

核技术利用建设项目

新增 X 射线计算机断层扫描检测系统应用项目

环境影响报告表

建设单位：鸿富锦精密电子（郑州）有限公司

编制时间：二〇二二年七月

生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况..... 1

表 2 放射源..... 6

表 3 非密封放射性物质 9

表 4 射线装置..... 10

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 11

表 6 评价依据..... 12

表 7 保护目标与评价标准..... 13

表 8 环境质量和辐射现状..... 17

表 9 项目工程分析与源项 20

表 10 辐射安全与防护 24

表 11 环境影响分析 26

表 12 辐射安全管理..... 33

表 13 结论与建议..... 36

表 14 审批..... 39

附 件

附件 1 本项目环境影响评价委托书

附件 2 建设单位辐射安全许可证及台帐明细

附件 3 本项目辐射环境背景水平检测报告

附件 4 建设单位辐射安全管理制度及事故应急预案

附件 5 辐射工作人员及公众人员年剂量管理目标限值

附件 6 本项目射线装置屏蔽防护设计情况说明

表 1 项目基本情况

项目名称		鸿富锦精密电子（郑州）有限公司新增 X 射线计算机断层扫描检测系统应用项目				
建设单位		鸿富锦精密电子（郑州）有限公司（统一社会信用代码：9141010055830728X4）				
法人代表		王志文	联系人	张巧玲	联系电话	15324826660
注册地址		郑州市航空港区长安路东侧综合保税区				
建设地点		郑州市航空港区长安路东侧综合保税区富士康厂区				
总投资		230 万元	环保投资	12.8 万元	环保投资比例	5.57%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积	70
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其他	/				

1、建设单位概况

鸿富锦精密电子（郑州）有限公司（以下称“建设单位”）成立于 2010 年 7 月，隶属于富士康科技集团，地址位于郑州市航空港区长安路东侧综合保税区，是富士康科技集团挺进中原兴建的大型计算机、时尚移动通讯设备、消费性电子零组件及构件的生产基地。主要经营第三代及后续移动通信系统手机、核心网设备以及网络检测设备及其零组件、新型电子元器件、数字音、视频解码设备及其零部件、自动化设备、金属与非金属制品模具、检具及其零配件、发光二极管显示板、手机配件。

2、项目建设背景及由来

为进一步提升产品质量，建设单位拟在原有核技术应用的基础上，新增使用 1 套 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统，用于对生产的手机零部件进行无损检测。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》等法律、法规的规定，本项目应在实施前开展环境影响评价；

表 1 项目基本情况

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定，本项目属于第 172 项“核技术利用建设项目”类别，应编制环境影响报告表。为此，建设单位委托河南蔚蓝环保科技有限公司对本项目开展环境影响评价；评价单位接受委托后，立即组织技术人员对本项目进行了实地踏勘，收集了与之相关的技术资料，并最终按照相应的技术规范要求整理编制完成了本报告表。

3、原有核技术利用情况

建设单位已取得郑州航空港经济综合实验区建设局（郑州市生态环境局郑州航空港经济综合实验区分局）颁发的辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证[A0333]，许可的种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至：2027 年 1 月 16 日。

表 1-1 建设单位原有核技术利用情况一览表

序号	装置名称	设备型号	数量 (台)	类别	环评批复	验收批复
1	X 射线检查仪	SMX-2000	2	Ⅲ类	郑环辐登 [2012]33 号	郑环辐验 [2012]20 号
2	X 射线检查仪	SMX-2000	6	Ⅲ类	郑环辐登 [2012]58 号	郑环辐验 [2012]23 号
3	X 射线检查仪	X2.5L	18	Ⅲ类		
4	X 射线膜厚仪	X-STRATA980	1	Ⅲ类		
5	X 射线检查仪	TOSMICRON-S51 10in	1	Ⅲ类		
6	X 射线检查仪	TOSMICRON-S51 10in	2	Ⅲ类	郑环辐登 [2013]11 号	郑环辐验 [2013]7 号
7	X 射线检查仪	X2.5L	18	Ⅲ类	郑港辐环 [2014]3 号	郑港辐环 [2015]1 号
8	X 射线检查仪	Y.Cougar	2	Ⅲ类		
9	X 射线元素分析仪	M4 TORNADO	1	Ⅲ类		
10	X 射线检查仪	X7056	16	Ⅲ类		
11	扫描电子显微镜	SIGMA300	1	Ⅲ类	已完成 网上备案	/
12	X 射线检测仪	VT-X700	1	Ⅲ类		
13	X 射线检查仪	X-7900	3	Ⅲ类		
14	X 射线扫描显微镜	SU1510	1	Ⅲ类	已完成 网上备案	/
15	X 射线膜厚仪	XDVM-P	1	Ⅲ类		

表 1 项目基本情况

16	X 射线检测系统	MatriX X2.5#	3	II类	郑港辐环 [2018]012 号	已完成 自主验收
17	CT 扫描系统	Nanotom m180	2	II类	郑港辐环 [2020]4 号	已完成 自主验收
18	X 射线检测系统	X2.5#	4	II类	郑港辐环 [2021]2 号	已完成 自主验收

建设单位现有II类射线装置 9 台，III类射线装置 74 台，均已通过环评审批或已完成登记表备案，并按照要求完成自主验收或检测，环保手续齐全。

建设单位成立了“辐射安全防护与环保管理小组”，制定并落实了详细、完整的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，满足实际工作需要；建立并保持了规范、完整的辐射安全管理档案，按要求开展了辐射安全与防护年度评估、场所辐射环境检测、职业人员健康体检及个人剂量检测等工作。

建设单位自开展核技术利用以来，积极配合各级生态环境管理部门的监督检查，辐射安全管理工作执行情况较好，现有射线装置采取的各项辐射安全与防护措施均运行正常，未发生辐射安全事故。

4、本期建设内容及规模

建设单位拟在现有核技术应用项目的基础上，本期新增使用 1 套 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统（最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA），属于II类射线装置，拟安装位置 F06 厂房 1 楼 SMT 测试区北部 CT 室。

表 1-2 本期拟购射线装置基本信息一览表

装置名称	规格型号	数量	类别	生产厂家	主要技术参数	拟安装位置
X 射线计算机断层扫描检测系统	v tome x S240	1 套	II类	美国 GE	240kV/3mA	F06 厂房 1 楼

表 1-3 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统主要技术参数

设备尺寸	长×宽×高：2170mm×1500mm×1690mm
重量（含辐射防护间）	2900kg
靶材料	钨
细节分辨能力	1μm
X 射线管	最大管电压 240kV，最大管电流 3mA
X 射线朝向	定向，主束朝西

表 1 项目基本情况

辐射防护间	材质：钢板内置铅板； 铅当量：西侧（主束方向）14mmPb，南侧 10mmPb，其他方向 9mmPb； 防护门 10mmPb，观察窗 10mmPb 铅玻璃
-------	---

5、外环境关系简述

建设单位位于郑州市航空港区长安路东侧综合保税区，厂区西临长安路，南临始祖路，北临远航路，东临枣林路，项目地理位置详见图 1，厂区总平面布置详见图 2。

本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统拟安装于建设单位厂区 F06 厂房 1 楼 SMT 测试区北部 CT 室，该 CT 室东侧为前处理区和腐蚀区，南侧为公共测试区，西侧和北侧均为内部走廊。

F06 厂房 1 楼平面布置详见图 3。

6、实践正当性

本项目利用 X 射线对手机零部件进行无损检测，能够对产品质量做出准确判断，进一步提高了产品的合格率，避免了后序生产浪费，具有明显的经济效益，通过采取有效的辐射安全防护措施，本项目产生的辐射影响与其所带来的利益相比是可以接受的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的“辐射防护实践正当性”原则。

7、选址合理性

本项目新增使用的 X 射线检测系统拟安装在 F06 厂房 1 楼 SMT 测试区北部 CT 室内，CT 室的位置相对较偏僻，周围人员活动较少，且相对远离了周边的其他非辐射工作人员。从辐射安全防护的角度认为，本项目射线装置的选址是相对合理的。

8、预计工作量

根据建设单位提供的信息，本项目 X 射线检测系统正常运行后拟配备 2 名辐射工作人员，实行两班制，两班工作量基本相同。

本项目 X 射线检测系统的年工作天数最多为 240 天，每天每班最多检测 20 只零部件，完成一次零部件检测用时最多 90s。

表 1-5 本项目预计最大工作量一览表

装置名称	工作制度	年最大工作天数	年最大开机时间	人均受照射时间
v tome x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统	每天 2 班 每班 1 人	240 天	240 小时	120 小时/年

