2022-F-99

核技术利用建设项目

中石化经纬有限公司华北测控公司
泰州放射性同位素 ^{131}Ba 测井项目
环境影响报告表

中石化经纬有限公司华北测控公司

2023 年 3 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中石化经纬有限公司华北测控公司
泰州放射性同位素 ^{131}Ba 测井项目
环境影响报告表

建设单位名称：中石化经纬有限公司华北测控公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：河南省郑州市中原区须水街道须贾路 04 号

邮政编码：/　　联系人：

电子邮箱：/　　联系电话：

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">中石化经纬有限公司华北测控公司
泰州放射性同位素 ^{131}Ba 测井项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">中石化经纬有限公司华北测控公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>许海清</td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">河南省郑州市中原区须水街道须贾路 04 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">江苏省泰州市测井现场</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>200</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>40</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">20%</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（m^2）</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td rowspan="11">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□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="5">□制备 PET 用放射性物质</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">放射性同位素示踪测井</td></tr>
</table>

项目概述

1 建设单位基本情况、项目建设规模及任务由来

1.1 建设单位基本情况

中石化经纬有限公司华北测控公司成立于 2021 年 3 月 9 日，是石化经纬的区域公司，由原华北工程公司测井分公司、录井分公司、钻井公司定向井相关业务按区域化整合重组成立。公司主营业务涉及测井、射孔、录井、定向井、测录定技术服务总包以及技术研发、产品制造与销售、资料解释评价、油藏研究等领域。公司以“发现油气层，评价油气层，解放油气层”为己任，针对油田勘探开发实际，以及地质与工程对测录定技术的需求，大力实施科技创新，形成了种类齐全、功能完善的现场资料采集、处理与解释评价、工程技术服务体系。公司能够完成陆地、海洋和复杂地理环境、复杂地质条件下各类井型的测井、射孔、录井、定向施工作业及资料处理解释研

究服务。服务区域国内主要分布在中石化华北油气田、河南油田、西北油田、东北油气田、华东油气田、新星公司以及中石油辽河油田、四川页岩气、重庆页岩气及延长石油、盐矿、碱矿、煤层气等市场，国外市场重要分布在沙特、科威特、伊拉克、哈萨克斯坦、尼日利亚等国家。

中石化经纬有限公司华北测控公司包含延安项目部、新疆塔河项目部、新疆春光项目部、西南项目部、南阳项目部以及鄂尔多斯项目部等，本项目由南阳项目部承担。

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部共有施工队伍 13 支，其中综合测井队 5 支、放射性测井队 3 支、射孔队 5 支；两个基层班组：放射源库、火工品库；项目部共有员工 156 人；拥有各类测井、射孔地面系统 13 套，其中 GI5700 测井系统 2 套，SDZ5000 测井系统 2 套，HH2530 测井系统 1 套，WELLSUN2000 生产测井系统 2 套，WELLSUN3000 生产测井系统 1 套，SSQ-C 射孔系统 5 套；主要为河南油田分公司（东部）、铜川油气分公司（河南油田分公司）、华东油气分公司（泰州采油厂）、新星绿源地热（陕西）、中源化学（桐柏碱井）、核工业 230 所及北京探矿研究院等零星市场提供测井、射孔服务。本项目主要客户单位为泰州采油厂。

1.2 项目建设规模及任务由来

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部为拓展业务，拟调用 1 个放射性测井队，配备 8 名辐射工作人员，拟在江苏省泰州市测井现场开展放射性同位素 ^{131}Ba 测井项目，采用放射性同位素井下释放测井工艺，用于测量注水井内的注水层位及注水量，为制定采油方案提供科学依据。

本项目由中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部承担，其中涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装均在南阳项目部已许可的乙级非密封工作场所内进行，分装后含 ^{131}Ba 的释放器由南阳项目部已取得放射性物品运输资质的运输车辆和运输人员负责运到泰州测井现场，本项目仅对江苏省泰州市测井现场辐射环境影响进行评价。

本项目拟在泰州测井现场使用 ^{131}Ba 开展非密封放射源测井，放射性同位素 ^{131}Ba 进行测井时，每口井单次用量约 $3.7\times10^{8}Bq$（10mCi），每天最大测井数量为 2 口，日最大用量为 $7.4\times10^{8}Bq$；同位素示踪测井年最大工作量为 50 口，^{131}Ba 的累计年最大用量为 $1.85\times10^{10}Bq$。

本次核技术利用项目的核素使用情况一览表见下表 1-1。

表 1-1　本项目核素使用情况一览表

序号	核素	日最大用量（Bq）	年使用量（Bq）	工作场所名称	活动种类	环评及审批时间	验收、许可情况
1	^{131}Ba	7.4×10^{8}	1.85×10^{10}	泰州测井现场油水井内	使用	**本次环评**	**未验收 未许可**

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的要求，本项目为放射性同位素示踪测井，属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中“五十五、核与辐射”、“172、核技术利用建设项目”中“在野外进行放射性同位素示踪试验的……”，应当编制环境影响评价报告表。受中石化经纬有限公司华北测控公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场勘察、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2 项目位置及周边保护目标

本项目涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装及运输均由中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部负责（均已取得许可和资质），南阳项目部位于河南省南阳市宛城区，地理位置见附图 1。南阳项目部东侧为空地，南侧为花卉大棚，西侧为道路及垃圾收购站，北侧为垃圾收购站，南阳项目部厂区平面布局及周围环境图见附图 2。本项目分装及储存均于南阳项目部厂区西南部的放射性工作中心内（源库、非密封放射源配置室）进行。

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部拟在江苏省泰州市测井现场开展放射性同位素 ^{131}Ba 测井，井场具体地点不固定，测井作业具有流动性。本项目测井区域主要包括帅垛班站、洲城班站，测井区域示意图见附图 3。

本项目使用的放射性同位素 ^{131}Ba，主要用于油水井示踪测井，井场均位于野外，井场周围以荒地为主，根据《钻井前工程及井场布置技术要求》（SY/T5466-2013）要求：“油、气井口距离高压线及其他永久性设施不小于 75m，距民宅不小于 100m，距离铁路公路不小于 200m，距学校、医院和大型油库等人口密集型、高危型场所不小于 500m”，本项目评价范围取放射性同位素测井现场控制区（井口周围 4m 范围）外 50m 区域，因此本项目评价范围内没有居民、学校、医院等环境敏感目标。

本项目环境保护目标主要为公司放射性同位素示踪测井辐射工作人员、测井现场油水井周围评价范围内的公众人员。

3 建设单位已有核技术利用项目许可情况

中石化经纬有限公司华北测控公司现有核技术利用项目均已履行环保手续，公司已申领河南省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，辐射安全许可证的编号为“豫环辐证[06032]，许可种类和范围为“使用 II 类、III类、IV类、V类放射源；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，发证日期为 2021 年 08 月 03 日，有效期至 2026 年 08 月 02 日，辐射安全许可证复印件见附件 4。公司已许可使用放射源、使用非密封放射性物质见表 1-2、表 1-3。

表 1-2 公司已许可非密封放射性物质情况一览表

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	活动种类
1	测井作业现场	乙级	Sn-113（In-113m）	3.7×10^{8}	7.4×10^{10}	使用
2	测井作业现场	乙级	Ba-131	3.7×10^{8}	3.7×10^{10}	使用
3	测井作业现场	乙级	I-131	3.7×10^{8}	3.7×10^{10}	使用
4	南阳工区非密封性放射源配置室	乙级	Ba-131	1.1×10^{9}	7.4×10^{10}	使用

表 1-3 公司已许可放射源情况一览表

序号	核素	类别	总活度（贝克）/活度（贝克）×枚数	活动种类
1	Cs-137	IV 类	7.4E+9*6	使用
2	Pu-238/Be	IV 类	1.48E+10*1	使用
3	Pu-238/Be	II 类	7.4E+11*1	使用
4	Am-241/Be	II 类	7.03E+11*1	使用
5	H-3	V 类	1.2E+10*15	使用
6	H-3	V 类	1.12E+10*3	使用
7	Cs-137	V 类	1.85E+8*1	使用
8	Cs-137	V 类	1.48E+6*1	使用
9	Cs-137	V 类	1.05E+5*2	使用
10	Cs-137	V 类	3.33E+4*1	使用
11	Ra-226	V 类	9.25E+4*1	使用
12	Ra-226	II 类	7.4E+11*1	使用
13	Cs-137	V 类	2.22E+7*4	使用
14	U、Th、K	V 类	1.85E+4*2	使用
15	Cs-137	V 类	2.22E+7*4	使用
16	Cs-137	V 类	6.29E+5*2	使用
17	Cs-137	V 类	9.25E+4*10	使用

	18	Cs-137	V 类	3.25E+4*1	使用	
	19	H-3	V 类	1.12E+10*2	使用	
	20	Am-241	II 类	6.29E+11*2	使用	
	21	Cs-137	Cs-137	7.4E+10*9	使用	
	22	Cs-137	Cs-137	1.85E+7*3	使用	
	23	Cs-137	Cs-137	8.75E+4*1	使用	
	24	Cs-137	Cs-137	9.25E+3*6	使用	
	25	Th-232	V 类	1.85E+5*1	使用	
	26	Am-241/Be	III 类	1.67E+11*2	使用	
	27	Cs-137	IV 类	5.55E+10*3	使用	
	28	Cs-137	V 类	1.48E+7*1	使用	
	29	Cs-137	V 类	2.59E+5*1	使用	
	30	Cs-137	V 类	5.55E+4*12	使用	
	31	Th-228	V 类	3.7E+5*2	使用	
	32	Am-241/Be	II 类	7.4E+11*8	使用	
	33	Cs-137	V 类	3.7E+4*2	使用	
	34	Cs-137	V 类	3.7E+5*8	使用	
	35	Cs-137	IV 类	9.55E+9*1	使用	
	36	Cs-137	V 类	6.29E+8*1	使用	
	37	Cs-137	V 类	3.7E+6*3	使用	
	38	Cs-137	V 类	3.28E+6*1	使用	
	39	Cs-137	V 类	2.78E+6*5	使用	
	40	Cs-137	V 类	1.85E+5*1	使用	
	41	Cs-137	V 类	1.21E+5*1	使用	
	42	Cs-137	V 类	1.2E+5*1	使用	
	43	Cs-137	V 类	4.14E+4*1	使用	
	44	Cs-137	V 类	4.02E+4*1	使用	
	45	Cs-137	V 类	3.7E+4*4	使用	
	46	Am-241	V 类	1.32E+4*2	使用	
	47	Am-241/Be	V 类	3.7E+6*1	使用	
	48	Am-241/Be	V 类	1.48E+7*15	使用	
	49	Am-241	IV 类	2.78E+9*1	使用	
	50	Am-241/Be	II 类	6.66E+11*4	使用	
	51	Am-241	V 类	1.85E+7*2	使用	
	52	未知	V 类	1.85E+4*5	使用	
	53	Th-232	V 类	3.7E+4*30	使用	
	54	Cs-137	V 类	7.25E+3*15	使用	
	55	Ra-226	V 类	1.85E+4*10	使用	
	56	Cs-137	IV 类	1.998E+10*10	使用	
	57	Am-241/Be	IV 类	1.48E+10*10	使用	
	58	Cs-137	IV 类	7.4E+10*20	使用	
	59	Pu-239/Be	II 类	7.4E+11*3	使用	

