侧紧邻 2 号车间窗户，该窗户长期处于开启状态，废气经过窗户排至 2 号车间外南侧区域，2 号车间外南侧为未封闭的开放式原材料车间，可直接与大气相通，废气经扩散后排至外环境，原材料车间主要用于存放原材料，非人员活动密集区，通风口处设置机械排风装置，设计有效通风换气量约 600m^3/h，探伤室容积约 126m^3，有效通风换气次数约 4 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.10 款要求
操作位	位于探伤室西侧的操作室内，避开了主射束的照射
管线口	位于探伤室西墙下方，地下 U 型穿墙，避开了主射束的照射
紧急停机按钮	拟于探伤室内设置 4 处紧急停机按钮（东墙南侧、东墙北侧、南墙西侧、北墙西侧各设置 1 处），X 射线探伤机操作台自带紧急停机按钮，按钮带有标签并标明使用方法，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.9 款要求
监控装置	拟于探伤室内西南角、大防护门外及木门外各安装监控摄像头 1 个，在操作室的操作台设置专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.7 款要求
门机联锁装置	大防护门、小防护门及木门均拟设置门机联锁装置，并保证关闭门后 X 射线探伤机才能进行探伤作业，门打开时立即停止 X 射线照射，X 射线探伤机与防护门联锁，通过 2 台 X 射线探伤机的控制系统与联锁系统的连接，以保证同一时间内仅 1 台 X 射线探伤机工作，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的 6.1.5 款要求
工作状态指示灯和声音提示装置	大防护门外、木门外及探伤室内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置并与 X 射线探伤机联锁，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的 6.1.6 款要求
电离辐射警	大防护门及木门外中间位置均拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，并在醒目的

告标志	位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的 6.1.8 款要求
固定式场所辐射探测报警装置	拟配置固定式场所辐射探测报警装置，具有异常情况下报警功能，探头设置在探伤室内部，数值显示单元设置在操作室内，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的 6.1.11 款要求
开门装置	拟于探伤室内部设计一处开门装置，用于大防护门的开启；小防护门为手动平移式，门体内外两侧均设置手动开门把手
轨道	轨道设计于探伤室内中间区域，轨道宽度约 1.6m，大防护门位置处采用一段活动的轨道，大防护门关闭时可移开

由上表可知，本项目探伤室防护设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中放射防护相关要求。

经与建设单位核实，本项目 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机主射束照射方向为探伤室内定向向下照射，XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机主射束照射方向为探伤室内南北周向照射，每次仅开机使用一台 X 射线探伤机。

X 射线探伤机不进行探伤时贮存于探伤室内部，安排专人负责探伤机管理，并建立使用台账，拟于探伤室内西南角、大防护门外及木门外各安装监控摄像头 1 个，在操作室的操作台设置专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况，监控同时与辐射安全管理人员手机网络连通，可实现 24h 监控，以上措施可保证 X 射线探伤机的安全。

8.1.4 其他安全环保措施

除探伤室硬件安全防范措施外，建设单位还将完善和加强以下几个方面的措施：

1、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第五款要求，建设单位配备的防护用品和监测仪器需满足探伤工作的要求。对从事与放射性和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制接受剂量，保证职业人员的健康水平。本项目拟配备 2 名辐射工作人员，拟配置个人剂量计 2 支（委托个人剂量检测后由检测单位配发）、个人剂量报警仪 2 部及便携式 X-γ 剂量率仪 1 台，待配备相应的仪器设备后可满足探伤工作要求。

2、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款要求，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。本项目拟配备 2 名辐射工作人员，并指定其中一人为辐射安全管理人员。建设单位拟安排该 2 名人员尽快参加辐射安全与防护培训，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相

关知识，通过该平台报名参加“X 射线探伤”专业考核，其中担任辐射安全管理的人员还须参加“辐射安全管理”专业考核，考核合格者方可从事辐射相关工作。

3、委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量每三个月进行检测，建立辐射工作人员个人剂量档案，每人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案应当终生保存。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

4、定期组织辐射工作人员专业健康体检，并建立工作人员职业健康档案。

5、定期检查探伤室防护门门机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施。

6、辐射工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还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，辐射工作人员立即关闭电源，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。

7、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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

8、在每一次照射前，操作人员都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。

8.2 三废的治理

本项目为 X 射线探伤机探伤室内固定探伤项目，在探伤过程中不产生放射性固体废物、放射性废水及放射性废气。

1、非放射性废气

X 射线探伤机产生的 X 射线会使空气电离，从而产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_X)。本项目探伤室南墙东侧上端设置一个圆形通风口，通风口外侧紧邻 2 号车间窗户，该窗户长期处于开启状态，废气经过窗户排至 2 号车间外南侧区域，2 号车间外南侧为未封闭的开放式原材料车间，可直接与大气相通，废气经扩散后排至外环境，原材料车间主要用于存放原材料，非人员活动密集区，通风口处设置机械排风装置，设计有效通风换气量约 600m^3/h，探伤室容积约 126m^3，有效通风换气次数约 4 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.10 款要求。

2、危险废物

洗片、拍片过程中产生的废胶片和废显（定）影液属危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物，900-019-16 其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸”，本次评价要求建设单位按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《危险废物转移管理办法》等要求进行暂存及转移，并委托有相应危废处理资质的单位处置，对危险废物实行联单管理和台账管理。本项目废胶片产生量 30kg/a，废显（定）影液产生量 60kg/a。

