

核技术利用建设项目

爱信（南通）汽车技术中心有限公司
新增 1 台 X 射线工业 CT 项目
环境影响报告表

爱信（南通）汽车技术中心有限公司

2018 年 9 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

爱信（南通）汽车技术中心有限公司

新增 1 台 X 射线工业 CT 项目

环境影响报告表

建设单位名称：爱信（南通）汽车技术中心有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：南通市经济技术开发区晨阳路 11 号

邮政编码：226009

联系人： 赵祥明

电子邮箱：zhaoxm@aisin-tcc.com

联系电话：18851421636；0513-89192080-655

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增 1 台 X 射线工业 CT																											
建设单位		爱信（南通）汽车技术中心有限公司																											
法人代表		伊藤慎太郎	联系人		赵祥明	联系电话		18851421636																					
注册地址		南通市经济技术开发区晨阳路 11 号																											
项目建设地点		南通市经济技术开发区晨阳路 11 号																											
立项审批部门		/			批准文号		/																						
建设项目总投资（万元）		400	项目环保投资（万元）		150	投资比例（环保投资/总投资）		37.5%																					
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他				占地面积（m ² ）		20																					
应用类型	放射源	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																										
		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	生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物																										
		销售	/																										
		使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙																										
	射线装置	生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类																										
		销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类																										
		使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类																										
	其他	/																											
<p>1. 项目概述</p> <p>爱信（南通）汽车技术中心有限公司主业为汽车零部件的产品研发以及相应的功能测试，为了更好的控制产品质量，加强产品检验，公司计划在厂区车间检测室内新增 1 台 X 射线工业 CT 装置，开展产品无损检测工作。</p> <p>企业首次开展核技术应用项目，设备具体参数见表 1-1。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 本次环评核技术应用一览表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>射线装置名称</th> <th>数量</th> <th>管电压 kV</th> <th>管电流 mA</th> <th>射线装置类别</th> <th>工作场所名称</th> <th>使用情况</th> <th>环评情况及 审批时间</th> <th>许可 情况</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>SMX-225CT 型 X 射线工业 CT 装置</td> <td style="text-align: center;">1 台</td> <td style="text-align: center;">225</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">车间检测室</td> <td style="text-align: center;">新增</td> <td style="text-align: center;">本次环评</td> <td style="text-align: center;">未许可</td> </tr> </tbody> </table>										序号	射线装置名称	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及 审批时间	许可 情况	1	SMX-225CT 型 X 射线工业 CT 装置	1 台	225	1	II	车间检测室	新增	本次环评	未许可
序号	射线装置名称	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及 审批时间	许可 情况																				
1	SMX-225CT 型 X 射线工业 CT 装置	1 台	225	1	II	车间检测室	新增	本次环评	未许可																				

2. 项目周围环境

爱信（南通）汽车技术中心有限公司位于南通经济技术开发区晨阳路 11 号，是一家汽车零部件的产品研发以及相应的功能测试的企业，企业地理位置见图 1。

企业地处工业集中区，厂界周围 50m 范围内为工业企业和道路，CT 周围 50m 范围内没有居民点、学校和医院等，项目选址可行。厂区平面示意图见图 2，周围环境示意图见图 3。

新增 1 台 SMX-225CT 型 X 射线工业 CT 装置计划放置在车间一层独立检测室内，车间所在建筑共二层，无地下建筑，检测室对应的上方二层为企业内实验区域。



