

核技术利用建设项目  
广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置  
项目环境影响报告表  
(送审稿)

广东文灿压铸科技有限公司 (盖章)

2024 年 10 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目  
广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置  
项目环境影响报告表

建设单位名称： 广东文灿压铸科技有限公司

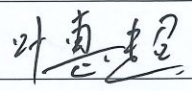
建设单位法人代表（签名或签章）： 唐杰雄

通讯地址： 佛山市南海区里水镇白岗社区和顺大道 125 号

邮政编码： 528200 联系人： 邓锦棠

电子邮箱： 223[ ]@com 联系电话： 1[ ]02

## 编制单位和编制人员情况表

|                |                                                          |          |                                                                                       |
|----------------|----------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 项目编号           | ntrzzt                                                   |          |                                                                                       |
| 建设项目名称         | 广东文灿压铸科技有限公司使用X射线装置项目                                    |          |                                                                                       |
| 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                                                      |          |                                                                                       |
| 一、建设单位情况       |                                                          |          |                                                                                       |
| 单位名称 (盖章)      | 广东文灿压铸科技有限公司                                             |          |                                                                                       |
| 统一社会信用代码       | 91440605MA56QKM593                                       |          |                                                                                       |
| 法定代表人 (签章)     | 唐杰雄                                                      |          |                                                                                       |
| 主要负责人 (签字)     | 高军民                                                      |          |                                                                                       |
| 直接负责的主管人员 (签字) | 高军民                                                      |          |                                                                                       |
| 二、编制单位情况       |                                                          |          |                                                                                       |
| 单位名称 (盖章)      | 广州乐邦环境科技有限公司                                             |          |                                                                                       |
| 统一社会信用代码       | 91440101MA5AUCEHX1                                       |          |                                                                                       |
| 三、编制人员情况       |                                                          |          |                                                                                       |
| 1. 编制主持人       |                                                          |          |                                                                                       |
| 姓名             | 职业资格证书管理号                                                | 信用编号     | 签字                                                                                    |
| 梁维明            | 2017035440352015449921000036                             | BH002971 |  |
| 2. 主要编制人员      |                                                          |          |                                                                                       |
| 姓名             | 主要编写内容                                                   | 信用编号     | 签字                                                                                    |
| 叶惠超            | 项目基本情况、结论与建议                                             | BH001923 |  |
| 李明             | 评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、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 | BH035186 |  |

## 环评主持人职业资格证书

18

 **环境影响评价工程师**  
Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发，  
表明持证人通过国家统一组织的考试，  
具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。

   
中华人民共和国人力资源和社会保障部  
中华人民共和国环境保护部



姓 名： 梁维明  
证件号码： 440182198805041538  
性 别： 男  
出生年月： 1988 年 05 月  
批准日期： 2017 年 05 月 21 日  
管 理 号： 2017035440352015449921000036



## 目 录

|      |                            |    |
|------|----------------------------|----|
| 表 1  | 项目基本情况 .....               | 1  |
| 表 2  | 放射源 .....                  | 7  |
| 表 3  | 非密封放射性物质 .....             | 7  |
| 表 4  | 射线装置 .....                 | 7  |
| 表 5  | 废弃物（重点是放射性废弃物） .....       | 8  |
| 表 6  | 评价依据 .....                 | 9  |
| 表 7  | 保护目标与评价标准 .....            | 11 |
| 表 8  | 环境质量和辐射现状 .....            | 15 |
| 表 9  | 项目工程分析与源项 .....            | 20 |
| 表 10 | 辐射安全与防护 .....              | 28 |
| 表 11 | 环境影响分析 .....               | 37 |
| 表 12 | 辐射安全管理 .....               | 53 |
| 表 13 | 结论与建议 .....                | 60 |
| 表 14 | 审 批 .....                  | 62 |
| 附件 1 | 营业执照 .....                 | 63 |
| 附件 2 | 委托书 .....                  | 64 |
| 附件 3 | 检测报告 .....                 | 66 |
| 附件 4 | 建设单位制定的相关辐射安全和防护管理制度 ..... | 72 |

表 1 项目基本情况

|                 |              |                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |      |                            |
|-----------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------|
| 建设项目名称          |              | 广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置项目                                                                                                    |                                                                                                                                                            |      |                            |
| 建设单位            |              | 广东文灿压铸科技有限公司                                                                                                               |                                                                                                                                                            |      |                            |
| 法人代表            | 唐杰雄          | 联系人                                                                                                                        | 邓锦棠                                                                                                                                                        | 联系电话 | 152777702                  |
| 注册地址            |              | 佛山市南海区里水镇白岗社区和顺大道 125 号                                                                                                    |                                                                                                                                                            |      |                            |
| 项目地点            |              | 佛山市南海区里水镇花园大道北侧、和顺小学路以西 2 号地块                                                                                              |                                                                                                                                                            |      |                            |
| 立项审批部门          |              | --                                                                                                                         |                                                                                                                                                            | 批准文号 | --                         |
| 建设项目总投资<br>(万元) |              | 98                                                                                                                         | 项目环保投资<br>(万元)                                                                                                                                             | 2    | 投资比例（环保<br>投资、总投资）<br>3.3% |
| 项目性质            |              | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役 |                                                                                                                                                            |      | 占地面积（m <sup>2</sup> ）<br>/ |
| 应用<br>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<br>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                                                                                    |      |                            |
|                 | 其它           | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                            |      |                            |

### 1.1 建设单位概况及项目建设概述

广东文灿压铸科技有限公司（以下简称“建设单位”），营业执照见附件 1，注册地址位于佛山市南海区里水镇白岗社区和顺大道 125 号，公司于 2021 年 7 月 8 日注册成立，注册资本为 10000 万人民币元。本项目建设地点位于佛山市南海区里水镇花园大道北侧、和顺小学路以西 2 号地块，公司主要从事车身结构件、电驱动产品等汽车零部件的生产。

X 射线检测系统是无损检测工作的重要设备之一，使用于金属、非金属等材料制成的零部件、铸造及焊接部件的无损检测，以确定其内部缺陷、夹渣裂纹、气孔、焊接不良。其功能完善，自动化程度高、性能可靠，操作简便，检测速度快具有高自动化程度，检测速度更快更准确，广泛使用于生产线上连续检测。

广东文灿压铸科技有限公司为了提高汽车铝合金精密铸件产品的质量，为全球汽车客户提供轻量化与高安全性的产品。拟在公司压铸检测中心使用 2 台射线装置用于发动机外壳（尺寸 40mm×50mm×70mm~50mm×60mm×90mm）、汽车转向阀（尺寸 10mm×15mm×20mm~20mm×30mm×40mm）等汽车零部件的无损检测。

### 1.2 项目建设内容及规模

本项目拟在广东文灿压铸科技有限公司压铸检测中心安装使用 2 台自带屏蔽体

的 X 射线装置，包括 1 台 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机（最大管电压 450kV，最大管电流 3.3mA）和 1 台 XR225-D 型 X 射线检测系统（最大管电压 225kV，最大管电流 8.0mA），2 台 X 射线装置均用于发动机外壳、汽车转向阀等汽车零部件的无损检测，射线装置具体参数见表 1-1。

**表 1-1 拟使用射线装置参数一览表**

| 序号 | 装置名称型号                         | 管电压   | 管电流   | 数量  | 类别  | 使用地址   |
|----|--------------------------------|-------|-------|-----|-----|--------|
| 1  | Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机 | 450kV | 3.3mA | 1 台 | II类 | 压铸检测中心 |
| 2  | XR225-D 型 X 射线检测系统             | 225kV | 8.0mA | 1 台 | II类 |        |

### 1.3 项目的由来和目的

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）对射线装置的分类，本评价项目拟使用的两台射线装置中 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机属于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，XR225-D 型 X 射线检测系统属于工业用 X 射线探伤装置，2 台设备均属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号）五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目中内容，该评价项目应编制环境影响报告表。

为此建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司对广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置项目进行环境影响评价（委托书见附件 2）。在接受委托后，我单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，按照《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》

（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

### 1.4 项目地理位置及周边环境概述

#### （1）评价项目地理位置

本次评价项目位于佛山市南海区里水镇花园大道北侧、和顺小学路以西 2 号地块广东文灿压铸科技有限公司压铸检测中心，具体地理位置选址详见图 1-1。



图 1-1 建设单位所在地理位置图

## (2) 评价项目所在位置及其四至情况

本次评价项目位于建设单位车间门厅楼，建设单位总平面布置情况详见图 1-2，该楼地上共三层，无地下层，本评价项目拟使用的 2 台 X 射线装置均安装于车间门厅楼一楼压铸检测中心北侧，该位置四至情况如图 1-3 所示：其中北侧为通讯机房、西侧、东侧、南侧均为压铸检测中心，楼上为技术部办公室。

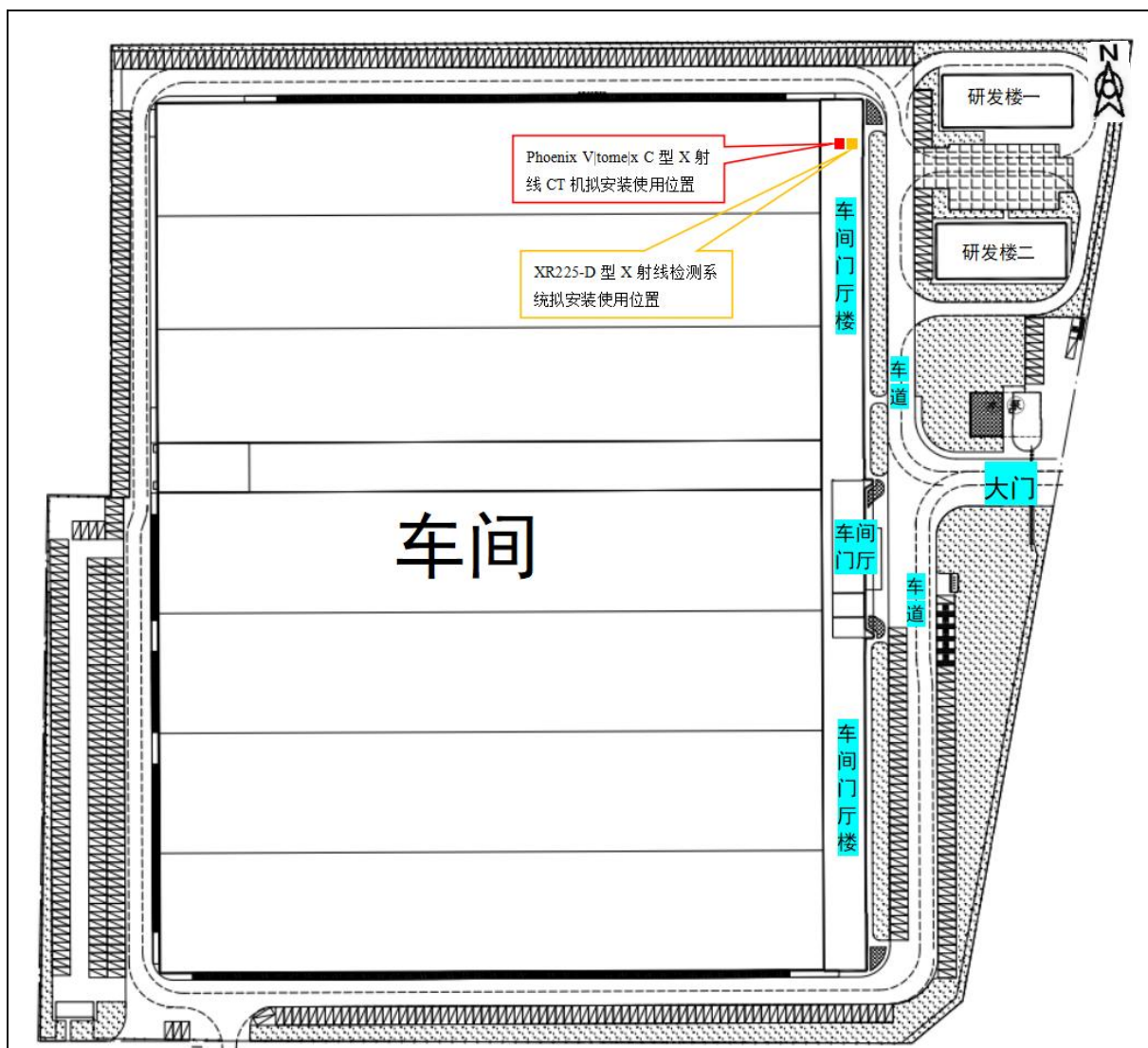


图 1-2 建设单位总平面布局示意图

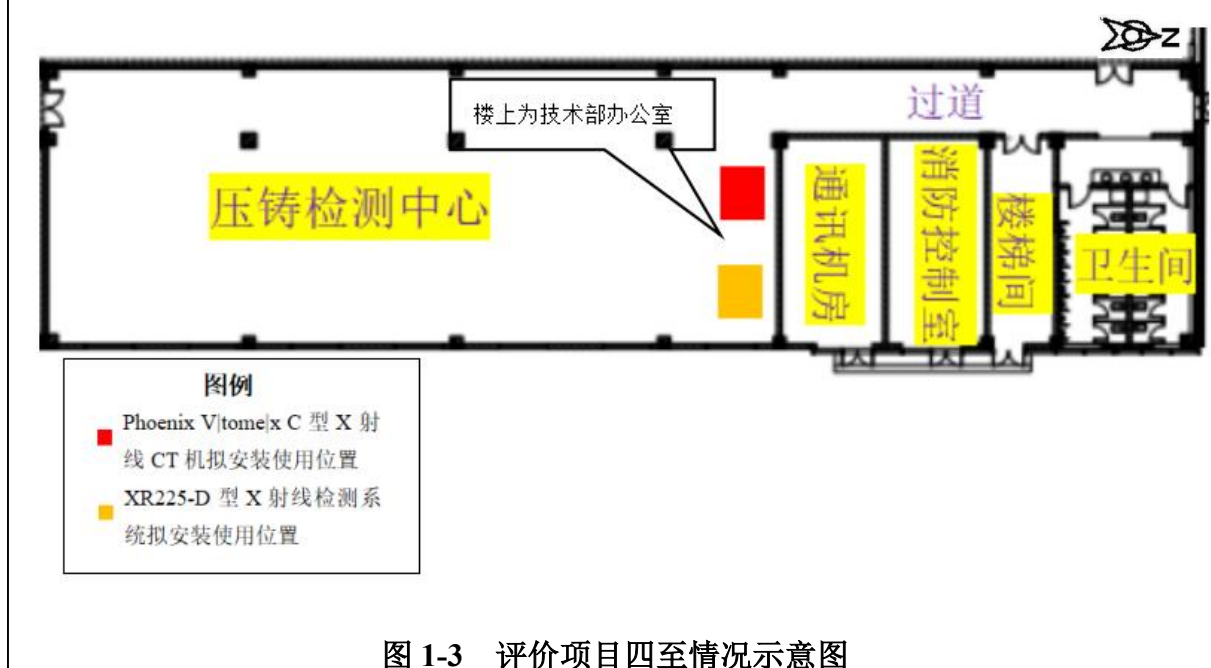


图 1-3 评价项目四至情况示意图

### (3) 评价项目 50m 评价范围及 200m 范围

建设单位本次评价项目 50m 评价范围示意图详见图 1-4。

其中 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机拟安装使用位置北侧约 5m 处为压铸一车间；西侧约 30m 处为会议室；西南侧约 38m 处为研发楼二；南侧约 30m 处为研发楼一；东侧约 2m 处为通讯机房、约 6.6m 处为消防控制室、约 12m 处为楼梯间、约 15m 处为卫生间、约 20m 处为室外车道、约 36m 处为厂区外空地。

XR225-D 型 X 射线检测系统拟安装使用位置北侧约 10m 处为压铸一车间；西侧约 30m 处为会议室；西南侧约 35m 处为研发楼二；南侧约 25m 处为研发楼一；东侧约 2m 处为通讯机房、约 6.6m 处为消防控制室、约 12m 处为楼梯间、约 15m 处为卫生间、约 20m 处为室外车道、约 36m 处为厂区外空地。

本次评价项目 200m 范围内基本上为建设单位内部区域以及周围环境中的空地和道路，200m 范围无中小学和幼儿园。本次项目 200m 范围示意图详见图 1-5。

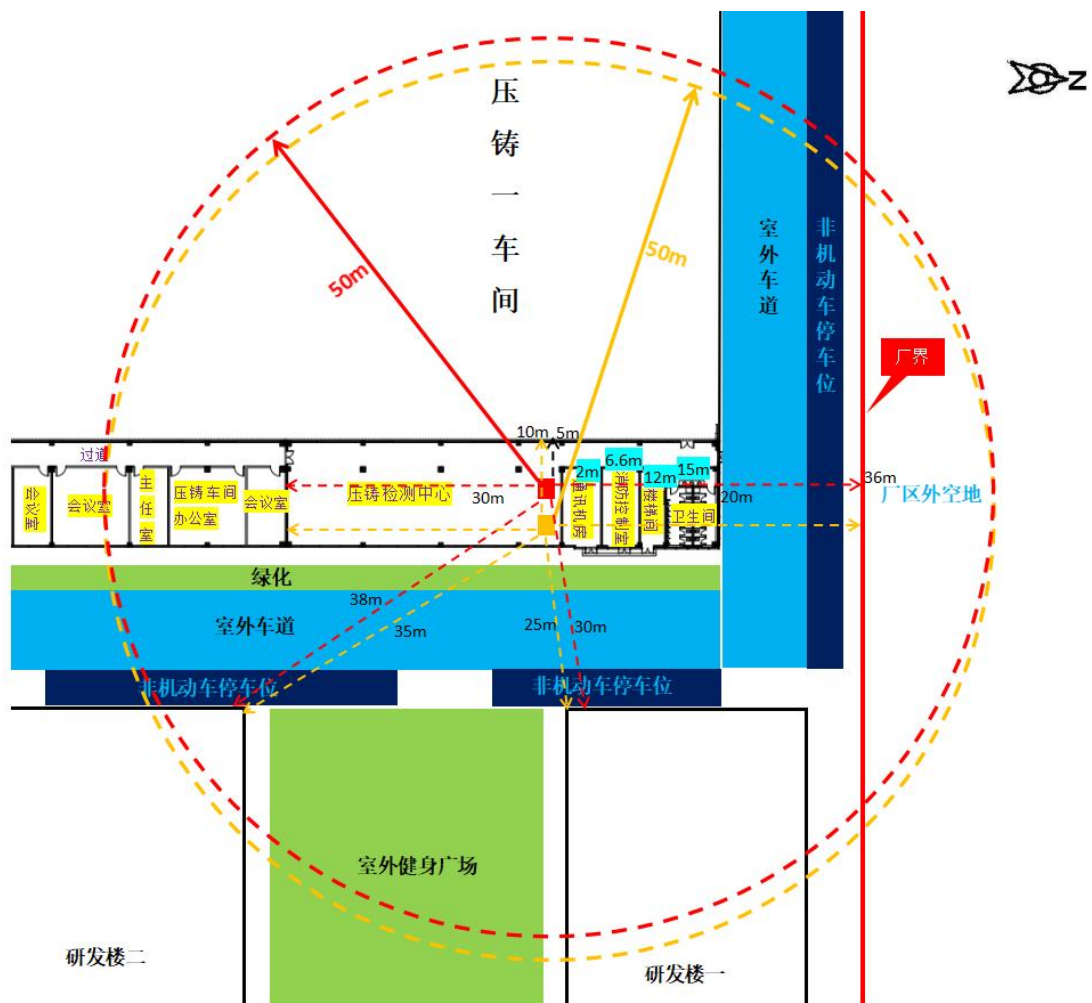


图 1-4 本次评价项目 50m 评价范围示意图



图 1-5 本次评价项目 200m 范围示意图

### 1.5 项目选址合理性分析

根据上述 1.4 小节内容可知，本次评价项目位于广东文灿压铸科技有限公司压铸检测中心，评价项目 200m 范围内无中小学和幼儿园，评价项目 50m 范围内基本上均位于建设单位内部，因此选址合理。

