

核技术利用建设项目

天津大港油田圣达科技有限公司改扩建使用非密封放射性
物质（放射性同位素示踪剂井间测井）项目

环境影响报告表

天津大港油田圣达科技有限公司

2016年 11月

环境保护部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		天津大港油田圣达科技有限公司改扩建使用非密封放射性物质（放射性同位素示踪剂井间测井）项目			
建设单位		天津大港油田圣达科技有限公司			
法人代表	姜义	联系人	姜义	联系电话	13803022558
注册地址		天津大港油田幸福路 866 号			
项目建设地点		天津大港油田幸福路 866 号			
立项审批部门		——		批准文号	——
建设项目总投资（万元）	50	项目环保投资（万元）	5	投资比例（环保投资/总投资）	10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" 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 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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" 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>项目概况</p> <p>1、建设单位概况</p> <p>天津大港油田圣达科技有限公司坐落在天津大港油田幸福路 866 号，占地面积约 5000 平方米。公司主要经营示踪剂井间监测技术服务，服务内容包括放射性同位素示踪剂井间监测技术服务和化学及微量元素示踪剂井间监测技术服务两大类。其中同位素示踪剂井间监测技术服务已经取得辐射安全许可证，批准使用的放射性同位素包括 ³H、³⁵S、¹²⁵I、⁵⁷Co 等。</p> <p>公司从事的同位素示踪井间监测技术是国际原子能机构“和平利用原子能”的技援项目。1990 年在石油部立项并成立研发小组，历经 3 年的室内研究和现场试验，建立起技术的全部体系。目前公司在国内属独具备从技术方案编制、现场施</p>				

工、受益井取样、样品制备、样品检测、到资料处理解释等一系列配套技术的公司，拥有专业的技术服务队伍和专门的施工、检测设备。公司年生产能力为 500 个井组，从 1993 年开始在大港油田、冀东油田、胜利油田、华北油田、中原油田、河南油田、玉门油田、青海油田、辽河油田等全国各大油田推广应用，解决了大区块、多注水井组、多层系油田开发中存在的问题，为油田三次采油技术方案的调整实施、提高原油采收率提供了可靠的依据，成为各兄弟油田必不可少的监测手段，处于国际先进、国内领先水平。公司目前已通过 ISO9001 国际质量体系认证、ISO14001 环境管理体系认证、OHSAS18001 职业健康安全管理体系认证、安全生产标准化二级企业认证。

2、目的和任务的由来

天津大港油田圣达科技有限公司注册地址为天津大港油田幸福路 866 号，工作场所包括样品制备场所和样品分析场所，其中样品制备场所位于天津大港油田幸福路南侧，样品分析场所位于天津大港油田幸福路 866 号。

天津大港油田圣达科技有限公司同位素示踪井间监测使用的同位素示踪剂原贮存于中国石油集团渤海钻探工程有限公司测井分公司放射源库内。中国石油集团渤海钻探工程有限公司测井分公司已经实施了放射源库迁建工程。为解决同位素示踪剂贮存问题，公司拟在现有样品制备场所闲置库房内改建一座同位素示踪剂贮源间，用于公司使用的同位素示踪剂的贮存。同时因现有样品制备场地和用房年久失修，拟对现有样品制备室用房、围墙等进行修缮。经对现有用房和场地修缮后继续从事同位素示踪剂井间监测样品制备工作。

公司现有样品制备场所闲置库房原为中国石油集团渤海钻探工程有限公司测井分公司测井仪刻度场所，因中国石油集团渤海钻探工程有限公司测井分公司放射源库搬迁而停用。中国石油集团渤海钻探工程有限公司测井分公司测井仪刻度场所现已办理完放射性工作场所退役手续，并交由天津大港油田圣达科技有限公司作为库房使用。

3、建设规模

本项目建设内容主要为同位素示踪剂贮源间建设及现有样品制备室用房、围墙等修缮。项目实施后公司同位素示踪测井任务量基本不变，从事同位素示踪测井使用的放射性同位素为 ^3H 、 ^{35}S ，其中 ^3H 日等效最大操作量为 $2.96 \times 10^9 \text{Bq}$ ，年最大用

量为 2.96×10^{13} Bq (800Ci), ^{35}S 日等效最大操作量为 5.55×10^8 Bq, 年最大用量为 5.55×10^{11} Bq (15Ci)。同位素示踪剂使用量与原许可使用量基本一致, 工作场所等级与原许可等级一致, 均为乙级。

4、原有核技术利用项目许可情况

天津大港油田圣达科技有限公司现有《辐射安全许可证》编号为津环辐证[00054]号, 批准的种类和范围为乙级非密封放射性物质工作场所, 发证日期为 2012 年 3 月 9 日, 有效期至 2017 年 3 月 8 日。批准的非密封放射性物质详细资料见表 1-1 及附件 1。

表 1-1 批准许可的非密封放射性物质活动种类和范围

工作场所	序号	等级	核素	批准的日等效最大操作量(Bq)	活动种类
非固定场所	1	乙级	^3H	2.96×10^9	使用
	2	乙级	^{35}S	1.85×10^8	使用
	3	乙级	^{125}I	7.4×10^7	使用
	4	乙级	^{57}Co	3.7×10^5	使用
测井源库	天津大港油田测井公司源库				

5、项目选址及周边环境保护目标情况

天津大港油田圣达科技有限公司注册地址为天津大港油田幸福路 866 号, 工作场所包括样品制备场所和样品分析场所, 其中样品制备场所位于天津大港油田幸福路南侧, 样品分析场所位于天津大港油田幸福路 866 号, 具体位置见附图 1。

本项目新建同位素示踪剂贮源间位于样品制备场所内, 所在位置周边 200m 范围内无学校、医院、居民区等环境敏感目标。

本项目示踪剂测井服务区域包括大港油田及国内其他油田, 示踪测井作业现场均位于油田注水井井场, 井场周围一般不涉及自然保护区、水源保护区及学校、医院、居民区等环境敏感目标。

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	³ H	液态 (氚水)	使用	2.96×10^{13}	2.96×10^9	2.96×10^{13}	井间测井	储存	非固定	公司样品制备场所 示踪剂贮源间
2	³⁵ S	液态 (硫酸钠)	使用	5.55×10^{11}	5.55×10^8	5.55×10^{11}	井间测井	储存	非固定	

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、教学等用途的各种类型加速器

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	废物量	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
1	废液	³ H	26m ³ /a	1.14×10 ⁴ Bq	1.37×10 ⁵ Bq	5.26 Bq/L	废液蒸发池	自然蒸发
		³⁵ S						
2	废物	—	0.3t/a					采油站

