

表 1 项目基本情况

建设项目名称		使用 II 类射线装置测井核技术利用项目			
建设单位		西安方元能源工程有限责任公司			
法人代表	童敏	联系人	张兵兵	电话	029-86962617
注册地址		西安市高陵区泾河工业园区泾渭西路			
项目建设地点		陕西省榆林、延安地区			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	350.57	环保投资 (万元)	41.67	投资比例	11.89%
项目性质		新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>		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 type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input 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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" 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>西安方元能源工程有限责任公司位于西安市经济技术开发区泾河工业园方元大厦，是一家集油气井测井（射孔）技术服务、石油测井仪器及射孔器材制造、油水井测试等为一体的多元化企业，2000 年经过改制，成为中国石油首家在多种精英系统改制成功的集体企业，除长庆油田外，公司还与大庆油田、辽河油田、吉林油田、延长油矿等国内知名油田有着良好的业务交流和合作。</p> <p>公司地理位置见图 1-1。</p> <p>中子管贮存库位于西安国家民用航天产业基地，地理位置见图 1-1。</p>					



图 1-1 地理位置示意图

2、项目由来

西安方元能源工程有限责任公司为拓展业务，拟新增使用 1 枚中子管，中子强度为 $1.0 \times 10^8 \text{ n/s}$ ，氚靶最大活度为 $5.55 \times 10^{11} \text{ Bq}$ ，主要工作地点为陕西省榆林市、延安市境内长庆油田各采油厂的采油井井场。中子管属于《射线装置分类》中 II 类射线装置。

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》和《建设项目环境保护管理条例》，本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》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目，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实验的”，应编制环境影响报告表。

西安方元能源工程有限责任公司于 2021 年 8 月 3 日委托我公司对中子管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)的要求,编制完成了《西安方元能源工程有限责任公司使用II类射线装置测井核技术利用项目环境影响报告表》。

3、实践正当性分析

西安方元能源工程有限责任公司在榆林、延安地区开展中子管测井项目。中子管测井技术是一种有效的地球物理探矿方法,主要是用以确定地层的岩性和孔隙度,判断和划分油层及含油量等,为制定采油方案提供科学依据,为石油开采提供了先进的技术保证,所带来的利益远大于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、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录 2019 年本》,本项目属于鼓励类中“三十一、科技服务业—1、工业设计、气象、生物、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”项目,符合国家产业政策。

本项目不属于《市场准入负面清单(2020年版)》(发改体改规〔2020〕1880号,2020年12月10日)中内容,符合国家发展规划和产业政策。

二、建设项目概况

1、项目概况

项目名称:使用II类射线装置测井核技术利用项目

建设单位:西安方元能源工程有限责任公司

建设内容:新增使用1枚中子管,中子强度为 $1.0 \times 10^8 \text{ n/s}$,氚靶最大活度为 $5.55 \times 10^{11} \text{ Bq}$,主要工作地点为陕西省榆林市、延安市境内长庆油田各采油厂的采油井井场。

建设性质:扩建

应用类型:使用II类射线装置

中子管贮存位置:贮存于西安国家民用航天产业基地中子管验收实验室西南角。具体位置见图1-2。

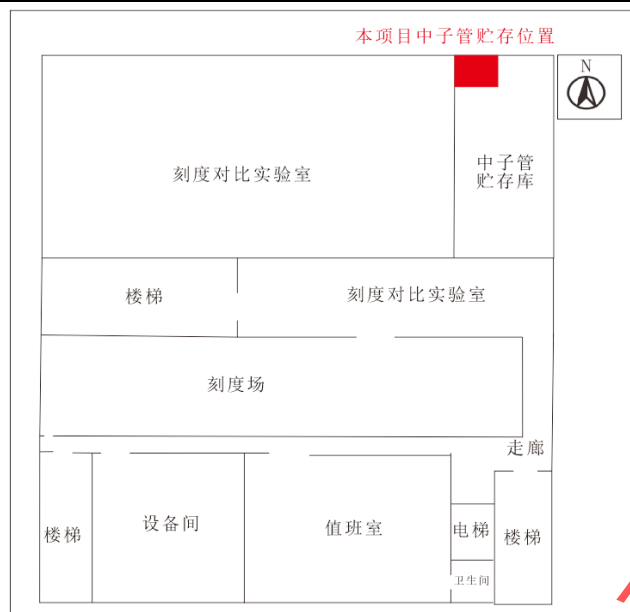


图 1-2 本项目中子管贮存库位置示意图

2、射线装置概况

本项目射线装置技术参数见表 1-1。

表 1-1 射线装置技术参数一览表

装置名称、型号	生产厂家	数量	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	氡靶活度 (Bq)
GN25A 型中子管	西安奥华电子仪器股份有限公司	1	95	200	1.0×10^8	5.55×10^{11}

3、人员编制及工作制度

根据建设单位提供的资料，本项目放射工作人员编制为 7 人，从公司现有人员中调配。年工作 260 天，年测井总数 300 口，单井打靶时间约 20min，仪器检查时间约 5min。

4、中子管贮存

由于西安方元能源工程有限责任公司目前测井业务较少，暂时未计划新建中子管贮存库，故公司与西安奥华电子仪器股份有限公司签订中子管贮存协议（见附件）。当测井地点较远，中子管不能及时返回贮存室存放时，将在测井地点的仪器车内临时暂存。

三、原有核技术利用项目回顾

1、原有核技术利用项目环保手续履行情况

西安方元能源工程有限责任公司现有核技术利用项目环保手续情况见表 1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目环保手续履行情况

序号	项目名称	环评审批部门	环评批复内容及日期		验收批复内容及日期	
1	西安方元能源工程有限责任公司核技术应用项目	原陕西省环境保护局	2005年10月26日出具审批意见	开展中子测井、 γ 射线测井核技术应用项目	陕环批复(2011)555号,2011年10月8日	使用 ^{137}Cs 和 $^{241}\text{Am-Be}$ 密封源测井
2	西安方元能源工程有限责任公司同位素示踪测井核技术应用项目	原陕西省环境保护厅	陕环批复(2014)61号,2014年1月20日	使用放射性同位素 ^{131}Ba 、 ^{131}I 进行测井作业,丙级非密封源工作场所	陕环批复(2015)371号,2015年7月30日	使用放射性同位素 ^{131}Ba 、 ^{131}I 进行测井作业,丙级非密封源工作场所

2、辐射安全许可证情况

西安方元能源工程有限责任公司的许可编号为陕环辐证(00010)号,有效期至2024年6月23日,许可种类和范围为:使用II类、IV类放射源;使用非密封放射性物质,丙级非密封放射性物质工作场所。

西安方元能源工程有限责任公司辐射安全许可证台账明细见表1-3。

表 1-3 西安方元能源工程有限责任公司辐射安全许可证明细

(一) 放射源						
序号	核素	类别	活度 (Bq)	数量 (个)	总活度 (Bq)	活动种类
1	$^{241}\text{Am-Be}$	II类	7.4×10^{11}	1	7.4×10^{11}	使用
2	^{137}Cs	IV类	1.85×10^{11}	1	1.85×10^{11}	使用
(二) 非密封放射性物质						
序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
1	测井现场	丙	^{131}Ba	2.072×10^6	3.7×10^{10}	使用
2	测井现场	丙	^{131}I	2.072×10^6	1.665×10^{10}	使用

3、辐射安全管理现状

(1) 辐射防护管理机构

西安方元能源工程有限责任公司2017年成立了辐射安全管理委员会(西方司发2017(21)号,见附件),组长为马颖,委员会下设办公室,办公室设在质量安全环保部。文件中明确了辐射安全管理部门工作职责。

(2) 规章制度建设及落实情况

西安方元能源工程有限责任公司目前已制定了一系列辐射环境管理规章制度,包括《放射性物品管理规定》、《放射性转移、转让、收贮管理细则》、《放射性操作人员培训制度》、《辐射工作场所监测办法》、《辐射防护安全管理规定》等。公司已制定《放射性

