

长沙市博物馆核技术利用新建项目

环境影响报告表

(报批稿)

长沙市博物馆

2017年7月

环境保护部监制

长沙市博物馆核技术利用新建项目

环境影响报告表

建设单位名称：长沙市博物馆

建设单位法人代表（签名或盖章）：王立华

通讯地址：湖南省长沙市开福区滨河三角洲滨江文化园内

邮政编码： 联系人：张兴伟

电子邮箱： 联系电话：15111094747

目 录

表 1 项目基本概况	1
表 2 放射源	3
表 3 非密封放射性物质	3
表 4 射线装置	4
表 5 废弃物	5
表 6 评价依据	6
表 7 保护目标与评价标准	8
表 8 环境质量和辐射现状	11
表 9 项目工程分析与源项	14
表 10 辐射安全与防护	17
表 11 环境影响分析	22
表 12 辐射安全管理	28
表 13 结论与建议	33
表 14 审批	35

专家意见修改说明

序号	专家意见	修改说明
1	进一步核实法规文件和相关技术标准。	核对了法规文件和相关技术标准。
2	进一步细化通风管道的防护补偿、固定报警装置、门机联锁、照射状态指示装置等评价内容。	细化了通风管道的防护补偿、固定报警装置、门机联锁、照射状态指示装置等评价内容。
3	对建设单位提供的辐射防护管理制度和仪器测量记录进行评价，确保切实可行。	对建设单位提供的辐射防护管理制度和仪器测量记录进行评价，完善了相关制度和记录要求（见附件），确保切实可行。
4	与会代表提出的其他意见。	按照专家意见进行了修改

表 1 项目基本情况

建设项目名称		长沙市博物馆核技术利用新建项目				
建设单位		长沙市博物馆				
法人代表		王立华	联系人	张兴伟	联系电话	15111094747
注册地址		湖南省长沙市开福区滨河三角洲滨江文化园内				
项目建设地点		长沙市博物馆负一层				
立项审批部门		-		批准文号	-	
建设项目总投资 (万元)		171.8	项目环保投资 (万元)	27.7	环保投资 比例	16.1%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)	30
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			
	其他	-				

(一) 建设单位概况

长沙市博物馆位于长沙滨江文化园东侧新河三角洲，长沙三馆一厅建筑群中，于 2015 年投入使用。长沙市博物馆集文物收藏、保护研究、展示宣传、教育服务等功能于一体，其建筑层高 5 层，建筑面积为 2.4 万平方米，主要用于综合陈列、展示、收集、保管和研究有关自然、历史、文化、技术、科学等方面的实物及标本，收藏各类文物近 5 万件，其中商代青铜大铙、青铜编铙、错金银龙凤纹铜盒、蜻蜓眼琉璃珠、带鞘铜剑、曹僕玛瑙印被誉为稀世之珍。

(二) 项目由来

X 射线无损检测具有透视性强、反映真实、直观，结果清晰可见且不破坏物体结构的特点，是检测文物内部状况的非破坏性的有效手段，该技术在文物保护领域中主要用于铜器、铁器、陶瓷等文物的检测和分析中，采用 X 射线无损检测技术可以了解被检测文物的制作工艺、保存状况、腐蚀产物等方面的信息，为下一步的保护和修复工作提供科学依据。根据实际工作的需要，长沙市博物馆拟购置一套 SMART EVO 300D 型 X 射线

探伤机（定向机），利用 X 射线无损检测技术帮助开展文物保护和修复工作。X 射线探伤机拟放置在探伤室铅房内，探伤室位于博物馆负一层，现状为库房。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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）、《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）等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，长沙市博物馆核技术利用新建项目应进行辐射环境影响评价并编制辐射环境影响报告表。为此，长沙市博物馆委核工业二三〇研究所对该项目进行辐射环境影响评价（见附件 1）。接到委托后，我单位组织专业技术人员于对现场进行了调查、监测和资料收集工作，编制完成了《长沙市博物馆核技术利用新建项目环境影响报告表》。

（三）项目建设规模

1. 项目名称：长沙市博物馆核技术利用新建项目。
2. 建设单位：长沙市博物馆。
3. 建设地点：长沙市博物馆负一楼探伤室。
4. 建设内容：购置一台 SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机（定向机）对文物进行 X 射线无损检测。

（四）周边环境概况

本项目位于长沙市博物馆负一楼探伤室。长沙市博物馆位于长沙滨江文化园东侧新河三角洲，长沙三馆一厅建筑群中，其东侧 50m 为湘江北路；南侧 110m 为长沙图书馆、南侧 250m 为北辰中信银行大厦、260m 为长沙北辰洲际酒店；西侧 65m 为长沙音乐厅、265m 为湘江；北侧 70m 为浏阳河。

本项目位于长沙市博物馆负一楼探伤室。探伤室现状为库房，其东侧为库房，隔库房为地下停车场；南侧为走廊；西侧为库房，隔库房为规划馆展厅；北侧为杂物间，隔杂物间为地下停车场；上层为博物馆展厅。项目地理位置见附图 1，周边环境关系见附图 2，探伤室所在负一层平面布置见附图 3。

（五）长沙市博物馆核技术利用项目基本情况

根据现场调查，长沙市博物馆现有工程不涉及核技术利用项目。

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	贮存方式和地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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、教学等用途的各种类型加速器

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 射线探伤机	II 类	1	Smart Evo 300D	300	4.5	文物监测	博物馆负一层 探伤室铅房	定向 机