图 1 厂址地理位置示意图

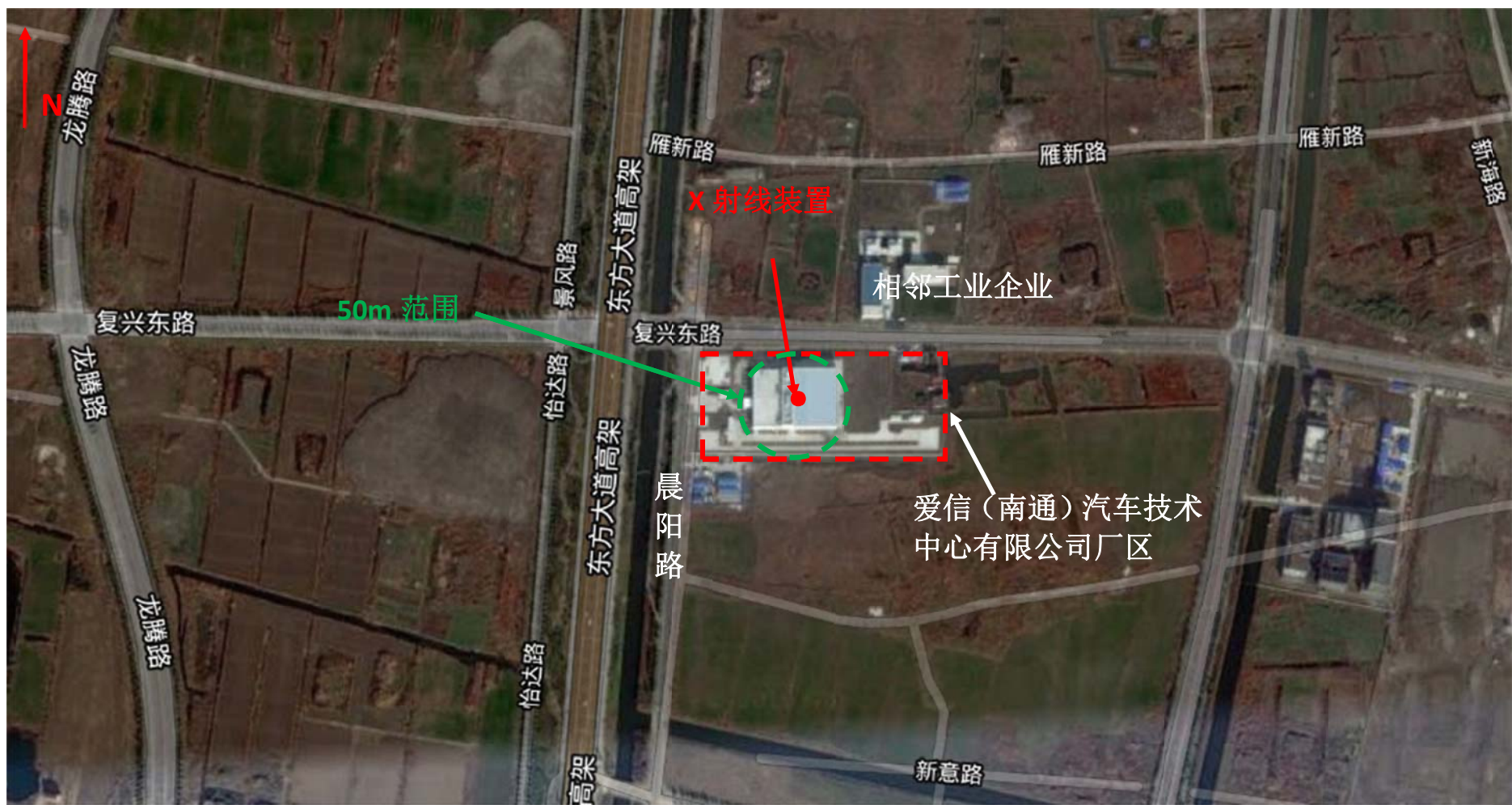


图 2 厂区周围环境平面示意图

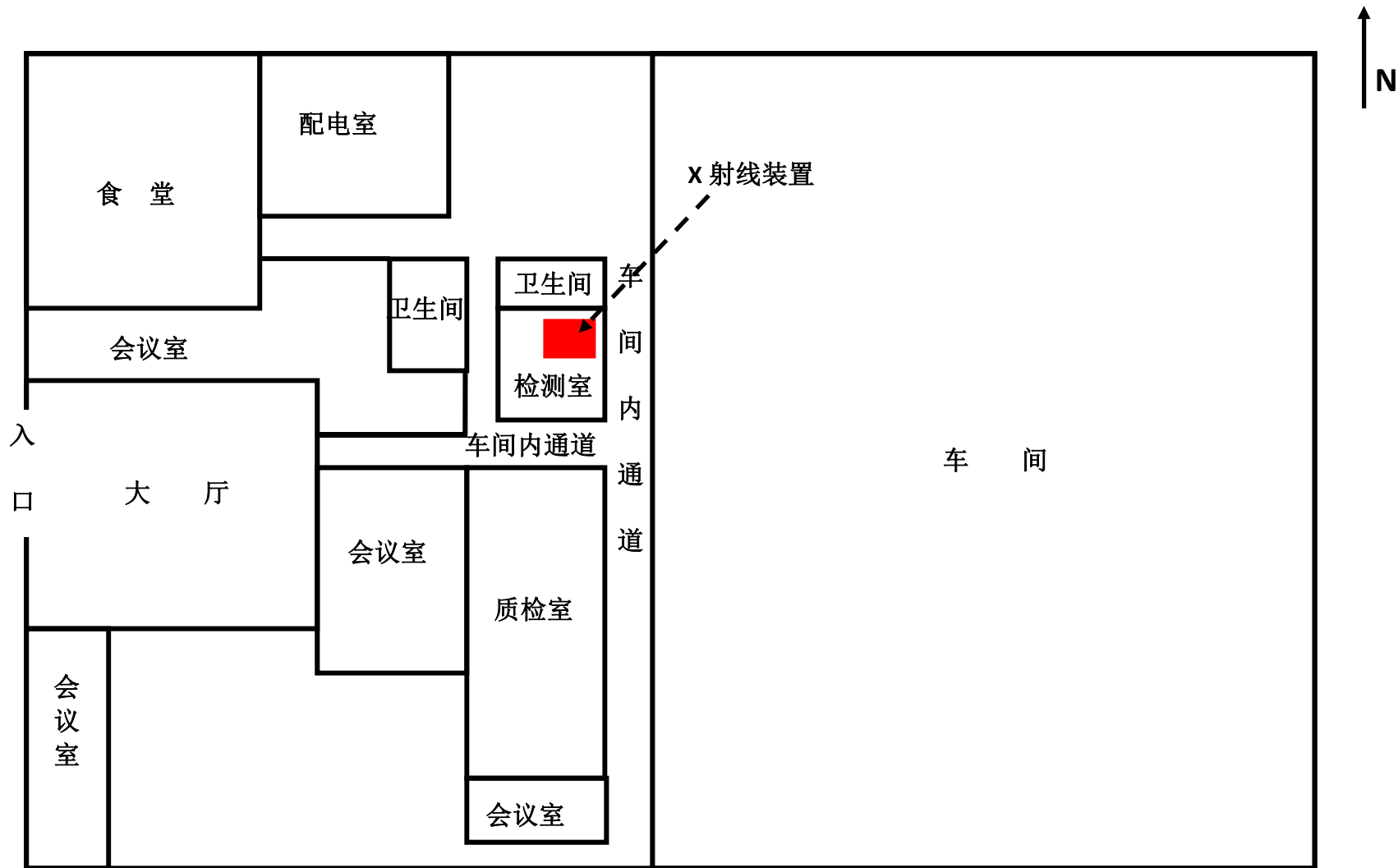


图3 厂区平面布置及X射线装置安装位置示意图（一层）

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
本项目不涉及								

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大操 作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与 地点
本项目不涉及										

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 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
本项目不涉及										

