

核技术利用建设项目

定州市人民医院

新增医用电子直线加速器应用项目

环境影响报告表

定州市人民医院

2022年9月

核技术利用建设项目

定州市人民医院

新增医用电子直线加速器应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：定州市人民医院

建设单位法人代表(签名或签章)：

通讯地址：河北省定州市建设街

邮政编码：073000

联系人：王 敏

电子邮箱：dzsrmyyfbk@163.com 联系电话：13111672219

表 1 项目基本情况

建设项目名称		定州市人民医院新增医用电子直线加速器应用项目			
建设单位		定州市人民医院			
法人代表	高晶磊	联系人	王敏	联系电话	13111672219
注册地址		河北省定州市建设街			
项目建设地点		定州市人民医院北院区西侧			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		2261	项目环保投资 (万元)	28	投资比例(环保 投资/总投资) 1.2%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²) /
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	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 type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他				
<p>项目概况</p> <p>1.1 建设单位概况</p> <p>定州市人民医院位于河北省定州市建设街，以公园路相隔分为南北两个院区，是一所集医疗、急救、教学、科研、预防保健和康复为一体的三级综合医院。医院拥有 3.0T、1.5T 磁共振成像系统，128 排、64 排螺旋 CT，全数字化彩色超声，数字减影血管造影 X 线机等大型医疗设备，并建有设施完备的 ICU、NICU、EICU、CCU 等。定州市人民医院于 2021 年委托相关单位编制完成了北院区主体项目环评--《定州市人民医院北院区建设项目环境影响报告表》，并于 2021 年 2 月 20 日取得定州市生态环境局出</p>					

具的审批意见，审批文号：定环评[2021]10号，目前项目正在改建中。定州市人民医院现持有定州市生态环境局颁发的排污许可证(证书编号：12130682402073659C001V，有效期限：自2020年04月15日至2023年04月14日止)。

1.2 项目概况

定州市人民医院在北院区北侧设有放射治疗科，主要包括1台直线加速器和1台使用Ir-192的后装机等。为优化定州市人民医院北院区布局，提高医院医疗服务质量，医院拟拆除北院区西侧后勤平房、医废间、感染消化科等，在北院区西侧建设一座放射治疗楼用于重新建设放射治疗科，新购置1台医用电子直线加速器布置于放射治疗楼中部直线加速器机房，用于放射治疗，项目实施后现有直线加速器不再使用。同时将现有的后装机迁建至北院区新建的放射治疗楼后装机机房内，《定州市人民医院迁建一台后装机应用项目环境影响报告表》已于2022年8月19日取得河北省生态环境厅批复(冀环审[2022]73号)，本项目仅对新增医用电子直线加速器应用项目进行评价。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》(原环境保护部 国家卫生计生委公告2017年第66号)，医用电子直线加速器属于II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环境保护总局令第31号，2021年1月4日生态环境部令第20号修订)、《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(生态环境部令第16号)，使用II类射线装置的核技术利用建设项目(不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置)应当编制环境影响报告表。因此，定州市人民医院将其新增医用电子直线加速器应用项目委托我公司进行环境影响评价。

本项目医用电子直线加速器参数具体见表1-1。

表1-1 本项目直线加速器参数一览表

序号	装置名称	类别	数量	设备型号	参数	设备场所
1	医用电子直线加速器	II类	1	Elekta Synergy	X射线能量：6MV、10MV 电子线能量：6MeV、8MeV、10MeV、12MeV、15MeV	医院北院区西侧放射治疗楼中部直线加速器机房

1.3 项目选址及周边保护目标情况

定州市人民医院位于河北省定州市建设街，以公园路相隔分为南北两个院区。医院北院区北侧隔道路为华瑞建设小区、西侧为居民区、西南侧为人民医院家属院、南侧为公园路、东侧为建设街。定州市人民医院地理位置见附图1，平面布置及周边关系见附图2。

本项目医用电子直线加速器拟布置于医院北院区西侧拟建放射治疗楼中部直线加速器机房。拟建放射治疗楼为单层建筑，主要包括后装机机房、直线加速器机房、CT 模拟机机房及其配套设施用房。直线加速器机房北侧紧邻后装机机房，西侧为医生通道，南侧为水冷机房、控制室、缓冲区，东侧为患者通道，上方无建筑，下方为土层。本项目直线加速器机房西距医院西侧住户约 3m，西距西关东街生活小区居民楼约 40m，南距人民医院家属院约 40m，北距医院高压氧医学科约 40m。本项目直线加速器机房周边关系见表 1-2，直线加速器机房周边关系见附图 3。

表 1-2 本项目直线加速器机房周边情况一览表

序号	场所名称	场所东侧	场所南侧	场所西侧	场所北侧	场所上方	场所下方
1	直线加速器机房	患者通道	水冷机房、控制室、缓冲区	医生通道	后装机机房	无建筑	土层

本项目保护目标主要为操作直线加速器的职业工作人员，医院放射治疗楼、高压氧医学科，医院西侧住户、西侧西关东街生活小区东部，医院南侧人民医院家属院等区域的公众人员，以及场所周边空地、道路等偶尔停留的公众人员。

1.4 原有核技术利用项目许可情况

1.4.1 核技术利用现状情况

定州市人民医院现持有河北省生态环境厅颁发的辐射安全许可证(证书编号：冀环辐证[S0437]，有效期至 2025 年 8 月 11 日)，许可的种类和范围为使用 III 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。具体包括 1 枚 Ir-192 放射源；乙级非密封放射性物质工作场所；3 台 II 类医用 X 射线装置和 26 台 III 类医用 X 射线装置。

其中，1 枚 Ir-192 放射源于 2014 年 6 月取得原河北省环境保护厅批复(冀环辐表[2014]11 号)，并于 2017 年 10 月取得竣工环境保护验收意见；3 台 II 类医用 X 射线装置中 1 台直线加速器于 2005 年 11 月取得原河北省环境保护局审批意见，并于 2010 年 3 月取得原河北省环境保护厅验收意见(环核验[2010]06 号)，2 台血管造影机于 2017 年 6 月取得原定州市环境保护局批复(定环辐表 2017[009] 号)，并于 2020 年 1 月取得竣工环境保护验收意见；乙级非密封放射性物质工作场所(核医学科，使用 $^{99}\text{Tc}^m$ 用于 SPECT/CT 显像诊断)已于 2021 年 7 月 28 日取得河北省生态环境厅批复(冀环审[2021]56 号)，目前尚未使用，25 台 III 类医用 X 射线装置均已进行建设项目环境影响登记表备案。

定州市人民医院已许可放射源、非密封放射性物质、射线装置等详细情况见表1-3、表1-4、表1-5。

表 1-3 定州市人民医院放射源使用情况

序号	核素	类别	活度(Bq)	枚数	活动种类	使用场所	备注
1	Ir-192	III类	3.7×10^{11}	1	使用	放疗科	于2014年6月取得原河北省环境保护厅批复(冀辐表[2014]11号),于2017年10月取得竣工环境保护验收意见

表 1-4 定州市人民医院非密封放射性物质使用情况

序号	工作场所名称	等级	核素名称	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	活动种类	备注
1	核医学科	乙级	Tc-99m	2.78×10^{10}	6.94×10^{10}	使用	于2021年7月28日取得河北省生态环境厅批复(冀环审[2021]56号),目前尚未使用

表 1-5 定州市人民医院现有射线装置使用情况

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
1	直线加速器	XHA600	II类	1	放疗科	于2005年11月取得原河北省环境保护局审批意见,于2010年3月取得原河北省环境保护厅验收意见(环核验[2010]06号)
2	血管造影机	INFX8000C	II类	1	门诊医技楼4楼导管2室	于2017年6月取得原定州市环境保护局批复(定环辐表2017[009]号),并于2020年1月取得竣工环境保护验收意见
3	血管造影机	UNIQ FD20	II类	1	门诊医技楼4楼导管1室	
4	模拟定位机	SL-IC	III类	1	放疗科	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号:20181306820000009)
5	医用诊断X射线机	Luminos Fusion 智敏	III类	1	南院区门诊造影1室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号:201913068200000585)
6	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	III类	1	碎石科	
7	数字化医用X射线摄影系统	Digital Diagnost C5065	III类	1	南院区门诊照相1室	
8	数字乳腺X射线系统	Mammomat Inspiration	III类	1	乳腺钼靶检查室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号:201913068200000586)
9	X线电子计算机断层扫描装置	SOMATOM Definition AS	III类	1	南院区住院楼CT室	
10	医用诊断X射线系统	Definium 6000	III类	1	南院区住院楼照相室	

续表 1-5 定州市人民医院现有射线装置使用情况

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
11	移动式 C 型臂	Ziehm 8000	III类	1	南院区住院楼 5 号手术室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 201913068200000586)
12	西门子 16 层螺旋 CT 机	SOMATOM Scope	III类	1	门诊医技楼 1 楼 CT3 室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 201913068200002061)
13	口腔全景数字 X 线机	PP1	III类	1	南院区门诊口腔室	
14	牙科 X 线机	WD701	III类	1	口腔科	
15	口腔颌面锥体束体层摄影设备	Planmeca Promax 3D	III类	1	门诊楼四层 CBCT	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 201913068200002093)
16	床旁 X 线机	MUX-100DJ	III类	1	北院区图像处理室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 201913068200002105)
17	数字化医用 X 射线摄影系统	Digital Diagnost C5065	III类	1	急诊科 X 光室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 202013068200000157)
18	飞利浦 128 层螺旋 CT 机	Brilliance iCT	III类	1	门诊医技楼 1 楼 CT1 室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 202013068200000399)
19	西门子 32 层螺旋 CT 机	SOMATOM go. Up	III类	1	门诊医技楼 1 楼 CT4 室	
20	迈瑞移动式 X 射线机	MobiEye 700	III类	1	北院区放射科	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 202013068200000425)
21	X 线骨密度仪	Prodi y Advance	III类	1	南院区门诊骨密度室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 202013068200000645)
22	迈瑞移动式 X 射线机	MobiEy 700	III类	1	南院区住院值班室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 202113068200000032)
23	飞利浦数字化医用 X 射线摄影系统	Digital Diagnost C5065	III类	1	南区门诊照相二室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 20211306820000034)
24	X 线骨密度仪	EXA-3000	III类	1	南院区门诊体检处骨密度室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 202113068200000035)

续表 1-5 定州市人民医院现有射线装置使用情况

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
25	数字化医用X线摄影系统	Multix Fusion	III类	1	北院区门诊楼一层照相二室	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 20211306820000037)
26	东芝 16 层 CT 机	TSX-101A	III类	1	北院区门诊楼一层 CT 室	
27	DR	Digital Diagnost C5065	III类	1	南院区体检处	已进行建设项目环境影响登记表备案(备案号: 20211306820000125)
28	移动式C型臂X射线机	Elfinbot100	III类	1	南院区碎石科	
29	SPECT/CT	Dis over NM/CT670 Pro	III类	1	南院区核医学科	于2021年7月28日取得河北省生态环境厅批复(冀环审[2021]56号), 目前尚未使用

1.4.2 辐射安全管理情况

(1) 辐射防护管理机构基本情况

为了加强辐射安全和防护管理, 做好辐射管理工作, 保证设备正常使用, 避免发生各类事故, 保障各类人员的健康, 定州市人民医院成立了辐射安全防护管理领导小组, 以分管副院长任组长, 预防保健科主任任副组长, 相关科室主任及工作人员担任组员。

(2) 制定规章制度及落实情况

定州市人民医院制定了《辐射安全与防护管理规定》《辐射防护安全操作规程》《去污操作规程》《监测方案》《便携式辐射检测仪使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量计监测管理制度》《辐射事故应急预案》《岗位职责》《设备检修维护制度》等规章制度, 并得到有效落实。

(3) 工作人员培训情况

定州市人民医院从事辐射工作人员共 212 人, 均已取得辐射安全与防护培训合格证书, 证书均在有效期内。

(4) 个人剂量监测情况

定州市人民医院所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计, 每季度监测 1 次, 个人剂量档案齐全。医院由预防保健处专人负责个人剂量监测管理工作, 并设定了季度调查水平参考值(1.25mSv/季度), 一旦发现个人剂量监测结果异常, 将及时按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)附录 C 的 C.4 所示内容进行调查, 并调整相应辐射工作人员岗位以控制受照时间, 并将有关情况及时报告医院辐射防护管理

机构。同时，医院对所有辐射工作人员进行规范管理，严格控制医务人员的受照时间，减少相关人员连续、超时工作，规范并指导相关人员个人剂量计的佩戴，必要时进行轮岗或倒休。

根据定州市人民医院提供资料，2021 年度个人剂量监测由河北海宝卫生检测服务有限公司承担，检测单位已通过河北省质量技术监督局计量认证(CMA)。根据 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日连续 4 个季度的个人剂量监测报告，辐射工作人员个人剂量范围为 0.207~0.632mSv/a，均在辐射工作人员年剂量约束值 5mSv/a 范围内。

(5) 工作场所辐射环境监测情况

定州市人民医院每年委托有资质的监测单位对医院核技术应用项目使用场所进行日常监测，并对监测报告记录存档。

根据定州市人民医院提供资料，2021 年医院委托易凡河北环境检测技术服务有限公司对现有放射源、射线装置使用场所进行了监测，检测单位已通过河北省质量技术监督局计量认证(CMA)。根据监测结果表明，在正常情况下，放射源、射线装置使用场所外的辐射剂量率不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，符合相关防护要求。

(6) 年度评估报告情况

定州市人民医院每年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，根据定州市人民医院提供资料，医院 2021 年已按照法规要求的时间节点提交年度评估报告。

定州市人民医院现有放射源、射线装置等均正常运行，运行期间未发生辐射事故，现有核技术利用项目不存在环保问题。

1.4.3 现有直线加速器情况

定州市人民医院北院区北部放射治疗科现使用 1 台型号为 XHA600 的直线加速器，直线加速器于 2005 年 11 月取得原河北省环境保护局审批意见，并于 2010 年 3 月取得原河北省环境保护厅验收意见(环核验[2010]06 号)。

1.4.3.1 现有直线加速器工作人员培训情况

定州市人民医院直线加速器现有工作人员均已取得辐射安全与防护培训合格证书，证书均在有效期内。

1.4.3.2 现有直线加速器操作人员个人剂量监测情况

定州市人民医院直线加速器辐射工作人员均佩戴个人剂量计，每季度监测 1 次，个人剂量档案齐全。根据医院提供 2021 年连续 4 个季度的个人剂量监测报告，所有直线加速器辐射工作人员的个人剂量均在年剂量约束值 5mSv/a 的范围内。

1.4.3.3 现有直线加速器工作场所辐射环境监测情况

根据医院 2021 年现有直线加速器工作场所辐射水平检测报告可知，机房外所有检测点位的辐射剂量率均不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，符合相关防护要求。

本项目实施后现有直线加速器不再使用，现有直线加速器辐射工作人员用于本项目新增直线加速器。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量计算和操作方式规定见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430号)。

表 4 射线装置

(一)加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量(MeV)	额定电流(mA)/剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线加速器	II类	1	Elekta Synergy	电子	X线: 10MV 电子线: 15MeV	360Gy/h	放射治疗	医院北院区西侧放射治疗楼中部直线加速器机房	新增

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大靶电流(μA)	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	

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
臭氧	气态	/	/	/	/	/	不暂存	通过通风管道排放至外环境中
氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	不暂存	通过通风管道排放至外环境中

注: 1. 常规废弃物排放浓度, 对于液态单位为 mg/L, 固体为 mg/kg, 气态为 mg/m³; 年排放量用 kg。
 2. 含有放射性的废物要注明, 其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日施行);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修正并施行);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日公布, 2003 年 10 月 1 日施行);</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号, 2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号修订);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环境保护总局令第 31 号, 2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修订);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令第 18 号, 2011 年 4 月 18 日公布, 2011 年 5 月 1 日施行);</p> <p>(7) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 7 月 16 日公布, 2017 年 10 月 1 日施行);</p> <p>(8) 《突发环境事件信息报告办法》(原环境保护部令第 17 号, 2011 年 4 月 18 日公布, 2011 年 5 月 1 日施行);</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部令第 16 号, 2020 年 11 月 30 日发布, 2021 年 1 月 1 日施行);</p> <p>(10) 《河北省辐射污染防治条例》(2013 年 9 月 27 日河北省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 11 号公布, 2020 年 7 月 30 日河北省第十三届人民代表大会常务委员会第十八次会议修改并施行);</p> <p>(11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430 号);</p> <p>(12) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(原环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号)。</p>
-------------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2)《医学放射工作人员放射防护培训规范》(GBZ/T149—2015);</p> <p>(3)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(4)《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020);</p> <p>(5)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021);</p> <p>(6)《医用电气设备 第2部分: 能量为1MeV至50MeV电子加速器 安全专用要求》(GB 9706.5-2008);</p> <p>(7)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分: 一般原则》(GBZ/T 201.1-2007);</p> <p>(8)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T 201.2-2011);</p> <p>(9)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002);</p> <p>(10)《辐射环境监测技术规范》(HJ61—2021);</p> <p>(11)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(12)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ1155-2020);</p> <p>(13)《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1)《定州市人民医院辐射安全许可证》(冀环辐证[S0437]);</p> <p>(2)《定州市人民医院医用电子直线加速器应用项目辐射环境质量现状检测报告》(中旭环检字(2022)第H0064号);</p> <p>(3)定州市人民医院提供的工程设计资料及其它相关资料等。</p>

表 7 保护目标与评价标准

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)，射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。因此，本项目评价范围为直线加速器机房实体边界外 50m 的范围，主要包括医院放射治疗楼、高压氧医学科，医院西侧住户、西侧西关东街生活小区东部，医院南侧人民医院家属院以及周边道路、空地等。本项目评价范围见图 7-1。



图 7-1 本项目评价范围示意图

保护目标

本项目保护目标主要为操作医用电子直线加速器的职业工作人员，直线加速器机房周边 50m 范围内的其他工作人员、住院人员及候诊人员，周边的公众人员。主要包括医院放射治疗楼、高压氧医学科，医院西侧住户、西侧西关东街生活小区东部，医院南侧人民医院家属院等区域的公众人员，以及场所周边空地、道路等偶尔停留的公众人员。

本项目周边保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目周边保护目标情况一览表

方位	距离(m)	环境描述	人数(人)	人员类别
N	0~17	放射治疗楼北部后装机机房及其配套房间等	10	公众人员
	40~50	高压氧医学科	10	公众人员
E	0~2	患者通道	5	公众人员
S	0~3	拟建直线加速器机房水冷机房、控制室、缓冲区	4	职业工作人员
	3~25	放射治疗楼南部物理室、热疗室、CT 模拟机机房及其配套房间等	15	公众人员
	40~50	医院南侧人民医院家属院	40	公众人员
W	0~3	医生通道	10	公众人员
	3~20	医院西侧住户	30	公众人员
	40~50	西关东街生活小区	20	公众人员
—	0~50	拟建直线加速器机房周边 50m 范围内道路、空地	10	公众人员

评价标准

1、剂量约束值

①辐射工作人员剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)，职业工作人员所受职业照射的剂量限值为连续5年平均有效剂量不超过20mSv，同时根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)，一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a，本次评价取5mSv/a作为辐射工作人员职业照射的剂量约束值。

②公众人员剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)，公众人员的年有效剂量限值为1mSv，同时根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)，公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a，本次评价取0.1mSv/a作为公众人员照射的剂量约束值。

2、直线加速器机房周围剂量当量率参考控制水平

(1)根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)，剂量控制应符合以下要求：

a)治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面30cm处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列1)和2)所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

1)使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子(可依照附录A选取)，由以下周剂量参考控制水平(\dot{H}_c)求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2)按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)：

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

b)穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量250 μSv 加

以控制。

c)对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。

(2)根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)，治疗机房墙和入口门外关注点、治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平如下：

6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平：

6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30 cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a)、b) 和 c) 所确定的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

a)使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c ，见式（1）：

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

\dot{H}_c ——周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

H_e ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；放射治疗机房外非控制区的人员： $\leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

t ——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

U ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T ——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录 A。

b)按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ：

1) 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

2) 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ ；

c)由上述 a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 。

6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平

6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面 30cm 处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同 6.3.1。

6.3.2.2 除 6.3.2.1 的条件外，若存在天空反射和侧散射，并对治疗机房墙外关注点位置照射时，该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和，按 6.3.1 确定关注点的周围剂量当量率作为参考控制水平。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中剂量控制要求，同时根据直线加速器周边情况及预期放射治疗运行情况核算，确定本项目直线加速器机房墙、机房顶和入口门外 30cm 处关注点周围剂量当量率参考控制水平为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

3、工作场所放射防护要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)，同时结合《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》及《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》等文件要求，工作场所放射防护要求具体如下：

(1) 一般要求

1) 从事放射治疗的医疗机构应对放射治疗活动的辐射安全与防护全面负责，实现保护从事放射治疗相关辐射工作人员、公众健康与环境安全的目标。

2) 从事放射治疗的医疗机构应建立健全辐射安全与防护管理体系，制定辐射安全与防护大纲，落实岗位职责及操作规程等管理制度。

3) 从事放射治疗的医疗机构在规划、设计、建设放射治疗工作场所和开展放射治疗活动的过程中，应遵循实践的正当性、安全与防护的最优化、剂量限制和潜在照射危险限制，确保放射治疗涉及的辐射工作人员和公众受照剂量处于安全合理的水平。

4) 从事放射治疗的医疗机构应根据放射治疗活动的潜在照射危害水平，根据纵深防御原则，设置相适应的多层防护与安全措施，确保当某一层次的防御措施失效时，可由下一层次的防御措施予以弥补或纠正，达到：

a) 防止可能引起误照射的事故；

b) 减轻事故的放射性后果；

c) 将放射治疗设备恢复到安全状态。

5) 构成放射治疗相关辐射工作场所安全联锁系统的物项应满足以下要求：

a) 应满足冗余性要求，采用的物项应为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，保证运行过程中某物项失效或不起作用的情况下可使其整体不丧失功能；

b) 应满足多元性要求，包括系统多元性和多重剂量监测，采用不同的运行原理、不同的物理变量、不同的运行工况、不同的元器件等；

c)应满足独立性要求，当某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用；

d)应满足失效安全的要求，当某一安全物项或部件出现故障时，应确保放射治疗装置重新回到安全状态。

6)从事放射治疗的医疗机构应规范收集、妥善暂存和处理放射治疗活动中产生的放射性废物。

7)从事放射治疗的医疗机构应对放射治疗场所和周围环境进行定期的辐射监测和评估，证明采取的辐射安全与防护措施的有效性。

8)辐射工作人员和公众成员的辐射照射应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)中剂量限值相关规定。

9)开展放射治疗活动的医疗机构应制定相应的辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备、应急演练和应急响应，确保有效防范辐射事故或缓解辐射事故的后果。