(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 (μ A)	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. <u>《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订, 2015 年 1 月 1 日施行);</u> 2. <u>《中华人民共和国环境影响评价法》(2016 年修订, 2016 年 9 月 1 日施行);</u> 3. <u>《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日施行);</u> 4. <u>《建设项目环境保护管理条例》, 国务院第 253 号令;</u> 5. <u>《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;</u> 6. <u>《建设项目环境影响评价分类管理名录》, 环保部令第 33 号;</u> 7. <u>《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;</u> 8. <u>《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;</u> 9. <u>《关于发布射线装置分类办法的公告》, 原国家环境保护总局公告 2006 年 第 26 号;</u> 10. <u>《放射工作人员健康管理暂行办法》, 卫生部令第 55 号;</u> 11. <u>《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;</u>
技术标准	1. 《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. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2002); 4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); 5. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015); 6. 《放射工作人员职业健康监护技术规范》(GBZ235-2011); 7. 《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2. 1-2007); 8. 《放射工作人员健康标准》(GBZ98-2002); 9. 《辐射环境监测技术规范》(HG/T61-2001); 10. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014) 11. 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003);

其他	1. 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； 2. 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《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）中的相关规定，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目属于 II 类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为探伤机所在铅房边界外 50m 范围。项目评价范围见图 7-1。



图 7-1 项目评价范围示意图

保护目标

本项目环境保护目标为：以探伤机所在探伤室的铅房实体边界周围 50m 评价范围内的人员。根据现场勘探，本项目位于长沙市博物馆负一楼探伤室。探伤室现状为库房，其东侧为库房，隔库房为地下停车场；南侧为走廊；西侧为库房，隔库房为规划馆展厅；北侧为杂物间，隔杂物间为地下停车场；上层为博物馆展厅。周边 50m 范围内没有居民点，因此，本项目环境保护目标为探伤机操作人员、辐射安全监管人员及博物馆工作人员以及日常游客。项目所在负一层平面布局见附图 3，项目环境保护目标详见下表：

表 7-1 环境保护目标一览表

序号	保护目标	人数
1	职业工作人员（探伤机操作人员）	2 人
2	长沙市博物馆负一楼其他工作人员（非职业工作人员）	约 20 人
3	游客（非职业工作人员）	-

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 and 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。

根据本核技术利用项目情况，本项目中从事探伤机操作的人员年有效剂量管理目标值为 2mSv。

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。

本项目中，放射工作场所周围非职业工作人员及其他人员接受的年有效剂量管理目标值为 0.1mSv。

(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 7-2 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

4.1.3 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 μ Sv/h。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足

a) 探伤室上方已建、拟建建筑或探伤室旁邻近建筑在自辐射源点到探伤室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 处的剂量率控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

本项目管电压为 50~300kV，根据本核技术利用项目情况，本项目 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率应 <5mGy/h，关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

（一）项目地理和场所位置

本项目位于长沙市博物馆负一楼探伤室。长沙市博物馆位于长沙滨江文化园东侧新河三角洲，长沙三馆一厅建筑群中，其东侧 50m 为湘江北路；南侧 110m 为长沙图书馆、南侧 250m 为北辰中信银行大厦、260m 为长沙北辰洲际酒店；西侧 65m 为长沙音乐厅、265m 为湘江；北侧 70m 为浏阳河。

本项目位于长沙市博物馆负一楼探伤室。探伤室现状为库房，其东侧为库房，隔库房为地下停车场；南侧为走廊；西侧为库房，隔库房为规划馆展厅；北侧为杂物间，隔杂物间为地下停车场；上层为博物馆展厅。

（二）辐射现状监测方案

为了解探伤室及其周围的辐射环境背景水平，根据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中有关布点原则，核工业二三〇研究所工作人员于 2017 年 4 月 24 日项目场址进行了环境 γ 辐射本底测量（见附件 3）。

监测因子：X- γ 空气吸收剂量率

监测点位：共设置 7 个监测点位，分别为：1#探伤室内、2#探伤室东侧库房、3#探伤室西侧库房、4#探伤室南侧走廊、5#探伤室北侧杂物间、6#探伤室北侧停车场、7#探伤室楼上展厅。监测点位布置见图 8-1。

监测日期：2017 年 4 月 24 日。

监测仪器：JB-4000 型 X- γ 辐射剂量率仪。

监测方法：采取 γ 外照射测量探头（探测器灵敏体积中心）距地面 1m 高度，每个测点读取 3 个数据求平均值。

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可比性。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有合格证书上岗。③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。④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

