

核技术利用建设项目

工业电子加速器辐照项目

环境影响报告表

山东君信辐照有限责任公司

2019 年 8 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

工业电子加速器辐照项目

环境影响报告表

建设单位名称：山东君信辐照有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：金乡县鸡黍镇任楼村

邮政编码：272208

联系人：苏成佳

电子邮箱：441676293@qq.com

联系电话：18615566039

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	工业电子加速器辐照项目		
环境影响评价文件类型	环境影响报告表		
一、建设单位情况			
建设单位（签章）	山东君信辐照有限责任公司		
法定代表人或主要负责人（签字）			
主管人员及联系电话	苏成佳 18615566039		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（签章）	山东海美依项目咨询有限公司		
社会信用代码	91370102776341355D		
法定代表人（签字）			
三、编制人员情况			
编制主持人及联系电话	贾丽 0531-80795818 13395418058		
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书编号	签字	
贾丽	0011789		
2. 主要编制人员			
姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
陈爱燕	0011787	项目概述/评价依据/保护目标与评价标准/环境质量和辐射现状	
杜少文	00016733	项目工程分析与源项/辐射安全与评价/环境影响分析/辐射安全管理/结论与建议	
四、参与编制单位和人员情况			

	姓名:	贾丽
	Full Name	
	性别:	女
	Sex	
	出生年月:	1984. 03
	Date of Birth	
	专业类别:	
	Professional Type	
	批准日期:	2012年05月27日
	Approval Date	
持证人签名: Signature of the Bearer		
管理号: 12353743512370155 File No.:		
签发单位盖章: Issued by		
签发日期: 2012 年 08 月 27 日 Issued on		

贾丽 您好,

您的【再次申报】,【类别变更】申报已获得批准,详细信息如下:

姓名: 贾丽

职业资格证书编号: HP0011789

从业机构: 山东海美依项目咨询有限公司

登记类别: 输变电及广电通讯

有效期限: 2019-03-19

登记编号: B245202710

环境保护部环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室

联系方式: (010) 65602343 (010) 65602346 (兼传真)

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: 0011787
No.:



持证人签名:

Signature of the Bearer

管理号: 12353743512370067
File No.:

姓名:

Full Name 陈爱燕

性别:

Sex 女

出生年月:

Date of Birth 1984. 03

专业类别:

Professional Type

批准日期:

Approval Date 2012年05月27日

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2012年08月27日

Issued on

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00016733
No.



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 2015035370352014373003000200
File No.

姓名: 杜少文
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1984. 11
Date of Birth
专业类别: /
Professional Type
批准日期: 2015年05月24日
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by

签发日期: 2015年 08 月 24 日
Issued on





营业执照

(副本)

2-2

统一社会信用代码 91370102776341355D

名称 山东海美依项目咨询有限公司
类型 有限责任公司(自然人投资或控股)
住所 山东省济南市历下区经十路9777号鲁商国奥城2号楼2101室
法定代表人 徐宗波
注册资本 伍佰万元整
成立日期 2005年06月23日
营业期限 2005年06月23日至 年 月 日
经营范围 工程项目咨询、工程设计、工程监理;环境影响评价、环境监理、安全评价、可行性研究及技术服务、咨询(凭资质证经营);科技中介服务。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)



登记机关



2018 年 01 月 19 日

提示:1.每年1月1日至6月30日通过企业信用信息公示系统报送并公示上一年度年度报告,不另行通知;

2.《企业信息公示暂行条例》第十条规定的企业有关信息形成后20个工作日内需要向社会公示(个体工商户、农民专业合作社除外)。

企业信用信息公示系统网址:
<http://sdxy.gov.cn>

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

社 会 保 险 个 人 权 益 记 录 单

验证码: JNRS18e94db802b56468

姓名	贾丽	身份证号码	370523198403070321		
当前参保单位	山东海美依项目咨询有限公司		参保状态	在职人员	
(2018 年 06 月至 2019 年 06 月) 缴 费 情 况					
参保单位	起始时间	终止时间	缴费月数	参保险种	备 注
山东海美依项目咨询有限公司	201806	201906	13	养老:失业:医疗:工伤:生育	----

2019 年 07 月 11 日

备注:

- 1、本证明依据个人申请用于 其他 ;
- 2、本单无需盖章,复印有效。可在六个月内登录济南市社会保险事业中心网站 (<http://jnsi.jnhrss.jinan.gov.cn>) -社保服务系统-可信电子文件验证平台,验证真伪。



社 会 保 险 个 人 权 益 记 录 单

验证码: JNRS18e94db802b8c63g

姓名	陈爱燕	身份证号码	372523198403143326		
当前参保单位	山东海美依项目咨询有限公司		参保状态	在职人员	
(2018 年 06 月至 2019 年 06 月) 缴 费 情 况					
参保单位	起始时间	终止时间	缴费月数	参保险种	备 注
山东海美依项目咨询有限公司	201806	201906	13	养老:失业:医疗:工伤:生育	----

2019 年 07 月 11 日

备注:

- 1、本证明依据个人申请用于 其他 ;
- 2、本单无需盖章,复印有效。可在六个月内登录济南市社会保险事业中心网站 (<http://jnsi.jnhrss.jinan.gov.cn>) -社保服务系统-可信电子文件验证平台,验证真伪。



社 会 保 险 个 人 权 益 记 录 单

验证码: JNRS18e94db802b7a274

姓名	杜少文	身份证号码	37061119841116351X		
当前参保单位	山东海美依项目咨询有限公司		参保状态	在职人员	
(2018 年 06 月 至 2019 年 06 月) 缴 费 情 况					
参保单位	起始时间	终止时间	缴费月数	参保险种	备 注
山东海美依项目咨询有限公司	201806	201906	13	养老:失业:医疗:工伤:生育	---

2019 年 07 月 11 日

备注:

- 1、本证明依据个人申请用于 其他 ;
- 2、本单无需盖章,复印有效。可在六个月内登录济南市社会保险事业中心网站 (<http://jnsi.jnhrss.jinan.gov.cn>) -社保服务系统-可信电子文件验证平台,验证真伪。



表 1 项目基本情况

建设项目名称		工业电子加速器辐照项目			
建设单位		山东君信辐照有限责任公司			
法人代表	苏钦元	联系人	苏成佳	联系电话	18615566039
注册地址		金乡县鸡黍镇任楼村			
项目建设地点		济宁市金乡县鸡黍镇任楼村，济宁辐照有限责任公司厂区内南侧偏西位置			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	6000	项目环保投 资(万元)	100	投资比例(环保 投资/总投资)	1.67%
项目性质	☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积(m ²)	900 (辐照厂房)
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	/			

1.1 公司简介

山东君信辐照有限责任公司成立于 2019 年 3 月 29 日，为济宁辐照有限责任公司子公司。公司注册地址位于金乡县鸡黍镇任楼村，注册资本 300 万元，现有职工 20 余人，主要开展医疗器械、药品、食品的辐照消毒灭菌等辐照加工业务。

1.2 项目建设规模

1.2.1 项目概况

山东君信辐照有限责任公司拟于济宁辐照有限责任公司厂区内南侧偏西位置建设 1 座加速器机房，并购置 1 台 DZ-10/20 型工业电子加速器，安装于加速器机房内，用于开展医疗器

械、药品、食品的辐照消毒灭菌业务。拟建加速器机房为双层建筑，一层为辐照室、维修工具间，二层为主机室、控制室及配套房间，工业电子加速器拟直立安装于主机室内，照射方向为向下照射。加速器机房建成后，公司将在机房周围搭建辐照厂房进行围挡，辐照厂房高度与加速器机房二层齐平，加速器机房位于辐照厂房内西侧位置。

截至 2019 年 6 月现场勘查，本项目加速器机房及辐照厂房拟建区域现状为空地 and 闲置房屋（拟拆除），加速器机房尚未开工建设，工业电子加速器尚未购置。

本项目为山东君信辐照有限责任公司首次开展核技术利用建设项目。项目涉及的射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装置情况

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	照射方向
工业电子加速器	II 类	1 台	DZ-10/20 型	电子	10	2	消毒灭菌	加速器机房内	向下照射

1.2.2 项目建设地点及周边情况

本项目加速器机房位于济宁市金乡县鸡黍镇任楼村，济宁辐照有限责任公司厂区内南侧偏西位置，拟建辐照厂房内西侧。项目建成后，加速器机房北侧为济宁辐照有限责任公司厂内道路、冷库；东侧为辐照厂房内产品存放区域、济宁辐照有限责任公司厂内道路、仓储车间、⁶⁰Co 车间；南侧为济宁辐照有限责任公司厂外道路、门头房、金乡县恒辉冷藏有限公司及金乡县福运面业有限公司厂房；西侧为济宁辐照有限责任公司厂内道路、双层办公楼（距机房约 13m）。加速器机房四周 50m 范围内无居民区、医院、学校等环境敏感区域，项目选址较为合理。

公司所在济宁辐照有限责任公司地理位置示意图见图 1-1，项目周边影像关系见图 1-2。

1.3 目的和任务的由来

山东君信辐照有限责任公司拟利用工业电子加速器开展医疗器械、药品、食品的辐照消毒灭菌业务，本项目的开展有利于提高产品质量，满足客户需求，且经后续分析，在采取各项防护措施后可以满足国家各项标准要求，其产生的辐射危害远小于企业和社会从中取得的利益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正

图1-1 本项目所在地理位置示意图 比例尺: 1:70万

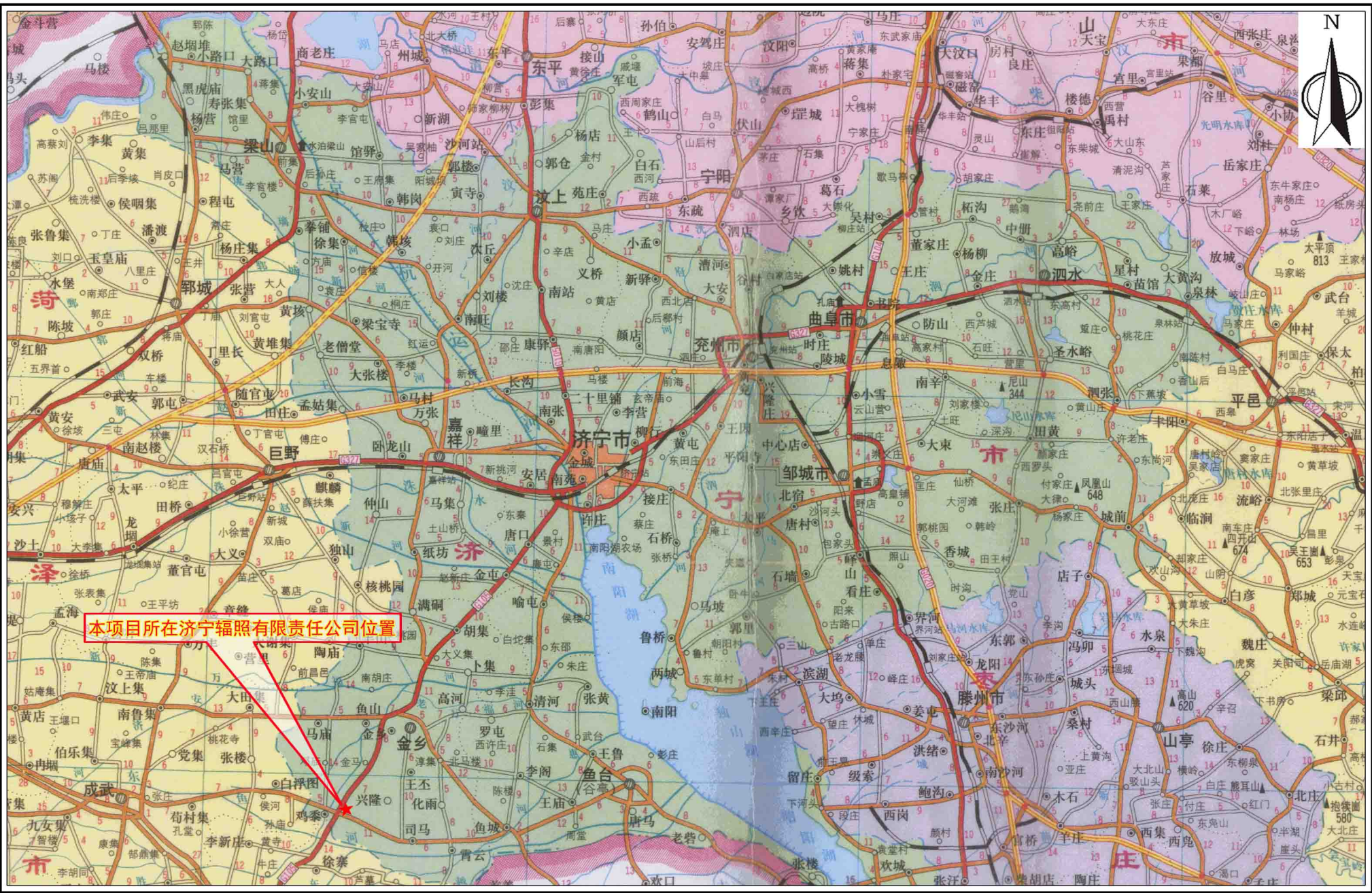
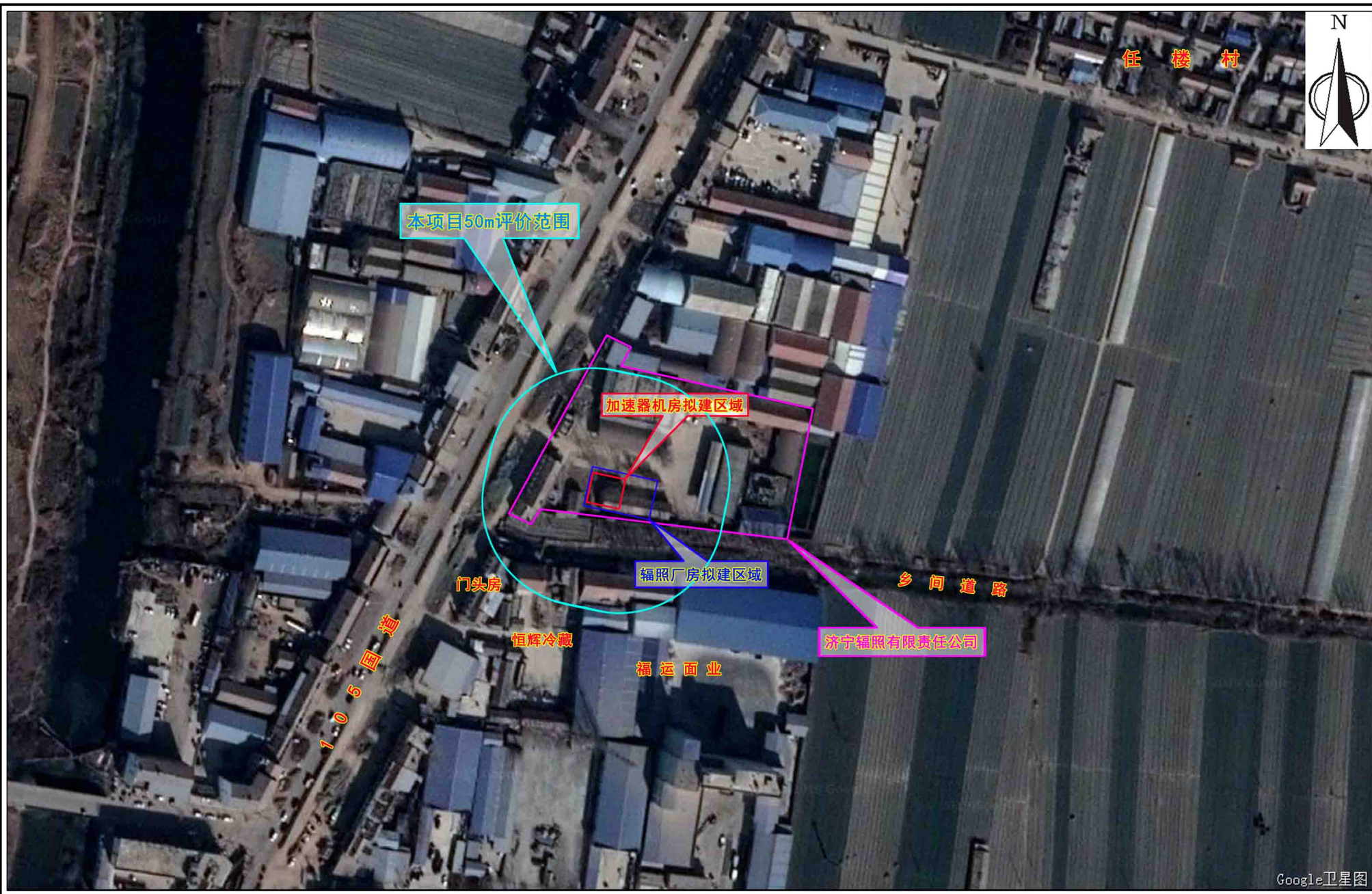


