

军核清洁能源装备研发制造中心
核技术利用项目
环境影响报告表
(报批稿)

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司

二〇一七年十二月

环境保护部监制

军核清洁能源装备研发制造中心
核技术利用项目
环境影响报告表

建设单位名称：湖南汉华京电清洁能源科技有限公司

建设单位法人代表：刘俊文

通讯地址：湘潭市九华工业园奔驰路 7 号

邮政编码： 411100

联系人：罗求平

电子邮箱：

联系电话：13467611882

目录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	6
表 3	非密封放射性物质	6
表 4	射线装置	6
表 5	废弃物	7
表 6	评价依据	8
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	17
表 10	辐射安全与防护	21
表 11	环境影响分析	25
表 12	辐射安全管理	36
表 13	结论与建议	41
表 14	审批	43

附件

- 附件 1: 项目委托书;
- 附件 2: 建设单位营业执照;
- 附件 3: 汉华京电公司现有辐射安全许可证
- 附件 4: 特种设备检验检测人员证;
- 附件 5: 检测报告;
- 附件 6: 辐射安全与防护管理制度;
- 附件 7: 危险废物环境安全管理承诺书;
- 附件 8: 辐射安全管理防护小组;
- 附件 9: 辐射安全事故应急预案;
- 附件 10: X 射线无损检测仪维护保养制度;
- 附件 11: 辐射工作人员培训管理制度;
- 附件 12: 探伤设备安全操作规程。

附图

- 附图 1: 项目地理位置图;
- 附图 2: 周边环境关系图;
- 附图 3: 探伤房平面布置图;
- 附图 4: 车间平面布置图;
- 附图 5: 监测布点图。

表 1 项目概况

建设项目名称		军核清洁能源装备研发制造中心核技术利用项目			
建设单位		湖南汉华京电清洁能源科技有限公司			
法人代表	刘俊文	联系人	罗求平	联系电话	13467611882
注册地址		湖南省湘潭市九华经开区奔驰路 7 号厂房			
项目建设地点		湘潭市九华经开区奔驰路 7 号厂房			
立项审批部门		批准文号			
项目 建设 总 投 资（万元）	100	项目环保投资（万元）	15	投资比例（环保投资/总投资）	15%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☒ 其它（异地搬迁扩建）			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其它				
	1、公司简介 湖南汉华京电清洁能源科技有限公司是一家从事清洁能源装备制造及技术解决方案的高端制造与高新技术企业，主要从事核电设备、石化设备、环保设备的研发、制造及相关技术支持与服务。公司注册资本 1.8 亿元，拥有一支在能源装备制造行业从业数十年的研发、营销、管理团队和高技能的生产制造队伍，公司现有员工 200 多人，其中工程技术人员 40 多名。公司现有 10000 多平米现代清洁生产厂房，拥有数控切割机、120MM 大型卷板机、自动埋弧焊机、大功率探伤机、全自动化学分析仪、机械性能实验机等先进的生产和检测设备。 2014 年 12 月，湖南汉华京电清洁能源科技有限公司在长沙县黄兴镇仙人市村建设了核技				

术利用项目，委托核工业二三 O 研究所对该核技术利用项目进行了环境影响评价。2015 年 1 月 23 日，湖南省环境保护厅以湘环评辐表〔2015〕15 号提出了该项目的审批意见，2015 年 4 月 22 日，湖南省环境保护厅以湘环辐证〔00018〕发布了该项目的辐射安全许可证（见附件 3）。

2016 年，湖南汉华京电清洁能源科技有限公司拆除了湘环评辐表〔2015〕15 号批复的长沙县黄兴镇仙人市村厂区的探伤房及设备。

2016 年 8 月，湖南汉华京电清洁能源科技有限公司在湘潭市九华工业园奔驰路 7 号建设了军核清洁能源装备研发制造中心建设项目，年生产非标核电压力容器、军工试验装备、环保设备共计 250 台。2016 年 8 月 30 日，湘潭市环境保护局以潭环审〔2016〕244 号对该项目进行了批复。

2017 年 8 月，湖南汉华京电清洁能源科技有限公司拟在湘潭市九华经开区奔驰路 7 号厂房内建设探伤房，同时将湘环评辐表〔2015〕15 号批复的长沙县黄兴镇仙人市村厂区的 3 台探伤设备，即 HA-3005 型、HA-2505 型、G-3005 型探伤机搬迁至该厂区，另购入 XXG-3505 型 X 射线探伤机开展无损检测探伤项目。

2、核技术利用项目由来

为了加强 X 射线探伤机在使用过程中的辐射环境管理，防止辐射污染，确保探伤机使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良辐射影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》以及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，射线装置使用单位必须进行辐射安全许可申报，并办理辐射安全许可证。湖南汉华京电清洁能源科技有限公司按照国家相关法律法规委托北京中企安信环境科技有限公司对军核清洁能源装备研发制造中心室内无损探伤项目进行核技术利用环境影响评价。

评价单位在对本项目建设场址进行辐射环境质量现场调查的基础上，按照国家有关环境影响报告表的内容和格式，编制该项目的辐射环境影响报告表。

湖南省环保厅于 2017 年 12 月 13 日在长沙召开了《军核清洁能源装备研发制造中心核技术利用项目环境影响报告表》技术评审会。会后，环评单位修改了各位与会专家提出的意见，形成了《军核清洁能源装备研发制造中心核技术利用项目环境影响报告表》（报批稿）。

3、项目所在地环境概况

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心位于湘潭市九华工业园奔驰路 7 号。厂区北侧为奔驰路，西侧为九华新材料科技有限公司，南侧为湖南五湖钢构，

东侧为新浦实业厂房，项目周边环境图见图 1-1。

4、核技术利用项目基本情况

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心位于湘潭市九华工业园奔驰路 7 号，总占地面积 25978.1 平方米，总建筑面积 18038 平方米，项目建成后可实现年产核电压力容器、军工试验装备、环保设备共计 250 台。



图 1-1 项目周边环境图

为配合压力容器生产及质量保证，湖南汉华京电清洁能源科技有限公司拟在军核清洁能源装备研发制造中心现有生产车间内开展无损检测探伤项目。探伤室位于现有厂房内西北角，探伤室尺寸为长×宽×高=11.5m×5.5m×5.2m（内径），配备 HA-3005 型、HA-2505 型、G-3005 型、XXG-3505 型 X 射线探伤机各一台，公司只开展室内探伤，无室外探伤。公司购置的工业用 X 射线探伤机是利用 X 射线的穿透能力(或者说不同物质具有对 X 射线不同的吸收能力)来实现工业无损检测，以保证产品质量，促进生产发展。根据《射线装置分类办法》，公司拟配备的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置。

表 1-1 项目基本组成

序号	类别	项目名称	建设内容	备注
1	主体	专用探伤室	位于厂房西北角	/

	工程	设备	HA-3005 型、HA-2505 型、G-3005 型、XXG-3505 型 X 射线探伤机各一台	/
		洗片室、晾片室、 办公室、操作室	位于探伤室北侧与探伤室相连	/
2	公用 工程	供配电系统	依托厂房供配电系统，厂房供电来源于园区供电	依托
		给水系统	依托厂区给水管网供辐射工作人员生活用水	依托
		排水系统	厂区雨污分流，辐射工作人员生活污水依托厂区化粪池预处理后排入园区污水管网后由九华污水处理厂统一处理	依托
3	环保 工程	污水处理装置	依托厂区现有化粪池	已有
		危险废物	废片及洗片废液贮存于具有醒目标志的容器中，定期 交由有资质的单位处理	/

表 1-2 探伤室屏蔽情况一览表

参数指标	内容
长×宽×高	11.5m×5.5m×5.2m（内径）
各屏蔽墙厚度	探伤室四周墙面防护材料为 3mm 钢板+25mm 铅板+3mm 钢板+550mm 厚混凝土
顶部	顶部防护材料为 3mm 钢板+14mm 铅板+3mm 钢板+400mm 厚混凝土
迷道	迷 墙厚为 550mm 厚混凝土，迷道内净空 2.6m，迷道内顶混凝土厚 550mm
防护门屏蔽能力	M1 为电动防护门，门洞 4.2m×4.6m、铅门 4.7m×4.9m，防护材料为 3mm 钢板+25mm 铅板+3mm 钢板；工件门与门洞搭接宽度，左右两侧均为 0.3m，上部为 0.3m，下部嵌入地面 0.1m。 M2 为手动防护门，门洞 0.8m×2.0m、铅门 0.88m×2.08m； M3 为手动木质门，门洞 0.8m×2.0m、木质门 0.88m×2.08m；

