

核技术利用建设项目

四川省农业科学院
农作物航天育种实验室项目
环境影响报告表
(公示本)

四川省农业科学院

2020 年 4 月

生态环境部监制

表 1：项目基本情况

建设项目名称		农作物航天育种实验室项目				
建设单位		四川省农业科学院				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***	
注册地址		四川省成都市外东静居寺路 20 号				
项目建设地点		成都市新都区四川省农业科学院现代农业科技创新示范园内				
立项审批部门		四川省发展和改革委员会	批准文号	川发改高技[2018]58 号		
建设项目总投资 (万元)	1800	项目环 保投资 (万元)	335.02	投资比例(环 保投资/总投 资)	18.61%	
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它		占地面积 (m ²)	360	
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			
	其他					

项目概述

一、概况

1.1 建设单位简介

四川省农业科学院（以下简称“农科院”，社会信用代码：12510000450713788E），是四川省人民政府直属的正厅级事业单位，前身为1938年成立的四川省农业改进所，1964年正式建制为四川省农业科学院。全院现设作物所、土肥所、植保所、生核所（四川省农业科学院生物技术核技术研究所）、遥感所、信息所、测试中心、园艺所、茶叶所、水稻所、经作所、蚕业所、水产所等13个研究所（中心）

和实验场、服务中心2个服务机构。本项目为农科院所有，由下属单位四川省农业科学院生物技术核技术研究所管理和运营，其前身为1960年成立的四川省农科所生理遗传系，1983年更名为四川省农业科学院原子能农业应用研究所，1987年改名为四川省农业科学院生物技术核技术研究所，是四川省省属科研事业单位。

主要研究方向和内容：利用生物技术和核技术相结合，开展农作物、果树、花卉新资源、新品种的创制和选育及新技术新方法的应用研究；开展植物化控调节、经济和药用植物脱毒快繁、商品辐照加工、同位素示踪等领域的研究与技术服务。“八五”以来，重点开展水稻、小麦、玉米、薯类等农作物高新技术遗传育种、基因克隆与转化、新型农用投入品的研究开发；同时对外提供药品、化妆品、医用手术薄膜、食品、调味品的辐射灭菌；图书档案、竹木器具的辐射杀虫、高分子材料的辐射交联、辐射改性等技术服务。

目前，四川省农业科学院未取得辐射安全许可证。

1.2 项目概况及由来

四川省农业科学院在成都市新都区建设了现代农业科技创新示范园，该园区已进行了环评并取得批复，批复文号为成环建评[2010]959号。为加强辐照技术在农作物航天诱变育种中的应用，农科院拟在该园区建设农作物航天育种实验室厂房，新建1座辐照用电子直线加速器机房，位于该厂房北侧，机房内安装使用1台10MeV，20kW的电子直线加速器，属于Ⅱ类射线装置，用于农作物航天诱变育种和食品改

性。

本项目为新建，且须加强加速器在应用中的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保项目运行不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。

根据中华人民共和国生态环境部 1 号令《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》和中华人民共和国环境保护部第 44 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本项目涉及新增使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表。为此，四川省农业科学院委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对该项目开展环境影响评价工作（见附件 1）。我院接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川省农业科学院农作物航天育种实验室项目环境影响报告表》。

二、项目概况

2.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：农作物航天育种实验室项目

建设单位：四川省农业科学院

建设性质：新建

建设地点：四川省新都区四川省农业科学院现代农业科技创新示范园内，具体地理位置图见附图 1。

2.2 建设规模

本项目主要建设内容：四川省农业科学院在成都市新都区现代农业科技创新示范园内新建农作物航天育种实验室厂房(长 52m×宽 40m×高 12m)，在厂房北侧新建 1 座直线加速器机房，占地面积 430m²，机房内安装一台 10MeV，20kW 的电子直线加速器，属于 II 类射线装置，用于农作物航天诱变育种和改善食品品质。

农作物航天育种实验室厂房为柱子钢结构，外墙板及屋面板为铁皮夹芯板，除辐照机房外，厂房内其他区域均为辐照货物储存区；加速器机房分为上下二层，一层为辐照室和控制室，二层为加速器主机厅、设备室、备件室、备用间和吊装平台。

一层辐照室尺寸为长 19.3m×宽 16.8m×高 3m；北侧墙体为 2.8m 厚混凝土；东侧和西侧墙体北段为 2.6m 厚混凝土，南段为 2m 厚混凝土；南侧设置长度为 6.7m 的迷路，迷道内墙为 1.4m 厚混凝土，迷道外墙为 0.5m 混凝土；辐照室中间用长 10m、厚 2.6m 的混凝土分隔，辐照室顶为 1.0m 厚混凝土；地下无房间，不考虑地面防护。防护门为不锈钢栅栏门。其结构见附图 4-1。

二层加速器主机厅尺寸为长 13.3m×宽 8.15m×高 5.1m。东侧墙体为 2.2m 厚的混凝土；西侧设置长度为 6.68m 的迷路，迷路内墙为 1.8m 厚混凝土，迷路外墙为 0.6m 厚混凝土；南侧墙体为 2.4m 厚的混凝土，

北侧墙体为 2.2 厚混凝土；屋顶为 1.5m 厚的混凝土；防护门安装为不锈钢栅栏门。其结构见附图 4-2。

本项目建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容表

射线装置名称	使用的射线装置类别	使用的射线装置数量	活动种类	工作场所名称
10.0MeV-20kW 电子加速器	II 类	1 台	使用	农作物航天育种实验室厂房加速器机房

2.3 项目组成及主要环境问题

本项目拟建设加速器辐照室被辐照物质进出设置了一套辊道传送系统，传送系统为全不锈钢制。

本项目加速器每天运行时间最长为 24h，年最大运行时间 300 天，加速器年出束时间不超过 7200h。加速器主射方向定向朝地。

本项目组成及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	农作物航天育种实验室厂房	农作物航天育种实验室厂房为柱子钢结构，外墙板及屋面板为铁皮夹芯板，厂房尺寸为长 52m×宽 40m×高 12m。	施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等。	/

