



编 号	RMTC-GF14-HP
	571035-P3

核技术应用项目环境影响报告表

(报批稿)

项目名称: X 射线探伤室建设项目 (新建)

建设单位: 东芝水电设备 (杭州) 有限公司

编制单位: 浙江国辐环保科技中心

编制日期: 2014 年 10 月

目 录

1	项目概况.....	1
2	总论.....	2
3	射线装置.....	9
4	探伤原理和探伤过程	10
5	污染源分析	12
6	辐射环境影响评价	13
7	污染防治措施、辐射环境管理及监测计划	20
8	公告.....	23
9	从事辐射活动能力要求	24
10	结论与建议	25

1 项目概况

单位名称	东芝水电设备（杭州）有限公司		地址	桐庐县富春江镇 工人路 1 号	
法人代表	广田达也	电话	56987100	邮编	311500
联系人	武稳莲		联系电话	56987133	
项目名称	X 射线探伤室建设项目 （新建）		项目地点	桐庐县富春江镇工人路 1 号厂区内	
项目用途	无损检测		项目依据	桐发改备（2013）5-9 号 桐环批[2007]企 279 号	
总投资	2500 万美元				
核技术 项目投资	200 万元		核技术项目 环保投资	20 万元	
应 用 类 型	放射性同位素应用	密封源	射线装置	其它	
	/	/	II 类	/	
核技术应用的目的是任务： 东芝水电设备（杭州）有限公司拟新建探伤室 1 间，使用已有 2 台 X 射线探伤机（XXG-3005 和 SITE-XD3605）进行室内探伤，对各种水力发电设备进行探伤检测，从而保证产品的质量与生产的安全。					

2 总论

2.1 任务由来

东芝水电设备（杭州）有限公司（简称“东芝水电公司”）是一家致力于水力发电设备的研究、开发、设计、制造、安装和服务的中外合资企业，位于浙江省桐庐县富春江镇工人路 1 号。

公司委托有资质单位于 2010 年 4 月编制环境影响报告表，拟开展 X 射线探伤项目，项目内容为：（1）室内探伤作业：探伤室 1 间，位于结构部车间，使用 X 光机 XXG-3005 进行室内探伤；（2）现场探伤作业：使用 X 光机 XXG-3005 和 SITE-XD3605 进行固定车间现场探伤（结构部车间内）。该项目于 2010 年 9 月取得杭州市环境保护局批复意见（杭环辐评批[2010]0043 号），并于 2011 年 4 月取得浙江省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》（浙环辐证[A0118]）。

为满足企业生产需求，公司拟新建探伤室 1 间，拟建址位于厂区内结构部堆料场（现为空地）。经与建设单位核实，公司 5 年内新增辐射活动规模即本次评价规模为：新建 1 间 X 射线探伤室，不新增 X 射线探伤机，使用已有 2 台探伤机（XXG-3005 和 SITE-XD3605）进行室内探伤。

本项目实施后，新建探伤室投用，现有探伤室将报废。由于现场探伤作业内容（即使用 2 台探伤机在结构部车间进行现场探伤工作）已环评并取得杭州市环保局批复意见（杭环辐评批[2010]0043 号），取得辐射安全许可证，且现场探伤环境条件与环评文件所述一致，未发生变化，故本次评价不涉及现场探伤内容。

根据国家有关建设项目辐射环境管理规定，本项目应编制辐射环境影响报告表，并向有权限的环保部门重新申领《辐射安全许可证》。为保护环境，保障公众健康，东芝水电设备（杭州）有限公司于 2014 年 4 月 8 日正式委托浙江国辐环保科技中心对本项目进行辐射环境影响评价。

评价单位在现场踏勘的基础上，按照国家有关建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制完成本项目的环境影响报告表（报批稿）。

2.2 编制依据

（1）《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月；

- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003 年 9 月；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年；
- (5) 《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；
- (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，环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月；
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月；
- (8) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，省政府令第 288 号，2011 年 12 月；
- (9) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月。

2.3 项目有关文件

- (1) 《环评委托书》。
- (2) 《企业法人营业执照》。
- (3) 《关于东芝水电设备（杭州）有限公司 45MW 大型灯泡贯流式水轮发电机组技改项目的环境影响报告书的审批意见》，桐环批[2007]企 279 号，桐庐县环境保护局。
- (4) 《浙江桐庐经济开发区企业投资项目备案通知书》（基本建设），桐发改备（2013）5-9 号。
- (5) 东芝水电设备（杭州）有限公司厂房扩建项目规划红线图，桐庐县住房和城乡建设局。

2.4 引用导则

《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）。

2.5 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

4.3.3 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量

和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

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。

本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。

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。

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。

(2)《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)。

本标准规定了工业 X 射线探伤装置、探伤作业场所及放射工作人员与公众的放射卫生防护要求和监测方法。

本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置)的生产和使用。

4.1 X 射线专用探伤室探伤

4.1.1 探伤室的设置必须充分考虑周围的放射安全,探伤室应与操作室分开并避开有用线束照射的方向。

4.1.2 屏蔽设计应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,并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$,无迷路探伤室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,并在保证门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。