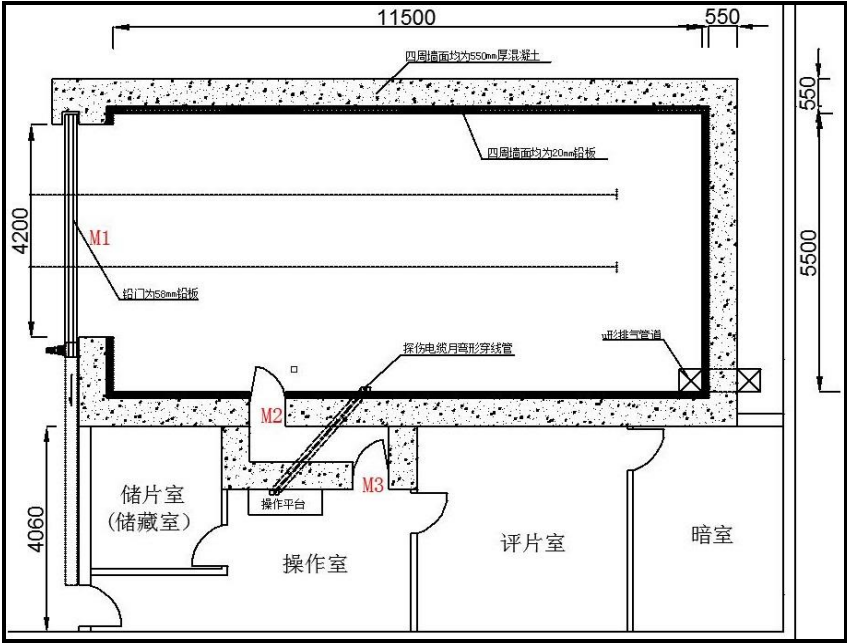


图 1-2 探伤室平面布置图

本项目探伤工作人员的情况见表 1-3。为了确保探伤工作的安全，如确保屏蔽门关闭进入曝光状态时探伤室内无人员停留；减低因为个人原因造成的工作失误，探伤作业要求至少两名工作人员同时在场。此外公司需安排专人负责看管射线装置，确保仪器的安全，定期对射线装置进行检查。

表 1-3 探伤工作人员情况表

序号	姓名	证书编号	项目	级别	工作岗位
1	何聪	43032119890118077x	射线胶片照相检测	中级（Ⅱ）	工业探伤
2	汪艳武	430528 8606261054	射线胶片照相检测	中级（Ⅱ）	工业探伤
3	卜磊	4307811989 6193017	射线胶片照相检测	中级（Ⅱ）	工业探伤
4	李英	430402197903071587	RT	中级（Ⅱ）	工业探伤

计划工作量：探伤每天平均摄片 14 张，年工作天数为 250 天，5 天/周。探伤机年拍片约 3500 张（含废片）；每天曝光次数平均 7 次。每次平均照射时间 5min，每年曝光时间不大于 300h。

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心核技术利用具体情况见表 1-4。

表 1-4 核技术利用项目设备一览表

设备	数量	放射源及射线装置分类	备注
HA-3005 型探伤机	1 台	Ⅱ类射线装置	周向机
HA-2505 型探伤机	1 台	Ⅱ类射线装置	周向机
G-3005 型探伤机	1 台	Ⅱ类射线装置	定向机
XXG-3505 型探伤机	1 台	Ⅱ类射线装置	定向机

本环评报告对湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心开展的核技术利用项目（4 台 X 射线探伤机）进行辐射环境影响评价。

5、评价目的

1、满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求；

2、对项目所处地区环境的现状调查、监测，掌握评价区域内的辐射环境质量现状和环境功能概况，分析评价本项目的主要污染源，论证环保措施可行性和合理性，提出切实可行的辐射防护措施和建议；

3、根据国家核技术利用项目有关标准规范，对核技术利用项目进行辐射环境影响评价；

4、对该项目存在的不利影响提出污染防治措施，以减少辐射环境影响；

5、从环保角度提出该项目是否可行的明确结论，为行政主管部门审批监管提供科学依据。

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	贮存方式于地点	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、医用诊疗和治疗、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 射线探伤机	II 类	1	HA-3005 型	300	5	无损检测	探伤室	周向机

2	X 射线探伤机	II 类	1	HA-2505 型	250	5	无损检测	探伤室	周向机
3	X 射线探伤机	II 类	1	G-3005 型	300	5	无损检测	探伤室	定向机
4	X 射线探伤机	II 类	1	XXG-3505 型	350	5	无损检测	探伤室	定向机
	以下空白								

(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 (mA)	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

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m³; 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/m³) 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，2015 年 1 月 1 日施行）； 2、《中华人民共和国环境影响评价法（修订）》，2016.9.1； 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 颁布，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 253 号令，1998 年； 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，自 2005 年 12 月 1 日起施行，2014 年 7 月 29 日修订； 6、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环保部令第 33 号，2017 年 9 月 1 日起施行； 7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，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； 9、《射线装置分类办法》，环保总局公告[2006]第 26 号； 10、《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，2006 年； 11、《国家危险废物名录》国家环境保护部令第 1 号； 12、《危险废物污染防治技术政策》环发[2001]199 号； 13、《核应急管理导则—放射源和辐射技术应用应急准备与响应》国防委卫生部，2003 年； 14、《湖南省建设项目环境保护管理办法》湖南省人民政府第 215 号令（2007）。
技 术 标 准	1、《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； 4、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； 5、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）； 6、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单； 7、《辐射环境保护管理导则—核技术应用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 8、<u>《职业性外照个人监测规范》（GBZ128-2016）；</u> 9、《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ2-2007）；

	10、《国家危险废物名录》（环保部令【2008】第1号）； 11、《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）。
其他	1、委托书（见附件1）； 2、湖南汉华京电清洁能源科技有限公司营业执照； 3、湖南汉华京电清洁能源科技有限公司现有辐射安全许可证； 4、湖南省辐射环境监督站监测报告； 5、湖南汉华京电清洁能源科技有限公司特种设备检验检测人员证； 6、危险废物环境安全管理承诺书； 7、湖南汉华京电清洁能源科技有限公司关于成立辐射安全防护管理小组的通知； 8、湖南汉华京电清洁能源科技有限公司辐射安全事故应急预案； 9、湖南汉华京电清洁能源科技有限公司辐射安全与防护管理制度； 10、X射线无损检测仪维护保养制度； 11、辐射工作人员培训管理制度； 12、探伤设备安全操作规程。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

按照《核技术利用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）规定，并结合该项目射线装置射线传播与距离相关的特性，评价范围为以探伤室为中心，半径为 50m 范围。

保护目标

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心位于湘潭市九华工业园奔驰路 7 号。厂区北侧为奔驰路，西侧为九华新材料科技有限公司，南侧为湖南五湖钢构，东侧为新浦实业厂房。以湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心探伤机房为中心，周围 50m 范围内的环境保护目标主要为厂房内放射性工作人员及其它工作人员。



照片 1 探伤室外西侧厂房工作区



照片 2 探伤室所在厂房外北侧



照片 3 探伤室所在厂房外南侧



照片 4 探伤室所在厂房外东侧



照片 5 工件地轨及探伤室门地轨连接处



图 7-1 评价范围图

表 7-1 项目环境保护目标一览表

保护目标	方位	每天总人	距离机房	备注
放射性工作人员	--	2	操作间内	电离辐射
探伤机所在厂房内非放射性工作人员	东侧、南侧	4	车间内 2~20m	电离辐射
探伤机所在厂房外工作人员	南侧	4	车间外 50m	电离辐射
探伤机所在厂房外工作人员	东侧	6	车间外 50m	电离辐射

注：公司厂房为 1 层钢架结构，探伤室上方人员无法到达，因此本项目防护目标为探伤机房四周。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

1) 辐射工作人员：应对工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。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。

根据公司要求以及本项目情况，取其 1/10 即 2mSv/a 作为剂量管理目标值。

2) 公众照射：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量估计值不应超过下述控制值 1mSv。

根据公司要求以及本项目情况，取其 1/10 即 0.1mSv/a 作为剂量管理目标值。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

该标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

1) 工业 X 射线探伤装置放射防护的性能要求

第 3.1.1.5 条 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表 7-2 的要求

表 7-2 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	漏射线空气比释动能率 mGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

本项目最大管电压为 350kV，漏射线空气比释动能率<5 mGy/h。

2) 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

第 4.1.1 条 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

第 4.1.2 条 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

第 4.1.3 条 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

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

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

第 4.1.4 条 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

第 4.1.5 条 探伤室应设置门机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。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。

第 4.1.11 条 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。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

探伤室屏蔽要求

第 3.1 条 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

第 3.1.1 条 探伤墙和入口门外周围剂量当量率和每周周围剂量当量应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 (H_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($\dot{H}_{c,d}$):

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$

2) 相应 H_c 的导出剂量参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (7-1) 计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \dots\dots\dots \text{(式 7-1)}$$

式中：

H_c ——周剂参考控制水平，单位为微希每周 ($\mu\text{Sv/周}$)；

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；

t ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周 (h/周)。

t 按式 (1-2) 计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \dots\dots\dots \text{(式 7-2)}$$

式中：

W——X 射线探伤的周围工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累积“mA • min”值），mA • min/周；

60——小时与分钟的换算关系；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大电流，单位为毫安（mA）。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c, max}$ ：

$$\dot{H}_{c, max} = 2.5 \mu \text{ Sv/h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

$\dot{H}_c$ 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的二者的 $\dot{H}_{c, max}$ 较小值。

4、标准汇总

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 7-3。

表 7-3 本环评采用的各项标准和指标

序号	项目	控制值	采用标准
1	年剂量管理目标值	工作人员 $\leq 2\text{mSv/a}$ 公众成员 $\leq 0.1\text{mSv/a}$	GB18871-2002
2	X 射线探伤机要求	X 射线管焦点 1m 处的漏射线 空气比释动能率： $< 5\text{mGy/h}$	GBZ117—2015
3	X 射线专用探伤室	关注点周剂量当量率：职业工作人员 $\leq 100 \mu \text{ Sv/周}$ ，公众 $\leq 5 \mu \text{ Sv/周}$ ； 关注点最高周围剂量当量率： ≤ 2.5 $\mu \text{ Sv/h}$	GBZ117—2015 GBZ/T250—2014
4	X 射线专用探伤室	不需要人员到达的探伤室顶外表面 30m 处周围剂量当量率： $100 \mu \text{ Sv/h}$	GBZ117—2015