根据建设单位提供资料，本项目产生的废显（定）影液和废胶片的暂存均依托公司现有危废暂存间。现有危废暂存间位于 3 号车间北跨内东侧，面积约 9㎡，彩钢板结构，主要用于暂存公司主体建设项目产生的漆渣、废机油、废切削液、废包装桶、废过滤材料等危险废物，现有危险废物性质与本项目危险废物的性质是相容的，现有危废暂存间内部实行分区管理，地面采用防渗防腐处理，设置有照明设施，可防风、防雨、防晒、防渗漏；建立有危险废物贮存台账制度；门外张贴有规范的环境保护图形标志；设有门锁。临时贮存条件可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。现有危废暂存间位置见附图 3。

本项目废胶片和废显（定）影液在处置前暂存在现有危废暂存间内，并配备专门的危废暂存容器对危险废物进行储存，其中废胶片为固体，采用箱装密封，废显（定）影液为液体，采用桶装密封。本项目废胶片和废显（定）影液产生量较少，危废暂存间容积可满足本项目使用，因此本项目危险废物的暂存依托公司现有危废暂存间是可行的。建设单位拟根据废显（定）影液和废胶片的产生情况以及《危险废物转移管理办法》等生态环境要求进行危废转移，对危险废物实行联单管理和台账管理，委托具备危废运输资质的单位进行运输。

综上所述，危险废物临时贮存可满足要求，且将得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

1、声环境影响分析

本项目施工期噪声主要来自混凝土浇筑等阶段，本项目施工过程均在车间内进行，施工期较短，仅在白天工作时间施工，经距离衰减后，对周边环境影响较小。

2、水环境影响分析

本项目施工期较短且施工量小，施工期废污水主要为施工人员的生活污水。施工人员生活污水排入厂区现有污水处理系统，不直接外排环境，对水环境影响较小。

3、固体废物

本项目固体废物主要为施工期间人员日常生活产生的生活垃圾和施工垃圾，生活垃圾统一放至厂区内生活垃圾存放点，由环卫部门定期清运。施工垃圾对弃渣处置必须坚持“先挡后弃”。其次将建筑垃圾分类，尽量回收其中尚可利用的部分建筑材料，对没有利用价值的废弃物运送到环卫部门指定的建筑垃圾堆埋场。经采取以上措施，固体废物对周围环境影响较小。

4、大气环境影响分析

本项目在施工期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，且产生量小，施工过程基本位于车间内，对周边大气环境影响较小。

综上所述，本项目施工期对环境影响较小。

9.2 运行阶段对环境的影响

9.2.1 辐射环境影响评价

本项目探伤工作场所尚未建设，X 射线探伤机尚未购置，本次评价采用理论计算的方法评估 X 射线探伤机开机时对周围环境的影响。本项目探伤室内拟配置 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机及 XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机各 1 台，每次仅开机使用一台 X 射线探伤机。

1、估算公式及相关参数取值

（1）有用线束屏蔽

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束在关注点处的剂量率可按以下公式进行估算：

$$\dot{H} = \frac{I \bullet H_0 \bullet B}{R^2}$$ （式 9-1）

式中：

I： X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流，单位为 mA，本项目为 5mA；

H_0： 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m^2/（mA·h），以 mSv·m^2/（mA·min）为单位的值乘以 6×10^4。查 GBZ/T250-2014 附表 B.1，本项目 300kV 管电压保守取 3mm 铝过滤条件下输出量为 20.9mSv·m^2/（mA·min），250kV 管电压保守取 0.5mm 铜过滤条件下输出量为 16.5mSv·m^2/（mA·min）。

B： 屏蔽透射因子；

R： 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

其中屏蔽透射因子采用以下公式计算：

$$B=10^{-X/TVL}$$ （式 9-2）

式中：

X： 屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL： X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度，查 GBZ/T250-2014 附表 B.2，本项目 300kV X 射线探伤机相应混凝土的什值层厚度 10cm，铅的什值层厚度 5.7mm；250kV X 射线探伤机相应混凝土的什值层厚度 9cm，铅的什值层厚度 2.9mm。

（2）漏射辐射屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算考察点处的辐射剂量率

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \bullet B}{R^2}$$ （式 9-3）

式中：

B： 屏蔽透射因子；

R： 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$\dot{H}_L$： 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，单位为μSv/h，根据 GBZ/T250-2014 表 1，＞200kV 的取 5000μSv/h。

（3）散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出的公式进行计算：

$$\overset{g}{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \bullet \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$$ （式 9-4）

式中：

I：　同式 9-1；

H_0：　同式 9-1；

B：　屏蔽透射因子；查 GBZ/T250-2014 表 2，200＜kV≤300kV 散射辐射的能量为 200kV，查 GBZ/T250-2014 中附录 B，表 B.2，200kV 对应混凝土的 TVL 为 8.6cm，铅的 TVL 为 1.4mm；

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（$1m^2$）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；根据 GBZ/T250-2014 B.4.2 当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，$R_0^2/F•a$ 因子的值为 50（200kV～400kV）”，本项目夹角为 15° 或 22.5°，参照 20° 取值；

R_0：　辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

R_s：　散射体至关注点的距离，m。本次评价为保守计，取辐射源点至关注点的距离。

2、计算结果

根据建设单位提供的资料，本项目 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机主射束方向为定向向下照射，XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机主射束方向为南北周向照射。因此探伤室南墙、北墙及室顶受有用线束的直接照射。

经核实，探伤机实际工作时会根据工件尺寸调整探伤位置，使用时主要放置于探伤室中间区域。探伤机使用范围为探伤室中间一个东西长约 2.6m，南北宽约 2.6m 的正方形区域，见图 9-1 方框，探伤机与东墙、南墙、西墙、北墙的最近垂直距离均为 2m，与大防护门的最近距离为 2.7m，与小防护门的最近垂直距离为 1.9m，与室顶的距离为 1.4m～2.4m。

