

编号：XHKJ2217

核技术利用建设项目
广东瀚秋智能装备股份有限公司
生产、使用、销售自屏蔽辐射固化装置项目
环境影响报告表

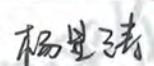
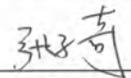
送审版

广东瀚秋智能装备股份有限公司 (盖章)

2022年05月

环境保护部监制

编制单位和编制人员情况表

项目编号	j2e7j9		
建设项目名称	广东瀚秋智能装备股份有限公司生产、使用、销售自屏蔽辐射固化装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	广东瀚秋智能装备股份有限公司		
统一社会信用代码	91440606680563885F		
法定代表人 (签章)	马小波		
主要负责人 (签字)	杨显涛		
直接负责的主管人员 (签字)	杨显涛		
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	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张子奇	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析	BH009486	
黄铭熙	项目基本情况、评价依据及评价标准、辐射安全管理、结论、环境质量和辐射现状	BH047171	

编制主持人环境影响评价工程师资格证书

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

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、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。

 
中华人民共和国人力资源和社会保障部 中华人民共和国生态环境部



姓名: 魏来
证件号码: 430104198811124339
性别: 男
出生年月: 1988年11月
批准日期: 2019年05月19日
管理号: 201905035430000004



目 录

表 1	项目基本情况	-1-
表 2	放射源.....	-9-
表 3	非密封放射性物质	-9-
表 4	射线装置.....	-9-
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	-10-
表 6	评价依据.....	-11-
表 7	评价标准与保护目标	-13-
表 8	环境质量和辐射现状	-16-
表 9	项目工程分析与源项	-23-
表 10	辐射安全与防护	-33-
表 11	环境影响分析	-46-
表 12	辐射安全管理	-53-
表 13	结论与建议	-61-
表 14	审批.....	-63-
附件 1	环境 γ 辐射现状检测报告	-64-
附件 2	辐射安全管理规章制度.....	-69-
附件 3	射线装置生产、销售台账.....	-82-

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广东瀚秋智能装备股份有限公司 生产、使用、销售自屏蔽辐射固化装置项目			
建设单位		广东瀚秋智能装备股份有限公司			
法人代表	马小波	联系人	杨显涛	联系电话	██████████
注册地址		佛山市顺德区伦教街道熹涌村委会集约工业区工业大道 5 号			
项目地点		佛山市顺德区龙江镇大坝工业区西 50 米瀚秋公司新厂区			
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		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	298
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其它	/				
<p>1.1 项目概况</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p> <p>广东瀚秋智能装备股份有限公司（下称：瀚秋公司或建设单位）创建于 2008 年，位于“中国木工机械重镇”——广东省佛山市顺德区伦教镇。瀚秋公司是一家涂装与饰面的自动化流水线装备服务商，专业从事自动化、智能化、数字化的涂饰产线的设计开发、生产制造、销售和服务的创新型高新技术企业。生产线装备广泛应用于各类金属制品、塑料制品、玻璃制品、水泥制品和木质制品等材料的表面涂装与饰面，特</p>					

别适用于定制家居、内外墙板、地板地材、门窗吊顶等民用和商用空间中的装饰装修产品。

1.1.2 项目来由和目的

辐射固化是一种借助于能量照射实现化学配方（涂料、油墨和胶粘剂）由液态转化为固态的加工过程。电子束（EB）固化是辐射固化领域里的一种主要能量来源，电子束固化具有固化性能好、效率高的特点。瀚秋公司作为一家专注于涂装装备、产线的设计和制造的高科技企业，研发了一种自动化、自屏蔽式的电子束辐射固化装置（产线），应用于板材表面涂料辐射固化。瀚秋公司拟开展该自屏蔽辐射固化装置的生产、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，本项目的辐射固化装置使用到电子加速器，属于工业辐照用加速器（属Ⅱ类射线装置），本项目属于生产、使用、销售Ⅱ类射线装置项目。现受广东瀚秋智能装备股份有限公司委托，广州星环科技有限公司对广东瀚秋智能装备股份有限公司生产、使用、销售自屏蔽辐射固化装置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

瀚秋公司拟在公司新厂区南侧设置辐射固化装置生产车间（简称：辐射车间），开展自屏蔽辐射固化装置的生产、使用、销售活动，年生产销售量为 50 台，属于核技术利用新建项目。辐射车间分为组装区和调试区，分别用于自屏蔽辐射固化装置的组装和出厂前调试工作。完整的生产、销售、使用活动涉及到装置的组装、销售、出厂前调试、安装后调试、实操培训、售后维修等环节。

本项目辐射固化装置由瀚秋公司整体设计，配套的“辐射源”——电子加速器，由中广核达胜加速器技术有限公司供应，加速器型号为 DZS200。辐射室、传输链外壳、活动挡板等屏蔽部件委托具有资质的厂家制作。组装过程不通电出束，组装好后在整体屏蔽下才开机调试。因此本项目生产的自屏蔽辐射固化装置自带辐射屏蔽厢体，辐射车间的组装区和调试区均为普通厂房，不具有辐射屏蔽效果。

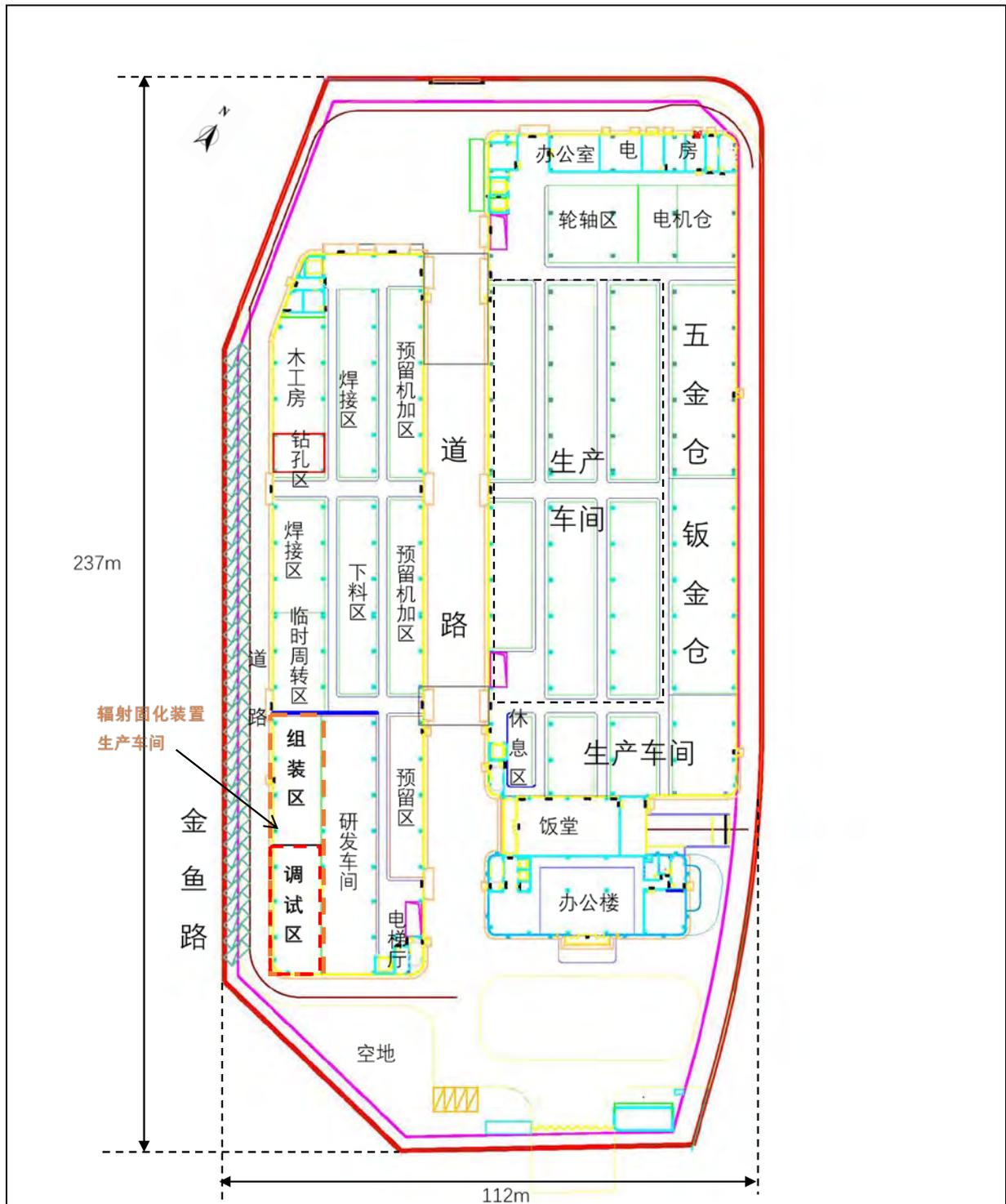


图 1-2 公司新厂区总平面图

1.2 项目选址和周边关系

本项目选址位于佛山市顺德区龙江镇大坝工业区西 50 米瀚秋公司新厂区南侧，

整个厂区目前处于施工阶段，车间所在厂房建成后为地上三层的建筑，无地下层。辐射车间位于厂房一层，四周有研发车间、厂区道路、办公楼等，二层为成品仓库区。

项目周边关系图见图 1-3 和图 1-4，车间所在厂房二层平面布置图见图 1-5。辐射车间 50m 范围内场所分布一览表见表 1-2。

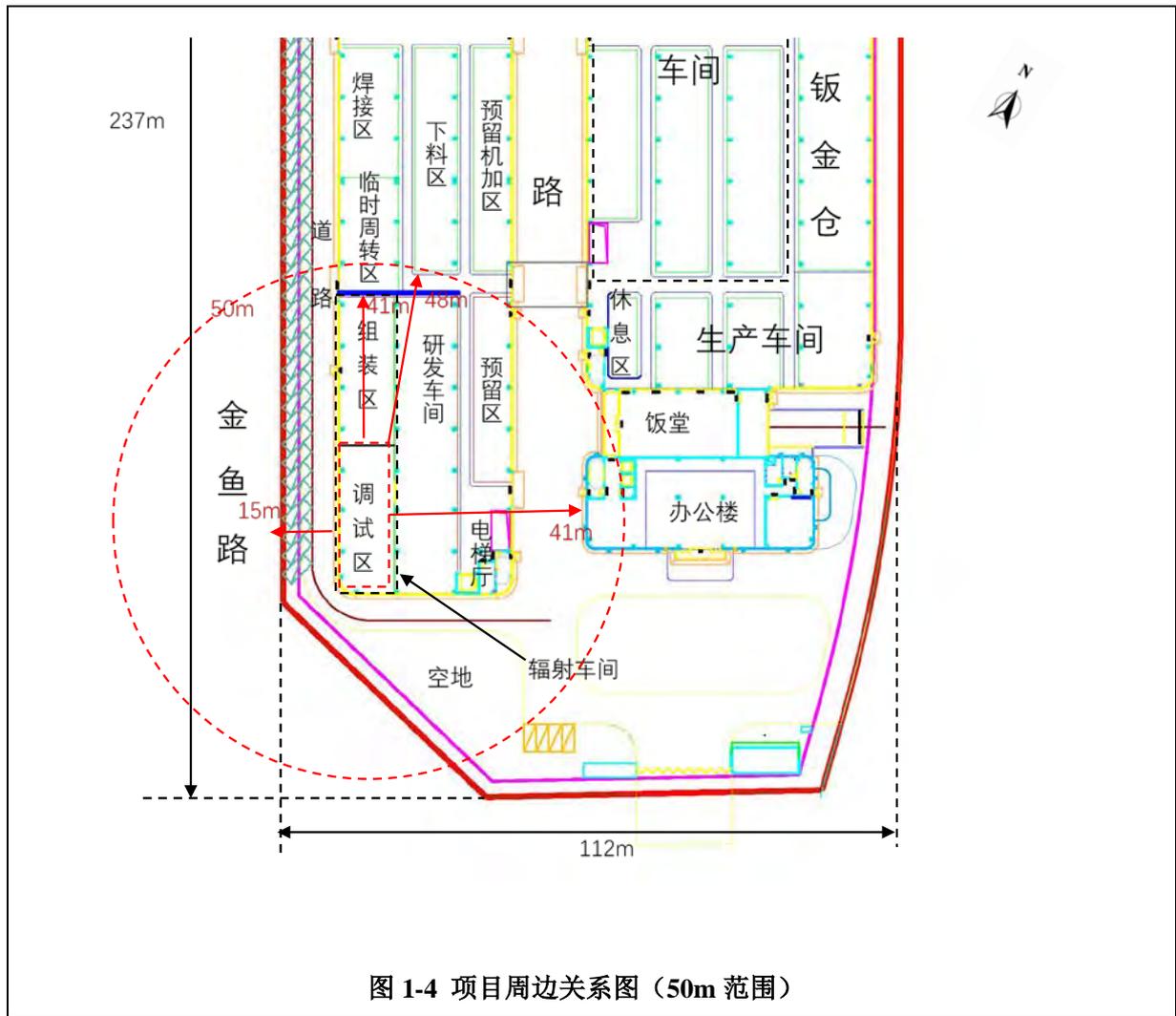
本项目 200m 范围内无学校、幼儿园等环境敏感点，50m 评价范围内主要在公司厂区范围内，保护目标主要有辐射工作人员、公司其他工作人员、道路行走人员等。从辐射安全和防护角度分析，本项目选址合理。