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目环境辐射监测

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司委托湖南省辐射环境监督站于 2017 年 09 月 13 日对该公司的射线装置的辐射工作场所本底环境进行了监测（监测报告见附件）。

2、监测项目和监测布点

本项目主要针对选址区天然辐射水平进行检测，监测内容为空气吸收剂量率。被委托方经过现场监测出具监测报告，具体点位见监测报告第三页的布点示意图。

3、监测方案及质量保证

1) 监测目的

该环境辐射现状监测的目的主要是为了了解项目地点天然辐射水平，是否属于湘潭市天然辐射本底剂量率水平。

2) 监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；

《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；

《中国环境电离辐射水平及居民受照剂量》中华人民共和国卫生部。

3) 监测布点及质量保证

监测点位主要考虑探伤房建成后人员停留较多，或能到达的区域。主要有：

探伤室内部、探伤室南面的厂房内、探伤室西面的过道、探伤室北面的操作室及评片室、探伤室东面的厂房内，采取探头距地面 1m 高度，每个监测点读取 5 个数据求平均值后进行计算。

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-2。

表 8-1 监测所使用的仪器情况

仪器名称	环境 γ 剂量率测量系统
仪器型	FHZ672E-10

生产厂家	华瑞森科技
测量范围	10nSv/h~1Sv/h
能量范围	36 keV~1.3MeV
检定编号	Hnjln2017046-141, 有效期至 2018 年 7 月 24 日

4) 监测结果及评价

监测结果见表 8-2:

表 8-2 本底辐射环境监测数据表

序号	监测点位	环境空气吸收剂量率（nSv/h）						
		测量值					均值	备注
		1	2	3	4	5		
1	厂外本底	92.8	87.7	87.6	86.5	87.0	88.3	
2	1 号点位探伤室东侧	68	66.9	64.1	66.8	62.1	65.6	
3	2 号点位探伤室南侧	60.3	59.5	59.4	54.9	61.7	59.2	
4	3 号点位探伤室南侧	64.4	63.3	63.5	64.1	65.2	64.1	
5	4 号点位探伤室南侧	61.7	57.8	58.6	62.9	63.5	60.9	
6	5 号点位探伤室南侧	53.7	55.3	56.6	57.0	56.8	55.9	
7	6 号点位探伤室西侧	54.6	53.2	54.4	61.6	54.1	55.6	
8	7 号点位探伤室室内	48.4	49.6	52.4	50.3	49.4	50	
9	8 号点位探伤室室内	68	58	69.2	66.6	65.4	65.4	
10	9 号点位操作室内	93.4	94.7	91	90	91.6	92.1	
11	10 号点位评片室内	129	127	122	124	123	125	
12	11 号点位探伤室顶部	36	36.2	38.5	37.6	37.5	37.2	
备注	湖南地区本底值为（17--271） nSv/h							

根据监测结果, 该项目所处环境空气吸收剂量率在 36 nSv/h~129 nSv/h 之间, 与《中国环境电离辐射水平及居民受照剂量》(中华人民共和国卫生部, 1986 年) 中湖南地区天然放射性水平 17--271 nSv/h 相比, 未见异常。本项目所在地监测值为正常波动水平, 辐射环境质量现状良好。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、设备组成

本次军核清洁能源装备研发制造中心核技术利用项目包括 HA-3005 型、HA-2505 型、G-3005 型、XXG-3505 型 X 射线探伤机各一台，公司只开展室内探伤，无室外探伤。公司购置的工业用 X 射线探伤机是利用 X 射线的穿透能力(或者说不同物质具有对 X 射线不同的吸收能力)来实现工业无损检测，以保证产品质量，促进生产发展。根据《射线装置分类办法》，公司拟配备的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置。

2、射线装置工作原理、流程

1) 探伤工作原理

X 射线探伤机主要由 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求，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 射线管两级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。

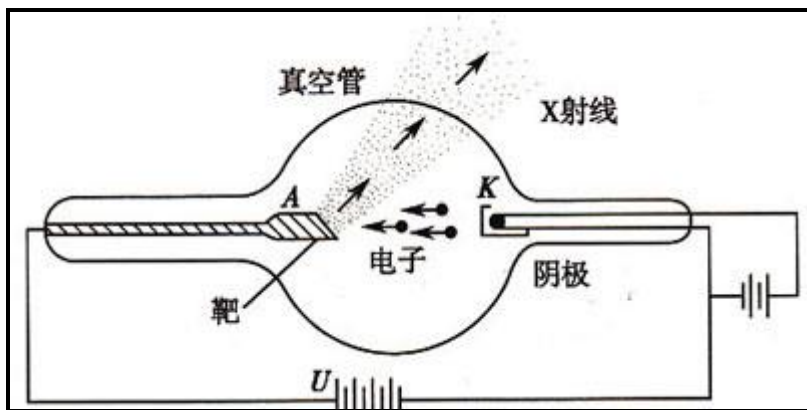


图 9-1 X 射线管的原理示意图

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的无损检测装置。它利用射线透过物体时，会发生吸收和散射这一特性，通过测量材料中因缺陷存在影响射线的吸收来探测缺陷的。

X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，其还有个重要性质，就是能使胶片感光。当 X 射线照射胶片时，与普通光线一样，能使胶片乳剂层中的卤化银产生潜象中心，经过显影和定影后就黑化，接收射线越多的部位黑化程度越高，这个作用叫做射线的照相作用。把这种曝过光

的胶片在暗室中经过显影、定影、水洗和干燥，再将干燥的底片放在观片灯上观察，根据底片上有缺陷部位与无缺陷部位黑度图象的差异，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，这就是射线照相探伤的原理。根据探伤机出束方式探伤机分为定向和周向两种类型见图 9-2。

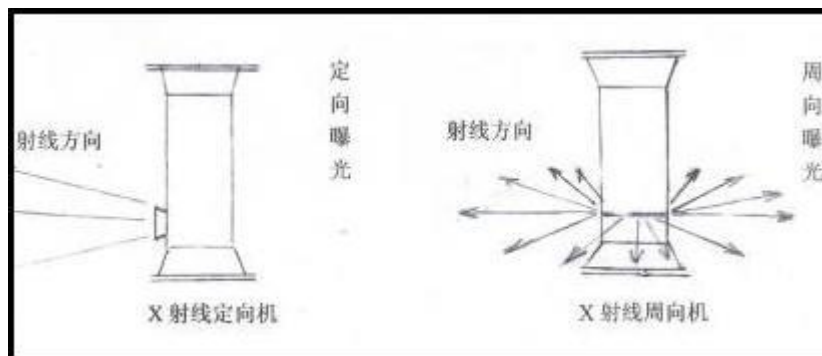


图 9-2 两种类型的探伤机

2) 探伤室工作流程简述

进入控制室，合上所有电源开关，将 X 射线探伤机通电预热，打开防护门进入探伤室，检查应急开关是否处于短路位置，所有工作人员退出探伤室后，关闭探伤室防护门，开始训机。

训机完成，打开操作室防护门进入探伤室，工件进入，按照工艺资料中的焦距调整探伤机。贴胶片，将 X 射线管置于被检工件贴胶片部位另一侧（周向探伤机应置于被检工件内部）的合适位置，固定好，将控制器与 X 射线发生器用连接电缆连接好，确认各连接电缆连接正确。所有人员退出探伤室后，关闭防护门。按照工艺资料中的工艺参数调整电压、电流以及时间，开高压进行透照（透照过程中严禁打开防护门），透照结束（高压断后）进入探伤室，再贴片，往复直至探伤工作完成，关闭所有电源开关。

3、项目探伤工况、操作方式及工件情况

1) 探伤工况

在探伤室中探伤机单台使用，不存在探伤室外探伤的情况。

项目探伤室使用 HA-3005 型、HA-2505 型、G-3005 型、XXG-3505 型 X 射线探伤机各 1 台，根据探伤工件需要，在工件轨道上自主调整探伤机位置。探伤机管电压在 250~350kV，管电流 5mA，一次连续曝光时间最长 5min，探伤机总探伤工作时间每年不超过 300 小时。

2) 操作方式

待探伤工件准备完毕后，由最后一个走出探伤室的工作人员负责关闭操作室防护铅门，此时门灯联锁、门机联锁、紧急止动装置启动，工作状态指示装置开启。操作人员在控制室内对

探伤机进行远程操作。

3) 工件情况

本项目探伤室探伤工件直径为 0.5~2.0m，长度为 1~8m。

4、主要放射性污染物和污染途径

本项目辐射工作人员定员已经考虑在公司的整个劳动定员中，因此辐射工作人员产生的生活污水、生活垃圾等均依托整个公司处理，本次评价均不再单独考虑。探伤机在无损伤检测时无放射性废气、放射性废水和放射性固体产生。

根据 X 射线探伤的工作原理，本项目的污染物如下：

①由 X 射线探伤的工作原理可知，项目的主要污染因子是 X 射线，X 射线是随机器的开、关产生和消失的，本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。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情况下，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。