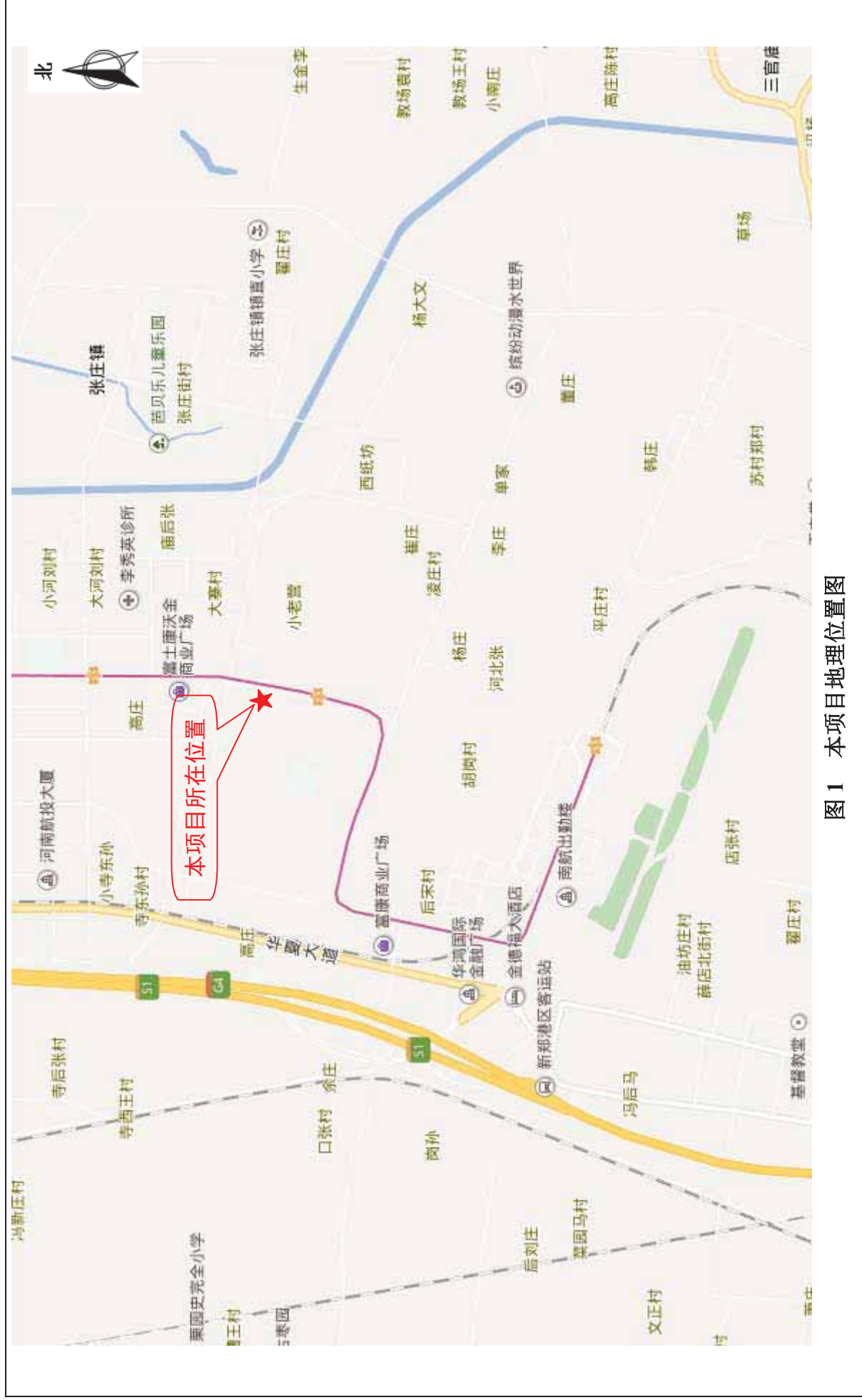
表 1 项目基本情况

9、项目环保投资

本项目预计总投资 230 万元，其中环保投资 12.8 万元，占总投资的 5.57%，详细环保投资估算如下表。

表 1-6 本项目环保投资一览表

序号	名称类别	投资额（万元）
1	配置辐射检测仪器	2.5
2	购置辐射防护用品	0.8
3	环保技术咨询	7.5
4	其他（人员培训、个人剂量检测等）	2.0
5	环保投资合计	12.8



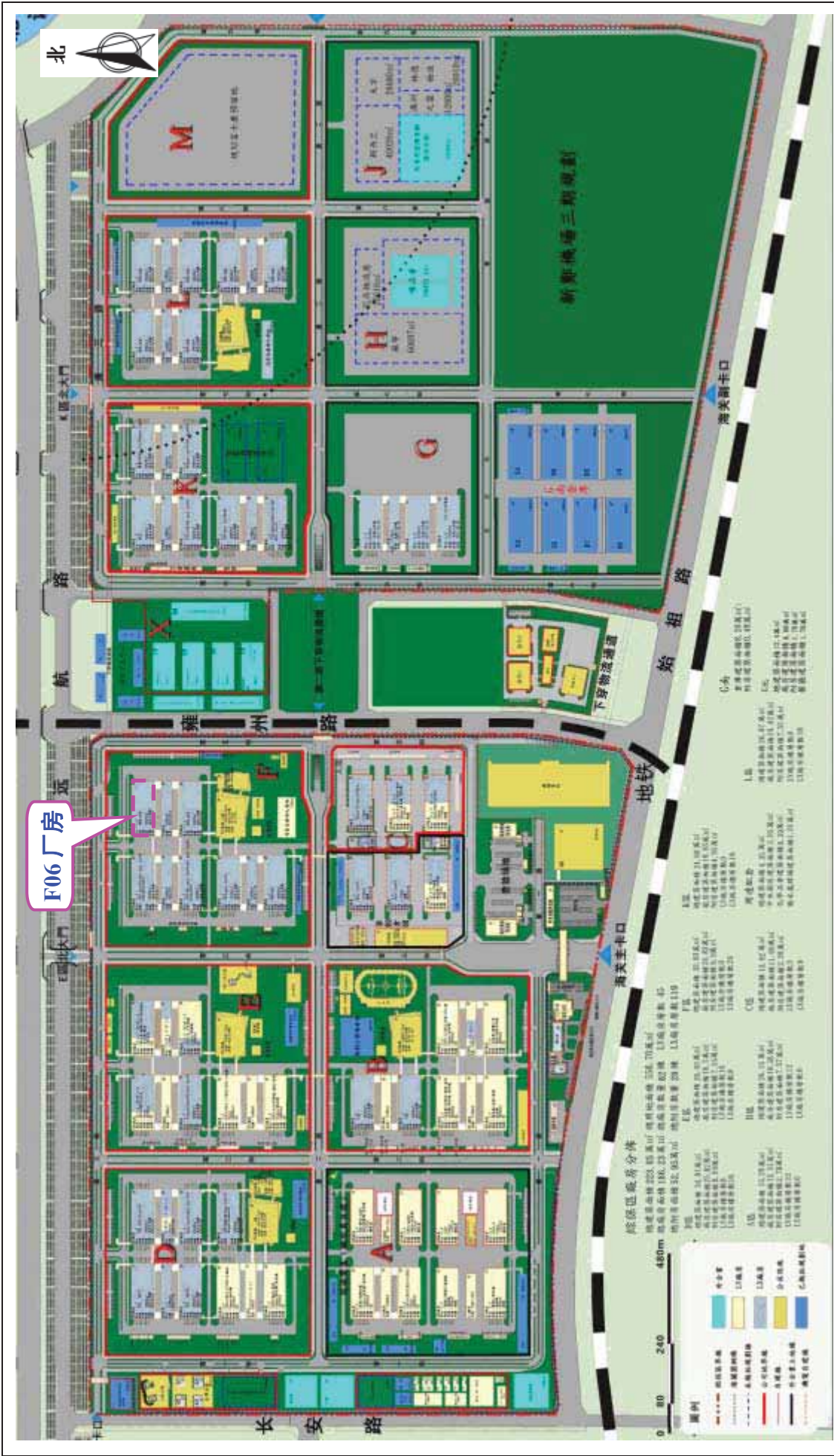


图2 厂区总平面布置图



图 3 F06 厂房 1 楼平面布置示意图

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
	不涉及							

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
	不涉及									

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

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
	不涉及									

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	厂家	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X射线计算机断层扫描 检测系统	II	1	美国 GE	v tome x S240	240	3	无损检测	F06 厂房 1 楼	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
	不涉及												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名 称	状态	核素名称	活度 (Bq)	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧及氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	不暂存	直接在空气中稀释转化

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

1、法规文件

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；
- 2) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日起施行；
- 3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日起施行；
- 4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；
- 5) 《放射工作人员职业健康管理办法》，2007 年 11 月 1 日起施行；
- 6) 《河南省辐射污染防治条例》，2016 年 3 月 1 日起施行；
- 7) 《关于发布<射线装置分类办法>的公告》，2017 年 12 月 6 日起施行；
- 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日起施行；
- 9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日起施行；
- 10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日起施行；
- 11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日起施行。