XXG-3005 型定向 X 射线探伤机射线管辐射角度为 45°，则有用束半张角最大为 22.5°，当 X 射线探伤机向下照射时，tan22.5°×1.5m（探伤区域与地面的最远距离）≈0.62m＜2m（探伤区域与东墙、南墙、西墙、北墙的最近垂直距离），因此在使用 XXG-3005 型定向型 X 射线探伤机时，探伤室四周墙体、室顶、大防护门、小防护门及通风口均不会受到有用射束的照射，仅受漏射线和散射线的影响。

XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机射线管辐射角度为 30°，则有用束半张角最大为 15°，当 X 射线探伤机向南/向北照射时，tan15°×4.6m（探伤区域与南墙/北墙的最远距离）≈1.23m＜2m（探伤区域与东墙、西墙的最近垂直距离），1.23m＜1.45m（探伤区域与通风口的最近东西方向距离）；当 X 射线探伤机向上照射时，tan15°×2.4m（探伤区域与室顶的最远距离）≈0.64m＜2m（探伤区域与东墙、西墙的最近垂直距离）。综上分析，在使用 XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机时，探伤室南墙、北墙及室顶受有用线束

的直接照射，探伤室东墙、西墙、大防护门、小防护门及通风口均不会受到有用射束的照射，仅受漏射线和散射线的影响。在探伤室外 30cm 处设置参考点，分别对 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机及 XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机进行预测。

（1）XXG-3005 型定向 X 射线探伤机参考点和辐射路径示意图见图 9-1（a）、图 9-1（b）。

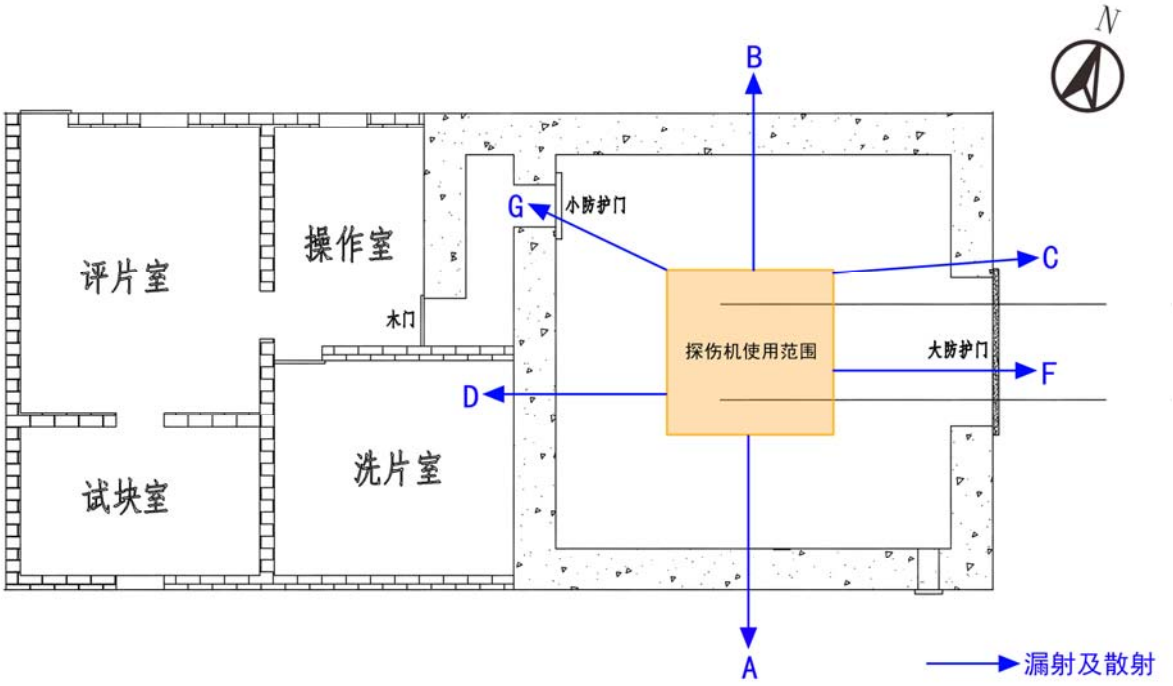


图 9-1（a） XXG-3005 型定向 X 射线探伤机辐射影响核算参考点平面示意图

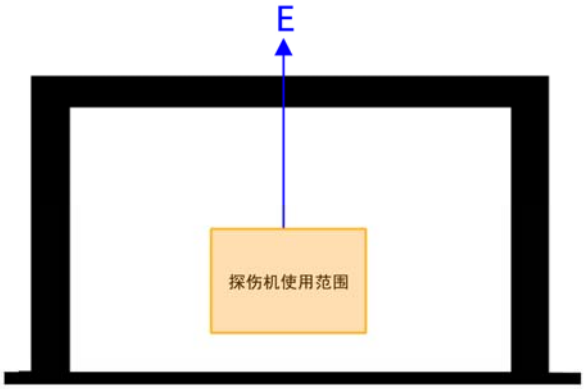


图 9-1（b） XXG-3005 型定向 X 射线探伤机辐射影响核算参考点剖面示意图

根据式 9-1、9-2、9-3、9-4 核算，XXG-3005 型定向 X 射线探伤机计算结果见表 9-1。

表 9-1 参考点处的辐射剂量率计算结果

参考点	屏蔽体	辐射类型	屏蔽厚度	计算距离 m	屏蔽透射因子 B	剂量率 μSv/h	
A/B/C/D	南墙/北墙/东墙/西墙	漏射	70cm 混凝土	3①	$10^{-70/10}$	5.56×10^{-5}	1.57×10^{-4}
		散射			$10^{-70/8.6}$	1.01×10^{-4}	
E	室顶	漏射	40cm 混凝土	2.1②	$10^{-40/10}$	0.113	0.748
		散射			$10^{-40/8.6}$	0.635	
F	大防护门	漏射	18mmPb	3.15③	$10^{-18/5.7}$	0.350	0.350
		散射			$10^{-18/1.4}$	1.76×10^{-9}	
G	小防护门	漏射	18mmPb	2.3④	$10^{-18/5.7}$	0.657	0.657
		散射			$10^{-18/1.4}$	3.29×10^{-9}	
通风口	铅防护罩	漏射	18mmPb	3.6	$10^{-18/5.7}$	0.268	0.268
		散射			$10^{-18/1.4}$	1.34×10^{-9}	