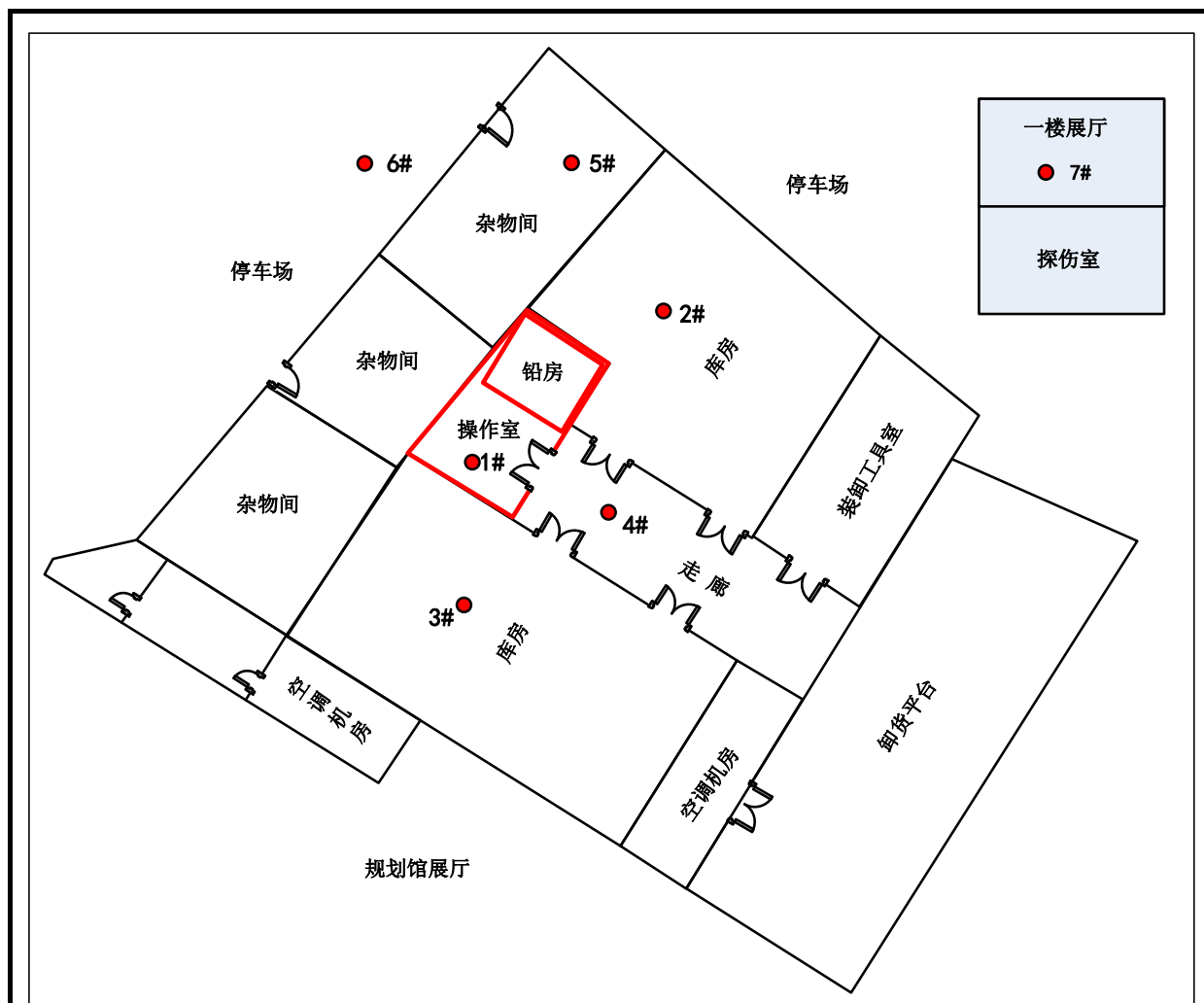


图 8-1 项目辐射环境背景监测布点示意图

(三) 辐射现状监测结果

项目所在场址辐射环境背景监测结果见表 8-1。

表 8-1 项目所在场址本底监测结果一览表

序号	监测点位	监测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	1#探伤室内	0.12
2	2#探伤室东侧库房	0.11
3	3#探伤室西侧库房	0.11
4	4#探伤室南侧走廊	0.09
5	5#探伤室北侧杂物间	0.10
6	6#探伤室北侧停车场	0.08
7	7#探伤室楼上展厅	0.06

根据《辐射防护》(第 11 卷, 第二期, 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究, 湖南省环境监测中心站, 1991 年 3 年) 中辐射环境结果可知, 长沙市 X- γ 辐射空气吸收

剂量率数据见表 8-2。

表 8-2 长沙市 γ 辐射空气吸收剂量率 （单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
γ 辐射平均值	70.2 ± 16.1	65.9 ± 18.3	106.2 ± 20.7
范围	32.9~117.3	34.6~103.6	60.4~154.1

根据表 8-1 中的测量结果，并对比表 8-2 可知，项目所在场址的 X- γ 空气吸收剂量率为 0.06~0.12 $\mu\text{Gy/h}$ ，处于长沙市天然本底辐射范围内，无异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

(一) 设备基本概况

长沙市博物馆根据实际工作的需要，拟将负一楼现有库房建设成为探伤室（由操作室和铅房组成），并购置一台 SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机（定向机）对文物进行 X 射线无损检测，X 射线无损检测仅在铅房内进行。SMART EVO 300D 型 X 射线探伤设备基本参数见下表。

表 9-1 SMART EVO 300D X 射线探伤机基本参数一览表

序号	参数	指标值
1	重量	□9kg
2	高度	774mm
3	焦点大小（EN12543 标准）	3.0mm
4	kV 调整范围	50-300kV
5	mA 调整范围	0.5-4.5mA
6	最大 X 射线功率	900W
7	辐射角	40°×60°
8	辐射泄露值	最大 5.0mSv/h
9	环境防护等级	IP65
1□	工作温度范围	-20℃ 至+50℃
11	连续曝光时间（35℃、300kV、3.0mA 时）	至少 1 小时
X 探伤机实物图		

整个探伤系统包括微处理控制器，金属陶瓷 X 射线管，通讯电缆，电源电缆，备品

备件及附件等，探伤成像采用数字成像板扫描仪 HD-CR35（包括主机、主机保护套、IP 成像板、IP 成像板保护套及设备软件），不产生废显（定）影液等。

（二）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。

X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，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，靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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，高速电子到达靶面时被靶突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线机在接通电源时可以产生 X 射线，切断电源，X 射线即消失，X 射线发生器产生的 X 射线主要集中在其前冲方向，其他方向均为漏射线，辐射水平相对较低。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

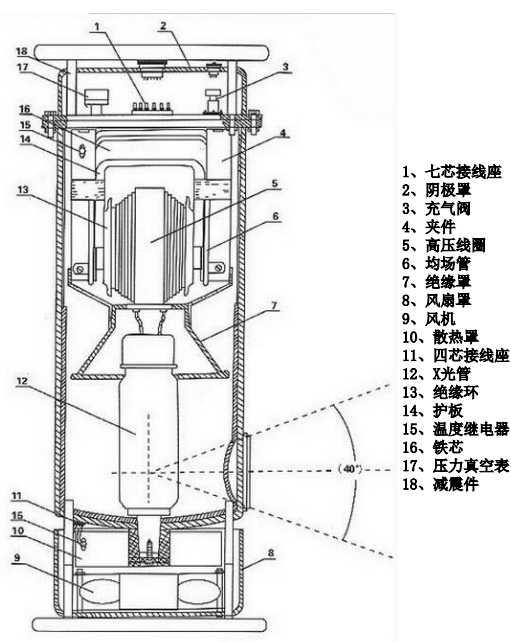


图 9-1 X 射线管结构示意图

（三）检测流程

本项目采用射线成像技术，辐射工作人员在控制台进行远距离操作 X 射线探伤机，对拟检测的文物进行 X 射线无损检测，其工作流程如下：

- （1）待检文物送入铅房；
- （2）调整 X 射线发生器支架到合适位置，调整探伤机照射方向；
- （3）人员撤离铅房，关闭铅门；
- （4）再次检查铅房内外无异常情况开启 X 射线机进行无损检测；
- （5）达到预定的曝光量后关闭 X 射线探伤机；