2、技术标准

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；
- 3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；
- 4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）（参考）；
- 5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- 6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- 7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。

3、其他

- 1) 本项目环境影响评价的委托书；
- 2) 建设单位辐射安全许可证及台帐明细（详见附件 2）；
- 3) 本项目辐射环境背景水平检测报告（详见附件 3）；
- 4) 建设单位提供的其他相关技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

1、评价范围

根据 X 射线能量随距离增加而衰减的特性，参照《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）对射线装置评价范围的相关规定及《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）对射线装置辐射环境监测的相关技术要求，本项目以 CT 室周围 50m 区域作为评价范围。

2、保护目标

本项目 CT 室周围 50m 范围内无常住居民，其主要环境保护目标为：检测系统的辐射工作人员，在 CT 室附近作业的非辐射工作人员，以及在 CT 室周围偶然居留的公众人员。

表 7-1 本项目主要环境保护目标一览表

序号	环境保护目标	方位、距离	人数	照射类型
1	X 射线检测工作人员	检测系统操作位处，约 2m	2 人	职业照射
2	非辐射工作人员	CT 室周围	不固定	公众照射
3	偶然居留的公众人员	F06 厂房外道路	不固定	

本项目评价范围内环境保护目标分布示意图见图 4。

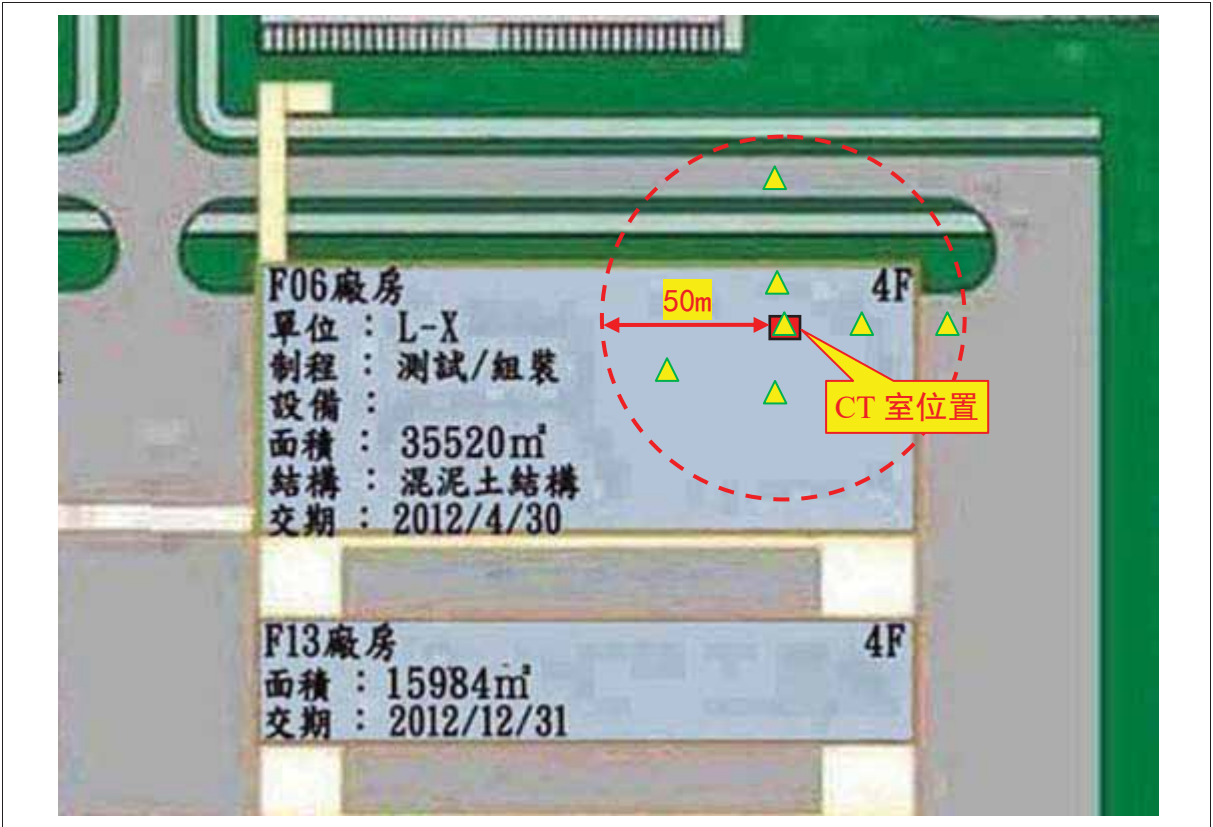


图 4 评价范围内环境保护目标分布示意图

表 7 保护目标与评价标准

3、评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) (附录 B)

B1.1.1 职业照射剂量限值

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

B1.2.1 公众照射剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

根据上述标准规定，结合建设单位的管理要求，本项目职业人员及公众人员的附加年剂量管理限值如下。

表 7-2 本项目人员附加年剂量限值一览表

序号	人员类别	标准限值	管理限值
1	职业人员	20mSv/a	5mSv/a
2	公众人员	1mSv/a	0.25mSv/a

2) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

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

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

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众 $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按下式计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

式中：

H_c —周剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤装置周照射时间，h/周；

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$:

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

表 7 保护目标与评价标准

c) 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$:

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

根据上述标准规定, 结合本项目的辐射安全管理要求及预计最大工作量情况, 得出关注点处的剂量率控制水平如下。

表 7-3 本项目关注点处的剂量率控制水平

序号	射线装置型号	射线装置位置	关注点位置	剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$
1	v tome x S240	F06 厂房 1 楼	屏蔽体周围外表面 30cm 处	2.5 μ Sv/h
			辐射工作人员操作台	

3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)

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

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

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足:

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

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/ h。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置, 并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射, 关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 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

表 7 保护目标与评价标准

够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

4.3.2 任务相关监测和特殊监测应根据辐射监测实践的需要进行。

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。

8.2.2 职业照射个人剂量档案终生保存。

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统拟安装于建设单位厂区 F06 厂房 1 楼 SMT 测试区北部 CT 室，该 CT 室东侧为前处理区和腐蚀区，南侧为公共测试区，西侧和北侧均为内部走廊。

2、辐射环境现状检测

2.1、检测说明

为掌握本项目所在区域的辐射环境背景水平，特委托河南青石环保检测有限公司对本项目拟建址区域开展了电离辐射环境背景水平检测，检测情况说明见表 8-1。

表 8-1 本项目检测情况说明一览表

检测时间	2022 年 3 月 22 日	
检测环境	天气：多云，温度：（7.2~16.9）℃，湿度：（27.3~40.5）%RH	
检测仪器	仪器名称	环境级 X、 γ 剂量率仪
	仪器型号	RJ32-3602
	制造单位	上海仁机仪器仪表有限公司
	出厂编号	210312E001
	检定证书	2021H21-20-3103927001-01
	有效期限	2021.03.12~2022.03.11
	量程范围	1nGy/h~1000 μ Gy/h
	能量范围	（0.02~3.0）MeV
	检定结论	合格
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	
检测方法	在选定的检测点位处，待仪器处于稳定状态后，读取测量间隔为 10s 的平均值，每个点位连续读取 10 次，最后再取统计均值。	
质量控制	1、检测仪器经过检定或校准，确保在证书有效期内使用。 2、每次测量前后均检查仪器，确保其处于正常工作状态。 3、检测人员参加相应的培训，通过考核并取得岗位证书。 4、建立完整的质量管理体系，确保检测结果准确、有效。 5、检测记录及数据分析结果均经过严格的内部三级审核。	