注:①出束点距南墙/北墙/东墙/西墙最近垂直距离+南墙/北墙/东墙/西墙厚度+0.3=2+0.7+0.3=3m;

②出束点距室顶最近距离+室顶厚度+0.3=1.4+0.4+0.3=2.1m;

③出束点距大防护门最近距离+大防护门厚度+0.3=2.7+0.15+0.3=3.15m;

④出束点距小防护门最近垂直距离+小防护门厚度+0.3=1.9+0.1+0.3=2.3m。

（2）XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机参考点和辐射路径示意图见图 9-2（a）、图 9-2（b）。

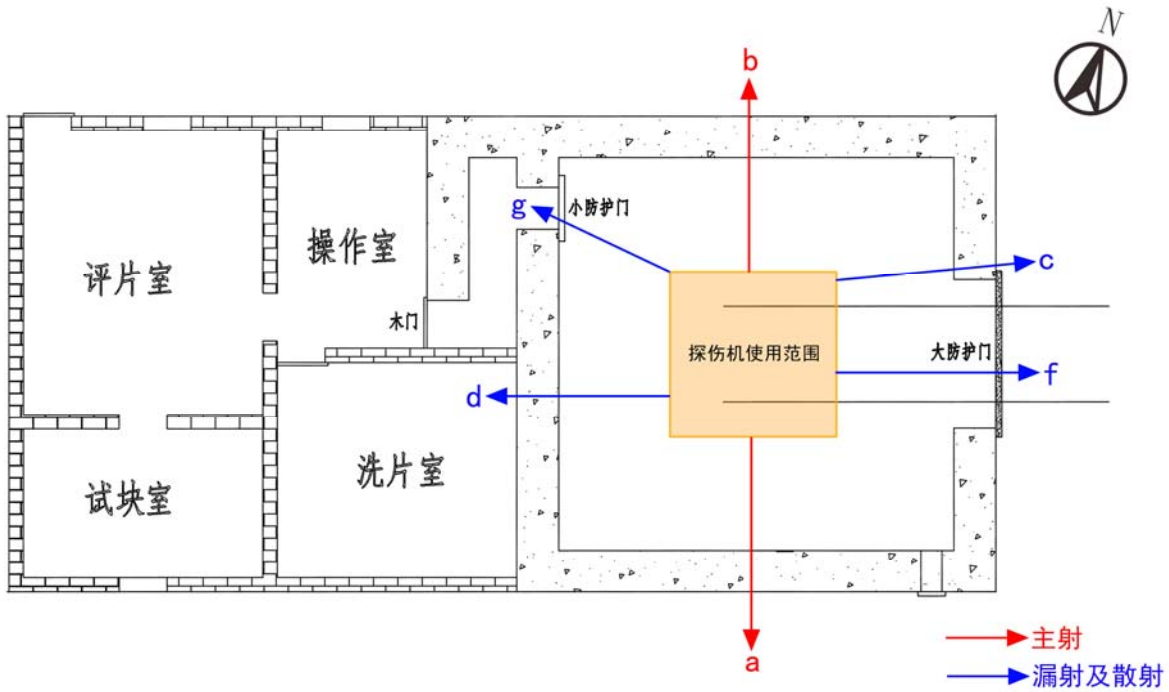


图 9-2（a） XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机辐射影响核算参考点平面示意图

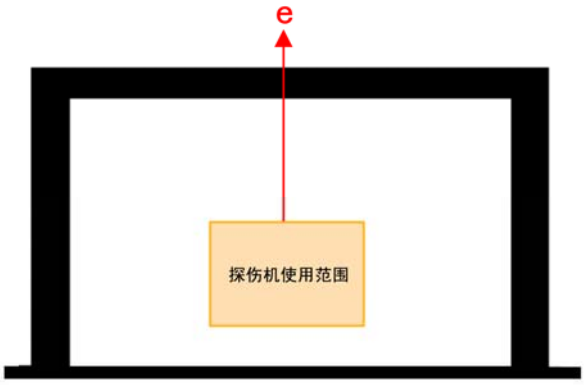


图 9-2（b） XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机辐射影响核算参考点剖面示意图

根据式 9-1、9-2、9-3、9-4 核算，XXGHZ-2505 型周向 X 射线探伤机计算结果见表 9-2。

表 9-2 参考点处的辐射剂量率计算结果

参考点	屏蔽体	辐射类型	屏蔽厚度	计算距离 m	屏蔽透射因子 B	剂量率 μSv/h	
a/b	南墙/北墙	主射	70cm 混凝土	3	$10^{-70/9}$	0.009	
e	室顶	主射	40cm 混凝土	2.1	$10^{-40/9}$	40.339	
c/d	东墙/西墙	漏射	70cm 混凝土	3	$10^{-70/9}$	9.27×10^{-6}	8.91×10^{-5}
		散射			$10^{-70/8.6}$	7.98×10^{-5}	
f	大防护门	漏射	18mmPb	3.15	$10^{-18/2.9}$	3.13×10^{-4}	3.13×10^{-4}
		散射			$10^{-18/1.4}$	1.39×10^{-9}	
g	小防护门	漏射	18mmPb	2.3	$10^{-18/2.9}$	5.87×10^{-4}	5.87×10^{-4}
		散射			$10^{-18/1.4}$	2.60×10^{-9}	
通风口	铅防护罩	漏射	18mmPb	3.6	$10^{-18/2.9}$	2.40×10^{-4}	2.40×10^{-4}
		散射			$10^{-18/1.4}$	1.06×10^{-9}	
注：两台探伤机使用范围一致，因此各参考点所采用的计算距离取值相同。							

