

上海交通大学分析测试中心  
X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目  
环境影响报告表

(可公示版)

建设单位：上海交通大学

编制单位：上海优辐嘉环保技术有限公司

二〇二五年四月



## 说明

上海优辐嘉环保技术有限公司受上海交通大学委托，完成了《上海交通大学分析测试中心 X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目》的环境影响评价工作。现根据国家及本市规定，在向具有审批权的环境保护行政主管部门报批前公开环评文件全文。

本文本内容为拟报批的环境影响报告表全本，上海交通大学和上海优辐嘉环保技术有限公司承诺本文本与报批稿全文完全一致，但不涉及商业秘密、个人隐私。

上海交通大学和上海优辐嘉环保技术有限公司承诺本文本内容的真实性，并承担内容不实之后果。

本文本在报环保部门审查后，上海交通大学和上海优辐嘉环保技术有限公司将可能根据各方意见对项目的建设方案、污染防治措施等内容开展进一步的修改和完善工作，《上海交通大学分析测试中心 X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目》最终的环境影响评价文件，以经环保部门批准的《上海交通大学分析测试中心 X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目》的环境影响评价文件（审批稿）为准。

建设单位：上海交通大学

联系人：朱燕华

联系地址：上海市闵行区东川路 800 号

联系电话：021-34208496

环评机构：上海优辐嘉环保技术有限公司

联系人：王工

联系地址：上海市徐汇区桂平路 680 号 35 幢 403 室

联系电话：021-54019733

电子邮箱：173464532@qq.com

核技术利用建设项目

上海交通大学分析测试中心  
X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目

环境影响报告表



生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

# 上海交通大学分析测试中心 X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：上海交通大学

建设单位法人代表（签名或签章）：丁奎岭

通讯地址：上海市闵行区东川路 800 号

邮政编码：200240

电子邮箱：zhuyanhua@sjtu.edu.cn

联系人：朱燕华

联系电话：021-34208496

## 编制单位和编制人员情况表

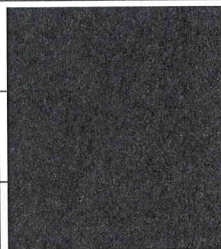
|                 |                                          |                                                                                     |                                                                                       |
|-----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 项目编号            | glm5a8                                   |                                                                                     |                                                                                       |
| 建设项目名称          | 上海交通大学分析测试中心X射线显微镜和高分辨CT使用项目             |                                                                                     |                                                                                       |
| 建设项目类别          | 55—172核技术利用建设项目                          |                                                                                     |                                                                                       |
| 环境影响评价文件类型      | 报告表                                      |                                                                                     |                                                                                       |
| <b>一、建设单位情况</b> |                                          |                                                                                     |                                                                                       |
| 单位名称（盖章）        | 上海交通大学                                   |                                                                                     |                                                                                       |
| 统一社会信用代码        | 1210000042500615X0                       |                                                                                     |                                                                                       |
| 法定代表人（签章）       | 丁奎岭                                      |  |                                                                                       |
| 主要负责人（签字）       | 陈峰                                       |                                                                                     |                                                                                       |
| 直接负责的主管人员（签字）   | 朱燕华                                      |                                                                                     |                                                                                       |
| <b>二、编制单位情况</b> |                                          |                                                                                     |                                                                                       |
| 单位名称（盖章）        | 上海优辐嘉环保技术有限公司                            |                                                                                     |                                                                                       |
| 统一社会信用代码        | 91310230MA1JY7CW94                       |                                                                                     |                                                                                       |
| <b>三、编制人员情况</b> |                                          |                                                                                     |                                                                                       |
| 1. 编制主持人        |                                          |                                                                                     |                                                                                       |
| 姓名              | 职业资格证书管理号                                | 信用编号                                                                                | 签字                                                                                    |
| 王茹静             | 09353143508310169                        | BH004616                                                                            |  |
| 2 主要编制人员        |                                          |                                                                                     |                                                                                       |
| 姓名              | 主要编写内容                                   | 信用编号                                                                                | 签字                                                                                    |
| 朱丹丹             | 项目基本情况、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状 | BH056177                                                                            |  |
| 王茹静             | 项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议    | BH004616                                                                            |                                                                                       |
| 黄众思             | 审核                                       | BH000173                                                                            |                                                                                       |

表 1 项目基本情况

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                                        |      |                        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|
| 项目名称         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 上海交通大学分析测试中心 X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目                                                                                           |                                                                                                                                                        |      |                        |
| 建设单位         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 上海交通大学                                                                                                                     |                                                                                                                                                        |      |                        |
| 法人代表         | 丁奎岭                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 联系人                                                                                                                        | 朱燕华                                                                                                                                                    | 联系电话 | 021-34208496           |
| 注册地址         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 上海市华山路 1954 号                                                                                                              |                                                                                                                                                        |      |                        |
| 项目建设地点       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室                                                                     |                                                                                                                                                        |      |                        |
| 立项审批部门       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                        | 批准文号 | /                      |
| 建设项目总投资 (万元) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2287                                                                                                                       | 项目环保投资 (万元)                                                                                                                                            | 20   | 投资比例 (环保投资/总投资)        |
| 项目性质         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |                                                                                                                                                        |      | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) |
| 应用类型         | 放射源                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | <input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类        |      |                        |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 |      |                        |
|              | 非密封放射性物质                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物                                                                                                                 |      |                        |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | /                                                                                                                                                      |      |                        |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙                                                                                                  |      |                        |
|              | 射线装置                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类                                                                                             |      |                        |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类                                                                                             |      |                        |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> 使用                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类                                                                                  |      |                        |
|              | 其他                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |      |                        |
|              | <p><b>项目概述</b></p> <p><b>1、建设单位基本情况及项目由来</b></p> <p>上海交通大学是教育部直属并与上海市共建的全国重点大学，目前共有徐汇、闵行、黄埔、长宁、浦东、崇明等校区，其中，闵行校区位于上海市闵行区东川路 800 号。上海交通大学分析测试中心是该校重要的科研支撑平台，成立于 1983 年，位于闵行校区，拥有国际认可的检测资质及先进设备，服务涵盖理化、生物等多领域。</p> <p>为配合学院发展，提高研发水平，上海交通大学拟在上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内分别新增 1 台 Xradia 520 Versa 型和 1 台 Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置，用于观察不同材料的内部结构。</p> |                                                                                                                            |                                                                                                                                                        |      |                        |

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均为带屏蔽体的集成系统,本项目主要针对新增的 2 台工业 CT 装置使用时产生的辐射环境影响开展专项评价。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号),本项目属于“工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置”,为Ⅱ类射线装置。

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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《<建设项目环境影响评价分类管理名录>上海市实施细化规定(2021 年版)》,本项目属“五十五、核与辐射-172、核技术利用项目-使用Ⅱ类射线装置”,应编制环境影响报告表。

根据《上海市生态环境局关于发布<实施建设项目环境影响评价文件行政审批告知承诺的行业名单(2024 年版)>的通知》(沪环评[2024]239 号)以及《上海市生态环境局关于印发<上海市建设项目环境影响评价文件行政审批告知承诺办法>的通知》(沪环规[2021]9 号),为进一步优化营商环境,提高建设项目环境影响评价审批效率,核技术利用项目-生产、使用Ⅱ类射线装置(加速器类射线装置除外)行业可实施行政审批告知承诺,并做好相关建设项目事中事后监管工作。上海交通大学分析测试中心 X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目属于核技术利用项目-使用Ⅱ类射线装置,根据文件要求可实施行政审批告知承诺。建设单位已知晓行政审批告知承诺的相关要求,经综合考虑自愿采取审批制。

## 2、项目概况

### 2.1 项目概述

上海交通大学拟在上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内各新增 1 台工业 CT 装置,型号分别为 Xradia 520 Versa 和 Xradia 620 Versa,用于观察不同材料的内部结构。本项目 2 台工业 CT 装置的基本参数见表 1-1 所示。

表 1-1 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置（II 类射线装置）基本情况表

| 序号 | 型号               | 生产厂商  | 主射方向 <sup>[1]</sup> | 最大管电压/最大管电流 (kV/mA) | 外部尺寸：宽×深×高 (mm) <sup>[2]</sup> | 防护门尺寸：宽×高 (mm) <sup>[2]</sup> | 工作场所          |
|----|------------------|-------|---------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1  | Xradia 520 Versa | Zeiss | 向南<br>出束向右          | 160/0.09            | 2006×1064×1719                 | 2006×900                      | E115X 射线显微镜室  |
| 2  | Xradia 620 Versa | Zeiss | 向东<br>出束向右          | 160/0.156           | 2006×1064×1719                 | 2006×900                      | E121 高分辨 CT 室 |

注[1]：主射方向均为面向设备时的出束方向；

注[2]：本项目 2 台工业 CT 装置仅射线管的功率不同，装置外观尺寸均一致。

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置设备外观图如下所示。



图 1-1 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置外观图

## 2.2 工作负荷及劳动定员

本项目 2 台工业 CT 装置每年检测量均约为 400 次，每次出束时间约为 1h，年曝光时间均为 400h。

上海交通大学拟新增 4 名放射工作人员负责本项目工业 CT 装置的操作，所有新增的放射工作人员均需进行辐射安全和防护知识及相关法律法规培训，并需参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。

## 2.3 项目组成一览表

本项目组成一览表详见表 1-2。

表 1-2 项目组成一览表

| 类型   | 类别 | 基本情况                                                                                                                               | 备注 |
|------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 主体工程 | 场所 | 设置 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室作为 X 射线装置的专用场所，建筑面积为 37m <sup>2</sup> 。                                                              | 依托 |
|      | 设备 | 学校拟在上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内各新增 1 台工业 CT 装置，型号分别为 Xradia 520 Versa 和 Xradia 620 Versa， | 新增 |

|      |      |                                                                                                                                         |    |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|      |      | 用于观察不同材料的内部结构。其中，Xradia 520 Versa 型工业 CT 装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.09mA；Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.156mA，均属于II类射线装置。 |    |
| 公用工程 | 给排水  | 依托学校供水和排水管网。                                                                                                                            | 依托 |
|      | 供配电  | 由市政电网供电，依托学校供配电系统。                                                                                                                      | 依托 |
| 环保工程 | 通风排气 | 本项目工业 CT 装置工作时的管电压、管电流较小，设备设置有排风系统，通风量能满足每小时不少于 3 次的通风要求，且 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室具备空调通风系统，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体可以排出室外。       | 依托 |
|      | 废水   | 本项目无生产废水，本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增生活污水，放射工作人员产生的生活污水经污水管网收集后纳入市政污水管网。                                                            | 依托 |
|      | 固废   | 本项目无生产固废。生活垃圾依托学校的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增产生生活垃圾，放射工作人员产生的生活垃圾分类收集后由环卫部门定期清运。                              | 依托 |
|      | 辐射防护 | 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均为带屏蔽体的集成系统，屏蔽体采用钢铅钢“三明治”结构。                                                                                         | 新增 |

### 3、项目选址及周边概况

上海交通大学闵行校区位于闵行区东川路 800 号，其地理位置见附图 1。校区东临莲花南路，南临东川路，西临沧源路，北临剑川路。

本项目所在的转化医学研究院大楼位于校区的东北侧区域，为地上五层、局部地下一层的建筑物。转化医学研究院大楼东侧为学校内部文治大道，南侧为学校内部思源北路，西侧为施工场地，北侧为第七餐饮大楼和校园内通道。

**表 1-3 转化医学研究院大楼各楼层功能布局**

| 楼号        | 楼层     | 功能                         | 备注                  |
|-----------|--------|----------------------------|---------------------|
| 转化医学研究院大楼 | 局部地下一层 | 诊疗装备开发服务平台等                |                     |
|           | 地上一层   | 大型仪器共享平台、洁净室、PCR 实验室等      | 本项目拟新增的工业 CT 装置所在楼层 |
|           | 地上二层   | 电镜-影像中心、生物医学制造用户共享实验室等     |                     |
|           | 地上三层   | 表面与性能分析平台、生物信息用户共享实验室等     |                     |
|           | 地上四层   | 光谱波谱质谱平台、生物化学用户共享实验室等      |                     |
|           | 地上五层   | 诊断试剂开发平台、药物规模化制备平台、元素分析平台等 |                     |

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置分别位于转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内。E115X 射线显微镜室东侧为辅助设备间和 E116 仪器室，南侧为室外草地绿植，西侧为 E108 风机房，北侧为 E111 冷冻制样间和室内通道，楼上为 E210-E215 扫描电

镜间，无地下结构。E121 高分辨 CT 室东侧为 E122 前处理间，南侧为室外草地绿植，西侧为室内通道，北侧为辅助设备间，楼上为 E210-E215 扫描电镜间和 E216 数据处理间，无地下结构。

E115X 射线显微镜室内 Xradia 520 Versa 型工业 CT 装置四侧均为 E115X 射线显微镜室内通道，上方为 E210-E215 扫描电镜间，下方无地下结构。E121 高分辨 CT 室内 Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置四侧均为 E121 高分辨 CT 室内通道，上方为 E216 数据处理间，下方无地下结构。

本项目 50m 评价范围除涉及本项目所在的转化医学研究院大楼，不涉及其他建筑物。本项目所在地理位置图见附图 1，区域位置图见附图 2，电离辐射评价范围示意图见附图 4，转化医学研究院大楼一~二层东侧区域的平面布置图见附图 5~附图 6，本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置周围相邻关系图见附图 7。

#### 4、产业政策及规划相符性分析

##### （1）产业政策相符性分析

本项目为使用工业 CT 装置。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类中“六、核能，4.核技术应用”；根据《市场准入负面清单（2020 年版）》，本项目不属于禁止准入类、许可准入类内容之列；根据《上海工业及生产性服务业指导目录和布局指南（2014 年版）》，项目未列入培育类、鼓励类、限制类及淘汰类目录；根据《上海市产业结构调整指导目录限制和淘汰类（2020 年版）》，本项目未列入上海市产业结构调整负面清单。因此，本项目的建设符合国家产业政策和上海市产业政策要求。

##### （2）规划协调性分析

根据《上海市环境保护条例》（2022 年 07 月 21 日修正）第六十二条：“禁止在中心城区或者其他居民集中区域设立商用辐照装置、 $\gamma$ 探伤源库。禁止在居民住宅楼、商住综合楼内生产、使用、贮存放射性同位素或者 I 类、II 类射线装置。禁止将含有放射源探伤装置存放在居民住宅楼、商住综合楼以及其他公共场所。”

本项目所在地块土地用途为科教文卫用地。为配合学院发展，提高研发水平，项目建成后主要用于观察不同材料的内部结构，建设符合《上海市环境保护条例》相关要求。综上，本项目的建设符合用地规划。

## 5、项目与规划环评符合性及实践正当性分析

### (1) 与规划环评符合性分析

本项目选址于上海市闵行区东川路 800 号, 根据《上海市闵行区总体规划暨土地利用总体规划(2016-2035)》土地使用规划, 上海交通大学所在地块用地性质为科教文卫用地, 为配合学院发展, 提高研发水平, 本项目新增 2 台工业 CT 装置用于观察不同材料的内部结构, 与规划相符。

上海交通大学周边以产业研发区和居住生活区等为主。本项目的实施可以更好地配合学院发展, 提高研发水平。同时本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置自带屏蔽性能良好的屏蔽体并位于专用场所内, 产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小, 从辐射安全防护的角度分析, 本项目选址可行。

本项目与《关于<上海紫竹高新技术产业开发总体规划环境影响报告书>的审查意见》(环审〔2022〕140 号)的相符性分析如下表。

表 1-4 本项目与区域规划环评审查意见的相符性分析

| 序号 | 环审〔2022〕140 号                                                                                                                                                                                   | 项目实际情况                                   | 符合情况 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------|
| 1  | 坚持绿色发展和协调发展理念, 加强《规划》引导。落实国家、区域发展战略, 坚持生态优先、集约高效, 以生态环境质量改善为核心, 做好与各级国土空间规划和“三线一单”(生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单)生态环境分区管控体系的协调衔接, 进一步优化《规划》布局、产业定位和发展规模。                                        | 根据后文分析, 本项目符合“三线一单”和上海市“三线一单”要求。         | 符合   |
| 2  | 推动高新区高质量发展。充分发挥高新区所在上海南部科创中心及周边大学的科研优势, 以引进科技含量高、创新能力强、技术密集的研发企业为主, 推动信息技术、智能制造等战略性新兴产业的孵化和发展。                                                                                                  | 本项目利用射线装置观察不同材料的内部结构, 有利于配合学院发展, 提高研发水平。 | 符合   |
| 3  | 严格空间管控、优化功能布局。加强对研发基地内部及周边集中居住区防护, 优化工业、研发、居住等各类用地的空间分布和产业的梯级分布, 严格涉风险源企业管理, 适时推进污染物排放量大、环境风险高的企业退出, 确保产业布局与生态环境保护、人居环境安全相协调。高新区开发范围和土地利用应符合国土空间规划, 并严格控制在城镇开发边界内。加快沿江现有遗留工业设施搬迁、落实黄浦江滨江绿带规划建设。 | 本项目位于紫竹高新技术产业开发, 项目所在地块不在园区划定的产业控制带。     | 符合   |
| 4  | 严守环境质量底线, 强化污染物排放总量管控。根据上海市生态环境分区管控和总量控制要求, 以及大气、水、土壤污染防治方案, 结合高新区产业现状及发展方向, 编制分阶段的污染物减排方案, 采取有效措施减少污染物排放量, 推进挥发性有机物和氮氧化物协同减排, 确保区域生态                                                           | 本项目无需申领总量。                               | 符合   |

|   |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                               |    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   | 环境质量持续改善，促进产业发展与生态环境保护相协调。                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               |    |
| 5 | 严格入区项目生态环境准入，推动绿色、低碳、高质量发展。严格落实《报告书》提出的工业用地、研发用地、兼容用地的生态环境准入要求，强化污染物排放控制、提高清洁生产和污染治理水平；加强环境风险防控，不得引入具有重大风险源的项目，强化环境风险防范和应急体系建设，提升环境风险防控和应急响应能力，保障区域及黄浦江水环境安全。执行最严格的行业废水、废气排放控制要求，引进项目的生产工艺和设备、资源能源利用效率、污染治理等均需达到同行业国际先进水平。 | 本项目建成后主要用于观察不同材料的内部结构。不属于具有重大风险源的项目。本项目位于黄浦江上游饮用水水源保护缓冲区，经对照，符合《上海市饮用水水源保护缓冲区管理办法》要求。详见表 1-6。 | 符合 |

## (2) 实践正当性

上海交通大学使用本项目 2 台工业 CT 装置用于观察不同材料的内部结构。本项目的建设将满足学院发展的需求，提高研发水平。虽然在运行期间，工业 CT 装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但本项目设备自带屏蔽体，设备外部剂量率水平可满足标准规范要求，且在学校做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的前提下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，其所带来的科研价值和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

## 6、与“三线一单”符合性分析

### ①生态保护红线

根据《上海市生态环境保护红线》（沪府发[2023]4 号）对于全市各区划定的生态保护红线，本项目建设地点不属于生态保护红线范围内。

### ②环境质量底线

本项目所在区域空气质量为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级，地表水环境质量为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类，声环境质量为《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类。本项目对环境影响较小，不会超出环境质量底线。

### ③资源利用上线

本项目在学校现有建筑内新增射线装置，不新增土地面积，不占用新的土地资源，不使用地下水资源，运营期水、电等公共资源依托学校现有基础设施。

因此，本项目的建设符合资源利用上线的要求。

#### ④与上海市“三线一单”的相符性分析

根据《上海市生态环境局关于公布上海市生态环境分区管控更新成果（2023版）的通知》，本项目位于紫竹高新技术产业开发区，为陆域重点管控单元（产业园区及港区），本项目与陆域重点管控单元环境准入及管控要求相符性分析见下表。