	加速器机房： 拟 安 装 1 台 10MeV-20kW 电子 直线加速器，属于 II类射线装置，最 大电子束能量为 10MeV，束流强度 为 2mA，加速器主 机位于二层主机 厅，靶位于一层辐 照室，其主射定向 朝地，年工作时间 不超过 7200h。	辐照室尺寸为长 19.3m×宽 16.8m×高 3m；北侧墙体为 2.8m 厚混凝土；东侧和西侧 墙体北段为 2.6m 厚混凝土， 南段为 2m 厚混凝土；南侧设 置长度为 6.7m 的迷路，迷道 内墙为 1.4m 厚混凝土，迷道 外墙为 0.5m 混凝土；辐照室 中间用长 10m、厚 2.6m 的混 凝土分隔，辐照室顶为 1.0m 厚混凝土；地下无房间，不 考虑地面防护。	设备安装调试 过程中可能产 生 X 射线	X射线 臭氧 噪声
		二层加速器主机厅尺寸为长 13.3m×宽 8.15m×高 5.1m。东 侧墙体为 2.2m 厚的混凝土； 西侧设置长度为 6.68m 的迷 路，迷路内墙为 1.8m 厚混凝 土，迷路外墙为 0.6m 厚混凝 土；南侧墙体为 2.4m 厚的混 凝土,北侧墙体为 2.2 厚混凝 土；屋顶为 1.5m 厚的混凝土； 防护门安装为不锈钢栅栏 门。		
		辊道传送系统		
辅助工程	厂房外环绕道路、加速器控制室 1 间（45.6m²）， 设备间 2 间（22.62m²,28.08m²), 电气室，计量室 2 间（47.52m²、19.44m²），备件室 1 间（32.4m²）， 备用房间 1 间。	施工废水、扬 尘、施工机械噪 声、建筑垃圾等	生活污水、 生活垃圾	
公用工程	配电、供电和通讯系统等		/	
环保工程	生活污水依托基地污水处理系统（沼气净化+湿地）处理后用于基地内绿化浇灌，不外排；办公、 生活垃圾依托基地已有收集系统统一收集由市政 环卫部门统一清运。	依托基地已有 设施	/	
办公及生活设施	办公用房		生活废水、 生活垃圾	

2.4 主要设备配置及主要技术参数

本项目主要的设备配置见表 1-4。

表 1-4 电子直线加速器的主要技术参数表

型 号	型号待定
电子束能量	10MeV
电子束流强度	2 mA
出束窗与束下传输线距离	100cm
工作方式	电子束照射
最大束流功率	20kW

三、项目选址合理性、布局合理性及实践正当性分析

3.1 项目选址合理性分析

本项目电子直线加速器机房拟建地位于成都市新都区农业科学院现代农业科技创新示范园内，该示范园主要用途为四川省农科院建设的农业科研实验基地。该基地占地面积 2400 亩，东侧为成金青快速路，南侧、西侧和北侧主要为农田和一些农村居民房。

本项目有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。基地外环境关系见附图 2。

3.2 布局合理性分析

本项目加速器机房位于农作物航天育种实验室厂房北侧，除机房外，厂房内其余空间均为辐照货物存储区。厂房四周为环绕道路，南侧隔道路为停车场、绿化，停车场外为基地内道路和农田；厂房西侧隔道路为农田，南侧隔道路为绿化，绿化外面为农田和一个废弃的气站；东侧为园内道路，隔道路对面为 GMP 生产车间，距离机房约 30m；东南面为食用菌加工厂房，距离机房约 40m。辐照机房及周围的外环境关系见附图 3。

本项目加速器机房配套的控制室紧邻一层辐照室南侧；计量室、设备间和吊装平台紧邻二层加速器大厅周围；辐照产品辊道输送系统设置在一层辐照大厅内，铺卸货物处位于控制室南侧，距离迷路口较远。

本项目辐照机房依据科学规划、合理布局、辐射防护、安全管理的原则进行建设。总体来看，辐照机房的平面布置既便于各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理的。

3.3 与周边环境的相容性分析

本项目运行不产生生产废水，工作人员产生的生活废水依托基地污水处理系统（沼气净化+湿地）处理后用于基地内绿化浇灌，不外排；办公、生活垃圾依托基地已有收集系统统一收集由市政环卫部门统一清运，不会对当地环境产生明显影响；本项目运行阶段，产噪设备为风机，经隔声后声级约为 65dB（A）左右，随着距离的衰减，厂界噪声可以达到《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348—2008）2 类区标准限值要求，不会对周围声环境产生明显影响。本项目运行阶段产生的电离辐射经机房墙体、防护门等有效屏蔽后对周围环境影响较小，与周围环境相容。

3.4 实践正当性

辐照育种相对于传统育种的优点是突变率比自然变异率高 100~1000 倍，方法简便，且育种周期短。辐照可引起生物体遗传器官

的某些变异，如染色体或核酸分子的某种断裂，有可能使原品系遗传中的某些不良基因丢失而保持原来的优良基因，从而达到高产、早熟、增强抗病能力及改善营养品质的目的。但是，由于在辐照过程中射线的应用可能会造成如下放射性环境问题：

（1）给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响；

（2）射线装置的使用及管理的失误会造成严重的辐射安全事故；

建设单位在开展辐照过程中，对射线装置使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术应用的实践具有正当性。

表 2：放射源

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

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

表 3：非密封放射性物质

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

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

表 4：射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大 能量 (MeV)	额定电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	电子直线加 速器	II	1	10.0MeV- 20kW	电子	10.0	2	辐照使用	加速器机房	新建

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类 别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强 度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

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
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——

