

中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销
售、使用中子发生器核技术利用建设项目

环境影响报告表

建设单位：中陕核（西安）中子科技有限公司

评价单位：核工业二〇三研究所

中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、
使用中子发生器核技术利用建设项目

环境影响报告表

中陕核（西安）中子科技有限公司（盖章）



生态环境部监制

中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、
使用中子发生器核技术利用建设项目

环境影响报告表

建设单位名称（盖章）：中陕核（西安）中子科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：



通讯地址：西安市国家民用航天产业基地航天大道 396 号中陕核工

业集团公司 1 幢办公主楼 210 室

邮政编码：710199

联系人：刘明泽

电子邮箱：

联系电话：18710391838

中华人民共和国
事业单位法人证书
(副本)

统一社会信用代码 12100000435630837Y



有效期 自2024年08月16日 至2029年08月15日

名称 核工业二〇三研究所

宗旨和

业务范围

住所 陕西省西咸新区沣东新城科源三路869号

法定代表人 王乐力

经费来源 上级补助、事业、经营收入

开办资金 ¥15000万元

举办单位 中国核工业集团有限公司

登记管理机关



开展地质调查,促进国家建设,地质学研究 固体矿产勘查
地质实验测试(岩矿测试) 区域地质调查 地球物理勘查 地质
估探 矿产资源开发利用 地质灾害治理工程勘查 地质灾害危险
性评估 建设项目环境影响评价 遥感应用开发服务 相关技术开
发 仪器研制与会议接待服务 相关分析测试及工艺研究 测绘
航空摄影 地理信息系统工程建设 工程测量与不动产测绘
相关地图编制 相关环保竣工验收服务 相关检验检测



国家事业单位登记管理局监制

编制单位和编制人员情况表

项目编号	16m3za		
建设项目名称	中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目		
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）	中陕核（西安）中子科技有限公司		
统一社会信用代码	91610138MADNH5X83H		
法定代表人（签章）	张鹏		
主要负责人（签字）	宋磊		
直接负责的主管人员（签字）	郇阳		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	核工业二〇三研究所		
统一社会信用代码	12100000435630837Y		
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
边敏娟	201805035610000016	BH006977	边敏娟
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
边敏娟	项目基本情况、辐射安全管理、结论与建议	BH006977	边敏娟
胡燕	放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和环境现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析	BH012460	胡燕



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。

姓名：边敏娟

证件号码：610481198512305845

性别：女

出生年月：1985年12月

批准日期：2018年05月20日

管理号：201805035610000016



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



机关事业单位职工基本养老保险参保缴费证明

单位编号：321253 单位名称：核工业二〇三研究所 个人编号：4002564535 金额单位：元（保留到分）

社会保障号码			姓名	边敏娟	性别	女	参加工作时间	20130703	个人账户累计存储额	
年份	缴费开始年月	缴费终止年月	缴费月数	单位名称					当年记账金额	
2025	202501	202510	10	核工业二〇三研究所						
2025	202501	202502	2	转入						
2024	202401	202412	12	核工业二〇三研究所						
2024	202401	202412	12	转入						
2023	202301	202312	12	核工业二〇三研究所						
2023	202301	202312	12	转入						
2022	202201	202212	12	核工业二〇三研究所						
2021	202101	202112	12	核工业二〇三研究所						
2020	202001	202012	12	核工业二〇三研究所						
2019	201901	201912	12	核工业二〇三研究所						
2018	201801	201812	12	核工业二〇三研究所						
2017	201701	201712	12	核工业二〇三研究所						
2016	201601	201612	12	核工业二〇三研究所						
2015	201501	201512	12	核工业二〇三研究所						



社会保险经办机构名称：陕西省机关事业单位社会保险基金管理中心
社会保险经办机构（章）

经办时间：2025年10月27日



机关事业单位职工基本养老保险参保缴费证明

单位编号：321253			单位名称：核工业二〇三研究所			个人编号：4002798871			金额单位：元（保留到分）			
社会保障号码				姓名	胡燕		性别	女	参加工作时间	20180701	个人账户累计存储额	85,012.99
年份	缴费开始年月	缴费终止年月	缴费月数	单位名称							当年记账金额	
2025	202501	202510	10	核工业二〇三研究所								
2024	202401	202412	12	核工业二〇三研究所								
2023	202301	202312	12	核工业二〇三研究所								
2022	202201	202212	12	核工业二〇三研究所								
2021	202101	202112	12	核工业二〇三研究所								
2020	202001	202012	12	核工业二〇三研究所								
2019	201901	201912	12	核工业二〇三研究所								
2018	201807	201812	6	核工业二〇三研究所								

社会保险经办机构名称：陕西省机关事业单位社会保险基金管理中心

社会保险经办机构（章）

经办时间：2025年10月30日



目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	10
表 3	非密封放射性物质	10
表 4	射线装置	11
表 5	废弃物	13
表 6	评价依据	14
表 7	保护目标与评价标准	16
表 8	环境质量和环境现状	22
表 9	项目工程分析与源项	25
表 10	辐射安全与防护	34
表 11	环境影响分析	43
表 12	辐射安全管理	66
表 13	结论与建议	72

附图

- 附图 1 交通地理位置图
- 附图 1 本项目总平面布置示意图
- 附图 1 打靶和充氚区域平面布局图

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 现行辐射安全许可证
- 附件 3 监测报告
- 附件 4 辐射工作人员健康体检报告
- 附件 5 辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单
- 附件 6 辐射事故应急预案备案表
- 附件 7 房屋租赁合同
- 附件 8 市场主体环境信用承诺书
- 附件 9 建设项目环境影响评价信息公开说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目					
建设单位		中陕核（西安）中子科技有限公司					
法人代表		张鹏	联系人	刘明泽	联系电话	18710391838	
注册地址		陕西省西安市国家民用航天产业基地航天大道 396 号 中陕核工业集团公司 1 幢办公主楼 210 室					
项目建设地点		沣西新城秦创原创新生态城 1#研发楼					
立项审批部门		/		批准文号	/		
建设项目总投资（万元）		1000	项目环保投资（万元）	90	投资比例（环保投资/总投资）	9%	
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）	1200	
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
		☒ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☒ IV类 ☒ V类				
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙				
	射线装置	☒ 生产	☒ II类 ☐ III类				
		☒ 销售	☒ II类 ☐ III类				
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类				
	其它						
	1.1 公司简介及项目由来 中陕核（西安）中子科技有限公司成立于 2024 年 6 月，为国有控股企业，大股东为中陕核工业集团有限公司，注册资本金为 3000 万元人民币，现有员工 52 名。公司主要从事紧凑型中子发生器、中子活化工业物料检测分析成套设备、地勘石油测井中子设备，中子管及小型中子发生器、氦-3 管、中子成像装置等中子技术系列产品的研发及销售。 公司联合兰州大学中子技术核心团队，依托雄厚的科研联合团队，共同推动先进中子技术科创研发，扩展应用场景，致力于成为国内首家中子产业核心技术、部件、标准源整机及工业化场景应用整装设备的“研发+制造+服务”集成解决方案供应商。 公司为进一步扩大生产规模，满足用户需求，计划开展中子管、中子发生器生产研发活动。根据公司业务需求，计划租赁陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司沣西新城秦创原创新生态城的 1#研发楼部分场地用于制备中子管和紧凑型中子发生器，将部分中子管组装成测井用中子发生器，并对制备的中子管和中子发生器进行打靶测试。						

本项目在 1#研发楼一层设置生产区，主要包括洁净区、充氚室、打靶室（包括地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室）和中子发生器组装区域。在洁净区组装 D-D 中子管、D-T 中子管（无 ^3H 核素）和紧凑型中子发生器；在充氚室内将购买的氚靶装入 D-T 真空管（不含钛靶，留有充气口），抽真空封口后，D-T 中子管（商品靶）生产完成；在充氚室内将氚气充入 D-T 真空管（含钛靶，留有充气口），生产 D-T 中子管（自成靶），该场所使用乙级非密封放射物质；在中子发生器组装区域将 D-D 中子管、D-T 中子管组装成测井用中子发生器，在打靶室内对中子管和中子发生器进行打靶测试，该场所生产、使用 II 类射线装置，测试合格后进行销售。在充氚室楼上夹层区域设置保卫值班室和操控室，保卫值班室负责整个公司的安保，人员实行 24h 值守，操控室控制打靶室内中子管、中子发生器的供电和通讯。

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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）相关规定，本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“生产、使用 II 类射线装置的；乙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）”，应编制环境影响评价报告表。为此，2025 年 7 月中陕核（西安）中子科技有限公司正式委托核工业二 0 三研究所对该项目进行环境影响评价工作，接受委托后，核工业二 0 三研究所即组织工程专业技术人员对项目场地及周围环境进行实地调查，收集相关基础资料，根据国家、省市的有关环保法规和《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），编制了该项目环境影响报告表。

1.2 编制目的

（1）明确项目所在地辐射环境水平。通过对公司项目所在地的资料收集与调查分析，确认项目所在地和周边环境辐射现状，以及公司目前是否存在辐射问题。

（2）对拟建项目的辐射防护设施进行评价、预测并论证其可行性。

（3）满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定，为生态环境主管部门和单位的辐射环境保护管理提供科学依据。

1.3 产业政策符合性及实践正当性分析

本项目使用放射性核素 ^3H ，同时对中子管、中子发生器进行打靶测试。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于“鼓励类”中“六、核能-4、核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”项目，符合国家产业政策。

该项目的建设能够不断提高公司研发能力，提高测井的技术水平，促进测井事业的发展，能产生较大社会效益。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性”原则。

1.4 项目选址合理性分析

本项目位于沔西新城秦创原创新生态城 1#研发楼，周边为空地，有效避免人员聚集区域。评价范围内不涉及居民居住区，周边没有学校等环境敏感保护目标，在采取有效的辐射防护屏蔽措施后，屏蔽体外剂量率满足相关标准限值要求，对周围环境影响较小，项目选址合理。

1.5 核技术利用项目回顾

(1) 原有核技术应用项目环保手续

2024 年 10 月 8 日，中陕核（西安）中子科技有限公司新增销售类核技术利用项目在陕西省生态环境厅建设项目环境影响登记表备案系统进行了备案登记，备案号：202461011600000126。

中陕核（西安）中子科技有限公司现行《辐射安全许可证》（编号：陕环辐证（A2434））许可的放射源、非密封放射性物质及射线装置内容如表 1.5-1~表 1.5-3 所示。

表 1.5-1 许可的放射源统计表

序号	核素	类别	总活度 (Bq) / 活度×枚数	活动种类	备注
1	^3H	V类	$3.90\text{E}+11*99$	销售	
2	^3H	V类	$3.70\text{E}+12*20$	销售	
3	^3H	IV类	$3.70\text{E}+14*20$	销售	
4	^{252}Cf	IV类	$1.50\text{E}+10*2$	销售	
5	^{252}Cf	V类	$1.50\text{E}+8*2$	销售	

表 1.5-2 许可的非密封放射性物质统计表

序号	核素	物理状态	年最大用量	活动种类	备注
1	^3H	液态	$7.40\text{E}+13$	销售（不贮存）	

表 1.5-3 许可的射线装置统计表

序号	装置名称	装置数量	类别	活动种类	备注
1	中子发生器	99 台	II	销售	

(2) 辐射安全与管理现状

① 辐射安全管理小组及规章制度

为加强对辐射安全和防护管理工作，公司已成立辐射安全与环境保护领导小组，明确了机构成员以及职责，指定专人负责单位辐射安全管理工作。

公司已制定《辐射安全防护和管理制度》《中子发生器操作规程》《射线装置的维护、维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》

《辐射安全管理部门安全职责》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员职业健康体检管理制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》《辐射工作场所监测制度》《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《辐射安全负责人岗位职责》《放射性废物管理制度》等制度，用于规范公司辐射安全管理，同时公司已针对可能发生的辐射事故，制定了相应的《辐射事故应急预案》。

②辐射工作人员职业健康体检结果

公司现有 12 名辐射工作人员，2025 年 4 月公司安排辐射工作人员在核工业四一七医院进行了职业健康检查，并建立了职业健康监护档案。根据核工业四一七医院出具的职业健康检查报告可知，12 人均可继续从事放射性工作。

③辐射工作人员考核成绩合格单

建设单位现有 12 名辐射工作人员均参加了辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单。具体人员名单见下表。

表 1.5-4 辐射工作人员一览表

序号	姓名	类别	证书编号
1	牛飞云	放射性测井	FS25SN1300032
		科研、生产及其他	FS25SN2300023
2	柴鑫	放射性测井	FS25SN1300181
3	董荣	科研、生产及其他	FS25SN2300022
4	高磊	科研、生产及其他	FS25SN2300045
5	韩聪	放射性测井	FS25SN1300028
6	吉晓熠	科研、生产及其他	FS25SN2300021
7	刘韵洋	科研、生产及其他	FS25SN2300020
8	王家豪	放射性测井	FS25SN1300021
9	王利	科研、生产及其他	FS25QH2300008
10	王明鑫	放射性测井	FS25SN1300030
11	闫星泉	科研、生产及其他	FS25QH2300009
12	张敏	放射性测井	FS25SN1300029

④辐射事故应急预案备案

2024 年 8 月，公司制定了辐射事故应急预案，于 2024 年 9 月 23 日在西安市生态环境局国家民用航天产业基地分局进行了备案。

中陕核（西安）中子科技有限公司原有核技术项目主要内容包括中子发生器（Ⅱ类射线装置）、³H（放射性物质）以及 ³H、²⁵²Cf 放射源（Ⅳ、Ⅴ类放射源）的销售，不进行贮存，因此公司无放射性工作场所，不需要进行辐射工作场所年度监测，辐射工作人员未接触放射性，无个人剂量计检测报告。

1.6 本次环评项目概况

1.6.1 项目简况

项目名称：中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目

建设地点：沣西新城秦创原创新生态城 1#研发楼

建设内容：洁净区组装 D-D 中子管、D-T 真空管（无 ^3H 核素）和紧凑型中子发生器；在充氙室内将购买的氙靶装入 D-T 真空管（不含钛靶，留有充气口），抽真空封口后，D-T 中子管（商品靶）生产完成；充氙室内将氙气充入 D-T 真空管（含钛靶，留有充气口），生产 D-T 中子管（自成靶），该场所使用乙级非密封放射物质；在中子发生器组装区域将 D-D 中子管、D-T 中子管组装成测井用中子发生器，在打靶室内对中子管和中子发生器进行打靶测试，该场所生产、使用 II 类射线装置，测试合格后进行销售。

1.6.2 交通地理位置

本项目位于沣西新城秦创原创新生态城，具体交通地理位置见附图 1。

1.6.3 项目平面布局

沣西新城秦创原创新生态城目前仅建设 1#研发楼，共三层，且处于闲置状态，根据现场踏勘，1#研发楼外 50m 范围内为空地。本项目位于 1#研发楼东侧，主要包括充氙室、打靶室（包括地勘测井设备实验室和中子发生器测试实验室）以及操控室等。本项目总平面布置图见附图 2，打靶和充氙区域平面布局图见附图 3。

1.7 项目内容及规模

1.7.1 建设内容

本项目在 1#研发楼 1 层洁净区组装 D-D 中子管（含钛靶）、D-T 真空管（含钛靶，留有充气口）和 D-T 真空管（不含钛靶，留有充气口）以及紧凑型中子发生器。在充氙室内将购买的氙靶装入 D-T 真空管（不含钛靶，留有充气口），抽真空封口后，D-T 中子管（商品靶）生产完成。在充氙室手套箱内将 D-T 真空管（含钛靶，留有充气口）充入氙气进行封口后，完成 D-T 中子管（自成靶）的制备。在中子发生器组装区域将 D-D 中子管、D-T 中子管及其他电路器件组装成测井用中子发生器，中子管和中子发生器放入中子源及氙材料贮存库的存储柜，并编号保存。辐射工作人员每日上班前领取登记后，将中子管和中子发生器转移到中子发生器测试实验室、地勘测井设备实验室进行打靶测试，测试完成后下班前返回中子源及氙材料贮存库做收储登记。充氙室内充氙过程涉及操作乙级非密封放射性物质，打靶室内涉及使用 II 类射线装置。本项目涉及的非密封放射性物质、射线装置和放射源具体情况如下：

（1）非密封放射性物质

建设单位计划年生产 D-T 中子管（自成靶）50 支，单支中子管使用核素氚（ ^3H ）活度为 $1.85 \times 10^{11} \text{Bq}$ （折合 5Ci），年生产 50 支中子管，年使用量为 $9.25 \times 10^{12} \text{Bq}$ （折合 250Ci）。

1) 核素基本信息

本项目使用的氚气来源为外购，由有资质的供货商提供，氚气源罐使用核素氚（ ^3H ）以金属铀粉吸附形式储存于不锈钢密封源罐中。单次购入 1 罐（总活度为 $1.85 \times 10^{13} \text{Bq}$ ，折合 500Ci）。单罐中 ^{238}U 活度 $2 \times 10^9 \text{Bq}$ （折合 54mCi），物理状态为固态，操作时氚气受热脱离铀粉，转化为气体形态存在于充氚系统中。非密封放射性物质基本信息见表 1.7-1。

表 1.7-1 非密封放射性物质特性

核素名称	理化性质	半衰期	毒性分组	操作方式	衰变模式	最大能量
^3H	气态	12.35a	低毒	很简单的操作	β^-	β 18.6keV
	表面污染水平较低的固态	12.35a	低毒	源的贮存	β^-	β 18.6keV
^{238}U	表面污染水平较低的固态	$4.5 \times 10^9 \text{a}$	低毒	源的贮存	α	γ 0.112MeV

2) 日等效最大操作量计算说明

因 ^3H 核素半衰期长，结合公司需求，本项目单次购买 1 罐氚化铀，经专人核对、交接登记后，氚化铀罐采用不锈钢原料罐封存，存放于手套箱内。

根据建设单位提供的资料，辐射工作人员在充氚室进行 D-T 中子管（自成靶）充氚操作，且单支 D-T 中子管（自成靶）最大充氚量为 $1.85 \times 10^{11} \text{Bq}$ （折合 5Ci），5 天完成一个中子管的充氚工作，实际日最大操作量为 $3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 中“非密封源工作场所的分级要求”，使用以下公式计算日等效最大操作量，确定其工作场所等级。

$$\text{日等效最大操作量} = \frac{\text{日最大操作量} \times \text{毒性组别修正因子}}{\text{操作方式修正因子}}$$

公司本次拟使用的放射性核素日等效最大操作量见表 1.7-2。

表 1.7-2 放射性核素日等效最大操作量计算表

核素	日最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	毒性分组	操作方式	日等效最大操作量 (Bq)	总日等效操作量 (Bq)	用途	工作场所等级
^3H	3.7×10^{10}	9.25×10^{12}	低毒 (0.01)	很简单的操作 (0.1)	3.7×10^9	3.885×10^9	生产 D-T 中子管（自成靶）	乙级
^3H	1.85×10^{13}	1.85×10^{13}	低毒 (0.01)	源的贮存 (1000)	1.85×10^8			
^{238}U	2×10^9	2×10^9	低毒 (0.01)	源的贮存 (1000)	2×10^4			

备注：1、氟化铀的加热使用过程是在密封容器中进行并且有多道安全防护措施防止氟气泄漏，且辐射工作人员仅需在操作界面进行操作，不直接接触放射性物质，因此充氟过程操作方式按“很简单的操作”进行考虑，操作方式修正因子取 0.1； ^3H 不加热时，为氟化铀固体，因此 ^3H 贮存的操作方式按“源的贮存”进行考虑，操作方式修正因子取 1000。

2、 ^{238}U 贮存的操作方式按“源的贮存”进行考虑，操作方式修正因子取 1000。

由上表可知，本项目实施后，工作场所日等效最大操作量为 $3.885 \times 10^9 \text{Bq}$ ，在 $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ 之间，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 规定，属于乙级非密封放射物质工作场所。

（2）射线装置

本项目中子管基本参数见表 1.7-3，中子发生器基本参数见表 1.7-4。

表 1.7-3 中子管基本参数

名称	类别	数量 (台)	最大管 电压 (kV)	最大靶 电流 (μA)	中子强度 (n/s)	中子能量 (MeV)	备注
氘氘中子管 (D-D)	II	50	100	100	1.0×10^6	2.4	自制，用于组装测井用氘氘中子发生器 (D-D)
氘氘中子管 (D-T、商品靶)	II	99	100	45	1.0×10^8	14	自制，其中 99 支中子管用于组装测井用氘氘中子发生器 (D-T)，其余外售
氘氘中子管 (D-T、自靶)	II	50	100	45	1.0×10^8	14	

表 1.7-4 中子发生器基本参数

名称	类别	数量 (台)	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强度 (n/s)	中子能量 (MeV)	备注
测井用氘氘中子发生器 (D-D)	II	50	100	100	1.0×10^6	2.4	自制
测井用氘氘中子发生器 (D-T)	II	99	100	100	1.0×10^8	14	自制
紧凑型氘氘中子发生器 (D-D)	II	50	150	5000	1.0×10^8	2.4	自制

（3）放射源

本项目拟配置 1 枚 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源（活度为 $1.48 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，属于 IV 类放射源）和 1 枚 $^{137}\text{Cs} \gamma$ 源（活度为 $1.85 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 V 类放射源）用于探测器测试，使用周期约每年一次，不使用时铅罐贮存，贮存地点为源库。IV、V 类放射源为危险性较低，基本不会对人造成永久性损伤。

1.7.2 项目组成

项目组成具体见表 1.7-5。

表 1.7-5 项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	充氟室	有效面积 25m^2 ，包括通风柜、手套箱、排气台等	新建
	地勘测井设备实验室	内部尺寸：长 11.4m ，宽 7m ，高 3.5m	新建
		屏蔽部位	
		北侧、西侧墙体	

		南侧墙体		1800mm 厚混凝土（相邻墙体之间为封闭区域，人员无法进入）		
		东侧墙体	迷道内墙	1800mm 厚混凝土		
			迷道外墙	1000mm 厚混凝土		
		顶部		1800mm 厚混凝土		
		南侧防护门		10mm 钢板+200mm 水门+10mm 钢板		
		中子发生器测试实验室	内部尺寸：长 11.4m，宽 6m，高 3.5m			
	屏蔽部位		防护情况			
	南侧、西侧墙体		1800mm 厚混凝土			
	北侧墙体		1800mm 厚混凝土（相邻墙体之间为封闭区域，人员无法进入）			
	东侧墙体		迷道内墙	1800mm 厚混凝土		
			迷道外墙	1000mm 厚混凝土		
	顶部		1800mm 厚混凝土			
	北侧防护门		10mm 钢板+200mm 水门+10mm 钢板			
	1、防护门采用电动驱动装置在预设的东西向轨道上平移开闭。 2、混凝土的密度不小于 2.35t/m³。					
	辅助工程	操控室	操控室位于充气室楼上夹层			
保卫值班室		负责公司的安保，人员实行 24h 值守				
中子源及氚材料贮存库		贮存氚靶、中子管、废中子管和中子发生器				
十万洁净区		研发、组装中子管和紧凑型中子发生器				
发生器组装区域		测井用中子发生器测井设备的组装生产				
公用工程	给水工程	由厂区内供水管网接入				依托
	排水工程	由厂区污水管道接入市政污水管网				
	配供电工程	由厂区配电室接入电源				
环保工程	废水	生活污水经厂区化粪池处理后排入市政污水管网				依托
	废气	D-T 排气台排风量为 200m³/h，经氚净化装置高效过滤后通过 1#研发楼屋顶高空排放；充气室、贮存库排风量为 3400m³/h，通风换气次数不小于 10 次/h；中子地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室排风量均为 1600m³/h，通风换气次数分别为 5.72 次/h、6.68 次/h，可将产生的少量臭氧、氮氧化物及感生放射性气体排出				新建
	固废	生活垃圾分类收集后交环卫部门统一处置，事故状态下擦拭废物暂存于固废箱，交有资质单位处置。废弃的氚化铀罐体由供货商负责回收，氚净化系统中废弃的分子筛由厂家更换和回收，废中子管暂存在贮存库，交有资质单位处置				新建
	辐射防护	屏蔽墙体采用符合要求的混凝土，防护门采用钢板和水				新建

1.8 工作人员配备及工作制度

根据建设单位提供的资料，本项目配备 6 名辐射工作人员，均为公司原有辐射工作人员，充气、装氚靶和打靶操作均配备 2 人，互不交叉工作。

本项目年生产 50 支 D-T 中子管（自成靶），充气操作时两人一起工作，每生产 1 支 D-T 中子管（自成靶），单名辐射工作人员工作时长 40h（5 天充一支中子管，每天 8h），年生产 50 支，单名辐射工作人员年工作时间 2000 小时。年生产 99 支 D-T 中子管（商品靶），每支 D-T 中子管（商品靶）装氚靶时间 2min，年装氚靶时间 3.3h。

根据建设单位提供的资料，测井用氘氘中子发生器（D-D）、测井用氘氘中子发生器（D-T）在地勘测井设备实验室进行打靶测试，该实验室烘箱仅进行高温测试。测井用中子发生器数量总共为 149 台，每台中子发生器打靶 4 次（4 个刻度罐），单次打靶 1.0h，则地勘测井设备实验室年打靶时长为 596h。具体情况见表 1.8-1。

表 1.8-1 地勘测井设备实验室年总打靶时间

名称	数量 (台)	打靶次数 (次)	单次打靶时 间 (h)	年总打靶时 间 (h)
测井用氘氘中子发生器 (D-D)	50	4	1	200
测井用氘氘中子发生器 (D-T)	99	4	1	396
合计				596

备注：地勘测井设备实验室总共设置 4 个刻度罐，每台中子发生器在每个刻度罐打靶 1 次，单次仅对 1 台测井用中子发生器进行打靶测试，不同时打靶。

根据建设单位提供的资料，D-D、D-T 中子管和紧凑型中子发生器在中子发生器测试实验室进行打靶测试。本项目 D-D 中子管数量为 50 支，每次可以老练 4 支，单次老练 5.5h，D-D 中子管年老练 71.5h；D-T 中子管（商品靶、自成靶）数量总共为 149 支，单支老练 5.5h，D-T 中子管（商品靶、自成靶）年老练 819.5h；紧凑型中子发生器数量为 50 台，每次打靶 1.0h，紧凑型中子发生器年打靶 50h，则中子发生器测试实验室年总打靶时长为 941h。具体情况见表 1.8-2。

表 1.8-2 中子发生器测试实验室年总打靶时间

名称	数量 (支/台)	打靶次数	单次打靶时间 (h)	年总打靶时 间 (h)
氘氘中子管 (D-D)	氘氘中子管 (D-D) 每次可同时老练 4 支，则 50 支氘氘中子管 (D-D) 至少需老练 13 次		5.5	71.5
氘氘中子管 (D-T、商品靶)	99	1	5.5	544.5
氘氘中子管 (D-T、自成靶)	50	1	5.5	275
紧凑型氘氘中子发生器 (D-D)	50	1	1	50
合计				941

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
1	²⁴¹ Am-Be	1.48×10 ¹⁰ /1.48×10 ¹⁰ ×1	IV	使用	探测器测试	中子发生器测试实验室	铅罐贮存, 贮存地点为源库	
2	¹³⁷ Cs	1.85×10 ⁷ /1.85×10 ⁷ ×1	V	使用	探测器测试	中子发生器测试实验室	铅罐贮存, 贮存地点为源库	

