

核技术利用建设项目

中华人民共和国吐尔尕特海关  
组合移动式H986查验系统搬迁项目  
环境影响报告表

中华人民共和国吐尔尕特海关

2025年8月

生态环境部监制

# 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 .....              | 1  |
| 1.1 项目概况 .....                | 1  |
| 1.2 项目地理位置与周边关系 .....         | 4  |
| 1.3 原核技术利用许可情况 .....          | 8  |
| 1.4 原有核技术利用项目和本项目的依托关系 .....  | 9  |
| 1.5 原有核技术利用项目辐射管理现状分析 .....   | 9  |
| 表 2 放射源 .....                 | 10 |
| 表 3 非密封放射性物质 .....            | 10 |
| 表 4 射线装置 .....                | 10 |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....      | 11 |
| 表 6 评价依据 .....                | 12 |
| 表 7 保护目标与评价标准 .....           | 14 |
| 7.1 评价范围 .....                | 14 |
| 7.2 保护目标 .....                | 14 |
| 7.3 评价标准 .....                | 15 |
| 表 8 环境质量和辐射现状 .....           | 20 |
| 8.1 项目地理位置和场所位置 .....         | 20 |
| 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案 ..... | 20 |
| 8.3 监测点位及结果 .....             | 21 |
| 8.4 环境现状调查结果的评价 .....         | 22 |
| 表 9 项目工程分析与源项 .....           | 23 |
| 9.1 工程设备和工艺分析 .....           | 23 |
| 9.2 污染源项分析 .....              | 30 |
| 表 10 辐射安全与防护 .....            | 33 |
| 10.1 工作场所布局与分区 .....          | 33 |
| 10.2 辐射工作场所的屏蔽设计 .....        | 35 |



|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 10.3 辐射安全与防护措施 .....      | 37        |
| 10.4 辐射安全管理措施 .....       | 43        |
| 10.5 辐射安全设计符合性分析 .....    | 44        |
| 10.6 三废的治理 .....          | 46        |
| <b>表 11 环境影响分析 .....</b>  | <b>48</b> |
| 11.1 建设阶段对环境的影响 .....     | 48        |
| 11.2 运行阶段对环境的影响 .....     | 49        |
| 11.3 “三废”影响分析 .....       | 69        |
| 11.4 事故影响分析 .....         | 70        |
| <b>表 12 辐射安全管理 .....</b>  | <b>74</b> |
| 12.1 辐射安全与环境管理机构的设置 ..... | 74        |
| 12.2 辐射安全管理规章制度 .....     | 75        |
| 12.3 辐射监测 .....           | 76        |
| 12.4 环保投资估算 .....         | 78        |
| 12.5 环保措施竣工环境保护验收 .....   | 79        |
| 12.6 辐射事故应急 .....         | 80        |
| <b>表 13 结论与建议 .....</b>   | <b>82</b> |
| 13.1 结论 .....             | 82        |
| 13.2 建议与承诺 .....          | 84        |
| 附件一、环评委托书 .....           | 错误！未定义书签。 |
| 附件二、辐射安全许可证 .....         | 错误！未定义书签。 |
| 附件三、原有核技术利用项目 .....       | 错误！未定义书签。 |
| 附件四、辐射安全管理领导小组文件 .....    | 错误！未定义书签。 |
| 附件五、相关规章制度文件 .....        | 错误！未定义书签。 |
| 附件六、个人剂量检测报告 .....        | 错误！未定义书签。 |
| 附件七、辐射安全与防护培训合格证书 .....   | 错误！未定义书签。 |
| 附件八、环境本底检测报告 .....        | 错误！未定义书签。 |

**表 1 项目基本情况**

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                       |             |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| 建设项目名称      |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 中华人民共和国吐尔尕特海关组合移动式H986查验系统搬迁项目                                                                                             |                                                                                                                                                             |                       |             |
| 建设单位        |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 中华人民共和国吐尔尕特海关                                                                                                              |                                                                                                                                                             |                       |             |
| 法人代表        | 李卓                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 联系人                                                                                                                        | 郑佳颖                                                                                                                                                         | 联系电话                  | 13970474965 |
| 注册地址        |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州吐尔尕特口岸                                                                                                        |                                                                                                                                                             |                       |             |
| 项目建设地点      |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州乌恰县吐尔尕特口岸海关国门                                                                                                 |                                                                                                                                                             |                       |             |
| 立项审批部门      |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                             | 批准文号                  | /           |
| 建设项目总投资（万元） | 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 项目环保投资（万元）                                                                                                                 | 220                                                                                                                                                         | 投资比例（环保投资/总投资）        | 22.0%       |
| 项目性质        |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |                                                                                                                                                             | 占地面积（m <sup>2</sup> ） | 1080        |
| 应用类型        | 放射源                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | <input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类        |                       |             |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> I 类（医疗使用□） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 |                       |             |
|             | 非密封放射性物质                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物                                                                                                                        |                       |             |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | /                                                                                                                                                           |                       |             |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙                                                                                                       |                       |             |
|             | 射线装置                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                                |                       |             |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                                |                       |             |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> 使用                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                     |                       |             |
|             | 其他                                                                                                                                                                                                                                                                                          | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                             |                       |             |
|             | <p><b>1.1 项目概况</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位概况</b></p> <p>中华人民共和国吐尔尕特海关，简称“吐尔尕特海关”，是由中华人民共和国在吐尔尕特口岸设立的进出关境监督管理机关，是中华人民共和国乌鲁木齐海关的隶属机构。吐尔尕特海关主要职责为承担吐尔尕特口岸进出境运输工具、货物、物品及人员的征税、监管、缉私、出入境检验检疫、统计等工作；承担吐尔尕特海关干部队伍建设、基层党建、准军事化建设、宣传思想文化等工作等。内设办公室（党委组织宣传部）、综合业务科、监管科、查检一科、查检二科等机构。完成乌鲁木齐海关交办的其他工作。</p> |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                       |             |

### 1.1.2 项目建设规模

中华人民共和国吐尔尕特海关拟在克孜勒苏柯尔克孜自治州乌恰县吐尔尕特口岸新建国门查验大厅，该国门查验大厅包含一座 H986 检查大厅（以下简称“检查大厅”）和控制室，将吐尔尕特原国门查验大厅的一套 H986 检查系统搬迁至新址使用，该系统使用 1 套由同方威视技术股份有限公司自主研发生产的 MB1215DE（BX）型货物/车辆检查系统（以下简称“检查系统”），根据《射线装置分类办法》，本项目检查系统属于 II 类射线装置。

新建检查大厅为南北走向的长方形区域，长 80m，宽 13.5m，占地面积约为 1080m<sup>2</sup>，净高为 9.0m。检查系统加速器主束方向为北偏西方向，为方便描述，下文均按主束方向为“正西方向”进行描述。项目建设内容详见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容一览表

| 工程名称 | 工程内容                         | 工程功能或规模                                                                                                                                                                                                                                                                    | 备注 |
|------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 主体工程 | 搬迁一套 MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统 | 拟搬迁一套 MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统，系统设置两套射线源系统，加速器扇形 X 射线束逐层透视被检物体，对物体内部结构清晰成像。三台 X 光机射束分别对被检物体侧面和顶部进行扫描，物体表面清晰成像。系统将两种成像的特点相结合，使得违禁品更加容易被查验。主要包括射线源分系统、探测器分系统、图像获取分系统、扫描控制分系统、扫描装置分系统、运行检查分系统、辐射防护设施。其中辐射防护设施包括加速器和探测器屏蔽体、扫描通道墙及相关屏蔽设施和用以保证人员安全的辐射安全联锁装置。                      | /  |
| 配套工程 | 检查大厅                         | 建筑面积 1080m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                    | /  |
| 公用工程 | 供配电系统                        | 本项目位于吐尔尕特口岸新建国门查验大厅，本项目供配电系统依托国门查验大厅供配电系统、给排水系统和通信系统。                                                                                                                                                                                                                      | /  |
|      | 给排水系统                        |                                                                                                                                                                                                                                                                            | /  |
|      | 给排水系统通讯系统                    |                                                                                                                                                                                                                                                                            | /  |
| 环保工程 | MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统自屏蔽系统 | 加速器自屏蔽措施如下：①加速器舱：加速器舱采用铅钢相夹的多层屏蔽结构，四周均采用 20mm 钢夹 15mm 铅。②准直器：采用屏蔽铅厚度达 160mm。③垂直探测器臂四周屏蔽：采用铅钢多层屏蔽的方案，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅，后墙采用 20mm 钢夹 210mm 铅。④水平探测器：探测器臂背后采用 20mm 钢夹 50mm 铅，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅。⑥检查通道两侧：探测器两侧通道墙采用 50mm 厚钢。X 光机自屏蔽措施如下：X 光机四周均为 10mm 钢夹 12mm 铅（包括探测器）。 | /  |
|      | 辐射安全设施                       | 检查系统拟设置辐射安全联锁与警示设施，包括系统出束安全联锁钥匙开关、门联锁、急停按钮或急停拉线、警灯警铃、监视装置及其他安全辅助设备。                                                                                                                                                                                                        | /  |

|      |     |                                     |   |
|------|-----|-------------------------------------|---|
| 依托工程 | 控制室 | 控制室依托吐尔尕特口岸新建国门查验大厅，位于新建国门查验大厅的东南侧。 | / |
|------|-----|-------------------------------------|---|

本项目依托的新建国门查验大厅，属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》中四十四、房地产业：97 办公用房，且该项目不涉及环境敏感区域，可不进行环境影响评价。

MB1215DE（BX）型货物/车辆检查系统包含以下核心组件：

1.安全检查用加速器：产生扇形 X 射线束，逐层透视被检物体，清晰呈现其内部结构；

2.3 台车辆检查用 X 光机射线装置：分别从侧面和顶部对被检物体进行扫描，清晰呈现其表面状况。MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统的主要性能参数详见表 1-2。

**表 1-2 MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统主要性能参数**

| 项目       | 指标及参数                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 加速器                                                                           | 背散装置                                                                                                                                                                                                                                              |
| 射线源      | 交替双能电子直线加速器                                                                   | 三台 X 光机                                                                                                                                                                                                                                           |
| 能量       | 6/3MeV                                                                        | 最大管电压：225kV<br>最大管电流：13.3mA                                                                                                                                                                                                                       |
| X 射线剂量率  | 在束流的中心轴方向上，距离靶点 1m 远处 X 射线剂量率为 233mSv/min（ $1.4 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ ） | $5\text{mSv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ （过滤材料为 3mm 铜片辐射防护导论 343 页，查询而得），经计算而得 1m 处输出量为 $3.99 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，根据厂家提供资料，本项目 X 光机输出量占空比为 0.004，因此，本项目 X 光机 1m 处剂量率为 $1.60 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ |
| 主射线束宽度   | 在束流的中心轴方向上，距离靶点 1m 远处主射线束宽度 2mm                                               | 在束流的中心轴方向上，距离靶点 1m 远处主射线束宽度 2mm                                                                                                                                                                                                                   |
| 射线束角度    | 47°                                                                           | 47°                                                                                                                                                                                                                                               |
| 泄漏剂量率    | 加速器的辐射泄漏率小于 $2 \times 10^{-5}$                                                | X 光机的辐射泄漏率小于 $1 \times 10^{-3}$                                                                                                                                                                                                                   |
| 扫描速度     | 0.4m/s                                                                        | 0.4m/s                                                                                                                                                                                                                                            |
| 检查车辆最大尺寸 | 25m（长）×2.8m（宽）×4.8m（高）                                                        | 25m（长）×2.8m（宽）×4.8m（高）                                                                                                                                                                                                                            |
| 扫描方式     | 主动扫描，被检物体不动，扫描装置移动（仅此一种扫描装置）                                                  | 主动扫描，被检物体不动，扫描装置移动（仅此一种扫描装置）                                                                                                                                                                                                                      |
| 主射方向     | 主射方向由东向西                                                                      | 主射方向：由上向下、由东向西、由西向东                                                                                                                                                                                                                               |

**1.1.3 目的和任务的由来**

因现有国门查验大厅主体老化，外部彩钢板存在脱落隐患，且人车通道数量不足，为优化吐尔尕特口岸功能布局，进一步提升海关、边防检查的监管效能与效率，有效提升进出口货物及运输车辆的总体监管水平，提高通关效率，降低人工安检作业量和劳动强度，

并有力打击走私犯罪，中华人民共和国吐尔尕特海关决定在原国门查验大厅南侧 300 米处新建一座国门查验大厅，并将原国门查验大厅的 H986 检查系统搬迁至新址中的 H986 检查大厅内继续使用。

根据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的相关规定，建设地点重新选址属于重大变动，需重新编制环境影响评价报告。

根据原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会《关于发布〈射线装置分类〉的公告》的规定，检查系统属于安全检查用加速器，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）》的现有规定，本项目符合“五十五、核与辐射”大类下“172、核技术利用建设项目”一栏中“生产、使用 II 类射线装置的”的具体内容。因此，该项目应编制环境影响报告表。

为此，吐尔尕特海关委托我公司承担该项目的环境影响评价工作（委托书见附件一）。在接受委托后，环评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。

## 1.2 项目地理位置与周边关系

### 1.2.1 建设单位地理位置

吐尔尕特海关地址位于克孜勒苏柯尔克孜自治州乌恰县吐尔尕特口岸，地理位置图见图 1-1。吐尔尕特口岸国门建设项目在克孜勒苏柯尔克孜自治州乌恰县边界线上，距县城 75 公里，紧邻边境线。

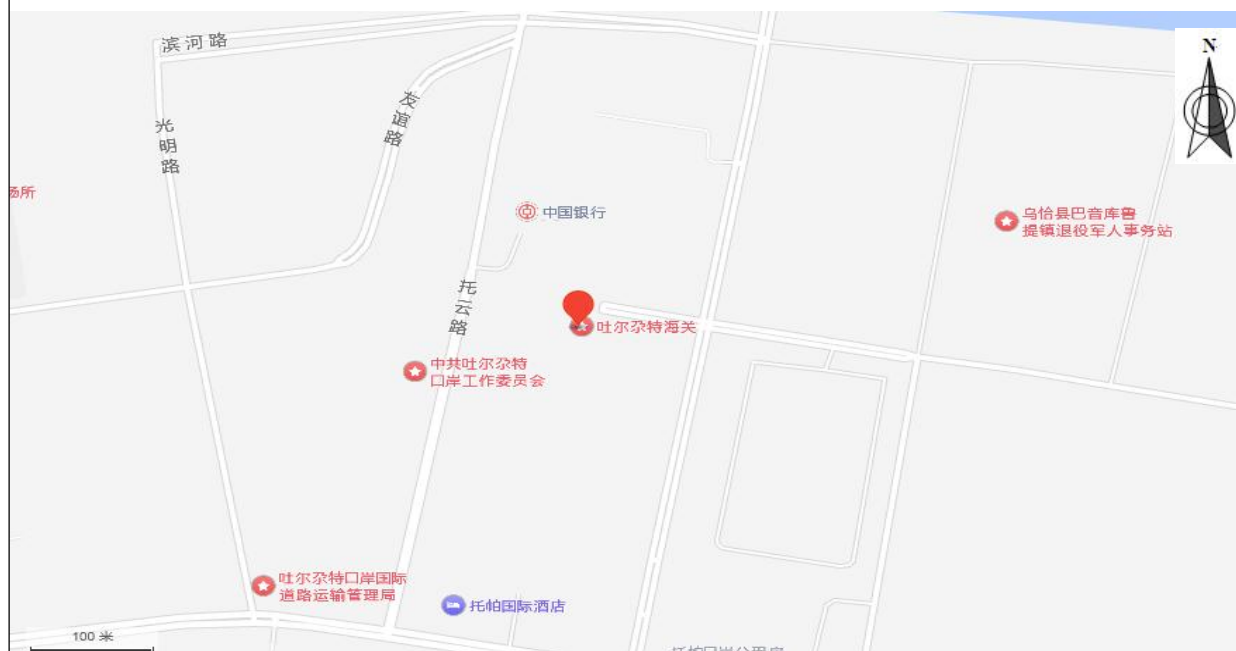


图 1-1 中华人民共和国吐尔尕特海关地理位置图

### 1.2.2 项目周边关系及建设现状

本项目位于吐尔尕特口岸拟建国门查验大厅建设项目中的 H986 检查大厅，检查大厅为南北走向的长方形区域，南北两侧为车辆出入口，待检车辆进入国门查验大厅后停在检查区，扫描时检查系统射线由东向西照射。东侧为车辆入境综合查验通道（未来规划为 H986 检查大厅，不在本次评价范围内），东南侧为国门查验大厅办公区，西侧为停车区。本项目建设地点周边空旷，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等区域。建设项目中心位置地理坐标为：东经：75°23'30.9181"，北纬：40°30'30.2382"，拟建国门查验大厅地理位置见图 1-2、拟建国门查验大厅平面布局见图 1-3，拟建国门查验大厅周边环境见图 1-4，H986 检查大厅平面布局见图 1-5。



图 1-2 拟建国门查验大厅地理位置图

（本页以下空白）





图 1-3 拟建国门查验大厅平面布局图



图 1-4 拟建国门查验大厅周边环境示意图

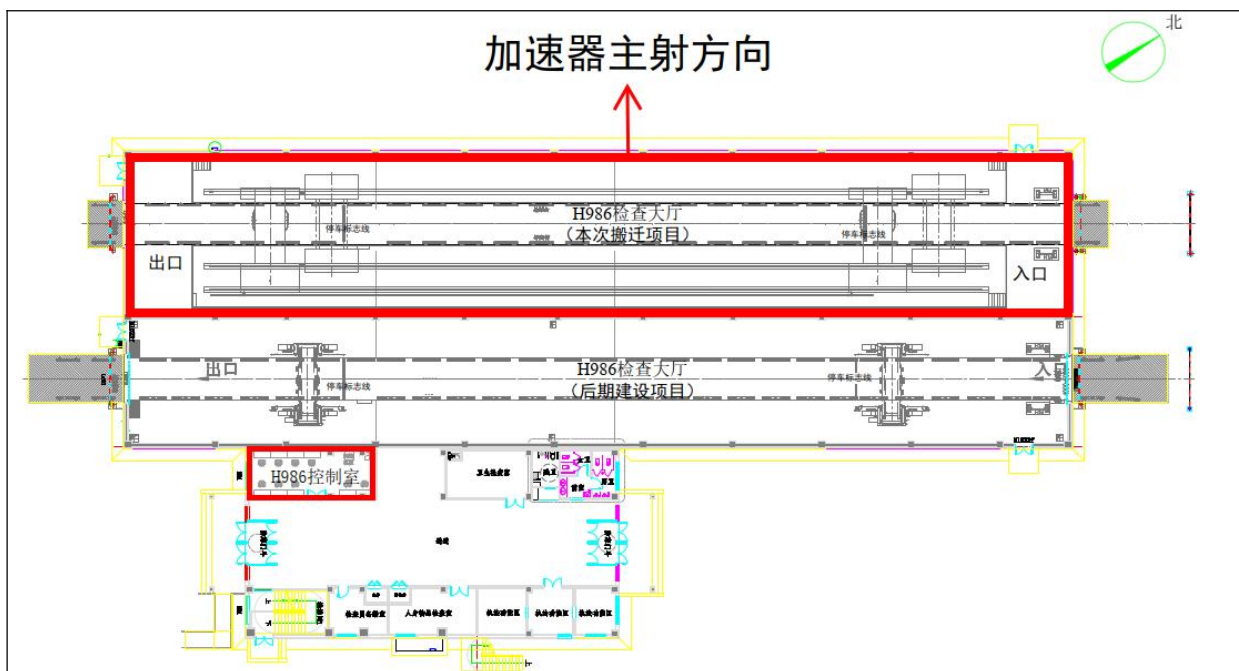


图 1-5 H986 检查大厅平面布局图

### 1.2.3 选址合理性分析

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围为：检查大厅边界外 50m 的区域。

本项目检查系统安装在检查大厅内，检查系统与其他非放射性工作场所隔开，且具有单独出入口，符合辐射防护的要求，50m 评价范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等区域。

项目评价范围内主要保护目标为本项目工作人员、检查站工作人员及待检车辆司机及乘载人员，根据本次环评分析结论，检查大厅边界周围剂量当量率均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；项目工作人员及周围公众人员年受照辐射剂量可以达到相应的剂量约束值，本项目扫描系统不会对周围环境及环境保护目标产生明显影响。

综上所述，在正常运行情况下，项目运营对周围的辐射环境无明显影响，从辐射安全和防护角度分析，本项目选址是合理的。

### 1.2.4 产业政策合理性分析

本项目的应用目的为通关车辆和集装箱安全检查，符合海关安全监管政策的要求。经对照《产业结构调整指导目录（2024 年版）》，第六项核能中第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”可知，本项目属于国家鼓励类，因此本项目的建设符合国家产业政策要求。

### 1.2.5 项目建设的正当性评价

吐尔尕特海关使用检查系统对集装箱货物、集装箱夹层、偷渡藏匿等实现不开箱检查，减少人工安检工作量和劳动强度。建设单位在采取辐射防护措施的情况下，可以确保工作人员和公众产生的附加辐射剂量可以控制在根据最优化原则设置的剂量约束值以下，项目实施获得的利益远远大于所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射防护“实践正当性”要求。

### 1.3 原核技术利用许可情况

中华人民共和国吐尔尕特海关现持有辐射安全许可证，证书编号为：新环辐证[01297]（见附件二），发证日期为：2024年11月13日，有效期至：2029年3月24日；许可种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。其中使用2台Ⅱ类射线装置，分别为吐尔尕特 H986 查验场地 MB1215BS 组合移动式集装箱/车辆检查系统、吐尔尕特国门查验大厅 MB1215DE（BX）组合移动式集装箱/车辆检查系统（本项目拟搬迁检查系统）；1台Ⅲ类人体 X 光机射线装置位于吐尔尕特口岸联检大厅入境通道。