### 1.6 建设单位原核技术应用项目许可情况

本评价项目为建设单位首次申请核技术应用项目，不存在原有核技术应用项目。

表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) /<br>活度 (Bq) ×枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式<br>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<br>量 (Bq) | 日等效最大操作<br>量 (Bq) | 年最大操作量<br>(Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式<br>与地点 |
|----|------|------|------|-------------------|-------------------|----------------|----|------|------|-------------|
| —— | ——   | ——   | ——   | ——                | ——                | ——             | —— | ——   | ——   | ——          |

注：日等效最大操作和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

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<br>粒子 | 最大能量<br>(MeV) | 额定电流 (mA) /<br>剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|----------|---------------|---------------------------|----|------|----|
| —— | —— | —— | —— | —— | ——       | ——            | ——                        | —— | ——   | —— |

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称        | 类别 | 数量  | 型号                 | 最大管电压(kV) | 最大管电流(mA) | 用途   | 工作场所   | 备注 |
|----|-----------|----|-----|--------------------|-----------|-----------|------|--------|----|
| 1  | X 射线 CT 机 | II | 1 台 | Phoenix V tome x C | 450       | 3.3       | 无损检测 | 压铸检测中心 | 拟购 |
| 2  | X 射线检测系统  | II | 1 台 | XR225-D            | 225       | 8.0       | 无损检测 | 压铸检测中心 | 拟购 |

（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<br>(kV) | 最大靶电<br>流 (μA) | 中子强度<br>(n/s) | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况 |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|---------------|----------------|---------------|----|------|------|------|----|----|
|    |    |    |    |    |               |                |               |    |      | 活度   | 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<br>名称 | 活度 | 月排<br>放量 | 年排放<br>总量 | 排放口<br>浓度 | 暂存情况 | 最终去向             |
|----------------|-----|----------|----|----------|-----------|-----------|------|------------------|
| 臭氧及氮氧化<br>物等废气 | 气态  | /        | /  | 微量       | 微量        | /         | 直接排放 | 通过排风系统直接排入<br>大气 |

注：1.常规废弃物排放浓度,对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。  
2.含有放射性的废弃物要注明,其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg,或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法规文件 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）</li> <li>2.《中华人民共和国环境影响评价法》（2003 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日第二次修订）</li> <li>3.《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）</li> <li>4.《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 号公布；2021 年 1 月 4 日生态环境部第 20 号令修正）</li> <li>5.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）</li> <li>6.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号 2011 年 5 月 1 日施行）</li> <li>7.《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2020 年 11 月 30 日生态环境部令第 16 号公布，2021 年 1 月 1 日起施行）</li> <li>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）</li> <li>9.《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，2017 年 12 月 5 日）</li> <li>10.《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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）</li> <li>11.《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月根据国务院第 682 号令修订，2017 年 10 月 1 日施行）</li> <li>12.《广东省未成年人保护条例》（2009 年 01 月 01 日实施）</li> <li>13.《产业结构调整指导目录》（2024 年本）（2023 年 12 月修订，2024 年 2 月 1 日施行）</li> </ol> |
| 技术标准 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）</li> <li>2.《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）</li> <li>3.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）</li> <li>4.《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                                                                                                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>5.《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>6.《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014)及第1号修改单（国卫通（2017）23号）</p> <p>7.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>8.《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）</p> |
| 其他 | <p>1.《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年7月第1版）</p> <p>2.建设单位提供的其他资料</p>                                                                                                                                         |

表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目拟使用的Ⅱ类射线装置自带有固定的实体屏蔽体，参考《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：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，因此本项目将拟使用设备屏蔽体外 50m 的范围作为评价范围，评价范围分布情况详见表 1 图 1-4。

### 7.2 保护目标

结合本评价项目的评价范围，确定本评价项目的保护目标是评价范围内环境中活动的辐射工作人员和公众。选取评价项目 50m 范围内有人员居留位置环境保护目标进行分析，本评价项目与评价范围内保护目标的关系见表 7-1 和表 7-2。

表 7-1 本项目拟使用 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机  
评价范围内保护目标分布情况

| 序号 | 环境保护目标性质 | 区域  | 与评价项目位置关系 | 人数               | 年剂量约束值 (mSv/a) |
|----|----------|-----|-----------|------------------|----------------|
| 1  | 辐射工作人员   | 操作台 | 紧邻        | 2 人              | 5              |
| 2  | 公众       | 室内  | 压铸一车间     | 西侧水平距离约 5m~50m   | 10 人           |
| 3  |          |     | 压铸检测中心    | 南侧水平距离约 2m~30m   | 16 人           |
| 4  |          |     | 会议室       | 南侧水平距离约 30m~35m  | 20 人           |
| 5  |          |     | 压铸车间办公室   | 南侧水平距离约 35m~42m  | 10 人           |
| 6  |          |     | 压铸车间主任室   | 南侧水平距离约 42m~46m  | 4 人            |
| 7  |          |     | 会议室       | 南侧水平距离约 46m~50m  | 24 人           |
| 8  |          |     | 研发楼二      | 东南侧水平距离约 38m~50m | 30 人           |
| 9  |          |     | 研发楼一      | 东北侧水平距离约 30m~50m | 30 人           |
| 10 |          |     | 通讯机房      | 北侧水平距离约 2m~7m    | 2 人            |
| 11 |          |     | 消防控制室     | 北侧水平距离约          | 1 人            |

|    |  |    |                        |                    |      |  |
|----|--|----|------------------------|--------------------|------|--|
|    |  |    |                        | 7m~12m             |      |  |
| 12 |  |    | 卫生间                    | 北侧水平距离约<br>15m~20m | 5 人  |  |
| 13 |  |    | 技术部办公室（楼上）             | 正上方垂直距离约<br>5m     | 10 人 |  |
| 14 |  | 室外 | 室外车道、非机动车<br>停车位以及其他区域 | 评价范围 5m~50m<br>范围内 | 流动人员 |  |

**表 7-2 本项目拟使用 XR225-D 型 X 射线检测系统**

**评价范围内保护目标分布情况**

| 序号 | 环境保护目标<br>性质 | 区域  |                                | 与评价项目位置关<br>系       | 人数   | 年剂量<br>约束值<br>(mSv/a) |
|----|--------------|-----|--------------------------------|---------------------|------|-----------------------|
| 1  | 辐射工作人员       | 操作台 |                                | 紧邻                  | 2 人  | 5                     |
| 2  | 公众           | 室内  | 压铸一车间                          | 西侧水平距离约<br>10m~50m  | 10 人 | 0.25                  |
| 3  |              |     | 压铸检测中<br>心                     | 南侧水平距离约<br>2m~30m   | 16 人 |                       |
| 4  |              |     | 会议室                            | 南侧水平距离约<br>30m~35m  | 20 人 |                       |
| 5  |              |     | 压铸车间办<br>公室                    | 南侧水平距离约<br>35m~42m  | 10 人 |                       |
| 6  |              |     | 压铸车间主<br>任室                    | 南侧水平距离约<br>42m~46m  | 4 人  |                       |
| 7  |              |     | 会议室                            | 南侧水平距离约<br>46m~50m  | 24 人 |                       |
| 8  |              |     | 研发楼二                           | 东南侧水平距离约<br>35m~50m | 30 人 |                       |
| 9  |              |     | 研发楼一                           | 东北侧水平距离约<br>25m~50m | 30 人 |                       |
| 10 |              |     | 通讯机房                           | 北侧水平距离约<br>2m~7m    | 2 人  |                       |
| 11 |              |     | 消防控制室                          | 北侧水平距离约<br>7m~12m   | 1 人  |                       |
| 12 |              |     | 卫生间                            | 北侧水平距离约<br>15m~20m  | 5 人  |                       |
| 13 |              |     | 技术部办公<br>室（楼上）                 | 正上方垂直距离约<br>5m      | 10 人 |                       |
| 14 |              | 室外  | 室外车道、<br>非机动车停<br>车位以及其<br>他区域 | 评价范围 5m~50m<br>范围内  | 流动人员 |                       |

### 7.3 评价标准

#### 1. 职业照射及公众照射年有效剂量控制要求

##### (1) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定:

##### ① 工作人员的照射水平不应超过下述限值:

由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv。

② 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: 年有效剂量, 1mSv。

##### (2) 剂量约束值

##### ① 工作人员:

本报告取职业照射年平均有效剂量限值四分之一作为本项目的职业照射剂量约束值, 即该项目的辐射工作人员的年有效照射剂量应不超过 5mSv。

##### ② 公众:

取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的公众照射剂量约束值, 即该项目的公众的年有效照射剂量不超过 0.25mSv。

#### 2. 工作场所辐射剂量率控制要求

参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中 6.1.3 和 6.1.4 的要求: 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; 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。

因此, 对于本项目自带屏蔽体的设备, 取屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

#### 3. 辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求, 应把辐射工作场所分为控制区和监督区, 以便于辐射防护管理和职业照射控制。

##### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区, 以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散, 并预防潜在

照射或限制潜在照射的范围。

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本次评价项目位于佛山市南海区里水镇花园大道北侧、和顺小学路以西 2 号地块广东文灿压铸科技有限公司压铸检测中心，为了调查评价项目及周边场所的环境质量现状，我司技术人员于 2024 年 08 月 26 日到评价项目现场进行资料收集、环境现状调查。根据现场调查结果，建设单位厂区现状为施工场地，评价项目拟安装区域位于拟建车间的压铸检测中心，评价项目所在场所环境现状见图 8-1。

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| 评价项目拟建位置现状                                                                          | 评价项目拟建位置东侧现状                                                                         |
|  |  |
| 评价项目拟建位置北侧现状                                                                        | 评价项目拟建位置南侧现状                                                                         |
|  |  |
| 评价项目拟建位置南侧现状                                                                        | 评价项目东面和顺小学路                                                                          |

图 8-1 项目拟建区域及周边环境现状

8.2 环境现状评价对象、监测因子

为调查本次评价项目及周围环境辐射水平现状，对拟建区域及周围环境进行环境γ辐射剂量率水平监测。现场监测情况见表 8-1 所示。

表 8-1 现场监测情况一览表

| 检测因子     |      | 环境γ辐射剂量率                                                      |          |          |
|----------|------|---------------------------------------------------------------|----------|----------|
| 检测<br>仪器 | 仪器名称 | X-γ 辐射剂量率检测仪（6150AD-5/h+b/H）                                  |          |          |
|          | 仪器编号 | 171412（主机）+176695（探头）                                         |          |          |
|          | 检定单位 | 广东省辐射剂量计量检定站                                                  |          |          |
|          | 证书编号 | GRD(1)20240389<br>（检定日期：2024 年 7 月 31 日；有效期至：2025 年 7 月 30 日） |          |          |
|          | 测量范围 | 1nSv/h~99.9μSv/h                                              |          |          |
|          | 能量范围 | 38keV~7MeV                                                    |          |          |
|          | 校准因子 | 根据检定证书选定为 0.89                                                |          |          |
| 检测方法     |      | HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》                                   |          |          |
| 现场检测时间   |      | 2024 年 8 月 26 日                                               |          |          |
| 检测时环境状况  |      | 天气：阴                                                          | 温度：31.3℃ | 相对湿度：65% |
| 检测单位     |      | 广州乐邦环境科技有限公司                                                  |          |          |

8.3 监测点位及布点原则

根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的辐射环境质量监测布点要求，开展道路测量时，点位应设置在道路中心线，开展室内测量时，点位设置在室内中心位置。参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3 核技术利用辐射环境监测的布点要求，以工作场所为中心，半径 50m 内范围进行布点，测量点覆盖周围环境敏感点。

根据上述布点原则与方法，本项目的检测布点详见图 8-2。

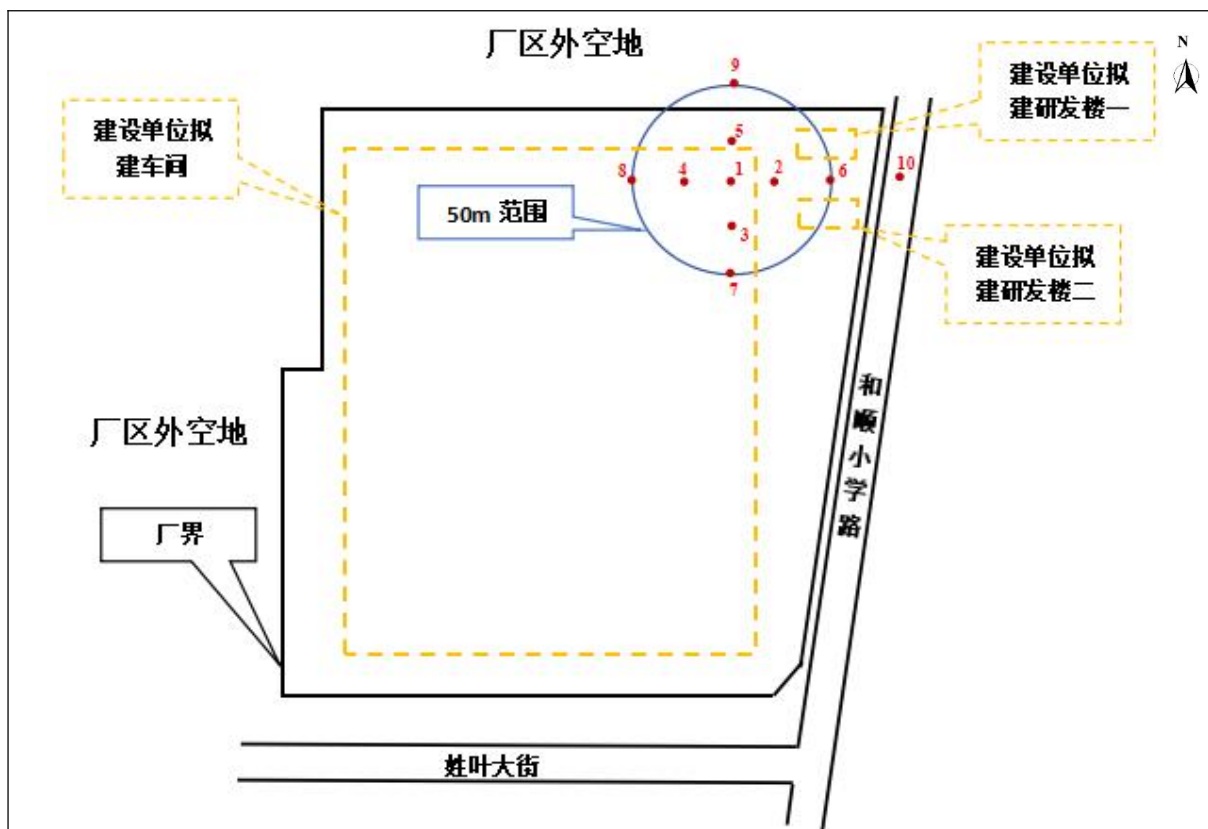


图 8-2 项目拟建位置及周边布点示意图

## 8.4 监测方案

### (1) 测量项目概述

项目名称：广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置项目环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测；

建设地点：佛山市南海区里水镇花园大道北侧、和顺小学路以西 2 号地块广东文灿压铸科技有限公司压铸检测中心

测量位置：拟建位置及周边环境；

测量目的：获得评价项目拟建场址及评价范围内的环境 $\gamma$ 辐射水平现状；

测量范围：评价项目及周边环境；

辐射源类型：陆地 $\gamma$ 辐射；

监测因子：环境辐射 $\gamma$ 剂量率。

### (2) 测量要求

测量频次：1 次。

使用仪器：X- $\gamma$ 辐射剂量率仪（6150AD-5/h+b/H）。

测量方法：即时测量。

测量程序：a) 开机预热；

b) 手持仪器，保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m；

c) 仪器读数稳定后，以约 10s 时间间隔读取数据，总共读取 10 个数据，记录在测量原始记录表中。

### （3）数据处理

按照公式 8-1 进行数据处理：

$$\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c \quad (8-1)$$

其中， $\dot{D}_\gamma$ ——测点处环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

$k_1$ ——仪器检定/校准因子，0.89；

$k_2$ ——仪器检验源效率因子，1；

$R_\gamma$ ——仪器测量读数值均值，仪器读数为周围剂量当量，根据 HJ1157 中给出的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG 393，使用  $^{137}\text{Cs}$  作为校准参考辐射源时，换算系数取 1.20 Sv/Gy 进行转换；

$k_3$ ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，建筑物屏蔽修正因子原野和道路取 1；

$\dot{D}_c$ ——测点处宇宙射线响应值，检测仪器宇宙射线响应值为 27nGy/h，该值已根据 HJ1157 中给出的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数 1.20 Sv/Gy 进行转换，并使用仪器校准因子  $k_1$  和仪器检验源效率因子  $k_2$  修正。

## 8.5 质量保证

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和监测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

①监测机构通过了计量认证；

②监测前制定了详细的监测方案及实施细则；

③合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

④监测工作在气候条件良好的条件下开展；

⑤监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得

准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

⑥监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训，均持证上岗；

⑦已制定《期间核查程序》，对检测设备开展期间核查；

⑧每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑨现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照科学方法处理异常数据和监测数据；

⑩建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑪监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

