

核技术利用建设项目

天津市第一中心医院（复康院区）
核医学科退役项目
环境影响报告表

（送审稿）



核技术利用建设项目

天津市第一中心医院（复康院区） 核医学科退役项目环境影响报告表

（送审稿）

建设单位名称：天津市第一中心医院

建设单位法人代表（签名或签章）：王凤梅

通讯地址：天津市南开区复康路 24 号

邮政编码：300192

联系人：韩美子

电子邮箱：sd

联系电话：1782

为了保护隐私，此公式版本删去了编制情况表、编制主持人的社保复印件、环评证复印件、环评编制单位营业执照复印件以及相关附件等内容。

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	11
表 3	非密封放射性物质	11
表 4	射线装置	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6	评价依据	14
表 7	保护目标与评价标准	17
表 8	环境质量和辐射现状	24
表 9	项目工程分析与源项	33
表 10	辐射安全与防护	40
表 11	环境影响分析	45
表 12	辐射安全管理	49
表 13	结论与建议	54
表 14	审批	57
附图		58
附件		63

表 1 项目基本情况

建设项目名称	天津市第一中心医院（复康院区）核医学科退役项目				
建设单位	天津市第一中心医院				
法人代表	王凤梅	联系人	韩美子	联系电话	1782*****
注册地址	天津市南开区复康路24号				
项目建设地点	天津市第一中心医院复康院区核医学科				
立项审批部门	/	批准文号		/	
建设项目总投资 （万元）	30	项目环保投资 （万元）	12.3	投资比例 （环保投资/总投资）	41%
项目性质	☐ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☒ 其它			占地面积（m ² ）	约 800
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 使用	☐ II类 ☐ III类		
	其他	乙级非密封放射性物质工作场所退役			
项目概述 1 建设单位概况 天津市第一中心医院是一所以器官移植、急救医学、耳鼻喉专业学科为特色，融医疗、教学、科研、预防为一体的综合性三级甲等医院，是天津市医学中心之一。医院始建于 1942 年，原名天和医院，后与中纺医院、邮电医院、恩光医院合并，于 1956 年更名为“天津市第一中心医院”。目前，天津市第一中心医院有两个院区，即复康院区和永水院区，卫生技术人员共计 3500 余人，其中高级职称 600 余人，博士 280 余人、硕士 850 余人，获得各类国家级专家人才称号 30 余人，天津市级专家人才称号 50 余人。医院总床位数 3200 张。 天津市第一中心医院（复康院区）位于天津市南开区复康路 24 号。现有 1200 张病床，医疗重点为老幼妇儿及慢病治疗。拥有 10 个市级质量控制中心，先后有重症医学					

科、器官移植科、检验科、重点实验室、中西医结合科、感染科等 6 个科室入选国家级临床重点专科建设项目。

2 项目概况

天津市第一中心医院退役复康院区现有核医学科，并将其整体搬迁至水西院区。复康院区核医学科退役之后遗留的工作场所将改造为其他工作场所。

复康院区现有核医学科日等效最大操作量为 $1.92 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。医院已对工作场所房间及相关设备、设施进行了全面清理，退役的最终目的是使原核医学科工作场所残留放射性达到无限制开放水平。

根据生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，复康院区核医学科属于“五十五、核与辐射-173 核技术利用项目退役”中的“乙级非密封放射性物质工作场所”，其退役活动应编制环境影响报告表。

3 地理位置及周边环境概况

3.1 院区周边环境

复康院区位于天津市南开区复康路 24 号，北邻航天道和天津市餐饮行业协会，东临科研南路和荣迁西里小区，南邻津河和复康路，西邻津河和红旗路，中心坐标为北纬 $39^\circ 5' 59''$ ，东经 $117^\circ 8' 45''$ 。水西院区位于天津市西青区西营门街保山西道 2 号，东侧临春明路，西侧临文正路，南侧临保山西道，北侧临保泽西道。中心坐标北纬 $39^\circ 6' 23''$ ，东经 $117^\circ 7' 23''$ 。两个院区的地理位置图见附图一，复康院区的周边关系图见附图二，平面布置图见附图三。

3.2 本项目工作场所周边环境

核医学科位于复康院区东北角的住院楼（B 区，地上 17 层，地下 3 层）一层东南侧，北邻住院楼（B 区）的电梯厅、高低压电柜区以及楼外空地，南邻楼外停车场和医院变电室，西经住院楼（C 区）与住院楼（A 区）相接，东隔科研南楼与荣迁西里居民区相望。核医学科正上方是血液科病房，正下方为复康院区消毒物品供应中心。

4 退役场所核技术应用情况

4.1 已许可项目情况

（1）已许可项目实际使用情况

天津市第一中心医院现持有证书编号为“津环辐证[00224]”的辐射安全许可证，许可种类和范围为使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，

乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2029 年 7 月 11 日，辐射安全许可证见附件四。

天津市第一中心医院许可使用的放射源、非密封放射性物质均位于复康院区核医学科，许可情况和实际使用情况对比分别见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 天津市第一中心医院放射源许可情况和实际使用情况对比表

序号	许可情况		实际使用情况		
	核素	活度 (Bq) *枚数	核素	活度 (Bq) *枚数	使用场所
1	Ge-68	9.25E+7*1	Ge-68	8.88E+7*1	天津市第一中心医院 B 区核医学科
2	Ge-68	4.625E+7*2	Ge-68	4.366E+7*2	

由上表可知，许可的 3 枚 Ge-68 放射源活度分别为 9.25E+7Bq、4.625E+7Bq、4.625E+7Bq，实际使用的 3 枚 Ge-68 放射源活度分别为 8.88E+7Bq、4.366E+7Bq、4.366E+7Bq。

表 1-2 辐射安全许可证中批准使用的非密封放射性物质情况

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	实际日最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
1	核医学科	乙级	Tc-99m	2.22E+7	2.22E+10	5.55E+12	使用
2		乙级	Sr-89	2.96E+7	2.96E+9	7.40E+10	使用
3		乙级	P-32	7.4E+6	7.4E+8	1.78E+9	使用
4		乙级	I-131	1.85E+9	1.85E+10	4.625E+12	使用
5		乙级	I-125 (粒子源)	2.96E+6	2.96E+8	1.11E+11	使用
6		乙级	I-125	1.332E+4	1.332E+6	6.66E+7	使用
7		乙级	F-18	1.85E+7	1.85E+10	4.625E+12	使用

天津市第一中心医院现有辐射安全许可证中许可使用 Tc-99m、Sr-89、P-32、I-131、I-125 (粒子源)、I-125 和 F-18 等 7 种放射性核素，复康院区核医学科实际使用了除 P-32 之外的 6 种核素，日等效最大操作量合计为 1.93 E+9Bq，场所等级为乙级。

天津市第一中心医院现有辐射安全许可证中共许可使用 65 台射线装置 (复康院区 48 台，水西院区 17 台)，复康院区核医学科目前使用 2 台Ⅲ类射线装置 (1 台 PET/CT，1 台 SPECT/CT)，详细情况如下：

表 1-3 复康院区核医学科批准使用的两台射线装置情况

序号	装置名称	类别	型号	参数	用途	使用场所
1	正电子发射机计算机断层扫描系统 (PET/CT)	Ⅲ类	Biograph mCT	管电压 800kV，管电流 150mA	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	核医学科 PET/CT 机房

2	SPECT/CT 一体机	III 类	SymbiaT2	管电压 130kV, 管电 流 240mA	核 医 学 科 SPECT/CT 机 房
---	--------------	-------	----------	-----------------------------	----------------------------

辐射安全许可证中其他已许可的射线装置均在其他场所使用,本次退役环评不涉及。

(2) 环保手续履行情况

2008 年 5 月,医院呈报的《天津市第一中心医院核医学科核技术应用项目环境影响报告书》获得原天津市环境保护局批复,文号为:津环保许可函[2008]036 号。

2011 年,复康院区核医学科进行了内部改造并新增使用 PET-CT 装置和 ^{18}F 核素,同年四月编制的《天津市第一中心医院核医学科内部改造及新增使用 PET-CT、 ^{18}F 核技术应用项目环境影响报告表》获得原天津市环境保护局批复,文号为:津环保许可表[2011]024 号。

2014 年,复康院区核医学科增加一台 SPECT/CT 装置,呈送的《天津市第一中心医院核医学科改扩建使用 SPECT/CT 一体机核技术应用项目环境影响报告表》,获得原天津市环境保护局批复,文号为:津环保许可表[2014]039 号。

复康院区许可使用的非密封放射性物质均已完成竣工环境保护自主验收,如下表所示,同时 3 枚 V 类放射源和 2 台 III 类射线装置已进行环境影响登记表备案。

表 1-4 复康院区放射性核素验收情况

序号	建设内容	验收单位/ 验收监测报告编制单位	验收审批意见/ 自主验收
1	核医学科使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr	天津市辐射环境管理所(津辐验字 DL[2017]第 037 号	已完成自主验收
2	核医学科使用 ^{125}I 、 ^{125}I (粒子源)、 ^{131}I 、 ^{18}F	天津市辐射环境管理所(津辐验字 DL[2017]第 038 号	已完成自主验收

2022 年 10 月,水西院区新建核医学科项目的环境影响报告表获得天津市生态环境局批复,文号为津环保许可表[2022]038 号。

相关批复见附件八。

4.2 辐射管理现状

天津市第一中心医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求,已成立辐射安全与环境保护工作领导小组,由医院法人王凤梅担任第一负责人,对辐射安全工作负总责,并明确预防保健处负责医院整体辐射安全与防护工作。

4.3 人员持证情况

天津市第一中心医院现有 224 名辐射工作人员,复康院区核医学科配备了 22 人,均

已通过辐射安全和防护知识培训，经考核合格持证上岗。核医学科从复康院区搬迁至水西院区之后，22 名辐射工作人员随同转移至水西院区继续从事核医学科的工作。

4.4 制度建设及执行情况

根据医院自身的核技术利用项目的开展情况，现已针对性地制定了《辐射工作人员岗位职责》、《放射工作场所防护管理制度》、《放射源管理制度》《放射性核素安全操作及防护制度》、《放射性药品使用的管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》、《受检者放射危害告知与防护制度》、《放射工作人员职业健康、培训及剂量监测管理制度》、《辐射监测仪表使用与校验管理制度》、《医学装备维修、保养管理制度》、《辐射场所自主监测方案》等规章制度，涵盖了辐射防护安全保卫、医护人员岗位职责、核素或射线装置操作规程、放射工作人员学习培训、设备维护维修等多方面。此外，还制定有专门的《辐射事故应急预案》。医院在营运期间认真落实各项规章制度，按操作规程操作，未发生辐射安全事故。天津市第一中心医院已向天津市生态环境局提交了 2025 年度关于 Ge-68 放射源、放射性核素以及各类射线装置的安全和防护状况评估报告。

4.5 个人剂量监测

天津市第一中心医院所有辐射工作人员均佩戴热释光个人剂量计，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，个人剂量计每季度送检一次，并建立个人剂量档案。

医院指定专人负责辐射工作人员个人剂量监测的管理工作，目前，天津市第一中心医院的个人剂量检测委托天津市疾病预防控制中心按原则上每季度 1 次的频度开展，个人剂量档案齐全。全体辐射工作人员 2025 年度的个人剂量检测结果均低于医院放射岗位职业工作人员年有效剂量管理目标值 2mSv/a。

4.6 工作场所年度监测

2025 年 11 月，天津市第一中心医院委托天津市疾病预防控制中心对包含核医学科在内的，复康院区所有放射性工作场所进行了环境辐射水平监测，监测结果均满足相关标准要求。

4.7 监测仪器和防护用品的配备

复康院区核医学科退役前配备了如下监测仪器和防护用品。

表 1-5 复康院区核医学科配备的监测仪器和防护用品

序号	仪器或用品	数量（台/套/件）
1	个人剂量计	22
2	便携式 X- γ 辐射剂量率仪	1
3	β 表面污染检测仪	1
4	个人剂量报警仪	6
5	铅橡胶衣	7
6	铅玻璃眼镜	7
7	钱橡胶手套	7
8	铅橡胶围裙	7
9	铅橡胶围脖	7
10	铅屏风	2

5 退役场所现状和环境保护目标

复康院区核医学科主要房间或区域包括：PET/CT候诊区、四间诊室、两间办公室、两间放免室、一间放废间、一间功能测定室、PET/CT机房及其控制室、SPECT/CT机房及其控制室、两间活性室、东西向通道和浴室等，核医学科衰变池位于复康院区住院楼（B区）南墙外侧。退役搬迁前，放射性核素和三枚Ge-68校准源存贮在活性室，其内主要装置、设备包括：热室、通风橱、操作台和Ge-68贮存罐等，放废间内有两只铅废物桶。搬迁前，主要房间和装置设备实景图片如下：



