

核技术利用建设项目

(送审稿)

首都医科大学附属北京天坛医院改建使用 数字减影血管造影装置(DSA)项目 环境影响报告表

首都医科大学附属北京天坛医院

二〇一八年十月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

(送审稿)

首都医科大学附属北京天坛医院改建使用 数字减影血管造影装置(DSA)项目 环境影响报告表

建设单位：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：北京市丰台区南四环西路 119 号

邮政编码：100000

联系人：赵瑞丰

电子邮箱：ttyyywc@sina.com 电话：010-59978027

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	环境保护目标与评价标准.....	- 16 -
表 8	环境质量和辐射现状.....	- 23 -
表 9	项目工程分析与源项.....	- 26 -
表 10	辐射安全与防护.....	- 28 -
表 11	环境影响分析.....	- 30 -
表 12	辐射安全管理.....	- 37 -
表 13	结论与建议.....	- 42 -
表 14	审批.....	- 44 -
附图 1	项目地理位置图.....	- 45 -
附图 2	医院新院区平面布置图.....	- 46 -
附图 3	医院新院区医技楼三层平面布置图.....	- 47 -
附图 4	本项目辐射工作场所及周边环境状况平面布置图.....	- 48 -
附件 1	项目委托书.....	- 49 -
附件 2	辐射安全许可证.....	- 50 -
附件 3	辐射安全管理制度.....	- 66 -
附件 4	2017 年辐射工作人员个人剂量监测结果.....	- 132 -
附件 5	医院迁建工程核技术应用项目环评批复.....	- 144 -
附件 6	本项目辐射环境检测报告.....	- 155 -
附件 7	医院医疗机构执业许可证及法人身份证.....	- 166 -
	建设项目环评审批基础信息表.....	- 168 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		首都医科大学附属北京天坛医院改建使用数字减影血管造影装置（DSA）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	赵瑞丰	联系电话	010-59978027
注册地址		北京市崇文区天坛西里 6 号，北京市丰台区南四环西路 119 号			
项目建设地点		北京市丰台区南四环西路 119 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	1700	项目环保投资（万元）	200	投资比例（环保投资/总投资）	11.76%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	73.1
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 项目概述

1.1.1 单位概况

首都医科大学附属北京天坛医院创建于 1956 年 8 月，是一所以神经外科为先导，神经科学为特色，集医、教、研、防为一体的三级甲等大型综合性医院，也是世界三大神经外科研究中心之一、亚洲的神经外科临床、科研、教学基地。

医院现有 2 个院区，老院区位于北京市东城区天坛西里 6 号，新院区位于北京市丰台区南四环西路 119 号。按照医院规划，待新院区全面建设完成后，将老院区诊断治疗项目整体搬迁至新院区开展。医院新、老院区地理位置图见附图 1。

1.1.2 医院核技术利用现状

医院已取得由北京市环境保护局颁发的辐射安全许可证（许可证正、副本见附件 2），证书编号为京环辐证[A0154]，许可的辐射活动种类和范围为：使用 I 类、II 类、V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。辐射安全许可证有效期至 2019 年 8 月 18 日。

医院已通过许可的放射源、非密封放射性物质及射线装置明细见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 已许可的放射源明细表（具体放射源台账暂未上证）

序号	核素	类别	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	活动种类	备注
1	Ge-68	V 类	1.11E+8Bq×1	使用	刻度/校准源
2	Ge-68	V 类	5.55E+7Bq×4	使用	刻度/校准源
3	Ge-68	V 类	3.50E+6Bq×1	使用	刻度/校准源
4	Ge-68	V 类	1.85E+7Bq×1	使用	刻度/校准源
5	Co-60	II 类	1.16E+12Bq×192	使用	共计 192 枚放射源组合为 I 类源使用

表 1-2 已许可的非密封放射性物质明细表

序号	核素	工作场所名称	场所等级	日等效最大操作量 (Bq)	年最大使用量 (Bq)	活动种类
1	I-125	粒籽源植入室	丙级	1.48E+07	7.10E+10	使用
2	Tc-99m	核医学科	乙级	2.96E+10	7.40E+12	使用
3	C-11	核医学科	乙级	3.70E+10	9.25E+13	使用
4	N-13	核医学科	乙级	3.20E+10	8.00E+13	使用
5	F-18	核医学科	乙级	8.60E+10	2.15E+13	使用

表 1-3 已许可的射线装置明细表

序号	名称	类别	型号	用途	工作场所
1	放射诊断用普通 X 线机	III	Discovery XR656	医用诊断 X 射线装置	丰台院区干保楼一层 DR 室
2	医用 X 射线 CT 机	III	IQon Spectral	医用诊断 X 射线装置	丰台院区干保楼一层 CT 室
3	放射诊断用普通 X 线机	III	Definium 6000	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心 DR4 室
4	放射诊断用普通 X 线机	III	Discovery XR656	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心 DR3 室
5	放射诊断用普通 X 线机	III	DRX-Revolution Plus	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心 DR1 室
6	放射诊断用普通 X 线机	III	DRX-1	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心
7	放射诊断用普通 X 线机	III	Definium 6000	医用诊断 X 射线装置	丰台院区急诊楼一层放射科急诊 DR2 室
8	数字减影血管造影装置	II	IGS630	血管造影用 X 射线装置	丰台院区医技楼三层导管手术部介入中心介入 2 室
9	数字减影血管造影装置	II	UNIQ FD20/20	血管造影用 X 射线装置	丰台院区医技楼三层导管手术部介入中心介入 1 室
10	数字减影血管造影装置	II	Artis Q Zeego	血管造影用 X 射线装置	丰台院区医技楼三层导管手术部手术中心 27 号复合手术室
11	放射诊断用普通 X 线机	III	DRX-Evolution Plus	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心 DR1 室
12	医用 X 射线 CT 机	III	Revolution CT	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	丰台院区医技楼地下一层放射科 CT 检查中心 CT1 室
13	医用 X 射线 CT 机	III	SOMATOM Definition AS	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	丰台院区门诊服务中心地下一层放疗科
14	医用 X 射线 CT 机	III	iCT Elite	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	丰台院区急诊楼一层放射科
15	牙片机	III	Heliodent Plus D3507	口腔 (牙科) X 射线装置	东城院区口腔科放射室
16	放射诊断用普通 X 射线机	III	DRXR-1	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科 (病房楼中楼三层)
17	医用 X 射线 CT 机	III	Revolution	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	东城院区放射科 (神经放射楼一层)
18	碎石机	III	KDE-2001A	其他不能被豁免的 X 射线装置	东城院区碎石机机房
19	数字减影血管造影装置	II	ALLure Xper FD20	血管造影用 X 射线装置	东城院区导管手术部 (复合手术室)
20	牙片机	III	ORTHOPHOS XG 3D	口腔 (牙科) X 射线装置	东城院区口腔科放射室
21	放射诊断用普通 X 射线机	III	ARCADIS Varic	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科 (手术楼三层)
22	数字减影血管造影装置	II	Artiszee Biplane	血管造影用 X 射线装置	东城院区导管手术部 (病房楼南楼地下一层)

续表 1-3 已许可的射线装置明细表

序号	名称	类别	型号	用途	工作场所
23	回旋加速器	II	HM-10HC	制备正电子发射计算机断层显像装置(PET)放射性药物的加速器	核医学科
24	数字减影血管造影装置	II	Artis zee floor	血管造影用 X 射线装置	丰台院区医技楼三层导管手术部介入中心介入 7 室
25	数字减影血管造影装置	II	Allura Xper FD20	血管造影用 X 射线装置	东城院区导管手术部(神经放射楼二层)
26	数字减影血管造影装置	II	Innova IGS630	血管造影用 X 射线装置	东城院区导管手术部(神经放射楼二层)
27	SPECT/CT	III	Discovery NM/CT 670	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	核医学科
28	PET/CT	III	Discovery Elite	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	核医学科
29	放射诊断用普通 X 射线机	III	MUX-100J	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(病房楼中楼三层)
30	放射诊断用普通 X 射线机	III	ARCADIS Varic	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(手术楼三层)
31	医用 X 射线 CT 机	III	Prospect-FII	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	东城院区放射科(门诊楼一层)
32	放射诊断用普通 X 射线机	III	Directview DR3500	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(门诊楼一层)
33	放射诊断用普通 X 射线机	III	XR/A-FC	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(病房楼中楼三层)
34	放射诊断用普通 X 射线机	III	MUX-200D	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(门诊楼一层)
35	放射诊断用普通 X 射线机	III	NSX-DR500	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(门诊楼一层)
36	放射诊断用普通 X 射线机	III	Prodigy Advance	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心骨密度室
37	放射诊断用普通 X 射线机	III	VX3733-SYS	医用诊断 X 射线装置	丰台院区急诊楼一层放射科急诊 DR1 室
38	医用 X 射线 CT 机	III	Lightspeed VCT	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	东城院区放射科(门诊楼一层)
39	放射诊断用普通 X 射线机	III	Directview DR9500	医用诊断 X 射线装置	丰台院区综合门诊楼四层体检中心 DR 室
40	放射诊断用普通 X 射线机	III	Sonalyision Safire Plus	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心数字胃肠室
41	放射诊断用普通 X 射线机	III	ARCADIS Orbic 3D	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(手术楼三层)
42	乳腺 X 射线机	III	Sengraphe Essential	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科影像中心乳腺照相室
43	放射诊断用普通 X 射线机	III	CR-ITX550	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(门诊楼一层)
44	放射诊断用普通 X 射线机	III	MUX-100J	医用诊断 X 射线装置	东城院区放射科(病房楼中楼三层)
45	医用 X 射线 CT 机	III	Sensation	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	东城院区放射科(神经放射楼一层)
46	医用 X 射线 CT 机	III	Discovery CT750 HD	医用诊断 X 射线装置	丰台院区医技楼地下一层放射科 CT 检查中心 CT3 室

