

编号：XHKJ2231

核技术利用建设项目
广州超音速自动化科技股份有限公司
使用、生产、销售 X 射线检测系统项目
环境影响报告表

送审版

广州超音速自动化科技股份有限公司 (盖章)



2022年08月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
广州超音速自动化科技股份有限公司
使用、生产、销售 X 射线检测系统项目
环境影响报告表

建设单位名称： 广州超音速自动化科技股份有限公司 (盖章)

建设单位法人代表(签名或签章)： 张峰

通讯地址： 广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋厂房 1 层

邮政编码：



联系人： 覃黎娜

电子邮箱：

联系电话：



编制单位和编制人员情况表

项目编号	6wmn64		
建设项目名称	广州超音速自动化科技股份有限公司使用、生产、销售X射线检测系统项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	广州超音速自动化科技股份有限公司		
统一社会信用代码	914401015583602247		
法定代表人（签章）	张俊峰		
主要负责人（签字）	叶长春		
直接负责的主管人员（签字）	杨洪森		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广州星环科技有限公司		
统一社会信用代码	91440106MA59DAA73A		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
魏来	201905035430000004	BH024228	魏来
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
黄铭熙	项目基本情况、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析	BH047171	黄铭熙
魏来	评价依据及评价标准、辐射安全管理、结论	BH024228	魏来

编制主持人环境影响评价工程师资格证书

	<h2>环境影响评价工程师</h2> <p>Environmental Impact Assessment Engineer</p>	
<p>本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。</p>		<p>姓名： <u>魏来</u> 证件号码： <u>430104198811124339</u> 性别： <u>男</u> 出生年月： <u>1988年11月</u> 批准日期： <u>2019年05月19日</u> 管理号： <u>201905035430000004</u></p>
 <p>中华人民共和国人力资源和社会保障部</p>	 <p>中华人民共和国生态环境部</p>	

目 录

表 1	项目基本情况.....	-1-
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	评价标准与保护目标.....	-14-
表 8	环境质量和辐射现状.....	-17-
表 9	项目工程分析与源项.....	-25-
表 10	辐射安全与防护.....	-40-
表 11	环境影响分析.....	-65-
表 12	辐射安全管理.....	-80-
表 13	结论与建议.....	-88-
表 14	审批.....	-90-
附件 1	环境 γ 辐射现状检测报告.....	-91-
附件 2	辐射安全管理规章制度.....	-98-
附件 3	射线装置生产、销售台账.....	-110-

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广州超音速自动化科技股份有限公司 使用、生产、销售 X 射线检测系统项目			
建设单位		广州超音速自动化科技股份有限公司			
法人代表	张俊峰	联系人	覃黎娜	联系电话	██████████
注册地址		广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋厂房			
项目地点		广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋厂房 1 层			
建设项目总投资 (万元)	5000	项目环保投资 (万元)	100	投资比例（环保 投资/总投资）	2%
项目性质		√新建 □改建 □扩建 □其它		占地面积（m ² ）	298
应用 类 型	放射源	□销售	□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类		
		□使用	□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类		
	非密封放 射性物质	□生产	□制备 PET 用放射性药物		
		□销售	/		
		□使用	□乙 □丙		
	射线装置	√生产	√II类 □III类		
		√销售	√II类 □III类		
		√使用	□II类 √III类		
其它	/				

1.1 项目概况

1.1.1 建设单位情况

广州超音速自动化科技股份有限公司(下称:超音速公司或建设单位)成立于 2010 年 7 月,位于广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋厂房 1 层,是一家专注于 AI+机器视觉智能装备的国家高新技术企业,已拥有专利 600 多项、软件著作权 100 多项,工信部锂离子电池安全标准特别工作组成员单位,12 年聚焦锂电池智能制造行业,为锂电池厂及设备厂等客户提供基于 AI+机器视觉智能化设备和系统完整解决方案。公司研发的锂电极片缺陷检测系统、涂布对齐检测系统、制片卷绕机极片缺

陷检测系统、模切机和分条机的在线缺陷检测和尺寸测量系统等，在行业内已经得到广泛的应用。

1.1.2 项目来由和目的

X 射线检测系统可以利用 X 射线的穿透能力在工业上检测一些眼睛所看不到的物品内部缺陷。超音速公司为了适应市场需求、提高行业竞争力，研发了一种在线式 X 射线检测系统，应用于锂电池内部构造检测。超音速公司拟开展该 X 射线检测系统的生产、使用、销售活动。

根据《关于发布射线装置分类的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，第 66 号）对射线装置的分类，本项目的 X 射线检测系统属于工业用 X 射线探伤装置中的自屏蔽式 X 射线探伤装置。根据射线装置的分类第 6 条标注说明：对自屏蔽式 X 射线探伤装置的生产、销售活动按 II 类射线装置管理；使用活动按 III 类射线装置管理。本项目射线装置涉及使用、生产、销售活动，所以本项目属于使用 III 类射线装置和生产、销售 II 类射线装置项目。

现受广州超音速自动化科技股份有限公司委托，广州星环科技有限公司对广州超音速自动化科技股份有限公司使用、生产、销售 X 射线检测系统项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令 第 16 号），本项目应编制环境影响报告表。

1.1.3 项目建设规模

超音速公司拟在华创动漫产业园 B10 栋厂房 1 层的保密车间，建设 1 间调试铅房，配套使用 4 种型号的 X 射线装置，用于 X 射线检测系统的研发，同时开展 4 种型号的 X 射线装置相应的 X 射线检测系统的生产、销售活动，每种设备年生产销售量为 20 台，属于核技术利用新建项目。本项目的保密车间分为组装区和调试区，组装区用于 X 射线检测系统的组装，调试区安装 1 间调试铅房，用于 X 射线检测系统的研发和 X 射线检测系统出厂前调试工作。完整的使用、生产、销售活动涉及到研发、组装、出厂前调试、销售、售后维修。

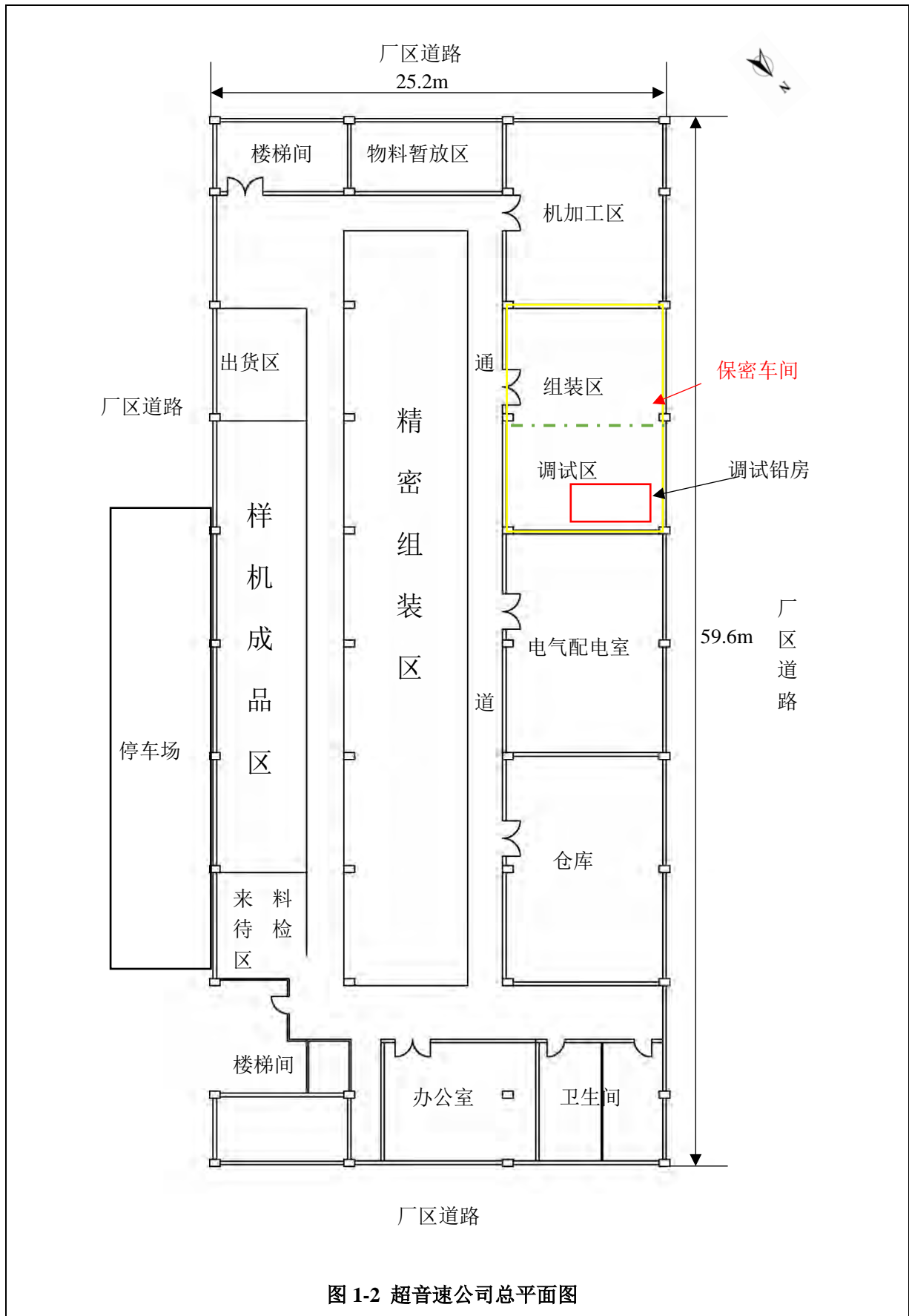
本项目 X 射线检测系统由超音速公司整体设计，配套的 4 款 X 射线装置，由日本滨松公司和伟杰公司供应。防护箱、装载门等屏蔽部件委托具有资质的厂家制作。

本项目建设规模一览表见表 1-1。

表 1-1 项目建设规模一览表

名称	厂家、型号	最大管电压	最大管电流	活动种类	数量
X 射线装置	滨松公司 L9181-02	130kV	0.5mA	使用	1 台
X 射线装置	滨松公司 L12161-07	150kV	0.5mA	使用	1 台
X 射线装置	滨松公司 L14351-02	180kV	0.5mA	使用	1 台
X 射线装置	伟杰公司 P628	200kV	2.5mA	使用	1 台
X 射线检测系统	/	130kV	0.5mA	生产、销售	20 台/年
X 射线检测系统	/	150kV	0.5mA	生产、销售	20 台/年
X 射线检测系统	/	180kV	0.5mA	生产、销售	20 台/年
X 射线检测系统	/	200kV	2.5mA	生产、销售	20 台/年

项目所在区域图见图 1-1，超音速公司平面布置图见图 1-2。



1.2 项目选址和周边关系

本项目选址位于广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋厂房 1 层, B10 栋厂房为地上 4 层的建筑, 无地下层。保密车间位于 B10 栋厂房 1 层, 四周有电气配电室、通道、机加工区、厂区道路等, 正上方是粤皇科技公司的仓库。保密车间 50m 范围内场所分布一览表见表 1-2, 华创动漫产业园 B 区平面图见图 1-3, 项目周边关系图见图 1-4, 保密车间所在厂房二层平面布置图见图 1-5。

本项目选址位于公司独立的车间内, 车间与周围场所有实体边界, 50m 评价范围内主要在华创动漫产业园范围内, 无居民楼、学校、幼儿园等敏感场所, 保护目标主要有辐射工作人员、公司其他人员、道路行走人员等, 从辐射安全和防护角度分析, 本项目选址合理。

表 1-2 项目 50m 范围内场所分布一览表

方位	场所
东侧	通道、精密组装区、样机成品区、出货区、来料待检区、停车场、厂区道路、B6 栋厂房
南侧	机加工区、物料暂放区、厂区道路、B11 栋厂房
西侧	厂区道路、B14 栋厂房、B15 栋厂房
北侧	电气配电室、仓库、卫生间、办公室、厂区道路
二层（正上方）	粤皇科技公司仓库

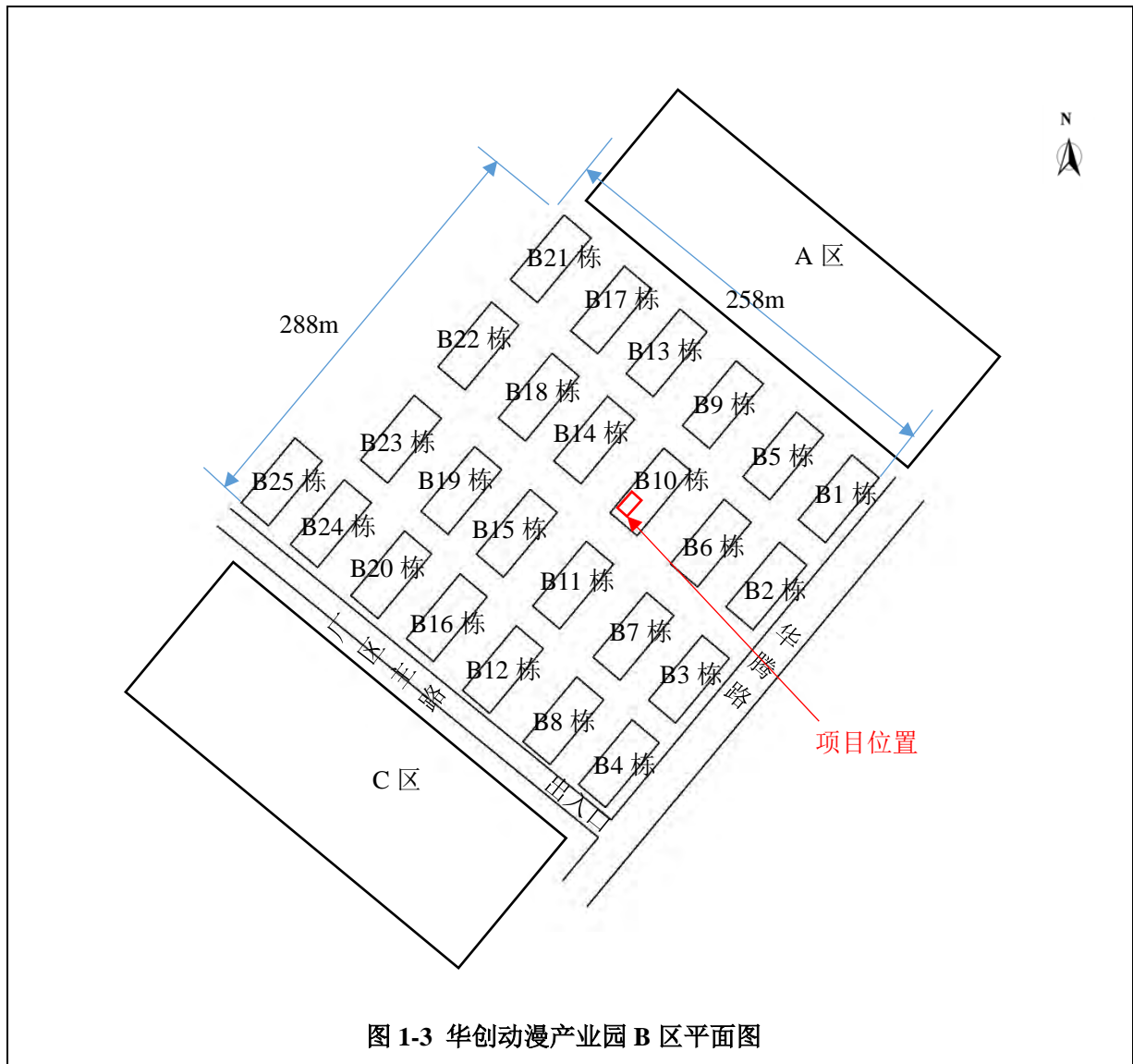


图 1-3 华创动漫产业园 B 区平面图

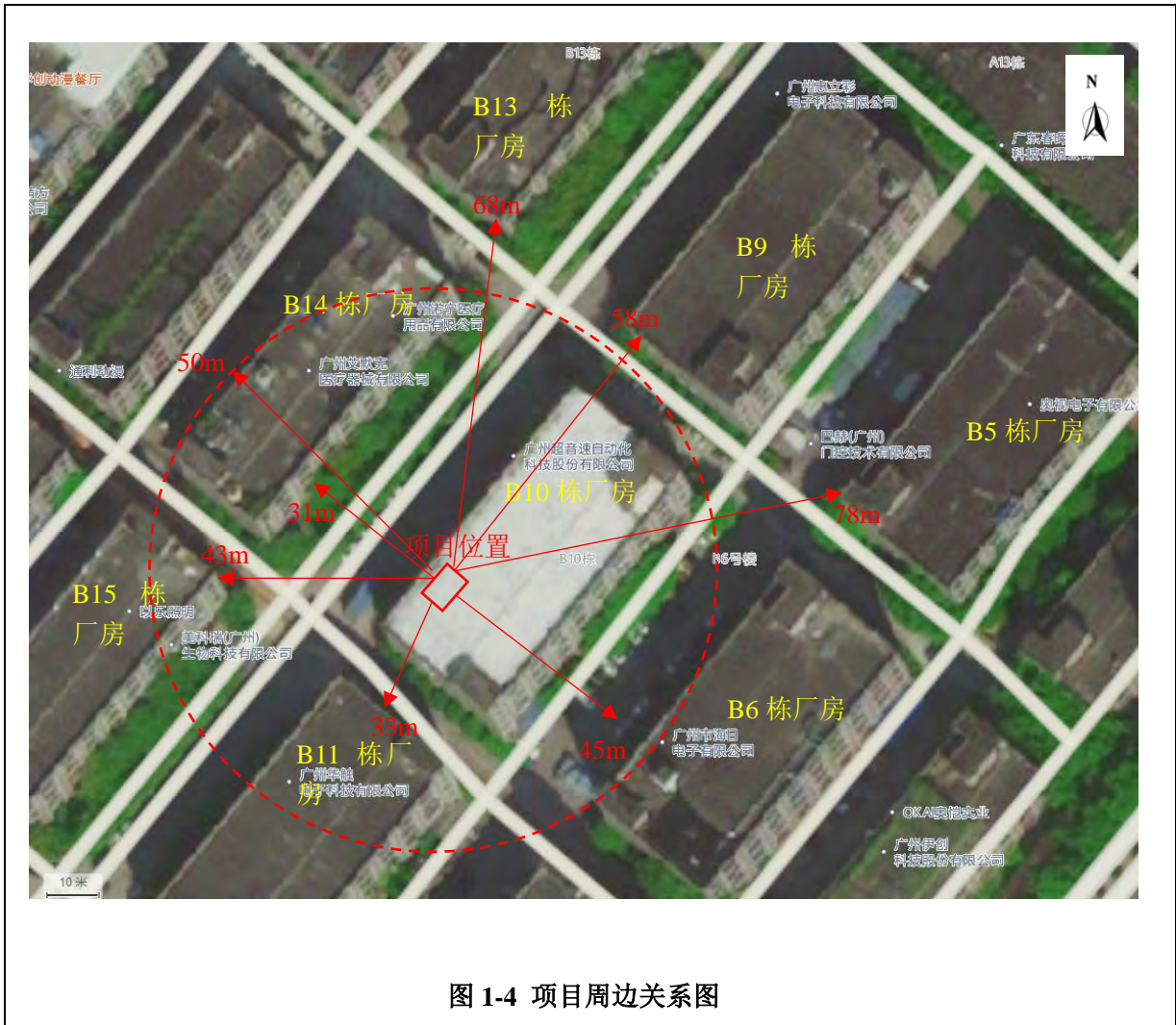


图 1-4 项目周边关系图

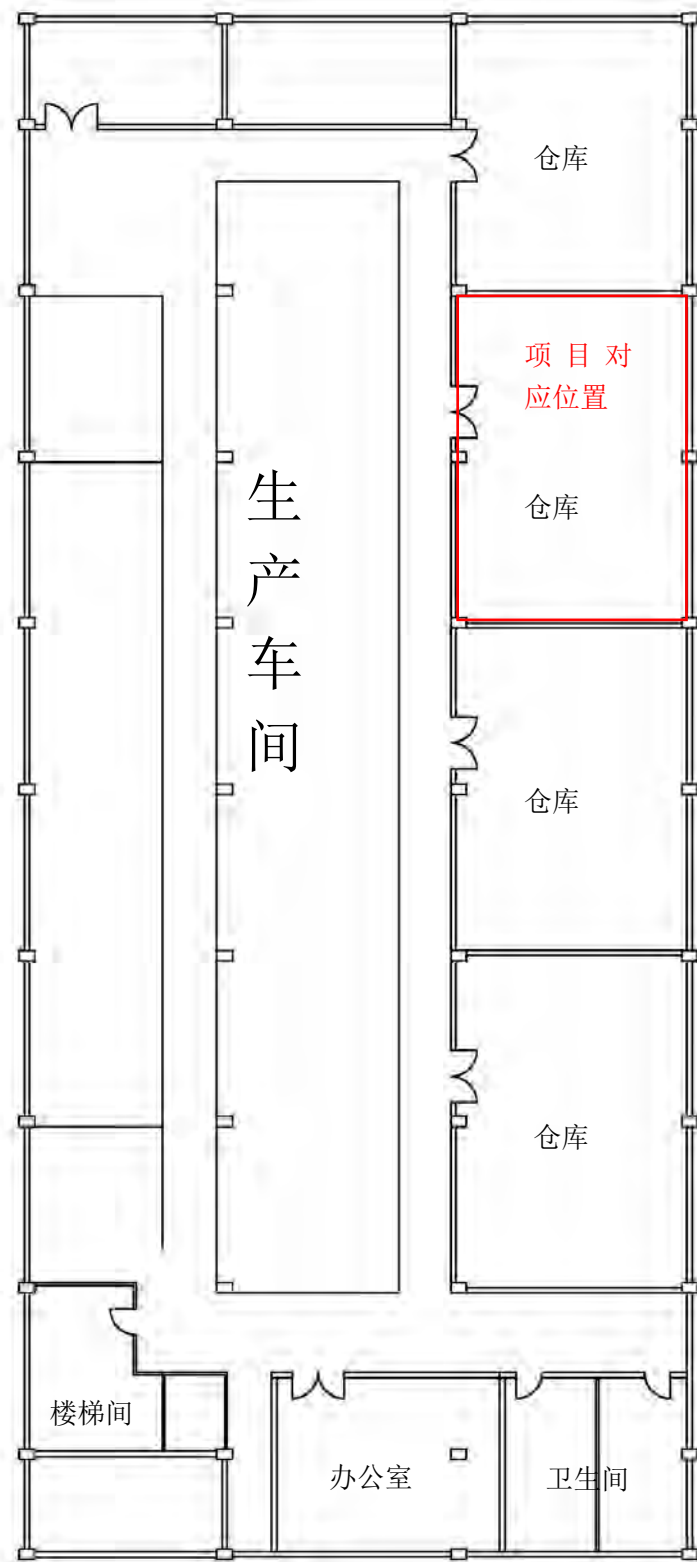


图 1-5 二层粤皇科技公司平面布置图

表 2 放射源

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

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
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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	厂家、型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	X 射线装置	III类	1 台	滨松公司 L9181-02	130kV	0.5mA	X 射线检测系统的研发	保密车间	使用
2	X 射线装置	III类	1 台	滨松公司 L12161-07	150kV	0.5mA	X 射线检测系统的研发	保密车间	使用
3	X 射线装置	III类	1 台	滨松公司 L14351-02	180kV	0.5mA	X 射线检测系统的研发	保密车间	使用
4	X 射线装置	III类	1 台	伟杰公司 P628	200kV	2.5mA	X 射线检测系统的研发	保密车间	使用
5	X 射线检测系统	II类	20 台/年	/	130kV	0.5mA	用于锂电池内部构造检测	保密车间	生产、销售
6	X 射线检测系统	II类	20 台/年	/	150kV	0.5mA	用于锂电池内部构造检测	保密车间	生产、销售
7	X 射线检测系统	II类	20 台/年	/	180kV	0.5mA	用于锂电池内部构造检测	保密车间	生产、销售