核医学科出入口



PET/CT机房



SPECT/CT控制室



SPECT/CT装置



活性室热室



活性室通风橱



活性室Ge-68贮存罐



放废间铅废物桶



活性室核素分装装置



活性室操作台





活性室门口



衰变池取水口

图1-1 复康院区核医学科图片（部分房间和装置）

复康院区核医学科于2025年2月27日正式停运，并将出入口封禁，禁止无关人员进出、逗留。随后几日，医院职业工作人员使用便携式X- γ 辐射剂量率仪和 β 表面污染检测仪对核医学科内部的X- γ 辐射剂量率与 β 表面污染水平进行了现场检测。

检测结果显示：各房间、通道、设备（包括：通风橱、铅废物桶、热室、射线装置（1台PET-CT，1台SPECT-CT）等处的X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染水平均处于正常范围，和核医学科之外的自然环境本底水平没有显著差异，见附件五。

2025年4月16日，医院委托中核化学计量检测中心（核工业背景化工冶金研究院分析测试中心）对核医学科内部进行检测，发现活性室的Ge-68贮存罐（内贮3枚Ge-68放射源）表面的X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染高于本底水平（附件六），经过擦拭清污，后续自主检测值接近本底水平（附件七），已满足《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）限值要求。

自2025年4月20日开始，射线装置设备厂家工作人员进入核医学科，对PET-CT和SPECT-CT装置进行拆解，截止4月23日晚间，工作人员已将复康院区核医学科的射线装置、通风橱、热室、Ge-68贮存罐等全部装置、设备及办公辅助用品转移至水西院区封存。

此次退役活动的环境保护目标：1）职业工作人员，系指复康院区核医学科为此次退役活动服务的辐射工作人员（8人）和来自射线装置设备厂家的工作人员（8人）。2）公众人员，系指医院医务处、保卫处、总务处等部门协助本次退役的人员，这些公众人员主要进行配合性、协助性的工作，不参与放射性操作；同时还包括与本次退役活动无关，但处于评价范围内的人员。

6 退役范围

1）核医学科全部房间（区域）：PET/CT候诊区、四间诊室、两间办公室、两间放免

室、一间放废间、一间功能测定室、PET/CT机房及其控制室、SPECT/CT机房及其控制室、两间活性室、东西向通道和浴室等。

2) 核医学科工作场所的所有装置设备：通风橱、热室、核素分装装置、Ge-68贮存罐、操作台、铅废物桶、注射窗、铅屏风、防护门、PET/CT装置、SPECT/CT装置、排风管道、废气处理设施、排水管道、放射性废水衰变池以及辐射防护及监测用品等。

3) 核医学科工作场所的所有办公辅助用品：办公桌椅、计算机、储物柜、实验仪器等。

7 退役目标

1) 实现复康院区核医学科内部所有房间或区域残留放射性达到无限制开放水平，以备后续用作其他用途。

2) 现存及退役搬迁活动产生的放射性废物及一般固体废物妥善处置。

8 退役投资

复康院区核医学科退役项目总投资概算约30万元，其中，环保投资约12.3万元，主要用于购买个人防护用品、去污清洁用品、警告标志等，环保投资占比约41%。

表1-8 退役项目环保投资明细

序号	项目	投资金额（万元）	备注
1	个人防护用品	1	工作服、手套、帽子、口罩、鞋套等
2	去污清洁用品	0.3	清洁用湿巾、抹布等
3	个人剂量监测装置	0.7	退役期间为职业工作人员增配的个人剂量计
4	监测仪器	0	X-γ辐射剂量率仪、β表面污染检测仪、个人剂量报警仪（利旧使用）
5	其他用品	0.3	退役期间所用的封条、警戒线、警示标识等
6	原有及退役产生的放射性废物（包括衰变池污泥和废活性炭）接收和处置	10	由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置
合计金额（万元）：		12.3	

9 退役组织管理

本次退役工作由医院的辐射安全与环境保护工作领导小组统筹负责，核医学科负责具体实施，医务处、保卫处、总务处及外部单位协助配合。核医学科的职业工作人员主要负责辐射防护、污染治理、废弃物整备等相关辐射工作。

10 实践正当性

天津市第一中心医院退役复康院区现有核医学科，并将其整体搬迁至水西院区。该项目完成之后，将均衡天津市第一中心医院的医疗诊治力量，满足天津市不同区域患者的就诊需求，对于医院及患者均有重大正面意义。

本项目在采取辐射安全与防护设施后，对职业工作人员和公众人员的辐射影响满足相关剂量限值要求。在充分考虑社会、经济和其他有关因素之后，对医院或社会所带来的利益远超过其潜在的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

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	存贮方式与地点	备注
1	Ge-68	8.88E+7*1	V 类	使用	PET/CT 校准源	PET/CT 机房	活性室铅贮存罐	迁至水西院区核医学科
2	Ge-68	4.366E+7*2	V 类	使用	PET/CT 校准源	PET/CT 机房	活性室铅贮存罐	迁至水西院区核医学科

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	存贮方式 与地点
1	Tc-99m	液体、低毒组、半衰期6.02h	使用	2.22×10 ¹⁰	2.22×10 ⁷	5.55×10 ¹²	诊断	很简单的操作	核医学科	贮存于核医学科活性室
2	F-18	液体、低毒组、半衰期1.83h	使用	1.85×10 ¹⁰	1.85×10 ⁷	4.625×10 ¹²	诊断	很简单的操作		
3	I-131	液体、中毒组、半衰期8.04d	使用	1.85×10 ¹⁰	1.85×10 ⁹	4.625×10 ¹²	治疗	简单操作		
4	I-125	液体、中毒组、半衰期60.1d	使用	1.332×10 ⁶	1.332×10 ⁴	6.66×10 ⁷	诊断	很简单的操作		
5	Sr-89	液体、中毒组、半衰期50.5d	使用	2.96×10 ⁹	2.96×10 ⁷	7.40×10 ¹⁰	治疗	很简单的操作		
6	I-125 (粒子源)	固体、中毒组、半衰期60.1d	使用	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁶	1.11×10 ¹¹	治疗	很简单的操作		
7	P-32	液体、中毒组、半衰期14.3d	使用	7.4×10 ⁸	7.4×10 ⁶	1.78×10 ⁹	治疗	很简单的操作	未实际使用	

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	现在工作场所	备注
1	正电子发射机计算机断层扫描 系统 (PET/CT)	III 类	1 台	Biograph mCT	800	150	医用 X 射线计算机断层 扫描 (CT) 装置	核医学科 PET/CT 机房	迁至水西院 区核医学科
2	SPECT/CT 一体机	III 类	1 台	SymbiaT2	130	240		核医学科 SPECT/CT 机房	迁至水西院 区核医学科

(三) 中子发生器：包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (mA)	中子强度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	存贮 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
衰变池放射性废水	液态	Tc-99m 、 F-18 、 I-131 、 I-125、Sr-89	/	/	约10m ³	/	衰变池	存储在衰变池至少601d,经监测总 α 不大于1Bq/L、总 β 不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L，并取得审管部门认可后，排入医院污水处理系统，最终进入津沽污水厂市政管网。
核医学科原有放射性固体废物	固态		/	/	约5kg	/	不暂存	由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置
退役搬迁工作过程中产生的清洁、擦拭废物			/	/	约1kg	/		
职业工作人员穿着的工作服、手套、帽子、鞋套、口罩等个人防护用品					约15kg			
衰变池底污泥					约10kg			
废活性炭					约40kg			
退役产生的建筑垃圾					/			

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 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	1. 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，自 2015 年 1 月 1 日起施行）； 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，自 2003 年 10 月 1 日起施行）； 3. 《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二十四号，自 2018 年 12 月 29 日起施行）； 4. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第四十三号，自 2020 年 9 月 1 日起施行）； 5. 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 253 号发布，国务院令 682 号修订，自 2017 年 10 月 1 日起施行）； 6. 《放射性废物安全管理条例》（国务院令 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行）； 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号发布，国务院令 709 号修订，自 2019 年 3 月 2 日起施行）； 8. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令 31 号发布，生态环境部令 20 号修订，自 2021 年 1 月 4 日起施行）； 9. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 18 号，自 2011 年 5 月 1 日起施行）； 10. 《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》（原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，自 2018 年 1 月 1 日起施行）； 11. 《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 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行）； 12. 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行）； 13. 《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》（生态环境部第 57 号公告，自 2020 年 1 月 1 日起施行）；
------------------	---

	14. 《突发环境事件信息报告办法》（原环境保护部令第 17 号，自 2011 年 5 月 1 日起施行）； 15. 《国家危险废物名录（2025 版）》（生态环境部、国家发改委、公安部、交通运输部、国家卫健委令第 36 号，自 2025 年 1 月 1 日起施行）； 16. 《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》（环发[2006]145 号，自 2006 年 9 月 26 日起施行）； 17. 《天津市生态环境保护条例》（天津市第十七届人民代表大会第二次会议通过，2019 年 3 月 1 日起实施）； 18. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，自 2024 年 2 月 1 日起施行）。
技 术 标 准	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与格式》（HJ10.1-2016）； 2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3. 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）； 4. 《核技术利用设施退役》（核安全导则 HAD401-14-2021）； 5. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 6. 《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）； 7. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 8. 《职业性内照射个人监测规范》（GBZ129-2016）； 9. 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； 10. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； 11. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 12. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 13. 《表面污染测定 第 1 部分：β 发射体（$E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）； 14. 《污水综合排放标准》（DB12 356-2018）； 15. 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。
其他	1. 《建设单位承诺书》（附件一）；

	2. 《核技术利用项目退役活动监督检查技术程序》（NNSA HQ-08-JD-IP-042），核与辐射安全管理体系（第三层级）； 3. 《辐射安全手册》（潘自强主编，科学出版社）； 4. 《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社）； 5. 《辐射防护基础》（李星洪等编，原子能出版社）； 6. 《中国环境天然放射性水平》（2015 年版）（中国原子能出版社）； 7. 《2025 年天津市生态环境状况公报》。
--	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 参照《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》（HJ10.1-2016）中对评价范围和保护目标的要求，“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径500m的范围，乙、丙级取半径50m的范围。”。针对本项目而言，评价范围为复康院区核医学科外界外周围50m范围（见附图三）。																																																																
保护目标 本项目评价范围内涉及主要环境敏感目标为评价范围内复康院区住院楼 A 区、B 区、C 区、停车场、变电室、院区外的航天道、科研南路以及荣迁西里居民小区，涉及人员为辐射工作人员和周边公众，其中辐射工作人员为核医学科退役工作人员、设备厂家拆解运输工作人员，周边公众为评价范围内复康院区住院楼 A 区、B 区、C 区、停车场、变电室等工作人員、荣迁西里 1 号楼居民以及周边途经公众。环境保护目标分布如下。 表 7-1 本项目涉及的环境保护目标情况 <table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th><th>环境保护目标</th><th>方位与距离</th><th>人数（人）</th><th>人员类别</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>核医学科辐射工作人员</td><td>紧邻</td><td>8</td><td>职业工作人员</td></tr> <tr> <td>2</td><td>射线装置设备厂家工作人员</td><td>紧邻</td><td>8</td><td>职业工作人员</td></tr> <tr> <td>3</td><td>医务处协助人员</td><td>紧邻</td><td>4</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>4</td><td>保卫处协助人员</td><td>紧邻</td><td>6</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>5</td><td>总务处协助人员</td><td>紧邻</td><td>4</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>6</td><td>变电室</td><td>南侧 45m</td><td>1</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>6</td><td>住院楼 A 区、B 区、C 区人员</td><td>西侧 5~50m</td><td>约 100</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>7</td><td>停车场公众人员</td><td>西南侧 5~50m</td><td>约 20</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>8</td><td>航天道途径公众人员</td><td>北侧 40~50m</td><td>数十</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>9</td><td>科研南路途径公众人员</td><td>东侧 5~30m</td><td>数十</td><td>公众人员</td></tr> <tr> <td>10</td><td>荣迁西里（1 号楼）居民</td><td>东侧 30~50m</td><td>数十~数百</td><td>公众人员</td></tr> </tbody> </table> 注：表中距离为核医学科最近边界至该环境保护目标的直线距离。					序号	环境保护目标	方位与距离	人数（人）	人员类别	1	核医学科辐射工作人员	紧邻	8	职业工作人员	2	射线装置设备厂家工作人员	紧邻	8	职业工作人员	3	医务处协助人员	紧邻	4	公众人员	4	保卫处协助人员	紧邻	6	公众人员	5	总务处协助人员	紧邻	4	公众人员	6	变电室	南侧 45m	1	公众人员	6	住院楼 A 区、B 区、C 区人员	西侧 5~50m	约 100	公众人员	7	停车场公众人员	西南侧 5~50m	约 20	公众人员	8	航天道途径公众人员	北侧 40~50m	数十	公众人员	9	科研南路途径公众人员	东侧 5~30m	数十	公众人员	10	荣迁西里（1 号楼）居民	东侧 30~50m	数十~数百	公众人员
序号	环境保护目标	方位与距离	人数（人）	人员类别																																																												
1	核医学科辐射工作人员	紧邻	8	职业工作人员																																																												
2	射线装置设备厂家工作人员	紧邻	8	职业工作人员																																																												
3	医务处协助人员	紧邻	4	公众人员																																																												
4	保卫处协助人员	紧邻	6	公众人员																																																												
5	总务处协助人员	紧邻	4	公众人员																																																												
6	变电室	南侧 45m	1	公众人员																																																												
6	住院楼 A 区、B 区、C 区人员	西侧 5~50m	约 100	公众人员																																																												
7	停车场公众人员	西南侧 5~50m	约 20	公众人员																																																												
8	航天道途径公众人员	北侧 40~50m	数十	公众人员																																																												
9	科研南路途径公众人员	东侧 5~30m	数十	公众人员																																																												
10	荣迁西里（1 号楼）居民	东侧 30~50m	数十~数百	公众人员																																																												
评价标准 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） B1 剂量限值 B1.1 职业照射的剂量限值																																																																

