

核技术利用建设项目
西安通源正合石油工程有限公司
石油测井核技术利用项目
环境影响报告表

西安通源正合石油工程有限公司

2019年3月

环境保护部监制

仅供西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目公示使用

核技术利用建设项目

西安通源正合石油工程有限公司

石油测井核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：西安通源正合石油工程有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：西安市高新区高新二路 72 号西安软件园唐乐阁 D301 室

邮政编码：710065

联系人：张顺芳

电子邮箱：506425593@qq.com

联系电话：13891894339

表 1 项目基本情况

建设项目名称		西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目					
建设单位		西安通源正合石油工程有限公司					
法人代表	张志坚	联系人	张顺芳	电话	1891894339		
注册地址		西安市高新区高新二路 72 号西安软件园唐乐阁 D301 室					
项目建设地点		陕西省榆林市					
立项审批部门		/		批准文号	/		
建设项目总投资 (万元)		500	环保投资 (万元)	39.4	投资比例	7.88%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	/	
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类	<input type="checkbox"/> II 类	<input type="checkbox"/> III 类	<input type="checkbox"/> IV 类	<input type="checkbox"/> V 类
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用)	<input checked="" type="checkbox"/> II 类	<input type="checkbox"/> III 类	<input checked="" type="checkbox"/> IV 类	<input checked="" type="checkbox"/> V 类
	非密封 放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物				
		<input type="checkbox"/> 销售	/				
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙				
	射线装 置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类				
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类				
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类				
其他	/						
<p>一、项目概述</p> <p>1、建设单位简介</p> <p>西安通源正合石油工程有限公司是西安通源石油科技股份有限公司全资子公司，于 2012 年 1 月 30 日注册成立，公司地址位于陕西省西安市高新区科技二路西安软件园唐乐阁 D 座 301 室，是一家致力于提供石油天然气资源勘探开发中钻井、定向、修井技术服务的企业，业务涵盖石油勘探开发领域相关设备、工具、材料、软件的研发、设计、制造与销售；石油、天然气及煤气层、页岩气、非常规能源技术服务；石油领域相关货物与技术的进出口业务。</p> <p>西安通源正合石油工程有限公司目前拥有 3 部 4000 米钻机、7 部 5000 米钻机设备，可承担国内各油田区域生产井、定向井、水平井的钻井工程技术服务。作业区域主要位于长庆油田、大庆等油田区域。管理人员、项目经理、平台经理、司钻、井队工程师等</p>							

主要岗位人员，主要来源于中石化中原钻井公司和华北油田，具有丰富的钻探经验。截止目前公司掌握了定向钻井、开窗侧钻、密闭取芯和分支定向钻井作业等多种钻井技术。

西安通源正合石油工程有限公司注重队伍建设，强化内部管理，建立健全各项规章制度，完善施工规范标准及 HSE 管理体系，建立了《安全管理制度》、《环境管理制度》、《岗位责任制》等制度，全面推行 HSE 管理。

2、项目由来

密封放射源测井主要应用于石油、煤炭等行业的地球物理测井，通过探测器对中子、 γ 放射源产生的射线与地层、岩层等其他物质散射后中子、 γ 射线强度进行探测，根据射线的强度反映油井的地质构造、孔隙度、岩石密度、含水层的基本情况。

西安通源正合石油工程有限公司为拓展业务，谋求多种行业共同发展，从注册初期的钻井、定向、修井技术服务，拓展到试油、试气、测井等业务，拟在榆林地区开展石油测井核技术利用项目。测井种类包括 γ 测井和中子测井；拟使用的 5 枚密封放射源包括：2 枚 $^{241}\text{Am-Be}$ （II 类和 IV 类）、3 枚 ^{137}Cs （IV 类和 V 类），主要用于放射源测井和测井仪器校验。

为了加强放射源在应用中的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保放射源的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年修订）、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号），西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境保护分类管理名录》（环境保护部令 44 号）及其修改单中“五十、核与辐射”、“191、核技术利用建设项目”中“制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的”，应编制环境影响报告表。本项目使用的 1 枚 $^{241}\text{Am-Be}$ 为 II 类放射源、1 枚 $^{241}\text{Am-Be}$ 为 IV 类放射源、1 枚 ^{137}Cs 为 IV 类放射源、2 枚 ^{137}Cs 为 V 类放射源，应编制环境影响报告表。

西安通源正合石油工程有限公司于 2019 年 1 月委托我公司对其石油测井核技术利用项目进行环境影响评价。接受委托后，我公司组织有关技术人员对该项目进行了实地踏勘、资料收集等工作，按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的基本要求，编制了《西安通源正合石油工程

有限公司石油测井核技术利用项目环境影响报告表》。

由于西安通源正合石油工程有限公司拟购买密封放射源，计划暂存于西安威尔罗根能源科技有限公司密封放射源库中（已签订委托保管协议，见附件 2），密封放射源的运输委托陕西晟境环境科技有限公司承担（已签订委托运输合同，见附件 3），因此西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目中仅开展密封放射源现场测井和测井仪器校验工作。

3、评价单位及资质

西安海蓝环保科技有限公司具备国家乙级环境影响评价资质，持有国家环保部颁发的《建设项目环境影响评价资质证书》，证书编号为国环评证乙字第 3632 号，评价范围：环境影响报告书乙级类别：交通运输，输变电及广电通讯；环境影响报告表类别：一般项目，核与辐射项目。

二、建设项目概况

1、项目名称及位置

(1) 项目名称：西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目

(2) 公司位置：西安市高新区高新二路 72 号西安软件园唐乐阁 D301 室。西安通源正合石油工程有限公司地理位置见图 1-1。

2、项目建设规模

西安通源正合石油工程有限公司拟使用 5 枚密封放射源，在榆林地区开展密封放射源测井业务。放射源种类、数量、活度、用途见表 1-1。

表 1-1 本项目拟使用密封放射源情况一览表

序号	核素名称	放射性活度		放射源类别	放射源数量（枚）	活动种类	用途
		Bq	Ci				
1	$^{241}\text{Am-Be}$	6.66×10^{11}	18	II类	1	使用	测井
2	$^{241}\text{Am-Be}$	1.48×10^5	0.4	IV类	1	使用	中子测井仪校验
3	^{137}Cs	7.1×10^{10}	2	IV类	1	使用	测井
4	^{137}Cs	2.25×10^5	0.000006	V类	1	使用	γ 测井仪校验
5	^{137}Cs	1.295×10^5	0.0000035	V类	1	使用	γ 测井仪校验



图 1-1 西安通源正合石油工程有限公司地理位置

3、主要设备配置及主要技术参数

本项目的主要设备配置情况见表 1-1。

表 1-1 主要设备配置表

序号	名称	数量	用途	备注
1	中子测井仪	1套	承载中子源和探测器	/
2	γ 测井仪	1套	承载 γ 源和探测器	/
3	中子测井校验仪	1个	仪表校验	/
4	γ 测井校验仪	2个	仪表校验	/
5	取源器	2个	存/取放射源	/

4、放射性核素主要技术参数

本项目拟使用的放射性核素技术参数见表 1-3。

表 1-3 放射性核素主要技术参数

核素名称	²⁴¹ Am-Be	¹³⁷ Cs
物理、化学性质	²⁴¹ Am: 熔点 994±4℃, 沸点 2607℃, 密度 11.7g/cm ³ ; 六方形银色白色金属, 有光泽; 溶于稀酸。 Be: 熔点 1278±5℃, 沸点 2970℃, 密度 1.85g/cm ³ ; 在空气中形成保护性氧化层; 不溶于冷水, 微溶于热水, 可溶于稀盐酸; 金属铍对于无氧的金属钠即使在较高的温度下, 也有明显的抗腐蚀性。	呈银白色、质软。化学性质极为活泼, 遇水发生爆炸, 放射性较强。
半衰期	432.6a	30.174a
主要射线类型	²⁴¹ Am-Be 属于 α 放射性中子源, α 发射体为 ²⁴¹ Am, Be 作为靶体。 ²⁴¹ Am 衰变时主要发射能量为 5.486MeV 的 α 粒子和 0.059MeV 的 γ 射线, 其 α 粒子与 Be 作用, 发生(α, n)反应, 产生平均能量 4.5MeV 的中子。	γ 射线最大能量 0.662MeV; β 射线最大能量 1.176MeV

三、产业政策符合性

本项目属于核技术在石油勘探、开采领域内运用, 属于《产业结构调整指导目录(2011 年本)》(2013 年修订)中的“鼓励类”、“核能”中“6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目, 符合国家产业政策。

四、实践正当性

放射性测井作为重要的地球物理探测方法之一, 可以探测地层的孔隙度并辨别其中流体性质以及判断岩石性质, 对保障钻探工作顺利开展起了十分重要的作用。

本项目在进行密封放射源测井过程中对工作人员及周围环境造成一定的辐射影响。建设单位在开展放射源测井过程中对放射源的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施, 并对放射源的安全管理将建立相应的规章制度。因此, 在正确使用和管理放射源的情况下, 可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。西安通源正合石油工程有限公司根据公司业务发展需求, 拟在榆林地区开展密封放射源测井工作, 本项目所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害, 符合辐射防护“实践的正当性”原则。

五、评价目的

- (1) 对该项目整个放射源测井和测井仪器校验过程中的辐射环境影响进行分析, 得出采取的防护措施能否达到防护要求, 环境影响是否可接受的结论;
- (2) 针对该项目运行中对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施, 把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”;
- (3) 为该公司辐射环境保护管理提供科学依据。

表 2 放射源

序号	核素名称	活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式及地点	备注
1	²⁴¹ Am-Be	6.66×10 ¹¹ Bq×1 枚	II类	使用	测井	油(气)井	密封在源罐内, 租用西安威尔罗根能源科技有限公司的源库(靖边)进行暂存, 不进行测井作业时委托其代为保管	/
2	²⁴¹ Am-Be	1.48×10 ¹⁰ Bq×1 枚	IV类	使用	校验	油(气)井	密封在源罐内, 租用西安威尔罗根能源科技有限公司的源库(靖边)进行暂存, 不进行测井作业时委托其代为保管	/
3	¹³⁷ Cs	7.4×10 ¹⁰ Bq×1 枚	IV类	使用	测井	油(气)井	密封在源罐内, 租用西安威尔罗根能源科技有限公司的源库(靖边)进行暂存, 不进行测井作业时委托其代为保管	/
4	¹³⁷ Cs	2.22×10 ⁵ Bq×1 枚	V类	使用	校验	油(气)井	密封在源罐内, 租用西安威尔罗根能源科技有限公司的源库(靖边)进行暂存, 不进行测井作业时委托其代为保管	/
5	¹³⁷ Cs	1.295×10 ⁵ Bq×1 枚	V类	使用	校验	油(气)井	密封在源罐内, 租用西安威尔罗根能源科技有限公司的源库(靖边)进行暂存, 不进行测井作业时委托其代为保管	/