8	X 射线检测系统	II类	20 台/年	/	200kV	2.5mA	用于锂电池内部构造检测	保密车间	生产、销售
---	----------	-----	--------	---	-------	-------	-------------	------	-------

(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	最大管电流	用途	工作场所	备注
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(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	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	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
无	-	-	-	-	-	-	-	-

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^3 ; 年排放总量用 kg 。

2. 含有放射性的废弃物要注明, 其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg , 或 Bq/m^3) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（主席令第九号，2015 年 1 月 1 日实施）</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日修正）</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（主席令第六号，2003 年 10 月 1 日实施）</p> <p>(4) 《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 日施行，2019 年 3 月 2 日修订）</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号，2017 年 7 月 16 日修订）</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部第 20 号令，2021 年 1 月 4 日修改）</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第 66 号，2017 年 12 月 6 日发布）</p> <p>(9) 《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 日起施行）</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行）</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 2019 年 12 月 24 日印发）</p>
<p>技术</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</p>

<p>标准</p>	<p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)</p> <p>(5) 《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>(6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021)</p> <p>(8) 《<工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范>(GBZ/T250-2014)第 1 号修改单》 (国卫通[2017]23 号)</p>
<p>其他</p>	<p>《中国环境天然放射性水平》 (中国原子能出版社, 2015年出版)</p>

表 7 评价标准与保护目标

7.1 评价范围

本项目使用的 X 射线装置和生产的射线装置均在调试铅房内进行调试，调试铅房有屏蔽效果。参考《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围，因此本项目将调试铅房实体屏蔽边界外 50m 的范围选为评价范围。

7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，将评价范围内的辐射工作人员和公众列为保护目标。

本项目评价的射线装置的售后维修在客户单位进行，此时的装置环保责任主体是装置使用客户单位。对于上述活动类型，主要的保护目标为本项目建设单位（超音速公司）的辐射工作人员，不考虑客户单位装置使用场所周围公众以及客户单位本身的辐射工作人员。结合本项目的工作方式，将在客户单位进行售后维修的辐射工作人员也列为本项目的保护目标。

保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 保护目标分布一览表

方位	区域	距离 (m)	保护目标	影响人数	剂量约束值
-	保密车间	相邻	辐射工作人员	5	≤5mSv/a
-	客户单位	相邻	辐射工作人员	4	
东侧	通道	4	公众	流动人员	≤0.25mSv/a
	精密组装区	8	公众	20	
	样机成品区	16	公众	10	
	出货区	20	公众	2	
	来料待检区	27	公众	2	
	停车场	31	公众	流动人员	
	厂区道路	41	公众	流动人员	

	B6 栋厂房	45	公众	20
南侧	物料暂放区	8	公众	流动人员
	厂区道路	10	公众	流动人员
	B11 栋厂房	33	公众	20
西侧	机加工区	10	公众	6
	厂区道路	4	公众	流动人员
	B14 栋厂房	31	公众	20
	B15 栋厂房	43	公众	20
北侧	电气配电室	0.8	公众	1
	仓库	13	公众	1
	卫生间	29	公众	流动人员
	办公室	30	公众	6
正上方	皇粤科技公司仓库	6	公众	1

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射及公众照射剂量控制要求

(1) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定：

①工作人员的照射水平不应超过下述限值：

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

②实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述
限值：年有效剂量，1mSv。

(2) 剂量约束值

①工作人员：

本项目取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的职业照射剂量
约束值，即本项目的辐射工作人员的年有效受照剂量应不超过 5mSv/a。

②公众：

取公众中有关关键人群年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的公众照射

剂量约束值，即本项目的公众的年有效受照剂量不超过 0.25mSv/a。

7.3.2 射线装置分类

根据《关于发布射线装置分类的公告》对射线装置分类：

对自屏蔽式 X 射线探伤装置的生产、销售活动按Ⅱ类射线装置管理；使用活动按Ⅲ类射线装置管理。本项目属于使用Ⅲ类射线装置和生产、销售Ⅱ类射线装置项目。

7.3.3 工作场所辐射剂量率控制要求

参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定：

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

对于本项目带自屏蔽体的射线装置和调试铅房，屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

为了解项目场址的环境现状，评价人员于 2022 年 7 月 11 日到项目现场进行资料收集、环境调查，本项目位于广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋厂房，项目地理位置见图 8-1。

目前调试铅房尚未建成，X 射线装置暂未购买使用，不存在未批先建的情况。项目四周 50m 范围主要在超音速公司厂区和华创动漫产业园范围内，无学校、居民楼等人群密集场所，环境介质是地胶和混凝土，现状照片见图 8-2。



图 8-1 项目地理位置图

	
<p>项目建设场所现状</p>	<p>东侧通道现状</p>
	
<p>东侧精密调试区现状</p>	<p>北侧厂区道路现状</p>
	
<p>西侧厂区道路现状</p>	<p>正上方皇粤科技公司仓库现状</p>

图 8-2 项目场址现状照片

8.2 检测方案

8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器

为调查本项目所在区域及周围环境辐射现状，本项目委托广州星环科技有限公

公司于 2022 年 7 月 11 日对项目场址周围进行环境 γ 辐射现状检测，检测方法和因子见表 8-1、检测仪器信息见表 8-2。

表 8-1 检测方法和因子

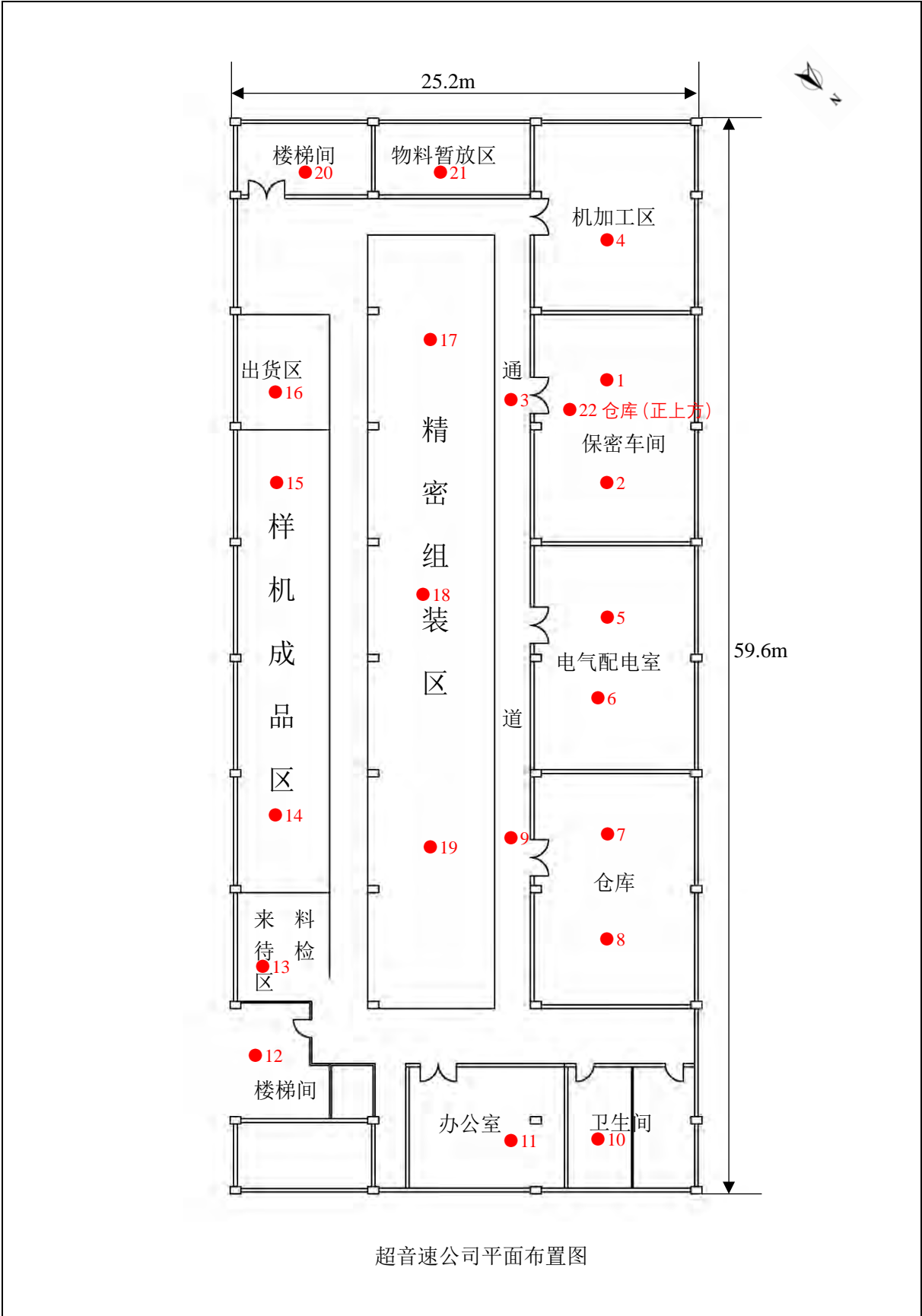
检测方法	检测因子
《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)	环境 γ 辐射空气吸收剂量率

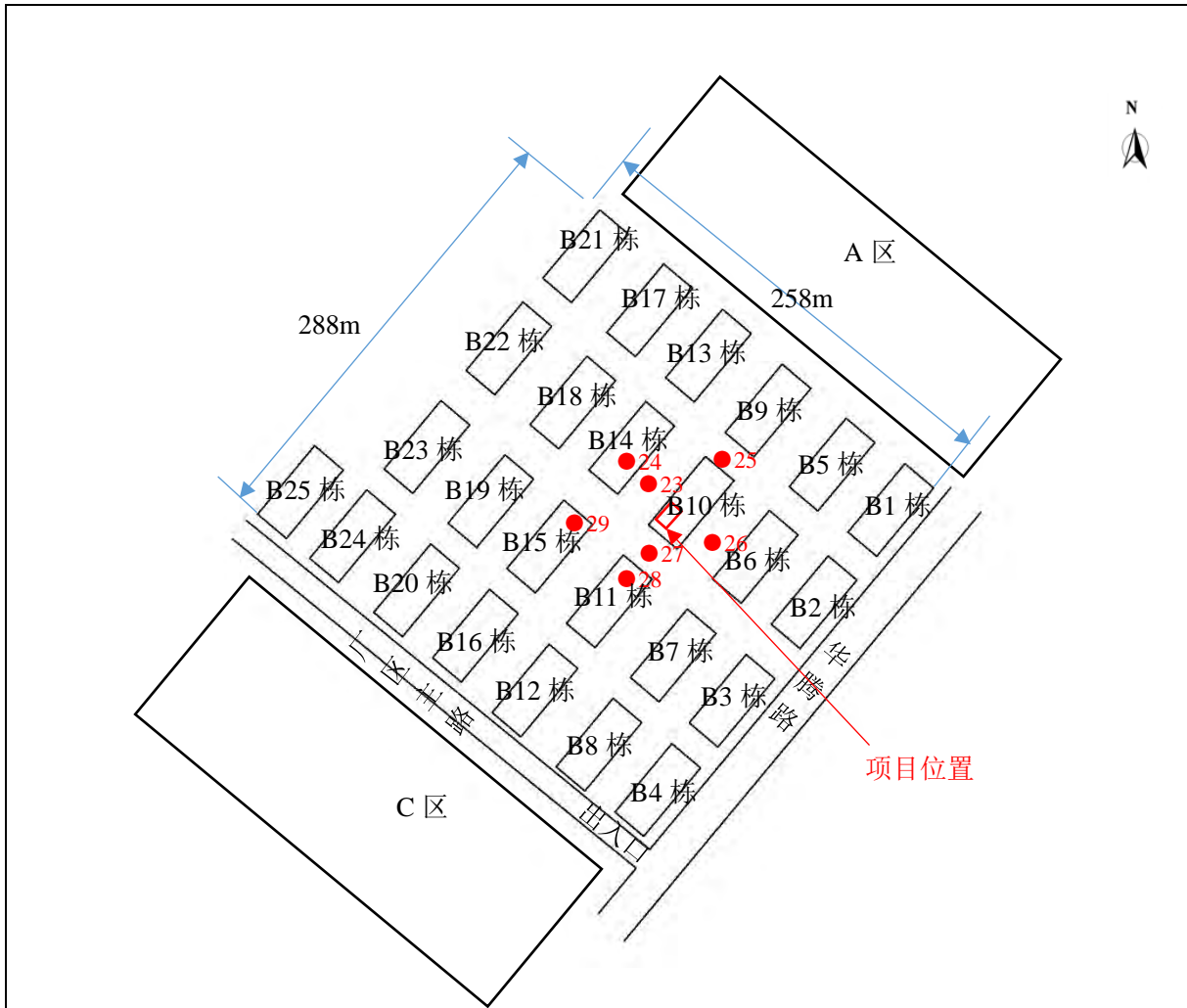
表 8-2 检测仪器信息

仪器名称	X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	BG9511 型
生产厂家	中广核贝谷科技有限公司	仪器编号	ISB07Y5R
校准日期	2021 年 11 月 25 日	有效期	1 年
测量范围	10nGy/h-600 μ Gy/h	能量响应	48keV-3MeV
检定单位	深圳市计量质量检测研究院	证书编号	214708220

8.2.2 布点原则

本项目的测点布设参考《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 5.3 核技术利用辐射环境监测的布点要求，以工作场所为中心，半径 50m 内布点，测量点覆盖控制区和监督区，并覆盖 50m 范围内的办公区、商业区、道路等环境敏感点。根据以上布点原则，本次共布设 29 个检测点位，检测布点图见图 8-3。





华创动漫产业园 B 区布置图

图 8-3 检测布点图

8.3 质量保证措施

(1) 检测人员具备从事环境辐射监测的工作经验，经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格，充分了解环境 γ 辐射的特点，掌握辐射检测技术和技术标准，具备对检测结果做出正确判断的能力，熟悉本单位检验检测质量管理程序。

(2) 实施检测前，确认使用的仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数均满足检测要求，核实检测现场的操作环境均满足所使用仪器的操作环境要求。提前开启检测仪器预热至少 1 分钟，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。所有检测点位，读数稳定后，连续读取 10 个值，并经校正后求出测量值和标准偏差。

(3) 环境 γ 辐射剂量率测量仪器定期校准，每年至少 1 次送到计量检定机构校

准环境 γ 辐射剂量率测量仪器，选用相对固有误差小的仪器（ $<15\%$ ）。

(4) 更新仪器和方法时，在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结果进行对照，以保持数据的前后一致性。

(5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。质量保证活动按要求做好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

(6) 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，同时满足标准要求。

(7) 监测报告严格执行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.4 检测结果

检测结果参照（HJ1157-2021）的方法处理得到：

$$\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$$

其中：

\dot{D}_γ ：测量值；

k_1 ：仪器校准因子，0.915；

k_2 ：仪器检验源效率因子，本仪器无检验源，该值取 1；

R_γ ：读数值平均值；

k_3 ：建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房 0.8，平房 0.9，原野、道路 1；

\dot{D}_c ：测点处宇宙射线响应值，35nGy/h。

检测结果见表 8-3，检测报告见附件 1。

表 8-3 建设项目场所环境 γ 辐射现状检测结果

点位编号	点位描述	距离(m)	表面介质	测量值(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	保密车间	-	地胶	134	3	楼房
2	保密车间	-	地胶	133	3	楼房
3	东侧通道	1	地胶	142	3	楼房

4	南侧机加工区	5	地胶	138	4	楼房
5	北侧电气配电室	4	地胶	119	3	楼房
6	北侧电气配电室	7	地胶	120	3	楼房
7	北侧仓库	15	地胶	128	4	楼房
8	北侧仓库	17	地胶	131	4	楼房
9	北侧通道	20	地胶	144	2	楼房
10	北侧卫生间	31	地胶	139	1	楼房
11	北侧办公室	33	地胶	127	3	楼房
12	北侧楼梯间	35	地胶	124	4	楼房
13	东侧来料待检区	28	地胶	121	3	楼房
14	东侧样机成品区	24	地胶	113	2	楼房
15	东侧样机成品区	14	地胶	117	2	楼房
16	东侧出货区	14	地胶	132	3	楼房
17	东侧精密组装区	9	地胶	142	4	楼房
18	东侧精密组装区	11	地胶	141	2	楼房
19	东侧精密组装区	24	地胶	146	2	楼房
20	南侧楼梯间	16	地胶	135	4	楼房
21	南侧物料暂放区	12	地胶	135	2	楼房
22	仓库（正上方）	4	地胶	115	2	楼房
23	西侧厂区道路	14	混凝土	94	4	道路
24	西侧 B14 栋厂房一层	48	混凝土	136	2	楼房
25	北侧厂区道路	48	混凝土	98	3	道路
26	东侧厂区道路	41	混凝土	82	2	道路
27	南侧厂区道路	28	混凝土	137	2	道路
28	南侧 B11 栋厂房一层	37	地胶	137	4	楼房
29	西侧 B15 栋厂房一层	49	地胶	146	2	楼房

注：检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，每个测量点测量 10 个读数。

从表 8-3 中的数据可见,本项目建设场地及周围区域的室内的环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测值为 113~146nGy/h; 室外、道路的环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测值为 82~137nGy/h。

参考《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社,2015 年出版)报道的广州市环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果:广州市的室内 γ 辐射剂量率调查水平在 104.6~264.1nGy/h 之间,室外道路环境 γ 辐射剂量率调查水平在 52.5~165.7nGy/h 之间。对比表明,项目选址周围室内和室外道路的环境 γ 辐射剂量率在该调查水平范围内,建设项目场所环境 γ 辐射现状未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 设备组成和工作方式

9.1.1 X 射线装置

本项目拟使用的 X 射线装置由 X 射线源、电源盒、外部链接端口、电源链接端口、联锁链接端口等组成，外观图见图 9-1 至图 9-4。



图 9-1 L9181-02 型射线管外观图

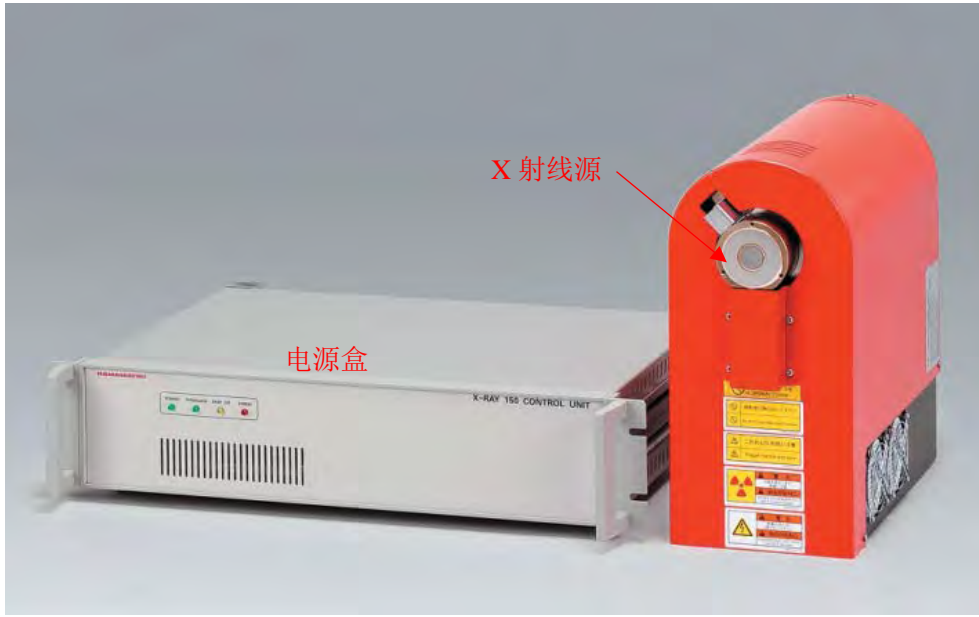


图 9-2 L12161-07 型射线管外观图



图 9-3 L14351-02 型射线管外观图

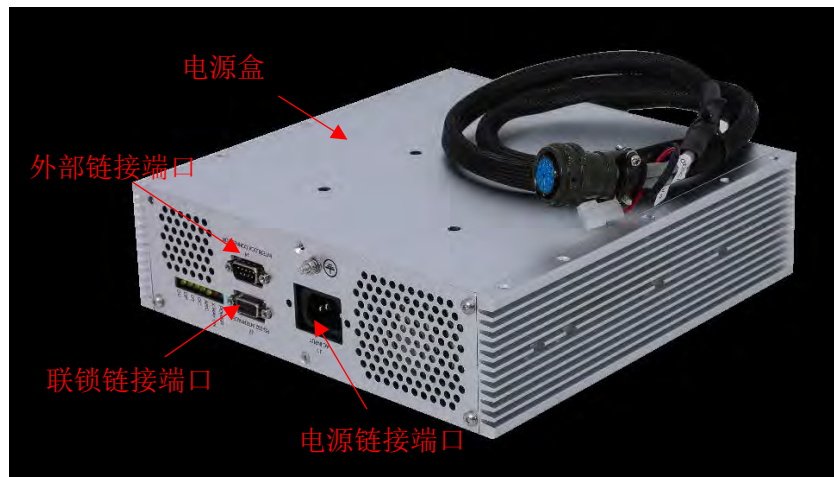


图 9-4 P628 型射线管外观图

本项目拟使用 X 射线装置的工作方式如下：

将 X 射线装置、成像板放置在调试铅房内的指定范围内，通过电缆将 X 射线装置、成像板等连接到调试铅房外的操作台。接通高压电源后 X 射线装置出束，通过成像板将物件的图像显示在操作台的显示器上。工作人员在操作台上重复调整 X 射线装置的各项参数进行成像质量的测试、调试直到符合预定要求。

9.1.2 X 射线检测系统

本项目拟生产、销售的 X 射线检测系统由 X 射线装置、转盘系统、输送线、推料取料机构、图像成像系统、测量和判断系统、防护厢体和操作台等组成。设备外观图见图 9-5，设备内部构造图见图 9-6。

