

北京大学肿瘤医院内蒙古医院
医用电子直线加速器及 DSA 应用项目
(加速器、DSA) 竣工环境保护
验收监测报告表

建设单位：北京大学肿瘤医院内蒙古医院

编制单位：天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

2025 年 4 月

张小明

建设单位法人代表:

编制单位法人代表:

项目负责人: 王成翔

项目编制人: 王成翔

建设单位: 北京大学肿瘤医院
内蒙古医院

电 话: 1000000000

传 真:

邮 编: 010000

地 址: 内蒙古自治区呼和
浩特市赛罕区昭乌达路 42 号

编制单位: 天津瑞丹辐射检测
评估有限责任公司

电 话:

传 真: /

邮 编: 300450

地 址: 天津市滨海新区天津
经济技术开发区东区泰达街道洞
庭路 58 号融汇大厦 9 层

表 1 项目基本情况

建设项目名称	北京大学肿瘤医院内蒙古医院直线医用电子直线加速器及 DSA 应用项目(医用直线加速器、DSA)		
建设单位名称	北京大学肿瘤医院内蒙古医院		
建设项目性质	新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 退役 ☐		
建设地点	内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区昭乌达路 42 号北京大学肿瘤医院内蒙古医院住院楼		
源项	放射源（类别）	/	
	非密封放射性物质（场所等级）	/	
	射线装置（类别）	II 类（医用电子直线加速器、DSA）	
建设项目环评批复时间	2024 年 9 月 9 日	开工建设时间	2024 年 9 月 9 日

取得 辐射安全 许可证 时间	2024 年 12 月 3 日	项目投入运行时间	2025 年 1 月
辐射安全 与防护 设施投入 运行时间	2025 年 1 月	验收现场 监测时间	2025 年 3 月
环评报告 表审批 部门	内蒙古自治区生态环境 厅	环评报告表 编制单位	天津瑞丹辐射检测评估有限 责任公司

辐射安全与防护设施设计单位	北京联华建筑事务有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	中建二局第一建筑工程有限公司		
投资总概算（万）	3160	环保投资总概算（万）	161.7	比例	5.1%
实际总投资（万）	2800	环保投资（万）	133.8	比例	4.8%

验收依据	1.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016 年 9 月 1 日起施行；2018 年 12 月 29 日修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行； (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，2014 年 7 月 29 日修订；2019 年 3 月 2 日，国务院第 709 号令修正； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布实施； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》国家生态环境部令 第 20 号，2020 年 12 月 25 日修订，2021 年 1 月 4 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行； (8) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日起施行； (9) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施； (10) 《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 号发布，2024 年 2 月 1 日实施； (11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发[2006]145 号； (12) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，自 2007 年 11 月 1 日起施行。
------	--

验收依据	1.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范 (1) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）； (2) 《核技术利用项目竣工环境保护验收技术规范》（HJ 1326-2023），2024年2月1日起实施； (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）； (7) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分一般原则：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）； (8) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）； (9) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）； (10) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）。 1.3 建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定 (1) 《北京大学肿瘤医院内蒙古医院直线医用电子直线加速器及 DSA 应用项目环境影响报告表》，2024 年 9 月，天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司； (2) 内蒙古自治区生态环境厅审批意见，内环函[2024] 017 号，2024 年 9 月 9 日。
------	--

根据环评报告表及内蒙古自治区生态环境厅对本次验收项目的批复以及相关标准，本次验收监测标准、标号、级别、限值为：

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

表 1-1 附录 B1 剂量限值

对 象	要求
职业照射 剂量限值	①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 ②任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：①年有效剂量，1mSv；②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。
管理目标	手术医生所受附加剂量小于 10mSv、其他工作人员所受附加剂量小于 5mSv、公众年所受附加剂量小于 0.25mSv

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的安全。

①剂量限制

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

第 B1.1.1.1 款，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 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv；

第 B1.2 款公众照射

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；

辐射防护有关的设计应遵循核辐射防护最优化的原则，本项目医院的目标管理值为：

本项目辐射工作人员的剂量约束值为 5mSv/a，公众的剂量约束值为 0.1mSv/a。

②工作场所分区

根据 GB18871-2002 中 6.4 规定应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

表 2 项目建设情况

2.1 建设单位情况

北京大学肿瘤医院内蒙古医院是一所集医疗、教学、科研、急救、康复、防癌保健为一体的三级医院，前身为呼和浩特铁路局中心医院，始建于 1921 年，1995 年被评为三级乙等综合医院。2004 年，医院整建制移交至内蒙古医科大学，更名为内蒙古医科大学附属人民医院，并确定以肿瘤专科作为医院今后主要的发展方向。

医院现有住院、医技大楼建筑面积 12 万平方米，新的门急诊综合楼于 2017 年投入使用。拥有大型数字血管 X 光机、氩氦刀、热疗机、放射性粒子计划系统、高聚能超声刀、射频及微波消融治疗仪、高能直线加速器、大孔径螺旋 CT、后装机、64 排螺旋 CT、1.5T 核磁共振、数字胃肠机、乳腺钼靶 X 光机、血液透析机等医疗设备。

医院在职职工 906 人，副高级以上职称 124 人。设置床位 900 张。按照国家卫计委三级肿瘤专科医院学科设置要求，设置临床专业科室 25 个，医技科室 13 个，逐步形成以肿瘤专科为特色，兼顾综合优势学科协调发展的分布格局。

2.2 医院现有核技术利用情况

医院现持有内蒙古自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证（见附件 3），证书编号为：蒙环辐证[00335]，有效期至 2029 年 12 月 2 日；许可的种类和范围为：使用 III 类、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、丙级非密封放射性物质工作场所。根据医院提供资料，医院在用的放射源、非密封放射性物质位置和射线装置均已履行环保手续，具体情况分别见表 2-1~表 2-3。

表 2-1 医院原有放射源一览表

序号	核素	类别	总活度(Bq)/ 活度(Bq)*枚数	工作场所	活动种类
1	Sr-90 (Y-90)	V	1.48E+9*1	敷贴仪室	使用
2	Co-60	III	7.4E+10*1	后装治疗室	使用

表 2-2 医院现有非密封放射性物质一览表

序号	工作场所	场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
1	DSA 室	丙级	I-125(粒子源)	5.92E+6	1.42E+11	使用
2	高活性室	乙级	Sr-89	4.44E+7	1.06E+11	使用
3			F-18	2.96E+7	7.10E+12	使用
4	高活性室、	乙级	Tc-99m	2.96E+7	7.10E+12	使用

	SPECT/CT 机房						
5	高活性室 核素治疗病房		乙级	I-131	3.7E+9	1.11E+13	使用
表 2-3 医院现有射线装置一览表							
序号	装置分类名称	类别	数量	装置名称	技术参数	规格型号	辐射活动场所名称
1	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III	1	X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 833mA	uCT 968	CT 检查室 1
2	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III	1	全身用 X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 440mA	Optima CT660	CT 检查室 2
3	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III	1	X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 560mA	RevolutionAce	CT 检查室 4
4	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III	1	正电子发射及 X 射线计算机断层成像扫描系统	管电压 140kV 管电流 833mA	uMI 780	PET/CT 机房
5	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III	1	伽马照相机	管电压 140kV 管电流 440mA	Infini	SPECT/CT 机房
6	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III	1	单光子发射及 X 射线计算机断层成像系统	管电压 130kV 管电流 517mA	Symbia Intevo Bold	SPECT/CT 机房 2
7	血管造影用 X 射线装置	II	1	医用血管造影 X 射线系统	管电压 125kV 管电流 1000mA	UNIQ FD20	导管室 1
8	血管造影用 X 射线装置	II	1	血管造影 X 射线系统	管电压 125kV 管电流 1000mA	Integris Allura 12&15 Monoplane	导管室 2
9	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字化移动 DR	管电压 120kV 管电流 500mA	MobiEye 700	发热门诊 DR 室
10	医用诊断 X 射线装置	III	1	X 光骨密度测定仪	管电压 70kV 管电流 2.4mA	MEDIX DR	骨密度仪室
11	粒子能量小	II	1	医用直线加	粒子能量	CLINAC IX	加速器 1 室

	于 100 兆电子伏的医用加速器			速器	10MeV		
12	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II	1	低能直线加速器	粒子能量 6MeV	UNIQUE	加速器 2 室
13	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II	1	低能直线加速器	粒子能量 6MeV (FFF)	Turebeam	加速器 4 室
14	放射治疗模拟定位装置	III	1	数字化模拟机	管电压 150kV 管电流 500mA	TH 49450 HPH308VR13	模拟机室
15	放射治疗模拟定位装置	III	1	X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 500mA	Brilliance Big Bore	
16	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字医用 X 射线摄影设备	管电压 150kV 管电流 650mA	NeuVision 650	摄影 1 室
17	医用诊断 X 射线装置	III	1	飞利浦数字 X 线成像系统 (DR)	管电压 75kV 管电流 2.5mA	SRO 33100	摄影 2 室
18	口腔 (牙科) X 射线装置	III	1	全景 X 射线机	管电压 70kV 管电流 7mA	Planmeca ProOne	摄影 3 室(6 号机房)
19	医用诊断 X 射线装置	III	1	移动式 C 型臂 X 射线机	管电压 120kV 管电流 10mA	OEC Elite CFDx	手术间 12 室
20	医用诊断 X 射线装置	III	1	移动式 C 型臂 X 射线机	管电压 110kV 管电流 5mA	SIREMOBIL CompactL	
21	医用诊断 X 射线装置	III	1	体外冲击波碎石机	管电压 110kV 管电流 4mA	KDE-2001B	体外冲击波碎石室
22	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字化乳腺 X 射线机	管电压 35kV 管电流 188mA	MammoDiagnostDR	造影室 2
23	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字化医用 X 射线摄影系统	管电压 150kV 管电流 1000mA	DigitalDiagnost Power	造影室 3
24	医用诊断 X 射线装置	III	1	岛津 X 光机	管电压 150kV 管电流 500mA	XUD150L-F	造影室 4

25	医用诊断 X 射线装置	III	1	X 射线诊断系统	管电压 150kV 管电流 630mA	AXIOM LumiosdRF	造影室 5
26	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	1	X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 667mA	NeuViz128	肿瘤筛查中心西侧 CT 机房
27	血管造影用 X 射线装置	II	0	血管造影用 X 射线装置	/	/	DSA-CT 复合手术室
28	瓊构梦痂用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	0	瓊构梦痂用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	/	/	
29	医用诊断 X 射线装置	III	0	医用诊断 X 射线装置	/	/	乳腺 2 室

2.3 项目建设内容

2.3.1 项目规模、工程组成、建设内容

1、项目规模及组成

为完善各项诊疗功能，满足广大患者就医需要，医院新增使用 1 台医用电子直线加速器，并搬迁使用 1 台 DSA，具体建设内容如下：

(1) 新增 1 台瓦里安公司生产的 Truebeam 型医用电子直线加速器，X 射线最高能量 6MV，电子线最高能量 20MeV，为 II 类射线装置，对位于住院部大楼负一层的加速器室 4 进行改造，增加其侧屏蔽墙和顶墙的次屏蔽墙厚度。

(2) 在将原许可的位于住院部大楼二楼西区的导管室 1 的 1 台 DSA 搬迁至位于该楼 16 层的 DSA 室使用，DSA 最高管电压为 125kV，最高管电流为 1250mA，为 II 类射线装置。

医院于 2023 年 9 月 15 日委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司对直线医用电子直线加速器及 DSA 应用项目进行环境影响评价，2024 年 9 月 9 日取得内蒙古自治区生态环境厅下发的环评批复（内环函[2024]017 号）（见附件 2）。项目于 2024 年 9 月开工建设，截止目前为止，医用电子直线加速器机房已改建完成，设备已安装，1 台 DSA 设备已搬迁并安装，环评中拟新增得 1 台 DSA-CT 设备暂未购置和安装，因此本次仅验收 1 台医用电子直线加速器和 1 台 DSA。医院已向内蒙古自治区生态环境厅重新申请核发辐射安全许可证（蒙环辐证[00335]）（见附件 3）。

2、项目建设内容

本次验收根据《北京大学肿瘤医院内蒙古医院直线医用电子直线加速器及 DSA 应用项目环境影响报告表》及其审批文件内容对 1 台医用电子直线加速器和 1 台 DSA 进行验收，验收内容包括：新增 1 台瓦里安公司生产的 Truebeam 型医用电子直线加速器，位于住院部大楼负一层的加速器室 4；将在原许可的位于住院部大楼二楼西区的导管室 1 的 1 台 DSA 搬迁至位于该楼 16 层的 DSA 室使用。

本次验收项目环评设计建设内容与实际建设情况对比见表 2-4。

表 2-4 项目环评设计建设内容与实际建设情况对比表

名称	环评设计建设内容及规模	实际建设内容及规模	与环评一致性
医用电子直线加速器	1 间医用电子直线加速器机房，长、宽分别为 11.18m×7.7m(不含迷道)，有效使用面积约为 86m ² 。 配套 1 间控制室、1 间准备间和 1 间设备机房。	1 间医用电子直线加速器机房，长、宽分别为 11.18m×7.7m(不含迷道)，有效使用面积约为 86m ² 。 配套 1 间控制室、1 间准备间和 1 间设备机房。	一致
DSA	1 间 DSA 手术室，有效使用面积为 58.24m ² ，长 4.16~7.51m，宽 6.31m~9.21m，装饰后顶板高度 2.9m。 配套 1 间控制室、洁净走廊和污物走廊。	1 间 DSA 手术室，有效使用面积为 58.24m ² ，长 4.16~7.51m，宽 6.31m~9.21m，装饰后顶板高度 2.9m。 配套 1 间控制室、洁净走廊和污物走廊。	一致

本项目使用射线装置情况见表 2-5。

表 2-5 本项目使用射线装置情况

序号	装置名称	射线装置类别	型号	数量	参数	活动种类	工作场所名称		与环评一致性
							楼层	场所名称	
1	医用电子直线加速器	II类	Truebeam	1 台	X 射线最高能量：6MV 电子线最高能量：20MeV 等中心点最大输出剂量率：14Gy/min	使用	住院部大楼负一层	加速器室 4	一致
2	DSA	II类	UNIQ FD20	1 台	最高管电压为 125kV； 最高管电流为 1250mA	使用	住院部大楼 16 层	DSA 室	一致

3、项目选址和周边环境概况

(1) 北京大学肿瘤医院内蒙古医院外环境关系

本次验收项目位于内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区昭乌达路 42 号北京大学肿瘤医院内蒙古医院住院部大楼，具体地理位置见附图 1。

医院北侧为中国水利水电科学研究院牧区水利科学研究所；西侧为邵乌达路，隔路为某公寓楼和水务局宿舍；南侧为某酒店、商业区和林场小区；东侧为呼铁局林业总场。医院周围环境关系见附图 2。

(2) 住院部大楼外环境关系

本次验收的医用电子直线加速器和 DSA 所在建筑为住院部大楼，位于医院北部，为一栋地上 17 层，地下 1 层建筑。其北侧 22m 处为后勤保障楼和医院核医学科建筑，南侧为院内道路和门诊楼，西邻院区西边界，东邻医院东边界。医院总平面布置图见附图 3。

(3) 辐射工作场所外环境关系

1) 医用电子直线加速器项目

加速器室 4 位于住院部大楼负一层南部区域，其东侧为控制室、准备间和辅助机房；南侧为地下土壤；北侧为走道；西侧为模拟器室及其控制室、网络间室；楼上为钼靶机房及其控制室，楼下无建筑。机房周围平面布置见下图 2-1。