②X 射线与空气接触，使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（主要为 NO₂）。

③本项目废水主要产生于洗片过程。探伤室内的探伤工作完成，在公司洗片室内洗片。洗片过程中产生的废水包括对感光片进行显影、定影产生的废显影液、定影液及不能再利用的洗片废水。废定影液、显影液含重金属银（含银浓度约为 11.74mg/L），属于危险废物，产生量约为 750L/a（按最大量算），应集中收贮，建立危险废物处理台账并委托有危险废物处理资质的单位进行处理。其次冲洗胶片用的清水不能再利用的也应集中收贮在危废贮存间。

④曝光时产生的废片和存档到期的胶片成为危险废物，每年总胶片产生量约为 3500 张，其中废胶片约为 560 张。成片要集中存档，废片以及过期照片应贮在危废贮存间。

探伤产污流程图如图 9-3 所示。根据以上分析可知，本项目产生的污染因子情况见表 9-1。

表 9-1 项目污染因子一览表

污染物	污染因子	备注
辐射	X 射线	X 射线探伤机开机状态
废气	O ₃ 、NO _x	探伤室按要求设置机械通风装置，保证探伤室内的空气流通，使产生的少量 O ₃ 、NO _x 得以扩散。不会对公众人员和周围环境造成影响。
危险废物	报废的显影液、定影液不能再利用的洗片水、废片和存档到期的胶片	交有资质单位进行处理处置。

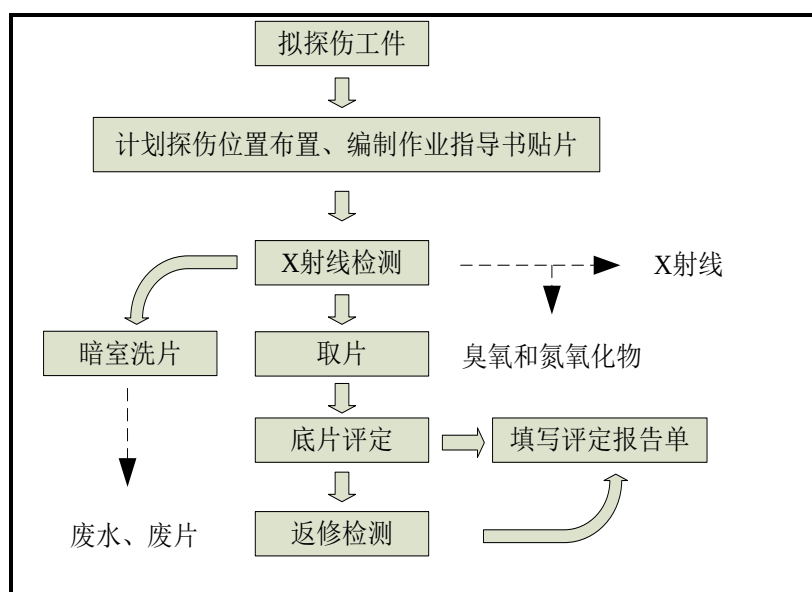


图 9-3 探伤产污流程图

污染源项描述

1、施工期污染源分析

本项目施工期主要为探伤机房的建设，主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等；

噪声：主要来自于土建工程、装修及现场处理等；

扬尘：主要为机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；

废水：主要为施工人员产生的少量建筑污水；

固体废物：主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。

2、运行期间污染源项分析

本项目为Ⅱ类射线装置工业射线探伤机的使用。对于 X 射线装置，只有当设备开机时才会产生 X 射线，设备关机时不会产生 X 射线。运行期间的主要污染因子为：X 射线；射线在空气发生电离产生微量的臭氧和氮氧化物；洗片过程中产生的废水与胶片。

3、事故污染源项分析

按照事故分级，本项目发生辐射事故时，划分为一般辐射事故。事故状态下，污染因子为：管头发出的 X 射线（开机状态）；X 射线在空气中电离产生微量的臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、区域划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定，将辐射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，该项目放射性工作场所分区如下：

（1）控制区：以探伤室的墙体和防护门为界的探伤室。在 X 射线探伤机调试和日常探伤过程中，区内不得有人员滞留。以辐射安全联锁和警示装置控制及严格的管理制度保障此区的辐射安全。

（2）监督区：主要包括控制室和探伤室周围临近区域，在其边界上设警示标识，提醒公众人员开机时不得靠近。在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。对探伤机房控制区和监督区的划分见图 10-1。

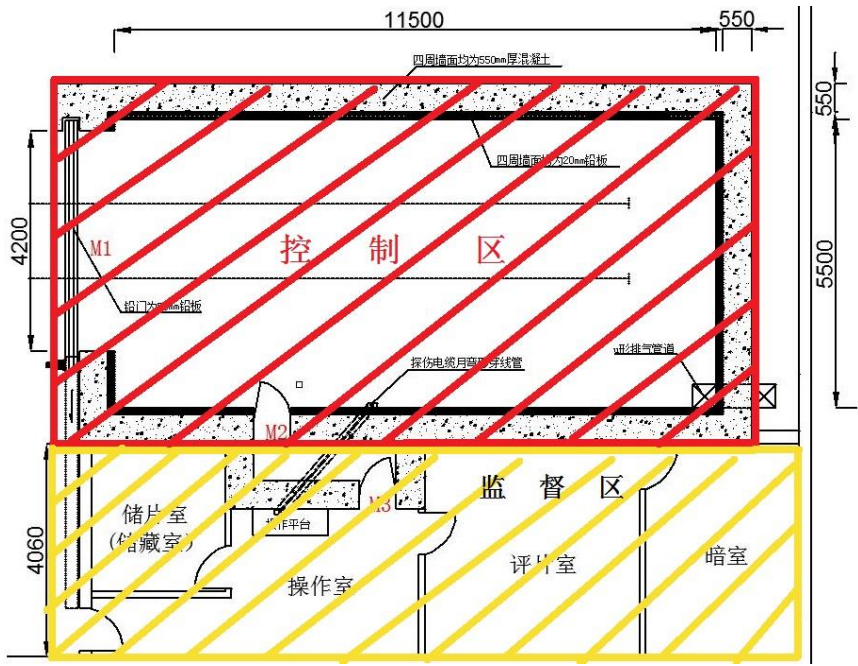


图 10-1 本项目探伤室控制区和监督区的划分示意图

2、辐射屏蔽设计及探伤室相关设计参数

探伤室位于厂房内西北角，探伤室设计面积为 63.25m²。探伤室四周墙面防护材料为 3mm 钢板+25mm 铅板+3mm 钢板+550mm 厚混凝土，顶部防护材料为 3mm 钢板+14mm 铅板+3mm 钢板+400mm 厚混凝土。防护门设计参数见表 10-1。

表 10-1 防护门设计参数

建设内容	设计参数				备注
	数量	洞口尺寸	防护门尺寸	防护能力（铅当量）	
M1	1	4.2m×4.6m	4.7m×4.9m	25mmPb	工件进出电动防护铅门，3mm钢板+25mm 铅板+3mm 钢板
M2	1	0.8m×2.0m	0.88m×2.08m	25mmPb	检测室手动防护铅门
M3	1	0.8m×2.0m	0.88m×2.08m	/	手动木质门

探伤室设计有 U 型通风口，位于探伤室西北角，目前尚未安装通风设施。

辐射防护安全措施与警示标识设计要求如下：

（1）探伤室屏蔽墙体按照设计厚度进行建设，保证施工质量。防护门与墙体的搭接宽度，大于防护门与墙体缝隙的 10 倍以上，设计和施工要确保防护门不存在开关不方便的情况。

（2）探伤室入口处应设置显示探伤机运行状态的灯光信号和其他警示标志。探伤系统启动电路应实行门机连锁方式，即防护门未关闭之前，探伤机无法启动。

（3）探伤室墙体厚度屏蔽符合辐射防护的有关要求；穿越防护墙的导线、导管采用“Z”或“U”型进入探伤室内，不影响墙体屏蔽防护效果。机房水电管线采用“U”形向下穿越屏蔽墙体。预埋管竖直方向与地面形成 45° 角度斜穿屏蔽墙，并在预埋管道的入口或出口应有一定厚度的屏蔽盖板。

（4）安全连锁装置，紧急开门按钮，室内紧急停机按钮：检测室铅门与探伤机进行安全连锁，紧急开门按钮与室内紧急停机按钮设置在探伤室内墙，距探伤室地面 1.2m 高，并在按钮处设置醒目标志。

检测室防护门与探伤机、警示灯进行安全连锁。将防护门的限位器与供电系统交流接触器连锁，只有当防护门关闭后限位器都闭合了，交流接触器通电，控制室内插座才能通电。当防护门开启时，无法接通电源。探伤室防护门未关或没有关好，安全警示灯则不亮，探伤机电源亦不会接通，探伤机不能启动。防护门关好后，探伤室内警示铃启动后，探伤机电源才会接通，探伤机才能启动。