同位素失控事故专项应急预案》，确保放射性同位素使用过程中的安全防护。

(3) 工作人员培训情况

西安方元能源工程有限责任公司现有 42 名辐射工作人员均已参加生态环境部认可部门组织的辐射安全与环境保护培训，并取得了辐射安全与防护培训合格证书。

(4) 个人剂量监测

西安方元能源工程有限责任公司现有 42 名放射工作人员均配备个人剂量计，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，公司每个季度均对个人剂量计进行检测，并建立了个人剂量档案。

(5) 职业健康检查情况

西安方元能源工程有限责任公司现有放射工作人员 42 人，均已进行职业健康体检，并建立了健康档案。

(6) 工作场所及辐射环境监测情况

西安方元能源工程有限责任公司已配备 8 台 X-γ 辐射监测仪，仪器已在上海市计量测试技术研究院进行了检定，在测井时进行巡测。

西安方元能源工程有限责任公司委托西安志成辐射环境检测有限公司于 2021 年 6 月 3 日进行了年度工作场所辐射环境监测（监测报告编号：XAZC-JC-2021-261，见附件），监测结果显示： $^{241}\text{Am-Be}$ 源罐表面 5cm 处和 ^{137}Cs 源罐表面 5cm 处、放射源运输车同时装载 ^{137}Cs 和 $^{241}\text{Am-Be}$ 源罐的情况下，车厢外表面 30cm 处 X、γ 辐射剂量率、车厢外表面 20cm 处 X、γ 辐射剂量率、驾驶员座椅处 X、γ 辐射剂量率测量率、非密封放射性物质源箱外表面 β 表面污染测值及污物桶表面 30cm 处 X、γ 辐射剂量率监测结果均符合《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）中的相关规定。

四、评价目的

(1) 通过对拟开展测井业务区域辐射环境水平基础资料的收集、分析，了解项目所在区域辐射环境背景情况。

(2) 通过对公司拟新增中子管测井仪产生的辐射环境影响进行预测、分析，确定其对环境的影响程度与影响范围，分析辐射防护措施的效果，提出减少辐射影响的防护措施。

(3) 对项目运行过程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”。

(4) 满足国家和地方环境保护部门对该项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

使用 类射线装置测井核技术利用项目

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：密封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)。

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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
1	中子管	II	1	GN25A 型	95	200	1.0×10^8	石油测井	测井现场	5.55×10^{11}	密封铅罐贮存	1	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

使用

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
废中子管	固态	^3H	$5.55 \times 10^{11} \text{ Bq}$	/	/	/	/	厂家回收
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 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

法规文件	<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》，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目录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日；</p> <p>(5) 《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>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，生态环境部令 第 7 号，2019 年 8 月 22 日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年修订；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日实施；</p> <p>(9) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》，环境保护部环发〔2008〕13 号，2008 年 4 月 14 日；</p> <p>(10) 《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 6 日；</p> <p>(11) 《陕西省放射性污染防治条例》，2019 年 11 月 6 日；</p> <p>(12) 《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项目表>的通知》，陕环办发〔2018〕29 号，2018 年 6 月 6 日。</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) 《石油放射性测井辐射防护安全规程》(SY5131-2008);</p> <p>(3) 《石油测井中子发生器及中子管技术条件》(SY/T5419-2007);</p> <p>(4) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);</p> <p>(5) 《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>(6) 《油气田测井放射防护要求》(GBZ 118-2020);</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 西安方无能源工程有限责任公司使用II类射线装置测井核技术利用项目环境影响评价委托书;</p> <p>(2) 辐射安全许可证;</p> <p>(3) 建设单位提供的其他相关技术资料。</p>

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—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)“放射源和射线装置应用项目的评价范围,通常取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)”。中子管测井仪工作时,通常在井下 200m 以下开机发射中子,周边无实体屏蔽边界,本次评价范围确定为以井口为中心周围 100m 区域。

保护目标

本项目环境保护目标主要为西安方元能源工程有限责任公司从事中子管测井作业的人员,测井现场周围活动的其他公众人员,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管理限值。

表 7-1 本项目环境保护目标

序号	保护对象	人数	相对方位	测井时与井口距离范围	剂量约束值
1	测井队放射工作人员	7	/	30~100m	2mSv/a
2	井场工作人员及公众	流动人群	/	30~100m	0.1mSv/a

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

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 (本项目取其十分之一即 2mSv 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 (本项目取其十分之一即 0.1mSv 作为公众人员的年剂量约束限值)。

A2.3 c) 正常运行操作条件下,在距设备的任何可达表面 0.1m 处所引起的周围剂量当量率或定向剂量当量率不超过 1μSv/h。

二、《石油测井中子发生器及中子管技术条件》(SY/T5419-2007)

本标准适用于石油测井中子发生器及中子管的设计、制造、应用、检验和质量评价。

3 技术要求

3.2.1 贮存温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$

3.2.2 贮存湿度

3.2.2.2 中子管贮存相对湿度不大于 70%。

6 标志、包装、运输和贮存

6.3 运输的要求和管理应符合 GB11086-2004 中 6.6 的有关规定，可以用常规水、陆、空方式运输。运输时应防止剧烈震动和雨水侵淋。

6.4 产品贮存应符合中华人民共和国国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第三十五条之规定，储存场所温、湿度符合 3.2.1 和 3.2.2。

产品长期不使用时，应至少每间隔三个月发射一次中子，每次发射时间不少于 30min。

7 安全与环境保护

7.1 产品工作时的辐射防护

在没有辐射屏蔽条件的情况下，应将距产品不小于 30m 的区域划为安全防护区，设置明显标志，设专人警戒，确保区内无人，方可发射中子。

7.2 活化伽马射线的防护

中子发射结束后，待产品的活化伽马辐射水平符合 GB/T18871-2002 中附录 A2.3 的平时，工作人员方可靠近产品。

在产品标准和使用维修手册中应对该型号产品的活化伽马冷却时间给出具体规定。

7.3 产品的报废处理

中子发生器和中子管内含有放射性物质氚，产品报废后使用单位不得自行处置，应按中华人民共和国国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十三条要求，返回生产单位或送交有相应资质的放射性废物集中贮存单位处理。

三、《石油放射性测井辐射防护安全规程》(SY5131-2008)

本标准适用于油气田的放射性测井。

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。

8.2.5 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。

四、《油（气）田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）

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所使用的放射源、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、放射性污染监测仪器等自检设备，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。

5.1.12 中子管贮存库应为单独房间，宜为独立建筑物或建筑物底层的一端，应设防盗装置。贮存库内不应居住、办公和放置易燃、易爆等其他危险物品。中子管贮存场所温度、湿度等环境条件应符合 SY/T5419。中子管转运时应防止碰撞、摩擦。

5.2.11 中子发生器应从井口进入地平面 10m 以下后方可发射中子。中子发生器回收时，应在地平面 10m 下关闭，中子发生器出井后应由放射工作人员进行擦拭清理，回运过程中距离人员应大于 1m。

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。

7.3.1 新中子发生器投入使用前应进行下列项目检测：

- a) 刻度及测井辐射场周围剂量当量率；
- b) 中子管工作结束后活化产物外照射周围剂量当量率。

7.3.2 投入使用后的检测：

对 7.3.1 中 a)项应每年进行一次检测；7.3.1 中 b)项每次工作完成后均应进行。

7.4.1 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。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、公司地理位置和项目场所位置

