

核技术利用建设项目

雄邦压铸（南通）有限公司

3 台 X 射线工业 CT 项目

环境影响报告表

雄邦压铸（南通）有限公司

2018 年 9 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

雄邦压铸（南通）有限公司

3 台 X 射线工业 CT 项目

环境影响报告表

建设单位名称：雄邦压铸（南通）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省南通市高新技术产业开发区朝霞西路

邮政编码：226300

联系人：王俊有

电子邮箱：junyou@hongbang.com

联系电话：13862488488



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：苏州热工研究院有限公司
住 所：江苏省苏州市金阊区西环路 1788 号
法定代表人：王安
证书等级：甲级
证书编号：国环评证甲 字第 1904 号
有效 期：至 2019 年 1 月 23 日
评价范围：环境影响报告书类别 — 甲级：输变电及广电通讯；核工业***
环境影响报告表类别 — 一般项目环境影响报告表；特殊项目环境影响报告表***



项目名称：雄邦压铸（南通）有限公司 3 台 X 射线工业 CT 项目环境影响报告表

评价单位（盖公章）：

法人代表（签章）：

环评项目负责人：王紫

编制人员情况

姓名	职称	证书编号	负责章节	签名
王紫	高工	A190403710	全部章节	

	姓名: <u>王紫</u> Full Name _____ 性别: <u>女</u> Sex _____ 出生年月: <u>1972年10月</u> Date of Birth _____ 专业类别: _____ Professional Type _____ 批准日期: <u>2008年05月</u> Approval Date _____
持证人签名: Signature of the Bearer _____	签发单位盖章: Issued by  签发日期: <u>2008年07月29日</u> Issued on _____
管理号: File No.: <u>08353243507320181</u>	

环境影响评价工程师

姓名	登记单位	登记证号	职业资格证书号	登记类别	登记有效起始日期	登记有效终止日期	诚信信息	所在省
覃春丽	苏州热工研究院有限公司	A190402311	00017093	核工业	2016-02-17	2019-02-17		江苏省
朱鑫	苏州热工研究院有限公司	A19040021200	0001693	输变电及广电通讯	2015-12-15	2018-12-14		江苏省
朱小康	苏州热工研究院有限公司	A190402211	0003574	核工业	2016-02-17	2019-01-24		江苏省
赵锋	苏州热工研究院有限公司	A19040011300	0001692	核工业	2015-12-15	2018-12-14		江苏省
张晓峰	苏州热工研究院有限公司	A19040151300	0008486	核工业	2015-06-19	2018-06-14		江苏省
张启明	苏州热工研究院有限公司	A190403611	0008487	核工业	2018-04-27	2021-04-26		江苏省
游春华	苏州热工研究院有限公司	A190402511	00017087	核工业	2016-02-17	2019-02-17		江苏省
杨余甄	苏州热工研究院有限公司	A190402411	00017090	核工业	2016-02-17	2019-02-17		江苏省
徐月平	苏州热工研究院有限公司	A190403511	2017035320350 0000035113206 81	核工业	2018-02-11	2021-02-10		江苏省
徐续	苏州热工研究院有限公司	A190403010	0007836	输变电及广电通讯	2017-01-14	2020-01-14		江苏省
王紫	苏州热工研究院有限公司	A190403710	00008485	输变电及广电通讯	2018-04-27	2021-04-26		江苏省
王丰春	苏州热工研究院有限公司	A19040091300	0003576	核工业	2016-01-25	2019-01-24		江苏省
田新册	苏州热工研究院有限公司	A19040081300	0003575	核工业	2016-01-25	2019-01-24		江苏省
陶云良	苏州热工研究院有限公司	A190403211	0007680	核工业	2017-01-14	2020-01-14		江苏省
上官志洪	苏州热工研究院有限公司	A19040031300	0001691	核工业	2015-12-15	2018-12-14		江苏省
沙向东	苏州热工研究院有限公司	A190403111	0007679	核工业	2017-01-14	2020-01-14		江苏省
任子理	苏州热工研究院有限公司	A190402610	00017082	输变电及广电通讯	2016-02-17	2019-02-17		江苏省
江君	苏州热工研究院有限公司	A190403310	00018684	输变电及广电通讯	2016-12-15	2019-12-15		江苏省
郝睿	苏州热工研究院有限公司	A190403411	0012547	核工业	2017-01-12	2019-04-27		江苏省
陈洋	苏州热工研究院有限公司	A190402811	0012551	核工业	2016-04-27	2019-04-27		江苏省
陈超峰	苏州热工研究院有限公司	A190402911	0006975	核工业	2016-11-08	2019-11-08		江苏省
鲍斯杰	苏州热工研究院有限公司	A190402010	00017097	输变电及广电通讯	2016-02-17	2019-02-17		江苏省

表 1 项目基本情况

建设项目名称		3 台 X 射线工业 CT			
建设单位		雄邦压铸（南通）有限公司			
法人代表	唐杰雄	联系人	王俊有	联系电话	13862488488
注册地址		江苏省南通市高新技术产业开发区朝霞西路			
项目建设地点		江苏省南通市高新技术产业开发区朝霞西路			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		453	项目环保投资（万元）	40	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	/
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	/		
	射线装置	使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		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>雄邦压铸（南通）有限公司主要从事汽车用及摩托车用铸锻毛坯件、模具、夹具的生产制造和销售。企业因生产需要，在厂区车间内设置 3 台 X 射线工业 CT 装置，用于产品无损检测。</p> <p>企业核技术利用情况见表 1-1。</p>					