4.1.4 探伤室一般不设观察窗口，如需设置时，应避开有用线束的照射方向，并应具有与同侧墙相同的屏蔽防护性能。

5 放射防护监测与评价

5.4 X射线探伤室的监测和检查

5.4.1.4 结果评价

X射线探伤装置在额定工作条件下，探伤室周围辐射水平应符合4.1.2的要求。

5.4.2 探伤室的安全检查

对正在使用中的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置，以及出束信号指示灯等安全措施，当同时使用多台探伤装置时，每台装置均应联锁。

(3)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。

本标准规定了工业X射线探伤室屏蔽要求。

本标准适用于500kV以下工业X射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需要考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度(TVL)或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个TVL时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度(HVL)。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台X射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和

钢板等。

2.6 评价目的

(1) 对探伤室拟建址进行辐射环境背景水平监测，以掌握拟建地的辐射环境背景水平。

(2) 对现有的 2 台 X 射线探伤机在新建探伤室内作业进行辐射环境影响预测评价。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(4) 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，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

2.7 评价范围

本项目污染为能量流污染，根据能量流的传播与距离相关的特性，结合《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）的相关规定，确定以 X 射线探伤室周围 50m 作为评价范围。

2.8 环境保护目标

环境保护目标为 X 射线探伤室周围活动的辐射工作人员、以及公司内的其他非辐射工作人员和公众成员。50m 评价范围内无环境敏感点。

2.9 企业概况

东芝水电设备（杭州）有限公司是由日本国际东芝集团与中国水利水电建设集团公司共同投资成立的中外合资企业，主要致力于水力发电设备的研究、开发、设计、制造、安装和服务。

东芝水电公司现位于浙江省桐庐县富春江镇工人路 1 号，占地面积 18 万 m²，现有厂房面积 5 万多 m²，生产能力达到 60 万千瓦，各种水电站闸门、启闭机、水工金属结构设备产量 10000 吨。公司现拥有职工 900 多人，年工作 251 天。

2.10 地理位置

2.10.1 企业地理位置

东芝水电设备（杭州）有限公司现位于浙江省桐庐县富春江镇工人路 1 号，其东侧临富春江，南面紧邻浙江富春江水电设备有限公司，西侧紧邻钓台路，北侧为在建厂房。其地理位置示意图见图 2-1。



图 2-1 东芝水电设备（杭州）有限公司地理位置示意图

2.10.2 探伤室位置

探伤室拟建址位于厂内待建的结构部堆料场内（现为空地）。新建探伤室长 12.0m，宽 10.0m，东侧为厂内绿地，距东侧厂界围墙 25m，围墙外为富春江，南侧、西侧均为厂内空地，拟作料场，距南侧、西侧厂界围墙分别约为 370m 和 260m，北侧为厂内设备动力部车间，距北侧厂界围墙约 180m。

厂区总平面布置中的位置见图 2-2。



图 2-2 厂区平面布置图

3 射线装置

3.1 概况

本项目不新增探伤机，项目实施后，使用公司已有的 2 台探伤机（XXG-3005 和 SITE-XD3605）在新建探伤室内作业。

本项目 X 射线探伤机技术参数详见表 3-1。

表 3-1 射线装置技术参数表

序号	设备名称	数量 (台)	设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	作业地点	
						原有内容	本项目实施后
1	X 射线探伤机 (定向)	1	XXG-3005	300	5	已有探伤室室内和现场探伤	新建探伤室内和已有现场探伤
2	X 射线探伤机 (定向)	1	SITE-XD3605	360	5	已有现场探伤	
备注		本项目不新增 X 射线探伤机，现有 2 台射线装置属 II 类射线装置。					

3.2 探伤机的特点及作业方式

该公司现有的 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点，曝光时间最长为 5min，为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1:1 方式工作和休息，确保 X 线管充分冷却，防止过热。

4 探伤原理和探伤过程

4.1 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，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。

X 射线探伤机主要由 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融金属（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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 4-1。