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；

B1.2 公众照射的剂量限值

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；

B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如下表所列。

B2.2 工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm²

表面类型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区*	40
	监督区	4
工作服、手套工作鞋	控制区 监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4
*该区内的高污染子区除外		

2) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

8 医用放射性废物的放射防护管理要求

8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。

8.2 设废物储存登记表，记录主要特性和处理过程，并存档备案。

8.5 供收集废物的污桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，

及时转送存储室，放入专用容器中存储。

8.7 对注射器和碎玻璃皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过0.1mSv/h，质量不超过20kg。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入处设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有类型、核素种类、存放日期等说明。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

3) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）

7 放射性废物的管理

7.1 一般要求

7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素的种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。

7.1.2 应按照废物最小化的原则区分放射性废物与解控废物，不能混同处理，应尽量控制和减少放射性废物产生量。

7.1.3 核医学实践中产生的短寿命放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮或处置机构进行处理。

7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。

7.2 固体放射性废物的管理

7.2.1 固体放射性废物收集

7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。

7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。

7.2.1.3 放射性废物每袋重量不超过20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

7.2.2 固体放射性废物贮存

7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。

7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。

7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。

7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

- a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性固体废物暂存时间超过30天；
- b) 所含核素半衰期大于24小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的10倍；
- c) 含碘-131核素的放射性固体废物暂存超过180天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、其他 α 发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

7.3 液态放射性废物的管理

7.3.1 放射性废液收集

7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生

的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。

7.3.1.2 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。

7.3.2 放射性废液贮存

7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放；

b) 所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间超过10倍最长半衰期（含碘-131核素的暂存超过180天），监测结果经审管部门认可后，按照GB 18871中8.6.2规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于1Bq/L、总 β 不大于10 Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L。

7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于24小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足GB 18871附录A表A1的要求。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

7.4 气态放射性废物的管理

7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

4) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），辐射工作人员所受职业照射的剂量限值为连续5年内平均年有效剂量不超过20mSv，关键组公众成员的年有效剂量限值为1mSv。

5) 剂量约束值

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a，公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

根据辐射防护最优化原则并结合本项目特点，本项目将 2mSv 作为退役过程中职业工作人员的剂量约束值，将 0.1mSv 作为退役过程中公众人员的剂量约束值。本项目退役完成后，作为无限制开放场所，以 0.1mSv/a 作为公众人员的年剂量约束值。

6) 表面污染控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第B2.2条款，工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表7-2中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。本次评价考虑将0.8Bq/cm²作为控制区设备、用品（不包括密封 γ 放射源容器）的 β 表面污染控制水平，将0.08Bq/cm²作为监督区设备、用品的 β 表面污染控制水平。

7) 密封 γ 放射源容器的放射防护标准

《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）第5.8节：

距离装有活度为 3.7×10^{10} Bq 以下的密封 γ 放射源容器外表面 100cm 处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过 $0.05 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ ；距离装有活度为 3.7×10^{10} Bq 以上的密封 γ 放射源容器外表面 100cm 处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过 $0.2 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）第5.9节：

密封 γ 放射源容器外表面的非固定式放射性污染， β 不得超过 4Bq/cm^2 ， α 不得超过 0.4Bq/cm^2 。

本项目的 Ge-68 贮存罐内含 3 枚 Ge-68 放射源，实际总活度合计为 $1.76 \times 10^8 \text{Bq}$

（见附件四，《辐射安全许可证》），因此，该贮存罐外表面的 X- γ 辐射剂量率控制值为 $0.05\text{mGy}/\text{h}^{-1}$ （合 $5\times 10^4\text{nGy/h}$ ）； β 表面污染不得超过 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

8) 场所清洁解控水平

本项目拟退役的复康院区核医学科，经监测工作场所辐射剂量率满足所处环境本底水平，控制区内工作台、设备、墙壁、地面的 β 表面污染低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区内工作台、设备、墙壁、地面的 β 表面污染低于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可认为工作场所达到清洁解控水平，可无限制开放。

9) 放射性废水排放标准

根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）及《污水综合排放标准》（DB12 356-2018）并结合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），本项目衰变池排放口放射性废水总 α 的排放限值为 $1\text{Bq}/\text{L}$ ，总 β 的排放限值为 $10\text{Bq}/\text{L}$ ，I-131核素活度浓度排放限制为 $10\text{Bq}/\text{L}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状 1 自然环境概况 1) 地理位置 复康院区所在的南开区位于天津市区西南部，介于北纬 39°3'35"~39°8'3"，东经 117°6'8"~117°11'16"之间。东起海河与河北区相望，沿荣吉大街、兴安路、南马路至南门外大街、卫津路和卫津南路，分别与和平区、河西区接壤；西、南至密云路、芥园西道、陈塘庄铁路支线与西青区相连；北抵通北路、北马路，沿西马路至西关大街、津河、南运河与红桥区毗邻。南北长 9.2 公里，东西宽 5.6 公里，总面积 40.63 平方千米（含华苑街道）。 2) 地形地貌 南开区约在四千年前退海成陆，地势平坦，北高南低，平均海拔 3 米左右。 3) 地质 南开区位于华北地震区的东北部，处于郯庐地震带以西河北平原地震带和燕山渤海地震带的交会部位。区内地质结构复杂，有多条活动断裂穿过,属地震活动频繁区域之一。区域周边以 2-4 级的中小型地震活动为主，地震活动水平为 1~2 级，未发生过 5 级以上的中强震。导致区内较为严重的震害，大多是受邻近地区强烈地震的影响。 4) 气候 南开区属暖温带半湿润大陆季风型气候，夏季受海洋之惠，冬季受内陆补偿。年平均气温 13.5℃，无霜期一般 200 天左右。年平均降水量 524.9 毫米，年总计理论可照时间 4439 小时，实测日照时数为 2250.1 小时，太阳总辐射多年平均值 5090 兆焦耳/平方米。 5) 水文 南开区东、北隅有海河、卫津河、南运河环绕，中部有津河南北流向。 2 社会经济简况 2025 年，南开区经济保持稳健增长，地区生产总值（GDP）达到约 851.17 亿元，同比增长 5.4%。第三产业继续占据主导地位，占比超过 70%，居民人均可支配收入达到约 6.8 万元，同比增长 4%。
--

3 辐射环境现状检测

为了解核医学科退役搬迁之前的辐射环境质量现状水平，医院委托中核化学计量检测中心（核工业背景化工冶金研究院分析测试中心）于 2025 年 4 月 16 日对天津市第一中心医院（复康院区）核医学科进行了 X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染检测；同时，对复康院区核医学科衰变池水样进行了总 α 、总 β 和 I-131 核素活度浓度检测。

检测报告编号为 2025HYFFX-04966，见附件六。

1) 项目地理和场所位置

天津市第一中心医院（复康院区）位于天津市南开区复康路 24 号。核医学科位于住院楼（B 区）一层东南侧。

2) 环境现状评价对象、检测因子、检测点位

（1）评价对象

评价对象为复康院区核医学科辐射剂量率、 β 表面污染现状水平以及衰变池放射性废水。

（2）检测因子

检测因子为 X- γ 辐射剂量率（nGy/h）、 β 表面污染（Bq/cm²）以及衰变池放射性废水中的总 α （Bq/L）、总 β （Bq/L）和 I-131 核素活度（mBq/L）。

（3）检测点位

X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染的检测布点位于核医学科及周边区域，如下图所示：



图 8-1 核医学科辐射环境现状 X- γ 辐射剂量率检测布点示意图

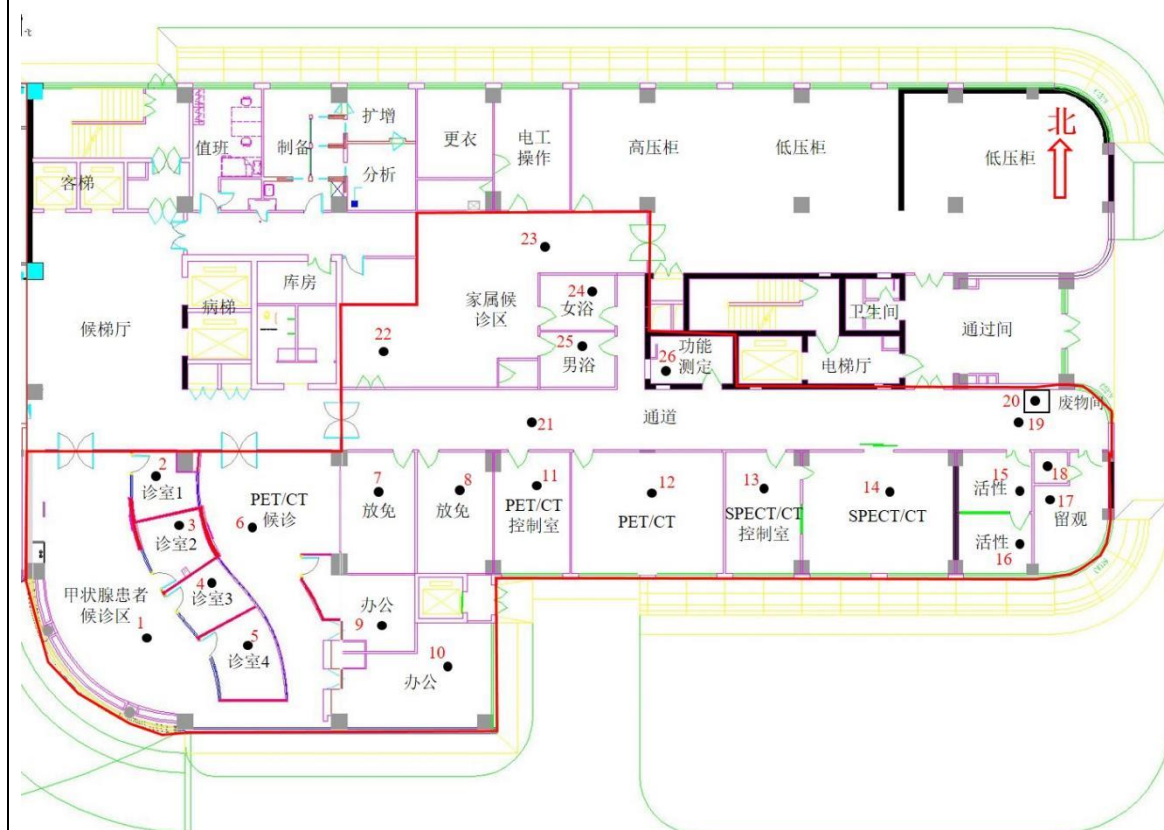


图 8-2 核医学科辐射环境现状 β 表面污染检测布点示意图

3) 检测方案及检测结果

(1) 检测依据

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《表面污染测定 第 1 部分: β 发射体 ($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)、《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)、《水质总 α 放射性的测定厚源法》(HJ898-2017) 和《水质总 β 放射性的测定厚源法》(HJ899-2017)。

(2) 检测仪器

采用的检测仪器性能参数及其检定情况见表 8-1。

表 8-1 检测仪器参数信息表

名称	型号	编号	检定/校准有效期
高纯锗 γ 能谱仪	GMX50P4-83	YQ-HJ-0133	2025.01.10~2027.01.09
低本底 α 、 β 测量仪	LB6008	YQ-HJ-0135	2023.06.23~2025.06.22
X- γ 剂量率仪	FH40G+FHZ672E-10	YQ-HJ-0002	2024.04.29~2025.04.28
表面污染测量仪	CoMo170	YQ-HJ-0010	2024.11.04~2025.11.03