表 1-1 雄邦压铸（南通）有限公司核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称	数量	管电压 kV	输出电 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	XG-1604T/C 型 X 射线工业 CT (1#)	1 台	160	1.25	II 类	压铸一车 间一楼 北检测室	新增	本次环评	未许可 未验收
2	XG-1604Z/C 型 X 射线工业 CT (2#)	1 台	160	1.25	II 类	压铸一车 间一楼 北检测室	新增	本次环评	未许可 未验收
3	X-SZ40 型 工业 CT 机 (3#)	1 台	240	7.8	II 类	压铸一车 间一楼 东检测室	新增	本次环评	未许可 未验收

2. 项目周围环境

雄邦压铸（南通）有限公司位于南通市高新技术产业开发区朝霞西路，地理位置见图 1-1。

企业厂区西侧是石江公路，东侧是大连路，南侧是朝霞西路，北侧是碧华西路。

3 台 X 射线 CT 放置在压铸一车间，所在建筑共三层（局部一层），其中 1 台 XG-1604T/C 型和 1 台 XG-1604Z/C 型 X 射线装置位于一楼生产区北检测室，生产区为一层建筑（无地下室）；另 1 台 X-SZ40 型工业 CT 机位于一楼东侧检测室内，楼上（二层和三层）为车间办公区，无地下建筑。

3 台 X 射线装置周围 50m 均位于厂区范围内，不涉及居民点，学校和医院等环境敏感目标。厂址周围环境示意图见图 1-2，厂区平面布置见图 1-3。

3. 企业其它核技术利用情况回顾

雄邦压铸（南通）有限公司厂区内没有其它核技术利用项目。

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	1#X射线工业CT	II类	1台	XG-1604T/C	160	1.25	X射线无损检测	压铸一车间一楼北检测室	/
2	2#X射线工业CT	II类	1台	XG-1604Z/C	160	1.25	X射线无损检测	压铸一车间一楼北检测室	
3	3#X射线工业CT	II类	1台	X-SZ40	240	7.8	X射线无损检测	压铸一车间一楼东检测室	

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大靶电流(μA)	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度(Bq)	贮存方式	数量	
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》, 2018 年 4 月 28 日修正, 生态环境部令第 1 号; 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, 对职业人员不大于 100 μ Sv/周, 对公众不大于 5 μ Sv/周;

b) 关注点最高周围剂量当量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。

	<p style="text-align: center;">江苏省天然贯穿辐射水平调查结果* (单位: nGy/h)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>室外剂量率</th> <th>室内剂量率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>范围</td> <td>73.3~ 81.8</td> <td>108.9~ 123.6</td> </tr> <tr> <td>均值</td> <td>79.5</td> <td>115.1</td> </tr> <tr> <td>标准差 S</td> <td>7.0</td> <td>16.3</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">*: 结果含宇宙射线电离成分所致(空气吸收)剂量率。</p>		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
	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											
其他	<p>与本项目有关的文件</p> <p>附件一：环评委托书；</p> <p>附件二：辐射工作安全责任书；</p> <p>附件三：雄邦压铸（南通）有限公司 3 台 X 射线装置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 9 月 3 日；</p> <p>附件四：企业辐射安全管理机构任命文件；</p> <p>附件五：企业辐射防护规章制度；</p> <p>附件六：整厂环评批文。</p>												

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 所在检测室为中心，周围 50m 范围。

保护目标

X 射线 CT 所在区域周围 50m 范围均在厂区内，没有居民点、学校、医院等环境敏感目标。

本项目对环境的影响主要是 X 射线 CT 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和周围公众均是需要关注的对象。

环境保护目标分布一览表

方位	主要建筑设施	距离	人员
3 台 CT 四周	压铸一车间生产区	约 2m	厂区内非辐射工作人员
北检测室北侧	后加工车间	约 5m	厂区内非辐射工作人员
东检测室东侧	压铸二车间	约 10m	厂区内非辐射工作人员
东检测室二楼	车间办公区	约 4m	厂区内非辐射工作人员
东检测室三楼	车间办公区	约 8m	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 100 μ Sv/周，公众不大于 5 μ Sv/周。

3. 环境剂量率限值

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

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

2018年8月23日企业委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心对雄邦压铸（南通）有限公司放置 X 射线 CT 所在区域进行环境辐射本底检测。

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 6150AD5/H 型便携式环境 X- γ 剂量率仪，仪器在有效检定日期内（2017年12月4日~2018年12月3日）。