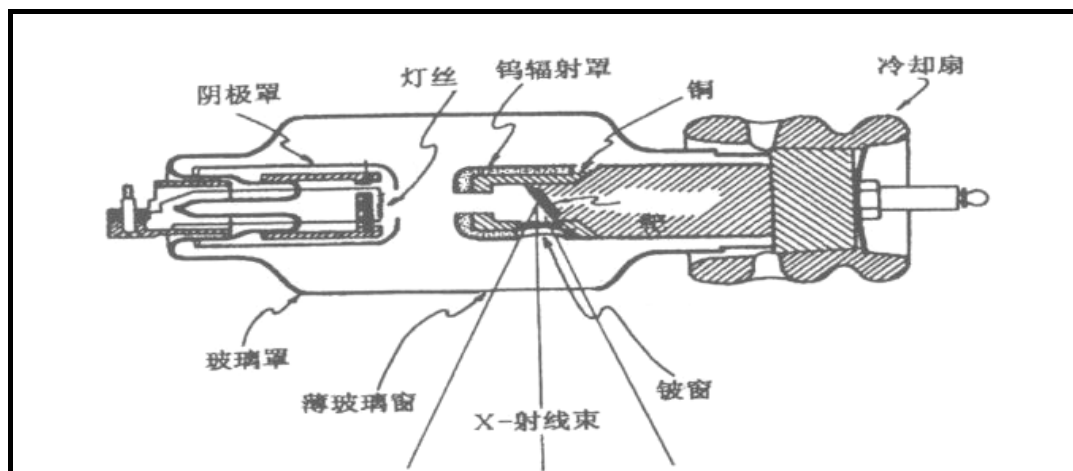


图 4-1 典型的 X 射线管结构图

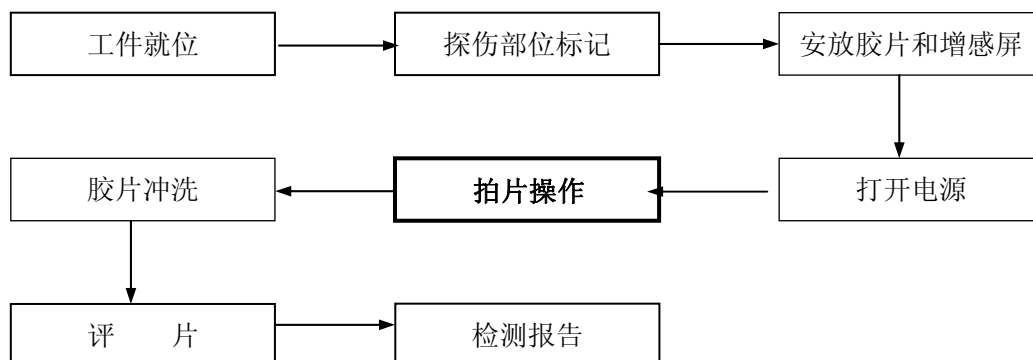
4.2 室内探伤过程

本项目实施后，公司现有 2 台射线装置均可在新建探伤室内使用。室内探伤过程如下：将需要进行射线探伤的工件放置于平板小车，送入曝光室，设置适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离曝光室，并将工件门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入曝光室，打开工件门将探伤工件

送出曝光室外，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。

探伤工件尺寸范围为：长度 300 mm×宽度 200 mm×厚度 10mm～长度 7800 mm×宽度 6900 mm×厚度 50mm。

4.3 探伤工艺流程图



5 污染源分析

5.1 污染因子

①X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。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。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

②臭氧和氮氧化物

该公司 X 射线探伤机产生的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此本项目 X 射线探伤机正常运行时会产生一定量的臭氧和氮氧化物。

③废显定影液及胶片

X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，并无放射性。探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

5.2 正常工况

X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，X 射线经透射、散射，对作业场所及周围环境产生辐射影响。

5.3 事故工况

本项目使用的射线装置属 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下情况：

1. X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，致使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。或在门-机联锁失效探伤期间，工作人员误入探伤室，使其受到额外的照射。
2. 室内探伤清场不完全，探伤室内误留人员，或使其受到辐射照射；现场探伤清场不完全，控制区、监督区内误留人员，或使其受到辐射照射；
3. 人为故意引起的辐射照射。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门机连锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全，并加强管理，使射线装置始终处于监控状态。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地环境保护部门报告，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。对于射线装置被盗事故还应向公安部门报告。

6 辐射环境影响评价

6.1 探伤室辐射防护参数

东芝水电设备（杭州）有限公司拟新建的探伤室拟建址位于厂区内结构部堆料场（现为空地），其面积为 120m²，其中长×宽：12.0m×10.0m，曝光室高 6.0m，全无窗设计。各侧墙体、防护门的设置、屏蔽情况见表 6-1，设计平面布置见图 6-1。本次项目探伤室屏蔽设计，公司是考虑了今后可能增加 γ 射线室内探伤作业，但本次评价为 5 年内新增规模，不涉及可能增加的 γ 射线室内探伤作业。

表 6-1 探伤室设计屏蔽情况一览表

项目	内容
各屏蔽墙	850mm 混凝土
顶棚	600mm 混凝土
工件门	门洞宽 7.5m×高 5.0m， 门宽 8.5m×高 5.5m，推移门，敷设 86mm 铅当量铅板
工作人员出入门	门洞宽 0.8m×高 2.0m， 门宽 1.4m×高 2.3m，推移门，敷设 20mm 铅当量铅板
迷道	宽 1.15m×长 3.75m，墙厚 850mm
排风装置	机械排风装置，U 型设置在西侧墙下，排风口设铅防护
电缆通道	U 型设置，设在东侧墙下靠操作室处

