

河南天溯计量检测有限公司  
电离辐射校准实验室项目  
竣工环境保护验收（阶段性验收）  
监测报告表

建设单位：河南天溯计量检测有限公司

编制单位：河南天溯计量检测有限公司

2026年5月

# 目 录

表一	项目基本情况 .....	1
表二	项目建设情况 .....	10
表三	辐射安全与防护设施/措施 .....	31
表四	建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 .....	51
表五	验收监测质量保证及质量控制 .....	59
表六	验收监测内容 .....	60
表七	验收监测 .....	64
表八	验收监测结论 .....	69

## 附图

- 附图 1 公司平面布置图
- 附图 2 2#研发楼一层平面布置图
- 附图 3 2#研发楼二层平面布置图
- 附图 4 施工设计图纸
- 附图 5 现场照片

## 附件

- 附件 1 辐射安全许可证
- 附件 2 本项目环评批复
- 附件 3 辐射安全分析报告
- 附件 4 辐射管理制度
- 附件 5 本项目辐射工作人员培训证书
- 附件 6 检测报告

表一 项目基本情况

建设项目名称	河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目				
建设单位名称	河南天溯计量检测有限公司				
建设项目性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/>				
建设地点	河南省驻马店市确山县产业集聚区工业一路				
源项	放射源		1 枚 $1.8 \times 10^{10}$ Bq (486.5mCi) $^{60}\text{Co}$ 1 枚 $3.7 \times 10^{11}$ Bq (10Ci) $^{137}\text{Cs}$ 1 枚 $7.4 \times 10^9$ Bq (200mCi) $^{137}\text{Cs}$		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		1 台中能 X 射线装置 (320kV/22.5mA)		
建设项目环评 批复时间	2024 年 4 月 26 日	开工建设时间	2024 年 5 月		
取得辐射安全 许可证时间	2025 年 11 月 26 日	项目调试运行 时间	2025 年 12 月 19 日		
辐射安全与防 护设施投入运 行时间	2025 年 12 月 19 日	验收现场监测 时间	2026 年 3 月 28 日		
环评报告表审 批部门	河南省生态环境 厅	环评报告表编 制单位	河南绿立方环保技术咨询有限 公司		
辐射安全与防 护设施设计单 位	驻马店市建筑勘 察设计院有限公 司	辐射安全与防 护设施施工单 位	中邦盈佳建设有限公司		
投资总概算	1000 万元	辐射安全与环 保设施总概算	118 万元	比例	11.8%
实际总概算	480 万元	辐射安全与环 保设施实际总 概算	57 万元	比例	11.87%
验收依据	<p><b>1、建设项目环境保护相关法律法规和规章制度</b></p> <p>1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；</p> <p>3) 《建设项目环境保护管理条例》国务院第 682 号令，2017 年 10 月；</p> <p>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，2019 年修订；</p> <p>5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2006 年，国家环</p>				

境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号第一次修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号第二次修改，2019 年 7 月 11 日经生态环境部令第 7 号第三次修订，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号第四次修订；

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 年 12 月；

7) 关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知，环办辐射函（2025）313 号，2025 年 8 月 29 日；

8) 《河南省辐射污染防治条例》，2016 年 3 月 1 日起施行；

## **2、建设项目竣工环境保护验收技术规范**

1) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号），2017 年 11 月 20 日起施行；

2) 《关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告》生态环境部公告，2018 年第 9 号，2018 年 5 月 15 日；

3) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》，2024 年 2 月 1 日起施行；

## **3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定**

河南省生态环境厅对《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目环境影响报告表》的环评批复（豫环审〔2024〕24 号）。

## **4、其他相关文件**

1) 《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序（2020 版）》中的《刻度用 $\gamma/n$ 源场所监督检查技术程序》(NNSA/HQ-08-JD-IP-012)；

2) 《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序（2020 版）》中的《II 类非医用 X 线装置监督检查技术程序》  
(NNSA/HQ-08-JD-IP-024)；

3) 《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目环境影响报告表》，2024 年；

4) 《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目（变更）辐射安全分析报告》，2025 年。

验收执行标准	<p><b>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</b></p> <p>本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求。本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。</p> <p>(1) 应对任何工作人员的<span style="text-decoration: underline;">职业照射水平</span>进行控制，使之不超过下述<span style="text-decoration: underline;">限值</span>：由<span style="text-decoration: underline;">审管部门</span>决定的连续 5 年的<span style="text-decoration: underline;">年平均有效剂量</span>（但不可作任何<span style="text-decoration: underline;">追溯性平均</span>），20mSv；本项目取其四分之一，即 5mSv 作为<span style="text-decoration: underline;">职业工作人员</span>的<span style="text-decoration: underline;">剂量约束值</span>。</p> <p>(2) 实践使<span style="text-decoration: underline;">公众中有关关键人群组的成员</span>所受到的<span style="text-decoration: underline;">平均剂量估计值</span>不应超过下述<span style="text-decoration: underline;">限值</span>：年有效剂量，1mSv；本项目取其十分之一，即 0.1mSv 作为<span style="text-decoration: underline;">公众人员</span>的<span style="text-decoration: underline;">剂量约束值</span>。</p> <p><b>(2) 《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ 125-2009）</b></p> <p>4.7 检测仪表在不同场所使用时，见附录 A 所标示的位置的<span style="text-decoration: underline;">周围剂量当量率</span>应满足下表的要求。</p>		
	<p><b>表 1 不同使用场所对检测仪表外围辐射的剂量控制要求 单位：μSv/h</b></p>		
	<p><b>检测仪表使用场所</b></p>	<p><b>下列不同距离<sup>2)</sup>的周围剂量当量率 H* 控制值</b></p>	
		5cm	100cm
	<p>对人员的<span style="text-decoration: underline;">活动范围</span>不限制</p>	<p>H* &lt;2.5</p>	<p>H* &lt;0.25</p>
	<p>在<span style="text-decoration: underline;">距源容器外表面 1m 区域</span>内<span style="text-decoration: underline;">很少有人</span>停留</p>	<p>2.5≤H* &lt;25</p>	<p>0.25≤H* &lt;2.5</p>
	<p>在<span style="text-decoration: underline;">距源容器外表面 3m 区域</span>内<span style="text-decoration: underline;">不可能有人</span>进入或<span style="text-decoration: underline;">放射工作场所</span>设置了<span style="text-decoration: underline;">监督区</span><sup>1)</sup></p>	<p>25≤H* &lt;250</p>	<p>2.5≤H* &lt;25</p>
	<p>只能在<span style="text-decoration: underline;">特定的放射工作场所</span>使用并按<span style="text-decoration: underline;">控制区、监督区</span>分区管理</p>	<p>250≤H* &lt;1000</p>	<p>25≤H* &lt;100</p>
	<p>1) 监督区边界剂量率为 2.5μSv/h。 2) 距测量头或源部件及探头表面的距离。</p>		
	<p><b>(3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）</b></p> <p>5.2 分区原则</p> <p>5.2.1 放射治疗场所应划分<span style="text-decoration: underline;">控制区和监督区</span>。一般情况下，<span style="text-decoration: underline;">控制区</span>包括<span style="text-decoration: underline;">加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所</span>，如<span style="text-decoration: underline;">质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室</span>，<span style="text-decoration: underline;">直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等</span>。开展<span style="text-decoration: underline;">术中放射治疗</span>时，<span style="text-decoration: underline;">术中放射治</span></p>		

疗室应确定为临时控制区。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

## 6.1 屏蔽要求

### 6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30 cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（ $\dot{H}_c$ ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv/h})$ ：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}(\mu\text{Sv/h})$ ：

人员居留因子  $T > 1/2$  的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子  $T \leq 1/2$  的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量  $250 \mu\text{Sv}$  加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按  $100 \mu\text{Sv/h}$  加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

## 6.2 安全防护设施和措施要求

6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等；

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；

b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

#### 8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

#### (4) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中

应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

## 6 固定式探伤的放射防护要求

### 6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

#### (5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

a) 探伤装置周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  计算公式：

$$\dot{H}_c = H_c / t \times U \times T$$

$\dot{H}_c$  ——周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时， $\mu$ Sv/h；

$H_c$  ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu$ Sv/周），其值按如下方式取值：职业工作人员： $\leq 100 \mu$ Sv/周；公众： $\leq 5 \mu$ Sv/

周；

t——设备周照射时间，单位为小时每周（h/周）；

U——设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max} = 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

c) 由上述 a) 中  $\dot{H}_c$  和 b) 中  $\dot{H}_{c,max}$  二者较小值。

## (6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）

### 4 监测要求

#### 4.1 监测的量和单位

职业性外照射个人监测的量有 H(10)、H(3)、H(0.07)：

a) H(10)，适用于体表下 10mm 深处的器官或组织的监测，在特定条件下用于有效剂量评价，单位为毫希沃特（mSv）；

b) H(3)，适用于体表下 3mm 深处的器官或组织的监测，用于眼晶状体剂量评价，单位为毫希沃特(mSv)；

c) H(0.07)，适用于体表下 0.07 mm 深处的器官或组织的监测，用于皮肤剂量评价，单位为毫希沃特(mSv)。

#### 4.2 监测类型

外照射个人监测类型可分为常规监测、任务相关监测和特殊监测。

#### 4.3 监测周期或频次

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

4.3.2 任务相关监测和特殊监测应根据辐射监测实践的需要进行。

### 8.1 记录

8.1.1 一般要求如下：

a) 记录包括：预处理、测量、校准、个人监测结果、质量保证和

剂量评价等内容，必要时包括工作场所监测的结果；

b)清楚、扼要、准确地记录完整监测过程；

c)采用多种方式备份监测记录，妥善保存原始记录数据。便于在剂量估算方法变化时，对剂量数据的复核；

d)准许放射工作人员查询本人职业照射记录；职业健康管理人員查詢相關職業照射記錄及有關資料。

8.1.3 异常结果调查：当工作人员职业外照射个人监测结果超过调查水平时，按附录 C 的 C.4 所示的内容进行调查。

## 8.2 档案

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录，调查登记参见附录 C 的 C.4。

8.2.2 职业照射个人剂量档案终生保存。

### (7) 剂量率控制指标

综合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目实际情况，确定本项目的年有效剂量管理目标限值要求以及其他控制指标如下：

表 7-3 本项目管理目标限值

项目	标准值	环评值	本项目执行限值
职业人员管理目标值	20mSv	5mSv	5mSv
公众管理目标值	1mSv	0.1mSv	0.1mSv

表 3 本项目辐射工作场所剂量率控制值 单位：μSv/h

序号	位置	标准值	环评值	本项目执行限值
<b>防护γ实验室</b>				
1	南侧墙外 30cm	10	1	1
2	北侧墙外 30cm	10	1	1
3	东侧墙外 30cm	10	8	8
4	防护门外 30cm	10	4	4
5	西侧墙外 30cm(控制室)	2.5	2.5	2.5
6	二层房间	10	2	2
<b>中能 X 实验室</b>				
1	南墙外 30cm	2.5	2.5	2.5
2	北墙外 30cm	2.5	2.5	2.5
3	东墙外 30cm	2.5	2.5	2.5

4	防护门外 30cm	2.5	2.5	2.5
5	西墙外 30cm (控制室)	2.5	2.5	2.5
6	二层房间	2.5	2.5	2.5
<p>1、场所居留因子参考 HJ1198-2021 附录 A，楼梯间、走廊和实验室外部空地取 1/16，其他实验室工作场所取 1/2，防护门取 1/8、二层取 1/4，控制室取 1；</p> <p>2、本项目使用因子均取 1。</p>				

## 表二 项目建设情况

### 项目建设内容:

#### 2.1 建设单位概况

河南天溯计量检测有限公司（简称“天溯计量”）是一家集仪器校准、检测认证等技术服务为一体的综合性独立第三方计量检测机构。为拓展河南市场，公司在驻马店市确山县工业一路与开元路交叉口东南建立电离辐射标准实验室项目，实验室建成后，可完善省内电离辐射量值传递及溯源体系，为环境检测机构、医疗机构、放射卫生监督检测部门、核技术应用等单位的各种辐射检测仪器、仪表提供检定校准服务。

#### 2.2 建设单位现有核技术应用项目概况

2025年11月26日公司新申请由河南省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证（10655），种类和范围：使用Ⅲ类、Ⅳ类放射源、使用Ⅱ类射线装置。有效期自2025年11月26日至2030年11月25日。具体情况如下：

- 1) 使用Ⅱ类射线装置1台；
- 2) 使用Ⅲ类放射源1枚、Ⅳ类放射源2枚。

公司现有放射源及射线台账明细见下表，本次验收项目见下表。

表4 公司现有放射源台账明细表

序号	核素名称	活度	源编码	类别	数量	场所	环评批复	验收
1	<sup>137</sup> Cs	3.7×10 <sup>11</sup> Bq	0125CS100073	Ⅲ	1	防护 γ实验室	豫环审 (2024) 24号	本次验收项目
2	<sup>60</sup> Co	1.8×10 <sup>10</sup> Bq	0325CO010754	Ⅳ	1			
3	<sup>137</sup> Cs	7.4×10 <sup>9</sup> Bq	RU24CS006574	Ⅳ	1			

表5 公司现有射线装置台账明细表

装置名称	型号	数量	参数	生产厂家	类别	场所	环评批复	验收
中能X射线装置	MGI320	1	320kV/22.5mA	德国YXLON	Ⅱ类	中能X实验室	豫环审 (2024) 24号	本次验收项目

#### 2.3 本次验收核技术应用项目概况

2024年1月，公司委托河南绿立方环保技术咨询有限公司对公司电离辐射校准实验室项目开展了环境影响评价，并编制了《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目环境影响报告表》。

2024年4月28日，河南省生态环境厅对项目环境影响报告表予以批复，批复文

号：豫环审〔2024〕24号。

由于原设计图实验室数量多且实验室本身混凝土墙体较厚，导致实验室内部空间狭小，经公司综合考虑，决定减少实验室数量，将原有拟建6间实验室变更为4间实验室同时改变实验室平面布局，增大实验室建筑面积同时增加实验室部分防护措施。2025年8月依据变更后的实验室布局及防护措施编制了《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目（变更）辐射安全分析报告》，变更后拟购置2台II类射线装置，II类放射源1枚、III类放射源1枚、IV类放射源2枚、V类（以下）放射源21枚。

2025年11月26日公司新申请由河南省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证〔10655〕，种类和范围：使用III类、IV类放射源、使用II类射线装置。有效期自2025年11月26日至2030年11月25日。

本次验收为阶段性验收。工程建设内容与环评报告表进行比较，放射源数量和射线装置数量有变化，环评阶段拟购置5枚放射源和3台射线装置；实际本次验购置3枚放射源用于开展辐射防护类个人剂量仪和周围环境监测仪的检定及校准和1台射线装置用于开展辐射防护类个人剂量仪和周围环境监测仪能量响应的测试验证。本次仅对3枚放射源和1台射线装置及其辐射工作场所进行验收，后续新购置的放射源和射线装置另行办理竣工环境保护验收手续。

本次验收项目于2025年12月进行设备安装调试并投入运行。2026年3月组织技术人员对项目进行了现场勘查，并核查了建设项目主体工程和环保设施的有关资料，在查阅相关技术资料的基础上编制了本项目的竣工环境保护验收监测方案。受建设单位委托，深圳市源策通检测技术有限公司于2026年3月28日对本次验收项目进行了竣工环保验收监测，于2026年4月编制完成《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目竣工环境保护验收监测报告表》。

## 2.4 建设内容及规模

本次验收项目实际建设内容与环评对比见下表。

表6 建设内容实际建设与环评及批复对比

项目组成	环评拟建工程内容	辐射安全分析报告内容	项目实际建设内容	一致性
建设性质	新建	新建	新建	一致
建设规模	建设6间检测实验室，配套使用5枚放射源和3	建设4间检测实验室，配套使用4枚放射源和2台	建设4间检测实验室，配套使用3枚放射源	实验室数量由6间变更为4间，本次仅验收2间，治疗 $\gamma$ 实验室待放射