（6）通过数据线和电源线，连接上笔记本电脑工作站，将 IP 板信息通过扫描读取进入电脑工作站，对检测得到的图片、数据等信息进行进一步研究分析，得到文物保护修复的信息。

- （7）检测结束后，辐射工作人员将检测文物送回原处保存。

污染源项描述

（一）放射性污染

由 X 射线机工作原理可知，X 射线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，对铅房外工作人员和周围公众产生一定外照射。本项目通过铅房对直射 X 射线和漏射、散射 X 射线进行屏蔽，铅房外的 X 射线来源主要有：

- （1）X 射线探伤机无损检测工作过程中发射出的有用 X 射线。
- （2）有用 X 射线束照射到被检测物件或其它物体上产生的散射 X 射线。
- （3）X 射线探伤机 X 射线管头的泄漏 X 射线。

X 射线属于能量流污染，本项目在开机曝光期间，X 射线为主要污染因子。

（二）其他污染

X 射线机在工作状态时，会使铅房内空气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防护门排出铅房外。正常工况下，探伤室通过机械通风，室内有害气体的量可以被降低到最低，几乎对人体不会造成危害。

本项目中，不产生废显（定）影液。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

（一）工作场所布局

本项目拟购置一台 SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机（定向机），拟将探伤机放置在博物馆负一楼探伤室内，探伤室包括操作室和铅房。其中铅房位于探伤室东侧区域，其外径规格为 3390mm（长）×3292mm（宽）×2220mm（高），内径规格为 3100mm（长）×3000mm（宽）×2000mm（高），铅房采用片装式设计，制作方式为厂内板片制作，现场组装。铅房底部结合混凝土底面进行防护，其余面为钢结构+铅板。操作室位于铅房西侧，与铅房之间隔有铅门。项目探伤室布局见下图：

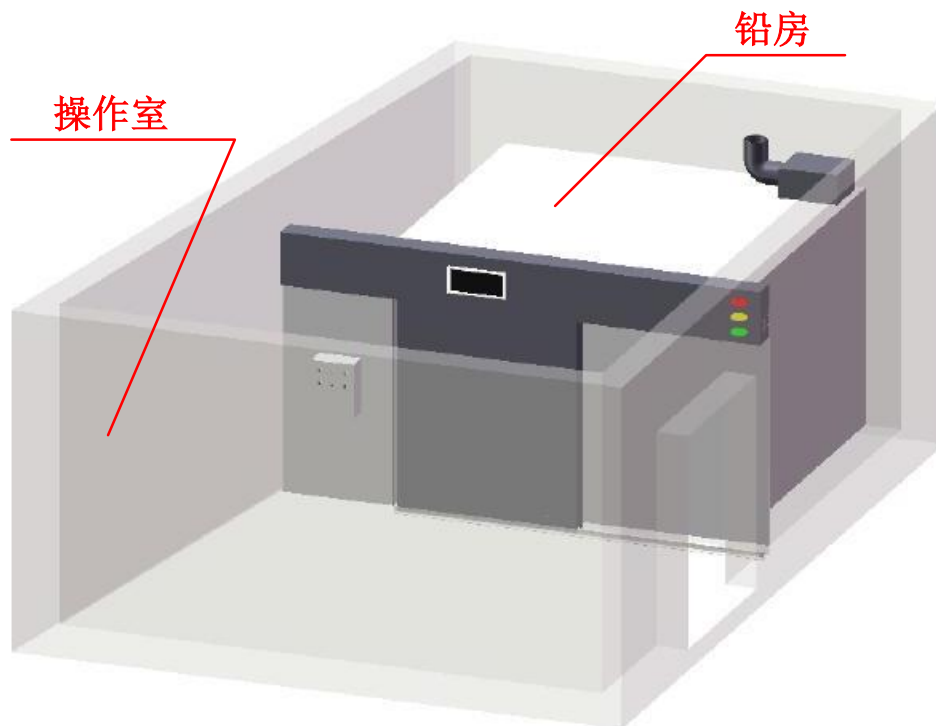


图 10-1 探伤室布局示意图

（二）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）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定，将 X 探伤机工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。该场所的分区如下：

（1）控制区：铅房为控制区，并在铅房周围设置电离辐射警告标志及中文警示说

明。该区需要最优化的辐射屏蔽和冗余的安全联锁系统，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

(2) 监督区：操作室为监督区，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

(三) 辐射屏蔽设计

本项目中，探伤室位于博物馆负一层，现状为库房。探伤室所在房间其墙体均为 25cm 混凝土结构，楼板为 15cm 混凝土结构。

探伤机放置在探伤室铅房内，拟建铅房由专业防护公司设计建筑，铅房主体外观颜色定为白、灰色（铝塑板颜色），铅房墙体型钢骨架在厂内制作完成，发货到使用现场进行拼装和铺设铅板的组合式结构。铅房设计尺寸为外径规格 3390mm（长）×3292mm（宽）×2220mm（高），内径规格 3100mm（长）×3000mm（宽）×2000mm（高）。门洞尺寸为宽 1500mm×高 1900mm，门体尺寸为宽 1680mm×高 2150mm；门体采用蜗轮蜗杆减速机-齿条式传动方式。

铅房顶部为 22mm 铅+钢结构；铅房东、南、北三侧立面为 22mm 铅+钢结构；西侧即操作室面及防护门为 24mm 铅+钢结构；铅房底部为混凝土底面，底部根据设计立面板铅层嵌入±0.00 以下 50mm。立面骨架为 12#槽钢焊接体，顶部骨架为 14#槽钢焊接体，铅房内外封板为 3mm 钢板。

