

核技术利用建设项目

# 核医学科工作场所及设施退役项目环境影响报告表

首都医科大学附属北京天坛医院

2017年10月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

# 核医学科工作场所及设施退役项目环境影响报告表

建设单位名称：首都医科大学附属北京天坛医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：北京市东城区天坛西里6号

邮政编码：100050

联系人：孙少华

电子邮箱：

联系电话：

表1 项目基本情况

建设项目名称	核医学科工作场所及设施退役项目				
建设单位	首都医科大学附属北京天坛医院				
法人代表	王拥军	联系人	孙少华	联系电话	
注册地址	北京市东城区天坛西里6号				
项目建设地点	北京市东城区天坛医院核医学科				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)		项目环保投资(万元)		投资比例(环保投资/总投资)	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其它			占地面积(m <sup>2</sup> )	
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 checked="" type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类		
	其它	退役			

**1.1 单位概况**

首都医科大学附属天坛医院(以下简称“天坛医院”)位于北京市东城区天坛西里6号,总建筑面积93,982平方米,现有病床1050张,其中神经外科320张,神经内科130张;正副教授以上专业技术人员200多人;设临床和基础科室40个,是以神经科学为特色的集医疗、教学、科研、预防为主的大型综合医院。医院神经外科分脑血管病、颅底肿瘤、神经外科、脑外伤、脑瘤、功能组及颅底外科等多个专业组,是亚洲最大的神经外疗中心,和座落在院内的北京市神经外科研究所是世界三大神经外科研究中心之一,是亚洲最大的神经外科临床、教学、科研基地。

1995年5月,中国医学科学院与北京市卫生局共建中国医学科学院神经科学研究所、中国医

学科学院天坛医院。世界卫生组织在中国的神经科学培训合作中心、中华神经外科学会、中华神经外科杂志均设在这里。1995年被评为三级甲等医院，1996年11月26日被北京市卫生部命名为全国文明服务十所示范医院之一。全国著名的神经外科专家，中国工程院院士王忠诚为天坛医院名誉院长，在王忠诚院士的直接领导下，培养出了一批神经外科著名专家，在脑肿瘤、脑血管病、脑外伤的治疗研究中积累了丰富的经验，特别是多年潜心研究的动脉瘤、血管畸形、脑干肿瘤等的治疗在世界同行中居于领先地位。显微手术培训中心及中枢神经系统损伤重点实验室的建立，使神经外科手术达到了世界先进水平。

多年来，天坛医院内、外、妇、儿、眼、耳鼻喉等众多学科在神经学科发展的同时，共同发展，也形成了各自的专业特色。院内拥有许多大型医疗设备，如核磁共振扫描仪5台、CT机4台、双向血管数字造影机5台、PET/CT、回旋加速器、彩色多普勒超声诊断仪、血液透析机、大型自动生化仪、伽玛刀治疗中心及多个先进监护系统等，并拥有多名国家级突出贡献的专家和200余名主任医师、副主任医师，为病人提供高水平治疗。

天坛医院将在2018年整体搬迁于北京市丰台区南四环西路119号。医院现有设备大部分需要搬迁，包括本次评价涉及的核医学科工作场所及设施等。天坛医院地理位置图、周边关系示意图见附图1和附图2。

## 1.2 核技术及辐射安全管理现状

### 1.2.1 核技术利用现状情况

天坛医院现有核技术应用实践活动已获得北京市环保局行政许可，持有《辐射安全许可证》（京环辐证[A0154]，见附件1），许可范围为：使用I类、II类、V类放射源；使用II、III类射线装置；乙级、丙级非密封放射性物质工作场所；发证日期为2017年7月12日，有效期至2019年8月18日。

该院已获许可使用密封放射源 $^{60}\text{Co}$ 用于伽马刀治疗，使用校准源 $^{68}\text{Ge}$ 用于PET/CT校准，见表1.1；已获许使用非密封放射性物质 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 用于开展SPECT/CT放射诊断，使用 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 和 $^{18}\text{F}$ 用于开展PET/CT放射诊断，使用 $^{125}\text{I}$ 开展放射治疗手术，该场所为乙级非密封源工作放射场所；已获许可使用的射线装置共计34台，其中回旋加速器1台、数字减影血管造影机5台PET/CT等其他III类射线装置共28台，见表1.3，表1.1~表1.3所列内容与辐射安全许可证内容一致。

表1.1 天坛医院已许可使用放射源情况

核素	出厂日期	出厂活度(Bq)	枚数	类别	用途	备注
<sup>60</sup> Co	2010.12.07	1.1E+12	192枚	II类	伽马刀医学治疗	2011.10启用
<sup>68</sup> Ge	2016.06	3.5E+06	1枚	V类	校准源	树诚科技
<sup>68</sup> Ge	2016.05	1.85E+07	1枚	V类	校准源	

表1.2 已获许可使用非密封放射性物质

核素	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	活动种类	场所等级	工作场所名称
<sup>99m</sup> Tc	2.96E+10	7.4E+12	使用	乙级	核医学科
<sup>11</sup> C	3.7E+10	9.25E+13	使用	乙级	核医学科
<sup>13</sup> N	3.2E+10	8.0E+13	使用	乙级	核医学科
<sup>18</sup> F	8.6E+10	2.15E+13	使用	乙级	核医学科
<sup>125</sup> I	1.48E+07	7.1E+10	使用	丙级	四号手术室

表1.3 天坛医院使用射线装置情况

序号	设备名称	型号	类别	工作场所
1	回旋加速器	住友 HM-10HC	II类	核医学科
2	数字减影血管造影装置	西门子 Aritis zee floor	II类	导管手术部
3	数字减影血管造影装置	飞利浦 Allura Xper FD20	II类	导管手术部
4	数字减影血管造影装置	通用电器 LCV+	II类	导管手术部
5	SPECT/CT	通用电器 Discovery NM/CT 670	III类	核医学科
6	PET/CT	通用电器 Discovery VCT	III类	核医学科
7	医用X射线CT机	通用电器 Prospeed-FII	III类	放射科（门诊楼一层）
8	放射诊断用普通X射线机	锐珂 Directview DR3500	III类	放射科（门诊楼一层）
9	放射诊断用普通X射线机	通用电器 XR/A_FC	III类	放射科（病房楼中楼三层）
10	放射诊断用普通X射线机	Mux-200D	III类	放射科（门诊楼一层）
11	放射诊断用普通X射线机	东软 NSX_DR500	III类	同上
12	放射诊断用普通X射线机	中兴医疗 LDR-01B	III类	放射科（发热门诊）
13	放射诊断用普通X射线机	通用电器 Prodigy Advance	III类	放射科（门诊楼一层）
14	医用X射线CT机	通用电器 Lightspeed VCT	III类	同上
15	放射诊断用普通X射线机	通用电器 AMX4+	III类	同上
16	放射诊断用普通X射线机	锐珂 Directview DR9500	III类	同上
17	放射诊断用普通X射线机	Sonialvision Safire Plus	III类	放射科（病房楼中楼三层）
18	医用X射线CT机	西门子 Sensation	III类	放射科（神经放射楼一层）
19	医用X射线CT机	通用电器 Discovery CT750 HD	III类	同上
20	放射诊断用普通X射线机	ARCADIS Orbic 3D	III类	放射科（手术楼中楼三层）

21	放射诊断用普通X射线机	CR-ITX550	III类	放射科（门诊楼一层）
22	放射诊断用普通X射线机	MUX-100J	III类	放射科（病房楼中楼三层）
23	放射诊断用普通X射线机	ARCADIS Varic	III类	放射科（手术楼三层）
24	牙片机	Heliodent Plus D3507	III类	口腔科放射室
25	放射诊断用普通X射线机	DRSR-1	III类	放射科（病房楼中楼三层）
26	乳腺 X 射线机	Sengraphe Essential	III类	放射科（病房楼中楼三层）
27	医用X射线CT机	Revolution	III类	放射科（神经放射楼一层）
28	碎石机	KDE-2001A	III类	碎石机机房
29	数字减影血管造影装置	Allure Xper FD20	II类	导管手术部（复合手术室）
30	牙片机	ORTHOPHOS XG3D	III类	口腔科放射室
31	数字减影血管造影装置	Artiszee Biplance	II类	导管手术部（病房楼南楼地下一层）
32	放射诊断用普通X射线机	VX3733-SYS	III类	放射科（门诊楼一层）
33	放射诊断用普通X射线机	ARCADIS Varic	III类	放射科（手术楼三层）
34	放射诊断用普通X射线机	MUX-100J	III类	放射科（病房楼中楼三层）

