目　　录

表 1　项目基本情况 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 9
表 8　环境质量和辐射现状 15
表 9　项目工程分析与源项 16
表 10　辐射安全与防护 20
表 11　环境影响分析 24
表 12　辐射安全管理 31
表 13　结论与要求 36
表 14　审批 38

附件：

附件 1　委托函
附件 2　关于成立辐射安全防护管理小组的决定
附件 3　危废处理协议
附件 4　射线检测安全管理制度
附件 5　检验检测现场（事故）应急（救援）措施
附件 6　检验检测现场环境管理规定
附件 7　射线检测作业指导书
附件 8　辐射事故应急预案
附件 9　射线机操作规程
附件 10 射线检测废液管理制度
附件 11 房屋租赁协议及现场照片

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">湖南省甘晟检测技术有限公司核技术利用建设项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">湖南省甘晟检测技术有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>曾宪年</td><td>联系人</td><td>谢康</td><td>联系电话</td><td colspan="2">15616163545</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">湖南省长沙市天心区新韶西路 369 号福晟学府 3 栋 702 房</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>40</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>8</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">20%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建□异地扩建 □其他</td><td>占地面积（㎡）</td><td colspan="2">/</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>
</table>

一、建设单位简介

湖南省甘晟检测技术有限公司（以下简称“甘晟检测”）于 2018 年 4 月 11 日成立，注册资金 500 万元，具有独立法人资格。公司办公场所位于湖南省长沙市天心区新韶西路 369 号福晟学府 3 栋 702 房。

甘晟检测拟从事电站锅炉、电力和石油化工行业的压力容器、压力管道（长输管道）等承压设备的无损检测业务，主要涵盖的检测方法包括：射线检测（RT）、超声检测（UT）、磁粉检测（MT）、渗透检测（PT）。

公司现拥有职工 25 名，其中拥有 21 名持证专业技术人员，无损检测III级（高级）资格证持证人员 3 人，II级（中级）资格证持证人员 18 人，Ⅰ级（初级）资格证 4 人，持证人员占员工总数的 84%。

二、任务来由

根据《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》以及《中华人民共和国环境影响评价法》等的相关规定，甘晟检测使用 X 射线探伤机开展探伤检测应进行环境影响评价，2018 年 5 月湖南省甘晟检测技术有限公司委托核工业二

三〇研究所对公司的核技术利用建设项目进行环境影响评价。评价单位在现场调查和收集有关资料的基础上，按照国家对辐射项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目环境影响报告表。

三、项目内容

甘晟检测拟购置 10 台 X 射线探伤机开展的现场探伤工作，公司不设探伤室。甘晟检测办公场所设在福晟钱隆学府 3 栋 702 房，探伤设备存放点和暗室租用湖南亿利达实业有限公司（长沙市万家丽南路二段 98 号亿利达科技园）的射线探伤暗室。 本项目拟购置 10 台探伤机，设备情况见表 1-1，年工作量见表 1-2。

表 1-1　　拟购探伤机情况一览表

序号	设备型号	曝光类别	最大管电压	最大管电流	类别	数量	工作场所	备注
1	XXH-2005	周向	200KV	5mA	II 类	1 台	现场	已购
2	XXH-2505	周向	250KV	5mA	II 类	1 台	现场	已购
3	XXQ-2005	定向	200KV	5mA	II 类	1 台	现场	拟购
4	XXQ-2505	定向	250KV	5mA	II 类	3 台	现场	常用
5	XXQ-3005	定向	300KV	5mA	II 类	1 台	现场	拟购
6	XXQ-3505	定向	350KV	5mA	II 类	1 台	现场	拟购
7	待定	待定	/	/	II 类	2 台	现场	待定
合计						10 台		

表 1-2　　拟购探伤机情况一览表

设备型号	探伤壁厚范围		常见规格/mm	预计年曝光时间
定向 X 射线探伤机	小径管	3mm-10mm	Φ57×3.5Φ44.5×6.5/Φ28.6×6.4/Φ51×8	800 小时
	压力管道	5mm-30mm	Φ270×18/Φ350×20/Φ508×14	200 小时
	压力容器	5mm-25mm	Φ1800×10/Φ3200×16/2000×14	300 小时
周向 X 射线探伤机	压力管道	5mm-30mm	Φ660×20/Φ759×24/Φ1080×25	400 小时
	压力容器	5mm-25mm	Φ1800×10/Φ3200×16/2000×14	300 小时

四、项目选址

甘晟检测办公场所位置见图 1-1，探伤设备存放点及暗室位置见图 1-2。

图 1-1　本次项目办公场所位置示意图

图 1-2　本次设备存放和暗室所位置示意图

五、劳动定员

甘晟检测公司现有员工 25 人，其中现场射线探伤人员 5 人。按每台探伤机配 2 名辐射工作人员计，10 台探伤机共需放射工作人员 20 人。

六、产业政策符合性

该公司配置的 X 射线探伤机主要用于对锅炉和压力容器焊缝等进行无损检测，保障产品质量，属于《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 年修正）“第一类 鼓励类” 中“十四 机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

表 2　放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白							

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

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（MV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

（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	X 射线探伤	II	1	XXH-2005	200	5	无损检测	现场探伤	周向，已购
2	X 射线探伤	II	1	XXH-2505	250	5	无损检测	现场探伤	周向，已购
3	X 射线探伤	II	1	XXQ-2005	200	5	无损检测	现场探伤	定向，拟购
4	X 射线探伤	II	3	XXQ-2505	250	5	无损检测	现场探伤	定向，拟购
5	X 射线探伤	II	1	XXQ-3005	300	5	无损检测	现场探伤	定向，拟购
6	X 射线探伤	II	1	XXQ-3505	350	5	无损检测	现场探伤	定向，拟购
7	X 射线探伤	II	2	待定	/	/	无损检测	现场探伤	拟购

（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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白												