表1-5 许可射线装置一览表

| 序号 | 活动种类和范围  |                |    |      |    |
|----|----------|----------------|----|------|----|
|    | 辐射活动场所名称 | 装置分类名称         | 类别 | 活动种类 | 数量 |
| 1  | H986查验场地 | 安全检查用加速器       | Ⅱ类 | 使用   | 1  |
| 2  | 国门查验大厅   | 安全检查用加速器       | Ⅱ类 | 使用   | 1  |
| 3  | 联检大厅入境通道 | 人体安全检查用 X 射线装置 | Ⅲ类 | 使用   | 1  |

吐尔尕特 H986查验场地使用的1台 MB1215BS 组合移动式集装箱/车辆检查系统于2012年2月26日取得原新疆维吾尔自治区环境保护厅的批复（批复文号：新环函〔2012〕226号）。由于验收时间较早，在人员交接过程中验收资料不慎遗失。

吐尔尕特国门查验大厅使用的1台 MB1215DE（BX）集装箱/车辆检查系统于2017年7月24日取得新疆维吾尔自治区环境保护厅的批复（批复文号：新环函〔2017〕1122号），由于该环评未考虑 MB1215DE（BX）集装箱/车辆检查系统的背散的3台 X 光机，重新编制环评并于2024年10月9日取得新疆维吾尔自治区生态环境厅的批复（新环审〔2024〕214号）。于2024年11月4日重新申领辐射安全许可证，因计划搬迁，原定验收工作尚未开展，待设备在新址完成迁移并重新调试稳定后，将立即按程序组织开展验收工作。

1台Ⅲ类人体 X 光机射线装置于2024年8月28日履行环境影响备案登记表手续（备案号

202465302400000030)。

#### 1.4 原有核技术利用项目和本项目的依托关系

本项目不新增辐射工作人员，依托现有 7 名辐射工作人员，均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，成绩均合格。

本项目投入使用后仍沿用吐尔尕特海关制定的原有的规章制度。

#### 1.5 原有核技术利用项目辐射管理现状分析

##### (1) 辐射防护管理机构

为加强辐射环境防护安全管理，吐尔尕特海关已成立辐射防护管理小组并配备专职辐射防护管理人员，明确职责，制定辐射事件应急处理措施。

##### (2) 辐射安全管理制度建立和执行情况

吐尔尕特海关已制定有一套管理制度和操作规程，包括《辐射事故应急管理办法》《辐射防护安全操作规程》《工作人员岗位职责》《控制岗位》《辐射防护制度》《安全保卫制度》《设备检修维护制度》《个人剂量管理制度》《工作人员健康管理制度》《工作人员培训计划》《台账管理制度》《检测方案》等一系列规章制度，并严格按照规章制度执行，截至目前未发生过辐射安全事故。

##### (3) 辐射工作人员持证上岗情况

吐尔尕特海关现有 11 名辐射工作人员，本项目依托现有辐射工作人员中的 7 人，7 人均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，成绩均为合格。

##### (4) 个人剂量监测情况

本项目吐尔尕特海关 7 名辐射工作人员均配备有个人剂量计，个人剂量检测报告见附件六。辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，建立剂量健康档案并存档，个人剂量计每三个月送检一次，严格执行辐射监测计划，以保护工作人员和控制对周围环境的影响。

(5) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，吐尔尕特海关每年对核技术利用建设项目辐射工作场所进行检测，检测报告存档。

(6) 对于原有核技术利用项目和本项目投入使用后，吐尔尕特海关应每年对本单位使用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。



**表 2 放射源**

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|-------------------------|----|------|----|------|---------|----|
| /  | /    | /                       | /  | /    | /  | /    | /       | /  |

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

**表 3 非密封放射性物质**

| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 活动种类 | 实际日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|------------|----|------|------|---------|
| /  | /    | /    | /    | /             | /             | /          | /  | /    | /    | /       |

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

**表 4 射线装置**

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

| 序号 | 名称        | 类别 | 数量  | 型号            | 加速粒子 | 最大能量 (MeV) | 额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)           | 用途       | 工作场所  | 备注 |
|----|-----------|----|-----|---------------|------|------------|----------------------------------|----------|-------|----|
| 1  | H986 检查系统 | II | 1 台 | MB1215DE (BX) | 电子   | 6          | 距靶 1m 的等中心处的 X 射线辐射剂量率为 14.1Gy/h | 集装箱/车辆检查 | 检查大厅内 | 无  |

（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 光机 | II | 3  | GX225-2/6 | 225        | 13.3       | 集装箱/车辆检查 | 检查大厅内 | 共 3 台，集成在检查系统上 |

(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) | 最大靶电流<br>( $\mu$ A) | 中子强度<br>(n/s) | 用途 | 工作<br>场所 | 氡靶情况    |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|---------------|---------------------|---------------|----|----------|---------|------|----|----|
|    |    |    |    |    |               |                     |               |    |          | 活度 (Bq) | 贮存方式 | 数量 |    |
| /  | /  | /  | /  | /  | /             | /                   | /             | /  | /        | /       | /    | /  | /  |

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称 | 状态 | 核素名称 | 活度 | 一次排放量<br>(Bq) | 年排放总量<br>(Bq) | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向                                                                                                               |
|----|----|------|----|---------------|---------------|-------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 臭氧 | 气态 | —    | —  | 少量            | 少量            | 低     | 不暂存  | 当地大气环境                                                                                                             |
| 废靶 | 固态 | —    | —  | —             | —             | —     | 不暂存  | 根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 要求，对废靶进行 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，送交有资质的单位收贮。 |

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用kg。

2.含有放射性废物要注明其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法<br>规<br>文<br>件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订）（国务院令第 682 号 2017 年 7 月 16 日施行）</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日起施行，2019 年 3 月 2 日第二次修订）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第18号令，2011 年5月1日施行）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 7 号，2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(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、2017 年 12 月 5 日发布）；</p> <p>(10) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》（新疆维吾尔自治区人民政府令第 192 号，2015 年 7 月 1 日起施行）；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）；</p> <p>(12) 《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）；</p> <p>(13) 《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，2024 年 2 月 1 日起施行）；</p> <p>(14) 《关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知》（环办辐射函〔2025〕313 号，2025 年 8 月 29 日发布）。</p> |
|                  | <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>技<br/>术<br/>标<br/>准</p> | <p>(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)；</p> <p>(3)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(4)《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)；</p> <p>(5)《辐射型货物和(或)车辆检查系统》(GB/T19211-2015)；</p> <p>(6)《海关辐射型货物和(或)车辆检查系统第1部分：通用要求》技术(HS/T67.1-2021)；</p> <p>(7)《海关辐射型货物和(或)车辆检查系统第2部分：组合移动式检查》(HS/T67.2-2021)；</p> <p>(8)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(9)《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(10)《室内空气质量标准》(GB/T18883-2022)；</p> <p>(11)《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》(T/BSRS052-2021)。</p> |
| <p>其<br/>他</p>             | <p>(1)环境影响评价委托书；</p> <p>(2)《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》(1989年)；</p> <p>(3)《Radiation Protection Design Guidelines for 0.1-100MeV Particle Accelerator Facilities》(NCRP Report No.51)；</p> <p>(4)《辐射防护导论》(方杰主编，原子能出版社，1991)；</p> <p>(5)建设单位提供的其他相关资料。</p> <p>(本页以下空白)</p>                                                                                                                                                                                                                                      |



表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 的有关规定, 结合项目特点, 本项目评价范围确定为检查大厅边界外50m 的范围, 主要包括控制室操作员、图像分析人员及扫描厅出入口引导员等职业操作人员, 等候司机、检查站工作人员及周围偶尔经过的人员等公众, 评价范围见图7-1。

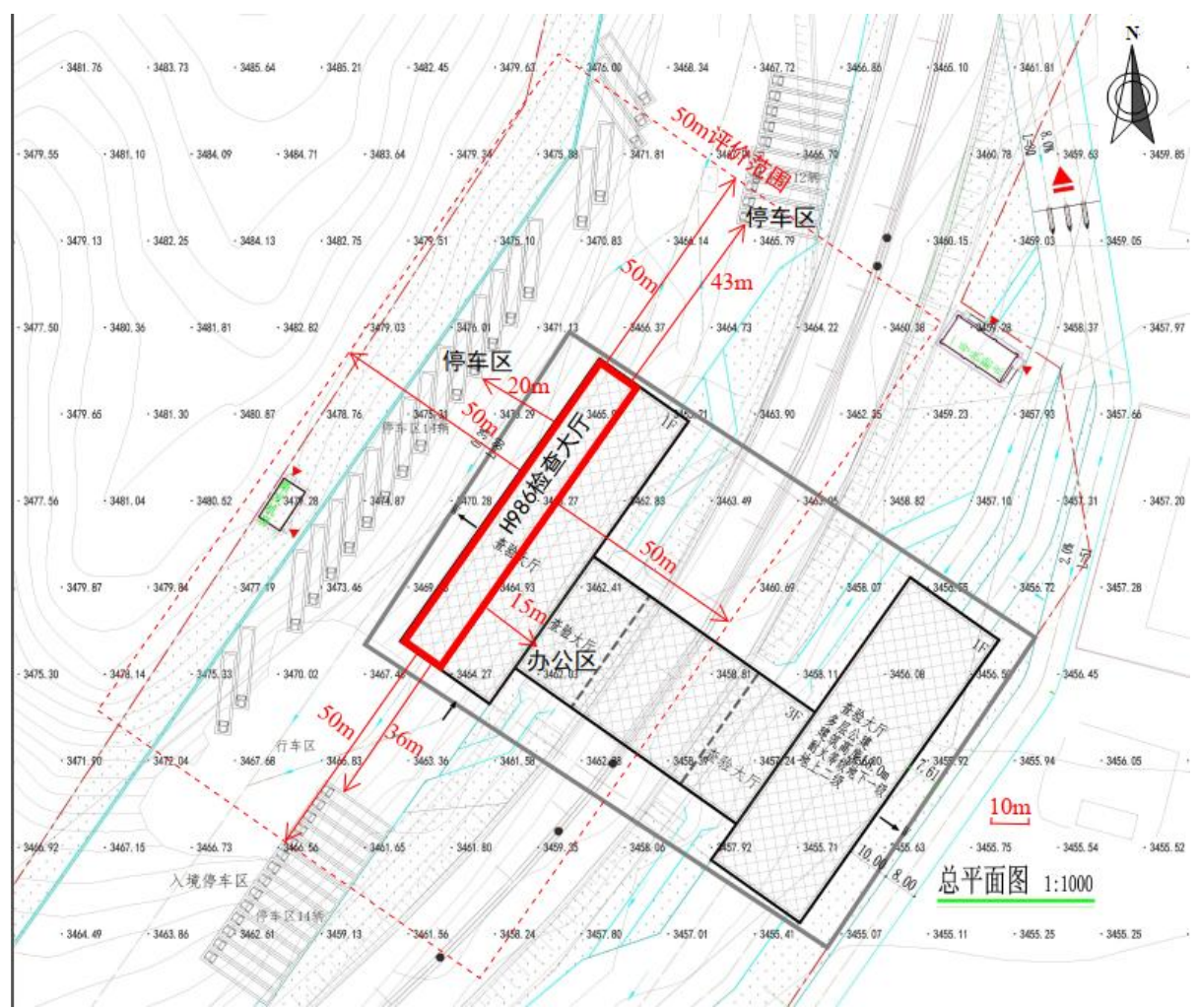


图7-1评价范围（实体边界外50m）

7.2 保护目标

本项目主要辐射环境影响源为一台 MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统, 主要环境保护目标有控制室工程师、操作员, 扫描厅出入口引导员等职业操作人员, 等候司机、检查站工作人员及周围偶尔经过的人员等公众。

本次评价范围为检查大厅周围 50m 范围, 评价范围内的环境保护目标详见表 7-1。

表7-1环境保护目标

| 关注区域         | 保护对象      | 人数            | 方位 | 与检查大厅<br>边界距离 (m) | 人员类别 |
|--------------|-----------|---------------|----|-------------------|------|
| 办公区          | 工程师、操作员   | 4 人           | 西侧 | 20-50             | 职业   |
| 检查大厅周边       | 引导员       | 3 人           | 四周 | 15                |      |
| 停车区          | 司机        | 约 300 人/天     | 四周 | 15                | 公众   |
| 车辆入境<br>检查通道 | 其他工作人员、公众 | 约 300~400 人/天 | 东侧 | 紧邻                |      |
| 办公区          | 其他工作人员    | 约 20 人        | 西侧 | 20-50             |      |

## 7.3 评价标准

### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）（节选）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

#### （1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

4.3.3.2 防护与安全最优化的过程，可以从直观的定性分析一直到使用辅助决策技术的定量分析，但均应以某种适当的方法将一切有关因素加以考虑，以实现下列目标：

a) 相对于主导情况确定出最优化的防护与安全措施，确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性；

b) 根据最优化的结果制定相应的准则，据以采取预防事故和减轻事故后果的措施，从而限制照射的大小及受照的可能性。

#### （2）职业照射和公众照射的年剂量限值

##### ①职业照射剂量限值

a) 连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

##### ②公众照射剂量限值

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，若 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效

剂量可提高到 5mSv。

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用年剂量管理约束值如下：

- a) 检查系统辐射工作人员采用年剂量限值的 1/4，即 5mSv/a 作为年剂量管理约束值。
- b) 公众人员采用 0.1mSv/a 作为年剂量管理约束值。

## 2、《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）

本标准规定了货物/车辆辐射检查系统（以下简称检查系统）的辐射水平控制、安全设施、操作、监测与检查等放射防护要求。

本标准适用于采用下列类型的辐射对货物、运输车辆、货运列车进行扫描成像的检查系统：

- 加速器（最大电子能量小于 10MeV）产生的 X 射线；
- 密封放射源释放的 $\gamma$ 射线；
- （D，D）和（D，T）反应产生的快中子。

本标准不适用于采用 X 射线机的检查系统、背散射式的检查系统及计算机断层扫描检查系统。

### 4 检查系统分类

#### 4.2 按结构形式分类：

a) 固定式检查系统：辐射源和探测器系统固定不动，移动被检物通过有用线束区实现辐射成像的检查系统。检查系统的辐射屏蔽通常采用建筑物屏蔽或围栏等方法；

b) 移动式检查系统：被检物固定不动，辐射源和探测器系统围绕被检物移动实现辐射成像的检查系统。检查系统的辐射屏蔽可采用自屏蔽、围栏或建筑物屏蔽等方法，可以在不同检查场地移动使用。

### 6.1 个人剂量

检查系统工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应符合 GB18871 的要求，并制定年剂量管理目标值。

### 6.2 辐射源箱的泄漏辐射水平

### 6.2.1 加速器辐射源箱

无建筑物屏蔽的移动式检查系统中的加速器辐射源箱，加速器泄漏率应不大于  $2 \times 10^{-5}$ ；其他情况下应不大于  $1 \times 10^{-3}$ 。

## 6.3 场所辐射水平

### 6.3.1 边界周围剂量当量率

检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

### 6.3.3 控制室周围剂量当量率

检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于  $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 。

## 7 辐射安全设施要求

### 7.1 安全联锁装置

#### 7.1.1 出束控制开关

在检查系统操作台上应装有出束控制开关。只有当出束控制开关处于工作位置时，射线才能产生或出束。

#### 7.1.2 门联锁

所有辐射源室门、进入控制区的门及辐射源箱体外防护盖板等应设置联锁装置，与辐射源安装在同一辆车上的系统控制室的门也应设置联锁装置。上述任一门或盖板打开时，射线不能产生或出束。

#### 7.1.3 紧急停机装置

在检查系统操作台、辐射源箱体等处应设置标识清晰的紧急停机装置，例如急停按钮、急停拉线开关等，可在紧急情况下立即中断辐射源的工作。当任一紧急停机装置被触发时，检查系统应立即停止出束，并只有通过就地复位才可重新启动辐射源。

#### 7.1.4 加速器输出剂量联锁

X 射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时，加速器应能自动停止出束。

### 7.2 其他安全装置

#### 7.2.1 声光报警安全装置

检查系统工作场所应设有声光报警安全装置以指示检查系统所处的状态，至少应包

括出束及待机状态。当检查系统出束时，红色警灯闪烁，警铃示警。

#### 7.2.2 监视装置

检查系统辐射工作场所应设置监视用摄像装置，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。

#### 7.2.3 语音广播设备

在检查系统操作台上应设置语音广播设备，在辐射工作场所内设置扬声器，用于提醒现场人员注意和撤离辐射工作场所。

#### 7.2.4 辐射监测仪表

根据检查系统特点，配备以下合适的辐射监测仪表：

- a) 个人剂量报警仪和剂量率巡检仪；
- b) 在 X 射线检查系统的加速器出束口处应配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，并在检查系统操作台上显示输出剂量率；
- c)  $\gamma$ 射线检查系统的辐射源箱应配备剂量报警装置，当放射源泄漏导致剂量超出报警阈值时能实时报警。

### 7.3 有司机驾驶的货运车辆的检查系统的附加要求

#### 7.3.1 司机自动避让及保护措施

检查系统应设置避让及保护措施，避免司机受到有用线束照射。这些措施至少应包括：

- a) 判断进入检查通道是否为车辆的设施：只有当允许类型的被检车辆驶入检查通道时，检查系统才能出束；行人通过检查通道时，检查系统不能出束；
- b) 车辆位置自动探测设施：控制检查流程并确保司机驾驶位置已经驶离控制区后系统才能出束；
- c) 车速自动探测、停车、倒车保护设施：在车速低于允许的最低速度，以及停车、倒车情况下，检查系统均不能出束或立即停止出束；
- d) 出束时间保护措施：检查系统连续出束时间达到预定值时，应自动停止出束。

#### 7.3.2 警示标识

辐射工作场所应醒目设置以下警示标识：



a) 可检车型或禁检车型的警示：提醒和正确引导司机，可检车辆正常通行，其他车辆禁止通行；

b) 限速标识：明确车辆通行速度的上限和下限；

c) 保持车距警示：提醒待检车辆司机与前车保持一定距离，避免意外情况发生；

d) “禁止停车、禁止倒车”“禁止箱内有人”等警示：警示司机防止货厢内人员被误照射；

e) 禁止穿行警示：禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。

#### 7.4 有司机驾驶的货运列车的检查系统的附加要求

##### 7.4.1 司机自动避让及保护措施

检查系统应设置避让及保护措施，避免司机受到有用线束照射。这些措施至少应包括：

a) 货运列车自动识别设施：只有当允许类型的货运列车通过检查通道时，检查系统才能出束检查；客运列车或行人通过检查通道时，检查系统不能出束；

b) 列车位置自动探测设施：控制检查流程并确保司机驾驶位置已经驶离控制区后检查系统才能出束；

c) 车速自动探测及停车保护设施：当车速低于允许的最低速度或停车情况下检查系统不能出束或立即停止出束；

d) 出束时间保护措施：检查系统连续出束时间超出预定值时，应自动停止出束。

##### 7.4.2 警示标识

辐射工作场所应醒目设置以下警示标识：

a) 限速标识：明确车辆通行速度的上限和下限；

b) 禁止穿行警示：禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。

（本页以下空白）

表 8 环境质量和辐射现状

## 8.1 项目地理位置和场所位置

吐尔尕特海关注册地址位于新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州吐尔尕特口岸。吐尔尕特海关的地理位置图见图 1-1。H986 检查大厅拟建场所位于新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州乌恰县吐尔尕特口岸海关国门查验大厅，地理坐标为：东经：75°23'30.9181"，北纬：40°30'30.2382"。

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价委托新疆智检汇安环保科技有限公司对拟建 H986 检查大厅及周边环境进行了辐射环境本底水平检测，检测报告（见附件八）。

## 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

### 8.2.1 环境现状评价对象

拟建检查大厅及周边环境。

### 8.2.2 监测因子

环境  $\gamma$  辐射剂量率。

### 8.2.3 监测方案

- 1、监测单位：新疆智检汇安环保科技有限公司
- 2、监测日期：2025 年 7 月 28 日
- 3、监测方式：现场监测
- 4、监测依据：《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）  
《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021
- 5、天气环境条件：天气：晴；温度：15.3℃；相对湿度：31%RH
- 6、监测报告编号：ZJHA2025083 号
- 7、监测设备：

| 仪器名称                             | 仪器型号      | 仪器编号      | 检定/校准证书                | 检定/校准有效                   |
|----------------------------------|-----------|-----------|------------------------|---------------------------|
| 环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射<br>空气比释动能率仪 | RJ32-3602 | RJ3200188 | 校准字第<br>202502107205 号 | 2025.02.14-<br>2026.02.13 |

### 8.2.4 质量保证措施

- 1、合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- 2、监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核合格并持有合格证

书上岗；

- 3、监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- 4、每次测量前、后检查仪器的工作状态是否正常；
- 5、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- 5、报告严格实行三级审核制度，经校对、审核，最后审定。