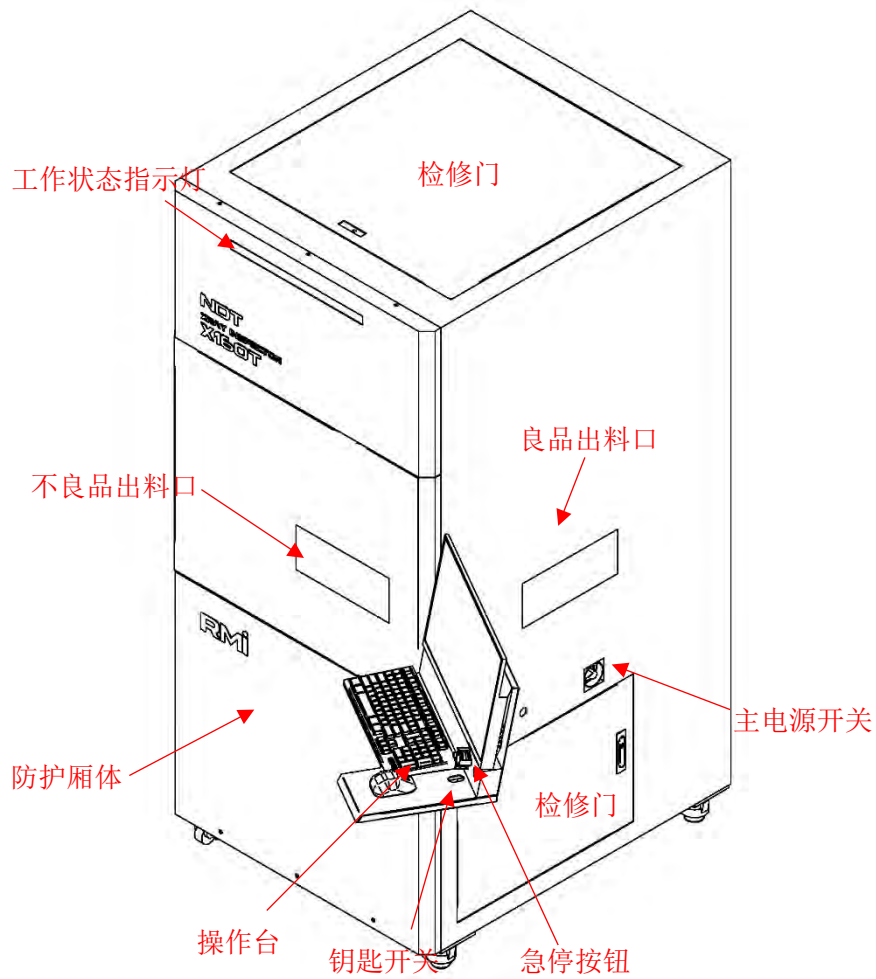


图 9-5 设备外观图

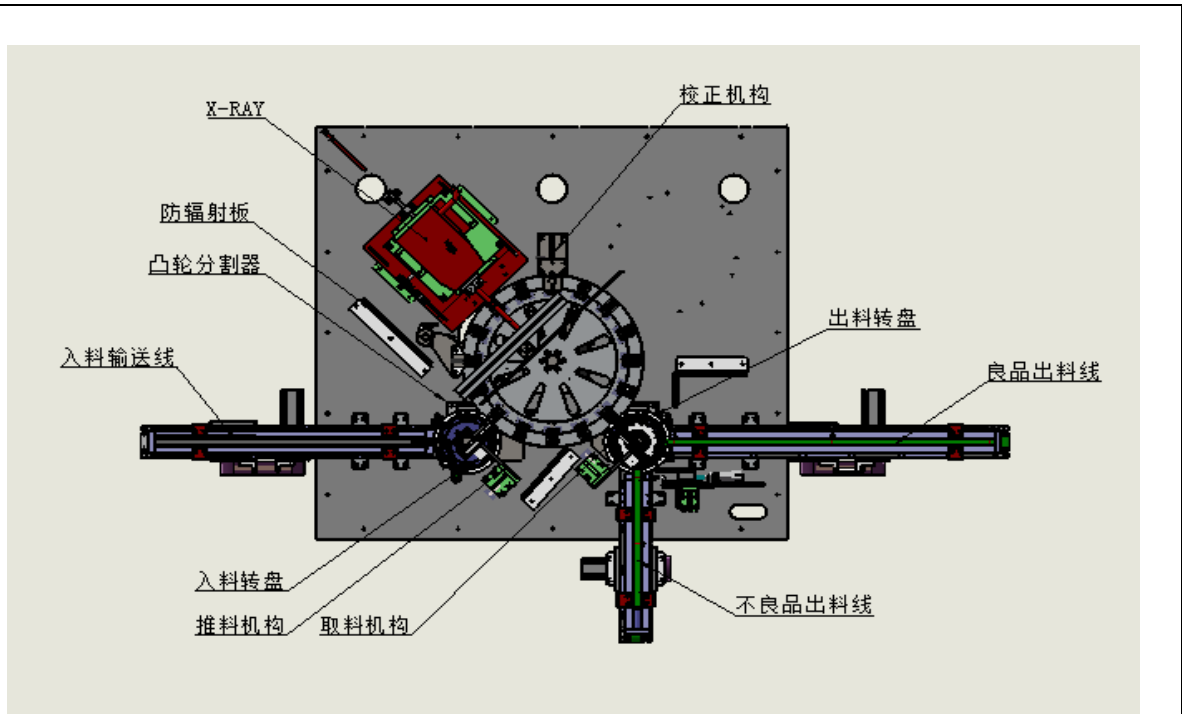


图 9-6 设备内部构造图

本项目拟生产、销售的 X 射线检测系统的工作方式如下：

物料通过入料输送线自动送到入料转盘，推料机构将物料推到测试转盘，测试转盘将物料运送到检测区域进行检测，射线朝右前方照射，成像系统得到图像后反馈给控制系统，控制系统控制出料转盘和取料机构将良品和不良品分开不同的线路传输。

X 射线装置前方有探测系统，待检工件传输到位后，X 射线透过待检工件后由成像板接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。X 射线出束期间，物料自动完成检测，出束期间无需人员干预。

9.2 工作原理

9.2.1 X 射线装置原理

射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成，其中 X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-7 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减

速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

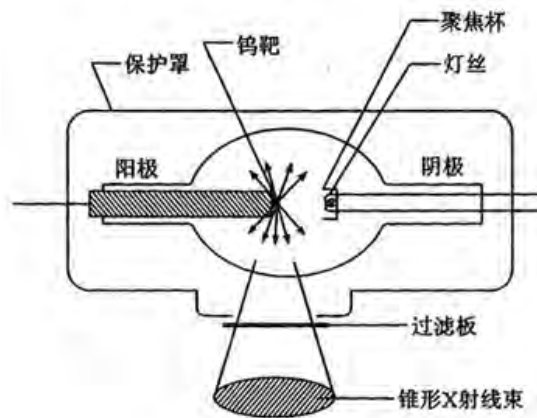


图 9-7 X 射线管示意图

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

9.2.2 X 射线检测系统原理

X 射线检测系统的工作原理是根据被检工件与其内部缺陷介质对射线能量衰减程度的不同，使得射线透过工件后的强度不同，使缺陷能在探测系统上显示出来的方法。如图 9-8 所示，从 X 射线装置射出来的 X 射线透过工件时，由于缺陷内部介质对射线的吸收能力和周围完好部位不一样，因而透过缺陷部位的射线强度不同于周围完好部位。探测系统将工件成像信息传输给图像处理系统，图像在显示器中显示出来，工作人员可通过图像判断工件的缺陷情况。

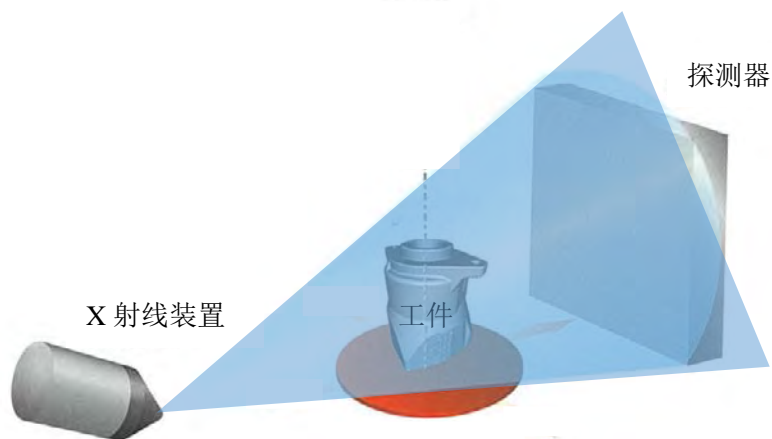


图 9-8 X 射线检测原理图

9.2 工艺流程和产污环节

建设单位拟使用、生产、销售 X 射线检测系统，涉及到设备的研发测试、组装、出厂前调试、销售、售后维修等工作环节，每个环节的工艺流程如下：

9.2.1 研发测试

研发测试阶段在调试铅房内开展成像质量的测试，期间 X 射线装置出束产生 X 射线，研发测试阶段工艺流程如下：

- ① 购买 X 射线装置，收到货后检查 X 射线装置的外观是否合格；
- ② 测试前，先让非辐射工作人员离开现场；
- ③ 辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；
- ④ 将 X 射线装置、待测物件、成像板等放到调试铅房的指定位置；
- ⑤ 检查调试铅房的各项辐射安全措施是否正常，包括门机联锁、急停按钮、监控装置等；
- ⑥ 测试人员在铅房外操作台控制 X 射线装置出束，进行成像质量测试；

- ⑦ 调整各项参数，改进操作和成像程序；
- ⑧ 重复测试，直到各项成像指标达到预定要求。

9.2.2 生产

组装：

- ① 收到订购后，购买辐射屏蔽构件、机械组件等；
- ② 验货，查验部件的出厂报告和测试报告，确保外购部件合格、有效；
- ③ 由负责生产的辐射工作人员在组装区进行组装；
- ④ 组装完成后，对设备进行外观和机械构造检查；
- ⑤ 检查完成后，搬至调试铅房等待调试。

在组装过程中，装置不通电，不会产生电子束和射线，不会产生电离辐射影响。

出厂前调试：

出厂前调试均在调试区的调试铅房内进行，人员在铅房外的操作台进行操作。

- ① 将组装好的设备整体搬运至调试铅房内的指定位置；
- ② 调试前，先让非辐射工作人员离调试区；
- ③ 辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，在调试铅房的操作台对设备进行操作调试；
- ④ 对机械系统进行调试，此过程不用出束；
- ⑤ 对辐射安全设施进行测试：安全连锁系统、急停装置等；
- ⑥ 对辐射屏蔽情况进行测试，测试遵循从低功率到高功率的原则；
- ⑦ 完成调试后，打包，进入发货区。
- ⑧ 出具出厂检测报告，作为随机文件的一部分交付客户。

9.2.3 销售

- ① 销售人员与客户单位确认交期和安装要求；
- ② 审核客户单位资质，是否办理了环保手续；
- ③ 客户单位资质齐全后，发货；
- ④ 货到客户处，技术人员在客户指定场所内安装。

在销售及安装过程中，装置不通电，不会产生 X 射线，不会产生电离辐射影响。

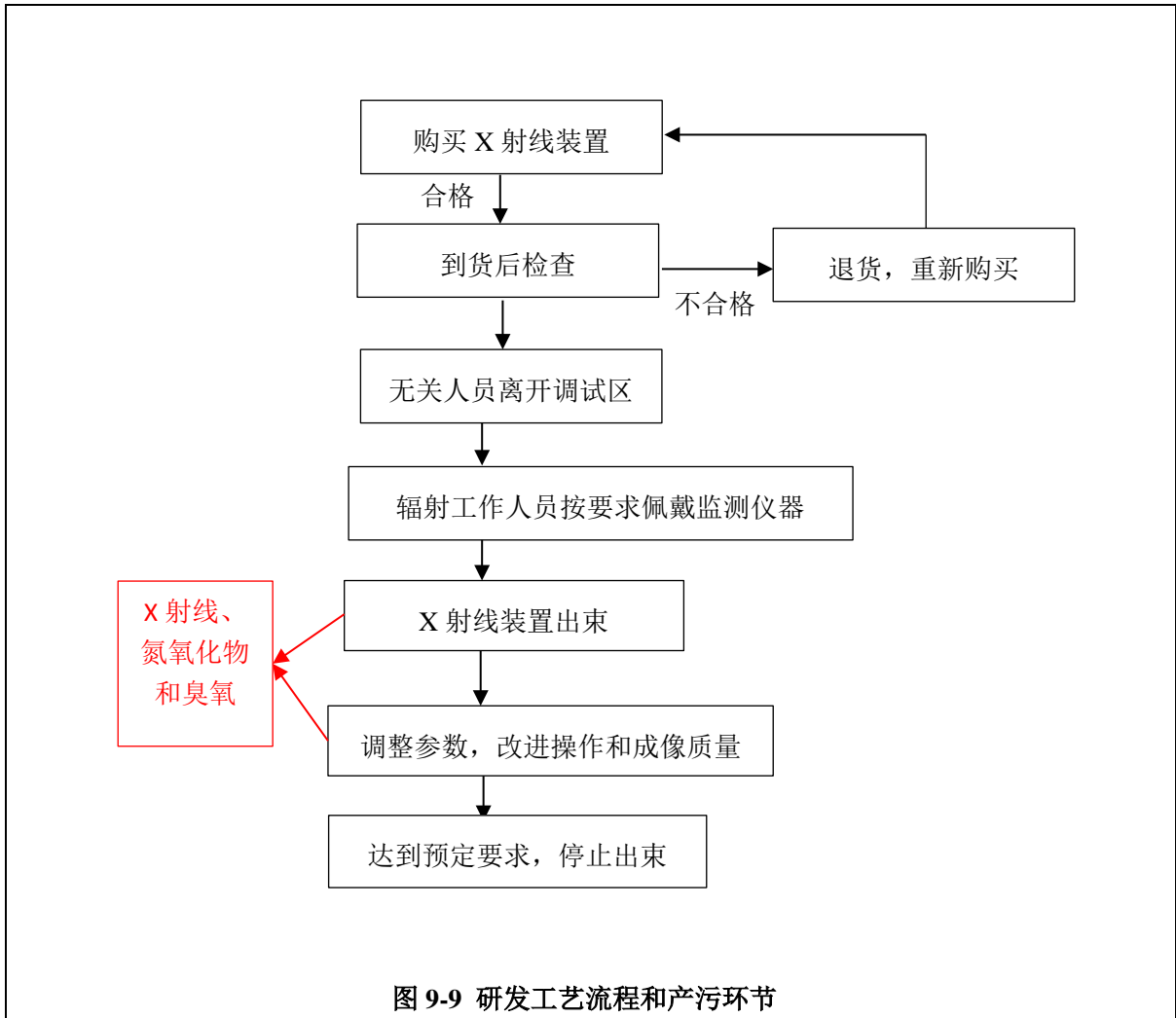
9.2.4 售后维修：

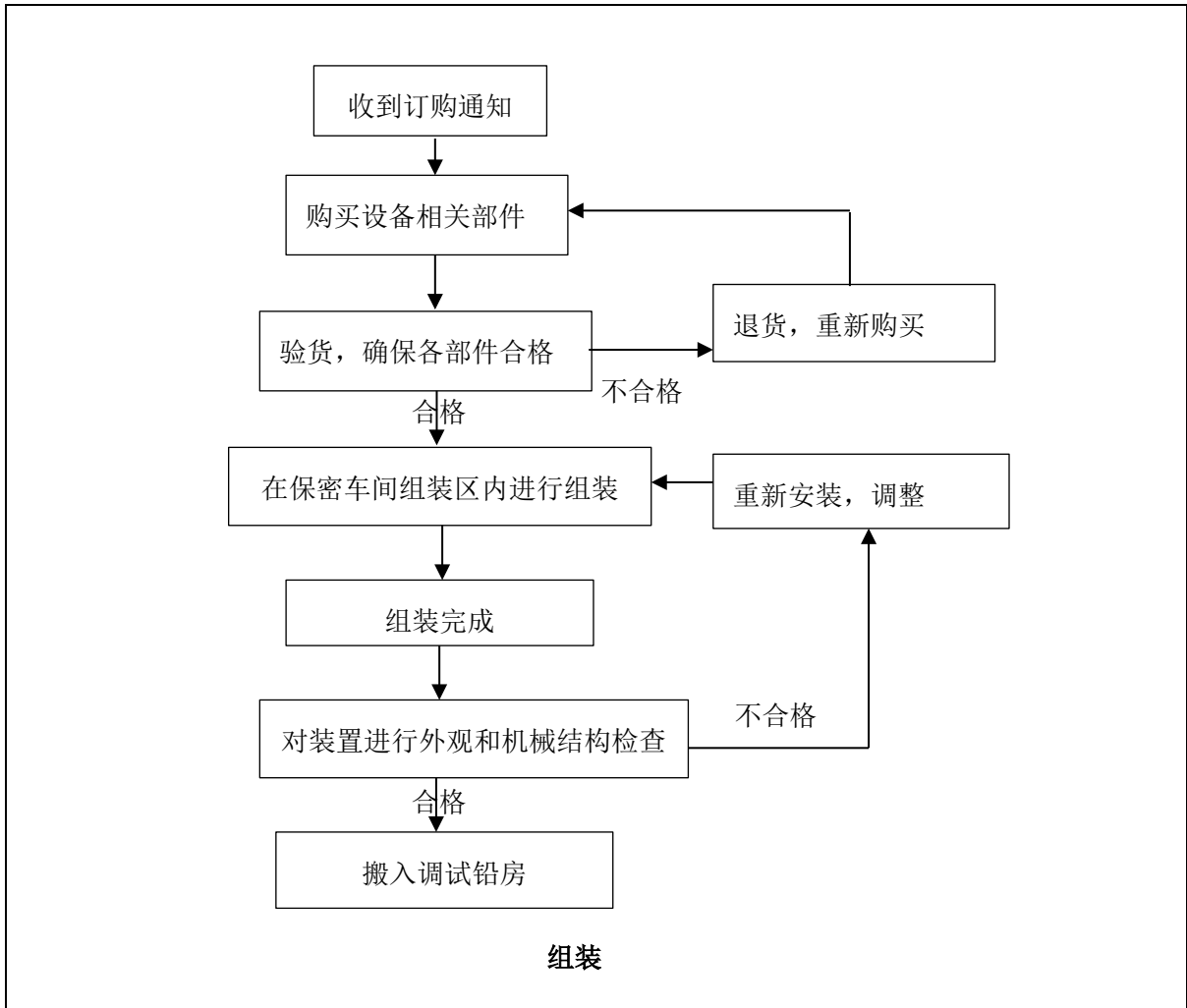
维修对象仅限于购买本公司设备并取得了辐射安全许可证的使用单位。故障维修由客户单位提出诉求后，委派售后人员到现场确认和维修。维修的项目主要包括：机械系统、控制系统、辐射安全设施等。与 X 射线装置相关的维修，需由 X 射线装置生产厂家负责。若屏蔽厢体发生破裂、损坏，应联系屏蔽体供应商进行更换屏蔽体后重新测试，严禁在更换屏蔽体前开机出束。

- ① 维修前，先让非辐射工作人员离开现场；
- ② 维修人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；
- ③ 采取可靠的断电措施，先对故障进行排查；
- ④ 对故障进行维修、必要时对发生故障零部件进行拆卸和更换；
- ⑤ 维修后再通电测试，测试过程一般需要出束。

本项目在所有的使用过程中，包括：研发测试，出厂前调试、售后维修，都会出束产生 X 射线，由 X 射线照射会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目的工艺流程和产污环节如图 9-9 至图 9-12 所示。





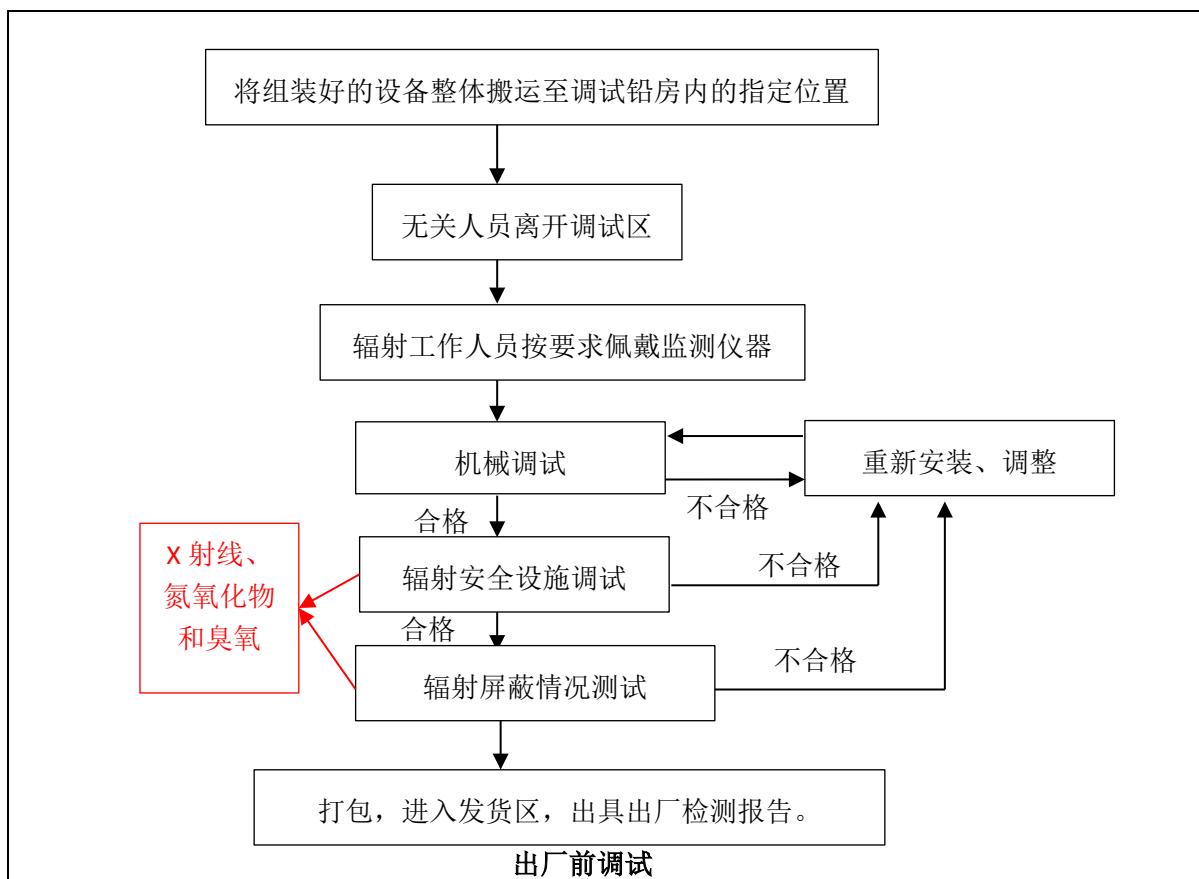


图 9-10 生产工艺流程和产污环节

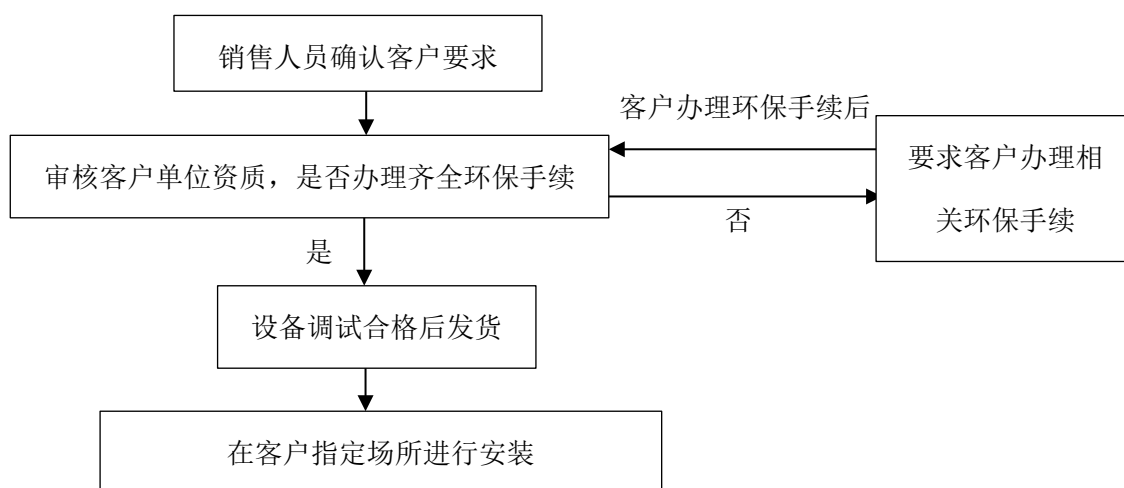


图 9-11 销售工艺流程和产污环节

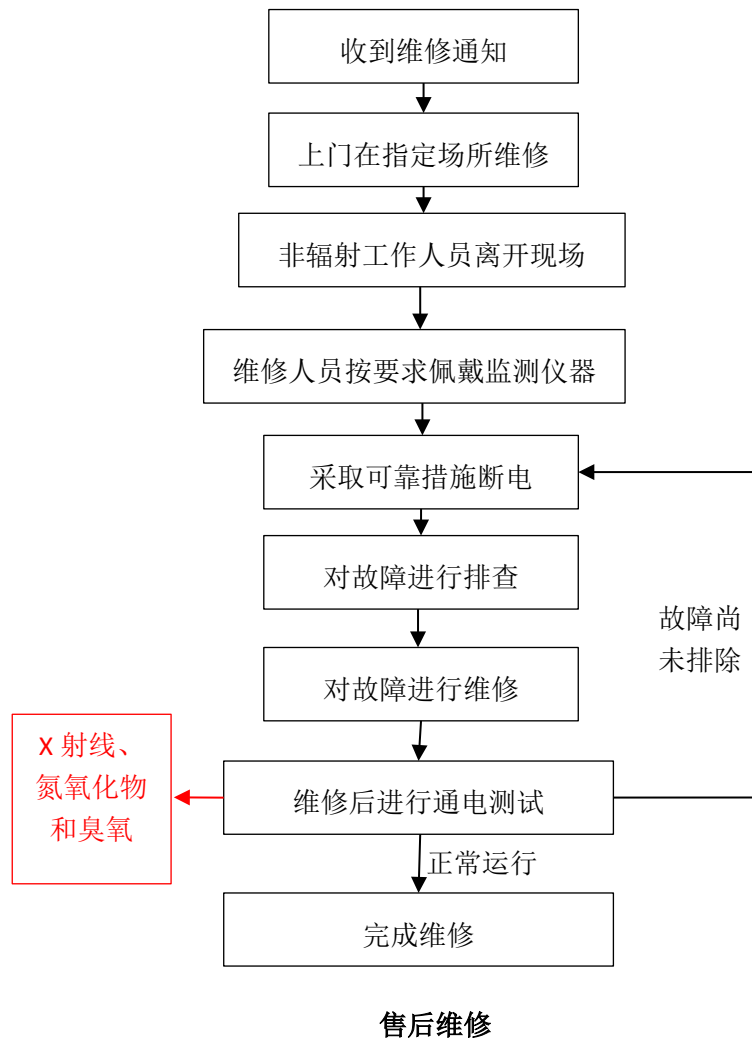


图 9-12 售后工艺流程和产污环节

9.3 工作负荷和人员配置

根据建设单位的规划，本项目每种 X 射线检测系统的研发周期为一年，每周 5 个工作日，全年约 261 个工作日，预计每天研发出束时间 1 小时，四种设备不同时研发，因此研发阶段全年 X 射线出束时间约 261 小时。