表 1-2 项目 50m 范围内场所分布一览表

方位	场所
东侧	研发车间、厂区道路、办公楼
南侧	空地、厂区道路
西侧	厂区道路、金鱼路
北侧	组装区、临时周转区、下料区
二层（正上方）	成品仓库区



图 1-3 项目周边关系图（200m 范围）



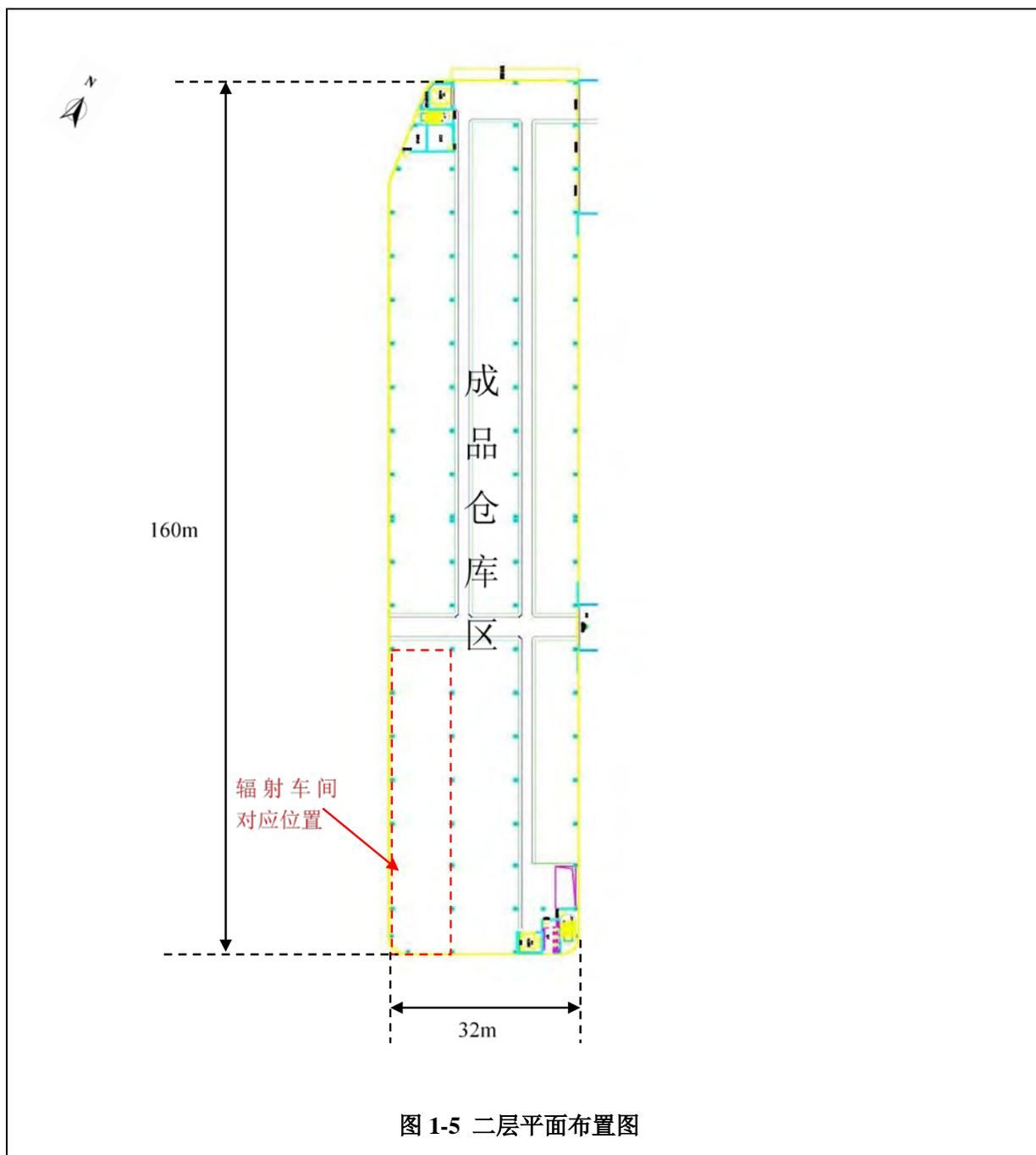


表 2 放射源

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	电子加速 器型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	最大束流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	自屏蔽辐射固 化装置	II类	50 台/年	DZS200	电子	0.2	80	用于板材表面涂 料辐射固化	辐射固化装置生 产车间	生产、使 用、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/m³；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

<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 日修订)</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) 《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 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施)</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)</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 日实施)</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)</p>

	<p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)</p> <p>(4) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》 (GBZ141-2002)</p> <p>(5) 《粒子加速器辐射防护规定》 (GB 5172-2985)</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)</p>
其他	<p>(1) 《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》 (广东省环境监测中心站, 1995年)</p> <p>(2) 《辐射防护导论》 (原子能出版社, 1991年出版)</p> <p>(3) 《电子加速器辐照装置辐射安全与防护》 (HJ979-2018), 该标准明确了不适用自屏蔽辐照装置, 因此仅作参考。</p>

表 7 评价标准与保护目标

7.1 评价范围

本项目生产、使用的II类射线装置带有固定的实体屏蔽，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，因此本项目将调试区装置实体屏蔽边界外 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安装后调试、实操培训、检修，均在客户单位进行，此时的装置环保责任主体是装置使用客户单位，且安装后调试、实操培训、检修的频率通常只有一台装置一次，或者一年一次。因此对于上述活动类型，主要的保护目标为本项目建设单位（瀚秋公司）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，将在客户单位进行安装后调试、实操培训和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 (m)	保护目标	人数	剂量约束值
-	调试区、组装区	相邻	辐射工作人员	2	5mSv/a
-	客户单位	相邻	辐射工作人员	2	
项目地点东侧	研发车间	5	公众	5	0.1mSv/a
	厂区道路	29	公众	2	
	办公楼	45	公众	20	
项目地点南侧	厂区道路	30	公众	2	
项目地点西侧	厂区道路	6	公众	2	
	金鱼路	15	公众	2	

项目地点北侧	临时周转区	41	公众	5
	下料区	48	公众	5
项目地点正上	成品仓库	6	公众	2

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

根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-2985）：

从事加速器工作的全体放射工作人员，年人均剂量当量应低于 5mSv；

加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等，等关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv。

因此，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。

取公众中有关关键人群年平均有效剂量限值的十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 0.1mSv/a。

7.3.2 辐射装置分类

根据《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GZ141-2002）对电子束辐照装置的分类：

I类 配有联锁装置的整体屏蔽装置，运行期间人员实际上不可能接近这种装置的辐射源部件。

II类 安装在屏蔽室（辐照室）内的辐照装置，运行期间借助于入口控制系统防止人员进入辐照室。

本项目的辐射固化装置属于I类辐照装置。

7.3.3 工作场所辐射剂量率控制要求

根据《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GZ141-2002）规定：

对于I类电子束辐照装置，沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的周围剂量当量率，应特别注意装源口、样品入口等可能的薄弱位置，检测结果一般应不大于 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 4 月 19 日到项目现场进行资料收集、环境调查，本项目位于佛山市顺德区龙江镇大坝工业区西 50 米，项目地理位置见图 8-1。本项目的建设场所位于瀚秋公司厂区南侧。

目前整个厂区处于建设阶段，项目四周 50m 范围主要在瀚秋公司新厂区范围内，200m 范围内无中小学、商业区等人群密集场所，环境介质是泥土和混凝土，现状照片见图 8-2。



图 8-1 项目地理位置图

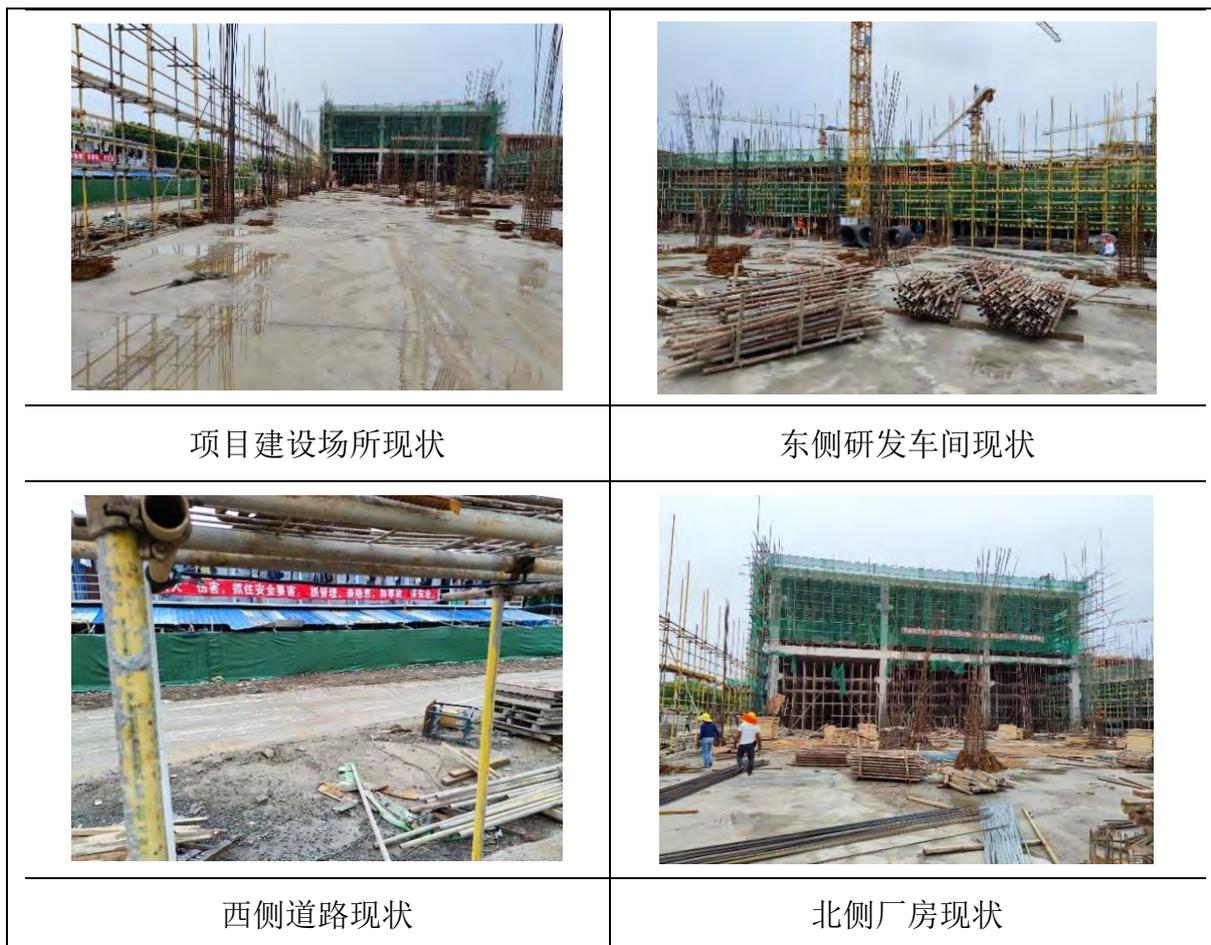


图 8-2 项目场址现状照片

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司于 2022 年 4 月 19 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

检定日期	2021年11月25日	有效期	1年
测量范围	10nGy/h-600μGy/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

本项目的环境辐射现状监测的点位主要位于室外和道路，本项目的测点布设按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的辐射环境质量监测布点要求，开展道路测量时，点位应设置在道路中心线，结合保护目标的分布及评价范围来选取。根据以上布点原则，本次共布设22个检测点位，检测布点图见图8-3。

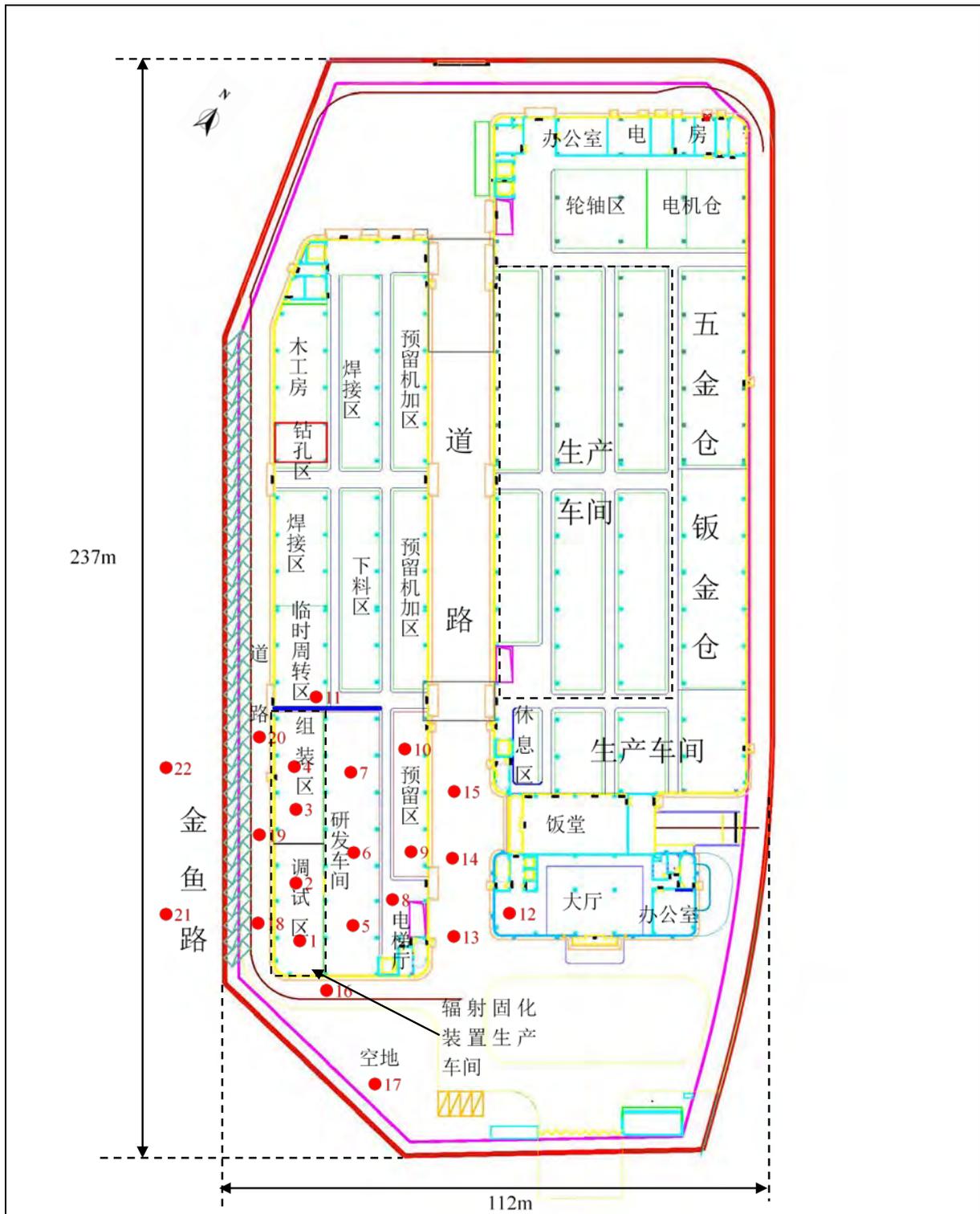


图 8-3 检测布点图

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，并经校正后求出平均值和标准偏差。

(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 ：读数值的平均值；

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 3。

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	调试区	-	混凝土	38	4	室外
2	调试区	-	混凝土	45	4	室外
3	组装区	19	混凝土	39	2	室外
4	组装区	33	混凝土	38	2	室外
5	东侧研发车间	11	混凝土	47	2	室外
6	东侧研发车间	15	混凝土	38	3	室外
7	东侧研发车间	27	混凝土	51	2	室外
8	东侧电梯厅	21	混凝土	37	3	室外
9	东侧预留区	26	混凝土	47	3	室外
10	东侧预留区	41	混凝土	34	2	室外
11	北侧临时周转区	46	混凝土	52	2	室外
12	东侧大厅	45	混凝土	43	3	室外
13	东侧厂区道路	34	泥土	61	1	道路
14	东侧厂区道路	38	泥土	62	3	道路
15	东侧厂区道路	44	泥土	66	1	道路
16	南侧厂区道路	21	泥土	58	5	道路
17	南侧空地	37	混凝土	56	3	室外
18	西侧厂区道路	11	混凝土	37	3	道路
19	西侧厂区道路	15	混凝土	47	2	道路
20	西侧厂区道路	38	混凝土	42	4	道路
21	西侧金鱼路	40	混凝土	65	2	道路
22	西侧金鱼路	41	混凝土	71	4	道路

