

核技术利用建设项目

生产、销售、使用射线装置和销售放射源、

非密封放射性物质项目

建设项目环境影响报告表

(公示本)

中广核久源(成都)科技有限公司

二〇一七年三月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

生产、销售、使用射线装置和销售放射源、

非密封放射性物质项目

建设项目环境影响报告表

项目单位名称：中广核久源（成都）科技有限公司

项目单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省成都市双流区新安航空港经济开发区工业集中区

邮政编码： 6100411

联系人：彭进

电子邮箱：313306674@qq.com

联系电话：15390061927

表 1 项目基本情况

建设项目名称		生产、销售、使用射线装置和销售放射源、非密封放射性物质项目			
项目单位		中广核久源（成都）科技有限公司			
法人代表	张剑锋	联系人	彭进	联系电话	15390061927
注册地址		四川省成都市双流县西南航空港经济开发区工业集中区			
项目建设地点		<p>公司办公、代理销售地点：由双流县双华路三段 288 号变更为成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼</p> <p>II类射线装置非放射性部分生产地点：成都市高新区科园南二路 1 号（3 栋 A 座 1 层）</p> <p>II类射线装置装配调试地点：四川省绵阳市科学城中国工程物理研究院核物理与化学研究所科研区加速器实验室内</p> <p>代理销售范围：面向全国</p>			
立项审批部门		科学技术部	批准文号	国科发财（2012）1024 号	
建设项目总投资（万元）		1200	项目环保投资（万元）	38	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	1389.33（成都厂区）
应用类型	放射源	<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> I 类 <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input checked="" type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	³ H、 ¹⁴ C、 ¹³¹ I、 ¹³⁷ Cs、 ⁹⁹ Mo、 ^{99m} Tc、 ³² P		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他					
<p>项目概述</p> <p>一、项目单位简介</p> <p>中广核久源（成都）科技有限公司（以下简称“公司”），公司统一社会信用代码：91510122592079612J，由成都市双流区工商行政管理局批准于 2012 年 3 月 28 日成立，原名为“成都中广核久源测控科技有限公司”，于 2015 年 10 月 29 日更名为中广核久源（成都）科技有限公司。公司性质为其他有限责任公司，公司经营范围为核分析仪器仪表、核测量仪器仪表与核控制仪器仪表设备及系统的研发、生产、销售、技术服务；从事货物及技术进出口的对外贸易经营；以及其他无需许可或者审批的合法项目。</p> <p>公司由中国广核集团的全资子公司中广核核技术应用有限公司、中国工程物理研究院核物理与化学研究所（以下简称“二所”）、及其相应自然人股东共同出资设立，注册资本为</p>					

3000 万元人民币。公司现有资产总额 5944.61 万元，员工总人数 29 人，设备设施总数 63 台，收入总额超过 4700 万元。公司采用租赁方式拥有用于产品生产调试厂房面积 307.33 平方米，用于日常管理办公区域面积 1082.00 平方米，共计 1389.33 平方米。

公司集核辐射测控系统及核仪器仪表研制、生产、销售为一体，通过产品研发、科技成果转化和产业化，已形成反应堆专用仪控系列、专用领域在线辐射监测系统、核辐射防护与环境监测系列、通道式辐射监测系列、放射性去污产品系列等五大产品品类四十余种自主产品，同时提供放射源供应、运输及现场服务一体化解决方案。

公司于 2015 年 10 月 9 日取得“高新技术企业证书”，目前已拥有“ISO9001 质量管理体系”、“ISO14001 环境管理体系”、“OHSAS18001 职业健康安全管理体系认证”、“辐射安全许可证”、“计量器具型式批准证书”、“制造计量器具许可证”等资质。

2012 年，公司作为产业化单位，承接了国家科技部重大科学仪器设备开发专项《基于小型加速器中子源的可移动式中子成像检测仪》重大专项产业化的研究开发任务，项目目前正在执行中。

二、项目由来

1、中子成像检测仪非辐射部分生产（非放生产区域，以下报告中以“成都 S 区”指代）

为完成国家科技部重大科学仪器设备开发专项“基于小型加速器中子源的可移动式中子成像检测仪”的产业化，公司在已租用成都市高新区科园南二路 1 号（3 栋 A 座 1 层）厂房进行仪器非辐射部分组装调试，厂房分装车间、总装车间和调试车间等功能区。计划初期具备每年 8 台的小批量订单式生产能力。该部分建设内容仅为**基于小型加速器中子源的可移动式中子成像检测仪非辐射部分仪器生产和调试，不涉及辐射部分（氚靶生产、整机组装调试等内容）**。

2、中子成像检测仪整机组装、调试（II 类射线装置生产、使用、销售）（辐射调试区域，以下报告中以“绵阳 T 区”指代）

为更好的完成“基于小型加速器中子源的可移动式中子成像检测仪”产业化工作，中广核久源（成都）科技有限公司与其股东之一的“二所”签订合作协议（见附件），开展中子成像仪整机组装、调试工作。

为了充分利用双方的优势和资源，并借助“二所”的核技术应用、科研及人才优势，根据协议内容，公司与“二所”合作方式及内容如下：

1) 公司负责提供中子成像仪非放射性部件，包括小型高压型加速器（非核部分，不含

离子源及氚靶)、准直屏蔽系统、样品承载系统、成像系统等),提供相应生产人员、设备、与“二所”加速器实验室完成中子成像仪非辐射部分的生产工作。同时,组织实施中子成像仪整机组装、调试工作以及销售业务。

2)“二所”负责提供符合相关标准要求的射线装置生产调试场所(加速器实验室)、氚靶等中子成像仪整机组装必须的辐射组件、组装调试所需的其他设备及部分人员,协助公司完成中子成像仪整机组装、调试工作。同时,在完成中子成像仪整机生产调试后,提供暂存场所(加速器实验室)。

3、其他辐射安全许可证扩项内容(新增 I、II、IV类放射源、非密封放射性物质、II、III类射线装置销售)(销售区域,以下报告中以“成都 X 区”指代)

中广核久源(成都)科技有限公司现持有四川省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》(证书编号川环辐证[00399],有效期至 2018 年 3 月 25 日),许可种类和范围为销售 II、III、IV、V 类,使用 III、IV、V 类放射源;销售 II、III 类射线装置。

为了进一步开拓公司业务,公司拟在原有辐射安全许可证的业务范围基础上,新增从事 I、II、IV 类放射源、部分非密封放射性物质以及 II、III 类射线装置的代理销售业务。其中, II 类射线装置中子成像检测仪为直供销售,其他放射源、非密封放射性物质以及射线装置均为代理销售。

4、变更销售办公场所

随着业务的发展,中广核久源(成都)科技有限公司原有办公场所已无法满足需求,公司现租用成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼进行销售办公。该场所仅用于中广核久源(成都)科技有限公司办公用途,不涉及放射性操作、不涉及工业生产业务。

根据《建设项目环境影响评价分类管理目录》(环境保护部第 33 号令)的要求,该项目应编制环境影响报告表。为此,中广核久源(成都)科技有限公司委托四川省科学城环境安全职业卫生检测与评价中心承担了该项目的环境影响评价工作。环评单位接受委托后,立即对该项目进行了现场踏勘和资料收集,在工程分析及环境影响分析基础上,依据国家有关环保法规和环评技术规范要求,编制完成了本环境影响报告表。

三、项目概况

1、项目名称、项目单位、建设地点及性质

项目名称:生产、销售、使用射线装置和销售放射源、非密封放射性物质项目

项目性质：改扩建

项目投资：1200 万元，其中 1100 万元为非放部件生产建设投资，50 万元为中子成像仪前期装配调试生产费用，50 万元为代理销售费用。

项目单位：中广核久源（成都）科技有限公司

建设地点：

（1）公司办公、代理销售地点：成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼，本项目中该区域以“成都 X 区”指代。

（2）II 类射线装置（中子成像仪）非放射性部分生产地点：成都市高新区科园南二路 1 号 3 栋 A 座 1 层，本项目中该区域以“成都 S 区”指代；

（3）II 类射线装置（中子成像仪）组装调试质检地点：四川省绵阳市科学城中物院核物理与化学研究所科研区内，本项目中该区域以“绵阳 T 区”指代；

2、建设内容及规模

项目主要建设内容为项目单位拟在原有辐射安全许可证范围基础上，新增 I、II、IV 类放射源销售，非密封放射性物质销售，II、III 类射线装置销售、新增 II 类射线装置（中子成像仪）生产、销售、使用。

本项目涉及销售的放射源、非密封放射性物质分为进口和国产产品，其进口产品主要从英国 RAIMS 公司、美国 QSA 以及俄罗斯 JSC ISOTOPE 公司等企业购入，国产产品主要从原子高科、计量研究院等单位购入。代理销售范围均面向全国。

本项目涉及销售的 II、III 类射线装置主要包括各类加速器（含医用、工业用、安检用、辐照用等类别）、正电子发射计算机断层显像装置、中子发生器、工业用 X 射线 CT 机等射线装置。除公司自行生产的中子成像仪外，其他射线装置均为代理销售。

本项目涉及生产、销售、使用的 II 类射线装置为中子成像仪。中子成像仪除氚靶外其他部件均由中广核久源（成都）科技有限公司自行生产，生产地点位于成都市高新区科园南二路 1 号（3 栋 A 座 1 层）。氚靶由公司委托“二所”生产。中子成像仪整机组装、调试、质检工作由公司组织实施，“二所”提供辐射调试工作场所、调试设备及技术协助，工作场所位于“二所”加速器实验室。

本项目涉及中广核久源（成都）科技有限公司辐射安全许可证扩项内容具体如下。

（1）新增 I、II、IV 类放射源的销售（成都 X 区）

新增销售 I 类密封放射源：核素 ^{241}Am 、 $^{241}\text{Am-Be}$ 、 ^{133}Ba 、 ^{252}Cf 、 ^{57}Co 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{68}Ge 、 ^3H 、 ^{192}Ir 、 ^{147}Pm 、 ^{238}Pu 、 $^{239}\text{Pu-Be}$ 、 ^{239}Pu 、 ^{226}Ra 、 ^{90}Sr (^{90}Y)、 ^{125}I 等，合计 17 种，

预计每种密封放射源年最大销量 200 枚。

新增销售 II 类密封放射源：核素 ^{60}Co ，预计年最大销量 2000 枚。

新增销售 IV 类密封放射源：核素 ^{14}C 、 ^{55}Fe 、 ^{85}Kr 、 ^{63}Ni 、 ^{89}Sr 等，合计 5 种，预计每种密封放射源年最大销量 200 枚。

(2) 新增非密封放射性物质的销售（成都 X 区）

拟新增销售非密封放射性物质：核素 ^{131}I 、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{137}Cs 、 ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{32}P 等，合计 7 种非密封放射性物质。其中， ^{131}I 、 ^3H 等 2 种核素为新增销售种类， ^{14}C 、 ^{137}Cs 、 ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{32}P 等 5 种核素为扩大年销售量。

(3) 新增 II、III 类射线装置的销售（成都 X 区）

新增销售 II 类射线装置：医用加速器、放射治疗 X 射线/电子束加速器、正电子发射计算机断层显像装置、其他医用加速器、工业探伤加速器、安全检查用加速器、辐照装置用加速器、中子发生器、工业用 X 射线 CT 机、X 射线探伤机等。

新增销售 III 类射线装置：医用 X 射线 CT 机、放射诊断用普通 X 射线机、X 射线摄影装置、X 射线行李包检查装置、放射治疗模拟定位机、其他高于豁免水平的 X 射线机等。

(4) II 类射线装置（中子成像仪）的生产、销售、使用（成都 S 区、绵阳 T 区）

项目单位拟新增生产、销售、使用 II 类射线装置中子成像仪（计划产量：8 台/年），该产品中氚靶部件由“二所”提供，其他非放射性部件于成都厂房（成都市高新区科园南路 1 号）自行生产，并运输至“二所”加速器实验室开展整机组装、调试、质检工作。

该中子成像仪产品由小型加速器中子源（含氚靶）、准直屏蔽器、样品承载系统和成像系统四大硬件部件和运行控制及成像软件组成。产品图示例见图 1-1。产品模块组成见图 1-2。

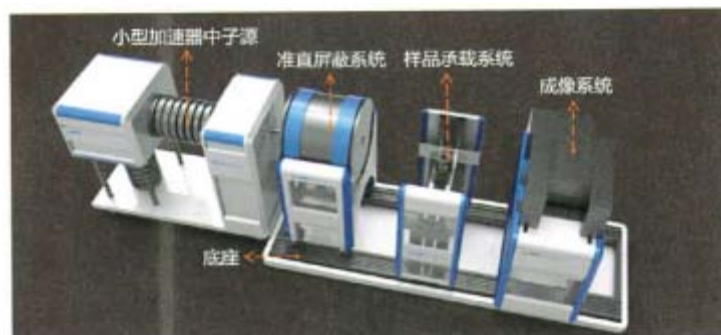


图 1-1 产品示例图

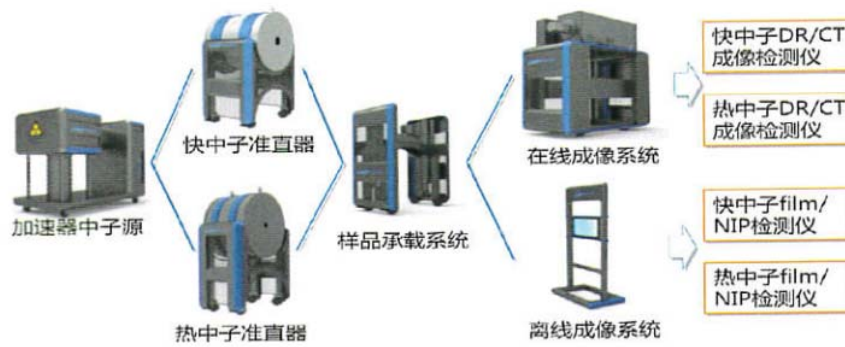


图 1-2 产品模块化组成

单台中子成像仪设备中子产额 $\leq 1 \times 10^{11} \text{n/s}$ ，中子能量 14MeV。预计年最大销量 8 台。整机组装、调试、质检等辐射相关工作均在“二所”现有科研场所（加速器实验室）内进行，辐射安全措施和实体保卫设施均依托“二所”加速器实验室现有措施及设施。

中子成像仪主要技术指标见表 1-1。

表 1-1 主要技术指标

序号	项 目	指 标
1	型号	HY5511 型 (热中子成像检测仪、快中子成像检测仪)
2	外形尺寸 (m)	5.9×1.3×1.7
3	工作方式	连续或脉冲
4	中子发生器最大产额	$1 \times 10^{11} \text{n/s}$
5	中子能量	14MeV
6	工作环境条件	湿度<80 ， 温度-5~35℃
7	中子管使用寿命	$\geq 100\text{h}$
8	使用期限	1 年
9	中子管电压	0~250kV
10	靶压输入电流	0~2mA
11	仪器重量	4200kg
12	设计穿透能力	热中子成像检测仪：100mm 铅/50mm 钢 快中子成像检测仪：200mm 铅/100mm 钢

(5) 变更办公场所

随着公司业务的发展，原办公场所“双流县双华路三段 288 号”已无法满足工作需求，公司现租用成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼用于办公。本项目申请将辐射安全许可证中办公场所由“双流县双华路三段 288 号” 变更为“成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼”。

(6) 本次辐射安全许可证增项、变更内容汇总

本项目涉及的放射源、非密封放射性物质、射线装置的生产、销售、使用情况汇总分别见表 1-2、表 1-3、表 1-4。此外，本项目申请将中广核久源（成都）科技有限公司辐射安

全许可证中办公场所由“双流县双华路三段 288 号”变更为“成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼”。

表 1-2 本项目放射源年销售规模表（新增）

【销售】放射源：							
序号	放射源名称	类别	单源活度 (Bq)	源数目 (枚)	种类	活动种类	备注
1	²⁴¹ Am	I 类	6E+13	200	密封源	销售	厂家直接发往最终用户
2	²⁴¹ Am-Be	I 类	6E+13	200			
3	¹³³ Ba	I 类	2E+14	200			
4	²⁵² Cf	I 类	2E+13	200			
5	⁵⁷ Co	I 类	7E+14	200			
6	⁶⁰ Co	I 类	9E+15	200			
7	¹³⁷ Cs	I 类	9E+15	200			
8	⁶⁸ Ge	I 类	7E+14	200			
9	³ H	I 类	2E+18	200			
10	¹⁹² Ir	I 类	8E+13	200			
11	¹⁴⁷ Pm	I 类	4E+16	200			
12	²³⁸ Pu	I 类	6E+13	200			
13	²³⁹ Pu -Be	I 类	6E+13	200			
14	²³⁹ Pu	I 类	6E+13	200			
15	²²⁶ Ra	I 类	4E+13	200			
16	⁹⁰ Sr (⁹⁰ Y)	I 类	1E+15	200			
17	¹²⁵ I	I 类	2E+14	200			
18	⁶⁰ Co	II 类	1.11E+13	2000			
19	¹⁴ C	IV 类	5E+11	500			
20	⁵⁵ Fe	IV 类	8E+12	200			
21	⁸⁵ Kr	IV 类	3E+11	200			
22	⁶³ Ni	IV 类	6E+11	500			
23	⁸⁹ Sr	IV 类	2E+11	200			

表 1-3 本项目非密封放射性物质年销售规模表

【销售】非密封放射性物质：						
序号	非密封放射性物质名称	最大年销售量 (Bq)	种类	活动种类	备注	
1	¹³¹ I	3.7E+10	非密封放射性物质	销售	新增种类	厂家直接发往最终用户
2	³ H	3.7E+10			新增种类	
3	¹⁴ C	3.7E+10			扩大销量	
4	¹³⁷ Cs	3.7E+10			扩大销量	
5	⁹⁹ Mo	3.7E+11			扩大销量	
6	^{99m} Tc	3.7E+11			扩大销量	
7	³² P	3.7E+11			扩大销量	

表 1-4 本项目射线装置年生产、使用、销售规模表

【销售】射线装置：						
序号	射线装置名称	类别	销量 (台/年)	用途	活动种类	工作场所名称
1	医用加速器	II 类	20	医疗	销售	射线装置不在公司停留和存放。 具体工作场所视使用
2	放射治疗 X 射线、电子束加速器	II 类	20	医疗		
3	制备正电子发射计算机断层显像	II 类	20	医疗		

	装置							
4	其他医用加速器	II类	20	医疗		方而定。使用方覆盖全国范围。		
5	工业探伤加速器	II类	20	工业				
6	安全检查用加速器	II类	20	工业				
7	辐照装置用加速器	II类	20	工业				
8	中子发生器	II类	20	工业				
9	工业用 X 射线 CT 机	II类	20	工业				
10	X 射线探伤机	II类	20	工业				
11	医用 X 射线 CT 机	III类	20	医疗				
12	放射诊断用普通 X 射线机	III类	20	医疗				
13	X 射线摄影装置	III类	20	医疗				
14	X 射线行李包检查装置	III类	20	工业				
15	放射治疗模拟定位机	III类	20	医疗				
16	其他高于豁免水平的 X 射线机	III类	20	/				
19	中子成像仪	II类	8	工业			生产 使用 销售	氚靶部件由“二所”提供；非放射性部件于成都厂房自行生产；于“二所”加速器实验室开展整机组装、调试、质检工作

说明：①项目购入的放射源是根据签订客户的需求量从生产厂家购买，故目前暂无法确定每种源的具体单源活度，表 1-2 给出的是预计销售的最大活度。②项目购入的非密封放射性物质是根据签订客户的需求量从生产厂家购买，由生产厂家按客户需求量分装后出售，本项目不涉及非密封放射性物质分装。

3、各相关单位职责

本项目涉及的业务范围包括：①代理销售 I、II、IV类放射源、II、III类射线装置、非密封放射性物质；②生产、使用（调试）、直接销售 II类射线装置（中子成像仪）。本项目涉及的相关单位包括：中广核久源（成都）科技有限公司、中国工程物理研究院核物理与化学研究所、放射性核素（放射源与非密封放射性物质）生产单位、进出口岸相关单位、放射性核素运输单位。

在本项目涉及的业务范围中，上述相关单位各自的职责划分如下：

（1）I、II、IV类放射源、II、III类射线装置、非密封放射性物质的代理销售业务

①中广核久源（成都）科技有限公司职责：

在本项目新增 I、II、IV类放射源、II、III类射线装置、非密封放射性物质的代理销售过程中主要负责以下工作：

- ◆ 委托专门的公司负责进口放射源、射线装置、非密封放射性物质的报关入境工作；
- ◆ 负责国产放射源、射线装置、非密封放射性物质的进货渠道、销售过程监理；
- ◆ 委托有资质的单位负责所其销售的放射源、射线装置、非密封放射性物质的运输工

作，并负责对运输过程中的全程监控；

- ◆ 负责放射源、非密封放射性物质和射线装置生产厂家与最终使用方向的销售及关系协调工作，包括协调、监理相应设备在最终使用方向安装调试过程中的辐射安全及防护措施。
- ◆ 负责建立代理销售、管理制度、代理销售审查等管理制度，以及负责放射源销售、贮存台帐管理，非密封放射性物质、射线装置的销售台帐管理。

中广核久源（成都）公司承诺所销售的放射源、非密封放射性物质、射线装置整机不在本公司办公销售地点作任何停留和存放。

②放射性核素生产单位职责：办理相应手续，妥善包装放射性核素，按照国际国内规范要求选择正确型号货包进行打包，选择有资质的运输单位承接托运业务。III类以上放射源生产单位应承担回收废弃放射源责任。

③进出口岸相关单位职责：负责放射性核素货包在港口、机场等进出口岸暂存期间的辐射安全防护；承担放射性核素流转过程的安全责任。

④运输单位职责：负责放射性核素运输过程的辐射安全防护。

本项目密封源与非密封放射性物质的销售均严格按照《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求，由生产厂家按照规范要求将所销售的放射源分别包装入货包后提交运输，由有资质的运输单位运输至用户。根据用户需求放射性物质活度的不同，本项目可能涉及IP型（工业货包）、A型、B（U）型、B（M）型、C型货包。在货包包装方面，各型货包均不得装有：1）超过货包设计所允许的放射性获得的内容物；2）不同于货包设计所允许的放射性核素的内容物；3）在形状、物理和化学形态方面不同于货包设计所允许的内容物。

B（U）型、B（M）型、C型货包及易裂变材料货包在确保屏蔽和包容系统有效性外，还应确保其传热特性和约束系统的有效性。对于易裂变材料货包，在特意装入中子毒物作为货包组件时，应进行核对以证实中子毒物的存在和分布。

各类货包的运输指数（英文缩写 TI，单位 mSv/h，数值等于货包外表面 1m 处最高辐射水平乘以 100）均不超过 10，临界安全指数（应为缩写 CSI）不超过 50。

在常规运输条件下，货包外表面上任一点的最高辐射水平不超过 2mSv/h。若货包外表面上任一点的最高辐射水平超过 2mSv/h，则应依据规范要求按独家使用方式运输，独家使用方式运输条件下，货包外表面上任一点的最高辐射水平不得超过 10mSv/h。

同时，任何货包外表面的非固定污染不得超过以下限值：1）对 β 和 γ 发射体以及低毒

性 α 发射体为 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；2) 对其他所有 α 发射体为 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

(2) II类射线装置（中子成像仪）的生产、使用（调试）、直接销售业务

根据《关于射线装置（中子成像仪）产业化实施带核调试技术合作协议》（见附件），关于本次环评涉及II类射线装置中子成像仪的生产、调试、代理销售业务，各相关单位的职责如下：

①中广核久源（成都）科技有限公司的职责

中广核久源（成都）科技有限公司成立于2012年3月28日，持有辐射安全许可证（证书编号川环辐证[00399]，有效期至2018年3月25日）。公司股东之一为中国工程物理研究院核物理与化学研究所。原公司名称为成都中广核久源测控科技有限公司，于2015年10月29日更名为现公司名称。

本项目中，公司主要负责：

- ◆ 负责中子成像检测仪非辐射部分部件生产、组织实施中子成像仪整机组装调试、开展中子成像检测仪的直接销售业务（包括合同签订、回款及与最终使用方之间的协调工作）。
- ◆ 负责建立销售管理制度、销售审查、销售台帐管理、辐射应急预案等管理制度。不直接负责运输工作，但要对运输过程进行全程监控。负责监控产品运输过程的辐射安全及防护工作。
- ◆ 负责组织处理销售、维护、射线装置退役过程中的各项事务。

②中国工程物理研究院核物理与化学研究所职责

作为中广核久源（成都）科技有限公司股东之一，中国工程物理研究院核物理与化学研究所（“二所”）受公司委托，在本项目中主要负责以下工作：

- ◆ 提供中子成像仪铀靶组件，铀靶活度 $2.80 \times 10^{11} \sim 7.4 \times 10^{11} \text{Bq}$ （7.5~20Ci）/枚（均为IV类源）；
- ◆ 提供中子成像仪产品的整机装配、调试、质检场所，场地利用“二所”现有科研工作场所（加速器实验室）。
- ◆ 负责铀靶组件的储存、储存监管及中子管退役回收工作。

③产品最终使用方的职责

产品最终使用方自行负责使用过程中的辐射安全防护措施，承担使用过程中发生的辐射安全事故责任。

对需要退役的中子成像仪产品，产品最终使用方应及时通知中广核久源（成都）科技

有限公司，由公司协调“二所”对产品中子管部件进行回收。回收的中子管一律返回“二所”进行处置。

4、项目组成及主要环境问题

本项目新增销售 I、II、IV 类放射源，非密封放射性物质销售，II、III 类射线装置销售、新增生产、销售、使用 II 类射线装置（中子成像仪）、申请变更销售办公场所等业务。所涉及的工作区域、建筑物情况分述如下：

1、变更销售办公场所（成都 X 区）

随着公司业务的发展，原办公场所无法满足工作需求，公司现租用成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼用于办公。该场所仅用于开展代理销售及办公业务，不涉及辐射工作，不进行任何产品的生产、储存，场址地理位置图见附图 1，平面布置图见附图 2。