注：1.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	毒性	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
1	³ H	低毒	使用	3.7×10 ¹⁰	3.7×10 ⁹	9.25×10 ¹²	生产 D-T 中子管（自成靶）	很简单的操作	手套箱	原料罐贮存
2	³ H	低毒	使用	1.85×10 ¹³	1.85×10 ⁸	1.85×10 ¹³		源的贮存	手套箱	原料罐贮存
3	²³⁸ U	低毒	使用	2×10 ⁹	2×10 ⁴	2×10 ⁹		源的贮存	手套箱	原料罐贮存

注：1.日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

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

(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 (μ A)	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	
1	氚氘中子管 (D-D)	II	50	ZZKJ-DD-25/40	100	100	1.0×10^6	生产、销售、使用	中子发生器测试实验室	/	中子管成品存储柜	50	自制
2	氚氘中子管 (D-T、商品靶)	II	99	ZZKJ-DT(SP)-25/40	100	45	1.0×10^8			1.85×10^{11}		99	自制
3	氚氘中子管 (D-T、自成一靶)	II	50	ZZKJ-DT(YZ) 25/40	100	45	1.0×10^8			1.85×10^{11}		50	自制
4	测井用氚氘中子发生器 (D-D)	II	50	ZZKJ-FSQ-DD	100	100	1.0×10^6	生产、销售、使用	地勘测井设备实验室	/	中子发生器存储柜	50	自制
5	测井用氚氘中子发生器 (D-T)	II	99	ZZKJ-FSQ-DT	100	100	1.0×10^8			1.85×10^{11}		99	自制
6	紧凑型氚氘中子发生器 (D-D)	II	50	ZZKJ-JCX-DD	150	5000	1.0×10^8		中子发生器测试实验室	/		50	自制

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度 (Bq)	月排放总量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废中子管	固态	^3H	$1.85 \times 10^{11} \text{Bq}$	/	199 支	/	中子源及氟材料贮存库废中子管存储柜	有资质单位回收处理
废棉纱、手套、口罩等废物	固态	^3H	/	/	59.9kg	/	固废箱	有资质单位回收处理
氟净化系统中废弃的分子筛	固态	^3H	/	/	1 个/ (7-8) 年	/	/	由氟净化系统生产厂家更换和回收
氟化铀罐体	固态	^3H 、 ^{238}U	/	/	1 个/2 年	/	固废箱	由厂家回收处理
手套箱放射性废气	气态	^3H	/	/	/	/	/	经氟净化系统吸附处理后通过专用排风管道排入大气，排放口高于本建筑物屋脊
实验室废气	气态	NO_x 、 O_3 、感生放射性气体等	/	/	/	/	/	经专用排风管道排入大气，排放口高于本建筑物屋脊

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

6.1 法律、法规依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日);
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 19 日修正);
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日);
- (4) 《修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》(国务院令第 682 号修改, 2017 年 10 月 1 日施行);
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例 (修订)》(国务院令第 709 号第二次修订, 2019 年 3 月 2 日);
- (6) 《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, 2011 年 5 月 1 日);
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部令第 20 号, 2021 年 1 月 4 日修订);
- (8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(国家环保部、国家卫生和计划生育委员会总局 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日);
- (9) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》, 环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号, 2018 年 1 月实施;
- (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录 (2021 版)》(生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日);
- (11) 《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》(环发[2006]145 号, 2006 年 9 月 26 日);
- (12) 《陕西省放射性污染防治条例》(陕西省人大, 2014 年 10 月 1 日起施行, 2019 年修正);
- (13) 《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》(原陕西省环境保护厅办公室陕环办发[2018]29 号文, 2018 年 6 月 6 日);
- (14) 《产业结构调整指导目录 (2024 年本)》(国家发展和改革委员会令第 7 号, 2024 年 2 月 1 日起施行);
- (15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部 2019 年第 57 号公告, 2020 年 1 月 1 日实施;
- (16) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》, 中华人民共和国卫生部令第 55 号, 2007

年 11 月 1 日施行。

6.2 技术标准

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016), 2017 年 1 月 1 日;
- (2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016), 2016 年 4 月 1 日;
- (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);
- (4) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021);
- (5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);
- (6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);
- (7) 参照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021);
- (8) 参照《油气田测井放射防护要求》(GBZ 118—2020);
- (9) 《石油放射性测井辐射防护安全规程》(SY 5131-2008);
- (10) 《职业性外照射个人检测规范》(GBZ 128-2019);
- (11) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020);
- (12) 《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》(GBZ 2.1-2019);
- (13) 参照《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023)。

6.3 其它

- (1) 委托书;
- (2) 建设单位提供的其它资料;
- (3) 《辐射防护手册 第一分册》李德平主编;
- (4) 《辐射防护基础》李星洪主编;
- (5) 《原子核物理》卢希庭主编;
- (6) 《辐射安全手册》潘自强主编;
- (7) 《辐射防护导论》方杰主编。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目涉及使用乙级非密封放射性物质，生产、使用、销售Ⅱ类射线装置，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）中“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的要求，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为以项目实体边界为中心，半径 50m 区域。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标主要为从事辐射工作人员及周边偶尔停留的公众，其接受的剂量应符合 GB18871-2002 规定的剂量限值和本次评价提出的剂量管理限值要求。本项目主要环境保护目标见表 7.2-1。评价范围（四邻关系）示意图见图 7-1。

表 7.2-1 环境保护目标一览表

名称	对象	方位	规模（人数）	距离（m）	年剂量约束值
职业人员	充氚工作人员	/	2 人	0.5*	≤5mSv/a
	装氚靶工作人员	/	2 人	0.3*	
	操控室工作人员	充氚室楼上夹层	2 人	1.0	
公众	仓库、设备间和库房人员	顶部	/	3.0	≤0.1mSv/a
	保卫值班室人员		1 人	1.0	
	洁净区、库房和清洗室等人员	西侧	约 8 人	0.3	
	配电室人员	南侧	1 人	2.7	
	厂房外道路人员	东侧和北侧	流动人员	0.3	
	评价范围内其它停留人员（不含放射性工作人员）			0.3~50	

备注：1、“*”距离表示距放射性物质最近距离，其余为距离屏蔽体最近距离；

2、实验室顶部为仓库、设备间和库房，目前为闲置状态。

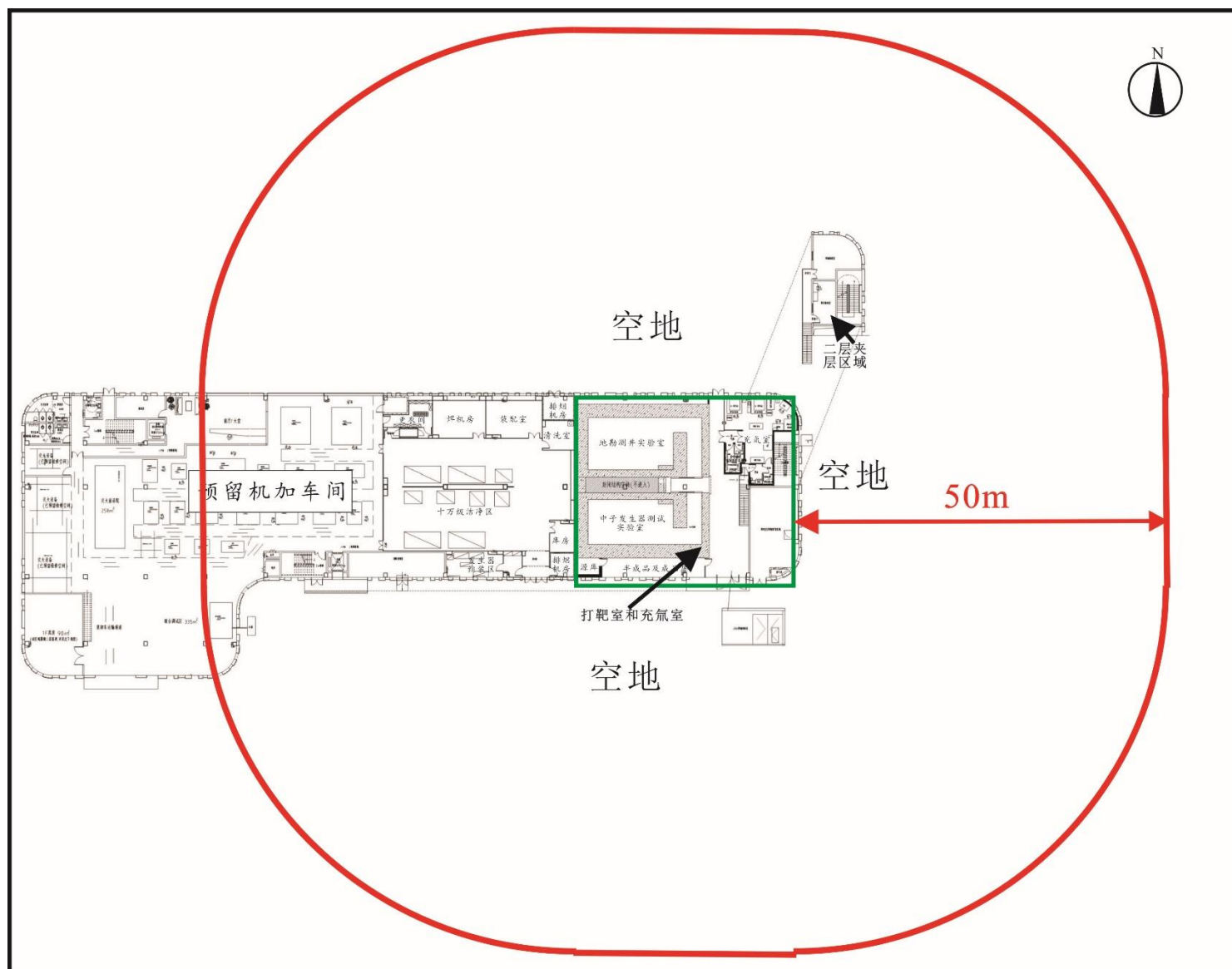


图 7-1 本项目评价范围图

7.3 评价标准

1、剂量限值及剂量约束值

(1) 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中相关规定:

“附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制,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。”

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。”

(2) 剂量约束值

参考《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)第4.4.2.1款要求,一般情况下公众人员的剂量约束值不超过0.1mSv/a,职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a。

参考《放射性测井辐射安全与防护》(HJ1325-2023)第4.3款要求,一般情况下,职业照射的剂量约束值为5mSv/a;公众照射的剂量约束值为0.1mSv/a。”

综上所述,本项目职业人员年剂量约束值取5mSv,公众人员年剂量约束值取0.1mSv。

2、非密封源工作场所分级

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录C表C1,非密封源工作场所按放射性同位素日等效最大操作量的大小分级,分级标准见表7.3-1。非密封放射性物质的日等效操作量范围为豁免活度值以上~2E+07Bq。

表 7.3-1 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量, Bq
甲	>4E+09
乙	2E+07~4E+09
丙	豁免活度值以上~2E+07

3、表面污染控制水平

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录B2.1款规定,工作场所的表面污染控制水平如表7.3-2所示。

表 7.3-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm²)

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 ⁻¹	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	4

手、皮肤、内衣、工作袜	4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}
-------------	--------------------	--------------------	--------------------

备注：1) 该区内的高污染子区除外

工作场所中的设备和用品，经去污使其污染水平降到表 7.3-2 中所列设备类的控制水平的 1/50 以下时，经审管部门确认同意后，可当作普通物品使用。

4、剂量率控制水平

(1) 充氚室

充氚和装氚靶操作在充氚室内完成，主要放射性来自 ^3H 衰变过程中释放 β 射线及产生的韧致辐射，需考虑氚源罐贮存、充氚工作人员操作位处、装氚靶工作人员操作位处及固废收集设施表面等剂量率水平。

参考《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 款：距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.6 款：放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.7 款：固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目充氚操作设备外表面 30cm 处周围剂量当量率限值取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，充氚室屏蔽层外表面 30cm 处周围剂量当量率限值取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，放射性固废箱外表面 30cm 处周围剂量当量率限值取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 实验室

打靶操作在中子发生器测试实验室和地勘测井设备实验室，操作时辐射工作人员不在室内。打靶过程中主要放射性为中子管通电后产生的中子射线及 γ 射线，需考虑打靶室屏蔽外 30cm 处剂量率水平。参考《油气田测井放射防护要求》(GBZ118-2020) 第 5.2.5 款：室外操作放射源时应设置控制区，在控制区边界上设置警戒线和警告标志(或采取警告措施)，防止无关人员进入边界以内的操控区域。使用刻度源对测井仪器进行刻度时，宜在源库所在地的围墙内进行，如需在场外进行刻度应设置控制区，控制区边界的周围剂量当量率不应超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目设置专门的屏蔽室，屏蔽室内区域为控制区。本报告以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为屏蔽体外 30cm 处关注点的剂量率控制水平。

5、《石油放射性测井辐射防护安全规程》（SY 5131-2008）中相关规定：

“8 使用放射源及脉冲中子源测井的辐射防护

8.1 车间刻度的辐射防护要求

8.1.1 刻度车间属放射工作场所，应远离居民区及非放射工作场所。

8.1.2 刻度车间应设有仪器吊升装置及扶持仪器进入刻度井（或刻度装置）的工具。

8.1.3 在进行放射性刻度作业时，应设非安全控制区和电离辐射标志。使用中子发生器作打靶校验时，非安全控制区的半径不得小于 30m。非安全控制区应设专人监护，禁止无关人员进入。打靶终止 20min 后，人员方能接近下进仪器。”

本项目依据公司实际情况，要求中子管和中子发生器断电 30min 后，人员方能接近。

6、《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118—2020）中相关规定：

“5.1.12 中子管贮存库应为单独房间，宜为独立建筑物或建筑物底层的一端，应设防盗装置。贮存库内不应居住、办公和放置易燃、易爆等其他危险物品。中子管贮存场所温度、湿度等环境条件应符合 SY/T5419。中子管转运时应防止碰撞、摩擦。

5.1.13 中子管测试及刻度时宜在专用的屏蔽体内进行，屏蔽介质可使用大 100cm 的混凝土或大于 200cm 的水层，也可使用专用地下测试井，测试井深度应大于 10m。在没有专用屏蔽体时，应将距测试中子管不小于 30m 范围设置为控制区，控制区边界应设置警戒线或警戒栅栏，并设置电离辐射警告标志，设置专人警戒。

7.3 测井用中子发生器的放射防护检测要求

7.3.1 新中子发生器投入使用前应进行下列项目检测：

- a) 刻度及测井辐射场周围剂量当量率；
- b) 中子管工作结束后活化产物外照射周围剂量当量率。

7.3.2 投入使用后的检测：

对 7.3.1 中 a) 项应每年进行一次检测；7.3.1 中 b) 项每次工作完成后均应进行。

7.4 个人剂量监测

7.4.1 个人剂量监测应按照 GBZ 128 的要求进行，单纯使用 γ 放射源的油气田测井放射工作人员可仅进行光子个人剂量计监测，对于可能使用中子源或中子发生器的油气田测井放射工作人员个人剂量计应能同时满足对 γ 射线和中子剂量监测。

7.4.2 新型放射源、新型测井设备或测井新工艺投入测井使用前，应对测井全过程操作人员的累积剂量进行评估。”

7、《放射性测井辐射安全与防护》（HJ1325-2023）中相关规定：

“5.3.1 中子发生器测试、刻度宜在专用的屏蔽体内进行，可使用符合屏蔽要求的屏蔽介质，也可使用深度大于 10m 的专用地下测试井。没有专用屏蔽体时，应将距测试中子发生器不小于 30m 范围设置为控制区，边界应设置警戒线或栅栏及电离辐射警告标志，由专人值守。

5.3.2 中子发生器到达井下指定位置后，方可打开电源。中子发生器回收时，须确保断电 20min 后人员方能接近仪器。

5.3.3 中子发生器贮存场所应配置安防设施，实现 24 小时监控，也可放置源库内保管。”

表 8 环境质量和环境现状

8.1 项目所在区域辐射环境现状

建设单位委托核工业二〇三研究所分析测试中心于 2025 年 9 月 1 日对项目拟建地及周围进行了辐射环境现状监测，并出具了监测报告，监测报告编号 2025-HP-DL046。由于本项目拟建地首次开展核技术利用项目，因此本次现状监测时未开展中子周围剂量当量率、β 表面污染监测。中陕核（西安）中子科技有限公司项目拟建地以及周边环境 γ 辐射剂量率监测点位示意图见图 8-1。

（1）监测项目：γ 辐射剂量率。

（2）监测仪器相关参数及检定情况，具体见表 8.1-1。

表 8.1-1 监测仪器、测量范围、及检定情况

项目	监测仪器名称及型号，编号	测量范围	检定单位	检定证书编号	检定证书有效期
γ 辐射剂量率	便携式 X-γ 剂量率仪（FH40G-10 主机+FHZ672E-10 探头），主机：FHP003-2018 探头：FHP004-2018	1nSv/h ~ 100μSv/h	中国计量科学研究院	DLjl2024-13943	2024/09/13 ~ 2025/09/12

（3）监测结果质量保证：①结合现场实际情况，在项目拟建场地周边布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性；②严格按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）进行监测；③测量仪器每年定期经有资质计量部门检定，检定合格后方可使用；④监测人员持证上岗；⑤监测结果经三级审核，保证监测数据的准确。

中陕核（西安）中子科技有限公司项目拟建地以及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 8.1-2。

表 8.1-2 项目拟建地以及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点位描述	γ 辐射剂量率（nGy/h）	备注
		均值±标准差	
1	拟建操控室地面	93.7±1.9	
2	拟建充氙室地面	93.9±2.7	
3	拟建中子发生器测试实验室和地勘测井实验室地面	94.5±2.1	
4	拟建十万洁净区地面	94.2±2.0	
5	预留机加工车间地面	93.7±2.1	
6	研发楼外道路地面	80.0±2.3	

说明：1、按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用¹³⁷Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数为1.20Sv/Gy；

2、表中监测结果已扣除仪器对宇宙射线响应值，宇宙射线响应值取16.0nGy/h；

3、本报告仅对本次监测点位及监测结果负责。

8.2 辐射环境现状评价

由表 8.1-2 可知,项目拟建地以及周边环境 γ 辐射剂量率监测值为 80.0~94.5nGy/h。

查阅《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社,2015 年)可知,陕西省咸阳市原野、道路和建筑物室内 γ 辐射剂量率为 32~123nGy/h,陕西省咸阳市原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率见表 8.2-1。

表 8.2-1 咸阳市原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率调查结果 (nGy/h)

项目	原野	道路	室内
范围	48~68	32~68	87~123
均值	60	51	104
标准差	5.0	11	8.0

说明: 1、《中国环境天然放射性水平》(2015 版,中国原子能出版社);

2、该项目拟建地 1988 年行政区划隶属咸阳。

监测结果表明,中陕核(西安)中子科技有限公司项目所在地以及周边环境 γ 辐射剂量率与咸阳市原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率调查结果处于同一范围,为天然环境本底水平。项目拟建地辐射环境现状质量良好。

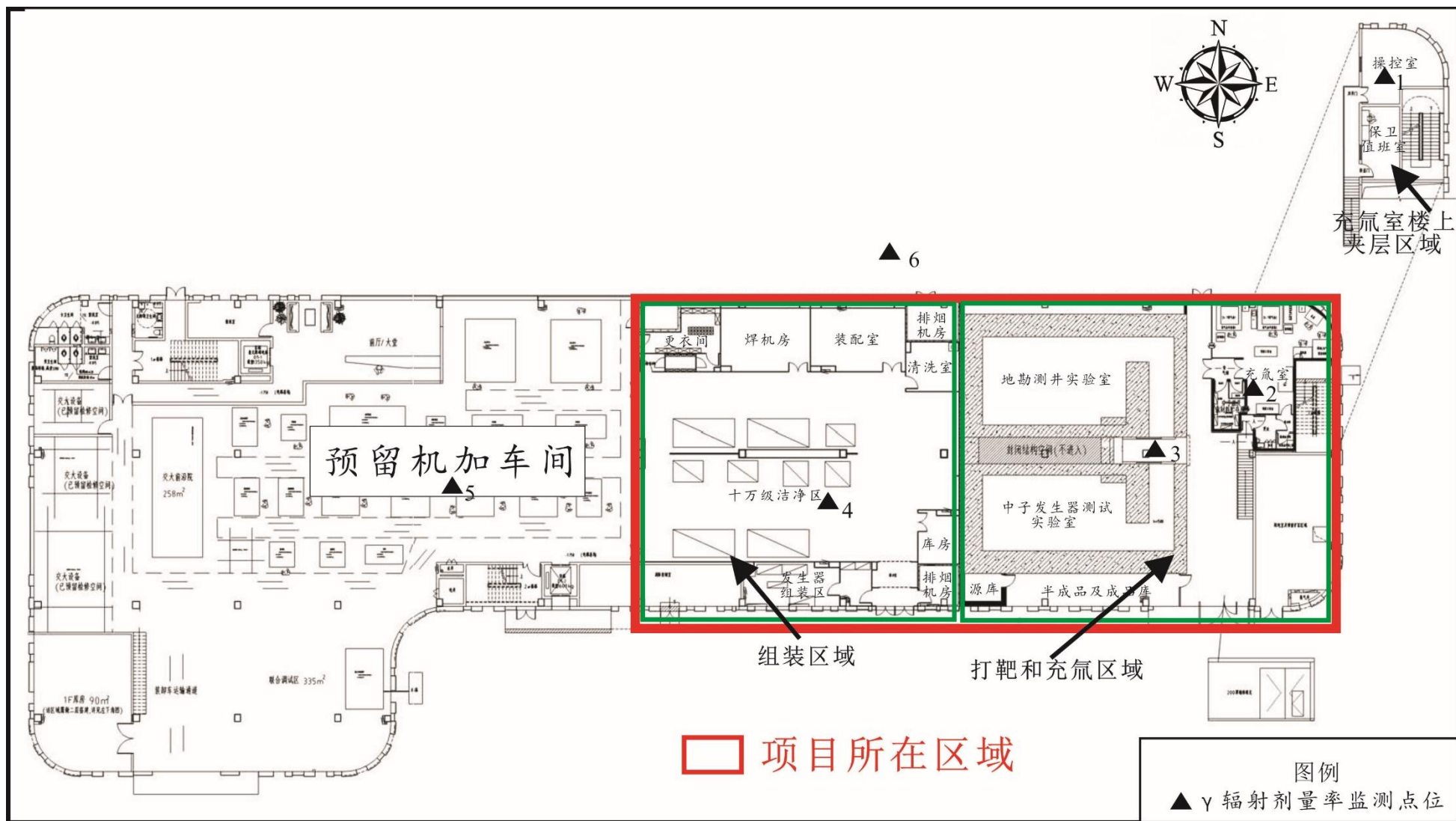


图 8-1 项目拟建地以及周边环境监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备及工艺分析

9.1.1 设备组成及工作原理

(1) 紧凑型中子发生器

紧凑型中子发生器由中子发生器主体、电源及控制集成柜、冷却循环机和工控机等四部分组成，中子发生器主体为圆筒状，由离子源系统、离子束引出加速电极及靶系统、高压接头、真空腔和真空泵等部分装配而成，各部分通过“O”圈实现真空密封，其结构如图9-1所示。高压电源通过高压电缆和高压接头为中子发生器D离子加速提供高压加速电场，等离子源产生等离子体，由加速电极和离子源阳极之间的高压电场引出并加速氘(D)离子并轰击在靶上，发生D-D(使用自注入氘靶)核反应，放出约2.4MeV的快中子。

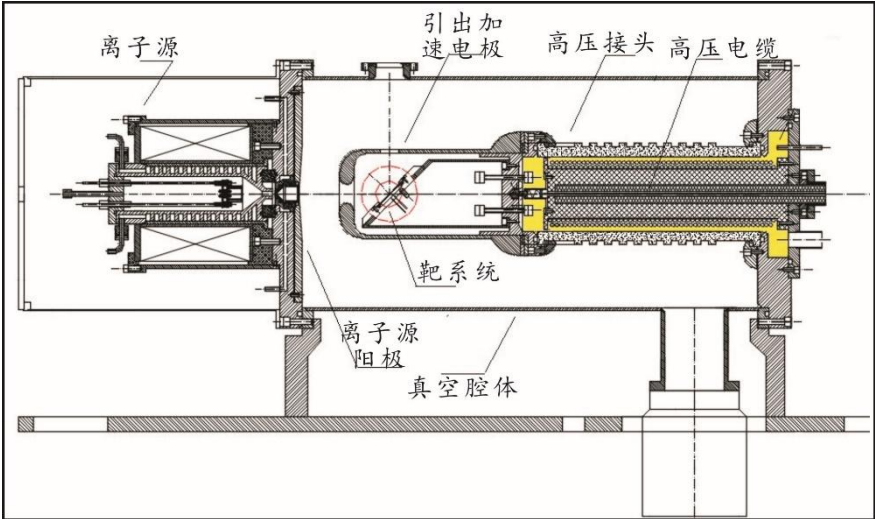
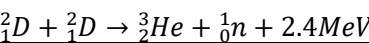
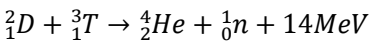


图 9-1 紧凑型中子发生器主体结构图

(2) 测井用中子发生器

本项目测井用中子发生器由中子管和中子管外接电路组成，中子管是将离子源、加速系统、靶以及气压调节系统密封在一个陶瓷或玻璃管内，形成一个小型的特种电真空器件。中子管实质上是一种最小型的加速器，其性能决定着中子发生器的产额、寿命、稳定性等诸多指标。中子管可以在外接电路的控制下，由离子源产生氘离子，经加速后轰击靶，与氘靶、氚靶产生核反应，分别产生14MeV、2.4MeV的快中子。中子管外接电路通常由离子源电路和密封加速高压组成。离子源电路取决于离子源的结构，如采用冷阴极潘宁离子源的中子管需要2kV左右的阳极脉冲高压，而热阴极中子管所需的阳极高压则很低。密封加速高压一般采用倍加整流电路。核反应式如下：



典型测井用中子发生器结构见图9-2。

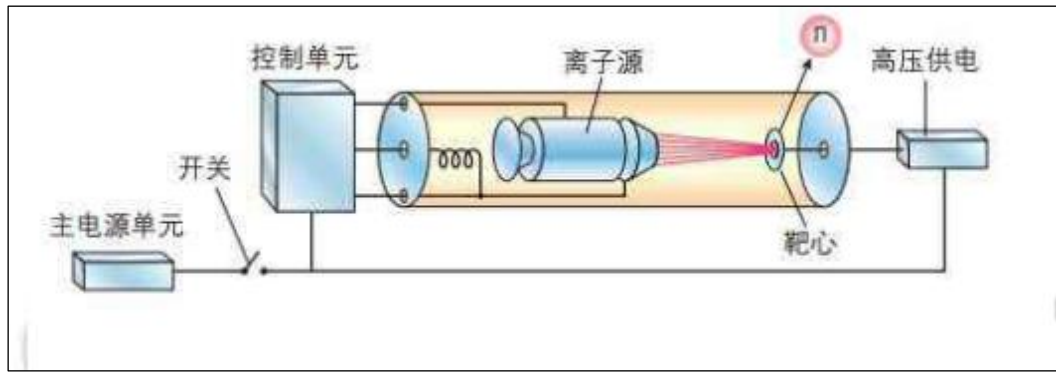


图 9-2 典型测井用中子发生器结构图

9.1.2 生产工艺

（1）紧凑型中子发生器

生产工艺包括零件检验、设备采购、组装和调试，具体流程如下：

1) 零件加工

接收到工作任务单后建设单位提供发生器主体、离子源及附件等零件制造图纸给生产商，生产商进行零件的机加工，建设单位对生产商加工好的零件进行检验。

2) 设备采购

对离子源电源、高压电源、冷却循环系统、真空系统及进气系统等进行采购，同时进行设备检验；

3) 组装和系统调试

发生器、离子源组装后和采购设备进行整机组装，组装后进行系统调试。

4) 中子产额调试

根据建设单位提供的资料，本次紧凑型中子发生器在中子发生器测试实验室进行打靶测试（位置：老练及测试点位）。单台紧凑型中子发生器打靶时长为1h，此过程会有中子、 γ 射线、感生放射性核素、臭氧和氮氧化合物的影响。