本项目正式生产时，预计每种设备的年生产量 20 台，每台设备的出厂前调试时间约 0.5 小时，因此预计四种设备的全年出厂调试时间为 40 小时。

设备在客户单位安装后的不进行出束调试，但不需要不定期维修，每次售后维修的出束时间一般不超过 0.5 个小时，每年的维修需求一般不超过 20 次。

建设单位拟为本项目配置 8 名辐射操作人员，人员配置情况见表 9-1。由 8 名辐

射工作人员组成辐射安全管理机构负责本项目的管理工作。

表 9-1 辐射工作人员配置情况表

工作类型	人员配置	出束时间
研发测试	2 人	261 小时/年
组装、出厂前调试	2 人	40 小时/年
销售	2 人	-
售后维修	2 人	10 小时/年
管理安全管理机构	8 人	-

9.4 污染源项描述

9.4.1 正常工况

本项目的污染因子是 X 射线，由 X 射线检测系统的工作原理可知，X 射线是随机器的高压电源开、关而产生和消失。因此，正常工况下在 X 射线检测系统各部件的组装、销售等工艺流程中都不会有射线的产生，只有在 X 射线装置通电后，在进行研发测试、出厂前调试、售后维修过程中，才会产生 X 射线。

研发测试、出厂前调试、售后维修过程中产生的射线可以得到铅房、设备自屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、泄露及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

9.4.2 事故工况

本项目可能发生的事故工况及相应的辐射影响有以下几点：

(1) 研发和调试时，调试铅房的防护门安全联锁装置发生故障，防护门未关闭的情况下出束，使铅房外的人员受到不必要的照射；

(2) 工作人员配合失误，有人员还在调试铅房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启设备，使停留在调试铅房内的工作人员被误照射；

(3) 维修时没有采取可靠的断电措施使 X 射线装置意外开启，使检修人员收到误照射。

9.4.3 其他污染源

X 射线照射会使周围空气电离而产生少量臭氧，如果不做处理会使空气中的臭氧含量增加，吸入过量的臭氧会对人体健康产生一定危害。保持工作场所内良好通风可避免辐射工作场所空气中的有害气体含量增加。

9.5 污染源项参数

本项目四种 X 射线装置的距辐射源点 1m 处剂量率、滤过条件等参数根据随机文件取值，泄露线束距辐射源点 1m 处剂量率根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的表 B.1 选取。源项参数一览表见表 9-2。

表 9-2 源项参数一览表

型号	L12161-07	L9181-02	L14351-02	P628
最大管电压	130kV	150kV	180kV	200kV
最大管电流	0.5mA	0.5mA	0.5mA	2.5mA
滤过条件	2mmAl +0.5mmBa	2mmAl +0.5mmBa	2mmAl +0.5mmBa	2mmAl +0.5mmCu
距辐射源点（靶点） 1m 处剂量率	0.03mGy/s	0.04mGy/s	0.06mGy/s	0.37mGy/s
距靶点 1m 处 X 射线 管组装体的泄漏辐射 剂量率	$1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 10 辐射安全与防护

10.1 X 射线检测系统辐射屏蔽设计

10.1.1 主体自屏蔽设计

本项目生产的 X 射线检测系统自带辐射屏蔽体，由建设单位进行设计，再委托具有资质的厂家制作。

本项目生产的 X 射线检测系统的自屏蔽厢体为一体式设计，检修门采用推拉式设计，门四周与屏蔽体连接处采用错位搭接方式，搭接 5cm，搭接位置表面采用与屏蔽体相同厚度的防护铅板；装载门和检修门均设置了限位开关，只有触发限位开关才算关闭到位，可有效防止射线从搭接位置泄露。

四种 X 射线检测系统采用统一的结构和外观，采用不同的辐射屏蔽厚度，结构屏蔽图分别见 10-1 至图 10-4；屏蔽参数设计见表 10-1 至表 10-4。

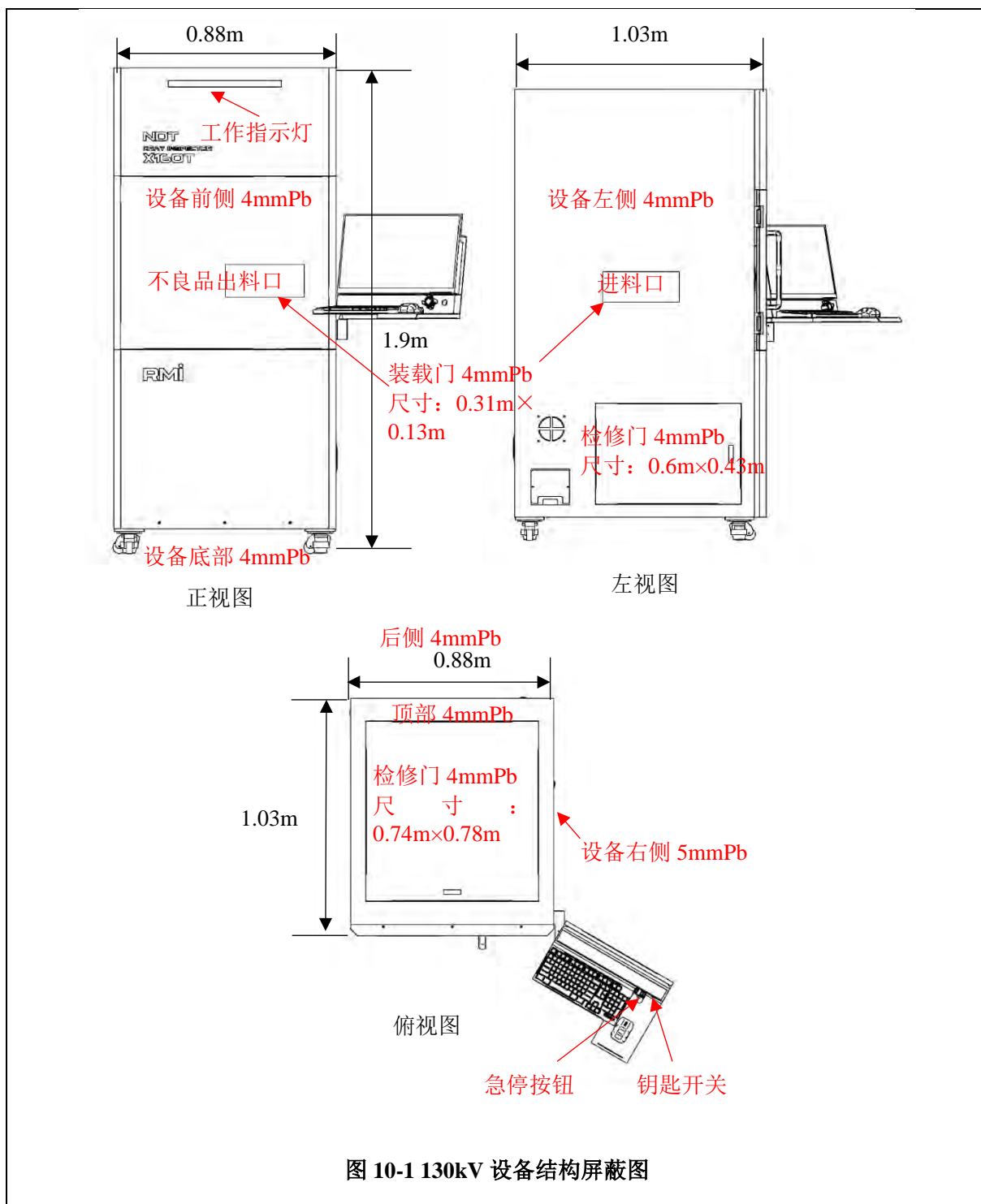


图 10-1 130kV 设备结构屏蔽图

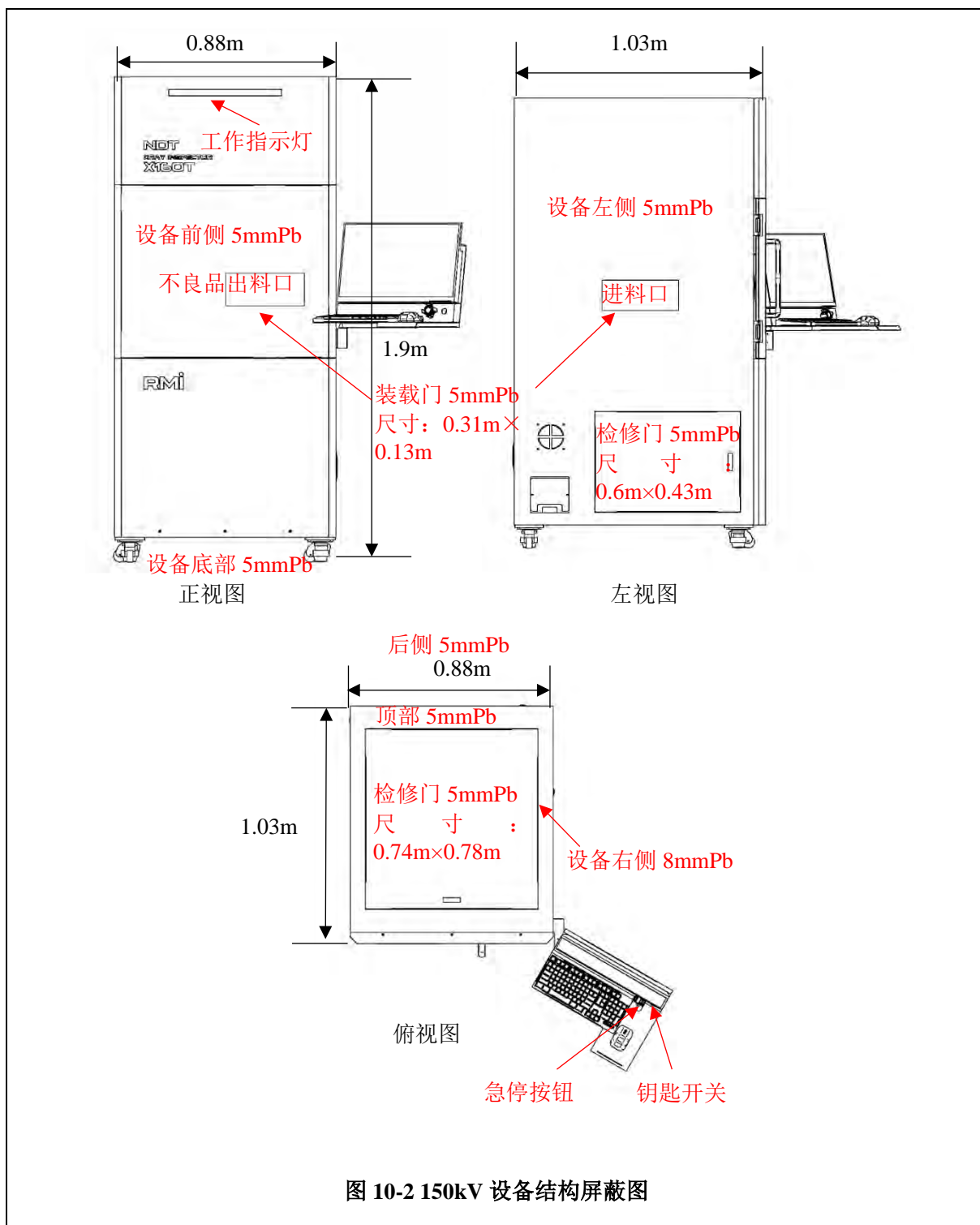


图 10-2 150kV 设备结构屏蔽图

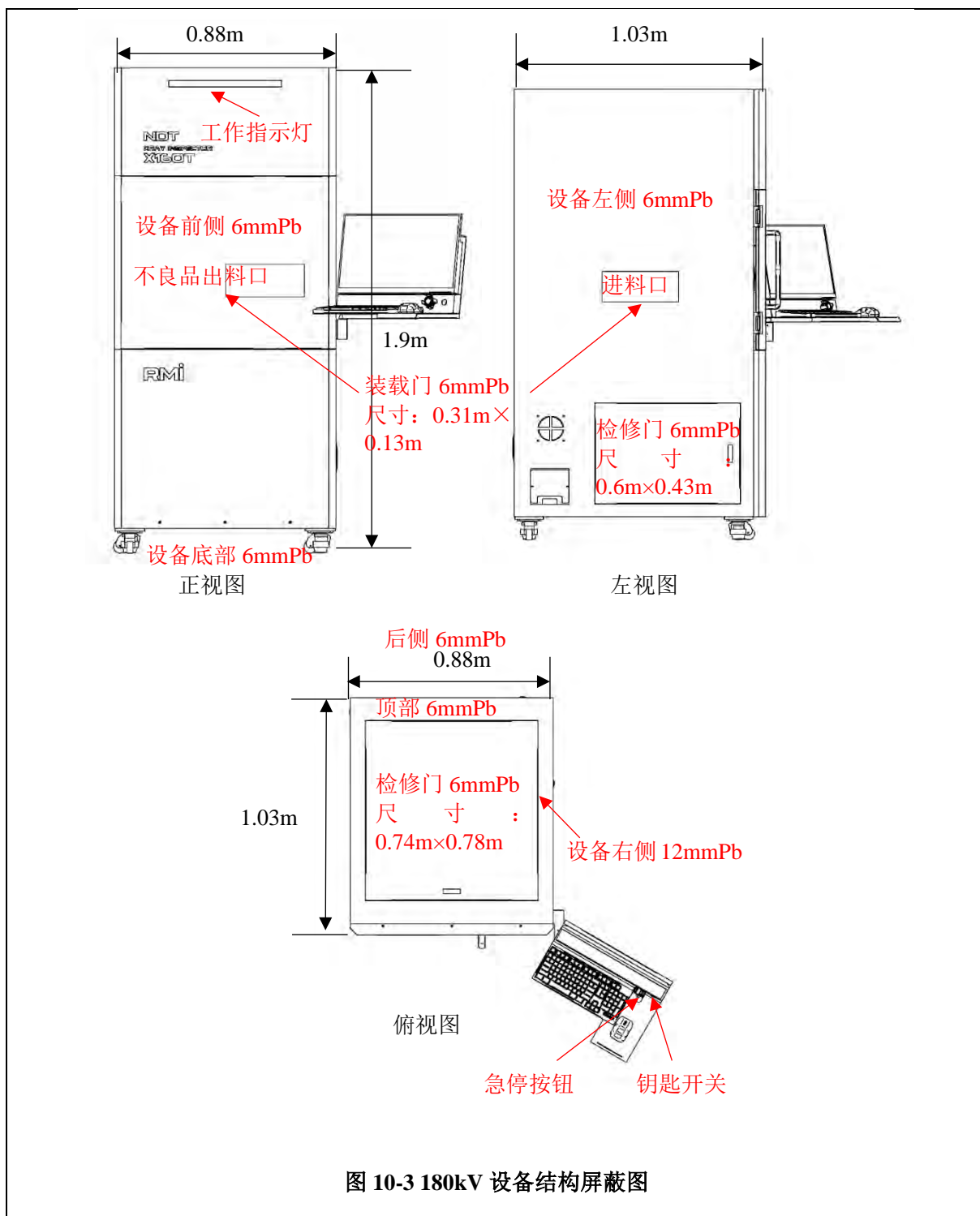


图 10-3 180kV 设备结构屏蔽图

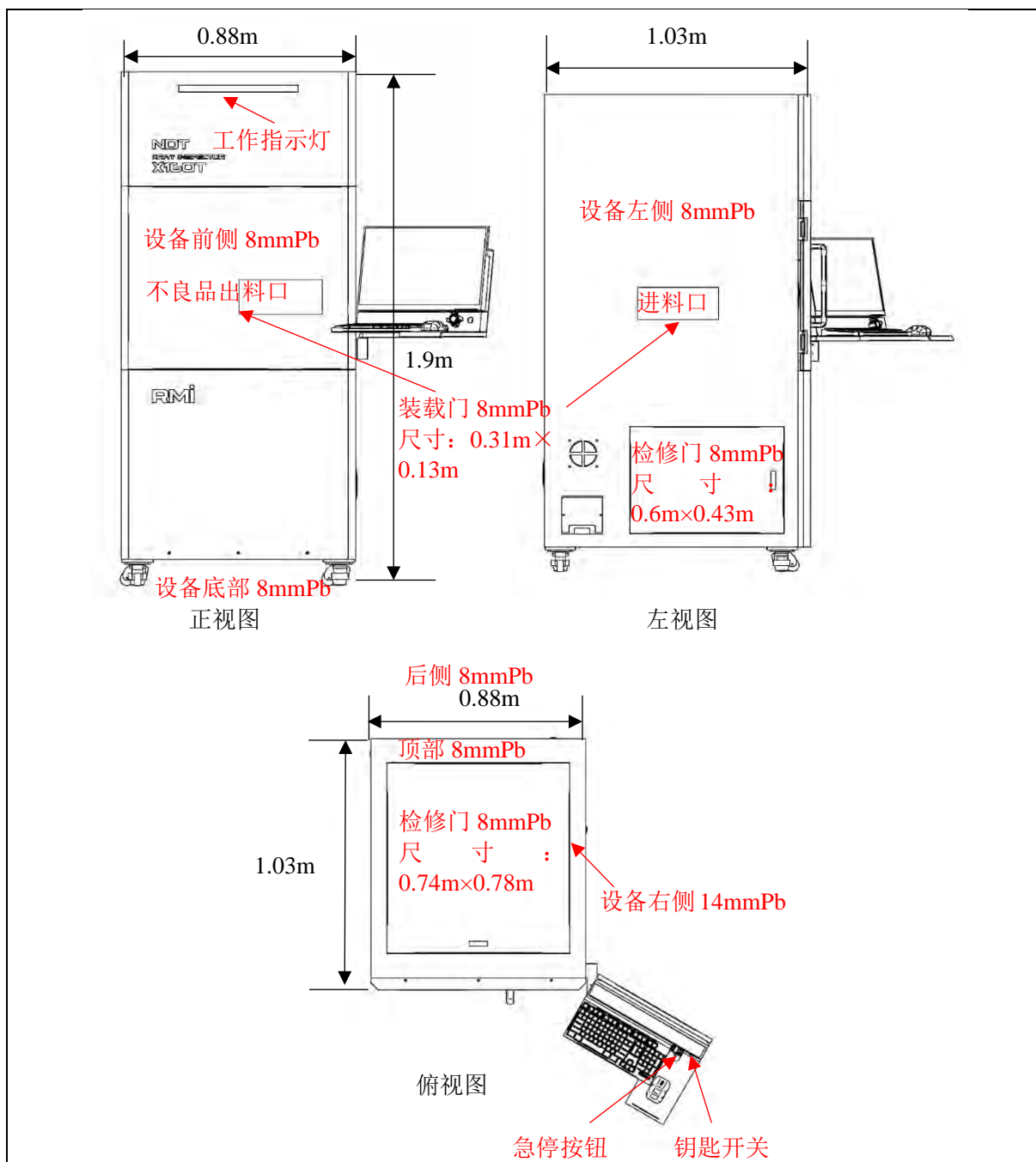


图 10-4 200kV 设备结构屏蔽图

表 10-1 130kV 设备结构屏蔽设计参数一览表

项目		设计情况
尺寸	整体尺寸	长×宽×高=0.88m×1.03m×1.9m
	装载门	长×高=0.31m×0.13m
	检修门（顶部）	长×宽=0.74m×0.78m

	检修门（侧面）	长×高=0.6m×0.43m
屏蔽厚度	前侧	4mmPb
	后侧	4mmPb
	左侧	4mmPb
	右侧（有用线束）	5mmPb
	顶部	4mmPb
	底部	4mmPb
	装载门	4mmPb
	检修门	4mmPb

表 10-2 150kV 设备结构屏蔽设计参数一览表

项目		设计情况
尺寸	整体尺寸	长×宽×高=0.88m×1.03m×1.9m
	装载门	长×高=0.31m×0.13m
	检修门（顶部）	长×宽=0.74m×0.78m
	检修门（侧面）	长×高=0.6m×0.43m
屏蔽厚度	前侧	5mmPb
	后侧	5mmPb
	左侧	5mmPb
	右侧（有用线束）	8mmPb
	顶部	5mmPb
	底部	5mmPb
	装载门	5mmPb
	检修门	5mmPb

表 10-3 180kV 设备结构屏蔽设计参数一览表

项目		设计情况
尺寸	整体尺寸	长×宽×高=0.88m×1.03m×1.9m
	装载门	长×高=0.31m×0.13m
	检修门（顶部）	长×宽=0.74m×0.78m

	检修门（侧面）	长×高=0.6m×0.43m
屏蔽厚度	前侧	6mmPb
	后侧	6mmPb
	左侧	6mmPb
	右侧（有用线束）	12mmPb
	顶部	6mmPb
	底部	6mmPb
	装载门	6mmPb
	检修门	6mmPb

表 10-4 200kV 设备结构屏蔽设计参数一览表

项目		设计情况
尺寸	整体尺寸	长×宽×高=0.88m×1.03m×1.9m
	装载门	长×高=0.31m×0.13m
	检修门（顶部）	长×宽=0.74m×0.78m
	检修门（侧面）	长×高=0.6m×0.43m
屏蔽厚度	前侧	8mmPb
	后侧	8mmPb
	左侧	8mmPb
	右侧（有用线束）	14mmPb
	顶部	8mmPb
	底部	8mmPb
	装载门	8mmPb
	检修门	8mmPb