1.1.3 医院辐射安全与管理现状

1. 辐射安全管理机构

医院已成立辐射安全管理委员会，明确以法人、常务副院长王拥军为第一责任人，其他副院长、相关处室负责人参与具体工作，也明确了组长、副组长及各相关处室的工作职责。辐射安全管理委员会主要职责为：

(1) 严格执行《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等辐射安全防护和环境保护方面的法律、法规和标准。对医院的辐射安全工作实行统一管理，并接受环保、卫生、公安等行政主管部门的监管。

(2) 依法办理环境影响审批、验收、辐射安全许可等环境保护相关手续。严格按照辐射安全许可证规定许可种类、范围和许可证条件从事辐射工作。

(3) 按照相关法规要求，建立辐射安全和防护管理工作管理体系及相应管理制度，落实安全责任，单位法人对医院辐射工作的安全和防护负总责，并依法对造成的放射性危害承担责任。

(4) 建立、健全本单位辐射安全管理体系、岗位职责、操作规程、辐射防护措施（含防护用品和监测仪器）、台账管理制度、培训计划、监测方案、个人剂量监测和健康管理制、辐射应急预案，并做好落实工作。辐射工作场所和个人剂量监测结果履行告知义务。

(5) 负责定期开展辐射应急培训，组织进行辐射应急预案的演练；当出现辐射事故或事件时，组织人员，启动应急响应，配合政府相关部门进行事故发生后的抢救工作。

(6) 负责定期对辐射工作人员进行辐射安全相关法规及内部辐射安全规程的宣传、培训和考核。

(7) 负责辐射安全设施和仪器的维护和管理，并组织进行辐射工作场所和周边环境监测。

(8) 负责依法对医院射线装置工作的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告，于每年1月31日前报原发证机关。年度评估报告内容包括射线装置使用台账、

辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理方面的内容。

(9) 根据环境保护行政主管部门的要求和规定，及时修订医院的规章制度和应急预案。

医院辐射安全管理委员会成员名单见表 1-4。

表 1-4 辐射安全管理委员会成员名单

序号	姓名	职务或职称	管理人员	工作部门	专/兼职
1	王拥军	法人、常务副院长	组长	/	兼职
2	周建新	医院副院长	副组长	/	兼职
3	巢仰云	医院副院长	副组长	/	兼职
4	姜悦	医务部主任	成员	医务部	兼职
5	蔡卫新	护理部主任	成员	护理部	兼职
6	高培毅	放射科主任	成员	放射科	专职
7	艾林	核医学科主任	成员	核医学科	专职
8	刘阿力	伽马刀主任	成员	伽马刀	专职
9	孟钰麒	采购部主任	成员	采购部	兼职
10	江尧军	保卫处处长	成员	保卫处	兼职
11	周末	总务处处长	成员	总务处	兼职
12	丁晖	医工处主任	成员	医工处	兼职
13	陈步星	心内科主任	成员	心内科	兼职
14	缪中荣	神经介入科主任	成员	神经介入科	兼职
15	刘宝戈	骨科主任	成员	骨科	兼职
16	邱晓光	放疗科主任	成员	放疗科	专职
17	高坤	导管室主任	成员	导管室	专职
18	翟晶	研究所办公室主任	成员	研究所办公室	兼职
19	赵瑞丰	医务处工作主管	成员	医务处	专职

2.辐射安全管理制度

医院已制定一系列的辐射安全管理制度（各项管理制度详见附件 3），并制定成册。制度文件包括《辐射安全管理委员会及岗位职责》、《放射防护管理制度》、《放射源及射线装置台账管理制度》、《射线（含源）装置检修维护管理制度》、《辐射工作人员安全培训制度》、《放射性废物管理制度》、《辐射工作人员个人剂量和职业健康管理制度》、《辐射事故（件）应急管理制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射类设备质量控制制度》、《辐射类设备操作规程》。

3.辐射工作人员培训情况

医院规定所有辐射工作人员在上岗前必须参加由环境保护主管部门认可的培训机构组织的辐射安全与防护培训，并每四年接受一次复训。辐射工作人员包括辐射防护负责人、管理人员和直接从事辐射工作的辐射工作人员。参加培训/复训的人员名单由各科室报至医务处，医务处汇总后统一安排培训。

据调查，医院现有辐射工作人员 172 人，其中，参与介入科介入手术的有 35 人。医院已组织全部辐射工作人员参加了由环境保护主管部门认可的机构组织的辐射安全与防护培训/复训，并取得了培训/复训合格证书。

4.个人剂量检测结果

医院医务处已为全部辐射操作人员配备了个人剂量计，并每季度开展一次个人剂量检测。个人剂量检测结果已纳入档案管理。

根据北京蓝道尔辐射监测技术有限公司针对首都医科大学附属北京天坛医院出具的辐射工作人员 2017 年累积附加年有效剂量检测结果（检测结果见附件 4）可知：该院辐射工作人员年附加有效剂量范围为（0.01~4.01）mSv，均低于医院制定的年有效剂量约束值为 5mSv 的要求，表明该院采取的各项辐射防护措施可行。

5.职业健康体检结果

根据北京国济中医医院近两年对医院全部辐射工作人员出具的职业健康体检结果，该院全部辐射工作人员均可继续从事辐射工作。

6.辐射环境检测情况

医院各辐射工作场所的检测分为委托监测和自行监测。若场所辐射监测水平异常，相关科室应立即停止辐射活动，并查找原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患。

对于委托监测，每年由医务处组织有资质单位开展、各科室配合完成。委托监测的频率为 1 年/次，场所包括全院所有射线装置及同位素工作场所，监测因子包含 X- γ 剂量率、表面污染。

对于自行监测，由各科室利用医院已有的辐射监测仪器开展，监测记录由各科室保存，每年年底报医务处备案。对于核医学科，已安装 1 台固定式监测仪，可即时读取数据，对高活室、PER-CT 注射室、SPECT 注射室，每天工作结束后均会开展一次监测，监测因子包含 X- γ 剂量率、表面污染；对于伽马刀装置，监测频率为 1 次/月，监测因子

为 γ 剂量率；对于 II 类射线装置，监测频率为 1 次/季度，监测因子为 X 剂量率；对于 III 类射线装置，每年由有资质单位开展一次委托监测，不另行组织自行监测。自行监测记录中包含监测时间、监测点位、监测数据、测量方法和测量人员等信息。医院为相关科室配备的便携式监测仪器，每年由相关科室联络员联系医工处，由医工处负责送质监局进行检定；固定式监测仪则由相关科室联络员每年利用检定合格的监测仪器与之进行合格比对。

7. 现有辐射安全与防护用品配备情况

医院现有多功能数字核辐仪 4 台、手持式多功能沾污剂量仪 7 台、固定式剂量监测仪 2 台，另有个人剂量报警仪、铅衣等辐射防护用品等，能满足现有辐射检测及防护需要。具体辐射监测及防护用品清单见表 1-5。

表 1-5 医院现有已配备的辐射监测及防护用品清单

序号	设备名称	生产厂家及型号	设备状况	台/件数
1	多功能数字核辐射仪	德国 Goint System Co 公司 GAMMA-SCOUT	正常使用	4
2	手持式多功能沾污剂量仪	Inspector-Alert	正常使用	7
3	固定式剂量监测仪	RM-2108 / REN300	正常使用	2
4	固定式剂量报警仪	SD-660	正常使用	1
5	个人剂量报警仪	FJ3200	正常使用	10
6	个人剂量报警仪	芬兰 rad60s	正常使用	2
7	剂量检测笔（个人剂量计）	标准	正常使用	178
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

1.1.4 本项目背景情况

为响应北京市政府号召，缓解医院周边交通拥堵、实现患者分流、合理分配医疗资源，首都医科大学附属北京天坛医院已在丰台区南四环西路 119 号建设有一处新院区，并计划将老院区诊断治疗项目整体搬迁至新院区开展。为此，医院已于 2016 年 7 月委

托编制完成《首都医科大学附属北京天坛医院迁建工程核技术应用项目环境影响报告表》，并于7月5日通过了北京市环境保护局审批，批复文号为京环审[2016]150号（批复详见附件5）。环评内容为：

①在综合门诊楼地下一层新建三处乙级非密封放射性物质工作场所（分别为PET药物准备场所、核医学科诊断场所和¹³¹I核医学科治疗病房，使用¹⁸F、^{99m}Tc、¹³¹I等9种核素、7枚V类⁶⁸Ge放射源）；