(二) X射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X射线工业CT	II类	1台	SMX-225CT	225	1	X射线立体成像	X射线检测室	额定功率135W

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	自然通风排入大气环境	臭氧50分钟后自动分解

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

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

表 6 评价依据

<p style="text-align: center;">法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订), 2015 年 1 月 1 日; 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修订), 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议通过, 2016 年 9 月 1 日起施行; 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日起实施; 4) 《建设项目环境保护管理条例》, 国务院令第 682 号, 自 2017 年 10 月 1 日起施行; 5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》环境保护部令第 44 号, 2018 年 4 月 28 日修正; 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, 自 2005 年 12 月 1 日起实行, 国务院令 653 号修订, 2014 年 7 月 29 日; 7) 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第 3 号令, 自 2008 年 12 月 6 日起实施; 2017 年 12 月 20 日发布环保部令第 47 号, 修改部分内容; 8) 《关于发布射线装置分类的公告》, 环境保护部, 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起施行; 9) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》, 环发(2006) 145 号, 2006 年 9 月 26 日; 10) 《江苏省辐射污染防治条例》, 江苏省第十届人民代表大会常务委员会公告第 142 号; 江苏省人大常委会公告 2 号(修订), 于 2018 年 3 月 28 日公布, 2018 年 5 月 1 日起施行; 11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起实施。
<p style="text-align: center;">技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技术导则和规范 <ol style="list-style-type: none"> (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016); (2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016); (3) 《辐射环境检测技术规范》(HJ/T61-2001)

2. 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002): 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

	剂量限值
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值: ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可做任何追溯平均), 20mSv; ② 任何一年中有效剂量, 50mSv。
公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值: ③ 年有效剂量, 1mSv; 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv, 则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);

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

4.1.3 节: X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足:

- a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平, 对职业人员部大于 100 μ Sv/周, 对公众不大于 5 μ Sv/周;
- b) 关注点最高周围剂量当量参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

4.1.4 节: 探伤房顶的辐射屏蔽应满足:

- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时, 探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3;
- b) 对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

4.1.5 节: 探伤房应设置门—机联锁装置。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

周剂量参考控制水平: 职业人员 \leq 100 μ Sv/周; 公众 \leq 5 μ Sv/周。

(4)《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，《辐射防护》1993年3月第13卷第2期。

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果* (单位: nGy/h)

	室外剂量率	室内剂量率
范围	73.3~81.8	108.9~123.6
均值	79.5	115.1
标准差 S	7.0	16.3

*: 结果含宇宙射线电离成分所致(空气吸收)剂量率。

其他

与本项目有关的文件

- 1) 环评协议书, 附件一;
- 2) 企业整厂环评批文, 附件二;
- 3) X射线装置(CT)辐射环境本底检测报告, 苏州热工研究院有限公司环境检测中心, 2018年3月14日, 附件三;
- 4) 企业关于射线装置设备参数的承诺书, 附件四;
- 5) 企业制定的辐射安全管理制度, 附件五;
- 6) 辐射工作安全责任书, 附件六。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目评价范围：以 X 射线 CT 装置为中心，周围 50m 范围。

保护目标

X 射线 CT 周围 50m 范围均位于厂区范围内，没有居民点、学校等环境敏感目标。

本项目对环境的影响主要是 X 射线装置工作时对周围环境产生的辐射影响，辐射工作人员和厂区内其它工作人员均是需要关注的对象。下表列出了与本项目 X 射线装置距离最近的保护目标。

环境保护目标分布一览表

方位	保护目标	距离	人员
CT 南侧	操作位	1.4m	辐射工作人员
CT 东侧	车间内走道	1.5m	厂区内非辐射工作人员
CT 上方	二层实验区	4.0m	厂区内非辐射工作人员

评价标准

1. 人员年受照剂量管理目标

职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

2. 人员周剂量限值

职业人员不大于 100μSv/周，公众不大于 5μSv/周。

3. 环境剂量率限值

X 射线装置（铅房）四周、顶部和防护门外 30cm 处，辐射剂量率不超过 2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

2018 年 2 月 27 日企业委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心对爱信（南通）汽车技术中心有限公司拟新增 X 射线装置所在区域进行了环境辐射本底检测。检测报告见附件三。

1. 环境监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子：空气中 X- γ 剂量率。

2. 监测方案

检测采用 6150AD 便携式环境 X- γ 剂量率仪，仪器在有效检定日期内（2017 年 7 月 19 日~2018 年 7 月 18 日）。在 X 射线检测室内按网格均匀布点，并在检测室四周区域布设检测点位，点位布设见图 8-1 中所示。