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

天坛医院近年开展核技术利用项目履行环保审批情况见表1.4。

表1.4 近期履行环保审批情况

项目名称	环评批复文号	类别	审批单位	环保竣工验收批复文号
更新伽马刀项目	京环审[2010]256号	报告表	北京市环保局	京环验[2014]63号
伽马刀和同位素室退役	京环审[2011]376号	报告表	北京市环保局	京环验[2014]62号
新增使用放射性同位素和射线装置	京环审[2014]208号	报告表	北京市环保局	京环验[2016]49
使用II类、III类射线装置	京环审[2015]3号	报告表	北京市环保局	京环验[2017]52号
使用II类、III类射线装置	京环审[2015]333号	报告表	北京市环保局	京环验[2017]53号
使用II类、III类射线装置及新增I-125粒子植入场所	京环审[2016]37号	报告表	北京市环保局	京环验[2017]54号
迁建工程核技术应用项目	京环审[2016]150号	报告表	北京市环保局	不具备验收条件

### 1.2.3 辐射安全管理情况

#### (1) 辐射防护管理机构

为保证医院放射工作安全开展，医院设立了以院长为组长的辐射安全管理领导小组（见表1.5），全面负责医院放射防护环境管理工作，并设有专职防护责任人，主要负责组织实施各项放射防护安全制度并经常督促检查、重视放射工作人员的医疗保健和身体健康、定期组织体检

及负责新上岗人员放射防护知识的培训。

辐射工作人员在专职防护责任人的领导下进行日常放射工作，严格执行各项放射安全防护制度及安全操作规程，协助工程技术人员进行本科室机器的维修和保养工作，对设备的各项输出标准进行定期测量，按照环境保护的监测规定，定期进行环保监测，发现问题立即停机并向上级汇报。

表1.5 辐射安全管理领导小组

序号	管理人员	姓名	性别	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	组长	王拥军	男	常务院长	院办	兼
2	副组长	周建新	男	副院长	院办	兼
3	副组长	巢仰云	男	副院长	院办	兼
4	组员	姜悦	女	医务部主任	医务部	兼
5	组员	蔡卫新	女	护理部主任	护理部	兼
6	组员	高培毅	女	放射科主任	放射科	兼
7	组员	艾林	男	核医学科主任	核医学科	兼
8	组员	刘阿力	女	伽马刀中心主任	伽马刀中心	兼
9	组员	翟晶	女	研究所办公室主任	研究所办公室	兼
10	组员	江尧军	男	保卫处处长	保卫处	兼
11	组员	周末	男	总务处处长	总务处	兼
12	组员	孟钰琪	女	采购部主任	采购部	兼
13	组员	丁晖	女	医学工程部主任	医学工程部	兼
14	组员	李佑祥	男	神经介入主任	神经介入科	兼
15	组员	缪中荣	男	急诊介入主任	急诊介入科	兼
16	组员	高坤	男	导管手术部主任	导管手术部	兼
17	组员	陈步星	男	心内科主任	心内科	兼
18	组员	孙少华	男	医务处放射工作主管	医务处	兼

## (2) 规章制度建设及落实情况

天坛医院依照《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》，结合医院情况和实践，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程，其中包括放射防护管理制度、设备台账管理制度、射线装置检修维护管理规定、放射从业人员安全培训制度、放射性废物管理制度、个人剂量和职业健康管理制、放射诊疗质量保证制度、受检者告知制度、放射事故（件）应急制度、放射工作场所监测制度、放射类设备操作规程等，制定的各项规章制度已在日常工作中落实，可满足工作需要。

## (3) 辐射工作人员培训情况

天坛医院严格按照国家规定执行持证上岗制度，现共计171人参加了环保部认可的机构组织

的辐射安全与环境保护培训，并取得辐射安全与防护培训合格证书，已参加培训人员名单见附件2。医院按要求每4年组织辐射工作人员进行复训，复训合格后方可继续从事辐射工作。

#### (4) 个人剂量监测情况

天坛医院每年委托有资质的单位对医院进行个人剂量检测，监测频次为4次/年；放射工作人员均按照规范佩戴个人剂量计，由医院专人负责收集剂量计并委托北京蓝道尔辐射监测技术有限公司承担个人剂量检测工作，监测频度为3个月一次；每季度的个人剂量检测结果和每年度的个人剂量检测报告存档备案。天坛医院2016年度、2017年度1~3季度个人剂量监测情况见附件3，工作人员受照剂量监测情况见表1.6。

表1.6 天坛医院辐射工作人员个人剂量监测情况

时间	监测人数	年剂量约束值	最大剂量值	最小剂量值
2016年度	253人	5mSv	1.02mSv	0.01mSv
2017年第一季度	210人	5mSv	1.20mSv	0.01mSv
2017年第二季度	197人	5mSv	0.24mSv	0.01mSv
2017年第三季度	219人	5mSv	3.46mSv	0.01mSv

注：个人剂量值均已扣除对照剂量

#### (5) 工作场所及辐射环境监测情况

天坛医院已制定工作场所监测方案，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次、监测部门等。医院已建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保存，接受环境保护行政主管部门的监督检查。监测记录或报告记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，辐射工作单位的辐射环境自行监测记录或报告，随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市环保局。

医院现有的监测方案能够满足相关标准要求，内容具体如下。

(a) 工作场所的委托监测频次为 1 次/年，自行监测频次为 4 次/年，监测点位包括机房外毗邻东、南、西、北、上、下区域、防护门外、操作人员位和其他人员可达位置，监测范围和方法参照《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ 130-2013 等国家标准的相关要求，监测数据将记录存档。

(b) 表面污染监测：使用表面污染监测仪对核医学科工作场所放射性污染情况进行监测，

每次操作后进行。工作人员离开可能受到放射性污染的工作场所时，监测工作服、体表的表面污染水平，该项工作由核医学科工作人员自行完成。

(c) 如果场所辐射水平监测结果异常，立即停止辐射活动，及时查找原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患，隐患未消除前不得继续开展辐射工作。

#### (6) 辐射事故应急管理情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和国家环境保护总局<2006>145号通知《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》的规定，天坛医院制定《辐射事故应急预案》，一旦发生辐射事故，立即启动辐射事故应急预案，并采取必要的应急措施。

所有事故都应报告环境保护主管部门，有关放射源丢失、被盗和故意引起的辐射事故都应同时报告公安部门，如果发生人员受照剂量可能达到对人体产生危害时，应同时报告卫生主管部门。同时，须进行工作人员的意外事故剂量监测和工作场所及周围环境的应急监测，并作好详细的监测记录。

#### (7) 辐射监测仪器及防护用品

按照环境监测要求，医院定期进行环境监测，确保医院的安全，至今无辐射安全事故发生。已配置的辐射监测仪器和防护用具如表1.7所示。

表1.7 天坛医院现有辐射监测仪器和防护用具

序号	设备名称	生产厂家及型号	设备状况	台/件数
1	个人剂量报警仪	FJ3200	正常使用	10
2	个人剂量报警仪	芬兰rad60s	正常使用	2
3	多功能数字核辐射仪	德国Goint System Co公司 GAMMA-SCOUT	正常使用	4
4	手持式多功能沾污剂量仪	Inspector-Alert	正常使用	5
5	固定式剂量报警仪	SD-660	正常使用	1
6	固定式剂量监测仪	RM-2108 / REN300	正常使用	2
7	剂量检测笔（个人剂量计）	标准	正常使用	219
8	铅衣	标准	正常使用	19
9	铅围裙	标准	正常使用	32
10	铅围脖	标准	正常使用	32
11	铅屏风	标准	正常使用	3
12	铅帽	标准	正常使用	32
13	铅眼镜	标准	正常使用	12
14	铅面罩	标准	正常使用	5
15	活度计	CRC-25R	正常使用	1
16	立架式可调防护设备	标准	正常使用	5

### 1.3 本项目概况

#### 1.3.1 本项目退役背景

天坛医院新址位于丰台区南四环西路119号，2017年7月已取得《北京市环保局关于迁建工程核技术应用项目环境影响报告表的批复》（京环审[2016]150号），见附件4。根据批复的要求，对医院拟搬迁的设备或工作场所办理退役手续。为了落实迁建环评批复的要求，对拟搬迁的核医学科开展搬迁退役环评工作。现有工作场所退役后，委托有资质单位进行验收监测，如果满足无限制开放使用的要求，经北京市环保局审批同意后，将改作其他门诊用房继续使用。

#### 1.3.2 本项目概况

本项目涉及核医学科（乙级非密封源工作放射场所）及相应设施的搬迁退役。退役场所具体位置见附图3。

核医学科位于天坛医院内东南侧位置，具体位置见附图3。核医学科工作场所包括地上一层和地下局部一层，总面积1365m<sup>2</sup>（建筑设计图见附图4、5）。

本项目包括核医学科所有房间及相应设施的搬迁退役，主要设备包括日本住友公司生产的回旋加速器HM-10HC，GE公司 Discovery VCT 型PET/CT和GE公司 Discovery NM/CT 670 型SPECT/CT，相关的其他所有设施同时办理搬迁退役手续。

回旋加速器搬迁到新院综合门诊楼B1 PET药物制备场所使用，PET/CT搬迁到新院综合门诊楼B1核医学诊断场所使用，SPECT/CT搬迁到新院入口大厅B1核医学诊断场所使用。