②在医技楼三层介入中心介入1室新建丙级非密封放射性物质工作场所，使用¹²⁵I粒子源开展粒子植入手术；

③在放疗科使用1台伽马刀（旧址移机），内含192枚II类⁶⁰Co放射源；

④在放疗科、核医学科和放射科等场所搬迁和新增使用回旋加速器、直线加速器、TOMO、DSA、CT、术中CT、DR等共71台射线装置（其中II类16台、III类55台）。

目前，医院新院区主体工程已基本竣工，自2018年10月起已陆续对外开放运营。医院新院区已通过许可的射线装置包括：1台回旋加速器、4台DSA、及19台其他III类射线装置。

据调查，医院原搬迁环评报告中提出的拟新建的1间术中CT机房（术中CT为环评批复中射线装置明细表第65台）现已基本建设完成，术中CT未购置。根据新院区实际需要，本次拟将该CT机房改作介入手术机房使用，不改变原有屏蔽防护性能及参数，并配备使用1台ARTIS pheno型DSA，具体工作场所位于医技楼三层导管手术部手术中心D区D06号复合手术室，辐射活动种类和范围由原使用III类射线装置改为使用II类射线装置。

本次拟使用的DSA具体参数详见表1-6。

表1-6 医院拟使用的DSA参数一览表

序号	名称	类别	型号	参数	生产厂家	使用场所
1	DSA	II	ARTIS pheno	125kV, 1000mA	西本子医疗系统有限公司	医技楼三层导管手术部手术中心D区D06号复合手术室

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》以及《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》等法律法规，首都医科大学附属北京天坛医院委托我公司承担本项目的环评工作。

我公司接受委托后立即组织有关技术人员首都医科大学附属北京天坛医院改建使用数字减影血管造影装置（DSA）项目进行了实地勘查和相关资料的收集、核实与分析工作，在此基础上，依照《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》编制完成本环境影响评价报告表，交由建设单位呈报环境保护行政主管部门审批。

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
	本项目不涉及放射源							

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。

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
	本项目不涉及非密封放射性物质									

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

(1) 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
	本项目不涉及加速器									

(2) 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	DSA	II	1	ARTIS pheno	125	1000	医用放射治疗	医技楼三层导管手术部手术中心 D 区 D06 号复合手术室	/

(3) 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	
	本项目不涉及中子发生器												

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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
本项目不产生放射性废弃物								

注：1.常规废弃物浓度，对于液体单位为 mg/L，固体为 mg/kg,气态为 mg/m³；年排放总量为 kg；

2.含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 年 1 月 1 日实施；</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 77 号，2003 年 9 月 1 日实施（2016 年 9 月 1 日修正版施行）；</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 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》，中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日实施（2014 年 7 月 29 日修正版施行）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，原中华人民共和国环境保护部令 第 44 号，2017 年 9 月 1 日实施（2018 年 4 月 28 日修改版实施）；</p> <p>(7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(8) 《国家危险废物名录》，原中华人民共和国环境保护部令 第 39 号，2016 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原中华人民共和国环境保护总局令 第 31 号公布（2008 年 11 月 21 日第一次修正，2017 年 12 月 12 日第二次修正）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原中华人民共和国环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，北京市环境保护局文件，京环发〔2011〕347 号；</p> <p>(12) 《北京市禁止违法建设若干规定》，北京市政府令第 228 号，2011 年；</p> <p>(13) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，原环境保护部，2012 年 3 月。</p>
------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《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）；</p> <p>(3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>(4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目环评委托书；</p> <p>(2) 医院提供的其他资料。</p>

表 7 环境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》（HJ10.1-2016）的规定，结合本项目的现状及周边环境状况，本项目辐射环境影响评价范围为 D06 号复合手术室屏蔽体外 50m 的范围。

7.2 保护目标

首都医科大学附属北京天坛医院新院区位于北京市丰台区南四环西路 119 号。院区南侧紧邻南四环西路，西侧为樊羊路，北侧为康辛路，东侧为康久路。

本项目辐射工作场所位于院区内医技楼三层导管手术部手术中心 D 区 D06 号复合手术室。据调查，医技楼三层北侧均为洁净手术室，南侧为导管手术部介入中心，洁净手术室分为 A、B、C、D 四个区，分别位于东北、西北、东南、西南侧。D06 号复合手术室东、西两侧均为洁净通道，南、北两侧均为其他手术室，其中，东侧通道外为 C 区 C10 手术室，北侧紧邻 D 区 D05 手术室，西侧通道外为 D 区 D09 手术室，南侧紧临控制间、库房、设备间，南侧库房外为 D 区 D07 手术室（D06 手术室控制间与 D07 手术室控制间相通）。D06 号复合手术室上层为设备管道层，下层为 ICU VIP 区病房。

医技楼外观为狭长的楼栋，医技楼外东侧自南向北建设有住院一部、住院二部、住院三部，医技楼外西侧自南向北建设有综合门诊楼、急诊抢救楼、感染疾病科楼、康复医学楼，相关楼栋均与医技楼通过楼间连廊相接。

根据该院实际情况，在项目建成后，周边评价范围内的主要环境保护目标为医院辐射工作人员、其他医护人员、患者及家属，周边流动人员。

根据该院实际情况确定本项目的主要环境保护目标及要求见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

辐射工作场所	方位	周围场所	人数	保护目标
医技楼三层导管手术部手术中心 D 区 D06 号复合手术室	/	手术室内、控制间、库房、设备间	35 人	辐射工作人员
	东侧	C 区手术室	约 40 人	公众成员
	北侧	D01~D05 手术室	约 15 人	
	西侧	D08~D13 手术室	约 25 人	
	南侧	D07 手术室、介入中心	约 15 人	
	上层	设备管道层	约 2 人	
	下层	ICU VIP 区病房	约 10 人	
	周边其他	走道、楼间连廊等	若干	

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。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何辐射工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

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。”

根据辐射防护最优化原则，应尽量降低人员受照剂量。本报告表对于辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为年有效剂量约束值，即 5mSv；对公众成员取年有效剂量限值的 1/10 作为年有效剂量约束值，即 0.1mSv。

7.3.2 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

“本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学的实践。

5 X 射线设备机房防护设施的技术要求

5.1 X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

5.2 每台 X 射线机（不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 要求。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5
b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内		

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

- a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3 要求。
- b) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求（其检测方法按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求）：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

b) CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。”

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类别	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—