注：要求搭接长度为缝隙的 10 倍以上。

6.2 X 射线探伤室及其周围辐射环境背景监测

为了解东芝水电设备（杭州）有限公司新建 X 射线探伤室及其周围的辐射环境背景水平，评价单位于 2014 年 7 月 23 日对新建 X 射线探伤室及其周围进行了辐射环境背景水平监测。

6.2.1 质量保证措施

- （1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和合理性。
- （2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗。
- （3）监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- （4）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

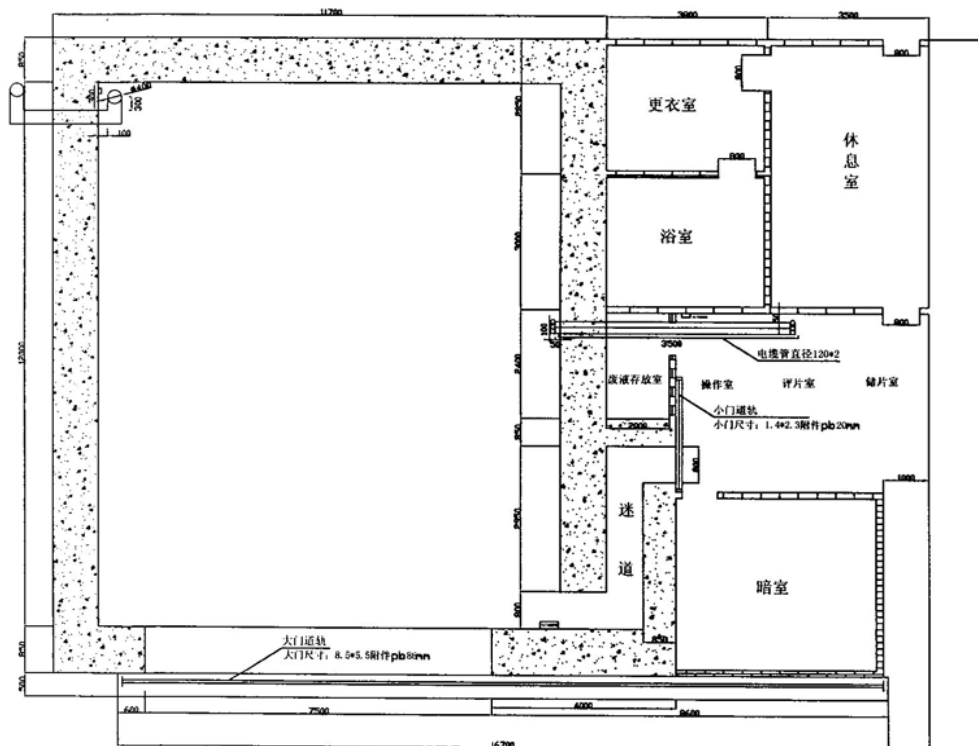


图 6-1 新建探伤室平面布置图

表 6-2 X-γ 射线剂量率监测仪器参数与规范

仪器名称	X-γ 剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E
生产厂家	德国 Thermo
能量响应	在 60keV~3MeV 范围内误差 $\leq\pm 15\%$
量 程	X-γ: 1nSv/h~100μSv/h
检定证书	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 (检定证书编号: 2013H20-20-002135) 有效期: 2013 年 10 月 24 日~2014 年 10 月 23 日
监测规范	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)

6.2.2 监测结果及评价

背景监测点位示意图见图 6-2，监测结果见表 6-3。

由表 6-3 的监测结果可知，X 射线探伤室拟建址各监测点位的 γ 辐射剂量率

在 94.9~118.2nGy/h 之间。根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查报告》，杭州地区原野 γ 辐射剂量率在 27~119nGy/h 之间，可见，该拟建址 γ 辐射背景水平未见异常。

表 6-3 探伤室拟建址及其周围辐射环境背景监测结果[※]

监测点位	监测点位描述	辐射剂量率（nGy/h）	
		平均值	标准差
△1	探伤室拟建址东侧	106.0	3.4
△2	探伤室拟建址南侧	94.9	2.3
△3	探伤室拟建址西侧	112.8	3.9
△4	探伤室拟建址北侧	118.2	2.5
△5	探伤室拟建址内	95.0	3.6