（5）探伤室外醒目处设置工作指示灯和电离辐射警告标志，防护门外上方的警示灯在电源接通后，发出旋转红光，提示正在照射，警示其他人员不得靠近。

（6）探伤室设置摄像头，确保探伤室内无死角的出现，可以清楚的看到探伤室内的情况。

（7）现有辐射工作人员均参加了相关培训，并取得了合格证，持证上岗。

(8) 射线装置安全操作及管理措施

①公司配置固定式剂量报警仪和便携式剂量报警仪，进行环境辐射常规监测及个人防护。

②公司配置有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。

③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。

④根据检测工件的厚度，合理选择探伤机曝光参数。

⑤在探伤完成后，利用剂量报警仪对探伤室进行检测，再次确定探伤机是否处于非照射状态，同时加强对剂量报警仪的维护。

⑥防探伤工作完成后，探伤设备存放于探伤室内，探伤室工件铅门处必须安装双锁，由专职人员负责，专人管理钥匙，使用探伤机进行领取、归还登记管理，防止射线装置误操作和丢失。

⑦制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。

三废治理

1、废气的处理

探伤作业时 X 射线使空气电离产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (主要为 NO_2)。探伤室在西墙处设置一套换气装置保证室内空气流通，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，换气速度 $1000m^3/h$ ，探伤室有效通风换气次数不小于 3 次/h。

2、废水的处理

洗片过程产生废定影液、显影液 (属危险废物，产生量约为 750L/a) 和不能再利用的洗片废水应由公司收集后交有资质的单位处理，公司须与该单位签订协议并保留处理凭据备查，同时建立危废台帐，记录危废产生量、处置量及去向。

3、固废的处理

探伤产生的废片及存档到期的胶片，属危险废物，公司应交由有资质的单位处理，公司须与有资质的单位签订协议。

辐射防护用品

公司拟配置的防护用品：个人剂量片 4 个；便携辐射剂量监测仪 1 个；电离辐射警示标识 2 个；警示灯 2 个；剂量报警仪 2 个。

辐射安全与防护投资估算

表 10-2 辐射安全与防护投资估算一览表

类别	环保设施（措施）		投资金额 （万元）	备注
个人防护用品以及 剂量监测	个人剂量片 4 个、便携辐射剂量监测仪 1 个、便携式剂量报警 仪 2 个		1	
警示标志及安全控 制装置	电离辐射警示标志 2 个、探伤室视频监控装置 2 套、门机联锁 装置 1 套、门灯连锁装置 1 套、紧急开门装置 1 套、紧急停 止装置 3 套、 铅防护门 2 个、 警示灯装置 2 套		8	
废水处	危险废物收集容器 1 个	危废处理	4	
废气处理	排气装置 1 套		1	
其他	辐射相关规章制度图框、上墙，辐射工作人员的培训费用		1	
合计			15	

本项目总投资 100 万元，环保投资 15 万元，占总投资的 15%。

根据现场踏勘实际情况，探伤房需新增电离辐射防护措施如下：

- （1）若本项目运行后增加新的辐射工作人员，新增辐射工作人员需培训合格才能上岗，并佩戴个人剂量计及报警仪。
- （2）控制室内安装扬声器，保证操作人员在操作过程中能及时与周边临近相关人员进行沟通。
- （3）落实完善好通风口的辐射屏蔽，安装铅罩等有效屏蔽措施。
- （4）项目正式运行前，建设单位须尽快与有处理危废资质的单位签订处理协议，并建立危废台帐，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。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目主要建设 X 射线探伤室 1 座,探伤室内空尺寸为长×宽×高=11.5m×5.5m×5.2m, 本项目在建设过程中主要的污染因子有: 噪声、扬尘、废水、固体废物等。

噪声: 主要来自于探伤房土建、装修及现场处理等;

扬尘: 主要为机械敲打、钻动墙体等产生的少量粉尘;

废水: 主要为施工人员产生的少量建筑污水, 无机械废水;

固体废物: 主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。

由于本项目的建设规模较小, 对环境影响较小, 几乎可以忽略。本项目的射线装置的安装和调试均由供货方完成, 设备安装和调试时机房将会设置防护措施, 且调试时间短, 产生的电离辐射经屏蔽后对环境的影响很小。

运行阶段对环境的影响

1、探伤室辐射屏蔽估算办法

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 可知:

1) 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 (11-1) 计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{式 (11-1)}$$

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 (11-2) 计算:

$$X = -TVL \cdot \lg B \dots\dots\dots \text{式 (11-2)}$$

式中: 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。

2) 有用线束

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式 (11-3) 计算, 然后按式 (11-2) 计算所需的厚度。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

式中： $\dot{H}_c$ ——按式（7-1）确定的剂量率参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）（本环评均取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ）；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）（本环评为 5mA）；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；（查表可知，300kV 管电压 3mm 铜过滤条件下的有用线束输出量为 $11.3\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，估算得到 350kV 管电压 3mm 铜过滤条件下的有用线束输出量为 $17.4\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，在本环评中以等量值的 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 进行屏蔽计算）。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，由式（11-1）计算得到相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$ 按式（11-4）计算：

$$\dot{H}_c = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots \text{式 (11-4)}$$

式中：I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

B——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

3) 泄漏辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 时所需的屏蔽透射因子 B 按式(11-5)计算, 然后按式(11-4)计算所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad \dots\dots\dots \text{式 (11-5)}$$

式中： $\dot{H}_c$ ——按照选定的剂量参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ μ

Sv/h)。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B 按式 (11-3) 计算, 然后按式(11-6) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 $\dot{H}$ 单位为微希每小时 (μ Sv/h) :

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-6)}$$

式中: B——屏蔽透射因子;

R——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时 (μ Sv/h)。

4) 散射辐射屏蔽

关注点达到剂量率参考水平 $\dot{H}_c$ 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式 (11-7) 计算。然后按式 (11-4) 计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots \text{式 (11-7)}$$

式中: R_s ——散射体至关注点的距离, 单位为米 (m);

R_0 ——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, 单位为米 (m);

F—— R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m^2);

α ——散射因子, 入射辐射被单位面积 ($1m^2$) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ 因子的值为 50 (200kV~400kV)。

2、探伤室探伤工作条件

探伤室的几何尺寸和探伤室外围环境条件见图 11-1。本项目四台 X 射线探伤机不进行室外探伤, X 射线装置电流随电压的变化自动调节, 探伤工作中每次只使用一台探伤机, 不存在两台及以上同时使用的情况, 最大工作条件为 350kV、5mA, 日探伤拍片 14 片/d, 每片拍照 25mA · min (5mA、5min)。周照射时间 t 为: $t=5 \times 14 \times 5/60=5.83h/\text{周}$, 周工作负荷 W 为: $W=5 \times 14 \times 25=1.75 \times 10^3 \text{ mA} \cdot \text{min}/\text{周}$, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中表 1 可知探伤装置的泄露辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu \text{ Sv/h}$ 。探伤装置主要向

南照射，向南照射的使用因子 U 为 1/4，图中储片室、操作室、评片室、暗室为放射工作人员区，其它区域为公众人员区。

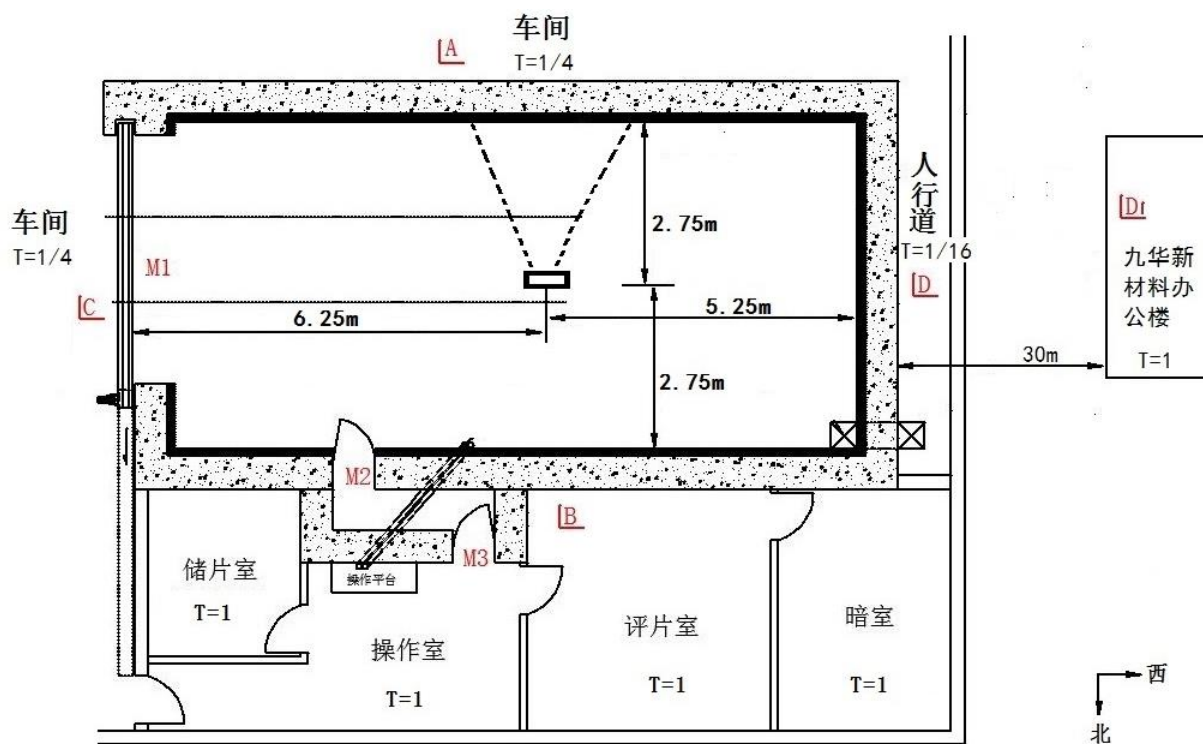


图 11-1 探伤室示意图

表 11-1 探伤机工作参数

设备型号	工作场所	用途	工件材料	最大工作条件	平均摄片	平均照射时间	周工作负荷
HA-3005 型（周向）	专用探伤室	无损检测	钢	350kV、5mA	14 张/d	5min/次（最大值）t=5.83h/周	1.75×103 mA·min/周
HA-2505 型（周向）							
G-3005 型（定向）							
XXG-3505 型（定向）							