布点方案：在放置 X 射线 CT 的压铸一车间检测室内按网格均匀布点，点位布设见图 8-1 中所

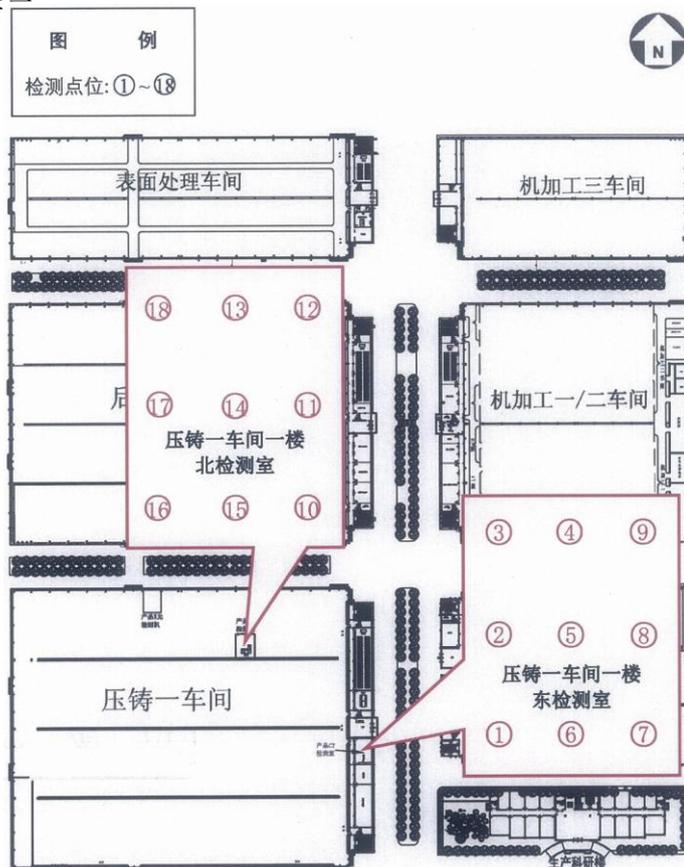


图8-1 环境辐射本底检测点位示意图

3. 环境现状监测结果及评价

检测结果表明：雄邦压铸（南通）有限公司压铸一车间内放置 X 射线 CT 所在区域环境 X- γ 辐射剂量率在（0.063~0.116） $\mu\text{Sv/h}$ 范围（未扣除宇宙响应值），基本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

企业 3 台 X 射线 CT，运行后每台设备配备 2 名辐射工作（操作）人员，单班运行，不兼职其它辐射工作。设备年开机运行时间不超过 500h，每周开机时间不超过 10h。

2. 工艺流程和产污环节

本项目工业 CT 的工作原理是基于新型 X 射线断层扫描测量技术，采用高精度三维工业 CT 扫描系统，对工件三维复杂结构进行快速原型构建，以及工件内外尺寸与厚度的综合测量，实现工件几何尺寸与形位公差评定的要求，该类型产品常见于工业产品设计。

X 射线工业 CT 属于 II 类射线装置，非工作状态时不产生 X 射线产生，进行扫描测量工作时接通设备高压，发射 X 射线。

X 射线工业 CT 由 X 射线扫描箱体（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）、显示器和控制柜等组成。工作流程和产污环节如下图 9-1 中所示。

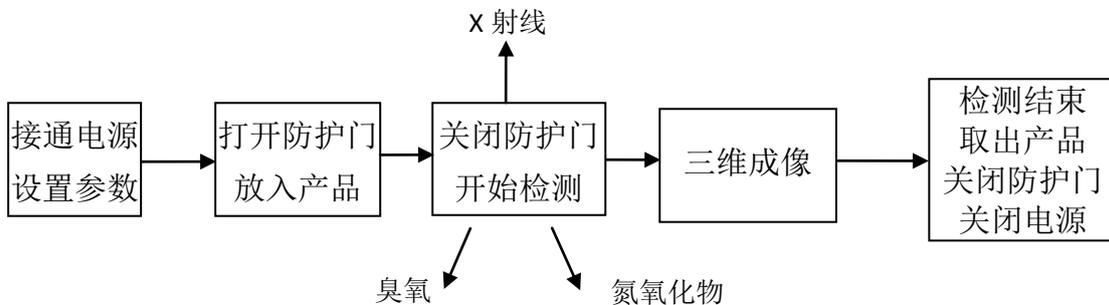


图 9-1 X 射线工业 CT 检测工作流程和产污环节示意图

3. X 射线 CT 装置设备参数

本项目 3 台 X 射线 CT，每台内置 1 个 X 射线发生器，额定管电压：160kV~240kV，额定管电流 1.25 mA~7.8mA。

1#设备 XG-1604T/C 型 CT（铅房）尺寸为 1810mm（长）×1810mm（宽）×2040mm（高）；X 射线主射线方向固定从左侧壁朝向右侧壁。

2#设备 XG-1604Z/C 型 CT（铅房）尺寸为 1930mm（长）×2200mm（宽）×2900mm（高）；X 射线主射线方向从左侧壁朝向右侧壁。

3#设备 X-SZ40 型工业 CT (铅房) 尺寸为 2170mm (长) × 1500mm (宽) × 1700mm (高); X 射线主射线方向固定从左侧壁朝向右侧壁。

CT 设备的操作台位于铅房前部。铅房屏蔽结构设计见表 9-1。

表 9-1 1# X 射线 CT 屏蔽参数一览表
(型号: XG-1604T/C 额定参数: 160kV 1.25mA)

位置	厚度	尺寸
观察窗	4.5mm 铅当量	长 1.81m
前侧壁、防护门、后侧壁	4.5mm 铅+5mm 钢	
左侧壁	4.5mm 铅+5mm 钢	宽 1.81m
顶部、底部	4.5mm 铅+5mm 钢	
右侧壁	6.0mm 铅+5mm 钢	高 2.04m

注: 160kV 工况下 5mm 钢相当于 0.5mm 铅当量

表 9-2 2# X 射线 CT 屏蔽参数一览表
(型号: XG-1604Z/C 额定参数: 160kV 1.25mA)

位置	厚度	尺寸
观察窗	4.5mm 铅当量	长 1.93m
前侧壁、防护门、后侧壁	4.5mm 铅+5mm 钢	
左侧壁	4.5mm 铅+5mm 钢	宽 2.20m
顶部、底部	4.5mm 铅+5mm 钢	
右侧壁	6.0mm 铅+5mm 钢	高 2.90m

注: 160kV 工况下 5mm 钢相当于 0.5mm 铅当量

表 9-3 3# X 射线 CT 屏蔽参数一览表
(型号: X-SZ40 额定参数: 240kV 7.8mA)