图1-2 本项目周边关系影像图 比例尺：1:2500



当性”的要求。

工业电子加速器在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，山东君信辐照有限责任公司委托我单位对其工业电子加速器辐照项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、辐射环境检测、收集和分析有关资料、理论计算等基础上，我单位于 2019 年 8 月编制完成了《山东君信辐照有限责任公司工业电子加速器辐照项目环境影响报告表》。

本项目拟购 1 台工业电子加速器用于室内作业（固定场所），核技术利用类型为使用 II 类射线装置。

表 2 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	工业电子加速器	II类	1 台	DZ-10/20	电子	10	2mA	辐照消毒 灭菌	加速器机 房内	向下 照射
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 3 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
O ₃ 、NO _x	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过通风系统排 向外部环境
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 4 评价依据

法规文件	1、《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015.1.1 施行； 2、《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 24 号，2018.12.29 修订后施行； 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003.10.1 施行； 4、《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号，2017.10.1 施行； 5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2019.3.2 修改后施行； 6、《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12.5 施行； 7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号，2006.3.1 施行，2008.11.21 第一次修订，2017.12.12 第二次修订； 8、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006.9.26 发布； 9、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5.1 施行； 10、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 1 号，2018.4.28 施行； 11、《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014.5.1 施行； 12、《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019 年 1 月 1 日施行。
技术标准	1.《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 2、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T25306-2010）；

	3. 《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002); 4. 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985); 5. 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018); 6. 《工作场所有害因素职业接触限值第1部分:化学有害因素》(GBZ2.1-2007); 7. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); 8. 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93); 9. 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001); 10. 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)。
其他	1. 山东君信辐照有限责任公司工业电子加速器辐照项目环境影响评价委托书; 2. 《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》(李德平主编,原子能出版社,1990); 3. 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站,1989年)。

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围 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》(HJ 10.1-2016) 规定要求:“放射源和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”。 本项目于固定场所内应用射线装置, 本次评价范围为加速器机房四周墙外 50m 的范围。
5.2 保护目标 本项目主要保护目标为评价范围内活动的公众成员和职业人员。职业人员为机房二层控制室内工作的 4 名工业电子加速器操作人员, 公众成员包括在机房四周 50m 范围内工作和活动的公司普通员工、济宁辐照有限责任公司等其他公司人员及偶然经过的公众人员。
5.3 评价标准 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 标准中附录B规定: B1 剂量限值: B1.1 职业照射 B1.1.1 剂量限值 B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制, 使之不超过下述限值: 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; b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv; c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv; d) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 500mSv。 B1.2 公众照射 B1.2.1 剂量限值 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: a) 年有效剂量, 1mSv; b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv;。

c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

剂量约束值通常取公众照射剂量限值的 10%~30%。本次评价保守取规定限值的 10%, 即以 2.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值; 以 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

2、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)

8.1.3 辐射防护安全要求

辐射防护安全要求如下:

a) 辐射屏蔽材料采用混凝土时, 其强度等级应高于 C20, 密度不应低于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$;

c) 监督区的辐射剂量水平应符合 GB18871-2002 和 GB5172 中的职业照射剂量限值要求; 在工程设计时, 辐射防护设计的剂量规定为: 职业人员个人年有效剂量限值为 5mSv; 公众成员个人年有效剂量限值为 0.1mSv。

3、《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)

5.1.4 II、IV 类 γ 射线辐照装置和 II 类电子束辐照装置辐照室外的辐射水平检测。

5.1.4.1 空气比释动能率的测量位置如下:

(1) γ 辐照装置贮源状态下, 贮源水井表面。

(2) 距辐照室各屏蔽墙和出入口外 30cm 处。

(3) 对于单层建筑的辐照装置, 过辐射源中心垂直于辐照室屏蔽墙的任一垂线上, 自屏蔽墙外表面至距其 20m 范围内人员可以到达的区域。

(4) 对于单层建筑的辐照装置, 当距其 50m 内建有高层楼房且高层位于辐射源照射位置至辐照装置室顶所张的立体角区域内时, 在辐照装置室顶和 (或) 相应的建筑物高层测量。

5.1.4.2 运行中的定期测量应选定固定的检测点, 它们必须包括: 贮源水井表面、辐照室各入口、出口, 穿过辐照室的通风、管线外口, 各面屏蔽墙和屏蔽顶外, 操作室及与辐照室直接相邻的各房间等。

5.1.4.3 测量结果应符合 GB17279 第 5 条 (对监督区, 在距屏蔽体的可达界面 30cm, 由穿透辐射所产生的平均剂量率应不大于 $2.5 \times 10^{-3}\text{mSv/h}$)。

4、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)

2 剂量当量限值

2.8 从事加速器工作的全体放射性工作人员，年人均剂量当量应低于 5mSv。

附录 E. 2.1 加速器设施内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）

4.2.1 辐射防护原则

（3）个人剂量约束

辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB18871 的要求。

在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：

a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；

b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。

4.2.2 辐射屏蔽设计依据

电子加速器辐照装置的屏蔽设计必须以加速器的最高能量和最大束流强度为依据。

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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。如屏蔽体外为社会公众区域，屏蔽设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。

6、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2007）

4.1 工作场所空气中化学物质容许浓度

室内臭氧浓度的接触限值为 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

7、《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

4.1 环境空气功能区分类

环境空气功能区分为二类：一类区为自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。

4.2 环境空气功能区质量要求

一类区适用一级浓度限值，二类区适用二级浓度限值。

本项目所在区域环境空气功能区为二类区，臭氧（ O_3 ）日最大 8 小时平均浓度二级限值要求为： $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

综上所述，本次评价采用 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为加速器机房四周剂量率目标控制值；采用

2.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值；采用 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值；分别采用 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $160\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 作为辐照室内和周围空气中 O_3 的浓度限值。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理位置

本项目加速器机房为二层建筑，建设地点位于济宁市金乡县鸡黍镇任楼村，济宁辐照有限责任公司厂区内南侧偏西位置。

项目所在地理位置见图 1-1 和图 1-2，济宁辐照有限责任公司厂区及辐照厂房平面布置见图 6-1。本项目加速器机房四周环境详见表 6-1。

表 6-1 本项目加速器机房周围环境一览表

工作场所	方 向	周围场所名称
加速器机房	北 面	济宁辐照有限责任公司厂内道路、冷库
	东 面	辐照厂房（拟建）内产品存放区域、济宁辐照有限责任公司厂内道路、仓储车间、 ⁶⁰ Co 车间
	南 面	济宁辐照有限责任公司厂外道路、门头房、金乡县恒辉冷藏有限公司及金乡县福运面业有限公司厂房
	西 面	济宁辐照有限责任公司厂内道路、双层办公楼

6.2 环境天然辐射水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，济宁市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 6-2。

表 6-2 济宁市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	1.69~9.75	5.53	1.32
道 路	1.62~10.54	4.34	1.59
室 内	5.02~14.27	8.22	1.83

注：表中数据摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站，1989 年。

6.3 环境质量和辐射现状

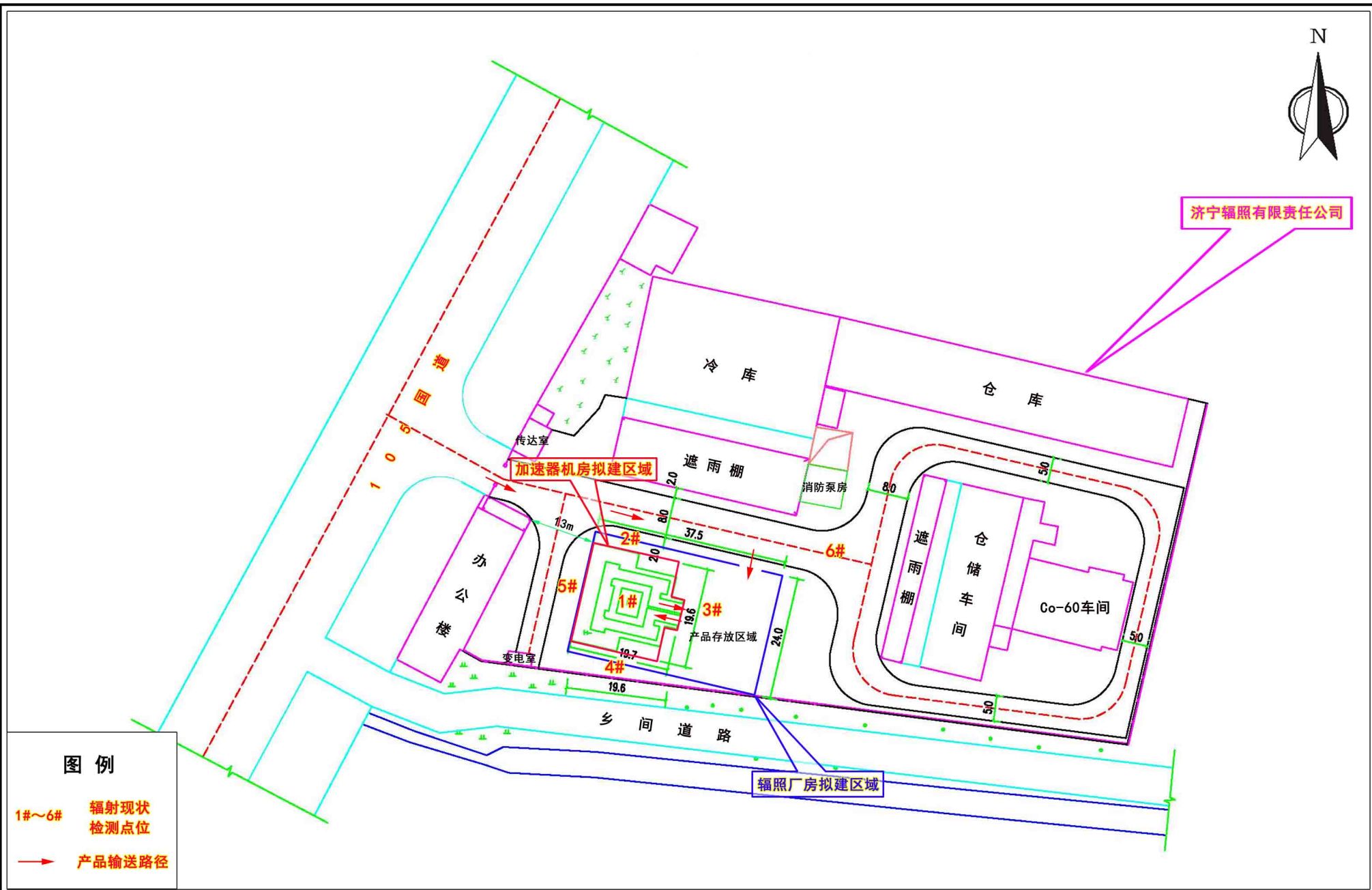
6.3.1 检测方案

本次评价根据项目实际情况制定检测计划，对本项目加速器机房拟建区域中心位置及周围辐射环境现状进行检测。检测方案如下所示：

1、环境现状评价对象

加速器机房拟建区域中心位置及周围辐射环境现状。

图6-1 济宁辐照有限责任公司厂区平面布置图 比例尺：1:1000



2、检测因子

环境 γ 空气吸收剂量率。

3、检测点位

由于目前加速器机房及所在辐照厂房均未开工建设，本次评价只进行项目场址现状值检测，在加速器机房拟建区域及其周围布设 6 个检测点， γ 空气吸收剂量率检测布点见图 6-1。

6.3.2 质量保证措施

1、检测单位

本次评价委托具备辐射检测资质的山东丹波尔环境监测有限公司开展检测。

2、检测仪器

检测仪器为 FH40G+FHZ672E-10 型便携式 X- γ 剂量率仪，系统主机测量范围为 10nGy/h~1Gy/h，天然本底扣除探测器测量范围：1nGy/h~100 μ Gy/h，能量范围 60keV~3MeV，相对响应之差 $\leq \pm 15\%$ （相对于 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源）。经中国计量科学研究院检定合格，检定证书 DYjl2018-9018，检定有效期至 2019 年 12 月 16 日，检测仪器在检定有效期内。校准因子 0.92。