3、X 射线探伤装置专用探伤室屏蔽防护效能核实

1) X 射线装置屏蔽防护效能核实原则

墙体厚度确定原则：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）。

2) X 射线探伤装置屏蔽防护效能核实

探伤机照射的位置固定（探伤机管头处于机房中心位置），射线机管头的高度和角度可以调节，本环评按照 XXG-3505 型探伤机在额定功率使用条件下周向照射进行核算。

a) 正常工况下探伤机管头距北墙、南墙距离为 2.75m。按 $R_{北}=R_{南}=2.75m+0.581m+0.3m=3.631m$ (其中 0.581m 为墙体厚度, 0.3m 为关注点距外墙面的距离, 下同) 对北墙和南墙进行屏蔽核算;

b) 正常工况下探伤机管头距东墙的距离为 6.25m、西墙的距离为 5.25m。 $R_{东}=6.25m+0.581m+0.3m=7.131m$, $R_{西}=5.25m+0.581m+0.3m=6.131m$;

c) 在最大电压 350kV、输出电流为 5mA 时 X 射线探伤装置泄漏辐射距靶点 1m 处的漏射辐射剂量率 H_L 为 $5 \times 10^3 \mu Sv/h$;

d) 地下为房屋基础, 无建筑, 不做效能核实。

3) 结果分析

表 11-2 探伤室几何参数和辐射屏蔽参数

位置描述	U	T (居留因子)	$\dot{H}_{c-d} \mu Sv/h$	关注点最高剂量率 参考控制水平 $\dot{H}_{c-max} \mu Sv/h$	$\dot{H}_c \mu Sv/h$	距离 R(m)	需屏蔽的辐射
东面 C	1	1/4	3.43	2.5	2.5	7.131	有用线束
西面 D1	1	1	0.858	2.5	0.858	35.826	有用线束
西面 D	1	1/16	13.72	2.5	2.5	6.131	有用线束
南面 A	1/4	1/4	13.72	2.5	2.5	3.631	有用线束
西北角	1	1/4	3.43	2.5	2.5	5.93	泄漏辐射 散射辐射
北面操作室、暗室 B	1	1	17.153	2.5	2.5	3.631	有用线束
防护门	1	1/4	3.43	2.5	2.5	7.131	有用线束

备注: 1、根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 关注点有效剂量参考控制水平取 $\dot{H}_{c-d}$ 和 $\dot{H}_{c-max}$ 中的较低值。

由上表可知本次环评对四周屏蔽墙体的剂量参考控制水平取 $2.5 \mu Sv/h$, 对西面九华新材料公司办公楼的剂量参考控制水平取 $0.858 \mu Sv/h$ 。

表 11-3 相关参数

参数	数值
I (mA)	5
G (mGy · m ² /mA.min) (350kV, 3mm 铜过滤条件下)	17.4
Ro ₂ /F · a	50

泄漏辐射剂量率 HL (μ Sv/h)		5×10^3	
电压	屏蔽物质	TVL (mm)	HVL (mm)
350kV	铅	6.95	2.1
	混凝土	100	30

表 11-4 X 射线装置屏蔽效果核实

考察点		距离 (m)	根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 3-5 中数据，采用内插法计算得出的标准厚度 (mm)		实际厚度 (mm)	实际厚度下理论瞬时剂量 μSv/h	是否达到屏蔽要求
东面 C	主射	7.131	铅：24.15		铅 25+混凝土 550	0.31	是
			混凝土：495.86				
西面 D	主射	6.131	铅：24.90		铅 25+混凝土 550	0.42	是
			混凝土：508.36				
西北角	漏射	5.93	铅：12.09	铅：14.19；混凝土：281.05	铅 25+混凝土 550	0.45	是
	混凝土：171.4						
	散射		铅：6.88				
			混凝土：281.05				
南面 A	主射	3.631	铅：27.74		铅 25+混凝土 550	1.20	是
			混凝土：554.23				
北面 B	主射	3.631	铅：27.74		铅 25+混凝土 550	1.20	是
			混凝土：554.23				
防护门	主射	7.131	铅：24.15		铅 25	0.31	是
			混凝土：495.86				

注: 计算未考虑工件的屏蔽, 探伤室顶棚人员无法达到。

由表 11-3、表 11-4 可知, 根据探伤机处于额定工况的使用情况下屏蔽防护效能核实的结果来看, 本项目探伤室的设计屏蔽厚度能满足屏蔽防护的要求, 在以后的工作中, 公司应该定期监测探伤室的屏蔽效能。因此, 探伤室在采取本环评提出的防护措施的情况下能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 及《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 标准要求。

4) 引用监测数据分析

本项目引用《湘潭离心机有限公司核技术利用项目》环境影响报告表中辐射监测数据, 湘潭离心机有限公司核技术利用项目使用一台 XXG-3505 型探伤机, 四周屏蔽墙体采用密度大于 2.35g/cm^3 , 厚 560mm 的混凝土作为屏蔽材料; 顶板为 350mm 的混凝土。在无工件情况下进行辐射监测, 结果如表 11-6 所示。

本项目四台 X 射线探伤机探伤工作中每次只使用一台探伤机, 不存在两台及以上同时使

用的情况，四台探伤机中最大管电压为 XXG-3505 型的探伤机，与湘潭离心机有限公司核技术利用项目探伤机房使用的设备一致。本项目探伤室四周墙面防护材料为 3mm 钢板+25mm 铅板+3mm 钢板+550mm 厚混凝土，总厚度为 581mm；顶部防护材料为 3mm 钢板+14mm 铅板+3mm 钢板+400mm 厚混凝土，总厚度为 420mm；防护铅门为 3mm 钢板+25mm 铅板+3mm 钢板，总厚度为 31mm。

监测仪器：加压电离室巡检仪 型号：451P

检定证书编号:JD-D07-16073235（国防科技工业电离辐射一级计量站）有效期至:2017 年 4 月 6 日

监测日期：2016 年 6 月 7 日

监测工况：探伤机朝东南方向，在无工件的情况下进行照射。

表 11-5 引用监测数据项目背景与本项目对比分析

序号	对比内容	引用情况	本项目情况
1	项目名称	《湘潭离心机有限公司核技术利用项目》	湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心核技术利用项目
2	探伤机型号	XXG-3505 型探伤机	XXG-3505 型探伤机
3	探伤室尺寸	长×宽×高=10.28m×7.22m×5.65m	长×宽×高=11.5m×5.5m×5.2m
4	探伤室面积	74.22	63.25
5	墙体防护材料	厚 560mm 的混凝土	3mm 钢板+25mm 铅板+3mm 钢板+550mm 厚混凝土，总厚度为 581mm
6	顶板	厚 350mm 的混凝土	3mm 钢板+14mm 铅板+3mm 钢板+400mm 厚混凝土，总厚度为 420mm
7	计划工作量	探伤每天平均摄片 7 张，年工作天数为 250 天，5 天/周。探伤机年拍片约 1700 张（含废片）；每天曝光次数平均 7 次。	探伤每天平均摄片 14 张，年工作天数为 250 天，5 天/周。探伤机年拍片约 3500 张（含废片）；每天曝光次数平均 7 次。

表 11-6 XXG-3505 型定向机辐射现状监测结果表

监测工况		电压	350kV	探伤机型号	
		电流	5mA	XXG-3505 型探伤机	
点 位	点位描述	空气比释动能率 (μ Gy/h)		点 位	空气比释动能率 (μ Gy/h)
1	防护门左缝	0.60		7	东北墙
2	防护门中	0.18		8	东南墙
3	防护门右缝	0.34		9	操作室
4	防护门下缝	0.32		10	暗室
5	防护门上缝	0.30		11	铸造厂房

6	西北墙	1.20	12	居民安置楼	0.11
---	-----	------	----	-------	------

在现有监测条件下，根据以上数据可知：XXG-3505 型探伤机在开机状态下，机房墙体、防护门等屏蔽体的周围环境 X 射线空气吸收剂量率在 $0.18 \mu\text{Gy/h} \sim 1.64 \mu\text{Gy/h}$ 之间，转换因子取值 0.7 计算得到。根据表 11-5，本项目探伤机计划工作量为湘潭离心机有限公司核技术利用项目探伤机房计划工作量的 2 倍，关注点的剂量当量率系数取 2，则本项目关注点的剂量当量率为 $0.26 \mu\text{Sv/h} \sim 2.32 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中探伤室墙和入口门的辐射屏蔽要求，关注点周围最高剂量当量率不大于 $2.50 \mu\text{Sv/h}$ 。现场监测结果表明：湘潭离心机有限公司核技术利用项目探伤机房屏蔽防护满足辐射防护要求。本项目探伤室屏蔽材料厚度高于湘潭离心机有限公司探伤机房屏蔽防护厚度，故本项目探伤房满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中探伤室墙和入口门的辐射屏蔽要求。