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/m³；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/ 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》中华人民共和国主席令第 22 号；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》中华人民共和国主席令第六号；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》2016 年 7 月 2 日修订，2016 年 9 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》中华人民共和国国务院令第 253 号；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中华人民共和国国务院第 449 号；</p> <p>(6) 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，中华人民共和国环境保护部令第 3 号；</p> <p>(7) 《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；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类办法的公告》原国家环境保护总局公告 2006 年第 26 号；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》中华人民共和国环境保护部令第 33 号；</p> <p>(10) 《天津市建设项目环境保护管理办法》天津市人民政府第 58 号。</p>
技术标准	<p>(1) (HJ10.1-2016)《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》；</p> <p>(2) (GB 11930-2010)《操作非密封源的辐射防护规定》</p> <p>(3) (GBZ/T 244-2013)《β 射线所致皮肤剂量估算规范》</p> <p>(4) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》</p>
其他	

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>对于同位素示踪剂贮源间，以同位素示踪剂贮源间周边 200m 范围作为评价范围。对于示踪剂测井作业现场，根据示踪剂测井现场周边环境特征，确定开展示踪测井的评价区域。一般情况下取以示踪剂测井作业现场周边半径 10m 为评价范围。</p>
<p>保护目标</p> <p>本项目放射性同位素示踪剂贮源间周围 200m 范围内无居民区、医院、学校等环境敏感目标。</p> <p>本项目示踪剂测井服务区域包括大港油田及国内其他油田，示踪测井作业现场均位于油田注水井井场，井场周围一般不涉及自然保护区、水源保护区及学校、医院、居民区等环境敏感目标。</p> <p>因此，本项目环境保护目标主要为公司从事同位素示踪测井作业人员、辐射工作场所周围其他公众人员及示踪测井区域周边的地表水体。</p>
<p>评价标准</p> <p>1、(GB18871-2002)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》</p> <p>(1) 职业照射的剂量限值</p> <p>应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv；</p> <p>b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂，500mSv。</p> <p>(2) 公众照射的剂量限值</p> <p>实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：</p> <p>a) 年有效剂量 1mSv；</p>

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

c) 眼晶体的年当量剂量 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量 50mSv。

(3) 目标管理限值

为确保公众和放射性职业工作人员的安全, 本项目提出公众辐射剂量目标管理限值为 0.1mSv/a, 职业工作人员辐射剂量目标管理限值为 2mSv/a。

(4) 非密封源工作场所的分级

表 7-1 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

2、(GBZ 118-2002)《油(气)田非密封型放射源测井卫生防护标准》

标准中部分内容摘录如下:

4.2.4 贮源库内必须设贮源坑或池, 源坑(池)内应保持干燥, 其上口应至少高出地面 10~20cm, 设有防护盖, 并且能加锁。室内人员活动区域内的空气比释动能率不得超过 25 μ Gy/h。

4.3.3 贮存运输容器应便于搬运和易于放入与取出容器, 而且必须能加锁。距防护容器外表面 5cm 处的空气比释动能率不得超过 25 μ Gy/h, 1m 处的空气比释动能率不得超过 2.5 μ Gy/h。贮存运输容器外表面的放射性污染, α 不得超过 4×10^{-1} Bq/cm², β 不得超过 4 Bq/cm²。

4.3.4 贮存 β 放射性核素的贮存运输容器壁厚必须大于 β 粒子在该容器材料中的最大射程, β 粒子最大能量在 1MeV 以上时, 需注意屏蔽韧致辐射。

5.3.5 测井现场的空气比释动能率超过 2.5 μ Gy/h, 有可能受到放射性污染的范围, 应划为警戒区。并在其周围设置电离辐射警示标识, 防止无关人员进入。

3、(GB8978-1996)《污水综合排放标准》

表 1 中规定, 总 β 放射性最高允许排放浓度 10Bq/L。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、自然环境简况

1.1 地形地貌

拟建地区位于天津市东南部的渤海之滨，华北平原东部，地质上属于我国东部黄骅拗陷地一部分，境内地势低平，基底岩石埋藏较深，主要岩石包括碳酸岩石、碎屑石、火山岩三大类。这些岩石都是储存油气的储采岩。

该地区属于两千年前冲积退海成为平淤海岸，形成以砂砾粘土为主的盐碱土地，为滨海相超海岸地貌，地势平坦、低洼，地形由西向东微微倾斜，坡降小于五分之一。该地区浅层形成年代较晚，土质软，属第四纪新近沉积。地震基本烈度为 7 度。

该地区以平原为主，地势平坦，坡度小于万分之一。平原地势有利于大气扩散和空气对流交换，南部的北大港水库可提供氧气和湿润空气，有利于调节气候。

1.2 气候气象

拟建地区属温带半湿润大陆性季风气候，由于濒临渤海，受季风环流影响很大，冬夏季风更替明显。夏季主导风向为南南西向。冬季主导风向为北北西向。秋季以东向为主导风向。该地区的常规气象监测资料为：年平均气温 12.4℃，平均风速：3.98m/s，年主导风向：SW，年平均降水量：205.8mm，年平均气压：1016.6hPa，相对湿度：63%。

1.3 水文

拟建地区地下潜水较丰富，沿马场减河一带的地下水埋深在 1.5m 至 2m 左右，矿化度为弱矿化水和矿化水。靠近海的地区，地下水埋深在 1m 至 1.5m 左右，因受海水侧渗的影响，地下水矿化度较高，大都以强矿化水为主。在板桥农场、上古林以东和大港油田一带为盐水和高浓度盐水。在离海较远的地区，地下水以钠质硫酸盐氯化物型水为主。沿海附近地区，以钠质氯化物型水为主。

1.4 土壤

拟建地区地势低洼平坦，多静水沉积，由于过去河流泛滥和长期引用河水，河水流经不同的地形，沉积了不同的质地。地形较高的地方为轻壤和中壤土，而洼地处多为中壤土和重壤土。土壤耕层质地主要以中壤土和重壤土为主，轻壤土面积较少，沙耕土更少。轻壤土和中壤土适耕期长，保肥保水性能较好。重壤土比较粘重，

耕性差，适耕期短，湿则出现泥条，干则出现坷拉，作物出苗较困难，但其保肥和保水性能好，土壤养分供应慢，肥力后劲大。

2、社会环境简况

本项目位于天津市滨海新区大港。大港位于天津市东南部，距天津市区 45 km，东临渤海湾、塘沽，南与河北省黄骅市接壤，西与静海县为邻，北与津南、西青区交界。大港南北长约 48km，东西宽约 36km，总面积 1113.83 km²，现有常住人口 44 万，境内有回族、满族、蒙古族、朝鲜族等近 20 个少数民族。

大港地处环渤海经济圈。濒临渤海湾，距天津港 25km，距天津机场 38km，距首都北京 165km。大港交通便捷，区内李港铁路、黄万铁路，均为天津港集疏通道，外连山广、丹拉、京津唐等高速公路。