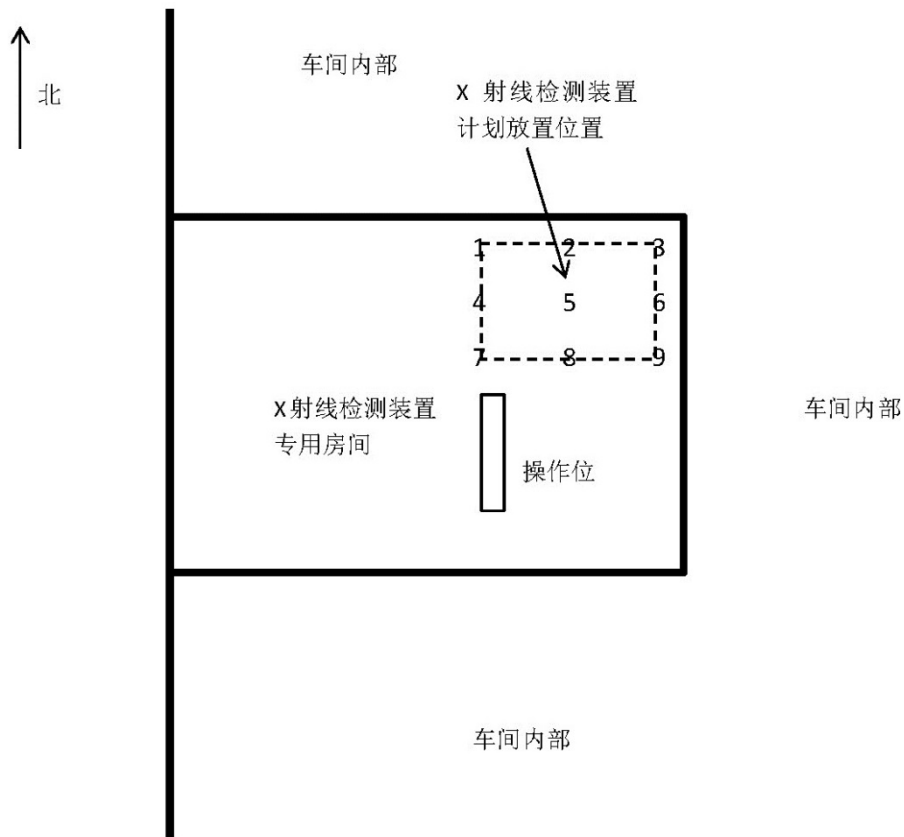


图 8-1 监测点位示意图

3. 环境现状监测结果及评价

检测结果表明：爱信（南通）汽车技术中心有限公司新建 X 射线检测室周围区域环境 X- γ 辐射剂量率在 100nSv/h~116nSv/h，处于江苏省放射性环境本底水平的正常范围。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 运行工况

本项目拟配备辐射工作人员 5 名，其中 4 名人员作为操作人员，双班运行，1 名作为辐射安全管理人员。辐射工作人员每天开机出束时间不超过 2 小时，每人每周受照时间不超过 10h，每年受照时间不超过 500h。

2. 工艺流程和产污环节

本项目 X 射线装置属于 II 类射线装置，非工作状态时不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。X 射线装置为全封闭铅房结构，在 X 射线装置断电的状态下打开防护门放入待检查工件。设备接通电源后 X 射线出束，整个检测过程由设备自动进行，人员操作位置在设备正面左侧，人员通过操作台上的显示器进行监控或通过设备正面的铅玻璃观察窗来观察设备运行情况

X 射线装置由曝光箱体（包括箱体内部固定的 X 线发生器及影像接受器、连接电缆等）、显示器、控制台等组成，利用金属材料对 X 射线吸收并成像的原理，采用 X 射线进行透照，并在设备外部连接的工业电视显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。工作流程和产污环节如下图 9-1 中所示。

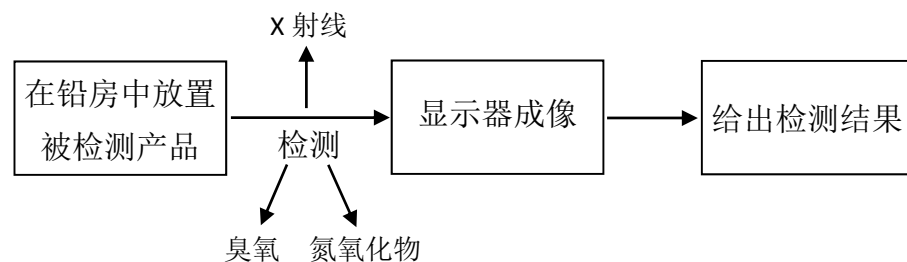


图 9-1 X 射线装置工作流程和产污环节示意图

3. X 射线装置设备参数

本项目 SMX-225CT-X 射线装置额定参数：最大管电压为 225kV，最大管电流为 1mA，最大功率额定 135W。当以电压 225kV 出束时，电流最大可调节至 0.6mA；当以最大电流 1mA 出束时，电压最大可调节至 135kV。

本项目 X 射线装置长 2170mm，宽 1350mm，高 1857mm。X 射线装置发射的 X 射线垂直地面向下。装置底部、四周及顶部使用 7~10mm 铅板屏蔽。装置正面防护门上装有 9mm 铅当量观察窗。