注: 密封源包括放射性中子源, 对其要说明是何种核素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	贮存方式及地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

仅供西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术应用项目公示使用

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型

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、分析仪等用途

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 (mA)	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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
退役放射源	固态	/	/	/	/	/	/	返回放射源生产厂家处置或交由城市放射性废物库处置
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 mg/kg，气态单位为 mg/kg；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、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订），2018 年 12 月 29 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日起实施；</p> <p>(5) 《关于<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》，生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日起实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院 449 号令，2005 年 12 月 1 日起实施；</p> <p>(8) 《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》，环保部第 3 号令；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(10) 《放射性物品运输安全管理条例》，国务院第 562 号令；</p> <p>(11) 《放射性物品运输安全许可管理办法》，环保部 11 号令；</p> <p>(12) 《放射物品道路运输管理规定》，交通运输部令 2010 年第 6 号；</p> <p>(13) 《放射源分类办法》，国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005 年 12 月 23 日；</p> <p>(14) 《放射性物品分类和名录》（试行），国家环境保护总局公告 2010 年第 31 号，2010 年 3 月 4 日；</p> <p>(15) 《关于进一步加强流动放射性同位素和射线装置应用监督管理工作的通知》，陕环函〔2012〕681 号；</p> <p>(16) 《陕西省放射性污染防治条例》，2014 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(17) 《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》，陕环办发〔2018〕29 号。</p>
-------------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(2) 《油(气)田测井用密封型放射源卫生防护标准》(GBZ142-2002);</p> <p>(3) 《石油放射性测井辐射防护安全规程》(SY5131-2008);</p> <p>(4) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);</p> <p>(5) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》(公告 2017 年 第 65 号);</p> <p>(6) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目环境影响评价委托书(附件 1);</p> <p>(2) 放射源委托保管协议(附件 2);</p> <p>(3) 放射源运输服务合同(附件 3);</p> <p>(4) 陕西晟境环境科技有限公司道路运输经营许可证(附件 4)</p> <p>(5) 建设单位提供的其他支持性文件。</p>

仅供西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目公示使用

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目的辐射环境污染为能量流污染，根据其能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的中规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，本项目的测井施工地点周围以荒山或农田为主，一般无实体边界，故确定评价范围为密封放射源测井现场周围 100m 区域。

保护目标

西安通源正合石油工程有限公司目前拥有 1 个测井队，含队员 7 名；环境保护目标主要为西安通源正合石油工程有限公司从事放射性测井作业的人员，测井现场周围活动其他公众人员，其所接受的年附加有效剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求和本次评价提出的剂量约束值。

本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

序号	保护对象	人数	相对方位	距放射源最近距离 (m)	保护内容	剂量约束值
1	测井放射源操作人员	4	/	1~50	年有效剂量	5mSv/a
2	测井队其他工作人员	3	/	>50		0.25mSv/a
3	井场工作人员及公众	临时路过，没有固定人群	/	>50		0.25mSv/a

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关内容

11.4.3.2 剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30% 的范围之内。

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平：

B1.1.1.1 条规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：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（本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业工作人员的年剂量约束限值）

B1.2.1 规定：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv（本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为公众人员的年剂量约束限值）

二、《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002）标准相关内容摘要

3 测井用密封型放射源的放射卫生防护要求

3.1 放射源

放射源应符合 GB4076 和 GB4075 的要求，确保密封性能可靠。放射源的外壳应有放射源编号与放射源核素（包括中子源靶核素）名称或符号，另有放射源的说明资料，其内容至少包括：放射源编号、核素名称、活度、辐射类型、理化特性、所用射线的辐射输出量率(或注量率)及其测量日期、表面沾污与泄漏的检验结果和检验日期等。

3.2 贮存和载运放射源的容器

3.2.1 贮存或载运放射源的罐(桶)(以下简称源罐)应便于搬运和放射源的取出、放入，必须能锁定；源罐的外表面要有源罐编号、核素名称和活度的标签，并按照 GB2894 的规定印有鲜明的电离辐射警示标识和使用单位的名称。

3.2.2 测井用源罐载源时，离源罐表面 5cm 和 1m 处的空气比释动能率不得大于表 1 的控制值。

表 1 测井用源罐载源时源罐表面 5cm 和 1m 处的空气比释动能率控制值

放射源	活度 GBq (Ci)	空气比释动能率 (mGy·h ⁻¹)	
		5cm	1m
²⁴¹ Am-Be	>200 (5)	2	0.1
	≤200 (5)	1	0.05
¹³⁷ Cs	>20 (0.5)	2	0.1
	≤20 (0.5)	1	0.05

3.3 放射源贮存库

3.3.1 放射源贮存库(以下简称源库)应为独立建筑物，四周应设围墙，围墙内不得有人员居住、办公或放置易燃、易爆等其他危险物品。源库应在明显位置设有电离辐射警示标识。

3.3.3 贮存坑防护盖表面空气比释动能率应小于 25μGy/h。源库外空气比释动能率应小于 2.5μGy/h。

3.3.4 贮存大于 200GBq (5Ci) 的中子源和大于 20GBq (0.5Ci) 的 γ 源的源库, 应有机械提升与传送设备。

3.3.5 源库内应有良好的照明和通风, 并有足够的使用面积, 以便于存放与领取放射源。

3.3.6 源库的放射源出入口应有剂量监测装置, 并能给出警示信号, 以提示出入库的源罐中是否具有放射源。

3.3.7 源库必须建立放射源出入库管理制度, 由专人保管, 双人双锁, 建立台帐、登记, 用仪表检测并记录, 定期盘点。

3.4 载运放射源的车辆

3.4.1 供油田测井用载运放射源的车辆 (简称运源车) 应设有固定源罐的装置。使用运源车载运放射源时应采取相应的安全防护措施。未采取足够安全防护措施的运源车 (包括兼运载测井用放射源的兼用运源车), 不得进入人口密集区和在公共停车场停留。

3.4.2 运源车内外的空气比释动能率不得大于表 2 的控制值。

表 2 运源车内外的空气比释动能率控制值

测量位置	运源车空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)	
	专用	兼用
驾驶员座椅	25	20*
车厢外表面	25	200
车厢外 2m 处	2.5	20

注: 在对驾驶员的年个人剂量得到严格控制的情况下, 空气比释动能率可以适当放宽, 但不得超过其 2 倍。

3.5 操作放射源的防护

3.5.1 进行放射源操作时应充分考虑放射源活度、操作距离、操作时间和防护屏蔽等因素, 采取最优化的防护措施, 以保证操作人员所受剂量控制在可以合理做到的尽可能低的水平。

3.5.2 不能徒手操作放射源。无机械化操作时, 根据源的不同活度, 应使用符合下列要求的工具:

a) 大于等于 200GBq (5Ci) 的中子源和大于等于 20GBq (0.5Ci) 的 γ 源, 操作工具柄长不小于 100cm;

b) 小于 200GBq 的中子源和小于 20GBq 的 γ 源, 操作工具柄长不小于 50cm。

3.5.3 放射性测井仪器置于井下的部分 (以下简称井下仪器) 因其中装有放射源, 应

使用柄长度不小于 50cm 的工具擦洗。

3.5.4 井下仪器进出井口时，应使用柄长不小于 100cm 的工具扶持。

3.5.5 进行换放射源外壳、弹簧、密封圈或盘根等特殊操作时，应有专用操作工具和防护屏蔽等设备，防护屏蔽靠人体一侧的空气比释动能率应小于 1mGy/h。

3.6 室外操作放射源时的附加要求

室外操作放射源时，须在空气比释动能率为 2.5 μ Gy/h 处的边界上设置警告标志（或采取警告措施），防止无关人员进入边界以内的操作区域。

5 个人剂量监测

5.1 对使用放射源测井的人员应进行外照射个人剂量常规监测，个人剂量计应能同时满足对 γ 射线和中子剂量监测。中子剂量估算参照附录 B（资料性附录）提供的数据。

5.2 新放射源、新型测井设备或测井新工艺投入测井使用前，须对测井全过程操作人员的累积剂量进行测量或估算，中子剂量估算参照附录 B（资料性附录）提供的数据。

三、《石油放射性测井辐射防护安全规程》（SY 5131-2008）相关内容

4 剂量限值

应对石油放射性测井作业人员的职业照射加以控制，以使其不超过下述限值：

- a) 连续 5 年的年平均有效剂量（但不可以作任何追溯平均）：20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量：50mSv；
- c) 眼晶体的年剂量当量：150mSv；
- d) 四肢（手和脚）或皮肤的年剂量当量：500mSv。

5 调查

5.1 石油放射性测井作业人员的调查水平为 4mSv/a。

5.2 对石油放射性测井作业人员年职业照射剂量达到调查水平以上者，应进行调查。

6 放射工作人员的健康防护要求

6.1 石油放射性测井工作人员的从业条件应符合 GBZ 98-2002 的规定。

6.2 上岗前，应取得当地政府主管部门颁发的培训合格证。

6.3 上岗后，每年~2 年进行一次健康检查，必要时可增加临时性体检。

6.4 职业健康检查出职业禁忌，应进行复查，复查不合格应调离放射工作岗位。

6.5 上岗时应佩戴个人剂量监测牌（卡），剂量监测牌（卡）的送检周期为三个月。

6.6 放射工作人员所在单位应组织开展有关放射防护的职业卫生知识培训。

6.7 放射工作人员所在单位应建立职业健康监护档案。

7 放射源及非密封放射性物质的安全使用要求

7.1 测井用放射源的一般防护要求

7.1.1 测井用放射源应符合 GB4075-2003 中 6.1 的规定。

7.1.2 测井用放射源应具有放射源核素名称、出厂时间和活度、标号、编码，以及相应的泄漏检验与表面污染检测报告。放射源启用后，使用单位应建立使用泄漏与表面检测档案，检测档案随放射源长期保存。