位置	厚度	尺寸
观察窗	10mm 铅当量	长 2.17m
前侧壁、防护门、后侧壁	10mm 铅+6mm 钢	
左侧壁	10mm 铅+6mm 钢	宽 1.50m
顶部、底部	10mm 铅+6mm 钢	
右侧壁	18mm 铅+6mm 钢	高 1.70m

注: 240kV 工况下 6mm 钢相当于 0.5mm 铅当量

4. 车间平面布置

1#和 2#X 射线 CT 位于车间生产区北侧检测室内, 2 台设备自北向南依次布设, 设备之间距离约 2~3m。

3#X 射线 CT 位于车间东侧检测室内, 与 1#和 2#射线装置距离 10m 以上。

车间内北、东两个检测室内 3 台 X 射线 CT 分布情况见图 9-2。

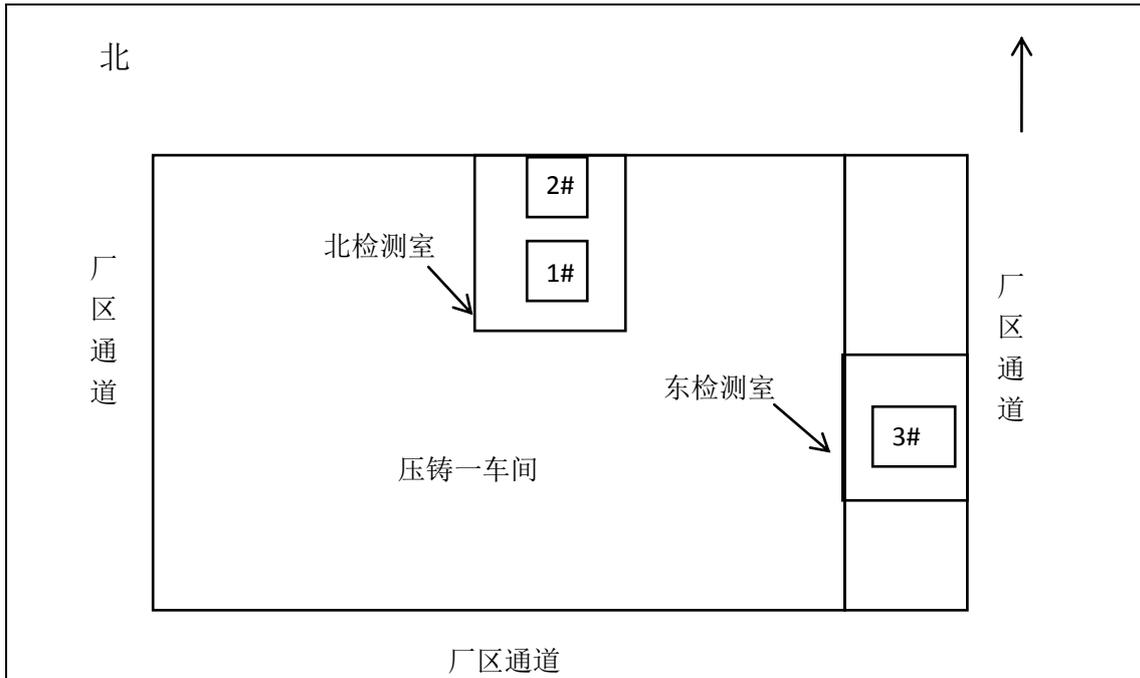


图 9-2 X 射线装置在车间内分布示意图

污染源项描述

1. 放射性源项（X 射线）

160kV 管电压工况下主射线方向 X 射线输出量，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 200kV 时在 3mm 铝过滤下的输出量为 $8.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

240kV 管电压工况下主射线方向 X 射线输出量，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 3mm 铝过滤下的输出量为 $13.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1， $150\text{kV} \leq \text{X 射线管电压} \leq 200\text{kV}$ ，时，取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。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，以设备（铅房）边界作为控制区边界，以设备所在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（铅房）采用门机联锁装置，设备上显著位置设置电离辐射标志和工作指示灯。检测期间禁止打开铅房防护门。

监督区边界：检测室入口处设置电离辐射标志和警示说明，禁止公众进入监督区。人员进入监督区内工作期间必须佩戴合格的报警仪。

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

3 台 X 射线 CT 为自屏蔽的铅房结构，设备内部 X 射线出束方向固定从左侧壁向右侧壁。铅房其余三侧壁、顶部和观察窗防护厚度均为 4.5mm~10mm 铅板/铅当量，设备右侧壁（主射线方向）采用 6.0mm~18mm 铅板防护。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。

3. 辐射安全设施描述及评价

（1）门机联锁：X 射线 CT（铅房）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，铅房内部 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）设备正面醒目位置处设置电离辐射警告标志，设备正面/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 CT 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 3 台 X 射线 CT 放置于专用检测室内，CT 设备为自屏蔽结构，整体外购，车间建筑已建设完工，本项目不需要开展土建施工，没有施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

1. 运行期环境辐射水平估算

(1) 环境影响评价思路

本项目分别以 3 台 X 射线 CT 最大工况条件进行辐射环境水平和人员受照剂量的理论预测。1#和 2#设备放在同一个检测室内，距离约 4m，考虑辐射叠加影响。

CT 的主射线方向为有用线束（透射），其它方向考虑泄漏辐射及散射辐射影响。

——有用线束

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

式中：H：关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ：距辐射源 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.1，160kV 工况下保守取 200kV 时在 3mm 铝过滤下的输出量： $8.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；240kV 工况下保守取 250kV 时在 3mm 铝过滤下的输出量： $13.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

