

编号：2013-HP-214

核技术应用项目 环境影响报告表

项目名称 镇江飞利达电站设备有限公司

 新建固定式 X 射线探伤房项目

填 表 人 戴正军 联系电话 13952970336

项目联系人 戴正军 联系电话 13952970336

填报单位全名称 镇江飞利达电站设备有限公司

单位公章

 2013 年 月 日

江苏省环境保护厅

项目名称：新建固定式 X 射线探伤房项目

文件类型：环境影响报告表

评价委托单位：镇江飞利达电站设备有限公司

环评项目负责单位：江苏省辐射环境保护咨询中心

环境影响评价资格证书：国环评证乙字第 1916 号

报告签发：胡建伟（环评工程师登记号 B19160121300）

报告审核：潘 葳（环评工程师登记号 B19160101200）

项目负责人：洪天祺（环评工程师登记号 B19160141300）

报告编写人员：洪天祺（环评工程师登记号 B19160141300）

张永锦（环评岗证字第 B19160026）

填表说明

1. 本表一式 5 份，由建设单位填报，主管单位环保机构签署预审意见，县（区）、市环保部门签署审查报批意见，省环保部门签署审批意见；

2. 如下核技术应用项目须填报本表：

制备 PET 用放射性药物；销售 I 类、II 类、III 类放射源和非密封放射性物质；医疗使用 I 类放射源；使用 II 类、III 类放射源；生产、销售、使用 II 类射线装置；拥有乙、丙级非密封放射性物质工作场所；

此外，对下列项目退役也须填报本表：

制备 PET 用放射性药物；使用 I 类、II 类、III 类放射源；使用 I 类、II 类射线装置存在污染；拥有乙、丙级非密封放射性物质工作场所；

3. 表 6 所要求的：“环境影响分析”由持环境影响评价证书单位填写，利用收集到的建设项目周围现状资料（如没有时，应安排必要的测试），并针对建设项目环境影响的因素进行综合分析，得出结论；

4. 随表附送建设项目的地理位置及总平面图各一份，环境本底监测报告一份，装订在本表后面。

表 1 项目概况

单位名称	镇江飞利达电站设备有限公司		地址	江苏省扬中经济开发区港隆路 128 号	
法人代表	莫纪洪	电话	0511-88131858	邮编	212215
联系人	戴正军		联系电话	13952970336	
项目名称	新建固定式 X 射线探伤房项目		项目地点	该公司厂区内	
项目用途	工业无损检测		项目依据	项目委托书	
总投资 (万元)	/				
核技术项目 投资 (万元)	43		核技术项目 环保投资 (万元)	26	
应用 类型	放射性 同位素应用	密封源	射线装置	其它	
	—	—	X 射线探伤机	—	

核技术应用目的和任务:

镇江飞利达电站设备有限公司位于江苏省扬中经济开发区港隆路 128 号,为了对产品质量进行无损检测,该公司拟新建一座固定式 X 射线探伤房,并配备 2 台 X 射线探伤机。

该公司核技术应用项目见下表:

表 1-1 镇江飞利达电站设备有限公司核技术应用项目表

射线装置										
序号	射线装置名称	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工用场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	X 射线探伤机	1	300	5	II	固定探伤房	新增	本次环评	未许可	定向机
2	X 射线探伤机	1	250	5	II	固定探伤房	新增	本次环评	未许可	定向机

表 2 放射性同位素及密封源

核素名称	工作场所名称	物理、化学性状	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	操作方式	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/

注： 1.密封源要注明并说明源强(Bq)； 栏 2 中放射性活度是指核素年使用量(Bq/a)。
 2.密封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)。
 3.等效操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	状态	排放口浓度	年排放总量	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态		少量	不暂存	直接进入大气，臭氧 50 分钟后自动分解为氧气
显影定影废液	液态		约 200kg	暗室	统一收集，由有资质单位处理

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. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m³)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

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

名称型号	生产厂家	加速粒子	能量(MeV)	流强(μA)	用途	备注
/	/	/	/	/	/	
废物类型	/ 数量		总活度(Bq)	主要感生放射性核素		废物去向
废靶	/ 个		/	/		/
放射性废物 年产生量	气态	/ m^3	/	/		/
	液态	/ m^3	/	/		/
	固态	/ kg	/	/		/

(二) 中子发生器: 包括中子管, 但不包括放射性中子源

型号	生产厂家	电压(kV)	靶流(μA)	中子强度(n/s)	用途	备注
/						
氚靶情况(含废弃的)			含放射性废弃物年产量(含感生的和含 ^3H 的废泵油)			
活度(Bq)	保管方式	备注	数量			
/			气	m^3		
			液	m^3		
			固	kg		