		台射线装置	射线装置	和 1 台射线装置	源购买后, 诊断 X 实验室待射线装置购买后再单独进行验收, 放射源和射线装置的数量减少
建设地点		河南天溯计量检测有限公司院内	河南天溯计量检测有限公司院内	河南天溯计量检测有限公司院内	一致
机房净尺寸 (m)	防护 $\gamma$ 实验室	7.8×5.35×4.2	10.9×6×4.2	10.9×6×4.2	实际建设面积大于环评时面积
	中能 X 实验室	6.47×4.5×4.2	11.5×6×4.2	11.5×6×4.2	
主体工程	<b>防护<math>\gamma</math>实验室 1:</b> 南侧墙体 (主屏蔽墙): 1100mm 混凝土, 西侧墙体: 900mm 混凝土, 东侧墙体: 900mm 混凝土, 迷道外墙: 900mm 混凝土, 迷道内墙体: 300mm 混凝土, 顶棚: 800mm 混凝土; 防护门 10mmPb	<b>防护<math>\gamma</math>实验室:</b> 东侧墙体 (主屏蔽墙): 1100mm 混凝土, 北侧墙体: 900mm 混凝土, 南侧墙体: 900mm 混凝土, 迷道外墙: 900mm 混凝土, 迷道内墙体: 300mm 混凝土, 顶棚: 800mm 混凝土; 防护门 20mmPb	<b>防护<math>\gamma</math>实验室:</b> 东侧墙体 (主屏蔽墙): 1100mm 混凝土, 北侧墙体: 900mm 混凝土, 南侧墙体: 900mm 混凝土, 迷道外墙: 900mm 混凝土, 迷道内墙体: 300mm 混凝土, 顶棚: 800mm 混凝土; 防护门 20mmPb	布局改变导致主束方向改变, 主屏蔽墙、次屏蔽墙、迷道内墙、迷道外墙、顶棚墙体材质及厚度与环评一致, 防护门较环评时铅当量增加	
	<b>防护<math>\gamma</math>实验室 2:</b> 南侧墙体为 1100mm 混凝土, 北、东、西侧墙体为 900mm 混凝土, 迷道内墙体为 300mm 混凝土, 顶棚 800mm 混凝土; 防护门 10mmPb	不再建设	不再建设	/	

	<p><b>治疗<math>\gamma</math>实验室：</b>        南侧墙体（主屏蔽墙）：        1300mm 混凝土，        北侧墙体：        900mm 混凝土，        西侧墙体：        900mm 混凝土，        迷道外墙：        900mm 混凝土，        迷道内墙：        500mm 混凝土，        顶棚：        800mm 混凝土；        防护门 15 mmPb</p>	<p><b>治疗<math>\gamma</math>实验室：</b>        东侧墙体（主屏蔽墙）：        1300mm 混凝土，        北侧墙体：        900mm 混凝土，        南侧墙体：        900mm 混凝土，        迷道外墙：        900mm 混凝土，        迷道内墙体：        500mm 混凝土，        顶棚：        800mm 混凝土；        防护门 30 mmPb</p>	<p>不纳入本次验收范围</p>	<p>/</p>
	<p><b>中能 X 实验室 1：</b>        西侧墙体（主屏蔽墙）：        800mm 混凝土，        北侧墙体：        600mm 混凝土，        东侧墙体：        600mm 混凝土，        迷道外墙：        600mm 混凝土，        迷道内墙：        300mm 混凝土，        顶棚：        800mm 混凝土；        防护门 10 mmPb</p>	<p><b>中能 X 实验室：</b>        东侧墙体（主屏蔽墙）：        800mm 混凝土，        北侧墙体：        600mm 混凝土，        南侧墙体：        800mm 混凝土，        迷道外墙：        600mm 混凝土，        迷道内墙体：        300mm 混凝土，        顶棚：        800mm 混凝土；        防护门 20 mmPb</p>	<p><b>中能 X 实验室：</b>        东侧墙体（主屏蔽墙）：        800mm 混凝土，        北侧墙体：        600mm 混凝土，        南侧墙体：        800mm 混凝土，        迷道外墙：        600mm 混凝土，        迷道内墙体：        300mm 混凝土，        顶棚：        800mm 混凝土；        防护门 20 mmPb</p>	<p>布局改变导致主束方向改变，主屏蔽墙、次屏蔽墙（北墙）、迷道内墙、迷道外墙、顶棚墙体材质及厚度与环评一致，南侧墙体因为与防护<math>\gamma</math>实验室共用，墙体比环评时略厚，防护门较环评时铅当量增加</p>
	<p><b>中能 X 实验室 2：</b> 东侧墙体为 800mm 混凝土，北、西、南侧墙体为 600mm 混凝土，迷道 300mm 混凝土，顶棚 800mm 混凝土；防护门 10 mmPb</p>	<p>不再建设</p>	<p>不再建设</p>	<p>/</p>

	<b>诊断 X 实验室：</b> 北侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 西侧墙体： 600mm 混凝土， 南侧墙体： 600mm 混凝土， 迷道外墙： 800mm 混凝土， 迷道内墙： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 10mmPb	<b>诊断 X 实验室：</b> 东侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 北侧墙体： 600mm 混凝土， 南侧墙体： 600mm 混凝土， 迷道外墙： 600mm 混凝土， 迷道内墙体： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 10mmPb	不纳入本次验收范围	/
--	--	---	-----------	---

## 2.5 项目位置及平面布局

2026 年 3 月，技术人员对河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目进行现场调查。本次验收项目位于河南省驻马店市确山县工业一路与开元路交叉口东南。公司厂界北侧为开元路，厂界西侧为工业一路，厂界南侧为空地，厂界东侧为空地，厂界东侧 20 米为潘庄。

本次验收的 2 间电离辐射实验室位于公司南侧，为四层独立楼房（命名为 2#研发楼），2 间电离辐射校准实验室位于 2#研发楼一层，2#研发楼北侧为空地，北侧约 76 米为 1#厂房（原环评名称为检测中心），东侧约 14 米为 2 栋闲置厂房，南侧为空地，东南侧约 15 米为 1#宿舍楼，西侧为活动场地，西北侧约 23 米为 3#研发楼（原环评名称为办公楼）。项目实验室位置与环评一致。

项目外环境关系图见附图 1，平面布置图见附图 2，2#研发楼一层平面布置图见附图 3，2#研发楼二层平面布置图见附图 4。



图 1 项目外环境关系图

## 2.6 环境保护目标

环境保护目标为该公司从事本项目实验分析的辐射工作人员、实验室周围其他非辐射工作人员和公众成员。

表 7 项目环保目标一览表

实验室	方位	距离	其他	保护目标	人数	照射类型
-----	----	----	----	------	----	------

中能 X 实验室	北侧	相邻及 50m 内	空地	公众	流动	公众照射
			诊断 X 实验室	工作人员	1~3 人	职业照射
	南侧	相邻及 50m 内	空地	公众	流动	公众照射
			防护 $\gamma$ 实验室、治疗 $\gamma$ 实验室	工作人员	2~6 人	职业照射
	西侧	相邻及 50m 内	控制台操作人员	工作人员	1~3 人	职业照射
			走廊、电梯间、门厅、空地	公众	流动	公众照射
	东侧	相邻及 50m 内	空地、闲置厂房	公众	流动	公众照射
东南侧	相邻及 50m 内	空地、1#宿舍楼	公众	流动	公众照射	
上方	相邻	氦室、储源间、登记室、表污普仪室	工作人员	4 人	公众照射	
下方	相邻	土层	/	/	/	
防护 $\gamma$ 实验室	北侧	相邻及 50m 内	空地	公众	流动	公众照射
			诊断 X 实验室、中能 X 实验室	工作人员	2~6 人	职业照射
	南侧	相邻及 50m 内	空地	公众	流动	公众照射
			治疗 $\gamma$ 实验室	工作人员	1~3 人	职业照射
	西侧	相邻及 50m 内	控制台操作人员	工作人员	1~3 人	职业照射
			走廊、卫生间、空地	公众	流动	公众照射
	东侧	相邻及 50m 内	空地、闲置厂房	公众	流动	公众照射
	东南侧	相邻及 50m 内	空地、1#宿舍楼	公众	流动	公众照射
上方	相邻	备用间、放射性活度仪实验室	工作人员	2 人	公众照射	
下方	相邻	土层	/	/	/	

经现场实地调查，本次验收项目 50 米范围内环境保护目标与环评时一致。

## 2.7 源项情况

本次验收项目基本参数见下表。

表 8 本次验收的放射源基本参数表

序号	放射源	单枚活度	源编码	类别	数量	场所
1	$^{137}\text{Cs}$	$3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ (10Ci)	0125CS100073	III 类	1	防护 $\gamma$ 实验室
2	$^{60}\text{Co}$	$1.8 \times 10^{10} \text{Bq}$ (486.5mCi)	0325CO010754	IV 类	1	
3	$^{137}\text{Cs}$	$7.4 \times 10^9 \text{Bq}$ (200mCi)	RU24CS006574	IV 类	1	

表9 本项目验收的射线装置一览表

序号	射线装置	型号	参数	生产厂家	类别	数量	场所
1	中能 X 射线装置	MGI320	320kV/22.5mA	德国 YXLON	II 类	1	中能 X 实验室

本次验收为阶段性验收，验收项目包含 2 间实验室（包括 1 间防护 $\gamma$ 实验室、1 间中能 X 实验室），3 枚放射源（包含 1 枚活度为  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}^{137}\text{Cs}$ 、1 枚活度为  $1.8 \times 10^{10} \text{Bq}^{60}\text{Co}$ 、1 枚活度为  $7.4 \times 10^9 \text{Bq}^{137}\text{Cs}$ ），1 台 II 类射线装置（MGI320 型中能 X 射线装置型，管电压 320kV、管电流 22.5mA）。剩余 1 间治疗 $\gamma$ 实验室和 1 间诊断 X 实验室，由于涉及的放射源和射线装置暂未购买，本次暂不验收，待后续购买后再进行验收。

## 2.8 工程设备与工艺分析

### 1、防护 $\gamma$ 实验室

#### (1) 工作原理

由经过检定的量值传递次级标准器具对实验室辐照间校准小车零位处剂量率进行标定，并把零点校准值输入计算机控制软件，控制软件内置的辐射衰变公式，随着时间的变化，可自动计算出衰变后的零点剂量率。另外通过软件控制校准小车移动，得到不同距离下对应的剂量率。校准小车和放射源装置具备独立的控制器，由对应的驱动器控制电机的转动完成校准小车移动和放射源装置升、降源等过程，其中放射源装置辅以气动控制系统，当设备意外断电时，电磁阀自动切换气路，推动主快门关闭。

另外，实验室内由环境参数监测设备对温度、气压、湿度进行监测，监测数据通过通信传输至计算机监控软件，完成辐射剂量率的空气因子修正等；由区域 $\gamma$ 辐射监测仪对环境辐射剂量进行监测，监测数据上传计算机监控软件，完成整个系统的辐射报警联锁功能；由视频监控系统对人员和设备进行监视，并通过标尺摄像头和仪表摄像头完成校准小车移动距离的标尺读数以及辐射监测仪表的数据显示读数。

监控软件界面中显示各种功能参数及工作状态，通过操作监控软件发出各种控制指令，经控制器处理后控制相应的设备工作。

#### (2) 系统组成

$\gamma$ 源辐射刻度装置主要由多源装置、校准台架、控制台及功能软件、量值传递次级标准器具、配套安全和联锁系统等组成。主要用于开展 $\gamma$ 剂量率仪、个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪等辐射监测仪器仪表的刻度。

##### ①多源装置

多源装置主要包括：铅容器、转子、装源铅棒、主快门系统等。



图2 多源装置外观示意图

铅容器：采用铅材料进行整体浇铸，防止因缝隙造成的 $\gamma$ 辐射泄漏，并按 $\gamma$ 辐射屏蔽计算厚度设计 20%的余量。

转子：转子采用不锈钢壳体中间浇铅，设计有源槽，本项目每套装置内配备使用 3 枚放射源，包括 1 枚活度为  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$  (10Ci) 的 III 类  $^{137}\text{Cs}$  放射源，1 枚活度为  $1.8 \times 10^{10} \text{Bq}$  (486.5mCi) 的 IV 类  $^{60}\text{Co}$  放射源和 1 枚活度为  $7.4 \times 10^9 \text{Bq}$  (200mCi) 的 IV 类  $^{137}\text{Cs}$  放射源，相较于环评时装置内多增加 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  放射源。用户可根据需要选择所需活度的放射源。放射源固定在装置内可转动转盘上，通过圆盘转动，将需要使用的  $^{137}\text{Cs}$  或  $^{60}\text{Co}$  放射源转动到照射位置。通过转动转盘、设备结构和控制平台的选择程序可保证每次照射时只有 1 枚放射源处于照射位置。当源装置关闭时，转子的空源位对准出射孔。装置使用的  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  源的核素特性见下表。

表 10 核素特性一览表

核素	半衰期	衰变类型及分支比 (%)	主要 $\alpha$ 、 $\beta$ 辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%)	主要 $\gamma$ 、X 射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)	空气比释动能率常数 ( $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )
$^{137}\text{Cs}$	30a	$\beta^-$ (100)	513.97 (94.4) 1175.63 (5.6)	661.657 (84.99)	$0.767 \times 10^{-13}$
$^{60}\text{Co}$	5.3a	$\beta^-$ (100)	317.87 (99.925)	1332.492 (99.9826) 1173.228 (99.85)	$3.5 \times 10^{-13}$

装源铅棒：装源棒采用不锈钢外壳，里面浇铅。装源铅棒内部螺丝孔为不锈钢，在装源铅棒的上方孔位为进源孔，把放射源放入后，旋进一个堵头防止源掉落，且源放置处背部具有防背部散射结构。装源棒右侧为制转部分，当装源棒进入装源铅转子后，能通过定位销固定源的方向；装源棒左侧为内丝孔，丝孔为倒源时，便于拉源杆旋转套入装源铅棒而设计。

主快门系统：主快门采用钨合金推—拉式气动结构，用电磁阀对气路进行切换保证主快门的开关控制。当出现紧急断电情况时，电磁阀自动切换为关主快门气路，保证主快门可自动关闭。通过气动推杆来控制气动快门的打开和关闭，黑色圆面为钨合金快门口。

### ②倒源功能

装置设计有倒源功能，进行倒源时由厂家专业人员操作。

### ③校准台架

校准台架由校准小车、校准平台、导轨、定位系统、动力组件、铅板等构成。校准小车安装在 Y 轴向两条走车导轨上，Y 轴向导轨和校准平台一体安装在 X 轴向的

两条走车导轨上，校准小车可进行 X 轴向、Y 轴向的精确移动，校准平台还可在 Z 轴精确升降调节和旋转。校准台架的主体框架采用低原子序数的轻型铝件型材，以减少散射对参考辐射场的影响。

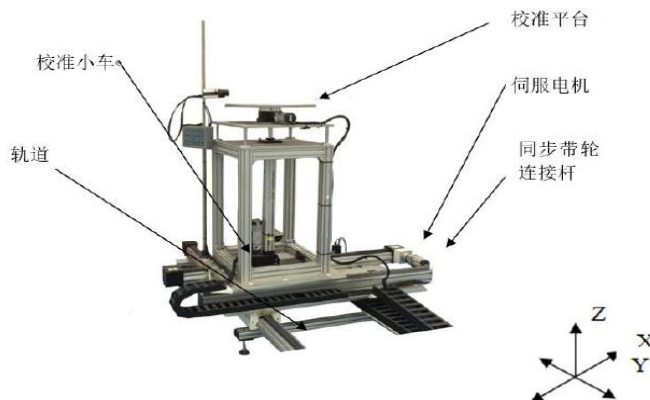


图 3 标准台架示意图

#### ④校准平台

校准平台用于承载待照射的辐射监测仪器，校准平台在设计上，能够满足实验室中各种便携式辐射仪表的固定，转盘能够同时架设多台剂量仪，提高刻度效率。校准平台可旋转，旋转速度 1rpm，旋转定位精度小于 1。校准平台总体高度小于 1000mm。校准平台设置多个仪表位置(均分)，包括放置被测仪表、安装光电开关。校准平台上安装仪表摄像，视频信息传输到控制台实时显示。校准平台旋转的控制为调整模式即键按下校准平台旋转(正向或反向)，释放即停。在校准平台上配置一套标准电离室夹具，利用激光定位系统实现电离室的定位。

#### ⑤定位系统

定位系统用于源装置准直方向的定位及小车零点定位。实验室中定位系统由多台激光定位仪组成。

#### ⑥控制台及功能软件

控制台采用功能模块化设计、通过不同控制器模块分别管理放射源控制、校准台架、以及整个系统安全联锁控制。控制台上配置监视器且设置对讲装置，实现控制室与实验室之间实时通信。实验室内设备工况能够实时地在控制台显示屏上动态显示。

#### ⑦专用控制器

专用控制器分模块化管理换源控制、源装置定时(或者计时)照射、校准小车定位控制、安全系统联锁、数据获取与处理等功能。

### ⑧监控设备

监控设备包括监视器、摄像头及硬盘录像机。摄像头可实现实验室全景监视、校准平台仪表读数、X轴走车导轨标尺读数。

### ⑨量值传递次级标准器具

量值传递次级标准器具用于辐照场剂量率的校正和测量。

#### (3) 操作流程

1) 非工作状态下,放射源贮存在 $\gamma$ 源辐射刻度装置内屏蔽容器中,开展刻度作业前辐射工作人员将待刻度探测器(辐射监测仪器)摆放至校准台架校准小车上,确认实验室内无人后关闭防护门。

2) 辐射工作人员在控制台设置照射源、照射时间、控制校准平台位置,出源照射;