铅房顶部设有Φ200mm 的排风口，拟安装 1 台轴流风机，通风次数不小于 3 次/h，排风口外部安装同等厚度的钢铅结构的防护罩（见附图 4），外部风管接至室外。电缆穿线管采用 U 型预埋管道，铅房外部安装铅罩。

则探伤室设计辐射屏蔽效果情况见表 10-1。

表 10-1 探伤室屏蔽设计一览表

防护体	屏蔽材料
探伤室四周墙体	250mm 混凝土
探伤室顶部	150mm 混凝土
铅房顶部	22mm 铅
铅房东、南、北立面	22mm 铅
操作室面及防护门	24mm 铅

探伤室实体屏蔽设计见附图 4-1、附图 4-2、附图 4-3。

(四) 辐射安全和防护措施分析

为了防止污染事故的发生，项目建设单位应加强管理，为工作人员配备必备的防护器具；应建立污染防治管理制度，对人员进行上岗和辐射安全培训等；应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的安全与防护要求，结合本单位实际工作情况加强各方面的防护措施，以避免放射事故的发生。本项目的辐射安全和防护措施有：

(1) 长沙市博物馆制定了一系列辐射安全相关规章与制度，包括辐射安全管理体系和岗位职责、操作规程、辐射安全培训管理制度、设备检修维护管理制度、台账管理制度、辐射监测计划、辐射事故应急预案等(见附件4)。长沙市博物馆已落实了辐射安全管理机构——辐射防护和安全管理领导小组，并明确了辐射安全责任人。

(2) 拟选派人员参加2017年湖南省环保厅举办的辐射工作人员培训班，在本项目投产前做到持证上岗。

(3) 铅房防护门配备门机连锁装置。当门体未关闭时探伤机无法送高压(即无射线释放)，当门体被意外打开时，自动断开探伤机高压(即切断射线释放)，关上门不能自动开始X射线照射；铅房内部及操作台配备紧急停止系统，若有人员滞留在铅房内部，按下安装于铅房立面的急停按钮，系统即切断探伤机高压；门体打开供人员逃生。

(4) 铅房外部配备1套语音报警器、警示灯及2个当心电离辐射警示标志。

(5) 辐射工作场所包括控制区和监督区，在控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标志及中文说明；铅房防护门上方安装工作状态警示灯，设备正常工作时，警示灯亮，告诫无关人员远离探伤室。

(6) 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

(7) 铅房内安装监控系统、通风系统；探伤间配置灭火器材。

(8) X射线探伤机必须指定专人操作使用其系统，其他人员不得擅自操作。

根据《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)，本项目辐射安全和防护措施还应满足以下要求：

(1) 控制台

应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射

时间选取及设定值显示装置；应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口,当进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压;已接通的 X 射线管管电压在探伤室门开启时能立即切断。

应设有钥匙开关,只有在打开控制台钥匙开关后,X 射线管才能出束;钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。应设置紧急停机开关。应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(2) 日常检查

每次工作开始前应进行检查的项目包括:探伤机外观是否存在可见的损坏;电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损;安全联锁是否正常工作;报警设备和警示灯是否正常运行;螺栓等连接件是否连接良好。

(3) 定期检查

定期检查的项目应包括:电气安全,包括接地和电缆绝缘检查;制冷系统过滤器的清洁或更换;所有的联锁和紧急停机开关的检查;机房内安装的固定辐射检测仪的检查;制造商推荐的其他常规检测项目。

(4) 设备维护

长沙市博物馆应对探伤机的设备维护负责,每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏,需更换零部件时,应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

(4) 警示要求

探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

(5) 其他防护安全要求

交接班或当班使用剂量仪前,应检查剂量仪是否正常工作。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探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。

三废的治理

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生,工作过程中空气电离产生的少量臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)通过通风系统和铅防护门排出铅房外,少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目中铅房为一体式结构，铅房墙体型钢骨架在铅房设计单位厂内制作完成，发货到现场进行拼装和铺设铅板，无土木工程。探伤机安装由设备厂家专业安装人员完成，设备安装过程中严格限制无关人员停留，以上活动均为室内施工/安装活动，对公众和周围环境的影响极小，此处不做详细评价。

运行阶段对环境的影响

（一）评价原则

（1）基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括：正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率的导致重大照射的潜在照射情况。

（2）剂量管理目标值：放射工作人员 2mSv/a，公众 0.1mSv/a；

（3）探伤机所在铅房四周墙外、铅房顶和防护门外 30cm 处剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

（二）关注点

由于铅房放置后，铅房的东、南、北侧防护墙几乎与探伤室现有墙壁相连在一起，因此，东、南、北侧关注点设置在探伤室东墙、南墙、北墙外 30cm 处；西侧设置在铅房防护门外表面 30cm 处；顶部关注点设置在探伤室顶板外 30cm 处。则各关注点处的屏蔽材料及厚度情况见表 11-1：

表 11-1 关注点屏蔽参数一览表

序号	关注点	屏蔽材料及厚度
1	探伤室东墙外 30cm 处	250mm 混凝土+22mm 铅
2	探伤室南墙外 30cm 处	250mm 混凝土+22mm 铅
3	铅房防护门外 30cm 处	24mm 铅
4	探伤室北墙外 30cm 处	250mm 混凝土+22mm 铅
5	探伤室顶板外 30cm 处	150mm 混凝土+22mm 铅

（三）X 探伤机使用过程中对周围环境的辐射影响分析

本项目中，射线装置主射束朝向地面，地下为土层，本评价主要考虑射线装置在运

行过程中产生的漏射线和散射线对周围环境的辐射影响。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) 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:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中;

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1mX 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

B —— 屏蔽透射因子;

R_0 —— 辐射源 (靶点) 至关注点的距离, m;

(2) 散射线

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 按式 11-2 计算散射辐射在关注点的剂量率:

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

式中;

$\dot{H}_s$ —— 散射线所致关注点的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

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, $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$

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 ;

(3) 计算参数

泄漏辐射剂量率计算参数见表 11-2, 散射辐射剂量率计算参数见表 11-3:

表 11-2 泄漏辐射剂量率相关参数一览表

关注点	辐射源点至关注点距离 (m)	屏蔽透射因子	靶点 1m 处泄漏辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
探伤室东墙外 30cm 处	1.5	4.37×10^{-7}	$< 5.0 \times 10^3$
探伤室南墙外 30cm 处	2.2	4.37×10^{-7}	$< 5.0 \times 10^3$
铅房防护门外 30cm 处	2.0	6.16×10^{-5}	$< 5.0 \times 10^3$
探伤室北墙外 30cm 处	2.8	4.37×10^{-7}	$< 5.0 \times 10^3$
探伤室顶板外 30cm 处	2.0	4.36×10^{-6}	$< 5.0 \times 10^3$

表 11-3 散射辐射剂量率相关参数一览表

关注点	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$)	B	R_s (m)	F (m^2)	α	R_0 (m)
探伤室东墙外 30cm 处	4.5	1.25E+6	2.39E-19	1.5	0.74	1.9E-3	1.0
探伤室南墙外 30cm 处	4.5	1.25E+6	2.39E-19	2.2	0.74	1.9E-3	1.0
铅房防护门外 30cm 处	4.5	1.25E+6	7.20E-18	2.8	0.74	1.9E-3	1.0
探伤室北墙外 30cm 处	4.5	1.25E+6	2.39E-19	2.2	0.74	1.9E-3	1.0
探伤室顶板外 30cm 处	4.5	1.25E+6	3.48E-18	3.0	0.74	1.9E-3	1.0

(4) 计算结果

根据上述的公式及参数计算可知，在采取屏蔽措施前后各关注点剂量率见下表：

表 11-4 各关注点剂量率（附加值）估算结果一览表

关注点	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
探伤室东墙外 30cm 处	9.71E-04	8.43E-16	9.71E-04
探伤室南墙外 30cm 处	4.51E-04	3.92E-16	4.51E-04
铅房防护门外 30cm 处	3.93E-02	7.28E-15	3.93E-02
探伤室北墙外 30cm 处	4.51E-04	3.92E-16	4.51E-04
探伤室顶板外 30cm 处	5.46E-03	3.07E-15	5.46E-03

由表 11-4 估算结果可知，当 X 射线探伤机在最高管电压下满功率（即管电压 300kV，管电流 4.5mA，射线功率 900W）运行时，在叠加了漏射线和散射线的影响后，各关注点辐射水平值为 $4.51 \times 10^{-4} \sim 3.93 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”

的要求。因此探伤间屏蔽设计满足该设备运行时所需要的防护要求。

(四) 工作人员和公众剂量估算及评价

(1) 辐射工作人员年有效剂量估算

本项目建成运行后博物馆拟设 2 名专职操作人员,工作人员操作位置位于铅房北西侧(即铅房防护门外),主要受漏射线和散射线辐射影响。

X 射线探伤机每天出束时间约为 2 小时,年工作天数为 150 天,工作人员年受照时间 300h,则根据表 11-4 可知,工作人员在操作区所受辐射剂量最多不超过 $11.8 \mu\text{Sv/a}$,低于本评价设定的职业人员受照剂量约束值 2mSv/a 。

(2) 公众受照剂量估算

X 射线探伤机铅房东侧为博物馆库房,南侧为走廊,西侧为探伤机操作室,隔操作室为库房,北侧为杂物间,上层为博物馆展厅,则公众的年受照剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 X 射线探伤机周围公众年受照剂量估算

序号	位置	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	出束时间 (h/a)	年受照剂量 ($\mu\text{Sv/a}$)
1	铅房东侧库房	$9.71\text{E-}04$	1/2	300	0.15
2	铅房南侧走廊	$4.51\text{E-}04$	1/4	300	0.03
3	铅房北侧杂物间	$4.51\text{E-}04$	1/4	300	0.03
4	铅房上层博物馆展厅	$5.46\text{E-}03$	1/8	300	0.20

注:铅房北侧为操作室,按职业人员考虑

由表 11-5 可知公众人员附加受照剂量约为最大值为 $0.20 \mu\text{Sv/a}$,远低于本次评价设定的公众受照剂量约束值 0.1mSv/a 。

(五) 探伤室屏蔽设计合理性分析

本项目射线装置主射束朝向地面,地下为土层,因此本评价在分析辐射环境影响时主要考虑射线装置在运行过程中产生的漏射线和散射线对周围环境的辐射影响。但从保守考虑,本评价按有用线束对铅房各侧屏蔽设计合理性进行分析,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。

在给定屏蔽物质厚度 X 时,按式 11-3 计算有用线束在关注点的剂量率:

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

式中:

H_s —— 关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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， $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$

B —— 屏蔽透射因子；

R —— 辐射源（靶点）至关注点的距离，m；

有用线束剂量率计算参数见表 11-6，计算结果见表 11-7。

表 11-6 有用线束剂量率相关参数一览表

关注点	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$)	B	R (m)
探伤室东墙外 30cm 处	4.5	1.25E+6	1.20E-08	1.5
探伤室南墙外 30cm 处	4.5	1.25E+6	1.20E-08	2.2
铅房防护门外 30cm 处	4.5	1.25E+6	2.00E-06	2.8
探伤室北墙外 30cm 处	4.5	1.25E+6	1.20E-08	2.2
探伤室顶板外 30cm 处	4.5	1.25E+6	1.20E-07	2.0

表 11-7 各关注点有用线束剂量率估算结果一览表

关注点	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
探伤室东墙外 30cm 处	0.030
探伤室南墙外 30cm 处	0.014
铅房防护门外 30cm 处	1.435
探伤室北墙外 30cm 处	0.014
探伤室顶板外 30cm 处	0.169

由表 11-7 可知，当 X 射线探伤机在最高管电压下满功率（即管电压 300kV，管电流 4.5mA，射线功率 900W）运行时，不论有用线束照射影响铅房哪一侧，各侧关注点辐射水平均能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。因此，项目探伤室屏蔽设计是合理的。