### 8.3 监测点位及结果

#### 8.3.1 辐射环境现状监测布点

拟建检查大厅及周边环境本底辐射水平监测结果见表 8-1。

表 8-1 辐射水平监测布点及结果一览表

| 检测条件         | 环境本底检测 |                                  |                     |    |
|--------------|--------|----------------------------------|---------------------|----|
| 样品编号         | 点位号    | 测点位置描述                           | 检测结果±标准差<br>(nGy/h) | 备注 |
| 250728DL0092 | 1      | 拟建H986检查大厅中心                     | 57±2                | 原野 |
| 250728DL0093 | 2      | 拟建 H986 检查大厅东侧                   | 57±2                | 原野 |
| 250728DL0094 | 3      | 拟建 H986 检查大厅南侧                   | 55±6                | 原野 |
| 250728DL0095 | 4      | 拟建 H986 检查大厅西侧                   | 58±2                | 原野 |
| 250728DL0096 | 5      | 拟建 H986 检查大厅北侧                   | 58±2                | 原野 |
| 250728DL0097 | 6      | 拟建 H986 检查大厅东侧 15m<br>(西侧办公区)    | 49±2                | 原野 |
| 250728DL0098 | 7      | 拟建 H986 检查大厅东侧 63m<br>(东侧办公区)    | 48±2                | 原野 |
| 250728DL0099 | 8      | 拟建 H986 检查大厅东侧 76m<br>(东侧国门查验大厅) | 49±2                | 原野 |
| 250728DL0100 | 9      | 拟建 H986 检查大厅东侧 130m<br>(水泥厂)     | 50±2                | 原野 |
| 250728DL0101 | 10     | 拟建 H986 检查大厅东侧 127m<br>(彩钢房)     | 48±2                | 原野 |
| 250728DL0102 | 11     | 拟建H986检查大厅南侧36m<br>(南侧停车区)       | 58±5                | 原野 |
| 250728DL0103 | 12     | 拟建H986检查大厅西侧20m<br>(西侧停车区)       | 49±2                | 原野 |
| 250728DL0104 | 13     | 拟建H986检查大厅北侧43m<br>(北侧停车区)       | 49±2                | 原野 |
| 250728DL0105 | 14     | 拟建H986检查大厅东北侧47m<br>(1号执勤点)      | 49±2                | 原野 |

注：已扣除测点处宇宙射线响应值

### 8.3.2 辐射环境现状监测布点

拟建检查大厅及周边环境本底辐射水平监测布点见图 8-1。

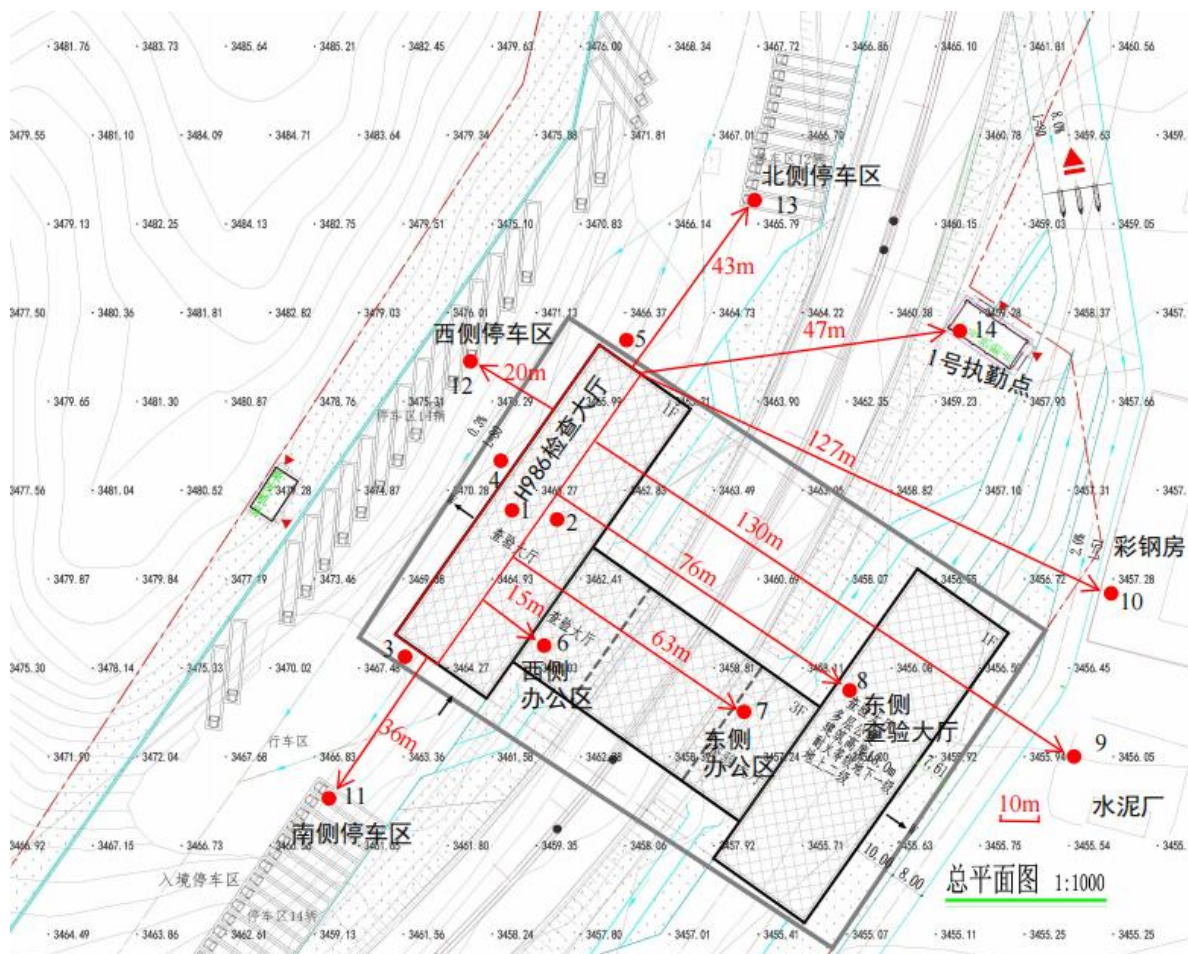


图 8-1 拟建检查大厅及周边环境监测点位示意图

### 8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，中华人民共和国吐尔尕特海关拟建 H986 检查大厅及其周边环境的环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果为  $48\text{nGy/h} \sim 58\text{nGy/h}$ ，由《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告》可知，克孜勒苏柯尔克孜自治州原野陆地 $\gamma$ 辐射剂量率为  $24.5 \sim 211.7\text{nGy/h}$ ，因此，项目所在地环境 $\gamma$ 辐射剂量率处于当地本底水平。

综上所述，本次监测点位及其四周的 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率属于当地本底水平。后期项目运行过程中，须对检查大厅及其周围进行现状监测，如发现监测结果超过《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》中相关地区的本底数值时，应如实记录。

**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 设备特点**

MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统是为满足用户对高通过率需求而设计的货物/车辆检查设备,利用 X 射线辐射成像实现不开箱的情况下对集装箱/车辆内货物的检查,具有通过率高、检查通道大、图像质量高等特点。可广泛应用于海港码头交通枢纽、海关监管区车检场、缉私、公安等部门对空箱、货物、货物夹层、偷渡藏匿等实现不开箱检查。

本项目 MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统设置两套射线源系统,加速器扇形 X 射线束逐层透视被检物体,对物体内部结构清晰成像;三台 X 光机射束分别对被检物体侧面和顶部进行扫描,物体表面清晰成像。

精细检查模式下,待检车辆司机在引导员的指引下驾驶车辆进入检查大厅,在扫描通道内停稳后,按照引导员指引离开检查大厅,在人员等候区等待,检查系统完成精细检查后,经引导员与控制室沟通确认停止出束状态,场所解除控制后司机进入检查大厅内驾驶车辆离开。

检查大厅一次允许两辆车辆进入大厅检查。检查系统出束时,引导员与司机均在检查大厅外。

### **9.1.2 设备组成**

MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统主要包括射线源分系统、探测器分系统、图像获取分系统、扫描控制分系统、扫描装置分系统、运行检查分系统、辐射防护设施。其中辐射防护设施包括加速器和探测器周围的相关屏蔽设施和用以保证人员安全的隔离设施、报警装置、辐射安全联锁装置等。





图 9-1 MB1215DE (BX) 集装箱/车辆检查系统正面外观示意图



图 9-2 MB1215DE (BX) 集装箱/车辆检查系统背面外观示意图

### 9.1.3 工作原理

MB1215DE (BX) 安全检查系统设置两套射线源系统，加速器扇形 X 射线束逐层透视被检物体，对物体内部结构清晰成像。三台 X 光机射束分别对被检物体侧面和顶部进行扫描，物体表面清晰成像。系统将两种成像的特点相结合，使得违禁品更加容易被扫描。透射和背散射成像示意图分别如图 9-3 和图 9-4 所示：

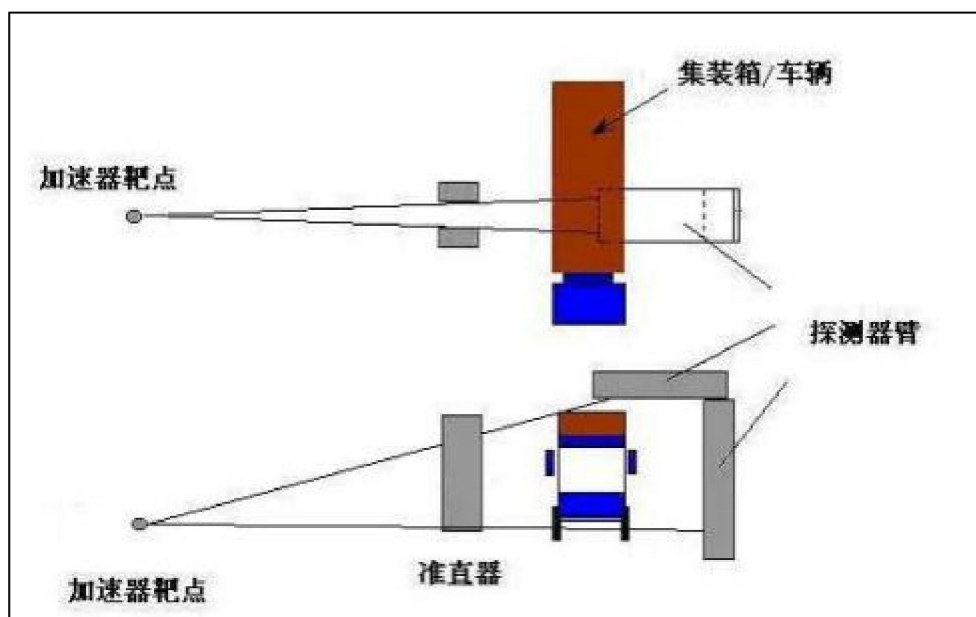


图 9-3 MB1215DE (BX) 系统 X 射线透射成像系统示意图

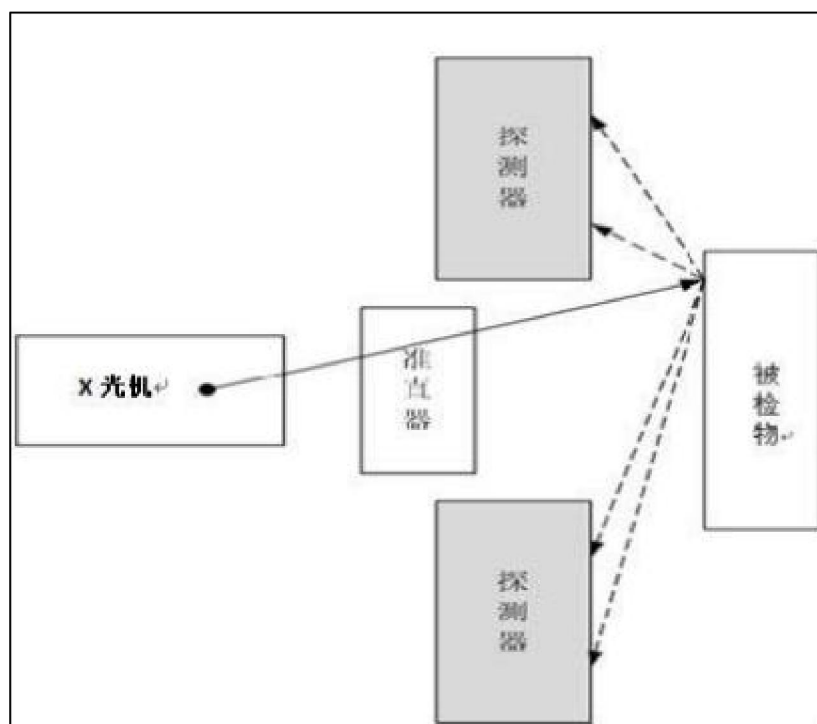


图 9-4 MB1215DE (BX) 系统 X 射线背散射成像系统示意图

该系统采用 3/6MeV 双能直线电子加速器，电子直线加速器是产生高能电子束的装置，当高能电子束与靶物质相互作用时，会产生韧致辐射，即产生 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。加速器产生的高能 X 射线经准直器成形后，变成一扇形束，穿过被检测的物体，同时射线也被物体吸收，这样在被检测物体后面就形成了一个反映物体质量厚度变化的具有一定强弱分布的新的射线束；探测器将射线束的强弱变化转换成探测器输出电流脉冲的强弱变化；图像获取分系统将所采集到的模拟信号转换为数字信号，数字信号经过预处理后，传送到运行检查分系统组合成扫描图像。

本项目检查系统布置方式见图 9-5，其工作原理详见图 9-6。

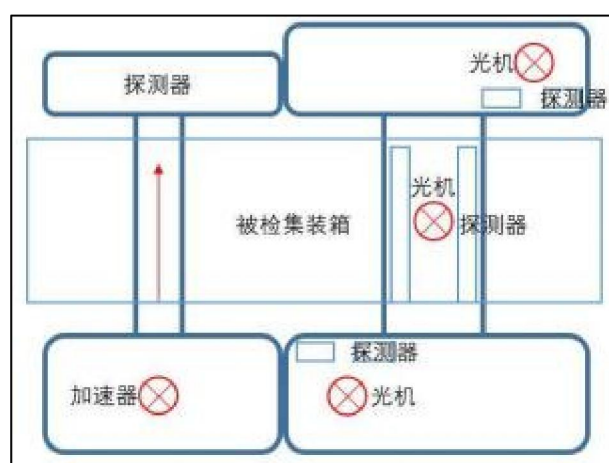


图 9-5 设备构成示意图

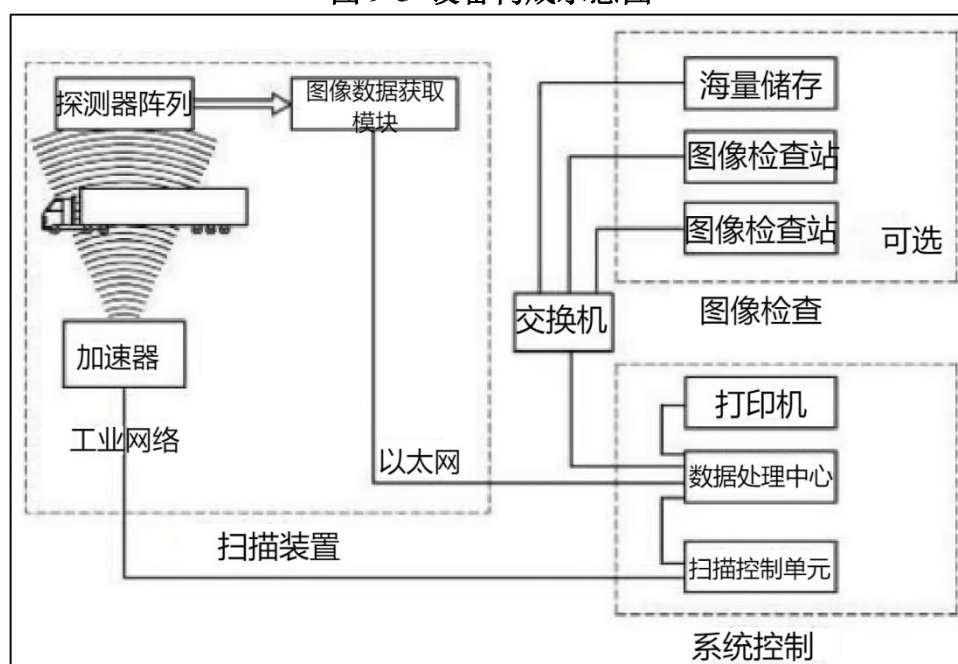


图 9-6 X 射线成像分系统示意图

MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统采用交替双能 (6/3MeV) 驻波电子直线加速器, 它可以按照预先设定的频率交替射出高能 (6MeV) 和低能 (3MeV) 的 X 射线, 如图 9-7 所示。

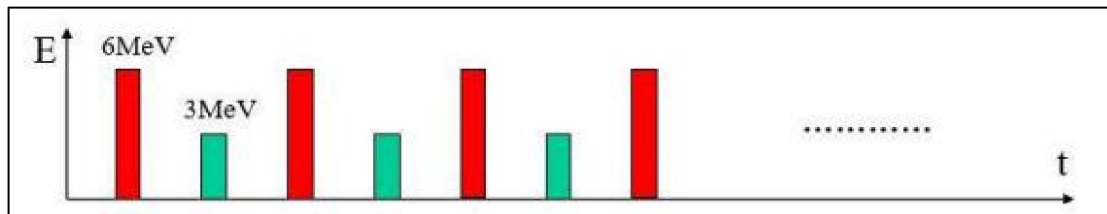


图 9-7 交替双能脉冲示意图

当高能和低能 X 射线穿透相同物质时, 因为不同的等效质量衰减率, 在扫描图像中得到的灰度值是不一样的。高、低能量 X 射线对应的被检物质图像灰度值之比取决于物质的等效原子序数, 等效原子序数越高, 该比值越高, 所以通过这种相对应的关系和特殊的双能算法对衰减后的高能 X 射线信号和低能 X 射线信号进行处理, 可以获得被扫描物质的等效原子序数所在的范围, 从而将有机物、无机物等不同材料区分开来, 进行物质识别。

由于采用了交替双能成像技术, 系统仅需进行一次扫描, 就能够同时生成高能、低能灰度图像和物质识别的彩色图像, 从而提高了对被检物质的识别能力和检查系统的扫描效率。

#### 9.1.4 MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统工作流程

根据建设单位提供资料, 本项目 MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统检查模式仅有精细检查模式: 即被检车辆不动 (车上无司机), 检查系统移动、出束, 对车辆完成扫描检查, 且检查系统仅有一套扫描系统。

引导员指示司机驾驶被检车辆/集装箱驶入检查大厅并停止在待检区域, 引导员引导司机离开检查大厅进入司机等候区, 检查系统以 0.4m/s 的设计速度移动、出束, 对被检车辆/集装箱完成扫描检查, 检查过程中检查大厅内及监督区内无人员停留; 检查系统由外接电源供给动力, 操作系统在控制室内由辐射工作人员远程操作, 图像检查由检查人员查看。具体工作流程如下:

①系统上电, 加速器完成预热, 系统进入待机状态。

②引导员指示司机驾驶被检车辆/集装箱驶入检查大厅进口区域, 完成信息自



动录入登记后，进口挡杆抬起，检查系统上方绿色警灯亮，待检车辆从入口进入检查大厅，在标识的待检区域内指定位置停车。

③被检车辆/集装箱停稳后，引导员引导司机下车，从检查大厅出口步行至司机等候区；引导员确认检查大厅内无其他人员后，通过对讲系统向控制室发出确认信息。

④控制室操作人员通过视频监控系统再次确认检查大厅内及周围无人后，落下进口挡杆，并进行语音提示后，打开主控制台钥匙开关，准备出束时黄色警灯亮，警铃响起；系统开始出束时及出束期间红色警灯亮、警铃响。引导员全程在检查大厅出入口处和周边巡检，视野范围内可观察到是否有人靠近检查大厅。

⑤扫描过程中被检车辆/集装箱不动，检查系统以设定的速度移动（整个扫描装置安装在轨道上，由电机同步驱动），检查系统产生 X 射线，射线穿过被检车辆/集装箱；高灵敏度探测器阵列接收 X 射线强弱信号，并生成一系列的数字图像信号；当整个扫描过程结束时，扫描图像会被自动保存到系统中，图像检查站可以获得被检车辆/集装箱的扫描图像。

⑥扫描结束后，控制室操作人员操作停止出束，检查系统上方绿色警灯亮，司机从出口进入检查大厅，将被检车辆/集装箱驶出检查大厅，行驶至指定区域等候检查结果。此时按上述流程继续进行下一被检车辆/集装箱的检查。