(3) 质量控制

①检测过程质量控制质量保证

按照 CMA 计量认证的规定和《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 的要求, 实施全过程质量控制。

②检测人员质量保证

本项目检测人员均已通过辐射环境检测技术培训并持证上岗。

(4) 检测结果

检测环境条件: 气温 22~25℃, 相对湿度 37~41%, 天气多云。

检测时间: 2025 年 4 月 16 日。

表 8-2~表 8-3 给出了辐射环境现状检测结果。

表 8-2 本项目辐射环境现状 X- γ 辐射剂量率检测结果

序号	点位	X- γ 辐射剂量率 (nGy/h)
1	甲状腺患者候诊区	54.6
2	诊室 1	52.4
3	诊室 2	52.5
4	诊室 3	51.5
5	诊室 4	52.2
6	PET/CT 候诊区	50.3

7	放免室（西）	50.8
8	放免室（东）	52.5
9	办公室（北）	51.1
10	办公室（南）	52.4
11	PET/CT 控制室	52.3
12	PET/CT 机房	57.0
13	SPECT/CT 控制室	60.0
14	SPECT/CT 机房	72.3
15	核素分装装置	56.0
16	通风橱	54.9
17	热室	57.9
18	Ge-68 贮存罐	487
19	操作台	60.2
20	铅废物桶	72.4
21	注射窗	78.3
22	铅屏风	61.1
23	通风管道	60.6
24	铅防护门	54.6
25	活性室（南）	52.8
26	留观室	54.4
27	留观卫生间	56.9
28	通道（东）	80.5
29	废物间	87.8
30	通道（西）	74.4
31	家属候诊区	57.2
32	家属候诊区	86.9
33	女浴室	79.3
34	男浴室	79.8
35	功能测定室	65.5
36	核医学科出、入口	53.7
37	候梯厅	47.7
38	候梯厅	48.2
39	变电站	50.0
40	通过间	64.4

注：已扣除宇宙背景射线响应值 9.33nGy/h。

表 8-3 本项目辐射环境现状 β 表面污染检测结果

序号	点位	β 表面污染 (Bq/cm ²)		备注
1	甲状腺患者候诊区	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
2	诊室 1	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
3	诊室 2	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
4	诊室 3	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
5	诊室 4	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
6	PET/CT 候诊区	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
7	放免室 (西)	墙面	<0.11*	控制区
		地面	<0.11*	
8	放免室 (东)	墙面	<0.11*	控制区
		地面	<0.11*	
9	办公室 (北)	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
10	办公室 (南)	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
11	PET/CT 控制室	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
12	PET/CT 机房	墙面	<0.11*	控制区
		地面	<0.11*	
		装置	<0.11*	
13	SPECT/CT 控制室	墙面	<0.11*	监督区
		地面	<0.11*	
14	SPECT/CT 机房	墙面	<0.11*	控制区
		地面	<0.11*	
		装置	<0.11*	
15	活性室 (北)	墙面	0.11	控制区
		地面	0.79	
		核素分装装置	<0.11*	

		通风橱	<0.11*	
		热室	0.29	
		Ge-68 贮存罐	9.27	
		操作台	<0.11*	
		铅废物桶	0.49	
		注射窗	0.17	
		铅屏风	<0.11*	
		通风管道	0.53	
		铅防护门	<0.11*	
16	活性室（南）	墙面	<0.11*	控制区
		地面	0.28	
17	留观室	墙面	<0.11*	控制区
		地面	<0.11*	
18	留观卫生间	墙面	<0.11*	控制区
		地面	<0.11*	
19	通道（东）	墙面	<0.11*	控制区
		地面	0.22	
20	废物间	墙面	<0.11*	控制区
		地面	0.16	
21	通道（西）	墙面	<0.11*	控制区
		地面	0.19	
22	家属候诊区	墙面	<0.11*	监督区
		地面	0.20	
23	家属候诊区	墙面	<0.11*	监督区
		地面	0.23	
24	女浴室	墙面	0.36	控制区
		地面	0.28	
25	男浴室	墙面	0.38	控制区
		地面	0.28	
26	功能测定室	墙面	0.14	控制区
		地面	0.36	

注：β 表面污染检出限为 0.11Bq/cm²；表中检测数据仅反映监测工况下扣除核医学科周边本底值的 β 表面污染数据。

表 8-4 给出了放射性废水衰变池水样总 α、总 β 和 I-131 核素活度浓度检测结果：

表 8-4 衰变池水样检测结果

序号	点位	总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)	I-131 活度浓度 (mBq/L)
1	放射性废水衰变池	3.81×10^{-2}	3.06×10^{-1}	< 2.68*

备注：*检测结果为放射性核素探测下限。

4) 对现状检测结果的评价

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 版）得知：天津市原野 γ 辐射剂量率范围为 36.0~99.7nGy/h；室内 γ 辐射剂量率范围为 48.0~140.4nGy/h。

《2025 年天津市生态环境状况公报》则显示：2025 年天津市各大气辐射环境自动监测站的实时连续空气吸收剂量率年均值范围为 58.9nGy/h~73.3nGy/h。

由表 8-2 可知，复康院区核医学科除 Ge-68 贮存罐外，所有点位 X- γ 辐射剂量率在 47.7 nGy/h ~87.8 nGy/h 之间，与天津市室内 γ 辐射剂量率水平或《公报》辐射本底数据处于同一水平。

由表 8-3 可知，核医学科监督区多数点位的 β 表面污染水平低于仪器检出限，仅核医学科北侧家属候诊区地面的 β 表面污染水平在仪器检出限以上，最高为 0.23 Bq/cm²。除 Ge-68 贮存罐外，核医学科控制区检出限以上的 β 表面污染水平在 0.11 Bq/cm²~0.79 Bq/cm²。这些点位的 β 表面污染检测值满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的核医学科控制区的 β 表面污染低于 40 Bq/cm²，监督区低于 4Bq/cm² 的要求。

Ge-68 贮存罐表面的 X- γ 辐射剂量率检测值为 487 nGy/h，虽然高于环境本底水平，但满足《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）限值要求（不高于 5×10^4 nGy/h）。

Ge-68 贮存罐的 β 表面污染检测值为 9.27 Bq/cm²，超过了 GBZ114-2006 规定的限值（不得高于 4 Bq/cm²）。

核医学科的职业工作人员随即对 Ge-68 贮存罐外表面进行了擦拭清污，4 月 18~19 日，医院专门针对 Ge-68 贮存罐外表面进行了自主检测（见附件七），结果见下表：

表8-5 Ge-68贮存罐外表擦拭后的检测结果

检测日期	X-γ辐射剂量率（nGy/h）	β表面污染水平（Bq/cm ² ）
2025年4月18日	65.0	1.2
2025年4月19日	70.1	1.0

由上表可知，经过擦拭后，Ge-68贮存罐外表的X-γ辐射剂量率和β表面污染均已恢复环境本底水平，满足GBZ114-2006限值要求。

此外，水样检测结果显示，衰变池内放射性废水的总 α 为 3.81×10^{-2} Bq/L、总 β 为 3.06×10^{-1} Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度低于 2.68mBq/L 的检测下限，均低于《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）、《污水综合排放标准》（DB12 356-2018）以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的排放限值。

表 9 项目工程分析与源项

核医学科搬迁工作回顾 1. 搬迁前的检测 如前文所述，复康院区核医学科于2025年2月27日停运，并封禁出入口，禁止无关人员进出、逗留。在2025年2月27日~2025年3月4日，医院职业工作人员使用便携式X-γ辐射剂量率仪和β表面污染检测仪对核医学科内部的X-γ辐射剂量率与β表面污染水平进行了现场检测。自主检测结果显示核医学科内部的房间、通道和设备的X-γ辐射剂量率和β表面污染水平均处于正常范围，和核医学科之外的自然环境本底水平没有显著差异。 但是，4月16日的有资质第三方检测结果显示活性室的Ge-68贮存罐（内贮3枚Ge-68放射源）表面的X-γ辐射剂量率和β表面污染高于本底水平，β表面污染水平高于GBZ114-2006的限值。 经过擦拭清污处理，医院在4月18~19日的自主检测显示Ge-68贮存罐表面的X-γ辐射剂量率和β表面污染已回归环境本底水平。 综上所述，对Ge-68贮存罐外表擦拭清污以后，核医学科内部已经不存在放射污染风险，可以着手实施搬迁工作了。 2. 搬迁前的工作 1) 源项调查 （1）放射源 复康院区核医学科停运时有3枚Ge-68校准源（均属V类放射源），活度依次为8.88×10^7、4.366×10^7和4.366×10^7Bq，上述3枚校准源均需搬迁至水西院区使用。 （2）非密封放射性物质 复康院区核医学科退役前批准使用7种非密封放射性物质（P-32、Tc-99m、F-18、I-131、I-125、Sr-89和I-125（粒子源）），其中，P-32核素未实际使用。实际引入的6种核素药物用途为放射诊断或放射治疗，这些核素均暂存在核医学科东端的活性室内，由铅罐暂存或使用外购公司的专用包装。经查点，本项目停运时，活性室已无剩余放射性核素。

表 9-1 复康院区核医学科核素操作量列表

序号	核素名称	实际日最大操作量 (Bq)	实际日等效 操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	活动种类
1	Tc-99m	2.22E+10	2.22E+7	5.55E+12	使用
2	F-18	1.85E+10	1.85E+7	4.625E+12	使用
3	I-131	1.85E+10	1.85E+9	4.625E+12	使用
4	I-125	1.332E+6	1.332E+4	6.66E+7	使用
5	Sr-89	2.96E+9	2.96E+7	7.40E+10	使用
6	I-125（粒子源）	2.96E+8	2.96E+6	1.11E+11	使用

（3）射线装置

复康院区核医学科有2台III类射线装置（1台PET-CT，1台SPECT-CT），也需搬迁至水西院区使用。

（4）放射性“三废”

①放射性废水

衰变池位于复康院区住院楼（B区）南墙外侧，为地埋式三级推流式衰变系统，由3个10m³的水池组成，总容量30m³。经现场踏勘并估算，核医学科停运时衰变池中剩余约10m³的放射性废水。根据核医学科相关资料，放射性废水中可能含有的核素主要为：Tc-99m（半衰期6.02h）、F-18（半衰期1.83h）、I-131（半衰期8.04d）、I-89（半衰期50.5d）和I-125（半衰期60.1d）。

核医学科停运之后，不再产生新的放射性废水，剩余的放射性废水仍须继续存储在衰变池中。

②放射性固体废物

复康院区核医学科退役前有2个铅废物桶（容积分别为10L和30L），放置于废物间内，用来暂存放射性固体废物。

复康院区核医学科停运时，遗留放射性固体废物约5kg（体积约5L），该类放射性固体废物可能沾染有Tc-99m、F-18、I-131、I-125等放射性核素，分类暂存于10L铅废物桶内。

在搬迁之前，清洁、擦拭Ge-68z贮存罐产生了废湿巾等放射性固体废物，计约1kg。

退役搬迁活动结束后，职业工作人员穿着的工作服、手套、帽子、鞋套、口罩等个人防护用品（约15kg）也作为放射性固体废物处理。30L的铅废物桶足以分门别类

地容纳上述两类放射性固体废物。

核医学科停运时，衰变池底残留约10kg的污泥，核医学科废气处理装置内残留约40kg的废活性炭，它们作为放射性固体废物就地封存在衰变池内或废气处理装置内部（一般情况下，人员不可达）。

核医学科搬迁之前，工作人员拆解Ⅲ类射线装置及其机房防护门，产生了一定量的建筑垃圾（≤200kg）。在拆解活动前，医院已利用便携式X-γ辐射剂量率仪和β表面污染测量仪对防护门、射线装置及附近墙体进行了自主检测，未发现放射性污染迹象，检测结果与环境本底水平基本无差异。因此，拆除活动产生的建筑垃圾作为一般固体废物清运并转移至城管部门指定的收纳场地。

③放射性废气

放射性废气不贮存，核医学科停运后而不再产生。

（5）退役场所其他设施或物品

① 复康院区核医学科主要房间或区域如下：甲状腺患者候诊区、PET/CT候诊区、四间诊室、两间办公室、两间放免室、一间放废间、一间功能测定室、PET/CT机房及其控制室、SPECT/CT机房及其控制室、两间活性室、东西向通道、留观室、浴室和家属等候区等。上述房间或区域达到清洁解控水平后用于其他用途。

② 复康院区核医学科停运时配套的主要设施、设备如下：核素分装装置、通风橱、热室、Ge-68贮存罐、操作台、注射窗、铅屏风、防护门、PET/CT装置、SPECT/CT装置、铅废物桶、排风管道、废气处理设施、排水管道、放射性废水衰变池以及辐射防护及监测用品等。