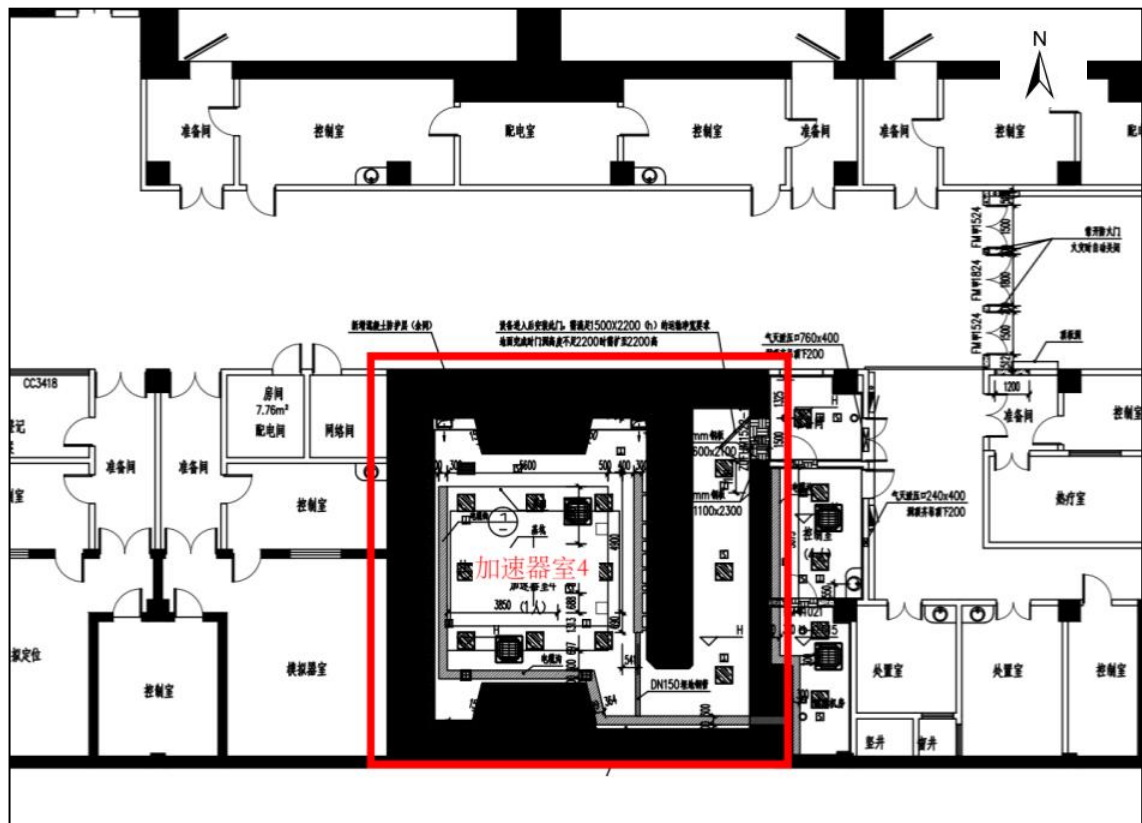


图 2-1 加速器机房周围平面布置图



东侧控制室



东侧设备机房



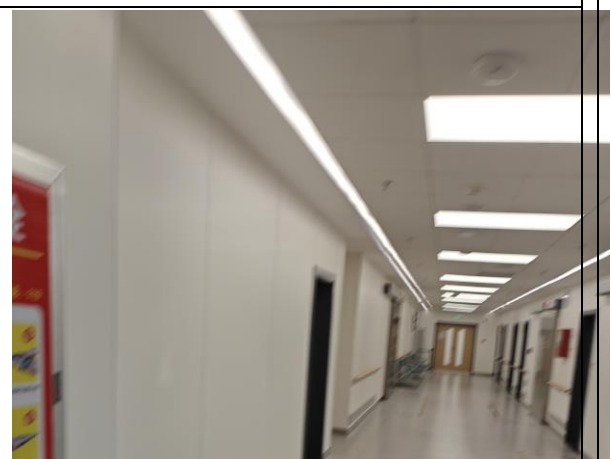
西侧部分模拟定位机房（改库房）



西侧模拟定位机房操作间



北侧走廊



楼上钨靶机房及其控制室



医用电子直线加速器设备



医用电子直线加速器设备

图 2-2 加速器机房四周环境现状

2) DSA 项目

DSA 室位于住院部大楼 16 层南部区域，其东侧为控制室；南侧为污物走廊；西侧为超声介入室、配套电气机房；北侧为洁净走廊。楼上规划为病房，楼下为病房。DSA 室周围平面布置见下图 2-3。

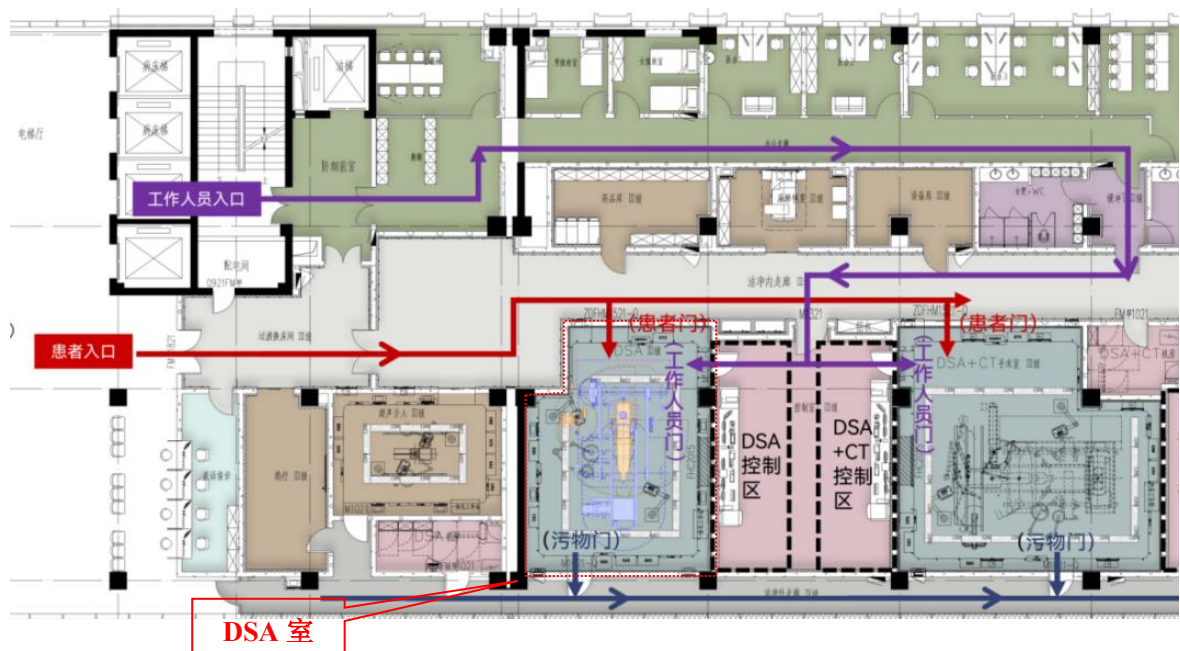


图 2-3 DSA 机房周围平面布置图



东侧控制室



南侧通道



西侧设备机房



北侧患者走廊



图 2-4 DSA 机房四周环境现状

综上，本次验收 1 台医用电子直线加速器和 1 台 DSA 机房位置、平面布置及周围环境及环境敏感目标均与环评阶段一致，无变动。

4、环境保护目标

医用电子直线加速器机房及 DSA 机房周围 50m 范围涉及医院外部的呼铁局林业场外，其余均位于医院内部，无自然保护区、风景名胜和文物古迹等需要特殊保护的环境敏感对象，无居民小区、学校等环境敏感点。根据实际踏勘情况，本项目验收范围内环境保护目标与环评阶段基本一致。

表 2-6 本次验收项目 50m 范围内辐射环境保护目标情况一览表

位置	环评阶段环保目标					验收阶段环保目标				
	周围环境	方位	距离	保护目标	规模	周围环境	方位	距离	保护目标	规模
医用电子直线加速器机房	网络间、模拟器室控制室	西侧	紧邻	公众	10 人	网络间、模拟器室、控制室	西侧	紧邻	公众	10 人
	门诊楼	西侧	25~50m	公众	100 人	门诊楼	西侧	25~50m	公众	100 人
	走廊	北侧	紧邻	公众	20 人	走廊	北侧	紧邻	公众	20 人
	准备间、控制室、	东侧	紧邻	辐射工作	34 人	准备间、控制室、	东侧	紧邻	辐射工作	34 人

	机房			人员		机房			人员	
	院区内部道路	东侧	20~30m	公众	流动人群	院区内部道路	东侧	20~30m	公众	100人
	呼铁局林业总场	东侧	30~50m	公众	林业用地	呼铁局林业总场	东侧	30~50m	公众	林业用地
	土层	南侧	紧邻	——	——	土层	南侧	紧邻	——	——
	院区内部停车场	南侧	0~50m	公众	流动人群	院区内部停车场	南侧	0~50m	公众	100人
	影像科机房、办公室、抢救室等	楼上	紧邻	公众	100人	影像科机房、办公室、抢救室等	楼上	紧邻	公众	100人
	土层	楼下	紧邻			土层	楼下	紧邻		
DSA室	超声介入室、配套电气机房	西侧	公众	紧邻	10人	超声介入室、配套电气机房	西侧	公众	紧邻	10人
	洁净走廊	北侧	公众	紧邻	10人	洁净走廊	北侧	公众	紧邻	10人
	控制室	东侧	辐射工作人员	紧邻	8人	控制室	东侧	辐射工作人员	紧邻	8人
	污物走廊	南侧	公众	紧邻	5人	污物走廊	南侧	公众	紧邻	5人
	病房	楼上	公众	紧邻	50人	规划病房	楼上	公众	紧邻	50人
	病房	楼下	公众	紧邻	50人	病房	楼下	公众	紧邻	50人
与环评阶段相符性		与环评阶段一致								

2.3.2 辐射安全与防护设施实际总投资

本项目环保投资一览表见表 2-7。

表 2-7 环保投资一览表

项目	环保及安全防护措施名称	具体内容	环评阶段投资额(万元)	验收阶段投资额(万元)
辐射安全防护措施和环保治理措施	屏蔽措施	医用电子直线加速器和 DSA 工作场所屏蔽设施	140 (含 DSA-CT)	100
	安全措施	联锁装置、急停按钮、监控设施、电离辐射警示标志、工作指示灯等	20	15

	防护用品	配置铅围裙、铅围脖、铅帽等；配置铅防护帘、铅防护屏风等，性腺防护用品等、铅防护衣等	科室已经配置	科室已经配置
	废气治理	医用电子直线加速器和 DSA 工作场所设置动力排风装置	2（含 DSA-CT）	1.5
	固废治理	医疗固废暂存场所、一般固废暂存场所	/	/
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全和防护培训平台参加考核	/	/
	个人剂量监测和职业健康监护	辐射工作人员应定期健康检查，定期进行个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案盒个人剂量档案	8.7	7.5
监测仪器		固定式辐射监测仪、便携式辐射监测仪、个人剂量报警仪、个人剂量计	1	0.8
辐射安全管理制度		结合项目实际情况，制定和完善操作规程、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、台账管理制度、监测方案和辐射事故应急措施	/	/
环境影响评价及竣工环保验收			10	9
总计			181.7	133.8
与环评设计相符性		本次验收为部分验收，DSA-CT尚未购置和安装，环保投资较环评阶段有所减少		

2.3.3 项目变更情况

本次验收医用电子直线加速器与环评文件及批复中医用电子直线加速器设备的能量一致，机房屏蔽措施与环评及批复内容一致，建设位置与环评要求一致，无变更情况。

本次验收 DSA 与环评文件及批复中的 DSA 管电压和管电流一致，机房屏蔽措施与环评及批复内容一致，建设位置与环评要求一致，无变更情况。

因此本次验收医用电子直线加速器和 DSA 机房无重大变更。

2.4 源项情况

本次验收项目主要包括 1 台 DSA 及 1 台医用电子直线加速器。

本次验收射线装置名称、型号、类型、射线种类、电压、束流强度、能量、有用线束范围、额定辐射输出剂量率和泄漏射线剂量率等技术参数等与环评情况对照见下表 2-8。

表 2-8 源项基本信息对照表

环评报告 批复编号	《北京大学肿瘤医院内蒙古医院直线医用电子直线加速器及 DSA 应用项目》批复： 内环函[2024]017 号				
环评/验 收	设备名	型号	类 型	项目情况	设备参数
环评情况	DSA	UNIQ FD20	II 类	住院部大楼 16 层 DSA 室	管电压≤125kV 管电流≤1250mA
	医用电子 直线 加速器	Truebeam	II 类	住院部大楼负 一层加速器室 4	电子线：20MeV X 射线：6MV 等中心点最高输出剂量率：14Gy/min
验收情况	DSA	UNIQ FD20	II 类	住院部大楼 16 层 DSA 室	管电压≤125kV 管电流≤1250mA
	医用电子 直线 加速器	Truebeam	II 类	住院部大楼负 一层加速器室 4	电子线：20MeV X 射线：6MV 等中心点最高输出剂量率：14Gy/min
环评验收 是否一致	本次验收的 DSA 及医用电子直线加速器型号、参数与环评设计一致				

2.5 工艺设备与工艺分析

2.5.1 医用电子加速器

1、工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置。电子枪发射电子，在由磁控管速调管为功率源的加速管中加速，当达到所需能量时，经散射箔和准直器得治疗电子束。电子束射到金属靶上产生韧致辐射，经准直得到治疗 X 射线。医用电子直线加速器放射治疗的工作方式为：以一个或几个野定向照射，获得计划所需的治疗剂量。

2、设备组成

本项目使用的医用电子直线加速器的 X 射线最高能量 6MV，主要技术指标列于表 2-7。医用电子直线加速器是以磁控管为微波功率源的直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 射线，经初级准直器和均整器形成剂量均匀的 X 射线束，再通过监测电离室和次级准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。医用电子直线加速器内部结构和外部结构如图 2-5 和图 2-6 所示。

表 2-9 本项目使用医用电子直线加速器的主要技术指标

项目	环评设计参数	验收实际参数
加速器型号	True beam	True beam
辐射类型	X 射线束、电子线	X 射线束、电子线
最大 X 射线电压档	6MV	6MV
电子线档	6/9/20MeV	6/9/20MeV
等中心处最大输出剂量率	14Gy/min	14Gy/min
患者平面外 X 射线泄漏辐射因子	≤0.1%	≤0.1%
源轴距	1000mm	1000mm
正常治疗距离（NTD）	1000mm	1000mm
照射野最大范围（对称野）	40cm×40cm	40cm×40cm
治疗束的最大半张角	14°	14°

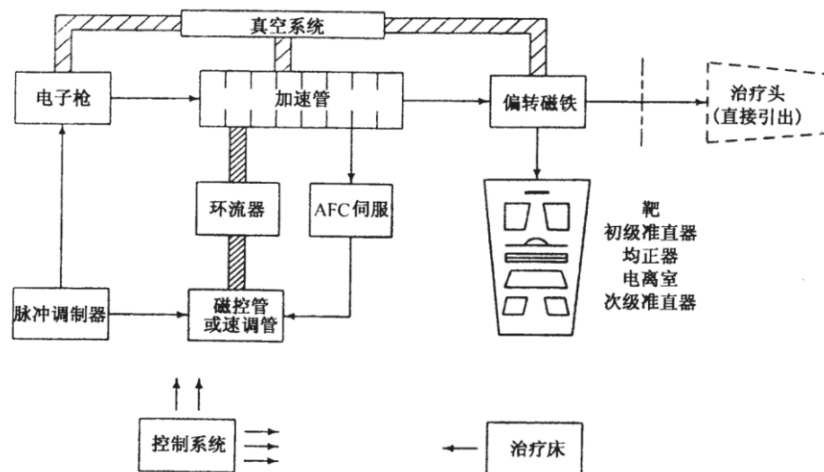


图 2-5 医用电子直线加速器内部结构图

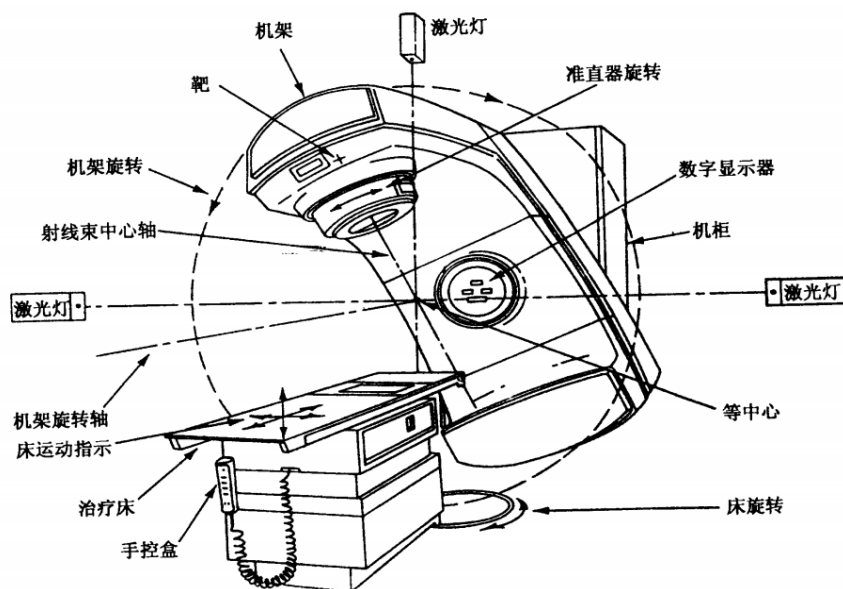


图 2-6 常见医用电子直线加速器外观结构示意图

3、操作流程

医用电子直线加速器的治疗流程及产污环节如下：

（1）接收病人：对病人进行登记，进行临床检查，经医生诊断和治疗正当性判定后，根据肿瘤分期、分型确定治疗方案，与放疗科预约登记，确定模拟定位治疗的时间；

（2）治疗前模拟定位：对于首次预约医用电子直线加速器放疗的患者，需要在利用模拟定位 CT 机对于其进行治疗前的模拟定位，采集患者数据并确定初始等中心。该环节主要的辐射污染源为模拟定位 CT 机开机出束产生的 X 射线。