(三) X 射线机: 包括工业探伤、医用诊断和治疗(含 X 射线 CT 诊断)、分析仪器等

名称型号	数量	管电压(kV)	输出电流(mA)	用途	工作位置	备注
XXQ-3005 型 X 射线探伤机	1	300	5	工业无损检测	固定探伤房	定向机
XXQ-2505 型 X 射线探伤机	1	250	5	工业无损检测	固定探伤房	定向机

表 5 污染源分析（包括贯穿辐射污染）

主要放射性污染物和污染途径（正常工况和事故工况）:

1.正常工况主要放射性污染物:

由 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。故 X 射线探伤项目在开机曝光期间，X 射线为主要污染因子。X 射线来源有：

- (1) X 射线探伤机工作过程中发射出的有用 X 射线。
- (2) 有用 X 射线束照射到被探伤工件或其它物体上产生的散射 X 射线。
- (3) X 射线探伤机射线管头的泄漏 X 射线。

2.正常工况主要污染途径:

X 射线探伤机在对工件进行检测时，X 射线经透射、反射，对作业场所及周围环境产生的外照射辐射影响，污染途径均为外照射。

3.事故工况主要放射性污染物和污染途径:

(1) 探伤房内进行探伤作业时，门-机联锁安全装置失灵导致防护门未能完全关闭，至使 X 射线泄漏到探伤房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 探伤房内进行探伤作业时，门-机联锁安全装置失灵，人员误留或误入探伤房，受到意外照射。

(3)人为故意引起的辐射照射。

事故工况下污染途径和正常工况下基本相同。

监测计划和污染防治措施

1.监测计划:

- (1) 请有资质的单位定期对固定探伤房周围环境辐射剂量率进行检测,每年 1~2 次;
- (2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计,并定期(一季度 1 次)送有资质部门进行监测,建立个人剂量档案;
- (3) 定期检查 X 射线探伤机的安全性能,防止射线泄漏,周期:每年 1~2 次。

2.污染防治措施:

- (1) 镇江飞利达电站设备有限公司新建固定式 X 射线探伤房设计采用钢筋混凝土浇筑结构,曝光室四周屏蔽墙设计厚度均为 600mm,屋顶设计厚度为 450mm;曝光室工件门采用铅防护门,工件门内嵌 23mm 铅板;曝光室拟通过混凝土屏蔽墙、屋顶和铅防护门对 X 射线进行屏蔽。
- (2) 新建曝光室工件门设计安装门-机联锁装置,曝光室只有在工件门完全关闭后探伤机才能出束照射;工件门外设计安装工作状态警示灯,并拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。
- (3) 新建曝光室内在合适的位置设置紧急停止按钮,并给出清晰的标记和说明。
- (4) 严禁无关人员进入控制室和曝光室,制定各项辐射安全管理制度,操作人员严格按照操作规程操作,防止发生误照射事件。
- (5) 新建曝光室设计 U 型通风装置,预埋 U 型线管,探伤机控制电缆通过 U 型线管至操作室与控制器连接。
- (6) 镇江飞利达电站设备有限公司已承诺将探伤过程中产生的废显(定)影液集中贮存后由有危险废物经营资质的相关单位回收处理。

表 6 环境影响分析

1 项目概况

镇江飞利达电站设备有限公司位于江苏省扬中市经济开发区港隆路 128 号。该公司是研发、制造、销售电站辅机设备、电加热器、热交换器、压力容器的专业性企业，也是国内同行中的骨干企业、江苏省高新技术企业。该公司主要从事燃煤电站烟气脱硫、除灰系统设备的设计、制造、安装、服务。该公司地理位置示意图见图 1。

为了对产品质量进行无损检测，该公司拟在容器车间内新建一座固定式 X 射线探伤房，并配备 2 台 X 射线探伤机。探伤房计划配备 2 名辐射工作人员，年探伤时间约 500 小时，主射线一般朝北墙照射。

镇江飞利达电站设备有限公司新建固定式 X 射线探伤房项目属核技术应用项目，工业 X 射线探伤机属 II 类射线装置，为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，受镇江飞利达电站设备有限公司的委托，江苏省辐射环境保护咨询中心（国环评证乙字第 1916 号）承担了该公司新建固定式 X 射线探伤房项目的环境影响评价工作。我中心通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察和现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

2 编制依据

2.1 环境保护法规、条例、规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日发布实施
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003年9月1日起实施
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第253号，1998年11月29日发布施行
- (6) 《关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定》，环保部令第3号，2006年3月1日起施行
- (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环保部令第2号，2008年10月1日起施行
- (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日起施行
- (9) 《射线装置分类办法》，国家环境保护总局公告 2006年第26号
- (10) 《江苏省辐射污染防治条例》，2008年1月1日起实施
- (11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145号
- (12) 《国家危险废物名录》，国家环境保护部、国家发展和改革委员会令第1号，2008年8月1日起施行
- (13) 《关于加强建设项目环境保护管理的若干规定》，苏环委[1998]1号文