I：X 射线 CT 最大管电流，mA；

R：辐射源靶点至关注点的距离，m

B：屏蔽透射因子，无量纲。

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

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.2，160kV 时铅什值层厚度 1.05mm，240kV 时铅什值层厚度 2.6mm（注：此值为 X 射线经强衰减后的值）

——泄漏辐射

$$H=H_L \cdot B / R^2 \quad (3)$$

式中：H：关注点泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1， $150\text{kV} \leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；X 射线管电压 $> 200\text{kV}$ 时取 $5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R：辐射源靶点至关注点的距离，m

B：屏蔽透射因子，计算见公式（2）。

——散射辐射

$$H= (I H_0 B / R_s^2) \cdot (F \cdot \alpha / R_0^2) \quad (4)$$

式中：H：关注点泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I：X 射线 CT 在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点 1m 处输出量，查 GBZ/T 250-2014 表 B.1；

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 $1/50$ （ $200\text{kV} \sim 400\text{kV}$ ）；

B：屏蔽透射因子，无量纲；计算见公式（2）。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2， 160kV -X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 150kV ，查表取 150kV 时铅 0.96mm ； 240kV -X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 200kV ，查表取 200kV 时铅 1.4mm 。

（2）环境辐射水平预测

本项目 X 射线 CT 屏蔽结构及相关计算参数详见表 11-1~表 11-3，X 射线 CT 周围剂量率计算结果见表 11-4~表 11-6，计算点位见图 11-1 和 11-2。

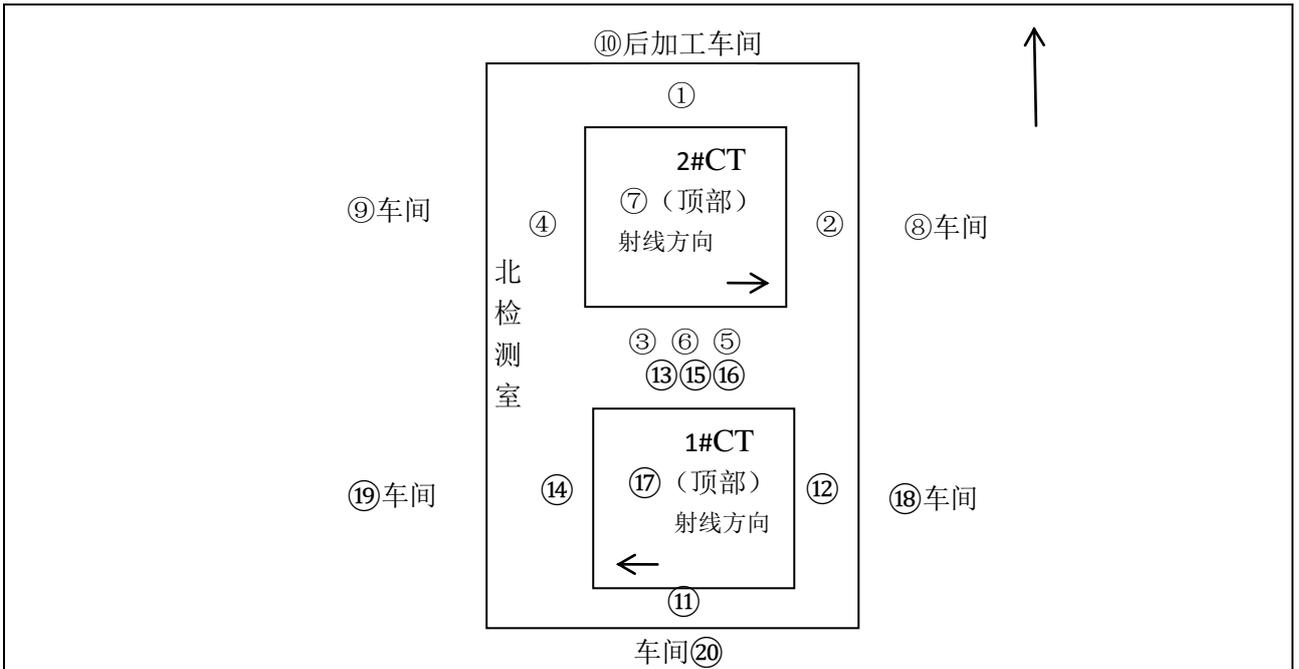


图 11-1 1#、2#X 射线 CT 计算点位示意图

表 11-1 1#X 射线 CT (XG-1604T/C 型) 屏蔽结构及相关计算参数

点位	位置	方向因子 U	居留因子 T	距离 R(m)	屏蔽材料	需屏蔽的辐射源
1	CT 北侧外 30cm	1	1/4	1.2	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
2	CT 东侧外 30cm	1	1/4	1.2	6.5mm 铅当量	有用线束
3	CT 南侧外 30cm	1	1/4	1.2	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
4	CT 西侧外 30cm	1	1/4	1.2	5.0mm 铅当量	泄漏辐射
5	操作位	1	1	1.2	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
6	铅窗外 30cm	1	1/4	1.2	4.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
7	CT 顶部 30cm	1	1/16	1.3	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
8	检测室东侧车间	1	1	3.2	6.5mm 铅当量	有用线束
9	检测室西侧车间	1	1	3.2	5.0mm 铅当量	泄漏辐射
10	检测室北侧后加工车间	1	1	6.2	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射