⑦工作人员根据检查结果决定对被检车辆/集装箱进行开箱检查或放行。本项目检查系统的检查流程图详见下图 9-8。

（本页以下空白）

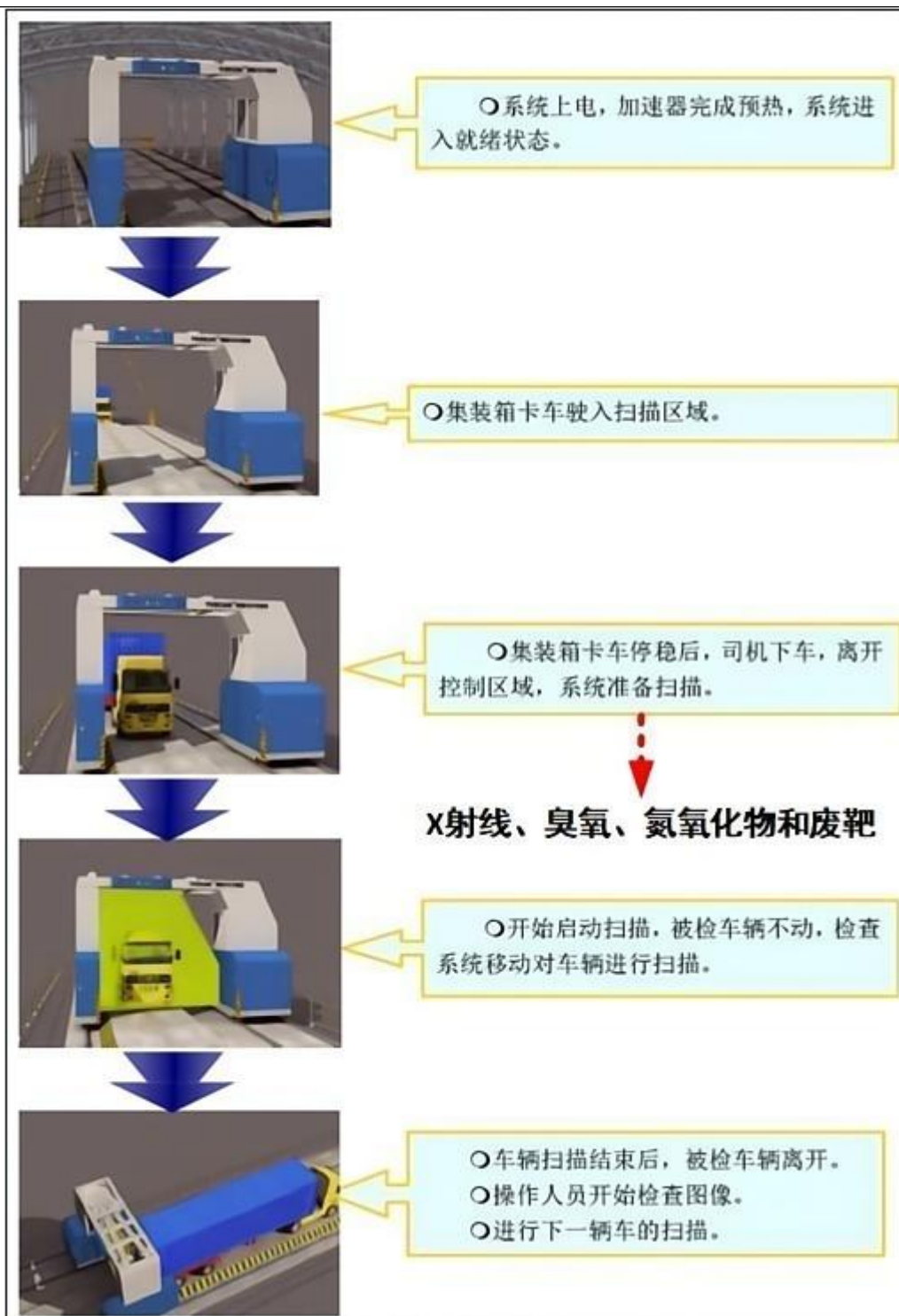


图 9-8 同类型检查系统精细检查模式下的工作流程及产污示意图

综上所述，检查系统对被检车辆/集装箱进行扫描的过程中污染因素主要是 X 射线、臭氧、氮氧化物和废靶。当扫描结束后，X 射线也随之消失。

### 9.1.5 工作负荷

根据建设单位提供资料，本项目该检查系统一年工作 250 天，一天工作 8 个小



时，该设备扫描速度为 0.4m/s，一次扫描最长为 25m（取保守值，包括集装箱和货车车头）的集装箱需用时约 62.5s，每小时检查 20 辆左右集装箱车辆，则 1 年中检查系统出束时间最多为  $8 \times 20 \times 250 \times 62.5 / 3600 \approx 694\text{h}$ 。

通过车辆检查模式为抽检，如被检车辆图像显示有异常，则将被检车辆带至查验区进行人工查验，正常情况下不会对车辆进行二次过机检查。

## 9.2 污染源项分析

### 9.2.1 正常工况

#### （1）放射性污染源分析

由加速器的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失的。本项目使用的加速器只有在开机并处于出束扫描时才会发出 X 射线，因此，在出束对被检车辆进行照射期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

检查系统在运行状态下产生的 X 射线可以分为三类：①主射线，在 X 射线准直角范围内的 X 射线；②泄漏射线，准直角范围以外的 X 射线；③散射线，由 X 射线的初级辐射照射到物体表面散射产生的射线。

根据《辐射防护手册》第三分册表 4.4，钨（W）发生光致反应（ $\gamma, n$ ）的阈值为 8.0MeV，项目采用的电子加速器最大能量为 6MeV，低于钨靶发生（ $\gamma, n$ ）反应的阈值，所以可以不考虑中子贯穿辐射和感生放射性。本项目电子加速器系统主束方向 50m 范围均无高层建筑，所以可不考虑天空散射的影响。

根据前文内容，MB1215DE（BX）型车辆/集装箱检查系统的主射束辐散角度为  $47^\circ$ ，准直器出口缝宽为 2mm，系统自带屏蔽防护措施，且系统设置的横向、竖向探测器能够覆盖主束射向范围，因此不考虑天空反散射的影响。

#### （2）非放射性污染分析

①固体废物：本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用胶片等显影材料；本项目辐射工作人员定员 7 人，产生的生活垃圾约为 1kg/人·天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目每年产生的生活垃圾为 1.75t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托吐尔尕特国门建设项目，集中收储，统一清运到政府指定合规位置。

本项目 MB1215DE (BX) 集装箱/车辆检查系统只有在报废后才会产生废靶。如有废靶产生,废靶收集及送贮时,应根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)要求,开展 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测,若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求,则按一般固体废物处理;若监测异常,则按放射性废物处理,送交有资质的单位收贮。

②废水:本项目采用数字化终端成像系统,完成扫描后立即显示在显示终端上,不涉及使用定影液、显影液,不产生废水;本项目辐射工作人员定员 7 人,产生的生活废水约为 12L/人•天,按工作制度每天工作 8 小时,每周工作 5 天,每年工作 50 周来计算,本项目产生的每年产生的生活污水为 21t。工作人员产生的生活废水通过与边检办公楼共用污水处理集中系统,由污水车定期处理。

③废气:设备运行中,空气在 X 射线的作用下,会使空气电离产生微量臭氧( $O_3$ )、氮氧化物( $NO_x$ )。该检查系统安装在足够开阔的空间内,处于开放状态,检查大厅设置 11 面窗户,空气的对流和扩散,有助于稀释。辐射工作场所室内的  $O_3$ 、 $NO_x$  的 1 小时平均浓度应满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2022)中的要求。

#### ④噪声

本项目检查系统工作时会产生运行噪声,同时会开启警报器进行报警,因此会产生一定的噪声,噪声值约为 70dB (A)。

### 9.2.2 事故工况

根据本项目检查系统的使用特点,以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射:

(1) 被检查车辆有人员藏匿,当车辆进行扫描时藏匿人员一直处于射线照射下受到误照射。

(2) 被检查车辆的驾驶员在设备出束前尚未离开,工作人员或其他人员在设备出束前尚未撤离扫描通道,设备的运行可能造成误照射。

(3) 在设备运行过程中,由于安全联锁装置或报警装置发生故障,有人误入检查系统正在运行的检查大厅,造成超剂量的照射。

上述事故工况当设备断电后无任何辐射产生,主要污染物源和污染途径同正常工况状态。吐尔尕特海关严格落实安全管理制度,按照相关操作规程进行作业,可有效避免事故的发生。

(本页以下空白)

**表 10 辐射安全与防护**

## **10.1 工作场所布局与分区**

### **10.1.1 工作场所布局**

吐尔尕特口岸国门拟新建一座检查大厅，使用 1 套 MB1215DE (BX) 集装箱/车辆检查系统。本项目检查大厅为南北走向的长方形区域，长 80m，宽 13.5m，占地面积约为 1080m<sup>2</sup>，净高为 9.0m；检查大厅南北两侧为出入口，主射线方向由西向东。四面墙体为高 9.3m，厚 400mm 混凝土（密度不小于 2.35g/cm<sup>3</sup>），顶棚采用 140mm 厚钢框架楼承板。出入口处采用电动钢制卷帘门（检查系统运行过程中，铁门不关闭），出入口前方设有限高钢架，检查大厅的入口和出口处均设有电动挡杆和光电语音自动报警装置，电动挡杆与不锈钢护栏将出入口封闭，确保挡杆放下后人员不能进出。检查系统同时配套建设辅助用房，控制室位于西侧入境人员检查通道内；司机待行区位于扫描北侧出口外 10m 处。

检查大厅地面铺设固定扫描轨道，检查系统可在固定轨道上往复运行。扫描轨道上设黄色停车标志线，检查系统在轨道上的移动过程中，靶点距离北侧墙体最近距离为 11m，距离南侧墙体最近距离为 11m。

本项目检查系统有完整的检查流程，系统自带屏蔽防护且设计实体屏蔽防护，与办公建筑有一定的距离，最大限度地确保了人员的安全，项目运行过程中设备采取了自屏蔽、实体屏蔽、距离防护措施及其它安全措施，所以总平面布置是合理的。

### **10.1.2 工作场所分区管理**

根据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，应把辐射工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区，以便于辐射安全管理和职业照射控制。控制区和监督区的划分要求如下：

**控制区：**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。

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门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。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。本次环评结合项目、辐射防护和环境情况特点，对本项目进行分区管理，本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，分区管理图见图 10-1。

表 10-1 本项目“两区”划分一览表

| 控制区                       | 监督区                                       | 备注                                        |
|---------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| H986 检查大厅实体防护墙及防护栏内划为控制区。 | 控制区以外防护屏蔽两侧外 30cm 和车辆进出口两侧外 5m，控制室划定为监督区。 | 检查系统出束时，除辐射工作人员外，禁止无关人员进入和停留，禁止无关人员进入控制室。 |

①两区划分

控制区：H986 检查大厅实体防护墙及防护栏内划为控制区

监督区：控制区以外防护屏蔽两侧外 30cm 和车辆进出口两侧外 5m 划定为监督区，控制室划定为监督区。车辆检查装置控制区和监督区示意图见图 10-1。

H986 检查大厅实体防护墙及防护栏区域为控制区，检查系统出束时，禁止任何人在该区停留，禁止无关人员进入控制室。建设单位对于辐射工作场所的分区及管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理，降低发生事故的概率。

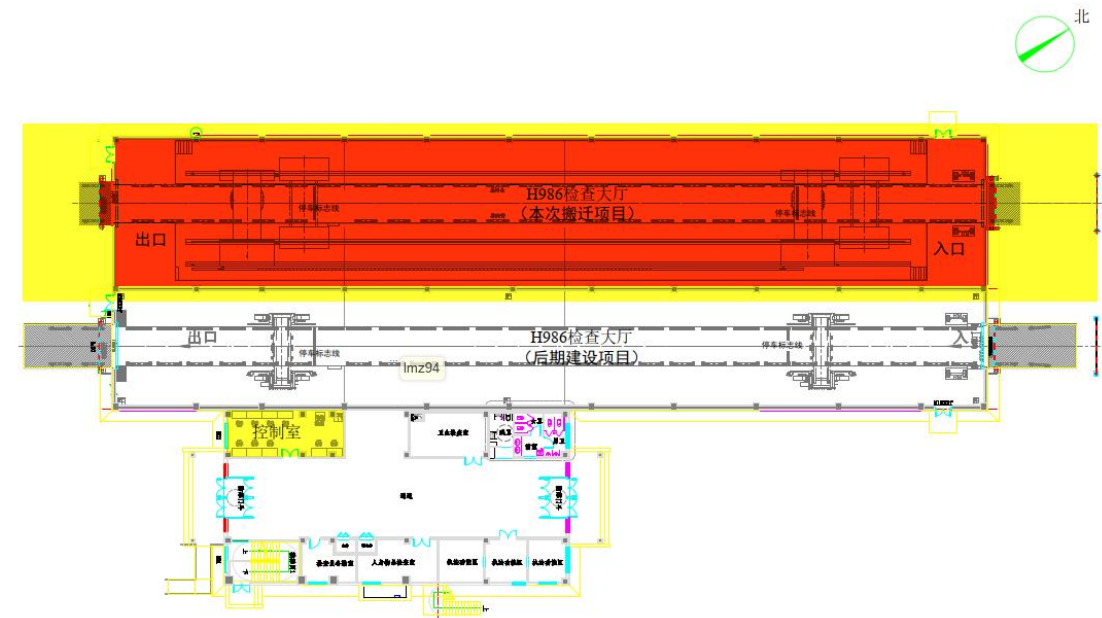


图 10-1 工作场所分区示意图（红色部分为控制区，黄色部分为监督区）

②工作场所分区管理

控制区的管理：在控制区的进出口位置设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；制定职业防护与安全措施；运用行政管理程序如进入控制



区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；制定严格的管理制度保障控制区的辐射安全；定期审查控制区的实际情况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施。检查系统出束时，禁止任何人在该区停留。

监督区的管理：在监督区边界设置围栏或划警戒线，在监督区出入口处设立标明监督区的标牌；定期审查该区的职业照射条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。检查系统出束时，除辐射工作人员外，禁止无关人员进入和停留，禁止无关人员进入控制室。

综上，本项目控制区边界是 H986 检查大厅的实体墙，同时控制区和监督区设置相关的辐射安全措施，满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》(GB18871-2002) 要求。

## 10.2 辐射工作场所的屏蔽设计

本项目 MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统的设计与安装均由设备生产厂家同方威视技术股份有限公司参与完成，能够较好的实现检查系统的辐射防护措施和安全措施，减少对工作人员和公众的辐射影响。

### (1) 检查大厅防护设计

国门查验大厅为南北走向的长方形区域，长 80m，宽 13.5m，占地面积约为 1080m<sup>2</sup>，净高为 9.0m；国门查验大厅南北两侧为出入口，主射线方向由东向西。四面墙体为高 9.3m，厚 400mm 混凝土（密度不小于 2.35g/cm<sup>3</sup>），顶棚采用 140mm 厚钢框架楼承板。出入口处采用电动钢制卷帘门（检查系统运行过程中，铁门不关闭），出入口前方设有限高钢架，国门查验大厅的入口和出口处均设有电动挡杆和光电语音自动报警装置，电动挡杆与不锈钢护栏将出入口封闭，确保挡杆放下后人员不能进出。

### (2) 自屏蔽设计

MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统自带屏蔽防护，以控制设备在使用过程中周围的辐射剂量水平，保障周围公众和工作人员的安全和健康。

#### ①加速器系统自带屏蔽措施如下：

1.加速器舱采用铅钢相夹的多层屏蔽结构，四周均采用 20mm 钢夹 15mm 铅；

- 2.准直器：采用屏蔽铅厚度达 160mm；
- 3.垂直探测器臂四周屏蔽：采用铅钢多层屏蔽的方案，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅，后墙采用 20mm 钢夹 10mm 铅；
- 4.水平探测器：探测器臂背后采用 20mm 钢夹 50mm 铅，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅；
- 5.检查通道两侧：探测器两侧通道墙采用 50mm 厚钢。

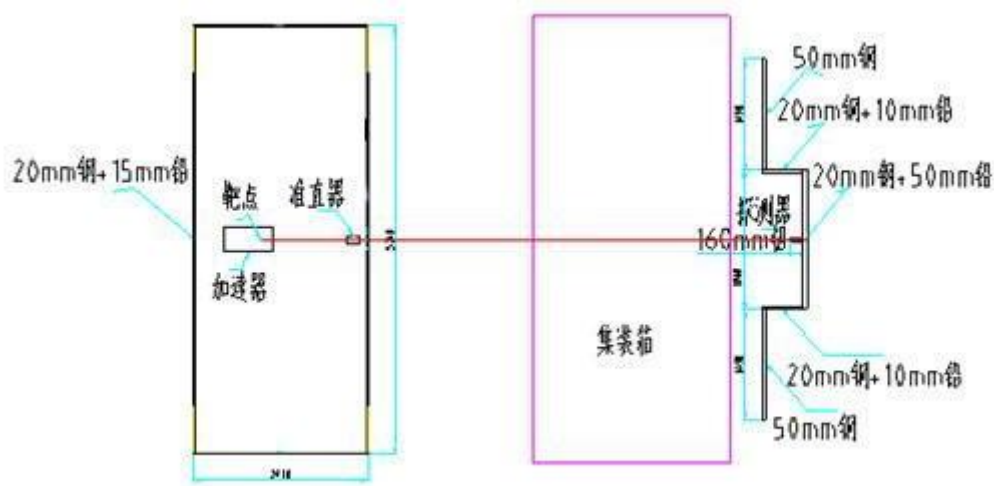


图 10-2 加速器自带防护措施设计平面图

②X 光机自屏蔽措施如下：

X 光机四周均为 10mm 钢夹 12mm 铅（包括探测器）。

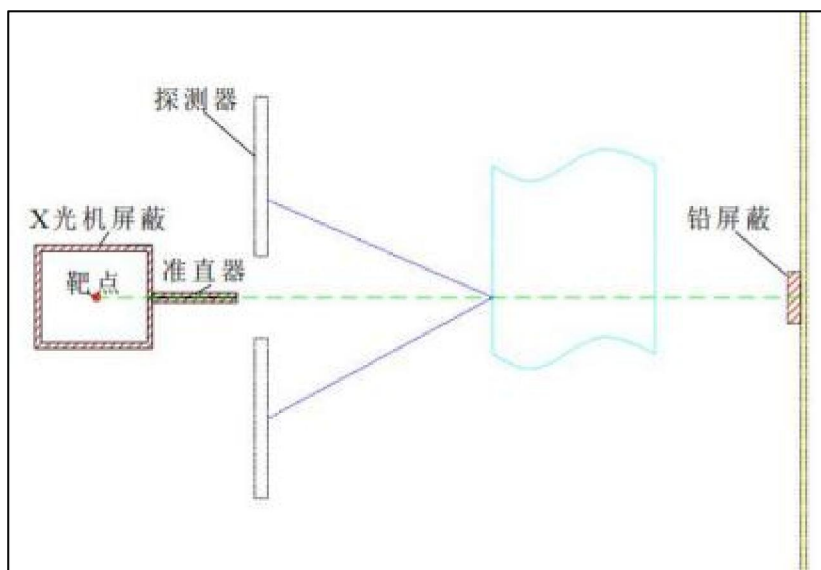


图 10-3MB1215DE (BX) 系统屏蔽示意图 (X 光机)

## 10.3 辐射安全与防护措施

### (1) 安全联锁

为了避免工作人员受到意外照射，检查系统设置了比较完善的辐射安全联锁与警示设施。安全联锁设施可控制加速器的出束或停束。只有在所有安全联锁设施都处于正常工作状态时射线源才可以出束，任意一个安全联锁设施不正常时，射线源不能出束或立即停止出束。系统的辐射安全设计遵循故障安全原则，设置冗余、多重的安全装置，并注意采用多样性的部件，以保证当某一部件或系统发生故障时，安检系统均能建立起一种安全状态。

系统的安全联锁与警示设施包括系统出束安全联锁钥匙开关、门联锁、急停按钮或急停拉线、警灯警铃、监视装置及其它安全辅助设备。系统安全联锁逻辑图详见图 10-4。

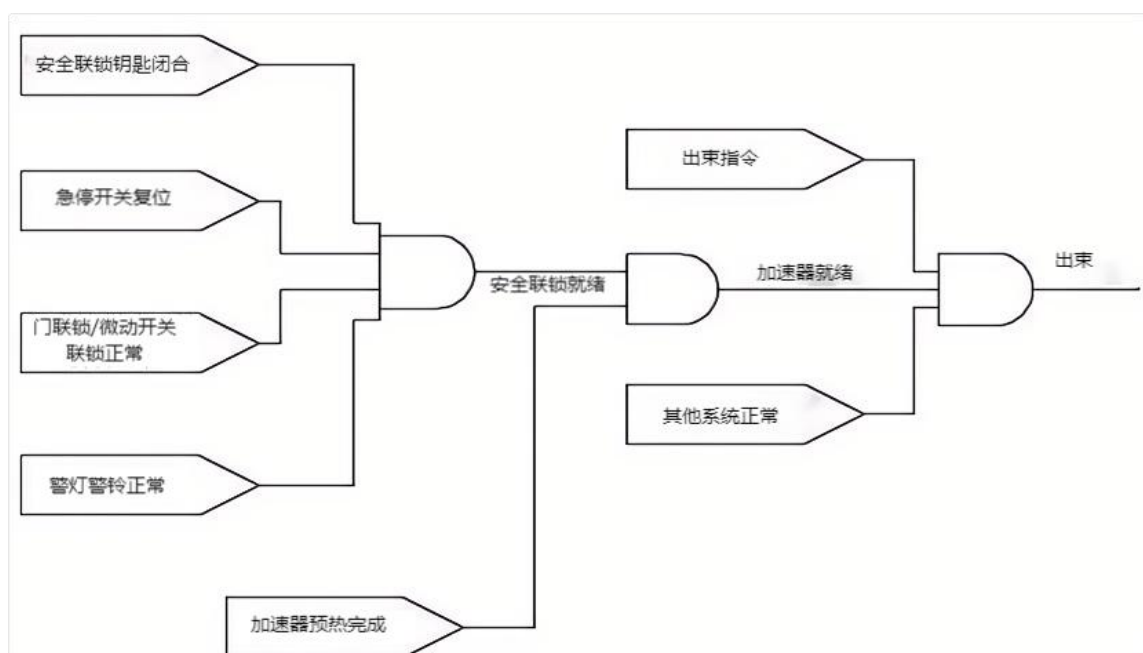


图 10-4 电子加速器系统安全联锁逻辑示意图

### (2) 出束控制开关

①控制台安装采用钥匙控制的出束控制开关。只有将出束控制开关钥匙插入并拨至“ON”位置后，加速器才允许出束。出束控制开关钥匙拨至“OFF”位置或拔出时，加速器不能出束或立即停止出束；

②系统控制台上的安全钥匙、所有急停按钮恢复钥匙和剂量报警仪串联在一

起，组成钥匙联锁串，任何情况下，不允许解除钥匙联锁串。任何一道安全联锁打开，所有检查系统立即中断工作，并只有通过就地复位才能重新启动。



图 10-5 同类型检查系统控制台上安全联锁开关示意图

### （3）门微动开关联锁

在加速器机头部件面板、调制器面板门、加速器舱舱门、消防门及所有进出辐射工作场所的门上等处安装有门联锁装置（门限位开关），只有当这些门联锁装置闭合时，加速器才允许出束。任一联锁门或面板限位开关动作，加速器不能出束或立即停止出束，且门限位开关恢复后加速器不能恢复出束。

### （4）紧急停机装置

在系统控制室操作台、加速器机头、调制器面板上、加速器舱外等处设置急停按钮，在检查大厅内的东西两侧分别安装急停拉线开关。当有人员误入系统正在出束的检查大厅，或检修人员正在检查大厅内系统误出束等紧急情况发生时，触发任何急停设施，加速器立即停止出束。所有的急停按钮和急停拉线均不能自动复位，需采用手动复位方式。



|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 操作室                                                                               | 侧墙                                                                                 |
|  |  |
| 设备                                                                                | 挡杆                                                                                 |