2.2 技术规范、导则

- (1) 《环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2011）
- (2) 《辐射环境保护管理导则-核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T 10.1-1995）
- (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）

2.3 与本项目有关的文件（见附件）

- (1) 项目委托书（见附件1）
- (2) 射线装置使用承诺书（见附件2）
- (3) 洗片废水安全处置承诺书（见附件3）
- (4) 《特种设备检验检测人员证》复印件（见附件4）
- (5) 委托环评合同复印件（见附件5）
- (6) 咨询中心计量认证证书复印件（见附件6）

3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

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

项目管理目标: 取国家标准的 3/10 作为剂量约束值, 即: 职业人员年有效剂量不超过 6mSv, 公众年有效剂量不超过 0.3mSv。

(2) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)

4.1.2 屏蔽设计充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况。在进行屏蔽墙设计时可取公众剂量约束值 0.3mSv/a, 并要求探伤房屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5μGy/h, 无迷路的探伤房门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

4.1.3 应安装门-机联锁安全装置和照射信号指示器, 并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。

(3) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB 22448-2008)

(4) 参考资料:

- ① 《实用放射防护指南》, 张文启主编。
- ② 《中国环境天然放射性水平》, 国家环境保护局, 1995 年 8 月出版。

表 3-1 江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率 (单位: nGy/h)

	原野	道路	建筑物内
范围	33.1 ~ 72.6	18.1 ~ 102.3	50.7 ~ 129.
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0
(均值+3s) *	71.4	84	131.2

*: 评价时参考数值

4 工程分析

4.1 项目概况

镇江飞利达电站设备有限公司为了对产品质量进行无损检测，拟新建一座固定式 X 射线探伤房，并配备 2 台 X 射线探伤机。

拟建固定探伤房位于厂区容器车间内，容器车间位于厂区东北角。探伤房配备曝光室，操作室，暗室，评片室。曝光室室外长为 13.2m，宽为 7.2m，高为 5.95m，室内面积为 72m²。

本项目配备 1 台 XXQ3005 型 X 射线探伤机（探伤机额定管电压为 300kV，额定管电流为 5mA）和 1 台 XXQ2505 型 X 射线探伤机（探伤机额定管电压为 250kV，额定管电流为 5mA）。本项目配备两名探伤工作人员，项目主体工程探伤房为混凝土工程。

4.2 工作原理

4.2.1 X 射线机工作原理

X 射线探伤机的核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见 X 射线探伤装置外观见图 4-1。



图 4-1 常见 X 射线探伤机

4.2.2 X 射线无损检测原理

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

4.3 工作流程及产污环节分析

固定式X射线探伤时被探伤工件通过防护门运至探伤房内，探伤工作人员在操作室内进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1)将被探伤工件通过防护门运至探伤房内固定，并在检测部位贴上感光胶片；
- (2)将X射线探伤机放置在合适的位置；
- (3)检查探伤房内人员滞留情况，确定无人后探伤工作人员关闭工件门，通过防护门离开探伤房，并关闭防护门；
- (4)探伤工作人员开启X射线探伤机进行无损检测；
- (5)达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，工作人员取下胶片，曝光结束；
- (6)工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

固定式X射线探伤工作流程及产污环节见图4-2。

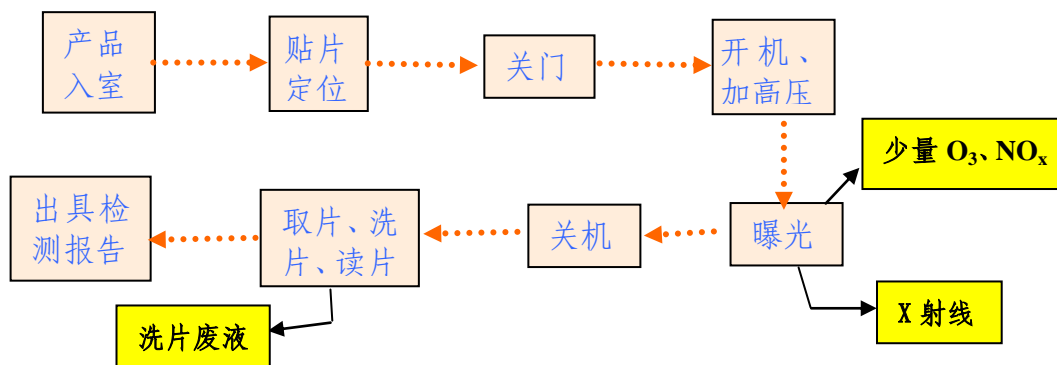


图 4-2 X 射线探伤工作流程及产污环节

4.4 污染因素分析

(1)放射性污染:

由X射线探伤机工作原理可知，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，对探伤室外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此探伤机在开机曝光期间，X射线是项目主要污染物。

(2)其他污染:

①X射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内的空气产生电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过工件门和通风装置排出曝光室，臭氧50分钟后自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

②X射线探伤机在运行时无其它废气、废水和固体废物产生，探伤拍片的显影、定

影废液（含重金属）属于《国家危险废物名录》中的 HW16 号危险废物。该公司已承诺尽快与有危险废物经营资质单位签订显影、定影废液回收协议，探伤过程中产生的显影、定影废液集中贮存后交由该有资质的单位进行回收处理。

5 环境现状调查与选址分析

5.1 项目地理位置、周边环境及选址合理性分析

镇江飞利达电站设备有限公司位于江苏省扬中经济开发区港隆路 128 号，本项目位于该公司厂区内。该公司东侧为过道、安华电气集团厂区；南侧为港隆路、绿化带、民居区及兴隆工程塑料管件厂；西侧为原三八公路、居民区及江苏惠利特环保设备有限公司；北侧为空地、居民区。公司厂区平面图及周围环境示意图见附图 2。

该公司拟新建一座固定式 X 射线探伤房，探伤房位于该公司容器车间内。探伤房东侧为容器车间、围墙、过道、安华电气集团厂房；南侧为容器车间、电加热器车间、电热车间、仓库、食堂宿舍、办公楼；西侧为容器车间、金工车间、围墙、原三八公路、空地、居民区（距离项目拟建位置约 100 米）；北面为容器车间、围墙、空地、居民区（距离项目拟建位置约 90 米）。探伤室拟建场地周围环境见图 5-1~图 5-4，本项目周围 50m 范围内无环境敏感点，选址基本合理。



图 5-1 拟建探伤房北侧



图 5-2 拟建探伤房东侧



图 5-3 拟建探伤房西侧



图 5-4 拟建探伤房南侧

5.2 辐射环境现状调查

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）相关方法和要求，本项目在进行环境现场调查时在探伤房拟建场址周围选择布设了 4 个监测点，调查拟建场址周围环境 γ 辐射水平。监测点位图见图 5-5。

监测仪器：便携式 X- γ 辐射测量仪，型号 FH40G（主机 021170+探头 0536）

校准有效期：2013.01.25-2014.01.24

监测日期：2013年3月8日。

评价方法：参考表 3-1 中的江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：项目拟建场址周围环境辐射水平监测结果见表 5-1。

表 5-1 X 射线探伤房拟建址周围环境 γ 辐射剂量率

序号	测点位置描述	测量结果 (nSv/h)
1	探伤房拟建场址东侧	110
2	探伤房拟建场址南侧	114
3	探伤房拟建场址西侧	105
4	探伤房拟建场址北侧	107

注：表中结果未扣除仪器宇宙射线响应值。

从现场监测结果可以看出，镇江飞利达电站设备有限公司 X 射线探伤房拟建场址周围环境 γ 辐射剂量率在 (105~114) nSv/h 范围内，处于江苏省环境本底辐射水平。