4、剂量估算

1) 估算公式

X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{\text{er}} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-3} (\text{mSv}) \times Q \dots\dots\dots (11-8)$$

式中： D_r ——X 或 γ 射线空气吸收剂量率；

Q ——居留因子；

t ——X 或 γ 射线 照射时间，单位为小时（h）；

0.7——转换因子

2) 估算结果

a) 辐射工作人员

本项目辐射工作人员在经过屏蔽措施后应位于监督区域范围内，探伤室按照设计的屏蔽参数进行建设，由表 11-4 可知，按最不利情况考虑辐射工作人员最大瞬时剂量率为 $H=1.2 \mu\text{Sv/h}$ ，X 射线探伤机有效开机时间为 291.67h。据式 11-8 计算得到辐射工作人员年均有效剂量为 0.25mSv/a，低于本评价管理限值 2mSv/a。

b) 公众成员

在进行室内探伤时，公众成员在探伤室墙外停留时间按年探伤时间的 1/4 进行取值（保守估计取值），则公众成员所受的年附加有效剂量为 0.06mSv/a，低于本评价管理限值 0.1mSv/a。

综上所述，按照最不利情况计算，工作人员的年有效剂量值为 0.25mSv/a，低于本评价管

理标值 2mSv/a; 公众成员的年有效剂量为 0.06mSv/a, 低于本评价管理标值 0.1mSv/a。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

5、对周围环境敏感点影响分析

本项目探伤室距离最近的环境敏感点为东、南侧约 2m 处的探伤机所在厂房内非放射性工作人员。按照设计建设的探伤室, 计算可得环境敏感点处的瞬时剂量率分别为 $0.31 \mu\text{Sv/h}$ 和 $1.2 \mu\text{Sv/h}$ (剂量计算时未将工件的屏蔽考虑入内), 远小于控制剂量限值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ (根据实际居留因子和周工作时间得出来的限值)。因此, 该公司开展探伤对周围环境敏感点的影响是可以接受的。

6、废气、废水及固废的环境影响分析

1) 有害气体影响评价

在探伤作业时, X 射线使空气电离产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (主要为 NO_2)。本项目在探伤室在西墙处设置有一套换气装置保证室内空气流通, 排风口方向朝西, 风口朝向处为过道人员较少, 送排风机均采用离心式管道风机, 换气速度达到 $1000\text{m}^3/\text{h}$, 探伤室设计内空体积为 328.9m^3 , 排风设备能保证换气次数大于 3 次/h, 保证室内空气的流通, 使少量的 O_3 、 NO_2 得以稀释, 不会对公众人员造成影响, 不会对外环境造成影响。

2) 废水及固废的环境影响评价

本项目年计划探伤曝光胶片共计约 3500 张 (最大估计量), 需要对这些胶片进行冲洗, 胶片冲洗过程中产生的饱和的显影液、定影液需要定期更换, 废定影液、显影液为含重金属银的危险废物, 年产生量约 750L/a, 不能再利用的洗片用水也属于危险废物, 应集中收储。

本项目公司暂未和具有相关资质的公司签订危废处理协议, 公司已经做出了危险废物处理承诺 (见附件), 本次环评要求公司尽快签订危废处理协议, 并建立危废台帐, 记录危废产生量、处置量及去向, 确保不对外环境造成影响。

建设单位按照以上措施对产生的危废进行处理后, 对环境基本不产生影响。

事故影响分析

在意外情况下, 可能出现的辐射事故:

1、丧失屏蔽

原因分析: 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。

预防措施：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。完好的剂量探测器和剂量报警仪，联锁装置等，可提供纵深防御。X 射线探伤室的防护屏蔽结构，包括混凝土屏蔽墙和铅防护门。不得擅自改变、削弱、或破坏防护屏蔽结构，如开孔洞、挖沟、取土等。

2、人员滞留在机房内

原因分析：工作人员进入探伤室后未全部撤离，仍有人滞留在机房内某个不易察觉的地方，在开机前，未完全充分搜寻，从而意外地留了下来，因此受到大剂量照射。

预防措施：撤离机房时应清点人数，应按搜寻程序进行查找。如受到大剂量照射，应立即送往医院就医。

3、联锁装置失效

原因分析：由于联锁装置失效，防护门未关闭或探伤机工作时门被开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

预防措施：定期检查各探伤室的灯光警示装置及门机联锁装置的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对于本项目涉及的安全控制措施的各机构及电控系统，制定有定期检查和维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。放射工作场地因某种原因损坏，应立即停止使用，修复后再投入使用。

4、出现较预定值更高的束流强度

原因分析：探伤机电器元件故障，电源不稳，控制器失误等原因使束电流加大，导致高强度束流射向屏蔽不足的区域。

预防措施：探伤机故障报警系统可及时发现故障；交流净化电源为设备提供稳压电源，过压、欠压、过流报警，消除电流冲击等功能；辐射监测器和报警系统可用作针对这类事件进行人员防护和纵深防御措施。

5、人为失误

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、事故情况下对居民区的影响

厂区边界建设有围墙，居民日常活动范围均在厂区外，上述事故情况不会对居民产生影响。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 449 号)的要求,成立了由何建宏担任组长的“辐射安全领导小组”(见附件),负责全公司的放射防护工作的领导与协调工作。

公司设立辐射安全管理领导小组职责包括:相关制度制定、修改与完善;安排辐射工作人员参加培训;定期进行辐射工作场所巡查和辐射事故应急演练;辐射工作人员健康档案管理等。

职业人员的辐射安全与防护培训和再培训计划

(1) 职业人员的辐射安全与防护培训和再培训计划要求

根据环境保护部令第 3 号第十五条的规定: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。环境保护部令第 18 号第二十二条规定:取得辐射安全培训合格证书的人员,应当每四年接受一次再培训。

辐射安全再培训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专业标准、技术规范,以及辐射事故案例分析与经验反馈等内容。

(2) 辐射工作人员的配置及培训情况

为满足我单位放射工作和安全的需要,我公司根据要求配置了 4 名辐射工作人员,基本满足现有放射设备的运行要求。根据调查,上述工作人员均已进行辐射安全与防护培训并取得合格证,若根据作业需要需新增放射工作人员,本环评要求对新增辐射工作人员进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核,并取得合格证,做到所有从事辐射工作的人员均持证上岗。同时,取得培训合格证的人员,应每四年组织一次复训。

该公司配备了足够的专职人员负责辐射安全管理工作,在探伤作业时,至少有 2 名操作人员同时在场;本环评要求公司配备的辐射工作人员及管理人员必须在项目运营前参加辐射安全培训及体检,并考核合格,否则不得上岗。

此外,公司还应做到:

1) 所有防护与安全有关人员均经适当培训并具有相应的资格,使之能理解自己的责任,并能以正确的判断和按照所规定的程序履行职责;在辐射工作人员取得辐射安全培训合格证书后,辐射工作人员均将每四年接受一次再培训。

2) 按照行之有效的人机工程学原则设计设备和制定操作程序，使设备的操作或使用尽可能简单，从而使操作错误导致事故的可能性降至最小，并减少误解正常和异常工况指示信号的可能性；

3) 安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，操作人员佩戴个人剂量计，每 2~3 个月对公司辐射工作人员进行个人剂量监测；

4) 组织辐射工作人员每年进行一次身体健康检查，建立个人健康档案，辐射工作人员上岗前和离岗后也应进行职业健康检查。

本次环评建议建设单位在项目正式启动前，完成上述辐射工作人员职业健康体检工作，且在项目运行过程中，对个人剂量计按照要求定期进行监测。

辐射工作人员的健康管理及个人剂量监测管理

对已经从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，按照《辐射工作人员健康标准》的规定执行，公司应为辐射工作人员简历个人健康档案，档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，并妥善长期保存，直至工作人员脱离放射工作后二十年。

根据环境保护部令第 3 号、环境保护部令第 18 号中对工作人员个人剂量的要求，公司应为每名工作人员配置个人剂量计，定期组织工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。公司还应安排专人负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。根据中华人民共和国卫生部令第 55 号《放射工作人员职业健康管理辦法》（2007 年 11 月 1 日）规定，建立并终生保存个人剂量监测档案。

本次环评要求建设单位应尽快开展本年度的放射工作人员体检工作，按照体检结果要求，组织需要复查、补查的辐射工作人员及时进行复查、补查，鉴定为可以继续从事原放射工作即可继续从事本项工作，若结果不符合要求，公司应尽快安排相应工作人员调离辐射工作岗位。

公司需新增环境保护管理机构

公司现有环境保护管理机构基本满足项目运行需要，根据实际运行情况，还需增加：

①应急预案处理小组，并定期进行应急培训；

②成立安全和防护状况日常检查小组，发现隐患当立即整改。

辐射安全管理规章制度

为保障射线装置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，湖南汉华京电清洁能源科技有限公司针对辐射设备情况和预期工作情况初步制定了《辐射安全与防护管理制度》（见附件），其制度内包含了操作规程，岗位职责，辐射防护制度，台帐管理制度，设备检修维护制度，人员培训制度，监测方案，其制度明确了探伤机操作人员在操作过程中的操作步骤及注意事项。