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

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

表 6：评价依据

法 规 文 件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 01 月 01 日实施)； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2016 年 9 月 1 日实施)； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日实施)； (4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院 682 号令)； (5) 《四川省辐射污染防治条例》(四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过)； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令)； (7) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》(环境保护部第 44 号令)； (8) 《射线装置分类办法》(生态环境部 2017 年第 66 号)； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局第 31 号令)； (10) 《关于修改放射性同位素与射线装置安全许可管理办法的决定》(环保部令第 3 号)； (11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环保部 18 号令)
技 术	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

标准	(GB18871-2002) ; (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) ; (3) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》 (HJ979-2018);
其他	(1) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》 (第三版); (2) 《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》 (川环函[2016]1400 号)

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，且项目所在场所均有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，结合本项目的特点，确定评价范围重点关注以加速器机房边界外 50m 范围内的区域。

保护目标

本项目及周边为农科院农业科研基地。根据电子加速器机房拟建地周围的外环境关系、机房的平面布局及外环境关系，以及项目厂址周围环境特点，确定该项目评价范围内的保护目标（见表 7-1）。

表 7-1 主要环境保护目标

	保 护 名 单		人 数	位 置	距离辐射源的距离
辐 射 环 境	职 业	加速器	7 人	辐照室南侧控制室内	13m~16m
	公 众	辐照材料传送系统操作人员	9 人	辐照室南侧控制室南侧	16.7~20m
		农作物航天育种实验室厂房内其他工作人员	<10 人	辐照室北侧农作物航天育种实验室厂房内	18m~50m
		农作物航天育种实验室厂房南侧停车场	流动人群	加速器机房南侧	12m~26m
		农作物航天育种实验室厂房周围过路人员	流动人群	农作物航天育种实验室厂房周围	5m~50m
		GMP 生产厂房	<30 人	加速器机房东侧	25m~50m

评价标准

根据成都市生态环境局关于《四川省农业科学院农作物航天育种实验室项目执行环境标准的批复》（成环核[2020]复字 23 号），本项目应执行的环境保护标准如下。

1、环境质量标准

（1）地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

（2）环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

（3）噪声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

2、污染物排放标准

（1）废水：排入设置二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级排放标准）。

（2）废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）中的二级标准；

（3）施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相关标准；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准。

3、剂量约束值

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各

项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。项目管理限值按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束值的 1/4 执行，即 5mSv/a。

②公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。项目管理限值按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

4、加速器机房屏蔽墙外剂量控制水平

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)的要求，电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外30cm处及以外区域周围剂量当量率不能超过2.5μSv/h。

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

四川省农业科学院航天育种实验室厂房位于成都市新都区现代农业科技创新示范园内，本项目位于该厂区北侧。

项目周围为四川省农科院农业科研实验基地，评价区域范围内尚未发现受保护的生态敏感目标和居民点。

本项目主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境监测评价。为掌握项目拟建地辐射水平，我院对项目拟建地辐射环境进行了本底监测。监测结果列于表8-2。

1、监测方法与标准

(1) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)

2、监测时间

2020 年 4 月 2 日

3、监测外环境条件

环境温度：15℃~16℃；环境湿度：62%~64%；天气状况：晴。

4、监测仪器

表 8-1 监测仪器一览表

项目	监测方法	监测仪器
X- γ 空气吸收剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)	仪器名称：便携式 X- γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：018 检出限：1 $\times$ 10 ⁻⁸ Gy/h 检定证书编号：检定字第 2019-66 号 检定单位：四川省核工业辐射测试防护设备计量检

	定站 检定日期：2019 年 10 月 29 日 有效日期：2020 年 10 月 28 日
--	--

6、 监测结果

监测结果见表 8-2。

表 8-2 辐照机房周围 X- γ 空气吸收剂量率监测结果

测量点号	测量点位置	X- γ 吸收剂量率($\times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差	备注
1	机房拟建地	8.6	0.24	/
2	机房拟建地北侧	8.5	0.16	/
3	机房拟建地东侧	8.9	0.26	/
4	机房拟建地南侧	8.7	0.05	/
5	机房拟建地西侧	9.5	0.13	/

从表 8-2 中得出结论：四川省农业科学院拟建加速器机房内及周围 X- γ 辐射剂量率范围为 8.8×10^{-8} Gy/h $\sim 9.2 \times 10^{-8}$ Gy/h，属于四川省正常天然辐射水平 6.55×10^{-8} Gy/h $\sim 21.42 \times 10^{-8}$ Gy/h（引自：《2018 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部））。

表 9：项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、 施工期工艺分析

1、土建、装修施工的工艺分析

本项目农作物航天育种实验室厂房和加速器机房在农科院现代农业科技创新科研实验基地内建设，不新增用地。该基地施工期及运营期环境影响已在《四川省农业科学院新都实验基地（中国农业科技西南创新中心科研实验基地）建设项目环境影响评价报告表》进行了评价。项目机房土建施工与厂房的主体工程同步进行，机房墙体采用混凝土连续浇筑，避免墙体或两面墙体衔接处有漏缝和气泡产生，浇筑完成后对屏蔽墙体进行装修（如表面粉刷，喷涂，钻贴等），最后安装设备。

2、设备安装调试期间的工艺分析

本项目加速器安装调试阶段，会产生 X 射线和少量臭氧，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

二、 营运期工艺分析

1、 工作原理

电子加速器是带电粒子在高频电场加速下，沿直线轨道传输的加速器装置。高频加速电场可以分为行波场和驻波场，加速电场为横磁波 TM01 模，在轴线上存在较强的电场分量，因此可以与沿 Z 轴方向运动的电子束交换能量，使电子加速。高频变压器和高频电极及其对钢筒、倍压器芯柱之间形成的分布电容组成振荡器，高频振荡器与装在加速器

内的槽路线圈、射频电极、反馈电容等所构成的外振荡槽路一起构成高频震荡，产生加速器所需要的高频功率。振荡器工作时，槽路线圈的次级可将高频电压升到 300kV。这一高频电压通过高频电极与芯柱上的半圆电晕环间的分布电容和芯柱内的整流硅堆组成的并联耦合串联倍压系统，在高压电极上产生所需的直流电压。从高压电极内的电子枪产生的电子流在此负极性电压作用下通过加速管时得到加速，从加速管中出来的高能电子束由磁扫描器在垂直方向进行扫描，改变农作物生物遗传体的基因，从而达到高产、早熟、增强抗病能力；辐照食品可改善食品品质。