#### 1.3.3 核医学科工作场所使用的放射性核素

核医学科为乙级非密封放射性物质工作场所，使用 Tc-99m、C-11、N-13和 F-18共 4 种核素。正常使用期间产生放射性固废和放射性废水，可能含有上述 4 种放射性同位素，同时可能存在由放射性同位素造成的表面污染。

核医学科放射性同位素使用情况见表 1.8。

表1.8 核医学科使用过的放射性同位素的辐射特征

核素	辐射类型	β粒子能量, MeV	γ粒子能量, MeV	半衰期	工作场所名称
<sup>99m</sup> Tc	β, IT	--	0.141	6.02h	核医学科
<sup>11</sup> C	β <sup>+</sup> , ε		0.511	20min	核医学科

$^{13}\text{N}$	$\beta^+, \epsilon$		0.511	10min	核医学科
$^{18}\text{F}$	$\beta^+, \epsilon$	0.634	0.511	1.83h	核医学科
注: $\beta^-$ —负电子, $\beta^+$ —正电子, $\epsilon$ —电子俘获, IT—同质异能跃迁					

### 1.3.4 拟退役场所周边环境概况

拟退役核医学科地点位于天坛医院东南角, 北邻首都医科大学口腔医学院, 东邻天坛公园, 南邻普华医院和崇文区卫生学校, 西邻永定门内大街, 附近无居民。具体位置详见附图2。

### 1.3.4 核医学科放射性“三废”产生情况

核医学科停运前产生一定量的放射性固废, 平均每月约15kg, 采用暂存衰变的方法, 放射性固体废物在暂存室内暂存衰变时间超30天后, 使用经检定合格的监测仪器对废物的表面污染和辐射剂量率水平进行监测。监测结果未发现异常且与所处环境监测数值处于同一水平的, 可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

放射性废水由专门管道直接排到核医学科地下衰变池内, 放射性废水在暂存时间超过30天后可直接解控排放。

### 1.3.5 核医学科退役工作安排

北京天坛医院已于2017年8月开始实施退役安排, 计划于2018年7月底前完成退役工作。退役各阶段工作安排汇总列于表1-11。

表1-11 退役工作安排

项目	退役工作安排	备注
准备阶段	源项调查, 制定退役方案	2017年12月底
	办理退役场所的环评工作	2018年2月完成
实施阶段	按环评文件及实施退役	搬迁时间: 拟于2018年5月1日启动移机工作; 搬迁完毕时间: 2018年5月25日搬迁完毕
	委托有资质的机构实施退役验收监测, 办理退役审批	2018年7月底前完成
	变更辐射安全许可证	2018年8月底前完成

### 1.3.5 退役范围

核医学科所属地上一层和地下一层所有区域: 回旋加速器机房、质控实验室、放化合成室

和分装室、放射性废物暂存间、放射性废水下水管道、衰变池、放射性废气通风系统、PET/CT机房、SPECT机房、注射后等候室、注射室、休息室、运动/肺通气、厕所等，以及场所内所内工作台、办公桌、椅子、柜子等。具体位置详见附图4~附图5。

表2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
	无									

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
1	回旋加速器	II类	1	HM-10HC	H <sup>-</sup>	10	100	生产PET/CT所需的放射性药物	新建核医学科地下一层回旋加速器机房	搬迁 退役

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	PET/CT	III	1	GE公司 Discovery VCT	140	715	显像诊断	新建核医学科地上一层PET/CT机房	搬迁 退役
2	SPECT/CT	III	1	GE公司 Discovery NM/CT 670	140	380	显像诊断	新建核医学科地上一层SPECT/CT机房	搬迁 退役

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (mA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	无												

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
放射性 固体废 水	液态	<sup>18</sup> F <sup>99m</sup> Tc <sup>11</sup> C <sup>13</sup> N		50L	600L	总β <10Bq/L	排入衰变池 暂存	衰变池暂存衰变 超过30天，解控 排入医院的污水 处理池，最后排 入市政下水管道
放射性 固废	固态	<sup>18</sup> F <sup>99m</sup> Tc <sup>11</sup> C <sup>13</sup> N		<15kg	180kg	<10 <sup>4</sup> Bq/kg	放射性废物间 内储存	收集在放射性废 物室暂存衰变超 过30天，最终作 为普通医疗废物 处理

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/m<sup>2</sup>；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/m<sup>3</sup>)和活度(Bq)。

## 表6 评价依据

<b>法规 文件</b>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016年修订版；</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年；</p> <p>(5) 《于修改&lt;放射性同位素与射线装置安全许可管理办法&gt;的决定》，环保部令第3号，2008年；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第18号令，2011年；</p> <p>(7) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院1998年第253号令。</p>
<b>技术 标准</b>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《核辐射环境质量评价一般规定》(GB11215-89)；</p> <p>(3) 《环境地表<math>\gamma</math>辐射剂量测定规范》(GB/T 14583-1993)；</p> <p>(4) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T10.1-2016)；</p> <p>(5) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB27742-2011)；</p> <p>(6) 《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》(GBZ167-2005)；</p> <p>(7) 《核技术利用放射性废物、废放射源收贮准则》(DB11/639-2009)；</p> <p>(8) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)；</p> <p>(9) (10) 北京市医疗机构核医学放射性废物清洁解控管理办法（试行）。</p>
<b>其他</b>	<p>天坛医院提供的资料。</p>

## 表7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

#### 7.1.1 评价内容

本项目评价内容为拟退役的核医学科工作场所及内部设施。

#### 7.1.2 关注问题

- (1)  $\gamma$  射线、表面污染水平和放射性“三废”是否满足国家相关标准的要求。
- (2) 辐射安全管理情况及污染防治措施是否满足相关标准的要求。

#### 7.1.3 评价因子

$\gamma$  射线、表面污染水平和放射性“三废”对工作人员、公众以及环境的影响。  
综合评价辐射安全管理情况、污染防治措施。

#### 7.1.4 评价范围

为确保拟退役项目中工作场所退役后，退役场所内活动的公众和工作人员所受到的辐射剂量低于相应的剂量约束值。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，以及本项目的辐射环境影响特点，本项目评价范围是退役场所内部及边界外50m范围。

### 7.2 保护目标

本项目周围50m区域内没有居民，故环境保护目标为从事本次退役活动的辐射工作人员和周围其他公众，使其受照剂量低于本报告提出的剂量约束值。

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定：

表7.1 个人剂量限值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续5年的年平均有效剂量不超出20mSv，且任何一年中的年有效剂量不超出50mSv。	年有效剂量不超出1 mSv，特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1 mSv，则某一年份的有效剂量可提高到5 mSv。

眼睛体的当量剂量150 mSv/a；四肢或皮肤的当量剂量500 mSv/a。	眼睛体的当量剂量15 mSv/a；皮肤的当量剂量50 mSv/a。
--	-----------------------------------

《GB18871-2002》第11.4.3.2条款还规定了年剂量约束值，按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值小于或等于该剂量约束值。

### 7.3.2 剂量约束值

(1) 退役期间，结合核医学科退役项目的特点，取职业照射年剂量限值的1/4，作为退役期间放射性工作人员的年受照剂量约束值，即2mSv/a；

(2) 退役期间，取公众年有效剂量限值的1/10作为周围公众的年受照剂量约束值，即0.1mSv/a；

(3) 拟退役场所退役后，取GB18871-2002要求的下限为0.1mSv/a作为退役后场址对公众的受照剂量约束值。

### 7.3.4 放射性表面污染控制水平

执行GB18871-2002的有关规定，见表7-1.

表7-1表面放射性物质污染控制水平 (Bq/cm<sup>2</sup>) (格式)

表面类型		β放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-1</sup>

GB18871-2001附录B2.2条款规定：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分之一以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当做普通物品使用。

故本退役场所内设备、设施和物品（料）和相关场所地面、墙面的放射性表面污染清洁解控水平可采用《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》（GBZ167-2005）附录A表A.1，其表面污染清洁解控水平为： $\beta \leq 0.8 \text{ Bq/cm}^2$ 。

### 7.3.4 放射性三废排放要求

(1) 放射性废水排放标准

根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）和《北京市水污染物综合排放

标准》(DB11/307-2013)规定,排入公共污水处理系统的污水执行标准要求:其中总 $\alpha$ 的排放限值为1Bq/L,总 $\beta$ 的排放限值为10Bq/L。

### (2) 放射性废水中放射性核素排放标准

根据(GB18871-2002)的第8.6.2款规定,不得将放射性废液排入普通下水道,除非经审管部门确认是满足条件的低放废液,方可直接排入流量大于10倍排放流量的普通下水道,并应对每次排放作好记录,排放废水中放射性核素含量限值列于表7-2内。本项目的放射性废水已通过专门管道排放到衰变池中。

表7-2 放射性核素排放导出限值

序号	核素名称	月排放限值(Bq)	一次排放限值(Bq)
1	$^{18}\text{F}$	$4.1 \times 10^9$	$4.1 \times 10^8$
2	$^{11}\text{C}$	$8.4 \times 10^9$	$8.4 \times 10^8$
3	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$9.1 \times 10^9$	$9.1 \times 10^8$
4	$^{125}\text{I}$	$2.1 \times 10^9$	$1.3 \times 10^6$

