核技术利用建设项目

贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目

环境影响报告表

中科超睿（青岛）技术有限公司

2022 年 09 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目

环境影响报告表

建设单位名称：中科超睿（青岛）技术有限公司

建设单位法人代表（**签名或签章**）：

通讯地址：青岛市李沧区金水路 171 号 28 号楼 8 楼

邮政编码：266000　　联系人：张宇

电子邮箱：yu.zhang@fds.org.cn 联系电话：18563923953

打印编号：1661664818000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	57dk21
建设项目名称	贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目
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）	中科超睿（青岛）技术有限公司
统一社会信用代码	91370213MA3RQBHX7D
法定代表人（签章）	甘伦
主要负责人（签字）	张宇
直接负责的主管人员（签字）	张宇
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	山东海美依项目咨询有限公司
统一社会信用代码	91370102776341355D
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
杜少文	2015035370352014373003000200	BH000587	

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杜少文	项目基本情况、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH000587	

营业执照

（副 本）

2-2

统一社会信用代码 91370102776341355D

名　　称 山东海美依项目咨询有限公司

类　　型 有限责任公司（自然人投资或控股）

住　　所 山东省济南市历下区经十路9777号鲁商国奥城2号楼2101室

法定代表人 徐宗波

注册资本 伍佰万元整

成立日期 2005年06月23日

营业期限 2005年06月23日至　　年　月　日

经营范围 工程项目咨询、工程设计、工程监理；环境影响评价、环境监理、安全评价、可行性研究及技术服务、咨询（凭资质证经营）；科技中介服务.（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

登记机关

济南市历下区市场监督管理局

2018 年 01 月 19 日

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

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

企业信用信息公示系统网址：http://sdxy.gov.cn

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

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

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

中华人民共和国人力资源和社会保障部

approved & authorized by

Ministry of Human Resources and Social Security

The People's Republic of China

中华人民共和国环境保护部

approved & authorized by

Ministry of Environmental Protection

The People's Republic of China

编号：
No. HP 00016733

持证人签名：
Signature of the Bearer

管理号：20150353703520143730030002 00
File No.

姓名：
Full Name 杜少文

性别：
Sex 男

出生年月：
Date of Birth 1984. 11

专业类别：
Professional Type

批准日期：
Approval Date 2015年05月24日

签发单位盖章：
Issued by

中华人民共和国人力资源和社会保障部 人事考试证书专用章 (5)

签发日期：
Issued on 2015 年 08 月 24 日

社会保险个人参保证明

验真码：JNRS39c7d72604ebb798
证明编号：3701920122080811562519

姓名	杜少文	身份证号码	370611198411163 51X		
当前参保单位	山东海美依项目咨询有限公司			参保状态	在职人员
参保情况：					
险种	参保起止时间				累计缴费月数
企业养老	202202-202207				6
失业保险	202202-202207				6
工伤保险	202202-202207				6

备注：本证明涉及个人信息，因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保人承担。
本信息为系统查询信息，不作为待遇计发最终依据。

社会保险经办机构（章）

2022年08月08日

编制单位承诺书

本单位山东海美侠项目咨询有限公司统一社会信用代码91370102776341355D）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 单位名称、住所或者法定代表人（负责人）变更的
3. 出资人、举办单位、业务主管单位或者挂靠单位等变更的
4. 未发生第3项所列情形、与《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条规定的符合性变更的
5. 编制人员从业单位已变更或者已调离从业单位的
6. 编制人员未发生第5项所列情形，全职情况变更、不再属于本单位全职人员的
7. 补正基本情况信息

承诺单位(公章)：

2019年 10 月 29 日

编制人员承诺书

本人杜妙（身份证件号码370611198411163514）郑重承诺：本人在山东海美保项目咨询有限公司单位（统一社会信用代码91370102776341355D）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：杜妙

2019 年 10 月 15 日

建设项目环境影响报告书（表）
编制情况承诺书

本单位 山东海美依项目咨询有限公司 （统一社会信用代码 91370102776341355D ）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 杜少文 （环境影响评价工程师职业资格证书管理号 2015035370352014373003000200 ，信用编号 BH000587 ），主要编制人员包括 杜少文 （信用编号 BH000587 ）（依次全部列出）等 1 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位（公章）：

2022年02月13日

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">中科超睿（青岛）技术有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>甘佺</td><td>联系人</td><td>张宇</td><td>联系电话</td><td>18563923953</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">青岛市李沧区金水路 171 号 28 号楼 8 楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">青岛市李沧区娄山街道办事处贵定路 1 号，智慧园同位素实验室东侧及智慧园同位素实验室内，现有乙级非密封放射性物质工作场所西侧</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">李沧区发展和改革局</td><td>批准文号</td><td colspan="2">2208-370213-04-01-764324</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td>6000</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>2700</td><td>投资比例(环保投资/总投资)</td><td>45%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积(㎡)</td><td>约 700</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□Ⅰ类(医疗使用) □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☑生产</td><td colspan="4">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑销售</td><td colspan="4">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.1 公司简介

中科超睿（青岛）技术有限公司位于青岛市李沧区金水路 171 号，是一家创新型核技术应用公司，经营范围包含中子照相设备、中子检测设备、核仪器仪表的研发、制造、销售、租赁、安装、保养、维修等。

公司目前共有两处厂区，包括金水路厂区和贵定路厂区。其中，贵定路厂区为公司租用位于青岛市李沧区娄山街道办事处贵定路 1 号院内的两处闲置厂房（自西向东分别为“智慧园同位素实验室”和“射线装置生产、使用场所”），拟开展放射性核素 ^{3}H、^{238}U 的科研实验及Ⅱ类射线装置的生产、调试（使用）工作。

1.2 项目建设规模

1.2.1 现有工程概况

公司于 2020 年开展“^{3}H 放射源实验项目”，拟于金水路厂区使用 30 枚 ^{3}H 放射源进行科研实验，于 2020 年 11 月 13 日填报建设项目环境影响登记表并完成备案，备案号为“202037021300001554”。

公司于 2021 年开展“中科超睿（青岛）技术有限公司 ^{3}H 放射源实验项目”，拟于贵定路厂区使用 4 枚 ^{3}H 放射源进行科研实验，于 2021 年 6 月 2 日填报建设项目环境影响登记表并完成备案，备案号为“202137021300000365”。

公司于 2021 年开展“30 枚 ^{3}H 放射源实验项目”，拟于贵定路厂区使用 30 枚 ^{3}H 放射源进行科研实验，于 2021 年 8 月 3 日填报建设项目环境影响登记表并完成备案，备案号为“202137021300000406”。

公司于 2021 年开展“Ⅱ类射线装置（中子发生器、X 射线机）应用项目”，拟于金水路厂区使用 5 台Ⅱ类射线装置开展科研实验，该项目环境影响报告表于 2021 年 2 月 4 日由青岛市生态环境局李沧分局以“青环李辐审[2021]2 号”文件审批通过。该项目分期建设，一期建设内容为 1 台中子发生器、1 台 X 射线机，已于 2021 年 10 月 20 日通过验收工作组会议，二期建设内容为 1 套中子照相无损检测系统，已于 2022 年 5 月 28 日通过验收工作组会议，剩余 2 台射线装置尚未投运。

公司于 2021 年开展“中子源关键技术研发实验室项目”，涉及贵定路厂区 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，该项目环境影响报告表于 2021 年 9 月 23 日由青岛市生态环境局以“青环辐审[2021]4 号”文件审批通过。目前尚未投运。

公司现有辐射安全许可证于 2022 年 1 月 13 日由山东省生态环境厅下发，证书编号为鲁环辐证[B0133]，种类和范围为使用 V 类放射源；使用Ⅱ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。证书有效期至 2026 年 10 月 18 日。

综上所述，本项目所在贵定路厂区现有核技术利用项目包括“中科超睿（青岛）技术有限公司 ^{3}H 放射源实验项目”、“30 枚 ^{3}H 放射源实验项目”及“中子源关键技术研发实验室项目”，其登记备案文件或环评批复文件见附件。

公司辐射安全许可证登记的放射源、非密封放射性物质及射线装置情况分别见表 1-1 和表

1-2。

表 1-1　辐射安全许可证登记放射源一览表

序号	放射源名称	单枚活度（Bq）	枚数	工作场所名称	类别
1	^{3}H	7.4×10^{10}	30	金水路厂区屏蔽室	V
2	^{3}H	1.85×10^{11}	30	贵定路厂区屏蔽室	V
3	^{3}H	1.443×10^{13}	4	贵定路厂区屏蔽室	V

表 1-2　辐射安全许可证登记放射性核素一览表

序号	核素名称	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	工作场所名称	类别
1	^{238}U	2×10^{2}	5.99×10^{8}	乙级非密封放射性物质工作场所	乙级
2	^{3}H	3.71×10^{9}	1.11×10^{13}		

表 1-3　辐射安全许可证登记射线装置一览表

序号	装置名称	型号	台数	工作场所	类别
1	密封管式中子发生器	/	2	金水路厂区院士港二期负 5、6 层屏蔽室	II
2	中子发生器	/	2		
3	中子照相无损检测系统	/	1		
4	X 射线机	UND-450	1		

1.2.2 本项目概况

各类中子发生器已在无损检测、石油勘探、元素活化分析等领域得到广泛应用，由于其通电才出中子、检测高效等独特的优点，具有良好的市场前景。

根据企业发展规划和市场需求，中科超睿（青岛）技术有限公司拟于贵定路厂区开展射线装置（中子发生器、X 射线机）的生产、使用、销售工作。具体建设内容为：（1）于智慧园同位素实验室东侧新建 2 间屏蔽室及控制室、材料库房等配套房间，开展高分辨率中子照相无损检测系统（每套包含 1 台 DD 中子发生器及 1 台 X 射线机）的生产、使用；DT 密封管式中子发生器（简称“DT 中子管”）、DD 密封管式中子发生器（简称“DD 中子管”）的使用及 1 台强流中子发生器（自研）的使用；（2）于智慧园同位素实验室内，现有乙级非密封放射性物质工作场所西侧新建 1 间组装实验室，开展 DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器的生产。

本项目 2 间屏蔽室整体为单层建筑，由原有闲置厂房改造建设，自西向东依次命名为“1 号屏蔽室”和“2 号屏蔽室”。其中 1 号屏蔽室用于 DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器的使用，2 号屏蔽室用于高分辨率中子照相无损检测系统的生产、使用和强流中子发生

器的使用。2 间屏蔽室各设有一套联锁系统，独立运行，互不干扰，单间屏蔽室内最多同时使用 1 台中子发生器（高分辨率中子照相无损检测系统运行时，配套 DD 中子发生器和 X 射线机同时出束）。屏蔽室北侧自西向东依次为预留实验室、设备间、材料库房等附属房间，控制室位于屏蔽室西侧，公司三层办公场所的三楼，由原有闲置房间改造而成，为 2 间屏蔽室共用。本项目组装实验室由现有房间改造而成，用于 DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器的生产。

本项目所涉及Ⅱ类射线装置为中子发生器和 X 射线机，中子发生器包括高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器、DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器、强流中子发生器四种类型。其中，高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器为定制部件自产，配套 X 射线机则直接外购成品，于 2 号屏蔽室生产为成品，并通过使用调试，确认合格后销售。DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器于组装实验室将外购的零部件生产为成品，于 1 号屏蔽室通过使用调试，确认合格后销售。各射线装置年产量与销售量相等，高分辨率中子照相无损检测系统为 5 台套/年，DT 密封管式中子发生器为 60 台/年，DD 密封管式中子发生器为 10 台/年。强流中子发生器为自研，固定安装于 2 号屏蔽室内，用于开展无损检测等科研实验，验证无损检测技术等参数，为后续研发生产提供支持。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），中子发生器、X 射线机均属Ⅱ类射线装置。

本项目 DT 密封管式中子发生器内含有 ^{3}H 放射源，活度不超过 1.85×10^{11}Bq；强流中子发生器具有氘靶、氚靶两种运行方式，使用氚靶时，配备 1 枚 ^{3}H 放射源，单枚活度不超过 1.85×10^{13}Bq。氚靶为固态氚化物形式，建设单位拟购置 34 枚 ^{3}H 放射源，根据《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），属 V 类放射源，建设单位分别于 2021 年 06 月 02 日、08 月 03 日填报建设项目环境影响登记表并完成备案，备案号为“202137021300000406”、“202137021300000365”。由于 ^{3}H 放射源单独办理备案手续，且 ^{3}H 发生纯 β 衰变，外照射影响相较中子发生器基本可忽略，本次评价不再赘述相关内容。

本项目涉及的射线装置情况见表 1-4。

表 1-4　本次评价涉及的射线装置情况

名称	类别	年产量（年销售量）	数量	型号	最大管电压	最大管电流/靶电流	中子强度（n/s）	生产场所	使用场所
DD 中子发生器（高分辨率中子照相无损检测系统配套）	II 类	5 台	/	定制	250kV	50000μA	5×10^{10}	2 号屏蔽室内	2 号屏蔽室内
X 射线机（高分辨率中子照相无损检测系统配套）		5 台	/	定制	450kV	4.2mA	/		
DT 密封管式中子发生器		60 台	/	定制	140kV	150μA	1×10^{9}	智慧园同位素实验室内组装实验室	1 号屏蔽室内
DD 密封管式中子发生器		10 台	/	定制	140kV	150μA	1×10^{7}		
强流中子发生器		/	1 台	定制	500kV	200000μA	5×10^{11}（DD 模式） 4×10^{13}（DT 模式）	/	2 号屏蔽室内

注：表中所列中子强度为可能达到的最大强度，已考虑其波动范围和足够的安全系数，项目实际运行时，中子强度低于表中所列数值。

1.2.2 项目建设地点、周边情况及选址合理性分析

本项目位于青岛市李沧区娄山街道办事处贵定路 1 号，项目各房间由闲置厂房和房间改造建设，截至现场勘查，射线装置生产、使用场所主体结构已改造完成，辐射相关设施尚未购置。

根据土地证及租赁说明（见附件，本项目所涉及组装实验室、控制室及屏蔽室分别属土地

证中[72]、[73]、[74]号厂房），项目建设区域用地性质为工业用地，同时根据李沧区楼山河北片区控制性详细规划（图 1-1），该区域规划为新型产业用地，本项目用地符合规划要求。本项目虽位于石化周边区域，但项目边界距离石化企业生产区边界已超过 250m，中间还隔有多栋建筑，且本项目主要产生辐射影响，在采取各项辐射安全防护措施后，基本不会对周边石化企业造成环境风险。

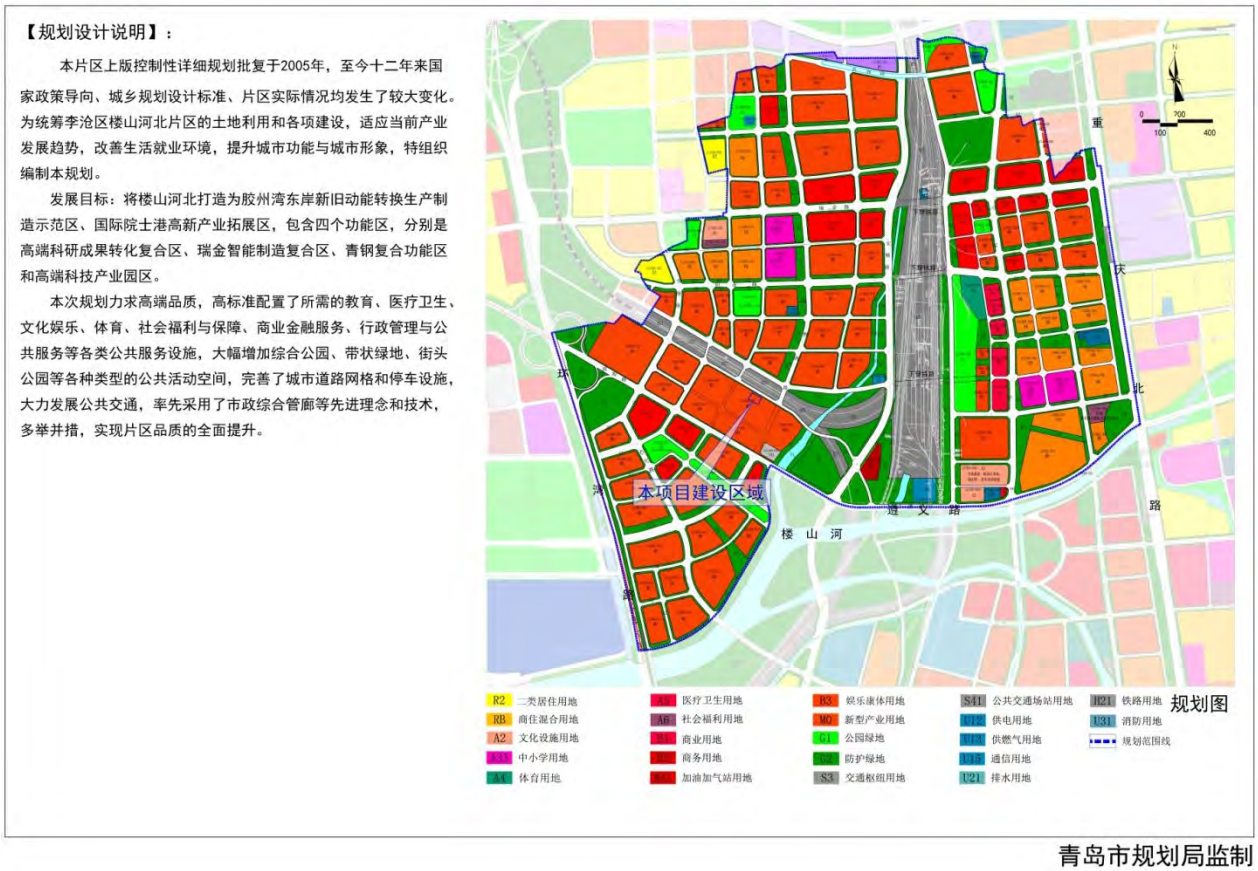


图 1-1　李沧区楼山河北片区控制性详细规划图

根据现场勘查情况，本项目屏蔽室北侧为空地、长顺路、济青高铁；东侧为预留厂房；南侧为道路、保安室、德先新能源厂房；西侧为智慧园同位素实验室。本项目周围主要是工业企业厂房、实验室、道路和空地等，50m 评价范围内无医院、学校、居民聚集区等人员密集区域。

综上所述，项目选址合理可行。

公司所在地理位置示意图见附图 1，项目周边影像关系见附图 2。

1.3 产业政策符合性分析

本项目为《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会令第 29 号）中

的鼓励类项目“十四、机械-6、科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”，符合国家当前产业政策要求。

1.4 实践正当性分析

中科超睿（青岛）技术有限公司拟生产、使用、销售Ⅱ类射线装置，本项目的开展有利于促进科技发展，满足市场需求，可为公司带来较高的经济效益，同时可促进就业，具有良好的社会效益。在采取各项辐射防护措施后，辐射影响可以满足国家各项标准要求，其产生的辐射危害远小于企业和社会从中取得的利益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

1.5 目的和任务的由来

中子发生器、X 射线机在生产、使用、销售过程中可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，中科超睿（青岛）技术有限公司委托我单位对其贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、辐射环境检测、收集和分析有关资料、理论计算等基础上，我单位于 2022 年 09 月编制完成了《中科超睿（青岛）技术有限公司贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目环境影响报告表》。

本项目核技术利用类型为生产、使用、销售Ⅱ类射线装置。

表 2 射线装置

（一）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（年产量）	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线机（高分辨率中子照相无损检测系统配套）	Ⅱ类	5 台/年	定制	450	4.2	使用、销售（X 射线机直接外购成品）	本项目 2 号屏蔽室内	定向向南

（二）中子发生器，包括密封管式中子发生器，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量（年产量）	型号	最大管电压/最大能量	最大靶电流	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	DD 中子发生器（高分辨率中子照相无损检测系统配套）	Ⅱ类	5 台/年	定制	250	50000	5×10^{10}	生产、使用、销售	屏蔽室内	/	/	/	D-D 中子
2	DT 密封管式中子发生器	Ⅱ类	60 台/年	定制	140kV	150μA	1×10^{9}			≤1.85×10^{11}	固态，管内密封	1 枚/台	D-T 中子
3	DD 密封管式中子发生器		10 台/年	定制	140kV	150μA	1×10^{7}			/	/	/	D-D 中子
4	强流中子发生器		1 台	定制	500kV	200000μA	5×10^{11}			/	/	/	D-D 中子
							4×10^{13}			≤1.85×10^{13}	固态，设备内密封	1 枚/台	D-T 中子

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
感生放射性废气	气态	^{41}Ar 等	/	少量	少量	/	/	通过通风系统排向外部环境
O_3、NO_X		/	/	少量	少量	/	/	
废包装材料、废组件	固态	/	/	/	少量	/	垃圾收集箱	作为一般固体废物由环卫部门定期清运
氚气	气态	^{3}H	/	少量	少量	/	/	通过智慧园同位素实验室现有氚净化系统排向外部环境
废氚靶	固态	^{3}H	/	/	/	/	材料库房专用保险柜内	厂家回收

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/m^3；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/m^3）和活度

表 4 评价依据

法规文件	1、《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015.1.1 施行； 2、《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 24 号，2018.12.29 修订后施行； 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003.10.1 施行； 4、《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号，2017.10.1 施行； 5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005.12.1 施行，2014.7.29 第一次修订，2019.3.2 第二次修订； 6、《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12.5 施行； 7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局令第 31 号，2006.3.1 施行，2008.11.21 第一次修订，2017.12.20 第二次修订，2019.8.22 第三次修订； 8、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006.9.26 发布； 9、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5.1 施行； 10、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 16 号，2021.1.1 施行； 11、《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014.5.1 施行； 12、《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常务委员会第七次会议，2018.11.30 修订，2019.1.1 施行； 13、《青岛市辐射事故应急预案》，青政办字[2020]15 号，2020.2.27 施行。
技术标准	1.《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 2.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