1、公司地理位置

西安方元能源工程有限责任公司位于陕西省西安市经济技术开发区泾河工业园方元大厦，地理位置见图 1-1。

2、项目场所位置

西安方元能源工程有限责任公司拟在榆林、延安地区开展中子管测井业务，项目场所位置为长庆油田各采油厂的采油井井场。本项目为流动式作业，不在某一场所长期作业。

二、环境质量和辐射现状

本项目为中子管测井项目，主要污染因子为电离辐射。项目进行流动式作业，因此辐射环境现状以作业地辐射环境质量现状为准。

根据《2021 年第三季度陕西省辐射环境质量》，2021 年三季度，我省 5 个辐射环境自动监测站与 23 个陆地监测点位开展了辐射累积剂量监测，监测范围为 77.1~132nGy/h，其中榆林市标准型自动站 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果为 83.8~103.7nGy/h；延安市基本型 γ 辐射自动站空气吸收剂量率监测结果为 83.7~103.1nGy/h。

根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第 14 卷第 4 期，1994 年 7 月），榆林地区室外天然贯穿辐射剂量率均值为 95.0nGy/h；室内天然贯穿辐射剂量率均值为 123.0nGy/h；延安地区室外天然贯穿辐射剂量率均值为 96.0nGy/h；室内天然贯穿辐射剂量率均值为 123.0nGy/h。可见，榆林、延安地区的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境现状良好。

本项目中子管日常由西安奥华电子仪器股份有限公司管理、贮存。中子管贮存于中子管验收实验室。根据核工业二〇三研究所出具的西安奥华电子仪器股份有限公司核技术应用项目 2021 年度电离辐射环境监测显示，在中子管测井仪探测器检验工作场所（位于西京学院中子试验楼内）采用 $^{241}\text{Am-Be}$ 放射源对中子测井仪探头进行检验时，工作人员操作位中子周围剂量率、 γ 辐射剂量率分别为 1020~1570nSv/h、0.51~1.01 $\mu\text{Gy/h}$ ；采用 ^{137}Cs 放射源对中子测井仪探头进行检验时，工作人员操作位 γ 辐射剂量率为 0.37~0.54 $\mu\text{Gy/h}$ 。西安奥华电子仪器股份有限公司中子试验大楼中子测井仪在管电压为

73kV、靶流为 30 μ A 的状态下，其刻度对比实验室、中子管验收实验室工作场所及周围环境 γ 辐射剂量率为 96~119nGy/h，中子试验大楼刻度对比实验室、中子管验收实验室外环境中子周围剂量当量率均未检出，满足《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）相关限值要求。

使用 类射线装置测井核技术应用项目

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、中子管测井仪简介

1、典型中子管结构简介

中子管是将离子源、加速系统、靶心以及气压调节系统密封在一个陶瓷或玻璃管内的一种小型特种电真空器件。中子管可以在外接电路的控制下，由离子源产生氖离子，经加速后轰击氖靶，与靶中的氖产生核反应，产生 14MeV 的快中子。中子管外接电路通常由离子源电路和密封加速高压组成。离子源电路决定于中子管离子源的结构。如采用冷阴极潘宁离子源的中子管需要 2kV 左右的阳极脉冲高压，而热阴极中子管所需的阳极高压则很低。密封加速高压一般采用倍加整流电路。典型中子发生器结构见图 9-1。

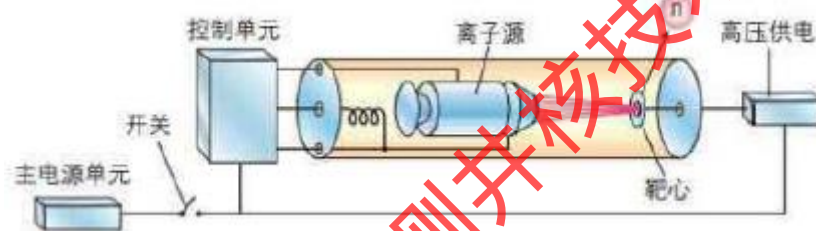


图 9-1 典型中子管结构示意图

2、本项目中子管测井仪简介

本项目中子管测井仪型号为 GN25A，生产厂家为西安奥华电子仪器股份有限公司。一次下井可完成井温、压力、自然伽玛、CCL、远/近俘获截面 Σ 或各种条件下的流量等参数的同时测量。能在注水井、注聚井及注二氧化碳井中完成常规注入量测试、工具完整性测试、管外找窜等；能在产出井中通过测量热中子俘获截面、近远计数比等参数，进行剩余油评价和寻找气层；能在水平或垂直产出井中寻找出水层。

本项目中子管测井仪包括下井仪器和地面系统，下井仪器可拆分为中子发生器气密封短节、遥测短节、上采集短节、下采集短节、加长短节等 5 部分，各短节之间以螺丝扣相连。地面系统主要为电缆工具及数据收集系统。

中子管内含氖靶，密封于陶瓷管内，外有不锈钢外壳，与外接电路一起组成中子发生器短节。

二、中子管测井原理

中子管测井时将装有中子管和探测器的下井仪器放入井内，由于中子管发射的快中

子按球状向外迁移，在穿过井孔介质进入岩层的过程中，高能中子与物质的原子核相互作用而减速、扩散和被吸收，其能量不断损失或减弱。利用中子与钻井周围岩石和井内介质的作用，可以研究钻井剖面、寻找有用矿藏及研究油井工程质量。

本项目利用中子管测井仪作为脉冲中子源，发射 14MeV 的快中子对地层进行测量。中子管内氘气体被电离为氘核 (D) 和负电子，氘核 (D) 在负电场作用下被加速，轰击涂在靶上的氚核 (^3H)、发生 (D, n) 核反应，发生出高能中子。当中子轰击地层时，快中子和地层的元素发生非弹性散射 (n, n') 和弹性散射 (n, n) 外，还有热中子的 (n, p) 反应。快中子的非弹性散射 (n, n') 会伴随产生非弹性散射 γ 射线，热中子被吸收发生 (n, γ) 反应伴随产生俘获 γ 射线。

地层中广泛存在氧、铝、硅，它们在中子的作用下，能够生成新的放射性核素，其反应式分别为： $^{16}\text{O} (n, p) ^{16}\text{N}$ ， $^{27}\text{Al} (n, p) ^{27}\text{Mg}$ ， $^{26}\text{Si} (n, p) ^{26}\text{Al}$ 。活化后新核 ^{16}N 、 ^{27}Mg 、 ^{26}Al 均放出 γ 射线，其半衰期分别为：7.35min，2.3min，9.5min。 γ 射线最大能量分别为 6.13MeV，2.16MeV，1.81MeV。通过测量活化 γ 射线的照射量率可以测量地层中某些元素存在及其含量。

由于核素的性质差异，其产生的非弹性散射和俘获 γ 散射的能谱也不同，利用中子管测井仪顶端的高分辨率探测器记录下每种能量 γ 射线的个数，再由多道脉冲幅度分析仪给出各种核素的谱，输入电脑储存，记录下 C/O 的比值，由地层中的 C/O 比值可以确定储层含油饱和度。

根据产品说明，本项目中子测井仪可以进行次生 γ 能谱测井和热中子衰减时间测井。次生 γ 能谱测井是利用脉冲中子源发射的快中子与地层中某种元素发生非弹性碰撞的概率及放出的非弹性碰撞 γ 射线的能量都与被碰撞元素的结构有关，根据地层中常见元素的非弹性碰撞 γ 射线能谱和各自的非弹性散射截面，确定地层中存在的元素种类和含量。热中子衰减时间测井是利用地层对热中子的俘获特性测量地层孔隙中油、水的相关含量。

3、测井工艺流程

本项目中子管刻度及维修更换由生产厂家进行，西安方元能源工程有限责任公司不自行刻度和拆卸维修。中子管内氘靶密封于陶瓷管内，外有不锈钢包壳，中子管测井仪日常拆分为短节，装于专用仪器箱，贮存于西安奥华电子仪器股份有限公司中子管贮存库。

根据建设单位提供的资料，本项目测井工作程序如下：

(1) 建设单位接到测井工作任务后，根据测井井场具体布置情况及钻井数据制定测井方案。

(2) 测井队接到测井通知后，负责人应认真准备所需材料、工具，从库房中领取中子管测井仪，并办理领用手续。西安方元能源工程有限公司安排的测井车出发前，由测井队管理人员组织测井任务现场操作人员召开测井前准备会，强调关键点、源控制。