公司租用该场所办公所产生的环境影响主要来自工作人员的生活污水及生活垃圾。生活污水经该办公楼污水收集系统收集后排入市政污水管网，生活垃圾由相应环卫部门收集处置。生活污水及生活垃圾对周边环境的影响极其轻微，本报告不再予以进一步评价。

2、中子成像仪非放射性部件生产场所（成都 S 区）

公司租用成都高新大一孵化园厂房面积约 307.33 m² 作为生产厂房；购买和安装设备、设施，加工生产中子成像仪产品非放射性部件（不含氚靶部件）。项目建成后，初期具备每年 8 台小订单式生产能力。该场所仅用于非辐射仪器生产和调试，不涉及辐射部件操作，场址地理位置图见附图 1，场址外环境关系图见附图 3-1，平面布置图见附图 3-2。

3、中子成像仪安装、调试、质检场所（绵阳 T 区）

公司与“二所”签署技术合作协议，由“二所”提供加速器实验室作为中子成像仪安装、调试、质检场所。

根据“二所”提供资料，该场所位于四川省绵阳市科学城中物院“二所”科研区内，对外提供仪器刻度、加速器调试等技术服务，允许非涉密、外来人员办理手续后，进入该场所，开展相关设备调试、技术合作等内容。因此，该场所用于本项目中子成像仪产品生产调试场所是较为合适的。

项目组成及可能产生的环境问题见表 1-5、表 1-6、表 1-7。

表 1-5 工程项目组成及主要环境问题（成都 X 区代理销售部分）

名称		建设内容			主要环境问题	
					施工期	投产期
【代理销售】 I、II、IV类放射源	I类	²⁴¹ Am	I类	6E+13*200	由厂家直接发往最终用户，不涉及土建施工，无施工期环境污染	α、β、γ射线 中子 臭氧 废放射源 气载流出物
		²⁴¹ Am-Be	I类	6E+13*200		
		¹³³ Ba	I类	2E+14*200		
		²⁵² Cf	I类	2E+13*200		
		⁵⁷ Co	I类	7E+14*200		
		⁶⁰ Co	I类	9E+15*200		
		¹³⁷ Cs	I类	9E+15*200		
		⁶⁸ Ge	I类	7E+14*200		
		³ H	I类	2E+18*200		
		¹⁹² Ir	I类	8E+13*200		
		¹⁴⁷ Pm	I类	4E+16*200		
		²³⁸ Pu	I类	6E+13*200		
		²³⁹ Pu-Be	I类	6E+13*200		
		²³⁹ Pu	I类	6E+13*200		
	²²⁶ Ra	I类	4E+13*200			
	⁹⁰ Sr (⁹⁰ Y)	I类	1E+15*200			
		¹²⁵ I	I类	2E+14*200		
	II类	⁶⁰ Co	II类	1.11E+13*2000		
	IV类	¹⁴ C	IV类	5E+11*200		
		⁵⁵ Fe	IV类	8E+12*500		
		⁸⁵ Kr	IV类	3E+11*200		
		⁶³ Ni	IV类	6E+11*500		
		⁸⁹ Sr	IV类	2E+11*200		
	辅助工程	放射源运输：由具备相应资质（见附件）的专业运输单位北京树诚物流有限公司提供运输车辆及相应人员，开展放射源运输工作。				
【代理销售】 非密封放射性物质	核素	¹³¹ I		3.7E+10	由厂家直接发往最终用户，不涉及土建施工，无施工期环境污染	放射性气载流出物 放射性液态流出物 放射性固废 α、β、γ射线
		³ H		3.7E+10		
		¹⁴ C		3.7E+10		
		¹³⁷ Cs		3.7E+10		
		⁹⁹ Mo		3.7E+11		
		^{99m} Tc		3.7E+11		
	³² P		3.7E+11			
	辅助工程	非密封放射性物质运输：由具备相应资质（见附件）的专业运输单位北京树诚物流有限公司提供运输车辆及相应人员，开展非密封放射性物质运输工作。				
【代理销售】 II类射线装置	射线装置	医用加速器	II类	20台/年	不涉及土建施工，无施工期环境污染	/
		放射治疗 X 射线、电子束加速器	II类	20台/年		
		制备正电子发射计算机断层显像装置	II类	20台/年		
		其他医用加速器	II类	20台/年		
		工业探伤加速器	II类	20台/年		
		安全检查用加速器	II类	20台/年		
		辐照装置用加速器	II类	20台/年		

		中子发生器	II类	20台/年		
		工业用X射线CT机	II类	20台/年		
		X射线探伤机	II类	20台/年		
		医用X射线CT机	III类	20台/年		
		放射诊断用普通X射线机	III类	20台/年		
		X射线摄影装置	III类	20台/年		
		X射线行李包检查装置	III类	20台/年		
		放射治疗模拟定位机	III类	20台/年		
		其他高于豁免水平的X射线机	III类	20台/年		
	辅助工程	射线装置运输： 由具备相应资质（见附件）的专业运输单位北京树诚物流有限公司提供运输车辆及相应人员，开展射线装置运输工作。				
办公及生活设施	租赁新的销售办公场所。申请对辐射安全许可证相应内容进行变更。			无施工期环境污染问题	生活污水 生活垃圾	

注：①放射源、非密封放射性物质、射线装置均不在公司停留和存放；具体工作场所视使用方而定。代理地区为面向全国。②在代理销售过程中，由于射线装置没有通电，不运行，因此不会产生射线。

表 1-6 工程项目组成及主要环境问题（成都 S 区非放部件生产部分）

名称	建设内容	主要环境问题		
		施工期	投产期	
主体工程	<p>公司租赁成都市高新区科园南路 1 号生产厂房用于中子成像仪非放射性部件生产，并运输至“二所”加速器实验室开展整机组装、调试、质检工作。</p> <p>成都厂房包括工作区、仪器组装调试区等主要生产区域。工作区建筑面积约 63.96m²，设两排工作台，两排货架。对加速器中子源、准屏蔽系统、成像系统等关键子系统的加工、组装。仪器组装调试区建筑面积约 63.96m²，进行仪器组装和调试。</p> <p>生产场所仅购入成品部件进行组装、测试，不涉及任何电路、电器元件、仪器的生产、包装和加工。</p>	废水 废气 固废 噪声	固废 噪声 生活污水 生活垃圾	
辅助工程	方案区		约 10m ² ，用于生产期间语言文字记录或者临时休息区域。	/
	卫生间		位于大门入口，1 间。	/
仓储工程	库房		原辅材料库房 1 间，面积 18.5m ² ，用作外购原辅材料存储； 成品库房 1 间，面积 34.5 m ² ，成品存储。	/
公用工程	供水		园区管网	/
	供电		园区电网	/
	消防		室内外消火栓系统、灭火器配置系统	/
环保工程	废水处理		工作人员生活废水，进入园区污水管网	/
	废气处理		项目营运期间所有部件、组件加工均外委，仅进行组装和测试，无生产废气产生。	/
	固废处理		生产区设置垃圾桶，对加工生产、组装过程产生的固废分别收集。	/

表 1-7 工程项目组成及主要环境问题（绵阳 T 区加速器实验室部分）

名称	建设内容	主要环境问题	
		施工期	投产期
【生产、使用】II 类射线装置	<p>“二所”加速器实验室：公司与“二所”进行技术合作，在“二所”加速器实验室进行中子成像仪整机装配、调试、质检工作。氚靶部件由“二所提供”，其他部件由成都厂房运至调试场所。废旧氚靶由“二所”回收。</p> <p>该场所建筑面积约 300m²，屏蔽墙体为 1.8m 厚混凝土，房顶为 0.8m 厚钢筋混凝土屋面。主防护门（设备进出口）厚 1.8m，钢制结构，其中含铅厚度 0.2m，中空浇灌含硼石蜡。场所人口进出口设置“S”型迷道，迷道宽度 0.8m，迷道墙体为 1.8m 厚混凝土，迷道门为钢制屏蔽门，中空浇灌含硼石蜡。</p> <p>产品参数：II 类射线装置（中子成像仪）由小型加速器中子源（含氚靶）、准直屏蔽器、样品承载系统和成像系统四大硬件部件和运行控制及成像软件组成。单台设备中子产额≤1×10¹¹n/s，中子能量 14.2MeV。具体参数见表 1-1。预计最大销量 8 台/年。</p>	二所现有加速器场所，不涉及土建施工，无施工期环境污染	中子 次生γ射线 臭氧 氚 感生核素 废氚靶 废劳保用品
	<p>射线装置运输：中子成像仪于“二所”加速器实验室装配调试质检完成后，由具备相应资质（见附件）的专业运输单位北京树诚物流有限公司提供运输车辆及相应人员，开展运输工作。</p>	不涉及土建施工，无施工期环境污染	/
辅助工程	<p>“二所”加速器实验室：于加速器实验室南侧屏蔽墙外设置控制室 1 间。</p>	利旧	生活污水 生活垃圾

5、主要原辅材料

在放射源、非密封放射性物质、射线装置的代理销售过程中，除了办公场所的水电消耗外，不会产生其它原辅料和能量消耗。

在成都厂房中子成像仪的非放射性部件生产过程中，消耗的主要原辅材料如下。

表 1-8 原辅材料及能源消耗一览表（成都 S 区非放部件厂房）

序号	原材料名称	数量	供方	存放
1	硼聚乙烯	6 吨	北京富迪	大一孵化园库房
2	数据采集处理图像工作站	8 台	DELL	大一孵化园库房
3	工控机	8 台	西门子	大一孵化园库房
4	大像元科学级面阵探测器	8 台	PI（美国）	大一孵化园库房
5	中子转换屏	8 块	RCTRITEC 公司（瑞士）	大一孵化园库房
6	铅硼聚乙烯	5 吨	中昊晨光	大一孵化园库房
7	分子泵	8 个	KYKY	大一孵化园库房
8	干式直联泵	8 个	爱德华	大一孵化园库房
9	真空计	16 个	成都睿宝	大一孵化园 房
10	He-3 计数管（非放）	24 个	北京康飞科瑞有限公司	大一孵化园库房
11	金硅面垒半导体探测器	40 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
12	前置放大器	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
13	前置放大器	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
14	高压电源	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房

15	主放大器	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
16	单道	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
17	延迟	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
18	多道	8 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
19	线性门	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
20	计数器	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
21	机箱	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
22	前放电源	16 个	Ortec 康飞科瑞	大一孵化园库房
23	中子数字成像光学组件及数字成像暗箱（非放）	8 套	中科院光电所	大一孵化园库房
24	数据采集处理软件包	8 套	中科软科技股份有限公司	大一孵化园库房
25	精密定位平台	8 套	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
26	精密定位平台动力电缆（不带制动）	16 套	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
27	精密定位平台反馈电缆	16 套	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
28	伺服放大器	16 套	美国 DANAHER 公司	大一孵化园库房
29	精密定位平台	8 套	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
30	聚氨酯轮子	48 套	RS 公司	大一孵化园库房
31	TS 系统冲孔型材 17x73mm(用于外部安装)	56 套	德国 RITTAL 公司	大一孵化园库房
32	TS 系统冲孔型材 17x73mm(用于内部安装)	56 套	德国 RITTAL 公司	大一孵化园库房
33	TS 安装轨梁	16 套	德国 RITTAL 公司	大一孵化园库房
34	1000Hz 晶闸管单相交流恒压控制模块	80	山东淄博临淄高技术公司	大一孵化园库房
35	高压探针	16	Tektronix	大一孵化园库房
36	1kW 射频功率自动匹配器	8	常州瑞思杰尔电子科技有限公司	大一孵化园库房
37	1kW 射频功率驱动器	8	常州瑞思杰尔电子科技有限公司	大一孵化园库房
38	3kW/000Hz 中频供电单元	8	西安奥盈电气设备有限责任公司	大一孵化园库房
39	2kW/000Hz 中频供电单元	8	西安奥盈电气设备有限责任公司	大一孵化园库房
40	高压电容器芯组件	96	河南省鹤壁市 794 厂	大一孵化园库房
41	放电室组件	160	成都浩源	大一孵化园库房
42	陶瓷绝缘环	128	新乡大昌精密陶瓷技术公司；	大一孵化园库房
43	高压电源绝缘外壳	8	江苏金特电气电工绝缘材料厂	大一孵化园库房
44	头部绝缘支柱	64	江苏金特电气电工绝缘材料厂	大一孵化园库房
45	中子源高压头部	8	扬州市盛源电气有限公司（高茂盛）	大一孵化园库房
46	增压泵	8	德国 KNF/四川德铠科技有限公司	大一孵化园库房
47	静电计	8	美国 Kethely/亚普	大一孵化园库房
48	Pt 催化剂	128	陕西开达	大一孵化园 房

49	Pd 催化剂	80	陕西开达	大一孵化园库房
50	常温波纹管密封阀	160	成都恒思达	大一孵化园库房
51	电离室	16	成都恒思达	大一孵化园库房
52	高压直流电源	8	华恒鑫达	大一孵化园库房
53	高压直流电源	8	华恒鑫达	大一孵化园库房
54	高压电阻	1600	陕西双星电子科技有限公司	大一孵化园库房
5	高压电阻	8000	陕西双星电子科技有限公司	大一孵化园库房
56	高压电阻	1600	陕西双星电子科技有限公司	大一孵化园库房
57	高压电容器芯组件	32	河南省鹤壁市 794 厂	大一孵化园库房
58	电缆螺旋缠绕带	80 卷	RS 公司	大一孵化园库房
59	电缆标识套件（规格 C）	8 卷	RS 公司	大一孵化园库房
60	电缆标识套件（规格 B）	8 卷	RS 公司	大一孵化园库房
61	电缆标识套件（规格 A）	8 卷	RS 公司	大一孵化园库房
62	2.5 平方毫米导线（黄/绿色）	8 卷	RS 公司	大一 化园库房
63	1 平方毫米导线（蓝色）	16 卷	RS 公司	大一孵化园库房
64	1 平方毫米导线（红色）	16 卷	RS 公司	大一孵化园库房
65	0.5 平方毫米导线（蓝色）	16 卷	RS 公司	大一孵化园库房
66	0.5 平方毫米导线（红色）	16 卷	RS 公司	大一孵化园库房
67	科尔摩根电源电缆	24 根	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
68	科尔摩根电源电缆（带制动）	16 根	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
69	科尔摩根反馈电缆（旋转变压器）	32 根	美国科 摩根公司	大一孵化园库房
70	科尔摩根反馈电缆（正弦编码器器）	8 根	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
71	科尔摩根反馈电缆（增量编码器）	8 根	美国科尔摩根公司	大一孵化园 房
72	科尔摩根反馈电缆（增量编码器）（20 米）	8 根	美国科尔摩根公司	大一孵化园库房
73	限位开关	64 根	日本 OMRON 公司，	大一孵化园库房
74	小型限位开关	128 根	日本 OMRON 公司，	大一孵化园库房
75	小型限位开关电缆	128 根	日本 OMRON 公司，	大一孵化园库房

表 1-9 能源消耗（成都 S 区非放部件厂房）

1	水	377 m ³ /a	自来水管	生活 水
2	电	3000 kW·h/a	城市电网	生产用电

在“二所”加速器实验室进行中子成像仪的整机装配、调试、质检过程中，消耗的主要原辅材料如下。

表 1-10 主要原辅材料及能耗情况表（绵阳 T 区加速器实验室）

名称	数量	来源	用途	备注
氚靶	8 枚/年，活度 $2.8 \times 10^{11} \sim 7.4 \times 10^{11} \text{Bq}$	二所	辐射部件	新增
离子源	8 枚/年	外购	非辐射部件	新增

非辐射部件	8套/年	自行生产	非辐射部件	新增
电	5000kW·h/a	城市电网	生产用电	新增
水	3500m ³ /a	自来水管网	生产用水	新增

6、工作制度及人员配置

人员配置：本项目中子成像仪氚靶组件由“二所”提供，中子成像仪的整机装配调试质检工作利用“二所”现有加速器实验室，由公司组织技术人员开展工作，“二所”技术人员负责提供技术支撑与指导。

项目单位中广核久源（成都）科技有限公司销售、办公人员不涉及放射性业务操作。

本项目人员配置见表 1-11。

表 1-11 项目人员配置一览表

部门	人员配置	人员归属	工作场所	备注
综合管理部	4人	中广核久源（成都）科技有限公司	成都 X 区 销售办公场所	不涉及放射性业务操作
财务部	3人			不涉及放射性业务操作
商务贸易部	5人			开展代理销售业务 不涉及放射性业务操作
工程技术部	4人			不涉及放射性业务操作
	7人	成都 S 区 非放部件生产场所	不涉及放射性业务操作	
	6人	绵阳 T 区 加速器实验室	中子成像仪整机装配调试 协助完成中子成像仪装配 调试	
204 室	“二所”			
合计	37人	-	-	-

项目中子成像仪调试工作人员基本情况见下表 1-12。

表 1-12 中子成像仪装配调试工作现有人员基本情况表

序号	姓名	学历	专业	工龄 (年)	职 称	辐射培 训情况	承担工作	备注
1	宋云	硕士	机械设计	10	工程师	已培训	项目负责人	中广核 久源（成 都）科技 有限公 司人员
2	肖明	硕士	核技术应用	8	工程师	未培训	中子成像仪 安装调试	
3	刘涛	本科	核技术应用	5	工程师	已培训		
4	罗渠	本科	电子测控	5	工程师			
5	王俊丽	本科	核仪器	6	工程师			
6	周川	本科	机电一体化	5	工程师			
7	娄本超	本科	加速器技术	22	副研	已培训		配合完成中 子成像仪安 装调试工作
8	李彦	本科	加速器技术	26	工程师			
9	张钦龙	大专	加速器技术	19	高级工			
10	胡永宏	大专	加速器技术	2	技师			
11	唐君	本科	自动控制	6	助研			
12	黄瑾	大专	加速器技术	33	技师			
13	刘湾	大专	加速器技术	32	技师			
14	刘百力	大专	加速器术	21	高级工			

15	李艳	大专	加速器技术	18	高级工		
----	----	----	-------	----	-----	--	--

本项目工作制度实行 8 小时工作制，年工作时间 250 天。

建设单位承诺，辐射工作人员在上岗前，均应参加省环保厅组织的辐射安全与防护培训，考试并持证上岗。

四、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》（国家发展改革委 2013 年第 21 号令），本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，符合国家产业政策。

五、选址合理性分析

项目单位中广核久源（成都）科技有限公司成都市销售办公场所仅负责代理销售及日常行政办公，不涉及辐射操作，在签订销售合同后，放射源、放射性非密封物质和射线装置直接由生产厂家或“二所”加速器实验室直接发货给使用方。该销售办公场所选址合理。

项目成都厂房选址位于成都市高新区科园南二路 1 号大一孵化园（3 栋 A 座 1 层），用地性质为工业用地。该厂房仅用于中子成像仪非放射性部件生产，项目建设符合大一孵化园、成都高新区规划要求，厂址周边无明显环境制约因素，与周边环境相容，所在区域基础设施建设较为完善，交通便利，场所选址合理。

本项目中子成像仪安装、调试、质检场所位于四川省绵阳市科学城中物院“二所”科研区内，对外提供仪器刻度、加速器调试等技术服务，允许非涉密、外来人员办理手续后，进入该场所，开展相关设备调试、技术合作等内容。该场所为加速器调试场所，辐射防护设施完善，辐射安全管理制度健全，满足本项目中子成像仪安装、调试、质检需求，对周边辐射环境影响轻微，场所选址合理。

综上，本项目各工作场所选址均合理。

六、项目平面布置合理性分析

1、放射源、非密封放射性物质、射线装置的代理销售业务

本项目在放射源和射线装置的代理销售过程中，项目单位负责放射源和射线装置生产厂家与最终使用方之间的销售及关系协调工作，不直接负责运输工作，不负责设备的安装调试，但要对运输过程进行全程监控，运输工作由项目单位负责委托专门的公司进行。

中广核久源（成都）科技有限公司承诺所代理的放射源（包括氚靶）不在本公司办公销售地点、非放部件生产地点作任何停留和存放（承诺书见附件）。

2、中子成像仪非放射性部件生产场所

公司租用成都高新大一孵化园厂房面积约 307.33 m² 作为中子成像仪非放射性部件生产厂房，场区主要生产区分为工作区、仪器组装调试区，呈开放式布置；库房布置在生产区一侧，包括 1 间原辅材料库房，1 间成品库房；不设置办公区，仅设方案区用作临时办公，布置在库房旁，卫生间布置在大门入口处。员工生活均不在场区。场所平面布置图见附图 3。

根据分析，本项目总图布置符合厂区“分区合理、工艺流畅、物流短捷；突出环保与安全”的原则。项目在尽量满足运输、防火、卫生及安全要求的前提下，合理利用场地、功能分区明确。

3、中子成像仪安装、调试、质检场所

该场所位于四川省绵阳市科学城中物院“二所”科研区内，建筑面积约 300m²，屏蔽墙体为 1.8m 厚混凝土，房顶为 0.8m 厚钢筋混凝土屋面。主防护门（设备进出门）厚 1.8m，钢制结构，其中含铅厚度 0.2m，中空浇灌含硼石蜡。场所人口进出口设置“S”型迷道，迷道宽度 0.8m，迷道墙体为 1.8m 厚混凝土，迷道门为钢制屏蔽门，中空浇灌 200mm 含硼石蜡。该场所位于“二所”加速器实验室内，周边、上层均为其他科研区域，已开展过多年辐射工作，经“二所”日常辐射环境监测及个人剂量监控，该场所对周边科研区域及工作人员的辐射影响轻微，总平面布置合理。

七、核技术应用现状

1、辐射安全许可证的许可种类和范围

本项目

中广核久源（成都）科技有限公司现持有四川省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》（证书编号川环辐证[00399]，有效期至 2018 年 3 月 25 日），许可种类和范围为销售 II 类、III 类、IV 类、V 类，使用 III 类、IV 类、V 类放射源；销售 II、III 类射线装置。具体许可项目见表 1-11、表 1-12：

表 1-11 辐射安全许可证已登记的放射源活动种类和范围

序号	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数	活动种类
1	²⁴¹ Am	V	1.85E+ Bq/3.7E+5Bq*5	使用
2	²⁴¹ Am	V	5E+5Bq/1E+5Bq*5	使用
3	²³⁰ Th	V	1.75E+10Bq/7E+8Bq*25	销售

4	²³⁰ Th	IV	1.75E+12Bq/7E+10Bq*25	销售
5	⁸⁵ Kr	V	1.5E+13Bq/3E+11Bq*50	销售
6	²⁴¹ Am	III	1.2E+14Bq/6E+11Bq*200	销售
7	²² Na	V	2.35E+14Bq/4.7E+12Bq*50	销售
8	⁶⁰ Co	V	7.4E+6Bq/1.48E+6Bq*5	使用
9	⁶⁰ Co	V	3.7E+6Bq/7.4E+5Bq*5	使用
10	⁶⁰ Co	III	3.7E+11Bq/7.4E+10Bq*5	使用
11	⁹⁰ Sr	V	5E+11Bq/1E+10Bq*50	销售
12	⁹⁰ Sr	IV	5E+13Bq/1E+12Bq*50	销售
13	²⁵² Cf	IV	1E+12Bq/2E+10Bq*50	销售
14	²⁴¹ Am	V	1.2E+11Bq/6E+8Bq*200	销售
15	¹⁹² Ir	IV	1.6E+13Bq/8E+10Bq*200	销售
16	¹⁹² Ir	III	1.6E+13Bq/8E+11Bq*200	销售
17	¹⁹² Ir	II	1.6E+15Bq/8E+13Bq*200	销售
18	¹³⁷ Cs	V	2E+11Bq/1E+9Bq*200	销售
19	²³⁹ Pu/Be	V	9E+9Bq/6E+8Bq*15	销售
20	²³⁹ Pu/Be	IV	9E+11Bq/6E+10Bq*15	销售
21	²³⁹ Pu/Be	III	9E+12Bq/6E+11Bq*15	销售
22	²⁵² Cf	III	1E+13Bq/2E+11Bq*50	销售
23	²³⁹ Pu/Be	II	9E+14Bq/6E+13Bq*15	销售
24	²⁵² Cf	V	1E+10Bq/2E+8Bq*50	销售
25	¹⁴⁷ Pm	V	2E+13Bq/4E+11Bq*50	销售
26	²³⁹ Pu	III	3E+13Bq/6E+11Bq*50	销售
27	²³⁹ Pu	IV	3E+12Bq/6E+10Bq*50	销售
28	²³⁹ Pu	V	3E+10Bq/6E+8Bq*50	销售
29	²⁴¹ Am/Be	V	3E+10Bq/6E+8Bq*50	销售
30	¹⁵² Eu	IV	3E+12Bq/6E+10Bq*50	销售
31	¹⁵² Eu	V	3E+10Bq/6E+8Bq*50	销售
32	⁵⁵ Fe	V	4E+14Bq/8E+12Bq*50	销售
33	²⁴¹ Am/Be	IV	3E+12Bq/6E+10Bq*50	销售
34	¹³⁷ Cs	IV	2E+13Bq/1E+11Bq*200	销售
35	⁶³ Ni	V	3E+13Bq/6E+11Bq*50	销售
36	⁸⁹ Sr	V	1E+13Bq/2E+11Bq*50	销售
37	¹³⁷ Cs	III	2E+14Bq/1E+12Bq*200	销售
38	¹³⁷ Cs	II	2E+16Bq/1E+14Bq*200	销售
39	²³⁸ Pu	III	3E+13Bq/6E+11Bq*50	销售
40	²³⁸ Pu	IV	3E+12Bq/6E+10Bq*50	销售
41	²³⁸ Pu	II	3E+15Bq/6E+13Bq*50	销售
42	²³⁸ Pu	V	3E+10Bq/6E+8Bq*50	销售
43	Sr/Y	IV	2.5E+13Bq/1E+12Bq*25	销售
44	²⁴¹ Am	IV	1.2E+13Bq/6E+10Bq*200	销售
45	Sr/Y	V	2.5E+11Bq/1E+10Bq*25	销售