图 10-6 同类型检查系统急停按钮示意图

#### （5）加速器输出剂量联锁

在加速器出口设有穿透电离室，对加速器输出量进行监测，当输出量监测值超过预设值时，加速器立即停止出束。

#### （6）声光警报安全装置

横向探测器臂和检查大厅的出入口上设有警铃和红、黄、绿三种颜色的警灯。当系统上电时，绿色警灯亮；当加速器准备出束时，黄色警灯亮、警铃响；当加速器出束时，红色警灯亮、警铃响。警灯、警铃设定有工作电流值，若发生故障或不工作时，其电流值发生变化，控制器发出报警信号，导致系统不就绪，加速器不能出束。



图 10-7 检查系统出束警灯和警铃示意图

(7) 监视装置

在检查大厅内、外均安装摄像装置，监视器装在系统控制室操作台上，操作人员能监视整个辐射防护区内的情况。

(8) 语音广播装置

系统控制室操作台设有麦克风，检查大厅内外设有多组语音广播装置，随系统配备有对讲设备。

(9) 辐射监测仪表

建设单位拟在设备运行前配备 1 台 X- $\gamma$ 辐射剂量率仪（可用于巡测）、3 台个人剂量报警仪，用于辐射工作场所辐射水平的常规监测。在检查系统的加速器出束口配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，并能在检查系统操作台上显示输出剂量率。

(10) 警示标识

①在加速器舱体外、辐射防护区四周和车辆出、入口处均设电离辐射警告标志牌；

②在出入口醒目位置设置保持车距警示，提醒待检车辆司机与前车保持一定距离，避免意外情况发生；

③在检查大厅四周醒目位置设置禁止穿行警示，禁止无关人员穿行或随车进入检查通道；

④控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，同时控制区边界拟拉警戒线。监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

(11) 红外报警装置及挡杆装置

在检查大厅出入口处分别安装有红外报警装置，当有人员闯入辐射工作场所时，红外报警装置会就地发出语音报警阻止人员继续进入，同时在控制室内发出语音报警提醒操作人员注意观察并随时停止系统出束；以防止发生人员闯入辐射工作场所的意外受照事件。



在车辆出、入口处分别设有电动挡杆。精细模式时，只有在电动挡杆放下、封闭检查大厅的条件下，加速器才能出束；挡杆抬起状态下，加速器不能出束或者立即停止出束。



图 10-8 检查系统红外报警装置和挡杆示意图

#### （12）防止人员误入的安全措施

①检查大厅出入口已布置扬声器，系统操作员准备出束前，系统控制室操作台设有麦克风可以进行广播，提醒相关人员撤离辐射控制区。

②在扫描系统出束期间，检查大厅出入口处挡杆始终处于放下状态，以防止无关人员和车辆闯入检查大厅。

③检查大厅出入口处拟设红外报警装置。有人员进入时，红外报警装置会发出声音警告，提醒误入人员退出，同时启动控制室内声音报警装置，提醒系统操作人员有人进入。

④MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统工作过程中，控制台操作员通过摄像装置观察检查大厅内的情况，当发现有人员误入监督区时，操作员可以通过广播发出要求人员迅速撤离的命令；如果警告无效，人员误入控制区时，操作员应立即停止 MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统的出束。

#### （13）其他安全措施

##### ①安全操作一般要求

1、除非工作需要，工作人员应停留在监督区之外。

2、每天检查系统运行前，操作人员应按照相关要求进行检查，确认其处于正常状态。被检车辆/集装箱驶入检查大厅之前，引导员指挥被检车辆/集装箱就位，操作人员确保联锁装置能正常响应后，车辆才能驶入。

3、每次检查系统出束前，操作人员确认控制区内无人后，方可开启加速器出束。引导员和操作员应检查控制区确认场地内没有人员后，引导员才能向控制室发出可以启动出束扫描的确认信号。在检查系统工作中，引导人员应认真管制监督区边界。

4、进入辐射工作场所前，操作人员应确认检查系统处于未出束状态，并携带个人剂量报警仪。

5、检查系统运行过程中，操作人员应通过监视器观察辐射工作场所内的情况，发现异常情况立即停止出束，防止事故发生。

6、检查系统发生故障或使用紧急停机装置紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，禁止重新启动检查系统。

7、检查系统结束一天工作后，操作人员应取下出束控制开关钥匙妥善保管，并做好安全记录。

#### ②安装调试和维修时的要求

1、设备安装调试、检修由相应能力且通过辐射安全考核的专业人员在检查大厅内进行；

2、在设备调试和维修过程中，如果需要解除安全联锁，应先获得安全管理人员批准，并设置醒目的警示牌。调试或维修工作结束后，操作人员应先恢复安全联锁并确认检查系统正常后才能使用。

3、检查系统的调试和检修时，应保证先关停各系统，停止出束，必须先将主控钥匙拔下，并由调试和检修人员带走，在调试检修工作结束后，再将该钥匙交给主控室操作人员。

4、检修人员在检修加速器、探测器等部件时，除佩戴个人剂量计外，还必须携带剂量报警仪。

5、调试和维修结束后，辐射工作人员应对加速器输出剂量进行校正，当超出

预定值时，加速器应能自动停止出束，并进行重新调试。

#### （14）引导员工作流程、职能及相应的辐射防护措施

##### ①引导员工作流程

- 1、通过扩音筒引导司机驾驶被检车辆/集装箱驶入检查大厅出入口。
- 2、引导员指挥司机将被检车辆/集装箱通过检查系统的检查，前一辆被检车辆集装箱未完成检查，后一辆被检车辆/集装箱应与检查大厅保持 50m 距离。
- 3、被检车辆/集装箱检查完毕后，进行下一次的引导工作。
- 4、每天工作结束后，应对声光报警、广播、摄像监控、急停等设备进行检查，确认装置能够正常运行。

##### ②引导员工作职能

- 1、服从主控岗指挥，正确引导被检车辆/集装箱准确驶入检查大厅待检位置。
- 2、引导员应检查控制区确认场地内没有人员后，引导员才能向控制室发出可以启动辐射源的确认信号。在检查系统工作中，引导人员应认真管制监督区边界。
- 3、确保相关人员撤离扫描现场、检查大厅内无人、防护挡杆落下、相关安全措施落实到位后，迅速移至司机等候区，然后向控制室发出“可以开始扫描”的信息。
- 4、密切留意扫描现场出入口情况，发现无关人员进入禁区或其它异常情况，应立即向主控岗报告。

##### ③引导员工作采取的辐射防护措施

- 1、引导员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）参加培训，取得考核合格成绩单后方可上岗，并按时接受再培训。
- 2、引导员工作期间应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。
- 3、系统自身配有声光报警、广播、摄像监控、急停等安全措施，确认引导员安全离开辐射控制区。

## 10.4 辐射安全管理措施

根据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（中

华人民共和国环境保护部令第3号)及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(中华人民共和国环境保护部令第18号)的要求:“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照原环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训,并进行考核”“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当安排专人负责个人剂量监测管理,建立辐射工作人员个人剂量档案”等。

(1)吐尔尕特海关为保证H986查验系统辐射防护措施落实,保证操作人员的辐射剂量满足个人剂量限值的要求,已按照国家标准和法律法规的要求,建立健全相关辐射安全管理制度及《吐尔尕特海关射线装置安全检查系统辐射事故应急管理办法》。

(2)根据《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),吐尔尕特海关如要新增从事辐射活动的人员,需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核后方可上岗。

(3)放射性工作人员上岗前应先进行身体检查,体检合格后方可上岗,上岗后要根据国家标准的相关规定定期体检,建立健康档案。

(4)吐尔尕特海应为放射性工作人员配备个人剂量计,保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测1次,做到定期送检,专人专戴,建立个人剂量档案。

(5)每年1月31日前向辐射安全许可证发证机关报送辐射环境年度评估报告。

吐尔尕特海关在采取以上措施后,可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)、《辐射型货物和(或)车辆检查系统》(GB/T19211-2015)、《海关辐射型货物和(或)车辆检查系统第1部分:通用要求》技术(HS/T67.1-2021)、《海关辐射型货物和(或)车辆检查系统第2部分:组合移动式检查》(HS/T67.2-2021)的相关要求。

## 10.5 辐射安全设计符合性分析

本项目MB1215DE(BX)型集装箱/车辆检查系统辐射安全设计与《货物/车辆

辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）的符合性分析如表 10-2 所示。

**表 10-2 本项目与 GBZ143-2015 要求符合性分析**

| 辐射安全设施    | 标准要求                                                                                                          | 安全控制措施设计情况                                                                                                                                               | 评价 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 出束控制开关    | 在检查系统控制台上应装有出束控制开关，只有当出束控制开关处于工作位置时，射线才能产生或出束；                                                                | 控制台采用钥匙控制的独立出束控制开关，用于控制电子加速器系统的出束。只有将安全联锁开关钥匙拨至闭合位置后，电子加速器系统才允许出束。                                                                                       | 符合 |
| 门联锁       | 所有辐射源室门、进入控制区的门及辐射源箱体外防护盖板等应设置联锁装置，与辐射源安装在同一辆车上的系统控制室的门也应设置联锁装置。上述任一门或盖板打开时，射线不能产生或出束；                        | 在加速器机头部件面板、调制器面板门、加速器舱舱门、消防门及所有进出辐射工作场所的门上等处安装有门联锁装置（门限位开关），只有当这些门联锁装置闭合时，加速器才允许出束。任一联锁门或面板限位开关动作，加速器不能出束或立即停止出束，且门限位开关恢复后加速器不能恢复出束。                     | 符合 |
| 紧急停机装置    | 在检查系统控制台、辐射源箱体等处应设置标识清晰的紧急停机装置，例如急停按钮、急停拉线开关等，可在紧急情况下立即中断辐射源的工作。当任一紧急停机装置被触发时，检查系统应立即停止出束，并只有通过就地复位才可重新启动辐射源； | 在系统控制室操作台、加速器机头、调制器面板上、加速器舱外等处设置急停按钮，在检查大厅内的东西两侧分别安装急停拉线开关。当有人员误入系统正在出束的检查大厅，或检修人员正在检查大厅内系统误出束等紧急情况发生时，触发任何急停设施，加速器立即停止出束。所有的急停按钮和急停拉线均不能自动复位，需采用手动复位方式。 | 符合 |
| 加速器输出剂量联锁 | X 射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时，加速器应能自动停止出束；                                                                           | X 射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时，加速器能自动停止出束。                                                                                                                       | 符合 |
| 声光报警安全装置  | 检查系统工作场所应设有声光报警安全装置以指示检查系统所处的状态，至少应包括出束及待机状态。当检查系统出束时，红色警灯闪烁，警铃示警；                                            | 横向探测器臂和检查大厅的出入口上设有警铃和红、黄、绿三种颜色的警灯。当系统上电时，绿色警灯亮；当加速器准备出束时，黄色警灯亮、警铃响；当加速器出束时，红色警灯亮、警铃响。警灯、警铃设定有工作电流值，若发生故障或不工作时，其电流值发生变化，控制器发出报警信号，导致系统不就绪，加速器不能出束。        | 符合 |
| 监视装       | 检查系统辐射工作场所应设置                                                                                                 | 在检查大厅内、外均应安装摄像装                                                                                                                                          | 符合 |

|        |                                                        |                                                      |    |
|--------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----|
| 置      | 监视用摄像装置，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态；                       | 置，监视器装在系统控制室操作台上，操作人员能监视整个辐射防护区内的情况。                 |    |
| 语音广播设备 | 在检查系统控制台上应设置语音广播设备，在辐射工作场所内设置扬声器，用于提醒现场人员注意和撤离辐射工作场所；  | 系统控制室操作台设有麦克风，检查大厅内外设有多组语音广播装置，随系统配备有对讲设备。           | 符合 |
| 辐射监测仪表 | 个人剂量报警仪和剂量率巡检仪；                                        | 为每名辐射工作人员配置个人剂量计，配置3台个人剂量报警仪，1台X-γ辐射剂量率仪。            | 符合 |
|        | 在X射线检查系统的加速器出束口处应配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，并在检查系统控制台上显示输出剂量率； | 电子加速器系统的加速器出束口处配置辐射剂量检测仪表实时监测输出剂量，并在检查系统操作台上显示输出剂量率。 | 符合 |

## 10.6 三废的治理

### 10.6.1 废气

本项目射线装置运行时，X射线和空气发生作用会产生臭氧及氮氧化物等废气。经计算检查系统在运行中检查大厅室内最高饱和臭氧浓度为  $2.09 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$ ，氮氧化物仅臭氧产生额的 1/3，检查大厅为较开放的场所，产生的废气会迅速扩散，对环境影响很小。

### 10.6.2 固体废物

固体废弃物治理：本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用胶片等显影材料；本项目辐射工作人员定员 7 人，产生的生活垃圾约为 1kg/人·天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目每年产生的生活垃圾为 1.75t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托吐尔尕特国门建设项目，集中收储，统一清运到政府指定合规位置。

本项目 MB1215DE（BX）集装箱/车辆检查系统只有在报废后才会产生废靶。如有废靶产生，废靶收集及送贮时，应根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求，开展γ辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，送交有资质的单位收贮。



### 10.6.3 放射性废水

本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用定影液、显影液，不产生废水；本项目辐射工作人员定员 7 人，产生的生活废水约为 12L/人•天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目产生的每年产生的生活污水为 21t。

辐射工作人员产生的生活废水通过与边检办公楼共用污水处理集中系统，由污水车定期处理。

（本页以下空白）

**表 11 环境影响分析**

### **11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目建设阶段主要包括检查大厅、控制室以及 H986 查验系统安装，本项目建设内容主要为基础开挖、混凝土墙浇筑、设备安装、内部装修等，按照作业性质具体分为以下几个阶段：

- (1) 清理场地阶段：清理地面杂物，平整场地等；
- (2) 土石方施工阶段：主要是土石方开发等；
- (3) 基础/主体结构施工阶段：打桩、砌筑基础，钢筋、混凝土工程，砌体工程；
- (4) 设备安装、装修阶段：车辆检查装置安装、房屋内部装修等；
- (5) 扫尾阶段：土方回填、清理现场等。

在施工过程中，会有一定的固废、噪声、施工废水等非电离辐射因素的环境影响。

#### **11.1.1 水环境影响分析**

施工期废水主要包括基础施工时产生的泥浆废水、冲洗路面及车辆废水以及施工人员产生的生活污水。施工泥浆废水、冲洗路面及车辆废水经沉砂、除渣等预处理后，会用于道路喷洒降尘等。施工人员产生的少量生活污水经处理后排放。

#### **11.1.2 空气环境影响分析**

主要来源于平整场地、土方开挖与回填产生的扬尘以及建筑材料（灰、沙、水泥、砖块等）的现场搬运及堆放、施工垃圾的堆放与清理、车辆及施工机械往来造成的现场道路扬尘以及运土方车辆可能存在的遗洒造成的扬尘等，但这些方面的影响仅局限于施工现场附近区域，施工结束后即可消除影响。

#### **11.1.3 固体废物影响**

施工期间固体废物主要为施工人员的生活垃圾。施工期的生活垃圾及时清运或定期运至环卫部门指定的地点合理处理处置。

#### **11.1.4 声环境影响分析**

施工过程中挖掘机、装载机等施工机械在运行时都将产生不同程度的噪声。本项目在施工时需严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，使用噪声低的先进设备，同时应避免夜间进行强噪声作业，施工期噪声对周围环境影

响较少。

综上所述，本项目在施工期间的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降到最低。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

本项目拟在检查大厅内新增设 1 套 MB1215DE (BX) 集装箱/车辆检查系统，主射线方向朝西。本次评价对检查大厅周围辐射环境影响采用理论预测进行影响分析。

### 11.2.1 辐射环境影响预测分析

根据设备生产商同方威视技术股份有限公司提供的设计参数，本项目辐射源涉及 1 台加速器和 3 台 X 光机同时使用。系统正常运行情况下，加速器 X 射线输出剂量率为  $1.4 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ （主线束中心轴上距靶 1 米处），加速器非主束方向泄漏率不大于  $1 \times 10^{-5}$ ，其中后向泄漏率不大于  $4 \times 10^{-6}$ ；X 光机 X 射线输出剂量率为  $1.6 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ （主线束中心轴上距靶 1 米处），X 光机非主束方向泄漏率不大于  $1 \times 10^{-3}$ ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中“无建筑物屏蔽的移动式检查系统中的加速器辐射源箱，加速器泄漏率应不大于  $2 \times 10^{-5}$ ；其他情况下应不大于  $1 \times 10^{-3}$ ”的要求。

### 11.2.2 计算公式的选取

#### ①透射计算公式

根据《Radiation Protection Design Guidelines for 0.1-100MeV Particle Accelerator Facilities》（NCRP Report No.51），计算公式具体如下：

$$H_{I,d,X} = \frac{D_{I0} B_X T}{(1.67 \times 10^{-5}) d^2} \quad (\text{式 11-1})$$

$$B_X = 10^{-n} = 10^{-\sum_{i=1}^m \frac{d_i}{TVL_i}} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

$H_{I,d,x}$ ——计算点剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$D_{I0}$ ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ；

$B_x$ ——X 射线屏蔽穿透比，按式 11-2 计算；

$d$ ——X 射线源与参考点间的距离， $\text{m}$ ；

T——参考点的居留因子，计算中保守取 1；

n——十分之一值层的数目；

$d_i$ ——第 i 种屏蔽体厚度，cm；

$TVL_i$ ——第 i 种屏蔽体透射线十分之一值层厚度，cm；

注： $1.67 \times 10^{-5}$  为换算系数。

## ② 散射计算公式

根据《Radiation Protection Design Guidelines for 0.1-100MeV Particle Accelerator Facilities》（NCRP Report No.51），计算公式具体如下：

$$H_{I,dr,X} = \frac{D_{I0} \alpha_X A B_{Xr} T}{(1.67 \times 10^{-5}) d_i^2 d_r^2} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

$H_{I,dr,X}$ ——计算点散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$D_{I0}$ ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ；

$\alpha_X$ ——散射系数；

A——散射面积， $\text{m}^2$ ；

$d_i$ ——源点到散射点的距离，m；

$d_r$ ——散射点到计算参考点的距离，m；

T——参考点的居留因子，计算中保守取 1；

$B_{Xr}$ ——散射 X 射线屏蔽穿透比，按 11-2 计算；

n——散射线十分之一值层的数目；

$d_{ir}$ ——第 i 种屏蔽体厚度，cm；

$TVL_{ir}$ ——第 i 种屏蔽体散射线十分之一值层厚度，cm；

注： $1.67 \times 10^{-5}$  为换算系数。

## ③ 漏射计算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991）P72，漏射线剂量率计算公式如下：

$$\dot{D} = \frac{D_0 f}{r^2} B_X \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

$\dot{D}$ ——计算点剂量率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$\dot{D}_0$ ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$f$ ——加速器泄漏率;

$r$ ——计算点到源点的距离,  $\text{m}$ ;

$B_x$ ——X 射线在屏蔽层中的透射比, 按式 11-2 计算。

### 11.2.3 计算参数的选取

表 11-1 加速器系统参数

| 名称     | 加速器                                                               | X 光机                                                           |
|--------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 能量     | 6/3MeV                                                            | 225kV                                                          |
| 输出剂量   | 主线束中心轴上距靶 1 米处<br>X 射线剂量率为 $1.4 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$       | 前述分析而得, 本项目 X 光机 1m<br>处剂量率为 $1.60 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ |
| 加速器泄漏率 | 非主束方向泄漏率不大于 $1 \times 10^{-5}$ ,<br>其中后向泄漏率不大于 $4 \times 10^{-6}$ | 非主束方向泄漏率不大于 $1 \times 10^{-3}$                                 |

表 11-2 屏蔽计算 TVL 值 (mm)

| 材料  | 6MeV (主射线) | 6MeV (次级射线) | 0.5MeV 宽束 | 0.25MeV 宽束 |
|-----|------------|-------------|-----------|------------|
| 铅   | 45.3       | 45          | 15.4      | 3.7        |
| 钢   | 96         | 79.7        | 63.6      | 41.5       |
| 混凝土 | 300        | 279         | 246       | 200        |

注: ①铅的密度为  $11.34\text{g/cm}^3$ , 钢的密度  $7.9\text{g/cm}^3$ , 混凝土的密度为  $2.35\text{g/cm}^3$ 。铅、钢、混凝土  
什值层主束数据采用 Genat4 蒙卡模拟得到, 次级射线数据引用美国 VARIAN 公司资料;

② $\theta$ 为散射线与入射线方向之间的夹角; 注②: 当  $180^\circ \geq \theta \geq 163^\circ$  时, 本项目保守按 0.25MeV 宽束对应的 TVT 进行计算, 当  $163^\circ > \theta \geq 86^\circ$  时, 本项目保守按 0.50MeV 宽束对应的 TVL 进行计算, 当  $\theta < 86^\circ$  时, 本项目保守按 6MV (次) 对应的 TVL 进行计算。

③X 光机主射、漏射、散射均保守按照 0.25MeV 宽束 TVL 值计算。

表 11-3 加速器设备的几何参数

| 位置       | 相对靶点的距离 (m) | 散射面积 ( $\text{m}^2$ ) | 散射系数  |
|----------|-------------|-----------------------|-------|
| 准直器      | 1.13        | 0.0027                | 0.005 |
| 被检车辆/集装箱 | 3.57        | 0.027                 | 0.006 |
| 竖向探测器    | 6.95        | 0.070                 | 0.005 |
| 横向探测器    | 4.66        | 0.032                 | 0.005 |

注: 散射系数参考《辐射防护导论》图 6.4 及相关内容散射系数对于铅取  $5 \times 10^{-3}$  (准直器、竖向探测器、横向探测器), 对于被检车辆/集装箱 (铁) 取钢对应的  $6 \times 10^{-3}$ 。