60	Am-241/Be	III 类	1.66E+11*5	使用
61	Am-241/Be	II 类	7.4E+11*20	使用
62	Cs-137	IV 类	1.67E+9*1	使用
63	Am-241	V 类	1.85E+3*4	使用
64	Am-241	V 类	1.85E+7*2	使用
65	Cs-137	V 类	1.85E+4*3	使用
66	Cs-137	V 类	5.92E+4*3	使用
67	Cs-137	IV 类	5.65E+10*3	使用
68	Cs-137	V 类	3.7E+5*4	使用
69	Cs-137	V 类	2E+7*3	使用
70	Cs-137	V 类	6.3E+8*3	使用
71	Cs-137	IV 类	7.4E+9*3	使用
72	Cs-137	IV 类	5.55E+10*3	使用
73	Cs-137	V 类	2.22E+7*2	使用
74	Cs-137	V 类	3.7E+6*2	使用
75	Cs-137	IV 类	7.4E+10*4	使用
76	Am-241/Be	V 类	3.7E+4*2	使用
77	Am-241/Be	III 类	7.4E+10*4	使用
78	Am-241/Be	III 类	2.78E+9*1	使用
79	Am-241/Be	III 类	1.48E+9*8	使用
80	Am-241/Be	III 类	1.665E+11*2	使用
81	Am-241/Be	II 类	6.66E+11*2	使用
82	Am-241/Be	II 类	7.03E+11*3	使用
83	Am-241/Be	II 类	7.4E+11*3	使用
84	Ra、Th、K	V 类	1.85E+4*1	使用
85	Ra、Th、K	V 类	9.25E+4*1	使用
86	Ra-226	V 类	9.25E+4*14	使用
87	Ra-226	V 类	1.85E+4*3	使用
88	Co-60	V 类	2.22E+7*4	使用
89	Th-232	V 类	3.7E+4*1	使用

中石化经纬有限公司华北测控公司已于2022年8月3日取得郑州市交通运输局颁发的道路运输经营许可证，豫交运管许可郑字410101025366，有效期至2026年6月26日，许可经营范围为“危险货物运输（1类4项），放射性物品（二类放射性物品），放射性物品（三类放射性物品）”，公司驾驶员及押运员均取得放射性物品道路运输从业人员资格证件（道路运输经营许可证及从业人员资格证件见附件5）。

4 实践正当性分析

中石化经纬有限公司华北测控公司拟在江苏省泰州市测井现场开展放射性同位素 ^{131}Ba 测井，主要用于测量注水井内的注水层位及注水量，为制定采油方案提供科

学依据。本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加测井现场周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设具有良好的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点		备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	^{131}Ba	固态/中毒	使用	7.4×10^{8}	/	1.85×10^{10}	示踪测井	简单操作	泰州测井现场油水井内	释放器同位素仓内
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

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

（二）X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

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

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（μA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
含 ^{131}Ba 污染口罩、手套等	固态	^{131}Ba	/	/	5kg	/	暂存于放射性废物桶	运回南阳项目部，存放于固废坑内，储存 10 个半衰期，经检测满足解控要求后作为一般工业废物处理
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	最终排入大气，臭氧在大气中 50min 内可自动分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m^3)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日施行 （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施，2018 年 12 月 29 日修订，2018 年 12 月 29 起施行 （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行 （4）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行 （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行 （6）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行 （7）《关于发布放射性废物分类的公告》，环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行 （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行 （9）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 （10）《放射性废物安全管理条例》国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行 （11）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 （12）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》生态环境部部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行 （13）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行 （14）《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号 （15）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省第十三届人民代表大会常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 （16）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境

	部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行 （17）《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日 （18）《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日 （19）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日 （20）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办（2021）187 号 （21）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号） （22）《放射性物品运输安全管理条例》，国务院令第 562 号，2010 年 1 月 1 日起施行 （23）《放射性物品运输安全许可管理办法（2021 年修订本）》，生态环境部令第 20 号 （24）《放射性物品道路运输管理规定》，中华人民共和国交通运输部令 2016 年第 71 号 （25）《放射性废物安全管理条例》国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） （2）《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016） （3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022） （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） （5）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） （6）《表面污染测定第 1 部分 β 发射体（$E_{\beta max}$>0.15MeV）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008） （7）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） （8）《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020） （9）《石油放射性测井辐射防护安全规程》（SY5131-2008） （10）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010） （11）《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）

其他	**与本项目相关附件：** （1）项目委托书（附件 1） （2）非密封放射性核素使用承诺书（附件 2） （3）放射性废物安全处置承诺书（附件 3） （4）辐射安全许可证复印件（附件 4） （5）放射性物品运输资质（附件 5） （6）辐射安全与防护培训证书复印件（附件 6） （7）年度检测报告复印件（附件 7） （8）个人剂量监测报告复印件（附件 8）

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定“实施放射性物质野外示踪的项目应视周边情况以及可能潜在影响的范围确定评价范围。对示踪现场，按照核素在环境中的迁移情况确定评价范围”。由于本项目在正常示踪测井工作情况下，放射性核素位于地面 1500m 以下，对地面影响很小，主要辐射影响区域为地面控制区内工作场所，参考《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径 50m 的范围”，本项目评价范围取放射性同位素测井现场控制区外 50m 区域。

保护目标

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）要求，本项目开展现场测井工作前，拟对测井现场周围环境进行调查，确保评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目利用 ^{131}Ba 放射性核素进行油水井示踪测井，不占用资源，不会降低管控区的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。

本项目环境保护目标主要为该公司放射性同位素示踪测井辐射工作人员、测井现场周围评价范围内的公众人员。

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%～30%（即 0.1mSv～0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

表7-2 表面污染控制水平（单位 Bq/cm²）

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 1)	4	4×10	**4×10**
	监督区	4×10^{-1}	4	**4**
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	**4**
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	**4×10^{-1}**
1）该区内的高污染子区除外。				

2 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）

5.1 一般要求

5.1.1 为开展辐射防护管理工作并对职业照射进行控制，非密封源工作场所应实行严格的分区、分级管理，分区、分级管理的措施，应遵循 GB18871-2002 的要求。

5.1.2 宜在辐射工作场所的醒目位置悬挂（张贴）辐射警告标志，人员通行和放射性物质传递的路线应严格执行相关规定，防止发生交叉污染。应制定严格的辐射防护规程和操作程序。

5.1.3 操作非密封源的单位应制定辐射防护大纲并对其实施和评价负全面责任。单位应设立相应的安全与防护机构（或专、兼职安全与防护人员），并用文件的形式明确规定其职责。

5.1.4 应建立安全与防护培训制度，培植和保持工作人员良好的安全文化素养，自觉遵守规章制度，掌握辐射防护基本原则、防护基本知识及辐射防护技能。

5.1.5 辐射工作人员对某些操作程序必要时应事先进行模拟试验、冷试验、热试验，当熟练掌握操作技能后方可正式开展工作。

5.1.6 如果操作过程中发现异常情况，应及时报告，并分析原因，采取措施，防止重复发生类似事件。

5.1.7 应定期检查工作场所各项防护与安全措施的有效性，针对不安全因素制定相应的补救措施，并认真落实，确保工作场所处在良好的运行状态。

5.1.8 在原有设施条件下开展新工作（包括工艺流程的重大改变和提高放射性核素日等效最大操作量），如果计划操作的放射性核素种类、操作量、操作方式以及防护设施和设备的要求超出原设计规范，应事先向主管部门提交防护与安全分析报告，

经主管部门审查批准后方可进行。

5.1.9 如进行存在临界安全问题的操作，应同时遵守国家有关临界安全的规定。

5.2 操作条件

5.2.1 非密封源的操作应根据所操作的放射性物质的量和特性，选择符合安全与防护要求的条件，尽可能在通风柜、工作箱或手套箱内进行。

5.2.2 操作过程中使用的设备、仪器、仪表、器械和传输管道等应符合安全与防护要求。吸取液体的操作应使用合适的负压吸液器械，防止放射性液体溅出、溢出，造成污染。储存放射性溶液的容器应由不易破裂的材料制成。

5.2.3 有可能造成污染的操作步骤，应铺在有塑料或不锈钢等易去除污染的工作台面或搪瓷盘内进行。

5.2.4 操作中使用的容器，必要时应在其外面加一个能足以容纳其全部放射性溶液的不易破裂的套桶。

5.2.5 操作易燃易爆物质，或操作中使用高温、高电压和高气压设备时，应有可靠的防止过热或超压的保护措施，并遵守国家有关安全规定。

5.2.6 伴有强外照射的操作，应尽可能缩短操作时间，利用合适的屏蔽或使用长柄操作机械等防护措施。

5.2.7 若需要进行开启密闭工作箱门放入或取出物品及其他危险性较大的操作时，应采取安全与防护措施，并在防护人员监督下进行。

5.2.8 进行污染设备检修时，应当事先拟出计划。主要的工作内容及采取的防护措施，经现场防护人员审查同意并落实辐射防护措施后方可进行。

3 《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）

4 通用要求

4.2 测井用非密封放射性物质的操作应符合GB11930中有关的辐射防护原则与要求，尤其注意以下几点：

a）在满足测井技术要求的条件下，选用毒性低、γ辐射能量较低、半衰期较短的放射性核素，并尽量减少使用及贮存的活度；

b）采用远距离操作，尽量选用机械、自动和密闭的方式操作；

c）熟练操作技术，努力缩短操作时间；

d）及时处理放射性污染，防止污染的扩散；

e）尽量减少液体、固体等放射性废物的产生；

f）加强安全防护管理，防止放射性污染事故的发生；

g）按照 GB18871 的要求，根据油气田测井中使用放射性核素的日等效最大操作量，对非密封放射性物质测井工作场所进行分级管理。

4.3 采用新技术新方法时，应通过“模拟试验”确认切实可行，并经使用单位组织的相关专家确认操作规程后，方能正式操作。

4.4 开展油气田放射性测井的单位应根据使用的放射源、非密封放射性物质及测井中子发生器的类别配备外照射放射防护检测仪器、放射性污染检测仪器等自检设备，同时为放射工作人员佩戴相应种类的个人剂量报警仪等个人防护用品。