## 8.6 监测结果

现场监测结果见表 8-2，检测报告详见附件 3。

表 8-2 环境  $\gamma$  辐射剂量率监测结果

| 测点<br>编号 | 测量位置                       | 检测结果 (nGy/h) |     | 备注         |
|----------|----------------------------|--------------|-----|------------|
|          |                            | 测量值          | 标准差 |            |
| 1        | X 射线装置拟安装使用位置              | 77           | 1   | 空地<br>(原野) |
| 2        | X 射线装置拟安装使用位置东侧 25m 处      | 75           | 1   |            |
| 3        | X 射线装置拟安装使用位置南侧 25m 处      | 79           | 2   |            |
| 4        | X 射线装置拟安装使用位置西侧 25m 处      | 79           | 1   |            |
| 5        | X 射线装置拟安装使用位置北侧 25m 处      | 80           | 1   |            |
| 6        | X 射线装置拟安装使用位置东侧 50m 处      | 95           | 3   |            |
| 7        | X 射线装置拟安装使用位置南侧 50m 处      | 78           | 1   |            |
| 8        | X 射线装置拟安装使用位置西侧 50m 处      | 72           | 2   |            |
| 9        | X 射线装置拟安装使用位置北侧 50m 处      | 80           | 2   |            |
| 10       | X 射线装置拟安装使用位置东侧和顺小学路<br>中央 | 142          | 1   | 道路         |

## 8.7 监测结果评价

由表 8-2 的检测结果可知，本项目拟建区域及周边环境辐射剂量率检测结果为 72nGy/h~142nGy/h，根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）对佛山地区环境天然贯穿辐射水平调查研究结果：佛山室内  $\gamma$  辐射剂量率为 134.1~233.1nGy/h，室外道路  $\gamma$  辐射剂量率为 86.4~167.7nGy/h。由此可知建设单位本次拟扩建项目所在地的环境  $\gamma$  辐射剂量率与调查水平相当。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

X 射线产生原理

X 射线检测技术是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷。X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

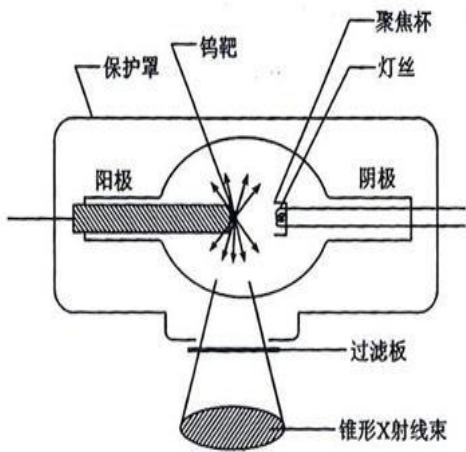


图 9-1 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质

是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

CT 工作原理

工业 CT 机是工业用计算机断层成像技术的简称，它能在对检测物体无损伤条件下，以二维断层图像或三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、组成、材质及缺损状况。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。工业 CT 机在检测时，利用 X 射线发生器产生 X 射线，利用产生的 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，实现对受检物件进行无损检测和密度测量等功能。

9.1.2 本项目设备组成技术参数和工艺流程产污环节

一、Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机

本项目拟使用的 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机是由美国 GE 公司一体化设计生产的自带屏蔽体的设备，设备主要由数据采集系统（包括 X 射线管、准直器、探测器、转换器、高压发生器）；计算机及图像重建系统（包括中央控制器、陈列处理器）；图像显示、记录和存储系统组成（包括显示器、存储器、输出设备）。

设备尺寸为长 2308mm×宽 1885mm×高 2739mm，详见图 9-2。设备主视角方向内部主要构成从左往右依次为探测器、载物台、射线管。其中探测器固定于可移动的机械运行系统上，前后移动行程为 100mm；载物台固定于中间可上下左右移动的机械运行系统上，上下移动行程为 1000mm，左右移动行程为 500mm，且载物台可进行 360° 旋转；射线管固定于设备右侧，射线管位置固定不变，有用线束方向朝向设备左侧且方向固定不变。设备相关参数见表 9-1，设备照片详见图 9-3。

表 9-1 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机参数一览表

| 名称 | 相关参数 |
|----|------|
|----|------|

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| 设备型号  | Phoenix V tome x C         |
| 最大管电压 | 450kV                      |
| 最大管电流 | 3.3mA                      |
| 辐射角度  | 40°                        |
| 滤过条件  | 3mm 铜                      |
| 设备尺寸  | 长 2308mm×宽 1885mm×高 2739mm |

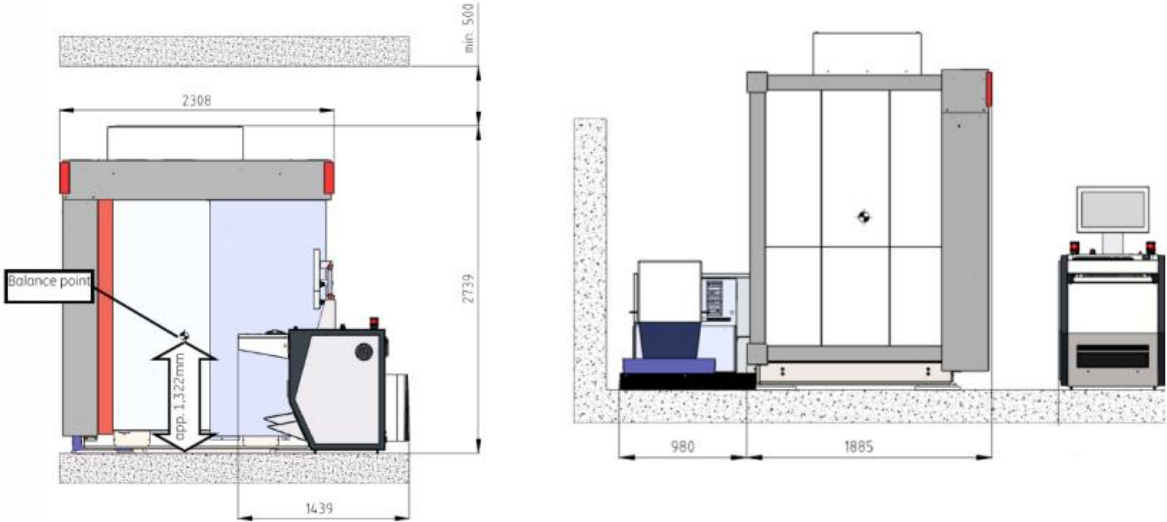


图 9-2    Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机尺寸示意图



图 9-3    Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机外观示意图

工艺流程及产污环节：

在进行 X 射线无损检测工作时，检测人员首先进行设备开机预热，预热完后将工件固定在设备的载物台上，然后关好防护门，在操作台前按规程操作 X 射线装置，先根据工件的具体情况将 X 射线装置的参数调至最佳状态，然后开始对工件进行检测。检测时 X 射线装置机头位置不变，X 射线照射方向不变，固定工件的载物台旋转，从而完成对工件的逐层断层扫描，检测完成后对检测结果进行分析，检测结束后，工作人员关闭 X 射线装置，取出工件，继续进行下一个工件的检测工作。

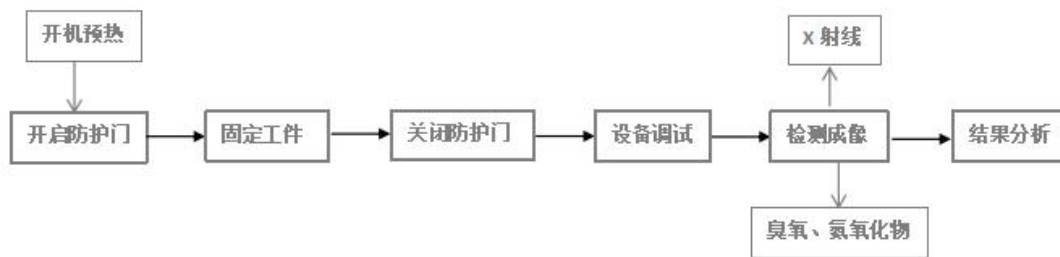


图 9-4 Phoenix V|x C 型 X 射线 CT 机工艺流程及产污环节

## 二、XR225-D 型 X 射线检测系统

本项目拟使用的 XR225-D 型 X 射线检测系统是由德国 COMET/YXLON 设计生产制造的自带屏蔽体的设备，设备内机械运动系统主要由 C 型臂、支撑立柱、行走小车和行走轨道构成，其中 C 型臂可进行升降运动和 $\pm 15^\circ$ 摆动运动；射线管、平板探测器均固定于 C 型臂上；载物台固定于行走小车上，行走小车可进行前后左右移动及  $360^\circ$  旋转；C 型臂升降行程为 1200mm，摆动角度 $\pm 15^\circ$ ，行走小车前后行程为 800mm，左右行程为 600mm。

1、C 型臂检测机构总共由 2 个运动轴组成，C 型臂沿 Z 轴升降、沿 X 轴摆动（以 Z 轴为中心），C 型臂结构行进如下图红色箭头所示：

（1）C 型臂沿 Z 轴升降：方便检测工件高度方向上检测；

（2）C 型臂沿 X 轴偏转：C 型臂可沿 X 轴偏转 $\pm 15^\circ$ ，当遇到异性检测工件时，检测面有遮挡，会对检测面成像造成干扰，C 型臂偏转会避开干扰面，使成像效果最佳；

2、旋转载物台上总共由 3 个运动轴组成，载物台旋转、载物台沿 X 轴运动、载物台沿 Y 轴运动；载物台上安装有夹具。

（1）载物台旋转：载物台可  $360^\circ$  旋转，当检测工件需要调整透照角度时，载物台带动检测工件旋转，实现  $360^\circ$  成像；

(2) 载物台沿 X 轴运动：可以实时调整放大比，使图像效果达到最清晰；

(3) 载物台沿 Y 轴运动：方便工件宽度方向上的检测；

XR225-D 型 X 射线检测系统主要参数如下：

**表 9-2 XR225-D 型 X 射线检测系统主要参数一览表**

| 名称       | 相关参数                       |
|----------|----------------------------|
| 设备型号     | XR225-D                    |
| 最大管电压    | 225kV                      |
| 最大管电流    | 8mA                        |
| 辐射角度     | 40°                        |
| C 型臂升降行程 | 1200mm                     |
| C 型臂摆动角度 | ±15°                       |
| 滤过条件     | 0.5mm 铜                    |
| 设备尺寸     | 长 2581mm×宽 2000mm×高 2000mm |



**图 9-5 XR225-D 型 X 射线检测系统外观图**

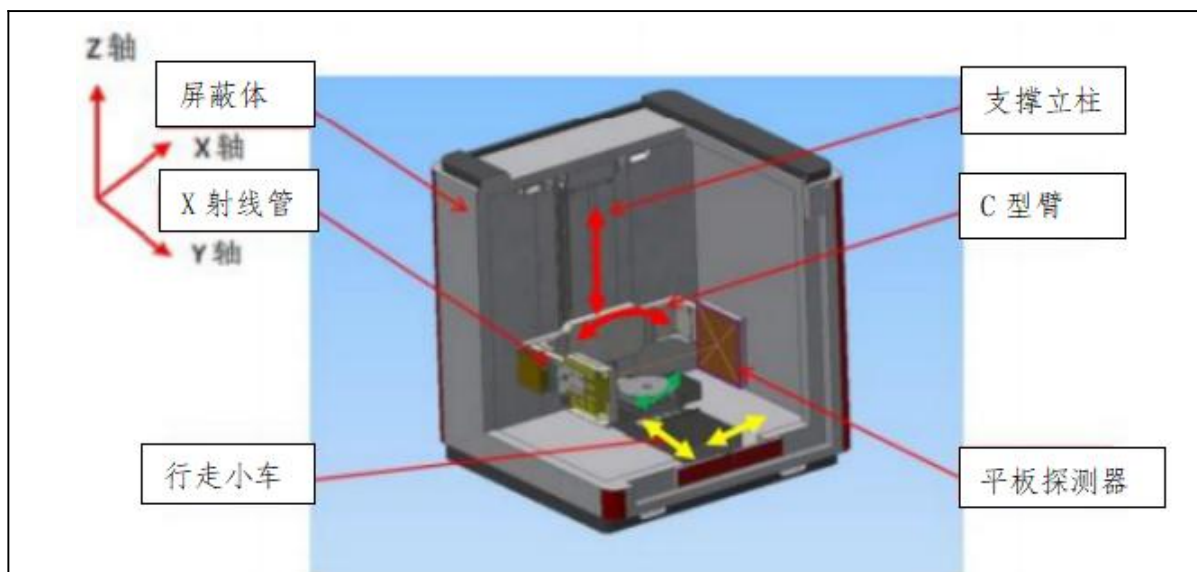


图 9-6 XR225-D 型 X 射线检测系统内部构成图

工艺流程及产污环节：

设备操作检测流程如下：（1）进行开机前检查和通电后检查，检查内容按照厂家提供的检查单进行；（2）检查无误后，释放“急停”按钮，打开操作台主电源开关及电脑开关；（3）关闭防护门打开射线开始射线预热；（4）预热结束后，开启防护门；行走小车移动至防护门口；辐射工作人员在设备防护门外摆放工件，将待检工件放到载物台上并固定好；行走小车移动至检测位置；（5）关闭防护门；辐射工作人员在控制软件上选择对应的数据库，在软件上开启射线机并按下启动自动检测按钮，系统将根据数据库的设定自动进行检测，辐射工作人员通过操作台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；（6）检测完成后，自动关闭射线；打开防护门，行走小车移动至防护门口；辐射工作人员取出工件。（7）最后关闭电脑和设备总电源。

本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统工作流程及产污环节如下图。



图 9-7 XR225-D 型 X 射线检测系统工艺流程及产污环节

### 9.1.2 工作负荷及人员配置

建设单位 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机和 XR225-D 型 X 射线检测系统拟

各配备 2 名辐射工作人员，所配备人员将安排参加辐射安全与防护培训考核，确保持证上岗。

建设单位预估每台设备每个工件检测时间约为 2 分钟，每台设备每天最多检测约 200 个工件，每周检测 5 天，年检测约 250 天。因此每人每周检测时间约 33.3 小时，每人每年检测时间约 1666.7 小时。

## 9.2 污染源项描述

### 1.正常工况

由 X 射线装置工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此正常工况时，在开机曝光期间，本项目可能产生的 X 射线辐射包括：有用线束、泄漏辐射、散射辐射。本项目工作期间主射线照射方向屏蔽体，只考虑有用射束辐射，不考虑进入有用线束区的散射辐射。其他面屏蔽体存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用。

本项目工作期间 X 射线是主要污染物。X 射线实时成像检测装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过室内通风设施排出，可使室内保持良好的通风。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目拟购设备源强及其他参数详见下表。

表 9-4 评价项目拟购设备源强技术参数一览表

| 设备名称及型号                        | 最大管电压/最大管电流 | 辐射角度 | 滤过       | 输出量                             | 泄露辐射     | 备注 |
|--------------------------------|-------------|------|----------|---------------------------------|----------|----|
| Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机 | 450kV/3.3mA | 40°  | 3mm Cu   | 31mSv·m <sup>2</sup> /(mA·min)  | < 5mSv/h | 定向 |
| XR225-D 型 X 射线检测系统             | 225kV/8mA   | 40°  | 0.5mm Cu | 13 mSv·m <sup>2</sup> /(mA·min) | < 5mSv/h | 定向 |

### 2.事故工况

Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机及 XR225-D 型 X 射线检测系统可能造成的事故工况如下：

1、防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射。

2、在维修维护过程中，维修人员操作不当，错误的接通了电源并使得设备出束，造成人员误照射。

3、工作人员开机时未进行核查，在有人员误入设备内部时，开机出束，造成人员误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局及辐射安全防护分区管理

1、工作场所布局情况

本项目拟安装使用的两台射线装置均位于建设单位车间门厅楼一层的压铸检测中心北侧，该位置北侧为通讯机房；南侧、西侧均属于压铸检测中心范围；东侧为室外绿化以及车道等环境；正上方为建设单位技术部办公室。

2、辐射安全分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所进行分区管理，分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。控制区外不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。将控制区外较低辐射的区域划定为监督区。按照本项目工作特点，结合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对本项目辐射工作场所进行分区。

控制区：将 2 台 X 射线装置屏蔽体内部区域划为控制区，控制区通过实体屏蔽、安全联锁装置等进行控制。

监督区：将 2 台 X 射线装置屏蔽体外 0.3m 处划为监督区，并在地面张贴警示线、警示无关人员勿入在该区域，本项目分区示意图见图 10-1。



图 10-1 辐射分区示意图（红色为控制区，黄色为监督区）

10.2 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机辐射防护设计

10.2.1 辐射屏蔽设计情况

本项目拟使用的 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机属于自带屏蔽体设备，设备具体防护参数见表 10-1，具体防护设计情况见图 10-2、图 10-3。

表 10-1 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机防护参数一览表

| 序号 | 位置                   | 防护设计情况      |
|----|----------------------|-------------|
| 1  | 左侧屏蔽体<br>(主射面，探测器一侧) | 内衬 60mm 厚铅板 |
| 2  | 右侧屏蔽体<br>(射线管一侧)     | 内衬 50mm 厚铅板 |
| 3  | 顶部屏蔽体                | 内衬 25mm 厚铅板 |
| 4  | 底部屏蔽体                | 内衬 20mm 厚铅板 |
| 5  | 前侧屏蔽体                | 内衬 25mm 厚铅板 |
| 6  | 后侧屏蔽体                | 内衬 25mm 厚铅板 |
| 7  | 防护门                  | 内衬 25mm 厚铅板 |

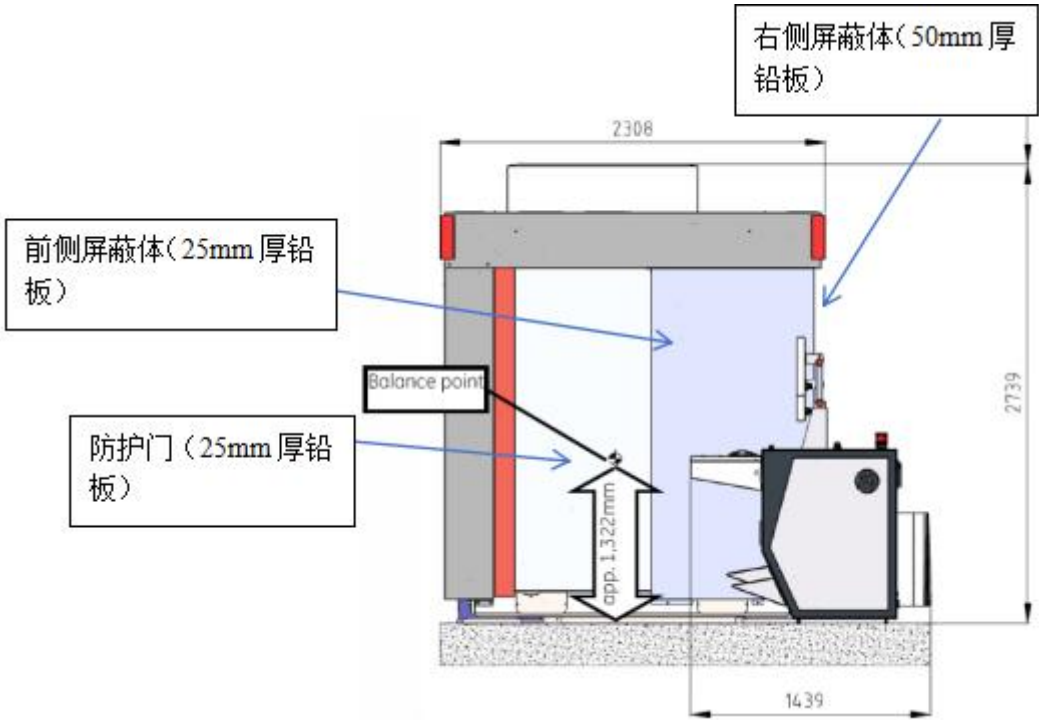


图 10-2 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机主视图



图 10-3 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机左视图

### 10.2.2 辐射安全措施

#### (1) 门机联锁：

本项目 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机防护门设置有安全联锁功能，当门体打开或者没有关到位的情况下，设备无法进行出束作业；在出束作业时，门体打开，设备将立即停止出束，关闭防护门后，设备不会自动进行出束作业。