3) 刻度过程中,通过调整待刻度探测器与放射源之间的距离,分别对不同距离处探测器的剂量率进行刻度和记录;通过选择不同活度放射源对相同距离处探测器的剂量率进行刻度和记录;通过选择不同核素种类的放射源对同一探测器不同能量区间进行刻度和记录,重复操作直到所有待刻度点全部刻度完毕;

4) 刻度作业结束后,快门自动关闭,放射源收回至刻度装置贮源器中,待固定剂量报警仪显示实验室内剂量达到本底水平,工作人员打开防护门进入实验室内,将被刻度辐射监测仪器取出,同时检查放射源回源情况,防止出现源脱落现象,确认无误后关闭装置,清场撤出并关闭防护门。

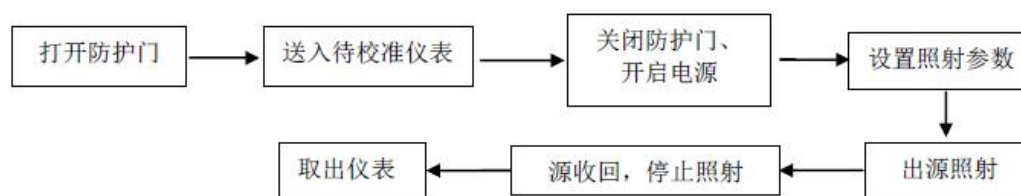


图4  $\gamma$ 源辐射刻度装置工作流程示意图

## 2、 $\gamma$ 源校准装置的工艺流程及产污节点

本次验收项目防护 $\gamma$ 实验室进行辐射仪表检定校准的工艺流程为:

①根据被检仪器的刻度,辐射工作人员(佩戴辐射报警仪)选择相应的计量实验室,将被检仪器携带入计量实验室,并按要求放置规定的区域,被检仪器探头正对着 $\gamma$ 射线装置出线窗口。

②做好各项目相应的检查后，辐射工作人员撤出计量实验室，并关闭计量实验室的防护门。需再次检查防护门关闭严密，且通过视频监控系统核实计量实验室内无人员后，辐射工作人员方可在操作室通过遥控提升相应的放射源至工作位(源容器的顶部)，并打开发射窗口，使放射源发射的 $\gamma$ 射线有用线束照射受检仪器的探头，辐射工作人员在操作室通过视频监控系统读取受检仪器的示值。

③检定工作结束后，操作人员同样通过操作系统遥控关闭 $\gamma$ 射线装置的发射窗口，并将放射源降至设备储源器内，然后打开防护门，携带辐射剂量率报警仪或监测仪器进入计量实验室，通过报警仪或监测仪器确认计量实验室内的辐射水平降至正常水平后才进一步进入计量实验室内部。

④最后取出被检仪器，关闭计量实验室的防护门，在控制间或办公室进行后期的数据处理。

主要污染因子为 $\gamma$ 射线、 $\beta$ 射线、少量的臭氧和氮氧化物。

整个出束过程，人员无需进入实验室内，只在更换被检定辐射检测仪表的过程中，工作人员需要进出实验室， $\gamma$ 源校准装置的工艺流程及产污节点见下图。

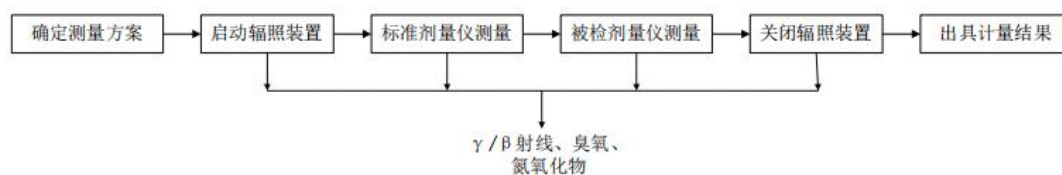


图5  $\gamma$ 源校准装置工艺流程及产污节点图

### 3、中能 X 实验室

#### (1) 工作原理

X 射线辐射刻度装置运行时，通过量值传递次级标准器具，X 射线辐射刻度装置产生的参考辐射场的场强及其不确定度可追溯到国家计量标准，被校准的仪表置于 X 射线机产生的参考辐射场中进行校准。

#### (2) 系统组成

X 射线辐射刻度装置由中能 X 射线机、定位系统、安全连锁装置、探测器刻度系统控制系统、自动化控制操作平台等组成，主要用于 X 射线监测仪器刻度验证、X 剂量率仪等监测仪器能量响应的测试。

X 射线辐射刻度装置示意图见下图。

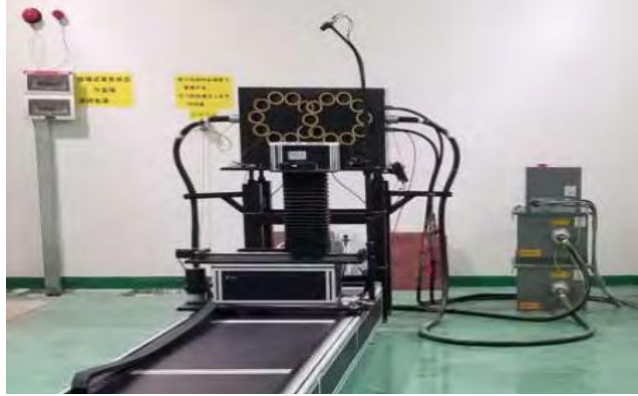


图 6 X 射线辐射刻度装置示意图

### ①中能 X 射线机

本项目中能 X 实验室设置一套 X 射线辐射刻度台装置，设置配套一台中能 X 射线装置，照射方向为定向照射（本项目定向朝东）。中能 X 射线装置参数见下表。

表 11 中能 X 实验室中能 X 射线装置主要技术参数一览表

序号	型号	管电压	管电流	出束角度	照射野
1	MGI320	320kV	22.5mA	20°	直径 10-16cm 的圆

### ②定位系统

定位装置基座、导轨、激光定位系统、校准平台、手动控制器，可实现升降、平移和旋转等四维电动控制；定位系统沿射线束方向行程 0~5m；平行性好于 1mm；测量点定位系统精度±0.5mm；满足不同种仪表角响应等物理参数的测量要求；实验室夹具可以实现不同类型实验室的固定与支撑，激光定位系统实现电离室的定位，手动控制器可现场进行定位装置的就地控制。

### ③控制系统

包括控制器、控制软件、控制操作台、数据采集卡；能够控制管电压、管电流、计时照射、安全系统连锁、校准台架定位通知、数据获取与处理等功能。

### ④探测器刻度系统

#### 1) 探测器定位系统

用于刻度过程中待刻度探测器的定位，布置在探测器定位区探测器定位装置由移动轨道、移动小车、探测器定位支架等组成，移动轨道的布置与射线装置准直器照射孔的方向一致。移动轨道上距离射线装置准直器不同的距离处有若干的定位点，刻度过程中分别在这些点上进行探测器的刻度。

#### 2) 准直器照射装置

将射线校正成近规则直线束的装置，用于校正射线的发散方向，使其最终通过统

一的出口向同一方向照射。

### 3) 辐照器快门装置

主要用来负责射线装置的开关，由驱动装置和自动化控制程序组成。断电情况下快门自动关闭。

### ⑤自动化控制操作平台

由操作台、控制主机和相关控制系统及程序组成，通过自动化控制操作平台可实现：探测器定位装置的自动化控制和探测器的定位、射线装置的开关和定位、轨道小车系统的自动化控制、标准传递系统的控制、安全连锁系统的自动化控制、固定式剂量率监测系统的运行控制。

### (3) 工作流程

1) 辐射工作人员(佩戴辐射报警仪)将待校准的仪表置于实验室内探测器定位系统移动小车上固定，确认实验室内无人后关闭防护门。

2) 辐射工作人员在控制台上设置照射时间等参数后启动照射，打开快门进行照射；刻度过程中，通过调整待刻度探测器与靶点之间的距离，分别对不同距离处探测器的剂量率进行刻度、校准和记录，直到所有待刻度点全部刻度完毕。

3) 刻度作业结束后，快门自动关闭，固定剂量报警仪显示实验室内剂量达到本底水平，工作人员打开防护门进入实验室内，将被刻度辐射监测仪器取出，清场撤出并关闭防护门。

## 4、X 校准装置的工艺流程及产污节点

本次评价项目中能 X 实验室进行辐射仪表检定校准的工艺流程为：

①根据被检仪器的刻度，辐射工作人员(佩戴辐射报警仪)选择相应的计量实验室，将被检仪器携带入计量实验室，并按要求放置在规定的区域，被检仪器探头正对着 X 射线装置出线窗口。

做好各项目相应的检查后，辐射工作人员撤出实验室，并关闭实验室的防护门。需再次检查防护门关闭严密，且通过视频监控系统核实计量实验室内无人员后，辐射工作人员方可在操作室通过遥控打开 X 射线发射窗口，使 X 射线有用线束照射受检仪器的探头，辐射工作人员在操作室通过视频监控系统读取受检仪器的示值。

检定工作结束后，操作人员同样通过操作系统遥控关闭 X 射线装置的发射窗口，确定关机后，进入计量实验室内部取出被检仪器，关闭计量实验室的防护门，在控制

间或办公室进行后期的数据处理。

主要污染因子为 X 射线、少量的臭氧和氮氧化物。

中能 X 实验室计量装置工作流程及产污环节见下图。



图 7 X 校准装置工艺流程及产污节点图

## 2.9 项目主要污染因素

### 2.9.1 正常工况主要污染物及污染途径

根据校准检测装置产生的射线种类及辐射特性，可知正常工况下主要污染因子及污染途径，详见下表。

表 12 正常工况下污染因子及污染途径

序号	名称	污染因子		污染途径
1	防护 $\gamma$ 实验室、中能 X 实验室	放射性	X、 $\gamma$ 射线	对工作人员及周围公众造成外照射
		非放射性	O <sub>3</sub> 及 NO <sub>x</sub>	空气流通扩散对工作人员、周边公众以及设施的损害

根据装置的工作原理及污染因子的分析，本项目涉及的放射源始终都存在于严密源容器包壳中，只是在源容器的内部从储存位提升到工作位而已，所以正常情况下源活性物质不会泄露，对外环境的影响主要表现在 $\gamma$ 射线。射线装置在关机状态下不产生射线，只有在开机时才会发出 X 射线。因此，X、 $\gamma$ 射线成为污染环境的主要因子，其次为臭氧和氮氧化物。

### 2.9.2 事故工况主要放射性污染物和污染途径

本项目事故状态下，主要有以下几个方面：

#### (1) 防护 $\gamma$ 实验室

①当防护 $\gamma$ 实验室联锁装置失效、电离辐射警示标志(牌)等脱落或不清晰时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 $\gamma$ 射线空气比释动能计量装置开机状态下误入防护 $\gamma$ 实验室，致使人员受到额外的 $\gamma$ 射线照射；

②因违章操作，防护 $\gamma$ 实验室操作人员在人员未撤离实验室时进行检定致使人员受到额外的 $\gamma$ 射线照射；

③当防护 $\gamma$ 实验室防护门破损未及时维修情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的 $\gamma$ 射线照射；

④因工作人员操作不当或出现设备故障，在设备安装和换装放射源时，发生放射源由设备或容器中跌落出来，造成安装或操作人员受到强辐射照射；

⑤设备检修时，工作人员误将 $\gamma$ 射线空气比释动能计量装置的屏蔽装置打开或卸下放射源，都会对维修人员产生很强的辐射照射；

⑥使用过程中发生卡源，致使人员受到额外的 $\gamma$ 射线照射；

⑦换装放射源后产生的报废源，因管理不善发生被盗、丢失、遗弃等事故，而引发环境辐射污染。

## (2) 中能 X 实验室

①安装调试检修阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场人员误照射；

②由于 X 射线装置设备故障、操作不当而使操作人员受到超剂量照射；

③门机联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或进行检定工作期间，无关人员误入实验室引起误照射；

④机房内无关人员未全部撤出，控制室人员操作失误启动射线装置，造成人员误照射。

## 2.10 项目变动情况

环评阶段与验收阶段项目变动情况一览表如下：

表 13 环评阶段与验收阶段项目变动情况一览表

项目	环评阶段内容	验收阶段内容	是否一致
性质	使用II、III、IV类放射源、使用II类射线装置。	使用III、IV类放射源、使用II类射线装置。	治疗 $\gamma$ 实验室内II类放射源暂未购买，诊断X实验室射线装置暂未购买，不纳入本次验收范围
	使用 $^{60}\text{Co}$ 和 $^{137}\text{Cs}$ 放射源	使用 $^{60}\text{Co}$ 和 $^{137}\text{Cs}$ 放射源	一致
地点	河南天溯计量检测有限公司院内南侧	河南天溯计量检测有限公司院内南侧	一致
规模	1枚活度为 $2.96 \times 10^{13}\text{Bq}^{60}\text{Co}$ 2枚活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}^{137}\text{Cs}$ 2枚活度为 $7.4 \times 10^9\text{Bq}^{60}\text{Co}$ 和 3台射线装置	1枚活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}^{137}\text{Cs}$ 1枚活度为 $7.4 \times 10^9\text{Bq}^{137}\text{Cs}$ 1枚活度为 $1.8 \times 10^{10}\text{Bq}^{60}\text{Co}$ 1台射线装置	本次验收放射源数量比环评中少2枚（ $2.96 \times 10^{13}\text{Bq}^{60}\text{Co}$ 放射源暂未购买），放射源总活度未超过环评中批复总活度
机房屏蔽措施	<b>防护<math>\gamma</math>实验室 1:</b> 南侧墙体（主屏蔽墙）： 1100mm 混凝土， 西侧墙体： 900mm 混凝土， 东侧墙体： 900mm 混凝土， 迷道外墙： 900mm 混凝土， 迷道内墙体： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 10mmPb	<b>防护<math>\gamma</math>实验室:</b> 东侧墙体（主屏蔽墙）： 1100mm 混凝土， 北侧墙体： 900mm 混凝土， 南侧墙体： 900mm 混凝土， 迷道外墙： 900mm 混凝土， 迷道内墙体： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 20mmPb	布局改变导致主束方向改变，主屏蔽墙、次屏蔽墙、迷道内墙、迷道外墙、顶棚墙体材质及厚度与环评一致，防护门较环评时铅当量增加
	<b>防护<math>\gamma</math>实验室 2:</b> 南侧墙体为1100mm 混凝土，北、东、西侧墙体为900mm 混凝土，迷道内墙体为300mm 混凝土，顶棚800mm 混凝土；防护门10mmPb	不再建设	/
	<b>治疗<math>\gamma</math>实验室:</b> 南侧墙体（主屏蔽墙）： 1300mm 混凝土， 北侧墙体： 900mm 混凝土， 西侧墙体： 900mm 混凝土， 迷道外墙： 900mm 混凝土， 迷道内墙： 500mm 混凝土，	/	$2.96 \times 10^{13}\text{Bq}^{60}\text{Co}$ 放射源暂未购买，不纳入本次验收范围

	顶棚：800mm 混凝土； 防护门 15 mmPb				
	<b>中能 X 实验室 1：</b> 西侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 北侧墙体： 600mm 混凝土， 东侧墙体： 600mm 混凝土， 迷道外墙： 600mm 混凝土， 迷道内墙： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 10 mmPb	<b>中能 X 实验室：</b> 东侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 北侧墙体： 600mm 混凝土， 南侧墙体： 800mm 混凝土， 迷道外墙： 600mm 混凝土， 迷道内墙体： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 20 mmPb		布局改变导致主束方向改变，主屏蔽墙、次屏蔽墙（北墙）、迷道内墙、迷道外墙、顶棚墙体材质及厚度与环评一致，南侧墙体因为与防护 $\gamma$ 实验室共用，墙体比环评时略厚，防护门较环评时铅当量增加	
	<b>中能 X 实验室 2：</b> 东侧墙体为 800mm 混凝土，北、西、南侧墙体为 600mm 混凝土，迷道 300mm 混凝土，顶棚 800mm 混凝土；防护门 10 mmPb	不再建设	/		
	<b>诊断 X 实验室：</b> 北侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 西侧墙体： 600mm 混凝土， 南侧墙体： 600mm 混凝土， 迷道外墙： 800mm 混凝土， 迷道内墙： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 10 mmPb	/		射线装置暂未购买，不纳入本次验收范围	
辐射安全防护措施	中能 X 实验室	①安全联锁②电离辐射警告标志③定向出束④视频监控装置⑤急停按钮⑥固定式场所辐射监测报警仪	中能 X 实验室	①安全联锁②电离辐射警告标志③定向出束④视频监控装置⑤急停按钮⑥固定式场所辐射监测报警仪	一致
	防护 $\gamma$ 实验室	①信号警示装置②安全联锁装置③防人误入装置④视频监控装置⑤急停按钮⑥固定式场所辐射监测报警仪	防护 $\gamma$ 实验室	①信号警示装置②安全联锁装置③防人误入装置④视频监控装置⑤急停按钮⑥固定式场所辐射监测报警仪	一致