5 贮存、运输及测井现场的放射防护要求

5.1 贮存、放射性实验室的放射防护要求

5.1.1 贮存及载运放射源及非密封放射性物质的罐（桶）（以下简称源罐）应便于搬运和放射源的取出、放入，应单原单罐且能锁定；源罐的外表面应有放射源编码、核素种类、出厂活度和出厂时间的标签，并按照 GB2894 的规定印有醒目的电离辐射标志和使用单位的名称。

5.1.4 所有示踪剂都应盛放于严密盖封的容器（指直接盛放非密封放射性物质的容器，下称内容器）内，然后根据其辐射特性再放入具有一定屏蔽能力的贮存运输容器中。内容器及由厂家直接提供的含非密封放射源井下释放器应附有生产批号和放射性核素名称、化学形式、物理状态、活度与标定日期的标签及醒目的电离辐射标志的标签，并附有含上述内容的说明书。盛放放射性示踪剂的内容器应选用质地坚韧不易损坏、破裂，并具有良好密封性能的容器。释放器表面应设置醒目的电离辐射标志。

5.1.10 操作非密封放射性物质前，应做好充分准备，熟悉操作程序，核对放射性物质名称、出厂日期、总活度、分装活度，检查仪器设备是否正常，通风是否良好，检查实际活度是否与标示活度一致。吸取放射性溶液时，应使用吸球或虹吸装置，严禁用口吸取。工作场所要经常湿式清扫，清洁工具不应与非放射性区清洁用具混用。

5.1.15 距非密封放射性物质防护容器外表面 5cm 处的周围剂量当量率不应超过 25μSv/h，100cm 处的周围剂量当量率不用超过 2.5μSv/h。非密封放射性物质贮存运输容器外表面及非密封放射性物质源库内地面及台面的放射性污染，α 放射性物质不应超过 0.4Bq/cm^2，β 放射性物质不应超过 4Bq/cm^2。

5.2 运输及测井现场的放射防护要求

5.2.1 放射性核素外部运输时，其放射性包装和运输工具应符合 GB11806 的规定。

运源车应配备随车放射监测仪器及随车记录，随车记录应有所运放射源编码、核

素种类、出厂活度、出厂时间、装车及卸车时间、装车及卸车检测记录、运输及驻留记录等信息。

5.2.2 运源车内外由中子、γ 射线及韧致辐射导致的周围剂量当量率之和应不大于表 7-3 的控制值。

表 7-3 运源车内外的周围剂量当量率控制值

位置	运源车内外的周围剂量当量率控制值	
	专用运源车	兼用运源车
驾驶员座椅	≤2.5μSv/h	≤20μSv/h
车厢外表面 30cm 处	≤100μSv/h	≤200μSv/h
车厢外表面 200cm 处	≤2.5μSv/h	≤20μSv/h
兼用运源车年运送放射源时间不应超过 50h。 当兼用运源车驾驶员的年个人剂量得到严格控制时，周围剂量当量率可以适当放宽，但不应超过其 2 倍。		

5.2.5 室外操作放射源时应设置控制区，在控制区边界上设置警戒线和警告标志（或采取警告措施），防止无关人员进入边界以内的操作区域。使用刻度源对测井仪器进行刻度时，宜在源库所在地的围墙内进行，如需在场外进行刻度应设置控制区，控制区边界的周围剂量当量率不应超过 2.5μSv/h。

5.2.7 放射性示踪测井中释放放射性示踪剂应采用井下释放方式，将装有示踪剂的井下释放器随同测井仪一起送入井下一定深度处，由井上控制、在井下释放放射性示踪剂。采用井口释放方式时，应先将示踪剂封装于易在井内破碎或裂解的容器或包装内，施行一次性投入井口的方法：禁止使用直接向井口内倾倒示踪剂的方法。

5.2.8 释放放射性示踪剂前，应经过认真检查井口各闸门、井管压力与水流量正常，井管与套管通畅，井口丝堵与防喷盒结构严密后，按照操作规程释放示踪剂，防止含放射性示踪剂的井水由井口回喷，污染井场与环境。

5.2.9 释放器出井后应置于密封袋中，由供货厂家回收或返回实验室在专用清洗池中清洗，清洗液应作为放射性废液处理。

5.2.10 放射源及非密封放射性物质放射性测井现场应设置控制区，控制区边界应设置电离辐射警告标志及警戒线。

6 放射性废物的处置要求

6.3 非密封放射性物质实验室及中子管贮存库内应设放射性污物桶，所有固体放射性废物应丢入污物桶内收集或放入贮存设施内暂存。

6.5 未用或剩余放射性示踪剂（或连同释放器）以及放射性废物应带回实验室处理。

6.6 放射性污染事故的处理原则与应急措施参照附录 A 进行。

7 油气田测井的放射防护检测要求

7.2 测井用非密封放射性物质的放射防护检测要求

7.2.1 新建非密封放射性物质工作场所投入使用前应进行下列项目检测：

a）所有放射性核素的容器及其外包装，贮存和运输设备，外照射周围剂量当量率和表面放射性污染；

b）实验室操作前、后，工作场所外照射周围剂量当量率水平和表面污染；

c）实验与测井操作人员工作结束离开实验室或现场时，其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性污染；

d）源库内贮原坑（池）与贮源箱屏蔽效果，源库屏蔽墙外周围剂量当量率；

e）运源车内、外周围剂量当量率。

7.2.2 投入使用后的检测：

对 7.2.1 中 a）、d）、e）项应每年进行一次检测；7.2.1 中 b）项每月进行一次检测；7.2.1 中 c）项每次工作完成后均应进行，发现污染应及时去污。

7.4 个人剂量监测

7.4.1 个人剂量监测应按照 GBZ128 的要求进行，单纯使用γ放射源的油气田测井放射工作人员可仅进行光子个人剂量计监测，对于可能使用中子源或中子发生器的油气田测井放射工作人员个人剂量计应能同时满足对γ射线和中子剂量监测。

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

4 剂量约束值

（1）综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）等标准要求，确定本项目的剂量约束值为：职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv

（2）关注点处剂量率参考控制水平：控制区边界外的辐射剂量率<2.5μSv/h

（3）β放射性物质表面污染控制水平：

工作台、设备、墙壁、地面控制区：$4\times10Bq/cm^2$

工作台、设备、墙壁、地面监督区：$4Bq/cm^2$

工作服、手套、工作鞋控制区、监督区：4Bq/cm^2

手、皮肤、内衣、工作袜：4×10^{-1}Bq/cm^2

5 参考资料：

（1）《辐射防护导论》（原子能出版社，方杰著）

（2）《辐射防护手册》（第一分册 辐射源与屏蔽）

（3）《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

表 7-4 江苏省环境天然γ辐射剂量率（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测值范围	33.1～72.6	18.1～102.3	50.7～129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时,参考“均值±3s”数值：原野为（50.4±21.0）nGy/h；道路为（47.1±36.9）nGy/h；室内为（89.2±42.0）nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

本项目涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装及运输均由中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部负责（均已取得许可和资质），南阳项目部位于河南省南阳市宛城区，地理位置见附图 1。南阳项目部东侧为空地，南侧为花卉大棚，西侧为道路及垃圾收购站，北侧为垃圾收购站，南阳项目部厂区平面布局及周围环境图见附图 2。本项目分装及储存均于南阳项目部厂区西南部的放射性工作中心内（源库、非密封放射源配置室）进行。

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部拟在江苏省泰州市测井现场开展放射性同位素 ^{131}Ba 测井，井场具体地点不固定，测井作业具有流动性。本项目测井区域主要包括帅垛班站、洲城班站，测井区域示意图见附图 3。

本项目使用的放射性同位素 ^{131}Ba，主要用于油水井示踪测井，井场均位于野外，井场周围以荒地为主，根据《钻井前工程及井场布置技术要求》（SY/T5466-2013）要求：“油、气井口距离高压线及其他永久性设施不小于 75m，距民宅不小于 100m，距离铁路公路不小于 200m，距学校、医院和大型油库等人口密集型、高危型场所不小于 500m”，本项目评价范围取放射性同位素测井现场控制区（井口周围 4m 范围）外 50m 区域，因此本项目评价范围内没有居民、学校、医院等环境敏感目标。

本项目环境保护目标主要为公司放射性同位素示踪测井辐射工作人员、测井现场油水井周围评价范围内的公众人员。

2 辐射环境质量现状

由于本项目不涉及放射源库的建设，且中石化经纬有限公司华北测控公司开展的非密封放射源测井项目为流动式作业，不在某一场所长期作业，故本次评价未开展辐射环境现状监测。公司在实施现场测井前将进行辐射环境现状监测。

根据《2021 年度江苏省生态环境状况公报》可知，2021 年，全省辐射环境 66 个国控点和 223 个省控点监测结果表明，空气吸收剂量率、大气和土壤中放射性核素浓度处于本底水平，太湖、淮河、长江等重点流域水体及近岸海域海水、海洋生物中放射性核素浓度处于本底水平。可见，江苏地区的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境现状良好。

本项目放射性同位 ^{131}Ba 储存、分装及运输均由中石化经纬有限公司华北测控公

司南阳项目部负责，根据南阳项目部 2021 年年度环保检测（年度环保检测报告见附件 7），非密封工作场所非密封放射性物质防护容器外表面 5cm 处剂量率最大为 1.74μSv/h，非密封放射性物质防护容器外表面 100cm 处剂量率最大为 0.45μSv/h；源库周围剂量率最大为 0.15μSv/h；运源车驾驶员座椅处剂量率最大为 1.26μSv/h，车厢外表面 30cm 处剂量率最大为 2.23μSv/h，车厢外表面 200cm 处剂量率最大为 0.84μSv/h，检测结果均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）及《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）的要求。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1 工程设备

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部为拓展业务，拟在江苏省泰州市测井现场开展放射性同位素 ^{131}Ba 测井项目，采用放射性同位素井下释放测井工艺，用于测量注水井内的注水层位及注水量，为制定采油方案提供科学依据。