其中，配套使用的核素分装装置、通风橱、热室、Ge-68贮存罐、注射窗、操作台、铅屏风、PET/CT装置、SPECT/CT装置、辐射防护及监测用品等设施、设备搬迁至水西院区继续使用（目前封存于水西院区库房，并未重新启用）；铅废物桶由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置；排风管道、废气处理设施、排水管道、放射性废水衰变池等设施在达到清洁解控水平后进行报废处理。

③复康院区核医学科办公辅助用品包括办公桌椅、计算机、储物柜、实验仪器等，上述办公辅助用品搬迁至水西院区利旧使用（目前，同样封存于水西院区库房，并未重新启用）。

2) 搬迁的重点事项

（1）组织原则

此次搬迁退役活动全程由医院辐射安全与环境保护管理小组负责指挥，医务处、保卫处、总务处协调配合，确保整个过程顺利高效完成。

核医学科职业工作人员主要负责辐射防护、污染治理、废弃物整备等相关工作，保证有序高效进行，控制每个人进入辐射工作场所的时间，物资搬运前后详细清点，记录搬运物品详情。

医务处指定人员记录每次的搬运时间，监督职业工作人员个人剂量计佩戴情况。

保卫处对搬运路线进行严格控制，沿途安排保卫人员站岗监督。

总务处负责基础设施保障，提供良好的照明、通风条件，配合清理搬运通道。

（3）设备拆解

2025年4月21日，射线装置设备厂家工作人员进入核医学科，对PET-CT和SPECT-CT装置进行拆解，同时拆卸两件射线装置机房的铅防护门，用时1天。

（4）搬迁过程

核医学科负责组织物品的整理、归类，指定特定职业工作人员清点、记录需搬运的物品名称和数量；保卫处提前在预定搬运路线外侧划出警戒线，并进行隔离，同时安排安保人员沿途站岗监督，避免公众误入，保障搬运工作顺利进行。搬运工作安排在4月22~23日的清晨和傍晚进行，避开人员稠密的时间段。

3枚Ge-68校准源，由复康院区核医学科的辐射工作人员负责搬运，人员穿戴好铅防护用品（铅橡胶衣、铅眼镜、铅手套等）后，使用专用工具将3枚Ge-68校准源从贮存罐中取出，迅速放入双人双锁的铅防护储源箱中，后使用专用小推车将其运出复康院区核医学科，最终送达水西院区暂时封存，保卫处在院内运输路线设置安保人员警戒。

PET/CT和SPECT/CT装置，总务处配合组织施工人员，将PET/CT和SPECT/CT装置在各自机房内分解拆除，由设备厂家工作人员拆除PET/CT和SPECT/CT装置连接电缆、管线及外固定装置后进行移机，最终送达水西院区暂时封存。

通风橱、热室、Ge-68贮存罐（不含放射源）、注射窗、操作台、铅屏风、PET/CT装置、SPECT/CT装置、辐射防护及监测用品等设备、设施送往水西院区暂时封存。

在各类装置、设备、用品装车前，已对运输车辆进行了清洁和检查，确保车辆内部无杂物和尖锐物品，避免划伤设备部件。

同时，对设备部件进行合理摆放和固定，使用绳索、绷带等工具将其牢固固定在车辆上；运输过程中，安排专人随车押运，并配备必要的通讯设备和应急物资。押运人员密切关注各类物品的运输情况。运输路线避开了人员密集区域和交通高峰期，确保运输安全。

应当着重指出的是，三枚Ge-68校准源为最主要源项，是此次搬迁、运输行动的重中之重。在搬运时做到了严格控制，三枚Ge-68校准源集中一次性搬完，最大程度地减少人员与放射源的接触时间。

Ge-68校准源的运输由具有放射性物品运输资质的专业运输公司完成。运输车辆配备了GPS定位系统和辐射监测设备，能实时监控运输过程中的车辆位置和辐射水平。同时，安排经过专业培训的护送人员随车押运，护送人员均携带必要的通讯设备、个人防护用品和应急处置工具。

Ge-68校准源运输路线提前向公安部门报备并获得批准，全程按照指定路线行驶，避开了天津市内人员密集区域、学校、医院等敏感场所。

参与此次搬迁退役活动的全体职业工作人员均佩戴个人剂量计，搬运人员均穿戴个人防护用具（工作服，一次性帽子、口罩、鞋套、手套等）。

搬运活动开始之前，总务处已通知水西院区核医学科工作人员，明确告知送达装置或设备的种类、数量、活度、状态以及运抵日期等信息，双方均有完备的书面记录。

所有的搬迁工作均已在2025年4月23日晚间顺利完成，未发生任何事故。

表9-2 需退役、搬迁的设施、设备及物品的处置情况

序号	类别	数量（个/套/件）	最终去向
1	核素分装装置	1	搬迁至水西院区继续使用
2	通风橱	1	搬迁至水西院区继续使用
3	热室	1	搬迁至水西院区继续使用
4	Ge-68贮存罐	1	搬迁至水西院区继续使用
5	操作台	1	搬迁至水西院区继续使用
6	注射窗	1	搬迁至水西院区继续使用
7	铅屏风	1	搬迁至水西院区继续使用
8	PET/CT装置	1	搬迁至水西院区继续使用
9	SPECT/CT装置	1	搬迁至水西院区继续使用
10	辐射防护及监测用品	若干	搬迁至水西院区继续使用

11	办公辅助用品	若干	搬迁至水西院区继续使用
12	铅废物桶	2	由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置
13	放射性废水衰变池	1	待废水达标排放后填平

注：目前，已搬迁至水西院区的各类设施、设备及物品均处于封存状态，尚未重新启用。

污染源项描述

1. 核素的特性

复康院区核医学科实际使用的核素共有 6 种，其衰变特性汇总如下：

表 9-3 核素衰变特性参数列表

序号	核素名称	衰变类型及粒子能量	γ 射线能量 (MeV)	半衰期	毒性组别	理化性质	Γ ($R \cdot cm^2 \cdot h^{-1} \cdot mCi^{-1}$)
1	Tc-99m	IT(100%)	0.141 (89%)	6.02h	低毒	液体	0.62
2	F-18	β^+ (97%)、EC(3%)	0.511(193.5%)	1.83h	低毒	液体	5.98
3	I-131	β^- (100%)	0.364(81.8%)	8.04d	中毒	液体	2.18
4	I-125	EC(100%)	0.027~0.032(138%)	60.1d	中毒	液体	0.068
5	Sr-89	β^- (100%)	0.913(0.009%)	50.5d	中毒	液体	4.7×10^{-4}
6	I-125 (粒子源)	EC(100%)	0.027~0.032(138%)	60.1d	中毒	固体	0.068

2. 核医学科核素的操作量

复康院区核医学科退役前属于乙级非密封放射性物质工作场所，核素操作量见表 9-1。

3. 污染源项

(1) γ 射线和 β 表面污染

复康院区核医学科在运营期间未发生较大的辐射事故，本项目停运前，活性室未剩余放射性核素。但核素分装、放射性固体废物暂存等操作不规范可能造成了Ge-68贮存罐存在 β 表面污染，但经擦拭去污，已解除了Ge-68贮存罐的放射性污染风险。

(2) 放射性废气

核医学科停运后，退役过程中已不再产生放射性废气。

(3) 放射性废水

核医学科运行期间产生的放射性废水通过独立专用的排水管道排放至衰变池内，项目停运时，有一部分放射性废水暂存在衰变池中，经现场踏勘及估算，剩余的放射性废水约 10m³。

（4）放射性固体废物

核医学科停运前，剩余放射性固体废物约 5kg（体积约 5L），退役期间，因清洁、擦拭产生废湿巾等放射性固体废物约 1kg。

搬迁活动结束后，职业工作人员穿着的工作服、手套、帽子、鞋套、口罩等个人防护用品作为放射性固体废物处置，约 15kg。

复康院区核医学科废气处理设施内残余的废活性炭计约40kg；衰变池底部残留污泥约10kg。

（5）一般固体废物

退役活动产生的建筑垃圾为一般固体废物，不超过200kg。

4. 异常或事故状态污染源项

搬迁活动目前安全结束，未发生辐射安全事故，职业工作人员不存在因误食、吸入残留放射性污染物而造成的内照射污染风险。

但是，如果复康院区现存的放射性废水或固废暂存时长不够，或经检测未达要求，即行排放或转移处置，可能对职业工作人员或公众人员造成意外照射风险。

表 10 辐射安全与防护

退役场所平面布局

复康院区核医学科位于住院楼（B 区）一层东南侧，北邻住院楼（B 区）的电梯厅、高低压电柜区以及楼外空地，南邻楼外停车场和医院变电室，西经住院楼（C 区）与住院楼（A 区）相接，东隔科研南楼与荣迁西里居民区相望；上方主要为示教室、护士站、电梯厅、病房和办公室；下方主要为医院库房。

复康院区核医学科在营运期间，已经按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求实行了分区管理，具体划分见表 10-1 和图 10-1。

表 10-1 核医学科营运期间控制区和监督区的划分

分区	控制区	监督区
场所	PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、放免室、活性室、留观室、通道、功能测定室、废物间和浴室	核医学科除控制区之外的其他区域（甲状腺患者候诊区、PET/CT 候诊区、诊室、家属候诊区、PET/CT 控制室、SPECT/CT 控制室、办公室）



图 10-1 复康院区核医学科营运期间平面布局及分区情况

项目安全设施

1. 退役过程污染防治及辐射防护措施

复康院区核医学科退役搬迁期间，为了防治并减轻污染，**已经采取或计划实施以下措施：**

（1）管理措施

成立了退役工作组织，制定退役方案，各科室紧密配合协作，工作现场由辐射安全与环境保护工作领导小组成员负责亲临指挥，核医学科职业工作人员实施搬运，医务处、保卫处、总务处协调配合，确保整个过程顺利、高效完成。

其中，核医学科职业工作人员主要负责辐射防护、污染治理、废弃物整备等相关工作，控制每个人进入辐射工作场所的时间；医务处指定人员记录每次的搬运时间，监督退役相关人员个人剂量计佩戴情况；保卫处负责对搬运路线进行严格控制，沿途安排保卫人员站岗监督；总务处主要负责基础设施保障，提供良好的照明、通风条件，配合清理搬运通道。

制定了详细、完整的搬运计划，已设定好搬运线路，并在搬运实施前提前划出警戒线进行隔离，保卫处安排安保人员在院区内部站岗监督。

已合理安排搬运时间，选择在人员相对较少的时间段（清晨或傍晚）进行搬运。

已合理分配搬运工作，将搬运物品与搬运人员一一对应，并提前设计好各物品的新放置位置，按照“点对点”的原则一次性搬运到位。

（2）表面污染治理措施

核医学科停止运行，全面封锁后。辐射工作人员监测场所的X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染水平，发现Ge-68贮存罐外表的 β 表面污染超出GBZ114-2006的限值，**经过擦拭清洁，已回归本底水平。**

（3）放射性“三废”处理措施

衰变池中剩余的放射性废水可能包含Tc-99m（半衰期6.02h）、F-18（半衰期1.83h）、I-131（半衰期8.04d）、I-89（半衰期50.5d）和I-125（半衰期60.1d）共五种核素。

根据HJ1188-2021，核素半衰期小于24h的放射性废水暂存30天以后，可直接排放；核素半衰期大于24h的放射性废水应暂存至少10个核素半衰期（含I-131核素的废水至少暂存180天），监测结果取得审管部门认可后，方可排放。

针对本项目放射性废水可能含有的核素种类及其半衰期，为安全、保守起见，衰变

池中放射性废水应至少暂存601天，经监测总 α 不大于1Bq/L、总 β 不大于10 Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L，并取得审管部门认可后，方可排入医院污水处理系统，最终进入津沽污水厂市政管网。

复康院区核医学科停运时，剩余放射性固体废物约5kg（体积约5L），可能沾染有Tc-99m、F-18、I-131、I-125等放射性核素，目前分类暂存于废物间的10L铅废物桶内。

退役过程中，因清洁、擦拭产生废湿巾等放射性固体废物约1kg，以及退役工作结束后遗弃的废工作服、废手套、废帽子、废鞋套、废口罩约15kg，已分门别类地暂存于30L铅废物桶。

衰变池底预计残留约10kg的污泥；核医学科废气处理装置内残留约40kg的废活性炭。

上述各类放射性固体废物将由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置，该废物库由天津市生态环境监测中心负责运营管理，天津市第一中心医院与之签订的相关协议见附件十一。

退役产生的建筑垃圾作为一般固体废物清运并转移至城管部门指定的收纳场地。

（4）辐射安全与防护措施

三枚Ge-68校准源在搬运时受到严格控制，使用带滑轮的推车将Ge-68校准源集中一次性搬完，已最大程度地减少人员与校准源的接触时间。

退役搬迁过程中，全体搬运人员穿戴个人防护用具（工作服、一次性帽子、口罩、鞋套、手套等），对Ge-68贮存罐进行清洁、擦拭时以及搬运Ge-68校准源、转移铅废物桶过程中，相关人员均已穿戴铅橡胶衣、铅防护手套，佩戴个人剂量报警仪，全程未发生任何异常告警信号。