7.1.3 放射源出现意外受损时，应送有资质单位进行检验，确认符合 GB4075-2003 中 6.1 的规定后方可继续启用。

8 使用放射源及脉冲中子源测井的辐射防护

8.2 现场测井作业的辐射防护要求

8.2.1 从事放射源运输、装卸作业的操作人员，应经运输、装卸放射源作业的技能培训。

8.2.2 进行放射源操作时，应设非安全控制区，在醒目位置摆放电离辐射标志。设专人监护，无关人员不得进入。

8.2.3 进行放射源与仪器连接与拆卸时，应采取防止放射源脱落、失控等措施。

8.2.4 测井施工人员应按照辐射防护的时间、距离、屏蔽原则，采取最优化的辐射防护方式，进行装、卸放射源作业，不得徒手接触放射源。

8.2.5 使用带有中子发生器的仪器进行测井作业时，中子发生器断电 20min 后，仪器方能起出井口。

8.2.6 现场运输和施工作业中，应指定专人负责放射源的安全。作业完成后，由指定的专人会同测井队队长共同确认放射源装回运源车。

10 报废及废物处理要求

10.1 退役、报废的放射源应退回生产厂家或上交当地环境保护行政主管部门。

10.2 放射性液体和固体废物应收集在贮存设施内封存，定期上交当地环境保护行政主管部门处理。

10.3 任何单位和个人不应私自处理退役、报废放射源以及放射性废液、废物。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目为密封放射源测井项目，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、水环境、声环境的影响很小。由于本项目不涉及放射源库的建设，且西安通源正合石油工程有限公司开展的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。

根据《2018 年 3 季度陕西省辐射环境质量》，2018 年第 3 季度，陕西省 5 个辐射环境自动监测站（陕西环保大厦、西安市标准型自动站、汉中市基本型自动站、延安市基本型自动站、宝鸡市基本型自动站）空气吸收剂量率连续监测结果排除降雨（雪）等自然因素的影响，未见异常，处于当地天然本底涨落范围内，空气吸收剂量率监测结果为 69.2~96.7nGy/h；2018 年三季度，陕西省 9 个累积剂量监测点位测得的空气吸收剂量率未见异常，处于当地天然本底涨落范围内，累积剂量监测结果为(75.7~118.1)nGy/h。

根据《陕西省环境伽马辐射剂量水平现状研究》1988 年报告（全省室内为 0.087~0.203 μ Gy/h，平均值为 0.130 μ Gy/h，室外为 0.066~0.188 μ Gy/h，平均值为 0.099 μ Gy/h。

可见，本项目拟开展测井区域的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境现状良好。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工作原理

1、放射源测井原理

放射性测井是测量记录反映岩石及其空隙流体和井内介质的核物理性质的参数，研究井剖面岩层性质、寻找石油矿藏等的一类测井方法。本项目涉及使用放射性测井方法包括： γ 测井、中子测井。

(1) γ 测井原理

γ 测井是测量由 γ 源放出并经岩层散射和吸收回到探测器的 γ 射线的强度，用来研究岩层的密度等性质，求得岩层的孔隙度。其原理主要是利用康普顿散射现象，测井时使用的 ^{137}Cs γ 源，它放出的 γ 量子的能量不是很高，所以与岩层主要产生康普顿散射。 γ 射线强度减弱主要和康普顿吸收系数有关，而吸收系数与岩石的体积密度有关，所以通过测量散射 γ 射线的强度就能反应岩层的体积密度。

(2) 中子测井原理

中子是一种不带电荷的中性粒子，因此中子源发射出的中子可以不受周围介质中的原子内部电场的作用，直接打到原子核上，与原子核发生碰撞，从而引发核反应。反应的结果是高能中子损失掉一部分能量，变成了能量小的热中子，热中子因为其能量小，不能再引发核反应，所以在很短的时间内，在中子源周围地层中形成一种处于动态平衡的热中子浓度分布。由于氢对高能中子的减速最明显，所以中子源周围的热中子浓度分布是由该处的氢浓度决定的。氢的含量是由水或油的多少决定的，水或油的多少就是地层孔隙度的直接显示。

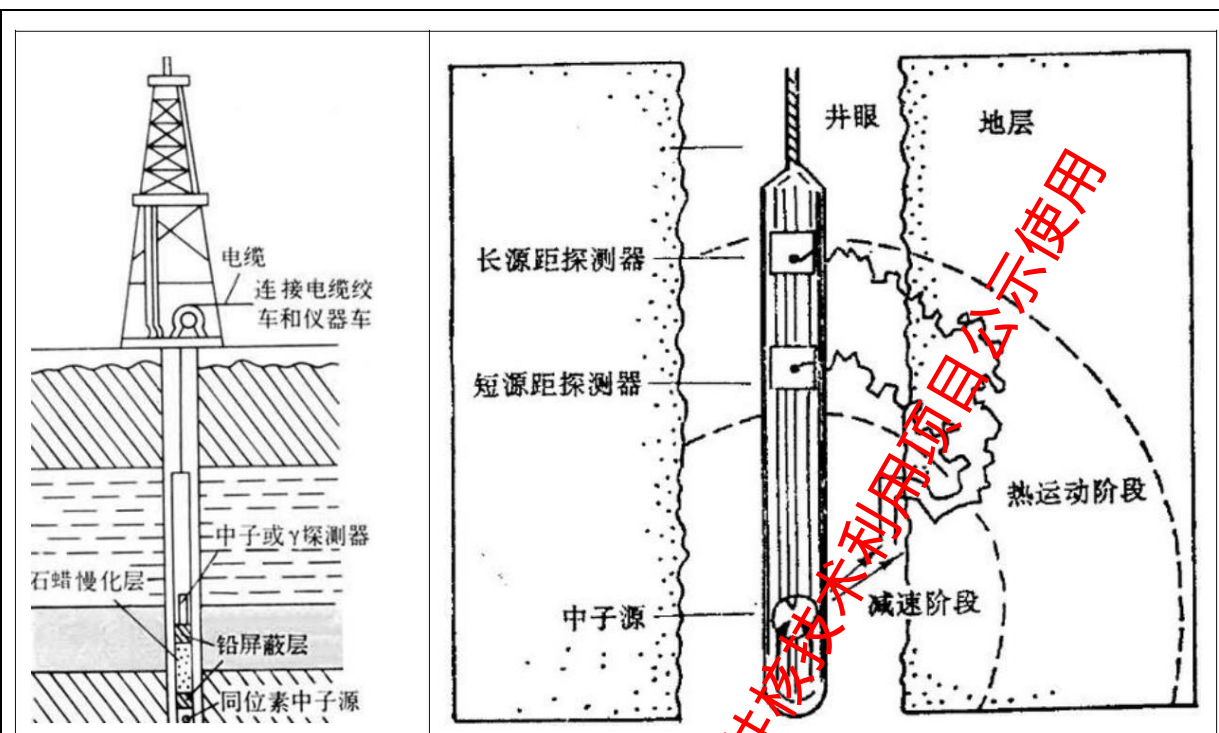


图 9-1 测井原理示意图

2、仪器校验原理

(1) γ 测井仪校验原理

γ 测井仪校验是通过模拟标准地层中孔隙度来测量散射 γ 射线的强度与标准值进行比对得出该仪表的校验因子及误差，所用校验源为 ^{137}Cs 放射源。

(2) 中子测井仪校验原理

补偿中子测井仪校验是通过中子源的中子来进行校验，所用校验源为 $^{241}\text{Am-Be}$ 。当中子源发射的快中子与岩层中各种原子核发生碰撞时，快中子由于变为热中子，岩层中氢原子对快中子的慢化影响最大，探测器计数率的减小就表示中子源与探测器间的含氢物质数量的增加。也就是说探测器计数越小，岩层骨架空隙越大，即地层的空隙读越大，中子校验仪是标准地层中孔隙度的模拟器，工作人员通过将测量结果与标准值比对，得出该测井仪的校验因子及误差。

二、放射源类型

本项目拟使用的 5 枚密封放射源包括：2 枚 $^{241}\text{Am-Be}$ （II 类和 IV 类）、3 枚 ^{137}Cs （IV 类和 V 类），主要用于放射源测井和测井仪器校验。

(1) $^{241}\text{Am-Be}$ 密封中子源

$^{241}\text{Am-Be}$ 中子源由氧化镅（ AmO_2 ）和金属铍粉末混合压制而成，三层不锈钢封装，

内二层氩弧焊，外层等离子焊（结构如图 9-2）。

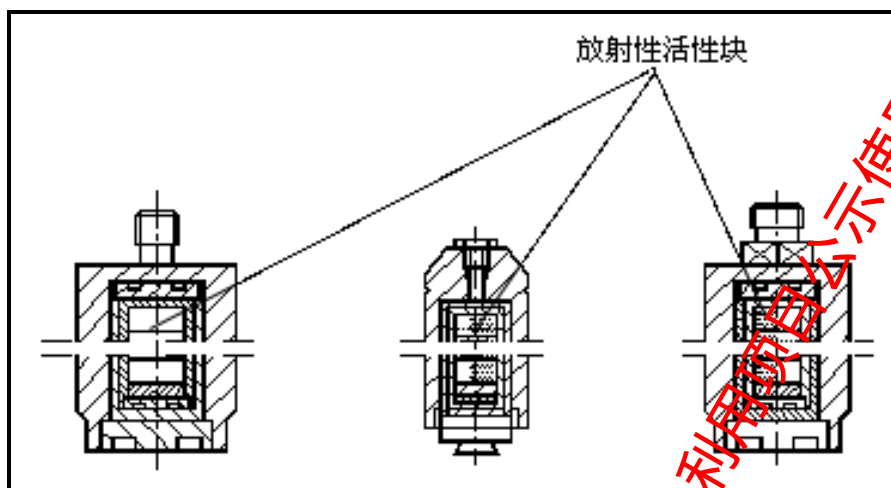
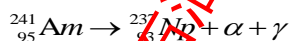
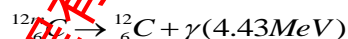
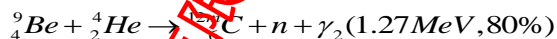
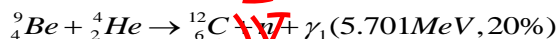