大港是一个城乡交错，工、农、渔业兼有，以石油开采和石油化工为主体，产业门类比较齐全的滨海市区，是天津市滨海新区的重要组成部分。区域经济、社会发展具有良好的基础。村办和民营企业，产业门类主要为制药、化工、五金、日化、针织、轻工等，经济比较发达。

3、辐射环境现状

天津大港油田圣达科技有限公司开展的同位素示踪剂井间测井业务为非固定式作业，同位素示踪测井注入作业现场涉及大港油田及国内主要油田，因此同位素示踪测井现场辐射环境现状应以作业地辐射环境现状监测值为准。

本项目同位素示踪剂贮源间位于位于天津大港油田幸福路南侧。根据 1989 年天津市辐射环境本底调查结果，天津市环境天然辐射剂量水平为 45.8-178.6nGy/h 范围内。

工程设备和工艺分析

1. 工作原理

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。同位素示踪剂井间监测技术是在注水井中注入一种水溶性同位素示踪剂，在周围生产井中取水样，分析所取水样中示踪剂的浓度，并给出示踪剂产出曲线，再应用示踪剂解释软件对拟合计算，并结合储层物性、生产动态进行综合分析，就可以识别注入流体的波及参数、注采井间的连通性、压力场分布、井间主流通道参数、油藏非均质性等，为油田开发方案的制定和调整提供依据。

示踪剂从注水井注入后，首先随着注入水沿高渗层或大孔道突入生产井，示踪剂的产出曲线会逐渐出现峰值，同时由于储层参数的展布和注采动态的不同，曲线的形状也会有所不同。典型的示踪剂产出曲线如图 1 所示。在主峰值期过去后，由于次一级的高渗条带和正常渗透部位的作用，会继续产出示踪剂，当所有峰值期过去以后，示踪剂产出浓度基本稳定在相对低一些的某一浓度附近，并且会持续较长的一段时间，随着时间的延长，示踪剂的回采率也会逐渐增加。

在注入水没有外流情况下，油层越均质，注水利用率越高，则见示踪剂时间越晚。反之，短时间内见到示踪剂，说明注入水沿高渗层窜流，储层非均质性强，开发效果差。

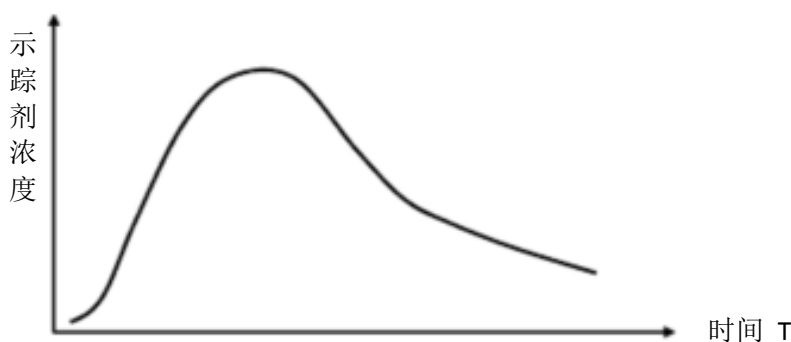


图 9-1 单示踪剂产出曲线示意图

2. 放射性同位素示踪剂井间监测作业流程

示踪剂井间监测技术流程主要包括方案设计、示踪测井现场作业、油井取样、样品制备和分析、数据解释和编写报告等。

(1) 方案设计

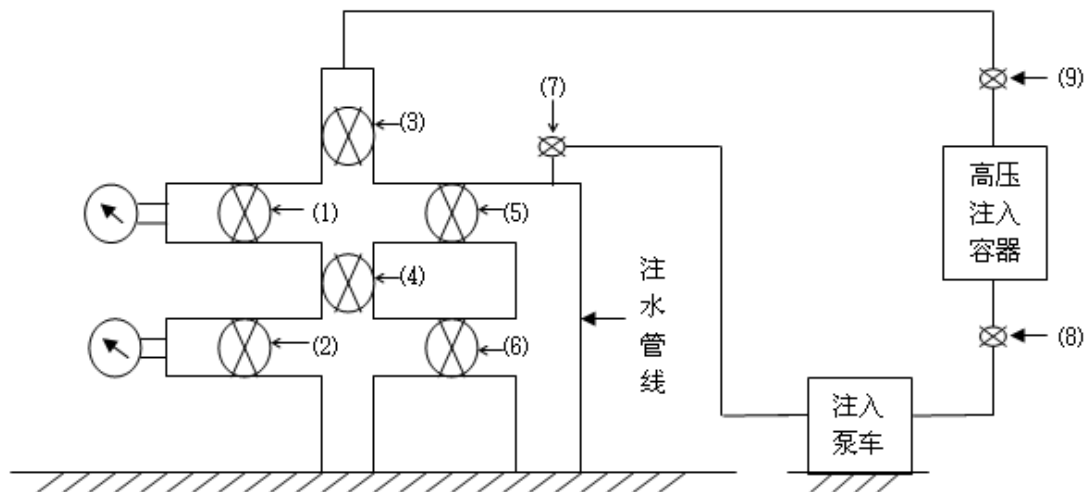
方案设计主要通过对示踪剂的背景浓度、与地层流体的配伍性、在地层的吸附损失量、地质动、静态基础数据及注入示踪剂的目的等分析，选择示踪剂的种类，计算示踪剂的用量，确定示踪剂的注入工艺及制定示踪剂的取样制度。

(2) 示踪测井现场作业

公司使用的放射性同位素示踪剂贮存于示踪剂贮源间内，有专人保管，保管员与门卫 24 小时值班，领取同位素坚持做到双人，双锁，双人领取，并进行登记，做好记录。

使用同位素示踪剂的测井队接到现场施工单后，由公司主管领导开据“同位素示踪剂领取单”，然后由测井队长和安全总监到示踪剂贮源间办理领取手续。领取人持“同位素示踪剂领取单”到危险品监控办公室汇报，经危险品监控办公室值班人员确认后，方可提取同位素示踪剂。

示踪剂随现场施工专用车辆到施工现场。在开始注入作业施工前，在施工作业现场周边 10m 范围内设置警戒区，然后开始进行示踪剂注入地面设备安装。示踪剂井口注入设备流程如图 2 所示。



注：(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)代表阀门。

图 9-2 井口注入设备流程图

示踪剂注入作业操作流程如下：

- 1) 施工时首先检查采油树和尚头及补心各阀门是否灵活好用；

2) 关闭(1)(2)(3)(5)(6)(7)号阀门, 将专用注入泵车的高压管线、高压注入容器与采油树井口连接好, 开泵试压, 检查各连接部位不渗不漏的条件下, 打开(3)(7)(8)(9)号阀门将示踪剂注入井中。