**表 1-5 与《上海市生态环境局关于公布上海市生态环境分区管控更新成果（2023 版）的通知》相符性分析**

| 管控领域       | 重点管控单元：环境准入及管控要求                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 项目情况                                                                                                                                                                                                 | 符合情况 |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 空间布局<br>管控 | <p>1、产业园区周边和内部应合理设置并控制生活区规模，与现状或规划环境敏感用地（居住、教育、医疗）相邻的工业用地或研发用地应设置产业控制带，具体范围和管控要求由园区规划环评审查意见确定。</p> <p>2、黄浦江上游饮用水水源保护缓冲区严格执行《上海市饮用水水源保护缓冲区管理办法》要求。</p> <p>3、长江干流、重要支流（指黄浦江）岸线1公里范围内严格执行国家要求，禁止在长江干支流1公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目，禁止新建危化品码头（保障城市运行的能源码头、符合国家政策的船舶LNG、甲醇等新能源加注码头、油品加注码头、军事码头以及承担市民日常生活所需危险品运输码头除外）。</p> <p>4、林地、河流等生态空间严格执行相关法律法规或管理办法，禁止建设或开展法律法规规定不能建设或开展的项目或活动。</p> | <p>1.本项目位于紫竹高新技术产业开发区，项目所在地块不在园区划定的产业控制带。</p> <p>2.本项目位于黄浦江上游饮用水水源保护缓冲区，经对照，符合《上海市饮用水水源保护缓冲区管理办法》要求。详见表1-6。</p> <p>3.项目不位于长江干流、重要支流（指黄浦江）岸线1公里范围内，不属于化工及码头等项目。</p> <p>4.项目位于工业园区内，不涉及林地、河流等生态空间。</p> | 符合   |
| 产业准入       | <p>1、严禁新增行业产能已经饱和的“两高”（高耗能高排放）项目。除涉及本市城市运行和产业发展安全保障、环保改造、再生资源利用和强链补链延链等项目外，原则上不得新建、扩建“两高”项目。本市两高行业包括煤电石化、煤化工、钢铁、焦化、水泥玻璃、有色金属、化工、造纸行业。</p> <p>2、严格控制石化产业规模，“十四五”期间石化化工行业炼油能力不增加。禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。严禁钢铁行业新增产能，确保粗钢产量只减不增。加快发展以废钢为原料的电炉短流程工艺，减少自</p>                                                                                                              | <p>1.本项目建成后主要用于观察不同材料的内部结构，不属于高污染、高能耗行业，不属于高VOCs含量有机溶剂型涂料、油墨和胶黏剂等生产项目，不属于石化化工等行业。</p> <p>2.本项目不属于《上海市产业结构调整指导目录限制和淘汰类（2020年版）》中的限制类或淘汰类。</p>                                                         |      |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                              |  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|        | <p>主炼焦，推进炼焦、烧结等前端高污染工序减量调整。</p> <p>3、新建化工项目原则上进入本市认定的化工园区实施，经产业部门牵头会商后认定为非化工项目的可进入规划产业区域实施。配套重点产业、符合化工产业转型升级及优化布局的存量化工企业，在符合增产不增污和规划保留的前提下，可实施改扩建。新、改、扩建项目严格执行国家涂料、油墨、胶粘剂、清洗剂挥发性有机物（VOCs）含量标准限值。</p> <p>4、禁止新建《上海市产业结构调整指导目录限制和淘汰类》所列限制类工艺、装备或产品，列入目录限制类的原有项目，允许保持现状，鼓励实施调整或经产业部门认定后有条件地实施改扩建。</p> <p>5、引进项目应符合园区规划环评和区域生态环境准入清单要求。</p>                              |                                                                                              |  |
| 产业结构调整 | <p>1、对于列入《上海市产业结构调整指导目录限制和淘汰类》淘汰类的现状企业，制定调整计划。</p> <p>2、推进吴淞、吴泾、高桥石化等重点区域整体转型，加快推进碳谷绿湾、星火开发区环境整治和转型升级。</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |  |
| 总量控制   | <p>坚持“批项目，核总量”制度，全面实施主要污染物倍量削减方案。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>1.本项目无需申领总量。</p> <p>2.本项目为新建项目，位于黄浦江上游饮用水水源保护缓冲区，经对照，符合《上海市饮用水水源保护缓冲区管理办法》要求。详见表 1-6。</p> |  |
| 工业污染治理 | <p>1、涂料油墨、汽车、船舶、工程机械、家具、包装印刷等行业大力推进低 VOCs 含量原辅料和产品源头替代，并积极推广涉 VOCs 物料加工、使用的先进工艺和减量化技术。</p> <p>2、提高 VOCs 治管水平，强化无组织排放整治，加强非正常工况废气排放管控，推进简易治理设施精细化管理，新、改、扩建项目原则上禁止单一采用光氧化、光催化、低温等离子（恶臭处理除外）、喷淋吸收（吸收可溶性 VOCs 除外）等低效 VOCs 治理设施。</p> <p>3、持续推进杭州湾北岸化工石化集中区 VOCs 减排，确保区域环境质量保持稳定和改善。</p> <p>4、产业园区应实施雨污分流，已开发区域污水全收集、全处理，建立完善雨污水管网维护和破损排查制度。</p> <p>5、化工园区应配备专业化工生产废水集</p> | <p>本项目不涉及。</p>                                                                               |  |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                      |  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--|
|          | 中处理设施（独立建设或依托骨干企业）及专管或明管输送的配套管网。                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |  |
| 能源领域污染治理 | <p>1、除燃煤电厂外，本市禁止新建、扩建燃用煤、重油、渣油、石油焦等高污染燃料的设施；燃煤电厂的建设按照国家和本市有关规定执行。</p> <p>2、新建、扩建锅炉应优先使用电、天然气或其他清洁能源。鼓励有条件的锅炉实施“油改气”、“油改电”清洁化改造。实施低效脱硝设施排查整治，深化锅炉低氮改造。</p>                                                                                                                                                                   | 本项目使用电能，不使用煤炭、重油、渣油、石油焦等高污染燃料；不涉及锅炉。 |  |
| 港区污染治理   | <p>1、推进内港码头岸电标准化和外港码头专业化泊位岸电全覆盖。加快港区非道路移动源清洁化替代。</p> <p>2、港口、码头、装卸站应当备有足够的船舶污染物接收设施，并做好与城市公共转运、处置设施的衔接。新建、改建、扩建港口、码头的，应当按照要求建设船舶污染物接收设施，并与主体工程同步设计、同步施工、同步投入使用。</p>                                                                                                                                                         | 本项目不涉及。                              |  |
| 环境风险防控   | <p>1、园区应制定环境风险应急预案，成立应急组织机构，定期开展应急演练，提高区域环境风险防范能力。</p> <p>2、化工园区应建立满足突发环境事件应急处置需求的体系、预案、平台和专职应急救援队伍，应按照规定建设园区事故废水防控系统，做好事故废水的收集、暂存和处理。沿岸化工园区应加强溢油、危化品等突发水污染事件预警系统建设。</p> <p>3、港口、码头、装卸站应当按照规定制定防治船舶及其有关作业活动污染环境的应急预案，并定期组织演练。</p>                                                                                           | 本项目不涉及。                              |  |
| 土壤污染风险防控 | <p>1、曾用于化工石化、医药制造、橡胶塑料制品、纺织印染、金属表面处理金属冶炼及压延、非金属矿物制品、皮革鞣制、金属铸锻加工、危险化学品生产、农药生产、危险废物收集利用及处置、加油站、生活垃圾收集处置、污水处理厂等的地块，在规划编制中，征询生态环境部门意见，优先规划为绿地、林地、道路交通设施等非敏感用地。</p> <p>2、列入建设用地土壤污染风险管控和修复名录的地块，不得作为住宅、公共管理与公共服务用地，应当根据土壤污染风险评估结果，并结合相关开发利用计划，实施风险管控；确需修复的，应当开展治理与修复。未达到土壤污染风险评估报告确定的风险管控、修复目标的建设用地地块，禁止开工建设任何与风险管控、修复无关的项目。</p> | 本项目不涉及。                              |  |

|           |                                                                                                                                                 |                                                                                                                              |  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|           | 3、土地使用权人从事土地开发利用活动，企业事业单位和其他生产经营者从事生产经营活动，应当采取有效措施，防止、减少土壤污染，对所造成的土壤污染依法承担责任。禁止污染和破坏未利用地。                                                       |                                                                                                                              |  |
| 节能降碳      | 1、深入推进产业绿色低碳转型，推动钢铁、石化化工行业碳达峰，实施上海化工区、宝武集团上海基地、临港新片区等园区及钢铁、石化化工、电力、数据中心等重点行业节能降碳工程。<br>2、项目能耗、水耗应符合《上海产业能效指南》相关限值要求。新建高耗能项目单位产品（产值）能耗应达到国际先进水平。 | 1.本项目不属于钢铁、石化化工、电力、数据中心等重点行业，不位于上海化工区、宝武集团上海基地、临港新片区等园区。本项目设备均采用节能设备，可有效降低能源消耗，减少碳排放。<br>2.本项目为辐射类项目，《上海产业能效指南》（2023版）无相关要求。 |  |
| 地下水资源利用   | 地下水开采重点管控区内严禁开展与资源和环境保护功能不相符的开发活动，禁止开采地下水和矿泉水。                                                                                                  | 本项目不涉及。                                                                                                                      |  |
| 岸线资源保护与利用 | 重点管控岸线按照港区等规划进行岸线开发利用，严格控制占用岸线长度提高岸线利用效率，加强污染防治。一般管控岸线禁止开展港区岸线开发活动，加强岸线整治修复。                                                                    | 本项目不涉及。                                                                                                                      |  |

经分析，本项目建设符合上海市“三线一单”要求。

⑤与《上海市人民政府关于印发修订后的<上海市饮用水水源保护缓冲区管理办法>的通知》（沪府规[2024]3号）的相符性分析

**表 1-6 项目与饮用水水源保护缓冲区管理办法相符性**

| 负面清单                                                                      | 本项目情况                                                     | 合理性 |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----|
| （一）禁止新建、扩建铅蓄电池制造业、电镀行业等涉重点重金属重点行业建设项目；改建建设项目，不得增加水污染物排放量。                 | 1.本项目不属于铅蓄电池制造业、电镀行业等涉重点重金属重点行业建设项目。<br>2.本项目不属于改建项目。     | 合理  |
| （二）禁止建设工业固体废物、危险废物集中贮存、利用、处置的设施、场所和生活垃圾填埋场。                               | 本项目属于核技术利用建设项目-使用Ⅱ类射线装置，不涉及建设工业固体废物、危险废物集中贮存、利用、处置的设施、场所。 | 合理  |
| （三）禁止新建、改建、扩建危险品装卸码头（符合规划和环保要求的船舶加油站、加气站除外）。                              | 不涉及。                                                      | /   |
| （四）水域范围内，不得航行装载剧毒化学品、国家禁止运输的危险化学品和危险废物（废矿物油除外）的船舶，禁止船舶排放含油污水、生活污水、垃圾等污染物。 | 不涉及。                                                      | /   |

综上所述，项目建设与《上海市人民政府关于印发修订后的<上海市饮用水

水源保护缓冲区管理办法>的通知》(沪府规[2024]3 号)相符。

7、原有核技术利用项目许可情况

7.1 辐射安全许可情况

上海交通大学已取得上海市生态环境局颁发的辐射安全许可证（证书编号：沪环辐证[21011]，详见附件 1），许可种类和范围包括：使用 V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，具体活动种类和范围见表 1-7~表 1-9。

表 1-7 放射源许可一览表

| 序号 | 辐射活动场所名称      | 核素     | 类别  | 活动种类 | 总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数 | 用途   |
|----|---------------|--------|-----|------|-----------------------|------|
| 1  | 闵行校区理科楼 519 室 | Sr-90  | V 类 | 使用   | 5.55E+7*4             | 科研应用 |
| 2  | （物理与天文学院中心    | Cs-137 | V 类 | 使用   | 3.70E+7*1             | 科研应用 |
| 3  | 实验室中心放射源）     | Cs-137 | V 类 | 使用   | 7.40E+4*4             | 科研应用 |

表 1-8 非密封放射性物质许可一览表

| 序号 | 工作场所名称                             | 场所等级 | 物理状态 | 活动种类 | 用途   | 核素            | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) |
|----|------------------------------------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|
| 1  | 闵行校区实验动物中心楼 A125 室（生物医学影像技术中心同位素室） | 乙级   | 液态   | 使用   | 教学科研 | Ga-67         | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 2  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Ga-66         | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 3  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | At-211        | 3.7E+8        | 3.7E+8     |
| 4  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Cu-64         | 3.7E+6        | 7.4E+9     |
| 5  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | P-32          | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 6  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Ga-68         | 3.7E+7        | 3.7E+9     |
| 7  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Lu-177        | 3.7E+7        | 3.7E+9     |
| 8  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Tl-201        | 3.7E+6        | 3.7E+8     |
| 9  |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | I-124         | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 10 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Ge-68 (Ga-68) | 7.4E+5        | 2.96E+9    |
| 11 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Cr51          | 3.7E+6        | 3.7E+8     |
| 12 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Zr-89         | 3.7E+7        | 1.89E+9    |
| 13 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | In-111        | 3.7E+7        | 3.7E+9     |
| 14 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | I-123         | 3.7E+6        | 3.7E+8     |
| 15 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | I-125         | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 16 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | I-131         | 3.7E+7        | 3.7E+9     |
| 17 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Re-188        | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 18 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | S-35          | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 19 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Y-90          | 3.7E+7        | 3.7E+9     |
| 20 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Tc-99m        | 3.7E+6        | 1.85E+10   |
| 21 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | F-18          | 2.22E+6       | 2.22E+12   |
| 22 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Zr-95         | 3.7E+7        | 1.85E+9    |
| 23 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Au-198        | 3.7E+7        | 3.7E+9     |
| 24 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | F-18          | 7.4E+7        | 7.4E+11    |
| 25 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Fe-59         | 3.7E+7        | 3.7E+8     |
| 26 |                                    |      | 液态   | 使用   | 教学科研 | Nd-147        | 3.7E+7        | 3.7E+8     |

表 1-9 射线装置许可一览表

| 序号 | 辐射活动场所                                   | 装置分类名称        | 类别   | 活动种类 | 数量(台) | 装置名称        | 规格型号         |
|----|------------------------------------------|---------------|------|------|-------|-------------|--------------|
| 1  | 徐汇校区校医院放射科(DR室)                          | 医用诊断X射线装置     | III类 | 使用   | 1     | DR机         | uDR592h      |
| 2  | 闵行校区动物中心楼115室(肿瘤所X-射线自屏蔽辐照仪室)            | 血管造影用X射线装置    | II类  | 使用   | 1     | 自屏蔽X射线辐照仪   | RS2000       |
| 3  | 闵行校区动物中心楼A131-1室(分测中心生物医学影像技术中心SPECT-CT) | 其他不能被豁免的X射线装置 | III类 | 使用   | 1     | 小动物SPECT-CT | NanoScan     |
| 4  | 闵行校区动物中心楼A131-2室(分测中心生物医学影像技术中心PET-CT)   | 其他不能被豁免的X射线装置 | III类 | 使用   | 1     | 小动物PET-CT   | NanoScan     |
| 5  | 闵行校区动物中心楼A208-1室(X-ray辐照仪)               | 其他不能被豁免的X射线装置 | III类 | 使用   | 1     | X-ray辐照仪    | RS-2000 Pro  |
| 6  | 闵行校区动物中心楼A208-7室(microCT室)               | 其他不能被豁免的X射线装置 | III类 | 使用   | 1     | MicroCT装置   | Skyscan 1276 |
| 7  | 徐汇校区校医院放射科(DR室)                          | 医用诊断X射线装置     | III类 | 使用   | 1     | DR机         | Xplorer 1800 |

## 7.2 近年环保审批履行情况

学校已有的使用II类射线装置和非密封放射性物质的项目均已办理了相关环保手续，详见下表；其他使用V类放射源和III类射线装置的项目均编制了环境影响登记表。上述所有放射源、非密封放射性物质和射线装置申领了辐射安全许可证，并已登记在副本中，原有环保手续齐全。

表 1-10 近年环保履行情况

| 序号 | 项目名称                           | 环评批文号           | 竣工环保验收                                          |
|----|--------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|
| 1  | X射线辐照仪项目                       | 沪环保许辐[2012]137号 | 已于2014年05月07日完成竣工环保验收，并获得审批（批文号：沪环保许辐[2014]75号） |
| 2  | 上海交通大学闵行校区生物医学影像技术中心同位素实验室建设项目 | 沪环保许辐[2022]10号  | 已完成自主竣工环保验收，并于2024年12月在网上公示                     |
| 3  | 上海交通大学新增1台微聚焦X射线装置使用项目         | 闵环保许评辐[2023]13号 | 正在办理辐射安全许可证                                     |

## 7.3 放射工作人员考核情况

上海交通大学已建立了人员培训和考核的相关规章制度，负责使用II类射线装置、放射源和非密封放射性物质的放射工作人员均参加了生态环境部门统一组织的核技术利用辐射安全与防护考核，且考核合格，持证上岗；负责使用III类射线装置的放射工作人员均参加了学校组织的核技术利用辐射安全与防护自行考核，且考核合格，所有考核记录均留档备查。

今后，学校将按照生态环境部第 57 号公告（2019 年）及《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2021 年第 9 号）的要求，对于使用Ⅲ类射线装置的放射工作人员组织开展学校内的自主辐射安全与防护考核，对于使用Ⅱ类射线装置、放射源和非密封放射性物质的放射工作人员则统一参加生态环境部组织的辐射安全与防护考核，考核合格方可上岗，并在有效期（五年）届满前重新参加考核。

#### 7.4 个人剂量监测和工作场所监测

##### （1）个人剂量监测

上海交通大学现有放射工作人员均佩戴个人剂量计，定期送检（不超过三个月），按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部令第 55 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部 18 号令）的要求，建立个人剂量档案。

上海交通大学目前委托上海市疾病预防控制中心开展个人剂量监测工作，个人剂量档案齐全。所有放射工作人员均佩戴了个人剂量计，定期（不超过三个月）由专人负责收集更换，每次的个人剂量监测结果和每年度的个人剂量监测报告均妥善存档。

根据上海交通大学提供的近一年的个人剂量监测结果，学校现有放射工作人员近一年的个人受照剂量均未超出 5.0 mSv/a 的年度个人剂量约束值。

##### （2）工作场所监测

上海交通大学目前委托复旦大学放射医学研究所对学校现有的辐射工作场所进行年度监测，根据学校各射线装置、放射源和非密封放射性同位素工作场所的 2024 年度监测报告（报告编号：FYS-2024-A-1290、FYS-2024-G-0059、FYS-2024-A-1279 等）和学校的自行监测结果可知，学校医用诊断机机房剂量率水平能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求；含密封放射源容器周围剂量率水平能够满足《密封放射源及密封 $\gamma$ 放射源容器的放射卫生防护要求》（GBZ114-2006）中的相关要求；射线装置周围各测试点的辐射水平均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定限值；非密封放射性同位素工作场所周围剂量当量率满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）规定的限值，各非密封放射性同位素工作场所

内部的表面污染检测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的限值要求（控制区：40Bq/cm<sup>2</sup>，监督区 4Bq/cm<sup>2</sup>）。

## 7.5 辐射监测仪器配备情况

学校针对现有核技术利用项目，配备了如下辐射监测仪器：

**表 1-11 现有监测仪器一览表**

| 仪器名称        | 型号                 | 数量（台） | 仪器状态 |
|-------------|--------------------|-------|------|
| X、γ辐射剂量率巡测仪 | INSPECTOR          | 1     | 正常   |
|             | RAM ION            | 1     | 正常   |
|             | BG9010Y+BG90GC     | 1     | 正常   |
|             | RADIATION          | 1     | 正常   |
|             | JB4020             | 1     | 正常   |
|             | BG9511             | 1     | 正常   |
|             | EadSource RSA01    | 1     | 正常   |
| 个人剂量报警仪     | PRM-1200 DoseRAE 2 | 6     | 正常   |
|             | JB4020             | 1     | 正常   |
|             | BG2010             | 2     | 正常   |
|             | NT6102             | 1     | 正常   |
| 表面污染仪       | COMO170            | 4     | 正常   |
|             | 瑞麦德全身表面污染仪         | 1     | 正常   |

## 7.6 辐射环境安全管理机构

上海交通大学根据《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）设置了辐射安全与防护管理机构专门负责学校的辐射安全和环境保护管理工作，辐射安全与防护管理实行学校、院系、实验室三级管理体制。学校实验室安全与环保中心负责领导全校辐射安全与防护管理工作，辐射安全管理机构架构如下：

**表 1-12 本项目涉及的辐射安全管理架构（学校、院系）**

| 机构名称 |            | 辐射安全与防护管理领导小组 |    |       |      |
|------|------------|---------------|----|-------|------|
| 序号   | 岗位         | 姓名            | 性别 | 职位/职称 | 工作部门 |
| 1    | 实验室安全与环保中心 |               |    |       |      |
| 2    | 实验室安全与环保中心 |               |    |       |      |
| 3    | 实验室安全与环保中心 |               |    |       |      |
| 4    | 分析测试中心     |               |    |       |      |
| 5    | 分析测试中心     |               |    |       |      |

## 7.7 已建立的辐射防护规章制度及执行情况

结合实际情况，上海交通大学已制定一系列的规章制度，包括《工业 CT 装置操作规程》、《射线装置操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《实验室人员岗位职责》、《环境监测方案》、《检修维护制度》、《辐射操作人

员培训制度》和《辐射事故应急预案》，学校严格按照既定的管理制度执行。

### **7.8 辐射应急措施**

上海交通大学根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条，原国家环境保护总局《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145号）的规定，针对可能造成人员超剂量照射事故（件）、环境污染事故（件）及其他辐射环境突发事件（件）的意外情况，制定了《辐射事故应急预案》，一旦发生辐射事故，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》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还将向当地卫生行政部门报告。

### **7.9 辐射项目环保投诉、存在的其他环保问题及相关改进**

上海交通大学现有核与辐射项目运行至今，未发生过辐射安全事故，未受到过环保相关投诉及处罚。

本评价仅针对上海交通大学分析测试中心X射线显微镜和高分辨CT使用项目进行电离辐射环境影响的专项评价。评价工作将根据项目特点，通过调查、掌握项目所在地的辐射环境现状，结合辐射防护原则，依据相关法规规定和评价标准，从环境保护角度论证项目的可行性并制订行之有效的辐射环境保护措施，使该项目对周围环境、放射工作人员和公众的辐照影响降低到可合理达到的尽可能低的水平（简称ALARA原则），并对其防护措施进行分析和论证。

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，包括工业检测、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  | 工业 CT 装置 | II类 | 1  | Xradia 520 Versa | 160        | 0.09       | 用于观察不同材料的内部结构 | 转化医学研究院大楼一层 E115X 射线显微镜室  | 新增 |
| 2  |          |     | 1  | Xradia 620 Versa | 160        | 0.156      | 用于观察不同材料的内部结构 | 转化医学研究院大楼一层 E121 高分辨 CT 室 | 新增 |

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大靶电流 (μA) | 中子强度 (n/s) | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况    |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|------------|----|------|---------|------|----|----|
|    |    |    |    |    |            |            |            |    |      | 活度 (Bq) | 贮存方式 | 数量 |    |
| -  | -  | -  | -  | -  | -          | -          | -          | -  | -    | -       | -    | -  | -  |

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称   | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量   | 年排放总量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向  |
|------|----|------|----|--------|-------|-------|------|-------|
| 臭氧   | 气态 | /    | /  | 微量，可忽略 |       |       | /    | 排出到室外 |
| 氮氧化物 | 气态 | /    | /  | 微量，可忽略 |       |       | /    |       |

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法规文件 | <p>(1)《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，1989 年 12 月 26 日通过，2014 年 04 月 24 日修订，自 2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 48 号，2003 年 09 月 01 日起施行，2018 年 12 月 29 日第二次修正）；</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 01 日起施行）；</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布，国务院令第 682 号修订，2017 年 10 月 01 日起施行）；</p> <p>(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 01 日起施行，2019 年 03 月 02 日第二次修订）；</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 03 月 01 日起实施，2021 年 01 月 04 日第四次修正）；</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 05 月 01 日起施行）；</p> <p>(8)《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，2006 年 09 月 26 日起施行）；</p> <p>(9)《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 05 日起施行）；</p> <p>(10)《上海市生态环境局关于印发&lt;建设项目环境影响评价分类管理名录&gt;上海市实施细化规定（2021 年版）的通知》（沪环规[2021]11 号，2021 年 09 月 01 日起实施）；</p> <p>(11)《上海市放射性污染防治若干规定》（2009 年 12 月 9 日上海市人民政府令第 23 号公布，根据 2015 年 5 月 22 日上海市人民政府令第 30 号第一次修正，根据 2024 年 11 月 25 日上海市人民政府令第 14 号第二次修正）；</p> <p>(12)《上海市环境保护条例》（1995 年 05 月 01 日起施行，2022 年 07 月 21 日第七次修正）；</p> <p>(13)《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的公告》（国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 22 日印发）；</p> <p>(14)《上海市环境保护局关于贯彻落实&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办</p> |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>法&gt;的通知》（沪环保评[2017]425 号，2017 年 12 月 12 日印发）；</p> <p>(15) 《上海市生态环境局关于印发&lt;上海市建设项目环境影响评价文件行政审批告知承诺办法&gt;的通知》（沪环规[2021]9 号，2021 年 08 月 02 日印发）；</p> <p>(16) 《上海市生态环境局关于发布&lt;实施建设项目环境影响评价文件行政审批告知承诺的行业名单（2024 年版）&gt;的通知》（沪环评[2024]239 号，2024 年 12 月 04 日起施行）；</p> <p>(17) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日印发，2020 年 01 月 01 日起施行）；</p> <p>(18) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2021 年第 9 号，自 2021 年 03 月 15 日起实施）。</p> |
| 技<br>术<br>标<br>准 | <p>(1) 《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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其第 1 号修改单；</p> <p>(6) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2008）；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ 1326-2023）。</p>                     |
| 其<br>他           | <p>(1) NCRP No.49、ICRP No.33；</p> <p>(2) 转化医学研究院大楼各楼层平面布置图；</p> <p>(3) 设备说明书；</p> <p>(4) 设备屏蔽设计方案；</p> <p>(5) 建设单位提供的其他资料。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

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》（HJ 10.1-2016）的要求，“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”。