3、检测人员

本次由两名检测人员共同进行现场检测，两人均为持证上岗。

4、检测方法

依据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头离地 1m，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算均值和标准偏差。

5、其他保证措施

本次检测由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数据量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料、仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。

6.3.3 检测结果

1、检测时间与条件

2019 年 6 月 25 日，天气：多云，气温：29.4℃，相对湿度 47.1%。

2、检测结果

加速器机房拟建区域周围及中心位置环境 γ 空气吸收剂量率检测结果见表 6-2。

表 6-2 加速器机房拟建区域及周围环境 γ 空气吸收剂量率检测结果 单位：nGy/h

序号	点位描述	检测结果	
		γ 空气吸收剂量率	标准偏差
1#	加速器机房拟建区域中心位置	59.1	0.46
2#	加速器机房拟建区域北侧	61.9	0.55
3#	加速器机房拟建区域东侧	59.4	0.47
4#	加速器机房拟建区域南侧	62.0	0.43
5#	加速器机房拟建区域西侧	61.8	0.48
6#	加速器机房所在济宁辐照有限责任公司厂区内 中部位置	59.6	0.43

注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值（15.5nGy/h，引自检测报告）。

6.3.4 环境现状调查结果评价

由表 6-2 的检测数据可知，加速器机房拟建区域中心位置及周围环境 γ 空气吸收剂量率现状值为 59.1nGy/h~62.0nGy/h，即 $(5.91 \sim 6.20) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于济宁市环境天然辐射水平范围内（原野 $(1.69 \sim 9.75) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ）。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工艺流程简述

本项目加速器机房尚未开工建设，施工期主要内容为加速器机房及辐照厂房的基础工程、主体工程、防护工程以及设备的安装。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，无辐射影响。本项目施工期工艺流程及产污环节见图 7-1。

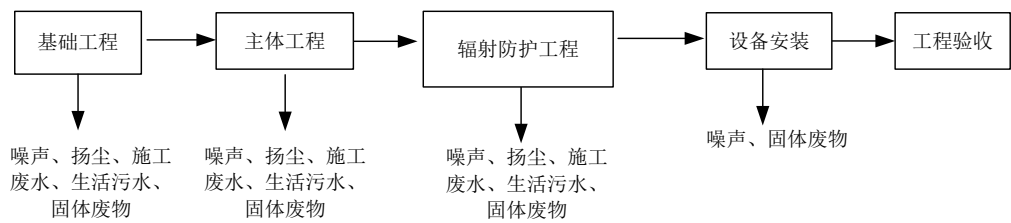


图 7-1 施工期工艺流程及产污环节

7.2 营运期工艺流程简述

7.2.1 工业电子加速器简介

1、加速器系统组成

加速器系统主要包括以下部分或系统：电子枪、加速管、供电系统、扫描系统、聚焦系统、真空系统、水冷却系统、风冷系统、控制系统和传输系统等。加速器系统整体结构见图 7-2。

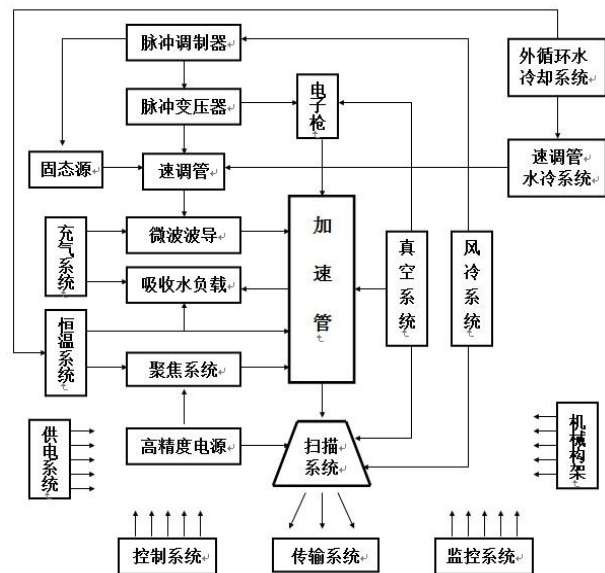


图 7-2 加速器系统整体结构图

2、工业电子加速器工作原理

脉冲变压器调产生的脉冲频率，传入电子枪，电子枪发射脉冲频率一致的脉冲电子。加速管由经速调管产生的微波功率在腔体内形成行波场，当脉冲电子进入加速管后，通过行波场进行加速使其成为高能电子束，再经扫描系统把高能电子束变成电子束带，当辐照产品经由传输系统传送到扫描窗下，高能电子将穿透产品，达到消毒灭菌的目的。

3、主要技术参数

本项目拟购买 1 台 DZ-10/20 型工业电子加速器，该型号设备主要技术指标见表 7-1。

表 7-1 拟购工业电子加速器主要技术指标

型号	DZ-10/20 型
意向厂家	中广核中科海维科技发展有限公司
电子束能量	10MeV
最大束流功率	20kW
额定电子束流	2mA
扫描宽度	1000mm
能量不稳定性	$\leq \pm 0.2\%$
束流不稳定性	$\leq \pm 0.2\%$
主射束方向	向下
加速器工作方式	自动控制

7.2.2 工作流程

本项目工作流程为：辐照产品先由厂家运输至辐照厂房外，再由工人（非本项目职业人员）进行卸货，并将产品搬运到滚道传输系统传送带上，搬运完毕后，除本项目职业人员外的其他人员立即离开辐照厂房。进行辐照前，由职业人员进入辐照室和主机室内进行检查，确定无人员滞留后，按下所有巡检开关并离开辐照室，关闭辐照室铁门和主机室防护门。人员在二层主机室东侧控制室内操作加速器系统。加速器开机后，辐照室进出口处的红外开关即启动，产品通过传输系统传送带自辐照室东南侧入口进入辐照室后自动传送至电子束下方，职业人员根据产品含菌率和客户要求调整传送带速度以控制产品受照时间，传送带速度通常设定于 1m/min~10m/min 之间。产品经电子束辐照后，自辐照室东北侧出口传送出辐照室，完成一轮辐照工作。工作人员自出口处传送带上将产品搬下，对辐照后产品进行质量检验，全部检验完毕且加速器关机后，再由工人打包直接由厂家运走或放至辐照厂房产品存放

区域暂存，本项目辐照产品走向详见图 6-1。加速器辐照工艺流程见图 7-3。

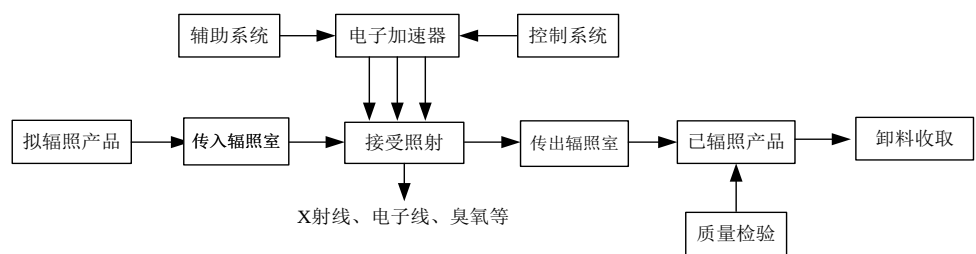


图 7-3 工业电子加速器辐照工艺流程图

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

1、噪声

本项目施工期噪声主要来自场地平整、打桩、混凝土浇筑等几个阶段，主要噪声源为打桩机、混凝土搅拌机、卷扬机等各种建筑施工机械运转时的噪声以及建筑材料运输过程中的交通噪声，另外还有设备安装过程产生的一些突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2、废水

施工期废水主要来自两个方面：一是施工泥浆废水，二是施工人员的生活废水，施工泥浆废水主要来自混凝土养护、砌砖保湿。本项目建设内容较为简单，施工期最多时期有约 10 人施工，总施工期约 60 天，用水按每人每天 50L 计算，用水量为 0.5m³/d。废水产生量以 80%计，生活污水产生量为 0.4m³/d。

3、固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，生活垃圾以每人每天 0.25kg 计，产生量为 2.5kg/d。

4、扬尘

本项目在建设施工期需进行的打桩、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建筑垃圾、施工扬尘。

7.3.2 污染因素分析与评价因子

1、X 射线

电子加速器在进行辐照时电子枪发射电子，经加速管加速，在横向扫描磁场的作用下，扫描扩展，成为均匀扫描宽度的电子束，利用电子束对产品进行辐照。电子加速过程中，部分电子会丢失，打在加速管壁上，可产生 X 射线。此外，电子束打到高原子序数物质时也会产生高能 X 射线。由于 X 射线的贯穿能力极强，可对周围环境辐射造成辐射污染，但关机后 X 射线影响即消失。在加速器运行过程中，除了由电子束在靶上产生的韧致辐射外，还可能由于其他原因产生某些次级辐射如泄露辐射、散射、反流电子引起的韧致辐射等。此外，由于韧致辐射能量较低，本项目可不考虑中子辐射影响。

2、电子束

电子加速器在运行时可产生高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。

3、放射性废物

本项目不产生放射性废气和放射性固体废物。

加速器设备中设计有冷却水循环系统，这部分水可能由于活化而带有一定放射性。本项目活化物产生量较小，且冷却水中被活化而形成的放射性核素主要为 ^{15}O 、 ^{16}N ，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，只需放置一定时间其活度就可以衰减到较低的水平。本项目加速器一次冷却水为内循环水，正常运行时在内部不断循环，不外排，因此本项目不涉及排放放射性废水。

4、非放射性污染因素分析

在加速器开机运行时，电子束与辐照室空气可通过电离作用产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目加速器机房辐照室内设有 1 套专门的排风系统，设计排风量为 $7000\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口为吸风地槽，废气进入排风道，通过排气筒向空中排放，排放口距地面的垂直高度为 20m，可高出加速器机房周围最高建筑顶部 5m 以上，该通风系统设计可以满足《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985) 和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 的相关要求。

综上所述，本次环境影响评价的评价因子为 X 射线、电子束、放射性废水和非放射性有害气体。其中，X 射线为评价重点。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全措施

8.1.1 项目分区与屏蔽设计

1、项目分区

本项目拟对加速器机房进行分区管理，将辐照室、主机室四周边界围成的区域及迷道划为控制区，与墙壁外部相邻区域，包括控制室、电气室、水冷室、辐照厂房等划为监督区，并拟在控制区边界设置电离辐射警告标志。

2、屏蔽设计

本项目加速器机房为双层建筑，一层为辐照室、维修工具间，二层为主机室、控制室及电气室等配套房间。根据建设单位提供的设计资料，加速器机房的主要设计参数如下：

根据建设单位提供的设计资料，加速器机房各房间的主要设计参数如下：

一层辐照室等房间：辐照室内东西净长 16.5m（含迷道长度），南北净宽 13.6m，净高 1.8m，净面积约 111m²，净容积约 200m³。辐照室西侧为受照区域，该区域南北净长 13.6m，东西净宽 2.7m，南、北、西墙均为混凝土结构（本项目混凝土墙体均采用 C35 混凝土，密度 2.35g/cm³，下文不再赘述），西墙厚度为 3200mm，南、北墙厚度均为 3000mm，受照区域东南侧和东北侧分别为进、出辐照产品的 Z 型迷道，受照区域和进出迷道之间为 1500mm 厚混凝土墙体围成的方形区域，该区域中间为本项目回填土。迷道外墙均为 1000mm 厚纯混凝土结构，迷道出入口处均设有铁门以防止人员误入。辐照室室顶为 1500mm 厚纯混凝土结构。辐照室东北侧设置有维修工具间。

二层主机室等房间：本项目加速器主体结构放于主机室内，主机室净长、净宽均为 4.0m，净高 4.2m，四周墙体及室顶均为混凝土结构，东墙厚度为 1000mm，西墙厚度为 1900mm，南、北墙厚度均为 2000mm，室顶厚度为 1100mm。主机室东侧房间与主机室相连，主要承担迷道功能（以下简称为“迷道间”），迷道间内放置有加速器速调管，迷道墙也采用混凝土结构，厚度为 2000mm，迷道外口处设有平移式防护门，防护能力为 30mmPb，防护门宽 1.8m、高 3.1m；门洞宽 1.2m、高 2.8m；防护门上、下、左、右与四周墙壁搭接量分别为 15cm、15cm、30cm、30cm。缝隙为 0.5~1cm，搭接宽度与缝隙比例均在 10:1 之上，可满足防护要求。迷道东侧为控制室，操作人员可通过机房南侧钢梯上到二层，由控制室南侧普通

