

编号：BSJC-JL-JX-046-003-232-HP

核技术利用建设项目

中海油能源发展股份有限公司工程技术
湛江分公司使用工业CT项目环境
影响报告表

(送审稿)

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司



环境保护部监制

核技术利用建设项目

中海油能源发展股份有限公司工程技术
湛江分公司使用工业CT项目环境
影响报告表

建设单位名称：中海油能源发展股份有限公司

工程技术湛江分公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

马涌宇

通讯地址：湛江市坡头区南油二区合作楼3楼

邮政编码：524500

联系人：葛心

电子邮箱：/

联系电话：[REDACTED]

编制单位和编制人员情况表

项目编号	fp7s70		
建设项目名称	中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司使用工业CT项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司		
统一社会信用代码	914408047848854599		
法定代表人 (签章)	方满宗 		
主要负责人 (签字)	吴土荣 		
直接负责的主管人员 (签字)	葛心 		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	博思百睿检测评价技术服务有限公司		
统一社会信用代码	91230607598223996P		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
康海洋	[REDACTED]	BH011967	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
康海洋	报告编制、审核	BH011967	



姓名: 康海洋
 Full Name _____
 性别: _____
 Sex _____
 出生年月: 1975. 06. 20
 Date of Birth _____
 专业类别: _____
 Professional Type _____
 批准日期: 2013-05
 Approval Date _____

持证人签名:
 Signature of the Bearer

康海洋

管理号: 201303521035000003510210418
 File No.

签发单位盖章:
 Issued by _____
 签发日期: 2014 年 04 月 01 日
 Issued on _____



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
 The People's Republic of China



编号: HP 00014202
 No.

Ministry of Environmental Protection
 The People's Republic of China

天津市社会保险缴费证明

(单位职工缴费证明)

单位名称: 博思百睿检测评价技术服务有限
公司天津分公司

校验码: WM074NCE920220816091235

组织机构代码: MA074NCE9

查询日期: 202201至202208

序号	姓名	社会保障号码	险种	缴费情况		本单位实际缴费月数
				起始年月	截止年月	
1	康海洋	132529197506201014	基本养老保险	202201	202207	7
			基本医疗保险	202201	202207	7
			工伤保险	202201	202207	7
			生育保险	202201	202207	7
			失业保险	202201	202207	7

备注: 1. 如需鉴定真伪, 请在打印后3个月内通过登录<http://hrss.tj.gov.cn>, 进入“证明验证真伪”, 录入校验码进行甄别。

2. 为保证信息安全, 请妥善保管缴费证明。

打印渠道: 网厅

天津市社会保险基金管理中心网上经
办大厅

日期: 2022年08月16日



统一社会信用代码

91230607598223996P

营业执照



扫描二维码“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、许可、监管信息。

名称 博恩百春检测评价技术服务有限公司

注册资本 伍仟万圆整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2012年07月09日

法定代表人 王韬

营业期限 长期

经营范围 一般项目：环境检测服务；环境保护监测；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；环境应急治理服务；水利相关技术服务；水文服务；规划设计管理；土地整治服务；土地调查评估服务；生态资源监测；地理遥感信息服务；不动产登记代理服务；消防技术服务；许可项目：检验检测服务；放射卫生技术服务；职业卫生技术服务；辐射监测；放射性污染监测；测控服务；室内环境检测；安全评价业务；雷电防护装置检测。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）

住所 黑龙江省大庆市高新区新科路14号科技创业园B座422房间

登记机关

2022年05月20日



目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	10
表 6 评价依据	11
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	27
表 10 辐射安全与防护	32
表 11 环境影响分析	41
表 12 辐射安全管理	56
表 13 结论与建议	66
表 14 审批	70
附图一 项目地理位置图	71
附图二 项目周边关系图	72
附图三 湛江实验中心厂区平面布置图	73
附图四 项目影响评价范围	74
附图五 湛江实验中心地宫楼一层平面示意图	75
附图六 湛江实验中心地宫楼一楼内监测点位示意图	76
附图七 湛江实验中心厂区内监测点位示意图	77
附件1 委托书	78
附件2 营业执照	79
附件3 主体项目环评批复	80
附件4 监测报告	84
附件5 设备技术要求书	96
附件6 产品合格证	105
附件7 出厂检测报告	106

附件8 规章制度.....	107
附件9 应急预案.....	113
附件10 资料承诺函.....	117

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司 使用工业CT项目			
建设单位		中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司			
法人代表		方满宗	联系人	葛心	联系电话
注册地址		湛江市坡头区南油二区合作楼3楼			
项目建设地点		湛江市坡头区南油二区			
立项审批部门		--		批准文号	--
建设项目总投资 (万元)		620	项目环 保投资 (万元)	66	投资比例(环保 投资/总投资)
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			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		/			

1.1 建设单位概况

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司（以下简称“中海油湛江分公司”）位于湛江市坡头区南油二区南调路上，于2006年01月24日成立，中心地理位置坐标为N21°24'69.5"，E110°45'20.6"。本项目具体建设在中海油湛江分公司分管的中海油实验中心（湛江）（以下简称“湛江实验中心”）内，地理位置同中海油湛江分公司。湛江实验中心成立于1983年，下设有地质实验室、开发实验室、化学实验室、技术支持室、信息档案室和综合管理室六个科室，目前员工总数有136人，该中心资产原值9160多万元，拥有油气勘探开发研究、计算机工作站、软件及各类装备1445台套；拥有办公楼房7栋，总面积6000多平方米，整个中心占地面积约11000平方米。

湛江实验中心主营业务是为中海油湛江分公司的石油和天然气勘探开发科学研究提供多方面的研究支持及技术服务；可从事油气勘探开发研究及石油地质

分析实验；油气勘探开发现场监督；技术情报信息及翻译、技术档案资料及钻井样品管理和应用；计算机及网络管理、设备租赁和维护、图件编绘、晒图复印、综合性技术支持服务等。

1.2项目建设规模

项目位于坡头区南油二区南调路湛江实验中心厂区范围内 U 型地宫楼北侧楼一楼，拟打算将闲置的房间经改造后成为用于检测的辐照室，在该室内安装使用 1 台 nanoVoxel 5000 型微米级 CT 成像系统（最大管电压 240 千伏、最大管电流 3 毫安，设备带自屏蔽，属于 II 类射线装置）用于对岩石样品进行无损检测，以进行渗流规律、岩石特性方面的研究。本项目工业 CT 机基本信息表见表 1-1。

表1-1 本项目工业CT基本信息表

名称	型号	产地或厂家	数量	类别	最大管电压	最大管电流	最大管功率	备注
微米级CT成像系统	nanoVoxel 5000	天津三英精密仪器有限公司	1台	II类	240kV	3mA	350W	自带屏蔽

1.3项目由来

根据原环保部、国家卫生和计划生育委员会发布的《关于发布<射线装置分类>的公告》（2017年第66号）对射线装置的分类，本次评价的射线装置属于该公告中的“工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置”，属于II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号），中海油湛江分公司核技术利用建设项目属于“五十五、核与辐射，172核技术利用建设项目中使用II类射线装置的”，需编制环境影响报告表，报广东省生态环境厅审批。

为此，中海油湛江分公司委托博思百睿检测评价技术服务有限公司开展环境影响评价工作（委托书见附件1）。在接受委托后，我公司组织相关技术人员进行了资料收集、现场勘察等工作，并结合项目特点，编制完成了《中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司使用工业CT项目环境影响报告表》。

本项目将安排职业工作人员专门从事本项目X射线工业CT的操控和检测工作，计划配置辐射工作人员2名，除每次样品准备和参数调试位于辐照室约10min，其余时间位于数据处理间，2人一个班次，不设置倒班；CT设备每日运行时长约8h，每日检测约2~3个样品，日最大出束时长不超过8h，每周使用4天，CT设备周最大曝光时长为32h，每年使用50周，年总曝光时长为1600h。

1.4项目选址及周边环境等情况

1.4.1项目选址合理性分析

本项目位于广东省湛江市坡头区南油二区南调路湛江实验中心厂区内，项目地理位置图见图 1.1。湛江实验中心位于南调路上，其厂区西侧为中国海洋石油南海西部公司，北侧为未开发空地，东侧为南油电视台和南油矿区餐厅，南侧为中海油某部门办公楼。设备屏蔽体 50m 范围内无居民区、学校、医院等人员密集区，本项目周边关系图见图 1.2。



图 1.1 项目地理位置图



图 1.2 项目周边关系图

本项目拟将一台自屏蔽工业CT置于湛江实验中心厂区范围内的U型地宫楼（以下简称“地宫楼”）北侧一楼，将东北方向一间办公室改造为辐照室用于安装CT设备用于对样品的检测和分析。地宫楼位于湛江实验中心厂区南侧，该楼北侧部分为2层建筑，中间部分和南侧部分为3层建筑，整栋楼主要用于办公使用，大部分房间目前为闲置状态；该楼四周均为厂区内道路，向北约10m为高低楼，向北约26m为小平房，向东北约20m为供应楼，向东北约34m为地质楼。工业CT机为自带铅板屏蔽的X射线装置，其屏蔽体外50m范围涉及主要人员活动场所基本均处于该实验中心范围内。湛江实验中心厂区平面布置示意图见图1.3，本项目影响评价范围见图1.4。

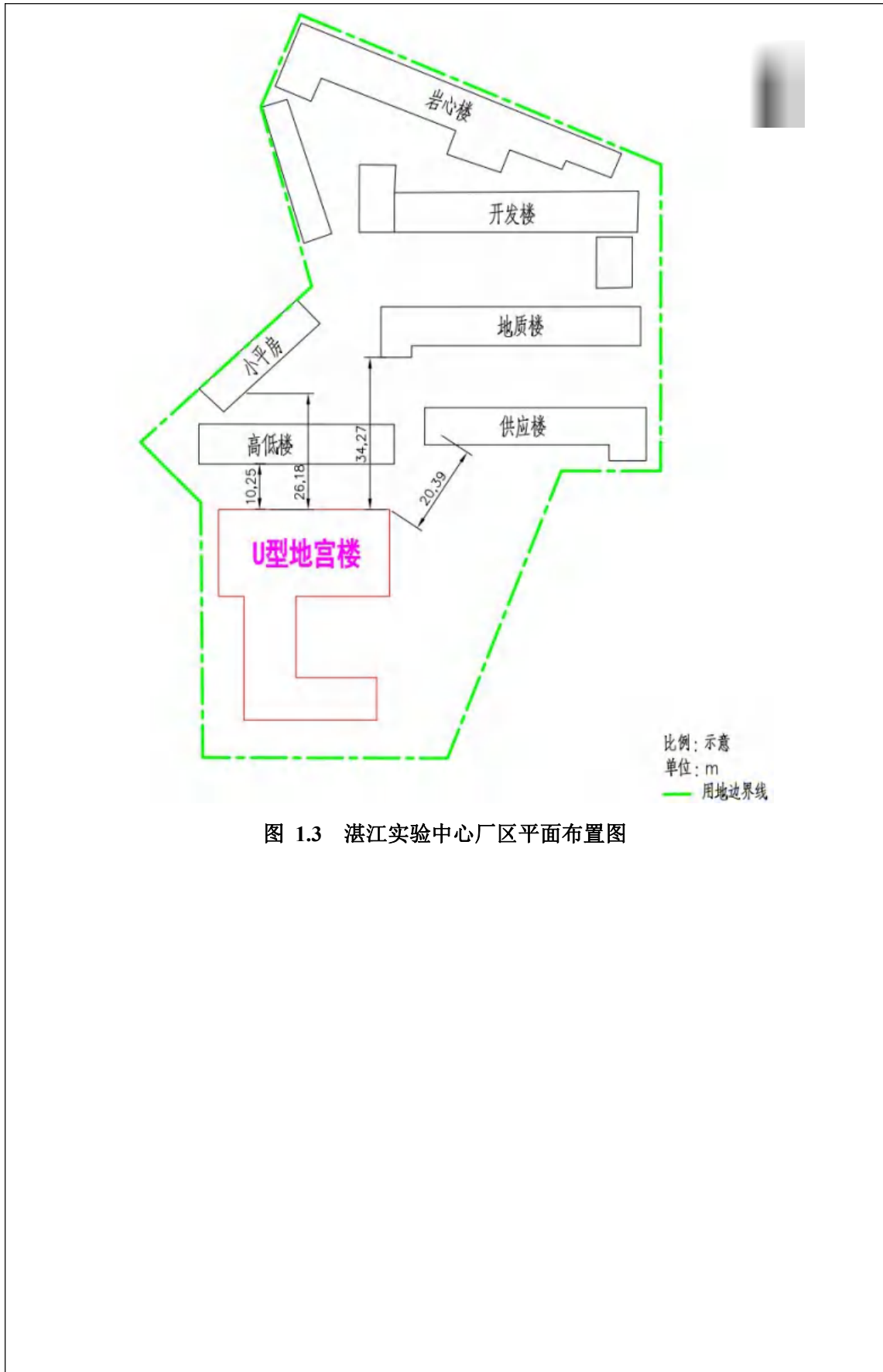


图 1.3 湛江实验中心厂区平面布置图



图 1.4 项目影响评价范围

1.4.2 项目周围保护目标

根据现场调查，中海油湛江分公司拟建的核技术利用项目自屏蔽体外50m范围内的环境保护目标主要为地宫楼，高低楼，小平房，供应楼，地质楼西南角，地质楼西南角，及厂区内外道路，保护对象为操作工业CT机的辐射人员、周围的非辐射工作人员以及偶尔经过的公众。项目屏蔽体50m范围内无学校、医院等环境保护目标。

辐照室设置门禁卡，非该场所工作人员无法进入，正常作业期间辐照室仅人员停留，由于本项目工业CT机带自屏蔽，辐照室周围辐射水平能够满足国家安全要求，满足对相关场所的使用标准，项目选址合理。

1.5产业政策符合

经对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日起施行），本项目属于第一类鼓励类中的十四、机械中的6科学研究用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于3.0纳米的电子显微镜。

该项目的建设，满足社会经济发展的需求，符合国家产业政策。

1.6原有核技术利用项目许可

中海油湛江分公司暂无许可的核技术利用项目，本次为该单位首次建设核技术利用项目。

1.7评价目的

通过对项目所处地区环境的现状调查、监测，掌握评价区域内的辐射环境质量现状和环境功能概况，分析评价该实验中心的主要污染源-射线装置产生的电离辐射对周围环境的影响程度和范围，论证环保措施可行性和合理性，提出切实可行的辐射防护措施和建议。从环保角度做出该项目是否可行的结论，为生态环境部门对中海油湛江分公司的辐射防护安全和监管提供依据。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) X 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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式 与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作和操作方式见《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加速器

序号	名称	类型	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	类型	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	微米级CT成像系统	II类	1	nanoVoxel 5000	240kV	3mA	样品结构、岩石特性	地宫楼114房间	新建自屏蔽式工业CT机

(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 (uA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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 9 号，2015.1.1 施行；</p> <p>2、《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 24 号，2003.9.1 施行，2016.7.2 第一次修订后施行，2018.12.29 第二次修订后施行；</p> <p>3、《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 6 号；2003.10.1 施行；</p> <p>4、《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，2005.12.1 施行；国务院令第 709 号第二次修订，2019.3.2 施行；</p> <p>5、《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017.10.1 施行；</p> <p>6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号公布，2006.3.1 施行；环境保护部令第 3 号修改，2008.12.6 施行；环境保护部令第 47 号修改，2017.12.20 施行；生态环境部令第 7 号修改，2019.8.22 施行；生态环境部令第 20 号修改，2021.1.4 施行；</p> <p>7、《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，2011.5.1 施行；</p> <p>8、《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，2017.12.5 施行；</p> <p>9、《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，2006.9.26 施行；</p> <p>10、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第 16 号 2021.1.1 施行；</p> <p>11、《关于加强核与辐射安全监管能力建设工作的通知》，环办辐射函[2017] 1593 号，2017.10.1 施行；</p> <p>12、关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（环境保护部公告，国环规环评 [2017] 4 号）；</p> <p>13、《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施。</p>
------	---

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、《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》（HJ10.1-2016）； 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 4、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； 6、《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； 7、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 8、《环境空气质量标准》（GB3095-2012）。
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护总局1995年）； 2、建设单位提供的有关资料等。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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）规定要求：“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”。

本项目为在辐照室内使用1台带自屏蔽装置的II类射线装置，本次评价范围为工业CT机屏蔽体外半径50m范围内的区域。评价范围见图 1.4。

7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，确定项目的保护目标主要是评价项目50m范围内操作工业CT机的辐射工作人员、周围的非辐射工作人员（公众）以及偶然经过的公众。本项目50m评价范围内的保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要保护目标情况

保护目标	名称及方位	环境特征	功能划分	距离屏蔽体	人员规模	
职业人员	数据处理间	/	收集、分析CT检测数据	1~7m	2人	
非辐射工作人员	辐照室周围	本楼北侧为2层建筑，中间和南侧为3层建筑	办公室	4~50m	28人	
		北侧的高低楼	4层建筑	办公室	14~35m	29人
		东北侧的小平房	1层建筑	杂物间	45~50m	/
		东北侧的供应楼	3层建筑	实验室	16~50m	约4人
		东北侧的地质楼	3层建筑	实验室	34~50m	约5人
公众	厂区内外道路	道路	道路	2~50m	/	

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（一）第4.3.2.1款，应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准6.2.2规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B（标准的附录B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

标准中附录B规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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：

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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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：

a) 年有效剂量，1mSv；

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。

本次评价以上述标准中规定的职业照射连续5年的平均有效剂量限值的1/10（2.0mSv）作为职业人员的年管理剂量约束值；以公众照射年有效剂量限值的

1/10 (0.1mSv) 作为公众成员的年管理剂量约束值。

(二) 第6.4款 辐射工作场所的分区

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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区,以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散,并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区:这种区域未被定为控制区,在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

该标准规定了工业X射线探伤室探伤、工业X射线CT探伤与工业X射线现场探伤的放射防护要求。

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或X射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口,当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压;已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关,只有在打开控制台钥匙开关后X射线管才能出束;钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对辐射工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同4.1.3；

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后X射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止X射线装置，关上门不能自动开始X射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与X射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。

4.2 安全操作要求

4.2.1 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相

比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

4.2.4 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

4.2.5 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置

本项目位于广东省湛江市坡头区南油二区南调路上，具体位于烟楼小学东北侧约110m处湛江实验中心地宫楼北侧一楼，湛江实验中心的中心地理位置坐标为N21° 24' 69.5"，E110° 45' 20.6"，项目地理位置见图 1.1。

湛江实验中心厂区西侧为中国海洋石油南海西部公司，北侧为未开发空地，东侧为南油电视台和南油矿区餐厅，南侧为中海油某部门办公楼，项目周边关系见图 1.2。

辐照室所在地宫楼位于湛江实验中心厂区南侧，该楼北侧部分为2层建筑，中间部分和南侧部分为3层建筑，整栋楼主要用于办公使用，大部分房间目前为闲置状态；该楼四周均为厂区内部道路，向北约10m为高低楼，向北约26m为小平房，向东北约20m为供应楼，向北约东北34m为地质楼。工业CT机为自带铅板屏蔽的X射线装置，其屏蔽体外50m范围涉及主要场所基本均处于该实验中心范围内。湛江实验中心厂区平面布置示意图见图 1.3，本项目影响评价范围见图 1.4。