本项目涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装均在南阳项目部已许可的乙级非密封工作场所内进行，分装后含 ^{131}Ba 的释放器由南阳项目部已取得放射性物品运输资质的运输车辆和运输人员负责运到泰州测井现场，泰州测井现场拟调用 1 个放射性测井队，配备 8 名辐射工作人员，其中 2 名人员负责释放器搬运、安装、下井及拆卸等操作，其他 6 名人员负责绞车操作、数据测量、现场巡视等辅助工作。

本项目泰州测井现场单口井测井设备配置见表 9-1。

表 9-1 单口井测井设备配置表

设备名称	数量
同位素释放器	1 台
谣传、磁定位、伽马组合测井仪	1 台
井温压力测井仪	1 台
电磁流量测井仪	1 台
多频段分析器	1 台
高精度电控制仪器	1 台
计算机（手提式）	1 台
注入钢丝	1 个
辅助工具：钢丝、电缆、管柱、连续油管或冲管	若干

放射性同位素 ^{131}Ba 由同位素释放器携带下井进行测量。同位素释放器由供电电路板、同位素仓、导流活塞等组成，材料为不锈钢。放射性同位素存放于释放器的同位素仓内。同位素释放器结构图见图 9-1。

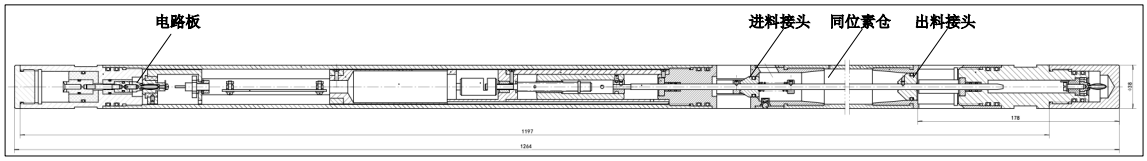

图 9-1 本项目同位素释放器结构图

井下测量设备由同位素释放器、谣传、磁定位、伽马组合测井仪、井温压力测井仪及电磁流量测井仪依次拼接而成，设备照片见图 9-2。



同位素释放器



谣传、磁定位、伽马组合测井仪（CCL+GR）



井温压力测井仪（TEMP+PRE）



电磁流量计测井仪（EFLOW）

图 9-2　本项目测井设备照片

2 放射性同位素特性

2.1 ^{131}Ba 特性

^{131}Ba 物理半衰期为 11.7d，原子核通过轨道电子俘获的方式衰变至 ^{131}Cs，释放出多种能量的 γ 射线，γ 射线的能量主要有：496.3keV(46.8%)、123.8keV(28.97%)、216.1keV(19.66%)。^{131}Cs 物理半衰期为 9.69d，原子核通过轨道电子俘获的方式衰变

至稳定核素 ^{131}Xc。衰变纲图见图 9-3。参考《发射光子的放射性核素各向同性点源的剂量学常数(续II)》（李士骏，辐射防护第 20 卷第 4 期），^{131}Ba 的周围剂量当量率常数为 2.58×10^{1}aSv·m^{2}。

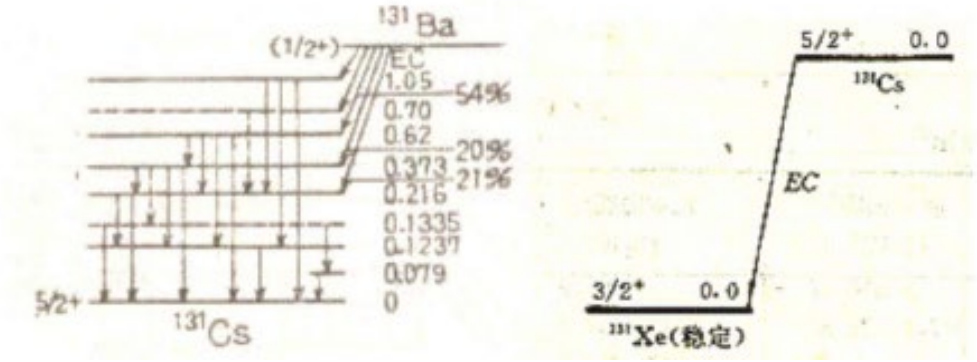

图 9-3　^{131}Ba 衰变纲图

本项目使用的放射性同位素 ^{131}Ba 为固体微球颗粒，粒径 600-1000μm，其核心部分是用二氧化硅制备的微球骨架，骨架上有许多微孔，这些微球骨架也称之为吸附助剂。同位素 ^{131}Ba 固体微球颗粒主要技术指标如下：

（1）粒比重：1.01~1.03g/cm^{3}

（2）承压：50Mpa 压力作用下，结构性能不发生变化

（3）耐高速瞬时水冲刷的稳定性：在 1.05m/s 的水流冲洗下技术性能不变化

（4）溶解性：在井下 15-20 天后逐渐溶解完毕；5%NaOH 两小时溶解

^{131}Ba 固体微球颗粒实景图见图 9-4。



图 9-4　^{131}Ba 固体微球颗粒实景图

3 放射性同位素测井原理

石油开采是依靠地下油层的压力将石油采出，随着石油被逐渐采出，油层压力下降，石油不易采出。水驱采油技术是通过注水井向地层注水补充能量，驱替油藏地层中的原油，提高油田原油采收率。注水时，需要及时了解注水井中每个层位绝对注水量和相对注水量，这些量需要通过测定注水剖面曲线来获取。

利用同位素释放器携带放射性示踪剂，测井时在油层上部释放，井内注水形成活化悬浮液，载体颗粒直径大于地层孔隙直径，吸水层吸水时，微球载体滤积在井壁上，地层的吸水量与滤积在该段地层对应的井壁上的同位素载体量和载体的放射性强度三者之间成正比关系，通过对比同位素载体在地层滤积前后所测得的伽马曲线，计算对应射孔层位上曲线叠合异常面积的大小，采用面积法解释各层的相对吸水量，从而可以确定注入井的分层相对吸水量（吸水剖面）。

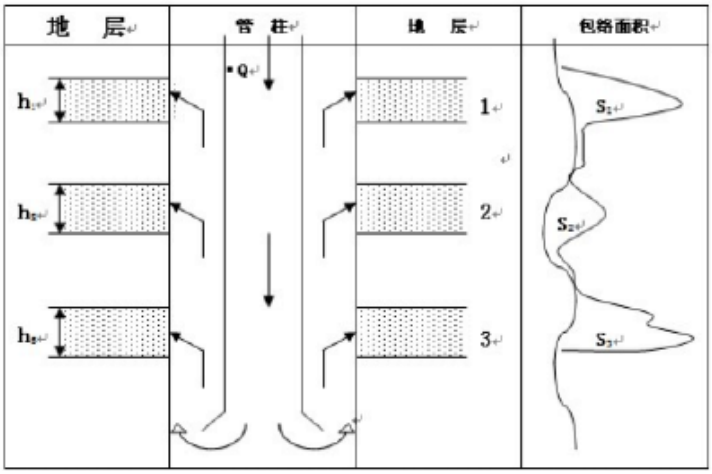

图 9-5 放射性同位素测井原理示意图

如图 9-5，图中 1、2、3 三个层均为注水层，深度校齐后，将测量自然伽玛曲线与同位素曲线叠合，并使其在非目的层段重合，在三个注水层位分别求出这两条曲线的包络面积，采用面积法解释各层的相对吸水量，从而可以确定注入井的分层相对吸水量（吸水剖面）。

3 放射性同位素测井工艺流程

本项目由中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部承担，接收测井委托任务后，南阳项目部根据测井井场具体情况制定测井方案，并向供货方提出放射性同位素测井原料购买需求。由供货方将测井原料运送至南阳项目部，涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装均在南阳项目部已许可的乙级非密封工作场所内进行，分装人员在南阳项目部非密封性放射源配置室将放射性同位素 ^{131}Ba 装入释放器同位素释放仓内，分装后含 ^{131}Ba 的释放器由南阳项目部已取得放射性物品运输资质的专用运源车和运输人员运至泰州测井现场。

泰州现场测井工艺流程如下：

（1）在放射性同位素入场前，建设单位根据具体开展的测井工作制定工作方案并进行现场本底监测，同时划定井口周围 4m 范围为控制区，设置警戒线并在控制区

边界放置“当心电离辐射”警告牌；以井场围墙为边界，控制边界外井场围墙内（或50m）划定为监督区，设置警戒线并在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，若井场场地受限，测井队可根据井场平面布置情况调整监督区边界；对控制区及监督区内无关人员进行清场；

（2）在地面检查测试仪器是否工作正常，从运源车源仓中取出释放器并进行释放器接头组装；

（3）将同位素释放器、谣传、磁定位、伽马组合测井仪、井温压力测井仪及电磁流量测井仪依次拼接，通过绞车及滑道控制测井设备下入井内，深度一般在距地面1500m 以下，通过伽马组合测井仪（包括伽马射线接收器、连接电缆、显示器）测取该井注入同位素之前的地层自然伽马曲线，作为资料解释基线；

（4）释放器及测井仪达到指定位置，经地面系统向释放器发送指令，推开释放器活塞，将放射性同位素 ^{131}Ba 释放进入井内，随水注入并滤积在地层表面；

（5）监测注入同位素后的地层伽马曲线，通过测井仪完成测试工作；

（6）对比分析注入同位素前后的地层伽马曲线，计算有关地层参数，得出有关研究地质情况的地质参数，并出具相关监测结果；

（7）测井结束将释放器提升至井口卸下，由辐射工作人员进行擦拭清理并装入专用密封袋中，测井过程中使用的污染手套、口罩等经放射性废物桶统一收集，由运源车运回南阳项目部暂存 10 个半衰期，经检测满足解控要求后作为一般工业废物处理。