(2)选址、布局与分区要求

1)选址与布局

①放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

②放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。

③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。

④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。

⑤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。

⑥X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

2)分区原则

①放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括治疗室(含迷路)等场所，如直线加速器机房。

②与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区(如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等)。

(3)放射治疗场所辐射安全与防护要求

1)屏蔽要求

①放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

②放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

③管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

2)安全防护设施和措施要求

①放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：

a)放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志；

b)放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

c)控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

②医用电子直线加速器治疗室(一般在迷道的内入口处)应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

③放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：

a)放射治疗室应设置门—机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束；

b)放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c)应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

d)安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动

放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

(3) 操作的辐射安全与防护要求

1) 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

2) 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

3) 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室。

5、气态废物管理要求

放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，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；换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

6、辐射监测要求

(1) 监测管理

1) 开展放射治疗活动的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作。不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。

2) 所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括但不限于测量对象、条件、方法、仪器、时间和人员等信息。

3) 应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应及时查找原因并报告，同时进行整改。

(2) 放射治疗工作场所监测

1) 应根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备，对辐射工作场所的辐射水平(X- γ 辐射周围剂量当量率)进行监测。

2) 应对放射治疗工作场所机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、观察窗、防护门，以及其他关注处点开展 X- γ 辐射周围剂量当量率监测。

3) 放射治疗设备安装调试阶段，应在最大工况下，由辐射工作人员进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。

(3) 环境监测

开展放射治疗相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所运行

工况下周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。

(4) 个人剂量监测

1) 放射治疗工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计，对个人外照射剂量进行监测。同时应根据射线类型选择合适的个人剂量计。临时工作人员、实习人员应纳入个人剂量监测范围。

2) 个人剂量档案应妥善保存，监测数据异常时，应及时查明原因并报告生态环境主管部门。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本次环境质量现状监测对定州市人民医院拟建直线加速器机房所在区域及评价范围内保护目标的 X- γ 辐射剂量率进行监测。

8.1 项目地理和场所位置

定州市人民医院位于河北省定州市建设街，以公园路相隔分为南北两个院区，本项目直线加速器机房位于医院北院区西侧放射治疗楼中部，项目具体位置见附图 3。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 评价对象

本项目直线加速器机房所在区域及评价范围内保护目标。

(2) 监测因子

X- γ 辐射剂量率。

(3) 监测点位

本项目具体监测点位见表 8-1 和附图 3。

表 8-1 本项目辐射环境监测点位一览表

序号	监测点位
1	拟建直线加速器机房中心位置
2	拟建直线加速器机房北侧
3	拟建直线加速器机房东侧
4	拟建直线加速器机房南侧
5	医 高压氧医学科西南侧
6	医院医废间西侧
7	医院感染消化科西侧
8	人民医院家属院北部居民楼北侧
9	医院西侧 1#住户
10	医院西侧 2#住户
11	医院西侧 3#住户
12	医院西侧 4#住户
13	医院西侧 5#住户
14	医院西侧西关东街生活小区居民楼

(4) 监测单位和时间

根据监测方案及监测布点要求，河北中旭检验检测技术有限公司于 2022 年 5 月 18 日对本项目拟建直线加速器机房及周边环境的 X- γ 辐射剂量率进行了现状监测，并出具了监测报告，报告编号为：中旭环检字(2022)第 H0064 号。

(5) 监测仪器

BH3103B 型 X- γ 剂量率仪(仪器校准有效期：2021 年 11 月 3 日至 2022 年 11 月 2 日)。

8.3 监测方案、质量保证措施、监测结果

(1) 监测方案

根据项目周边情况，本次环境质量现状监测对定州市人民医院拟建直线加速器机房所在区域及评价范围内保护目标的 X- γ 辐射剂量率进行监测，具体监测点位见表 8-1 和附图 3。

(2) 质量保证措施

①本项目委托的河北中旭检验检测技术有限公司已通过河北省质量技术监督局计量认证(CMA)，监测过程严格执行公司质量管理体系中的有关规定；

②监测人员经考核通过后持证上岗；

③根据《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)检测方法进行监测；

④监测所用仪器设备工作状态正常，均经计量部门检定/校准合格且处于有效期内。

(3) 监测结果及统计分析

本项目拟建直线加速器机房所在区域及周边 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 8-2。

表 8-2 X- γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点	X- γ 辐射剂量率(nGy/h)
1	拟建直线加速器机房中心位置	73.6 \pm 4.7
2	拟建直线加速器机房北侧	71.7 \pm 4.7
3	拟建直线加速器机房东侧	74.6 \pm 5.3
4	拟建直线加速器机房南侧	79.0 \pm 4.6
5	医院高压氧医学科西南侧	51.5 \pm 5.4

续表 8-2

X- γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点	X- γ 辐射剂量率(nGy/h)
1	拟建直线加速器机房中心位置	73.6 \pm 4.7
2	拟建直线加速器机房北侧	71.7 \pm 4.7
3	拟建直线加速器机房东侧	74.6 \pm 5.3
4	拟建直线加速器机房南侧	79.0 \pm 4.6
5	医院高压氧医学科西南侧	51.5 \pm 5.4
6	医院医废间西侧	63.8 \pm 4.4
7	医院感染消化科西侧	63.3 \pm 5.3
8	人民医院家属院北部居民楼北侧	74.6 \pm 3.4
9	医院西侧 1#住户	83.9 \pm 4.1
10	医院西侧 2#住户	80.0 \pm 5.9
11	医院西侧 3#住户	77.5 \pm 6.0
12	医院西侧 4#住户	73.6 \pm 5.5
13	医院西侧 5#住户	87.8 \pm 5.0
14	医院西侧西关东街生活小区居民楼	73.1 \pm 4.1

注：X- γ 辐射剂量率检测结果已扣除宇宙射线响应值。

8.4 环境现状调查结果的评价

根据《中国环境天然放射性水平》可知，保定地区原野 γ 辐射剂量率测值范围为29.2~198.7nGy/h；保定地区室内 γ 辐射剂量率测值范围为23.3~265.1nGy/h。

由表 8-2 可知，本项目直线加速器机房所在区域及周围区域 X- γ 辐射剂量率为51.5~87.8nGy/h，基本处于区域天然本底水平。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备与工艺分析

9.1 工程概况

定州市人民医院拟在医院北院区西侧拟建放射治疗楼中部直线加速器机房，使用 1 台医用电子直线加速器用于放射治疗，属于 II 类射线装置。医用电子直线加速器型号为 Elekta Synergy，射线能量为 6MV、10MV，电子线能量为 4MeV、6MeV、8MeV、10MeV、12MeV、15MeV。

9.2 工作流程

9.2.1 工作原理

直线加速器是产生高能电子束的装置，属于 II 类射线装置，是中危险性射线装置，其工作过程是：调制器产生两个脉冲高压，一个加到功率源（速调管或磁控管），功率源产生的微波功率经微波传输系统，馈入加速管，并在其中建立加速场。另一个脉冲高压加到电子枪，引出电子束。电子束注入加速管，受到其中加速场的加速。直线加速器一般可使用 X 射线束或电子束两种射线进行肿瘤放射治疗。直线加速器运行时可能对周围环境产生电离辐射影响。因此，在加速器应用之前首先要进行辐射防护。由于电子穿透力较弱，电子束流强也相对较小，屏蔽计算一般仅考虑 X 射线治疗方式。典型直线加速器示意图见图 9-1。

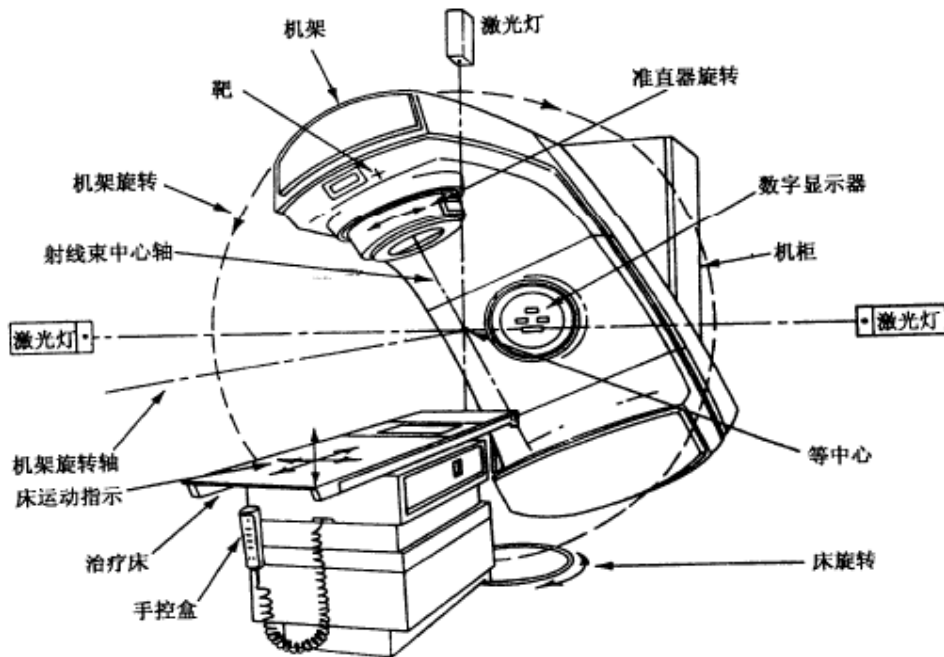


图 9-1 典型直线加速器示意图

9.2.2 设备组成

本项目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。

9.2.3 工作方式及操作流程

工作方式为：以一个或几个照射野定向照射。

其主要的工作流程为：病人进行治疗模拟定位→制定放射治疗计划→工作人员引导病人到治疗床，摆位→工作人员离开治疗室，关闭防护门→启动治疗控制系统，出束治疗→治疗结束→打开防护门，协助病人下床离开。

直线加速器出束产生的 X 射线、电子束，经透射、漏射和散射，对工作场所及其周围环境产生辐射影响；空气在加速器 X 射线的强辐射下，吸收能量并通过电离作用产生臭氧和氮氧化物等有害气体。

9.3 人流路径规划

根据医院直线加速器机房平面布局，人员由机房东南侧防护门进入，向西经迷路进入直线加速器机房治疗室，再按照原路径通过迷路离开直线加速器机房。人流路径规划图见图 9-2。

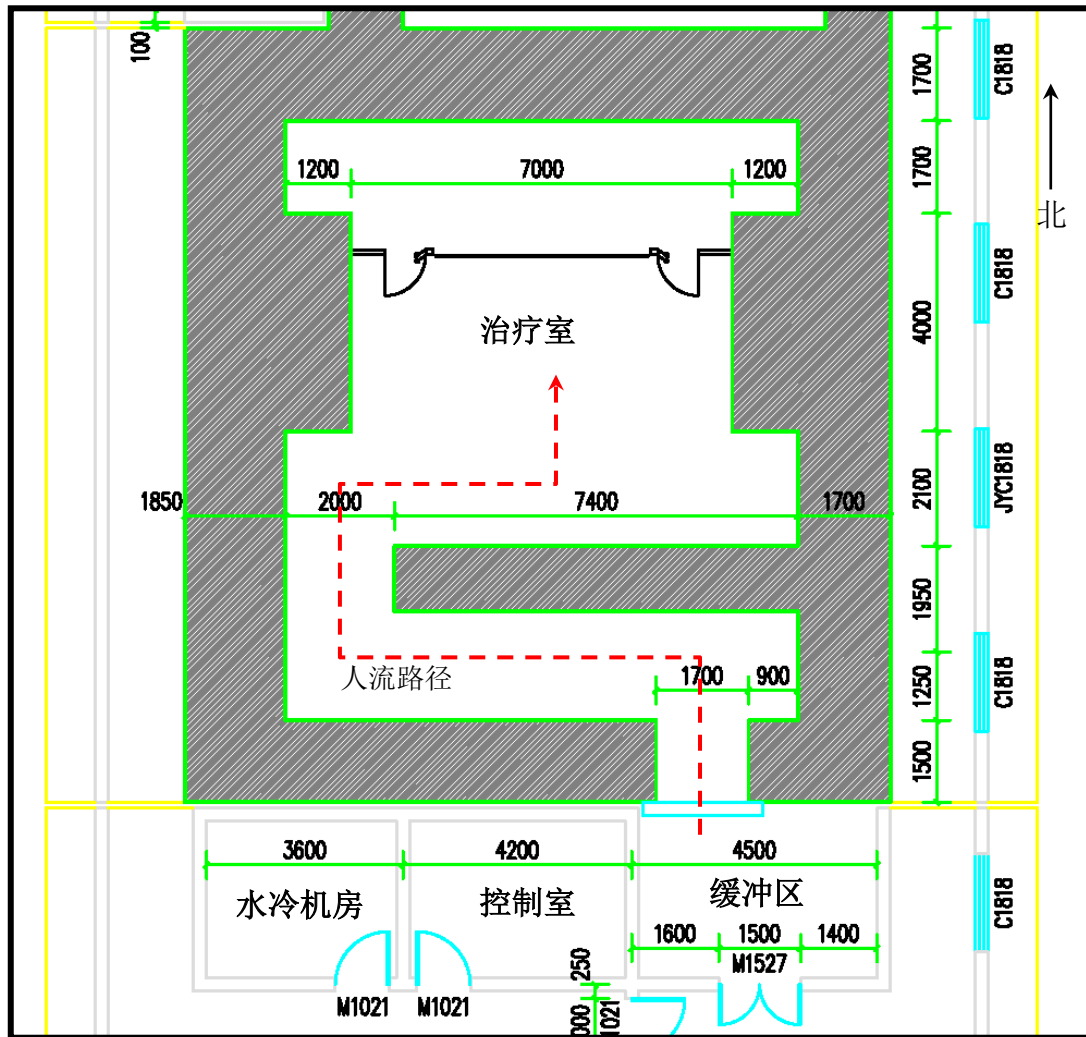


图 9-2 直线加速器机房人流路径规划

污染源项描述

9.4 污染因子

医用电子直线加速器主要的放射污染是 X 射线、电子束，射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线、电子束。在开机出束时，有用线束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。此外，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目医用电子直线加速器在使用过程中无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生

(1) X 射线

由医用直线加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能 X 射线。这种 X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目新增的医用直线加速器最高输出的是 10MV 的 X 射线，由于 X 射线的贯穿能力极强，可能对工作人员、公众及周围环境造成辐射污染。

(2) 电子束

当直线加速器按电子束模式运行时，从电子枪里发出来的电子束经加速管加速后直接从加速管引出用于治疗病人，产生的电子束属初级辐射，贯穿物质时受物质库仑场的影响，贯穿深度有限。直线加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能达到足够的屏蔽。因此，在直线加速器电子束治疗时间时，电子束对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

(3) 感生放射性

感生放射性的种类取决于加速器粒子的种类、能量、束流强度、靶材料的性质、以及运动时间长短等多种因素。当 X 射线能量大于 10MV 或电子束能量大于 10MeV 时，加速器产生的高能粒子轰击在加速器设备的结构材料，治疗室内的各种设备、器械，治疗室的墙壁等物质上时，都可能使它们活化而产生感生放射性。加速器机房内空气活化产生的放射性核素，主要是 ^{15}O 、 ^{13}N 和 ^{41}Ar ，大部分半衰期都小于 1 分钟，长半衰期的核素产生率很低，这些放射性气体在空气中存在较短的时间。冷却水中被活化而形成的放射性核素主要是 ^{15}O 和 ^{13}N ，它们的半衰期分别为 2.1 分和 7.3 秒，其活度就可衰减到可忽略的水平。

(4) 非放射性气体

加速器在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO , NO_2)。通过合理的通风系统，可以明显降低其浓度，不会对环境产生影响。

因此，本项目直线加速器在开机期间 X 射线、电子束为主要污染因子，其次为臭氧和氮氧化物等。

①主要放射性污染因子：X 射线贯穿辐射、电子束。

②其它非放射性污染因子：臭氧、氮氧化物。

9.5 污染途径

9.5.1 正常工况的污染途径

(1)直线加速器产生的 X 射线，X 射线经透射、漏射和散射，对工作场所及其周围环境产生辐射影响；

(2)空气在加速器 X 射线的强辐射下，吸收能量并通过电离作用产生臭氧和氮氧化物等有害气体。

9.5.2 事故工况的污染途径

发生的事故工况的污染途径主要有以下三种情况：

①机房门机联锁装置故障，设备运行时，人员误入医用直线加速器机房，受到额外的照射；

②急停开关失灵，照射治疗不能停止，使得患者受到超剂量照射；

③工作人员在治疗室内为患者摆位或其它准备工作、维修人员检修期间，误开机出束受到额外照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

10.1 项目工作场所布局、分区

10.1.1 工作场所布局

根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《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)布局相关要求：治疗机房一般设于单独的建筑或建筑物底层的一端，治疗装置控制室应与治疗机房分离，直接与治疗机房相连的宽束治疗装置的控制室和其他居留因子较大的用室，应尽可能避开有用束可直接照射的区域，直线加速器治疗机房应设置迷路等。根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)选址与布局要求，放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在居民、写字楼和商住两用的建构筑物内。放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。

本项目直线加速器机房位于医院北院区西侧放射治疗楼中部，为单层建筑。直线加速器机房北侧紧邻后装机机房，西侧为医生通道，南侧为水冷机房、控制室、缓冲区，东侧为患者通道，上方无建筑，下方为土层；机房内部分为治疗室和迷路，迷路为L型迷路设计，位于机房南侧，治疗室位于机房北侧，防护门位于机房南侧东端，在机房东、西墙及屋顶设置主屏蔽区，直接与治疗机房相连的宽束治疗装置的控制室和其他居留因子较大的用室，已避开有用束可直接照射的区域。直线加速器机房屏蔽布局符合《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》(GBZ121-2020)和《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)中相关要求。本项目直线加速器机房平面布置图见附图4。

10.1.2 工作场所分区

根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)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。

定州市人民医院将直线加速器机房治疗室和迷路设为控制区，将直线加速器机房外其他相邻的水冷机房、控制室、缓冲区、医生通道、患者通道等设为监督区(见图10-1)。本项目放射治疗工作场所分区的划分符合《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)的分区规定。本项目直线加速器机房平面布局分区图见图10-1。

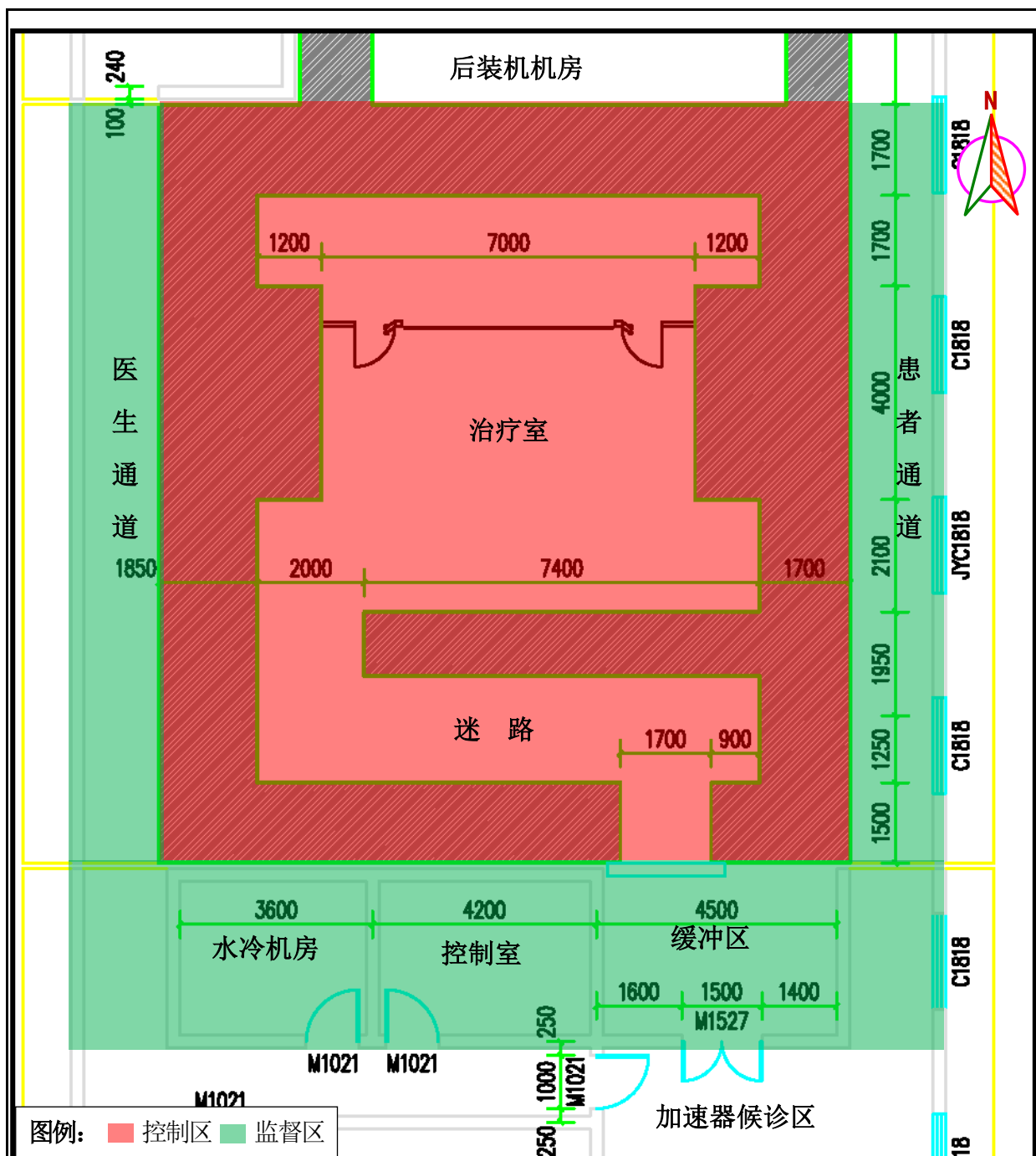


图 10-1 直线加速器机房平面分区布局图

10.2 辐射防护屏蔽措施

本项目直线加速器机房屏蔽设计按照直线加速器额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射；屏蔽材料拟采用混凝土浇筑，充分考虑了结构性能、防护性能，符合最优化要求；直线加速器机房连接直线加速器和控制室、水冷机房等的电缆沟穿墙位置布置在南墙，均采用 U 型穿墙设计，不影响其屏

蔽效果的方式；机房门洞尺寸为 170cm×220cm，防护门与墙体间隙小于防护门与墙体搭接长度的 1/10，且小于 1cm；防护门与上、左、右边界的搭接距离分别为 15cm、25cm、25cm，地面防护槽深 5cm，满足屏蔽体外的辐射防护要求。本项目直线加速器机房使用面积、拟采取的屏蔽措施情况具体见表 10-1，直线加速器机房平面布局图见图 10-2、剖面布局图见 10-3。