本项目工业CT设备拟安装于湛江实验中心地宫楼北侧楼一楼114房间，114房间拟改造为辐照室，与辐照室毗邻北侧为厂区道路，西侧为CT设备数据处理间，南侧为室内走廊，东侧为杂物间，上方为办公室，下方并无地下室。地宫楼一层平面示意图见图 8.1。

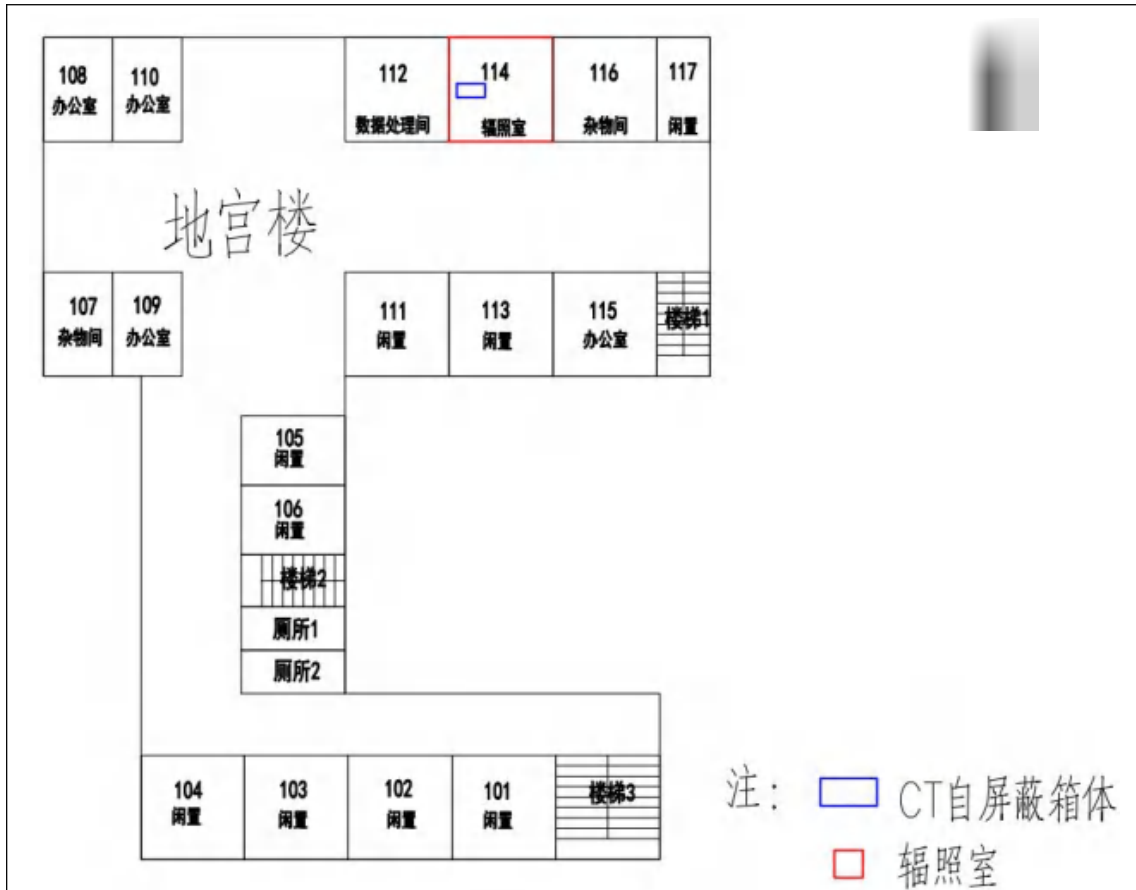


图 8.1 湛江实验中心地宫楼一层平面示意图

本建设项目的X射线装置屏蔽体50m范围内无居民区、学校、医院等人员密集区项目，所在地的现场勘查情况见图 8.2。





8.2 自然环境概况

湛江市坡头区位于广东省西南部，雷州半岛东北部，湛江海湾东岸，地跨东经109°20′~110°18′，北纬21°5′~21°26′。下辖官渡、龙头、坡头、南三、乾塘、南调、麻斜等七个镇（街），总人口37.75万，总面积507平方公里。该地区地处热带，热带海洋性季风气候明显，长夏无冬，雨水丰沛，日照充足。年平均气温23.3℃~24.0℃，年平均相对湿度82%~84%，年平均降雨量1417~1802毫米，年平均蒸发量稍大于1760毫米，年平均日照总时数为1930.8小时，日照率为45%。

8.3 社会环境概况

湛江市坡头区内驻有中国海洋石油南海西部公司总部，坡头区建有5万吨级货运码头，中国海洋直升机场、中国民航新塘直升机场，广湛高速公路、325国道贯穿全境。连接湛江海湾东、西海岸的湛江海湾大桥将于2006年上半年竣工，海陆空交通运输方便。根据《坡头区科技兴区计划》的实施工作。共实施项目50项，已完成或接近完成的项目达43项，计划总投资11500万元，实际完成投资8337万元，累计实现新增产值18600万元，共开发和推广新产品、新品种、新技术100多个(项)。

8.4 环境质量和辐射现状

为了解本项目所在区域及周围环境辐射水平现状，博思百睿检测评价技术服务有限公司组织技术人员于2022年9月14日对项目所在区域及周围环境 γ 辐射剂量率现状水平进行了监测，监测报告见附件4。

8.4.1 监测目的

本次评价根据项目实际情况制定辐射环境检测计划，对本项目厂区拟建区域周围辐射环境现状进行监测，以了解项目拟建场址及评价范围内环境辐射现状水平。

8.4.2 监测因子

环境 γ 辐射剂量率。

8.4.3 监测依据和方法

监测方法按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

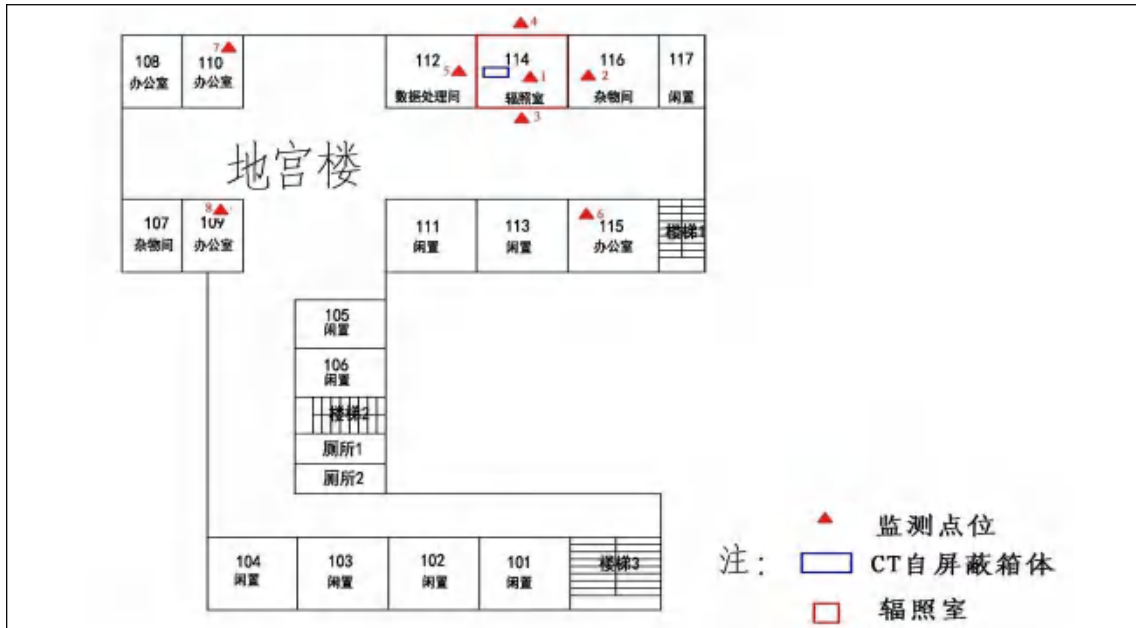
检测方法：

- 1、开机预热；
- 2、将仪器固定在三角架上，保持仪器探头中心距离地面1m；
- 3、仪器读数稳定后，以约10s的间隔读取5个数据，记录在测量原始记录表。

8.4.4 监测点位

布点范围：中海油湛江分公司拟建的工业CT室及本项目X射线装置屏蔽体周边200米关注范围。

布点原则：本项目的环境辐射现状监测点位主要位于工业CT室室内、地宫楼内、厂内临近楼宇及厂区外关注点，按照《环境 γ 辐射剂量率 测量技术规范》（HJ1157-2021）的辐射环境质量监测布点要求，开展道路测量时，点位应设置在道路中心线；开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3核技术利用辐射环境监测的布点要求，以工作场所为中心，半径200m内布点，测量点覆盖控制区和监督区，并覆盖200m范围内的办公区、居住区、学校等环境敏感点。结合本项目的保护目标分布及评价范围，本次共布设30个检测点位，检测布点见图8.3、图8.4、图8.5、图8.6。



地宫楼一层监测点位图

图 8.3 地宫楼一楼内监测点位示意图



图 8.4 地宫楼二层监测点位示意图



图 8.5 厂区内监测点位示意图



200米范围平面图

图 8.6 厂区内监测点位示意图

X、 γ 辐射剂量率的监测，监测时仪器距地面1米高处，每个测点计取10个读数。

8.4.5 监测仪器

表 8-1 计量仪相关情况

仪器名称	环境监测用X-γ 辐射空气比释动能率仪
仪器型号	JB4000
设备编号	20186
生产厂家	上海精博工贸有限公司
能量响应	48keV~3MeV
测量范围	0.01 μ Gy/h~200 μ Gy/h
检定单位	深圳中电计量测试技术有限公司
有效日期	2022/12/1—2023/11/30
证书编号	ZD202212012750
检测单位	博思百睿检测评价技术服务有限公司

8.4.6 质量保证措施

- 1、合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- 2、监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- 3、监测仪器经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- 4、每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- 5、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 6、监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.4.7 监测结果及分析

项目所在区域及周围环境关注点 γ 辐射剂量率本底值检测结果见表 8-2，监测报告见附件4。

表 8-2 本项目环境 γ 辐射剂量率检测结果

监测点位 编号	点位描述	X-γ 辐射剂量率 (μ Gy/h) 检测结果
1	辐照室内	0.08
2	杂物间内	0.10
3	辐照室门外	0.08
4	辐照室北墙外	0.10

5	数据处理间内	0.09
6	115办公室内	0.09
7	110办公室内	0.10
8	109办公室内	0.10
9	地宫楼U型内侧	0.09
10	高低楼门口	0.10
11	供应楼门口	0.10
12	地质楼门口	0.09
13	小平房门口	0.10
14	开放楼门口	0.08
15	岩心楼门口	0.09
16	茶源居门口	0.10
17	烟楼小学门口	0.11
18	陈鲜柠美食店门口	0.10
19	建设银行门口	0.08
20	南粤银行海阳支行门口	0.10
21	鑫记港式老派牛杂店门口	0.09
22	东侧十字路口	0.10
23	南油商业城门口	0.10
24	南油图书馆门口	0.08
25	润泽阁西门门口	0.10
26	南油电视台门口	0.10
27	田华美食门口	0.11
28	南海石油医院门口	0.09
29	211办公室内	0.10
30	212办公室内	0.09

注：1、以上数据均已矫正，本数据已扣除宇宙射线响应值。宇宙射线响应值为10.9nGy/h。

2、测量时仪器探头距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据。

从表 8-2 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域 γ 辐射空气吸收剂量率范围为80~110nSv/h，其中室内环境 γ 辐射现状检测值为80~100nSv/h，室外环境 γ 辐射现状检测值为80~110nSv/h。

参考《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护总局1995年）对广东省室内和室外的天然贯穿辐射剂量率的调查研究结果：室内辐射剂量率范围为57~367nGy/h；室外辐射剂量率范围为45~222nGy/h，可见本项目拟建区域环境 γ 辐射剂量率在《中国环境天然放射性水平》对广东省室内和室外的辐射剂量率本底水平范围内，属正常环境本底。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工程设备

本项目内容为使用1台工业X射线CT机，用于多尺度油气类样品内部结构微观尺度的三维空间表征，可通过平板探测器获取大量不同角度被测对象受X射线照射后的断层扫描图像，结合定性、定量的分析软件，实现对样品内部结构的三维高分辨成像，应用于样品的渗流规律、岩石特性研究，为油气渗流基础规律研究提供科研数据。

本项目拟新建的工业CT为nanoVoxel 5000微米级CT成像系统。

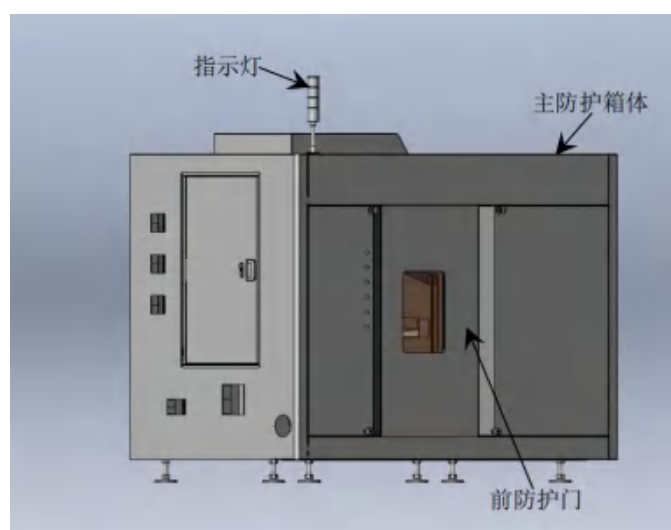


图9.1 微米级CT成像系统机箱设计图

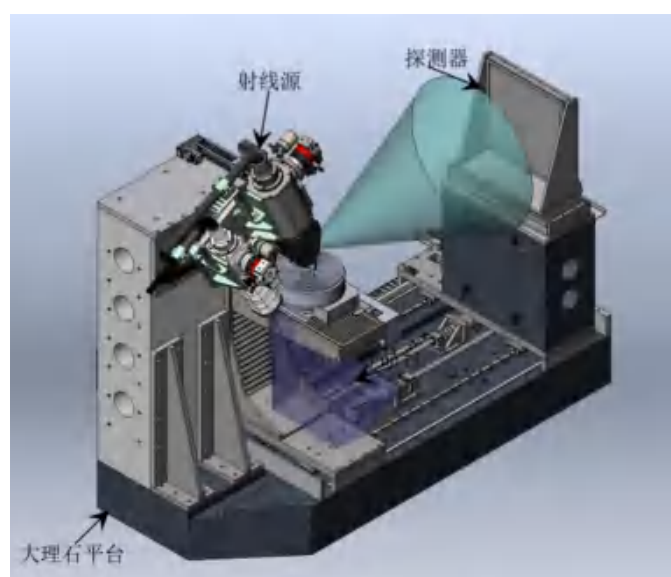


图9.2 微米级CT成像系统的内部图

天津三英精密仪器股份有限公司生产的nanoVoxel 5000微米级CT成像系统，开放式反射靶焦点X射线管最大管功率为350W，最大管电压为240kV，最大管电流为3mA，主要由射线源、探测器系统、精密样品台、高精度机械转台、CT扫描岩心加载系统、图像采集及重构系统、射线防护箱体、数据采集计算机、旋片真空泵等。设备外形箱体尺寸3020mm（长）×1644mm（宽）×2250mm（高）。基本性能部分参数一览表见表 9-1，更多设备参数内容见厂家提供材料附件5。

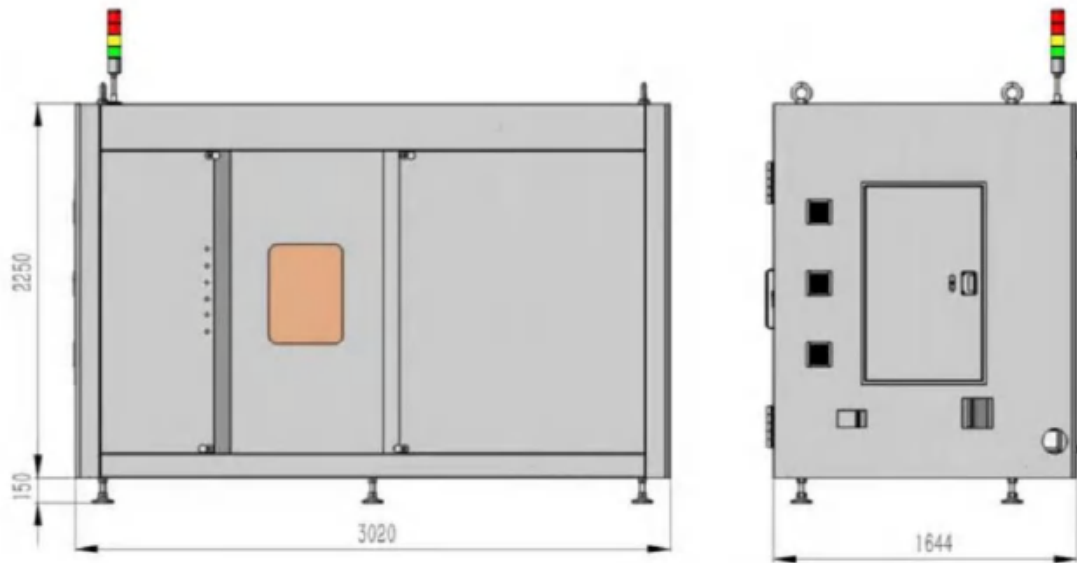


图 9.3 nanoVoxel 5000微米级CT尺寸示意图（单位：mm）

表 9-1 本项目工业CT机部分参数一览表

性能	参数
射线源	240kV开放式反射靶焦点X-射线源一套 160kV开放式反射靶焦点X-射线源一套
最大管电压	240kV
最大管电流	3mA
过滤材料	3mm铝
辐射源点过滤后1m处X射线输出量	12.9mGy×m ² /（mA×min）
平板探测器像素矩阵	≥5600×4500
机器外形尺寸	长3020mm 宽1644mm高 2250mm（高）
承载工件最大重量	25kg

9.1.2 工作原理

工业X射线CT机装置是指应用于工业中的核成像技术，其基本原理是依据辐射在被检测物体中的减弱和吸收特性，同物质对辐射的吸收本领与物质性质有关。所以，利用放射性核素或其他辐射源发射出的具有一定能量和强度的 X 射线，在被检测物体中的衰减规律及分布情况，就有可能由探测器阵列获得物体内部的详细信息，结合定性、定量的分析软件，用计算机信息处理和图像重建技术，实现对样品内部结构的三维高分辨成像。

X射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚焦成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前加速达到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金、钽等制成，高速电子轰击靶体产生X射线。

9.1.3 工业CT检测工艺流程

本项目工业CT机检测流程如下：

- 1、登记检测样品信息；
- 2、打开工件防护门，将待检样品安装在工件台；
- 3、开机前，进行设备检查，（工业CT机房进行清场检查，确认机房内无人后）关闭防护门；
- 4、根据样品情况，设置扫描参数；
- 5、确定一切正常后，启动开始按钮，进行扫描检测；
- 6、扫描检测结束后，关闭设备电源，取出样品。填写设备使用记录。