工艺流程及产污环节见图 9-6。

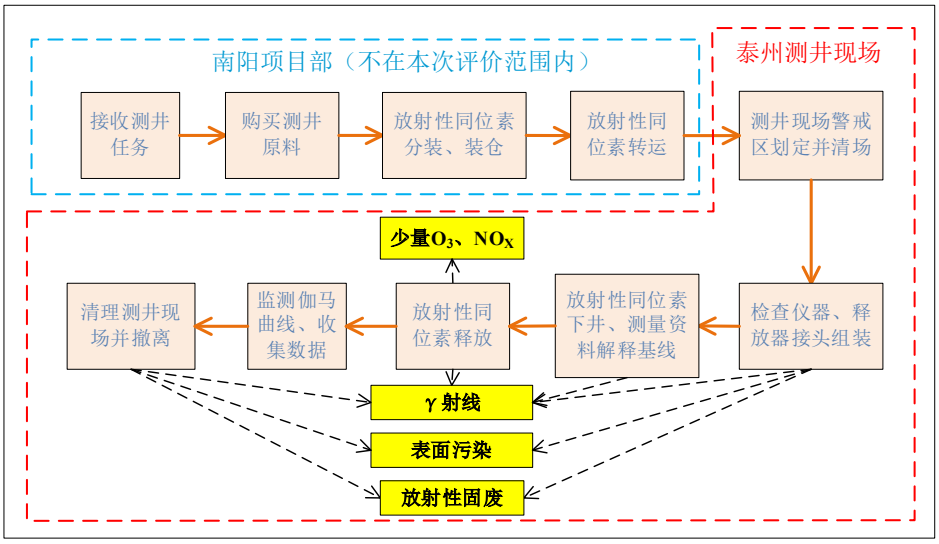

图 9-6 本项目工艺流程及产污环节流程图

4 工作人员配置及工作机制

公司拟调用 1 个放射性测井队，配备 8 名辐射工作人员，其中 2 名人员负责释放器搬运、安装、下井、拆卸工作，4 名人员负责绞车及中舱操作，2 名人员负责现场巡视工作，本项目拟采取一班制工作制。

污染源项描述

1 放射性同位素用量

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部拟在泰州测井现场使用 ^{131}Ba 开展非密封放射源测井。放射性同位素 ^{131}Ba 进行测井时，每口井单次用量约 $3.7\times10^{8}Bq$（10mCi），每天最大测井数量为 2 口，日最大用量为 $7.4\times10^{8}Bq$；同位素示踪测井年最大工作量为 50 口，^{131}Ba 的累计年最大用量为 $1.85\times10^{10}Bq$。

2 放射性污染

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部使用 ^{131}Ba 开展非密封放射源测井，其使用过程中主要产生以下放射性污染：

（1）辐射：放射性同位素 ^{131}Ba 产生 γ 射线，由于 γ 射线具有较强的穿透性，在整个操作过程中将对工作人员产生辐射影响。

（2）表面污染：释放器中的放射性同位素在井下释放完毕后，其表面存在少量的放射性同位素；操作人员在释放器的拆卸与擦拭过程中，其裸露皮肤、工作服和个人防护用品表面也可能沾上放射性同位素。

（3）放射性固体废物：主要来自放射性同位素 ^{131}Ba 测井现场工作后产生的含 ^{131}Ba 污染手套、口罩及空释放器等。

（4）放射性废水：在正常示踪测井工作情况下，地面不产生放射性废水；本项目空释放器不在测井现场进行清洗作业，不产生放射性清洗废水。

（5）地下水影响：放射性同位素测井位于井下 1500m～5000m 深度，对浅层的地下水基本不会产生影响。^{131}Ba 的释放会对深层（油层）地下水产生短时间辐射影响。

3 非放射性污染

放射性同位素 ^{131}Ba 衰变主要产生 γ 射线电离空气产生少量 O_3 和 NO_X。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1 项目工作场所及区域划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

根据《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）中规定：“室外操作放射源时应设置控制区，在控制区边界上设置警戒线和警告标志（或采取警告措施），防止无关人员进入边界以内的操作区域”、“放射源及非密封放射性物质放射性测井现场应设置控制区，控制区边界应设置电离辐射警告标志及警戒线”。

根据《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）要求：控制区边界的周围剂量当量率不应超过 2.5μSv/h。经公式计算（详见环境影响分析章节），距 10mCi^{131}Ba 放射性同位素 4m 处的空气吸收剂量率为 2.148μSv/h。为方便管理，本项目拟将井口为中心周围 4m 范围内划定为控制区，设置警戒线并在控制区边界放置“当心电离辐射”警告牌；以井场围墙为边界，控制边界外井场围墙内（或 50m）划定为监督区，设置警戒线并在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，若井场场地受限，测井队可根据井场平面布置情况调整监督区边界。测井现场平面布局示意图见图 10-1。

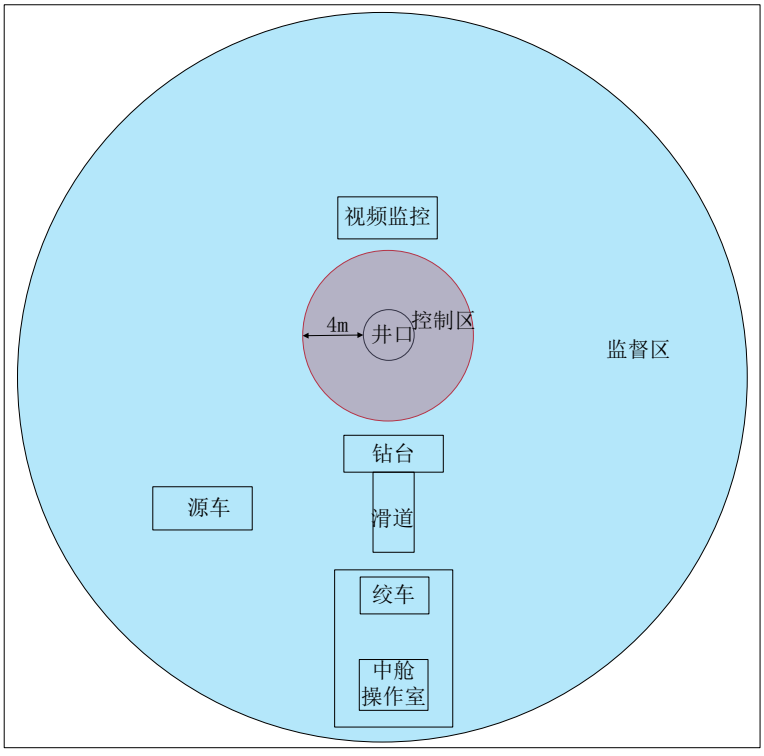

图 10-1 本项目测井现场平面布局示意图

2 储存及分装辐射安全与防护措施

本项目涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装均在公司南阳项目部已许可的乙级非密封工作场所内进行，公司已按照《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）等标准的要求在放射性同位素储存及分装过程中采取相应的措施，包含但不限于以下措施：

（1）贮存及载运放射源及非密封放射性物质的罐（桶）便于搬运和放射源的取出、放入，设置单原单罐且能锁定；源罐的外表面设有放射源编码、核素种类、出厂活度和出厂时间的标签，并印有醒目的电离辐射标志和使用单位的名称。

（2）操作非密封放射性物质前，做好充分准备，熟悉操作程序，核对放射性物质名称、出厂日期、总活度、分装活度，检查仪器设备是否正常，通风是否良好，检查实际活度是否与标示活度一致。

（3）放射性同位素的分装操作均在通风柜内进行，公司为辐射工作人员配备口罩、铅衣、铅眼镜和铅手套等防护用品，操作放射性同位素时辐射工作人员佩戴口罩、铅衣、铅眼镜和铅手套等进行，并尽可能缩短操作时间。

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部在按照《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）等相关标准要求落实了所有辐射安全措施后，放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装辐射安全措施能够满足辐射安全与防护要求。

3 运输辐射安全与防护措施

含放射性同位素 ^{131}Ba 的释放器由南阳项目部已取得放射性物品运输资质的运输车辆和运输人员负责运到泰州测井现场，公司已按照《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求采取相应的措施，包含但不限于以下措施：

（1）公司为本项目配备 1 台专用运源车（豫 R79571），该运源车为测井专用设计，前半部为驾驶舱，后半部配备有源仓，源仓屏蔽大于 20mm 铅当量，实行双人双锁，源仓距驾驶位约 5m；

（2）运源车为专用车辆，不运输与测井无关物品及易燃易爆易腐蚀物品，并随车配备专用灭火器材；

（3）专用运源车运输过程配置 1 名专职驾驶员和 1 名押运员，车辆停靠时由押运员进行值守，运源车醒目位置张贴电离辐射警告标志；

（4）随车配备表面沾污检测仪及环境辐射剂量巡测仪，发车前及停靠后需巡测

车辆外辐射水平，避免屏蔽体破损造成非密封放射性物质撒漏，随车记录应有所运核素种类、出厂活度、出厂时间、装车及卸车时间、装车及卸车检测记录、运输及驻留记录等信息。

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部在采取以上措施后，含放射性同位素 ^{131}Ba 的释放器运输辐射安全措施能够满足辐射安全与防护要求。

4 测井现场辐射安全管理措施

为确保泰州测井现场辐射安全，保障测井工作安全进行，公司拟按照《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）的要求制定辐射安全管理措施：

（1）非密封放射性物质放射性测井现场应设置控制区，控制区边界的周围剂量当量率不应超过 2.5μSv/h。测井现场进行分区管理，以井口为中心，周围 4m 范围内设置为作业控制区，边界设置警戒线，并设置电离辐射警示标志，专人警戒，除测井工作人员外其他无关人员严禁入内。以井场围墙为边界，控制边界外井场围墙内（或50m）划定为监督区，监督区边界设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。

（2）由专人负责放射性同位素台账的管理工作。

（3）本项目测井中释放放射性同位素采用井下释放方式，将装有放射性同位素的释放器随同测井仪一起送入井下一定深度处，由井上控制在井下释放放射性同位素；禁止使用直接向井口倾倒示踪剂的方法。

（4）释放放射性同位素前，必须经过认真检查，确保井口各闸门、井管压力与水流量正常，井管与套管通畅，井口丝堵与防喷盒结构严密后，再按照操作程序释放示踪剂，防止含放射性同位素的井水由井口回喷，污染井场与环境。

（5）测井作业人员在测井安装释放器时，佩戴口罩，站在上风向进行操作，避免吸入 ^{131}Ba 微粒造成内照射。

（6）释放器出井后应置于密封袋中，运回南阳项目部在专用清洗池中清洗，清洗液应作为放射性废液处理。

（7）未用或剩余放射性示踪剂（或连同释放器）以及放射性废物应带回南阳项目部处理。

（8）若装有放射性同位素的释放器未能在井下正常释放，应更换释放器进行重新测井。

（9）现场测井操作人员，必须穿戴符合要求的铅服、口罩和手套等个人防护用

品，并要做到统一保管和处理。为测井队配备个人剂量报警仪、表面沾污检测仪和辐射剂量巡测仪。

（10）测井结束后职业人员离开测井现场前，需对井场及相关区域、职业人员裸露皮肤、工作服和个人防护用品的辐射剂量当量率和表面沾污情况进行监测，确保测井结束后井场、职业人员及其个人防护用品的辐射水平为辐射环境本底值。

