

中国医学科学院北京协和医院
住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：中国医学科学院北京协和医院

编制单位：核工业北京化工冶金研究院

2024 年 11 月

建设单位法人代表：(签字)

编制单位法人代表：(签字)

项目 负 责 人：

填 表 人：

建设单位：中国医学科学研究 编制单位：核工业北京化工冶

院北京协和医院（盖章） 金研究院（盖章）

电话：010-69156880 电话：010-51674384

传真：/ 传真：010-51674371

邮编：101730 邮编：101414

地址：北京市东城区王府井帅 地址：北京市通州区九棵树

府园 1 号 145 号

目 录

表 1 项目基本概况	1
表 2 项目建设情况	3
表 3 辐射安全与防护设施/措施	11
表 4 建设项目环评报告表的主要结论与建议及审批部门审批决定	20
表 5 验收监测质量保证及质量控制	23
表 6 验收监测内容	24
表 7 验收监测	25
表 8 验收监测结论	28
附件 1 本项目环评批复	30
附件 2 验收监测报告	34
附件 3 北京协和医院辐射安全许可证（部分）	39
附件 4 辐射安全与防护管理制度目录	42
附件 5 本项目辐射工作人员考核成绩单	43

表1 项目基本情况

建设项目名称		中国医学科学院北京协和医院住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目	
建设单位名称		中国医学科学院北京协和医院	
项目性质		□新建 ☒ 改建 □扩建 □其它	
建设地点		北京协和医院帅府院区住院楼地下二层加速器机房	
项目源项	放射源	\	
	非密封放射性物质	\	
	射线装置	1 台II类射线装置	
项目内容		搬迁使用 1 台 TrueBeam 型医用直线加速器	
建设项目环评批复时间	2023 年 11 月 28 日	开工建设时间	2023 年 12 月 01 日
取得辐射安全许可证时间	2024 年 07 月 25 日	项目投入运行时间	2024 年 08 月 20 日
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 08 月 20 日	验收现场监测时间	2024 年 08 月 29 日
环评报告表审批部门	北京市生态环境局 京环审[2023]76 号	环评报告表编制单位	北京科欣科技发展有限公司
验收依据	(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，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行； (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 6 月 28 日修订，2003 年 10 月 1 日起施行； (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日修订并实施； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号修订，2017 年 6 月 21 日公布，2017 年 10 月 1 日起实施； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订版公布并实施； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部部令第		

	20 号修订，2021 年 1 月 4 日公布并实施； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第 18 号令，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日起实施； （8）《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日公布并实施； （9）《北京市环境保护局办公室关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》，北京市生态环境局办公室，京环办[2018]24 号，2018 年 1 月 25 日公布； （10）《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； （11）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）； （12）《中国医学科学院北京协和医院住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目环境影响报告表》（北京科欣科技发展有限公司，2023 年 9 月）； （13）《北京市生态环境局关于住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目环境影响报告表的批复》（京环审[2023]76 号，2023 年 11 月 28 日，见附件 1）。
验收执行标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （2）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （3）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （4）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）； （5）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）； （6）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）。
验收执行限值	（1）剂量约束值 根据环评文件及环评批复的要求，本项目公众和职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a。 （2）工作场所周围剂量率控制水平 根据环评文件及环评批复的要求，本项目加速器机房四周墙体（含防护门）外 30cm 处、屋顶上方 30cm 处的辐射剂量率应不大于 2.5μSv/h。

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位情况

中国医学科学院北京协和医院（以下简称“北京协和医院”）建成于 1921 年，是集医疗、教学、科研于一体的大型三级甲等综合医院，是国家卫生健康委指定的全国疑难重症诊治指导中心，以学科齐全、技术力量雄厚、特色专科突出、多学科综合优势强大享誉海内外。目前，医院总建筑面积 60 万平方米，在职职工 4000 余名、两院院士 3 人、临床和医技科室 57 个、国家级重点学科 20 个、国家临床重点专科 29 个、博士点 18 个、硕士点 28 个、国家级继续医学教育基地 6 个、二级学科住院医师培养基地 18 个、三级学科专科医师培养基地 15 个。医院开放住院床位 2000 余张，单日最高门诊量约 1.73 万人次、年出院病人约 9.5 万余人次。

北京协和医院现持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》，证书编号：京环辐证[A0012]（详见附件 3），发证日期为 2024 年 7 月 25 日，有效期至 2027 年 10 月 26 日，许可种类和范围包括：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。

本项目建设地点位于北京协和医院帅府院区住院楼地下二层放疗科加速器机房，该机房内原有 1 台 Artiste 型医用直线加速器（6MV、300cGy/min），该设备已运行超过 10 年，因故障无法继续维修，医院已对其进行了报废处理。本项目北京协和医院将东单院区老楼现有的 1 台 TrueBeam 型医用直线加速器（6MV、1400cGy/min）搬迁至帅府院区住院楼地下二层放疗科加速器机房内使用，替换原有的 Artiste 型医用直线加速器。

2.1.2 项目建设内容和规模

本项目性质为改建，具体建设内容为：将帅府院区住院楼地下二层放疗科原有的 1 台 siemens 公司 Artiste 型医用直线加速器（X 射线 6MV、300cGy/min）进行报废处理，将东单院区老楼的 1 台 TrueBeam 型医用直线加速器（X 射线 6MV、1400cGy/min）搬迁至该腾空的加速器机房内使用。本项目搬迁使用的 TrueBeam 型医用直线加速器取消了 X 射线 10MV 挡位，本项目更换了加速器机房的防护门，未改变机房原有的屏蔽墙体和等中心点位置。

2.1.3 地理位置和平面布局

本项目建设地点位于北京协和医院帅府院区住院楼地下二层放疗科，帅府院区西侧隔胡同为新东安市场，南侧为协和医院院史馆，之外隔帅府园胡同为中央美院楼，东侧隔校尉胡

同为协和医院东单院区，北侧隔胡同为澳门中心。

本项目加速器机房位于帅府院区住院楼的地下二层放疗科东南部。加速器机房东侧为控制室、TOMO 机房以及设备机房，南侧为土层，西侧为附属设备（水冷、调制柜）用房、服务器用房和设备间，北侧为患者通道、淋浴间和卫生间。加速器机房屋顶主屏蔽墙上方为走廊，屋顶次屏蔽墙上方为后勤办公室和女更衣室。

本项目帅府院区住院楼的地下二层平面布局示意图见图 2-1，地下一层平面布局图见图 2-2，本项目加速器机房平面布局和周边关系示意图见图 2-3。

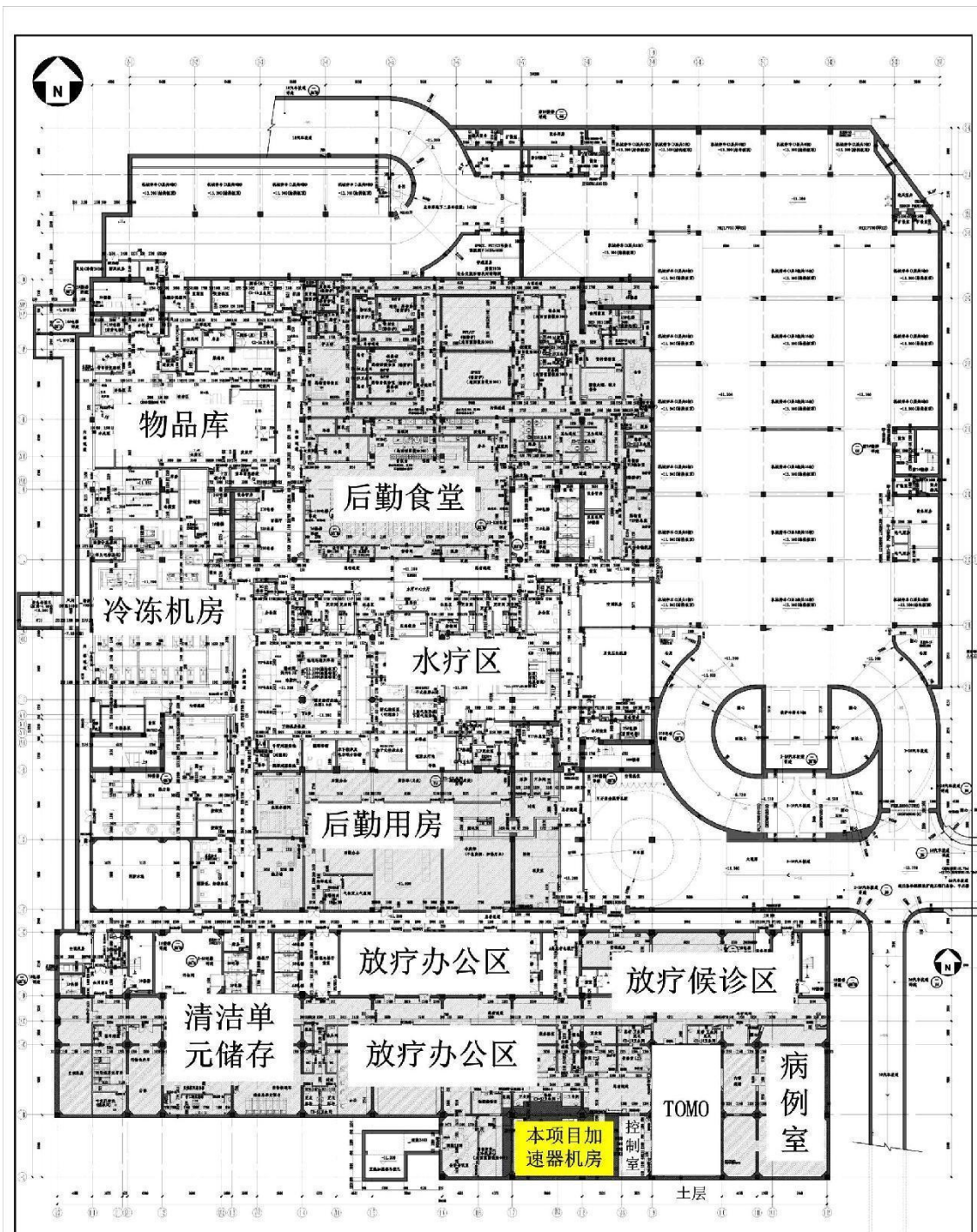


图 2-1 帅府院区住院楼的地下二层平面布局示意图

表 2-1 本项目加速器机房周围 50m 范围内的保护目标

保护目标	方位	距离 (m)	长居留人数
控制室	东侧	紧邻	5
TOMO机房	东侧	4	2
院史馆、学术会堂	南侧	38	20
加速器机房设备间	西侧	紧邻	3
诊室、候诊室	西侧	5	/
卫生间、淋浴间	北侧	紧邻	/
患者通道	北侧	2	/
门诊楼	北侧	40	30
通道	上方主束区	4.7	/
后勤办公室、女更衣室	上方非主束区	6.4	5
地上住院楼	一层以上	10	100