紧凑型中子发生器工艺流程及产物环节图见图9-3。

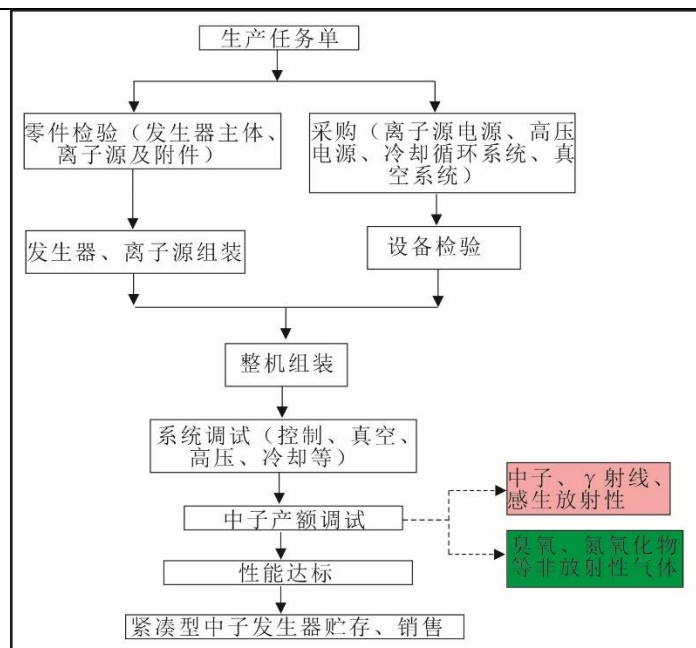


图 9-3 紧凑型中子发生器主体结构图

(2) 测井用中子发生器

生产工艺包括零件表面处理、封接、排气、装氚靶（D-T中子管、商品靶）、充氙气体（D-T中子管、自成靶）、中子发生器测井仪组装、老练和打靶测试实验等工艺，具体流程如下：

1) 零件除气

建设单位提供零件制造图纸给生产商，生产商进行零件的机加工。零件使用前需进行处理，主要为零部件高温除气。

在洁净区利用去气炉的高温除去零件表面杂气，杂气的成分为零件机加工过程中进入的少量空气。除杂后用真空泵抽出杂气。

2) 封接

按照中子管总体结构的组成，使用氩弧焊进行相关组件连接。此过程对需要连接的工件进行加热，利用材料受热出现较小熔化时进行焊接。此环节无废弃物产生。

封接后进行检漏，如有漏点，则作为废中子管（无源）单独贮存处理。如无漏点则进行下一步排气工艺。

3) 排气

在洁净区双真空排气台上将中子管置于380℃钟罩内连续加温12h以上烘烤，排除中子管内表面杂气（成分为空气）。

4) 装氚靶（D-T中子管、商品靶）

本项目的氚靶为固体靶，从有资质的第三方购买，氚吸附在金属钛上，不易扩散和挥发。准备好组装测试合格的D-T真空管（不含钛靶，留有充气口）和氚靶，在充氚室内将D-T真空管（不含钛靶，留有充气口）安装在固定位置，将氚靶安装到真空管内的指定位置，用氩弧焊机封接中子管的下端口，完成D-T中子管（商品靶）的生产。此过程会有 β 粒子以及 β 粒子导致的韧致辐射。

5) 充氚气体（D-T中子管、自成靶）

氚化铀储存于不锈钢密封源罐中，购入后源罐贮存于手套箱内部，无特殊情况不移动。

充氚（实际上是氚分装）过程中，工作人员将中子管安装于充氚系统中，中子管尾端有专用充气管（长约20mm）连接出气管道端口，端口前方设置阀门。

打开机械泵抽真空，充氚系统设计有低真空规（真空压力表），待观察真空度合格后，通过压缩空气结合人员操作开启阀门。

加热氚源罐，开启氚源罐阀门，此时氚气受热溢出，观察氚源罐下游薄膜压力计指示，压强与释放量成正比，可根据压强判断释放量。检测到压强达到需求值（接近相应释放量）时，停止加热，关闭氚源罐阀门。

打开中子管端阀门，中子管在充氚时，外部设置铁质钟罩，内含水层。通过电加热水升温，使得氚气受热进入中子管尾端专用充气管，游离于中子管尾部。此时给中子管存储器通电加热，氚气受热吸附在存储器中。

当中子管内部氚气达到需求量时，额外释放的氚气将被铀粉重新吸附回源罐（通过温度变化驱使氚气移动）。这期间需关闭管道上相应阀门，以避免中子管中氚气一同被回收。

关闭阀门等待一段时间，检查中子管前端薄膜压力计是否存在压力变化，如压力发生变化则说明有漏点，此时需操作相关阀门将中子管内氚气进行回收，中子管报废（无源）贮存；如无变化则表示无泄漏，可将中子管从系统中取下（将中子管自身充气管进行冷压接密封）。

在充氚过程中可能会产生极少量的氚气泄漏，在手套箱内设置氚气监测探头，氚气在豁免浓度以下时，直接排放在大气中，自然消散。氚气浓度超过豁免值时，将会响起警报，启动氚气净化吸附装置，含氚气体首先通过被加热到预定温度的反应器，在反应器中被氧化成HTO（氚化水），生成的HTO蒸气由气体带走，在冷却器中冷凝变成液态，然后被干燥剂床（不锈钢罐体）吸附除去，待净化完成后方可继续工作。

充氚分氚系统的管道内都是密封真空负压状态，泄漏的几率极低。

充气操作示意图见图9-4。

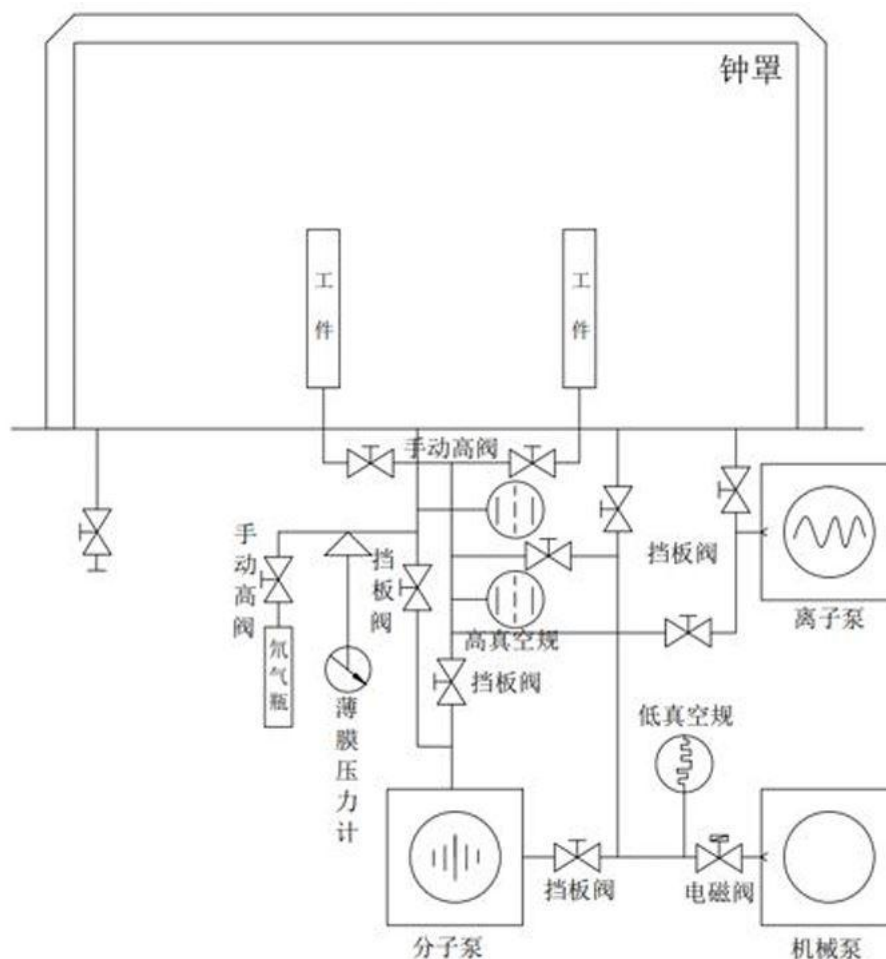


图 9-4 充气操作示意图

6) 测井用中子发生器测井仪组装

测井用中子发生器由中子管和中子管外接电路组成，中子发生器由中子管、高压电源、离子源电源、气压调节电路等组成，将中子管和高压电源封装到密封的金属或者塑料壳体内，同时充以高压绝缘油或绝缘气体，通过引线接到中子发生器电源控制箱内构成测井用中子发生器。此过程会产生废零件，按照一般工业固定废物处置。

7) 老练和打靶测试实验

根据建设单位提供的资料，中子管在中子发生器测试实验室进行老练，测井用氘中子发生器（D-D）和测井用氘氚中子发生器（D-T）在地勘测井设备实验室进行打靶测试。D-D中子管在老练点位进行老练（共4个老练点位，可同时打靶），D-T中子管（商品靶、自成靶）在老练及测试点位进行老练（共2个老练及测试点，不同时打靶）；测井用中子发生器在每个刻度罐进行打靶测试（共4个刻度罐，不同时打靶）用于中子测井仪器性能检测。单支中子管老练时长为5.5h，单个刻度罐打靶时长为1h，总共4个刻度罐，则单台中子发生器打靶时长为4h。D-T中子管、测井用氘氚中子发生器（D-T）

测试会有 β 粒子、韧致辐射、中子、 γ 射线、感生放射性核素、臭氧和氮氧化合物的影响；D-D中子管、测井用氘氘中子发生器（D-D）测试会有中子、 γ 射线、感生放射性核素、臭氧和氮氧化合物的影响。老练和打靶测试具体位置见图9-5。

本项目配置1枚 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源和1枚 ^{137}Cs 源，用于定期探测器测试，使用周期约每年一次，不用时铅罐贮存，贮存地点为源库。

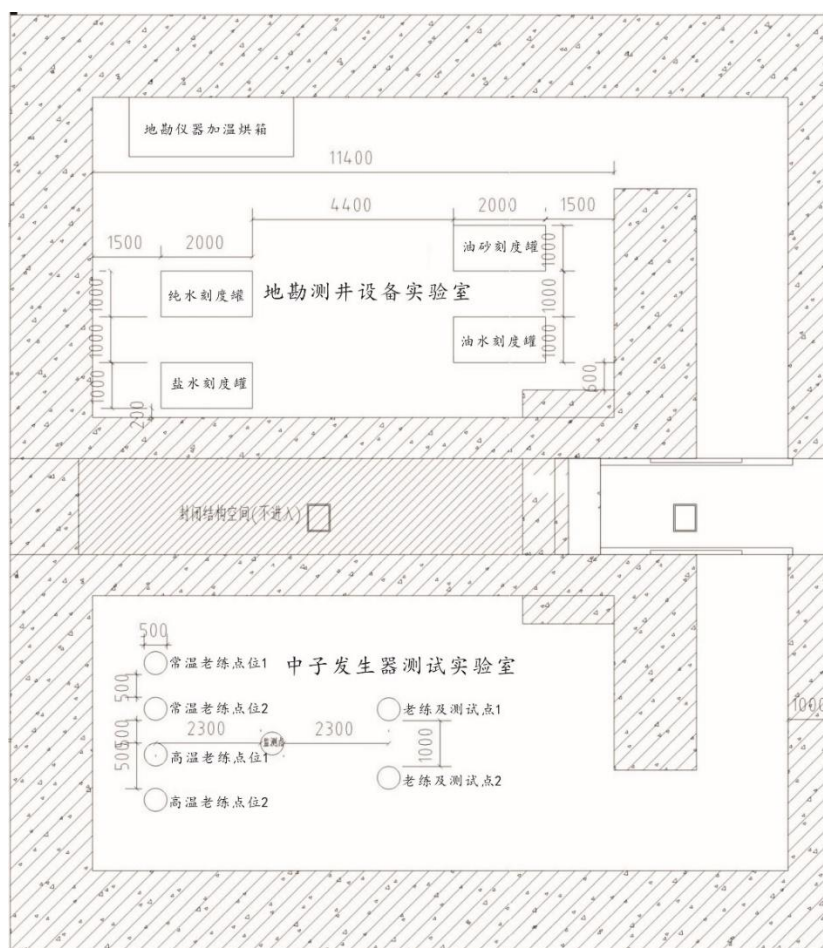


图 9-5 老练和打靶测试示意图

具体的测试工作流程如下：

①将中子管、中子发生器放置到实验室内测试位置，根据中子管、中子发生器的电气连接要求完成电气连接，检查所有联锁装置是否工作正常，确保实验室内没有其 他人员后，关闭屏蔽门。

②用笔记本电脑控制供电和通讯（电缆采用“U”型穿墙走线的方式引至操控区，通过笔记本电脑控制中子管、中子发生器加压打靶）。中子管、中子发生器供电插头与屏蔽门有联动关系：屏蔽门不关闭，供电插座无电，无法供电；屏蔽门关闭，供电正常。

③当供电、控制、屏蔽都到位后，开始对 neutron 管、neutron 发生器进行通电操作，给 neutron 管、neutron 发生器加灯丝电压，灯丝电流稳定后，给 neutron 管、neutron 发生器加离子源电压，离子源电流稳定后，给 neutron 管、neutron 发生器加靶电压，并实时关注 neutron 管产额。

④测试打靶完成后，关闭靶电压、离子源电压、灯丝电压。在实验室内安装有 neutron 产额计数器，用于检测 neutron 发射计量。

⑤当中 neutron 发射实验完毕后，至少等待30min方可取出 neutron 管、neutron 发生器。

测井用 neutron 发生器生产、使用、销售工艺流程图见图 9-6。

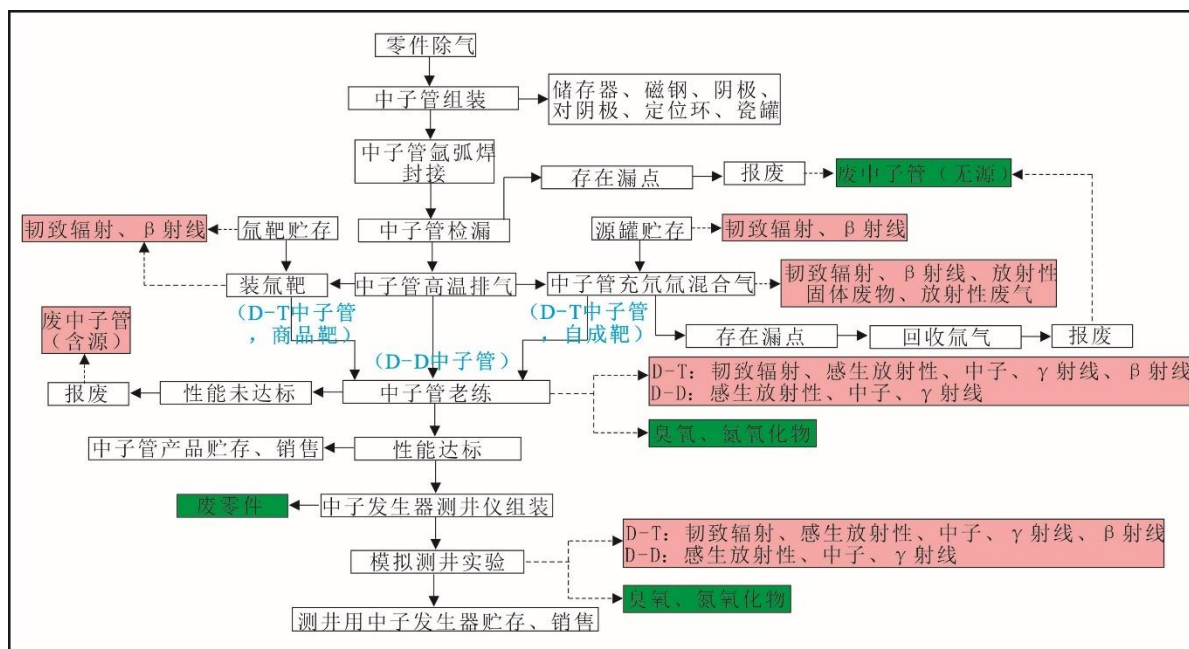


图 9-6 测井用 neutron 发生器生产、使用、销售工艺流程图

9.2 污染物及源项分析

(1) β 射线及韧致辐射

建设单位根据实际需求采购一定放射性活度的 ^3H ， ^3H 以金属铀粉吸附形式储存于不锈钢密封源罐中，源罐中 ^{238}U 为 α 衰变，其半衰期长， α 射线射程较短，利用罐体材料（195mm铁）可屏蔽 α 射线，不再考虑其辐射影响。 ^3H 全部用完后，罐体中仅存在一定活度的铀粉，根据前文分析可不考虑其 α 衰变造成的辐射影响。废弃的氟化铀罐体由供货商上门回收，不长期贮存。

充气 and 装氟靶过程 ^3H 经过 β 衰变产生 β 粒子，该粒子能量为18.6keV， β 粒子被自身源物质及源周围的其他物质阻止时产生韧致辐射。

(2) 外照射

中子管、中子发生器仅在通电时有中子产生，断电时无中子产生。本项目中子管老练和中子发生器测试期间会释放出能量为14MeV、2.4MeV的快中子，快中子在慢化和俘获期间会产生 γ 射线。

(3) 感生放射性

中子管、中子发生器产生的中子与周围物质（主要为靶材料和不锈钢部件）相互作用，产生感生放射性核素，同时中子与实验室空气发生反应，产生感生放射性气体。产生的主要感生放射性核素及半衰期见表9.2-1。

表 9.2-1 产生的主要活化物质及半衰期

核素	^{51}Cr	^{55}Fe	^{41}Ar	^{13}N	^{15}O	^{11}C
半衰期	27.7d	2.94a	1.83h	0.167h	0.035h	0.342h

放射性气体主要考虑中子引起的 $^{40}\text{Ar}(n,\gamma)$ 反应产生的 ^{41}Ar ，其它放射性核素由于产额很小或者半衰期很短，对环境的影响很小，可以忽略。

(4) 臭氧和氮氧化合物

γ 射线与实验室空气发生电离，产生臭氧和氮氧化合物，经实验室专用排风管道排入大气，排放口高于本建筑物屋脊。

(5) 放射性三废

1) 放射性废水：本项目不产生放射性废水。

2) 放射性固体废物：本项目充气过程产生的放射性固体废物主要为棉纱、口罩、手套、氟净化系统中废弃的分子筛和废弃的氟化铀罐体等。

充气 and 装氟靶过程中工作人员穿戴专用工作服、手套、口罩，并定期采用棉纱和去污剂对工作台面进行擦拭清洁，工作结束后，手套、口罩和棉纱等作为放射性固体废物收集贮存。充气过程每人每支D-T中子管（自成靶）产生0.5kg固体废物，2人一起完成，则单支D-T中子管（自成靶）固体废物产生量1kg，年生产50支D-T中子管（自成靶），则充气过程放射性固体废物年产生量为50kg；装氟靶操作每支中子管产生0.1kg固体废物，年生产99支D-T中子管（商品靶），则装氟靶过程放射性固体废物年产生量为9.9kg，则充气 and 装氟靶过程放射性固体废物年产生量为59.9kg。根据建设单位提供的资料，氟净化系统中分子筛约7-8年更换一次，单个分子筛重量270kg；每2年产生1瓶废弃的氟化铀罐体，单瓶重量0.5kg，年产生量为0.25kg/年。放射性固体废物暂存在放射性固废箱，委托有资质的单位处理，废弃的氟化铀罐体由生产厂家回收，氟净化系统中废弃的分子筛由生产厂家更换和回收。

如中子管产品（含源）测试性能不合格，单独贮存于中子源及氚材料贮存库中子管废品存储柜。为避免混淆，中子源及氚材料贮存库内中子管贮存区域按照成品、废品（按199支/年考虑）分别贮存，并贴有标志，交有资质单位处理。

3) 放射性废气：充氚过程中负压操作，正常工艺操作下不会向外界泄漏氚气，操作结束后充氚系统中氚气会重新在系统中回收至源罐。如果充氚后中子管检漏不合格，则将中子管内氚气回收。本项目设置氚气净化吸附装置，当氚气浓度超过豁免值时，将会响起警报，启动氚气净化吸附装置，待净化完成后方可继续工作，少量的氚气排出室外，成为放射性废气，极小的概率会被戴了过滤型口罩的辐射工作人员吸入或经通风系统在楼顶排出落地后被地面的公众吸入，对人体产生极小的内照射影响。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目租赁陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司 1#研发楼（位于沣西新城秦创原创新生态城）一层部分场地及充氚室楼上夹层区域（具体见附图 2、附图 3），1#研发楼为三层建筑，目前处于闲置状态，且研发楼外 50m 范围内为空地，无人员密集区，无长期居留人员。本项目在 1#研发楼一层东侧新建洁净区、打靶区（包括地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室）和充氚区，建设完成后利用实体墙与西侧（现状为闲置厂房）进行物理隔离。

本项目所在地西侧设置洁净区和中子发生器组装区，中部设置地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室，用于中子发生器产品的功能测试和中子管的老练，南侧为源库和半成品与成品库，东侧为充氚区域，充氚室设置在东北角，配套设立了更衣室、检测去污间、缓冲间等，为工作人员提供必要的可更换衣物和表面污染监测设备，充氚区域设置了中子源及氚材料贮存库，用于贮存氚靶、中子管和中子发生器，在中子源及氚材料贮存库东北侧设置固废箱，用于贮存手套、口罩及棉纱等放射性固体废物。充氚室楼上夹层设置操控室和保卫值班室。

在南、北两侧设置两处出入口。北侧出入口为消防通道，南侧出入口人员可进入打靶室、充氚区域以及操控室等。

综上，本项目辐射工作场所分布相对集中，整体布局合理。

10.1.2 放射性工作分区

（1）分区原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，辐射工作场所应分为控制区及监督区，把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

根据项目的具体布局，将充氚室、中子源及氚材料贮存库、固废箱、源库、地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室等划分为控制区，操控区（此区域仅远程控制中子发生器通电打靶）更衣室、检测去污间、缓冲间及走廊等划分为监督区，分区图见图 10-1。

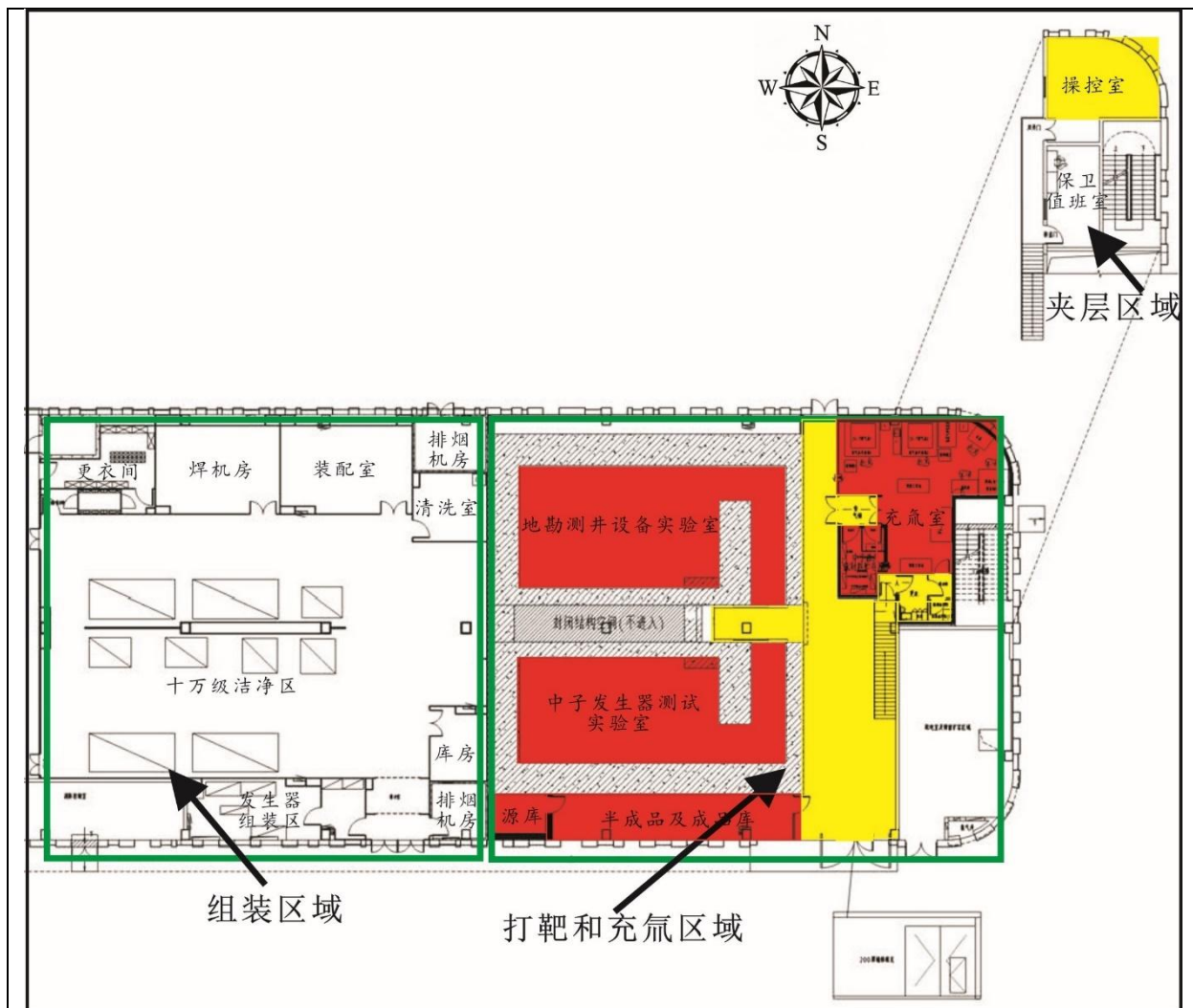


图 10-1 工作场所分区示意图

该项目运行前建设单位应在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的，符合规定的警告标志。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。定期审查控制区及监督区的实际状况，以确定是否需要采取防护措施和作出安全规定，或是否需要更改边界。

10.1.3 辐射屏蔽设计

(1) 充氚区屏蔽措施

充氚区内电离辐射主要为 β 射线及韧致辐射。 β 射线穿透力很弱，在屏蔽物质内射程很短，不会对环境产生明显影响，但 β 射线被阻止时会产生韧致辐射。

1) 氚源/氚靶贮存：氚源以铀粉吸附形式贮存于不锈钢密封源罐中，源罐购入后贮存于手套箱内部，无特殊情况不移动。源罐罐体内层为石蜡，外层为195mm铁。氚靶贮存于中子源及氚材料贮存库内氚靶存储柜，存储柜柜体为2mm铁。

2) 充氚/装氚靶过程：充氚系统管道为不锈钢材质，中子管自身有2mm铁合金管体屏蔽，外覆盖铁质钟罩（壁厚4mm），详见图10-2。辐射工作人员装氚靶时采用1mm有机玻璃进行防护。