46	¹³³ Ba	IV	1E+13Bq/2E+11Bq*50	销售
47	¹³³ Ba	V	1E+11Bq/2E+9Bq*50	销售
48	¹⁴ C	V	2.5E+13Bq/5E+11Bq*50	销售
49	¹⁰⁹ Cd	V	1E+13Bq/2E+11Bq*50	销售
50	²⁴⁴ Cm	IV	2.5E+12Bq/5E+10Bq*50	销售
51	⁶⁸ Ge	IV	3.5E+13Bq/7E+11Bq*50	销售
52	²⁴⁴ Cm	V	2.5E+10Bq/5E+8Bq*50	销售
53	⁶⁰ Co	V	1.5E+10Bq/3E+8Bq*50	销售
54	⁶⁰ Co	IV	1.5E+12Bq/3E+10Bq*50	销售
55	¹⁹² Ir	V	1.6E+11Bq/8E+8Bq*200	销售
56	²¹⁰ Po	V	3E+10Bq/6E+8Bq*50	销售
57	¹³⁷ Cs	IV	3.7E+11Bq/7.4E+10Bq*5	使用
58	¹³⁷ Cs	V	9.25E+6Bq/1.85E+5Bq*5	使用
59	¹³⁷ Cs	V	1.85E+6Bq/3.7E+5Bq*5	使用
60	⁶⁰ Co	IV	3.5E+13Bq/7E+11Bq*50	销售
61	⁶⁰ Co	III	1.5E+13Bq/3E+11Bq*50	销售
62	⁶⁰ Co	II	1.5E+15Bq/3E+13Bq*50	销售
63	²⁴¹ Am/Be	III	6E+12Bq/6E+11Bq*5	销售
4	⁵⁷ Co	V	3.5E+11Bq/9E+9Bq*50	销售
65	²¹⁰ Po	IV	3E+12Bq/6E+10Bq*50	销售
66	²⁴¹ Am/Be	II	6E+15Bq/6E+13Bq*50	销售
67	⁶⁸ Ge	V	3.5E+11Bq/7E+9Bq*50	销售
68	¹³⁷ Cs	V	1.85E+9Bq/3.7E+8Bq*5	销售
69	¹³⁷ Cs	V	1.85E+5Bq/3.7E+4Bq*5	使用
70	¹³⁷ Cs	III	3.7E+12Bq/7.4E+11Bq*5	使用
71	²⁴¹ Am	V	1.85E+7Bq/3.7E+6Bq*5	使用
72	²⁴¹ Am	V	9.25E+6Bq/1.85E+6Bq*5	使用
73	²⁴¹ Am/Be	IV	3E+11Bq/6E+10Bq*5	使用
74	²⁴¹ Am	III	2.22E+11Bq/1.11E+11Bq*2	使用

表 1-12 辐射安全许可证已登记的非密封放射性物质活动种类和范围

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类
1	生产厂家直接发往最终用户	无	²³⁸ U	1.85E+7	1.11E+12	销售
2	生产厂家直接发往最终用户	无	²³⁰ Th	1.85E+9	3.7E+11	销售
3	生产厂家直接发往最终用户	无	¹⁴ C	1.85E+8	3.7E+10	销售
4	生产厂家直接发往最终用户	无	²⁴¹ Am	1.85E+9	7.4E+12	销售
5	生产厂家直接发往最终用户	无	²⁴⁴ Cm	1.85E+7	3.7E+9	销售
6	生产厂家直接	无	⁵⁷ Co	1.85E+9	3.7E+11	销售

	发往最终用户					
7	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁶⁰ Co	1.85E+8	3.7E+10	销售
8	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹³⁷ Cs	1.85E+8	1.11E+12	销售
9	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹⁵² Eu	1.85E+8	3.7E+10	销售
10	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁵⁵ Fe	1.85E+7	3.7E+9	销售
11	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹²⁵ I	1.85E+9	3.7E+11	销售
12	生产厂家直接 发往最终用户	无	²² Na	1.85E+8	3.7E+10	销售
13	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁶³ Ni	1.85E+9	3.7E+11	销售
14	生产厂家直接 发往最终用户	无	²³⁷ Np	1.85E+7	3.7E+9	销售
15	生产厂家直接 发往最终用户	无	³² P	1.85E+9	3.7E+11	销售
16	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹⁴⁷ Pm	1.85E+8	3.7E+10	销售
17	生产厂家直接 发往最终用户	无	²¹⁰ Po	1.85E+8	3.7E+10	销售
18	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹⁰⁶ Ru	1.85E+8	3.7E+10	销售
19	生产厂家直接 发往最终用户	无	³² Si	1.85E+8	3.7E+10	销售
20	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹⁵³ Sm	1.85E+9	3.7E+11	销售
21	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁹⁰ Sr	1.85E+9	3.7E+11	销售
22	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁸⁹ Sr	1.85E+9	3.7E+11	销售
23	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹³¹ I	1.85E+9	3.7E+11	销售
24	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹⁹² Ir	1.85E+8	3.7E+10	销售
25	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁸⁵ Kr	1.85E+9	3.7E+11	销售
26	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁹⁹ Mo	1.85E+10	3.7E+12	销售
27	生产厂家直接 发往最终用户	无	²³⁸ Pu	2.96E+12	2.92E+14	销售
28	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁹⁰ Y	1.85E+8	3.7E+10	销售
9	生产厂家直接 发往最终用户	无	¹⁸⁸ W	1.85E+9	3.7E+9	销售
30	生产厂家直接 发往最终用户	无	⁹⁹ Tc	3.7E+10	7.4E+12	销售

2、近年来履行环评手续情况

(1) 2013年1月28日，项目单位取得了《四川省环境保护厅关于成都中广核久源测控科技有限公司III~V类密封放射源使用，II~V类密封放射源销售，非密封放射性物质销售及II、III类射线装置销售项目》的批复文件（川环审批〔2013〕72号），项目内容包括：①使用III~V类密封放射源，包括 ^{241}Am 等11种放射源；②代理销售II~V类密封放射源，包括 $^{241}\text{Am/Be}$ 等26种放射源；③代理销售 ^{241}Am 等29种非密封放射性物质；④代理销售II、III类射线装置。II类射线装置包括加速器、X射线探伤机、工业CT等，其中预计年代理销售加速器为3~5台；各种类型X射线探伤机、工业CT等30~50台；III类射线装置包括X射线安检仪等，预计年代理销售30~50台。

(2) 2013年10月9日，项目单位取得了《四川省环境保护厅关于成都中广核久源测控科技有限公司辐射安全许可证增项的复函》的文件（川环〔2013〕1264号），许可项目单位在原四川省环境保护厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证〔00399〕号）的基础上，增加相应内容：增加 ^{137}Cs 、 ^{241}Am 、 ^{238}U 三种非密封放射性物质的年代理销售量，同时新增 ^{99}Tc 非密封放射性物质的。其中 ^{137}Cs 增加后最大年销售量为 $1.11 \times 10^{12}\text{Bq}$ ， ^{241}Am 增加后最大年销售量为 $7.4 \times 10^{12}\text{Bq}$ ， ^{238}U 增加后最大年销售量为 $1.11 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，新增 ^{99}Tc 最大年销售量为 $7.4 \times 10^{12}\text{Bq}$ 。

综上所述，上述辐射环境影响评价、辐射安全分析报告的批复内容包括了项目单位现有辐射安全许可证上的所有内容。

3、已开展的放射源、放射性非密封物质使用、销售明细

自获得辐射安全许可证至今，项目单位已购入 ^{137}Cs 密封放射源11枚，其中6枚用于制造液位计，其余5枚作为代理销售；同时，项目单位还自俄罗斯进口 ^{137}Cs 非密封放射性物质 $3.7 \times 10^9\text{Bq}$ ，代理销售给中核四〇四有限公司。具体台账明细见附件“辐射安全许可证副本”。

4、项目单位目前无辐射工作人员。配合参与本项目射线装置生产的“二所”204室相关人员均已按要求对进行个人剂量检测，在2015年度的个人剂量检测报告中，工作人员的个人有效剂量最大值为 0.525mSv ，小于 5mSv 约束限值。

表 1-13 204 室现有放射性工作人员 2015 年个人剂量监测结果统计

剂量范围 (mSv)	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.5	0.5~1.0
人数	23	17	7	1
总剂量 (mSv)	1.831	2.615	1.855	0.525
剂量百分比 (%)	26.82	38.31	27.18	7.69

5、按照中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二章·第十二条规定，项目单位已对使用的放射性同位素的安全和防护状况进行了年度评估，并向辐射安全许可证发证部门提交了 2015 年度监测报告和自评报告。

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	1.2E+15/6E+13*200	I类	销售	根据使用方 需求决定	具体工作场 所视使用方 而定。使用方 覆盖全国范 围	自进口海关/生产 单位直接运输至 用户所在地,不在 公司停留和存放	新增
2	²⁴¹ Am-Be	1.2E+15/6E+13*200 7.1E+14/3.6E+13*200 (n/s)	I类	销售				新增
3	¹³³ Ba	4E+12/2E+14*200	I类	销售				新增
4	²⁵² Cf	4E+15/2E+13*200 4.6E+14/2.3E+12*200 (n/s)	I类	销售				新增
5	⁵⁷ Co	1.4E+17/7E+14*200	I类	销售				新增
6	⁶⁰ Co	1.8E+18/9E+15*200	I类	销售				新增
7	¹³⁷ Cs	1.8E+18/9E+15*200	I类	销售				新增
8	⁶⁸ Ge	1.7E+17/7E+14*200	I类	销售				新增
9	³ H	4E+20/2E+18*200	I类	销售				新增
10	¹⁹² Ir	1.6E+16/8E+13*200	I类	销售				新增
11	¹⁴⁷ Pm	8E+18/4E+16*200	I类	销售				新增
12	²³⁸ Pu	1.2E+16/6E+13*200	I类	销售				新增
13	²³⁹ Pu -Be	1.2E+16/6E+13*200 7.1E+15/3.6E+14*200 (n/s)	I类	销售				新增
14	²³⁹ Pu	1.2E+16/6E+13*200	I类	销售				新增
15	²²⁶ Ra	8E+15/4E+13*200	I类	销售				新增
16	⁹⁰ Sr (⁹⁰ Y)	2E+17/1E+15*200	I类	销售				新增
17	¹²⁵ I	4E+16/2E+14*200	I类	销售				新增
18	⁶⁰ Co	2.22E+15/1.11E+13*2000	II类	销售				新增
19	¹⁴ C	2.5E+13/5E+11*500	IV类	销售				新增

20	⁵⁵ Fe	1.6E+15/8E+12*200	IV类	销售				新增
21	⁸⁵ Kr	6E+13/3E+11*200	IV类	销售				新增
22	⁶³ Ni	3E+13/6E+11*500	IV类	销售				新增
23	⁸⁹ Sr	2E+12/1E+11*200	IV类	销售				新增

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量(Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	¹³¹ I	固态	销售	具体用量视使用方而定	/	/	根据使用方需求决定	/	具体工作场所视使用方而定。使用方覆盖全国范围	自进口海关/生产单位直接运输至用户所在地，不在公司停留和存放	新增种类
2	³ H	气态	销售					/			新增种类
3	¹⁴ C	气态	销售					/			扩大销量
4	¹³⁷ Cs	固态	销售					/			扩大销量
5	⁹⁹ Mo	液态	销售					/			扩大销量
6	^{99m} Tc	液态	销售					/			扩大销量
7	³² P	液态	销售					/			扩大销量

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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
1	医用加速器	II类	20	根据使用方需求决定	/	/	/	根据使用方需求决定	自进口海关/生产单位直接运输至用户所在地,不在公司停留和存放	新增
2	放射治疗 X 射线、电子束加速器	II类	20		/	/	/			新增
3	制备正电子发射计算机断层显像装置	II类	20		/	/	/			新增
4	其他医用加速器	II类	20		/	/	/			新增
5	工业探伤加速器	II类	20		/	/	/			新增
6	安全检查用加速器	II类	20		/	/	/			新增
7	辐照装置用加速器	II类	20		/	/	/			新增
8	医用加速器	II类	20		/	/	/			新增

(二) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
1	中子发生器	II	20	视使用方而定									新增
2	中子成像仪	II	8	HY5511	250	2000	$1 \times 10^{11} \text{ n/s}$	无损检测	加速器实验室	$2.8 \times 10^{11} \sim 7.4 \times 10^{11} \text{ Bq}$	金属罐真空储存	8	新增

(三) X 射线机, 包括医用诊断和治疗 (含 X 射线 CT 诊断)、分析仪器等

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业用 X 射线 CT 机	II 类	20	视使用方而定	/	/	视使用方而定	自进口海关/生产单位直接运输至用户所在地, 不在公司停留和存放	新增
2	X 射线探伤机	II 类	20		/	/			新增
3	医用 X 射线 CT 机	III 类	20		/	/			新增
4	放射诊断用普通 X 射线机	III 类	20		/	/			新增
5	X 射线摄影装置	III 类	20		/	/			新增
6	X 射线行李包检查装置	III 类	20		/	/			新增
7	放射治疗模拟定位机	III 类	20		/	/			新增
8	其他高于豁免水平的 X 射线机	III 类	20		/	/			新增

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日实施); (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2016年9月1日实施); (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年10月1日实施); (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第449号令); (5) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》(环境保护部第33号令); (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部3号令); (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部18号令); (8) 《关于发布射线装置分类办法的公告》(国家环境保护总局公告2006年26号); (9) 《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); (10) 《四川省辐射污染防治条例》(省十二届人大常委会第63号公告); (11) 《四川省环境保护厅关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环函〔2016〕1400号)。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用建设项目环境影响文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016); (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (3) 《放射性物质安全运输规程》(GB11806-2004);</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评委托书; (2) 《辐射安全许可证》(川环辐证[00399]); (3) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》(环保部2012年3月); (4) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版,2012.3)》。</p>

表 7 保护目标及评价标准

评价范围

一、 I、 II、 IV类放射源、 II、 III类射线装置、 非密封放射性物质的代理销售

本项目 I、 II、 IV类放射源、 II、 III类射线装置、 非密封放射性物质的代理销售业务过程中， 项目单位作为代理方全程不接触放射源、 非密封放射性物质以及射线装置。 项目单位委托有资质的专业公司进行放射源、 非密封放射性物质及射线装置整机的运输， 放射源、 非密封放射性物质及射线装置不在公司作任何停留和存放， 且射线装置在运输过程中不会通电运行。 因此， 整个代理销售过程中不会发生辐射影响环境质量的问题。

参照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 中的规定， 本项目所包括的 I、 II、 IV类放射源、 II、 III类射线装置、 非密封放射性物质的代理销售业务， 不设置评价范围。

二、 II类射线装置（中子成像仪）非放射性部件生产

公司租用成都高新大一孵化园厂房面积约 307.33 m² 作为生产厂房； 购买和安装设备、 设施， 加工生产中子成像仪产品非放射性部件（不含氚靶部件）。

该场所位于成都市高新区科园南二路 1 号； 项目边界东侧 160m 为川喜实业集团公司， 东侧 35m 为哦哦物流中心， 东南侧 80m 为依米康环境科技公司， 南侧为空地， 南侧 120m 为南三环道路， 西侧 100m 为大吉集团公司， 边界东北侧 140m 为成都中科唯实仪器有限公司， 北侧 130m 为中广核久源公司（办公区）， 北侧 170m 为成都张林韬略企业管理咨询咨询公司， 边界北侧 260m 为科园南一路， 东北侧 300m 为成都高新西囡妇科医院。

该场所为中子成像仪非放射性部件生产， 生产过程主要为购置成品配件， 对产品的准直屏蔽系统、 样品承载系统、 成像与控制以及多功能承载系统等等的组装测试， 生产过程中产生的污染物少， 对周围环境影响小。 考虑到周边敏感点的情况， 评价范围设置为 50m。

三、 II类射线装置（中子成像仪）的生产、使用（调试）业务

本项目涉及的 II类射线装置中子成像仪产品整机生产、使用（调试）业务， 其氚靶部件由“二所提供”， 公司组织开展中子成像仪整机组装、调试、质检工作。 工作场所位于“二所”加速器实验室。

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 中的规定， 本项目评价范围为加速器实验室实体屏蔽物边界外 50m 的范围。

保护目标

一、I、II、IV类放射源、II、III类射线装置、非密封放射性物质的代理销售

本项目I、II、IV类放射源、II、III类射线装置、非密封放射性物质的代理销售业务过程中，项目单位作为代理方全程不接触放射源、非密封放射性物质以及射线装置。项目单位委托有资质的专业公司进行放射源、非密封放射性物质及射线装置整机的运输，放射源、非密封放射性物质及射线装置不在公司作任何停留和存放，且射线装置在运输过程中不会通电运行。因此，整个代理销售过程中不会发生辐射影响环境质量的问题。

因此，该部分业务不设置环境保护目标。

二、II类射线装置（中子成像仪）非放射性部件生产

地表水环境：锦江是本项目的最终受纳水体，其水质和水体功能不因本项目的建设而发生变化，应使其符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水域标准的要求。

大气环境：项目所在区域的环境空气质量，应达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

声环境：所在区域声环境质量应达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

表 7-1 成都厂房周边环境保护目标

环境要素	保护目标	方位	距离(m)	规模	备注	保护时期
环境空气、声环境	成都高新西囡妇科医院	东北	300	70 床	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准	施工期 运营期
地表水环境	锦江				《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准	
地下水环境	项目周围地下水				《地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）III类标准	

三、II类射线装置（中子成像仪）的生产、使用（调试）业务

本项目涉及的II类射线装置中子成像仪产品整机生产、使用（调试）业务，其氚靶部件由“二所提供”，公司组织开展中子成像仪整机组装、调试、质检工作。工作场所位于“二所”加速器实验室。辐射环境影响评价范围未超出“二所”科研生产区。项目主要环境保护目标主要为“二所”工作人员和周边临时通过人员等。具体环境保护目标见表 7-2。

表7-2 加速器实验室周边主要环境保护目标

辐射场所	保护目标	相对位置	与辐射源的距离 (m)	备注	
加速器实验室	中子成像仪	临时通过人员	东墙外空地	>6	公众
		临时通过人员	北墙外空地（主射束方向）	>8	
		临时通过人员	西侧工件门外空地	>12	
		临时通过人员	南墙外走廊过道	>8	
		其他科研人员	南墙外其他科研区域	>10	
		操作人员	南侧控制间	>10	职业人员

评价标准

成都高新大一孵化园厂房所在区域执行以下标准：

一、环境质量标准

- 1、地表水（锦江）环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水域标准；
- 2、大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；
- 3、声学环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；

二、污染物排放标准

1、生活污水经大一孵化园化粪池预处理后达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准，进入市政污水管网，经处理达标后最终进入锦江。

2、施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相关标准，营运期噪声执行《工业企业场界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。

3、项目营运期执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准。

4、固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）相关标准，危险固废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）相关标准。

“二所”加速器实验室所在区域执行以下标准：

一、环境质量标准

- 1、地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准；
- 2、大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；
- 3、声学环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；

二、污染物排放标准

- 1、废水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准;
- 2、废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中二级标准;
- 3、噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类标准。

三、辐射防护标准

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中的相关标准。

新增中子成像仪的装配和调试工作不改变“二所”现有职业人员剂量控制水平限制(辐射工作人员剂量约束值 2mSv/a, 公众剂量约束值 0.1mSv/a)。

中广核久源(成都)科技有限公司参与本项目射线装置产品生产、调试业务的辐射工作人员剂量控制水平限制参照“二所”现有职业人员的要求执行(辐射工作人员剂量约束值 2mSv/a, 公众剂量约束值 0.1mSv/a)。

四、中子成像仪安装调试工作场所屏蔽体外剂量控制水平。

参考《电子直线加速器工业 CT 辐射安全技术规范》(HJ785-2016)中对工作场所以及周边环境的屏蔽体(墙)表面大于或等于 30cm 处任何监测点的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$, 本项目中子成像仪安装调试工作场所(加速器实验室)按上述辐射剂量控制值执行。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、非放环境质量现状

中广核久源（成都）科技有限公司办公地点位于成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼，中子成像仪非放射性部分生产厂房位于成都市高新区科园南二路 1 号（3 栋 A 座 1 层）。上述场所均为非放工作场所，区域接近，区域环境质量现状如下。

1、环境空气质量

本次环境空气质量现状评价大气监测数据采用资料复用法，引用 2014 年 4 月 24 日~30 日成都市环境监测中心站（位于三瓦窑）的自动监测数据，本项目距离该监测点约 4.0km，满足《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2008）中相关要求，同时监测至今该区域内未引入大气污染严重的工业企业，项目区域环境空气质量未发生明显改变，引用数据有效。

监测因子 SO₂、NO₂、PM₁₀ 共 3 项，连续监测 7 天监测数据，具体监测结果详见表 3-1。

表 3-1 环境空气现状监测统计结果 单位：mg/m³

监测点位	项目	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
三瓦窑自动监测站	监测值范围	0.006~0.022	0.048~0.077	0.046~0.102	0.026~0.067
	最大单项指数 Pi	0.15	0.96	0.68	0.89
	超标率（%）	0	0	0	0
	最大超标倍数	0	0	0	0
评价标准(GB3095-2012)二级		0.15 (日均值)	0.08 (日均值)	0.15 (日均值)	0.075 (日均值)

由以上监测统计结果看，项目区域环境空气中 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 小时浓度日均浓度值均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 浓度较高，可能是区域建筑施工、城市车辆数量较多，汽车尾气大量排放，项目区域目前的环境空气质量一般。

2、地表水环境质量现状

项目区域废水最终进入成都市第三污水处理厂（三瓦窑三期）处理后排至锦江。根据评价等级及接纳水体特征，本次评价引用四川同一环境监测有限公司 2015 年 4 月 12 日至 14 日在成都市第三污水处理厂尾水排口上游 500m、尾水排口和尾水排口下游 3500m 的水

质监测数据进行评价。评价结果详见表 3-2。

表 3-2 地表水环境现状监测统计结果 单位: mg/L,pH 无量纲

监测断面	项目	pH	COD	BOD ₅	NH ₃ -N
成都市第三污水处理厂尾水排口	测值范围	6.22~6.32	17.3~18.2	5.4~5.5	2.44~2.48
	平均值	6.26	17.7	5.47	2.46
上游 500m	Pi	0.68~0.78	0.58~0.61	0.9~0.92	1.63~1.65
成都市第三污水处理厂尾水排口	测值范围	6.71~6.81	15.8~17.4	4.6~4.7	3.08~3.13
	平均值	6.78	16.57	4.67	3.11
下游 3500m	Pi	0.19~0.29	0.53~0.58	0.77~0.78	2.05~2.09
评价标准 (GB3838-2002) IV类		6~9	30	6	1 5

据表 3-2 的统计结果表明, 锦江监测断面 pH、COD、BOD₅ 满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV类标准限值, BOD₅ 超标, 锦江评价河段水质较差, 其主要原因是由于上游部分未经处理的生活污水直接排放所致。

3、声环境质量现状

项目区域声环境质量现状采取实测方式。区域噪声监测共布设 4 个厂界监测点位, 监测 2, 昼夜各监测 1 次, 监测结果见表 3-3。

表 3-3 噪声监测结果 单位: Leq[dB(A)]

时间 点位	2017 年 11 月 2 日		2017 年 11 月 3 日	
	昼间	夜间	昼间	夜间
1#	53	47	53	48
2#	53	48	53	6
3#	50	45	51	15
4#	51	45	50	45
标准值	昼间≤60, 夜间≤50			

由上表结果可知: 该区域边界厂界噪声监测点位昼、夜噪声监测值均小于《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准限值, 区域声环境质量良好。

综上所述: 本项目单位办公地点、中子成像仪非放射性部分生产厂房所在区域大气环境、水环境、声环境质量现状良好。

二、辐射现状

本项目相关辐射工作均在“二所”现有加速器实验室进行。“二所”位于四川省绵阳市科学城地区。根据科学城地区 2016 年辐射环境监测报告, 2016 年科学城地区环境 γ 剂量水平为 $6.18 \times 10^{-2} \sim 7.86 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 。

《四川省环境天然贯穿辐射水平》中的绵阳地区(1995 年)背景值：绵阳地区道路、室内的 γ 辐射剂量率范围为 $1.30 \times 10^{-2} \sim 1.75 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ 。

比较科学城地区环境 γ 剂量水平和绵阳地区(1995 年)背景值可知，本项目 γ 辐射剂量率处于绵阳地区的天然辐射水平，辐射环境为本底状态。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备和工艺分析

一、施工期工艺流程及产污环节分析

中广核久源（成都）科技有限公司销售办公业务在现有租赁办公楼开展，无土建施工，不涉及施工期环境污染问题。

中子成像仪非放射性部件生产租用成都大一高新技术孵化器投资管理有限公司大一高新孵化器 3 栋 A 座 1 层。项目施工期主要进行厂房内部装修工程和设备安装，由于租赁厂房内墙和地面租赁前均做装饰，项目装修仅做简单隔断，装修过程产生的污染物主要有废水、废气、固废和噪声，项目不涉及土建工程，施工期产生的污染物主要为施工人员生活污水和生活垃圾、少量包装固废、安装仪器等设备产生的噪声。项目施工期周期短，对区域环境影响短暂。