表 10-1 本项目直线加速器使用面积、拟采取的屏蔽措施情况一览表

场所名称	机房尺寸	方位	屏蔽材料及厚度
直线加速器机房	治疗室面积约 63.7m ²	西墙	次屏蔽区：185cm 混凝土
			主屏蔽区：305cm 混凝土
		南墙	迷路内墙：120cm 混凝土；迷路外墙：150cm 混凝土
		东墙	次屏蔽区：170cm 混凝土
			主屏蔽区：290cm 混凝土
		北墙	170cm 混凝土
		防护门	内含 18mmPb 和 150mm 硼酸石蜡的不锈钢防护门
		顶棚	次屏蔽区：170cm 混凝土
主屏蔽区：300cm 混凝土			

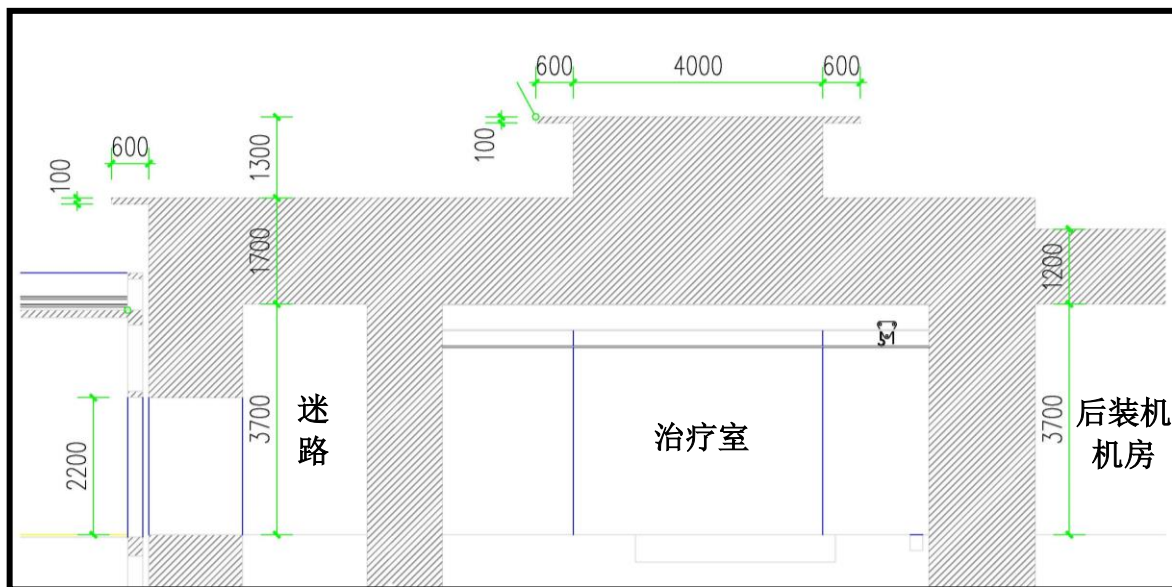


图 10-2 直线加速器机房剖面布局图

由表 10-1 可知，本项目直线加速器机房西墙主屏蔽区的屏蔽厚度为 305cm 混凝土、次屏蔽区的屏蔽厚度为 185cm 混凝土，东墙主屏蔽区的屏蔽厚度为 290cm 混凝土

土、次屏蔽区的屏蔽厚度为 170cm 混凝土，顶棚主屏蔽区的屏蔽厚度为 300cm 混凝土、次屏蔽区的屏蔽厚度为 170cm 混凝土，辐射防护屏蔽措施符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZT201.2-2011)表 1 中“预设加速器机房屏蔽厚度要求主屏蔽区：200cm 混凝土；次屏蔽区：100cm 混凝土”的相关规定。

10.3 辐射防护与安全措施

为保障直线加速器的安全运行，避免在加速器治疗期间人员误留或误入治疗机房内而发生误照射事故，定州市人民医院直线加速器治疗机房拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

(1) 一般要求

- 1) 医院对放射治疗活动的辐射安全与防护全面负责。
- 2) 医院已建立健全辐射安全与防护管理体系，并制定有辐射安全与防护大纲，落实了岗位职责及操作规程等管理制度。
- 3) 医院在规划、设计、建设放射治疗工作场所和开展放射治疗活动的过程中，遵循实践的正当性、安全与防护的最优化、剂量限制和潜在照射危险限制。
- 4) 医院根据放射治疗活动的潜在照射危害水平，根据纵深防御原则，设置相适应的多层防护与安全措施。
- 5) 直线加速器机房安全连锁系统的物项可满足冗余性、多元性、独立性、失效安全要求。
- 6) 医院对放射治疗场所和周围环境进行定期的辐射监测和评估。
- 7) 辐射工作人员和公众成员的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值相关规定。
- 8) 医院已制定相应的辐射事故应急预案，并做好辐射事故应急准备、应急演练和应急响应。

(2) 安全防护设施和措施

- 1) 直线加速器机房设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：
 - a) 直线加速器机房的入口处设置电离辐射警告标志；
 - b) 直线加速器机房进出口及其他适当位置设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；
 - c) 加速器治疗室内安装 3 个摄像头，治疗室西墙 1 个、治疗室东墙 1 个、迷路西墙 1 个，并设置双向交流对讲系统，在治疗过程中医务人员可在控制室内通过实时监控装置及时观察病人情况，与病人交流，防止意外情况发生。

2) 在直线加速器机房设置有固定式辐射剂量监测仪，探头位于加速器治疗室内，显示装置位于控制室内。

3) 直线加速器机房设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：

a) 设置门—机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束，可以保证辐射工作人员和他人的人身安全，防止人员误入辐射治疗室，受到不必要的照射。

b) 迷道设置室内紧急开门装置，防护门设置防夹伤功能；

c) 直线加速器机房安装紧急停机按钮，控制室东墙 1 个，迷路北墙 1 个，治疗室北墙 2 个，治疗室南墙 1 个，治疗室西墙 1 个，治疗室东墙 1 个，共计 7 个，急停按钮有醒目标识及文字显示；

d) 安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

f) 加速器产生辐射的主要控制系统用开关钥匙进行控制。

(3) 操作的辐射安全与防护措施

1) 医院对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

2) 治疗期间，安排两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

3) 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。

(4) 气态废物管理要求

直线加速器机房设置有通风系统，通风管道为迷路设计，进风口分别位于治疗室顶部西南侧和西北侧，排风口位于东墙底部南侧和北侧，排风口距离地面 300mm，详见附图 4。排气口未设置在有门、窗或人流较大的过道等位置，进风口与排风口位置对角设置，确保室内空气充分交换，直线加速器机房排风管道与屏蔽顶棚呈“Z”型穿过，排风管网引至屋顶排放。通风系统送风风量为 2400m³/h，根据机房平面布置，本项目直线加速器机房体积(含迷路)约为 314m³，经核算，机房通风系统通风次数约 7 次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中通风换气要求。

(5) 电缆管线穿越屏蔽体时采取 U 型且地埋形式布置，电缆沟上方采用 6mm 钢板盖板。

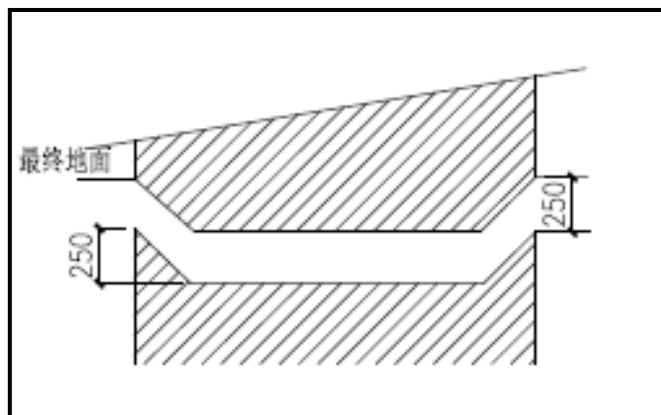


图 10-3 穿墙电缆沟示意图

(6) 辐射监测要求

1) 监测管理

①医院制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作：

②所有辐射监测记录由专人负责建档保存，测量记录包括测量对象、条件、方法、仪器、时间和人员等信息。

③定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应及时查找原因并报告，同时进行整改。

2) 放射治疗工作场所监测

医院利用现有 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，在设备运行状态下，每月对机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、防护门，以及其他关注处点开展 X- γ 辐射周围剂量当量率监测，并将监测数据记录存档。

直线加速器安装调试阶段，应在最大工况下，由辐射工作人员进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。

3) 环境监测

每年委托有监测资质的单位对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告，监测频率 1 次/年。

4) 个人剂量监测

医院拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，均为内部调剂，均已配备相应的辐射防护用品，包括个人剂量计、个人剂量报警仪等，具体见表 10-2。

表 10-2 本项目配备的防护用品和监测仪器

序号	仪器名称	台套
1	个人剂量计	4
2	个人剂量报警仪	2
3	便携式 X- γ 剂量率仪	1

职业工作人员进行放射诊疗工作时须佩戴个人剂量计，并携带个人剂量报警仪，当工作场所的剂量率较高时，会发出报警信号，个人剂量计按每季度 1 次的频率进行个人剂量监测，严格限制医务人员的受照时间，减少相关人员连续、超时工作，规范并指导相关人员个人防护用品的佩戴，必要时进行轮岗或倒休。个人剂量档案妥善保存，监测数据异常时，应及时查明原因并报告生态环境主管部门。

三废的治理

本项目直线加速器只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线、电子束，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，直线加速器在使用过程中无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生。

本项目直线加速器机房及防护门通过采取符合要求的屏蔽措施，有效防止 X 射线辐射，机房内设置通风系统，避免机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的积累。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设直线加速器机房，施工过程中将产生施工扬尘、废水、噪声和施工垃圾等。施工期环境影响及污染物控制措施分析如下：

1、施工扬尘影响分析

本项目施工期扬尘主要分为机房土建施工产生扬尘及建筑垃圾、建材堆置和运输产生的扬尘，包括土方施工、土方和水泥砂石等建筑料运输、装卸、堆存产生一定的扬尘，作业产生的扬尘与气候有关，大风时对下风向的污染严重；同时运输车辆产生道路扬尘。上述施工扬尘若不采取有效控制措施，可能对周边环境空气产生污染影响。

为有效控制施工期间的扬尘影响，本评价要求建设单位严格执行《河北省大气污染防治条例》（2016年1月13日）、《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》（冀建安[2017]9号）、关于印发《京津冀及周边地区2019-2020年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》的通知（环大气[2019]88号）、《关于印发河北省2018年建筑施工与城市道路扬尘整治工作方案的通知》（冀建安[2018]8号）、《关于进一步加强建筑施工与城市道路扬尘整治工作的通知》（冀建安[2018]19号）、《定州市大气污染防治实施办法》（定政发[2016]58号）的有关规定。同时结合《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T 393-2007）及同类施工场地采取的抑尘措施，对项目施工提出以下扬尘控制要求。通过采取以下抑尘措施后，可较大限度的降低施工扬尘对周围环境的影响。

表 11-1 施工期扬尘污染防治措施一览表

序号	防治措施	具体要求	依据
1	设置扬尘防治公示牌	必须在施工现场出入口明显位置设置扬尘防治公示牌，内容包括建设、施工及监管等单位名称、扬尘防治负责人的名称、联系电话、举报电话等	《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》（冀建安[2017]9号）、《定州市大气污染防治实施办法》（定政发[2016]58号）
2	设置围挡	施工现场必须连续设置设置硬质围挡，围挡应坚固、美观，严禁围挡不严或敞开式施工。高度不低于 1.8m	《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T 393-2007）、《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》（冀建安[2017]9号）、《关于印发河北省 2018 年建筑施工与城市道路扬尘整治工作方案的通知》（冀建安[2018]8号）

续表 11-1

施工期扬尘污染防治措施一览表

序号	防治措施	具体要求	依据
3	施工场地硬化	①对主要出入口、主要道路、堆放区的地面按规定进行硬化处理 ②施工现场出入口必须采用混凝土进行硬化或采用硬质砌块铺设,严禁使用其他软质材料铺设	《河北省大气污染防治条例》(2016年1月13日)、《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[2017]9号)、《关于印发河北省2018年建筑施工与城市道路扬尘整治工作方案的通知》(冀建安[2018]8号)
4	施工车辆冲洗设施	在施工现场出口处设置车辆冲洗设施并配套设置排水、泥浆沉淀设施,施工车辆不得带泥上路行驶,施工现场道路以及出口周边的道路不得存留建筑垃圾和泥土	《防治城市扬尘污染技术规范》(HJ/T 393-2007)、《河北省大气污染防治条例》(2016年1月13日)、《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[2017]9号)、《定州市大气污染防治实施办法》(定政发[2016]58号)、《关于印发河北省2018年建筑施工与城市道路扬尘整治工作方案的通知》(冀建安[2018]8号)
5	密闭苫盖措施	①建筑材料采用密闭存储、设置围挡或堆砌围墙、采用防尘布苫盖等措施; ②建筑垃圾采用覆盖防尘布、防尘网、定期喷洒抑尘剂、定期喷水压尘等措施,生活垃圾应用封闭式容器存放,日产日清,严禁随意丢弃; ③施工现场集中堆放的土方和裸露场地必须采取覆盖、固化或绿化等降尘措施,严禁裸露; ④施工现场易飞扬的细颗粒建筑材料必须密闭存放或严密覆盖,严禁露天放置;搬运时应有降尘措施,余料及时回收	《防治城市扬尘污染技术规范》(HJ/T 393-2007)、《河北省大气污染防治条例》(2016年1月13日)、《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[2017]9号)、《定州市大气污染防治实施办法》(定政发[2016]58号)
6	物料运输车辆密闭措施	①进出工地的物料、渣土、垃圾运输车辆,应尽可能采用密闭车斗,并保证物料不遗撒外漏。若无密闭车斗,物料、垃圾、渣土的装载高度不得超过车辆槽帮上沿,车斗应用苫布遮盖严实; ②装卸和运输渣土、砂石、建筑垃圾等易产生扬尘污染物料的,应当采取完全密闭措施	《防治城市扬尘污染技术规范》(HJ/T 393-2007)、《河北省大气污染防治条例》(2016年1月13日)、《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[2017]9号)、《关于进一步加强建筑施工与城市道路扬尘整治工作的通知》(冀建办安[2018]19号)

续表 11-1

施工期扬尘污染防治措施一览表

序号	防治措施	具体要求	依据
7	洒水抑尘措施	遇到干燥、易起尘的土方工程作业时,应辅以洒水压尘,尽量缩短起尘操作时间,遇到四级及四级以上大风天气,应停止土方作业,同时作业处覆以防尘网;施工现场必须建立洒水清扫抑尘制度,配备洒水设备。非冰冻期每天洒水不少于2次,并有专人负责。重污染天气时相应增加洒水频次	《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[2017]9号)、《关于印发河北省2018年建筑施工与城市道路扬尘整治工作方案的通知》(冀建安[2018]8号)
8	拌合	施工现场禁止混凝土搅拌。施工现场必须使用商品混凝土、预拌砂浆,严禁现场搅拌。不具备预拌砂浆条件的地区,现场搅拌砂浆必须搭设封闭式搅拌机棚。	《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[017]9号)、《关于印发河北省2018年建筑施工与城市道路扬尘整治工作方案的通知》(冀建安[2018]8号)
9	建筑垃圾	①建筑物内地面清扫垃圾进行洒水抑尘,保持干净整洁。 ②施工现场的建筑垃圾设置垃圾存放点,集中堆放并严密覆盖,及时清运。生活垃圾应用封闭式容器存放,日产日清,严禁随意丢弃、焚烧。	《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[017]9号)、《关于印发河北省2018年建筑施工与城市道路扬尘整治工作方案的通知》(冀建安[2018]8号)
10	其它	施工现场出入口必须安装视频监控系统,对施工扬尘实时监控,鼓励在施工现场安装空气质量检测仪等装置	《关于印发〈河北省建筑施工扬尘治理方案〉的通知》(冀建安[2017]9号)
		出现重污染天气状况时,施工单位应当停止土石方作业、拆除工程以及其他可能产生扬尘污染的施工建设行为	《定州市大气污染防治实施办法》(定政发[2016]58号)

2、施工噪声影响分析

施工噪声主要为运输车辆进出院区产生的交通噪声,直线加速器机房施工及设备安装过程中吊运、安装产生的安装噪声。产噪声值为86~95dB(A),对周围声环境产生一定的影响,本项目采取选用低噪施工设备、四周围挡、夜间不进行施工的噪声控制措施,控制施工噪声对周围声环境的不利影响。

3、施工废水影响分析

施工期废水主要为施工过程产生的废水和施工人员生活污水。施工过程产生的废水和施工人员生活污水利用医院现有给排水设施处理,直接进入医院污水管网,不会对周边环境产生明显影响。

4、固体废物影响分析

施工期产生的固体废物主要为土方施工产生的弃土、建筑垃圾及生活垃圾,根

据《国家危险废物名录》及《危险废物鉴别标准》(GB5085.1~7-2007)，施工过程中产生的固体废物不属于危险废物，均为一般固体废物，建设单位应参照执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关要求，施工中产生的土方和建筑垃圾送当地环境卫生主管部门指定地点处置等；施工人员产生的生活垃圾送环境卫生主管部门指定地点处置，不会对周围环境产生较大影响。为减少施工固体废物对周围环境的影响，施工垃圾必须按照有关环境卫生主管部门的管理规定及时清运到指定地点。

以上影响为短期影响，将会随施工期的结束而消除，在落实以上污染防治措施后不会对周围环境产生明显影响。

运行阶段对环境的影响

11.1 辐射环境影响分析

本项目医用电子直线加速器可以产生 X 射线和电子线两种束流开展治疗应用，其技术参数见表 11-2。

表 11-2 本项目医用电子直线加速器技术参数

参数名称	参数值
加速器型号	Elekta Synergy
X 射线能量	6MV、10MV
电子线能量	6MeV、8MeV、10MeV、12MeV、15MeV
有用束最大张角	$\pm 13.9^\circ$
X 射线剂量率	600cGy/min
治疗最大照射野	40cm×40cm
机架旋转	360°
靶材料	钨合金
射线泄露率	$\leq 0.1\%$

根据设计资料，同时考虑到电子束治疗次数有限(工作负荷不足 X 射线治疗的 1%)，且电子束治疗过程中，电子线与机头、治疗床、人体组织等作用产生韧致辐射的能量和强度均低于电子束撞击钨靶产生的治疗 X 射线的能量和强度，因此若机房及其防护门能满足 X 治疗束的屏蔽防护要求，则一定能满足电子束治疗中产生的辐射的防护要求，故本评价对电子束的辐射环境影响不做具体评价。

11.2.2 医用电子直线加速器治疗室辐射防护评价

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)的要求，在本项目加速器机房外设定关注点。从保守角度出发，在加速器机房屏蔽措施基础上，假定加速器以最大功率运行并针对关注点最不利的情况进行预测计算。本项目直线加速器机房关注点设定见图 11-1 及图 11-2，其中 0 为等中心位置处， 0_1 、 0_2 及 0_3 为辐射源点，a~1 为关注点。

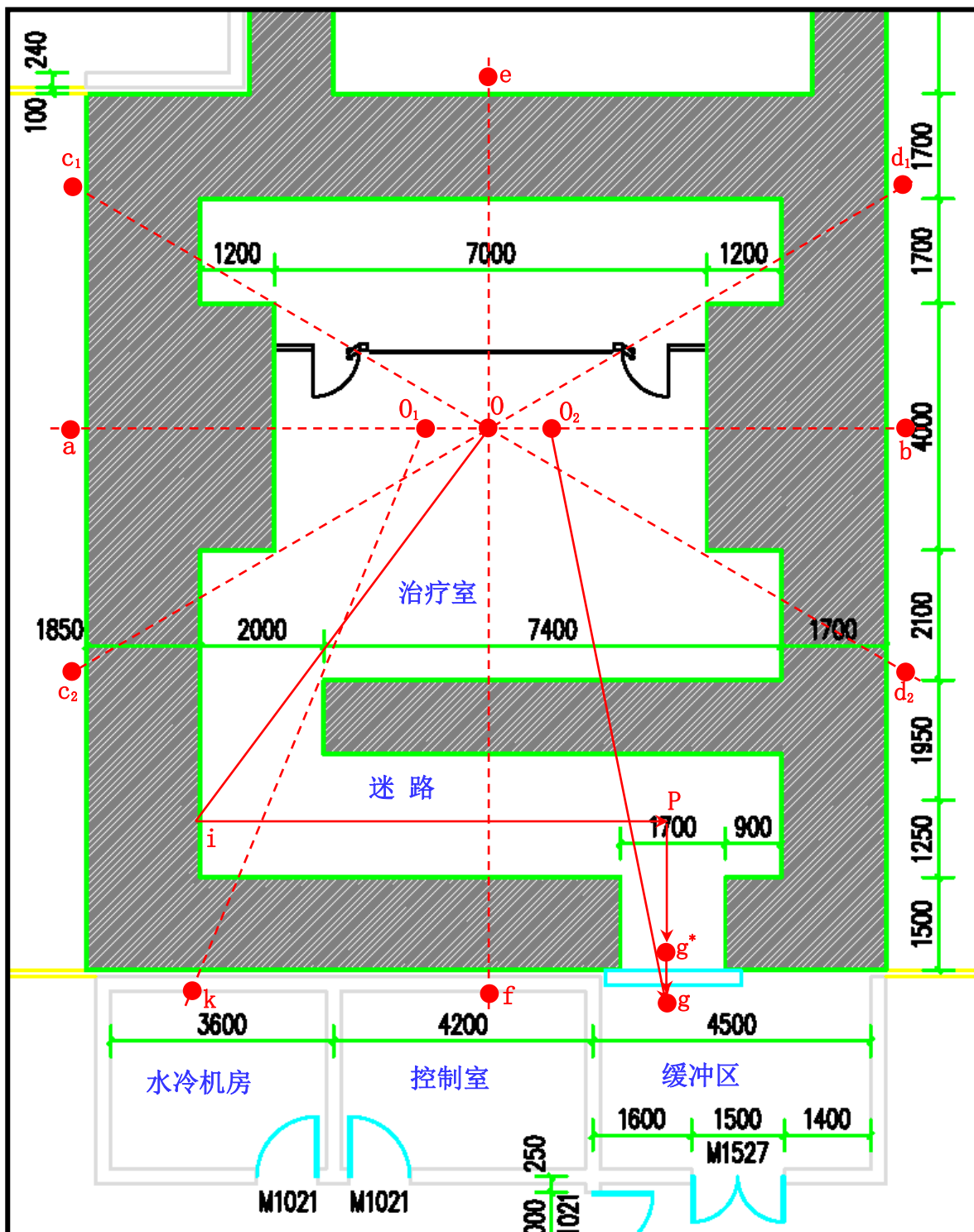


图 11-1 直线加速器机房关注点(平面示意图)