图8-1 加速器机房一层辐照室平面布置图 比例尺: 1:150

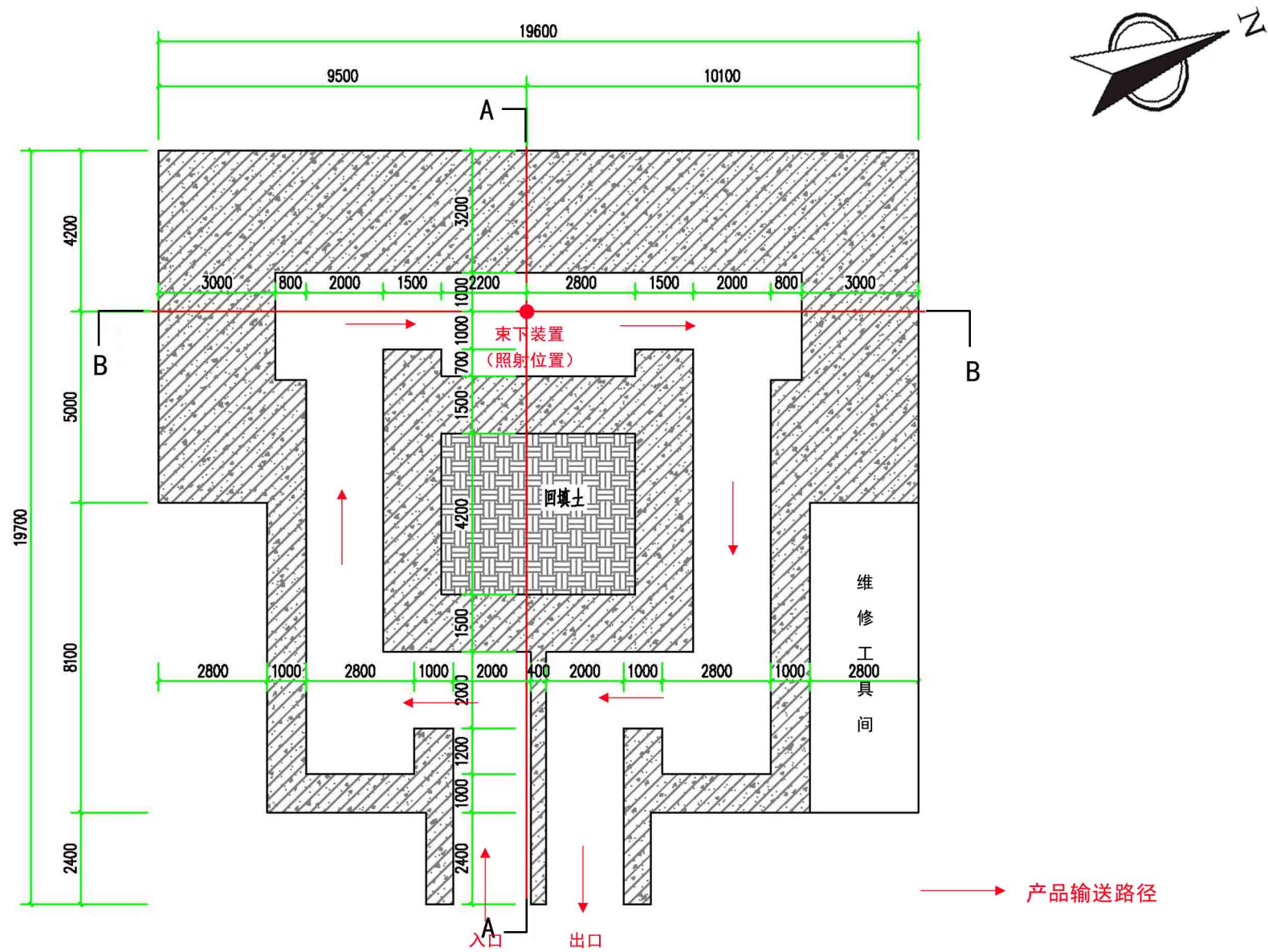


图8-2 加速器机房二层平面布置图 比例尺：1:150

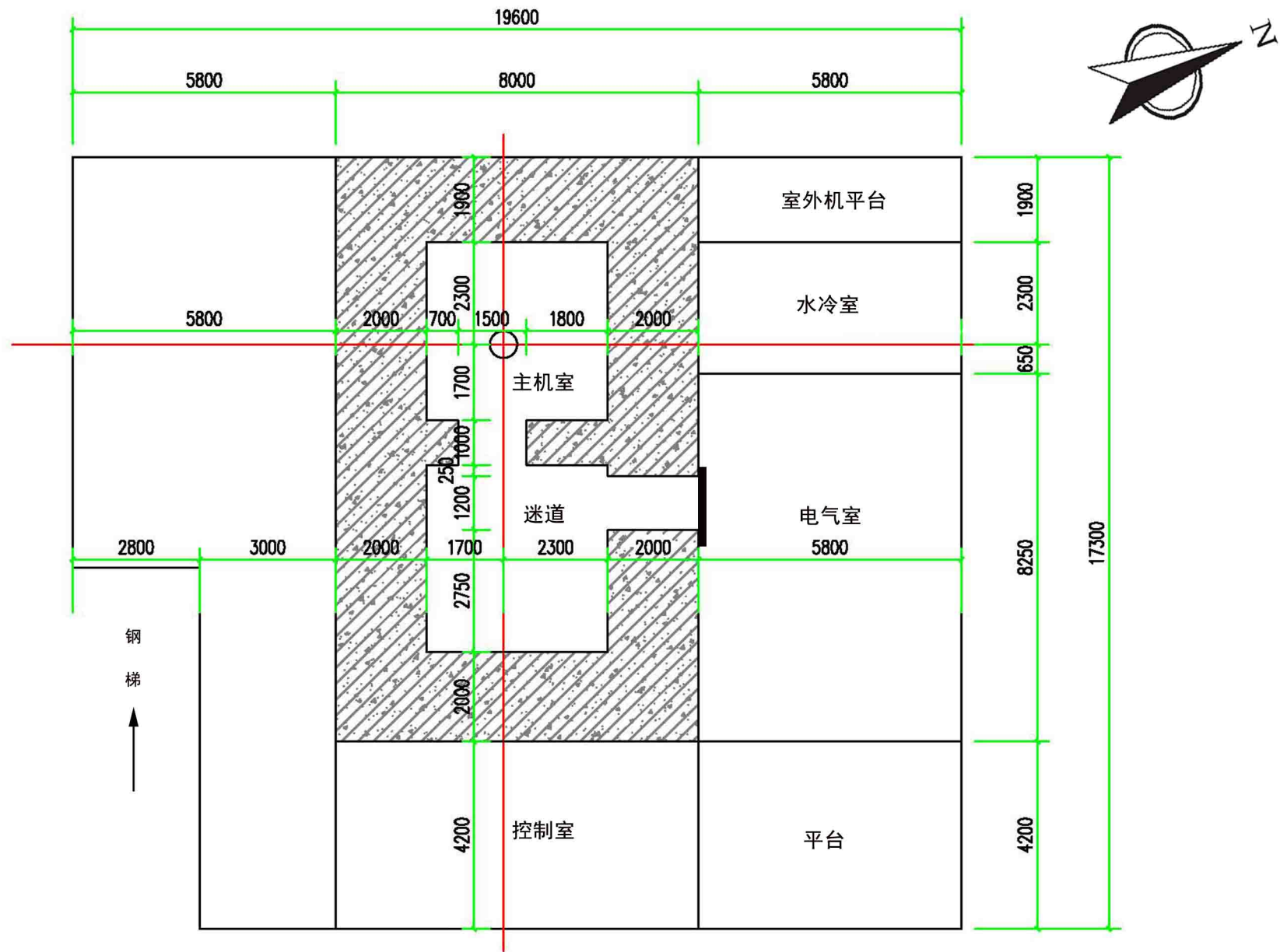


图8-3 加速器机房A-A立面图 比例尺: 1:120

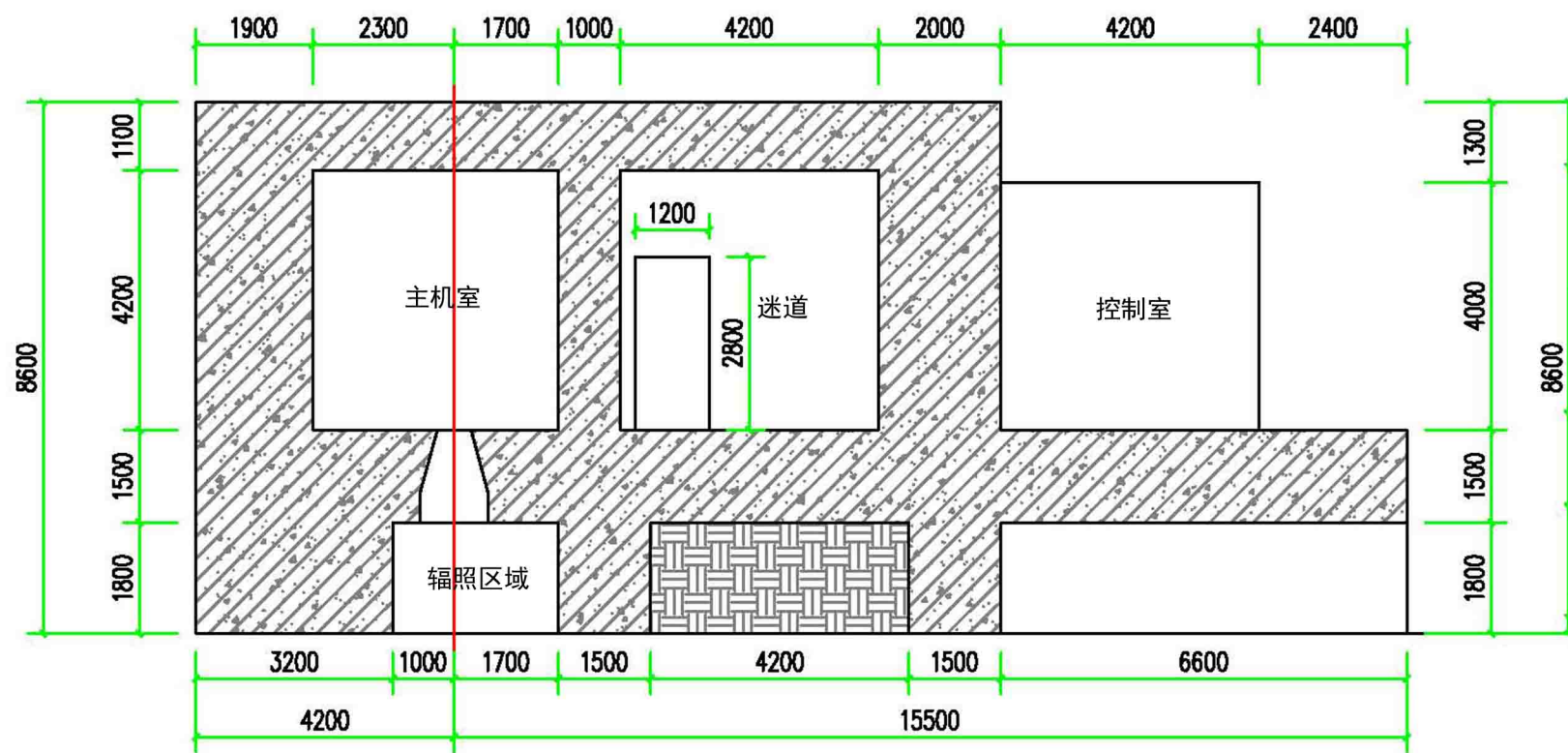
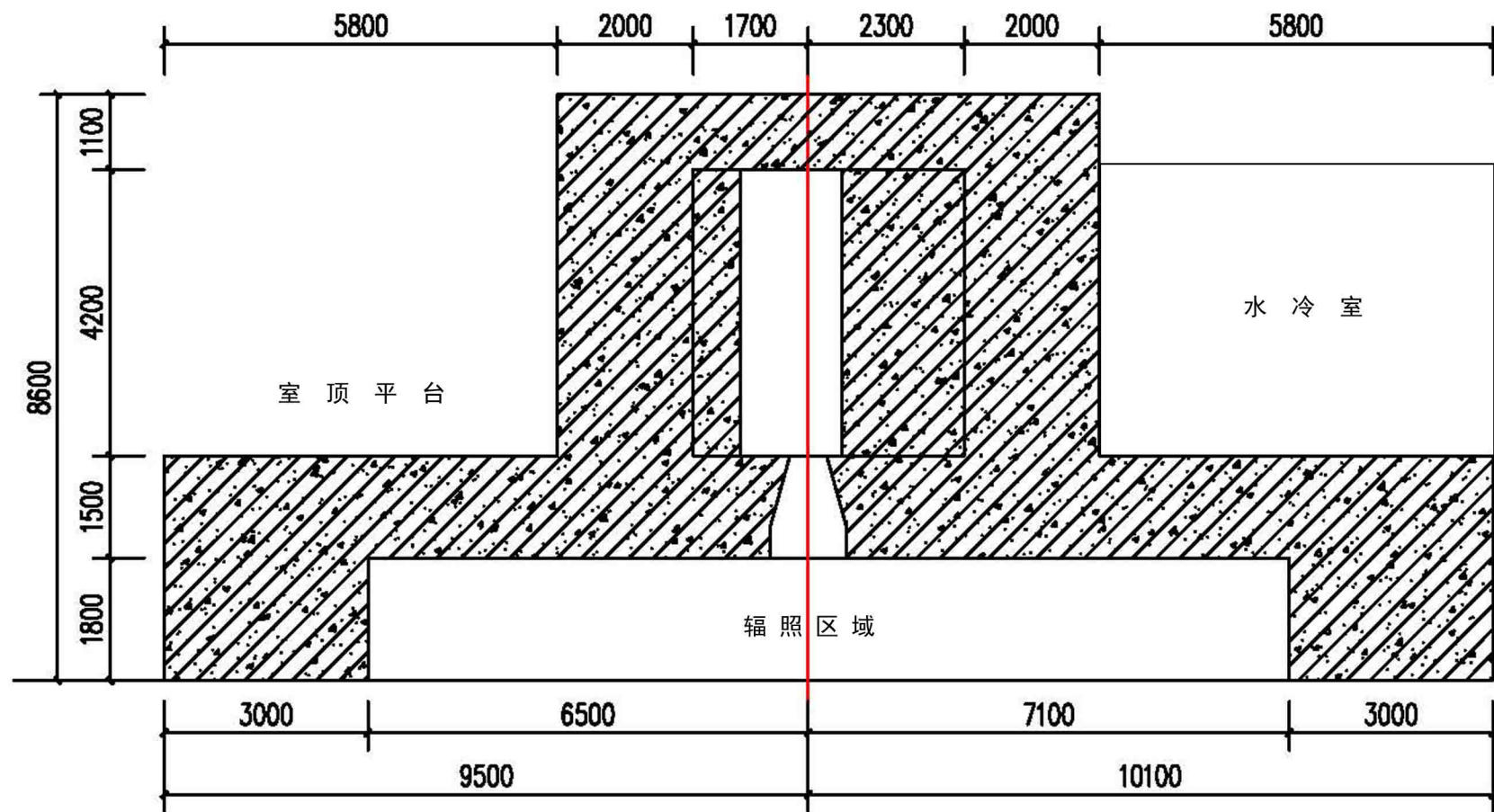


图8-4 加速器机房B-B立面图 比例尺: 1:100



推拉门进入室内进行设备操作。主机室和迷道间北侧自西向东依次布置室外机平台、水冷室和电气室等，放置冷却室外机、水冷设备、配电柜等附属设施。加速器管线口位于主机室和电气室之间的墙体处，加速器管线均采用多折曲路穿墙方式，经电气室连接至控制室控制台处。

拟建加速器机房一层平面布置见图 8-1，二层平面布置见图 8-2，A-A 立面图见图 8-3，B-B 立面图见图 8-4，现场踏勘时现状照片见图 8-5。

	
加速器机房拟建区域现状	加速器机房西侧道路、办公楼
	
加速器机房北侧道路、冷库	加速器机房东侧道路

图 8-5 本项目加速器机房拟建区域现场照片（拍摄于 2019 年 6 月）

8.1.2 其他安全环保措施

除工作场所屏蔽设计的安全防范措施外，公司还将采取以下几个方面的安全环保措施。

1、防护器材配备

本项目拟配备 4 名职业人员，专职进行工业电子加速器的操作。公司拟配备个人剂量计 4 支（人手 1 支，由个人剂量检测单位配发）、个人剂量报警仪 4 部、辐射检测仪器 1 台，在配备相关器材后，可以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款的要求。