	4.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5.《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； 6.《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； 7.《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）； 8.《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）。
其他	1.中科超睿（青岛）技术有限公司贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目环境影响评价委托书； 2.《辐射防护手册 第一分册》（李德平主编，原子能出版社，1990）； 3.《辐射防护基础》（李星洪主编，原子能出版社，1982）； 4.《中子发生器及其应用》（刘林茂等主编，原子能出版社，2005）； 5.《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989 年）。

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）规定要求：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”。

根据本项目实际特点，本次评价范围为射线装置使用场所（2 间屏蔽室）四周实体屏蔽物外 50m 的范围。

5.2 保护目标

本项目主要保护目标为评价范围内活动的公众成员和职业人员。职业人员共 5 人，公众成员包括在屏蔽室四周 50m 范围内工作和活动的公司普通员工、其他公司人员及偶然经过的公众人员，长期在评价范围内活动的公众成员人数约 53 人。

本项目评价范围内保护目标详见表 5-1。

表 5-1　本项目主要保护目标情况

<table>
<tr><th>保护目标</th><th colspan="2">人数</th><th>特征</th><th>距离</th></tr>
<tr><td>职业人员</td><td colspan="2">5</td><td>进行本项目射线装置生产、调试（使用）工作的 3 名辐射工作人员及从事射线装置销售工作的 2 名辐射工作人员</td><td>相邻</td></tr>
<tr><td rowspan="4">公众成员</td><td rowspan="4">约 53（长期活动人群）</td><td>约 3 人</td><td>保安室</td><td>南侧 20m</td></tr>
<tr><td>约 45 人</td><td>德先新能源厂房</td><td>南侧 50m</td></tr>
<tr><td>约 5 人</td><td>智慧园同位素实验室</td><td>西侧相邻</td></tr>
<tr><td>/</td><td>偶然经过闲置厂房、道路等场所评价范围内区域的公众人员</td><td>0m～50m</td></tr>
</table>

5.3 评价标准

1、年剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

标准中附录B规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a）由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

b）任何一年中的有效剂量，50mSv；

c）眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a）年有效剂量，1mSv；

b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mS；。

c）眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d）皮肤的年当量剂量，50mSv。

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

2、剂量率控制水平

剂量目标控制限值参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）：

（1）标准中 4.1.2 款规定：应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

（2）标准中 4.1.3 款规定：

X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

b）关注点周围最高剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。

（3）标准中 4.1.4 款规定：

探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

b）对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h。

（4）标准中 4.1.11 款规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活

动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

参照相关标准及涉及中子发生器应用的同类项目，本次评价采用 2.5μSv/h作为屏蔽室四周墙外及防护门外 30cm处的剂量率目标控制值，采用 100μSv/h作为屏蔽室室顶外 30cm处的剂量率目标控制值。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理及场所位置

本项目位于青岛市李沧区娄山街道办事处贵定路 1 号，项目各房间由闲置厂房和房间改造建设，截至现场勘查，射线装置生产、使用场所主体结构已改造完成，辐射相关设施尚未购置。

本项目所在地理位置见附图 1，周边影像关系见附图 2，场所整体平面布置见附图 3、附图 4。经现场调查，屏蔽室周边环境情况见表 6-1，项目周围现场照片见图 6-1。

表 6-1　屏蔽室周围环境一览表

名称	方　向	场所名称	距场所距离
屏蔽室	北 侧	空地、长顺路、济青高铁	0m～50m
	南 侧	道路、保安室、德先新能源厂房	0m～50m
	东 侧	预留厂房	0m～50m
	西 侧	智慧园同位素实验室	0m～50m
	楼 上	室顶平台（人员无需到达）	0m～50m
	楼 下	地下土层	0m～50m

屏蔽室东侧预留厂房（当前处于闲置状态）

屏蔽室南侧 20m 保安室

屏蔽室西侧智慧园同位素实验室

屏蔽室南侧 50m 德先新能源厂房

图 6-1　项目周围现场拍摄照片（2022 年 8 月）

6.2 环境天然放射性水平

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

表 6-2 青岛市环境天然放射性水平（$\times 10^{-8}$Gy/h）

监测内容	范围	平均值	标准差
原 野	4.24～13.00	6.62	1.45
道 路	1.15～12.40	6.90	2.38
室 内	3.12～16.16	11.09	2.33

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

6.3 环境质量和辐射现状

6.3.1 检测方案

本次评价根据项目实际情况制定辐射环境检测计划，对本项目屏蔽室周围辐射环境现状进行检测。检测方案如下所示：

1、环境现状评价对象

本项目屏蔽室周围辐射环境现状。

2、检测因子

环境γ空气吸收剂量率、中子剂量当量率。

3、检测点位

由于目前辐射设备尚未购置，本次评价只进行现状值检测，在屏蔽室周围及内部共布设

10 个检测点。

6.3.2 质量保证措施

1、检测单位

本次评价委托已获得生态环境监测（检测）资质认证的山东鼎嘉环境检测有限公司开展检测，具备本工程所涉及环境γ空气吸收剂量率及中子剂量当量率的检测资质。

2、检测仪器

（1）环境γ空气吸收剂量率

设备名称：便携式多功能射线检测仪

设备型号：BG9512P/BG7030 设备编号：A-1804-01

能量范围：25keV～3MeV

测量范围：10nGy/h～200μGy/h

设备检定单位：山东省计量科学研究院

检定证书编号：Y16-20220370

检定有效期至：2023 年 03 月 08 日

（2）中子剂量当量率

设备名称：便携式多功能射线检测仪

设备型号：XH-3028 设备编号：A-2203-02

能量范围：0.025ev～14Mev

测量范围：0nSv/h～1Sv/h

设备检定单位：中国辐射防护研究院放射性计量站

检定证书编号：检字第[2022]-N0055

检定有效期至：2023 年 03 月 29 日

3、检测方法

依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《辐射防护仪器 中子周围剂量当量（率）仪》(GB/T 14318-2019）的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头离地 1m，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算均值和标准偏差。

4、其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数据量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料、仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行多级审核制度，经过校对、审核，最后由授权签字人审定。

6.3.3 检测时间与条件

2022 年 8 月 30 日，天气：阴，温度：20.2℃，相对湿度：82.5%。

6.3.4 检测结果

环境γ辐射剂量率及中子剂量当量率检测结果见表 6-3。

表 6-3　环境γ辐射剂量率及中子剂量当量率检测结果

序号	点位描述	环境γ空气吸收剂量率检测结果（单位：n Gy/h）	中子剂量当量率检测结果（单位：Sv/h）	辐射剂量率检测结果（单位：n Gy/h）
A1	1 号屏蔽室内	107.3	0	107.3
A2	2 号屏蔽室内	101.3	0	101.3
A3	2 间屏蔽室北侧区域	112.7	0	112.7
A4	2 间屏蔽室东侧区域	80.7	0	80.7
A5	2 间屏蔽室南侧区域	109.0	0	109.0
A6	2 间屏蔽室西侧区域	98.5	0	98.5
A7	屏蔽室东侧预留厂房	80.4	0	80.4
A8	屏蔽室南侧 20m 保安室	85.3	0	85.3
A9	屏蔽室南侧 50m 德先新能源厂房	64.1	0	64.1
A10	屏蔽室西侧智慧园同位素实验室	76.3	0	76.3
注：检测结果已扣除宇宙射线响应值 11.6nGy/h。				

6.3.5 环境现状调查结果评价

由表 6-3 可知，本项目屏蔽室周围辐射剂量率为 64.1nGy/h～112.7nGy/h[即（6.41～11.27）×10^{-8}Gy/h]之间，处于青岛市环境天然放射性水平范围内[道路（1.15～12.40）×10^{-8}Gy/h]。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工艺流程简述

本项目生产、使用场所主体结构已改造完成，施工期主要包括辐射安全防护设施建设及设备的安装等。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物。

7.2 营运期工艺流程简述

7.2.1 设备简介及工作原理

1、设备简介

本项目涉及 X 射线机及四种中子发生器，包括高分辨率中子照相无损检测系统（含 DD 中子发生器和 X 射线机）、DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器、强流中子发生器。其中，DT 密封管式中子发生器内包含氚放射源；高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器、DD 密封管式中子发生器包含氘靶；强流中子发生器具有氘靶、氚靶两种运行模式，根据需要使用相应靶件。各设备具体技术参数详见表 1-4。

（1）高分辨率中子照相无损检测系统

本项目 1 套高分辨率中子照相无损检测系统由 1 台 DD 中子发生器、1 台 X 射线机及成像系统等配套设备组成。DD 中子发生器发射中子穿透物体后发生强度衰减，可对物体内部进行透视成像，主要由中子源、准直器、成像系统等组成。中子源是中子发生器的核心部件，其通过离子源产生强流 D^+离子束，然后轰击 D 靶，产生 2.5MeV 强流 D-D 中子。X 射线机主要由 X 射线管和高压电源、成像系统等组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的轫致辐射即为 X 射线。

高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器和 X 射线机的基本结构示意图分别如下：

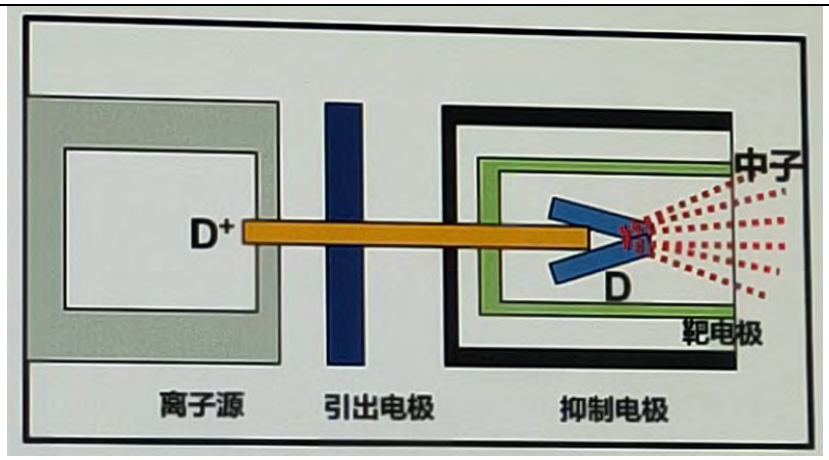


图 7-1（a） 高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器基本结构示意图

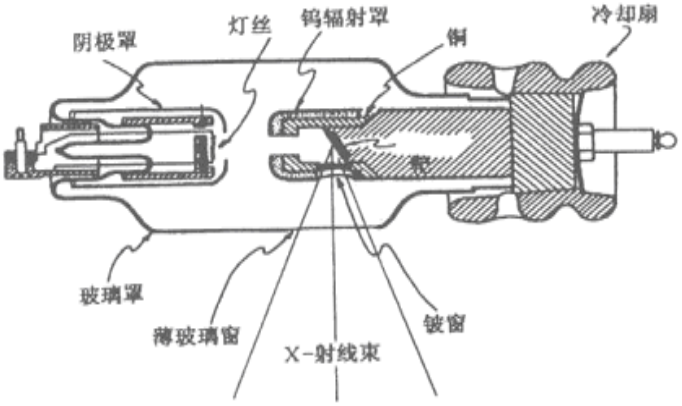


图 7-1（b） 高分辨率中子照相无损检测系统配套 X 射线机（射线管）基本结构示意图

（2）DT 密封管式中子发生器

本项目 DT 密封管式中子发生器是一种小型加速器型中子源，其核心的、产生中子的部件为密封管式中子发生器。密封管式中子发生器将离子源、离子引出加速系统、靶和气压调节系统全部密封在一支陶瓷或玻璃管内，构成一支结构简单紧凑的电真空器件。密封管式中子发生器工作时，由离子源放电产生的氘离子，经离子引出加速系统加速后打在靶上，与靶中的氚发生聚变反应，产生能量为 14MeV 的 D-T 中子。

密封管式中子发生器基本结构示意图如下：

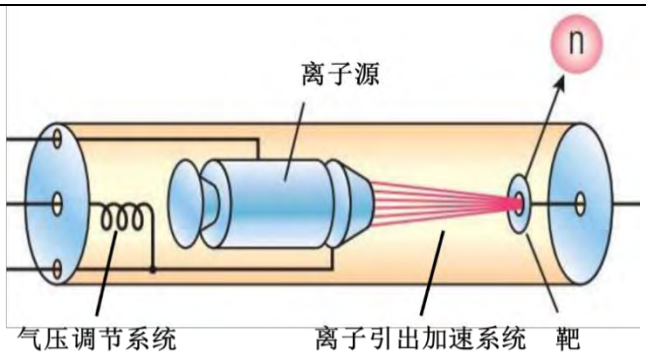


图 7-2 DT 密封管式中子发生器基本结构示意图

（3）DD 密封管式中子发生器

本项目 DD 密封管式中子发生器与 DT 密封管式中子发生器结构相近，主要区别在于使用的靶件不同（使用氘靶）。密封管式中子发生器工作时，由离子源放电产生的氘离子，经离子引出加速系统加速后，轰击 D 靶，产生 2.5MeV D-D 中子。

（4）强流中子发生器

本项目强流中子发生器主要由离子源、加速管、靶、高压电源、真空腔、水冷机及自屏蔽设施等组成，具有 DT、DD 两种模式，通过在其真空腔内放置不同靶件（氘靶或氚靶）实现两种模式的应用。其通过离子源产生强流 D^+离子束，通过加速管对离子束进行加速，然后轰击氘靶或氚靶，产生 2.5MeV 强流 D-D 中子或 14MeV 强流 D-T 中子。由于强流中子发生器能量较高，其靶点外侧设有自屏蔽设施，靶点北侧、南侧、顶部为 1m 厚的水箱，西侧为 0.7m 厚的水箱，东侧为 1m 厚的含硼聚乙烯+30mmPb。

2、工作原理

本项目高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器、DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器、强流中子发生器均通过对离子源通电产生氘离子，经离子引出加速系统加速后打在靶上，当靶采用氘靶时，产生 D（d，n）^{3}He 聚变反应中子，中子能量约为 2.5MeV，当靶采用氚靶时，产生 T（d，n）^{4}He 聚变反应中子，中子能量约为 14MeV。

高分辨率中子照相无损检测系统配套 X 射线机利用 X 射线管中高速度电子去撞击阳极靶，从而产生 X 射线。X 射线管是用来产生 X 射线的一种真空二极管。其阴极(灯丝)用来产生热电子。在阳极与阴极间加高电压，电子由于阳极高电位的吸引，即以高速度向阳极靶撞击。X 射线管两极的高电压是由高压发生器(主要由高压变压器等组成)供给的。

本项目密封管式中子发生器采购离子源、靶件、电源系统、控制系统等部件，在智慧园同位素实验室区域的组装实验室内组装为DT密封管式中子发生器或DD密封管式中子发生器，之后于1号屏蔽室进行调试（使用）。高分辨率中子照相无损检测系统于2号屏蔽室内进行组装，其中，配套X射线机为整机外购。强流中子发生器则为自研、部件外委加工，由外单位负责安装，于2号屏蔽室内开展科研实验。

高分辨率中子照相无损检测系统调试时，经过X射线机和DD中子发生器照射样品成像。其主要原理是射线在穿透材料时，由于材料的厚薄、内部构造不同，样品各部位对射线吸收衰减不同而形成射线强度分布的潜像，依托图像增强管转换为可见像。两台装置形成的图像经过计算机技术进行融合，获得高分辨率中子照相无损检测系统的最终成像结果，显示于控制室内显示器上，并根据成像结果判定产品是否合格。确定产品合格后，建设单位将产品部件拆分，外售至采购单位并重新组装。

DT密封管式中子发生器、DD密封管式中子发生器、高分辨率中子照相无损检测系统配套DD中子发生器调试或者强流中子发生器使用时，于屏蔽室内距中子发生器约1m位置设置1套中子检测系统，对中子产额进行实时检测，检测数据实时显示于本项目控制室内显示器上，职业人员于控制室内设置管电压、靶电流等运行参数，控制中子发生器开机并持续运行，通过中子产额实时检测结果判断中子发生器是否可持续稳定运行，进而判断DT密封管式中子发生器、DD密封管式中子发生器、高分辨率中子照相无损检测系统配套DD中子发生器等产品是否合格，或强流中子发生器的科研实验是否正常。

7.2.2 工作流程

1、高分辨率中子照相无损检测系统/DT密封管式中子发生器/DD密封管式中子发生器

（1）接受订单：通过产品推广，对接客户，达成销售意向后，签订采购合同，下发订单，同时告知客户使用中子发生器所需辐射安全防护措施及手续办理要求，以便于客户提前进行准备工作。

（2）部件采购：采购离子源、靶件、电源系统、控制系统、成像系统等部件，放置于生产场所中。

（3）生产：

①高分辨率中子照相无损检测系统：本项目高分辨率中子照相无损检测系统配套X射线机

为外购，DD 中子发生器为自产，部件为外委加工。中子照相无损检测系统产品包括中子源、准直器、成像系统、源强测量系统、总控系统等，其中，准直器、源强测量系统、总控系统等自行设计后，供应商根据建设单位提供的设计图纸生产测试完成后送至本项目生产场所，中子源的离子源进行起弧、氢气等束流测试，通过加高压引出束流，通过专业仪器读数测试流强、离子比等参数，之后组装为中子源，再测试真空度和高压值，判定是否合格；中子源的高压电源和高压绝缘子进行耐高压性能和绝缘性能测试，通过控制操作台、电压表读数等判断性能；以上系统独立测试达标后，运至屏蔽室内进行组装，进行真空、出氘束、水冷、高压联合测试；同时，成像系统进行组装和标准光源下的成像测试以上测试达标后，所有部件运至屏蔽室内组装为完整产品，进行整体测试工作。组装过程较为简单，主要是职业人员配合其他生产工段工人手工对零部件进行装接，对于部分需要密封的位置，使用小型焊机进行焊接，生产过程不涉及电镀、喷漆等工序。

②密封管式中子发生器：本项目密封管式中子发生器主要生产设备包括密封管式中子发生器封接平台、电源系统和控制系统测试平台、中子发生器整体性能测试平台等。生产过程中，对外协采购的零部件进行检测、装配、封接和充气，形成一个完整的密封器件。

（4）调试（使用）：

①准备工作：职业人员或工人将产品固定至屏蔽室内特定位置处，之后对屏蔽室周围进行清场及样品摆位，对各项辐射安全设施进行检查并确定屏蔽室无人滞留后，按下所有巡检开关，连接电源，关闭各防护门，在控制室操作。

②参数设置：职业人员于控制室内设置电压、电流等技术参数。

③开机检测：操作中子发生器开机，持续出束，进行调试。

④关闭电源：调试结束后，关闭电源，并通过固定式辐射检测系统确认设备状态。

⑤调试结束：待屏蔽室内辐射水平降低至可接受范围后（设定为中子发生器停机 30min 后），前往屏蔽室，将样品取出，整理场地后离开屏蔽室并关闭防护门。调试合格的 DT 密封管式中子发生器作为产品外售，对于调试不合格的，查明原因并进行维修，无法修复的，由损坏部件供货厂家进行回收（完好部件保留）。

（5）销售：对调试后确认合格的高分辨率中子照相无损检测系统，将各部件拆分开，按客户要求送至指定场所，重新组装使用；对 DD 密封管式中子发生器产品，拆卸为零部件，按

客户要求送至指定场所，重新组装使用；对 DT 密封管式中子发生器产品，将成品委托有放射性物品运输资质的单位运送至客户指定场所。生产人员随销售人员一起前往交接现场对客户方职业人员进行培训，之后开机调试，经买卖双方共同确认无误后，销售活动完成。中子发生器运输前须先确认客户环保手续执行情况，在中子发生器工作场所取得环评批复，确认辐射安全防护措施满足要求，且客户取得辐射安全许可证后，方可发货。

2、强流中子发生器

本项目自研的强流中子发生器固定于 2 号屏蔽室内，用于开展科研实验。其使用工作流程如下：

①准备工作：职业人员或工人将产品固定至屏蔽室内特定位置处，之后对屏蔽室周围进行清场及样品摆位，对各项辐射安全设施进行检查并确定屏蔽室无人滞留后，按下所有巡检开关，连接电源，关闭各防护门，在控制室操作。

②参数设置：职业人员于控制室内设置电压、电流等技术参数。

③开机检测：操作中子发生器开机，持续出束，进行调试。

④关闭电源：调试结束后，关闭电源，并通过固定式辐射检测系统确认设备状态。

⑤调试结束：待屏蔽室内辐射水平降低至可接受范围后（设定为中子发生器停机 30min 后），前往屏蔽室，将样品取出，整理场地后离开屏蔽室并关闭防护门。

强流中子发生器在使用前需放置靶件，根据科研需要将氘靶或氚靶放置于真空腔内。

本项目生产过程中不开机出束，仅调试或使用过程产生辐射影响，使用工作流程及产污环节见下图所示。

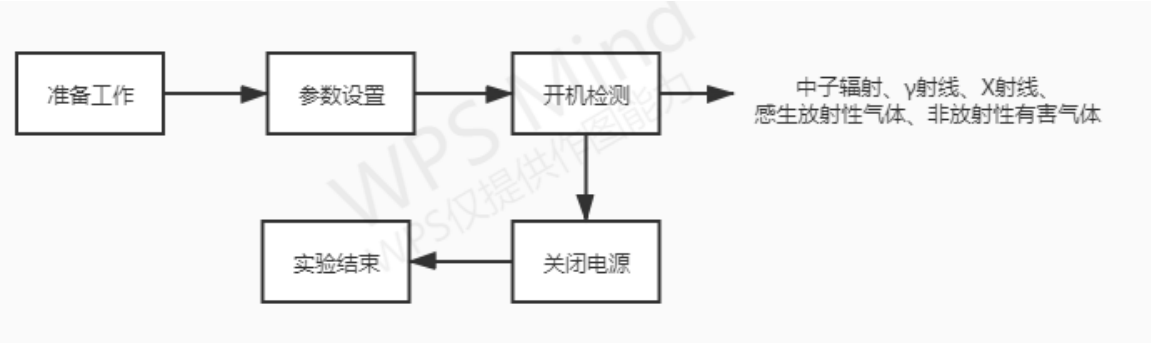


图 7-3 本项目工作流程及产污环节示意图

7.2.3 工作负荷

本项目共配备 5 名职业人员，在屏蔽室、控制室、射线装置生产场所进行本项目中子发生

器生产、调试工作，同时参与中子发生器销售相关工作。

1、屏蔽室内使用时间

本项目每台（套）新生产的高分辨率中子照相无损检测系统、DT 密封管式中子发生器和 DD 密封管式中子发生器最多调试或使用 5 次，每次调试曝光时间不超过 1h，高分辨率中子照相无损检测系统年产量为 5 台套，DT 密封管式中子发生器年产量为 60 台，DD 密封管式中子发生器年产量为 10 台，则高分辨率中子照相无损检测系统年累计照射时间最大为 25h，DT 密封管式中子发生器年累计照射时间最大为 300h，DD 密封管式中子发生器年累计照射时间最大为 50h。