其外观以及屏蔽厚度示意图见图 9-2 所示。

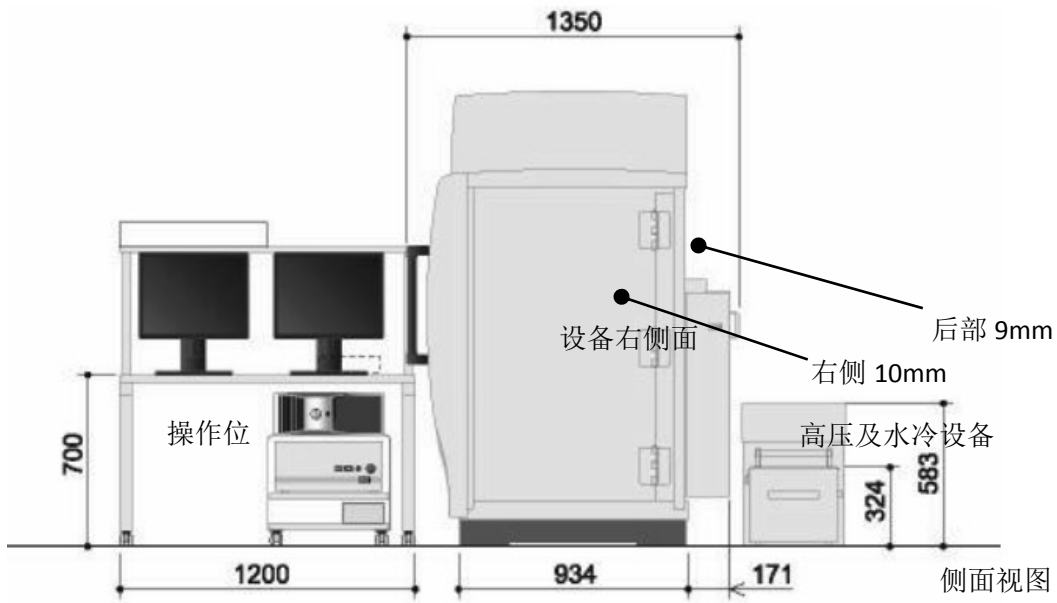
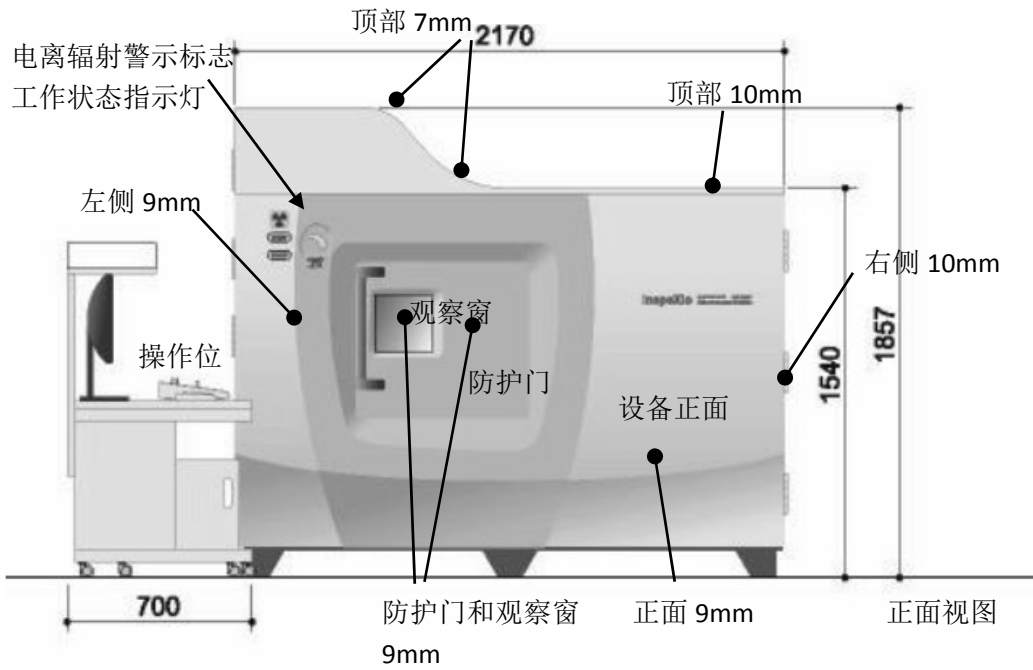


图 9-2 SMX-225CT-X 射线装置结构及屏蔽示意图

污染源项描述

1. 放射性源项（X 射线）

225kV 管电压工况下主射线方向 X 射线输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），保守按 250kV 管电压 X 射线装置 0.5mm 铜滤过板：距靶 1m 处的辐照率为 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。

射线装置距靶点 1m 处泄露辐射剂量率，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，X 射线管电压 $>200\text{kV}$ 时取 $5.0\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

2. 非放射性源项（废气）

射线装置开机时 X 射线电离空气产生少量臭氧和氮氧化物，排放周围大气环境，其中臭氧 50 分钟后自动分解为氧气，这部分废气量产生量较少，不作定量分析。

本项目检测结果通过工业电视成像，不洗片，无洗片废水。

表 10 辐射安全与防护

项目采取的辐射安全措施

1. 辐射工作场所分区管理

企业将辐射工作场所进行分区管理,以 X 射线装置的边界作为控制区边界,以检测室建筑边界作为监督区边界,管理措施如下:

控制区边界(X 射线装置)采用门机联锁装置,检测室入口和设备上显著位置设置电离辐射标志,设备上设置工作指示灯,检测期间任何人不能打开铅房防护门。人员进入检测室工作期间必须佩戴合格的报警仪;

监督区边界加强检测室入口管理,设置门锁,禁止公众进入等管理措施。

企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的,可有效加强辐射安全管理。

2. 辐射安全场所屏蔽设计方案

SMX-225CT-X 射线装置将放置于位于独立的检测室内使用,设备为自屏蔽的铅房结构,设备内部 X 射线出束方向固定向下。装置底部、四周及顶部使用 7~10mm 铅板屏蔽。装置正面防护门上装有 9mm 铅当量观察窗。上述厚度的铅板防护结构,能有效屏蔽和降低铅房四周、顶部的辐射水平。X 射线装置屏蔽结构示意图见图 9-2。

3. 辐射安全设施描述及评价

(1) 门机联锁: X 射线装置正面有 1 扇防护门,防护门与 X 射线发生器设置门机联锁。防护门未完全关闭时,设备装置内部 X 射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门,可以立即实现 X 射线停止出束。

(2) 设备正面醒目位置和检测室入口处均设置电离辐射警告标志,设备顶部安装工作状态指示灯,设备出束期间工作指示灯亮。

(3) 设备操作台上安装急停开关。发生紧急状况时,按下急停开关,立即终止 X 射线出束。急停开关使用后,需复位后方可进行下一次检测工作。

X 射线装置上述辐射安全设计,符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中有关安全联锁、工作指示灯、警示标志、急停开关等安全设施的要求。

三废的治理

本项目不产生放射性废物。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线装置直接由设备供应商整体运输至现场安装,不涉及土建施工,因此本项目没有施工期的环境影响。

运行阶段对环境的影响

1. 运行期环境辐射水平估算

本项目根据 X 射线装置的屏蔽设计参数,参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的公式进行计算理论计算,预测设备运行后环境辐射水平和对辐射工作人员及公众的外照射剂量。