（六）X 射线探伤机营运期臭氧环境影响分析

铅房拟采用机械排风方式通风，拟在铅房顶部安装吸风机及吸风罩；外部风管接至室外。其排风量不低于 $4\text{m}^3/\text{min}$ 。铅房容积为 18.6m^3 ，能保证探伤机房每小时换气次数不少于 3 次的要求。环评建议排风机与设备设置启动联锁，运行方式为：探伤机跟抽风机同时启动，探伤机停止探伤后，抽风机延时 3 分钟以上关机。由于探伤机工作时臭氧

和氮氧化物等有害气体的产额极小，在机械通风情况下，人员受到的影响可以忽略不计。

事故影响分析

（一）可能发生的辐射事故

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目运行过程中 X 射线探伤机只有在开机时才产生 X 射线，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。本项目可能发生的辐射事故主要有：

（1）因铅房门-机联锁装置失灵导致在防护门未能完全关闭的状态下 X 射线探伤机能够开机检测，X 射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）检测过程中，因铅房门-机联锁安全装置失灵导致在防护门意外打开的状态下 X 射线探伤机未及时停机，其他人员误入铅房内造成误照射。

（二）事故预防措施

（1）从事检测作业的辐射工作人员须经过环保部门认可的培训机构组织的辐射安全培训，具备上岗资格，业务熟练。

（2）在设备操作过程中，设备发生任何故障都要停机，并及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（3）制定严格的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护保养、定期检查，保证系统始终处于正常状态。

（4）定期检查设备门机联锁等安全联锁装置，确保处于正常状态。

（5）进行现场检测作业时，辐射工作人员应佩戴个人剂量报警仪。

（6）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

目前，长沙市博物馆成立了辐射防护和安全管理领导小组，小组包括组长 1 名，副组长 1 名，组员 3 名，负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，辐射防护和安全管理领导小组具体组成见下表：

表 12-1 辐射防护和安全管理领导小组成员一览表

序号	管理人员	姓 名	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	组长	王立华	馆长	馆办	兼职
2	副组长	刘瑜	副馆长	馆办	兼职
3	成员	张兴伟	副主任	馆办	专职
		阳帆	馆员	馆办	专职
		周珺	助理馆员	馆办	专职

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”。从长沙市博物馆目前配置的辐射领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，目前长沙市博物馆的管理人员也能满足配置要求。

长沙市博物馆设置的辐射安全与环境保护管理机构职责包括：对长沙市博物馆放射工作的监督与检查；相关制度的制定、修改与完善；组织辐射工作人员的学习培训；辐射防护知识的宣传教育；辐射事故应急演练；辐射人员的健康体检。

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：“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”。长沙市博物馆辐射安全管理机构成员和辐射工作人员目前尚未参加辐射安全与防护培训，也并未取得培训合格证，长沙市博物馆已制定相关培训计划，并承诺将选派辐射工作人员参加湖南省环保厅 2017 年举办的辐射安全与防护培训（见附件 6），确保项目投入时相关人员做到持证上岗。

辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。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，长沙市博物馆制定了《长沙市博物馆辐射安全管理办法》（见附件4），该管理办法包括有辐射安全管理体系和岗位职责、操作规程、辐射安全培训管理制度、设备检修维护管理制度、台账管理制度、辐射监测计划、辐射事故应急预案等。为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，长沙市博物馆须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

（1）根据博物馆的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对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、维修人员的岗位职责，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有电离辐射警示标识，铅房屏蔽门上方还必须要有工作指示灯，同时警告标识的张贴必须规范。

（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，长沙市博物馆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，长沙市博物馆应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年向发证机关提交上一年度的评估报告。

（6）长沙市博物馆应在今后工作中，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。应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

为了及时掌握探伤室周围的辐射水平,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)、《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)的要求,应建立必要的监测计划,包括设备运行期及个人剂量监测计划,要建立监测资料档案。

(1) 工作场所和周围环境监测

监测项目: X- γ 空气吸收剂量率

监测频次: 每年进行一次辐射水平监测,委托有资质的单位进行,并保存监测记录;

监测点位: 探伤室墙外 30cm 处和门缝四周、操作区,探伤室所在建筑四周。

(2) 个人监测

本项目拟配备 2 名辐射工作人员,博物馆应按照《放射工作人员职业健康管理辦法》(卫生部令第 55 号)规定,尽快联系有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测,并定期组织职业健康体检,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。

外照射个人剂量监测周期一般为 30 天,最长不应超过 90 天。博物馆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,优化实践行为,同时应建立并终生保存个人剂量监测档案,以备辐射工作人员查看和管理部门检查。

辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查,符合放射工作人员健康标准的,方可参加相应的放射工作;项目运行后博物馆还应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查,两次检查的时间间隔不应超过 2 年,必要时可增加临时性检查。

辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制,及时处置突发辐射事故,提高应急处置能力,最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失,长沙市博物馆已制定了《辐射事故应急预案》:

(1) 长沙市博物馆根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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)等法规的有关规定,开展辐射事故预防与应急处置。

(2)长沙市博物馆对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任,必须遵照国家和地方政府有关规定,依据所操作或使用的放射源的类别、活度以及潜在事故的特性和可能后果,考虑制定辐射事故应急计划或应急程序,并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

(3)发生辐射事故时,长沙市博物馆将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。

(4)长沙市博物馆将切实执行并落实辐射安全管理规章制度,加强实体保卫,切实有效地防止辐射事故(件)的发生。主要履行以下职责:

- ① 全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理;
- ② 负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案;
- ③ 加强辐射应急队伍建设,购置必要的辐射应急装备器材;
- ④ 负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测;
- ⑤ 负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告;
- ⑥ 对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治;
- ⑦ 负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作,并承担相应的处置经费;
- ⑧ 积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作;
- ⑨ 负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训,在环境保护行政主管部门的指导下或自行组织演练。