3) 成品中子管：充氚/装氚靶后的成品中子管为含源状态，自身有2mm铁合金管体屏蔽。

4) 放射性废物贮存设施：放射性固废箱材质为铁，可起到屏蔽作用。



中子管屏蔽



钟罩屏蔽

图 10-2 屏蔽体示意图

(2) 打靶室屏蔽措施

根据建设单位提供的资料，地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室防护屏蔽设计见表10.1-1。

表 10.1-1 防护屏蔽设计一览表

项目名称	建设内容		
地勘测井设备实验室	内部尺寸：长 11.4m，宽 7m，高 3.5m		
	屏蔽部位		防护情况
	北侧、西侧墙体		1800mm 厚混凝土
	南侧墙体		1800mm 厚混凝土（两实验室之间封闭结构，人员无法进入，因此厚度按 2 个墙体厚度之和考虑）
	东侧墙体	迷道内墙	1800mm 厚混凝土
		迷道外墙	1000mm 厚混凝土
	顶部		1800mm 厚混凝土
	南侧防护门		10mm 钢板+200mm 水门+10mm 钢板
中子发生器测试实验室	内部尺寸：长 11.4m，宽 6m，高 3.5m		
	屏蔽部位		防护情况
	南侧、西侧墙体		1800mm 厚混凝土
	北侧墙体		1800mm 厚混凝土（两实验室之间封闭结构，人员无法进入，因此厚度按 2 个墙体厚度之和考虑）
	东侧墙体	迷道内墙	1800mm 厚混凝土

		迷道外墙	1000mm 厚混凝土
		顶部	1800mm 厚混凝土
		北侧防护门	10mm 钢板+200mm 水门+10mm 钢板
1、防护门采用电动驱动装置在预设的东西向轨道上平移开闭。 2、混凝土的密度不小于 2.35t/m ³ 。			
实验室的电缆穿墙处采用“U”型走线，通过多次折返穿越屏蔽墙的设计，增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。实验室电缆穿墙处屏蔽设计示意图见图 10-3。			
图 10-3 实验室电缆穿墙处屏蔽设计示意图			
10.1.4 拟采取的安全防护措施 (1) 充氚区辐射防护措施 由前文工程分析可知，充氚/装氚靶过程中主要辐射危害因素为 β 射线及韧致辐射带来的外照射，事故状态下吸入氚气带来的内照射以及工作场所可能存在表面污染，针对以上辐射危害，设置了如下辐射安全和防护措施： 1) 内照射防护措施 ①本项目使用的中子管充氚系统为高真空系统全密闭容器且为负压，正常情况下氚不会向系统外泄漏。 ②保持工作台面清洁，定期对工作台面采用擦拭清洁，且严禁工作人员在该区域内进食、饮水和吸烟。 ③为确保辐射工作人员安全，建设单位对上岗人员提出防护用品佩戴的要求，包括专用工作服、手套、口罩等。 2) 表面污染防护措施 充氚室设计上要求操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。工作人员进入充氚室前，穿戴专用工作服、手套及口罩，可减少工作人员在操作期间的表面污染。 本项目设有专门的检测去污间，并配备表面污染检测仪，每次充氚工作结束后需对工作台面开展检测，若无异常，更换工作服后离开，若测量发现体表有污染，采用棉纱			

和去污剂进行擦拭去污，并定期对工作台面进行擦拭清洁，擦拭后的固体作为放射性固体废物。

3) 外照射防护措施

对于外照射防护，基本防护原则是时间防护、距离防护和屏蔽防护，本项目重点采用屏蔽防护。

①对于时间防护，在满足客户需求的前提下，优化操作时间，尽量减少辐射工作人员的受照射时间。

②对于距离防护，采取在门口张贴醒目的电离辐射警告标志（充气室门口、中子源及氚材料贮存库、放射性固废箱处），设置门禁，限制无关人员进入，避免公众受到不必要的照射。

③对于屏蔽防护，充气/装氚靶操作主要考虑 β 射线及韧致辐射的屏蔽。氚源在贮存时依靠源罐自身屏蔽，源罐材质含铁。充气时，氚气在负压管道中流动，管道材质为不锈钢。本项目充气操作时，中子管自身有 2mm 铁合金管体屏蔽，外覆盖铁质钟罩（壁厚 4mm），辐射工作人员装氚靶时采用 1mm 有机玻璃进行防护，经计算可满足屏蔽要求。

(2) 打靶实验室辐射防护措施

为了避免工作人员受到意外照射，本项目设置了完善的辐射安全联锁与警示设施，包括门-机联锁、急停按钮、工作状态指示灯、监控装置等，具体如下：

1) 限位开关：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室进出防护门安装门-机联锁装置（均设有限位开关，只有当限位开关全部到位，才能确认为门关闭状态，反之则为门开启状态），防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束。

2) 工作状态指示灯：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室均安装工作状态指示灯。

3) 清场及急停按钮：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室内分别设置清场及急停按钮，能够紧急停止射线装置出束。

4) 急停按钮：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室内防护门口、走廊和操控区均设置急停按钮。

5) 电离警示标志：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室及源库防护门外设置电离警示标志及中文警示说明。

6) 固定式辐射检测器：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室内、走廊设置固定式辐射检测器。辐射检测器配置 1 台辐射检测仪主机和 1 个 γ 剂量探头、1 个中子探头。

7) 实时监视系统：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室室内、走廊、源库安装监控探头，监控范围覆盖实验室，视频显示端设置在操控室内，能实现 24 小时监控。

8) 出门按钮：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室防护门旁以及源库门旁均安装出门按钮。

9) 通风：地勘测井设备实验室、中子发生器测试实验室设置机械通风装置，排风量为 $1600\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数分别为 5.72 次/h、6.68 次/h，排风口距实验室底部 20cm，排风管道先穿出屏蔽墙体，然后接屋面排风设备，经专用排风管道排入大气，排放口高于本建筑物屋脊。项目排风系统平面设计见图 10-4，剖面图见图 10-5。

10) 配备 X- γ 剂量率监测仪和中子周围剂量当量率仪，分别用于 X- γ 辐射剂量率监测和中子周围剂量当量率监测。

辐射安全设施布置示意图见图 10-6。

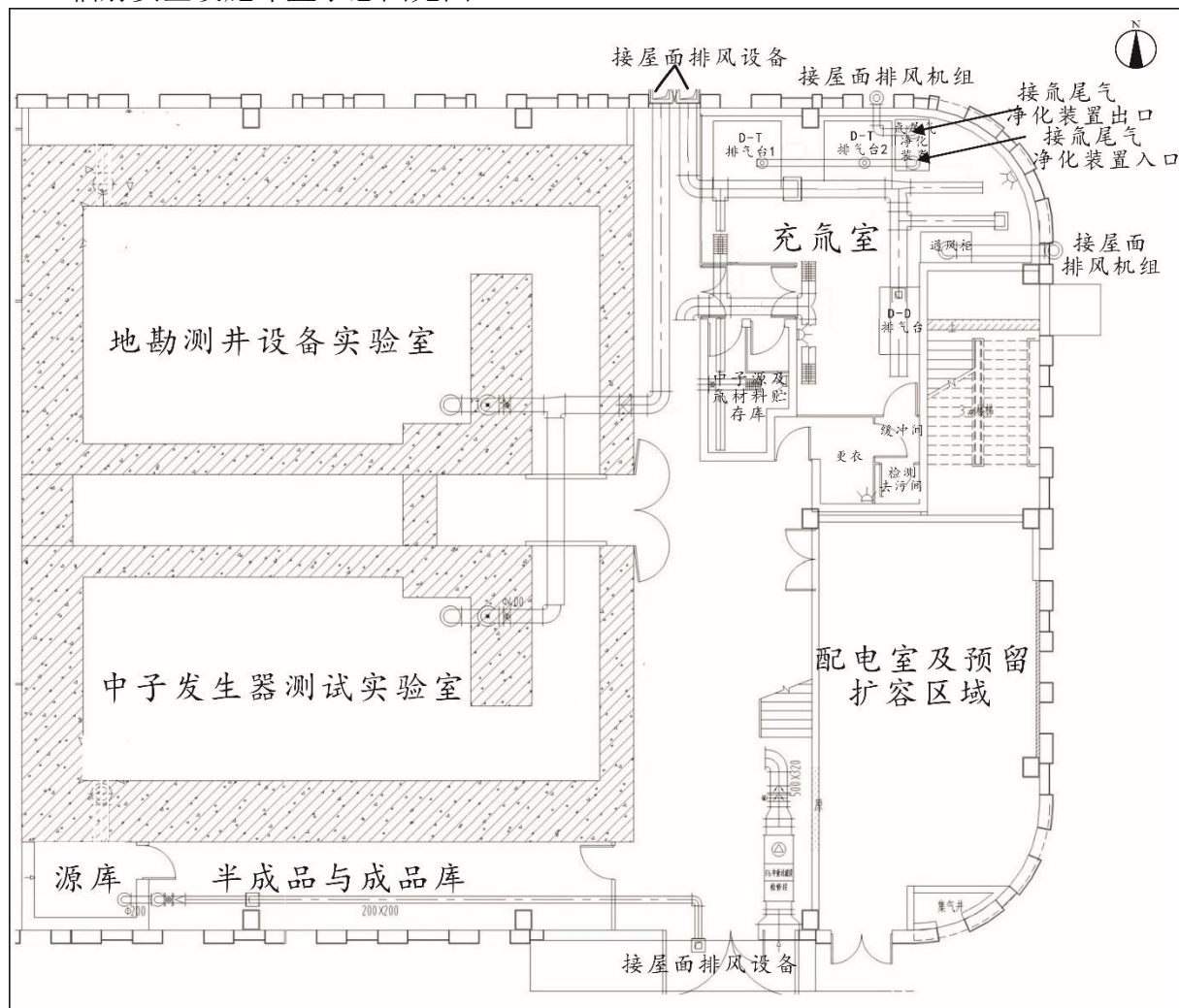


图 10-4 项目排风系统平面设计示意图



图 10-5 项目排风系统剖面设计示意图

10.1.5 需采取的安全管理措施

(1) 本项目拟配备 6 名辐射工作人员，均为公司现有人员，且均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单，按照《陕西省放射性污染防治条例》等法律要求，应对辐射工作人员进行定期考核，考核不合格，应重新学习，直到合格为止；若以后新增辐射工作人员，需通过核技术利用辐射安全与防护考核合格，方能上岗，同时应将新增的工作人员纳入相应的培训考核体系。

(2) 该企业为每名辐射工作人员配备个人剂量计（同时满足对 γ 射线和中子剂量监测）并按期检测，建立辐射工作人员个人剂量档案，同时应按期进行放射性健康体检，并建立个人健康档案。

(3) 该企业按规定成立辐射防护管理机构，根据核技术开展情况，完善辐射事故应急预案及相关辐射环境管理规章制度。

10.2 三废的治理

10.2.1 废气

本项目废气主要为充氙产生的放射性废气和实验室空气被活化后的产物 ^{41}Ar 以及 O_3 和 NO_2 等。

(1) 放射性废气

D-T 排气台排风量为 $200\text{m}^3/\text{h}$ ，经氙净化装置高效过滤后高空排放，充氙室和贮存库设置排风，进风管路与排风管路分开设置，排风流量（ $3400\text{m}^3/\text{h}$ ）高于进风流量（ $2400\text{m}^3/\text{h}$ ），维持充氙室和中子源及氙材料贮存库处于负压状态，且通风换气次数不小于 10 次/h。

(2) ^{41}Ar

^{41}Ar 为放射性气体，其年排放量为 $9.25 \times 10^7 \text{Bq/a}$ （根据 11.2.4 节计算得来）。

(3) 臭氧和氮氧化物

本项目实验室的非放射性影响主要是电离辐射与空气作用产生的 O_3 和 NO_x 。实验室中 O_3 平均浓度最大为 $3.69E-04mg/m^3$ (根据 11.2.6 节计算得来), 可见, 实验室内空气中臭氧的浓度远远低于《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》(GBZ2.1-2019) 标准中规定的即臭氧的最高允许浓度 $0.3mg/m^3$ 。

本项目实验室内臭氧和氮氧化物通过排风系统排入外环境, 臭氧在常温下可自行分解为氧气, 对环境影响较小; 氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一, 对环境影响较小。

10.2.2 废水

本项目不产生放射性废水, 公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员, 辐射工作人员产生的生活污水依托沔西新城秦创原创新生态城内化粪池处理后, 最终排入市政污水管网。

10.2.3 固体废物

(1) 废弃的氚净化系统中分子筛

氚净化系统中废弃的分子筛由氚净化系统生产厂家更换和回收。

(2) 废弃的氚化铀罐体

废弃的氚化铀罐体由生产厂家回收。

(3) 废弃中子管

废弃的中子管暂存于中子源及氚材料贮存库废中子管存储柜, 最终由有资质单位回收。

(4) 废手套、口罩等

充氚和装氚靶过程中工作人员穿戴专用工作服、手套、口罩, 并定期采用棉纱和去污剂对工作台面进行擦拭清洁, 工作结束后, 手套、口罩和棉纱等作为放射性固体废物收集贮存, 暂存在放射性固废箱, 委托有资质的单位处理。

(5) 生活垃圾

公司拟为本项配备 6 名辐射工作人员, 生活垃圾使用垃圾桶进行分类收集后, 统一纳入当地垃圾清运系统。

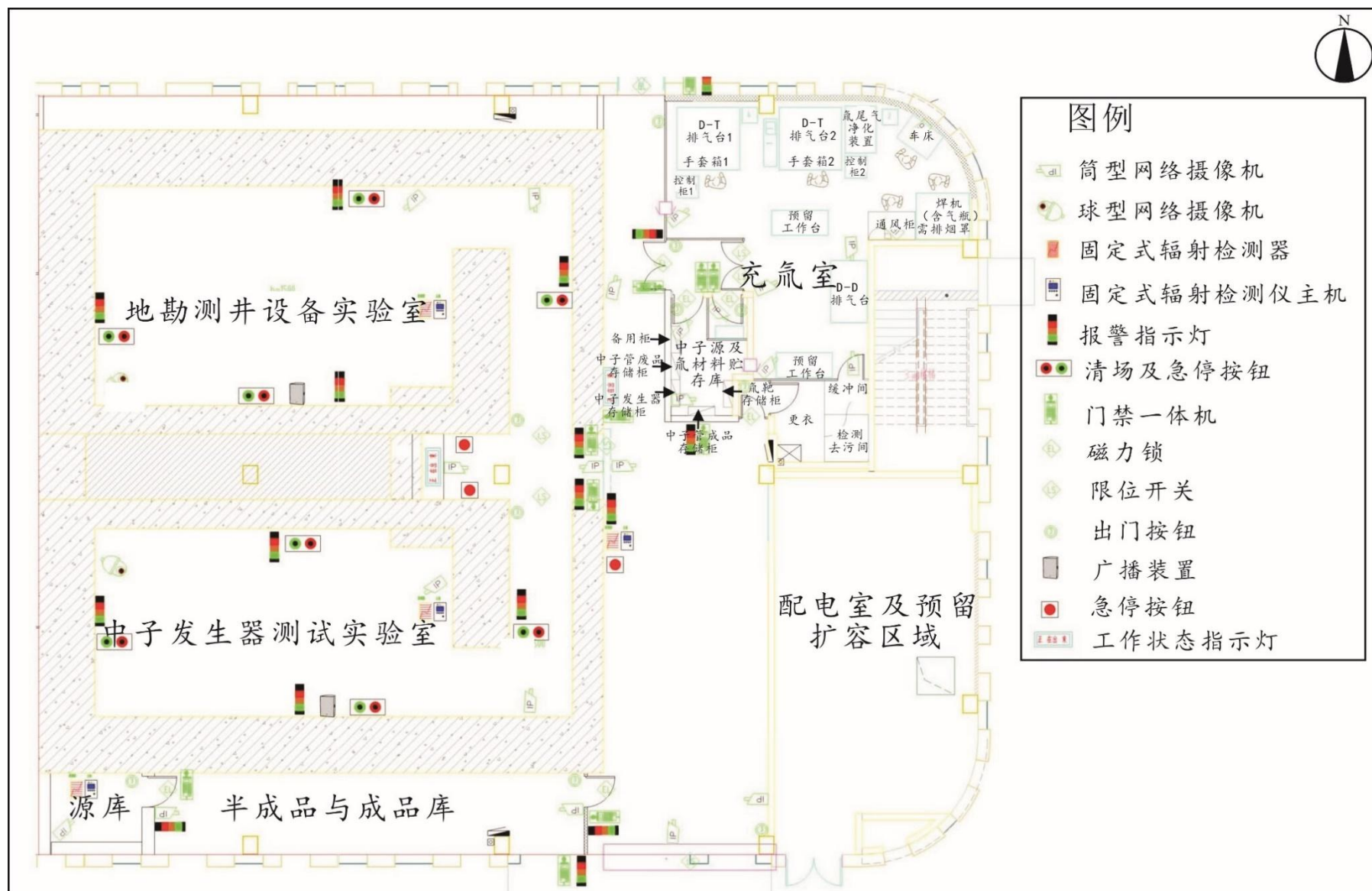


图 10-6 辐射安全设施布置示意图

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响 本项目需对充氙区、打靶区等场所进行施工。因此，在进行建设过程中对周围环境的影响主要是噪声、粉尘及建筑垃圾等。施工期采取主要污染防治措施如下： （1）该项目土建过程中，施工单位应优化施工方案，选用低噪声施工设备，尽量减小施工作业对周围环境噪声影响；合理安排施工作业时间，夜间（22:00~6:00）以及白天（12:00~14:00）休息时段禁止施工，以减小噪声影响。 本项目仅在昼间施工，施工期间噪声应严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）排放限值（昼间 70dB（A））。 （2）该项目施工时可能会产生少量无组织排放的扬尘，其产生量较少。由于该项目位于厂房内，施工过程应采取洒水降尘措施，以降低对周边环境的影响。 （3）施工期间产生的施工废物主要有废的钢筋、混凝土、木板等。其中，对于施工过程中产生的废钢筋、木板等建筑材料，进行分类收集，可以回收利用的，加以回收利用；对于施工过程中产生的废弃混凝土，由施工单位运至环保部门指定的建筑垃圾填埋场进行处置。 （4）施工人员产生的生活污水依托沔西新城秦创原创新生态城内化粪池处理后，最终排入市政污水管网；施工人员产生的生活垃圾依托现有垃圾桶进行分类收集后，统一纳入当地垃圾清运系统。 11.2 运行阶段对环境的影响 11.2.1 场所辐射水平 （1）β 射线影响分析 根据《辐射安全手册》（潘自强主编）和《辐射防护导论》（方杰主编），β 射线在介质中的射程按公式 11-1 计算，β 射线的屏蔽厚度按公式 11-2 计算。 $R = 0.412E_{max}^{1.265-0.0954\ln E_{max}}$ 公式（11-1） $d = R/\rho$ 公式（11-2） 式中： R—β 射线在介质中的射程，g/cm²； ρ——介质的密度，g/cm³。空气密度取 0.00129g/cm³，铁密度取 7.85g/cm³，铅密度取 11.3g/cm³； E_{max}——β 射线的最大能量，MeV。取 1.86×10⁻²MeV；
--

d——β射线的屏蔽厚度，cm。

经计算，核素衰变产生的β射线在各介质中所需屏蔽厚度见表 11.2-1。

表 11.2-1 核素衰变产生的β射线在各介质中所需屏蔽厚度

核素	β射线能量 (MeV)	空气中射程 (cm)	铁中射程 (cm)	铅中射程 (cm)
³ H	1.86×10 ⁻²	0.45	7.46×10 ⁻⁵	5.19×10 ⁻⁵

根据表 11.2-1 计算结果，³H 在空气中射程仅为 0.45cm，因此氚源在贮存时，依靠氚源罐体（195mm 铁）和存储柜（2mm 铁）可屏蔽β射线。中子管自身有 2mm 铁合金管体屏蔽，可满足β射线屏蔽要求。可见β射线对工作人员及周边辐射环境影响较小。

（2）β射线导致韧致辐射影响分析

³H 核素为β衰变核素，β粒子被自身源物质及源周围的其他物质阻止时产生韧致辐射。本项目需从源的贮存、充气/装氚靶操作、放射性固废贮存等方面分析β射线导致韧致辐射的影响。

根据《辐射防护导论》，对β辐射源，韧致辐射采用公式 11-3 进行计算。屏蔽计算时，Gy 可视为 Sv。

$$H_r = 4.58 * 10^{-14} A \cdot Z \left(\frac{E_b}{r} \right)^2 \cdot \left(\frac{\mu_{em}}{\rho} \right) \cdot q \cdot \eta \quad \text{公式 (11-3)}$$

式中：

H_r—β射线在屏蔽材料中产生的韧致辐射在 r 处剂量当量率，Sv/h；

A—放射源活度，Bq；

Z—屏蔽材料有效原子序数，空气、玻璃、钢（铁）的 Z_e 取自《辐射防护导论》表 4.4；空气取 7.36，玻璃取 10.6，钢（铁）取 26；

E_b—韧致辐射的平均能量，MeV，根据《辐射防护导论》P132“韧致辐射具有连续能谱。在实际屏蔽计算时，可以假定韧致辐射的平均能量 E_b 是入射β粒子的最大能量的 1/3，即 E_b≈E_{max}/3”；本项目取 6.2×10⁻³MeV；

r—参考点与辐射源的距离，m；

μ_{em}/ρ—韧致辐射的平均能量在屏蔽材料中的质量能量吸收系数，由《辐射防护导论》附表 1 查得，m²·kg⁻¹；对于³H 在铁中取 2.242，在有机玻璃中取 1.27×10⁻³；

q—参考点所在区域相应的居留因子；

η—透射比，参考《辐射防护导论》，钢（铁）什值层为 0.22mm。

本次计算不同情况下的辐射剂量率，结果详见表 11.2-2。为方便计算，氚源贮存时保守仅考虑源罐 195mm 铁屏蔽，充气过程中保守仅考虑钟罩 4mm 铁屏蔽，装氚靶过程考虑 1mm 有机玻璃屏蔽，氚靶贮存考虑 2mm 铁屏蔽。

表 11.2-2 充气区域工作场所各关注点辐射剂量率

序号	位置	屏蔽材料	距离(m)	透射比	居留因子	辐射剂量率($\mu\text{Gy/h}$)	备注
1	氚源罐外表面 5cm 处	195mm 铁	0.05	$<6.58 \times 10^{-19}$	1	$<1.39 \times 10^{-16}$	氚源贮存表面剂量率
2	距离中子管 30cm 处	4mm 铁	0.3	6.58×10^{-19}	1	1.39×10^{-16}	充气过程人员操作位剂量率
3	距氚靶 30cm 处	2mm 铁	0.3	8.11×10^{-10}	1	5.65×10^{-6}	氚靶贮存时存储库表面剂量率
4	距氚靶 30cm 处	1mm 有机玻璃	0.3	1	1	4.72×10^{-2}	装氚靶过程工作人员操作位剂量率
5	距离固废箱 30cm 处	3mm 铁	0.3	2.31×10^{-14}	1	4.87×10^{-13}	放射性固废贮存，活度保守按照 $1.85 \times 10^{10}\text{Bq}$ 计算

备注：根据建设单位提供的资料，年购买 99 个氚靶，分 3 次购买，单次购买 33 个氚靶，因此氚靶贮存时按单次最多购买 33 个氚靶进行考虑。

根据表 11.2-2 可知，氚源罐、氚靶贮存以及充气过程 β 粒子产生的韧致辐射剂量率均较小。辐射工作人员装氚靶到时（1mm 有机玻璃）人员操作位 β 粒子产生的韧致辐射剂量率为 $4.72 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 。

（3） β 表面污染辐射影响分析

β 表面污染的影响主要来源于异常情况下氚气泄漏造成的设备、墙壁、地面、工作服等放射性沾污。因此，为了使本项目非密封放射性物质工作场所的 β 表面污染水平达到 GB18871-2002 规定的要求，公司应采取以下防护措施：

- ①辐射工作人员应经过培训，具备相应的技能与防护知识；
- ②氚气吸附全过程密闭在吸氚装置内；
- ③不允许用裸露的手直接接触放射性物品；
- ④严格按照分区情况进行管理，禁止无关人员进入；
- ⑤工作结束后，进行辐射水平和表面污染检测，如发现表面污染水平超过 GB18871 规定限值，及时进行去污，经检测符合标准要求后方可重新开展业务。

（4）中子和 γ 射线

中子管老练和中子发生器测试产生的中子和 γ 射线，在屏蔽墙外可能对周边人员和环境产生外照射。中子实验室内产生的中子将与周围物质相互作用，使周围物质被活化，产生感生放射性，对人员将产生直接外照射，具体辐射环境影响见 11.2.3 节。

(5) 放射性气体

放射性气体由中子管和中子发生器打靶期间的初级粒子与空气相互作用产生，其中最主要的是中子与空气的作用。结合半衰期和产生量，空气中值得考虑的放射性核素有 ^{41}Ar 、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O ，其半衰期分别为 1.83h、20.5min、10min、2.1min。其中 ^{11}C 和 ^{15}O 的活化截面很小， ^{13}N 的活化产额极低， ^{41}Ar 对环境的影响最大，放射性气体 ^{41}Ar 为惰性气体，且为低毒组核素，对公众的照射途径主要为空气浸没外照射，具体辐射环境影响见 11.2.4 节。

11.2.2 理论模拟

中子除与原子核发生非弹性散射外，还能与某些元素的原子核发生 (n, α) 、 (n, p) 及 (n, γ) 核反应。由这些核反应产生的新原子核（活化核），有些是不稳定的，以一定的半衰期衰变，并发射 β 射线或 γ 光子。中子活化反应产生的 γ 射线不能用计算公式估算对环境的辐射影响，因此本报告用国际公认的蒙特卡罗方法进行模拟计算。

PHITS 是在 JAEA、RIST、KEK 和其他几个机构的合作下开发的通用蒙特卡罗粒子输运模拟代码。它利用几种可靠的核反应模型和核数据库，可以处理几乎所有类型的粒子的传输。PHITS 已被广泛应用在加速器技术、放射治疗、空间辐射以及辐射防护等等技术领域。

本项目使用基于蒙特卡罗方法的 PHTIS 软件建模后模拟中子管老练和中子发生器打靶测试工况，程序设置 14MeV、2.4MeV 中子，D-D 中子管和测井用氘氘中子发生器（D-D）产额为 $1.0 \times 10^6 \text{n/s}$ ，D-T 中子管、测井用氘氘中子发生器（D-T）和紧凑型氘氘中子发生器（D-D）产额为 $1.0 \times 10^8 \text{n/s}$ 。地勘测井设备实验室年打靶时长为 596h，中子发生器测试实验室年总打靶时长为 941h。

地勘测井设备实验室内部尺寸为 11.4m×7.0m×3.5m，中子发生器测试实验室内部尺寸为 11.4m×6.0m×3.5m，屏蔽防护门结构均为 1cm 钢+20cm 水+1cm 钢，四周屏蔽体结构为混凝土。具体建模及关注点示意图见图 11-1。

建模源项和关注点如下：

地勘测井设备实验室：模拟测井用氘氘中子发生器（D-T）在油砂刻度罐（源项 1）、纯水刻度罐（源项 2）、油水刻度罐（源项 3）和盐水刻度罐（源项 4）中打靶时，中子

产额为 $1.0 \times 10^8 \text{ n/s}$ ，中子发生器每次仅在 1 个刻度罐进行打靶，不同时打靶，单次打靶时各关注点中子和 γ 剂量率。