职业工作人员全程配备个人剂量计，记录了退役搬迁期间的个人剂量（特殊监测）。在设施或物品搬运过程中，已指定人员记录每次的搬运时间，并监督职业工作人员个人剂量计佩戴情况。

（5）警示标志

搬运实施期间，院内的搬运路线沿途均已安排保卫人员站岗，布置警戒线，并悬挂了电离辐射警告标志和中文警示说明，未发生无关人员靠近的事件。

搬运完毕后，复康院区核医学科继续封锁，设置了电离辐射警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿入。将来退役工作结束后，委托有资质的单位进行终态验收监测，以确认退役场所的辐射水平，符合要求后作为普通场所无限制开放使用。

（6）全过程跟踪监测

如前文所述，复康院区核医学科停运并封锁后，医院或委托的第三方检测机构已对退役场所进行了多轮（自主）检测并附有详细数据记录，根据（自主）检测结果，采取擦拭清污措施，成功地消除了Ge-68贮存罐潜在的放射性污染风险。

目前，核医学科工作场所仍处于封锁状态，将来进行终态验收时，仍须对原核医学科工作场所的地面、墙体等处进行多轮委托或自主检测，确保工作场所恢复正常环境辐射水平，达到了无限制开放使用的程度后，方可用作其他用途。

总之，在核医学科停运、封锁以及终态验收等个时间阶段，均须采取严密的监测措施。

医院为本次退役项目配备的监测仪器和防护用品汇总如下：

表 10-2 本项目配备的监测仪器和防护用品

序号	名称	数量（台/套）	来源
1	个人剂量计	10	新增
2	个人剂量报警仪	2	利旧
3	便携式 X-γ 辐射剂量率仪	1	利旧
4	β 表面污染测量仪	1	利旧
5	铅橡胶衣、铅玻璃眼镜、铅橡胶围裙、铅橡胶手套和铅橡胶围脖	各 5	利旧
6	铅废物桶	2	利旧

三废的治理

1、放射性废水

核医学科停运时，衰变池中剩余约10m³的放射性废水，须在衰变池内至少暂存601天，经监测总α不大于1Bq/L、总β不大于10 Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L，并取得审管部门认可后，方可排入医院污水处理系统，最终进入津沽污水厂市政管网，放射性废水排放完毕之后，衰变池将填平。

2、放射性固体废物

医学科停运时，剩余放射性固体废物约5kg（体积约5L），暂存于废物间的10L铅废物桶内。

退役搬迁过程中，因清洁、擦拭产生¹³¹I废湿巾等放射性固体废物（约1kg），同时产生¹³¹I废工作服、废手套、废帽子、废鞋套、废口罩等放射性固体废物（约15kg），¹³¹I已分门别类地暂存于30L铅废物桶。

衰变池底残留约10kg污泥，核医学科废气处理装置内残留约40kg废活性炭。

上述各类放射性固体废物均由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置。

3、一般固体废物

在核医学科退役过程中，拆除防护门及装置等活动产生了一定量的建筑垃圾（≤200kg），作为一般固体废物清运并转移至城管部门指定的收纳场地。

4、放射性废气

放射性废气不贮存，核医学科停运后而不再产生。

表 11 环境影响分析

退役过程辐射环境影响分析

1.退役过程对外环境影响分析

本项目施工活动对环境的影响主要是防护门及装置拆除过程中产生的噪声、粉尘以及振动等。为了不影响周围环境，在防护门及装置拆除和清理搬运过程中，**已经采取了一系列降噪、隔振、防尘措施**，如在施工现场设置隔离带、设立声障、合理安排施工时间等，这样既有效地减少了粉尘的污染，又降低了噪声、振动对外环境的影响。

复康院区核医学科地面已做过硬化，无裸露地面，产生的扬尘相对较少，噪声、振动影响在可控范围内，因此，基本未影响医院其他部门和周围其他单位的正常工作。

核医学科有序停运，全面封锁后，开展了多轮（自主）监测，用湿巾等物对疑似存在放射性污染风险的 Ge-68 贮存罐进行了擦拭去污，已消除了 Ge-68 贮存罐潜在的放射性污染风险。

经擦拭去污后，核医学科内部的 X-γ 辐射剂量率处于环境本底水平，β 表面污染满足相应标准限值要求。

因此，本项目的退役搬迁活动，未对外环境产生超标的辐射影响。

2.退役过程对职业工作人员影响分析

（1）职业工作人员受照剂量

退役过程中的职业工作人员系指核医学科工作人员和射线装置设备厂家工作人员，他们所受的剂量按4月16日核医学科活性室现状监测最大值进行估算（487nGy/h），退役工作用时预计约40h，则职业工作人员在退役搬迁工作过程中受到的附加照射剂量约

$487\text{nGy/h} \times 40\text{h} \times 10^{-6} \times 1$ （Gy和Sv的转换系数）= $1.95 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，小于退役职业工作人员剂量约束值2mSv。

应当指出，出于极端保守考虑，选取487nGy/h参与计算，但在搬迁活动之前，职业工作人员已擦拭Ge-68贮存罐，将同点位的X-γ辐射剂量率由487 nGy/h降至70.1nGy/h，因此，职业工作人员实际受到的附加照射剂量远低于 $1.95 \times 10^{-2}\text{mSv}$ 。

职业工作人员在擦拭去污过程中，暴露于较高的辐射环境中（487nGy/h），但擦拭去污过程持续不足30分钟，所以，在此过程中，职业工作人员受到的实际附加照射剂量也很低。

（2）公众人员受照剂量

退役过程中的公众人员系指医院医务处、保卫处、总务处等部门协助本次退役的人员。这些公众人员主要进行配合性、协助性的工作，不参与放射性操作，他们所受的剂量按4月16日核医学科（除活性室以外）现状监测最大值进行估算（87.8nGy/h），受照时长同样按40h计，则公众人员在退役工作过程中受到的附加照射剂量约

$87.8\text{nGy/h} \times 40\text{h} \times 10^{-6} \times 1$ （Gy和Sv的转换系数） $= 3.51 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，小于退役工作公众剂量约束值0.1mSv。

3.放射性“三废”环境影响分析

（1）放射性废气

放射性废气不贮存，核医学科停运后，不再产生放射性废气，无需再另行处理，基本无大气环境影响。

（2）放射性废水

核医学科停运时在衰变池内暂存的放射性废水约 10m^3 ，退役过程本身不产生放射性废水。既有放射性废水可能含有的放射性核素种类为Tc-99m（半衰期6.02h）、F-18（半衰期1.83h）、I-131（半衰期8.04d）、I-89（半衰期50.5d）和I-125（半衰期60.1d），其在衰变池内暂存期满后，经监测总 α 不大于1Bq/L、总 β 不大于10 Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L，并取得审管部门认可后，方可排入医院污水处理系统，最终进入津沽污水厂市政管网，放射性废水排放完毕之后，衰变池将填平。因此，放射性废水对外界水环境不会造成显著影响。

（3）放射性固体废物

本次退役搬迁产生的放射性固体废物包括如下五类：

- 1、复康院区核医学科停运时，剩余放射性固体废物约 5kg；
- 2、搬迁过程中，因清洁、擦拭产生废湿巾等放射性固体废物约 1kg；
- 3、搬迁完成后，职业工作人员遗留的废工作服、废手套、废帽子、废鞋套、废口罩等个人防护用品约 15kg；
- 4、核医学科废气处理设施内残余的废活性炭约 40kg；
- 5、衰变池底部残留的污泥约 10kg。

各类放射性固体废物由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置。

（4）一般固体废物

退役产生的建筑垃圾作为一般固体废物清运并转移至城管部门指定的收纳场地。

本项目产生的放射性固体废物及一般固体废物均有明确可行的去向，不会对外环境造成额外污染。

退役后场址环境影响分析

本项目退役搬迁完成后将进行终态验收，除医院自主检测外，还将委托有资质的单位进行终态验收监测，验收通过以后，工作场所达到清洁解控要求，可无限制开放作为普通场所使用。

（1）清洁解控标准

① X- γ 辐射剂量率清洁解控标准为环境 γ 辐射剂量率达到周围环境本底水平，天津市原野 γ 辐射剂量率范围为 36.0~99.7nGy/h，天津市室内 γ 辐射剂量率范围为 48.0~140.4nGy/h。

② 核医学科控制区内工作台、设备、墙壁、地面的 β 表面污染清洁解控标准为0.8Bq/cm²，监督区内工作台、设备、墙壁、地面的 β 表面污染清洁解控标准为0.08Bq/cm²。

（2）场址开放的可能性

退役工作完成之后，委托有资质的单位对退役场所房间及遗留物品进行 β 表面污染和环境 X- γ 辐射剂量率监测，达到清洁解控水平即可满足无限制开放条件。

事故影响分析

1 事故风险识别

复康院区核医学科的各类设施、设备及物品已安全地转移至水西院区封存，不会再对复康院区造成放射性污染风险。

复康院区现存留放射性废水及各类放射性固体废物，如果放射性废水暂存时长不够，或经检测未达要求，即行排放或转移处置，可能会对外环境造成意外照射。

各类放射性固体废物即将交由天津市城市放射性废物库接收和处置，但在接收之前，放射性固体如果在院内发生盗窃、遗失或火灾等事件，可能会对外环境造成辐射影响。

2 事故风险防范措施

（1）制定完善的退役工作操作规程，退役期间，核医学科严禁无关人员随意进出、逗留，在核医学科进出口的大门设置报警装置等设施，做好防火防盗工作。最大程度上避免放射性固体废物盗窃、遗失或火灾事件发生。

（2）衰变池内遗留的放射性废水必须严格管理，确保其经过足够时长的自然衰变，并且监测其总 α 、总 β 和 I-131 放射性活度浓度各项指标均达标后，经审管部门认可，方

可排入医院污水处理系统，不得提前或未经认可而违规排放。

3 辐射事故应急措施

3.1 辐射事故应急处理程序

一旦发生放射性固体废物盗窃、遗失、火灾事件或者放射性废水违规排放事件，应立即启动如下辐射事故应急措施：

（1）保护辐射事故现场，人员应迅速撤至安全区域，通知防护人员和辐射安全与环境保护工作领导小组。

（2）辐射安全与环境保护工作领导小组接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，立即启动医院的《辐射事故应急预案》，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。领导小组应对受照情况作出初步判断，造成或可能造成人员超剂量照射的，立即采取暂时隔离和应急救援措施，还应同时向当地卫生健康部门报告。

（3）辐射事故发生后，辐射安全与环境保护工作领导小组应立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生健康部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求相关医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

（4）天津市第一中心医院配合上级生态环境主管部门、公安、卫生健康部门对现场进行勘察，技术处理及事故善后工作，配备专人做好各种现场记录。事故现场达到安全标准后，才能解除封锁。

3.2 事故调查和处理程序

（1）由辐射安全与环境保护工作领导小组成立事故调查组。

（2）事故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。

（3）事故调查组向辐射安全与环境保护工作领导小组汇报事故调查报告书方面的工作，同时，协助卫生健康部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1 退役组织机构

天津市第一中心医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求，已成立辐射安全与环境保护工作领导小组，由医院法人王凤梅担任第一负责人，对辐射安全工作负总责，并明确预防保健处负责医院整体辐射安全与防护工作。

本次退役工作由辐射安全与环境保护工作领导小组组织开展，核医学科负责具体实施，医务处、保卫处、总务处及外部单位协助配合。

2 退役组织机构主要职责

1) 组织医院辐射工作和管理人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育及辐射事故应急演练，做到持证上岗。建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

2) 严格按照《辐射安全许可证》规定的种类和范围从事放射性同位素和射线装置相关活动。

3) 负责医院放射性污染防治工作，依照法律法规的要求采取有效的安全与防护措施，保证辐射工作场所安全防护、安全联锁等污染防治设施符合国家的有关规定，设置明显的放射性标示、标志和中文警示说明，配备必要的防护用品和监测仪器，并确保这些设备设施的安全有效，严格防范可能导致放射性事故的发生，接受各级生态环境、公安、卫生与健康、应急等部门的监督管理。

4) 依法依规建立健全医院各项安全管理制度和辐射事故应急预案并抓好落实。发生放射源丢失、被盗和人员误照射事故时，立即启动本单位辐射事故应急预案，采取应急措施，减轻事故损失。并立即向所在地生态环境、公安部门、卫生与健康、应急管理部门报告。负责事故调查处理和消除污染的工作。