在开机扫描检测过程中，会产生X射线及少量的O₃、NO_x。检测结果在控制台电子显示屏显示，故不涉及照片洗印和相关废物产生，不会产生放射性三废。

本工程工业CT的检测工艺流程及产污环节见图9.4。



图 9.4 检测工艺流程及产物环节图

9.1.4 工况分析

本项目工业CT机自带铅板防护外壳，主要用于岩石样品特性检测。

根据建设单位提供参数，本项目拟计划工况如下：

表 9-2 本项目计划工况

设备型号	nanoVoxel 5000
每天工作时间 (h)	8
每周工作天数 (d)	4
每年工作周数	50
拟配备工作人员数	2
每天检测样品数量 (个)	2~3
每次检测时长 (h)	2~4
每日最大出束时长 (h)	8
年曝光时长 (h)	1600

9.2 污染源描述

1. 污染因子

(1) 放射性污染物

放射性污染物为本项目主要污染物，本项目工业CT属于工业X射线装置，X射线随装置的开、关机而产生和消失，只有在开机状态下启动X射线管才会产生X射线。

(2) 非放射性污染物

工业CT机工作过程中产生少量的臭氧和氮氧化物。

2. 正常工况污染途径

(1) X射线

本项目射线装置发射的初级X射线会产生直射和漏射X射线，且初级X射线照射在被照工件上会产生散射X射线，这些穿过屏蔽体的少量X射线会对一定范围的辐射工作人员和公众人员产生额外照射。

(2) 废气

空气在X射线强电离作用下，会产生少量的臭氧和氮氧化物。工业CT自屏蔽体及机房均设有机械通风设施，换气次数不少于3次/h，在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在常温下可自行分解为氧气。

3. 事故工况污染途径

本项目工业CT机在投入使用后可能发生的事故为：

(1) 工业CT机投入使用后，门机联锁装置失灵，在开机状态下屏蔽门处于打开状态，人员在工业CT机周围受到X射线照射。

(2) 设备维修或维护过程中，工作人员误操作，接通电源并出束，造成误照射。一旦发生射线泄露事故，立即切断电源，启动本公司的应急方案。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射防护的“两区”管理

分区依据和原则为防止X射线对环境的影响，中海油湛江分公司按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）相应的要求，对辐射工作场所划分为控制区、监督区，并实行两区管理制度。

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指示。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件。

本项目分区管理情况根据控制区和监督区的定义，由于本项目 nanoVoxel 5000型工业CT为自屏蔽式工业CT，出束状态下CT机周围剂量率将低于国家标准的辐射剂量率限值。

按防护要求，将工业CT机装置自屏蔽体内部区域划为控制区，该区域密封在设备结构材料内部，无需采取额外的防护措施；将辐照室除工业CT机以外的区域划为监督区，该区域无需专门的防护手段或安全设施，但需要对职业照射条件进行监督，正常工况下，工作人员需佩戴个人剂量计，工业CT机出束状态下禁止无关人员进入监督区，并在该入口处设置标明监督区的标牌。

因此，工业CT机机身所在红色区域划为控制区，黄色区域划为监督区。本项目辐射工作场所两区划分见图 10.1。

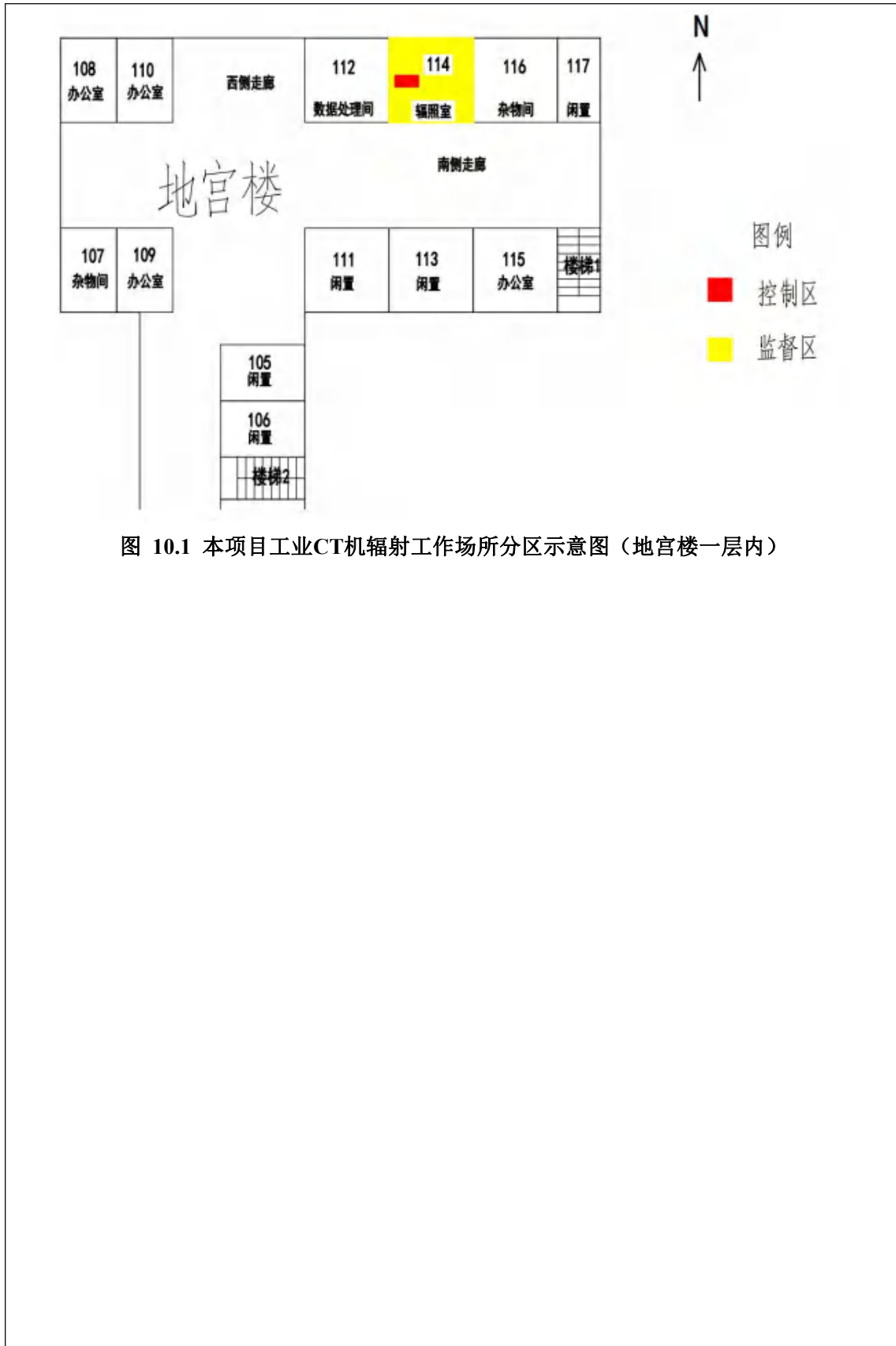


图 10.1 本项目工业CT机辐射工作场所分区示意图（地宫楼一层内）

10.2 工业CT辐射屏蔽措施

本项目使用的II类射线装置是自屏蔽式的，其六面屏蔽体均为钢板夹铅板结构，主屏蔽体为铅板，采用钢板包裹铅板的结构形式。防护门也为钢板夹铅板结构，滑动门上设置有铅玻璃观察窗。

本项目自屏蔽式II类射线装置结构尺寸及屏蔽体的材质、厚度见表10-1。

表 10-1 本项目自屏蔽式II类射线装置结构尺寸及屏蔽结构情况

型号	照射方向	外形尺寸 (mm)	内部净尺寸 (mm)
nanoVoxel 5000	定向	长*宽*高: 3020*1644*2250	长*宽*高: 2903*1196*1881
项目		设计情况	屏蔽铅当量
前部		4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb
后部		4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb
左部		4.5mm钢板+8mm铅板	11mmPb
右部 (主束照射方向)		4.5mm钢板+15mm铅板	18mmPb
顶部		4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb
底部		7mm钢板+10mm铅板	15mmPb
进样防护门		4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb
玻璃观察窗		50mm铅玻璃	50mmPb

注：1、为准确计算，此处考虑了钢板防护和铅板防护。

2、铅密度11.34g/cm³，钢密度7.9g/cm³，按物质密度与射线吸收呈正比的关系粗略换算钢所对应的铅当量，即3mm钢对应的铅当量约为2.1mm，4mm钢对应的铅当量约为2.8mm。

1、安全联锁

nanoVoxel 5000 型微米级CT成像系统射线防护箱体含内置安全门锁开关，在门关闭后X射线系统才能进行作业，门打开时能立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。

2、工作指示灯和电离辐射警示标志

nanoVoxel 5000 型微米级CT成像系统射线防护箱体上方设有工作状态指示灯，并与X射线工业CT联锁。同时公司拟在设备醒目位置以及辐照室门上设置电离辐射警告标识和中文警示说明。

3、进样防护门设计

nanoVoxel 5000 型微米级CT成像系统正面具有铅玻璃视窗，射线源发射X射线时，用于观察各部件的运动情况。背面具有检修门，仪器检修时使用。在防护门开启时，照射电源无法开启。

4、紧急停机按钮

nanoVoxel 5000 型微米级CT成像系统控制台、工件门口均有紧急停机按钮，确保在出现紧急情况时，能立即停止照射。

5、声光报警及警示灯提示

nanoVoxel 5000 型微米级CT成像系统自带指示灯指示各种工作状态，当指示灯指示处于危险状态时，不可开启射线源。

6、钥匙开关

nanoVoxel 5000 型微米级CT成像系统工作控制台设置有钥匙开关，只有将安全联锁开关钥匙拨至闭合位置后，射线才允许打开，钥匙由专人负责保管。

7、排风设计

nanoVoxel 5000 型微米级CT成像射自带排风装置，采用迷道式排风管道设计，用于机器散热，迷道式的管道设计有效吸收X射线，防止辐射随排风管道外泄，同时2.96m³/min的排风量设计能够完全保证本身11.2m³的装置体积能保证换气次数不少于3次/小时。辐照室也设置良好通风系统，保证整个工作场所保持良好通风。

8、其他防护措施

公司会将各项辐射环境管理规章制度及操作规程张贴于辐照室和数据处理间内墙面醒目位置。辐照室内拟安装固定式X-γ辐射剂量率仪，实时监测显示辐照室内X-γ辐射剂量率，室内安装摄像头，方便管理人员实时监控辐照室内情况。

公司将加强辐射工作人员的培训，辐射工作人员将严格按照操作规程操作，避免事故发生。按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。公司拟配备个人剂量报警仪、X-γ辐射剂量率仪，满足日常人员防护的需求。工作人员使用工业CT机时，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，拟配备防护用品清单见表 10-2。

表 10-2 拟配备防护用品清单

防护用品名称	数量	使用频率
--------	----	------

个人剂量报警仪	2	工作人员工作时需佩戴，下班交回
X-γ辐射空气比释动能率仪	1	每月对辐射工作场所进行辐射监测，监测数据留档
固定式辐射剂量率仪	1	实时监测显示控制室内 X-γ辐射剂量率
个人剂量计	2	每名工作人员各配备一枚，工作时佩戴，下班交回

10.3 辐射安全防护设施对照分析

根据中海油湛江分公司及设备厂商提供的相关材料，参照《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中各项具体要求，对本项目具体的辐射防护设施及措施与标准对照分析，详见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

《工业X射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)	设计情况	评价结果
3.1.2.1 应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。	工业CT机运行时，在正面的操作控制台能够显示工业CT机工作状态下的管电压、管电流。	满足要求
3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	工业CT机上方装有工作状态指示灯，出束时亮起，与工业CT机联锁	满足要求
3.1.2.3 控制台或X射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。	X射线管头与进样防护门联锁，正常工作时当自屏蔽设备防护门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；在X射线管通电进行X射线照射时，工业CT屏蔽门故障或被强行开启时能立即切断。	满足要求
3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	控制台设置有钥匙开关，只有将安全联锁开关钥匙拨至闭合位置后，射线才允许打开。此外，工业CT机设置了用户名及登录密码，只有登陆了系统才能完成出束操作。	满足要求
3.1.2.5 应设置紧急停机开关。	工业CT控制台和工件门口设置了急停开关，可以在任何异常情况下按下，立即切断电源。	满足要求
3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	辐照室门口和室内张贴电离辐射警告标志，控制台设置出束指示灯等。此外，工业CT机上方设有指示灯，表面	满足要求

	张贴电离辐射警告标识。	
4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。 一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。	工业CT屏蔽体内部为控制区，辐照室内则划分为监督区。	满足要求
4.1.3 X射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：a)人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于100 μ Sv/周，对公众不大于5 μ Sv/周；b)关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h。	人员在关注点的周围剂量当量率参考控制水平，对职业工作人员不大于100 μ Sv/周，对公众不大于5 μ Sv/周，关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。	满足要求
4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后X射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。	工业CT机设有门机联锁装置，防护门打开时，工业CT机停止出束。工业CT进行无损探伤检测时，工作人员不在辐照室内部常驻，仅需在准备期放置好样品，在数据处理间设定好相应参数，工业CT会自动完成检测工作。	满足要求
4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。 4.1.7 照射状态指示装置应与X射线探伤装置联锁。	进样门上的指示装置与工业CT机联锁，工业CT机自带的灯光指示条与工业CT 机联锁。	满足要求
4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小	工业CT机，自带迷道式排风装置，同	满足要求
	时2.96m ³ /min的排风量能完全保证	

<p>时有效通风换气次数应不小于3次。</p>	<p>装置 11.2m³的体积换气次数不少于3次/h;</p> <p>辐照室还设置了机械排风系统, 保证本项目辐照室良好通风, 减少氮氧化物聚积。</p>	
<p>4.2.1 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外, 还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时, 剂量仪报警, 探伤工作人员应立即离开探伤室, 同时阻止其他人进入探伤室, 并立即向辐射防护负责人报告。</p>	<p>工作人员进入控制室时佩戴常规个人剂量计和个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时, 剂量仪报警, 工作人员应立即离开控制室, 同时阻止其他人进入机房, 并立即向辐射防护负责人报告。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率, 包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时, 应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p>	<p>每个月测量机房外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率, 包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时, 终止工作并向辐射防护负责人报告。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前, 应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作, 则不应开始探伤工作。</p>	<p>交接班或当班使用剂量仪前, 检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作, 则不开始检测工作。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.2.4 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置, 如准直器和附加屏蔽, 把潜在的辐射降到最低。</p>	<p>公司制定了完善的《X射线装置安全操作规程》, 辐射工作人员按要求持证上岗。</p>	<p>满足要求</p>
<p>4.2.5 在每一次照射前, 操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才能开始探伤工作。</p>	<p>在每一次照射前, 操作人员都需确认工业CT机房内部没有无关人员驻留。且只有在工业CT防护门正常关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才能开始检测工作。</p>	<p>满足要求</p>

10.4 三废的治理

本项目的辐射源是X射线发生装置，接通电源时，X射线发生装置产生X射线；断开电源时，X射线消失。工业CT机仅在进行模具检测期间出束，且由主机电脑控制出束成像，直接在显示屏上显示检测结果，不会产生放射性三废。

工业CT机体自带迷道式排风装置，同时 $2.96\text{m}^3/\text{min}$ 的排风量能够完全保证装置 11.2m^3 的体积排风量不少于3次/h，辐照室还设置了机械排风系统，保证辐照室良好通风，减少氮氧化物聚积。

工业CT机开机使用时，在X射线辐射源的照射下，可能会产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），臭氧在常温常压下极不稳定，会自动分解为氧气，结合工业CT机本身的自然进风和主动排风系统以及辐照室的空调换气系统，能将机房内含产生的少量 O_3 和 NO_x 气体排至机房外大气中，有效避免氮氧化物和臭氧聚积。

10.5 辐射防护和环保投资

本项目环保方面的投资主要为辐射防护与环保设施，包括辐射安全连锁装置、警示装置、通风设施、工作场所配备的剂量率监测仪器、个人防护用品及环境监测等，环保投资估算见表 10-4。

表 10-4 辐射防护和环保投资估算

序号	项目	数量	投资估算（万元）
1	自屏蔽体防护设施	1	50
2	机房通风设施	1	4
3	辐射安全联锁及警示	1	4
4	X射线巡检仪	1	3
5	固定辐射剂量率仪	1	1
6	个人防护用品（铅衣等）	2	2.5
7	个人剂量报警仪	2	1
8	个人剂量计	2	0.5
共计			66

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设位置位于广东省湛江市坡头区南调路南油二区湛江实验中心地宫楼北侧一楼，楼房的施工建设已完成，不涉及土建施工。此次主要是安装相应的配套辅助设施等，建设阶段的环境影响主要有声环境、环境空气、水环境和固体废物的影响。

本项目只有在使用过程中才会产生X射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。

在对机房窗户封堵及安装相应的配套辅助设施时，会有一些的固废、噪声、施工废水等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、建筑废水、施工噪声等，施工单位应按照相关规定对建设期产生的一般环境污染进行治理，如：建筑垃圾应分类堆放并及时处理；建筑废水应处理达标后排放；如需使用噪声较大的工具进行施工，应尽量选择在周末等人员较少的时间内短施工，通过以上措施使本项目在施工阶段对周围环境的影响可控。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目拟使用的nanoVoxel 5000工业CT是自屏蔽设计，使用过程中所有涉及X射线出束的操作，均在辐照室中完成。本项目不需要进行洗片等工序，因此无放射性废水产生，不会对环境造成污染。项目运行噪声小，对项目所在地声环境无影响。

根据建设单位提供资料可知，本项目nanoVoxel 5000型工业CT正常使用状态下最大管电压为240kV，最大管电流为3mA。本次采用理论计算方式对设备在最大工况下配套屏蔽体措施进行分析计算，并结合厂家给出本设备合格证和出厂检测报告（附件6、附件7），提供的数据给出可行性判断。

根据业主提供信息CT设备拟运行工况见表11-1。

表 11-1 本项目运行工况

设备型号	nanoVoxel 5000
最大管电压（kV）	240
最大管电流（mA）	3
最大管功率（W）	350
计划每日检测样品数量（个）	2~3
计划每个样品检测时长（h）	2~4
每天工作时间（h）	8
每日最大出束时长（h）	8
每周工作天数（d）	4
每年工作周数	50
拟配备工作人员数	2
年曝光时长（h）	1600

11.2.1 理论计算公式

本项目工业CT屏蔽体的辐射防护屏蔽措施的防护性能采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其他相关计算公式进行分析评价，相关计算公式如下：

（1）有用线束的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

\dot{H} ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——距辐射源点1m处的输出量， $\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的表B.1，本项目工业CT机过滤材料为3mm铝，最大管电压为240kV，采用内插法算出距离靶点1m处的输出量为 $12.9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离， m ；

I ——X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ，本项目X射线探伤机为3mA；

B ——屏蔽透射因子，对于有用射线的屏蔽透射因子根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的图B.1采用内插法估算，本项目最大管电压240kV，主射方向防护铅板当量18mmPb，屏蔽透射因子约为 10^{-7} 。

（2）漏射辐射屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的辐射剂量率

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-2)$$

\dot{H} ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_L ——距辐射源点1m处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；由《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表1可知，大于200kV的X射线管组装体1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率 $5000 \mu\text{Sv/h}$ ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离， m ；