强流中子发生器用于无损检测科研实验，单次曝光时间通常不超过 1h，其具有 DD、DT 两种模式，每种模式年累积运行次数约 100 次，则强流中子发生器年累积照射时间最大为 200h，其中 DD 模式和 DT 模式各运行 100h。

2、现场调试时间

高分辨率中子照相无损检测系统、密封管式中子发生器运输至客户工作场所后，需由本项目职业人员在现场开机调试，每台（套）设备曝光时间不超过 5h，该部分年累计曝光时间最大为 375h。

3、检修调试时间

外售的射线装置如出现故障，将由本项目职业人员前往现场检修，检修完成后也需开机调试，每次调试曝光时间不超过 1h，年检修次数以 70 次计（中子发生器故障发生率较低，预计实际检修次数低于 35 次/年），则该部分累计曝光时间预计最大为 70h。

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

本项目施工期主要包括辐射安全防护设施建设及设备的安装等。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物。

7.3.2 运营期污染因素分析与评价因子

1、中子贯穿辐射

氘离子加速后打在靶上，产生 2.5MeV 的 D（d，n）^{3}He 聚变反应中子或 14MeV 的 T（d，n）^{4}He 聚变反应中子，可对周围环境产生中子辐射影响。

2、γ射线

本项目γ射线产生途径包括中子发生器产生的快中子流（2.5MeV）、特快中子流（14MeV）与被作用的核素发生非弹性散射（n，n’），可伴随产生非弹性散射γ射线；热中子被吸收发生（n，γ）反应产生俘获γ射线；中子与周围物质相互作用，通过活化反应产生放射性核素（主要包括 ^{52}Mn、^{54}Mn、^{55}Fe），产生γ射线影响。项目产生的γ射线可对周围环境产生辐射影响。

3、X射线

高分辨率中子照相无损检测系统配套X射线机开机后产生X射线，对周围环境产生辐射影响，关机后X射线随之消失。

4、放射性固体废物

本项目DT密封管式中子发生器及强流中子发生器采用氚靶（V类放射源），密封管式中子发生器在生产调试阶段或客户使用过程中报废后需将氚靶取出，强流中子发生器配备的氚靶在使用一段时间后也将取出报废。废氚靶（固态）属放射性固体废物，年产生量约为10枚，产生后暂存于核材料库房的专用保险箱内，由有资质的供货厂家回收再利用，放射性固体废物的运输按照《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）规定，委托有资质单位进行。

5、放射性废气

强流中子发生器采用DT模式运行时能量较大，氚靶置于真空腔内，真空腔配有真空泵持续抽真空。发生DT反应时，氚靶温度升高可导致微量氚的热解析，以氚气的形式释放出来，从而产生氚废气。强流中子发生器真空泵设有排气口，通过密闭的不锈钢管道连接至本项目西侧已取得环评批复的“中子源关键技术研发实验室项目”配套的氚净化系统中，依托该净化系统的吸附处理后，排放至外环境。该净化系统专门设计用于氚工作场所的氚废气处置，具有足够的余量，具体分析见下文。

6、感生放射性气体

中子、γ射线与屏蔽室内空气发生反应，产生 ^{41}Ar、^{13}N、^{15}O、^{11}C 等感生放射性气体，经呼吸进入人体可导致内照射影响。本项目2间屏蔽室内各设有1套专门的排风系统，废气通过排气筒向空中排放，排放口高度约14m，可高出屏蔽室顶部3m以上。参照同类项目，本项目感生放射性气体产生量较小，且 ^{41}Ar、^{13}N、^{15}O、^{11}C 的半衰期分别为1.83h、10min、2.1min、20.5min，半衰期较短，经高空排放、落地后，已衰变至较低水平。因此，感生放射性气体经通风系统排

放后，对人员影响较小。

7、非放射性污染因素分析

本项目生产过程以组装为主，主要使用小型钎焊和电子设备，不涉及高噪声设备，且项目于园区内部厂房中进行操作，对周围的噪声影响基本可忽略不计。

本项目职业人员产生的生活污水和生活垃圾依托所在园区现有设施进行处置，其中生活污水经园区内现有卫生间进入园区管网，最终排向娄山河污水处理厂，生活垃圾经园区内现有垃圾收集箱收集后由环卫部门定期清运，均具有可依托性，可得到妥善处置，本次评价不再赘述。密封管式中子发生器生产过程中，将产生少量废包装材料和废组件、废密封管式中子发生器，属一般固体废物，对可回收利用的，尽可能回收再利用，不可回收利用的，经生产场所内垃圾收集箱收集后由环卫部门定期清运。

密封管式中子发生器生产过程中涉及焊接工艺，可产生少量焊接废气，本项目仅需使用小型钎焊，不涉及大型焊接设备，因此焊接废气产生量极少，对周围环境的影响较小。

在射线装置运行时，中子、γ射线、X 射线与屏蔽室内空气可通过电离作用产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_X)，在 NO_X 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。产生量较小，经通风系统排放后，对人员影响较小。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全措施

8.1.1 项目分区与屏蔽设计

1、场所布局

本项目射线装置生产场所包括智慧园同位素实验室内的组装实验室及 2 号屏蔽室，分别用于密封管式中子发生器和高分辨率中子照相无损检测系统的组装生产。生产过程中设备处于关闭状态，不产生辐射影响。

射线装置使用场所由 2 间屏蔽室、控制室组成。2 间屏蔽室中，西侧为 1 号屏蔽室，用于使用 DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器，东侧为 2 号屏蔽室，用于使用高分辨率中子照相无损检测系统、强流中子发生器。控制室位于 1 号屏蔽室西侧三层办公场所的三楼，为 2 间屏蔽室共用。本项目使用场所的平面布置图见附图 4，剖面图见附图 5。

2、项目分区

本项目射线装置生产过程中全程不通电出束，客户使用射线装置的环境影响由客户方另行开展环评。1 号屏蔽室内射线装置工作时，将 1 号屏蔽室四周墙体外边界所围成的区域划为控制区，2 号屏蔽室内射线装置工作时，将 2 号屏蔽室四周墙体外边界所围成的区域划为控制区。与控制区墙壁外部相邻区域，包括射线装置生产场所、控制室等划为监督区，并拟在控制区边界设置电离辐射警告标志。本项目 2 间屏蔽室的分区各自独立设置。项目分区示意图见附图 5。

3、屏蔽设计

本项目屏蔽室的主要参数如下：

表 8-1　屏蔽室具体参数一览表

项目	1 号屏蔽室	2 号屏蔽室
内部尺寸	东西净长约 12.6m（不含迷道）、南北净宽约 7m、净高约 4m，净容积约 420m^3（含迷道）	东西净长约 36.8m、南北净宽约 8.5m、净高约 7m，净容积约为 2200m^3
四周墙体	屏蔽室四周屏蔽墙体采用混凝土结构，厚度均为 1500mm，西侧迷路内墙厚度为 750mm，密度为 2.35g/cm^3。1 号屏蔽室内射线装置工作时，将 1 号屏蔽室四周墙体所围成的区域划为控制区	屏蔽室四周屏蔽墙体采用混凝土结构（其中西墙与 1 号屏蔽室东墙为同一面墙体），厚度均为 1500mm，密度为 2.35g/cm^3。2 号屏蔽室内射线装置工作时，将 2 号屏蔽室四周墙体所围成的区域划为控制区
室顶	室顶墙体采用混凝土结构，厚度为 1500mm，	室顶墙体采用混凝土结构，厚度为 1000mm，

	密度为 2.35g/cm^3	密度为 2.35g/cm^3
大防护门	/	用于大型设备进出，位于屏蔽室南侧东部位置，门洞内侧，为平移式电动门，采用铅钢复合结构+8%含硼聚乙烯，总厚度约 1.042m，自内向外依次为 0.016m 钢板+1.0m 含硼聚乙烯+0.01m 铅+0.016m 钢板。关闭状态下大防护门高 6.2m、宽 5.6m，门洞高 4.5m、宽 4.0m，大防护门与墙体上、下、左、右搭接量分别为 90cm、80cm、80cm、80cm。门与墙体之间的缝隙约 1cm，搭接量与缝隙之比大于 10:1
小防护门	用于人员和便携式的密封管式中子发生器进出，位于屏蔽室北侧西部位置，迷道口门洞外侧，为平移式电动门，采用铅钢复合结构+8%含硼聚乙烯，总厚度为 0.642m，自内向外依次为 0.016m 钢板+0.6m 含硼聚乙烯+0.01m 铅+0.016m 钢板。关闭状态下小防护门高 3.1m、宽 2.7m，门洞高 2.0m、宽 1.5m，小防护门与墙体上、下、左、右搭接量分别为 60cm、50cm、60cm、60cm。门与墙体之间的缝隙约 1cm，搭接量与缝隙之比大于 10:1	用于人员进出，位于屏蔽室北侧西部位置，迷道口门洞外侧，为平移式电动门，采用铅钢复合结构+8%含硼聚乙烯，总厚度为 0.642m，自内向外依次为 0.016m 钢板+0.6m 含硼聚乙烯+0.01m 铅+0.016m 钢板。关闭状态下小防护门高 3.1m、宽 2.7m，门洞高 2.0m、宽 1.5m，小防护门与墙体上、下、左、右搭接量分别为 60cm、50cm、60cm、60cm。门与墙体之间的缝隙约 1cm，搭接量与缝隙之比大于 10:1
迷路	屏蔽室西侧设有迷路，迷路内墙为 750mm 混凝土结构	屏蔽室西北侧设有迷路，迷路内墙为 750mm 混凝土结构
中子发生器工作区域	①DT 密封管式中子发生器和 DD 密封管式中子发生器使用位置位于 1 号屏蔽室内东部位置，靶点高度 1.25m，靶点距北墙、南墙、东墙、西墙、室顶的最近距离分别为 3.5m、3.5m、2.0m、10.6m、2.75m。 ②强流中子发生器使用位置位于 2 号屏蔽室内中部偏北位置，靶点高度 3.2m，靶点距北墙、南墙、东墙、西墙、室顶屏蔽墙体的最近距离分别为 4.0m、4.5m、19.0m、17.8m、3.8m。 ③高分辨率中子照相无损检测系统：配套 DD 中子发生器和 X 射线机均位于 2 号屏蔽室内西南部区域，靶点高度 1.25m，DD 中子发生器靶点距北墙、南墙、东墙、西墙、室顶屏蔽墙体的最近距离分别为 5.75m、2.75m、31.8m、5m、5.75m，X 射线机靶点距北墙、南墙、东墙、西墙、室顶屏蔽墙体的最近距离分别为 5.75m、2.75m、30.8m、6m、5.75m。	
操作台	本项目控制室内设有操作台，职业人员在控制室内控制相应屏蔽室内设备的出束运行	

各射线装置靶点位置示意图见附图 6、附图 7、附图 8。

8.1.2 其他安全环保措施

除工作场所屏蔽室的安全防范措施外，公司还将采取以下几个方面的安全环保措施。

1、防护器材配备

本项目拟配备 5 名职业人员，1 名为辐射管理人员，4 名专职进行本项目射线装置的生产、使用、销售工作。公司拟配备个人剂量计及个人中子剂量计各 5 支（人手各 1 支，由个人剂量检测单位配发），便携式个人剂量报警仪 5 部、长杆剂量测量仪 1 台、表面污染仪 1 台、固定式中子剂量测量仪 7 台,固定式伽马剂量测量仪 7 台，可以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款的要求。

2、安全防护措施

（1）门机联锁、紧急开门装置：本项目 2 间屏蔽室进出口处防护门各设计有 1 套门机联锁装置，有门打开时，射线装置不能开机，射线装置运行中任意一门被打开则相应屏蔽室内射线装置将自动停机。屏蔽室内部的各屏蔽门旁均设有紧急开门装置（机械），如遇紧急情况，可及时打开防护门离开场所。

（2）射线装置互锁装置：每间屏蔽室内最多只有 1 台（套）射线装置运行（其中仅高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器和 X 射线机设计为同时出束）。2 间屏蔽室内各设有 1 套射线装置互锁装置，通过档位控制，确保单间屏蔽室内同一时间最多只会有 1 台（套）射线装置处于通电运行状态。

（3）信号警示装置：屏蔽室各出入口外均设有声光报警灯（红色）和绿色指示灯，其中，声光报警灯配有音响装置，灯光为红色，亮起表示照射状态，绿色指示灯灯光为绿色，亮起表示预备状态。此外，1 号屏蔽室南墙中部、2 号屏蔽室北墙中部各设有 1 个声光报警灯。各信号警示装置均与相应屏蔽室内射线装置联锁。

（4）巡检开关（清场按钮）：本项目 1 号屏蔽室迷路内墙、南墙中部、北墙东部各设有 1 个巡检开关（共 3 个），2 号屏蔽室迷路内墙、西墙中部、东墙南部、北墙中部各设有 1 个巡检开关（共 4 个）。各巡检开关距地面约 1.5m，均与相应控制台联锁，每次开机前工作人员均须进入相应屏蔽室内巡视是否清场并按下巡检开关，否则该屏蔽室内射线装置无法开机。

（5）防人误入装置：本项目 1 号屏蔽室出入口、2 号屏蔽室人员出入口处均设有红外开关（即光电联锁装置），并与相应射线装置的开、关机联锁，射线装置运行时若有人或动物经过红外开关，将立刻停止照射。2 号屏蔽室大型设备出入口正常情况下均处于关闭状态，只有进行设备更换等工作时开启。

（6）急停装置：本项目 1 号屏蔽室迷路内墙、南墙中部、北墙东部及控制室控制台处各

设有 1 个急停按钮（共 4 个），2 号屏蔽室迷路内墙、西墙中部、南墙西部、东墙南部、北墙中部及控制室控制台处各设有 1 个急停按钮（共 6 个）。各急停按钮均配有中文标签，发生事故时，滞留在屏蔽室内或在控制室进行设备操作的人员可就近按下急停按钮以停止相应屏蔽室内射线装置照射。本项目急停装置布置可实现全区域覆盖。

（7）视频监控和对讲装置：2 间屏蔽室内各设有 1 套对讲装置。1 号屏蔽室迷路内、西北角、东南角上方位置及出入口北部墙上各设有 1 处视频监控探头（共 4 个），2 号屏蔽室迷路内及屏蔽室内四个墙角上方各设有 1 处视频监控探头（共 5 个）。监控画面实时显示于控制室内计算机屏幕上。控制室内操作人员可有效对控制区内各区域情况进行实时监控并随时与相关人员通话。

（8）剂量联锁：1 号屏蔽室迷路外侧防护门旁设有辐射监测点位（每个辐射监测点位均包含一个γ剂量率仪和一个中子剂量率仪，下同），2 号屏蔽室迷路外侧防护门旁、设备出入门外侧大门旁、北墙内侧、东墙外侧均设有辐射监测点位，对中子剂量当量率及 X-γ辐射剂量率进行实时监测。该系统的数字显示装置安装在相应控制台上，当辐射超过预定水平时，相应屏蔽室内射线装置自动切断高压，装置停机。

（9）授权钥匙：控制室内设置授权钥匙，与联锁系统串联，由装置运行负责人持有，装置运行前运行负责人确认任务后打开（授权）。

（10）警示标志：本项目各出入口防护门上均张贴有电离辐射警告标志，提示经过该区域的人员尽量避免进入屏蔽室。

（11）防盗措施：本项目生产的射线装置在外售前放置于屏蔽室内，强流中子发生器固定于屏蔽室内。不开展辐射工作时，屏蔽室门处于常闭状态，且屏蔽室外设有摄像监控设备，与所在园区保卫室及本项目辐射管理人员手机联网，便于人员随时查看屏蔽室内部及周边情况，防止设备丢失或被盗。

本项目采取了防止开机、防止人员误留、紧急停机、外部警示等多层防护与安全措施，可确保当某一层次的防御措施失效时，由下一层次的防御措施予以弥补或纠正，符合辐射安全要求中的“纵深防御原则”；各层防护与安全措施均设置了多于为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，如巡检开关、急停装置等均设计有多个，在运行过程中万一某物项失效或不起作用的情况下可使其整体不丧失功能，符合辐射安全要求中的“冗余性原则”；本项目巡检开关、红外开关、急停装置、门机联锁装置等辐射安全设施涉及不同的运行原理和元器件等，机

房出入口的安全联锁采用了机械的、电子的和剂量的联锁，符合辐射安全要求中的“多元性原则”；本项目各项辐射安全设施均具有独立性，某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用，符合辐射安全要求中的“独立性原则”。

综上所述，本项目辐射安全措施符合辐射安全防护原则，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）相关要求，能够满足中子发生器使用过程中的辐射安全防护要求。

本项目主要辐射安全设施平面布局见附图 9，1 号屏蔽室安全联锁逻辑关系见图 8-1，2 号屏蔽室安全联锁逻辑关系见图 8-2。2 套联锁系统各自独立运行。

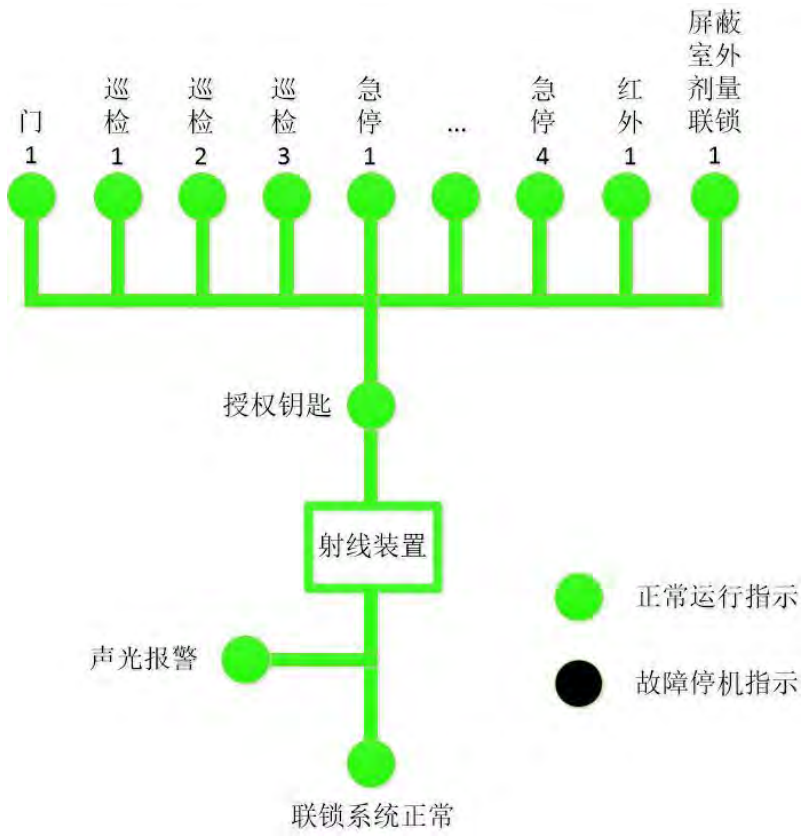


图 8-1　本项目 1 号屏蔽室安全联锁逻辑关系图

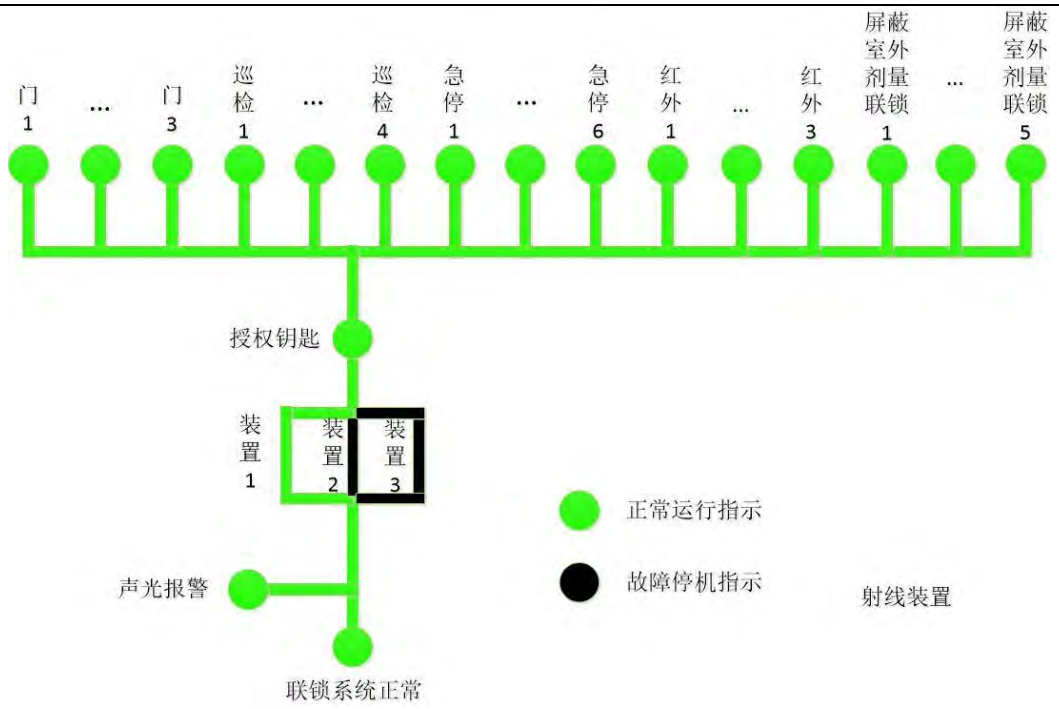


图 8-2　本项目 2 号屏蔽室安全联锁逻辑关系图

3、通风系统

2 间屏蔽室内各设有 1 套通风系统，采用机械排风，1 号屏蔽室有效通风量不小于 1500m^3/h（已扣除管道阻尼等因素），2 号屏蔽室有效通风量不小于 7000m^3/h，使用射线装置时，2 套通风系统同时启动，则 1 号、2 号屏蔽室有效通风换气次数均不低于 3 次/h。