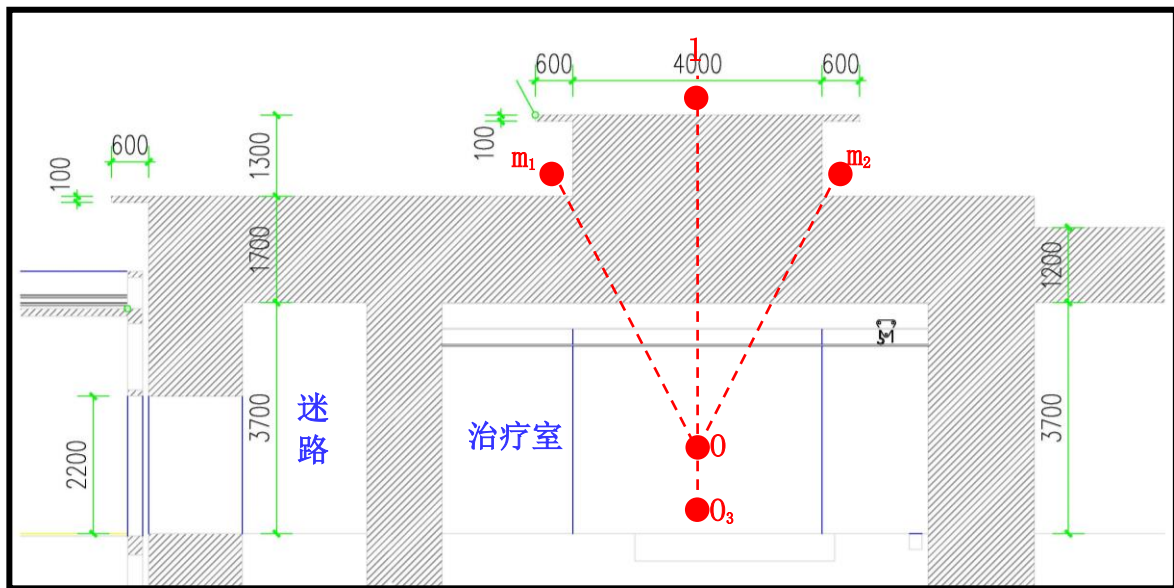


图 11-2 直线加速器机房关注点(剖面示意图)

(1)有用线束主屏蔽区宽度核算

使用《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)的相关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

$$Y_p = 2[(\alpha + SAD) \cdot \tan \theta + 0.3] \quad (1)$$

式中： Y_p —机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD—源轴距，m；

θ —治疗束的最大张角(相对束中的轴线)；

α —等中心点至“墙”的距离，m。当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙(或顶)的内表面；当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指与主屏蔽区墙(或顶)的外表面。

将各参数代入公式得出本项目的主屏蔽宽度核算结果并评价如下表 11-3。

表 11-3 主屏蔽区域宽度评价表

参数	取值		
	西墙主屏蔽	东墙主屏蔽	屋顶主屏蔽
α (m)	4.7	4.7	5.45
SAD (m)	1	1	1
θ (°)	13.9	13.9	13.9
计算宽度 Y_p (m)	3.4	3.4	3.8
实际宽度 (m)	4.0	4.0	4.0
评价	满足	满足	满足

(2) 主屏蔽区屏蔽效果预测(a 点、b 点和 1 点)

射线路径(射线类型): $O_2 \rightarrow a$ (主射线), $O_1 \rightarrow b$ (主射线), $O_3 \rightarrow 1$ (主射线)。

使用 GBZ/T201.2-2011 的相关公式计算有用线束主屏蔽核算, 在给定的屏蔽物质厚度 X (cm) 时, 首先按照公式(2) 计算有效厚度 X_e (cm), 然后按照公式(3) 计算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B , 最后按照公式(4) 计算屏蔽体外关注点的剂量率。

$$X_e = X / \cos \theta = X \cdot \sec \theta \quad (2)$$

式中, X —实际屏蔽厚度, cm;

θ —斜射角。

$$B = 10^{-((X_e + TVL - TVL_1) / TVL)} \quad (3)$$

式中: TVL_1 (cm) 和 TVL (cm) 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平均什值层厚度, 当未指明 TVL_1 时, $TVL_1 = TVL$ 。可根据加速器 X 射线能量查 GBZ/T201.2-2011 中附录 B 表 B.1 及 NCRP NO.151 的附录 B 表 B.2。

本项目中, a 点、b 点、1 点相应厚度主屏蔽的 B 值核算见表 11-4。

$$H = H_0 \cdot f \cdot B / R^2 \quad (4)$$

式中: H_0 —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶(以下简称靶)1m 处的常用最高剂量率, $\mu Sv \cdot m^2/h$, 本项目为 $3.6 \times 10^8 \mu Sv \cdot m^2/h$;

R —靶点至参考点的距离, m, 本项目参考点为相应屏蔽体外 30cm;

f —对有用线束为 1。

将各参数代入模式计算, 得到相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 H ($\mu Sv/h$), 辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-4。

表 11-4 主屏蔽区外参考点辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	取值		
	西墙主屏蔽区 a	东墙主屏蔽区 b	屋顶主屏蔽区 1
X (cm)	305	290	300
θ ($^\circ$)	0	0	0
X_e (cm)	305	290	300
TVL (cm)	37	37	37
TVL_1 (cm)	41	41	41
B	7.33×10^{-9}	1.86×10^{-8}	1.00×10^{-8}
R (m)	7.85	7.7	6.75

续表 11-4

主屏蔽区外参考点辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	取值		
	西墙主屏蔽区 a	东墙主屏蔽区 b	屋顶主屏蔽区 1
$H_0 (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h})$	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
f	1	1	1
$H (\mu\text{Sv}/\text{h})$	0.043	0.113	0.079
$H_c (\mu\text{Sv}/\text{h})$ (剂量率参考控制水平)	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足	满足	满足

(3) 侧屏蔽墙屏蔽效果预测(e 点、f 点)

射线路径(射线类型): $0 \rightarrow e$ (泄漏射线), $0 \rightarrow f$ (泄漏射线)。

泄漏辐射: 估算方法类似主屏蔽区。TVL₁(cm)和 TVL(cm)为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值, 分别为 TVL₁=35cm 和 TVL=31cm。e 点、f 点辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-5。

表 11-5

侧屏蔽墙泄漏射线辐射率计算参数和计算结果

参数	取值	
	北墙侧屏蔽墙 e	南墙侧屏蔽墙 f
X(cm)	170	270(迷路内墙 120+迷路外墙 150)
$\theta (^{\circ})$	0	0
X_e (cm)	170	270
TVL(cm)	31	31
TVL ₁ (cm)	35	35
B	4.42×10^{-6}	2.63×10^{-9}
R(m)	5.7	9.1
$H_0 (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h})$	3.6×10^8	3.6×10^8
f	0.001	0.001
$H (\mu\text{Sv}/\text{h})$	0.049	1.14×10^{-5}
$H_c (\mu\text{Sv}/\text{h})$ (剂量率参考控制水平)	2.5	2.5
评价结果	满足	满足

(4)与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区的屏蔽效果预测(c_1 点、 c_2 点、 d_1 点、 d_2 点、 m_1 点、 m_2 点)

①射线路径(射线类型)

$O_2 \rightarrow O \rightarrow c_1$ (散射射线), $O_2 \rightarrow O \rightarrow c_2$ (散射射线), $O_1 \rightarrow O \rightarrow d_1$ (散射射线), $O_1 \rightarrow O \rightarrow d_2$ (散射射线), $O_3 \rightarrow O \rightarrow m_1$ (散射射线), $O_3 \rightarrow O \rightarrow m_2$ (散射射线)。

$O \rightarrow c_1$ (泄漏射线), $O \rightarrow c_2$ (泄漏射线), $O \rightarrow d_1$ (泄漏射线), $O \rightarrow d_2$ (泄漏射线), $O \rightarrow m_1$ (泄漏射线), $O \rightarrow m_2$ (泄漏射线)。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZT201.2-2011),对于与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区,有用线束水平照射或向顶照射(使用因子 $U=0.25$)时人体的散射辐射,以等中心位置 O 为散射体中心,散射角 θ 接近 30° ,屏蔽墙的斜射角与散射角相同。加速器的泄漏辐射,以位置 O 为中心,使用因子 $U=1$,屏蔽墙的斜射角接近 30° 。根据图11-1可知,对于西墙、东墙、屋顶与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区参考点 c_1 和 c_2 、 d_1 和 d_2 、 m_1 和 m_2 点按散射角 30° 计算均未超出西墙、东墙及屋顶范围。

②泄漏辐射屏蔽计算

泄漏辐射屏蔽结果通过公式(4)进行计算,其中 $f=0.001$ (泄漏辐射比率),公式(3)中 TVL_1 (cm)和 TVL (cm)保守取附录B表B.1的泄漏辐射值,分别为 $TVL_1=35$ cm和 $TVL=31$ cm。

③散射辐射屏蔽计算

在给定的屏蔽物质厚度 X (cm)时,首先按照公式(2)计算有效厚度 X_e (cm),按照公式(3)估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B_s ,公式(3)中 TVL_1 (cm)和 TVL (cm)保守取附录B表B.4的患者散射辐射值,分别为 $TVL_1=28$ cm和 $TVL=28$ cm。再按照公式(5)计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率(μ Sv/h):

$$H=H_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400) \cdot B/(R_s)^2 \quad (5)$$

式中: H_0 —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶(以下简称靶)1m处的常用最高剂量率, μ Sv \cdot m²/h,本项目为 $3.6 \times 10^8 \mu$ Sv \cdot m²/h;

α_{ph} —为患者400cm²面积上垂直入射 X 射线散射至距其1m(关注点方向)处的剂量比例,又称400cm²面积上的散射因子。根据 X 射线能力及散射角,查GBZ/T201.2-2011表B.2。其取值见表11-6。

F —治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积,cm²,本项目为 $40\text{cm} \times 40\text{cm}=1600\text{cm}^2$ 。

R_s —患者(位于等中心点)至关注点的距离, m。

叠加次屏蔽墙外泄漏辐射与患者一次散射辐射的瞬时剂量率值,将其与本项目确定的剂量率参考控制水平 H_c (本项目为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$) 相比,判断机房屏蔽设计是否满足标准要求,计算参数和计算结果见表 11-6。

表 11-6 与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区泄漏射线辐射率计算参数和计算结果

参数		取值					
		西墙次屏蔽区 c_1 点	西墙次屏蔽区 c_2 点	东墙次屏蔽区 d_1 点	东墙次屏蔽区 d_2 点	屋顶次屏蔽区 m_1 点	屋顶次屏蔽区 m_2 点
泄漏辐射	X (cm)	185	185	170	170	170	170
	θ (°)	30	30	30	30	30	30
	X_e (cm)	213	213	196	196	196	196
	TVL (cm)	31	31	31	31	31	31
	TVL_1 (cm)	35	35	35	35	35	35
	R (m)	7.9	7.9	7.7	7.7	5.1	5.1
	F	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	B_L	1.73×10^{-7}	1.73×10^{-7}	6.26×10^{-7}	6.26×10^{-7}	6.26×10^{-7}	6.26×10^{-7}
	H ($\mu\text{Sv/h}$)	9.98×10^{-4}	9.98×10^{-4}	3.80×10^{-3}	3.80×10^{-3}	8.67×10^{-3}	8.67×10^{-3}
散射辐射	TVL (cm)	28	28	28	28	28	28
	TVL_1 (cm)	28	28	28	28	28	28
	R_S (m)	8.9	8.9	8.7	8.7	6.1	6.1
	α_{ph}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}
	B_S	9.76×10^{-8}	9.76×10^{-8}	9.76×10^{-8}	9.76×10^{-8}	9.76×10^{-8}	9.76×10^{-8}
	H ($\mu\text{Sv/h}$)	1.36×10^{-3}	1.36×10^{-3}	5.90×10^{-3}	5.90×10^{-3}	0.012	0.012
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.36×10^{-3}	2.36×10^{-3}	0.010	0.010	0.021	0.021	
H_c ($\mu\text{Sv/h}$) (剂量率参考控制水平)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足	

(5) 迷路外墙屏蔽效果预测 (k 点)

射线路径 (射线类型): $O_1 \rightarrow k$ (泄漏射线)

图 11-1 可知,本项目直线加速器有用线束不向迷路内墙照射,考虑加速器靶点位于 O_1 时, k 点辐射剂量率最大,泄漏辐射起决定性作用, O_1 的泄漏辐射的斜射角较

小，通常以 0° 垂直入射保守估算。泄漏辐射剂量采用公式(4)进行计算。TVL₁(cm)和 TVL(cm)为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值，分别为 TVL₁=35cm 和 TVL=31cm。k 点泄漏辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-7。

表 11-7 迷路外墙泄漏射线辐射率计算参数和计算结果

参数	取值
	迷路外墙 k
X(cm)	150
θ (°)	0
X _e (cm)	150
TVL(cm)	31
TVL ₁ (cm)	35
B	1.95×10 ⁻⁵
R(m)	9.8
H ₀ (μSv·m ² /h)	3.6×10 ⁸
f	0.001
H(μSv/h)	0.073
H _c (μSv/h) (剂量率参考控制水平)	2.5
评价结果	满足

(6) 医用电子直线加速器治疗室入口防护门屏蔽效果预测

对≤10MV 的加速器，有用线束不向迷路照射，迷路入口应考虑以下辐射：

1) 散射辐射

a. 患者散射线路径：O₂→0→i→P→g

有防护门时，患者散射线至治疗室入口门内 g* 点处的辐射剂量率按照公式(6)计算，g* 点辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-8。

$$H_{(g^*)} = \alpha_{ph} \cdot F \cdot \alpha_2 \cdot A \cdot H_0 / (400 \cdot R_1^2 \cdot R_2^2) \quad (6)$$

式中：H₀、F 意义同前文；

α_{ph}—患者 400cm² 面积上的散射因子。见 GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.2，通常取 45° 散射角的值，其取值见表 11-8。

α₂—混凝土墙入射的患者散射辐射的散射因子，通常取 i 处的入射角为 45°，散射角为 0°；

A—i 处的散射面积, 本项目为 8.7m^2 ;

R_1 —“0-i”之间的距离, m;

R_2 —“i- g^* ”之间的距离, m。

表 11-8 治疗室入口门内 g^* 点处的患者散射辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	g^* 点
$H_0 (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h})$	3.6×10^8
α_{ph}	1.35×10^{-3}
α_2	5.10×10^{-3}
$F (\text{cm}^2)$	1600
$R_1 (\text{m})$	7.8
$R_2 (\text{m})$	10.1
$A (\text{m}^2)$	8.7
$H_{(g^*)} (\mu\text{Sv}/\text{h})$	13.898

b. 患者散射线路径: $g^* \rightarrow g$

治疗室入口门内 g^* 点穿过防护门至 g 点处的辐射剂量率按照公式(7)计算, g 点辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-9。

$$H_{(\text{患者散射})} = H_{g^*} \cdot 10^{-(X/\text{TVL})} \quad (7)$$

式中: H_{g^*} — $O_2 \rightarrow g^*$ 的散射剂量, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

X —防护门铅屏蔽厚度, cm;

TVL —辐射在铅中的什值层厚度, cm, 取 0.5cm。

表 11-9 治疗室入口门外 g 点处的患者散射辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	g 点(机房入口门外)
$H_{(g^*)} (\mu\text{Sv}/\text{h})$	13.898
$X (\text{cm})$	1.8
$\text{TVL} (\text{cm})$	0.5
$H_{(\text{患者散射})} (\mu\text{Sv}/\text{h})$	3.49×10^{-3}

2) 泄漏辐射

射线路径(射线类型): $O_2 \rightarrow g$ (泄漏射线)

本项目医用电子直线加速器 O_2 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角有所不同，通常以 30° 斜射角保守估算。 g 点泄漏辐射剂量采用公式(4)进行计算。 TVL_1 (cm)和 TVL (cm)为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值，分别为 $TVL_1=35\text{cm}$ 和 $TVL=31\text{cm}$ 。 g 点泄漏辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-10。

表 11-10 治疗室入口门外参考点泄漏辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	机房入口门外(g点)	
X (cm)	120	
θ ($^\circ$)	30	
X_e (cm)	138	
TVL (cm)	31	
TVL_1 (cm)	35	
f	0.001	
B	4.56×10^{-5}	
R (m)	10.4	
H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	
相应屏蔽体外关注点剂量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	H_{og} 估算值	0.152

治疗室入口门外的总辐射剂量率按公式(8)计算，入口门外辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-11。

$$H=H_{\text{(患者散射)}}+H_{og} \quad (8)$$

式中： H_{og} — O_1 至 g 的散射剂量。

表 11-11 治疗室入口门外的总辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	机房入口门外(g点)	
$H_{\text{(患者散射)}}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	3.49×10^{-3}	
$H_{\text{(泄露辐射)}}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.152	
治疗室防护门外关注点总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	估算值	0.155
	控制值	2.5
	评价结果	满足

(6) 天空反射、侧散射

本项目直线加速器机房顶棚主屏蔽区屏蔽厚度为 300cm 混凝土，次屏蔽区屏蔽

厚度为 170cm 混凝土，辐射防护屏蔽措施符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZT201.2-2011)表 1 的相关规定。且经核算，直线加速器机房顶棚外 30cm 处周围剂量当量率最大仅为 0.079 $\mu\text{Sv/h}$ ，直线加速器机房顶棚屏蔽良好，经天空反射、侧散射产生的辐射剂量率可忽略不计。

(7) 预测计算汇总及评价

在正常运行情况下，本项目直线加速器机房外 0.3m 处的周围剂量当量率理论估算结果汇总见表 11-12。

表 11-12 直线加速器机房外 0.3m 处周围剂量当量率理论估算结果汇总

序号	位置	考察点	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制值 ($\mu\text{Sv/h}$)	结论
1	西墙主屏蔽区外 0.3m 处	a	0.043	2.5	满足
2	东墙主屏蔽区外 0.3m 处	b	0.113	2.5	满足
3	西墙次屏蔽区外 0.3m 处	c ₁	2.36×10^{-3}	2.5	满足
4	西墙次屏蔽区外 0.3m 处	c ₂	2.36×10^{-3}	2.5	满足
5	东墙次屏蔽区外 0.3m 处	d ₁	0.010	2.5	满足
6	东墙次屏蔽区外 0.3m 处	d ₂	0.010	2.5	满足
7	北墙侧屏蔽墙外 0.3m 处	e	0.049	2.5	满足
8	南墙侧屏蔽墙外 0.3m 处	f	1.14×10^{-5}	2.5	满足
9	屋顶主屏蔽区外 0.3m 处	l	0.079	2.5	满足
10	屋顶次屏蔽区外 0.3m 处	m ₁	0.021	2.5	满足
11	屋顶次屏蔽区外 0.3m 处	m ₂	0.021	2.5	满足
12	迷路外墙外 0.3m 处	k	0.073	2.5	满足
13	防护门外 0.3m 处	g	0.155	2.5	满足

从表 11-12 中预测数据可知，直线加速器运行过程中，机房防护门外 0.3m 处周围剂量当量率最大，为 0.155 $\mu\text{Sv/h}$ ，直线加速器机房治疗室的屏蔽墙、屋顶及防护门外 30cm 处剂量当量率均满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中治疗机房墙、机房顶和入口门外 30cm 处关注点周围剂量当量率 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的参考控制水平要求。

(8) 叠加预测计算及评价

根据拟建放射治疗楼平面布置，本项目直线加速器机房北侧紧邻后装机机房，医院拟将医院现有后装机迁建至新建放射治疗楼后装机机房内，后装机型号为 XHDR18，放射源活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，属于 III 类放射源，目前已取得环评批复。

本评价考虑直线加速器和后装机同时工作的叠加影响，结合《定州市人民医院迁建一台后装机应用项目环境影响报告表》，对本项目直线加速器机房外 0.3m 处周围剂量当量率进行估算。直线加速器机房外 0.3m 处周围剂量当量率计算结果见表 11-13。

表 11-13 直线加速器机房外 0.3m 处周围叠加辐射剂量率估算结果

序号	点位描述	直线加速器贡献值 ($\mu\text{Sv/h}$)	后装机贡献值 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制值 ($\mu\text{Sv/h}$)	结论
a	西墙主屏蔽区外 0.3m 处	0.043	2.55×10^{-30}	0.043	2.5	满足
b	东墙主屏蔽区外 0.3m 处	0.113	1.64×10^{-35}	0.113	2.5	满足
c ₁	西墙次屏蔽区外 0.3m 处	2.36×10^{-3}	9.84×10^{-27}	2.36×10^{-3}	2.5	满足
c ₂	西墙次屏蔽区外 0.3m 处	2.36×10^{-3}	2.29×10^{-38}	2.36×10^{-3}	2.5	满足
d ₁	东墙次屏蔽区外 0.3m 处	0.010	7.73×10^{-10}	0.010	2.5	满足
d ₂	东墙次屏蔽区外 0.3m 处	0.010	3.77×10^{-59}	0.010	2.5	满足
f	南墙侧屏蔽墙外 0.3m 处	1.14×10^{-5}	1.93×10^{-27}	1.14×10^{-5}	2.5	满足
l	屋顶主屏蔽区外 0.3m 处	0.079	7.92×10^{-42}	0.079	2.5	满足
m ₁	屋顶次屏蔽区外 0.3m 处	0.021	7.16×10^{-35}	0.021	2.5	满足
m ₂	屋顶次屏蔽区外 0.3m 处	0.021	2.56×10^{-29}	0.021	2.5	满足
k	迷路外墙外 0.3m 处	0.073	1.66×10^{-20}	0.073	2.5	满足
g	防护门外 0.3m 处	0.155	1.94×10^{-19}	0.155	2.5	满足

注：直线加速器机房北侧紧邻后装机机房，直线加速器机房北墙外为后装机机房内部，因此不再对其进行直线加速器机房北墙外 30cm 处的周围剂量当量率叠加计算。

从表 11-13 中预测数据可知，直线加速器和后装机同时工作时，直线加速器机房外 30cm 处的周围叠加剂量当量率均能满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中治疗机房墙、机房顶和入口门外 30cm 处关注点周围剂量当量率 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的参考控制水平要求。

11.2.3 保护目标剂量评价

直线加速器预期放射治疗工作量：根据医院提供的资料，本项目直线加速器预计年治疗人数为 10000 人次/年。加速器在最大的 600cGy/min 照射条件下，平均每