※监测结果未扣除宇宙射线的响应。

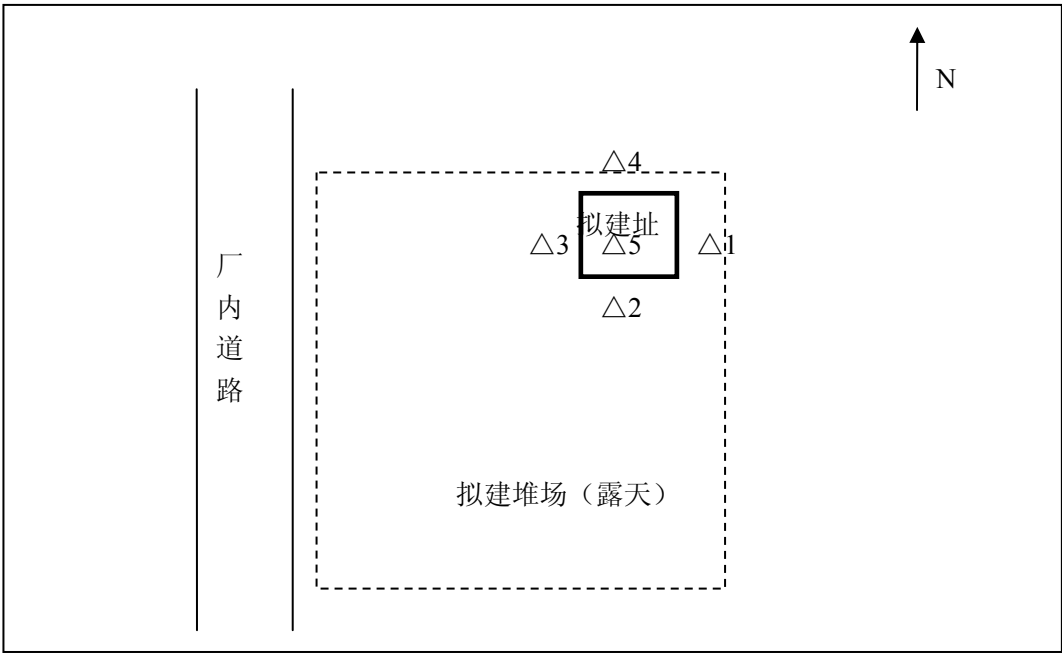


图 6-2 探伤室拟建址监测点位示意图

6.3 建设或安装期的辐射环境影响分析

由于 X 射线探伤机只有在开机过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。在 X 射线探伤室建设过程中 X 射线探伤机未通电运行，在安装过程中也不进行探伤操作，故建设期或安装期不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

6.4 运行期辐射环境影响评价

本项目通过理论计算的评价方法来预测运行期 X 射线室内探伤建成投入使用后的辐射环境影响。

6.4.1 计算公式及参数选取

本项目探伤室长×宽×高为 12m×10m×6m，取探伤机位于离各侧墙体 1/3 的位置，考虑墙体的厚度，墙外 30cm 到焦点的最小距离和各防护门、顶棚外 30cm 到焦点的最小距离计算过程见公式（1）～（4）。

$$\text{墙外 30cm 到焦点的最小距离 } d: 10 \times \frac{1}{3} + 0.85 + 0.3 = 4.48\text{m} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{工作人员门外 30cm 到焦点的最小距离 } d: 10 \times \frac{1}{3} + 0.85 \times 2 + 1.15 + 0.3 = 6.48\text{m} \dots (2)$$

$$\text{工件门外 30cm 到焦点的最小距离 } d: 12 \times \frac{1}{3} + 0.85 + 0.3 = 5.15\text{m} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{顶棚墙外 30cm 到焦点的最小距离 } d: 6.0 + 0.6 + 0.3 = 6.9\text{m} \dots\dots\dots (4)$$

6.4.2 屏蔽厚度估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），探伤室的典型屏蔽厚度表（见表 6-4、表 6-5），查表，使用内插法可计算得到本项目探伤室所需屏蔽厚度，具体见表 6-6。

表 6-4 有用线束屏蔽所需厚度

屏蔽物质	管电压 (kV)	距靶点不同距离处的有用线束屏蔽所需厚度 (mm)						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	4.3	4.0	3.8	3.5	3.2	3.1	2.8
	200	6.5	6.0	5.7	5.2	4.9	4.7	4.2
	250	12	11	10.6	9.6	9.0	8.4	7.5
	300	23	21	20	18	17	16	14
	400	39	37	34	32	30	28	25
混凝土	150	360	340	320	300	280	260	240
	200	450	420	400	370	350	330	300
	250	510	470	450	420	400	380	350
	300	570	540	510	480	450	430	400
	400	640	600	580	540	520	500	460

注：表中铅的密度为 11.5t/m³，混凝土的密度为 2.35t/m³。

表 6-5 散射辐射屏蔽所需厚度

屏蔽物质	管电压 (kV)	距靶点不同距离处的 90° 散射辐射屏蔽所需厚度 (mm)						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.5	2.1
	200	4.1	3.7	3.5	3.2	3.0	2.7	2.4
	250	5.6	5.1	4.8	4.3	3.9	3.6	3.2
	300	5.8	5.3	4.9	4.4	4.1	3.8	3.3
	400	12.0	11.0	10.3	9.3	8.6	8.0	7.0
混凝土	150	280	250	240	210	200	180	160
	200	300	270	260	230	210	200	180
	250	350	320	290	260	240	220	190
	300	360	330	300	270	250	240	200
	400	380	340	320	290	270	250	220
注：表中铅的密度为 11.5t/m ³ ，混凝土的密度为 2.35t/m ³ 。								