(3) 运输过程中，管理人员应乘坐在测井车副驾驶位置，负责押运中子管测井仪。测井车应按照计划路线行驶，不得随意改变行车路线。中途停车时应停放在安全处所，并由专人看管。

(4) 现场测井阶段：

① 到达作业现场后，操作人员与委托方现场人员取得联系，了解现场情况，核对井号。

② 仪器入井前准备：安装滑轮、张力计等，组装中子管测井仪及地面电缆。在井口周围 30m 范围内设置控制区，控制区边界用警戒线隔离，并设置电离辐射警告标志，现场操作人员距井口 30~50m，测井现场安全员对控制区进行巡查监护，严禁无关人员进入控制区。

③ 仪器入井：作业车辆绞车绳将测井仪下井。

④ 测量：仪器下井距井口约 200m 时，第一次给中子管供电，检查其工作是否正常（约 5min），检查结束后断电；继续将测井仪下放到目的层（长庆油田一般为井下 2000~3000m），第二次给中子管供电，进入测试状态，地面读取、记录测井曲线。井下每个检测点打靶时间约数分钟，平均单井打靶时间累积 20min 左右。

(6) 仪器出井：井下所有点测完后，关闭电源，将中子管测井仪器提升出井口，仪器提升约 1h 后出井。

(7) 仪器清洗装箱：仪器提出井口后，检测其表面 0.1m 处感生放射性，待满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）（表面 0.1m 处剂量当量率不超过 $1\mu\text{Gy/h}$ ）的要求后，对仪器进行擦拭，拭去外壳粘油，拆卸后放入专用箱内，擦拭废物放入专用污物箱中，清理现场，确保井场周围环境无污染。

(8) 仪器入库：仪器设备等工具装入作业车，运回西安奥华电子仪器股份有限公司中子管贮存库，办理仪器入库手续；如果测井地点距离较远，不能及时返回贮存室存放

时，将在测井地点的仪器车内临时暂存。

中子管测井的工作流程及产污环节见图 9-3。

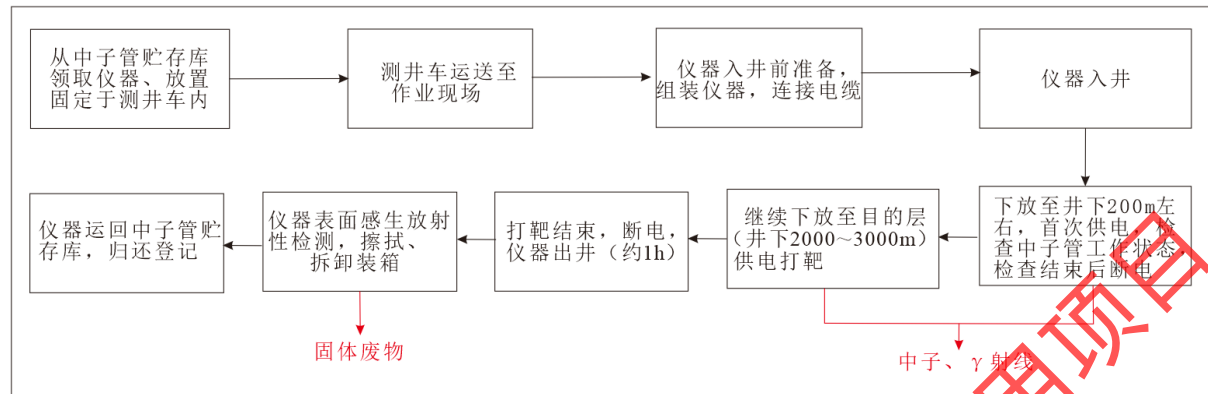


图 9-3 中子管测井工作流程及产污环节

污染源项描述

一、正常工况

1、电离辐射

(1) 当中子管不工作时，中子管内使用的氚自然衰变产生 β 粒子， β 粒子平均能量为 5.7keV，最大能量为 18.598keV， β 粒子射程很短，在空气中平均射程为 4.6mm，穿透厚度为 $0.6\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，本项目氚靶经陶瓷密封，外有不锈钢包壳，因此可有效屏蔽 β 粒子，基本不存在外照射；氚靶处于密封状态，维修、更换时返回厂家，可以有效避免表面污染。

(2) 通电工作时，中子管释放出能量为 14MeV 的中子，中子强度为 $1.0\times 10^8\text{n/s}$ 。同时快中子流与被作用的核素发生非弹性散射和热中子 (n、 γ) 反应产生 γ 射线，照射量约为中子照射剂量的 2 倍，中子及 γ 射线对外环境产生影响。

当测井仪在井下工作时，快中子对测井仪材料进行活化，中子发生器停止工作后，被活化的测井仪本身仍会释放出 γ 射线，对外环境产生影响。

2、废气

γ 射线穿过屏蔽物（地层），空气会电离产生 O_3 和 NO_x 。由于本项目使用中子管测井仪的场地较为开阔， γ 射线与空气接触时间较短，因此其 O_3 和 NO_x 产生量较小，对周围环境的影响较小，同时 O_3 在空气中很快分解，因此本次评价不考虑。

2、固体废物

本项目固体废物主要为中子管退役时产生的含氚靶废旧中子管和中子管出井后擦

拭过程产生的固体废物。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十三条要求，本项目废旧中子管属于放射性固体废物，已与西安奥华电子仪器股份有限公司签订回收协议，由厂家回收处置。出井后的擦拭废物作为一般固废处置，最终由有资质单位回收处置。

二、事故工况

(1) 操作人员供电操作失误或供电开关失控，导致中子管测井仪在地面通电产生中子，导致周边操作人员受到照射。

(2) 测井过程中，中子管测井仪未下井到指定深度、或断电后未停留足够时间即起出井口，使操作人员受到不必要的照射。

(3) 测井过程中，操作人员或公众进入控制区，受到不必要的照射。

(4) 测井结束后，操作人员未按照操作规程，在中子测井仪断电后未到达预定的停留时间便将中子测井仪升上地面，导致周边操作人员受到照射。

(5) 中子管因丢失、被盗、卡井、坠井等外因导致破坏，致使氙泄漏，或误使中子管落入非工作人员手中，使其通电发射中子，使工作人员或公众受到辐射照射，进一步可能造成放射性污染。

(6) 中子管运输过程中发生的交通运输事故，导致中子管遭到外力破坏，致使氙泄漏，使工作人员或公众受到辐射照射，进一步可能造成放射性污染。

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), 应将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。根据国际放射防护委员会第 103 号出版物, 控制区和监督区的定义为:

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。

根据《石油测井中子发生器及中子管技术条件》(SY/T5419-2007)、《石油放射性测井辐射防护安全规程》(SY5131-2008) 等标准要求, 在没有辐射屏蔽条件的情况下, 应将距井口为中心周围 30m 范围划为控制区, 防止无关人员进入。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。

综上, 从保守角度考虑, 本次评价以井口为中心周围 30m 范围内划定为控制区, 测井前在控制区边界设置警示标志, 限制周围的人员活动。建议测井作业时, 在 30m 外至井场围墙范围内划定为监督区。

二、辐射安全防护措施

根据《油(气)田测井放射防护要求》(GBZ 118-2020)、《石油放射性测井辐射防护安全规程》(SY5131-2008) 等有关条款的要求, 本项目应采取以下辐射安全防护措施:

1、监测仪器及个人防护用品

针对本项目, 西安方元能源工程有限责任公司拟配备相应的监测仪器及个人防护用品, 具体情况见表 10-1。

表 10-1 本项目拟配备监测仪器及个人防护用品一览表

序号	名称	单位	数量
1	X-γ 辐射检测仪	台	1 (利用现有)
2	中子检测仪	台	1 (新增)