人次待照射区照射约 1.5min,则直线加速器年总照射时间约 250h/a。调强因子取 N=5,适形调强放射治疗的泄漏辐射年总照射最大时间约 1250h/a。

本项目直线加速器机房外关注点处人员年有效剂量(G)按照下式进行计算:

$$G=H \cdot t \cdot U \cdot N \cdot T$$

式中: N—调强因子,根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T 201.2-2011),加速器调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子通常取 5;

U—使用因子,初始射线束(有用线束)向某有用束屏蔽方向照射的时间占总照射时间的额份。参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T 201.2-2011),本项目的有用线束水平或向顶照射时,使用因子取 0.25;加速器的泄露辐射和散射辐射,使用因子取 1;

T—居留因子,在辐射源开束时间内,在区域内最大受照射人员驻留的平均时间占开束时间的份额。本项目参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分:一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)附录 A 中表 A.1 不同场所的居留因子,根据实际情况确定居留因子,居留因子取值见表 11-14。

t—治疗装置治疗照射时间, h。

表 11-14 不同场所的居留因子

场所	居留因子(T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场,车辆自动卸货、卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

本项目直线加速器机房位于定州市人民医院北院区西部,直线加速器机房为单层建筑。本项目直线加速器使用时有用线束 360° 旋转,有用线束照射方向为东、西、上、下。经核算,直线加速器机房评价范围内,直线加速器机房旁邻近建筑物高度均未超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域。

本项目直线加速器机房周围相应人员所受年有效剂量采取保守计算，仅考虑加速器机房墙体屏蔽及距离衰减，不再考虑相应人员所在房间墙体的屏蔽。直线加速器机房周围保护目标预测计算点示意图见图 11-3，计算结果见表 11-15。



图 11-3 直线加速器机房周围保护目标预测计算点示意图

表 11-15 直线加速器机房周围相应人员所受年有效剂量值估算结果汇总

序号	编号	计算点位	与机房相对位置	居留因子 (T)	使用因子 (U)	调强因子 (N)	受照时间 (h)	主要受影响人群	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年剂量估算值 (mSv/a)
1	—	水冷机房	机房南侧	1/16	1	5	250	公众人员	0.073	5.70×10^{-3}
2	—	控制室	机房南侧	1	1	5	250	职业工作人员	1.14×10^{-5}	1.43×10^{-5}
3	—	缓冲区	机房南侧	1/8	1	5	250	公众人员	0.155	0.024
4	—	医生通道	机房西侧	1/16	0.25	1	250	公众人员	0.043	1.68×10^{-4}
5	—	患者通道	机房东侧	1/16	0.25	1	250	公众人员	0.113	4.41×10^{-4}
6	1#	1#住户	机房西南侧	1	1	5	250	公众人员	6.97×10^{-4}	8.71×10^{-4}

续表 11-15 直线加速器机房周围相应人员所受年有效剂量值估算结果汇总

序号	编号	计算点位	与机房相对位置	居留因子 (T)	使用因子 (U)	调强因子 (N)	受照时间 (h)	主要受影响人群	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年剂量估算值 (mSv/a)
7	2#	2#住户	机房西侧	1	0.25	1	250	公众人员	0.022	1.38×10^{-3}
8	3#	3#住户	机房西北侧	1	1	5	250	公众人员	9.17×10^{-4}	1.15×10^{-3}
9	4#	4#住户	机房西北侧	1	1	5	250	公众人员	5.50×10^{-3}	6.88×10^{-3}
10	5#	5#住户	机房西北侧	1	1	5	250	公众人员	3.98×10^{-3}	4.98×10^{-3}
11	6#	高压氧医学科	机房北侧	1	1	5	250	公众人员	7.52×10^{-4}	9.40×10^{-4}
12	7#	机房东侧空地	机房东侧	1/16	0.25	1	250	公众人员	0.067	2.62×10^{-4}
13	8#	人民医院家属院北楼	机房南侧	1	1	5	250	公众人员	3.78×10^{-7}	4.73×10^{-7}
14	9#	西关东街生活小区东侧居民楼	机房西侧	1	0.25	1	250	公众人员	1.14×10^{-3}	7.13×10^{-5}

11.2.3.1 职业人员年有效剂量

本项目医用电子直线加速器在运行过程中对职业工作人员的影响主要在机房南侧控制室，根据表 11-15 可知，职业工作人员接受的年有效剂量为 $1.43 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，远低于本项目设置的职业工作人员辐射剂量 5mSv/a 的约束值。

11.2.3.2 公众年有效剂量

根据表 11-15 可知，本项目医用电子直线加速器在运行过程中机房周围的公众人员接受的年有效剂量最大为 0.024mSv/a ，不超过本项目设置的公众人员辐射剂量 0.1mSv/a 的约束值。

同时，本项目直线加速器机房与周围住户等公众人员所在位置有建构物间隔，对辐射剂量有一定的屏蔽作用，本评价不再考虑相应人员所在房间墙体的屏蔽，保守以最不利情况进行估算，因此直线加速器机房周围的公众人员接受的年有效剂量会小于此数值。

11.2.4 辐射有害气体

11.2.4.1 臭氧

(1) 有用线束的 O_3 产额

采用公式 (9) 计算有用线束所致 O_3 产额。

$$P_i = 2.43 \times K_0 (1 - \cos \theta) \times R \times G \quad (9)$$

式中:

P_1 —有用线束 O_3 的产额, mg/h;

K_0 —在距 1m 处有用线束的输出量, Gy/min;

θ —有用束最大张角;

R —有用线束水平等中心点到屏蔽物(墙)的距离, m。

(2) 泄漏辐射的 O_3 产额

将泄漏辐射看成为 4π 方向均匀分布的点源(包括有用束区限定的空间区), 并考虑治疗室墙壁的散射线使室内的 O_3 产额增加 10%, 泄漏辐射的 O_3 产额 P_2 为:

$$P_2 = 3.32 \times 10^{-3} \times K_0 \times G \times V^{1/3} \quad (10)$$

式中:

G —空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数;

V —直线加速器室容积(含迷路), m^3 ;

(3) 臭氧 O_3 产额(P)

$$P = P_1 + P_2$$

(4) 臭氧浓度

治疗室内产生的臭氧一部分由通风系统排到室外, 另一部分自然分解。空气中臭氧的平均浓度由式(11)计算。

$$C(t) = 10^3 \times P \times T \times (1 - e^{-t/T}) / V \quad (11)$$

式中:

$C(t)$ —治疗室内 t 时刻臭氧的平均浓度, $\mu g/m^3$;

P —臭氧 O_3 的产额, mg/h;

V —直线加速器室容积(含迷路), m^3 ;

T —有效清除时间, h;

t —照射时间, h。

如果照射时间很长($t \gg T$), 则:

$$C(t) = 10^3 \times P \times T / V \quad (12)$$

有效清除时间 T , 由公式(13)计算:

$$T = (t_v \times t_d) / (t_v + t_d) \quad (13)$$

式中:

t_v —换气一次所需时间, h;

t_d —臭氧的有效分解时间(取 0.83h)。

表 11-16

臭氧浓度计算参数和计算结果

参数	取值
K_0 (Gy/min)	6
θ (°)	$\pm 13.9^\circ$
R(m)	3.5
G	10
V(m ³)	314
t_v (h)	0.13
t_d (h)	0.83
P(mg/h)	16.30
T(h)	0.11
C($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5.83

由以上计算可知，直线加速器机房内臭氧浓度为 $5.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)中 O_3 最高容许浓度不超过 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 的限值要求。

11.2.4.2 氮氧化物

在多数氮氧化物(NO_x)中，以 NO_2 为主，其产额约为 O_3 的 1/3，即治疗室内氮氧化物的浓度约为 $1.94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)中 NO_2 短时间接触容许浓度不超过 $10.0\text{mg}/\text{m}^3$ 的限值要求。

事故影响分析

(1) 事故风险识别

加速器设备、机房和控制室具有良好的屏蔽设计和安全联锁系统，以保证正常的运行安全，但仍不能排出可能发生的紧急情况，主要有以下情形：

①机房门机联锁装置故障，设备运行时，人员误入医用直线加速器机房，受到额外的照射；

②急停开关失灵、照射治疗不能停止，使得患者受到超剂量照射；

③工作人员在治疗室内为患者摆位或其它准备工作、维修人员检修期间，误开机出束受到额外照射。

(2) 事故风险预防措施及应急预案

为防止意外事故的发生，要采取如下措施，把事故风险降至最低：

1) 辐射防护管理领导小组要定期检查安全制度落实情况，发现问题及时纠正整改，隐患消除前不得使用；

2) 严格执行医用直线加速器操作规程；

3) 定期检查机房防护门自闭器、门-机联锁、直线加速器机体、加速器控制系统等设施，加强设备维护，使其处于良好工作状态；

4) 出束前，确认机房内无除患者外的其他人员并做好安全措施情况时方可启动出束开关；

5) 规范医院诊疗工作秩序，严格执行辐射诊断操作规程和辐射安全管理制度。

一旦发生意外照射事故，立即启动《辐射事故应急预案》，详见附件。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

(一)机构的设置

定州市人民医院成立了辐射安全防护管理领导小组，以分管副院长任组长，预防保健科主任任副组长，相关科室主任及工作人员担任组员，负责辐射安全管理，制定有关管理制度，针对防范措施失效和未落实防范措施的部门提出整改意见，对已发生放射事故的现场进行组织协调、上报、组织救援等工作。

本项目医用电子直线加速器亦纳入原有的辐射防护管理工作中，由原有的辐射安全防护管理领导小组统一协调处理相关工作。

(二)人员配备情况

定州市人民医院从事辐射工作人员共 212 人，已取得辐射安全与防护培训合格证书，证书均在有效期内。本项目拟配置 4 名辐射工作人员，医院内部调剂。

辐射安全管理规章制度

12.1 规章制度

定州市人民医院已制订一系列辐射防护管理制度，并得到有效落实。本次针对核医学科项目具体情况，医院对相关的规章制度进行修订，修订后的制度包括：《辐射安全与防护管理规定》《设备检修维护制度》《场所分区管理规定》《医用电子直线加速器操作规程》《场所及环境监测方案》《便携式辐射检测仪使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量计监测管理制度》《辐射事故应急预案》《岗位职责》等规章制度，已符合现有核技术利用项目的管理规定，相关规章制度具体见附件。

12.2 从事放射性活动的技术能力分析

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修订）第十六条提出了使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备的相关条件，《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号）也对放射性同位素、射线装置的安全与防护管理提出了要求，下面分别就以上文件提出的相关要求同定州市人民医院达到的条件进行对比，并给出是否符合要求的结论，具体见表 12-1。

表 12-1 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求及本项目达到条件对照表

	法规要求	单位情况	符合情况
<p>《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环境保护总局令第31号, 2021年1月4日生态环境部令第20号修订)</p>	<p>(一)使用 I 类、II 类、III 类放射源, 使用 I 类、II 类射线装置的, 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。</p>	<p>医院已设有专门的辐射防护管理机构负责辐射安全与环境保护管理工作。</p>	符合
	<p>(二)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。</p>	<p>本项目拟安排 4 名工作人员从事射线装置工作, 医院内部调剂, 均已按要求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。</p>	符合
	<p>(四)放射性同位素与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。</p>	<p>屏蔽门上方安装有工作状态指示灯, 门口及相关场所明显位置处设电离辐射标志及中文警示说明, 急停按钮, 有意外情况可随时停止出束。</p>	符合
	<p>(五)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。</p>	<p>本项目 4 名职业工作人员均已配备个人剂量计, 共 4 套, 并配备 2 个人剂量报警仪、1 台便携式 X-γ 剂量率仪。</p>	符合
	<p>(六)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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。</p>	<p>制定了《辐射安全与防护管理规定》《设备检修维护制度》《场所分区管理规定》《医用电子直线加速器操作规程》《场所及环境监测方案》《便携式辐射检测仪使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量计监测管理制度》《辐射事故应急预案》《岗位职责》等规章制度。</p>	符合
	<p>(七)有完善的辐射事故应急措施。</p>	<p>制定了专门的《辐射事故应急预案》。</p>	符合
	<p>(八)产生放射性废气、废液、固体废物的, 还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。</p>	<p>本项目不产生放射性的废气、废液、固体废物。</p>	—

续表 12-1 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求及本项目达到条件对照表

法规要求	单位情况	符合情况
射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房采取有效屏蔽，屏蔽门上方安装有工作状态指示灯，门口及相关场所明显位置处设电离辐射标志及中文警示说明；为工作人员和患者配备足够的防护用品；加速器配套有紧急按钮和门机连锁装置。	符合
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。	本项目竣工验收后，拟委托有资质的环境监测机构对环境和工作场所周围的辐射水平进行监测，同时每月对辐射工作场所进行自检。	符合
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。	承诺每年按照法规要求的时间节点及时提交年度评估报告。	符合
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。	本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量监测，承诺发现个人剂量监测结果异常的，将立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	符合

根据对比可知：定州市人民医院符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环境保护总局令第31号，2021年1月4日生态环境部令第20号修订)第十六条要求应当具备的相关条件及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令第18号)的相关要求，具备从事放射性活动的技术能力。

辐射监测

定州市人民医院新增医用电子直线加速器项目的辐射监测方案及监测内容如下：

(1)个人剂量监测：本项目辐射工作人员均配备双个人剂量计，按每季度1次的频率进行个人剂量统计，并按《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令第18号)要求建立个人剂量档案，个人剂量档案终生保存。

(2)工作场所自检：

监测对象：本项目直线加速器机房；

监测项目：X- γ 辐射剂量率；

监测范围：直线加速器工作场所；

监测点位：直线加速器机房四周墙外、顶棚、防护门外、管线洞口、工作人员操作位等点位；

监测方法：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)；

监测频次：

①环境监测：每年委托有监测资质的单位对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告，监测频率1次/年。

②工作场所自检：医院配置1台X- γ 剂量率仪，在设备运行状态下，每月对工作场所周围的剂量率水平进行1次监测，并将监测数据记录存档。

(3)应急监测：在出现异常照射情况下随时联系有资质单位，按照《辐射事故应急监测技术规范》(HJ1155—2020)进行辐射防护检测和事故剂量估算。

定州市人民医院有专人负责个人剂量监测管理工作，发现个人剂量监测结果异常的，将及时调查原因，并将有关情况及时报告医院辐射安全防护管理领导小组。根据医院提供资料，医院现有辐射项目辐射工作人员个人剂量监测每季度监测1次，个人剂量档案齐全；每年委托有资质的监测单位对医院核技术应用项目使用场所进行日常监测，并对监测报告记录存档。

辐射事故应急

定州市人民医院制定了辐射事故应急预案，应急预案中明确了辐射安全防护管理领导小组成员及职责，并对应急报告、现场报告、应急系统启动、应急终止等应急处置程序进行了规定。本次医院对原有应急预案进行了补充修订，将本项目辐射事故应急一并纳入现有管理体系。

辐射安全防护管理领导小组要定期组织开展辐射事故的应急培训，对辐射应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，提高应急技能。定期组织应急预案演练，并且定期对接触辐射岗位操作人员防护辐射救援训练和学习，提高应急指挥水平和应急救援能力。同时，医院应根据辐射设备、辐射工作人员增加情况，定期修改应急预案，针对不同应急演练类型组织开展应急演练。

表 13 结论与建议

结论

13.1 建设项目概况

(1) 项目概况

项目名称：定州市人民医院新增医用电子直线加速器应用项目

建设性质：新建

建设规模：使用 1 台医用电子直线加速器，属 II 类射线装置。

(2) 项目选址

定州市人民医院位于河北省定州市建设街，以公园路相隔分为南北两个院区。医院北院区北侧隔道路为华瑞建设小区、西侧为居民区、西南侧为人民医院家属院、南侧为公园路、东侧为建设街。

本项目医用电子直线加速器拟布置于医院北院区西侧拟建放射治疗楼中部直线加速器机房。拟建放射治疗楼为单层建筑，主要包括后装机机房、直线加速器机房、CT 模拟机机房及其配套设施用房。直线加速器机房北侧紧邻后装机机房，西侧为医生通道，南侧为水冷机房、控制室、缓冲区，东侧为患者通道，上方无建筑，下方为土层。本项目直线加速器机房西距医院西侧住户约 3m，西距西关东街生活小区居民楼约 40m，南距人民医院家属院约 40m，北距医院高压氧医学科约 40m。

13.2 环境现状和区域主要环境问题

(1) 根据本项目辐射环境质量现状监测结果，各监测点 X- γ 辐射剂量率处于区域天然本底水平。

(2) 医用电子直线加速器污染因素为 X 射线，项目保护目标主要为操作射线装置的职业工作人员，射线装置使用场所周边 50m 范围内的其他工作人员、住院人员及候诊人员，周边的公众人员等。

13.3 辐射安全与防护分析

本项目的污染因子为 X 射线、电子束，无其它放射性的废气、废液、固废产生。

直线加速器机房屏蔽厚度满足相关标准要求，职业工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪，在控制室内安装固定式 X、 γ 射线报警仪，制定切实可行的直线加速器操作规程。

13.4 环境影响分析

分析结果表明：直线加速器机房治疗室的屏蔽墙、屋顶及防护门的防护措施能满足辐射防护要求，运行过程中直线加速器机房外 0.3m 处周围剂量当量率均满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)

中治疗机房墙、机房顶和入口门外 30cm 处关注点周围剂量当量率 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的参考控制水平。

正常情况下，职业工作人员接受的年有效剂量不超过 5mSv/a ；公众人员接受的年有效剂量不超过 0.1mSv/a ，均满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中规定的从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值要求。

本项目机房的屏蔽厚度满足标准的要求；对于职业工作人员应合理安排其工作，严格控制其进行辐射治疗检查的时间，密切关注其个人剂量记录，以使其所受剂量不超过剂量约束值；对于公众，应作好宣传工作，设立警示标识和指示灯，尽量使公众远离辐射区域。

13.5 辐射环境管理

定州市人民医院针对辐射相关工作，成立了辐射安全防护管理领导小组，以分管副院长任组长，预防保健科主任任副组长，相关科室主任及工作人员担任组员，指导、监督、检查各部门核技术利用项目的管理使用工作，制定了《辐射事故应急预案》等各项防护措施及制度，具有可操作性。

13.6 项目的“正当性”

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。定州市人民医院新增医用电子直线加速器应用项目是为了提高医院服务及诊疗水平，保障公众健康，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所造成的损害，其使用符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践的正当性”原则。

13.7 项目可行性分析

综上所述，定州市人民医院新增医用电子直线加速器应用项目实践正当；射线装置采取严格的屏蔽措施，配备适量的辐射防护用品，工作人员配备个人剂量计，有切实可行的射线装置操作规程；项目位置选择可行，工程的实施对周围环境产生影响较小。因此，本评价从环保角度认为，项目的建设是可行的。

建议和承诺

为了保护环境，确保各机房屏蔽措施良好，公众场所及职业人员场所辐射水平小于机房外附加辐射剂量率的约束值，本评价提出以下建议：

(1) 严格落实本项目所提出的各项屏蔽措施、管理措施及防护措施等环保措施，避免其超标引起职业工作人员及公众的伤害。

(2) 穿越防护墙的导线、导管等，不得影响其防护效果，通过屏蔽墙检测管道必须斜向穿过。

(3) 运行阶段，加强设备和作业人员的运行防护。

(4) 严格落实本项目所提各项防护安全和环保措施及各项规章制度。

(5) 加强对职业工作人员的宣传教育。

13.8 环保设施“三同时”验收一览表

本项目建成试运行后进行“三同时”竣工验收，项目环保措施验收情况见表13-1。

表 13-1 本项目竣工环保验收一览表

验收项目	验收内容及要求
剂量约束值/控制值	职业工作人员一年所接受的有效剂量不超过5mSv/a，公众人员一年所接受的有效剂量不超过0.1mSv/a，射线装置机房外周围剂量当量率满足2.5 μSv/h的剂量率控制值
射线装置管理规章制度	《辐射安全与防护管理规定》《设备检修维护制度》《场所分区管理规定》《医用电子直线加速器操作规程》《场所及环境监测方案》《便携式辐射检测仪使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量计监测管理制度》《辐射事故应急预案》《岗位职责》等各项管理规章制度得到落实，记录完备
辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核	本项目辐射工作人员共4人，全部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，持证上岗
工作场所自检	利用现有1台便携式X-γ剂量率仪，每月对辐射工作场所进行自检，并对监测数据记录存档
辐射事故应急培训、演练	医院辐射防护管理机构定期组织开展相关辐射事故应急培训、演练，培训、演练情况进行记录存档
电离辐射标识及中文警示说明	机房门口、机房防护门等明显位置处设电离辐射标识及中文警示说明，机房防护门上方设工作状态指示灯，灯箱处设置警示语句
个人剂量计配备	共配备个人剂量计4套，配备2台个人剂量报警仪