6.4.3 屏蔽设计符合性分析

由以上表 6-4、表 6-5，可比较本项目探伤室的屏蔽设计是否符合规范，比较结果见表 6-6。

表 6-6 探伤室屏蔽符合情况一览表

项目	设计屏蔽水平	标准计算值	是否符合
各侧防护墙	850mm 的混凝土	543mm 的混凝土	符合
工件出入门	86mm 铅当量的铅板	27.3mm 铅当量的铅板	符合
工作人员出入门	20mm 铅当量的铅板	7.2mm 铅当量的铅板	符合
顶棚	600mm 的混凝土	505mm 的混凝土	符合

由表 6-6 可知，该探伤室各屏蔽体的设计均符合标准要求。

6.4.4 受照剂量分析

(1) 职业照射

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 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E-r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (\text{mSv}) \dots\dots\dots (5)$$

其中：H_{Er}：X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

Dr: X 射线空气吸收剂量率, nGy/h, 根据标准取 2500nGy/h。

t: X 射线照射时间, h/a;

0.7: 剂量换算系数, Sv/Gy。

建设单位预计, 本项目年拍片量为 2000 张左右, 按每张片曝光时间按 5min 计, 则年开机时间 10000min, 即年开机工作约 167h。通过公式可计算本项目所致辐射工作人员的年最大附加有效剂量约为 0.3mSv/a, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中相应“剂量限值”的要求, 符合本次评价职业照射管理限值要求 (5mSv)。

(2) 公众照射

本项目设计屏蔽水平优于理论估算值, 考虑到探伤期间厂区内其他工作人员基本不靠近探伤室, 公众成员一般不会进入厂区, 故其他工作人员和公众人员亦不会受到额外的辐射照射, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中相应“剂量限值”的要求, 符合本次评价公众照射管理限值 (0.25mSv) 要求。

6.4.5 本项目辐射环境影响预测分析

综上所述, 本项目实施后, 该本项目辐射工作人员年附加有效剂量当量约为 0.3mSv, 其他工作人员和公众人员亦不会受到额外的辐射照射, 均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中的关于“剂量限值”的要求, 亦符合本次评价管理限值要求 (职业剂量限值 5mSv, 公众剂量限值 0.25mSv)。

6.5 设计合理性分析

本项目探伤室的设置充分考虑了周围的辐射安全, 在探伤室内设置了迷道, 采用全无窗设计, 工件门和人员出入口均设计了门—机联锁安全装置和开机工作警示灯。根据屏蔽能力分析可知, 其防护能满足相应标准的要求, 因此本项目探伤室设计是基本合理的; 同时, 探伤室设计屏蔽水平明显优于理论计算值, 这是为建设单位考虑以后可能使用 γ 源进行室内探伤而预留的, 具有前瞻性。

6.6 实践的正当性

东芝水电公司新建 1 间 X 射线探伤室, 目的是为了实现对工件的无损检测, 其探伤机运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于“剂量限值”的要求。因而, 只要按规范操作, 该公司使用探伤机是符合辐射防护“正当实践”原则。因此, 该项目使用探伤

机的目的是正当可行的。

6.7 选址合理性分析

本项目新建探伤室位于公司东侧厂内待建的结构部堆料场（现为空地），探伤室周围 50m 范围内无环境敏感点，其选址是合理可行的。

本项目评价范围内无环境保护目标，根据预测分析，本项目对厂内其他工作人员和公众不会造成额外的辐射照射，因此本项目选址是合理的。

7 污染防治措施、辐射环境管理及监测计划

7.1 污染防治措施

公司已具备以下污染防治措施：

- (1) 已为每位辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。
- (2) 已委托有资质的单位处理废显（定）影液。
- (3) 已建立探伤机使用台账和废液回收台账。
- (4) 已建立专门的探伤机存放房间。
- (5) 已配备辐射剂量率监测仪器。

探伤室建成后，必须具备以下污染防治措施：

(1) 探伤室工件门和人员出入门设计有安装门-机联锁安全装置和灯光警示装置，只有在门处于关闭状态时 X 射线装置才能出束。

(2) 防护门与屏蔽墙设计有搭接，搭接的长度将大于 10 倍的间隙，防止射线外泄。

(3) 探伤室周围均须设置电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”，探伤室各侧墙体外 1m 处划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理规章制度应张贴于工作现场处。

(4) 辐射工作场所设计有机械通风设施，工作期间应保证机械通风的正常运行，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度。