2.1.4 项目变动情况

经现场调查及收集资料可知，本项目的建设地点、建设内容、项目性质均与环评文件及环评批复的要求一致，未发生重大变更。本项目环评文件及批复内容与实际建设内容一览表见表 2-2。

表 2-2 本项目环评文件及批复内容与实际建设内容一览表

工程建设	环评和批复内容	实际建设内容	对比情况
建设地点	北京协和医院帅府院区住院楼地下二层东南侧加速器机房	北京协和医院帅府院区住院楼地下二层东南侧加速器机房	一致
建设内容	将帅府院区住院楼地下二层东南侧机房内的 1 台 Artiste 型 6MV 医用直线加速器报废，将东单院区老楼现有 1 台 TrueBeam 型 6MV（原有 10MV 功能取消）医用直线加速器搬迁至该腾空机房内使用；	已将帅府院区住院楼地下二层东南部加速器机房内的 1 台 Artiste 型 6MV 医用直线进行了报废处理，已将东单院区老楼使用的 1 台 TrueBeam 型 6MV（原有 10MV 功能已经取消）医用直线加速器搬迁至该腾空机房内使用；	一致
活动种类和范围	使用 II 类射线装置	使用 II 类射线装置	一致

2.2 源项情况

本项目帅府院区住院楼地下二层加速器机房内原有的 1 台 Artiste 型医用加速器已按管理要求进行了报废处理，已将东单院区老楼原有的 1 台 TrueBeam 型医用直线加速器搬迁至了本项目加速器机房。本项目 TrueBeam 型医用加速器的 X 射线治疗束能量为 6MV，等中心点最大剂量率 1400cGy/min（FFF 模式），该设备的 X 射线 10MV 能量挡位已被移除。本

项目搬迁使用的 TrueBeam 型加速器主要技术指标详见表 2-3。

表 2-3 本项目搬迁使用的医用加速器主要技术指标

项目	TrueBeam 型医用电子直线加速器
X 射线	1) X 线能量：6MV（10MV 挡位在搬迁前已被厂家移除） 2) 最高输出剂量率：600cGy/min（常规）；1400cGy/min（FFF）； 3) 出束张角：28° 4) 最大射野尺寸：40×40cm（SSD=100cm） 5) 辐射泄漏率：≤0.1% 6) 等中心点高度：1.3m
电子线	1) 电子线能量：6、9、12、16、18、20 MeV 六档； 2) 最大照射野 40cm×40cm； 3) 最高输出剂量率 1000cGy/min。
CBCT	最大管电压 140kV，最大管电流 630mA，CT 球管最大功率 50kW

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成和工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置，加速后的电子直接或经转换为 X 射线后供放射治疗使用，其基本工作原理是电子枪发射电子，在由磁控管或调速管控制的加速管中加速，当电子达到所需能量时，高能电子束射直接被引出或者射到钨靶上产生韧致辐射 X 射线，经初级准直器准直后得到治疗束，利用治疗束对患者肿瘤病灶进行照射，从而杀死肿瘤细胞。本项目医用电子直线加速器是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的组成结构单元主要为：加速管、电子枪、微波系统、脉冲调制器、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。

加速器的治疗机头主要是由偏转磁铁、靶、初级准直器、均整器、散射箔、电离室和限束光阑构成，其作用是产生治疗用 X 射线并使 X 射线治疗束符合放射治疗的特殊要求（如均整度、照射野面积和形状等）。电子枪产生的电子由行波加速波导管加速到所需能量后，进入偏转磁场，偏转后的电子束从电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶发生韧致辐射，产生大量高能 X 射线，经初级准直器和均整器后形成剂量均匀稳定的 X 射线束，再通过监测电离室和光阑限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。医用电子直线加速器工作原理示意图见图 2-4，加速器治疗机头内部结构见图 2-5。

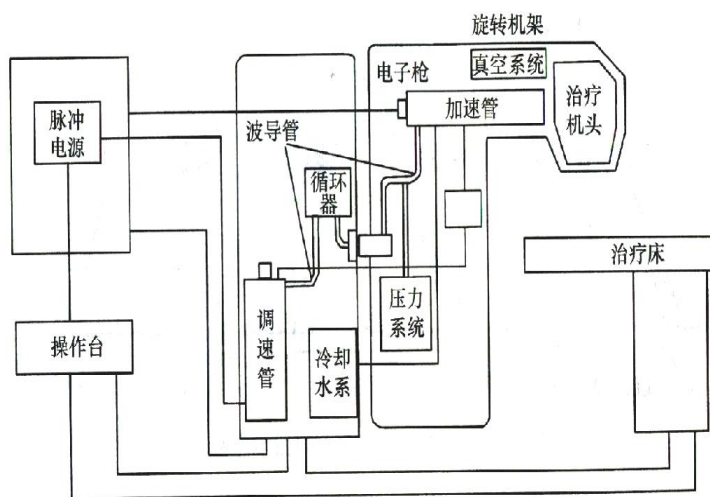


图 2-4 医用电子直线加速器工作原理示意图

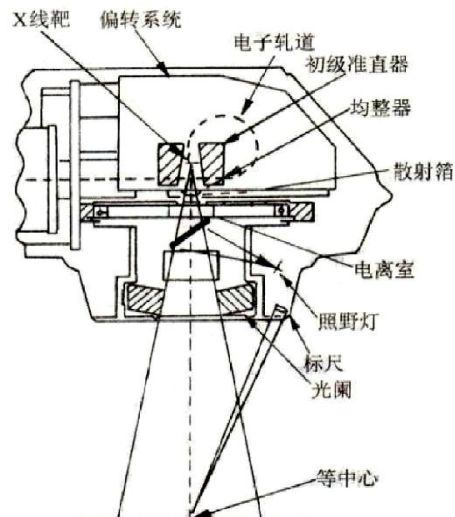


图 2-5 加速器治疗机头结构示意图

2.3.2 工作流程

本项目医用电子直线加速器工作流程及产污环节示意图见图 2-6。

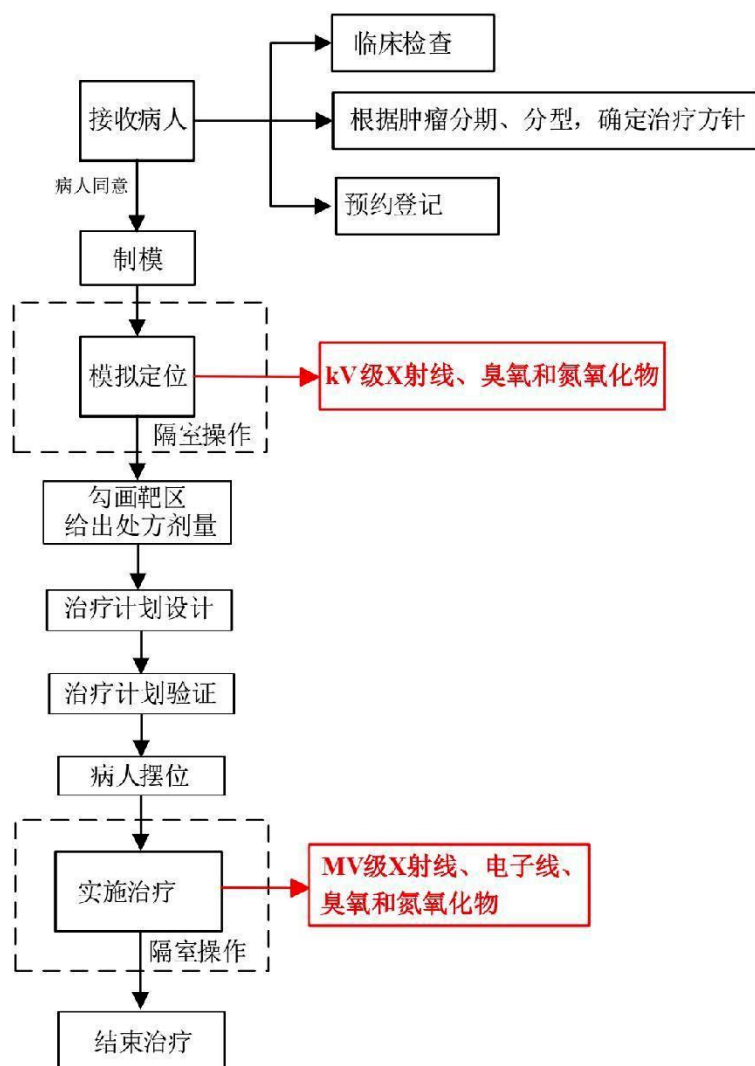


图 2-6 本项目放射治疗工作流程示意图

- (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、分型确定治疗方针，到放射治疗科预约登记，预约模拟定位的时间；
- (2) 制模：为方便患者定位，用热塑体模在治疗部位按照病人身体轮廓进行塑形；
- (3) 模拟定位：使用模拟定位机对患者的肿瘤进行定位检查，确定肿瘤的具体位置和形状，工作人员隔室操作；
- (4) 勾画靶区 TPS 制定治疗计划：勾画病变靶区和正常器官，根据患者瘤体的类型、部位和大小等初步确定照射剂量和照射时间，制定相应的 VMAT 等治疗计划；
- (5) 治疗计划验证：根据处方剂量和靶区范围，物理师通过计算机的放疗计划系统，计算照射肿瘤的剂量和分布、正常组织接受的剂量及分布，交由放疗医师评估确认。
- (6) 治疗计划确认：再次确认靶区剂量，核实正常器官、热点和冷点是否在允许的范围之内，加速器是否有相应的转床、碰床等机械限值，移床等坐标设置是否正确；
- (7) 病人摆位：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；摆位结束，摆位人员等非患者均离开机房，关闭机房防护门；
- (8) 实施治疗：根据放疗计划，使用 CBCT 图像引导系统对靶区位置进行扫描，并与定位 CT 扫描图像做对比，校准摆位误差，运用有关技术实施精确照射；
- (9) 结束治疗：病人离开加速器机房，摆位人员进行下一个患者摆位准备。