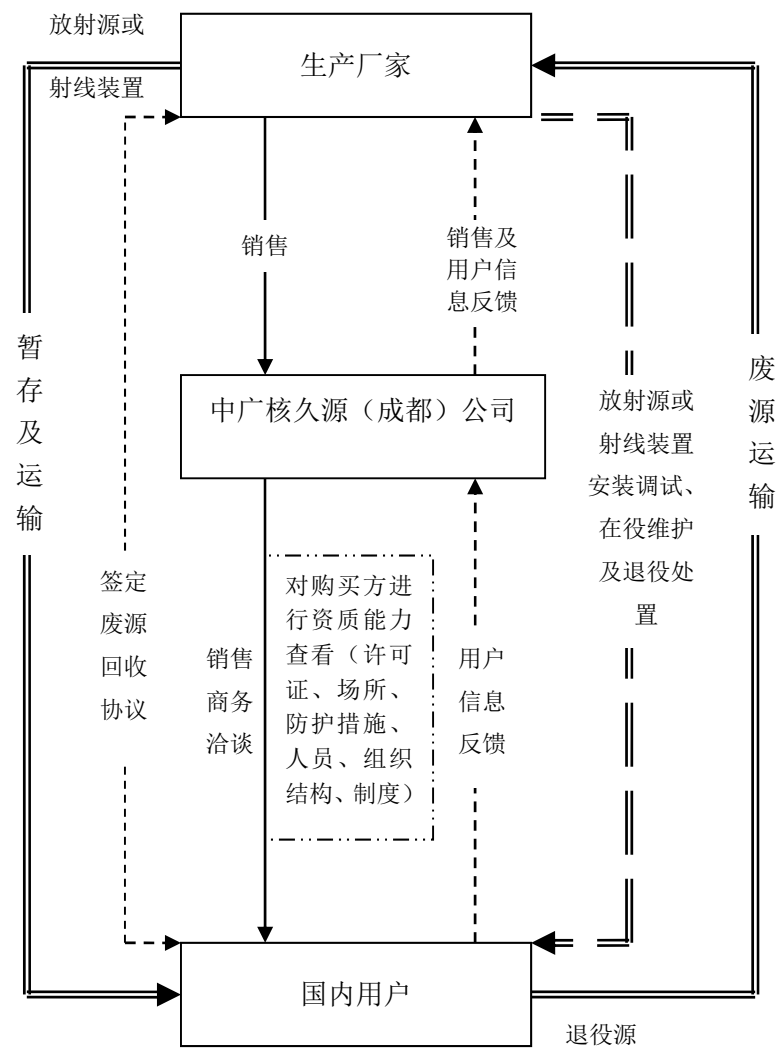
中子成像仪整机装配调试质检于“二所”现有加速器实验室开展，无土建施工需求，不涉及施工期环境污染问题。

二、销售 I、II、IV 类放射源，销售非密封放射性物质，销售 II、III 类射线装置工艺分析

1、代理销售业务流程

本项目中广核久源（成都）公司所开展的销售业务中，除自行生产的中子成像仪为直接生产销售业务外，其他所有销售业务（销售 I、II、IV 类放射源，销售非密封放射性物质，销售 II、III 类射线装置）均为代理销售。中广核久源（成都）公司自身不生产、中转、储存或暂存上述产品。

具体代理销售业务的工艺流程见下图。



图例：
 销售路径 → 商务洽谈路径 → 反馈信息路径 → 技术服务路径

图 9-1 放射源的代理销售流程示意图

2、代理销售业务流程简述

- (1) 接到用户委托及询价后，确认用户资质，是否具有辐射安全许可证，是否满足使用需采购放射源、非密封放射性物质、射线装置的要求，以及对相应产品的参数需求。
- (2) 确认需采购密封放射源回收程序；III 类以上进口放射源需国外放射源生产商回收，需出具废源回收承诺文件。
- (3) 签订销售合同或委托书。
- (4) 进口放射源、非密封放射性物质、射线装置向国家环保部提交申请办理进（出）

口审批。

(5) 取得环保部进口审批表后到国家商务部办理两用物项进（出）口许可证。

(6) 拿到许可证后通知国外发货。

(7) 货到港口清关后需办理表面剂量检测。

(8) 凭检测单原件，审批表复印件委托有运输资质的运输公司去公安局办理运输证，对货物进行国内运输。

(9) 制作产品编码卡、交接单交给用户，货物运抵用户所在地签收交接文件。

(10) 货物交接完毕运输证需运输公司交回公安局备案。

(11) 货物交接完毕需用户和经营单位在所在地环保局进行申报备案。

(12) 在密封放射源达到使用年限后，III 以下类放射源用户可委托经销单位在用户所在地寻找有资质的回收单位进行回收，III 类以上进口放射源需退运到国外生产商所在国进行废源处理。

(13) 废弃的非密封放射性物质用户应委托有资质单位进行处置。

(14) 射线装置达到使用年限后，用户应委托有资质单位进行退役。

3、产污环节

本项目代理销售业务部分，项目单位作为代理方全程不接触放射源、非密封放射性物质和射线装置，只承担射线装置、放射源、非密封放射性物质销售过程中的商务活动，了解使用情况并将信息返回给生产厂家；其他的如射线装置和含放射源设备的运输、暂存、安装调试、维护、退役等均由相关单位负责。项目单位委托有资质的专业公司进行运输，放射源、非密封放射性物质和射线装置不在公司作任何停留和存放。因此，整个代理销售过程中不会发生辐射影响环境质量的问题。

主要污染工序：

废放射源：在密封放射源达到使用年限后，需进行退役。本项目所涉及 I、II 类放射源，需由用户委托经销单位中广核久源（成都）科技有限公司退运到生产商进行废源处理，进口放射源需由用户委托经销单位中广核久源（成都）科技有限公司退运到国外生产商所在国进行废源处理。

退役射线装置：射线装置达到使用年限后，用户应委托有资质单位进行退役。

评价要求：①严格禁止随意丢弃和擅自掩埋放射源、非密封放射性物质及射线装置。②公司、购买者须与购买厂家签订废放射源回收协议。③在代理销售中严格执行进出台帐登记制度，建立台帐，做到帐物相符，避免放射源被盗或丢失。④完善销售台帐的转移内

容。进口放射源、非密封放射性物质及射线装置在入关时应先录入销售单位（本项目中为中广核久源（成都）公司）的台账，销售至客户后，销售方应注明相应的转移过程。

三、II类射线装置（中子成像仪）的生产、使用（调试）、直接销售工艺分析

建设单位中广核久源（成都）公司拟在本项目中开展II类射线装置（中子成像仪）的生产、使用（调试）、直接销售业务。该业务流程设计中子成像仪产品的生产、使用（调试）、直接销售、维护、退役等过程。先详细分析如下：

1、中子成像仪整体业务流程及分工

本项目包含有II类射线装置（中子成像仪）的生产、使用（调试）、销售业务。中子成像仪除氚靶外的非放射性部分由项目单位于成都厂房自行生产后，运输至“二所”进行后续装配工作。

中子成像仪氚靶部件由公司委托“二所”生产。中子成像仪整机组装、调试、质检工作由公司组织实施，“二所”提供辐射调试工作场所、调试设备及技术协助，工作场所位于“二所”加速器实验室。

公司同时负责与中子成像仪最终使用方之间的销售及关系协调工作。

中子成像仪生产、使用（调试）、销售业务过程示意图见图 9-2。

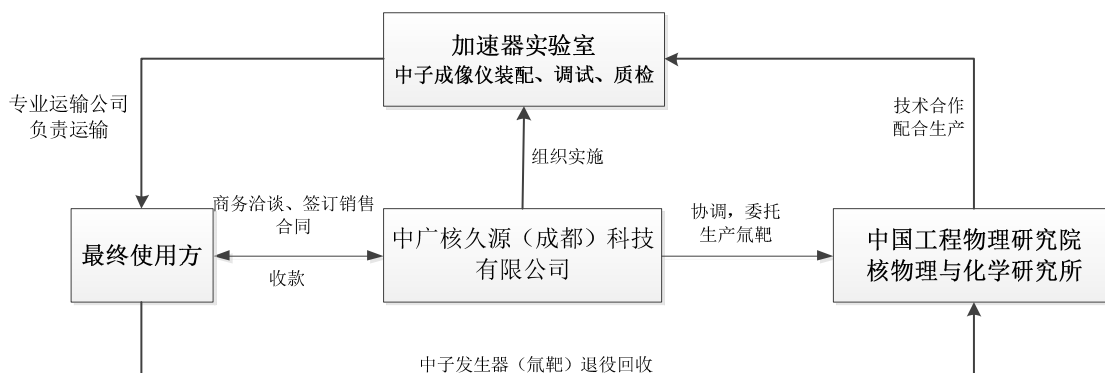


图 9-2 中子成像仪生产、使用（调试）、销售业务过程示意图

2、中子成像仪生产、使用（调试）、销售业务流程简述

(1) 接到用户委托及询价后，确认用户资质，是否具有辐射安全许可证，是否满足使用需采购II类射线装置的要求，类别、使用数量等。

(2) 确认需采购射线装置中放射源（氚靶）的回收程序。

(3) 签订销售合同或委托书。

(4) 根据客户需求，由中广核久源（成都）科技有限公司于成都 S 区（非放射性部件

生产区域)自行生产中子成像仪除氚靶组件外其他非放射性部分,并运输至“二所”,等待装配。

(5) 委托“二所”生产相应规格的氚靶,并于绵阳 T 区(二所加速器实验室)组织开展中子成像仪整机装配、调试、质检工作,由“二所”提供技术配合与协助。

(6) 委托有资质的运输公司去公安局办理运输证,对中子成像仪整机进行国内运输,并协助办理相关手续。

(7) 制作交接单交给用户,货物运抵用户所在地签收交接文件。

(8) 货物交接完毕后,运输证需由运输公司交回公安局备案。

(9) 货物交接完毕后,需用户和经销单位在所在地环保局进行射线装置申报备案。

(10) 在中子成像仪中氚靶达到使用年限后,用户可委托经销单位在用户所在地寻找有资质的回收单位进行回收,或委托氚靶生产单位“二所”进行退役回收工作。

3、中子成像仪非放射性部件生产流程(成都 S 区)

中子成像仪组成:本项目所生产基于小型加速中子源的可移动式中子成像仪,该仪器主要分为四大部件:小型加速器中子源、准直屏蔽系统、载物平台、成像系统。

(1) 小型加速器中子源:采用小型高压型加速器,主要由离子源、加速管、束流光学传输系统,中子靶组成。本项目仅涉及小型加速器,涉及辐射的离子源、中子靶另行评价不在评价评价范围内。

(2) 准直屏蔽系统:分为热中子慢化准直屏蔽组件(热中子成像用)与快中子准直屏蔽组件(快中子成像用),热中子慢化准直屏蔽组件兼具快中子慢化与热中子准直屏蔽的作用,两套组件根据检测需要可切换。

(3) 样品承载系统:采用立式结构,根据用户要求定制卧式等其它结构的样品承载系统。

(4) 成像系统:可采用金属屏或荧光屏耦合胶片成像、NIP 成像以及中子探测成像方式,可完成投影成像。

生产工艺路程:该四大部件的生产工艺流程基本一致;首先准备好生产资料,主要包括:BOM 清单,结构、电气、电路图册;然后进行各个子系统的原材料采购,原材料采购分为标准件和非标件的采购,标准件根据 BOM 表进行采购,非标件根据设计图册进行加工;原材料采购和加工完成后,根据采购要求或技术规格书进行原材料的检验,检验合格后,进行入库;生产人员根据各个子系统的作业指导书,领用原材料,对各个子系统组装,然后完成总机的组装;总机完成组装后,按照调试作业指导书对仪器进行非核调试,非核调试完成后,

进行整机检验，然后成品入库。

成都 S 区部分生产流程不涉及辐射部件生产及调试。

具体生产工艺流程如下：

(1) 资料准备、材料采购

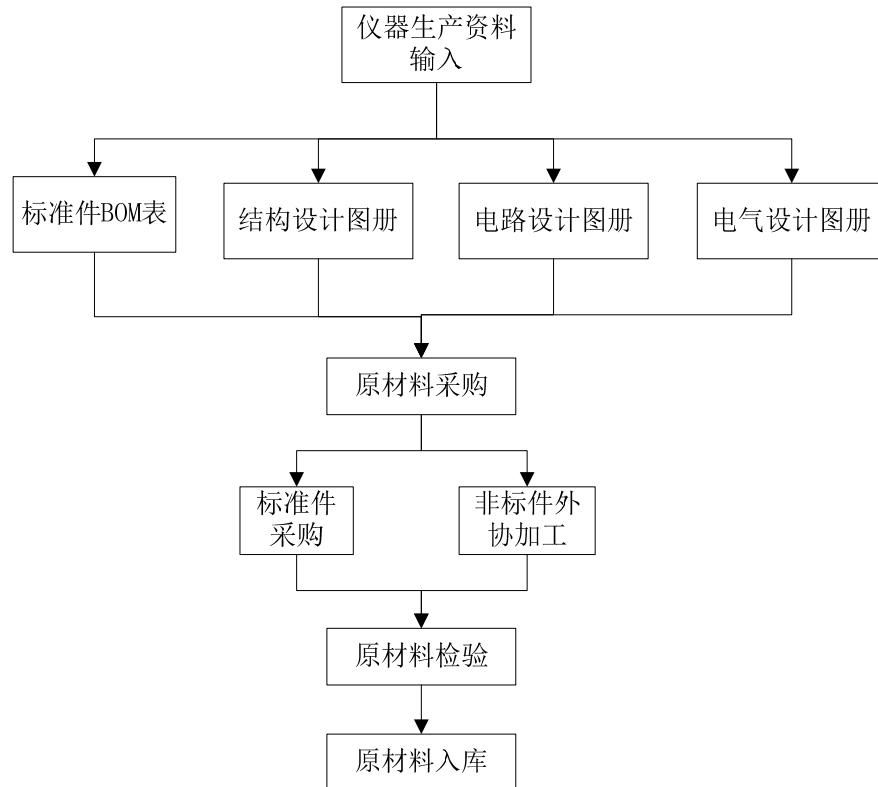


图 9-3 资料准备、原料采购

资料资金积累、原料采购，是本项目极其重要的环节，主要通过设计的图册进行标准件采购，非标件外协加工，采购的组件需进行检验合格，方购回入库，该过程无污染物产生。

(2) 仪器组装、总机组装

本项目主要是通过制定的作业指导书，外委完成各部件加工，根据作业指导书完成后的部件进入生产场所后，进行四个组成部分的仪器组装，然后再将四个组成部分进行总机组装。生产场所仅进行组装、测试，不涉及任何电路、电器元件、仪器的生产、包装与加工工艺。

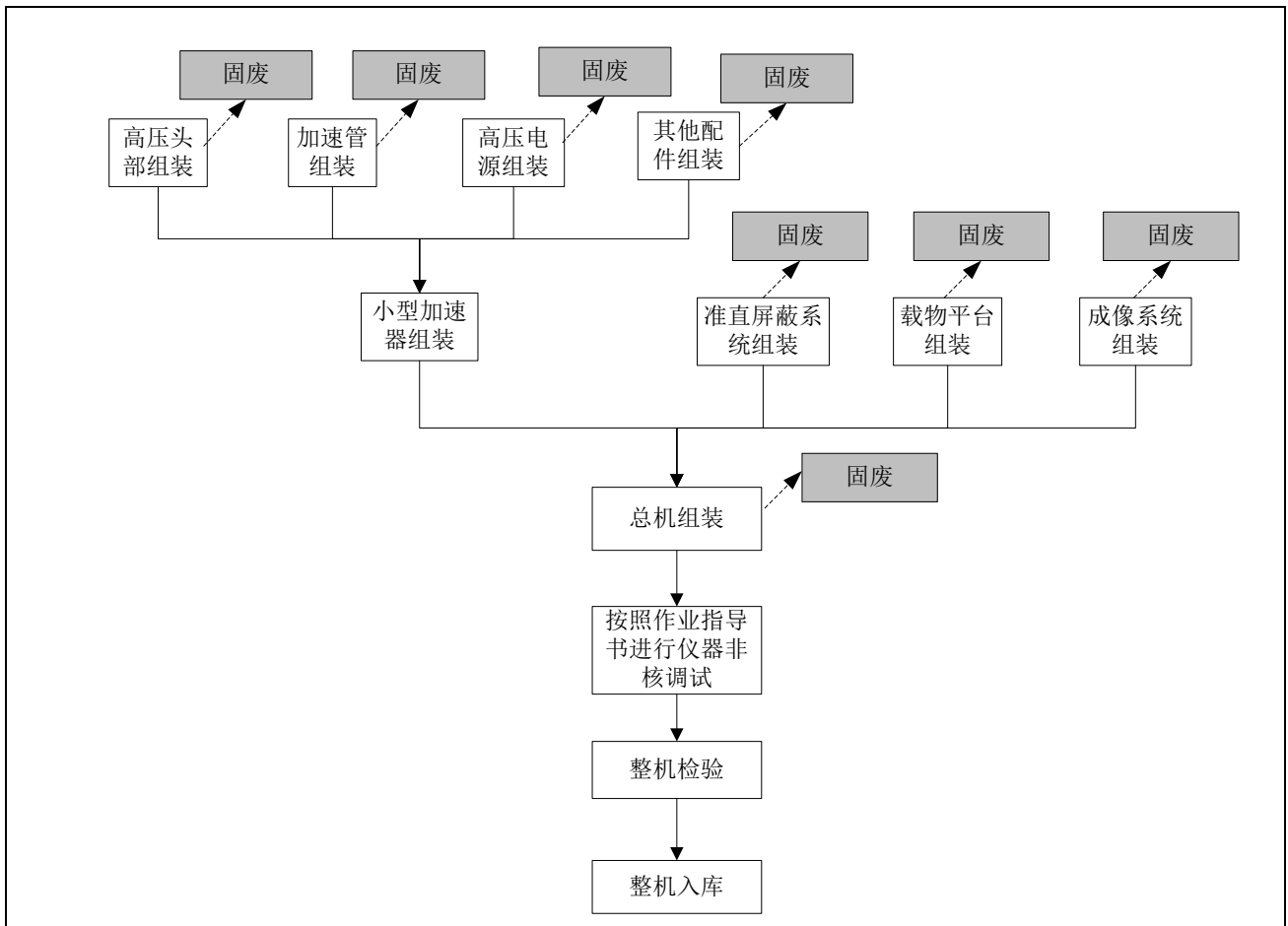


图 9-4 中子成像仪非放射性部件生产工艺流程及产污环节图

本项目组装过程对组件线路、元件等有松动的，偶尔使用热风枪进行电阻焊，其使用频率极低，焊接前对被焊接材料焊接部位表面简单擦拭洁净处理，不使用焊接材料，基本不产生废气。(热风枪：是利用发热电阻丝的枪芯吹出的热风来对元件进行焊接与摘取元件的工具。)

(3) 产污环节

①废水

项目营运期间生产加工过程不产生废水，主要废水为员工的生活污水。

②废气

本项目营运期间所有部件、组件加工均外委，仅进行组装和测试，无生产废气产生。

③噪声

项目运营期噪声为人工组装产品噪声、设备噪声等。

④固体废弃物

项目营运期间的固体废弃物主要为少量废导线、废弃器件、包装废料和员工生活垃圾。

3、中子成像仪整机装配、调试、质检（绵阳 T 区）

(1) 中子成像仪辐射部件组成

本项目所生产基于小型加速器中子源的可移动式中子成像仪，该仪器主要分为四大部件，小型加速器中子源、准直屏蔽系统、载物平台、成像系统。

中广核久源(成都)科技有限公司自行生产中子成像仪除氚靶组件外其他非放射性部分，并运输至“二所”，等待装配。

小型加速中子源由中子管（含氚靶）、靶端高压电源及其他驱动、控制、输出等配套系统组成。中子管是把离子加速系统、氚靶组件以及气氛调节系统密封在一个陶瓷或金属管内，形成一个小型的电真空器件。其基本结构如下图。

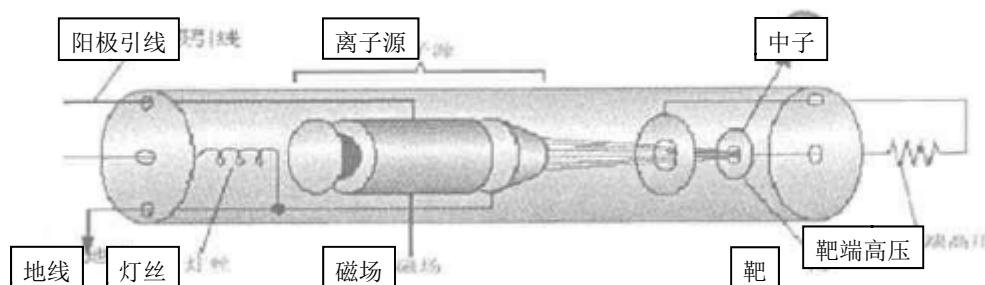


图 9-5 中子管内部结构示意图

本项目所销售的民用中子管含放射源氚靶，每个氚靶含氚 $2.8 \times 10^{11} \sim 7.4 \times 10^{11} \text{Bq}$ ($7.5 \sim 20 \text{Ci}$)，根据国家“放射源分类”，项目所涉及的单个中子管含氚量 $\leq 2 \times 10^{13} \text{Bq}$ ，属于 IV 类放射源。

根据客户需求，由中广核久源（成都）科技有限公司委托“二所”生产相应规格的氚靶，并于“二所”加速器实验组织开展中子成像仪整机装配、调试、质检工作，“二所”提供技术配合与协助。

本项目中子管氚靶放射源的特性性质见下表。

表 9-1 中子管氚-3 放射性的特性

类型	核素名称	裂(衰)变方式	半衰期	射线能量(MeV)	
				平均	最大
中子管	^3H (氚)	$\text{D}(\text{T}, \text{n})^4\text{He}$	12.34 年	$E_{\beta}=5.69\text{keV}$	$E_{\beta}=18.59\text{keV}$

^3H (氚) 是 β 放射源， β 粒子最大能量 $E_{\beta}=18.6\text{keV}$ ，平均能量 $E_{\beta}=5.7\text{keV}$ ，半衰期为 12.34 年，属于低能 β 源，在空气中的粒子最大射程 6mm，在其它材料中的最大射程 $0.8\text{mg}/\text{cm}^2$ 。氚是被固定在中子管内的氚靶上，中子管的氚以金属氚化物的形式被固定在氚（钛）靶中。

(2) 中子成像仪工作原理

中子成像仪中子管和靶端高压电源均密封在不锈钢筒内。中子管工作电压为 250kV，在设备电压加到 80kV 以上中子管才可产生中子。其组成见图 9-4。

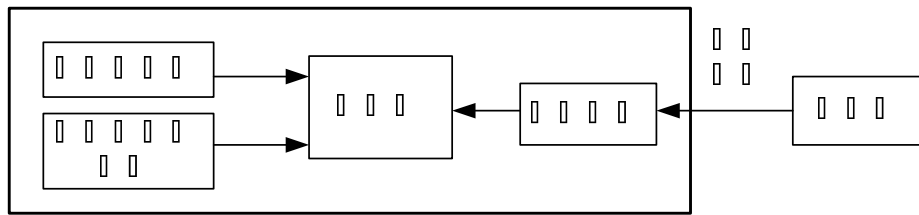
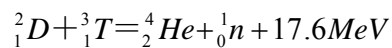


图 9-6 中子成像仪框图

中子成像仪是利用氢的同位素氘 (^2H) 和氚 (^3H) 在一定条件下互相作用, 产生 14MeV 高能中子, 并利用其高能中子进行无损检测。其工作过程: 高压电源产生平均电压为 100kV 的直流高压加于靶电极上; 离子源电源产生的电压加于离子源的阴极和阳极上。工作时, 灯丝加热氘贮存器释放氘气, 在离子源内电离成氘离子, 经吸出、加速后, 以 100keV 以上的能量打到靶上, 发生 D-T 反应产生中子。

核反应方程式为:



中子成像仪所产生中子平均能量为 14MeV, 中子最大产额 $1 \times 10^{11}\text{n/s}$ 。

物质结构中, 中子与质子紧密结合形成稳定的原子核, 核结合能的大小与原子的质量相关。当原子核获得的外能量大于结合能时, 中子可能从核中分裂而释放能量, 释放能谱则表征了不同的物质特性。

中子射入物质时, 因库仑力的作用而具有很强的穿透力, 高能快中子会引起物质的核反应。快中子射入物质后, 受激物质会产生非弹性散射、弹性散射和俘获辐射的过程对应有不同的辐射能谱。