注：“—”表示不要求。

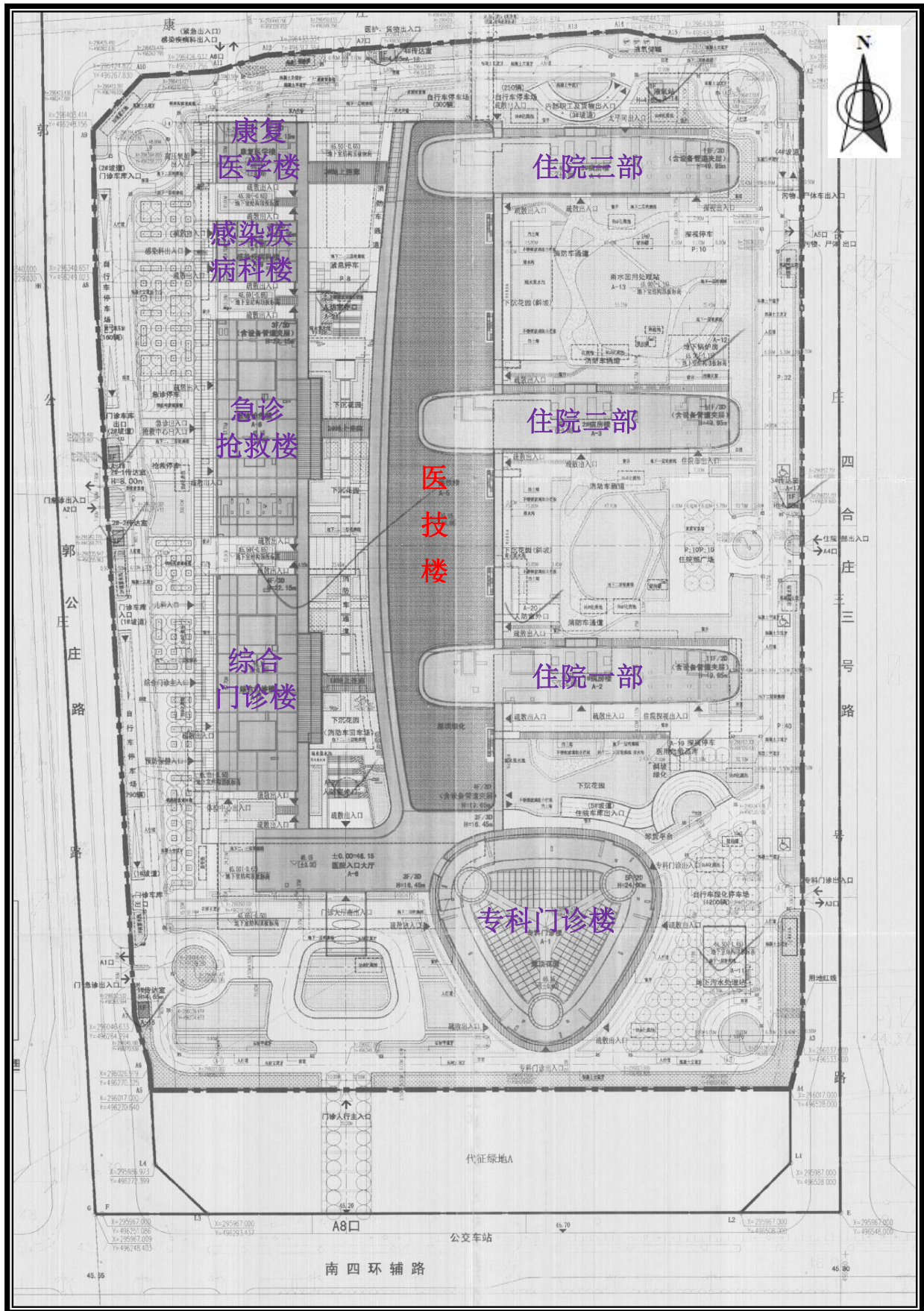


图 1 医院新院区医技楼及周边大楼平面布局图

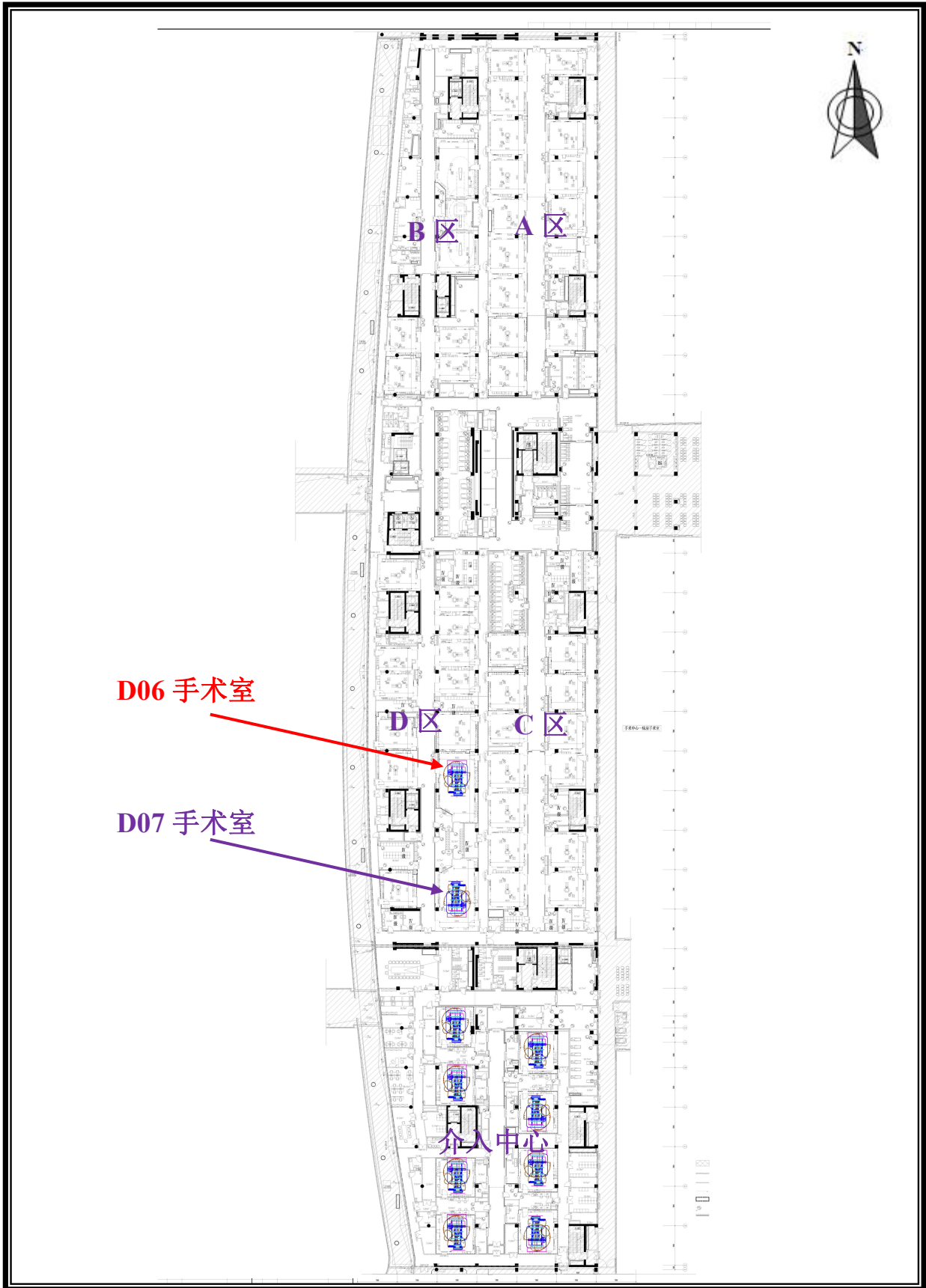


图2 医院医技楼三层平面布局示意图

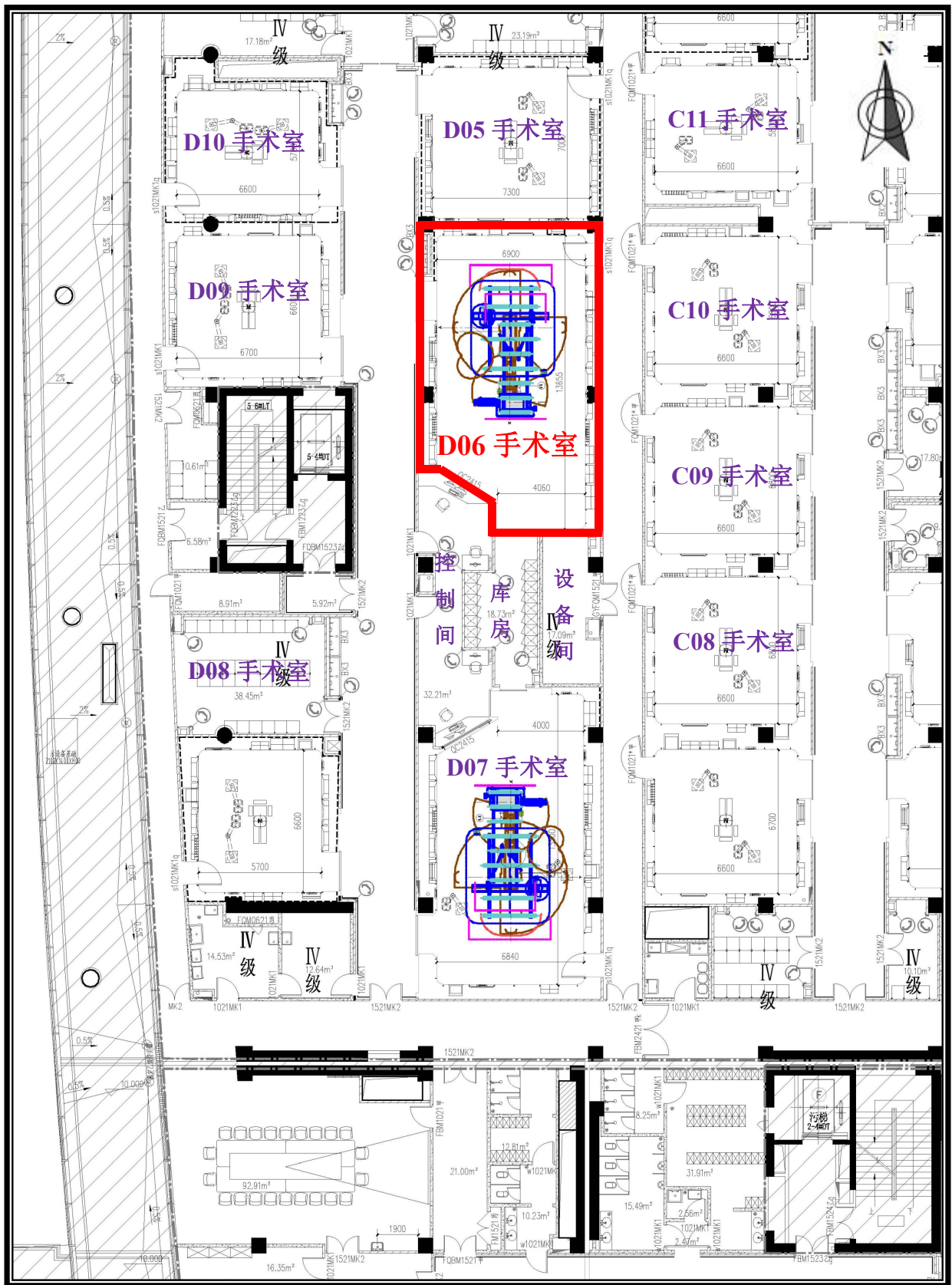


图3 本项目辐射工作场所周边环境示意图

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 检测内容

γ辐射空气吸收剂量率

8.2 检测时间及环境条件

检测时间：2018年9月14日 9:53~10:21；

环境条件：温度 24.0℃，相对湿度 61.4%，多云。

8.3 检测方法

本次现状检测方法主要依据《辐射环境监测技术规范》（HJ/61-2001）和《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）中提供的方法。

8.4 质量保证措施

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中有关辐射环境检测质量保证一般程序和我公司的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。