2.3.3 工作人员配备和工作负荷

北京协和医院放疗科现有 26 名医师、30 名技师、16 名物理师全科调配和轮换，本项目正式运行后，协和医院放疗科目前共有 10 台加速器和 2 台后装机同时运行，放疗科工作人员数量可以满足工作需要。本项目加速器机房相对固定的辐射工作人员有 4 名，分别为孙玉亮和周兵（技师）、刘峡和刘楠（物理师）。

根据北京协和医院提供的信息，本项目医用电子直线加速器预计每日治疗量约 40 人次，加速器日出束时间不超过 2h，年计划运行 250 天，年累计出束时间不超过 500h；

2.3.4 污染物情况

(1) 主要放射性污染物：

本项目主要放射性污染物为 X 射线。加速器开机出束期间产生 X 射线有用线束、泄漏辐射和散射辐射会贯穿机房的屏蔽设施进入外环境，对周围环境产生外照射影响。

(2) 正常工况污染途径：

① 加速器开机时产生的韧致辐射 X 射线经透射、漏射和散射，会对工作场所及其周围环境产生辐射影响，污染途径为 X 射线外照射；

② 加速器机房内空气在 X 射线的强辐射下，吸收能量并发生电离作用产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）等有害气体。

（3）事故工况污染途径：

① 加速器机房门机联锁失效，加速器出束时有人员误入机房，或者防护门未完全关闭时加速器就能开机出束，会对工作人员及周围公众造成额外的照射；

② 工作人员在加速器机房内安装调试，未撤离机房时，加速器就开始出束。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射安全防护设施的落实情况

本项目已开展辐射环境影响评价，并取得了北京市生态环境局的环境影响评价批复文件，履行了辐射安全许可证重新申领手续。本项目各项辐射安全与防护设施/措施的落实情况见表 3-1，各项辐射安全与防护设施现场照片见图 3-1。

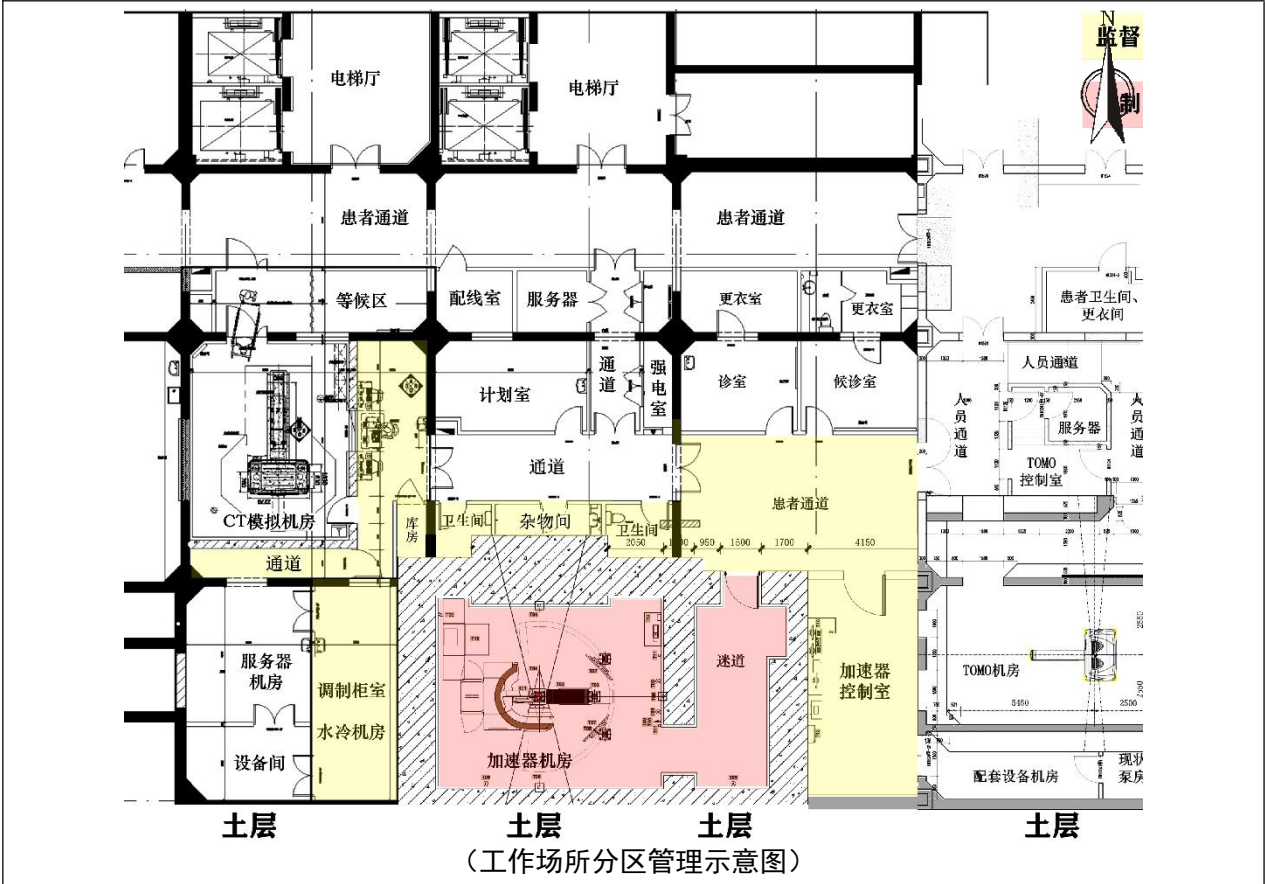
表 3-1 本项目辐射安全防护设施落实情况

序号	辐射安全防护设施	环评报告的要求	验收时落实情况	备注
1	实体屏蔽措施	加速器机房（包括防护门）采取实体屏蔽措施，本项目更换加速器机房防护门，不改变加速器机房原有屏蔽墙体和等中心点位置，应确保机房周围墙体、屋顶外和防护门外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，辐射工作人员和公众的受照剂量满足剂量约束要求。	本项目加速器机房已落实了环评文件要求的实体屏蔽措施，机房防护门已更换为 15mmPb 电动平开防护门，机房的屏蔽墙体和等中心点位置仍保持不变。 由本项目验收监测报告可知（见附件 2），本项目加速器正常工作时，加速器机房周围墙体、屋顶外和防护门外 30cm 处辐射剂量率均满足不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的控制要求。 由剂量估算结果可知，本项目公众最大受照剂量为 0.045mSv/a，辐射工作人员最大受照剂量为 0.303mSv/a，均满足环评文件提出的剂量约束值要求；	一致
2	分区管理	加速器辐射工作场所实行分区管理：加速器机房防护门内区域为控制区，控制室、相邻的设备间、杂物间以及卫生间等为监督区。	本项目加速器工作场所已实行分区管理，已将加速器机房防护门内区域划为控制区，已将加速器控制室、卫生间、杂物间、设备机房、通道等毗邻机房的区域划为监督区。	一致
3	警示系统	加速器机房防护门外设立电离辐射警告标志和中文警示说明，防护门上方安装工作状态指示灯，并和设备出束状态关联；	加速器机房防护门外已设置电离辐射警示标识和中文警示说明，防护门上方已安装工作状态指示灯，已和设备出束状态关联，指示灯工作正常。	一致
4	门机联锁	设置门机安全联锁系统，只有当防护门关闭，设备才能出束；反之，如果照射过程中防护门打开，系统将自动停止出束。电动防护门具有防夹人功能，停电时能够手动开启，使病人	加速器机房防护门已设置门机联锁装置，门机联锁装置有效且工作正常，防护门已设置防夹人和停电手动开启功能。	一致

		安全转移。		
5	急停按钮	紧急停机按钮安装在控制室的操作台上（1个）、加速器设备上（2个）、加速器治疗室的墙壁上（4个）和迷道内1个，并有明显的标志，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，复位后只有在控制台上启动才能再次出束照射。	本项目加速器工作场所共设置了9个紧急停机按钮，其中控制室操作台设1个，加速器设备上设2个，机房内四周墙壁共设4个，迷道内设1个，设备间调制柜设1个，所有急停按钮处均已设有明显的标识。所有急停按钮均只能采用手动方式复位。	一致
6	门控按钮	在防护门外旁侧安装关门按钮（无开门按钮），在防护门内侧迷道墙壁上安装开门按钮（无关门按钮），在控制室内设开、关门按钮。	防护门外侧已安装关门按钮（无开门功能），防护门内侧迷道墙壁已安装了1个紧急开门按钮（无关门功能），控制室内已设置开、关门按钮。	一致
7	钥匙开关	治疗系统拟采用数字密码或者专用钥匙启动，由专人操作设备；	本项目加速器已采用钥匙启动，操作台上已设置钥匙开关，开关钥匙已由设备操作人员负责保管。	一致
8	监视对讲	加速器机房安装1套视频监控和语音对讲系统。	加速器机房内部已安装3个监控摄像头，迷道内已安装1个监控摄像头，机房防护门外侧已安装1个监控摄像头，监视显示器已设置在人员控制台上方。监视系统工作正常，加速器机房及迷道内无监控死角。加速器工作场所已设置语音对讲系统，对讲系统工作正常。	一致
9	监测设备	机房内安装固定式辐射剂量监测报警仪器，用于监测机房内的辐射水平并帮助辐射工作人员判断设备的工作状态。加速器机房更新2台个人剂量报警仪，工作人员进入机房时携带。放疗科已配有1台451P型便携式剂量率仪，本项目继续使用。	加速器机房已配备1台固定式辐射剂量率监测仪，剂量探头位于加速器机房内，监测仪主机位于控制室内；本项目已更新了加速器机房的2台个人剂量报警仪；放疗科已配有1台451P型便携式剂量率仪，仪器已经过剂量部门检定合格，处于检定有效期内。	一致
10	通风系统	治疗室内安装通风换气系统。换气次数不低于4次/h。送风口设置在机房顶部吊顶内，排风口设置在机房墙体下侧30cm处，呈对角线布置；通风管道在迷道上方采用“Z”形方式穿出家房屋顶，穿墙电缆	加速器机房内已设置通风换气系统，采用“上进下排”方式，送风口位于机房吊顶内，排风口位于机房墙角距地面30cm处，通风系统运行正常，可实现换气次数不低于4次/h。通风管道已采用“Z”形方式穿出家房屋顶，穿墙电缆沟已采	一致