对照关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知（环办辐射函〔2025〕313号）的总体要求，本项目变动情况汇总见下表

表 14 项目变动情况汇总表

项目	重大变动标准	对照分析	变动情况	变动界定
性质	由核技术利用建设项目变更为其他类别建设项目	建设项目性质为核技术利用建设项目与环评一致	无变化	/
建设地点	重新选址	建设项目位置与环评一致	无变化	/
	调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标	建设项目总平面布置变化，调整后评价范围内没有出现新的环境保护目标	项目建设地点不变，平面布置变化，评价范围内没有新的环境保护目标	不属于重大变动
规模	放射源类别升高	本次验收项目放射源类别为涉及 III 类、IV 类放射源与环评一致	无变化	/
	射线装置类别升高	本次验收项目射线装置类别为 II 类与环评一致	无变化	/
	非密封放射性物质工作场所级别升高	本项目不涉及非密封放射性物质工作场所	/	/
	放射源的总活度或放射源数量增加 50%及以上	放射源数量与放射源活度与环评相比均发生变化	本次验收 3 枚放射源，放射源数量较环评时减少； <sup>137</sup> Cs 放射源总活度较环评时减少， <sup>60</sup> Co 放射源总活度较环评时增加，总活度增加 22%	不属于重大变动
	射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大 50%及以上	本次验收项目涉及的射线装置参数与环评一致	无变化	/
	放射性核素活度或种类增加导致非密封放射性物质工作场所的日等效最大操作量增加 50%及以上	本项目不涉及放射性核素	/	/
	增加新的辐射工作场所	本项目辐射工作场所与环评一致，不增加新的辐射工作场所	无变化	/
工艺	生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重，含主要工艺装置、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化	本项目生产工艺、使用方式与环评一致	无变化	/
辐射安全与防护措施	辐射防护措施改变导致不利影响加重	本项目布局变化，辐射防护措施与环评时发生变化	<b>防护<math>\gamma</math>实验室：</b> 布局改变导致主束方向改变，主屏蔽墙、次屏蔽墙、迷道内墙、迷道外墙、顶棚墙体材质及厚度与环评一致，防护门较环评时铅当量增加；	不属于重大变动

			中能 X 实验室：布局改变导致主束方向改变，主屏蔽墙、次屏蔽墙（北墙）、迷道内墙、迷道外墙、顶棚墙体材质及厚度与环评一致，南侧墙体因为与防护 $\gamma$ 实验室共用，墙体比环评时略厚，防护门较环评时铅当量增加；根据《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目（变更）辐射安全分析报告》辐射防护措施改变不增加不利影响	
	辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑发生改变导致联锁功能减弱	本项目辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑与环评一致	无变化	/
	非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区	本项目不涉及非密封放射性物质工作场所	/	/
	新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口	本项目不涉及放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口	/	/

由上表可知：本项目性质未发生变化，项目建设地点不变，平面布置变化，评价范围内没有新增环境保护目标， $^{137}\text{Cs}$ 放射源的总活度有所降低， $^{60}\text{Co}$ 放射源总活度较环评时增加，总活度增加 22%，放射源数量较环评时减少，工艺未发生变化，辐射安全与防护措施改变并未加重不利影响，经分析本项目变动不属于重大变动。

表三 辐射安全与防护设施/措施

### 3.1 工作场所的布局和分区管理

#### (1) 实验室布局

本次验收项目位于河南天溯计量检测有限公司 2#研发楼一层，2#研发楼北侧为空地，北侧约 76 米为 1#厂房（原环评名称为检测中心），东侧约 14 米为 2 栋闲置厂房，南侧为空地，东南侧约 15 米为 1#宿舍楼，西侧为活动场地，西北侧约 23 米为 3#研发楼（原环评名称为办公楼）。项目实验室位置、平面布局与环评一致。

2#研发楼一层共设置 4 个检测实验室，位于一层东侧，从北向南依次为诊断 X 实验室、中能 X 实验室、防护 $\gamma$ 实验室、治疗 $\gamma$ 实验室；实验室西侧为走廊、楼梯间和卫生间。上述实验室均已建成，由于治疗 $\gamma$ 实验室未购置放射源，诊断 X 实验室未购置射线装置，因此本次仅对中能 X 实验室、防护 $\gamma$ 实验室及相关放射源、射线装置进行验收。

二层主要为表污谱仪实验室、放射性活度仪实验室、氦室、储源室（用于储存二层实验室校准装置的放射源）以及其他辅助用房，三层为会议室，四层为空置房间。实验室 50m 范围内为公司内部区域及公司宿舍楼；四周主要停留人员为实验室工作人员及公众成员，公众人员活动少且居留时间短暂。

由于原设计图实验室数量多且实验室本身混凝土墙体较厚，导致实验室内部空间狭小，经公司综合考虑，决定减少实验室数量，将原有拟建 6 间实验室变更为 4 间实验室同时改变实验室平面布局，增大实验室建筑面积同时增加实验室部分防护措施。建设单位根据变更后的布局及防护措施编制了《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目（变更）辐射安全分析报告》，由辐射安全分析报告可知：项目变更后正常运行不会增加对辐射环境的影响，符合环境保护的要求。

#### (2) 工作场所分区管理

本次验收项目将中能 X 实验室、防护 $\gamma$ 实验室划为控制区，严格限制无关人员进入，以避免不必要的照射，同时在控制区的出入口及其他适当位置设立醒目的警告标志并给出相应提示，实验室四周（含控制台）设为监督区，本项目实验室分区图见下图。

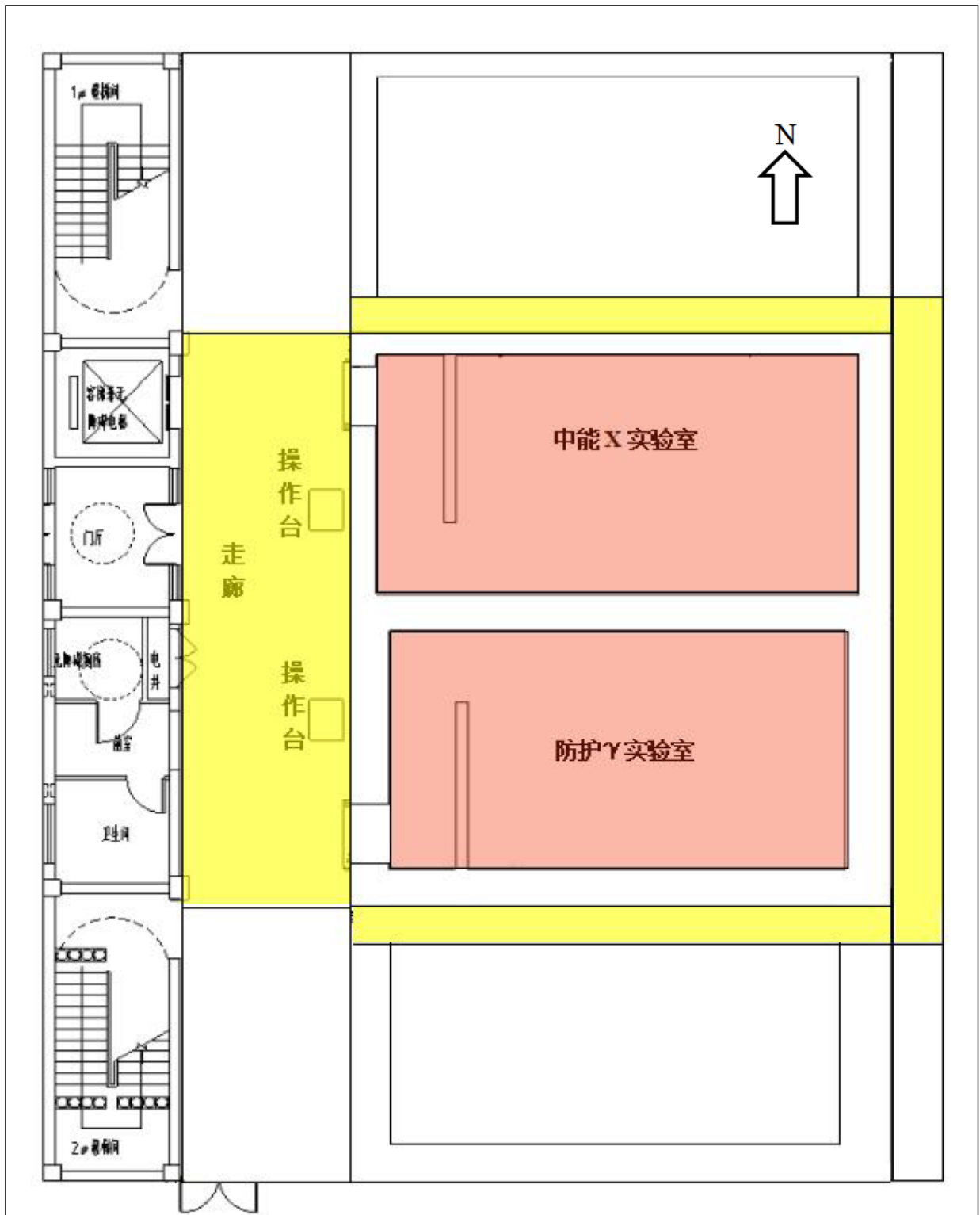


图 8 实验室分区图

### 3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的相关要求，同时对照本项目环评文件，对公司辐射防护设施与运行情况进行了验收调查，实验室屏蔽参数一览表

见下表。

表 15 实验室屏蔽措施一览表

名称	环评	实际建设情况	与环评时一致性	
防护 $\gamma$ 实验室				
机房净尺寸 (m)	7.8×5.35×4.2	10.9×6×4.2	相较于环评时实验室面积增大	
屏蔽情况	主束方向	1100mm 混凝土	1100mm 混凝土	一致
	除主束外四周墙体	900mm 混凝土	900mm 混凝土	一致
	迷道内墙	300mm 混凝土	300mm 混凝土	一致
	迷道外墙	900mm 混凝土	900mm 混凝土	一致
	顶棚	800mm 混凝土	800mm 混凝土	一致
	防护门	10mmPb	20mmPb	屏蔽能力明显高于环评
中能 X 实验室				
机房净尺寸 (m)	6.47×4.5×4.2	11.5×6×4.2	相较于环评时实验室面积增大	
屏蔽情况	主束方向	800mm 混凝土	800mm 混凝土	一致
	除主束外四周墙体	600mm 混凝土	600mm 混凝土	一致
	迷道内墙	300mm 混凝土	300mm 混凝土	一致
	迷道外墙	600mm 混凝土	600mm 混凝土	一致
	顶棚	800mm 混凝土	800mm 混凝土	一致
	防护门	10mmPb	20mmPb	屏蔽能力明显高于环评

备注：墙体均为混凝土结构，本项目实验室屏蔽材料密度：铅 $\rho=11.4\text{g/cm}^3$ 、混凝土 $\rho=2.35\text{g/cm}^3$ 。

### 3.3 辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

#### (1) 防护 $\gamma$ 实验室

本次验收依据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)对防护 $\gamma$ 实验室进行辐射安全防护措施分析，具体如下：

表 16 防护 $\gamma$ 实验室与《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)相符性分析

序号	《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)内容	本项目	相符性
1	放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等： a)放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；	本项目在实验室出入口张贴电离辐射警告标志，贮源容器外表面设置电离辐射标志和中文警示说明。	符合要求
2	b)放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；	本项目在实验室出入口张贴电离辐射警告标志，在操作室的操作台前方安装工作状态指示灯，便于操作人员观察安全连锁状态，防护门关闭、安全连锁就绪亮黄灯，放射源开启亮红灯。	符合要求
3	c)控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。	本项目防护 $\gamma$ 实验室室内设置实时视频监控设备。	符合要求

4	质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室(一般在迷道的内入口处)应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能,其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	防护 $\gamma$ 实验室设2个固定式场所辐射监测报警仪,分别位于机房内和迷道入口处。固定式监测报警仪实时检测场内辐射情况,监测到有射线时进行声光报警,显示单元设置在控制室内。	符合要求
5	放射治疗相关的辐射工作场所,应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全连锁措施: a)放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源连锁装置,防护门未完全关闭时不能出束/出源照射,出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施;	本项目防护 $\gamma$ 实验室设置有门源连锁装置。安装在辐射防护铅门关闭位置处,该装置使用并兼容辐射防护门的门连锁监测系统,实时监测辐射场门的开关状态,确保系统的安全连锁在满足检测到门为关闭状态时,才允许放射源的正常操作。 放射源装置设计有断电回源功能(源装置装配逆变器作为断电保护),当外部电源突然断开时,所有快门自动关闭,放射源能自行返回到储源位置。	符合要求
6	b)放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置,防护门应设置防夹伤功能;	在控制台、防护铅门旁边迷道处、实验室内部墙壁四周以及装置背面有紧急回源按钮,按下此钮,放射源将处于关闭状态,实验室门同时可以打开。防护门与墙面装有感应器,当关门时检测到有人位于中间时,会触发防夹功能,停止关门。	符合要求
7	c)应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮;急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发;	实验室内迷道内墙、外墙及北侧、南侧和东侧墙面和控制台适当位置均设置有急停按钮,在工作人员在被意外关闭在实验室内时,工作人员可通过就近按下急停开关(无需穿过主射束),使放射源返回放射源贮存装置中,确保工作人员的安全。急停按钮设有醒目标识及文字显示能让人员从各个方向均能观察到且便于触发。	符合要求
8	e)质子/重离子治疗装置应考虑建立调试、检修、运行维护人员的人身安全连锁系统,将调试、检修、运行维护人员的受照剂量与进入控制区的权限实施连锁管控;	项目建立调试、检修、运行维护人员的人身安全连锁系统,将调试、检修、运行维护人员的受照剂量与进入控制区的权限实施连锁管控。	符合要求
9	f)安全连锁系统一旦被触发后,须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动;安装调试及维修情况下,任何连锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证,工作完成后应及时进行连锁恢复及功能测试。	项目安全连锁系统一旦被触发后,须人工就地复位并通过控制台才能重新启动;安装调试及维修情况下,任何连锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证,工作完成后应及时进行连锁恢复及功能测试。	符合要求

综上可知，本项目防护 $\gamma$ 实验室辐射安全防护设施满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）相关要求。

本次验收同时依据《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序（2020版）》中的《刻度用 $\gamma/n$ 源场所监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-012）对防护 $\gamma$ 实验室辐射安全防护设施进行相符性分析，详见下表。

**表 17 防护 $\gamma$ 实验室工作场所检查内容一览表**

序号	检查项目	检查结果	备注
1	出入口电离辐射警告标志	本项目在实验室出入口张贴电离辐射警告标志	符合要求
2	出入口源工作状态显示	本项目在实验室出入口张贴电离辐射警告标志，在操作室的操作台前方安装工作状态指示灯，便于操作人员观察安全联锁状态	符合要求
3	防止非工作人员操作的锁定开关	项目设置有防止非工作人员操作的锁定开关	符合要求
4	门与源升降联锁	本项目防护 $\gamma$ 实验室均设置有门与源升降连锁装置。铅门打开时，放射源无法升起，当源照射时，打开铅门，源立即归位降落。	符合要求
5	刻度室监视设备	本项目防护 $\gamma$ 实验室内设置实时视频监控设备	符合要求
6	防护门	本项目防护 $\gamma$ 实验室均设置有铅防护门	符合要求
7	控制台紧急停止照射按钮	本项目控制台设置紧急停止照射按钮	符合要求
8	刻度室内紧急回源装置	本项目防护 $\gamma$ 实验室内迷道外墙、迷道内墙分别设置1个紧急回源装置，北、东、南侧墙体分别设置2个紧急回源装置	符合要求
9	通风设施	本项目防护 $\gamma$ 实验室内设置通风装置，且安装有倒流阀	符合要求
10	灭火器材	实验室内配备灭火器材	符合要求
11	刻度室内固定式辐射监测仪	本项目安装固定式场所辐射监测报警仪，探头设置在实验室内和控制室，工作人员能在控制台实时查看探头测得的剂量率水平	符合要求
12	便携式辐射监测仪	本项目配备1台便携式辐射检测仪	符合要求
13	个人剂量报警仪	实验室为工作人员配备个人剂量报警仪	符合要求
14	个人剂量计	所有辐射工作人员均配备个人剂量计	符合要求

综上可知，本项目防护 $\gamma$ 实验室辐射安全防护设施满足《刻度用 $\gamma/n$ 源场所监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-012）相关要求。

**其他防护 $\gamma$ 实验室辐射防护设施包括：**

①红外报警及防人误入装置

安装在辐射场内天花板正中央和迷道处，该装置使用雷达波和红外热释电监测技

术，实时检测场内活动的人体，确保系统的安全联锁在满足场内检测无人条件时，才允许放射源的正常操作。

②通风系统

防护 $\gamma$ 实验室均设置有机排风系统，通风换气次数大于 3 次/h。

(2) 中能 X 实验室

本次验收依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对中能 X 实验室进行辐射安全防护措施分析，具体如下：