10.1.2 装载门和检修门的设计

X 射线检测系统的装载门采用电动平移门，由门体、电动开门机和滑块组成。装载门采用钢结构内嵌铅板设计，屏蔽厚度与主屏蔽体一致。装载门与门洞四周采用错位搭接 20mm 的方式防止泄露。在装载门的关门极限位置安装一个限位开关与设备进行联锁，装载门未关闭到位射线装置不能开启。

X 射线检测系统的检修门为推拉门，使用专用的维修钥匙才能打开。检修门屏蔽厚度与主屏蔽体一致，为了防止射线从门缝处泄露，检修门四周采用错位搭接 50mm 的方式。在检修门关门极限位置安装一个限位开关与设备进行联锁，检修门未关闭到位射线装置不能开启。

10.1.3 管线穿屏蔽体补充措施

X 射线检测系统内部各组件需要通过管线与屏蔽体外部的操作台连接，在设备的左侧左下角设置了一个直径为 10cm 的穿线孔，在管线穿出屏蔽体的弯曲处设置屏蔽罩壳，屏蔽厚度与主屏蔽体一致。管线穿屏蔽体示意图见图 10-5。

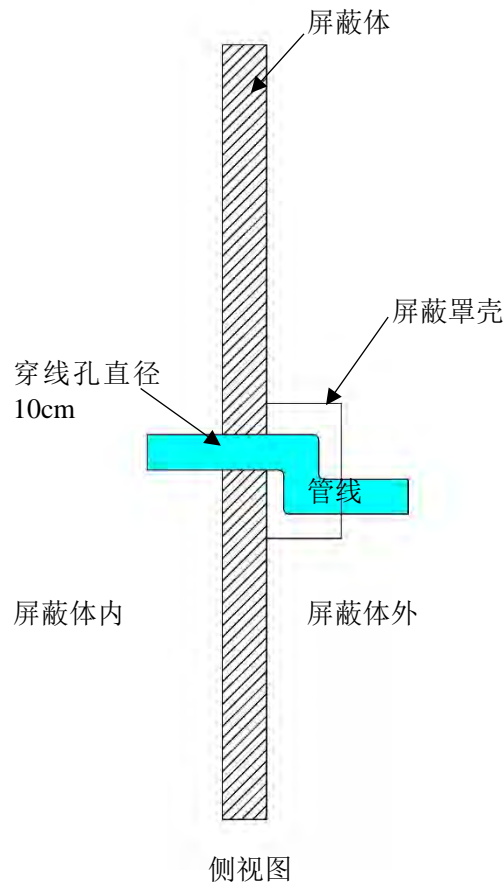


图 10-5 管线穿屏蔽体示意图

10.2 调试铅房辐射屏蔽设计

10.2.1 主体屏蔽设计

建设单位拟在保密车间内设置 1 间调试铅房作为本项目 X 射线检测系统的研发

测试和出厂前调试场所，铅房四周墙体、防护门、顶棚均为钢铅结构。四周墙体和防护门屏蔽厚度为 15mmPb，顶棚屏蔽厚度为 7mmPb。调试铅房平面设计图见图 10-6，立面设计图见图 10-7，调试铅房屏蔽设计参数见表 10-5。

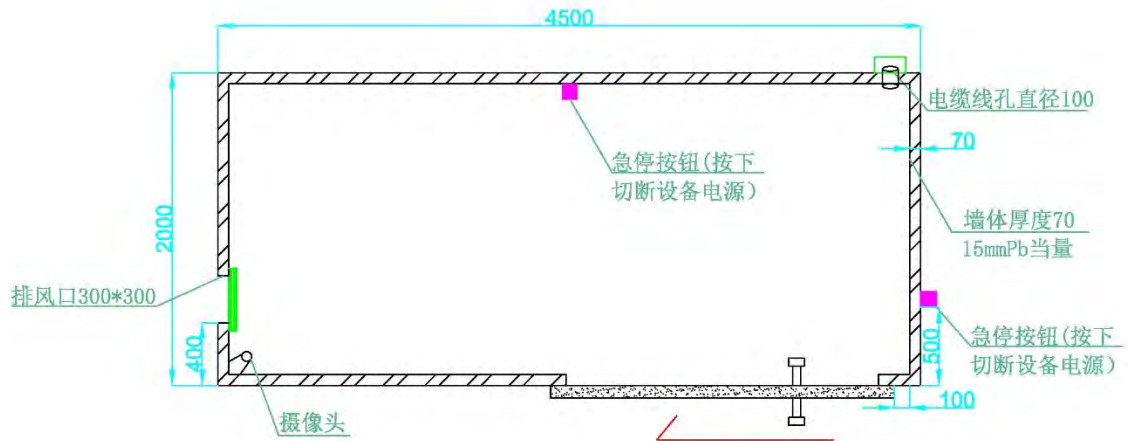


图 10-6 调试铅房平面设计图

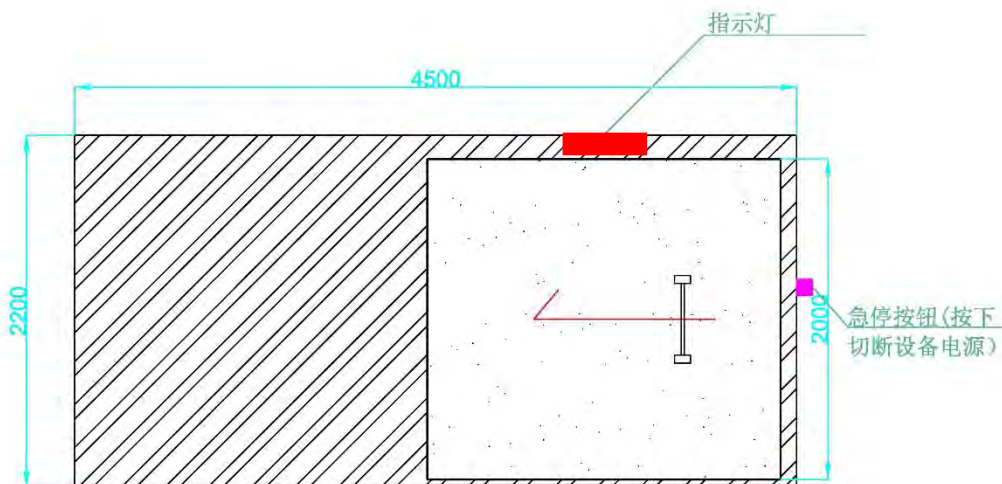


图 10-7 调试铅房立面设计图

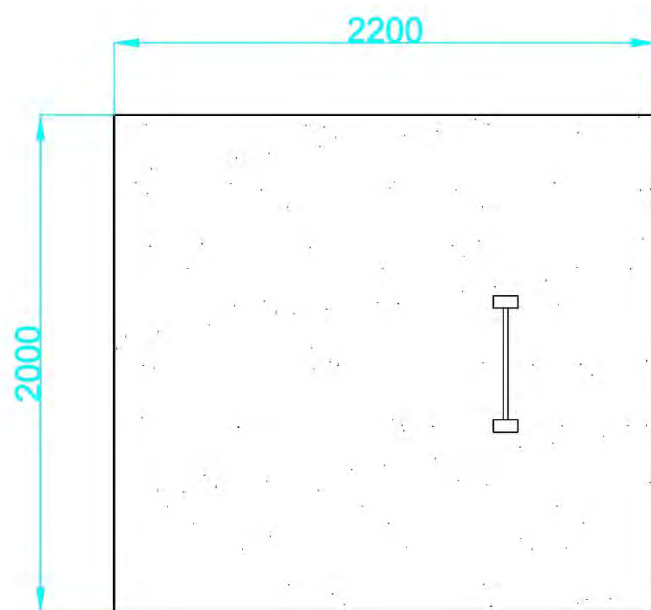
表 10-5 铅房结构和屏蔽参数一览表

项目	设计情况
调试铅房外尺寸	长×宽×高=4.5m×2m×2.2m
调试铅房内尺寸	长×宽×高=4.36m×1.86m×2.06m
四面墙体屏蔽厚度	钢铅结构 15mmPb
顶棚屏蔽厚度	钢铅结构 7mmPb
防护门尺寸	门体尺寸：长×高=2.2m×2m 门洞尺寸：宽×高=2m×1.8m
防护门屏蔽厚度	钢结构内衬铅板 15mmPb

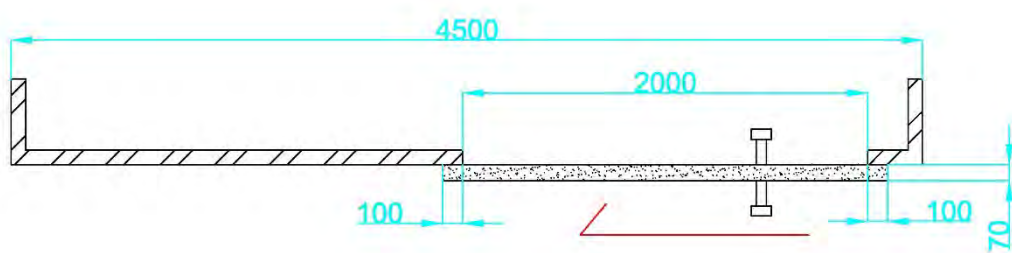
10.2.1 调试铅房防护门设计和安装

防护门采用两侧钢结构内铅板，防护门屏蔽厚度为 15mmPb 当量。防护门高 2m、长 2.2m。防护门采用手动推拉门设计方式。关闭到位后，防护门的四周各搭接 100mm 作为防射线泄露措施。

探伤房大防护门洞尺寸设计为 2m*1.8m，充分考虑了本公司需要调试的射线管和设备的最大单边尺寸（不超过 1.5m），门缝宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内，设计合理。防护门设计图见图 10-8。



正视图



俯视图

图 10-8 防护门设计图

10.2.3 管线穿墙屏蔽补充措施

本项目将在调试铅房北墙左上侧设置排风口，拟安装 1 个动力排风装置。排风口朝向西侧墙外的道路，该位置属于空旷区域，无人员居留。通风口大小为 300mm*300mm，排风口加装 15mmPb 铅百叶作为辐射屏蔽措施，通风口屏蔽设计图见图 10-9。

电缆线穿墙位置设在调试铅房东墙，预留尺寸直径为 100mm 的管道作为电缆线穿墙的通道，北墙外设置了电缆线口防护罩，屏蔽厚度为 15mmPb。电缆线管屏蔽设计图见图 10-10。

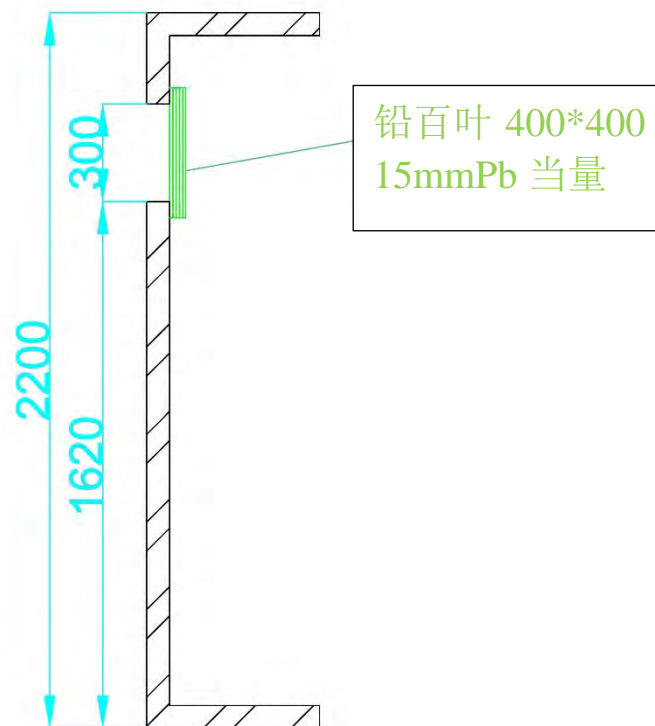


图 10-9 通风口屏蔽设计图

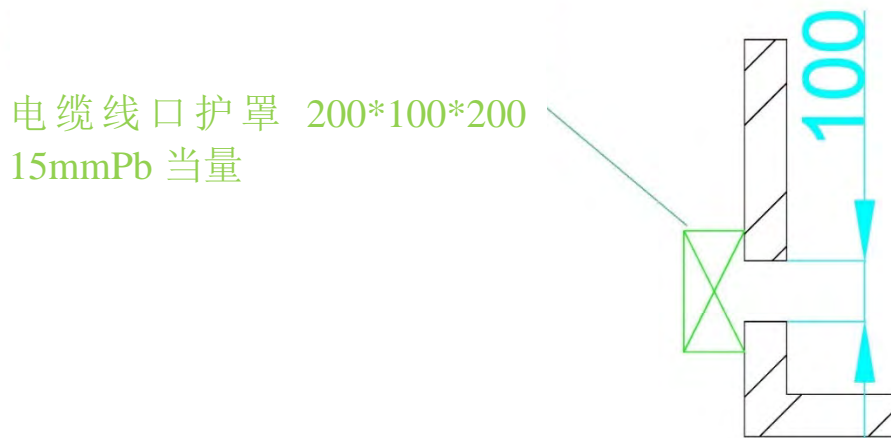


图 10-10 电缆线管屏蔽设计图

10.3 辐射安全与防护措施

10.3.1 安全联锁功能

X 射线检测系统：本项目的 X 射线检测系统均设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门正常关闭、检修门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设施未到位射线装置不能启动。X 射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X 射线立即切断出束。

调试铅房：本项目的调试铅房的操作台设有联锁接口，调试铅房的防护门将设置安全联锁功能：采用限位装置，只有当防护门关闭到位后，触发限位装置，高压电源才能接通，射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势，X 射线机高压电源将被切断，重新关上防护门后 X 射线机不会自动开启。

10.3.2 警示标示和工作状态指示灯

X 射线检测系统：本项目的 X 射线检测系统自带屏蔽体，人员无法进入辐射源产生区域，因此本项目在设备厢体顶部设置了 1 个灯光工作指示灯；工作指示灯与 X 射线装置联锁，当指示灯亮绿灯时，表示设备安全联锁正常，可以出束；当指示灯亮

红灯时，表示 X 射线正在出束，指示灯位置见图 10-1。设备出厂时在装载门上张贴一张电离辐射警示标志，电离辐射警示标志按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。

调试铅房：在调试铅房顶部设置了 1 个声光警示装置。本项目调试铅房的声光警示装置与高压电源联锁，警示灯闪烁表示准备出束，发出声音警示并持续 15s，亮红灯表示正在出束，并有急促的声音警示，警示灯位置见图 10-7。调试铅房防护门上张贴张电离辐射警示标志，电离辐射警示标志按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。

10.3.3 急停按钮

本项目的设备在操作台显眼位置设有 1 个急停按钮，见图 10-1；调试铅房内外各设置 1 个急停按钮，见图 10-11。发生紧急事故时按下急停按钮可以迅速切断 X 射线装置的高压电源，终止出束。

10.3.4 辐射监测设施

建设单位拟为辐射工作人员每人配备 1 个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，工作期间随身佩戴，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计定期送检。个人剂量报警仪设置报警阈值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，一旦听到报警，需立即切断装置的电源，排查报警原因后方可继续工作。

配备 1 台便携式剂量率仪，使用便携式剂量率仪定期（每个季度 1 次）对调试铅房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

为 X 射线检测系统的出厂前调试配备 1 套在线辐射监测报警仪，用于实时监测调试期间设备周围的环境辐射水平。出厂前调试时在设备四周各放置可拆卸的支架，在支架上安装监测探头，监测探头距离设备屏蔽体约 30cm。监测探头与操作台链接，监测数据实时显示在操作台显示屏上。剂量率若超过设置的阈值（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），会在显示屏上显示报警信号。辐射监测仪器一览表见表 10-6。

表 10-6 辐射监测仪器一览表

名称	数量	规格
个人剂量计	8 个	由有个人剂量监测资质的机构提供
个人剂量报警仪	8 台	具有阈值设置和超阈值报警功能

便携式剂量率仪	1 台	按规定进行定期检定，并取得相应证书
多探头、在线式辐射监测报警仪	1 套	具有阈值设置，限值和误差要求同上

10.3.5 监控设施

建设单位拟为调试铅房配备视频监控系统，监控摄像头安装于探伤房内，位置见图 10-11，显示屏安装于操作台上方，用于实时观察调试铅房内的工作状态，可有效防止人员滞留探伤房的情况发生。

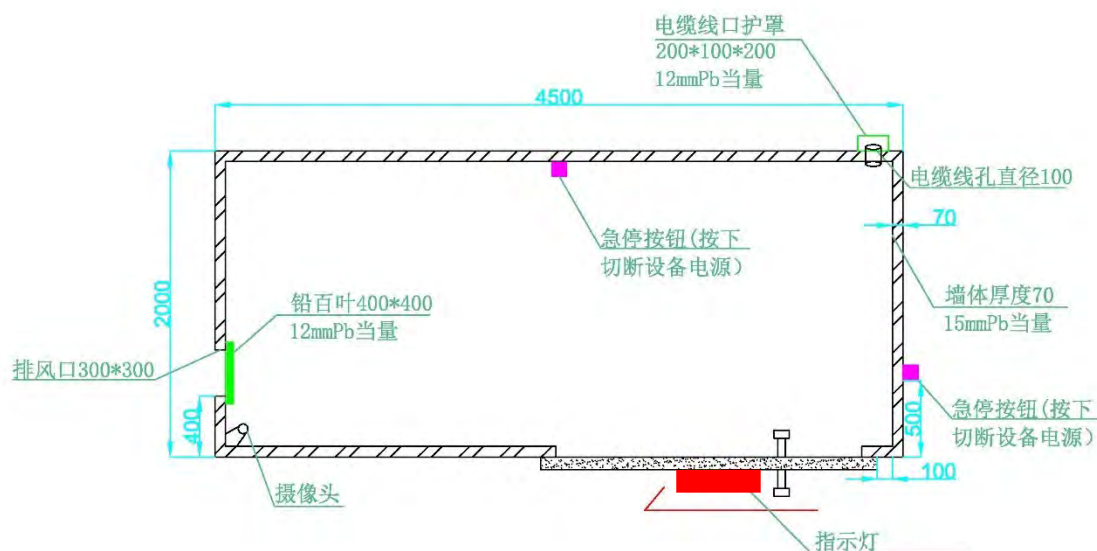


图 10-11 铅房各项辐射安全与防护设施分布图

10.4 辐射工作场所布局和分区

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

对于控制区：应采用实体边界划定控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合相关规定的警告标志；运用行政管理程序，如进入控制区的工作许可证制度和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区。

对于监督区：采用适当的手段划出监督区的边界；在监督区入口处的适当地点设

立表明监督区的标牌。

本项目主要考虑在建设单位使用（研发）、生产时的布局和分区，在客户单位实操培训和维修的布局和分区按照客户单位的环评文件实施。

10.4.1 布局

本项目辐射工作场所的布局如图 10-12 所示，保密车间分为组装区和调试区。组装区为设备的机械组装，设备在组装阶段不出束；调试区为 X 射线装置成像质量调试和 X 射线检测系统整体辐射安全调试的场所，调试区内包括调试铅房和操作台，调试铅房只用于设备的调试，不作其他用途。拟将调试铅房内 1m*0.3m 的区域作为 X 射线装置的研发放置区域，有用线束方向朝向北墙；拟将调试铅房内 1.5m*1.5m 的区域规划为 X 射线检测系统的整体调试位置，操作台设在铅房的南侧，避开了有用线束的方向。本项目的组装区和调试区只用作辐射工作场所，不作其他用途，非辐射工作人员不在该区域进行定岗作业。

10.4.2 分区

建设单位拟将装置调试铅房内部区域划为控制区；用黄色标示将屏蔽体外整个调试区设置为监督区，在监督区边界设置警示绳并树立辐射工作场所，非辐射工作人员请勿靠近”的工作警示牌，调试时无关人员不得进入监督区，分区方式如图 10-15 所示。

小结：本项目的控制区通过实体屏蔽、门机连锁装置等进行控制，监督区通过工作警示牌、地面黄色标志线和警示绳等进行管理。该辐射工作场所的布局和分区方案有利于分区管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区。由上可知，本项目辐射工作场所的布局和分区合理。

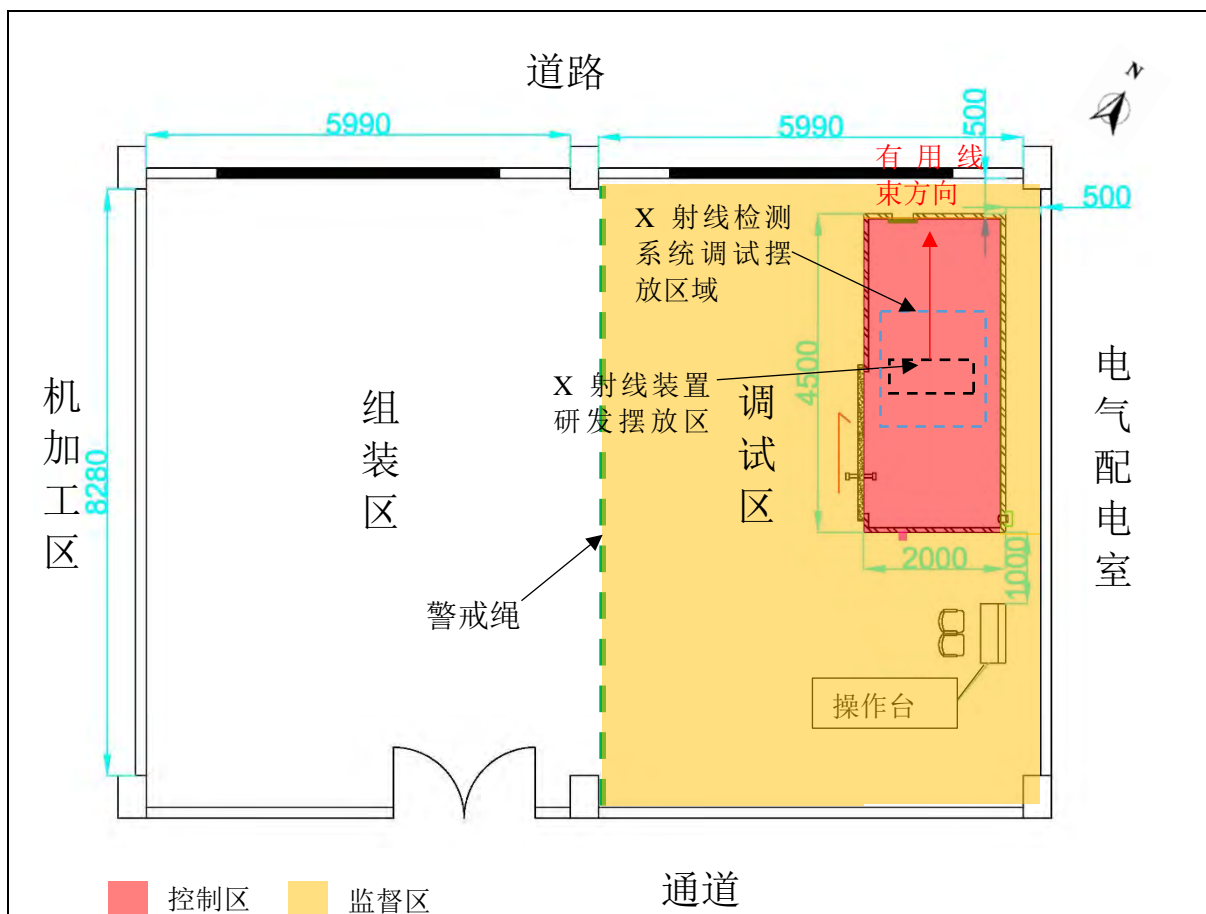


图 10-12 辐射工作场所布局和分区示意图

10.5 与标准对照分析

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），对本项目设备和调试铅房的操作台、辐射安全与防护措施和安全操作要求进行分析。对照分析表见表 10-7 至 10-8。