2 间屏蔽室进风口和排风口均设于南侧地面位置，均为地槽设计，上部设有百叶口，周边设有 0.2m 高混凝土台用于挡水，管道直径约 25cm，采用地下 U 型穿墙。其中进风口在穿墙进入屏蔽室后，进风管道继续向上经室顶折向北侧，于屏蔽室北侧室顶位置开口进风，符合“上进下出、对角设计”的设计原则。1 号屏蔽室设有进风口和排风口各 1 个，2 号屏蔽室设有 3 个排风口，2 个进风口。

本项目各屏蔽室运行过程中产生的废气向下进入各自排风道，经 U 型地下管道向南延伸至各屏蔽室南屏蔽墙外，经南屏蔽墙与南侧边界墙之间夹道内设置的排气筒向空中排放，排气筒直径约 25cm，排放口高度约 14m，可高出周围最高建筑顶部 3m 以上。本项目通风系统设计可满足中子发生器通风要求。

4、生产（组装）过程安全防护措施

建设单位拟建立严格的辐射安全管理规章制度，射线装置组装过程中，全程不得连接设备

电源，杜绝生产（组装）过程中通电出束的可能。

5、销售过程安全防护措施

（1）射线装置发货前须调查客户是否完成环境影响评价工作，在确认客户方射线装置应用取得环评批复和辐射安全许可证，具备使用中子发生器所需辐射安全防护措施后，方可发货。

（2）高分辨率中子照相无损检测系统及 DD 密封管式中子发生器产品，拆卸为零部件，按客户要求送至指定场所，重新组装使用；对 DT 密封管式中子发生器产品，将成品委托有放射性物品运输资质的单位运送至客户指定场所。

（3）职业人员在客户现场安装、调试、检修射线装置时，严格按操作流程在断电状态下进行操作，并全程佩戴个人剂量计、个人中子剂量计和个人剂量报警仪。

（4）售出的设备废弃后由买方处置，公司不负责回收。

6、其他安全保障措施

（1）建立工作人员个人剂量档案，按季度进行监测，每人一档，由专人负责保存和管理，长期保存。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

（2）定期为工作人员健康查体，建立工作人员健康档案。

（3）公司拟对屏蔽室辐射安全防护设施进行日检查、月检查及半年检查，并做好日常检修（管理）及记录，以确保各设备正常运行。

（4）建立生产、使用、销售台账，详细记录设备生产、使用、销售情况。

（5）根据同类项目实际工作经验，中子发生器停机半小时后，设备表面辐射剂量率可降低至环境本底水平，因此，为减少职业人员受照剂量，建设单位制定了明确的管理制度，规定中子发生器断电半小时后，人员方可进入屏蔽室内，降低感生放射性对职业人员的影响。

8.2 三废的治理

强流中子发生器采用 DT 模式运行时能量较大，发生 DT 反应时，氚靶温度升高可导致微量氚的热解析，以氚气的形式释放出来，从而产生氚废气。强流中子发生器真空泵设有排气口，通过密闭的不锈钢管道排入本项目西侧“中子源关键技术研发实验室扩建项目”配套的氚净化系统中，不锈钢管道直径约 25mm，沿室顶内侧接至氚净化系统，废气依托该净化系统吸附处理后，排放至外环境。氚净化系统为自动控制，配备有催化氧化反应器、分子筛及氚浓度检测

装置，氚废气进入后，通过催化氧化反应器转化为氚水，随后很快被分子筛吸附，未被吸附的废气通过末端氚浓度检测装置进行检测，如低于 $5\times10^{7}Bq/m^{3}$（该数值为设定值，根据《中子源关键技术研发实验室项目环境影响报告表》，以该水平排放，氚落地浓度可降低至较低水平，对公众影响较小），则通过独立烟囱排入大气；如高于设定值，则自动进行再次净化，直至低于设定值然后排放。该系统专门设计用于乙级非密封放射性物质工作场所氚废气的处理，具有足够的余量，本项目氚废气为照射过程中逸散，产生量甚微，且接入氚净化系统的位置设有单向阀门，建设单位通过制定严格的内部管理规章制度及阀门的控制（本项目相对应的阀门打开时，其余单向阀门关闭），确保本项目氚废气排放不与“中子源关键技术研发实验室项目”同时进行，废气经氚净化系统处理后，对周围环境的影响基本可忽略不计。

中子、γ射线与屏蔽室内空气发生反应，产生感生放射性气体 ^{41}Ar、^{13}N、^{15}O、^{11}C 等感生放射性气体。本项目 2 间屏蔽室内各设有 1 套专门的通风系统，2 套系统同时运行，废气通过排气筒向空中排放，排放口高度可高出屏蔽室周围最高建筑顶部 3m 以上。本项目感生放射性气体产生量较小且半衰期较短，经通风系统排放后，对人员影响较小。

射线装置生产过程中，将产生少量废包装材料和废组件，属一般固体废物，对可回收利用的，尽可能回收再利用，不可回收利用的，经生产场所内垃圾收集箱收集后由环卫部门定期清运。

射线装置生产过程中涉及焊接工艺，可产生少量焊接废气，本项目仅需使用小型纤焊，不涉及大型焊接设备，因此焊接废气产生量极少，对周围环境的影响较小。

在中子发生器、X 射线机运行时，中子、γ射线、X 射线与屏蔽室内空气可通过电离作用产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_X)，在 NO_X 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。产生量较小，经通风系统排放后，对人员影响较小。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

施工期主要产生噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物。企业拟采取的主要防治措施如下：

（1）废气：

本项目对物料采取遮盖、封闭、洒水等措施，以防治扬尘；施工期在各种有效的防尘措施落实到位和严格执行《青岛市防治城市扬尘污染管理规定》的情况下，会大大降低扬尘的产生，有效减轻施工期扬尘对周围环境的影响。施工扬尘对大气环境质量的不利影响是偶然的、短暂的、局部的，也是施工中不可避免的，其将随施工的结束而消失。本项目在厂房内进行施工建设，因此施工期扬尘对周边大气环境的影响不大。

（2）噪声：整个建筑施工阶段中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。本项目在厂房内进行施工建设，经隔声及距离衰减之后，对周围声环境基本无影响。

（3）固体废物：施工期间产生的建筑垃圾，应要求施工单位实施标准施工、规划运输，送至环保指定地点处理，不能随意倾倒垃圾。施工人员的生活垃圾也必须收集到垃圾桶内，再由环卫部门统一及时处理。经采取以上处置措施后施工期产生的固体废弃物对环境影响较小。

（4）施工废水和生活污水

本项目建设内容较少，施工废水和施工人员产生的生活污水产生量均较少，依托园区内现有污水收集处置措施处置。施工期废水对周围水环境影响较小。

在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在厂区内局部区域，对周围环境影响较小。

9.2 运行阶段对环境的影响

本项目目前尚未开展，本次评价采用理论预测的方式对项目运行后产生的环境影响进行分析。本项目中子发生器生产过程中全程不通电出束，客户使用射线装置的环境影响由客户方另行开展环评。本次主要对射线装置在屏蔽室内使用时，2 间屏蔽室周围的辐射水平进行预测。

9.2.1 中子贯穿辐射及γ射线对周围环境的影响

一、计算公式

1、中子剂量当量率

本项目尚未建成投运，本次评价采用张弛长度法对项目运行后各屏蔽墙、防护门外 30cm 处的中子剂量当量率进行预测。预测公式如下：

$$H_n = k\emptyset$$

$$\emptyset = \frac{S(E0)\ B}{4\pi r^2} \cdot e^{-[\frac{r1}{\lambda 1}+\frac{r2}{\lambda 2}]}$$

式中，H_n—参考点处的中子剂量当量率，μSv/h；

K—中子通量密度-剂量率转换系数，（μSv/h）/（$n/cm^2 \cdot s$），参考《辐射防护手册 第一分册》P331，对于 14Mev 能量的中子，取值 1.5，对于 2.5Mev 能量的中子，取值 1.43；

S（E_0）—中子发射率，n/s；

B—初始积累因子，含氢介质中取值为 1（参考《辐射防护基础-李星洪》P174），非含氢介质取值为 5；

r—参考点到源的距离，cm；

r_1—介质 1 的厚度，cm；

r_2—介质 2 的厚度，cm；

λ_1—中子在介质 1 中的张弛长度，cm；

λ_2—中子在介质 2 中的张弛长度，cm。

2、X 辐射剂量率及γ辐射剂量率

参考同类项目和有关教材，X 辐射剂量率及γ辐射剂量率采用以下公式进行计算：

$$H = \frac{H_0}{r^2} \times f$$

式中，H—参考点处的γ辐射剂量率，μSv/h；

H_0—距靶 1m 处的辐射剂量率，查阅教材或由设备厂家提供；

r：靶点到参考点的距离；

f：衰减因子，根据屏蔽体厚度和十值层厚度算出。

二、参数选取及计算结果

1、屏蔽室周围墙体外 30cm 处中子剂量当量率估算结果

本次评价于各屏蔽墙及防护门外 30cm 处选取关注点进行辐射水平预测。本项目 2 间屏蔽室可同时运行，根据射线装置靶点位置分布，射线装置产生的射束到达另一间屏蔽室墙外关注点将受到 2 间屏蔽室之间墙体屏蔽或因斜照角度较大导致屏蔽效果大大提高的南北墙体屏蔽，叠加贡献值基本可忽略，因此本次仅需计算单间屏蔽室内射线装置对墙外的辐射影响。

本项目计算参数见表 9-1，各屏蔽室周围墙体外 30cm 处辐射剂量率估算结果见表 9-2，其中，由于 DT 密封管式中子发生器中子强度高于 DD 密封管式中子发生器，强流中子发生器 DT 模式下中子强度高于 DD 模式，且 DT 模式下中子能量更高，本次不再对 DD 密封管式中子发生器和强流中子发生器 DD 模式进行预测。

根据《中子发生器及其应用》（刘林茂主编）P159，“中子的危害与γ射线的危害相比，中子是主要的，因此，主要考虑中子的屏蔽，如果屏蔽层对中子是足够的话，必然满足对γ射线的安全屏蔽要求。”此外，根据建设单位（即设备厂家）提供的源强数据，高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器、DT 密封管式中子发生器靶点外 1m 处的γ辐射剂量率最大分别约 2.22μSv/h、0.044μSv/h，已低于限值要求，相较中子剂量当量率源强，基本可忽略不计，无需考虑该部分影响。强流中子发生器 DT 模式下距靶点外 1m 处的γ辐射剂量率最大约 3.44×10^{6}μSv/h，射线能量约 1MeV，γ辐射影响较大，且强流中子发生器自屏蔽体材质主要针对中子进行防护，需考虑其γ射线的叠加影响。

表 9-1（a） DT 密封管式中子发生器运行时参数选取

参数	取值		单位
中子能量	14		MeV
中子通量密度-剂量率转换系数-K	1.5		（μSv/h）/（$n/cm^2\cdot s$）
中子发射率-S（E_0）	1E+9		n/s
初始积累因子-B	5		——
介质 1（混凝土）的厚度-r_1	四周为 150，顶部为 150		cm
介质 2（无）的厚度-r_2	/		cm
中子在介质 1 中的张弛长度-λ_1	参考《辐射防护基础-李星洪》P175，对于混凝土取值 15。		cm
中子在介质 2 中的张弛长度-λ_2	/		cm
关注点到源的距离-r	北墙外 30cm 处	530	cm
	南墙外 30cm 处	530	cm
	西墙外 30cm 处	1240	cm
	东墙外 30cm 处	380	cm

	室顶外 30cm 处	455	cm

表 9-1（b） 强流中子发生器 DT 模式下运行时参数选取

参数	取值		单位
中子能量	14		MeV
中子通量密度-剂量率转换系数-K	1.5		（μSv/h）/（n/cm2·s）
中子发射率-S（E_0）	4E+13		n/s
初始积累因子-B	1		——
介质 1（自屏蔽）的厚度-r_1	北侧（水）	100	cm
	南侧（水）	100	cm
	西侧（水）	70	cm
	东侧（聚乙烯+铅）	100+3	cm
	上方（水）	100	cm
介质 2（混凝土）的厚度-r_2	四周为 150，顶部为 100		cm
中子在介质 1 中的张弛长度-λ_1	参考《辐射防护基础-李星洪》P175，对于水取值 14.2，对于含硼聚乙烯取值 12.8，对于铅取 173。		cm
中子在介质 2 中的张弛长度-λ_2	参考《辐射防护基础-李星洪》P175，对于混凝土取值 15。		cm
1MeVγ射线的十值层厚度取值	参考《辐射防护手册 第三分册》表 2.12,1MeV 能量下，十值层厚度对于水和聚乙烯取 52cm，对于混凝土取 26cm，对于铁（钢）取 7.8cm，对于铅取 3.8cm		——
关注点到源的距离-r	北墙外 30cm 处	580	cm
	南墙外 30cm 处	630	cm
	西墙外 30cm 处	1960	cm
	东墙外 30cm 处	2080	cm
	室顶外 30cm 处	510	cm

表 9-1（c） 高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器运行时参数选取

参数	取值	单位
中子能量	2.5	MeV
中子通量密度-剂量率转换系数-K	1.43	（μSv/h）/（n/cm2·s）
中子发射率-S（E_0）	5E+10	n/s
初始积累因子-B	5	——
介质 1（混凝土）的厚度-r_1	四周为 150，顶部为 100	cm
介质 2（无）的厚度-r_2	/	cm
中子在介质 1 中的十值层厚度取值	由于《辐射防护基础-李星洪》P175 未给出与 2.5MeV 相近中子	cm

	能量对应张弛长度，该部分计算采用十值层算法，根据《中子发生器及其应用》（刘林茂主编），2.5MeV 中子能量对应混凝土十值层厚度为 26.2cm		
关注点到源的距离-r	北墙外 30cm 处	755	cm
	南墙外 30cm 处	455	cm
	西墙外 30cm 处	680	cm
	东墙外 30cm 处	3360	cm
	室顶外 30cm 处	705	cm

表 9-2（a） DT 密封管式中子发生器运行时 1 号屏蔽室外辐射剂量率估算结果

项目	北墙外 30cm 处	南墙外 30cm 处	东墙外 30cm 处	西墙外 30cm 处	室顶外 30cm 处
	关注点 A1	关注点 A2	关注点 A3	关注点 A4	关注点 A5
辐射剂量率	0.097	0.097	0.19	0.018	0.13
标准限值	2.5	2.5	2.5	2.5	100
是否符合	符合	符合	符合	符合	符合

表 9-2（b） 强流中子发生器运行时 2 号屏蔽室外辐射剂量率估算结果

项目	北墙外 30cm 处	南墙外 30cm 处	东墙外 30cm 处	西墙外 30cm 处	室顶外 30cm 处
	关注点 B1	关注点 B2	关注点 B3	关注点 B4	关注点 B5
中子剂量当量率贡献值	0.56	0.48	0.020	0.41	20.43
γ辐射剂量率贡献值	0.0021	0.0018	2.62×10^{-5}	6.87×10^{-4}	0.23
总辐射剂量率	0.56	0.48	0.020	0.41	20.66
标准限值	2.5	2.5	2.5	2.5	100
是否符合	符合	符合	符合	符合	符合

表 9-2（c） 高分辨率中子照相无损检测系统运行时 2 号屏蔽室外辐射剂量率估算结果

项目	北墙外 30cm 处	南墙外 30cm 处	东墙外 30cm 处	西墙外 30cm 处	室顶外 30cm 处
	关注点 C1	关注点 C2	关注点 C3	关注点 C4	关注点 C5
辐射剂量率	0.094	0.26	0.0047	0.12	7.72
标准限值	2.5	2.5	2.5	2.5	100
是否符合	符合	符合	符合	符合	符合
注：与 X 射线机同时运行的叠加影响分析见下文。					

本项目 DD 中子发生器和 X 射线机存在同时使用的情况，本项目 X 射线机最大管电压为 450kV，由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中未给出 450kV 管电压对应的各项参数，本次评价参考《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》（李德平主编）及《辐射防护基础》（李星洪主编）等教材中给出的计算模式估算主射束对南墙外的辐射影响。计算公式如下：

$$P = \frac{W}{d^2} \times 10^{-X/TVL}$$

式中：

P：屏蔽墙外的辐射剂量率， μSv/h；

W：距靶点 1m 处的剂量率，根据《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》图 4.4d，450kV 射线机（保守按 0.5mmCu 过滤板）距靶 1m 处的照射量率约 $7R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$，照射量率和剂量率的转化因子参考《辐射防护基础》（李星洪主编）P97 的相关内容，取 9.5×10^3 μSv/R，则距靶点 1m 处的剂量率为 $7R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1} \times 4.2mA \times 60min/h \times 9.5 \times 10^3$ μSv/R≈1.68×10^7 μSv/h；

X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：X 射线在屏蔽物质中的十值层厚度。保守按照 500kV 取值：根据《辐射防护基础》（李星洪主编）P145 表 5-11,对混凝土取 11.7cm。

本项目 X 射线机使用时定向向南照射，靶点距南墙外 30cm 处的最近距离约 4.5m，屏蔽体厚度为 150cm 混凝土，则南墙外 30cm 处剂量率计算结果约 6.61×10^{-8} μSv/h，漏射线及散射线相较主射束影响将进一步减小（经估算，漏射线及散射线在其他墙体外的辐射水平基本可以忽略），对周围墙体外的辐射影响相较中子发生器基本可以忽略。

因此，屏蔽室屏蔽厚度可满足中子发生器及 X 射线机同时运行的防护要求，且屏蔽室外剂量率主要考虑中子发生器的贡献值。

根据上述计算结果，屏蔽室四周各屏蔽墙外 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.56μSv/h，屏蔽室顶外 30cm 处的辐射剂量率最大为 20.66μSv/h，满足四周墙外 30cm 处 2.5μSv/h 和室顶外 30cm 处 100μSv/h 的剂量率限值要求。

2、屏蔽室各防护门外 30cm 处辐射剂量率分析

（1）1 号屏蔽室

根据 1 号屏蔽室内 DT 中子管靶点位置，射线到达小防护门处至少将经过 1 次散射，或受到北墙或迷道内墙的屏蔽作用，辐射影响将大大降低。本次保守考虑 1 次散射，按照辐射剂量率降低 1 个数量级考虑，距离保守按照 DT 中子管靶点距小防护门的直线距离（约 9.4m）考虑，小防护门防护能力为 32mm 钢板（约合 108mm 混凝土）+10mmPb+600mm 含硼聚乙烯，根据上文说明，DT 中子管γ辐射源项相较中子基本可忽略，仅需考虑中子辐射影响。则根据上文所列公式及参数估算可得，DT 中子管在小防护门外的辐射剂量率约 $1\times10^{8}\times1.5\times5\times e^{-(60/12.8)}\times e^{-(1/173)}\times e^{-(10.8/15)}/(4\times3.14\times940^{2})\approx0.30\mu Sv/h$，满足 2.5μSv/h 的剂量率限值要求。

（2）2 号屏蔽室

①大防护门

a、高分辨率中子照相无损检测系统运行时大防护门外的辐射水平预测

根据建设单位提供的设计资料，本项目高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器靶点距大防护门外的距离约 18.2m，大防护门屏蔽能力为 32mm 钢板（密度约 7.9g/cm^3，约合 108mm 混凝土）+10mmPb+1000mm 含硼聚乙烯，参考《辐射防护基础-李星洪》P175，2.5MeV 中子在含硼聚乙烯中的张弛长度保守取 4MeV 对应数值 5.05cm，在铅中张弛长度保守取 4MeV 对应数值 169cm，混凝土相关取值缺失，采用十值层算法，十值层厚度为 26.2cm。则根据上文所列公式及参数估算可得，DD 中子发生器在大防护门外的辐射剂量率贡献值约 $5\times10^{10}\times1.43\times5\times e^{-(100/5.05)}\times e^{-(1/169)}\times10^{-(10.8/26.2)}/(4\times3.14\times1820^{2})\approx8.31\times10^{-6}\mu Sv/h$。

高分辨率中子照相无损检测系统配套 X 射线机靶点距大防护门外的距离约 17.7m，距靶点 1m 处的剂量率为 $1.68\times10^{7}\mu Sv/h$，泄漏辐射剂量率取 5000μSv/h。漏射线十值层厚度保守按照 500kV 取值：根据《辐射防护基础》（李星洪主编）P145 表 5-11,对混凝土取 11.7cm，对铅取 11.9mm，对聚乙烯，由于教材中未给出相关取值，本次根据《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》相关参数进行折算，根据教材 P285，0.5MeV 能量对应聚乙烯的质量衰减系数约 0.0995cm^2/g，则线衰减系数为 0.0995cm^2/g×1g/cm^3（聚乙烯的密度）≈0.0995/cm，对应聚乙烯的半值层厚度约 0.693/0.0995≈6.96cm，则折算为十值层厚度为 6.96/0.301≈23.1cm。散射线保守按照 400kV 取值，对混凝土取 10.9cm ，对铅取 8.3mm，对聚乙烯取 21.1cm。根据上述参数计算可得，漏射线在大防护门外的辐射剂量率贡献值约为 $1.29\times10^{-5}\mu Sv/h$，散射线经过至少一次散射到达大防护门外，剂量率保守按照降低 1 个数量级考虑，经估算，散射线在大防护门外的辐射剂量率贡献值约为 $6.23\times10^{-4}\mu Sv/h$。X 射线机对大防护门外的辐射剂量率总