检测质量保证主要内容有：

- ①本项目根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）在机房周边及环境保护目标处进行布点，保证各检测点位布设的科学性；
- ②检测方法采用国家有关部门颁布的标准；
- ③检测仪器已经计量部门检定合格，检定有效期为 2017 年 10 月 12 日~2018 年 10 月 11 日；
- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- ⑤由取得检测上岗证人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑥检测报告严格实行三级审核制，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

8.5 检测仪器

本次检测采用 6150AD-b 高灵敏度环境级 γ 剂量率仪，《环境地表 γ 辐射剂量率测量规范》（GB/T14583-93）与本次检测仪器参数对比一览表见表 8-1。

表 8-1 《环境地表 γ 辐射剂量率测量规范》中对检测仪器要求和本次检测仪器性能参数对比一览表

	检测规范（GB/T14583-93）中要求	本次检测仪器性能
仪器名称	/	高灵敏度环境级 γ 剂量率仪
仪器型号	/	6150AD-b
生产厂家	/	德国 AUTOMESS
能量响应	在 50KeV~3MeV 相对响应之差 $\leq\pm 30\%$ （相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源）	在 38KeV~7MeV
相对基本误差	相对固有误差： $\leq\pm 15\%$	$-10\%\sim 10\%$
量程	低量程： $1\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 1\times 10^{-5}\text{Gy/h}$ 高量程： $1\times 10^{-5}\text{Gy/h}\sim 1\times 10^{-2}\text{Gy/h}$	1nSv/h~99.9 $\mu\text{Sv/h}$ （探头） 0.0 $\mu\text{Sv/h}\sim 999\text{mSv/h}$ （主机）
读数显示	/	nSv/h、 $\mu\text{Sv/h}$ （探头） $\mu\text{Sv/h}$ 、mSv/h（主机）
温度	$-10^{\circ}\text{C}\sim +40^{\circ}\text{C}$ （即时测量仪表）， $-25^{\circ}\text{C}\sim +50^{\circ}\text{C}$ （连续测量仪表）；	$-30^{\circ}\text{C}\sim +50^{\circ}\text{C}$
相对湿度	95%（ $+35^{\circ}\text{C}$ ）	0~95%

8.6 检测布点及检测结果

按《辐射环境监测技术规范》（HJ/61-2001）和《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）中的有关布点原则和方法，结合本次检测的实际情况，选取本项目辐射工作场所及周边主要环境保护目标处布置检测点（检测报告详见附件 6）。详细检测结果见表 8-2。

表 8-2 辐射工作场所及周边环境辐射背景检测结果一览表

序号	检测点位	检测平均值 (nSv/h)
1	D06 手术室 (拟改建 DSA 机房) 内	61
2	D06 手术室控制间	78
3	D06 手术室库房	75
4	D06 手术室设备间	75
5	D07 手术室控制间	79
6	D07 手术室内	62
7	D06 手术室东侧清洁通道	62
8	C08 手术室内	62
9	C09 手术室内	62
10	C10 手术室内	63
11	C11 手术室内	62
12	C 区手术室清洁通道	65
13	D05 手术室内	64
14	D10 手术室内	66
15	D09 手术室内	77
16	D06 手术室西侧清洁通道	66
17	D06 手术室西侧楼梯外	66
18	D08 手术室内	65
19	医技楼三层西侧走廊	87
20	医技楼三层东侧走廊	89
21	D06 手术室下层 ICU VIP 区病房	84

由表 8-2 可知, 在辐射工作场所及周边环境保护目标处 γ 辐射空气吸收剂量率检测平均值范围为 (74~108) nSv/h, 属当地天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

数字减影血管造影装置也叫 DSA，是影像增强技术、电视技术和计算机技术相结合的产物，它是将造影前、后获得的数字图像进行数字减影，在减影图像中消除骨骼和软组织结构，使低浓度的造影剂所充盈的血管在减影中显示出来，有较高的图像对比度。

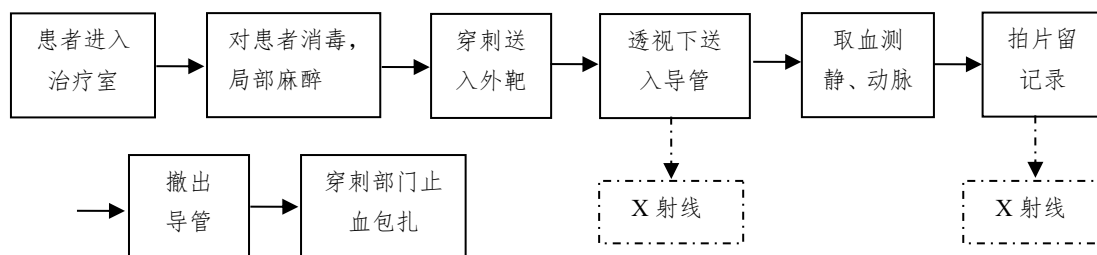


图 9-1 DSA 介入治疗过程与产污环节简图

9.2 污染源项描述

9.2.1 主要污染物

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告），该院 DSA 属于 II 类射线装置。

医用 X 射线装置出束是瞬时辐射，即只有当射线装置开机并处于出束状态时才会产生 X 射线，一旦切断电源，便不再会有射线产生。X 射线照射动物和人会发生生物效应。如果不对 X 射线进行有效的屏蔽，则会对周围的环境造成影响。

因此，本项目主要污染物为射线装置运行时产生的 X 射线。

9.2.2 其它污染物

机房内的空气在 X 射线电离作用下会产生少量 O_3 和 NO_x 气体，X 射线装置输出的直接致电离粒子束流越强， O_3 和 NO_x 的产生浓度越大。 O_3 和 NO_x 具有强氧化能力，被吸入后会对人体健康造成伤害，还能使橡胶等材料加速老化。如人体长时间接触会对身体造成一定的伤害。

本项目产生的少量 O_3 和 NO_x 气体，在机房设置适当的机械通风且正常运转的情况下，基本不会对环境产生污染，因此主要污染物为 X 射线。

9.2.3 正常工况下的污染途径

正常工况下，当 X 射线管发射的电子轰击靶物质时，产生韧致辐射，即 X 射线。X 射线经透射、漏射和散射，对作业场所及其周围环境产生辐射影响。

9.2.4 事故工况下的污染途径

本项目拟使用的射线装置属 II 类射线装置，发生的事故工况主要为手术室门-灯联锁失效时有人员误入的情况。

辐射工作人员每次工作前检查门-灯联锁装置等各项辐射安全防护措施，在辐射安全防护措施均处于正常状态才能开机出束后，本项目不会产生放射事故。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 机房屏蔽参数

本项目 DSA 设置在原有术中 CT 机房内使用，具体位于医技楼三层导管手术部手术中心 D 区 D06 号手术室。

D06 号手术室内空面积为 73.1m^2 ，最小单边长度为 6.9m 。其侧面墙体均采用 15cm 空心砌块砖+ 3mm 铅板进行屏蔽，顶棚及底板均采用 120mm 钢筋混凝土+ 3mm 铅板进行屏蔽。手术室设置有 4 扇铅防护门及 1 面铅观察窗，铅防护门内衬 3mm 厚铅板，观察窗铅当量为 3mmPb 。