项目营运期污染源项描述

一、电离辐射

1、 电子加速器辐射源

(1) 原始初级电子的直接辐射

电子束在材料中有确定的射程，它正比于电子的初始能量而反比于吸收材料的密度。辐照加工直接应用电子束照射，电子的贯穿能力较弱，能量为 10 MeV 的电子在混凝土中的射程只有几厘米。所以，几厘米厚度的混凝土就可以屏蔽电子。

(2) 韧致辐射（X 射线）

电子束轰击辊道传送系统、各结构材料和辐照产品都会产生韧致辐射（X 射线），其最大能量相当于入射电子的最大能量。X 射线具有较强的贯穿能力，所以 X 射线是加速器运行中的主要的环境影响因子。

(3) 本项目加速器电子能量不超过 10MeV,不需考虑中子和感生放射性的影响。

二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧和二氧化氮，臭氧是强氧化物，能加速材料老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸，但臭氧很不稳定，在常温下 20~50 分钟即可还原。二氧化氮的产生量为臭氧的十分之一，因此，本项目营运期间的主要废气为臭氧。

三、废水

加速器冷却水循环系统：加速器开机工作时，机器内部件产生大量的热量，通过钢筒冷阱中的冷却水进行冷却。本项目加速器冷却系统使

用冷却水为市场采购的蒸馏水，冷却水循环使用，不外排，损失主要来自于自然蒸发，年补充量约 10t/a。

四、固体废物

本项目营运期间，工作人员产生的生活垃圾经收集后，统一交由当地环卫部门处理。

五、噪声

本项目使用排风机分别位于机房北侧，功率较大，且为连续排风，因此排风机工作时将产生一定的噪声，噪声值源强约为 85dB(A)。另外，项目营运期间，辐照材料的装卸将产生噪声，噪声值源强一般低于 60dB(A)。

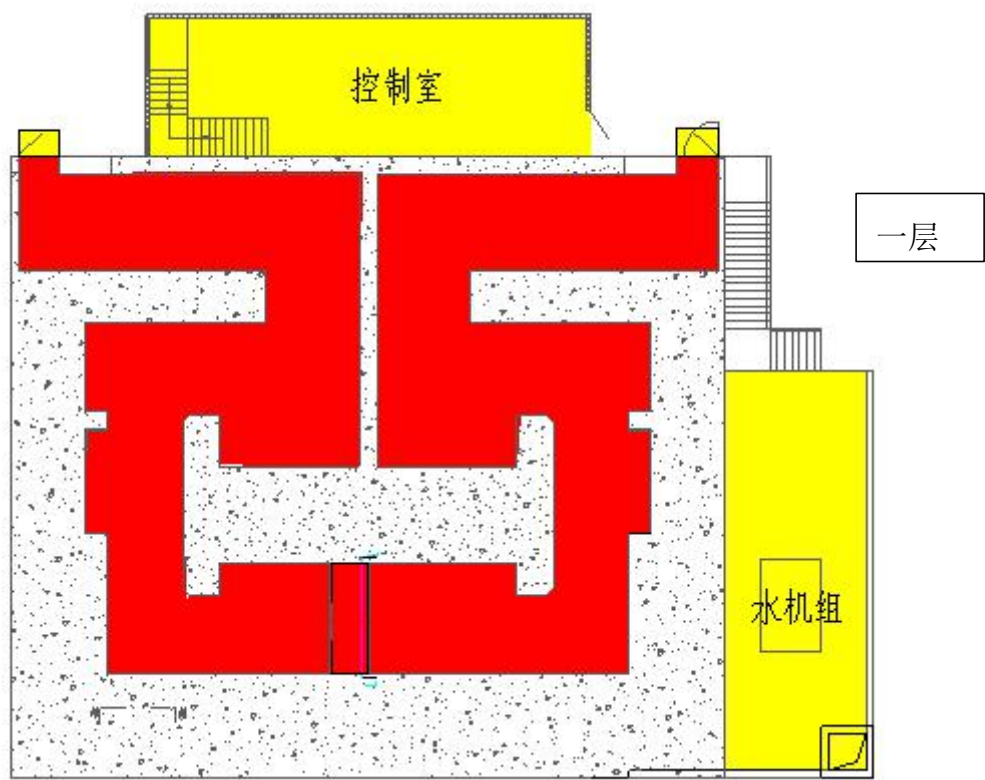
表 10：辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作区域管理