公司制定了相关制度，能对探伤工作安全提供有效保障，还需要增加辐射工作人员的剂量管理制度和培训计划。为最大限度地保证探伤工作的安全，公司还应增加关于辐射工作人员剂量管理和培训计划的相关制度。其内容应包括以下几点：

1、公司按照《放射工作人员职业健康管理辦法》和国家有关标准、规范的要求，每季度安排本单位的放射工作人员接受个人剂量监测。个人剂量监测工作由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

2、建立个人剂量监测档案与职业健康档案，设置专人保管，辐射工作人员的监护档案应保存至辐射工作人员 75 周岁或脱离放射岗位 30 年。

3、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、国家环保总局令第 31 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目环境保护管理条例》、《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关文件规定，结合公司实际情况，合理安排辐射工作及辐射管理人员及时接受有关知识的培训，保障探伤工作的安全正常运行。定期安排相关人员参加由环保部门组织的辐射安全培训。

探伤室辐射安全管理相关制度应考虑到探伤机的使用和安全防护，确保制度的可操作性和执行力。为保证放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故发生，公司应培植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，定期对探伤工作进行安全评估，进一步建立健全相关制度。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位必须配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对公司使用的射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。

根据《放射工作人员职业健康管理辦法》卫生部令第 55 号，环评要求公司每季度安排本单位的放射工作人员接受个人剂量监测，并且妥善保管个人剂量档案。

针对该公司探伤项目情况，本环评提出以下监测计划：

1、探伤室监测计划：

每年至少请有监测资质的单位监测一次，建设单位可自行购买便携式 X- γ 辐射监测仪器进行巡测，一个月一次或者一个季度一次。并且将自测的结果与有资质单位的监测结果进行对比，校验监测数据的可靠性。

2、工作人员监测计划：

操作人员佩戴个人剂量计，每季度对公司辐射工作人员进行个人剂量监测。发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查，将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。要求建立辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等，个人剂量档案应保存至辐射工作人员 75 周岁或脱离放射岗位 30 年。

表 12-1 项目监测计划

项目	监测项目	监测频率	监测范围	监测要求
自主监测	X- γ 射线空气吸收剂量率	每月监测	探伤室及其配套设施	按照国家规定进行计量检定
委托监测	X- γ 射线空气吸收剂量率	每年一次请有资质单位监测	探伤室及其配套设施	
	职业性外照射个人剂量	每季度送有资质单位监测	本项目辐射工作人员	

辐射事故应急

为提高应对突发辐射事故能力，最大程度预防和减少突发辐射事故损害，保障公众生命财产安全，维护社会稳定，公司针对探伤室项目制定了相应的辐射应急预案（见附件），明确了各部门的职责，针对各类事故做了较具体的应急解决方案。公司设立的组织机构齐全，职责明确，能保证辐射事故突发时，有条不紊地开展救援、上报工作。

根据公司应急预案的要求，发现辐射事故的工作部门或个人，必须立即向单位职能部门汇报。职能部门应立即向主管领导汇报，并及时收集整理相关处理情况分别向市、省环保卫生部门报告，最迟不得超过 2 小时；同时单位职能部门须在事故发生 24 小时内将《辐射事故报告卡》报出。重大放射性事故应当在 24 小时内逐级向上报至环保部、公安部、卫生部。各部门联系方式如下：

湖南省环保厅电话：0731-85698110 市环保局：0731-52379701 或 12369

市公安局电话：110

市卫生局电话：0731-58570278 或 120

公司设立的辐射事故应急预案应高度重视射线装置的安全，常抓不懈防患于未然。总体来说湖南汉华京电清洁能源科技有限公司制定的辐射安全事故应急预案内容详实，可操作性较强，能够满足在发生辐射安全事故时的应急处理要求。

表 12-2 项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保文件	环保资料和档案齐全，环保设施安装符合专业规范，环境管理制度完善	环保要求
2	剂量控制和屏蔽防护	辐射工作人员年有效剂量 $\leq 2\text{mSv/a}$ 公众成员年有效剂量 $\leq 0.1\text{mSv/a}$	GB18871-2002
3	瞬时剂量率	专用探伤室机房屏蔽体外表面 30cm 处瞬时剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；人员无法达到的探伤室顶 30cm 处瞬时剂量率小于 $100 \mu\text{Sv/h}$	GBZ117—2015
4	防护监测设备	监测设备：便携式 X— γ 射线剂量率测量仪 1 台、个人剂量片 2 个、剂量报警仪 2 个；防护设备：警示灯 2 个、危险区域警戒线 4 根、电离辐射警示标志 2 个	
5	辐射安全防护措施	1) 机房外张贴电离辐射警示标识，安装工作状态指示灯，并实行门机联锁。 2) 墙体及防护门满足屏蔽厚度要求，门与墙搭接满足要求。3) 制度上墙。 4) 机房应保持良好的通风确保机房每小时能够换气 3 次以上，机房内不得堆放无关杂物。房内安装视频监控。房内安装有应急开关，开关有醒目的标志。曝光时内设有通风管道。	
6	危险废物	建立危废台帐，记录危废产生量、处置量及去向，委托有危险废物处理资质的单位进行处理。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。	
7	使用设备	HA-3005 型、HA-2505 型、G-3005 型、XXG-3505 型 X 射线探伤机各一台	

表 13 结论与建议

结论

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司军核清洁能源装备研发制造中心位于湘潭市九华工业园奔驰路 7 号,拟在现有生产车间内开展无损检测探伤项目。探伤室位于现有厂房内西北角,探伤室尺寸为长 $\times$ 宽 $\times$ 高=11.5m $\times$ 5.5m $\times$ 5.2m(内径),配备 HA-3005 型、HA-2505 型、G-3005 型、XXG-3505 型 X 射线探伤机各一台,公司只开展室内探伤,无室外探伤,公司拟配备的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置。

1、产业政策符合性

该公司配置的 X 射线机主要用于对公司压力容器等进行无损检测,属于《产业结构调整指导名录》(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。

2、可行性分析结论

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司主要从事核电设备、石化设备、环保设备的研发、制造及相关技术支持与服务。公司开展 X 射线无损探伤是用于产品的质量检测,确保产品的使用安全。该项目的建设为企业、社会带来的利益远大于辐射危害的代价,有利于发展社会经济,符合国家产业政策及辐射防护“实践的正当性”原则。因此,本环评认为该项目使用 X 射线探伤机开展无损检测业务是正当可行的。

3、辐射安全与防护分析结论

本项目专用探伤室位于厂房内,长 $\times$ 宽 $\times$ 高=11.5m $\times$ 5.5m $\times$ 5.2m(内径),探伤室四周墙面防护材料为 3mm 钢板+25mm 铅板+3mm 钢板+550mm 厚混凝土,顶部防护材料为 3mm 钢板+14mm 铅板+3mm 钢板+400mm 厚混凝土。工件进出移动铅门和检测室的设计屏蔽能力均相当于 25mm 铅当量。探伤室的设计中包含安全联锁装置、工作状态指示灯、监控装置、应急急停开关等辐射安全设施。该项目在发挥核技术优势进行无损探伤的前提下,也便于工作人员及公众的辐射防护工作及工作流程的简化,屏蔽防护措施能满足防护的要求。

4、环境影响分析结论

通过屏蔽计算,在探伤过程中,对辐射工作人员和公众成员可能造成的年有效附加剂量分别为 0.25mSv/a、0.06mSv/a,未超出本环评管理目标值 2mSv/a、0.1mSv/a,符合《电离辐射

防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)及相关标准的要求。

探伤机工作能量低,产生的臭氧很少,探伤室设置有通风设施,保证空气流通,室内臭氧在通风换气的条件下,快速扩散、分解,使室内废气浓度满足要求。

洗片过程产生的废显影液、定影液属危险废物,应委托有危险废物处理资质的单位进行处理;洗片过程中产生的废片属危险废物应一并委托有危险废物处理资质的单位进行处理。

5、辐射与环境保护管理

湖南汉华京电清洁能源科技有限公司成立了辐射安全领导小组,各项规章制度、操作规程、应急处理措施健全、具有可操作性,但仍须加强日常应急响应的准备工作及应急演练。公司应严格执行各项规章制度,辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计,定期进行检查并安排健康体检。公司还应在今后的工作中,不断完善相关管理制度,加强管理,杜绝辐射事故的发生。

综上所述,湖南汉华京电清洁能源科技有限公司的核技术利用项目,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;该项目对环境的辐射环境影响是可接受的。公司应加强管理,严格按照环评措施落实到位,并在工作过程中不断补充完善。从辐射安全和环境保护的角度来看,该项目是可行的。

建议和承诺

1、制定落实《辐射工作人员剂量管理制度》和《辐射工作人员培训计划》等有关制度,要求辐射工作人员参加环保部门认可的单位组织的辐射安全培训并取得证书,四年一次复训。每季度定期对辐射工作人员进行个人剂量检测,妥善保管员工个人健康档案。

2、探伤室建设严格按照环评要求,线路管道的铺设不得破坏探伤室屏蔽设施的效能。

3、认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规,不断提高安全文化素养,守法自律,切实做好各项环保工作。

4、临时储存显影液、定影液及废片采取防止泄露等相关措施,不致因泄露而外排,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;要求尽快与有资质的单位签订危废处理协议,并建立危废处理台帐。

5、每年委托具备资质的环境监测机构进行辐射环境监测,并于1月31日前提交上一年度的辐射安全与防护评估报告。

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