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
废显影液	液态	/	/	/	1500L	/	暗室暂存	外委处理
胶片清洗水	液态	/	/	/	0.8t	/	暗室暂存	外委处理
废胶片	固态				2400 张		洗相室暂存	外委处理
以下空白								

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说明,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

法律文件	1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）； 2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日施行）； 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）； 4、《建设项目环境保护管理条例》，（国务院第 682 号令,2017 年 10 月 1 日施行）； 5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，（国务院第 449 号令，2014 年 7 月 29 日修正版）； 6、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（环保部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日施行）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日； 7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修订，环保部令第 3 号）； 8、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，（环保部令第 18 号）2011 年 5 月 1 日； 9、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）； 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》，（环保总局公告[2006]第 145 号）； 11、《产业结构调整指导目录》（2011 年本 ，2013 年修正版）； 12、《国家危险废物名录》国家环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月 1 日； 13、《危险废物污染防治技术政策》环发[2001]199 号。

技术标准	1、《建设项目环境影响评价技术导则　总纲》（HJ2.1-2016）； 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、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）； 5、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； 6、《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）； 7、《工作场所有害因素职业接触限值—化学有害因素》（GBZ2.1-2007）； 8、《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）； 9、《辐射环境监测技术规范》（HG/T61-2001）； 10、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597－2001）（2013 年修订）。
其他	1、委托书； 2、李德平 潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，原子能出版社，1987 年； 3、甲方提供的其他资料。

表 7　保护目标与评价标准

评价范围：

根据导则（HJ10.1－2016）中“第 1.5 评价范围和保护目标：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所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。”

根据本项目特点，并结合项目辐射装置射线传播与距离相关的特性，确定本项目以探伤机为中心，周围 250m 的区域为评价范围。

评价因子：

根据本次评价的项目特点及项目实际情况，本项目主要环境影响为 X 射线、臭氧、氮氧化物。本项目评价因子主要为 X 射线。

保护目标：

本项目为接受订单后，到现场开展探伤工作的项目，周围情况具有不确定性。因此本项目环境保护目标主要是探伤工作人员。

评价标准：

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

附录 B 剂量限值和标明污染控制水平

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；

c）眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

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；

c）眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d）皮肤的年当量剂量，50mSv。

（2）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

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

表 7-1　　X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

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

第 5 条 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

第 5.1 条 X 射线现场探伤作业分区设置的要求

第 5.1.1 条 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

第 5.1.2 条 一般将作业场所中周围剂量当量率大于 15μ Sv/h 的范围内划分为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应

按式（1）计算：

$$K=100/t \qquad (1)$$

式中：

K—控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（μ Sv/h）；

T—每周实际开机时间，单位为小时（h）；100—5mSv 平均分配到每年 50 工

作周的数值，即 100μ Sv/周。

第 5.1.3 条 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤工作人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

第 5.1.4 条 现场探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其它工作。为了使控制区的范围尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

第 5.1.5 条 控制区边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

第 5.1.6 第 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μ Sv/h 的范围划为监督区，并在其边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”的警告牌，必要时设专人警戒。

第 5.1.8 条 探伤机控制台应设置在核实位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

第 5.2 条 X 射线现场探伤作业的准备

第 5.2.1 条 在实施现场探伤工作之前，运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。

第 5.2.2 条 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

第 5.2.3 条 应考虑现场探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响(如烟雾报警器等)。

第 5.2.4 条 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等,避免造成混淆。委托方应给予探伤工人充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

第 5.3 条 X 射线现场探伤作业安全警告信息

第 5.3.1 条 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。

第 5.3.2 条 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

第 5.3.3 条 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

第 5.3.4 条 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

第 5.4 条 X 射线现场探伤作业安全操作要求

第 5.4.1 条 周向式探伤机用于现场探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器(仅开定向照射口)。

第 5.4.2 条 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素,选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

第 5.5 条 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

第 5.5.1 条 开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员,并防止有人进入控制区。

第 5.5.2 条 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到,应安排足够的人员进行巡查。

第 5.5.3 条 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。

第 5.5.4 条 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

第 5.5.5 条 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

第 6 条 放射防护检测

第 6.1 条 检测的一般要求

第 6.1.1 条 检测计划

运营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。

第 6.1.2 条 检测仪器

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。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。

第 6.1.3 条 检测条件

检测应在 X 射线探伤装置的限束装置开至最大，额定管电压、管电流照射的条件下进行。

第 6.3 条 现场探伤的分区及检测要求

第 6.3.1 条 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

第 6.3.2 条 当 X 射线探伤装置、场所、被检物体(材料、规格、形状)、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测,确定新的划区界线。

第 6.3.3 条 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

第 6.3.4 条 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

第 6.3.5 条 探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

（3）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597－2001）（2013 年修订）

第 4.1 条 所有危险废物产生者和危险废物经营者应建造专用的危险废物贮存设施，也可利用原有构筑物改建成危险废物贮存设施。

第 4.4 条 除4.3规定外，必须将危险废物装入容器。

第 4.9 条 盛装危险废物的容器上必须粘贴符合本标准附录A所示的标签。

第 5.1 条 应当使用符合标准的容器盛装危险废物。

第 5.2 条 装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求。

第 5.3 条 装载危险废物的容器必须完好无损。

第 5.4 条 盛装危险废物的容器材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应）。

第 5.5 条 液体危险废物可注入开孔直径不超过70毫米并有放气孔的桶中。

（4）《工作场所有害因素职业接触限值—化学有害因素》（GBZ2.1-2007）（节选）关于臭氧浓度的要求

根据《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）规定工作场所空气中臭氧容许浓度为0.3mg/m^3。

（5）根据以上所列标准，综合考虑本项目各方面要素以及实际的可操作性，本环评采用以下各项标准和剂量控制值，见表7-2。

表 7-2　　本环评采用的各项标准和指标

序号	项目	控制值	采用的标准
1	年剂量管理目标值	工作人员：≤4mSv 公众成员：≤0.1mSv	GB18871－2002
2	X 射线探伤机要求	管电压＞200kV：X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率：＜5mGy/h	GBZ117－2015
3	现场探伤	控制区边界≤15μSv/h、监督区边界≤2.5μSv/h	GBZ117－2015