表 8 环境质量和辐射现状

2.2、检测点位

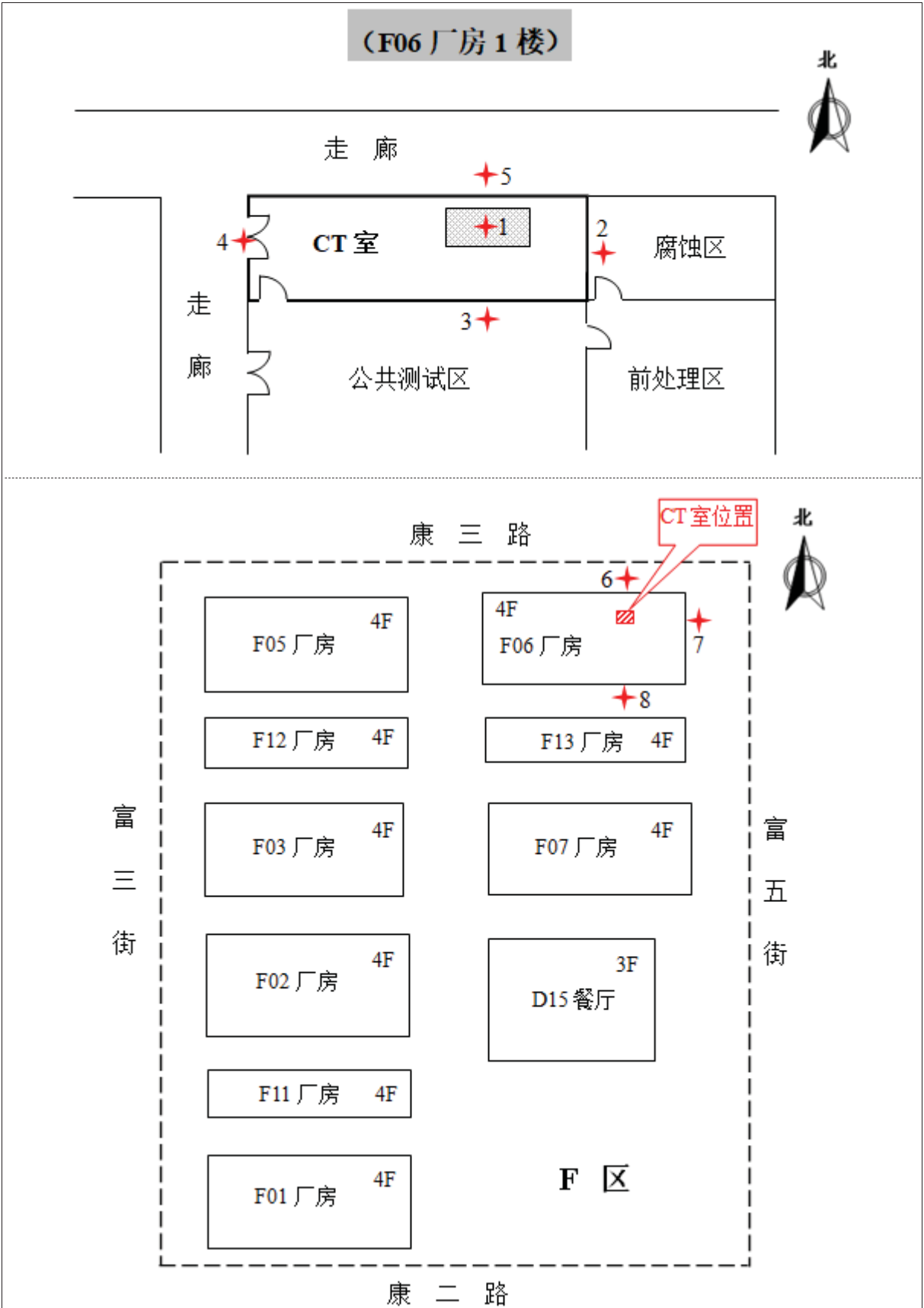


图 5 本项目辐射环境背景水平检测点位示意图

表 8 环境质量和辐射现状

2.3、检测结果

表 8-2 本项目环境 γ 辐射剂量率检测结果

单位：nGy/h

编号	检测点位描述	环境 γ 辐射剂量率		备注
		均值	标准差	
1	CT 室内设备拟安装位置处	70.82	1.49	室内
2	CT 室东侧墙外 30cm 处	70.99	1.49	室内
3	CT 室南侧墙外 30cm 处	69.69	1.46	室内
4	CT 室门口位置	70.49	1.45	室内
5	CT 室北侧墙外 30cm 处	71.29	1.43	室内
6	F06 厂房北侧道路	63.50	1.87	室外
7	F06 厂房东侧道路	62.88	1.89	室外
8	F06 厂房南侧道路	62.13	1.81	室外

注：① 本仪器的校准因子为 0.956。

② 上述结果已扣除本仪器宇宙射线响应值（ 8.56 ± 1.76 ）nGy/h。

③ 设备名称：v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统。

④ 拟安装位置：F06 厂房 1 楼 CT 室。

2.4、检测结论

由检测结果可知：本项目拟建址区域的环境 γ 辐射剂量率室内测量范围为（69.69~70.99）nGy/h，室外测量范围为（62.13~63.50）nGy/h，均处于当地的正常辐射环境背景水平，未发现异常情况。

表 9 项目工程分析与源项

1、工程设备和工艺分析

1.1、射线装置简述

v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统是一款高分辨率微焦点计算机断层扫描系统，用于如大型铸件，焊接接缝，电子设备和更多的三维计算机断层扫描和二维无损 X 射线检测。在传感器和电子元件的检测中，高分辨率 X 射线技术主要用于检测和评估接触点、接头、箱子、绝缘子和装配情况，它可以检测半导体元件和电子设备（焊点），而无需拆卸设备。



图 6 本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统样图

1.2、工作原理简述

本项目 X 射线检测系统利用 X 射线对工件进行无损检测。产生 X 射线的装置包括 X 射线管和高压电源。X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶根据应用需要，由不同材料制成不同形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。阴极灯丝通电加热时会“蒸发”出电子，利用聚焦杯将电子聚集成束，在通过两极间的高电压将电子束加速，被加速的高速电子径直射向嵌在金属阳极中的靶体，受靶面突然阻挡而产生韧致辐射，释放 X 射线。X 射线管的管电压决定 X

表 9 项目工程分析与源项

射线的光子能量，管电流决定 X 射线的光子数量。典型 X 射线管结构图详见图 7。

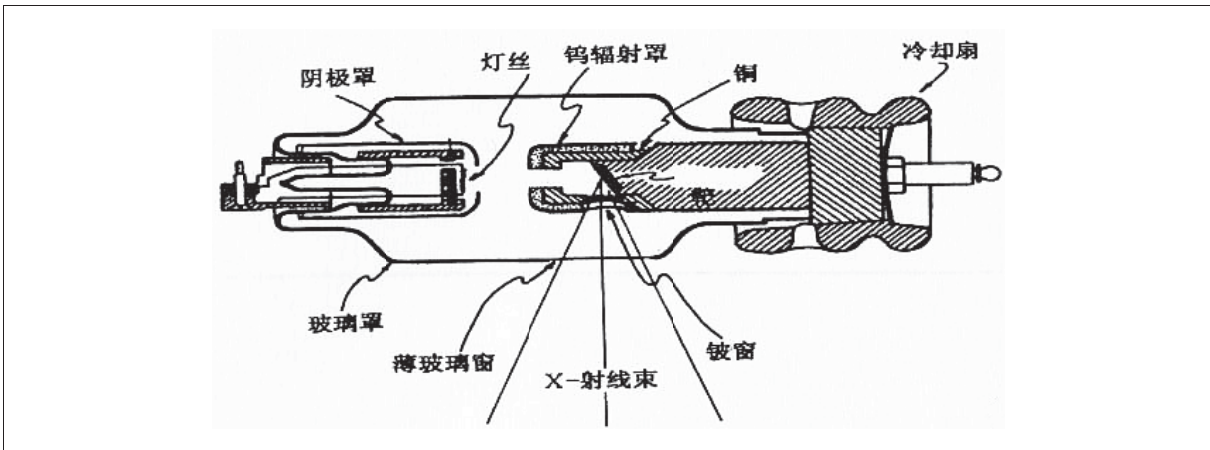


图 7 典型 X 射线管的结构图

1.3、设备组成及参数

v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统采用铅屏蔽，整个系统主要由 X 射线管、操作台、转台、工作状态指示灯、控制柜等组成，系统组成图见图 8。



图 8 本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统组成图

图 8 中各部分主要功能如下：

① 前服务门安全开关；② 前指示灯；③ 防护门安全开关；④ 铅玻璃观察窗；⑤ 紧急停机按钮；⑥ 后指示灯；⑦ 右服务门安全开关；⑧ 总开关；⑨ 断路器。

表 9 项目工程分析与源项

表 9-1 v tome x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统主要技术参数		
外形尺寸		长×宽×高：2170mm×1500mm×1690mm
重量（含辐射防护间）		2900kg
靶材料		钨
过滤		3mmAl
细节分辨能力		1μm
X射线管参数		最大管电压240kV，最大管电流3mA
X射线朝向		定向，主束朝西（射线管固定不动，工件在转台上转动）
辐射防护间		材质：钢板内置铅板； 铅当量：西侧（主束方向）14mmPb，南侧10mmPb，其他方向9mmPb； 防护门（长×高：0.7m×0.5m）10mmPb，观察窗10mmPb铅玻璃
其他防护 措施	连锁装置	检测系统自带连锁装置，防护门开启时，无法启动X射线管。
	急停按钮	操作台设置紧急停机按钮。
	指示灯	检测系统安装警示灯。
	警示标志	CT室内张贴“当心电离辐射”的警示标志。