3) 示踪剂注入作业完成后, 关闭(3)(7)(8)(9)号阀门, 关闭泵车, 拆除泵车高压连接管线, 注水井各阀门恢复注剂前状态, 按正常制度注水。

(3) 取样和样品制备、分析

一般情况下, 在注井当天取一个本底样, 在示踪剂注入作业完成后第四天开始在采油井井口进行采样, 采样时先把取样容器对准阀门的出口, 然后慢慢打开阀门, 将油水混合液接到取样容器中, 关闭阀门。每口采油井每四天采集一个样品, 采样持续时间短则 90~180 天, 长则 180~240 天。

采集的样品送至样品制备室进行样品制备。对采集的样品进行过滤分离, 除去固体物质和滴状原油, 提取采集样品中的水相, 获得水溶液样品; 将水溶液样品与专用的闪烁液按一定比例混合均匀配制成待测样品溶液。制样完毕后, 将样品避光静置 40min。制备好的样品送至样品分析室, 利用液体闪烁分析仪等仪器对样品进行分析。

(4) 数据解释和报告

根据分析所取水样中示踪剂的浓度, 给出示踪剂产出曲线, 再应用示踪剂解释软件对示踪剂产出曲线拟合计算, 并结合储层物性、生产动态进行综合分析, 识别注入流体的波及参数、注采井间的连通性、压力场分布、井间主流通道参数、油藏非均质性等, 为油田开发方案的制定和调整提供依据。

污染源项描述

1. 核素特性

本项目使用的放射性同位素包括 ^3H 、 ^{35}S , 其中 ^3H 构成的化合物为氚水, ^{35}S 构成的化合物为硫酸钠。核素衰变特性参数见表 9-1。由表 9.1 可见, ^3H 、 ^{35}S 均为纯 β 核素, 衰变过程仅释放 β 射线, 未见 γ 射线。

表 9-1 核素衰变特性参数

核素名称	物理半衰期	衰变类型	辐射能量, MeV	$\Gamma, \text{Rm}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Ci}^{-1}$
^3H	12.33a	β^- (100%)	β^- 0.01861 (100%), 未见 γ	—
^{35}S	87.24d	β^-	β^- 0.1674 (100%), 未见 γ	—

2. 核素使用

(1) 示踪剂储存及注入

本项目使用的示踪剂为氘水和硫 (^{35}S) 酸钠水溶液, 购入的示踪剂采用玻璃瓶密封盛装, 外包装箱为纸箱, 内衬 2-2.5mm 铝板。 ^3H 示踪剂玻璃瓶包装规格分别 0.5、1.0、2.0、3.0、4.0 (居里/瓶), ^{35}S 示踪剂玻璃瓶包装规格分别 0.2、0.3、0.5、1.0 (居里/瓶)。

本项目拟使用的示踪剂每年购入一次, 其中氘水一次购入量 800Ci, 硫 (^{35}S) 酸钠水溶液一次购入量 15Ci, 由供货方负责送货。购入的示踪剂集中存放在公司拟建的同位素示踪剂贮源间内。接受测井任务时, 根据计算好的示踪剂使用量, 选择单瓶或多瓶组合使用, 不分装。示踪剂瓶运到测井施工现场, 直接装入高压注入容器内, 将玻璃瓶压碎使示踪剂注入井中。因此, 示踪剂储存及注入过程无放射性污染物产生。示踪剂使用情况见表 9-2。

表 9-2 放射性同位素示踪剂使用情况

序号	核素名称	核素性状	单次注入量 居里/次	年用量 居里/年	年测井 次数	服务范围
1	^3H	T_2O	0.5-10	800	300	大港油田及国内其他油田
2	^{35}S	硫酸钠	0.2-1.0	15	40	大港油田及国内其他油田

(2) 样品采集

示踪剂样品采集是在采油井井口采集的, 采样时先把取样容器对准阀门的出口, 然后慢慢打开阀门, 将油水混合液接到取样容器中, 关闭阀门。采样过程无放射性污染物产生。

(3) 样品制备和分析

采集的样品送至样品制备室进行样品制备。对采集的样品进行过滤分离, 除去固体物质和滴状原油, 提取采集样品中的水相, 获得水溶液样品; 将水溶液样品与专用的闪烁液按一定比例混合均匀配制成待测样品溶液。

样品制备和分析过程中产生的微量放射性污染物主要包括含有放射性示踪剂的剩余取样液和样品溶液, 样品制备过程产生的废滤纸以及废样品采集瓶。

3. 污染源项

3.1 废液

(1) 采出液

一般情况下, 在示踪剂注入作业完成后第四天开始在采油井井口进行采样。每

口采油井每四天采集一个样品，采样持续时间短则 90~180 天，长则 180~240 天。示踪剂样品采集情况见表 9-3。

表 9-3 示踪剂样品采集情况

序号	核素名称	采样容器	容器规格 毫升/瓶	采液量 毫升/瓶	日最大采样 量, 瓶/日	年采样量 瓶/年	采集样品 活度, Bq/L
1	³ H	塑料瓶	800	500	300-400	45000	0-200
2	³⁵ S	塑料瓶	800	500	20-30	5000	0-2

(2) 清洗废水

示踪剂样品制备过程中的测量瓶、烧杯、漏斗均需进行清洗，用洁洁灵、洗衣粉浸泡、用试管刷反复擦洗内部，用超声波清洗机反复冲洗，直至干净透明。清洗废水产生量约为 20 毫升/样品。

由上可见，样品采集液日最大产生量约 200L，每季度约 6.25m³，年产生量约 25m³；清洗废水日最大产生量约 8L，每季度约 250L，年产生量约 1.0m³；合计废液日最大产生量约 208L，每季度约 6.5m³，年产生量约 26m³产生量。

本项目产生的废液主要为样品采集取回的油田采出液，为油水及泥沙混合物，收集于样品制备场所建设的油水分离池，在油水分离池内分离出油品交付给采油站，废水排入废液蒸发池中，自然蒸发。

根据大港油田圣达科技公司多年运行情况统计，每季度取回的油水样 12500 个左右，有示踪剂含量的不超过 5%。其中有示踪剂含量的样品平均为 100Bq/L 左右，经过混合后废液蒸发池内废水中示踪剂活度约为 5.26Bq/L。

3.2 废物

主要为废弃采样容器（塑料瓶）和废滤纸等，均为含油物质，每季度产生量约 75kg，经粉碎后与油水分离出的油品一起交付给采油站。

4. 正常工况污染途径

本项目使用的 ³H、³⁵S 示踪剂均为纯 β 核素，衰变过程仅释放 β 射线，未见 γ 射线。示踪剂包装瓶为玻璃瓶，取样瓶为塑料瓶，均对 β 射线有较好的屏蔽防护作用，因此，不再考虑示踪剂对放射性操作人员及公众的外照射影响。