表 11-4 X 光机设备的几何参数

| 系统                    | 位置       | 相对靶点的距离 (m) | 散射面积 ( $\text{m}^2$ ) | 散射系数  |
|-----------------------|----------|-------------|-----------------------|-------|
| X 光机 (通道两个相对集装箱为对称布置) | 准直器      | 0.56        | 0.0007                | 0.005 |
|                       | 被检车辆/集装箱 | 2.07        | 0.0092                | 0.02  |
|                       | 对侧探测器    | 5.36        | 0.0539                | 0.04  |

|                |          |      |        |       |
|----------------|----------|------|--------|-------|
| X 光机<br>(顶部一个) | 准直器      | 0.56 | 0.0007 | 0.005 |
|                | 被检车辆/集装箱 | 0.96 | 0.0020 | 0.02  |
|                | 地面       | 5.56 | 0.0556 | 0.04  |

注：参考《辐射防护导论》6.4，225kV 散射系数保守取值，对于铅取  $5 \times 10^{-3}$ （准直器、探测器），对于铁取  $2 \times 10^{-2}$ （集装箱）进行计算，对于混凝土取  $4 \times 10^{-2}$ （地面）进行计算。

### 11.2.4 预测点选取

本项目 MB1215DE（BX）集装箱/车辆检查系统拟设置于检查大厅内，检查系统可移动。开启扫描后，被检车辆不动，检查系统在扫描通道内运行。运行过程中的电离辐射防护主要通过系统自带屏蔽措施、实体防护及配套的安全防护措施实现。

根据本项目平面布局、分区情况，结合辐射工作场所周围人员所处位置等因素，以检查系统运行至检查大厅出入口一侧终止线的最不利情况下设置关注点，确定辐射源点与各预测点的距离。

本项目理论预测点位具体描述如下：

①各关注点预测点位说明：

A 点（加速器主射线方向）：检查大厅西侧墙体外 30cm 处；

B 点（加速器主射线方向）：探测器臂侧后方墙体外 30cm 处；

C 点（东侧 X 光机主射线方向）：西侧 X 光机后方墙体外 30cm 处；

D 点：加速器舱正后方墙体外 30cm 处；

E 点（西侧 X 光机主射线方向）：东侧 X 光机后方墙体外 30cm 处；

F 点：北侧挡杆外 30cm 处；

G 点：南侧挡杆外 30cm 处；

H 点：检查大厅南侧墙体外 30cm 处（乘客等候区）；

I 点：检查大厅西侧墙体外 30cm 处（司机等候区）；

J 点：司机待行区；

K 点：控制室。

②各敏感目标预测点位说明：

检查大厅周边流动人群处取对应侧各关注点位最大值的点位。





### 11.2.1.4 计算结果

表 11-5 预测点剂量率计算结果

| 预测点            | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点距离 m | 散射点至源点距离 m | 散射点至预测点距离 m | 散射面积 (m <sup>2</sup> ) | 散射系数  | 屏蔽体 | 厚度 mm | TVL mm   | B        | 计算值 μGy/h | 预测点 μGy/h |
|----------------|----------------|-------|---------|------------|-------------|------------------------|-------|-----|-------|----------|----------|-----------|-----------|
| A 点            | 加速器透射          | —     | 9.60    | —          | —           | —                      | —     | 铅   | 210   | 45.3     | 6.65E-07 | 1.01E-01  | 1.01E-01  |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 钢   | 20    | 96       |          |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 砼   | 400   | 300      |          |           |           |
|                | 东侧 X 光机漏射      | 0.001 | 11.00   | —          | —           | —                      | —     | 铅   | 12    | 3.7      | 3.28E-06 | 4.34E-07  |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 钢   | 10    | 41.5     |          |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 砼   | 400   | 200      |          |           |           |
|                | 西侧 X 光机漏射      | 0.001 | 6.30    | —          | —           | —                      | —     | 铅   | 12    | 3.7      | 3.28E-06 | 1.32E-06  |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 钢   | 10    | 41.5     |          |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 砼   | 400   | 200      |          |           |           |
|                | 顶部 X 光机漏射      | 0.001 | 10.00   | —          | —           | —                      | —     | 铅   | 12    | 3.7      | 3.28E-06 | 7.62E-07  |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 钢   | 10    | 41.5     |          |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 砼   | 400   | 200      |          |           |           |
|                | 东侧 X 光机准直器散射   | —     | —       | 0.56       | 10.44       | 0.0007                 | 0.005 | 铅   | 12    | 3.7      | 3.28E-06 | 5.37E-09  |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 钢   | 10    | 41.5     |          |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 砼   | 400   | 200      |          |           |           |
|                | 东侧 X 光机被检测物散射  | —     | —       | 2.07       | 8.93        | 0.0092                 | 0.02  | 砼   | 400   | 200      | 1.00E-02 | 8.61E-05  |           |
|                | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —       | 5.36       | 5.64        | 0.0539                 | 0.005 | 砼   | 400   | 200      | 1.00E-02 | 4.71E-05  |           |
|                | 西侧 X 光机准直器散射   | —     | —       | 0.56       | 6.86        | 0.0007                 | 0.005 | 铅   | 12    | 3.7      | 3.28E-06 | 1.24E-08  |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 钢   | 10    | 41.5     |          |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        |       | 砼   | 400   | 200      |          |           |           |
| 西侧 X 光机被检测物散射  | —              | —     | 2.07    | 8.37       | 0.0092      | 0.02                   | 砼     | 400 | 200   | 1.00E-02 | 9.80E-05 |           |           |
| 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —              | —     | 5.36    | 11.66      | 0.0539      | 0.005                  | 砼     | 400 | 200   | 1.00E-02 | 1.10E-05 |           |           |
| 顶部 X 光机准直器散射   | —              | —     | 0.56    | 9.60       | 0.0007      | 0.005                  | 铅     | 12  | 3.7   | 3.28E-06 | 6.35E-09 |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        | 钢     | 10  | 41.5  |          |          |           |           |
|                |                |       |         |            |             |                        | 砼     | 400 | 200   |          |          |           |           |
| 顶部 X 光机被检测物散射  | —              | —     | 0.96    | 9.40       | 0.0020      | 0.02                   | 砼     | 400 | 200   | 1.00E-02 | 3.61E-04 |           |           |
| 顶部 X 光机地面散射    | —              | —     | 5.65    | 8.10       | 0.0556      | 0.04                   | 砼     | 400 | 200   | 1.00E-02 | 2.06E-05 |           |           |

| 预测点            | 射线类型         | 泄漏率      | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m²) | 散射<br>系数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|----------------|--------------|----------|-------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| B 点            | 加速器漏射        | 1.00E-05 | 10.30       | —              | —               | —            | —        | 钢   | 50       | 79.7     | 8.69E-03 | 1.15E-02 | 1.95E-02 |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|                | 加速器准直器散射     | —        | —           | 1.13           | 9.17            | 0.0027       | 0.005    | 钢   | 50       | 41.5     | 6.24E-04 | 1.09E-03 |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 加速器被检物散射     | —        | —           | 3.57           | 6.73            | 0.027        | 0.006    | 钢   | 50       | 41.5     | 6.24E-04 | 2.44E-03 |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 加速器竖向探测器散射   | —        | —           | 6.95           | 4.90            | 0.070        | 0.005    | 钢   | 50       | 41.5     | 6.24E-04 | 2.63E-03 |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 加速器水平探测器散射   | —        | —           | 4.66           | 8.93            | 0.032        | 0.005    | 钢   | 50       | 41.5     | 6.24E-04 | 9.65E-04 |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 东侧 X 光机漏射    | 0.001    | 8.90        | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 6.62E-07 |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 西侧 X 光机漏射    | 0.001    | 5.00        | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 2.10E-06 |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 顶部 X 光机漏射    | 0.001    | 9.00        | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 6.48E-07 |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |              |          |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 东侧 X 光机准直器散射 | —        | —           | 0.56           | 8.43            | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 8.23E-09 |          |
| 钢              |              |          |             |                |                 |              |          | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
| 砼              |              |          |             |                |                 |              |          | 400 | 200      |          |          |          |          |
| 东侧 X 光机被检测物散射  | —            | —        | 2.07        | 6.38           | 0.0092          | 0.02         | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 1.69E-04 |          |          |
| 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —            | —        | 5.36        | 3.54           | 0.0539          | 0.005        | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 1.20E-04 |          |          |
| 西侧 X 光机准直器散射   | —            | —        | 0.56        | 5.56           | 0.0007          | 0.005        | 铅        | 12  | 3.7      | 3.28E-06 | 1.89E-08 |          |          |
|                |              |          |             |                |                 |              | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
|                |              |          |             |                |                 |              | 砼        | 400 | 200      |          |          |          |          |
| 西侧 X 光机被检测物散射  | —            | —        | 2.07        | 7.07           | 0.0092          | 0.02         | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 1.16E-05 |          |          |

| 预测点         | 射线类型           | 泄漏率      | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m²) | 散射<br>系数 | 屏蔽体   | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |          |
|-------------|----------------|----------|-------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| B 点         | 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —        | —           | 5.36           | 11.36           | 0.0539       | 0.005    | 砼     | 400      | 200      | 1.00E-02 | 1.16E-05 | 1.95E-02 |          |
|             | 顶部 X 光机准直器散射   | —        | —           | 0.56           | 8.66            | 0.0007       | 0.005    | 铅     | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 7.80E-09 |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          | 钢     | 10       | 41.5     |          |          |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          | 砼     | 400      | 200      |          |          |          |          |
|             | 顶部 X 光机被检测物散射  | —        | —           | 0.96           | 8.42            | 0.0020       | 0.02     | 砼     | 400      | 200      | 1.00E-02 | 4.50E-04 |          |          |
| 顶部 X 光机地面散射 | —              | —        | 5.56        | 6.90           | 0.0556          | 0.04         | 砼        | 400   | 200      | 1.00E-02 | 2.84E-05 |          |          |          |
| C 点         | 加速器漏射          | 1.00E-05 | 11.10       | —              | —               | —            | —        | 钢     | 50       | 79.7     | 8.69E-03 | 9.87E-03 | 1.62E-02 |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          | 砼     | 400      | 279      |          |          |          |          |
|             | 加速器准直器散射       | —        | —           | 1.13           | 9.97            | 0.0027       | 0.005    | 钢     | 50       | 41.5     | 6.24E-04 | 9.26E-04 |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          | 砼     | 400      | 200      |          |          |          |          |
|             | 加速器被检物散射       | —        | —           | 3.57           | 7.53            | 0.027        | 0.006    | 钢     | 50       | 41.5     | 6.24E-04 | 1.95E-03 |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          | 砼     | 400      | 200      |          |          |          |          |
|             | 加速器竖向探测器散射     | —        | —           | 6.95           | 6.90            | 0.070        | 0.005    | 钢     | 50       | 41.5     | 6.24E-04 | 1.33E-03 |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          | 砼     | 400      | 200      |          |          |          |          |
|             | 加速器水平探测器散射     | —        | —           | 4.66           | 9.92            | 0.032        | 0.005    | 钢     | 50       | 79.7     | 6.24E-04 | 7.82E-04 |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          | 砼     | 400      | 279      |          |          |          |          |
|             | 东侧 X 光机透射      | —        | 9.79        | —              | —               | —            | —        | —     | 铅        | 12       | 3.7      | 3.28E-06 |          | 5.47E-04 |
|             |                |          |             |                |                 |              |          |       | 钢        | 10       | 41.5     |          |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          |       | 砼        | 400      | 200      |          |          |          |
|             | 西侧 X 光机漏射      | 0.001    | 3.54        | —              | —               | —            | —        | —     | 铅        | 12       | 3.7      | 3.28E-06 |          | 4.19E-06 |
|             |                |          |             |                |                 |              |          |       | 钢        | 10       | 41.5     |          |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          |       | 砼        | 400      | 200      |          |          |          |
|             | 顶部 X 光机漏射      | 0.001    | 8.7         | —              | —               | —            | —        | —     | 铅        | 12       | 3.7      | 3.28E-06 |          | 6.93E-07 |
|             |                |          |             |                |                 |              |          |       | 钢        | 10       | 41.5     |          |          |          |
|             |                |          |             |                |                 |              |          |       | 砼        | 400      | 200      |          |          |          |
|             | 西侧 X 光机准直器散射   | —        | —           | 0.56           | 4.1             | 0.0007       | 0.005    | 0.005 | 铅        | 12       | 3.7      | 3.28E-06 |          | 3.48E-08 |
| 钢           |                |          |             |                |                 |              |          |       | 10       | 41.5     |          |          |          |          |
| 砼           |                |          |             |                |                 |              |          |       | 400      | 200      |          |          |          |          |

| 预测点            | 射线类型           | 泄漏率      | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预<br>测点距离 m | 散射面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 散射<br>系数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|----------------|----------------|----------|-------------|----------------|-----------------|---------------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| C 点            | 西侧 X 光机被检测物散射  | —        | —           | 2.07           | 5.61            | 0.0092                    | 0.02     | 砼   | 400      | 200      | 1.00E-02 | 2.18E-04 | 1.62E-02 |
|                | 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —        | —           | 5.36           | 8.90            | 0.0539                    | 0.005    | 砼   | 400      | 200      | 1.00E-02 | 1.89E-05 |          |
|                | 顶部 X 光机准直器散射   | —        | —           | 0.56           | 8.35            | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 8.39E-09 |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 顶部 X 光机被检测物散射  | —        | —           | 0.96           | 8.10            | 0.0020                    | 0.04     | 砼   | 400      | 200      | 1.00E-02 | 4.87E-04 |          |
| 顶部 X 光机地面散射    | —              | —        | 5.56        | 6.5            | 0.0556          | 0.02                      | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 3.19E-05 |          |          |
| D 点            | 加速器漏射          | 1.00E-06 | 2.50        | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 15       | 45       | 9.59E-03 | 2.15E-02 | 1.29E-01 |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|                | 加速器准直器散射       | —        | —           | 1.13           | 3.63            | 0.0027                    | 0.005    | 铅   | 15       | 45       | 9.59E-03 | 1.07E-01 |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|                | 东侧 X 光机漏射      | 0.001    | 6.77        | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 1.14E-06 |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 西侧 X 光机漏射      | 0.001    | 11.31       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 5.97E-09 |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 顶部 X 光机漏射      | 0.001    | 11.36       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 5.92E-09 |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|                | 东侧 X 光机准直器散射   | —        | —           | 0.56           | 7.23            | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 1.12E-08 |          |
|                |                |          |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
| 砼              |                |          |             |                |                 |                           |          | 400 | 200      |          |          |          |          |
| 东侧 X 光机被检测物散射  | —              | —        | 2.07        | 8.74           | 0.0092          | 0.02                      | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 8.99E-05 |          |          |
| 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —              | —        | 5.36        | 12.03          | 0.0539          | 0.005                     | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 1.04E-05 |          |          |

| 预测点           | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预<br>测点距离 m | 散射面积<br>(m²) | 散射<br>系数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|---------------|----------------|-------|-------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| D 点           | 西侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 10.57           | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 5.24E-09 | 1.29E-01 |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|               | 西侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 9.42            | 0.0092       | 0.02     | 砼   | 400      | 200      | 1.00E-02 | 8.04E-05 |          |
|               | 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 5.95            | 0.0539       | 0.005    | 砼   | 400      | 200      | 1.00E-02 | 4.24E-05 |          |
|               | 顶部 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 10.82           | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 5.00E-09 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
| 顶部 X 光机被检测物散射 | —              | —     | 0.96        | 10.63          | 0.0020          | 0.02         | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 6.14E-05 |          |          |
| 顶部 X 光机地面散射   | —              | —     | 5.56        | 9.74           | 0.0556          | 0.04         | 砼        | 400 | 200      | 1.00E-02 | 1.21E-04 |          |          |
| E 点           | 加速器漏射          | 4E-06 | 5.62        | —              | —               |              | —        | 铅   | 15       | 45       | 9.59E-03 | 4.25E-03 | 1.62E-01 |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|               | 加速器准直器散射       | —     | —           | 1.13           | 6.75            | 0.0027       | 0.005    | 铅   | 15       | 45       | 9.59E-03 | 3.11E-02 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|               | 加速器被检物散射       | —     | —           | 3.57           | 9.19            | 0.027        | 0.006    | 铅   | 15       | 45       | 9.59E-03 | 3.11E-02 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|               | 加速器竖向探测器散射     | —     | —           | 6.95           | 11.03           | 0.070        | 0.005    | 铅   | 15       | 45       | 9.59E-03 | 2.01E-02 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|               | 加速器水平探测器散射     | —     | —           | 4.66           | 11.11           | 0.032        | 0.005    | 铅   | 15       | 45       | 9.59E-03 | 4.35E-02 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 279      |          |          |          |
|               | 西侧 X 光机透射      | —     | 10.30       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 24       | 3.7      | 2.08E-04 | 3.13E-02 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |

| 预测点           | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m²) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|---------------|----------------|-------|-------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| E 点           | 东侧 X 光机漏射      | 0.001 | 4.15        | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-06 | 1.80E-06 | 1.62E-01 |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|               | 顶部 X 光机漏射      | 0.001 | 9.28        | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 1.00E-02 | 6.93E-07 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|               | 东侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 4.71            | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 1.00E-02 | 1.57E-08 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 400      | 200      |          |          |          |
|               | 东侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 6.22            | 0.0092       | 0.02     | 砼   | 400      | 200      | 3.28E-06 | 1.29E-04 |          |
|               | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 9.51            | 0.0539       | 0.005    | 砼   | 400      | 200      | 1.00E-02 | 1.36E-05 |          |
|               | 顶部 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 8.94            | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 1.00E-02 | 7.74E-09 |          |
| 钢             |                |       |             |                |                 |              |          | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
| 砼             |                |       |             |                |                 |              |          | 400 | 200      |          |          |          |          |
| 顶部 X 光机被检测物散射 | —              | —     | 0.96        | 8.72           | 0.0020          | 0.02         | 砼        | 400 | 200      | 2.60E-01 | 9.17E-05 |          |          |
| 顶部 X 光机地面散射   | —              | —     | 5.56        | 7.25           | 0.0556          | 0.04         | 砼        | 400 | 200      | 2.91E-05 | 1.52E-04 |          |          |
| F 点           | 加速器漏射          | 1E-05 | 17.69       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 15       | 45       | 2.60E-01 | 1.17E-01 | 7.17E-01 |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|               | 加速器准直器散射       | —     | —           | 1.13           | 16.56           | 0.027        | 0.005    | 铅   | 15       | 3.7      | 2.91E-05 | 1.57E-05 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|               | 加速器被检物散射       | —     | —           | 3.57           | 17.66           | 0.070        | 0.006    | —   | —        | —        | 1.00E+00 | 5.69E-01 |          |
|               | 加速器竖向探测器散射     | —     | —           | 6.95           | 17.49           | 0.032        | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7      | 6.54E-04 | 2.16E-04 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|               | 加速器水平探测器散射     | —     | —           | 4.66           | 18.46           | 0.0027       | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7      | 6.54E-04 | 2.37E-04 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|               | 西侧 X 光机漏射      | 0.001 | 12.40       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-04 | 3.41E-05 |          |
|               |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
| 东侧 X 光机漏射     | 0.001          | 12.40 | —           | —              | —               | —            | 铅        | 12  | 3.7      | 3.28E-04 | 3.41E-05 |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |              | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |



| 预测点        | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m²) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|------------|----------------|-------|-------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| F 点        | 顶部 X 光机漏射      | 0.001 | 13.51       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-04 | 6.48E-05 | 7.17E-01 |
|            |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|            | 东侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 11.84           | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-04 | 4.17E-07 |          |
|            |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|            | 东侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 12.20           | 0.0092       | 0.02     | —   | —        | —        | 1.00E+00 | 4.61E-03 |          |
|            | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 12.30           | 0.0539       | 0.005    | —   | —        | —        | 1.00E+00 | 9.91E-04 |          |
|            | 西侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 11.84           | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-04 | 4.17E-07 |          |
|            |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|            | 西侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 12.20           | 0.0092       | 0.02     | —   | —        | —        | 1.00E+00 | 4.61E-03 |          |
|            | 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 12.30           | 0.0539       | 0.005    | —   | —        | —        | 1.00E+00 | 1.17E-03 |          |
| G 点        | 顶部 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 13.28           | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-04 | 3.32E-07 |          |
|            |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|            | 顶部 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 0.96           | 13.13           | 0.0020       | 0.02     | —   | —        | —        | 1.00E+00 | 1.85E-02 |          |
|            | 顶部 X 光机地面散射    | —     | —           | 5.56           | 12.21           | 0.0556       | 0.04     | —   | —        | —        | 1.00E+00 | 9.05E-04 |          |
|            | 加速器漏射          | 1E-05 | 14.16       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 15       | 45       | 2.60E-01 | 1.82E-01 |          |
|            |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|            | 加速器准直器散射       | —     | —           | 1.13           | 13.03           | 0.0027       | 0.005    | 铅   | 15       | 3.7      | 2.91E-05 | 2.53E-05 |          |
|            |                |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|            | 加速器被检物散射       | —     | —           | 3.57           | 13.60           | 0.027        | 0.006    | -   | -        |          | 1.00E+00 | 1.04E+00 |          |
|            | 加速器竖向探测器散射     | —     | —           | 6.95           | 13.77           | 0.070        | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7      | 6.54E-04 | 3.49E-04 |          |
| 钢          |                |       |             |                |                 |              |          | 20  | 41.5     |          |          |          |          |
| 加速器水平探测器散射 | —              | —     | 4.66        | 14.78          | 0.032           | 0.005        | 铅        | 10  | 3.7      | 6.54E-04 | 3.69E-04 |          |          |
|            |                |       |             |                |                 |              | 钢        | 20  | 41.5     |          |          |          |          |
| 西侧 X 光机漏射  | 0.001          | 18.88 | —           | —              | —               | —            | 铅        | 12  | 3.7      | 3.28E-04 | 1.47E-05 |          |          |
|            |                |       |             |                |                 |              | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
| 东侧 X 光机漏射  | 0.001          | 18.88 | —           | —              | —               | —            | 铅        | 12  | 3.7      | 3.28E-04 | 1.47E-05 |          |          |
|            |                |       |             |                |                 |              | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
| 顶部 X 光机漏射  | 0.001          | 19.64 | —           | —              | —               | —            | 铅        | 12  | 3.7      | 3.28E-04 | 1.36E-05 |          |          |
|            |                |       |             |                |                 |              | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |

| 预测点 | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm | B        | 计算值μGy/h |          |
|-----|----------------|-------|-------------|----------------|-----------------|---------------------------|----------|-----|----------|-------|----------|----------|----------|
| G 点 | 东侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 18.32           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.74E-07 | 1.24E+00 |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 东侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 18.76           | 0.0092                    | 0.02     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 1.95E-03 |          |
|     | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 18.88           | 0.0539                    | 0.005    | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 4.21E-04 |          |
|     | 西侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 18.32           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.74E-07 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 西侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 18.76           | 0.0092                    | 0.02     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 1.95E-03 |          |
|     | 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 18.88           | 0.0539                    | 0.005    | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 4.21E-04 |          |
|     | 顶部 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 19.48           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.54E-07 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 顶部 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 0.96           | 19.37           | 0.0020                    | 0.02     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 8.51E-03 |          |
|     | 顶部 X 光机地面散射    | —     | —           | 5.56           | 18.76           | 0.0556                    | 0.04     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 3.84E-04 |          |
| H 点 | 加速器漏射          | 1E-05 | 14.85       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 15       | 45    | 2.46E-01 | 1.56E-01 | 1.05E+00 |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 79.7  |          |          |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 79.7  |          |          |          |
|     | 加速器准直器散射       | —     | —           | 1.13           | 13.72           | 0.0027                    | 0.005    | 铅   | 15       | 3.7   | 2.61E-05 | 2.04E-05 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5  |          |          |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5  |          |          |          |
|     | 加速器被检物散射       | —     | —           | 3.57           | 13.42           | 0.027                     | 0.006    | 钢   | 2        | 41.5  | 8.95E-01 | 8.81E-01 |          |
|     | 加速器竖向探测器散射     | —     | —           | 6.95           | 12.87           | 0.070                     | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7   | 5.85E-04 | 3.57E-04 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5  |          |          |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5  |          |          |          |
|     | 加速器水平探测器散射     | —     | —           | 4.66           | 14.62           | 0.032                     | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7   | 5.85E-04 | 3.38E-04 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5  |          |          |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5  |          |          |          |
|     | 西侧 X 光机漏射      | 0.001 | 17.96       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7   | 4.21E-04 | 1.46E-05 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
| 钢   |                |       |             |                |                 |                           |          | 2   | 41.5     |       |          |          |          |

| 预测点           | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|---------------|----------------|-------|-------------|----------------|-----------------|---------------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| H 点           | 东侧 X 光机漏射      | 0.001 | 19.00       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 2.93E-04 | 1.46E-05 | 1.05E+00 |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|               | 顶部 X 光机漏射      | 0.001 | 19.25       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 2.93E-04 | 1.30E-05 |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|               | 东侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 18.44           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 2.93E-04 | 1.27E-05 |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|               | 东侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 16.93           | 0.0092                    | 0.02     | 钢   | 2        | 41.5     | 2.93E-04 | 1.54E-07 |          |
|               | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 17.96           | 0.0539                    | 0.005    | 钢   | 2        | 41.5     | 8.95E-01 | 2.14E-03 |          |
|               | 西侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 18.52           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 8.95E-01 | 4.16E-04 |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|               | 西侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 20.03           | 0.0092                    | 0.02     | 钢   | 2        | 41.5     | 2.93E-04 | 1.53E-07 |          |
|               | 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 19.00           | 0.0539                    | 0.005    | 钢   | 2        | 41.5     | 8.95E-01 | 1.53E-03 |          |
| 顶部 X 光机准直器散射  | —              | —     | 0.56        | 19.09          | 0.0007          | 0.005                     | 铅        | 12  | 3.7      | 8.95E-01 | 3.72E-04 |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           | 钢        | 2   | 41.5     |          |          |          |          |
| 顶部 X 光机被检测物散射 | —              | —     | 0.96        | 18.98          | 0.0020          | 0.02                      | 钢        | 2   | 41.5     | 2.93E-04 | 1.44E-07 |          |          |
| 顶部 X 光机地面散射   | —              | —     | 5.56        | 18.36          | 0.0556          | 0.04                      | 钢        | 2   | 41.5     | 8.95E-01 | 7.93E-03 |          |          |
| I 点           | 加速器漏射          | 1E-05 | 15.81       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 15       | 45       | 2.46E-01 | 1.38E-01 | 9.86E-01 |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 79.7     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 79.7     |          |          |          |
|               | 加速器准直器散射       | —     | —           | 1.13           | 14.68           | 0.0027                    | 0.005    | 铅   | 15       | 3.7      | 2.61E-05 | 1.78E-05 |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|               |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
| 加速器被检物散射      | —              | —     | 3.57        | 14.05          | 0.027           | 0.006                     | 钢        | 2   | 41.5     | 8.95E-01 | 8.04E-01 |          |          |

| 预测点            | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|----------------|----------------|-------|-------------|----------------|-----------------|---------------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| I 点            | 加速器竖向探测器散射     | —     | —           | 6.95           | 13.24           | 0.070                     | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7      | 5.85E-04 | 3.37E-04 | 9.86E-01 |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|                | 加速器水平探测器散射     | —     | —           | 4.66           | 15.20           | 0.032                     | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7      | 5.85E-04 | 3.12E-04 |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|                | 西侧 X 光机漏射      | 0.001 | 8.51        | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 2.93E-04 | 6.48E-05 |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|                | 东侧 X 光机漏射      | 0.001 | 10.93       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 2.93E-04 | 3.93E-05 |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|                | 顶部 X 光机漏射      | 0.001 | 11.34       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7      | 2.93E-04 | 3.65E-05 |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|                | 东侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 10.37           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 2.93E-04 | 4.87E-07 |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 2        | 41.5     |          |          |          |
|                | 东侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 8.86            | 0.0092                    | 0.02     | 钢   | 2        | 41.5     | 8.95E-01 | 7.83E-03 |          |
|                | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 5.57            | 0.0539                    | 0.005    | 钢   | 2        | 41.5     | 8.95E-01 | 4.33E-03 |          |
| 西侧 X 光机准直器散射   | —              | —     | 0.56        | 9.07           | 0.0007          | 0.005                     | 铅        | 12  | 3.7      | 2.93E-04 | 6.37E-07 |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           | 钢        | 2   | 41.5     |          |          |          |          |
| 西侧 X 光机被检测物散射  | —              | —     | 2.07        | 10.58          | 0.0092          | 0.02                      | 钢        | 2   | 41.5     | 8.95E-01 | 5.49E-03 |          |          |
| 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —              | —     | 5.36        | 13.87          | 0.0539          | 0.005                     | 钢        | 2   | 41.5     | 8.95E-01 | 6.98E-04 |          |          |
| 顶部 X 光机准直器散射   | —              | —     | 0.56        | 11.06          | 0.0007          | 0.005                     | 铅        | 12  | 3.7      | 2.93E-04 | 4.28E-07 |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           | 钢        | 10  | 41.5     |          |          |          |          |
|                |                |       |             |                |                 |                           | 钢        | 2   | 41.5     |          |          |          |          |
| 顶部 X 光机被检测物散射  | —              | —     | 0.96        | 10.87          | 0.0020          | 0.02                      | 钢        | 2   | 41.5     | 8.95E-01 | 2.42E-02 |          |          |
| 顶部 X 光机地面散射    | —              | —     | 5.56        | 9.74           | 0.0556          | 0.04                      | 钢        | 2   | 41.5     | 8.95E-01 | 1.27E-03 |          |          |

| 预测点 | 射线类型           | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm | B        | 计算值μGy/h |          |
|-----|----------------|-------|-------------|----------------|-----------------|---------------------------|----------|-----|----------|-------|----------|----------|----------|
| J 点 | 加速器漏射          | 1E-05 | 26.81       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 15       | 45    | 2.60E-01 | 5.07E-02 | 3.13E-01 |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 79.7  |          |          |          |
|     | 加速器准直器散射       | —     | —           | 1.13           | 25.68           | 0.0027                    | 0.005    | 铅   | 15       | 3.7   | 2.91E-05 | 6.51E-06 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5  |          |          |          |
|     | 加速器被检物散射       | —     | —           | 3.57           | 26.60           | 0.027                     | 0.006    | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 2.51E-01 |          |
|     | 加速器竖向探测器散射     | —     | —           | 6.95           | 26.38           | 0.070                     | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7   | 6.54E-04 | 9.50E-05 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5  |          |          |          |
|     | 加速器水平探测器散射     | —     | —           | 4.66           | 27.01           | 0.032                     | 0.005    | 铅   | 10       | 3.7   | 6.54E-04 | 1.11E-04 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 20       | 41.5  |          |          |          |
|     | 西侧 X 光机漏射      | 0.001 | 21.55       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.13E-05 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 东侧 X 光机漏射      | 0.001 | 21.55       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.13E-05 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 顶部 X 光机漏射      | 0.001 | 22.21       | —              | —               | —                         | —        | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.17E-05 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 东侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 20.99           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.33E-07 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 东侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 19.48           | 0.0092                    | 0.02     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 1.81E-03 |          |
|     | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 21.55           | 0.0539                    | 0.005    | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 3.23E-04 |          |
|     | 西侧 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 20.99           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.33E-07 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 西侧 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 2.07           | 19.48           | 0.0092                    | 0.02     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 1.81E-03 |          |
|     | 西侧 X 光机对侧探测器散射 | —     | —           | 5.36           | 21.55           | 0.0539                    | 0.005    | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 3.23E-04 |          |
|     | 顶部 X 光机准直器散射   | —     | —           | 0.56           | 22.07           | 0.0007                    | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-04 | 1.20E-07 |          |
|     |                |       |             |                |                 |                           |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     | 顶部 X 光机被检测物散射  | —     | —           | 0.96           | 21.97           | 0.0020                    | 0.02     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 6.61E-03 |          |
|     | 顶部 X 光机地面散射    | —     | —           | 5.56           | 21.44           | 0.0556                    | 0.04     | —   | —        | —     | 1.00E+00 | 2.94E-04 |          |

| 预测点 | 射线类型          | 泄漏率   | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m²) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm | B        | 计算值μGy/h |          |
|-----|---------------|-------|-------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----|----------|-------|----------|----------|----------|
| K 点 | 加速器漏射         | 4E-06 | 16.65       | —              | —               |              | —        | 铅   | 15       | 45    | 3.53E-04 | 1.79E-05 | 5.39E-04 |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 279   |          |          |          |
|     | 加速器准直器散射      | —     | —           | 1.13           | 15.52           | 0.0027       | 0.005    | 铅   | 15       | 45    | 3.53E-04 | 2.16E-04 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 279   |          |          |          |
|     | 加速器被检物散射      | —     | —           | 3.57           | 20.02           | 0.027        | 0.006    | 铅   | 15       | 45    | 3.53E-04 | 1.30E-05 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 279   |          |          |          |
|     | 加速器竖向探测器散射    | —     | —           | 6.95           | 21.92           | 0.070        | 0.005    | 铅   | 15       | 45    | 3.53E-04 | 3.44E-05 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 279   |          |          |          |
|     | 加速器水平探测器散射    | —     | —           | 4.66           | 20.84           | 0.032        | 0.005    | 铅   | 15       | 45    | 3.53E-04 | 1.83E-04 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 79.7  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 279   |          |          |          |
|     | 西侧 X 光机透射     | —     | 21.30       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 24       | 3.7   | 2.08E-06 | 7.33E-05 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 20       | 41.5  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 200   |          |          |          |
|     | 东侧 X 光机漏射     | 0.001 | 15.15       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-08 | 3.33E-11 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 200   |          |          |          |
|     | 顶部 X 光机漏射     | 0.001 | 20.28       | —              | —               | —            | —        | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-08 | 1.86E-11 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 200   |          |          |          |
|     | 东侧 X 光机准直器散射  | —     | —           | 0.56           | 15.71           | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7   | 3.28E-08 | 2.37E-11 |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5  |          |          |          |
|     |               |       |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 200   |          |          |          |
|     | 东侧 X 光机被检测物散射 | —     | —           | 2.07           | 17.22           | 0.0092       | 0.02     | 砼   | 800      | 200   | 1.00E-04 | 2.32E-07 |          |

| 预测点         | 射线类型           | 泄漏率 | 与源点<br>距离 m | 散射点至源点<br>距离 m | 散射点至预测<br>点距离 m | 散射面积<br>(m²) | 散射系<br>数 | 屏蔽体 | 厚度<br>mm | TVLmm    | B        | 计算值μGy/h |          |
|-------------|----------------|-----|-------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| K 点         | 东侧 X 光机对侧探测器散射 | —   | —           | 5.36           | 20.51           | 0.0539       | 0.005    | 砼   | 800      | 200      | 1.00E-04 | 3.57E-08 | 5.39E-04 |
|             | 顶部 X 光机准直器散射   | —   | —           | 0.56           | 19.94           | 0.0007       | 0.005    | 铅   | 12       | 3.7      | 3.28E-08 | 1.47E-11 |          |
|             |                |     |             |                |                 |              |          | 钢   | 10       | 41.5     |          |          |          |
|             |                |     |             |                |                 |              |          | 砼   | 800      | 200      |          |          |          |
|             | 顶部 X 光机被检测物散射  | —   | —           | 0.96           | 19.72           | 0.0020       | 0.02     | 砼   | 800      | 200      | 1.00E-04 | 1.78E-07 |          |
| 顶部 X 光机地面散射 | —              | —   | 5.56        | 18.25          | 0.0556          | 0.04         | 砼        | 800 | 200      | 1.00E-04 | 3.45E-07 |          |          |

(本页以下空白)



由上表计算结果可知，MB1215DE（BX）组合移动式集装箱/车辆检查系统检查大厅外关注点周围剂量当量率最大预测值为 1.24 $\mu$ Sv/h，位于南侧挡杆外 30cm 处，控制室内操作人员操作位置的剂量当量率为 5.39E-04 $\mu$ Sv/h，符合标准《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中，检查系统监督区边界处的周围辐射剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，操作人员操作位处周围剂量当量率应不大于 1.0 $\mu$ Sv/h 的要求。

### 11.2.5 主要辐射环境保护目标的影响分析

#### 1、剂量估算公式

按照职业人员所受的年附加有效剂量当量估算计算公式如下：

$$E=H/1000 \times t \times T \quad (\text{式 11-4})$$

其中：E---保护目标的受照剂量，mSv/a；

H---保护目标的受照剂量率， $\mu$ Sv/h；

t---本项目全年出束时间，h；

T---保护目标的居留因子。

#### 2、辐射工作人员的年有效剂量

MB1215DE（BX）集装箱/车辆检查系统年出束时间最多为 694h。本项目引导员在检查大厅周围巡视，保守取拟建检查大厅外剂量率最大的关注点进行预测，即南侧挡杆外 30cm 处。本项目职业人员和公众预计年受照剂量具体估算结果见表 11-6。

**表 11-6 本项目职业人员和公众预计年受照剂量估算结果**

| 岗位/工种  | 位置          | 类型 | 居留因子 | 关注点处最大剂量率（ $\mu$ Sv/h） | 预计年受照剂量（mSv/a） |
|--------|-------------|----|------|------------------------|----------------|
| 引导员    | 检查大厅周围      | 职业 | 1    | 1.24                   | 0.86           |
| 操作员    | 控制室         |    | 1    | 5.39E-04               | 3.74E-4        |
| 被检车辆司机 | 检查大厅西侧等候区   | 公众 | 1/32 | 0.96                   | 0.021          |
| 被检车辆乘客 | 检查大厅南侧等候区   |    | 1/32 | 1.05                   | 0.023          |
| 其他职工   | 50m 评价范围内流动 |    | 1/32 | 1.24                   | 0.027          |

根据表 11-6 可知，本项目辐射工作人员（职业）年受照剂量最大值为 0.86mSv/a，

满足本项目提出的职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求；公众人员年受照剂量最大值为 0.027mSv/a，满足本项目提出的公众人员剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

上述人员受照剂量预测结果是按照瞬时最大剂量率进行的保守估算，在实际工作过程中，辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计，并定期送检，对于个人剂量监测结果异常的辐射工作人员，吐尔尕特海关应对有关人员采取保护措施，查明其剂量异常的原因并上报主管部门，同时吐尔尕特海关还应根据个人剂量检测结果以及健康体检结果及时对辐射工作人员工作岗位进行调整，确保其年有效剂量满足本项目的年剂量约束值要求。

#### 11.2.6 氮氧化物的影响分析

本项目射线装置运行时，X 射线和空气发生作用会产生 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub> 等废气，空气在辐射照射下产生（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）等有害气体。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性最高，所以主要是考虑臭氧的产生。

本项目臭氧的产生量参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 B 公式进行计算。

$$P=2\times 10^{-9}D_{I0}SL \text{（式 11-5）}$$

式中：

P——臭氧的产生率，L·s<sup>-1</sup>；

D<sub>I0</sub>——X 射线在距靶 1 米处的周围剂量当量率，Gy/s；

S——受辐射区域大小，m<sup>2</sup>；

L——X 射线在空气中路径长度，m。

本项目 MB1215DE（BX）集装箱/车辆检查系统距靶 1 米处的周围剂量当量率最大为 1.4×10<sup>7</sup>μGy/h=3.89×10<sup>-3</sup>Gy/s，检查大厅面积为 80m×13.5m=1080m<sup>2</sup>，体积为 80m×13.5m×9.0m=9720m<sup>3</sup>，X 射线在空气中路径长度取 3.75m。

经计算得臭氧的产生率：P=2.84×10<sup>-7</sup>L·s<sup>-1</sup>。臭氧的密度为 2.4g/L，则 P 可以转换成 2.45mg/h。

设臭氧的有效分解时间为 t<sub>d</sub>（常取为 0.83h），检查大厅通风换气周期为平均每次换气需 t<sub>v</sub> 小时（h）。

检查大厅室内最高饱和臭氧浓度（mg/m<sup>3</sup>）为：

$$Q=\overline{PT}/V \text{ (式 11-6)}$$

式中：V 为机房体积，m<sup>3</sup>；

$\overline{T}$ 为 O<sub>3</sub> 的有效清除时间（h）：

$$\overline{T}=\frac{t_v \cdot t_d}{t_v+t_d} \text{ (式 11-7)}$$

假设没有通风， $\overline{T}=t_d=0.83h$ ，则：

$$Q=2.45 \times 0.83 \div 9720=2.09 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$$

本项目检查大厅采用自然通风，根据计算结果可知，检查系统在运行中检查大厅室内最高饱和臭氧浓度为  $2.09 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$ ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)中辐射源室内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于  $0.3 \text{mg/m}^3$ 、《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ2.1-2019)中最高容许浓度限值  $0.3 \text{mg/m}^3$  和《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准中 1 小时均值  $\leq 0.2 \text{mg/m}^3$  的标准限值。氮氧化物仅臭氧产生额的 1/3，且本项目检查大厅为较开放的场所，产生的废气对环境影响可以接受。

### 11.3 “三废”影响分析

#### 11.3.1 固体废物影响分析

本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用胶片等显影材料；本项目辐射工作人员定员 7 人，产生的生活垃圾约为  $1 \text{kg/人} \cdot \text{天}$ ，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目每年产生的生活垃圾为 1.75t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托吐尔尕特国门建设项目，集中收储，统一清运到政府指定合规位置。

本项目 MB1215DE (BX) 集装箱/车辆检查系统只有在报废后才会产生废靶。如有废靶产生，废靶收集及送贮时，应根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 要求，开展  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，送交有资质的单位收贮。

#### 11.3.2 废气环境影响分析

本项目射线装置运行时，X 射线和空气发生作用会产生臭氧及氮氧化物等废气。经计算检查系统在运行中检查大厅室内最高饱和臭氧浓度为  $2.09 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$ ，氮氧化物

仅臭氧产生额的 1/3，检查大厅为较开放的场所，产生的废气会迅速扩散，对环境影响很小。

11.3.3 废水环境影响分析

本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用定影液、显影液，不产生废水；本项目辐射工作人员定员 7 人，产生的生活废水约为 12L/（人•天），按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目产生的每年产生的生活废水为 21t。工作人员产生的生活废水通过与边检办公楼共用污水处理集中系统，由污水车定期处理。

11.4 事故影响分析

11.4.1 源项分析及事故等级分析

加速器和 X 光机不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当加速器运行期间才会产生电子束、X 射线等危害因素。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：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、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-7。

表 11-7 辐射事故等级划分表

| 事故等级     | 事故情形                                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 特别重大辐射事故 | I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡                |
| 重大辐射事故   | I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射源和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾 |
| 较大辐射事故   | III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射源和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾                         |
| 一般辐射事故   | IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射源和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射                                   |

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-8。

表 11-8 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

| 辐射剂量/Gy | 急性放射病发生率/% | 辐射剂量/Gy | 死亡率/% |
|---------|------------|---------|-------|
| 0.70    | 1          | 2.00    | 1     |
| 0.90    | 10         | 2.50    | 10    |
| 1.00    | 20         | 2.80    | 20    |
| 1.05    | 30         | 3.00    | 30    |
| 1.10    | 40         | 3.20    | 40    |
| 1.20    | 50         | 3.50    | 50    |
| 1.25    | 60         | 3.60    | 60    |
| 1.35    | 70         | 3.75    | 70    |
| 1.40    | 80         | 4.00    | 80    |
| 1.60    | 90         | 4.50    | 90    |
| 2.00    | 99         | 5.50    | 99    |