5) 建立完整的放射性同位素与射线装置资料档案，进行登记、检查和定期清点，做到帐物相符。

辐射安全管理规章制度

天津市第一中心医院已制定了《辐射工作人员岗位职责》、《放射工作场所防护管理制度》、《放射源管理制度》《放射性核素安全操作及防护制度》、《放射性药品使用的管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》、《受检者放射危害告知与防护制度》、

《放射工作人员职业健康、培训及剂量监测管理制度》、《辐射监测仪表使用与校验管理制度》、《医学装备维修、保养管理制度》、《辐射场所自主监测方案》等规章制度，涵盖了辐射防护安全保卫、医护人员岗位职责、核素或射线装置操作规程、放射工作人员学习培训、设备维护维修等多方面。此外，还制定有专门的《辐射事故应急预案》。

为保障此次退役项目顺利进行，医院特制定了《核医学科搬迁流程方案》和《核医学科退役应急预案》，均有较强指导性。

辐射检测

1) 个人剂量检测

医院为每名职业工作人员额外配备 1 个个人剂量计，用于记录退役搬迁期间的个人剂量（特殊监测）。退役工作结束后将个人剂量计送交有资质的检测单位进行检测，建立退役期间个人剂量档案，终身保存，当发现个人剂量监测结果异常时及时上报。肿瘤医院对参与退役的职业工作人员进行监控，保证职业工作人员退役工作过程中（单一实践活动）受照剂量小于 2mSv。

2) 退役过程监测

复康院区核医学科停运并封锁后，医院或委托的第三方检测机构已对退役场所进行了多轮（自主）检测并附有详细数据记录。

将来进行终态验收时，仍须对原核医学科工作场所的地面、墙体等处进行多轮委托或自主检测，确保工作场所恢复正常环境辐射水平，达到了无限制开放使用的程度后，方可用作其他用途。

终态验收时监测因子为环境X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染，监测点位分布如下：

环境X- γ 辐射剂量率：退役工作场所内的所有房间，周边具有代表性的位置。

β 表面污染：退役工作场所内各房间的地面、墙面、工作台内部及表面、废气处理设施内部及表面、排风管道内部及表面、衰变池内部及表面、排水管道内部及表面、卫生洁具内部及表面以及可能残留污染的位置。

放射性废水在衰变池中须暂存至少 601 天，在此期间及期满后，医院应当定期监测废水中总 α 、总 β 和碘-131 活度浓度，并进行详细记录，最终通报审管部门。

各类放射性固体废物由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置；建筑垃圾作为一般固体废物清运并转移至城管部门指定的收纳场地，均不需建设单位再次检测。

辐射事故应急

1) 退役工作辐射事故应急机构

医院原有的辐射安全与环境保护工作领导小组兼任此次退役工作的辐射事故应急机构，并配备辐射防护、环境监测等应急物资。

2) 退役工作辐射事故应急预案

医院已有《辐射事故应急预案》，作为本次退役工作的应急预案备用。如果发生放射性固体废物盗窃、遗失、火灾事件或者放射性废水违规排放事件，立即向辐射安全与环境保护工作领导小组报告，领导小组接报后，立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，立即启动《辐射事故应急预案》，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。领导小组对受照情况作出初步判断，造成或可能造成人员超剂量照射的，立即采取暂时隔离和应急救援措施，并同时向当地卫生健康主管部门报告。

辐射事故应急预案内容包括：应急组织机构和职责分工；辐射事故类型与应急响应程序；辐射事故现场处置方案；辐射事故调查、报告和处理程序；应急培训及应急演练计划。

退役场所放置《辐射事故应急预案》，配备工具箱、X- γ 辐射剂量率、和 β 表面污染测量仪、个人剂量报警仪、个人防护用品等，医院对职业工作人员进行事故应急培训，在退役搬迁前进行了辐射事故应急演练。

核技术利用项目退役环保手续办理流程

1. 与核与辐射安全管理体系（第三层级）《核技术利用项目退役活动监督检查技术程序》（NNSA HQ-08-JD-IP-042）对照情况

表 12-1 对照情况

监督检查技术程序检查内容		医院实际情况	是否符合
退役准备阶段	退役的启动	医院已启动退役计划，并委托有资质的单位开展环境影响评价	符合
	组织机构	本次退役工作由医院辐射安全与环境保护工作领导小组组织开展，核医学科负责具体实施，医务处、保卫处、总务处及外部单位协助配合。	符合
	待退役场所的持续管理	待退役的核医学科目前已封禁，禁止无关人员进出、逗留。直至终态验收完成。	符合
	源项调查	已进行源项调查，开展现状监测	符合

退役实施阶段	承包商的管理	由核医学科和医务处共同对外部协助退役人员（设备厂家、物流公司工作人员）进行管理	医院按承诺落实后符合
	人员安全	已配备相应的监测仪器和防护用品	
	场所安全	退役实施前开展自行监测和跟踪监测	
	人员监测	为参与退役的职业工作人员配备个人剂量计，开展个人剂量监测，退役工作结束后将个人剂量计送交有资质的检测单位进行检测，建立退役期间个人剂量档案，终身保存，当发现个人剂量监测结果异常时及时上报。	
	场所及环境监测	复康院区核医学科于 2025 年 2 月 27 日停运，并封禁出入口，2025 年 2 月 27 日~2025 年 3 月 4 日，医院职业工作人员使用便携式 X-γ 辐射剂量率仪和 β 表面污染检测仪对核医学科内部的 X-γ 辐射剂量率与 β 表面污染水平进行了现场检测。 自主检测结果显示核医学科内部的房间、通道和设备的 X-γ 辐射剂量率和 β 表面污染水平均处于正常范围，和核医学科之外的自然环境本底水平没有显著差异。 4月16日的有资质第三方检测结果显示活性室的Ge-68贮存罐（内贮3枚Ge-68放射源）表面的X-γ辐射剂量率和β表面污染高于本底水平，β表面污染水平高于GBZ114-2006的限值。 经过擦拭清污处理，医院在4月18~19日的自主检测显示Ge-68贮存罐表面的X-γ辐射剂量率和β表面污染已回归环境本底水平。 将来进行终态验收时，仍须对原核医学科工作场所的地面、墙体等处进行多轮委托或自主检测，确保工作场所恢复正常环境辐射水平，达到了无限制开放使用的程度后，方可用作其他用途。 在核医学科停运、封锁以及终态验收等个时间阶段，均须采取严密的监测措施。	
	放射性废物管理	原有及退役产生的放射性废物（包括衰变池污泥和废活性炭）由具备资质的天津市城市放射性废物库接收和处置。 放射性废水在衰变池内继续自然衰变，直至解控。	
	应急	医院已有《辐射事故应急预案》，可作为本次退役工作的应急预案备用。充分考虑退役过程中可能发生的意外事件，并提出相应的应对措施，明确事故上报流程，已配置应急物资，在退役搬迁前进行了辐射事故应急演练。	
退役完成阶段	终态验收	拟委托有资质的单位进行终态验收监测，并编制验收报告，形成验收意见	
	验收报告公示	验收报告编制完成后，拟在 5 个工作日内，公开验收报告，公示 20 个工作日。	
	解除监管	验收报告公示期满，拟在 5 个工作日内登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台填报信息，并将验收报告以及其他档案资料存档备查；在 20 日内重新申领辐射安全许可证。	

以上可知，天津市第一中心医院在落实各项安全防护设施和辐射安全管理制度并严格执行相关要求后，可满足核与辐射安全管理体系（第三层级）《核技术利用项目退役活动监督检查技术程序》（NNSA HQ-08-JD-IP-042）中要求。

2. 终态验收

本项目取得环评批复后，应及时开展退役工作，退役工作结束后，天津市第一中心医院按照《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）等相关要求，开展竣工环境保护验收工作，对本项目实施终态验收，编制验收监测报告。本项目竣工环境保护验收主要内容见下表。

表12-2 复康院区核医学科竣工环境保护验收主要内容

验收内容	验收要求
环评审批手续	环境影响报告表、环评批复
退役过程物品处置	退役过程中的物品处置方法、去向记录
辐射安全管理	退役过程中的辐射安全管理机构、制度、应急预案
防护用品、检测设备	退役过程中配备防护用品和检测仪器，记录来源和去向
个人剂量	记录职业工作人员个人剂量监测结果、留存档案
放射性“三废”	放射性“三废”均须有可靠的自然衰变场所或明确的最终去向
场所解控	控制区β表面污染水平低于为0.8Bq/cm ² ，监督区β表面污染水平低于为0.08Bq/cm ² ，X-γ辐射剂量率处于本底水平。
Ge-68贮存罐	外表面的X-γ辐射剂量率低于5×10 ⁴ nGy/h；β表面污染不得超过4Bq/cm ² 。

本项目竣工环境保护验收完成后，天津市第一中心医院须及时重新申领辐射安全许可证。

表 13 结论与建议

结论

1 实践的正当性

天津市第一中心医院（复康院区）核医学科的退役及搬迁能够整合天津市第一中心医院的医疗诊治力量，满足天津市不同地区患者的就诊需求，缓解“看病难”的问题。在采取可靠的辐射安全与防护设施前提下，本次退役活动对职业工作人员和公众人员的辐射影响满足相关剂量限值要求，对社会经济的正面影响远超过潜在的辐射风险。

因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

2 项目概况

天津市第一中心医院拟退役复康院区现有核医学科，并将其整体搬迁至水西院区。复康院区核医学科环评退役之后遗留的工作场所将用作其他用途。复康院区核医学科的各房间、区域在退役活动完成之后，最终须达到清洁解控水平。

3 退役目标

1) 核医学科内部所有房间或区域放射性水平达到无限制开放程度，以备后续用作其他用途。

2) 现存及退役活动产生的放射性废物妥善处理。

4 现状监测结论

核医学科停运时，Ge-68贮存罐的X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染偏高，经过擦拭去污后，检测值已回落环境本底水平，满足GBZ114-2006限值要求。

核医学科其他点位的X- γ 辐射剂量率和环境本底数值相当， β 表面污染水平满足GB18871-2002要求。

衰变池出口废水中总 α 、总 β 和I-131放射性活度浓度均低于《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）、《污水综合排放标准》（DB12 356-2018）中限值要求。

5 辐射安全与防护措施

本次退役搬迁活动从辐射管理措施、表面污染治理、放射性“三废”的治理、辐射安全与防护、警示标志以及全过程跟踪监测等多个方面开展工作。

医院制定了成熟的退役方案；对疑似存在放射性污染风险的 Ge-68 贮存罐进行了擦拭去污；配备了监测仪器及辐射防护用品，对职业工作人员进行了防护；同时，设置电

离辐射警告标志并进行人员巡逻保卫；自觉开展全过程跟踪监测，制定相关操作规程及监测方案；放射性“三废”均有可靠的自然衰变场所或明确的最终去向。

上述辐射安全与防护措施具有较强针对性，保障了退役搬迁活动的顺利进行。

目前，原核医学科工作场所仍处于封锁状态，直至终态验收时确认原工作场所已恢复正常环境辐射水平，达到了无限制开放使用的程度后，方可用作其他用途。

6 辐射环境影响分析结论

本项目退役过程中，职业工作人员受到的附加有效剂量估算值不超过 $1.95 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，低于本次退役职业工作人员剂量约束值 2mSv ；对周边公众产生附加有效剂量估算值约为 $3.51 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，小于本次退役公众剂量约束值 0.1mSv 。

7 辐射安全管理

本次退役工作由医院辐射安全与环境保护工作领导小组负总责，核医学科负责具体实施，医务处、保卫处、总务处及外部单位协助配合，已建立退役工作相关的辐射安全管理规章制度，配备辐射监测设备并制订推移监测计划，制订退役工作辐射事故应急预案，在退役搬迁前进行了辐射事故应急演练。

8 可行性分析结论

综上所述，建设单位针对退役搬迁活动，采取了各项辐射安全与防护措施，严格落实了场所退役方案，原核医学科的各类设施、设备及物品均已安全顺利地搬迁至水西院区封存，未对外环境造成超标的辐射环境影响。将来经终态验收确认，原工作场所达到了无限制开放使用的程度后，可以用作其他用途。因此，从辐射环境保护角度论证，天津市第一中心医院（复康院区）核医学科退役项目具备环境可行性。

建议和承诺

1) 建议

在终态验收通过之前，不得开放原核医学科工作场所，验收时，严格落实既定监测计划。

2) 承诺

1) 在终态验收通过之前，建设单位继续严密封锁原核医学科工作场所，禁止无关人员随意进出。

2) 建设单位尽快联系天津市城市放射性废物库，并配合后者接收和处置复康院区核医学科剩余的放射性固体废物。

3) 建设单位对复康院区衰变池内遗留的放射性废水进行严格管理，待其衰变期满监测合格，并取得审管部门认可后，方可排入医院污水处理系统。

4) 建设单位完成终态验收后，及时重新申请《辐射安全许可证》。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：		
	公 章	
经办人	年 月 日	