注： 1、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；
2、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分。

从表 8-3 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域的室外、道路的环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测值为 34~71nGy/h。

参考《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（广东省环境监测中心站，1995 年）对佛山市的环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果，室外、道路 γ 辐射剂量率调查水平在 86.4~167.7nGy/h。对比表明，项目选址周围的环境 γ 辐射剂量率与该调查水平基本一致，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

本项目拟生产、使用、销售的自屏蔽辐射固化装置由电子加速器、冷水机组、真空机组、辐射室、厢体、控制柜、高压电源、传输链等组成，设备组成图见图 9-1。辐射源是 1 台直流高压型电子加速器。

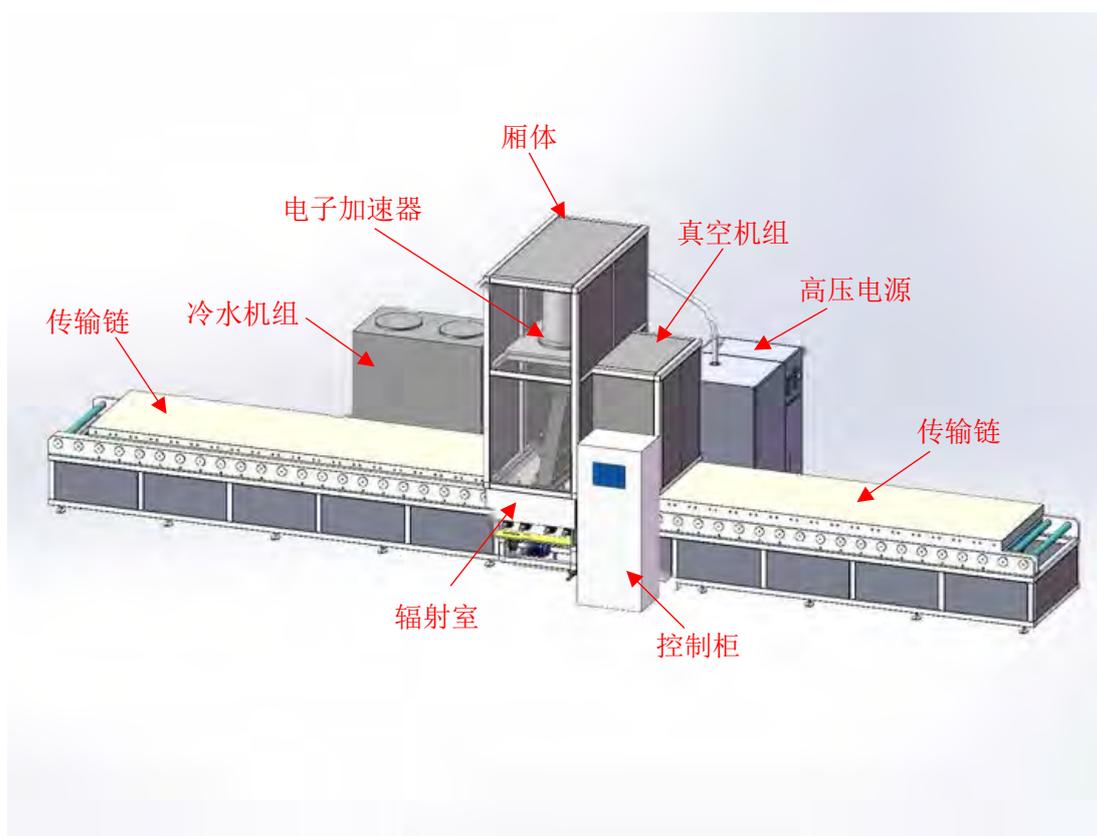


图 9-1 设备组成图

本项目装置自带屏蔽体，无需额外加减屏蔽措施。加速器的内壳是一个钢铅结构的圆钢筒，外壳是钢结构的厢体。由加速器产生的电子束向下照射，物料通过输送链送入辐射室，由电子加速器产生的电子束对板材表面涂漆进行辐射固化。辐射室由钢铅结构组成，具有辐射屏蔽作用。

操作人员通过控制柜设置工作参数、传输速率，物料通过传输带自动传输至辐射室进行涂漆的辐射固化，工作期间无需人员干涉，操作人员无需进入厢体内。

9.2 工作原理

本项目的辐射固化装置是利用电子加速器产生的电子束对材料表面涂漆进行辐射固化。电子加速器的工作原理是通过对电子枪的加热，使得电子在电子枪的表面溢出，在利用直流高压电源产生的电场力引出电子枪表面电子并将电子加速到一定能量，通过电磁聚焦和电磁扫描使得电子在引出窗均匀分布，穿过钛箔后至辐射室加以利用，工作原理图见图 9-2。

辐射固化技术：辐射固化是指以紫外光或电子束为能量源，辐照高分子或低聚物使其快速发生化学交联固化的技术，分别称为光固化和电子束固化。本项目应用的电子束辐射固化技术发端于欧美上世纪五十年代的高能电子束加工技术，并逐渐演化为适用于薄层有机材料的低能电子束固化技术。辐射固化因其固化速度快、节能、环保、固化膜性能优异等综合优势而在诸多工业领域广泛应用，产品主要包括辐射固化涂料、油墨、聚合物复合材料、高分子膜材等应用领域。

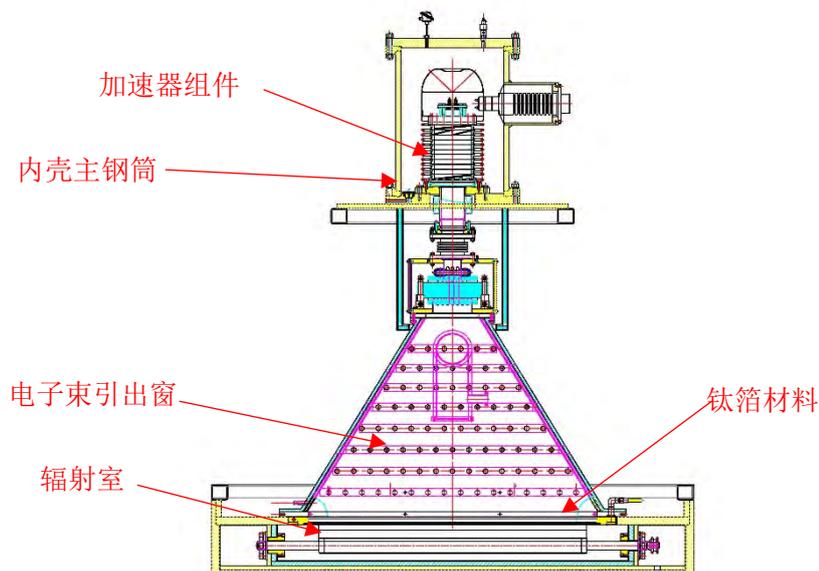


图 9-2 工作原理图

9.2 工艺流程和产污环节

建设单位拟生产、销售、使用自屏蔽辐射固化装置，涉及到装置的组装、销售、出厂前调试、安装后调试、实操培训、售后维修等工作环节，每个环节的工艺流程如下：

9.2.1 生产

本项目拟生产的辐射固化装置价格昂贵，因此采取订购式生产，客户订购一台再生产一台、销售一台，不设库存。

- ① 收到订购后，购买电子加速器、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车间内组装区进行组装；
- ④ 组装完成后，对装置进行通电前的外观和工艺检查；
- ⑤ 整体搬运至调试区，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。

9.2.2 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，不会产生电子束和射线，不会产生电离辐射影响。

9.2.3 使用

本项目使用射线装置包括在生产车间的出厂前调试，在客户单位的安装后调试、使用培训和售后维修。

出厂前调试：

- ① 开机调试前，先让非辐射工作人员离开现场；
- 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 对辐射屏蔽情况进行测试，测试遵循从低功率到高功率的原则；
- ⑤ 对辐射安全设施进行测试：包括安全联锁系统、急停装置等。
- ⑥ 辐射安全设施测试合格后，再对整体工作性能、辐射固化效果进行调试；
- ⑦ 完成调试后，拆卸、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。

安装后调试：

调试前应先审核客户单位的资质，只有客户单位申领了辐射安全许可证，方可在客户的使用场所开机出束。其他调试流程与出厂前调试方式基本一致。

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：

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。维修的对象主要包括：机械系统、控制系统、辐射安全设施等。与电子加速器相关的冷却系统、真空系统、高压系统等的维修，需由加速器生产厂家负责。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：出厂前调试，在客户单位的安装后调试、使用培训和售后维修，都会产生电子束，由电子束与物质的相互作用会产生 X 射线。