中子成像仪可按时序产生脉冲快中子序列, 同时又按时序对应收集非弹性、弹性和俘获能谱, 并利用能谱来解释物质构造, 从而实现了中子源在无损检测工作中的应用。

(3) 中子成像仪装配、调试、质检工艺流程及产污环节图

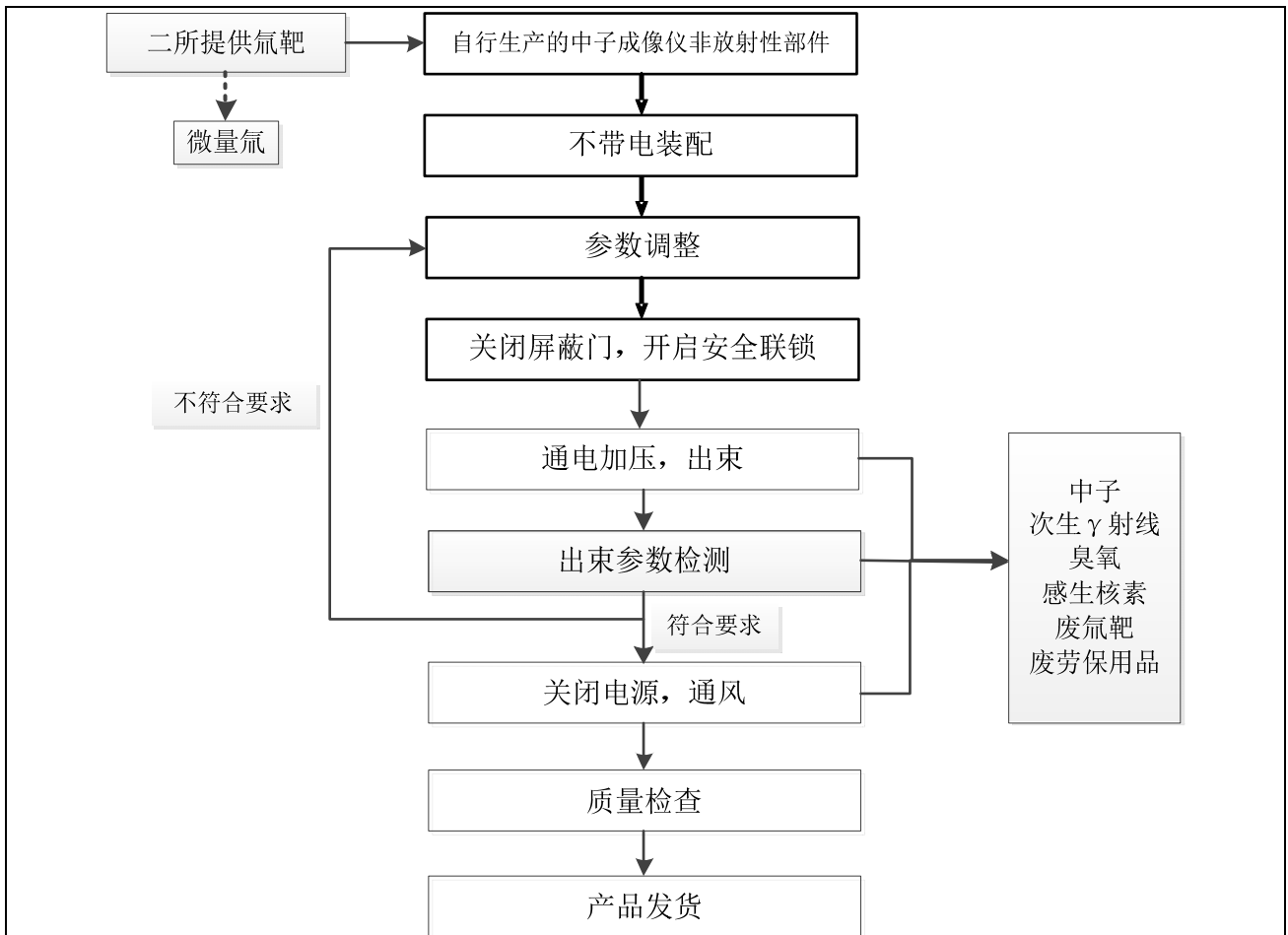


图 9-7 中子成像仪装配、调试、质检工艺流程及产污环节图

(4) 产污环节

中子成像仪与普通的 X 射线装置类似，只有在通电开机出束状态下才会发出中子。中子成像仪射线装置在销售过程中不通电（且设备电压加到 80kV 以上中子管才可产生中子），不会产生射线。此外，由于氚的扩散性和渗透性，氚会以极慢的速率从氚靶和中子管中释放出来，自然释放率很低。因此，在中子成像仪框装配、调试、质检工艺中只有微量氚的自然泄漏。

主要污染工序：

- ①氚靶自然释放氚，可在调试场所内积累微量的氚。
- ②中子、中子俘获 γ 射线以及感生放射性核素

中子成像仪调试操作过程产生中子辐射。中子是一种穿透能力很强的粒子，在屏蔽介质中主要通过弹性散射和非弹性散射损失能量，最后被物质吸收而放出中子俘获 γ 射线以及感生放射性核素。

③废氚靶

中子成像仪中氚靶的寿命一般为 100~200 小时,使用一段时间后中子产额达不到使用要求,将作为废氚靶处理。产品调试过程中,可能产生废氚靶由供货方“二所”负责回收和处置。

④废劳保用品

辐射工作人员在装配中子成像仪氚靶部件安装、运输过程中穿戴的劳保用品,在每日工作完毕后,应作为可能沾污的固体废物,按照“二所”相应固废处置程序进行处置。

评价要求: 严格禁止随意丢弃和擅自掩埋废氚靶。在运输、使用、存储过程中应防止射线装置中氚靶部件丢失、被盗等事故发生,建设单位应建立进出氚靶的登记制度,对贮存、领取、使用均进行登记,建立台帐,做到帐物相符。

(5) 销售业务

公司委托有资质的专业公司进行射线装置(中子成像仪)整机的运输,中子成像仪产品不在公司作任何停留和存放,且射线装置在运输过程中不会通电运行。因此,整个中子成像仪销售过程中不存在影响辐射环境质量的污染工序。

污染源项描述

一、 I、 II、 IV类放射源销售, 非密封放射性物质销售, II、 III类射线装置销售

1、 废放射源

用户在密封放射源达到使用年限后,需进行退役。本项目所涉及 I、 II类放射源,需由用户委托经销单位中广核久源(成都)科技有限公司退运到生产商进行废源处理,进口放射源需由用户委托经销单位中广核久源(成都)科技有限公司退运到国外生产商所在国进行废源处理。

2、 废弃的非密封放射性物质

对于非密封放射性物质使用过程中产生的放射性“三废”,由购买用户自行采取合理方式处置。本报告不对其环境影响进行评价。

3、 退役射线装置

射线装置达到使用年限后,用户应委托有资质单位进行退役。

二、中子成像仪非放射性部件生产

1、废水

本项目成都厂房运营期不产生生产废水，废水为员工生活污水。项目定员 29 人，员工食宿自理，用水量按照每人每天 50L 计算，产污系数为 0.8，则废水产生量为 1.16m³/d，年产生总量为 301.6t。

2、废气

本项目成都厂房开展中子成像仪制造，其生产过程主要为小型加速器、准直屏蔽系统、载物平台、成像系统等非放射性部件的组装测试。电阻、电容、电感等芯片、电子元件、电源驱动等焊接、加工，均委托外协；各仪器包装、组件均委托外协加工，本项目仅按项目设计作业指导书对加工合格的组件进行组装、测试，不涉及生产加工，无生产废气产生。

(3) 噪声

成都厂房运营期噪声为人工组装噪声、设备噪声等。本项目产品均为半成品组装而成。项目噪声产生小，对周围环境影响小。

(4) 固体废弃物

成都厂房运营期间的固体废弃物主要为外购原辅材料的包装材料、废导线、废弃电子器件、生活垃圾。

三、中子成像仪整机装配、调试、质检

1、放射性污染

(1) 贯穿辐射：中子成像仪出束时，产生一定强度的中子，本项目中子成像仪所产生中子的标称能量为14MeV。同时，中子是一种穿透能力很强的粒子，在屏蔽介质中主要通过弹性散射和非弹性散射损失能量，最后被物质吸收而放出中子俘获 γ 射线。

(2) 感生放射性核素：中子可使工作场所内的空气活化，产生感生放射性核素，其产生的核素主要为¹³N、¹⁵O、¹¹C和⁴¹Ar。

(3) 氚：中子成像仪部件中的氚靶自然释放氚，可在调试场所内积累微量的氚。

(4) 放射性固废：包括废氚靶及废劳保用品。

废氚靶：中子成像仪中氚靶的寿命一般为100~200小时，使用一段时间后中子产额达不到使用要求，将作为废氚靶处理。

废劳保用品：辐射工作人员在装配中子成像仪氚靶部件安装、运输过程中穿戴的劳保用

品，在每日工作完毕后，应作为可能沾污的固体废物，按照“二所”相应固废处置程序进行处置。

2、非放射性污染

(1) 臭氧：工作场所中的空气在强辐射照射下，会发生辐照分解现象，产生臭氧等分解产物。加速器输出的束流越强，臭氧的产生量越大。

(2) 噪声：工作场所中通排风系统工作时产生一定强度的噪声。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、代理销售辐射安全防护措施

(1) 公司在现有《辐射安全许可证》扩项完成获得相应批复许可后，方可进行相应的 I、II、IV 类放射源以及 II、III 类射线装置的销售业务。

(2) 公司应完善现有代理销售人员教育培训制度，从事放射源以及射线装置销售的人员应对辐射安全相关知识进行学习，并定期参加环保部门组织的辐射防护安全培训，取得《辐射安全培训证书》，并持证上岗。

(3) 公司在进行代理销售过程中，应明确销售对象必须为已取得《辐射安全许可证》并具有相应许可范围的单位。

(4) 公司应做好相应的放射源、非密封放射性物质、射线装置的销售台账，明确销售的放射源、非密封放射性物质、射线装置的名称、型号、类别、活度、来源、购买单位、销售时间、销售负责人等具体参数及信息，做好销售台账的记录及存档。

(5) 公司应责成运输单位在开展运输前后及运输过程中，做好相应放射性核素货包的监测监督工作。

本项目暂定的运输单位为北京树诚物流有限公司，其道路运输经营许可证包括 II、III、IV、V 类放射源运输，但不具备 I 类放射源的运输许可。因此，环评要求：建设单位应委托具备相应资质许可范围的运输单位开展 I 类放射源的运输作业。

二、放射性工作场所（加速器实验室）辐射安全与防护

1、“两区”管理

本项目于“二所”加速器实验室开展 II 类射线装置（中子成像仪）的生产、使用（调试）活动。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）要求在放射性工作场所内划出控制区和监督区。本次环评中根据国际放射防护委员会第 103 号出版社对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射分区划分，见表 10-1 和图 10-1。

项目单位作为代理方全程不接触放射源，不进行 II 类射线装置安装调试工作。项目单位委托有资质的专业公司进行放射源及射线装置整机的运输，放射源和射线装置不在公司作任何停留和存放，且射线装置在运输过程中不会通电运行。因此，整个代理销售过程中无放射

性操作，不会发生辐射影响环境质量的问题。

表10-1 本项目“两区”划分一览表

设备名称	控制区	监督区
中子成像仪	加速器实验室实验大厅	控制室、走廊过道
备注	控制区内禁止非职业工作人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。	监督区范围内应限制无关人员进入。



图10-1 辐射工作场所（加速器实验室）两区分布图

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并

定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

2、辐射安全及防护措施

由表9“污染源项描述”部分，对中子成像仪生产、使用过程中污染源的分析可知，调试中子成像仪时，在无任何屏蔽设施的情况下，会对中子成像仪的周围环境及人员造成不应有的辐射危害。为减少这种辐射危害，以及避免辐射事故的发生，本项目辐射工作场所加速器实验室已采取了相应的辐射安全防护措施。

(1) 设备固有安全性

本项目所生产的中子成像仪，其中子源部件为小型加速器中子源，其产生的辐射分为瞬时辐射和剩余辐射两类。

瞬时辐射来自包括被加速的带电粒子（如氘离子束）及其与靶材料（如氘靶）相互作用而产生的中子、X射线等次级辐射。瞬时辐射在加速器运行时产生，关机后即消失，是本项目加速器实验室场所辐射屏蔽、防护和监测的主要对象。

剩余辐射是由加速器的初级粒子束和次级辐射在加速器结构材料及环境介质（包括空气、屏蔽物等）中诱发生成的感生放射性，它们在加速器停止运行后继续存在。对于本项目加速器实验室的屏蔽设计要求而言，剩余辐射不是重点对象，但是其对中子成像仪生产过程中的停机调试、更换氘靶的操作人员而言，却是防护的重点。

①加速器中子源只有在通电开机时才有中子产生，断电停机即产生中子。

②显示联锁：当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当实验室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

③控制台上设有蜂鸣器，在加速器中子源工作时发出声音以警示人员防止误入。

④加速器中子源主机上安装紧急制动按钮。

⑤2倍剂量率联锁，时间控制联锁，照射时间和剂量过大不能开机。

从加速器中子源固有安全性能可以看出，加速器中子源在防止事故发生方面，设有相应措施。只要操作人员按照加速器中子源说明书要求严格执行，是能够减少中子对人员的辐射危害和降低辐射事故的发生。

(2) 屏蔽措施

加速器实验室（用于调试中子成像仪，中子能量 14MV）结构设计如附图 5，其建筑材料和屏蔽厚度设计参数如下：

①加速器实验室四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土。屏蔽墙厚1.8m（见下图），采用“S”型迷道，迷道宽0.8m，迷道墙厚1.8m；屋顶厚0.8m；



图10-3 加速器实验室屏蔽墙

②防护门：主屏蔽门（工件、设备进出门，见下图10-4）为单扇电动推拉门，厚1.8m，钢架中空结构，敷设200mm铅层，中空浇灌含硼石蜡。迷道门（人员通道门，见下图10-5）为单扇推拉屏蔽门，钢架中空结构，中空浇灌200mm含硼石蜡。



图10-4 工件设备进出屏蔽门



图10-5 迷道屏蔽门

(3) 辐射防护措施

①感生放射性防护

➤ 产生感生放射性的主要部件和物体

加速器照射头和偏转磁体中的铜、铝等部件受照而产生的感生放射性；加速器束流管及其他结构材料（主要为不锈钢和铝）受照射而引起的感生放射性；加速器冷却水中的氧和混凝土墙中的镁、铝受照射而引起的感生放射性；室内空气受照射而引起的感生放射性等。

➤ 产生的感生放射性核素

参考《辐射防护手册（第一分册）》中相关内容可以了解到，本项目中子成像仪由中子引起的感生放射性，以把装置部位的强度最高。表10-2列出了低能加速器构件及周围环境中的主要感生放射性核素。

表 10-2 低能加速器构件及环境的感生放射性产物

部位	材料	感生放射性核素	半衰期	辐射类型	主要产生方式
照射头部件	铝	^{27}Mg ^{24}Na ^{28}Al	9.5min 14.9h 2.3min	β^- 、 γ β^- 、 γ β^- 、 γ	$^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$ $^{27}\text{Al}(n, a)^{24}\text{Na}$ $^{27}\text{Al}(n, r)^{28}\text{Al}$
	铜	^{62}Cu ^{64}Cu ^{66}Cu	9.7min 12.8h 5.1min	β^+ 、 γ β^+ 、 γ β^- 、 γ	$^{63}\text{Cu}(n, 2n)^{62}\text{Cu}$ $^{65}\text{Cu}(n, 2n)^{64}\text{Cu}$ $^{65}\text{Cu}(n, r)^{66}\text{Cu}$
束流管	不锈钢	^{56}Mn ^{65}Ni	2.6h 38min	β^- 、 γ β^- 、 γ	$^{56}\text{Fe}(n, p)^{56}\text{Mn}$ $^{64}\text{Ni}(n, r)^{65}\text{Ni}$
	铝	^{27}Mg ^{24}Na ^{28}Al	9.5min 14.9h 2.3min	β^- 、 γ β^- 、 γ β^- 、 γ	$^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$ $^{27}\text{Al}(n, a)^{24}\text{Na}$ $^{27}\text{Al}(n, r)^{28}\text{Al}$
偏转磁铁	铜	^{62}Cu ^{64}Cu ^{66}Cu	9.7min 12.8h 5.1min	β^+ 、 γ β^+ 、 γ β^- 、 γ	$^{63}\text{Cu}(n, 2n)^{62}\text{Cu}$ $^{65}\text{Cu}(n, 2n)^{64}\text{Cu}$ $^{65}\text{Cu}(n, r)^{66}\text{Cu}$
	不锈钢	^{56}Mn ^{65}Ni	2.6h 38min	β^- 、 γ β^- 、 γ	$^{56}\text{Fe}(n, p)^{56}\text{Mn}$ $^{64}\text{Ni}(n, r)^{65}\text{Ni}$
结构材料	铝	^{27}Mg ^{24}Na ^{28}Al	9.5min 14.9h 2.3min	β^- 、 γ β^- 、 γ β^- 、 γ	$^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$ $^{27}\text{Al}(n, a)^{24}\text{Na}$ $^{27}\text{Al}(n, r)^{28}\text{Al}$
	铜	^{62}Cu ^{64}Cu ^{66}Cu	9.7min 12.8h 5.1min	β^+ 、 γ β^+ 、 γ β^- 、 γ	$^{63}\text{Cu}(n, 2n)^{62}\text{Cu}$ $^{65}\text{Cu}(n, 2n)^{64}\text{Cu}$ $^{65}\text{Cu}(n, r)^{66}\text{Cu}$
	不锈钢	^{56}Mn ^{65}Ni	2.6h 38min	β^- 、 γ β^- 、 γ	$^{56}\text{Fe}(n, p)^{56}\text{Mn}$ $^{64}\text{Ni}(n, r)^{65}\text{Ni}$
混凝土材料	铝	^{27}Mg ^{24}Na ^{28}Al	9.5min 14.9h 2.3min	β^- 、 γ β^- 、 γ β^- 、 γ	$^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$ $^{27}\text{Al}(n, a)^{24}\text{Na}$ $^{27}\text{Al}(n, r)^{28}\text{Al}$
冷却水	水	^{16}N	7.35s	β^- 、 γ	$^{16}\text{O}(n, p)^{16}\text{N}$
空气	氮	^{13}N	10min	β^+ 、 γ	$^{14}\text{N}(r, n)^{13}\text{N}$

由表10-2可知，低能加速器运行中产生的感生放射性产物，其辐射类型多数为 β^- 、 γ 辐射，也有少量 β^+ 、 γ 辐射。其半衰期最长者为14.9h，而最短者仅有7.35s，均属短半衰期核素。对加速器部件、实验室内设备、墙体和冷却水等固、液态物质产生的感生放射性，其 β^- 和 β^+ 辐射经自吸收、设备屏蔽和距离及自然衰减后，对进入实验室的辐射工作人员已基本无影响。对于 γ 辐射由于穿透力较强，在中子成像仪停机时的调试过程中，辐射工作人员应采用减少操作时间，并与感生放射性较强的设备（如照射头等）保持一定的距离，并佩戴好个人防护用品，以尽量减少感生放射性的影响。

➤ 感生放射性防护措施

a、对加速器部件和墙壁的感生放射性防护

利用感生放射性核素半衰期比较短的特点，待其衰变到环境本底辐射水平后，相关人员才能对感生放射性部件加以处置或与其接触；

采用距离防护方法，利用与其间隔一段距离的办法加以防护；

加速器退役时，应对加速器部件的感生放射性进行一次调查，委托有资质的单位进行监测，测定辐射水平，高于豁免值的部件应作为放射性固体废物进行处理。

b、对空气中的感生放射性防护

用通风方式（通排风系统见下图）将空气中的感生放射性核素排出实验室外；加速器运行时，尽量减少人员进入水冷机房；冷却水系统需要检查、检修时，检修人员应在加速器运行停机一段时间后方可进入水冷机房，进入时应进行辐射监测。



图10-6 实验大厅内通排风系统

②中子防护

本项目主屏蔽门（设备进出门）为单扇电动推拉门，厚1.8m，钢架中空结构，敷设200mm铅层，中空浇灌含硼石蜡。迷道门（人员通道门）为单扇推拉屏蔽门，钢架中空结构，中空浇灌200mm含硼石蜡。经“辐射环境影响评价”章节预测，可以有效防护本项目中子成像仪所产生的中子及其次生辐射。

本项目加速器实验室四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土。屏蔽墙厚1.8m，采用“S”型迷道，迷道宽0.8m，墙厚1.8m；屋顶厚0.8m。

普通混凝土密度为2.3g/cm³，是多种元素的混合物。它既含有轻元素，也含有较重的元素和一定数量的水分，所以，它对中子和光子都有较好的屏蔽作用。同时，混凝土具有良好的结构性能，是较好的建筑材料，多用作固定的中子屏蔽体。

③迷道防护

迷道是利用辐射多次散射以减弱辐射水平的一种进出通道。通过安全的估算方法以及实例均证明，一般经过三次以上散射的迷道，可以保证迷道口工作人员的快中子剂量指数不超过有关的剂量限值。

本项目迷道采取“S”型迷道（见下图），可以确保加速器实验室内中子经过三次以上散射才能到达迷道口。经“辐射环境影响评价”章节校核，可以有效防护本项目中子成像仪所产生的中子及其次生辐射。



图10-7 实验大厅迷道

④个人防护

加速器实验室的辐射工作人员每人应当佩戴个人剂量计。

⑤距离防护

中子成像仪出束调试时，操作人员采取隔室操作方式，控制室与机房之间以屏蔽墙体隔开，通过接受仪器了解中子束流参数是否符合要求。

⑥时间防护

通过制定最优化的产品装配、调试方案，尽量减少射线装置的照射时间。

(4) 辐射安全措施

①控制台及安全联锁

➤ 钥匙控制

控制台上设有防止非工作人员操作的锁定开关，钥匙由专人使用和保管。

➤ 紧急停机按钮

控制台上设紧急停机按钮，在出束调试过程中出现紧急情况时，操作人员按动该按钮就能令加速器停机。

➤ 电视监控与对讲装置

控制室安装电视监控与对讲装置，操作人员通过电视显示屏监视加速器实验室内情况，并通过对讲机与机房内人员联系。（见下图）



图10-8 实验大厅内监视系统

➤ 实验室门与束流联锁

实验室门与加速器联锁，当加速器出束时，实验室门不能被打开。若实验室门被打开，

则自动关闭加速器电源。

➤ 音响提示

实验室内准备出束音响提示，加速器准备出束之前，实验室内有音响提示。

②实验室紧急装置

➤ 紧急止动装置

实验室迷道口墙上距地1.5m处安装1个“紧急停机按钮”，误入人员可第一时间按下紧急停机按钮，离开实验室，防止误照射。（见下图）



图10-8 实验大厅内运行警示灯、紧急停止按钮

➤ 可靠的供电系统

加速器实验室位于“二所”科研生产区，具备双回路双电源供电，确保实验室用电稳定。

③警示标志与工作状态显示

加速器实验室防护门外拟设置明显的电离辐射警告标志（图10-9）和工作状态指示灯（图10-10）。加速器处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。



图10-9 实验大厅外电离辐射警告标志



图10-10 实验大厅外工作状态指示灯

④剂量报警设备

➤ 个人剂量报警仪

为防止加速器操作人员、物理师被误照射，拟为加速器操作人员、物理师配备个人剂量报警仪。

➤ 室内固定式剂量报警仪

为使操作人员及时了解加速器实验室内的辐射水平，以及防止误照射，在实验室内安

装固定式剂量监测仪（带剂量显示功能）。固定式剂量监测仪的探头安装在实验室的迷道内墙上（靠近防护门），显示屏安装在控制室墙上，易于操作人员看见的地方。

根据现场踏勘请款，本项目加速器实验室的固定式剂量监测仪不带报警功能。**环评要求：建设单位应与“二所”沟通，更换配置固定式剂量报警仪，只要迷道内的剂量超过预置的剂量阈值，固定式剂量报警仪就应报警，警示操作人员不能进入实验室，以防误照射。**

⑤其他防护措施（人员出入插卡与加速器电源联锁）

为进一步确保工作人员辐射防护安全，加速器实验大厅采取了出入刷卡防护设施（见下图）。进入加速器大厅需要取卡进厅，出厅之后需要将卡片插回卡座，当有卡座处于无插卡状态时，加速器调试系统无法通电。



图10-11 实验大厅外出入插卡联锁系统

三、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所生产、使用（调试）的II类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表10-5

表10-5 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
加速器实验室	防火	加速器实验室安装有烟气报警装置和消防栓，同时在工作人员容易触及的地方均配置有干粉式灭火器。
	防水	地面做了较好的防水设计（厂房周围设置有排水沟），不受地下水影响。

<p>防盗、防抢和防破坏</p>	<p>①本项目加速器实验室位于“二所”科研生产区，纳入相应军事管理区管辖范围，日常安保巡逻可以满足防盗、防抢和防破坏要求； ②工作场所设置有监控摄像头实行 24h 实时监控；</p>
<p>防泄漏</p>	<p>①本项目辐射工作场所屏蔽措施完善，实体屏蔽外表面辐射剂量率小于 2.5 μ Sv/h 的剂量管理约束值要求； ②建设单位委托“二所”每月开展工作场所辐射检测一次，对屏蔽设施完整情况及工作场所射线泄露情况进行检测。 ③规范设置辐射“两区”管理警示线、电离辐射警告标志等，并定期检查工作状况，确认是否需要调整或更改。 ④本项目生产中子成像仪所需的氚靶来自于“二所”，采用铅罐密闭包装，氚靶的安装、更换及退役均由“二所”专业人员配合项目建设单位人员实施，废氚靶、装源后的空铅罐由“二所”进行回收。</p>

三废的治理

一、 I、II、IV类放射源销售，非密封放射性物质销售，II、III类射线装置销售

1、废放射源

用户在密封放射源达到使用年限后，需进行退役。本项目所涉及 I、II 类放射源，需由用户委托经销单位退运到生产商进行废源处理，进口放射源需由用户委托经销单位退运到国外生产商所在国进行废源处理。

2、非密封放射性物质

对于非密封放射性物质使用过程中产生的放射性“三废”，由购买用户自行采取合理方式处置。本报告不对其环境影响进行评价。

3、退役射线装置

射线装置达到使用年限后，用户应委托有资质单位进行退役。

二、中子成像仪非放射性部件生产

1、废水

(1) 废水的产生

本项目成都厂房运营期不产生生产废水，废水为员工生活污水。项目定员 29 人，员工食宿自理，用水量按照每人每天 50L 计算，产污系数为 0.8，则废水产生量为 1.16m³/d，年产生总量为 301.6t。

(2) 废水的治理和排放

本项目成都厂房废水为生活污水，其产生量小，厂房内不设污水处理设施，污水依托园区化粪池预处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，排入科园南二路市

政污水管网经成都市第三污水处理厂，处理达到《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准后排入锦江。

成都厂房生活污水产生、治理及排放情况见下表：

表 10-6 本项目生活废水污染物产生、治理及排放情况

项目		污水量	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N
处理前	浓度 (mg/L)	—	400	200	200	30
	年排放量 (t/a)	301.6	0.12	0.060	0.060	0.009
处理措施		孵化园化粪池				
处理后	浓度 (mg/L)	—	160	140	100	24
	年排放量 (t/a)	301.6	0.048	0.042	0.030	0.007
《污水综合排放标准》GB8978-1996 三级标准, (mg/L)		—	500	300	400	—
成都第三污水处理厂		改良型“A2/O”工艺				
污水处理厂处理后浓度 (mg/L)		—	60	20	20	8
污水处理厂处理后排放量 (t/a)		301.6	0.012	0.006	0.006	0.002
《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002) 一级 B 标, (mg/L)		—	60	20	20	8