2、安全防护措施

(1) 钥匙控制：本项目加速器机房辐照室及主机室入口处各设 1 个钥匙开关，进入室内前须先拔下钥匙，不重新插入钥匙则加速器无法开启。

(2) 门机联锁装置：辐照室出入口处铁门及主机室防护门均设计有门机联锁装置，铁门或防护门打开时，加速器不能开机，加速器运行中铁门或防护门被打开则加速器将自动停机。

(3) 束下装置联锁装置：本项目设计有束下装置（即不锈钢结构传送带）联锁，电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制建立有可靠的接口和协议文件，束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器将自动停机。

(4) 信号警示装置：主机室防护门外及辐照室各出入口外明显位置处均设计有电离辐射警告标志和工作状态指示灯；辐照室和主机室入口处及内部每隔一定距离即安装 1 套警灯和警铃，辐照室安装 6 套，主机室安装 3 套，共计 9 套，加速器开机前警铃会响 30s，正常运行时警灯会亮起警示，以提示仍停留在控制区的人员尽快离开或紧急停机。

(5) 巡检开关：辐照室和主机室西墙及进出口附近各设 1 个巡检开关，每次开机前工作人员均须进入辐照室和主机室内巡视是否清场并按下巡检开关，否则加速器无法开启。

(6) 防人误入装置：加速器机房一层和二层迷道进出口外侧除铁门（或防护门）及门机联锁装置外，另设计有红外开关（即光电联锁装置），并与加速器联锁，加速器运行时若有人或动物经过红外开关，加速器将立刻停止照射。

(7) 急停装置：辐照室和主机室进出口处安装有拉线开关；室内各区域均设置有急停开关，辐照室内设置 10 个，主机室内设置 4 个，共计 14 个。发生事故时，滞留在辐照室或主机室内的人员可就近按下急停开关或拉线开关以停止照射。本项目急停装置布置可实现全区域覆盖。

(8) 监控装置：辐照室和主机室内各区域均安装有监控探头，辐照室设置 8 个，主机室设置 4 个，共计 12 个，监控画面实时显示于控制室内计算机屏幕上，可有效对控制区内各区域情况进行实时监控。

(9) 剂量联锁：加速器机房内安装有 1 套遥控辐射监测系统，辐照室、主机室出入口处及控制室内各设有 1 处监测探头，对辐射水平进行实时监测。该系统的数字显示装置安装在控制台上，当辐射超过预定水平时，该系统的音响和灯光警告装置将发出警告信号，且辐照

室铁门及主机室防护门无法打开。

(10) 通风连锁：加速器机房排风系统与控制系统连锁，加速器停机后，只有达到预先设定的时间后才能打开铁门或防护门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值。

(11) 烟雾报警：加速器机房排风管道内设置有烟雾报警装置，遇有火险时，加速器将立即停机并停止通风。

(12) 其他安全防护措施：本项目辐照室室顶平台处设有栅栏围挡，通往二层的钢梯入口处设有门锁，可防止无关人员进入。加速器机房建成后，公司将在机房周围搭建辐照厂房进行围挡，并在厂房入口处设置专人检查，以防止无关人员接近机房出入口。

本项目采取了防止开机、防止人员误留、紧急停机、外部警示等多层防护与安全措施，可确保当某一层次的防御措施失效时，由下一层次的防御措施予以弥补或纠正，符合辐射安全要求中的“纵深防御原则”；各层防护与安全措施均设置了多于为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，如巡检开关、急停装置等均设计有多个，在运行过程中万一某物项失效或不起作用的情况下可使其整体不丧失功能，符合辐射安全要求中的“冗余性原则”；本项目巡检开关、红外开关、急停装置、门机连锁装置等辐射安全设施涉及不同的运行原理和元器件等，机房出入口的安全连锁采用了机械的、电子的和剂量的连锁，符合辐射安全要求中的“多元性原则”；本项目各项辐射安全设施均具有独立性，某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用，符合辐射安全要求中的“独立性原则”。

综上所述，本项目辐射安全设计能够满足《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)的相关要求及辐射安全防护需求。本项目主要辐射安全设施的布局图见图 8-6，安全连锁逻辑关系图见图 8-7。

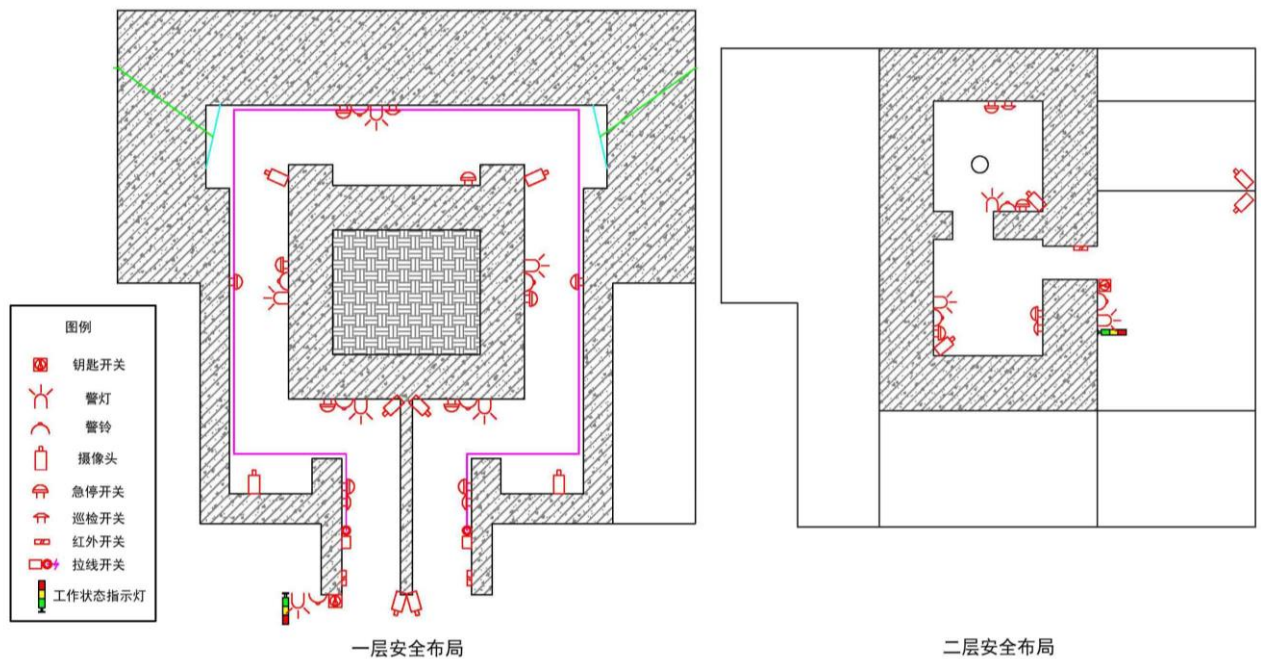


图 8-6 本项目主要辐射安全设施布局图

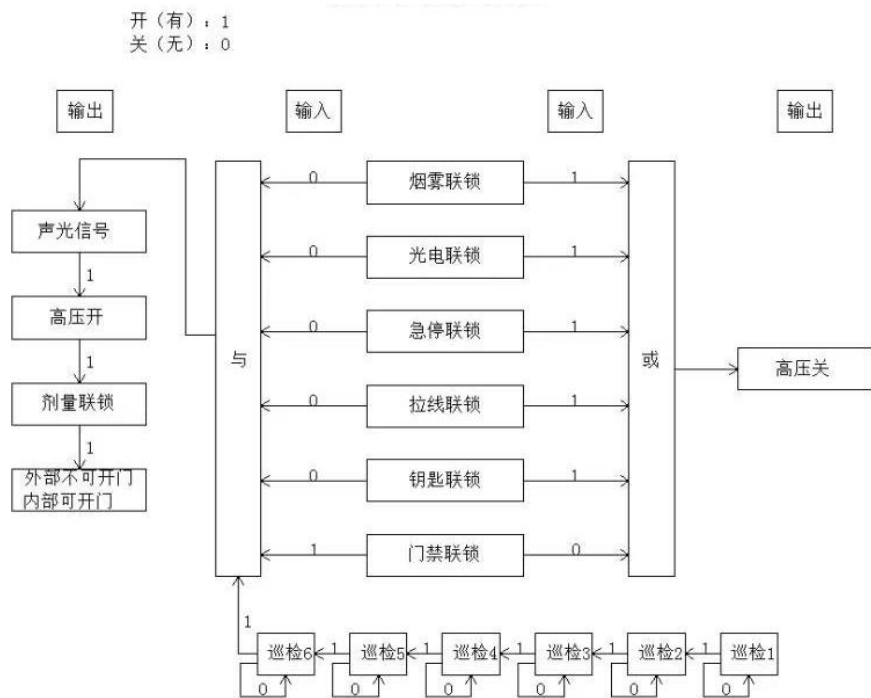


图 8-7 本项目安全联锁逻辑关系图

3、通风系统

本项目主机室采用正压通风，辐照室采用负压通风。其中，辐照室设有专门的通风系统，设计通风量为 $7000\text{m}^3/\text{h}$ ，辐照室净容积约 200m^3 ，则通风换气次数为 35 次/h。排风口位于受照区域正下方，设计为吸风地槽，废气向下进入排风道，经地下管道向西延伸至辐照室西墙外，向上通过排气筒向空中排放，排气筒直径约 0.5m，排放口距地面的垂直高度为 20m，可高出加速器机房周围最高建筑顶部 5m 以上。该通风系统可以满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的相关要求。本项目排风管道示意图见图 8-8。

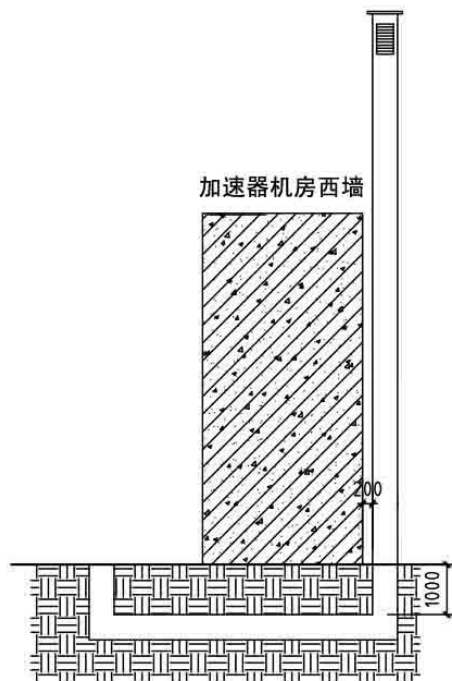


图 8-8 本项目排风管道示意图

4、其他安全保障措施

（1）建立工作人员个人剂量档案，按季度进行监测，每人一档，由专人负责保存和管理，保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。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。

（2）定期为工作人员健康查体，建立工作人员健康档案。

（3）公司拟对工业电子加速器进行日检查、月检查及半年检查，并做好日常检修（管理）及记录，以满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）相关要求。

8.2 三废的治理

本项目为工业电子加速器应用，在加速器运行过程中不产生放射性废气和放射性固体废物。

加速器设备中设计有冷却水循环系统，这部分水可能由于活化而含有较强的放射性。本项目活化物产生量较小，且冷却水中被活化而形成的放射性核素主要为 ^{15}O 、 ^{16}N ，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，只需放置一定时间其活度就可以衰减到较低的水平。本项目加速器一次冷却水为内循环水，正常运行时不外排，因此本项目不涉及排放放射性废水。

在加速器开机运行时，电子束与辐照室空气可通过电离作用产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，本项目加速器机房内设有专门的排风系统，可满足《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985) 和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 对通风的要求。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

1、声环境影响分析

本项目施工期噪声主要来自场地平整、打桩、混凝土浇筑等几个阶段，本项目施工期较短，在施工时严格执行相关要求，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，此外本项目施工过程均在济宁辐照有限责任公司现有厂区内进行，经厂区内其他建筑隔声和距离衰减后，对周边环境影响较小。

2、水环境影响分析

施工期废污水主要来自两个方面：一是施工泥浆废水，二是施工人员的生活污水。施工泥浆水主要是在混凝土灌注，施工设备的维修、冲洗中产生，应设置一定容量的沉淀池，把施工泥浆水汇集入沉淀池充分沉淀后，上清水重复利用，淤泥集中堆放后统一清运。

施工人员生活污水主要为洗涤废水和粪便污水，含 COD_{Cr}、NH₃-N、BOD₅、SS 等。总施工期约 60 天，按施工高峰时总的施工人员约 10 人，每人每天生活污水产生量以 40L 计，生活污水产生量仅约 0.4m³/d，依托厂区内现有卫生间收集后定期清运，对周边环境影响较小。

3、固体废物

(1) 生活垃圾，施工期间人员日常生活产生的生活垃圾统一放至厂内生活垃圾存放点，由环卫部门定期清运。对周围环境影响较小。

(2) 施工垃圾，施工期间产生的建筑垃圾如果处置不当，由于扬尘和雨水淋洗等原因，会对空气环境和水环境造成二次污染，对周围环境产生不利影响。因此，从环保的角度看，对建筑废弃物的妥善处置十分重要。建设单位应要求施工单位规范处理，首先弃渣处置必须坚持“先挡后弃”。其次将建筑垃圾分类，尽量回收其中可利用的部分材料，对没有利用价值的，运送到环卫部门指定的建筑垃圾堆埋场，另外运输时必须采用密封的车箱，不随路散落，也不随意倾倒建筑垃圾，制造新的“垃圾堆场”。在采取措施后，对周围环境影响较小。

4、大气环境影响分析

本项目在建设施工期需进行打桩、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a. 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b. 车辆

在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c. 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。经采取以上措施后，本项目施工阶段对周边大气环境影响较小。

综上所述，本工程施工期对环境的影响是小范围和短暂的。随着施工期的结束，对环境的影响也逐步消失。

9.2 运行阶段对环境的影响

9.2.1 电子束对周围环境的影响

本项目工业电子加速器能发射能量为 10MeV 的电子束，电子在物质中的最大射程可由以下公式估算（公式摘自《辐射防护技术与管理》，P123）。

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\beta \max} \quad (9-1)$$

公式中： d —最大射程，cm；

ρ —防护材料的密度，g/cm³；

$E_{\beta \max}$ —电子最大能量，MeV。

电子束的最大能量为10MeV时，在混凝土中（2.35g/cm³）的最大射程约为2.13cm。由于辐照室混凝土墙厚均在100cm以上，而且电子束方向朝向地面。因此加速器发射的电子束对辐照室外环境的影响可以忽略。