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

本项目加速器机房控制区和监督区划分如下。



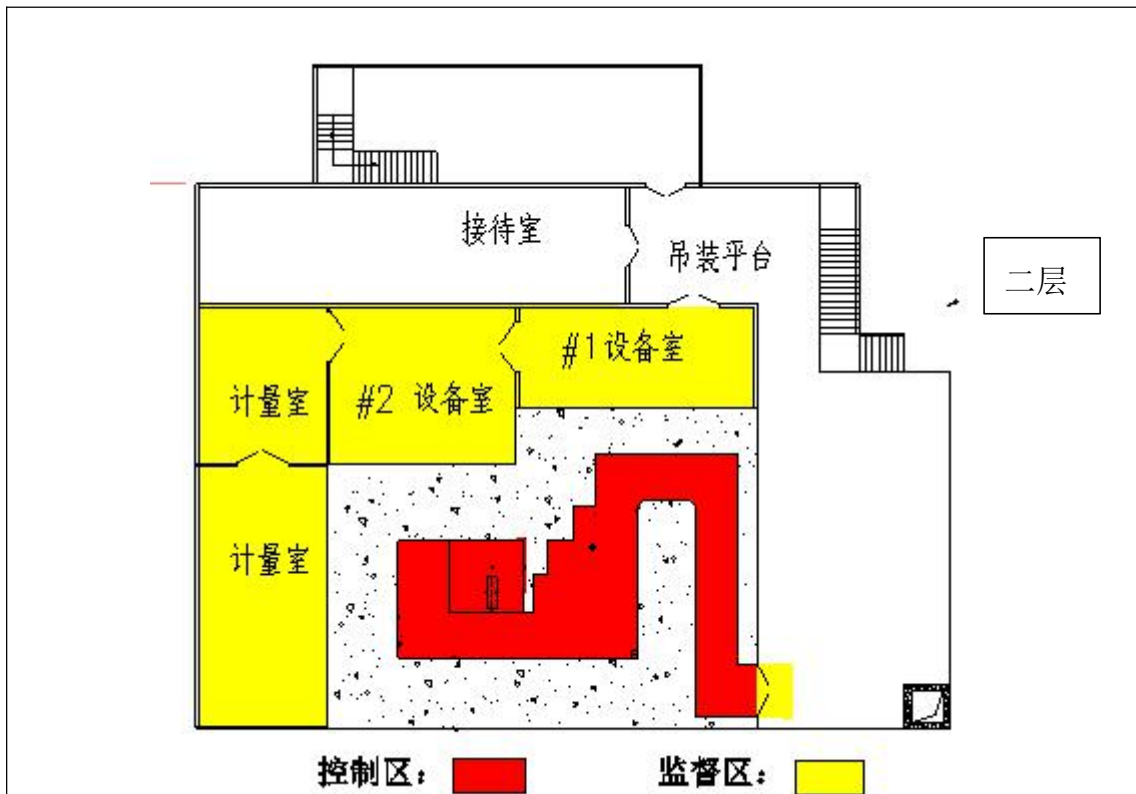


图 10-1 本项目加速器机房“两区”划分示意图

限制非职业工作人员在监督区范围内活动；人员尽量不要在辐射水平较高的区域（如产品人员通道入口等）停留，以减少不必要的照射。

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，最好使用个人剂量报警仪。

二、辐射安全及防护措施

1、设备固有安全性

本项目加速器从同方威视技术股份有限公司购买。加速器本身设有多重安全保护措施：钥匙控制、急停开关、调制器联锁、钛窗冷却联锁等。本项目加速器的固有安全性良好。本机阀门未采取特殊的屏

蔽措施，主要都是采用混凝土墙体屏蔽。

(1) 急停按钮：在控制台设有急停按钮。一旦遇到紧急情况，按下急停按钮，切断加速器供电。

(2) 调制器联锁：只有在电子枪灯丝、磁控管灯丝预热完毕，且没有故障出现时（灯终和准加灯亮），调制器才允许加高压，加速器才可以出束。一旦出现充电过流、反峰过荷、无触发、柜门打开的故障，均切断高压，加速器不出束。相应的故障灯亮。

(3) 水系统联锁：一旦水冷系统的水温、水位、水压等出现故障时，均切断高压，同时水系统停止工作，加速器不出束，故障灯亮。

(4) 真空联锁：若加速器内真空度低于设定值，则加速器停机，故障灯亮。

(5) 操作人员钥匙联锁：控制室操作人员离开操作台时，取下钥匙，加速器无法出束，避免误照射发生。

2、屏蔽体防护

一层辐照室尺寸为长 19.3m×宽 16.8m×高 3m；北侧墙体为 2.8m 厚混凝土；东侧和西侧墙体北段为 2.6m 厚混凝土，南段为 2m 厚混凝土；南侧设置长度为 6.7m 的迷路，迷道内墙为 1.4m 厚混凝土，迷道外墙为 0.5m 混凝土；辐照室中间用长 10m、厚 2.6m 的混凝土分隔，辐照室顶为 1.0m 厚混凝土；地下无房间，不考虑地面防护。防护门为不锈钢栅栏门。其结构见附图 4-1。

二层加速器主机厅尺寸为长 13.3m×宽 8.15m×高 5.1m。东侧墙体为 2.2m 厚的混凝土；西侧设置长度为 6.68m 的迷路，迷路内墙为 1.8m

厚混凝土，迷路外墙为 0.6m 厚混凝土；南侧墙体为 2.4m 厚的混凝土，北侧墙体为 2.2 厚混凝土；屋顶为 1.5m 厚的混凝土；防护门安装为不锈钢栅栏门。其结构见附图 4-2。

4、源项控制

本项目的电子加速器由有资质的厂家生产，泄漏辐射不会超过相应国家标准规定的限值。

5、距离防护

加速器机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，对控制区进行严格控制，禁止非相关人员的进入，控制区应有明确的电离辐射警告标识，并设置红色的“禁止进入电离辐射区”字样的标识；监督区为工作人员操作仪器时工作场所，非相关人员限制进入，避免受到不必要的照射。

三、辐射防护安全装置配备综合要求

为防止发生辐射事故，根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）的通知〉》（川环函[2016]1400 号）中对工业辐照加速器辐射防护安全装置的要求，本次评价根据建设单位实际采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见表 10-2。

表 10-2 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况
1•	A 出入口控制	入口电离辐射警示标志	需配置
2*		入口加速器工作状态显示	需配置
3 •		加速器厅门联锁钥匙开关	需配置
4		电视监控系统	需配置
5*		门内紧急开门按钮（指示、说明）	需配置
6		紧急出口标志	不适用

7 ·		应急照明	需配置
8*		控制台和加速器厅门同一把钥匙	钥匙不同
9*		门与束流控制联锁	需配置
10*		门与加速器高压触发联锁	需配置
11*		灯光和声音报警与加速器联锁	需配置
12		固定式辐射剂量监测仪与门联锁	需配置
13 ·		传输系统与束流联锁	需配置
14*	B 安全联锁	火灾报警仪与通风联锁	不适用
15*		通风系统与加速器联锁	需配置
16*		人员通道 2~3 道防误入装置（光电、 红外等）	需配置
17 ·		货物进出通道 2~3 道防误入装置	需配置
18		控制台上复位确认按钮	需配置
19*		联锁触动停机后须人工复位才能重启加速器	需配置
20*		清场巡更系统	需配置
21 ·		控制区内有紧急停机按钮	需配置
22	C 紧急 停机装置	按钮位置醒目及说明指示	需配置
23 ·		紧急停机按钮的自锁及复位	需配置
24*		控制台有紧急停机按钮	需配置
25	D 监测设备	控制区内固定式辐射剂量监测仪	需配置
26*		个人剂量报警仪	需配置
27 ·		个人剂量计	需配置
28*		便携式辐射监测仪器仪表	需配置
29	E 其他	灭火器材	需配置