1) 环境辐射水平预测评价

根据设备参数,设备开机时最大电压可达到 225kV,最大电流可达到 1mA,但由于设备额定功率为 135W,额定电压和额定电流不能同时达到最大值。当以电压 225kV 出束时,电流最大可调节至 0.6mA;当以最大电流 1mA 出束时,电压最大可调节至 135kV。

理论计算时,选取 X 射线装置理论上对周围环境造成辐射环境影响最大工况:电压 225kV,电流 0.6mA,射线方向固定向下。

本项目射线装置射线方向固定向下,四周及顶部屏蔽体、防护门均不是主射线方向,仅考虑泄露辐射及散射辐射,由于车间无地下建筑故不考虑有用线束。

——泄露辐射

$$H=H_L \cdot B / R^2 \quad (1)$$

式中: H: 关注点泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_L : 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率,根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)表 1 得知, X 射线管电压 >200kV 时,取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$;

R: 辐射源靶点至关注点的距离, m

$$B= 10^{-X / TVL} \quad (2)$$

B: 屏蔽透射因子;

X: 屏蔽物质厚度, mm;

TVL: 屏蔽物质的什值层厚度, 查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.2, 根据插值法取 225kV 时铅的什值层厚度 2.15mm (注: 此值为 X 射线经强衰减后的值)。

——散射辐射

$$H = (I \cdot H_0 \cdot B / R_s^2) \cdot (F \cdot \alpha / R_0^2) \quad (3)$$

式中: H: 关注点泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I: X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA, 本项目取 0.6mA;

H_0 : 距辐射源点 1m 处输出量, 查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.1, 保守取 250kV 时在 0.5mm 铜过滤下的输出量: $16.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

R_s : 散射体至关注点的距离, m;

$F \cdot \alpha / R_0^2$: 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B4.2 得知: 当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时, 其值保守取 1/50 (200kV~400kV);

$$B = 10^{-X / \text{TVL}} \quad (4)$$

B: 屏蔽透射因子;

X: 屏蔽物质厚度, mm;

TVL: 屏蔽物质的什值层厚度, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 2, X 射线 90° 散射辐射最高能量保守取 200kV, 查表得知在 200kV 时铅取 1.4mm (注: 此值为 X 射线经强衰减后的值)。

本项目 X 射线装置屏蔽结构及相关计算参数详见表 11-1, X 射线装置周围剂量率计算结果见表 11-2。计算点位布设见图 11。

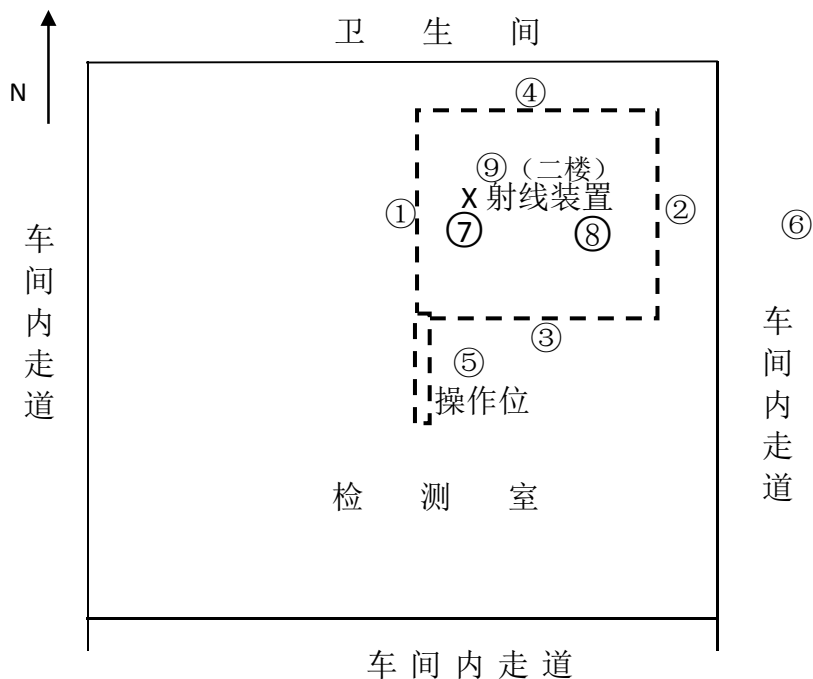


图 11 计算点位示意图

表 11-1 X 射线装置屏蔽结构及相关计算参数

点位	位置	距离 R(m)	屏蔽材料 (mm 铅)	需屏蔽的辐射源
1	X 射线装置西侧 30cm	0.80	9	泄露辐射 散射辐射
2	X 射线装置东侧 30cm	1.97	10	泄露辐射 散射辐射
3	X 射线装置南侧 30cm	0.98	9	泄露辐射 散射辐射
4	X 射线装置北侧 30cm	0.98	9	泄露辐射 散射辐射
5	X 射线装置操作位	1.40	9	泄露辐射 散射辐射
6	车间内走道 (与设备东侧距离最近约 1.5m)	1.50	9	泄露辐射 散射辐射
7	X 射线装置顶部 (西) 30cm	1.23	7	泄露辐射
8	X 射线装置顶部 (东) 30cm	0.91	10	泄露辐射
9	二层实验区域	4.00	7	泄露辐射