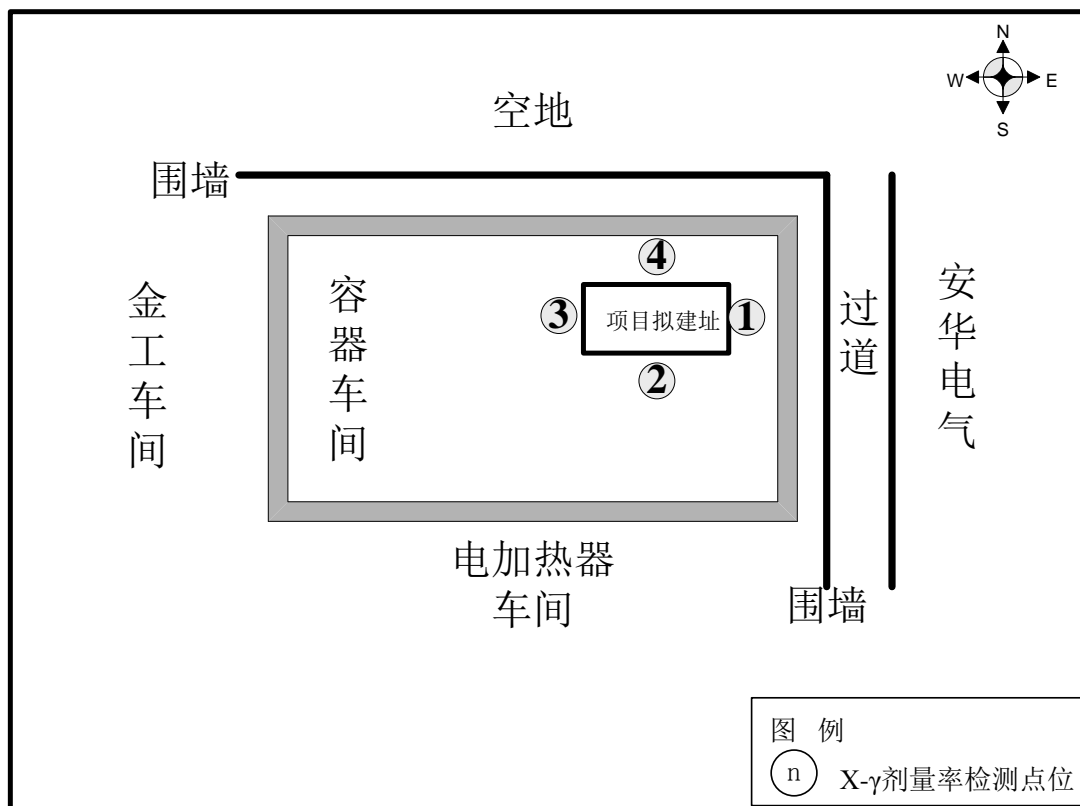


图 5-5 探伤室拟建场址周围环境辐射水平监测布点示意图

5.3 本项目环境保护目标和主要环境问题

X射线无损检测项目主要考虑X射线探伤机工作时产生的X射线可能对周围环境的辐射影响,本项目运行后的环境保护目标主要为探伤房探伤工作人员及厂区内其他公众。该项目在设计和建设过程中均应确保探伤房的屏蔽措施满足辐射防护要求,项目工作人员和项目周围公众的年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员和公众剂量约束值要求。

本项目辐射工作人员和公众受照剂量应满足根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)制定的项目管理目标的要求,项目管理目标取国家标准剂量限值的3/10作为剂量约束值:职业人员年有效剂量不超过6mSv,公众年有效剂量不超过0.3mSv。

主要环境问题是探伤机工作时的辐射污染和洗片废液安全处置问题。

6 项目建设期和运行期对环境的影响分析

6.1 建设期环境影响分析:

本项目中 X 射线探伤房为新建建筑，建设施工时对环境会产生如下影响:

(1) 大气: 本项目在建设施工期需进行的挖掘地基、打桩、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。针对上述大气污染采取以下措施: a, 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度; b, 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒; c, 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声: 整个建筑施工阶段，如打桩机、混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

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

(4) 废水: 项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司院内局部区域，对周围环境影响较小。

6.2 运行期环境影响分析

根据工程分析可知，本项目主要的环境影响是探伤作业过程中 X 射线机产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。

6.2.1 探伤房布局合理性分析

新建固定式 X 射线探伤房设计有曝光室、操作室、暗室和评片室。曝光室内东西长 12m，南北宽为 6m，室内净高 5.5m。控制室、暗室和评片室均位于曝光室南侧，探伤房平面图和剖面图见附图 3。

该探伤室布局设计满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ 117-2006) 中关于操作室与探伤室分开设置的要求，探伤室布局设计基本合理。

6.2.2 辐射环境影响分析

固定式 X 射线探伤作业时，被检测工件通过工件门运至曝光室内，工作人员在曝光

室外控制台处通过控制电缆进行远距离操作，该项目主要通过曝光室的混凝土屏蔽墙、屋顶和工件门对 X 射线进行辐射防护。

(1) 探伤房防护能力预测

镇江飞利达电站设备有限公司新建 X 射线探伤房采用混凝土结构，通过工件门、四周屏蔽及顶部屏蔽进行防护。探伤房配置的探伤机最大管电压为 300kV，射线朝北照射。以所配置的 XXQ-3005 型定向 X 射线探伤机对探伤房四周、顶部及工件门进行辐射环境影响预测，预测计算模式采用《实用放射防护指南》(张文启主编，P80，式 3.2) 中的计算公式：

$$B = Pd^2 / (WUT) \quad \dots\dots\dots (1)$$

由其知：
$$p = B W U T / d^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中： P ：参考点的周剂量水平 ($\text{mGy} \cdot \text{wk}^{-1}$)；