本项目为带屏蔽体的工业 CT 装置，辐射环境影响范围为本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置屏蔽体周围 50m 的范围，本项目评价范围见图 7-1 所示。

**保护目标**

本项目所在的转化医学研究院大楼位于校区的东北侧区域，为地上五层、局部地下一层的建筑物，其东侧为文治大道，南侧为思源北路，西侧为施工场地，北侧为第七餐饮大楼和校园内通道。

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置分别位于转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内。E115X 射线显微镜室东侧为辅助设备间和 E116 仪器室，南侧为室外草地绿植，西侧为 E108 风机房，北侧为 E111 冷冻制样间和室内通道，楼上为 E210-E215 扫描电镜间，无地下结构。E121 高分辨 CT 室东侧为 E122 前处理间，南侧为室外草地绿植，西侧为室内通道，北侧为辅助设备间，楼上为 E210-E215 扫描电镜间和 E216 数据处理间，无地下结构。

E115X 射线显微镜室内 Xradia 520 Versa 型工业 CT 装置四侧均为 E115X 射线显微镜室内通道，上方为 E210-E215 扫描电镜间，下方无地下结构。E121 高分辨 CT 室内 Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置四侧均为 E121 高分辨 CT 室内通道，上方为 E216 数据处理间，下方无地下结构。

本项目 50m 评价范围除涉及本项目所在的转化医学研究院大楼，不涉及其他建筑物。因此，本项目的环境保护目标为从事本项目的放射工作人员及工业 CT 装置屏蔽体周围 50m 范围内的公众，本项目环境保护目标详见表 7-1，50m 评价范围见图 7-1 和附图 4，本项目周围相邻关系见图 7-2。

表 7-1 环境保护目标

| 场所            |                                 |                               | 方位 | 保护目标                   | 最近距离                | 常驻人口               |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|----|------------------------|---------------------|--------------------|
| 转化医学研究院大楼内部环境 | E115X 射线显微镜室内                   | E115X 射线显微镜室内通道               | 东  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[1]</sup> | /                  |
|               |                                 | E115X 射线显微镜室内通道               | 南  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[1]</sup> | /                  |
|               |                                 | Xradia 520 Versa 型工业 CT 装置操作位 | 西  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[1]</sup> | 1~2 人              |
|               |                                 | E115X 射线显微镜室内通道               |    | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[1]</sup> | /                  |
|               |                                 | E115X 射线显微镜室内通道               | 北  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[1]</sup> | /                  |
|               | E115X 射线显微镜室周围环境                | 辅助设备间                         | 东  | 公众                     | 2.5m <sup>[1]</sup> | /                  |
|               |                                 | E116 仪器室                      |    | 公众                     | 1.0m <sup>[1]</sup> | 1~2 人              |
|               |                                 | E108 风机房                      | 西  | 公众                     | 2.0m <sup>[1]</sup> | /                  |
|               |                                 | E111 冷冻制样间                    | 北  | 公众                     | 3.5m <sup>[1]</sup> | 1~2 人              |
|               |                                 | 室内通道                          |    | 公众                     | 2.5m <sup>[1]</sup> | /                  |
|               |                                 | E210-E215 扫描电镜间               | 上  | 公众                     | 2.3m <sup>[1]</sup> | 1~2 人              |
|               | E121 高分辨 CT 室内                  | E121 高分辨 CT 室内通道              | 东  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[2]</sup> | /                  |
|               |                                 | Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置操作位 | 南  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[2]</sup> | 1~2 人              |
|               |                                 | E121 高分辨 CT 室内通道              |    | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[2]</sup> | /                  |
|               |                                 | E121 高分辨 CT 室内通道              | 西  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[2]</sup> | /                  |
|               |                                 | E121 高分辨 CT 室内通道              | 北  | 放射工作人员                 | 0.3m <sup>[2]</sup> | /                  |
|               | E121 高分辨 CT 室周围环境               | E122 前处理间                     | 东  | 公众                     | 1.5m <sup>[2]</sup> | 0~1 人              |
|               |                                 | 室内通道                          | 西  | 公众                     | 1.0m <sup>[2]</sup> | /                  |
|               |                                 | 辅助设备间                         | 北  | 公众                     | 0.5m <sup>[2]</sup> | /                  |
|               |                                 | E210-E215 扫描电镜间和 E216 数据处理间   | 上  | 公众                     | 2.3m <sup>[2]</sup> | 1~2 人              |
|               | 地上一层仪器室、辅助设备间、前处理间等             | 东                             | 公众 | 1.2m <sup>[2]</sup>    | 10~20 人             |                    |
|               | 地上一层室内通道等                       | 西                             | 公众 | 5.0m <sup>[1]</sup>    | /                   |                    |
|               | 地上一层电镜室、辅机室、仪器室等                | 北                             | 公众 | 2.0m <sup>[2]</sup>    | 20~30 人             |                    |
|               | 地上二层~地上五层实验室、电镜-影像中心、表面与性能分析平台等 | 上                             | 公众 | 2.3m <sup>[1][2]</sup> | 150~200 人           |                    |
|               | 地下一层停车场、诊疗装备开发服务平台              | 下                             | 公众 | 2.3m <sup>[1][2]</sup> | 5~10 人              |                    |
|               | 转化医学研究院大楼外部环境                   | 校园内通道                         |    | 东                      | 公众                  | 15m <sup>[2]</sup> |
| 室外草地绿植        |                                 | 南                             | 公众 | 0.5m <sup>[1]</sup>    | /                   |                    |
| 校园内通道         |                                 | 西                             | 公众 | 15m <sup>[1]</sup>     | /                   |                    |

注[1]: 距离 Xradia 520 Versa 型工业 CT 装置屏蔽体的最近距离;

注[2]: 距离 Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置屏蔽体的最近距离。



图 7-1 本项目工业 CT 装置周围 50m 评价范围图

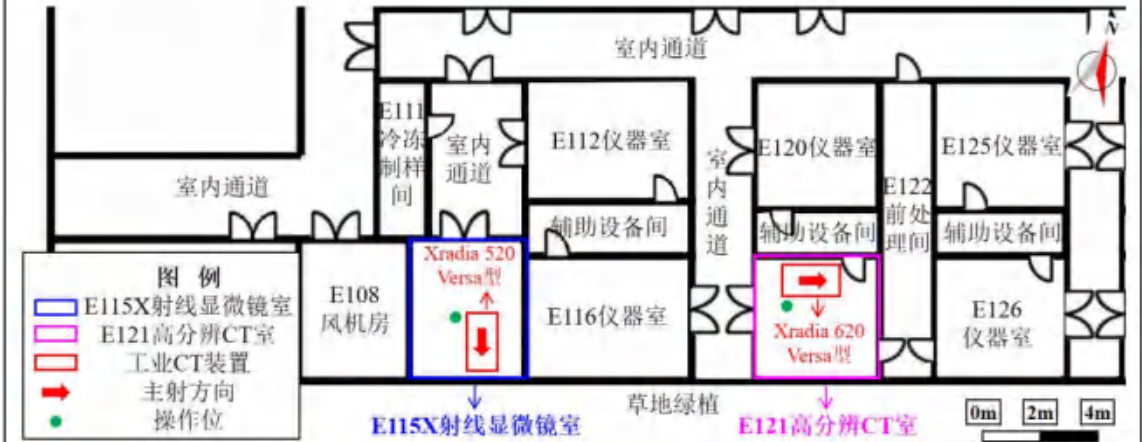


图 7-2 本项目工业 CT 装置周围相邻关系图

## 评价标准

### 1、剂量限值及剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，本项目放射工作人员和公众的年剂量限值，以及根据本项目特点并遵循辐射防护最优化原则建议的年剂量约束值见下表。

表 7-2 剂量限值及剂量约束值

| 适用范围 | 剂量限值     | 剂量约束值     |
|------|----------|-----------|
| 职业照射 | 20 mSv/a | 5.0 mSv/a |

|      |         |           |
|------|---------|-----------|
| 公众照射 | 1 mSv/a | 0.1 mSv/a |
|------|---------|-----------|

## 2、辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定，划定控制区、监督区。控制区和监督区以外区域对人员活动不限制。

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.2 中要求：“应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求”。

## 3、剂量率要求

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

6.1.4 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 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 $\mu$ Sv/h。

因此，本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置的剂量率限值为“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”。

## 4、其他

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求：

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 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，并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

本项目拟新增的2台工业CT装置分别位于转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的E115号X射线显微镜室和E121号高分辨率CT室内。为了说明本项目所在区域及周围辐射环境水平，本评价委托上海建科检验有限公司对项目所在地的 $\gamma$ 辐射环境本底进行监测。上海建科检验有限公司相关辐射监测能力项取得时间为2022年，可以对项目所在地 $\gamma$ 辐射水平进行监测。本项目在开展 $\gamma$ 辐射环境本底监测时，工业CT装置周围50m评价范围内的周边环境无放射源或射线装置。

#### 1、检测点位

本项目拟新增的2台工业CT装置分别位于转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的E115号X射线显微镜室和E121号高分辨率CT室内。本评价辐射本底现状监测点位选取位置位于本项目工业CT装置拟放置处和装置周围50m评价范围内的周边环境，以及室外空地（环境对照点），本项目监测点位置见图8-1。

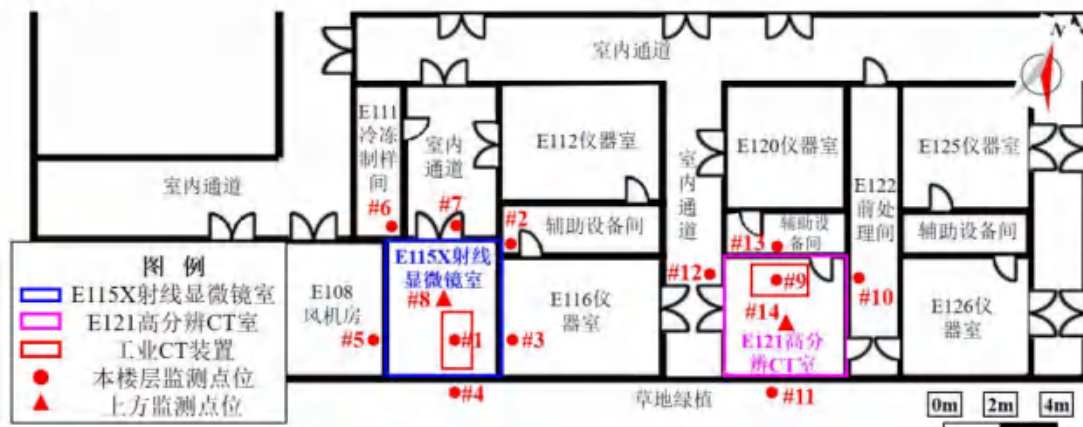


图 8-1 电离辐射本底水平检测点示意图 (1)



图 8-1 电离辐射本底水平检测点示意图（2）

## 2、监测基本情况

本项目监测仪器、监测因子等基本情况如下表。

表 8-1 监测仪器、监测因子等基本情况一览表

|           |                                        |
|-----------|----------------------------------------|
| 监测点位      | #1~15                                  |
| 监测单位      | 上海建科检验有限公司                             |
| 监测报告编号    | FW058-250052*                          |
| 监测时间      | 2025 年 01 月 03 日                       |
| 监测依据      | 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）         |
| 监测因子      | 环境γ辐射剂量率                               |
| 监测仪器名称    | 6150AD5/H（6150AD-b/H）型便携式 X、γ辐射周围剂量当量仪 |
| 监测仪器量程    | 1nSv/h-99.9μSv/h                       |
| 校准因子      | 1.00                                   |
| 仪器检定校准有效期 | 2024 年 04 月 26 日~2025 年 04 月 25 日      |

## 3、质量保证措施

（1）在本项目周边评价范围内选取监测点位，充分考虑点位的代表性，以保证监测结果的科学性和可比性。

（2）监测方法依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的相关规定，采用即时测量方法进行。

（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。

（5）严格按照实验室体系文件中的《质量手册》、《程序文件》及《作业指导书》执行监测任务，监测人员经考核合格后持证上岗。

(6) 监测报告严格实行校对、校核、审定三级审核制度。

#### 4、监测结果及分析

本底监测报告见附件 2，监测结果见表 8-2。

表 8-2 辐射本底监测结果

| 序号  | 测点位置                                               | 测量次数 | 监测结果 (nGy/h) |     |     |     |
|-----|----------------------------------------------------|------|--------------|-----|-----|-----|
|     |                                                    |      | 最高值          | 最低值 | 平均值 | 标准差 |
| #1  | E115X 射线显微镜室内工业 CT 装置拟放置处                          | 10   | 90           | 85  | 88  | 2   |
| #2  | E115X 射线显微镜室东侧辅助设备间内                               | 10   | 90           | 87  | 88  | 1   |
| #3  | E115X 射线显微镜室东侧 E116 仪器室内                           | 10   | 92           | 87  | 89  | 2   |
| #4  | E115X 射线显微镜室南侧草地绿植处(转化医学研究所大楼南侧 1m 处)              | 10   | 92           | 85  | 89  | 3   |
| #5  | E115X 射线显微镜室西侧 E108 风机房内                           | 10   | 94           | 88  | 90  | 2   |
| #6  | E115X 射线显微镜室北侧 E111 冷冻制样间内                         | 10   | 93           | 85  | 89  | 3   |
| #7  | E115X 射线显微镜室北侧室内通道处                                | 10   | 94           | 86  | 90  | 3   |
| #8  | 转化医学研究院大楼二层扫描电镜间内(E115X 射线显微镜室内拟放置工业 CT 装置上方对应区域)  | 10   | 93           | 86  | 89  | 2   |
| #9  | E121 高分辨 CT 室内工业 CT 装置拟放置处                         | 10   | 91           | 87  | 88  | 2   |
| #10 | E121 高分辨 CT 室东侧 E122 前处理间内                         | 10   | 91           | 86  | 89  | 2   |
| #11 | E121 高分辨 CT 室南侧草地绿植处(转化医学研究所大楼南侧 1m 处)             | 10   | 92           | 86  | 90  | 2   |
| #12 | E121 高分辨 CT 室西侧室内通道处                               | 10   | 91           | 85  | 88  | 2   |
| #13 | E121 高分辨 CT 室北侧辅助设备间内                              | 10   | 91           | 88  | 89  | 1   |
| #14 | 转化医学研究院大楼二层数据处理间内(E121 高分辨 CT 室内拟放置工业 CT 装置上方对应区域) | 10   | 96           | 87  | 90  | 3   |
| #15 | 转化医学研究院大楼南侧草坪处(环境对照点)                              | 10   | 91           | 87  | 88  | 2   |

注[1]: 以上测量值均未扣除本次测量仪器对宇宙射线的响应。

注[2]: 仪器使用<sup>137</sup>Cs作为检定/校准参考辐射源, 故空气比释动能和周围剂量当量的换算系数为1.20Sv/Gy;

注[3]: 具体监测位置详见图8-1中标注的监测点位。

由上表可见, 本项目 1~14 号点位的监测结果和环境对照点(15 号点位)基本一致, 同时根据《2023 上海市生态环境状况公报》中 2019~2023 年 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率可知, 本项目 E115 号 X 射线显微镜室和 E121 号高分辨率 CT 室内及周围现状辐射水平无异常。

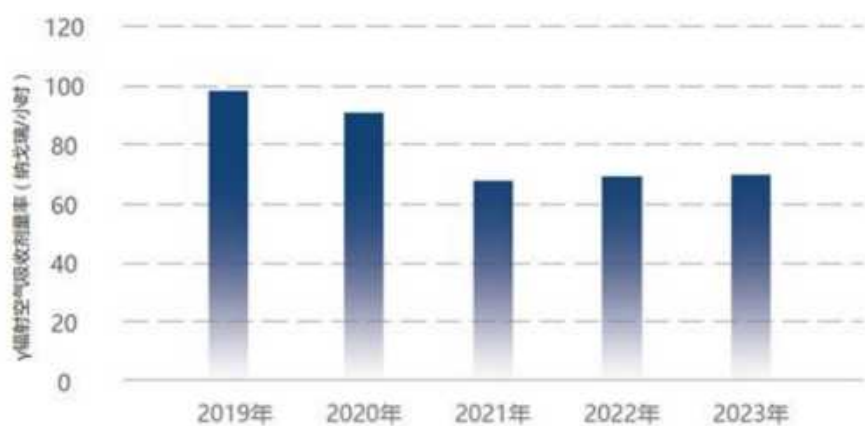


图 8-2 2019~2023 年 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率年均变化趋势图（源自《2023 上海市生态环境状况公报》）

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 1、工作原理

工业 CT 装置是利用 X 射线对物件进行透射的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检部件进行照射，根据 X 射线在穿过部件时其衰减量的变化程度，最终以二维断层图像或三维立体图像的形式，展示被检测物体内部结构、组成、材质及缺损状况。

X 射线管是工业 CT 装置的主要功能设备，由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管是用来产生 X 射线的射线源，主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极主要为发射电子的灯丝（钨丝），通电时，钨丝在白炽状态下释放出自由电子。电子在阴阳两极高电压作用下不断加速，撞击阳极而产生 X 射线。高压发生器的作用是把输入的交流电变成 X 射线管所需的直流电压，并为 X 射线管灯丝提供加热电压。典型的 X 射线管结构如图 9-1 所示。

将 X 射线管作为光源，X 射线照射到固定于机械平台的工件时，不同射线与工件发生相互作用，如果物体局部存在缺陷或者结构存在差异，它将改变物体对射线的衰减，产生不同透射射线强度，带有信息的 X 射线被固定在工件另一侧的平板探测器所接收，通过转动工件来获得不同角度的投影，用复杂的计算层析技术，将获得的各个角度的投影进行重建，得到被测工件的三维立体结构图，就可以判定工件内部的缺陷和结构。

工业 CT 装置是将检测目标（样品）放置在 X 射线发生器与 X 射线检测器之间，使其 360° 旋转，从所有角度收集 X 射线透射数据，计算出断面图像（CT 图像）。

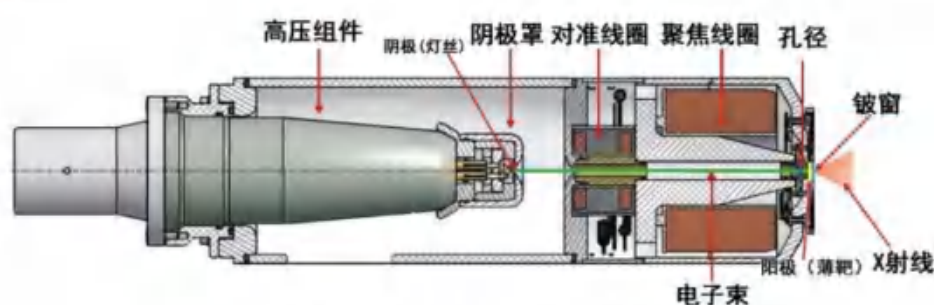


图 9-1 典型 X 射线管结构图

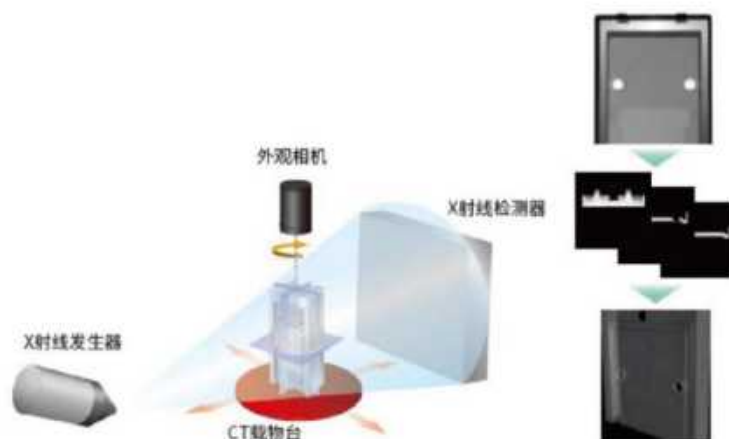


图 9-2 工业 CT 装置检测原理

## 2、设备组成

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均为带屏蔽体的集成系统,其中 X 射线管、样品台、平板探测器等结构部件均安装在一个全封闭的铅屏蔽体内,防护门和高压发生器进行联锁,只有防护门关闭完好后才能产生射线,控制系统设置在屏蔽体外侧。本项目 2 台工业 CT 装置仅射线管的功率不同,装置外观尺寸均一致,2 台工业 CT 装置的外观图见图 9-3,内部结构图、正视图和俯视图见图 9-4~图 9-5。