本项目的工艺流程和产污环节如图 9-3、图 9-4、图 9-5 所示。

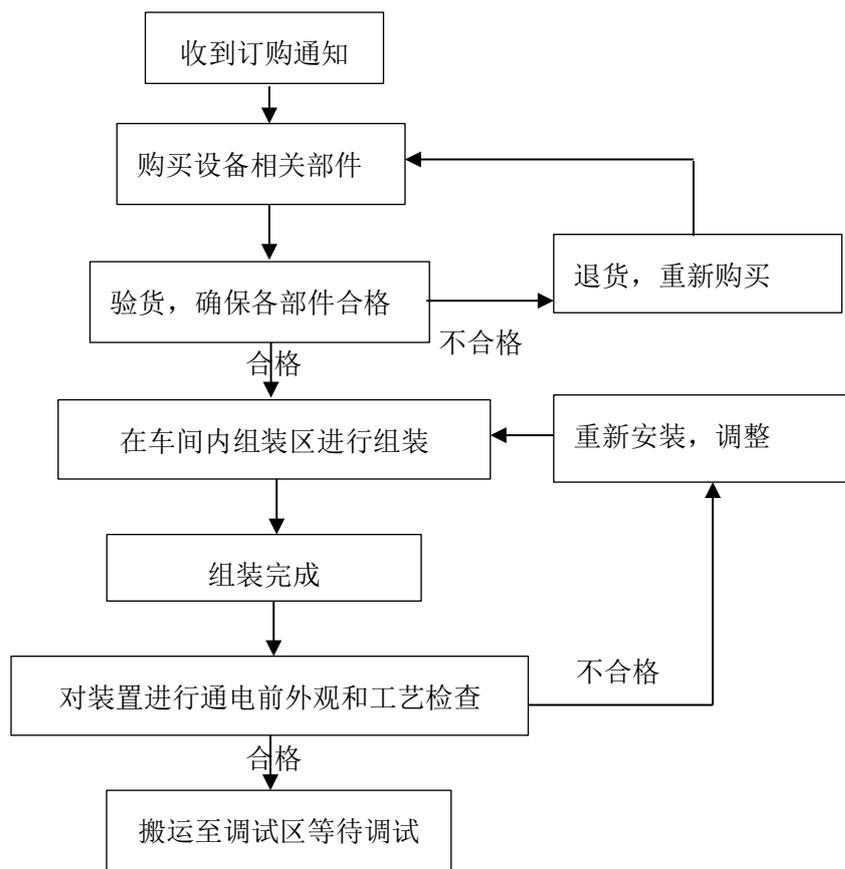


图 9-3 生产工艺流程和产污环节

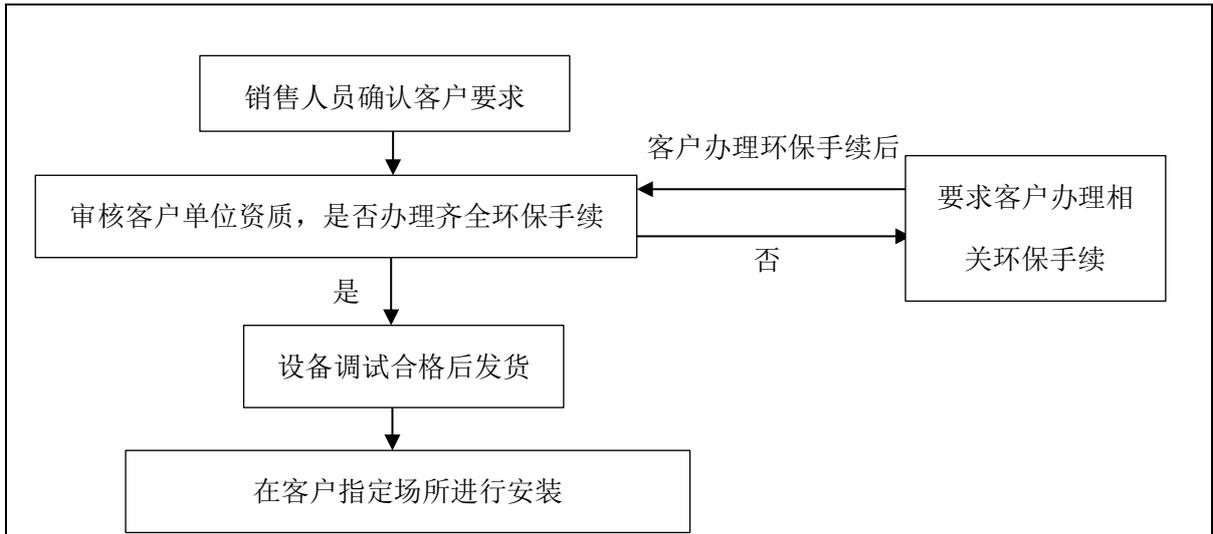
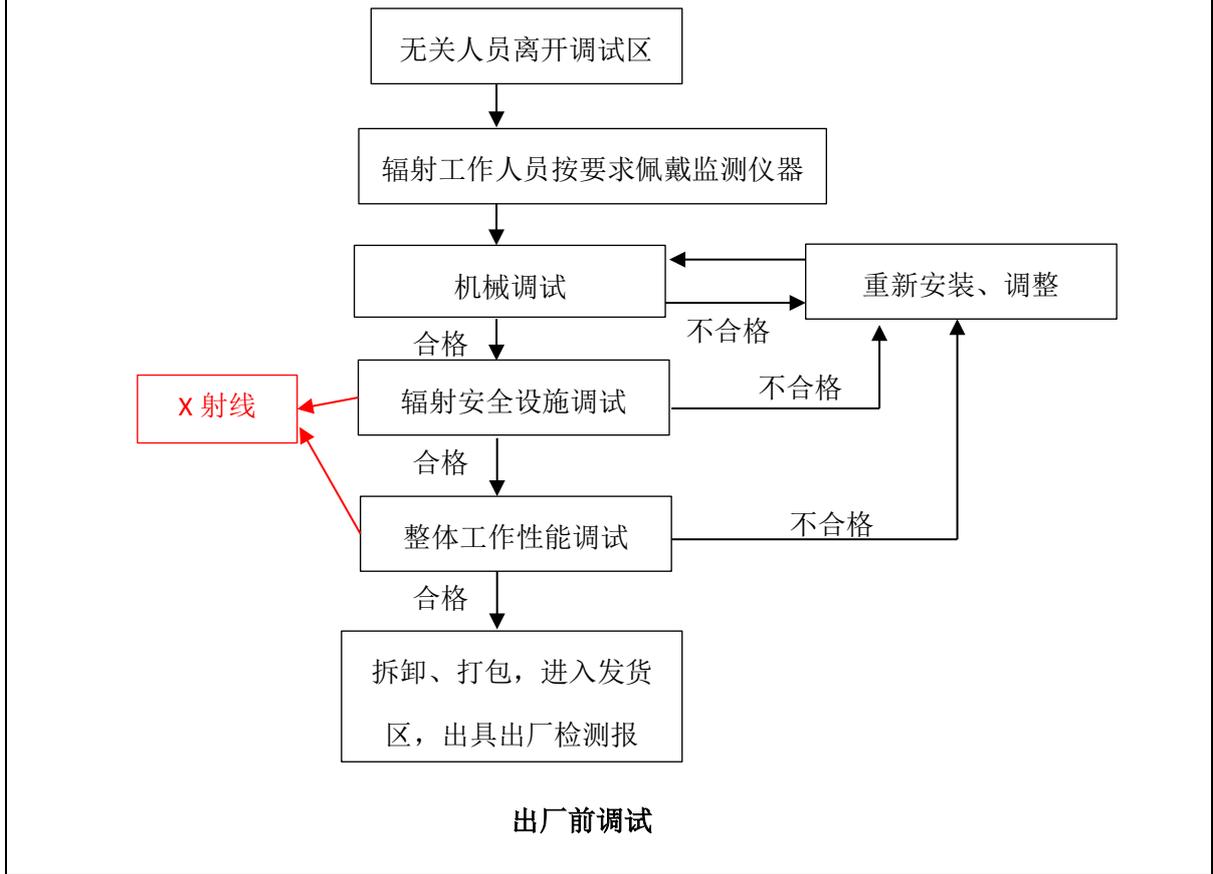
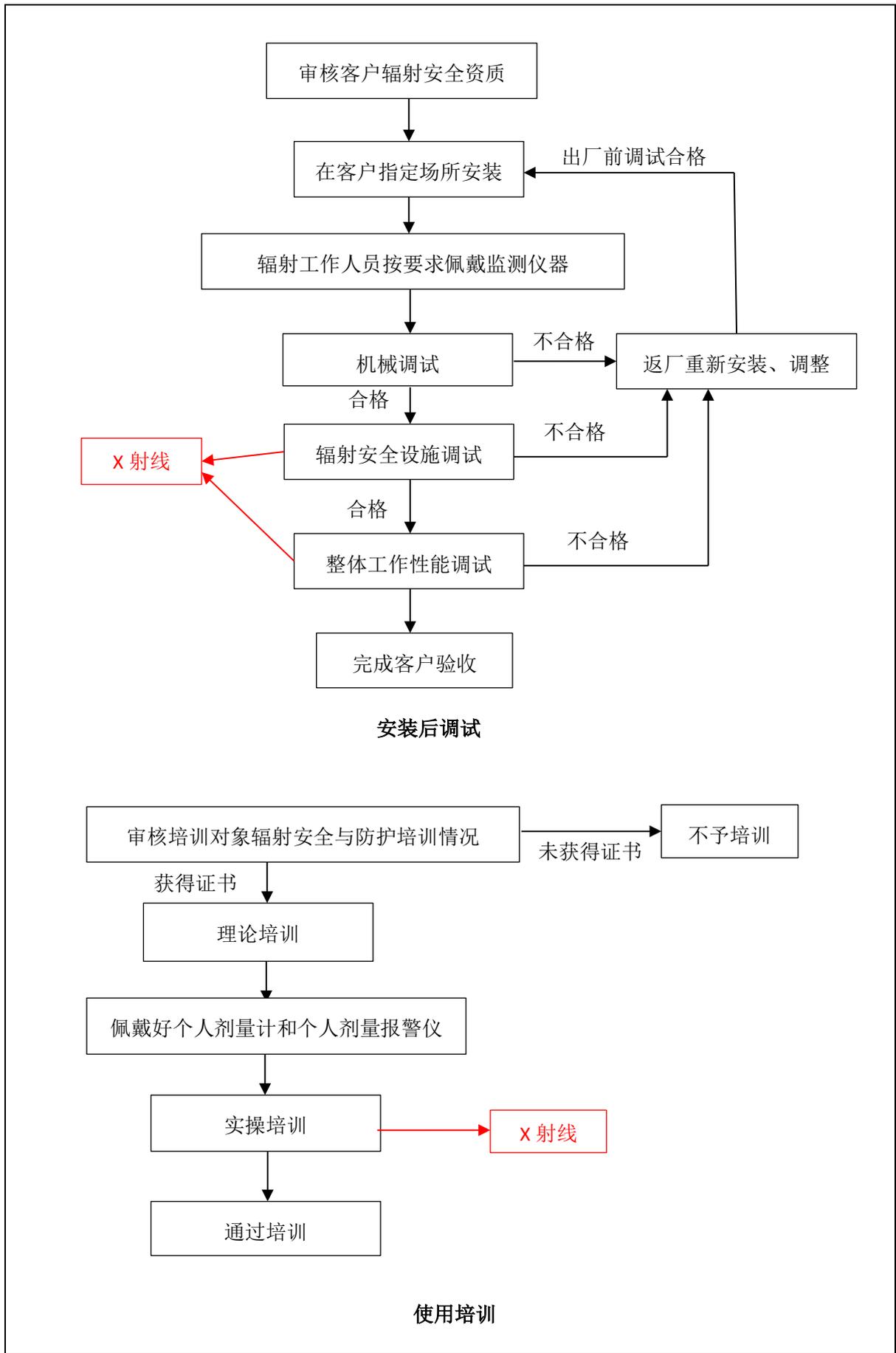


图 9-4 销售工艺流程和产污环节





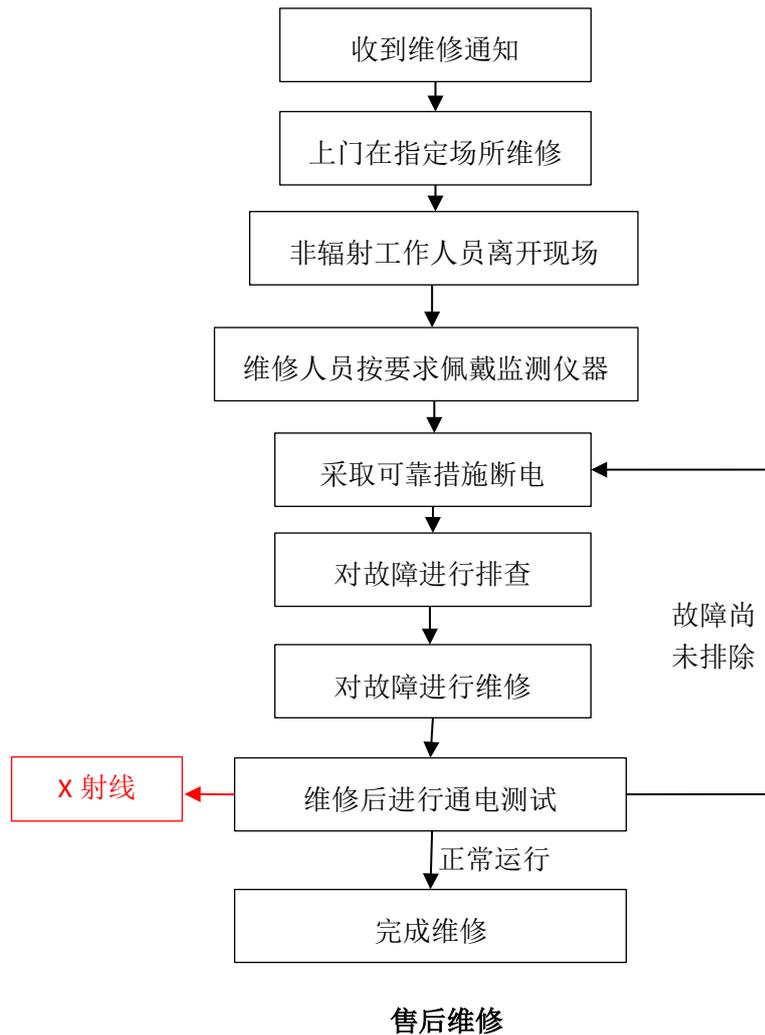


图 9-5 使用工艺流程和产污环节

9.3 工作负荷和人员配置

根据建设单位的规划，本项目投入使用后，预计每年生产约 50 台，每台装置在出厂前的调试时间约 4 个小时，在客户单位安装后的调试时间约 1 个小时。每台装置的实操培训约 1 个小时。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 100 次。

建设单位拟为本项目配置 6 名辐射操作人员，分为生产组、销售组、售后组，人员配置情况见表 9-1。成立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

组别	工作类型	人员配置	工作负荷
生产组	组装、出厂前调试	2 人	200 小时
销售组	销售、售后理论培训	2 人	-
售后组	安装、安装后调试	2 人	50 小时
	实操培训、售后维修		50 小时
管理安全管理机构		5 人	-

9.4 污染源项描述

9.4.1 正常工况

本项目使用过程中，由电子加速器的产生的电子出射范围小、易屏蔽、射程短，但在电子辐射材料以及运动中受到装置部件、引出窗材料、辐射材料的阻挡后，会发生韧致辐射产生 X 射线，X 射线的 kV 值相当于加速电子的最大能量。因此本项目在辐射屏蔽上，只需考虑对韧致辐射产生 X 射线的屏蔽，主要污染源即 X 射线。

装置运行期间，韧致辐射产生的 X 射线一部分被加速器内壳和辐射室屏蔽，但仍有一定的 X 射线经屏蔽体衰减后对周围的辐射工作人员和公众造成辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

本项目的直线加速器最高能量仅 0.2MeV，不会发生光核反应和感生放射性，因此不存在装置结构材料、冷却水和空气的感生放射性及中子等辐射污染源。

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：

a.门机联锁失效，且气动屏蔽门出现故障、未关闭到位，导致调试人员受到意外照射；

b.剂量联锁出现故障，辐射屏蔽异常的情况下未被有效监测和触发联锁机制，导致调试人员受到不必要的照射；

c.装置检修过程中，没有采取可靠的断电措施且意外开启装置，导致检修人员受

到意外照射。

9.5 污染源项参数

本项目的电子最大能量和束流强度由加速器生产厂家给出。根据《辐射防护导论》图 3.3，电子束垂直投射高 Z 厚靶上产生的 X 射线放射率常数，当电子能量为 0.2MeV 时，90° 方向的发射率常数可保守取 $0.01\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，被辐照的靶材料为铁时，90° 方向的发射率修正系数为 0.5。因此，本项目 90° 方向的 X 射线发射率常数可保守取 $0.005\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

源项参数一览表见表 9-2。

表 9-2 源项参数一览表

类型	参数
电子最大能量	0.2MeV
束流强度	80mA
最大功率	16kW
X 射线发射率	$0.005\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射屏蔽设计

10.1.1 主体辐射屏蔽

本项目生产的自屏蔽辐射固化装置自带辐射屏蔽厢体，电子加速器相关的钢筒、电子束罩、真空管等屏蔽部件由电子加速器厂家统一设计和制造。辐射室、传输链外壳、气动屏蔽门等屏蔽部件由建设单位进行设计，再委托具有资质的厂家制作。厢体（外壳）起到固定装置各部件的作用，不具有辐射屏蔽效果。