#### (2) 警示标识、工作状态显示系统：

建设单位拟在 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机正面张贴醒目的辐射警示标志以及中文警示说明。设备操作台以及设备顶部均有工作状态指示灯，当设备接通电源时，仅操作台指示灯亮起一格，当设备出束时，设备顶部指示灯亮起，操作台指示灯两格同时亮起；出束时，将发生声音警示。

#### (3) 应急装置：

本项目 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机设置有 3 个急停按钮，分别位于操作台上、设备前屏蔽体内侧、设备右侧电气柜内侧，并明确标识，一旦发生意外，立即按下急停按钮，X 射线机的高压即被切断，有效的保证工作人员的安全。

#### (4) 监视装置

本项目 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机内部安装视频监控摄像头，显示器位于操作台，可以确保辐射工作人员监视到设备内部检测的情况。

#### (5) 安全联锁装置：

本项目 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机设置有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、防护门正常关闭、警示装置正常的情况下才能正常出束，一旦其中有一处设施未到位，将不会出束。出束期间，触发任何一道安全设施或者发生故障，设备将被紧急停止出束。

(6) 通风设施：

本项目 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机属于自屏蔽式射线装置，设备本身未设置有机通风装置。建设单位将在设备安装使用的压铸检测中心拟安装通风系统，并保证通风系统每小时通风量不小于 2500m<sup>3</sup>，整个压铸检测中心有效容积约为 800m<sup>3</sup>，因此室内每小时通风换气次数约为 3.1 次，可以满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

### 10.3 XR225-D 型 X 射线检测系统辐射防护设计

#### 10.3.1 辐射屏蔽设计情况

本项目拟使用的 XR225-D 型 X 射线检测系统为自带屏蔽体的设备，设备具体防护参数见表 10-2，具体防护设计情况图见图 10-4、图 10-5。

表 10-2 本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统防护参数一览表

| 序号 | 位置                   | 防护设计情况     |
|----|----------------------|------------|
| 1  | 左侧屏蔽体<br>(射线管一侧)     | 内衬 14mm 铅板 |
| 2  | 右侧屏蔽体<br>(主射面，探测器一侧) | 内衬 14mm 铅板 |
| 3  | 顶部屏蔽体                | 内衬 14mm 铅板 |
| 4  | 底部屏蔽体                | 内衬 14mm 铅板 |
| 5  | 前侧屏蔽体                | 内衬 14mm 铅板 |
| 6  | 后侧屏蔽体                | 内衬 14mm 铅板 |
| 7  | 防护门                  | 内衬 14mm 铅板 |

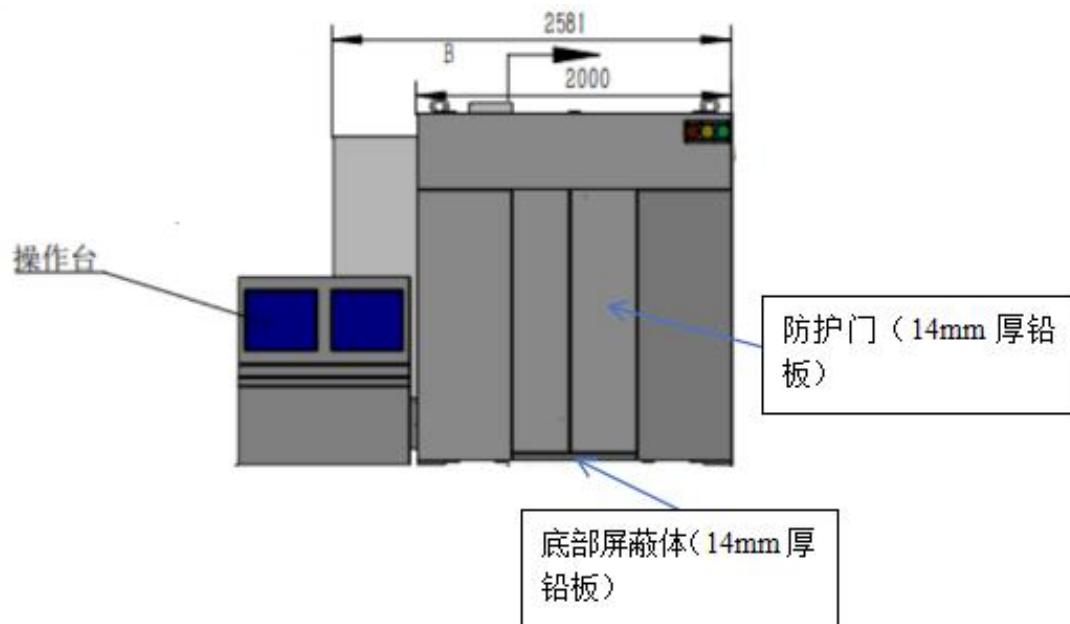


图 10-4 XR225-D 型 X 射线检测系统主视图

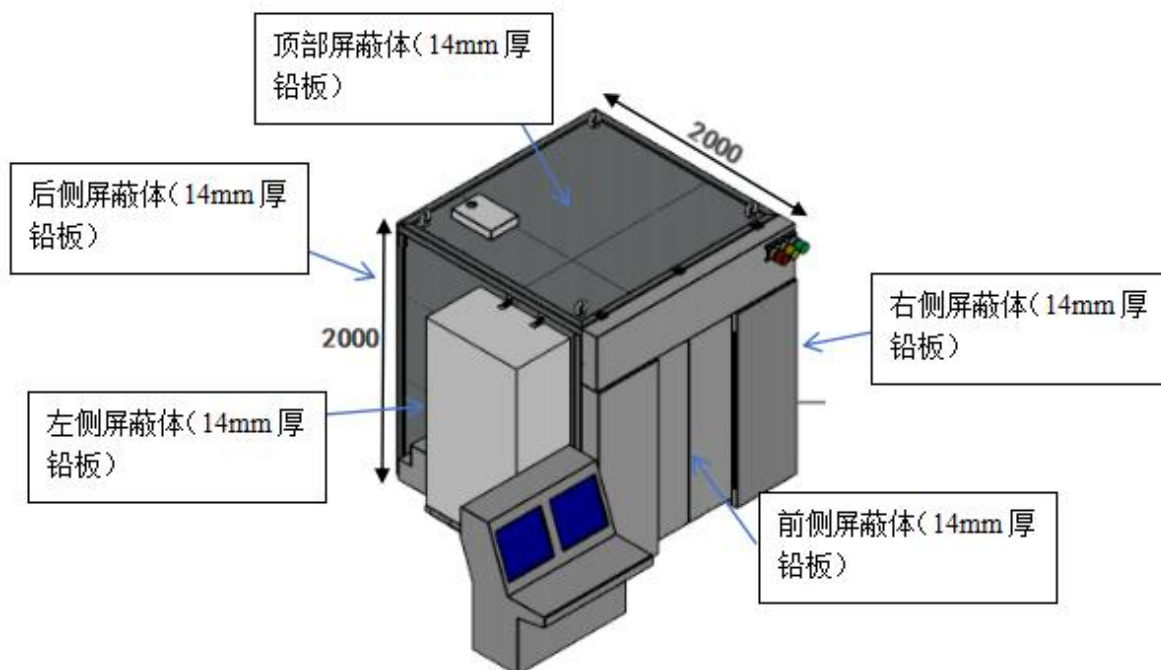


图 10-5 XR225-D 型 X 射线检测系统侧视图

### 10.3.2 XR225-D 型 X 射线检测系统辐射安全措施

#### (1) 门机联锁：

本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统防护门设置有安全联锁功能，当门体打开或者没有关到位的情况下，设备无法进行出束作业；在出束作业时，门体打开，设备将立即停止出束，关闭防护门后，设备不会自动进行出束作业。

#### (2) 警示标识、工作状态显示系统

建设单位拟在 XR225-D 型 X 射线检测系统正面张贴醒目的辐射警示标志以及中文警示说明。设备顶部设有工作状态指示灯，当设备出束时，设备顶部指示灯亮起且有声音警示。

### （3）应急装置

本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统设置有 2 个急停按钮，分别位于操作台上、设备前屏蔽体内侧，并明确标识，一旦发生意外，立即按下急停按钮，X 射线机的高压即被切断，有效的保证工作人员的安全。

### （4）监视装置

本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统内部安装视频 2 个监控摄像头，显示器位于操作台，可以确保辐射工作人员监视到设备内部检测的情况。

### （5）安全联锁装置

本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统设置有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、防护门正常关闭、警示装置正常的情况下才能正常出束，一旦其中有一处设施未到位，将不会出束。出束期间，触发任何一道安全设施或者发生故障，设备将被紧急停止出束。

### （6）通风设施：

本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统属于自屏蔽式射线装置，设备本身未设置有机机械通风装置。建设单位将在设备安装使用的压铸检测中心拟安装通风系统，并保证通风系统每小时通风量不小于  $2500\text{m}^3$ ，整个压铸检测中心有效容积约为  $800\text{m}^3$ ，因此室内每小时通风换气次数约为 3.1 次，可以满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

## 10.4 辐射监测设施

建设单位拟配备 1 台 X- $\gamma$  辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪。

在辐射工作期间，个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求，当个人剂量报警仪剂量率达到设定的报警阈值报警时（建设单位将在竣工环保验收监测后，根据实际监测结果设定合理的阈值，阈值不超过  $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ ），辐射工作人员应立即切断电源，停止出束，防止其他人员进入辐射工作区域，并立即向辐射防护负责人报告。

建设单位拟配备 X- $\gamma$  辐射监测仪定期对辐射工作场所进行监测，并做好记录。

### 10.5 辐射安全防护设施与标准对照分析

本项目参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对各项辐射安全操作各项实施计划进行分析，安全操作要求计划及实施计划对照表见表 10-3。

**表 10-3 本项目各辐射安全与防护措施与标准对照分析情况表**

| 序号 | 项目     | GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》<br>的防护安全要求                                                                                                                                                                    | 本项目辐射安全与防护实施计划                                                                                                                                                                | 评价 |
|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | 工作场所分区 | 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。                                                                                                                                                            | 建设单位拟为本项目辐射工作场所实施分区管理，具体见图 10-1 辐射工作场所分区管理示意图。                                                                                                                                | 符合 |
| 2  | 剂量控制要求 | 6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：<br>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 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；<br>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 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。 | 根据本报告表 11 的分析结果，工作人员及公众在关注点的受照剂量、关注点最高周围剂量当量率均满足相关要求。                                                                                                                         | 符合 |
| 3  | 门机联锁   | 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。                                                                                                                                                  | 本项目两台设备防护门均设置有安全联锁功能，当门体打开或者没有关到位的情况下，设备无法进行出束作业；在出束作业时，门体打开，设备将立即停止出束，关闭防护门后，设备不会自动进行出束作业。                                                                                   | 符合 |
| 4  | 声光警示   | 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。                                                                                                                    | Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机设备操作台以及设备顶部均有工作状态指示灯，当设备接通电源时，仅操作台指示灯亮起一格，当设备出束时，设备顶部指示灯亮起，操作台指示灯两格同时亮起；出束时，将发生声音警示。<br>XR225-D 型 X 射线检测系统设备顶部设有工作状态指示灯，当设备出束时，设备顶部指示灯亮起且有声音警示。 | 符合 |

|   |        |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                            |    |
|---|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 | 监视装置   | 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。                                   | 评价项目的两台射线装置内部均安装视频监控摄像头,显示器分别位于各自的操作台,辐射工作人员可以监视到设备内部检测的情况。                                                                                                                                | 符合 |
| 6 | 警示标志   | 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。                                                      | 建设单位拟在两台射线装置正面张贴醒目的辐射警示标志以及中文警示说明。                                                                                                                                                         | 符合 |
| 7 | 急停装置   | 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。 | 评价项目的两台射线装置均设有相应的急停装置,一旦发生意外,立即按下急停按钮,X射线机的高压即被切断,有效的保证工作人员的安全。<br>其中 Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机设有 3 个急停按钮,分别位于操作台上、设备前屏蔽体内侧、设备右侧电气柜内侧;XR225-D 型 X 射线检测系统设置有 2 个急停按钮,分别位于操作台上、设备前屏蔽体内侧 | 符合 |
| 8 | 通风设施   | 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。                                          | 建设单位将在评价项目所在的压铸检测中心拟安装通风系统,并保证通风系统每小时通风量不小于 2500m <sup>3</sup> ,整个压铸检测中心有效容积约为 800m <sup>3</sup> ,因此室内每小时通风换气次数约为 3.1 次,可以满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。                                      | 符合 |
| 9 | 探测报警装置 | 6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。                                                                         | 本项目 Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机和 XR225-D 型 X 射线检测系统开展检测工作时,不需要人员进入到设备内部,因此未设置固定式场所辐射探测报警装置。                                                                                             | 符合 |

## 10.6 三废的治理

本项目在开展作业时,会产生 X 射线,X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物。参照国家标准《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的相关规定:X 射线探伤场所每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

本项目 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机及 XR225-D 型 X 射线检测系统拟安装使用的压铸检测中心拟安装通风系统，并保证通风系统每小时通风量不小于  $2500\text{m}^3$ ，整个压铸检测中心有效容积约为  $800\text{m}^3$ ，因此室内每小时通风换气次数约为 3.1 次，可以满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

本项目两台设备成像采用计算机信息处理和图像重建技术，以图像的形式显示出来，使用过程中无放射性三废及显相胶片和显影液等危险废物的产生。

表 11 环境影响分析

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><p><b>11.1 建设阶段环境影响分析</b></p><p>本项目是使用成品电气设备，不需要土地平整、基础开挖和建筑物建筑等施工，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。本项目主要环境影响因子是安装调试时产生的噪声及设备包装材料等固体废物。</p><p>声环境影响：设备安装调试时产生间歇性噪声和振动，安装工作应选在上午 8:00~12:00 或下午 14:00~17:00，避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生的影响。</p><p>固废环境影响：本项目设备在安装过程中会产生少量的包装材料等固体废物。待安装完成之后，可收集固体废物交由环卫部门清运处理，不会对周围环境产生影响。</p><p>综上所述，本项目在建设阶段的环境影响是短暂的、可控的，随着建设期的结束而消失。</p></div>                                                                                                              |
| <div><p><b>11.2 运行阶段对环境的影响</b></p><p><b>11.2.1 辐射环境影响分析</b></p><p>本项目拟使用的 Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机的最大管电压为 450kV，最大管电流为 3.3mA；XR225-D 型 X 射线检测系统的最大管电压为 225kV，最大管电流为 8.0mA，为了分析两台射线装置运行时对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关分析方法，估算 X 射线出束时，射线装置屏蔽体外周围剂量当量率水平。</p><p><b>11.2.2 辐射环境影响分析方法</b></p><p>一、Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机</p><p><b>（1）关注点</b></p><p>预测点选取：选取 Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机六个面以及操作台位置作为本次预测的关注点，点位选取原则以设备屏蔽体外 30cm 处和操作台作为预测点。详见图 11-1、11-2。</p></div> |

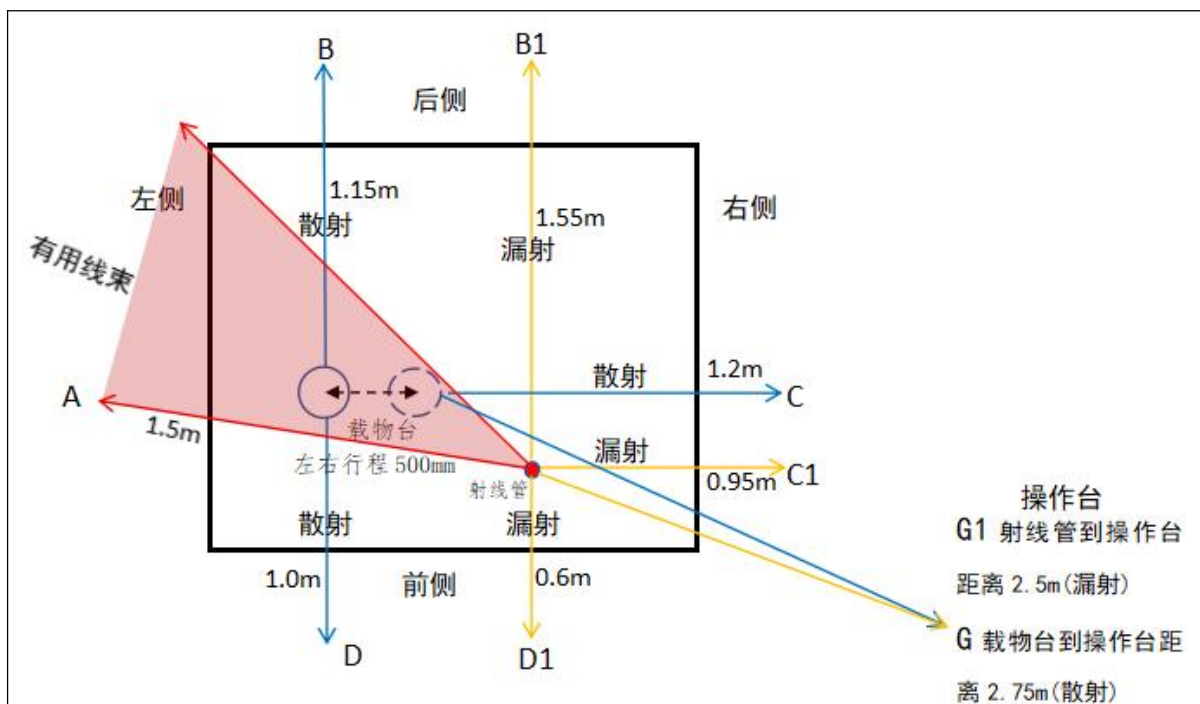


图 11-1 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机关注点示意图（平面）

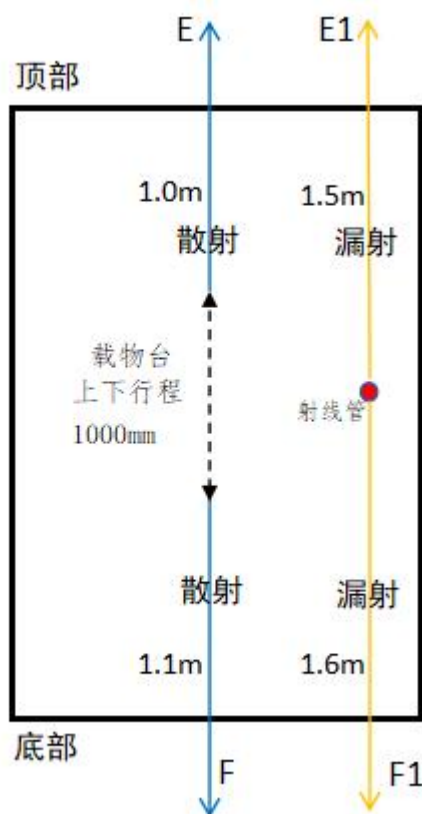


图 11-2 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机关注点示意图（立面）

## （2）辐射剂量率控制值分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单

中计算屏蔽体外剂量率参考控制水平。

①各屏蔽体外关注点的周围剂量当量率

职业人员在关注点的周剂量参考水平： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ ；

相应的导出剂量率参考控制水平  $H_{c,d}^{\bullet}$  计算公式为：

$$H_{c,d}^{\bullet} = \frac{H_c}{t \bullet U \bullet T} \quad (1)$$

$H_c$ ——周参考剂量控制水平， $\mu\text{Sv/周}$ ，操作台辐射工作人员的周参考剂量控制水平取  $100 \mu\text{Sv/周}$ ，设备其余 6 个面对应的公众周参考剂量控制水平取  $5 \mu\text{Sv/周}$ ；