表 10-7 X 射线检测系统控制台、安全与防护措施对照分析表

《工业 X 射线探伤放射防护要求》 （GBZ117-2015）控制台的要求	实施计划	评价
3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。	本项目的设备在操作台设有高压电源接通状态显示,可在操作台进行管电压、管电流和出束时间的选取。	满足要求
3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警	在设备正面顶部设置了工作指示	满足要求

或指示装置。	灯，接通高压出束时指示灯亮红色。	
3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口,当探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压;已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。	本项目的 X 射线检测系统均设有安全联锁系统,安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门正常关闭、检修门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动,才能正常出束,一旦其中有一道设施未到位射线装置不能启动。X 射线出束期间,任何一道安全设施触发或者发生故障,X 射线立即切断出束。	满足要求
3.1.2.4 应设有钥匙开关,只有在打开控制台钥匙开关后,X 射线管才能出束;钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	操作台设有钥匙开关,只有先打开钥匙开关,才能连接高压电源和启动射线装置,钥匙只有在停机时才能拔出。	满足要求
3.1.2.5 应设置紧急停机开关。	操作台设有紧急停机按钮,按下可一键切断高压电源。	满足要求
3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	拟在操作台显眼位置张贴辐射警告和禁止非授权使用的说明,操作台具有显示出束指示。	满足要求
《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)辐射安全与防护的要求	实施计划	评价
4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全,操作室应与探伤室分开并尽量避免有用线束照射的方向。	本项目设备操作台设在设备的正面一侧,有用线束朝右,将避开操作台。	满足要求
4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区。	建设单位拟对辐射工作场所实施分区管理,建设单位拟将调试铅房墙壁围成的内部区域划为控制区,采用黄色标识和警戒绳将整个调试区的范围划分为监督区,分区方案见图 10-12。	满足要求

<p>4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。</p>	<p>设备的装载门和检修门将设置门机联锁功能:只有当门关闭到位后,高压电源才能接通,射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势,射线装置高压电源将被切断,重新关上门后射线装置不会自动开启。本项目设备内部空间狭小,人员不能进入。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。</p>	<p>本项目设备外顶部设有 1 个工作状态指示灯与射线装置联锁,指示灯具有 2 种信号指示:绿灯表示装置各项部件正常可以出束,红灯表示正在出束。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。</p>	<p>设备的状态将与指示灯联锁,照射时,指示灯发出红色照射信号。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。</p>	<p>拟在设备外显眼处张贴指示灯信号意义说明;设备内部空间狭小人员不能进入,故设备内部不需要张贴指示灯信号意义说明。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。</p>	<p>本项目将在设备正面张贴 1 张电离辐射警示标志和 1 张中文警示说明,按照 GB18871-2002 的规范制作,标志的单边尺寸不小于 50cm。监督区边界(通道)将竖立辐射工作场所,“无关人员工作期间禁止进入”的工作指示牌。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按</p>	<p>设备内部空间狭小人员不能进入,故不需要在设备内部安装急停按</p>	<p>满足要求</p>

钮或者拉绳的安装,应使人员处在探伤室任何位置时都不需要穿过主射线束就能使用。按钮应带有标签,标明使用方法。	钮。	
4.1.11 探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。	设备内部没有设置通风装置,内部空间狭小,装载门开合时可实现通风。	满足要求

表 10-8 调试铅房辐射控制台、安全与防护措施和安全操作要求对照分析表

《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015) 控制台的要求	实施计划	评价
3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。	本项目调试铅房配套的操作台设有高压电源连通或断开的指示灯,可以在显示屏上选取管电压、管电流和照射时间。	满足要求
3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	操作台设有高压连通指示灯。	满足要求
3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口,当探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压;已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。	调试铅房防护门将设置安全联锁功能:采用限位装置,只有当防护门关闭到位后,触发限位装置,高压电源才能接通,射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势,X 射线机高压电源将被切断,重新关上防护门后 X 射线机不会自动开启。	满足要求
3.1.2.4 应设有钥匙开关,只有在打开控制台钥匙开关后,X 射线管才能出束;钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	操作台设有钥匙开关,只有先打开钥匙开关,才能连接高压电源和启动射线装置,钥匙只有在停机时才能拔出。	满足要求
3.1.2.5 应设置紧急停机开关。	操作台左侧设有紧急停机按钮,按下可一键切断高压电源。	满足要求
3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权的警告等标识。	操作台上方拟张贴辐射警告和禁止非授权的说明,操作台设有出束指示灯。	满足要求

《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015) 安全防护措施的要求	实施计划	评价
4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全,操作室应与探伤室分开并尽量避免有用线束照射的方向。	本项目操作台设在探伤房的南侧,调试时有用线束朝北,将避开操作台。	满足要求
4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区。	建设单位拟对辐射工作场所实施分区管理,建设单位拟将调试铅房墙壁围成的内部区域划为控制区,采用黄色标识和警戒绳将整个调试区的范围划分为监督区,分区方案见图 10-12。	满足要求
4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。	调试铅房的防护门将设置门机联锁功能:只有当防护门关闭到位后,高压电源才能接通,射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势,射线装置高压电源将被切断,重新关上防护门后射线装置不会自动开启。 本项目门-连锁装置的设置可让调试铅房内部人员在紧急情况下离开。	满足要求
4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。	调试铅房防护门外各设有 1 个声光警示装置,警示灯与射线装置联锁,警示灯具有 2 种信号指示:警示闪烁表示准备出束,发出声音警示并持续 15s,亮红灯表示正在出束,并有急促的声音警示。	满足要求
4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。	射线装置的状态将与警示灯联锁,射线装置照射时,警示灯发出红色照射信号。	满足要求

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	调试铅房内、外醒目位置将张贴“预备”和“照射”信号意义的说明。	满足要求
4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。	本项目将在防护门上张贴 1 张电离辐射警示标志和 1 张中文警示说明。	满足要求
4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮或者拉绳的安装,应使人员处在探伤室任何位置时都不需要穿过主射线束就能使用。按钮应带有标签,标明使用方法。	在调试铅房内东墙设置急停按钮,由于有用线束朝向北墙,发生事故时可以用不用穿过有用线束方向使用急停按钮,急停按钮将标明功能和使用方法。	满足要求
4.1.11 探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	调试铅房内设有机机械排风装置,排风管道外口朝向无人员活动密集的道路。每小时通风换气次数为 3.6 次,大于 3 次。	满足要求
《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015) 安全操作的要求	实施计划	评价
4.2.1 探伤工作人员进入探伤房时除佩戴常规个人剂量计外,还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时,剂量仪报警,探伤工作人员应立即离开探伤室,同时阻止其他人进入探伤室,并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪,并在工作期间佩戴好。当个人剂量报警仪报警时,工作人员应立即离开工作区域,同时阻止其他人进入工作区域,并立即向辐射工作负责人报告。	满足要求
4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率,包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时,应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	建设单位计划每年一次委托第三方检测机构对调试铅房周围的环境辐射水平进行年度检测。 日常使用便携式剂量率仪,定期(每个季度 1 次)对探伤房外周围剂量当量率进行巡测,做好巡测记录,一旦发现辐射值超过参考控制水平需暂停辐射工作,向辐射防护负责人报告并查找原因。	满足要求

<p>4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前,应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作,则不应开始探伤工作。</p>	<p>工作人员作业前需检查个人剂量报警仪是否正常工作,如发现剂量仪不能正常工作,则不能开始辐射工作。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.2.5 在每一次照射前,操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。</p>	<p>在每一次使用调试铅房作业前,操作人员将进行以下确认:调试铅房内部没有人员驻留,防护门已关闭,所有防护与安全装置系统都启动并正常运行。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.2.6 开展探伤室设计时未预计到的工作,如工件过大必须开门探伤,应遵循 5.1、5.3、5.4、5.5 的要求。</p>	<p>本项目设备和 X 射线装置的尺寸小于门洞尺寸,所以不需要打开防护门进行作业。</p>	<p>满足要求</p>

小结: 综上所述,建设单位拟采取的各项辐射安全与防护措施、辐射安全操作要求等满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的要求。

10.6 辐射安全工作要求

10.6.1 研发测试

- (1) 测试期间,非辐射工作人员不得进入调试区。
- (2) 辐射工作人员应佩戴好佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。
- (3) 在进行测试时,若个人剂量报警仪发出报警信号,立刻停止工作,并找原因,进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平合格后,方可继续工作。
- (4) 完成全部调试工作,并切断装置电源后,方可搬运。

10.6.2 组装

- (1) 供应商要求:应寻找有资质和一定实力的生产商,确保辐射屏蔽组件的屏蔽厚度、工艺合格,要求生产商在自身工厂完成辐射屏蔽效果的测试后再供货,并提供测试报告。
- (2) 零部件质检:组装人员应对供应商送来的零部件、外购件进行组装前质检,要特别关注辐射屏蔽体、辐射安全与防护设施的规格、工艺,不良品不能使用。

(3) 组装过程不能通电：为确保辐射安全性，组装过程严禁通电。

10.6.3 出厂前调试

(1) 调试期间，非辐射工作人员不得进入调试区；

(2) 辐射工作人员应佩戴好佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，在设备周围安装在线辐射监测探头；

(3) 为实现调试时的辐射防护最优化，调试铅房操作台将连接设备操控；

(4) 在进行安全联锁功能、急停按钮的测试时，通过人为方式使装载门、检修门不能正常关闭等，按下急停按钮，测试能否出束。

(5) 通电测试前应保证在线辐射监测探头能正常使用，操作台接显示报警信号时应立刻停止调试；

(6) 完成全部调试工作，并切断装置电源后，方可搬运设备。

10.6.4 销售

销售过程射线装置不通电、不出束。为了规范射线装置销售活动，建设单位拟采取以下辐射安全措施：

(1) 建立生产和销售台账（见附件3），记录射线装置生产和销售全过程；

(2) 销售前取得辐射安全许可证，按照许可的型号、数量开展射线装置销售工作；

(3) 销售人员也应纳入辐射工作人员进行管理，通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护上岗培训和考核，通过考核后方可从事射线装置销售工作。

(4) 购买使用本项目销售的 X 射线检测系统的客户单位，应按要求先进行环境影响评价和申领辐射安全许可证，取得相应资质后方可安装调试。

10.6.5 售后维修

(1) 若屏蔽箱体发生破裂、损坏，应联系屏蔽体供应商进行更换屏蔽体后重新测试，严禁在更换屏蔽体前开机出束。

(2) 若与 X 射线装置发生故障，需由 X 射线装置生产厂家负责维修。

(3) 维修前应先采取可靠的断电措施，维修人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

(4) 维修后通电测试前，应确保安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保屏蔽厢体已安装完整，严禁在辐射安全与防护设施未启动、辐射屏蔽厢体有破损的状态下开机进行测试。

10.7 三废的治理

X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的臭氧和氮氧化物含量增加，吸入过量的臭氧和氮氧化物会对人体健康产生一定危害。根据国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 第 4.1.11 的规定：探伤房应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

本项目主要在调试铅房内出束，因此主要考虑调试铅房的通风情况。本项目在调试铅房北墙左上侧设置排风口，拟安装 1 个动力排风装置。排风口朝向北墙外的道路，该位置属于空旷区域，无人员居留区域。拟购买排风机的排风量约为 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ ，探伤房的容积约为 19.8m^3 ，工作期间排风机保持开启，可计算得每小时有效换气次数为 3.6 次，即每个小时有效换气次数不少于 3 次。探伤房内空气电离产生的有限臭氧和氮氧化物将通过动力换气装置排至探伤房外，在常温常压下，臭氧和氮氧化物的稳定性较差，可自行分解为无害物质。

该项目调试铅房的排风装置的排风量可满足每个小时有效换气次数不少于 3 次，可确保探伤房内产生的少量有害气体及时、排出探伤房，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的相关要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段环境影响分析

本项目只有在调试过程中才会产生 X 射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。

本项目调试铅房为铅板组装而成，使用和生产成品电气设备，不涉及施工建设，因此本项目基本无建设阶段的环境影响。

运行阶段环境影响分析

11.1 辐射剂量率估算

参考《工业 X 射线探伤室屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束在关注点的剂量率按公式（11-1）计算：

$$\dot{H}_1 = \frac{\dot{H}_0 \times B}{R^2} \quad (11-1)$$

对于漏射线束和散射线束，给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-2）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-2)$$

漏射线在关注点的剂量率按公式（11-3）计算：

$$\dot{H}_2 = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2} \quad (11-3)$$

90°散射线在关注点的辐射剂量率按公式（11-4）计算：

$$\dot{H}_3 = \frac{\dot{H}_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中：

\dot{H}_0 距辐射源点（靶点）1m 处剂量率，单位为 mGy/s；

B 屏蔽透射因子；

R 辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

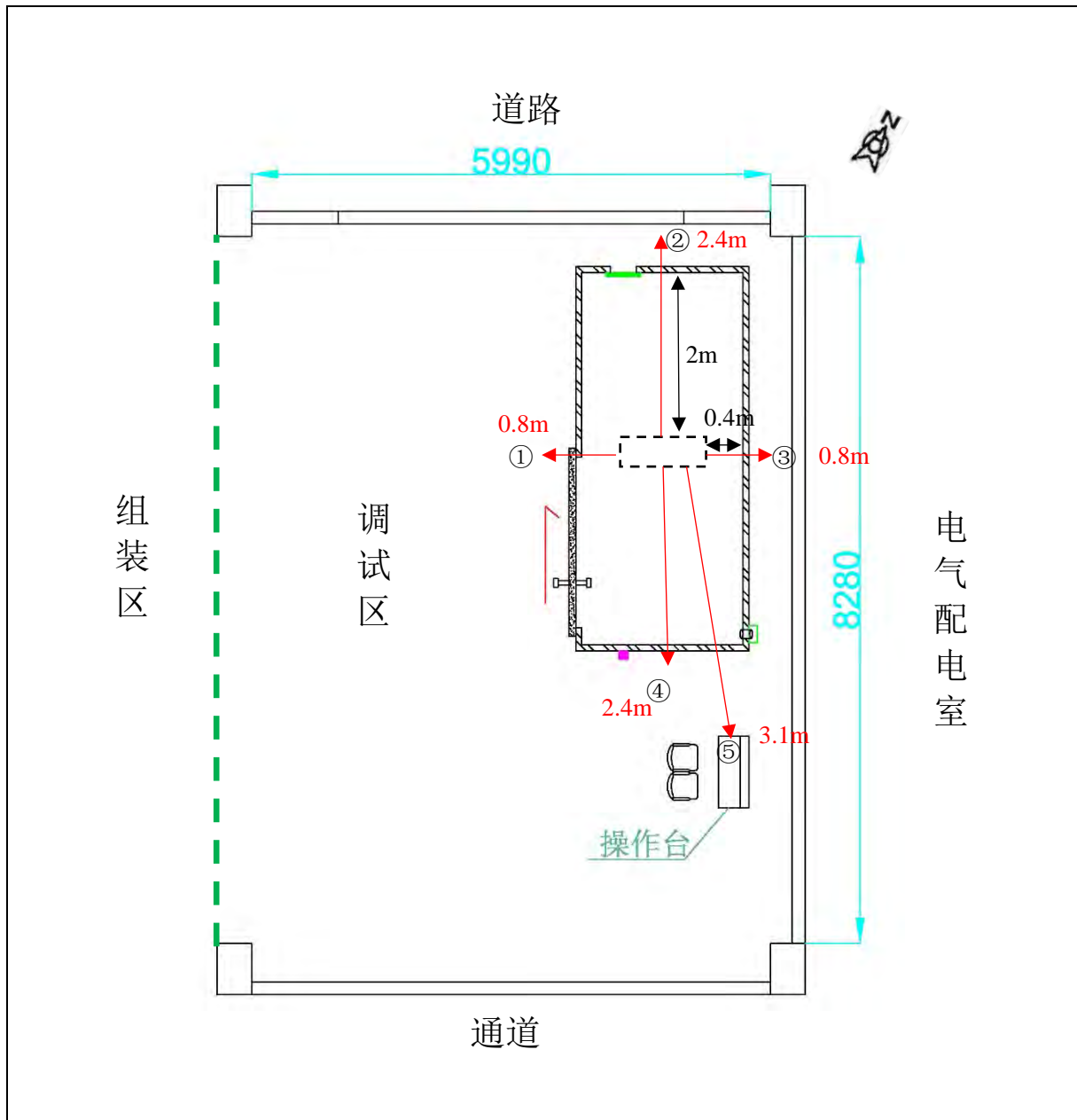
R_s 散射体至关注点的距离，单位为 m；

X	屏蔽物质厚度，单位为 mm；
TVL	屏蔽物质的什值层，单位为 mm；
\dot{H}_L	距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；
F	R_0 处的辐射野面积，单位为 m^2 ；
a	散射因子，入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比。根据 (GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.3 保守取值 $1.90\text{E}-03 \times 10000/400$ 。
R_0	辐射源点 (靶点) 至散射体的距离，单位为 m。

11.1.1 调试铅房

调试铅房外剂量率估算保守选取 4 种射线管中最大管电压 P628 型射线管 (200kV) 的参数进行计算。

参考《工业 X 射线探伤室屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 图 B.1, 当管电压为 200kV 宽束 X 射线透过铅层的透射因子为 $1\text{E}-06$ 时, 滤过条件为 2mmAl, 铅层厚度为 6.5mmPb。本项目 X 射线装置的最大管电流为 200kV, 滤过条件为 2mmAl+0.5mmCu, 本项目有用线束方向调试铅房墙壁的屏蔽厚度为 15mmPb, 因此本项目有用线束的透射因子 B 可保守取值 $1\text{E}-06$ 。选取墙壁、防护门顶棚外 0.3m 处作为关注点, 由于本项目位于一层且没有地下层, 不考虑正下方的剂量率。关注点分布示意图见图 11-1。



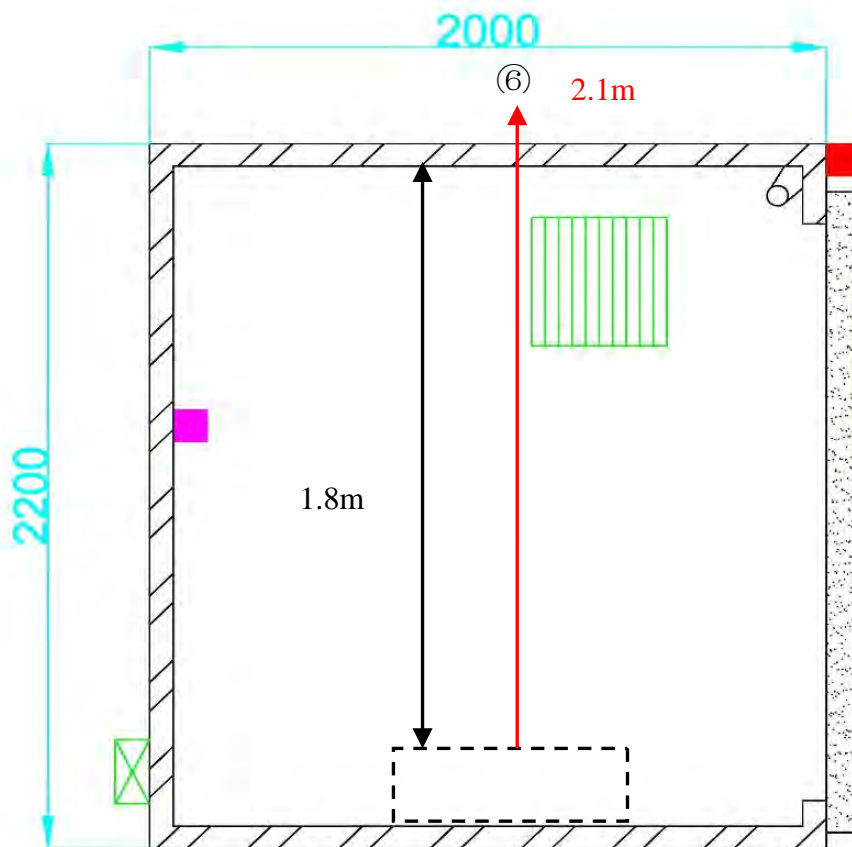


图 11-1 铅房关注点分布示意图

计算有关参数的选取列于表 11-1，透射因子计算参数列于 11-2，源项参数列于表 11-3，调试铅房外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-4。

表 11-1 计算参数一览表

关注点	R	R_s	F	a	R_0
①（西侧防护门外）	0.8m	1.1m	0.13m^2	0.0475	0.8m
②（北墙外）	2.4m	-	-	-	-
③（东墙外）	0.8m	1.1m	0.13m^2	0.0475	0.8m
④（南墙外）	2.4m	3.2m	0.13m^2	0.0475	0.8m
⑤（操作台）	3.1m	3.2m	0.13m^2	0.0475	0.8m
⑥（顶棚外）	2.1m	2.6m	0.13m^2	0.0475	0.8m

注： R_s 的取值通过几何关系得出。

表 11-2 透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
①（西侧防护门外）	15mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-11
		散射线束	0.96mm	2.4E-16
②（北墙外）	15mmPb	有用线束	-	1E-06
③（东墙外）	15mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-11
		散射线束	0.96mm	2.4E-16
④（南墙外）	15mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-11
		散射线束	0.96mm	2.4E-16
⑤（操作台）	15mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-11
		散射线束	0.96mm	2.4E-16
⑥（顶棚外）	7mmPb	泄漏线束	1.4mm	1E-05
		散射线束	0.96mm	5.1E-08

注：按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束的 TVL 值保守取 200kV 对应值，散射线束 TVL 值取 150kV 对应值。

表 11-3 源项参数一览表

射线类型	距靶 1m 剂量率
有用线束	0.37mGy/s
泄露线束	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 11-4 关注点辐射剂量率水平估算结果（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

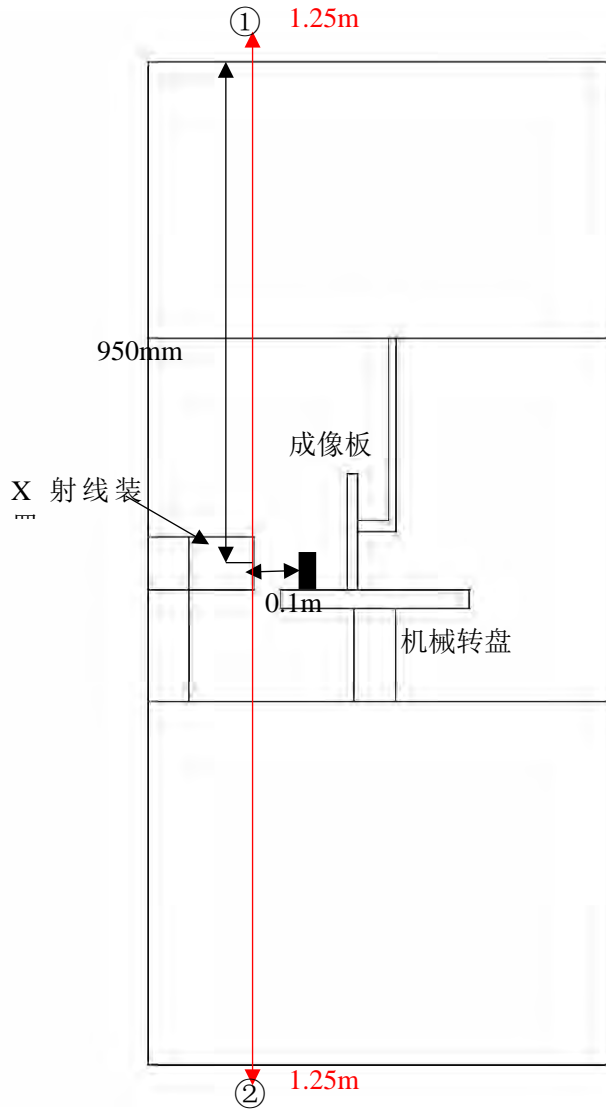
关注点	控制值	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
①（西侧防护门外）	2.5	-	7.4E-08	2.5E-12	7.4E-08
②（北墙外）	2.5	0.23	-	-	0.23
③（东墙外）	2.5	-	7.4E-08	2.5E-12	7.4E-08
④（南墙外）	2.5	-	8.2E-09	3.0E-13	8.2E-09
⑤（操作台）	2.5	-	4.9E-09	3.0E-13	4.9E-09
⑥（顶棚外）	2.5	-	5.7E-03	9.7E-05	5.8E-03