图 9-2 ^{241}Am -Be 测井中子源结构示意图

^{241}Am -Be 属于 α 放射性中子源。 α 发射体为 ^{241}Am ，Be 作为靶体。 ^{241}Am 衰变产生 α 粒子， α 粒子与 ^9_4Be 原子核发生核反应，产生足够的能量而使中子发射出来。核反应式如下：



$T_{1/2}=433\text{a}$, $E_{\alpha 1}=5.486\text{MeV}(86\%)$, $E_{\alpha 2}=5.443\text{MeV}(12.7\%)$, $E_{\gamma}=59.78\text{keV}$ 。



$E_n=1\sim 11\text{MeV}$ ，平均 5MeV ，产率 $2.7\times 10^6\text{n/s Ci}$ 。

$n:\gamma=1:1$ ；距源 1m 处的 γ 照射量约为 1mR/h 。

(2) ^{137}Cs 密封 γ 源

^{137}Cs 半衰期为 30.174a ，衰变类型为 β 衰变(能量分别为 $0.52\text{MeV}(92\%)$ 和 $1.18\text{MeV}(8\%)$)。 ^{137}Cs 衰变后生成 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ ，其半衰期很短，仅为 2.55min ，放出 γ 射线，能量为 0.662MeV ， ^{137}Cs 衰变示意图见图 9-3。

^{137}Cs 源是将 CsCl_2 交换在沸石粉上，加釉粉混合，经 600°C 烧结成陶瓷体，外加不锈钢双层外壳。

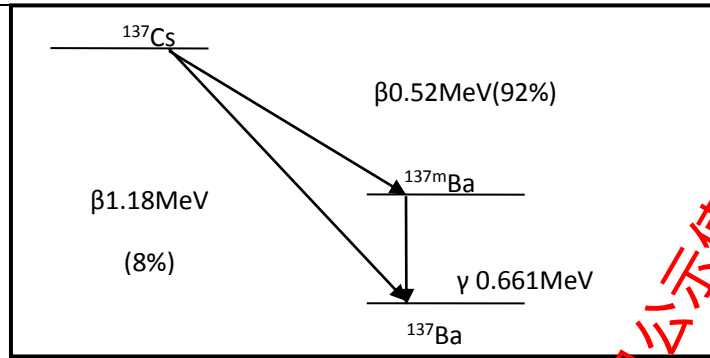


图 9-3 ^{137}Cs 衰变纲图

三、密封放射源测井工艺流程

本项目不设置放射源库，租用西安威尔罗根能源科技有限公司源库暂存测井和校验用密封放射源，委托其代为保管；放射源的运输也委托陕西晟境环境科技有限公司开展，因此本项目不涉及放射源的贮存和输运过程，只涉及密封放射源现场测井的内容。

1、测井工艺流程

(1) 建设单位接收测井委托任务后，先要根据测井井场具体布置情况制定测井方案，同时环评要求：建设单位需指定专人负责测井现场的辐射防护工作并制定测井现场辐射防护方案和应急预案。

(2) 完成测井方案后，建设单位联系陕西晟境环境科技有限公司运输人员开展放射源运输工作；陕西晟境环境科技有限公司运输队与放射源源库管理人员进行测井用密封放射源出库交接，并做好交接记录。放射源的暂存安全责任由西安威尔罗根能源科技有限公司负责；运输安全责任由陕西晟境环境科技有限公司负责。

(3) 在放射源入场前，建设单位根据测井方案划定控制区范围，并设立相应的安全标识，并对控制区内无关人员进行清场。

(4) 放射源入场后，由专人进行源罐表面剂量检测并进行放射源的台账记录工作，核对放射源信息。

(5) 为保障测井数据质量，测井单位将对测井仪进行校验，降低数据误差；由专人从运源车的储源柜中取出校验源，装入校验仪中进行仪器校验。

其中 γ 测井仪校验流程包括：① 仪器稳定测量；② 测井周围环境本地监测；③ 源从保护壳装入仪器；④ 仪器加压及稳定；⑤ 对校验块测量记录数据。补偿中子测井仪校验流程包括：① 将含源仪器段放入仪器架水箱；② 校验记录数据。

(6) 完成测井仪校验后，由专人将校验源从校验仪中取出，送回运源车的储源柜中

存放。

(7) 在开展测井仪的装源工作前，将先在井口加装井口盖，防止源落入井口，然后辐射工作人员采用长度不小于 1m 的取源器对准运源车的储源柜提取放射源并在原地迅速转入测井仪中，并通过扭力扳手上紧。

(6) 装源完成后，测井仪和放射源一起通过绞线连接降入 1000m~5000m 的井口中，下井后辐射工作人员进入仪器车观测测井数据，一般测井周期为 20h。在整个测井过程中，安排专人进行轮班监控。

(7) 完成测井后，吊起测井仪，仍通过取源器将放射源转入源罐中，并再次进行源罐表面剂量检测，确保放射源收回源罐内并安全后，送回运源车的储源柜内存放。

(8) 完成测井后，西安通源正合石油工程有限公司测井队负责人与陕西晟境环境科技有限公司运输队负责人进行测井用密封放射源的交接，并做好交接记录；测井用密封放射源通过陕西晟境环境科技有限公司运输队转入源库内。

放射源测井工艺流程见图 9-4。

2、测井工作条件

在整个测井过程中，辐射工作人员严禁徒手取源，且始终与放射源保持在大于 1m 的距离，在测井过程中不存在 2 枚及以上数量的放射源同时使用的情况，同时在测井现场至少有 2 名辐射工作人员同时在场（其中 1 名为操作人员，1 名为警戒人员）。

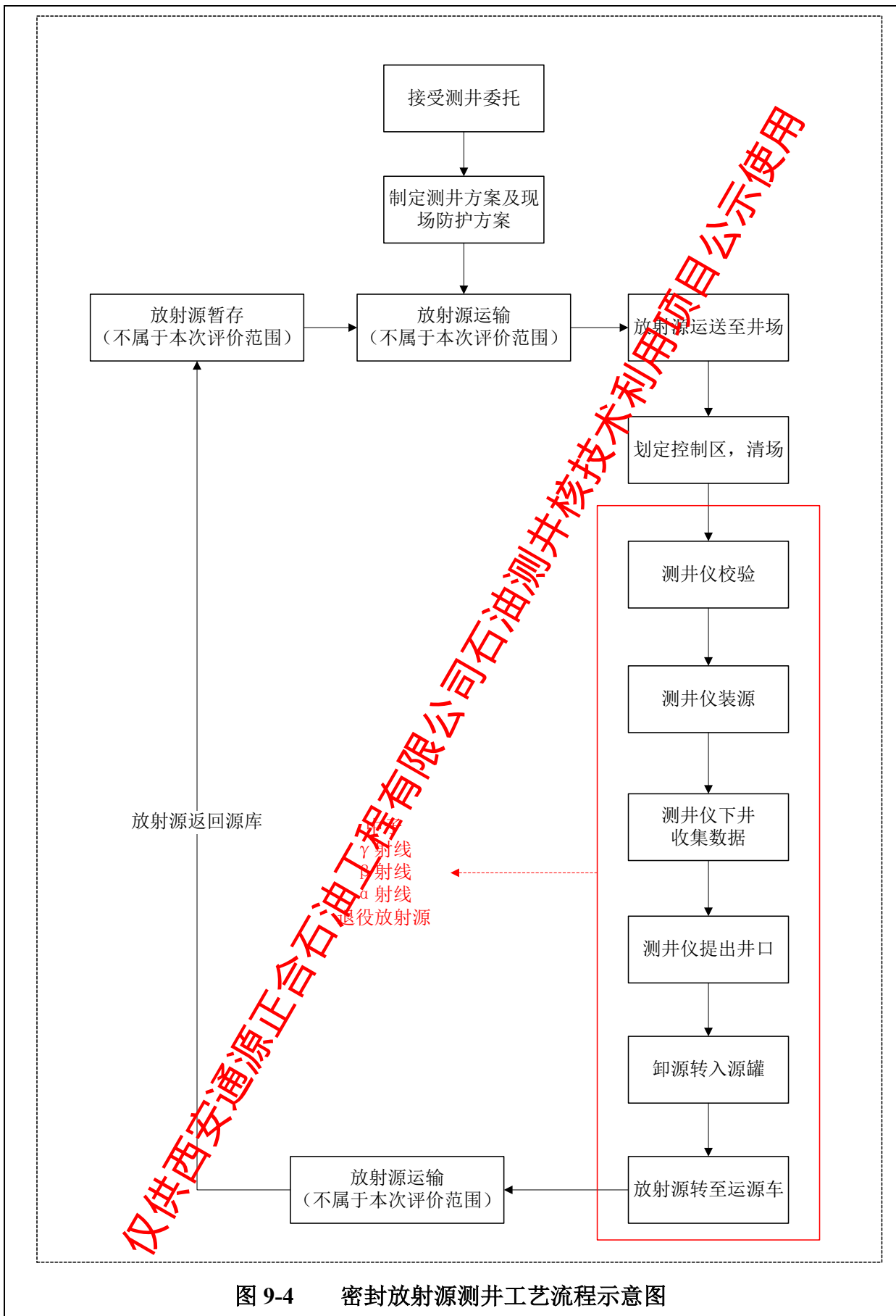


图 9-4 密封放射源测井工艺流程示意图

污染源项描述

1、电离辐射

根据本项目所使用的放射源，本项目产生的电离辐射包括：中子、 γ 射线、 β 射线、 α 射线。

$^{241}\text{Am-Be}$ 中子源： ^{241}Am 衰变时产生最大能量为 5.486MeV 的 α 粒子和最大能量为 0.059MeV 的 γ 射线，其中 α 粒子轰击靶材铍而发生核反应 (α, n) 产生能量为 4.5MeV 的中子。

② ^{137}Cs 放射源：衰变产生最大能量为 0.661MeV 的 γ 射线及最大能量为 0.19MeV 的 β 粒子。

由于 α 、 β 粒子很容易被屏蔽，该中子源和 γ 源用不锈钢包壳进行密封，已能将 α 、 β 粒子屏蔽，所以评价中不考虑 α 、 β 粒子影响，主要污染因子为中子和 γ 射线。

二、废气

γ 射线穿过屏蔽物（储罐），空气会电离产生 O_3 和 NO_x 。由于本项目使用放射源的场地较为开阔，且在测井过程中与空气接触时间较短，因此其 O_3 和 NO_x 产生量较小，本次评价不考虑。