沟采用“U”形方式从地下穿	用“U”形方式从地下穿出屏蔽墙，
过屏蔽墙；	线缆沟外侧还设有铅板进行防护。

图 3-1 本项目工业 CT 室工作场所辐射安全与防护设施/措施



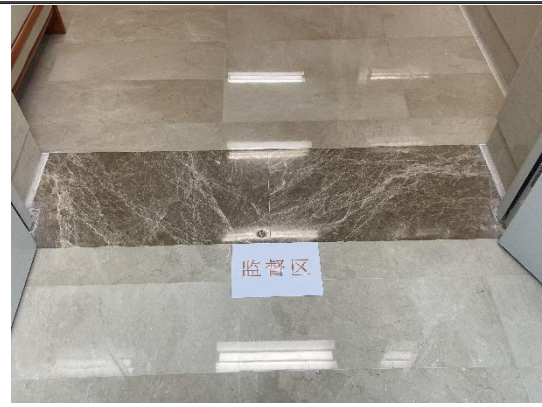
(防护门外电离辐射警告标志和工作指示灯)



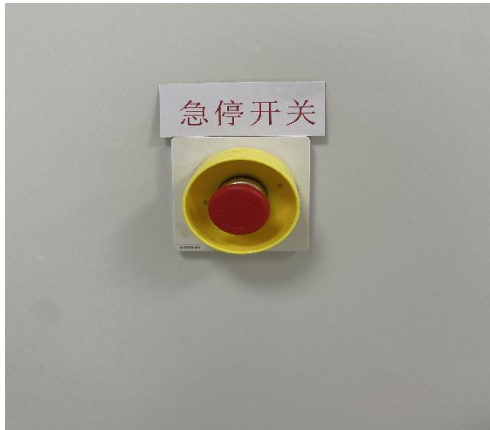
(门机联锁装置)



(监督区标识)



(监督区标识)



(东墙急停按钮)



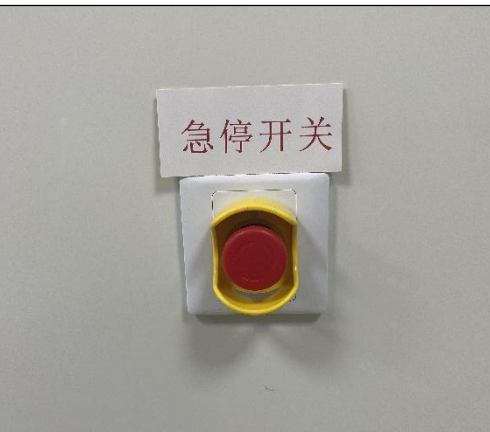
(南墙急停按钮)



(西墙急停按钮)



(北墙急停按钮)



(迷道内急停按钮)



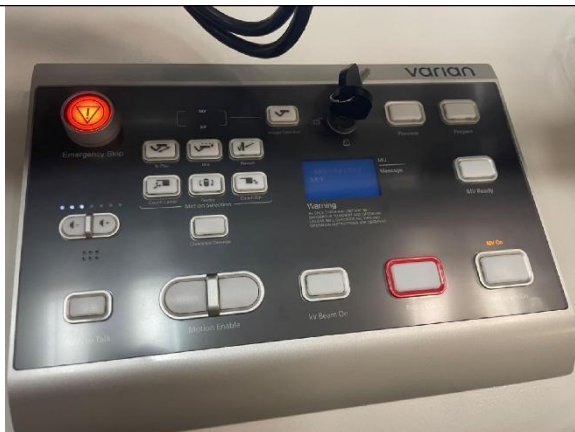
(配电柜急停按钮)



(加速器设备北侧急停)



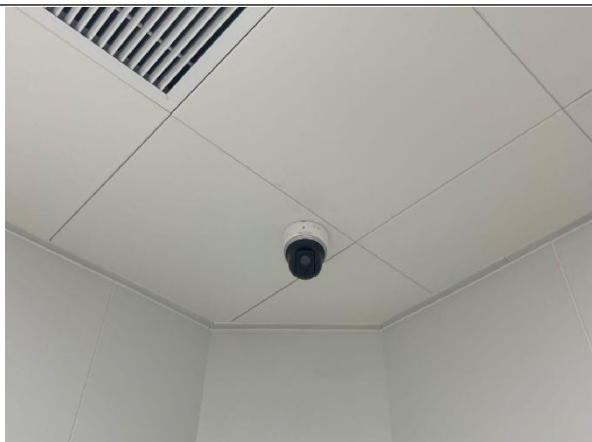
(加速器设备南侧急停)



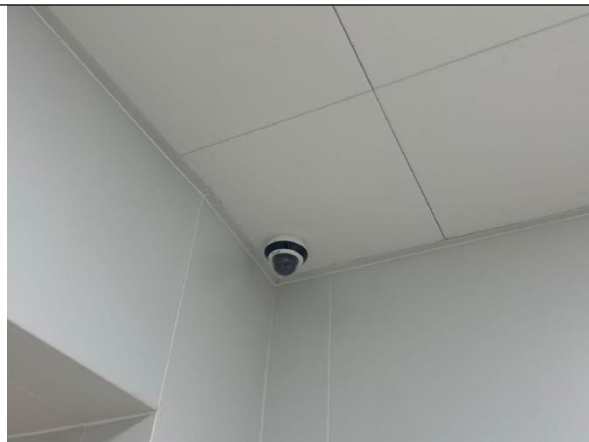
(控制台急停按钮和钥匙开关)



(迷道内紧急开门按钮)



(机房内摄像头 1)



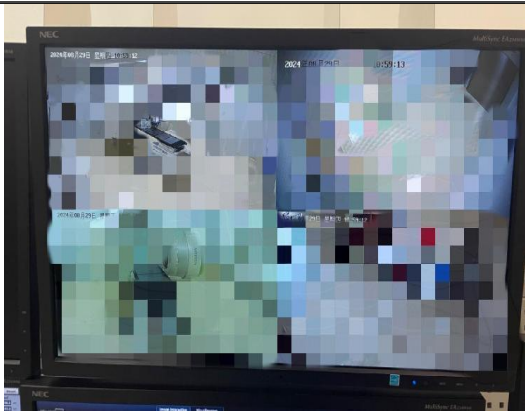
(机房内摄像头 2)



(机房内摄像头 3)



(迷道内摄像头)



(控制台处监视器)



(固定式监测仪探头)



(固定式监测仪主机)



(机房顶部新风口)



(机房内排风口)



(机房线缆沟外侧)



(个人剂量报警仪)



(451P 型便携式剂量率仪)

3.2 环境保护设施的调试效果

验收报告编制单位组织技术人员于 2024 年 8 月 29 日对本项目进行了验收调查，本项目工作场所辐射安全防护设施调试效果见表 3-2。

表 3-2 本项目辐射工作场所辐射安全防护设施调试效果

环评文件及批复要求	验收调试效果
环评批复要求：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环境影响报告表预测，该项目公众照射、职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a、2mSv/a。取消加速器原有 10MV 功能，加速器机房楼上改为库房和走廊，北面淋浴间改为杂物间，采取铅、混凝土等实体屏蔽防护措施，确保机房屏蔽墙体（含防护门）外 30cm 处剂量率不大于 2.5μSv/h。	由验收监测报告估算可得，本项目运行期间公众受照剂量不超过 0.045mSv/a，职业人员受照剂量不超过 0.303mSv/a，满足环评批复提出的剂量约束值要求； 经现场核实，加速器设备系统文件已更新，10MV 挡位在设备搬迁前已被厂家移除，系统文件设有密码狗，用户无更改权限； 本项目加速器机房已按环评报告要求采取了混凝土墙体和 15mm 铅防护门等实体屏蔽防护措施，由验收监测报告可知，本项目加速器正常运行时，加速器机房四周屏蔽墙体(含防护门)外 30cm、屋顶上方 30cm 处剂量率最高为 0.50μSv/h，满足不大于 2.5μSv/h 的剂量率控制要求。
环评批复要求：你单位须对加速器机房实行控制区管理，机房周边紧邻房间实行监督区管理。在机房出入口设置明显的放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。在机房北面卫生间张贴辐射安全提示，避免人员长时间停留。机房设置门机联锁、门控按钮、急停按钮、监视对讲、防护门防夹人装置、钥匙控制装置、固定式剂量报警仪等安全和防护措施。确保安全有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。	经现场查验，本项目加速器机房实行了控制区管理，机房周边紧邻房间均实行了监督区管理；加速器机房防护门外设置了明显的放射性标志、中文警示说明，防护门上方设置了工作状态指示灯；加速器机房北侧的卫生间入口均张贴了辐射安全提示标语；加速器机房设置了门机联锁、门控按钮、急停按钮、监视对讲、防护门防夹人装置、钥匙控制开关、固定式剂量报警仪等安全和防护措施。各项安全与防护措施有效且工作正常，可实现防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。
环评文件要求：机房内安装通风换气系统。换气次数不低于 4 次/h。送风口设置在机房顶部吊顶内，排风口设置在机房墙体下侧 30cm 处，呈对角线布置；通风管道在迷道上	经现场查验，加速器机房内已设置通风换气系统，送风口位于机房吊顶内，排风口位于机房墙角距地面 30cm 处，通风系统运行正常。通风管道已采用“Z”形方式穿出

方采用“Z”形方式穿出机房屋顶，穿墙电缆沟采用“U”形方式从地下穿过屏蔽墙；	机房屋顶，穿墙电缆沟已采用“U”形方式从地下穿出屏蔽墙。
环评批复要求： 你单位须完善辐射安全管理规章制度体系，特别是新增加速器操作规程、监测方案（含紧邻场所监督区）和各类异常事件（人员误照、出束不停等）的防范和应对措施等。放疗科所有人员（含本项目4名）均须通过辐射安全与防护考核、进行个人剂量监测。配备1台辐射巡检仪，定期开展场所辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。	经现场核实，医院的辐射安全管理规章制度体系完善，已新增了本项目加速器操作规程、工作场所监测制度、辐射事故应急预案，制定了各类异常事件（人员误照、出束不停等）的防范和应对措施。医院放疗科所有工作人员（含本项目4名）均已通过辐射安全与防护培训考核、已开展个人剂量监测。本项目已配备1台451P型辐射巡检仪和2台个人剂量报警仪，已按照监测方案定期开展了场所辐射水平监测，已规范编写并按时上报了年度评估报告。
环评批复要求： 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定，你单位须据此批复文件并满足相关条件重新办理辐射安全许可证后，相关场所、设备方可投入使用。	医院已履行辐射安全许可证重新申领手续，证书编号：京环辐证[A0012]，发证日期为2024年7月25日，有效期至2027年10月26日。经现场核实，医院重新申领的《辐射安全许可证》有效，本项目辐射工作场所和加速器设备已纳入许可证管理。