B ：透射量 ($\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)；

W ：周工作负荷 ($\text{mA} \cdot \text{min} \cdot \text{wk}^{-1}$)；

U ：定向因子，辐射源开启时间内射线射向需要考虑屏蔽的方向上的时间分数；

T ：居留因子；

d ：参考点至 X 射线管焦点的距离 (m)。

根据公式 (2) 可导出屏蔽墙、防护门外参考点处辐射剂量率 (K_a) 计算公式：

$$K_a = \frac{P}{U \cdot T \cdot t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

上式中， t 为周工作时间 (h)， U 、 T 意义同公式 (2)。

该探伤房投入运行后预计每周平均开机曝光时间约 10h，年曝光时间为 500h。假设探伤工作过程中探伤机距离各侧屏蔽墙的最小距离均为 2m，距离地面的最大高度为 1m；参考点距离各屏蔽墙、工件门表面的距离均为 30cm，距离屋顶距离为 2m。则探伤房周围各参考点处的周剂量控制水平和空气比释动能率理论计算结果分别见表 6-1。

表 6-1 3005X 型定向探伤机曝光室辐射防护屏蔽核算计算参数与计算结果

参数	取值					
	东墙	南墙 (操作位)	西墙 工件门	北墙	屋顶	
设计厚度 (cm)	60 砵	60 砵	西墙: 60 砵 门: 2.3 铅	60 砵	45 砵	
d(m)	2.9 ^①	2.9 ^①	西墙: 2.9 ^① 门: 3.09 ^②	2.9 ^①	5.45 ^③	
W (mA.min.week ⁻¹)	3000					
U	1/4	1/4	1/4	1	1/16	
T	1/16	1	1/4	1/16	1/16	
人员 剂量 评价	P 计算结果 (mGy.week ⁻¹)	<0.001	0.002	西墙: <0.001 门: <0.001	<0.001	<0.001
	P 控制值 (mGy.week ⁻¹)	0.006	0.12	0.006	0.006	0.006
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足
	瞬时剂量计算结果 (mGy h ⁻¹)	0.0004	0.0004	西墙: 0.0004 门: 0.0009	0.0004	/
	瞬时剂量控制值 (mGy h ⁻¹)	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	/
	评价结果	满足	满足	满足	满足	/

① 2.9m (机器离墙 2.0m, 加屏蔽墙厚度 0.6m, 取墙外 0.3 m 为参考点);

② 3.09m (机器离防护门 2m, 加屏蔽墙厚度 0.6m, 加门厚 0.19m, 取门外 0.3 m 为参考点);

③ 5.45m (机器离屋顶 3m, 加屋顶厚度 0.45m, 取顶外 2m 为参考点)。

从表 6-1 中预测结果可以看出, 当 XXQ-3005 型 X 射线探伤机满功率运行时, 探伤房四周屏蔽、顶部屏蔽及工件门表面的空气比释动能率均能够满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 μ Gy/h”的控制标准, 探伤房的辐射防护设计能够满足该 XXQ-3005 型探伤机的探伤机防护要求。

(2) 辐射工作人员和公众剂量估算

从表 6-1 中的理论计算结果可以看出, 该 X 射线探伤房的辐射防护设计能够满足该公司 X 射线探伤机的防护要求, 根据理论预测结果, 该项目运行后, 工作人员年受照射最大有效剂量为 0.1mSv, 公众年所受照射有效剂量低于 0.05mSv, 均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量限值要求和项目管理目标中对工作

人员和公众剂量约束值要求。

6.2.3 辐射安全措施评价

镇江飞利达电站设备有限公司拟建固定探伤房设计拟采取的辐射安全措施包括：

- ① 探伤曝光室防护门设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入。在探伤曝光室防护门上设置声光报警工作指示灯，以提醒工作人员和其它人员在照射时不要靠近和逗留。门-机联锁装置和声光报警工作指示灯应定期检查，确保有效。
- ② 曝光室防护门上设置“当心电离辐射”警告标志，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。
- ③ 防护门与墙体搭接为左右搭接 30cm，门与墙的间隙小于 1 cm，防止射线泄漏。
- ④ 公司配备 2 名放射工作人员，放射工作人员均开展个人剂量监测和职业健康监护。
- ⑤ 公司拟配备 1 台环境辐射巡测仪，用于曝光室辐射防护检测。
- ⑥ 公司拟配备 2 台个人剂量报警仪，用于无损检测工作中辐射剂量率的监测报警。

镇江飞利达电站设备有限公司设计的辐射安全措施能满足辐射安全要求。

6.2.4 工作场所通风措施评价

X 射线探伤机工作过程中会使探伤房内的空气电离产生臭氧(O₃)和氮氧化物(N_xO_y)。该公司拟建探伤房内设计地下 U 型通风装置，X 射线曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风管道及工件门排入到大气中。臭氧在空气中 50 分钟后会自动分解为氧气，臭氧(O₃)和氮氧化物(N_xO_y) 对周围环境空气影响较小。