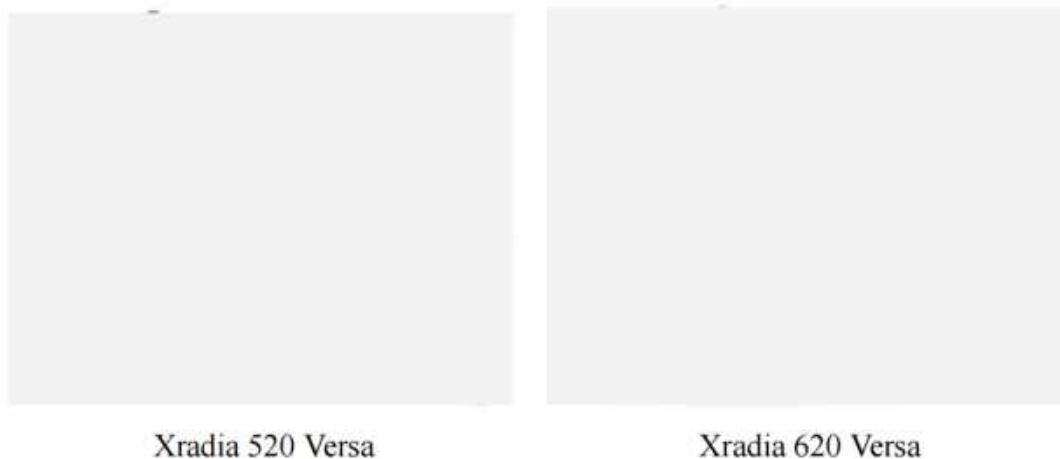


图 9-3 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置外观图

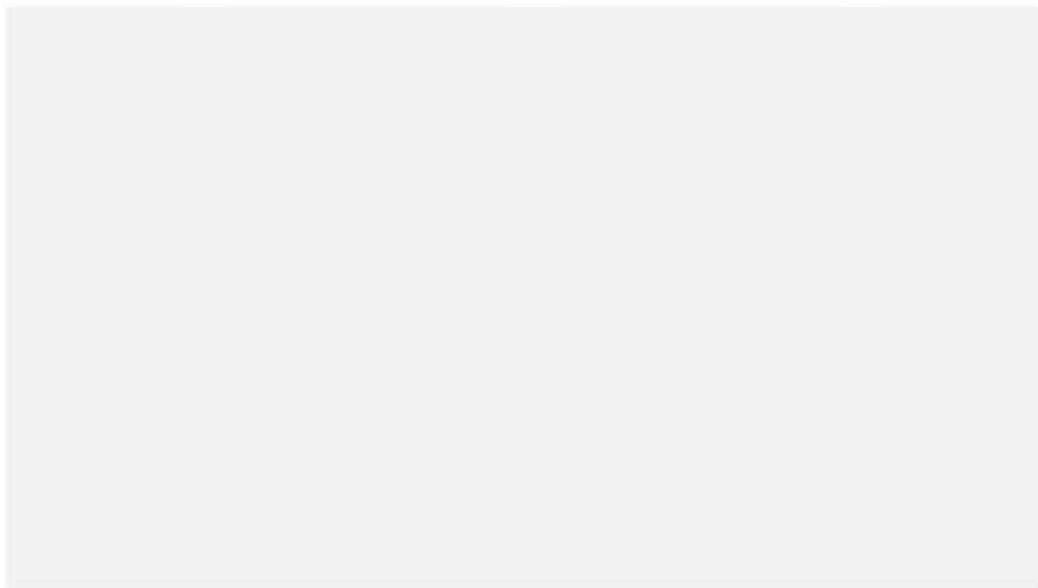
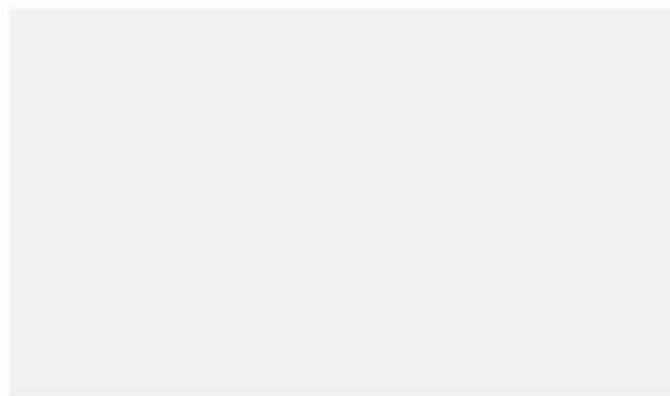
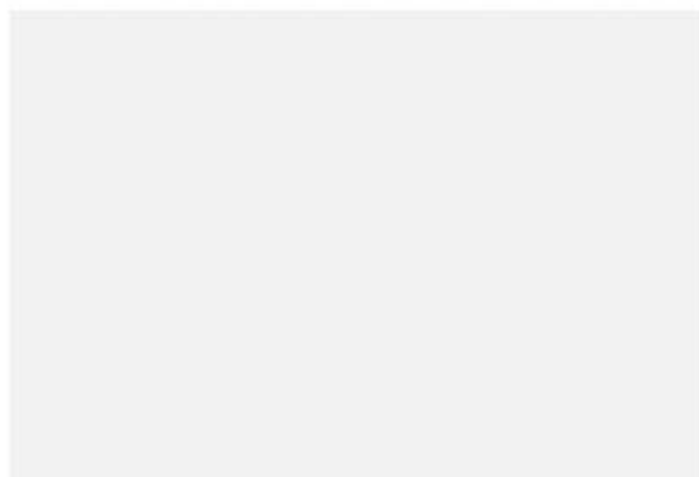


图 9-4 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置内部结构图



正视图



俯视图

图 9-5 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置正视图和俯视图

### 3、工作流程

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置主要用于观察不同材料的内部结构，具体工作流程如下：

- ①开机，进行系统自检；
- ②准备待检物；
- ③打开设备防护门，将待检物安置在屏蔽体内的样品台上；
- ④关闭设备防护门，在控制台选择合适的参数，对安全联锁系统检查无误后开机检测；
- ⑤高压出束，进行检测；
- ⑥停止出束，分析成像数据；
- ⑦打开设备防护门，取出被检物，完成一次作业。

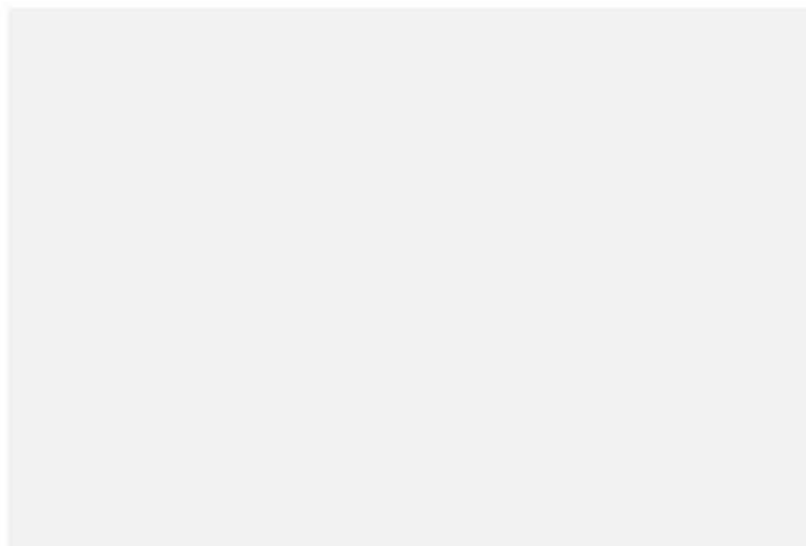


图 9-6 工作流程

### 污染源项描述

#### 1、设备参数

本项目射线装置基本情况一览表见表 9-1 所示。

表 9-1 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置基本参数表

| 序号 | 设备型号                | 主射方向<br>[1]    | 最大管电压/<br>最大管电流<br>(kV/mA) | 外部尺寸:<br>宽×深×高<br>(mm) | 防护门尺寸:<br>宽×高<br>(mm) | 靶点到工件的距<br>离 (mm) | 有用束<br>张角(°) | 装置辐<br>射屏蔽 |
|----|---------------------|----------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------|------------|
| 1  | Xradia 520<br>Versa | 向南<br>出束<br>向右 | 160/0.09                   | 2006×1064×<br>1719     | 2006×900              |                   |              | 自带屏<br>蔽体  |
| 2  | Xradia 620<br>Versa | 向东<br>出束<br>向右 | 160/0.156                  | 2006×1064×<br>1719     | 2006×900              |                   |              | 自带屏<br>蔽体  |

注[1]: 主射方向均为面向设备时的出束方向。

## 2、正常工况放射性污染分析

X 射线装置主要的放射污染是 X 射线，污染途径是 X 射线外照射。X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。在 X 射线装置使用过程中，X 射线贯穿屏蔽体进入外环境中，将对操作人员及设备周围人员造成辐射影响。

本项目无放射性废液、放射性废气和放射性固体废物产生。

## 3、事故工况放射性污染分析

本项目在运行过程中可能发生的故事有：

(1) 工业 CT 装置的安全联锁系统失效，装置在防护门未关闭或关闭不完全的情况下启动出束，对工作人员及周围公众造成不必要的照射；

(2) 设备自带的屏蔽结构受损，导致屏蔽效果减弱。

## 4、“三废”产生情况

本项目无放射性废液、放射性废气和放射性固体废物产生。

本项目工业 CT 装置采用数码摄片方式，不使用传统的显、定影液洗片方式，不会有废显、定影液及废胶片等感光材料危险废物（编号：HW16）产生。

本项目工业 CT 装置工作时的管电压、管电流较小，设备设置有排风系统，通风量能满足每小时不少于 3 次的通风要求，且 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室具备空调通风系统，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体可以排出室外。

本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增产生生活垃圾，放射工作人员产生的生活垃圾分类收集后由环卫部门定期清运。

本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增生活污水，放射工作人员产生的生活废水经污水管网收集后纳入市政污水管网。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、工作场所布局及辐射分区

(1) 工作场所布局

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置分别位于转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内。E115X 射线显微镜室东侧为辅助设备间和 E116 仪器室，南侧为室外草地绿植，西侧为 E108 风机房，北侧为 E111 冷冻制样间和室内通道，楼上为 E210-E215 扫描电镜间，无地下结构。E121 高分辨 CT 室东侧为 E122 前处理间，南侧为室外草地绿植，西侧为室内通道，北侧为辅助设备间，楼上为 E210-E215 扫描电镜间和 E216 数据处理间，无地下结构。

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置自带屏蔽性能良好的屏蔽体并位于专用场所内，E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室均为专用场所并设置有门禁系统，除射线装置外不存在其他装置，区域相对独立，从整体上看，本项目场所布局基本合理。

(2) 辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），对本项目进行分区管理，具体如下：

①控制区：将本项目工业 CT 装置屏蔽体内部区域设置为控制区，工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明，并通过实体屏蔽、急停装置、安全联锁装置等对该区域进行控制。

②监督区：将本项目 E115X 射线显微镜室（除射线装置外）和 E121 高分辨 CT 室（除射线装置外）设置为监督区，入口处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明，设置门禁系统，在射线装置开机工作时仅允许具有相关权限的放射工作人员进入，并需经常对该区域的职业照射条件进行监督和评价。

③其他区域对人员活动不作限制。

本项目辐射分区见图 10-1。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护

与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区要求。

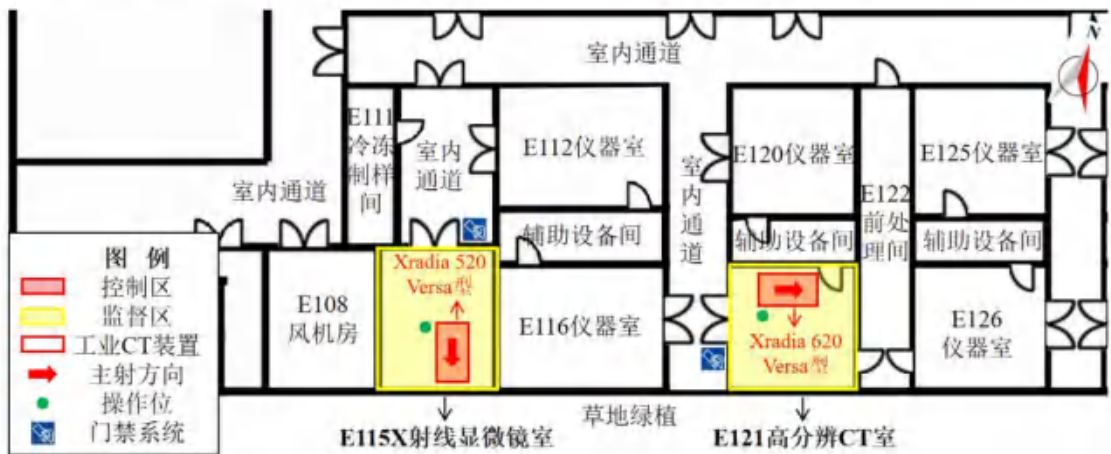


图 10-1 本项目辐射分区图

2、辐射防护屏蔽设计

本项目拟新增的2台工业CT装置均为带屏蔽体的集成系统，2台工业CT装置辐射防护屏蔽设计一致，均具有满足要求的屏蔽能力，装置屏蔽体外表面无X射线超标泄漏，屏蔽体周围30cm处的周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的标准限值要求。本项目工业CT装置的屏蔽措施见表 10-1。

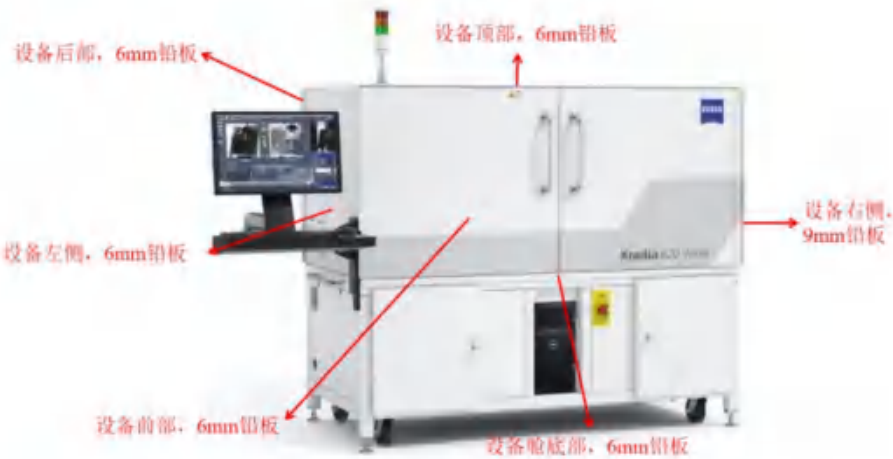


图 10-2 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置屏蔽防护图

表 10-1 设备的屏蔽材料及厚度一览表

| 设备型号                                    | 尺寸：宽×深×高（mm）   | 方位        | 屏蔽材料及厚度  |
|-----------------------------------------|----------------|-----------|----------|
| Xradia 520<br>Versa、Xradia 620<br>Versa | 2006×1064×1719 | 设备正面（进样门） | 6.0mm 铅板 |
|                                         |                | 设备背面（检修门） | 6.0mm 铅板 |
|                                         |                | 设备左面      | 6.0mm 铅板 |
|                                         |                | 设备右面（主射面） | 9.0mm 铅板 |

|  |  |       |          |
|--|--|-------|----------|
|  |  | 设备顶面  | 6.0mm 铅板 |
|  |  | 设备舱底面 | 6.0mm 铅板 |

注：本项目工业 CT 装置防护门尺寸为 2006mm×900mm，由于工业 CT 装置内部结构，人无法通过防护门进入设备内部并完全关闭防护门。

本项目工业 CT 装置通风口导向防护结构以及管线孔处均设计有与装置同侧屏蔽体相同防护能力的铅防护罩，并建立迷宫路线，防止 X 射线泄漏。

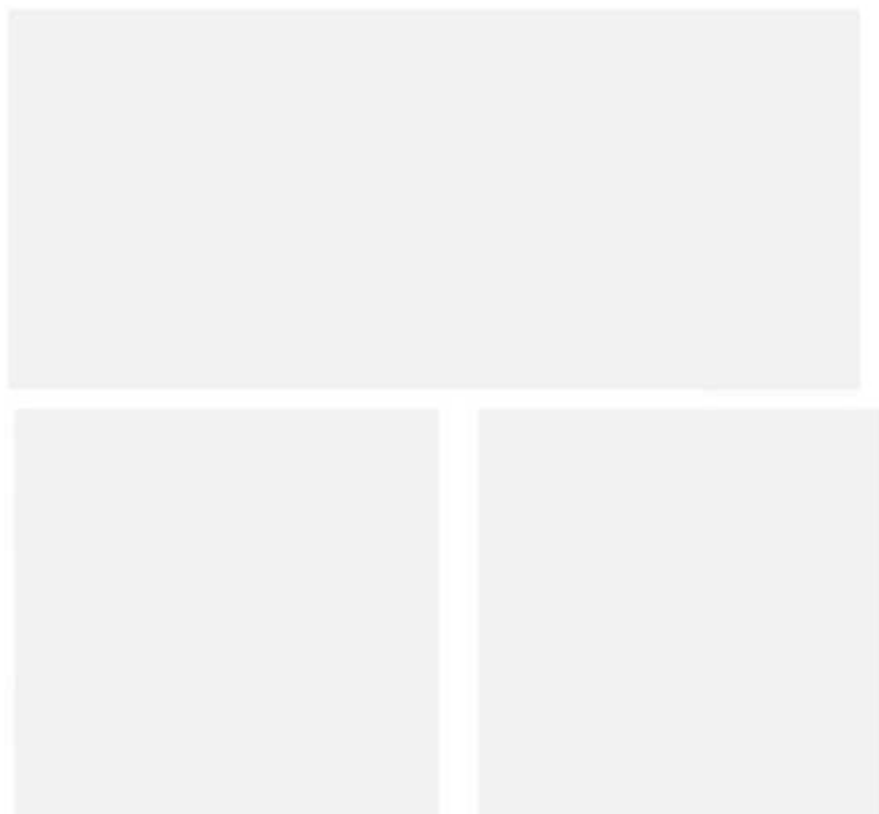
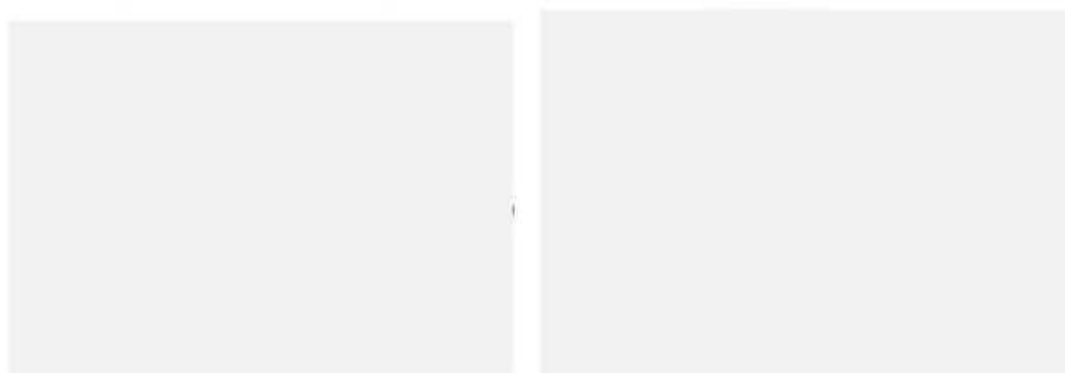


图 10-3 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置高压线缆屏蔽图



探测器线缆屏蔽图

工作状态指示灯线缆屏蔽图

图 10-4 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置探测器与工作状态指示灯线缆屏蔽图

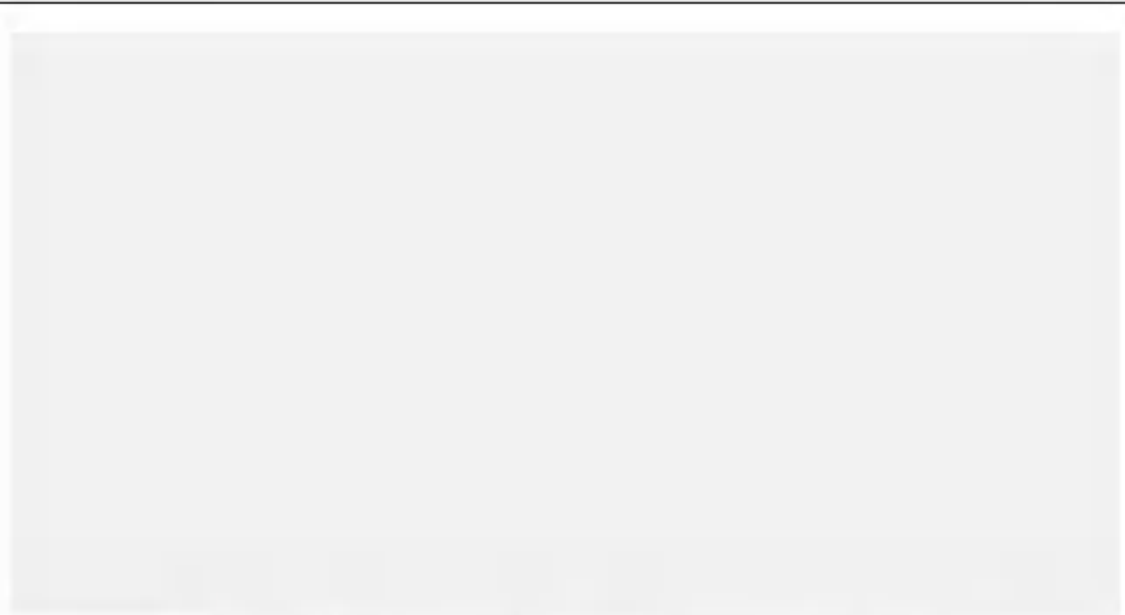


图 10-5 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置进出风口屏蔽图

### 3、辐射安全和防护措施

#### 3.1 工业 CT 装置的固有辐射安全和防护措施

(1) 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置带有屏蔽防护性能良好的屏蔽体，能满足 GBZ 117-2022 标准相关要求，可以保证屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，且工作人员和公众的受照剂量满足环评文件提出的剂量约束要求。

(2) 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置顶部均安装有工作状态指示灯，并与设备出束状态联锁。

(3) 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(4) 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置的正面和背面上各设置 1 个急停按钮，用于紧急条件下中断工业 CT 装置电源，急停按钮与工业 CT 装置高压实现安全联锁，当压下急停开关后，工业 CT 装置将不能出束；任何时候按下任一个急停按钮，机器断高压停止出束，而且急停按钮必须复位后，才能重新启动。

(5) 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置设置门机联锁，当射线装置进料舱门打开或舱门未完全关闭时，该设备无法出束，只有舱门完全关闭时方能出束，若强行打开舱门射线装置会立即停止出束。

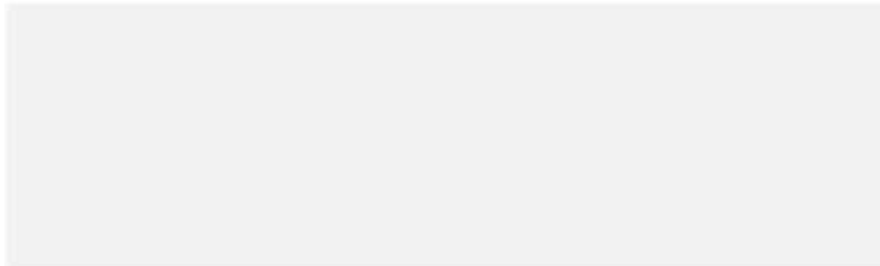
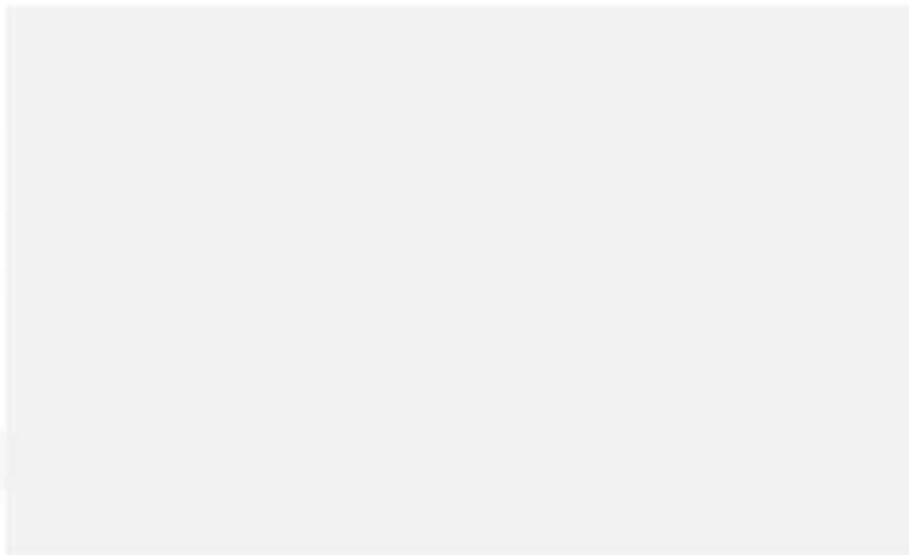


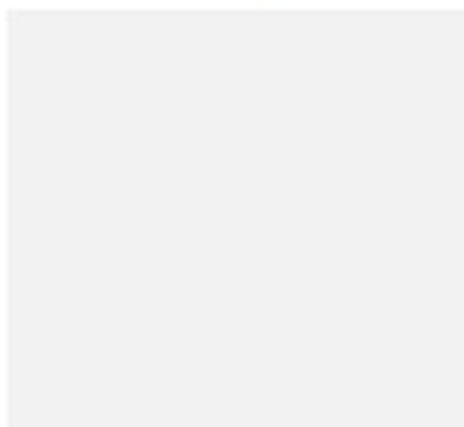
图 10-6 安全联锁逻辑图

(6) 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置屏蔽体内部安装有监控摄像头，在控制台能观察到设备内情况。