3.3 辐射安全防护制度文件落实情况

3.3.1 辐射安全与环境保护管理机构

为保证射线装置的安全使用和有效管理，保障工作人员的健康与安全，北京协和医院已成立辐射安全防护管理委员会，并设置辐射防护管理工作小组，小组成员包括医院各部门领导和各科室的技术负责人，并设有辐射安全防护专职管理人员，负责具体开展辐射安全防护管理工作。

3.3.2 辐射安全管理制度

北京协和医院已制定了《放射性同位素和射线装置安全管理规定》、《放射防护和辐射安全管理岗位职责》、《射线装置辐射防护与安全保卫制度》、《从业人员辐射安全培训制度》、《个人剂量监测和健康管理制度》、《工作场所和辐射环境监测制度》、《辐射安全防护措施管理规定》、《射线装置检修维护管理规定》和《辐射事故应急制度》等各项辐射安全管理制度，辐射安全管理规章制度体系完善，具有可操作性。本项目搬迁使用的加速器设备已纳入监测制度和辐射事故应急制度管理。现有的辐射安全管理制度已得到有效落实，

能够满足本项目辐射安全管理要求。北京协和医院辐射安全管理制度目录见附件 4。

3.2.3 辐射工作管理情况

（1）工作人员培训

北京协和医院放疗科所有辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核。医院放疗科现有 26 名医师、30 名技师、16 名物理师全科调配和轮换，本项目正式运行后，协和医院放疗科共有 10 台加速器和 2 台后装机同时运行。放疗科工作人员数量可以满足工作需要。本项目加速器机房相对固定的辐射工作人员有 4 名，分别为孙玉亮和周兵（技师）、刘峡和刘楠（物理师），本项目工作人员考核成绩单详见附件 5。

（2）个人剂量监测

北京协和医院依据现有个人剂量监测方案开展个人剂量监测工作，已为所有辐射工作人员配备了个人剂量计，并建立了个人剂量档案，个人剂量档案齐全。

（3）辐射工作场所监测

本项目加速器机房已配备 1 套固定式辐射剂量率监测仪、1 台 451P 型便携式剂量率仪和 2 台个人剂量报警仪，满足本项目加速器工作场所的日常监测需要。此外，医院每年均委托有资质的单位开展全院工作场所环境辐射水平监测，监测记录均妥善存档。

（4）辐射事故应急预案

北京协和医院已针对放射源丢失、被盗、卡源或操作失误，各射线装置工作场所安全连锁失效、人员误操作，以及核医学工作场所放射性药物丢失、洒漏等一系列可能造成人员超剂量照射事故（件）、环境污染事故（件）及其他辐射环境突发事件（件）的意外情况，制定了有针对性的《辐射事故应急制度》。该应急管理制度具有可操作性，能够满足本项目的要求。医院每年均定期开展辐射事故应急演练和应急培训。

（5）年度评估报告

北京协和医院已按要求每年对全院辐射工作的安全和防护状况进行评估，规范编写并及时提交了年度评估报告，年度评估报告的内容符合管理要求。

表 4 建设项目环评报告表的主要结论与建议及审批部门审批决定

4.1 建设项目环评报告表的主要结论与建议

本次验收项目的环境影响评价由北京科欣科技发展有限公司完成，环境影响报告表的主要结论如下：

1. 核技术应用现状：医院持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[A0012]），许可使用 III 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。

2. 符合实践正当性原则：本项目拟将帅府院区住院楼地下二层放疗科现有的 1 台医用直线加速器报废处理，将东单院区老楼现有的 1 台医用直线加速器搬迁至腾空机房内使用，目的是更好满足医学诊断和治疗工作需要，提高医疗服务水平，满足患者就医需要，具有良好的社会效益和经济效益，其获得的利益远大于辐射效应可能造成的损害，符合辐射实践正当性原则的要求。同时具备了技术、人员和经费等条件。

3. 辐射屏蔽能力分析：医院在设置辐射工作场所时已充分考虑了设备性能和运行特点、周围工作场所的防护与安全，对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑，辐射工作场所屏蔽设计符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。

4. 本项目周围辐射环境现状：评价区环境 γ 辐射剂量水平与北京市的环境 γ 辐射剂量率水平基本一致，属于正常本底水平。

5. 加速器机房辐射安全与防护措施有

① 辐射工作场所均采取防 X 射线的工程屏蔽措施，确保机房周围屏蔽体外 30cm 处的附加剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制水平；

② 在射线装置机房门口设置明显的放射性警告标识和中文警示说明，受检者入口门上设置工作状态指示灯；

③ 将设置门机联锁、门控开关、急停按钮（治疗机房内、治疗床、迷道、控制台）、监视对讲、防护门防夹人装置等安全和防护措施；

④ 机房配备 1 台固定式辐射检测仪和 2 台个人剂量报警仪；

⑤ 加速器机房采取机械通风的方法对机房进行通风换气，防止机房空气中有害气体累积；

⑥ 工作场所划分控制区和监督区。加强诊疗秩序管理，严格限制无关人员进入控制区；

⑦ 将制定各项辐射环境管理规章制度和操作规程，并张贴于工作场所处；

6. 医院放疗科现有辐射工作人员 74 名，均通过了辐射安全与防护培训考核。本项目为搬

迁加速器设备，放疗科现有辐射工作人员数量能够满足工作需要。

7. 本项目加速器设备运行所致工作人员的年最大受照剂量均低于 2mSv/a 的剂量约束水平，项目所致周围公众的年最大受照剂量均低于 0.1mSv/a 的剂量约束值。

8. 放射性“三废”和废气排放

① 本项目加速器 X 射线能量最大 6MV，不产生放射性活化气体。

② 本项目直线加速器在使用过程中被打穿的废靶和报废时产生的废靶，将进行放射性水平监测。不满足解控要求的废靶送交城市放射性废物库。

③ 设备使用过程中，将产生少量的 O₃ 和 NO_x 等有害气体，通过排风系统排放大气环境中会进一步稀释，对环境的影响十分轻微。

9. 辐射安全防护管理：医院设有辐射安全防护管理委员会，负责全院的辐射安全管理和监督工作。有较健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、健康体检制度、设备检修维护制度和辐射事故应急预案等。本项目运行前，将对搬迁的设备操作规程、应急处置措施等不断完善。医院所有辐射工作人员通过了辐射安全与防护培训考核。

10. 与环保部《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》提出的具体要求进行对照评估，环评报告中描述的辐射安全和防护措施如果得到落实，能够满足运行的要求。

综上所述，中国医学科学院北京协和医院搬迁 1 台医用直线加速器项目开展肿瘤疾病治疗工作，相应的辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度考虑，该建设项目是可行的。

4.2 审批部门审批决定

北京市生态环境局关于住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目环境影响报告表的批复（京环审[2023]76 号，2023 年 11 月 28 日，详见附件 1）：

一、该项目位于东城区王府井帅府园 1 号，内容为将你单位帅府院区住院楼地下二层东南侧机房内的 1 台 Artiste 型 6MV 用直线加速器报废，将东单院区老楼现有 1 台 TrueBeam 型 6MV（原有 10MV 功能取消）医用直线加速器搬迁至该腾空机房内使用，详见附件。该项目主要环境问题是辐射安全和防护，在全面落实环境影响报告表和本批复提出的各项污染防治措施后，对环境的影响是可以接受的。同意该环境影响报告表的总体结论。

二、项目实施及运行中应重点做好以下工作：

1.根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环境影响报告表预测,该项目公众照射、职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a、2mSv/a。取消加速器原有 10MV 功能,加速器机房楼上改为库房和走廊,北面淋浴间改为杂物间,采取铅、混凝土等实体屏蔽防护措施,确保机房屏蔽墙体(含防护门)外 30cm 处剂量率不大于 2.5μSv/h。

2.你单位须对加速器机房实行控制区管理,机房周边紧邻房间实行监督区管理。在机房出入口设置明显的放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。在机房北面卫生间张贴辐射安全提示,避免人员长时间停留。机房设置门机联锁、门控按钮、急停按钮、监视对讲、防护门防夹人装置、钥匙控制装置、固定式剂量报警仪等安全和防护措施。确保安全有效,防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

3.你单位须完善辐射安全管理规章制度体系,特别是新增加速器操作规程、监测方案(含紧邻场所监督区)和各类异常事件(人员误照、束束不停等)的防范和应对措施等。放疗科所有人员(含本项目 4 名)均须通过辐射安全与防护考核、进行个人剂量监测。配备 1 台辐射巡检仪,定期开展场所辐射水平监测,规范编写、按时上报年度评估报告。

三、项目实施须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。

四、自环境影响报告表批复之日起五年内项目未能开工建设的,本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化,应重新报批建设项目环评文件。

五、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定,你单位须据此批复文件并满足相关条件重新办理辐射安全许可证后,相关场所、设备方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

受北京协和医院委托，核工业北京化工冶金研究院分析测试中心于 2024 年 8 月 29 日对本项目帅府院区住院楼地下二层加速器机房及周围辐射环境状况进行了竣工环境保护验收监测。本次检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和核工业北京化工冶金研究院编质量控制体系文件的要求，实施全过程质量控制。

5.1 监测依据

本次验收监测依据：

- （1）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- （2）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- （3）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）。

5.2 监测仪器

本次验收监测所使用的仪器已经过计量部门检定，处于检定有效期内。本项目监测仪器性能和参数如表 5-1 所示

表 5-1 本次验收监测使用的监测仪器性能和参数

仪器名称	X-γ剂量率仪
仪器型号	AT1123
仪器编号	YQ-HJ-0079
能量范围	15keV~10MeV
量程范围	50nSv/h ~10Sv/h
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书编号	DLjl2024-11892
检定有效期	2024.8.5~2025.8.4

5.3 质量保证措施

- （1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- （2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准方法，检测人员经考核并持有合格证书上岗；
- （3）监测仪器已经过计量部门检定，并处于有效期内；
- （4）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- （5）检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

表 6 验收监测内容

6.1 监测内容和方法

X-γ辐射剂量率：本项目加速器以最大工况运行期间，测量加速器工作场所及周围环境的 X-γ辐射剂量率，首先对各点位进行巡测，重点对 X-γ辐射剂量率较高的位置进行测量，一般为距地面 1m 处，防护门四周门缝、墙体外表面 30cm 处，每 10s 进行一次读数，每个测点读 10 次数。