6.2.5 监测仪器和防护设备

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

镇江飞利达电站设备有限公司应根据国家相关法规的要求配置至少 1 台辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，项目运行后公司应定期对探伤房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

该公司无损检测配备 2 名探伤工作人员，公司应尽快联系相关单位对探伤工作人员

开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，公司还应按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

6.2.6 人员技术能力评价

人员评价：镇江飞利达电站设备有限公司 X 射线探伤配备 2 名探伤工作人员，在探伤时确保 2 名探伤工作人员同时在场，公司为本项目配备的 2 名工作人员参加无损检测培训并取得了《特种设备检验检测人员证》；2 名探伤工作人员还应参加辐射安全与防护培训，并考核合格。

设备配置：本项目拟配备 1 台 XXQ3005 型 X 射线探伤机及 1 台 XXQ2505 型 X 射线探伤机，XXQ3005 型 X 射线探伤机额定管电压为 300kV，额定管电流为 5mA；XXQ2505 型 X 射线探伤机额定管电压为 250kV，额定管电流为 5mA。公司应对购买渠道严格把关，确认 X 射线机供应商具备相应的生产资质以确保产品质量可靠，要求设备供应商提供探伤机操作培训及产品售后维护服务。

镇江飞利达电站设备有限公司采取以上措施后，为本项目配备的人员和设备能够满足开展本项目的技术能力要求。

6.2.7 事故风险分析

本项目主要存在以下几种事故工况：①X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，曝光室门机联锁失效，工作人员误入曝光室；②探伤操作人员未发现曝光室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射。

本项目使用的射线装置根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发<2006>145 号）之规定，该类射线装置可能发生的事故是指人员由于误留和误入曝光室而受到超过剂量限值的照射。因此该公司应加强管理，可在每次探伤作业前检查门-机联锁安全装置的有效性，检查曝光室内是否有人尚未离开。该公司还要经常监测曝光室周围的辐射水平，确保探伤工作安全有效运转。

当发生辐射事故时，该公司应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 1 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

6.2.8 非辐射环境影响分析

本项目运行后每年产少量的显影定影废液，其属《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，不得随意排放。镇江飞利达电站设备有限公司已承诺与有资质单位就显影

定影废液签订安全处置协议，按此落实将满足危险废物处置要求。

镇江飞利达电站设备有限公司应注意显影、定影废水暂存时使用的容器必须耐腐蚀，贮存措施保证做到“防雨淋、防渗漏、防流失”。

7 辐射安全管理评价

7.1 人员能力评价

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》等法律法规要求，使用Ⅱ类放射源和Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

镇江飞利达电站设备有限公司应在项目运行前成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；公司配备2名辐射工作人员，均已取得《特种设备检验检测人员证》；辐射工作人员还应参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并通过考核。该公司辐射工作人员《特种设备检验检测人员证》复印件见附件4。

7.2 管理制度评价

镇江飞利达电站设备有限公司应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定尽快制定相关的辐射安全管理制度及探伤操作规程，如建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、监测方案和事故应急预案等。在实际工作中公司还应不断对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。现对各项制度提出相应的建议和要求：

- **辐射防护和安全保卫制度：**根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是X射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。
- **探伤操作规程：**明确探伤工作人员的资质条件要求、X射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确X射线探伤操作步骤以及探伤过程中必须采取的辐射安全措施。
- **设备维修制度：**明确X射线探伤机和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保X射线探伤机、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。
- **岗位职责：**明确管理人员、探伤工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。
- **人员培训计划：**明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并

强调对培训档案的管理，做到有据可查。

- **监测方案：**购置辐射监测仪器和个人剂量报警设备，制定监测方案，方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报环境保护行政主管部门。
- **事故应急预案：**针对 X 射线探伤作业可能产生的辐射事故制定辐射事故应急预案或应急措施，该预案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生主管部门。