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部在采取以上措施后，本项目测井现场的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废的治理

1 放射性固体废物

放射性同位素测井过程中，释放器操作人员佩戴的手套和口罩，可能会受到污染成为放射性固体废物。每口井约产生 0.1kg 的放射性固体废物，本项目累计年最大测井工作量为 50 口，全年最多产生固体放射性废物约 5kg。测井现场配有放射性废物桶，测井过程中使用的含 ^{131}Ba 污染手套、口罩等放射性废物经放射性废物桶统一收集，由公司专用运源车运回南阳项目部，储存 10 个半衰期，经检测满足解控要求后作为一般工业废物处理。空释放器由公司专用运源车运回南阳项目部清洗循环使用。

2 放射性废水

在正常示踪测井工作情况下，地面不产生放射性废水。本项目产生空释放器不在测井现场进行清洗作业，由公司专用运源车运回南阳项目部清洗循环使用，泰州测井现场不产生放射性清洗废水。

3 地下水影响

放射性同位素测井位于井下 1500m～5000m 深度，对浅层的地下水基本不会产生影响。^{131}Ba 的释放会对深层（油层）地下水产生短时间辐射影响。

放射性同位素测井对 1500m 以下的地下水、地下土层及矿藏有暂时性的污染，污染范围一般在几十米的范围内。每次测井放射性同位素的使用量较小（约 $3.7\times10^{8}Bq$），半衰期短（^{131}Ba 半衰期为 11.7d），1500m 以下的受影响介质经过 10 个半衰期后，^{131}Ba 活度为 $3.6\times10^{5}Bq$，处于豁免活度以下（《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）规定核素 ^{131}Ba 豁免活度为 $1.0\times10^{6}Bq$）。可见，放射性同位素测井对地下水环境的影响很小。

4 非放射性污染

放射性同位素 ^{131}Ba 衰变主要产生 γ 射线电离空气产生少量 O_3 和 NO_X。由于测井地点均为开阔的场所，扩散条件较好，臭氧在大气中 50min 内可自动分解为氧气，对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目是在野外进行放射性同位素示踪试验，主要进行释放器与测井仪器连接、释放、拆卸等作业内容，无土建施工过程，建设阶段不会对外环境造成影响。

运行阶段对环境的影响

1 放射性同位素的分装、储存与运输

中石化经纬有限公司华北测控公司拟在泰州测井现场使用^{131}Ba开展非密封放射源测井，放射性同位素^{131}Ba进行测井时，每口井单次用量约3.7×10^{8}Bq（10mCi），每天最大测井数量为2口，日最大用量为7.4×10^{8}Bq；同位素示踪测井年最大工作量为50口，^{131}Ba的累计年最大用量为1.85×10^{10}Bq。

本项目放射性同位素^{131}Ba的使用经事先计算，按需从厂家购买；所需的放射性同位素分装、释放器运输、释放器清洗、放射性废物处置均在中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部已许可场所内进行。

1.1 放射性同位素的分装、储存

中石化经纬有限公司华北测控公司已申领河南省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（辐射安全许可证复印件见附件4），辐射安全许可证的编号为“豫环辐证[06032]，发证日期为2021年08月03日，有效期至2026年08月02日，许可种类和范围为“使用II类、III类、IV类、V类放射源；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，公司已许可在南阳项目部非密封性放射源配置室进行^{131}Ba的使用，南阳项目部具备^{131}Ba的分装条件和暂存能力，本项目不再另行评价。

1.2 放射性同位素的运输

中石化经纬有限公司华北测控公司已于2022年8月3日取得郑州市交通运输局颁发的道路运输经营许可证，豫交运管许可郑字410101025366，有效期至2026年6月26日，许可经营范围为“危险货物运输（1类4项），放射性物品（二类放射性物品），放射性物品（三类放射性物品）”，乙级和丙级非密封源工作场所的安全管理参照II、III类放射源，属于二类放射性物品，公司驾驶员及押运员均取得放射性物品道路运输从业人员资格证件（道路运输经营许可证及从业人员资格证件见附件5）。公司具备二类放射性物品的运输资质，南阳项目部进行同位素释放器的运输可行，本项目不再另行评价。

2 放射性同位素测井过程环境影响分析

根据工程分析，中石化经纬有限公司华北测控公司泰州测井现场整个非密封放射

性同位素测井过程的产污工艺流程包括：释放器搬运、释放器安装、释放器下井以及释放器拆卸。其中释放器下井完成释放后，由于测井位置位于井下1500m～5000m深度，放射性同位素经岩土屏蔽后对地面环境基本无影响，本次评价不考虑。测井结束后需对空释放器进行拆卸，由于放射性同位素均已在井下释放，空释放器仅含有微量放射性同位素，对人员影响较小，本项目主要对释放器搬运、释放器安装及释放器下井过程进行辐射环境影响分析。

在测井现场，释放器搬运、安装、下井、拆卸均由2名操作人员进行，操作人员穿戴防护用品，其他6名辐射工作人员负责绞车操作、数据测量、现场巡视等辅助工作。同时在测井现场设置控制区和监督区，防止其他人员进入测井现场，可有效防止放射性同位素所产生的射线对其他人员的影响。

专用源车每次最多携带8台同位素释放器，每口井仅使用1台同位素释放器，剩余释放器暂存于专用源车源仓内，由驾驶员及押运员负责源车安保工作。放射性同位素^{131}Ba存放于释放器的同位素仓内，本项目将释放器同位素仓按照点源进行考虑。

2.1 释放器搬运、安装和下井过程辐射环境影响分析

（1）测井过程剂量当量率水平预测

参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录I中公式（I.1），推导可得γ放射源点状裸源在参考点处周围剂量当量率计算公式：

$$\dot{H}\mathrm{p}=\frac{A\times\Gamma}{r^2}\times10^{\frac{X}{TVL}} \qquad (11\text{-}1)$$

式中：$\dot{H}_P$——屏蔽体外关注点剂量率控制值，μSv/h；

A——放射源的最大活度，MBq；

Γ——距源1m处的周围剂量当量率常数，单位为μSv·m^2/MBq·h，参考《发射光子的放射性核素各向同性点源的剂量学常数(续II)》（李士骏，辐射防护第20卷第4期），^{131}Ba的周围剂量当量率常数为2.58×10^{1}aSv·m^2；

r——计算点与源的距离，m；

x——屏蔽厚度，mm；

TVL——γ射线的十分之一值层厚度，mm。

由此计算的放射源裸露状态下，放射源周围的辐射剂量水平见表11-1。

表11-1 裸源情况下不同距离处的γ辐射剂量率估算

r距离（m）	辐射剂量率（μSv/h）
	^{131}Ba活度10mCi（3.7×10^{8}Bq）
0.5（操作位）	
1	
1.5	
2	
2.5	
3	
4	
5	
10	
20	
30	
40	
50	

在测井过程中，非密封放射性同位素^{131}Ba均在释放器的同位素仓内暂存，在释放器搬运和安装过程中，职业人员与非密封放射性同位素的距离取0.5m。根据表11-1可见，测井过程中，距离放射性同位素^{131}Ba0.5m处的空气吸收剂量率为137.462μSv/h。

根据《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）要求：控制区边界的周围剂量当量率不应超过2.5μSv/h。本项目拟将井口为中心周围4m范围内划定为控制区；以井场围墙为边界，控制边界外井场围墙内（或50m）划定为监督区，若井场场地受限，测井队可根据井场平面布置情况调整监督区边界。

根据表11-1的计算结果，距10mCi^{131}Ba放射性同位素4m处的空气吸收剂量率为2.148μSv/h，将井口周围4m范围内划定为控制区可以满足《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）中的要求。

3 放射性同位素测井对地下水环境影响分析

放射性同位素测井时位于井下 1500m～5000m 深度，对浅层的地下水基本不会产生影响。^{131}Ba 的释放会对深层（油层）地下水产生短时间辐射影响。

放射性同位素测井对 1500m 以下的地下水、地下土层及矿藏有暂时性的污染，污染范围一般在几十米的范围内。每次测井放射性同位素的使用量较小（约 3.7×10^{8}Bq），半衰期短（^{131}Ba 半衰期为 11.7d），1500m 以下的受影响介质经过 10 个半衰期后，^{131}Ba 活度为 3.6×10^{5}Bq，处于豁免活度以下（《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）规定核素 ^{131}Ba 豁免活度为 1.0×10^{6}Bq）。

可见，放射性同位素测井对地下水环境的影响很小。

4 职业及公众受照剂量评价

4.1 职业人员受照剂量评价

对辐射工作人员和公众的受照辐射年剂量均按下式计算：

$$H=\sum W_R \bullet D \bullet t \bullet T \qquad (11\text{-}2)$$

式中：D：空气吸收剂量率，Gy/h；

$\sum W_R$:辐射权重因数，保守取1；

t:年受照时间，h/a；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子；

H：辐射剂量率，Sv/h。

根据建设单位及行业过往经验，释放器搬运单次操作时间约为 1min，释放器安装操作时间约为 5min，释放器下井操作时间约为 1min，本项目年最大测井数为 50 口，将相关参数带入公式（11-2）计算得到辐射工作人员年受照剂量，计算结果见表 11-2。

表 11-2 测井过程中辐射工作人员受照剂量估算表

操作工序	单次操作时间（min）	年最大测井数（口）	年受照时间（h）	参考点处剂量率（μSv/h）	居留因子	年剂量率（mSv/a）	
释放器搬运							
释放器安装							
释放器下井							

注：1、测井用放射性同位素在搬运和安装过程中，在释放器的同位素仓中暂存，本次评价均以距放射性同位素 0.5m（放射源裸露状态）处剂量率进行计算

2、释放器下井过程中，放射性同位素距离测井工作人员距离随时间推移增大，释放器下井速度约为 6km/h，短时间内即可下井数百米，测量时释放器均位于地面 1500m 以下，本次评价按下井 1min 考虑对人员辐射影响，按 1.5m 处辐射剂量率进行计算

根据表 11-2 计算结果，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为 0.700mSv；能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）及本项目剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）。