贡献值为 6.36×10^{-4} μSv/h。

综上所述，高分辨率中子照相无损检测系统运行时，2 号屏蔽室大防护门外的辐射剂量率约 $8.31\times10^{-6}+6.36\times10^{-4}\approx6.44\times10^{-4}$ μSv/h，满足 2.5 μSv/h 的剂量率限值要求。

b、强流中子发生器运行时大防护门外的辐射水平预测

本项目强流中子发生器靶点距大防护门外的距离约 7.5m，根据照射角度，强流中子发生器射线到达大防护门外经过其东侧自屏蔽（1000mm 含硼聚乙烯+30mmPb）及大防护门屏蔽（32mm 钢板（约合 108mm 混凝土）+10mmPb+1000mm 含硼聚乙烯），则根据上文计算参数估算可得，强流中子发生器在大防护门外的中子剂量当量率贡献值为 $4\times10^{13}\times1.5\times e^{-(200/12.8)}\times e^{-(4/173)}\times e^{-(10.8/15)}/(4\times3.14\times750^2)\approx0.66$ μSv/h，γ 辐射剂量率贡献值为 $3.44\times10^{6}\times10^{-(200/52)}\times10^{-(3.2/7.8)}\times10^{-(4/3.8)}/7.5^2\approx0.30$ μSv/h。则强流中子发生器运行时，大防护门外的辐射剂量率为 0.66+0.30=0.96 μSv/h，满足 2.5 μSv/h 的剂量率限值要求。

②小防护门

根据 2 号屏蔽室内各装置分布，射线到达小防护门处至少将经过 2 次散射，或受到迷道内墙（750mm 混凝土）的屏蔽作用，辐射影响将大大降低。本次保守按照能量更高、影响更大、散射路径更短的强流中子发生器进行估算，以核算小防护门的屏蔽能力。

本次保守考虑 2 次散射，按照辐射剂量率降低 2 个数量级考虑，距离保守按照强流中子发生器靶点距小防护门的直线距离（约 17m）考虑，自屏蔽取最薄弱位置（70cm 水），小防护门防护能力为 32mm 钢板（约合 108mm 混凝土）+10mmPb+600mm 含硼聚乙烯。则根据上文所列公式及参数估算可得，强流中子发生器在小防护门外的中子剂量当量率贡献值约 $4\times10^{11}\times1.5\times e^{-(70/14.2)}\times e^{-(60/12.8)}\times e^{-(1/173)}\times e^{-(10.8/15)}/(4\times3.14\times1700^2)\approx0.53$ μSv/h，γ 辐射剂量率贡献值为 $3.44\times10^{4}\times10^{-(130/52)}\times10^{-(3.2/7.8)}\times10^{-(1/3.8)}/17^2\approx0.080$ μSv/h。则强流中子发生器运行时，小防护门外的辐射剂量率为 0.53+0.080=0.61 μSv/h，满足 2.5 μSv/h 的剂量率限值要求。

根据上文计算结果，本项目射线装置运行时，屏蔽室四周各屏蔽墙及防护门外 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.96 μSv/h，屏蔽室顶外 30cm 处的辐射剂量率最大为 20.66 μSv/h，满足四周墙（门）外 30cm 处 2.5 μSv/h 和室顶外 30cm 处 100 μSv/h 的剂量率限值要求。

9.2.2 年有效剂量估算

1、年有效剂量估算公式

$$H=D_r\times T$$

式中：

H	年有效剂量当量，Sv/a；
T	年受照时间，h；
D_r	辐射剂量率，Sv/h。

2、照射时间确定

根据前文分析，本项目高分辨率中子照相无损检测系统年累计照射时间最大为 25h，DT 密封管式中子发生器年累计照射时间最大为 300h，DD 密封管式中子发生器年累计照射时间最大为 50h。强流中子发生器年累积照射时间最大为 200h，其中 DD 模式和 DT 模式各运行 100h。

高分辨率中子照相无损检测系统、密封管式中子发生器运输至客户工作场所后，需由本项目职业人员在现场开机使用，以对设备进行调试、确认质量，每台（套）设备曝光时间不超过 5h，该部分年累计曝光时间最大为 375h。

外售的密封管式中子发生器如出现故障，将由本项目职业人员前往现场检修，检修完成后也需开机使用，每次使用曝光时间不超过 1h，年检修次数以 70 次计（中子发生器故障发生率较低，预计实际检修次数低于 35 次/年），则该部分累计曝光时间预计最大为 70h。

3、职业人员的年有效剂量

本项目职业人员于三层控制室内进行设备操作，不与 2 号屏蔽室相邻，仅考虑 1 号屏蔽室内 DT 中子管和 DD 中子管运行时的受照影响，受照剂量率保守以 1 号屏蔽室西墙外剂量率 0.018 μSv/h 计，则该部分年有效剂量为：

$H=0.018\times10^{-6}\times350=6.3\times10^{-6}Sv/a=0.0063mSv/a$。

根据《石油测井中子发生器辐射防护与安全管理》（刘博，当代化工研究，2017.03）（测井用中子发生器通常为 DT 中子发生器，中子能量 14MeV 能量，具有一定可比性）等参考文献，中子发生器在停止工作的最初时期，其表层有一定量的 γ 剂量率，但是在一米之外的 γ 剂量率，与本底已接近。同时结合同类项目自行监测经验，中子发生器停机约 25min 后，设备表面辐射水平达到本底水平。根据建设单位管理要求，中子发生器断电半小时后，人员方可进入屏蔽室内。经半小时衰减，预计中子发生器周围的 γ 剂量率可降低至本底水平。因此，中子与靶结构材料作用对近距离接触中子发生器进行摆位等操作对职业人员的影响可忽略不计。

考虑到工作人员在设备运行时可能会前往屏蔽室周围进行短暂巡视，防止出现安全隐患，为保守估计，本次保守取屏蔽室周围理论计算结果中的最大值 0.96 μSv/h 作为职业人员巡视

时受照剂量率进行估算，居留因子保守取 1，巡视时间以每次使用累计巡视 0.3h 计，各年使用次数之和为 575 次，则巡视总时间不超过 172.5h，则该部分年有效剂量为：

$$H=0.96\times10^{-6}\times172.5=1.656\times10^{-4}Sv/a\approx0.17mSv/a$$

本项目职业人员在客户方使用和检修的总时间不超过 375+70=445h，客户方射线装置工作场所屏蔽体外剂量率最大不超过 2.5μSv/h，居留因子保守取 1，则该部分年有效剂量为：

$$H=2.5\times10^{-6}\times445\approx1.11\times10^{-3}Sv/a=1.11mSv/a$$

综上所述，本项目职业人员的年有效剂量最大为 0.0063+0.17+1.11≈1.29mSv/a，低于本报告提出的 2mSv/a 的年剂量约束值。

4、公众成员的年有效剂量

本项目公众成员年有效剂量主要考虑机房外受照影响及感生放射性气体排入外环境产生的影响。其中，本项目感生放射性气体主要考虑 ^{41}Ar，产生量较小且属短半衰期核素，经高空排放落地后，活度已大大降低，对周围公众影响较小，因此，本项目主要考虑中子发生器运行时机房外公众的受照影响。

公众成员受照区域主要包括 1 号屏蔽室西侧、南侧，2 号屏蔽室东侧、南侧、大防护门外，本项目屏蔽室周围均为工业区，大多为闲置区域，无常驻人区域，居留因子取 1/4，受照剂量率取各设备运行时公众受照区域的最大值。则本项目屏蔽室四周公众成员年有效剂量为：

$$H=（0.96\times200\times1/4+0.26\times25\times1/4+0.30\times350\times1/4）\div1000\approx0.076mSv/a$$

由以上估算结果可以看出，公众成员的年有效剂量最大为 0.076mSv/a，低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年剂量约束值。

5、项目建设对评价范围内其他保护目标的影响分析

本项目射束到达屏蔽室评价范围内其他场所将经过多层墙体的屏蔽作用，在屏蔽室外辐射水平满足 2.5μSv/h 限值要求的情况下，经距离衰减和墙体屏蔽，对评价范围内其他保护目标的辐射影响基本可以忽略。

9.2.3 放射性废气对周围环境的影响

强流中子发生器采用 DT 模式运行时能量较大，发生 DT 反应时，氚靶温度升高可导致微量氚的热解析，以氚气的形式释放出来，从而产生氚废气。强流中子发生器真空泵设有排气口，通过密闭的不锈钢管道连接至本项目西侧“中子源关键技术研发实验室扩建项目”配套的氚净化系统中，依托该净化系统的吸附处理后，排放至外环境。氚净化系统为自动控制，配备有催

化氧化反应器、分子筛及氚浓度检测装置，氚废气进入后，通过催化氧化反应器转化为氚水，随后很快被分子筛吸附，未被吸附的废气通过末端氚浓度检测装置进行检测，如低于 $5\times10^{7}Bq/m^{3}$（该数值为设定值，根据《中子源关键技术研发实验室项目环境影响报告表》，以该水平排放，氚落地浓度可降低至较低水平，对公众影响较小），则通过独立烟囱排入大气；如高于设定值，则自动进行再次净化，直至低于设定值然后排放。该系统专门设计用于乙级非密封放射性物质工作场所氚废气的处理，具有足够的余量，本项目氚废气为照射过程中逸散，产生量甚微，且接入氚净化系统的位置设有单向阀门，建设单位通过制定严格的内部管理规章制度及阀门的控制，确保本项目氚废气排放不与“中子源关键技术研发实验室项目”同时进行，废气经氚净化系统处理后，对周围环境的影响基本可忽略不计。

中子、γ射线与屏蔽室内空气发生反应，产生感生放射性气体 ^{41}Ar、^{13}N、^{15}O、^{11}C 等感生放射性气体。本项目 2 间屏蔽室内各设有 1 套专门的排风系统，与设备同时启停，废气通过排气筒向空中排放，排放口可高出屏蔽室周围最高建筑顶部 3m 以上。本项目感生放射性气体产生量较小且半衰期较短，经通风系统排放后，对环境影响较小。

综上所述，在采取相应措施后，本项目产生的放射性废气对周围环境影响较小。

9.2.4 放射性固体废物对周围环境的影响

本项目 DT 密封管式中子发生器及强流中子发生器采用氚靶（V 类放射源），在生产使用阶段或客户使用过程中报废后需将氚靶取出。废氚靶属放射性固体废物，年产生量约为 10 枚，产生后暂存于核材料库房的专用保险箱内，由有资质的供货厂家回收再利用，放射性固体废物的运输按照《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）规定，委托有资质单位进行。

9.2.5 非放射性污染因素对周围环境的影响

本项目职业人员产生的生活污水和生活垃圾依托所在园区现有处置设施进行处置，其中生活污水经园区内现有卫生间进入园区管网，最终排向娄山河污水处理厂，生活垃圾经园区内现有垃圾收集箱收集后由环卫部门定期清运。

密封管式中子发生器生产过程中，将产生少量废包装材料和废组件，属一般固体废物，对可回收利用的，尽可能回收再利用，不可回收利用的，经生产场所内垃圾收集箱收集后由环卫部门定期清运。

密封管式中子发生器生产过程中涉及焊接工艺，本项目仅需使用小型钎焊，于真空腔内进行，焊接产生的少量烟尘不会释放到环境中，对周围环境的影响较小。

在中子发生器运行时，中子、γ射线与屏蔽室内空气可通过电离作用产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_X)，在 NO_X 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。产生量较小，经通风系统排放后，对人员影响较小。

9.2.6 运行分析与评价

由上述运行期间的分析可以看出，中科超睿（青岛）技术有限公司在生产、使用、销售射线装置期间：

射线装置正常运行时，屏蔽室四周墙体及防护门外 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.96μSv/h，屏蔽室顶外 30cm 处的辐射剂量率最大为 20.66μSv/h，满足四周墙外 30cm 处 2.5μSv/h 和室顶外 30cm 处 100μSv/h 的剂量率限值要求。

职业人员年有效剂量不大于 1.29mSv/a，低于本报告提出的 2mSv/a 的年剂量约束值；公众成员年有效剂量不大于 0.076mSv/a，低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年剂量约束值。

综上，本项目中科超睿（青岛）技术有限公司屏蔽室周围的辐射水平、职业工作人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价指标，满足国家有关要求。

9.3 事故影响分析

1、可能的风险事故（件）

（1）人员误入或误留屏蔽室

射线装置在照射时，中子、γ射线在屏蔽室内形成高剂量率的辐射场，如果在射线装置开机状态下有人员误入或误留屏蔽室内，将造成超剂量照射，严重时可导致人员死亡。在正常情况下，不会出现人员误留或误入的情况，如出现多项安全防护设施均出现故障导致人员误留或误入的极端情况，假定人员距中子发生器 1m 位置时中子发生器开机，场所内报警声音响起，人员立即通过紧急开门装置离开，并切断电源，整个过程预计不会超过 20s，则人员该次事故受照剂量约 4.4×10^6μSv/h（以影响最大的强流中子发生器计算，仅考虑最薄弱处的自屏蔽）×20s÷3600s/h÷1000μSv/mSv≈24.4mSv，已高于年剂量限值。人员误入或误留屏蔽室是本项目最主要的安全风险，也是本次风险评价的重点。

（2）操作人员违规操作或误操作

操作人员违规操作或误操作，导致中子发生器破损或各射线装置对周围人员造成不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（3）射线装置被盗

射线装置被盗，使射线装置使用不当，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（4）生产过程中误开机

射线装置在生产组装过程中误开机，在没有屏蔽措施的情况下，将造成超剂量照射，严重时可导致人员死亡。

（5）客户方安全防护措施无法满足要求

客户方安全防护措施无法满足要求，将导致本项目前往现场使用（调试）、维修的职业人员造成超剂量照射。

2、风险事故（件）防范措施

（1）为防止人员误入或误留屏蔽室造成辐射事故，本项目屏蔽室内均设置了授权钥匙、门机联锁装置、警示装置、监控装置、急停装置、巡检开关等多项安全防护设施，各层防护与安全措施均设置了多于为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，屏蔽室出入口的采用了多道安全联锁，射线装置与屏蔽室外监测点位进行了剂量联锁，各项辐射安全设施均具有独立性，某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用。综上所述，本项目辐射安全措施符合辐射安全要求中的“纵深防御”、“冗余性”、“多元性”、“独立性”原则，可有效防止辐射安全事故的发生。本次评价要求建设单位定期巡检各项安全设施，确保各项安全设施均能正常运转。在此情况下，发生事故的概率是极低的。

（2）对操作人员违规操作或误操作的问题，建设单位拟提前对操作人员进行技术培训，确保其掌握本项目射线装置的操作流程和技术方法。在项目投运后，建设单位将加强管理，提高操作人员安全意识，禁止未经培训的操作人员操作中子发生器。

（3）本项目射线装置外售前，放置于屏蔽室内，屏蔽室各门均处于关闭状态，且屏蔽室外设有摄像监控设备，与保安室联网，便于人员随时查看屏蔽室内部及周边情况，防止设备丢失或被盗。在日常工作中，需加强对设备的管理，一旦发生丢失或被盗事件时，将及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生健康部门。

（4）建设单位已建立严格的辐射安全管理规章制度，射线装置生产过程中，全程不得连接电源，杜绝生产过程中通电出束的可能。

（5）射线装置发货前须调查客户是否完成环境影响评价工作，在确认客户方射线装置应用取得环评批复和辐射安全许可证，具备使用中子发生器所需辐射安全防护措施后，方可发货。职业人员在客户现场安装、使用（调试）、检修中子发生器时，严格按操作流程在断电状态下进行操作，并全程佩戴个人剂量计、个人中子剂量计和个人剂量报警仪，受照剂量率超过设定水平时，及时停机，整改完成后方可重新开机。

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

10.1.1 管理机构

为贯彻执行国家有关放射性污染防治的法律法规，落实环境保护主管部门颁布的有关辐射安全管理的文件精神，强化责任意识、安全意识，预防辐射事故发生，中科超睿（青岛）技术有限公司经研究决定成立了“辐射安全与环境保护领导小组”，统一指挥射线装置运行安全的工作。明确了公司法人作为安全工作第一责任人，并制定了辐射工作安全责任书。公司辐射安全与环境保护领导小组名单如下：

组长：朱文章（18855177521）

成员：师雪艳、王文、王志刚、梁参军、王伟

专职辐射防护与环境保护管理人员：张宇

10.1.2 职业工作人员

公司拟配备 5 名具备从事中子发生器生产、操作能力的辐射工作人员，其中 1 人为辐射管理人员，4 人专职进行本项目射线装置的生产、使用、销售工作。目前人员名单尚未确定。公司拟安排通过核技术利用辐射安全与防护考核或持有辐射安全与防护合格证书的人员作为本项目职业人员。本次评价要求辐射工作人员在核技术利用辐射安全与防护考核成绩到期之前，及时进行再培训和考核。

10.2 辐射安全管理规章制度

中科超睿（青岛）技术有限公司已制定各项辐射安全管理规章制度，包括《中子发生器安全操作规程》、《中子发生器安全生产制度》、《中子发生器销售工作制度》、《辐射安全岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全防护设施检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训及考核计划》、《自行检查与年度评估制度》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》等。

各项规章制度中对操作人员岗位责任、辐射防护和安全保卫、辐射安全防护设施检修、中子发生器生产、使用、销售规程、职业人员培训等方面分别做出了明确的要求和规定，可以满足辐射管理要求。

公司须由辐射安全负责人负责宣传贯彻辐射安全的相关政策及法规，适时修订规章制度，

对辐照工作提出合理建议并进行监督管理，对环境风险事故进行处理，对辐射工作人员的工作过程进行管理。

10.3 辐射监测

10.3.1 辐射监测方案

中科超睿（青岛）技术有限公司已制定《辐射监测方案》，并拟购置长杆剂量测量仪、固定式中子剂量测量仪等监测设备，根据监测方案对工作场所和周围环境进行监测。《辐射监测方案》包括以下内容：

1、场所监测

（1）日常监测计划

监测项目：X-γ辐射剂量率、中子剂量当量率

监测频次：正常工况时，辐射剂量率监测于每次操作射线装置后监测 1 次。另在发生污染事故或怀疑有污染时，应及时进行监测。中子剂量当量率由固定式中子剂量测量仪实时监测。

监测布点：（1）各屏蔽墙体外 30cm 处，每面墙体布设 1-2 个点位；（2）防护门外 30cm 处及上、下、左、右门缝外 30cm 处；（3）公众活动较多的其他区域。

（2）年度监测

每年委托有资质单位开展年度监测工作，对各关注点处的γ辐射剂量率、中子剂量当量率进行监测，并出具监测报告，上报生态环境主管部门。

（3）验收监测计划

项目竣工后，及时组织开展竣工环保验收工作，开展竣工环保验收监测。

2、个人剂量的监督与检测

（1）严格遵守国家辐射环境管理法规；

（2）辐射工作人员必须接受个人剂量监测，建立个人剂量档案，保存至职业工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；

（3）辐射工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计及个人中子剂量计；

（4）个人剂量计及个人中子剂量计的读取时间为每 3 个月 1 次。

（5）辐射工作人员的受照剂量超过或接近年剂量约束值时，应查明原因，采取改进措施或减少工作时间。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）要求，公司拟安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，本项目职业工作人员均应配戴个人剂量计及个人中子剂量计（人手各 1 支，由个人剂量检测单位配发），委托有资质的检测机构每三个月检测一次，检测数据填入个人剂量档案。个人剂量档案要做到人手一档，其中应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应长期保存。

10.4 辐射事故应急

10.4.1 辐射事故应急预案

中科超睿（青岛）技术有限公司已根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》。一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。该预案主要包括以下内容：

1、辐射事故应急处理机构与职责

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

（2）应急处理领导小组职责

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

b.发生辐射事故时，应启动本预案；

c.事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d.负责向生态环境及卫生行政部门及时报告事故情况；

e.负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

f.人员受照时，要迅速估算受照人员的受照剂量；

g.负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

2、辐射事故应急原则

a.迅速报告原则；

b.主动抢救原则；

c.生命第一的原则；

d.科学施救，防止事故扩大的原则；

e.保护现场，收集证据的原则。

3、辐射事故应急预案的启动及应急行动的终止

（1）应急预案的启动

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

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

（2）应急行动的终止

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

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

4、辐射事故应急处理程序

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

b.应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

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

d.各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

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

10.4.2 辐射事故培训演习计划

公司拟结合具体情况，根据辐射事故应急预案定期组织不同规模的演练。

表 11 结论与建议

11.1 结论

1、根据企业发展规划和市场需求，中科超睿（青岛）技术有限公司拟于贵定路厂区智慧园同位素实验室东侧新建 2 间屏蔽室，于智慧园同位素实验室内新建 1 间组装实验室，开展高分辨率中子照相无损检测系统（每套包含 1 台 DD 中子发生器及 1 台 X 射线机）、DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器的生产、使用、销售工作及 1 台强流中子发生器（自研）的使用工作。高分辨率中子照相无损检测系统经外委加工零部件，于 2 号屏蔽室内生产为成品并使用确认合格后外售；DT 密封管式中子发生器、DD 密封管式中子发生器经外委加工零部件，于组装实验室内生产为成品，于 1 号屏蔽室使用确认合格后外售。各设备预估年产量与销售量相等，高分辨率中子照相无损检测系统为 5 台套/年，DT 密封管式中子发生器为 60 台/年，DD 密封管式中子发生器为 10 台/年。强流中子发生器为整机自研，固定安装于 2 号屏蔽室内使用。强流中子发生器用于开展无损检测等科研实验，验证无损检测技术等参数，为后续研发生产提供支持，同时用于研究新测量方法，解决科学问题，验证调节束流能谱、产额技术。

2、本项目符合国家当前产业政策要求，项目的开展满足市场需求，可带来较高的经济效益，同时有利于促进就业，具有良好的社会效益。在采取各项辐射防护措施后满足国家各项标准要求，其产生的辐射危害远小于企业和社会从中取得的利益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

3、本项目屏蔽室北侧为空地、长顺路、济青高铁；东侧为预留厂房；南侧为道路、保安室、德先新能源厂房；西侧为智慧园同位素实验室。本项目周围主要是工业企业厂房、实验室、道路和空地等，50m 评价范围内无医院、学校、居民聚集区等人员密集区域。项目选址合理可行。