3	仪器车	辆	1（新增）
4	污物箱	个	1（利用现有）

2、中子管的贮存

本项目使用的含³H中子管具有固定的储存容器，其中子管表面剂量满足《油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准》（GBZ142-2002）中相关规定，且由厂家提供的详细技术参数可知，在中子发生器不通电情况下，测井仪表面辐射剂量率极低。西安方元能源工程有限责任公司与西安奥华电子仪器股份有限公司已签订中子管贮存协议（见附件）。公司在进行中子管测井期间，由于测井地点距离较远，当中子管不能及时返回西安奥华电子仪器股份有限公司中子管贮存库存放时，中子管将在测井地点临时暂存，公司对于中子管在工作地点临时暂存的情况，为了保证放射源的安全，制定了放射源临时暂存管理制度，同时采取相应的措施，主要措施为：

- ①中子管在测井车的源仓加锁，测井车加锁；
- ②放射源临时存放期间安排两人对装有放射源的测井车实行24小时轮流看管。
- ③在测井车四周设置警示标志，提醒非工作人员和其他人员不要接近测井车。

采取了相应的安全措施后，可确保放射源临时暂存的安全。

3、中子管测井仪的运输

公司现有测井车5辆测井车（本项目新增1辆）货箱内有电缆绞车、控制台、测井结果数据处理系统和用于固定中子管的包装箱的气囊。运输过程中货箱门上锁，以保证物品安全，避免损坏设备。

4、中子管测井过程中的防护措施

(1) 测井现场进行分区管理，井口周围30m范围内设置为控制区，设置警戒线，并悬挂电离辐射警示标志，专人值守，除测井工作人员外其他无关人员严禁入内，井口周围30m范围外至井场围墙范围内设置为监督区，放置“无关人员禁止入内”标牌，警示无关人员不可误入作业现场。设安全员对控制区边界进行巡逻，未经许可人员不得进入边界内。

(2) 测井仪下井深度达到200m后，方可供电进行中子管工作状态检查。

(3) 中子管测井完成后即断电，仪器提升至井口约1h，撤销警戒。收回中子管后，使用辐射检测仪器对中子管表面进行辐射水平监测，确定其活化辐射水平已满足相关《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）（表面0.1m处剂量当量率不超过1μGy/h）后，方能搬运中子管离开现场，回运时中子管测井仪应放置在运输车厢

内，距离人员大于 1m。

(4) 测井时放射工作人员必须配备个人剂量计，个人剂量计应能同时对中子及 γ 辐射进行监测。

5、废旧放射源

本项目废旧的含氚靶中子管由西安奥华电子仪器股份有限公司回收。

6、还应采取的辐射环境管理措施

(1) 为保证中子管测井辐射防护措施的落实和中子管测井放射工作人员的安全，应按照国家标准、法律法规和陕西省《关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》（陕环办发〔2018〕29号）的要求，制定中子管测井仪相关管理制度、操作规程、岗位职责及应急预案。

(2) 中子管测井放射工作人员必须经过业务培训，熟练掌握操作方法后方可进行中子管测井操作。定期加强对操作人员的技能培训和管理，防止发生违反规程的操作。

(3) 本项目放射性工作人员 7 名，从现有人员中调配，均已取得辐射安全防护培训合格证，并进行了个人剂量监测和职业健康体检。后续当合格证到期时，应及时进行培训学习，重新取得证书后方能上岗。

三废的治理

1、废气

本项目测井地点基本处于较开阔的场所，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。

2、固体废物

本项目中子管测井仪出厂时与厂家签订回收处置协议（详见附件），废旧中子管由西安奥华电子仪器股份有限公司回收处置。

由于本项目的擦拭废物沾染了废油，属于危险废物，根据《国家危险废物名录》（2021年版），擦拭废物的废物类别为 HW49 其它废物，废物代码为 900-041-49，处置方式为定期交由有资质单位处置。

本项目工作人员拟将擦拭废物暂时存贮于现有专用污物桶中，最后由有资质单位回收。

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中子管测井，无土建施工过程，不会对周围产生辐射影响。

运行阶段对环境的影响

一、运行期辐射环境影响分析

1、中子管在运输、贮存过程中的辐射影响

本项目中子管测井仪贮存时各短节拆分后装于专用仪器箱内，公司与西安奥华电子仪器股份有限公司签订了中子管贮存协议。测井仪在日常存放、运输及下井前仪器组装过程中处于断电状态，中子管无法工作，不能产生中子，不存在中子辐射的安全问题。

中子管内氚靶自然衰变时产生 18.598keV 的 β 粒子，在空气中的射程为 4.6mm，穿透厚度为 0.6mg/cm²。本项目氚靶密封于陶瓷管内，外有不锈钢包壳，氚靶不易泄露，因此可有效屏蔽 β 射线的外照射，避免表面污染以及内照射。

综上，中子管在非通电状态时，运输、贮存过程中不会产生韧致辐射和表面污染，主要考虑通电工作状态下对周围环境的影响。

2、测井时井口辐射影响分析

根据建设单位提供的资料，测井时，中子管在井下200m处通电进行工作状态检查（检查时间以5min计），随后断电下至2000~3000m处进行打靶（单井打靶累计时间为20min），测井时释放出能量为14MeV的中子，中子强度为 1.0×10^8 n/s。工作人员在地面测井车进行操作，测井车位于控制区外。

中子管发射出的中子几乎都是快中子，在屏蔽层中通过弹性散射和非弹性散射损失能量，被井水和岩层物质吸收，放出 γ 射线。本次对中子和 γ 射线的总剂量率进行估算。

利用《中子发生器及其应用》（原子能出版社）推荐的估算模式和参数，估算在井下测井时井口附近中子的剂量。

水层厚度公式：

$$T_{H20} = T_{1/10} \times \lg \eta \quad (11-1)$$

式中： T_{H2O} —水层厚度，本项目在井下 200m、2000m 以下通电发射中子，本次保守考虑，以水层厚度为 50m 进行估算，即水深 5×10^3 cm；

$T_{1/10}$ —水中的 1/10 减弱厚度值，查《中子发生器及其应用》P160 图 2.27 得 40cm；

η —中子减弱比

中子减弱比公式：

$$\eta = \frac{\varphi_0}{\varphi_{mp}} \left(\frac{1}{R}\right)^2 \quad (11-2)$$

式中： φ_0 —中子管 1cm 处的中子注量率

$$\varphi_0 = n/4\pi R_1^2 \quad (11-3)$$

其中： n —中子强度，本项目中子强度为 1.0×10^8 n/s；

R_1 —中子管表面 1cm 处。

故本项目中子管 1cm 处的中子注量率为 7.96×10^6 n/s·cm²；

φ_{mp} —中子管 R (cm) 处最大的中子注量率，n/s·cm²。

R—井口到中子管的距离， 5×10^3 cm。

中子剂量率公式：

$$H_n = 3600 \times \varphi_{mp} \times d_H \quad (11-4)$$

式中： H_n —经水屏蔽后井口处的中子比释动能率，μGy/h；

d_H —中子剂量转换因子(各项同性照射)，根据《中子发生器及其应用》P156

表 2.7 查出 $E_n=14$ MeV 时， d_H 为 3.33×10^{-10} Sv/(n/cm²)。

根据公式 (11-1)，得出中子减弱比 $\eta=10^{125}$ 。

代入公式 (11-2)： $\varphi_{mp}=3.18 \times 10^{-126}$ n/s·cm²。

代入公式 (11-4)： $H_n=3.82 \times 10^{-132}$ Sv/h。

中子被探测的岩层吸收中子后会放出一些 γ 射线，照射量约为中子照射剂量当量的 2 倍。 γ 射线贡献值为 $2H_n=7.64 \times 10^{-132}$ Sv/h。