表 11-2 2#X 射线 CT (XG-1604Z/C 型) 屏蔽结构及相关计算参数

点位	位置	方向因子 U	居留因子 T	距离 R(m)	屏蔽材料	需屏蔽的辐射源
11	CT 南侧外 30cm	1	1/4	1.4	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
12	CT 东侧外 30cm	1	1/4	1.3	5.0mm 铅当量	泄漏线束
13	CT 北侧外 30cm	1	1/4	1.4	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
14	CT 西侧外 30cm	1	1/4	1.3	6.5mm 铅当量	有用辐射
15	操作位	1	1	1.4	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
16	铅窗外 30cm	1	1/4	1.4	4.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
17	CT 顶部 30cm	1	1/16	1.8	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
18	检测室东侧车间	1	1	3.3	5.0mm 铅当量	泄漏线束
19	检测室西侧车间	1	1	3.3	6.5mm 铅当量	有用辐射
20	检测室南侧车间	1	1	3.4	5.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射

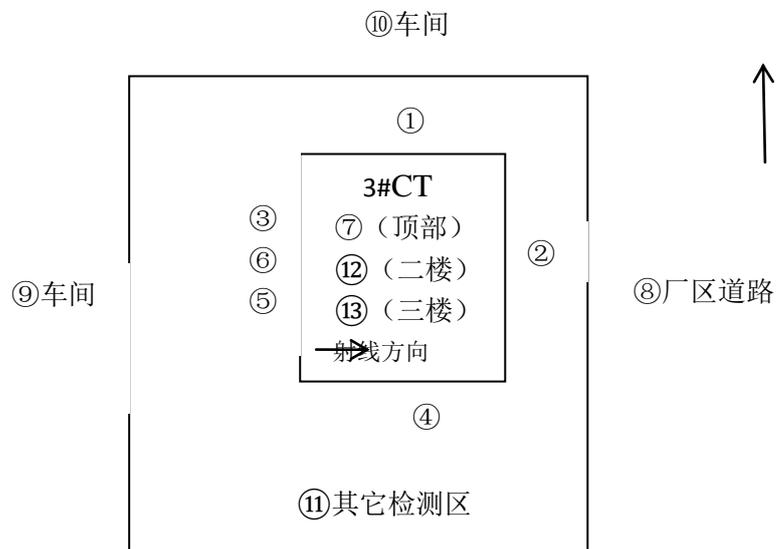


图 11-2 3#X 射线 CT 计算点位示意图

表 11-3 3#X 射线 CT (X-SZ40 型) 屏蔽结构及相关计算参数

点位	位置	方向因子 U	居留因子 T	距离 R(m)	屏蔽材料	需屏蔽的辐射源
1	CT 北侧外 30cm	1	1/4	1.1	10.5mm 铅当量	泄漏辐射
2	CT 东侧外 30cm	1	1/4	1.4	18.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
3	CT 西侧外 30cm	1	1/4	1.4	10.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
4	CT 南侧外 30cm	1	1/4	1.1	10.5mm 铅当量	有用线束
5	操作位	1	1	1.1	10.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
6	铅窗外 30cm	1	1/4	1.1	10.0mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
7	CT 顶部 30cm	1	1/16	1.2	10.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
8	检测室东侧过道	1	1/4	3.4	18.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
9	检测室西侧车间	1	1	3.4	10.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
10	检测室北侧车间	1	1	3.1	10.5mm 铅当量	泄漏辐射
11	检测室内其它检测区域	1	1	3.1	10.5mm 铅当量	有用线束
12	二楼办公区*	1	1	5.2	11.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射
13	三楼办公区*	1	1	9.2	12.5mm 铅当量	泄漏辐射 散射辐射

*: 二楼和三楼场所考虑 10cm 楼板相当于 1mm 铅当量的防护效果

表 11-41#X 射线 CT (XG-1604T/C 型)运行时周围辐射剂量率计算结果

点位	位置	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2015 国标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	CT 北侧外 30cm	—	0.057	0.030	0.087	2.5
2	CT 东侧外 30cm	0.299	—	—	0.299	2.5
3	CT 南侧外 30cm	—	0.057	0.030	0.087	2.5
4	CT 西侧外 30cm	—	—	0.030	0.030	2.5
5	操作位	—	0.057	0.030	0.087	2.5
6	铅窗外 30cm	—	0.190	0.090	0.280	2.5
7	CT 顶部 30cm	—	0.049	0.026	0.075	2.5
8	检测室东侧过道	0.042	—	—	0.042	2.5
9	检测室西侧车间	—	—	0.004	0.004	2.5
10	检测室北侧车间	—	0.002	0.001	0.003	2.5

表 11-52#X 射线 CT (XG-1604Z/C 型)运行时周围辐射剂量率计算结果

点位	位置	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2015 国标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
11	CT 北侧外 30cm	—	0.042	0.022	0.064	2.5
12	CT 东侧外 30cm	—	—	0.026	0.026	2.5
13	CT 南侧外 30cm	—	0.042	0.022	0.064	2.5
14	CT 西侧外 30cm	0.255	—	—	0.255	2.5
15	操作位	—	0.042	0.022	0.064	2.5
16	铅窗外 30cm	—	0.140	0.066	0.206	2.5
17	CT 顶部 30cm	—	0.026	0.013	0.039	2.5
18	检测室东侧车间	—	—	0.004	0.004	2.5
19	检测室西侧车间	0.040	—	—	0.040	2.5
20	检测室南侧车间	—	0.007	0.004	0.011	2.5