4、现状检测结果表明，本项目屏蔽室周围辐射剂量率为 64.1nGy/h～112.7nGy/h[即（6.41～11.27）×10^{-8}Gy/h]，处于青岛市环境天然放射性水平范围内。

5、根据理论计算结果，射线装置正常运行时，屏蔽室四周墙体及防护门外 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.96μSv/h，屏蔽室顶外 30cm 处的辐射剂量率最大为 20.66μSv/h，满足四周墙（门）外 30cm 处 2.5μSv/h 和室顶外 30cm 处 100μSv/h 的剂量率限值要求。

6、根据理论计算结果，职业人员年有效剂量不大于 1.29mSv/a，低于本报告提出的 2mSv/a

的年剂量约束值；公众成员年有效剂量不大于 0.076mSv/a，低于本报告提出的 0.1mSv/a 的年剂量约束值。

7、强流中子发生器运行时产生的微量氚废气经本项目西侧“中子源关键技术研发实验室扩建项目”配套的氚净化系统吸附处理后，排放至外环境，对周围环境的影响基本可忽略不计。中子、γ射线与屏蔽室内空气发生反应，产生的少量感生放射性气体及中子、γ射线、X 射线与屏蔽室内空气通过电离作用产生的少量臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_X)，通过屏蔽室内专门的通风系统排放，对环境影响较小。

8、本项目 DT 密封管式中子发生器及强流中子发生器氚靶报废后产生的废氚靶属放射性固体废物，产生后暂存于核材料库房的专用保险箱内，由有资质的供货厂家回收再利用，放射性固体废物的运输按照《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）规定，委托有资质单位进行，对周围环境影响较小。

9、项目开展过程中产生的生活垃圾及少量废包装材料和废组件，经生产场所内垃圾收集箱收集后由环卫部门定期清运。生活污水经卫生间进入园区管网，最终排向娄山河污水处理厂。密封管式中子发生器生产过程中涉及焊接工艺，本项目仅需使用小型钎焊，不涉及大型焊接设备，因此焊接废气产生量极少。综上所述，本项目一般污染因素对周围环境的影响较小。

10、本项目屏蔽室内设计有联锁装置、巡检开关、警示装置、监控装置、急停装置、辐射监测装置等多项安全防护设施，可满足辐射安全防护要求。

11、公司已制定各项管理规章制度，在运行过程中将各项安全防护措施落实到位的情况下，可以确保工作人员、公众的安全，并能有效应对可能的突发事故（事件）。

12、公司拟配备 5 名职业工作人员，目前人员名单尚未确定。公司拟安排通过核技术利用辐射安全与防护考核或持有辐射安全与防护合格证书的人员作为本项目职业人员。

13、公司拟配备个人剂量计及个人中子剂量计各 5 支（人手各 1 支，由个人剂量检测单位配发），拟购置个人剂量报警仪、长杆剂量测量仪、固定式中子剂量测量仪等监测设备，可满足相关要求及工作需求。

14、公司拟定期对工作人员的个人剂量进行监督检测，并建立工作人员个人剂量档案。个人剂量档案内包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并长期保存。

15、本项目的设施较为简单，环境风险因素单一，在根据本次评价要求进一步完善风险防

范措施和制定事故应急预案条件下，项目环境风险是可控的。

综上所述，在中科超睿（青岛）技术有限公司认真落实相关法律法规和本次评价所提出的安全防护措施后，该单位将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，从辐射环境保护的角度分析，该项目的运行是安全可行的。

11.2 承诺和建议

11.2.1 承诺

1、严格按照设计方案生产、使用、销售相应参数射线装置。

2、加强工作人员的个人剂量监督。

3、职业人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核成绩合格后才能上岗。

11.2.2 建议

1、加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故（件）的发生。

2、根据实际工作情况不断完善操作规程、管理制度以及应急响应方案。

3、对操作人员，要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

下一级环保部门意见 公 章 经办人签字　　年　月　日
审批意见 公 章 经办人签字　　年　月　日

附件 1 委托书

委　托　书

委托单位：中科超睿（青岛）技术有限公司

被委托单位：山东海美依项目咨询有限公司

工程名称：贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目

工程地点：青岛市李沧区

委托内容：我单位拟开展“贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目”，开展Ⅱ类射线装置的生产、使用、销售活动。根据《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规要求，本项目须办理环境影响评价手续，现委托贵单位承担该项目环境影响评价工作。

委托单位：中科超睿（青岛）技术有限公司

2021 年 1 月 10 日

附件 2 企业投资项目备案证明

企业投资项目备案证明

中科超睿（青岛）技术有限公司：

你单位精密无损检测设备研发生产项目备案申请材料已收悉。申请材料声明，该项目属于《产业结构调整指导目录》（鼓励类：科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜），符合国家产业政策。根据《企业投资项目核准和备案管理条例》及相关管理规定，原则同意该项目备案。有关事项证明如下：

一、项目单位：中科超睿（青岛）技术有限公司

二、项目名称：精密无损检测设备研发生产项目

三、建设地点：李沧区娄山街道办事处贵定路/街 1 号

四、建设内容及规模：实验室面积约 600 平方米；厂房改建约 600 平方米，进行精密无损检测设备的研发及生产活动。新建 1 台中子发生器科学装置平台，开展中子辐照检测实验，以验证相关技术参数。新建年产能 5 套高分辨率中子照相无损检测系统（每套包含 1 台中子发生器和 1 台 X 射线机）的生产线一条；新建年产能 60 台 DT 密封管式中子发生器的生产线一条；新建年产

能10台DD密封管式中子发生器的生产线一条。

五、项目计划总投资6000万元。其中，固定资产投资5000万元，包括设备工器具购置费2000万元，建筑安装工程费500万元，工程建设其他费2500万元。铺底流动资金1000万元。

项目资金来源为自有资金1000万元,其他资金5000万元。

六、若上述备案事项发生重大变化，请你单位及时通过在线审批监管平台办理备案变更手续，并告知备案机关。

七、请依照法律法规和国家有关规定,及时办理环境影响评价、安全生产审查、节能审查等各项手续。

八、请你单位于每月5日前，登陆国家重大建设项目库（http://kpp.ndrc.gov.cn），更新项目进展情况。

九、请你单位在项目开工、建设期年底、竣工后30日内，登录青岛投资项目在线审批监管平台（http://qdsp.qingdao.gov.cn/investment/index.aspx），在“我的项目”中如实填报项目开工建设、建设进度、竣工的基本信息。

十、项目单位应当对备案信息真实性负责。主管部门将依据《企业投资项目核准和备案管理条例》《企业投资项目核准和备案管理办法》，按照“双随机、一公开”原则，对项目实施情况开展事中事后监管。

李沧区发展和改革局

青岛投资项目在线审批监管平台

2022 年 8 月 30 日

项目统一编码：2208-370213-04-01-764324

查询网站：青岛投资项目在线审批监管平台

查询二维码：

请妥善保管该文件，避免信息泄露

青岛投资项目在线审批监管平台

附件 3 土地证及租赁说明

根据《中华人民共和国物权法》等法律法规，为保护不动产权利人合法权益，对不动产权利人申请登记的本证所列不动产权利，经审查核实，准予登记，颁发此证。

202028642470

25000002379675

登记机构（章）

2020 年 12 月 25 日

中华人民共和国自然资源部监制

编号№ 37012341756

鲁（ 2020 ）青岛市 不动产权第 0115489 号

权 利 人	青岛智信创联科技有限公司
共有情况	单独所有
坐 落	李沧区贵定路1号
不动产单元号	详见清单
权利类型	国有建设用地使用权/房屋（构筑物）所有权
权利性质	作价出资(入股)/存量房
用 途	工业/工业
面 积	0(共用土地使用权面积)/42129.72(房屋建筑面积)
使用期限	土地使用期 起 2067年03月30日 止
权利其他状况	姓名：青岛智信创联科技有限公司 证件号码：91370213MA3UGNEB9N 土地使用权面积：194042.0㎡

附　　记

存量房屋买卖转移登记，买卖；

房屋清单附页

坐落	室号	结构	名义层	建筑面积	套内建筑面积	规划用途
李沧区贵定路1号[1]1层厂房户	1层厂房	混合	1	37.35	37.35	工业
李沧区贵定路1号[2]1层厂房	1层厂房	混合	1	69.38	69.38	工业
李沧区贵定路1号[3]1层厂房	1层厂房	砖木	1	30.62	30.62	工业
李沧区贵定路1号[4]1层厂房	1层厂房	砖木	1	1438.13	1438.13	工业
李沧区贵定路1号[5]1_3层厂房	1_3层厂房	钢混	1_3	2221.26	2221.26	工业
李沧区贵定路1号[6]1层厂房	1层厂房	混合	1	81.00	81.00	工业
李沧区贵定路1号[7]1层厂房	1层厂房	混合	1	189.23	189.23	工业
李沧区贵定路1号[8]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	473.44	473.44	工业
李沧区贵定路1号[9]1层厂房	1层厂房	砖木	1	44.35	44.35	工业
李沧区贵定路1号[10]1层厂房	1层厂房	混合	1	21.02	21.02	工业
李沧区贵定路1号[11]1层厂房	1层厂房	砖木	1	24.27	24.27	工业
李沧区贵定路1号[12]1层厂房	1层厂房	砖木	1	95.10	95.10	工业
李沧区贵定路1号[13]1层厂房	1层厂房	砖木	1	24.99	24.99	工业
李沧区贵定路1号[14]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	1635.64	1635.64	工业
李沧区贵定路1号[15]1层厂房	1层厂房	混合	1	56.00	56.00	工业
李沧区贵定路1号[16]1层厂房	1层厂房	砖木	1	142.25	142.25	工业
李沧区贵定路1号[17]1层厂房	1层厂房	砖木	1	7.51	7.51	工业
李沧区贵定路1号[18]1_5层厂房	1_5层厂房	钢混	1_5	2877.52	2877.52	工业
李沧区贵定路1号[19]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	659.40	659.40	工业
李沧区贵定路1号[20]1层厂房	1层厂房	混合	1	56.36	56.36	工业
李沧区贵定路1号[21]1层厂房	1层厂房	混合	1	120.00	120.00	工业
李沧区贵定路1号[22]1层厂房	1层厂房	混合	1	512.16	512.16	工业
李沧区贵定路1号[23]1层厂房	1层厂房	混合	1	471.25	471.25	工业
李沧区贵定路1号[24]1_3层厂房	1_3层厂房	混合	1_3	1502.84	1502.84	工业
李沧区贵定路1号[26]1层厂房	1层厂房	砖木	1	91.00	91.00	工业
李沧区贵定路1号[27]1层厂房	1层厂房	混合	1	77.00	77.00	工业
李沧区贵定路1号[28]1层厂房	1层厂房	混合	1	39.63	39.63	工业
李沧区贵定路1号[29]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	226.25	226.25	工业
李沧区贵定路1号[30]1层厂房	1层厂房	混合	1	211.85	211.85	工业
李沧区贵定路1号[38]1层厂房	1层厂房	混合	1	112.50	112.50	工业
李沧区贵定路1号[39]1层厂房	1层厂房	混合	1	93.95	93.95	工业
李沧区贵定路1号[40]1层厂房	1层厂房	钢混	1	96.63	96.63	工业

房屋清单附页

坐落	室号	结构	名义层	建筑面积	套内建筑面积	规划用途
李沧区贵定路1号[1]1层厂房户	1层厂房	混合	1	37.35	37.35	工业
李沧区贵定路1号[2]1层厂房	1层厂房	混合	1	69.38	69.38	工业
李沧区贵定路1号[3]1层厂房	1层厂房	砖木	1	30.62	30.62	工业
李沧区贵定路1号[4]1层厂房	1层厂房	砖木	1	1438.13	1438.13	工业
李沧区贵定路1号[5]1_3层厂房	1_3层厂房	钢混	1_3	2221.26	2221.26	工业
李沧区贵定路1号[6]1层厂房	1层厂房	混合	1	81.00	81.00	工业
李沧区贵定路1号[7]1层厂房	1层厂房	混合	1	189.23	189.23	工业
李沧区贵定路1号[8]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	473.44	473.44	工业
李沧区贵定路1号[9]1层厂房	1层厂房	砖木	1	44.35	44.35	工业
李沧区贵定路1号[10]1层厂房	1层厂房	混合	1	21.02	21.02	工业
李沧区贵定路1号[11]1层厂房	1层厂房	砖木	1	24.27	24.27	工业
李沧区贵定路1号[12]1层厂房	1层厂房	砖木	1	95.10	95.10	工业
李沧区贵定路1号[13]1层厂房	1层厂房	砖木	1	24.99	24.99	工业
李沧区贵定路1号[14]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	1635.64	1635.64	工业
李沧区贵定路1号[15]1层厂房	1层厂房	混合	1	56.00	56.00	工业
李沧区贵定路1号[16]1层厂房	1层厂房	砖木	1	142.25	142.25	工业
李沧区贵定路1号[17]1层厂房	1层厂房	砖木	1	7.51	7.51	工业
李沧区贵定路1号[18]1_5层厂房	1_5层厂房	钢混	1_5	2877.52	2877.52	工业
李沧区贵定路1号[19]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	659.40	659.40	工业
李沧区贵定路1号[20]1层厂房	1层厂房	混合	1	56.36	56.36	工业
李沧区贵定路1号[21]1层厂房	1层厂房	混合	1	120.00	120.00	工业
李沧区贵定路1号[22]1层厂房	1层厂房	混合	1	512.16	512.16	工业
李沧区贵定路1号[23]1层厂房	1层厂房	混合	1	471.25	471.25	工业
李沧区贵定路1号[24]1_3层厂房	1_3层厂房	混合	1_3	1502.84	1502.84	工业
李沧区贵定路1号[26]1层厂房	1层厂房	砖木	1	91.00	91.00	工业
李沧区贵定路1号[27]1层厂房	1层厂房	混合	1	77.00	77.00	工业
李沧区贵定路1号[28]1层厂房	1层厂房	混合	1	39.63	39.63	工业
李沧区贵定路1号[29]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	226.25	226.25	工业
李沧区贵定路1号[30]1层厂房	1层厂房	混合	1	211.85	211.85	工业
李沧区贵定路1号[38]1层厂房	1层厂房	混合	1	112.50	112.50	工业
李沧区贵定路1号[39]1层厂房	1层厂房	混合	1	93.95	93.95	工业
李沧区贵定路1号[40]1层厂房	1层厂房	钢混	1	96.63	96.63	工业

房屋清单附页

坐落	室号	结构	名义层	建筑面积	套内建筑面积	规划用途
定路1号[41]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	1132.29	1132.29	工业
贵定路1号[88]1层厂房	1层厂房	砖木	1	13.41	13.41	工业
贵定路1号[89]1层厂房	1层厂房	砖木	1	15.93	15.93	工业
区贵定路1号[90]1层厂房	1层厂房	钢混	1	1973.00	1973.00	工业
区贵定路1号[91]1_3层厂房	1_3层厂房	混合	1_3	1877.34	1877.34	工业
区贵定路1号[92]1层厂房	1层厂房	砖木	1	1386.00	1386.00	工业
沧区贵定路1号[93]1层厂房	1层厂房	混合	1	221.55	221.55	工业
沧区贵定路1号[94]1层厂房	1层厂房	混合	1	1454.40	1454.40	工业
李沧区贵定路1号[95]1层厂房	1层厂房	混合	1	33.60	33.60	工业
李沧区贵定路1号[96]1层厂房	1层厂房	其他	1	27.45	27.45	工业
李沧区贵定路1号[42]1层厂房	1层厂房	钢混	1	135.00	135.00	工业
李沧区贵定路1号[43]1层厂房	1层厂房	钢混	1	238.08	238.08	工业
李沧区贵定路1号[44]1层厂房	1层厂房	钢混	1	232.05	232.05	工业
李沧区贵定路1号[45]1层厂房	1层厂房	钢混	1	959.37	959.37	工业
李沧区贵定路1号[46]1层厂房	1层厂房	混合	1	571.29	571.29	工业
李沧区贵定路1号[47]1层厂房	1层厂房	砖木	1	29.33	29.33	工业
李沧区贵定路1号[48]1层厂房	1层厂房	其他	1	86.18	86.18	工业
李沧区贵定路1号[49]1层厂房	1层厂房	砖木	1	24.96	24.96	工业
李沧区贵定路1号[50]1层厂房	1层厂房	混合	1	172.11	172.11	工业
李沧区贵定路1号[51]1层厂房	1层厂房	混合	1	427.88	427.88	工业
李沧区贵定路1号[52]1层厂房	1层厂房	混合	1	122.07	122.07	工业
李沧区贵定路1号[53]1层厂房	1层厂房	混合	1	727.81	727.81	工业
李沧区贵定路1号[54]1层厂房	1层厂房	混合	1	82.46	82.46	工业
李沧区贵定路1号[63]1层厂房	1层厂房	钢混	1	214.80	214.80	工业
李沧区贵定路1号[64]1层厂房	1层厂房	混合	1	186.45	186.45	工业
李沧区贵定路1号[65]1层厂房	1层厂房	混合	1	40.92	40.92	工业
李沧区贵定路1号[66]1层厂房	1层厂房	其他	1	88.08	88.08	工业
李沧区贵定路1号[67]1_3层厂房	1_3层厂房	钢混	1_3	1080.27	1080.27	工业
李沧区贵定路1号[68]1层厂房	1层厂房	砖木	1	86.16	86.16	工业
李沧区贵定路1号[69]1层厂房	1层厂房	砖木	1	3650.40	3650.40	工业
李沧区贵定路1号[70]1层厂房	1层厂房	混合	1	27.07	27.07	工业
李沧区贵定路1号[97]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	1035.12	1035.12	工业
李沧区贵定路1号[99]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	333.12	333.12	工业

房屋清单附页

坐落	室号	结构	名义层	建筑面积	套内建筑面积	规划用途
路1号[100]1层厂房	1层厂房	混合	1	274.09	274.09	工业
定路1号[98]1层厂房	1层厂房	混合	1	354.84	354.84	工业
路1号[109]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	410.38	410.38	工业
定路1号[102]1层厂房	1层厂房	混合	1	657.26	657.26	工业
定路1号[104]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	424.86	424.86	工业
贵定路1号[110]1层厂房	1层厂房	混合	1	388.75	388.75	工业
贵定路1号[107]1层厂房	1层厂房	混合	1	49.50	49.50	工业
区贵定路1号[108]1层厂房	1层厂房	砖木	1	187.32	187.32	工业
区贵定路1号[106]1层厂房	1层厂房	混合	1	59.02	59.02	工业
区贵定路1号[105]1层厂房	1层厂房	混合	1	78.09	78.09	工业
沧区贵定路1号[80]1层厂房	1层厂房	混合	1	17.85	17.85	工业
沧区贵定路1号[79]1层厂房	1层厂房	混合	1	113.82	113.82	工业
沧区贵定路1号[103]1层厂房	1层厂房	砖木	1	10.56	10.56	工业
沧区贵定路1号[87]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	178.64	178.64	工业
李沧区贵定路1号[86]1层厂房	1层厂房	混合	1	20.00	20.00	工业
李沧区贵定路1号[85]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	200.08	200.08	工业
李沧区贵定路1号[84]1_2层厂房	1_2层厂房	钢混	1_2	895.39	895.39	工业
李沧区贵定路1号[81]1层厂房	1层厂房	混合	1	132.06	132.06	工业
李沧区贵定路1号[82]1层厂房	1层厂房	混合	1	125.05	125.05	工业
李沧区贵定路1号[83]1层厂房	1层厂房	混合	1	261.25	261.25	工业
李沧区贵定路1号[71]1层厂房	1层厂房	混合	1	17.85	17.85	工业
李沧区贵定路1号[72]1层厂房	1层厂房	混合	1	1771.00	1771.00	工业
李沧区贵定路1号[77]1_2层厂房	1_2层厂房	混合	1_2	374.28	374.28	工业
李沧区贵定路1号[78]1层厂房	1层厂房	混合	1	85.49	85.49	工业
李沧区贵定路1号[75]1层厂房	1层厂房	混合	1	161.70	161.70	工业
李沧区贵定路1号[76]1层厂房	1层厂房	混合	1	809.02	809.02	工业
李沧区贵定路1号[74]1层厂房	1层厂房	混合	1	1199.40	1199.40	工业
李沧区贵定路1号[73]1_3层厂房	1_3层厂房	混合	1_3	446.34	446.34	工业

实验室场地租赁使用情况说明

青岛国际院士港智能制造产业园内实验厂房（位于青岛市李沧区贵定路 1 号，长顺路以南，变电站以东及以北），将以租赁的方式提供给中科超睿（青岛）技术有限公司使用，主要用于放射性核素 ^{3}H 及中子科学相关技术实验应用项目。

该实验场地作为项目合作支撑配套条件，已经明确将提供给中科超睿（青岛）技术有限公司使用。但目前实验室改造装修正在进行中，双方尚未签订场地租赁协议。

为配合中科超睿（青岛）技术有限公司办理有关环评及许可手续需要，针对场地租赁使用情况，特此说明。**（此说明仅用于申请环评审批及辐射安全许可证办理，不做其他用途）**

青岛智信创联科技有限公司

2021 年 2 月 27 日

附件 4 现有工程环保手续及辐射安全许可证

建设项目环境影响登记表

填报日期：2021-06-02

项目名称	中科超睿（青岛）技术有限公司3H放射源实验项目		
建设地点	山东省青岛市李沧区贵定路1号青岛国际院士港智能制造产业园中子源中试厂房材料库房	占地面积(m²)	304.3
建设单位	中科超睿（青岛）技术有限公司	法定代表人或者主要负责人	甘佺
联系人	党同强	联系电话	13721063922
项目投资(万元)	2000	环保投资(万元)	210
拟投入生产运营日期	2021-12-30		
建设性质	新建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172 核技术利用建设项目项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 新建屏蔽室内使用3H放射源。 二、建设规模 使用3H放射源（单枚活度1.443E+13Bq，属V类放射源，数量4枚）进行科研实验； 放射源贮存场所均位于公司中子源中试厂房材料库房内。 放射源使用位置位于公司中子源屏蔽室内。		