9.2.2 X 射线对周围环境的影响

本项目加速器机房尚未建设，本次评价参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 A 中给出的计算模式预测本项目运行后机房周围的辐射水平。

1、辐照室四周辐射水平预测

（1）X 射线影响分析

本项目工业加速器电子束向下照射，不直接射向辐照室四周屏蔽墙，因此辐照室内韧致辐射主要考虑沿与电子束入射方向为 90° 的韧致 X 射线。

（2）X 射线辐射剂量率估算公式

参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）A.2.1 部分，工作状态时，辐照室周围辐射剂量率采用式 9-2～式 9-4 进行估算。

$$H = D_{10} \times B_x / d^2 \quad (9-2)$$

式中，H—参考点处的 X 剂量率，Gy/h；

D_{10} —距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率，Gy/h；

B_x —X 射线的屏蔽透射比（衰减系数）；

d—参考点距靶点的距离，m。

$$D_{10}=60 \times Q \times I \times f_e \quad (9-3)$$

式中，Q—X 射线发射率，本项目入射电子能量最大为 10MeV，根据 HJ979-2018 表 A. 1，

侧向 90° 方向 X 射线发射率取 $13.5 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I—电子束流强度，取 2mA；

f_e —X 射线发射率修正系数，保守取 1。

$$B_x=10^{[-(1+(S-T1)/Te)]} \quad (9-4)$$

式中，S—屏蔽层厚度，cm；

T1—在屏蔽厚度中，朝向辐射源的第一个十分之一值层，cm；

Te—平衡十分之一值层，该值近似于常数，cm。

（3）参数的选取

根据式 9-3， $D_{10}=60 \times 13.5 \times 2 \times 1=1620\text{Gy/h}$ 。屏蔽材料的十分之一值层：本项目入射电子能量最大为 10MeV，根据 HJ979-2018 表 A. 4，侧向 90° 方向的等效入射电子能量为 6MeV，根据表 A. 2、表 A. 3 及附录 A 示例中的相关内容，对应混凝土的 T1 和 Te 值为：T1=35.5cm，Te=35.5cm。

（4）辐照室周围辐射剂量率估算结果

辐照室周围墙外 30cm 处的辐射剂量率估算结果见表 9-1。参考点示意图见图 9-1。

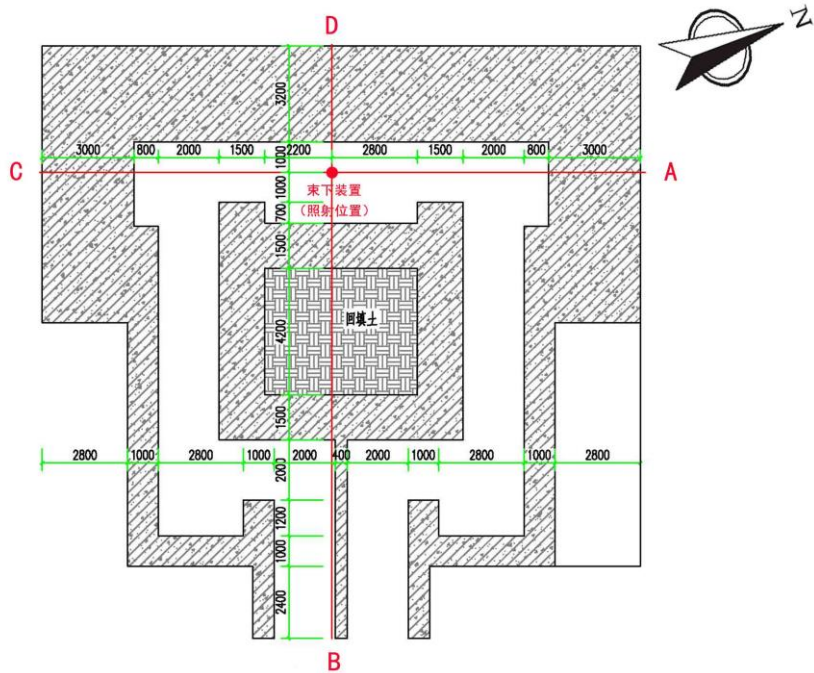


图 9-1 辐照室周围 X 剂量率参考点示意图

表 9-1 辐照室墙体外参考点处辐射剂量率估算结果

项目	参考点 A (北)	参考点 B (东)	参考点 C (南)	参考点 D (西)
D_{10} (Gy /h)	1620	1620	1620	1620
屏蔽厚度 (cm)	300	300	300	320
T1 (cm)	35.5	35.5	35.5	35.5
Te (cm)	35.5	35.5	35.5	35.5
参考点距靶点距离	10.4	15.8	9.8	4.5
参考点剂量率 (折算为 $\mu\text{Gy/h}$)	0.053	0.023	0.060	0.077
限值要求 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5

注：为保守估计，东侧考察点处剂量率估算时不再考虑回填土的屏蔽能力。

由上表可知，辐照室四周墙外30cm处的X剂量率为0.023 $\mu\text{Gy/h}$ ~0剂量率不大于0.077 $\mu\text{Gy/h}$ ，均，均满足 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ （X射线的辐射品质因子取1，按照1:1转换单位）的剂量率限值要求。

2、主机室四周辐射水平预测

(1) X 射线影响分析

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) A. 4, “电子加速器辐照装置设备设计制造单位提供加速器在主机室的束流损失, 按此值根据 A. 2、A. 3 方法计算主机室的屏蔽设计”。因此主机室四周墙体主要考虑工业电子加速器在主机室的束流损失产生的韧致 X 射线影响。

(2) 辐射剂量率估算公式

参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) A. 2. 1 部分, 工作状态时, 主机室周围的辐射剂量率同样采用式 9-2~式 9-4 进行估算。

(3) 参数的选取

根据设计单位提供的资料, 本项目工业电子加速器在主机室的束流损失率不超过 5% (即损失的电子束流强度为 $2\text{mA} \times 5\% = 0.1\text{mA}$), 束流损失点的电子能量最大不超过 3MeV。本次主要考虑损失的 3MeV 束流向下照射在加速器筒壁上产生的韧致 X 射线对主机室周围墙壁的影响。根据 HJ979-2018 表 A. 1, 3MeV 入射电子能量侧向 90° 方向 X 射线发射率取 $3.2 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 则根据式 9-3, $D_{10} = 60 \times 3.2 \times 0.1 \times 1 = 19.2 \text{ Gy/h}$ 。

屏蔽材料的十分之一值层: 根据 HJ979-2018 表 A. 4, 3MeV 入射电子能量侧向 90° 方向的等效入射电子能量为 1.9MeV, 根据表 A. 2、表 A. 3 及附录 A 示例中的相关内容, 对应混凝土的 T_1 和 T_e 值为: $T_1 = 22.1\text{cm}$, $T_e = 20.1\text{cm}$ 。

(4) 主机室四周辐射剂量率估算结果

主机室四周墙外 30cm 处的辐射剂量率估算结果见表 9-2。参考点示意图见图 9-2。

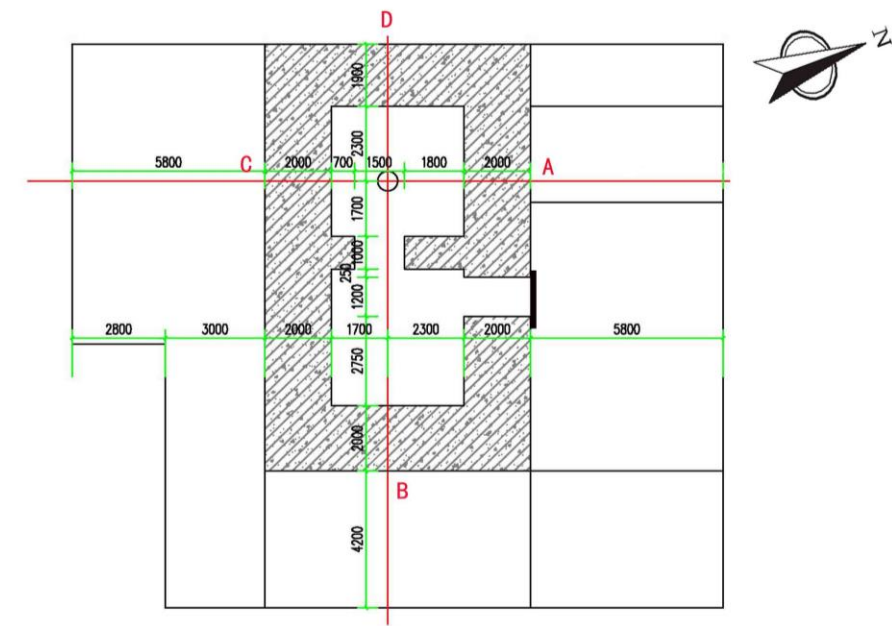


图 9-2 主机室周围 X 剂量率参考点示意图

表 9-2 主机室四周墙体外参考点处辐射剂量率估算结果

项目	参考点 A（北）	参考点 B（东）	参考点 C（南）	参考点 D（西）
D_{10} (Gy /h)	19.2	19.2	19.2	19.2
屏蔽厚度 (cm)	200	200	200	190
T1 (cm)	22.1	22.1	22.1	22.1
Te (cm)	20.1	20.1	20.1	20.1
参考点距靶点距离	4.6	9.2	4.0	4.5
参考点剂量率 (μ Gy/h)	1.28×10^{-4}	3.20×10^{-5}	1.69×10^{-4}	4.20×10^{-4}
限值要求 (μ Sv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5

由上表可知，主机室四周墙外30cm处的辐射剂量率为 $3.20 \times 10^{-5} \mu$ Gy/h $\sim 4.20 \times 10^{-4} \mu$ Gy/h，均，均满足 2.5μ Sv/h（X射线的辐射品质因子取1，按照1:1转换单位）的剂量率限值要求。

3、主机室室顶上方 30cm 处的辐射剂量率及天空反散射

(1) X 射线影响分析

本项目主机室室顶上方人员无法到达，本次在其上方 30cm 处设置考察点，以分析天空反散射和侧向散射影响。该考察点处需同时考虑一层辐照室内 10MeV 电子束产生的韧致 X 射线经束下装置散射后穿过辐照室室顶的孔洞对主机室室顶的辐射影响和二层主机室内 3MeV 束流损失产生的韧致 X 射线经加速器筒壁散射后对主机室室顶的辐射影响。

(2) 参数的选取

根据 HJ979-2018 附录 A 示例中的相关内容，X 射线发射率取入射电子能量侧向 90° 方向的相应数值，则根据前文计算结果， $D_{10 \text{ 一层散射}}=1620\text{Gy/h}$ ， $D_{10 \text{ 二层散射}}=19.2\text{Gy/h}$ ；根据附录 A 公式 (A-5)，对于能量大于 3MeV 的 X 射线认为其散射一次后的能量均为 0.5MeV，本项目二层能量为 3MeV 的 X 射线散射一次后的能量也按照 0.5MeV 考虑，则根据表 A.2、表 A.3，对应混凝土的 T1 和 Te 值为：T1=15.2cm，Te=11.9cm；根据设计资料，一层源点距参考点的距离约 8.3m（束下装置距地面高度约 0.6m），二层源点距参考点的距离约 5.6m；主机室室顶的屏蔽厚度为 110cm 混凝土。

(3) 主机室室顶上方 30cm 处辐射剂量率估算结果

根据式 9-2 计算可知，来自一层的散射对参考点处的辐射剂量率贡献值约 $0.025 \mu\text{Gy/h}$ ，来自二层的散射对参考点处的辐射剂量率贡献值约 $6.62 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ 。综上所述，主机室室顶上方 30cm 处辐射剂量率为 $0.025 + 6.62 \times 10^{-4} \approx 0.026 \mu\text{Gy/h}$ ，远小于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ ，经天空反散射或侧向散射，其辐射剂量率将进一步降低。因此本项目天空反散射和侧向散射水平较低，加速器机房室顶的防护设计可满足辐射防护要求。

4、辐照室及主机室迷道外口处的辐射水平预测

(1) 估算模式

参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) A.3.1 部分，工作状态时，迷道外口处的辐射剂量率采用式 9-5 进行估算。

$$H_{l, rj} = D_{10} \times \alpha_1 \times A_1 \times (\alpha_2 \times A_2)^{j-1} / (d_1 \times d_{r1} \times d_{r2} \times \dots \times d_{rj})^2 \quad (9-5)$$

式中， $H_{l, rj}$ —迷道外口处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α_1 —入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数；

α_2 —从以后的物质散射出来的 0.5MeV 的 X 射线的散射系数（假设对以后所有散

射过程是相同的);

A_1 —X 射线入射到第一散射物质的散射面积, m^2 ;

A_2 —迷道的截面积, m^2 ;

d_1 —X 射线源与第一散射物质的距离, m ;

$d_{r1}, d_{r2} \dots d_{rj}$ —迷道内各处中心线的散射距离 (近似取每段迷路的长度), m ;

j —指第 j 个散射过程, m 。

(2) 辐照室迷道外口处的辐射水平预测

为保守估计, 本次选择散射次数较少的路径进行估算, 散射路径示意图见图 9-3。

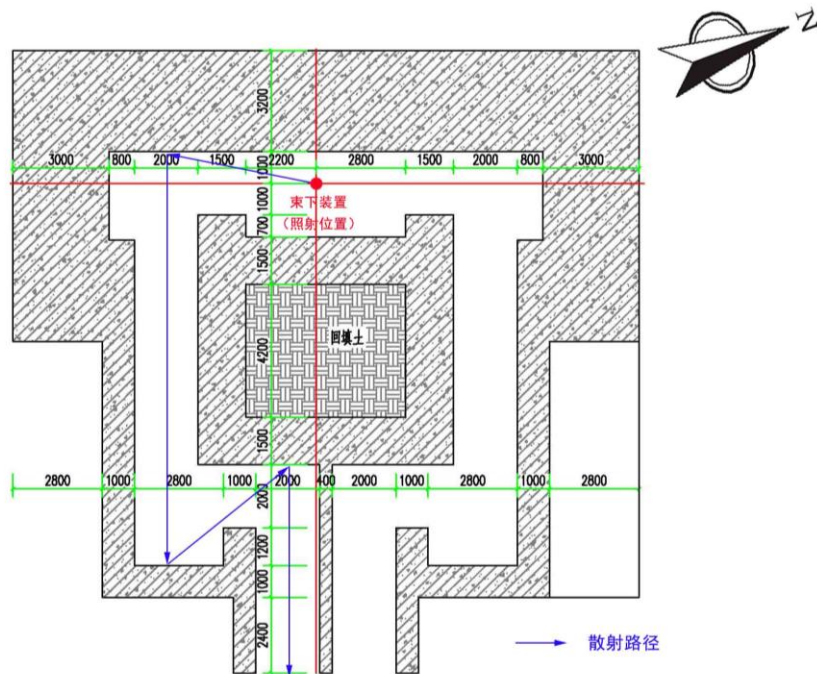


图 9-3 辐照室散射路径示意图

①估算参数

D_{10} : 根据前文的计算结果, 取 1620Gy/h ;