（3）制定治疗计划：在治疗计划系统内勾画病变靶区和正常器官，根据患者病灶类型、部位和大小等初步确定照射剂量和照射时间，并进一步制定相应的常规放疗、

适形放疗及调强放疗的治疗计划。该环节在治疗计划系统上完成，不涉及开机出束。

（4）治疗计划验证：主要验证放疗中心位置、射野和靶区剂量等内容。该环节由物理师在控制室内或其软件系统上进行操作，通常不涉及开机出束，仅为模拟出束。

（5）治疗前精确摆位：摆位前认真查对病人信息、照射条件及摆位要求，调整治疗床高度，严格按照摆位要求实施摆位；摆位期间使用 kV 级 X 射线锥形束 CT(CBCT)等设备拍摄放疗体位下的照射部位数字影像，与放疗计划系统进行对比，并校正放疗体位。该环节主要的辐射污染源为 CBCT 出束期间产生的 X 射线。

（6）照射治疗。摆位完成后，治疗技师离开治疗室进入控制室内，确定所有的安全联锁建立后，启动医用电子直线加速器进行出束治疗。该环节在控制室内进行，由治疗技师全程操作。该环节涉及开机出束，主要的辐射污染源为医用电子直线加速器出束期间产生的 X 射线。

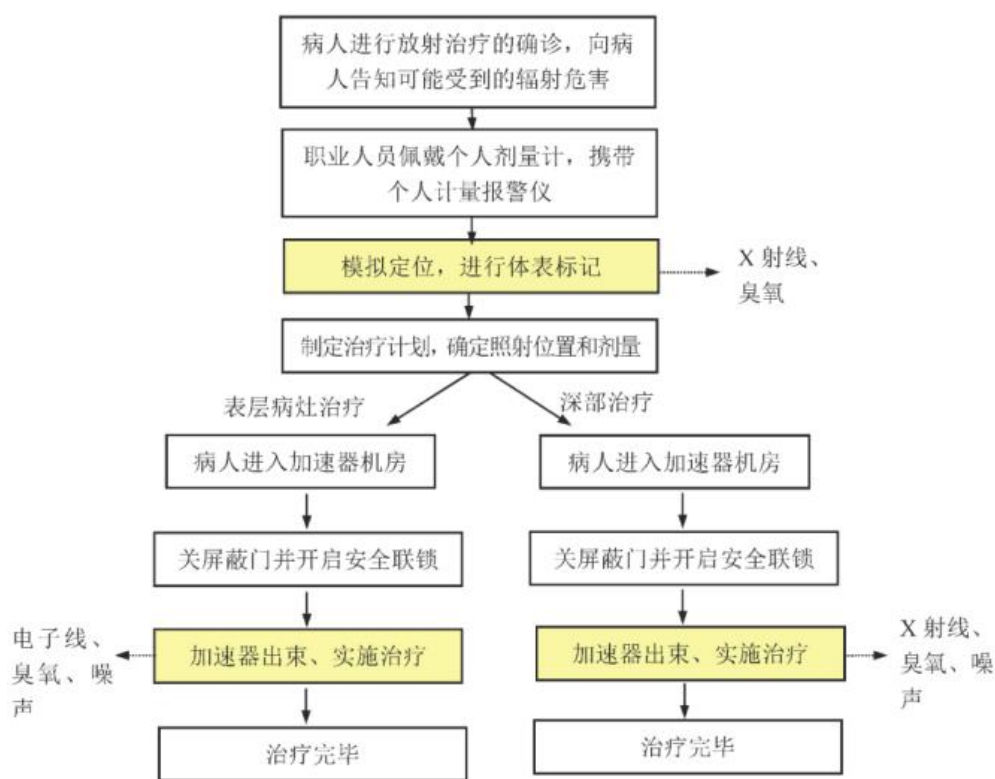


图 2-7 本项目医用直线加速器治疗流程及产污环节示意图

4、产污环节分析

（1）X 射线

医用电子直线加速器正常运行期间产生的辐射污染源主要是治疗时使用的 X 射

线和电子线。X 射线最大能量为 6MV，使用电子线的最高能量为 20MeV。X 射线和电子线均随装置的开关而产生和消失，因此仅在开机出束期间才会产生。主要的污染途径是外照射。

（2）臭氧和氮氧化物

医用电子直线加速器运行期间，电子束和 X 射线束与空气作用会产生臭氧和氮氧化物等有害气体。

5、年工作量

根据医院提供的资料，常规治疗的周工作负荷为 1500Gy/周，等中心点最高输出剂量率为 14Gy/min，则周常规治疗照射时间约为 1.785h/周。年治疗时间按 50 周计，则年治疗照射时间约为 89.3h。

6、人员配备

本次医用直线加速器项目配备 31 名辐射工作人员，均已通过辐射安全与防护考核、进行职业健康体检及个人剂量检测。

表 2-10 医用电子直线加速器项目辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	岗位	辐射安全防护培训	职业健康体检报告	个人剂量
1	卜志卫	工作人员	FS21NM0200208	可以从事放射工作	委托内蒙古自治区综合疾病预防控制中心进行检测
2	董拉云		FS24NM0200064	可以从事放射工作	
3	杜德成		FS21NM0200214	可以从事放射工作	
4	段莎莎		FS21NM0200221	可以从事放射工作	
5	付守鹏		FS23NM0200053	可以从事放射工作	
6	高娟		FS21NM0200161	可以从事放射工作	
7	胡月		FS21NM0200052	可以从事放射工作	
8	李红		FS20NM0200004	可以从事放射工作	
9	孙利平		FS20NM0200060	可以从事放射工作	
10	王浩然		FS21NM0200206	可以从事放射工作	
11	刘芬		FS20NM0200001	可以从事放射工作	
12	王菊萍		FS20NM0200061	可以从事放射工作	
13	杨昊		FS23NM0200072	可以从事放射工作	
14	于红芳		FS21NM0200165	可以从事放射工作	

15		张荣繁		FS20NM0200063	可以从事放射工作	
16		张薇		FS20NM0200059	可以从事放射工作	
17		于芹		FS20NM0200034	可以从事放射工作	
18		张晓冬		FS23NMO200057	可以从事放射工作	
19		牛晓丽		FS23NM0200058	可以从事放射工作	
20		庞鑫		FS21NM0200223	可以从事放射工作	
21		王利军		FS23NM0200073	可以从事放射工作	
22		王润梅		FS21NM0200163	可以从事放射工作	
23		孙丹		FS24NM0200006	可以从事放射工作	
24		王雨哲		FS22NM0200014	可以从事放射工作	
25		玉荣		FS21NM0200217	可以从事放射工作	
26		张洪武		FS23NM0200056	可以从事放射工作	
27		张晓龙		FS22NM0200018	可以从事放射工作	
28		赵丰雨		FS21NM0200172	可以从事放射工作	
29		张立贺		FS21NM0200090	可以从事放射工作	
30		赵立林		FS20NM0200062	可以从事放射工作	
31		朱向高		FS22BJ0200110	可以从事放射工作	

2.5.2 DSA 项目

1、设备组成

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像增强接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。

2、工作原理

DSA 是利用 X 射线技术和造影剂，清晰显示血管影像，是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法。它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数值相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。主要用于心脏、脑血管、外周血管的造影诊断及介入治疗，是心血管造影诊断及介入治疗的专用血管造影机。

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

3、工作流程及产污环节

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制室内首次拍片初步确认病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，之后离开机房，技师在控制室内加压输入造影剂，拍片，当确诊病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚地了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对患者进行直接的介入手术操作。

第二种情况，摄影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况。

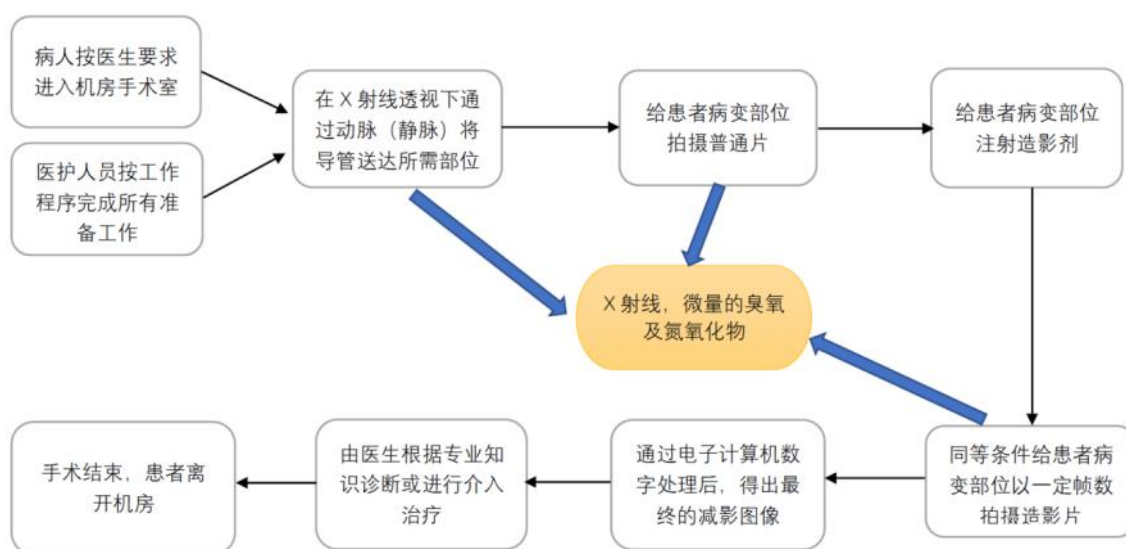


图 2-8 DSA 开展介入手术时工作流程及产污环节示意图

4、产污环节分析

①X射线

DSA 正常运行期间产生的主要污染物是曝光时产生的 X 射线，X 射线随装置的开关而产生和消失。因此，仅在开机处于出束状态时才会发出 X 射线，主要污染途径为外照射。

②废气

机房内空气受到 X 线照射会产生一定量的臭氧和氮氧化物等有害气体，只要确保机房保持良好的通风，产生的臭氧和氮氧化物对机房内外环境影响较小。

③固体废物

手术过程中会产生污染纱布绷带等废敷料，一次性手套、废弃的药品及器具等医疗废物。手术后采用专门的收集容积集中回收，转移至医疗废物暂存库，按照医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一处理。

④废水

本项目 DSA 采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生，不产生医疗废水；工作人员及病人会产生少量的生活污水。

5、工作量

根据医院提供的资料，DSA 年最大手术量 900 例，其中每台手术摄影平均出束时间 1min，透视平均出束时间 20min，工作负荷具体见表 2-11。

表 2-11 本项目 DSA 的年工作负荷

设备名称	工作状态	单台手术出束时间 (min)	数量(台)	年出束时间 (h/a)	总出束时间 (h/a)
DSA	摄影	1	900	15	315
	透视	20		300	

6、人员配备

本次 DSA 项目配备 11 名辐射工作人员，均已通过辐射安全与防护考核、进行职业健康体检及个人剂量检测。

表 2-12 DSA 项目辐射工作人员情况一览表

序号	姓名		岗位	辐射安全防护培训	职业健康体检报告	个人剂量
1	DSA 项目	李巍	工作人员	FS24NM0100053	可以从事放射工作	委托内蒙古自治区综合疾病预防控制中心进行检测
2		云昕裔		FS21NM0100698	可以从事放射工作	
3		杨俊飞		FS21NM0100482	可以从事放射工作	
4		王磊		FS21NM0100217	可以从事放射工作	

5		玉海		FS21NM0100820	可以从事放射工作	
6		陈恕		FS21NM0100693	可以从事放射工作	
7		赵冬梅		FS21NM0100471	可以从事放射工作	
8		石晓竹		FS21NM0100460	可以从事放射工作	
9		李娜		FS21NM0100469	可以从事放射工作	
10		贺巧娥		FS22NM0100099	可以从事放射工作	
11		王雪儿		FS23NM0100477	可以从事放射工作	

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 项目工作场所布局

3.1.1 医用电子直线加速器项目

1、项目平面布局

本项目医用电子直线加速器位于医院住院部大楼负一楼放疗科加速器室 4，主要包括 1 间医用电子直线加速器机房，机房房顶上方为钨靶机房及其控制室，下方无建筑，工程平面布局图详见附图 4。

机房周围毗邻情况见表 3-1。

表 3-1 机房周围毗邻情况

设备名称	机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	上层	下层
医用电子直线加速器	加速器 4 室	准备区、控制室、设备机房	土层	模拟定位室及其控制室	过道	钨靶机房及其控制室	无建筑

本项目医用电子直线加速器机房控制室和治疗室分离，控制室和辅助机房位于机房东侧，经对本项目已竣工的放射工作场所现场核实加速器机房内长为 11.18m，宽为 7.7m，面积 86m²（不包括迷道面积），满足了加速器的临床应用需要，设置的迷路为直迷路，迷路入口设置有铅防护门；放射工作场所分为控制区和监督区，对控制区采取一定的管理措施，严格限制无关人员进入，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外”、“放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要”、“治疗机房应设置迷路”等规定，因此加速器机房布局合理。

2、项目分区

（1）控制区与监督区划分

医院已按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区，结合各项目诊治、辐射防护和环境情况特点，医院已将医用电子直线加速器所在机房（住院楼负一楼放疗科加速器 4 室）划为控制区，与控制区相邻的控制室、准备间、辅助机房、模拟器控制室、网络间、北侧走廊与加速器室 4 相邻 1m 范围的区域、钨靶控制室等区域均划为监督区，并张贴了标识。本项目控制区和监督区分区情况见表 3-2。本项目的辐射工作场所具体的分区见图 3-1，分区标识张贴见图 3-2。按照 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和《放射治疗辐射安全

与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求，将放疗科工作场所分为控制区、监督区。管理上严格按分区管理，避免人员误入或误照。以便于辐射防护管理和控制职业照射。

表 3-2 医用电子直线加速器机房两区划分情况表

装置名称	场所名称	控制区	监督区
医用电子直线加速器	住院部大楼楼地下一层直线加速器机房	加速器室 4 内部	控制室、准备间、辅助机房、模拟器控制室、网络间、北侧走廊与加速器室 4 相邻 1m 范围的区域、钨靶控制室等区域。

本项目控制区与监督区的划分与环境影响报告表及批复文件基本一致，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）与《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的分区要求。



图 3-1 医用电子直线加速器机房分区布局图



图 3-2 医用电子直线加速器机房分区标识张贴

(2) 分区管理

控制区：

- ①通过实体屏蔽措施分割；
- ②在出入口处张贴“控制区”警示标识；
- ③设备出束期间无关人员不得进入；
- ④辐射工作人员应确保进入控制区的参观访问人员了解该区域防护与安全措施，并全程陪同；
- ⑤定期核查控制区的条件，是否需要采取防护措施和更新安全规定，判断划分是否适当，是否需要更改其边界。

监督区：

- ①在出入口处张贴“监督区”警示标识，提醒人员尽量避开该区域；
- ②按照《辐射工作场所监测方案》，定期委托有资质的单位对监督区进行监测、检查，以确定是否需要更改防护措施、安全规定或是否需要更改监督区的边界；
- ③进入监督区的参观访问人员了解该区域防护与安全措施，并全程陪同。

3.1.2 DSA 项目

1、项目平面布局

本次验收项目 DSA 机房位于住院部大楼十六楼，机房东侧为操作室，南侧为过道，西侧为诊室、机房，北侧为过道，楼上为规划病房，楼下为病房，机房防护门和控制室门分别位于北墙和东墙，观察窗位于东墙，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

医院安装设备时，已考虑到避免 DSA 有用线束直接照射门窗及管线口位置。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.1.1 应合理设置射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。”和“6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。”的要求因此 DSA 机房布局合理。

2、项目分区

医院已按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，将DSA机房内部划分为控制区，与DSA室相邻的操作室、过道等划分为监督区，并张贴了标识。本项目控制区和监督区分区情况见表3-3。本项目的辐射工作场所具体的分区见图3-3。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，将放疗科工作场所分为控制区、监督区。管理上严格按分区管理，避免人员误入或误照。以便于辐射防护管理和控制职业照射。

表 3-3 DSA 机房两区划分情况表

装置名称	场所名称	控制区	监督区
DSA	DSA 机房	DSA 机房内部	和 DSA 室相邻的控制室、洁净廊、电气机房和污物廊、超声介入室。

本项目控制区与监督区的划分与环境影响报告表及批复文件基本一致，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