组装过程不通电出束，组装好后在整体屏蔽下才开机调试，因此本项目的调试场所无需额外加建实体屏蔽。自屏蔽辐射固化装置辐射屏蔽结构图见 10-1、图 10-2，屏蔽参数见表 10-1。

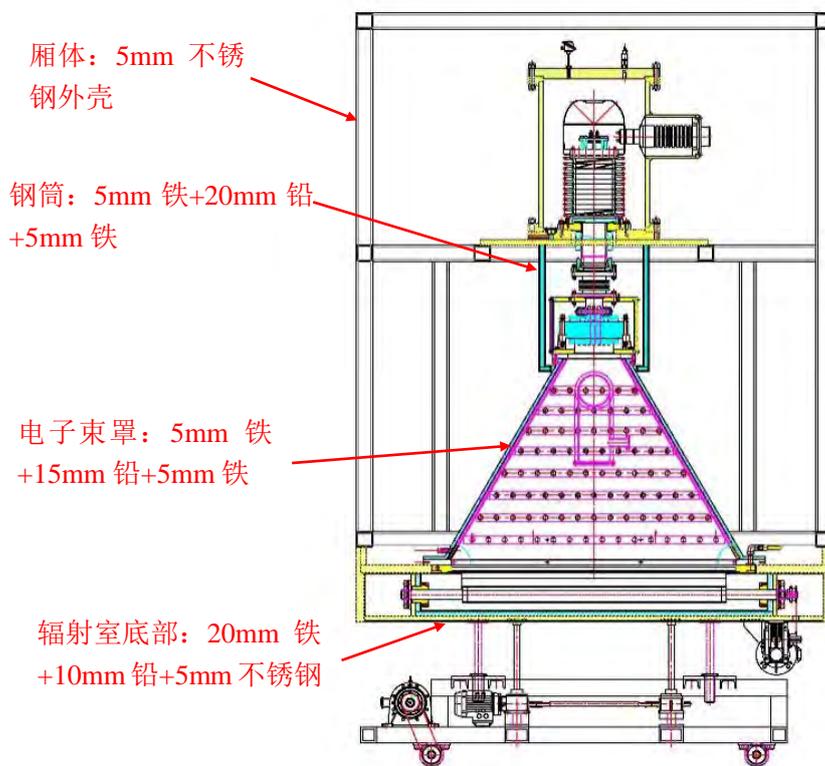


图 10-2 装置屏蔽结构图（侧面）

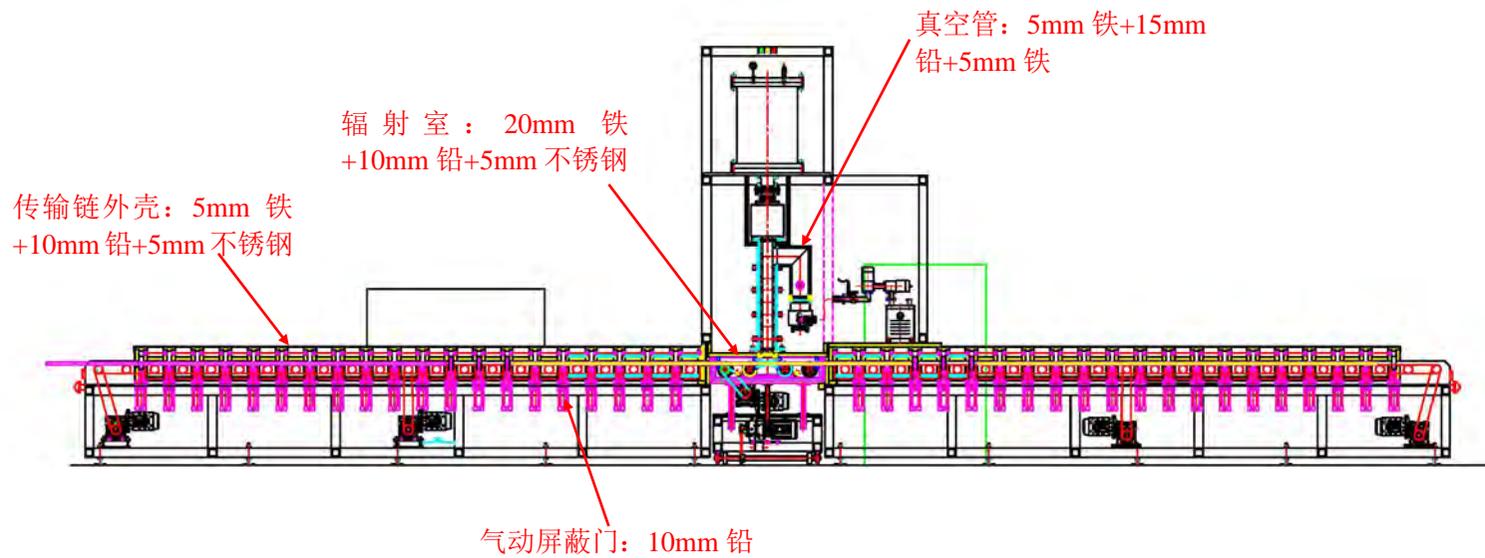


图 10-2 装置屏蔽结构图（正面）

表 10-1 结构和屏蔽参数一览表

项目		屏蔽厚度/设计情况
尺寸	整体尺寸	长×宽×高=12.3m×4.4m×3.7m
	辐射室	长×宽×高=1.1m×2.2m×0.21m
	传输链长度（单侧）	5.64m
	气动屏蔽门	长×高=1.3m×0.12m
屏蔽厚度	厢体（外壳）	5mm 不锈钢
	钢筒筒体	5mm 铁+20mm 铅+5mm 铁
	电子束罩	5mm 铁+15mm 铅+5mm 铁
	真空管	5mm 铁+15mm 铅+5mm 铁
	辐射室各面	20mm 铁+10mm 铅+5mm 不锈钢
	辐射室底部	20mm 铁+10mm 铅+5mm 不锈钢
	传输链外壳	5mm 铁+10mm 铅+5mm 不锈钢
	气动屏蔽门	10mm 铅

10.1.2 物料进出口辐射屏蔽设计

本项目辐射固化装置的物料传输链单侧总长 5.64m，外壳结构为 5mm 铁+10mm 铅+5mm 不锈钢，单侧一共设计了 20 个气动屏蔽门。设计允许装载的板材最长 3.6m。装置在自动运行过程，可以确保 5 扇以上的气动屏蔽门保持关闭状态，每扇屏蔽门均具有 10mm 铅屏蔽层。多层屏蔽门的设计确保了装置自动化运行时辐射室内部的无氧状态，也确保了物料进出口的辐射屏蔽效果。且整个物料传输链狭长，射线不仅要经过挡板的衰减，还要在传输链内经过多次散射。因此本项目的辐射固化装置的设计可以保证物料进出口具有良好的辐射屏蔽性能。

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 安全联锁功能

本项目装置设计了安全联锁功能，气动屏蔽门全部打开的情况下，高压电源不能开启。此外，钥匙开关、急停按钮、警示灯等与高压电源联锁，钥匙开关未闭合、急停按钮未复位等，高压电源不能开启。

10.2.2 剂量联锁

装置在进料口、出料口、控制柜、厢体后侧设置了 4 个在线式辐射监测探头（见图 10-4），用于实时监测运行期间装置周围的环境辐射水平，监测数据显示屏设在控制台。设置剂量联锁阈值为 $1 \mu\text{Sv/h}$ ，任一部位的辐射监测值超过 $1 \mu\text{Sv/h}$ ，随即将切断装置的电源，停止出束，监测仪器的响应时间为毫秒量级。因此，极端情况下辐射屏蔽体失效时，由于剂量联锁功能，装置无法正常开机出束，确保了极端情况下的辐射安全性。

本项目的安全联锁示意图见图 10-3。

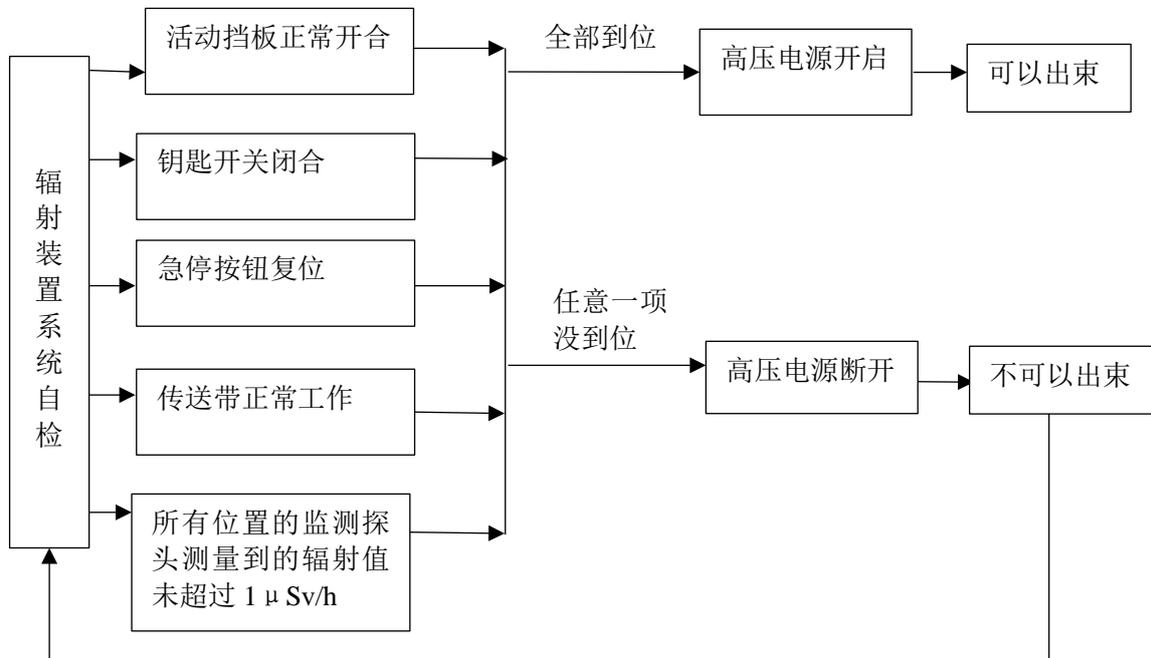


图 10-3 安全联锁示意图

10.2.3 急停按钮

由于本项目自带屏蔽体，人员无法进入辐射源产生区域（控制区），因此在装置外设置了 3 个急停按钮，分别设进料口、出料口和控制柜处（见图 10-4 和图 10-5），以便人员在紧急情况下可迅速切断装置的电源，并张贴醒目的标志和使用方法。急停按钮按下后，需手动复位才能恢复装置的电源连接。

10.2.4 警示标志和工作指示灯

本项目自带屏蔽体，人员无法进入辐射源产生区域（控制区），因此本项目在装置厢体顶部设置了 1 个声光警示装置（见图 10-4），以便在装置四周的人员更容易了解到设备的状态情况。在控制柜设置了工作状态指示灯，绿灯表示装置各项部件正常可以出束，黄灯表示准备出束，发出声音警示并持续 15s，红灯表示正在出束，并有急促的声音警示。

在装置厢体正面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。

10.2.5 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，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 $1 \mu\text{Sv/h}$ ，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 X、 γ 辐射巡测仪，用于出厂前、安装后、检修后的辐射巡测，并做好巡测记录。出厂前检测不合格的（有个别点位剂量率超过 $1\mu\text{Sv/h}$ ），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。

装置在进料口、出料口、控制柜、厢体后侧设置了 4 个在线式辐射监测探头（见图 10-5），用于实时监测运行期间装置周围的环境辐射水平，监测数据显示屏设在控制台。

辐射监测仪器一览表见表 10-2。

表 10-2 辐射监测仪器一览表

名称	数量	规格
个人剂量计	6 个	由有个人剂量监测资质的机构提供
个人剂量报警仪	6 台	具有阈值设置和超阈值报警功能
X、 γ 辐射巡测仪	1 台	检测下限 $\leq 0.01 \mu\text{Sv/h}$ ，检测上限 $\geq 100\text{mSv/h}$ ，仪器测量误差应 $\leq 30\%$

多探头、在线式辐射监测报警仪	1套	具有阈值设置、监测结果与高压电源联锁功能，限值和误差要求同上
----------------	----	--------------------------------