本项目已购有 2 台 X 射线探伤机，拟购8台X 射线探伤机，本次环评对辐射工作人员的剂量限值确定为≤4mSv/a，对公众人员的剂量限值确定为≤0.1mSv/a。

表 8　环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状：

由于本项目不设探伤室，全部是现场探伤，本次评价未做现状监测。

表 9　项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、探伤机技术参数简述

本项目 X 射线探伤机的主要技术参数见表 9-1。

表9-1　　公司购买的X射线探伤机的主要技术参数表

探伤机型号 主要工作参数	XXH-2005 型 （周向机）	XXH-2505 型 （周向机）
X 射线管电压（KV）	100-200	150-250
X 射线管电流（mA）	5	5
焦点尺寸（mm）	1.0×3.4	1.0×2.4
焦距（mm）	600	600
辐射角度	360°×25°	360°×25°
发生器重量（kg）	22.5	34
最大穿透（mm）	27	37
发生器外形尺寸（mm）	280×280×650	320×320×750
控制器外形尺寸（mm）	350×290×170	350×290×170
探伤机型号 主要工作参数	XXQ-2005 型 （定向机）	XXQ-2505 型 （定向机）
X 射线管电压（KV）	100-200	150-250
X 射线管电流（mA）	5	5
焦点尺寸（mm）	1.5×1.5	2.0×2.0
焦距（mm）	600	600
辐射角度	45°	45°
发生器重量（kg）	22.5	34
最大穿透（mm）	30	39
发生器外形尺寸（mm）	280×280×650	320×320×750
控制器外形尺寸（mm）	350×290×170	350×290×170
探伤机型号 主要工作参数	XXQ-3005 型 （定向机）	XXQ-3505 型 （定向机）
X 射线管电压（KV）	170-300	180-350
X 射线管电流（mA）	5	5
焦点尺寸（mm）	3.5×3.5	3.5×3.5
焦距（mm）	600	600
辐射角度	45°	45°
发生器重量（kg）	40	40
最大穿透（mm）	50	60
发生器外形尺寸（mm）	320×320×840	340×340×830
控制器外形尺寸（mm）	350×290×170	350×290×170

二、工作原理及工艺流程分析

（1）射线产生原理

X 射线探伤机属于 X 射线机，主要由 X 射线管和高压电源组成（见图 9-1）。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。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、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，X 射线管两极间的高压使电子束向阳极靶射击。高速电子轰击靶体产生 X 射线。

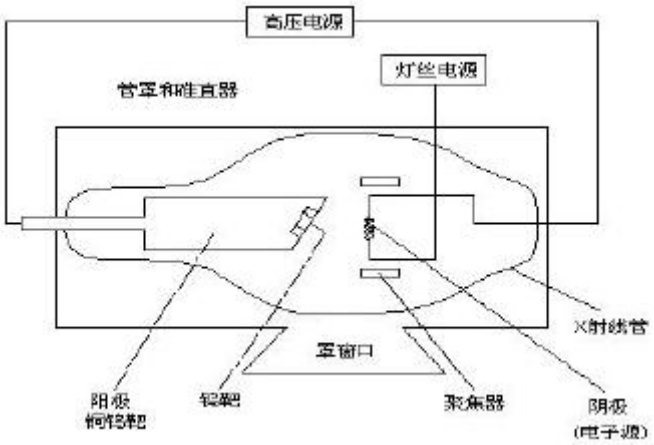

图9-1 X 射线管的原理示意图

（2）X射线探伤机工作原理

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，胶片接受的辐射增大，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。工艺流程简图：

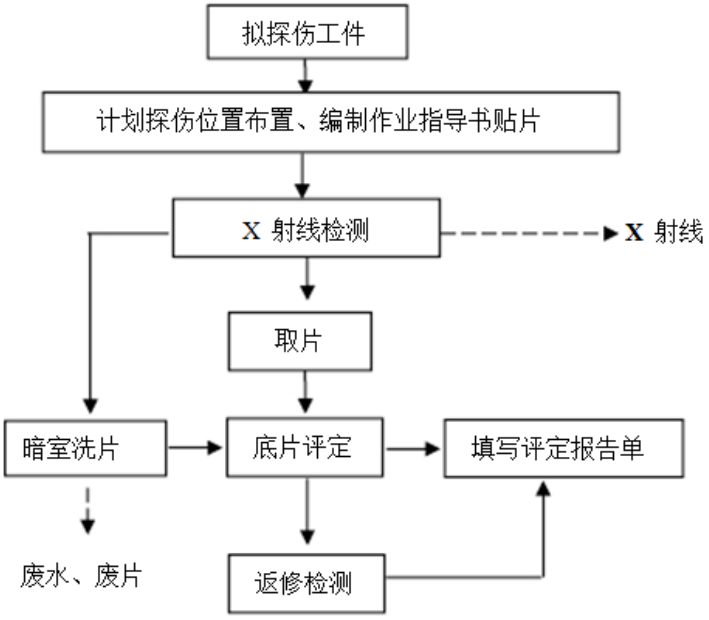

图9-2 探伤工艺流程简图

（3）X 射线现场探伤工作流程简述

本项目 X 射线现场探伤在委托单位进行，探伤操作人员按相关要求穿戴好防护用品，疏散无关人员，设置探伤机与探伤工件的安全距离，确定探伤工艺参数；根据工艺参数及 X 射线探伤工艺特点，用便携式 X-γ 辐射剂量率检测仪巡测后划定控制区、监督区；悬挂警示标识，在监督区边界周围拉上专用警戒绳，挂上警戒牌，不允许行人通过；确保控制区内无任何人员、监督区内无公众人员，确定照射时间，并且操作人员全部在铅屏风后操作，清场，由专人开机；达到预定照射时间后，操作人员关机，完成一次探伤。