(7) 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均设置有排风系统，通风量能满足每小时不少于 3 次的通风要求，通风口导向防护结构以及管线孔处均设计有与装置同侧屏蔽体相同防护能力的铅防护罩，并建立迷宫路线，防止 X 射线泄漏。



设备正面



设备背面

图 10-7 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置安全设施

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置为自带屏蔽体的集成系统，其屏蔽体可视  
为探伤室，与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室相关的防护  
安全要求的相符性分析见表 10-2。

**表 10-2 与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）防护安全要求相符性  
分析**

| 序号 | GBZ117-2022 的要求                                                                                                                              | 本项目实际采取的措施                                                                                                                                                                                                                                                     | 是否与标准<br>规范相符 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1  | 6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。                            | 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置为带有屏蔽体的集成系统，具有良好的屏蔽结构和防护性能。放射工作人员在设备外的操作位进行操作，本项目射线装置主束方向向右，设备操作位和防护门均位于设备正面，有用线束的照射未朝向防护门和放射工作人员操作位。                                                                                                                                       | 相符            |
| 2  | 6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。                                                                                                   | 将本项目工业 CT 装置屏蔽体内部区域设置为控制区，工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明，并通过实体屏蔽、急停装置、安全联锁装置等对该区域进行控制；将本项目 E115X 射线显微镜室（除射线装置外）和 E121 高分辨 CT 室（除射线装置外）设置为监督区，入口处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明，设置门禁系统，在射线装置开机工作时仅允许具有相关权限的放射工作人员进入，并需经常对该区域的职业照射条件进行监督和评价。 | 相符            |
| 3  | 6.1.3 和 6.1.4 探伤室墙体和门以及探伤室顶等屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。                                                                     | 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均为带有屏蔽体的集成系统，具有良好的屏蔽结构和防护性能，确保屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。                                                                                                                                                                         | 相符            |
| 4  | 6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。 | 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均设有门机联锁系统。只有在防护门闭合到位后才能出束；当防护门打开时，X 射线立刻停止出束。本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置内都仅设有 1 个 X 射线球管。                                                                                                                                                           | 相符            |
| 5  | 6.1.6 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，并与探                                                                                              | 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置顶部均安装有工作状态指示灯，并与设备出束状态联锁。                                                                                                                                                                                                                   | 相符            |

|   |                                                                                                                     |                                                                                                                                               |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   | <p>伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p> |                                                                                                                                               |    |
| 6 | <p>6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p>                                            | <p>本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置内部均安装有监控摄像头，在控制台能观察到设备内情况。</p>                                                                                          | 相符 |
| 7 | <p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>                                                               | <p>本项目 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室入口处，以及工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>                                                 | 相符 |
| 8 | <p>6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。</p>          | <p>本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置的正面和背面均设有急停按钮。按下急停按钮将立刻切断电源，使系统停止出束。</p>                                                                                | 相符 |
| 9 | <p>6.1.10 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。</p>                                                   | <p>本项目工业 CT 装置工作时，X 射线使空气电离产生少量的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>，且本项目所在的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室设置有空调通风系统，射线装置运行产生的少量臭氧和氮氧化物经通风系统排出室外。</p> | 相符 |

### 3.2 其他辐射安全防护措施

(1) 上海交通大学已配备 7 台 X、γ 辐射剂量率巡测仪和 10 台个人剂量报警仪，拟针对本项目另行配备 2 台个人剂量报警仪，可以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中“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”的要求。同时，监测仪器将定期进行检定，并在检定合格后方可使用。

(2) 本项目所在的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室设置有空调通风系统，能防止臭氧和氮氧化物等有害气体的聚集。

(3) 本项目 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室入口处，以及工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(4)上海交通大学拟新增4名放射工作人员负责本项目工业CT装置的操作,所有新增的放射工作人员均需进行辐射安全和防护知识及相关法律法规培训,并需参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核,考核合格后方可上岗。上海交通大学为所有放射工作人员每人配备1个个人剂量计,个人剂量计编号并定期送检,建立个人剂量档案,并定期进行职业健康体检,建立个人职业健康监护档案。

### 3.3 辐射监测

上海交通大学已配备7台X、 $\gamma$ 辐射剂量率巡测仪和10台个人剂量报警仪,拟针对本项目另行配备2台个人剂量报警仪,可以用于工作场所日常自行监测并保存监测记录,监测频次为每季度一次;学校目前委托复旦大学放射医学研究所对学校现有的辐射工作场所进行年度监测,本项目投运后将继续委托有相关资质单位对辐射工作场所和周围环境进行年度监测,并出具监测报告;学校目前委托上海市疾病预防控制中心定期(不超过三个月)对放射工作人员开展个人剂量监测工作,本项目实施后将继续委托有相关资质单位定期(不超过三个月)为所有放射工作人员进行个人剂量监测,并出具个人剂量监测报告。

### 4、设备的安装、维修和保养

本项目拟新增的工业CT装置的安装、维修和保养工作均由生产厂家负责安排上门操作,上海交通大学不负责具体的安装调试工作,但对安装调试期间的安全工作负有监督管理责任。

### 5、与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相符性分析

原环保部2011年第18号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置的单位提出了具体条件,本项目具备的条件与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相符性分析如表10-3所示。

表 10-3 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相符性分析

| 序号 | 安全和防护管理办法要求                                                            | 本单位落实情况                                                                                        | 符合情况 |
|----|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | 第五条<br>生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所,应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志,其出口处应当按照国家有关安全和防 | 本项目E115X射线显微镜室和E121高分辨CT室入口处,以及工业CT装置外表面醒目位置处张贴符合GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明;装置均设置有门机联锁装置和工作状态指 | 符合   |

|   |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                             |    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   | <p>护标准的要求,设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。</p> <p>射线装置的生产调试和使用场所,应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</p>                                     | <p>示灯;本项目拟新增的2台工业CT装置均设置有急停按钮。</p> <p>辐射工作场所拟实行分区管理,将本项目工业CT装置屏蔽体内部区域设置为控制区,将本项目E115X射线显微镜室(除射线装置外)和E121高分辨CT室(除射线装置外)设置为监督区。</p> <p>上海交通大学已配备7台X、γ辐射剂量率巡测仪和10台个人剂量报警仪,拟针对本项目另行配备2台个人剂量报警仪。</p>             |    |
| 2 | <p>第九条</p> <p>生产、销售、使用射线装置的单位,应当按照国家环境监测规范,对相关场所进行辐射监测,并对监测数据的真实性、可靠性负责;不具备自行监测能力的,可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。</p>                 | <p>上海交通大学目前委托上海市疾病预防控制中心对学校现有的辐射工作场所进行年度监测,并定期对辐射工作场所开展日常自行监测并保存监测记录,监测频次为每季度一次;本项目投入运行后,上海交通大学将继续委托有资质单位对辐射工作场所和周围环境进行年度监测,并出具监测报告。</p>                                                                    | 符合 |
| 3 | <p>第十二条</p> <p>生产、销售、使用射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。</p>                                          | <p>本项目建成投运后,建设单位将向生态环境主管部门重新申请辐射安全许可证,并按要求于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的年度评估报告。</p>                                                                                                                                  | 符合 |
| 4 | <p>第十七条</p> <p>生产、销售、使用射线装置的单位应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训并进行考核;考核不合格的,不得上岗。</p>                        | <p>本项目建成后,上海交通大学拟新增4名放射工作人员负责本项目工业CT装置的操作,所有新增的放射工作人员均需进行辐射安全和防护知识及相关法律法规培训,并需参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核,考核合格后方可上岗。</p>                                                                                          | 符合 |
| 5 | <p>第二十三条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准,对本单位的放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,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。</p> | <p>上海交通大学目前已为所有放射工作人员每人配备了1个人剂量计,并委托上海市疾病预防控制中心定期(不超过三个月)对放射工作人员开展个人剂量监测工作,本项目实施后将继续委托有相关资质单位定期(不超过三个月)进行个人剂量监测,并出具个人剂量监测报告。如发现个人剂量监测结果异常的,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。</p> <p>学校设专人建立和管理个人剂量档案并终生保存。</p> | 符合 |
| 6 | <p>第二十四条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,不具备个人剂量监测能力的,应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。</p>                                                             | <p>上海交通大学目前委托上海市疾病预防控制中心定期(不超过三个月)对放射工作人员开展个人剂量监测工作,本项目投入运行后,将继续委托有相关资质单位定期(不超过三个月)进行个人剂量监测,并出具个人剂量监测报告。</p>                                                                                                | 符合 |

## 6、与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相符性分析

表10-4汇总列出了本项目与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相符性分析情况。

**表 10-4 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相符性分析**

| 序号 | 安全许可管理办法要求                                                  | 项目单位情况                                                                                                                                                                                              | 符合情况 |
|----|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | 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。 | 学校设置了辐射安全防护领导小组专门负责学校的辐射安全和环境保护管理工作，辐射安全与防护管理实行学校、院系、实验室三级管理体制，并由学校实验室安全与环保中心负责领导全校辐射安全与防护管理工作。                                                                                                     | 符合   |
| 2  | 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。                      | 上海交通大学拟新增4名放射工作人员负责本项目工业CT装置的操作，所有新增的放射工作人员均需进行辐射安全和防护知识及相关法律法规培训，并需参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。                                                                                                | 符合   |
| 3  | 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。                      | 本项目不涉及使用放射性同位素。                                                                                                                                                                                     | /    |
| 4  | 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。                | 本项目E115X射线显微镜室和E121高分辨CT室入口处，以及工业CT装置外表面醒目位置处张贴符合GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明；装置均设置有门机联锁装置和工作状态指示灯；装置均设置有急停按钮；辐射工作场所拟实行分区管理，将本项目工业CT装置屏蔽体内部区域设置为控制区，将本项目E115X射线显微镜室（除射线装置外）和E121高分辨CT室（除射线装置外）设置为监督区。 | 符合   |
| 5  | 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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。               | 上海交通大学已配备7台X、γ辐射剂量率巡测仪和10台个人剂量报警仪，拟针对本项目另行配备2台个人剂量报警仪，并为所有放射工作人员每人配备1个人剂量计。                                                                                                                         | 符合   |
| 6  | 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台帐管理制度、培训计划和监测方案。                      | 上海交通大学已制定了一系列的规章制度，包括《工业CT装置操作规程》、《射线装置操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《实验室人员岗位职责》、《环境监测方案》、《检修维护制度》、《辐射操作人员培训制度》和《辐射事故应急预案》。                                                                                   | 符合   |
| 7  | 有辐射事故应急措施。                                                  | 学校已针对可能发生的辐射事故（件）制定应急预案。                                                                                                                                                                            | 符合   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                         |                |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------|---|
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。 | 本项目无放射性“三废”产生。 | / |
| <p><b>三废的治理</b></p> <p>本项目无放射性废液、放射性废气和放射性固体废物产生。</p> <p>本项目工业CT装置工作时，X射线使空气电离产生少量的O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>，但由于本项目射线装置工作时的管电压、管电流较小，设备设置有排风系统，通风量能满足每小时不少于3次的通风要求，且E115X射线显微镜室和E121高分辨CT室具备空调通风系统，X射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体可以排出室外。</p> <p>本项目仅采用数码成像，不洗片，无废显影液、废定影液等产生。</p> <p>本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增产生生活垃圾，放射工作人员产生的生活垃圾分类收集后由环卫部门定期清运。</p> <p>本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增生活污水，放射工作人员产生的生活废水经污水管网收集后纳入市政污水管网。</p> |                                                         |                |   |

表 11 环境影响分析

### 建设阶段对环境的影响

本项目位于上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内，该楼栋已建成，不存在土建施工；本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置仅需进行安装、调试即可使用，建设阶段对周边环境的影响均较小。

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均由生产厂家安排工程师上门安装调试，待调试完毕后交付学校使用，若装置发生故障则由学校联系生产厂家安排工程师上门维修调试，公司仅负责安装调试期间的安全管理工作。

### 运行阶段对环境的影响

#### 1、工作负荷

上海交通大学拟新增 4 名放射工作人员负责本项目工业 CT 装置的操作，所有新增的放射工作人员均需进行辐射安全和防护知识及相关法律法规培训，并需参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。

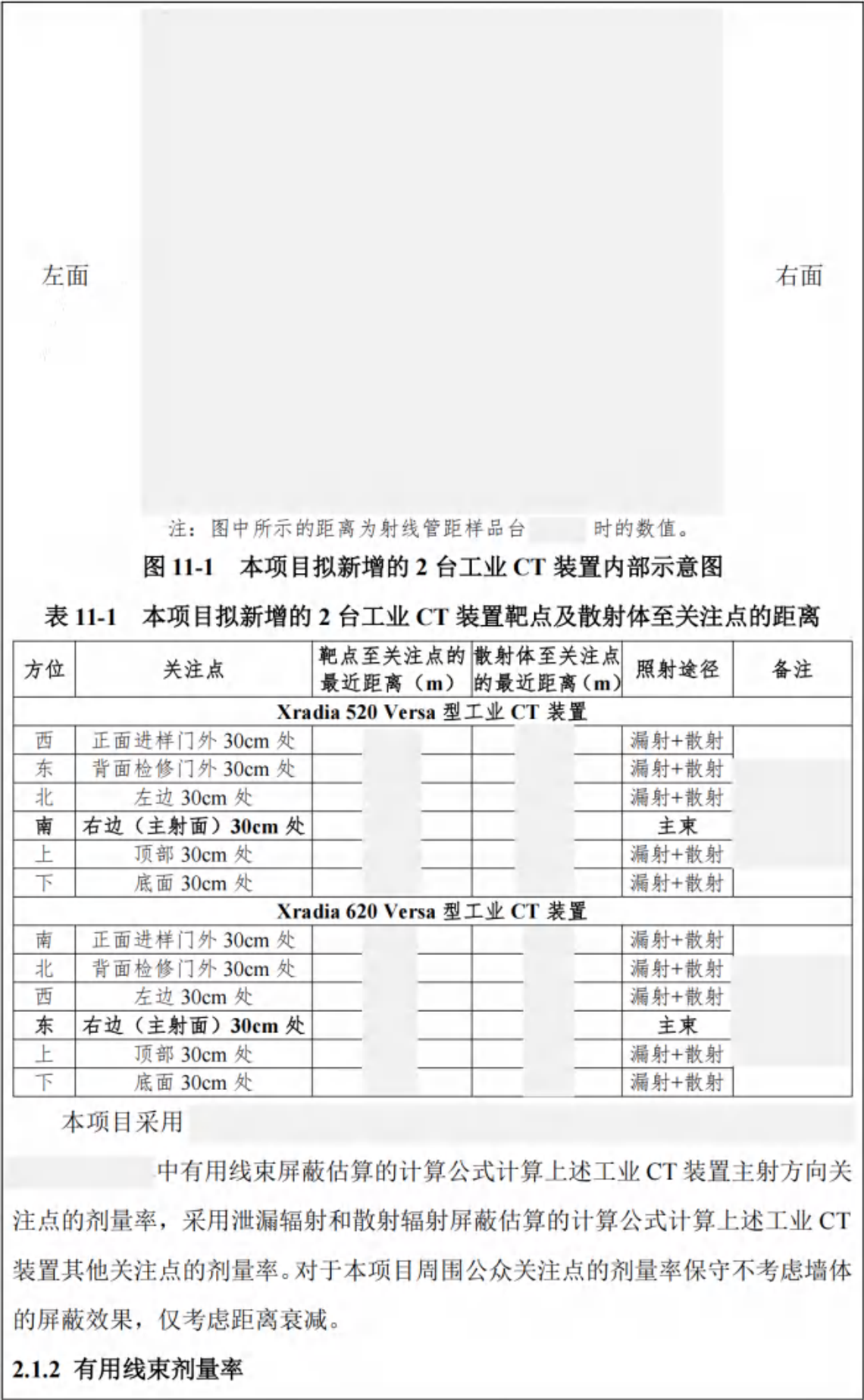
本项目 2 台工业 CT 装置每年检测量均约为 400 次，每次出束时间约为 1h，年曝光时间均为 400h。

#### 2、辐射屏蔽计算

##### 2.1 理论计算分析

##### 2.1.1 辐射源项分析

本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置的屏蔽措施见表 10-1，其靶点和散射体至各关注点的距离见表 11-1。



本项目主射方向对有用线束的预测计算模式采用

中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

式中：

$\dot{H}$ —关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ —X射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$B$ —屏蔽透射因子；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

将相关参数带入公式（11-1），可估算出本项目工业CT装置屏蔽体外30cm处主射方向的剂量率。

**表 11-2 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置有用线束的剂量率**

| 设备型号             | 关注点     | $I$<br>(mA) | $H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$<br>(mA·h) )<br>[1] | $R$<br>(m) | 铅厚度<br>(mm) | $B$ (铅) [2] | $\dot{H}$<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|------------------|---------|-------------|-----------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-----------------------------------|
| Xradia 520 Versa | 右面30cm处 | 0.09        |                                                           |            | 9.0         |             | 6.14E-02                          |
| Xradia 620 Versa | 右面30cm处 | 0.156       |                                                           |            | 9.0         |             | 1.06E-01                          |

### 2.1.3 泄漏辐射剂量率

泄漏辐射屏蔽估算的计算公式如下：

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

式中：

$\dot{H}$ —关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：

X—屏蔽物质厚度，mm；

TVL—半值层厚度，mm。

采用上述公式计算得到本项目工业CT装置屏蔽体外30cm处非主射方向的泄漏辐射，见下表。

表 11-3 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置泄漏辐射屏蔽估算结果

| 设备型号                | 关注点           | $H_L$ (μSv/h)<br>[1] | 铅厚度<br>(mm) | TVL <sub>铅</sub><br>(mm) [2] | B (铅)    | R(m) | $\dot{H}$ (μSv/h) |
|---------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|----------|------|-------------------|
| Xradia 520<br>Versa | 正面进样门外 30cm 处 |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 1.22E-02          |
|                     | 背面检修门外 30cm 处 |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 4.55E-03          |
|                     | 左边 30cm 处     |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 3.92E-03          |
|                     | 顶面 30cm 处     |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 1.11E-02          |
|                     | 底面 30cm 处     |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 1.77E-03          |
| Xradia 620<br>Versa | 正面进样门外 30cm 处 |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 1.22E-02          |
|                     | 背面检修门外 30cm 处 |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 4.55E-03          |
|                     | 左边 30cm 处     |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 3.92E-03          |
|                     | 顶面 30cm 处     |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 1.11E-02          |
|                     | 底面 30cm 处     |                      | 6.0         |                              | 1.93E-06 |      | 1.77E-03          |

#### 2.1.4 散射辐射剂量率

散射辐射屏蔽估算的计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

I—工业CT装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H<sub>0</sub>—距辐射源点（靶点）1m输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h）；

B—屏蔽透射因子；

F—R<sub>0</sub>处的辐射野面积，m<sup>2</sup>；

α—散射因子，入射辐射被单位面积（1m<sup>2</sup>）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。

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，m。

根据 及建设单位提供的资料，本项目工业CT装置相关参数见下表。

表 11-4 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置相关参数

| 设备型号             | 辐射源点（靶点）至探伤工件的距离 $R_0$ (mm) | 圆锥角 ( $^\circ$ ) | $\alpha_w$ | $\alpha$ | $F \cdot \alpha / R_0^2$ |
|------------------|-----------------------------|------------------|------------|----------|--------------------------|
| Xradia 520 Versa |                             |                  |            |          | 4.97E-02                 |
| Xradia 620 Versa |                             |                  |            |          | 4.97E-02                 |

采用上述公式及参数计算得到本项目工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处非主射方向的散射辐射，见下表。

表 11-5 本项目拟新增的工业 CT 装置散射辐射屏蔽估算结果

| 设备型号             | 关注点           | $I$ (mA) | $H_0$ ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ) | 铅厚度 (mm) | $\text{TVL}_{\frac{1}{10}}$ (mm) [1] | B (铅)    | $R_s$ (m) | $F \cdot \alpha / R_0^2$ | $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|------------------|---------------|----------|------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|-----------|--------------------------|--------------------------------|
| Xradia 520 Versa | 正面进样门外 30cm 处 | 0.09     |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 7.41E-03                       |
|                  | 背面检修门外 30cm 处 | 0.09     |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 2.77E-03                       |
|                  | 左边 30cm 处     | 0.09     |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 1.74E-03                       |
|                  | 顶面 30cm 处     | 0.09     |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 6.76E-03                       |
|                  | 底面 30cm 处     | 0.09     |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 1.08E-03                       |
| Xradia 620 Versa | 正面进样门外 30cm 处 | 0.156    |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 1.29E-02                       |
|                  | 背面检修门外 30cm 处 | 0.156    |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 4.81E-03                       |
|                  | 左边 30cm 处     | 0.156    |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 3.02E-03                       |
|                  | 顶面 30cm 处     | 0.156    |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 1.17E-02                       |
|                  | 底面 30cm 处     | 0.156    |                                                                        | 6.0      |                                      | 5.62E-07 |           |                          | 1.87E-03                       |

### 2.1.5 总辐射剂量率

由表 11-2~表 11-5 可计算得到本项目工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率，计算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率

| 设备型号                | 方位 | 关注点           | 有用线束<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 泄漏辐射<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 散射辐射<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 总辐射<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|---------------------|----|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Xradia 520<br>Versa | 西  | 正面进样门外 30cm 处 | /                            | 1.22E-02                     | 7.41E-03                     | 1.96E-02                    |
|                     | 东  | 背面检修门外 30cm 处 | /                            | 4.55E-03                     | 2.77E-03                     | 7.32E-03                    |
|                     | 北  | 左面 30cm 处     | /                            | 3.92E-03                     | 1.74E-03                     | 5.66E-03                    |
|                     | 南  | 右面（主射面）30cm 处 | 6.14E-02                     | /                            | /                            | 6.14E-02                    |
|                     | 上  | 顶面 30cm 处     | /                            | 1.11E-02                     | 6.76E-03                     | 1.79E-02                    |
|                     | 下  | 底面 30cm 处     | /                            | 1.77E-03                     | 1.08E-03                     | 2.85E-03                    |
| Xradia 620<br>Versa | 南  | 正面进样门外 30cm 处 | /                            | 1.22E-02                     | 1.29E-02                     | 2.51E-02                    |
|                     | 北  | 背面检修门外 30cm 处 | /                            | 4.55E-03                     | 4.81E-03                     | 9.36E-03                    |
|                     | 西  | 左面 30cm 处     | /                            | 3.92E-03                     | 3.02E-03                     | 6.94E-03                    |
|                     | 东  | 右面（主射面）30cm 处 | 1.06E-01                     | /                            | /                            | 1.06E-01                    |
|                     | 上  | 顶面 30cm 处     | /                            | 1.11E-02                     | 1.17E-02                     | 2.28E-02                    |
|                     | 下  | 底面 30cm 处     | /                            | 1.77E-03                     | 1.87E-03                     | 3.64E-03                    |