注:参照GB18871-2002附录B计算得到。

a) 每月排放的总活度不超过10 ALI<sub>min</sub>(ALI<sub>min</sub>是相应于职业照射的食入和吸入ALI值中的较小者,其具体数值可按B1.3.4和B1.3.5条的规定获得)

b) 每一次排放的活度不超过1ALI<sub>min</sub>,并且每次排放后用不少于3倍排放量的水进行冲洗。

### (3) 物料解控水平及土壤中放射性核素的容许残留水平

根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB27742-2011)中确定的豁免概念导出的含人工放射性核素的大量材料的活度浓度值,确定拟退役场址中物料中放射性核素豁免水平见表7-3。

表7-3 物料中放射性核素的豁免水平与豁免活度

核素	活度浓度/(Bq/g)	活度/Bq
$^{18}\text{F}$	1E+01	1E+06
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1E+02	1E+07
$^{125}\text{I}$	1E+03	1E+06

注:本表数值取自GB 18871-2002附录A,无C-11、N-13参数。

### 7.3.5 退役深度

本项目涉及所有退役场所达到无限制开放使用要求，场所内遗留的设备和用品达到清洁解控要求。本项目主体设备拟搬迁到新院使用，其余配套设施采取如下措施：

核医学科乙级放射性工作场所：如果存在放射性污染，可采取封存场所、放置衰变的方法使其自然衰变，使所有残留的放射性同位素衰变殆尽，最终使核医学科乙级放射性工作场所达到无限制开放使用。

① 核医学科遗留的设备和用品：如果存在放射性污染，采取封存衰变、擦拭去污等措施采取放置衰变的方法使其自然衰变，其表面污染水平符合解控要求，最后将其进行拆除，作为普通物品继续使用或处置。

②放射性废气通风系统：如果存在放射性污染，可采取封存衰变、擦拭去污等措施，其表面污染水平符合解控要求，最后将其进行拆除，作为普通物品继续使用或处置；如果管道内壁如污染严重，去污困难，进行部分切割后送北京城市放射性废物库。

放射废液处理系统：放射性废液下水管道、衰变池，暂存衰变，达标后排放。拆除放射性废液处理系统。

放射性固体废物：根据放射性废物最小化原则，将废物转到放射性废物暂存间储存，采取暂存衰变的方法，在暂存室内衰变时间分别超过30天后，可使用经检定合格的监测仪器对废物的表面污染和辐射剂量率水平进行监测。监测结果未发现异常且与所处环境监测数值处于同一水平，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

## 表8 环境质量和辐射现状

### 8.1 环境质量和辐射现状

根据首都医科大学附属北京天坛医院提供的材料，浙江建安检测研究院有限公司于2017年6月20日对回旋加速器、PET-CT和SPECT-CT工作场所的 $\gamma$ 辐射剂量率和 $\beta$ 表面污染水平进行了检测。

检测使用CoMo170型表面污染测量仪/05034714和451型便携式X、 $\gamma$ 射线巡测仪/05031650（探测下限为0.14 $\mu$ Sv/h），检测结果见附件5（报告编号分别为：GABG-CF17230810-1，GABG-CF17230810-4，GABG-CF17230810-5）。

监测结果表明：

#### （1） $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

核医学科回旋加速器机房外 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 0.20 \mu$ Sv/h范围内（注：生产12.95 GBq的 $^{14}\text{C}$ 药物）；

标记合成室 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 3.2 \mu$ Sv/h范围内（注：合成柜、自动分装柜内分别有11.1GBq、10.99GBq的 $^{14}\text{C}$ 药物）；

PET-CT工作场所机房内 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 0.16 \mu$ Sv/h范围内（注：1名病人10min前注射444MBq的 $^{18}\text{F}$ 药物），注射室 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 9.6 \mu$ Sv/h范围内（注：1名病人注射444MBq的 $^{18}\text{F}$ 药物），注射后候诊区 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 1.91 \mu$ Sv/h范围内（注：2名病人10min前分别注射444MBq、555MBq的 $^{18}\text{F}$ 药物），VIP休息室 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 0.18 \mu$ Sv/h范围内（注：444MBq的 $^{18}\text{F}$ 药物置于房间）；

SPECT-CT机房内 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 0.14 \mu$ Sv/h范围内（注：1名病人注射740MBq的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物），注射室 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 3.0 \mu$ Sv/h范围内（注：1名病人注射740MBq的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物），候诊室 $\gamma$ 辐射剂量率水平在 $<0.14 \sim 0.18 \mu$ Sv/h范围内（注：2名病人分别在10 min前各注射740MBq的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物）。

根据GB 18871-2002、GB/T 14056.1-2008和GBZ 120-2006标准， $\gamma$ 辐射剂量率水平符合标准要求。

#### （2）表面污染监测结果

从监测结果可知，核医学科内各房间表面污染监测结果均低于LLD（40 Bq/cm<sup>2</sup>），

$\beta$  表面污染水平均低于退役场所表面污染的清洁解控水平  $0.8 \text{ Bq/cm}^2$ , 未发现  $\beta$  表面污染超标现象。

表9 项目工程分析与源项

### 9.1 退役原则

根据放射性工作场所的运行情况和项目特点，为安全实施该工作场所退役工作，医院制定的退役总体原则是：

- (1) 放射性工作场所达到无限制开放使用要求；
- (2) 放射性设施和物品符合搬迁再利用的原则，放射性废物尽可能做到减量化、无害化。
- (3) 退役辐射工作场所涉及的放射源和放射性污染物全部进行妥善处理，不对搬迁人员造成健康危害；
- (4) 退役辐射工作场所内其它相关设施、材料再利用严格执行相关的控制标准（工作场所中的设备与用品等的表面污染解控水平为  $0.8 \text{ Bq/cm}^2$ ）。

### 9.2 退役总体方案

#### 9.2.1 时间安排

- (1) 时间安排，建议划分三个阶段：
  - a) 退役准备阶段，时间约 1 个月。
  - b) 退役实施阶段，主体设备由厂家负责搬迁，场所内可能存在污染位置和设施在拆除时工作人员佩戴个人剂量报警仪，同时在实施过程中使用剂量仪实时检测，做好记录，发现异常立即停止拆除。
  - c) 退役验收阶段，设备搬迁后1个月内，委托有资质单位进行工作场所验收监测，办理退役竣工验收，经审批同意后，场所可以无限制开放使用。

场所退役前封存1~2周，退役搬迁前使用表面污染仪对场所内部进行巡测，发现超标地方，及时采取措施清除放射性污染。在搬迁过程中，做好主要部件表面及工作场所的辐射监测，并做好记录。对于可能产生的放射性污染，可采取封存场所、放置衰变的方法使其自然衰变，使所有放射性工作场所、设备和用品等残留的放射性同位素衰变殆尽，最终使工作场所达到无限制开放使用要求。

#### 9.2.2 退役过程概述

- (1) 组织领导。退役工作在辐射安全与环境保护管理领导小组的领导下按照制定的

退役方案实施，指定医务处、核医学科共同组织实施，保卫处协助有关工作；

(2) 首先进行拟退役场所的源项调查，对退役场所不同点位进行监测并做好记录，摸清退役场所的污染源项和现状污染水平；如发现退役场所存在表面污染，制定去污方案，进行去污并实时监测；

(3) 搬迁厂家制定搬迁实施方案，与院方积极沟通，相互配合，并按照环评文件及环评审批要求实施退役，搬迁过程中实时监测，做好记录；

(4) 放射源的搬迁应根据运输要求，委托有资质的单位实施；

(5) 个人防护。进入控制区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），佩戴个人剂量计。在场所清洁解控前，禁止将相关物品、设备移出控制区；

(6) 污染去除与放射性废物的处理。一旦发现工作场所和设备等放射性污染超出标准限值，立即进行去污处理。及时收集放射性废物，采取暂存衰变的方法，最终进行清洁解控处理；

(7) 实施完成之后，委托有资质的监测机构对工作场所及遗留的设备和用品的表面污染、 $\gamma$  剂量率水平进行监测。编写竣工验收报告，并开展验收工作，取得验收批复。