表 18 中能 X 实验室与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相符性一览表

序号	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）内容	本项目	相符性
1	探伤室应设置门-机联锁装置，应在门(包括人员进出门和探伤工件进出门)关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目中能 X 实验室防护门在打开或者没有关到位的情况下，均无法接通高压电源，防护门打开时高压电源将随即关闭，重新关闭防护门后无法自动打开高压电源。当设备运行过程中，突然打开设备防护门后，将立即切断高压，停止出束。	符合要求
2	探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目中能 X 实验室铅防护门及操作台均设置状态指示灯和声音提示装置。警示灯与 X 射线装置工作状态联锁。	符合要求
3	探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目中能 X 实验室安装有视频监视系统，采用带云台的高分辨 CCD 摄像机，放置在控制台上的显示器可以观测到辐射区的实时图像，避免有人情况下出线照射。视频监控系统可以控制安装在云台上的摄像机选取视场，确保无死角。	符合要求
4	探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目中能 X 实验室防护门设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合要求
5	探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目中能 X 实验室室内迷道内墙、外墙及北、南、东侧墙面和控制台适当位置均设置有急停按钮，在紧急条件下，如果有人拍下急停开关，X 射线机切断高压，X 射线机出束中断。按钮带有标签，标明使用方法。	符合要求
6	探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口	本项目中能 X 实验室设置有机排风	符合要求

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。	系统，排风管道外口设置于楼顶避免朝向人员活动密集区，通风换气次数大于3次/h。	求
--------------------------------	---	---

综上所述，本项目中能 X 实验室辐射安全防护设施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关要求。

本次验收同时依据《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序（2020版）》中的《II类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）对中能 X 实验室辐射安全防护设施进行相符性分析，详见下表。

**表 19 中能 X 实验室工作场所检查内容一览表**

序号	检查项目	检查结果	备注
1	出入口电离辐射警告标志	本项目在实验室出入口张贴电离辐射警告标志	符合要求
2	入口处机器工作状态显示	本项目在入口处设置机器工作状态显示装置	符合要求
3	隔室操作	本项目设置单独的控制台	符合要求
4	迷道	本项目 X 射线实验室设置有迷道	符合要求
5	防护门	本项目 X 射线实验室均设置有铅防护门	符合要求
6	控制台有钥匙控制	本项目 X 射线实验室控制台设置钥匙控制	符合要求
7	门机联锁系统	本项目 X 射线实验室设置门机连锁系统	符合要求
8	照射室内监控设施	本项目实验室内设置实时视频监控设备	符合要求
9	通风设施	本项目实验室内设置通风装置，且安装有倒流阀	符合要求
10	照射室内紧急停机按钮	本项目实验室内迷道外墙、迷道内墙分别设置 1 个急停按钮，北、东、南侧墙体分别设置 2 个急停按钮	符合要求
11	控制台上紧急停机按钮	本项目 X 射线实验室控制室控制台设置 1 个紧急停机按钮	符合要求
12	出口处紧急开门开关	本项目实验室内出口处设置紧急开门开关	符合要求
13	准备出束声光提示	本项目防护门上方设置声光警示装置	符合要求
14	便携式辐射监测仪	本项目配备 1 台便携式辐射检测仪	符合要求
15	个人剂量报警仪	每间实验室配备个人剂量报警仪	符合要求
16	个人剂量计	所有辐射工作人员均配备个人剂量计	符合要求
17	D 应急物资 灭火器材	本项目实验室内配备灭火器材	符合要求

综上所述，本项目中能 X 实验室辐射安全防护设施满足《II类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）相关要求。

**其他中能 X 实验室辐射防护设施包括：**

- ①安全联锁

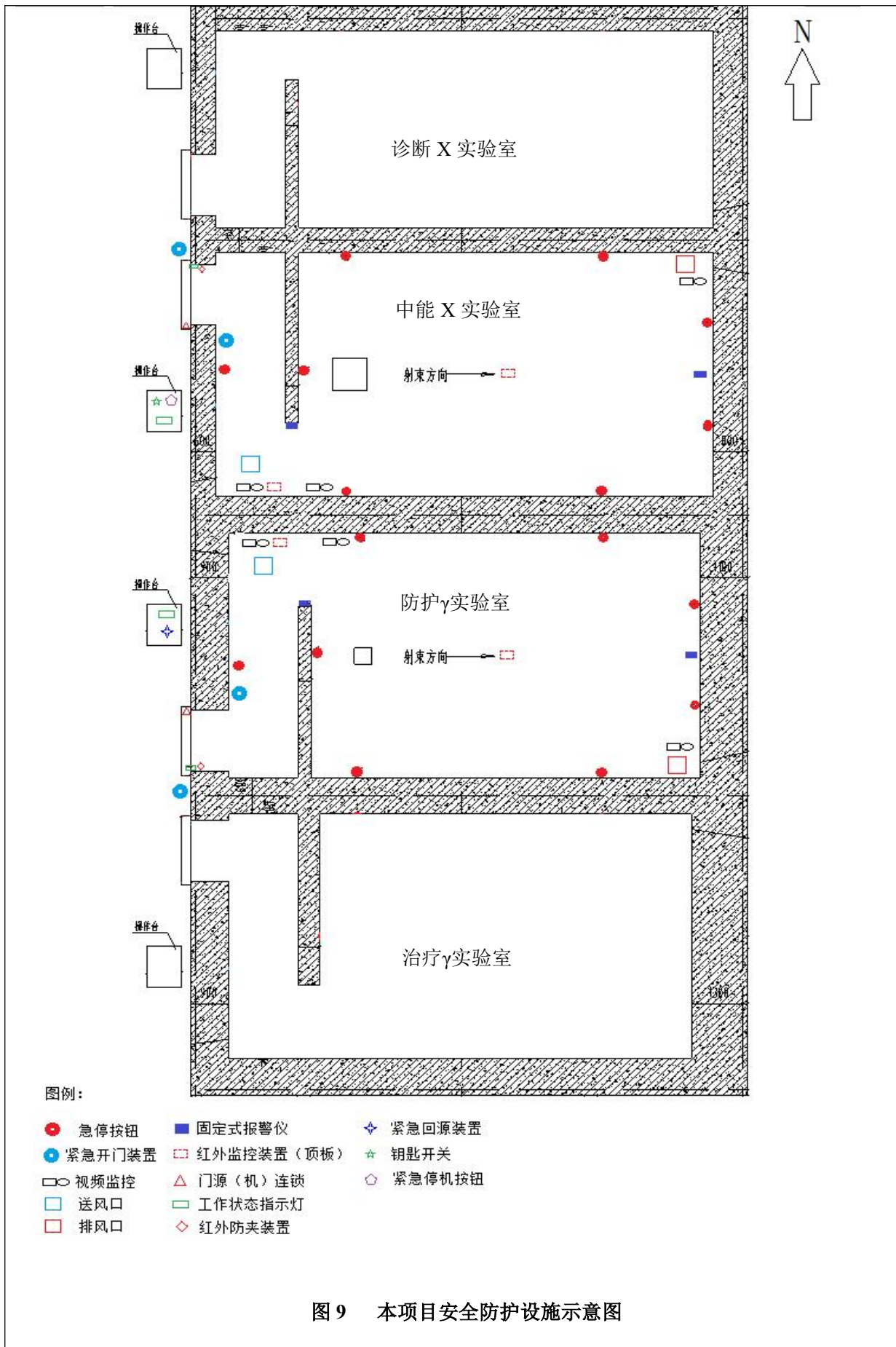
X 射线装置自动化控制平台包括：控制台、控制主机和相关控制系统及程序模块组成，可控制 X 射线装置的使用状态。

②钥匙开关

本项目中能 X 实验室均配备钥匙开关，钥匙开关位于控制台，只有打开钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有在停机时才能拔出。

③定向出束

本项目 X 射线装置、中能 X 射线装置在 X 射线实验室内固定使用，且为定向出束。本项目实验室采取的安全防护设施如下图：



### (3) 本项目实验室其他防护措施

#### ① 管线穿墙及防护门屏蔽措施

1、本次验收的 2 间实验室的检定装置与室外控制台相连的控制线缆，均布设于穿墙电线管内。采用“U”型设计，并采用防护材料封堵。由于实验室内射线出束点及射线方向均已固定，上述穿墙孔洞均不在主射线范围内。该孔洞能保证射线经过散射，其设计不破坏墙体结构，不影响墙体的屏蔽防护效果。射线经散射后，电缆管出口处辐射剂量将在控制范围内。

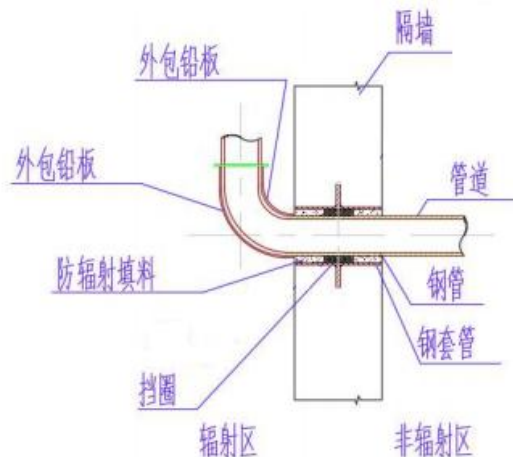


图 10 管道穿墙示意图

2、本次验收的 2 间实验室内射线装置与控制台连接的电缆均通过地下电缆沟走线，电缆穿墙方式采用“~”型设计，通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加了泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

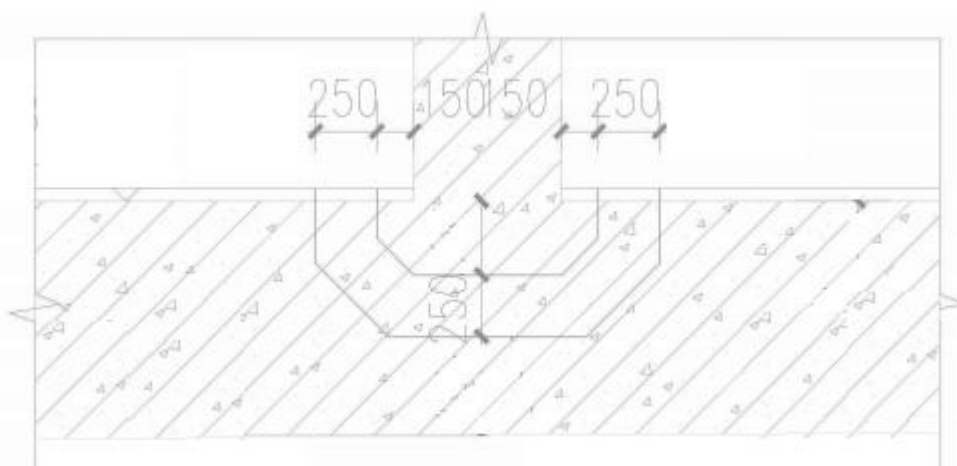


图 11 电缆沟穿墙示意图

3、本次验收的 2 间实验室的防护门均为电动推拉门并安装电磁锁，防护门尺寸均为宽 1.8m，高 2.7m，门洞尺寸均为 1.5m，高 2.4m，门与门框四边设计重叠不小于 10

倍门与门框间的缝隙。

4、实验室内部通风管道采用 U 型设计穿过机房屏蔽墙，通过多次折返的设计，增加通风管道中泄漏射线的散射次数和衰减，从而不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

②设备控制台上仅有供授权人专用的钥匙，只有经过授权的工作人员才能使用钥匙开关开启控制台。

③为每名辐射工作人员配备个人剂量计。实验室配备 1 台环境 X、 $\gamma$ 辐射检测仪、2 台个人辐射巡测仪和 15 台个人剂量报警仪。辐射工作人员进入实验室内部，应佩戴个人剂量计并确保个人剂量报警仪处于开机状态，X- $\gamma$ 辐射剂量率仪每年进行检定或校准。

④为防护 $\gamma$ 实验室辐射工作人员配备铅衣（ $\geq 0.5\text{mmPb}$ ），便于在应急情况下穿戴。

⑤建设单位各项辐射环境管理规章制度及设备操作规程张贴于辐射工作场所墙面醒目位置，加强辐射工作人员的培训，辐射工作人员将严格按照操作规程操作，避免事故发生。

#### **（4）人员辐射安全措施**

##### 1) 辐射工作人员

###### ①时间防护

在满足工作要求的前提下，根据实际情况制定最优化的方案，选择可行尽量低的装置参数，以尽量缩短曝光时间，减少辐射工作人员的受照射时间。

###### ②距离防护

在满足工作要求前提下，人员保持与射线源尽可能大的距离，使距离最大化。

###### ③屏蔽防护

实验室采用实体屏蔽墙体。

###### ④剂量防护

为了确保辐射工作人员的安全，操作人员在操作期间，必须佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。安排专人负责个人剂量检测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。个人剂量仪委托有资质单位定期进行检测，并对检测报告进行存档。

##### 2) 公众

公众主要依托辐射场所的屏蔽墙体、防护门屏蔽射线；同时，通过对辐射工作场所的两区划分管管理，增加公众与辐射源的防护距离，减少其受到的 X、 $\gamma$ 射线辐射。

### 3.4 三废处理设施的建设和处理能力和辐射安全管理情况

#### 3.4.1 放射性三废

##### (1) 放射性固体废弃物

本次验收的防护 $\gamma$ 实验室内使用  $^{60}\text{Co}$  源和  $^{137}\text{Cs}$  源，上述放射源在源或含源仪器达到使用年限后，将退役，会产生退役废源。本项目使用的  $^{60}\text{Co}$  源和  $^{137}\text{Cs}$  源，无论是安装还是退役，均由放射源生产厂家负责，即使设备检修也不会被拆卸下来。源库由混凝土现浇，具有足够的屏蔽和容积，实行双人双锁管理，并在源库门口安装有红外监控。 $^{60}\text{Co}$  源和  $^{137}\text{Cs}$  源退役后暂存在源库内。建设单位已承诺安全处置退役放射源，上述放射源退役后，将交放射源生产厂家回收。

##### (2) 放射性废液（废水）

项目运行阶段不产生放射性废液（废水）。

##### (3) 放射性废气

项目运行阶段不产生放射性废气。

#### 3.4.2 非放射性三废

##### (1) 固体废弃物

本项目实验室工作人员运行过程中有少量生活垃圾产生，生活垃圾经收集后，每日由环卫工人清运处理。

##### (2) 废水

本项目实验室工作人员运行过程中有少量生活污水产生，生活污水依托项目厂区生活污水处理设施处理后接入市政污水管网。

##### (3) 废气

本项目实验室内，X 或 $\gamma$ 射线会电离空气中气体分子，产生少量臭氧和氮氧化物。由于臭氧、氮氧化物在常温常压下稳定性较差，在空气中迅速得以稀释和转化，实验室室内需设置通风系统将工作时产生的废气及时排出室外。

本次验收的中能 X 实验室内应用 X 射线机，运行过程中产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线装置能量最大为 320kV，产生的臭氧和氮氧化物较少。防护 $\gamma$ 实验室涉及应用  $^{60}\text{Co}$  放射源、 $^{137}\text{Cs}$  放射源，本项目应用放射源类别最高为 III 类放射源，使用过程中产生臭氧和氮氧化物较少。

本项目实验室均设置动力排风装置，每间实验室采用上进风下排风的方式，本项

目排风管道穿墙位置均避开主射线方向，其“45°斜穿墙+穿墙管道包裹铅皮补偿屏蔽”的设计能够保证避免破坏墙壁屏蔽，可防止射线的漏射、散射。每间实验室通风管道安装有倒流阀，机房废气经管道统一汇总至本楼楼顶，并高出本建筑屋脊，能够进一步加快所抽出的臭氧、氮氧化物等气体的排放。本次验收实验室通风情况如下。

**表 20 本次验收实验室通风情况一览表**

名称	体积 m <sup>3</sup>	排风量 m <sup>3</sup> /h	每小时换气次数	排风口尺寸 mm
防护γ实验室	274.68	1200	4.4	400*400
中能 X 实验室	289.8	1200	4.1	400*400

由上表可知：中能 X 实验室和防护γ实验室有效通风换气次数大于 4 次/h，废气通过排风口在电离辐射实验室 4 楼楼顶排出，该区域无人员到达，中能 X 实验室满足《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）中“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”要求。防护γ实验室满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中“放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h”要求。说明中能 X 实验室和防护γ实验室运行期间，实验室产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

### 3.4.3 辐射安全管理情况

根据国务院令第 449 号《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令第 31 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及生态环境主管部门的要求。核技术应用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对公司的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。环评报告中拟采取的污染防治措施与验收时落实情况比照，详见下表。