α_1 、 α_2 : 根据 HJ979-2018 附录 A 示例中的相关内容, 对于初级 X 射线, 散射系数 $\alpha_1=5 \times 10^{-3}$, 对于一次散射后的 X 射线散射系数 $\alpha_2=2 \times 10^{-2}$;

A_1 : 根据 HJ979-2018 附录 A 示例中的计算方式, A_1 为散射宽度与高度的乘积, 则本项目 $A_1=(2.7+2.4) \times 1.8 \approx 9.2\text{m}^2$ 。

A_2 : A_2 为迷道宽度与高度的乘积, 则本项目 $A_2=2 \times 1.8=3.6\text{m}^2$ 。

辐照室内各段中心线的距离: $d_1 \approx 4.8\text{m}$, $d_{r1} \approx 13.1\text{m}$, $d_{r2} \approx 4.7\text{m}$, $d_{r3} \approx 6.6\text{m}$ 。

②估算结果

根据上述数据, 由公式 9-5 计算可得, 加速器运行时, 辐照室迷道外口处的辐射剂量率约为 $0.10 \mu\text{Gy/h}$, 能够满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率限值要求。

(3) 主机室迷道外口处的辐射水平预测

为保守估计, 本次选择散射次数较少的路径进行估算, 散射路径示意图见图 9-4。

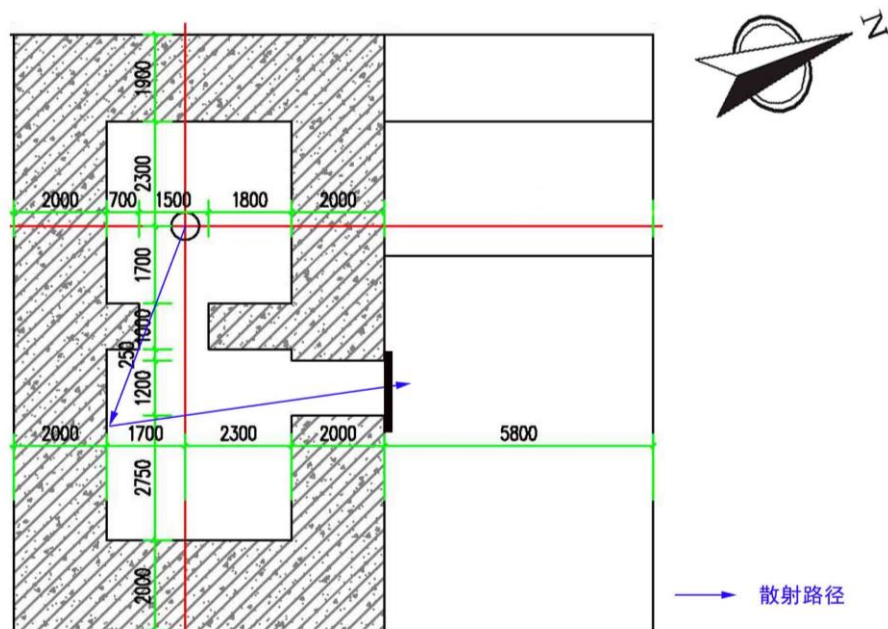


图 9-4 主机室散射路径示意图

①估算参数

D_{i0} : 根据前文的计算结果, 取 19.2Gy/h ;

α_1 : 根据 HJ979-2018 附录 A 示例中的相关内容, 散射系数 $\alpha_1=5 \times 10^{-3}$;

A_1 : 根据 HJ979-2018 附录 A 示例中的计算方式, A_1 为散射宽度与高度的乘积, 则本项目 $A_1=1.9 \times 4.2 \approx 8.0\text{m}^2$ 。

辐照室内各段中心线的距离: $d_1 \approx 4.9\text{m}$, $d_{r1} \approx 6.0\text{m}$ 。

②估算结果

根据上述数据, 由公式 9-5 计算可得, 加速器运行时, 主机室迷道外口处的辐射剂量率

约为 888.52 $\mu\text{Gy/h}$ ，迷道外口处设有防护门，防护能力为 30mmPb (3cm)，X 射线散射一次后的能量按照 0.5MeV 考虑，则根据表 A.2、表 A.3，对应铅的 T1 和 Te 值为：T1=0.5cm，Te=1.2cm，则经防护门衰减后，主机室迷道外口处的辐射剂量率为 0.73 $\mu\text{Gy/h}$ ，能够满足 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率限值要求。

9.2.3 年有效剂量估算

1、年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T \quad (9-6)$$

式中：H——年有效剂量当量，Sv/a；

T——年受照时间，h；

0.7——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

D_r ——X 剂量率，Gy/h。

2、照射时间确定

根据设计单位提供的资料，本项目工业电子加速器每日最多曝光 8 小时，按每周工作 5 日，年工作 50 周计，则年照射时间约 2000h/a。

3、职业人员的年有效剂量

工业电子加速器运行时，对工作人员影响的区域主要在二层控制室内控制台处，但考虑到工作人员在加速器运行时可能会前往机房各处进行巡视，为保守估计，本次取机房周围理论计算结果中的最大值 0.73 $\mu\text{Gy/h}$ （主机室迷道外口处）作为工作人员受照剂量率进行估算，居留因子取 1，由公式 9-6 估算出该区域活动的辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H = 0.7 \times 0.73 \times 10^{-6} \times 2000 = 1.022 \times 10^{-3} \text{Sv/a} \approx 1.02 \text{mSv/a}$$

由以上估算结果可以看出，本项目职业人员的年有效剂量最大为 1.02mSv/a，低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)等标准中规定的 5mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 2mSv/a 的管理剂量约束值。

4、公众成员的年有效剂量

本项目公众活动区域位于机房一层周围，根据估算结果，电子加速器运行状态下一层辐照室周围辐射剂量率取理论计算结果中的最大值 0.10 $\mu\text{Gy/h}$ （辐照室迷道外口处），加速器机房距西侧居留因子较大的办公楼最近距离为 13m，经距离衰减和办公楼砖混墙体屏蔽，剂

量率将大大降低，因此本次主要考虑加速器机房附近区域活动的公众人员，加速器机房周围主要为辐照厂房内产品存放场地、厂区内道路，一般无人员逗留，且加速器运行时，职业人员将于机房周围进行巡视，禁止无关人员逗留，公众成员居留因子取 1/8。由公式 9-6 估算出该区域活动的公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 0.10 \times 10^{-6} \times 2000 \times 1/8 = 1.75 \times 10^{-5} \text{Sv/a} \approx 0.018 \text{mSv/a}$$

由以上估算结果可以看出，公众成员的年有效剂量最大为 0.018mSv/a，低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等标准中规定的 0.1mSv/a 的剂量限值和本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

9.2.4 有害气体对周围环境的影响

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录B，本项目主要考虑臭氧的产生及其防护。

1、臭氧产额估算

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 B，平行电子束所致臭氧的产生率采用式 9-7 进行估算。

$$P=45 \times d \times I \times G \quad (9-7)$$

式中，P—单位时间电子束产生臭氧的质量，mg/h；

I—电子束流强度，2mA；

d—电子在空气中的行程（cm），应结合电子在空气中的线阻止本领 $s=2.5\text{keV/cm}$ 和辐照室尺寸选取，本项目中， $d=20\text{cm}$ ；

G—空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数，保守值可取为 10。

根据上式计算可得，本项目臭氧产生率约为 18000mg/h。

2、辐照室通风换气计算

本项目通风量为 $7000\text{m}^3/\text{h}$ ，设计通风换气次数为 35 次/小时。平均每次换气需要 1/35h。

3、臭氧的有效清除时间

臭氧有效清除时间的计算公式为

$$\bar{T} = \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d} \quad (9-8)$$

其中, t_v : 平均每次通风换气时间, 为 1/35h;

t_d : O_3 的有效分解时间, 取 5/6h;

由上式计算可得, 臭氧的有效清除时间为 5/181h。

4、辐照工作过程中辐照室内 O_3 的浓度

考虑连续排风和臭氧的分解时, 辐照室内的空气中臭氧的平均浓度可表示为:

$$Q(t) = \frac{P}{V} \cdot \bar{T} \cdot (1 - e^{-t/\bar{T}}) \quad (9-9)$$

其中, $Q(t)$: 辐照室空气中在 t 时刻臭氧的浓度, mg/m^3 ;

P : O_3 的产额, 约 18000mg/h;

V : 辐照室的体积, $200m^3$;

$\bar{T}$: 对 O_3 的有效清除时间, 5/181h。

由上式计算可得, 在长时间照射的情况下, 辐照室内 O_3 的浓度约 $2.49mg/m^3$, 如果考虑漏射线和散射线, 可以增加 10%, 即 $2.74mg/m^3$ 。该浓度值高于《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2007) 中工作场所空气中 O_3 的最高容许浓度 ($0.3mg/m^3$)。因此, 在停止辐照后, 人员须于通风一段时间后再进入辐照室内。

根据 HJ979-2018 附录 B, 最小通风时间采用式 9-10 进行估算。

$$T = -\bar{T} \times \ln(C_0/C_s) \quad (9-10)$$

式中, T —为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间, h;

C_0 —GBZ2.1 规定的臭氧的最高容许浓度, $0.3mg/m^3$;

C_s — $2.74mg/m^3$ 。

由上式计算可得, 为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间约 0.06h (3.6min), 本项目加速器机房通风系统与控制系统联锁, 加速器停机后, 只有达到预先设定的时间后才能打开防护门, 本次评价要求预先设定的时间不得低于 0.06h (3.6min), 以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值。在此情况下, 可满足《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2007) 规定的限值要求。

5、本项目臭氧排放对周围环境的影响分析

为分析臭氧排放对周围环境的影响，本项目使用 AERSCREEN 估算软件对臭氧的最大落地浓度进行了估算，在不考虑臭氧分解的情况下，臭氧的最大落地浓度约 $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级限值要求（臭氧日最大 8 小时平均浓度限值 $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。此外，臭氧的有效分解时间仅约 50 分钟，排入大气后很快即分解为氧气。综上所述，本项目排放的臭氧对周围大气环境影响较小。

9.2.5 运行分析与评价

由上述运行期间的分析可以看出，山东君信辐照有限责任公司在使用拟购工业电子加速器条件下，正常运行期间：

工业电子加速器正常运行时，加速器机房周围辐射水平最大为 $0.73 \mu\text{Gy}/\text{h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 的剂量率限值要求。

在曝光时间 2000 小时/年的条件下，职业工作人员的年有效剂量不大于 $1.02\text{mSv}/\text{a}$ ，低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等标准中规定的 $5\text{mSv}/\text{a}$ 的剂量限值，也低于本报告提出的 $2\text{mSv}/\text{a}$ 的管理剂量约束值；

在曝光时间 2000 小时/年的条件下，公众成员年有效剂量不大于 $0.018\text{mSv}/\text{a}$ ，低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等标准中规定的 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 的剂量限值和本报告提出的 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 的管理剂量约束值。

工业电子加速器停止运行后，通风系统继续运行时间不得少于 0.06h （3.6min），本项目加速器机房通风系统与控制系统联锁，人员进入加速器机房时，机房内臭氧等有害气体浓度可满足《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2007）规定的限值要求。

总之，本项目山东君信辐照有限责任公司加速器机房周围的辐射水平、职业工作人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价指标，满足国家有关要求。

9.3 事故影响分析

1、可能的风险事故（件）

（1）人员误入或误留机房

工业电子加速器在照射时，电子束及其韧致 X 射线在辐照室内形成高剂量率的辐射场，如果在加速器开机状态下有人员误入或误留辐照室内，将造成超剂量照射，严重时可导致人员死亡。这是本项目最主要的安全风险，也是本次风险评价的重点。

（2）操作人员违规操作或误操作

操作人员违规操作或误操作，可能造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（3）通风系统故障或不畅

电子束使空气电离，产生臭氧等有害气体，辐照室内的通风系统故障或者通风换气次数不足，易造成辐照室内臭氧浓度积累，使辐照室内臭氧浓度过高。工作人员进入后，将受到非辐射有害气体的伤害。

（4）电击事故

加速器的工作电压具有潜在的危险性，特别是高压电路的电压、X 射线头内脉冲电压器的输入输出电压，以及钛泵的直流高压等，调试和检修工作触动上述电压会造成严重的伤害，也有可能带来人身伤亡事故。

2、风险事故（件）防范措施

（1）根据建设单位提供的设计资料，为防止人员误入或误留机房造成辐射事故，本项目加速器机房内设置了钥匙开关、门机联锁装置、警示装置、监控装置、急停装置、巡检开关等多项安全防护设施，各层防护与安全措施均设置了多于为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，机房出入口的安全联锁采用了机械的、电子的和剂量的联锁，各项辐射安全设施均具有独立性，某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用。综上所述，本项目辐射安全措施符合辐射安全要求中的“纵深防御”、“冗余性”、“多元性”、“独立性”原则，可有效防止辐射安全事故的发生。本次评价要求建设单位定期巡检

各项安全设施，确保各项安全设施均能正常运转。

（2）对操作人员违规操作或误操作的问题，建设单位拟提前对操作人员进行技术培训，确保其掌握本项目加速器的操作流程和技术方法。在项目投运后，建设单位将加强管理，提高操作人员安全意识，禁止未经培训的操作人员操作工业电子加速器。

（3）为防止通风系统故障或者通风换气次数不足而造成辐照室内臭氧浓度积累，建设单位将定期对通风系统进行巡检，出现故障时应停止相应加速器的辐照工作，及时联系厂家进行维修。此外，在加速器停止照射后，职业人员将等待一段时间再进入辐照室内，防止室内臭氧浓度过高造成伤害。