注：以上辐射监测仪器需定期校准。

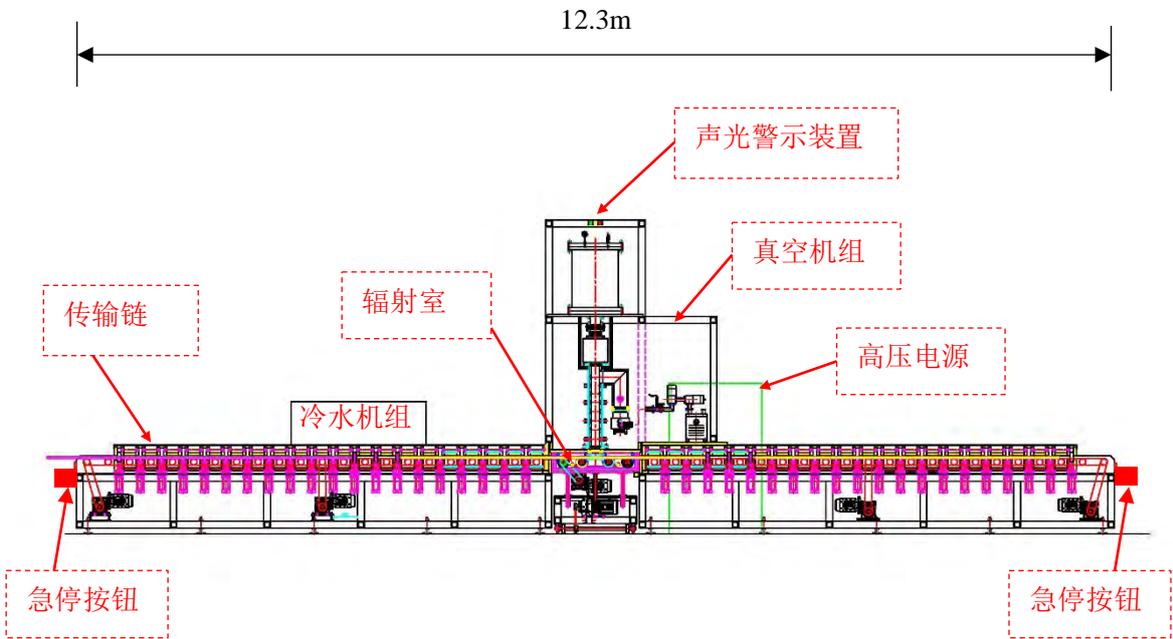


图 10-4 辐射安全与防护设施分布图（主视）

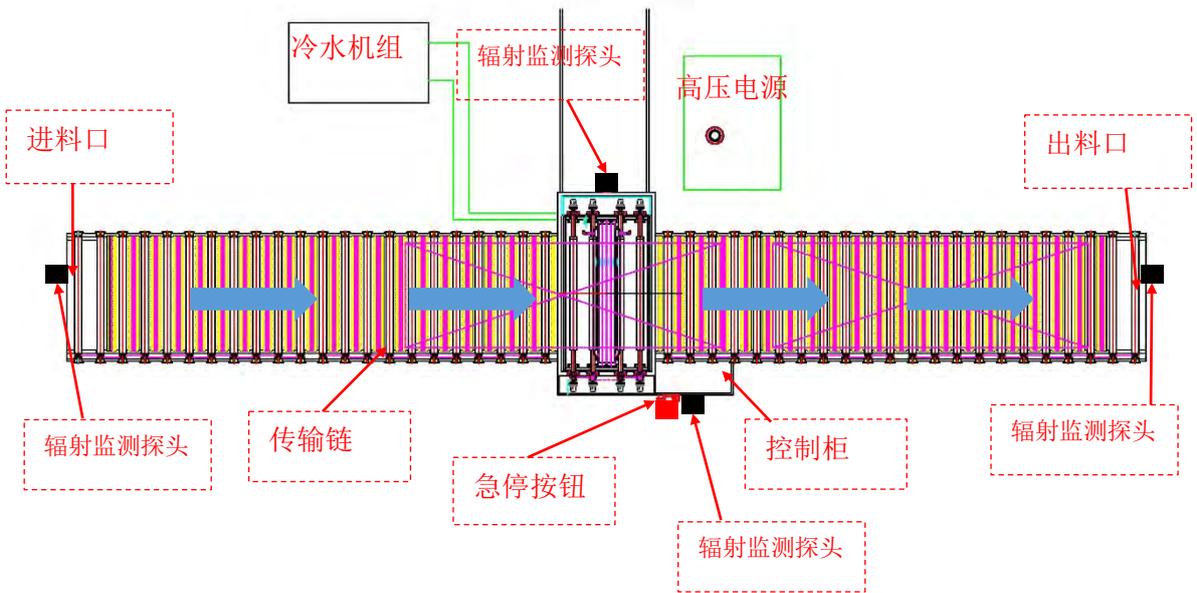


图 10-5 辐射安全与防护设施分布图（俯视）

10.3 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。

10.3.1 布局

本项目辐射工作场所的布局如图 10-6 所示，辐射固化装置生产车间分为组装区和调试区，分别设有两个大门，调试区的大门处于常闭状态，组装区的大门在工作期间及工作结束后关闭。两个大门均设有门锁，只有授权人员才能打开。

装置在组装区完成生产，组装过程不需要开机出束，组装好后整体搬至调试区进行出厂前调试。为实现调试时的辐射防护最优化，出厂前调试时控制台设在组装区，调试人员先站在组装区开机调试装置的辐射屏蔽情况和急停功能。

装置四周布置有 4 个辐射监测探头，监测数据显示屏设在控制台，先远距离监测装置的整体辐射屏蔽情况，只有监测数据显示正常（小于报警值 $1 \mu\text{Sv/h}$ ）时，调试人员才能撤除隔离绳和移动式辐射监测探头，进入调试区实施其他功能的调试和测试。

10.3.2 分区

建设单位拟将装置实体屏蔽内部区域划为控制区；将屏蔽体外整个调试区及组装区部分与调试区相邻的区域（1m 范围）划为监督区，调试时无关人员不得进入监督区，分区方式如图 10-6 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，监督区通过警示标志、地面黄色标志线和隔离绳等进行管理。组装区和调试区只用作自屏蔽辐射固化装置的组装、调试场所，不作其他用途。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。

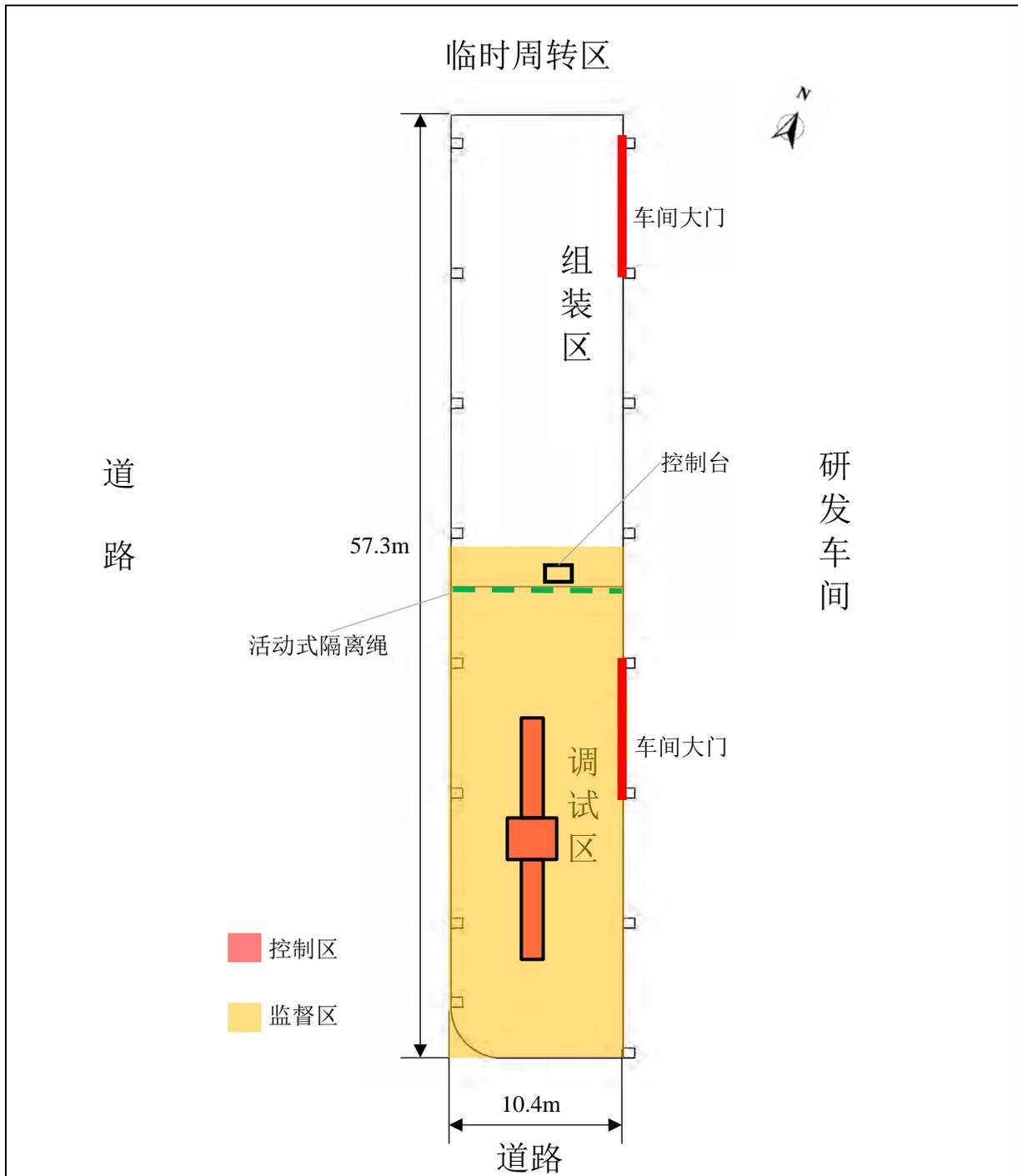


图 10-6 辐射工作场所布局和分区示意图

10.4 与标准对照分析

按照《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）和《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002），对本项目的辐射安全与防护措施进行对照分析，对照分析表见表 10-3 和表 10-4。

表 10-3 GB5172-1985 辐射安全与防护措施对照分析表

《粒子加速器辐射防护规定》 (GB5172-1985) 要求	实施计划	评价
3.3.1 决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。	本项目设置有钥匙开关，钥匙开关没有闭合装置不能接通高压电源，不能出束。	满足要求
3.3.2 加速器厅、靶厅的门均需要安装联锁装置，只有门关闭后才能产生辐射。	本项目装置设计了安全联锁功能，气动屏蔽门全部打开的情况下，高压电源不能开启。此外，钥匙开关、急停按钮、警示灯等与高压电源联锁，钥匙开关未闭合、急停按钮未复位等，高压电源不能开启。	满足要求
3.3.3 在加速厅、靶厅内人员容易到达的地点，应按照紧急停机或紧急断束开关，并且这种开关应该有醒目的标志。	本项目自带屏蔽体，人员无法进入辐射源产生区域（控制区），因此本项目在装置外共设置了 3 个急停按钮，分别在进料口、出料口和控制柜人员容易居留处，以便人员在紧急情况下可迅速切断设备的高压电源，并张贴有醒目的标志和使用方法。	满足要求
3.3.4 在加速器厅、靶厅内人员容易看的地方须安装闪光式或旋转红色警告装置；在通往辐射区的走廊、出入口和控制台上须安装工作状态指示灯。	本项目在装置厢体顶部设置了 1 个声光警示装置，以便在装置四周的人员更容易了解到设备的状态情况。在控制柜设置了工作状态指示灯，绿灯表示装置各项部件正常可以出束，黄灯表示准备出束，发出声音警示并持续 15s，红灯表示正在出束并有急促的声音警示。	满足要求
3.3.5 在高辐射区和辐射区，应安装遥控辐射监测系统。该系统的数值显示装置应按照在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时，该系统的音响和	装置在进料口、出料口、控制柜、厢体后侧设置了 4 个在线式辐射监测探头，用于实时监测运行期间装置周围的环境辐射水平，监测数据显	满足要求

<p>(或) 灯光警告装置应该发出警告信号。</p> <p>3.3.6 每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置, 如个人剂量计, 可携式监测仪。气体监测仪等。</p>	<p>示屏设在控制台。设置报警阈值为 1 μ Sv/h, 任一部位的辐射异常都将听到报警, 可提醒操作人员立即切断装置的电源, 根据监测结果针对性排查辐射屏蔽异常的部位, 异常排查后方可继续使用。</p>	
<p>3.3.7 辐射安全系统的部件质量要好, 安装必须坚实可靠。系统的组件应耐辐射损伤。</p>	<p>装置的辐射安全系统的部件出厂前需经过耐辐射试验, 耐辐射损伤。</p>	<p>满足要求</p>
<p>3.4.1 为排放有毒气体(如臭氧)和气载方式性物质, 加速器设施内必须是有通风装置。</p> <p>3.4.2 通风系统的排风速率应根据可能产生的有害气体的数量和工作需要而定。通风系统的进气口应避免受到排出气体的污染。</p>	<p>由于辐射性能和工艺的需要, 本项目的辐射固化装置设计有氮气填充系统, 运行期间氮气持续注入辐射室, 确保辐射室处于无氧状态。在无氧状态下, 电子束的电离作用不会产生臭氧和氮氧化物等有毒气体。因此本项目的辐射固化装置不用考虑有毒气体的治理问题。</p>	<p>满足要求</p>
<p>表 10-4 GBZ141-2002 辐射安全与防护措施对照分析表</p>		
<p>《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002) 要求</p>	<p>实施计划</p>	<p>评价</p>
<p>6.1 辐照装置的辐射安全检验包括按照 GB10252、GB17279、GB17568 等标准的要求设置的全部辐射安全与连锁。</p>	<p>本项目装置的安全连锁内容见章节 10.2.1, 满足相关标准的要求。</p>	<p>满足要求</p>
<p>6.3.1 检验必须由有资格的人员来完成, 检验时必须有辐射防护员参加。</p>	<p>本项目设备的调试工作由经过辐射安全培训和考核的工作人员进行。</p>	<p>满足要求</p>
<p>6.3.3 辐射安全与连锁系统是按照“冗余”原则设置的。在安全检查时, 必须按照“独立”原则, 对每一项功能进行独立的检查, 使得其它项安全设备不影响其工作。</p>	<p>本项目按照“冗余”的原则, 设置了多道辐射安全与连锁设施。出厂测试时, 按照“独立”原则, 对每一项功能进行独立的检查, 其它项安全设备保持正常运行状态。</p>	<p>满足要求</p>

小结：综上所述，本项目拟生产、销售、使用的自屏蔽辐射固化装置按要求设计了各项辐射安全与防护措施，满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）和《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）的要求。

10.5 辐射安全工作要求

10.5.1 生产（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，要特别关注核心的电子加速器、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。

10.5.2 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。

10.5.3 出厂前调试

（1）调试期间，非辐射工作人员不得进入组装区和调试区。

（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) 为实现调试时的辐射防护最优化,控制台设在组装区,调试人员先站在组装区开机调试装置的辐射屏蔽情况和急停功能,先远距离监测装置的整体辐射屏蔽情况,只有监测数据显示正常(小于 $1\mu\text{Sv/h}$)时,调试人员才能撤除隔离绳,进入调试区实施其他功能的调试和测试。

(4) 在进行安全联锁功能、急停按钮的测试时,通过人为方式使气动屏蔽门不能正常关闭等,按下急停按钮,测试能否停止出束。不得在未测试安全联锁、急停功能,或者测试不合格的情况下继续进行装置的性能调试。