三、固体废物

本项目产生的固体废物主要为放射源退役时产生废旧放射源。

根据《放射性废物管理规定》（GB14500-2002），放射性废弃物是指来自实践或干预的、预期不会再利用的废弃物（不管其物理形态如何），它含有放射性物质或被放射性物质污染，并且其活度或活度浓度大于审管部门规定的清洁解控水平。废旧放射源应进行安全处置。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）的要求：“生产、进口放射源的单位销售 I 类、II 类、III 类放射源给其他单位使用的，应当与使用放射源的单位签订废旧放射源返回协议”。本项目拟使用 II 类、IV 类、V 类密封放射源，其退役时产生废旧放射源。评价要求建设单位在新购置放射源时与厂家签订废旧放射源返回协议（尤其是 II 类放射源）；确实无法交回生产单位的，送交城市放射性废物库。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、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。本次环评中根据国际放射防护委员会第 103 号出版物对控制区和监督区的定义:

控制区: 在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散, 以及在一定程度上预防或限制潜在照射, 要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

监督区: 未被确定为控制区、通常不需采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

《油(气)田测井用密封型放射源卫生防护标准》(GBZ142-2002): “室外操作放射源时, 须在空气比释动能率为 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 处的边界上设置警告标志(或采取警告措施), 防止无关人员进入边界以内的操作区域”。经公式计算(详见环境影响分析章节), 距放射源 50m 处空气比释动能率为 $2.29\mu\text{Gy/h}$, 小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$; 为方便管理, 本次评价以放射源为中心周围 50m 范围内划定为控制区。

二、辐射安全防护措施

1、放射源固有安全性

(1) 放射源的结构

① $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源:

中子测井源由源头、密封源和密封圈三部分组成。密封源源芯为 AmO_2 和铍粉按一定比例充分混合后压制成具有一定强度的柱状活性体, 再经高温烧结后形成的陶瓷体。这种源芯稳定性好, 即时源壳破损也不会对环境造成严重污染。将源芯封焊在由三层特种不锈钢制的源壳中, 其中两层为氩弧焊封焊, 即构成了拥有高抗压性能的密封源。密封源放置于耐压壳内, 耐压壳采用无焊接螺纹封闭, 通过 O 型密封圈密封, 并有安全环防止螺纹松动。其结构满足《油(气)田测井用密封型放射源卫生防护标准》(GBZ142-2002) 和《放射性物质运输安全运输规程》(GB11806-2004)。其结构和实物如图 10-1 所。

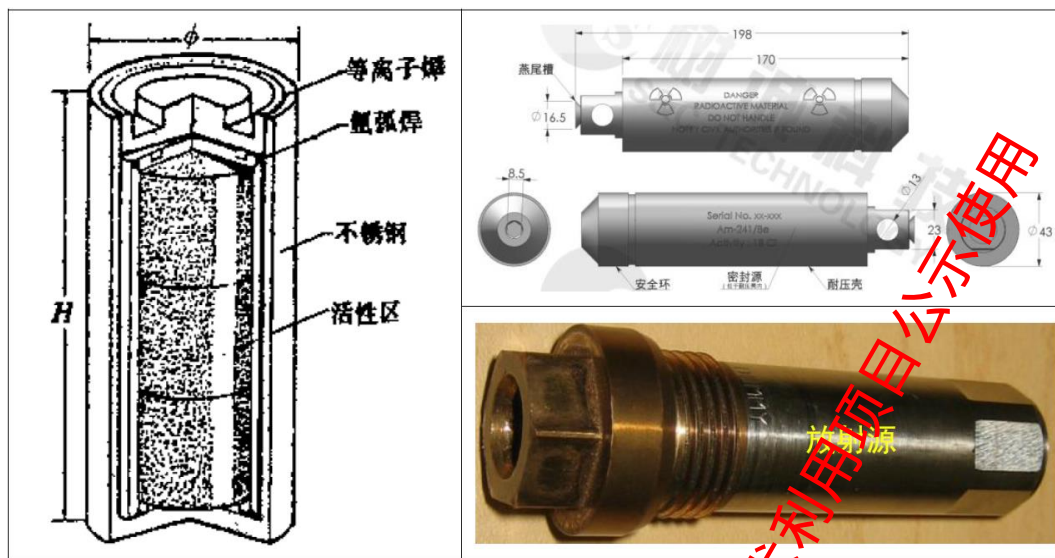


图 10-1 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 中子源结构图

② ^{137}Cs 放射源:

^{137}Cs 测井源由耐压壳、密封源和屏蔽块三部分组成。密封源的源芯为陶瓷体（铯榴石），这种化合物具有耐高温和在水中铯的浸出率低等特点。将源芯封焊在由三层特殊不锈钢制的源壳中，即构成具有高抗性能的密封源，源屏蔽块有高密度钨合金制成，通过紧配合固定于耐压壳内，已降低背散率。将密封源置于耐压壳中，再上紧通过螺纹连接的带有密封圈的耐压壳堵头并上安全卡圈，即构成 γ 测井源。其结构满足《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002）和《放射性物质运输安全运输规程》（GB11806-2004）。其结构和实物如图 10-2 所示。

(2) 放射源的储存方式

本项目使用的测井放射源具有固定的储存容器，其源罐表面剂量应满足《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002）中表 1 的相关规定。

西安通源正合石油工程有限公司与西安威尔罗根能源科技有限公司签订放射源暂存协议，将放射源存放在该公司的密封放射源库内。

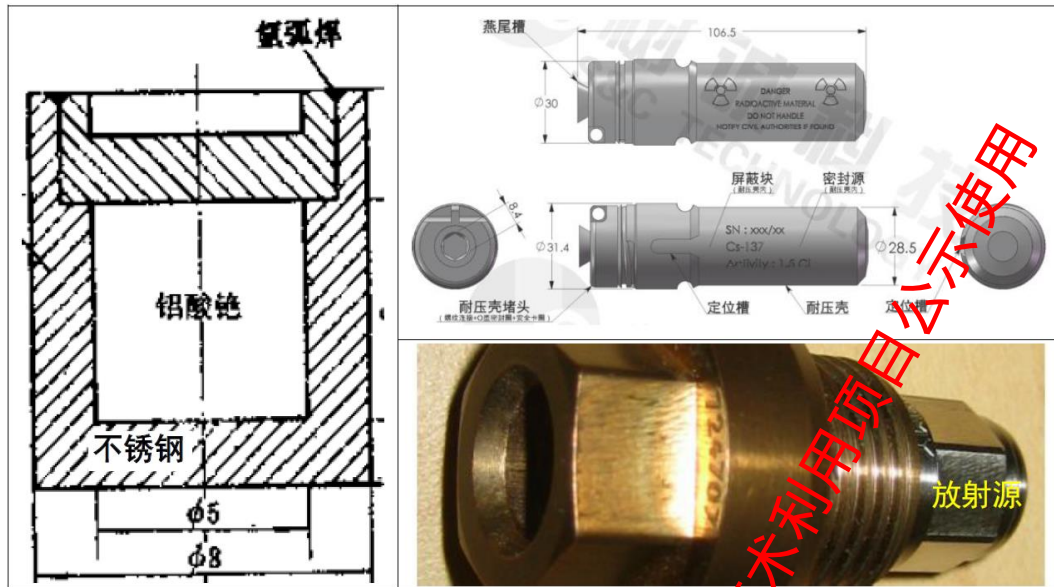


图 10-2 ^{137}Cs 中子源结构图

(3) 放射源的运输

根据《放射性物品运输安全管理条例》、《放射性物品运输安全许可管理办法》以及《放射性物品道路运输管理规定》的相关要求，西安通源正合石油工程有限公司使用的 II 类放射源属于二类放射性物品，IV、V 类放射源属于三类放射性物品。西安通源正合石油工程有限公司已委托陕西晟境环境科技有限公司运送本项目拟使用的密封放射源。陕西晟境环境科技有限公司道路运输经营许可范围含二类放射性物品，满足本项目测井用密封放射源的运输要求。

2、测井现场放射源的安全管理

(1) 放射源运抵测井现场，将车辆放置在井场控制区适当位置，并设置工作区域警戒线，线高约 1m；在控制区边界放置“当心电离辐射”警告牌。

(2) 测井队负责人应使用检测仪器检查放射源。确认放射源在车上后，与陕西晟境环境科技有限公司运输队及放射源押运人员办理放射源交接手续。

(3) 运源车安排专人 24h 看管，并在运源车四周设置警示标志，防止被盗和无关人员接近。

(4) 实行双人双锁制，放射源储源柜和运源车分别加锁管理。

(5) 放射源的存/取由专人进行台账管理。

(6) 校验源在完成校验后送回运源车的储源柜中存放。

(7) 待测井完毕，放射源装入源罐，用检测仪器检查源罐和测井现场，确保所有

放射源均装入源罐、无遗漏后，将放射源装上载源车，与陕西晟境环境科技有限公司运输队及放射源押运人员办理放射源交接手续。

3、放射源落井防范措施

- (1) 在开展测井仪的装源工作前，将先在井口加装井口盖，防止源落入井口。
- (2) 放射源装入测井仪器源室后，必须锁紧源室盖螺栓，防止放射源脱落掉入井中。

4、操作放射源的辐射防护措施

(1) 进行放射源操作时，应充分考虑放射源活度、操作距离、操作时间和防护屏蔽等因素，采取最优化的防护措施，以保证操作人员所受剂量控制在可以合理做到的尽可能低的水平。

(2) 本项目为测井队放射性工作人员配备了个人防护用品，包括：辐射防护服、个人剂量计、个人剂量报警仪等。操作放射源时必须佩戴上述个人防护用品。

(3) 不得徒手操作放射源。无机械化操作时，使用长度不小于 1m 的取源器操作放射源。

5、放射源现场的“六防”措施

本项目的放射源的储存为租用西安威尔罗根能源科技有限公司源库，委托其代为保管，不涉及新建放射源库；同时放射源的转运委托陕西晟境环境科技有限公司开展业务。因此本项目不涉及放射源储存和运输过程的的安防措施。