木门外辐射剂量率分析：探伤室设有外迷道，迷道外口设置一道木门，木门外辐射剂量率主要考虑两部分：一部分为漏射线及散射线穿过探伤室西墙到达木门外，另一部分为漏射线穿过小防护门再次经迷道散射到达木门外及散射线穿过小防护门再次经迷道散射到达木门外。保守按照 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机考虑，漏射线穿过探伤室西墙到达木门外的剂量率为 $5000\times10^{-70/10}/4.5^2\approx2.47\times10^{-5}$ μSv/h，散射线穿过探伤室西墙到达木门外的剂量率为 $5\times20.9\times6\times10^4\times10^{-70/8.6}\times0.02/4.5^2\approx4.49\times10^{-5}$ μSv/h。由表 9-1 可知，

漏射线及散射线穿过小防护门外的剂量率最大为 0.657μSv/h，射线在迷道内至少再经过两次散射才能穿出木门外，每散射一次剂量率至少减小一个数量级，则经过两次散射后辐射剂量率约为 0.007μSv/h。综上，木门外辐射剂量率最大为 $2.47\times10^{-5}+4.49\times10^{-5}+0.007\approx0.007$ μSv/h。

由上文计算可知，X 射线探伤机开机条件下，探伤室四周墙体、大防护门及木门外辐射剂量率最大为 0.350μSv/h，低于 2.5μSv/h 剂量率参考控制水平；探伤室室顶外辐射剂量率最大为 40.339μSv/h，低于 100μSv/h 剂量率参考控制水平，经天空反散射，散射至地面处剂量率较小，对探伤室周围的附加影响较小，不再考虑其叠加影响。因此，探伤室四周屏蔽墙体、防护门、室顶、通风口的防护设计均可以满足辐射防护要求。

项目评价范围内存在 7 处环境保护目标，经墙体屏蔽和距离衰减，本项目周围环境保护目标处辐射剂量率也低于 2.5μSv/h 剂量率参考控制水平。

9.2.2 年有效剂量

1、年有效剂量估算公式

$$H = \dot{D}_p \times T \times t$$（式 9-5）

式中：

H：　年有效剂量，Sv/a；

$\dot{D}_p$：　辐射剂量率，Sv/h；

T：　居留因子；

t：　年受照时间，h/a。

2、照射时间确定

根据建设单位提供资料，本项目需探伤检测的工件为承压设备元件，一年最多拍片 3000 张，每 1 张片子均需曝光 1 次，即 X 射线探伤机每年约曝光 3000 次，每次曝光时间不超过 5min，则全年曝光时间约 250h。另外，2 台 X 射线探伤机全年训机时间约为 10h，则本项目 X 射线探伤机年累积曝光时间约 260h。

3、居留因子确定

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表9-3。

表9-3 居留因子的选取

场所	居留因子T	居留位置
全居留	1	控制室、洗片室、办公室、临近建筑物中的驻留区

部分居留	1/2～1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8～1/40	厕所、楼梯、人行道

4、职业人员的年有效剂量

公司拟配备 2 名辐射工作人员，专职从事本项目无损检测工作，开展工作时，由 2 名辐射工作人员共同操作。X 射线探伤机工作状态下，对工作人员影响的区域主要在探伤室西侧的操作室、洗片室、评片室及试块室等区域，根据理论预测结果，职业人员活动区域辐射剂量率最大为迷道外口木门外的 0.007μSv/h，居留因子保守取 1，由（式 9-5）估算职业人员的年有效剂量为：

$H=0.007\mu Sv/h\div1000\times1\times260h/a\approx0.002mSv/a$

由以上估算结果可以看出，职业人员的年有效剂量最大为 0.002mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的年管理剂量约束值。

5、公众成员的年有效剂量

（1）探伤室周围

本项目探伤室室顶无人员居留，X 射线探伤机工作状态下，探伤室周围公众成员活动区域主要在探伤室东侧、北侧及南侧，根据各区域剂量率理论计算结果，由（式 9-5）估算公众成员年有效剂量见表 9-4。

表 9-4　探伤室周围公众成员年有效剂量

公众成员区域	最大剂量率 μSv/h	居留因子	时间 h/a	年有效剂量 mSv/a
探伤室东侧 2 号车间内空地	0.350	1/2（按部分居留考虑）	260	0.046
探伤室北侧 2 号车间内空地	0.009	1/2（按部分居留考虑）	260	0.001
探伤室南侧原材料车间	0.268	1/2（按部分居留考虑）	260	0.035

由以上估算结果可以看出，探伤室周围公众成员的年有效剂量最大为 0.046mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年管理剂量约束值。

（2）环境保护目标处

本项目评价范围内存在 7 处环境保护目标，均为车间或仓库，其中受本项目影响较大的两处环境保护目标分别为探伤室所在本公司 2 号车间及探伤室南侧相邻的本公司原材料车间，根据表 9-4 可知，该两处环境保护目标处公众成员的年有效剂量最大为

0.046mSv/a，经距离衰减，较远的另外 5 处环境保护目标处公众成员的年有效剂量将会远低于 0.046mSv/a。因此，环境保护目标处公众成员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年管理剂量约束值。