2、废气

本项目成都厂房开展中子成像仪制造，其生产过程主要为小型加速器、准直屏蔽系统、载物平台、成像系统等非放射性部件的组装测试。电阻、电容、电感等芯片、电子元件、电源驱动等焊接、加工，均委托外协；各仪器包装、组件均委托外协加工，本项目仅按项目设计作业指导书对加工合格的组件进行组装、测试，不涉及生产加工，无生产废气产生。

3、噪声

成都厂房运营期噪声为人工组装噪声、设备噪声等。本项目产品均为半成品组装而成。项目噪声产生小，对周围环境影响小。

成都厂房噪声产生、治理情况见下表：

表 10-7 成都厂房噪声产生及治理情况（单位 dB (A)）

编号	噪声源	源强	处理措施	处理后噪声级
1	组装碰撞	65	加强管理、厂房隔声、距离衰减	55
2	工作人员	60	加强管理、厂房隔声、距离衰减	50

4、固体废弃物

成都厂房运营期间的固体废弃物主要为外购原辅材料的包装材料、废导线、废弃电子器件、生活垃圾。

成都厂房固废产生、排放情况见下表：

表 10-8 成都厂房运营期固体废弃物排放情况

序号	污染物	单位	产生量	来源	处置方式	排放去向
----	-----	----	-----	----	------	------

1	生活垃圾	t/a	2.26	员工生活	收集交环卫部门统一处理	对环境无明显影响
2	废包装材料	t/a	0.01	组装	分类收集至项目设置的可回收资源暂存处，定期由废品回收站回收处理	
2	废导线	kg/a	2			
3	废弃电子元器件	个/a	约 30			

三、中子成像仪整机装配、调试、质检

1、放射性污染

(1) 贯穿辐射：中子成像仪出束时，产生一定强度的中子，本项目中子成像仪所产生中子的标称能量为14MeV。同时，中子是一种穿透能力很强的粒子，在屏蔽介质中主要通过弹性散射和非弹性散射损失能量，最后被物质吸收而放出中子俘获 γ 射线。

对于中子,本项目通过设置合理的辐射屏蔽措施对其直射、散射等照射途径进行辐射防护。

对于中子俘获 γ 射线，本项目通过设置合理的辐射屏蔽措施将中子俘获 γ 射线与中子一并进行辐射屏蔽。

(2) 感生放射性核素：中子可使工作场所内的空气活化，产生感生放射性核素，其产生的核素主要为 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{11}C 和 ^{41}Ar 。本项目加速器实验室设置通风系统排放感生放射性核素，通风换气次数满足相应辐射防护需求。

(3) 氚：氚靶自然释放氚，可在调试场所内积累微量的氚。由于氚靶的氚自然释放率很低，在存贮或使用过程中，调试场所空间积累氚的数量极少，通过通排风系统或自然通风扩散到周边大气环境中，其放射性影响可以忽略。

(4) 放射性固废废氚靶：包括废氚靶及废劳保用品。

中子成像仪中氚靶的寿命一般为100~200小时，使用一段时间后中子产额达不到使用要求，将作为废氚靶处理。“二所”具备处理与处置废氚靶的能力与条件，不会造成二次污染。

辐射工作人员在装配中子成像仪氚靶部件安装、运输过程中穿戴的劳保用品，在每日工作完毕后，应作为可能沾污的固体废物，按照“二所”相应固废处置程序进行处置。

(5) 中子成像仪退役

在中子成像仪中氚靶达到使用年限后，用户可委托经销单位在用户所在地寻找有资质的回收单位进行回收，或委托氚靶生产单位“二所”进行退役回收工作。

2、非放射性污染

本项目在运行期间产生的非放射性污染物主要是臭氧、噪声、生活污水和生活垃圾等。具体治理措施如下：

(1) 臭氧治理措施

由于中子成像仪加速器中子源的运行，加速器实验室产生有害气体，如臭氧、氮氧化物等。为确保辐射工作人员的安全，辐射工作场所采取通风换气措施。

加速器实验室通过排气扇排风，换气次数为4次/h。加速器实验室迷道门上设有进风口，内墙上部设置排风口，采用低噪声排风机将实验室内的气体导出机房，最终通过排风系统引至地面排放。

(2) 废水处理措施

项目运行后，废水主要为辐射工作人员产生的生活污水。处理措施：依托已有的污水处理站处理，处理达标后排入市政污水管网。

(3) 噪声治理措施

本项目噪声源为加速器水泵、空调机、风机和通风管道。噪声防治措施包括：空调系统及通风系统均采用低噪声设备，噪声较大的设备均由设备机房隔离；水泵、空调机、风机均采取减振措施；风机进出口设软接头，水泵进出口设橡胶减振接头等。

(4) 固体废物理措施

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

4、环保投资估算

本项目总投资1200万元，辐射防护及环保投资38万元，占总投资的3.17%。本项目环保投资估算见表10-9、表10-10。

表10-9 成都厂房（成都S区）环保投资估算一览表

项目	内容	治理措施	投资额 (万元)	备注	
施工期	废气治理	扬尘、废气	已及时清扫厂房地面，合理安排时间，文明施工	0.5	已落实
	废水治理	生活污水	依托园区生活污水处理设施	/	
	噪声治理	施工噪声	合理安排施工时间，尽量避免午间和夜间施工	0.5	已落实
	固废处置	建筑弃渣 生活垃圾	装修过程中产生的废弃材料尽量回收利用；生活垃圾统一收集交环卫部门清运处理	/	已落实
营运期	废水治理	生活污水	生活污水依托园区生活污水处理设施处理后，通过园区污水管网排入成都市第三污水处理厂处理达标排至锦江	/	
	噪声治理	安装噪声	组装、生产过程加强管理，规范员工操作，厂房隔声处理	1.5	
	固废治理	生活垃圾	设垃圾桶，集中收集后由环卫部门统一处理	2	
		废包装材料	分类收集后暂存至项目设置的可再利用废弃物存放区，定期交由再生资源利用单位处理	/	
	废电子元器件	收集后暂存，交由供货商回收	0.5		
合计			5		

表10-10 加速器实验室（绵阳T区）辐射防护设施（措施）及环保投资估算一览表

项目	设施	金额（万元）	备注	
施工期	扬尘、废气	及时清扫厂房地面，合理安排时间，文明施工	0.5	
	生活污水	依托现有生活污水处理设施	0.5	
	施工噪声	合理安排施工时间，避免午间和夜间施工	0.5	
	建筑弃渣	装修过程中产生的废弃材料尽量回收利用；生活垃圾统一收集交环卫部门清运处理	0.5	
运营期（非放）	生活污水	生活污水依托现有生活污水处理设施收集处理后排入市政污水管网	/	依托现有
	噪声	组装、生产过程加强管理，规范员工操作，厂房隔声处理	1.5	
	固废	设垃圾桶，生活垃圾集中收集后由环卫部门统一处理	2	
		废包装分类收集后暂存至项目设置的可再利用废弃物存放区，定期交由再生资源利用单位处理	/	
	废元器件收集后暂存，交由供货商回收	0.5		
加速器实验室	辐射屏蔽措施	机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土。屏蔽墙厚1.8m、迷道墙厚1.8m、迷道宽0.8m；屋顶厚0.8m。	/	依托现有
		主屏蔽门（设备进出口）为单扇电动推拉门，厚1.8m，钢架中空结构，敷设200mm铅层，中空浇灌含硼石蜡。迷道门（人员通道门）为单扇推拉屏蔽门，钢架中空结构，敷设20mm铅层，中空浇灌含硼石蜡。	/	依托现有
	场所设施与防护	入口电离辐射警示标识	/	依托现有
		入口工作状态显示		
		场所分区布局标识		
		通风设施（由外向里送风）	10	新增
		卫生通过间		
		氚靶储存在干燥箱内，然后放入通风柜中	/	依托现有
		真空泵系统检修防护设备		
		废真空泵油存储容器		
		前极泵排气口氚处理系统		
		放射性废物暂存容器		
	个人防护用品（铅衣、铅围脖、铅眼镜等个人防护用品10套）	10	新增	
	专用的氚靶操作工具			
	监测措施	固定式中子剂量监测报警仪（控制台能显示各监测点剂量值）	10	新增
		个人剂量报警仪	/	依托现有
个人剂量计（中子和 γ ）（每人两个）				
可携式中子剂量仪		2	新增	
氚污染监测仪				
其他辐射安	操作台上“紧急止动”装置1套	/	依托现有	

	全设施设备	迷道口紧急停机开关1个		
		电视监控系统与对讲装置1套		
		门机联锁1套		
		门灯联锁1套		
		控制台上参数选择显示并与启动装置联锁1套		
		各类安全联锁检查装置1套		
代理销售	代理销售人员培训（预留）	5		
合计		33	/	

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

中广核久源（成都）科技有限公司在现有租赁办公楼办公，该场所无土建施工，不涉及施工期环境污染问题。

成都厂房施工期仅进行装修和设备安装，无土建工程，室内装修和设备安装已于 2016 年 4 月结束，根据现场调查，项目施工期严格落实了环保措施，无环保投诉事件及相关扰民事件发生，施工期未造成明显的环境影响。

中子成像仪整机装配调试质检于“二所”现有加速器实验室开展，无土建施工需求，不涉及施工期环境污染问题。

运行阶段对环境的影响

一、I、II、IV类放射源销售，非密封放射性物质销售，II、III类射线装置销售业务

1、废放射源

用户在密封放射源达到使用年限后，需进行退役。本项目所涉及 I、II 类放射源，需由用户委托经销单位退运到生产商进行废源处理，进口放射源需由用户委托经销单位退运到国外生产商所在国进行废源处理。

2、非密封放射性物质

对于非密封放射性物质使用过程中产生的放射性“三废”，由购买用户自行采取合理方式处置。本报告不对其环境影响进行评价。

3、退役射线装置

射线装置达到使用年限后，用户应委托有资质单位进行退役。

4、销售业务环境影响

本项目销售业务中，项目单位作为代理方全程不接触放射源、非密封放射性物质及射线装置。项目单位委托有资质的专业公司进行运输，放射源、非密封放射性物质及射线装置不在公司作任何停留和存放，且射线装置在运输过程中不会通电运行。因此，整个代理销售过程中无放射性操作，不会发生辐射影响环境质量的问题。销售业务中主要针对使用方，提出废放射源、废弃的非密封放射性物质、退役射线装置的处置要求。

5、销售过程中其它应注意的问题

(1) 运输环节辐射安全：

①放射源、非密封放射性物质及射线装置的运输应委托专业公司负责，在运输过程中应做到专车运送，专人负责。运输时，运输车辆要符合防护和安全要求，运输途中要有专人押运，防止发生放射源、非密封放射性物质及射线装置丢失和其他意外事故。整个运输过程中的辐射环境安全由运输任务委托方和承运单位负责。押运人员佩戴个人剂量计，进行个人剂量监测，建立个人剂量档案。

②运输由具有放射源运输资质的单位承运。货包表面剂量率应符合国际和国内相关标准，货包表面放射性剂量率由有检测资质的部门监测，监测合格后装车。并对运输车表面及距车外表面处进行辐射水平监测，监测合格后予以运输。运输过程对环境辐射影响在国家规定允许范围内，符合《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）。货包表面任一点表面剂量率、运输车外表面处的剂量率均应小于国家标准限值。

③承运单位负责安全运送至目的地，中途若出现事故，承运单位应立即启动应急预案，通知中广核久源（成都）科技有限公司，并及时报告环保及相关主管部门。

④由有资质的单位负责运输工具表面剂量率监测。

(2) 项目单位应根据本次项目新增的辐射安全许可证内容，完善现有的销售管理制度，并按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（第31号）的规定完善现有的辐射设备事故应急处理预案。

(3) 建立销售台账：根据其他适用的监管要求对所有放射源、非密封放射性物质及射线装置进行台帐管理，保存有关记录。同时应完善现有销售、转让、管理规章制度、事故报告制度。

(4) 销售进口放射源时，应当具有源生产厂家负责回收的承诺文件。

(5) 在运输、装卸放射源、非密封放射性物质时，注意不要把相应容器和源外壳打破，以免造成辐射和污染事故。应配备辐射环境巡检仪和直读式个人剂量报警仪，完善应急监测手段和辐射事故应急措施。放射源购置、退役和进出严格执行国家相关法规制度，办理相关手续。

(6) 公司进口、代理销售放射源依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定申领许可证。

评价要求：

① 禁止向无辐射安全许可证单位、企业销售放射源、非密封放射性物质及射线装置。

② 禁止向未经审批单位销售放射源、非密封放射性物质及射线装置。

③ 禁止向资格不匹配的单位或企业销售放射源、非密封放射性物质及射线装置。

④ 禁止向单位、企业销售不匹配的放射源、非密封放射性物质及射线装置。

⑤ 严格放射源、非密封放射性物质及射线装置关于代理销售、使用、运输、储存的有关规定,确保辐射防护安全,确保环境不受污染。

二、中子成像仪非放射性部件生产

1、地表水影响分析

本项目成都厂房运营期废水为员工生活污水,生活污水排放量为1.16m³/d,依托园区化粪池预处理达处理达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后,排入科园南二路市政污水管网经成都市第三污水处理厂,处理达到《城镇污水处理站污染物排放标准》(GB18918-2002)一级B标准后排入锦江。综上所述,本项目对水环境无明显影响。

2、空气环境影响分析

成都厂房不涉及生产加工,无生产废气产生。

3、声环境影响分析

成都厂房运营期噪声为人工组装噪声、设备噪声等。通过加强管理,厂房隔声,噪声对周围环境没有明显影响。

4、固体废物对环境的影响分析

成都厂房运营期间的固体废弃物主要为外购原辅材料的包装材料、废导线、废弃电子器件、生活垃圾。

成都厂房固废产生、排放情况见下表:

表 11-1 成都厂房运营期固体废物排放情况

序号	污染物	单位	产生量	来源	处置方式	排放去向
1	生活垃圾	t/a	2.26	员工生活	收集交环卫部门统一处理	对环境无明显影响
2	废包装材料	t/a	0.01	组装	分类收集至项目设置的可回收资源暂存处,定期交废品回收部门回收处理	
2	废导线	kg/a	2			
3	废弃电子元器件	个/a	约 30			

由上表可知,成都厂房固体废物均得到了有效处置,不会对周边环境造成二次污染。

三、中子成像仪整机装配、调试、质检

本项目于“二所”加速器实验室新增开展中子成像仪整机装配、调试、质检业务。通过分析,中子成像仪整机装配、调试、质检工艺过程中,主要的环境影响来自中子、中子俘获

γ 射线、感生放射性核素、氚、废氚靶、废劳保用品、臭氧等污染物。针对中子成像仪的辐射环境影响，本评价通过采用模式预测方式进行分析评价

根据项目单位提供的资料，本项目投产后，中子成像仪年产量约 8 台，单台平均调试出束时间以 2min 计，单台产品自装配、调试至成品所需出束次数以 100 次，则每年加速器出束时间合计约 1600min。

1、中子及中子俘获 γ 射线辐射影响

(1) 机房屏蔽体厚度核算

根据《辐射防护概论》，当初级中子束是决定屏蔽层后的主要因素时，厚度为 d 的屏蔽层后，中子透射系数满足以下公式：

$$\zeta_n = 2.8 \times 10^{-4} \times \frac{H_L \cdot r^2}{\phi_0 \cdot q} \dots\dots\dots \text{(式 11-1)}$$

式中：

ζ_n —中子透射系数，Sv·cm²；

H_L —剂量当量指数率的控制水平，Sv/h；对于本项目而言，屏蔽体外剂量约束值为 2.5E-6Sv/h；

r—参考点到源（氚靶）之间的距离，m；

q—参考点的居留因子；

ϕ_0 —距离源 1m 处的中子注量率，m²·cm⁻²·s⁻¹；该参数计算公式如下：

$$\phi(0^\circ \text{或} 90^\circ) = I \times y_r(0^\circ \text{或} 90^\circ) \times 10^{-4} / r^2 \dots\dots\dots \text{(式 11-2)}$$

式中：

$\phi(0^\circ \text{或} 90^\circ)$ —当加速器离子束流强度为 I 时，距靶（即中子源）r 处的中子注量率，m²·cm⁻²·s⁻¹；

I—加速器离子束流，μA；本项目取值 2000 μA；

r—参考点到源（氚靶）之间的距离，m；

$y_r(0^\circ \text{或} 90^\circ)$ —该参数表示与单位离子束流相应，沿各方向单位之内，向单位立体角所发射的中子数。通过中子源的中子产额 y（本项目为 5E+7 μA⁻¹·s⁻¹），查询《辐射防护导论》中表 5.3 而得到。

本项目中子成像仪为 T(d, n)⁴He 反应，各方向的中子注量率查询数据如下。

表11-2 中子成像仪各方向的中子注量率

核反应类型	入射粒子能量 MeV	A	B
		$y_r(90^\circ) / y_r(0^\circ)$	$y_r(0^\circ) / y$
T (d, n) ⁴ He	0.2	~1	~0.1

由上表可见，对于 T (d, n) ⁴He 反应

$$y_r(0^\circ) / y \approx 0.1$$

$$y_r(90^\circ) / y_r(0^\circ) \approx 1$$

$$\text{即 } y_r(90^\circ) / y \approx 1$$

由此可知，离子束流0°方向与90°距靶1m处的中子注量率是近乎相同的，由《辐射防护道路》中表5.3可以得知，当氦核能量很低时，沿不同方向出射的中子能源变化不大。因此，为保守计，评价将本项目中子成像仪所产生的中子近似视为各向同性中子源。

$$\phi(0^\circ \text{或} 90^\circ) = I \times y_r(0^\circ \text{或} 90^\circ) \times 10^{-4} / r^2 = 2000 \times 5 \times 10^7 \times 10^{-4} = 10^7 \text{ m}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

根据公式11-1，计算当屏蔽体外剂量率达到2.5 μSv/h时，加速器实验室墙体、门的应具备的中子透射系数，并根据中子能量，由《辐射防护导论》附图32~34中查找所需的屏蔽厚度。依据所查得的屏蔽厚度，对加速器实验室墙体、门的校核结果如下

表11-2 加速器实验室墙体及屏蔽门厚度校核（屏蔽体外剂量率限值2.5 μSv/h）

考察点位	受照类型	距离	居留因子	屏蔽体及厚度	校核厚度	核算结果
加速器实验室南墙外控制间	职业人员	10m	1	180cm混凝土	163cm混凝土	满足要求
加速器实验室迷道出口外过道	公众	8m	1/4	180cm混凝土+20cm石蜡	148cm混凝土	满足要求
加速器实验室西墙外	公众	14m	1/4	180cm混凝土	140cm混凝土	满足要求
加速器实验室西墙屏蔽门外	公众	14m	1/4	20cm铅+160cm石蜡	20cm铅+71cm石蜡	满足要求
加速器实验室北墙外	公众	8m	1/4	180cm混凝土	148cm混凝土	满足要求
加速器实验室东墙外	公众	6m	1/4	180cm混凝土	152cm混凝土	满足要求

由表11-2可知，项目加速器实验室墙体厚度和屏蔽门厚度均符合要求。

(2) 中子辐射剂量分析

①加速器机房周围环境各方位的功能及用途

加速器实验室南侧为控制室，西侧、北侧与东侧墙外为空地，屋顶为加速器主体。

②预测点位选取

本次评价选取加速器实验室南侧控制室（1#），加速器实验室南侧屏蔽门口过道（2#），西侧屏蔽墙外空地（3#），西侧主屏蔽门外空地（4#），北侧屏蔽墙外空地（5#），东侧屏蔽墙外空地（6#）。共取6个预测点位，预测点位布置见附图。

③透射剂量计算

依据《辐射防护导论》的中子屏蔽计算方法，对本项目中子成像仪所在加速器实验室的中子透射的剂量计算公式如下：

$$H_n = \frac{\delta}{4\pi r^2} \cdot f_H \cdot (B_1 \cdot B_2 \dots B_n) \cdot e^{-(\Sigma_{R1}d_1 + \Sigma_{R2}d_2 + \dots + \Sigma_{Rn}d_n)} \dots \text{(式11-3)}$$

式中：

H_n —距中子源 r 米处，经过屏蔽层（混凝土/铅/石蜡）后，中子剂量当量指数率， $\mu\text{Sv/s}$ ；

δ —中子产额， n/s ；

f_H —剂量当量指数因子， $10^{-15}\text{Sv} \cdot \text{m}^2$ ；对于 14MeV 中子，取值 $4.27 \times 10^{-14}\text{Sv} \cdot \text{m}^2$ ；

B_1 、 B_2 ... B_n —不同物质对中子的积累因子，对于厚度不小于 20cm 的水、石蜡、聚乙烯等含氢材料， $B_n=5$ ；对铅， $B_n=3.5$ ；对铁， $B_n=2.6$ ；对混凝土，取值 3.5 ；

Σ_{R1} 、 Σ_{R2} ... Σ_{Rn} —不同物质对中子的宏观分出截面， cm^{-1} ；普通混凝土取值 0.089 ，石蜡取值 0.118 ，铅取值 0.1189 ；

依据公式（11-3）估算本项目各预测点位中子透射剂量结果如下表。

表11-3 加速器实验室各预测点位透射剂量估算表

预测点位	受照类型	距离	居留因子	屏蔽体及厚度	剂量当量指数率Sv/s	年工作时间s	年照射剂量mSv/a	剂量约束值mSv/a
加速器实验室南墙外控制间	职业人员	10m	1	180cm混凝土	1.31E-12	96000	1.26E-04	5
加速器实验室迷道出口	公众	8m	1/4	180cm混凝土+20cm石蜡	9.68E-13	96000	9.29E-05	0.1
加速器实验室西墙外空地	公众	14m	1/4	180cm混凝土	6.70E-13	96000	6.43E-05	0.1
加速器实验室西墙屏蔽门外	公众	14m	1/4	20cm铅+160cm石蜡	1.83E-14	96000	1.75E-06	0.1
加速器实验室北墙外空地	公众	8m	1/4	180cm混凝土	2.05E-12	96000	1.97E-04	0.1
加速器实验室东墙外空地	公众	6m	1/4	180cm混凝土	3.65E-12	96000	3.50E-04	0.1

④天空反散射剂量计算

由于贯穿辐射（如 X 射线、 γ 射线、中子等）穿过屋顶，由于大气对辐射的散射作用，

是辐射源所在的建筑物周围出现较强的辐射场，这种现场称为“天空反散射”。因此，在考虑该类型辐射源装置是，屋顶必须有足够的厚度，以使由于天空反散射造成的剂量当量指数率控制在有关的限值以下。

对中子辐射源，如果大气对中子的反散射是确定相应实验室屋顶屏蔽的主要因素，则可以根据中子源到参考点的距离 r 、屋顶屏蔽材料对中子的透射系数 ζ_n ，计算参考点处的剂量当量率。具体公式如下

$$H_L = \frac{\zeta_n \cdot \varphi_0 \cdot \Omega}{3.3 \times 10^{-5} \cdot r^2} \dots\dots\dots \text{ (式 11-4)}$$

式中：

H_L —参考点所受到的天空反散射剂量率，Sv/h；

ζ_n —屋顶屏蔽材料对中子的透射系数， $\text{Sv} \cdot \text{cm}^2$ ；对于不同厚度的混凝土层屋顶，可根据中子能量、核反应方式的不同，由《辐射防护导论》附图 32~34 查得的相应的透射系数；本项目中子能量参数 14MeV，0.8m 厚混凝土屋顶，查对应附图 33，可得透射系数为 $4 \times 10^{-12} \text{ Sv} \cdot \text{cm}^2$ ；

r —参考点到源（氚靶）之间的距离，m；

φ_0 —距离源 1m 处的中子注量率， $\text{m}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ；对于本项目中子成像仪而言， $\varphi(0^\circ \text{ 或 } 90^\circ) = I \times y_r(0^\circ \text{ 或 } 90^\circ) \times 10^{-4} / r^2 = 1 \times 10^{11} \times 10^{-4} / r^2 (\text{m}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$

Ω —辐射源对屋顶张的立体角，sr；本项目为保守计，取值 2π ；

依据公式（11-4）估算本项目各预测点位中子透射剂量结果如下表。

表11-4 加速器实验室各预测点位天空反散射剂量估算表

预测点位	距离	屋顶屏蔽体及厚度	透射系数 $\text{Sv} \cdot \text{cm}^2$	中子注量率 $\text{m}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	剂量当量指数率 Sv/h	年工作时间h	年照射剂量 mSv/a	剂量约束值 mSv/a
加速器实验室南墙外控制间	10m	80cm混凝土	4.00E-12	1.00E+05	7.61E-14	26.67	2.03E-09	5
加速器实验室迷道出口	8m	80cm混凝土	4.00E-12	1.56E+05	1.86E-13	26.67	4.96E-09	0.1
加速器实验室西墙外空地	14m	80cm混凝土	4.00E-12	5.10E+04	1.98E-14	26.67	5.28E-10	0.1
加速器实验室西墙屏蔽门外	14m	80cm混凝土	4.00E-12	5.10E+04	1.98E-14	26.67	5.28E-10	0.1
加速器实验室北墙外空地	8m	80cm混凝土	4.00E-12	1.56E+05	1.86E-13	26.67	4.96E-09	0.1
加速器实验室东墙外空地	6m	80cm混凝土	4.00E-12	2.78E+05	5.87E-13	26.67	1.57E-08	0.1

(4) 中子俘获 γ 射线

在快中子的非弹性散射和热中子被吸收的过程中，都会产生次级 γ 辐射。对次级 γ 辐射可以采用传统的 γ 辐射屏蔽方法进行屏蔽。参考《辐射防护导论》等资料，在实际的屏蔽设计中，为慢化中子已使用了不少中等重量以上的材料，该部分材料对次级 γ 辐射均具有相应的屏蔽能力，屏蔽体在防护中子的过程中，已足以屏蔽掉次级 γ 辐射。因此，本评价不再对中子俘获 γ 射线所造成的环境影响与个人剂量进行单独评估。