注：关注的剂量率 \dot{H} 由 \dot{H}_1 、 \dot{H}_2 和 \dot{H}_3 叠加得到。

从表 11-4 可以看到，本项目调试铅房外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算值最高约 $0.23\mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的剂量率控制要求。

11.1.2 X 射线检测系统

选取屏蔽体外 0.3m 处作为关注点。关注点分布示意图见图 11-2。



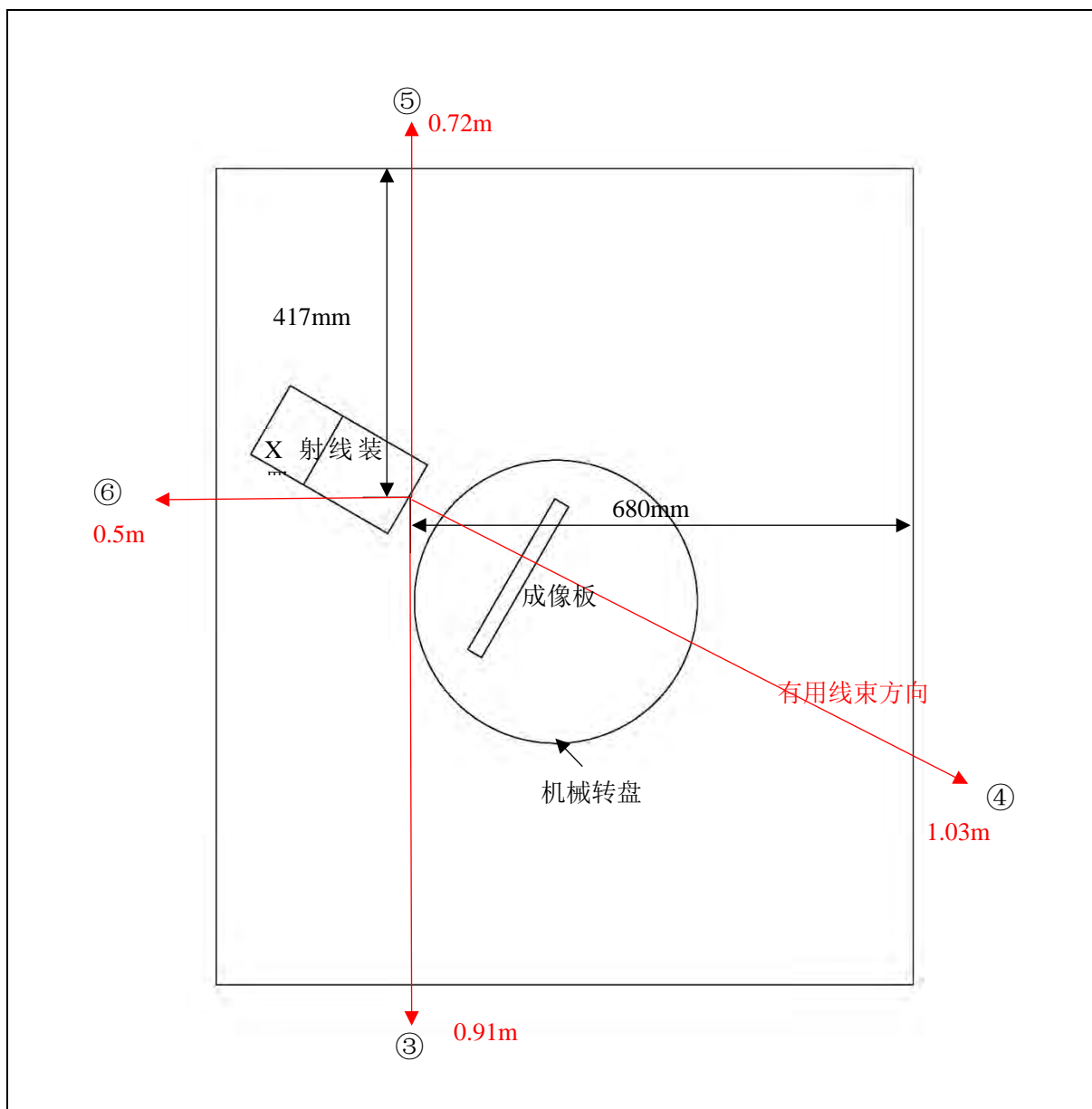


图 11-2 X 射线检测系统关注点分布示意图

本项目 130kV 的设备保守按照 150kV 进行计算，180kV 的设备保守按照 200kV 进行计算。

参考《工业 X 射线探伤室屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1，当滤过条件为 2mmAl，管电压为 150kV 和 200kV 的宽束 X 射线透过铅层透射因子为 $1E-06$ 时，铅层厚度分别为 4.9mmPb 和 6.5mmPb。本项目 130kV 设备、150kV 设备、180kV 设备的滤过条件为 2mmAl+0.5mmBa；200kV 设备的滤过条件为 2mmAl+0.5mmCu。

130kV 设备有用线束方向的屏蔽厚度为 5mmPb，150kV 设备有用线束方向的屏蔽厚度为 8mmPb，130kV 设备和 150kV 设备有用线束方向屏蔽厚度均大于 4.9mm，

因此 130kV 设备和 150kV 设备有用线束的透射因子 B 均可保守取值 1E-06。

180kV 设备有用线束方向的屏蔽厚度为 12mmPb; 200kV 设备有用线束方向的屏蔽厚度为 14mmPb, 180kV 设备和 200kV 设备有用线束方向屏蔽厚度均大于 6.5mm, 因此 180kV 设备和 200kV 设备有用线束的透射因子 B 均可保守取值 1E-06。

计算有关参数的选取列于表 11-5, 透射因子计算参数列于表 11-6 至表 11-9, 源项参数列于表 11-10, X 射线检测系统外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-11 至表 11-14。

表 11-5 计算参数一览表

关注点	R	R _s	F	a	R ₀
①	1.25m	1.3m	0.001m ²	0.0475	0.1m
②	1.25m	1.3m	0.001m ²	0.0475	0.1m
③	0.91m	0.95m	0.001m ²	0.0475	0.1m
④	1.03m	-	-	-	-
⑤	0.72m	0.73m	0.001m ²	0.0475	0.1m
⑥	0.5m	0.51m	0.001m ²	0.0475	0.1m

注: R_s 的取值通过几何关系得出。

表 11-6 130kV 设备透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
①	4mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.8E-05
		散射线束	0.96mm	6.8E-05
②	4mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.8E-05
		散射线束	0.96mm	6.8E-05
③	4mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.8E-05
		散射线束	0.96mm	6.8E-05
④	5mmPb	有用线束	-	1E-06
⑤	4mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.8E-05
		散射线束	0.96mm	6.8E-05
⑥	4mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.8E-05

		散射线束	0.96mm	6.8E-05
--	--	------	--------	---------

注：按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束和散射线束 TVL 值取 150kV 对应值。

表 11-7 150kV 设备透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
①	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06
②	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06
③	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06
④	8mmPb	有用线束	-	1E-06
⑤	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06
⑥	5mmPb	泄漏线束	0.96mm	6.2E-06
		散射线束	0.96mm	6.2E-06

注：按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束和散射线束 TVL 值取 150kV 对应值。

表 11-8 180kV 设备透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
①	6mmPb	泄漏线束	1.4mm	5.2E-05
		散射线束	0.96mm	5.6E-07
②	6mmPb	泄漏线束	1.4mm	5.2E-05
		散射线束	0.96mm	5.6E-07
③	6mmPb	泄漏线束	1.4mm	5.2E-05
		散射线束	0.96mm	5.6E-07
④	12mmPb	有用线束	-	1E-06
⑤	6mmPb	泄漏线束	1.4mm	5.2E-05
		散射线束	0.96mm	5.6E-07
⑥	6mmPb	泄漏线束	1.4mm	5.2E-05

		散射线束	0.96mm	5.6E-07
--	--	------	--------	---------

注：按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束 TVL 值取 200kV 对应值；散射线束 TVL 值取 150kV 对应值。

表 11-9 200kV 设备透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
①	8mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-06
		散射线束	0.96mm	4.6E-09
②	8mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-06
		散射线束	0.96mm	4.6E-09
③	8mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-06
		散射线束	0.96mm	4.6E-09
④	14mmPb	有用线束	-	1E-06
⑤	8mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-06
		散射线束	0.96mm	4.6E-09
⑥	8mmPb	泄漏线束	1.4mm	1.9E-06
		散射线束	0.96mm	4.6E-09

注：按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束 TVL 值取 200kV 对应值；散射线束 TVL 值取 150kV 对应值。

表 11-10 源项参数一览表

射线管型号	管电压	有用线束 \dot{H}_0	泄露线束 \dot{H}_L
L9181-02	130kV	0.03mGy/s	$1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$
L12161-07	150kV	0.04mGy/s	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$
L14351-02	180kV	0.06mGy/s	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$
P628	200kV	0.37mGy/s	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 11-11 130kV 设备关注点辐射剂量率水平估算结果（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

关注点	控制值	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
①	2.5	-	4.4E-02	3.4E-04	4.4E-02
②	2.5		4.4E-02	3.4E-04	4.4E-02
③	2.5	-	8.2E-02	6.4E-04	8.3E-02

④	2.5	0.10	-	-	0.10
⑤	2.5	-	1.3E-01	1.1E-03	1.3E-01
⑥	2.5	-	2.7E-01	2.2E-03	2.7E-01

注：关注的剂量率 \dot{H} 由 \dot{H}_1 、 \dot{H}_2 和 \dot{H}_3 叠加得到。

表 11-12 150kV 设备关注点辐射剂量率水平估算结果（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

关注点	控制值	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
①	2.5	-	9.9E-03	4.2E-05	9.9E-03
②	2.5		9.9E-03	4.2E-05	9.9E-03
③	2.5	-	1.9E-02	7.8E-05	1.9E-02
④	2.5	0.14	-	-	0.14
⑤	2.5	-	3.0E-02	1.3E-04	3.0E-02
⑥	2.5	-	6.2E-02	2.7E-04	6.2E-02

注：关注的剂量率 \dot{H} 由 \dot{H}_1 、 \dot{H}_2 和 \dot{H}_3 叠加得到。

表 11-13 180kV 设备关注点辐射剂量率水平估算结果（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

关注点	控制值	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
①	2.5	-	8.3E-02	5.7E-06	8.3E-02
②	2.5		8.3E-02	5.7E-06	8.3E-02
③	2.5	-	1.6E-01	1.1E-05	1.6E-01
④	2.5	0.20	-	-	0.20
⑤	2.5	-	2.5E-01	1.8E-05	2.5E-01
⑥	2.5	-	5.2E-01	3.7E-05	5.2E-01

注：关注的剂量率 \dot{H} 由 \dot{H}_1 、 \dot{H}_2 和 \dot{H}_3 叠加得到。

表 11-14 200kV 设备关注点辐射剂量率水平估算结果（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

关注点	控制值	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
①	2.5	-	3E-03	2.9E-07	3.0E-03
②	2.5		3E-03	2.9E-07	3.0E-03

③	2.5	-	5.7E-03	5.4E-07	5.7E-03
④	2.5	1.26	-	-	1.26
⑤	2.5	-	9.2E-03	9.1E-07	9.2E-03
⑥	2.5	-	1.9E-02	1.9E-06	1.9E-02

注：关注的剂量率 \dot{H} 由 \dot{H}_1 、 \dot{H}_2 和 \dot{H}_3 叠加得到。

从表 11-11 至表 11-14 可以看到，本项目 130kV 设备屏蔽体外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算值最高约 0.10 μ Sv/h；150kV 设备屏蔽体外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算值最高约 0.14 μ Sv/h；180kV 设备使用屏蔽体外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算值最高约 0.20 μ Sv/h；200kV 设备屏蔽体外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算值最高约 1.26 μ Sv/h，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）的剂量率控制要求。

11.2 人员受照剂量分析

11.2.1 公众受照剂量

本项目在研发和出厂前调试时，设备均放置在调试铅房内。考虑到出厂前调试可能存在设备的自屏蔽体完全失效（最极端的条件）仅调试铅房起到屏蔽作用的情况，保守根据调试铅房外的受照剂量率对人员受照剂量进行分析。

公众的受照剂量率根据调试铅房四周的剂量率计算得出按照表 9 的工作负荷介绍，本项目每年研发出束时间约为 261 小时、出厂前调试出束时间约为 40 小时，共 301 小时，按照公式（11-5）可估算公众的年有效受照剂量，估算结果列于表 11-15。

$$E = \frac{\dot{H}/1000 \cdot r_g^2}{r_b^2} \times t \times T \quad (11-5)$$

式中：

E——保护目标的受照剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点的辐射剂量率， μ Sv/h；

r_g ——关注点至辐射源的距离，单位：m；

r_b ——保护目标分布场所边界至辐射源的距离，m；

t——本项目全年出束时间，h；

T——保护目标的居留因子，选取参照（GBZ/T250-2014）附录 A 中表 A.1。

表 11-15 项目选址周围保护目标年受照剂量估算结果(单位：mSv/a)

方位	区域	r_g (m)	r_b (m)	受照剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因 子	受照剂 量
东侧	通道	0.8	5	2.3E-09	1/10	7.0E-11
	精密组装区	0.8	9	6.6E-10	1/2	9.9E-11
	样机成品区	0.8	17	1.7E-10	1/10	5.2E-12
	出货区	0.8	21	1.1E-10	1/10	3.4E-12
	来料待检区	0.8	28	6.3E-11	1/10	1.9E-12
	停车场	0.8	32	4.8E-11	1/10	1.4E-12
	厂区道路	0.8	42	2.7E-11	1/10	8.3E-13
	B6 栋厂房	0.8	46	2.3E-11	1	6.9E-12
南侧	物料暂放区	2.4	10	4.6E-10	1/10	1.4E-11
	厂区道路	2.4	12	3.2E-10	1/10	9.7E-12
	B11 栋厂房	2.4	35	3.8E-11	1	1.2E-11
西侧	机加工区	2.4	12	3.2E-10	1	9.7E-11
	厂区道路	0.8	5	2.3E-09	1/10	7.0E-11
	B14 栋厂房	0.8	32	4.8E-11	1	1.4E-11
	B15 栋厂房	0.8	44	2.5E-11	1	7.5E-12
北侧	电气配电室	2.4	3	0.16	1/10	4.7E-03
	仓库	2.4	15	5.8E-03	1/10	1.7E-04
	卫生间	2.4	31	1.4E-03	1/5	8.2E-05
	办公室	2.4	32	1.3E-03	1	3.9E-04
正上方	皇粤科技公司仓库	2.1	8	4.2E-04	1/5	2.5E-05

11.2.2 辐射工作人员受照剂量

根据表 11-11 至表 11-14 的工作负荷对辐射工作人员的受照剂量进行估算，为保守估算，受照剂量率选取 200kV 设备的最大剂量率作为工作人员的受照剂量率，估算结果见表 11-16。

本项目在生产组装和销售环节均不需要开机出束，不会产生辐射影响，因此生产

和销售人员的年有效受照剂量为 0。

工作人员受照剂量估算结果见表 11-16。

表 11-16 工作人员受照剂量估算结果

工作类型	受照剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	受照时间 (小时/年)	受照剂量 (mSv/a)
研发测试	1.26	261	0.33
出厂前调试	1.26	40	0.05
售后维修	1.26	10	0.01

小结：综上所述，本项目所致辐射工作人员的全年最大受照剂量 0.33mSv/a ，公众的全年最大受照剂量 $4.7\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，满足“工作人员不超过 5mSv/a 、公众不超过 0.25mSv/a ”的剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故类型

1) 研发和调试时，调试铅房的防护门安全联锁装置发生故障，防护门未关闭的情况下出束，使铅房外的人员受到不必要的照射；

(2) 工作人员配合失误，有人员还在调试铅房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启设备，使停留在调试铅房内的工作人员被误照射；

(3) 维修时没有采取可靠的断电措施使 X 射线装置意外开启，使检修人员收到误照射。

11.3.2 事故预防措施

(1) 工作人员应严格按照操作流程研发、组装、调试和检修该装置，不得擅自改变操作程序。

(2) 研发、调试、维修过程应严格佩戴好个人剂量和个人剂量报警仪。

(3) 开始作业前应查看调试铅房内有没有滞留人员。

(4) 通电调试前应确保设备的安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保设备的屏蔽厢体已经安装完整，严禁在辐射安全设施未启动、屏蔽厢体未安装完整的情况下开机。

(5) 检修时应采取可靠的断电措施，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

(6) 维修时严禁在设备屏蔽体不完整的情况下开机测试。

(7) 一旦发生辐射事故，应第一时间切断射线装置的电源。

本项目辐射事故的发生主要是在管理上出问题，研发、生产等各个环节应严格执行各项管理制度，加强辐射工作人员的培训和教育，提高安全意识，严格遵守操作流程。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，生产、销售、使用II类射线装置的工作单位，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。

建设单位针对本项目成立了辐射安全管理机构，落实了机构的成员及其职责，组成名单见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理机构成员一览表

管理机构	姓名	职务	部门	联系电话
组长（专职人员）	杨洪淼	管理兼操作	制造中心	██████████
成员	韦胜源	管理兼操作	制造中心	██████████
	张梓烨	管理兼操作	制造中心	██████████
	甘进泉	操作	制造中心	██████████
	魏璐	操作	制造中心	██████████
	蔡金东	操作	制造中心	██████████
	黄海	操作	制造中心	██████████
	田富强	操作	制造中心	██████████

管理小组职责：

- （1）结合本单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- （2）组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- （3）做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- （4）定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

12.2 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》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，建设单位制定了《辐射安全管理规章制度》（详情见附件2），包括以下章节：

辐射安全管理机构

辐射防护和安全保卫制度

岗位职责

安全操作规程

工作人员培训制度

辐射监测方案

辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

射线装置生产、销售台账制度

射线装置维修维护制度

辐射事故应急预案

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

12.3 辐射工作人员

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境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；考核不合格的，不得上岗。对于从事使用II类射线装置活动的辐射工作人员，应当接受初级辐射安全培训。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核，考核成绩单有效期 5 年。

建设单位拟配置 8 名辐射工作人员（见表 12-2），3 名操作人员兼职管理（见表 12-1），建设单位将在项目筹备阶段安排操作人员和管理人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作。

表 12-2 辐射工作人员配置情况表

工作类型	人员配置	考核情况
研发测试	2 人	暂未参加辐射安全与防护知识培训和考核
组装、出厂前调试	2 人	
销售	2 人	
售后维修	2 人	
管理安全管理机构	8 人	

12.4 辐射监测计划

12.4.1 工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。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；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

建设单位将按照有关要求，对辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作，委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为3个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

12.4.2 工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、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。

委托检测机构对辐射工作场所的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据应作为本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年1月31日前按要求上传到“全国核技术利用辐射安全申报系统”。

建设单位为辐射工作人员每人配备1个个人剂量计和1台个人剂量报警仪，随身佩戴，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计定期送检。配备1台便携式剂量率仪，用于研发时、出厂前、检修后的辐射巡测，并做好巡测记录。

12.4.3 辐射安全年度评估计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向相关机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

- （1）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （2）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （3）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；

- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

12.4.4 工作场所辐射监测方案

(1) 剂量率控制要求

本项目调试铅房和射线装置屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制水平为 2.5 μ Sv/h。

(2) 检测布点要求及位置

射线装置的放射防护检测应工作在额定工作条件下、没有工件，应首先进行装置整体的辐射水平巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，然后再定点检测。定点位置应包括：

- a) 通过巡测，发现辐射水平异常高的位置；
- b) 防护门外 30cm 离地高度 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；
- c) 调试铅房外 30cm 处离地高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点；
- d) 操作台；
- e) 人员经常活动的地方；
- f) 每次工作结束后,应检测防护门处,以确保 X 射线装置已经停止工作。

(4) 检测异常处理

一旦发现辐射水平超过 2.5 μ Sv/h 应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。

X 射线检测系统出厂前检测不合格的（有个别点位剂量率超过 2.5 μ Sv/h），不得

出厂；安装及检修后检测不合格的，不得交付给客户使用，需排查原因，整改合格后方可出厂或者交付给客户。

小结：建设单位制定的辐射监测计划满足相关法律法规的要求。本项目正常运行时，建设单位应严格按照辐射监测计划做好个人剂量监测、工作场所环境辐射监测工作。

12.5 辐射事故应急

为使本单位一旦发生紧急辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，建设单位制定了《辐射事故应急预案》，该《预案》包括：辐射事故应急处理机构与职责、预警机制、事故应急处理程序、事故调查和后期处理等，具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

12.5.1 辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，人员组成见表 12-3。

表 12-3 辐射事故应急小组成员一览表

应急小组	姓名	职务	部门	联系电话
组长	杨洪淼	生产经理	制造中心	██████████
成员	韦胜源	副主管	制造中心	██████████
	张梓烨	副主管	制造中心	██████████
	甘进泉	装配工程师	制造中心	██████████
	黄海	装配工程师	制造中心	██████████

12.5.2 人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应付突发事件的能力，应进行培训和演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；

培训内容包括应急原则和实施程序, 辐射安全与防护专业知识, 可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训, 辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练计划

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

12.6 竣工环境保护验收要求

12.6.1 责任主体

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令 第 682 号) 第十一条: 将第二十条改为第十七条, 修改为: “编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后, 建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序, 对配套建设的环境保护设施进行验收, 编制验收报告。”建设单位应承担本项目竣工环境保护验收的主体责任。

验收项目明细表见表 12-4。

表 12-4 验收项目明细表

序号	验收项目	验收要求
1	关注点周围剂量当量率	按照本报告和环评批复文件的要求
2	职业照射及公众照射约束值	
3	辐射安全与防护各项措施	
4	辐射安全管理机构、制度	
5	辐射事故应急预案	
6	个人剂量监测和辐射工作场所检测	
7	工作人员辐射安全与防护培训和职业健康检查情况	

12.6.2 时间节点

该项目竣工后, 建设单位应按照相关程序和要求, 在项目竣工后组织自主竣工环保验收, 验收期限一般不超过 3 个月。验收报告公示期满后 5 个工作日内应当登录

全国建设项目竣工环境保护验收信息平台进行备案。

12.6.3 主要验收依据

(1) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日发布）；

(2) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）；

(3) 其他：本报告表6所列评价依据。

表 13 结论与建议

13.1 结 论

广州超音速自动化科技股份有限公司拟在华创动漫产业园 B10 栋厂房 1 层的保密车间开展 X 射线检测系统的使用、生产、销售活动。本项目属于核技术利用新建项目，项目选址合理。

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

辐射安全与防护分析表明，本项目射线装置的辐射屏蔽设计方案、工作场所布局 and 分区、各项辐射安全与防护措施等均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等国家相关标准的要求。辐射安全管理措施分析表明，建设单位制定了较完善的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