1.4、工作流程简述

v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统具体操作流程为：a、检测人员接收待检工件，待检工件运至待检室；b、辐射工作人员确认，登记；c、准备工作，打开检测门（铅防护门），将待检工件放置于转台上，智能触摸屏设定检测项目，调整工件角度，关闭检测门；d、启动 X 射线检测系统，发出指令，完成一次检测作业；e、作业完成，关闭 X 射线检测系统（X 射线管停止工作），关闭电源，打开检测门，取出工件；f、重复流程检测下一个工件。

v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统配备有安全连锁装置，X 射线机发出射线时，防护门不会开启，防护门开启时，无法启动 X 射线管。检测系统工作流程图见图 9。

表 9 项目工程分析与源项

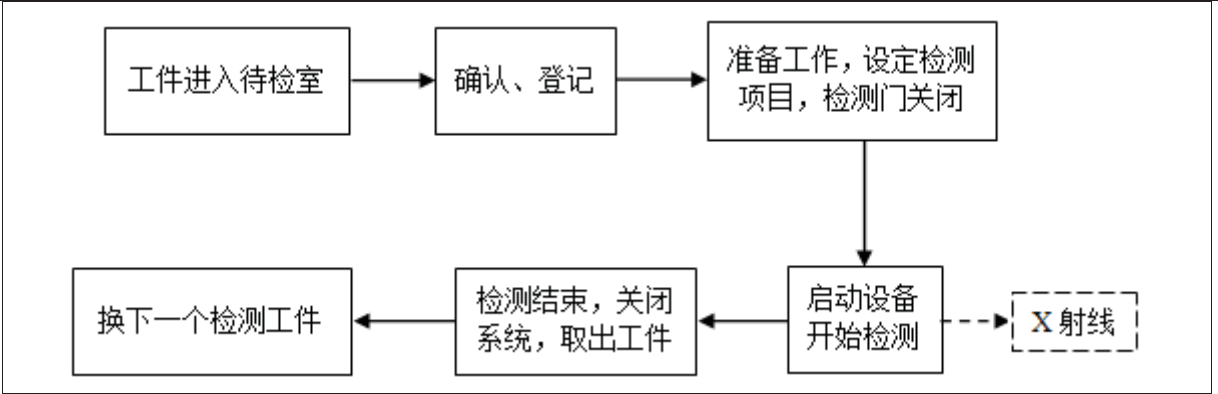


图 9 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统工作流程图

2、污染因子描述

本项目 X 射线检测系统在产品无损检测过程中将产生 X 射线。

3、污染源项简述

本项目 X 射线检测系统正常工作时，X 射线可能会穿透屏蔽设施，对职业人员及周围公众人员带来一定程度的外照射影响。本项目的污染源主要为正常工况下的工件检测和事故工况下的不正常曝光。

1) 正常工况

由检测系统的工作原理可知，X 射线检测系统只在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。因此，在 X 射线检测系统正常开机曝光期间，产生的 X 射线主要通过透射、漏射、散射对设备周围环境带来电离辐射影响，X 射线为主要污染因子，污染途径为外照射。

2) 事故工况

本项目使用的 X 射线检测系统可能发生的事故主要包括：

① 在对工件进行照射时，X 射线检测系统发生故障门机联锁或警示装置失效，造成误照射；或者辐射防护间未完全关闭，致使 X 射线泄漏到防护间外，给周围活动的人员造成误照射；

②X 射线检测系统发生故障，在检修过程中，可能发生误照射，只要严格管理，期间不接通电源，可避免此类意外发生。

表 10 辐射安全与防护

1、工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关规定，将 X 射线检测系统的屏蔽体内部区域划为控制区；将控制区外、CT 室内的其他区域全部划为监督区，限制无关人员在此区域内停留的频率和时间。

项目分区划分管理示意图详见图 10。

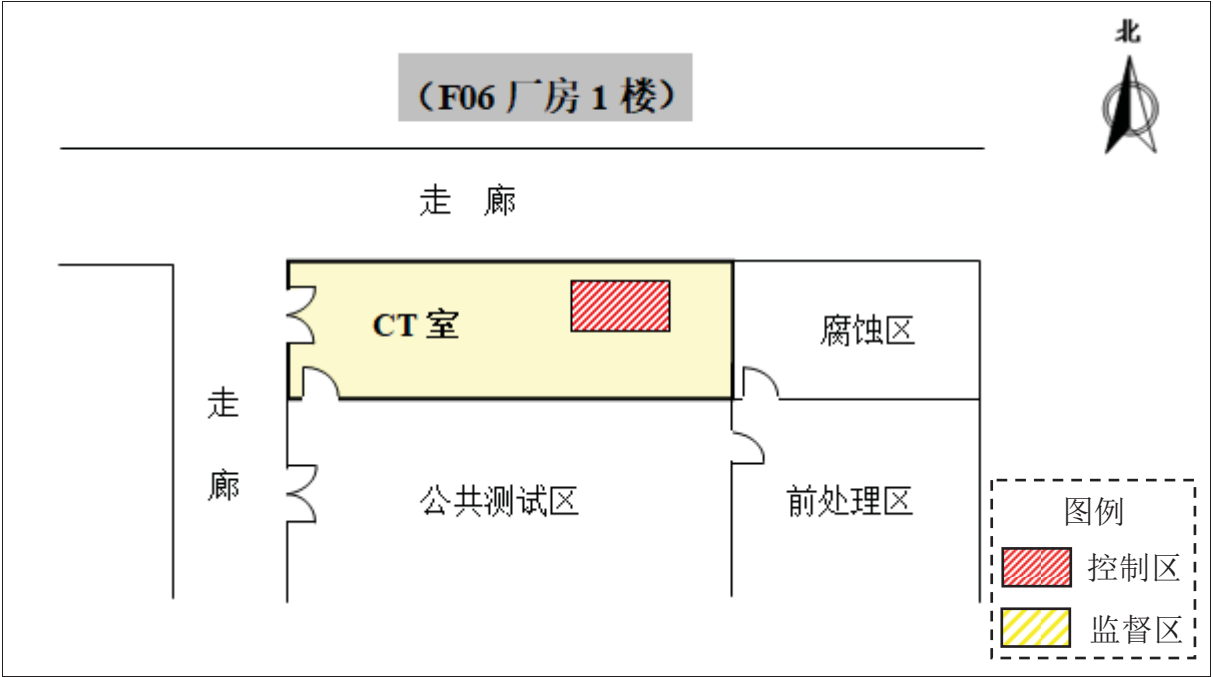


图 10 本项目分区划分管理示意图

2、辐射安全防护措施

1) 屏蔽设计：本项目 X 射线检测系统配有铅屏蔽体，射线装置由于结构性差异或者穿孔造成的屏蔽效果减弱区域均进行了相应的铅防护屏蔽补偿，屏蔽体屏蔽能力具有均整性；检测系统西侧（主束方向）采取 14mmPb 屏蔽，南侧采取 10mmPb 屏蔽，其他方向采取 9mmPb 屏蔽（铅密度 $\geq 11.3\text{t/m}^3$ ）。

2) 工作状态指示灯：本项目 X 射线检测系统顶部安装工作状态指示灯，工作状态指示灯包含“预备”和“照射”两种不同状态指示，工作状态指示灯与射线装置联锁，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中的相关要求。

3) 警示标识和视频监控：本项目 X 射线检测系统外表面及 CT 室门外均张贴电离辐射警示标识，并配有“当心电离辐射”的中文警示说明。CT 室内应设置视频监控，职业人员能全方位无死角观察检测室内情况，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中的相关要求。

表 10 辐射安全与防护

- 4) **安全联锁：**本项目 X 射线检测系统安装门机联锁，防护门打开，射线装置停止出束，防护门未完全关闭，射线装置无法出束。可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中的相关要求。
- 5) **紧急停机：**本项目 X 射线检测系统在控制台设置有紧急停机按钮。
- 6) **电缆通道防护设计：**本项目 X 射线检测系统辐射防护间电缆穿孔采用“U”型设计，穿孔处采取加盖铅罩进行防护补偿。
- 7) **通风设计：**本项目在 CT 室安装机械排风扇，产生的废气经排风管道排出，排风口避免朝向人员活动密集区，室内换气效率不低于 3 次/每小时，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中的相关要求。
- 8) **人员防护：**辐射工作人员进行 X 射线检测作业时，穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量卡和剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率的变化情况，拟配置的防护用品数量和防护能力满足本项目正常工作的需要，辐射工作人员个人剂量检测定期委托有资质的单位开展。