三、工作负荷

根据业主提供资料，目前已确定购置定向 X 射线探伤机 6 台，周向 X 射线探伤机 2 台。每台定向机每天平均拍片 13 张，6 台定向机拍片 78 张/d，年工作 200 天。每台周向机每天拍片 21 张，2 台周向机拍片 42 张/d，年工作 200 天。已确定型号的 8 台探伤机年拍片 24000 张，每张胶片平均照射时间按 5min 计，全年照射时间约 2000h。

四、探伤工件情况

根据业主提供资料，甘晟检测主要从事电站锅炉小径管、电力和石油化工行业的压力容器、压力管道等承压设备的无损检测业务。探伤工件情况见表 9-2。

表 9-2　　探伤工件基本情况

探伤机	探伤工件	工件壁厚	常见规格/mm
定向 X 射线探伤机	小径管	3mm～10mm	Φ57×3.5Φ44.5×6.5/Φ28.6×6.4/Φ51×8
	压力管道	5mm～30mm	Φ270×18/Φ350×20/Φ508×14
	压力容器	5mm～25mm	Φ1800×10/Φ3200×16/2000×14
周向 X 射线探伤机	压力管道	5mm～30mm	Φ660×20/Φ759×24/Φ1080×25
	压力容器	5mm～25mm	Φ1800×10/Φ3200×16/2000×14

污染源项描述：

一、建设、安装过程的污染源项分析

本项目是现场探伤，不设探伤机房，无土建开挖、设备安装等工序。探伤机存放、洗片暗室租湖南亿利达实业有限公司（长沙市万家丽南路二段 98 号亿利达科技园）的射线探伤暗室。无建设或安装过程的环境影响。

二、运行期间正常工况下污染源分析

1、由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关产生和消失。本

项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。X 射线具有较强的穿透性，X 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，X 射线通过主射、漏射、散射对作业场所及周围环境产生辐射影响。

2、本项目 X 射线探伤机最大能量为 350kV，远小于 8MV，不考虑感生放射性对环境的影响。

3、X 射线与空气接触，使空气电离产生少量臭氧（O_3）和氮氧化物（NOx）。

4、本项目废水主要产生于洗片过程。探伤工作完成后，在暗室内洗片，洗片过程产生的废显影液、定影液约为 1500L/a，属危险废物，其次冲洗完成的胶片需用清水清洗，废水产生量约为 0.8t/a。甘晟检测已与湖南瀚洋环保科技有限公司达成协议处理本项目产生的危险废物。

三、运行期事故工况下污染源分析

1、在工作状态时，现场探伤工作人员误入控制区，公众人员可能忽视警示标志误入监督区和控制区，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

2、因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探伤机的屏蔽块、机架上的屏蔽物等移走，或随意加大照射野，使设备丧失自身屏蔽作用，人员受到不必要的照射。

3、检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

表 10　辐射安全与防护

辐射安全和设施：

一、辐射工作场所分区

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便辐射安全管理和职业照射控制。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求”：一般将作业场所中周围剂量当量率大于 15μ Sv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μ Sv/h 的范围划为监督区。本项目现场探伤分区示意图见图 10-1。

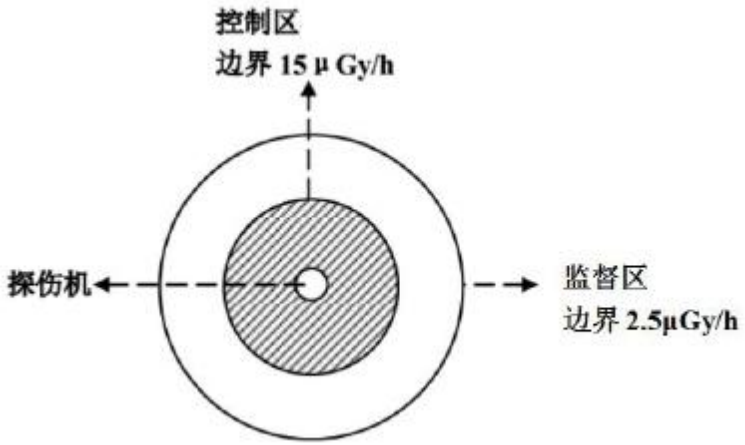

图 10-1　　车间现场辐射防护分区示意图

二、辐射防护措施

1、公司需要配备便携式 X-γ 辐射剂量率检测仪，每次现场探伤作业时，需利用便携式 X－γ 射线剂量率测量仪划定控制区、监督区：控制区边界外悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，夜间探伤还须增加灯光警示标志。未经许可人员不得进入该范围内，采用绳索、链条和类似的方法，同时安排专职人员实施人工管理，定期巡查。用警戒绳（离地高度在 0.8～1.0m 左右）将监督区合围，形成一个封闭的区域，至少在警戒绳的四个方向悬挂警示标识（标识上注明：无关人员禁止入内）且各个方向派人巡视，严禁无关人员进入或停留。

2、配备足够的辐射防护设施及用品，如：现场警戒绳、警示灯、灯光报警仪、

个人剂量计、个人剂量报警仪、铅衣、铅眼镜等防护用品，现场探伤前，探伤工作人员要穿戴规范。

3、配备提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。

4、选择最佳作业时间，避开探伤现场非辐射工作人员和公众成员活动高峰期，无法避开人员高峰期时，应做好清场工作，确保监督区内无无关人员。

5、探伤机使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

6、现场探伤主射线尽量朝向无人区或有多层屏蔽建筑的方向。

7、每次作业时，检查警报装置情况，并根据工件情况选择工作电压，尽量减小曝光量。

8、现场探伤时，根据主射方向的不同，选用铅屏风进行遮挡。

9、完善设备管理保养制度。加强探伤机安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患的，应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并报告当地环保主管部门，经检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