(5) 完成调试工作后,应使用 X、 γ 辐射巡测仪对装置整体进行巡测和定点检测,重点关注物料进出口,屏蔽体连接处,做好检测记录。

(6) 完成全部调试工作,并切断装置电源后,方可拆卸和搬运装置。

10.5.4 安装后调试

(1) 调试前应先审核客户单位的资质,只有客户单位申领了辐射安全许可证,方可在客户的使用场所开机出束。

(2) 调试工作不得由客户单位的工作人员进行,调试期间,非本公司的专业调试人员不得进入现场。

(3) 调试人员应佩戴好佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

(4) 完成调试工作后,应使用 X、 γ 辐射巡测仪对装置整体进行巡测和定点检测,重点关注物料进出口,屏蔽体连接处,做好检测记录。

10.5.5 实操培训

(1) 应先进行理论培训,再进行实操培训,培训对象应先通过辐射安全与防护考核。

(2) 实操培训时,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。

(3) 培训过程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。

10.5.6 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) 若与电子加速器相关的冷却系统、真空系统、高压系统等发生故障，需由加速器生产厂家负责维修。

(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、辐射屏蔽厢体拆卸状态下开机进行测试。

10.5 三废的治理

由于辐射性能和工艺的需要，本项目的辐射固化装置设计有氮气填充系统，运行期间氮气持续注入辐射室，确保辐射室处于无氧状态。在无氧状态下，电子束的电离作用不会产生臭氧和氮氧化物等有毒气体。因此本项目的辐射固化装置不用考虑有毒气体的治理问题。

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。

本项目配套的工作场所还处于建设阶段。在进行施工、装修过程中会有轻微的固废、噪声等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、扬尘、施工噪声等。施工单位应按照规定对建设期产生的一般环境污染进行防治，如：建筑垃圾分类堆放、及时处理。本工程在施工期非电离辐射因素的环境影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除。

运行阶段环境影响分析

11.1 辐射剂量率估算

加速器开机调试时，电子束出束方向朝下，电子束轰击装置的钢结构部件，通过韧致辐射产生 X 射线。参考《辐射防护导论》，当电子能量低于 1MeV 时，最大发射率方向倾向于与电子束入射方向垂直，因此本项目的屏蔽估算主要考虑与电子束入射方向 90°（四周）的由韧致辐射产生的初级 X 射线在关注点的剂量当量率。

通过 10.1 节的分析可知，本项目的自屏蔽辐射固化装置在辐射室的屏蔽参数最小，且电子加速到引出辐射室时的能量最高。按照最不利原则，本项目主要关注射线经辐射室屏蔽后的剂量率水平，并按照最大能量 0.2MeV 进行分析。

选取辐射室周围厢体外 0.05m 处作为关注点，结合辐射区域，辐射距离保守按照辐射区域边界至各关注点的距离计算，关注点分布示意图见图 11-1。

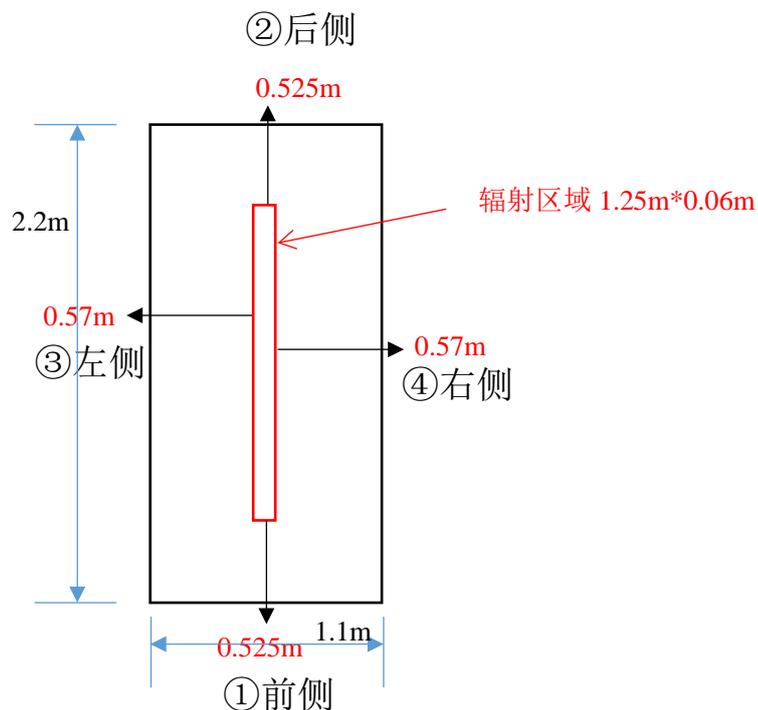


图 11-1 辐射室外关注点示意图

本项目的理论计算参考《辐射防护导论》p101 的公式，关注点的剂量率计算公式为：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot \delta \cdot \eta}{r^2} \quad (11-1)$$

式中：

- δ 距离辐射源 1m 处的发射率常数， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- I 电子束流强度，单位为 mA；
- r 辐射点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；
- η X 射线在屏蔽层中的透射比，可用十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10}$ 计算。

参考《辐射防护导论》图 3.23 和 3.24，分别给出了钢和铅对宽束 X 射线的剂量当量指数的第一个十倍减弱厚度和第一个之后的十倍减弱厚度，第一个之后的十倍减弱厚度近似为常数。

参考《辐射防护导论》的透射比计算公式：

$$\eta = \frac{1}{10^n} \quad (11-2)$$

$$\text{其中，} n = (d - \Delta_{1/10, 1}) / \Delta_{1/10, e} + 1 \quad (11-3)$$

式中：

- d 屏蔽厚度，单位 cm；
- $\Delta_{1/10, 1}$ 靠近辐射源第一个十倍减弱厚度，单位 cm，取值见表 11-1；
- $\Delta_{1/10, e}$ 第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度，单位 cm，取值见表 11-1。

表 11-1 十倍减弱厚度的取值一览表

屏蔽材料	$\Delta_{1/10}(\text{cm})$	$\Delta_{1/10, e}(\text{cm})$
钢	保守取 1.5	1.5
铅	保守取 0.1	0.1

注：铅的十倍减弱厚度远小于钢，因此本项目保守只考虑铅的屏蔽作用。

根据《辐射防护导论》图 3.3，电子束垂直投射高 Z 厚靶上产生的 X 射线放射率常数，当电子能量为 0.2MeV 时，90° 方向的发射率常数可保守取 $0.01 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。参考（HJ979-2018），被辐照的靶材料为铁时，90° 方向的发射率修正系数为 0.5。因此，本项目 90° 方向的 X 射线发射率常数可保守取 $0.005 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

根据上述公式和相关参数，计算相关参数列于表 11-2，计算结果列于表 11-2。

表 11-2 主屏蔽体计算参数一览表

关注点	δ	I (mA)	r (m)	d	η
① (前侧)	0.005	80	0.525	10mm 铅	1E-10
② (后侧)	0.005	80	0.525	10mm 铅	1E-10
③ (左侧)	0.005	80	0.57	10mm 铅	1E-10
④ (右侧)	0.005	80	0.57	10mm 铅	1E-10

表 11-3 主屏蔽体计算结果一览表

关注点	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
① (前侧)	0.0087
② (后侧)	0.0087
③ (左侧)	0.0074
④ (右侧)	0.0074

小结：从表 11-3 可以看到，本项目射线装置屏蔽体外 0.05m 关注点处的辐射剂量率估算值最高 0.0087 $\mu\text{Sv/h}$ ，综上说明本项目的辐射固化装置正常运行时，周围剂量当量率满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GZ141-2002)的规定：对于 I 类电子束辐照装置，沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的周围剂量当量率，应特别注意装源口、样品入口等可能的薄弱位置，检测结果一般应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

11.2 人员受照剂量分析

11.2.1 出厂前调试（项目选址周围）人员受照剂量

本项目在出厂前调试时，辐射工作人员需近距离对装置进行调试操作，因此可将辐射室外剂量率最大值作为辐射工作人员的受照剂量率，公众的受照剂量率可根据上面的估算方法和公众的距离算出。按照表 9 的工作负荷介绍，本项目出厂前调试的全年出束时长约 200 小时，按照公式 (11-4) 可估算出各保护目标的年有效受照剂量，估算结果列于表 11-4。

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

式中：

E——保护目标的受照剂量，mSv/a

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

t——本项目全年出束时间, h;

T——保护目标的居留因子。

表 11-4 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	距 (m)	保护目标	受照剂量率	居留因子	剂量约束值
-	调试区、组装区	相邻	辐射工作人员	0.0087	1	1.74E-03
东侧	研发车间	5	公众	9.6E-05	1/2	9.60E-06
	厂区道路	29	公众	2.85E-06	1/20	2.85E-08
	办公楼	45	公众	1.19E-06	1	2.37E-07
南侧	厂区道路	30	公众	2.67E-06	1/20	2.67E-08
西侧	厂区道路	6	公众	6.67E-05	1/20	6.67E-07
	金鱼路	15	公众	1.07E-05	1/20	1.07E-07
北侧	临时周转区	41	公众	1.43E-06	1/5	5.71E-08
	下料区	48	公众	1.04E-06	1/5	4.17E-08
正上方	成品仓库	6	公众	6.67E-05	1/20	6.67E-07

注: 居留因子的选取参考 (GBZ/T250-2014) 表 A.1。

11.2.2 安装后调试、实操培训、维修人员受照剂量

本项目评价的射线装置的安装后调试、实操培训、检修, 均在客户单位进行, 此时的装置环保责任主体是装置使用客户单位, 且安装后调试、实操培训、检修的频率通常只有一台装置一次, 或者一年一次。因此对于上述活动类型, 主要关注本项目建设单位的辐射工作人员的受照剂量情况, 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的受照剂量情况。

本项目在安装后调试、实操培训、维修时, 工作人员需近距离对装置进行调试操作, 同理可将辐射室外剂量率最大值作为辐射工作人员的受照剂量率, 按照表 9 的工作负荷介绍, 本项目的安装后调试、实操培训、维修的全年出束时长均约 50 小时, 计算可得安装后调试、实操培训、维修人员的全年有效受照剂量分别约 4.35E-04mSv/a。

11.2.3 生产和销售人员受照剂量

本项目在生产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。

由于不同工作类型的人员可以存在重叠，因此进一步考虑剂量叠加可得本项目辐射工作人员的年有效受照剂量，结果列于表 11-5。

表 11-5 辐射工作人员叠加受照剂量

组别	工作类型	叠加受照剂量
生产组	组装、出厂前调试	1.74E-03mSv/a
销售组	销售、售后理论培训	0
售后组	安装、安装后调试、实操培训、售后维修	1.31E-03mSv/a

小结：结合表 11-4 和表 11-5，本项目所致辐射工作人员的全年最大受照剂量 1.74E-03mSv/a，公众的全年最大受照剂量 9.60E-06mSv/a，均小于 5mSv/a 和 0.1mSv/a 的职业照射和公众照射剂量约束值，满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-2985）的规定：从事加速器工作的全体放射工作人员，年人均剂量当量应低于 5mSv；加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等，等关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 自屏蔽失效时环境影响分析

本项目的自屏蔽辐射固化装置首先在确保屏蔽体的质量上，将寻找有资质和一定实力的生产商，确保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。在源头上避免自屏蔽失效的问题。

其次设计了剂量联锁功能，极端情况下自屏蔽体不合格、发生装配质量问题时，剂量联锁将起到保障作用。设置联锁阈值为 2.5 μ Sv/h，任一部位的辐射监测值超过 2.5 μ Sv/h，将触发联锁机制、切断装置的电源，停止出束，监测仪器的响应时间为毫秒量级。因此，由于剂量联锁功能，确保了辐射屏蔽体失效情况下，持续出束时长仅在毫秒量级、装置无法正常开机出束，由此对周围环境造成的辐射影响可忽略不计。

11.4 事故影响分析

11.4.1 辐射事故类型及风险分析

(1) 门机联锁失效，且气动屏蔽门出现故障、未关闭到位，导致调试人员受到意外照射；

(2) 剂量联锁出现故障，辐射屏蔽异常的情况下未被有效监测和触发联锁机制，导致调试人员受到不必要的照射；

(3) 装置检修过程中，没有采取可靠的断电措施且意外开启装置，导致检修人员受到意外照射。

以上事故情形均有可能使工作人员受到韧致辐射产生的初级 X 射线的直接照射。假设受照人员距辐射区域边界 1m，人员从开始受照至意识到采取断电措施的持续时长为 10s，按照 X 射线发射率 $0.005\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，计算可得事故情形下人员受照剂量为 66mSv。

以上分析表明，本项目单次辐射事故造成的人员受照剂量高于职业照射全年有效受照剂量约束值（5mSv/a），说明本项目有一定的辐射事故风险，事故等级一般不会超出“一般事故”。

11.4.2 事故预防措施

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

(2) 调试过程应严格佩戴好个人剂量和个人剂量报警仪，按要求设置移动式辐射监测探头。

(3) 检修过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。

(4) 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，生产、调试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。

根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）的相关规定，凡有加速器的单位，必须根据该单位拥有的加速器的数量和复杂程度，成立一个辐射安全机构或任命专（兼）职辐射安全员。

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	马小波	总经理	总经办	██████████
成员	林斌	副总经理	总经办	██████████
	张名全	制造总监	制造中心	██████████
	李杰	工艺实施组长	应用中心	██████████
	杨显涛（专职人员）	标准培训组长	职能中心	██████████

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；

(5) 向环境主管部门定期报告辐射监测结果，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；

(7) 定期检查辐射安全设施，检测辐射水平，控制辐射危害，将必要情况通知生产人员和操作人员；对重大的异常情况及时报告环境主管部门；

(8) 由于辐射安全方面的原因，辐射管理机构有权提出停止加速器运行。

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，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 6 名辐射操作人员（见表 12-2），5 名辐射管理人员（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 辐射操作人员配置情况表

组别	工作类型	人员配置
生产组	组装、出厂前调试	2 人
销售组	销售、售后理论培训	2 人
售后组	安装、安装后调试	2 人
	实操培训、售后维修	

12.4 辐射监测计划及执行情况

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。

根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）的相关规定，对加速器的运行人员、检修人员及实验人员需进行外照射个人剂量监测。

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。

根据《γ射线和电子辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）规定：I类电子束辐照装置外部的辐射水平验收和使用中的定期检测。定期检测至少每年一次。