5. 事故工况污染途径

在放射性同位素示踪剂存储、运输、使用过程中由于人为失误或事故，造成示踪剂包装瓶破碎，示踪剂洒漏造成放射性表面污染。如果处理措施不当进入环境水体可能造成一定危害。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

本项目从事放射性操作的工作场所包括三个部分，即放射性示踪剂储存场所、样品制备场所及样品分析场所。其中放射性示踪剂储存场所和样品制备场所位于天津大港油田幸福路南侧，样品分析场所位于天津大港油田幸福路 866 号（具体位置见附图 1）。

1、非密封放射性物质工作场所分级

1.1 非密封放射性物质工作场所分级标准

(1) 非密封放射性物质工作场所分级

根据（GB18871-2002）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》附录 C 规定的分级方法对非密封放射性物质工作场所进行分级，分级依据见表 10-1。

表 10-1 非密封放射性物质工作场所的分级

级 别	日等效最大操作量, Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

(2) 放射性核素的日等效操作量的计算

日等效操作量=实际日操作量×核素毒性组别修正因子/操作方式修正因子

1.2 可豁免的放射性物质与豁免水平

根据（GB18871-2002）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，A2 可豁免的源与豁免水平，表 A1 给出的 ^3H 和 ^{35}S 作为申报豁免基础的豁免水平见表 10-2。

表 10-2 ^3H 和 ^{35}S 作为申报豁免基础的豁免水平

序号	核素名称	活度浓度, Bq/g	活度, Bq
1	^3H	1E+6	1E+9
2	^{35}S	1E+5	1E+8

1.3 非密封放射性物质工作场所分级

1.3.1 示踪剂储存场所

放射性同位素示踪剂购置后储存于公司示踪剂贮源间内。其中 ^3H 年购买量为 800Ci， ^{35}S 年购买量 15Ci，均为一次性购入。

对于 ^3H ，氘水属于低毒，操作方式修正因子=0.01；对于 ^{35}S （无机）属于中毒，操作方式修正因子=0.1。两种核素的操作方式均为储存，操作方式与放射源状态修

正因子=100（液体，溶液，悬浮物）。

对于 ^3H ，日等效最大操作量= $800 \times 3.7 \times 10^{10} \times 0.01 \div 100 = 2.96 \times 10^9$

对于 ^{35}S ，日等效最大操作量= $15 \times 3.7 \times 10^{10} \times 0.1 \div 100 = 5.55 \times 10^8$

两种核素合计日等效最大操作量= $3.51 \times 10^9 \text{Bq}$ 。根据表 10-1 中的分级依据，本项目示踪剂储存场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。

1.3.2 采出样品制备场所

(1) 根据建设单位提供资料，对于 ^3H ，每天采集样品 300~400 瓶，塑料瓶规格 800mL，每瓶样品含水量约 500mL，采集样品放射性活度 0~200Bq/L。根据大港油田圣达科技公司多年运行情况统计，取回样品有示踪剂含量的不超过 5%。偏安全考虑，所有采集样品放射性活度均按 200 Bq/L 计算，则采出样品制备场所：

日最大实际操作量为： $400 \times 500 / 1000 \times 200 = 4.0 \times 10^4 \text{Bq}$

年最大实际操作量： $45000 \times 500 / 1000 \times 200 = 9.0 \times 10^7 \text{Bq}$

采集样品放射性活度 0~200Bq/L，最大活度浓度= $2.0 \times 10^5 \text{Bq/mL(g)}$

(2) 根据建设单位提供资料，对于 ^{35}S ，每天采集样品 20~30 瓶，塑料瓶规格 800mL，每瓶样品含水量约 500mL，采集样品放射性活度 0~2Bq/L。

则采出样品制备场所日最大实际操作量为： $30 \times 500 \times 2 / 1000 = 30 \text{Bq}$

年最大实际操作量： $5000 \times 500 \times 2 / 1000 = 5000 \text{Bq}$

采集样品放射性活度 0~2Bq/L，最大活度浓度= $2.0 \times 10^3 \text{Bq/mL(g)}$

由上述分析，两种核素均属于豁免水平

(3) 根据 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》附录 A2.2 c) 如果存在一种以上的放射性核素，仅当各种放射性核素的活度或活度浓度与其相应的豁免活度或豁免活度浓度之比的和小于 1 时，才能考虑给予豁免。

两种核素的活度浓度比： $2.0 \times 10^5 / 1 \times 10^6 + 2.0 \times 10^3 / 1 \times 10^5 = 0.22$

两种核素的年总活度比： $9.0 \times 10^7 / 1 \times 10^9 + 5.0 \times 10^3 / 1 \times 10^8 = 0.09$

由以上计算数据可见，采出样品制备场所符合（GB18871-2002）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中有关作为申报豁免基础的豁免水平。

1.3.3 样品分析场所

根据建设单位提供的资料，分析样品每瓶 5mL，远远小于采出样品数量，因此样品分析场所放射性同位素 ^3H 、 ^{35}S 操作量也属于豁免水平。

2. 辐射安全和防护措施

2.1 示踪剂储存场所

(1) 为解决同位素示踪剂贮存问题，公司拟在现有样品制备场所闲置库房内改建一座同位素示踪剂贮源间，用于公司使用的同位素示踪剂的贮存。贮源间位于库房内西南侧，东西长 10.5m，南北宽 7.5m。

(2) 贮源间内利用原有 1 座刻度井作为贮源坑使用，贮源坑直径 2.0m，坑深 2.2m，坑边沿高出地面 20cm。坑口设有铝制防护盖并加锁。贮源坑坑底及坑壁采取防渗措施。同位素示踪剂贮存于贮源坑内。

(3) 贮源间地面光滑无缝隙、易去污、易冲洗。贮源间内设有强制排风设施。

(4) 贮源间安装防盗门，并设有技防监控设施。

(5) 同位素示踪剂有专人保管，保管员与门卫 24 小时值班，领取同位素坚持做到双人，双锁，双人领取，并进行登记，做好记录。

(6) 购入示踪剂采用玻璃瓶密封盛装，外包装箱为纸箱，内衬 2-2.5mm 铝板。

2.2 现场测井作业

(1) 示踪剂井间测井现场作业前向当地环境保护主管部门进行申请和备案，得到许可后方可开展现场测井作业；

(2) 同位素示踪剂运输需委托有放射性物品运输资质的单位进行运输；

(3) 示踪剂测井作业现场周围半径 10m 范围内设置警戒区，配置警示牌。

(4) 测井作业施工前召开班前会，进行技术、安全交底，做好记录。

(5) 施工过程中要观察压力、声音、管线震动情况，确保示踪剂安全注到井内，施工顺利完成。

(6) 现场测井操作人员，必须穿戴符合要求的专用工作服、帽子、口罩和手套等个人防护用品，并要做到统一保管和处理。

(7) 现场测井操作前、后必须对工作场所辐射水平和设备及场所的放射性表面污染进行测量，发现异常及时进行妥善处理。

(8) 测井操作人员工作结束离开现场时，必须测量其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性沾污水平，发现污染，立即妥善处理。