(5) 各类事故报警和联系方式

内部电话: 15111094747

湖南省环保厅: 12369, 0731-85698110

长沙市环保局: 0731-88667850

长沙市公安局: 110

环境保护竣工验收

长沙市博物馆核技术利用新建项目竣工后，在试运行三个月内向环境保护主管部门申请环保竣工验收，环保竣工验收项目见表 12-2。

表 12-2 环境保护竣工验收一览表

序号	项目内容	要求	投资额
1	一体式铅房	铅房顶部、东、南、北三侧立面铅板厚度 22mm；操作室面及防护门铅板厚度 24mm；立面板铅层嵌入±0.00 以下 50mm。项目投入使用后，从事探伤机操作的人员年有效剂量管理目标值为 2mSv/a，放射工作场所周围非职业工作人员及其他人员接受的年有效剂量管理目标值为 0.1mSv/a。	25 万
		铅房内安装强制通风系统	
		铅房外部配备 1 套语音报警器、警示灯及 2 个当心电离辐射警示标志。	
		铅房内，安装摄像头，视野良好，可监测铅房内的情况	
2	辐射防护用品	辐射剂量巡测 1 台，个人剂量报警仪 2 个	2 万
3	培训和持证	所有放射工作人员均应接受环保部门培训并持证上岗，开展职业健康体检和个人剂量监测。	0.7 万
4	管理机构和具体制度	成立管理机构，制定的辐射防护相关制度内容切实可行，具有可操作性	-
5	合计		27.7 万

表 13 结论与建议

结论

(一) 辐射安全与防护综合结论

(1) 长沙市博物馆核技术利用新建项目位于长沙市博物馆负一楼拟建探伤室内，该项目拟购置一台 SMART EVO 300D 型 X 射线探伤机（定向）对文物进行 X 射线无损检测。根据现场检测，本项目场址的辐射本底水平属于长沙市正常本底范围内。

(2) 本项目所产生的主要污染因子是电离辐射危害因子（X 射线），一般污染因子是臭氧。

(3) X 射线探伤机工作场所分为监督区和控制区：铅房为控制区、操作室为监督区。该项目整体布局较合理，分区明确。铅房均采取了相应的屏蔽措施和其它防护措施，辐射屏蔽厚度设计合理，能满足辐射防护要求。

(4) 辐照室设置警示与监视、急停、安全联锁系统等辐射安全措施，符合“故障-安全”原则，具有多层次的纵深防御体系。

(二) 环境影响分析综合结论

(1) 根据计算分析当 X 射线探伤机在最高管电压下满功率运行时，在叠加了漏射线和散射线的影响后，各关注点辐射值均能够满足 GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(2) 根据计算分析，工作人员在操作区所受辐射剂量最多不超过 $11.8 \mu\text{Sv/a}$ ，公众人员附加受照剂量约为 $0.03\sim 0.20 \mu\text{Sv/a}$ 。其值符合《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，同时也满足本项目个人剂量限值要求。

(3) 长沙市博物馆已成立辐射防护和安全管理领导小组，并制定了相关的放射防护规章制度，其内容基本可行，本次项目投入运行后，还需要进一步完善。

(三) 可行性分析结论

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》（2013 年 2 月 16 日国家发展改革委第 21 号令），本项目使用的探伤设备属于鼓励类“十四、机械中的 6、工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，本项目符合国家产业政策。

本项目位于长沙市博物馆负一楼拟建探伤室内，探伤室所在房间其墙体均为 25cm 混凝土结构，楼板为 15cm 混凝土结构。X 射线探伤机位于探伤室铅房内，铅房顶部为 22mm 铅+钢结构；铅房东、南、北三侧立面为 22mm 铅+钢结构；操作室面及防护门为 24mm 铅+钢结构。本次评价通过计算，辐照室墙体和防护门屏蔽设计是可行的，可以满足防护要求。在满足以上辐射防护设计要求前提下，本项目营运期职业人员和公众受照年有效剂量符合本报告提到的年有效剂量管理目标值的要求，更低于 GB18871-2002 规定的剂量限值。故从环境保护角度来看，本环评认为本项目选址可行。

综上所述，本项目建设方案已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程如能严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求，并且长沙市博物馆认真贯彻落实本报告表中提到的环保措施，X 射线探伤机对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求；该项目的辐射防护安全措施可行；规章制度基本健全；项目对环境的辐射影响是可接受的；从环境保护的角度来看，本环评认为该项目建设是可行的。

建议和要求

(1) 加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查；

(2) 长沙市博物馆应在今后工作中，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) 长沙市博物馆需为辐照室配备辐射剂量巡测 1 台，个人剂量报警仪 2 个，以满足工作需要；

(4) 长沙市博物馆应组织拟操作 X 射线探伤机的工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，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。

(5) 选派人员参加 2017 年湖南省环保厅举办的辐射工作人员培训班，在本项目投产前必须做到持证上岗。

(6) 环评报批后，及时向相关部门申请办理辐射安全许可证。

(7) 项目投入使用后，长沙市博物馆须尽快开展竣工验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日

附图附件

附件

附件 1: 委托书

附件 2: 长沙市博物馆法人证

附件 3: 现状检测报告

附件 4: 《辐射防护和安全保卫制度》

附件 5: 《辐射事故应急预案》

附件 6: 《辐射安全管理体系和岗位职责》

附件 7: 《辐射安全培训管理制度》

附件 8: 《设备检修维护管理制度》

附件 9: 《台帐管理制度》

附件 10: 《辐射监测计划》

附件 11: 《长沙市博物馆关于成立辐射安全防护管理小组的通知》

附件 12: 关于 X 探伤机工作场所的说明

附件 13: 辐射安全培训承诺书

附件 14: 专家意见及专家组名单

附图

附图 1: 项目地理位置示意图

附图 2: 项目外环境关系示意图

附图 3: 长沙市博物馆负一层平面布置图

附图 4-1: 探伤室屏蔽设计图（平面图）

附图 4-2: 探伤室屏蔽设计图（剖面图-1）

附图 4-3: 探伤室屏蔽设计图（剖面图-2）

附图 5: 现场照片

附表

建设项目环评审批基础信息表