三废的治理

一、废气处理措施

加速器运行使空气中产生少量臭氧,为了防止有害气体在辐照机房周围累积,本项目辐照室设计了通风排气系统。设计排风量为20000m³/h。排风系统与加速器联锁,排风系统不开启,不能进行产品辐照,排风系统为连续排风。排风系统的设计结构见图 10-5。

二、废水处理措施

(一)本项目加速器工作时需用循环冷却水:加速器开机工作时,机器内部件产生大量的热量,通过钢筒冷阱中的冷却水进行冷却。本项目加速器冷却系统使用冷却水为的蒸馏水,冷却水循环使用,不外

排，损失主要来自于自然蒸发，年补充量约 10t/a。

工作人员的生活污水，依托基地污水处理系统（沼气净化+湿地）处理后用于基地内绿化浇灌，不外排；不会对当地水质产生明显影响；

三、固体废物

本项目营运期间，工作人员产生的生活垃圾经收集后，统一交由当地环卫部门处理。

四、噪声

本项目使用排风机功率较大，且为连续排风，因此排风机工作时将产生一定的噪声，噪声值源强约为 85dB(A)。建设方建设风机房，将风机安装在风机房内。

五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响 一、施工期环境影响分析 本项目农作物航天育种实验室厂房和加速器机房在农科院现代农业科技创新科研实验基地内建设，不新增用地。该基地施工期及运营期环境影响已在《四川省农业科学院新都实验基地（中国农业科技西南创新中心科研实验基地）建设项目环境影响评价报告表》进行了评价。项目机房土建施工与厂房的主体工程同步进行，机房墙体采用混凝土连续浇筑，浇筑完成后对屏蔽墙体进行装修（如表面粉刷，喷涂，镶贴等），最后安装设备。期间会产生施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾以及民工生活污水和生活垃圾；以及装修施工期间的污染物，主要包括废气、废水、噪声及废弃的装修材料等。 本项目施工期较短，施工量较小，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。 二、设备安装调试期间的环境影响分析 工程完成后，在安装和调试加速器的过程中，可能产生辐射污染。加速器的安装由设备厂家的专业人员进行，建设方其他人员不得自行拆卸、安装设备。 整个调试过程在专业调试人员进入加速器辐照室巡检后，待其他无关人员离开并确保所有安全联锁有效后开机调试，调试人员在控制室内完成整个调试过程。调试人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。
--

在加速器安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在辐照室和主机厅门外设立辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时辐照室和主机厅时必须关闭加速器电源、拔出控制台钥匙并派人看守。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

三、运行阶段对环境的影响

（一）机房各屏蔽体厚度合理性分析

本项目拟在农作物航天育种实验室厂房加速器机房安装 1 台 10.0MeV-20kW 型电子直线加速器。机房分为上下两层，一层为辐照室，二层为加速器主机厅。加速器主射方向均为定向朝地，本次评价采用理论预测方法对机房的屏蔽体厚度合理性进行分析。

（1）辐照室 X 射线发射率

本项目加速器出束方向定向朝地，因此本次计算四周墙体考虑为 90° 方向上屏蔽初级 X 射线所需厚度，对各墙体进行厚度校核。加速器电子束入射能量最大为 10MeV，根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 A 表 A.1，辐照室距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率为：

$$D_{10}(90^{\circ})=60 \times 13.5 \times 2 \times 1 \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}=1.62 \times 10^3 \text{Gy/h}$$

根据附录 A 表 A.4，10MeV 电子在侧向屏蔽能量取相应等效能量为 6MeV。

（2）主机室加速器束流损失所致 X 射线发射率

电子在加速过程中发生束流损失，上层主机室辐射的主要来源为损

失的束流打在加速结构上而产生的韧致辐射。根据附录 A 公式(A-2)，辐照室距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率为：

$$D_{10}(90^{\circ})=60 \times 3.2 \times 4 \times 10^{-2} \times 1 \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}=7.68 \text{ Gy/h}$$

根据附录 A 表 A.4，3MeV 电子在侧向屏蔽能量取相应等效能量为 1.9MeV。

2、辐射环境影响分析

根据加速器机房空间大小及四周、屋顶的屏蔽厚度及加速器工作时间（7200h/a），估算出加速器周围工作人员和公众所受的有效剂量。

表 11-6 加速器机房周围各关注点 X 射线直射线的剂量当量率

预测点	预测点位置	混凝土厚度 cm	B _x	dm	q	受照者类型	剂量率 mSv/h
1A	辐照室北侧外道路	280	1.30E-08	6.5	1/16	公众	3.11E-02
1B	水冷机房	260	4.74E-08	10.45	1/16	公众	4.40E-02
1C	辐照控制室	310	1.85E-09	12.9	1	职业	1.80E-02
1C'	辐照室南侧储存区	310	1.85E-09	16.7	1	公众	1.08E-02
1D	辐照室东侧储存区	260	4.74E-08	9.45	1/16	公众	5.38E-02
2B*	主机厅西侧平台	220	1.43E-11	8.8	1	职业	1.30E-03
2C*	设备室	240	1.44E-12	4.3	1/16	公众	2.53E-02
2D*	计量室	220	1.43E-11	5.4	1	职业	6.65E-01