本项目主要考虑测井现场的暂存和使用过程中的安防措施，具体措施见表 10-2。

表 10-2 放射源管理“六防”措施表

序号	措施类别	对应措施
1	防火	测井现场需配备干粉灭火器，同时源罐需远离易燃、易爆物品
2	防水	放射源在测井现场暂存，需尽量远离地表水体，同时做好现场的防雨、防潮措施
3	防盗防抢和防破坏	① 放射源在测井现场采用储源柜进行暂存，该储源柜实行双人双锁，并安排专人进行 24h 看守，且放射源的存/取由专人进行台账管理； ② 放射源暂存不得与易燃、易爆和易腐蚀等其他危险物品同时存放； ③ 放射源储存容器进行了专门设计，满足《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002），放射源和源罐不易被破坏。
4	防泄漏	① 测井现场配备中子检测仪和 γ 检测仪，在每次存放放射源时需进行监测，防止射线泄漏； ② 每个源罐和放射源均应按编码对应，可防止放射源因存放错误出现射线泄漏； ③ 放射源的源罐屏蔽要求《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002），其源罐的表面空气比释动能率满足相应限值要求。

5、其他辐射安全防护措施

(1) 对辐射工作人员进行专业培训，熟练上源的操作技巧，尽量缩短放射源的裸源时间，减少不必要的照射，同时为尽量减轻负荷，减少取源操作的时间。

(2) 每个测井小组人员要求至少辐射工作人员 2 人，其中操作人员 1 名，警戒人员 1 名，可轮换工作。进入现场的辐射工作人员必须配备个人剂量报警器和个人剂量计，并穿戴个人防护用品。

(3) 放射源退役必须向辐射环境保护主管部门提出申请，并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求处置：II 类密封放射源与生产厂家签订退役放射源回收处置协议，IV 类和 V 类放射源可交有资质单位代为处置。

(4) 制定辐射环境事故应急预案。

4、异地作业备案

到外省、自治区、直辖市进行测井作业时，公司应当于活动实施前填写“放射性同位素异地使用备案表”，先向使用地省级环境保护主管部门备案后，到陕西省生态环境厅备案。异地使用活动结束后，使用单位应在放射源转移出使用地后 20 日内，先后向使用地、移出地省级环境保护主管部门注销备案。

5、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出了要求，详见表 10-3 和表 10-4，评价要求，建设单位应按照文件要求进行标准化建设。

表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容		管理要求
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作
		年初工作计划和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容
		明确辐射安全管理部和岗位的辐射安全职责
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责
		建立辐射环境安全管理档案
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录

续表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容	管理要求
直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常
	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗
	了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理
机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案
	建立监测环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序

表 10-4 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（四）

辐射安全防护措施部分（工业测井类）摘要

项目	具体要求
密封放射源测井	放射源 源外壳应标有核素名称或符号；2004年以后生产的放射源源外壳还应有放射源编码
	贮源或载运容器 源罐应便于搬运和放射源的取出、放入，必须能锁定 源罐外表面应有标注源罐编号、核素名称和活度的标签，并印有电离辐射警示标志和使用单位的名称
	测井现场 设置电离辐射警示标志（或采取警告措施），防止无关人员进入操作区域 根据源的不同活度，配备符合要求的工具，不得徒手操作放射源 现场检测情况及结果记录
监测设备及个人防护用品	X-γ剂量率监测仪、中子剂量当量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅衣等

三废的治理

一、废气

本项目测井地点周围为较开阔的场所，扩散条件较好，中子、 γ 射线电离空气产生少量 O_3 和 NO_x 会迅速扩散，经自然分解和稀释后，对周围环境及工作人员不会产生明显影响。

二、固体废物

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）的要求：“生产、进口放射源的单位销售 I 类、II 类、III 类放射源给其他单位使用的，应当与使用放射源的单位签订废旧放射源返回协议”。建设单位应在新购置放射源时与厂家签订废旧放射源返回协议（尤其是 II 类放射源），若本项目所使用的密封放射源计划退役或停止使用，则由厂家回收；确实无法交回生产单位的，送交城市放射性废物库。

仅供西安通源正合石油工程有限公司石油测井技术利用项目公示使用

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密封放射源测井业务，无建设阶段环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

1、测井过程辐射环境影响分析

根据工程分析，整个测井过程的产污工艺流程包括：取源、校验、上源、测井、卸源和存源。其中放射源下井后，由于测井位置位于井内1000m~5000m深度，放射源经岩土屏蔽后影响较小，本次评价不考虑。本次只综合分析存取源、校验、上源和卸源过程中的辐射环境影响。

(1) 校验过程环境影响分析

根据测井规范，每次测井前、后必须用校验源（¹³⁷Cs活度为1.295×10⁵Bq~2.22×10⁵Bq，²⁴¹Am-Be活度为1.48×10¹⁰Bq）对测井仪器进行校验，每次校验耗时约5min。在校验过程中，放射源处于屏蔽状态，该过程对校验测井仪工作人员的影响见表11-1；且测井仪器校验在测井现场的测井车上进行，而井场所处位置相对偏僻，在测井时，测井工作场所周围无公众活动，故校验过程对环境的影响很小。

(2) 在取源和上源、卸源和存源过程环境影响分析

在测井现场，放射源取源和上源、卸源和存源由专业人员进行。在放射源取源和上源、卸源和存源过程中，操作人员穿戴防护用品，利用工具进行放射源的操作，放射源取源和上源、卸源和存源对测井工作人员的影响见表11-1；同时在测井现场设置控制区，防止其他人员进入测井现场，可有效防止放射源所产生的射线对其他人员的影响。

(3) 测井过程剂量当量率水平分析

在校验、取源和上源、卸源和存源的过程中，评价按裸源进行考虑，根据《辐射防护导论》（原子能出版社，方杰著），²⁴¹Am-Be测井源和¹³⁷Cs测井源裸源状态的剂量当量指数率按下式进行计算：

① ²⁴¹Am-Be中子源剂量当量估算

$$H_I = \frac{\delta}{4\pi r^2} f_{H_r, n} \dots\dots\dots \text{(式11-1)}$$

式中：H_I——中子剂量当量指数率，Sv/s；

δ ——中子源中子发射率， s^{-1} ； $\delta=Ay$ ， A 为中子源活度， Bq ， y 为中子产额， $^{241}Am-Be$ 中子源为 $54.1 \times 10^{-6} s^{-1} Bq^{-1}$ （查《辐射防护导论》中表5.1）；

r ——参考点距中子源的距离， m ；

$f_{H, n}$ ——中子的剂量当量指数因子， $Sv m^2$ ，取 $39.5 \times 10^{-15} Sv m^2$ 。

$^{241}Am-Be$ 中子源既产生中子又产生 γ 射线，根据《辐射防护手册》第三册：“镅-铍源的外照射剂量当量，中子和 γ 射线的贡献大约各占一半”。

② ^{137}Cs 辐射剂量当量估算

γ 射线：距点源其他距离处的 γ 有效剂量率可按照以下公式计算：

$$\dot{X}_r = \dot{X}_1 / r^2 \dots\dots\dots (式11-2)$$

$$\dot{D} = 8.73 \times 10^{-3} \dot{X}_r \dots\dots\dots (式11-3)$$

$$H = \sum W_R \dot{D} \dots\dots\dots (式11-4)$$

式中： \dot{X}_r ——距放射源 r m 处的照射量率， R/h ；

\dot{X}_1 ——距放射源 $1m$ 处的照射量率， R/h ；

对于 ^{137}Cs 放射 γ 源， $\dot{X}_1 = A\Gamma$ 。其中 A 为放射源的放射性活度（ Ci ）， Γ 为放射性核素的照射量率常数， ^{137}Cs 照射量率常数取 $0.328 R m^2/h Ci$ 。

r ——计算点与源的距离， m ；

\dot{D} —— γ 辐射空气吸收剂量率， Gy/h 。

$\sum W_R$ ——辐射权重因子， γ 射线取为1；

H —— γ 辐射剂量当量指数率， Sv/h 。

由此计算的裸源状态下，放射源周围的剂量水平见表11-1。

表 11-1 放射源源裸露情况下剂量当量指数率水平计算结果一览表

预测点距源距离 (m)	剂量当量率 (mSv/h)			
	$^{241}Am-Be$ 测井源	^{137}Cs 测井源	$^{241}Am-Be$ 校验源	^{137}Cs 校验源
0	9.07E+00	6.36E+01	2.01E-01	1.91E-04
0.5 (校验工作人员操作位)	3.26E+00	2.29E+01	7.25E-02	6.87E-05
1 (测井工作人员操作位)	8.16E-01	5.73E+00	1.81E-02	1.72E-05
5	3.26E-02	2.29E-01	7.25E-04	6.87E-07
10	8.16E-03	5.73E-02	1.81E-04	1.72E-07
15	3.63E-03	2.55E-02	8.06E-05	7.64E-08

续表 11-1 放射源源裸露情况下剂量当量指数率水平计算结果一览表

预测点距源距离 (m)	剂量当量率 (mSv/h)			
	²⁴¹ Am-Be 测井源	¹³⁷ Cs 测井源	²⁴¹ Am-Be 校验源	¹³⁷ Cs 校验源
20	2.04E-03	1.43E-02	4.53E-05	4.80E-08
25	1.31E-03	9.16E-03	2.90E-05	2.75E-08
30	9.07E-04	6.36E-03	2.01E-05	1.91E-08
35	6.66E-04	4.68E-03	1.48E-05	1.40E-08
40	5.10E-04	3.58E-03	1.13E-05	1.07E-08
45	4.03E-04	2.83E-03	8.95E-06	8.48E-09
50	3.26E-04	2.29E-03	7.25E-06	6.87E-09
60	2.27E-04	1.59E-03	5.04E-06	4.77E-09
70	1.67E-04	1.17E-03	3.76E-06	3.51E-09
80	1.27E-04	8.95E-04	2.83E-06	2.68E-09
90	1.01E-04	7.07E-04	2.24E-06	2.12E-09
100	8.16E-05	5.73E-04	1.81E-06	1.72E-09

在上源和卸源过程，辐射工作人员距离放射源的距离为1m。根据表11-1，当进行²⁴¹Am-Be中子源测井时上源和卸源位置处剂量当量指数率水平为0.816mSv/h；当进行¹³⁷Cs放射 γ 源测井时上源和卸源位置处剂量当量指数率水平为5.73mSv/h。

《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002）：“室外操作放射源时，须在空气比释动能率为2.5 μ Gy/h处的边界上设置警告标志（或采取警告措施），防止无关人员进入边界以内的操作区域”，根据表11-3的计算结果，距放射源50m处空气比释动能率为2.29 μ Gy/h，可满足上述要求。为方便管理，本次评价以放射源为中心周围50m范围内划定为控制区。