中子发生器测试实验室：模拟氘氘中子管在 4 个点位同时老练（源项 5）时，中子产额为 $1.0 \times 10^6 \text{ n/s}$ ，各关注点中子和 γ 剂量率。模拟氘氘中子管（D-T）老练和紧凑型氘氘中子发生器打靶时在不同位置（源项 6、7），中子产额为 $1.0 \times 10^8 \text{ n/s}$ ，单次打靶时各关注点中子和 γ 剂量率。

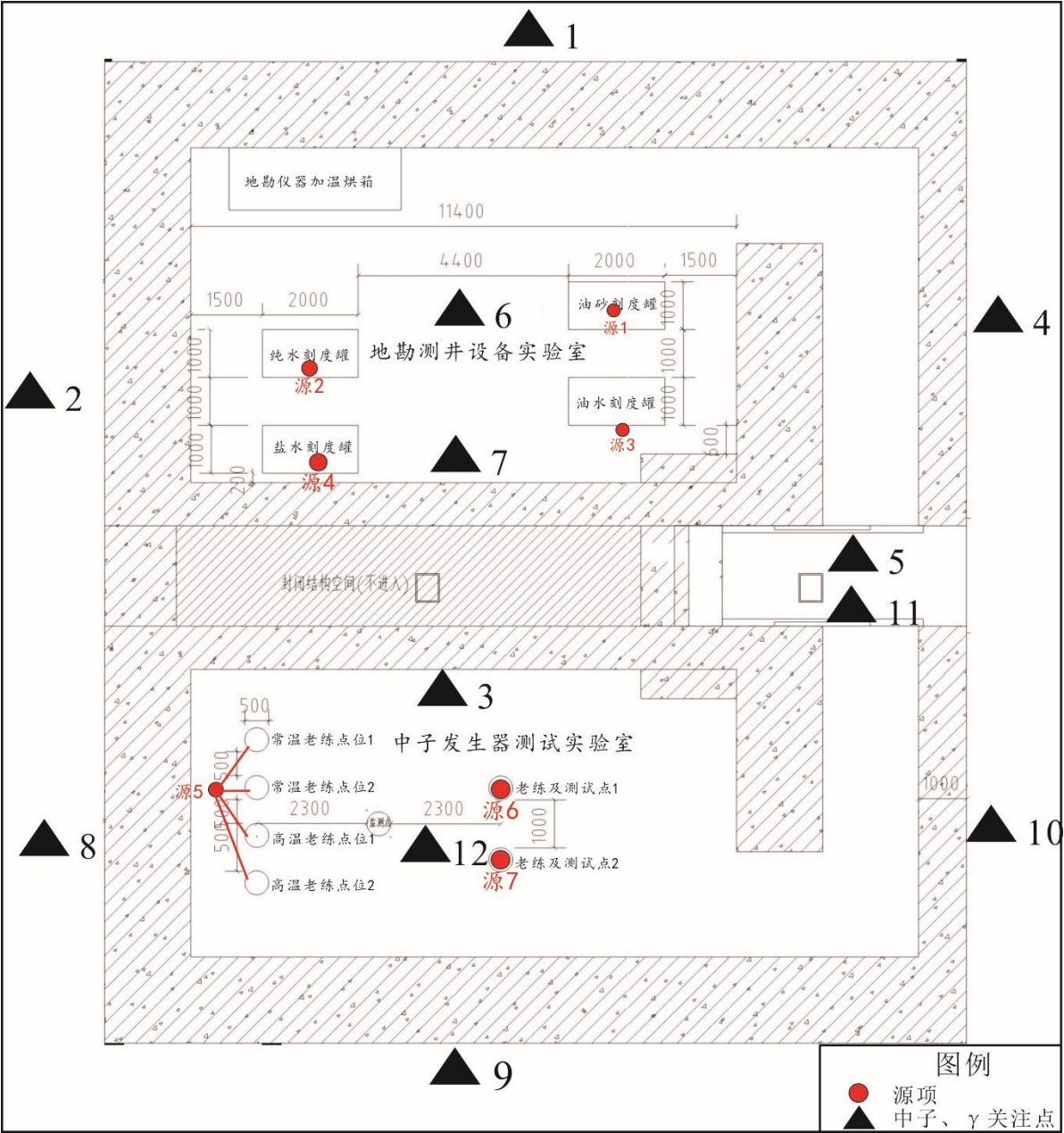


图 11-1 建模及关注点示意图

防护门钢部分、高压装置、模型井外壳钢部分为 304 不锈钢，成分如表 11.2-3 所示，防护门中间材料为水，其成分见表 11.2-4。

表 11.2-3 304 不锈钢成分一览表

元素	C	Si	P	S	Cr	Mn	Fe	Ni
----	---	----	---	---	----	----	----	----

质量比	0.04%	0.5%	0.023%	0.015%	19%	1%	70.173%	9.25%
-----	-------	------	--------	--------	-----	----	---------	-------

表 11.2-4 水成分一览表

元素	H	O
质量比	11%	89%

具体模拟计算内容如下：

（1）模拟计算地勘测井设备实验室（四种工况：源项 1、2、3、4）和中子发生器测试实验室（三种工况：源项 5、6、7）打靶出束时，实验室屏蔽墙体外各关注点中子周围剂量当量率和 γ 辐射剂量率水平。

（2）模拟计算地勘测井设备实验室（四种工况：源项 1、2、3、4）和中子发生器测试实验室（三种工况：源项 5、6、7）打靶时不锈钢门被中子活化产生感生放射性核素活度情况。

11.2.3 外照射

中子管、中子发生器打靶测试产生的中子和 γ 射线，在屏蔽墙外可能对射线装置操作人员产生外照射。实验室产生的中子将与周围物质相互作用，使周围物质被活化，产生感生放射性，对人员将产生直接外照射（操作规程要求打靶试验结束后等待 30min 后，辐射工作人员才能接触中子管、中子发生器，因此活化产物的感生放射性产生的外照射对工作人员的辐射影响可以忽略）。

使用 PHTIS 软件建模后，分七种工况模拟计算实验室及其关注点中子周围剂量当量率和 γ 辐射剂量率分布情况（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ），具体见图 11-2~图 11-8，各关注点中子周围剂量当量率和 γ 辐射剂量率计算结果见表 11.2-5~表 11.2-11。

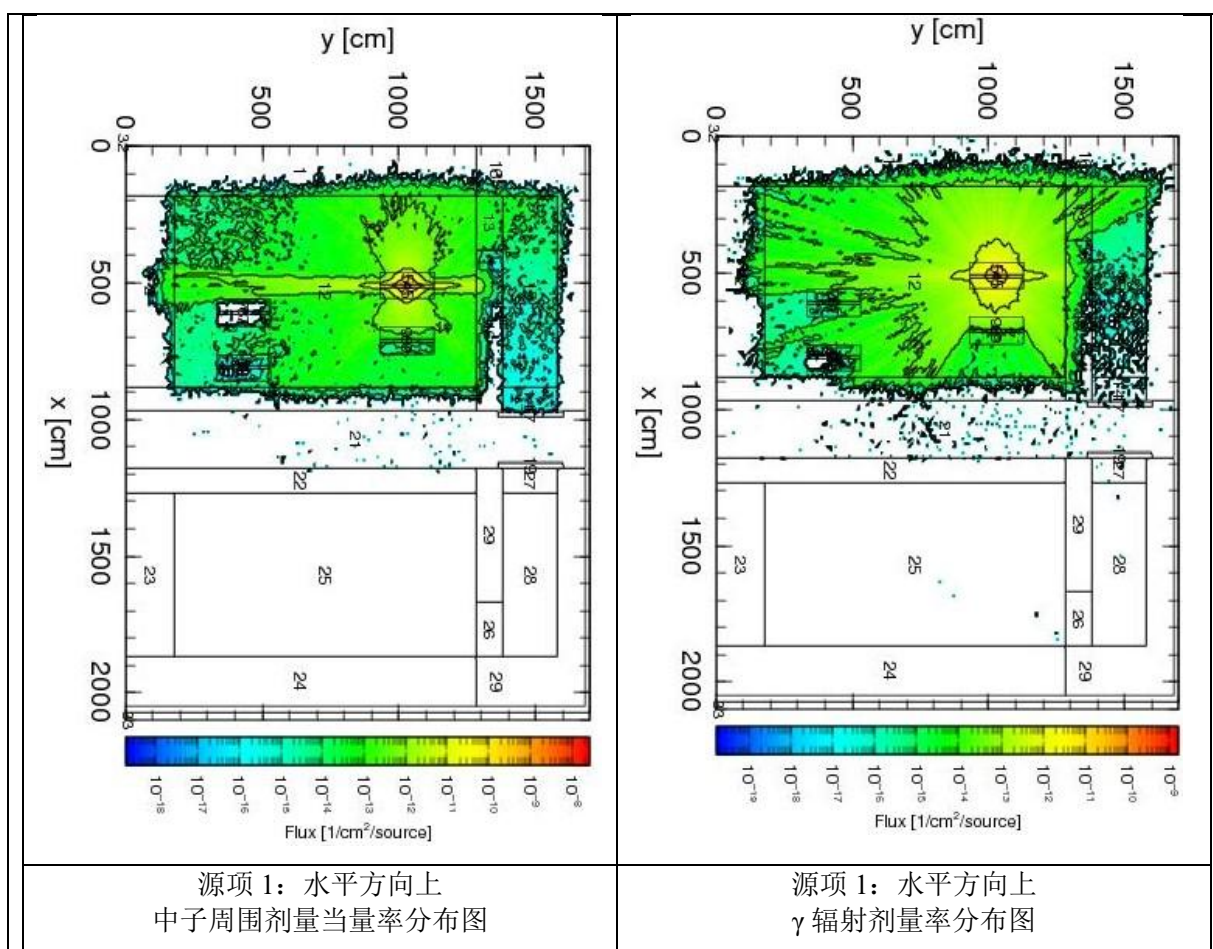


图 11-2 源项 1 剂量率分布水平平面图

表 11.2-5 源项 1 各关注点剂量率一览表

序号	关注点	γ 射线辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	中子周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	叠加贯穿剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
1	地勘测井设备实验室北侧屏蔽墙体外表面	2.01E-06	1.13E-05	1.33E-05
2	地勘测井设备实验室西侧屏蔽墙体外表面	7.96E-07	3.13E-06	3.93E-06
3	地勘测井设备实验室南侧屏蔽墙体外表面	2.20E-09	3.66E-07	3.68E-07
4	地勘测井设备实验室东侧屏蔽墙体外表面	1.21E-06	1.50E-05	1.62E-05
5	地勘测井设备实验室防护门外表面	5.61E-03	1.61E-02	2.17E-02
6	地勘测井设备实验室顶棚外表面	4.69E-05	1.68E-04	2.15E-04

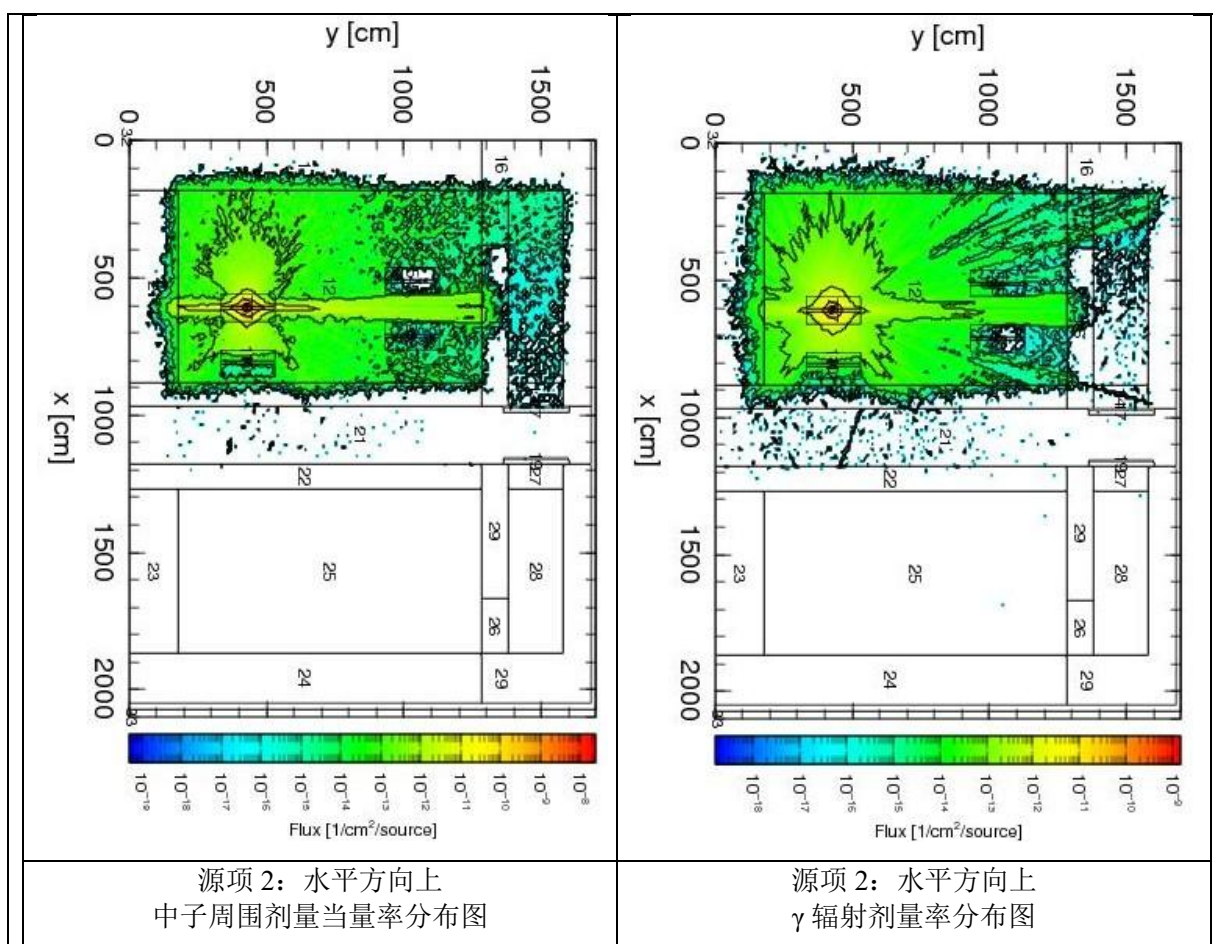


图 11-3 源项 2 剂量率分布水平平面图
表 11.2-6 源项 2 各关注点剂量率一览表

序号	关注点	γ 射线辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	中子周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	叠加贯穿剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
1	地勘测井设备实验室北侧屏蔽墙体外表面	3.76E-08	1.71E-05	1.72E-05
2	地勘测井设备实验室西侧屏蔽墙体外表面	1.17E-06	2.16E-05	2.28E-05
3	地勘测井设备实验室南侧屏蔽墙体外表面	3.55E-09	3.77E-07	3.81E-07
4	地勘测井设备实验室东侧屏蔽墙体外表面	1.59E-08	9.00E-07	9.16E-07
5	地勘测井设备实验室防护门外表面	3.62E-05	8.63E-04	8.99E-04
6	地勘测井设备实验室顶棚外表面	9.07E-06	1.58E-04	1.67E-04

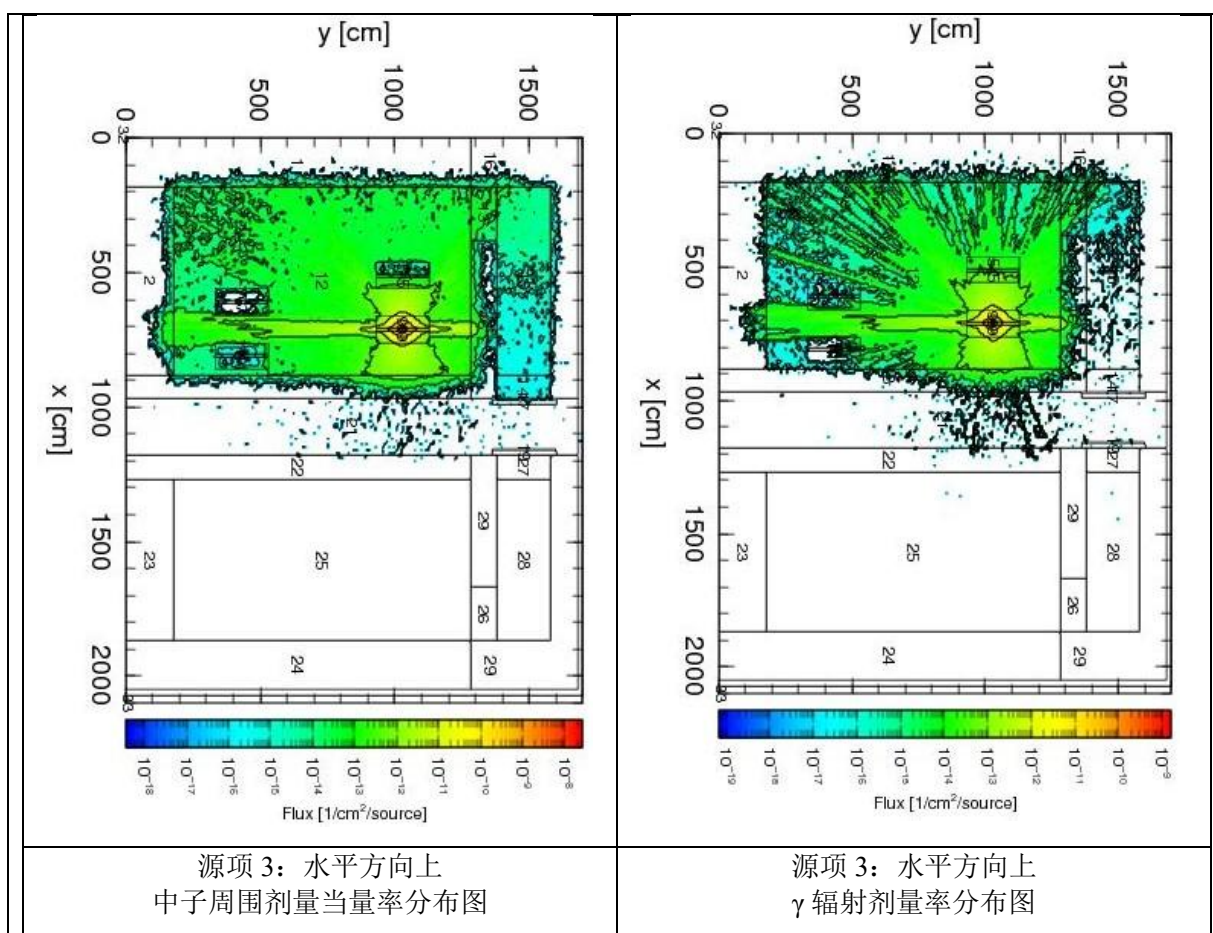


图 11-4 源项 3 剂量率分布水平平面图
表 11.2-7 源项 3 各关注点剂量率一览表

序号	关注点	γ 射线辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	中子周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	叠加贯穿剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
1	地勘测井设备实验室北侧屏蔽墙体外表面	4.10E-10	8.65E-07	8.66E-07
2	地勘测井设备实验室西侧屏蔽墙体外表面	1.86E-05	3.02E-06	2.16E-05
3	地勘测井设备实验室南侧屏蔽墙体外表面	1.34E-06	7.66E-05	7.79E-05
4	地勘测井设备实验室东侧屏蔽墙体外表面	1.11E-07	2.94E-06	3.05E-06
5	地勘测井设备实验室防护门外表面	1.56E-04	7.65E-03	7.81E-03
6	地勘测井设备实验室顶棚外表面	4.06E-05	1.34E-04	1.74E-04

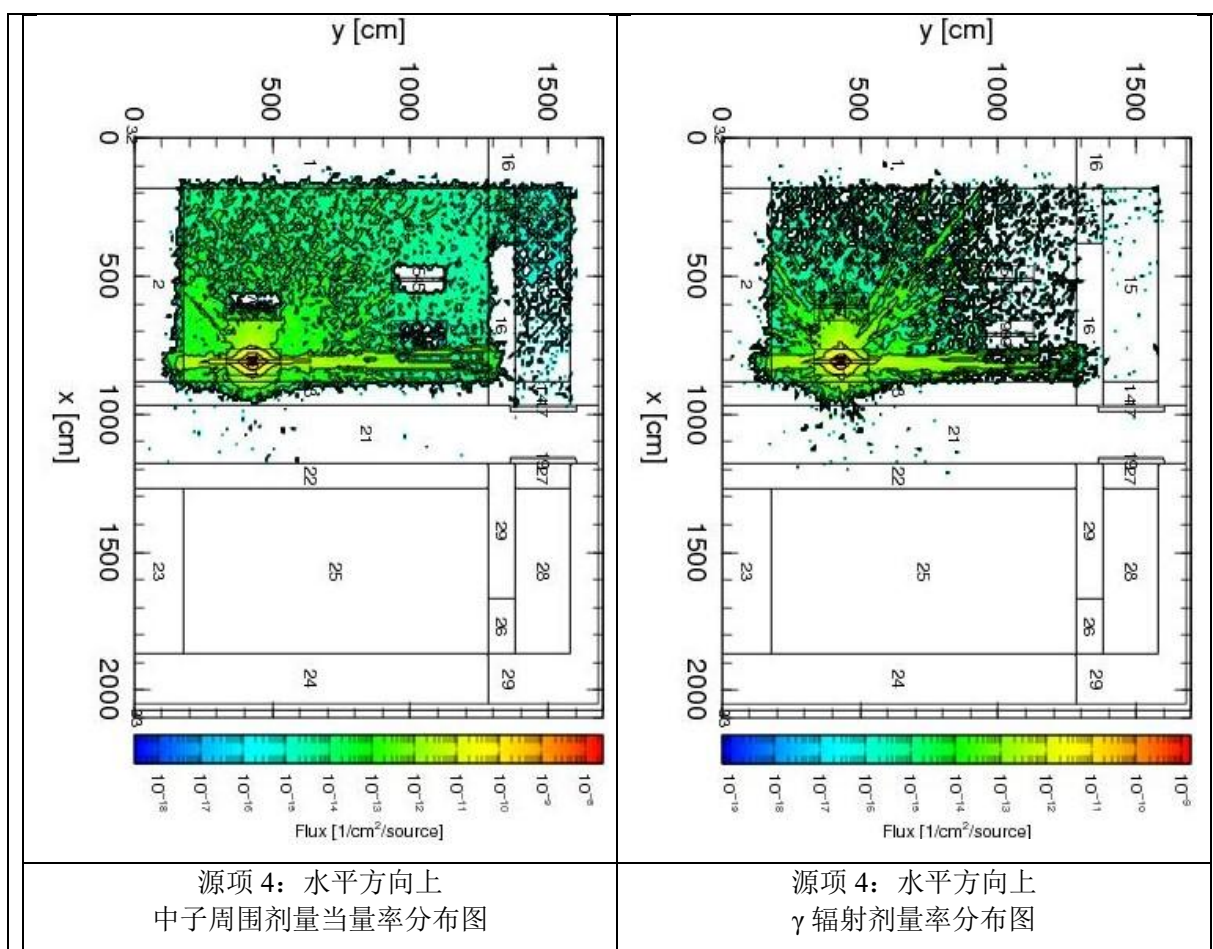


图 11-5 源项 4 剂量率分布水平平面图
表 11.2-8 源项 4 各关注点剂量率一览表

序号	关注点	γ 射线辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	中子周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	叠加贯穿剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
1	地勘测井设备实验室北侧屏蔽墙体外表面	1.64E-10	2.51E-07	2.51E-07
2	地勘测井设备实验室西侧屏蔽墙体外表面	2.77E-06	1.33E-05	1.60E-05
3	地勘测井设备实验室南侧屏蔽墙体外表面	2.49E-07	3.27E-05	3.30E-05
4	地勘测井设备实验室东侧屏蔽墙体外表面	3.26E-08	9.90E-07	1.02E-06
5	地勘测井设备实验室防护门外表面	8.11E-05	1.67E-03	1.75E-03
6	地勘测井设备实验室顶棚外表面	6.79E-06	6.19E-05	6.87E-05

由表 11.2-5~表 11.2-8 可知，地勘测井设备实验室各关注点中子和 γ 射线叠加贯穿剂量率最大为 $2.17\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，满足本项目提出的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 限值要求，因此设计的屏蔽墙体厚度满足辐射防护要求。

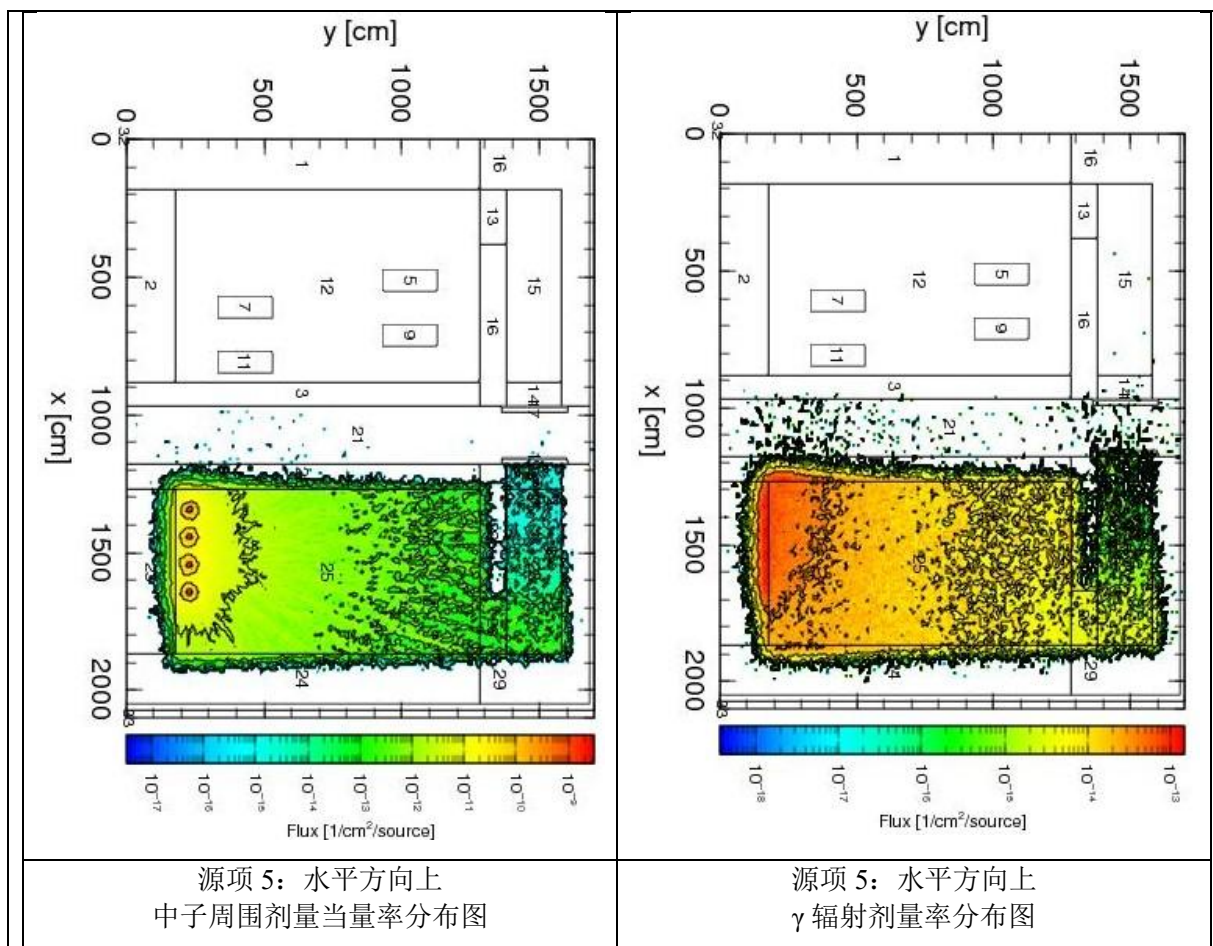


图 11-6 源项 5 剂量率分布水平平面图

表 11.2-9 源项 5 各关注点剂量率一览表

序号	关注点	γ 射线辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	中子周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	叠加贯穿剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
7	中子发生器测井实验室北侧屏蔽墙体外表面	4.78E-11	1.72E-07	1.72E-07
8	中子发生器测井实验室西侧屏蔽墙体外表面	1.76E-08	4.45E-07	4.63E-07
9	中子发生器测井实验室南侧屏蔽墙体外表面	9.15E-11	9.42E-08	9.43E-08
10	中子发生器测井实验室东侧屏蔽墙体外表面	1.62E-10	2.57E-07	2.57E-07
11	中子发生器测井实验室防护门外表面	1.81E-05	7.28E-04	7.46E-04
12	中子发生器测井实验室顶棚外表面	3.44E-09	1.31E-06	1.31E-06