#### 11.4.2 辐射事故识别

该项目运行中存在潜在危害和事故风险，本次环评对其做分析，说明项目运营中可能发生的事故或突发事件对人身安全和环境的损害和影响，提出行之有效的防范及应急措施，以避免事故发生、减少事故损失，使其对环境的影响达到可以接受的水平。最大可能的事故主要有两种：

①在设备运行过程中，可能出现有人误入正在运行的检查大厅，造成超剂量的照射。

②被检查车辆有人员藏匿，当车辆进行扫描时藏匿人员一直处于射线照射下受到误照射。

#### 11.4.3 辐射事故影响分析

事故情况下，被检车辆内若有相关人员未离开，会随车辆一起通过加速器的扫描，对该人员产生误照射。误照射时间为人员通过扫描通道的时间，最不利情况下考虑，人员藏匿于车辆中，全身扫描。身高最大取 2.5m，检查系统扫描速度为 0.4m/s，则最大通过时间为  $2.5\text{m} \div 0.4\text{m/s} = 6.25$  秒。

照射剂量计算公式：

$$D = D_0 t h / (3600 r^2)$$

其中：

D：受照剂量， $\mu\text{Sv}$ ；

$D_0$ ：射线束中心轴上距靶 1m 处的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t: 受照时间, 6.25s;

r: 被照人员距靶点距离, 取 4m;

h: 转换因子, 取 1。

通过扫描通道过程会受到的误照射（包括加速器和背散装置）：

$$D=1.4\times10^7\mu\text{Gy/h}\times6.25\text{s}\times1/[3600\times(3.57\text{m})^2]+1.6\times10^4\mu\text{Gy/h}\times6.25\text{s}\times1/[3600\times(3.57\text{m})^2]=4.09\text{mSv}$$

根据上述计算结果可知, 单次扫描误照射最大剂量为 4.09mSv, 误照射一次其所受剂量将会超过公众人员年剂量基本限值, 属于一般辐射事故。建设单位在实际使用过程中应严格执行各种防护措施和安全措施, 防止误照射事故的发生。

综上所述, 本项目 MB1215DE (BX) 型集装箱/车辆检查系统在正常开机状态下, 系统场所辐射水平满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015) 中规定的限值要求, 对周围环境目标公众人员和工作人员的年有效剂量均不超过国家标准基本限值及剂量约束值。

#### 11.4.4 事故防范措施

该项目运行时发生事故的风险主要是管理上引起的, 因此平时必须严格执行各项管理制度, 定期对工作场所进行辐射水平监测, 检查加速器联锁装置、紧急停机开关、报警灯等安全设置及其它各项辐射防护措施, 严格遵守操作规程。为最大可能的避免辐射事故的发生, 具体提出以下预防措施:

①辐射工作人员应到生态环境部培训平台报名培训并参加考核, 经考核合格后方可上岗。

②操作人员须严格按操作规程进行作业, 不得擅自改变操作程序, 确保安全。

③引导员工作时必须随身携带个人剂量报警仪, 以免超剂量事故的发生。

④开机前须仔细检查控制区内有无人员, 只有确定控制区内无人的情况下才能开机作业。

⑤每次运行机器前, 操作人员要检查安全联锁系统运行是否正常。如发现异常, 立即停止后续作业, 待确定安全联锁系统运行状况正常后, 才能重新运行。

⑥同方威视公司技术人员定期对安全联锁装置及剂量报警仪进行检查, 如果发现问题, 应立即完善, 恢复正常后方可运行。

⑦维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

⑧在进行机器维修时，应有两名有维修资格的人员操作，拨下控制台安全联锁钥匙，并在控制台设立维修标牌，维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

应急处理：发生误照射时，辐射工作人员、引导人员应第一时间切断加速器电源或切断其它联锁装置、按下急停按钮等，第一时间停止加速器出束，按照辐射事故应急管理程序的程序进行处理和报告。

#### **11.4.4 事故应急措施**

（1）发生工作过程中意外事故：立即按下急停按钮。

（2）发生人员误入控制区时：控制台操作员按急停按钮停止加速器出束。

（3）发生辐射事故后，立即向辐射防护组及主管领导报告。

（4）辐射安全管理领导小组在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，并向当地生态环境主管部门及公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并协助有关部门调查事故原因、事故后果，按“放射事故管理规定”判定事故性质和等级，填写事故报告表。

（本页以下空白）

**表 12 辐射安全管理**

## **12.1 辐射安全与环境管理机构的设置**

### **12.1.1 机构设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正）的相关规定，使用 I、II、III 类放射源，I、II 类射线装置的工作场所，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。

为做好辐射防护管理工作，中华人民共和国吐尔尕特海关已经设立主管领导组成辐射安全管理领导小组（见附件四），全面负责辐射防护与安全工作，规定各成员相应的职责，做到分工明确、职责分明。辐射安全管理领导小组应加强监督管理，切实保证各项规章制度的实施，做到有效管理，责任到人。

#### **一、机构设置：**

负责人：李卓党委书记、关长

辐射防护负责人：赵旭查检二科副科长

成 员：卡迪尔江·卡斯木查检二科科长、夏永涛监管科科长、沙吾提·乃比查检一科科长

#### **二、具体职责：**

（1）组织贯彻落实国家和地方政府、中华人民共和国吐尔尕特海关有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策；

（2）定期召开会议，听取辐射安全与环境保护工作情况汇报，讨论决定辐射安全与环境保护工作中的重大问题和采取的措施；

（3）组织开展射线装置安全检查活动，组织处理、通报事故；

（4）组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患。

### **12.1.2 人员的配备与培训**

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第二款的要求，从



事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射源和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

吐尔尕特海关拟使用原辐射工作人员 7 名，该 7 名辐射工作人员均已通过辐射防护培训考核。根据《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》（公告 2019 年第 57 号）要求，新从事辐射活动的人员，应当经国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并通过考核后方可上岗。

在项目运行过程中，吐尔尕特海关应加强辐射工作人员的辐射安全教育，按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核。运行过程中如果增加新的辐射工作人员，需要组织工作人员参加辐射安全与防护培训并持证上岗，确保所有辐射工作人员培训合格后上岗。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

为保障核技术利用项目正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，根据《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，吐尔尕特海关制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，吐尔尕特海关必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理。

（1）根据吐尔尕特海关提供的资料，目前吐尔尕特海关已制定的辐射安全管理规章制度有：《辐射防护安全操作规程》《工作人员岗位职责》《控制人员岗位职责》《辐射防护制度》《安全保卫制度》《设备检修维护制度》《个人剂量管理制度》《工作人员健康管理制度》《工作人员培训计划》《台账管理制度》《监测方案》《事故应急管理办法》等规章制度。等一系列规章制度，（详情见附件五）。

（2）明确操作人员的资质条件要求，操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是 H986 车大型集装箱检查系统工作前的安全检查，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪（带剂量显示功能），避免事故发生。

（3）加强安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应立即整改；安全隐患有

可能威胁人员安全或者有可能造成环境污染的，应立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

（4）根据《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号文）的要求，建设单位已成立单位负责人为领导的放射性事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况已制定《吐尔尕特海关射线装置安全检查系统辐射事故应急管理办法》，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景；演练参与人员等。

（5）为确保辐射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行辐射防护职责，避免事故发生，吐尔尕特海关应保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，吐尔尕特海关应对本项目的辐射安全和防护进行年度评估。

本项目吐尔尕特海关已经制定了相对健全的制度，明确了开展核技术利用项目的管理组织及相关职责，制定了 H986 大型集装箱检查系统操作规程和人员岗位职责，按要求配置了辐射防护用品，并制订有辐射安全培训和个人剂量监测的制度等。

吐尔尕特海关应在今后工作中，确保各项制度落实的基础上，不断总结经验，根据单位实际情况，对各项制度加以完善补充。

### 12.3 辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中的相关规定，本项目监测内容包括：个人剂量监测、工作场所监测。

#### 1、监测仪器

按照相关要求吐尔尕特海关应为辐射工作人员配备 1 台 X- $\gamma$  剂量率检测仪、3

台个人剂量报警仪；为每位放射性工作人员配备有个人剂量计，配备铅衣等个人防护用品。

环评要求：项目投运后，需保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到定期送检，专人专戴；建立放射性工作人员个人剂量档案。加强辐射工作人员职业健康检查管理，定期组织放射性工作人员体检，建立放射工作人员个人健康档案。

## 2、监测计划

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。

吐尔尕特海关将严格执行辐射监测计划，计划定期进行日常辐射环境监测和委托有相关资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行监测。其中对于本评价项目辐射工作场所的年度监测内容、监测点位布设及监测频次见表 12-1。

表 12-1 辐射环境监测计划表

| 序号 | 工作场所  | 监测项目            | 监测频次                 |                         |
|----|-------|-----------------|----------------------|-------------------------|
|    |       |                 | 日常监测                 | 年度检测                    |
| 1  | 监督区边界 | X 射线<br>周围剂量当量率 | 吐尔尕特海关<br>日常巡检监测 1 次 | 每年委托第三方辐<br>射监测机构监测 1 次 |
| 2  | 控制室   |                 |                      |                         |
| 3  | 操作位   |                 |                      |                         |

吐尔尕特海关将每年的监测情况汇总至放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告工作中，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。

## 4、辐射工作人员的个人剂量监测

吐尔尕特海关应定期委托有资质的单位定期对辐射工作人员个人剂量计进行监测（监测周期一般为 1 个月，最长不超过 3 个月），并应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，并对职业照射个人监测档案终生保存。

吐尔尕特海关按要求对辐射工作人员开展了个人剂量监测，个人剂量检测报告见

附件六。

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）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2019）和《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号）要求，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的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。项目建成后，吐尔尕特海关将为辐射工作人员拟配备符合标准的个人剂量计和辐射剂量报警仪上岗，个人剂量计拟每季度送检，并建立个人剂量档案，终身保存，吐尔尕特海关应当一一落实。

## 12.4 环保投资估算

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求》中的相关规定，并根据项目实际情况，本项目环保设施（措施）要求及投资估算见表 12-2。

本项目总投资 1000 万元，环保设施（措施）投资 220 万元，占总投资的 22%。

表 12-2 项目环保投资估算表

| 项目       | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                             | 金额（万元） | 备注   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| 屏蔽措施     | 加速器自屏蔽措施如下：①加速器舱：加速器舱采用铅钢相夹的多层屏蔽结构，四周均采用 20mm 钢夹 15mm 铅。②准直器：采用屏蔽铅厚度达 160mm。③垂直探测器臂四周屏蔽：采用铅钢多层屏蔽的方案，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅，后墙采用 20mm 钢夹 210mm 铅。④水平探测器：探测器臂背后采用 20mm 钢夹 50mm 铅，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅。⑥检查通道两侧：探测器两侧通道墙采用 50mm 厚钢。<br>X 光机自屏蔽措施如下：X 光机四周均为 10mm 钢夹 12mm 铅（包括探测器）。 | 0      | 设备自带 |
| 检查大厅屏蔽措施 | 长 80m，宽 13.5m，占地面积约为 1080m <sup>2</sup> ，净高为 9m；检查大厅设计建筑为四周外墙主体，检查大厅南北两侧为出入口，四面墙体为高 9.3m，厚 400mm 混凝土（密度不小于 2.35g/cm <sup>3</sup> ），顶棚采用 140mm 厚钢框架楼承板。                                                                                                                         | 200    | /    |
| 辐射安全设施   | 检查系统设置了辐射安全连锁与警示设施，包括系统出束安全连锁钥匙开关、门连锁、监视装置及其他安全辅助设备。                                                                                                                                                                                                                           | 0      | 设备自带 |
|          | 急停按钮及急停拉线、警灯警铃                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8      | /    |
| 个人防护设施   | 辐射工作人员按人配备热释光个人剂量计，系统配备 3 套个人剂量报警仪和 1 台环境 X、γ剂量率仪。                                                                                                                                                                                                                             | 10     | /    |

|    |                      |     |   |
|----|----------------------|-----|---|
| 其他 | 人员培训、辐射应急物资及装备等，制度上墙 | 2   | / |
| 合计 |                      | 220 |   |

## 12.5 环保措施竣工环境保护验收

评价项目竣工 3 个月内，吐尔尕特海关应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）的规定，对配套建设的环境保护设施进行验收。吐尔尕特海关应当如实查验、监测、记载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。如验收过程中需进行整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。吐尔尕特海关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，吐尔尕特海关对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。吐尔尕特海关在验收过程中，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，吐尔尕特海关应当依法向社会公示验收报告。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。本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收清单（建议）

| 序号 | 验收内容   | 验收要求                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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）和环评报告预测，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 5mSv/a 要求。机房屏蔽体外剂量当量率不大于 2.5μSv/h。                                                                                                                                                                     |
| 2  | 建设内容   | 一台 MB1215DE（BX）型集装箱/车辆检查系统，系统设置两套射线源系统，分别为 6/3MeV 交替双能的电子加速器，3 台 X 光机背散装置，额定电压为 225kV，额定电流为 13.3mA，属 II 类射线装置，配套建设长 80m、宽 13.5m 检查大厅及配套附属用房。                                                                                                                               |
| 3  | 屏蔽措施   | 加速器自屏蔽措施如下：①加速器舱：加速器舱采用铅钢相夹的多层屏蔽结构，四周均采用 20mm 钢夹 15mm 铅。②准直器：采用屏蔽铅厚度达 160mm。③垂直探测器臂四周屏蔽：采用铅钢多层屏蔽的方案，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅，后墙采用 20mm 钢夹 210mm 铅。④水平探测器：探测器臂背后采用 20mm 钢夹 50mm 铅，左右两侧采用 20mm 钢夹 10mm 铅。⑥检查通道两侧：探测器两侧通道墙采用 50mm 厚钢。X 光机自屏蔽措施如下：X 光机四周均为 10mm 钢夹 12mm 铅（包括探测器）。 |
| 4  | 辐射安全设施 | 检查系统设置的辐射安全联锁与警示设施，包括系统出束安全联锁钥匙开关、门联锁、监视装置及其他安全辅助设备，急停按钮及急停拉线、警灯警铃。                                                                                                                                                                                                        |
| 5  | 个人防护设施 | 辐射工作人员按人配备热释光个人剂量计，系统配备 3 套个人剂量报警仪和 1 台环境 X—γ剂量率仪。                                                                                                                                                                                                                         |
| 6  | 应急预案   | 辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确了应急处理组                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |  |                                                                                  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。对使用射线装置过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急装备，进行过辐射事故（件）应急演练。 |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|

## 12.6 辐射事故应急

为规范和强化应对突发辐射事故的应急处置能力，提高工作人员对辐射事故应急防范的意识，将辐射事故造成的损失和污染后果降低到最低程度，最大限度地保障辐射工作人员与公众的安全，做到对辐射事故早发现、速报告、快处理，建立快速反应机制。

根据上级主管部门的要求，依据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》（T/BSRS 052-2021）等相关法律法规中对于辐射事故应急预案应包含的内容都提出了要求，详见表 12-4。

**表 12-4 辐射事故应急预案应包含的主要内容**

| 序号 | 文件名称                                    | 具体条文             | 条文规定内容（节选）                                                                                                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令）        | 第四十一条            | （一）应急机构和职责分工；（二）应急人员的组织、培训以及应急救助的装备、资金、物资准备；（三）辐射事故分级与应急响应措施；（四）辐射事故调查、报告和处理程序。                                                                                                                             |
| 2  | 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）      | 第四十三条            | （一）应急机构和职责分工；（二）应急人员的组织、培训以及应急救助的装备、资金、物资准备；（三）辐射事故分级与应急响应措施；（四）辐射事故的调查、报告和处理程序；（五）辐射事故信息公开、公众宣传方案                                                                                                          |
| 3  | 《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》（T/BSRS052-2021） | 4 辐射事故应急预案的格式和内容 | 应急预案应是核技术利用单位独立、完整、正式的文件，要求文字精练、重点突出，合理采用图表来表达所要说明的问题。应急预案主要包含以下部分：总则、可能发生的辐射事故及分级、应急组织机构及职责、概况及报警信息、应急响应、应急状态终止和恢复措施、应急能力维持、附件。<br>应急预案封面页和批准页应主要包括单位名称、应急预案名称、版本号、颁布和施行日期、审批签名和日期等内容。其中批准人应是核技术利用单位主要负责人。 |

对照上述要求，为了有效处理项目运行过程中可能产生的辐射安全事故，最大限度地控制事故危害，吐尔尕特海关已制定《事故应急管理办法》，并建立了应急处理

机构，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作。

### （1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，放射工作人员按下紧急停机按钮，根据《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》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、县生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委部门报告。

### （2）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计。

④应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

### （3）培训和演习

①培训：对吐尔尕特海关所有参与辐射应急事故应急准备的人员进行培训和定期再培训。

②演习：每年举行一次应急演练，应急演练的类型应覆盖全面，以检验、改善和强化应急准备和应急响应能力。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

吐尔尕特海关应当根据以上要求，同时结合本项目来制定应急预案相关内容，在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合建设单位实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

**表 13 结论与建议**

### **13.1 结论**

#### **13.1.1 项目概况**

项目名称：中华人民共和国吐尔尕特海关组合移动式 H986 查验系统搬迁项目

建设单位：中华人民共和国吐尔尕特海关

建设性质：新建

建设内容：中华人民共和国吐尔尕特海关拟在克孜勒苏柯尔克孜自治州乌恰县吐尔尕特口岸新建国门查验大厅，该国门查验大厅包含一座 H986 检查大厅（以下简称“检查大厅”）和控制室，将吐尔尕特原国门查验大厅的一套 H986 检查系统搬迁至新址使用，该系统使用 1 套由同方威视技术股份有限公司自主研发生产的 MB1215DE（BX）型货物/车辆检查系统，根据《射线装置分类办法》，本项目检查系统属于 II 类射线装置。

本项目总投资 1000 万元，其中环保投资 220 万元，占总投资 22.0%。

#### **13.1.2 实践正当性结论**

吐尔尕特海关使用车辆检查系统对集装箱货物、集装箱夹层、偷渡藏匿等实现不开箱检查，减少人工安检工作量和劳动强度。建设单位在采取辐射防护措施的情况下，可以确保工作人员和公众产生的附加辐射剂量可以控制在根据最优化原则设置的剂量约束值以下，项目实施获得的利益远远大于所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

#### **13.1.3 产业政策符合性**

本项目的应用目的为通关车辆和集装箱安全检查，符合海关安全监管政策的要求。经对照《产业结构调整指导目录（2024 年版）》，第六项核能中第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”可知，本项目属于国家鼓励类，因此本项目的建设符合国家产业政策要求。

#### **13.1.4 辐射安全与防护分析结论**

本项目位于吐尔尕特口岸国门建设项目的 H986 检查大厅，项目检查大厅为南北走向的长方形区域，南北两侧为车辆出入口，待检车辆进入国门查验大厅后停在检查区，扫描时检查系统射线由西向东照射。检查大厅北侧 10m 为司机待行区，东侧墙



外为出境综合查验通道，北侧 15m 为引导员处，检查大厅西侧墙外为人工查验直通通道。项目评价范围内主要保护目标为本项目工作人员、检查站工作人员及待检车辆司机及乘载人员，无村庄小区等公众人员集中分布区，根据本次环评分析结论，扫描系统边界周围剂量当量率均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；项目工作人员及周围公众人员年受照辐射剂量可以达到相应的剂量约束值，项目扫描系统不会对周围环境及环境保护目标产生明显影响。

### 13.1.5 辐射安全管理结论

吐尔尕特海关设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，拥有专业的辐射工作人员和安全管理人員，并明确了职责分工，建立了较为完善的辐射防护和辐射安全管理制度，制定了辐射事故应急预案等。项目开展后，如果有新增的辐射工作人员应该在生态环境部辐射安全和防护培训平台参加培训并考核合格后上岗；辐射工作人员应该按要求佩戴个人剂量计，并且每季度送检，可满足核技术利用项目对辐射安全管理的要求。

### 13.1.6 环境影响分析结论

#### （1）辐射环境影响分析

经预测，在正常工况下，对辐射工作人员造成的附加有效剂量低于  $5\text{mSv/a}$  的职业人员剂量约束值要求；对公众造成的附加有效剂量低于  $0.1\text{mSv/a}$  的公众人员剂量约束值要求。

#### （2）废水的环境影响分析

工作人员产生的生活废水通过与边检办公楼共用污水处理集中系统，由污水车定期处理。

#### （3）大气的环境影响分析

经预测，在正常工况下，检查大厅周边较为空旷，扩散条件较好，臭氧浓度远低于《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中臭氧的浓度低于  $0.3\text{mg/m}^3$  的要求，运行过程中产生的废气对周边大气环境造成的影响较小。

#### （4）固体废物影响分析

本项目 MB1215DE（BX）集装箱/车辆检查系统只有在报废后才会产生废靶。如有废靶产生，废靶收集及送贮时，应根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

要求，开展 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，送交有资质的单位收贮。

辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托吐尔尕特国门建设项目，集中收储，统一清运到政府指定合规位置

### **13.1.7 环境影响可行性结论**

吐尔尕特海关只要严格执行国家相关法律法规和标准要求，建立健全各项规章制度，加强运行管理；切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议，本项目对工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内。因此从辐射环境保护角度分析，该项目可行。

## **13.2 建议与承诺**

### **13.2.1 建议**

（1）落实本报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求。

（2）为辐射工作人员配备个人剂量计，辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗，并定期送检。

（3）落实对辐射工作人员的培训，对于已取得辐射安全与防护培训合格证的人员，按照要求每五年需参加生态环境部组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训考核。

### **13.2.2 承诺**

（1）严格落实辐射工作场所各项辐射防护措施，并严格执行已制定的各项辐射安全管理制度；

（2）项目建成后，按要求及时组织竣工环境保护验收工作，验收通过后方可正式投入使用；

（3）定期组织辐射事故应急处理相关培训及演练，配备相应的应急用品与个人防护用品；

（4）按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告；

（5）辐射工作人员通过培训后上岗，并按照规定每五年参加辐射安全与防护培训考核。