(9) 未用或剩余放射性示踪剂以及放射性废物必须带回实验室处理。

2.3 采出样品制备场所

(1) 采出样品制备场所位于天津大港油田幸福路南侧，设有样品制备室。

(2) 样品制备室地面和工作台面均采用易清洗材料。

(3) 室内通风方式采用自然通风方式。工作场所配备了表面污染检测设备。

三废的治理

1、废液

本项目产生的废液主要为样品采集取回的油田采出液，为油水及泥沙混合物，收集于样品制备场所建设的油水分离池，在油水分离池内分离出油品交付给采油站，废水排入废液蒸发池中，自然蒸发。

2、废物

主要为废弃采样容器（塑料瓶）和废滤纸等，均为含油物质，每季度产生量约75kg，经粉碎后与油水分离出的油品一起交付给采油站。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设内容主要为同位素示踪剂贮源间建设及现有样品制备室用房、围墙等修缮，建设阶段无辐射环境影响。

运行阶段对环境的影响

1、外照射环境影响分析

本项目使用的放射性同位素包括 ^3H 、 ^{35}S ，均为纯 β 核素，衰变过程仅释放 β 射线，未见 γ 射线。 β 射线能量低，射程短，示踪剂包装瓶为玻璃瓶，取样瓶为塑料瓶，均对 β 射线有较好的屏蔽防护作用。根据 GBZ/T244-2013《 β 射线所致皮肤剂量估算规范》中附录 A，由于 ^3H 、 ^{35}S 核素 β 射线能量较低，不需估算皮肤剂量。因此，示踪剂储存及使用过程基本不会对放射性工作人员和周围公众构成外照射影响。

2、示踪剂储存和现场测井环境影响分析

本项目使用的示踪剂为氚水和硫 (^{35}S) 酸钠水溶液，购入的示踪剂采用玻璃瓶密封盛装，外包装箱为纸箱，内衬 2-2.5mm 铝板。 ^3H 示踪剂玻璃瓶包装规格分别 0.5、1.0、2.0、3.0、4.0（居里/瓶）， ^{35}S 示踪剂玻璃瓶包装规格分别 0.2、0.3、0.5、1.0（居里/瓶）。

本项目拟使用的示踪剂每年购入一次，其中氚水一次购入量 800Ci，硫 (^{35}S) 酸钠水溶液一次购入量 15Ci，由供货方负责送货。购入的示踪剂集中存放在贮源间内。接受测井任务时，根据计算好的示踪剂使用量，选择单瓶或多瓶组合使用，不分装。示踪剂瓶运到测井施工现场，直接装入高压注入容器内，将玻璃瓶压碎使示踪剂注入井下。因此，示踪剂储存及注入过程无放射性污染物产生。

油田注水井是用来向油层注水的井，是注入水从地面进入油层的通道。在油田开发过程中，通过专门的注水井将水注入油藏，保持或恢复油层压力，使油藏有较强的驱动力，以提高油藏的开采速度和采收率。注水井井口有注水用采油树，其主要作用是：悬挂井内管柱、密封油套环形空间、控制注水和洗井方式。除井口装置

外，注水井内还可根据注水要求分别安装相应的注水管柱。注水井可以是生产井转成的或专门为此目的而钻的井。通常将低产井或特高含水油井，边缘井转换成注水井。同位素示踪剂的注入过程，示踪剂随注入水进入地下储油层。根据地下储油层地质结构分析，储油层所处地层为隔水层，注入储油层的示踪剂不会进入含水层，因此注入地下储油层的示踪剂基本不会对地下水构成影响。

3、废液环境影响分析

根据工程分析，一般情况下，在示踪剂注入作业完成后第四天开始在采油井井口进行采样。示踪剂样品采集是在采油井井口采集的，采样时先把取样容器对准阀门的出口，然后慢慢打开阀门，将油水混合液接到取样容器中，关闭阀门。采样过程无放射性污染物产生。

样品采集液日最大产生量约 200L，每季度约 6.25m³，年产生量约 25m³；清洗废水日最大产生量约 8L，每季度约 250L，年产生量约 1.0m³；合计废液日最大产生量约 208L，每季度约 6.5m³，年产生量约 26m³产生量。

本项目产生的废液主要为样品采集取回的油田采出液，为油水及泥沙混合物，收集于样品制备场所建设的油水分离池，在油水分离池内分离出油品交付给采油站，废水排入废液蒸发池中，自然蒸发。

根据大港油田圣达科技公司多年运行情况统计，取回的油水样有示踪剂含量的不超过 5%，经过混合后废液收集池内废水中示踪剂活度约为 5.26Bq/L。废水中放射性活度可满足（GB8978-1996）《污水综合排放标准》中总 β 放射性最高允许排放浓度 10Bq/L 要求，经蒸发处理后不会对环境构成明显影响。

4、废物环境影响分析

主要为废弃采样容器（塑料瓶）和废滤纸等，每季度产生量约 75kg，年产生量约 300kg。本项目使用的示踪剂为氚水、硫酸钠水溶液等水溶性物质，其主要存在于水中。本项目产生的废弃物主要沾染原油等矿物油，放射性示踪剂沾染量很低，不属于放射性废物。

事故影响分析

1、可能发生的辐射事故

本项目可能发生的辐射事故主要为示踪剂在储存、运输及使用过程中由于人为错误或其他原因使示踪剂包装瓶破碎造成示踪剂洒漏，对工作场所地面或作业现场土壤构成污染。当发生污染事故后，应选择合理的去污方法尽早采取去污措施消除污染。

2、预防措施

(1) 从事检测作业的辐射工作人员须经过环保部门认可的培训机构组织的辐射安全培训，具备上岗资格，熟练掌握操作规程；

(2) 所有放射性核素、示踪剂都必须盛放于严密盖封的内容器内，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；