由上表可知，本项目工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率最大值为  $1.06\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ （位于 Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置右面（主射面）30cm 处），能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的限值要求，即“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。

此外，根据剂量率与源距离平方成反比规律，同时考虑评价范围内固有建筑物的屏蔽，可以预测本项目工业 CT 装置屏蔽体周围 50m 评价范围内的其他环境保护目标处的剂量率将远小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

## 2.2 类比监测分析

根据上海锐浦环境技术发展有限公司针对闵康技术检测（上海）有限公司验收的 2 台工业 CT 装置（型号分别为 Xradia 520 Versa 和 Xradia 620 Versa）在祖冲之路 1500 号 15 幢厂房一层 X-RAY 检测室内处于正常工作状态时开展的检测报告（见附件 3），2 台工业 CT 装置表面 30cm 处的剂量率水平均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的限值（ $<2.5\mu\text{Sv/h}$ ）要求，检测结果见表 11-7。

表 11-7 闵康技术检测（上海）有限公司验收的 2 台工业 CT 装置检测结果

| 序号 | 工作场所               | 设备型号             | 开机条件               | 检测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) <sup>[1][2]</sup> |
|----|--------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------------|
| 1  | 祖冲之路 1500 号        | Xradia 520 Versa | 160kV、0.062mA、持续曝光 | $\leq 0.13$                                 |
| 2  | 15 幢厂房一层 X-RAY 检测室 | Xradia 620 Versa | 160kV、0.156mA、持续曝光 | $\leq 0.12$                                 |

注[1]：表中所列检测值均未扣除本底值；

注[2]：表中所列检测结果均为 2 台工业 CT 装置周围剂量率平均值的最大值。

由上表可见,2台工业CT装置屏蔽体外30cm处的剂量率均远小于2.5μSv/h,经类比分析可知,本项目拟新增的2台工业CT装置能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中的剂量率限值要求。

综上所述,根据理论计算和类比分析结果可知,本项目拟新增的2台工业CT装置屏蔽体外30cm处的剂量率均小于2.5μSv/h,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)和本报告中设定的剂量率限值要求。

### 3、人员剂量评价

放射工作人员和周围公众的年附加有效剂量,按下列公式计算:

$$E = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-5)$$

式中:

E: 年有效剂量, mSv/a;

H: 关注点处的附加剂量率, μSv/h;

t: 出束时间, h/a;

T: 居留因子;

10<sup>-3</sup>: μSv转换成mSv的转换系数, mSv/μSv。

#### 3.1 放射工作人员受照剂量估算

上海交通大学拟新增4名放射工作人员负责本项目工业CT装置的操作,本项目保守按1名放射工作人员同时操作本项目2台工业CT装置考虑,对该名放射工作人员的年附加有效剂量进行估算,计算结果见表11-8所示。

表 11-8 本项目放射工作人员年附加有效剂量

| 场所            | 辐射来源               | 辐射剂量率<br>(μSv/h) [1] | 照射时间<br>(h/a) | 居留<br>因子 | 年附加有效剂量<br>(mSv/a) |
|---------------|--------------------|----------------------|---------------|----------|--------------------|
| E115X 射线显微镜室  | Xradia 520 Versa 型 | 1.96E-02             | 400           | 1        | 7.8E-03            |
| E121 高分辨 CT 室 | Xradia 620 Versa 型 | 2.51E-02             | 400           | 1        | 1.0E-02            |
| 合计            |                    |                      |               |          | 1.8E-02            |

注[1]: 本项目工业CT装置操作位均位于设备正面,故保守按装置正面30cm处辐射剂量率计算。

由上表可知,本项目所致放射工作人员的年附加有效剂量最大值为1.8E-02mSv/a,能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的放射工作人员剂量限值(20mSv/年)和本评价建议的职业照射剂量约束

值（5mSv/年）。

### 3.2 公众受照剂量估算

根据表 11-6 的计算结果，采用剂量率与距离平方成反比的原则推算得到工业 CT 装置周围其他关注点处的剂量率，并根据式（11-5）计算得到本项目所致周围公众的年附加有效剂量见表 11-9。

表 11-9 本项目对公众所致的年附加有效剂量

| 场所                | 方位 | 周围场所       | 距靶点或散射体的最近距离（m） | 关注点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ） <sup>[1]</sup> | 照射时间（h/a） | 居留因子 | 年附加有效剂量（mSv/a）  |
|-------------------|----|------------|-----------------|-------------------------------------------|-----------|------|-----------------|
| E115X射线显微镜室周围环境   | 东  | 辅助设备间      | 3.2             | 7.58E-04                                  | 400       | 1/16 | 1.90E-05        |
|                   |    | E116 仪器室   | 1.7             | 2.69E-03                                  |           | 1    | 1.08E-03        |
|                   | 南  | 室外草地绿植     | 1.5             | 4.68E-02                                  |           | 1/16 | 1.17E-03        |
|                   | 西  | E108 风机房   | 2.3             | 1.47E-03                                  |           | 1/16 | 3.68E-05        |
|                   | 北  | E111 冷冻制样间 | 3.7             | 6.99E-04                                  |           | 1    | 2.80E-04        |
|                   |    | 室内通道       | 3.3             | 8.78E-04                                  |           | 1/4  | 8.78E-05        |
|                   | 上  | 扫描电镜间      | 2.6             | 1.15E-03                                  |           | 1    | 4.60E-04        |
| E121 高分辨 CT 室周围环境 | 东  | E122 前处理间  | 2.5             | 2.91E-02                                  | 400       | 1/4  | <b>2.91E-03</b> |
|                   | 南  | 室外草地绿植     | 3.5             | 8.13E-04                                  |           | 1/16 | 2.03E-05        |
|                   | 西  | 室内通道       | 1.8             | 3.62E-03                                  |           | 1/4  | 3.62E-04        |
|                   | 北  | 辅助设备间      | 1.2             | 6.90E-03                                  |           | 1/16 | 1.73E-04        |
|                   | 上  | 数据处理间      | 2.6             | 1.47E-03                                  |           | 1    | 5.88E-04        |

注[1]：根据剂量率与距离平方成反比，可以推算得到周围其他关注点的辐射剂量率。

由上表可知，本项目对周围公众关注点的年附加有效剂量最大值为 2.91E-03 mSv/a，位于 E121 高分辨 CT 室东侧的 E122 前处理间，能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的公众剂量限值（1mSv/年）和本评价报告建议的公众剂量约束值（0.1mSv/年）的要求。

此外，根据剂量与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，可以预测本项目 50m 评价范围内的其他环境保护目标如其他仪器室等处的公众年附加剂量将远小于 0.1mSv/a。

### 4、“三废”影响分析

本项目无放射性废气、放射性废液、放射性固体废物产生。

本项目工业CT装置工作时的管电压、管电流较小，设备设置有排风系统，通风量能满足每小时不少于3次的通风要求，且E115X射线显微镜室和E121高分辨CT室具备空调通风系统，X射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体可以排出室外。

本项目仅采用数码成像，不洗片，无废显影液、废定影液等产生。

本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增产生生活垃圾，放射工作人员产生的生活垃圾分类收集后由环卫部门定期清运。

本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增生活污水，放射工作人员产生的生活废水经污水管网收集后纳入市政污水管网。

### 事故影响分析

射线装置仅在运行时产生 X 射线，停机后射线就会消失，故只有在开机状态下，射线装置产生的 X 射线才会贯穿屏蔽体进入外环境，从而带来一定的辐射影响。本项目射线装置可能发生的辐射事故如下：

（1）工业 CT 装置的安全联锁系统失效，装置在屏蔽门未关闭或关闭不完全的情况下启动出束，对工作人员及周围公众造成不必要的照射。

（2）设备自带的屏蔽结构受损，导致屏蔽效果减弱。

为防止上述事故发生，建设单位拟采取以下措施：

（1）射线装置设置安全联锁系统和急停按钮，当射线装置发生异常情况时，按下急停按钮，设备将立即断电，停止射线出束。

（2）定期检查门机联锁系统，确保屏蔽门与出束能够有效联动，只有屏蔽门关闭完全才能出束，屏蔽门打开、屏蔽门未完全关闭等情形下均不可出束。

（3）定期进行监测，确保屏蔽结构的屏蔽效果；加强放射工作人员的相关培训，以避免辐射事故的发生。

一旦发生辐射事故，必须马上停机，切断总电源开关，对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对仪器设备、设施进行监测，确定其影响状态。事故发生后，立即启动本单位的辐射事故应急预案，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》，向当地生态环境主管部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射时，还应同时向当地卫生行政主管部门报告。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

表 12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目为“使用Ⅱ类射线装置”的项目，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用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，“从事辐射工作的人员必须通过辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的培训和考核”等辐射管理要求。

上海交通大学根据《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）设置了辐射安全与防护管理机构（成员名单见表 1-12）专门负责学校的辐射安全和环境保护管理工作，辐射安全与防护管理实行学校、院系、实验室三级管理体制。学校实验室安全与环保中心负责领导全校辐射安全与防护管理工作，主要职责如下：

（1）认真贯彻执行国家有关辐射安全及环境保护的一系列法律法规标准及文件，严格按照《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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规要求开展辐射安全防护及环境保护工作。

（2）依据国家法规标准要求，结合实际情况，制定辐射安全管理相关规章制度及实施细则，并对制度的执行情况进行定期监督检查，发现安全隐患问题时，及时对安全隐患问题进行评估，并督促各部门按要求完成整改。

（3）负责辐射工作人员日常操作过程中的辐射安全和防护的管理工作，定期组织辐射工作人员参加各类培训，加强个人剂量监测及管理，并建立职业健康档案。

（4）负责环境保护工作，制定辐射监测计划，定期对工作场所及周边环境开展辐射环境监测。

（5）负责学校辐射安全许可证的申请、增项、延续、变更等手续，负责辐射安全年度评估报告的报送工作。

（6）负责制定辐射安全事故应急预案，定期组织开展辐射事故应急演练，

提高事故应急保障能力。

### **辐射安全管理规章制度**

根据《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，2019 年 3 月 2 日修订）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 1 月 4 日修正）的有关要求，使用射线装置的单位要“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、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。

#### **（1）辐射安全管理现状**

上海交通大学已制定了一系列的规章制度，包括《工业 CT 装置操作规程》、《射线装置操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《实验室人员岗位职责》、《环境监测方案》、《检修维护制度》、《辐射操作人员培训制度》和《辐射事故应急预案》，上述规章制度对射线装置的管理、工作场所的辐射安全防护、人员辐射安全防护、场所监测均做了规定，严格执行后能确保本项目的顺利实施。

#### **（2）辐射安全管理要求**

①上海交通大学制定的辐射安全管理制度较为健全，但应做到根据最新的相关法律法规、条例办法及现行标准的要求，定期更新和完善已有的规章制度。

②根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的要求，所有新增的放射工作人员均需参加生态环境部统一组织的核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。

③应将本项目工业 CT 装置的安全和防护状况纳入年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

根据环境保护部第 18 号令第 12 条，安全和防护状况年度评估报告应当包括：辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故

及应急响应情况；核技术利用项目新、改、扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况。年度评估发现的安全隐患，应当立即整改。

## **辐射监测**

辐射监测是安全防护的一项必要的措施，通过辐射监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到超剂量的照射。

### **1、环境及工作场所监测**

上海交通大学目前委托复旦大学放射医学研究所对学校现有的辐射工作场所进行年度监测，并定期自行开展周围环境的辐射巡测并做好记录，定期自行巡测的频率为1次/季度。本项目投入运行后，学校将继续委托有资质单位对装置周围的辐射水平进行监测，监测频率为1次/年，监测结果纳入该单位的辐射安全防护年度评估报告。

开展射线装置防护监测时，应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点监测。重点关注点包括防护门及门缝、屏蔽体四周、顶面及操作位等，并对监测项目、监测点位、监测结果等进行记录存档。项目竣工验收时，需对上述点位进行监测。

### **2、个人剂量监测**

上海交通大学目前委托上海市疾病预防控制中心定期（不超过三个月）对放射工作人员开展个人剂量监测工作，本项目实施后将继续委托有相关资质单位定期对学校所有的放射工作人员的个人受照剂量进行监测并出具相关监测报告，个人剂量监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）等相关规定执行，个人剂量监测的监测周期为不超过三个月；建立个人剂量档案和个人职业健康监护档案，做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作。当发现职业操作人员年累积剂量接近剂量管理目标值时，应立即停止该人员的放射工作，分析和查找剂量接近剂量管理目标值的原因，并采取相应的整改措施，使实际的屏蔽防护达到要求水平。

### **3、监测仪器配备**

上海交通大学目前配备有 7 台 X、 $\gamma$ 辐射剂量率巡测仪和 10 台个人剂量报警仪，拟针对本项目另行配备 2 台个人剂量报警仪，并为每名放射工作人员配备个人剂量计，能满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中“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”的要求。同时，监测仪器将定期进行检定，并在检定合格后方可使用。

#### 4、其他要求

根据《上海市放射性污染防治若干规定》（2009 年 12 月 9 日上海市人民政府令第 23 号公布，根据 2015 年 5 月 22 日上海市人民政府令第 30 号第一次修正，根据 2024 年 11 月 25 日上海市人民政府令第 14 号第二次修正），建设单位应将监测结果情况纳入放射性同位素和射线装置安全防护年度评估报告，发现安全隐患的，应当立即进行整改。

表 12-1 监测计划一览表

| 辐射工作场所              | 监测类别                | 监测项目    | 监测频度         | 监测设备                                | 监测范围                        |
|---------------------|---------------------|---------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置 | 年度监测                | 辐射剂量率   | 1 次/年        | 便携式 X、 $\gamma$ 辐射监测仪（需按国家规定进行计量检定） | 防护门及缝隙处、操作位、屏蔽体四周及顶面 30cm 处 |
|                     | 自行监测（含巡测和实时监测）      |         | 1 次/季度       |                                     |                             |
|                     | 验收监测（委托有相关资质单位监测）   |         | 竣工验收         |                                     |                             |
|                     | 个人剂量监测（委托有相关资质单位监测） | 外照射个人剂量 | 定期监测（不超过三个月） | TLD 个人剂量计                           | 所有放射工作人员                    |

#### 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 1 月 4 日修正）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的要求，对于使用 II 类射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。

辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）辐射事故分级与应急响应措施；

(4) 辐射事故的调查、报告和处理程序;

(5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

本项目可能出现的辐射事故为射线装置处于开机状态时,安全联锁系统出现故障,放射工作人员误入屏蔽体内造成误照射,或者在防护门未关闭或关闭不完全的情况下启动出束,从而受到过高的辐射剂量。

上海交通大学已成立辐射安全与防护管理小组负责辐射事故的应急处置,并制定了《辐射事故应急预案》,明确辐射事故应急领导小组及其职能,规定辐射事故的处理和辐射事故报告的规章制度。一旦发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时,建设单位应当立即启动本单位的应急方案,采取应急措施,并在两小时内填写初始报告,向当地生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的,建设单位还应当同时向当地卫生主管部门报告。

#### 环保竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》(国务院第 682 号令)、《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的<建设项目环境保护管理条例>的通知》(沪环保评[2017]323 号)、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)、《上海市环境保护局关于贯彻落实<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的通知》(沪环保评[2017]425 号)以及《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》(HJ 1326-2023)的要求,本项目正式投入使用前需开展竣工环保验收,竣工环境保护验收责任主体为上海交通大学。本项目环保竣工验收内容建议见表 12-2。

表 12-2 环保竣工验收内容建议一览表

| 验收项目     | 验收标准                                                                  | 验收内容及要求                                                                                                                                                                            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 项目变动情况   | 《上海市生态环境局关于规范本市建设项目环境影响评价调整变更工作的通知》中“附件 2 建设项目(核与辐射类)重大变动清单(2022 年版)” | 核查项目是否发生实质性变化;射线装置参数发生变化后使环境影响因子发生变化是否导致不利环境影响增加;使用场所位置是否发生变更;辐射安全防护设施变化或者工艺流程变化导致不利环境影响增加的。判断是否属于重大变动,属于重大变动的,应依法重新报批调整变更后的建设项目环境影响评价文件,不属于重大变动的,应按规定编制建设项目非重大变动环境影响分析说明,并进行网上公示。 |
| 个人受照剂量约束 | 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB                                                 | 职业照射剂量约束值 5mSv/年;公众照射剂量约束值 0.1mSv/年。                                                                                                                                               |

|                 |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | 18871-2002)                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 工作场所周围环境剂量率控制水平 | 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)                                                  | 本项目工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。                                                                                                                                                                                                                                   |
| 三废处理设施          | /                                                                           | 工业 CT 装置运行过程中无放射性“三废”产生及排放。                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 电离辐射警告标志        | 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)                                           | 本项目 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室入口处, 以及工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。                                                                                                                                                                                            |
| 辐射分区            | 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)                                           | 将本项目工业 CT 装置屏蔽体内部区域设置为控制区, 在工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明, 并通过实体屏蔽、急停装置、安全联锁装置等对该区域进行控制; 将本项目 E115X 射线显微镜室(除射线装置外)和 E121 高分辨 CT 室(除射线装置外)设置为监督区, 入口处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明, 设置门禁系统, 在射线装置开机工作时仅允许具有相关权限的放射工作人员进入, 并需经常对该区域的职业照射条件进行监督和评价, 核查辐射分区落实情况。 |
| 辐射安全设施          | 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正) | 本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置顶部均安装有工作状态指示灯, 并与设备出束状态联锁; 装置防护门均设置有门机联锁, 在屏蔽门打开时, 装置无法出束; 装置均设置有急停按钮, 一旦发生异常, 可立即断开射线装置管高压; 放射工作人员操作时须佩戴个人剂量计并携带个人剂量报警仪。                                                                                                                                       |
| 辐射监测仪器及个人防护用品   | 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正) | 学校已配备 7 台 X、 $\gamma$ 辐射剂量率巡测仪和 10 台个人剂量报警仪, 拟针对本项目另行配备 2 台个人剂量报警仪, 并为每名放射工作人员配备 1 个人剂量计。                                                                                                                                                                                          |
| 辐射环境监测          | 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令)                                        | 外委有资质的单位对本项目工业 CT 装置运行时周围环境剂量当量率进行监测, 频率为不低于 1 次/年。                                                                                                                                                                                                                                |
| 规章制度            | 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正) | 辐射安全规章制度的落实情况。                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 人员配置及培训         | 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正) | 上海交通大学拟新增 4 名放射工作人员负责本项目工业 CT 装置的操作, 所有新增的放射工作人员均需进行辐射安全和防护知识及相关法律法规培训, 并需参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核, 考核合格后方可上岗。                                                                                                                                                                        |

|                   |                                                                             |                                                |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                   | 日修正)                                                                        |                                                |
| 环境风险防范、突发环境事件应急预案 | 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令)                                        | 学校已制定辐射事故应急预案, 进行辐射事故(件)应急演练。                  |
| 辐射安全许可证           | 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正) | 应按沪环保评[2017]425 号文规定, 在投入调试前重新办理辐射安全许可证。       |
| 其他                | 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号, 2006 年 3 月 1 日起实施, 2021 年 1 月 4 日修正) | 放射工作人员操作使用时需佩戴个人剂量计并携带个人剂量报警仪, 并将上述要求落实在规章制度中。 |

表 13 结论与建议

## 结论

### 1. 项目概况

上海交通大学拟在上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层东南侧分析测试中心区域内的 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内各新增 1 台工业 CT 装置，型号分别为 Xradia 520 Versa 和 Xradia 620 Versa，用于观察不同材料的内部结构。其中，Xradia 520 Versa 型工业 CT 装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.09mA；Xradia 620 Versa 型工业 CT 装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.156mA，2 台射线装置均属于 II 类射线装置。

本项目系使用 X 射线装置实践，系辐射和核技术在工业领域内的运用，符合“实践正当性”的原则。

### 2. 辐射安全与防护分析

**选址、布局合理性评价：**本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置自带屏蔽性能良好的屏蔽体并位于转化医学研究院大楼一层 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室内，E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室均为专用场所并设置有门禁系统，除射线装置外不存在其他装置。且控制区和监督区划分明确，满足辐射工作场所安全使用的要求。因而从辐射环境保护方面论证，该项目选址和布局是合理可行的。

**辐射防护措施评价：**本项目拟新增的 2 台工业 CT 装置均设置有门机联锁、急停按钮、工作状态指示灯及电离辐射警告标志等辐射防护措施，确保射线装置的安全运行。

**辐射分区：**将本项目工业 CT 装置屏蔽体内部区域设置为控制区，工业 CT 装置外表面醒目位置处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明，并通过实体屏蔽、急停装置、安全联锁装置等对该区域进行控制；将本项目 E115X 射线显微镜室（除射线装置外）和 E121 高分辨 CT 室（除射线装置外）设置为监督区，入口处张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明，设置门禁系统，在射线装置开机工作时仅允许具有相关权限的放射工作人员进入，并需经常对该区域的职业照射条件进行监督和评价；对其他区域的人员

活动不作限制。

**辐射安全管理评价：**上海交通大学拟新增 4 名放射工作人员负责本项目 2 台工业 CT 装置的操作，所有新增的放射工作人员均需进行辐射安全和防护知识及相关法律法规培训，并需参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。上海交通大学为所有放射工作人员配备个人剂量计，建立个人剂量档案；并定期进行职业健康体检，建立个人职业健康监护档案。上海交通大学已制定了一系列的规章制度，包括《工业 CT 装置操作规程》、《射线装置操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《实验室人员岗位职责》、《环境监测方案》、《检修维护制度》、《辐射操作人员培训制度》和《辐射事故应急预案》来加强辐射安全管理，确保射线装置的安全运行。

**辐射防护监测仪器：**上海交通大学已配备 7 台 X、 $\gamma$ 辐射剂量率巡测仪和 10 台个人剂量报警仪，拟针对本项目另行配备 2 台个人剂量报警仪，并为每名放射工作人员配备个人剂量计，能满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中“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”的要求。同时，监测仪器将定期进行检定，并在检定合格后方可使用。

### 3. 环境影响分析

**剂量率评价：**本项目工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处的剂量率均可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求。根据剂量率与源距离平方成反比规律，同时考虑评价范围内固有建筑物的屏蔽，本项目工业 CT 装置屏蔽体周围 50m 评价范围内的其他环境保护目标处的剂量率将远小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

**剂量评价：**本项目放射工作人员的年附加有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值  $20\text{mSv/年}$ ，也低于本项目建议的剂量约束值  $5\text{mSv/年}$ 。

本项目所致的公众年附加有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的公众剂量限值（ $1\text{mSv/年}$ ），也低于本评价报告建议的公众剂量约束值（ $0.1\text{mSv/年}$ ）。

**“三废”处理措施评价：**本项目无放射性废液、放射性废气和放射性固体废物

产生。本项目采用数码成像，不洗片，无废显影液、废定影液等产生。本项目射线装置在运行时产生的微量臭氧、氮氧化物等有害气体可以排出室外，对环境和人员基本无影响。本项目放射工作人员从学校现有工作人员中调配，无新增人员，故不新增产生生活垃圾和生活污水，放射工作人员产生的生活垃圾分类收集后由环卫部门定期清运，生活废水经污水管网收集后纳入市政污水管网。