中子和 γ 射线的贡献 $H_n+2H_n=1.15 \times 10^{-131}$ Sv/h，远低于背景值。

4、测井结束后感生放射性影响

当测井仪在注水井下工作时，快中子对测井仪本身的材料进行照射，使材料被活化，中子发生器停止工作后，测井仪本身仍会释放出 γ 射线。

根据《石油测井中子发生器及中子管技术条件》(SY/T5419-2007)中要求：“中子发射结束后，待产品的活化伽马辐射水平符合 GB/T18871-2002 中附录 A2.3c)规定的控制水平时（任何可达表面 0.1m 处所引起的周围剂量当量率或定向剂量当量率应不超过 $1\mu\text{Sv/h}$ ），工作人员方可靠近产品。在产品标准和使用维修手册中应对该型号产品的活化伽马冷却时间给出具体规定”。

中子发生器停止工作后，测井仪本身仍会释放出 γ 射线，采用类比数据进行分析。

根据西安志诚辐射环境检测有限公司《中子管测井核技术利用项目辐射环境监测》（报告编号：XAZC-JC-2021-064，见附件），类比 SWFL-B 型中子发生器参数见表 11-1，测井作业时井口周边 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果见表 11-2。

表 11-1 中子发生器类比对象可行性分析

类比条件	类比中子发生器	评价中子发生器	可类比性
产地	西安奥华电子仪器有限责任公司	西安奥华电子仪器有限责任公司	相同
型号	SWFL-B 型氧活化发生器	GN25A 型中子管	不同
中子强度 (n/s)	1.5×10^8	1.0×10^8	本项目中子管中子强度较小
氚靶活度 (Bq)	4.81×10^{11}	5.55×10^{11}	本项目中子管中子强度略大
电压	120kV	95kV	本项目中子管中子强度较小
靶流	170 μA	200 μA	本项目中子管中子强度较大

由表 11-1 可知，类比中子发生器与本项目中子发生器产地相同，同为氚靶， γ 射线主要为中子轰击地层时快中子与地层元素发生的非弹性散射和热中子被吸收时伴随产生，本项目仪器比类比中子发生器的中子强度小；本项目实际工作时，电压、靶流与类比监测工况类似，因此类比监测结果基本可以反映本项目测井仪的辐射环境影响，类比较为可行。

表 11-2 类比测井后中子管表面辐射水平监测结果 单位： $\mu\text{Sv/h}$

序号	点位描述	X、 γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		测值范围	均值
1	测井后中子管表面 0.1m 处	0.183~0.185	0.184

备注：1.监测时，中子管测井仪已关机 1h

由表 11-2 得，类比中子发生器在关机 1h 后，表面感生放射性最大为为 0.185 μ Sv/h。根据产品方提供的资料，本项目所用中子管测井仪活化伽马冷却时间为 0.5h，即断电后 0.5h 后，表面 0.1m 处剂量当量率不超过 1 μ Sv/h。根据建设单位提供的资料，井下所有点测完后，关闭电源，1h 后中子管测井仪器提升到井口，超过设备的活化伽马冷却时间，此时表面感生放射性为可以满足以上标准要求。

二、放射工作人员及公众剂量分析

1、放射工作人员剂量

(1) 测井工作时剂量估算

根据上文分析，测井工作时井口中子及 γ 辐射剂量率接近本底水平，实际作业时测井工作人员在井口外 30m 控制区外，所受中子及 γ 辐射剂量率更低，低于背景值。

(2) 测井结束后剂量估算

测井结束后，在仪器拆卸、擦拭及装箱过程中，放射工作人员受到仪器的感生放射性影响，根据上文分析，仪器断电后 1h 出井，大于活化伽马冷却时间 0.5h，且每次出井后对仪器表面进行监测，表面剂量低于 1 μ Sv/h 后方可拆卸装箱，因此以表面 0.1m 处剂量率为 1 μ Sv/h 来估算放射工作人员的剂量，每次测井后拆卸、擦拭、装箱、搬运累计受照时间以 0.5h 计，故单次测井工作人员的受照剂量为 1 μ Sv/h*0.5h=0.5 μ Sv，本项目年测井 300 口，则工作人员年受照剂量约为 0.5 μ Sv *300= 0.15mSv。

测井结束后，工作人员将仪器运回西安奥华电子仪器股份有限公司的中子管贮存库过程中，感生放射性影响很小，可以忽略不计，评价不予考虑。

(3) 剂量叠加值

本项目放射工作人员从现有人员中调配，故本次评价需叠加现有工作人员年附加有效剂量，由于西安方元能源工程有限公司近 3 年仅 2021 年 1 月~2021 年 7 月 2 个季度开展放射性测井相关业务，根据该 2 个季度个人剂量监测报告，放射工作人员个人剂量当量为 0.04~0.18mSv，考虑最不利情况现有工作人员全年的个人剂量当量率取最大值 0.18mSv*2=0.36mSv，叠加本项目剂量后最大年个人剂量当量为 0.51mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相关要求及本次评价设定的剂量约束值(职业工作人员<2mSv)。

2、公众剂量

本项目测井属于流动式作业，一般井场位置都较为偏僻，测井过程中在井口周围

30m 范围内划定控制区，控制区四周设置“当心电离辐射”标志，设专人巡视，除测井操作人员外，一般公众不会靠近，中子管测井仪使用完毕后即断电运走，不会在现场长时间停留，因此对公众的辐射影响极小。

假设公众距井口 30m，居留因子保守取 1，根据上文分析，仪器在井下工作时井口的剂量率极低，因此以公众主要受测井结束后感生放射性影响进行预测，此时公众所处位置的剂量以距离衰减公式进行估算，以表面 0.1m 处剂量率为 $1\mu\text{Sv/h}$ 来估算。距离井口 30m 处公众收到的剂量为 $1\mu\text{Sv/h} / (30\text{m})^2 = 1.11 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，每次测井在不同的场所，受影响的公众均不同，因此单次测井公众受到的最大剂量率为 $1.11 \times 10^{-3} \mu\text{Sv} \times 0.5\text{h} = 5.56 \times 10^{-7} \text{mSv}$ ，远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求及本次评价设定的剂量约束值（公众人员 $< 0.1\text{mSv}$ ）。

三、固体废物

氚靶随着放射性衰变，氚靶活度逐渐降低，在一定时间以后将无法使用要求，需要更换新的中子管。废旧中子管具有一定的放射性强度，属于废旧放射源。由西安奥华电子仪器股份有限公司回收处置。

测井后的擦拭废物属于危险废物，由工作人员暂时放入现有的专用污物桶中，最后由有资质的单位回收。

事故影响分析

一、事故风险因素分析

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 4 个等级，详见表 11-3。

表 11-3 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

本项目发生事故的风险主要为：

(1) 操作人员供电操作失误或供电开关失控，导致中子管测井仪在地面通电产生中子，导致周边操作人员受到照射。

(2) 测井过程中，中子管测井仪未下井到指定深度、或断电后未停留足够时间即起出井口，使操作人员受到不必要的照射。

(3) 测井过程中，操作人员或公众进入控制区，受到不必要的照射。

(4) 测井结束后，操作人员未按照操作规程，在中子测井仪断电后未到达预定的停留时间便将中子测井仪升上地面，导致周边操作人员受到照射。

(5) 中子管因丢失、被盗、卡井、坠井等外因导致破坏，致使氙泄漏，或误使中子管落入非工作人员手中，使其通电发射中子，使工作人员或公众受到辐射照射，进一步可能造成放射性污染。