(3) 盛装放射性示踪剂的内容器应选用质地坚韧，并具有良好密封性能的容器，不应使用容易损坏、破裂的容器；

(4) 操作非密封放射性物质的单位，应当分析可能发生的事故和风险，制定相应的应急预案，做好应急准备，并报审管部门备案。

表 12 辐射安全管理

<p>辐射安全与环境保护管理机构的设置</p> <p>1、公司设立辐射防护管理领导小组，组长由公司总经理担任，全面负责单位的辐射安全管理工作，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作。</p> <p>2、公司现有职工 32 人，其中 26 人已取得放射性工作人员证（在有效期内，每两年审验一次），直接从事放射性工作的 12 人配备个人剂量牌，6 人持有井控证，4 人持有天津市安全生产监督管理局颁发的安全资格证书。</p> <p>3、直接从事放射性工作的人员，参加了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训考核，并取得相关证书。</p>
<p>辐射安全管理规章制度</p> <p>(1)《辐射安全岗位操作规程》</p> <p>(2)《辐射工作人员岗位职责》</p> <p>(3)《辐射防护制度》</p> <p>(4)《辐射环境安全保卫制度》</p> <p>(5)《设备使用与维护、质量控制等制度》</p> <p>(6)《放射性同位素使用登记制度》</p> <p>(7)《职业健康检查管理制度》</p> <p>(8)《辐射安全教育、培训制度》</p> <p>(9)《放射性操作场所监测方案》</p>
<p>辐射监测</p> <p>(1) 个人剂量监测：放射操作时，放射性操作人员配备个人剂量牌。个人剂量牌应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。</p> <p>(2) 表面污染监测：配备表面污染检测仪，现场测井操作前、后对施工设备和场所的放射性表面污染进行测量，发现异常及时进行妥善处理。</p> <p>(3) 测井操作人员工作结束离开现场时，必须测量其裸露皮肤、工作服和个人防护用品的放射性沾污水平，发现污染，立即妥善处理。</p>
<p>辐射事故应急</p> <p>制定有辐射事故（件）应急预案，应急预案内容已包括：应急组织机构和职责分工、辐射事故类型及应急响应程序、辐射事故调查、报告和处理程序、辐射事故现场处置方案、应急培训及应急演练计划等。</p>

表 13 结论与建议

结论:

1、实践正当性

同位素示踪剂井间监测技术是在注水井中注入一种水溶性示踪剂，在周围生产井中取水样，分析所取水样中示踪剂的浓度，并给出示踪剂产出曲线，再应用示踪剂解释软件对拟合计算，并结合储层物性、生产动态进行综合分析，就可以识别注入流体的波及参数、注采井间的连通性、压力场分布、井间主流通道参数、油藏非均质性等，为油田开发方案的制定和调整提供依据。因此，本项目的建设符合（GB18871-2002）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

2、辐射安全与防护

本项目从事放射性操作的工作场所包括三个部分，即同位素示踪剂储存场所、样品制备场所及样品分析场所。根据分析，放射性示踪剂储存场所属于乙级非密封放射性物质工作场所，样品制备场所和样品分析场所非密封放射性物质操作量及活度浓度均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中有关作为申报豁免基础的豁免水平，场所豁免应由审管部门批准。

公司购入的示踪剂采用玻璃瓶密封盛装，外包装箱为纸箱，内衬 2-2.5mm 铝板，贮存于公司示踪剂贮源间内，贮源间内设置地下式储源坑。同位素示踪剂储存场所、现场测井作业、样品制备场所及三废治理设施等均落实了辐射安全和防护措施，符合相关规范和标准要求。

3、辐射环境影响

本项目使用的放射性同位素包括 ^3H 、 ^{35}S ，均为纯 β 核素。由于 ^3H 、 ^{35}S 核素 β 射线能量较低，示踪剂包装瓶为玻璃瓶，取样瓶为塑料瓶，均对 β 射线有较好的屏蔽防护作用。因此，示踪剂储存及使用过程基本不会对放射性工作人员和周围公众构成外照射影响。

本项目使用的放射性示踪剂均为密闭包装，示踪剂注入过程采用密闭注入工艺，示踪剂储存及注入过程无放射性污染物产生。示踪剂样品采集过程无放射性污染物产生。取回的示踪剂样品在样品制备过程中产生的废弃样品及清洗废水等废液日最大产生量约 208L，每季度约 6.5m^3 ，年产生量约 26m^3 产生量。

本项目产生的废液主要为样品采集取回的油田采出液，为油水及泥沙混合物，收集于样品制备场所建设的油水分离池，在油水分离池内分离出油品交付给采油站，废水排入废液蒸发池中，自然蒸发。废水中放射性活度约为 5.26Bq/L，可满足（GB8978-1996）《污水综合排放标准》中总 β 放射性最高允许排放浓度 10Bq/L 要求，经蒸发处理后不会对环境构成明显影响。

本项目产生的废物主要为废弃采样容器（塑料瓶）和废滤纸等，每季度产生量约 75kg，年产生量约 300kg。本项目产生的废弃物主要沾染原油等矿物油，放射性示踪剂沾染量很低，不属于放射性废物。

4、辐射安全管理

公司设置了辐射安全与环境保护机构，配备了专职辐射安全管理人员，建立了辐射安全管理规章制度，配备了辐射监测设备并制订了辐射监测计划，制订了辐射事故应急预案，能够有效控制辐射安全。

5、可行性分析结论

天津大港油田圣达科技有限公司从事同位素示踪剂井间监测工作符合辐射防护“实践正当性”要求，在充分落实本报告提出的污染防治措施和管理制度后，具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求。因此从辐射环保角度论证，本项目的建设和运行具备环境可行性。

建议和承诺

- （1）严格执行操作规程，加强管理；
- （2）配备与辐射工作相适应的监测仪器；
- （3）严格落实监测计划，落实各项污染防治措施。
- （4）强化管理，严格落实各项管理制度、辐射污染防治措施。
- （5）接受各级环保行政主管部门的监督检查。
- （6）取得环境影响报告表批复意见后及时办理取得辐射安全许可证变更手续。
- （7）根据国家有关辐射环境管理法律法规及标准规范要求，健全完善各项规章制度，并对相关制度及时更新。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公 章