B ——屏蔽透射因子；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）。对于泄漏辐射和散射辐射情况下屏蔽透射的估算，给定屏蔽物质厚度时采用下列关系计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-3)$$

X ——屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位；

TVL——相关屏蔽物质半值层或什值层厚度见《工业X射线探伤室辐射屏蔽

规范》（GBZ/T 250-2014）的表B.2，本项目工业CT机最大管电压为240kV，采用内插法计算则什值层厚度铅取2.6mm；即防护当量11mmPb对应屏蔽透射因子取值约为 5.9×10^{-5} ，防护当量13mmPb对应屏蔽透射因子取值约为 1×10^{-5} 。

（3）散射辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

\dot{H} ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ ；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m，本项目取0.852m；

R_s ——散射体至关注点的距离，m；

I ——X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B ——辐射屏蔽透射因子；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表2确定 90° 散射辐射的射线能量取200kV的曲线，TVL为1.4，则防护当量11mmPb和13mmPb对应的B取值均小于 1×10^{-7} ，此处取 1×10^{-7} ；

F —— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录B表B.4.2可知，当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时， $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子的值为50（200kV~400kV）。

11.2.2 工业CT屏蔽体外关注点剂量率计算

根据中海油湛江分公司提供资料，本项目工业CT的X射线管及平板探测器均为固定设置。该工业CT进行检测作业时，主射线方向朝右（东），出束口离地最高 1.447m，X射线管距待测工件距离0.852m。铅室右壁作为主射线方向进行估算。进行检测作业时，防护门均关闭的情况下才能开机检测。本项目工业CT 240kV射线源发射的射线路径见图 11.1，11.2。

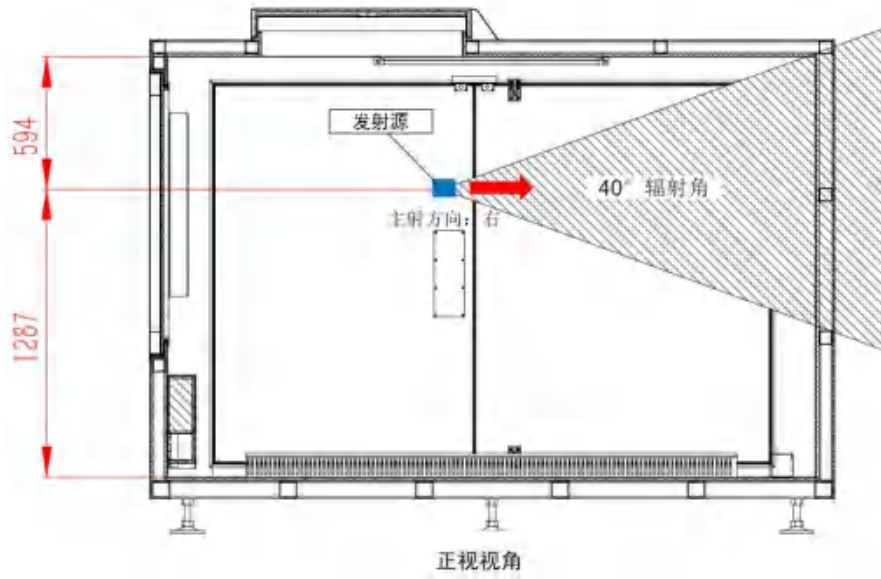


图 11.1 nanoVoxel 5000型工业CT射线路径图（正视视角）

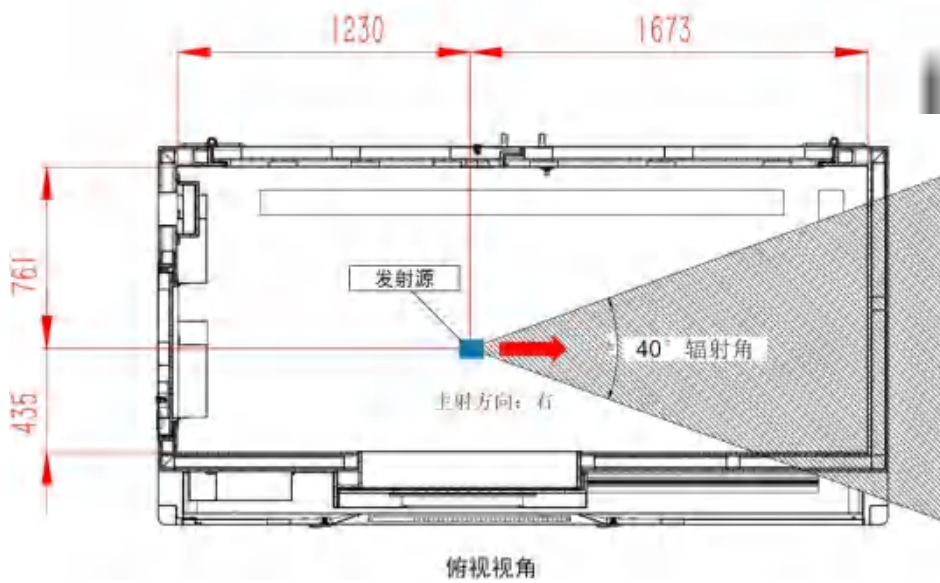


图 11.2 nanoVoxel 5000型工业CT射线路径图（俯视视角）

根据中厂家提供设备信息，本项目CT自屏蔽箱体结构设计情况如表 11-2。

表 11-2 本项目自屏蔽式II类射线装置各方向屏蔽结构设计情况

项目	设计情况	屏蔽铅当量
前部（正面）	4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb
后部	4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb
左部	4.5mm钢板+8mm铅板	11mmPb
右部（主束照射方向）	4.5mm钢板+15mm铅板	18mmPb

顶部	4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb
底部	7mm钢板+10mm铅板	15mmPb
进样防护门	4.5mm钢板+10mm铅板	13mmPb

注：1、为准确计算，此处考虑了钢板防护和铅板防护。

2、铅密度 11.34g/cm^3 ，钢密度 7.9g/cm^3 ，按物质密度与射线吸收呈正比的关系粗略换算钢所对应的铅当量，即3mm钢对应的铅当量约为2.1mm，4mm钢对应的铅当量约为2.8mm。

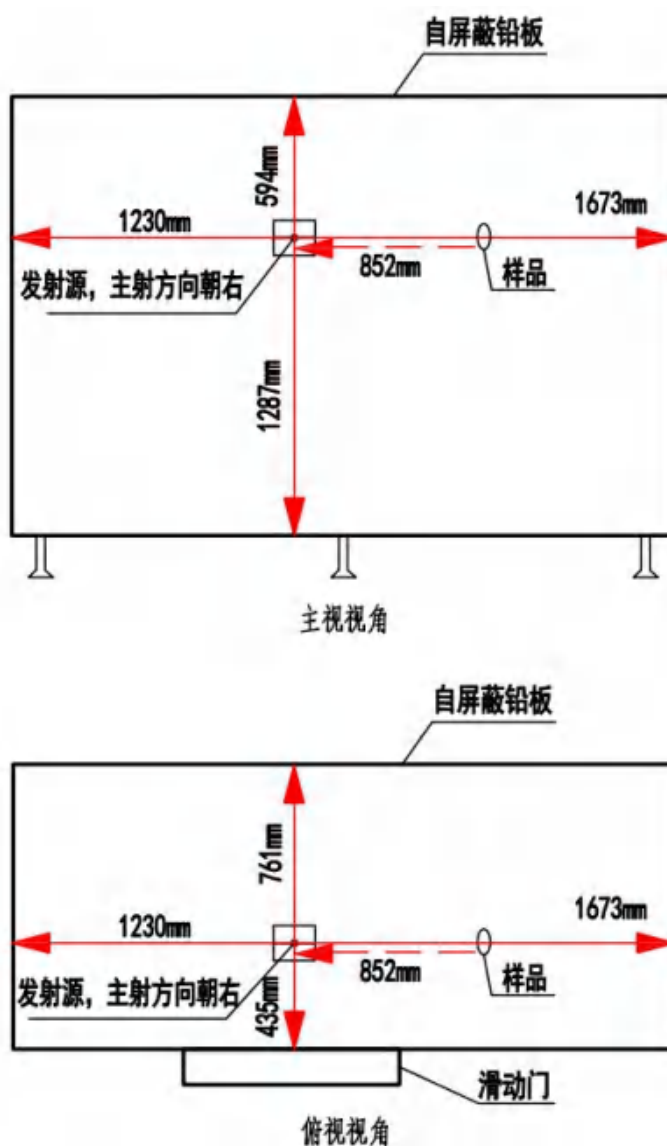


图 11.3 nanoVoxel 5000型工业CT射线出口距离各防护板的距离

如图 11.3，从机器前部（正面）来看，射线逸出口距离防护铅板各个方向的距离见表 11-3。

表 11-3 射线逸出口距离各方向防护板距离

方向	距离mm	屏蔽铅当量
右侧（主束方向）	1673	18mmPb
左侧	1230	11mmPb
底部	1287	15mmPb
顶部	594	13mmPb
后侧	761	13mmPb
前侧（正面）	435	13mmPb

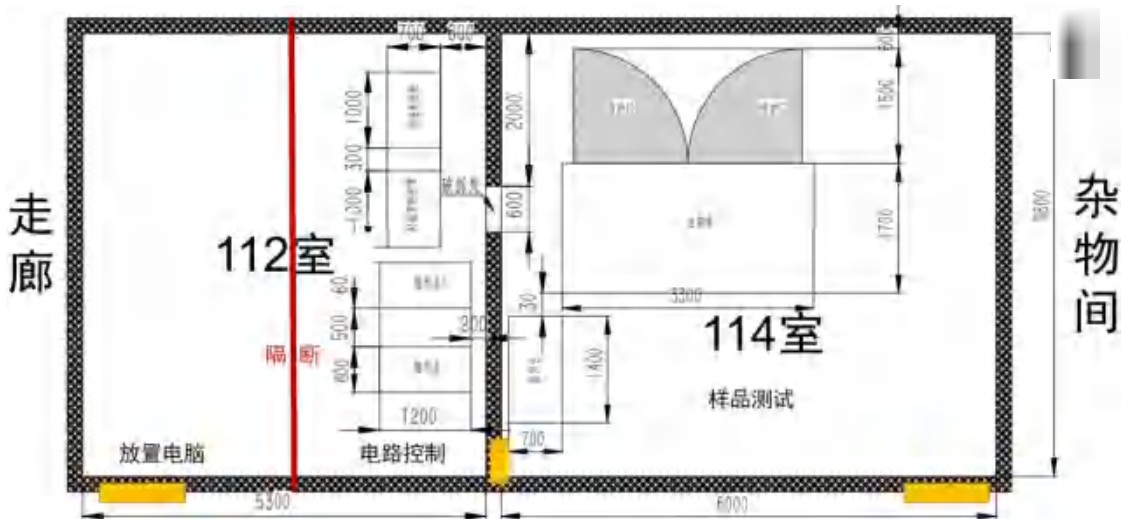


图 11.4 数据处理间（112室）及辐照室（114室）平面布置示意图

图 11.4为地宫楼内数据处理间（112室）及辐照室（114室）平面布置示意图，辐照室长6m，宽5.8m，高4.35m，墙壁厚度为200mm。

本项目所有所在区域及周围环境所有关注点见表 11-4。

表 11-4 本项目所在区域及周围环境所有关注点一览表

关注点 位编号	点位描述		关注点距离屏蔽体最近距离 (m)	人员数量
1	地宫楼 内	辐照室西侧走廊	2.2	流动
2		112数据处理间	0.9	0~2
3		辐照室	0.3	0~2
4		辐照室上层办公室	2.45	4

5		辐照室南侧走廊	6.4	流动
6		116杂物间	2.5	0
7		109办公室	19	1
8		111闲置办公室	10.5	0
9		113闲置办公室	10	0
10		115闲置办公室	11	0
11		楼梯间1	14.5	流动
12	地宫楼 外	地宫楼中间空地	16.5	流动
13		地宫楼西侧厂区道路	24	流动
14		地宫楼东侧厂区道路	13.5	流动
15		地宫楼北侧厂区道路	2.6	流动
16		高低楼	13	29
17		供应楼西南角	27	4
18		地质楼西南角	39	5
19		小平房	34	0

1、有用线束方向

本项目工业CT主射线方向屏蔽体外关注点剂量率计算结果见表11-5。

表 11-5 本项目工业CT屏蔽体主射线方向关注点外剂量率计算结果

位置	屏蔽铅当量厚度	透射因子B	\dot{H}_0 mGy×m ² / (mA×min)	I (mA)	R (m)	\dot{H} (μSv/h)
右侧屏蔽体外 30cm处	18mmPb	10 ⁻⁷	12.9	3	1.988	0.059
右侧杂物间116室	18mmPb	10 ⁻⁷	12.9	3	4.188	0.013

注：1、关注点离屏蔽体外表面300mm；

2、主射束方向公众活动关注点为CT右侧屏蔽体外（2.2+0.3）m 处的杂物间；

3、上表中辐射屏蔽透射因子B根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)的图B.1用内插法估算得来;

4、为了精确计算,考虑了钢板防护和铅板防护。

2、泄露辐射及散射辐射

本项目工业CT屏蔽体周边非有用线束方向关注点剂量率计算结果见表11-6。

表 11-6 本项目工业CT屏蔽体非有用线束方向关注点剂量率计算结果

关注点	左侧	正面	背面	顶部	进样防护门外	南侧走廊	上层办公室	数据处理间	
铅屏蔽厚度当量	11mm Pb	13mm Pb	13mm Pb	13mm Pb	13mmPb	13mm Pb	13mm Pb	11mm Pb	
泄 漏 辐 射	TVL	铅2.6mm							
	B	5.9×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁵					5.9×10 ⁻⁵	
	\dot{H}_L (μSv/h)	5×10 ³							
	R (m)	1.538	0.745	1.071	0.904	0.895	2.945	3.054	2.438
	\dot{H} (μSv/h)	0.125	0.09	0.044	0.061	0.062	0.006	0.005	0.050
散 射 辐 射	散射能量线	200kV							
	TVL	铅1.4mm							
	B	1×10 ⁻⁷							
	I (mA)	3							
	\dot{H}_0 mGy×m ² / (mA×m in)	12.9							
	$R_0^2/F \cdot \alpha$	50							
Rs (m)	1.538	1.132	2.023	1.242	1.236	2.874	2.787	2.238	

	H ($\mu\text{Sv/h}$)	0.002	0.004	0.001	0.003	0.003	0.001	0.001	0.001
泄露辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)		0.127	0.094	0.045	0.064	0.065	0.007	0.006	0.051
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：1、非主射束方向公众活动关注点为CT顶部屏蔽体外（2.15+0.3）m的办公室；

2、上表中铅值层厚度根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的表B.2用线性内插法计算得来。

从表 11-5、11-6中预测结果可知，本项目使用的工业CT在最大工况检测条件下，工业CT屏蔽体各表面外30cm处的辐射剂量率为 $0.045\mu\text{Sv/h}\sim 0.127\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的相关要求。

11.2.3 年有效剂量分析

个人年有效剂量计算模式如下：

$$E=H\times T\times Q \quad (\text{式 } 11-5)$$

式中：

E——年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

H——人员所在位置辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T——年曝光时间，h；

Q——居留因子。依据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

表A.1中的内容，不同场所与环境下的居留因子取值列入下表：

表 11-7 不同场所的居留因子

场所	居留因子	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

结合表 11-1 工作负荷可知，本项目建成后预计每台工业CT的年曝光工作时间均为1600小时，辐射工作人员主要为控制台操作人员，其在每次样品准备和参数试调阶段会位于辐照室约10min，其余时间位于数据处理间，共分1组，2人值班，每日曝光时长按照最大8h计算，即每位工作人员每周曝光时长约32小时，每年曝光时长约1600小时。

工业CT的辐射工作人员的辐射剂量率均取设备正常运行时其屏蔽体外可达的关注点中的最高值进行保守估算，另外由于公司CT辐照室设置有门禁，无关人员无法随意进入，故公众主要为表7-1中列出的辐照室周边其他工作人员及偶尔路过的行人。

本项目所在区域及周围环境关注点剂量率结果见表 11-8。

表 11-8 本项目所在区域及周围环境关注点剂量率计算结果一览表

关注点 位编号	点位描述	关注点距离屏蔽 体最近距离(m)	人员数量	H (μ Sv/h)
1	辐照室西侧走廊	6.4	流动	0.008
2	112数据处理间	0.9	2	0.051
3	辐照室	0.3	0	0.1270
4	辐照室上层办公室	2.45	4	0.0060
5	辐照室南侧走廊	2.2	流动	0.0070
6	116杂物间	2.5	0	0.0130
7	109办公室	19	1	0.0010
8	111闲置办公室	10.5	0	0.0030
9	113闲置办公室	10	0	0.0005
10	115闲置办公室	11	0	0.0004
11	楼梯间1	14.5	流动	0.0002
12	地宫楼中间空地	16.5	流动	0.0002
13	地宫楼西侧厂区道路	24	流动	0.0005
14	地宫楼东侧厂区道路	13.5	流动	0.0013

15		地宫楼北侧厂区道路	2.6	流动	0.0044
16		高低楼	13	29	0.0003
17		供应楼西南角	27	4	0.0001
18		地质楼西南角	39	5	0.0001
19		小平房	34	0	0.0001

从表 11-8中预测结果可知，本项目使用的工业CT在最大工况检测条件下，本项目所在区域及周围环境关注点剂量率为 0.0001 μ Sv/h~0.127 μ Sv/h，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h”的相关要求。

工作人员除每次样品检测的准备和试调阶段约10min处于辐照室，其余时间位于数据处理间，根据以上数据按照保守估算，工作人员8h均处于关注点最大辐射水平，本项目工业CT机对工作人员职业照射的最大年有效剂量值和周有效剂量值分别为0.203mSv/a和4.064 μ Sv/周；

以辐射室上方办公室距离墙壁30cm辐射剂量率0.006 μ Sv/h作为公众剂量参考水平，公众居留因子取1，按年曝光时长1600h估算，保守不考虑机房的屏蔽，得到公众照射的最大年有效剂量值和周有效剂量值分别为0.010mSv/a和0.192 μ Sv/周。以上所有关注点符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关要求，低于本项目设定的年有效剂量约束值（工作人员2mSv/a，公众0.1mSv/a），亦满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于100 μ Sv/周，对公众不大于5 μ Sv/周”的相关要求。

项目运行时，应对职业工作人员正常开展个人剂量监测并建立档案。

11.2.4 有害气体分析

本项目采用的为自屏蔽工业CT，无论测试还是检测工件均不需要人员进入屏蔽体内，只需通过工件窗口更换安装工件即可，每种类型的自屏蔽式工业 CT，均设置有机械通风系统，工业CT箱体体积为11.2m³，排风量为2.96m³/min，完全能够保证换气次数不少于3次/h。且辐照室设置机械通风装置，能够保证整个场所保持良好的通风换气。

在工程分析的基础上可知，本项目在生产过程中产生的职业病危害因素主要

为X射线CT检测装置产生的X射线。X射线电离空气产生极少量氮氧化物和臭氧，臭氧极度不稳定，在常温常压下即会自行分解，50min左右即可基本消失。无论是臭氧还是氮氧化物，因其产额较低，自屏蔽CT装置和控制室均设置机械通风装置，通风效果良好，故不作为本次评价的重点。