表 11-63#X 射线 CT (X-SZ40 型)运行时周围辐射剂量率计算结果

点位	位置	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2015 国标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	CT 北侧外 30cm	—	0.003	0.378	0.381	2.5
2	CT 东侧外 30cm	0.254	—	—	0.254	2.5
3	CT 西侧外 30cm	—	—	0.233	0.233	2.5
4	CT 南侧外 30cm	—	0.003	0.378	0.381	2.5
5	操作位	—	0.003	0.378	0.381	2.5
6	铅窗外 30cm	—	0.008	0.589	0.597	2.5
7	CT 顶部 30cm	—	0.003	0.318	0.321	2.5
8	检测室东侧过道	0.043	—	—	0.043	2.5
9	检测室西侧车间	—	—	0.040	0.040	2.5
10	检测室北侧车间	—	0.0004	0.048	0.048	2.5
11	检测室其它检测区域	—	0.0004	0.048	0.048	2.5
12	二楼办公区	—	<0.001	0.007	0.007	2.5
13	三楼办公区	—	<0.001	0.001	0.001	2.5

根据表 11-4~表 11-6 估算结果, 3 台 X 射线 CT 在各自最大工况下运行, CT 周围环境辐射剂量率最大值为 $0.597\mu\text{Sv/h}$ 。1#和 2#CT 之间距离约 2~3m, 考虑距离衰减, 设备之间辐射叠加影响较小(剂量率增量低于 $(0.1\mu\text{Sv/h})$)。各预测点环境辐射水平均满足《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。

(3) 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 X 射线 CT 最大工况下, CT 周围 30cm 处辐射水平预测值(表 11-4~表 11-6)。

$$\text{估算模式: } P = D \times U \times T \times W \times 10^{-3} \quad (6)$$

其中: P: 年受照剂量, mSv/a;

D: 辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

U: 方向因子, 无量纲;

T: 居留因子, 无量纲;

W: 年受照时间, 根据运行工况职业人员与公众受照时间取 500h。

计算工作人员的年受照剂量时, 在 CT 周围 30cm 处、防护门外、操作位及周围公众居留区域布置点位。人员受照剂量估算结果见表 11-7~表 11-9。

表 11-7 1#设备 (XG-1604T/C 型) 人员受照剂量计算结果

点位	位置	辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	人员	居留因子	年受照剂量 (mSv/a)	周受照剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1	CT 北侧外 30cm	0.087	职业人员	1/4	0.011	0.219
2	CT 东侧外 30cm	0.299	职业人员	1/4	0.037	0.747
3	CT 南侧外 30cm	0.087	职业人员	1/4	0.011	0.219
4	CT 西侧外 30cm	0.030	职业人员	1/4	0.004	0.075
5	操作位	0.087	职业人员	1	0.044	0.874
6	铅窗外 30cm	0.280	职业人员	1/4	0.035	0.701
7	CT 顶部 30cm	0.075	职业人员	1/16	0.002	0.047
8	检测室东侧过道	0.042	公众	1	0.021	0.420
9	检测室西侧车间	0.004	公众	1	0.002	0.042
10	检测室北侧过道	0.003	公众	1	0.002	0.033

表 11-8 2#设备 (XG-1604Z/C 型) 人员受照剂量计算结果

点位	位置	辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	人员	居留因子	年受照剂量 (mSv/a)	周受照剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
11	CT 北侧外 30cm	0.064	职业人员	1/4	0.008	0.161
12	CT 东侧外 30cm	0.026	职业人员	1/4	0.003	0.064
13	CT 南侧外 30cm	0.064	职业人员	1/4	0.008	0.161
14	CT 西侧外 30cm	0.255	职业人员	1/4	0.032	0.637
15	操作位	0.064	职业人员	1	0.032	0.642
16	铅窗外 30cm	0.206	职业人员	1/4	0.026	0.515
17	CT 顶部 30cm	0.039	职业人员	1/16	0.001	0.024
18	检测室东侧车间	0.004	公众	1	0.002	0.040
19	检测室西侧车间	0.040	公众	1	0.020	0.395
20	检测室南侧车间	0.011	公众	1	0.005	0.109

表 11-9 3#设备 (X-SZ40 型) 人员受照剂量计算结果

点位	位置	辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	人员	居留因子	年受照剂量 (mSv/a)	周受照剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1	CT 北侧外 30cm	0.381	职业人员	1/4	0.048	0.953
2	CT 东侧外 30cm	0.254	职业人员	1/4	0.032	0.635
3	CT 西侧外 30cm	0.233	职业人员	1/4	0.029	0.583
4	CT 南侧外 30cm	0.381	职业人员	1/4	0.048	0.953
5	操作位	0.381	职业人员	1	0.191	3.810
6	铅窗外 30cm	0.597	职业人员	1/4	0.075	1.493
7	CT 顶部 30cm	0.321	职业人员	1/16	0.010	0.200
8	检测室东侧过道	0.043	公众	1/4	0.005	0.108
9	检测室西侧车间	0.040	公众	1	0.020	0.400
10	检测室北侧车间	0.048	公众	1	0.024	0.480
11	检测室其它检测区域	0.048	公众	1	0.024	0.480
12	二楼办公区	0.007	公众	1	0.004	0.070
13	三楼办公区	0.001	公众	1	0.001	0.010

据表 11-7~表 11-9 结果, 3 台 X 射线 CT 运行后, 职业人员年最大受照剂量为 0.191mSv/a, 公众年最大受照剂量 0.024mSv/a, 均满足 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 3 台 X 射线 CT 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分别低于 3.810 $\mu\text{Sv/周}$ 和 0.480 $\mu\text{Sv/周}$, 满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中对人员周剂量参考控制水平的要求。

(4) 其它污染物排放对环境的影响

每台 X 射线 CT 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, 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 CT 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 CT 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，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。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。

(5) 在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 1 小时内向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1. 辐射安全管理机构设置情况

企业已建立了辐射安全与环境保护管理机构，配备 1 名专职辐射安全管理人员，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。