$U$ ——X 射线装置向关注点方向照射的使用因子，考虑最大化，取 1；

$T$ ——人员在相应关注点驻留的居留因子，操作台辐射工作人员取 1；设备其余 6 个面对应的公众，取 1/5。

$t$ ——X 射线装置周照射时间，h；根据公式算得 6.7h。

上述式中  $t$  按照以下公式计算

$$t = W / 60 \cdot I$$

式中： $W$ --X 射线装置周工作负荷，取 33.3h； $I$ --X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流（mA），取 5mA；60--小时与分钟换算系数；

②关注点最高剂量率参考水平， $H_{c,\max}^{\bullet} = 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

③关注点剂量率参考控制水平  $H_c^{\bullet}$  取（1）中  $H_{c,d}^{\bullet}$  和（2）中  $H_{c,\max}^{\bullet}$  较小者。

表 11-1 设备屏蔽体外剂量率参考控制水平

| 关注点 | $H_c$<br>( $\mu\text{Sv/周}$ ) | $U$ | $T$ | $H_{c,d}^{\bullet}$<br>(导出剂量率<br>参考控制水<br>平， $\mu\text{Sv/h}$ ) | $H_{c,\max}^{\bullet}$<br>(关注点最高剂量<br>率参考控制水平，<br>$\mu\text{Sv/h}$ ) | $H_c^{\bullet}$<br>(剂量率参考控<br>制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-----|-------------------------------|-----|-----|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 操作台 | 100                           | 1   | 1   | 14.9                                                            | 2.5                                                                  | 2.5                                                   |
| 前侧  | 5                             | 1   | 1/5 | 3.7                                                             | 2.5                                                                  | 2.5                                                   |
| 后侧  | 5                             | 1   | 1/5 | 3.7                                                             | 2.5                                                                  | 2.5                                                   |
| 左侧  | 5                             | 1   | 1/5 | 3.7                                                             | 2.5                                                                  | 2.5                                                   |
| 右侧  | 5                             | 1   | 1/5 | 3.7                                                             | 2.5                                                                  | 2.5                                                   |

|    |   |   |     |     |     |     |
|----|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 顶部 | 5 | 1 | 1/5 | 3.7 | 2.5 | 2.5 |
| 底部 | 5 | 1 | 1/5 | 3.7 | 2.5 | 2.5 |

综上所述，本项目剂量当量率控制水平为：屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μSv/h。

**(3) 理论预测**

**有用线束：**按照 GBZT250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》有用线束的屏蔽估算方法如下：

关注点的剂量率  $\dot{H}$  (μSv/h) 按以下公式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (2)$$

式中：

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/(mA·h)，以 mSv·m<sup>2</sup>/(mA·min) 为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>；31mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)根据 ICRP 33 号文件选取；

$B$ ——屏蔽透射因子；因标准 GBZT250-2014 图 B.1 中无 450kV 的曲线，所以本次参考辐射安全手册图 6.4（图 11-3）取对应电压下的十分之一值层再结合公式（3）进行计算，如图 11-3 取 TVL 为 5mm；

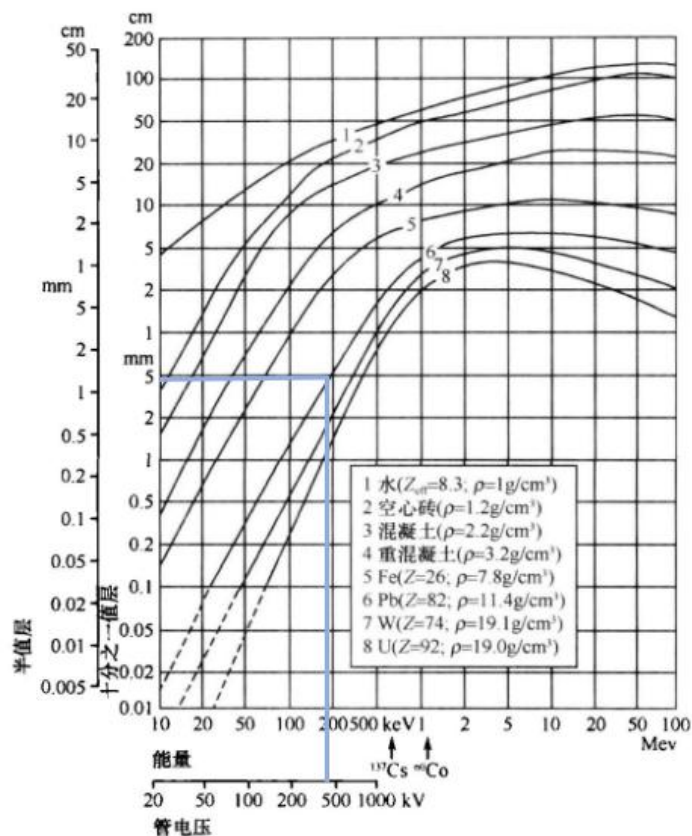


图 11-3 十分之一值层取值示意图

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位米（m）；

根据上述情况，可计算拟使用的射线装置有用线束方向上关注点的辐射剂量率水平，计算结果见表 11-2。

表 11-2 有用线束方向屏蔽体外 30cm 处辐射剂量水平估算

| 关注点     | B（铅）               | $H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ) | I(mA) | R(m) | $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|---------|--------------------|------------------------------------------------------------------|-------|------|--------------------------------|
| A(主束方向) | $1\times 10^{-12}$ | $31\times 6\times 10^4$                                          | 3.3   | 1.5  | $2.73\times 10^{-6}$           |

**泄漏辐射：**按照 GBZT250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》：4.2.1 屏蔽厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相互计算如下：对于给定的屏蔽物质 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按以下公式计算：

$$B=10^{-X/\text{TVL}} \quad (3)$$

式中：X-屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

根据图 11-3，450kV 对应的 TVL 值 5mm。

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽因子按式（3）计算，然后按式（4）

计算在关注点的剂量率：

$$\dot{H} = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (4)$$

式中：

$H_L$ --距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，本次取  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$  为本项目设备泄漏辐射剂量率；

**表 11-3 泄漏辐射剂量水平估算**

| 关注点 | X (mm) | TVL (mm) | $H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) | R(m) | $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-----|--------|----------|----------------------------|------|--------------------------------|
| B1  | 25     | 5        | $5 \times 10^3$            | 1.55 | $2.08 \times 10^{-2}$          |
| C1  | 50     | 5        | $5 \times 10^3$            | 0.95 | $5.54 \times 10^{-7}$          |
| D1  | 25     | 5        | $5 \times 10^3$            | 0.60 | $1.39 \times 10^{-1}$          |
| E1  | 25     | 5        | $5 \times 10^3$            | 1.50 | $2.22 \times 10^{-2}$          |
| F1  | 20     | 5        | $5 \times 10^3$            | 1.60 | $1.95 \times 10^{-1}$          |
| G1  | 50     | 5        | $5 \times 10^3$            | 2.50 | $8.00 \times 10^{-8}$          |

**散射辐射：**

由公式 (5) 可进一步散射辐射剂量率  $H$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )，公式：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (5)$$

式中：

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ ； $31 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  根据 ICRP 33 号文件选取。

$I$ --X 射线装置在最高管电压下的常用最大电流，mA；

$B$ --屏蔽透射因子，取 TVL 为 2.9mm，详见下述内容：

散射能量：根据辐射防护手册（第一分册）--辐射源与屏蔽 P448：散射后的 X 射线能量可以用一次散射作偏安全的近似计算。

$$\frac{E}{E_0} = \frac{1}{1 + \frac{E_0}{0.511(1 - \cos\theta)}} \quad (6)$$

式中： $E$ --散射后的 X 射线能量； $E_0$ --初始 X 射线能量，0.45MV； $\theta$ --散射角， $90^\circ$ ；

根据上式可得，初始能量为 450kV 的 X 射线经  $90^\circ$  散射后的能量约为 240kV，本次散射条件下的 TVL 值保守按照标准 GBZT250-2014X 射线能量为 250kV 对应的

TVL 值进行取值，因此 TVL 取 2.9mm。

Rs--辐射源点至关注点的距离，m；

F--照射野面积；0.5m<sup>2</sup>；

α--散射因子，本项目取 0.0475；

R<sub>0</sub>--辐射源点至探伤工件的距离；0.5m；

根据  $\frac{F \times a}{R_0^2} = \pi \tan^2(\theta) \alpha$ ，本项目设备辐射源点辐射角度为 40°，因此射线管圆锥中心轴和圆锥边界的夹角为 20°； $\frac{F \times a}{R_0^2}$  约等于 0.02。

表 11-4 散射辐射剂量率水平估算

| 关注点 | B 屏蔽透射因子               | H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)) | Rs (m) | I(mA) | $\frac{F \times a}{R_0^2}$ | Ĥ (μSv/h)              |
|-----|------------------------|---------------------------------------------|--------|-------|----------------------------|------------------------|
| B   | 2.40×10 <sup>-9</sup>  | 31×6×10 <sup>4</sup>                        | 1.15   | 3.3   | 0.02                       | 2.22×10 <sup>-4</sup>  |
| C   | 5.74×10 <sup>-18</sup> | 31×6×10 <sup>4</sup>                        | 1.20   | 3.3   | 0.02                       | 4.89×10 <sup>-13</sup> |
| D   | 2.40×10 <sup>-9</sup>  | 31×6×10 <sup>4</sup>                        | 1.00   | 3.3   | 0.02                       | 2.94×10 <sup>-4</sup>  |
| E   | 2.40×10 <sup>-9</sup>  | 31×6×10 <sup>4</sup>                        | 1.00   | 3.3   | 0.02                       | 2.94×10 <sup>-4</sup>  |
| F   | 1.27×10 <sup>-7</sup>  | 31×6×10 <sup>4</sup>                        | 1.10   | 3.3   | 0.02                       | 1.29×10 <sup>-2</sup>  |
| G   | 5.74×10 <sup>-18</sup> | 31×6×10 <sup>4</sup>                        | 2.75   | 3.3   | 0.02                       | 9.31×10 <sup>-14</sup> |

表 11-5 辐射剂量率叠加估算结果 (μSv/h)

| 关注点 | 有用线束估算值               | 泄漏估算值                 | 散射估算值                  | 叠加估算值                 |
|-----|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 左侧  | 2.73×10 <sup>-6</sup> | /                     | /                      | 2.73×10 <sup>-6</sup> |
| 后侧  | /                     | 2.08×10 <sup>-2</sup> | 2.22×10 <sup>-4</sup>  | 2.10×10 <sup>-2</sup> |
| 右侧  | /                     | 5.54×10 <sup>-7</sup> | 4.89×10 <sup>-13</sup> | 5.54×10 <sup>-7</sup> |
| 前侧  | /                     | 1.39×10 <sup>-1</sup> | 2.94×10 <sup>-4</sup>  | 1.39×10 <sup>-1</sup> |
| 顶部  | /                     | 2.22×10 <sup>-2</sup> | 2.94×10 <sup>-4</sup>  | 2.25×10 <sup>-2</sup> |
| 底部  | /                     | 1.95×10 <sup>-1</sup> | 1.29×10 <sup>-2</sup>  | 2.08×10 <sup>-1</sup> |
| 操作台 | /                     | 8.00×10 <sup>-8</sup> | 9.31×10 <sup>-14</sup> | 8.00×10 <sup>-8</sup> |

根据表 11-5 可知，本次评价项使用 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机时，屏蔽体外关注点辐射剂量率估算值最高为 2.08×10<sup>-1</sup>μSv/h。

## 二、XR225-D 型 X 射线检测系统

### (1) 关注点

预测点选取：选取 XR225-D 型 X 射线检测系统六个面以及操作台位置作为本次

预测的关注点，点位选取原则以设备屏蔽体外 30cm 处和操作台作为预测点。详见图 11-4、11-5。

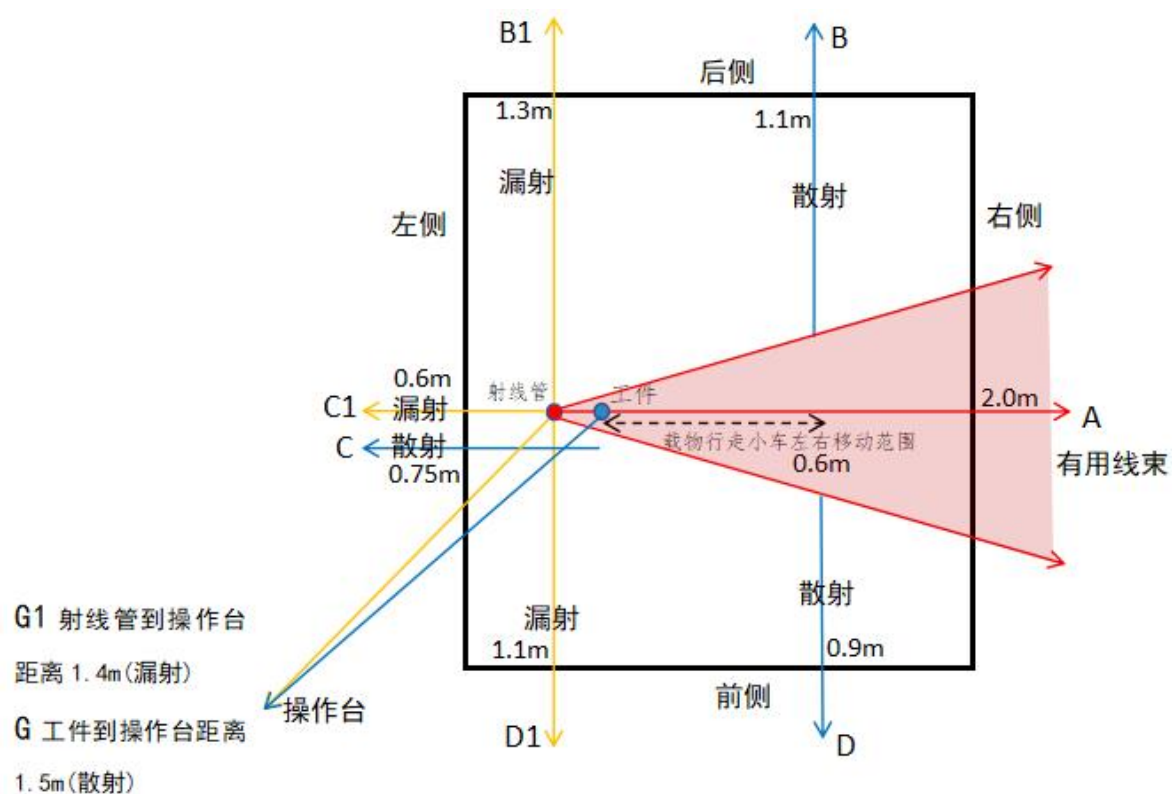


图 11-4 XR225-D 型 X 射线检测系统关注点示意图（平面）

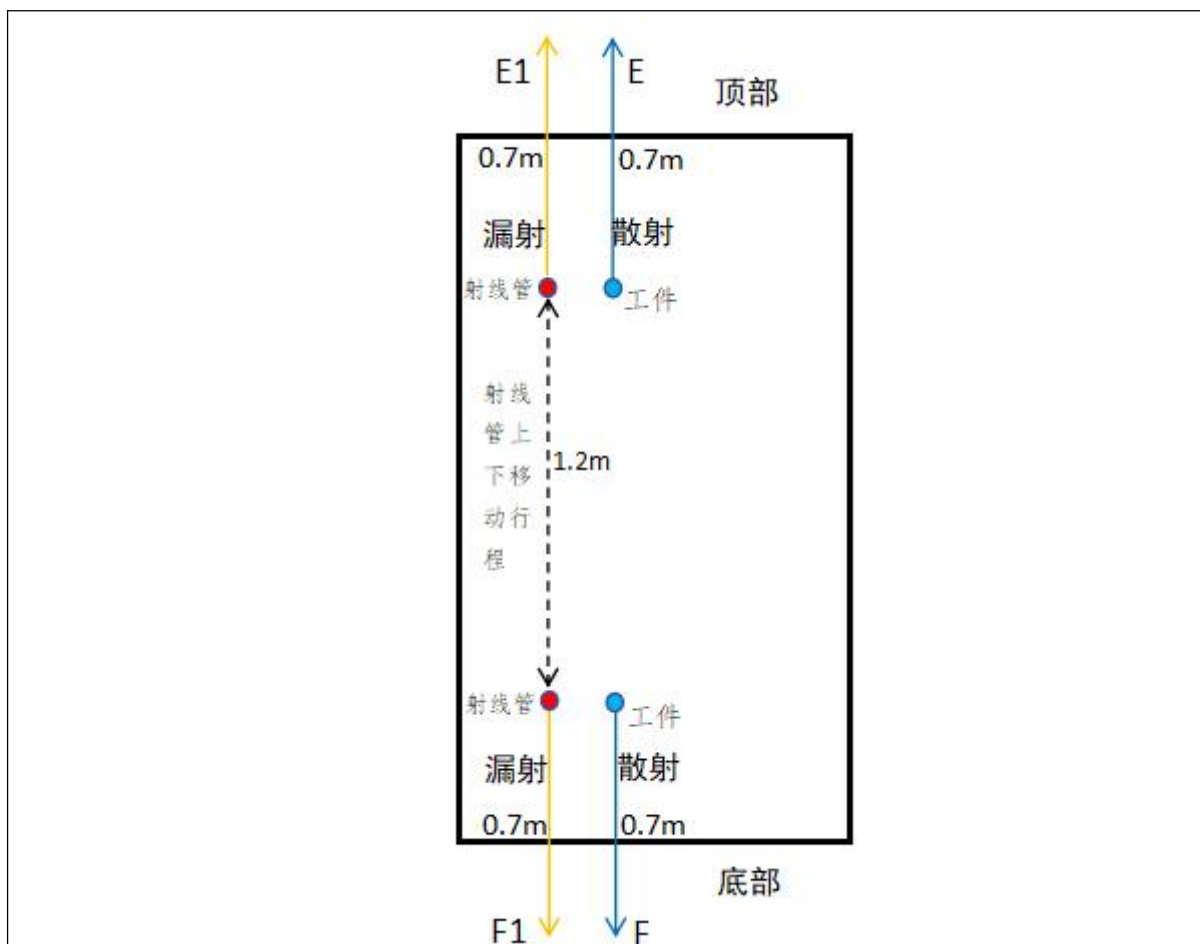


图 11-5 XR225-D 型 X 射线检测系统关注点示意图（立面）

## （2）辐射剂量率控制值分析

利用与前面计算 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机相同的计算方法和公式，得出 XR225-D 型 X 射线检测系统的剂量率参考控制水平，结果见表 11-6。