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号前按要求上传到“全国核技术利用辐射安全申报系统”。

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，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X、γ辐射巡测仪，用于出厂前、安装后、检修后的辐射巡测，并做好巡测记录。

装置在进料口、出料口、控制柜、厢体后侧设置了4个在线式辐射监测探头，用

于实时监测运行期间装置周围的环境辐射水平。

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

根据《γ射线和电子辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）的规定，本项目射线装置屏蔽体外5cm处的周围剂量当量率的控制水平为2.5μSv/h。

(2) 检测仪器要求

根据《γ射线和电子辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）的规定，本项目检测仪器应包括环境辐射水平和防护水平的剂量仪器。环境水平仪器的最低位读出值应 $\leq 1 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ ，防护水平仪器的最高位读出值应 $\geq 1 \times 10^2 \text{mGy/h}$ 。

(3) 检测布点要求及位置

根据《 γ 射线和电子辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)规定,距表面 5cm 的空气比释动能率测定,应将检测仪表在整个待测对象的表面上扫描巡测,记录剂量较高位置的测量值。沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的空气比释动能率,应特别注意装源口、样品入口等可能的薄弱部位的测量。

(4) 检测异常处理

个人剂量报警仪和在线式辐射监测仪器设置报警阈值为 $1 \mu\text{Sv/h}$,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。出厂前检测不合格的(有个别点位剂量率超过 $1\mu\text{Sv/h}$),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

管理机构	姓名	职务	部门	联系电话
组长	马小波	总经理	总经办	██████████
成员	林斌	副总经理	总经办	██████████
	张名全	制造总监	制造中心	██████████

	李杰	工艺实施组长	应用中心	██████████
	杨显涛（专职人员）	标准培训组长	职能中心	██████████

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
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	复文件的要求
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 3 个月内组织自主竣工环保验收，验收相关材料按要求公示和备案。

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

广东瀚秋智能装备股份有限公司拟在公司新厂区南侧设置辐射固化装置生产车间，开展自屏蔽辐射固化装置的生产、使用、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《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）和《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GZ141-2002）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，射线装置正常工作时实体屏蔽外关注点的辐射水平满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GZ141-2002）规定的周围剂量当量率控制要求；调试、培训、维修等过程中辐射工作人员及公众的有效受照剂量分别低于职业照射及公众照射剂量约束值，满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）和《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

随着我国生态文明建设的整体推进，对涂料挥发性提出越来越严格的要求，低挥发涂料成为了涂料领域关注的热点，绿色环保的辐射固化技术迎来了发展的重大机遇。本项目的建成既有助于企业进一步增强综合实力，又有利于推进整个涂装行业的绿色、高效发展，所造成的辐射影响轻微、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: XHJC22021

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:	广东瀚秋智能装备股份有限公司
检测类型:	环评检测
报告日期:	2022 年 4 月 22 日

广州星环科技有限公司



第 1 页 / 共 5 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	广东瀚秋智能装备股份有限公司
检测地点	广东省佛山市顺德区龙江镇大坝工业区西 50 米瀚秋公司
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 辐射空气比释动能率仪
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 4 月 19 日
环境条件	天气: 晴, 气温 19℃, 湿度 86%
建设项目概况	广东瀚秋智能装备股份有限公司拟在佛山市顺德区龙江镇大坝工业区西 50 米瀚秋公司自屏蔽辐照装置生产车间开展 DZS200 型自屏蔽辐照装置组装、测试工作。
检测结果	检测结果见附表 1, 检测布点图见附图 1。

编制: 黄物恩 审核: 马雯茹 签发: 张子奇
 签发日期: 2022.4.22

一
二
三
四
五
六
七
八
九
十
十一
十二
十三
十四
十五
十六
十七
十八
十九
二十
二十一
二十二
二十三
二十四
二十五
二十六
二十七
二十八
二十九
三十
三十一
三十二
三十三
三十四
三十五
三十六
三十七
三十八
三十九
四十
四十一
四十二
四十三
四十四
四十五
四十六
四十七
四十八
四十九
五十
五十一
五十二
五十三
五十四
五十五
五十六
五十七
五十八
五十九
六十
六十一
六十二
六十三
六十四
六十五
六十六
六十七
六十八
六十九
七十
七十一
七十二
七十三
七十四
七十五
七十六
七十七
七十八
七十九
八十
八十一
八十二
八十三
八十四
八十五
八十六
八十七
八十八
八十九
九十
九十一
九十二
九十三
九十四
九十五
九十六
九十七
九十八
九十九
一百

附表 1: 检测结果

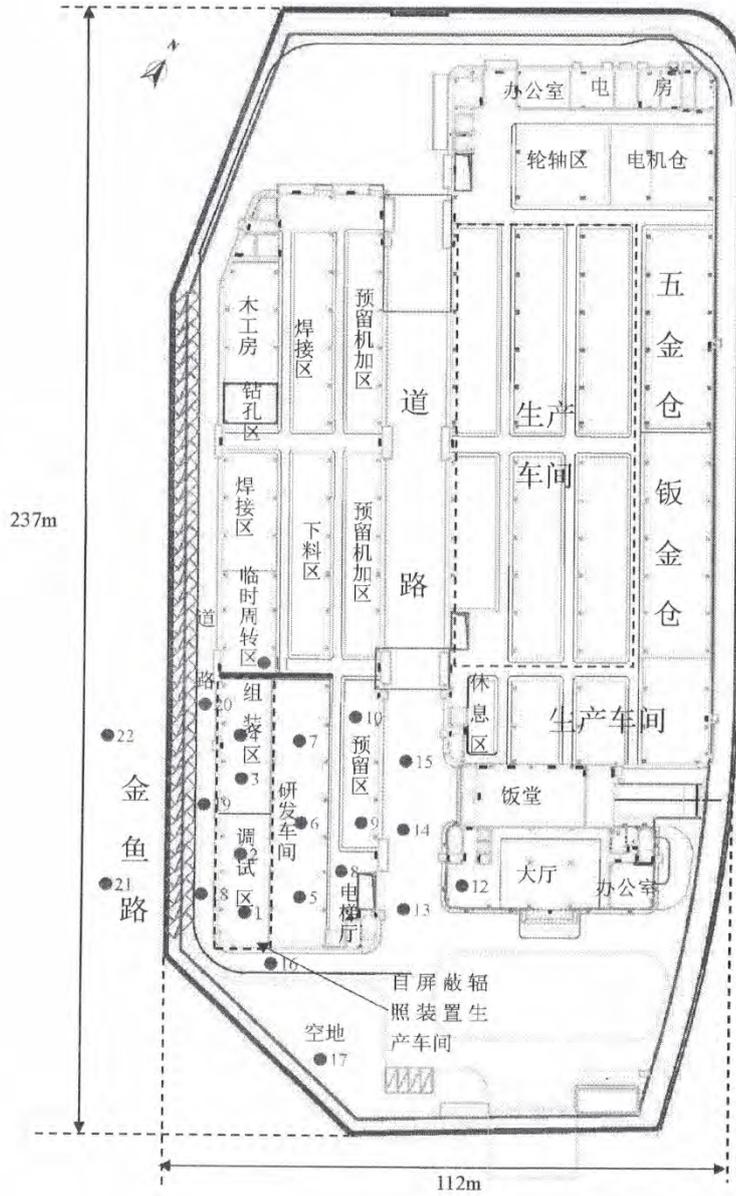
点位编号	点位描述	距离(m)	表面介质	平均值(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	调试区	-	混凝土	38	4	室外
2	调试区	-	混凝土	45	4	室外
3	组装区	19	混凝土	39	2	室外
4	组装区	33	混凝土	38	2	室外
5	东侧研发车间	11	混凝土	47	2	室外
6	东侧研发车间	15	混凝土	38	3	室外
7	东侧研发车间	27	混凝土	51	2	室外
8	东侧电梯厅	21	混凝土	37	3	室外
9	东侧预留区	26	混凝土	47	3	室外
10	东侧预留区	41	混凝土	34	2	室外
11	北侧临时周转区	46	混凝土	52	2	室外
12	东侧大厅	45	混凝土	43	3	室外
13	东侧厂区道路	34	泥土	61	1	道路
14	东侧厂区道路	38	泥土	62	3	道路
15	东侧厂区道路	44	泥土	66	1	道路
16	南侧厂区道路	21	泥土	58	5	道路
17	南侧空地	37	混凝土	56	3	室外
18	西侧厂区道路	11	混凝土	37	3	道路
19	西侧厂区道路	15	混凝土	47	2	道路
20	西侧厂区道路	38	混凝土	42	4	道路
21	西侧金鱼路	40	混凝土	65	2	道路
22	西侧金鱼路	41	混凝土	71	4	道路

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: 室外、道路取值 1。

附图 1: 检测布点图



附件 2：辐射安全管理规章制度

广东瀚秋智能装备股份有限公司

辐射安全管理规章制度

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》、《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》、《粒子加速器辐射防护规定》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	马小波	总经理	总经办	██████████
成员	林斌	副总经理	总经办	██████████
	张名全	制造总监	制造中心	██████████
	李杰	工艺实施组长	应用中心	██████████
	杨显涛（专职人员）	标准培训组长	职能中心	██████████

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；
- （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；
- （7）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环境主管部门；

(8) 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。

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，将辐射装置屏蔽体内部区域划为控制区，将整个辐射工作区域划为监督区，按要求进行分区管理。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) 辐射车间只用作组装和调试辐射固化装置的场所，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) 辐射装置控制柜设置紧急停机按钮，出束过程中，一旦出现异常，按动紧急制动按钮。辐射工作场所应有声光警示装置。

(8) 辐射装置应设置安全联锁功能，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) 辐射装置和辐射工作人员应配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

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调试；

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、安全操作规程

(1) 生产

① 收到订购后，购买电子加速器、辐射屏蔽构件等；

② 验货，查验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车间内组装区进行组装；

④ 组装完成后，对装置进行通电前的外观和工艺检查；

⑤ 整体搬运至调试区，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。

(2) 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，不会产生电子束和射线，不会产生电离辐射影响。

(3) 使用

本项目使用射线装置包括在生产车间的出厂前调试，在客户单位的安装后调试、使用培训和售后维修。

出厂前调试：

① 开机调试前，先让非辐射工作人员离开现场；

- 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 对辐射屏蔽情况进行测试，测试遵循从低功率到高功率的原则；
- ⑤ 对辐射安全设施进行测试：包括安全联锁系统、急停装置等。
- ⑥ 辐射安全设施测试合格后，再对整体工作性能、辐射固化效果进行调试；
- ⑦ 完成调试后，拆卸、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。

安装后调试：

调试前应先审核客户单位的资质，只有客户单位申领了辐射安全许可证，方可在客户的使用场所开机出束。其他调试流程与出厂前调试方式基本一致。

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：

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。维修的对象主要包括：机械系统、控制系统、辐射安全设施等。与电子加速器相关的冷却系统、真空系统、高压系统等的维修，需由加速器生产厂家负责。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》、《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》、《粒子加速器辐射防护规定》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。根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）的相关规定，对加速器的运行人员、检修人员及实验人员需进行外照射个人剂量监测。

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。

根据《γ射线和电子辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）规定：根据《γ射线和电子辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）规定：I 类电子束辐照装置外部的辐射水平验收和使用中的定期检测。定期检测至少每年一次。

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”。

为辐射工作场所配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

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》、《粒子加速器辐射防护规定》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。

对准备从事加速器工作的人员，须进行就业前的体格检查，健康合格者才能参加这份工作。对已从事加速器工作的人员，应定期进行医学检查，建立健康档案，并根据健康状况作出其从事放射工作是否适宜或应受到某种限制的鉴定。对于接受过应急照射或事故照射的人员须根据受照程度进行合理的医学追踪研究和采取一定的处理措施（包括劳保待遇）。对已确诊为放射性职业病的人员，除应按有相关规定给予必要的劳保待遇外，还应采取完善的医疗措施，使他早日康复。

（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，其照射记录至少保存 30 年。

根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）的要求，除妥善保存加速器原辐射防护设计档案外还应保存下列资料：

①个人剂量记录。当人员调动时应复制十份转至新工作岗位；人员死亡后，除对死因有争议者外，其他人员可再保存 10 年；

②辐射事故情况报告及其处理意见，辐射防护评价报告和有价值的监测结果，以及本底调查资料。这些资料应长期保存；

③风扇测量仪器的检修和刻度记录。这些资料的保存年限应和该仪器同寿命；

④辐射联锁线路的检修和改动情况的记录。这些资料的保存年限视其对加速器运行的参考价值而定，一般和应和加速器同寿命。

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辐射室厢体的生产商，确保辐射室厢体的屏蔽厚度、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，要特别关注核心的电子加速器、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) 若与电子加速器相关的冷却系统、真空系统、高压系统等发生故障，需由加速器生产厂家负责维修。

(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) 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。

(6) 填写《辐射装置维修台帐》，包括：

a. 所有检修必须有规范的记录，包括检验日期；检验时的辐射源条件；取样方法；检验所使用仪器的型号、产品系列序号；检验结果、检验人等。

b. 检验所使用的仪器，在第一次使用之前、每次检修后，或在主管部门规定的校准时限到来之前，必须进行校准。检测记录中，必须列出检验仪器的计量证书号及校正因子与转换系数。

c. 检验报告，除上述检验记录项目外，应评价检验结果，给出明确的结论意见，并说明结论所依据的国家标准。

(7) 辐射安全管理机构负责对台帐登记进行监督。

广东瀚秋智能装备股份有限公司

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：

管理机构	姓名	职务	部门	联系电话
组长	马小波	总经理	总经办	██████████
成员	林斌	副总经理	总经办	██████████
	张名全	制造总监	制造中心	██████████
	李杰	工艺实施组长	应用中心	██████████
	杨显涛（专职人员）	标准培训组长	职能中心	██████████

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）出厂前调试时，辐射室厢体存在质量问题，调试过程未采取可靠的辐射监测措施，导致调试人员受到不必要的照射。

（2）装置检修过程中，没有采取可靠的断电措施且意外开启装置，导致检修人员受到意外照射。

（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										