(5) 剂量叠加

综合表 11-3、表 11-4，本项目中子成像仪调试过程出束所致辐射工作人员和公众剂量汇总见下表。

表11-5 加速器实验室各预测点位剂量叠加表

预测点位	距靶距离	中子透射剂量 (mSv/a)	天空反散射剂量 (mSv/a)	剂量叠加值 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	是否达标
加速器实验室南墙外控制间	10m	1.26E-04	2.03E-09	1.26E-04	5 (职业人员)	是
加速器实验室迷道出口	8m	9.29E-05	4.96E-09	9.29E-05	0.1 (公众)	是
加速器实验室西墙外空地	14m	6.43E-05	5.28E-10	6.43E-05	0.1 (公众)	是
加速器实验室西墙屏蔽门外	14m	1.75E-06	5.28E-10	1.75E-06	0.1 (公众)	是
加速器实验室北墙外空地	8m	1.97E-04	4.96E-09	1.97E-04	0.1 (公众)	是
加速器实验室东墙外空地	6m	3.50E-04	1.57E-08	3.50E-04	0.1 (公众)	是

由上表可知，本项目职业工作人员年有效剂量最大为 1.26×10^{-4} mSv/a，低于本项目要求的2mSv/a剂量约束限值要求。

加速器实验室周边公众人员的最大年有效剂量叠加值为 3.50×10^{-4} mSv/a，低于本项目要求的0.1mSv/a剂量约束限值要求。

2、感生放射性的影响分析

(1) 感生放射性的来源及其防护措施

中子成像仪的加速器中子源能量较高时，产生的初级与次级辐射同受照物质相互作用，使其活化而释放出 β 、 γ 等辐射的现象，称为感生放射性。由于它不与加速器辐射的发射同步，且加速器停止运行和发射后，它尚能继续释放一段时间，故又称为加速器的缓发辐射或剩余辐射。

对于本项目加速器实验室的屏蔽设计要求而言，剩余辐射不是重点对象，但是其对中子

成像仪生产过程中的停机调试、更换氚靶的操作人员而言，却是防护的重点。

对本项目的中子成像仪加速器中子源而言，引起感生放射性的主要部件和物体有：a. 照射头中的铜、铝等部件受照而产生的感生放射性；b. 偏转磁体中的铜、铝等部件受照而产生的感生放射性；c. 束流管及其它结构材料受照射而引起的感生放射性；d. 冷却水中的氧和混凝土墙体中的镁、铝受照射而引起的感生放射性；e. 室内空气受照射而引起的感生放射性等。加速器中子源出束产生中子过程中，污染中子引起的感生放射性及主要产物列于本报告表 10-2 中所示。

由表 10-2 知，本项目低能加速器运行中产生的感生放射性产物，其辐射类型多数为 β^- 、 γ 辐射，也有少量 β^+ 、 γ 辐射。其半衰期最长者为 14.9h，而最短者仅有 7.35s，均属短半衰期核素。对加速器部件、实验室内设备、墙体和冷却水等固、液态物质产生的感生放射性，其 β^- 和 β^+ 辐射经自吸收、设备屏蔽和距离及自然衰减后，对辐射工作人员已基本无影响。对于 γ 辐射，由于穿透力较强，在中子成像仪停机时的调试过程中，辐射工作人员应采用减少操作时间，并与感生放射性较强的设备（如照射头等）保持一定的距离，并佩戴好个人防护用品，以尽量减少感生放射性的影响。

本项目所采取的感生放射性防护措施主要包括：

①对加速器部件和墙壁的感生放射性防护

利用感生放射性核素半衰期比较短的特点，待其衰变到环境本底辐射水平后，相关人员才能对感生放射性部件加以处置或与其接触；

采用距离防护方法，利用与其间隔一段距离的办法加以防护；

加速器退役时，应对加速器部件的感生放射性进行一次调查，委托有资质的单位进行监测，测定辐射水平，高于豁免值的部件应作为放射性固体废物进行处理。

②对空气中的感生放射性防护

用通风方式将空气中的感生放射性核素排出实验室外；

加速器运行时，尽量减少人员进入机房；

冷却水系统需要检查、检修时，检修人员应在加速器运行停机一段时间后方可进入，进入时应进行辐射监测；

加速器退役停机后，应将其在实验室内作适当放置，待其感生放射性衰变到可以接受的水平时，经环保部门监测认可，方可作一般固体废物处理。

③通风换气系统

为了控制气态感生放射性核素和其他有毒气体（如臭氧等）的危害，应合理设置通排风系统。通风系统的排气口应安装在建筑物外面，并远离进气口，以防止排除其体的返流污染。排风速度的设计取决于加速器的用途、气载放射性的水平和有毒气体的浓度，一般要求每小时换气 3~5 次。

本项目加速器实验室排风速率为 4 次/h，进气口位于迷道口，排气口位于实验室内墙上，排气速率及方式符合相应规范要求。

3、废氚靶、废劳保用品等放射性固废环境影响分析

1、废氚靶：中子成像仪中氚靶的寿命一般为100~200小时，使用一段时间后中子产额达不到使用要求，将作为废氚靶处理。“二所”具备处理与处置废氚靶的能力与条件，不会造成二次污染。

2、废劳保用品：辐射工作人员在装配中子成像仪氚靶部件安装、运输过程中穿戴的劳保用品，在每日工作完毕后，应作为可能沾污的固体废物，按照“二所”相应固废处置程序进行处置。

本项目产生的废氚靶、废劳保用品经妥善处理对周围环境影响较小。

4、臭氧及其他废放射性气体影响分析

任何致电离辐射与空气作用都会产生臭氧和氮的氧化物等非放射性气态污染物。本项目加速器中子源输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮的氧化物产额越高。其中臭氧是主要的有害气体产物，且对人体的健康影响较大。

参考《辐射防护导论》，对于加速器中子辐照大厅，应主要考虑室内空气、尘埃的活化（感生放射性核素）对通风换气次数的要求，在此基础上的通风换气次数即可有效治理室内臭氧和氮的氧化物等非放射性污染物，使臭氧室内浓度满足按照《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）所要求的最高容许浓度限值（0.30mg/m³）。

因此，本项目中子成像仪加速器中子源在出束过程中产生的臭氧，经加速器实验室通排风系统排放后，其室内浓度可以满足国家标准要求。

5、声环境影响分析

本项目中子加速器生产、使用过程中的设备为低噪声设备，运行时基本无噪声产生或噪声很小，经建筑体隔声和距离衰减后，对项目所在区域声学环境影响较小。

6、水环境影响分析

本项目中子加速器生产、使用过程中，工作人员产生的生活污水排入“二所”现有污水

管网，对所在地水环境影响甚微。

7、非放射性固体废弃物

加速器实验室工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

四、核材料管制要求

根据《中华人民共和国核材料管制条例》（1987年6月15日，国务院）第一章第二条所列“（三）钷-239，含钷-239的材料及制品；（四）氚，含氚的材料和制品”，本项目涉及销售的 ^{239}Pu 、 ^{239}Pu -Be密封放射源以及中子成像仪中的氚靶密封放射源属于国家管制核材料。

根据第三章第九条所列“持有核材料数量达到下列限额的单位，必须申请核材料许可证：（二）任何量的钷-239，含钷-239的材料和制品”。因此，按照该“条例”规定，本项目涉及 ^{239}Pu 、 ^{239}Pu -Be密封放射源的销售时，对于购买方，中广核久源（成都）科技有限公司除核对其是否具有相应使用类别的辐射安全许可证外，应同时校核其是否具备相应的核材料许可证。

根据第三章第九条所列“（三）累计的调入量或生产量大于或等于 3.7×10^{13} 次方贝可（1000居）的氚、含氚材料和制品（以氚量计）；……累计调入或生产核材料数量小于上列限额者，可免于办理许可证，但必须向核工业部办理核材料登记手续。”

因此，按照该“条例”规定，本项目中子成像仪中氚靶的含氚量小于条件限制，可免于办理核材料许可证，但中广核久源（成都）科技有限公司作为其持有单位，必须向核工业部办理相应核材料登记手续。

事故影响分析

一、事故情景

根据本项目运营特点，本项目运营过程中，可能出现的事故情景包括：

1、放射源、非密封放射性物质代理销售过程中，在运输中发生放射源、非密封放射性物质被盗、丢失、失控或破损等意外事故，导致放射源、非密封放射性物质失控，对周边人员造成强烈辐射影响，对环境造成辐射污染，并有可能通过食物链对人体造成内照射危害。

2、射线装置代理销售/直接销售过程中，出现射线装置或其部件（氚靶）的丢失、被盗，可能对周边人员或环境造成辐射影响。

3、中子成像仪的调试过程中，因人员误入、设备误启动等原因发生人员误照射事故。

二、事故等级

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），辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-1 所示；

表 11-1 国务院令 第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危险结果
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（从慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-2：

表 11-2 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

1、代理销售放射源、非密封放射性物质过程事故等级

参照国际原子能机构的有关规定，按照放射源对人体健康和环境的潜在危害程度，从高到低将放射源分为 I、II、III、IV、V 类，V 类源的下限活度值为该种核素的豁免活度。

本项目代理销售的密封放射源包括 I、II、IV 类放射源以及活度等同于 IV、V 类放射源的非密封放射性物质。

I 类放射源为极高危险源。没有防护情况下，接触这类源几分钟到 1 小时就可致人死亡。

II类放射源为高危险源，没有防护情况下，接触这类源几小时至几天可以致人死亡。根据代理销售的密封放射源等级，在代理销售放射源过程中可能出现的事故等级为“特别重大辐射事故”（I类放射源）、“重大辐射事故”（II类放射源）以及“一般辐射事故”（IV类以下其他放射源及非密封放射性物质）。

2、代理销售射线装置的辐射事故等级

本项目射线装置的代理销售内容为II、III类射线装置。代理销售过程中，射线装置不通电运行，不会发生辐射安全事故，但运输如果不加强管理和防范，可能造成所代理销售的II、III类射线装置（可能含氚靶，IV类源）丢失、被盗。

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)，本项目中虽然项目单位作为代理方不直接参与运输过程，但是代理方需对运输过程实施监控。由于射线装置不通电运行就不会产生射线，因此一般不会引发辐射事故。其销售监控工作的重点在于设备的损坏和丢失以及氚靶的丢失。

本项目可能发生的辐射事故等级见表11-3。

表 11-3 本项目环境风险因子、潜在危害及事故等级

装置名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
I类放射源 (销售)	γ 射线	丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果	可能导致3人以上(含3人)急性死亡	特别重大辐射事故
II类放射源 (销售)	γ 射线	丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果	可能导致2人以下(含2人)急性死亡或者10人以上(含10人)急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
IV类以下其他放射源及非密封放射性物质 (销售)	α 、 β 、 γ 射线 放射性流出物	丢失、被盗、失控，或者放射性同位素失控	可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。	一般辐射事故
II类射线装置 (销售)	氚靶	II类射线装置(含氚靶，IV类源)丢失、被盗、失控	可能导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
中子成像仪 (生产、使用)	中子	中子成像仪运行时，人员误入	可能导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

综合上表11-3对本项目可能发生辐射事故的情景、潜在危害以及事故等级的汇总，评价将本项目的事故工况分为“销售放射源、非密封放射性物质、射线装置被盗、丢失、失控或破损等意外事故”以及“中子成像仪误照射事故”两大类进行事故影响分析。

二、事故工况下辐射影响

1、销售放射源、非密封放射性物质、射线装置被盗、丢失、失控或破损等意外事故
本项目代理销售的密封放射源包括 I、II、IV 类放射源以及活度等同于 IV、V 类放射源的非密封放射性物质。

I 类放射源为极高危险源。没有防护情况下，接触这类源几分钟到 1 小时就可致人死亡。II 类放射源为高危险源，没有防护情况下，接触这类源几小时至几天可以致人死亡。IV 类放射源属低危险源。基本不会对人造成永久性损伤，但对长时间、近距离接触这些放射源的人可能造成可恢复的临时性损伤。V 类放射源属极低危险源。一般不会对人造成永久性损伤。

根据代理销售的密封放射源等级，在代理销售放射源过程中可能出现的事故等级为“特别重大辐射事故”（I 类放射源）、“重大辐射事故”（II 类放射源）以及“一般辐射事故”（IV 类以下其他放射源及非密封放射性物质）。辐射事故对环境及人员的威胁极大，本项目中虽然项目单位作为代理销售方不直接参与运输过程，但是需对运输过程实施监控，严格杜绝该类事故的发生。

承运单位在运输放射源、非密封放射性物质、射线装置过程中，若出现事故，承运单位应立即启动应急预案，通知中广核久源（成都）科技有限公司，并及时报告环保及相关主管部门。

2、中子成像仪误照射事故

(1) 人员误入

① 事故情景

中子成像仪以额定参数运行，在加速器中子源运行时有人员误入加速器实验室；误入人员由剂量报警仪、指示灯等装置了解到加速器中子源处于运行状态，及时躲避入迷道，于迷道内口屏蔽门处（距靶 6m）躲避，并按下紧急停止按钮，中断中子成像仪电源。为保守计，事故持续时间按一次出束时间 2min 考虑。

② 剂量估算

人员所受辐射剂量按反射剂量计算公式计算，

$$H_L = \frac{Y_n \cdot \alpha_n \cdot a \cdot q}{2.77 \cdot r_i^2 \cdot r_R^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

式中：

H_L —参考点所受到的反射剂量率，Sv/h；

r_i —源（氚靶）到反射点之间的距离，m；

r_R —反射点到参考点之间的距离，m；

Y_n —单位时间内，加速器中子源向沿准直方向的单位立体角内发射的中子数， $\text{sr}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ；
本项目加速器中子源可近似为各向同性中子源，取值 1×10^{10} ；

α_n —中子在反射物上的反射系数，根据《辐射防护导论》图 6.5 “单能中子在混凝土和铁上的反射系数”，对于 14MeV 中子，不同反射角度反射系数不同，为保守计，取 30° 入射角的最高反射系数值 3.5×10^{-2} ；

a —入射辐射束在发射物上的投影面积， m^2 ；

q —参考点居留因子，取值 1；

当人员处于迷道口时，所受中子辐射影响来自中子成像仪产生的中子通过迷道墙的透射辐射剂量以及散射中子经过多次反射的反射剂量。

中子透射剂量依据公式 (11-3) 进行估算；散射中子需要经过三次以上反射方能对人员造成影响，通过公式 (11-5) 进行估算一次反射后剂量，并根据最高反射系数 3.5×10^{-2} 保守估算三次反射后人员所受反射剂量。

经预测，人员处于迷道口处 2min 所受透射辐射剂量为 $2.19\times 10^{-7}\text{mSv}$ ，反射辐射剂量为 2.24mSv，剂量叠加值为 2.24mSv。

经计算，在该假设事故情景下，误入人员受照剂量为 2.24mSv/次，超过本项目辐射工作人员年剂量约束值。

(2) 调试、监测中子成像仪时，设备误启动，人员受意外照射

①事故情景

设备维护人员在维护设备时，突然发现加速器正在处于出束状态，便立即离开并按下紧急停止按钮，中断中子成像仪电源；该事故情景下，假设维护人员位于距靶 1m 的地方，停留 10s，无任何屏蔽措施。

②剂量估算

根据上述条件，依据公式(11-3)进行剂量估算，计算得出维护人员受照射剂量为 3.4mSv/人·次，超过本项目辐射工作人员年剂量约束值。

三、辐射事故应急措施

1、事故报告程序

中广核久源（成都）科技有限公司委托具有放射性物品道路运输经营资质的单位进行运输，运输单位建有应急事故方案，一旦发生事故，在启动运输单位既有应急预案的同时，亦启动中广核久源（成都）科技有限公司相应事故应急预案。

本项目射线装置装配、调试、质检工作场所利用“二所”现有设施加速器实验室，因此，射线装置装配、调试、质检期间的环境监管、事故应急均纳入“二所”科研区相应的管理体系中统一进行管理。同时，中广核久源（成都）科技有限公司也建有相应的辐射事故应急预案。一旦发生辐射事故，在启动“二所”既有应急预案的同时，立即联络中广核久源公司事故应急领导小组，亦启动中广核久远公司相应辐射事故应急预案。

发生辐射事故时，放射工作人员立即封闭现场，通讯员负责联络事故应急处理领导小组和应急处理专业队伍。根据《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》在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、省环境保护部门和公安部门报告（中国工程物理研究院核安全局电话：0816-2486717，四川省环保厅白天值班电话028-80589003、夜间028-80589100、传真028-80589008）。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。

2、事故防范措施

本项目产生的事故主要为“销售放射源、非密封放射性物质、射线装置被盗、丢失、失控或破损等意外事故”以及“中子成像仪误照射事故”。

根据国家环境保护部第18号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和国家环保总局第31号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，销售放射源、非密封放射性物质和射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。为此，中广核久源（成都）科技有限公司按照要求成立了辐射安全与环境保护管理工作领导小组，并结合自身特点制定了相应的应急预案(见附件)。

表 11-4 事故应急措施

辐射事故	风险识别	应急措施
放射源、非密封放射性物质代理销售	被盗、丢失	①启动应急预案；②将事故情况上报当地环保主管部门、卫生部门，公安部门，并寻找丢失的放射源、射线装置；③找到放射源、非密封放射性物质、射线装置后立即设置控制区，将受照人员送往医院；④事故处理按相应规程进行处理，处理裸源或非密封放射性物质应佩戴个人防护用品，并使用长柄工具；⑤事故处理完毕后，应成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。
射线装置代理销售		
射线装置误照射	误照射	①启动应急预案；②确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。；③根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间；④现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计；⑤尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响；⑥事故处理完毕后，应成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。

同时，针对本项目可能出现的事故，项目单位应做好以下几个方面事故防范：

(1) 严格按照公司现有《辐射设备销售管理制度》进行代理工作。

(2) 建立放射源、非密封放射性物质、射线装置详细的代理销售台帐，详细记录了其销售数量、最终使用单位及其联系人、放射源或核素种类、源强、射线装置型号、主要参数、类别、具体运输路线等内容，以加强对射线装置的管理，并掌握每种放射源和每台仪器的最终去向。

(3) 运输过程中，代理单位应指定人手对运输过程实施监控。一旦发生交通事故、丢失等异常情况，押运人员必须立即报警。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

3、对项目单位事故应急预案的评价

本评价对中广核久源（成都）科技有限公司现有事故应急预案进行以下几个方面的分析评价：

(1) 有效的组织结构：公司已成立了事故应急处理领导小组。由公司领导和相应部门的领导以及辐射工作人员组成，并明确了各自的责任。

(2) 通畅的通信联络系统：公司已在应急预案中专门指定了联络员，负责应急处理领导小组同应急处理专业队伍之间的联系以及同外界相关单位的联络任务。

(3) 事故报告程序

应急预案要求发现或得知事故的职工应马上向联络员报告。联络员及时向放射事故应急处理领导小组报告，应急处理领导小组组长接到报警后立刻通知应急处理专业队伍，并向环保部门、上级主管部门、公安部门报告。应急处理领导小组组长到达现场后对事故作出判断，制定出救援具体方案，并通知专业技术人员火速赶到现场。

(4) 事故处理及监测

应急预案要求技术人员排除事故时，应配备防护衣、防护手套、防护眼镜等防护措施和必要的剂量监测设备。事故处理完毕并经监测无危险后，由事故应急处理领导小组下令撤消警戒，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。

(5) 监测仪器、个人防护用品等：项目单位不参与辐射工作，但配备直读式电子个人剂量计、 α - β 表面污染监测仪、中子- γ 测量仪等仪器作为备用。

通过以上几个方面的分析，评价认为中广核久源（成都）科技有限公司的辐射事故应急预案较为全面，在完善与本项目相关的内容后，补充与“二所”现有辐射应急预案联动内容

后，满足本项目事故应急的需求。

表 12 辐射安全管理

辐射安全管理是电离辐射项目正常运营的必要条件。按照中华人民共和国国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和国家环境保护总局第 31 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于生产、使用、销售放射源、非密封放射性物质与射线装置单位申领许可证应具备条件的规定，结合中广核久源（成都）科技有限公司现有辐射安全管理措施的具体情况，对其辐射安全管理综合能力分析如下：

辐射安全与环境保护管理机构的设置

项目单位中广核久源（成都）科技有限公司设立了辐射安全与环境保护管理领导小组(见附件)，全面负责公司辐射安全与环境保护工作。

1、组织机构

组长： 杨坤（总经理）

副组长： 高卫翎（副总经理）、万竟平（总工程师）

成员： 宋云（研发制造中心副经理） 肖明（研发制造中心副经理） 彭进（安全质保部）

同时，为加强对代理销售放射源、非密封放射性物质和射线装置的管理和监督，保证销售对象为已取得《辐射安全许可证》并具有相应的许可范围的单位，防止不具备使用放射源、非密封放射性物质和射线装置能力的单位和个人非法使用，公司设有5人专门负责相应销售工作。

2、职责

项目单位就辐射安全与环境保护管理领导小组组长、副组长、成员的职责进行了明确划分，涉及以下几个方面：

（1）贯彻执行国家环境安全应急工作的方针、政策，制定、完善建设单位辐射安全与环境污染管理制度；

（2）负责项目单位辐射安全与环境污染管理体系建设，研究制定突发重大事故应急预案；

（3）负责项目单位辐射安全与环境安全预防、预警和应急能力建设，落实风险评估、隐患排查、事故预警和应急处置工作机制；

（4）负责组织项目单位突发环境事件的处置工作；

（5）协调各部分、相关单位应急行动，指导突发环境事件应急工作；

(6) 组织开展辐射安全与环境安全宣传教育工作。

专职销售人员职责如下：

(1) 全面负责放射源、非密封放射性物质和射线装置的销售及销售管理工作；

(2) 认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合实际指定安全规章制度并检查监督实施；

(3) 负责学习、参加法规教育和安全环保知识培训；

(4) 严格遵守销售放射源、非密封放射性物质和射线装置的管理制度及相关的法规政策，相互监督，定期检查；

(5) 定期向环保和主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测本项目的检查指导。

环评要求：领导小组要定期开会，总结公司辐射防护管理方面的经验并适时完善一些管理规章制度。

辐射安全管理

1、规章制度

目前，项目单位制定的管理制度如下表所示：

表 12-1 中广核久源（成都）科技有限公司现有辐射安全管理制度一览表

涉及领域	公司编号	制度名称
辐射防护	CGNJY-AZ-B015	放射源管理控制程序
辐射防护	CGNJY-AZ-B017	放射源转移、转让、收贮管理细则
辐射防护	CGNJY-AZ-B018	辐射环境监测方案
辐射防护	CGNJY-AZ-C002	放射源事故应急预案
辐射防护	CGNJY-AZ-C003	辐射防护和安全保卫制度
辐射防护	CGNJY-AZ-C004	辐射工作人员岗位职责
辐射防护	CGNJY-AZ-C005	辐射工作人员健康及个人剂量管理制度
辐射防护	CGNJY-AZ-C006	辐射工作人员培训管理制度

环评要求：1) 项目单位应根据本项目涉及新增的 I、II 类放射源销售及 II 类射线装置中子成像仪生产、使用（调试）的情况，对相关制度进行增补修订。2) 项目单位应增补射线装置销售管理制度；3) 项目单位应针对中子成像仪安装调试工作以及放射性核素销售工作，增补相应辐射监测制度，并考虑与“二所”现有监测制度的对接与协调，主要包括以下几方面：①放射性工作场所监测制度；②工作人员个人剂量监测制度（重点为中子剂量）；③放射性工作场所周边敏感点监测制度；④对承运放射性核素货包表面的监测监督制度。

2、辐射工作人员

规定要求：从事辐射销售工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规

的培训和考核。

项目单位落实情况：项目单位从事辐射工作的人员除肖明外均已通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。项目单位承诺：肖明及未来可能参加辐射工作的公司人员在上岗前，均应参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，考核通过并持证上岗。

环评要求：取得辐射安全与防护培训合格证书的人员，持证上岗后，应当每四年参加环保部门组织的辐射防护安全培训再教育。

3、安全措施

规定要求：射线装置生产、调试场所满足防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全要求。

项目单位落实情况：中广核久源（成都）科技有限公司承诺销售的放射源、非密封放射性物质、射线装置不在公司做任何停留和存放。中子成像仪整机的装配、调试、质检依托“二所”现有辐射工作场所加速器实验室进行，现有工作场所辐射防护措施完善，环境监测制度、事故应急体系均纳入“二所”现有管理体系，经多年运行，辐射防护效果良好，无辐射事故发生，对外环境的辐射影响可接受。

环评要求：中广核久源（成都）科技有限公司应严格执行所销售的放射源、非密封放射性物质、射线装置不在公司做任何停留和存放的要求。

4、档案资料

项目单位代理销售的放射源、非密封放射性物质和射线装置应具有详细的台账记录。

环评要求：公司应制定代理销售台账记录，详细记录所销放射源、射线装置的名称、型号、放射源活度、编号、射线种类、数量、用途、来源和去向等事项，并存档备查。

5、辐射事故应急管理

运输过程中，放射源或射线装置丢失或被盗后，应立刻向上级主管单位上报，接到通知后单位负责人必须立刻上报当地环保部门、公安部门和卫生部门，并配合各部门完成侦破工作。

项目单位现有应急预案已包括：应急响应的组织体系及其职责；应急救援条件保障；应急联络方式；事故分级响应和应急措施；应急响应终结事项及事项备案；应急措施的预演练及事故防范意识的教育和锻炼。经评价分析，其内容较全、措施具体、针对性强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行。

一旦发生辐射事故，应当立即启动放射源事故应急制度，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》，向市、省环境保护部门和公安部门报告（中国工程物理研究院核安全局电话：0816-2486717，四川省环保厅白天值班电话028-80589003、夜间028-80589100、传真028-80589008）。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。

评价要求：评价认为中广核久源（成都）科技有限公司的辐射事故应急预案较为全面，在完善与本项目相关的内容后，符合相应的要求。

6、年度评估报告

辐射工作单位应当在原有年度评估报告的内容中，增加写放射源和射线装置代理销售安全和防护状况，于每年1月31日前报原发证机关。年度评估报告应当包括：

- （1）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （2）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （3）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训(以下简称“辐射安全培训”)情况；
- （4）放射源、非密封放射性物质和射线装置销售台账；
- （5）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （6）辐射事故及应急响应情况；
- （7）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （8）存在的安全隐患及其整改情况；
- （9）其他有关法律、法规规定的落实情况。