表 11-6 设备屏蔽体外剂量率参考控制水平

| 关注点 | $H_c$<br>( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ) | U | T   | $H_{c,d}$<br>(导出剂量率<br>参考控制水<br>平, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | $H_{c,\max}$<br>(关注点最高剂量<br>率参考控制水平,<br>$\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | $H_c$<br>(剂量率参考控<br>制水平, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) |
|-----|--------------------------------------|---|-----|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 操作台 | 100                                  | 1 | 1   | 14.9                                                         | 2.5                                                               | 2.5                                                |
| 前侧  | 5                                    | 1 | 1/5 | 3.7                                                          | 2.5                                                               | 2.5                                                |
| 后侧  | 5                                    | 1 | 1/5 | 3.7                                                          | 2.5                                                               | 2.5                                                |
| 左侧  | 5                                    | 1 | 1/5 | 3.7                                                          | 2.5                                                               | 2.5                                                |
| 右侧  | 5                                    | 1 | 1/5 | 3.7                                                          | 2.5                                                               | 2.5                                                |

|    |   |   |     |     |     |     |
|----|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 顶部 | 5 | 1 | 1/5 | 3.7 | 2.5 | 2.5 |
| 底部 | 5 | 1 | 1/5 | 3.7 | 2.5 | 2.5 |

综上所述，本项目剂量当量率控制水平为：屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μSv/h。

### (3) 理论预测

**有用线束：**按照 GBZT250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》有用线束的屏蔽估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，由标准 GBZT250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率  $\dot{H}$  (μSv/h) 按以下公式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (7)$$

式中：

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/(mA·h)，以 mSv·m<sup>2</sup>/(mA·min) 为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>；13mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)（根据 ICRP 33 号文件选取）。

B——屏蔽透射因子；根据 GBZT250-2014，本次保守选取 250kV 曲线进行透射因子取值，取 10<sup>-6</sup>；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位米（m）；

根据上述情况，可计算拟使用的射线装置有用线束方向上关注点的辐射剂量率水平，计算结果见表 11-7。

**表 11-7 有用线束方向屏蔽体外 30cm 处辐射剂量水平估算**

| 关注点 | B（铅）             | $H_0$ （μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)） | I(mA) | R(m) | $\dot{H}$ （μSv/h） |
|-----|------------------|------------------------------------|-------|------|-------------------|
| A   | 10 <sup>-6</sup> | 13×6×10 <sup>4</sup>               | 8     | 2    | 1.56              |

**泄漏辐射：**按照 GBZT250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》：4.2.1 屏蔽厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相互计算如下：对于给定的屏蔽物质 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按以下公式计算：

$$B=10^{-X/TVL} \quad (8)$$

式中：X-屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

查表 GBZT250-2014 表 B.2，本次保守选取 250kV 对应的 TVL 值 2.9。

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽因子按式（8）计算，然后按式（9）计算在关注点的剂量率：

$$\dot{H} = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (9)$$

式中：

$H_L$ --距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，查询标准 GBZ/T250-2014 中表 1，取  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$  为本项目设备泄漏辐射剂量率；

**表 11-8 泄漏辐射剂量水平估算**

| 关注点 | X (mm) | TVL (mm) | $H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) | R(m) | $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-----|--------|----------|----------------------------|------|--------------------------------|
| B1  | 14     | 2.9      | $5 \times 10^3$            | 1.3  | $4.40 \times 10^{-2}$          |
| C1  | 14     | 2.9      | $5 \times 10^3$            | 0.6  | $2.07 \times 10^{-2}$          |
| D1  | 14     | 2.9      | $5 \times 10^3$            | 1.1  | $6.15 \times 10^{-2}$          |
| E1  | 14     | 2.9      | $5 \times 10^3$            | 0.7  | $1.52 \times 10^{-1}$          |
| F1  | 14     | 2.9      | $5 \times 10^3$            | 0.7  | $1.52 \times 10^{-1}$          |
| G1  | 14     | 2.9      | $5 \times 10^3$            | 1.4  | $3.79 \times 10^{-2}$          |

**散射辐射：**

由公式（10）可进一步散射辐射剂量率  $H$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )，公式：

$$H = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (10)$$

式中：

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ ； $13 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ （根据 ICRP 33 号文件选取）。

$I$ --X 射线装置在最高管电压下的常用最大电流，mA；

$B$ --屏蔽透射因子，屏蔽透射因子查询标准 GBZ/T250-2014 中表 2 再根据公式（8）计算，TVL 取 1.4mm；

$R_s$ --辐射源点至关注点的距离，m；

$F$ --照射野面积； $0.27 \text{m}^2$ ；

$\alpha$ --散射因子，本项目取 0.0475；

$R_0$ --辐射源点至探伤工件的距离；0.15m；

本项目 XR225-D 型 X 射线检测系统辐射角度为  $40^\circ$  ,

根据  $\frac{F \times a}{R_0^2} = \pi I \tan^2(\theta) \alpha$ , X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  ;

因此  $\frac{F \times a}{R_0^2}$  约等于 0.02。

表 11-9 散射辐射剂量率水平估算

| 关注点 | B 屏蔽透射因子              | $H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ) | $R_s$ (m) | $I(\text{mA})$ | $\frac{F \times a}{R_0^2}$ | $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-----|-----------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|----------------------------|--------------------------------|
| B   | $1.0 \times 10^{-10}$ | $13 \times 6 \times 10^4$                                        | 1.1       | 8              | 0.02                       | $1.03 \times 10^{-5}$          |
| C   | $1.0 \times 10^{-10}$ | $13 \times 6 \times 10^4$                                        | 0.75      | 8              | 0.02                       | $2.22 \times 10^{-5}$          |
| D   | $1.0 \times 10^{-10}$ | $13 \times 6 \times 10^4$                                        | 0.9       | 8              | 0.02                       | $1.54 \times 10^{-5}$          |
| E   | $1.0 \times 10^{-10}$ | $13 \times 6 \times 10^4$                                        | 0.7       | 8              | 0.02                       | $2.55 \times 10^{-5}$          |
| F   | $1.0 \times 10^{-10}$ | $13 \times 6 \times 10^4$                                        | 0.7       | 8              | 0.02                       | $2.55 \times 10^{-5}$          |
| G   | $1.0 \times 10^{-10}$ | $13 \times 6 \times 10^4$                                        | 1.5       | 8              | 0.02                       | $5.55 \times 10^{-6}$          |

表 11-10 辐射剂量率叠加估算结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

| 关注点 | 有用线束估算值 | 泄漏估算值                 | 散射估算值                 | 叠加估算值                 |
|-----|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 右侧  | 1.56    | /                     | /                     | 1.56                  |
| 后侧  | /       | $4.40 \times 10^{-2}$ | $1.03 \times 10^{-5}$ | $4.40 \times 10^{-2}$ |
| 左侧  | /       | $2.07 \times 10^{-2}$ | $2.22 \times 10^{-5}$ | $2.07 \times 10^{-2}$ |
| 前侧  | /       | $6.15 \times 10^{-2}$ | $1.54 \times 10^{-5}$ | $6.15 \times 10^{-2}$ |
| 顶部  | /       | $1.52 \times 10^{-1}$ | $2.55 \times 10^{-5}$ | $1.52 \times 10^{-1}$ |
| 底部  | /       | $1.52 \times 10^{-1}$ | $2.55 \times 10^{-5}$ | $1.52 \times 10^{-1}$ |
| 操作台 | /       | $3.79 \times 10^{-2}$ | $5.55 \times 10^{-6}$ | $3.79 \times 10^{-2}$ |

从上表 11-10 可知, 本项目使用 XR225-D 型 X 射线检测系统时, 屏蔽体外关注点处辐射剂量率估算值最高为  $1.56 \mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述, 本项目使用 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机时, 屏蔽体外关注点处的辐射剂量率估算值最高为  $2.08 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ , 使用 XR225-D 型 X 射线检测系统时, 屏蔽体外关注点辐射剂量率估算值最高为  $1.56 \mu\text{Sv/h}$ , 均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 的规定, 即屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

### 11.2.3 剂量分析

按公式  $E=\dot{H}\cdot t\cdot T$  估算项目周围环境中保护目标的年有效受照剂量。

$E$ ——保护目标的受照剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——保护目标的受照剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$t$ ——本项目全年出束时间，h；

$T$ ——保护目标的居留因子。

### (1) 辐射工作人员

建设单位拟配置4名辐射工作人员，建设单位预估每个工件检测时间为2分钟，每台设备每天最多检测约200个工件，每周最多检测5天，年检测约250天。因此每人每周检测时间约33.3小时，每人每年检测时间约1666.7小时，分别取Phoenix V|tome|x C型X射线CT机屏蔽体外关注点处的辐射剂量率估算值最高 $2.08\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$ 和XR225-D型X射线检测系统屏蔽体外关注点辐射剂量率估算值最高 $1.56\mu\text{Sv/h}$ 进行计算。

Phoenix V|tome|x C型X射线CT机： $2.08\times 10^{-1}\times 1666.7\times 1\times 10^{-3}=0.35\text{mSv}$

XR225-D型X射线检测系统： $1.56\times 1666.7\times 1\times 10^{-3}=2.6\text{mSv}$

考虑两台设备叠加情况，综上辐射工作人员的年受照有效剂量最高为 $2.95\text{mSv}$ ，低于本评价报告提出的辐射工作人员年有效剂量约束值（不超过 $5\text{mSv/a}$ ）。

### (2) 公众

根据表7中列出的保护目标再结合各方向上最大剂量率估算结果和建设单位工作负荷以及辐射水平随距离平方成反比，估算评价范围内各方向上公众的受照剂量，计算结果见下表。

**表 11-11 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机  
周围环境关注点人员有效受照剂量估算结果**

| 保护目标<br>(公众) |        | $\dot{H}$<br>关注点剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | $t$ 受照<br>时间<br>(h) | $T$<br>居留<br>因子 | $E$<br>受照剂量<br>(mSv/a) |
|--------------|--------|---------------------------------------------|---------------------|-----------------|------------------------|
| 室内           | 压铸一车间  | $2.73\times 10^{-6}$                        | 1666.7              | 1               | $4.55\times 10^{-6}$   |
|              | 压铸检测中心 | $1.39\times 10^{-1}\times 0.6^2/5^2$        | 1666.7              | 1               | $3.34\times 10^{-3}$   |
|              | 会议室    | $1.39\times 10^{-1}\times 0.6^2/30^2$       | 1666.7              | 1               | $9.27\times 10^{-5}$   |

|    |                    |                                           |        |      |                       |
|----|--------------------|-------------------------------------------|--------|------|-----------------------|
|    | 压铸车间办公室            | $1.39 \times 10^{-1} \times 0.6^2/35^2$   | 1666.7 | 1    | $6.18 \times 10^{-5}$ |
|    | 压铸车间主任室            | $1.39 \times 10^{-1} \times 0.6^2/42^2$   | 1666.7 | 1    | $4.73 \times 10^{-5}$ |
|    | 会议室                | $1.39 \times 10^{-1} \times 0.6^2/46^2$   | 1666.7 | 1    | $3.94 \times 10^{-5}$ |
|    | 研发楼二               | $5.54 \times 10^{-7}$                     | 1666.7 | 1    | $9.23 \times 10^{-7}$ |
|    | 研发楼一               | $5.54 \times 10^{-7}$                     | 1666.7 | 1    | $9.23 \times 10^{-7}$ |
|    | 通讯机房               | $2.10 \times 10^{-2} \times 1.55^2/2^2$   | 1666.7 | 1    | $2.10 \times 10^{-2}$ |
|    | 消防控制室              | $2.10 \times 10^{-2} \times 1.55^2/6.6^2$ | 1666.7 | 1    | $2.34 \times 10^{-3}$ |
|    | 卫生间                | $2.10 \times 10^{-2} \times 1.55^2/15^2$  | 1666.7 | 1    | $3.74 \times 10^{-4}$ |
|    | 技术部办公室<br>(楼上)     | $2.25 \times 10^{-2} \times 1.5^2/3.5^2$  | 1666.7 | 1    | $6.89 \times 10^{-3}$ |
| 室外 | 室外车道、非机动车停车位以及其他区域 | $1.39 \times 10^{-1}$                     | 1666.7 | 1/16 | $1.45 \times 10^{-2}$ |

**表 11-12 XR225-D 型 X 射线检测系统  
周围环境关注点人员有效受照剂量估算结果**

| 保护目标<br>(公众) |         | $\dot{H}$<br>关注点剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | t 受照<br>时间<br>(h) | T<br>居留<br>因子 | E<br>受照剂量<br>(mSv/a)  |
|--------------|---------|---------------------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|
| 室内           | 压铸一车间   | $2.07 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $3.45 \times 10^{-2}$ |
|              | 压铸检测中心  | $6.15 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $1.03 \times 10^{-1}$ |
|              | 会议室     | $6.15 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $1.03 \times 10^{-1}$ |
|              | 压铸车间办公室 | $6.15 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $1.03 \times 10^{-1}$ |
|              | 压铸车间主任室 | $6.15 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $1.03 \times 10^{-1}$ |
|              | 会议室     | $6.15 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $1.03 \times 10^{-1}$ |
|              | 研发楼二    | $1.56 \times 2^2/35^2$                      | 1666.7            | 1             | $8.49 \times 10^{-3}$ |
|              | 研发楼一    | $1.56 \times 2^2/25^2$                      | 1666.7            | 1             | $1.66 \times 10^{-3}$ |
|              | 通讯机房    | $4.40 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $7.33 \times 10^{-2}$ |
|              | 消防控制室   | $4.40 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $7.33 \times 10^{-2}$ |
|              | 卫生间     | $4.40 \times 10^{-2}$                       | 1666.7            | 1             | $7.33 \times 10^{-2}$ |

|    |                    |                                            |        |      |                       |
|----|--------------------|--------------------------------------------|--------|------|-----------------------|
|    | 技术部办公室<br>(楼上)     | $1.52 \times 10^{-1} \times 0.7^2 / 3.5^2$ | 1666.7 | 1    | $1.01 \times 10^{-2}$ |
| 室外 | 室外车道、非机动车停车位以及其他区域 | 1.56                                       | 1666.7 | 1/16 | $1.63 \times 10^{-1}$ |

由以上表计算所示，本次考虑剂量叠加影响，本项目评价范围内辐射工作人员叠加估算后年最大受照剂量为  $2.95\text{mSv/a}$ ，公众年有效最大受照剂量为  $1.83 \times 10^{-1}\text{mSv/a}$ ，满足“辐射工作人员不超过  $5\text{mSv/a}$ 、公众不超过  $0.25\text{mSv/a}$ ”的年有效剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

#### 11.2.4 事故期间的风险分析

一、该评价项目可能发生的辐射事故主要为

1、防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射。

2、由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射。

3、在维修过程中，未切断电源的情况下打开设备屏蔽外壳，X 射线出束系统控制失灵引起意外照射。

二、环境风险分级

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（449 号令）第 40 条，按“辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级”，根据本项目的特点，将本项目的环境风险因子、可能发生辐射事故的意外条件、潜在危害及可能发生的辐射事故等级列于表 11-13。

**表 11-13 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级**

| 项目名称                    | 环境风险因子 | 可能发生辐射事故的意外条件                                                                                                                                | 危害结果                  | 事故等级   |
|-------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|
| 广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置项目 | X 射线   | 1、防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射。<br>2、由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射。<br>3、在维修过程中，未切断电源的情况下打开设备屏蔽外壳，X 射线出束系统控制失灵引起意外照射。 | 装置失控导致人员受照超年有效剂量限值的照射 | 一般辐射事故 |

### 三、事故预防措施

(1) 本项目可能发生的辐射事故风险主要是在管理上的问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程。

(2) 定期检查防护门的性能及各项辐射安全与防护设施是否正常工作，避免无关人员误入正在出束的设备。

(3) 射线装置检修维护时应该采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，方可开展检修维护工作。

### 四、事故处理

(1) 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间启动紧急开关，停止射线装置出束。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 事故处理后应收集资料，及时总结报告。对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的医学检查及结果；采取的纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