主要环境影响	辐射环境影响	**采取的环保措施及排放去向**	环保措施: 一、污染防治措施 1、警示标识：在放射源使用、贮存场所出入口处设置明显的电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”。 2、核材料库房内，防护门实行双人双锁，并做到“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的安全措施。 3、屏蔽室周围采用1500mm混凝土防护，防护门实行双人双锁，并做到“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的安全措施。 4、防护用品和监测仪器：公司为 2 名辐射工作人员配备2只个人剂量计，1 台辐射监测仪。 二、安全管理措施 1、有专职管理人员负责辐射安全管理。 2、规章制度：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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案。 3、辐射事故应急措施：制定辐射事故应急预案，定期演练。 4、个人剂量检定、个人剂量档案、职业健康体检、个人健康档案。 5、2人参加辐射安全和防护知识培训。 三、废弃物最终去向报废的3H放射源由供源单位回收。

承诺：中科超睿（青岛）技术有限公司甘佺承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由中科超睿（青岛）技术有限公司甘佺承担全部责任。

法定代表人或主要负责人签字：甘佺

备案回执

该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202137021300000365。

建设项目环境影响登记表

填报日期：2021-08-03

项目名称	30枚3H放射源实验项目		
建设地点	山东省青岛市李沧区山东省青岛市李沧区贵定路1号，青岛国际院士港智能制造产业园中子源中试厂房材料库房	占地面积(㎡)	103.29
建设单位	中科超睿（青岛）技术有限公司	法定代表人或者主要负责人	甘佺
联系人	张宇	联系电话	18563923953
项目投资(万元)	150	环保投资(万元)	10
拟投入生产运营日期	2021-12-31		
建设性质	新建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172 核技术利用建设项目项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 新建屏蔽室内使用3H放射源。 二、建设规模 使用3H放射源（单枚活度1.85E+11Bq，属V类放射源，数量30枚）进行科研实验； 放射源贮存场所均位于公司中子源中试厂房材料库房（已有）； 放射源使用位置位于公司中子源屏蔽室内。		

主要环境影响	辐射环境影响	**采取的环保措施及排放去向**	环保措施： 环保措施：一、污染防治措施1、警示标识：在放射源使用、贮存场所出入口处设置明显的电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”。2、核材料库房内，防护门实行双人双锁，并做到“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的安全措施。3、屏蔽室周围采用1500mm混凝土防护，防护门实行双人双锁，并做到“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的安全措施。4、防护用品和监测仪器：公司为2 名辐射工作人员配备2只个人剂量计，1台辐射监测仪（已有）。二、安全管理措施1、有专职管理人员负责辐射安全管理。2、规章制度：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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案。3、辐射事故应急措施：制定辐射事故应急预案，定期演练。4、个人剂量检定、个人剂量档案、职业健康体检、个人健康档案。5、2人参加辐射安全和防护知识培训。三、废弃物最终去向报废的3H放射源由供源单位回收。

承诺：中科超睿（青岛）技术有限公司甘佺承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由中科超睿（青岛）技术有限公司甘佺承担全部责任。

法定代表人或主要负责人签字：甘佺

备案回执

该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202137021300000406。

青岛市生态环境局文件

青环辐审〔2021〕4号

青岛市生态环境局
关于中子源关键技术研发实验室项目
环境影响报告表的批复

中科超睿（青岛）技术有限公司:

你单位报送的《中子源关键技术研发实验室项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）等材料收悉。经审核，批复如下:

一、项目位于青岛市李沧区长顺路以南、东达集团以东，租赁闲置厂房（命名为“智慧园同位素实验室”），在厂房东侧区域建设1处乙级非密封放射性物质工作场所，主要设置实验室3座、储藏室1座、应急洗消间和废液间等。购置固态氚化铀（25Ci核素 ^{3}H+1.35mCi核素 ^{238}U），开展放射

性核素 ^{3}H 的阻滞标记实验，本项目非密封放射性物质工作场所日等效最大操作量共约 $3.71\times10^{9}Bq$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。项目总投资 2000 万元，其中环保投资 400 万元。

根据《报告表》结论，我局原则同意《报告表》中提出的项目性质、规模、地点以及环境保护措施。

二、项目运行过程中应严格落实好《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，并做好以下工作：

(一)严格执行辐射安全管理制度。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法规要求，严格执行辐射安全管理制度，落实辐射安全管理责任制，设立辐射安全与防护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，加强射线装置安全保卫，建立辐射安全管理档案。

(二)做好辐射工作场所的安全和防护工作。项目中子源关键技术研发实验室项目工作场所位于智慧园同位素实验室内东侧，核素放射性实验应在该场所内进行，不得在预留的常规实验室进行涉及放射性核素的实验。严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，控制项目运营对周边环境的影响，落实工作场所的分区管控和实体屏蔽措施，确保防护门及屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5μGy/h。在醒目位置设置电离辐射警告标志，做好放射性工作场所内辐射安全与防护设施的维

护，确保辐射安全与防护设施有效。建设单位需配合有关部门做好防护范围内规划工作，严格控制场所四周 50m 范围内建设学校、居民区等环境敏感目标，避免对环境保护目标造成辐射伤害。

(三)做好辐射工作人员安全防护工作。落实《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关要求，加强辐射工作人员培训，定期对人员剂量监测，建立辐射剂量档案，确保人员的辐射安全。

(四)加强放射性物质管控。放射性物质要严格按照使用管理规定进行管理使用，并采取相应的安保措施，确保放射性物质的安全可靠。要配备相应资质的工作人员，并采取必要的防护措施，要划定相应的工作区域，并设置明显的警示标注。

(五)严格落实放射性“三废”收集处置措施。制定放射性“三废”管理制度，放射性废气、放射性废液按规定处置，达标排放；吸附 ^{3}H 的材料、使用后的氚化铀密封罐交由厂家回收，氚净化系统中的分子筛交由有资质厂家回收，实验后废弃的样品、事故状态下沾染放射性物质的面罩、工作服、抹布等及退役后的废弃设备，经有资质单位检测，如放射性核素含量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 A1 规定的清洁解控水平，则作为一般固废处置，如高于清洁解控水平，则委托有资质单位处置。

(六)严格落实环境风险防范措施。制定辐射事故应急预案，并在生态环境部门备案，配备必要的应急设备，定期开

展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。

三、项目的性质、规模、地点或者环境保护措施等发生重大变动时，须依法重新报批环境影响评价文件。自本《报告表》批准之日起超过 5 年方决定开工建设的，《报告表》须报我局重新审核。

四、项目建设必须严格执行配套的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度。项目建成后，建设单位应依法取得辐射安全许可证并经建设项目竣工验收合格后，方可正式投入运行。

青岛市生态环境局

2021 年 9 月 23 日

抄送：山东海美依项目咨询有限公司

内部发：青岛市生态环境局李沧分局，核与辐射处，青岛市生态环境综合行政执法支队，青岛市环境监测中心，青岛市环境工程评估中心

青岛市生态环境局办公室　　2021 年 9 月 23 日印发

2105-370213-04-01-288908

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：中科超睿（青岛）技术有限公司

地　　址：山东省青岛市李沧区金水路171号28号楼8楼

法定代表人：甘佺

种类和范围：使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所

证书编号：鲁环辐证[B0133]

有效期至：2026 年 10 月 18 日

发证机关：山东省生态环境厅

发证日期：2022 年 01 月 13 日

中华人民共和国环境保护部制

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	中科超睿（青岛）技术有限公司			
地　　址	山东省青岛市李沧区金水路 171 号 28 号楼 8 楼			
法定代表人	甘佺	电话	15255459856	
证件类型	身份证	号码	340826198810125238	
涉源部门	名　称	地　址		负责人
	中子源实验室	青岛市李沧区贵定路1号		朱文章
	实验室	青岛市李沧区东川路国际院士港 2 期 10 号楼		朱文章
种类和范围	使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所			
许可证条件				
证书编号	鲁环辐证[B0133]			
有效期至	2026 年 10 月 18 日			
发证日期	2022 年 01 月 13 日			

省生态环境厅
行政审批专用章
（发证机关章）

活动种类和范围

（一）放射源

证书编号：鲁环辐证[B0133]-1

序号	核素	类别	总活度（贝可） 活度（贝可）×枚数	活动种类
1	H-3	V	7.4E+10*30	使用
2	H-3	V	1.85E+11*30	使用
3	H-3	V	1.443E+13*4	使用
	以	下	空	白

山东省生态环境厅
行政审批专用章

活动种类和范围

（二）非密封放射性物质

证书编号：鲁环辐证[B0133]

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	智慧园同位素实验室	乙	U-238	2E+2	5.99E+8	使用
2	智慧园同位素实验室	乙	H-3	3.71E+9	1.11E+13	使用
	以	下	空	白		

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：鲁环辐证[B0133]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	中子照相无损检测系统	Ⅱ	1	使用
2	中子发生器	Ⅱ	2	使用
3	密封管式中子发生器	Ⅱ	2	使用
4	X射线机	Ⅱ	1	使用
	以	下	空	白

山东省生态环境厅
行政审批专用章

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：鲁环辐证[B0133]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源／去向		审核人	审核日期
1	H-3	20210114	7.03E+10	A-6	CH21H3000045	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			
2	H-3	20210114	7.03E+10	A-10	CH21H3000025	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			
3	H-3	20210114	7.03E+10	A-1	CH21H3000015	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			
4	H-3	20210114	7.03E+10	A-8	CH21H3000055	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			
5	H-3	20210114	7.03E+10	A-9	CH21H3000065	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			
6	H-3	20210114	7.03E+10	A-2	CH21H3000075	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			
7	H-3	20210114	7.03E+10	A-7	CH21H3000105	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			
8	H-3	20210114	7.03E+10	A-3	CH21H3000085	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健艾	20210521
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：鲁环辐证[B0133]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源／去向		审核人	审核日期
9	H-3	20210114	7.03E+10	A-4	CH21H3000095	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健文	20210521
									去向			
10	H-3	20210114	7.03E+10	A-5	CH21H3000035	V	科研实验用	院士港2期10号楼	来源	瑞士	赵健文	20210521
									去向			
	以下空白								来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			

台帐明细登记

（二）非密封放射性物质

证书编号：

序号	核 素	总活度（贝可）	频 次	用 途	来源／去向		审核人	审核日期
					来源			
					去向			
					来源			
					去向			
					来源			
					去向			
					来源			
					去向			
					来源			
					去向			
					来源			
					去向			
					来源			
					去向			
					来源			
					去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：

序号	装置名称	规格型号	类别	用 途	场 所	来源／去向		审核人	审核日期
1	中子发生器	无	II	实验	实验室	来源	自研		2022.06.01
						去向			
2	中子发生器	无	II	实验	实验室	来源			
						去向	自研		2022.06.01
3	中子照相无损检测系统	无	II	实验	实验室	来源			
						去向	自研		2022.06.01
4	X射线机	UND450	II	实验	实验室	来源	重庆日联科技有限公司		
						去向			2022.06.01
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			

附件 5 现状检测报告

181512342017

鼎嘉检测 DINGJIA TESTING

正本

检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】252 号

项目名称：贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目辐射环境现状检测

委托单位：中科超睿（青岛）技术有限公司

检测类别：委托检测

报告日期：2022 年 9 月 9 日

山东鼎嘉环境检测有限公司

（检测专用章）

检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】252号

检测项目	环境γ辐射剂量率、中子剂量当量率		
委托单位	中科超睿（青岛）技术有限公司		
联 系 人	张宇	联系电话	18563923953
检测类别	委托检测	委托日期	2022年8月29日
检测地点	青岛市李沧区娄山街道办事处贵定路1号，项目拟建位置周围		
检测日期	2022年8月30日		
环境条件	天气：阴　温度：20.2℃　相对湿度：82.5%		
检测主要仪器设备	设备名称	便携式多功能射线检测仪	中子剂量当量率仪
	设备型号	BG9512P/BG7030	XH-3028
	设备编号	A-2203-01	A-2203-02
	测量范围	吸收剂量率：10nGy/h～200μGy/h 能量范围：25keV～3MeV	测量范围：0 nSv/h～1 Sv/h 能量范围：0.025cv～14Mcv
	检定单位	华东国家计量测试中心	中国辐射防护研究院放射性计量站
	检定证书编号	2022H21-20-3869747001	检字第[2022]-N0055
	检定有效期至	2023年03月24日	2023年3月29日
检测依据	1.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 2.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 3.《辐射防护仪器 中子周围剂量当量（率）仪》（GB/T 14318-2019）。		
解释与说明	受中科超睿（青岛）技术有限公司委托，山东鼎嘉环境检测有限公司依据相关规范及检测要求，对贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目进行辐射环境现状检测。 检测结果及检测布点图见正文第2～3页； 项目现场照片及现场检测照片见正文第4页。		

检测报告包括：封面、说明、正文（附页）；并盖有计量认证章（CMA）、检测专用章和骑缝章。

检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】252号

表1 辐射剂量率检测结果

序号	点位描述	X-γ辐射剂量率检测结果（单位：n Gy/h）	中子剂量当量率检测结果（单位：Sv/h）	辐射剂量率检测结果（单位：n Gy/h）
A1	1号屏蔽室内	107.3	0	107.3
A2	2号屏蔽室内	101.3	0	101.3
A3	2间屏蔽室北侧区域	112.7	0	112.7
A4	2间屏蔽室东侧区域	80.7	0	80.7
A5	2间屏蔽室南侧区域	109.0	0	109.0
A6	2间屏蔽室西侧区域	98.5	0	98.5
A7	屏蔽室东侧预留厂房	80.4	0	80.4
A8	屏蔽室南侧20m保安室	85.3	0	85.3
A9	屏蔽室南侧50m德先新能源厂房	64.1	0	64.1
A10	屏蔽室西侧智慧园间位素实验室	76.3	0	76.3

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值11.6nGy/h.

检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】252号

附图1:

检测布点示意图

检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】252号

附图 2:

项目现场照片

现场检测照片

以下空白

编制人员: 张玉也 审核人员: 孙丽 签发人员: 孙丽 批准日期: 2022.9.7

附件 6 设计参数说明文件

主要技术参数说明

经我单位设计人员模拟核算，本项目所涉及高分辨率中子照相无损检测系统配套 DD 中子发生器、DT 密封管式中子发生器靶点外 1m 处的 γ 辐射剂量率最大分别约 2.22 μSv/h、0.044 μSv/h，强流中子发生器 DT 模式下距靶点外 1m 处的 γ 辐射剂量率最大约 3.44×10^{6} μSv/h，射线能量约 1MeV。环境影响报告表中所列的以上设备源项信息参数，均为我单位提供，我单位对数据真实性及有效性，承担全部责任，特此证明。

中科超睿（青岛）技术有限公司

2022 年 9 月

附件 7 主动公开环境影响评价文件的说明

中科超睿（青岛）技术有限公司
贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目
建设单位主动公开环境影响评价文件的说明

根据相关管理要求，中科超睿（青岛）技术有限公司贵定路厂区精密无损检测设备研发生产项目已于 2022 年 09 月 01 日在环评单位山东海美依项目咨询有限公司网站进行了环境影响报告表全本公示。