(5) 探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片应集中存放。

7.2 辐射环境管理要求

公司已于 2011 年 4 月 1 日根据相关法律、法规及文件的要求，在基本健全各项规章制度和管理机构的基础上，取得了由浙江省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》，浙环辐证[A0118]（有效期至 2016 年 3 月 31 日），其许可的种类和范围是：使用 II 类射线装置。工作场所为探伤室、现场探伤。本项目环评报批后，公司需及时向有权限的环保管理部门重新申领许可证。

7.2.1 管理机构

公司已经制定了《辐射安全管理机构及岗位职责》。

7.2.3 规章制度

公司已经制订了以下规章制度：

- (1) 《辐射安全防护管理工作制度》。
- (2) 《X 射线探伤机安全操作规程》。
- (3) 《辐射工作人员岗位职责》。
- (4) 《辐射防护和安全保卫制度》。
- (5) 《辐射防护年度评估制度》。
- (6) 《X 射线机自行检查及设备检修、维护制度》
- (7) 《X 射线装置使用登记制度》。

公司应进一步完善并落实上述规章制度，确保符合国家法律法规的要求和公司的实际情况。

7.3 事故应急

本项目使用的射线装置属Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，结合单位的实际情况，公司已经建立了完善的《辐射事故报告制度及应急处理方案》。

发生辐射事故时，事故单位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（切掉电源），并在 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。

7.4 安全培训及健康管理

(1) 公司共有 7 名从事辐射工作的人员，均参加过环保部门组织的辐射安全和防护知识培训，取得了上岗证。要求今后新增辐射工作人员均应参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，并取得培训合格证后方可上岗，所有辐射工作人员均按要求每四年参加一次复训。

(2) 公司已组织辐射工作人员进行职业健康身体检查，公司还应建立永久性个人健康档案，职业健康体检频率为每两年一次。

(3) 公司已经为辐射工作人员配备了个人剂量仪，应每 3 个月送到相关部门检测一次，并建立个人剂量档案，加强档案管理。

此外，辐射工作人员上岗前、离岗时均应安排其进行一次放射职业体检，并为

他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

7.5 监测方案

公司应配备一台便携式 X- γ 剂量率测量仪，并需定期（每年一次）请有资质的单位对探伤室四周辐射环境进行监测，建立监测技术档案。监测数据每年年底向市环保局和当地环保局上报备案。

（1） 监测频度：每年常规监测一次。

（2） 监测范围：探伤室屏蔽墙外、防护门及缝隙处、工作人员操作室及周围其他工作办公室等

（3） 监测项目：X- γ 辐射剂量率。

（4） 监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

8 公告

为使公司内部职工及周围公众了解本项目的建设情况及对环境的影响,建设单位就本项目的环境影响于2014年7月25日在公司公告栏内张贴了辐射环境影响评价告知书(见图8-1),内容主要包括工程概况、环境影响及初步评价结论;意见反馈方式主要为电话,时间为10个工作日。

公告期间没有收到任何反馈情况和异议。



图 8-1 本项目公告现状照片

9 从事辐射活动能力要求

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条之规定，该公司从事辐射活动应具备相应的条件。现对东芝水电设备（杭州）有限公司从事辐射活动能力评价如表 9-1。

表 9-1 从事辐射活动能力评价分析表

应具备条件	落实情况
（一）使用 I 类、II 类射线装置的工作单位，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或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立了安全防护管理机构，设置专人负责辐射防护工作。
（二）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。	7 名辐射工作人员已经取得了有资质的单位颁发的上岗证，还需复训。
（三）射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	新建探伤室将设置门-机联锁、工作警示灯、电离辐射标志、灯光警告标志。
（四）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。	已配备了个人剂量计等辐射防护用品。
（五）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定
（六）有完善的辐射事故应急措施。	已制定

以上分析可知，该公司从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求，具备从事辐射活动的技术能力。

10 结论与建议

10.1 实践的正当性

东芝水电设备（杭州）有限公司新建 1 间 X 射线探伤室，配备 2 台 X 射线探伤机，开展室内探伤，其目的是为了实现对工件的无损检测，提高产品的质量与生产安全，其获得的利益远大于辐射所造成的损害。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤机是符合辐射防护“正当实践”原则。因此，该项目使用探伤机的实践是正当可行的。

10.2 选址合理性分析

新建探伤室拟建址位于厂内待建的结构部堆料场内（现为空地）。拟建探伤室长 12.0m，宽 10.0m，东侧为厂内绿地，距东侧厂界围墙 25m，围墙外为富春江，南侧、西侧均为厂内空地，拟作料场，距南侧、西侧厂界围墙分别约为 370m 和 260m，北侧为厂内设备动力部车间，距北侧厂界围墙约 180m。探伤室拟建址周围 50m 范围无环境敏感点，其选址是合理可行的。

10.3 辐射防护屏蔽能力分析

探伤室防护墙为 850mm 混凝土，顶棚为 600mm 混凝土，工件门、工作人员出入口为 86mm 和 20mm 铅当量的铅板，其设计屏蔽能力能符合相应标准要求。