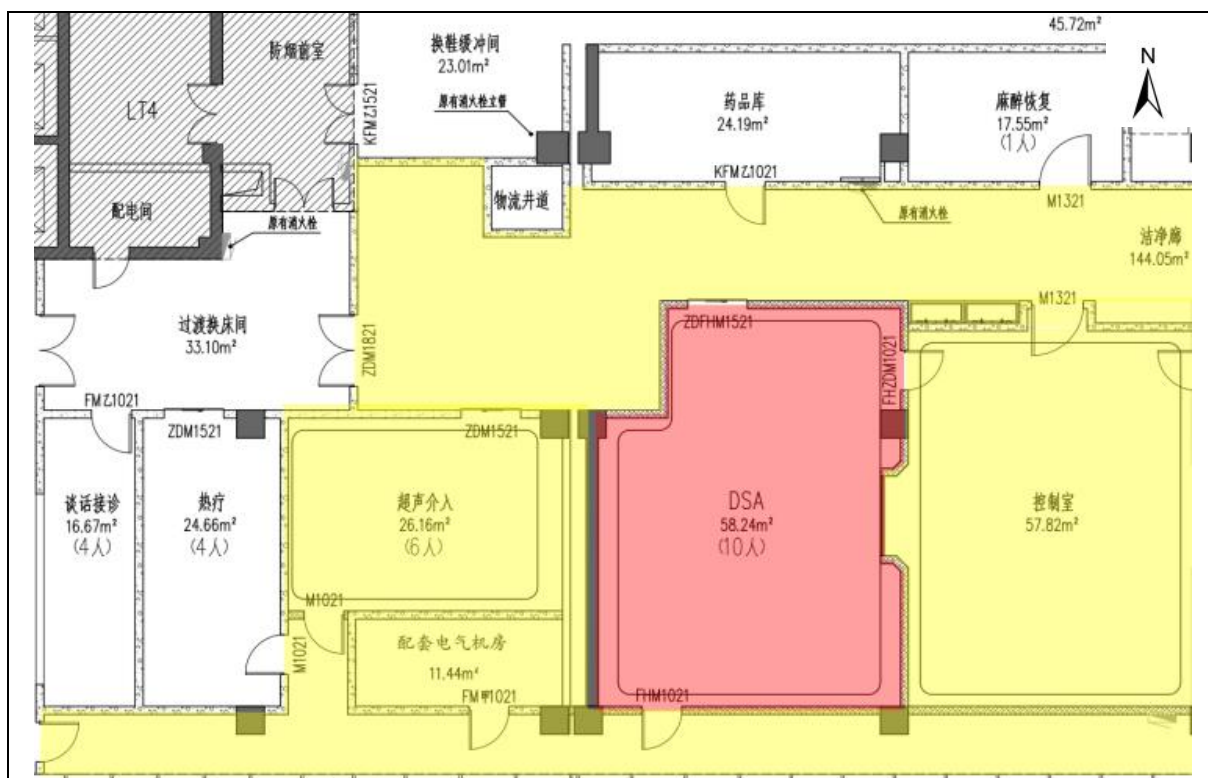


图 3-3 DSA 辐射工作场所分区图

3.2 项目屏蔽设施建设情况

3.2.1 医用直线加速器机房

本项目机房屏蔽设施设计由北京联华建筑事务有限公司完成，机房屏蔽设施施工单位为中建二局第一建筑工程有限公司。机房北墙主屏蔽为 289cm 混凝土、次屏蔽为 170cm 混凝土，南墙主屏蔽为 289cm 混凝土、次屏蔽为 130-160cm 混凝土，顶棚主屏蔽为 200cm 重晶混凝土，西墙为 160cm 混凝土，东墙（迷路外墙）为 60-140cm 混凝土，迷路内墙为 15cm 混凝土，防护门采用 18mm 铅+140mm 含硼聚乙烯制成。机房屏蔽防护情况与环评文件对比情况见表 3-4。

表 3-4 加速器机房防护屏蔽防护对比一览表

机房名称	位置	环评阶段屏蔽设计	验收阶段实际建设
加速器室 4	北墙	主屏蔽墙：2.89m 普通混凝土，宽度 3.5~4.3m 次屏蔽墙：1.7m 普通混凝土	主屏蔽墙：2.89m 普通混凝土，梯形，宽度 3.5~4.3m 次屏蔽墙：1.7m 普通混凝土
	南墙	主屏蔽墙：2.89m 普通混凝土，宽度 3.5~4.3m 次屏蔽墙：1.3~1.6m 普通混凝土	主屏蔽墙：2.89m 普通混凝土，梯形，宽度 3.5~4.3m 次屏蔽墙：1.3~1.6m 普通混凝土
	西墙	1.6m 普通混凝土	1.6m 普通混凝土
	东墙	迷路内墙：1.5m 普通混凝土 迷路外墙：0.6~1.4m 普通混凝土	迷路内墙：1.5m 普通混凝土 迷路外墙：0.6~1.4m 普通混凝土

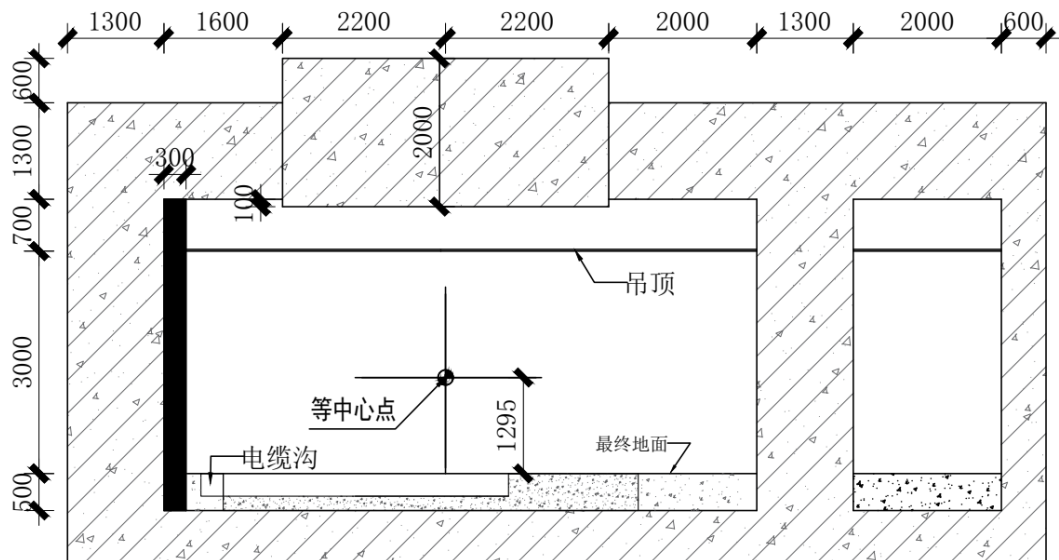


图 3-4 加速器室 4 辐射屏蔽施工图

3.2.2 DSA 机房

本项目机房屏蔽设施设计由北京联华建筑事务有限公司完成，机房屏蔽设施施工单位为中建二局第一建筑工程有限公司。机房四周墙体为 45mm 硫酸钡水泥，顶板和地板均为 12cm 混凝土附加 3cm 硫酸钡水泥，防护窗和防护门均为 3mm 铅当量。机房屏蔽防护情况与环评文件对比情况见表 3-5。

表 3-5 DSA 机房屏蔽防护对比一览表

指标		环评设计数值		实际验收数值	
尺寸	最小单边长,m	DSA 室	4.16	DSA 室	4.16
	有效使用面积 m ²	DSA 室	58.24	DSA 室	58.24
辐射屏蔽	/	屏蔽材料及厚度	铅当量厚度,mmPb	屏蔽材料及厚度	铅当量 度,mmPb
	四周墙体	45mm 硫酸钡水泥	3.6	45mm 硫酸钡水泥	3.6
	顶板	12cm 混凝土附加 3cm 硫酸钡水泥	3.8	12cm 混凝土附加 3cm 硫酸钡水泥	3.8
	地板	12cm 混凝土附加 3cm 硫酸钡水泥	3.8	12cm 混凝土附加 3cm 硫酸钡水泥	3.8
	防护门	3mmPb 板	3	3mmPb 板	3
	观察窗	3mm 铅当量玻璃	3	3mm 铅当量玻璃	3
与环评设计相符性		与环评设计参数一致			

由 表 3-5 可知，
本次验收的DSA机房屏蔽设施与环评文件一致，经现场验收监测，机房周边辐射剂

量率小于相关标准限值要求，满足环评文件及其批复的要求。

3.3 辐射安全与防护措施设置情况

3.3.1 医用直线加速器

1、设备固有安全性

本项目医用电子直线加速器购于正规厂家，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，本身具备多种安全防护措施。

（1）控制台上的显示装置可显示辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数，操作人员可以随时了解设备运行情况。

（2）病人剂量监测与治疗控制安全联锁：为保证病人治疗剂量准确，不至于出现超剂量照射，系统设置了治疗剂量联锁、治疗时间联锁和治疗中旋转机架角度联锁。当治疗剂量、时间及治疗机头旋转角度其中之一达到设定值时，联锁装置会自动停止照射。

（3）运动使能开关：为防止工作人员误操作造成事故，在手控盒两侧设置了运动使能开关，只有当左右两侧的开关同时按下时才有可能对机器运动部件进行启动和控制。

（4）红色紧急开关。当发现异常后，按下操作盒上此开关，机器将自动切断加速器主电源。

（5）剂量测试系统：在控制系统主菜单中有“剂量系统测试”部分，可以随时了解病人剂量情况。

（6）密码设置：设置有密码，操作密码只有具体操作人员掌握，只有输入正确的密码后才可能进行操作和参数的修改等。

（7）系统操作联锁：加速器设置了硬件联锁，在非正常操作或在异常情况下，可以停止机器运行或切断电源，以备特殊情况下应急之用。

以上所列 7 项与环评文件及其批复一致，无变化。

2、机房辐射防护措施

（1）固定式剂量报警装置：加速器机房内南墙设置了 1 个固定式剂量报警仪探头，仪表显示装在控制室内。对机房内进行实时剂量率监测和阈值报警。实时剂量率监测值显示在主机面板上，实时剂量率的“报警阈值”可通过面板上的按键进行修改。

（2）视频监视系统、对讲系统：加速器机房的治疗室及迷道安装有 4 个监视器，分别为迷道东墙 1 个，治疗室东墙、北墙、西墙各 1 个。治疗室内对讲装置安装于东

墙与控制室操作台对讲装置共计 1 套，控制室内能通过视频监视治疗室内患者的治疗情况，并通过对讲系统对治疗室内人员双向联系，以便于医师在控制室观察患者在治疗室的状况、及时处理意外情况。视频监控数量和位置能实时、全方位观察治疗室及迷道内状况，可以保障治疗室内及迷道不留视频监控死角。

（3）急停开关：本项目共设置了 16 个急停开关。控制室内控制台上 1 个、设备机房 1 个、迷路内口 1 个、机房迷路外墙上 1 个、机房迷路内墙上 2 个、治疗机房两侧主屏蔽墙壁各 1 个，共 2 个，治疗床床头、床侧两侧各 1 个，共 4 个、高压配电柜上 3 个、机房西侧墙 1 个，急停开关为红色按钮式开关，高度约 1.5m，易于辨认，人员可以在事故情况下按下急停开关，按下后不能自动复位。

（4）设置门机安全联锁和工作状态指示灯，防护门未完全关闭时不能出束，出束状态下开门停止出束。装置启动时工作状态指示灯亮起，停止照射时，工作状态指示灯熄灭。防护门为电动平开门，防护门宽于门洞。防护门设置了防挤压装置，防止人员被夹伤。另外防护门内侧迷道东墙设置了 1 处紧急开门装置，在紧急情况下，能从机房内及控制室开门。

（5）加速器机房入口处设置了电离警示标识和中文警示说明。

（6）墙上张贴了相应的工作制度。

（7）受检者出入口门外设置了黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

本次验收的医用电子直线加速器机房辐射安全设施满足环评文件及其批复要求，辐射安全设施统计见表 3-6、辐射安全设施照片见图 3-5。

表 3-6 本次验收的医用电子直线加速器机房辐射安全设施统计

项目			安装部位	数量	运行状态
医用电子加速器	安全联锁	钥匙开关	操作台电源	1	正常
		门机联锁	防护门	1	正常
	防护门		迷道入口	1	电动防护门具备防挤压功能，内侧有开门按钮；失电状态下防护门可以手动打开
	电离辐射警告标志		防护门	1	规范
	工作状态指示灯		防护门上方	1	三色灯
	监视和对讲装置		观察监控系统	1	全覆盖
			对讲机（双向）	1	正常
	急停开关		加速器机房	3	正常
			迷路	4	正常
			诊疗床	4	正常
			控制室	1	正常

		设备机房	1	正常
		高压配电柜	3	正常
	固定式剂量报警仪	迷道	1	正常

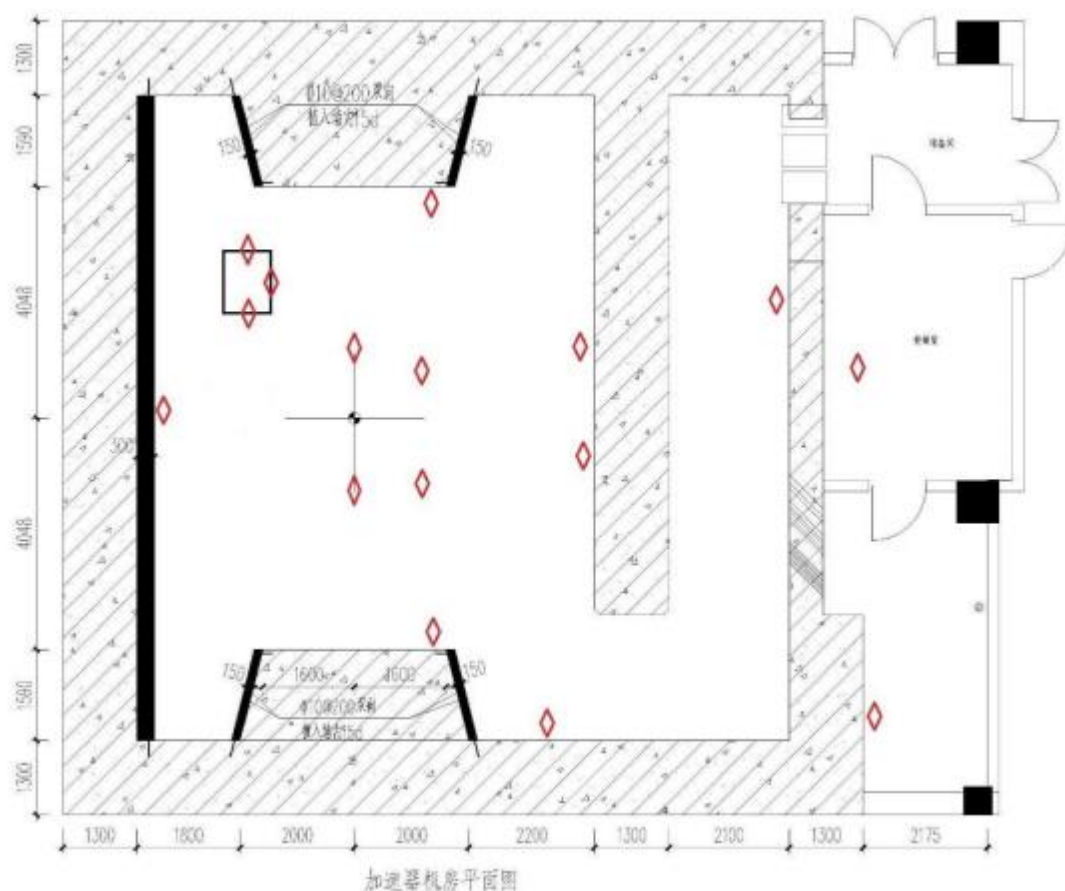


图 3-5 医用电子直线加速器急停按钮位置示意图

3、 机房通风及线缆管设置

(1) 通风

医用电子直线加速器运行过程中，治疗室空气会产生一定的臭氧和氮氧化物。根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）要求，治疗室的通风换气次数应不小于4次/小时。本项目医用电子直线加速器机房设置独立的机械通风装置，送风口设置在治疗机房内靠近南主屏蔽区一侧屋顶上方，室外空气通过防护门和送风口送风。排风口设置在机房北次屏蔽区一侧距地面25cm墙面处，位置按对角线布局，上进风，下排风，排风口尺寸均为38cm×38cm，东、西两侧排风口风速为1.18m/s，每小时排风量约为1226.8m³，机房净容积为283.5 m³，换气次数为4.3次/h，满足环评文件及其批复要求。