11.3 事故影响分析

11.3.1 射线装置及风险因子

根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会发布的《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告2017年第66号）对射线装置的分类，本项目拟新建的1台工业CT，属于II类射线装置，风险因子为X射线。

11.3.2 事故的类型

本项目X射线装置使用过程中可能出现的辐射事故主要为：

（1）进样防护门安全联锁发生故障，导致防护门在未关到位的情况下射线发生器出束，X射线泄露使工作人员受到不必要的照射；因此，工作人员应每次检查安全联锁装置，防止事故的发生。

（2）设备维修或维护过程中，维护人员误操作，接通电源并出束，造成误照射；此时工作人员应立即关闭电源切断高压，防止事故的发生。

中海油湛江分公司应定期对设备、安全联锁装置等进行维护和检修。该项目发生事故的风险主要在于单位的辐射安全管理，单位应制定完善的管理制度、操作规程，并严格执行，由此可最大程度避免发生辐射事故。

辐射工作人员在每次使用工业CT前，需对设备安全联锁装置、出束信号指示灯、声音提示装置等安全措施进行检查，发现问题及时整改。设备检修时，维护人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，在确保设备电源关闭状态下进入铅屏蔽体内进行检修。

11.3.3 事故的预防

为防止辐射事故的发生，本项目设计了实体屏蔽和一系列有效的辐射安全设施，为本项目的安全运行提供了基础条件。

作为使用者和管理者，中海油湛江分公司还通过安全管理进一步防止辐射事故的发生。

① 每次使用前检查设备的联锁装置、紧急停机开关、报警灯、通风系统和冷却水系统等安全设施及其它各项辐射安全与防护设施，保证各项辐射安全与防护设施的正常运行。相关辐射安全与防护设施出现故障或失效时，应停止射线装置的运行并及时通知厂家维修，严禁设备带故障运行。

② 制定安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全。

③ 加强辐射工作人员的辐射安全教育和培训，确保辐射工作人员具备良好的辐射安全文化素质和专业知识。一旦有辐射事故发生报生态环境主管部门，应及时处理，严格按放射事故处理规定等要求，同时应立即采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，使辐射危害控制在最小范围之内。

11.3.4 小结

中海油湛江分公司制定了各项辐射安全规章制度和辐射安全事故应急预案，项目运行期间需重视辐射安全管理，严格执行上述事故的预防和事故的应急措施，保障工作人员和公众的安全。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，中海油湛江分公司成立了辐射安全管理小组。

（一）组织架构

辐射安全与环境保护管理小组人员组成如下：

组 长：吴土荣 经理

副组长：崔书姮 副经理

副组长：葛 心 安全主管

成 员：黄向胜 岗位负责人

（二）工作职责

1、负责对本公司射线装置、放射源安全防护工作和辐射环境保护工作（以下称辐射安全与环境管理工作）实施统一监督管理。

2、负责本公司的环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收；负责本公司辐射安全许可证的申请以及协助相关部门进行审核；负责本公司辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查。

3、监督本公司辐射污染的防治工作；负责本公司工业CT设备的日常监督管理；负责本公司辐射安全与环境管理的监察工作；负责本公司辐射污染的流治理整改以及辐射污染纠纷的处理。

4、负责制定本公司各项辐射安全管理制度、辐射事故应急预案；监督检查本单位各项辐射安全管理制度的落实和执行。组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对本公司一般以上辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作。

5、负责对工作场所进行辐射剂量监测，发现问题及时查明原因，采取有效措施消除辐射安全隐患。

6、定期检查设备状况，加强设备保养与维护，填写记录；发生设备故障，及时联系厂家维修。

7、组织制定辐射培训计划和演练计划。

8、负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

12.2 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许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等要求，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，还需有完善的辐射事故应急措施。

中海油湛江分公司根据相关法律法规，结合项目内容情况，制定了《X射线装置安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射环境监测方案》、《辐射事故应急预案》等，以满足日常辐射安全管理要求，保证X射线装置的安全运行。

保障从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，保护环境。辐照室投入使用时，应切实落实各项辐射管理规章制度，同时对检测工作进行监督管理，对发现的问题及时总结、改进制度，防范风险，并按规定定期向生态环境部门上报年度评估报告。

12.3 辐射工作人员培训

根据生态环境部2019年12月24日印发的《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》（生态环境部公告第57号，2019年）的规定：自2020年1月1日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

本项目计划配置2名辐射工作人员，将于环评后组织本项目2名辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全与防护知识，并参加考核。确保在本项目建成前所有辐射工作人员持证上岗。

在项目运行过程中按要求每年组织辐射工作人员进行1~2次的再培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作。

12.4 辐射监测计划

12.4.1 环保措施竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017] 4 号），中海油湛江分公司是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，公司应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

中海油湛江分公司应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。若不具备编制验收监测（调查）报告能力，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，公司应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，公司应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设方可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过12个月。

12.4.2 检测计划

1、验收检测

本项目正式投入使用前，中海油湛江分公司将委托有相关资质的监测机构对辐射工作场所进行全面的辐射监测，确认其外围环境辐射水平满足相关国家标准的要求。

表 12-1 验收监测和检查一览表

检测/检查项目	监测/检查内容及要求
场所辐射水平	工业CT机自屏蔽体外30cm 处的周围剂量当量率应不大于2.5 μ Sv/h。
辐射安全设施	1、安全连锁装置；设备门灯连锁：对设备防护门与设备上的信号灯连锁进行检查，确保连锁可用；门机连锁装置：对设备防护门与X射线管连锁进行检查，确保任一防护门未关到位时X射线管都不会出束。 2、防护用具及仪表等：根据项目特点，已配备合适的辐射监测仪表：

	<p>个人剂量报警仪和辐射剂量率仪、个人防护用品。应对配备的仪表进行检查，确保个人剂量报警仪可以开机，辐射剂量率仪每年进行检定校准，个人防护用品铅当量为0.5mm且没有破损。</p> <p>3、个人剂量计：应对配备的个人剂量计进行核查，确保辐射工作人员没有遗漏、戴错个人剂量计；每3个月检测一次，并建立个人剂量档案。</p>
规章制度	<p>应对建设单位制定的规章制度进行核查，对数据监测档案检查，对比其设置的工作小组与现行的人员是否一致，对不完善之处进行查漏补缺。</p>

2、日常自行监测、检查

制定日常监测制度，配备1台X-γ剂量率测量仪，对控制室周围环境进行辐射监测，并建立监测数据档案。

监测频率：每月日常检测不少于1次，委托有辐射环境监测资质机构每年进行不少于1次监测，并建立监测数据档案。

监测范围：工业CT四周外30cm处和辐照室东、西、北墙、操作位、楼上、门及门缝、电缆出口等处。日常监测和检查计划要求如下表 12-2 所示。

表 12-2 建设单位日常监测和检查计划一览表

检测项目/检查计划	监测因子/检查内容	监测频次	限值要求
设备防护门外30cm处和上、下、前、后、顶部30cm处；周围50m内的巡测及人员经常停留位置。	X-γ辐射剂量率	每月一次	周围剂量当量率不大于2.5μSv/h
设备连锁	实测并检查	每天	正常
其他安全设施	实测并检查	每天	正常

3、辐射工作人员个人剂量监测

辐射工作人员使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。中海油湛江分

公司将为每名辐射工作人员配置个人剂量计，辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每3个月送检一次，建立个人剂量档案并长期保存。

4、年度监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

5、检测异常处理

年度辐射检测及日常检测时，一旦发现辐射水平异常（超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）应立即停止工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平不超标后，方可继续开展工作。

验收检测时，一旦发现辐射水平异常（超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）应查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平不超标后，方可通过竣工环境保护验收。

具体监测计划见下表 12-3。

表 12-3 监测计划表

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
工业 CT	防护性能	设备防护门外30cm处和上、下、前、后、顶部30cm处；周围50m内的巡测及人员经常停留位置。	X-γ辐射剂量率	每年一次	委托有资质单位年度监测
			X-γ辐射剂量率	每月一次	自行监测并备档
			X-γ辐射剂量率	工程竣工正视投用前	验收监测
	安全连锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行监测
辐射工作人员		佩戴个人剂量计	年有效剂量	每季度送检一次	委托有资质单位

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。建设单位应当组织上岗后的辐射工作人员定期进行职业健康检查，职业健康检查包括上岗前、在岗期间、离岗时、受到应急照射或者事故照射时的健康检查，以及职业性放射性疾病患者和受到过量辐射工作人员的医学随访观察；辐射工作人员在岗期间职业健康检查周期为1~2年，建设单位应对从事辐射工作的工作人员建立并终生保存职业健康监护档案，并有

专人负责管理。

监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)等相关规定执行。中海油湛江分公司公司配备辐射剂量巡测仪对装置周围的辐射水平进行监测，并对监测时间、监测点位、监测结果等进行记录存档。年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年1月31日前上报湛江市生态环境局。

12.5 辐射事故应急

为规范和强化应对突发辐射事故的应急处置能力，提高工作人员对辐射事故应急防范的意识，将辐射事故造成的损失和污染后果降低到最小程度，最大限度地保障辐射工作人员与公众的安全，做到对辐射事故早发现、速报告、快处理，建立快速反应机制，根据上级主管部门的要求，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- (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) 辐射事故的调查、报告和处理程序。

中海油湛江分公司结合实际拟定了本方案作为辐射事故应急处理预案。

一、组织公司成立辐射事故应急响应领导小组（简称“应急小组”）：

（一）应急小组的组成。

组 长：吴土荣（经理）

副组长：葛心(安全主管)

成 员：黄向胜(岗位负责人)、罗程飞（岗位人员）

（二）应急小组主要职责

1. 贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策，配合主管部门做好事故应急处理工作。

2. 负责事故现场的勘察和保护，防止事故的扩大与蔓延，启动应急预案协调指挥各部门的运作。

3. 填写辐射事故报告表，逐级上报，配合公安机关、生态环境、卫生行政主管部门的调查。

4. 总结事故发生的原因与改善措施，组织人员应急演练，确保方案有效的执行。

二、辐射事故与分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》可知，按照辐射事故的性质、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。

特别重大辐射事故，是指 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，或者放射性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，是指 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，是指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人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据辐射事故分类，本公司可能发生的事故类型为一般辐射事故。

三、应急处理要求

（一）发生下列情况之一，应立即启动本预案：

- 1、设备自屏蔽体损毁造成X射线泄漏。
- 2、由于违规操作或安全联锁装置失效等原因，在调试过程中，工业CT工件门未关闭，造成误照射。
- 3、例行检查中发现人员超剂量照射。
- 4、射线装置丢失被盗。

（二）事故发生后，当事人应立即切断辐射装置的电源，并报告应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，并负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

（三）辐射事故中人员受照射时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

（四）向生态环境主管部门、公安机关及时报告事故情况。

四、辐射事故应急救援应遵循的原则

- （一）迅速报告原则。
- （二）主动抢救原则。
- （三）生命第一的原则。

(四) 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则。

(五) 保护现场，收集证据的原则。

五、辐射事故应急处理的责任划分

(一) 辐射事故应急领导小组组长负责辐射事故应急处理的组织及指挥工作；

(二) 副组长负责组织抢险物资和工具的供应，组织车辆运送物资和人员；向应急救援小组及生态环境主管部门、公安部门快速上报，最迟不得超过两小时；

(三) 小组成员在抓好辐射事故应急处理工作的同时，协助做好受伤害人员的家属的安抚工作；

(四) 要认真做好事故现场的保护工作，协助上级主管部门调查事故、搜集证据，整理资料并做好记录；

(五) 参加事故应急救援人员要自觉遵守纪律，服从命令，听从指挥，为完成救援任务尽职尽责，通过积极工作最大限度地控制事故危害，为尽快恢复生产创造条件；

(六) 加强对发生事故现场的治安保卫工作，公司保安部门要密切配合、协助党政领导及上级主管部门做好事故现场的保卫工作，防止现场物资及财产被盗或丢失。

六、辐射事故应急处理程序及报告制度

(一) 一旦发生辐射事故，必须切断设备总电源开关，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报；

(二) 对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

(三) 应急救援小组组长应立即召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外，辐射事故应急人员还应进行以下几项工作：

1、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

2、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

（四）发生辐射事故后，当事员工应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

七、启动应急预案

由辐射安全管理小组统一指挥、工作人员相互配合。

（一）现场控制：切断辐射装置的电源，除了工作人员外，禁止其他人员进出辐射工作场所。

（二）病人救治：对受到辐射伤害的人员进行现场急救，而后转到指定医院治疗。

（三）现场保护：配合区公安局、卫生局、环保局进行现场调查。

（四）解除隔离：现场调查结束，查明原因，工作场所没有辐射污染，解除隔离。

广东省生态环境厅：12369

广东省卫健委应急办：020-83828646

公安局：110

湛江市生态环境局：0759-3381655

八、人员培训和演习计划

（一）辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

（二）辐射安全事故应急处理小组须定期（每年1~2次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

九、辐射事故的调查

（一）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（二）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

中海油湛江分公司拟在湛江实验中心厂区内的U型地宫楼一楼使用一台 nanoVoxel 5000型工业CT用于岩石样品渗流规律、岩石特性研究，所用工业CT装置为自屏蔽设备，属于 II 类射线装置。

1.实践正当性

在石油勘探中，测算岩芯孔隙度对于储量的计算有非常重要的意义，利用X射线工业CT对岩石样本进行无损检测，结合先进的数字化数字化技术平台，能够实现对样品内部结构的三维高分辨成像，从而为油气渗流基础规律研究提供科研数据和决策支撑，对国家石油行业的发展与进步都有一定的促进意义因此。项目的X射线装置在使用过程中会产生电离辐射，对周围环境产生一定影响，本项目在使用过程中采取了必要的防护措施，给社会带来的利益大于其可能引起的辐射影响。因此，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

本项目属于核和辐射技术用于工业领域，属高新技术，根据《产业结构调整指导目录》（2019年本）相关规定，本项目属于鼓励类，故该项目符合国家产业政策。

2.选址合理性分析结论

本项目拟建辐射工作场50m范围内人员主要活动场所全部位于湛江实验中心内厂区范围内。由于本项目工业CT为自带屏蔽设备，相比一般工业防护影响范围更小，经过计算，对辐射工作人员辐射强度最大为0.203mSv/a，对公众辐射强度最大为0.010mSv/a。辐射强度低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员规定的年有效剂量限值的1/10（2.0mSv），也低于对公众规定的年有效剂量限值的1/10（0.1mSv）。此外附近区域50m范围内无学校、医院、民居等特殊环境保护目标。项目选址合理。

3.辐射安全与防护分析结论

本设备为天津三英精密仪器股份有限公司生产的nanoVoxel 5000型微米级CT成像系统，自带屏蔽箱体，其严格按照国家规范要求，经过出厂检测结果距

离箱体20cm任何位置，射线计量当量率小于 $0.5\mu\text{Sv/h}$ ，经过理论计算的结果也可完全满足对职业人员和公众规定。根据表11-4,11-5分析可知，本项目工业CT自带的铅屏蔽按相关要求设计，其辐射防护措施满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中的相关要求。并通过辐射防护的“两区”管理，增强工作人员的安全防护意识；设置安全联锁、工作指示灯和电离辐射警示标志、紧急停机按钮、声光报警及警示灯提示、钥匙开关、机械通风系统、人员安全防护和辐射环境监测等一系列措施，中海油湛江分公司为职业人员配备了辐射检测设备和个人防护用品，并按照国家法律法规制定了规章制度和应急方案，确保X射线装置的使用安全和人员有效防护。

4.环境影响分析结论

中海油湛江分公司环境现状 γ 辐射剂量率均处于广东地区辐射环境本底范围内。工业CT屏蔽体周围计量当量率最大为，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。项目运行期间，对工作人员职业照射的年有效剂量为 0.203mSv/a ，对公众照射的年有效剂量为 0.010mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中的相关要求，亦低于本项目设定的年剂量约束值（工作人员 2mSv/a ，公众 0.1mSv/a ）。

5.辐射环境管理

中海油湛江分公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。公司制定《X射线装置安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射环境监测方案》、《辐射事故应急预案》等规章制度。

6.总结论

本项目在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，做到“三同时”，并在运行时严格落实管理和监测计划，使本项目实践符合辐射实践的正当性、辐射防护的最优化、个人剂量的防护标准要求，则该项目从辐射环保角度来说可行的。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

本项目工业 CT 机正常使用时自屏蔽体外30cm处的辐射剂量率均满足《工业X射线探伤放射防护标准》（GBZ117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参

考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。通过辐射防护的“两区”管理，增强工作人员的安全防护意识；设置安全联锁、工作指示灯和电离辐射警示标志、紧急停机按钮、声光报警及警示灯提示、钥匙开关、机械通风系统、人员安全防护和辐射环境监测等一系列措施，确保X射线装置的使用安全和人员有效防护。

13.1.3 环境影响评价结论

经现场调查及资料分析，本项目选址、工作场所布局合理，拟采取的各项辐射防护及污染防治措施符合《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令)、《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 18 号)等法规、条例的要求。项目正常开展过程中，辐射工作场所外的辐射剂量率低于相应规定的剂量率控制水平，辐射工作人员和工作场所外公众的个人有效剂量均低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)而设定的本项目的剂量约束值：工作人员的剂量不超过 2mSv/a ，公众的剂量不超过 0.1mSv/a 。

13.1.4 可行性分析结论

综上所述，本项目建设方案中已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，并且完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施，则本项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，对周围环境的影响代价小于创造的社会价值，满足辐射防护实践正当性原则；从环境保护和辐射防护角度论证，该项目是可行的。

13.2 建议和承诺

一、建议

(1) 本项目竣工后，将按照生态环境主管部门规定的标准和程序，3个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入运营；未经验收或验收不合格的，不得投入使用。

(2) 本项目建成投运前，落实辐射工作人员的培训、职业健康检查、个人剂量监测等工作，确保辐射工作人员持证上岗。

(3) 项目运行过程中，定期检查各项污染防治措施，管理人员定期对工作场所周围进行辐射监测并作好记录。

二、承诺

(1) 在实践中不断完善各项辐射安全防护管理制度，严格管理辐射工作人员，切实按照操作规程规范操作。定期组织辐射事故应急处理相关培训及演练，配备相应的应急用品与个人防护用品。

(2) 每年1月31日之前应向生态环境主管部门上报本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估。