D06 号手术室具体平面布置图见图 10-1，具体屏蔽参数详见表 10-1。

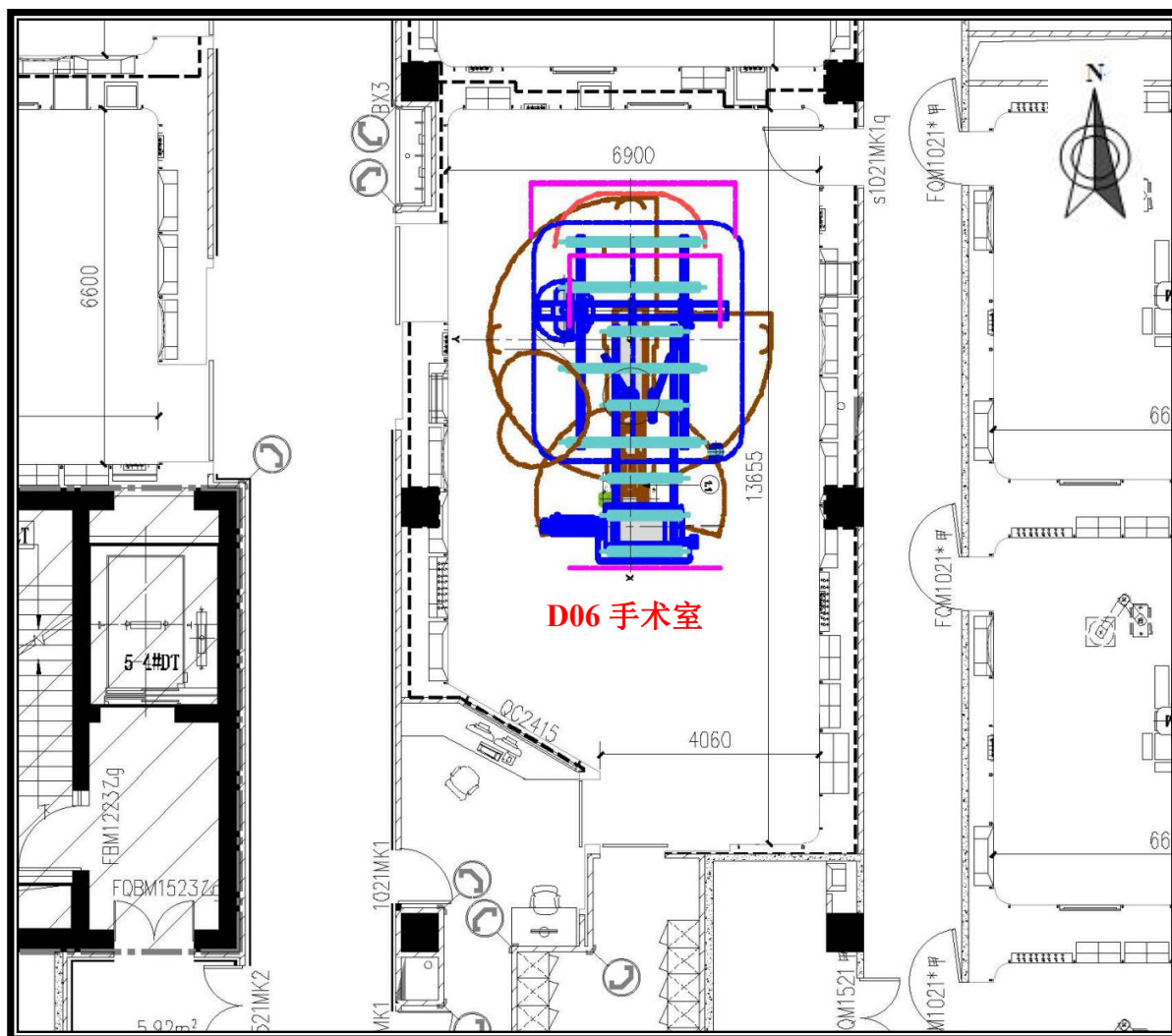


图 10-1 医院 D06 号手术室平面布局图

表 10-1 医院 D06 号手术室屏蔽参数一览表

场所	墙体材料及厚度	观察窗铅当量 (mmPb)	防护门铅当量 (mmPb)	顶棚、底板材料及厚度	机房面积 (m ²)
D06 号手术室	15cm 空心砌块砖+3mm 铅板	3	3	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	73.1

10.1.2 辐射安全防护措施

(1) 医院拟为 D06 号手术室辐射工作人员配备 5 套铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙、铅眼镜（铅衣铅当量前 0.5mmPb，后 0.25mmPb，其他均为 0.5mmPb），为患者配备 1 套铅帽、铅围裙、铅围脖（铅当量均为 0.5mmPb）。

(2) 拟在 DSA 手术床上方设置铅悬挂防护屏、床侧防护帘各 1 件（铅当量均为 0.2mmPb），同时配备 1 面移动铅屏风（铅当量为 2mmPb）。

(3) 拟在手术室各侧防护门处张贴电离辐射警告标志，在患者入口防护门处设置工作状态指示灯及门-灯联锁装置。

(4) 射线装置控制台处拟设置钥匙开关，钥匙由专人保管。

(5) 手术室内已设置机械通风换气系统，防止机房内臭氧和氮氧化物等有害气体积累。

(6) 已为全部辐射工作人员配备个人剂量计，在开展介入手术前将个人剂量计牌佩戴在左胸前（铅衣内），并按要求进行回收检测。

10.2 三废治理

本项目不产生放射性三废，但在射线装置在使用过程中会产生少量 O₃ 和 NO_x 气体。这些气体可通过机房内设置的机械通风装置排出，且 O₃ 在常温常压下经过 20~30min 可自行分解为 O₂，基本不会对周边环境产生影响。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目机房防护工程已基本建设完成，但在 DSA 运输及安装过程中也会产生一定的影响。因本项目改建过程属于室内封闭式作业，且项目工程量较小，在依托医院原有已建设的通风系统、污水管网等的情况下，本项目改建过程基本不会对周边环境产生影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目对拟使用的 1 台 DSA 产生的辐射环境影响进行分析和评价。

对于 DSA，主要对其机房内、外辐射剂量率水平、辐射工作人员和公众成员所受的年有效剂量进行定量分析，并与标准要求进行了对比，得出是否满足标准要求的结论。

(1) 设备使用规划

根据医院提供的资料，参与介入手术的辐射工作人员共 35 名。本项目不新增辐射工作人员，计划有手术需求时从原有辐射工作人员中调用。辐射工作场所预计年最大手术量约为 500 例，手术时 DSA 的曝光分为摄影和透视两种状态。其中，平均单台手术摄影的时间约为 10min，透视状态约为 30s，因此计算得本项目 DSA 出束时间见下表。

表 11-1 辐射工作人员工作时间及装置出束情况一览表

场所	曝光状态	预计年最大手术量 (例)	平均单台手术累积曝光时间 (min)	每种状态年出束时间 (h/a)	年总出束时间 (h/a)
D06 手术室	透视	500	10	83	87
	摄影		0.5	4	

(2) 机房屏蔽能力分析

根据《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中对介入机房的屏蔽防护要求，将本项目D06手术室屏蔽防护参数与相关要求进行了对比，对比一览表见表11-2。

表 11-2 手术室屏蔽参数与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求对照一览表

名称	侧面墙体	顶棚	底板	防护门	观察窗	面积	机房最小单边长度
本项目情况	15cm 空心砌块砖+3mm 铅板	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	3mmPb	3mmPb	73.1m ²	6.9m
本项目屏蔽参数换算铅当量	3mmPb	4.5mmPb	4.5mmPb	3mmPb	3mmPb	/	/
法规要求	2mmPb	2mmPb	2mmPb	2mmPb	2mmPb	20m ²	3.5m

由表11-2可知，本项目辐射工作场所屏蔽参数满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的要求。

（3）外照射剂量率分析

本项目建成后，每例手术一般由1~2名医师、1名技师、1名护士共同完成。DSA处于摄影状态时，辐射工作人员均在控制间进行操作；DSA处于透视状态时，医师需穿戴铅防护用品，在手术室内近距离操作，并使用铅悬挂防护屏、床侧防护帘对射线进行遮挡，有需要时技师或护士也会留在手术室内配合手术工作（位于移动铅屏风后）。

①机房内辐射工作人员外照射剂量率

根据《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入放射学设备“在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于400μGy/h”，本项目对术者位空气比释动能率取标准限值400μGy/h。根据《辐射防护技术与管理 电离辐射防护技术与管理（第一卷）》（张丹枫 赵兰才 编著）表5-17可知，当辐射工作人员穿戴0.5mmPb的铅防护用品时，射线屏蔽效率均大于99.3%，本项目取最小屏蔽效率99.3%。经计算可知，术者位辐射空气比释动能率经过铅防护用品屏蔽后，接受的最大空气比释动能率为2.8μGy/h。

②机房外辐射工作人员及公众成员外照射剂量率

医用数字减影血管造影装置工作时出束方向向上，考虑到病人及接收器等因素的影响，使得导管室四周墙壁外及楼上楼下受到的辐射均为散射。

根据《辐射防护技术与管理 电离辐射防护技术与管理（第一卷）》（张丹枫 赵兰才 编著），散射辐射剂量率的计算如公式 11-1 所示。

$$\dot{H} = \frac{\zeta \cdot \alpha_M \cdot t}{r_0^2 \cdot r_s^2} \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot k \quad \dots\dots\dots \text{(公式 11-1)}$$

式中：

\dot{H} —— 散射射线剂量率水平，mGy/h；

ζ —— 屏蔽体的透射系数，mGy · m² · mA⁻¹ · min⁻¹；

α_M —— 初级射线在病人身体表面上的散射比，本项目保守取 0.0015；

t —— 每小时工作负荷，是 1h 内管电流（mA）与开机时间（min）的乘积，本项目为 6.0×10⁴mA · min · h⁻¹；

α —— 散射体表面的照射面积，一般取为 4×10⁻²m²；

r_0 —— 病人受照表面到辐射源的距离，本项目取为 0.2m；

r_s —— 计算点到病人受照表面中心的垂直距离，m；

k —— 对不同管电压的修正系数，本项目 V<500kV，k 取 1。

本次屏蔽计算在手术室屏蔽体外四周及手术室上、下层布置参考点，各参考点分布见图 11-1（上、下层点位未在图上显示），各参考点辐射剂量率的具体计算结果见表 11-3。