4.2 公众受照剂量评价

本项目公众活动区域主要位于监督区外，公众与放射性同位素的距离保守取50m。

表 11-3 测井过程中公众人员受照剂量估算表

操作工序	单次操作时间（min）	年最大测井数（口）	年受照时间（h）	参考点处剂量率（μSv/h）	居留因子	年剂量率（mSv/a）
同位素测井						

根据表 11-3 计算结果，本项目公众人员年有效剂量<0.001mSv；能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）及本项目年剂量约束值要求（公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目的环境风险因子为γ射线，危害因素为射线超剂量照射。该项目使用的放射性同位素 ^{131}Ba 发生事故的主要类型为：

（1）装有放射性同位素 ^{131}Ba 的释放器丢失事故，导致公众超剂量照射；

（2）装有放射性同位素 ^{131}Ba 的释放器在操作过程中的撒漏事故；

（3）含有放射性同位素 ^{131}Ba 的井水由井口回喷，污染井场环境事故；

（4）作业人员违章操作造成大剂量照射事故。

2 辐射事故预防措施

针对以上可能发生的事故风险，中石化经纬有限公司华北测控公司拟采用以下预防措施，以避免辐射事故的发生或尽量减轻辐射事故的后果：

（1）公司应制定严格的放射性同位素管理制度，释放器运抵测井现场后，由运输人员负责监管工作，防止释放器处于无人监控的状态。

（2）释放器在井下无法打开，应更换释放器重新下入井中释放放射性同位素，禁止在井场维修和打开释放器。

（3）释放放射性同位素前，必须认真检查井口各闸门、井管压力与水流量正常，井管与套管通畅，井口丝堵与防喷盒结构严密后，按照常规操作程序释放。

（4）制定并严格执行放射性同位素测井安全操作规程，防止事故发生。

（5）制定放射性同位素事故风险的应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

3 辐射事故处置方法

公司对放射性同位素示踪测井全过程中，对可能发生的事故风险均采取相应的防范措施，避免事故的发生。一旦防范措施失控，立即启动辐射事故风险应急预案。辐射事故风险应急预案主要对事故风险进行迅速有效的处置，分析指出主要辐射危险，并将减少这些辐射危险的方法结合到实际中，以应对突发事件的发生。

（1）释放器丢失应急处理措施

当发现释放器丢失或被盗时，应立即封闭现场，同时在第一时间上报上级主管部门（环保、公安、卫生），分析确定释放器丢失事故的具体时间、原因和同位素的类别，向有关部门提供相关信息；根据有关线索，尽快组织人员协同相关部门并携带相应辐射监测仪器对释放器可能存在的场所进行探测搜寻查找释放器。根据空气吸收剂量率的异常情况，可确定释放器位置，找到释放器后发现释放器打开或损坏，立即将释放器周围划出一定的范围作为控制区，撤离闲杂人员，并由专人看守，严禁闲人进入该区；并采取相应的个人防护措施，对现场进行去污处理，去污处理应按放射性废物有关规定进行处置，处置过程中，随时进行辐射剂量率和表面沾污监测，确保处理后的现场恢复到辐射背景水平。对接触释放器人员，应及时查清接触释放器的具体时间，并进行必要的跟踪体检，查清释放器辐射程度或送到相关医疗机构检查治疗，备案存档。

（2）放射性同位素洒漏应急处理措施

①当发现同位素示踪剂洒漏事故时，立即通知现场作业人员立即撤出，同时标出一定的污染范围，防止非作业人员进入，由专业人员进行清污处理；

②对井场周围进行γ辐射剂量率监测，划出污染范围。采取人工铲除地表污染土壤的办法清除，将清除的污染物装袋等达到清洁解控水平后作为一般工业固体废物处置；

③当皮肤或伤口受到污染时，应立即进行清洗；当眼睛受到污染时，应立即用水冲洗；如果放射性物质有可能吸入体内时，应立即通知医务人员，及时采取促排措施；

④清污人员对源撒漏现场进行必要的清污处置后，脱去表面污染的衣物置于衰变罐内，方可离开；

⑤污染区经去污后，经监测达到清洁解控水平后，方可开放；

⑥对源洒漏事故经过及处理过程详细记录并归档，同时查找事故原因，制定相关制度防止类似事故发生。

（3）含放射性同位素的井水由井口回喷事故应急处理措施

本项目测井过程中放射性示踪剂采用井下释放方式，将装有 ^{131}Ba 放射性同位素的释放器随同测井仪一起送入井下预定位置，由井上控制打开释放器，一般情况下不会发生井水回喷事故，但是由于井口封堵不严或井管压力过大，有时会发生此类事故，对井场周围环境造成污染，但发生概率小。

为了预防此类事故发生，释放放射性示踪剂前，必须认真检查井口各闸门、井管压力与水流量正常，井管与套管通畅，井口丝堵与防喷盒结构严密后，按照常规操作程序释放示踪剂。

一旦发生井水回喷事故，应立即封堵井口，并对井场周围进行γ辐射剂量率监测，划出污染范围。对于小范围污染，可采取人工铲除地标污染土壤（袋装带回贮源库内）的办法清除，对于污染范围较大、人工铲除地表土壤不能彻底清除污染时，将回喷的泥水收集在收集罐内，并对污染区设置围栏和放射性污染警示牌，禁止人员进入，辐射工作人员定时巡检现场，检查围栏及放射性污染警示牌，对周围逗留人员予以警示，待 10 个半衰期后，对污染区进行γ辐射剂量率监测，达到本底水平后方可开放。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用放射性同位素的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。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。

中石化经纬有限公司华北测控公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部现有 3 个放射性测井队，已设有 1 名辐射防护负责人，拟调用 1 个放射性测井队，配备 8 名辐射工作人员专职负责本项目测井工作，本项目泰州测井现场辐射工作人员名单见表 12-1，辐射工作人员均已取得辐射安全培训合格证书（见附件 6），辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

表 12-1 本项目配备辐射工作人员名单

序号	姓名	证书编号
1	陈祥云	ZZUC201901053
2	高志海	ZZUC201909165
3	胡立扬	ZZUC201901088
4	胡跃军	ZZUC201901101
5	邱彦平	ZZUC201901106
6	孙海英	ZZUC201901099
7	王俊斌	ZZUC201901108
8	吴军	2019317223

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用非密封放射性物质的单位要健全操作规程、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、监测方案等，

并有完善的辐射事故应急方案。

中石化经纬有限公司华北测控公司已根据相关标准要求制定一系列辐射安全管理规章制度，包括《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全管理规定》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《放射性废物处置管理规定》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》及《放射性同位素事故应急预案》等。

公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

公司还应针对本项目，对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度完善提出如下建议：

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、测井操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确分装、运输、测井操作过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确辐射工作人员、台帐管理人员、操作人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

辐射防护和安全保卫制度：根据测井操作的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。重点是：①定期检查相关的辐射安全检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保个人剂量报警仪、表面沾污检测仪、辐射剂量巡测仪保持良好工作状态；②辐射工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。

设备检修维护制度：明确辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，辐射剂量巡测仪、个人剂量报警仪、表面沾污检测仪等仪器设备定期检定，确保设备保持良好工作状态。

放射性同位素台账和贮存使用登记制度：建立放射性同位素台帐，重点是对购入的放射性核素的贮存和使用情况进行登记和跟踪记录，由专人负责登记、专人形成台帐、每月核对，确保帐物相符。

辐射工作人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每五年接受一次再培训。

放射性废物管理制度：针对本项目产生的放射性废物，明确收集流程及登记信息，建立放射性固废及废液分类收集、登记管理制度，根据放射性固废及放射性废液的登记制度，规范放射性固废及放射性废液的豁免程序，对满足（解控）豁免要求的放射性固废进行（解控）豁免申请并登记。

监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保辐射安全，公司应制定监测方案，重点是：①配备 1 台表面沾污检测仪及 1 台辐射剂量巡测仪，用于工作场所监测；②辐射工作人员应进行个人剂量监测并建立个人剂量档案；③委托有资质监测单位对本项目辐射工作场所的 γ 辐射空气吸收剂量率进行检测，每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

事故应急预案：依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求建立事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序。当发生事故时，南京所应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

综上所述，中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部在落实上述制度后，能够确保放射性同位素的安全使用，满足国家相关的管理及技术层面要求。

辐射监测

本项目测井现场工作场所属于丙级非密封放射性工作场所，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应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、表面沾污检测仪、环境辐射剂量巡测仪等仪器；用于对辐射工作场所周围的辐射水平进行巡测。

中石化经纬有限公司华北测控公司南阳项目部已配备表面沾污检测仪、环境辐射剂量巡测仪和个人剂量报警仪，本项目拟配备 1 台表面沾污检测仪、1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，用于测井现场日常监测。设备配置情况见表 12-2。

表 12-2 南阳项目部辐射防护设施配备情况

场所	内容	现有数量	本项目泰州测井现场拟配备数量
测井现场	铅衣	24 件	2 件（利旧）
	铅眼镜	22 个	2 个（利旧）
	防护面罩	6 个	1 个（利旧）
	表面沾污检测仪	2 台	1 台（新增）
	环境辐射剂量巡测仪	2 台	1 台（新增）
	个人剂量报警仪	8 台	2 台（利旧）

南阳项目部现有核技术利用项目已委托河南普华检测技术有限公司开展年度环保检测（年度环保检测报告见附件 7），非密封工作场所、源库、运源车等的周围剂量率检测结果均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）及《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）的要求。本项目运行后，公司应每年请有检测资质的单位对泰州测井现场工作场所和周围环境的辐射污染水平进行监测，在开展测井作业时，公司应定期对本项目泰州测井现场井口周围的辐射水平进行监测，并做相关记录。

南阳项目部现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送河南普华检测技术有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2021 年~2022 年 4 个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 8），2021 年 12 月-2022 年 3 月检测报告中郭海明个人累计剂量为 5.99mSv（郭海明负责中子源操作），高于《职业性外照射个人监测规范》（GBZ129-2019）要求的调查水平 5mSv，公司已对其进行调岗，本项目调配 8 名辐射工作人员个人剂量无异常；南阳项目部已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。本项目运行后，公司应认真落实以上个人剂量监测及职业健康体检方案，安排本项目辐射工作人员定期进行个人剂量测量（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）以及职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过 2 年），并妥善保管监测档案。

公司已于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

落实以上措施后，中石化经纬有限公司华北测控公司泰州放射性同位素 ^{131}Ba 测井项目的管理措施能够满足辐射安全的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，中石化经纬有限公司华北测控公司已针对同位素测井可能产生的辐射事故情况制定了事故应急方案，应急方案内容包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）辐射事故分级与应急响应措施；