退役方案流程见图9.1。

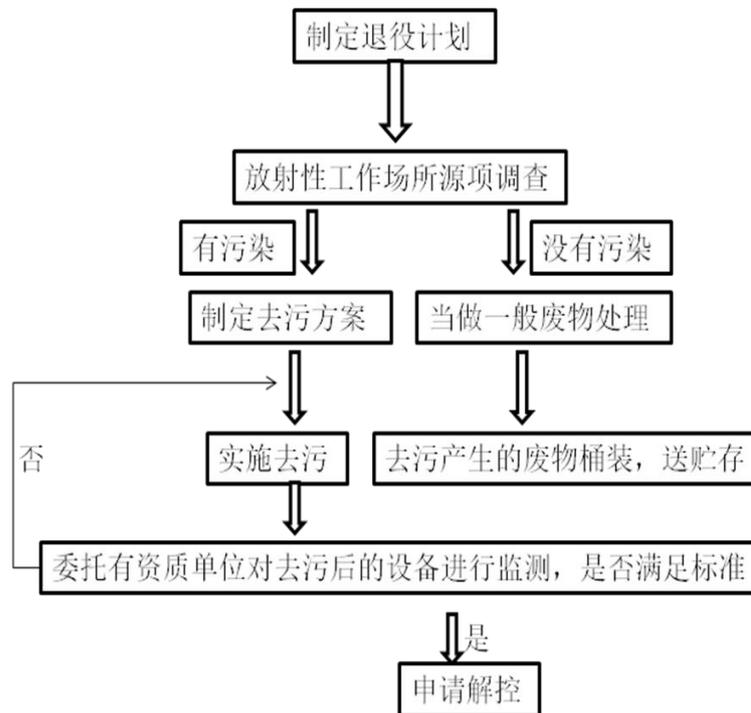


图 9-1退役方案流程图

### 9.3 核医学科设备搬迁方案

#### 9.3.1 回旋加速器搬迁

项目统筹工作由医院派遣一名总负责人，设备供货商派遣一名总协调员相互联系协调。由医院负责协调设备、基建。设备吊装搬运单位：由设备供应商协调多个设备厂家的技术支持，拆卸，标号规整，安装，调试等工作。

回旋加速器拆卸工程过程如下：

- a) 全面记录回旋加速器，化学合成系统，质控及相关附属设备装置的技术数据。
- b) 等待回旋极速器内部辐射剂量下降至安全指标。
- c) 标号，拆卸并包装水管气管，放射性核素传输管道，连接 20 组电柜及设备的信号供电

电缆，射频电缆。

- d) 搬入安装工具并拆卸 50t 屏蔽体。
- e) 拆卸化学合成系统，质控及相关附属设备设施并包装。
- f) 拆卸辐射防护合成箱，分装箱及通风柜并包装。
- g) 生产耗材备件包装，生产管理档案包装。

旧场地吊装洞开口，由医院基建部门负责拆卸吊装洞的侧墙。

回旋加速器停机拆卸工程，时间约 6 周，责任单位：厂家。

旧场地吊装洞开口，时间约 1 周，责任单位：医院。

设备搬出，运输到新院，时间约 1 周，责任单位：厂家。

#### 9.3.2 PET/CT、SPECT/CT 搬迁退役

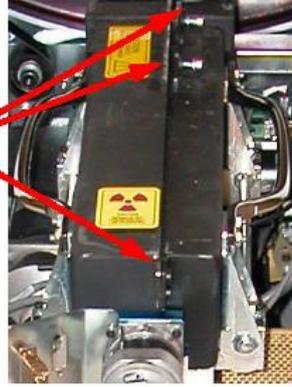
PET/CT、SPECT/CT的搬迁主要涉及校正源的转移。设备厂家工程师将放射源从设备上拆除后放在专用的屏蔽铅罐内，交由专业有资质的运输公司运输到新院核医学科 PET机房的专用储藏间保存。

根据厂家提供的资料，更换棒源过程如下：

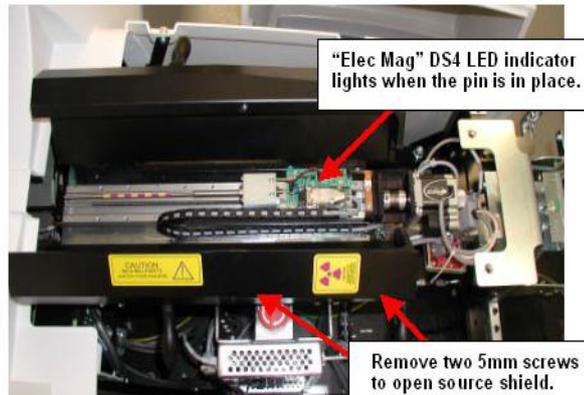
- (1) 穿好铅衣，佩戴好防护用品；
- (2) 棒源存放在机器尾部铅屏蔽内，如下图所示：

Load  
in the  
lam s  
pen l  
pen r

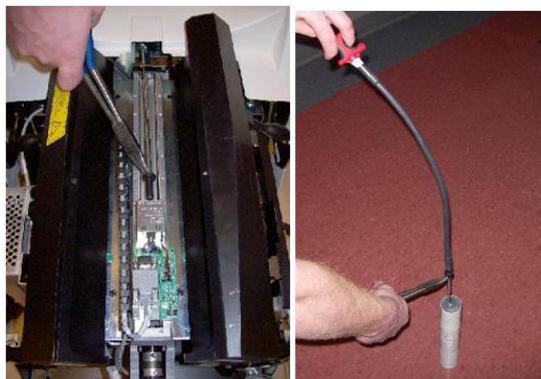
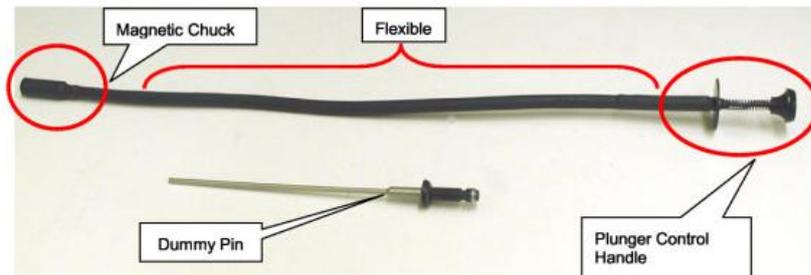
源的存  
放装置



(3) 取下固定铅屏蔽的螺丝，大概两侧铅屏蔽，可以看见棒源



(4) 用专用的工具将棒源取出，放入铅罐中，密封好



#### 9.4主要污染物和污染途径

#### 9.4.1污染源分析

##### (1) $\gamma$ 射线

本项目涉及的放射性核素包括Tc-99m、C-11、N-13、I-125和 F-18，其中 C-11、N-13、I-125和 F-18衰变方式为 $\epsilon$ （轨道电子俘获），Tc-99m衰变方式为IT（同质异能跃迁），在衰变过程中放射出 $\gamma$ 射线。

##### (2) X 射线

I-125 衰变时还产生 X 射线，其能量为 27.5 keV，F-18衰变时也会产生X射线，能量为0.634 Mev。X 射线照射人体，同样会产生类似于 $\gamma$  射线的生物学效应。

##### (3) 放射性液体废物

注射放射性药物后病人排尿产生的废水和工作人员清洗产生的少量废水排入放射性衰变池，衰变池中的废水具有一定的放射性。

##### (4) 放射性固体废物

放射性固体废物，如塑料管、针头、棉签、手套、口罩等，都转移到核医学科废物库里储存，满足清洁解控条件后与其他医疗垃圾一同交由有资质的单位处理。

另外，废气通风系统、放射性废水下水管道、衰变池等如果存在放射性污染，采取封存衰变或擦拭去污等措施，最终使其表面污染水平符合解控要求，作为普通物品继续使用或处置；如果管道内壁如污染严重，去污困难，进行部分切割后送北京城市放射性废物库。

#### 9.4.2 事故工况

在搬迁过程中，涉及到放射源的操作和运输，应有厂家委派专业人员负责，委托有资质的单位进行，严格遵守操作规程，避免不必要的人员外照射伤害。退役搬迁过程中，防止放射源的丢失事件发生。

## 表10 辐射安全与防护

### 10.1 辐射防护措施

退役过程由北京天坛医院全权负责协调，由厂家和有资质单位具体实施，为了防治或减轻污染，该医院主要采取了以下辐射安全措施：

#### (1) 设立退役领导小组

为了确保安全，防止事故发生，天坛医院专门成立退役搬迁领导小组，由医院现有辐射防护安全管理委员会承担。在退役领导小组的管理下，负责退役过程中的组织协调、场地监测、污染场地的去污、放射性废物的整备处理等，并配备专职人员负责管理本项目的环境保护和辐射防护等方面的工作。

(2) 明确责任分工，设备的搬迁和含源操作委托厂家和有资质的单位进行。在操作前制定详细的操作流程和人员任务分工。拆源期间医院根据要求设置控制区和监督区，强制实行分区管理，并禁止医院的工作人员及其他公众进入控制区和监督区。

#### (3) 制定全过程监测计划

项目实施对退役前、退役过程中现场辐射水平及个人受照剂量进行监测，拟退役场址退役后对整个退役场址进行辐射监测。

在退役前，由厂家对整个拟退役的场所进行源项调查。

退役过程中的辐射监测将由厂家和医院负责，现场配备必要的剂量监测报警仪。搬迁退役现场做好必要的警示标识，有专人值守，必要时设计警戒线，禁止无关人员进入工作场所。

各工作场所退役后，将委托有资质的单位进行验收监测，以确认退役场所的辐射水平，符合要求后无限制开放使用。

### 10.2 三废的治理

衰变池废水：衰变池放射性废水，存储一个月后，经检测合格后方可排放。槽式衰变池（罐）暂存方式：仅含 A 类核素的放射性废水在暂存时间超过 30 天后可直接解控排放。