表 12 辐射安全管理

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div>12.1 辐射安全与环境管理机构的设置</div><div><p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年第四次修正)的相关规定，使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。</p><p>建设单位针对核技术利用项目设立了辐射安全管理小组，落实了机构的成员及其职责。</p><p>组长（负责人）：张璟</p><p>成员：汪水林、刘文明、杨振宇、黄云凯</p><p>管理小组职责：</p><ol style="list-style-type: none"><li>1. 严格执行国家有关放射性同位素与射线装置安全和防护条例，向生态环境主管部门申报环境影响评价，申领辐射安全许可证等制度，并接受相关部门的指导和监督。</li><li>2. 规范本公司射线装置的安全管理，负责本单位射线装置是使用安全，防止辐射事故，危害公众的安全和健康。</li><li>3. 完善本单位射线装置的规章制度，检查、监督并实施。</li><li>4. 负责辐射事故的调查、分析、处理并提出整改的安全管理措施及技术措施。</li><li>5. 配合上级主管部门做好辐射工作人员体检、安全防护装置有效性测试及安全监察。</li><li>6. 个人剂量计的收发，并督促人员按按照正确方式佩戴个人剂量计。</li><li>7. 辐射工作人员培训安排和统计，定期组织公司内部辐射安全培训和辐射应急演练。</li><li>8. 年度检测，定期检测工作。</li><li>9. 现场记录单收集，存档工作。</li></ol></div></div> <tr><td><div><div>12.2 辐射安全管理规章制度</div><div><p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年第四次修正)，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、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；有完善的辐射事故应急措施。</p><p>建设单位初步制定了《辐射安全管理规章制度》（详见附件 4），其中包括辐</p></div></div></td></tr> | <div><div>12.2 辐射安全管理规章制度</div><div><p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年第四次修正)，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、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；有完善的辐射事故应急措施。</p><p>建设单位初步制定了《辐射安全管理规章制度》（详见附件 4），其中包括辐</p></div></div> |
| <div><div>12.2 辐射安全管理规章制度</div><div><p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年第四次修正)，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、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；有完善的辐射事故应急措施。</p><p>建设单位初步制定了《辐射安全管理规章制度》（详见附件 4），其中包括辐</p></div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                               |

射安全操作规程、岗位职责、辐射防护设施维护检修制度、人员培训计划、辐射监测方案、辐射事故预防措施及应急响应等制度。

建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》较全面，易实行，可操作性强，如能做到严格按照制定管理建设单位的核技术利用项目，可以实现安全和规范管理，一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，基本满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求。

### **12.3 辐射工作人员的培训**

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》，新增加或原有培训合格证到期的辐射工作人员必须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考试,通过考核后凭考核合格后的成绩单上岗。

建设单位拟配备 4 名辐射工作人员参与本项目的工作，并确保相关人员参与辐射安全上岗培训，参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训、考核，做到人员持证上岗。

### **12.4 辐射监测**

#### **（1）环保措施竣工环境保护验收**

评价项目竣工 3 个月内，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的规定，对配套建设的环境保护设施进行验收。建设单位应当如实查验、监测、记建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。

建设单位不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制，建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。建设单位在验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

本次建设项目经验收合格，方可投入生产或使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或使用。

对本项目进行验收时，可依据下列文件进行：

1、关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部文件国环规环评（2017）4号；

2、中华人民共和国国务院令第682号，国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定（2017年10月1日起施行）；

3、本项目环评报告及批复文件。

4、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）。

验收工作程序主要包括验收自查、验收监测工作和后续工作，其中验收监测工作可分为验收监测、验收监测报告编制两个阶段；后续工作包括提出验收意见、编制“其他需要说明的事项”、形成验收报告、公开相关信息并建立档案四个阶段。

#### ①验收自查

a.环保手续履行情况：环境影响报告表及其审批部门审批情况，国家与地方生态环境部门对项目的督查、整改要求和其他相关要求的落实情况，建设过程中的重大变动及相应手续履行情况，辐射安全许可证持证情况进行自查；

b.项目情况：对照环境影响报告表及其审批部门审批决定等文件，自查项目建设性质、规模、地点，主要生产工艺、辐射源项、项目主体工程、辅助工程规模等情况；

c.辐射安全与防护设施建设情况：建设情况；逐项自查环境影响报告表及其审批部门审批决定中的辐射安全与防护设施建成情况；逐项自查环境影响报告表及其审批部门审批决定中的辐射安全与防护措施的落实情况，包括管线穿越屏蔽墙体情况、人员活动区域的屏蔽补偿情况、安全联锁、警示标志、辐射分区、信号指示、视频监控等安全与防护状况，辐射监测执行情况；逐项自查法规制度执行情况，包括人员培训考核、个人剂量管理、辐射监测、台账管理等。

d.通过全面自查，发现环境保护审批手续不全的、发生重大变动且未重新报批环境影响报告表或环境影响报告表未经批准的、未按照环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定要求建成辐射安全与防护设施、落实辐射安全与防护措施，应办理相关手续或整改完成后继续开展验收工作；对于监管部门在审批辐射安全许可证或监督检查时提出的整改意见，要说明整改落实情况。

#### ②验收监测

a.验收监测方案编制：建设单位根据验收自查结果，明确实际建设情况和辐射安全与防护设施/措施落实情况，在此基础上确定验收工作范围、验收评价标准，明确监测期间工况记录方法，明确验收监测点位、监测因子、监测方法、频次等。验收单位制定验收监测质量保证和质量控制工作方案。

b.工况要求：验收监测应当在确保主体工程工况稳定、辐射安全与防护设施建成并运行正常的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况以及关键参数：管电压、管电流和设备摆放位置。

#### c.验收执行标准

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），执行辐射剂量率的限值为  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。辐射工作人员和公众年有效剂量约束值为评价报告确定的  $5\text{mSv/a}$  和  $0.25\text{mSv/a}$ 。验收前，如发布新标准，应按照新标准执行限制。

#### d.验收监测

验收过程中，除了需要对辐射防护措施，安全联锁及辐射安全管理进行核查外，还需要进行验收监测。检测时，检测条件应符合下述要求：两台射线装置应在额定最大工作条件下进行检测、主屏蔽的检测应在没有探伤工件的情况下进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件的情况下进行，检测时应先进行设备屏蔽体周围的巡测，之后再行常规的定点检测。具体可根据 GBZ117-2022 中 8.3.2 中条款进行，常规关注点见表 12-1。

**表 12-1 竣工环保验收布点方案**

| 检测因子 | 周围剂量当量率                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 点位   | ①屏蔽体门体外 30cm，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；<br>②屏蔽体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点；<br>③屏蔽体上方 30cm 处；<br>④操作台；<br>⑤人员经常活动的位置；<br>⑥周边其他环境关注点； |

e.验收监测实施：验收监测应由具有相应检验检测能力的机构开展，按照验收监测方案开展现场监测，做好现场监测的质量控制与质量保证工作，并对涉及的其他辐射安全防护设施/措施建设、落实及运行情况进行现场检查。

f.验收监测报告编制：完成验收监测与检查后，建设单位应组织编制验收监测报告，对监测数据和检查结果进行分析、评价并得出结论。结论应明确辐射安全与防护设施运行效果，项目对辐射工作人员、公众和周边环境的辐射影响情况等。

### ③后续工作

验收监测报告编制完成后，进入后续验收工作程序，提出验收意见，编制“其他需要说明的事项”，形成验收报告。验收报告包括验收监测报告、验收意见和“其他需要说明的事项”三项内容。验收意见包括工程建设基本情况、工程变动情况、辐射安全与防护设施/措施落实情况、工程建设对环境的影响、验收结论和后续要求。验收报告应通过全国建设项目竣工环境保护验收信息系统平台向社会公开，并形成验收档案。

#### (2) 日常自行监测

建设单位拟配备 1 台 X- $\gamma$  辐射剂量率检测仪，用以日常监测使用。建设单位日常检测因子，检测位置，检测频次和参考水平如下：

检测因子：周围剂量当量率

检测位置：①屏蔽体门体外 30cm，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

②屏蔽体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点；

③屏蔽体上方 30cm 处；

④操作台；

⑤人员经常活动的位置；

⑥周边其他环境关注点；

检测频次：不少于每季度一次，具体根据建设单位实际情况而定。

参考水平：以通过验收的验收数据作为日常自行监测数据正常与否的参考水平，且该参考水平低于最高周围剂量当量率参考控制水平  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

建设单位日常监测由辐射安全防护机构定期对辐射工作场所进行检查，辐射安全措施出现异常情况，应立即将情况通报有关部门和辐射工作人员本人，并采取必要的措施，对出现异常情况的辐射工作人员暂停辐射工作或调离该岗位。

#### (3) 辐射工作人员个人剂量监测

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 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）的相关规定，使用射线装置的单位，应对本单位的辐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。

建设单位拟为本项目配备的辐射工作人员配置个人剂量计并制定制度来严格规

范辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计定期送检，建立个人剂量档案并长期保存。

为了确认辐射工作人员上岗前可满足辐射工作人员要求，建设单位承诺将安排辐射工作人员进行辐射工作人员岗前体检，并将体检报告存入个人剂量档案。

#### （4）年度常规监测

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 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与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。

本次评价项目投入使用后，建设单位也将每年委托第三方进行年度监测，并进行年度评估，监测报告将作为年度评估报告中的一部分。评价项目年度监测应按照以下要求进行：

检测因子：周围剂量当量率

检测位置：①屏蔽体门体外 30cm，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

②屏蔽体外 30cm 离地面高度为 1m 处,每个面至少测 3 个点；

③屏蔽体上方 30cm 处；

④操作台；

⑤人员经常活动的位置；

⑥周边其他环境关注点；

检测频次：1 次/年。

参考水平：以通过验收的验收数据作为日常自行监测数据正常与否的参考水平，且该参考水平低于最高周围剂量当量率参考控制水平  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### 12.5 其他要求

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 2011 年）的相关规定，建设单位应当在本项目投入使用后，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。

## **12.6 辐射事故应急**

为有效处理核技术利用项目开展过程中可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度控制事故危害，建设单位制定了辐射事故应急预案。在该预案中，建设单位明确了本单位辐射事故应急处理领导小组以及领导小组的主要职责。对已发生的辐射事故现场进行组织协调，安排救助，并向相关行政主管部门报告，负责恢复正常秩序等方面的工作。

该预案明确了辐射事故应急准备及应急措施，为辐射事故应急做了充足的准备，

该预案规定了辐射事故报告制度，按照相关条例、法规的要求，为辐射事故发生时向生态环境行政主管部门报告辐射事故发生和应急救援情况。

表 13 结论与建议

## 结论

### 1、项目概况

广东文灿压铸科技有限公司拟在压铸检测中心安装使用 2 台 X 射线装置，1 台 Phoenix V|tome|x C 型 X 射线 CT 机（最大管电压 450kV，最大管电流 3.3mA）；1 台 XR225-D 型 X 射线检测系统（最大管电压 225kV，最大管电流 8.0mA），均属于 II 类射线装置，均用于汽车零部件的无损检测，

### 2、项目选址合理性分析结论

根据表 1 相关内容可知，本次评价项目位于广东文灿压铸科技有限公司压铸检测中心，评价项目 200m 范围内无中小学和幼儿园，评价项目 50m 评价范围内基本上均位于建设单位内部，因此选址合理。

### 3、环境影响分析结论

通过对上述项目的辐射安全与防护措施进行分析，结果表明，项目运行时两台射线装置屏蔽体外辐射水平满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关规定。辐射工作人员及周围公众满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）设定的剂量约束值：工作人员的剂量不超过 5mSv/a，公众的剂量不超过 0.25mSv/a。此外，建设单位针对辐射项目制定了各项有效的监测计划和污染防治措施，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对安全操作以及防护监测的要求。

### 4、辐射安全管理的综合能力

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年第四次修正）要求，本项目制定了完善的辐射安全管理制度和辐射应急预案，相应的人员培训和辐射监测计划等制度均符合相关标准的要求。

### 5、辐射安全与防护设施

通过对相关技术资料分析，评价项目可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射防护、安全操作以及防护监测的要求。

### 6、可行性分析结论

本项目是应用于汽车零部件的无损检测，有助于其对产品质量的把控，同时为客户提供安全优质的产品。对照国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录

（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），本项目不属于限制类和淘汰类项目，在落实有效的辐射安全与防护措施、管理措施后，能最大程度减少对周围环境的影响，从代价和利益的角度考虑，符合辐射实践的正当性。

建设单位应对本项目进行严格管理，按照辐射安全与防护要求工作。在落实了本报告提出的各项措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，建设单位本次核技术利用建设项目是可行的。

### **建议和承诺**

1.加强辐射安全管理，培养辐射工作人员的辐射安全职业素养，严格按照操作流程进行操作。

2.按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）中的相关要求办理辐射安全许可证后方可开展使用，并在每年的 1 月 31 日前提交年度评估报告。

表 14 审 批

|             |  |    |     |
|-------------|--|----|-----|
| 下一级环保部门预审意见 |  |    |     |
|             |  | 公章 |     |
| 经办人         |  | 年  | 月 日 |

|      |  |    |     |
|------|--|----|-----|
| 审批意见 |  |    |     |
|      |  | 公章 |     |
| 经办人  |  | 年  | 月 日 |

附件 1 营业执照

|                                                                                                                                                                                                              |                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                                                                                                             |                                   |
| <b>营 业 执 照</b>                                                                                                                                                                                               |                                   |
| 统一社会信用代码<br>91440605MA56QKM593                                                                                                                                                                               | (副 本) (副本号:1-1)                   |
|                                                                                                                           |                                   |
| 扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。                                                                                                                                                                      |                                   |
| 名 称 广东文灿压铸科技有限公司                                                                                                                                                                                             | 注 册 资 本 壹亿元人民币                    |
| 类 型 有限责任公司(法人独资)                                                                                                                                                                                             | 成 立 日 期 2021年07月08日               |
| 法 定 代 表 人 唐杰雄                                                                                                                                                                                                | 经 营 期 限 长期                        |
| 经 营 范 围 一般项目：工程和技术研究和试验发展；汽车零部件研发；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；汽车零部件及配件制造；汽车零配件批发；模具制造；模具销售；工业设计服务；专业设计服务。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：货物进出口；技术进出口。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准） | 住 所 佛山市南海区里水镇白岗社区和顺大道125号B栋（住所申报） |
| 登 记 机 关                                                                                                                  |                                   |
| 2021 年 07 月 08 日                                                                                                                                                                                             |                                   |
| 国家企业信用信息公示系统网址: <a href="http://www.gsxt.gov.cn">http://www.gsxt.gov.cn</a>                                                                                                                                  |                                   |
| 市场主体应当于每年 1月1日 至 6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告                                                                                                                                                                 |                                   |
| 国家市场监督管理总局监制                                                                                                                                                                                                 |                                   |

## 附件 2 委托书

### 委托书

广州乐邦环境科技有限公司：

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》等相关法律法规的规定和广东省生态环境局的相关规定，我单位使用 X 射线装置移动探伤项目需开展辐射环境影响评价，特委托贵单位承担该项目的辐射环境影响评价工作。

根据项目的环境影响评价需要，我单位将提供项目相关的文件、技术资料，并协助贵公司现场踏勘。

有关该项目环境影响评价的其它事宜，由双方共同协商解决。

委托单位（盖章）：广东文灿压铸科技有限公司



附件：附计划配备 X 射线装置信息

| 名称     | 参数信息                           |              |                       |         |
|--------|--------------------------------|--------------|-----------------------|---------|
| 设备名称型号 | Phoenix V tome x C 型 X 射线 CT 机 |              | XR225-D 型 X 射线检测系统    |         |
| 最大管电压  | 450kV                          |              | 225kV                 |         |
| 最大管电流  | 3.3mA                          |              | 8.0mA                 |         |
| 有用线束张角 | 40°                            |              | 40°                   |         |
| 辐射野面积  | 0.5m <sup>2</sup>              |              | 0.26m <sup>2</sup>    |         |
| 滤过材料   | 3mm 铜                          |              | 0.5mm 铜               |         |
| 数量     | 1 台                            |              | 1 台                   |         |
| 防护情况   | 左侧屏蔽体<br>(主射面, 探测器一侧)          | 60mm 厚<br>铅板 | 左侧屏蔽体<br>(射线管一侧)      | 14mm 铅板 |
|        | 右侧屏蔽体<br>(射线管一侧)               | 50mm 厚<br>铅板 | 右侧屏蔽体<br>(主射面, 探测器一侧) | 14mm 铅板 |
|        | 顶部屏蔽体                          | 25mm 厚<br>铅板 | 顶部屏蔽体                 | 14mm 铅板 |
|        | 底部屏蔽体                          | 20mm 厚<br>铅板 | 底部屏蔽体                 | 14mm 铅板 |
|        | 前侧屏蔽体                          | 25mm 厚<br>铅板 | 前侧屏蔽体                 | 14mm 铅板 |
|        | 后侧屏蔽体                          | 25mm 厚<br>铅板 | 后侧屏蔽体                 | 14mm 铅板 |
|        | 防护门                            | 25mm 厚<br>铅板 | 防护门                   | 14mm 铅板 |

附件 3 检测报告



广州乐邦环境科技有限公司

# 检 测 报 告

报告编号: LBDL20240826001



项目名称: 广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置项目  
环境  $\gamma$  辐射剂量率检测

检测类别: 委托检测

委托单位: 广东文灿压铸科技有限公司

报告日期: 2024 年 09 月 03 日

乐邦环境  
LEBANG ENVIRONMENT

2024 年 09 月 03 日

## 说 明

- 1、报告无本单位报告专用章及骑缝章无效。
- 2、报告无检测人、复核人、签发人的签名无效。
- 3、报告涂改或部分复印无效。
- 4、自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样所代表的时间和空间负责。
- 5、对检测结果有异议，可在收到报告之日起一个月内向我公司提出书面复检申请，逾期不予受理。

本机构通讯资料:

单位名称: 广州乐邦环境科技有限公司

地 址: 广州市番禺区新造镇和平路1号19号仓101

电 话: 020-36298507

邮 编: 511436

## 广州乐邦环境科技有限公司

### 检 测 报 告

#### 项目概况:

建设单位: 广东文灿压铸科技有限公司  
项目地址: 佛山市南海区里水镇花园大道北侧、和顺小学路以西 2 号地块  
检测项目: 环境 $\gamma$ 辐射剂量率  
检测对象: 使用 X 射线装置项目场址及周围环境

#### 检测方法和评价依据:

《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

#### 检测仪器:

仪器名称: X- $\gamma$ 辐射剂量率仪  
仪器型号: 6150AD 6/H+6150AD-b/H  
仪器编号: 171412 (主机) +176695 (探头)  
生产厂家: AUTOMESS  
探头量程: 1nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h  
能量范围: 38keV~7MeV  
检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站  
证书编号: GRD (1) 20240389  
检定日期: 2024 年 07 月 31 日  
有效期: 1 年





|                                                                                                                                        |                                     |                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|------------|
| 检测时环境状况                                                                                                                                | 天气: 晴      温度: 31.3℃      相对湿度: 65% |                  |            |
| 检测概况                                                                                                                                   | 检测人员                                | 李明、吴雅婷           |            |
|                                                                                                                                        | 检测日期                                | 2024 年 08 月 26 日 |            |
| <b>检 测 结 果:</b><br><br>广东文灿压铸科技有限公司使用 X 射线装置项目场址及周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果如下 (详细结果见附页):<br><br>环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果为 72 nGy/h~142nGy/h. |                                     |                  |            |
| <b>报告签署:</b>                                                                                                                           |                                     |                  |            |
| 编制人                                                                                                                                    | 李明                                  | 日期               | 2024. 9. 3 |
| 复核人                                                                                                                                    | 徐旭东                                 | 日期               | 2024. 9. 3 |
| 签发人                                                                                                                                    | 吴雅婷                                 | 日期               | 2024. 9. 3 |
| <b>检测单位印章:</b><br>广州乐邦环境科技有限公司 (检验检测专用章)                                                                                               |                                     |                  |            |