10.4 主要污染因子和辐射环境影响评价

本项目的主要污染因子为 X 射线，另外探伤过程中产生一定量的臭氧和氮氧化物，洗片过程中产生一定量的废显（定）影液及胶片。

根据分析结果，公司从事辐射操作的工作人员和公众成员所受到额外辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求以及本项目的剂量管理限值要求。

探伤产生的废显（定）影液及胶片应继续做到按要求集中存放，由有资质的单位回收处理。

10.5 辐射环境管理制度

公司已于 2011 年 4 月 1 日取得了由浙江省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》，浙环辐证[A0118]（有效期至 2016 年 3 月 31 日），其许可的种类和范围是：使用 II 类射线装置。工作场所为探伤室、现场探伤。本项目环评报批后，公司需及时向有权限的环保管理部门重新申领许可证。

公司现有的各项规章制度和管理机构已基本能满足《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》的相关要求，已基本具备从事相应辐射活动的条件。

10.6 安全培训及健康管理

公司现有的 7 名辐射工作人员均参加过环保部门组织的辐射安全和防护知识培训，取得了上岗证，要求今后新增辐射工作人员均应参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，并取得培训合格证后方可上岗，所有辐射工作人员均按要求每四年参加一次复训。

公司已为现有的辐射工作人员配备了个人剂量计，并建立了个人剂量档案。所有射工作人员均应佩戴个人剂量后进行辐射操作，并要求建立职业健康档案。

辐射工作人员上岗前、离岗时以及每两年应进行一次职业健康体检，并为他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

10.7 结论

东芝水电设备（杭州）有限公司新建 X 射线探伤室 1 间（不新增 X 射线装置），使用已有的 XXG-3005 和 SITE-XD3605 探伤机进行室内探伤作业，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，该公司将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其 X 射线探伤机在探伤室内运行时对周围环境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，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

建设项目环境保护审批登记表

填表单位（盖章）：

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项 目 名 称	X 射线探伤室建设项目				建 设 地 点		桐庐县富春江镇工人路 1 号厂区内									
	建设内容及规模	新建 1 间 X 射线探伤室，使用已有 2 台 X 射线探伤机进行室内探伤				建 设 性 质		■新 建 □改 扩 建 □技 术 改 造									
	行 业 类 别					环 境 影 向 评 价 管 理 类 别		□报 告 书 ■报 告 表 □登 记 表									
	总投资（万元）	200				环保投资（万元）						所占比例（%）					
建设单位	单 位 名 称	东芝水电设备（杭州）有限公司		联 系 电 话	0571-56987133		评价单位	单 位 名 称	浙江国辐环保科技中心				联 系 电 话	0571-28992136			
	通 讯 地 址	桐庐县富春江镇工人路 1 号		邮 政 编 码	311500			通 讯 地 址	杭州市文一路 306 号				邮 政 编 码	310012			
	法 人 代 表	广田达也		联 系 人	武稳莲			证 书 编 号	国环评证甲字第 2005 号				评 价 经 费	/			
区域环境现状	环 境 质 量 等 级	环境空气： 地表水： 地下水： 环境噪声： 海水： 土壤： 其它： 电离辐射															
	环 境 敏 感 特 征	□自然保护区 □风景名胜区 □饮用水水源保护区 □基本农田保护区 □水土流失重点防治区 □ 沙化地封禁保护区 □森林公园 □地质公园 □重要湿地 □基本草原 □文物保护单位 □珍稀动植物栖息地 □世界自然文化遗产 □重点流域 □重点湖泊 □两控区															
染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	排 放 量 及 主 要 污 染 物		现有工程（已建+在建）				本工程（拟建或调整变更）						总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				
			实际排放浓度（1）	允许排放浓度（2）	实际排放总量（3）	核定排放总量（4）	预测排放浓度（5）	允许排放浓度（6）	产生量（7）	自身削减量（8）	预测排放总量（9）	核定排放总量（10）	“以新带老”削减量（11）	区域平衡替代本工程削减量（12）	预测排放总量（13）	核定排放总量（14）	排放增减量（15）
	废 水		-----	-----			-----	-----									
	化学需氧量																
	氨 氮																
	石 油 类																
	废 气		-----	-----			-----	-----									
	二 氧 化 硫																
	烟 尘																
	工 业 粉 尘																
	氮 氧 化 物																
	工业固体废物																
	它 与 项 目 有 关 的 其 它 特 征 污 染 物		工 频 电 磁 场、无 线 电 干 扰		经理论计算分析，本工程 X 射线探伤机在探伤室内运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求。												

注： 1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少

2、（12）：指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量

3、（9）=（7）-（8），（15）=（9）-（11）-（12），（13）=（3）-（11）+（9）

4、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年； 水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米； 水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年