8 “三同时”措施一览表

表 8-1 “三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期（整改）效果	预计投资（万元）
辐射安全管理机构	设立辐射安全管理机构或指派辐射管理专职人员	在项目运行前设立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	新建固定式 X 射线探伤室屏蔽墙、屋顶均拟采用混凝土浇筑结构，四周屏蔽墙厚度均为 60cm，屋顶厚 45cm；曝光室工件门采用铅防护门，工件门内嵌 23mm 铅板。探伤室在建设过程中应严格按设计参数进行施工，并保证施工质量。	17
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）	探伤曝光室防护门设置与高压联动的门-机安全联锁装置，防护门上设置声光报警工作指示灯和“当心电离辐射”警告标志。	2
	通风设施、电缆管道	曝光室内设计地下 U 型通风装置及 U 型电缆管，控制电缆等通过 U 型管从地下穿过屏蔽墙。	/
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	新增 2 名辐射工作人员均已取得《特种设备检验检测人员证》，还应参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并通过考核。	1
	个人剂量监测	新增 2 名辐射工作人员定期开展职业健康体检，并进行个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。	1
	职业健康防护		
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪	配备 1 台环境辐射剂量巡测仪	3
	个人剂量报警仪	配置 2 台个人剂量报警仪	1
显影定影废液	安全处置显影定影废液	公司已承诺与有资质单位就显影定影废液签订安全处置协议，按此落实将满足危险废物处置要求。	1
辐射安全管理制度	操作规程 岗位职责 辐射防护和安全保卫制度 设备检修维护制度 人员培训计划 监测方案 辐射事故应急措施	项目运行前制定辐射安全管理制度及无损检测操作规程等，制定工作人员培训计划、辐射环境监测方案、辐射事故应急预案或应急措施。要求其内容全面，且具有可操作性。	/

以上措施必须在项目试运行前落实到位。

9 结论与建议

9.1 结论

(1)**实践正当性**: 镇江飞利达电站设备有限公司新建一座固定式 X 射线探伤房, 并配备 2 台 X 射线探伤机, 用于无损检测, 该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则。

(2)**选址、布局合理性**: 镇江飞利达电站设备有限公司位于江苏省扬中经济开发区港隆路 128 号, 本项目位于该公司厂区内。该公司东侧为过道、安华电气集团厂区; 南侧为港隆路、绿化带、民居区及兴隆工程塑料管件厂; 西侧为原三八公路、居民区及江苏惠利特环保设备有限公司; 北侧为空地、民居区。探伤房位于该公司容器车间内, 探伤房东侧为容器车间、围墙、过道、安华电气集团厂房; 南侧为容器车间、电加热器车间、电热车间、仓库、食堂宿舍、办公楼; 西侧为容器车间、金工车间、围墙、原三八公路、空地、居民区(距离项目拟建位置约 100 米); 北面为容器车间、围墙、空地、居民区(距离项目拟建位置约 90 米)。探伤房拟建址周围 50m 范围内无敏感点。拟建探伤房设计有曝光室、操作室、暗室和评片室。控制室、暗室和评片室均位于曝光室南侧, 项目选址、布局基本合理。

(3)**辐射防护评价**: 该公司 X 射线探伤室拟通过混凝土屏蔽墙、屋顶及工件门对 X 射线进行屏蔽。根据理论预测结果可知, 该探伤房四周屏蔽墙、工件门及顶部表面的空气比释动能率均能够满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ”的控制标准。

(4)**保护目标剂量估算**: 根据计算结果, 工作人员年受照射最大有效剂量及公众年受照射最大有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员和公众剂量约束值要求。

(5)**辐射安全措施评价**: 该公司新建 X 射线探伤房设计安装门-机联锁装置, 探伤房工件门外设计安装照射信号指示器, 工件门外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志。公司应在项目运行前配置 1 台辐射巡测仪及 2 台个人剂量报警仪, 项目运行后公司应对新增的 2 名探伤工作人员进行个人剂量监测, 定期组织工作人员进行职业健康体检, 并按相关法规要求建立工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。以上措施切实执行后能符合固定式 X 射线探伤工作场所辐射安全措施的管理要求。

(6)**辐射安全管理评价**: 镇江飞利达电站设备有限公司应在项目运行前设立辐射安全管

理机构或配备 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作,并以文件形式明确各成员管理职责;公司还应参照本报告提出的要点制定相关的辐射管理制度和操作规程以及辐射事故应急预案等; 2 名辐射工作人员均已取得《特种设备检验检测人员证》; 辐射工作人员还应参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训,并通过考核。

(7)洗片废液处置措施:镇江飞利达电站设备有限公司已承诺与有资质单位就显影定影废液签订安全处置协议, 按此落实将符合国家危险废弃物处置规定。

综上所述, 镇江飞利达电站设备有限公司新建一座固定式 X 射线探伤房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后, 将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施, 其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求, 故从辐射环境保护角度论证, 该项目的建设运行是可行的。

9.2 建议

(1) 项目在建造和运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表中提出的安全防护措施和相关管理要求。

(2) 公司应定期对探伤室联锁系统和安全设施进行检查、维护, 定期对 X 射线探伤机进行检查, 防止射线泄漏。

表 7 审批

主管单位环保机构预审意见

经办人签字

单位盖章
年 月 日

市、县（市）环保部门意见

经办人签字

单位盖章
年 月 日

省级环保部门审批意见

经办人签字

单位盖章
年 月 日