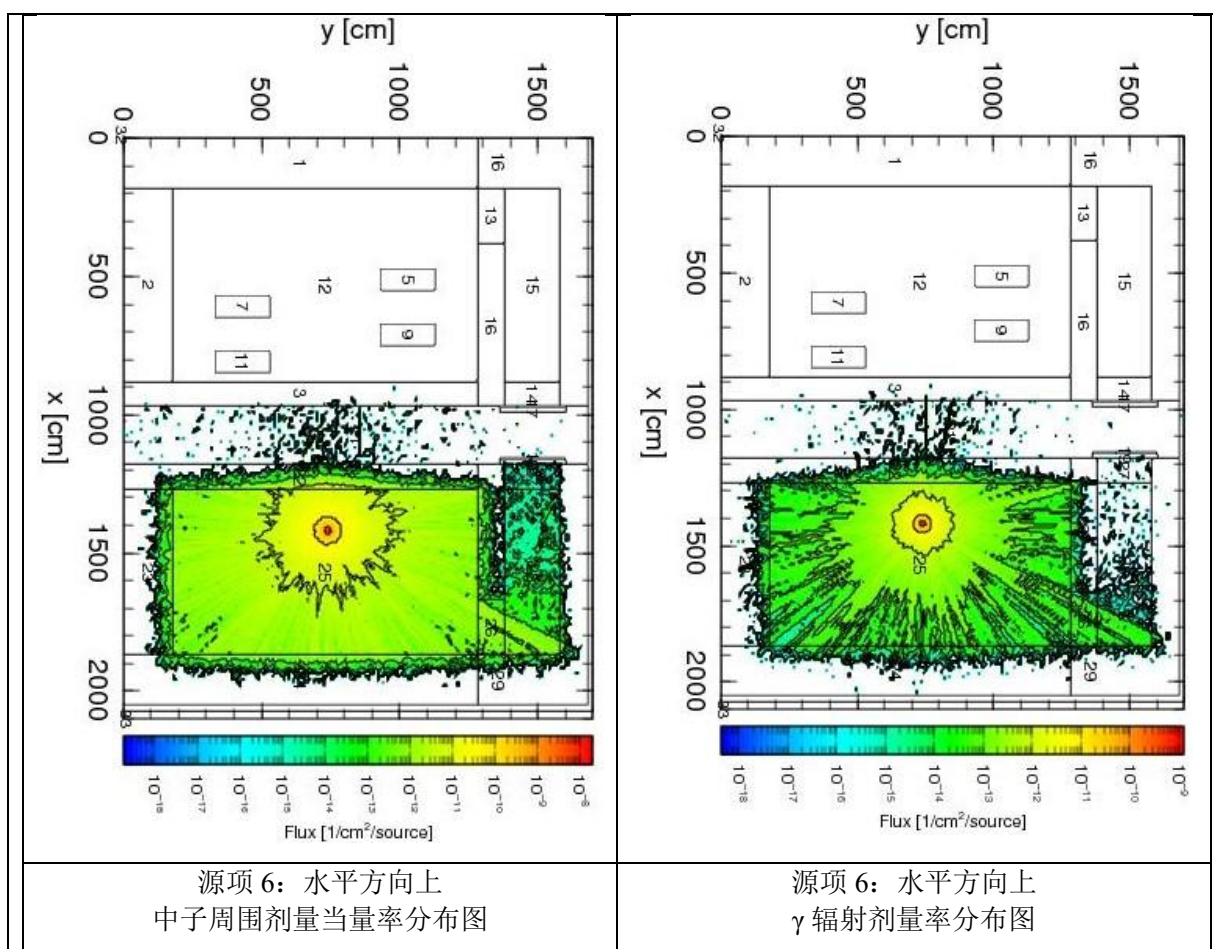


图 11-7 源项 6 剂量率分布水平平面图
表 11.2-10 源项 6 各关注点剂量率一览表

序号	关注点	γ 射线辐射剂量率(μSv/h)	中子周围剂量当量率(μSv/h)	叠加贯穿剂量率(μSv/h)
7	中子发生器测井实验室北侧屏蔽墙体外表面	5.74E-05	6.38E-05	1.21E-04
8	中子发生器测井实验室西侧屏蔽墙体外表面	1.83E-05	1.90E-05	3.73E-05
9	中子发生器测井实验室南侧屏蔽墙体外表面	2.53E-05	5.12E-05	7.64E-05
10	中子发生器测井实验室东侧屏蔽墙体外表面	5.83E-06	4.95E-05	5.53E-05
11	中子发生器测井实验室防护门外表面	1.86E-02	2.47E-02	4.33E-02
12	中子发生器测井实验室顶棚外表面	1.62E-05	1.56E-04	1.72E-04

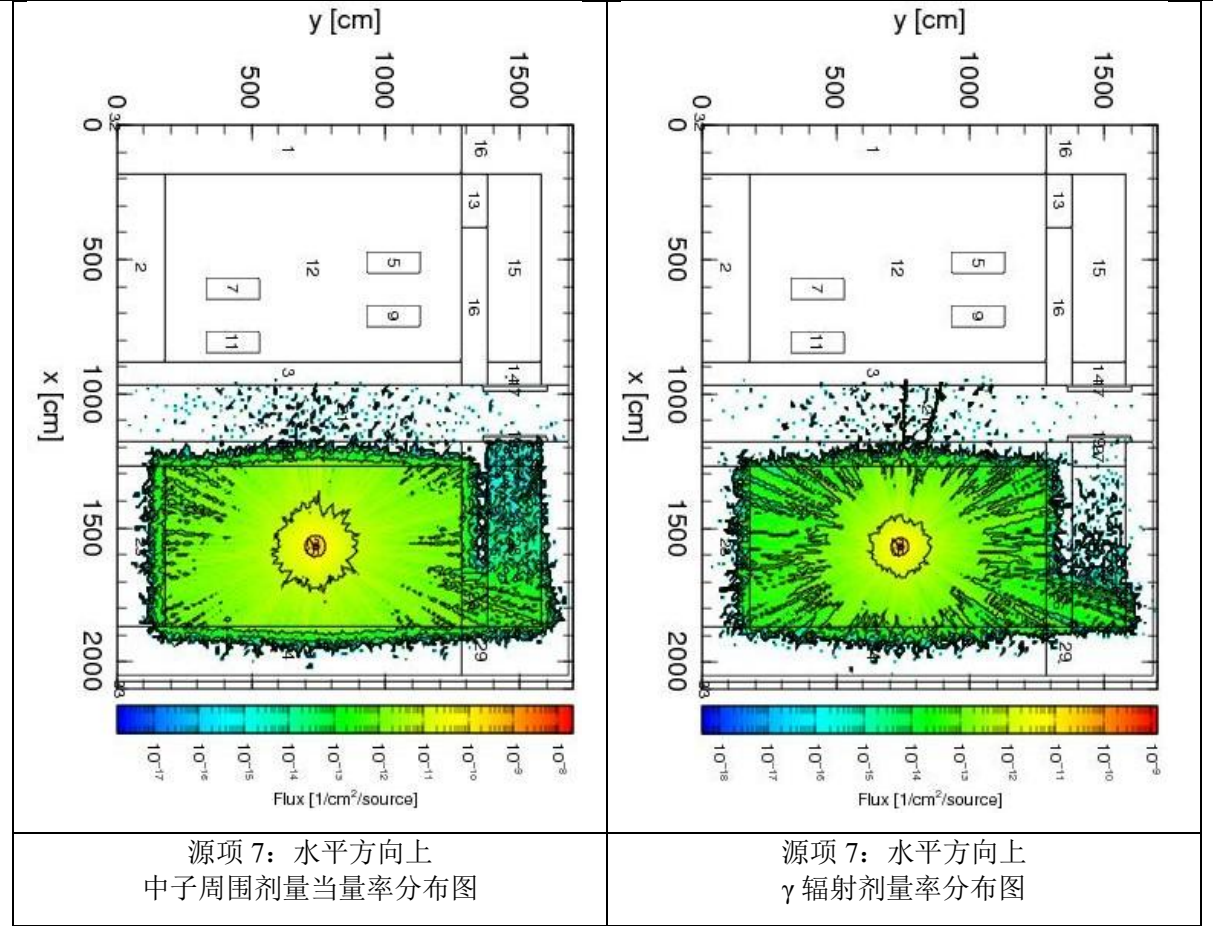


图 11-8 源项 7 剂量率分布水平平面图
表 11.2-11 源项 7 各关注点剂量率一览表

序号	关注点	γ 射线辐射剂量率(μSv/h)	中子周围剂量当量率(μSv/h)	叠加贯穿剂量率(μSv/h)
7	中子发生器测井实验室北侧屏蔽墙体外表面	2.90E-05	3.33E-05	6.23E-05
8	中子发生器测井实验室西侧屏蔽墙体外表面	2.18E-06	1.52E-05	1.73E-05
9	中子发生器测井实验室南侧屏蔽墙体外表面	7.89E-06	7.17E-05	7.96E-05
10	中子发生器测井实验室东侧屏蔽墙体外表面	1.83E-04	1.92E-04	3.75E-04
11	中子发生器测井实验室防护门外表面	2.93E-02	3.45E-02	6.38E-02
12	中子发生器测井实验室顶棚外表面	9.67E-06	6.88E-05	7.85E-05

由表 11.2-9~表 11.2-11 可知，中子发生器测井实验室各关注点中子和 γ 射线叠加贯穿剂量率最大为 6.38E-02μSv/h，满足本项目提出的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率控制水平不大于 2.5μSv/h 限值要求，因此设计的屏蔽墙体厚度满足辐射防护要求。

11.2.4 放射性气态流出物浸没照射

由于 ^{41}Ar 的毒性分组为低毒组，半衰期仅 1.83h，有限时间内人员吸入量极少，因此 ^{41}Ar 吸入所致内照射对人体辐射影响可忽略。本项目实验室采用机械排风使其与环境大气交换，仅考虑 ^{41}Ar 的空气浸没外照射对周边公众的辐射影响。

(1) ^{41}Ar 年排放量

本次评价以中子与空气作用产生的 ^{41}Ar 气体做具体分析，其产生量由公式 (11-4) 计算（参考卢希庭主编的《原子核物理》P244）。

$$Q = \lambda \cdot \phi \cdot R \cdot N \cdot \sigma \cdot t \quad \text{公式 (11-4)}$$

式中：

Q —核素 ^{41}Ar 的年排放；

λ —核素 ^{41}Ar 的衰变常数， $1.07 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$ ；

ϕ —中子发射率， $1.0 \times 10^8 \text{n/s}$ ；

σ —母核 ^{41}Ar 的活化截面， $1.57 \times 10^{-26} \text{cm}^2$ ；

$R_{\text{地勘}}$ —地勘测井设备实验室内空气的有效半径，

$$\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} (1140 \times 700 \times 350)} = 405 \text{cm}；$$

$R_{\text{测井}}$ —中子发生器测井实验室内空气的有效半径，

$$\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} (1140 \times 600 \times 350)} = 385 \text{cm}；$$

N —单位体积空气中的 ^{41}Ar 的原子数， $2.53 \times 10^{20} \text{n/cm}^3$ ；

t —年运行时间，地勘测井设备实验室 $596 \text{h} \times 3600 \text{s/h} = 2.15 \times 10^6 \text{s}$ ；中子发生器测井实验室 $941 \text{h} \times 3600 \text{s/h} = 3.39 \times 10^6 \text{s}$ ；

经上式计算，可得地勘测井设备实验室放射性气体 ^{41}Ar 的年排放量为 $3.7 \times 10^7 \text{Bq}$ ；中子发生器测井实验室放射性气体 ^{41}Ar 的年排放量为 $5.55 \times 10^7 \text{Bq}$ 。放射性气体 ^{41}Ar 的年排放总量为量为 $3.7 \times 10^7 \text{Bq} + 5.55 \times 10^7 \text{Bq} = 9.25 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

(2) 浸没照射

对于 ^{41}Ar ，本次评价所考虑的照射途径主要是空气浸没外照射，使用公式 (11-5) 估算本项目放射性气态流出物对环境的影响。

$$D_{\text{浸}} = S_F Q_{\text{Ar}}^x \quad \text{公式 (11-5)}$$

式中：

$D_{\text{浸}}$ —为 ^{41}Ar 空气浸没照射所致年剂量， Sv/a ；

S_F —建筑物屏蔽因子，对个人取 0.7；

Q—⁴¹Ar 年释放量，9.25×10⁷Bq/a；
 G—⁴¹Ar 的浸没照射剂量转换因子，6.1×10⁻¹⁴ (Sv/s) / (Bq/m³)，取值来自 GB18871-2002 P177 表 B10；

x/Q—长期扩散因子，s/m³，由公式 11-6 计算，计算参数和结果见表 11.2-12。

$$\frac{x}{Q}=\frac{16P_P}{\sqrt{2\pi^3}\cdot x\cdot \sigma_z\cdot u}$$

公式（11-6）

式中，

P_P 为天气频率，保守取 0.25；

x 为下风向距离，m；

σ_z 为垂直扩散参数，m，由公式（11-7）计算；

u 为释放高度上年平均风速，m/s，取值 2m/s。

$$\sigma_z=\frac{0.06x}{\sqrt{1+0.0015x}}$$

公式（11-7）

表 11.2-12 空气浸没外照射计算参数和结果一览表

X, m	5	10	20	25	50	100	500
σ _z , m	0.30	0.60	1.18	1.47	2.89	5.60	22.68
x/Q, s/m ³	1.70E-01	4.26E-02	1.07E-02	6.90E-03	1.76E-03	4.54E-04	2.24E-05
D,Sv/a	6.71E-07	1.68E-07	4.24E-08	2.73E-08	6.94E-09	1.79E-09	8.85E-11
剂量率, μSv/h	7.66E-06	1.92E-06	4.84E-07	3.11E-07	7.92E-08	2.05E-08	1.01E-09

11.2.5 人员剂量估算

（1）估算公式

本次采用的剂量估算模式为：

$$H_w = H_R \times T \times t \times 10^{-3}$$

公式（11-8）

式中：

H_w—年受照剂量，mSv/a；

H_R—计算点附加剂量率，μSv/h；

T—人员居留因子；

t—年曝光时间，h/a。

（2）辐射工作人员剂量估算

根据建设单位提供的资料，本项目年生产 ³H 生产 50 支 D-T 中子管（自成靶），单支中子管充氚 5 天，一天 8 小时，全年充氚时间 2000 小时，充氚过程配备 2 名工作人员同时操作，单名工作人员年工作时长 2000 小时；年生产 99 支 D-T 中子管（商品靶），单支装入氚靶最长时间 2min，99 支装入氚靶最长时间 3.3h。地勘测井设备实验

室内每年打靶最长时间为 596h，中子发生器测试实验室室内每年打靶最长时间为 941h。由表 11.2-2、表 11.2-5~表 11.2-11 的估算结果可知，职业人员年有效剂量估算结果，具体见表 11.2-13。

表 11.2-13 职业人员年有效剂量估算结果

关注对象		受照类型	居留因子	关注点剂量率	受照时间	年附加有效剂量		年剂量约束限值
				μSv/h	h	mSv		mSv
充氚工作人员		韧致辐射	1	1.39E-16	2000	2.78E-16		5
装氚靶人员		韧致辐射	1	4.72E-02	3.3	1.56E-04		
打靶室操作人员	地勘测井设备实验室	中子和γ射线	1	2.17E-02	596	1.30E-02	7.30E-02	
	中子发生器测试实验室		1	6.38E-02	941	6.00E-02		

备注：从保守角度考虑，关注对象的中子和 γ 射线直接外照射所致年附加有效剂量结果选择蒙卡模拟计算最大值进行估算（表 11.2-5~表 11.2-11 所列实验室防护门表面剂量率）。

由表 11.2-13 的估算结果可知，职业人员的最大年附加有效剂量为 7.30E-02mSv。

估算结果表明，本项目所致职业人员最大年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定年有效剂量 20mSv 基本限值和本次评价提出的剂量约束值 5mSv 限值要求。

（3）公众人员剂量估算

本项目打靶和充氙区域属于内部区域，且辐射工作人员使用门禁，仅公司内部人员可到达，外部公众无法到达，因此本项目公众主要考虑北侧、东侧厂房外道路人员，南侧配电室人员，西侧工作人员，顶部值班室人员。公众具体估算结果见表11.2-14。

表 11.2-14 公众年有效剂量估算结果

关注对象	居留因子	受照途径	关注点剂量率	受照时间	单个受照途径附加有效剂量	年附加有效剂量	空气浸没外照射	总年附加有效剂量		
			μSv/h	h	mSv	mSv	mSv	mSv		
北侧厂房外道路人员	1/40	地勘测井设备实验室打靶过程	8.66E-07	596	1.29E-08	3.91E-06	4.68E-04 μSv/h×(596h+941h)=1.18E-5μSv	1.57E-05		
		充氙过程	1.39E-16	2000	2.78E-16					
		装氙靶过程	4.72E-02	3.3	3.89E-06					
东侧厂房外道路人员	1/40	充氙过程	1.39E-16	2000	2.78E-16	3.89E-06		4.68E-04 μSv/h×(596h+941h)=1.18E-5μSv	1.57E-05	
		装氙靶过程	4.72E-02	3.3	3.89E-06					
南侧配电室人员	1/40	充氙过程	1.39E-16	2000	2.78E-16	1.27E-05			4.68E-04 μSv/h×(596h+941h)=1.18E-5μSv	2.45E-05
		装氙靶过程	4.72E-02	3.3	3.89E-06					
		中子发生器测试实验室打靶过程	3.75E-04	941	8.82E-06					
西侧人员	1	地勘测井设备实验室打靶过程	2.28E-05	596	1.36E-05	4.87E-05				4.68E-04 μSv/h×(596h+941h)=1.18E-5μSv

		中子发生器 测试实验室 打靶过程	3.73E-05	941	3.51E-05			
顶部保卫 值班室人 员	1	充气过程	1.39E-16	2000	2.78E-16	1.56E-04		1.67E-04
		装氚靶过程	4.72E-02	3.3	1.56E-04			

备注：1、北侧道路、南侧配电室人员同时考虑实验室和充气室（包括充气 and 装氚靶过程）的辐射影响；

2、东侧道路和顶部保卫值班室人员主要考虑充气室（包括充气 and 装氚靶过程）的辐射影响；

3、从保守角度考虑，空气浸没外照射所致公众年有效剂量取距离排气口5m处的计算值，见表11.2-12。

由表 11.2-14 的估算结果可知，公众（包含非辐射工作人员）的最大年附加有效剂量为 1.67E-04mSv。估算结果表明，本项目所致公众最大年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定年有效剂量 1mSv 基本限值 and 本次评价提出的剂量约束值 0.1mSv 限值要求。

11.2.5 放射性三废处置能力分析

（1）放射性废气

D-T 排气台排风量为 200m³/h，经氚净化装置高效过滤后高空排放，充气室 and 贮存库设置排风，进风管路 with 排风管路分开设置，排风流量（3400m³/h）高于进风流量（2400m³/h），维持充气室 and 中子源及氚材料贮存库处于负压状态，且通风换气次数不小于 10 次/h。

（2）放射性废水

本项目不产生放射性废水。

（3）放射性固体废物

1）充气 and 装氚靶过程

充气 and 装氚靶过程中工作人员穿戴专用工作服、手套、口罩，并定期采用棉纱 and 去污剂对工作台面进行擦拭清洁，工作结束后，手套、口罩 and 棉纱等作为放射性固体废物收集贮存，暂存在放射性固废箱，委托有资质的单位处理。

废弃的氟化铀罐体由生产厂家回收。氚净化系统中废弃的分子筛由生产厂家更换 and 回收。

2）废弃中子管

废中子管单独贮存于中子源及氚材料贮存库内相应区域，产生量按 199 支/年考虑，交给有资质单位处置。

3）中子活化部件

由《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） and 《放射性废物分类》中的相关规定，可知本项目涉及的放射性核素的豁免活度浓度 with 豁免活度，具体见表 11.2-15。

表 11.2-15 部分放射性核素的豁免活度浓度与豁免活度一览表

核素	半衰期	活度浓度/ (Bq/g)	活度/Bq
⁵⁵ Fe	2.7a	1E+04	1E+06
⁵⁶ Mn	2.58h	1E+01	1E+05
⁵¹ Cr	27.7d	1E+03	1E+07
⁵⁸ Co	70.8d	1E+01	1E+06
⁶³ Ni	96a	1E+05	1E+08

从保守的角度考虑, 不考虑放射性核素的活度随时间衰减, 使用 PHTIS 软件建模后模拟分别计算地勘测井设备实验室(四种工况: 源项 1、2、3、4)连续打靶 40 年(23840h), 中子发生器测试实验室(三种工况: 源项 5、6、7)连续打靶 40 年(37640h), 模拟计算不锈钢门、刻度罐等被中子活化产生放射性核素活度及活度浓度情况, 结果表明, 不锈钢门被中子活化产生感生放射性核素活度及活度浓度最高, 具体结果见表 11.2-16~11.2-17。

表 11.2-16 地勘测井设备实验室打靶 40 年被中子活化产生核素活度理论估算结果

部件名称	核素名称	⁵⁵ Fe	⁵⁶ Mn	⁵¹ Cr	⁵⁸ Co	⁶³ Ni
屏蔽门 (不锈钢部分)	活度浓度 Bq/g	8.74E-03	7.36E-01	9.96E-03	1.76E-05	8.58E-04
	活度 Bq	1.31E+02	1.10E+03	1.49E+01	2.64E-02	1.29E+00

表 11.2-17 中子发生器测试实验室打靶 40 年被中子活化产生核素活度理论估算结果

部件名称	核素名称	⁵⁵ Fe	⁵⁶ Mn	⁵¹ Cr	⁵⁸ Co	⁶³ Ni
屏蔽门 (不锈钢部分)	活度浓度 Bq/g	6.13E-01	0	1.11E-01	1.03E-03	9.12E-03
	活度 Bq	9.20E+03	0	1.67E+02	1.54E+00	1.37E+01

对照表 11.2-15 可知, 本项目运行 40 年后, 屏蔽门被中子活化后产生的放射性核素活度均远低于其对应的豁免活度和豁免活度浓度, 因此被中子活化后的不锈钢门为豁免废物或解控废物, 可以申请清洁解控, 作为一般工业固体废物, 最终由有资质单位回收利用。

环评要求: 项目退役前, 需要对废弃不锈钢门进行放射性核素(⁵¹Cr、⁵⁵Fe、⁵⁸Co、⁵⁶Mn 等)活度浓度检测, 确保满足放射性核素豁免活度浓度要求, 并向辖区内生态环境相关部门申请清洁解控后, 才能按照一般工业固体废物处置。

11.2.6 非放射性废气环境影响分析

本项目的非放射性影响主要是电离辐射与空气作用产生臭氧和氮氧化物。具体分析如下:

(1) 中子管、中子发生器运行时, 中子与实验室空气作用产生 O₃;

(2) 将实验室内的空气等效为球体，中子源看作点源，位于受照空气球的中心，各向同性发射；

(3) 利用中子在空气中的比释动能代替空气中吸收的能量；

(4) 不考虑辐射损失。

(5) 中子管、中子发生器为间断运行，地勘测井设备实验室年运行时间为 596h，单次运行时间为 1h；中子发生器测试实验室年运行时间为 941h，单次运行最大时间为 5.5h，运行时通风，每个实验室通风量均为 1600m³/h。

辐照空间中 O₃ 的平均分子浓度 C（分子/m³）由 N(t)在每次运行时间 T 积分得到，其计算公式如公式（11-9）所示。

$$C = \int_0^T \frac{N(t)dt}{TV_0} = \frac{PG}{(\lambda+KF)TV_0} \left[T + \frac{1}{\lambda+KF} (e^{-(\lambda+KF)T} - 1) \right] \quad \text{公式（11-9）}$$

式中：

P—单位时间内空气吸收的中子辐射能量，eV/s，计算公式如（11-10）所示；

G—单位辐射能量的 O₃ 产额，0.1 分子/eV；

λ—O₃ 的分解速率，2.31×10⁻⁴s⁻¹；

K—混合均匀系数，取 1/3；

F—辐射区域的通风换气率；

T—辐射源单次运行时间，T_{地勘}=1h×3600s/h=3600s，T_{测试}=5.5h×3600s/h=19800s；

V₀—运行 T 时间的总排风量，V₀=1600m³/h=0.44m³/s。

$$P=6.24 \times 10^{18} \phi \cdot K \cdot R \cdot \rho \quad \text{公式（11-10）}$$

式中：

6.24×10¹⁸—单位转换系数，1J=6.24×10¹⁸eV；

φ—中子发射率，1.0×10⁸n/s；

K—空气比释动能因子，2.29×10⁻¹⁵J·m²/kg；

R_{地勘}—地勘测井设备实验室内空气的有效半径，

$$\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}} (1140 \times 700 \times 350) = 4.05\text{m};$$

R_{测井}—中子发生器测井实验室内空气的有效半径，

$$\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}} (1140 \times 700 \times 350) = 3.85\text{m};$$

ρ—空气密度，1.293kg/m³。

辐照空间中某分子的平均质量浓度 $C_{质}(\text{mg}/\text{m}^3)$ 为:

$$C_{质} = \frac{CM}{N_a} \quad \text{公式 (11-11)}$$

式中:

C —辐照空间中某分子的平均分子浓度, 分子/ m^3 ;

M —分子的摩尔质量, O_3 为 $4.8 \times 10^4 \text{mg}/\text{mol}$;

N_a —阿伏伽德罗常数, 6.02×10^{23} 分子数/ mol 。

计算出每次运行时间 T 内, 实验室空间内质量浓度见表 11.2-18。

表 11.2-18 非放射性气体污染物浓度

质量浓度 (mg/m^3) 运行时间 (t)	O_3
地勘测井设备实验室 (1h)	3.69E-04
中子发生器测井实验室 (5.5h)	3.29E-04

根据表 11.2-18 计算可知, 实验室中 O_3 平均浓度最大为 $3.69\text{E}-04\text{mg}/\text{m}^3$, 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》(GBZ 2.1-2019) 中的限值要求 (臭氧最高允许浓度 $\leq 0.3\text{mg}/\text{m}^3$), 室内环境空气质量得到保证。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一, 对环境影响较小。

11.2.7 水环境影响分析

本项目不产生放射性废水, 公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员, 辐射工作人员产生的生活污水依托沔西新城秦创原创新生态城内化粪池处理后, 最终排入市政污水管网。