审批意见：		
	公 章	
经办人	年 月 日	

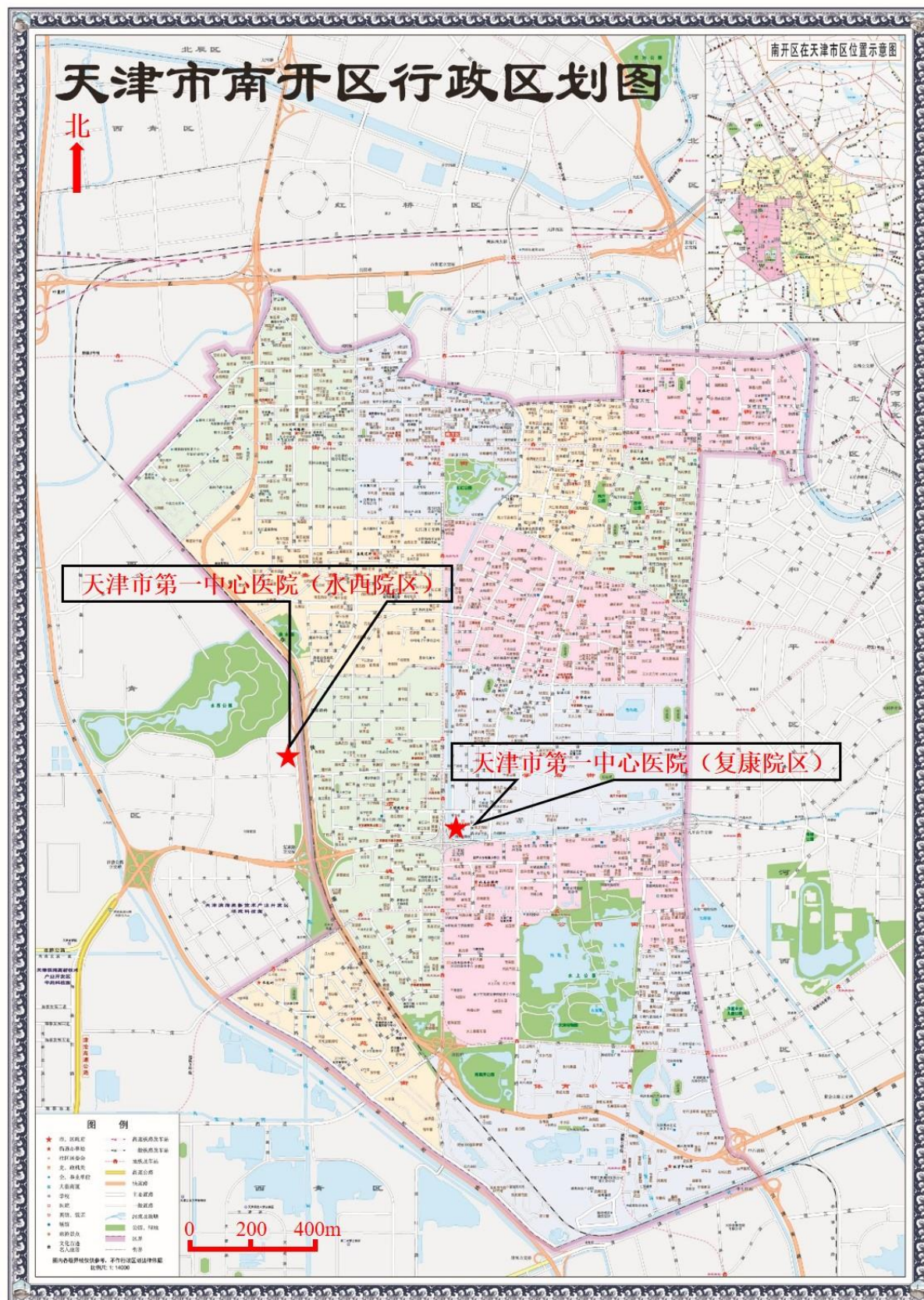
附图

附图一 天津市第一中心医院地理位置图

附图二 天津市第一中心医院（复康院区）周边关系图

附图三 天津市第一中心医院（复康院区）总平面图

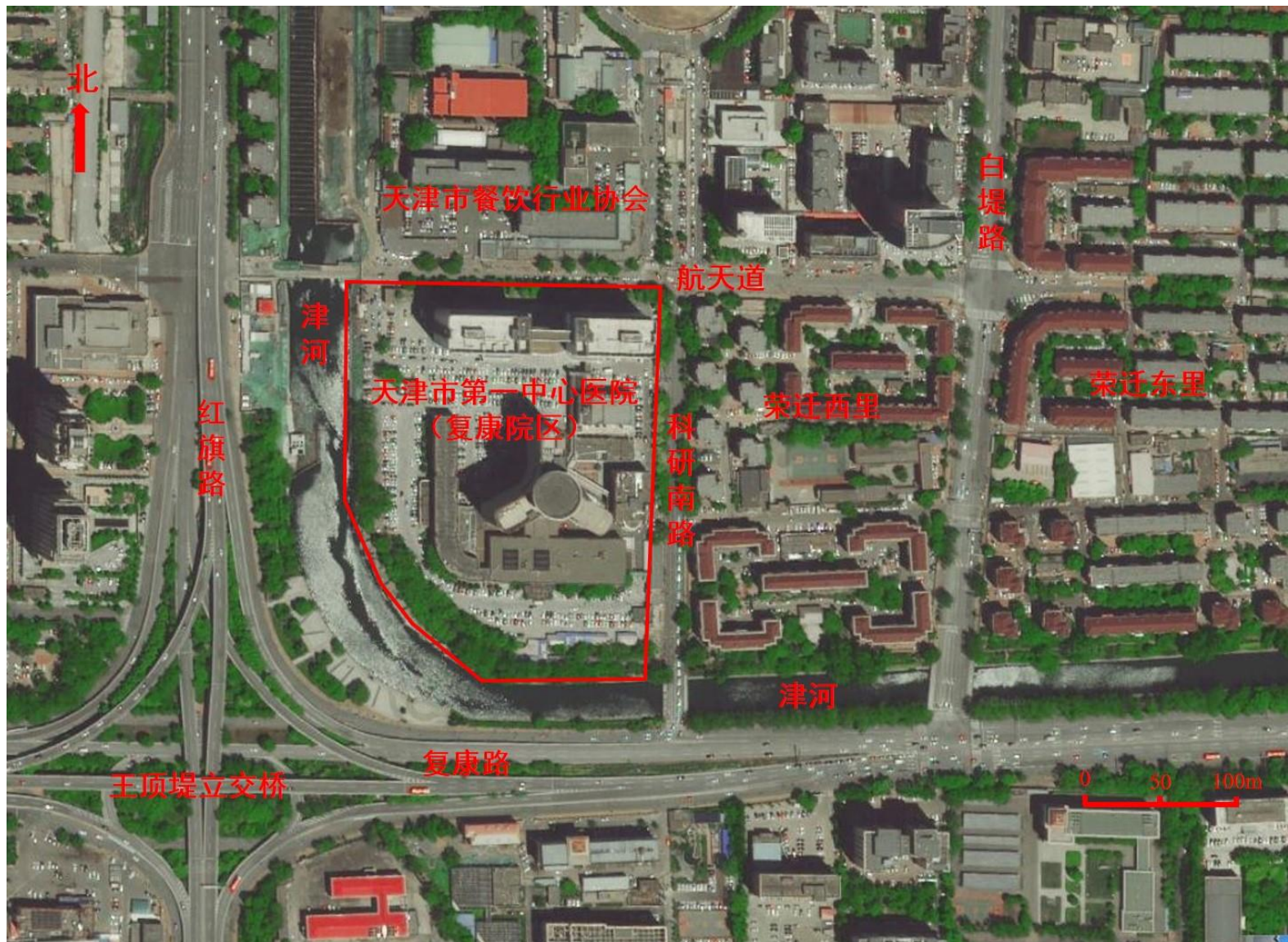
附图四 核医学科平面图



天津市人民政府 联合编制
天津市测绘院有限公司

审图号：津S（2021）017

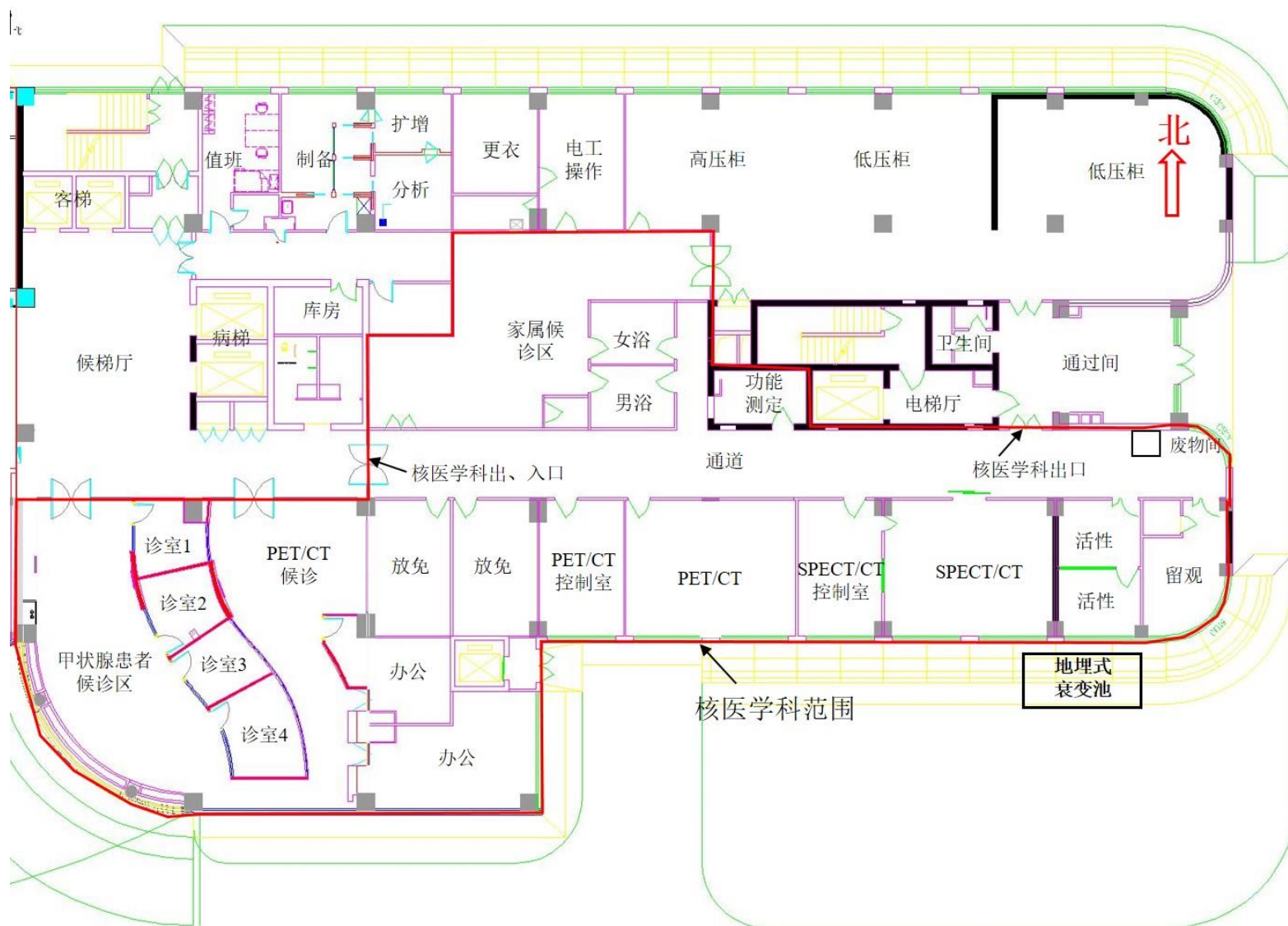
附图一 天津市第一中心医院地理位置图



附图二 天津市第一中心医院（复康院区）周边关系图



附图三 天津市第一中心医院（康复院区）总平面图



附图四 核医学科平面图

附件

附件一 环境影响评价委托书

附件二 建设单位承诺书

附件三 环评单位承诺书

附件四 辐射安全许可证

附件五 核医学科封禁后自主检测结果（2025 年 2 月底 3 月初）

附件六 辐射环境及水样第三方检测报告（2025 年 4 月 16 日）

附件七 Ge-68 贮存罐擦拭去污后的自主检测结果（2025 年 4 月 18~19 日）

附件八 建设单位前期相关环评批复

附件九 核医学科退役实施方案

附件十 核医学科退役应急预案

附件十一 放射性废物送贮协议

附件十二 技术评估会会议纪要