三、安全操作及管理措施

1、制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。

2、公司配置相应的管理人员及操作技术人员，上述工作人员经过考核合格后方可上岗。辐射工作人员定期开展辐射防护知识培训、个人剂量监测和职业健康体检。

3、公司配置足够量的便携式剂量报警仪和个人剂量仪，进行环境辐射常规监测及个人防护。

4、操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，禁止任意去除安全联锁，严禁在去除可能导致人员伤亡的安全联锁的情况下开机。

5、根据检测工件的厚度，合理选择探伤机曝光参数。

6、探伤机日常放置在储存室内，专人管理钥匙，使用探伤机进行现场探伤时，要进行领取、归还登记管理。

7、交接班或当班使用便携式 X－γ 辐射剂量率检测仪，应检查便携式 X－γ 辐

射剂量率检测仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。在每一次照射前，操作人员都应该确认控制区和监督区没有无关人员驻留。

8、建设单位须应建立危废台帐，记录危废产生量、处置量及去向，保证不对外环境造成影响。对临时储存显影液、定影液及废片采取防止泄漏等相关措施，不致因泄漏而外排。对盛装危险废物的容器上必须粘贴符合要求的标签、使用符合标准的容器盛装危险废物等。

四、防护用品

根据业主提供资料，目前甘晟检测拟购置的辐射防护用品详见表 10-1，本次评价要求补充购置的防护用品详见表 10-2。

表 10-1　　拟购置辐射防护用品

防护用品名称	数量
个人剂量报警仪	1 台
个人剂量计	5 个
固定式剂量报警仪	1 台
便携式 X-γ 剂量监测仪	1 台

表 10-2　　本次评价要求补充购置的辐射防护用品

防护用品名称	数量	备注
个人剂量报警仪	7 台	
个人剂量计	11 个	按每台探伤机 2 名辐射工作人员计
便携式 X-γ 剂量监测仪	3 个	随探伤机购置情况增配，保证每台探伤机配 2 个
灯光报警仪	8 个	
警示灯	20 个	每次探伤使用 4 个
移动铅屏风	10 块	厚度 3mm
警戒绳	5000 米	
铅防护服	10 套	规格 2mm，每台探伤机配 2 套，随探伤机的购买增加
辐射防护警示标识	80 张	“禁止进入 X 射线区”和“无关人员禁止入内”各 40 张
铅防护眼镜	20 副	每台探伤机配备 2 副
铅吊帘	10 块	每台探伤机配备 1 块，规格 3mm

三废的治理

一、废水

本项目废水主要产生于洗片过程。探伤工作完成后，在暗室内洗片，洗片过程产生的废显影液、定影液约为1500L/a，属危险废物，其次冲洗完成的胶片需用清水清洗，废水产生量约为 0.8t/a。甘晟检测已与湖南瀚洋环保科技有限公司达成协议处理本项目产生的危险废物。

二、废气

在探伤作业时，X 射线是空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。现场探伤一般在开阔的车间或空旷地带且探伤时间较短，因此曝光过程中产生的臭氧及氮氧化物对环境影响较小。

三、固体废物

本项目产生的固体废物主要是存档到期的胶片及废片。这部分固体废物属于危险废物，甘晟检测已与湖南瀚洋环保科技有限公司达成协议处理本项目产生的危险废物。

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目无探伤室，设备存放及暗室租用湖南亿利达事业有限公司射线探伤暗室，因此不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响：

一、计算参数

本项目拟购置且确定型号的 X 射线探伤机 8 台，分为定向式和周向式，其中定向式 6 台，周向式 2 台。本次评价选 XXH-2505 型（周向机）、XXQ-2505 和 XXQ-3505 型（定向机）的参数为基础进行计算。

表 11-1　　X 射线探伤机及计算参数表

型号	管电压	输出量 H_0 mGy·m²/（mA·min）	TVL（铅，mm）	TVL（钢，mm）	管电流
XXH-2505（周向机）	150kV	5.2（3mm 铝过滤条件）	0.96	1.38	5mA
	200kV	8.9（3mm 铝过滤条件）	1.4	2.02	
	250kV	13.9（3mm 铝过滤条件）	2.9	4.17	
XXQ-2505（定向机）	150kV	5.2（3mm 铝过滤条件）	0.96	1.38	5mA
	200kV	8.9（3mm 铝过滤条件）	1.4	2.02	
	250kV	13.9（3mm 铝过滤条件）	2.9	4.17	
XXQ-3505（定向机）	270kV	10.2（3mm 铜过滤条件）	4.6	6.62	5mA
	300kV	11.3（3mm 铜过滤条件）	5.7	8.21	
	350kV	17.4（3mm 铜过滤条件）	7	10.1	

注：由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）表 B.1 可查得以上不同电压探伤机输出量，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）表 B.2 可查得以上不同电压铅的 TVL 值。铅的密度 11.3t/m³,钢的密度 7.85t/m³，由此可以折算出钢的 TVL 值。

二、计算公式

本次计算公式参照剂量率参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式进行估算。

1、有用线束

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

式中：

H——剂量率参考控制水平，μ Sv/h；

B —— 屏蔽透射因子；

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。——距辐射源点（靶点）1m 处数数量，μ Sv·m^2/（mA·h），以 mSv·m^2/（mA·min）为单位的值乘以 6×10^4；

R —— 辐射源（靶点）至关注点的距离，m。

2、漏射线

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-1 计算泄漏辐射在关注点的剂量率：

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

式中：

H_L——距靶点 1mX 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μ Sv/h；

B —— 屏蔽透射因子；

R —— 辐射源（靶点）至关注点的距离，m。

3、散射线

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-3 计算散射辐射在关注点的剂量率：

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

式中：

H_s —— 散射线所致关注点的剂量率，μ Sv/h；

I —— X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——距辐射源（靶点）1m 处输出量，μSv·m^2/（mA·h）