**表 21 本项目环评报告表要求落实情况**

序号	环评要求	落实情况
1	公司应加强从事辐射工作人员的辐射安全培训工作，强调在进行实验时，工作人员必须穿戴防护用品，并制定相关工作制度	公司已为辐射工作人员配备防护用品，且要求人员在进行实验时必须穿戴
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	本项目目前有 12 名辐射工作人员且已取得辐射防护培训证书，待项目确定其他工作人员后将取得培训证书后方可上岗
3	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，包括个人剂量报警仪、辐射监测等仪器	已配备 2 台 RDS-30 个人辐射巡测仪、1 台 AT1123 型 X、γ辐射剂量监测仪、15 台个人剂量报警仪

#### (1) 辐射安全管理机构

公司遵照国务院令 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，公司成立了辐

射安全与环境保护领导小组，全面负责辐射工作的安全管理，详见附件。具体人员名单见下表。

表 22 辐射安全管理领导小组名单

序号	职位	姓名	职责
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■

(2) 辐射防护规章制度

建设单位按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序（2020 版）》中的《刻度用 $\gamma/n$  源场所监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-012）和《II 类非医用 X 线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）及《河南省核技术利用单位辐射安全许可现场核查指南》的相关要求，制定了如下辐射安全管理制度。

表 23 辐射安全管理制度制定情况一览表

序号	许可管理办法要求的制度	监督检查程序要求的制度	河南省核技术利用单位辐射安全许可现场核查指南要求的制度	制定情况
1	/	辐射安全管理规定	/	已制定《辐射安全管理制度》
2	操作规程	操作规程	操作规程	已制定《安全操作规程管理制度》
3	岗位职责	/	岗位职责	已制定《实验室岗位职责管理制度》
4	辐射防护和安全保卫制度	/	辐射防护和安全保卫制度	已制定《辐射防护和安全保卫制度》
5	设备检修维护制度	安全防护设施的维护与维修制度	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定《设备检修维护管理制度》
6	/	放射源管理制度	放射源管理制度	已制定《放射源管理制度》
7	/	/	安保管理制度	已制定《固定放射源安保管理制度》
8	监测方案	监测方案	监测方案	已制定《实验室辐射监测方案管理制度》
9	/	监测仪表使用与校验管理制度	监测仪表使用与校验管理制度	已制定《监测仪表的使用与检验管理制度》
10	人员培训计划	辐射工作人员培训/再培训管理制度	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定《辐射工作人员培训管理制度》
11	/	辐射工作人员个人剂量管理制度	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《辐射工作人员监测管理制度》

12	/	/	三废管理	本项目不涉及
13	辐射事故应急措施	辐射事故应急预案	辐射事故应急措施	已制定《辐射事故应急预案》

除上述管理制度外，建设单位还制定了《防止误操作和受到意外照射的安全措施》等其他管理制度。

建设单位制定各项规章制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第六款的要求，具有可行性。

建设单位应严格执行以上的规章制度，责任到人，将辐射事故和危害降到最低限度。

### (3) 环保措施的落实情况

#### 1、辐射工作人员的教育培训。

本项目目前有 12 名辐射工作人员且已取得辐射防护培训证书，待项目确定其他工作人员后将取得培训证书后方可上岗。本项目辐射工作人员辐射安全与防护培训情况见下表。

表 24 本项目辐射工作人员培训情况明细表

序号	姓名	性别	辐射安全与防护培训时间	培训证号
1	██████	■	██████	██████
2	██████	■	██████	██████
3	██████	■	██████	██████
4	██████	■	██████	██████
5	██████	■	██████	██████
6	██████	■	██████	██████
7	██████	■	██████	██████
8	██████	■	██████	██████
9	██████	■	██████	██████
10	██████	■	██████	██████
11	██████	■	██████	██████
12	██████	■	██████	██████

#### 2、个人剂量和健康检查管理。

公司已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中对辐射工作人员进行个人剂量检测报告的规定，为辐射工作人员配置了个人剂量计，建立了个人剂量检测档案和执业健康监护档案；为辐射工作人员建立了健康监护档案，个人剂量档案应当终生保存。

3、实验室出入口设有明显的电离辐射警示标志、工作指示灯；实验室采用实体屏蔽并且安装有门灯联锁装置、紧急停机开关，监测数据达标，各项环保措施已落实。

4、公司有专门的辐射监测仪器，并按照辐射监测计划对工作场所周围环境进行监

测和检查。

#### (4) 安全防护情况

- 1、本项目实验室采用实体屏蔽，选材合适。
- 2、本项目实验室已安装工作指示灯。实验室内及控制室操作台内设置有紧急停机开关，保证一旦有人滞留在机房内，其可以及时切断电源。
- 3、公司为辐射工作人员佩戴了个人剂量计及个人防护用品，具体配备情况见下表。

表 25 本项目防护设备配备一览表

防护用品名称	数量	型号	防护说明	备注
铅帽	2 个	/	0.5mmPb	工作人员
铅衣	2 件	/	0.5mmPb	
铅围领	2 件	/	0.5mmPb	
铅眼镜	2 副	/	0.5mmPb	
个人剂量计	1 个/人	/	/	
个人剂量报警仪	15 个	/	/	
固定式剂量报警仪	2 个	/	/	中能 X 实验室
固定式剂量报警仪	2 个	/	/	防护 $\gamma$ 实验室
个人辐射巡测仪	2 个	RDS-30	/	实验室
X、 $\gamma$ 辐射剂量监测仪	1 个	AT1123	/	
表面污染仪	1 个	CoMo-170	/	

#### 3.4.3 监测措施

为了及时掌握核技术应用项目周围的辐射水平，公司已建立监测计划，辐射监测内容包括：

##### (1) 个人剂量监测

1.1 选择 Hp(10)个人剂量计进行个人监测；常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

1.2 在预期外照射剂量有可能超过剂量限值的情况下(例如从事有可能发生临界事故的操作或应急操作时)，工作人员除应佩戴常规监测个人剂量计外，还应佩戴报警式个人剂量计或事故剂量计。

1.3 剂量计应具有容易识别的标识和编码，其大小、形状、结构和重量合适，便于佩戴且不影响工作。

##### (2) 工作场所及环境监测

a、常规监测：公司配备有一台 X、 $\gamma$ 辐射监测仪（型号为 AT1123），对公司辐射工作场所进行常规监测，并建立环境监测档案。常规监测一般每个月进行一次。

b、定期监测：公司应委托有资质的单位定期（一般每年一次）对实验室及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地生态环境局上报备案。

c、监测范围：

①通过巡测，发现辐射水平异常位置。

②实验室各防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周。

③实验室、控制室各墙外表面 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点。

④实验室顶离地面高度为 1m 处，至少测 3 个点。

⑤带有自屏蔽的设备一般选取工作人员操作位、屏蔽体外 5cm 处和 100cm 处。

⑥四周人员经常活动的位置

d、监测项目：X-γ辐射剂量率。

e、监测频度：公司常规监测每月一次、定期监测每年一次。

f、监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

环评报告中拟采取的监测计划与验收时落实情况比照，详见下表。

表 26 本项目环评报告表要求的监测计划落实情况

序号	环评要求		落实情况
1	个人剂量监测	<p>1.1 选择 Hp(10)个人剂量计进行个人监测；常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。</p> <p>1.2 在预期外照射剂量有可能超过剂量限值的情况下（例如从事有可能发生临界事故的操作或应急操作时），工作人员除应佩戴常规监测个人剂量计外，还应佩戴报警式个人剂量计或事故剂量计。</p> <p>1.3 剂量计应具有容易识别的标识和编码，其大小、形状、结构和重量合适，便于佩戴且不影响工作。</p>	公司已委托有资质的单位对辐射工作人员的个人剂量计进行检测
2	工作场所及环境监测	<p>A、常规监测：公司应配备一台 X、γ辐射监测仪，对公司辐射工作场所进行常规监测，并建立环境安全档案。常规监测一般每月进行一次</p> <p>B、定期监测：公司应委托有资质的单位定期（每年 1 次）对操作室及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地环保局上报备案</p> <p>C、监测范围：辐射工作场所和实验室屏蔽墙外，电缆及管道的出入口，控制室，操作</p>	<p>公司已配备 1 台型号为 AT1123 的 X、γ辐射剂量监测仪，并定期对实验室周围环境进行检测</p> <p>公司每年委托有资质的单位对实验室及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据与今年年底向当地生态环境局上报备案</p> <p>监测范围包括辐射工作人员工作场所和实验室屏蔽墙外，电缆及管道</p>

	台等	的出入口, 控制室, 操作台等
	D、监测项目: X- $\gamma$ 辐射剂量率	监测项目: X- $\gamma$ 辐射剂量率
	E、监测频次: 公司常规监测每月一次、定期监测每年一次	公司每月进行一次常规监测, 每年进行一次定期监测
	F、监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存	公司将监测记录纳入档案进行保存

### 3.4.4 安全与风险评估制度的落实

公司已根据放射性同位素与射线装置安全许可管理办法的要求, 每年编写年度评估报告, 于每年1月31日前报省、市级生态环境主管部门。

### 3.5 环保设施投资落实情况

原环评报告中本项目总投资1000万元, 其中环保投资118万元, 占比11.8%。本项目实际总投资为480万元, 环保总投资约为57万元, 环保总投资占总投资的比例为11.87%。本项目环保设施投资落实情况见下表。

表 27 环保设施投资落实情况表

项目	环保及安全防护措施名称	环评及批复阶段		实际建设阶段		备注
		环保设施	投资(万元)	环保设施	投资(万元)	
辐射安全防护和治理措施	屏蔽措施	<b>防护<math>\gamma</math>实验室 1:</b> 南侧墙体(主屏蔽墙): 1100mm 混凝土, 西侧墙体: 900mm 混凝土, 东侧墙体: 900mm 混凝土, 迷道外墙: 900mm 混凝土, 迷道内墙体: 300mm 混凝土, 顶棚: 800mm 混凝土; 防护门 10mmPb	12	<b>防护<math>\gamma</math>实验室:</b> 东侧墙体(主屏蔽墙): 1100mm 混凝土, 北侧墙体: 900mm 混凝土, 南侧墙体: 900mm 混凝土, 迷道外墙: 900mm 混凝土, 迷道内墙体: 300mm 混凝土, 顶棚: 800mm 混凝土; 防护门 20mmPb	15	已落实
		<b>防护<math>\gamma</math>实验室 2:</b> 南侧墙体为 1100mm 混凝土, 北、东、西侧墙体为 900mm 混凝土, 迷道内墙 300mm 混凝土, 顶棚 800mm 混凝土; 防护门 10mmPb	12	不再建设		
		<b>治疗<math>\gamma</math>实验室:</b> 南侧墙体为 1300mm 混凝土, 北、东、西侧墙体为 900mm 混凝土, 迷道内墙 500mm 混凝土, 顶棚 800mm 混凝土; 防护门	21	放射源未购买不纳入本次验收范围		

		1.5 mmPb				
		<b>中能 X 实验室 1:</b> 西侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 北侧墙体： 600mm 混凝土， 东侧墙体： 600mm 混凝土， 迷道外墙： 600mm 混凝土， 迷道内墙： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 10mmPb	15	<b>中能 X 实验室:</b> 东侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 北侧墙体： 600mm 混凝土， 南侧墙体： 800mm 混凝土， 迷道外墙： 600mm 混凝土， 迷道内墙体： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 20mmPb	18	已落实
		<b>中能 X 实验室 2:</b> 东侧墙体为 800mm 混凝土，北、西、南 侧墙体为 600mm 混凝土，迷 道 300mm 混凝土，顶棚 800mm 混凝土；防护门 10mmPb	15	不再建设		
		<b>诊断 X 实验室:</b> 北侧墙体（主屏蔽墙）： 800mm 混凝土， 西侧墙体： 600mm 混凝土， 南侧墙体： 600mm 混凝土， 迷道外墙： 800mm 混凝土， 迷道内墙： 300mm 混凝土， 顶棚： 800mm 混凝土； 防护门 10mmPb	15	射线装置未购买不纳入本次验收范围		
	安全措施	联锁装置、监控设施、电离辐射标志、中文警示	13	联锁装置、监控设施、电离辐射标志、中文警示、急停按钮、紧急开门开关等	13	已落实
	通风措施	设置机械通风，机房上部设置送风口	3	设置机械通风系统，采用上进风下排风方式，排风口送风口采用铅百叶，通风次数不低于 3 次/h。	3	已落实
	监测设备	6 台固定式报警仪、15 台个人剂量报警仪、1 台 X、 $\gamma$ 辐射检测仪及个人剂量计、X 校准实验室辐射工作人员铅衣 ( $\geq 0.5\text{mmPb}$ )	10	4 台固定式报警仪、15 台个人剂量报警仪、1 台 X、 $\gamma$ 辐射检测仪、2 台个人辐射巡测仪及个人剂量计、X 校准实验室辐射工作人员铅衣	6.2	已落实

			(≥0.5mmPb)			
人员 配备	辐射防 护与安 全培训	辐射工作人员防护与安全培 训	1.5	辐射工作人员防护与安 全培训	1.2	已 落 实
	个人剂 量检测 和职业 健康监 护	辐射工作人员个人剂量检测、 个人职业健康监护档案和个 人剂量档案	0.3	辐射工作人员个人剂量 检测、个人职业健康监 护档案和个人剂量档案	0.2	已 落 实
监测		委托有资质单位定期对射线 装置工作场所监测	0.2	委托有资质单位定期对 射线装置工作场所监测	0.4	已 落 实
合计		/	118	/	57	/

由上表可知：实验室布局发生变化，导致实验室数量减少，变更后实验室面积增大，防护措施进行了优化导致环保投资发生变化。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

#### 4.1 环境影响评价报告表主要结论

##### 4.1.1 建设内容及规模

河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目位于驻马店市确山县工业一路与开元路交叉口东南。本项目拟新建 6 间电离辐射计量实验室，用于对外提供辐射测量仪表校准、刻度服务。

项目总投资为 1000 万元，其中环保投资为 118 万元。

##### 4.1.2 项目周围环境概况

河南天溯计量检测有限公司位于确山县工业一路与开元路交叉口东南。公司北侧为开元路，西侧为工业一路，南侧为空地，东侧为空地，东侧 20 米为潘庄。

##### 4.1.3 选址合理性

本项目电离辐射校准实验室位于公司南侧实验楼一层，实验楼北侧为公司内部道路、东侧为闲置厂房、南侧为空地、西侧为篮球场。本项目实验室所在区域均为实验区，功能独立，无关人流较少，选址合理。

##### 4.1.4 实践的正当性

本项目电离辐射计量实验室用于对外提供辐射测量仪表校准、刻度服务，项目建设具有显著的经济效益和社会效益，通过采取有效的辐射防护措施和严格的辐射环境管理，可保证本项目在正常运行情况下，对周围环境的影响满足国家相关标准的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的“辐射防护实践正当性”的要求。

##### 4.1.5 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类第三十一项“科技服务业”第 1 款“工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”中的“质量认证和检验检测服务”，是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别，属于国家鼓励类产业，因此，项目建设符合国家产业政策。

##### 4.1.6 环境质量现状

根据现场检测，拟建地址现状 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 90~93nGy/h 之间，监测点监测结果变化不大，拟建项目周围不存在辐射环境异常点。

#### 4.1.7 辐射安全防护措施

##### (1) 治疗 $\gamma$ 实验室

实验室净长 10.44m、净宽 5.94m、净高 4.2m；实验室南墙为 130cm 混凝土，东墙、北墙、西墙均为 90cm 混凝土，顶棚为 80cm 混凝土；实验室内设置迷道，迷道内墙为 50cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，屏蔽能力为 15mmPb；设置机械通风装置，有效通风量不低于 1200m<sup>3</sup>/h，通风次数不低于 4 次/h，可使实验室内保持良好的通风；拟配置红外探测报警系统、紧急停机按钮、门机联锁系统、固定式剂量监测系统、监控系统和安全连锁系统等辐射安全设施。

##### (2) 防护 $\gamma$ 实验室 1

实验室净长 7.8m、净宽 5.35m、净高 4.2m；实验室南墙为 100cm 混凝土，北墙、东墙、西墙均为 90cm 混凝土，顶棚为 80cm 混凝土；实验室内设置迷道，迷道内墙为 30cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，屏蔽能力为 10mmPb；设置机械通风装置，有效通风量不低于 800m<sup>3</sup>/h，通风次数不低于 4 次/h，可使实验室内保持良好的通风；拟配置红外探测报警系统、紧急停机按钮、门机联锁系统、固定式剂量监测系统、监控系统、水位报警装置和安全连锁系统等辐射安全设施。

##### (3) 防护 $\gamma$ 实验室 2

实验室净长 7.8m、净宽 5.35m、净高 4.2m；实验室南墙为 100cm 混凝土，北墙、东墙、西墙均为 90cm 混凝土，顶棚为 80cm 混凝土；实验室内设置迷道，迷道内墙为 30cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，屏蔽能力为 10mmPb；设置机械通风装置，有效通风量不低于 800m<sup>3</sup>/h，通风次数不低于 4 次/h，可使实验室内保持良好的通风；拟配置红外探测报警系统、紧急停机按钮、门机联锁系统、固定式剂量监测系统、监控系统、水位报警装置和安全连锁系统等辐射安全设施。