9.2.3 运行分析与评价

由上述运行期间的理论分析可以看出，威海传森热能设备有限公司按照现有设计条件建设并使用探伤室及 X 射线探伤机时，正常运行期间：

探伤室四周墙体、大防护门及木门外辐射剂量率最大为 0.350μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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；探伤室室顶外辐射剂量率最大为 40.339μSv/h，且室顶不需要人员到达，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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”要求。

在 X 射线探伤机年累积曝光时间不超 260h/a 的条件下，职业人员的年有效剂量不大于 0.002mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的年管理剂量约束值。探伤室周围及环境保护目标处公众成员的年有效剂量不大于 0.046mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年管理剂量约束值。

因此，在本环评的防护条件下，威海传森热能设备有限公司探伤室周围的辐射剂量率、职业人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价指标，满足国家有关标准要求。

9.3 X 射线探伤装置的退役

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中第 6.3 款，当 X 射线装置不再使用，公司应实施退役程序。将 X 射线发生器处置至无法使用，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。

9.4 事故影响分析

1、可能发生的事故/事件情形

（1）探伤机训机时及检测工作过程中，门机联锁装置失效使工作人员和公众误闯或误留，对工作人员或公众造成额外照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（2）操作人员违规将探伤机转移到探伤室外部作业，造成周围人员的额外照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（3）X 射线探伤机被盗，使 X 射线探伤机使用不当，造成周围人员的额外照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（4）对探伤室安全联锁设施进行检修时，检修人员尚未撤出探伤室，防护门即关闭，射线装置出束，导致人员受到超剂量照射。

2、可能发生事故/事件的防范措施

（1）探伤室的大防护门、小防护门及木门均设计安装门机联锁装置，探伤室内和操作台上设置紧急停机按钮等安全和应急设施，配置固定式场所辐射探测报警装置，具有异常情况下报警功能。建设单位拟经常性的检查、维护探伤室有关安全和应急设施正常运行，正常情况下可以避免误开防护门的情况发生。此外，建设单位拟建立更严格的探伤程序，以避免人员误留或误入。辐射工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪，每次探伤结束后检测探伤室入口以确保 X 射线探伤机已经停止工作；

（2）本项目操作人员上岗前进行辐射安全防护培训和专业培训，考核合格者方可从事辐射相关工作，并加强管理，禁止将探伤机移出探伤室使用，严禁未经培训考核合格的操作人员从事辐射工作，经与建设单位核实，项目不涉及工件过大进行开门探伤的工作开展；

（3）X 射线探伤机贮存在探伤室内，建立射线装置使用登记和台账管理制度，加强对 X 射线探伤机在贮存、使用现场的管理，防止发生射线机的被盗、丢失。一旦发生此类事件时将及时报告当地主管部门；

（4）探伤室设置有视频监控，显示器安装在操作位处，操作位处辐射工作人员可随时查看探伤室内人员及设备情况，正常情况下可避免检修人员未撤出探伤室即开机的情况发生。

发生上述照射事故（件）时，对环境只是造成暂时性的辐射污染，停机后污染随之消失。发生照射事故时应及时切断电源，必要时启动应急预案，对受照人员进行剂量评估，同时要进行必要的医学处理。

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

10.1.1 辐射安全管理

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及生态环境主管部门的要求，威海传森热能设备有限公司拟按照国家有关射线装置管理的法律法规，签订辐射工作安全责任书，法人代表为辐射安全工作第一责任人，成立辐射安全管理机构，并指定专人负责公司辐射安全与环境保护管理工作。

10.1.2 人员培训

根据《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》的要求，本项目职业人员均应进行辐射安全与防护培训。

建设单位拟配备 2 名辐射工作人员，专职从事探伤作业，具备生态环境行政主管部门规定的相应的文化及受教育要求，具备从事 X 射线探伤的技术能力，并指定其中一人为辐射安全管理人员。建设单位拟安排该 2 名人员尽快参加辐射安全与防护培训，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，通过该平台报名参加“X 射线探伤”专业考核，其中担任辐射安全管理的人员还须参加“辐射安全管理”专业考核，考核合格者方可从事辐射相关工作。

10.2 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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等要求，建设单位拟制定各类辐射安全管理规章制度：《X 射线探伤机操作规程》《辐射防护岗位职责制度》《射线装置使用登记制度》《辐射工作人员防护和安全保卫制度》《X 射线探伤机的保养与维护制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射事故应急预案》《辐射监测计划》《自行检查和年度评估制度》《危险废物管理制度》等，以满足日常辐射安全管理要求。建设单位拟严格落实各项辐射管理规章制度，并按规定定期向生态环境部门上报年度评估报告。

规章制度中拟对操作人员岗位责任、辐射防护和安全保卫、X 射线探伤装置检查和维护要求及维护台账、辐射设备的使用等方面分别做出明确的要求和规定，保障从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，保护环境。探伤室投入使用时，拟切实落实各项辐射管理规章制度。

建设单位拟由辐射安全管理机构和辐射安全管理人员宣传、贯彻辐射安全的相关政策

及法规，制定合理的规章制度及防护措施，对探伤工作提出合理建议并进行监督管理，对环境风险事故处理进行指导，对辐射工作人员的工作过程进行管理。

10.3 辐射监测

建设单位拟制定《辐射监测计划》，拟购置 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，并根据检测计划对工作场所和周围环境进行检测。

拟制定的辐射环境检测方案包括以下内容：

10.3.1 辐射环境监测方案

（1）检测因子

环境 X-γ 辐射剂量率。

（2）检测频率

定期检测：正常情况下，自行监测应根据工作情况及设备使用情况等，每年至少进行 1～2 次自行检测。

应急检测：工作场所如发现异常情况或怀疑有异常情况，应对工作场所和环境进行应急检测。

年度检测：每年一次，委托有资质的单位进行检测；

验收检测：探伤室建成后进行验收检测；

使用时检测：每次射线装置使用结束后，检测探伤室入口，以确保 X 射线探伤机已停止工作。

（3）检测范围

探伤室为中心，探伤室屏蔽墙外 30cm 及周围部分关注点。

（4）检测仪器

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。

（5）检测条件

①X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置；

②主射束方向的检测在没有探伤工件时进行，非主射束方向的检测在有探伤工件时进行。

（6）辐射水平巡测

探伤室的放射防护检测，特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式 X-γ剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意：巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定，并关注天空反散射对周围的剂量影响。