废弃的衰变池拆除后，如符合清洁解控水平，按普通医疗废物处理。

废物库：核医学科停用前有放射性废物，按规定转移至放射性废物库内暂存，达到清洁解控水平后，可以按普通医疗废物进行处置。退役过程中，对可能含有放射性核素的废物进行及时辐射监测，做好记录。对于能够达到解控水平的放射性废物，按普通医

疗废物处理。对于不能作为清洁解控的废物，应暂存在废物库内存储，移交北京市城市放射性废物库处理。

通风柜、管道：采取封存衰变的措施进行去污，去污过程中将实时进行表面污染监测，如果其  $\beta$  表面污染水平超过  $0.8 \text{ Bq/cm}^2$ ，将采用剥离和局部解体方法，剥离和解体下来的废物将作为放射性固体废物进行处置。有污染的废物能够解控的将申请解控，不能解控的污染物质装入放射性废物桶，移交北京市城市放射性废物库。去污过程中被污染的手套或者衣物等也用袋子包装记录，进行捆扎压缩后集中处理。

### **10.3 制定事故应急预案**

天坛医院已经制定了辐射事故应急预案，万一发生辐射事故，医院将启动事故应急预案，及时上报各级领导，做好事故紧急处理及善后工作。

所有事故都应报告环境保护主管部门，如果发生人员受照剂量可能达到对人体产生危害时，应同时报告卫生主管部门。同时，须进行工作人员的意外事故剂量监测和工作场所及周围环境的应急监测，并作好详细的监测记录。

表11 环境影响分析

<p><b>11.1 建设阶段对环境的影响</b></p> <p>本项目为核医学科工作场所及设施退役项目，无建设阶段对环境的影响。</p>
<p><b>11.2 退役过程对环境的影响</b></p> <p><b>11.2.1 退役运行期环境影响</b></p> <p>核医学科回旋加速器于2014年安装使用，生产放射性同位素，同时由于自身结构部件被活化，在进行移机搬迁前，封存场所3~4周。循环冷却水排入放射性衰变池集中处理。回旋加速器在正常运行过程中，高能质子束撞击靶材料后发生(p,n)反应产生中子，这些中子的能谱是连续谱，最大中子能量近似等于质子最大能量减去产生中子反应的阈能。由于回旋加速器能量为10MeV，在轰击靶件时不产生中子。制备<sup>11</sup>C和<sup>13</sup>N的反应不产生中子，中子由<sup>18</sup>O(p,n)<sup>18</sup>F反应产生，核反应发生的位置位于靶部位。瞬时辐射源导致加速器部件的活化。根据文献资料，加速器结构部件活化的核素主要以短半衰期核素为主，经长时间衰变后，表面剂量水平将大幅度降低。在退役搬迁前，由厂家进行辐射现状监测，待辐射水平满足拆装运输要求后，再开展具体工作。</p> <p>核医学科其他场所如合成柜、自动分装柜等场所，经衰变后3~4周的衰变后，表面污染水平进一步降低，在搬迁退役实施前进行监测，预计可以达到接近环境本底水平，对工作人员的影响较小。</p> <p><b>11.2.2 放射性“三废”环境评价</b></p> <p>(1) 放射性废水</p> <p>核医学科正常运行时，产生的放射性废液暂存于地下一层放射性废液衰变池，单槽容积3m<sup>3</sup>，总槽体容积9m<sup>3</sup>。核医学科配套的衰变池经停留4周后，放射性废水中β活度浓度低于《北京市水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)规定的水污染物排放限值，可以排入市政管网。</p> <p>(2) 放射性固体废物</p> <p>核医学科停用前存放的放射性废物，产生的放射性固体废物收集在专用容器内，暂存在地下一层放射性废物暂存间内，废物桶(袋)上标记废物类型、核素种类和存放日期等，暂存四周后，按普通医疗垃圾处理。正常运行情况下，放射性废物库表面污染监</p>

测结果均低于控制水平，未发现 $\beta$ 表面污染超标现象。

### (3) 放射性废气

在核医学科封存和退役过程中，正常通风排放放射性废气，通过专用的独立放射性废气管道，汇总到专用的高于本建筑 3m 独立排放口，排入大气环境。

## 11.3 事故影响分析

退役过程中可能发生的事故：

核医学科校正源的取出和运输，由厂家委托有资质单位运输，防止放射源的丢失。

## 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

天坛医院辐射工作场所退役领导小组由其现有辐射安全防护委员会承担，在领导小组的管理下，由退役实施单位负责退役过程中的环境现状监测、污染场地的去污、设备搬迁、放射性废物的整备处理等，并配备专职人员负责管理本项目的环境保护和辐射防护等方面的工作。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

天坛医院已制订相应辐射防护管理制度，由院长担任该委员会的主任委员，全面负责医院的放射防护监督和管理工作的，机构内部职责明确，且该机构设有专职管理人员负责，现有辐射安全管理制度满足本项目的要求。

### 12.3 辐射工作人培训情况

医院严格按照国家规定执行持证上岗制度，现从事放射工作人员共计178人，均已参加了环保部认可的部门组织的辐射安全与环境保护培训，并取得辐射安全与防护培训合格证书。

### 12.4 辐射监测

#### 12.4.1 退役过程中监测

该医院现有的辐射监测制度，包括个人剂量监测、工作场所监测、辐射环境监测制度，基本能满足本项目的需要。另外，由于本项目是退役项目，因此需要在退役整个过程中，对现场 $\gamma$ 剂量率水平及设备表面污染水平进行全程监测，对关键污染点和关键设施将加大监督频率，确保不遗漏放射性热点。其次，对拆除的设备进行表面污染监测。该监测由退役实施单位执行，并做好记录。

为确认工作人员受照剂量不超标，参加退役的工作人员均佩戴个人剂量计，对工作人员的个人剂量进行监测，并做好记录。

#### 12.4.2 退役后的验收监测

退役后，医院应委托有资质的单位对场址及周围环境进行验收监测，监测内容主要包括：

①  $\gamma$  剂量率监测

通过对核医学科工作场所及周围环境剂量率进行监测,检查  $\gamma$  剂量率水平是否异常。

② 表面污染监测

对核医学工作场所及设施表面、工作台面污染水平进行监测。

### 12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和国家环境保护总局<2006>145号通知《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》的规定,医院制定了《辐射安全事故应急预案》,一旦发生辐射事故,立即启动辐射事故应急预案,并采取必要的应急措施。

所有事故都应报告环境保护主管部门,如果发生人员受照剂量可能达到对人体产生危害时,应同时报告卫生主管部门。同时,须进行工作人员的意外事故剂量监测和工作场所及周围环境的应急监测,并作好详细的监测记录。

## 表13 结论与建议

### 13.1 结论

#### (1) 实践正当性分析：

北京天坛医院位于北京市东城区天坛西里6号，持有辐射安全许可证（京环辐证[A0154]），因需要将现有设施搬迁到新院使用，将核医学科工作场所和设施实施退役，达到无限制开放使用的要求，符合辐射实践正当性原则的要求。

#### (2) 辐射环境评价：

由于拟退役工作场所在运行期间造成的局部污染，在退役期间将对放射性工作人员、公众以及周围环境造成影响。退役过程中对工作人员造成的最大个人有效剂量远小于其剂量约束值2mSv；对公众剂量的影响可忽略不计。

#### (3) 项目退役过程中场所辐射环境影响：

项目在退役过程中进行实时监测，对放射性废物按环保要求进行处理。设备搬迁和放射源运输委托有资质单位进行，采取必要的安全防护措施。

核医学科工作场所场址退役后，其场址内放射性核素残留水平满足相关标准要求，能够达到无限制开放的要求。

#### (4) 安全管理措施：

在退役过程中，项目实施单位采取的安全防护措施能够有效防止人员误入而受到照射，可能发生的其他事故不会对环境造成污染；医院建立了相关的辐射防护制度，并成立辐射安全管理委员会，同时设专职人员负责退役过程中的辐射安全与环境保护管理工作，其管理措施满足法规要求。

综上所述，北京天坛医院核医学科工作场所及设施退役项目，在落实报告中提出的辐射防护措施、各项规章制度、监测计划的前提下，退役过程中和退役后场所残留的放射性核素对环境的影响能够满足国家法规和标准的要求，从辐射环境保护角度上分析，本项目是可行的。

### **13.2 建议和承诺**

- (1) 拟退役项目在退役过程中，将严格按照退役实施方案执行，做好退役过程中的辐射防护措施和监测。
- (2) 拟退役场所实施退役工作完成后60日内，按照规定申请终态验收。
- (3) 拟退役场所实施退役工作完成后，及时办理许可证的变更工作。
- (4) 拟退役项目在退役过程中，绝不弄虚作假，绝不违规操作。

## 表14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公章  
年 月 日

审批意见:

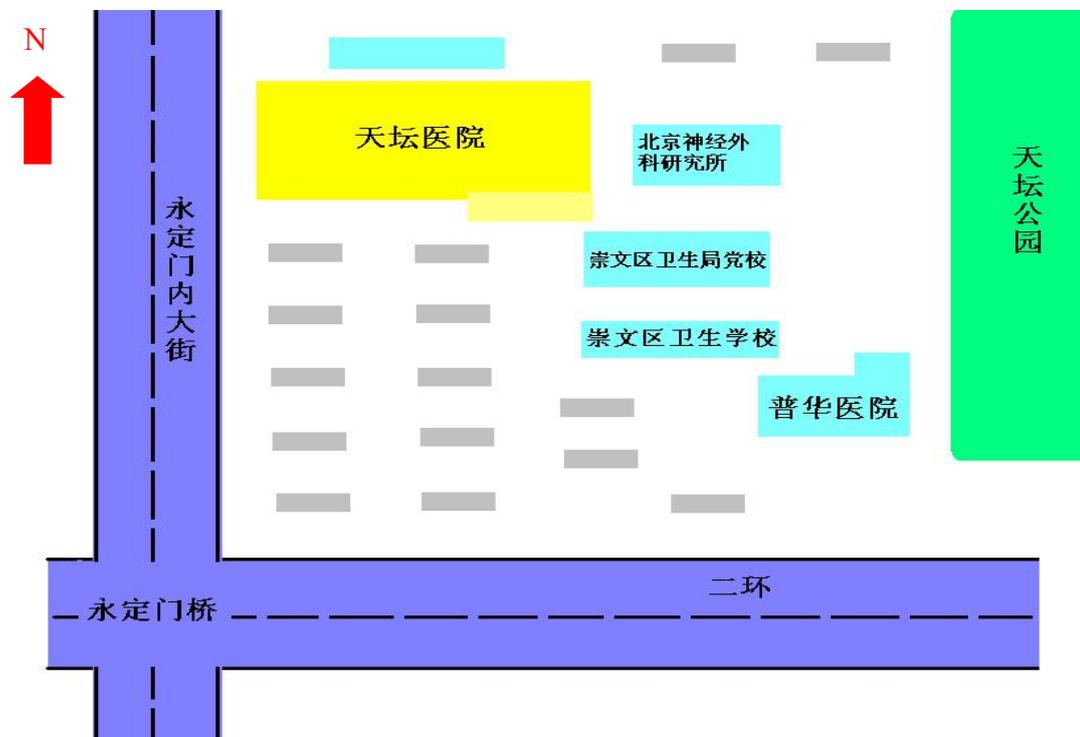
经办人

公章  
年 月 日

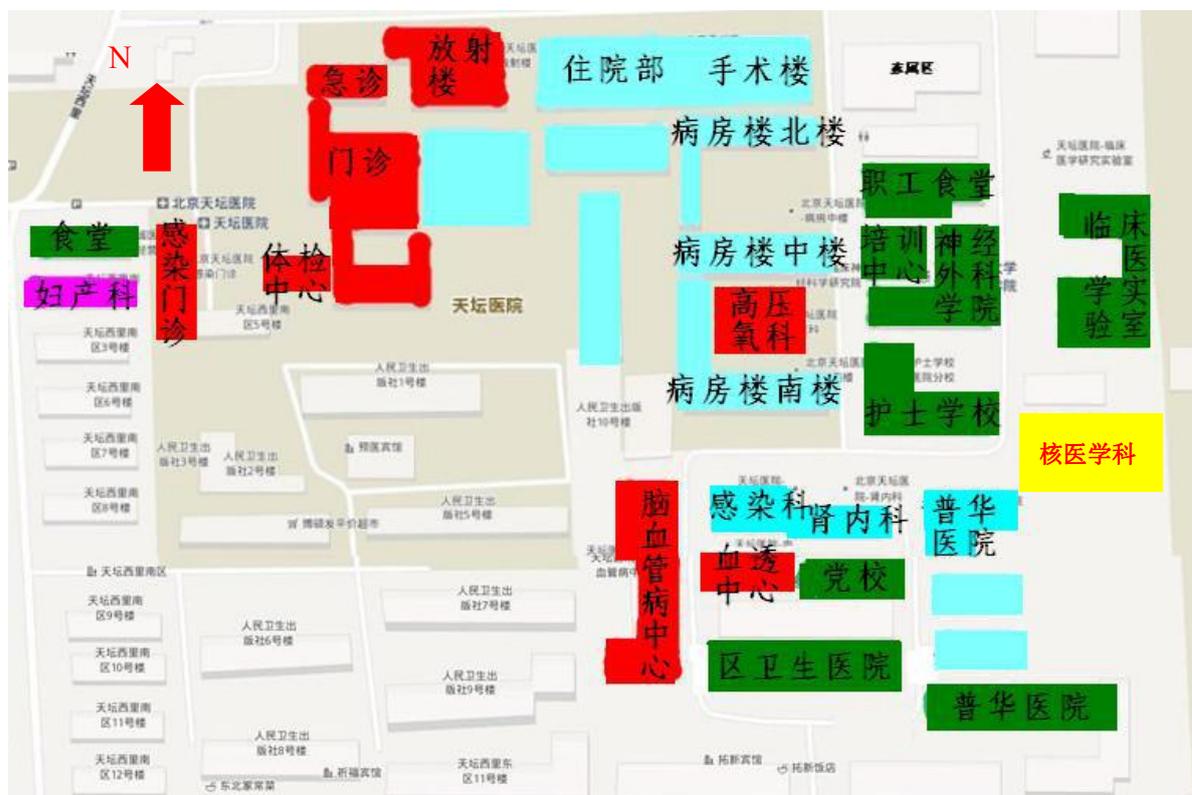
附图 1 首都医科大学附属天坛医院地理位置示意图



附图 2 天坛医院周边关系示意图



附图 3 天坛医院平面布局图（核医学科位置）



天坛医院放射工作人员辐射安全培训情况一览表

序号	姓名	性别	从事辐射工作内容	证书编号	日期	培训单位
1	张巍	男	核医学	A1406037	2014.12.28	解放军环境 科学研究中心
2	陈谦	男	核医学	A1406038	2014.12.28	
3	丁卓均	男	放射科	A1406039	2014.12.28	同上
4	韩英	女	放射科	A1406040	2014.12.28	同上
5	朱华晨	男	放射科	A1406041	2014.12.28	同上
6	徐霓霓	女	放射科	A1406042	2014.12.28	同上
7	刘玉京	男	放射科	A1406043	2014.12.28	同上
8	王志平	男	放射科	A1406044	2014.12.28	同上
9	马志明	男	放射科	A1406045	2014.12.28	同上
10	吕锐	男	放射科	A1406046	2014.12.28	同上
11	侯欣怡	女	放射科	A1406047	2014.12.28	同上
12	赵祝平	男	放射科	A1406048	2014.12.28	同上
13	张勇	男	放射科	A1406049	2014.12.28	同上
14	吴迪	女	放射科	A1406050	2014.12.28	同上
15	克德娜	女	放射科	A1406051	2014.12.28	同上
16	周海	男	放射科	A1406052	2014.12.28	同上
17	李囡馨	女	放射科	A1406053	2014.12.28	同上
18	耿长涛	男	放射科	A1406054	2014.12.28	同上
19	周楠	男	放射科	A1406055	2014.12.28	同上
20	徐冰	男	放射科	A1406056	2014.12.28	同上
21	汪岩	男	外科	A1406057	2014.12.28	同上
22	陈威	男	心内科	A1406058	2014.12.28	同上
23	林燕	女	放射科	A1406059	2014.12.28	同上
24	胡宏宇	男	心内科	A1406060	2014.12.28	同上
25	龙青松	男	核医学	A1406061	2014.12.28	同上
26	王艳平	女	放射科	A1406062	2014.12.28	同上
27	付永春	男	放射科	A1406063	2014.12.28	同上
28	刘淼淼	男	放射科	A1406064	2014.12.28	同上
29	蔡长忠	男	放射科	A1406065	2014.12.28	同上
30	蒋波	男	放射科	A1406066	2014.12.28	同上
31	李少武	男	放射科	A1406067	2014.12.28	同上
32	马军	男	放射科	A1406068	2014.12.28	同上
33	薛静	女	放射科	A1406069	2014.12.28	同上
34	隋滨滨	女	放射科	A1406070	2014.12.28	同上