理论分析表明，项目运行时射线装置实体屏蔽和调试铅房外关注点的辐射水平满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的周围剂量当量率控制要求；工作人员及公众的有效受照剂量均低于剂量约束值，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

13.1.3 可行性分析结论

本项目的建成不仅有助于企业进一步增强综合实力提高和在行业内的竞争力，而且有利于推动锂电池制造行业的发展，所造成的环境影响轻微、可控，从代价和利益的角度考虑，符合辐射实践的正当性。

综上所述，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，该核技术利用建设项目是可行的。

13.2 建 议

- 1、尽快组织本项目的辐射工作人员参与辐射安全与防护培训和考核，通过考核

后方可从事辐射工作。

2、结合实际工作和最新法规要求，不断完善辐射安全管理规章制度，保障辐射工作安全开展。

表 14 审 批

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

附件 1: 环境 γ 辐射现状检测报告



检 测 报 告

任务编号: XHJC22045

项目名称: 核技术利用建设项目场所环境 γ 辐射剂量
率检测

委托单位: 广州超音速自动化科技股份有限公司

检测类型: 环评检测

报告日期: 2022 年 8 月 8 日

广州星环科技有限公司



第 1 页 / 共 7 页

说 明

- 1、本公司保证检测结果的公正性、独立性、准确性和科学性，对委托单位所提供的资料保密。
- 2、检测操作按照相关国家、行业、地方标准和本公司的程序文件及作业指导书执行。
- 3、本报告只适用于本报告所写明的检测目的及范围。
- 4、本报告未盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”及“骑缝章”无效。
- 5、复制本报告未重新加盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”无效，报告部分复制无效。
- 6、本报告无编制人、审核人、批准人签字无效。
- 7、本报告经涂改无效。
- 8、自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。
- 9、本报告未经本公司同意不得用于广告、商品宣传等商业行为。
- 10、对本报告若有异议，请于报告发出之日起十五日内向本公司提出，逾期不申请的，视为认可检测报告。

地 址：广州市海珠区南洲路 365 号二层 236
邮政编码：510289
电 话：020-38343515
网 址：www.foyoco.com



广州星环科技有限公司检测报告

受检单位	广州超音速自动化科技股份有限公司
检测地点	广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋 1 层
检测参数	环境 γ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
仪器名称	X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪
检测仪器信息	厂家、型号: 中广核贝谷科技有限公司、BG9511 型 出厂编号: 1SB07Y5R 能量响应: 48keV~3MeV 测量量程: 10nGy/h~600 μ Gy/h 相对固有误差: -9.3%
仪器校准证书	214708220 校准单位: 深圳市计量质量检测研究院 校准日期: 2021 年 11 月 25 日; 复校日期: 2022 年 11 月 24 日
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
检测日期	2022 年 7 月 11 日
环境条件	天气: 晴, 气温 36 $^{\circ}$ C, 湿度 55%
建设项目概况	广州超音速自动化科技股份有限公司拟在广州市番禺区石基镇金山村华创动漫产业园 B10 栋 1 层的保密车间内开展 X 射线检测系统的使用、生产、销售工作。
检测结果	检测结果见附表 1, 检测布点图见附图 1。

编制: 黄锦强 审核: 张厚 签发: 张奇
 签发日期: 2022.8.8

附表 1: 检测结果

点位编号	点位描述	距离(m)	表面介质	测量值(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	保密车间	-	地胶	134	3	楼房
2	保密车间	-	地胶	133	3	楼房
3	东侧通道	1	地胶	142	3	楼房
4	南侧机加工区	5	地胶	138	4	楼房
5	北侧电气配电室	4	地胶	119	3	楼房
6	北侧电气配电室	7	地胶	120	3	楼房
7	北侧仓库	15	地胶	128	4	楼房
8	北侧仓库	17	地胶	131	4	楼房
9	北侧通道	20	地胶	144	2	楼房
10	北侧卫生间	31	地胶	139	1	楼房
11	北侧办公室	33	地胶	127	3	楼房
12	北侧楼梯间	35	地胶	124	4	楼房
13	东侧来料待检区	28	地胶	121	3	楼房
14	东侧样机成品区	24	地胶	113	2	楼房
15	东侧样机成品区	14	地胶	117	2	楼房
16	东侧出货区	14	地胶	132	3	楼房
17	东侧精密组装区	9	地胶	142	4	楼房
18	东侧精密组装区	11	地胶	141	2	楼房
19	东侧精密组装区	24	地胶	146	2	楼房
20	南侧楼梯间	16	地胶	135	4	楼房
21	南侧物料暂放区	12	地胶	135	2	楼房
22	仓库(正上方)	4	地胶	115	2	楼房
23	西侧厂区道路	14	混凝土	94	4	道路

任务编号：XHJC22045

24	西侧 B14 栋一层	48	混凝土	136	2	楼房
25	北侧厂区道路	48	混凝土	98	3	道路
26	东侧厂区道路	41	混凝土	82	2	道路
27	南侧厂区道路	28	混凝土	137	2	道路
28	南侧 B11 栋一层	37	地胶	137	4	楼房
29	西侧 B15 栋一层	49	地胶	146	2	楼房

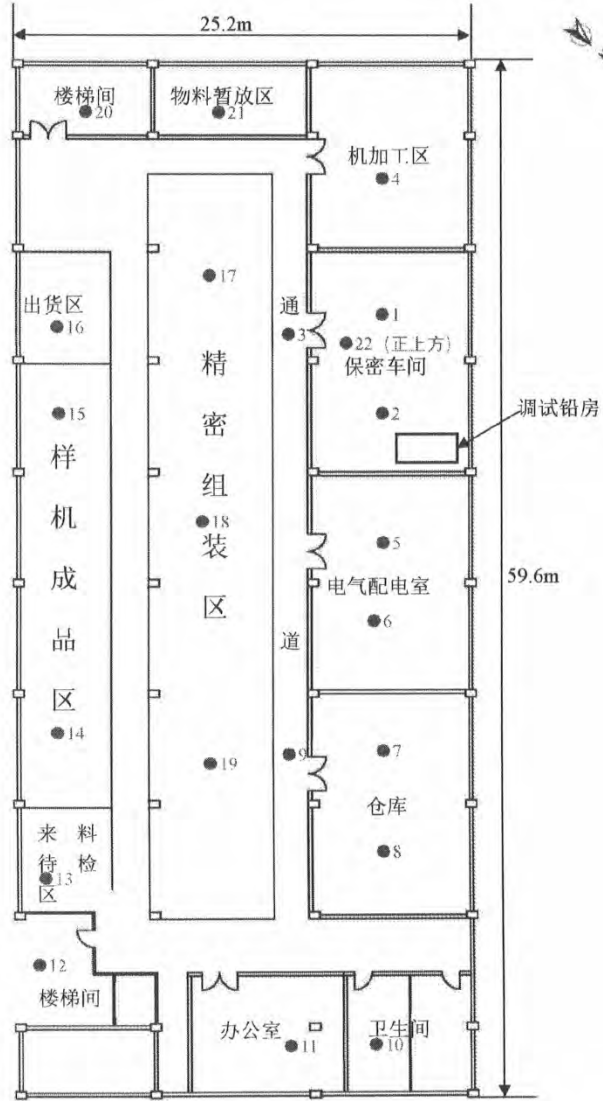
注：1、以上数据已校准，校准系数为 0.915；

2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，每个测量点测量 10 个读数；

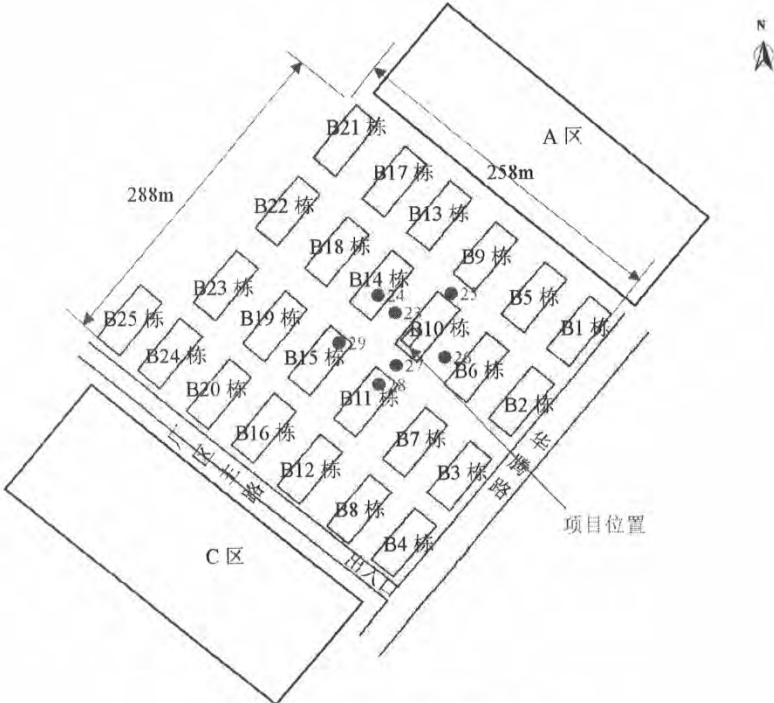
3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（35nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：楼房取值 0.8，道路取值 1。

一
读
转
一

附图 1: 检测布点图



超音速公司平面布置图



华创动漫产业园 B 区布置图



附件 2：辐射安全管理规章制度

广州超音速自动化科技股份有限公司

辐射安全管理制度

为贯彻环境主管部门对使用射线装置安全管理的有关要求，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规、标准文件，为保护辐射工作人员及场所周围公众的健康权益，制定本制度。

1、管理安全管理机构

管理机构	姓名	职务	部门	联系电话
组长（专职人员）	杨洪淼	管理兼操作	制造中心	██████████
成员	韦胜源	管理兼操作	制造中心	██████████
	张梓烨	管理兼操作	制造中心	██████████
	甘进泉	操作	制造中心	██████████
	魏璐	操作	制造中心	██████████
	蔡金东	操作	制造中心	██████████
	黄海	操作	制造中心	██████████
	田富强	操作	制造中心	██████████

管理小组职责：

- (1) 结合本单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- (2) 组织落实工作场所日常辐射安全工作；
- (3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故；
- (5) 向环境主管部门定期报告监测结果，并提出辐射安全评价和改进意见；

(6) 参与辐射安全事故的调查和处理；

2、辐射防护和安全保卫制度

(1) 辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

(2) 严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托检测机构对直接操作辐射装置的辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为 3 个月，建立个人剂量档案和职业健康档案。

(3) 对本单位非辐射工作人员进行辐射安全宣传教育，管控非辐射工作人员接近辐射工作场所监督区域。

(4) 做好辐射工作场所分区设置，将装置调试铅房内部区域划为控制区；用黄色标示将屏蔽体外整个调试区设置为监督区，在监督区边界设置警示绳并树立辐射工作场所“非辐射工作人员请勿靠近”的工作警示牌，调试时无关人员不得进入监督区。控制区通过实体屏蔽、安全连锁装置等进行控制，监督区通过警示标志、分区边界等进行管理。

(5) 保密车间只用作组装和调试 X 射线检测系统的场所，不作其他用途，非辐射工作人员不应在该区域进行固定岗位作业。

(6) 辐射工作场所按要求张贴电离辐射警示标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm，辐射工作场所监督区设置工作指示牌和警示说明。

(7) 调试铅房配套的操作台左侧设置紧急停机按钮，出束过程中，一旦出现异常，按动紧急止动按钮。辐射工作场所应有声光警示装置。

(8) X 射线检测系统应设置安全连锁功能，钥匙开关未闭合，急停按钮未复位，传送带故障，高压电源就不能开启，钥匙由专人负责保管，避免无关人员误操作设备。

(9) 为调试铅房配备 1 台便携式剂量率仪，使用便携式剂量率仪定期（每个季度 1 次）对调试铅房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

3、岗位职责

(1) 生产人员

- ① 未经辐射安全与防护培训和考核，不能进行辐射工作；
- ② 保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，并在研发、调试时按要求正确佩戴；

- ③ 射线装置组装过程中严禁通电；
- ④ 调试过程中出现辐射水平异常，立刻通知辐射安全管理机构。
- ⑤ 调试完成后对装置进行辐射检测，并做好检测记录。

(2) 销售人员

- ① 提前确认客户是否有环保资质，不得将装置销售给没有资质的客户；
- ② 未经辐射安全与防护培训和考核，不能进行销售工作；
- ③ 如实记录生产和销售台账，记录射线装置生产和销售全过程。

(3) 售后人员

- ① 调试前审核客户资质，不得在没有资质的客户场所内出束；
- ② 保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，并在实操培训、调试和维修时按要求正确佩戴；
- ③ 维修前采取可靠的断电措施；
- ④ 实操培训、维修和调试过程中出现辐射水平异常，立刻通知辐射安全管理机构；
- ⑤ 调试完成后对装置进行辐射检测，并做好检测记录；
- ⑥ 维修后通电测试时严禁在辐射安全防护设施未启动，辐射屏蔽厢体拆卸状态下开机测试。
- ⑦ 实操培训中减少开机时间。

(4) 管理人员

- ① 结合本单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- ② 组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- ③ 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- ④ 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好工作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故；

- ⑤ 协同相关机构制定实施细则并监督执行；
- ⑥ 向本单位主管部门定期报告监测结果，并提出辐射安全评价和改进意见；
- ⑦ 参与辐射安全事故的调查和处理；
- ⑧ 检测辐射安全设施，检测辐射水平，控制辐射危害，将必要情况通知运行人员和实验人员；对重大的异常情况及时报告本单位主管部门；
- ⑨ 由于辐射安全方面的原因，辐射管理机构人员有权提出停止加速器运行。

4、工艺流程

(1) 研发测试

- ① 购买 X 射线装置，收到货后检查 X 射线装置的外观是否合格；
- ② 调试前，先让非辐射工作人员离开现场；
- ③ 辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；
- ④ 将 X 射线装置、待测物件、成像板等放到调试铅房的指定位置；
- ⑤ 检查调试铅房的各项辐射安全措施是否正常，包括门机联锁、急停按钮、监控装置等；
- ⑥ X 射线装置出束，进行成像质量测试；
- ⑦ 调试完成后将 X 射线装置和探测器搬至组装区。

(2) 生产

组装：

- ① 收到订购后，购买 X 射线装置、辐射屏蔽构件等；
- ② 验货，查验部件的出厂报告和测试报告，确保外购部件合格、有效；
- ③ 由生产组辐射工作人员在测试室内组装区进行组装；
- ④ 组装完成后，对装置进行外观和机械构造检查；
- ⑤ 检查完成后，搬至调试铅房等待调试。

在组装过程中，装置不通电，不会产生电子束和射线，不会产生电离辐射影响。

出厂前调试:

- ① 调试前，先让非辐射工作人员离调试区；
- ② 辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；
- ③ 对机械系统进行调试，此过程不用出束；
- ④ 对辐射安全设施进行测试：安全联锁系统、急停装置等；
- ⑤ 对辐射屏蔽情况进行测试，测试遵循从低功率到高功率的原则；
- ⑥ 完成调试后，打包，进入发货区。
- ⑦ 出具出厂检测报告，作为随机文件的一部分交付客户。

(3) 销售

- ① 销售人员与客户单位确认交期和安装要求；
- ② 审核客户单位资质，是否办理了环保手续；
- ③ 客户单位资质齐全后，发货；
- ④ 货到客户处，技术人员在客户指定场所内安装。

(4) 售后

使用培训:

- ① 审核培训对象的辐射安全与防护培训情况；
- ② 先进行理论培训，包括：装置的工作原理、辐射安全与防护知识、辐射事故应急方法、常见故障识别和日常维护知识；
- ③ 再进行实操培训，包括：运行培训、辐射安全设施的使用培训、日常辐射监测的培训等，培训员及培训对象均应佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪；
- ④ 实操培训先进行装置的部件介绍和功能讲解，非必要不开机出束，应尽量减少开机出束的时间。

售后维修:

维修对象仅限于购买本公司设备并取得了辐射安全许可证的使用单位。故障维修由客户单位提出诉求后，委派售后人员到现场确认和维修。维修的项目主要包括：机

械系统、控制系统、辐射安全设施等。与 X 射线装置相关的维修，需由 X 射线装置生产厂家负责。若屏蔽箱体发生破裂、损坏，应联系屏蔽体供应商进行更换屏蔽体后重新测试，严禁在更换屏蔽体前开机出束。

- ① 维修前，先让非辐射工作人员离开现场；
- ② 维修人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；
- ③ 采取可靠的断电措施，先对故障进行排查；
- ④ 对故障进行维修、必要时对发生故障零部件进行拆卸和更换；
- ⑤ 维修后再通电测试，测试过程一般需要出束。

5、辐射工作人员培训制度

(1) 辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规、标准文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址 <http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

(2) 辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识。考核通过后方可从事辐射工作。

(3) 对于新增辐射工作人员，应进行岗前职业健康体检，体检合格后方可参加辐射安全与防护培训。

(4) 建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。

6、监测方案

(1) 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。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；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

（2）工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、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，并当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

委托检测机构至少每年一次对辐射设备的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据应作为本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前按要求上传到“全国核技术利用辐射安全申报系统”。

为调试铅房配备 1 台便携式剂量率仪，使用便携式剂量率仪定期（每个季度 1 次）对调试铅房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

7、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的相关要求，制定该要求。

（1）职业健康检查要求

凡辐射工作人员上岗前，必须进行上岗前的职业健康检查，建立职业健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。定期组织上岗后的辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 5 年，

必要时可增加临时性检查。

辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查；发生应急照射或事故照射情况应及时组织健康检查和必要的医学处理。

(2) 个人剂量管理要求

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不超过 3 个月，按要求建立个人剂量档案。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

(3) 档案管理要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，职业照射的记录必须为每一位工作人员都保存职业照射记录，职业照射记录应包括：

①涉及职业照射的工作的一般资料；达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料，以及剂量评价所依据的数据资料；对于调换过工作单位的工作人员，其在各单位工作的时间和所接受的剂量和摄入量等资料；

②因应急干预或事故所受到的剂量和摄入量等记录，这种记录应附有有关的调查报告，并应与正常工作期间所受到的剂量和摄入量区分开；

③应按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告，准许工作人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料；当工作人员调换工作单位时，向新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件；

④当工作人员停止工作时，应按审管部门或审管部门指定部门的要求，为保存工作人员的职业照射记录做出安排；停止涉及职业照射的活动时，应按审管部门的规定，为保存工作人员的记录做出安排；

⑤在工作人员年满 75 岁之前，应为他们保存职业照射记录，在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存 30 年。

8、射线装置生产、销售管理和台账制度

(1) 应寻找有资质和一定实力的屏蔽厢体的生产商，确保屏蔽厢体的屏蔽厚度、工艺合格，要求生产商在自身工厂完成辐射屏蔽效果的测试后再供货，并提供测试报告。

(2) 组装人员应对供应商送来的零部件、外购件进行组装前质检，要特别关注核心

的 X 射线装置、辐射屏蔽体、辐射安全与防护设施的规格、工艺，不良品不能使用。

(3) 为确保辐射安全性，组装过程严禁通电。

(4) 建设生产和销售台账（见附件 3），记录射线装置生产和销售全过程；

(5) 销售前取得辐射安全许可证，按照许可的型号、数量开展射线装置销售工作；

(6) 销售人员也应纳入辐射工作人员进行管理，通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护上岗培训和考核，通过考核后方可从事射线装置销售工作。

(7) 购买使用本项目销售的射线装置的客户单位，应按要求先进行环境影响评价和申领辐射安全许可证，取得相应资质后方可安装调试。

9、射线装置维修维护制度

(1) 若屏蔽厢体发生破裂、损坏，应联系屏蔽体供应商进行更换屏蔽体后重新测试，严禁在更换屏蔽体前开机出束。

(2) 若与 X 射线装置发生故障，需由 X 射线装置生产厂家负责维修。

(3) 维修维护工作必须两人以上参与，维修人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

(4) 射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

(5) 设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

(6) 维修后通电测试前，应确保安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保屏蔽厢体已安装完整，严禁在辐射安全与防护设施未启动、辐射屏蔽厢体拆卸状态下开机进行测试。

(7) 建立设备检修及维护保养记录，填写《射线装置维修台帐》。

(8) 辐射安全管理机构负责对台帐登记进行监督。

广州超音速自动化科技股份有限公司

辐射事故应急处理预案

一、总则

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，根据《放射性同位素与射线装置辐射防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，制定本预案。

二、事故应急机构

成立辐射事故应急处置小组，组织、开展生产过程发生的辐射事故应急救援工作：

应急机构	姓名	职务	部门	联系电话
组长	杨洪淼	生产经理	制造中心	██████████
成员	韦胜源	副主管	制造中心	██████████
	张梓烨	副主管	制造中心	██████████
	甘进泉	装配工程师	制造中心	██████████
	黄海	装配工程师	制造中心	██████████

环保应急联系电话：12369、12345

三、应急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

1) 研发和调试时，调试铅房的防护门安全联锁装置发生故障，防护门未关闭的情况下出束，使铅房外的人员受到不必要的照射；

(2) 工作人员配合失误，有人员还在调试铅房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启设备，使停留在调试铅房内的工作人员被误照射；

(3) 维修时没有采取可靠的断电措施使 X 射线装置意外开启，使检修人员收到误照射。

(二)事故发生后,当事人应立即切断射线装置的电源,立即报告辐射事故应急小组,由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理,负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三)向环境行政部门及时报告事故情况。

(四)辐射事故中人员受照时,要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(五)负责迅速安置受照人员就医,及时控制事故影响,防止事故的扩大蔓延,防止演变成公共事件。

四、辐射事故分类与应急原则

使用射线装置可能发生的辐射事故,根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、严重辐射事故和重大辐射事故:

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致9人以下(含9人)急性重度辐射病、局部器官残疾。
重大辐射事故	射线装置失控导致2人以下(含2人)急性死亡或者10人(含10人)以上急性重度辐射病、局部器官残疾。
特别重大辐射事故	射线装置失控导致3人(含3人)以上急性死亡。

辐射事故应急救援应遵循的原则:

- 1、迅速报告原则;
- 2、主动抢救原则;
- 3、生命第一的原则;
- 4、科学施救,防止事故扩大的原则;
- 5、保护现场,收集证据的原则。

五、辐射事故应急处理程序及报告制度

(一)一旦发生辐射事故,必须马上停止使用辐射装置,切断总电源,当事人应立即通知工作场所的所有人员离开,并立即上报辐射事故应急小组;

(二)对相关受照人员进行身体检查,确定对人身是否有损害,以便采取相应的救护措施,其次对设备、设施进行检查,确定其功能和安全性能。

(三)应急小组组长应立即召集成员,根据具体情况迅速制定事故处理和善后方案。事故处理必须在单位负责人的领导下,在经过培训过的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外,辐射事故应急人员还应进行以下几项工作:

1、根据现场辐射强度,估算工作人员在现场工作的时间,估算事故人员的受照剂量。

2、对严重剂量事故,应尽可能记下现场辐射强度和有关情况,对现场重复测量,估计当事人所受剂量,根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

3、各种事故处理以后,必须组织有关人员进行讨论,分析事故发生原因,从中吸取经验教训,采取措施防止类似事故重复发生。

(四)发生辐射事故后,当事人员应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》,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。

六、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训,培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等;

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

七、辐射事故的调查

(一)本单位发生重大辐射事故后,应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的,有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组。

(二)调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析,并认真做好调查记录,记录要妥善保管。

(三)配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作,同时,协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

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

附件 3：射线装置生产、销售台账

序号	合同编号	订购时间	名称、 型号	生产日 期	出厂日 期	调试情 况	客户名称	客户环保手续 落实情况	经手人	审核人
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										