附表 检测结果

| 附表 使用 X 射线装置项目场址及其周边环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果 |                        |              |     |            |
|-------------------------------------------|------------------------|--------------|-----|------------|
| 测点<br>编号                                  | 测量位置                   | 检测结果 (nGy/h) |     | 备注         |
|                                           |                        | 测量值          | 标准差 |            |
| 1                                         | X 射线装置拟安装使用位置          | 77           | 1   | 空地<br>(原野) |
| 2                                         | X 射线装置拟安装使用位置东侧 25m 处  | 75           | 1   |            |
| 3                                         | X 射线装置拟安装使用位置南侧 25m 处  | 79           | 2   |            |
| 4                                         | X 射线装置拟安装使用位置西侧 25m 处  | 79           | 1   |            |
| 5                                         | X 射线装置拟安装使用位置北侧 25m 处  | 80           | 1   |            |
| 6                                         | X 射线装置拟安装使用位置东侧 50m 处  | 95           | 3   |            |
| 7                                         | X 射线装置拟安装使用位置南侧 50m 处  | 78           | 1   |            |
| 8                                         | X 射线装置拟安装使用位置西侧 50m 处  | 72           | 2   |            |
| 9                                         | X 射线装置拟安装使用位置北侧 50m 处  | 80           | 2   |            |
| 10                                        | X 射线装置拟安装使用位置东侧和顺小学路中央 | 142          | 1   | 道路         |

注: 1、检测时仪器中心垂直向下, 距离地面约 1m 高, 每个测量点测量 10 个读数, 以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 27nGy/h;

2、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算, 换算系数采用使用  $^{137}\text{Cs}$  时作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy;

3、仪器校准因子: 0.89;

4、检测数据已根据 HJ1157-2021 中 5.5 进行修正。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 换算系数分别取如下数值: 原野和道路: 1;

附图 检测布点图

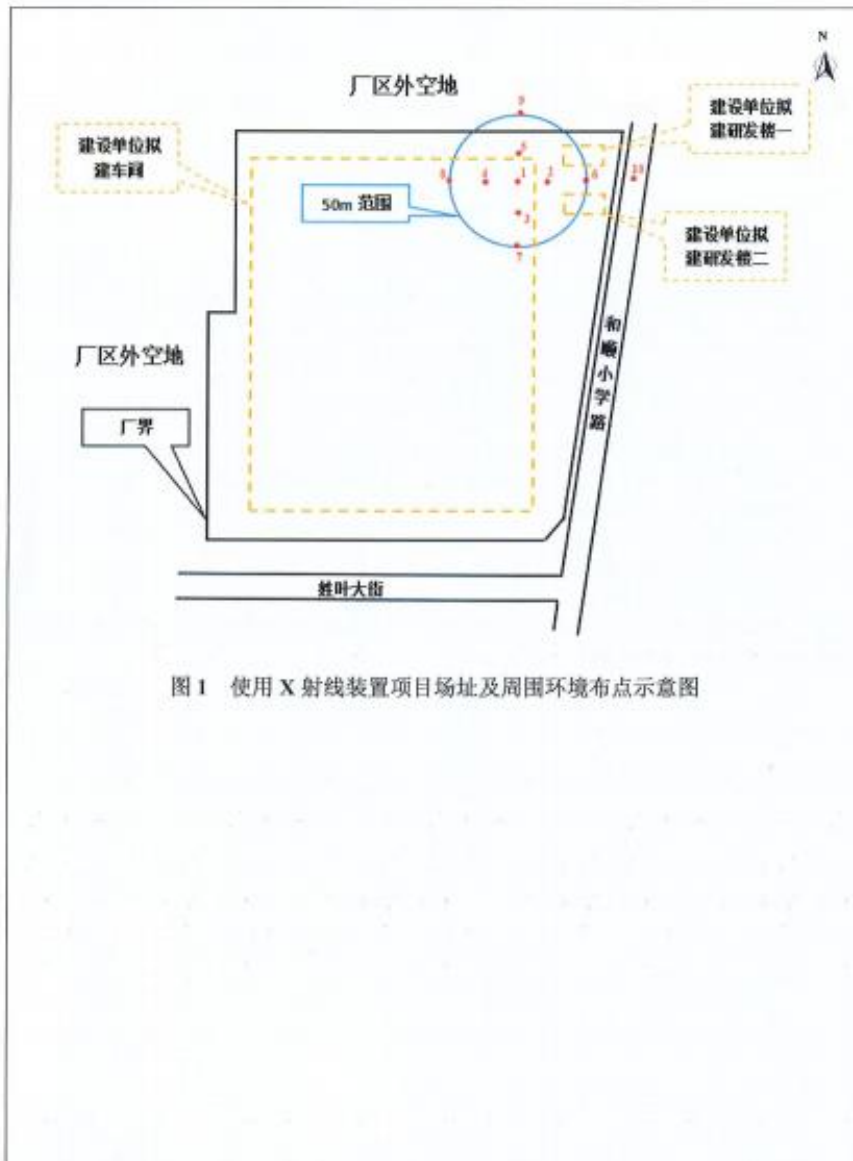


图1 使用 X 射线装置项目场址及周围环境布点示意图

\*\*\*报告结束\*\*\*

#### 附件 4 建设单位制定的相关辐射安全和防护管理制度

### 辐射防护安全管理机构及职责

为了有效和及时控制突发辐射事故，规范辐射工作防护管理和突发辐射事故的应急处理工作，提高应对辐射事故的能力，切实保障工作人员及公众的生命安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令）《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）及其他有关法律、法规的规定和职能管理部门的要求，经公司研究决定成立**辐射安全管理小组**，具体任命如下：

组长（负责人）：张璟

成员：汪水林、刘文明、杨振宇、黄云凯

#### 一、辐射安全监督领导小组职责：

1. 严格执行国家有关放射性同位素与射线装置安全和防护条例，向生态环境主管部门申报环境影响评价，申领辐射安全许可证等制度，并接受相关部门的指导和监督。
2. 规范本公司射线装置的安全管理，负责本单位射线装置的生产安全，防止辐射事故，危害公众的安全和健康。
3. 完善本单位射线装置的规章制度，检查、监督并实施。
4. 负责辐射事故的调查、分析、处理并提出整改的安全管理措施及技术措施。
5. 配合上级主管部门做好辐射工作人员体检、安全防护装置有效性测试及安全监察。

#### 二、人员职责

1. 组长职责：检查各项防护制度的落实情况，并督促各成员及工作人员认真执行安全防护制度，对不听指挥或违反防护管理的人有权停止工作。
2. 组员职责：（1）在组长的统一领导下，做好自己分管的工作，认真检查落实安全防护措施；（2）射线装置使用的管理及检查工作；（3）辐射工作人员管理：落实辐射工作人员体检，做好个人剂量检测统计，负责个人剂量档案的建立；（4）组织辐射安全与防护的培训管理、宣传教育；（5）射线装置的年度评估工作。

# 辐射防护和安全保卫管理制度

为了加强辐射安全管理，保证辐射防护工作的安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令）《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）及其他有关法律、法规的规定和职能管理部门的要求，结合我公司实际情况，制定辐射安全防护管理制度。

1、 辐射安全管理小组对射线装置的安全和防护工作实施监督管理。

2、 公司开展辐射工作应当具备下列条件：

（1）公司所使用的射线装置须符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求；

（2）所有射线装置都应张贴有电离辐射警告标示，并配有中文说明。

（3）射线装置须设置门-锁联机装置、工作指示灯等辐射安全与防护设施。

（4）从事射线装置的主要工作人员，必须参加生态环境主管部门组织的辐射工作人员上岗培训并取得合格证，具备辐射专业知识、安全防护知识、相关法律法规知识和健康条件；

（5）辐射工作人员应严格学习并落实工作各项制度，落实岗位职责，按照操作规程操作设备；

（6）严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案；

（7）配备与辐射类型和辐射水平相适应的监测仪器（如个人剂量报警仪、辐射监测仪）。

3、 公司应向生态环境主管部门申请领取许可证，新增或减少射线装置的，需要按照要求，履行相关手续，并向生态环境主管部门申请变更，该事务由辐射安全管理小组负责。

4、 在申请领取许可证前编制环境影响评价文件，报生态环境行政主管部门审查批准。环境影响评价文件中的环境影响报告书或者环境影响报告表，应当由具有相应环境影响评价资质的机构编制。使用 II 类射线装置的应当组织编制环境影响报告表；使用 III 类射线装置的，应当填报环境影响登记表。

5、 单位变更单位名称、地址、法定代表人的，应当自变更登记之日起 20 日内，

应向原发证机关申请办理许可证变更手续。

6、 辐射安全许可证有效期届满，需要延续的，应当于许可证有效期届满 30 日前，向原发证机关提出延续申请。

7、 应当建立射线装置使用台账，落实射线装置的使用情况。

8、 射线装置台账、个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存。

9、 应当对射线装置定期监测，并将监测数据和资料汇总报当地生态环境行政主管部门。

10、 每年定期对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并报原发证机关，发现安全隐患的，应当立即进行整改。年度评估报告包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

11、 发生辐射事故时，应立即启动应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、卫生主管部门报告；

12、 发生辐射事故，应立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

## 辐射工作人员、场所监测计划

一、从事射线装置操作的人员均属于辐射工作人员。操作 II 类射线装置的人员必须参加生态环境行政主管部门组织的辐射安全和防护知识的培训，使用 III 类射线装置的人员需参加我公司自行组织的培训和考核。所有辐射工作人员需了解国家相关法规与相关基本知识，取得辐射上岗培训证明；

二、公司定期组织辐射工作人员技术与安全知识的培训、考核，加强人员技能知识和能力。

三、公司定期组织相关人员进行辐射事故应急的知识培训与演习，加强员工的防护能力及对紧急事故的应对能力。

四、公司组织辐射工作人员进行个人剂量监测，每个季度出具个人剂量监测报告。并为工作建立完善的个人剂量检测档案，并终生保存。

五、辐射工作人员进行工作时，需佩戴个人剂量报警仪。

六、射线装置监测参照 GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》进行，监测标准为：周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

七、监测点位：1) 通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；2) 屏蔽体门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；3) 屏蔽体外表面 30cm 离地面高度为 1m 处，每面屏蔽体至少测 3 个点；4) 操作台。

八、检测周期和存档：

(1) 个人剂量计每季度检测一次，建立个人剂量档案，终身存档。

(2) 每年委托有资质的公司检测一次，报告作为年度评估附件，并进行存档。

(3) 公司每个月应对设备进行一次检测，并做好监测记录，每年进行汇总存档。

九、检测记录及存档：

公司严格按照国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告；对辐射工作人员进行个人剂量监测（3 个月/次）和职业健康检查（1 年/次），建立个人剂量档案和职业健康监护档案，终生保存职业照射记录。

## 辐射设备使用登记制度

为了加强对辐射设备安全和防护的监督管理，促进辐射设备的安全应用，强化相关人员的责任，保障人体健康，保护环境，制定本制度。

1、辐射设备操作人员对公司辐射设备的安全和防护工作负责，并依法对其造成的放射性危害承担责任。

2、辐射设备需单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，设备按固定资产编号后纳入工序进行管理。

3、对辐射设备贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。

4、使用辐射设备前，需对辐射设备进行安全检查，确保正常后才开始使用。设备长期运行后，首次开机应填写开机检查表，确保设备状态完好。辐射设备原则上专人专用，只有佩戴个人剂量计并取得辐射培训合格证的人员可以操作，工序应严格指定使用人员，严禁不具备资格的人员操作辐射设备，操作过程中如发现异常情况及时向相关人员报告，及时处置。

## 辐射设备检修及维护保养制度

为加强公司射线设备的管理工作，确保射线装置处于完好状态，特制定本制度。

1、 辐射设备必须由专职、专人负责管理，负责人员应了解辐射设备的安全操作规程，掌握辐射设备使用与安全情况。

2、 辐射设备使用前后应进行必要的检查、清洁保养和简单的维护，并及时填写运行记录。

3、 明确岗位职责，坚持“专人操作，专人维护”的原则，统一由动力部指定维护人员确保辐射设备安全运行。辐射设备维护做好维护记录，定期检查设备是否安全，防护装置是否齐全、可靠，并对设备进行定期校对，发现隐患及时整改，使设备保持完好状态，定期检查仪器设备的运行情况。

4、 未经批准不得拆除辐射设备。发现有损坏的情况要及时检修，并请持有资质的专业人士进行维修，维修人员须熟练掌握设备的性能、工作原理、操作规程和维护保养知识。

5、 检修过程中，必须确保放射孔关闭并有辐射监测设备进行现场检测。检测结束后，要填写情况报告，将检修后的监测结果留档，维护场所的安全防护与屏蔽等安全措施及警示标志。

6、 相关人员按规定认真做好并保存仪器设备维修记录，确保记录真实，做到备案可查。如出现重大故障，必须立即采取果断措施，防止射线泄露，并及时向单位领导汇报，启用应急预案进行处置。

# 辐射事故应急处理预案

为应对可能发生的放射事故，确保有序地事故救援工作，最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，维护正常的生产工作秩序，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和防护管理办法》等相关规定的要求，为使本单位一旦发生放射安全事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，制定本应急预案。

## 一、组织机构

1.1 本单位成立放射事件应急处理领导小组，组织、开展放射事件的应急处理工作，领导小组组成如下：

组长（负责人）：张璟

成员：汪水林、刘文明、杨振宇、黄云凯

1.2 应急处理领导小组组长职责：

（1）负责指挥协调各有关部门做好辐射事故应急响应、应急控制措施、信息通报、医疗应急、事故调查和事故处理工作；

（2）发生辐射事故后，负责立即启动本单位的应急预案，确定辐射事故等级，并确定是否及时向市环保、公安和卫生部门报告辐射事故。

1.3 应急处理领导小组组员职责：

（1）负责落实国家和省有关辐射事故应急工作的法律法规；

（2）负责组建应急救援队伍，并组织辐射事故应急响应的培训、演习工作；

（3）发现辐射事故隐患时，要及时采取措施，清除事故隐患，并详细记录备案；

（4）发生辐射事故后，负责按辐射事故应急处理领导小组的指挥立即启动本单位的应急预案，并按辐射事故应急处理领导小组的安排立即向生态环境主管部门汇报，及时采取应急措施控制事故现场，减少人员可能受到的伤害，积极配合相关部门的调查处理工作；

（5）负责迅速安置受照射人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

（6）负责应急期间的通讯联络、信息资料的接收、传递、应急通报、事故调查及后果的评价等工作。

## 二、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为：

特别重大辐射事故：指射线装置失控导致 3 人（含 3 人）以上急性死亡；

重大辐射事故：指射线装置失控导致 2 人（含 2 人）以下急性死亡或 10 人（含 10 人）以上急性重度放射病、局部器官残疾；

较大辐射事故：指射线装置失控导致 9 人（含 9 人）以下急性重度放射病、局部器官残疾；

一般辐射事故：指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射。

**根据上述分级方法，我公司可能发生的辐射事故为一般事故。**

### **三、事故类型**

1、装载门安全联锁发生故障，导致在装载门未关到位的情况下射线管出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。

2、由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射。

3、射线装置检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

### **四、事故预防**

1、射线装置操作人员定期参加有关部门举办的辐射事故应急工作的法律法规、安全操作知识、专业知识、职业卫生防护知识、应急救援知识的培训，并经考核合格方可上岗作业；

2、辐射事故应急处理领导小组定期组织放射性射线装置人员进行辐射事故应急响应演习，并做好相关的记录；

3、射线装置及其使用场所应设置明显的辐射安全标志，其入口处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；

4、射线装置使用部门定期组织专业维修人员对射线装置的防护设施进行维护和保养，维修保养前应对维修保养人员资质进行核验；

5、辐射事故应急处理领导小组定期委托第三方对射线装置进行监测；

6、定期对直接从事射线装置的操作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案；

7、定期对射线装置的安全和防护状况进行年度评估，发现安全隐患立即进行整改。

### **五、辐射事故应急运行机制**

当放射设备故障，导致异常照射；人员受到超剂量照射等异常情况下，应启动放射事故应急处理预案，应急程序包括：

1、射线装置操作人员立即终止操作，关闭操作电源，并报告现场负责人和辐射事故应急处理领导小组；

2、现场负责人负责封锁现场，切断所有可能扩大污染范围的途径，包括切断电源、在事故现场周围设置隔离带等，同时组织迅速撤离或者疏散可能受到危害的现场人员；

3、现场负责人负责立即将可能受到辐射伤害的人员送至卫生主管部门指定的医疗机构进行检查和治疗；或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施；

4、现场负责人负责保护事故现场，保留导致事故的材料、设备和工具等；

5、应急处理领导小组接到报告后通知应急人员迅速到达现场，现场处置人员应配备专业辐射防护装置，采取安全防护措施；

6、应急处理领导小组将发生的事故报公司高层，由公司高层判定所发生的辐射事故的级别，并由应急处理领导小组将发生的特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故于2小时内报生态环境主管部门，同时应急处理领导小组负责及时填报《辐射事故初始报告表》，将发生的辐射事故的类型、时间、地点、人员受害情况、事故发生的原因、事故的过程、处理进展及采取的应急措施等基本情况报市生态环境主管部门，如有人员超剂量或受伤，应及时送至医院救治。

佛山市生态环境局（联系电话：12369）

佛山市卫生部门（联系电话：120）

佛山市公安局（联系电话：110）

7、应急事故办公室负责配合相关部门进行现场调查，采取有效的措施，控制并消除辐射事故的影响；

8、应急终止后，应急处理领导小组负责实施应急评价，评价的依据：应急日志、记录、产生过程、应急行动的实际效果及产生的社会影响，并根据实践的经验，对现有的应急预案进行修订和完善。

## **六、人员培训和演习计划**

1、辐射事故相关应急人员需经过培训，培训内容包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

## **七、辐射事故的调查**

- 1、本公司发生辐射事故后，应立即成立由主要负责人为组长的事故调查组；
- 2、调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤亡情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管；
- 3、协助相关部门进行事故调查等各方面相关事宜。

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。