#### 4. 可行性分析结论

综上所述，上海交通大学分析测试中心 X 射线显微镜和高分辨 CT 使用项目在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，学校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，本项目对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

#### 建议和承诺

为更好地做好本项目的环保工作，提出以下建议及要求：

（1）本项目须在环评文件审批通过，重新申领辐射安全许可证，并完成竣工验收后，才能正式投入使用；

（2）严格按照辐射监测方案定期对辐射工作场所和放射工作人员进行监测，并将监测记录保存留档；

（3）建设单位应按要求对本项目应用中的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前上报原发证机关。

表 14 审批

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

经办人：

公 章  
年 月 日

审批意见：

经办人：

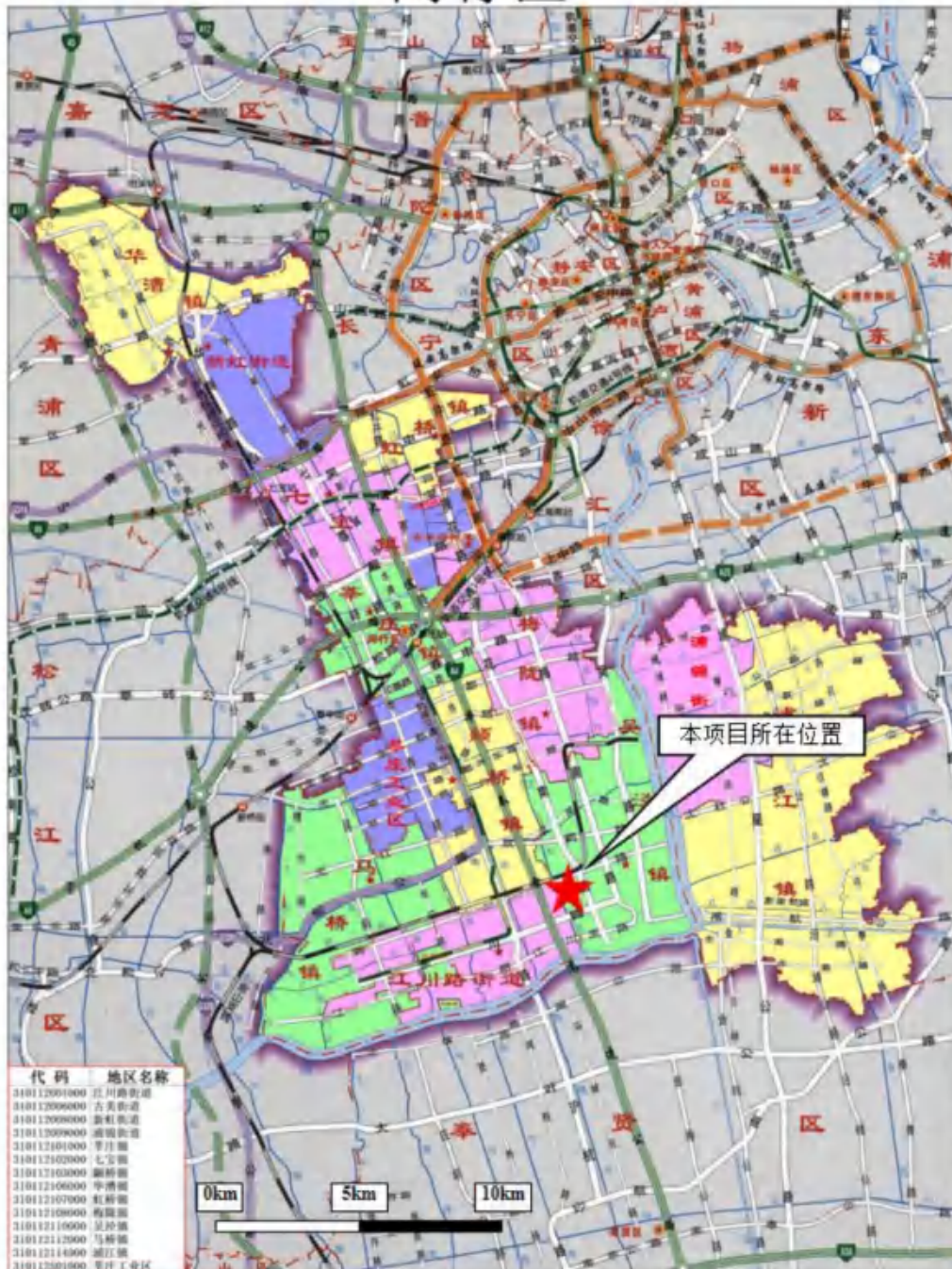
公 章  
年 月 日



附图1 项目地理位置图

# 闵行区

2017年



附图2 项目区域位置图



附图3 项目所在位置及校区周围环境概况



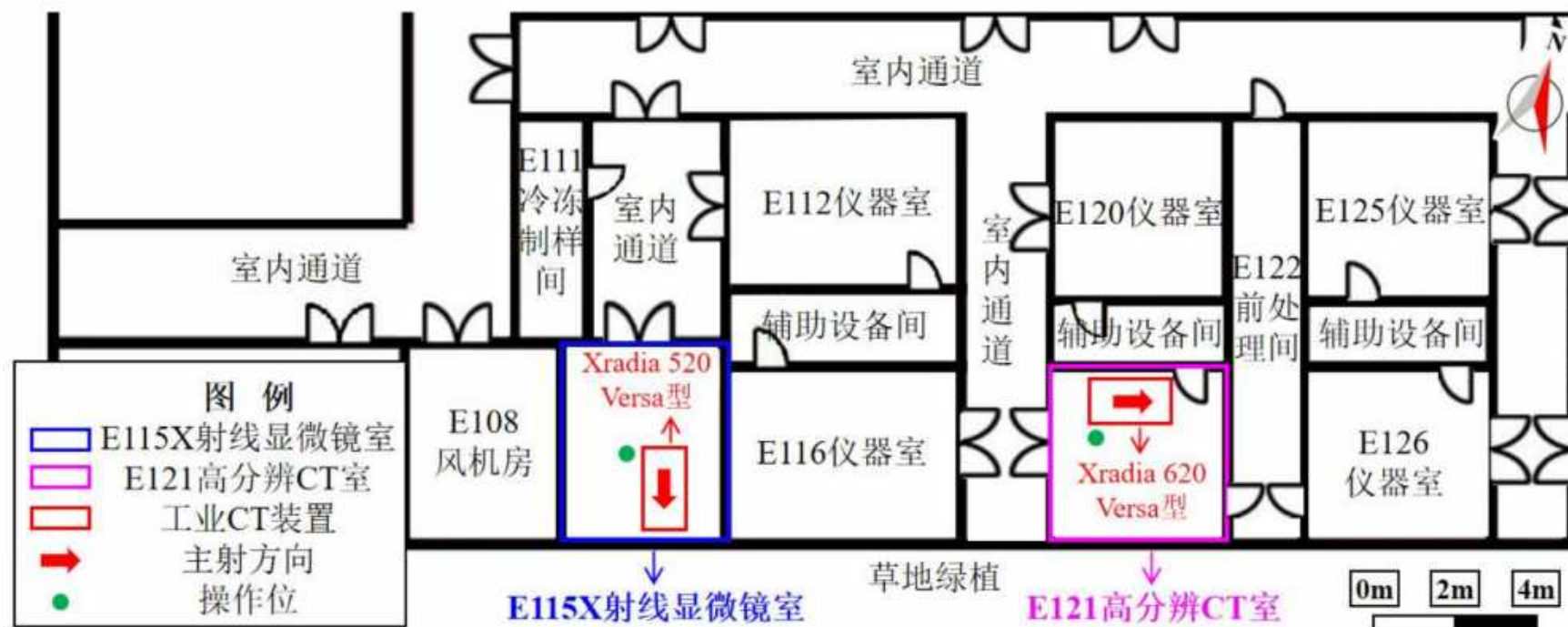
附图4 本项目电离辐射评价范围示意图



附图 5 转化医学研究院大楼一层东侧区域平面布置图



附图 6 转化医学研究院大楼二层东侧区域平面布置图



附图 7 本项目工业 CT 装置周围相邻关系图

附件1 辐射安全许可证



## 辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：上海交通大学

统一社会信用代码：1210000042500615X0

地 址：上海市华山路1954号

法定代表人：丁奎岭

证书编号：沪环辐证[21011]

种类和范围：使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2029年08月19日



发证机关：上海市生态环境局  
(公章)  
发证日期：2024年08月20日

中华人民共和国生态环境部监制



# 辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

|          |                                                                 |                                     |                   |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 单位名称     | 上海交通大学                                                          |                                     |                   |
| 统一社会信用代码 | 1210000042500615X0                                              |                                     |                   |
| 地 址      | 上海市华山路 1954 号                                                   |                                     |                   |
| 法定代表人    | 姓 名                                                             | 丁圣岭                                 | 联系方式 021-54740000 |
| 辐射活动场所   | 名 称                                                             | 场所地址                                | 负责人               |
|          | 闵行校区<br>医学院<br>放射科 4DR<br>室                                     | 上海市闵行区东川路 800 号医学院<br>南楼一楼          | 陶昀                |
|          | 闵行校区<br>理科楼 3<br>号楼 519<br>室 (物理<br>与天文学<br>院中心实<br>验中心照<br>射室) | 上海市闵行区东川路 800 号理科楼<br>3 号楼 519 室    | 王宇翔               |
|          | 闵行校区<br>实验动物<br>中心楼<br>A208-1 室<br>(X-ray<br>照射区<br>室)          | 上海市闵行区东川路 800 号实验动<br>物中心楼 A208-1 室 | 戴永强               |
|          | 闵行校区<br>实验动物<br>中心楼<br>A208-7 室<br>(micro<br>丁室)                | 上海市闵行区东川路 800 号实验动<br>物中心楼 A208-7 室 | 戴永强               |
| 证书编号     | 沪环辐证[21011]                                                     |                                     |                   |
| 有效期至     | 2029 年 08 月 19 日                                                |                                     |                   |
| 发证机关     | 上海市生态环境局                                                        |                                     |                   |
| 发证日期     | 2024 年 08 月 20 日                                                |                                     |                   |





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

|          |                                                                                |                                     |                   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 单位名称     | 上海交通大学                                                                         |                                     |                   |
| 统一社会信用代码 | 1210000042500615X0                                                             |                                     |                   |
| 地 址      | 上海市华山路 1954 号                                                                  |                                     |                   |
| 法定代表人    | 姓 名                                                                            | 丁圣岭                                 | 联系方式 021-54740000 |
| 辐射活动场所   | 名 称                                                                            | 场所地址                                | 负责人               |
|          | 闵行校区<br>实验动物<br>中心楼<br>A125 室<br>(分测中<br>心生物医<br>学影像技<br>术中心同<br>位素室)          | 上海市闵行区东川路 800 号实验动<br>物中心楼 A125 室   | 曹敏敏               |
|          | 闵行校区<br>实验动物<br>中心楼<br>A131-2 室<br>(分测中<br>心生物医<br>学影像技<br>术中心<br>PET/CT<br>室) | 上海市闵行区东川路 800 号实验动<br>物中心楼 A131-2 室 | 曹敏敏               |
|          | 证书编号                                                                           | 沪环辐证[21011]                         |                   |
| 有效期至     | 2029 年 08 月 19 日                                                               |                                     |                   |
| 发证机关     | 上海市生态环境局 (盖章)                                                                  |                                     |                   |
| 发证日期     | 2024 年 08 月 20 日                                                               |                                     |                   |



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

|          |                                                                                 |                                  |                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 单位名称     | 上海交通大学                                                                          |                                  |                   |
| 统一社会信用代码 | 1210000042500615X0                                                              |                                  |                   |
| 地 址      | 上海市华山路1954号                                                                     |                                  |                   |
| 法定代表人    | 姓 名                                                                             | 丁圣岭                              | 联系方式 021-54740000 |
| 辐射活动场所   | 名 称                                                                             | 场所地址                             | 负责人               |
|          | 闵行校区<br>实验动物<br>中心楼<br>A131-1室<br>(分测中<br>心生物医<br>学影像技<br>术中心<br>SPECT/CT<br>室) | 上海市闵行区东川路800号实验动<br>物中心楼 A131-1室 | 曹敏敏               |
|          | 闵行校区<br>动物中心<br>楼115室<br>(肿瘤用<br>X-射线自<br>动扫描组<br>位室)                           | 上海市闵行区东川路800号动物中<br>心楼115室       | 姚建平               |
|          | 徐汇校区<br>校医院放<br>射科(DR<br>室)                                                     | 上海市徐汇区华山路1954号校医院<br>一楼          | 陶亮                |
| 证书编号     | 沪环辐证[21011]                                                                     |                                  |                   |
| 有效期至     | 2029年08月19日                                                                     |                                  |                   |
| 发证机关     | 上海市生态环境局 (盖章)                                                                   |                                  |                   |
| 发证日期     | 2024年08月20日                                                                     |                                  |                   |



### (一) 放射源

| 活动种类和范围 |                             |            |    |      |                            | 使用信息             |              |                |     |          | 备注       |      |
|---------|-----------------------------|------------|----|------|----------------------------|------------------|--------------|----------------|-----|----------|----------|------|
| 序号      | 辐射活动场所名称                    | 核素         | 类别 | 活动种类 | 总活度(贝可)/<br>活度(贝可) ×<br>数量 | 编码               | 出厂活度<br>(贝可) | 出厂日期           | 型号  | 用途       | 申请<br>单位 | 监管部门 |
| 1       | 闵行校区理科楼2<br>号楼519           | Se-<br>90  | V类 | 使用   | $5.55E+7$                  | 0003SR341<br>565 | $5.55E+7$    | 2003-10-<br>16 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |
|         |                             |            |    |      |                            | 0003SR341<br>545 | $5.33E+7$    | 2003-10-<br>16 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |
|         |                             |            |    |      |                            | 0003SR341<br>875 | $5.55E+7$    | 2003-10-<br>16 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |
|         |                             |            |    |      |                            | 0003SR341<br>885 | $5.55E+7$    | 2003-10-<br>16 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |
| 2       | 室(物理与天文<br>学院中心实验<br>中心放射源) | Co-<br>137 | V类 | 使用   | $5.3E+7$                   | 0006CR341<br>475 | $5.7E+7$     | 1999-12-<br>08 | 科研用 | 重庆大<br>学 |          |      |
| 3       | 院中心实验<br>中心放射源)             | Co-<br>137 | V类 | 使用   | $7.0E+4$                   | 0003CR341<br>525 | $7.4E+4$     | 2003-09-<br>08 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |
|         |                             |            |    |      |                            | 0003CR341<br>805 | $7.4E+4$     | 2003-09-<br>08 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |
|         |                             |            |    |      |                            | 0003CR341<br>525 | $7.4E+4$     | 2003-09-<br>08 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |
|         |                             |            |    |      |                            | 0003CR341<br>525 | $7.4E+4$     | 2003-09-<br>08 | 科研用 | 同济大<br>学 |          |      |

4/14



### (二) 非密封放射性物质

| 序号 | 辐射活动场所名称                             | 场所等级 | 活动种类和范围 |      |      |      | 使用信息           |                |                | 备注       |      |
|----|--------------------------------------|------|---------|------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------|------|
|    |                                      |      | 核素      | 物理状态 | 活动种类 | 用途   | 日最大操作量<br>(贝可) | 月最大操作量<br>(贝可) | 年最大操作量<br>(贝可) | 申请<br>单位 | 监管部门 |
| 1  | 闵行校区实验动物中心楼A125室(分南中心生物医学影像技术中心同位素室) | 乙类   | Co-67   | 液体   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+7$       | $3.7E+8$       |          |      |
| 2  |                                      |      | Co-60   | 液体   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+7$       | $7.4E+8$       |          |      |
| 3  |                                      |      | As-211  | 粉末   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+8$       | $3.7E+8$       |          |      |
| 4  |                                      |      | Co-64   | 液体   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+8$       | $7.4E+8$       |          |      |
| 5  |                                      |      | Po-212  | 粉末   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+7$       | $3.7E+8$       |          |      |
| 6  |                                      |      | Co-60   | 液体   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+8$       | $7.4E+8$       |          |      |
| 7  |                                      |      | La-177  | 液体   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+7$       | $3.7E+8$       |          |      |
| 8  |                                      |      | Tl-201  | 液体   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+8$       | $3.7E+8$       |          |      |
| 9  |                                      |      | Ir-124  | 液体   | 使用   | 教学科研 | $3.7E+8$       | $3.7E+7$       | $3.7E+8$       |          |      |

4/14



## (二) 非密封放射性物质

证书编号: 沪环辐证[21011]

| 序号 | 辐射活动场所名称 | 场所等级 | 活动种类和范围     |      |      |      | 备注             |                  |               |
|----|----------|------|-------------|------|------|------|----------------|------------------|---------------|
|    |          |      | 核素          | 物理状态 | 活动种类 | 用途   | 日最大操作量<br>(Bq) | 日等效最大操作量<br>(Bq) | 年最大用量<br>(Bq) |
| 10 |          |      | Ge-68(0.68) | 固态   | 使用   | 教学科研 | 7.4E+8         | 7.4E+5           | 2.9E+9        |
| 11 |          |      | Co-51       | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+6           | 3.7E+8        |
| 12 |          |      | Zn-89       | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 1.85E+9       |
| 13 |          |      | In-111      | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 3.7E+9        |
| 14 |          |      | Ir-123      | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+6           | 7.4E+8        |
| 15 |          |      | I-125       | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 7.4E+8        |
| 16 |          |      | I-131       | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 3.7E+8        |
| 17 |          |      | Ra-188      | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 3.7E+8        |
| 18 |          |      | S-35        | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 3.7E+8        |
| 19 |          |      | Y-90        | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 3.7E+9        |

7/14



## (二) 非密封放射性物质

证书编号: 沪环辐证[21011]

| 序号 | 辐射活动场所名称 | 场所等级 | 活动种类和范围 |      |      |      | 备注             |                  |               |
|----|----------|------|---------|------|------|------|----------------|------------------|---------------|
|    |          |      | 核素      | 物理状态 | 活动种类 | 用途   | 日最大操作量<br>(Bq) | 日等效最大操作量<br>(Bq) | 年最大用量<br>(Bq) |
| 20 |          |      | Tc-99m  | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+6           | 1.85E+10      |
| 21 |          |      | P-18    | 固态   | 使用   | 教学科研 | 2.22E+10       | 2.22E+6          | 2.22E+12      |
| 22 |          |      | Zn-95   | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 1.85E+9       |
| 23 |          |      | Au-198  | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 3.7E+9        |
| 24 |          |      | P-18    | 固态   | 使用   | 教学科研 | 2.4E+8         | 7.4E+7           | 7.4E+11       |
| 25 |          |      | Fe-59   | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+7           | 3.7E+8        |
| 26 |          |      | Nd-147  | 固态   | 使用   | 教学科研 | 3.7E+8         | 3.7E+5           | 3.7E+8        |

8/14



### (三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[21011]

| 活动种类和范围 |                                      |                 |    |      | 使用台账    |              |          |              |                       | 备注         |      |      |
|---------|--------------------------------------|-----------------|----|------|---------|--------------|----------|--------------|-----------------------|------------|------|------|
| 序号      | 辐射活动场所名称                             | 装置分类名称          | 类别 | 活动种类 | 数量/台(套) | 装置名称         | 规格型号     | 产品序列号        | 技术参数(最大)              | 生产厂家       | 申请单位 | 监管部门 |
| 1       | 徐汇校区校医院放射科(DR室)                      | 医用诊断X射线装置       | Ⅱ类 | 使用   | 1       | DR机          | uDR502b  | FR0301-00177 | 管电压 150 kV 管电流 300 mA | 上海联影       |      |      |
| 2       | 闵行校区动物中心楼 115 室(肿瘤所 X-射线自屏氟磷屏仪室)     | 血管造影用X射线装置      | Ⅱ类 | 使用   | 1       | 11屏 X 射线摄影机  | RS2000   | 3196         | 管电压 160 kV 管电流 25 mA  | 汇佳生物仪器有限公司 |      |      |
| 3       | 闵行校区实验动物中心楼 A131-1 室(分测中心生物医学影像技术中心) | 其他不能被豁免的 X 射线装置 | Ⅲ类 | 使用   | 1       | 小鼠 PET-SPECT | NanoScan | 20223006150  | 管电压 90 kV 管电流 1.06A   | 恒析通有限公司    |      |      |

9/14



### (三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[21011]

| 活动种类和范围 |                                                                                |                        |    |      | 使用台账    |               |                |                      |                            | 备注                    |      |      |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|------|---------|---------------|----------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|------|------|
| 序号      | 辐射活动场所名称                                                                       | 装置分类名称                 | 类别 | 活动种类 | 数量/台(套) | 装置名称          | 规格型号           | 产品序列号                | 技术参数(最大)                   | 生产厂家                  | 申请单位 | 监管部门 |
| 4       | 术中心<br>SPECT-CT<br>室)                                                          |                        |    |      |         |               |                |                      |                            |                       |      |      |
|         | 闵行校区<br>实验动物<br>中心楼<br>A131-2 室<br>(分测中<br>心生物医<br>学影像技<br>术中心<br>PET/CT<br>室) | 其他不能被<br>豁免的 X<br>射线装置 | Ⅱ类 | 使用   | 1       | 小鼠 PET-<br>CT | IRIS           | 30130<br>20223006151 | 管电压 40<br>kV 管电流<br>3 mA   | 北陆光电国<br>际贸易有限<br>公司  |      |      |
| 5       | 闵行校区<br>实验动物<br>中心楼<br>A208-1 室<br>(X-ray<br>摄影仪<br>室)                         | 其他不能被<br>豁免的 X<br>射线装置 | Ⅲ类 | 使用   | 1       | X-Ray 摄影仪     | RS-2000<br>Pro | RS20002003<br>0      | 管电压 225<br>kV 管电流<br>20 mA | 中国仪器进<br>出口集团有<br>限公司 |      |      |
| 6       | 闵行校区                                                                           | 其他不能被                  | Ⅲ类 | 使用   | 1       | 小动物活体         | Skyscan        | 19117112             | 管电压 100                    | 上海达达生                 |      |      |

10/14



### (三) 射线装置

证书编号：沪环辐证[21011]

| 序号 | 活动种类和范围                  |           |    |      | 使用台账    |            |              |          |                       | 备注       |      |      |
|----|--------------------------|-----------|----|------|---------|------------|--------------|----------|-----------------------|----------|------|------|
|    | 辐射活动场所名称                 | 装置分类名称    | 类别 | 活动种类 | 数量/台(套) | 装置名称       | 规格型号         | 产品序列号    | 技术参数(最大)              | 生产厂家     | 申请单位 | 监管部门 |
|    | 实验动物中心楼A208-7室(microCT室) | 数字化的X射线装置 | 类  |      |         | microCT成像仪 | 1276         |          | kV 管电压<br>0.2 mA      | 物科技术有限公司 |      |      |
| 7  | 闵行校区检验医院材料(DR室)          | 医用诊断X射线装置 | Ⅲ类 | 使用   | 1       | DR机        | Xplorer 1800 | 95029034 | 管电压 150 kV 管电流 650 mA | 加拿大HDC   |      |      |