表 10-1 本项目拟配置的检测仪器设备及数量

仪器设备名称	便携式辐射检测仪	剂量报警仪	个人剂量卡
拟购置数量	1 台	1 台	1 个/人

表 10-2 本项目拟配置的防护用品及数量

序号	防护用品	具体配置情况	备注说明
1	铅衣	1 件	0.35mmPb
2	铅帽	1 件	0.35mmPb
3	铅围脖	1 件	0.35mmPb

注：防护用品使用过程中每年应至少检查 2 次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，防护用品正常使用年限为 5 年，若检查发现损坏，应及时更换。

2、三废的治理

本项目 X 射线检测系统均采用数字成像，不产生废显、定影液和废胶片。

本项目 X 射线检测系统的射线能量和束流强度较低，臭氧和氮氧化物产率较低，排入空气中后可迅速得到稀释转化，不会对周围大气环境产生影响。本项目 CT 室设有机械排风装置，满足通风换气要求。

表 11 环境影响分析
1、建设阶段环境影响分析

本项目 X 射线检测系统在建设期，只需要进行设备安装与调试工作，施工期对周边环境的影响是微弱的，并且在设备安装期间，检测系统不开机，不产生 X 射线，不会对周围环境造成电离辐射影响。

2、运行阶段环境影响分析
2.1、工作量情况

由表 1-5 可知，本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统年开机时间最多为 240 小时，每名辐射工作人员全年累计受照射时间最多为 120 小时。

2.2、附加剂量率计算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的规定，有用线束影响区域不考虑泄漏辐射和散射辐射影响，并且散射辐射主要考虑 0°入射 90°散射。本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统主束定向朝西（射线管固定不动，工件在转台上转动），屏蔽体的顶部、东侧、南侧以及北侧均为非主射方向。本项目辐射源点距各关注点的距离、各辐射屏蔽参数及主要射线影响见表 11-1。：

表 11-1 各关注点参数及主要考虑的射线影响

关注点	点位	铅当量 (mm)	距离 R (m)	主要射线影响	剂量率 控制限值
A	屏蔽体东侧外表面30cm处	9	1.41	泄漏辐射和散射辐射	2.5μSv/h
B	屏蔽体南侧外表面30cm处 (观察窗位置处)	10	1.12	泄漏辐射和散射辐射	2.5μSv/h
C	屏蔽体西侧外表面30cm处	14	1.36	有用线束	2.5μSv/h
D	屏蔽体北部外表面30cm处	9	0.95	泄漏辐射和散射辐射	2.5μSv/h
E	屏蔽体顶部外表面30cm处	9	0.63	泄漏辐射和散射辐射	2.5μSv/h
F	屏蔽体底部外表面30cm处	9	1.52	泄漏辐射和散射辐射	2.5μSv/h
G	辐射工作人员操作台	10	1.30	泄漏辐射和散射辐射	2.5μSv/h

表 11 环境影响分析

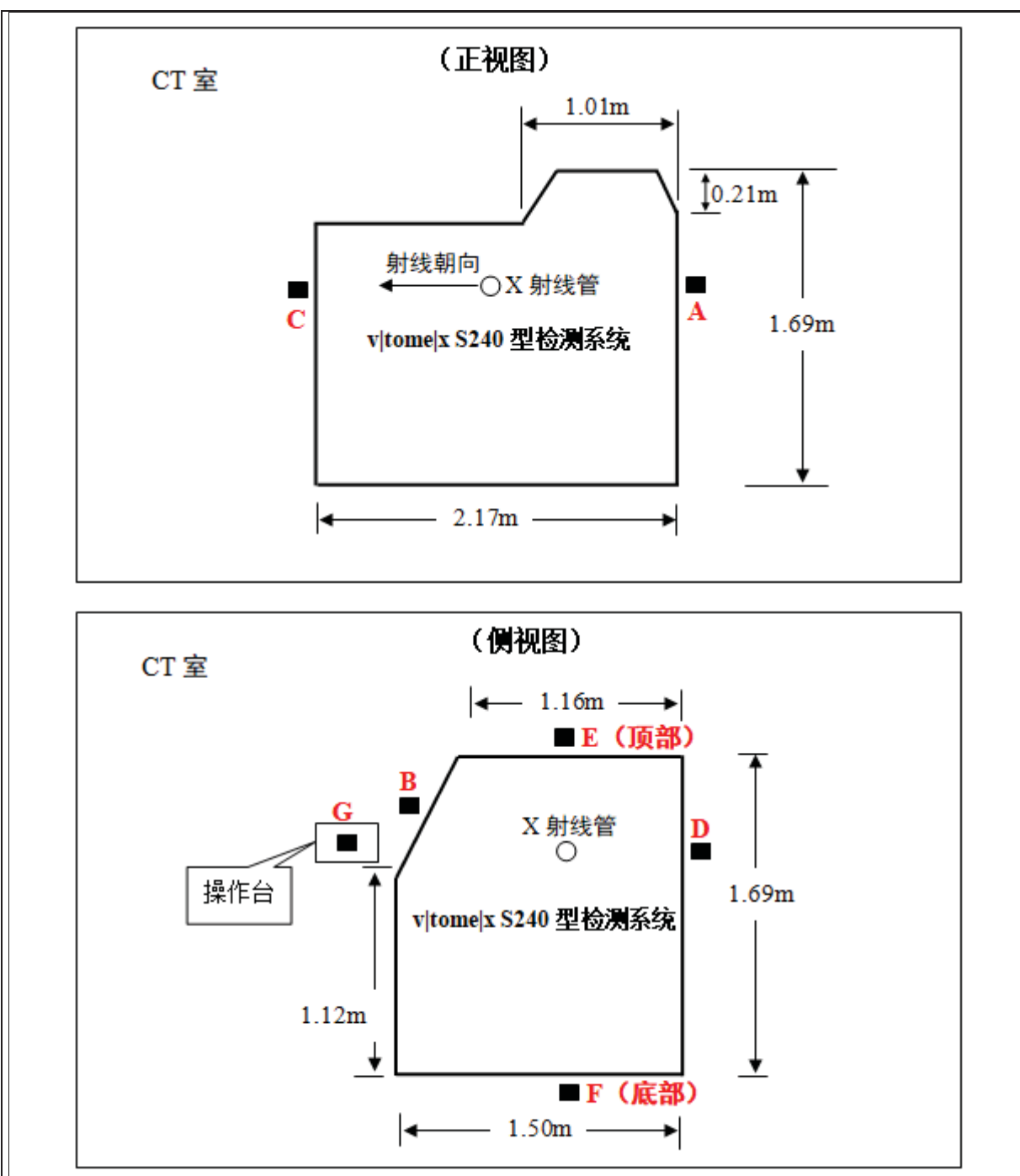


图 11 检测系统各关注点位置示意图

关注点处有用线束、泄漏辐射和散射辐射的剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的屏蔽计算公式进行估算。

1) 有用线束

有用线束在关注点处的辐射剂量率按下式计算。

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

式中：

表 11 环境影响分析

H—关注点处的辐射剂量率，μSv/h； I—最高管电压下的最大管电流，mA；本项目 v tome x S240 型检测系统取 3mA； H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录表 B.1 及 ICRP33 号出版物，v tome x S240 型检测系统，在管电压 240kV、3mm 铝过滤条件下，H₀=7.74×10⁵μSv·m²/（mA·h）； B—屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录图 B.1，； R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。 2）泄漏辐射 泄漏辐射在关注点处的辐射剂量率按下式计算： $H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-2)$ 式中： H—各关注点处的泄漏辐射剂量率，μSv/h； H_L—距靶点 1m 处无屏蔽时 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目 v tome x S240 型检测系统 H_L=5×10³μSv/h； B—屏蔽透射因子，按式 11-4 计算； R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。 3）散射辐射 散射辐射在关注点处的辐射剂量率按下式计算： $H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_x^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-3)$ 式中： H—关注点处的散射辐射剂量率，μSv/h； I—最高管电压下的最大管电流，mA； H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)； B—屏蔽透射因子，按式 11-4 计算； F—R₀处的辐射野面积，m²；根据建设单位提供的设备说明书中的技术参数，本项目 v tome x S240型检测系统取0.02m²；
--

表 11 环境影响分析

α —散射因子；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.3，本项目 v|tome|x S240 型检测系统取 4.75×10^{-2} ；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；本项目保守取 0.3m；

R_x —散射体至关注点的距离，m。

4) 屏蔽透射因子

不同X射线能量下的屏蔽投射因子按下式计算。

$$B=10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—什值层厚度，mm；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录B表B.2。

表 11-2 有用线束剂量率计算结果

关注点	点位描述	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I (mA)	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
C	屏蔽体西侧外表面30cm处	7.74×10^5	3	1.0×10^{-7}	1.36	1.26E-01