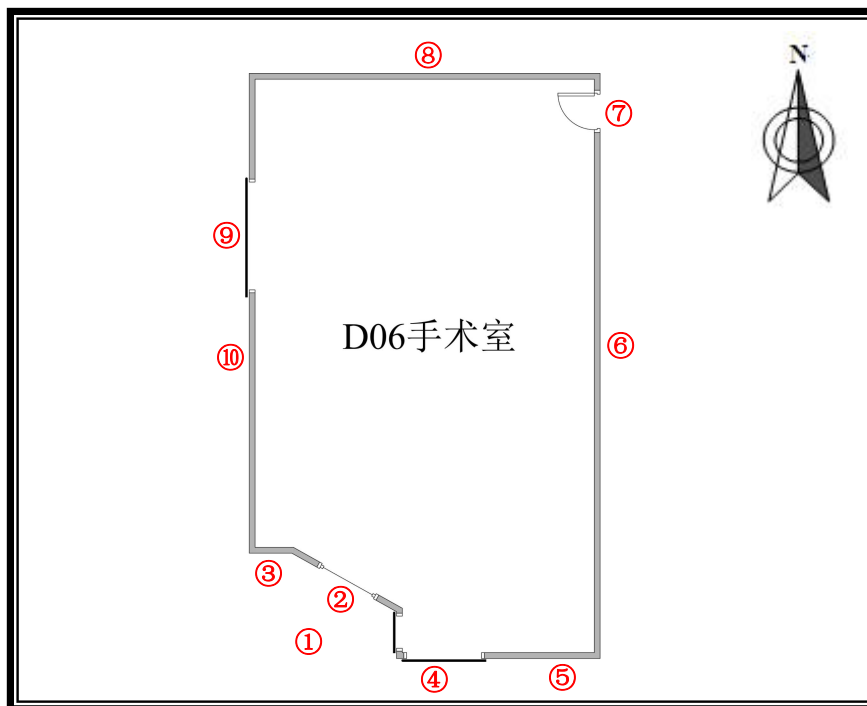


图 11-1 D06 手术室外剂量率参考点平面布局示意图

表 11-3 手术室外各参考点处的辐射剂量率一览表

序号	计算点位	屏蔽材料铅当量	屏蔽体透射系数 ($\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	距离 $r_s(\text{m})$	屏蔽体外剂量率 水平 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	南侧观察窗外 1m 处 (操作位)	3mmPb	3.0E-04	5.23	2.47E-03
2	南侧观察窗外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	4.53	3.29E-03
3	南侧控制室内墙外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	4.53	3.29E-03
4	南侧库房防护门外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	7.13	1.33E-03
5	南侧设备间防护墙 外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	7.13	1.33E-03
6	东侧防护墙外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	3.75	4.80E-03
7	东侧防护门外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	3.75	4.80E-03
8	北侧防护墙外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	7.13	1.33E-03
9	西侧防护门外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	3.75	4.80E-03
10	西侧防护墙外 0.3m 处	3mmPb	3.0E-04	3.75	4.80E-03
11	上层距地面 1m 处	4.5mmPb	2.0E-05	3.50	3.67E-04
12	下层距地面 1.7m 处	4.5mmPb	2.0E-05	2.80	5.74E-04

由表11-3可知，本项目D06手术室外的辐射剂量率最大值为 $4.80 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ ，满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(4) 附加年有效剂量估算

① 机房内辐射工作人员年附加有效剂量

根据机房内辐射工作人员的工作情况，按最大手术量500例计算，每年受照时间约为83h。由外照射剂量率分析可知，机房内辐射工作人员接受的最大空气比释动能为 $2.8 \mu\text{Gy/h}$ ，每年受照时间为83h，则在透视状态下机房内辐射工作人员年附加有效剂量为 0.23mSv ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作人员年有效剂量限值 20mSv 的要求，也满足本项目对辐射工作人员所取年有效剂量限值为 5mSv 的要求。

② 机房外辐射工作人员及公众成员年附加有效剂量

D06 手术室机房外辐射工作人员及周边区域公众成员年有效剂量的估算方式：

$$H = \frac{\xi \cdot \alpha_M \cdot Y \cdot q}{r_0^2 \cdot r_s^2} \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot k \cdot f \dots\dots\dots (公式 11-2)$$

式中：

H ——人员所受的年有效剂量，mSv/a；

Y ——年工作负荷，是1年内管电流（mA）与开机时间（min）的乘积，对机房外的辐射工作人员及公众成员，其年受照时间为摄影状态和透视状态的累积值87h，则其年工作负荷为 $5.22 \times 10^6 \text{mA} \cdot \text{min} \cdot \text{a}^{-1}$ ；

q ——居留因子，对手术室外南侧辐射工作人员取居留因子为1，对机房上下层及周边其他公众成员取居留因子为1/4。

f ——量纲转换单位，一般取1Sv/Gy。

其他相关参数含义及取值同公式11-1。

机房外各参考点处辐射工作人员及公众成员年附加有效剂量估算见表11-4。

表 11-4 机房外各参考点处辐射工作人员及公众成员年有效剂量估算一览表

序号	计算点位	保护目标	年出束时间 (h)	屏蔽体透射系数 (mGy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹)	居留因子	距离 r _s (m)	年有效剂量 (mSv/a)
1	南侧观察窗外 1m 处 (操作位)	辐射工作人员	87	3.0E-04	1	5.23	2.15E-04
2	南侧观察窗外 0.3m 处	辐射工作人员	87	3.0E-04	1	4.53	2.86E-04
3	南侧控制间内墙外 0.3m 处	辐射工作人员	87	3.0E-04	1	4.53	2.86E-04
4	南侧库房防护门外 0.3m 处	辐射工作人员	87	3.0E-04	1	7.13	1.16E-04
5	南侧设备间防护墙外 0.3m 处	辐射工作人员	87	3.0E-04	1	7.13	1.16E-04
6	东侧防护墙外 0.3m 处	公众成员	87	3.0E-04	1/4	3.75	1.04E-04
7	东侧防护门外 0.3m 处	公众成员	87	3.0E-04	1/4	3.75	1.04E-04
8	北侧防护墙外 0.3m 处	公众成员	87	3.0E-04	1/4	7.13	2.89E-05
9	西侧防护门外 0.3m 处	公众成员	87	3.0E-04	1/4	3.75	1.04E-04
10	西侧防护墙外 0.3m 处	公众成员	87	3.0E-04	1/4	3.75	1.04E-04
11	上层距地面 1m 处	公众成员	87	2.0E-05	1/4	3.50	7.99E-06
12	下层距地面 1.7m 处	公众成员	87	2.0E-05	1/4	2.80	1.25E-05

由表11-4可知，本项目机房外辐射工作人员、公众成员的最大年附加有效剂量分别为 $2.86 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 和 $1.04 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为 20mSv/a 、 1mSv/a 的要求，同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员所取年有效剂量约束值 5.0mSv/a 、 0.1mSv/a 的要求。

11.2.2 其他环境影响分析

本项目运行时不产生放射性气体。机房中的空气在X射线电离作用下会产生少量 O_3 和 NO_x 气体，X射线管输出的直接致电离粒子束流越强， O_3 和 NO_x 的产生浓度越大。 O_3 和 NO_x 具有强氧化能力，被吸入后会对人体的身体健康造成伤害，还能使橡胶等材料加速老化。

本项目各射线装置工作时电离粒子束流不大，故其产生的 O_3 和 NO_x 气体浓度较小，且手术室内拟安装机械通风装置，保证手术室内通风良好。在手术室内安装了机械通风装置的情况下， O_3 和 NO_x 气体不会在机房内产生累积，且 O_3 在常温常压下经过20~30min可自行分解为 O_2 ，对职业人员和环境造成的影响较小。

11.3 事故影响分析

根据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）和《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98号）的规定，为贯彻落实国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》和《国家环境保护“十三五”规划》，进一步加强环境影响评价管理，明确企业环境风险防范主体责任，强化各级环保部门的环境监管，切实有效防范环境风险。应从环境风险源、扩散途径、保护目标三方面识别环境风险，科学开展环境风险预测，提出合理有效的环境风险防范和应急措施。

11.3.1 环境风险识别

本项目射线装置运行时可能存在的环境风险为：

在门-灯联锁失效的情况下，X射线装置在出射线时，公众成员误入机房，造成额外的照射。

11.3.2 环境风险分级

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（449号令）第40条，

按“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”，根据本项目的特点，将本项目的环境风险因子、可能发生辐射事故的意外条件、潜在危害及可能发生的辐射事故等级列于表 11-5。

表 11-5 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

项目名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
DSA—II 类射线装置	X 射线	在门-灯联锁失效的情况下，X 射线装置在出射线时，公众成员误入机房，造成额外的照射。	装置失控导致人员受超年有效剂量限值的照射。	一般辐射事故

11.3.3 事故状态附加有效剂量估算

根据以上分析可知，在项目建成后，可能发生辐射事故最严重的情况是人员误入并在手术室内接受散射射线照射。根据手术过程中可能发生辐射事故的最不利情况，公众成员在术者位接受单例手术累积曝光时间的辐射照射，取空气吸收比释动能率为 $400\mu\text{Gy/h}$ ，照射时间为 10min，则该名公众成员单次接受的附加有效剂量为 0.067mSv 。

11.3.4 环境风险防范措施

针对上述可能发生的辐射事故，该项目采取的风险防范措施如下：

可能发生的辐射事故：在门-灯联锁失效的情况下，X 射线装置在出射线时，公众成员误入机房，造成额外的照射。

风险防范措施为：手术室各防护门处拟设置规范的电离辐射警告标志及中文说明，部分防护门上方设置工作状态指示灯，安装门-灯联锁装置。辐射工作人员使用 DSA 前，应检查机房门-灯联锁等各项防护措施是否正常，提醒公众成员不要在防护门周边活动，并按照操作规程操作设备。当有人员误入时，辐射工作人员可通过观察窗发现情况，并通过按下操作台处紧急停机按钮停止射线出束，保障人员安全。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全管理措施