表 11-2 X 射线装置运行时周围辐射剂量率计算结果

点位	位置	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄露辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2015 国标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	X 射线装置西侧 30cm	0.007	0.509	0.516	2.5
2	X 射线装置东侧 30cm	<0.001	0.029	0.029	2.5
3	X 射线装置南侧 30cm	0.005	0.343	0.347	2.5
4	X 射线装置北侧 30cm	0.005	0.343	0.347	2.5
5	X 射线装置操作位	0.002	0.166	0.168	2.5
6	车间内走道 (与设备东侧距离最近约 1.5m)	0.002	0.145	0.147	2.5
7	X 射线装置顶部 (西侧) 30cm	/	1.834	1.834	2.5
8	X 射线装置顶部 (东侧) 30cm	/	0.135	0.135	2.5
9	二层实验区域	/	0.173	0.173	2.5

根据上述理论计算, X 射线装置在最大工况下运行, 设备周围环境辐射剂量率在 $0.029\mu\text{Sv/h}\sim 1.834\mu\text{Sv/h}$ 之间, 满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 要求。

2) 人员受照剂量预测评价

评价中所用的辐射剂量率数据, 是依据本项目 SMX-225CTX 射线装置最大工况下, X 射线装置周围 30cm 处辐射水平检测值。

$$\text{估算模式: } W = D \times U \times T \times 10^{-3} \quad (1)$$

其中: W: 年受照剂量, mSv/a;

D: 预测点辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

U: 居留因子, 无量纲, 见表 6-1;

T: 受照时间, 保守取 500h/a。

计算工作人员的年受照剂量时, 在设备周围 30cm 处、防护门外及操作位等人员居留区域布置点位, 如图 11 中所示。人员受照剂量估算结果见表 11-3。

表 11-3 人员年受照剂量计算结果

点位	位置	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员	居留 因子	周受照剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年受照剂 量(mSv/a)
①	X 射线装置西侧 30cm	0.516	职业人员	1/16	0.32	0.016
②	X 射线装置东侧 30cm	0.029	职业人员	1/16	0.02	0.001
③	X 射线装置南侧 30cm	0.347	职业人员	1/4	0.87	0.043
④	X 射线装置北侧 30cm	0.347	职业人员	1/16	0.22	0.011
⑤	X 射线装置操作位	0.168	职业人员	1	1.68	0.084
⑥	车间内走道 (与设备东侧距离最 近约 1.5m)	0.147	公众	1/4	0.37	0.018
⑦	X 射线装置顶部(西侧) 30cm	1.834	职业人员	1/16	1.15	0.057
⑧	X 射线装置顶部(东侧) 30cm	0.135	职业人员	1/16	0.08	0.004
⑨	二层实验区域	0.173	公众	1	1.73	0.087

据表 11-3 计算结果, X 射线装置运行后, 预计职业人员年最大受照剂量为 0.084mSv/a, 公众年最大受照剂量为 0.087mSv/a, 均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对个人年有效受照剂量(职业人员 20mSv/a, 公众 1mSv/a)的要求, 并低于本项目剂量约束值: 职业人员 5mSv/a, 公众 0.25mSv/a, 因此本项目 1 台 SMX-225CTX 射线装置的屏蔽结构满足辐射防护要求。

职业人员和公众每周受照的剂量最大分别为 1.68 $\mu\text{Sv/周}$ 和 1.73 $\mu\text{Sv/周}$, 满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中职业人员 $\leq 100\mu\text{Sv/周}$; 公众 $\leq 5\mu\text{Sv/周}$ 的人员周剂量参考控制水平的要求。

3) 其它污染物排放对环境的影响

X 射线装置设备每天累积开机时间不超过 2 小时, 连续开机时间较短, 单次检测开机在 2~3 分钟以内, 臭氧和氮氧化物废气产量很小。设备为整体封闭式铅房结构, 检测结束后打开防护门, 通过检测室自然通风排放, 臭氧 50 分钟后自动降解为氧气, 对周围环境影响很小。

事故影响分析

1. 最大可信事故

本项目最大可信事故是：X 射线装置门机联锁失灵，人员打开防护门时 X 射线装置仍处于出束状态，造成人员意外照射。

2. 事故后果

本项目中的 X 射线装置属于 II 类射线装置，根据《射线装置分类公告》，II 类射线装置发生事故时，可以使得受到照射的人员产生较严重的放射性损伤。

3. 事故预防措施

分析事故发生的原因，此类事故大都是人为因素造成的，即由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，企业采取以下事故预防措施：

（1）企业内部加强辐射安全管理，警钟长鸣，辐射安全管理人员定期监督检查。

（2）严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每天设备开机运行前，检查确认安全联锁、急停开关、工作指示灯等各项安全措施的有效性，杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。

（3）辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定操作时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓并按下急停开关，设备可立即停止出束，有效减少人员受照时间和受照剂量。

（4）X 射线装置开机作业 2 人或以上共同作业，开机状态下人员不得脱岗。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》，从事辐射防护安全管理的人员应接受辐射安全知识培训，进行专业管理，定期组织对企业辐射安全防护制度执行情况、辐射工作档案台账、辐射防护用品和仪器等进行检查，每年组织对企业辐射安全和防护状况进行年度评估，并于次年 1 月 31 日前向发证的环境保护主管部门报告。同时根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用 II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

企业为本项目 1 台 X 射线装置配备 5 名辐射工作人员，其中 1 名为辐射安全管理人员，参加环保部门培训后持证上岗，负责企业辐射安全管理工作。4 名为操作人员，参加环保部门培训后持证上岗，不兼职其它辐射工作。

企业首次开展核技术应用项目，将根据法律法规的要求建立辐射安全管理机构、制定辐射防护管理制度、配备相应的辐射监测仪表，组织辐射工作人员和管理人员参加培训，建立射线装置台账，每年按照环保部门要求及时上报年度评估报告。在满足上述辐射安全管理要求的基础上，企业基本具备了辐射安全管理能力。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。