B —— 屏蔽透射因子；

F —— R_0处的辐射野面积，m^2；

α —— 散射因子；

R_0 —— 辐射源（靶点）至探伤工件的距离，m；

R_S —— 散射体至关注点的距离，m 。

4、对于泄射和散射线，屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

a)对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-4）计算

$$B=10^{-X/TVL} \qquad (11\text{-}4)$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——查表；

b）对于估算出的屏蔽透射因子 B，所需的屏蔽物质厚度 X 按式（11-5）计算：

$$X=-TVL \cdot \lg B \qquad (11-5)$$

TVL—查表；

B—达到剂量参考控制水平 H_c 时所需的屏蔽透射因子。

三、计算结果

甘晟检测探伤工件厚度在 3-30mm。通常根据工件的厚度采用相对应的电压进行探伤。在此条件下理论估算本项目探伤机不同条件下的控制区、监督区边界距离详见表 11-2。

表 11-2　　理论计算控制区、监督区边界距离（有工件情况下）

探伤机型号	电压	电流	工件厚度	边界距离 m					
				主射控制区	主射监督区	漏射控制区	漏射监督区	散射控制区	散射监督区
XXH-2505（周向机）	150kV	5mA	5mm	211	517	/	/	/	/
	200kV	5mA	20mm	188	462	/	/	/	/
	250kV	5mA	30mm	139	342	/	/	/	/
XXQ-2505（定向机）	150kV	5mA	3mm	249	612	10	25	33	79
	200kV	5mA	14mm	202	496	7	16	29	71
	250kV	5mA	18mm	242	592	9	21	35	84
XXQ-3505（定向机）	270kV	5mA	20mm	157	384	7	16	23	55
	300kV	5mA	25mm	184	451	8	18	27	64
	350kV	5mA	30mm	213	521	7	17	31	74

通过以上计算可知，按照不同工况对应不同厚度工件探伤时，在无任何屏蔽措施下，测量工件厚度在 3-30mm 之间时，现场探伤的主射控制区边界距离在 139-249m 之间，监督区边界距离在 342-612m 之间；漏射控制区边界距离在 7-10m 之间，漏射监督区边界在 16-25m 之间；散射控制区边界距离在 23-35m 之间，监督区边界在 55-84m 之间。

在实际现场探伤过程中，由于探伤现场场地及周围环境不同，有地形、地貌、建筑物的阻挡，实际操作中的防护控制距离小于预测计算距离，所以该公司每台探伤机配备 2 台便携式 X-γ 辐射剂量检测仪，每次现场探伤时，先根据理论计算初步划定控制区、监督区，然后利用便携式 X-γ 辐射剂量检测仪由远及近确定监督区、控制区，实测周围剂量当量率，以实测值 15μ Sv/h 为控制区边界，以实测值 2.5μ Sv/h 为监

督区边界。在监督区边界各个方向设置警戒线、警示灯，悬挂警示标语，并有专人警戒，防止无关人员进入监督区。放射工作人员穿戴铅衣、佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪在控制区边界操作设备。

四、剂量估算

（1）估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{E.r}=D_r\times t\times 10^{-3}(mSv) \qquad (11-6)$$

其中：H_{Er} —— X、γ 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv/a；

Dr —— X、γ 射线空气吸收剂量率，μ Sv/h；

t —— X、γ 射线照射时间，h/a；

（2）估算结果

① 辐射工作人员

本项目按每台探伤机配 2 名放射工作人员计，根据业主提供资料定向机年照射时间是 217h/台，周向机年照射时间是 350h/台。

现场探伤放射工作人员在控制区边界范围以外，经 3mm 铅吊帘屏蔽和 2mm 铅衣屏蔽后，定向机工作人员最大瞬时剂量控制值按 1.85μ Sv/h 考虑，周向机工作人员最大瞬时剂量控制值按 8.0μ Sv/h 考虑。.

辐射工作人员的剂量估算，计算结果见下表 11-3。

表 11- 3　　辐射工作人员剂量估算

序号	人员	附加剂量率（μSv/h）	居留因子	出束时间（h/a）	年受照剂量（mSv/a）
1	定向机辐射工作人员	1.85	1	217	0.40
2	周向机辐射工作人员	8.00	1	350	2.80

从表 11-3 计算结果可知，定向机辐射工作人员的年受照剂量为 0.40mSv，周向机辐射工作人员的年受照剂量为 2.80mSv。由估算结果可知，辐射工作人员年受照剂量低于本评价管理目标值 4mSv/a，但是周向机辐射工作人员的估算剂量较定向机的辐射工作人员的估算计量较高，因此本次评价要求适当增加周向机辐射工作人员，尚未确定型号的探伤机建议购置周向机，以分担周向机的工作量。

② 公众受照剂量估算

在进行现场探伤时应划定监督区，其边界最大剂量率应不大于 2.5μSv/h，公众成员不得进入该区域，公众成员在监督区（2.5μSv/h）边界停留时间按 1/16，出束时间按 15min 计，公众的年受照剂量估算结果见表 11-4。

表 11-4　　X 射线探伤机周围公众年受照剂量估算

位置	附加剂量率（μSv/h）	居留因子	出束时间（h/a）	年受照剂量（mSv/a）
现场探伤周围公众	2.5	1/16	0.25	2.7×10^{-5}

由表 11-7 可知公众人员受照时间很短，附加受照剂量为为 2.7×10^{-5}mSv/a，小于本次评价设定的公众受照剂量约束值 0.1mSv/a。

五、废水、固体废物影响分析

1、洗片废液废水

本项目废水主要产生于洗片过程。探伤工作完成后，在暗室内洗片，洗片过程产生的废显影液、定影液约为 1500L/a，其次冲洗完成的胶片需用清水清洗，废水产生量约为 0.8t/a。公司已集中收贮，建立危废处理台账并委托有危险废物处理资质的单位进行处理，公司应完善危废台帐，记录危废产生量、处置量及去向，保证不对外环境造成影响。同时公司应对临时储存显影液、定影液及废片采取防止泄漏等相关措施，不致因泄漏而外排；对盛装危险废物的容器上必须粘贴符合要求的标签、使用符合标准的容器盛装危险废物等。

此外，暗室应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）进行修建：地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物不相容；必须有泄漏液体收集装置、气体导出口及气体净化装置。