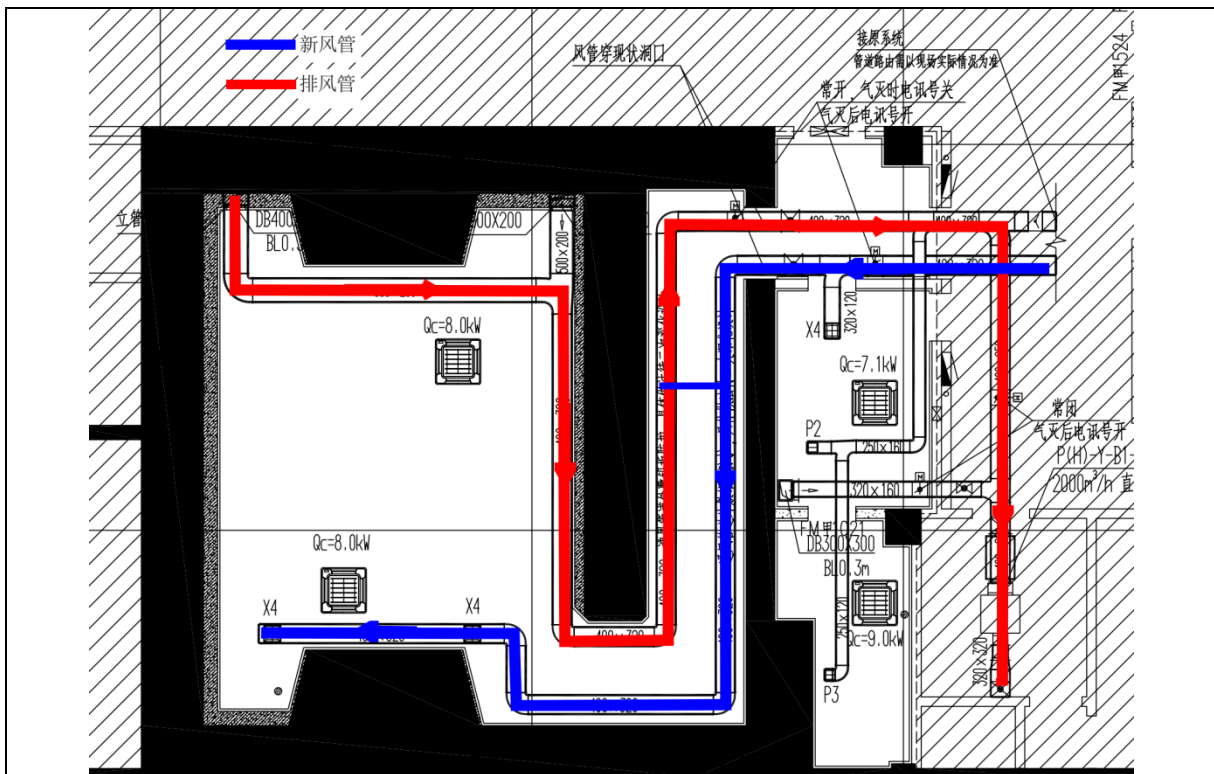


图 3-6 加速器室 4 通风管道走向图

（2）电缆及水管布设

医用电子直线加速器治疗室与控制室操作台之间的各种电缆管线，室内部分以地沟形式在地坪以下布设，采用“U”型路径设计，电缆沟盖板采用铅板覆盖，保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。其他所有电、水、气管、物理测试管线布设走向符合辐射屏蔽防护要求，在非主束投照部位采用迷道形式穿越墙体。电缆管线以“U”字型穿过迷路外墙。满足环评文件及其批复要求。



	
电离辐射警告标志	迷路监控
	
东侧内墙监控	西侧内墙监控
	
南侧内墙急停按钮及警示灯	迷道入口紧急开门开关



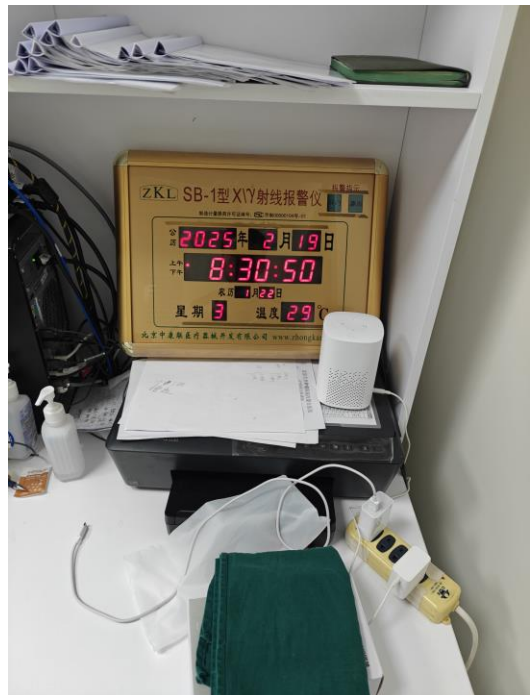
南墙急停及西墙监控



西侧内墙急停



固定式辐射监测仪探头



固定式辐射监测仪显示端



操作台急停



机房内送风口

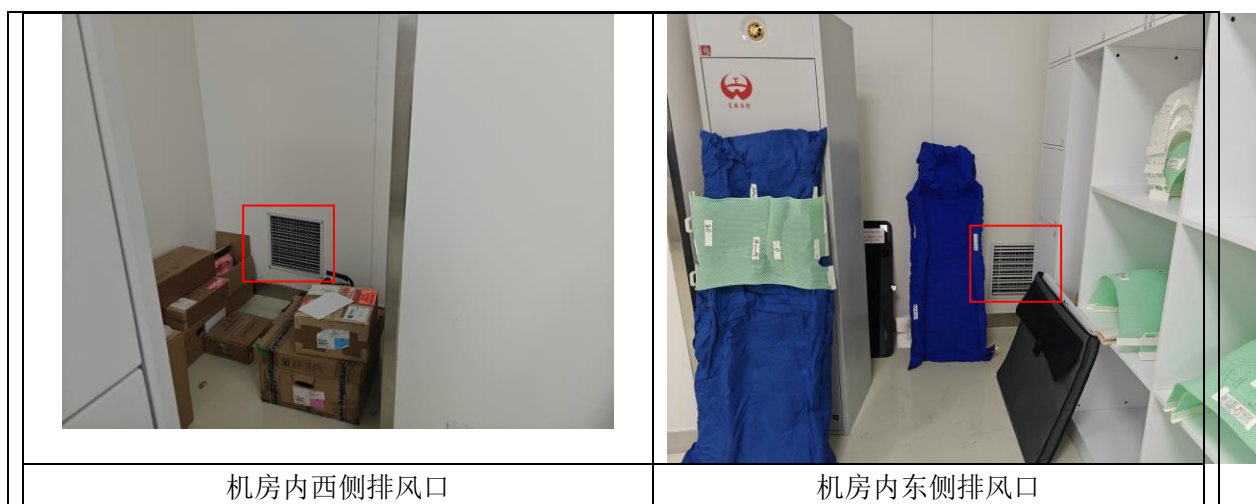


图 3-7 医用电子直线加速器辐射安全与防护措施的设置现场调查情况

4、本项目与标准中辐射防护措施符合性分析

对照环评文件引用的《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）关于辐射安全相关内容，本项目直线加速器机房符合性分析见表 3-7。

表 3-7 本项目医用电子直线加速器机房辐射防护措施与标准对比情况

检查依据	安全设施	对安全设施的要求	建设项目安全设施建设情况	检查结果
GBZ121-2020 (6.1.1)	布局要求	放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	本项目放疗科的1台医用电子加速器机房建在住院楼负一层；且放射治疗机房及其辅助设施同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	符合
GBZ121-2020(6.1.2)	布局要求	放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。	建设单位将本项目的建设项直线加速器机房划分为控制区，与其相邻的区域划分为监督区。	符合
GBZ121-2020(6.1.3)	布局要求	治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。	建设项目直线加速器机房有用束投照的北墙和南墙及室顶部分墙体为主屏蔽墙，其他墙体为次屏蔽墙，并且根据检测结果可知，主射线束的屏蔽和漏射线及散射线的屏蔽满足要求。	符合
GBZ121-2020(6.1.4)	布局要求	治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。	建设项目的1台医用电子加速器的控制室在直线加速器机房东侧，与加速器机房分开，且治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以	符合

			与治疗设备分离的，均设置于治疗机房外。	
GBZ121-2020(6.1.5)	布局要求	应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。	建设项目直线加速器机房朝南、北、上、下为主束方向，控制室设置在东侧，避开有用线束直接照射。	符合
GBZ121-2020(6.2.1)	空间、通风要求	放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。	根据现场核查可知，建设项目直线加速器机房有效使用面积为86m ² ，可满足放射治疗设备的临床应用需要。	符合
GBZ121-2020(6.2.2)	空间、通风要求	放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。	建设项目直线加速器机房设置独立的机械通风装置，送风口设置在治疗机房内靠近南主屏蔽区一侧屋顶上方，室外空气通过防护门和送风口送风。排风口设置在机房北次屏蔽区一侧距地面25cm墙面处，位置按对角线布局，上进风，下排风，排风口尺寸均为38cm×38cm，东、西两侧排风口风速为1.18m/s，每小时排风量约为1226.8m ³ ，机房净容积为283.5m ³ 换气次数为4.3次/h，满足标准要求。	符合
GBZ121-2020(6.4.2)	联锁装置	放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。	建设项目直线加速器机房设置了门机联锁装置，一旦防护门被打开，联锁装置即切断加速器的出束开关，使加速器立即停止出束，且在机房防护门内侧设置了应急开启按钮，防护门设置有红外线、防挤压功能。	符合
GBZ121-2020(6.4.3)	标志	a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志； b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	经核实建设单位在放射治疗工作场所入口处设置了电离辐射警告标志；建设单位在直线加速器机房防护门上粘贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	符合

GBZ121-2020(6.4.4.1)	急停开关	放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。	经核实建设单位在医用电子加速器的控制室内的控制台、高压配电柜、治疗床两侧、治疗机房内东墙、南墙、北墙、迷道内口、迷路外墙等处均设置急停开关，当遇到意外情况，可不必穿越主射线束随时按动急停开关，切断设备电源，停止出束。	符合
GBZ121-2020(6.4.4.6)	视频监控、对讲交流系统	控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。	建设单位在直线加速器机房内设置安装监控及对讲系统，对治疗室和迷道全景及治疗患者的状况进行实时监控，治疗室和控制室安装双向对讲系统，指导患者配合治疗。	符合
GBZ201.1-2007(4.8.8)	屏蔽设计	防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍，	经现场核查，防护门缝隙宽0.5cm，重叠宽度6cm，大于缝隙十倍。	符合
GB/T 17827-1999（2.4）	应急照明灯	停电时，能立即启动蓄电池照明	在迷路外墙、迷路内口、西墙、东墙处设置了应急照明灯。	符合
GB/T 17827-1999（4.4）	防撞、防挤压装置	防护门关闭时，应能通过红外线装置遇人员或阻碍物时自动停止，避免发生意外碰撞、挤压	经现场核查，设置了红外应急防夹装置。	符合
GB/T 17827-1999 7.2 项	激光定位装置	光发射装置（如：激光）安装在治疗室内以帮助照射前患者的定位，它们应是精确可调的（如：指示等中心位置在 2 mm 内）并能防止意外的位移	在加速器东墙、南墙、北墙、顶部设置了激光定位灯，定位灯精确可调，可以精确指示中心，固定于墙上，能防止意外的位移。	符合
放射诊疗管理规定第十条（一）	固定式剂量监测系统	放疗工作场所应设置固定式剂量监测系统	已在加速器机房内设置固定式剂量报警仪。	符合

放射诊疗管理规定第九条（四）	工作指示灯	放射诊疗场所控制区进出口及其他适当位置，应设工作指示灯	机房门上方设置了工作指示灯。	符合
----------------	-------	-----------------------------	----------------	----

由表 3.3-2 和表 3.3-3 可知，本项目医用电子直线加速器工作场所辐射安全设施均满足环评文件及其批复要求，同时满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求。

3.3.2 DSA 机房

1、设备固有防护措施

（1）设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；

（2）采取栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉和余辉，起到消除软 X 射线，提高有用射线品质并减少脉冲宽度；

（3）采取光谱过滤技术：在 X 射线管头放置合适的铝过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；

（4）采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，降低清晰度，可减少透视剂量；

（5）采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留在监视器上显示，即称之为图像冻结，此技术可缩短总透视时间，达到减少不必要的照射；

（6）本项目 DSA 透视开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

2、机房辐射防护设施

（1）DSA 设有单独的机房，机房最小使用面积、最小单边长度符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 2 中的相关要求；

（2）合理设置了设备、机房门窗和管线口位置，有用线束方向不直接照射防护门、观察窗、机房内管线口和工作人员操作位的区域；

（3）控制台和治疗室内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

（4）DSA 室内设有观察窗、视频监控装置和对讲装置，设置位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

(5) DSA 室内设置了机械通风装置，室内气体通过管道排向室外，保证了良好的通风。DSA 操作室设置“一拖一”净化空调系统，并且按照Ⅲ级洁净手术室（Ⅰ类环境）要求设计，医用卫生型净化空调循环机组设置 G4 初效+F8 中效两级过滤，送风末端采用 H13 高效过滤器（对 $\geq 0.3\ \mu\text{m}$ 的微粒过滤效率 99.99%）。可以保证 DSA 操作室的空气洁净度要求。

(6) DSA 室所有防护门上的醒目位置设有电离辐射警告标志各 1 个，防护门上方设工作状态指示灯且与防护门联锁，灯箱上设有“射线有害、灯亮勿入”的警示语句。

(7) 手动平开门设有自动闭门装置；电动推拉门设置防夹装置，设有曝光时关闭机房门的管理措施。

(9) 配备足够的介入防护手套、铅围裙、铅帽和铅眼镜等个人防护用品，以及铅防护帘、铅防护屏等，供工作人员及患者使用，能够满足《放射诊断放射防护》（GBZ130-2020）中表 4 中的要求。



医生防护门



患者通道门



表 3-8 DSA 个人防护用品和辅助防护设施配置情况

机房	人员类型	放射检查类型	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求		本项目实际配置情况		是否符合要求
			个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 室	工作人员	介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	配置 8 件铅橡胶围裙 ($\geq 0.5\text{mmPb}$)、8 件铅橡胶颈套 ($\geq 0.5\text{mmPb}$)、8 件铅防护眼镜 ($\geq 0.5\text{mmPb}$)、8 个铅橡胶手套 (0.5mmPb)、8 个铅橡胶帽子 (0.5mmPb)	配置 1 个铅悬挂防护屏 (0.5mmPb)、铅防护吊帘 (0.5mmPb)、1 个床侧防护屏 (0.5mmPb)、1 个移动铅屏风 (2mmPb)	符合
	受检者		铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——	配置铅橡胶性腺防护围裙 1 件 (0.5mmPb)、铅橡胶颈套 1 个 (0.5mmPb)、铅橡胶帽子 1 个 (0.5mmPb)	——	符合

3、机房通风

经核实，建设单位在机房内设置了动力排风装置，工作状态正常。

4、本项目与标准中辐射防护措施符合性分析

本次验收 DSA 项目已根据环评、批复及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 要求落实了辐射安全与防护措施情况，具体见下表 3-9，现场调查情况见图 3-8。

表 3-9 辐射安全与防护措施落实情况对照表

标准要求	实际建设情况	落实情况
应合理设置射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	根据机房布局，本项目 DSA 设备手术床南北放置，C 型臂可东西周向旋转，可有效避免有用线束直接照射门、窗和工作人员操作位。	已落实
X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	本项目 DSA 机房的设置已充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。根据现场检测结果显示，均低于限值要求	已落实
除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合（3.5m，20m ² ）	本项目 DSA 设备设有单独的机房，机房可以满足使用设备的布局要求。DSA 机房有效使用面积为 58.24m ² ，大于标准要求的 20m ² ，机房内最小单边长度均大于 3.5m。	已落实
C 型臂 X 射线设备机房，满足有用线束方向铅当量 2（mm），非有用线束方向铅当量 2（mm）	本项目四周墙体等效铅当量为 4.6mm 铅当量，顶板等效铅当量均为 3.8mm 铅当量，地板等效铅当量均为 3.8mm 铅当量，观察窗和防护门为 3mm 铅当量，满足标准要求。	已落实
机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	机房内设置有观察窗，观察窗的设置位置可以观察到受检者状态及防护门的开闭情况。	已落实
机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内无与该设备诊断工作无关的杂物	已落实
机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	依托现有排风机及排风管道，引入原有排风井，由大楼顶部屋面风井排出	已落实
机房门外应有电离辐射警告标志：机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	本项目 DSA 机房门外有电离辐射警告标志：机房门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。	已落实
平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	本项目患者通道门为电动推拉门，设有光电感应装置；污物通道及医生通道门为手动平开门，医生通道门设有脚踩装置。经现场测试，工作状态指示灯能与机房门有效关联	已落实

每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于下表基本种类要求的工作人员、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。除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。应为儿童的 X 射线检查配备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小于 0.5mmPb。	配置 8 件铅橡胶围裙（$\geq 0.5\text{mmPb}$）、8 件铅橡胶颈套（$\geq 0.5\text{mmPb}$）、8 件铅防护眼镜（$\geq 0.5\text{mmPb}$）、8 个铅橡胶手套（0.5mmPb）、8 个铅橡胶帽子（0.5mmPb）；配置铅橡胶性腺防护围裙 1 件（0.5mmPb）、铅橡胶颈套 1 个（0.5mmPb）、铅橡胶帽子 1 个（0.5mmPb）	已落实
---	---	------------

3.4 医院辐射安全防护管理情况

（1）管理机构

医院已根据现有核技术应用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立了辐射安全管理领导小组，负责全院辐射安全与环境保护监督管理工作，保障放射工作人员、社会公众的健康与安全。该机构的组成基本涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室，框架基本符合现有辐射管理要求。