目前企业已制定了较为完善的辐射安全管理制度，具体包括：“辐射事故应急处理预案”、“人员培训和健康管理制度”、“环境和人员剂量监测方案”、“射线装置使用登记、台账管理制度”、“辐射岗位职责”、“射线装置检修维护制度”、“辐射防护和安全保卫制度”、“辐射岗位操作规程”，并设置了辐射应急小组。对照“许可办法”的要求，企业的辐射安全管理制度已基本完备。

辐射监测

1. 环境监测方案

(1) 个人剂量检测

企业开展辐射工作人员个人剂量监测，每 3 个月将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。企业内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存至离岗 20 年。

(2) 工作场所辐射环境检测

企业每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测；连同年度辐射环境评估报告一并在次年底前送交环保部门。

企业每月用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。

辐射项目试运行 3 个月内委托开展竣工验收监测。

设备出现故障维修后，委托开展环境检测达到国家标准后再次启用。

2. 环境监测仪器配备

辐射工作人员每人均配备个人剂量计，进入检测室工作时随身佩戴。

X 射线检测室配备 2 台有效的个人移动式报警仪，人员工作时随身佩戴。

企业内配备 1 台 X- γ 剂量率巡检仪，定期自检，保存检测记录。

辐射事故应急

1. 辐射事故应急响应机构、预案建立情况

企业内已建立“辐射事故应急小组”，建立了“辐射事故处理、应急处置规章制度”，制度中规定了事故逐级上报的程序和联系方式、上报的时限，为现行有效的辐射事故应急预案。

2. 辐射事故和预案的可行性

分析认为，现有应急预案中缺少对于事故应急的人员培训和演习计划。建议企业针对建议 X 射线装置可能发生的门机连锁失灵、未佩戴个人报警仪等事故工况，细化现有的辐射事故应急预案，并在日常工作中，定期开展类似事故的演习。

附： 新增 1 台 X 射线 CT 辐射防护“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作	设立辐射安全管理机构，指定 1 名本科学历管理人员，并以文件形式明确机构内各人员职责。	1
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	CT 周围 30cm 处辐射剂量率低于 GBZ117-2015 中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。人员年受照剂量满足 GB18871 中年限值和本项目剂量约束值：职业人员 5mSv/a、公众 0.25mSv/a 的要求，满足 GBZ/T 250-2014 和 GBZ117-2015 中人员周剂量控制要求（职业人员 100 μ Sv/周、公众 5 μ Sv/周）。	143
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停开关等）	设备周围和检测室入口处电离辐射警示标志清楚醒目，设备开机时工作指示灯正常，防护门和设备高压出束实现门机联锁，操作台设置急停开关。	0.8
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射安全管理人员和操作人员参加环保部门培训，通过考核，持证上岗。	1
	个人剂量监测	辐射工作人员定期接受剂量监测	1
	人员职业健康监护	辐射工作人员接受职业健康监护	1
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪	工作场所配置 1 台巡检仪，企业平时自检使用	1
	个人剂量报警仪	CT 配备 2 台有效的个人剂量报警仪，开展辐射工作时随身携带	1
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备台账和使用登记制度、人员培训计划、监测制度、辐射事故应急措施	制度完善，并具有可操作性	0.2
总计	—	—	150

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

本项目建设单位是爱信（南通）汽车技术中心有限公司，厂址位于南通经济技术开发区晨阳路 11 号，厂界周围均为工业企业和道路。

企业计划新增（使用）1 台 SMX-225CTX 射线 CT（最大电压 160kV、最大电流 1mA、最大功率 135W），对产品进行检测，该项目为企业首次开展核技术应用，属 II 类射线装置。

X 射线装置放置于车间一层专用检测室内，车间无地下建筑，二层为企业内实验区，设备周围 50m 范围内没有居民区、学校、医院等环境敏感点，选址可行。

经检测 X 射线装置所在区域环境辐射 X- γ 辐射剂量率在（100~116）nSv/h 范围，处于江苏省天然环境放射性本底水平的正常范围内。

2. 辐射安全防护结论

X 射线装置设备上和检测室入口处设置“电离辐射”警示标志，设备顶部安装工作指示灯，防护门和 X 射线装置高压电源安装门机联锁装置，设备操作台上设置急停开关。上述安全设施满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）中有关门机联锁、急停开关、安全警示标识和等安全措施要求。

辐射工作人员在上岗前参加环保部门组织的辐射防护知识培训，经考核合格后上岗操作。辐射工作人员在操作时佩戴个人剂量计，工作场所配备 2 台有效的个人剂量报警仪，人员进入检测室时携带。企业配备 1 台 X- γ 剂量率巡检仪，定期自检。

3. 环境影响分析结论

根据 X 射线装置的屏蔽计算结果：设备运行后辐射工作人员和周围公众受到的最大年剂量均满足国标《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值要求，并低于剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）。同时满足 GBZ117-2015 和 GBZ/T 250-2014 中周剂量限值要求（职业人员 100 μ Sv/周，公众 5 μ Sv/周）。

现有的设计参数条件下，X 射线装置四周、顶部和防护门外 30cm 处辐射剂量率均小于 2.5 μ Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

射线装置开机产生少量臭氧等废气通过自然通风排放，不会对周围环境产生影响。

4. 可行性分析结论

本项目新增 1 台 X 射线装置，出于企业正常生产需要，设备设计采用门机联锁等多项辐射安全措施，人员受照剂量和环境辐射剂量率处于较低的水平，符合“辐射防护三原则”的要求。

从保护环境的角度而言，在实现本项目“三同时”一览表中的各项辐射防护措施的前提下，本项目是可行的。

建议

1. 该项目运行中，严格遵循操作规程，加强对操作和管理人员有关辐射防护培训，避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响。
2. 设备开机运行前，都要对安全联锁等各项安全装置的有效性和可靠性进行检查。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公 章

年 月 日

审批意见:

经办人

公 章

年 月 日