6.2 验收监测布点

在工作人员操作位、治疗室东墙外北部、治疗室东墙外中部、治疗室东墙外南部、管线洞口 1、治疗室西墙外北部、治疗室西墙外中部、治疗室西墙外南部、管线洞口 2、治疗室北墙外（卫生间主束区）、治疗室北墙外（浴室主束区）、治疗室北墙外（卫生间非主束区）、治疗室防护门中部、治疗室防护门上缝、治疗室防护门下缝、治疗室防护门左缝、治疗室防护门右缝、加速器屋顶上方后勤办公室、楼顶上方走廊西侧和走廊东侧各布设 1 个监测点位，共计 20 个监测点位，每个点位处均测量了开机数据和关机数据。本项目加速器机房周围监测布点图详见图 6-1。

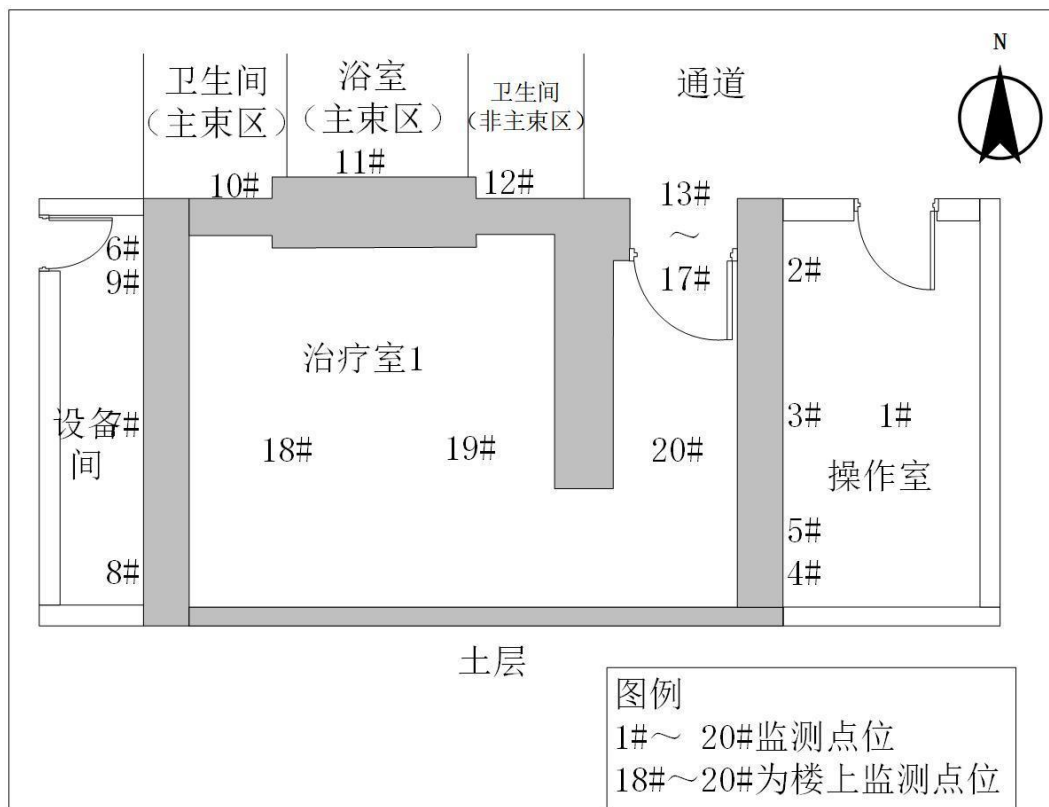


图 6.1 本项目加速器机房周围 X-γ辐射剂量率监测布点图

表 7 验收监测

7.1 监测工况

验收监测期间，本项目 TrueBeam 型医用电子直线加速器以最大工况开机运行，运行工况为 X 射线能量 6MV、输出剂量率 1400cGy/min（FFF 模式）、最大照射野 40cm×40cm。

7.2 辐射工作场所监测结果

本项目医用电子直线加速器正常运行期间，加速器机房周围的 X-γ剂量当量率监测结果见表 7-1，检测报告详见附件 2。

表 7.1 本项目加速器机房周围 X-γ剂量当量率监测结果

检测点		检测值（nSv/h）		备注
编号	位置描述	关机	开机	
1	工作人员操作位	110	116	主束照射方向 向下
2	治疗室东墙外北部	117	127	
3	治疗室东墙外中部	113	127	
4	治疗室东墙外南部	119	181	
5	管线洞口 1	112	0.24×10 ³	
6	治疗室西墙外北部	106	134	
7	治疗室西墙外中部	103	129	
8	治疗室西墙外南部	104	125	
9	管线洞口 2	107	0.34×10 ³	
10	治疗室北墙外（非主束区）	115	167	主束照射方向 向北
11	治疗室北墙外（主束区）	113	0.37×10 ³	
12	治疗室北墙外（非主束区）	110	149	
13	治疗室门体中部	107	208	主束照射方向 向南
14	治疗室门体上缝	109	0.50×10 ³	
15	治疗室门体下缝	108	0.30×10 ³	
16	治疗室门体左缝	111	0.28×10 ³	
17	治疗室门体右缝	111	0.29×10 ³	
18	后勤办公室	98.9	188	主束照射方向 向上
19	走廊西侧	98.3	0.39×10 ³	
20	走廊东侧	98.5	165	
附加信息：医用电子加速器型号 TrueBeam，检测工况：6MV（FFF）、1400cGy/min；以上检测结果均未扣除仪器对宇宙射线的响应值。				

本项目医用电子直线加速器以最大工况开机运行时，加速器机房四周屏蔽墙体（含防护

门)外 30cm、屋顶上方 30cm 处剂量率最高为 0.50μSv/h (机房防护门上门缝外 30cm 处), 检测结果均满足环评文件和环评批复提出的加速器机房四周墙体 (含防护门) 外 30cm 处、屋顶上方 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的要求。

7.3 职业人员及公众剂量估算

本项目职业人员、公众受照剂量可按照如下公式估算:

$$H = \dot{H} \times T \times t \times 10^{-3}$$

式中:

H —年有效剂量, mSv/a;

$\dot{H}$ —关注点最高附加剂量率, μSv/h; 可由各点位开机数据减对应的关机数据求得;

T —居留因子, 取值参照《放射治疗放射防护标准》(GBZ121-2020) 附录 A;

t —出束时间, h/a。

10^{-3} —μSv 到 mSv 的换算系数。

根据医院提供的信息, 本项目医用电子直线加速器预计每日治疗量约 40 人次, 照射时间不超过 3min/人次, 日累计出束时间不超过 2h, 年计划运行 250 天, 年累计出束时间不超过 500h; 本项目加速器机房位于放疗科区域内, 加速器机房周围场所为封闭管理的区域, 无关人员无法进入该区域, 公众人员仅可能在机房防护门外的患者走廊和加速器机房楼上区域停留。根据以上信息, 本项目辐射工作人员及公众年有效剂量估算结果见表 7-2。

表 7-2 本项目运行所致职业人员和公众的年附加剂量估算结果

估算位置	最高附加剂量率 (μSv/h)	居留 因子	出束时间 (h/a)	年受照剂量 (mSv/a)	估算对象
加速器控制室	0.128	1	500	1.13E-01	职业人员
机房防护门外	0.391	1/4	500		
北墙外淋浴间	0.257	1/16	500	8.03E-03	职业人员
西墙外设备间	0.233	1/16	500	7.28E-03	职业人员
防护门外患者通道	0.391	1/8	500	2.44E-02	公众
楼顶后勤办公室	0.089	1	500	4.45E-02	公众
楼顶走廊	0.292	1/4	500	3.65E-02	公众
注*: 上述计算未考虑主束方向使用因子, 机房屋顶上方公众实际受照剂量将远小于理论计算值。					

根据表 7-2 的估算结果可知: 本项目加速器运行所致辐射工作人员附加剂量不超过 0.113mSv/a, 考虑到本项目加速器控制室与放疗科 TOMO 机房相邻, 且帅府院区放疗科辐

射工作人员存在轮换情况，应当考虑剂量叠加情况。根据北京协和医院提供的 2023 年度辐射工作人员个人剂量监测报告，医院放疗科所有工作人员的年有效剂量最高值为 0.190mSv/a，考虑剂量叠加后，本项目辐射工作人员的附加剂量不超过 0.303mSv/a，远低于环评批复提出的职业人员 2mSv/a 的剂量约束值要求；

本项目加速器运行所致公众成员附加剂量最高不超过 0.045mSv/a，满足环评批复提出的公众 0.1mSv/a 的剂量约束值要求；

表 8 验收监测结论

8.1 验收监测结论

根据验收监测结果和现场检查结果，得出以下结论：

(1) 按照国家有关环境保护的法律法规，中国医学科学院北京协和医院住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目开展了环境影响评价，履行了建设项目环境影响评价审批手续，项目建设内容与环评文件和批复的要求一致，未发生重大变更。

(2) 现场监测结果表明，本项目公众所接受的附加剂量不超过 0.045mSv/a ，辐射工作人员附加剂量不超过 0.303mSv/a ，满足环评批复提出的公众和职业人员剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a 的要求。现场监测结果表明，本项目加速器机房四周墙体（含防护门）外 30cm 处、屋顶上方 30cm 处的辐射剂量率均满足环评批复不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的控制要求。

(3) 现场检查结果表明，本项目加速器工作场所已落实环评报告表要求实体屏蔽防护设施。加速器机房工作场所实行了分区管理，机房出入口处设置了电离辐射警示标识、中文警示说明和工作状态警示灯。加速器机房采取的门机联锁、急停按钮、紧急开门按钮、监视对讲、钥匙控制、固定式剂量率仪、通风系统等安全和防护措施有效，可防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。本项目配备的 1 台 451P 型 X- γ 剂量率仪和 2 台个人剂量报警仪工作正常。本项目 4 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核，并开展了个人剂量监测。

(4) 北京协和医院已成立辐射安全防护管理委员会，并设置辐射防护管理工作小组，小组成员包括医院各部门领导和各科室的技术负责人，负责具体开展辐射安全防护管理工作。协和医院已制定并完善了《放射性同位素和射线装置安全管理规定》、《放射防护和辐射安全管理岗位职责》、《射线装置辐射防护与安全保卫制度》、《从业人员辐射安全培训制度》、《个人剂量监测和健康管理制度》、《工作场所和辐射环境监测制度》、《辐射安全防护措施管理规定》、《射线装置检修维护管理规定》和《辐射事故应急制度》等各项辐射安全管理制度，各项规章制度具有可操作性，能够满足辐射安全与防护的管理要求。已制定本项目加速器设备的操作规程，已将本项目辐射工作场所和射线装置纳入《辐射监测方案》和《辐射安全事件应急预案》进行管理，可满足本项目辐射安全与防护的管理要求。