表 14 审批

下一级环保部门意见

公章

经办人签字

年 月 日

审批意见

公章

经办人签字

年 月 日

湛江市行政 区域划分



附图一 项目地理位置图



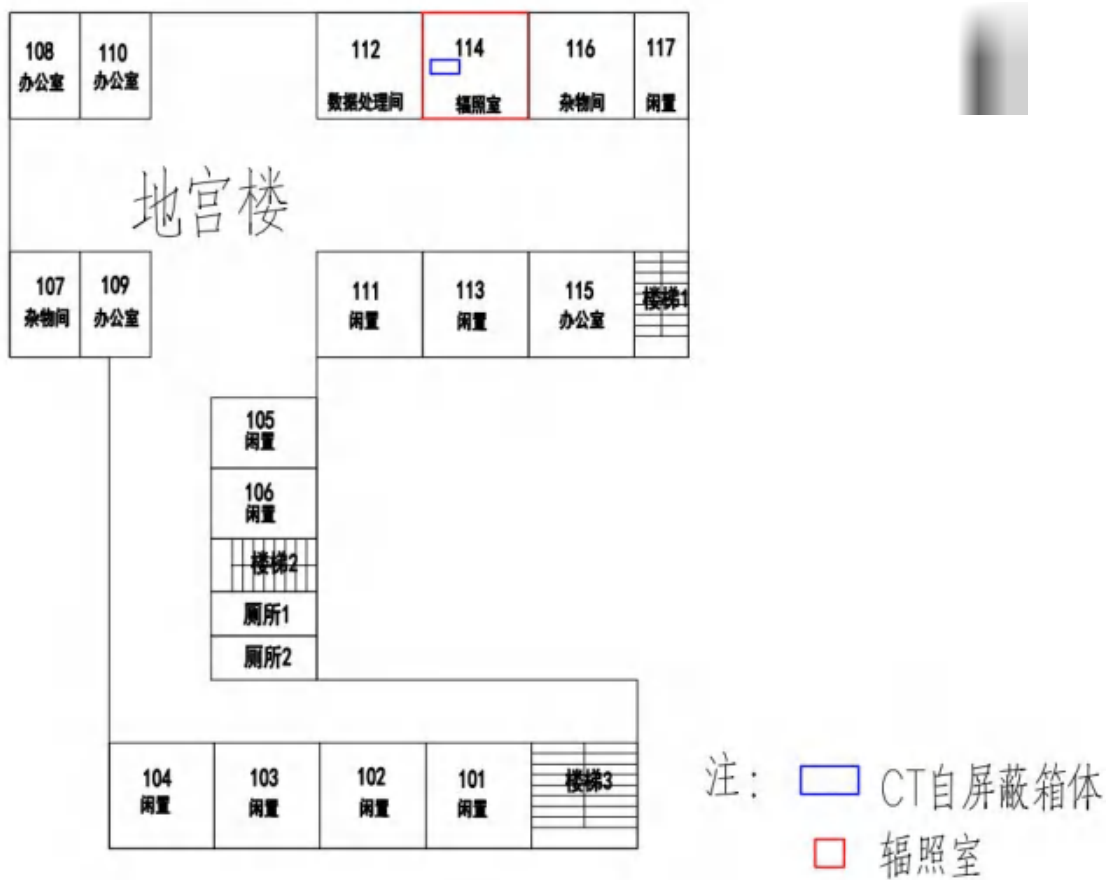
附图二 项目周边关系图



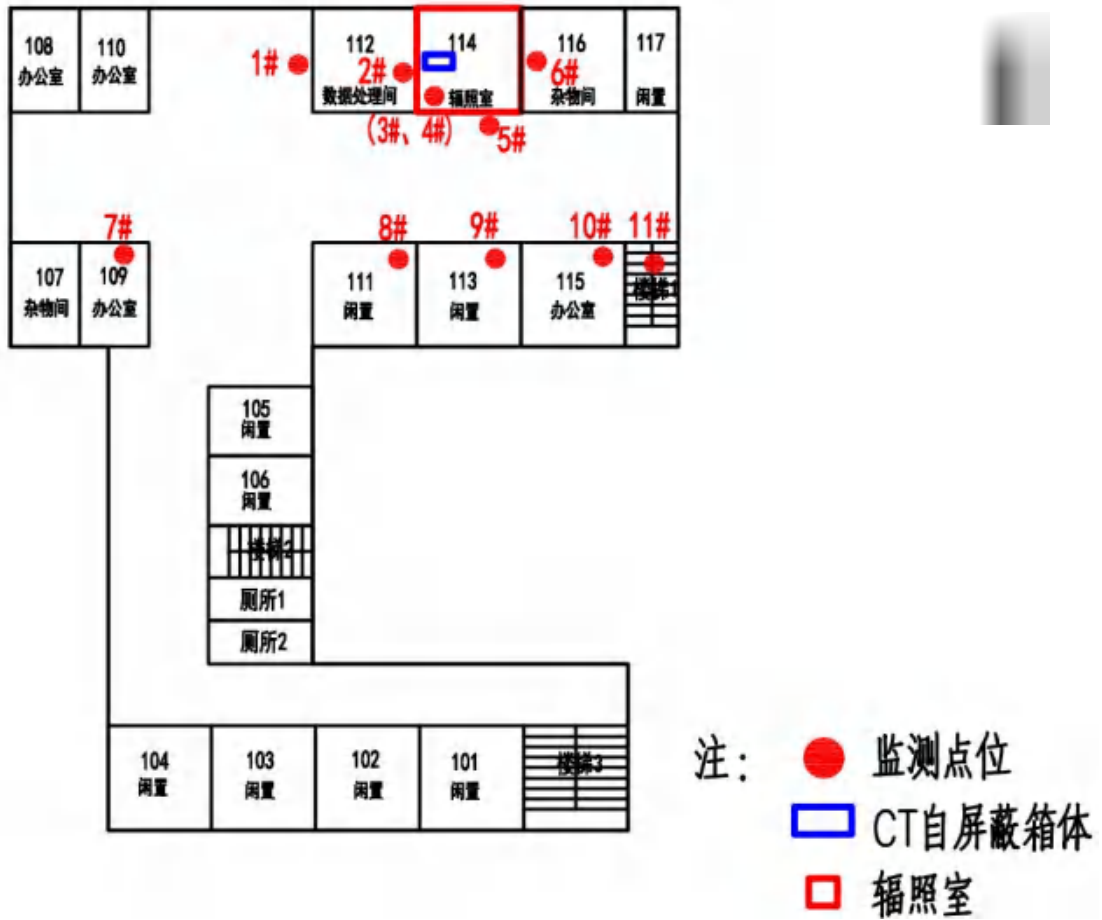
附图三 湛江实验中心厂区平面布置图



附图四 项目影响评价范围



附图五 湛江实验中心地宫楼一层平面示意图



附图六 湛江实验中心地宫楼一楼内监测点位示意图



附图七 湛江实验中心厂区内监测点位示意图

附件1 委托书

委托书

博思百睿检测评价技术服务有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司特委托贵公司对中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司使用工业 CT 项目进行环境影响评价。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江公司

2022年12月28日



附件2 营业执照

	
<h1>营业执照</h1>	
(副本) (副本号:1-1)	
统一社会信用代码 914408047848854599	
名称	中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司
类型	其他股份有限公司分公司(非上市)
营业场所	湛江市坡头区南油二区合作楼3楼
负责人	方满宗
成立日期	2006年01月24日
营业期限	长期
经营范围	油气田勘探开发生产技术服务、技术研发、咨询、转让; 油气田勘探开发数据采集、处理; 数据库服务; 油气田开发方案研究与设计; 采油工艺技术研究及工程方案设计; 油气水处理工艺技术研究开发; 油气田开发生产实验分析服务; 能源开发的监督管理技术服务; 钻完井、修井、增产的技术服务及作业服务; 通信信息网络系统集成服务; 石油工程三维动画服务; 工业防腐技术服务、设计、施工; 油气田工具、测井设备、机械设备、电器设备的销售、租赁、安装、维修、检测及作业服务; 销售; 石油化工产品(危险品、剧毒品、易制毒品除外); 船舶(除渔船)、海上设备的维修; 油气田生产技术服务及配套服务; 海上油田多功能支持平台服务; 环境监测; 钻完井岩屑的回收处理(除危险废物)及技术服务; 技术进出口; 工程承包服务; 油田弃管服务; 钻完井试验与培训、国际井控培训; 房屋租赁; 会议服务。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动。)
	
	登记机关 
	2017 年 7 月 12 日

企业信用信息公示系统网址: <http://gsxt.gdgs.gov.cn/>

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

湛江市生态环境局坡头分局

湛环坡建〔2020〕25号

关于中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司建设项目环境影响报告表的批复

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司：

你单位报送的《中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司建设项目环境影响报告表》（以下简称“报告表”）等有关材料收悉，经研究，现对报告表批复如下：

一、根据报告表的评价结论，在严格落实各项污染防治、环境风险防范措施和建议，确保各项污染物稳定达标排放、固体废物依法依规管理和处理处置，确保项目生产及生态环境安全的前提下，我局原则同意报告表中所列建设项目的性质、生产工艺、规模、地点和拟采取的环境保护措施。

二、项目概况：中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司建设项目位于湛江市坡头区南油二区，中心地理位置坐标为 $21^{\circ} 14' 59.6'' N$ ， $110^{\circ} 26' 52.3'' E$ ，已于1980年8月建成投产。项目占地面积 $6650m^2$ ，建筑面积 $8065m^2$ ，主要建设内容有3层供应楼、2层开发楼、4层岩心楼、3层地质楼、观察室及危险废物暂存间等。项目主要从事油田水样品分析、沉积岩及垢样样品分析、原油及石油样品分析、原油蜡样品的分析。项目总投资5000万元，其中环保投资150万元，环保投资占总投资比例3%。

三、该项目须严格执行国家、地方及行业环境保护相关标准规范，落实环评提出的各项污染防治措施。重点做好以下工作：

（一）落实水污染防治措施。反渗透浓水排入市政污水管网；喷淋废水经 pH 调节预处理后，经三级化粪池与生活污水一并处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准及坡头水质净化厂进水水质要求的较严值后，经市政污水管网排入坡头水质净化厂集中处理达标后排放；废污水收集、处理设施及管网应做好防渗漏措施。危险废物严禁混入排水管网。

（二）落实大气污染防治措施。加强项目运行管理，从源头减少废气污染物产生。无机废气经集气系统收集后引至“喷淋塔”系统处理，由 15m 高的 1#排气筒排放，执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准；无机废气无组织排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值要求。按照《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）的要求，严格控制挥发性有机物的无组织排放；有机废气经集气系统收集后引至“活性炭吸附”净化装置处理，由 15m 高的 2#排气筒排放，参照执行广东省地方标准《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）中第 II 时段排放限值；项目有机废气的无组织排放应达到广东省地方标准《家具制造行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/814-2010）及《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）的相关要求。项目恶臭污染物的厂界标准值应达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 中新扩改建厂界二级标准限值的要求。

(三) 有效防治噪声污染。选用低噪声设备, 采取有效减振降噪措施, 加强设备维护管理, 合理安排作业时间等, 项目营运期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 中 2 类标准, 避免噪声扰民。

(四) 依法依规严格管理和处理设置固体废物。生活垃圾交由环卫部门清运处理。项目产生的废消耗品、实验废液、实验器皿清洗废水、废试剂、废活性炭等危险废物, 确保交由有相应资质的单位收运处理处置。危险废物收集、贮存应当按照特性分类进行, 并分区定点存放, 禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相容而未经安全性处置的危险废物, 严格做好贮存场所防渗漏和其他防止污染环境的措施。建设单位应当按照有关规定制定危险废物管理计划, 建立危险废物管理台账, 如实记录有关信息, 并通过国家危险废物信息管理系统申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。危险废物台账应当保存十年以上。

四、根据报告表测算结果, 本项目建成后排放的大气污染物总量控制指标如下: VOCs 10.568kg/a (其中有组织 8.2706kg/a, 无组织 2.2974kg/a)、NO_x 6.5297kg/a (其中有组织 5.1102kg/a, 无组织 1.4195kg/a)。

五、该项目必须按照相关规定及环评要求落实环境风险防范和应急措施, 严格风险管理机制, 结合环境风险因素编制突发环境事件应急预案并备案, 加强化学药剂的运输、贮存和使用管理, 加强风险监测和防范演练, 确保项目生产及生态环境的安全。

六、该项目须加强环境管理和“三废”防治设施维护, 建立长效管理机制, 严格按照国家标准规范及环评要求落实营运期的环

境管理和环境监测计划。

七、该项目应服从土地利用和城镇建设相关规划；项目涉及其他单位或部门事项的，应按其他单位或部门规定、批复及意见办理。

八、项目建设必须严格执行配套环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后，建设单位须按规定程序自行实施项目竣工环境保护验收，验收合格后方可正式投入生产。

九、若项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。

湛江市生态环境局坡头分局

2020年9月21日

坡头分局

抄送：湛江市生态环境局。

湛江市环泽环保科技有限公司（由建设单位送达）。

附件4 监测报告



正本

编号: BSIC-230101-0016



● 监测报告

报告名称: 中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司
使用工业 CT 项目环境现状监测报告

委托单位: 中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司

环境要素: 电离辐射

博思百睿检测评价技术服务有限公司



声 明

- 1、我公司对本次监测工作已经完成, 现将监测报告交付给你们, 如贵单位对报告内容有异议, 请在接到报告十五日内与我公司联系。
- 2、当本公司不负责采样阶段(如样品由客户提供)时, 本报告结果仅适用于收到的样品。
- 3、本报告中除监测数据外的其他由客户提供的信息对监测结果产生影响时本公司不予承担责任。除客户提供的信息外, 本公司仅对本次报告中的监测信息负责。
- 4、本报告若未盖 CMA 章, 则不具有对社会的证明作用; 项目右上角标注"#", 表示该项目不在本单位 CMA 认证范围内, 该项目的数据仅供测试研究参考, 不做为社会公正数据。
- 5、本报告无检验检测专用章无效。
- 6、本报告无骑缝章无效。
- 7、本报告涂改无效。
- 8、未经本机构批准, 不得复制(全文复制除外)报告或证书。

检测机构: 博思百睿检测评价技术服务有限公司

通信地址: 黑龙江省大庆市高新区新科路 14 号科技创业园 B 座 422 房间

邮 编: 163316

联系电话: 0459-6284599





编写人: 张林
审核人: 李艳华

校核人: 杨威
签发人: 孙芳

签发日期: 2023年1月5日

一、基本情况

委托单位	中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司	委托单位地址	广东省湛江市坡头区南调路南油 2 区
受检单位	中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司	受检单位地址	广东省湛江市坡头区南调路南油 2 区
联系人	黄向胜	联系电话	18927601535
样品名称	电离辐射	样品状态	-
监测类别	现状监测	任务单号	202209269-01
现场采样人	付增文、于础源	现场采样日期	2023 年 1 月 1 日
分析人	-		
分析日期	-		

二、监测内容

类别	监测点位		监测项目	监测频次
电离辐射	1#	辐照室内	环境 γ 辐射剂量率	监测 1 次
	2#	杂物间内		
	3#	辐照室门外		
	4#	辐照室北墙外		
	5#	数据处理间内		
	6#	115办公室内		
	7#	110办公室内		
	8#	109办公室内		
	9#	地宫楼U型内侧		
	10#	高低楼门口		
	11#	供应楼门口		
	12#	地质楼门口		
	13#	小平房门口		

14#	开放楼门口
15#	岩心楼门口
16#	茶源居门口
17#	烟楼小学门口
18#	陈鲜柠美食店门口
19#	建设银行门口
20#	南粤银行海阳支行门口
21#	鑫记港式老派牛杂店门口
22#	东侧十字路口
23#	南油商业城门口
24#	南油图书馆门口
25#	润泽阁西门门口
26#	南油电视台门口
27#	田华美食门口
28#	南海石油医院门口
29#	211办公室内
30#	212办公室内

三、监测情况

3.1 监测项目与分析方法

序号	项目	测定方法	方法来源	仪器		
				使用仪器及编号	校准因子	校准有效期
1	环境 γ 辐射剂量率	环境 γ 辐射剂量率测量技术规范	HJ1157-2021	JB4000 环境监测用 X γ 辐射空气比释动能率仪 20186	0.978	2023 年 11 月 30 日

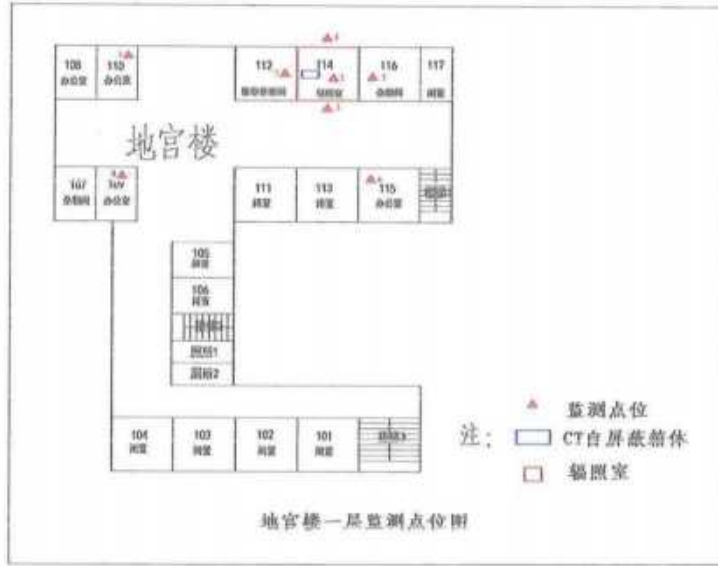
四、监测结果

4.1 环境 γ 辐射剂量率

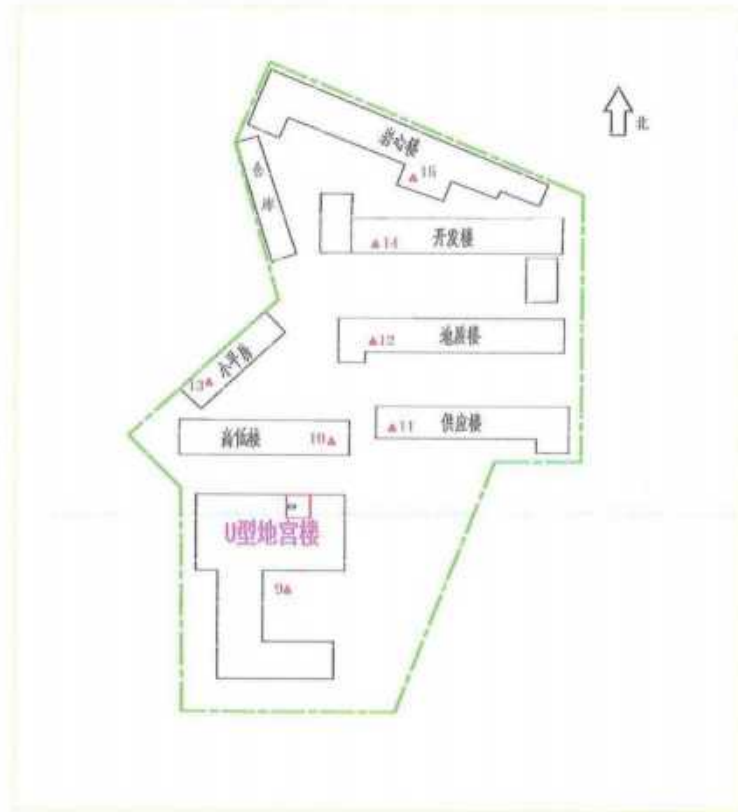
监测日期	监测点位	单位	监测结果
2023年1月1日	1# 辐照室内	$\mu\text{Gy/h}$	0.08
	2# 杂物间内	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	3# 辐照室外	$\mu\text{Gy/h}$	0.08
	4# 辐照室北墙外	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	5# 数据处理间内	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
	6# 115办公室内	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
	7# 110办公室内	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	8# 109办公室内	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	9# 地宫楼U型内侧	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
	10# 高低楼门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	11# 供应楼门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	12# 地质楼门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
	13# 小平房门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	14# 开放楼门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.08
	15# 岩心楼门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
	16# 茶源居门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	17# 烟楼小学门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.11
	18# 陈鲜柠美食店门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	19# 建设银行门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.08
	20# 南粤银行海阳支行门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	21# 鑫记港式老派牛杂店门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
	22# 东侧十字路口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	23# 南油商业城门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	24# 南油图书馆门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.08
	25# 润泽阁西门门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	26# 南油电视台门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
	27# 田华美食门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.11