(1) 辐射安全与环境保护管理机构的设置

医院已成立辐射安全管理委员会，明确以法人、常务副院长王拥军为第一责任人，其他副院长、相关处室负责人参与具体工作，也明确了组长、副组长及各相关处室的工作职责。

(2) 辐射安全管理规章制度

医院已制定一系列的辐射安全管理制度，制定成册并严格实施。制度文件包括《辐射安全管理委员会及岗位职责》、《放射防护管理制度》、《放射源及射线装置台账管理制度》、《射线（含源）装置检修维护管理制度》、《辐射工作人员安全培训制度》、《放射性废物管理制度》、《辐射工作人员个人剂量和职业健康管理制度》、《辐射事故（件）应急管理制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射类设备质量控制制度》、《辐射类设备操作规程》。

(3) 工作人员培训

根据医院制度文件要求，所有辐射工作人员（含辐射防护负责人、管理人员和直接从事辐射工作的辐射工作人员）均应在上岗前接受由环境保护主管部门认可的单位组织的辐射安全与防护培训，并经考试合格后上岗，每四年参加一次复训。

据调查，医院现有辐射工作人员共计 172 人（含参与介入手术的 35 人），均已参加了由环境保护主管部门认可的单位组织的辐射安全与防护培训，并取得了培训合格证书，每四年进行了复训。

(4) 个人剂量监测及职业健康体检

医院已制定相关规章制度，要求全院从事辐射工作的人员每季度开展一次个人剂量检测，全院辐射工作人员在上岗前、岗中、离岗时均进行一次职业健康体检，并建立个人剂量及职业健康档案，由医务处终生保存。

据调查，医院辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托北京蓝道尔辐射监测技术有限公司承担，监测频度为 1 次/季度，职业健康体检工作已委托北京国济中医医院承担，

体检频度为 1 次/2 年，医务处已分别建立个人剂量档案及职业健康体检档案，并有效保存。

(5) 工作场所及辐射环境监测

医院已配备有 4 台 GAMMA-SCOUT 型多功能数字核辐射仪、7 台 Inspector-Alert 型手持式多功能沾污剂量仪、2 台固定式剂量监测仪。各科室已按照核医学科 1 次/天、伽马刀工作场所 1 次/月、II 类射线装置工作场所 1 次/季度的监测频度开展了自行监测，医务处已按照 1 次/年的频度开展了委托监测，建立了相关监测记录。

医院现有监测制度要求能满足本项目日常监测及委托监测要求。据了解，医院在介入工作场所配备有 2 台多功能数字核辐射仪。本项目建成后，辐射工作人员也会使用该设备每季度开展一次自行监测，每年委托开展一次委托监测。

12.2 与相关法规文件的符合情况

依据《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管理办法》的规定，现对首都医科大学附属北京天坛医院从事本项目辐射活动的的能力评价列于表 12-1 和表 12-2。

12.2.1 对《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的符合情况

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条，对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与第十六条中的要求符合性分析如表 12-1 所示。

表 12-1 本项目与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合性分析一览表

应具备条件	本项目情况	符合情况
16.1 使用 II 类射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射安全管理委员会，明确以法人、常务副院长王拥军为第一责任人，其他副院长、相关处室负责人参与具体工作，也明确了组长、副组长及各相关处室的工作职责。	符合
16.2 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	已组织所有辐射工作人员参加了辐射防护与安全知识培训，并取得了培训证书，每四年安排进行了复训。	符合
16.4 放射性同位素和射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	拟在辐射工作场所防护门处设置规范的电离辐射警告标志及中文说明，安装门灯联锁装置。	符合
16.5 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	已在介入工作场所配备有 2 台多功能数字核辐射仪，可用于日常自行监测及防护。	符合
16.6 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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定《辐射安全管理委员会及岗位职责》、《放射防护管理制度》、《放射源及射线装置台账管理制度》、《射线（含源）装置检修维护管理制度》、《辐射工作人员安全培训制度》、《放射性废物管理制度》、《辐射工作人员个人剂量和职业健康管理制度》、《辐射事故（件）应急管理制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射类设备质量控制制度》、《辐射类设备操作规程》等一系列规章制度。	符合
16.7 有完善的辐射事故应急措施。	已建立《辐射事故（件）应急管理制度》，列出了可能发生的辐射事故，并对事故发生后的处理流程及应急保障等提出了明确规定。	符合

12.2.2 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的符合情况

环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与 18 号令的要求符合性分析如表 12-2 所示。

表 12-2 本项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合性分析一览表

安全和防护管理办法要求	本项目情况	符合情况
第五条： 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	拟在辐射工作场所防护门处设置规范的电离辐射警告标志及中文说明，安装门灯联锁装置。	符合
第九条： 生产、销售、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。	拟每季度对辐射工作场所及其周围环境开展一次自行监测；每年委托有资质单位开展委托监测，监测记录存档。	符合
第十三条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年 1 月 31 日前向环保部门提交年度评估报告。	符合
第十七条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	已组织所有辐射工作人员参加了辐射防护与安全知识培训，并取得了培训证书，每四年安排进行了复训。	符合
第二十三条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、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；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	已为所有辐射工作人员配备了个人剂量计，每季度进行检测。发现检测结果异常时立即开展调查及处理。相关情况及时上报。	符合

12.3 “三同时”竣工验收

建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设项目“三同时”验收内容和要求见表 12-3。

表 12-3 本项目验收内容及要求

验收项目	验收内容及要求
剂量限值	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员每年所受到的有效剂量不超过 20mSv，公众成员每年所接受的平均有效剂量不超过 1mSv。职业人员的年有效剂量约束值为 5mSv/a，公众成员的年有效剂量约束值为 0.1mSv/a。
布局和屏蔽设计	工作场所布局合理，屏蔽墙、观察窗和防护门等处的辐射防护屏蔽能力满足辐射防护法规和标准要求。
工作场所剂量限值要求	手术室外各侧墙体、防护门及上下层剂量监测点处的外照射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。
电离辐射标志和中文警示	工作场所出入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明，安装门-灯联锁装置。
规章制度及执行情况	制定完整、有效可行的规章制度，并正常执行。
应急预案及演练	制定有相应的事故应急预案，并每年开展辐射事故应急演练。
人员培训和考核	从事管理工作和辐射操作的所有人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，每四年参加一次复训，取得合格证书。
个人剂量档案	每季度开展个人剂量检测，建立个人剂量档案。
职业健康体检	每两年组织开展职业健康体检，建立职业健康体检档案。
场所监测	在介入工作场所配备 2 台多功能数字核辐射仪及其他相应的辐射防护用品。针对本项目工作场所每季度开展一次自行监测，每年开展一次委托监测。
年度评估	每年 1 月 31 日前向发证机关上报上一年度的辐射安全与防护年度评估报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目建设单位：首都医科大学附属北京天坛医院

项目性质：改建

项目建设地点：北京市丰台区南四环西路 119 号

项目简介：根据新院区实际需要，本次拟将原有已评价的 1 间术中 CT 机房用作介入手术机房使用，并配备使用 1 台 ARTIS pheno 型 DSA，具体工作场所位于医技楼三层导管手术部手术中心 D 区 D06 号复合手术室，辐射活动种类和范围为使用 II 类射线装置。

13.1.2 实践正当性

首都医科大学附属北京天坛医院拟使用的数字减影血管造影装置（DSA）主要用于放射诊断治疗工作，是现代医学应用中很成熟、常见的医疗技术手段，其使用过程中获得的利益远大于辐射效应可能造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

13.1.3 选址合理性

本项目将原有已评价的术中 CT 机房作为本项目 DSA 机房使用，不另外新增辐射工作场所，项目所在地环境 γ 辐射监测结果属北京市天然本底辐射水平，且在项目建成后辐射工作场所与周边其他区域均采用专用屏蔽措施进行屏蔽，对周边环境的影响较小。因而从辐射环境保护方面论证，该项目选址是合理的。

13.1.4 辐射环境影响评价

通过理论计算可知，本项目投入运行后对辐射工作人员、公众成员的附加年有效剂量均满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的对辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为 20mSv、1mSv 的要求，同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员所取年有效剂量约束值分别为 5mSv、0.1mSv 的要求。

13.1.5 辐射防护措施

该医院已按照《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许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等规定，成立了辐射防护安全管理机构，明确了各成员的职责；制定了一系列的辐射安全管理规章制度、安全操作管理程序及应急预案。

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项辐射防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的运行是可行的。

13.2 建议及承诺

为了更好地保护项目周边环境、保障周围人员健康，建设单位承诺：

1.项目运行过程中严格遵守相关法律法规、规章制度的规定及要求，不违规操作、不弄虚作假，落实辐射安全管理委员会的管理责任；

2.严格按照有关要求组织开展辐射安全与防护培训、个人剂量监测、职业健康体检及工作场所监测等工作；

3.项目竣工完成后三个月内自行组织开展竣工环境保护验收相关工作，并接受环境保护主管部门的监督。

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

报告表全本公示删减说明

因本项目环境影响报告表内容较多，系统上传时有文件大小要求，故在确保相关内容合法合规的情况下，本次将相关附图、附件及建设项目环评审批基础信息表进行了删减，特此说明。

首都医科大学附属北京天坛医院

2018年11月1日