(5) 现场检查结果表明，中国医学科学院北京协和医院已落实本项目环评文件及环评批复中的各项要求，各项管理制度及环保措施均已落实。

综上所述，本项目采取的辐射安全防护设施与措施均达到了环评文件及环评提出的要求，辐射环境监测结果满足国家相关标准的要求。因此，该项目具备竣工环境保护验收条件。

8.2 验收监测建议

为保护环境，促进射线装置的安全使用，保障公众和工作人员身体健康，预防辐射事故的发生，医院应加强辐射安全管理工作，落实各项辐射安全与防护设施，建议如下：

（1）严格执行加速器使用管理规定和操作规程，杜绝违规操作；加强辐射工作人员的辐射安全知识和设备操作培训，提升工作人员的辐射安全意识和操作水平；加强辐射工作人员管理，工作人员通过辐射安全与防护考核后方可从事辐射工作；

（2）辐射工作人员在每日工作开始前，须对加速器工作场所的电离辐射警示标识、工作状态指示灯、门机联锁、急停按钮、紧急开门按钮、视频监控系统、固定式辐射监测报警仪、通风装置等开展日常检查。发现问题时，应立即停止辐射工作，并向科室主管人员汇报，问题未解决前禁止继续辐射工作；

（3）严格落实射线装置检修维护管理规定，定期检查各项辐射安全与防护设施/措施的运行情况和射线装置的各项功能，并做好检查、维护和整改记录，发现问题应及时联系厂家进行维修。当加速器设备安全联锁系统出现故障时，应停止使用，防止意外事故的发生；

（4）严格落实个人剂量监测制度和辐射工作场所监测方案，利用辐射监测仪器开展辐射环境自行监测，监测记录存档。如发现工作场所周围辐射剂量率出现异常，应立即停止使用，并及时查找问题，联系厂家进行维修；

（5）健全并完善各项辐射安全管理规章制度，定期检查规章制度的落实情况，发现问题及时纠正。健全《辐射事故应急制度》，定期开展辐射事故应急演练和应急培训；

（6）在项目后续运行过程中接受生态环境主管部门的监督检查，并于每年1月31日前向生态环境主管部门提交年度评估报告。

北京市生态环境局

京环审〔2023〕76 号

北京市生态环境局关于住院楼 B2 层放疗科 加速器移机项目环境影响报告表的批复

中国医学科学院北京协和医院：

你单位报送的住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目环境影响报告表（项目编号：辐审 A20230141）及相关材料收悉。经审查，批复如下：

一、该项目位于东城区王府井帅府园 1 号，内容为将你单位帅府院区住院楼地下二层东南侧机房内的 1 台 Artiste 型 6MV 医用直线加速器报废，将东单院区老楼现有 1 台 TrueBeam 型 6MV（原有 10MV 功能取消）医用直线加速器搬迁至该腾空机房内使用，详见附件。该项目主要环境问题是辐射安全和防护，在全面落实环境影响报告表和本批复提出的各项污染防治措施后，对环境的影响是可以接受的。同意该环境影响报告表的总体结论。

— 1 —

二、项目建设与运行中应重点做好以下工作：

1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环境影响报告表预测，该项目公众照射、职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a、2mSv/a。取消加速器原有 10MV 功能，加速器机房楼上改为库房和走廊，北面淋浴间改为杂物间，采取铅、混凝土等实体屏蔽防护措施，确保机房屏蔽墙体（含防护门）外 30cm 处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

2. 你单位须对加速器机房实行控制区管理，机房周边紧邻房间实行监督区管理。在机房出入口设置明显的放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。在机房北面卫生间张贴辐射安全提示，避免人员长时间停留。机房设置门机联锁、门控按钮、急停按钮、监视对讲、防护门防夹人装置、钥匙控制装置、固定式剂量报警仪等安全和防护措施。确保安全有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

3. 你单位须完善辐射安全管理规章制度体系，特别是新增加速器操作规程、监测方案（含紧邻场所监督区）和各类异常事件（人员误照、出束不停等）的防范和应对措施等。放疗科所有人员（含本项目 4 名）均须通过辐射安全与防护考核、进行个人剂量监测。配备 1 台辐射巡检仪，定期开展场所辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。

三、项目实施须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。

四、自环境影响报告表批复之日起五年内项目未能开工建设

的，本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化，应重新报批建设项目环评文件。

五、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定，你单位须据此批复文件并满足相关条件重新办理辐射安全许可证后，相关场所、设备方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收。

附件：射线装置情况明细表



（此文主动公开）

附件：

射线装置情况明细表

主要技术指标	报废 Artiste 加速器	搬入 TrueBeam 加速器
X 最大能量	6MV	6MV (原有 10MV 功能取消)
X 射线最大剂量率	300cGy/min	1400cGy/min
额定电流	0.06mA	0.25mA
电子束能量	6MeV、9MeV、10MeV、 12MeV、16MeV、20MeV	6MeV、9MeV、12MeV、 16MeV、18MeV、20MeV
电子束剂量率	1000cGy/min	1000cGy/min
CBCT 装置	——	1 台，140kV/630mA

抄送：东城区生态环境局,北京科欣科技发展有限公司。

北京市生态环境局办公室

2023 年 11 月 29 日印发

附件 2 验收监测报告



检测报告

编号: 2024HYYFX-01686

项目名称: 医用电子直线加速器辐射环境检测

委托单位: 中国医学科学院北京协和医院

检测对象: X- γ 周围剂量当量率

检测类别: 委托检测

签发

李东

审核

孙书华

编制

王超

中核化学计量检测中心

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

签发日期: 2024年09月14日

第 1 页 共 5 页

注意事项



1. 原始记录在本中心只保存六年。
2. 报告无检测专用章无效。
3. 复制报告未重新加盖检测专用章无效。
4. 报告无签发人签字无效。
5. 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本中心提出。
6. 报告仅对委托样品负责。

单位名称：中核化学计量检测中心

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

单位地址：北京市通州区九棵树 145 号

邮政编码：101149

联系人： 龚明明 李梁

电话：（010）51674334、51674270

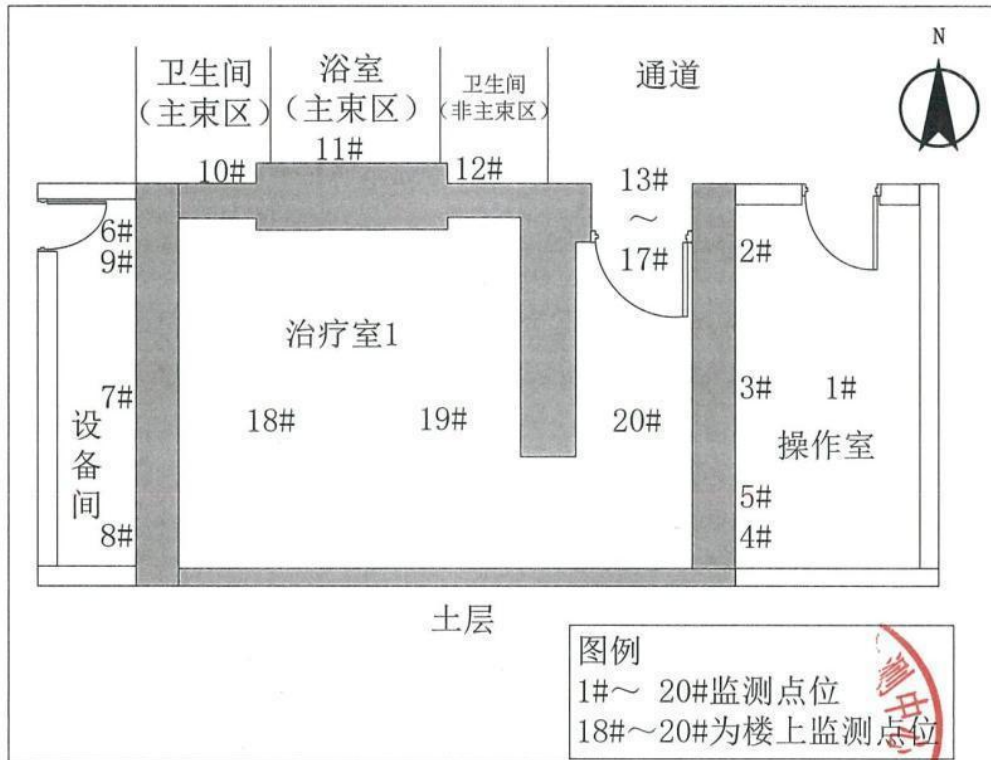
中核化学计量检测中心
核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

项 目 名 称	医用电子直线加速器辐射环境检测		
委托单位	中国医学科学院北京协和医院		
委托单位地址	北京市东城区王府井帅府园 1 号		
检测类别	委托检测	检测内容	X-γ 周围剂量当量率
检测日期	2024 年 08 月 29 日		
检测地点	治疗室 1 周边		
检测时环境情况	天气	温度 (°C)	相对湿度 (%)
	晴	26-28	35-39
检测所依据的技术文件名称及代号	《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ11157-2021		
使用的主要仪器设备名称、型号规格及编号	主要仪器设备名称: X-γ剂量率仪 型号规格: AT1123 型; 仪器编号: YQ-HJ-0079;		
仪器主要技术指标	测量范围: 50nSv/h~10Sv/h;		
仪器检定情况	检定单位: 中国计量科学研究院; 检定有效期: 2024.8.5~2025.8.4; 检定证书编号: DLj12024-11892		