11.2.8 固体废物影响分析

氟净化系统中废弃的分子筛由氟净化系统生产厂家更换和回收, 废弃的氟化铀罐体由生产厂家回收, 废弃的中子管 (性能测试不合格中子管) 暂存于中子源及氟材料贮存库废中子管存储柜, 最终由有资质单位回收, 工作结束后, 手套、口罩和棉纱等作为放射性固体废物收集贮存, 暂存在放射性固废箱, 委托有资质的单位处理。公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员, 生活垃圾使用垃圾桶进行分类收集后, 统一纳入当地垃圾清运系统。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险分析

(1) 充气过程事故

氟气或氟靶储存过程中发生丢失或被盗, 造成误照射; 充气操作时充气系统破坏或故障, 导致氟气泄漏, 辐射工作人员吸入氟气造成内照射。

(2) 打靶过程事故

中子管发生丢失或被盜事故，造成人员辐射危害，可能产生严重的社会影响；门机联锁失效，防护门没有关闭情况下，人员进入实验室，使滞留实验室内人员发生超剂量照射。

公司应加强辐射安全防护管理，操作人员增加核安全意识，提高操作技能，防止门机联锁失效，限制无关人员进入工作区域，对制定的应急预案加强应急演练。在采取以上风险管理措施后，其对环境产生的风险是可以接受的。

11.3.2 事故后果分析

(1) 充气系统或氚靶破坏

操作时充气系统或氚靶破损，辐射工作人员吸入氚会产生内照射。参考《职业性内照射个人监测规范》(GBZ129-2016)，在辐射防护评价中，内照射剂量用公式 11-12 计算：

$$E(\tau)=I_{jp}\bullet e_{jp}(\tau) \quad (\text{公式 11-12})$$

式中： $E(\tau)$ —待积有效剂量，单位为希沃特 (Sv)；

I_{jp} — j 类核素通过 p 类途径摄入的摄入量，单位为贝可 (Bq)，本项目保守取单支氚靶活度的 1/10，即 1.85×10^{10} ；

$e_{jp}(\tau)$ — j 类核素通过 p 类途径的剂量系数(单位摄入量的待积有效剂量)，单位为希沃特每贝可 (Sv/Bq)。对于 ^3H (气态)，该系数取值 1.8×10^{-15} 。

经计算，发生充气系统或氚靶破损事故情况下，辐射工作人员年吸入内照射剂量值 $E(\tau)=1.85\times 10^{10}\times 1.8\times 10^{-15}=3.33\times 10^{-5}\text{Sv}$ (即 0.033mSv)。因此，充气系统或氚靶破损会导致人员造成额外内照射。

(2) 门机联锁失效事故

当中子管、中子发生器处于工作状态时，假如有人在滞留实验室内，可能会对相关人员造成超剂量照射。由蒙卡模拟可知距出束口不同距离处的剂量率，具体人员误照射剂量估算结果如表 11.3-1 所示。

表 11.3-1 人员误照射时受照射剂量估算结果一览表

关注点位置	辐射类型	照射时间 (min)	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	受照剂量 mSv
距出束口 1m 处	中子周围剂量当量率	81.9	2146.8	5
	γ 剂量率		1514.1	
	中子周围剂量当量率	327.8	2146.8	20
	γ 剂量率		1514.1	
	中子周围剂量当量率	819.4	2146.8	50

	γ 剂量率		1514.1	
距出束口 2m 处	中子周围剂量当量率	97.3	1988.4	5
	γ 剂量率		1095.8	
	中子周围剂量当量率	389.1	1988.4	20
	γ 剂量率		1095.8	
	中子周围剂量当量率	972.7	1988.4	50
	γ 剂量率		1095.8	

由表 11.3-1 可以看出,当中子管、中子发生器处于工作状态,人员误入实验室将可能接受到较大剂量的放射性照射,在距出束口 1m 处受到 5mSv 剂量当量的时间为 81.9min,受到 20mSv 剂量当量的时间为 327.8min,受到 50mSv 剂量当量的时间为 819.4min。实验室门机联锁装置失效或人员尚未撤离情况下,可能会对相关人员造成超剂量照射。

11.3.3 事故应急预案

(1) 事故预防

为防止项目在运行期间、检修维护期间发生辐射事故,建设单位应做好下列工作:

- 1) 单位领导对辐射安全防护应有足够重视。辐射工作人员应加强安全意识和岗位责任心,并严格按充氙、装氙靶和打靶的操作规程执行操作;
- 2) 在充氙、装氙靶和打靶时要始终注意安全。辐射工作人员必须对该设备有足够的了解,能够识别任何可能导致危险的故障。如果发生故障或发现存在安全问题,在授权人员修复故障之前,不得使用该设备;
- 3) 为保证持续安全的操作,应按相关要求对辐射报警等安全设备进行定期维护;
- 4) 做好辐射工作人员的防护工作;
- 5) 需制定严格的操作规范,运行期必须按操作规程执行,并做好个人的防护,并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置;
- 6) 项目运行期间,严禁操作人员擅离岗位。射线装置每次进行调试前,应检查调试机房内人员停留情况;定期检查门机联锁、声光报警等装置,确保其处于正常的工作状态。
- 7) 严格执行本公司制定的辐射事故应急演练计划,认真进行演练总结。

(2) 风险应急措施

一旦发生了辐射事故,建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施:

- 1) 充氙室发生氙气泄漏事故时,操作人员立即切断充氙系统相关电源,在失去电源供电加热的情况下,短时间内氙气将停止释放。操作人员离开充氙室并关闭门,在

检测去污间采用棉纱和去污剂进行擦拭去污，工作人员专用工作服、口罩、手套和棉纱等作为放射性固废处理，单次产生量约为 1-2kg。建设单位在中子源及氚材料贮存库东北侧设置放射性固废箱，用于贮存放射性废物，定期交有资质单位处理。

2) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，关闭机房门，同时向公司主管领导报告；

3) 发生辐射事故时，应立即疏散所有与处理事故无关人员，保护好事故现场，对在事故中可能受到照射的人员及时送到医院进行医学检查和治疗；

4) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应向卫生行政部门报告；

5) 分析确定辐射事故的原因，记录发生事故时工作状态、事故延续时间，以便确定事故时受照个体所接受的剂量；

6) 总结事故原因，写出事故报告，及时修改辐射应急预案，避免此类事故再次发生。

11.4 辐射环境影响评价

综上所述，中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目正常运行时，其充氚室、实验室采取相应辐射防护屏蔽措施后，项目对周边的辐射环境影响满足本项目提出的相关限值要求；项目运行期间所致工作人员年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定年有效剂量 20mSv 基本限值和本次评价 5mSv 剂量约束值剂量要求；项目选址、平面布置合理，所致公众附加有效剂量较小，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）基本限值 1mSv 和本次评价剂量约束值 0.1mSv 要求。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员，因此，中陕核（西安）中子科技有限公司已成立了辐射安全与环境保护领导小组，并指定专人负责辐射安全管理工作。

辐射安全与环境保护领导小组组长：张鹏（总经理）

副组长：陆杰（副总经理）、宋磊（副总经理）

辐射安全负责人：张敏

成员：闫星泉、牛飞云、高磊、刘韵洋、董荣

该领导小组应全面负责公司的辐射安全管理及相关工作，主要包含以下职责：认真贯彻执行国家放射性同位素和射线装置的法律、法规，接受国家和地方生态环境部门的监督与检查；对公司的放射源、非密封放射性物质、射线装置工作负总责，保证无辐射事故发生；制定本公司的放射源、非密封放射性物质、射线装置管理规定；负责对全公司辐射安全与防护工作进行监督，检查各种制度及防护措施的贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识的培训工作；会同上级有关部门按有关规定调查和处理辐射事故，并对有关责任人员提出处理意见。

12.2 辐射安全管理规章制度

中陕核（西安）中子科技有限公司现有辐射安全防护管理及规章制度，主要有《辐射安全防护和管理制度》《中子发生器操作规程》《射线装置的维护、维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射安全管理部门安全职责》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员职业健康体检管理制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》《辐射工作场所监测制度》《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《辐射安全负责人岗位职责》《放射性废物管理制度》和《辐射事故应急预案》等规章制度。

依据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发[2018]29号）相关规定，应对核技术利用项目进行辐射安全管理标准化建设工作。公司制度建立与执行实际建设情况与标准化建设相关要求对照情况见表 12.2-1。

表 12.2-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

(二) —制度建立与执行

管理内容	管理要求	有/无
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	有
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	有
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	有
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	有
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	有
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性	有
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）	有
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	有
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	有

环评要求：公司应对制定的规章制度执行情况进行检查，建立检查记录档案。

12.3 人员培训及档案管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“营运管理”要求、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发[2018]29号）相关规定要求，单位必须培植和保持良好的安全文化素养，彻底杜绝辐射事故的发生。放射性工作人员在上岗之前，通过核技术利用辐射安全与防护考核并取得合格单，具备从事放射性工作能力。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011年5月1日实行）第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。

环评要求：应按照相关法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本公司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。应建立放射工作人员个

人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔应不超过 2 年。

12.4 辐射监测

12.4.1 监测要求

辐射工作人员应配备个人剂量计，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。公司应配置的监测仪器情况见表 12.4-1。

表 12.4-1 需配置的监测仪器一览表

类型	名称	数量	备注
监测 仪器	表面污染仪	1	拟配备
	X- γ 辐射剂量率仪	1	拟配备
	中子周围剂量当量率仪	1	拟配备
	固定式剂量报警仪（含 γ 射线探头和中子探头）	3	拟配备
	个人剂量计（同时满足对 γ 射线和中子剂量监测）	-	数量根据实际 工作人员情况调整

12.4.2 监测计划

（1）委托具有相关资质的监测单位对放射性工作场所进行常规监测，每年一次。

（2）对工作人员配备的个人剂量计（同时满足对 γ 射线和中子剂量监测），应每季度由有资质的单位检测一次并建立个人年累积剂量档案。个人剂量档案应妥善保存，建立并终生保存个人剂量监测档案。

（3）公司应配置辐射环境 X、 γ 剂量率仪和中子周围剂量当量率仪对实验室工作场所辐射水平定期监测，并将监测数据保存存档。

（4）公司应配置 1 台表面污染检测仪，用于辐射工作人员、工作场所的 β 表面污染监测。在每次充氚或装氚靶操作结束后检测一次，检测位置为工作台、设备、墙壁及地面，工作人员鞋面及工作服、工作人员皮肤及手部。

（5）对公司的辐射安全和防护状况，应每年进行一次自我安全评估，对存在的辐射安全隐患及时进行整改，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年的评估报告。

（6）屏蔽设施、位置发生变更时，及时委托有相关资质的监测单位进行监测和重新评价；在监测评价符合国家相关标准要求后，方可继续使用。

（7）当个人剂量超过年剂量限值、放射工作场所出现异常情况，应进行监测，查明原因。

项目建设运行前，委托有相关资质的监测单位对工作场所的辐射防护设施进行全面的现场验收监测，监测合格后投入使用。

本项目监测计划（建议）见表 12.4-2。

表 12.4-2 本项目辐射环境监测及检查计划（建议）一览表

项 目	监测或检查位置	频 率	备 注
X- γ 辐射剂量率	充氚室、中子源及氚材料贮存库、固废箱	4 次/年；每年由有资质单位监测一次	根据监测结果，提出评估和改进意见
β 表面污染	充氚室、中子源及氚材料贮存库、工作台、设备、墙壁及地面	2 次/年；每年由有资质单位监测一次	
	工作人员鞋面及工作服、工作人员皮肤及手部	充氚或装氚靶操作后 1 次	
X- γ 辐射剂量率、中子周围剂量当量率	操控区操作位置、防护门门缝及表面外表面 30cm、顶棚、电缆线口、实验室周围环境巡测	4 次/年；每年由有资质单位监测一次	
个人剂量计（中子和 γ 射线）	操作人员佩戴的剂量计	每 3 个月送有资质检测机构检测 1 次	

12.5 辐射事故应急

根据《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）、《放射性核素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规规定，公司已制定《辐射事故应急预案》，本项目运行后，公司应对现有的辐射事故应急预案进行修订，将本项目可能发生的辐射事故纳入应急预案，修订后的辐射事故应急预案应符合《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）的应急管理要求。

一旦发生辐射事故，现场当事人应立即切断电源，并报告公司启动应急预案，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》，由公司辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，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。

环评要求项目正式运行后，还应做好以下工作：

（1）公司每年应组织人员进行应急演练，并记录；

（2）根据国家最新法律法规，结合公司实际情况，及时对应急预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

12.6 环保投资和环保验收

12.6.1 环保投资

中陕核（西安）中子科技有限公司核技术利用项目投资 1000 万元，环保投资 90 万元，投资比例占 9%。项目环保投资主要用于辐射安全防护设施的投入，个人用品、辐射监测仪器购置以及工作人员培训、体检费用等。

本项目环保投资一览表见表 12.6-1。

表 12.6-1 环保投资一览表

序号	环保设施或措施	费用（万元）
1	固废箱、门机联锁、急停按钮、工作状态指示灯、监控装置等	45
2	配备专用工作服、帽子、鞋套、口罩若干	0.5
3	通风系统	15
4	固定式辐射检测器、中子当量剂量率检测仪 1 台、X- γ 辐射剂量率检测仪 1 台，表面污染检测仪 1 台	15
5	职业健康体检	1
6	个人剂量计（含中子和 γ 射线）	0.5
7	工作场所以及周边环境监测费用	3
8	咨询、环评和验收技术服务	10
合计		90

12.6.2 环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），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。

建设单位应根据“陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知”（陕环办发〔2018〕29 号），对本项目进行标准化建设和竣工环保验收。

建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。本项目竣工环境保护验收清单见表 12.6-2。

表 12.6-2 环保验收清单（建议）

项目		标准以及相关文件验收要求内容
辐射安全管理机构	辐射防护管理	建立以法定代表人为第一责任人成立辐射安全管理领导小组
年有效剂量		根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告，公众、职业照射剂量约束值执行 0.10mSv/a 和 5mSv/a。
剂量率限值	屏蔽体外剂量率控制	充氙操作设备外表面 30cm 处周围剂量当量率限值取 2.5 μ Sv/h，放射性固废箱外表面 30cm 处周围剂量当量率限值取 2.5 μ Sv/h；实验室屏蔽体、顶棚外表面 30cm 处剂量率 $\leq$ 2.5 μ Sv/h。
	表面污染	工作台、设备、墙壁、地面：控制区： $\beta\leq 4\times 10$ Bq/cm ² ；监督区： $\beta\leq 4$ Bq/cm ² ；工作服、手套、工作鞋：控制区/监督区： $\beta\leq 4$ Bq/cm ² ；手、皮肤、内衣、工作袜： $\beta\leq 4\times 10^{-1}$ Bq/cm ² 。
辐射安全防护措施	标志及工作状态灯	防护门表面张贴电离辐射标志，实验室上方安装工作状态指示灯
	通风设施	手套箱设置单独排风管道经空气净化系统吸附处理后排入大气，充氙室和中子源及氙材料贮存库设置排风管道，通过专用排风管道排入大气；实验室废气经专用排风管道排入大气，排放口高于本建筑物屋脊

	实验室门机联锁	门机联锁正常、有效
	监视装置	充氙室、中子源及氚材料贮存库、源库及实验室等均设置监视装置，需运行良好，切实有效
	急停按钮	实验室和操控区均设置急停按钮
	固定式辐射报警仪	实验室、走廊设置固定式辐射检测器、报警装置（含 1 个 γ 剂量探头和 1 个中子探头）
人员培训	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员、直接管理人员通过核技术利用辐射安全与防护考核合格后，方能上岗
个人剂量与健康检查	个人剂量检测	辐射工作人员佩戴个人剂量计（中子和 γ 射线），并定期送检（最长不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案
	职业健康检查	辐射工作人员定期进行职业病健康检查（ ≤ 2 年），并建立个人职业病监护档案
监测仪器和防护用品	监测仪器	配备 X- γ 辐射剂量率仪 1 台、中子周围剂量当量率仪 1 台和表面污染检测仪 1 台（需定期检定）
	个人剂量计	根据辐射工作人员数量配备个人剂量计（同时满足对 γ 射线和中子剂量监测）
	个人用品	专用工作服、帽子、鞋套、口罩若干
辐射安全管理制度		制定操作规程，岗位职责，辐射防护和安全保卫制度，设备检修维护制度，射线装置使用登记、台帐管理制度，人员培训计划，监测方案，辐射事故应急等规章制度
辐射安全管理标准化		按照原陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29 号）进行验收

表 13 结论与建议

13.1 结论

(1) 中陕核(西安)中子科技有限公司为进一步扩大生产规模,计划制备中子管和紧凑型中子发生器,将部分中子管组装成测井用中子发生器,并对制备的中子管和中子发生器进行打靶测试。该项目产生的社会效益、经济效益远大于其辐射影响,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“实践的正当性”要求。

(2) 监测结果表明,项目拟建地 γ 辐射剂量率监测结果范围为80.0~94.5nGy/h,与1988年调查的咸阳市 γ 辐射剂量率水平处于同一范围,表明拟建地周围辐射环境现状良好。

(3) 拟建工作场所按辐射分区划分为控制区和监督区进行管理,拟建项目选址及平面布置可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相关规定的要求,充氚室和实验室设置了通风系统,产生的废气由管道排至室外。

(4) 充氚系统和 neutron 管自身具有良好的屏蔽能力;实验室工作场所设计时已考虑了拟测试设备的性能和辐射水平,在满足施工质量前提下,各屏蔽墙体、防护门表面30cm处辐射剂量率,能够满足本项目提出的剂量率限值要求。

(5) 据剂量估算结果,辐射工作人员接受的最大年附加有效剂量为7.30E-02mSv,公众接受的最大年有效剂量为1.67E-04mSv,均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的剂量限值和本次评价提出的剂量约束值要求。

综上所述,中陕核(西安)中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目符合辐射防护实践正当性原则,项目开展具有积极意义;在采取辐射防护措施后,能够使其对周边环境的辐射影响降到了尽可能合理低的水平,满足辐射防护最优化原则;项目运行所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求,符合剂量限值约束原则;从辐射环境保护角度分析,该项目在严格落实各项辐射防护措施情况下,对环境的影响是可以接受的。

13.2 建议

(1) 公司应按照国家生态环境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,并编制验收报告,验收合格后才能正式投入使用。

(2) 对从事辐射工作的管理及操作人员,必须通过核技术利用辐射安全与防护考核合格后方能上岗。对已通过考核合格的工作人员应定期再进行辐射安全防护再教育

的学习。

(3) 加强对辐射防护设施的维护及检修工作，确保其运行正常。

(4) 严格按操作规程进行操作，防止发生辐射事故。

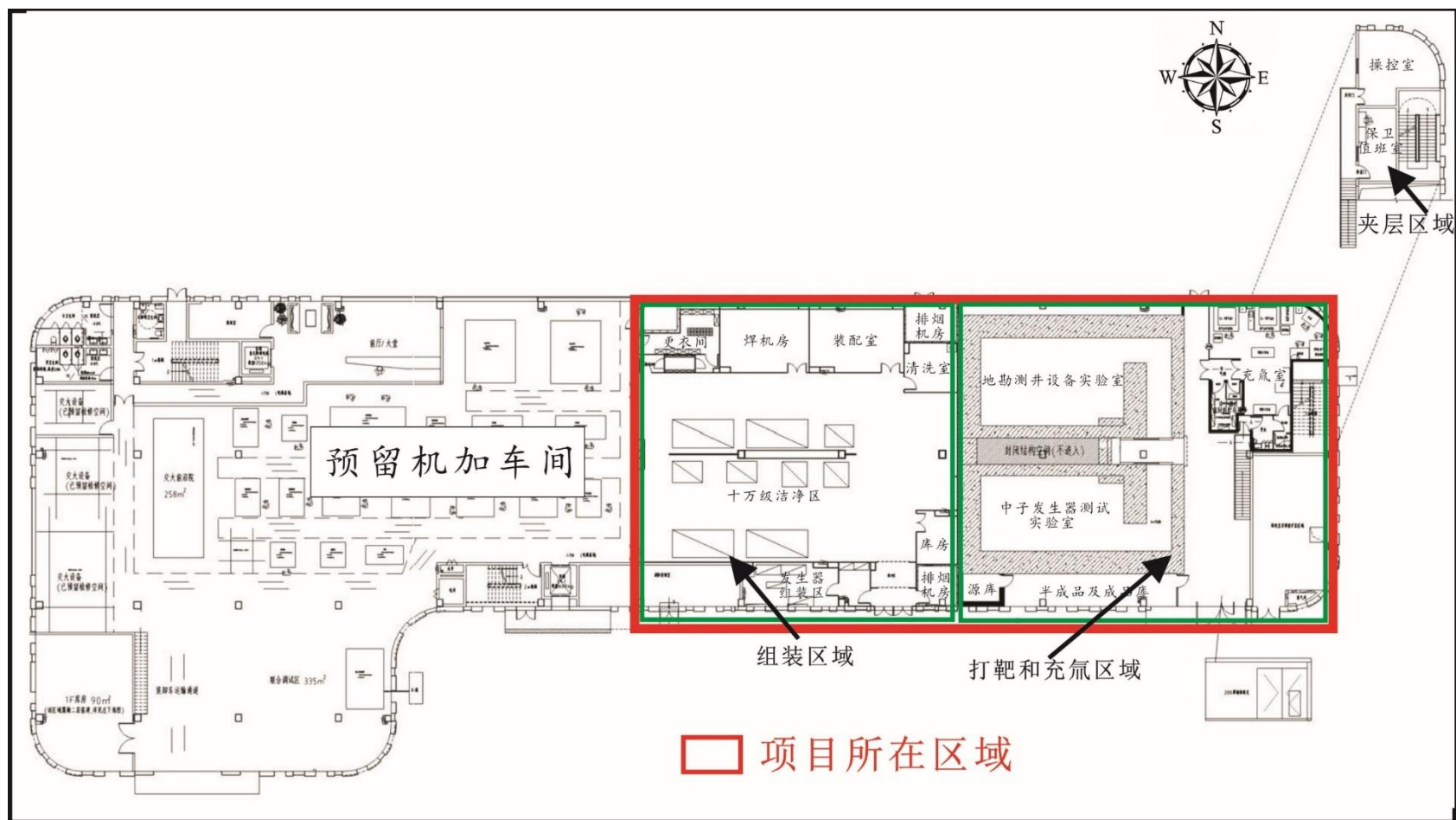
(5) 完善本项目的各项管理及操作制度，对制定的辐射事故应急预案进行演练，做到有备无患。

(6) 对所有涉及放射性工作人员定期进行健康检查，并将检查记录归档。

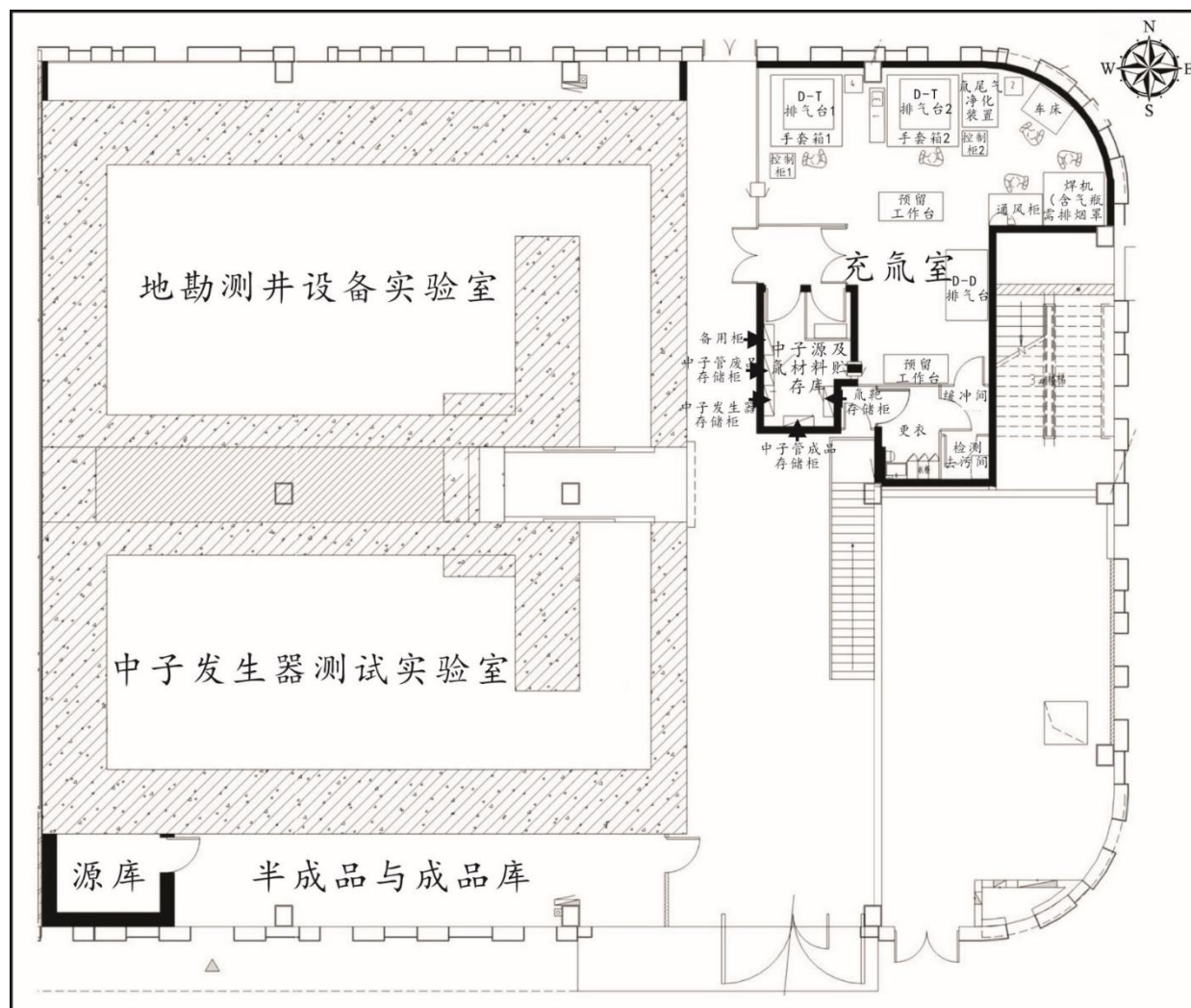
(7) 按照监测计划对周围辐射环境进行监测，对公司的辐射安全和防护状况编制评估报告，于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地生态环境部门提交该评估报告。

附图





附图2 本项目总平面布置示意图



附图 3 打靶和充气区域平面布局图

委 托 书

核工业二〇三研究所：

中陕核（西安）中子科技有限公司拟开展生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目，生产、使用Ⅱ类射线装置，使用乙级非密封放射性物质工作场所，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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等相关规定，需编制环境影响评价文件，兹委托贵所编制该项目环境影响评价文件，请接收委托后，开展环评工作。

中陕核（西安）中子科技有限公司（盖章）

2025年7月26日





辐射安全许可证

根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：中陕核（西安）中子科技有限公司

统一社会信用代码：91610138MADNH5X83H

地址：陕西省西安市国家民用航天产业基地航天大道396号中陕核工业集团公司1幢办公主楼210室

法定代表人：张鹏

证书编号：陕环辐证[A2434]