2、个人剂量估算

根据建设单位提供资料，该公司目前有1个测井队，单个测井队每年测井数量大约为20口，每个测井队7人。本次评价以测井队7名队员中仅1组职业人员（每组2人）进行放射源操作考虑；以距离放射源1m距离为职业人员（操作人员）居留位置，居留因子取1，以距离放射源50m为公众人员（主要是测井队其他工作人员）居留位置，居留因子取1，经计算职业人员及公众年受照射剂量当量见表11-2~表11-3。

表 11-2 中子测井过程职业及公众受照射剂量估算表

操作工序	单次操作时间 (min)	年受照射时间 (min)	职业人员居留位置剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	公众居留位置剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	职业人员年受照射剂量 (mSv/a)	公众年受照射剂量 (mSv/a)
校验	5	100	72.5	0.00725	0.030	1.21E-05
测井	取源	1	816	0.326	0.068	1.09E-04
	上源	0.5	816	0.326	0.034	5.43E-05
	卸源	0.5	816	0.326	0.034	5.43E-05
	存源	1	816	0.326	0.068	1.09E-04
合计					0.234	3.38E-04

表 11-3 γ 测井过程职业及公众受照射剂量估算表

操作工序	单次操作时间 (min)	年受照射时间 (min)	职业人员居留位置剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	公众居留位置剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	职业人员年受照射剂量 (mSv/a)	公众年受照射剂量 (mSv/a)
校验	5	100	6.87E-05	6.87E-09	2.86E-08	1.15E-11
测井	取源	1	5730	2.29	0.478	7.63E-04
	上源	0.5	5730	2.29	0.239	3.82E-04
	卸源	0.5	5730	2.29	0.239	3.82E-04
	存源	1	5730	2.29	0.478	7.63E-04
合计					1.433	2.29E-03

本次评价考虑测井队进行测井作业时，分别使用 $^{241}\text{Am-Be}$ 和 ^{137}Cs 对测井仪器进行校验；分别使用 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源和 ^{137}Cs 放射 γ 源进行测井工作。故在测井过程中，职业人员受照射剂量最大值1.667mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本次环评提出的年管理剂量约束值（5mSv/a），公众受照射剂量最大值为2.628 $\mu\text{Sv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本次环评提出的年管理剂量约束值（0.25mSv/a）。综上所述本项目在整个测井过程中对辐射环境影响较小。

二、大气环境影响分析

γ 射线穿过屏蔽物（储罐），空气会电离产生 O_3 和 NO_x 。由于本项目使用放射源的场地较为开阔，且在测井过程中与空气接触时间较短，因此其 O_3 和 NO_x 产生量较小，对大气环境造成的影响较小。

三、固体废物

本项目使用 II 类、IV 类、V 类密封放射源，其退役时产生废旧放射源。评价要求建设单位在新购置放射源时与厂家签订废旧放射源返回协议（尤其是 II 类放射源）；确实无法交回生产单位的，送交城市放射性废物库。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-4。

表 11-4 辐射事故等级划分表

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

二、辐射事故识别

本项目的环境风险因子为中子、 γ 射线，危害因素为射线超剂量照射。根据分析，本项目可能发生的辐射事故包括：

- (1) 因辐射工作人员操作不当，在上源和卸源过程中放射源从取源器跌落，从而增加放射源操作时间，对操作人员产生额外照射；
- (2) 现场测井时，公众误入控制区内，受到超剂量照射；
- (3) 卸源过程，放射源因井下压力作用出现卡源事故；
- (4) 由于工作人员疏忽、失职及管理人员管理不当，造成放射源丢失、被盗；
- (5) 测井现场因火灾或局部压力作用，源罐屏蔽失效，造成裸源事故；
- (6) 放射源因未上紧，在下井过程中受外力作用跌入井内。

放射源的最大潜在危害及环境风险因子及事故等级见表 11-5。

表 11-5 放射源的最大潜在危害及环境风险因子及事故等级

项目	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	受影响人员	危害结果	事故等级
²⁴¹ Am-Be II类放射源	中子、 γ 射线	放射源丢失、被盗、失控	公众、职业人员	造成职业人员、公众超剂量照射	重大辐射事故
²⁴¹ Am-Be、 ¹³⁷ Cs IV类放射源	中子、 γ 射线	放射源丢失、被盗、失控	公众、职业人员	造成职业人员、公众超剂量照射	一般辐射事故
¹³⁷ Cs V类放射源	γ 射线	放射源丢失、被盗、失控	公众、职业人员	造成职业人员、公众超剂量照射	一般辐射事故

三、辐射事故影响分析

1、放射源丢失、被盗辐射事故影响分析

根据类比监测本项目源罐外表面最大剂量当量率为 0.378mSv/h，经计算如果事故持续发生 2.65h，将造成公众受到超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 1mSv/a 剂量限值。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）本项目 II 类放射源丢失、被盗为重大辐射事故，IV 类、V 类放射源丢失、被盗为一般辐射事故。

2、放射源失控裸源事故影响分析

根据式 11-1~11-3，裸源状态下剂量当量率计算结果见表 11-6。

表 11-6 放射源源裸露情况下剂量当量率水平计算结果一览表

预测点 距源距 离 (m)	剂量当量率 (μ Sv/h)				
	²⁴¹ Am-Be II 类 放射源 (活度 6.66×10^{11} Bq)	²⁴¹ Am-Be IV 类 放射源 (活度 1.48×10^{10} Bq)	¹³⁷ Cs IV 类放 射源 (活度 7.4×10^{10} Bq)	¹³⁷ Cs V 类放 射源 (活度 2.22×10^5 Bq)	¹³⁷ Cs V 类放射 源 (活度 1.295×10^5 Bq)
0.3	9065.024	201.445	63632.000	0.190896	0.111356
0.5	3263.408	72.520	22907.520	0.068723	0.040088
1	815.852	18.130	5726.880	0.017181	0.010022
5	32.634	0.725	229.075	0.004295	0.002506
10	8.159	0.181	57.269	0.001909	0.001114
15	3.626	0.081	25.453	0.001074	0.000626
20	2.040	0.045	14.317	0.000687	0.000401
25	1.305	0.029	9.163	0.000172	0.000100
30	0.907	0.020	6.363	0.000076	0.000045
35	0.666	0.015	4.675	0.000043	0.000025
40	0.510	0.011	3.579	0.000027	0.000016
45	0.443	0.009	2.828	0.000019	0.000011
50	0.326	0.007	2.291	0.000014	0.000008
60	0.270	0.006	1.893	0.000011	0.000006
70	0.227	0.005	1.591	0.000008	0.000005
80	0.167	0.004	1.169	0.000007	0.000004
90	0.127	0.003	0.895	0.000006	0.000003
100	0.101	0.002	0.707	0.000005	0.000003

根据《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002）：“室外操作放射源时，须在空气比释动能率为 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 处的边界上设置警告标志（或采取警告措施），防止无关人员进入边界以内的操作区域”。本次评价将剂量当量率超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的位置划定为影响范围，根据表 11-6， $^{241}\text{Am-Be}$ II 类源影响范围为 15m， $^{241}\text{Am-Be}$ IV 类源影响范围为 3m； ^{137}Cs IV 类源影响范围为 50m， ^{137}Cs V 类源影响范围为 1m。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）本项目 II 类放射源失控为重大辐射事故，IV 类、V 类放射源失控为一般辐射事故。

四、事故应急及防范措施

对于可能发生的各项辐射事故，本次评价提出以下防范措施，详见表 11-7。

表 11-7 辐射风险防范措施表

序号	可能发生的事故	应急防范措施
1	因辐射工作人员操作不当，在上源和卸源过程中放射源从取源器跌落，造成人员误照射	①制定《密封放射源测井操作规程》； ②对辐射工作人员进行岗前培训，熟悉并熟练现场操作流程和规程； ③现场出现放射源跌落情况，应立即采用长柄夹夹取放射源送回源罐中，严禁工作人员徒手拾取放射源
2	现场测井时，公众误入控制区内，受到超剂量照射	测井之前需做好现场公示和公众告知工作，测井时严格划定控制区范围，并做好标识和人员清场工作，安全专人对边界范围进行巡视
3	卸源过程，放射源因井下压力作用出现卡源事故	在卸源过程中如果出现卡源，应立即采用应急护盾将测井仪的含源部位进行局部屏蔽，等待专人进行应急处理
4	由于工作人员疏忽、失职及管理人员管理不当，造成放射源丢失、被盗	①所有辐射工作人员和管理人员均需参加陕西省环境保护厅组织的辐射安全与防护培训班学习和考核，并取得合格证书；建设单位需定期对工作人员进行再培训，并安排专门管理人员做好监督工作； ②安排专人做好放射源的台账管理工作，所有放射源必须在校对正确信息后才能被取出或存入； ③如果出现放射源丢失、被盗，立即启动应急预案，并上报环境保护主管部门。
5	测井现场因火灾或局部压力作用，源罐屏蔽失效，造成裸源事故	①定期对源罐进行检修，防止源罐出现破损； ②在每次存取放射源过程中，需对源罐表面剂量进行监测，发现射线泄漏应立即将放射源转入备用源罐中； ③放射源在测井现场的暂存过程中，严禁与易燃、易爆和易腐蚀等危险物品一起存放。
6	放射源未上紧，在下井过程中受外力作用跌入井内	如果出现放射源跌入井内情况，需将该井口填埋并进行永久封闭，并做好标识，同时需防止二次开发造成辐射事故

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射安全与环境保护管理机构

西安通源正合石油工程有限公司应成立以公司主要领导为组长，项目负责人为成员的辐射安全防护领导机构，负责公司日常辐射安全监管和协调工作，并安排专业人员兼职负责该公司辐射安全工作。

二、管理机构主要责任人职责

1、管理机构负责人职责

- (1) 加强放射源安全使用的领导和防护管理，保证职工的安全与健康。
- (2) 负责贯彻督促有关使用部门执行劳动防护及各项规章制度。
- (3) 在安全、计划、布置、检查工作，对放射源或作为重要部位，重点布置、检查，确保放射源使用安全。
- (4) 布置安排放射工作人员进行业务及安全技术知识培训。
- (5) 责成有关部门抓好安全保卫工作，管理好放射源，严防丢失或被盗。