表 1 治疗室 1 检测结果

表 1 治疗室 1 检测结果				
检测点		检测值 (nSv/h)		备注
编号	位置描述	关机	开机	
1.	工作人员操作位	110	116	光束照射方向 向下。
2.	治疗室东墙外北部	117	127	
3.	治疗室东墙外中部	113	127	
4.	治疗室东墙外南部	119	181	
5.	管线洞口 1	112	0.24×10 ³	
6.	治疗室西墙外北部	106	134	
7.	治疗室西墙外中部	103	129	
8.	治疗室西墙外南部	104	125	
9.	管线洞口 2	107	0.34×10 ³	
10.	治疗室北墙外（卫生间主束区）	115	167	光束照射方向 向北。
11.	治疗室北墙外（浴室主束区）	113	0.37×10 ³	
12.	治疗室北墙外（卫生间非主束区）	110	149	
13.	治疗室门体中部	107	208	光束照射方向 向南。
14.	治疗室门体上缝	109	0.50×10 ³	
15.	治疗室门体下缝	108	0.30×10 ³	
16.	治疗室门体左缝	111	0.28×10 ³	
17.	治疗室门体右缝	111	0.29×10 ³	
18.	后勤办公室	98.9	188	光束照射方向 向上。
19.	走廊西侧	98.3	0.39×10 ³	
20.	走廊东侧	98.5	165	
附加信息：医用电子加速器型号：TrueBeam 检测工况：6MV FFF，1400cGy/min， 以上检测结果均未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本次检测布点图见附图 1。				



附图 1 治疗室 1 检测布点图

以下空白

附件3 北京协和医院辐射安全许可证（部分）



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：中国医学科学院北京协和医院

统一社会信用代码：12100000400012916R

地址：北京市东城区帅府园1号

法定代表人：张抒扬

证书编号：京环辐证[A0012]

种类和范围：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（具体范围详见副本）。

有效期至：2027年10月26日



发证机关：北京市生态环境局



发证日期：2024年07月25日

中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国医学科学院北京协和医院		
统一社会信用代码	12100000400012916R		
地 址	北京市东城区帅府园1号		
法定代表人	姓 名	张抒扬	联系方式 69156879
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	帅府1号院区术中放疗室	北京市东城区帅府1号院区门诊四层5号手术室	张福泉
	转化医学楼放疗科B3	北京市东城区转化医学楼B3（常规模拟定位机房、CT模拟定位机房1和2）	张福泉
	东单院区外科楼放射科	北京市东城区东单院区外科楼负一层放射科	冯逢
	东单院区口腔科门诊	北京市东城区东单院区门诊楼七层	赵继志
	帅府1号院区放射治疗科	北京市东城区帅府1号院区住院楼地下二层放射治疗科	张福泉
	院区口腔科	北京市东城区帅府1号院区门诊楼二层口腔科	赵继志
	东单院区急诊CT室	北京市东城区东单院区急诊楼一层中部	冯逢
	西单院区核医学科	北京市西城区西单院区门诊楼负一层西南侧	霍力
	东单院区国际医疗部口腔科	北京市东城区东单院区内科楼一段	赵继志
证书编号	京环辐证[A0012]		
有效期至	2027年10月26日		
发证机关	北京市生态环境局 (盖章)		
发证日期	2024年07月25日		



(三) 射线装置

证书编号: 京环辐证[A0012]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
43	帅府1号院区放射科门诊	医用诊断X射线装置	III类	使用	4	数字双能X线骨密度仪	Lunar IDXA	-	管电压 100 kV 管电流 2.5 mA	GE 公司		
						普通X线机	Discovery XR650	-	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	GE 公司		
						DS全数字乳腺X射线机	Pristina	-	管电压 49 kV 管电流 100 mA	-		
						数字胃肠机	Sonolvision safire II	-	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	日本岛津		
44	帅府1号院区放射科住院	医用诊断X射线装置	III类	使用	2	移动床边机	max-100DJ	-	管电压 125 kV 管电流 160 mA	日本岛津		
						移动床边机	MUX-100DJ	-	管电压 125 kV 管电流 160 mA	日本岛津		
45	帅府1号院区放射	粒子能量小于100兆电	II类	使用	2	加速器	H-0000-0003	-	管电压 40 kV 管电流	Accuray		

31 / 46



(三) 射线装置

证书编号: 京环辐证[A0012]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	治疗科	子伏的非医用加速器				医用直线加速器	TrueBeam型	4116	100 mA 电子能量 6 MeV	瓦里安医疗器械有限公司		
46	帅府1号院区核医学科	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	2	SPECT-CT	670	-	管电压 140 kV 管电流 340 mA	GE 公司		
						PET-CT	Biograph Vision	-	管电压 140 kV 管电流 800 mA	西门子公司		
47	帅府1号院区口腔科	口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	2	牙片机	INTR	-	管电压 70 kV 管电流 7 mA	Soredex		
						牙片机	ADX4000	-	管电压 60 kV 管电流 1 mA	德国 DEXCOWI		
48	帅府1号院区手术室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	C型臂	SARCADI S OrbicD	-	管电压 110 kV 管电流 28 mA	德国西门子		
49	帅府1号	血管造影用	II类	使用	1	医用介入X射	Azurion	-	管电压 125	飞利浦		

32 / 46

附件 4 辐射安全与防护管理制度目录

目 录

北京协和医院关于放射性同位素与射线装置安全管理规定	2
北京协和医院放射防护和辐射安全管理委员会职责	5
北京协和医院放射防护和辐射安全工作执行组职责	11
北京协和医院科室辐射安全监督小组职责	12
北京协和医院放射性同位素与射线装置安全管理责任书	13
北京协和医院辐射事故应急制度	15
北京协和医院射线装置辐射防护与安全保卫制度	31
北京协和医院从业人员辐射安全培训制度	33
北京协和医院个人剂量监测和健康管理制制度	36
购置射线装置工作流程	38
射线装置、放射源报废流程	39
北京协和医院放射性废物管理办法	40
北京协和医院工作场所和辐射环境监测制度	43
北京协和医院辐射安全防护措施管理规定	45
北京协和医院射线装置检修维护管理规定	47

附图 5 本项目辐射工作人员考核成绩单

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



孙玉亮，男，1985年09月04日生，身份证：230104198509040014，于2023年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FC23DJ0200039 有效期：2023年11月27日 至 2028年11月27日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



周兵，男，1993年04月15日生，身份证：371202199304150016，于2023年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FC23DJ0200034 有效期：2023年11月24日 至 2028年11月24日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



刘峡，女，1978年08月08日生，身份证：150102197808080027，于2023年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20230200760

有效期：2023年11月03日 至 2028年11月03日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



刘楠，女，1981年04月28日生，身份证：130101198104280040，于2023年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20230200760

有效期：2023年11月10日 至 2028年11月10日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



中国医学科学院北京协和医院

《住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目》

竣工环境保护验收意见

2024年11月05日，中国医学科学院北京协和医院（简称“协和医院”）根据《住院楼B2层放疗科加速器移机项目》竣工环境保护验收监测报告表，对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326）、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求，对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

本项目建设地点位于北京市东城区王府井帅府园1号帅府院区住院楼地下二层东南侧机房，建设内容为：将东单院区老楼的1台TrueBeam型医用直线加速器（X射线6MV、1400cGy/min，原有10MV功能取消）搬迁至该腾空机房内使用。

（二）建设过程及环保审批情况

2023年11月28日，协和医院取得了北京市生态环境局关于住院楼B2层放疗科加速器移机项目的批复（京环审[2023]76号）。

2023年12月至2024年7月，完成了加速器设备的移机、安装及调试，2024年7月25日重新申领了辐射安全许可证（京环辐证

[A0012]），本项目使用的 1 台医用电子直线加速器已纳入许可管理。

本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录等情况。

（三）投资情况

项目总概算 6000 万元，环保投资 300 万元。

二、辐射安全与防护设施建设及落实情况

（一）辐射安全与防护设施落实情况

已将东单院区老楼的1台TrueBeam型医用直线加速器（X射线6MV、1400cGy/min，原有10MV功能取消）搬迁至该腾空机房内使用。已按照环评文件的要求完成了机房防护门的改造，设置了各项辐射安全与防护设施。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

1. 本项目加速器机房工作场所实施了分区管理，设置了控制区和监督区标识、放射性标志和中文警示说明，能够起到警示作用。
2. 设置了工作状态警示灯，与设备状态关联，工作正常。
3. 设置了门机联锁、钥匙控制装置、门控按钮、紧急开门按钮、电动防护门防夹装置，均工作正常。
4. 设置了9个急停按钮、监视对讲系统，均工作正常。
5. 配备了1套固定式剂量率监测系统和2台个人剂量报警仪工作正常。

6. 加速器机房内安装了通风系统，工作正常。

7. 协和医院成立了辐射安全防护管理委员会，全面负责医院的辐射防护监督和管理的工作，设有辐射安全与防护专职管理人员，岗位职责明确。

8. 辐射安全与防护管理制度和操作规程运行有效，辐射事故应急预案涵盖了本项目可能发生的非正常工况，具有可操作性。协和医院按时上报了年度评估报告和个人剂量检测结果。

9. 协和医院制定有辐射安全培训考核制度，本项目配备的4名辐射工作人员均通过了辐射防护与安全培训考核，取得合格证书，均在有效期内。

10. 协和医院制定了辐射监测方案，按时开展了辐射工作场所辐射水平和个人剂量监测，建立了个人剂量档案。

三、工程变动情况

本项目建设内容与环评批复一致，无变动。

四、工程建设对环境的影响

（一）辐射工作场所与环境辐射水平

验收监测结果表明，加速器在最大运行工况下，加速器机房实体屏蔽（含防护门）外30cm处周围剂量当量率均不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的控制水平，满足环评批复要求。

（二）辐射工作人员和公众受照剂量

根据验收监测结果和最大工作负荷保守估算，本项目所致公众和职业人员的年受照剂量分别满足环评批复的 0.1mSv/a 和 2mSv/a

的剂量约束值要求。

五、验收结论

中国医学科学院北京协和医院认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意中国医学科学院北京协和医院住院楼B2层放疗科加速器移机项目（京环审[2023]76号）通过竣工环境保护验收。

六、后续要求

无。

七、验收人员信息

参加验收的单位及人员名单见附表。

2024 年 11 月 5 日

附表 中国医学科学院北京协和医院“住院楼 B2 层放疗科加速器移机项目”验收组名单

	姓 名	单 位	职务/职称	身份证号码	电 话	签 名
组 长	杨波	中国医学科学院北京协和医院	副主任			
副组长	宋福祥	北京市核与辐射安全中心	教授级高工			
成 员	李俊峰	清华大学核研院	研究员			
	练德幸	国家卫生健康委职业安全卫生研究中心	副研究员			
	于浪	中国医学科学院北京协和医院	副主任医师			
	焦军胜	中国医学科学院北京协和医院	帅府保健办 秘书			
	袁达	中国医学科学院北京协和医院	辐射专职			
	贾盼	核工业北京化工冶金研究院	高级工程师			
	赵云雷	核工业北京化工冶金研究院	工程师			