35	张明宇	男	放射科	A1406071	2014.12.28	同上
36	乔艳艳	女	放射科	A1406072	2014.12.28	同上
37	古家丽	女	放射科	A1406073	2014.12.28	同上
38	房丽蕊	女	放射科	A1406074	2014.12.28	同上
39	王海阔	男	放射科	A1406075	2014.12.28	同上
40	杨蓉	女	放射科	A1406076	2014.12.28	同上
41	张源	女	放射科	A1406077	2014.12.28	同上
42	张磊	男	放射科	A1406078	2014.12.28	同上
43	邵昀	女	放射科	A1406079	2014.12.28	同上
44	汪晓鹏	男	放射科	A1406080	2014.12.28	同上
45	孙波	男	放射科	A1406081	2014.12.28	同上
46	范亦龙	男	放射科	A1406082	2014.12.28	同上
47	陆洋	女	放射科	A1406083	2014.12.28	同上
48	顾卫彬	男	放射科	A1406084	2014.12.28	同上
49	孙胜军	男	放射科	A1406085	2014.12.28	同上
50	宁志光	男	放射科	A1406086	2014.12.28	同上
51	高培毅	男	放射科	A1406087	2014.12.28	同上
52	邱晓光	男	放射科	A1406088	2014.12.28	同上
53	丁军	女	导管室	A1406089	2014.12.28	同上
54	李芳	女	导管室	A1406090	2014.12.28	同上
55	田胜勇	男	导管室	A1406091	2014.12.28	同上
56	高峰	男	急诊介入	A1406092	2014.12.28	同上
57	李小光	男	导管室	A1406093	2014.12.28	同上
58	周剑	男	放射科	A1406094	2014.12.28	同上
59	陈红燕	女	放射科	A1406095	2014.12.28	同上
60	詹炯	男	放射科	A1406096	2014.12.28	同上
61	尚京伟	男	放射科	A1406097	2014.12.28	同上
62	武春雪	女	放射科	A1406098	2014.12.28	同上
63	袁菁	女	放射科	A1406099	2014.12.28	同上
64	纪艳清	女	放射科	A1406100	2014.12.28	同上
65	陈绪珠	男	放射科	A1406101	2014.12.28	同上
66	尚铁斌	男	放射科	A1406102	2014.12.28	同上
67	杨乐	女	放射科	A1406103	2014.12.28	同上
68	宋柯	男	心内科	A1406104	2014.12.28	同上
69	朱静	女	放射科	A1406105	2014.12.28	同上
70	薛双	男	放射科	A1406106	2014.12.28	同上
71	张艳玲	女	放射科	A1406107	2014.12.28	同上

72	徐成	男	放射科	A1406108	2014.12.28	同上
73	荆利娜	女	放射科	A1406109	2014.12.28	同上
74	沈宓	女	放射科	A1406110	2014.12.28	同上
75	徐晓玥	女	导管室	A1406111	2014.12.28	同上
76	张溪芳	女	导管室	A1406112	2014.12.28	同上
77	高坤	男	导管室	A1406113	2014.12.28	同上
78	付强	男	心内科	A1406114	2014.12.28	同上
79	孙瑄	女	急诊介入	A1406115	2014.12.28	同上
80	刘恋	男	急诊介入	A1406116	2014.12.28	同上
81	徐有青	男	消化科	A1406117	2014.12.28	同上
82	郭秀丽	女	心内科	A1406118	2014.12.28	同上
83	陈步星	男	心内科	A1406119	2014.12.28	同上
84	于亮	女	心内科	A1406120	2014.12.28	同上
85	姚士伟	男	消化科	A1406121	2014.12.28	同上
86	莫大鹏	男	急诊介入	A1406122	2014.12.28	同上
87	陈宇	女	导管室	A1406123	2014.12.28	同上
88	王燕斌	男	消化科	A1406124	2014.12.28	同上
89	王坤颖	女	导管室	A1406125	2014.12.28	同上
90	宋思航	男	放射科	A1406126	2014.12.28	同上
91	高京生	男	放射科	A1406127	2014.12.28	同上
92	缪中荣	男	急诊介入	A1406128	2014.12.28	同上
93	欧芳洲	女	放射科	A1406129	2014.12.28	同上
94	王德昭	男	心内科	A1406130	2014.12.28	同上
95	杨子垚	男	导管室	A1406131	2014.12.28	同上
96	李高昂	男	导管室	A1406132	2014.12.28	同上
97	马丁	男	放射科	A1406133	2014.12.28	同上
98	马国峰	男	放射科	A1406134	2014.12.28	同上
99	沈慧聪	女	放射科	A1406135	2014.12.28	同上
100	王守江	男	放射科	A1406136	2014.12.28	同上
101	徐冬	女	放射科	A1406137	2014.12.28	同上
102	杨建华	男	放射科	A1406138	2014.12.28	同上
103	张月青	女	放射科	A1406139	2014.12.28	同上
104	杜康	男	放射科	A1406140	2014.12.28	同上
105	贺红卫	男	神经介入	A1406141	2014.12.28	同上
106	江裕华	男	神经介入	A1406142	2014.12.28	同上
107	姜除寒	男	神经介入	A1406143	2014.12.28	同上
108	姜鹏	男	神经介入	A1406144	2014.12.28	同上

109	李佑祥	男	神经介入	A1406145	2014.12.28	同上
110	刘爱华	男	神经介入	A1406146	2014.12.28	同上
111	吕明	男	神经介入	A1406147	2014.12.28	同上
112	吕宪利	男	神经介入	A1406148	2014.12.28	同上
113	穆士卿	男	神经介入	A1406149	2014.12.28	同上
114	杨新建	男	神经介入	A1406150	2014.12.28	同上
115	张静波	男	神经介入	A1406151	2014.12.28	同上
116	田雅丽	女	导管室	A1406152	2014.12.28	同上
117	姜萍	女	导管室	A1406153	2014.12.28	同上
118	闫家智	男	骨科	A1406154	2014.12.28	同上
119	潘海涛	男	骨科	A1406155	2014.12.28	同上
120	曾峥	男	骨科	A1406156	2014.12.28	同上
121	刘洋	男	骨科	A1406157	2014.12.28	同上
122	崔维	男	骨科	A1406158	2014.12.28	同上
123	石永常	男	骨科	A1406159	2014.12.28	同上
124	王冰	男	骨科	A1406160	2014.12.28	同上
125	麻松	男	骨科	A1406161	2014.12.28	同上
126	王磊	男	骨科	A1406162	2014.12.28	同上
127	王林	男	骨科	A1406163	2014.12.28	同上
128	李家谋	男	骨科	A1406164	2014.12.28	同上
129	王浩	男	骨科	A1406165	2014.12.28	同上
130	崔培林	男	消化科	A1406166	2014.12.28	同上
131	孙秀静	女	消化科	A1406167	2014.12.28	同上
132	朱东	男	消化科	A1406168	2014.12.28	同上
133	艾林	男	核医学	A1406169	2014.12.28	同上
134	张颖	女	核医学	A1406170	2014.12.28	同上
135	王雪莲	女	核医学	A1406171	2014.12.28	同上
136	赵晓斌	男	核医学	A1406172	2014.12.28	同上
137	李群	女	心内科	A1406173	2014.12.28	同上
138	林涛	男	心内科	A1406174	2014.12.28	同上
139	马宁	男	急诊介入	A1406175	2014.12.28	同上
140	徐晓彤	女	急诊介入	A1406176	2014.12.28	同上
141	宋立刚	男	急诊介入	A1406177	2014.12.28	同上
142	王策	女	外科	A1406178	2014.12.28	同上
143	薛芑	男	外科	A1406179	2014.12.28	同上
144	严璞	男	外科	A1406180	2014.12.28	同上
145	周永健	男	外科	A1406181	2014.12.28	同上

146	张勇	男	外科	A1406182	2014.12.28	同上
147	俞巍	男	外科	A1406183	2014.12.28	同上
148	费凯	男	外科	A1406186	2014.12.28	同上
149	张妍	女	放射科	A1403085	2014.6.29	同上
150	陈丹璐	女	放射科	A1403086	2014.6.29	同上
151	廉凯龙	男	放射科	A1403087	2014.6.29	同上
152	姚添奇	男	放射科	A1403088	2014.6.29	同上
153	于远	男	放射科	A1403089	2014.6.29	同上
154	张续鹏	男	放射科	A1403090	2014.6.29	同上
155	汪阳	男	骨科	A1403091	2014.6.29	同上
156	刘宝戈	男	骨科	A1403092	2014.6.29	同上
157	宋磊	男	骨科	A1403093	2014.6.29	同上
158	韩伟峰	男	骨科	A1403094	2014.6.29	同上
159	孟桦	男	骨科	A1403095	2014.6.29	同上
160	亢卫波	男	骨科	A1403096	2014.6.29	同上
161	张永忠	男	核医学科	D1407019	2014.11.9	苏州大学
162	高德智	男	伽马刀科	H1402003	2014.5.23	核与辐射安全中心
163	孙时斌	男	伽马刀科	A1505032	2015.4.24	清华大学
164	刘鹏	男	伽马刀科	A1201139	2012.8.1	清华大学
165	鲍恩萌	男	伽马刀科	D1407011	2014.11.9	苏州大学
166	陈雁江	男	伽马刀科	A1201140	2012.8.1	清华大学
167	庄言	男	伽马刀科	D1407010	2014.11.9	苏州大学
168	杜国强	男	伽马刀科	H1402004	2014.5.23	核与辐射安全中心
169	王剑	男	医务处	A1505031	2015.4.24	清华大学
170	王拥军	男	院办	A1505033	2015.4.24	清华大学
171	赵瑞丰	男	医务处	D1407018	2014.11.9	苏州大学