2. 人员配备与职能

每台 X 射线 CT 配备 2 名辐射工作人员，单班运行，不兼职其它辐射工作。

辐射安全管理规章制度

根据已修订的“放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（环境保护部第 3 号令）”中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、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、检测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

企业根据上述“管理办法”的要求，已建立了相应的规章制度，包括：“辐射防护和安全保卫制度”、“辐射岗位操作规程”、“辐射岗位职责”、人员培训和健康管理制、 “环境和人员剂量监测方案”、“射线装置检修维护制度”、“射线装置使用登记、台账管理制度”、“辐射事故应急预案”。

对照国家“放射性同位素与射线装置安全许可管理办法”的要求，企业建立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

企业现有的“环境和人员剂量监测方案”基本满足辐射防护要求，内容主要是：

(1) 个人剂量监测

辐射工作人员配备个人剂量仪，开展辐射工作时必须随身佩戴，定期（每2~3个月）委托有资质单位开展个人外照射剂量监测。个人剂量档案长期保存。

每台设备开机时，需保证至少2名辐射工作人员在现场，每台设备配备2台移动式报警仪，报警仪报警，必须立刻停机。

个人剂量值超过5mSv/a，立即查明原因，采取改进措施，暂停辐射工作；并在接到职业人员个人剂量监测报告之日起5日内报环境保护调查处理，超过国家标准年限值（20 mSv/a），需同时向卫生部门报告，视情况对受照人给予及时送医检查和治疗。

(2) 环境监测

企业每年委托有资质单位对设备开机时环境辐射水平进行一次年度监测。

企业内配备1台巡检仪，企业定期自我进行环境水平检测，并保留记录。

在年度检测和企业自我检测时发现异常情况的，应立即采取应急措施，并在1小时之内向县（市、区）或者设置区的市环境主管部门报告的有关规定。

2. 环境监测仪器配备

企业为每个辐射工作人员配备1枚个人剂量计，开展辐射工作时随身佩戴。每台X射线装置配备2台有效的个人移动式报警仪，辐射工作人员工作时随身佩戴。企业内配备1台X-γ辐射剂量率巡检仪，定期自检，保存检测记录。

辐射事故应急

辐射事故应急响应机构、预案建立情况、辐射事故和预案的可行性

企业内已建立“辐射安全管理领导小组”和“应急响应预案”，制度中规定了发生辐射事故后逐级上报的程序和联系方式、上报的时限。分析认为，现有应急预案内容应补充以下内容：

(1) 针对X射线CT可能发生的门机联锁失灵、未佩戴个人报警仪等事故工况，给出相应的应急程序，细化现有的辐射事故应急预案。

(2) 补充事故应急的培训和演习计划，并在日常工作中给予落实和记录。

附：新增 3 台 X 射线 CT “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	企业已成立辐射安全管理领导小组，并以文件形式明确机构职责，并配备 1 名大学本科学历人员从事辐射防护管理工作。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	CT 周围 30cm 处辐射剂量率满足《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参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。人员年受照剂量满足剂量约束值：职业人员 5mSv/a、公众 0.25mSv/a 的要求；同时满足人员周剂量参考控制水平（职业人员 100 μ Sv/周；公众 5 μ Sv/周）	36
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停开关等）	检测室入口处和 X 射线 CT 铅房周围显著位置粘贴电离辐射警示标识，安装工作指示灯，防护门和 X 射线出束实现门机联锁，操作台设有急停开关。	0.5
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职业人员参加环保部门组织的辐射安全知识培训，通过考核后持证上岗。	/
	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	每台 X 射线 CT 工作场所配备 2 台个人报警仪，进行辐射工作时随身携带。	0.5
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	/
总计	—	—	40

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

雄邦压铸（南通）有限公司在南通高新技术产业开发区朝霞西路压铸一车间内新增 1 台 XG-1604Z/C 型 X 射线 CT（160kV、1.25mA）、1 台 X-SZ40 型工业 CT（240kV、7.8mA），以及 1 台 XG-1604T/C 型 X 射线 CT（160kV、1.25mA），3 台设备均用于产品无损检测，属于 II 类射线装置。

企业厂区西侧是石江公路，东侧是大连路，南侧是朝霞西路，北侧是碧华西路。X 射线 CT 安置在企业车间一楼专用检测室内。CT 设备周围 50m 范围内主要是工业企业设施和道路，没有居民点、学校和医院等环境敏感点。

经检测 X 射线 CT 拟放置位置所在区域环境辐射 X- γ 辐射剂量率在（0.063~0.116） μ Sv/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

设备所在检测室入口处和设备正面醒目位置处设置“电离辐射”警示标志，设备顶部安装工作指示灯，防护门和 X 射线出束实现门机联锁，操作台上安装急停开关。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，每台 X 射线 CT 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 辐射剂量率巡检仪，定期自检。

3. 环境影响分析结论

根据理论计算，3 台 X 射线 CT 在各自最大工况下运行，CT 周围环境辐射剂量率在均满足《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参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

3 台 X 射线 CT 的职业人员和公众的最大年受照剂量均满足《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 1 mSv/a）的要求，并低于个人剂量约束限值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25 mSv/a）；同时满足人员周剂量参考控制水平（职业人员 100

$\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$)。

因此本项目 3 台 X 射线 CT 的屏蔽设施满足辐射防护要求，开机运行时对周围人员辐射影响较小。

设备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 3 台 X 射线 CT，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，采取保守的屏蔽设计方案，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. 每天工作前对门机联锁、工作指示灯、急停开关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:

公章

经办人

年 月 日

审批意见:

公章

经办人

年 月 日