(6) 中子管运输过程中发生的交通事故，导致中子管遭到外力破坏，致使氙泄漏，使工作人员或公众受到辐射照射，进一步可能造成放射性污染。

本项目中子管属于Ⅱ类射线装置，发生以上事故时，可能导致职业人员或公众超剂量照射，属于一般辐射事故。

二、辐射事故影响分析

1、中子管测井仪误照射事故

当中子管测井仪因操作不当发生误照射时，假设操作人员距离中子管测井仪 1m，人员受到的剂量率为 0.954mSv/h，误照射 5.24h 后放射工作人员剂量方达到 5mSv。假设操作人员位于控制区外 30m 处，中子管测井仪在井口发生误照射，人员受到的剂量率为 1.06×10^{-3} mSv/h，累计照射 4710h 后剂量方达到 5mSv。根据中子管测井的实际操作情况，发生以上事故时，不可能累积照射达到 5.24h 或 4710h，因此测井仪发生误照射事故时，只要处理迅速，及时切断供电，就可以避免对人员的大剂量照射。

2、中子管测井仪丢失、氙靶泄露事故

当中子管被盗、丢失或坠井卡井后，由于氙靶被严密的包壳保护，且中子发生器出厂时经过振动和冲击实验，可以承受一定程度的外力，因此发生破损和泄露的概率极低。建设单位应制定中子管测井的管理制度，放射工作人员应严格按照操作规程进行操作，中子管取用进行登记，避免发生丢失、氙靶泄露等事故。

三、事故防范措施

为减少事故发生，本项目运行期应采取以下防范措施：

(1) 中子管测井仪出现故障时，应联系厂家进行维修更换，严禁私自维修和打开中子管。

(2) 中子管测井仪测井前，必须划定控制区，认真检查中子管测井仪安装状态、电缆连接情况，下井达到预定深度后方可接通电源。

(3) 放射工作人员操作时应佩戴个人剂量计。

四、事故应急措施

1、应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条规定，西安方元能源工程有限责任公司已制定了《放射性同位素失控事故专项应急预案》并成立事故应急组织机构，事故应急预案主要包括以下内容：

(1) 事故类型和危害程度

按事件的可控性、严重程度、流行强度和影响范围分为一般、较大、重大、特别重大四级。放射性同位素失控事故主要发生在油田特种作业项目部生产测井作业小队放射性同位素运输途中和施工现场。

发生放射性同位素失控事故的危险源主要存在于源仓门锁不牢、车辆猛烈撞击、现场同位素释放器操作人员检查操作不当，主要危害表现在对环境造成污染，对人身健康造成伤害。

(2) 应急处置基本原则

① 一旦发生本事故，及时准确汇报现场情况，根据现场情况，启动应急预案；

② 应急指导思想：统一指挥，统一领导，准确判断，合理组织，合理安排。

(3) 指挥机构及职责

指挥机构包括经理、副经理、测试队、测井队和标定组。职责如下：

a、经理、副经理负责现场救援指挥工作，命令的传达以及和向上级应急领导小组汇报现场情况；

b、现场救援成员（现场指定）听从指挥组安排，认真履行职责，实施救援工作；

c、信息联络员（现场指定）负责信息的畅通，负责汇报各项救援工作的进展情况；

d、后勤保障人员（现场指定）负责物资的供应与及时补充。

(4) 预防与预警

包括危险源监控和预警行动两部分。

(5) 信息报告程序

包括发生同位素失控事故时各指挥机构的有关程序。

(6) 应急处置（响应分级、响应程序、处置措施）

响应级别划分与事故等级相对应，即IV级响应、III级响应、II级响应、I级响应。

III级以下启动专项预案并进行现场处置；III级以上启动公司级应急预案响应。

根据事故大小和发展态势，明确应急指挥、应急行动、资源调配、应急避险、扩大应急等响应程序。

接到现场放射性事故警报，应急组织成员应立即组织应急物资，赶到事故现场，经理、副经理根据现场情况指挥救援。

(7) 应急物资及装备保障

包括应急指挥领导小组及外援联系电话、应急物资与装备和常用的去污实际和操作方法。

公司现有应急预案不使用本项目中子管，故公司应根据项目特点，进一步完善应急预案。

2、应急处理原则

(1) 中子管测井仪误照射事故

① 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大。由于中子管测井仪是在通电的前提下才能发射中子，所以在出现误照射事故后必须第一时间断开电源，停止中子的发射。

② 及时检查，估算受照人员的受照剂量。在设备出库、运输、使用前进行严格检查，确保万无一失，估算工作人员受照剂量并佩戴个人剂量仪，防止超剂量照射。

③ 出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的及时处理。缩小事故影响，减少事故损失。

④ 处理较复杂的事故时，应该在有资格的安全防护人员的指导和监督下进行，要对事故处理人员进行辐射监测。

⑤ 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

⑥ 事故处理后应将资料存档保存，及时总结报告。

(2) 中子管丢失、氚靶泄露事故

① 丢失或被盗

如发现中子管丢失，当事人应立即保护现场并启动应急程序：及时封锁现场，禁止人员进入，立即报告辐射安全管理领导小组，在 2h 内报当地环保、卫生、公安部门，并在行政主管部门的部署下展开应急工作，查找、搜寻丢失的中子管。

② 氡靶泄露

在测井现场发现泄露后，现场负责人立即组织周围人员撤离，封锁现场，划定警戒区域，立即报告辐射安全管理领导小组，由相关技术人员采取措施将中子管妥善收贮。

一旦有辐射事故发生，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》；对于发生的误照射事故，应首先向当地卫生行政部门报告，发生放射源丢失事故须向当地公安部门报告。将事故形成文字资料留档学习，及时总结经验，防止事故再次发生。

使用

类射线装置测井核技术应用项目

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、管理机构设置及人员配备

西安方元能源工程有限责任公司已发布《关于成立辐射安全管理委员会的决定》(西司发〔2017〕21号,见附件),以马颖为辐射安全管理委员会主任,配备11名专职人员。委员会下设办公室,办公室设在质量安全环保部,由委员胡淞兼任办公室主任,负责日常管理工作。

二、管理机构主要职责

- (1) 制定公司辐射安全工作目标,确定本公司辐射安全部门和岗位职责划分。
- (2) 审议公司辐射安全工作年度计划,部署辐射安全管理工作。
- (3) 定期召开公司辐射安全工作会,分析公司辐射安全形势,制定安全预防措施。
- (4) 确保辐射安全所需的人力资源和物质保障。
- (5) 负责对公司辐射安全工作的实施情况进行监督检查。
- (6) 负责对辐射安全事故事件的调查处理。

辐射安全管理规章制度

根据相关法律法规要求,西安方元能源工程有限责任公司已制定了系统的辐射环境管理规章制度:《放射性现场处置方案》、《放射源管理规定》、《放射性操作人员的安全培训制度》、《放射性物品管理规定》、《放射性转移、转让、收贮等备案制度》、《放射性操作人员的安全培训制度》、《辐射工作场所监测办法》、《辐射防护安全管理规定》等规章制度。

建设单位应根据《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)的要求,完善相应的辐射安全管理内容,详见表12-1。

表 12-1 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	有/无
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	有
		年初工作安排的和年终工作总结时,应包含辐射环境安全管理工作内容	有
		明确涉辐部门和岗位辐射安全职责	有
		提供确保辐射安全所需的人力资源和物质保障	有

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	有
	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	有
	建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	有
	建立辐射环境安全管理档案	有
	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	有
	岗前进行职业健康体检，结果无异常	有
	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	有
	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	有
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	有	
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	有
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	需补充
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、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	需补充
	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	需完善
	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	有
	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	有
	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）	需补充
	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	需完善
	建立辐射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	需补充
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	需完善
	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	

由上表可知，建设单位需补充全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度、监测设备使用与检定制度、辐射安全防护设施维护与维修制度；针对本项目，应补充制定制定中子管测井仪管理制度、岗位职责、操作规范；完善射线装置台账，将中子发生器纳入监测制度及应急预案中。