28#	南海石油医院门口	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
29#	211办公室内	$\mu\text{Gy/h}$	0.10
30#	212办公室内	$\mu\text{Gy/h}$	0.09
《中国环境天然放射性水平》 (国家环境保护总局1995年) (广东省部分)		室内辐射剂量率范围为 57~367nGy/h; 室外辐射剂量率范围为 45~222nGy/h。	
注: 以上监测结果已扣除宇宙响应值, 宇宙响应值为 10.9nGy/h。			

附件: 监测点位图



附图 1 检测点位分布图 (地宫楼内)



附图 2 检测点位分布图（地宫楼外）



200米范围平面图

附图 3 检测点位分布图 (建设单位外)

附图: 采样照片





—— 报 告 结 束 ——

第 11 页 共 11 页

附件5 设备技术要求书

附件二 技术要求书

一、项目概况及总体要求

本技术要求描述了买方对微米级 CT 成像系统购置采购项目的最低要求，卖方在制造、调试及后续质量保障工作中应严格遵循。

二、需求一览表

序号	物资名称	数量及单位	交货期	交货地点
1	微米级 CT 成像系统	1 套	合同签订之日起 5 个月内	渤海实验中心
2	微米级 CT 成像系统	1 套	合同签订之日起 5 个月内	湛江实验中心

备注：可视采购产品特性补充采购明细项，如最小送货量等。

三、设计/使用条件

1. 设计要求：

以本项目为研究平台，方便对设备系统进行后期的科研改造、升级、拓展；包括设备内部空间、射线源、探测器、样平台、样品扫描系统、驱替系统、图像重建和分析系统。结合定性、定量的分析软件，实现对样品内部结构的三维高分辨成像，应用于样品的特征参数表征。

2. 作业环境要求：

2.1 工作温度：18℃-25℃

2.2 相对湿度：≤80%

3. 到货/安装或使用地点：

(1) 天津市滨海新区闸北路 3 号中海油实验中心渤海实验中心实验楼

(2) 广东省湛江市坡头区南调路南油 2 区湛江实验中心供应楼 104 房间

四、技术要求

1、非标定制系统总体要求

1.1 该系统包括射线源、探测器、样品扫描系统、样品加载系统、样品图像重建和分析系统等，作为样品无损检测数字化的技术平台，用于多尺度油气类样品内部结构微观尺度上的三维空间表征，结合定性、定量的分析软件，实现对样品内部结构的三维高分辨成像，应用于样品的渗流规律、岩石特性研究，为油气渗流基础规律研究提供科研数据。

1.2 系统分辨率≤0.5 μm，在无探测器位移的完全扫描直径100mm岩心样本时的最小体素17 μm；在无探测器位移的完全扫描直径30mm岩心样本时的最小体素5 μm；在无探测器位移的完全扫描直径10mm岩心样本时的最小体素1.7 μm；在无探测器位移的完全扫描直径5mm岩心样本时的最小体素0.85 μm。

1.3 系统具有超分辨成像能力，实现亚像素分辨率成像（通过软件功能实现分辨率提升1倍），需提供相应的技术方案对亚像素成像技术进行说明。

1.4 支持多种扫描成像模式：DR、圆轨迹锥束扫描，超视野锥束扫描，有限角锥束扫描，螺旋扫描，偏置扫描，相关功能要求如下：

DR：数字X射线摄影，利用电子技术将X射线信息的其它载体转变为电子载体，X射线照射样品后不直接作用于胶片，被探测器接收并转换为数字化信号，获得X射线衰减值的数字

矩阵，经计算机处理，重建成图像。数字图像数据可利用计算机进行进一步处理、显示、传输和存储；

圆轨迹锥束扫描：样品匀速旋转 360° ，探测器位置不变，每隔固定时间采集一次信息；

超视野锥束扫描：对于样品过大超出探测器视野范围，使用采集部分样品信息的扫描方式；

有限角锥束扫描：对于大样品（无法旋转 360° 的样品）通过旋转角度（如 60° 、 80° 、 120° 等）来进行图像重建，得到样品三维图像；

螺旋扫描：对于高度上无法一次性扫全的样品，在Z轴方向上螺旋移动（上升或者下降），宽度上充满探测器视野，得到相比于一次性扫全更高分辨率的图像；

偏置扫描：在不改变探测器位移情况下，通过偏置样品台的旋转中心或探测器位置，扩大成像面积，适用于大样品的整体扫描，可实现成像视野范围大于探测器尺寸。

2、射线源

2.1 240kV开放式反射靶焦点X-射线源1套：

2.1.1 管电压：20kV~240kV；JIMA卡焦点 $\leq 2\mu\text{m}$ ；X射线管电流范围：0.05mA~3.0mA；

2.1.2 最大功率 $\geq 350\text{W}$ ；FOD $\geq 4\text{mm}$ ；

2.1.3 管头内部带液体冷却，保证焦点超高稳定性；冷却液体是去离子水，提供内部结构图，并详细说明冷却流程；

2.1.4 开机自检：校准功能（包括真空检测、射线源调管、灯丝校准）及调整靶电流的功能，灯丝校准主要通过调整灯丝位置，通过靶电流和管电流的比值来判断，在满足管电流相同的情况下，获取最大的靶电流（管电流转换到靶电流需要经过中间的聚焦，若灯丝没有对准聚焦小孔会有很大的损失）；检查抽真空的情况；

2.1.5 靶材：钨靶

2.1.6 分子真空泵：电压24V，转速90000rpm，20分钟抽真空到 $3 \times 10^{-6}\text{MPa}$ ，达到可使用状态；

2.2 160kV开放式透射靶焦点X-射线源1套：

2.2.1 管电压：20kV~160kV；X射线管电流范围：0.05mA~1mA；

2.2.2 最大功率 $\geq 25\text{W}$ ；FOD $\leq 0.3\text{mm}$ ；

2.2.3 管头内部需带液体冷却，保证焦点超高稳定性；冷却液体是去离子水，提供内部结构图，并详细说明冷却流程；

2.2.4 开机自检：校准功能（包括真空检测、射线源调管、灯丝校准）及调整靶电流的功能，灯丝校准主要通过调整灯丝位置，通过靶电流和管电流的比值来判断，在满足管电流相同的情况下，获取最大的靶电流（管电流转换到靶电流需要经过中间的聚焦，若灯丝没有对准聚焦小孔会有很大的损失）；检查抽真空的情况；

2.3 双射线源能够一键切换，切换时间不超过2分钟。

3、探测器系统

3.1 大视野平板探测器

3.1.1 类型：大视野数字平板探测器，探测器像素矩阵： $\geq 5600 \times 4500$ ；

3.1.2 大视野探测器视野范围： $\geq 280\text{mm} \times 230\text{mm}$ ；

4

3.1.3 具备校正功能：本底校正、增益校正；

本底校正，是校正测试在探测器上留下的残影；增益校正，是在X射线打开和关闭情况下分别进行校正，对其光子积分的线性度进行校正，也可以对残影进行校正；

3.1.4 探元尺寸：49.5 μm ；

3.1.5 标称分辨率达0.2 μm ；在无探测器位移的完全扫描直径100mm岩心样本时的最小体素17 μm ；在无探测器位移的完全扫描直径30mm岩心样本时的最小体素5 μm ；在无探测器位移的完全扫描直径10mm岩心样本时的最小体素1.7 μm ；在无探测器位移的完全扫描直径5mm岩心样本时的最小体素0.85 μm 。

4、精密样品台

4.1 SDD距离 $\geq 1000\text{mm}$ ；

4.2 探测器X轴行程 $\geq 500\text{mm}$ ，探测器Y轴行程 $\geq 200\text{mm}$ ；

4.3 转台X轴行程 $\geq 800\text{mm}$ ，转台Y轴行程 $\geq 240\text{mm}$ ，转台Z轴行程 $\geq 450\text{mm}$ ；

4.4 机械系统R轴行程： $\pm n \times 360^\circ$ ；

4.5 机械系统可承载最大样品重量： $\geq 25\text{kg}$ ；

4.6 防碰撞功能；

4.7 大理石基板台采用大理石，组织结构均匀，线胀系数小，内应力完全消失，不变形，耐酸、碱液物侵蚀，不易生锈，不易粘微尘，易维护保养，其上应内嵌螺纹铜套，方便连接其他轴件。

5、高精度机械转台

5.1 电机驱动，带编码信号；

5.2 最小增量转动 $\leq 0.001^\circ$ ；

5.3 单向重复定位精度 $\leq 0.002^\circ$ ；

5.4 双向重复定位精度 $\leq 0.004^\circ$ ；

5.5 绝对定位精度 $\leq 0.01^\circ$ ；

5.6 最大转动速度 $\geq 20^\circ/\text{s}$ ；

5.7 晃动偏离 $\leq 16 \mu\text{rad}$ ；

5.8 轴向跳动 $\leq 4 \mu\text{m}$ ；径向跳动 $\leq 4 \mu\text{m}$ ；

5.9 大理石基板台采用大理石，组织结构均匀，线胀系数小，内应力完全消失，不变形，精度高，耐酸、碱液物侵蚀，不易生锈，不易粘微尘，维护保养方便简单，其上内嵌螺纹铜套，可方便连接其他轴件。

6 CT扫描岩心加载系统

6.1 材质：铝、碳纤维和环氧树脂，X射线可穿透，可清晰呈像。采用直压式装配结构（高压软管接头连接在高压旋转接头上与CT配合可随样品旋转 360° 以上，旋转过程中，样品轴向无位移和偏转）；

6.2 原位CT扫描加载（即扫描与加载同时进行）兼容试件规格： $\Phi 25\text{mm} \times 50\text{mm}$ ；

6.3 夹持器规格：

适用岩心直径1英寸，岩心长度0-2英寸；

工作压力： $\geq 35\text{MPa}$ ；

4

耐压： $\geq 35\text{MPa}$ ；
工作温度： -25°C 到 130°C ；
润湿材质：不锈钢316L；
主体材质：铝、碳纤维和环氧树脂；
耐压及进出口：3mm标准管线端口；
加载类型：静液压；

6.4、温度系统

6.4.1 进行保温处理，满足流程内流体由加热箱至CT扫描箱跨温区的需要；

6.4.2 温度控制范围： -25°C ~ 130°C ；

6.4.3 控温精度： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；

6.4.4 夹持器加热系统：由油浴循环装置和加热装置组成，主要是对岩心夹持器进行加热，达到模拟地层温度，同时可以恒定加载耐压；工作温度： -25°C 到 130°C ；

6.4.5 风冷式全封闭压缩机组制冷

制冷系统具有过热、过电流等多重保护装置。低温水浴槽设有循环泵，可把槽内被恒温液体外引，建立第二恒温场作为冷源，把槽内被制冷液体引到机外实验容器。采用智能控制系统。触摸按键快速设定温度，操作方便，微机修正温度测量值偏差，数显精度 0.1°C 。

6.4.6 数据采集系统

包含压力传感器、温度传感器；

压力传感器：参照或相当于美国senex品牌，带Hert协议，精度0.1级，共3只，量程分别为1、10、25MPa，配昆仑天辰二次数显表；

显示仪表：精度0.1MPS；

温度传感器：Pt100，测量精度： $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ；

7、图像采集及重构系统

7.1 系统控制软件、扫描软件和重建软件为生产厂家自有软件；

7.2 图像采集软件，控制及图像数据处理功能包括：

扫描系统由软件进行全自动控制；

几何扫描参数获取功能，包括射线源距样品、射线源距探测器的距离；

样品穿透率计算，为测试条件的选择提供依据；

根据扫描样品的几何位置数据及探测器类型自动计算当前所用分辨率；

可实现扫描系统空间位置自动标定；

扫描图像加减乘除等图像运算；

尺寸测量感兴趣区域；

可通过灰度直方图拉伸，突出显示感兴趣区域；

多种扫描模式和扩展数据采集功能；

支持动态标清DR成像和静态高清图像DR成像；

支持螺旋轨迹、偏置、有限角、局部聚焦等多种模式扫描，实现细长物体、大物体、板状物、感兴趣区域等成像功能；

通过向导方式，辅助用户生成个性化数据采集协议；

通过脚本语言，支持用户编制个性化数据采集协议；
通过脚本语言，用户可自行编制个性化数据聚集协议；
通过个性化数据聚集协议，可实现用户多任务自动检测；
通过辅助工具，用户可对自行编制的各种个性化数据聚集协议进行管理、查询、调用、校正功能；

探测单元对不同能量射线响应不一致的校正；

射线源能量强度分布不均匀的校正；

采用探测器随机抖动的方式进行环状伪影的校正；

7.3 3D显微重建软件，具有解析法和自适应迭代法两种重建算法，具备GPU加速功能，图像矩阵 $2048 \times 2048 \times 768$ ，解析算法重建时间1分钟内；

具有几何拟合参数获取功能，通过读取样品的扫描数据，可获取样品扫描过程中系统中射线源焦点、探测器、样品转台之间的所有物像位置关系参数；

3D图像浏览和分割软件，具有三维渲染显示与任意截面剖切功能，可进行三维MPR显示，生成三维图像旋转、平移、缩放、剖切等漫游视频；

7.4 基于高速GPU的快速3D图像重构软件，图像矩阵 $1024 \times 1024 \times 768$ ，解析算法重构时间2分钟内，自适应迭代重构时间4分钟内，图像矩阵 $2048 \times 2048 \times 1536$ 解析算法重构时间10分钟内；

7.5 *nypl-score*分析软件

支持球棒模型的建立，通过扫描及三维重构，将样品内部特征结构进行数字化建模，并基于该模型给出球棒前几何统计参数，如球的直径、棒的长度、几何数等信息；

7.6 PerGeos三维可视化分析软件

7.6.1 软件功能

(1) 软件平台

软件包对不同类型的设备的各种格式数据可进行读写和管理等功能，如CT图像、Micro-CT图像、SEM扫描电镜图像、激光共聚焦图像、铸体薄片图像、FIB SEM双束电镜图像、SECI断层数据等；利用滤波、降噪、去伪影等手段对图像进行优化处理功能；基于优化后的图像进行孔隙结构/基质的提取，进行孔隙结构/基质的定量分析等。

(2) 地层参数分析模块

地层参数分析模块提供了“数字岩石实验室”功能，能够进行绝对渗透率模拟（LBM、有限单元法）、导电性模式（随机步行模拟、有限单元法）、NMR核磁共振模拟、热传导模拟、分子扩散模拟以及注浆模拟。

(3) LBM孔隙网络两相流模拟模块

孔隙网络两相流模拟模块能够基于图像提取孔隙网络模型进行两相流模拟计算，例如毛管压力、相对渗透率、润湿性敏感性分析及电阻率等参数，同时能够生成和提取岩石的孔隙网络模型（水-黏土模型）。利用孔隙网络模型可以进行定量孔隙分析，孔隙大小、喉道大小、喉道长度、配位数、连通关系等。

7.6.2 产品技术

(1) 基于物理学中的光强发射-吸收原理直接完成对三维图像数据的可视化。

外

(2) 针对Micro-CT数据、SEM扫描电镜数据、FTB-SEM双束电镜数据，根据不同数据源类型，提供了相对应的图像处理方法，比如削弱环状伪影、非局部均质滤波、射线硬化校准、图像数据对比度的调节、图像编码、去噪以及各种滤波等功能。

(3) FFT幅度：此过滤器消除周期性噪声。

(4) 图像序列校正：可以自动或手动的按照顺序对每一张图像的旋转和偏移进行校正，且无需事先在标本上预先进行标记。

(5) 可以利用分水岭、阈值分割、本地亮度差异等200多种图像算法进行图像处理和分割，得到满足研究需要的数据。能够建立网络模型和外部有限元求解器对接，进行更深入更深层次的模拟。

(6) 可视化显示三维模型的孔隙效果，任意以3D点集模式给出的数据集。

(7) 能够以交互式的速度处理超大数据集。

(8) 能够在一个或多个窗口中显示一个或多个数据，灵活进行导航操作，精确交互式查询数据集中任何位置的数据属性，显示或者将数据输出到电子表格或其他制图工具以便进一步分析，并可通过统计学模块进行密度、距离、面积、体积等数据的计算和量化。

(9) 能够排列配准多个数据集进行多数据对比。在产生精确的3D模型以及分析高级数据任务中，能够通过标记图像数据的个别像素值来区分不同的组织结构。

(10) 在图像信息的处理、几何体的计算以及高分辨3D图像重构中，能将CT、MRI设备、三维超声设备、共焦显微镜等生成的切片数据进行精确的三维体重构。

(11) 基于C++、TCL、Python语言进行扩展，编译有针对性的解决方案和算法，可进行自主研发、扩展编程。

(12) 支持所有相关成像技术，且软件具备叠加图像、添加注释以及共享岩石描述和物理特性模拟结果的功能。

(13) 可以进行岩石四面体网络构建，并导出成COMSOL、ANSYS和FLUENT等软件可以识别的格式。

(14) 可以直接读取raw、jpg、bmp、dicom、tif等90多种类型的文件进行分析。

(15) 通过对图像的分析，可以得到包括孔隙度、连通孔隙度、孔隙等效直径、体积、表面积、形状因子、裂缝走向、颗粒圆度、球形度、粗糙度等参数，还可以根据研究需要自定义输出参数。

(16) 网格划分工作区可以进行高精度、中精度和低精度三种选项的网络输出。通过选择保留细小结构，还可以保证输出的网络仍然保留了孔隙结构中的精细结构。

(17) 针对问题创建适用的Recipe操作菜谱，将工作流程保存下来，同区域同问题批量处理，大大提高效率。

(18) 针对裂缝进行定量化分析，输出裂缝的走向、长度、宽度、高度等量化参数。

(19) 强大可视化功能，可以进行分析结果展示，多种展示方式，多视角展示。

(20) 量化刻画页岩有机孔数量和特征，包括面孔率、孔隙等效直径等。

8 射线防护箱体

8.1 在距离箱体20mm的任何位置，所测射线剂量当量率小于0.5 μ Sv/h；

8.2 防辐射屏蔽罩，含内置安全门锁开关，X射线开启显示；采用铅钢防护，全封闭安

全屏蔽室；X射线警告灯；泄漏量超标时具有报警功能；

8.3 具有可视透明窗口，便于在设备运行过程中可以直接从窗口观察到样品情况；

8.4 箱体尺寸不小于3000mm（长）×1600mm（宽）×2200mm（高）。

9 数据采集计算机及工作站

9.1 数据采集计算机(1台)：英特尔(Intel) i7 酷睿八核CPU处理器；金士顿(Kingston) DDR4 2666MHz 8G内存；三星(SAMSUNG) 512GB SSD固态硬盘；希捷(Seagate) 4TB机械硬盘(2个)；戴尔(DELL) P3421W 34英寸21:9 IPS屏显示器；Win 10 专业版(64位)；罗技(Logitech) 无线键鼠套装；