（2）管理制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，北京大学肿瘤医院内蒙古医院结合实际情况制定订了辐射安全领导小组，完善辐射事故应急预案、射线装置操作规程、辐射工作人员岗位职责等辐射安全管理规章制度，并印发全院执行。北京大学肿瘤医院内蒙古医院已制定了《Varian 直线加速器操作规程》、《加速器质量控制规范》、《岗位职责》、《紧急停机及应急事件和事故处理规定》、《医疗设备应急预案》、《放疗机房应急预案（修订）》、《辐射安全与防护培训/再培训管理制度》、《放射性同位素和射线装置维护检修制度》、《工作区域和环境辐射水平监测方案》、《放射性同位素和射线装置的安全保卫制度》、《放射工作人员管理制度》、《放射监测方案》、《放射防护知识培训制度》、《放射工作人员个人剂量监测制度》、《放射工作人员体检制度》、《放射工作档案管理制度》、《放射工作职业安全监测制度》、《北京大学肿瘤医院内蒙古医院辐射监测方案》、《DSA 标准操作规程》等制度。（见附件 8）。

（3）辐射安全许可证

本项目加速器和 DSA 装置安装后，医院已向内蒙古自治区生态环境厅申领重新核发辐射安全许可证，证书编号为蒙环辐证[00335]，活动种类和范围为：使用 III 类、

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、丙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2029 年 12 月 2 日。辐射安全许可证正副本见附件 3。

（4）环境影响评价

医院于 2023 年 9 月 15 日委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司对医用直线项目进行环境影响评价，2024 年 9 月 9 日取得内蒙古自治区生态环境厅下发的环评批复（内环函[2024]017 号）（见附件 2）。

（5）监测

医院已委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司对全院核技术利用工作场所进行监测。根据医院提供的监测报告，医院现有的 CT 机房、DR 机房、牙科 X 射线机机房、数字胃肠机房、DSA 介入治疗室以及医用电子直线加速器机房、后装治疗机房等放射诊断、放射治疗场所屏蔽体外剂量率均低于 2.5μSv/h。核医学科等非密封放射性物质使用场所，其场所屏蔽体外剂量率均低于 2.5μSv/h，β 表面污染水平满足相应标准规范要求。

（6）年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，该医院应定期开展辐射安全状况检查，基于实际运行情况，完成辐射安全年度评估报告，并按时向全国核技术备案。年度评估报告应当包括射线装置台账、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等方面的内容。北京大学肿瘤医院内蒙古医院已连续 10 年在全国核技术利用平台提交上年度评估报告。

年度评估报告

首页 / 年度评估报告

上传日期： 至 文件名称：

Q 查询

+ 添加文件

提示：只为本单位填报年度评估报告上传，一年只为本单位上传一个文件，多个文件需打包上传，本年度已上传过再上传会覆盖已上传数据。

序号	报告年份	文件名称	上传日期	操作
1	2024	2024年北京大学肿瘤医院内蒙古医院年度评估报告.docx	2025-01-24	
2	2023	2023年北京大学肿瘤医院内蒙古医院年度评估报告.docx	2024-01-26	
3	2022	2022年内蒙古自治区肿瘤医院年度评估报告.pdf	2022-12-28	
4	2021	2021年内蒙古自治区肿瘤医院年度评估报告.pdf	2022-01-04	
5	2020	2020年内蒙古自治区肿瘤医院年度评估报告.doc	2021-01-20	
6	2019	2019年内蒙古自治区肿瘤医院年度评估报告.doc	2020-01-15	
7	2018	2018年评估报告	2019-01-30	
8	2017	2017年年度评估报告	2017-12-27	
9	2016	16年放射性同位素和射线装置年度评估报告肿瘤医院.docx	2017-10-24	
10	2015	放射性同位素和射线装置年度评估报告肿瘤医院.docx	2016-08-30	

显示第 1 到第 10 条记录，总共 10 条记录

首页

上一页

1

下一页

末页

中华人民共和国生态环境部版权所有
技术支持电话：010-82206257 17724716621

图 3-9 年度评估报告上传情况

（7）人员管理：

①工作人员的知识培训

本项目辐射工作人员已参加辐射安全与防护考核，考核证书均在有效期内考核证书见附件 5。

②个人剂量检测

医院已制定了《放射工作人员个人剂量监测制度》，规定了个人剂量监测的频率，建立个人剂量监测档案，个人剂量档案应包括常规监测的方法和结果、应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

医院已委托内蒙古自治区综合疾病预防控制中心对本项目放射工作人员中进行了个人剂量监测。本项目人员已全部配备个人剂量计，DSA 项目依据 GBZ128-2019 标准介入医师均设置双片。根据医院提供的检测报告，2024 年医院辐射工作人员年有效剂量范围为 0.06~1.54mSv/a。

个人剂量检测报告见附件 6。

③职业健康检查

医院已制定了《放射工作人员体检制度》（见附件 8），规定了放射工作人员的体检间隔不超过 2 年。医院已安排全院放射工作人员于 2023.1.9-2023.3.29 在呼和浩特市美年大健康体检有限公司玉泉门诊部统一进行职业健康检查。职业健康检查报告见附件 7。

3.5 “三废”治理情况

医用电子直线加速器及 DSA 运行期间不产生放射性三废，主要污染物如下：

（1）废气

医用直线加速器在进行定位或治疗时以及 DSA 开机曝光时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO，NO₂）。若在机房内聚集，对机房的人员和设施均具有一定的危害。医用直线加速器机房设有通风系统，通风次数大于 4 次/h，可明显降低其浓度，满足 HJ 1198-2021 的要求。

DSA 所在机房室内设有机械通风系统，臭氧和氮氧化物经通风系统排入环境。臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响很小。

（2）废水

本项目废水主要为辐射工作人员及就诊患者和家属所产生的的生活污水，在日常运营中产生生活污水排入医院自建的污水处理站处理。

（4）固体废物

本项目医用直线加速器和DSA分别用于放射治疗和放射诊断，主要产生的固体废物为生活垃圾和医疗废物。医院已和有资质单位签订危险废物处置协议，项目产生的医疗废物均交由该单位回收处置。

3.6 “三同时”执行情况

医院根据环评“三同时”验收要求认真落实，落实情况见下表 3-5：

表 3-5 辐射污染防治措施“三同时”验收一览表

项目			环评要求设施（措施）	验收实际建设情况	与环评一致性
辐射安全管理机构			已建立辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式下发	已建立辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式下发	一致
辐射安全与防护措施	屏蔽措施	医用直线加速器	射线装置的防护措施按照设计要求实施，医用电子直线加速器机房的辐射防护屏蔽能力满足屏蔽体各关注点处剂量率低于相应的剂量率控制水平；DSA 辐射防护屏蔽能力满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中不大于2.5μSv/h 的要求。	机房北墙主屏蔽为 289cm 混凝土、次屏蔽为 170cm 混凝土，南墙主屏蔽为 289cm 混凝土、次屏蔽为 130-160cm 混凝土，顶棚主屏蔽为 200cm 重晶混凝土，西墙为 160cm 混凝土，东墙（迷路外墙）为 60-140cm 混凝土，迷路内墙为 15cm 混凝土，防护门采用 18mm 铅+140mm 含硼聚乙烯制成。 屏蔽施工方案与环评一致，根据验收监测结果可知，开机状态下，医用电子直线加速器机房周围监测结果为0.13～0.34μSv/h 防护屏蔽能力满足标准要求。	一致
		DSA		机房四周墙体为 45mm 硫酸钡水泥，顶板和地板均为 12cm 混凝土附加 3cm 硫酸钡水泥，防护窗和防护门均为 3mm 铅当量。屏蔽施工方案与环评一致，根据验收监测结果可知，开机状态下，DSA 机房周围监测结果为 0.11～0.12μSv/h，防护屏蔽能力满足标准要求。	一致
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）	医用电子直线加速器机房设置设置门机联锁、视频监控及对讲系统、急停按钮、工作状态指示灯等，防护门处设电离辐射警告标志，机房内设有通风系统，换气次数不少于 4 次/小时。 DSA 室机房门外设有电离辐射警告标志，机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指	病员出入防护门外、治疗区入口处已设电离辐射警告标志。	一致	
			已设置门灯联动 1 套（DSA）； 门机联锁 1 套（加速器）	一致	
			DSA 已设置紧急停机按钮 1 套	一致	
			加速器已在控制室内、迷道入口处、机房内、加速器设备上各设置 1 个急停按钮	一致	
			已在控制室各配备 1 套对讲装置	一致	
			已在防护门外顶部设工作状态指示灯各 1 套	一致	

		示灯能与机房门有效关联等。室内设有机械通风系统，保持良好的通风。		
人员配备	辐射安全与防护考核	操作人员全部参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格并取得成绩单。	辐射安全管理人员和辐射工作人员已参加辐射安全与防护知识考核，考核合格后上岗。	一致
	个人剂量检测	辐射工作人员按要求进行个人剂量监测并建立档案	辐射工作人员已在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，建立个人剂量档案。介入手术医生佩戴内外片个人剂量计，并用不同颜色的外壳标记内外片。	一致
	个人职业健康体检	辐射工作人员按要求进行职业健康体检并建立档案	辐射工作人员已参加职业健康检查，体检合格后上岗，并建立放射工作人员职业健康档案。	一致
检测仪器和防护用品		配备与工作人员数量匹配的个人剂量计，DSA 手术医生佩戴双剂量计	医院电子直线加速器辐射工作人员均已配个人剂量计，并开展个人剂量监测 DSA 辐射工作人员均已配个人剂量计，并开展个人剂量监测，手术医生佩戴双剂量计	一致
		放射工作人员和患者配备铅衣、铅帽、铅围脖等防护用品	介入手术医生和护士已配铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人用品；患者配备铅三角巾，至少 1 套。	一致
		配备符合要求的辐射环境监测仪	已配备辐射巡测仪 1 台	一致
辐射安全管理制度	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、辐射事故应急措施等制度	根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	已设置具有可操作性的辐射安全规章制度，见附件 8。	一致

表 4 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响报告表主要结论

4.1.1 项目概况

北京大学肿瘤医院内蒙古医院拟新增使用 1 台医用电子直线加速器，安装于住院部大楼负一层加速器室 4；拟新增使用 1 台 DSA 和 1 台滑轨 CT，安装于住院部大楼 16 层 DSA-CT 复合手术室；拟搬迁使用 1 台 DSA，将其由住院部大楼二楼西区的导管室 2 搬迁至住院部大楼 16 层的 DSA 室内使用。新增使用医用电子直线加速器和 DSA 均属于Ⅱ类射线装置，新增使用的滑轨 CT 属于Ⅲ类射线装置。

4.1.2 实践正当性分析

项目拟配置的医用电子直线加速器、DSA 装置均为医院放射诊断和放射治疗常用的主要手段。本项目拟使用的射线装置均设计采取了安全、冗余的辐射安全与防护措施，以尽量降低对工作人员和公众的辐射影响。经分析评价，本项目对工作人员和公众的辐射影响很小，满足国家相关标准要求。本项目对患者和社会所带来的利益（主要是对患者的健康有利）是大于可能引起的辐射危害的。因此，本项目核技术应用实施活动是正当且利大于弊的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”原则。

4.1.3 产业政策相符性分析

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

4.1.4 选址布局合理性分析

本项目电离辐射评价范围内无自然保护区、风景名胜和文物古迹等需要特殊保护的环境敏感对象，无居民小区、学校等环境敏感点，选址较为合理。

本项目辐射工作场所有相应的屏蔽设计，通过环境影响分析可知，经辐射屏蔽措施后，本项目的运行对工作场所周围以及医院内相关人员的影响是可接受的。综上所述，本项目的选址是合理的。

4.1.5 环境影响分析结论

通过理论预测，本项目正常运行期间，医用电子直线加速器机房屏蔽体和防护门外各关注点处剂量率均低于相应的剂量率控制水平要求，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中的要求；DSA-CT 复合手术室和 DSA 室屏蔽体外剂量率水平均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求。辐射工作人员年最大有效剂量和公众年最大有效剂量均低于本次评价确定的职业照射剂量约束值和公众照射剂量约束值。因此，本项目对辐射工作人员和公众的辐射影响是可接受的。

4.1.6 环保可行性结论

综上所述，本项目建设符合国家产业政策，具有实践正当性，项目辐射安全与防护措施可行。医院在落实本报告提出的各项污染防治措施后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，本项目运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

4.1.7 辐射安全与防护设施/措施的要求

1、医用电子直线加速器

加速器室 4 拟采取的其他安全防护措施如下：

（1）设备安全功能

1）控制台设专用钥匙控制。只有通过专用钥匙才能使加速器出束。钥匙由专人保管，工作人员离开控制室进入机房时，拔下专用钥匙随身携带，以防止他人误操作。

2）使用计算机控制系统的加速器软件和硬件控制程序应加密，未经允许不得存取或修改；用于监视连锁或作为测量线路、控制线路一部分的计算机一旦发生故障，即停止照射。

3）控制台显示辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、吸收剂量率、治疗方式、楔形过滤器类型及规格等照射参数预选值。照射启动与控制台显示的照射参数预选值连锁，控制台选择各类照射参数之前，不得启动照射。控制台配置带有时间显示的照射控制计时器，并独立于其他任何控制照射终止系统。当照射中断或终止后，应保留计时器计数，应将计时器复零后，才能启动下一次照射。

4）当出现控制台计算机故障、加速管真空故障等情况时，设备会自动出现系统连锁，无法出束。

5）设备有两道独立的剂量监测系统，每一道剂量监测系统均能单独终止辐照。

6) 加速器室内消防类型为气体灭火

(2) 机房通风系统

机房内安装通风换气系统，采用空调机送风、排风机排风的方式。排风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，换气次数约为 4.76 次/h。送风口设置在机房顶部，距地面高度不低于 3m 。排风口设置在机房底部，距离机房地面 30cm ，与进风口呈对角线布置，如图 10-3 所示。排风管道经迷道穿出经风井引至地面排放。

机房内换气次数满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“6.2.2 放射治疗机房应设置强排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换，通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

(3) 门机联锁

加速器室 4 的防护门设有门机联锁，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门则立即停止出束。

(4) 急停按钮

急停按钮安装在控制室的操作台上（1 个）、加速器设备（通常不少于 1 个）、治疗床（通常不少于 1 个）、加速器室 4 的墙壁上（4 个）和迷道内（1 个），并设有醒目标识及文字显示标志。当遇到意外情况，可随时按动急停开关，切断设备高压，停止出束。紧急停止开关必须采用手动方式才能复位。

(5) 视频监控、对讲装置

加速器室 4 内和迷道安装视频监控，安装点位确保能看到整个加速器室内（含迷道）的全景，以便在治疗过程中能够随时观察病人状况。此外，也可以观察治疗机房是否有人滞留。

加速器室 4 和控制室内设有双向交流对讲系统，便于工作人员与患者之间进行交流。

(6) 紧急开门装置

加速器室 4 的迷道出入口处设有紧急开门装置，可实现从加速器室内无条件开门。防护门设防夹伤装置。

(7) 固定式辐射剂量监测报警仪

加速器室 4 内安装带有异常情况下报警功能的固定式辐射剂量监测仪，位于迷道

处，用于监测机房内的辐射水平并在控制室内显示。

（8）状态指示和警告标志

加速器室 4 防护门上方设有与加速器运行状态关联的工作状态指示灯，通过不同颜色显示加速器的不同运行状态，并配有中文说明。

加速器室 4 防护门上设有电离辐射警告标志和中文警示说明。

（1）设备固有防护措施

本项目拟使用的 DSA-CT 和 DSA 均从正规厂家购买，设备本身采取了多种固有安全防护措施：

- ①设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；
- ②采取栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉和余辉，起到消除软 X 射线，提高有用射线品质并减少脉冲宽度；
- ③采取光谱过滤技术：在 X 射线管头放置合适的铝过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；
- ④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，降低清晰度，可减少透视剂量；
- ⑤采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留在监视器上显示，即称之为图像冻结，此技术可缩短总透视时间，达到减少不必要的照射；
- ⑥本项目 DSA 透视开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键；

2、DSA 机房

- ①DSA 设有单独的机房，机房最小使用面积、最小单边长度符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 2 中的相关要求；
- ②合理设置了设备、机房门窗和管线口位置，有用线束方向不直接照射防护门、观察窗、机房内管线口和工作人员操作位的区域；
- ③控制台和治疗室内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。
- ④DSA 室内设有观察窗、视频监控装置和对讲装置，设置位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。
- ⑤DSA 室内设置了机械通风装置，室内气体通过管道排向室外，保证了良好的通