2、测井组长岗位职责

(1) 组织、带领测井组人员完成所在部门领导安排的所在井区或项目（部）的每口钻井的测井任务，测井任务包括野外测井数据采集、测井资料处理及测井资料解释，如果需要参与设计或报告编制工作。

(2) 测井组长是测井安全、质量主要责任人。负责对测井组成员进行安全、质量培训，提高成员的安全、质量意识，将安全第一、质量至上原则贯彻到每个成员与每个测井工作环节。

(3) 组织、带领测井组人员定期、及时对测井仪器、设备进行保养与简单维修，发现问题及时解决，保障仪器、设备始终处于正常状态。如遇到自己无法维修问题时，负责与仪器厂家取得联系并经请示批准后进行维修。

(4) 野外测井结束后，负责对野外测井资料进行检查与验收，发现问题及时在现场解决。

(5) 负责对测井资料的处理、解释。

辐射安全管理规章制度

本项目进行密封放射源测井活动，根据相关法律法规要求，西安通源正合石油工程有限公司应制定以下辐射环境管理规章制度：《放射源管理规定》、《辐射人员岗位职责》、《辐射人员培训制度》、《放射性工作人员的健康管理》、《现场装卸放射源操作细则》、《辐射场所监测制度》、《辐射事故应急预案》等规章制度。

西安通源正合石油工程有限公司需在取得《辐射安全许可证》，且通过项目竣工环境保护验收合格后方可正式进行测井工作，测井过程中应严格按照规章制度执行，按照监测计划对辐射环境进行监测，编制年度辐射安全与环境管理评估报告。

辐射监测

一、辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的相关规定，本项目监测内容包括：个人剂量监测、工作场所监测。

1、监测仪器

按照相关要求西安通源正合石油工程有限公司应为每个从事放射性的测井分队配备 1 台 X-γ 剂量率检测仪和 1 台中子剂量当量率仪；每个放射性工作人员都配备有个人剂量计，配备铅背心（铅衣）等个人防护用品。

2、监测计划

根据西安通源正合石油工程有限公司测井作业特点，制定辐射环境监测计划。个人剂量监测和工作场所监测的监测内容、监测点位布设及监测频次见表 12-1。

表 12-1 辐射环境监测计划表

序号	监测点位	监测内容	监测频次
1	测井现场巡测	X-γ 剂量当量率、中子剂量当量率	放射源上源、卸源前、后各监测 1 次
2	源罐表面 5cm、1m 处	X-γ 剂量当量率、中子剂量当量率	每次取源前和存源后各监测 1 次，每年由有资质单位监测 1 次
3	放射性工作人员个人剂量	累积剂量	每 3 个月送有资质监测机构监测 1 次
4	测井现场使用安全防护设施和电离辐射警示标志	完好性及数量	每月 1 次

公司应严格执行此监测计划，并保存监测记录。

环评要求：项目投运后，需保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计；加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到定期送检，专人专戴；建立了放射性工作人员个人剂量档案，定期组织放射性工作人员体检，建立有放射工作人员个人健康档案。

3、质量保证

- (1) 制定监测仪表使用、校验管理制度；
- (2) 所用监测仪器应经过计量部门检定，并确保仪器在有效期内使用，建立监测仪检定档案；
- (3) 监测必须采用国家颁布的标准方法或推荐方法；
- (4) 制定辐射环境监测管理制度。

二、环保投资估算

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》中的相关规定，并根据项目实际情况，本项目环保设施（措施）要求及投资估算见表 12-2。

本项目总投资 500 万元，环保投资 39.4 万元，占总投资的 7.88%。

表 12-2 项目环保投资估算表

类别	环保设施/措施	数量	投资金额（万元）	备注
防护设施	中子源源罐	1 个	5	/
	γ 源源罐	1 个	5	/
	储源柜（双人双锁）	1 个	/	运源车配套
	取源器	2 个	0.5	/
	辐射防护服	2 套	1.0	/
	大功率喊话器	1 个	0.1	/
	个人剂量报警仪	4 个	0.4	/
	安全警戒线	2 盘	0.1	/
监测	警示标志	若干	0.5	/
	中子剂量当量率仪	1 台	10	/
	X、γ 剂量率检测仪	1 台	5	/
应急设备	个人剂量计	与人员配套	0.7	/
	应急护盾	2 个	6	/
人员培训	应急长柄荚	1 个	0.1	/
	辐射工作人员上岗培训及应急培训	/	5	/
合计			39.4	/

三、竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	防护措施	验收效果和环境预期目标
1	辐射安全与环境管理领导机构和辐射事故应急领导组织	设立了以公司主管领导为组长相关科室负责人参加的辐射安全与环境管理领导小组	成立辐射安全与环境保护管理小组，负责整个公司辐射安全与环境管理工作
2	辐射环境监测	放射性工作场所及其周围环境进行监测，保存监测记录	掌握辐射环境状况，监测工作场所放射性污染以及放射源所处状态，避免相关人员受到不必要的辐射
3	工作场所设立电离辐射警示标志	测井现场区域边界设置警戒线以及电离辐射警示标志	防止无关人员进入边界以内的操作区域
4	监测仪器	每个测井队均应配备相应的监测仪器（含中子剂量当量率仪、X-γ 剂量率检测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪）	掌握辐射环境状况，避免相关人员受到不必要的辐射
5	建立健全规章制度	应制定：《放射源管理规定》、《辐射人员岗位职责》、《辐射人员培训制度》、《放射性工作人员的健康管理》、《现场装卸放射源操作细则》、《辐射场所监测制度》、《辐射事故应急预案》等规章制度	保证辐射安全与环境管理体系有效运行
6	个人剂量档案和健康档案	进行放射源操作时按要求佩戴个人剂量计，每个季度送有资质监测机构监测 1 次；并建立个人剂量档案和健康档案	确保相关人员安全：工作人员年有效剂量低于 5mSv，公众年有效剂量低于 0.25mSv
7	个人防护用品	测井队放射源操作人员应配备防护服、取源器等个人防护用品	确保相关人员安全，减少其接受剂量
8	放射性工作人员资质	放射性工作人员均应有辐射安全与防护培训证书	确保放射性工作人员素质

评价要求，建设单位应按照《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）要求进行标准化建设。

辐射事故应急

本项目密封放射源测井活动，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，结合单位的实际情况和对事故工况的分析，西安通源正合石油工程有限公司须建立相应辐射事故应急预案，包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急；
- (3) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

发生辐射事故时，西安通源正合石油工程有限公司应当立即启动本公司的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府环境保护主管部门报告；还应当同时向当地人民政府、公安部门和卫生主管部门报告。

仅供西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术应用项目公示使用

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

西安通源正合石油工程有限公司拟使用 5 枚密封放射源，在榆林地区开展放射源测井业务，拟使用 II 类密封源 1 枚，IV 类密封源 2 枚，V 类密封源 2 枚，共计使用 5 枚密封放射源。

本项目总投资 500 万元，其中环保投资 39.4 万元，占总投资 7.88%。

2、实践正当性结论

西安通源正合石油工程有限公司在榆林地区开展密封放射源测井工作是为了从事石油勘探和开发，所带来的利益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)中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

4、辐射安全与防护分析结论

据预测，距放射源 50m 处空气比释动能率为 $2.29\mu\text{Gy/h}$ ，小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，本次评价以放射源为中心周围 50m 范围内划定为控制区。

针对测井的实际特点，本项目主要采取时间防护和距离防护，同时放射源现场的“六防”措施； $^{241}\text{Am-Be}$ 中子测井源由源壳、密封源和密封圈三部分组成， ^{137}Cs 测井源由耐压壳、密封源和屏蔽块三部分组成，其密封放射源结构满足《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》(GBZ142-2002)和《放射性物质运输安全运输规程》(GB11806-2004)。

5、环境影响分析结论

(1) 测井过程辐射水平

在上源和卸源过程，辐射工作人员距离放射源的距离为 1m。当进行 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源测井时上源和卸源位置处剂量当量指数率水平为 0.0816mSv/h ；当进行 ^{137}Cs 放射 γ 源测井时上源和卸源位置处剂量当量指数率水平为 5.73mSv/h 。根据《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》(GBZ142-2002)：“室外操作放射源时，须在空气比释动能率为 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 处的边界上设置警告标志（或采取警告措施），防止无关人员进入边界以内的操作区域”，本次评价以放射源为中心周围 50m 范围内划定为控制区。

(2) 个人剂量估算

测井时，职业人员受照射剂量最大值为 1.667mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本次环评提出的年管理剂量约束值（5mSv/a）；公众受照射剂量最大值为 2.628 μ Sv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本次环评提出的年管理剂量约束值（0.25mSv/a），可见本项目在整个测井过程中对辐射环境影响较小。

6、环境影响可行性结论

西安通源正合石油工程有限公司为拓展业务，拟在榆林地区开展石油测井核技术应用项目，符合辐射防护实践的正当性要求，项目建设的目的是可行的。公司对该项目采取了辐射防护措施，使辐射影响达到了尽可能低的水平。

西安通源正合石油工程有限公司只要严格执行国家相关法律法规和标准要求，建立健全各项规章制度，严格操作规程，加强运行管理。切实落实本报告表中提出辐射安全防护措施和建议，本项目对工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内。因此从辐射环境保护角度分析，该项目可行。

建议和承诺

- (1) 项目建成后及时组织本项目竣工环境保护验收。
- (2) 按照《油（气）田测井用密封放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002）相关要求，为放射性工作人员配备足够的辐射防护用品，严格执行监测计划。
- (3) 所有职业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，考核合格后才能上岗，严禁无证上岗。
- (4) 加强对辐射工作人员特别放射源操作人员的辐射安全与环境管理专业知识培训，增强安全意识，防范辐射事故的发生。
- (5) 定期对辐射工作人员进行个人剂量检测和健康体检，对个人剂量检测报告、体检报告中出现问题及时查明原因，采取有效措施妥善处理，并留档案备查。
- (6) 公司应配备辐射监测仪器，对测井现场进行监测；并每年对密封放射源的使用和防护状况进行年度评估，应于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关报送上年度辐射环境评估报告。
- (7) 定期组织放射源操作人员进行模拟装卸放射源操作，增加操作人员熟练度，确保装卸放射源过程中的辐射安全。

表 14 审批

预审意见：

仅供西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目公示使用

经办人：

单位公章

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

仅供西安通源正合石油工程有限公司石油测井核技术利用项目公示使用

经办人：

单位公章

年 月 日