##### (4) 中能 X 实验室 1

实验室净长 6.47m、净宽 4.5m、净高 4.2m；实验室西墙为 80cm 混凝土，南墙、北墙、东墙均为 60cm 混凝土，顶棚为 80cm 混凝土；实验室内设置迷道，迷道内墙为 30cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，屏蔽能力为 10mmPb；设置机械通风装置，有效通风量不低于 600m<sup>3</sup>/h，通风次数不低于 4 次/h，

可使实验室内保持良好的通风；拟配置紧急停机按钮、门机联锁系统、监控系统和安全连锁系统等辐射安全设施。

(5) 中能 X 实验室 1

实验室净长 6.47m、净宽 4.5m、净高 4.2m；实验室东墙为 80cm 混凝土，南墙、北墙、西墙均为 60cm 混凝土，顶棚为 80cm 混凝土；实验室内设置迷道，迷道内墙为 30cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，屏蔽能力为 10mmPb；设置机械通风装置，有效通风量不低于 600m<sup>3</sup>/h，通风次数不低于 4 次/h，可使实验室内保持良好的通风；拟配置紧急停机按钮、门机联锁系统、监控系统和安全连锁系统等辐射安全设施。

(6) 诊断 X 实验室

实验室净长 8.8m、净宽 4.5m、净高 4.2m；实验室西墙为 60cm 混凝土，南墙、北墙、东墙均为 80cm 混凝土，顶棚为 80cm 混凝土；实验室内设置迷道，迷道内墙为 30cm 混凝土；迷道出口位置设有 1 个防护门，电动平移式，铅钢结构，屏蔽能力为 10mmPb；设置机械通风装置，有效通风量不低于 800m<sup>3</sup>/h，通风次数不低于 4 次/h，可使实验室内保持良好的通风；拟配置紧急停机按钮、门机联锁系统、监控系统和安全连锁系统等辐射安全设施。

(7) 辐射工作人员定期做剂量检测工作，工作时佩带个人剂量计，并建立个人档案，保证工作人员的健康。

(8) 项目四周墙体和防护门重叠的宽度应大于其间缝隙的 10 倍，以减少散射线及漏射线对门缝周围的辐射影响。

#### 4.1.8 环境影响分析结论

本项目在运行时，不产生放射性废水、废气，主要污染物是 X 或 $\gamma$ 射线贯穿辐射，其次是伴随 X 或 $\gamma$ 射线产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体及退役放射源。

(1) 本项目各实验室使用时，各实验室四周、屋顶、防护门外剂量率水平为  $1.86 \times 10^{-11} \mu\text{Sv/h} \sim 0.994 \mu\text{Sv/h}$ ，满足本项目各屏蔽体外剂量率控制值要求。

(2) 本项目各实验室使用时，职业工作人员的年有效剂量不大于 0.935mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的管理剂量约束值。公众成员的年有效剂量不大于 0.018mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本

报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

(3) 针对项目可能发生的辐射事故，实验室制定了辐射事故防范措施及应急预案，各种辐射防护措施设计较齐全，基本满足辐射防护要求。在严格采取企业制定的各种辐射事故防范措施及应急处理措施的前提下，可减少或避免辐射事故的发生率，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。项目投入运行后，工作人员应严格按照制度规程操作，并且加强安保管理，严格监控，避免辐射事故发生。

(4) 机房设置机械通风系统，采用上进风下排风。正常产生的少量有害气体能够及时排出室外并迅速得到稀释转化，对环境和人员的影响很小。

#### **4.1.9 辐射安全管理综合分析**

实验室拥有专业的辐射工作人员和辐射安全管理机构，有符合国家环境保护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，落实本次评价提出的各项措施要求后，具有开展本项目的综合能力。

#### **4.1.10 环保可行性总结论**

综上所述，河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目选址及平面布局合理，符合“实践正当性”原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求。也能符合本报告提出实验室管理目标限值要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，项目正常运行对周围环境的辐射影响在国家允许的标准范围内，符合环境保护的要求。因此，从辐射环境保护角度考虑，本项目建设可行。

#### **4.2 建议和要求**

(1) 项目运行中应严格遵循各项辐射管理制度，并完善管理制度。加强对操作人员的教育培训，持证上岗，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

(2) 公司应当编写安全和防护状况年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。

(3) 个人剂量计按季度及时交有资质的单位进行检测，每期佩戴 1~3 个月，最多不应超过 90 天。

(4) 项目建成后，按照有关规范及时组织项目竣工环保验收，验收合格后方可

正式运行。

(5) 项目环评批复后，及时申请办理辐射安全许可证。

### 4.3 审批部门审批决定

河南省生态环境厅对《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目环境影响报告表》的批复：豫环审〔2024〕24号。（见附件2）

你单位（统一社会信用代码：91411725MA3XFAAA70）报送的由河南绿立方环保技术咨询有限公司编制的《河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。该项目环评审批事项在我厅网站公示期满。根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规规定，经研究，批复如下：

一、项目性质：新建。

二、审批内容

建设单位拟于驻马店市确山县工业一路与开元路交叉口东南公司南侧建立电离辐射标准实验室，为独立四层楼房。

本项目电离辐射标准实验室位于一层，拟新建6个实验室，涉及4项检测项目，具体包含：

1.防护 $\gamma$ 实验室共设置2间防护 $\gamma$ 实验室，每间实验室各使用2枚放射源，其中活度为 $3.70E+11Bq$ 的 $^{137}Cs$ 放射源1枚，属于III类密封源；活度为 $7.40E+09Bq$ 的 $^{60}Co$ 放射源1枚，属于IV类密封源。

2.治疗 $\gamma$ 实验室共设置1间治疗 $\gamma$ 实验室，使用1枚活度为 $2.96E+13Bq$ 的 $^{60}Co$ 放射源，属于II类密封源。

3.中能X实验室共设置2间中能X实验室，每间实验室均配备1台中能X射线装置，每台装置的管电压 $320kV$ ，管电流 $22.5mA$ ，属于II类射线装置。

4.诊断X实验室共设置1间诊断X实验室，使用1台X射线装置，用于调试设备，装置管电压 $150kV$ ，管电流 $400mA$ ，属于II类射线装置。

工程总投资1000万元，其中环保投资118万元，占投资比例11.8%。

三、你单位应向社会公众主动公开本项目环评及许可情况，并接受相关方的咨询。同时，应将经批准的《报告表》报送当地市、县（区）生态环境部门，并接受监督管

理。

#### 四、有关要求

（一）你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到工程建设中，切实加强施工监督管理，确保项目的工程建设质量。

（二）你单位应设置辐射环境安全专职管理人员，建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

（三）辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，制定监测方案定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。

（四）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，经考核合格后上岗，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。

（五）按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年1月31日前报送原发证机关，同时抄送当地生态环境部门。

（六）按规定申领“辐射安全许可证”，并报告当地生态环境部门。取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。

（七）该项目竣工后，其配套建设的放射防护设施须经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（八）本批复有效期为5年。如该项目逾期方开工建设，环境影响评价文件应报我厅重新审核；如项目建设发生重大变动，应重新进行环境影响评价。

#### 4.4 审批部门审批决定落实情况

表 28 环评批复要求落实情况一览表

环评批复文号	环评批复意见	验收时落实情况	符合情况
豫环审(2024)24号	<p>2024年环评批复的审批内容：建设单位拟于驻马店市确山县工业一路与开元路交叉口东南公司南侧建立电离辐射标准实验室，为独立四层楼房。</p> <p>本项目电离辐射标准实验室位于一层，拟新建6个实验室，涉及4项检测项目，具体包含：</p> <p>1.防护<math>\gamma</math>实验室共设置2间防护<math>\gamma</math>实验室，每间实验室各使用2枚放射源，其中活度为<math>3.70E+11Bq</math>的<math>^{137}Cs</math>放射源1枚，属于III类密封源；活度为<math>7.40E+09Bq</math>的<math>^{60}Co</math>放射源1枚，属于IV类密封源。</p> <p>2.治疗<math>\gamma</math>实验室共设置1间治疗<math>\gamma</math>实验室，使用1枚活度为<math>2.96E+13Bq</math>的<math>^{60}Co</math>放射源，属于II类密封源。</p> <p>3.中能X实验室共设置2间中能X实验室，每间实验室均配备1台中能X射线装置，每台装置的管电压320kV，管电流22.5mA，属于II类射线装置。</p> <p>4.诊断X实验室共设置1间诊断X实验室，使用1台X射线装置，用于调试设备，装置管电压150kV，管电流400mA，属于II类射线装置。</p> <p>工程总投资1000万元，其中环保投资118万元，占投资比例11.8%。</p>	<p>项目建设地点不变，由于原设计图实验室数量多且实验室本身混凝土墙体较厚，导致实验室内部空间狭小，经公司综合考虑，决定减少实验室数量，将原有拟建6间实验室变更为4间实验室同时改变实验室平面布局，增大实验室建筑面积同时增加实验室部分防护措施。同时由于实验室数量减少，实验室内配套的密封源数量及射线装置数量均相应减少，本次验收由原批复的5枚放射源(II类放射源1枚，III类放射源2枚，IV类放射源2枚)变更为3枚(III类放射源1枚，IV类放射源2枚)；射线装置由3台(2台MGI320型中能X射线装置，管电压320kV、管电流22.5mA；1台INDICO型X射线装置，管电压150kV、管电流400mA)变更为1台(1台MGI320型中能X射线装置型，管电压320kV、管电流22.5mA)。工程总投资700万元，其中环保投资57万元，占投资比例8.14%。</p>	<p>根据变更后的辐射安全分析报告，项目变更后正常运行不会增加对辐射环境的影响</p>
	<p>(1)你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到工程建设中，切实加强施工监督管理，确保项目的工程建设质量。</p>	<p>项目各项污染防治措施均按照环评报告的进行且各项防治措施落实到工程建设中。</p>	符合
	<p>(2)你单位应设置辐射环境安全专职管理人员，建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。</p>	<p>公司已成立辐射安全与环境保护管理组织，设置辐射环境安全专职管理人员，各项规章制度齐全，并制定有应急预案。</p>	符合
	<p>(3)辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，制定监测方案定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。</p>	<p>实验室外设有醒目的电离辐射标志和中文警示说明；并配有1台AT1123型X、<math>\gamma</math>辐射剂量监测仪，对监测数据长期保存。</p>	符合
	<p>(4)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，经考核合格后上岗，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。</p>	<p>本项目辐射工作人员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，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。</p>	符合

<p>(5) 按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年1月31日前报送原发证机关，同时抄送当地生态环境部门。</p>	<p>公司每年按时向环保部门报送年度评估报告。</p>	<p>符合</p>
<p>(6) 按规定申领“辐射安全许可证”，并报告当地生态环境部门。取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。</p>	<p>公司已申领“辐射安全许可证”</p>	<p>符合</p>
<p>(7) 该项目竣工后，其配套建设的放射防护设施须经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。</p>	<p>本项目正在进行验收</p>	<p>符合</p>

## 表五 验收监测质量保证及质量控制

本次验收委托深圳市源策通检测技术有限公司进行监测，验收监测过程依据 HJ1157-2021《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》，本次验收监测过程中质量保证和质量控制措施如下：

- 1、检测使用的环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪经上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心检定合格，且在实验室认证范围内。
- 2、检测人员均经过培训，并持证上岗，现场检测 2 人。
- 3、检测方法严格按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021 进行。
- 4、检测仪器在开机前后已经进行核查，保证检测数据的准确。
- 5、检测报告严格实行三级审核制度。

### 5.1 人员能力

参加本次验收的现场检测人员经过考核合格并持证上岗。

### 5.2 监测过程中的质量保证和质量控制

本项目辐射监测仪器均符合国家有关标准或技术要求，使用的仪器均进行检定，检测方法采用通过资质认定的标准分析方法进行。

检测单位信息如下：

表 5-1 检测单位信息一览表

名称	深圳市源策通检测技术有限公司
地址	深圳市龙岗区龙城街道愉园社区白灰围一路兴龙大厦 6 楼.601
证书编号	202219113668
有效期	至 2028 年 03 月 02 日
发证机关	广东省市场监督管理局

## 表六 验收监测内容

### 6.1 监测项目

本次验收在进行现场调查期间，技术人员首先根据建设单位人员介绍及环评文件，了解项目中能 X 实验室和防护 $\gamma$ 实验室实际建成情况及周边环境状况，确立了项目监测方案。

监测基本情况：根据本项目中能 X 实验室和防护 $\gamma$ 实验室平面布置及周围外环境关系，在防护 $\gamma$ 实验室 $\gamma$ 射线检定装置源闸关闭时，对源容器表面进行一次监测，然后在防护 $\gamma$ 实验室 $\gamma$ 射线检定装置和中能 X 实验室 X 射线校准装置出束和未出束时，对实验室周围及评价范围内典型环境保护目标 X- $\gamma$ 辐射剂量率进行监测，监测点位布置图见图 11，监测点位见下表。

本次验收项目辐射监测内容见下表。

表 29 辐射监测内容

序号	监测点位	监测因子
1	源容器北侧表面外 5cm	X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率
2	源容器北侧表面外 1m	
3	源容器南侧表面外 5cm	
4	源容器南侧表面外 1m	
5	源容器西侧表面外 5cm	
6	源容器西侧表面外 1m	
7	源容器东侧表面外 5cm	
8	源容器东侧表面外 1m	
9	源容器上方表面外 5cm	
10	源容器上方表面外 1m	
11	防护 $\gamma$ 实验室	
12	防护 $\gamma$ 实验室西侧控制台	
13	防护 $\gamma$ 实验室防护门中心 30cm	
	防护 $\gamma$ 实验室防护门上缝 30cm	
	防护 $\gamma$ 实验室防护门下缝 30cm	
	防护 $\gamma$ 实验室防护门左缝 30cm	

	防护 $\gamma$ 实验室防护门右缝 30cm	
14	防护 $\gamma$ 实验室西侧墙外 30cm	
15	防护 $\gamma$ 实验室北侧墙外 30cm	
16	防护 $\gamma$ 实验室南侧墙外 30cm	
17	防护 $\gamma$ 实验室东侧墙外 30cm	
18	防护 $\gamma$ 实验室楼上放射性活度仪实验室	
19	防护 $\gamma$ 实验室楼上备用间	
20	中能 X 实验室	
21	中能 X 实验室西侧控制台	
22	中能 X 实验室防护门中心 30cm	
	中能 X 实验室防护门上缝 30cm	
	中能 X 实验室防护门下缝 30cm	
	中能 X 实验室防护门左缝 30cm	
	中能 X 实验室防护门右缝 30cm	
23	中能 X 实验室西侧墙外 30cm	
24	中能 X 实验室北侧墙外 30cm	
25	中能 X 实验室南侧墙外 30cm	
26	中能 X 实验室东侧墙外 30cm	
27	中能 X 实验室楼上氦室	
28	中能 X 实验室楼上储源间	
29	中能 X 实验室楼上登记室	
30	公司空地	
31	东南侧宿舍楼	
32	2#研发楼北侧墙外 30cm	
33	2#研发楼南侧墙外 30cm	
34	2#研发楼东侧墙外 30cm	
35	2#研发楼西侧墙外 30cm	
36	中能 X 实验室西侧控制台	