环境影响报告表全本公示网页网址：http://www.sdharmony.cn/content/?671.html，公示截图如下所示：

在环境影响报告表全本公示后，未收到民众的电话、书面信件或其它有关对该项目环境保护方面的反馈意见。

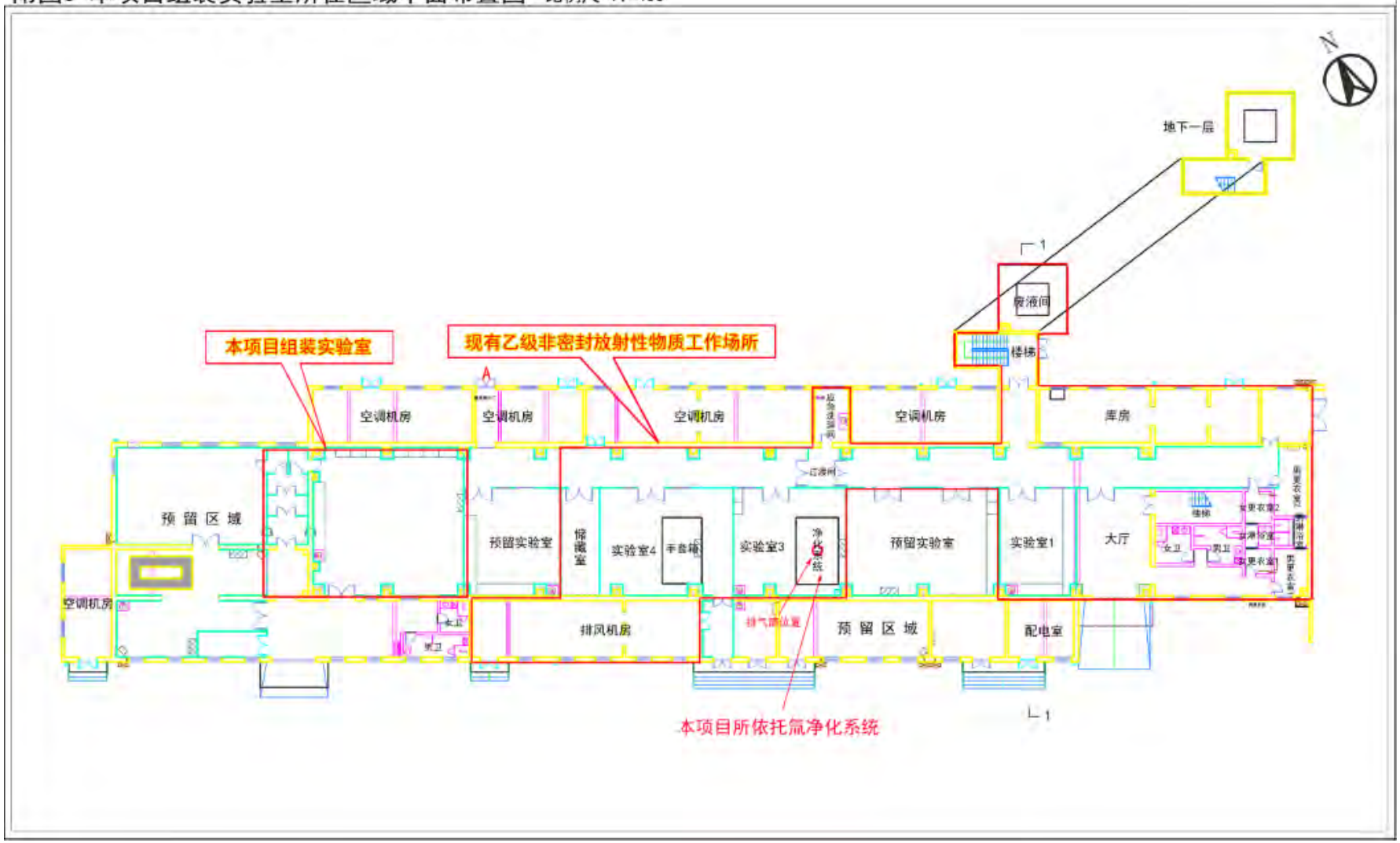
中科超睿（青岛）技术有限公司

2022 年 09 月 04 日

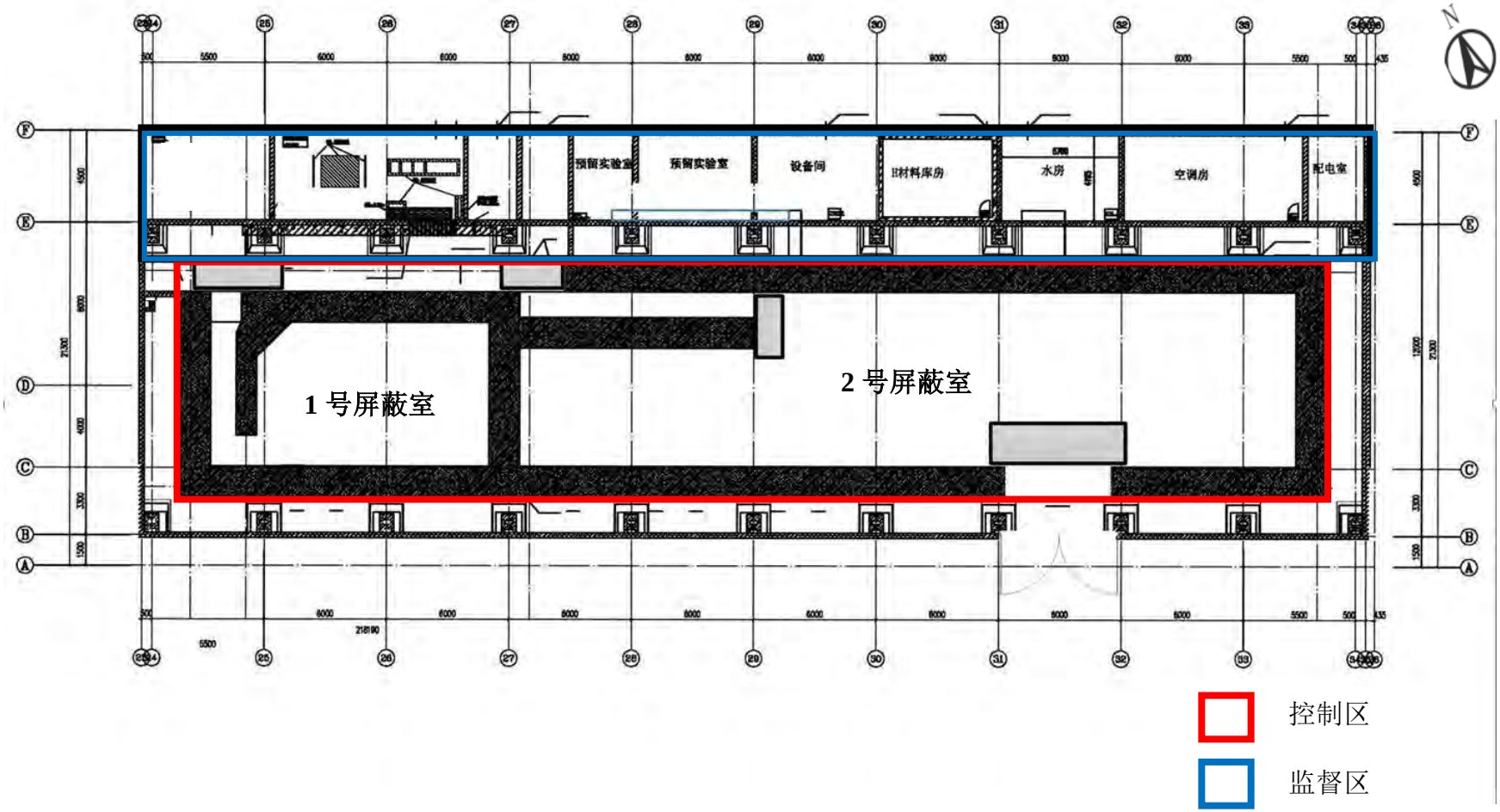
附图1　项目地理位置示意图　比例尺 1:750000

附图2 本项目周边关系影像图 比例尺 1:2500

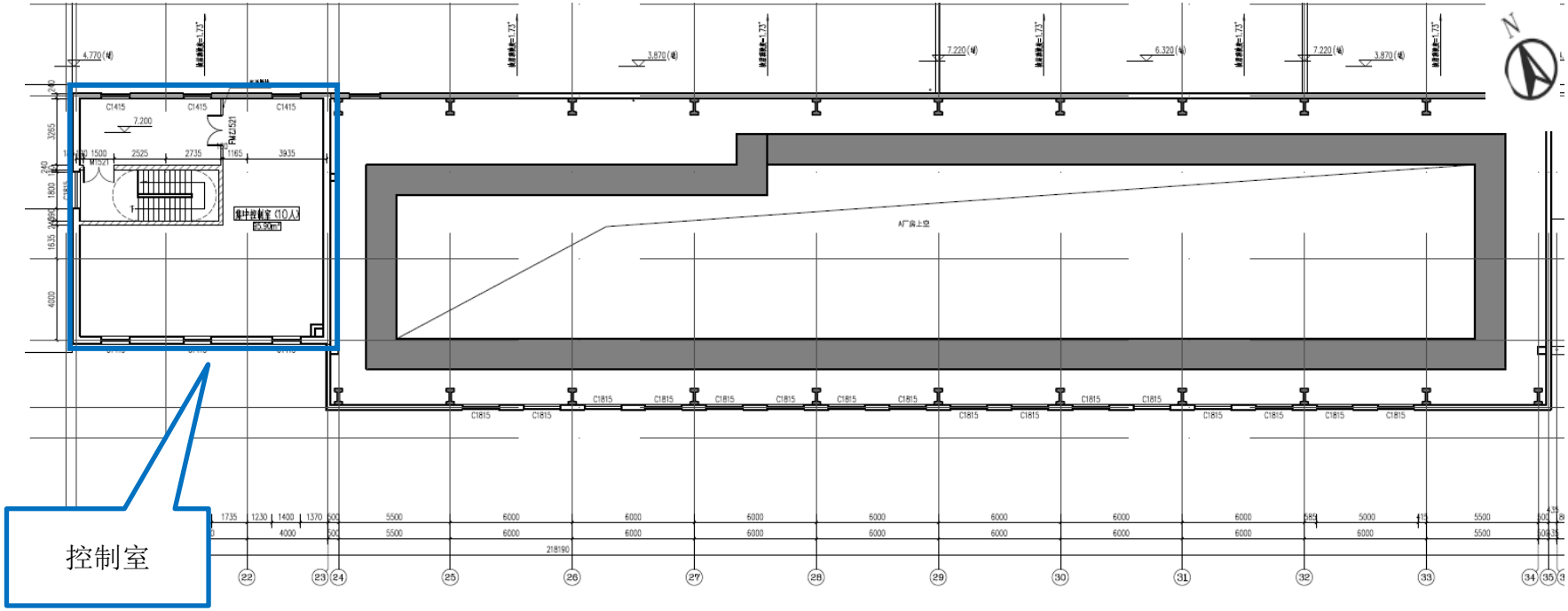
附图3 本项目组装实验室所在区域平面布置图 比例尺 1：400



附图 4　本项目使用场所平面布置及分区示意图（比例尺：1:300）



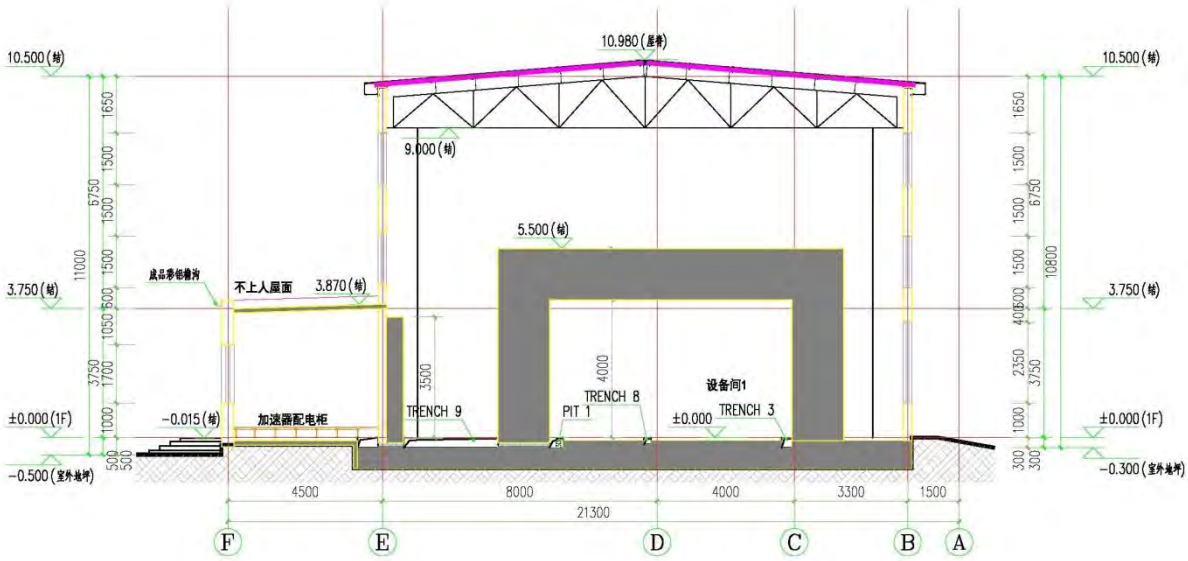
本项目一层平面布局图



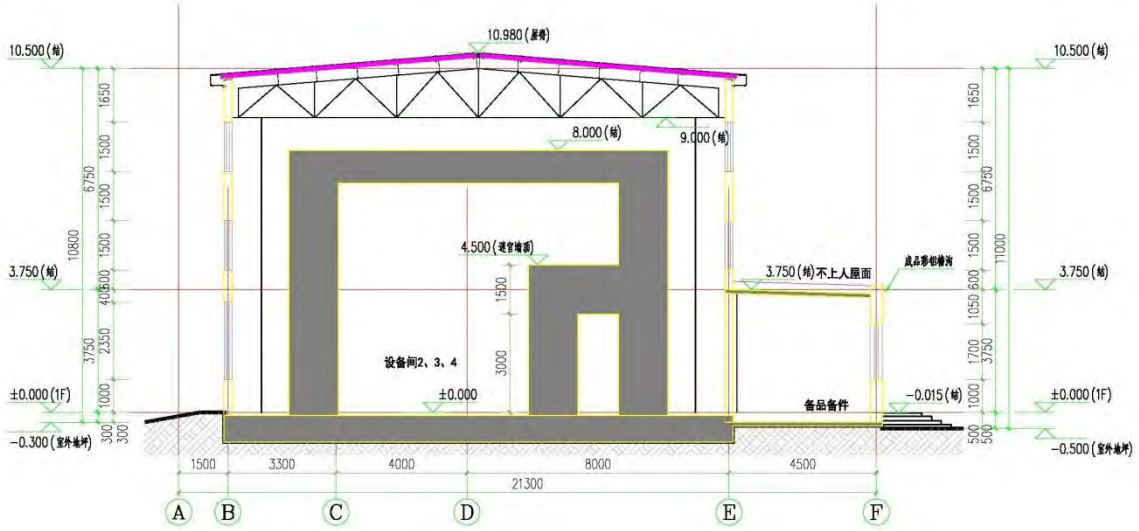
本项目及西侧办公场所三层平面布局图

附图 5　本项目屏蔽室剖面图

本项目整体剖面图

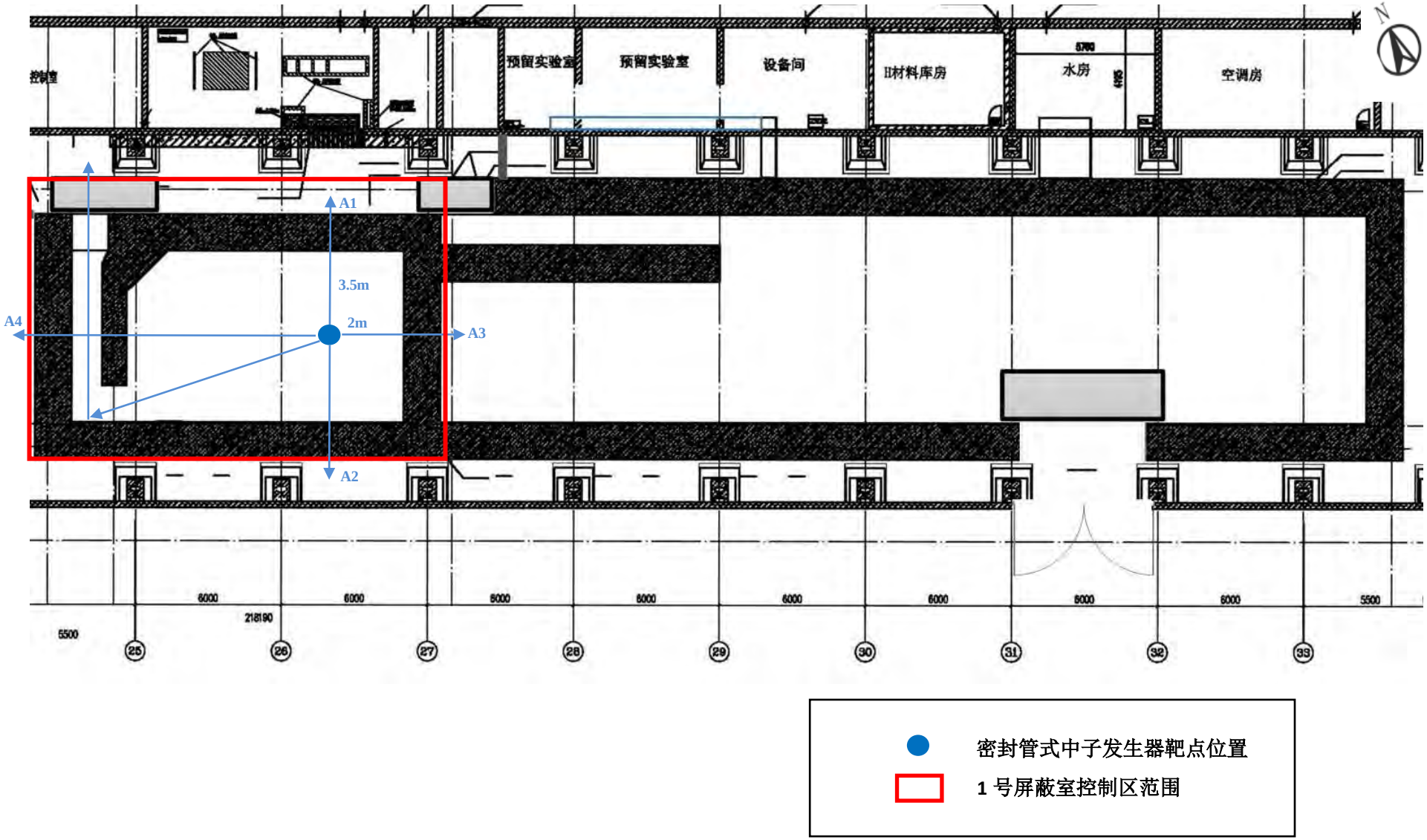


1 号屏蔽室剖面图（西侧）

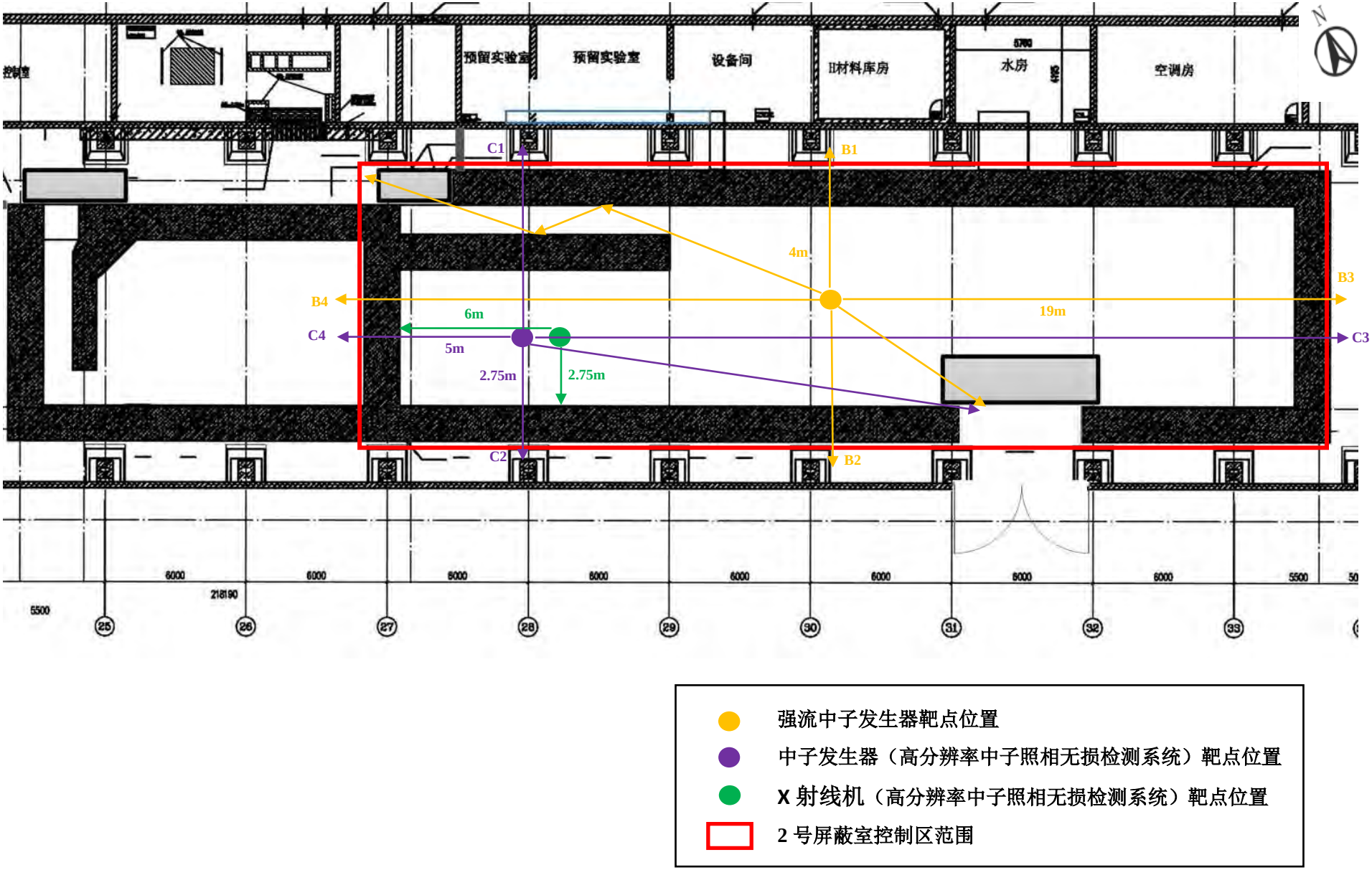


2 号屏蔽室剖面图（东侧）

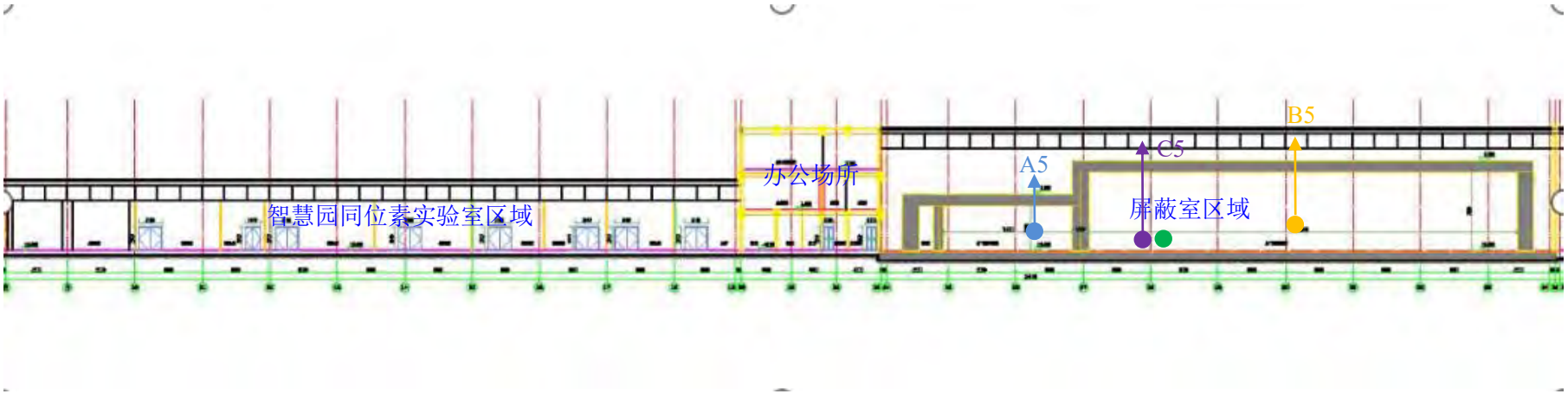
附图 6　本项目 1 号屏蔽室内射线装置靶点位置示意图



附图 7　本项目 2 号屏蔽室内射线装置靶点位置示意图



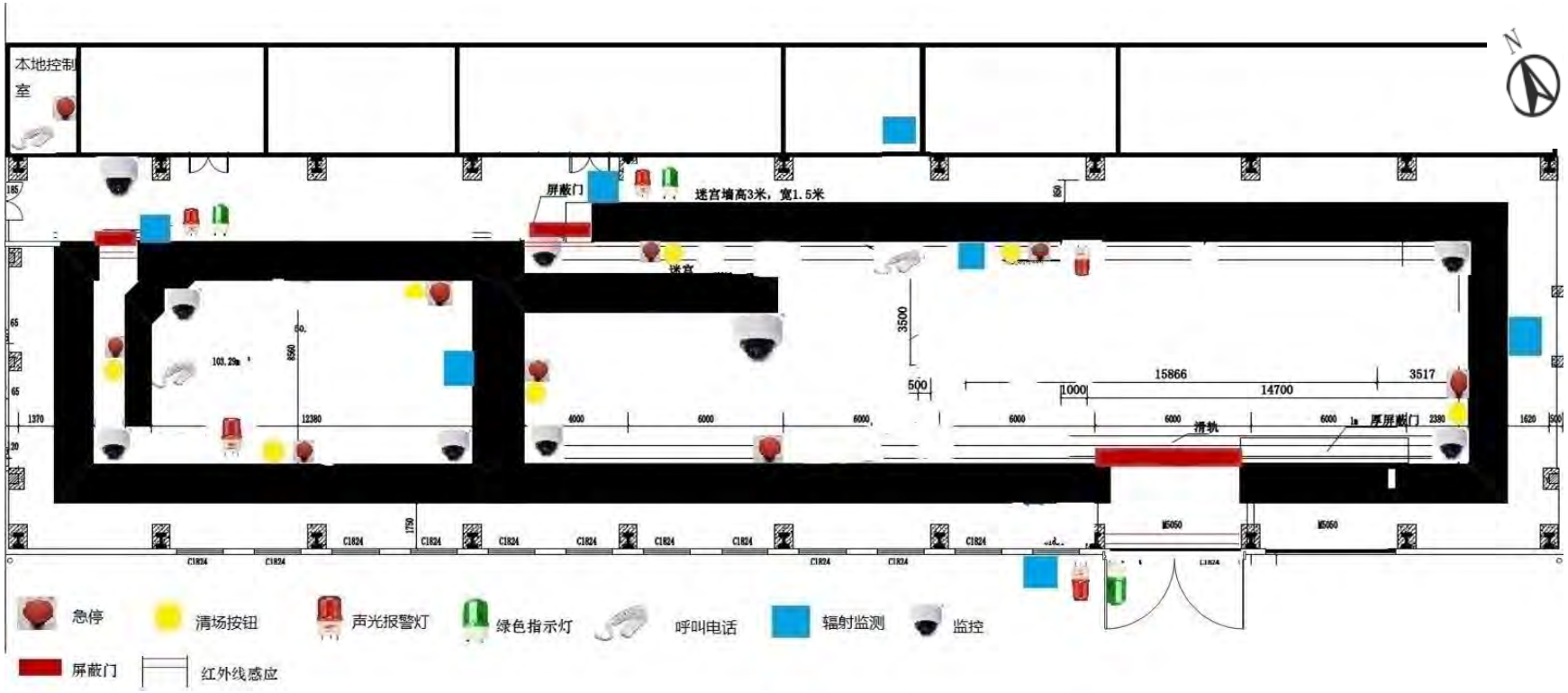
附图 8　本项目 1 号和 2 号屏蔽室内射线装置靶点位置示意图（剖面）



强流中子发生器靶点位置

中子发生器（高分辨率中子照相无损检测系统）靶点位置

X 射线机（高分辨率中子照相无损检测系统）靶点位置

密封管式中子发生器靶点位置

附图 9 本项目主要辐射安全设施平面布局