运行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并及时上报辐射环境管理部门。

辐射监测

一、监测仪器

西安方元能源工程有限责任公司现有 8 台 X- γ 辐射检测仪。本项目现有 7 名放射工作人员均已配备个人剂量计。

公司拟为本项目配备 1 台中子检测仪，并按期检定。

二、监测计划

根据中子发生器测井作业特点，制定监测计划如表 12-2。

表 12-2 监测计划表

序号	监测内容	监测内容	监测点位及频次
1	中子管测井仪出井后	γ 剂量率	每次中子管测井仪出井后对表面 0.1m 处、人员操作位进行监测
2	测井工作场所	γ 剂量率、中子剂量率	委托有资质单位监测 1 次/年
3	个人剂量监测	γ 剂量率、中子剂量率	委托有资质单位监测 1 次/季度

监测报告应建立档案，每年对测井工作场所监测结果及个人剂量监测结果进行总结，并纳入辐射安全防护年度评估报告，于 1 月 31 日前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。

环保投资和竣工验收清单

1、环保投资

本项目总投资 350.57 万元，其中环保投资 41.67 万元，占总投资的 11.89%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品购置等。环保投资估算见表 12-3。

表 12-3 项目环保投资估算表

类别	污染源	污染防治措施或设施	费用
辐射防护措施	γ 射线和中子剂量	警戒线、警示标识等	1.0
	γ 射线和中子剂量	仪器车辆 1 台	32.67
	中子剂量	中子检测仪	2.0
环境管理	完善环境管理制度		2.0
环境监测	工作场所定期监测		3.0
	个人剂量定期监测		1.0
总投资（万元）			41.67

2、项目竣工环保验收内容及要求

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，建设单位应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

表 12-4 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	项目	验收内容	验收指标
1	辐射安全管理机构与应急领导组织	以红头文件形式设立相应机构	以红头文件形式设立相应机构，并明确相应职责（依托现有）
2	安全措施	测井时划分控制区和监督区	根据环评要求，测井时划分控制区和监督区并配备警示标志
3	监测仪器	配备 X-γ 辐射检测仪、中子检测仪	X-γ 辐射检测仪 1（利用现有）、中子检测仪（新增）
4	辐射环境监测	测井工作场所监测；感生放射性检测	按照监测计划执行，建立监测档案；中子发生器断电出井后任何可达表面 0.1m 处剂量当量率不超过 1μSv/h
5	人员培训、体检	人员培训、体检	放射工作人员及辐射防护负责人应取得辐射安全培训合格证，定期体检并建立健康档案
6	人员防护及个人剂量管理	可监测 γ 射线和中子剂量的个人剂量计	可监测 γ 射线和中子剂量的个人剂量计 7 枚；个人剂量每季度监测 1 次，并建立档案
7	标准化建设	根据标准化要求对管理制度、现场测井进行管理	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项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）补充全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度、监测设备使用与检定制度、辐射安全防护设施维护与维修制度、中子管测井仪管理制度、操作规范等；确保测井现场操作与管理的标准化

辐射事故应急

1、辐射事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条规定，西安方元能源工程有限责任公司已制定了《放射性同位素失控事故专项应急预案》并成立事故应急组织机构，事故应急预案主要包括以下内容：

- (1) 事故类型和危害程度
- (2) 应急处置基本原则
- (3) 指挥机构及职责
- (4) 预防与预警

提出危险源监控相关措施及突发事件预警流程及措施。

(5) 信息报告程序

明确了向公司报告及政府主管部门报告的程序及途径，并附联系方式。

(6) 应急处置

明确事件响应分级、响应程序及详细的处置措施。

(7) 应急物资及装备保障

列出应急指挥领导小组人员及外援联系电话、应急物资清单及作业队医疗急救配置清单。

2、应急预案执行情况

根据现场调查，西安方元能源工程有限责任公司运行至今尚未发生放射性相关事故，未启动过该应急预案。

3、应急预案的修订

本项目运行后，应根据《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和防护管理办法》、《陕西省放射性污染防治条例》以及《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）中对于辐射事故应急预案的要求，将本项目纳入现有辐射事故应急预案管理体系，同时明确应急组织指挥体系和职责分工，确定应急人员培训内容并定期组织辐射事故应急演练，演练结果进行存档，并不断总结优化。

表 13 结论与建议

<p>一、结论</p> <p>1、项目概况</p> <p>项目名称：使用Ⅱ类射线装置测井核技术利用项目</p> <p>建设单位：西安方元能源工程有限责任公司</p> <p>建设性质：扩建</p> <p>建设内容：新增使用 1 枚中子管，中子强度为 $1.0 \times 10^8 \text{ n/s}$，氚靶最大活度为 $5.55 \times 10^{11} \text{ Bq}$，主要工作地点为陕西省榆林市、延安市境内长庆油田各采油厂的测井井场。</p> <p>2、实践正当性结论</p> <p>西安方元能源工程有限责任公司在榆林、延安地区开展中子管测井项目，主要是为了从事油、气勘探和开发。项目所带来的利益远大于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。</p> <p>3、辐射安全防护内容</p> <p>西安方元能源工程有限责任公司按照《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）文件要求设立了辐射安全管理委员会，按照报告中提出的要求，在测井工作前，划分控制区、监督区，配备相应的监测仪器和个人防护用品，对测井作业中的个人剂量、辐射环境状况进行监测；按照相关标准规范，对中子管的贮存、运输、使用及废旧放射源处理过程进行管理，确保本项目实施过程中的辐射安全防护。满足《油（气）田测井放射防护要求》（GBZ 118-2020）等相关标准。</p> <p>4、环境影响分析结论</p> <p>通过理论计算分析，项目运行后中子管测井现场周围的中子剂量当量率和 γ 剂量当量率的贡献值为 $1.15 \times 10^{-13} \text{ Sv/h}$，可以达到本底水平，不会对周围环境造成辐射影响。</p> <p>通过剂量估算，本项目放射性工作人员所受年有效剂量为 0.15 mSv；与现有项目个人剂量叠加后最大年个人剂量当量为 0.51 mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求及本次评价设定的剂量约束值（职业工作人员 $< 2 \text{ mSv}$）。项目运行后不会对公众产生附加剂量。</p>

中子管废弃后，其内的氚靶按照放射性废物管理，由中子管生产厂家回收，擦拭废物由有资质单位回收，放射性废物可以妥善处置。

4、辐射安全管理分析

西安方元能源工程有限责任公司已按照相关要求，成立辐射安全管理委员会，制定了一系列辐射安全管理制度、人员培训制度、辐射监测制度及辐射事故应急预案，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。公司严格按照规章制度执行，可有效避免人为事故的发生，保证辐射安全。针对本项目新增的中子管测井仪，应进一步完善全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度、监测设备使用与检定制度、辐射安全防护设施维护与维修制度；针对本项目，应补充制定中子管测井仪管理制度、岗位职责、操作规范、等规章制度；完善射线装置台账，将中子发生器纳入监测制度及应急预案中。

5、环境影响可行性结论

西安方元能源工程有限责任公司拟新增 1 台中子管，在长庆油田区域内各采油厂的测井井场开展测井活动。项目符合辐射防护实践的正当性要求，在严格执行国家相关法律法规和标准要求，落实报告中提出的防护措施后，可以使辐射影响达到合理尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原则。项目运行所致工作人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则。从辐射环境保护角度，本项目可行。

二、建议和承诺

1、建设单位在项目投入运行前，应及时对本项目进行竣工环保验收，并变更辐射安全许可证。

2、按《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）要求补充相关辐射安全管理规章制度，完善应急预案，定期开展辐射事故应急演练，增强事故应急能力，常备不懈。

3、中子管测井放射工作人员必须经过业务培训，熟练掌握操作方法后方可进行中子管测井操作。辐射安全培训合格证书过期后应及时进行培训，重新取得合格证后方可上岗。

4、公司应于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地环境主管部门报送辐射环境年度

评估报告。

使用 类射线装置测井核技术利用项目

表 14 审批

预审意见：

使用 类射线装置测井核技术利用项目

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：

使用 类射线装置测井核技术利用项目

经办人：

单位公章

年 月 日