2、固体废物环境影响

公司探伤过程中产生的废胶片和存档到期的胶片属于危险废物，定期交由有危废处理资质收集后统一处理。公司应建立危废台帐，记录危废产生量、处置量及去向，并按照危险废物五联单制度进行管理，保证不对外环境造成影响。

事故影响分析：

本项目拟配置 X 射线探伤机 10 台，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，因此，断电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故（事件）如下：

（1）丧失屏蔽 ：X 射线探伤机机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如

检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探伤机的屏蔽块、机架上的屏蔽物等移走，或随意加大照射野，使设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽墙外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

安全措施：检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆走探伤机及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。

（2）人员误入控制区

原因分析：如遇夜间进行现场探伤时，光线不如白天，探伤工作人员可能忽视警示标志误入控制区，公众人员可能忽视警示标志误入监督区和控制区，造成误照射。防范措施：夜间使用警戒灯等明显的警示标志，加强周围人员巡查力度，防止人员进入控制区和监督区。

（4）警戒标志丧失

原因分析：警戒绳索、链条等意外断裂，警示灯等工作不正常而使公众人员误入监督区和控制区，造成误照射。

防范措施：加强对防护警示标志的检查，避免失效。

（5）人员失误

原因分析：不了解探伤机的基本结构和性能，缺乏操作经验和缺乏防护知识，安全观念淡薄、无责任心；违反操作规程和有关规定，操作失误；管理不善、领导失察等，是人为的因素造成的辐射事故的最大原因。

安全措施：放射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实监测频率，每年一次。保证按照要求进行探伤工作。

（6）设备丢失

原因分析：探伤机保管不善，可能发生丢失和被盗事故。

防范措施：安排专人负责探伤机的保管，在丢失后应及时报告相关部门，并积极配合调查取证。

（7）空照

原因分析：根据上述分析可知，若在使用 XXQ-3505 探伤机时发生空照，所需的控制区及监督区距离较远，若以上区域在未清场的情况下，会使人员受到误照射。

防治措施：为防止空照情况发生，摆放工件及操作控制由 1 名放射工作人员负责，另外的安排专人负责监督，禁止无关人员进入监督区。

发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故后应对事故影响人员进行医学检查，确定其所受到的剂量水平，并在第一时间将事故通报环保、卫生等主管部门。

表 12　辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射安全领导小组

为保证建设项目建设期和运营期的辐射防护措施的落实情况，甘晟检测成立了以曾宪年为组长，谢康为副组长的辐射安全防护管理小组，负责全公司的辐射安全管理、培训、检查等工作。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 修订）》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、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。

从医院目前配置的辐射领导小组人员信息看，专兼职人员有一定的管理能力。本项目开展后，医院的管理人员也能满足配置要求。

二、辐射工作人员的配置及培训情况

甘晟检测现有探伤工作人员 5 人，按每台探伤机 2 名辐射工作人员配置，随着探伤机的购置，同步增加探伤工作人员。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 修订），环保部令第 2 号第十六条要求：“辐射安全管理机构成员和辐射工作人员均需参加辐射安全与防护培训并取得培训合格证”。目前，甘晟检测辐射安全防护管理小组成员和探伤工作人员尚未参加初级培训，本次评价要求尽快组织相关人员参加培训，以后新进的辐射工作人员也应在上岗前参加环保部门组织的初级培训。

现场探伤的辐射工作人员未进行上岗前的职业健康体检，本次评价要求在正式开展探伤工作前，现场探伤的辐射工作人员需进行上岗前的职业健康检查，合格后方可正式上岗开展现场探伤工作。

辐射安全管理规章制度

为保障探伤机正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，甘晟检测制定了以下制度：

（1）射线检测安全管理制度

（2）检验检测现场（事故）应急（救援）措施

（3）检验检测现场环境管理规定

（4）射线检测作业指导书

（5）辐射事故应急预案

（6）射线机操作规程

上述管理制度基本能满足公司目前的辐射工作，公司还应补充放射性工作人员上岗前、在岗期间、离岗时健康体检制度，放射工作人员个人剂量检测制度、档案管理制度以及放射工作人员培训制度。公司在今后开展放射性工作时，及时更新辐射事故应急预案，并从以下几个方面加强管理：

（1）对 X 射线探伤机的安全防护和维修要落实到个人；明确管理人员、操作人员、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，层层落实。

（2）在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；辐射工作场所均必须悬挂电离辐射警示标识。

（3）明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

（4）加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

（5）为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，甘晟检测应培育和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，公司应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，每年向发证机关提交上一年度的评估报告。

（6）甘晟检测应在今后工作中，应不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实，根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

辐射监测

一、原有辐射监测执行情况

项目为新建项目，无原有辐射监测。

二、本次辐射监测计划

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照个人监测规范》（GBZ128-2002）等要求，须对个人剂量、X 射线探伤机进行监测。根据本项目产生的污染因子特点，公司给每台探伤机配备 2 台便携式 X-γ 辐射剂量检测仪，认真执行日常防护监测制度。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所及周围环境的监测。工作人员配发的个人剂量计，定期进行检测。公司于每年 1 月 31 日前提交上一年度的年度报告。

1、车间现场探伤场所监测计划

针对该公司开展的现场探伤，本环评提出以下监测计划：配备便携式 X-γ 辐射剂量检测仪，对现场探伤区域周围环境进行监测，建立相应监测计划，监测计划应包括以下内容：

（1）每次进行 X 射线现场探伤作业前，工作人员应检查设备的性能及警示信号、标志的状态。

（2）建立操作现场的辐射巡测制度，每次现场探伤时，进行检测，合理划分控制区和监督区，保证工作场所周围辐射环境安全。

2、个人剂量监测

公司应按照《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 号）规定，对辐射工作人员开展个人剂量检测，个人剂量监测周期最长不应超过 90 天。定期组织放射工作人员职业健康体检，职业健康体检的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。公司还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，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，并终生保存。放射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