（4）本项目工业电子加速器调试和检修工作全部由专业人员承担，检修时应采取必要的防护措施，以避免电击事故发生。

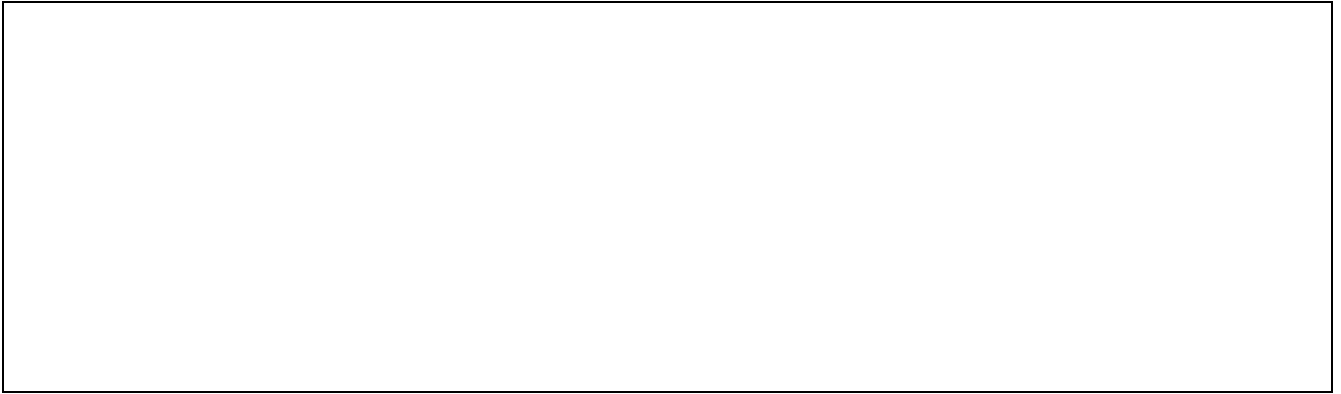


表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置 10.1.1 管理机构 按照国家有关射线装置管理的法律法规，山东君信辐照有限责任公司须设立辐射安全管理机构，成立“辐射安全领导小组”，公司目前人员尚未到位，因此尚未成立辐射安全领导小组，公司拟由法人作为辐射安全工作第一责任人，尽快设立辐射安全管理机构，成立“辐射安全领导小组”，统一指挥射线装置运行安全的工作。 10.1.2 职业工作人员 公司拟配备 4 名具备从事工业电子加速器辐照技术能力的职业工作人员，专职进行本项目工业电子加速器的操作。目前具体人员尚未确定，在确定人员名单后，公司将尽快安排相关人员参加环境保护主管部门认可的辐射防护培训，以取得培训合格证书，做到持证上岗。在本项目职业人员取得培训合格证书后，可满足管理要求。
10.2 辐射安全管理规章制度 山东君信辐照有限责任公司目前尚未制定辐射安全管理规章制度。公司拟尽快制定相关规章制度，包括《工业电子加速器安全操作规程》、《辐射安全岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《工业电子加速器检修维护制度》、《电子加速器使用登记制度》、《人员培训计划》、《自行检查与年度评估制度》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》等。 各项规章制度中应对操作人员岗位责任、辐射防护和安全保卫、设备检修、使用等方面分别做出明确的要求和规定。在制定相关制度后，可以满足辐射管理要求。 公司须由辐射安全负责人负责宣传贯彻辐射安全的相关政策及法规，制定合理的规章制度及防护措施，对辐照工作提出合理建议并进行监督管理，对环境风险事故进行处理，对辐射工作人员的工作过程进行管理。
10.3 辐射监测 10.3.1 辐射监测方案 山东君信辐照有限责任公司拟尽快制定《辐射监测方案》，并购置辐射检测仪器 1 台，根据监测方案对工作场所和周围环境进行监测。《辐射监测方案》中应包括以下内容： 1、场所监测

(1) 监测因子

X(γ)空气吸收剂量率。

(2) 监测频次

定期监测：正常情况下，每年进行 1~2 次例行监测。

应急监测：工作场所如发现或怀疑有异常情况，应对场所周围进行应急监测。

(3) 监测范围

加速器机房四周边界外 50m 范围内。

(4) 监测布点

监测点主要涵盖以下几处位置：

- ①通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；
- ②检测辐照室产品进出口、主机室防护门外；
- ③辐照室、主机室四周边界外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个防护面至少测 3 个点；
- ④人员经常活动的位置，主要包括操作位以及其他人员能到达的位置。

2、个人剂量的监督与检测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）要求，公司拟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，本项目职业工作人员均应配戴个人剂量计（人手 1 支，由个人剂量检测单位配发），委托有资质的检测机构每三个月检测一次，检测数据填入个人剂量档案。个人剂量档案要做到人手一档，其中应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案保存至职业工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

10.4 辐射事故应急

10.4.1 辐射事故应急预案

山东君信辐照有限责任公司拟根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》。一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。该预案应包括以下内容：

1、辐射事故应急处理机构与职责

(1) 公司应成立辐射事故（事件）应急处理领导小组，组织开展风险事件的应急处理工作。应急预案中应明确应急处理领导小组名单及联系方式。

(2) 应急处理领导小组职责

a. 定期组织对检测电子辐照现场、设备和人员进行辐射防护情况自查和检测，发现事故隐患及时督导整改；

b. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

c. 事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d. 负责向环保及卫生行政部门及时报告事故情况；

e. 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；

f. 人员受照时，要迅速估算受照人员的受照剂量；

g. 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

2、辐射事故应急原则

《辐射事故应急预案》中应明确辐射事故应急原则，一般包括以下原则：

a. 迅速报告原则；

b. 主动抢救原则；

c. 生命第一的原则；

d. 科学施救，防止事故扩大的原则；

e. 保护现场，收集证据的原则。

3、辐射事故应急预案的启动及应急行动的终止

《辐射事故应急预案》中须明确应急预案的启动程序和应急行动的终止程序。

(1) 应急预案的启动

a、明确应急预案的启动条件，如出现人员受照事故、人员个人剂量超标、辐射剂量率超标、设备无法关机等情况时及时启动应急预案；

b、当发生辐射事故时，由专人向公司辐射事故应急行动负责人报告，并由指定人员及时向卫生、公安、环保部门报告，应急预案中须明确内部联系人员及卫生、公安、环保部门的联系方式。

(2) 应急行动的终止

a、明确应急行动的终止条件，如实现受照人员得到救治、现场辐射水平降低至规定限值以下、设备修复完成等情况，且得到行政主管部门批准后，可终止本次应急行动；

b、指定专人发布应急行动的终止，并由辐射事故应急处理机构对当次辐射事故应急行动进行总结和反思，及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查研究工作，认真分析事故原因，并采取妥善措施，尽量减少事故发生。

4、辐射事故应急处理程序

《辐射事故应急预案》中须明确应急处理程序，可参照以下内容进行制订：

a. 事故发生后，当事人应立即切断电源，同时通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报辐射事故应急处理领导小组；

b. 应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

c. 事故处理必须在应急处理领导小组的领导下，在有经验的工作人员和辐射防护人员的参与下进行；

d. 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。

总之，为减少事故发生，必须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，并加强设备检查和维修，减少故障发生，提高单位应急能力。

10.4.2 辐射事故培训演习计划

公司拟结合具体情况，根据辐射事故应急预案定期组织不同规模的演练。

表 11 结论与建议

11.1 结论

1、山东君信辐照有限责任公司拟于济宁辐照有限责任公司厂区内南侧偏西位置建设 1 座加速器机房，并购置 1 台 DZ-10/20 型工业电子加速器，安装于加速器机房内，用于开展医疗器械、药品、食品的辐照消毒灭菌业务。拟建加速器机房为双层建筑，一层为辐照室、维修工具间，二层为主机室、控制室及配套房间，工业电子加速器拟直立安装于主机室内，照射方向为向下照射。加速器机房建成后，公司将在机房周围搭建辐照厂房进行围挡，加速器机房位于辐照厂房内西侧位置。

2、本项目有利于提高产品质量，具有明显的经济效益和社会效益，且对周围的辐射环境影响满足国家各项标准规定，符合实践正当性原则。

3、本项目加速器机房位于济宁市金乡县鸡黍镇任楼村，济宁辐照有限责任公司厂区内南侧偏西位置，拟建辐照厂房内西侧。加速器机房四周 50m 范围内无居民区、医院、学校等环境敏感区域，项目选址较为合理。

4、现状检测结果表明，加速器机房拟建区域中心位置及周围环境 γ 空气吸收剂量率现状值为 59.1nGy/h~62.0nGy/h，即 $(5.91\sim6.20)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于济宁市环境天然辐射水平范围内。

5、根据理论计算结果，本项目工业电子加速器处于运行状态时，加速器机房周围辐射水平最大为 $0.73\mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率限值要求。

6、在曝光时间 2000 小时/年的条件下，职业工作人员的年有效剂量不大于 1.02mSv/a，低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等标准中规定的 5mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 2mSv/a 的管理剂量约束值；

在曝光时间 2000 小时/年的条件下，公众成员年有效剂量不大于 0.018mSv/a，低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等标准中规定的 0.1mSv/a 的剂量限值和本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

7、本项目加速器机房内设计有联锁装置、巡检开关、警示装置、监控装置、急停装置、辐射监测装置等多项安全防护设施，可满足辐射安全防护要求。

8、公司拟制定各项管理规章制度，并在运行过程中将各项安全防护措施落实到位，在按

要求制定各项管理规章制度后，可以确保工作人员、公众的安全，并能有效应对可能的突发事件（事件）。

9、公司拟配备 4 名职业工作人员，专职进行本项目工业电子加速器的操作。公司将尽快安排相关人员参加环境保护主管部门认可的辐射防护培训，以取得培训合格证书，做到持证上岗。

10、公司拟配备个人剂量计 4 支（人手 1 支，由个人剂量检测单位配发）、个人剂量报警仪 4 部、辐射检测仪器 1 台，可满足相关要求及工作需求。

11、公司拟定期对工作人员的个人剂量进行监督检测，并建立工作人员个人剂量档案。个人剂量档案内包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

12、本项目的设施较为简单，环境风险因素单一，在根据本次评价要求进一步完善风险防范措施和制定事故应急预案条件下，项目环境风险是可控的。

综上所述，在山东君信辐照有限责任公司认真落实相关法律法规和本次评价所提出的安全防护措施后，该单位将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，从辐射环境保护的角度分析，该项目的运行是安全可行的。

11.2 承诺和建议

11.2.1 承诺

- 1、严格按照设计方案建设加速器机房，并使用拟购型号工业电子加速器。
- 2、加强工作人员的个人剂量监督。
- 3、安排职业人员参加环保主管部门认可的辐射防护培训，持证上岗。
- 4、尽快成立辐射安全管理机构，制定各项制度和操作规程。

11.2.2 建议

- 1、加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故（件）的发生。
- 2、根据实际工作情况不断完善操作规程、管理制度以及应急响应方案。
- 3、对操作人员，要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

下一级环保部门意见

公 章

经办人签字

年 月 日

审批意见

公 章

经办人签字

年 月 日

委 托 书

委托单位：山东君信辐照有限责任公司

被委托单位：山东海美依项目咨询有限公司

工程名称：工业电子加速器辐照项目

工程地点：济宁市金乡县

委托内容：我单位拟开展“工业电子加速器辐照项目”，新建 1 座加速器机房，并购置 1 台 DZ-10/20 型工业电子加速器，用于开展医疗器械、药品、食品的辐照消毒灭菌业务。根据《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规要求，本项目须办理环境影响评价手续，现委托贵单位承担该项目环境影响评价工作。

委托单位：山东君信辐照有限责任公司

2019 年 4 月 10 日

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：		山东君信辐照有限责任公司				填表人（签字）：				建设单位联系人（签字）：							
建 设 项 目	项目名称		工业电子加速器辐照项目				建设内容、规模		建设内容：新建1座加速器机房，购置1台工业电子加速器，用于开展医疗器械、药品、食品的辐照消毒灭菌业务 建设规模：新建1座加速器机房，购置1台DZ-10/20型工业电子加速器（最大电子能量为10MeV），属Ⅱ类射线装置								
	项目代码 ¹		无														
	建设地点		济宁市金乡县鸡黍镇任楼村，济宁辐照有限责任公司厂区内南侧偏西位置														
	项目建设周期（月）		2.0				计划开工时间		2019年9月								
	环境影响评价行业类别		五十、核与辐射，191、核技术利用建设项目				预计投产时间		2019年11月								
	建设性质		新建（迁 建）				国民经济行业类型 ²		M749其他专业技术服务业								
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）		无				项目申请类别		新申项目								
	规划环评开展情况		不需开展				规划环评文件名		无								
	规划环评审查机关		无				规划环评审查意见文号		无								
	建设地点中心坐标 ³ （非线性工程）		经度	116.206068	纬度	34.957924	环境影响评价文件类别		环境影响报告表								
	建设地点坐标（线性工程）		起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）						
	总投资（万元）		6000.00				环保投资（万元）		100.00		环保投资比例		1.67%				
建 设 单 位	单位名称		山东君信辐照有限责任公司		法人代表	苏钦元		评价单位	单位名称	山东海美依项目咨询有限公司		证书编号	国环评证乙字第2452号				
	统一社会信用代码（组织机构代码）		91370828MA3PEWN3X2		技术负责人	苏成佳			环评文件项目负责人	贾丽		联系电话	18888345853				
	通讯地址		金乡县鸡黍镇任楼村		联系电话	18615566039			通讯地址	山东省济南市历下区经十路9777号鲁商国奥城2号楼2101室							
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				排放方式						
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ （吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年） ⁵	⑦排放增减量（吨/年） ⁵								
	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	☐ 不排放 ☐ 间接排放： ☐ 市政管网 ☐ 集中式工业污水处理厂 ☐ 直接排放：受纳水体_____							
		COD						0.000	0.000								
		氨氮						0.000	0.000								
		总磷						0.000	0.000								
		总氮						0.000	0.000								
	废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	/							
		二氧化硫						0.000	0.000					/			
		氮氧化物						0.000	0.000								
		颗粒物						0.000	0.000								
		挥发性有机物						0.000	0.000								
							0.000	0.000									
项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施		名称		级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施							
	生态保护目标																
	自然保护区									☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）							
	饮用水水源保护区（地表）					/				☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）							
	饮用水水源保护区（地下）					/				☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）							
	风景名胜区					/				☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）							

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
5、⑦=③-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0时，⑥=①-④+③