37	防护 $\gamma$ 实验室西侧控制台	
38	实验室西侧走廊	
39	2#研发楼二层	
40	2#研发楼西北 3#研发楼	

## 6.2 监测点位

本项目监测布点见下图。

● 38

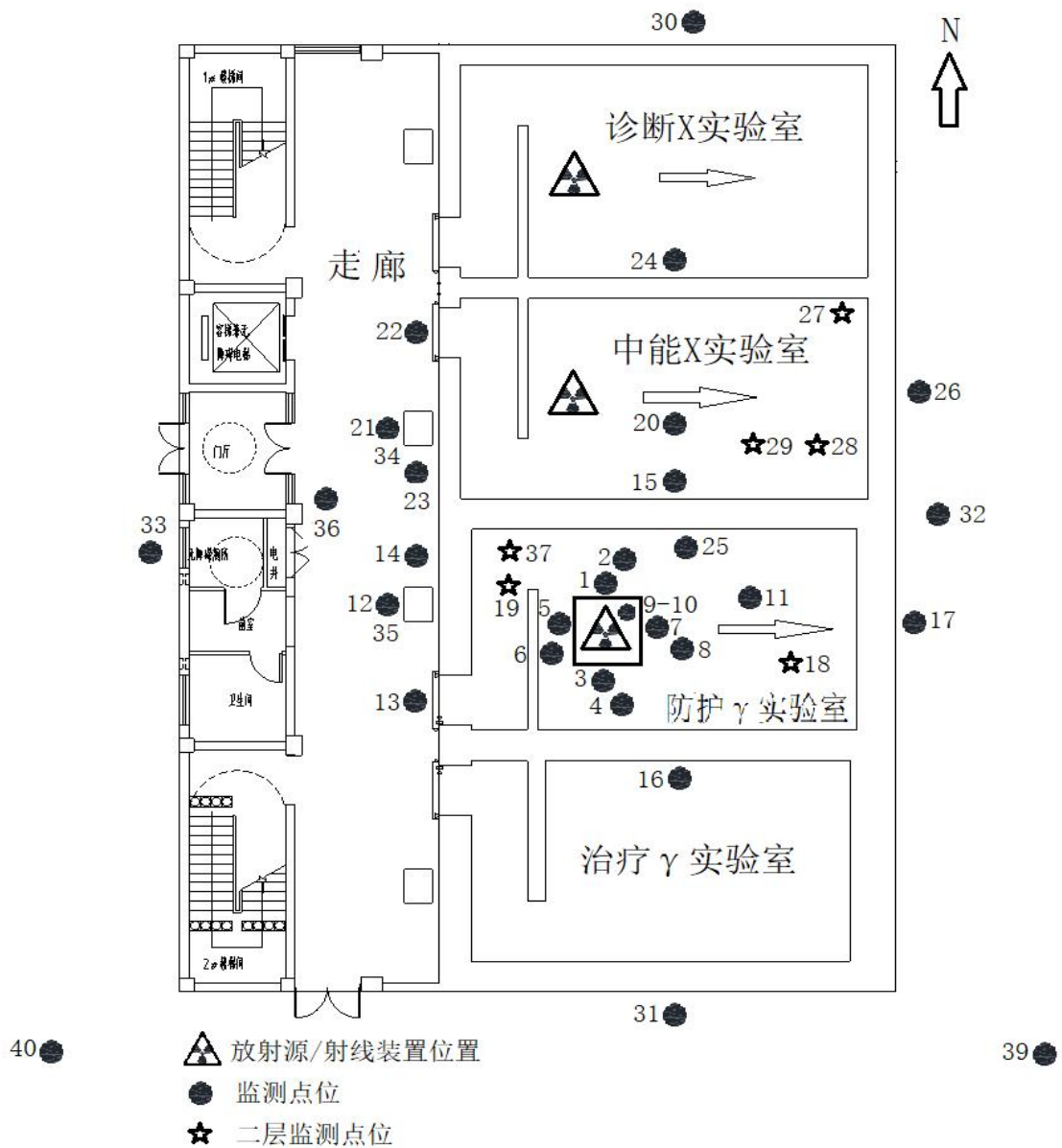


图 12 检测点位示意图

### 6.3 监测仪器和监测分析方法

本次验收监测均采用国家和行业标准方法，监测仪器和监测分析方法如下。

表 30 监测仪器和监测方法一览表

监测时间	2026 年 3 月 28 日	
监测地点	河南天溯计量检测有限公司	
监测环境	天气：晴；环境温度：20-22℃；相对湿度：50%	
监测因子	X-γ辐射空气吸收剂量率	
监测方法	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]

## 表七 验收监测

### 验收监测期间生产工况

本次验收项目自建设运行以来，项目运行稳定，辐射安全与防护设施建成并运行正常。截止验收检查期间，未发生辐射安全事故。

验收监测单位接受委托后，于2026年3月28日派出监测人员，并在建设单位相关负责人的陪同下，对本项目辐射工作场所辐射环境状况进行了监测，中能X实验室X射线校准装置具有自身保护功能，本次选取能达到的最大管电压、管电流进行监测，防护 $\gamma$ 实验室 $\gamma$ 射线检定装置使用3枚放射源，放射源固定在 $\gamma$ 射线检定装置放射源储存器上，通过气动式自动旋转屏蔽容器进行切换，3枚放射源不能同时开启，本次监测选取活度最大的 $^{137}\text{Cs}$ 进行监测。

验收监测工况如下。

表 31 监测工况一览表

实验室	设备型号	监测工况
防护 $\gamma$ 实验室	NT601X-C	$^{137}\text{Cs}$ : $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$
		$^{60}\text{Co}$ : $1.8 \times 10^{10}\text{Bq}$
中能 X 实验室	MGI320	管电压: 250kV 管电流: 14mA (为运行时最大值)

备注：换算系数取 1.20Sv/Gy

## 7.1 验收监测结果

表 32 防护 $\gamma$ 实验室源容器表面监测结果与分析 (nSv/h)

序号	监测点位描述	X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率
1	源容器北侧表面外 5cm	195
2	源容器北侧表面外 1m	187
3	源容器南侧表面外 5cm	190
4	源容器南侧表面外 1m	188
5	源容器西侧表面外 5cm	188
6	源容器西侧表面外 1m	185
7	源容器东侧表面外 5cm	189
8	源容器东侧表面外 1m	188
9	源容器上方表面外 5cm	191
10	源容器上方表面外 1m	186

注：未扣除宇宙射线影响值。上述监测结果为源未出束状态。

表 33 防护 $\gamma$ 实验室周围监测结果与分析 (nSv/h)

序号	监测点位描述	未出束	$^{137}\text{Cs}$ :	$^{60}\text{Co}$ :	备注
			$3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$	$1.8 \times 10^{10} \text{Bq}$	
			出束	出束	
11	防护 $\gamma$ 实验室	200	/	/	混凝土
12	防护 $\gamma$ 实验室西侧控制台	187	190	191	混凝土
13	防护 $\gamma$ 实验室防护门中心 30cm	206	210	210	/
	防护 $\gamma$ 实验室防护门上缝 30cm	199	205	204	/
	防护 $\gamma$ 实验室防护门下缝 30cm	205	207	207	/
	防护 $\gamma$ 实验室防护门左缝 30cm	200	208	206	/
	防护 $\gamma$ 实验室防护门右缝 30cm	194	210	208	/
14	防护 $\gamma$ 实验室西侧墙外 30cm	186	207	206	混凝土
15	防护 $\gamma$ 实验室北侧墙外 30cm	187	199	200	混凝土
16	防护 $\gamma$ 实验室南侧墙外 30cm	199	204	202	混凝土
17	防护 $\gamma$ 实验室东侧墙外 30cm	168	175	173	混凝土
18	防护 $\gamma$ 实验室楼上放射性活度仪实验室	185	190	191	地板砖
19	防护 $\gamma$ 实验室楼上备用间	186	193	190	地板砖

注：未扣除宇宙射线影响值。

表 34 中能 X 实验室周围监测结果与分析 (nSv/h)

序号	监测点位描述	关机	开机	备注
			工况：250kV、14mA	
20	中能 X 实验室	188	/	混凝土
21	中能 X 实验室西侧控制台	188	190	混凝土
22	中能 X 实验室防护门中心 30cm	197	200	/
	中能 X 实验室防护门上缝 30cm	195	198	/
	中能 X 实验室防护门下缝 30cm	200	204	/
	中能 X 实验室防护门左缝 30cm	198	200	/
	中能 X 实验室防护门右缝 30cm	199	205	/
23	中能 X 实验室西侧墙外 30cm	190	196	混凝土
24	中能 X 实验室北侧墙外 30cm	200	203	混凝土
25	中能 X 实验室南侧墙外 30cm	198	200	混凝土
26	中能 X 实验室东侧墙外 30cm	165	174	混凝土
27	中能 X 实验室楼上氦室	190	195	地板砖
28	中能 X 实验室楼上储源间	200	210	地板砖

29	中能 X 实验室楼上登记室	195	200	地板砖
----	---------------	-----	-----	-----

注：未扣除宇宙射线影响值。

表 35 实验室周围监测结果与分析 (nSv/h)

序号	监测点位描述	未出束	出束	备注
30	2#研发楼北侧墙外 30cm	158	160	混凝土
31	2#研发楼南侧墙外 30cm	161	161	混凝土
32	2#研发楼东侧墙外 30cm	160	170	混凝土
33	2#研发楼西侧墙外 30cm	155	157	混凝土
34	中能 X 实验室西侧控制台	194	198	混凝土
35	防护 $\gamma$ 实验室西侧控制台	196	198	混凝土
36	实验室西侧走廊	195	195	混凝土
37	2#研发楼二层	188	190	地板砖
38	2#研发楼西北 3#研发楼	165	170	混凝土
39	2#研发楼东南宿舍楼	158	159	混凝土
40	公司空地	160	160	混凝土

注：未扣除宇宙射线影响值。上述出束状态为 $\gamma$ 射线检定装置 ( $^{137}\text{Cs}$ :  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ )、中能 X 实验室中能 X 射线装置 (管电压: 250kV 管电流: 14mA) 同时出束。

根据表 31，本项目防护 $\gamma$ 实验室源容器表面 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 185nSv/h~195nSv/h 之间，能满足本项目参照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 设定的放射源出束工作时防护 $\gamma$ 实验室屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率控制水平的要求、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 中规定的“源容器外表面 5cm 处最大周围当量剂率 1mSv/h，源容器外表面 100cm 处最大周围当量剂率 0.1mSv/h”要求及本项目执行标准。

根据表 32，本项目防护 $\gamma$ 实验室 $\gamma$ 射线检定装置未出束时周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 168nSv/h~206nSv/h 之间；出束时周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 173nSv/h~210nSv/h 之间，能满足本项目参照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 设定的放射源出束工作时防护 $\gamma$ 实验室屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率控制水平的要求、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 中规定的“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”要求及本项目执行标准。

根据表 33，本项目中能 X 实验室中能 X 射线装置关机时周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 165nSv/h~200nSv/h 之间；开机时周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 174nSv/h~210nSv/h 之间，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 中规定的“屏蔽体外 30cm 处周

围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”要求及本项目执行标准。

根据表 34，本项目防护 $\gamma$ 实验室、中能 X 实验室 2 台检定装置同时未出束时周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 155nSv/h~196nSv/h 之间；同时出束时周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 157nSv/h~198nSv/h 之间，能满足本项目参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）设定的放射源出束工作时防护 $\gamma$ 实验室屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率控制水平的要求及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）中规定的“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”要求及本项目执行标准。

## 7.2 人员所致年均有效剂量

本次验收项目目前有 12 名辐射工作人员且已取得辐射防护培训证书，由于投运时间较短未取得人员计量检测报告，本次验收根据公司提供的工作量进行辐射工作人员及公众剂量估算。

X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H = Dr \times t \times k \times 10^{-3}$$

其中： H： X- $\gamma$  射线外照射人均年有效剂量当量， mSv；

Dr： X- $\gamma$  射线空气吸收剂量率，  $\mu$ Gy/h；

t： X- $\gamma$  射线年照射时间， h；

k： 剂量换算系数， Sv/Gy。

表 36 防护 $\gamma$ 射线实验室工作负荷一览表

序号	实验室名称	年工作量	人数	单台（次）出束时间（min）		年辐射工作时间（h）		人均辐射工作时间（h）	
				出束	准备	出束	准备	出束	准备
1	防护 $\gamma$ 实验室	5000 台	2 人	6	5	500	416.6	250	208.3

备注：准备为工作人员进入防护 $\gamma$ 实验室固定辐射仪器并做检定前准备工作，此时校准装置放射源位于装置铅容器内。检定前辐射工作人员进入防护 $\gamma$ 实验室固定辐射仪器并做检定前准备工作平均用时约为 3min，检定期间出束时间约 6min，取下完检仪器所需时间约 2min。

表 37 中能 X 射线实验室工作负荷一览表

序号	实验室名称	年工作量	人数	单台（次）出束时间	年辐射工作时间（h）	人均辐射工作时间（h）
1	中能 X 实验室	3000 台	2 人	3min	150	75

备注：根据检定过程要求，每台受检辐射监测仪器至少需选择 2 种不同能量 X 射线参考辐射重复测量 3 次以完成检定工作，故使用中能 X 射线装置进行检定/校准时，X 射线出束时间约 3min。

表 38 本项目防护 $\gamma$ 实验室辐射工作人员年吸收附加剂量估算结果

工作场所	控制台			实验室准备			年附加剂量(mSv/a)	管理限值(mSv/a)
	附加剂量率(nSv/h)	时间(h)	居留因子	关机状态1m处剂量率(nSv/h)	时间(h)	居留因子		
防护 $\gamma$ 实验室	198	500	1	188	416.6	1	1.07	5

注：控制台附加剂量率取2间实验室同时工作的剂量率值。

表 39 本项目中能 X 实验室辐射工作人员年吸收附加剂量估算结果

工作场所	控制室		居留因子	年附加剂量(mSv/a)	管理限值(mSv/a)
	附加剂量率(nSv/h)	时间(h)			
中能 X 实验室	198	150	1	0.0297	5

注：控制台附加剂量率取2间实验室同时工作的剂量率值。

表 40 公众成员年吸收附加剂量估算结果

预测点位	人员	年开机时长(h)	居留因子	监测值(nGy/h)	附加年有效剂量mSv	管理限值(mSv/a)
实验室西侧走廊	公众成员	650	1/16	195	0.008	0.1

注：公众人员取2间实验室同时工作的周围剂量率最大值，时间取两间实验室时间叠加值

由上表可知，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为 1.07mSv，公众成员年有效剂量最大为 0.008mSv，均低于 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中职业人员不超过 20mSv 的要求，也低于环评报告中职业人员年有效剂量不超过 5mSv 剂量约束限值的要求，公众成员不超过 1mSv 的要求，也低于环评报告中公众成员 0.1mSv 剂量约束限值的要求。符合要求。

## 表八 验收监测结论

### 8.1 验收监测结果

河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目实验室所处环境周围辐射本底水平为 155~206nSv/h，出束条件下实验室周围剂量当量率为 157~210nSv/h。由上述检测结果可知，项目周围辐射环境处于当地天然本底涨落范围内，无异常现象，满足环境影响报告表及其审批部门审批决定及本项目执行标准。

### 8.2 辐射安全与防护设施落实情况

本项目辐射安全与防护设施已按照按照环境影响报告表及其审批部门审批决定落实。项目对周围敏感点辐射环境影响较小。

### 8.3 辐射工作人员和公众剂量限值

在正常运行工况下，本项目辐射工作人员年个人有效剂量最大为 1.07mSv，公众成员年有效剂量最大为 0.008mSv，均低于 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中职业照射不超过 20mSv 的要求，也低于环评报告中 5mSv 剂量约束限值的要求，公众成员不超过 1mSv 的要求，也低于环评报告中公众成员 0.1mSv 剂量约束限值的要求。

### 8.4 结论

(1) 按照国家有关环境保护的法律法规，该项目进行了环境影响评价，履行了建设项目环境影响审批手续，并申领了辐射安全许可证。

(2) 公司已将环评报告中的污染防治措施落实到机房的设计和施工中，保证装置机房建设的工程质量。

(3) 现场检查结果表明：本次验收项目实验室安装有门灯连锁装置（门源连锁装置）、工作指示灯、电离辐射警示标志等安全防护设施运行正常；已经为辐射工作人员配备了个人剂量计，建立了个人剂量档案和个人健康档案；公司已配备 1 台 AT1123 的 X、 $\gamma$ 辐射剂量监测仪，定期对机房周围环境进行常规监测，并纳入档案进行保存。

(4) 现场检查结果表明：公司成立了辐射安全防护小组，已制定了《实验室辐射防护和安全管理制

量管控限值》《实验室辐射监测方案》《固定放射源安保管理制度》《辐射事故应急预案》等。

(5) 现场检查结果表明：公司已落实了环评文件及环评批复中的要求，各项管理制度及环保措施情况也已落实。

综上所述，河南天溯计量检测有限公司电离辐射校准实验室项目，落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护等各项措施，该项目对职业工作人员和公众人员及周围环境满足国家相关标准要求。从辐射环境保护角度论证，具备竣工验收条件。

## 8.5 建议

(1) 在项目运行中，要继续严格执行各项辐射防护的要求和环境保护的规定，对项目加强管理，长期落实各项辐射安全措施，同时结合实际情况，及时更新完善辐射安全管理制度。

(2) 加强对辐射工作人员的宣传教育，防止各类辐射事故的发生；定期对辐射安全负责人及辐射工作人员进行辐射防护知识及相关法律、法规的培训与考核，并持证上岗，提高守法与自我防范意识。

(3) 对辐射工作场所及其周围环境定期进行监测，并建立环境监测档案，每年1月31日前将上年度监测结果和防护状况年度评估报告上报省、市级生态环境主管部门。

(4) 公司增加或报废射线装置、放射源等，应按照相关条例及时履行环保手续，根据项目实际情况及时变更辐射安全许可证台账副本。

(5) 公司应为工作人员配置个人剂量计，并建立个人剂量档案和健康监护档案，终生保存个人剂量监测档案和执业健康监护档案。

(6) 做好辐射事故应急处理准备工作，防止发生辐射事故。一旦发生事故，按规定及时上报省、市级生态环境主管部门。