表 11-3 泄漏辐射剂量率计算结果

关注点	点位描述	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
A	屏蔽体东侧外表面30cm处	5×10^3	2.76×10^{-5}	1.41	6.93E-02
B	屏蔽体南侧外表面30cm处	5×10^3	6.59×10^{-6}	1.12	2.63E-02
D	屏蔽体北部外表面30cm处	5×10^3	2.17×10^{-5}	0.95	1.20E-01
E	屏蔽体顶部外表面30cm处	5×10^3	2.17×10^{-5}	0.63	2.74E-01
F	屏蔽体底部外表面30cm处	5×10^3	2.17×10^{-5}	1.52	4.70E-02
G	辐射工作人员操作台	5×10^3	6.59×10^{-6}	1.30	1.95E-02

表 11-4 散射辐射剂量率计算参数

关注点	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	F (m^2)	α	R_0 (m)	R_x (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
A	3	7.74×10^5	5.18×10^{-7}	0.02	4.75×10^{-2}	0.3	1.41	6.39E-03
B	3	7.74×10^5	7.20×10^{-8}	0.02	4.75×10^{-2}	0.3	1.12	1.41E-03

表 11 环境影响分析

D	3	7.74×10^5	3.73×10^{-7}	0.02	4.75×10^{-2}	0.3	0.95	1.01E-02
E	3	7.74×10^5	3.73×10^{-7}	0.02	4.75×10^{-2}	0.3	0.63	2.30E-02
F	3	7.74×10^5	3.73×10^{-7}	0.02	4.75×10^{-2}	0.3	1.52	3.95E-03
G	3	7.74×10^5	7.20×10^{-8}	0.02	4.75×10^{-2}	0.3	1.30	1.04E-03

表 11-5 各关注点处的剂量率计算结果汇总（单位：μSv/h）

关注点	有用线束	泄漏辐射	散射辐射	附加剂量率	标准限值	达标情况
A	/	6.93E-02	6.39E-03	7.57E-02	2.5	达标
B	/	2.63E-02	1.41E-03	2.77E-02	2.5	达标
C	1.26E-01	/	/	1.26E-01	2.5	达标
D	/	1.20E-01	1.01E-02	1.30E-01	2.5	达标
E	/	2.74E-01	2.30E-02	2.97E-01	2.5	达标
F	/	4.70E-02	3.95E-03	5.10E-02	2.5	达标
G	/	1.95E-02	1.04E-03	2.05E-02	2.5	达标

由上述计算结果可知：本项目 v|tome|x S240 型 X 射线检测系统正常运行时，屏蔽体外的各关注点处的辐射剂量率在（2.05E-02~2.97E-01）μSv/h 之间，均能够满足本次评价提出的“在关注点处的辐射剂量率参考控制水平为 2.5μSv/h”的要求。

2.3、附加年有效剂量

人员受到的附加年剂量根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A 中给出的计算公式。

$$H_{E-r} = D_r \times t \times k \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

- H_{E-r}—外照射附加年剂量，mSv/a；
 - D_r—外照射附加剂量率，μSv/h；
 - t—年照射时间，h/a；
 - T—居留因子，职业人员居留因子取 1；
 - k—有效剂量与吸收剂量换算系数，一般取 0.7，本次评价偏保守考虑取 1。
- 本项目在正常开机期间，职业人员绝大多数时间处于辐射工作人员操作位置处，以

表 11 环境影响分析

辐射工作人员操作台位处的剂量率作为参考点位，计算结果如下。

表 11-6 本项目检测系统附加年有效剂量计算结果一览表

参考位置	D_r ($\mu\text{Sv/h}$)	t (h/a)	T	H_{E-r} (mSv/a)	约束限值 (mSv/a)
关注点 G	2.05E-02	120	1	2.46E-03	5.0

本项目公众人员主要考虑生产车间内的非辐射工作人员，按照建设单位的管理要求，在射线装置正常运行期间，无关人员不允许擅自出入 CT 室。因此，本项目不会对公众人员产生附加年剂量影响。

综上所述，本项目 $v|tome|x$ S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统正常运行时，职业人员受到的附加年有效剂量最大约为 2.46E-03mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值要求，亦满足本次评价提出的职业人员 5mSv/a 的年剂量管理限值要求。本项目不会对公众人员产生附加年剂量影响。

2.4、废气影响分析

由于本项目 X 射线能量和束流强度较低，臭氧产率较低，可直接排入空气中进行转化，建设单位在 CT 室安装机械排风装置，确保室内换气效率不低于 3 次/每小时，保证机房内的空气流通，项目产生的废气在空气中迅速得以稀释和转化，对周围环境的影响较小。建设单位应定期检查机械排风装置的运行状态，发现故障或停止运行时，及时进行维修或更换。

2.5、事故影响分析

1) 风险事故分析

本项目使用的射线装置属于II类射线装置，其主要环境污染因子为 X 射线，主要可能发生的事故为射线装置工作期间，门机联锁装置失效，防护门未完全关闭，即开始曝光，对操作人员造成误照射影响，属于一般辐射事故。

2) 应采取的措施

① 在运行期间，若发生误照射事故，操作人员应第一时间切断射线装置电源，同时立即通知单位辐射安全防护与环保管理小组，对事故区域进行隔离，保护现场。

② 辐射安全防护与环保管理小组及时对事故影响人员开展医学检查，并在第一时间通报生态环境、卫生等主管部门。

③ 分析确定发生事故的原因，总结经验，吸取教训，及时对故障设备进行维修处理并做好记录，不允许设备带故障运行。

表 11 环境影响分析

3) 风险防范措施

- ① 严格按照使用规程合理使用射线装置，并定期进行维护保养，保持设备与防护装置的良好性能；
- ② 安装联锁装置，并定期对门机联锁装置进行检查，防止由于机械故障导致防护门无法紧闭，从而造成照射事故；
- ③ 射线装置由职业人员操作，禁止非工作人员操作；
- ④ 射线装置设置工作状态指示灯，并保证其处于正常运行状态；
- ⑤ 射线装置设置紧急停机开关，把事故降低到最低。

为了杜绝各类事故发生，建设单位必须要求所有辐射工作人员严格按照操作规程进行作业，定期对 X 射线检测系统的门机联锁装置进行检查。发生辐射事故时，操作人员必须马上停机，切断电源开关，立即启动辐射事故应急方案，采取必要的防范措施。对于发生的误照射事故，应及时向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告。

3、环境影响分析小结

- 1) 本项目设备安装期间，检测系统不开机，不产生 X 射线，不会对周围环境带来辐射影响。
- 2) 本项目 v|tome|x S240 型 X 射线检测系统正常运行时，屏蔽体外各关注点处的辐射剂量率在（2.05E-02~2.97E-01） $\mu\text{Sv/h}$ 之间，均能够满足本次评价提出的“在关注点处的辐射剂量率参考控制水平为 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。
- 3) 本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统正常运行时，职业人员受到的附加年有效剂量最大约为 2.46E-03mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值要求，亦满足本次评价提出的职业人员 5mSv/a 的年剂量管理限值要求。

按照建设单位的管理要求，在射线装置正常运行期间，无关人员不允许进入 CT 室。因此，本项目不会对公众人员产生附加年剂量影响。
- 4) 建设单位应注重日常管理，严格要求职业人员按操作规程作业，并定期检查安全联锁装置、紧急停机按钮等，发现问题及时解决，防止辐射照射事故发生。

表 12 辐射安全管理

1、辐射安全与环境保护管理机构的设置

1.1、管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，建设单位成立了“辐射安全防护与环保管理小组”，全面负责单位的辐射安全与防护工作，领导小组各成员的责任分工明确，符合相关要求。

1.2、人员配置

本项目 X 射线检测系统拟配备 2 名辐射工作人员，计划配备的 2 名工作人员正在筹备中，近期建立辐射安全培训计划，所有从事辐射工作的人员按照生态环境部关于核技术利用辐射安全与防护培训的相关要求，要求辐射工作人员上岗前在“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加相应的学习，并最终通过考核后，方可从事辐射活动。

2、辐射安全管理规章制度

建设单位针对辐射环境管理，制定了完整的规章制度，《辐射事故应急预案》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作场所和工作人员监测方案》、《岗位职责》、《辐射安全防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《防止误操作和意外照射的安全措施》、《设备操作规程》等，已制定的各项制度符合本项目实际，满足建设单位的辐射环境管理需要，符合《放射性同位素及射线装置安全许可管理办法》的要求。项目投运后，将各项管理制度张贴于 CT 室内墙上。