（7）辐射水平定点检测

一般情况下应检测以下各点：

①通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

②探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；

③探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 1 个点；

④探伤室室顶外 30cm 处，至少测 1 个点；

⑤人员经常活动的位置，主要为操作位的位置；

⑥通风口、管线口位置；

⑦每次探伤结束后，检测探伤室的入口，以确保探伤机已经停止工作。

（8）剂量率控制水平

以 2.5μSv/h 作为探伤室四周剂量率控制水平，以 100μSv/h 作为探伤室室顶剂量率控制水平，如发现超过标准的情况，则应进行调查，查找原因，改善探伤室防护条件。

10.3.2 个人剂量的监督与检测

（1）严格遵守国家辐射环境管理法规；

（2）所有辐射工作人员，必须接受个人剂量检测，委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量每三个月检测一次，出具个人剂量检测报告，个人剂量档案一人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存；

（3）辐射工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计；

（4）辐射工作人员受照剂量超过年管理剂量约束值时，查明原因，采取改进措施。

10.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规，建设单位拟制定《辐射事故应急预案》，一旦发生风险事件时，能迅速采取必要有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。

拟制定的《辐射事故应急预案》包括以下内容：

1、辐射事故应急处理机构与职责

（1）成立应急机构

成立辐射事故应急处理领导小组，该机构为辐射事故处理主体，给出人员组成和联系方式。

（2）应急处理领导小组职责

a.定期组织对检测探伤现场、设备和人员进行辐射防护情况自查和检测，发现事故隐患及时督导整改；

b.发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

c.事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d.负责向生态环境及卫生健康部门及时报告事故情况；

e.负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

f.人员受照时，要迅速估算受照人员的受照剂量；

g.负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

2、辐射事故分级

国家根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为：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。

（1）特别重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

（2）重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

（3）较大辐射事故，是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

（4）一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目核技术利用类型属于使用Ⅱ类射线装置，可能发生特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故及一般辐射事故。

3、辐射事故应急原则

（1）以人为本、预防为主；

（2）统一领导、分类管理；

（3）分级响应、充分利用现有资源。

4、辐射事故应急处理程序

（1）迅速报告

发生辐射事故时，当事人立即对设备进行断电，立即将发生事故的性质、时间、地点等报告给辐射事故应急处理领导小组组长，组长接到报告后立即通知小组成员并做好准备。

（2）现场控制

辐射事故应急处理领导小组组长接到事故发生报告后，立即集合人员赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，最大限度控制事态发展；用警戒绳划定紧急隔离区，禁止无关人员进入，保护好现场；迅速、正确判断事件性质。

（3）现场上报

根据现场情况，辐射事故应急处理领导小组必须立即将事故发生时间、地点、造成事故射线装置、危害程度和范围等主要情况报告卫生健康、生态环境以及公安部门。

（4）先期处置

待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。组织人力将受照人员送医，并同时请专业单位进行监测。

（5）查找事故原因

配合上级有关部门对现场进行勘察，以及环保安全技术处理，检测等工作，查找事故原因，进行调查处理。将事故处理结果及时上报。

（6）警报解除

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常辐射安全防护管理，杜绝类似事故发生。

（7）监测设备及应急物资

配备便携式 X-γ 剂量率仪、个人剂量报警仪、个人剂量计、警戒绳、铅衣铅帽等，加强日常维护和保养，保证能够随时应对可能发生的辐射事故。

5、辐射事故培训演习计划

（1）制定应急培训计划，每年对辐射工作人员、应急机构成员定期开展辐射事故应急知识的教育和宣传。向辐射工作人员和应急机构成员解读、培训本预案，使单位人员熟

悉应急职责、响应程序和处置措施，切实提高应急联动处置能力。

（2）每年定期进行辐射事故应急演练，模拟辐射事故现场。演练计划、演练方案、演练脚本、演练评估和演练音像资料要及时归档备查。

总之，为减少事故发生，必须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，并加强设备检查和维修，减少故障发生，提高单位应急能力。其他详细内容拟按照《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》《山东省辐射事故应急预案》中的有关要求进行完善，同时按照《山东省辐射事故应急预案》要求上报处理辐射事故。

表 11 结论与建议

11.1 结论

11.1.1 项目概况

威海传森热能设备有限公司位于山东省威海市火炬高技术产业开发区初村镇山海路 201 号，为提高和保证产品质量，公司在生产空冷器过程中，需使用 X 射线探伤机对承压设备元件进行无损检测。公司拟于 2 号车间内西南侧建设一处探伤工作场所，包括探伤室、操作室、洗片室、评片室及试块室，并拟购置 XXG-3005 及 XXGHZ-2505 型 X 射线探伤机各 1 台，每次仅开机使用一台 X 射线探伤机，核技术利用类型属使用Ⅱ类射线装置。

本项目使用 X 射线探伤机进行无损检验，有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。同时根据上文分析，本项目采取的辐射防护措施能保证探伤室外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，射线装置运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关标准要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

本项目对公司产品进行质量控制，经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类和淘汰类，属于国家允许建设的项目，符合产业政策。

11.1.2 选址合理性

本项目探伤工作场所拟建于 2 号车间内西南侧，2 号车间系租赁威海三盾焊接材料工程有限公司车间，根据出租方提供的不动产权证“鲁（2018）威海市不动产权第 0058559 号”，本项目所在车间土地用途为工业用地，符合当地规划要求。