9.2 数据处理工作站(3台)：英特尔至强处理器W-2255 10C 3.7GHz 4.7GHz Turbo HT 19.25MB 165W DDR4-2933, C422芯片组；32GB RDIMM, 3200MT/s, ECC (4个)；8个 DDR4 内存扩展插槽, 5个PCIe 3.0插槽, 1个PCI插槽；戴尔 1TB M.2 PCIe NVMe 桌面级；4TB 7.2K RPM SATA 6Gbps 512e 企业级 3.5英寸硬盘(4个)；GeForce RTX 3080 10G显卡；P3421W 34英寸21:9 IPS屏显示器(3台) Type-C+DP端口、HDMI端口；Win10 专业版(64位)；罗技(Logitech) 无线键鼠套装；

9.3 奥睿科(ORICO) 磁盘阵列硬盘柜(2个)：3.5英寸SATA串口USB3.0五盘位9558RU3；

9.4 SATA企业级移动硬盘(2个)：NAS硬盘 12TB 256MB 7200转 PMR CMR垂直技术 PRO ST12000NE0008。

10 旋片真空泵

尺寸：315mm×281mm×199mm；

最大泵速：2.5m³/h；

真空度：10⁻³mbar；

注油量：0.5L；

噪音：<70分贝

重量：小于26kg；

电机功率：>0.55kw。

11 配件：世达多功能工具箱一套。

12 耗材：(1) 实验耗材钨灯丝，10根。

(2) 胶套材质：氟橡胶70硬度计，10个；

(3) 管线：特制软管20m，3mm转换接头20个。

13 设备全系统应满足后期的科研改造、升级、拓展的需求，包括设备内部空间、射线源、探测器、样品扫描系统、驱替系统、图像重建和分析系统等组成部分。

五、检测和试验

设备设计、制造、安装满足如下国标或国际标准，并提供相关的型式测试报告：

GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

GBZ 117-2015《工业X射线探伤放射防护要求》

GJB5312-2014《工业射线断层析成像(CT)检测》

GJB5311-2004《工业CT系统性能测试方法》

系统符合下列欧盟指令的规定：

- 2006/42/EC 机械指令
- 2014/30/EU EMC 指令
- 2011/65/EU RoHS 指令
- 2013/59/EURATOM 电离辐射指令

HeliScan microCT 系统符合以下标准和规范性文件的要求：

- EN 61010-1 测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求 - 第 1 部分：一般要求；

- EN 61010-2-091 测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求 - 第 2-091 部分：柜式 X 射线系统详细要求；

-EN 61326-1 测量、控制和实验室用电气设备 - EMC 要求

-IEC EN UL 61010-1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求

-在距离表面 10cm 处，X 射线发射量低于 $1 \mu\text{Sv/h}$

-NFPA 79 工业机械电力标准。

六、标识、包装、运输和存储

1. 产品标识

产品要有明确的标志或标签，如产品名称、规格型号、生产批号、生产日期等；设备铭牌要包含设备编号、名称、型号、制造日期等内容以及主要参数等。

2. 产品包装

产品到货时，外包装要完好，无破损。

3. 产品运输

● 产品运输过程中要保障设备完好，到货后由厂家技术人员拆开包装后，设备外观完好，无破损；

● 到实验室后要按照设备使用单位要求，将设备安装到固定实验间，并提供安装时必须的叉车、吊车等服务。

技术文件

1) 仪器的使用维护手册。

2) 仪器的出厂检测报告。

3) 设备操作及数据处理系统软件的备份。

4) 设备应具备天津市计量监督检测科学研究院出具的设备合格鉴定证书。

八、工作进度、监造和现场验收

1. 对产品生产组织进度和监造等的要求，在设备建造中期及建造完成未送达至实验室，实验室派员进行监造。

2. 验收提供资料：产品供货清单、产品说明书等；

九、技术服务与售后服务

1. 安装、调试指导要求：在设备安装/调试阶段，卖方负责派服务工程师到现场指导，直至运行正常，并为仪器操作人员提供操作及维护培训；

2. 技术培训要求：提供为期 7 天的仪器培训，包括设备原理、组成、操作、维护等事项；提供 4~5 人为期 5 天的软件培训，内容包括设备使用、维护、维修等事项。

4

3. 卖方应具有专业可靠的维修服务实力，在国内具有固定可靠的维修站，并具有专业维修队伍。在保修期内和保修期外，卖方在接到买方用户维修请求后，服务工程师应在 24 小时内答复并指导排除故障或在 48 小时内到达买方现场。

4. 技术联络与响应：卖方在接到卖方通知 24 小时内给予答复，48 小时到达现场。

5. 卖方须提供 2 年的全套设备维护保养服务，包括射线源、探测器的参数校正以及维护保养，所有运动平台的电机、传动系统的维护保养。

6. 环评：卖方需提供国家环保部门（或权威部门）开具的设备豁免证书。

7. 在设备使用周期内，卖方应提供 1 次免费设备搬迁服务，及搬迁前后的设备拆装、调试，确保运行正常。

十、质量保证

1. 考核、罚则、赔偿等特殊要求：到货验收不合格，无条件退货。

2. 设备各项技术文件、培训与技术服务、质量保证与资质必须满足本技术要求。

并

附件6 产品合格证



产品合格证
Product Certificate

产品名称 微米级 CT 成像系统 (TS21151)
Product Name

检验结果 合格
Inspection Result

检验员 
Inspector

检验日期 2022.06.09
Inspection Date

天津三英精密仪器股份有限公司
Tianjin Sanying Precision Instruments Co.,Ltd.

电话/TEL : +86-22-24874990
传真/FAX : +86-22-24984825
地址/ADD : 天津市东丽开发区二纬路22号东谷国际7号楼
No.1, Building 7, Donggu International, 22 Erwei
Rd., Dongli Economic Development Zone, Tianjin,
P.R.China 300399

附件7 出厂检测报告



出厂检测报告

产品名称	微米级 CT 成像系统	产品序列号	TS21151
生产时间	2022 年 3 月	出厂时间	2022 年 06 月 09 日
成品出厂检验结果			
	验收项目	标准要求	检验结果
主要硬件	开管式反射靶焦点 X 射线源	最大电压: 20-240kV;最大功率: $\geq 350\text{W}$	满足指标
	开放式透射靶焦点 X 射线源	最大电压: 20-160kV;最大功率: $\geq 25\text{W}$	满足指标
	非晶硅平板探测器	动态平板探测器 有效尺寸: 280mm \times 230mm	满足指标
	箱体	铅制屏蔽箱体, 辐射剂量 $< 0.5\mu\text{Sv/h}$	满足指标
主要软件	扫描软件	VoxelStudio-Scan	满足指标
	重建软件	VoxelStudio-Recon	满足指标
	岩石孔隙分析软件	SypiCore	满足指标
	图像分析软件	PerGeos	满足指标
	分辨率	分辨率 $\leq 0.5\mu\text{m}$	满足指标
	数字平板探测器 CT 测试	不同分辨率下成像清晰	满足指标

• 测试结果展示:



经检测, 微米级 CT 成像系统 (序列编号: TS21151), 各项指标合格, 设备运行良好, 成像结果优良, 产品合格。

天津三英精密仪器股份有限公司质检部
2022 年 06 月 09 日



附件8 规章制度

辐射安全与环境保护管理机构

为进一步规范我司辐射环境与安全管理环境，提高我司辐射安全监管效能，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规的要求，经公司领导层决定，本公司成立辐射安全管理小组，全面负责本公司辐射安全与环境管理工作。

一、组织架构

辐射安全与环境保护管理小组人员组成如下：

组 长：吴士荣 经理
副组长：崔书娟 副经理
副组长：葛 心 安全主管
成 员：黄向胜 岗位负责人

二、工作职责

1、负责对本公司射线装置、放射源安全防护工作和辐射环境保护工作（以下简称辐射安全与环境管理工作）实施统一监督管理。

2、负责本公司的环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收；负责本公司辐射安全许可证的申请以及协助相关部门进行审核；负责本公司辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查。

3、监督本公司辐射污染的防治工作；负责本公司工业CT设备的日常监督管理；负责本公司辐射安全与环境管理的监察工作；负责本公司辐射污染的流治理整改以及辐射污染纠纷的处理。

4、负责制定本公司各项辐射安全管理制度、辐射事故应急预案；监督检查本单位各项辐射安全管理制度的落实和执行。组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对本公司一般以上辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作。

5、负责对工作场所进行辐射剂量监测，发现问题及时查明原因，采取有效措施消除辐射安全隐患；

6、定期检查设备状况，加强设备保养与维护，填写记录；发生设备故障，及时联系厂家维修。

7、组织制定辐射培训计划和演练计划。

8、负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司

2022年9月28日



X射线装置安全操作规程

射线装置现场操作必须有严格的操作规程、正确的使用方法,要求做到准确、无误,保证人员和设备安全,为此特制定本规程。

一、人员要求

1、工作人员必须经过辐射基础知识、操作培训,《核技术利用辐射安全与防护考核》考试合格,持有“辐射工作人员上岗证”方可上岗。

2、新上岗或转岗人员必须经过健康体检合格,并通过《核技术利用辐射安全与防护考核》考试,取得“辐射工作人员上岗证”方可上岗,严禁未培训人员操作设备。

二、操作规程

1、射线装置的使用房间必须粘贴明显的电离辐射警示标志,并保持辐射工作场所通风良好;

2、凡操作使用射线装置人员,必须熟悉设备使用手册,预先提出安全操作方案,经单位领导批准方可实施,若有问题请专业人员维修。

3、对于设备正式使用前,操作人员必须穿戴好防护用品,佩戴个人剂量计。

4、在安全防护人员的指导下,进行模拟操作实验,确保设备能够正常工作,方可投入使用。

5、设备使用时,工作人员在操作过程中应与射线装置保持一定的距离,随时观察X射线机运行状态,发现异常情况及时报告现场负责人。

6、每次出束前都应该检查门机联锁系统,确保舱门与出束能够有效联动,只有舱门关闭完全才能出束。

7、设备使用过程中出现工作常场所停电状况时,应及时关闭电源。

8、按设备操作说明书正确操作,不可违规操作。

9、禁止无关人员进入辐射工作场所。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司

2022年9月28日



辐射工作人员岗位职责

一、操作人员工作职责

- 1、正确选择完成操作程序，充分应用、发挥硬件、软件功能的最优化。
- 2、及时完成样品的检测、负责解决与设备操作有关的技术问题。
- 3、负责设备的保养和维护，发现故障立即通知工程师，建立仪器使用档案，记录故障及维修内容。
- 4、准确记录当天工作内容，保持工作场所干净整洁。
- 5、认真完成其他临时指派的工作。

二、管理人员职责

- 1、保证所有设备能正常运行，迅速恰当处理工作中出现的问题。
- 2、组织制定并落实公司应急处理与安全管理制度。
- 3、定期组织对检查设备、日常安全进行安全检查。
- 4、定期安排应急安全知识讲座，完善应急安全管理档案与相关记录。
- 5、检查公司应急处理与安全防护用品的使用情况，制定安全有关应急处理预案并组织实施。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司

2022年9月28日



辐射防护和安全保卫制度

- 1、使用射线装置工作人员必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。
- 2、要正确使用射线装置，做到人员专管专用，非相关人员不得靠近。
- 3、在日常工作中，辐射工作人员必须佩戴剂量报警仪；并建立《辐射工作人员健康档案》，定期进行身体健康检查。
- 4、定期对个人剂量计、泄露检测仪进行外校，以确保仪器的正常使用。
- 5、从事射线装置岗位的工作人员，要严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。
- 6、做好辐射安全防护工作，设立辐射标志、声光报警等，防止无关人员意外照射。
- 7、严格检查玻璃破损情况，使门窗经常处于关闭状态。
- 8、发生辐射事故，立即上报有关部门，采取有效措施，不得拖延或隐瞒不报。
- 9、建立《射线装置管理台账》，设有仪器名称、型号、管电压、输出电流、用途等。严格射线装置进出管理，杜绝违规现象发生。
- 10、对退役的射线装置应该选择有资质单位或厂家回收，杜绝私自销毁或处于无人管理状态。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司

2022年9月28日



X射线检修维护制度

为了保证本公司辐射设备（X射线装置）的安全运行，做好辐射设备的检修维护保养工作，特制定本制度。

1、从事设备工作的检修和管理人员，要认真贯彻执行《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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》等法律、法规。

2、明确岗位职责，坚持“谁使用，谁维护”的原则，确保辐射设备安全运行，辐射设备使用人员做好详细的使用记录，经常检查仪器仪表设备的运行情况。

3、未经批准不得拆除放射源和射线装置。

4、发现有损坏、故障等的情况要及时联系专业人员检修，不得自行维修。

5、检修人员必须持有上岗资质证明，要熟练掌握所使用的的辐射设备的性能、工作原理、操作规程、维护保养常识。

6、检修过程中，必须确保X射线装置处于关闭状态并有辐射检测设备进行现场检测。检修结束后，要填写情况报告表，将检修后的检测结果留档，维护场所的安全防护与屏蔽等安全设施及警示标志。

7、使用人员按规定认真做好并保存好设备维修记录。如出现重大故障，必须立即采取果断措施，防止射线泄露，并及时向管理辐射安全的领导汇报，启动应急预案进行处置。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司



辐射环境监测方案

我司根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的规定，定期委托有相关资质和能力的检测单位对 CT 机周围辐射环境进行检测，并出具检测报告。同时我可配备监测仪器定期对辐照室周围辐射环境进行检测，根据我司实际情况和相关标准的要求制定以下检测计划：

1、检查系统辐射防护检测和检查

表 12-3 监测计划表

监测对象	监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
工业 CT	设备防护门外30cm处和上、下、前、后、顶部30cm 处；周围50m 内的巡测及人员经常停留位置。	X-γ辐射剂量率	每年一次	委托有资质单位年度监测
		X-γ辐射剂量率	每月一次	自行监测并备档
		X-γ辐射剂量率	工程竣工正视使用前	验收监测
	安全连锁	实测并检查	安全	每次使用前

2、个人剂量检测

辐射工作人员须佩戴个人剂量计，每 3 个月集中送有资质的单位进行个人剂量的检测。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司

2022年9月28日



附件9 应急预案

辐射安全事故应急预案

为了加强本公司使用辐射装置的安全防护，有效预防、控制和处理各类辐射事故，规范突发性辐射事故应急处置工作，提高对应辐射事故能力，保障群众健康，维护环境安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及其他有关法律及法规的规定，结合我公司实际拟定了本方案作为辐射事故应急处理预案。

一、组织公司成立辐射事故应急响应领导小组（简称“应急小组”）：

（一）应急小组的组成

组 长：吴士荣（经理）

副组长：葛心（安全主管）

成 员：黄向胜（岗位负责人）、罗程飞（岗位人员）

（二）应急小组主要职责

- 1、贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策，配合主管部门做好事故应急处理工作。
- 2、负责事故现场的勘察和保护，防止事故的扩大与蔓延，启动应急预案协调指挥各部门的运作。
- 3、填写辐射事故报告表，逐级上报，配合公安机关、生态环境、卫生行政主管部门的调查。
- 4、总结事故发生的原因与改善措施，组织人员应急演练，确保方案有效的执行。

二、辐射事故与分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》可知，按照辐射事故的性质、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。

特别重大辐射事故，是指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，或者放射性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，是指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，是指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人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指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。

根据辐射事故分类，本公司可能发生的事故类型为一般辐射事故。

三、应急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

- 1、设备自屏蔽体损毁造成X射线泄漏。
- 2、由于违规操作或安全联锁装置失效等原因，在调试过程中，工业CT工件门未关闭，造成误照射。
- 3、例行检查中发现人员超剂量照射。
- 4、射线装置丢失被盗。

(二) 事故发生后，当事人应立即切断辐射装置的电源，并报告应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，并负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三) 辐射事故中人员受照射时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(四) 向生态环境主管部门、公安机关及时报告事故情况。

四、辐射事故应急救援应遵循的原则

- (一) 迅速报告原则。
- (二) 主动抢救原则。
- (三) 生命第一的原则。
- (四) 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则。
- (五) 保护现场，收集证据的原则。

五、辐射事故应急处理的责任划分

(一) 辐射事故应急领导小组组长负责辐射事故应急处理的组织及指挥工作；

(二) 副组长负责组织抢险物资和工具的供应，组织车辆运送物资和人员；向应急救援小组及生态环境主管部门、公安部门快速上报，最迟不得超过两小时；

(三) 小组成员在抓好辐射事故应急处理工作的同时，协助做好受伤人员的家属的安抚工作；

(四) 要认真做好事故现场的保护工作，协助上级主管部门调查事故、搜集证据，整理资料并做好记录；

(五) 参加事故应急救援人员要自觉遵守纪律，服从命令，听从指挥，为完成救援任务尽职尽责，通过积极工作最大限度地控制事故危害，为尽快恢复生产创造条件；

(六) 加强对发生事故现场的治安保卫工作, 公司保安部门要密切配合、协助党政领导及上级主管部门做好事故现场的保卫工作, 防止现场物资及财产被盗或丢失。

六、辐射事故应急处理程序及报告制度

(一) 一旦发生辐射事故, 必须切断设备总电源开关, 当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开, 并及时上报;

(二) 对相关受照人员进行身体检查, 确定对人身是否有损害, 以便采取相应的救护措施, 其次对设备、设施进行检查, 确定其功能和安全性能。

(三) 应急救援小组组长应立即召集专业人员, 根据具体情况迅速制定事故处理方案; 事故处理必须在单位负责人的领导下, 在有经验的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外, 辐射事故应急人员还应进行以下几项工作:

1、对严重剂量事故, 应尽可能记下现场辐射强度和有关情况, 对现场重复测量, 估计当事人所受剂量, 根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

2、各种事故处理以后, 必须组织有关人员进行讨论, 分析事故发生原因, 从中吸取经验教训, 采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故, 应向上级主管部门报告。

(四) 发生辐射事故后, 当事员工应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》, 向当地环境保护部门和公安部报告。造成或可能造成人员超剂量照射的, 还应同时向当地卫生行政部门报告。

七、启动应急预案

由辐射安全管理小组统一指挥、工作人员相互配合。

(一) 现场控制: 切断辐射装置的电源, 除了工作人员外, 禁止其他人员进出辐射工作场所。

(二) 病人救治: 对受到辐射伤害的人员进行现场急救, 而后转到指定医院治疗。

(三) 现场保护: 配合区公安局、卫生局、环保局进行现场调查。

(四) 解除隔离: 现场调查结束, 查明原因, 工作场所没有辐射污染, 解除隔离。

广东省生态环境厅: 12369

广东省卫健委应急办: 020-83828646

公安局: 110

湛江市生态环境局: 0759-3381655

八、人员培训和演习计划

(一) 辐射安全事故相关应急人员须经过培训, 培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(二) 辐射安全事故应急处理小组须定期（每年1~2次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

九、辐射事故的调查

(一) 调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤亡情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

(二) 配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

十、附则

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司



资料承诺函

博思百睿检测评价技术服务有限公司：

经校阅，中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司使用工业 CT 项目环评报告所采用的生产工艺流程、工艺参数及其他相关建设项目资料均为我单位提供，符合项目实际。

特此确认。

中海油能源发展股份有限公司工程技术湛江分公司