年 月 日

审批意见：

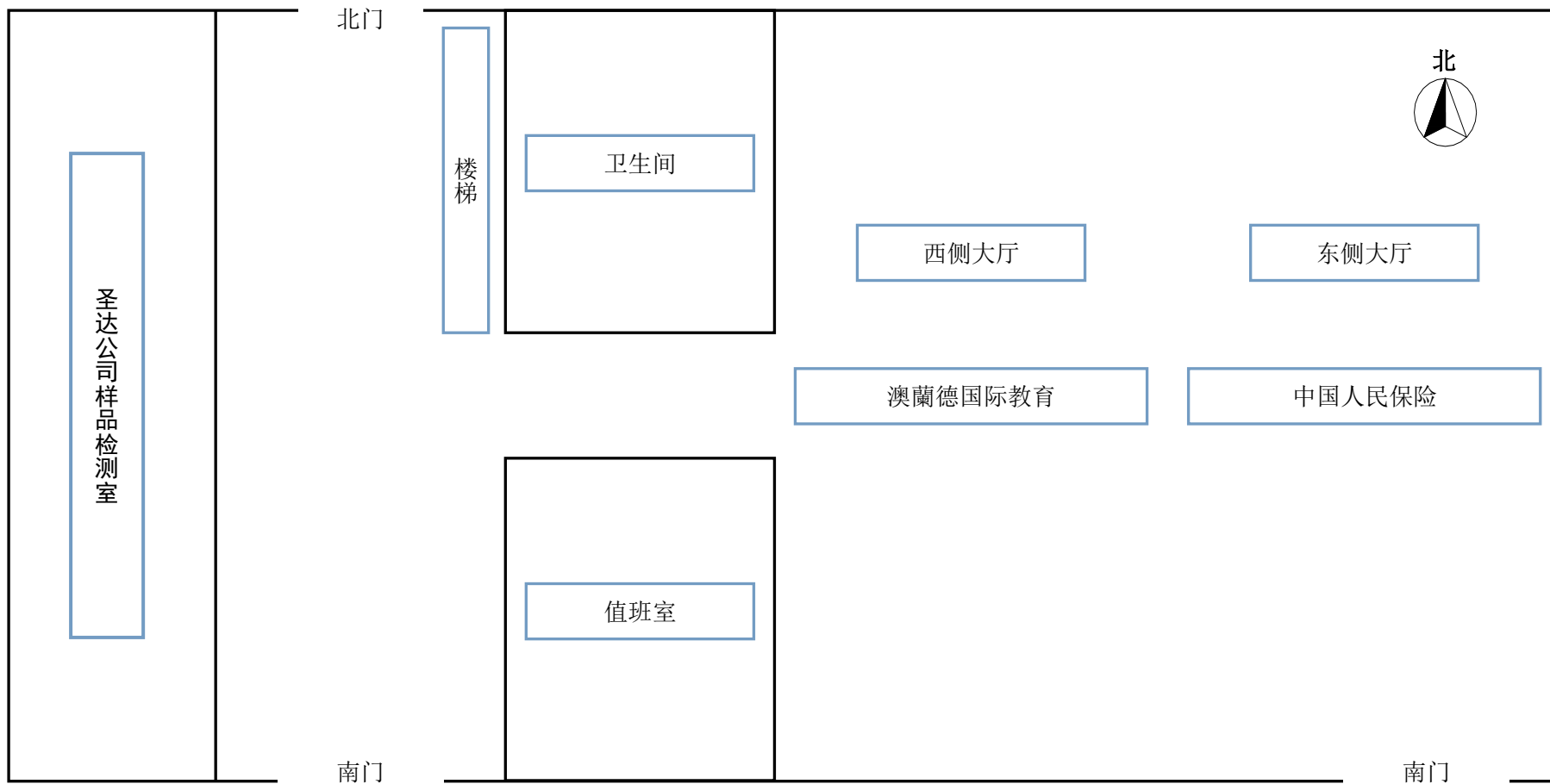
经办人

公 章

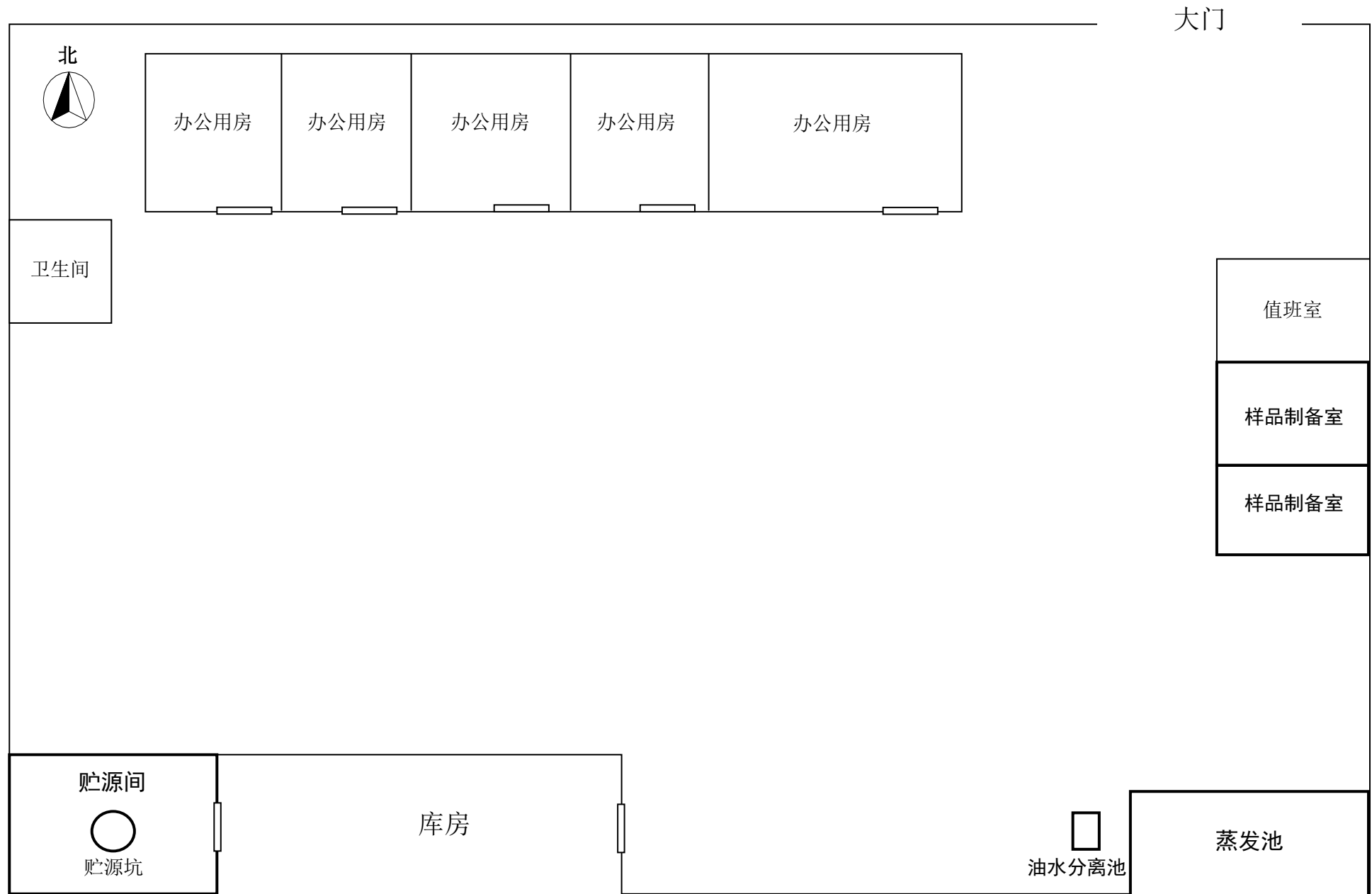
年 月 日



附图 1 天津大港油田圣达科技有限公司地理位置图



附图 2 天津大港油田圣达科技有限公司办公区平面布局示意图



附图 3 天津大港油田圣达科技有限公司样品制备场所平面布局示意图