风。DSA 操作室设置“一拖一”净化空调系统，并且按照Ⅲ级洁净手术室（Ⅰ类环境）要求设计，医用卫生型净化空调循环机组设置 G4 初效+F8 中效两级过滤，送风末端采用 H13 高效过滤器（对 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 的微粒过滤效率 99.99%）。可以保证 DSA 操作室的空气洁净度要求。同时 DSA 操作室净化空调系统为独立系统，不会对其他房间造成影响，满足院感控制要求，也能满足 DSA 操作室的温湿度控制要求。设备间设置了独立的常年制冷多联机空调系统，用于承担设备间设备热负荷，满足设备间的温湿度控制要求。

⑥DSA 室所有防护门上的醒目位置设有电离辐射警告标志 1 个，防护门上方设工作状态指示灯且与防护门联锁，灯箱上设有“射线有害、灯亮勿入”的警示语句。

⑧手动平开门设有自动闭门装置；电动推拉门设置防夹装置，设有曝光时关闭机房门的管理措施。

⑨配备足够的介入防护手套、铅围裙、铅帽和铅眼镜等个人防护用品，以及铅防护帘、铅防护屏等，供工作人员及患者使用，能够满足《放射诊断放射防护》（GBZ130-2020）中表 4 中的要求。

4.1.8 建议

- （1）认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，完善各项管理制度；
- （2）加强辐射安全加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝辐射事故的发生。
- （3）定期对门灯联锁、工作状态指示灯等辐射安全防护设施进行检查，发现问题及时解决。

4.2 环评批复

北京大学肿瘤医院内蒙古医院（内蒙古医科大学附属肿瘤医院、内蒙古自治区肿瘤医院、内蒙古自治区癌症中心）是一所集医疗、教学、科研、康复、防癌保健为一体的三级甲等肿瘤专科医院，位于内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区昭乌达路 42 号。已取得自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：蒙环辐证[00335]，种类和范围：使用 II 类、V 类放射源；使用 1 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。医院现有射线装置 25 台，基本情况详见表 1。

表 1 医院现有射线装置一览表

序号	装置分类名称	类别	数量	装置名称	技术参数	规格型号	辐射活动场所名称
1	医用 X 射线计算机断层	III	1	X 射线计算机体层摄影	管电压 140kV 管电	uCT 968	CT 检查室 1

	扫描 (CT) 装置			设备	流 833mA		
2	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	1	全身用 X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 440mA	Optima CT660	CT 检查室 2
3	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	1	X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 560mA	RevolutionAce	CT 检查室 4
4	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	1	正电子发射及 X 射线计算机断层成像扫描系统	管电压 140kV 管电流 833mA	uMI 780	PET/CT 机房
5	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	1	伽马照相机	管电压 140kV 管电流 440mA	Infinia	SPECT/CT 机房
6	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	1	单光子发射及 X 射线计算机断层成像系统	管电压 130kV 管电流 517mA	Symbia Intevo Bold	SPECT/CT 机房 2
7	血管造影用 X 射线装置	II	1	医用血管造影 X 射线系统	管电压 125kV 管电流 1000mA	UNIQ FD20	导管室 1
8	血管造影用 X 射线装置	II	1	血管造影 X 射线系统	管电压 125kV 管电流 1000mA	Integris Allura 12&15 Monoplane	导管室 2
9	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字化移动 DR	管电压 120kV 管电流 500mA	MobiEye 700	发热门诊 DR 室
10	医用诊断 X 射线装置	III	1	X 光骨密度测定仪	管电压 70kV 管电流 2.4mA	MEDIX DR	骨密度仪室
11	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II	1	医用直线加速器	粒子能量 10MeV	CLINAC IX	加速器 1 室
12	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II	1	低能直线加速器	粒子能量 6MeV	UNIQUE	加速器 2 室
13	放射治疗模拟定位装置	III	1	数字化模拟机	管电压 150kV 管电流 500mA	TH 49450 HPH308VR13	模拟机室
14	放射治疗模拟定位装置	III	1	X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 500mA	Brilliance Big Bore	
15	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字医用 X 射线摄影设	管电压 150kV 管电	NeuVision 650	摄影 1 室

				备	流 650mA		
16	医用诊断 X 射线装置	III	1	飞利浦数字 X 线成像系统 (DR)	管电压 75kV 管电流 2.5mA	SRO 33100	摄影 2 室
17	口腔 (牙科) X 射线装置	III	1	全景 X 射线机	管电压 70kV 管电流 7mA	Planmeca ProOne	摄影 3 室(6 号机房)
18	医用诊断 X 射线装置	III	1	移动式 C 型臂 X 射线机	管电压 120kV 管电流 10mA	OEC Elite CFDx	手术间 12 室
19	医用诊断 X 射线装置	III	1	移动式 C 型臂 X 射线机	管电压 110kV 管电流 5mA	SIREMOBIL CompactL	
20	医用诊断 X 射线装置	III	1	体外冲击波碎石机	管电压 110kV 管电流 4mA	KDE-2001B	体外冲击波碎石室
21	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字化乳腺 X 射线机	管电压 35kV 管电流 188mA	MammoDiagnostDR	造影室 2
22	医用诊断 X 射线装置	III	1	数字化医用 X 射线摄影系统	管电压 150kV 管电流 1000mA	DigitalDiagnost Power	造影室 3
23	医用诊断 X 射线装置	III	1	岛津 X 光机	管电压 150kV 管电流 500mA	XUD150L-F	造影室 4
24	医用诊断 X 射线装置	III	1	X 射线诊断系统	管电压 150kV 管电流 630mA	AXIOM LumiosdRF	造影室 5
25	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	1	X 射线计算机体层摄影设备	管电压 140kV 管电流 667mA	NeuViz128	肿瘤筛查中心西侧 CT 机房

本次评价内容为：（1）新增 1 台医用电子直线加速器，为 II 类射线装置，安装于住院部大楼负一层的加速器室 4，对场所进行改造，增加其侧屏蔽墙和顶墙的次屏蔽墙厚度；（2）将原许可的位于住院部大楼二楼西区的导管室 1 的 1 台 DSA 搬迁至住院部大楼 16 层的 DSA 室使用。新增及搬迁射线装置基本情况详见表 2。

表 2 本项目使用射线装置情况

序号	装置名称	射线装置类别	数量	参数	活动种类	工作场所名称		备注
						楼层	场所名称	
1	医用电子直线加速器	II类	1 台	X 射线最高能量：6MV 电子线最高能量：20MeV 等中心点最大输出剂量率： 14Gy/min	使用	住院部大楼负一层	加速器室 4	新增
2	DSA	II类	1 台	最高管电压：125kV， 最高管电流：1250mA；	使用	住院部大楼 16 层	DSA-CT 复合手术室	新增
3	CT	III类	1 台	最高管电压：140kV， 最高管电流：1000mA	使用	住院部大楼 16 层	DSA-CT 复合手术室	新增

4	DSA	II类	1 台	最高管电压为 125kV； 最高管电流为 1250mA	使用	住院部大 楼 16 层	DSA 室	搬迁
该环境影响报告表编制规范、内容较全面；标准使用正确，保护目标明确；环境影响分析清楚、全面；提出的各项污染防治对策、措施可行，可以作为该项目建设环境保护设计和管理的依据。 项目建设单位要依据报告中提出的要求，在射线装置场所建造及使用过程中，严格落实环评报告表提出的辐射防护措施和安全设施，确保辐射安全与防护满足有关要求。加强对辐射工作人员安全培训教育，辐射工作人员要做到持证上岗。建设单位应加强对射线装置管理，完善安全使用操作规程、辐射事故应急预案及各项规章制度，落实安全保卫与防护责任，杜绝辐射事故发生。按照国家有关规定配备必要的防护用品和辐射监测仪器，设置规范的电离辐射标志，认真执行辐射安全许可证制度，许可证活动种类和范围发生变化，需按要求办理许可证重新申领手续。 你单位要按照要求进行竣工环境保护验收，验收合格后，方可正式投入运营。我厅委托呼和浩特市生态环境局负责该项目建设期间的监督检查工作。 内蒙古自治区生态环境厅 2024年9月9日								

4.3 报告表及批复落实情况

4.3.1 报告表落实情况

表 4-1 环境影响报告表落实情况一览表

序号	环评报告要求	现场落实情况	落实情况
1	项目建设单位要依据报告表中提出的要求，在射线装置场所建造及使用过程中，严格落实环评报告表提出的辐射防护措施和安全设施，确保辐射安全与防护满足有关要求。	医院已落实环评提出的辐射防护措施和安全设施，根据现场检查结果，满足辐射安全与防护满足有关要求。	已落实
2	加强对辐射工作人员安全培训教育，辐射工作人员要做到持证上岗，建设单位应加强对射线装置管理，完善安全使用操作规程、辐射事故应急预案及各项规章制度，落实安全保卫与防护责任，杜绝辐射事故发生。	本项目辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核，医用直线加速器配套操作规程等制度完善，医院应完善 DSA 相关配套操作规程及制度等，暂未有辐射事故发生	已落实
3	按照国家有关规定配备必要的防护用品和辐射监测仪器，设置规范的电离辐射标志，认真执行辐射安全许可证制度，许可证活动种类和范围发生变化，需按要求办理许可证重新申领手续。	已配备必要的防护用品和辐射监测仪器，设置规范的电离辐射标志已定期对门灯联锁、工作状态指示灯等辐射安全防护设施进行检查	已落实

4.3.2 环评批复落实情况

环评批复落实情况见下表 4-2。

表 4-2 环评批复落实情况一览表

序号	环评批复要求	现场调查检测结果	落实情况
1	项目建设单位要依据报告表中提出的要求，在射线装置场所建造及使用过程中，严格落实环评报告表提出的辐射防护措施和安全设施，确保辐射安全与防护满足有关要求。	已落实，本项目机房建造时严格按照图纸施工，落实了环评文件提出的各项辐射防护及管理措施，如：合理布局机房、机房足够的使用空间、工作场所分区管理、机房屏蔽、机房通风、人员培训后持证上岗、人员的个人剂量监测、辐射工作场所的监测、配备足够数量的防护用品和监测仪器、及时修订了各项规章制度并得到落实、配备了符合要求的各种标识、配置了与设备匹配的各种辐射防护与安全措施。	已落实
2	加强对辐射工作人员安全培训教育，辐射工作人员要做到持证上岗。建设单位应加强对射线装置管理，完善安全使用操作规程、辐射事故应急预案及各项规章制度，落实安全保卫与防护责任，杜绝辐射事故发生。	已落实，本项目辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格，目前证书均在有效期内，做到了持证上岗。	已落实
3	按照国家有关规定配备必要的防护用品和辐射监测仪器，设置规范的电离辐射标志，认真执行辐射安全许可证制度，许可证活动种类和范围发生变化，需按要求办理许可证重	已落实，已及时对相关管理制度进行了修订，明确各项任务的负责科室，明确了法人为辐射安全第一责任人。已落实，已配备了相应数量	已落实

	新申领手续。	的辐射防护用品，配备了必要的个人剂量片、个人剂量报警仪、固定式剂量报警仪、辐射监测仪，各个防护门处设置了规范的电离辐射警示标识。及时申领了新的辐射安全许可证，并更新了台账信息。	
--	--------	--	--

表 5 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量控制和保证

- (1) 检测机构通过中国国家认证认可监督管理委员会资质认定。
- (2) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (3) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准。
- (4) 监测仪器每年按规定定期经计量部门检定校准，合格后方可使用。
- (5) 对监测仪器进行各种比对。
- (6) 监测人员均持证上岗，每次监测至少 2 名监测人员。
- (7) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- (8) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (9) 监测报告严格实行三级审核制度。

表 6 验收监测内容

6.1 验收监测期间项目工况

验收监测时加速器正常工作、运行稳定，选择最大工况；DSA 正常工作、运行稳定，均符合建设项目竣工环境保护验收的工况要求。

6.2 验收监测因子

1、医用电子直线加速器

医用电子直线加速器正常运行期间产生的辐射污染源主要是治疗时使用的 X 射线和电子线。X 射线最大能量为 6MV，使用电子线的最高能量为 20MeV。X 射线和电子线均随装置的开关而产生和消失，因此仅在开机出束期间才会产生。由于该设备最大能量不超过 10 MV，因此无需考虑中子剂量的影响。

因此本项目医用电子直线加速器监测因子为 X 射线剂量率。

2、DSA

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开关而产生和消失。因此，在非开机状态下不产生 X 射线，只有在开机处于出线状态时才发出 X 射线。在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子。

因此本项目 DSA 监测因子为 X 射线剂量率。

6.3 监测点位

该本项目 X- γ 射线剂量率监测参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的方法布设监测点，监测点位的选取覆盖机房周围控制室、防护门以及机房四侧可达界面 30cm 处。本次验收工程各监测点位布置如图 6-1~6-2 所示。