注：“*”关注点叠加一层透射二层的辐射剂量率。

表 11-7 加速器机房迷路入口处剂量当量率

预测点	预测点位置	受照者类型	剂量率 mSv/h
1E	辐照室迷路入口作业区	职业	3.11E-02
1E'	辐照室迷路入口作业区	职业	4.40E-02
2E	主机厅迷路入口	职业	1.80E-02

表 11-8 机房外地面关注点天空反散射剂量当量率

预测点	预测点位置	顶棚混凝土厚度 cm	受照者类型	剂量率 mSv/h
P	辐照机房外地面公众 (20m~50m)	250	公众	1.43E-04

根据表 11-6~11-8，本项目加速器运行后，机房墙外各关注点处剂量率估算值最大为 $0.665\mu\text{Sv/h}$ ，满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)中规定的电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

本项目加速器年出束时间最大为 7200h，三班倒工作制，因此每组操作和人员和辊道传送系统铺卸货物工作人员受照时间为 2400h，工作人员和公众受到的年有效剂量见下表：

表 11-9 加速器对各预测点造成的年有效剂量

预测点	预测点位置	受照类型	受照时间 t(h)	居留因子 q	总剂量 mSv/a
1A	辐照室北侧外道路	公众	7200	1/16	1.40E-02
1B	水冷机房	公众	7200	1/16	1.98E-02
1C	辐照控制室	职业	2400	1	4.32E-02
1C'	辐照室南侧铺卸货区	公众	2400	1	2.58E-02
1D	辐照室东侧储存区	公众	7200	1/16	2.42E-02
1E	辐照室迷路入口作业区	职业	2400	1	3.12E-03
1E'	辐照室迷路入口作业区	职业	2400	1	6.07E-02
2B	主机厅西侧平台	职业	2400	1	1.60
2C	设备室	公众	7200	1/16	1.40E-02
2D	计量室	职业	2400	1	1.06E-01
2E	主机厅迷路入口	职业	2400	1	4.32E-02
P	辐照机房外地面公众 (20m~50m)	公众	7200	1/16	6.44E-05

根据表 11-9，本项目运行后，职业人员受到的附加有效剂量最大为

1.60mSv/a，满足职业人员 5mSv/a 管理限值要求；公众到的附加有效剂量最大为 2.58×10^{-2} mSv/a，满足公众 0.1mSv/a 管理限值要求。

3、大气环境影响分析

(1) 臭氧的产生率

在辐照室内，空气在强电离辐照辐射下，会发生辐射分解，产生大量的臭氧。臭氧对人体有毒害，对设备有腐蚀。

平行电子束所致臭氧的产生率由下式计算：

$$P=45dIG \dots\dots\dots \text{式 11-12}$$

(2) 辐照室臭氧的平衡浓度

在电子加速器辐照装置正常运行期间，臭氧不断产生，考虑到室内连续通风和臭氧自身的化学分解（有效化学分解时间约 50min），辐照室空气中臭氧的平衡浓度 C_s 由下式计算：

$$C_s = \frac{PT_e}{V} \dots\dots\dots \text{式 11-13}$$

$$T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d} \dots\dots\dots \text{式 11-14}$$

经计算，辐照室内臭氧平衡浓度为 8.79mg/m³，平衡浓度大于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值≤0.16mg/m³ 要求。

(3) 臭氧排放

由于臭氧浓度不满足要求，因此在电子加速器辐照装置停止运行后，人员不能直接进入辐照室，风机需继续运行，其运行时间 T 由下式计算：

$$T=-T_e \ln (C_0/C_s) \dots\dots\dots \text{式 11-15}$$

由式 11-15 计算出，电子加速器辐照装置停机后，辐照室内的排风

机继续工作约 4.62min 后,辐照室内臭氧浓度可满足《室内空气质量标准》0.16mg/m³ 标准限值要求。

环评要求: 辐照室加速器停机后,继续排风 5min 以后工作人员才能进入辐照室。

4、声环境影响分析

本项目噪声源距离厂房边界最近为 8m,距离基地边界最近约 200m,因此厂界噪声可以达到《工业企业厂界噪声排放标准》(GB12348—2008) 2 类区标准限值要求,不会对周围声环境产生明显影响。

5、水环境影响分析

本项目运行不产生生产废水,工作人员产生的生活废水依托基地污水处理系统(沼气净化+湿地)处理后用于基地内绿化浇灌,不外排;对周围水环境无明显影响。

6、固体废物影响分析

本项目运营期工作人员产生的办公、生活垃圾依托厂区已有收集系统统一收集送环卫部门处置,不会对当地环境产生明显影响。

表 12：辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目由四川省农业科学院所有，农科院委托下属生物技术核技术研究所管理和运营，四川省农业科学院生物技术核技术研究所目前已成立了“辐射安全与环境保护领导小组”（见附件 6），其职责包括：（1）全面负责单位内辐射安全管理工作；

（2）认真学习贯彻国家相关法律法规、标准，结合单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；

（3）负责单位内辐射工作人员的法律法规教育和安全环保知识培训；

（4）检查安全环保设施，开展辐射环境监测，对单位内使用的 X 射线装置的安全防护情况进行年度评估；

（5）做好辐射工作人员的职业健康体检，并做好体检资料的档案管理工作；

（6）负责单位内辐射事故的处理和调查工作；

（7）定期向生态环境部门和主管部门报告安全工作，接受生态环境部门和主管部门的监督和检查指导。领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射安全与环境保护领导小组人员设置表

职务	人员
组长	蒲志刚
副组长	朱宇、宋军、刘晓军
成员	黎青、向毅、杨平华、李科、李建伟、彭宇

辐射安全管理规章制度

本项目建设单位涉及使用 II 类射线装置，根据《环保部辐射安全

与防护监督检查技术程序》（环保部令 第 3 号）“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	综合	辐射安全与环境保护管理机构文件	/	需制定
2		辐射安全管理规定	/	需制定
3		辐射工作场所安全管理要求	/	需制定
4		电子加速器操作规程	/	需制定
5		安全防护设备维护、维修管理制度	/	需制定
6		加速器机房保管管理制度	/	需制定
7		X 射线装置管理制度（转让、使用、报废）	/	需制定
8	监测	监测方案	/	需制定
9		监测仪表使用与校验管理制度	/	需制定
10	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	/	需制定
11		辐射工作人员个人剂量管理制度	/	需制定
12		辐射工作人员岗位职责	/	需制定
13	应急	辐射事故/事件应急预案	/	需制定