3、防护性能监测

在设备初次投入使用或大修及更换关键组件时，需要委托有资质的单位进行设备防护性能检测，以保证符合有关标准的要求。在使用过程中，需要委托有资质的单位进行状态检测，检测频度为每年不少一次。

辐射事故应急

公司已制订了辐射事故应急预案，但不完善。本评价依据《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）第四十条、国家环保总局《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）及《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）的有关规定，建议该公司应急预案完善如下：

1、事故应急措施的基本任务为：

（1）立即组织营救受害人员，组织撤离或者采取其他措施保护危害区域的其他人员；

（2）迅速控制事态，并对事故造成的危害进行监测，确定事故的危害区域、危害性质及危害程度；

（3）消除危害后果，做好现场恢复；

（4）查清事故原因，评估危害程度。

2、发生一般事故后，立即封锁现场，迅速查明事故原因，凡能通过切断事故源等处理措施而消除事故的，则以自救为主；发生严重事故后，立即封锁现场，迅速安排受照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治；组织有关人员携带仪器设备赶赴现场进行检测，核实事故情况，估算受照剂量、污染范围和程度，判定事故类型级别，提出控制措施和方案。

3、发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要的应急措施，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和卫生主管部门报告。视事故具体情况，向上级相关管理部门报告。具体辐射事故分级处理和报告制度应严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《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》（国家环境保护总局、公安部、卫生部 环发[2006]145 号）的相关要求，此处不再赘述。

4、在事故处理过程中，处理事故的应急人员应佩带个人剂量计。为制止事故的扩大或进行抢救、抢修处理事故的应急人员接受超过正常剂量当量限值的应急照射，按照 GB 18871-2002 的规定，一次应急事件全身照射的剂量不应超过职业人员最大单一年份剂量限值的 10 倍。

5、定期进行事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，说明演练过

程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。

采取以上风险防范措施，严格按照相关法律法规的要求进行管理，定期演习辐射事故应急预案，对发现的问题及时进行整改，可使该项目环境风险影响降至最低。

应急报告程序

一般报告程序为：发现者报告给公司辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市环保局，并同时向省环保厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

公司应急联系人电话：15616163545　　0731-85335846

市公安局电话：110

市环保局电话：　12369（24 小时）

省环境保护厅电话：0731-85698110

竣工验收环保要求

根据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，本项目除履行环境影响审批手续外，还应落实环保验收制度。根据《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日起施行）的要求，甘晟检测应开展自主验收。验收内容见表 12-1。

表 12-1　　环保验收一览表

序号	验收内容	验收内容	验收要求
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复	齐全
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程	有辐射领导机构，制定并落实各项制度
3	放射工作人员管理	1、公司应每季度对工作人员进行个人剂量监测，每 2 年进行放射人员健康体检，并将资料存档管理. 2、管理人员和辐射工作人员参加辐射安全知识培训，4 年进行一次复训。	人员按要求配备到位，定期进行个人剂量检测、职业健康体检、培训，并按要求保存档案
4	防护用品	防护用品配备到位	配备的防护用品满足日常工作需要
5	X 射线机探伤要求	管电压＞200kV：X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率＜5mGy/h	管电压＞200kV：X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率＜5mGy/h

表 13　结论与要求

结论

1、湖南省甘晟检测技术有限公司位于长沙市天心区新韶西路 369 号福晟学府 3 栋 702 房。公司拟从事电站锅炉、电力和石油化工行业的压力容器、压力管道（长输管道）等承压设备的无损检测业务，购置 10 台 X 射线探伤机开展的现场探伤工作，公司不设探伤室。

2、按照不同工况对应不同厚度工件探伤时，在无任何屏蔽措施下，测量工件厚度在 3-30mm 之间时，按照主射计算现场探伤的控制区边界距离在 139-249m 之间，监督区边界距离在 342-612m 之间；漏射控制区边界距离在 7-10m 之间，漏射监督区边界在 16-25m 之间；散射控制区边界距离在 23-35m 之间，监督区边界在 55-84m 之间。

3、通过剂量估算，定向机辐射工作人员的年受照剂量为 0.40mSv，周向机辐射工作人员的年受照剂量为 2.80mSv。由估算结果可知，辐射工作人员年受照剂量低于本评价管理目标值 4mSv/a。公众人员受照时间很短，附加受照剂量为为 2.7×10^{-5}mSv/a，低于本次评价管理目标值 0.1mSv/a。

4、公司拟配备部分防护用品，但还需增配部分防护用品，公司应按报告表中表 10-2 提出的要求增加个人防护用品，配备后能满足公司放射性工作的开展。

5、本项目洗片过程产生的废显影液、定影液、清洗废水、废胶片、存档到期的胶片均一并作为危险废物在暗室的危险废物贮存容器暂存，并委托有危险废物处理资质的单位进行处理，公司已与有危险废物处理资质的单位签订了回收合同。

6、该公司 X 射线探伤机主要用于对锅炉、压力容器等工件进行无损检测，因此本项目属于《产业结构调整指导目录（2011 年本)》（2013 修正）“第一类鼓励类” 中“十四 机械” 中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”， 项目符合国家产业政策。

综上所述，甘晟检测拟开展的 X 射线探伤项目，对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求；辐射防护措施和事故应急措施可行；规章制度基本健全。从环境保护的角度来看，本环评认为该项目建设是可行的。

要求

1、加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

2、公司应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。

3、公司应定期开展个人剂量监测，接受放射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作，建立放射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案，并终生保存。放射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

4、项目办公场所和设备存放点不能开展维修、调试等 X 射线出束的活动。

5、探伤机出入库、危险废物的转移须做好登记台账。

6、尚未确定型号的探伤机最大管电压不得超过 350kV。

7、设备存放点和暗室按要求粘贴标识。

8、项目竣工后，建设单位按照相关要求开展环保验收工作。

表 14　审批

下一级环保部门预审意见：   经办人： 公章： 年　　月　　日
审批意见：   经办人： 公章： 年　　月　　日