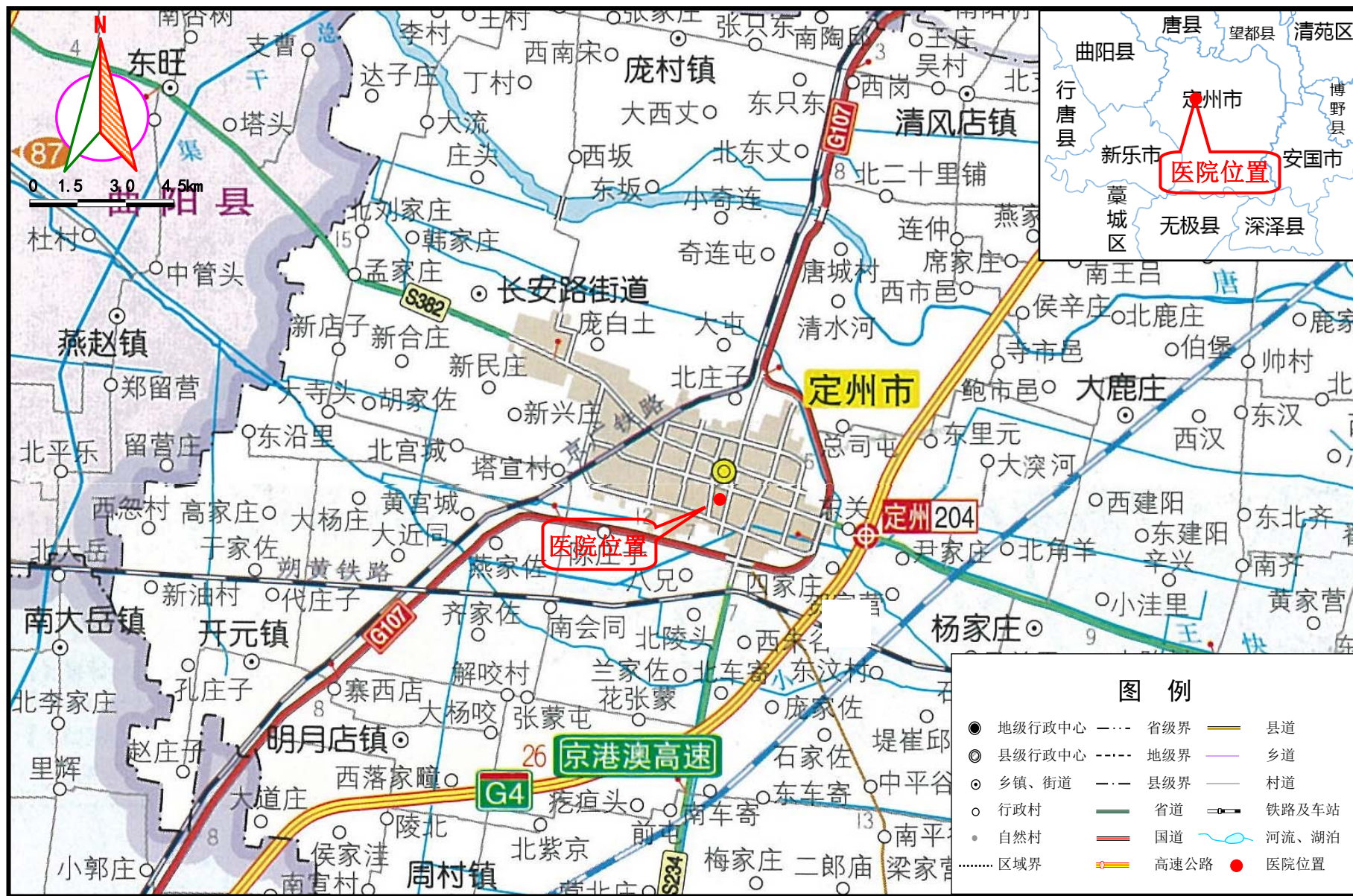
续表 13-1

本项目竣工环保验收一览表

验收项目	验收内容及要求
联锁装置	直线加速器机房防护门与直线加速器进行联锁
直线加速器机房屏蔽措施	西墙：主屏蔽区：305cm 混凝土，次屏蔽区：185cm 混凝土； 南墙：迷路内墙：120cm 混凝土，迷路外墙：150cm 混凝土； 东墙：主屏蔽区：290cm 混凝土，次屏蔽区：170cm 混凝土； 北墙：170cm 混凝土； 顶棚：主屏蔽区：300cm 混凝土，次屏蔽区：170cm 混凝土； 防护门：内含 18mmPb 和 150mm 硼酸石蜡的不锈钢防护门
紧急停机按钮	直线加速器机房安装紧急停机按钮共 7 个，其中控制室东墙 1 个，迷路北墙 1 个，治疗室北墙 2 个，治疗室南墙 1 个，治疗室西墙 1 个，治疗室东墙 1 个，急停按钮有醒目标识及文字显示
钥匙控制	加速器产生辐射的主要控制系统用开关钥匙进行控制
监控设备及对讲装置	加速器治疗室内安装 3 个摄像头(治疗室西墙 1 个、治疗室东墙 1 个、迷路西墙 1 个)；配备对讲装置，在治疗过程中医务人员可在控制室内观察病人情况，与病人交流
通风系统	直线加速器机房设置通风系统，通风换气次数为 7 次/h
固定式辐射报警仪	设置 1 台固定式 X/γ 辐射报警仪，探头位于加速器治疗室内，显示装置位于控制室内
防护门	设置门-机联锁装置，迷道设置室内紧急开门装置，防护门设置防夹伤功能

表 14 审批

下一级环境保护行政主管部门审查意见：	
经办人：	公章 年 月 日
审批意见：	
经办人：	公章 年 月 日



附图1 地理位置图

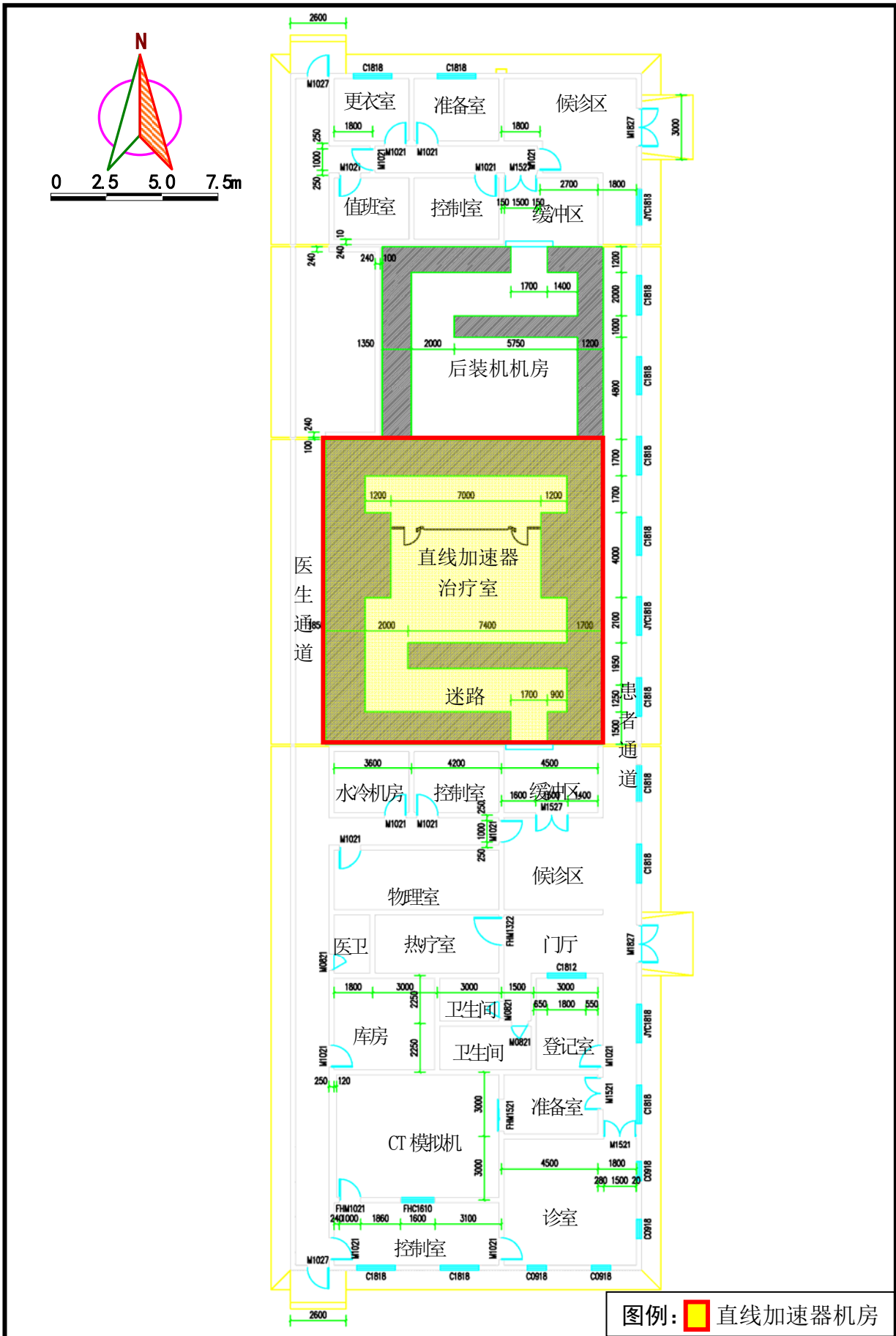


附图 2 医院平面布置及周边关系图

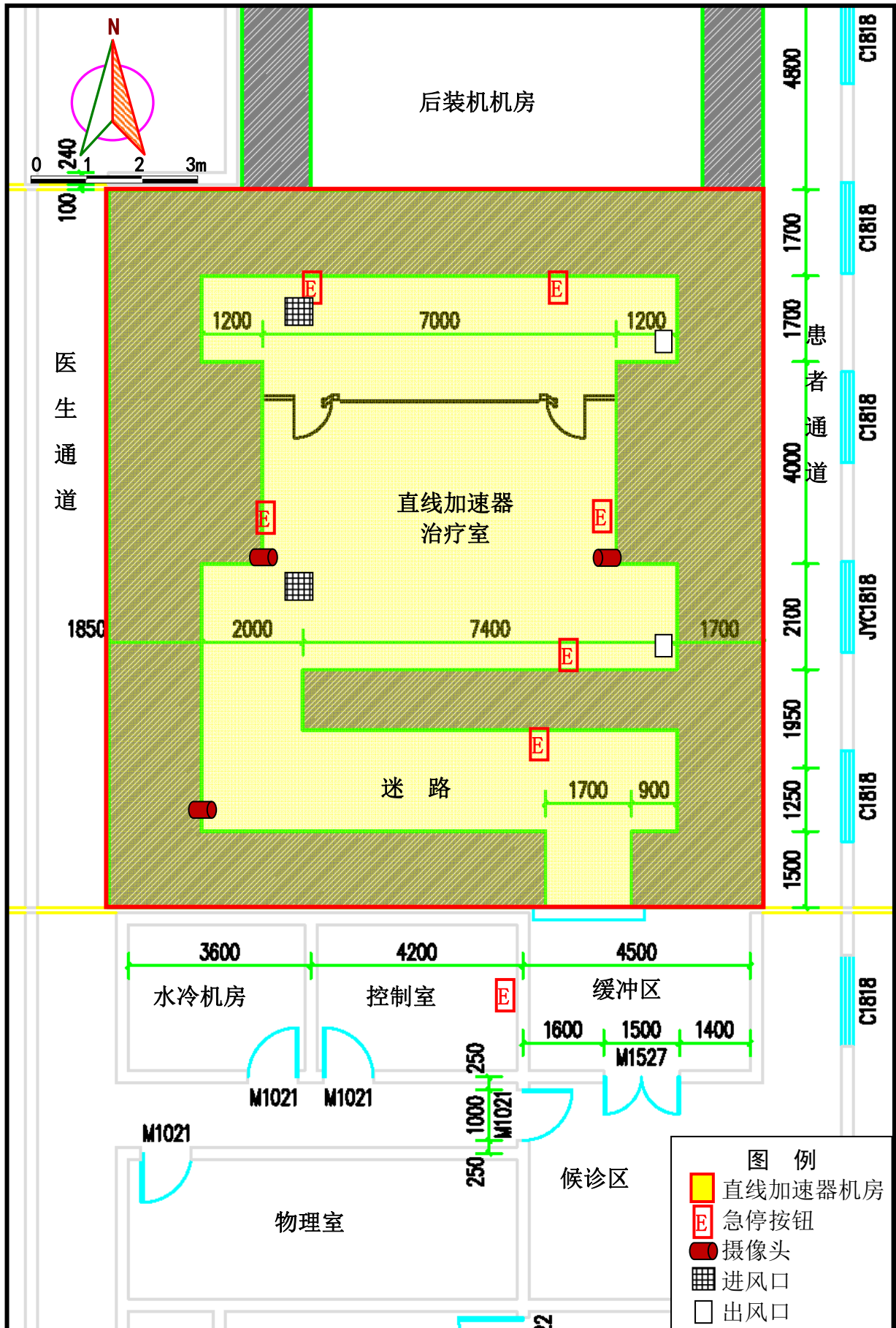


附图3

监测布点图



附图 4 放射治疗楼平面布置图



附图 5 直线加速器机房平面布置图



排污许可证

证书编号: 12130682402073659C001V

单位名称: 定州市人民医院

注册地址: 河北省定州市

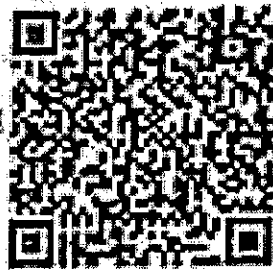
法定代表人: 高磊磊

生产经营场所地址: 定州市建设街

行业类别: 综合医院, 锅炉

统一社会信用代码: 12130682402073659C

有效期限: 自 2020 年 04 月 15 日至 2023 年 04 月 14 日止



发证机关: (盖章) 定州市生态环境局

发证日期: 2020 年 04 月 15 日

中华人民共和国生态环境部监制

定州市生态环境局



附件二

定环表【2021】10号

审批意见:

根据河北科大环境工程有限公司出具的环境影响报告表,经研究,对定州市人民医院北院区建设项目环评批复如下:

一、该报告表编制比较规范,内容全面,同意连同本批复作为该项目建设及环境管理的依据。

二、该项目为改建项目,项目位于现定州市人民医院北院区内,定州市行政审批局出具项目备案【定行审项目(2020)308号】,根据环评报告的分析,项目选址可行。

三、项目建设过程中要严格落实环评文件中的各项建设内容和污染防治设施。

1. 污水处理站各处理水池均加盖密闭,污泥脱水间密闭,收集废气经集气管道+UV光氧催化+活性炭吸附装置+15米排气筒排放,满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表2排放标准值要求。污水处理站周边空气需满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表3大气污染物最高允许浓度限值要求。食堂油烟经油烟净化器+专用排烟管道楼顶排放,满足《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18432-2001)表2大型标准。

2. 项目综合废水经常务污水处理站处理后,排入市政管网经定州市污水处理厂深度处理,项目排水满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中综合医疗机构水污染物预处理排放限值标准及定州市城市污水处理厂进水水质要求。

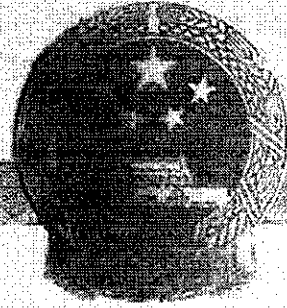
3. 通过采取基础减震和厂房密闭等措施,厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准(东、南厂界满足4类标准)。

4. 项目产生的化粪池污泥、污水处理站污泥等危废定期委托有资质的单位清运、处置,医疗废物暂存于医疗废物暂存间,污水处理站栅渣、在线监测废液、废UV灯管、废活性炭等暂存于危废暂存间,定期交有资质单位处置,其他一般固废按照环评提出要求,合理收集处置。

五、建成后运营前需依法申领(换发)排污许可,并在规定时限内完成自主验收。

2021年2月20日





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，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：定州市人民医院

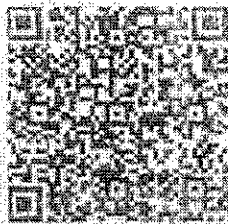
地址：河北省定州市建设街，定州市中興路16号

法定代表人：高晶磊

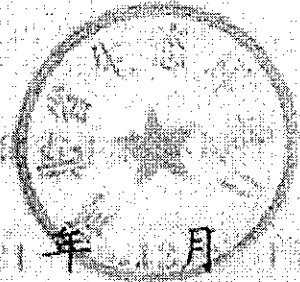
种类和范围：使用III类放射源；使用非类、准类密封放射源；使用非密封放射性物质；乙级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：冀环辐证I S04371

有效期至：2025 年 08 月 11 日



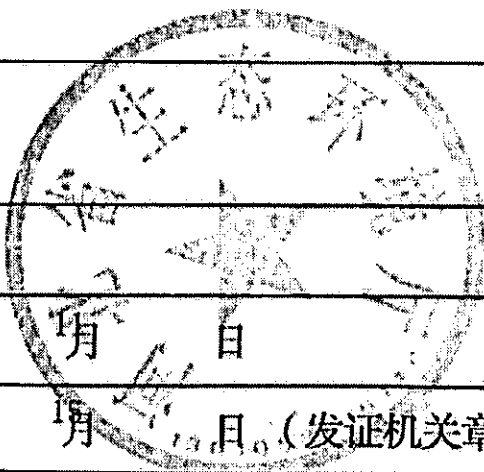
发证机关：河北省生态环境厅



发证日期：2021 年 12 月 11 日

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	定州市人民医院		
地址	河北省定州市建设街, 定州市中兴路116号		
法定代表人	高晶磊	电话	0312-2330083
证件类型	身份证	号码	13240119750617005X
涉源 部门	名称	地址	负责人
	核医学科	河北省定州市建设街、定州市中兴路116号	杨向辉
	放疗科	河北省定州市建设街、中兴路116号	王辉
种类和范围	使用III类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	冀环辐证[S0437]		
有效期至	2025	年	10月 日
发证日期	2021	年	10月 日。(发证机关章)



活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号:冀环辐证[S0437]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	直线加速器	II类	1	使用
2	移动式C型臂	III类	1	使用
3	牙科X线机	III类	2	使用
4	血管造影机	II类	2	使用
5	胃肠机X线数字摄影	III类	1	使用
6	体外冲击波碎石机	III类	2	使用
7	数字乳腺X射线系统	III类	1	使用
8	数字化医用X射线摄影	III类	1	使用
9	模拟定位机	III类	1	使用
10	口腔全景数字X线机	III类	1	使用
11	床旁X线机	III类	3	使用
12	ct机	III类	5	使用
13	X线骨密度仪	III类	1	使用
14	X线骨密度仪	III类	1	使用
15	SPECT/CT	III类	1	使用
16	DR数字化X线摄影	III类	5	使用
	以下空白			

台帐明细登记

(一) 放射源

证书编号: 冀环辐证[S0437]

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (贝可)	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
1	Ir-192	2021101 4	3.7E+11	210 415 3	01211R001533	III	后装治疗机	放疗科	来源 恒众源科技有 限公司	Wushech wl	20220111
	以下空 白								去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 冀环辐证[S0437]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
1	直线加速器	XHA600	II类	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	放疗科	北京大恒医疗设备有限公司 来源	刘旭光	
						去向		
2	体外冲击波碎石机	HK. ESWL-V	III类	其它高于豁免水平的X射线机	碎石科	深圳市惠康医疗器械有限公司 来源		
						去向		
3	血管造影机	INF8000C	II类	血管造影用X射线装置	导管室:门诊医技楼4楼导管2室	本东芝 来源		
						去向		
4	东芝16层CT机	TSX-101A	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT核磁科:北院区门诊楼一层CT室	本东芝 来源	刘旭光	
						去向		
5	模拟定位机	SL-IC	III类	医用诊断X射线装置	放疗科	东新华 来源	刘旭光	
						去向		
6	数字化医用X射线摄影系统	DigitalDiagnost C5065	III类	医用诊断X射线装置	放射科:急诊科X光室	飞利浦医疗(苏州)有限公司 来源		
						去向		
7	数字乳腺X射线系统	Mammomat Inspiration	III类	医用诊断X射线装置	钼靶室:乳腺钼靶检查室	SiemensAG 来源		
						去向		
8	X线电子计算机断层扫描装置	SOMATOM Definition AS	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT核磁科:南院区住院楼CT室	德国西门子 来源		
						去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 冀环辐证[S0437]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
9	牙科X线机	WD701	III类	口腔(牙科)X射线装置	口腔科	来源: 北京万东医疗装备股份有限公司		
						去向		
10	口腔全景数字X线机	PP1	III类	口腔(牙科)X射线装置	放射科:南院区门诊 口腔科	来源: <small>China Palace Company Limited, FZHOVNE</small>		
						去向		
11	医用诊断X射线系统	Definium 6000	III类	医用诊断X射线装置	放射科:南院区住院部 照相室	来源: 北京通用电气华伦医疗设备有限公司		
						去向		
12	医用诊断X射线机	Luminos Fusion 智敏	III类	医用诊断X射线装置	放射科:南院区门诊 造影1室	来源: 海西门子医疗器械有限公司		
						去向		
13	数字化医用X线摄影系统	Multix Fusion	III类	医用诊断X射线装置	放射科:北院区门诊 楼一层照相二室	来源: 海西门子医疗器械有限公司		
						去向		
14	床旁X线机	MUX-100DJ	III类	医用诊断X射线装置	放射科:北院区图像 处理室	来源: 北京岛津医疗器械有限公司		
						去向		
15	移动式C型臂	Ziehm 8000	III类	医用诊断X射线装置	导管室:5号手术室	来源: 韩国奇目公司		
						去向		
16	数字化医用X线摄影系统	DigitalDiag nost C50 65	III类	医用诊断X射线装置	放射科:南院区门诊 照相1室	来源: 利浦医疗(苏州)有限公司		
						去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 冀环辐证[S0437]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
17	飞利浦数字化医用X射线摄影系统	DigitalDiag RestC5065	III类	医用诊断X射线装置	放射科:南区门诊照相二室	来源:飞利浦医疗(苏州)有限公司 去向:		
18	口腔颌面锥形束体层摄影设备	Planmeca Promax 3D	III类	口腔(牙科)X射线装置	口腔科:门诊楼四层CBCT室	来源:Planmeca Oy 去向:		
19	迈瑞移动式X射线机	MobiEye700	III类	医用诊断X射线装置	放射科:南院区住院值班室	来源:深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司 去向:		
20	西门子16层螺旋CT机	SOMATOM Scope	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT核磁科:门诊医技楼1楼CT3室	来源:西门子医疗器械有限公司 去向:		
21	x线骨密度仪	EXA-3000	III类	医用诊断X射线装置	体检处:南院区门诊体检处骨密度室	来源:SteeoSysCo., Ltd 去向:		
22	血管造影机	UNIQ FD20	II类	血管造影用X射线装置	导管室:门诊医技楼4楼导管1室	来源:飞利浦医疗有限公司 去向:		
23	飞利浦128层螺旋CT机	Briiliance iCT	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT核磁科:门诊医技楼1楼CT1室	来源:飞利浦医疗系统荷兰有限公司 去向:		
24	西门子32层螺旋CT机	SOMATOMgo .Up	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT核磁科:门诊医技楼1楼CT4室	来源:西门子医疗器械有限公司 去向:		

台帐明细登记

(三) 射线装置

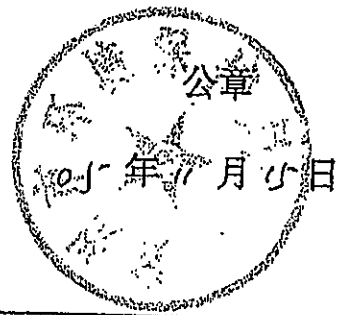
证书编号: 冀环辐证[S0437]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
25	迈瑞移动式X射线机	MobiEye 700	III类	医用诊断X射线装置	放射科:北院区	来源:深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
						去向		
26	X线骨密度仪	Prodigy Advance	III类	医用诊断X射线装置	放射科:南院区门诊骨密度室	来源:上海电气医疗系统装备发展有限公司		
						去向		
27	DR	Dinilal DiagnostC50 65	III类	医用诊断X射线装置	体检处:南院区	来源:利浦医疗有限公司		
						去向		
28	移动式C型臂X射线机	Elfinbot1 00	III类	医用诊断X射线装置	碎石科:南院区	来源:北京唯迈医疗设备有限公司		
						去向		
29	SPECT/CT	Discover NM/CT670 Pro	III类	医用诊断X射线装置	核医学科:南院区	来源		
						去向		
	以下空白					来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		

下一级环境保护行政主管部门审查意见:

同意上报环保局审批

经办人: [Signature] 2015年11月15日



审批意见:

本表可作为该项目实施和环境管理的依据。建设单位要认真落实本表提出的环保措施, 加强环境管理, 并做到以下几点:

- 1、严格执行本报告屏蔽厚度要求, 放射性工作场所须设置电离辐射标志。
- 2、加速器治疗室应采用安全连锁系统, 严防运行时人员进入。
- 3、项目建成三个月之内应向我局申请验收, 验收合格后方可正式运行。

该项目的日常监督管理由定州市环保局负责

经办人: [Signature] 年 月 日



附件五

负责验收环境保护行政主管部门意见:

环核验〔2010〕06号

定州市人民医院报送的《核技术应用建设项目竣工环境保护验收申请表》及相关验收材料收悉。我厅于2010年1月19日对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查。经研究,提出如下验收意见:

一、项目包括:

XHA-600型直线加速器1台,管电压48kV,输出电流100000mA,X射线束最大能量为6MeV,属II类射线装置。III类X射线装置7台:SL-IC型模拟机1台,ProspeedAI型GE螺旋CT1台,TSX型东芝CT1台,TU-41型日立遥控胃肠机1台,BSX-150B型岛津胃肠机1台,GB-Definitrm6000型X光机1台,UD150L-30E型岛津高频摄影机1台。该项目总投资为1500万元,环保投资30万元,占总投资的2%。

二、XHA-600型加速器机房的屏蔽墙体厚度和迷道设置与环评报告表相符,门机的联锁装置和工作指示灯运行正常,符合《医用电子加速器卫生防护标准》(GBZ/126-2002)的要求;III类X射线装置机房的建设符合《医用X射线CT机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T180-2006)和《医用X射线诊断卫生防护标准》(GBZ/130-2002)的要求;电离辐射标识和警告标识位置恰当、明显;从事放射工作的人员通过了辐射安全培训,持证上岗;配备与从事工作相应的辐射防护用品和个人剂量计;制度较健全,记录较完备,符合相关标准规范。

三、定州市人民医院射线装置安装与机房屏蔽墙体建设执行了环境影响评价和“三同时”制度,环境保护手续齐全。根据省辐射环境管理站验收监测结果和定州市环保局初审意见,项目竣工环境保护验收合格,准予投入正式运行。

五、该工程正式运行后,要进一步加强电离辐射工作的管理,定期做好电离辐射工作场所周围的监测。委托定州市环保局负责该工程运营期的日常环保监督管理。

经办人(签字) 翟秀珍



审 批 意 见

冀环辐表 [2014]11 号

关于定州市人民医院血管造影机、后装机和射线装置应用项目 环境影响报告表的批复

定州市人民医院:

定州市人民医院委托河北辐和环境科技有限公司编制的《血管造影机、后装机和射线装置应用项目环境影响报告表》收悉。结合定州市环保局初审意见和省环境工程评估中心评估意见,经研究,批复如下:

一、项目内容及总体要求:

拟新增使用:1台INFS8000C型血管造影机,管电压为125kV,管电流为1000mA,属II类射线装置,1台XHDR18型后装机,含¹⁹²Ir放射源1枚,放射源活度为 3.7×10^{11} Bq,属III类放射源;1台HK.BSWL-V型体外冲击波碎石机,管电压为110kV,管电流为10mA,1台inspiration型数字乳腺钼靶机,管电压为28kV,管电流为56mA,均属III类射线装置。

原则同意本报告表及其结论,在落实本报告表提出的各项辐射安全措施后,同意按照报告表中所列项目的内容、地点、采取的环境保护措施进行建设。

二、定州市人民医院要严格落实以下要求:

1. 依据国家相关法律、法规及标准等规定,严格落实放射性同位素及射线装置安全管理制度,明确专人负责辐射安全管理工作,建立完善辐射安全管理、岗位职责、辐射防护、操作程序、人员培训计划、设备检修维护、监测方案、事故应急预案等各项规章制度并贯彻落实。

2. 在辐射工作场所门口醒目位置设置放射性标识和中文警示说明。辐射工作场所门口及室内必须安装有工作警示灯、门机联锁、应急人工紧急关闭装置等辐射安全防护设施,并保证相关设施、设备应处于良好状态。

4. 应严格执行操作规程,防止造成放射性的污染或人员误照射。妥善保管放射源,防止丢失、被盗或造成表面沾污。

放射源及射线装置要由专人负责管理,使用情况实行痕迹化管理,建立放射源使用台帐,做好使用、交接及检修维护记录。加强放射源的安全保卫工作,严把放射性药物的流通渠道,确保放射源不丢失、不被盗、不失控。一旦发生辐射事故应启动应急预案并在2小时内上报到环保主管部门。

5. 加强辐射防护。候诊区与治疗诊断区应设有合适的空间距离,保障公众辐射环境安全。操作人员要经过辐射安全培训,做到持证上岗,确保职业人员、公众人员所受剂量和辐射工作场所周围剂量不超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的标准限值(即职业人员的年有效剂量不超过5mSv/a的剂量约束值;公众成员的年有效剂量不超过0.25mSv/a剂量约束值)。

6. 按照规定配备与辐射类型相适应的监测仪器、个人剂量报警仪等辐射防护用品;建立个人剂量档案,个人剂量档案应当保存至其操作人员年满七十五周岁,或者停止辐射工作三十年。

三、定州市人民医院应按照国家相关规定,严格执行“三同时”制度,自试运行之日起3个月内,向我厅申请环保验收。建设内容、地点、规模等发生改变,项目环境影响评价文件必须重新报批。

四、我厅委托定州市环境保护局负责该项目的环境保护监督检查工作。定州市人民医院接到本项目环评报告表批复后20个工作日内,将批准后的报告表送定州市环境保护局,并按规定接受各级环境保护行政主管部门的监督检查。

河北省环境保护厅
2014年6月23日

**定州市人民医院
血管造影机和后装机应用项目
竣工环境保护验收组意见**

2017年10月24日，定州市人民医院在定州市组织召开了血管造影机和后装机应用项目竣工环保验收审查会。参加会议的有河北辐和环境科技有限公司（环评编制单位）、河北省辐射环境管理站（监测单位）、定州市人民医院（建设单位），会议组成验收组（名单附后）。验收组听取了建设单位对该工程环保措施的执行情况和监测单位对现场监测情况的汇报，查阅了相关资料，并对该工程环保措施落实情况进行现场检查，经认真讨论，形成验收意见如下：

一、项目基本情况

定州市人民医院位于定州市中兴西路，分设南、北2个院区。本次验收项目包括1台血管造影机和1台 γ 射线遥控后装治疗机。

γ 射线遥控后装治疗机型号XHDR18，含 ^{192}Ir 源1枚，出厂活度 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，属III类放射源，安装在北院区放疗科；血管造影机型号INFS8000C，安装在南院区导管室，分别用于放射诊断和治疗。

2014年2月，委托河北辐和环境科技有限公司编制了《血管造影机、后装机和射线装置应用项目环境影响报告表》，2014年6月由河北省环保厅审批通过（冀环辐表[2014]11号）。

二、项目变动情况

本项目建设内容与环评报告表及批复文件一致，无变动。

三、辐射防护与安全措施落实情况：

1、血管造影机和后装治疗机机房墙体、门体屏蔽均满足辐射防护要求。

2、后装机具有门机连锁，网电源连锁、插管连锁、参考点电源连锁、阻丝连锁、位移连锁、插管检测连锁等安全连锁装置，还具有阻丝检测系统、报警系统、应急回源系统及在线式不间断电源。

3、机房门口安装安全监视设备、工作状态指示器，在显著位置设置电离辐射标识和中文警示说明。

4、各项管理规章制度得到落实，记录完备，制度成册，有完善的辐射事故应急措施。

5、个人剂量档案：配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

6、防护用品：已按环保要求落实配备防护用品，购置射线报警

仪 2 台。

7、排风系统：导管室安装机械通风设施，通风能力满足设计要求。

四、验收监测情况

2016年12月1日河北省辐射环境管理站对该项目进行了验收监测（冀辐环验监[2016]第80号），监测结果表明：

1、血管造影机开机工作状态，机房屏蔽体外表面 0.3m 处的 X- γ 辐射剂量率最大为 85.9nGy/h，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）中距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

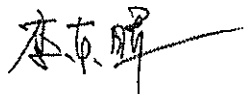
2、后装治疗机开机工作状态，机房屏蔽体外表的 X- γ 辐射剂量率为 83.8~249nGy/h。

3、血管造影机开机工作状态，操作室 X- γ 辐射剂量率为 63.2nGy/h，血管造影机职业人员的工作时间为 146h/a，职业人员年接受有效剂量为 0.009mSv；该医院后装治疗机开机工作状态，操作室 X- γ 辐射剂量率最大为 152nGy/h，后装治疗机职业人员的工作时间为 100h/a，职业人员年接受有效剂量为 0.015mSv。该医院血管造影机和后装治疗机执业人员年接受有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业工作人员 20mSv/a 的剂量限值和 5 mSv/a 的剂量约束值要求。

4、血管造影机开机工作状态，公众人员接受的 X- γ 辐射剂量率最大为 85.9 nGy/h，公众人员年接受有效剂量为 3.1×10^{-3} mSv；该医院后装治疗机开机工作状态，公众人员接受的 X- γ 辐射剂量率最大为 104nGy/h，公众人员年接受有效剂量为 2.6×10^{-3} mSv。该医院血管造影机和后装治疗机公众人员年接受有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众成员 1mSv/a 的剂量限值和 0.3mSv/a 的剂量约束值要求。

五、验收结论

血管造影机和后装机应用项目落实了环境影响报告表及批复文件中提出的环境保护措施，验收监测结果符合相关标准要求，符合验收条件，建议定州市人民医院血管造影机和后装机应用项目项目通过环境保护验收。

验收组组长（签字）：

2017年10月24日

定州市人民医院血管造影机和后装机应用项目竣工环保验收工作组成员签到表

序号	成员	名称	姓名	单位	职称/职务	签字
1	组长	专家	李东晖	承德市辐射环境监测站	高工	李东晖
2	成员	专家	张继华	河北省辐射环境管理站	正高	张继华
3	成员	专家	杨哲	河北省辐射环境管理站	高工	杨哲
4	成员	建设单位	张芹	定州市人民医院	主任	张芹
5	成员	设计施工单位	刘谦	定州市人民医院基建处	主任	刘谦
6	成员	验收编制报告单位	魏伟	河北省辐射环境管理站	工程师	魏伟
7	成员	环评报告编制单位	赵飞	河北辐和环境科技有限公司	编制人员	赵飞

审批意见

定环辐表 2017[009]号

根据河北圣洁环境生物科技有限公司编制的的环境报告表及专家出具的评审意见，经研究，批复如下：

一、同意定州市人民医院新增血管造影机 1 台、场所变更血管造影机 1 台应用项目建设，该环境影响报告表编制规范，内容全面，本环境影响报告表可以作为该单位项目建设和辐射安全管理的依据。

二、该项目为新增血管造影机 1 台，规格型号 InfinixVci 属 II 类射线装置，场所变更血管造影机 1 台，规格型号 INFS8000C 属 II 类射线装置。

三、该项目位于定州市人民医院新建门诊医技综合楼四楼西北侧导管 1 室、导管 2 室内。

四、项目工程建设应做好以下工作。

1、场所设施应按照环评要求，介入导管室四周墙体为 75mm 轻钢龙骨+3mm 铅板，屋顶为 120mm 混凝土+2mm 铅板，底板为 120mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥，屏蔽门的防护材料均为 3mm 铅板，个防护门均为 3mm 铅板，铅门与门洞搭接处宽度应大于铅门与墙体间隙的十倍，观察室窗为 3mm 铅当量铅玻璃。

五、定州市人民医院要认真按照环评要求落实射线装置安全管理制度、做好到期培训、事故应急预案等措施。建好个人剂量档案。医护人员要严格执行操作规程，持证上岗。配备专用防护用品。确保职业人员及关键人群组成员所接受的辐射有效剂量不超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的规定剂量限值。

六、制定监测仪器校验规程，定期对仪器进行校验。

七、该项目试运行三个月内，向我局申请环保验收。



附件九

定州市人民医院射线装置应用项目
竣工环境保护验收意见

2020年1月12日,定州市人民医院在定州市组织召开定州市人民医院射线装置应用项目竣工环境保护验收会。参加会议的有建设单位、设计单位、施工单位、环评单位、检测单位及特邀专家(验收组人员名单附后)。会议听取了建设单位关于项目实施情况及环保验收调查情况的汇报。经认真讨论,形成验收意见如下:

一、工程建设基本情况

定州市人民医院位于河北省定州市中兴西路116号,该院现使用2台数字减影血管造影机,管电压均为125kV,管电流均为1000mA,均属II类射线装置,使用地点分别为新建门诊医技综合楼四楼西北侧导管1室、导管2室内。定州市人民医院本次验收的射线装置参数明细表如下:

表1 定州市人民医院本次验收射线装置参数表

序号	装置名称	类别	数量	规格型号	设备参数	场所	用途	备注
1	血管造影机	II类	1	UNIQ FD20	125kV/1000mA	介入导管1室	诊断治疗	正常使用
2	血管造影机	II类	1	INFS8000C	125kV/1000mA	介入导管2室	诊断治疗	正常使用

二、工程变更情况

定州市环保局于2017年6月26日以定环辐表[2017]009号对本项目环境影响报告表进行了批复。本次验收内容与环评及批复内容一致,未发生变更。

三、环境保护设施落实情况

本工程严格执行了“三同时”制度,环评报告表及其批复中提出的各项环保和管理措施得到了有效落实。

1、安全保障措施:辐射工作场所显著位置设置有电离辐射标识、中文

验收组签名: 张新 潘学刚 樊东 杨钊 杨超

王志成 王磊 沙海

警示标志、工作结束警示灯、门灯连锁装置。

2. 管理制度与规章制度：成立了以相关部门领导为组长的射线装置放射防护管理领导小组，指导、监督、检查各部门射线装置的管理使用工作，制定了《辐射安全许可证管理制度》、《定州市人民医院个人剂量监测制度》、《定州市人民医院放射事故应急预案》等规章制度，制度具有可操作性。

3. 人员培训：工作人员共8人参加了辐射岗位培训，并取得辐射安全与防护培训合格证书，经考核取得持证上岗，并配备了报警仪、个人剂量计和防护用品，辐射装置与资质单位检测并归档管理。

四、环境影响评价报告表和工程建设对环境的影响

由承德市核技术利用辐射环境工程技术有限公司出具的个人剂量监测报告可知，8名介入导管室放射工作人员中2019年第3季度所接受的最大有效剂量为0.755mSv，由此可推算出，放射工作人员所接受的年最大有效剂量约为3.02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业工作人员剂量限值标准，同时符合5mSv/a的剂量约束值要求。

由承德市核技术利用辐射环境工程技术有限公司出具的个人剂量监测报告可知，8名介入导管室放射工作人员中2019年第3季度所接受的最大有效剂量为0.755mSv，由此可推算出，放射工作人员所接受的年最大有效剂量约为3.02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业工作人员剂量限值标准，同时符合5mSv/a的剂量约束值要求。

公众剂量监测报告可知，剂量约为0.103mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中公众成员1mSv/a标准限值，同时符合0.25mSv/a剂量约束值要求。

五、结论

项目严格落实了环评报告表提出的环境保护和污染防治措施，具备了竣工环境保护验收条件，可以接受竣工环境保护验收。

验收组组长：张岩

2020年1月12日

验收组

张岩 杨坤 杨坤

杨坤

河北省生态环境厅文件

冀环审〔2021〕56号

关于定州市人民医院核医学科应用项目 环境影响报告表的批复

定州市人民医院：

所报《定州市人民医院核医学科应用项目环境影响报告表》及相关材料收悉。经研究，现批复如下：

一、项目概况

定州市人民医院位于河北省定州市建设街。现该医院拟在公园路南侧院区的西北部辅助用房内建设核医学科。新增使用SPECT/CT一台，最大管电压140千伏，最大管电流440毫安，属Ⅲ类射线装置；同时新增使用非密封放射性物质 ^{99m}Tc ，日等效最大操作量为 2.78×10^7 贝可，核医学科属乙级非密封放射性物质

工作场所。

依据河北省生态环境工程评估中心对本项目环评文件的技术评估意见，该项目环境影响报告表规定的各项环境保护措施、辐射安全防护和管理措施可行，预测方法正确，评价结论明确。综上，我厅同意该项目按环境影响报告表规定的内容实施。

二、项目建设和运行中应重点做好以下工作：

1. 本项目放射性废水处理设施应同主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。同时应做好注射后候诊室墙外以及患者通道西侧、东南侧防护门外的辐射环境日常监测工作，妥善记录监测数据备查。

2. 依据国家相关法律、法规及标准等规定，严格落实各项辐射安全管理制度，明确专人负责辐射安全管理工作，建立完善辐射安全管理、岗位职责、辐射防护、操作程序、人员培训计划、设备检修维护、监测方案、事故应急预案和应急演练等各项规章制度并贯彻落实。

3. 在辐射工作场所门口醒目位置设置电离辐射警告标识。辐射工作场所必须安装剂量报警仪、剂量探头、24小时摄像头等辐射安全防护设施，并保证该设施处于良好状态。

4. 严格执行操作流程。操作人员经辐射安全培训后持证上岗，防止造成放射性污染或人员误照射。一旦发生辐射事故应立即启动应急预案，并在2小时内向生态环境、应急、公安等主管部门报告。

5. 确保职业人员的年有效剂量不超过 5 毫希沃特/年，公众人员的年有效剂量不超过 0.1 毫希沃特/年剂量约束值。

6. 按照规定配备与辐射类型相适应的个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪等辐射防护用品，建立个人剂量档案，保存至其工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

三、你单位接到本项目批复后 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告表送定州市生态环境局，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。



抄送：河北省生态环境执法局，定州市生态环境局。

河北省生态环境厅办公室

2021年7月29日印发

河北省生态环境厅文件

冀环审〔2022〕73号

关于定州市人民医院 迁建一台后装机应用项目 建设项目 环境影响评价报告表的批复

定州市人民医院：

所报《定州市人民医院迁建一台后装机应用项目环境影响报告表》及相关材料收悉。经研究，现批复如下：

一、项目概况

定州市人民医院始建于1948年，是一所集医疗、急救、教研、预防、保健和康复为一体的三级综合医院。定州市人民医院分为南院区和北院区两个院区。该院拟将安装在北院区放疗科的¹⁹²Ir后装机迁至北院区新建放射治疗科一层后装机房内后装机型号为XHDR18，放射源活度为 3.7×10^{11} Bq属Ⅲ类放射源。

2021年2月20日，定州市生态环境局出具了《定州市人民医院北院区建设项目环境影响报告表》的审批意见（定环评〔2021〕10号），2020年4月15日，医院取得定州市生态环境局颁发的排污许可证，证书编号：12130682402073659C001V，有效期限至2023年4月14日。2021年12月15日，医院重新申领了辐射安全许可证（辐射安全许可证编号：冀环辐证〔S0437〕），有效期至2025年8月11日，许可种类和范围是使用Ⅲ类放射源，使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

依据河北省生态环境保护技术服务中心对本项目环评文件的技术评估意见，该项目环境影响报告表规定的各项环境保护措施、辐射安全防护和管理措施可行，预测方法正确，评价结论明确。综上，我厅同意该项目按环境影响报告表规定的内容实施。

二、项目建设和运行中应重点做好以下工作

1. 严格落实本项目辐射内部防护工程和相应的管理措施。做好各个监测仪器、报警装置的日常维护工作及比对校验工作，确保监测数据真实有效；同时，应完善日常监测方案，并科学布设监测点位，尤其要做好机房北侧控制室和休息区辐射水平的日常监测，做好监测记录备查。

2. 依据国家相关法律、法规及标准等规定，严格落实各项辐射安全管理制度，明确专人负责辐射安全管理工作，建立完善辐射安全管理、岗位职责、辐射防护、操作程序、人员培训计划、

设备检修维护、监测方案、事故应急预案和应急演练等各项规章制度并贯彻落实。

3. 在辐射工作场所门口醒目位置设置电离辐射警告标识。辐射工作场所必须安装剂量报警仪、剂量探头、24h 摄像头等辐射安全防护设施，并保证该设施处于良好状态。

4. 严格执行操作流程。操作人员经辐射安全培训后持证上岗，防止造成放射性污染或人员误照射。一旦发生辐射事故应立即启动应急预案，并在 2 小时内向生态环境、应急管理、公安等主管部门报告。

5. 确保职业人员、公众人员所受剂量和辐射工作场所周围剂量不超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的标准限值（即职业人员的年有效剂量不超过 5mSv/a；公众人员的年有效剂量不超过 0.1mSv/a 剂量约束值）。

6. 按照规定配备与辐射类型相适应的个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪等辐射防护用品，建立个人剂量档案，保存至其工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

7. 新放射源换装旧源时，应做好辐射监测、辐射防护工作。

三、有关要求

你单位在项目建设期和运行期，应落实主体工程设施和辐射安全防护、污染防治设施，同时设计、同时施工、同时投入运行的“三同时”制度，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督

检查。该项目日常监管由定州市生态环境局负责。

河北省生态环境厅

2022年8月19日

行政审批专用章

7301048622563

抄送：河北省生态环境执法局，定州市生态环境局，定州市人民政府。

河北省生态环境厅办公室

2022年8月19日印发

辐射工作安全责任书

为防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，定州市人民医院承诺：

一、法定代表人或负责人潘立芬主管副院长为辐射工作安全责任人。

二、设置专职机构“辐射防护管理领导小组”负责射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急预案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地生态环境部门。


五、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

六、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

七、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省级和市级环保部门备案。

八、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

九、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单位（公章）：定州市人民医院

法定代表人：高晶磊

日期：

负责人：潘立芬

联系人：王敏

联系电话：13111672219

定州市人民医院

辐射安全与防护管理规定

一、根据《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》及《河北省辐射污染防治条例》等法律、法规和文件的要求，进一步强化法律意识、服务意识和责任意识，做好放射源、放射性同位素和射线装置的使用管理工作，保证设备正常运行，避免发生各类辐射事故，医院决定成立辐射安全防护管理领导小组，负责放射源、放射性同位素和射线装置的使用防护和管理各项工作，辐射安全防护管理领导小组名单如下：