种类和范围：销售Ⅳ类、Ⅴ类放射源；销售Ⅱ类射线装置；销售非密封放射性物质（具体范围详见副本）。

有效期至：2029年10月27日



发证机关：西安市生态环境局



发证日期：2024年10月28日

中华人民共和国生态环境部监制



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中陕核（西安）中子科技有限公司			
统一社会信用代码	91610138MADNH5X83H			
地 址	陕西省西安市国家民用航天产业基地航天大道 396 号中陕核工业集团公司 1 幢办公主楼 210 室			
法定代表人	姓 名	张鹏	联系方式	13991162737
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	客户单位	陕西省西安市长安区国家民用航天产业基地航天大道 396 号中陕核工业集团公司 1 幢办公主楼 210 室		雷腾
证书编号	陕环辐证[A2434]			
有效期至	2029 年 10 月 27 日			
发证机关	西安市生态环境局			
发证日期	2024 年 10 月 28 日			





(一) 放射源

证书编号：陕环辐证[A2434]

序号	活动种类和范围					使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可)× 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
1	客户单位	H-3	V类	销售	3.90E+11*99								
2		H-3	V类	销售	3.70E+12*20								
3		H-3	IV类	销售	3.70E+14*20								
4		Cf-252	IV类	销售	1.50E+10*2								
5		Cf-252	V类	销售	1.50E+8*2								



(二) 非密封放射性物质

证书编号：陕环辐证[A2434]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
1	客户单位	无	H-3	液态	销售（不贮存）	工业用 非密封 放射性 物质			7.40E+13		



(三) 射线装置

证书编号：陕环辐证[A2434]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	客户单位	中子发生器	II类	销售	99							

监 测 报 告

报告编号：2025-HP-DL046

项目名称：中陕核（西安）中子科技有限公司

生产、销售、使用中子发生器

核技术利用建设项目

委托单位：中陕核（西安）中子科技有限公司

监测类别：委托监测

核工业二〇三研究所分析测试中心

发布日期：2025年10月11日



核工业二〇三研究所分析测试中心 监测报告

报告编号：2025-HP-DL046

第 1 页 共 3 页

一、委托单位及联系方式

委托单位：中陕核（西安）中子科技有限公司

联系方式：郇阳 18191873320

监测方式：现场监测

二、监测内容

受中陕核（西安）中子科技有限公司委托，对中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目所在地及周边环境进行 γ 辐射剂量率监测。

三、监测时间、地点及天气条件

监测时间：2025 年 9 月 1 日

监测地点：陕西省西咸新区沣西新城秦创原创新生态城 1#研发楼

天气条件：多云 温度：28℃ 相对湿度：47%

四、监测人员

卿健康、齐广泽

五、监测因子

γ 辐射剂量率

六、监测方法及仪器

本项目使用的监测仪器、仪器检定情况见表 1。

表 1 监测仪器、测量范围以及检定情况

项目	仪器名称及型号	仪器编号	测量范围	检定单位	检定证书编号	检定有效期
γ 辐射剂量率	便携式 X- γ 剂量率仪 (FH40G-10 主机 + FHZ672E-10 探头)	主机编号： FHP003-2018, 探头编号： FHP004-2018	1nSv/h ~ 100 μ Sv/h	中国计量科学研究院	DLjl2024-13943	2024/09/13 ~ 2025/09/12
监测方法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)					

七、监测结果

中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目所在地及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 2。



核工业二〇三研究所分析测试中心 监测报告

报告编号：2025-HP-DL046

第 2 页 共 3 页

表 2 中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目所在地及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点位描述	均值 (nGy/h)	标准偏差	备注
1	拟建操控室地面	93.7	1.9	/
2	拟建充气室地面	93.9	2.7	
3	拟建中子发生器测试实验室和地勘测井实验室地面	94.5	2.1	
4	拟建十万洁净区地面	94.2	2.0	
5	预留机加工车间地面	93.7	2.1	
6	研发楼外道路地面	80.0	2.3	

说明：1、按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数为 1.20Sv/Gy；
2、表中监测结果已扣除宇宙辐射响应值，宇宙辐射响应值为 16.0nGy/h；
3、本报告仅对本次监测点位及监测结果负责。

八、监测布点图

中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目所在地及周边环境 γ 辐射剂量率监测点位示意图见图 1。

研究
中心
2346

核工业二〇三研究所分析测试中心 监测报告

报告编号: 2025-HP-DL046

第 3 页 共 3 页

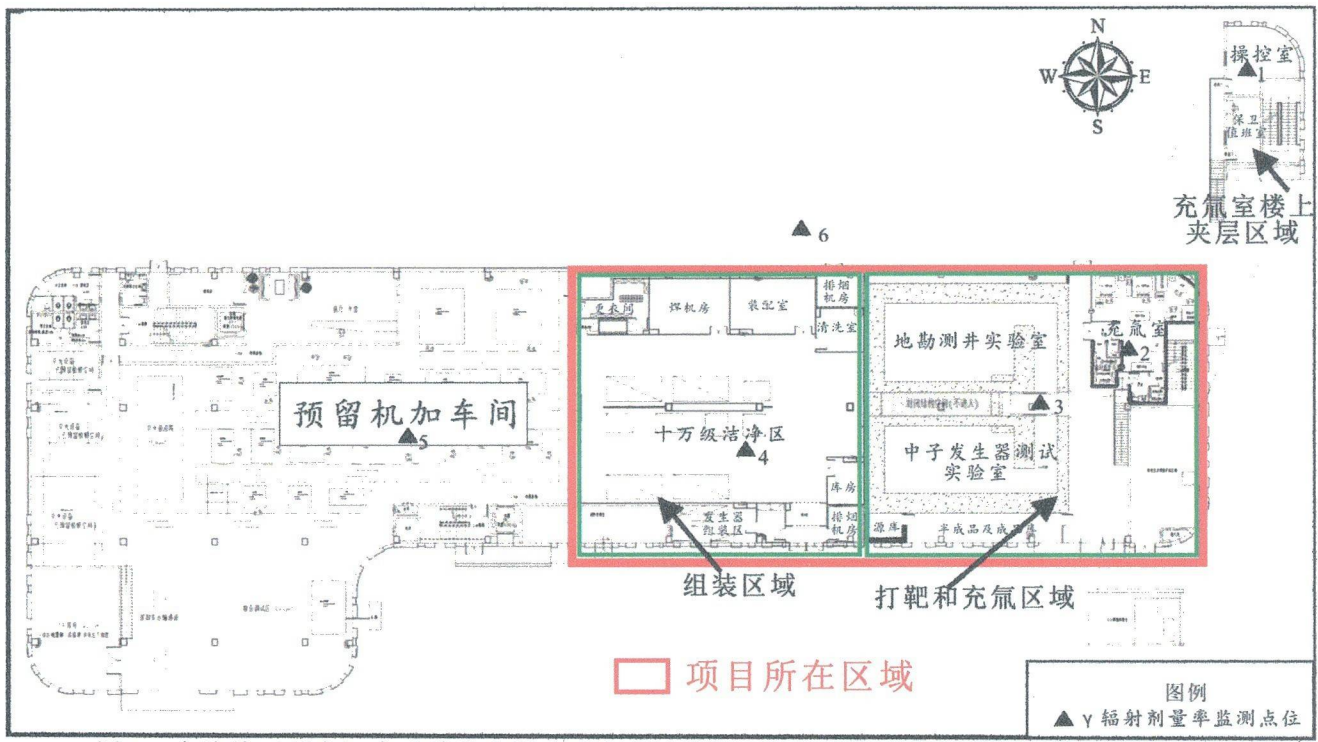


图 1 中陕核(西安)中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目所在地及周边环境γ辐射剂量率监测点位示意图

编制人: 赵连顺

审核人: 陈相弘

签发人: 薛会军

分析测试中心

2025年10月11日

04010062

2025年10月11日

2025年10月11日

报告结束



部 门: 生产部

结 论: 其他疾病或异常

可继续原放射工作。

- (1) 收缩压 $\geq 140\text{mmHg}$ 为增高。还需到内科进一步咨询和诊治。
- (2) 复查肝功，必要时专科对症处理。
- (3) 低嘌呤饮食，加强运动、多饮水，必要时在医师指导下降尿酸。
- (4) 尿隐血阳性，若镜检红细胞正常，且自觉无临床症状，多无临床意义。必要时复查尿常规。
- (5) 定期复查胸片。

杜治国

报告日期: 2025年4月11日



姓 名： 柴鑫	性 别： 男	年 龄： 32岁
检查时间： 2025年4月1日		体检类别： 在岗期间
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司		部 门： 生产部

结 论: 其他疾病或异常

可继续原放射工作。

- (1) 2级高血压 舒张压105mmHg
- (2) 双近视改变
- (3) 谷丙转氨酶增高、谷草转氨酶增高 丙氨酸氨基转移酶(ALT)132U/L、谷草转氨酶68U/L
- (4) 血尿酸增高 尿酸553umol/L
- (5) 果糖胺偏高 果糖胺2.59mmol/L
- (6) 红细胞总数增多 红细胞总数 $6.23 \times 10^{12}/L$
- (7) 中性粒细胞数目增高 中性粒细胞绝对值 $7.11 \times 10^9/L$
- (8) 两肺纹理稍增重，请结合临床。

(1) 高血压分级是将血压的程度分成3级。血压160—179/100—109mmHg为高血压2级，2级高血压必须药物治疗。必须坚持治疗，把血压控制在正常或基本正常水平。心血管内科进一步咨询。

(2) 复查肝功，必要时专科对症处理。

(3) 低嘌呤饮食，加强运动、多饮水，必要时在医师指导下降尿酸。

(4) 请结合空腹血糖及糖化血红蛋白检测结果，到内分泌科进一步咨询诊治。

(5) 多见于血液浓缩、肺心病、某些先天性心脏病、高原地区居民等。建议复查，必要时根据病因专科治疗。

(6) 轻度增高多无明显临床意义，请定期检查。

(7) 定期复查胸片。

杜治国

报告日期：2025年4月11日



姓 名： 张敏	性 别： 男	年 龄： 35岁
检查时间： 2025年4月1日	体检类别： 在岗期间	
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司	部 门： 生产部	
职业相关性结论： 相关危害因素： 电离辐射 结 论： 其他疾病或异常		
职业相关性评价： 放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。 职业相关检查建议： 可继续原放射工作。		
其他临床异常结果： (1) 血尿酸增高 尿酸503umol/L (2) 果糖胺偏高 果糖胺2.57mmol/L (3) 血红蛋白增高 血红蛋白196g/L 其他临床异常建议： (1) 低嘌呤饮食，加强运动、多饮水，必要时在医师指导下降尿酸。 (2) 请结合空腹血糖及糖化血红蛋白检测结果，到内分泌科进一步咨询诊治。 (3) 多见血液浓缩和居住高原的人及慢性呼吸障碍的病人等，建议复查。		
主检医师： 杜治国 报告日期： 2025年4月11日		

职业健康检查个人结果告知书

姓 名： 闫星泉 性 别： 男 年 龄： 36岁
检查时间： 2025年4月1日 体检类别： 在岗期间
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司 部 门： 生产部

职业相关性结论：

相关危害因素：电离辐射

结 论： 其他疾病或异常

职业相关性评价：

放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。

职业相关检查建议：

可继续原放射工作。

其他临床异常结果：

- (1) 3级高血压 收缩压182mmHg
- (2) 肥胖 体重指数30.47-
- (3) 血尿酸增高 尿酸431umol/L

其他临床异常建议：

- (1) 心血管内科进一步咨询和诊治。
- (2) 体重指数（BMI） ≥ 28 为肥胖，控制饮食，适当运动。
- (3) 低嘌呤饮食，加强运动、多饮水，必要时在医师指导下降尿酸。

主检医师：

张惠生

报告日期： 2025年4月11日



职业健康检查个人结果告知书

姓 名： 王明鑫 性 别： 男 年 龄： 24岁
检查时间： 2025年4月1日 体检类别： 在岗期间
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司 部 门： 生产部

职业相关性结论：
相关危害因素：电离辐射
结 论： 其他疾病或异常

职业相关性评价：
放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。
职业相关检查建议：
可继续原放射工作。

其他临床异常结果：
1级高血压 舒张压94mmHg
其他临床异常建议：
监测血压，合理控制。



主检医师：

杜治国

报告日期： 2025年4月11日



姓 名： 王利	性 别： 男	年 龄： 42岁
检查时间： 2025年4月1日	体检类别： 在岗期间	
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司	部 门： 生产部	

结 论: 其他疾病或异常

可继续原放射工作。

(2) 眼科动态观察。

报告日期: 2025年4月11日

职业健康检查个人结果告知书

姓 名：王家豪

性 别：男

年 龄：22岁

检查时间：2025年4月1日

体检类别：在岗期间

工作单位：中陕核（西安）中子科技有限公司

部 门：生产部

职业相关性结论：

相关危害因素：电离辐射

结 论：其他疾病或异常

职业相关性评价：

放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。

职业相关检查建议：

可继续原放射工作。

其他临床异常结果：

- (1) 肥胖 体重指数29.37-
- (2) 谷丙转氨酶增高 丙氨酸氨基转移酶(ALT) 46U/L

其他临床异常建议：

- (1) 体重指数(BMI) ≥ 28 为肥胖，控制饮食，适当运动。
- (2) 复查肝功，必要时专科对症处理。

主检医师：

报告日期：2025年4月11日





姓 名： 刘韵洋	性 别： 男	年 龄： 22岁
检查时间： 2025年4月1日	体检类别： 在岗期间	
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司	部 门： 生产部	
职业相关性结论： 相关危害因素： 电离辐射 结 论： 目前未见异常		
职业相关性评价： 放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。 职业相关检查建议： 可继续原放射工作。		
其他临床异常结果： 目前未见明显异常 其他临床异常建议： 定期职业健康检查		
工业四一六网 职业健康体检专用章 主检医师： 杜治国 报告日期： 2025年4月11日		



姓 名： 吉晓熠	性 别： 男	年 龄： 20岁
检查时间： 2025年4月1日	体检类别： 在岗期间	
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司	部 门： 生产部	
职业相关性结论： 相关危害因素： 电离辐射 结 论： 其他疾病或异常		
职业相关性评价： 放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。 职业相关检查建议： 可继续原放射工作。		
其他临床异常结果： (1) 谷丙转氨酶增高 丙氨酸氨基转移酶(ALT)85U/L (2) 血尿酸增高 尿酸517umol/L 其他临床异常建议： (1) 复查肝功，必要时专科对症处理。 (2) 低嘌呤饮食，加强运动、多饮水，必要时在医师指导下降尿酸。		
主检医师： 杜治国 报告日期： 2025年4月11日 职业健康体检专用章		

职业健康检查个人结果告知书

姓 名：韩聪 性 别：男 年 龄：24岁
检查时间：2025年4月1日 体检类别：在岗期间
工作单位：中陕核（西安）中子科技有限公司 部 门：生产部

职业相关性结论：

相关危害因素：电离辐射

结 论：其他疾病或异常

职业相关性评价：

放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。

职业相关检查建议：

可继续原放射工作。

其他临床异常结果：

- (1) 3级高血压 收缩压167mmHg
- (2) 谷丙转氨酶增高 丙氨酸氨基转移酶(ALT) 54U/L
- (3) 血尿酸增高 尿酸483umol/L
- (4) 白细胞计数增高 白细胞总数 $12.3 \times 10^9/L$ 、血小板压积0.39%

其他临床异常建议：

- (1) 高血压分级是将高血压高的程度分成3级。血压 $\geq 180/110\text{mmHg}$ 为高血压3级。预示对心、脑、肾的损害大。如存在其他多项危险因素，危险分层属于极危险状态。须积极地加强治疗。心血管内科进一步咨询和诊治。
- (2) 复查肝功，必要时专科对症处理。
- (3) 低嘌呤饮食，加强运动、多饮水，必要时在医师指导下降尿酸。
- (4) 复查血常规，结合临床，必要时给予消炎对症处理。



主检医师：

杜治国

报告日期：2025年4月11日



姓 名： 高磊	性 别： 男	年 龄： 32岁
检查时间： 2025年4月1日	体检类别： 在岗期间	
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司	部 门： 生产部	
职业相关性结论： 相关危害因素： 电离辐射 结 论： 目前未见异常		
职业相关性评价： 放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。 职业相关检查建议： 可继续原放射工作。		
其他临床异常结果： 目前未见明显异常 其他临床异常建议： 定期职业健康检查		
工业四一五 职业健康体检专用章 主检医师：张惠生 报告日期：2025年4月17日		



姓 名： 董荣	性 别： 女	年 龄： 26岁
检查时间： 2025年4月1日	体检类别： 在岗期间	
工作单位： 中陕核（西安）中子科技有限公司	部 门： 生产部	
职业相关性结论： 相关危害因素： 电离辐射 结 论： 其他疾病或异常		
职业相关性评价： 放射性作业在岗体检未见疑似放射性疾病及职业禁忌证。 职业相关检查建议： 可继续原放射工作。		
其他临床异常结果： 尿白细胞阳性 其他临床异常建议： 尿白细胞增高若有尿频、尿急、尿痛等临床症状到医院诊治。		
主检医师： 杜治国 报告日期： 2025年4月11日		

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



牛飞云，男，1996年09月13日生，身份证：142725199609130833，于2025年03月参加 放射性测井 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN1300032

有效期：2025年04月01日至 2030年04月01日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



牛飞云，男，1996年09月13日生，身份证：142725199609130833，于2025年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN2300023

有效期：2025年03月17日至 2030年03月17日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



柴鑫，男，1993年03月26日生，身份证：610113199303260013，于2020年12月参加 放射性测井 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20SN1300181

有效期：2020年12月22日至 2025年12月22日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



董荣，女，1999年03月24日生，身份证：610624199903241525，于2025年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN2300022

有效期：2025年03月17日至 2030年03月17日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



高磊，男，1992年05月12日生，身份证：610624199205120013，于2025年04月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN2300045

有效期：2025年04月12日至 2030年04月12日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



韩磊，男，2001年02月26日生，身份证：411602200102263514，于2025年03月参加 放射性测井 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN1300028

有效期：2025年04月01日至 2030年04月01日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



吉晓熠，男，2004年09月19日生，身份证：620622200409192857，于2025年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN2300021

有效期：2025年03月17日至 2030年03月17日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



刘韵洋，男，2003年02月16日生，身份证：610502200302161011，于2025年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN2300020

有效期：2025年03月17日至 2030年03月17日

报告单查询网址：fushhe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



王家豪，男，2003年02月16日生，身份证：430522200302160010，于2025年03月参加放射性测井辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN1300021

有效期：2025年03月17日至 2030年03月17日



报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



王利，男，1983年01月01日生，身份证：210727198301011533，于2025年03月参加科研、生产及其他辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25QH2300008

有效期：2025年03月23日至 2030年03月23日



报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



王明鑫，男，2000年06月15日生，身份证：610502200006156031，于2025年03月参加 放射性测井 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SN1300030

有效期：2025年04月01日至 2030年04月01日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



闫星泉，男，1988年09月16日生，身份证：610624198809161831，于2025年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25QH2300009

有效期：2025年03月23日至 2030年03月23日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



张敏，男，1989年12月18日生，身份证：612728198912182617，于2025年03月参加 放射性测井 辐射安全与防护考核，成绩合格。

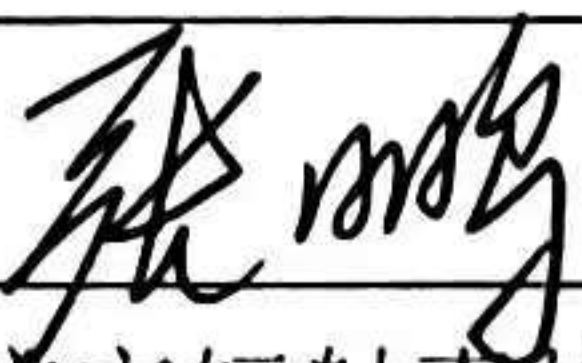
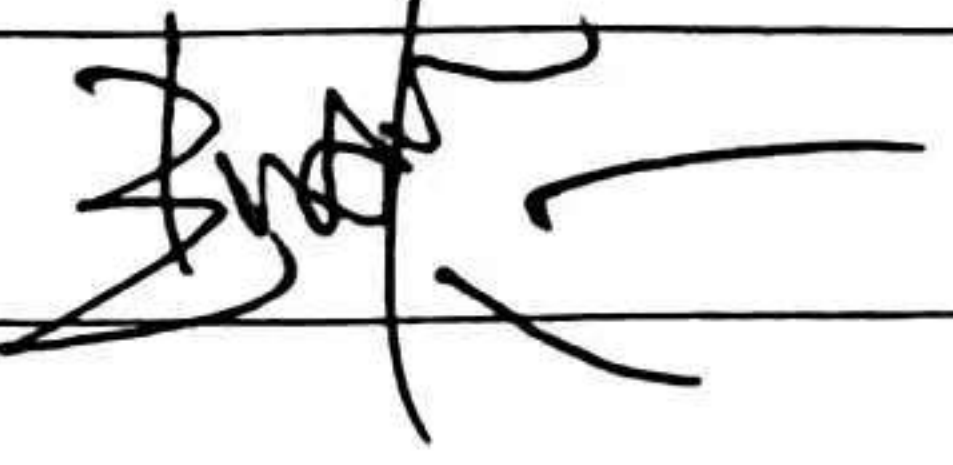
编号：FS25SN1300029

有效期：2025年04月01日至 2030年04月01日



报告单查询网址：fushu.mee.gov.cn

西安市辐射事故应急预案备案表

单位名称	中陕核（西安）中子科技有限公司	机构代码	91610138MADNH5X83H
法定代表人	张鹏	联系电话	13991162737
联系人	姜丹	联系电话	18092429361
传 真	029-62818128	电子邮箱	jiangdan@ssn-hs.com
单位地址	陕西省西安市国家民用航天产业基地航天大道 396 号		
预案名称	中陕核（西安）中子科技有限公司辐射事故应急预案		
风险级别（对应辐射事故级别填写）	☒ 一般 L ☐ 较大 M ☐ 重大 H		
本单位于 2024 年 08 月 30 日签署发布了辐射事故应急预案，备案条件具备，备案文件齐全，现报送备案。 本单位承诺，本单位在办理备案中所提供的相关文件及其信息均经本单位确认真实，无虚假，且未隐瞒事实。			
预案签署人		报送时间	2024. 9. 23
辐射事故应急预案备案文件目录	1. 西安市辐射事故应急预案备案表 2 份； 2. 辐射事故应急预案 2 份； 3. 辐射事故应急预案评审意见 1 份（二类射线装置及放射源单位必须提供）。		
备案意见	该单位的辐射事故应急预案备案文件已于 2024 年 9 月 23 日收讫，文件齐全，予以备案。		
备案编号	HT-FS-2024-033		
报送单位	中陕核（西安）中子科技有限公司		
受理部门负责人		经办人	叶辉



房屋租赁合同

出租方： 陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司（以下
简称甲方）

承租方： 中陕核(西安)中子科技有限公司（以下简
称乙方）

甲、乙双方就场地租赁事宜，达成如下协议：

一、甲方将位于 沣西新城秦创原创新生态城1#研发楼
场地 1200 平方米出租给乙方作为办公及生产场地使用，
租赁期限自 2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日。

二、双方约定本场地年租金为人民币 35万 元。

三、乙方租赁期间由乙方使用而产生的其他费用由乙
方负担。乙方需将其他各项费用交由甲方，由甲方代缴，
发票约定为物业向甲方开具。租赁结束时，乙方须交清欠
费。

四、任何一方要求终止合同，须提前三个月通知对方。

五、在承租期间，未经甲方书面同意，乙方无权转租
或转借该场地；

六、就本合同发生纠纷，双方协商解决，协商不成，
任何一方均有权向租赁房屋所在地人民法院提起诉讼。

七、乙方不得在场地内从事违法行为，并注重场地及
自身财产和人身安全。如发生违法及人身安全责任事故自
行负责。甲方不承担任何法律及民事责任。

八、本合同连一式二份，甲、乙双方各执一份，自双方签字之日起生效。

甲方：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

法定代表人(委托人)：

日期：2025年9月22日

乙方：中陕核(西安)中子技术有限公司

法定代表人(委托人)：

日期：2025年9月22日



市场主体环境信用承诺书

为践行绿色发展理念，努力营造诚实守信的社会环境，强化诚信意识，恪守环保信用，本单位自愿承诺，坚持守法生产经营，并自觉履行以下环境保护法律义务和社会责任。

一、依法申请办理环境保护行政许可，保证向环保行政机关提供资料合法、真实、准确、完整、有效。

二、严格遵守国家和陕西省有关环境保护法律、法规、规章、标准和政策规定，依法从事生产经营活动。

三、深入开展环境宣传教育，倡导科学发展理念，建立环境保护责任制度，积极实施清洁生产，减少污染排放并合法排污，制定突发环境事件预案，依法公开排污信息，自觉接受环境保护行政主管部门的监督检查等环境保护法律、法规、规章规定的义务。

四、自觉接受社会监督，将诚信理念贯穿于生产经营全过程，积极履行环境保护社会责任。

五、若违反本承诺，除依照《中华人民共和国环境保护法》等有关法律、法规规定接受行政处罚外，自愿接受惩戒和约束，并依法承担赔偿责任和刑事责任。

六、本单位同意将此《市场主体环境信用承诺书》上网公示，并将信用承诺和践诺信息纳入陕西省公共信用信息平台，接受社会监督。

承诺单位（盖章）：中陕核（西安）中子科技有限公司

统一社会信用代码：91610138MADNH5X83H

法定代表人（或授权人签字或盖章）：

张明

法定代表人身份号码：510502198403021911

承诺用途：用于《中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目环境影响报告表》的报批

承诺日期：2025年10月30日

建设项目环境影响评价信息公开说明

按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》有关要求，现将有关情况说明如下：

一、我司已按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》相关要求，对生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目编制了环境影响报告表，将《中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目环境影响报告表》全本（因不涉及国家秘密、商业秘密等内容，因此未删减）在网站（<http://www.zhsxhj.com/content/?574.html>）上进行了公示，公示期为2025年10月15日-2025年10月28日。

二、我司递交的《中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目环境影响报告表》纸质文本不含涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私以及涉及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定的内容。

三、我司递交的《中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目环境影响报告表》纸质文本与电子版内容一致。

四、报告表公示期间未收到任何反馈意见。

中陕核（西安）中子科技有限公司（盖章）

2025年10月30日





您的位置: [首页](#) > [信息公示](#) > [环评信息公示](#) >

中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目环境影响报告表公示

发布日期: 2025-10-15 09:01:20

浏览量: 34

公司为进一步扩大生产规模，满足用户需求，计划开展中子管、中子发生器生产研发活动。在沣西新城秦创原创新生态城1#研发楼制备中子管和紧凑型中子发生器，并将部分中子管组装成测井用中子发生器，同时进行打靶测试。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》、《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》相关规定，该项目应编制环境影响报告表。现将该项目环境影响报告表予以公示，公示期：2025年10月15日-2025年10月28日。

公众即日起可查阅环评报告全本内容，提出反馈意见。公众若对该项目环保问题有意见、看法，可以信函、电子邮件、电话或者按照有关公告要求的其他方式，向建设单位或者其委托的环境影响评价机构及时反映。同时请您留下您的联系方式，以便我们能够及时回复您的意见。

建设单位：中陕核（西安）中子科技有限公司

单位地址：陕西省西安市国家民用航天产业基地航天大道396号中陕核工业集团公司1幢办公主楼210室

联系人：刘明泽

联系电话：18710391838

环评单位：核工业二〇三研究所

单位地址：陕西省西咸新区沣东新城科源三路869号

联系人：胡燕

联系电话：13550215723

电子邮件：1850833071@qq.com

[中陕核（西安）中子科技有限公司生产、销售、使用中子发生器核技术利用建设项目环境影响报告表.pdf](#)

上一篇: [西安交通大学第一附属医院榆林医院核医学科改造核技术利用建设项目环境影响报告表公示](#)

下一篇: 没有了!