11/14



### (五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：沪环辐证[21011]

| 序号 | 业务类型 | 批准时间       | 内容事由                                | 申领、变更和延续前许可证号 |
|----|------|------------|-------------------------------------|---------------|
| 1  | 重新申请 | 2024-06-20 | 上海交大辐射许可证有效期至2024年9月22日，即将到期，特申请延期。 | 沪环辐证[21011]   |
| 2  | 重新申请 | 2023-07-18 | 重新申请，批准时间：2023-07-18                | 沪环辐证[21011]   |
| 3  | 重新申请 | 2019-09-23 | 重新申请，批准时间：2019-09-23                | 沪环辐证[21011]   |
| 4  | 重新申请 | 2019-01-21 | 重新申请，批准时间：2019-01-21                | 沪环辐证[21011]   |
| 5  | 变更   | 2018-06-27 | 变更，批准时间：2018-06-27                  | 沪环辐证[21011]   |
| 6  | 申请   | 2011-07-22 | 申请，批准时间：2011-07-22                  | 沪环辐证[21011]   |
| 7  | 申请   | 2008-10-23 | 申请，批准时间：2008-10-23                  | 沪环辐证[21011]   |

13/14

附件 2 辐射本底监测报告



中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L4350



报告编号: FW058-250052\*

# 监测报告

|      |                                             |
|------|---------------------------------------------|
| 委托单位 | 上海交通大学                                      |
| 监测项目 | 环境 $\gamma$ 辐射剂量率                           |
| 监测地点 | 转化医学研究院大楼一层 E115X 射线显微镜室<br>和 E121 高分辨 CT 室 |
| 监测类别 | 委托监测                                        |
| 报告日期 | 2025 年 02 月 10 日                            |
| 正文页数 | 5 页                                         |



上海建科检验有限公司



第 1 页 共 5 页  
JC/BG 8-217-2025

委托编号: FW05-250005  
报告编号: FW058-250052\*

上海建科检验有限公司  
监测报告

|        |                                                        |      |                  |
|--------|--------------------------------------------------------|------|------------------|
| 委托单位   | 上海交通大学                                                 | 委托日期 | 2025 年 01 月 03 日 |
| 委托单位地址 | 上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室 |      |                  |
| 被测单位   | 上海交通大学                                                 | 监测日期 | 2025 年 01 月 03 日 |
| 被测单位地址 | 上海市闵行区东川路 800 号转化医学研究院大楼一层 E115X 射线显微镜室和 E121 高分辨 CT 室 |      |                  |
| 监测项目   | 环境 γ 辐射剂量率                                             | 监测类别 | 委托监测             |
| 环境条件   | 14℃ 49%RH                                              | 天气情况 | 晴                |
| 样品编号   | FW05-250005-001                                        |      |                  |
| 报告日期   | 2025 年 02 月 10 日                                       | 签发日期 | 2025 年 05 月 08 日 |

|      | 名称/型号                                        | 编号      | 证书编号                      | 溯源机构         |
|------|----------------------------------------------|---------|---------------------------|--------------|
| 监测设备 | 辐射防护用 X、γ 辐射剂量当量率仪<br>/6150AD5/H(6150AD-b/H) | 6961604 | 2024H21-20-5223554002-001 | 上海市计量测试技术研究院 |

监测依据 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）

监测结果 经监测，该项目场所电离辐射本底监测结果为（88±1）nGy/h~（90±3）nGy/h。

监测结果：见报告第 3-4 页



批准:

审核:

编制:

联系方式: 上海市中富路 568 号(邮编: 201108)  
电 话: 021-54831453

第 2 页 共 5 页  
JC/BG 8-217-2025

委托编号: FW05-250005  
报告编号: FW058-250052\*

## 上海建科检验有限公司

### 监 测 报 告

#### 1.场所本底监测结果

| 序号 | 监测位置                                                | 测量次数 | 监测结果(nGy/h) |     |     |     |
|----|-----------------------------------------------------|------|-------------|-----|-----|-----|
|    |                                                     |      | 最高值         | 最低值 | 平均值 | 标准差 |
| 1  | E115X 射线显微镜室内工业 CT 装置拟放置处                           | 10   | 90          | 85  | 88  | 2   |
| 2  | E115X 射线显微镜室东侧辅助设备间内                                | 10   | 90          | 87  | 88  | 1   |
| 3  | E115X 射线显微镜室东侧 E116 仪器室内                            | 10   | 92          | 87  | 89  | 2   |
| 4  | E115X 射线显微镜室南侧草地绿植处 (转化医学研究所大楼南侧 1m 处)              | 10   | 92          | 85  | 89  | 3   |
| 5  | E115X 射线显微镜室西侧 E108 风机房内                            | 10   | 94          | 88  | 90  | 2   |
| 6  | E115X 射线显微镜室北侧 E111 冷冻制样间内                          | 10   | 93          | 85  | 89  | 3   |
| 7  | E115X 射线显微镜室北侧室内通道处                                 | 10   | 94          | 86  | 90  | 3   |
| 8  | 转化医学研究院大楼二层扫描电镜间内 (E115X 射线显微镜室内拟放置工业 CT 装置上方对应区域)  | 10   | 93          | 86  | 89  | 2   |
| 9  | E121 高分辨 CT 室内工业 CT 装置拟放置处                          | 10   | 91          | 87  | 88  | 2   |
| 10 | E121 高分辨 CT 室东侧 E122 前处理间内                          | 10   | 91          | 86  | 89  | 2   |
| 11 | E121 高分辨 CT 室南侧草地绿植处 (转化医学研究所大楼南侧 1m 处)             | 10   | 92          | 86  | 90  | 2   |
| 12 | E121 高分辨 CT 室西侧室内通道处                                | 10   | 91          | 85  | 88  | 2   |
| 13 | E121 高分辨 CT 室北侧辅助设备间内                               | 10   | 91          | 88  | 89  | 1   |
| 14 | 转化医学研究院大楼二层数据处理间内 (E121 高分辨 CT 室内拟放置工业 CT 装置上方对应区域) | 10   | 96          | 87  | 90  | 3   |
| 15 | 转化医学研究院大楼南侧草坪处 (环境对照点)                              | 10   | 91          | 87  | 88  | 2   |

说明: 1.以上测量值均未扣除本次测量仪器对宇宙射线的响应;

2. 仪器使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定/校准参考辐射源, 故空气比释动能和周围剂量当量的换算系数为 1.20Sv/Gy。

(以下空白)

联系方式: 上海市中富路 568 号(邮编: 201108)  
电 话: 021-54831453

第 3 页 共 5 页  
JC/BG 8-217-2025

上海建科检验有限公司  
监测报告

**图例**

- E115X射线显微镜室
- E121高分辨CT室
- 工业CT装置
- 本楼层监测点位
- 上方监测点位

**图例**

- 转化医学研究院大楼
- NITM公共仪器平台
- 工业CT装置
- 50m评价范围
- 监测点位

## 声 明

- 1.本报告无检验检测机构“检验检测专用章”及骑缝章无效。
- 2.本报告无报告批准人（授权签字人）签名无效。
- 3.报告涂改无效，增删无效，部分复制无效。
- 4.若对监测报告有异议，应于收到报告之日起 15 日内向检测单位提出，逾期不予受理。
- 5.除非另有说明，本监测报告仅对所检样品负责。
- 6.本机构不负责对被测设备或被测场所信息及受检单位信息真实性进行证实。
- 7.未经检测机构书面同意，不得擅自使用监测结果进行不当宣传。
- 8.本报告解释权归检验检测机构。
- 9.报告中如有技术要求、判定结果，仅供参考。报告中结论判定是指测得值是否符合规定要求的限定值，而使用人员还应结合实际测量要求，评估测试结果测量不确定度对符合性评定的影响。
- 10.本报告一式三份，两份给委托单位，一份为本单位存档。
- 11.本报告代替原报告（FW058-250052），原报告作废。

（本报告内容结束）

联系方式：上海市中富路 568 号(邮编：201108)  
电 话：021-54831453

第 5 页 共 5 页  
JC/BG 8-217-2025



## 中国合格评定国家认可委员会 实验室认可证书

(注册号: CNAS L4350)

兹证明:

**上海建科检验有限公司**

(法人: 上海建科检验有限公司)

**上海市闵行区申富路 568 号, 201108**

符合 ISO/IEC 17025: 2017《检测和校准实验室能力的通用要求》  
(CNAS-CL01《检测和校准实验室能力认可准则》)的要求, 具备承担本  
证书附件所列服务能力, 予以认可。

获认可的能力范围见标有相同认可注册号的证书附件, 证书附件是  
本证书组成部分。

生效日期: 2024-08-30

截止日期: 2030-08-29



中国合格评定国家认可委员会授权人

中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 经国家认证认可监督管理委员会 (CNCA) 授权, 负责实施合格评定国家认可制度。  
CNAS 是国际实验室认可合作组织 (ILAC) 和亚太认可合作组织 (APAC) 的互认协议成员。  
本证书的有效性可登陆 [www.cnas.org.cn](http://www.cnas.org.cn) 获认可的机构名录查询。

| 序号 | 检测对象      | 项目/参数 |                     | 检测标准 (方法)                                                                  | 说明 | 生效日期       |
|----|-----------|-------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----|------------|
|    |           | 序号    | 名称                  |                                                                            |    |            |
|    |           | 中国合格  |                     | 放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分: 电子直线加速器放射治疗机房 GBZ/T 201.2-2011 6                       |    | 2024-06-13 |
|    |           |       |                     | 放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第4部分: 钴-252 中子后装放射治疗机房 GBZ/T 201.4-2015 7                    |    | 2024-06-13 |
|    |           |       |                     | 放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第5部分: 质子加速器放射治疗机房 GBZ/T 201.5-2015 7                         |    | 2024-06-13 |
|    |           | 3     | α、β 表面污染            | 医用 γ 射线远距离治疗设备放射卫生防护标准 GB 16351-1996 4                                     |    | 2024-06-13 |
|    |           |       |                     | 核医学放射防护要求 GBZ 120-2020 附录 J                                                |    | 2024-06-13 |
|    |           |       |                     | 表面污染测定 第1部分: β 发射体 (E <sub>βmax</sub> ≤ 0.15MeV) 和 α 发射体 GB/T 14056.1-2008 |    | 2024-06-13 |
| 4  | 辐射剂量      | 1     | X、γ 辐射剂量率           | 环境 γ 辐射剂量率测量技术规范 HJ 1157-2021                                              |    | 2024-06-13 |
|    |           | 2     | 职业性外照射个人剂量 (Hp(10)) | 职业性外照射个人监测规范 GBZ 128-2019                                                  |    | 2024-06-13 |
| 5  | 医用电子直线加速器 | 1     | 重复性                 | 医用电子加速器 性能和试验方法 GB 15213-2016 6.2.2                                        |    | 2024-06-13 |
|    |           | 2     | 线性                  | 医用电子加速器 性能和试验方法 GB 15213-2016 6.2.3                                        |    | 2024-06-13 |
|    |           | 3     | 日稳定性                | 医用电子加速器 性能和试验方法 GB 15213-2016 6.2.7.2                                      |    | 2024-06-13 |
|    |           | 4     | 移动束治疗的稳定性           | 医用电子加速器 性能和试验方法 GB 15213-2016 6.2.8                                        |    | 2024-06-13 |
|    |           | 5     | 电子辐射深度吸收剂量特性        | 医用电子加速器 性能和试验方法 GB 15213-2016 6.3.2                                        |    | 2024-06-13 |



No. CNAS L4350

第 738 页 共 779 页



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

Verification Certificate

证书编号: 2024H21-20-5223554002-01  
Certificate No.



|                                 |                                          |
|---------------------------------|------------------------------------------|
| 送检单位<br>Applicant               | 上海建科检验有限公司(第三事业部)                        |
| 计量器具名称<br>Name of Instrument    | 便携式X、γ辐射周围剂量当量率仪                         |
| 型号/规格<br>Type / Specification   | 6150 AD 5/H+6150AD-b/H                   |
| 出厂编号<br>Serial No.              | 158198+160256                            |
| 制造单位<br>Manufacturer            | Automess                                 |
| 检定依据<br>Verification Regulation | JJG 393-2018《便携式X、γ辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪检定规程》 |
| 检定结论<br>Conclusion              | 合格                                       |



批准人 忻智炜  
Approved by

核验员 白雪  
Checked by

检定员 袁杰  
Verified by

|                       |      |   |       |   |     |   |
|-----------------------|------|---|-------|---|-----|---|
| 检定日期                  | 2024 | 年 | 04    | 月 | 26  | 日 |
| Date for Verification | Year |   | Month |   | Day |   |
| 有效期至                  | 2025 | 年 | 04    | 月 | 25  | 日 |
| Valid until           | Year |   | Month |   | Day |   |



计量检定机构授权证书号: (国)法计(2022)01019号/01039号

Authorization Certificate No.

地址: 上海市张衡路1500号(总部)

Address: No.1500 Zhangheng Road, Shanghai (Headquarters)

传真: 021-50798390

Fax

电话: 021-38839800

Telephone

邮编: 201203

Post Code

网址: www.simt.com.cn

Web site

第1页共3页  
Page of total pages



附件3 类比检测报告



编号: RP 检字第 20240805007501 号  
第 1 页 共 7 页



230012342240

正本

检测报告

委托单位: 闽康技术检测(上海)有限公司

项目名称: CT 机周围环境电离辐射水平检测

检测项目:  $\gamma$  辐射剂量率

报告日期: 2024 年 08 月 26 日

系统编号: SHHJ24098238

上海锐浦环境科技发展有限公司

中国上海市普陀区横滨路 538 号 2 号楼 5 楼



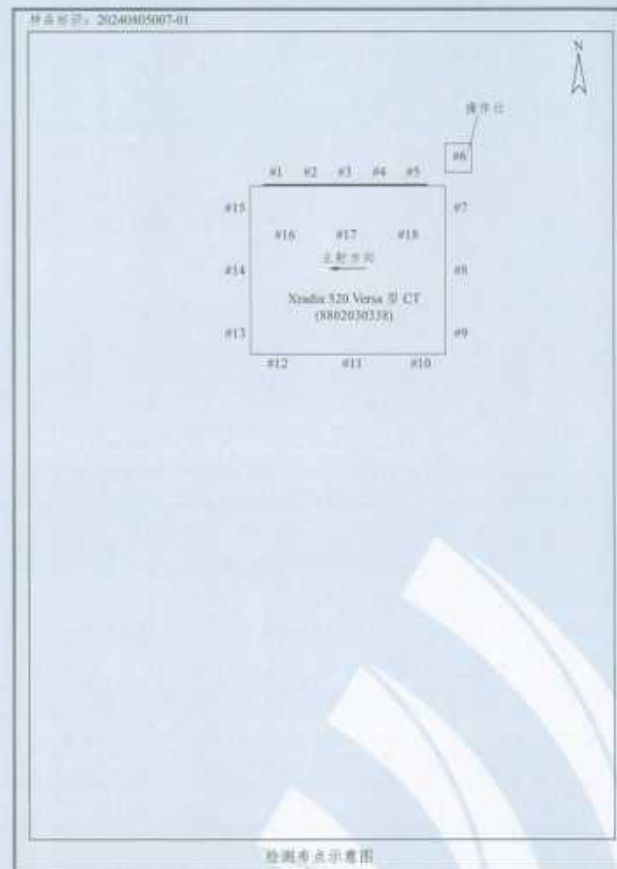
编号: RP 检字第 20240805007501 号  
第 3 页 共 7 页

|      |                                                                                                   |                                                                                       |            |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 委托单位 | 闽康技术检测(上海)有限公司                                                                                    | 联系人                                                                                   | 邓嘉东        |
| 检测地址 | 上海市浦东新区祖冲之路 1500 号 13 幢厂房一<br>层 X-RAY 检测室                                                         | 检测日期                                                                                  | 2024.08.15 |
| 检测项目 | $\gamma$ 辐射剂量率                                                                                    |                                                                                       |            |
| 检测依据 | 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)                                                            |                                                                                       |            |
| 评价依据 | 《工业企业放射防护标准》(GBZ117-2022)<br>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)                                    |                                                                                       |            |
| 检测环境 | 天气: 晴 温度: 24.7~24.8℃(室内) 湿度: 45.6~45.7%(RH(室内))                                                   |                                                                                       |            |
| 检测结果 | 见报告                                                                                               |                                                                                       |            |
| 限量限值 | 1.GB 18871-2002 职业工作人员 20mSv/a, 公众 1mSv/a;<br>2.GBZ 117-2022 关注点周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h. |                                                                                       |            |
| 备注   | /                                                                                                 |                                                                                       |            |
| 编制   | 李 云                                                                                               |  |            |
| 复核   | 马勤霞                                                                                               |                                                                                       |            |
| 批准   | 严 文                                                                                               |                                                                                       |            |
| 批准日期 | 2024.08.26                                                                                        |                                                                                       |            |

样品标识: 20240405007-01

| 1.设备信息及检测工具                                                                                                                        |                                          |          |                             |                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|-----------------------------|------------------------------------|------|
| 型号及名称                                                                                                                              | Xradia 520 Versa 型 CT                    |          | 设备编号                        | X802030338                         |      |
| 生产厂家                                                                                                                               | Carl Zeiss X-ray Microscopy Inc.         |          | 检测场所                        | 惠州之路 1500 号 15 楼厂房<br>一层 X-RAY 检测室 |      |
| 测试条件                                                                                                                               | 管电压 140kV, 管电流 0.052mA, 曝光时间连续, 主射方向北面   |          |                             |                                    |      |
| 主要检测仪器                                                                                                                             | AT1323 型辐射剂量仪<br>(2018[104GJ]0.06-10MeV) |          | 修正因子                        | 0.94(#1-#18)                       |      |
| 2.Xradia 520 Versa 型 CT 周围剂量当量率检测结果                                                                                                |                                          |          |                             |                                    |      |
| 序号                                                                                                                                 | 检测位置                                     | 检测<br>次数 | 周围剂量当量率( $\mu\text{Sv/h}$ ) |                                    |      |
|                                                                                                                                    |                                          |          | 最低值                         | 最高值                                | 平均值  |
| #1                                                                                                                                 | 防护门右门轴处                                  | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #2                                                                                                                                 | 防护门上门轴处                                  | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #3                                                                                                                                 | 防护门中轴                                    | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #4                                                                                                                                 | 防护门下门轴处                                  | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #5                                                                                                                                 | 防护门左门轴处                                  | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #6                                                                                                                                 | 操作位置处                                    | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #7                                                                                                                                 | 东面东                                      | 5        | 0.12                        | 0.12                               | 0.12 |
| #8                                                                                                                                 | 东面中                                      | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #9                                                                                                                                 | 东面西                                      | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #10                                                                                                                                | 南面东                                      | 5        | 0.12                        | 0.13                               | 0.13 |
| #11                                                                                                                                | 南面中                                      | 5        | 0.12                        | 0.13                               | 0.12 |
| #12                                                                                                                                | 南面西                                      | 5        | 0.12                        | 0.13                               | 0.12 |
| #13                                                                                                                                | 西面东                                      | 5        | 0.12                        | 0.13                               | 0.13 |
| #14                                                                                                                                | 西面中                                      | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #15                                                                                                                                | 西面西                                      | 5        | 0.13                        | 0.13                               | 0.13 |
| #16                                                                                                                                | 上表面(西)                                   | 5        | 0.12                        | 0.13                               | 0.13 |
| #17                                                                                                                                | 上表面(中)                                   | 5        | 0.12                        | 0.13                               | 0.12 |
| #18                                                                                                                                | 上表面(东)                                   | 5        | 0.12                        | 0.13                               | 0.13 |
| 注: 1)本底约 0.01( $\mu\text{Sv/h}$ ), 表内数据均未扣除本底值;<br>2)检测位置为门表面 30cm, 四周表面外 30cm, 操作位置等, 详见检测布点示意图。                                  |                                          |          |                             |                                    |      |
| 3.检测结论:                                                                                                                            |                                          |          |                             |                                    |      |
| 检测结果表明, 在上述测试条件下, 本次检测点位的 $\gamma$ 辐射水平均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中规定的对职业工作人员和企业受限制量限值及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的规定限值要求。 |                                          |          |                             |                                    |      |
| 本次结束。                                                                                                                              |                                          |          |                             |                                    |      |

样品标识: 20240405007-01



检测布点示意图


**锐浦环境**  
 RUIPU ENVIRONMENTAL

编号: 锐P检字第 20240805007501 号

第 6 页 共 7 页

样品标识: 20240805007-02

| 1. 设备信息及相关记录                                                                                                      |                                         |          |                                    |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|------------------------------------|------|------|
| 型号及名称                                                                                                             | Xradia 620 Versa 型 CT                   | 设备编号     | 8807010610                         |      |      |
| 生产厂家                                                                                                              | Carl Zeiss X-ray Microscopy Inc.        | 检测场所     | 锐浦环境 1500 号 15 楼厂房<br>一层 X-RAY 检测室 |      |      |
| 测试条件                                                                                                              | 管电压 150kV, 管电流 0.15mA, 曝光时间 30s, 扫描方向向上 |          |                                    |      |      |
| 主要检测仪器                                                                                                            | A1123 型辐射剂量仪<br>(2018.10.02至2026.10.02) | 检定证书     | 0.006(01-013)<br>0.91(013)         |      |      |
| 2. Xradia 620 Versa 型 CT 测定的重量单位检测结果                                                                              |                                         |          |                                    |      |      |
| 序号                                                                                                                | 检测位置                                    | 检测<br>次数 | 测定的重量单位(μSv/h)                     |      |      |
|                                                                                                                   |                                         |          | 最大值                                | 最小值  | 平均值  |
| #1                                                                                                                | 防护门开门时                                  | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #2                                                                                                                | 防护门关门时                                  | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #3                                                                                                                | 防护门中间                                   | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #4                                                                                                                | 防护门下方时                                  | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #5                                                                                                                | 防护门上方时                                  | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #6                                                                                                                | 操作位置处                                   | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #7                                                                                                                | 右侧处                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #8                                                                                                                | 左侧处                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #9                                                                                                                | 顶部处                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #10                                                                                                               | 底部处                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #11                                                                                                               | 左前方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #12                                                                                                               | 左后方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #13                                                                                                               | 右前方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #14                                                                                                               | 右后方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #15                                                                                                               | 左前方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #16                                                                                                               | 左后方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #17                                                                                                               | 右前方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| #18                                                                                                               | 右后方                                     | 5        | 0.12                               | 0.12 | 0.12 |
| 注: 1) 本表为在 11μSv/h 条件下测定的结果。                                                                                      |                                         |          |                                    |      |      |
| 2) 检测位置为: 距离 30cm, 检测范围 30cm, 操作位置, 上表为平均值, 详见检测报告。                                                               |                                         |          |                                    |      |      |
| 3. 检测结论:                                                                                                          |                                         |          |                                    |      |      |
| 检测结果表明, 在上述测试条件下, 本检测设备的辐射水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中规定的对职业人员和公众的剂量限值和《工业射线检测防护标准》(GBZ 117-2021)的相关规定。 |                                         |          |                                    |      |      |
| 检测结果:                                                                                                             |                                         |          |                                    |      |      |