7、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据环保部信息化管理要求，辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统（以下简称“申报系统”）进行网上申报，凡是不进行网上申报的，纸质材料一律不予受理。

用户可在该申报系统中办理如下事项：

- （1）许可证相关申请：许可证申请（及重新申请）、延续、变更、注销；
- （2）放射源相关申请：转让、异地使用、进口、出口；
- （3）非密封放射性物质相关申请：转让、异地使用、进口、出口。
- （4）射线装置相关申请：：转让、异地使用、进口、出口。

辐射工作单位网上申请提交成功后，应通过网上在线打印业务表单，并盖章确认，再按相关程序提交到环保部门办理。

8、放射源及射线装置使用能力综合评价

根据中华人民共和国国务院第449号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第3号令）、《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》以及《四川省环境保护厅关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400号）等文件中关于使用核技术利用单位条件的相关规定，对中广核久源（成都）科技有限公司核技术利用辐射安全管理综合能力逐一进行对比，具体情况如下表12-1、12-2。

（1）根据《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）“第十六条”，建设单位需具备的辐射安全管理基本要求对比分析如下表：

表 12-2 项目单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	实际情况	环评要求
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证。	持有四川省环保厅颁发的辐射安全许可证：川环辐证（00399），有效期限截止2019年4月15日，种类范围为：使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置。	辐射安全许可证需对本次涉及的放射源、射线装置进行更新。
	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	项目单位设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。	领导小组要定期开会，总结公司辐射防护管理方面的经验并适时完善一些管理制度。
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	项目单位从事辐射销售工作的人员均已通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	取得辐射安全与防护培训合格证书的人员，持证上岗后，应当每四年参加环保部门组织的辐射防护安全培训再教育。
3	需要暂存放射性同位素的，有满足辐射安全和防护、实体保卫要求的暂存库或设备。	放射源、非密封放射性物质、射线装置产品均不在项目单位做任何停留和存放。相应产品由生产单位直接运至用户单位。	项目单位应严格执行放射源、非密封放射性物质、射线装置产品不在公司做任何停留和存放的要求。
4	需要安装调试射线装置的，有满足防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安装调试场所。	射线装置中子成像仪整机的装配、调试、质检依托“二所”现有辐射工作场所、辐射防护措施进行，相关环境监管、事故应急纳入“二所”现有管理体系。	项目单位应将自身管理制度与“二所”相应制度联动。
5	具有符合国家相关规定要求的贮存、运输放射性同位素的包装容器。	项目单位委托具有放射性物品道路运输经营资质的单位进行运输。项目单位作为代理方不直接参与放射源、非密封放射性物质、射线装置的运输过程。	项目单位需对运输过程实施监控。运输监控工作的重点在于防范设备的损坏和丢失。
6	运输放射性同位素能使用符合国家放射性同位素运输要求的运输工具。		

7	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、便携式辐射监测、表面污染监测等仪器。	中子成像仪整机生产、使用(调试)的场所配有与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、便携式辐射监测、表面污染监测等仪器。	固定式剂量监测仪增加报警功能。增加氙表面污染监测仪配置。
8	有健全的操作规程、岗位职责、安全保卫制度、辐射防护措施、台账管理制度、人员培训计划和监测方案。	项目单位已具备相应规章制度。	应根据本项目情况予以完善，并与“二所”现有体系联动。
9	有完善的辐射事故应急措施。	已制定	应根据本项目情况予以完善，并与“二所”现有体系联动。

(2) 本项目涉及 II 类射线装置（中子成像仪）的生产、使用，根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》第 FZ2-5 号检查程序“中子发生器应用场所监督检查技术程序”，中子成像仪生产场所的辐射安全防护措施与管理制度应符合如下要求。

表 12-3 辐射安全防护措施与管理制度对照分析表

项目		落实情况	备注
辐射安全防护设施与运行			
场所设施与防护	入口电离辐射警示标识*	场所已有	
	入口工作状态显示*	场所已有	
	场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识*	场所已有	
	通风设施（流向、流速、负压、过滤）*	场所已有	
	卫生通过间*	/	应补充设置卫生通过间
	氙靶储存在干燥箱内，然后放入通风柜中*	场所已有	
	真空泵系统检修防护措施*	场所已有	
	废真空泵油存储密于闭容器并放入通风柜中*	场所已有	
	前极泵排气口氙处理系统	场所已有	
	放射性废物暂存容器*	场所已有	
	个人防护用品*	场所已有	
	专用的氙靶操作工具*	场所已有	
监测	固定式中子剂量监测报警仪（控制台能显示各监测点剂量值）*	无报警功能	应更换为具备报警功能的产品
	个人剂量报警仪*	场所已有	
	个人剂量计（中子和 γ ）*	场所已有	
	可携式中子剂量仪*	场所已有	/
	氙污染监测仪	/	应补充相应设备
管理制度			
综合	辐射安全管理规定	公司已有	应根据本项目情况进行完善，并与“二所”现有制度体系联动
	操作规程	场所已有	
	氙靶等放射性物质管理规定	场所已有	
	辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	场所已有	
人员管理	辐射工作人员培训/再培训管理制度	公司已有	

	辐射工作人员个人剂量管理制度	公司已有
监测方案	监测方案	场所已有
	监测仪表使用与校验管理制度	场所已有
应急	辐射事故应急预案	公司已有
三废	放射性“三废”管理规定	场所已有

注：1) “辐射安全防护设施与运行”栏目中，加*的项目是重点项，必须配置。

2) “管理制度”栏目中，“公司已有”为中广核久源（成都）科技有限公司现已具备的管理制度，“场所已有”为放射工作场所二所加速器实验室现有制度。

(3) 根据《四川省环境保护厅关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环函〔2016〕1400号)，建设单位需具备的辐射安全管理基本要求对比分析如下表：

表 12-4 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	实际情况	环评要求
1	<p>许可证有效性：</p> <p>1. 核技术利用单位应持有有效的《辐射安全许可证》，所从事的活动须与许可的种类和范围一致。</p> <p>2. 新（改、扩）建核技术利用项目应及时开展环评和执行“三同时”制度。</p> <p>3. 放射源与射线装置、工作场所以及单位法人与地址等变更后应在《辐射安全许可证》上及时变更。</p>	<p>持有四川省环保厅颁发的辐射安全许可证：川环辐证（00399）。</p> <p>作为改扩建核技术利用项目将严格执行“三同时”制度。</p>	<p>辐射安全许可证需对本次涉及的放射源、射线装置进行更新。</p>
2	<p>机构和人员：</p> <p>1. 核技术利用单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员，落实了部门和人员全面负责辐射安全管理的具体工作。</p> <p>2. 辐射工作人员（包括管理和操作人员）应参加与其从事活动等相适应的辐射安全与防护培训并考核合格持证上岗，严禁无证人员从事辐射工作活动。培训合格证书的有效期限为4年，有效期届满应参加复训。项目单位应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。</p> <p>3. 项目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。内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。</p>	<p>机构、人员已设置；</p> <p>现有从事辐射工作人员均参加了四川省环保厅举办的辐射安全与防护培训和考核。</p>	<p>新增人员须参加省环保厅组织辐射安全与防护培训，考试合格并持证上岗。</p>
3	<p>放射性同位素和射线装置的台账</p> <p>1. 应建立动态的台账，放射性同位素与射线装置应做到帐物相符，并及时更新。</p> <p>台账的内容应该包括：放射性同位素名称、初始活度、放射源编码, 购买时间, 收贮时间；射线装置型号、管电压、管电流, 购买时间, 报废时间；放射性同位素与射线装置使用或保管的部门、责任人员、目前的状况（使用、检修、闲置、暂存、收贮或销售）；放射性同位素与射线装置转让单位名称及《辐射安全许可证》持证情况、有效日期等内容。</p> <p>2. 放射性同位素的转让（购买）、销售、收贮以及跨省转移等活动，必须在四川省人民政府政务服务中心环保窗口办理备案手续。</p>	<p>已制定的《放射源与射线装置台账管理制度》。</p>	<p>应补充完善销售射线装置的台账管理制度等</p>

4	<p>管理制度和档案资料：（70 岁）</p> <p>1. 档案分类 辐射安全档案资料可分以下十大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“野外探伤一事一档”和“废物处置记录”。</p> <p>2. 需建立“辐射安全与环境保护管理机构”等 12 项主要规章制度。</p> <p>3. 需上墙的规章制度</p> <p>1) 《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。</p> <p>2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。</p>	<p>1、拟完善档案分类制度。</p> <p>2、将按要求建立完善的规章制度。</p> <p>3、辐射工作场所将严格执行规章制度上墙。</p>	/
5	<p>辐射安全与防护措施</p> <p>1. 通过查阅年度监测报告和核技术利用单位自我监测结果，核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。</p> <p>2. 辐射工作场所应设置醒目的电离辐射警示标志，出入口应具有工作状态显示、声音、光电等警示措施。</p> <p>3. 辐射工作场所应合理分区，并设置相应适时有效的安全联锁、视频监控和报警装置。</p>	<p>依托现有的辐射安全与防护措施。</p>	<p>定期检查辐射安全措施，以确保辐射安全系统运行良好。</p>
6	<p>“三废”处理</p> <p>妥善处置放射性废物。对废弃不用三个月以上的放射源,应按有关规定退回原生产厂家或送四川省城市放射性废物库贮存。</p>	<p>废放射源将与原生产厂家签订回收协议。</p>	/
7	<p>监测设备和防护用品</p> <p>核技术利用单位应配备与其从事活动相适应的辐射剂量监测仪、个人剂量仪、个人剂量报警仪以及防护用品（如铅衣、铅帽和铅眼镜、移动铅屏风等）。</p> <p>核技术利用单位自行配备的辐射监测仪器应每年进行比对或刻度。</p>	<p>已配备</p>	/
8	<p>监测和年度评估</p> <p>1. 日常自我监测</p> <p>1) 按照环评文件要求制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，并记录备查。</p> <p>2) 核技术利用单位也可以委托有资质的单位定期开展场所的日常辐射监测。</p> <p>2. 委托监测</p> <p>1) 核技术利用单位应于每季度将个人剂量片送交有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认。对于每季度检测数值超过 5mSv 的，要采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，并上报辐射安全许可证主管部门。对于每季度检测数值超过 20mSv 的，应立即停止放射性工作，启动应急预案，并上报辐射安全许可证主管部门。</p> <p>2) 每年委托有资质的机构对辐射作业场所及周围环境至少进行 1 次辐射监测。该辐射监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。</p> <p>3. 安全和防护状况年度评估报告</p> <p>核技术利用单位应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。</p>	<p>已拟定辐射监测计划，严格进行日常自我监测及委托监测工作，及时上报安全和防护状况年度评估报告。</p>	<p>放射工作人员上岗期间，必须佩戴个人剂量计对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量片相互传借，不允许将个人剂量片带出项目建设单位。</p>
9	<p>辐射事故应急管理：</p> <p>1. 辐射单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案报所在地人民政府环境保护主管部门备案，并及时予以修订。</p> <p>2. 辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期</p>	<p>已制定辐射事故应急预案</p>	<p>应完善辐射事故应急预案，定期演练。</p>

	组织演练。 3. 核技术利用单位应做好与从事活动相匹配的辐射事故应急物资（装备）的准备，如使用放射源应急处理工具（如长柄夹具等）、放射源应急屏蔽材料或容器、灭火器材等。		
10	辐射信息网络 核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mep.gov.cn/)中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。	建设单位将及时在“全国核技术利用辐射安全申报系统”实施申报登记工作	/

综上所述，通过完善环评要求的各项措施后，中广核久源（成都）科技有限公司具备从事 I、II、IV 类放射源、非密封放射性物质、II、III 类射线装置销售，II 类射线装置（中子成像仪）生产、使用、销售的技术能力，辐射安全和防护措施有效可行。

辐射监测

一、销售业务

项目单位承诺所代理销售的放射源、射线装置产品均不在项目单位做任何停留和存放。放射源、射线装置均由项目单位委托专业运输单位直接发往使用方，项目单位销售业务不涉及放射性操作，不考虑配备相关辐射监测仪器，不设置日常辐射监测方案。

二、II 类射线装置（中子成像仪）生产、使用（调试）业务

该部分辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所的外照监测。

（1）个人剂量监测

为测量本项目辐射工作人员（射线装置安装、调试人员）在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况，项目单位为本项目辐射工作人员均配个人剂量计并进行个人剂量监测（外照射个人剂量监测）。公司设有专人负责个人剂量监测管理（每季度由四川省疾控中心检测一次），并建有辐射工作人员个人剂量档案。

根据 GB18871-2002 要求，辐射工作人员在开展放射性诊疗工作期间，必须佩带个人剂量计；环评要求对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认。

（2）工作场所监测

①监测项目：X- γ 射线空气吸收剂量率；

②监测频度：委托有监测资质单位至少每年监测1次，监测报告附录到年度评估报告中，

监测数据应存档备案；医院每季度自行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行。

③监测范围：射线装置机房防护门及缝隙处，候诊区、控制室、观察窗等以及机房四周屏蔽墙外（包括楼上和楼下区域）；

④监测设备：中子- γ 辐射监测仪。

（3）环境监测

环境监测主要针对50m范围内的环境保护目标，具体监测计划见下表

表12-4 环境监测计划表

监测项目	监测频次		监测内容
场所中子- γ 辐射剂量率	委托有资质单位每年监测1次	建设单位每月自行监测1次	加速器实验室四周及顶部
环境保护目标中子- γ 辐射剂量率			操作室、周边科研试验区域等位置
个人剂量监测	辐射工作人员个人剂量片每季度监测 1 次		辐射工作人员进行辐射作业时佩戴个人剂量片（个人剂量片每季度送检），每次作业时个人剂量片应佩戴于胸前

环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

本报告编制完成后，建设单位委托环评单位在其网站对该项目进行了全文公示，公示后未收到任何单位和个人有关项目情况的反馈意见。

公示网址为：<http://www.caep-ap.cn/showNews.asp?NewsID=937>



图 12-1 网站公示截图

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：生产、销售、使用射线装置和销售放射源、非密封放射性物质项目

项目单位：中广核久源（成都）科技有限公司

建设地点：（1）公司办公、代理销售地点：由“双流县双华路三段 288 号”变更为“成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼”；

（2）II 类射线装置（中子成像仪）非放射性部分生产地点：成都市高新区科园南二路 1 号（3 栋 A 座 1 层）；

（3）II 类射线装置（中子成像仪）组装调试质检地点：四川省绵阳市科学城中物院核物理与化学研究所科研区内。

建设性质：改扩建

建设内容及规模：项目主要建设内容为项目单位拟在原有辐射安全许可证范围基础上，新增 I、II、IV 类放射源销售，非密封放射性物质销售，II、III 类射线装置销售、新增 II 类射线装置（中子成像仪）生产、销售、使用。

所涉及的 I、II 类放射源均为进口源，主要从美国 QSA、俄罗斯 ISOTOPE 公司等企业购入，由项目单位委托有资质的专业公司直接运输至用户。

所涉及的 II 类射线装置为中子成像仪，其中子成像仪中氚靶的生产及整机组装调试质检工作由项目单位委托中国工程物理研究院核物理与化学研究所负责开展，射线装置（中子成像仪）除氚靶外其他非放射性部件由中广核久源（成都）科技有限公司自行生产。

项目总投资 1200 万元，其中环保投资 38 万元，占总投资 3.17%。

2、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》（国家发展改革委 2013 年第 21 号令），本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，符合国家产业政策。

3、选址及总平面布置合理性

项目单位中广核久源（成都）科技有限公司成都市销售办公场所仅负责代理销售及日常行政办公，不涉及辐射操作，在签订销售合同后，放射源、放射性非密封物质和射线装置直接由生产厂家或“二所”加速器实验室直接发货给使用方。该销售办公场所选址合理。

本项目拟申请变更办公场所，由“双流县双华路三段 288 号”变更为“成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼”。

项目成都厂房选址位于成都市高新区科园南二路 1 号大一孵化园（3 栋 A 座 1 层），用地性质为工业用地。该厂房仅用于中子成像仪非放射性部件生产，项目建设符合大一孵化园、成都高新区规划要求，厂址周边无明显环境制约因素，与周边环境相容，所在区域基础设施建设较为完善，交通便利，场所选址合理。

本项目中子成像仪安装、调试、质检场所位于四川省绵阳市科学城中物院“二所”科研区内，对外提供仪器刻度、加速器调试等技术服务，允许非涉密、外来人员办理手续后，进入该场所，开展相关设备调试、技术合作等内容。该场所为加速器调试场所，辐射防护设施完善，辐射安全管理制度健全，满足本项目中子成像仪安装、调试、质检需求，对周边辐射环境影响轻微，场所选址合理。

综上，本项目各工作场所选址均合理。

中广核久源（成都）科技有限公司承诺所代理的放射源、非密封放射性物质及射线装置不在本公司办公销售地点、非放部件生产地点作任何停留和存放（承诺书见附件）。

4、区域环境质量现状评价结论

中广核久源（成都）科技有限公司办公地点位于成都市高新区科园南一路七号中科唯实办公楼，中子成像仪非放射性部分生产厂房位于成都市高新区科园南二路 1 号（3 栋 A 座 1 层）。上述场所均为非放工作场所，区域接近，区域环境质量良好。

本项目相关辐射工作均在“二所”现有加速器实验室进行。“二所”位于四川省绵阳市科学城地区。根据科学城地区 2015 年辐射环境监测报告，2015 年科学城地区环境 γ 剂量水平为 $6.18 \times 10^{-2} \sim 7.86 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 。《四川省环境天然贯穿辐射水平》中的绵阳地区(1995 年)背景值：绵阳地区道路、室内的 γ 辐射剂量率范围为 $1.30 \times 10^{-2} \sim 1.75 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ 。比较科学城地区环境 γ 剂量水平和绵阳地区(1995 年)背景值可知，本项目 γ 辐射剂量率处于绵阳地区的天然辐射水平，辐射环境为本底状态。

5、正常运行工况下的辐射影响分析

本项目职业工作人员年有效剂量最大为 $1.26 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于本项目要求的按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 执行，即 5mSv/a 的约束限值。

加速器实验室周边公众人员的最大年有效剂量叠加值为 $3.50 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于本项目要求的按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中规定的年有效剂量限

值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a 的约束限值。

6、辐射事故影响评价分析

经预测，假若本项目发生辐射事故，辐射源被盗、丢失、失控的事故等级最高为特别重大辐射事故，射线装置被盗、丢失、失控的事故等级为一般辐射事故，射线装置误照射的事故等级为一般辐射事故。环评认为，项目单位按相关规定和本环评要求，制定具有可操作性和可行性的《辐射事故应急预案》之后，可适用于本项目单位发生的辐射事故的应急处置。

7、射线装置使用与安全管理的综合能力分析

中广核久源（成都）科技有限公司拥有专业的代理销售人员和辐射安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；通过完善环评要求的各项措施后，中广核久源（成都）科技有限公司具备从事 I、II、IV 类放射源、非密封放射性物质、II、III 类射线装置销售，II 类射线装置（中子成像仪）生产、使用、销售的技术能力。

8、项目环境可行性结论

本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布置合理，采取辐射防护措施技术可行，措施有效。在严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众照射剂量满足国家规定的年有效剂量限值和本评价采用的剂量约束值。评价认为，本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

9、辐射安全许可证申请活动的种类和范围

表 13-1 辐射安全许可证申请活动的种类和范围

【销售】放射源：							
序号	放射源名称	类别	单源活度 (Bq)	源数目 (枚)	种类	活动种类	备注
1	²⁴¹ Am	I 类	6E+13	200	密封源	销售	厂家直接发往最终用户
2	²⁴¹ Am-Be	I 类	6E+13	200			
3	¹³³ Ba	I 类	2E+14	200			
4	²⁵² Cf	I 类	2E+13	200			
5	⁵⁷ Co	I 类	7E+14	200			
6	⁶⁰ Co	I 类	9E+15	200			
7	¹³⁷ Cs	I 类	9E+15	200			
8	⁶⁸ Ge	I 类	7E+14	200			
9	³ H	I 类	2E+18	200			
10	¹⁹² Ir	I 类	8E+13	200			
11	¹⁴⁷ Pm	I 类	4E+16	200			
12	²³⁸ Pu	I 类	6E+13	200			
13	²³⁹ Pu -Be	I 类	6E+13	200			

14	²³⁹ Pu	I类	6E+13	200			
15	²²⁶ Ra	I类	4E+13	200			
16	⁹⁰ Sr (⁹⁰ Y)	I类	1E+15	200			
17	¹²⁵ I	I类	2E+14	200			
18	⁶⁰ Co	II类	1.11E+13	2000			
19	¹⁴ Co	IV类	5E+11	500			
20	⁵⁵ Fe	IV类	8E+12	200			
21	⁸⁵ Kr	IV类	3E+11	200			
22	⁶³ Ni	IV类	6E+11	500			
23	⁸⁹ Sr	IV类	8E+11	200			
【销售】非密封放射性物质：							
序号	非密封放射性物质名称	最大年销售量 (Bq)	种类	活动种类	备注		
1	¹³¹ I	3.7E+10	非密封放射性物质	销售	新增种类	厂家直接发往最终用户	
2	³ H	3.7E+10			新增种类		
3	¹⁴ C	3.7E+10			扩大销量		
4	¹³⁷ Cs	3.7E+10			扩大销量		
5	⁹⁹ Mo	3.7E+11			扩大销量		
6	^{99m} Tc	3.7E+11			扩大销量		
7	³² P	3.7E+11			扩大销量		
【销售】放射源：							
序号	射线装置名称	类别	销量 (台/年)	用途	活动种类	工作场所名称	
1	医用加速器	II类	20	医疗	销售	射线装置不在公司停留和存放。具体工作场所视使用方而定。使用方覆盖全国范围。	
2	放射治疗 X 射线、电子束加速器	II类	20	医疗			
3	制备正电子发射计算机断层显像装置	II类	20	医疗			
4	其他医用加速器	II类	20	医疗			
5	工业探伤加速器	II类	20	工业			
6	安全检查用加速器	II类	20	工业			
7	辐照装置用加速器	II类	20	工业			
8	中子发生器	II类	20	工业			
9	工业用 X 射线 CT 机	II类	20	工业			
10	X 射线探伤机	II类	20	工业			
11	医用 X 射线 CT 机	III类	20	医疗			
12	放射诊断用普通 X 射线机	III类	20	医疗			
13	X 射线摄影装置	III类	20	医疗			
14	X 射线行李包检查装置	III类	20	工业			
15	放射治疗模拟定位机	III类	20	医疗			
16	其他高于豁免水平的 X 射线机	III类	20	/			
19	中子成像仪	II类	8	工业	生产使用销售	氚靶部件由“二所”提供；非放射性部件于成都厂房自行生产；于“二所”加速器实验室开展整机组装、调试、质检工作	

10、项目竣工验收检查内容

表 13-2 项目竣工验收检查汇总表

项目		设施	备注
营运期 (非放)	生活污水	生活污水依托现有生活污水处理设施收集处理后排入市政污水管网	依托现有
	噪声	组装、生产过程加强管理, 规范员工操作, 厂房隔声处理	
	固废	设垃圾桶, 生活垃圾集中收集后由环卫部门统一处理	
		废包装分类收集后暂存至项目设置的可再利用废弃物存放区, 定期交由再生资源利用单位处理	
		废元器件收集后暂存, 交由供货商回收	
加速器 实验室	辐射屏蔽措施	机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土。屏蔽墙厚1.8m、迷道墙厚1.8m、迷道宽0.8m; 屋顶厚0.8m。	依托现有
		主屏蔽门(设备进出门)为单扇电动推拉门, 厚1.8m, 钢架中空结构, 敷设200mm铅层, 中空浇灌含硼石蜡。迷道门(人员通道门)为单扇推拉屏蔽门, 钢架中空结构, 敷设20mm铅层, 中空浇灌含硼石蜡。	依托现有
	场所设施与防护	入口电离辐射警示标识	依托现有
		入口工作状态显示	
		场所分区布局标识	
		通风设施(由外向里送风)	
		卫生通过间	新增
		氚靶储存在干燥箱内, 然后放入通风柜中	依托现有
		真空泵系统检修防护设备	
		废真空泵油存储容器	
		前极泵排气口氚处理系统	
		放射性废物暂存容器	
	个人防护用品(铅衣、铅围脖、铅眼镜等个人防护用品10套)		
		专用的氚靶操作工具	
	监测措施	固定式中子剂量监测报警仪(控制台能显示各监测点剂量值)	新增
		个人剂量报警仪	依托现有
		个人剂量计(中子和 γ)(每人两个)	
		便携式中子剂量仪	
		氚污染监测仪	新增
其他辐射安全 设施设备	操作台上“紧急止动”装置1套	依托现有	
	室内紧急停机开关1个, 迷道口急停机开关1个		
	电视监控系统与对讲装置1套		
	门机联锁1套		
	门灯联锁1套		
	控制台上参数选择显示并与启动装置联锁1套		
各类安全联锁检查装置1套			
代理销售	代理销售人员培训(预留)		
合计			/

建议与承诺

1、承诺

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

(2) 及时对所代理销售的放射源、非密封放射性物质、射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报省环保厅，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥存在的安全隐患及其整改情况；⑦其他有关法律、法规规定的落实情况。

(3) 一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告上级主管单位和当地省市环保厅。

(4) 不向无辐射安全证或未经审批许可的单位销售放射源、非密封放射性物质或射线装置。

(5) 严格按照国家规定办理放射源、非密封放射性物质或射线装置销售通关手续。

2、建议

(1) 不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。

(2) 定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善事故应急预案。

(3) 根据国家及地方最新出台的法律法规，对公司辐射相关制度进行更新完善。

(4) 加强企业内部监督管理，不违规操作，不弄虚作假，积极接受环保部门的管理、监督和指导。

表 14 审批

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