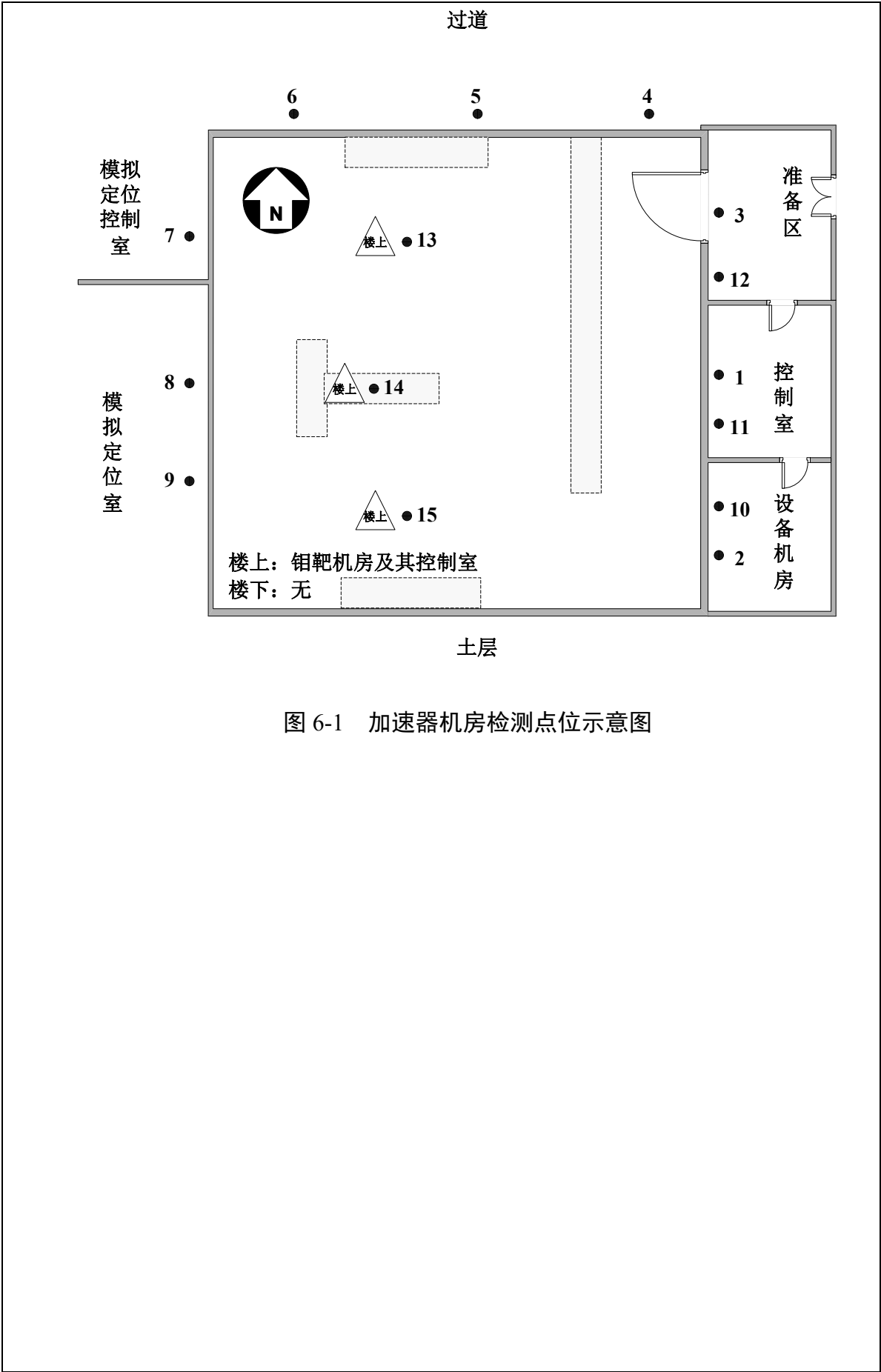


图 6-1 加速器机房检测点位示意图

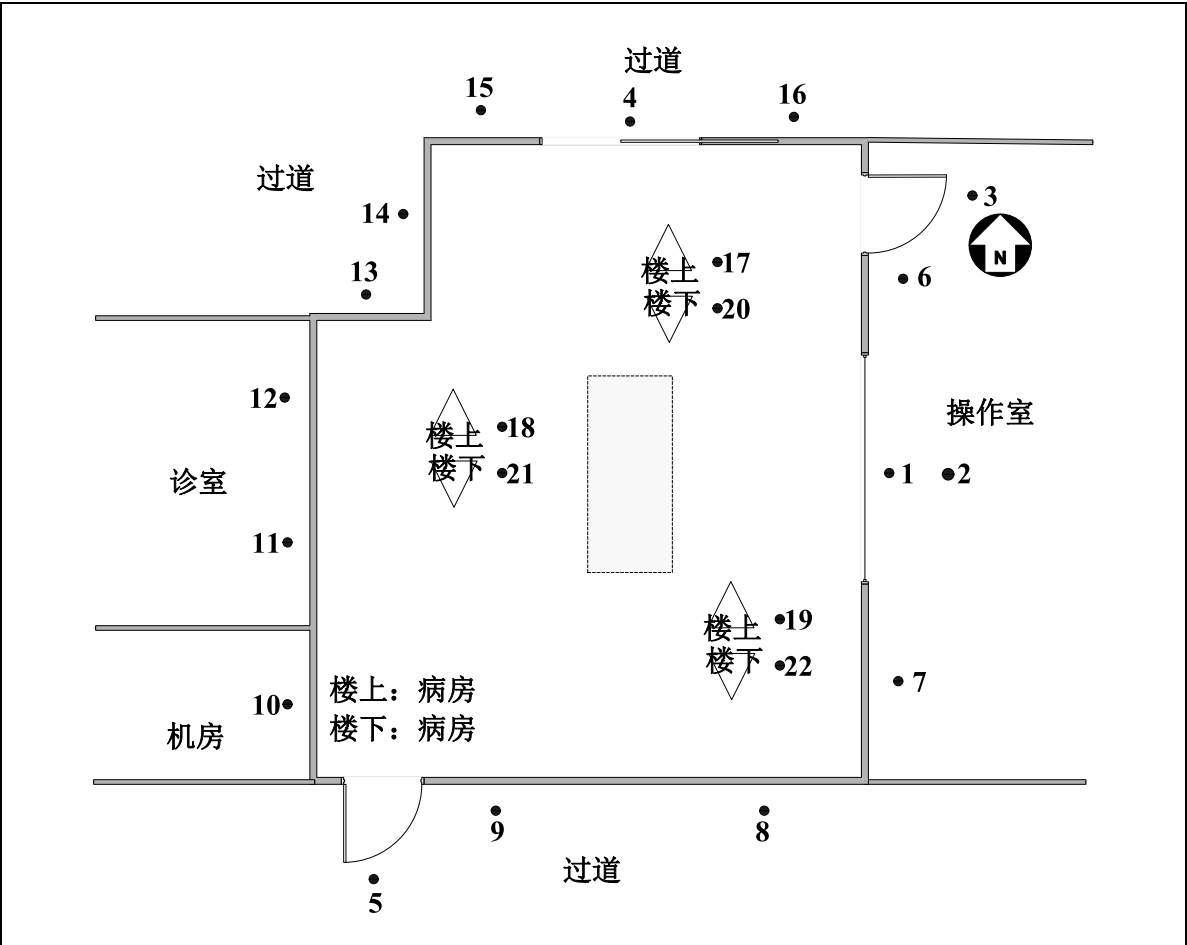


图 6-2 DSA 机房检测点位示意图

6.4 监测仪器

本次验收监测使用的仪器参数见表 6-1。

表 6-1 监测仪器主要技术参数一览表

设备名称	监测设备		
	设备型号及仪器编号	设备参数	检定/校准情况
X-γ 剂量率仪	型号：AT1123 编号：RDS-090	能量范围： 15keV-10MeV 测量范围： 50nSv/h-10Sv/h	校准单位：中国计量科学研究院 证书编号：DLjl2025-01434 有效期限：2025.02.05-2026.02.06 不确定度：3.2%（k=2）

6.5 监测分析方法

本次验收采用的监测分析方法主要有以下：

- （1）《放射治疗放射防护要求》GBZ121-2020；
- （2）《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020。

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况记录

医用电子直线加速器：

- 1、检测工况：6MV(FFF 模式)，照射野：40cm×40cm，剂量率：14Gy/min；
- 2、检测位置：防护门在距外表面 30cm 的中间、上侧、下侧、左侧、右侧；四周墙体在距外表面 30cm、距地 50cm-150cm 处；机房顶棚上方在距地 100cm 处；机房地板下方为土壤层；
- 3、由于该设备最大能量不超过 10MV，因此无需考虑中子剂量的影响；
- 4、测量值未扣除本底。

DSA：

- 1、检测工况为：电压：82kV，电流：14.6mA，曝光时间：持续曝光；照射野：300×300mm；典型投照方向：向上；投照 SID：100cm；床下管球；自动曝光。
- 2、散射模体：标准水模+1.5mmCu 板；
- 3、检测位置：防护门在距外表面 30cm 的中间、上侧、下侧、左侧、右侧；四周墙体在距外表面 30cm、距地 1.3m 处；地板下方在距地 1.7m 处；机房顶棚上方为距地 1.0m 处；
- 4、测量值未扣除本底值。

7.2 验收监测结果

本次验收项目医用电子直线加速器机房及 DSA 机房外周围剂量当量率检测结果分别见表 7-1 和 7-2。

表 7-1 加速器机房外周围剂量当量率检测结果

编号	有用束投照方向	模体	检测区		检测结果(μSv/h)	
					6MV(FFF 模式)	关机状态
1	有用束中心轴 竖直向下照射	组织等效 模体	操作人员位置		0.13	0.12
2	有用束中心轴 竖直向下照射	组织等效 模体	电缆沟外		0.13	0.13
3	有用束中心轴 垂直于 南墙水平照射	组织等效 模体	机房门 外	上测	0.13	0.12
				下侧	0.34	0.12
				左侧	0.13	0.12

				右侧	0.13	0.12	
				中部	0.13	0.12	
4	有用束中心轴 垂直于 北墙水平照射	组织等效 模体	次屏蔽区外		0.13	0.12	
5	有用束中心轴 垂直于检测区 (北墙)平面	准直器 角度 45°	无	有用束区外		0.14	0.12
6	有用束中心轴 垂直于 北墙水平照射	组织等效 模体	次屏蔽区外		0.13	0.12	
7	有用束中心轴 竖直向下照射	组织等效 模体	侧墙区		0.13	0.12	
8					0.13	0.12	
9					0.13	0.12	
10					0.14	0.12	
11					0.13	0.12	
12					0.14	0.12	
13	有用束中心轴 竖直向上照射	组织等效 模体	次屏蔽区外		0.14	0.12	
14	有用束中心轴 垂直于检测区 (室顶)平面	准直器 角度 45°	无	有用束区外		0.14	0.12
15	有用束中心轴 竖直向上照射	组织等效 模体	次屏蔽区外		0.14	0.12	
备注		1.表内检测结果均未扣除本底。 2.辐射检测仪器本底平均值：0.11μSv/h；本底范围：0.10μSv/h～0.11μSv/h；读数 3 倍本底标准（3σ _x ）：0.006μSv/h。 3.检测仪器距离屏蔽体外 30cm。 4.由于该设备最大能量不超过 10 MV，因此无需考虑中子剂量的影响。					

验收监测结论：

根据监测报告可知：关机状态下，医用电子直线加速器机房周围监测结果为 0.12~0.13μSv/h，开机状态下，医用电子直线加速器机房周围监测结果为 0.13~0.34μSv/h，均满足《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 的要求。

由以上验收监测结果可知，医用电子直线加速器项目辐射安全与防护设施的建设能够满该项目的辐射防护要求。

表 7-2 DSA 机房周围剂量当量率检测结果

检测点位置	检测结果(μSv/h)	
	开机状态	关机状态

1 号检测点位 (观察窗外 30cm)	上侧	0.12	0.12
	下侧	0.11	0.12
	左侧	0.12	0.13
	右侧	0.11	0.12
	中部	0.11	0.12
2 号检测点位	操作位	0.11	0.12
3 号检测点位 (操作室门外 30cm)	上侧	0.12	0.13
	下侧	0.12	0.12
	左侧	0.12	0.12
	右侧	0.11	0.13
	中部	0.11	0.12
4 号检测点位 (机房门外 30cm)	上侧	0.11	0.12
	下侧	0.12	0.12
	左侧	0.12	0.12
	右侧	0.11	0.13
	中部	0.12	0.12
5 号检测点位 (机房门外 30cm)	上侧	0.11	0.13
	下侧	0.12	0.12
	左侧	0.11	0.12
	右侧	0.12	0.12
	中部	0.11	0.12
6 号检测点位	墙体外 30cm	0.12	0.13
7 号检测点位	墙体外 30cm	0.12	0.13
8 号检测点位	墙体外 30cm	0.11	0.13
9 号检测点位	墙体外 30cm	0.11	0.12
10 号检测点位	墙体外 30cm	0.12	0.12
11 号检测点位	墙体外 30cm	0.11	0.13
12 号检测点位	墙体外 30cm	0.12	0.12
13 号检测点位	墙体外 30cm	0.12	0.12
14 号检测点位	墙体外 30cm	0.12	0.13

15 号检测点位	墙体外 30cm	0.12	0.13
16 号检测点位	墙体外 30cm	0.11	0.12
17 号检测点位	楼上离地 100cm	0.11	0.13
18 号检测点位	楼上离地 100cm	0.11	0.12
19 号检测点位	楼上离地 100cm	0.11	0.12
20 号检测点位	楼下离地 170cm	0.11	0.12
21 号检测点位	楼下离地 170cm	0.11	0.12
22 号检测点位	楼下离地 170cm	0.11	0.12
备注	1、表内检测数据均未扣除本底值； 2、待检设备未出束状态下本底水平范围：0.11 μ Sv/h $\sim$ 0.13 μ Sv/h，平均值：0.12 μ Sv/h。		

验收监测结论：

根据监测报告可知：关机状态下，DSA 机房周围监测结果为 0.12 $\sim$ 0.13 μ Sv/h，开机状态下，DSA 机房周围监测结果为 0.11 $\sim$ 0.12 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

由以上验收监测结果可知，DSA 项目辐射安全与防护设施的建设能够满该项目的辐射防护要求。

表 8 验收监测结论

验收结论：

1、北京大学肿瘤医院内蒙古医院直线医用电子直线加速器及 DSA 应用项目落实了环境影响评价制度、辐射安全许可制度和建设项目环境保护“三同时”制度。环境影响报告表批复中所确定的辐射防护和安全措施已基本落实。

2、现场监测结果表明，根据监测报告可知：关机状态下，加速器机房周围监测结果为 $0.12\sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ ，开机状态下，加速器机房周围监测结果为 $0.13\sim 0.34\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 的要求。

关机状态下，DSA 机房周围监测结果为 $0.12\sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ ，开机状态下，DSA 机房周围监测结果为 $0.11\sim 0.12\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。

经统计，机房周围公众所受年有效剂量满足国家标准及医院管理目标限值，即辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv ；公众成员年有效剂量不超过 0.1mSv ；表明该项目机房的屏蔽能力符合防护要求。

3、现场检查结果表明，加速器机房工作场所已按照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 设置了各项安全措施。辐射工作场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施比较完善。DSA 工作场所已按照国家有关规定设置了辐射警示标志，机房出入口设置了安全和防护设施与工作状态指示灯；工作状态指示灯与机房防护门形成有效联动；机房内设置通风措施。

4、该医院辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理基本完善，辐射防护管理工作基本规范，相关法规要求基本落实。

5、该项目从事辐射工作的人员全部佩戴个人剂量计，均已参加职业健康检查和辐射安全防护考核，并配备了必要的监测仪器。

综上所述，北京大学肿瘤医院内蒙古医院已基本落实北京大学肿瘤医院内蒙古医院直线医用电子直线加速器及 DSA 应用项目环评及环评批复要求，具备医用直线加速器及 DSA 所需要安全防护措施条件，其运行对周围环境产生的影响符合辐射防护和环境保护的要求。在完善落实环评报告的三同时措施后满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，具备竣工验收条件。

后续要求：

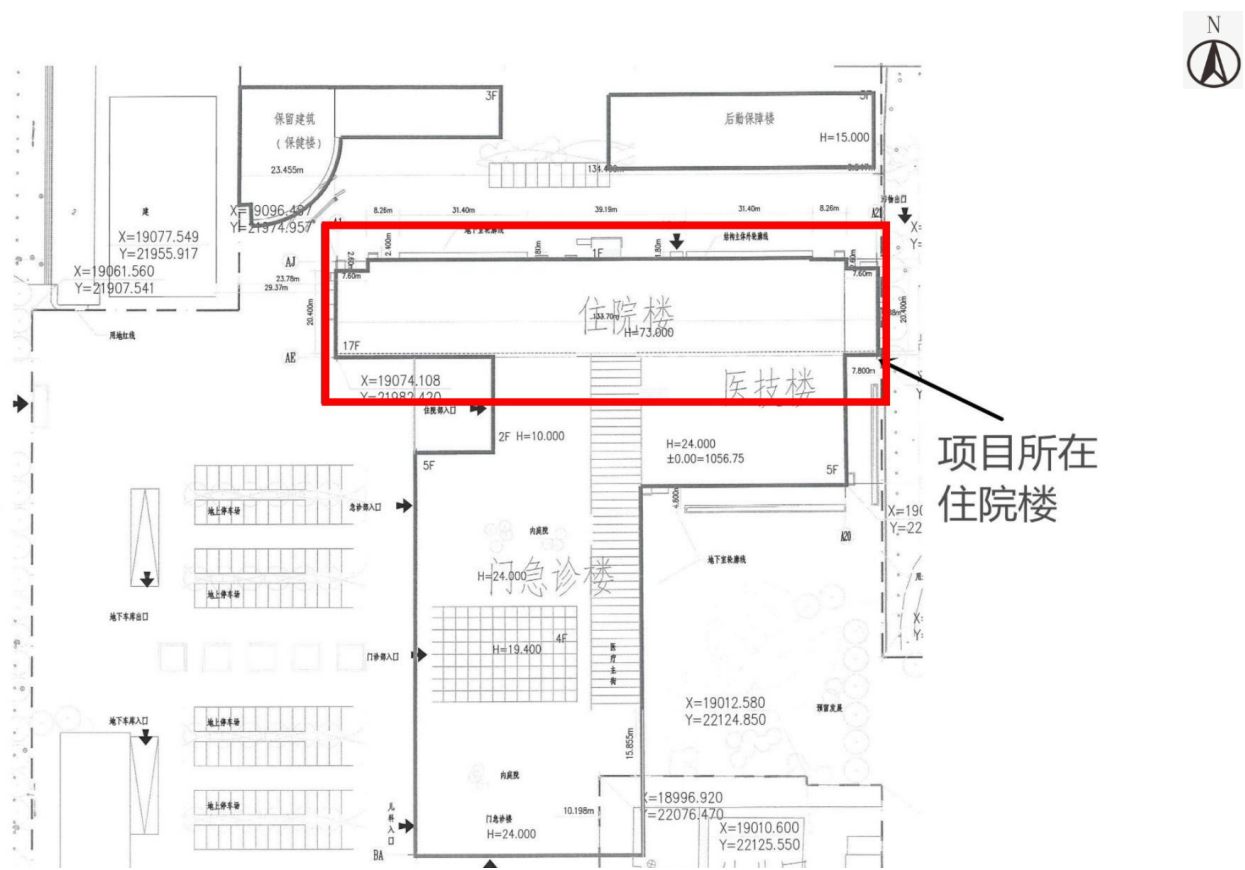
- 1、做好现场监测记录、检查、维护记录，并将相关材料及时归档。
- 2、定期对辐射安全防护设施进行检查，每年对本单位辐射安全与防护状况进行评估，发现问题及时整改。

附图 1 北京大学肿瘤医院内蒙古医院地理位置示意图



[illegible]

附图 3 北京大学肿瘤医院内蒙古医院总平面图



The floor plan illustrates the layout of the 1F medical equipment room, specifically focusing on the DSA (Digital Subtraction Angiography) suite. The plan includes the following areas and flow paths:

- Entrance and Waiting Area:** Located on the left side of the plan, featuring a waiting area (等候区) and a staff entrance (工作人员入口).
- DSA Control Rooms:** Two control rooms are shown, labeled "DSA控制区" and "DSA+CT控制区".
- DSA Examination Rooms:** Two examination rooms are shown, labeled "DSA" and "DSA+CT".
- DSA Preparation Room:** A room labeled "预留DSA控制区" is located on the right side of the plan.
- Flow Paths:**
 - Red Path (患者入口):** Indicated by a red arrow, this path leads from the entrance through the waiting area and into the DSA examination rooms.
 - Purple Path (工作人员入口):** Indicated by a purple arrow, this path leads from the staff entrance through the waiting area and into the DSA control rooms.
 - Blue Path (污物出口):** Indicated by a blue arrow, this path leads from the DSA examination rooms through the DSA control rooms and into the waste exit (污物出口).
- Other Rooms:** The plan also includes a reception area (接待区), a waiting area (等候区), a staff entrance (工作人员入口), a waste exit (污物出口), and various support rooms such as a pharmacy (药房), a laboratory (实验室), and a storage room (储藏室).

附图 6 项目验收范围图