3、辐射监测

3.1、辐射环境检测

建设单位制定了辐射环境检测计划，并配备辐射剂量率检测仪，在本项目正常运行后，定期对射线装置周围环境进行辐射剂量率检测，检测记录归档妥善保存。

3.2、个人剂量检测

建设单位制定了职业人员个人剂量检测计划，本项目正常运行后，职业人员全部严格按照要求佩戴个人剂量计，定期统一委托有资质的单位开展个人剂量检测。

4、辐射事故应急

为提高应对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防辐射事故的发生，建设单位

表 12 辐射安全管理

制定了详细完整的《辐射事故应急预案》，成立了应急处置机构，由辐射安全防护与环保管理小组全面负责辐射事故应急处置工作，同时明确了应急处置机构的职责。

本项目投入正常运行后，由辐射事故应急处置机构定期组织对辐射工作人员开展辐射事故应急培训，通过培训和宣教使其熟知可能发生的辐射安全事故类型及危害，熟练掌握辐射事故应急处理程序；并定期组织辐射事故应急演练，以确保在发生事故时，能够及时、妥善地采取应对措施，并据此不断完善辐射事故应急处理方案，提高应急处理能力。

5、从事辐射活动的能力

建设单位成立了辐射安全防护与环保管理小组，制定了完整、可行的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，符合本项目实际，满足正常工作的需要。《辐射事故应急预案》成立了应急处置机构，明确了应急处置措施和风险防范措施。

建设单位承诺所有职业人员须参加辐射安全与防护培训考核并取得证书，方安排其正式上岗。建设单位建立了辐射环境检测管理档案、个人剂量检测管理档案和辐射人员培训管理档案，应严格按照管理制度要求进行日常管理工作。

通过落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及辐射安全管理要求，可认为建设单位从事辐射活动的的能力能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

6、竣工环保验收主要内容

按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的相关要求，本项目在投运后，需按要求开展竣工环境保护自主验收，并经验收合格后，方可正式投入生产或者使用，针对本项目的竣工环境保护验收主要内容提出如下建议。

表 12-1 本项目竣工环保验收主要内容一览表

序号	验收项目	主要内容及要求
1	建设内容及规模	实际建设内容及规模与环评批复一致。
2	环保手续完善	建立环评管理档案，妥善保存环评报告及其批复文件；按要求申领辐射安全许可证。
3	剂量限值达标	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值要求，亦满足工作人员 5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a 的年剂量管理限值要求。

表 12 辐射安全管理

4	屏蔽能力达标	铅屏蔽体外各关注点处的辐射剂量率满足相关标准限值要求。
5	安全防护设施	门机联锁和紧急停机按钮能够正常工作。
6	设置警示标识	CT 室门外醒目位置张贴电离辐射警示标识和中文警示说明，检测系统工作状态指示灯和出束警报提示装置能够正常工作。
7	档案管理情况	建立辐射环境检测管理档案、个人剂量检测管理档案和辐射人员培训管理档案。
8	人员培训情况	辐射工作人员全部通过辐射安全与防护培训考核。
9	管理规章制度	制定各项管理规章制度和操作规程，张贴于 CT 室内。
10	事故应急预案	制定有详细、完整的《辐射事故应急预案》。
11	配置防护用品	配置辐射检测仪 1 台、剂量报警仪 1 台、个人剂量卡每人 1 个。

表 13 结论与建议

1、结论

1.1、建设内容及规模

建设单位拟在现有核技术应用项目的基础上，新增使用 1 套 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统（最大管电压为 240kV，最大管电流为 3mA），属于II类射线装置，拟安装位置 F06 厂房 1 楼 SMT 测试区北部 CT 室。

本项目总投资为 230 万元，其中环保投资为 12.8 万元，环保投资比例为 5.57%。

1.2、选址合理性

本项目新增使用的 X 射线检测系统拟安装在 F06 厂房 1 楼 SMT 测试区北部 CT 室内，CT 室的位置相对较偏僻，周围人员活动较少，且相对远离了周边的其他非辐射工作人员。从辐射安全防护的角度认为，本项目射线装置的选址是相对合理的。

1.3、辐射环境现状

本项目拟建址区域的环境 γ 辐射剂量率室内测量范围为（69.69~ 70.99）nGy/h，室外测量范围为（62.13~63.50）nGy/h，均处于当地的正常辐射环境背景水平，未发现异常情况。

1.4、辐射安全防护措施

1）屏蔽设计：本项目 X 射线检测系统配有铅屏蔽体，射线装置由于结构性差异或者穿孔造成的屏蔽效果减弱区域均进行了相应的铅防护屏蔽补偿，屏蔽体屏蔽能力具有均整性；检测系统西侧（主束方向）采取 14mmPb 屏蔽，南侧采取 10mmPb 屏蔽，其他方向采取 9mmPb 屏蔽（铅密度 $\geq 11.3\text{t/m}^3$ ）。

2）工作状态指示灯：本项目 X 射线检测系统顶部安装工作状态指示灯，工作状态指示灯包含“预备”和“照射”两种不同状态指示，工作状态指示灯与射线装置联锁。

3）警示标识和视频监控：本项目 X 射线检测系统外表面及 CT 室门外均张贴电离辐射警示标识，并配有“当心电离辐射”的中文警示说明。CT 室内应设置视频监控，职业人员能全方位无死角观察检测室内情况。

4）安全联锁：本项目 X 射线检测系统安装门机联锁，防护门打开，射线装置停止出束，防护门未完全关闭，射线装置无法出束。

5）紧急停机：本项目 X 射线检测系统在控制台设置有紧急停机按钮。

6）电缆通道防护设计：本项目 X 射线检测系统辐射防护间电缆穿孔采用“U”型设

表 13 结论与建议

计，穿孔处采取加盖铅罩进行防护补偿。

7) 通风设计：本项目在 CT 室安装机械排风扇，产生的废气经排风管道排出，排风口避免朝向人员活动密集区，室内换气效率不低于 3 次/每小时。

8) 人员防护：辐射工作人员进行 X 射线检测作业时，穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量卡和剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率的变化情况，拟配置的防护用品数量和防护能力满足本项目正常工作的需要，辐射工作人员个人剂量检测定期委托有资质的单位开展。

表 13-1 本项目拟配置的防护用品及检测设备

序号	用品类别	具体配置情况
1	防护用品	铅衣（0.35mmPb）1 件、铅帽（0.35mmPb）1 件、铅围脖（0.35mmPb）1 件
2	检测设备	便携式辐射检测仪 1 台、剂量报警仪 1 台、个人剂量卡每人 1 个

1.5、建设阶段环境影响结论

本项目设备安装期间，检测系统不开机，不产生 X 射线，不会对周围环境带来辐射影响。

1.6、运行阶段环境影响结论

1) 关注点附加剂量率

本项目 v|tome|x S240 型 X 射线检测系统正常运行时，屏蔽体外各关注点处的辐射剂量率在（2.05E-02~2.97E-01）μSv/h 之间，均能够满足本次评价提出的“在关注点处的辐射剂量率参考控制水平为 2.5μSv/h”的要求。

2) 人员附加年剂量

本项目 v|tome|x S240 型 X 射线计算机断层扫描检测系统正常运行时，职业人员受到的附加年有效剂量最大约为 2.46E-03mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的剂量限值要求，亦满足本次评价提出的职业人员 5mSv/a 的年剂量管理限值要求。

按照建设单位的管理要求，在射线装置正常运行期间，无关人员不允许进入 CT 室。因此，本项目不会对公众人员产生附加年剂量影响。

3) 辐射事故影响

建设单位应注重日常管理，严格要求职业人员按操作规程作业，并定期检查安全联

表 13 结论与建议

锁装置、紧急停机按钮等，发现问题及时解决，防止辐射照射事故发生。

1.7、从事辐射活动的能力

建设单位成立了辐射安全防护与环保管理小组，制定了完整、可行的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，建立了辐射环境检测管理档案、个人剂量检测管理档案和辐射人员培训管理档案，建设单位承诺所有职业人员须参加辐射安全与防护培训考核并取得证书，方安排其正式上岗。通过落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及辐射安全管理要求，可认为建设单位从事辐射活动的能力能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

1.8、综合结论

鸿富锦精密电子（郑州）有限公司新增 X 射线计算机断层扫描检测系统应用项目符合“实践正当性”要求，在严格落实本次评价提出的各项污染防治措施和辐射环境管理措施的前提下，能够将项目带来的辐射影响控制在国家允许的标准范围之内，符合环境保护的要求。从辐射环境保护的角度认为本项目建设是可行的。

2、建议

- 1) 每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门报送上一年度的辐射安全防护年度评估报告。
- 2) 加强对职业人员进行辐射安全防护管理制度的培训学习，必要时可组织开展辐射相关注意事项的知识考核，提高其自身的辐射安全防护意识。
- 3) 做好职业人员的辐射安全与防护培训工作，确保全部持证上岗。
- 4) 定期射线装置的辐射安全防护设施进行检查，确保其正常运行。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人：	单位公章 年 月 日
审批意见：	
经办人：	单位公章 年 月 日