建设单位应根据上表制定完善一整套辐射安全管理制度，并且指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况。建设单位定期对设备操作人员进行辐射安全防护知识培训，强化操作人员的辐射安全意识。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，核技术利用单位应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

1、档案管理

辐射工作单位应建立完整的档案。需要归档的材料应包括以下内容：

（1）生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。

(2) 辐照作业活动期间的相关记录和日志：包括设备检查记录、运转速度等。

(3) 辐照活动期间异常情况说明以及其他需要记录的有关情况。

2、需上墙的规章制度

(1) 《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《电子加速器操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。

(2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于400mm*600mm。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）和中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

1、个人剂量监测

本项目拟配置 7 名辐射工作人员，共需个人剂量计 7 个。项目建成投运后，建设单位需定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检定，并根据四川省生态环境厅“关于进一步加强辐射工作人

员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49 号）做好个人剂量管理的工作。建设单位需具备自行辐射环境监测的能力，配备必要的监测仪器。

环评要求：①加速器机房建成投运后，保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计。加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到定期送检，专人专戴；②建立辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案要保存终身；③当单季度辐射工作人员个人剂量检测数值超过 1.25mSv 时，建设单位要对该工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当单年个人剂量超过 50mSv 或连续 5 年的平均个人剂量超过 20mSv 时，应立即采取措施，报告发证机关，并开展调查处理。检查报告及有关调查报告应存档备查。

辐射事故应急

1、为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理，促进核技术应用工作场所的安全应用，保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求制定《辐射事故应急预案》，其内容应包括：①应急机构和职责分工；②应急人员的组织；③培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序。

2、辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

3、一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射安全与环境保护管理领导小组按照应急程序上报当地生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13：结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：农作物航天育种实验室项目

建设单位：四川省农业科学院

建设性质：新建

建设地点：四川省新都区四川省农业科学院现代农业科技创新示范园内，具体地理位置图见附图 1。

本项目主要建设内容：四川省农业科学院在成都市新都区现代农业科技创新示范园内农作物航天育种实验室厂房北侧，新建 1 座直线加速器机房，占地面积 430m²，安装一台 10MeV，20kW 的电子直线加速器，属于 II 类射线装置，用于农作物航天诱变育种和改善食品品质。

2、本项目产业政策符合性分析

项目属于核技术在医学领域内的运用，根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于第一类鼓励类（第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”）项目，符合国家现行产业政策。

3、本项目选址合理性分析

本项目所开展的核技术应用项目均位于四川省农业科学院现代农业科技创新示范园内，根据现场踏勘，项目评价范围内无学校、医院、疗养院、集中居住区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水

源保护区、居民区等环境敏感点和生态敏感点等制约因素。因此本项目选址合理。

4、工程所在地区环境质量现状

四川省农业科学院拟建厂区及加速器机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为 $8.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 9.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，属于四川省正常天然辐射水平 $6.55 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 21.42 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ （引自：《2018 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部））。

5、环境影响评价结论

①辐射环境影响

经模式预测，在正常工况下，加速器投入使用后对工作人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量管理值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量管理值。

②大气的环境影响

加速器运行期间，经过通排风后，辐照室内臭氧浓度可达到《室内空气质量标准》 0.16mg/m^3 。同时不会对周围大气环境造成明显影响。

③废水的环境影响

本项目运行不产生生产废水，工作人员产生的生活废水依托基地污水处理系统（沼气净化+湿地）处理后用于基地内绿化浇灌，不外排；对周围水环境无明显影响。

④固体废物的环境影响

本项目运营期工作人员产生的生活垃圾经厂区内垃圾桶统一收集后交由当地环卫部门，对周围环境影响较小。

⑤噪声环境影响

本项目噪声源排风机距离基地界最近为 200m，经预测，厂界噪声可以达到《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348—2008）2 类区标准限值要求，不会对周围声环境产生明显影响。

6、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制订辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

7、环保设施与保护目标

建设单位需按设计和环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，拟制定辐射事故、应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对在一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，即具备本项目辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告

提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在成都市新都区现代农业科技创新示范园内进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

建议和承诺

（1）认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项辐射安全防护工作。

（2）项目建成投运后定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报发证机关，报送内容包括：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场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥存在的安全隐患及其整改情况；⑦其他有关法律、法规规定的落实情况。

（3）在加速器投运后，一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告上级主管单位和属地生态管理部门。

（4）建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。在申领、延续、更换辐射安全许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

2、项目竣工验收检查内容

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 682 号令），工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，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，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环保设施竣工验收一览表

类别		环保设施/措施
屏蔽措施	加速器机房	包括一层辐照室四周混凝土墙体及屋顶、二层加速器主机厅四周混凝土墙体及屋顶、栅栏防护门 2 扇，防盗门 1 扇
安全装置		门机联锁装置
		门灯联锁装置
		巡检开关
		紧急停机按钮装置（辐照室和主机厅各一个，控制室一个）
		拉线开关 2 套
		视频监控系统（21 个摄像头）
		红外光电联锁 3 套（9 个）
		工作状态指示灯 3 个
		警铃 1 套
		电离辐射警告标志若干
监测仪器及警示装置		便携式 X- γ 辐射监测仪 1 台
		个人剂量计 7 个
		个人剂量报警仪 2 个
		室内固定式辐射剂量报警仪
废气处理		20000 m ³ /h 风机 1 台、15m 高排风管道 1 套
隔声处理		修建风机房

表 14： 审批

下一级环保部门预审意见：	
	公 章
经办人	年 月 日

审批意见：	
	公 章
经办人	年 月 日