（4）辐射事故调查、报告和处理程序；

（5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

中石化经纬有限公司华北测控公司已依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，制定了辐射事故应急预案，在预案中明确建立了应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。

公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，中石化经纬有限公司华北测控公司应立即启动本单位的事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目概况

中石化经纬有限公司华北测控公司拟在泰州测井现场使用 ^{131}Ba 开展非密封放射源测井，本项目涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装均在南阳项目部已许可的乙级非密封工作场所内进行，分装后含 ^{131}Ba 的释放器由南阳项目部已取得放射性物品运输资质的运输车辆和运输人员负责运到泰州测井现场。同位素示踪测井每口井单次用量约 $3.7\times10^{8}Bq$（10mCi），每天最大测井数量为 2 口，日最大用量为 $7.4\times10^{8}Bq$；年最大工作量为 50 口，^{131}Ba 的累计年最大用量为 $1.85\times10^{10}Bq$。

1.2 项目分区及布局

中石化经纬有限公司华北测控公司拟将井口为中心周围 4m 范围内划定为控制区，设置警戒线并在控制区边界放置“当心电离辐射”警告牌，控制区边界的周围剂量当量率不应超过 2.5μSv/h；以井场围墙为边界，控制边界外井场围墙内（或 50m）划定为监督区，设置警戒线并在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，若井场场地受限，测井队可根据井场平面布置情况调整监督区边界。

本项目非密封放射性工作场所分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）中有关辐射工作场所的分区规定。本项目测井现场布局及分区基本合理。

1.3 产业政策符合性和实践正当性分析

本项目利用放射性同位素 ^{131}Ba 开展测井工作，对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号），本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家现行产业政策。

本项目的建设将满足的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.3 辐射安全措施

本项目涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装均在南阳项目部已许可的乙级非密封工作场所内进行，分装后含 ^{131}Ba 的释放器由南阳项目部已取得放射性物品运输资

质的运输车辆和运输人员负责运到泰州测井现场，泰州测井现场辐射安全措施如下：

泰州测井现场拟设置控制区及监督区；由专人负责放射性同位素台账的管理工作；测井中释放放射性同位素采用井下释放方式，禁止使用直接向井口倾倒示踪剂的方法；释放放射性同位素前，必须经过认真检查，并按照操作程序释放示踪剂，防止含放射性示踪剂的井水由井口回喷，污染井场与环境；测井作业人员在测井安装释放器时，佩戴口罩，站在上风向进行操作，避免吸入 ^{131}Ba 微粒粉末造成内照射；测井结束后职业人员离开测井现场前，需对井场及相关区域、职业人员裸露皮肤、工作服和个人防护用品的辐射剂量当量率和表面沾污情况进行监测，确保测井结束后井场、职业人员及其个人防护用品的辐射水平为辐射环境本底值。

现场测井操作人员，必须穿戴符合要求的铅服、口罩和手套等个人防护用品，并要做到统一保管和处理。南阳项目部拟为测井队配备个人剂量报警仪、表面沾污检测仪和辐射剂量巡测仪等设备。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.4 辐射安全管理

中石化经纬有限公司华北测控公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司应根据相关法条例及本报告提出的要求补充和完善辐射安全管理制度。公司南阳项目部现有 3 个放射性测井队，已设有 1 名辐射防护负责人，拟调用 1 个放射性测井队，配备 8 名辐射工作人员，辐射工作人员均已取得辐射安全培训合格证书。

公司拟为本项目配备 1 台表面沾污检测仪、1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，用于对项目日常运行时辐射场所周围的辐射水平进行监测；公司还应定期（不少于 1 次/年）请有检测资质的单位对测井现场辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并委托有资质的单位对本项目所有辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

在落实以上辐射安全管理措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2 环境影响分析结论

2.1 保护目标剂量

根据理论分析，本项目在做好辐射安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众

年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的年剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

2.2 三废处理

（1）放射性固体废物

测井现场配有放射性废物桶，测井过程中使用的含 ^{131}Ba 污染手套、口罩等放射性废物经放射性废物桶统一收集，由公司专用运源车运回南阳项目部，储存 10 个半衰期，经检测满足解控标准后作为一般工业废物处置。

（2）放射性废水

在正常示踪测井工作情况下，地面不产生放射性废水。本项目产生空释放器不在测井现场进行清洗作业，由公司专用运源车运回南阳项目部清洗循环使用，泰州测井现场不产生放射性清洗废水。

（3）地下水影响

放射性同位素测井位于井下 1500m～5000m 深度，对浅层的地下水基本不会产生影响。^{131}Ba 的释放会对深层（油层）地下水产生短时间辐射影响。

放射性同位素测井对 1500m 以下的地下水、地下土层及矿藏有暂时性的污染，污染范围一般在几十米的范围内。每次测井放射性同位素的使用量较小（约 $3.7\times10^{8}Bq$），半衰期短（^{131}Ba 半衰期为 11.7d），1500m 以下的受影响介质经过 10 个半衰期后，^{131}Ba 活度为 $3.6\times10^{5}Bq$，处于豁免活度以下（《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）规定核素 ^{131}Ba 豁免活度为 $1.0\times10^{6}Bq$）。可见，放射性同位素测井对地下水环境的影响很小。

（4）非放射性污染

放射性同位素 ^{131}Ba 衰变主要产生 γ 射线电离空气产生少量 O_3 和 NO_X。由于测井地点均为开阔的场所，扩散条件较好，臭氧在大气中 50min 内可自动分解为氧气，对环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，中石化经纬有限公司华北测控公司泰州放射性同位素 ^{131}Ba 测井项目在落实本报告提出的各项辐射安全措施和管理措施后，该单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议与承诺

1、该项目运行后，应严格遵守操作规程，加强对辐射工作人员的培训，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、各项辐射安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3、配备相应的监测仪器，定期对工作现场进行监测；并每年应对放射性同位素 ^{131}Ba 的使用和防护状况进行年度评估，并向发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的评估报告。

4、项目建成后企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定在 3 个月内及时进行自主环境保护验收。

5、企业应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）中“第二十五条 使用放射性同位素的单位需要将放射性同位素转移到外省、自治区、直辖市使用的，应当持许可证复印件向使用地省、自治区、直辖市人民政府生态环境主管部门备案，并接受当地生态环境主管部门的监督管理”的规定办理备案手续。

本项目“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资（万元）
辐射安全管理机构	中石化经纬有限公司华北测控公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求	/
辐射安全和防护措施	**安全措施：** 本项目涉及放射性同位素 ^{131}Ba 的储存、分装均在南阳项目部已许可的乙级非密封工作场所内进行，分装后含 ^{131}Ba 的释放器由南阳项目部已取得放射性物品运输资质的运输车辆和运输人员负责运到泰州测井现场，泰州测井现场辐射安全措施如下： 泰州测井现场拟设置控制区及监督区；由专人负责放射性同位素台账的管理工作；测井中释放放射性同位素采用井下释放方式，禁止使用直接向井口倾倒示踪剂的方法；释放放射性同位素前，必须经过认真检查，并按照操作程序释放示踪剂，防止含放射性示踪剂的井水由井口回喷，污染井场与环境；测井作业人员在测井安装释放器时，佩戴口罩，站在上风向进行操作，避免吸入 ^{131}Ba 微粒粉末造成内照射；测井结束后职业人员离开测井现场前，需对井场及相关区域、职业人员裸露皮肤、工作服和个人防护用品的辐射剂量当量率和表面沾污情况进行监测，确保测井结束后井场、职业人员及其个人防护用品的辐射水平为辐射环境本底值。 现场测井操作人员，必须穿戴符合要求的铅服、口罩和手套等个人防护用品，并要做到统一保管和处理。南阳项目部拟为测井队配备个人剂量报警仪、表面沾污检测仪和辐射剂量巡测仪等设备。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《油气田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）中相关要求	16
	三废处理措施： （1）放射性固体废物 测井现场配有放射性废物桶，测井过程中使用的含 ^{131}Ba 污染手套、口罩等经放射性废物桶统一收集，随测井后空释放器一同由公司专用运源车运回南阳项目部，储存 10 个半衰期，经检测满足解控标准后作为一般工业废物处置。 （2）放射性废水 在正常示踪测井工作情况下，地面不产生放射性废水。本项目产生空释放器不在测井现场进行清洗作业，由公司专用运源车运回南阳项目部清洗循环使用，泰州测井现场不产生放射性清洗废水。 （3）地下水影响 放射性同位素测井位于井下 1500m～5000m 深度，对浅层的地下水基本不会产生影响。^{131}Ba 的释放会对深层（油层）地下水产生短时间辐射影响。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准中相关要求	22

	放射性同位素测井对 1500m 以下的地下水、地下土层及矿藏有暂时性的污染，污染范围一般在几十米的范围内。每次测井放射性同位素的使用量较小（约 3.7×10^{8}Bq），半衰期短（^{131}Ba 半衰期为 11.7d），1500m 以下的受影响介质经过 10 个半衰期后，^{131}Ba 活度为 3.6×10^{5}Bq，处于豁免活度以下（《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBl8871-2002）规定核素 ^{131}Ba 豁免活度为 1.0×10^{6}Bq）。可见，放射性同位素测井对地下水环境的影响很小。 （4）非放射性污染 放射性同位素 ^{131}Ba 衰变主要产生 γ 射线电离空气产生少量 O_3 和 NO_X。由于测井地点均为开阔的场所，扩散条件较好，臭氧在大气中 50min 内可自动分解为氧气，对环境影响较小。		
人员配备	**辐射防护与安全培训和考核：** 公司南阳项目部现有 3 个放射性测井队，已设有 1 名辐射防护负责人，拟调用 1 个放射性测井队，配备 8 名辐射工作人员，辐射工作人员均已取得辐射安全培训合格证书。辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。 **个人剂量监测：** 本项目拟配备的 8 名辐射工作人员已配备个人剂量计，并定期送检，送检周期 3 个月/次，已建立个人剂量档案。 **人员职业健康监护：** 本项目拟配备的 8 名辐射工作人员已定期进行职业健康体检，体检周期为两年，已建立职业健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期投入
监测仪器和防护用品	公司拟为本项目配备 1 台表面沾污检测仪、1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求以及审管部门关于监测仪器配备的要求	2
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求制定一系列辐射安全管理规章制度，包括《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全管理规定》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《放射性废物处置管理规定》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》及《放射性同位素事故应急预案》等。 公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法规条例中相关要求	/

以上措施必须在项目试运行前落实。

表 14 审批

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