本项目探伤工作场所由探伤室、操作室、洗片室、评片室及试块室组成，探伤室为单层建筑，下方为土层，经现场勘查，探伤室周围 50m 评价范围内共存在 7 处环境保护目标，经上文分析，X 射线探伤机使用过程中，探伤室周围及环境保护目标处辐射水平可满足国家相关标准，项目运行对周围环境及环境保护目标处的辐射影响较小，因此项目选址合理。

11.1.3 现状检测

现状检测结果表明，本项目探伤室拟建位置周围及环境保护目标处室内环境γ辐射剂量率为（71～83）nGy/h，即（7.1～8.3）×10^{-8}Gy/h；室外环境γ辐射剂量率为（58～69）nGy/h，即（5.8～6.9）×10^{-8}Gy/h，均处于烟台（威海）市环境天然辐射水平范围内[室内（4.56～20.53）×10^{-8}Gy/h、道路（1.94～20.14）×10^{-8}Gy/h]。

11.1.4 辐射安全与防护分析结论

本项目主体建筑为探伤室，辅助建筑为操作室、洗片室、评片室及试块室。探伤室东西净长 6.6m、南北净宽 6.6m、净高 2.9m，净容积约 126m^3（不含迷道），四周墙体均采用 70cm 厚混凝土结构，室顶采用 40cm 厚混凝土结构，大、小防护门均采用铅钢复合结构，大防护门 18mmPb，小防护门 18mmPb，探伤室外西北侧设有迷道，迷道外口设计 1 个木门。

拟于探伤室内西南角、大防护门外及木门外各安装监控摄像头 1 个，在操作室的操作台设置专用的监视器；大防护门、小防护门及木门均拟设置门机联锁装置，并保证关闭门后 X 射线探伤机才能进行探伤作业，门打开时立即停止 X 射线照射，X 射线探伤机与防护门联锁；大防护门外、木门外及探伤室内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置并与 X 射线探伤机联锁；大防护门及木门外中间位置均拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，并在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明；拟配置固定式场所辐射探测报警装置；探伤室内拟设计 4 处紧急停机按钮，探伤机操作台自带紧急停机按钮。安全防护措施可满足要求。

11.1.5 环境影响评价分析结论

本项目探伤室南墙东侧上端设置一个圆形通风口，通风口外侧紧邻 2 号车间窗户，该窗户长期处于开启状态，废气经过窗户排至 2 号车间外南侧区域，2 号车间外南侧为未封闭的开放式原材料车间，可直接与大气相通，废气经扩散后排至外环境，原材料车间主要用于存放原材料，非人员活动密集区，通风口处设置机械排风装置，设计有效通风换气量约 600m^3/h，探伤室容积约 126m^3，有效通风换气次数约 4 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.10 款要求。

洗片、评片过程中产生的废显（定）影液和废胶片属于危险废物，拟暂存于公司现有危废暂存间内，并及时委托有资质的危废处置单位进行处置。

根据理论计算结果可知，X 射线探伤机开机状态下，探伤室四周墙体、大防护门及木门外辐射剂量率最大为 0.350μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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；探伤室室顶外辐射剂量率最大为 40.339μSv/h，且室顶不需要人员到达，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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”要求。

在 X 射线探伤机年累积曝光时间不超 260h/a 的条件下，职业人员的年有效剂量不大于 0.002mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的年管理剂量约束值，对职业人员是安全的。探伤室周围及环境保护目标处公众成员的年有效剂量不大于 0.046mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年管理剂量约束值，对公众成员是安全的。

11.1.6 辐射安全管理结论

建设单位拟设立辐射安全管理机构，并拟制定各类辐射安全管理规章制度，在运行过程中，须将各项安全防护措施落实到位，配备必要的监测设备及应急物资，在此条件下，可以确保职业人员、公众成员的安全，并有效应对可能的突发事故。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，专职从事探伤作业，并指定其中一人为辐射安全管理人员。建设单位拟安排该 2 名人员尽快参加辐射安全与防护培训，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，通过该平台报名参加“X 射线探伤”专业考核，其中担任辐射安全管理的人员还须参加“辐射安全管理”专业考核，考核合格者方可从事辐射相关工作。

建设单位拟配置个人剂量计 2 支、个人剂量报警仪 2 部及便携式 X-γ 剂量率仪 1 台，并定期委托有资质单位对个人剂量及其探伤工作场所进行监测。

综上所述，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

11.2 承诺和建议

11.2.1 承诺

1、严格按照设计方案建设探伤室；

2、配置个人剂量计 2 支（委托个人剂量检测后由检测单位配发）、个人剂量报警仪 2 部及便携式 X-γ 剂量率仪 1 台；

3、加强辐射工作人员的个人剂量监督并建立个人剂量档案；

4、成立辐射安全领导机构，签订辐射工作安全责任书，建立健全各类辐射安全管理规章制度，定期进行辐射事故应急演练；

5、按照危废管理相关规定，严格管理废显（定）影液、废胶片，做到规范贮存，并实行联单管理和台账管理，将危废交由有资质单位规范处置；

6、安排 2 名辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行学习并报名参加考核，考核合格后方可上岗；

7、按规定操作 X 射线探伤机，确保探伤室内无人员滞留；

8、按照国家有关规定申领辐射安全许可证，及时组织建设项目竣工环境保护验收；

9、建立 X 射线探伤机使用记录，主要包括使用时间、操作人员、探伤内容、安全情况、安全负责人操作人签字等。

11.2.2 建议

对辐射工作人员要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

下一级环保部门意见 公 章 经办人签字　　年　月　日
审批意见 公 章 经办人签字　　年　月　日