组 长：

潘立芬 主管副院长 联系电话：13603226028

副组长：

王 敏 预防保健科副主任 联系电话：13111672219

成 员：

王敬彬 医务科主任 联系电话：13653127944

孙永娜 医学设备采供科主任 联系电话：13582826829

王少飞 总务科主任 联系电话：15031229990

杨 波 保卫科主任 联系电话：15030213366

孙淑芹 CT核磁科主任 联系电话：13832261521

杨向辉 CT核磁科医疗主管 联系电话：15733228088

杨金山 放射科主任 联系电话：13833260788

陈志辉 导管室主任 联系电话：15612201991

王 辉 肿瘤放疗科（放疗病区）主任



联系电话：13833245899

刘义静 预防保健科副主任 联系电话：18331140788

张晓红 预防保健科科员 联系电话：18603126869

二、辐射安全防护管理领导小组在组长领导下，负责医院辐射防护的管理工作，主要职责如下：

- 1、负责健全医院辐射防护各项规章制度和保障制度。
- 2、贯彻执行国家有关辐射防护的规定和标准，负责全院辐射防护的监督管理工作，组织制定并落实放射诊疗和辐射防护管理制度。
- 3、负责制定全院的辐射防护工作计划，建立健全应急组织，制定辐射事故应急预案。
- 4、定期组织对本机构放射诊疗工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查。
- 5、组织对从事放射性和辐射性工作人员的个人剂量检测和健康管理工作，建立健康监护档案和个人剂量监测档案。
- 6、记录本机构发生的辐射事故，并及时报告相关管理部门。
- 7、监督检查相关科室放射源、放射性同位素、射线装置及相关台账制度的管理工作。

三、为保证放射诊疗过程中的辐射防护和安全，防止发生辐射危害，保证放射诊疗工作安全进行，严格落实以下要求：

- 1、强化工作人员的辐射防护意识，自觉配合并切实落实医院内辐射设备的使用安全，避免辐射事故的发生。
- 2、操作人员应严格遵守各项安全操作规程，定期检查防护设施的性能，确保其安全正常的运行。射线装置变更时及时办理变更手续，

机房定期进行辐射水平检测。

3、采用放射诊疗应遵循医疗照射正当化和辐射防护最优化原则，避免一切不必要的照射，并事先告知受检者辐射对健康的潜在影响。

4、辐射工作人员上岗前必须经过辐射防护知识和相关法规的专门培训，并通过考核合格后方可上岗，从业期间须接受定期培训。

5、放射诊疗工作人员上岗前须进行健康检查，合格后方可从事放射诊疗工作。对已经从事放射诊疗工作的人员要进行在岗期间的定期健康检查，建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案。

6、放射诊疗设备须由专业医师操作，其他无关人员不得擅自用设备。

7、从事辐射操作须佩戴个人剂量计，开机前检查安全装置，记录及其运行状况，发现异常情况立即切断电源并报告相关部门。

8、对患者操作前应认真核对诊疗方案，确保无误，避免因操作不当导致重复照射。

9、机房内除受检者外，陪同人员及其他无关人员不得入内。

10、机房门必须设置门灯连锁装置并保证正常运行，张贴电离辐射警示标志。照射前必须关闭防护门，设备工作时门上应有指示灯。



附件十四

定州市人民医院 设备检修维护制度

为规范管理医院医用射线装置，保障设备的完好率，提高使用率，充分发挥设备应有的效益，保障医疗安全，特制定医用射线装置设备检修维护制度。

1、医用射线装置有关使用科室应按规定落实保养、维护制度，责任到人，建立设备保养和运行记录本。出现问题应及时查找原因，及时通知医学装备科维修处理，特殊情况上报院领导。医学装备科及时通知专业维修人员来院维修。

2、医学准备科每季度做好巡检工作，发现问题及时整改。

3、使用人员发现设备有异常时，及时报告，避免故障的扩大，把仪器故障可能会造成的危害降低到最小。

4、定期对大型医疗设备进行保养和技术性能测试，确保医疗器械设备维护与保养计划的落实。严格做到：日常维护到位、季度维护及时、年度检测与技术性能测试达标的要求，切实将医疗器械设备“三防”（防尘、防潮、防蚀）工作落到实处。

5、建立责任追究制度，设备操作人员为责任人，科室负责人为主管责任人。

6 各科室要切实加强设备维护与保养，实施定期检修制度，对违反技术操作规程，致使设备出现人为故障或未按要求进行保养与维护，未执行定期检修制度影响工作、酿成安全生产、医疗安全事件者将追究责任人和科室负责人责任，并根据情节轻重给相应的处理。

2020年9月

附件十五

定州市人民医院

医用电子直线加速器场所分区管理规定

一、场所分区

根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)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”。

定州市人民医院将直线加速器机房治疗室和迷路设为控制区，将直线加速器机房外其他相邻的水冷机房、控制室、缓冲区、候诊室、登记室，药房值班室设为监督区。

二、管控要求

一)控制区:

1、直线加速器治疗机房设置门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后才能开启装置，可以保证辐射工作人员和他人的人身安全，防止人员误入辐射控制区，受到不必要的照射；

2、辐射工作场所在控制区进出口设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯，告示无关人员不要在此逗留，需当心辐射、注意安全。

二)监督区:

经常对职业照射条件进行监督和评价，定期对工作场所监督区剂量率水平进行监测。

1、在设备运行状态下，采用X-γ剂量率仪，每月对工作场所周围的剂量率水平进行1次监测，并将监测数据记录存档，

2、每年委托有监测资质的单位对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告，监测频率1次/年。



2021年8月

附件十六

定州市人民医院

医用电子直线加速器操作规程

1. 治疗病人前先核对患者的治疗单，核对姓名、性别、医嘱、能量、每次剂量、累计剂量、照射面积、机架角度和小机头角度、辅助材料等。

2. 查看病人体表标记点或照射野是否清楚，如有疑问应立刻与主管医生联系，在未弄清楚问题前技师暂停治疗。

3. 特殊摆位病人首次治疗时应请主管医生前来共同摆位。

4. 进入治疗室前向病人交待注意事项：照射时不要紧张，不能移动，在治疗中如有不适请随时举手示意，治疗结束时不能自己下治疗床。

5. 带领患者进入治疗室时，需要两名技术员共同进机房，一人在前一人在后，确保患者安全进入治疗室。

6. 按照医嘱放置固定装置，使患者处于治疗体位，并确认固定装置使用是否正确。

7. 充分暴露照射野，清楚照射野区异物，确定照射野及等中心标记清晰。

8. 若有非共面照射时，应先转机架再转床。

9. 机架大于 90° 时，必须检查机架转动时是否碰到床。

10. 摆位结束后，技术员应走在最后一位，确保治疗室中非治疗者全部离开，才能关闭治疗室电动门，进行开机准备。

11. 开机前应再次复核治疗单，包括姓名、性别、野号、射线的能量、剂量、MU 及所调用的放射治疗技术等，确保准确无误。

12. 治疗开始，通过监视器全程观察病人在治疗中的情况，病人一旦发出举手信号应立即终止治疗，先将病人安全移出治疗室并随时与主管医生取得联系，记录有关参数，汇报给机长。

13. 如遇机器发生故障而中断治疗应及时告知病人，确保病人安



全离开 治疗室。记录下有关参数，并通知技术组长和维修人员及主管医生。

14. 治疗结束，技师进入机房将大机架归零位。将床尽量放低，让病人下床穿好衣服，必要时搀扶病人下床，在出治疗室时，技术人员要走在最后。

15. 治疗中出现任何疑问应及时与主管医生取得联系。

16. 确认治疗正确执行后实施技术员双签名制度。



附件十七

定州市人民医院

医用电子直线加速器场所及环境监测方案

为加强对辐射工作人员健康管理，规范辐射工作防护管理，保障医院员工健康和环境安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，结合我院实际，特制定本方案。

监测对象：直线加速器机房；

监测项目：X- γ 剂量率；

监测布点：直线加速器机房四周墙外、顶棚、防护门外、管线洞口、工作人员操作位、周边环境和公众敏感点等位置；

监测方法：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)；

质量控制：按《环境监测管理办法》和有关法律等规定执行。

①环境监测：每年委托有监测资质的单位对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告，监测频率1次/年。

②工作场所监测：在设备运行状态下，采用 X- γ 剂量率仪，每月对工作场所周围的剂量率水平进行1次监测，并将监测数据记录存档。

应急监测：应急情况下，为查明辐射水平进行必要的内部或外部监测。



附件十八

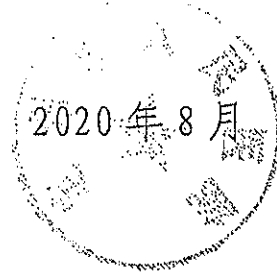
定州市人民医院

便携式辐射检测仪使用与效验管理制度

为了对辐射监测仪器的检定、校准进行有效管理，以保证监测数据结果的准确性和可靠性，确保放射诊疗环境辐射水平符合要求，根据《中华人民共和国计量法》、《医疗机构医学装备管理办法》及《放射诊疗管理规定》，结合我院实际工作，制定本制度：

- 1、预防保健科负责每季度对放射设备周围环境的辐射监测，保存监测数据。
- 2、预防保健科按使用说明规范操作，妥善保存仪器。
- 3、医学装备科负责仪器在检定周期内进行校准、检定工作。
- 4、医学装备科负责送检费用打款计划。
- 5、医学装备科保存《检定证书》原件，并向预防保健科提供复印件。

此前凡与本规定相抵触者，均以本规定为准。



附件十九

定州市人民医院

辐射工作人员培训/再培训管理制度

为保障辐射工作人员的职业健康与安全,提高工作人员自身素质,树立法律意识,培养良好的职业道德,根据《放射诊疗管理规定》及《放射工作人员职业健康管理办法》特制定放射工作人员培训制度。

1、工作人员在上岗前必须熟练掌握放射性基本知识,辐射防护基本知识,辐射事故应急管理等内容,经省级培训考核合格后方可上岗。

2、科室主任加强对科室人员辐射安全相关知识培训,纳入日常培训及考核。

3、预防保健科按照科教科年度培训计划,每年对辐射工作人员进行培训考核,同时在日常考核中使用查检表对辐射安全的落实进行督导检查。

4、医学装备科定期检查设备情况,确定机器设备正常运行。

5、制定辐射事故应急预案,定期培训在发生辐射事故情况下,如何自我防护等内容。

6、加强操作人员的辐射安全教育,增强操作人员在辐射工作岗位安全意识。



定州市人民医院

辐射工作人员个人剂量计监测管理制度

为了保证我院辐射工作人员的职业安全，对个人剂量计规范管理，根据《放射工作人员职业健康管理办法》的相关要求，结合我院实际工作，制定本制度：

1、工作人员在上岗时间必须按要求佩戴个人剂量计，但 CT 核磁科核磁岗位工作人员在进入磁体间时不允许佩戴剂量计，具体要求按照 CT 核磁科制度要求落实。

2、个人剂量计按要求佩戴在工作服左胸口，如穿铅衣防护服时可佩戴在左衣领上；对于从事介入放射诊疗的工作人员，应在铅围裙内的胸部或腰部，以及铅围裙外的颈部或肩部（通常在左领口处）各佩戴 1 个剂量计。

3、工作人员下班后，不得将个人剂量计放在 X 线机房内。

4、个人剂量计每 90 天进行检测 1 次，由预防保健科专职人员负责收集和发放。

5、个人剂量计应注明姓名、编码，只限于本人使用，不允许混用。

6、预防保健科负责为新员工发放个人剂量计，自科室通知起 10 个工作日完成发放工作。

7、工作人员外照射年剂量累计国家标准不应超过 20mSv 时，但实际工作中年剂量累计超过 5mSv，应及时查找原因，提出防护改进建议。

8、建立个人剂量监测档案，终生保存。

9、允许工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

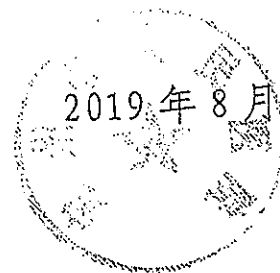
个人剂量监测档案包括：

(1) 个人剂量监测结果。

(2) 应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

10、预防保健科专职人员及时将个人剂量监测结果记录在放射工作人员个人剂量检测档案中和《放射工作人员证》中。

此前凡与本规定相抵触者，均以本规定为准。



定州市人民医院 辐射事故应急预案

一、总则

为及时有效处理放射事故，减轻放射事故造成的后果，依据《中华人民共和国环境保护法》、《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》及相关的法律、法规、规章特制定本预案。

二、范围

本预案适用于在本医院内涉及放射源、放射性同位素及射线装置工作场所内突发辐射安全事件及放射治疗事故可能发生的造成人员及设备设施事故的应急准备与响应控制工作。

辐射事故是指放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到意外的异常照射。根据辐射事故的性质、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。

三、程序说明

(一)组织机构

成立医院辐射安全防护管理领导小组，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作，领导小组组成如下：

组 长：

潘立芬 副院长 联系电话：13603226028

成 员：

王 敏 预防保健科副主任 联系电话：13111672219

王敬彬 医务科主任 联系电话：13653127944

宋 薇 护理部主任 联系电话：13582221706

孙永娜 医学设备采供科主任 联系电话：13582826829

王少飞	总务科主任	联系电话：15031229990
司 淼	安全应急办主任	联系电话：13513436677
杨 波	保卫科主任	联系电话：15030213366
孙淑芹	CT核磁室主任	联系电话：13832261521
杨全山	放射科主任	联系电话：13833260788
陈志辉	导管室主任	联系电话：15612201991
王 辉	肿瘤放疗科(放疗病区)主任	联系电话：13833245899
刘义静	预防保健科副主任	联系电话：18331140788
张晓红	预防保健科科员	联系电话：18603126869

主要职责：监督检查辐射安全工作，防止辐射事故的发生；针对防范措施失效和未落实防范措施的单位提出整改意见；对已发生辐射事故的现场进行组织协调、安排救助，并向辐射工作人员与公众通报；负责向上级行政主管部门报告辐射事故发生和应急救援情况，负责恢复正常秩序、稳定受照人员情绪等方面的工作。

(二) 应急处置程序

本单位一旦发生辐射事故，为防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间向本单位辐射安全防护管理领导小组报告，应立即启动应急处理预案，具体程序如下：

1、迅速报告

发生事故的科室必须立即将发生事故的性质、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告给辐射安全防护管理领导小组办公室，办公室立即将情况向辐射事故应急领导指挥中心汇报，并做好准备。

2、现场控制

现场处置小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，最大限度控制事态发展；保卫科负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场。

3、启动应急系统



辐射事故应急指挥中心接到现场报告后，立即启动应急处理预案，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作；后勤保障组同时进行物资准备。

4、现场报告

发生辐射事故时，本医院将在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门、公安部门、卫生主管部门报告。

辐射事故的报告将分为初始报告、后续报告和最终总结报告3类进行报告。报告采用适当方式，避免在当地群众中造成不利影响。

初始报告从发现事件起1小时内上报。初始报告用电话直接报告，主要内容包括：辐射事故的类型，发生事故的时间、地点，发生事故的设备，人员受辐射照射等初步情况。

后续报告在查清有关基本情况后适时上报。后续报告采用书面报告（传真），主要内容包括：在初始报告的基础上，报告辐射事故的确切数据，事故原因、采取的应急措施和效果，人员受照情况和医学处理情况，事故经验教训、社会影响，参加应急响应部门的工作情况，需开展的善后工作等。

最终总结报告在完成善后工作后两周内上报。最终总结报告采用书面报告（传真），主要内容包括：突发辐射事故基本情况、损失赔偿情况，受照剂量估算和健康评价，事故后果评估等。

5、应急终止后

应急终止后，辐射安全防护管理领导小组办公室还应执行下列行动：

- (1) 评价所有的应急工作日志、记录、书面信息等；
- (2) 评价造成应急状态的事故，指导有关部门查出原因，防止类似事故的重复出现；
- (3) 评价应急期间所采取的一切行动；
- (4) 根据实践经验，及时对应急预案及相关实施程序进行修订；

(5) 指导事故发生相关部门开展辐射性知识及法律法规的宣传教育，维护社会的稳定。

四、辐射事故应急培训

辐射防护管理机构要定期组织开展辐射事故的应急培训，对放射应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，提高应急技能。

五、辐射事故应急演练

辐射防护管理机构要定期组织开展院内的辐射事件应急演练，同时积极参加上级主管部门举办的辐射事件应急演练。

六、应急准备

为了保证辐射事故应急工作的有效进行，辐射安全防护管理领导小组要做好事故应急的人员、物资的准备工作，主要包括以下内容：

1、辐射事故应急工作的基本任务是减少危害、保护公众、保护环境。

2、有关科室要做好辐射事故应急准备和应急响应的详细方案。

3、准备必要的应急设施、设备和相互之间快速可靠的通讯联络系统。

4、准备辐射监测系统、防护器材、药械和其他物资，用于辐射事故应急工作的设施、设备和通讯联络系统、辐射监测系统以及防护器材、药械等，应当处于良好状态。

5、定期对职工进行辐射安全与防护事故应急知识的专门教育，对辐射事故应急工作人员进行培训，适时组织进行辐射事故应急演练。

附：相关部门常用联系电话：

定州市人民医院预防保健科：0312-2330083

定州市人民医院保卫科：0312-2330085

河北省生态环境厅：0311-87802133

定州市生态环境局：0312-2393398

定州市卫健局：0312-2560121

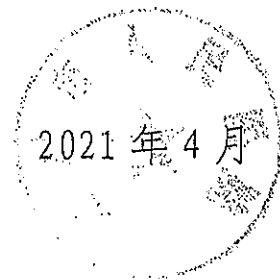
公安报警电话：110



附件二十二

定州市人民医院 辐射工作人员岗位职责

- 1、辐射工作人员要增强辐射防护意识和责任，在辐射工作中应当遵守辐射防护最优化原则。
- 2、在科主任指导下进行工作。
- 3、根据科室工作计划、工作任务和人员结构情况进行科学分工，按时完成诊断报告，保证患者得到及时的诊断和治疗。
- 4、掌握影像设备的原理、性能、使用及检查操作技术，遵守操作规程，做好防护工作，严防差错事故。
- 5、上级医师负责相关科室的医疗、教学、科研和行政的管理工作，着重担负日常疑难病例的诊断、治疗，参加会诊和教学研究工作。指导进修、实习人员的业务培训，开展医疗新技术工作。
- 6、经常与临床科室联系，征求意见，提高诊断符合率。
- 7、加强学习，积极参加再教育和业务培训，努力提高业务技术水平。
- 9、做好科室设备维护及管理，遵守技术操作规程和安全规则。
- 10、一旦发生射辐射事故时，现场工作人员应立即采取切断射线装置电源措施，第一时间向科主任、预防保健科、安全应急办、保卫科等相关科室报告，妥善处理。



附件二十三

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



刘李拴，男，1997年03月04日生，身份证：130637199703040910，于2021年12月参加放射治疗辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21HE0200178 有效期：2021年12月24日至 2026年12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



陈欢，女，1982年09月09日生，身份证：130682198209090688，于2021年07月参加放射治疗辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21HE0200128 有效期：2021年07月29日至 2026年07月29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



郝刘佳, 男, 1987年07月07日生, 身份证: 130682198707070014, 于2021年07月参加放射治疗辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS21HE0200126

有效期: 2021年07月29日至 2026年07月29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



张龙, 男, 1984年10月20日生, 身份证: 130682198410200375, 于2021年07月参加放射治疗辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS21HE0200117

有效期: 2021年07月29日至 2026年07月29日

报告单查询网址: fushe.mee.gov.cn





170320340964
有效期至2023年01月16日止

报告编号 (Report ID) :

中旭环检字 (2022) 第 H0064 号

检测报告

(Testing Report)

项目名称: 定州市人民医院医用电子直线加速器
(Entry Name) 应用项目辐射环境质量现状检测

委托单位: 河北省众联能源环保科技有限公司
(Applicant)

报告日期: 2022 年 6 月 21 日
(Report Date)

河北中旭检验检测技术有限公司

HeBei ZhongXu inspection & testing technologies Co.,Ltd.



河北省生态环境监测机构
监管平台统一标识码

声 明

1、本报告应加盖本单位 CMA 章、检验检测专用章及骑缝章；委托方特殊要求的不在本公司资质认定范围内的其他方法出具的检验检测报告不加盖 CMA 章，报告仅供内部参考，不具有对社会的证明作用。

2、本报告涂改无效；部分复印无效；全部复印未重新加盖检验检测专用章或单位公章无效。

3、本报告无编写人、审核人和签发人签字(或等效标识)无效。

4、如对本报告有异议，请于收到本报告之日起十五日内向本公司查询；逾期未查询的，视为认可本报告。

5、本报告仅对本次所检样品检测项目的检测结果负责；由委托方送检的样品，本报告仅对接收样品负责。

6、未经本公司书面同意，本报告及数据不得用于广告宣传。

报告编写: 苏延如 苏延如

审 核: 赵寿坡 赵寿坡

签 发: 齐长林 齐长林

签发日期: 2022年6月21日

检测单位基本信息

检测单位: 河北中旭检验检测技术有限公司

地址: 河北鹿泉经济开发区昌盛大街50号

邮编: 050200

联系电话: 0311-67361610

投诉电话: 0311-67361669

传真: 0311-85616978

网址: <http://www.hbxjc.cn/>

一、项目概况

项目基本信息见表 1-1。

表 1-1 项目基本信息

项目名称	定州市人民医院医用电子直线加速器应用项目 辐射环境质量现状检测
委托单位	河北省众联能源环保科技有限公司
委托单位地址	河北省石家庄市桥西区裕华西路 66 号
委托单位联系人及联系方式	潘阿丹: 18703316520
检测日期	2022.5.18

二、辐射检测

1、检测信息

X-γ辐射剂量率检测信息见表 2-1。

表 2-1 X-γ辐射剂量率检测信息一览表

点位编号	检测点位	检测项目	检测频次	检测日期	检测人员
F1	拟建直线加速器机房中心位置	X-γ辐射剂量率	检测 1 天, 各 点位检测 1 次	2022.5.18	张辰亮 贾赵恒
F2	拟建直线加速器机房北侧				
F3	拟建直线加速器机房东侧				
F4	拟建直线加速器机房南侧				
F5	医院高压氧医学科西南侧				
F6	医院医废间西侧				
F7	医院感染消化科西侧				
F8	人民医院家属院北部居民楼北侧				
F9	医院西侧 1#住户				
F10	医院西侧 2#住户				
F11	医院西侧 3#住户				
F12	医院西侧 4#住户				
F13	医院西侧 5#住户				
F14	医院西侧西关东街生活小区 居民楼				

2、检测方法及检测仪器

检测项目采用的检测方法及检测仪器见表 2-2。

表 2-2 检测方法及检测仪器一览表

检测项目	检测方法与方法依据	主要仪器型号、名称	仪器溯源有效期
X-γ辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021)	BH3103B 型 X-γ剂量率仪	2021.11.3- 2022.11.2
	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)		

3、检测结果

X-γ辐射剂量率检测结果见表 2-3。

表 2-3 X-γ辐射剂量率检测结果一览表

点位编号	检测日期	检测点位	单位	检测结果
F1	2022.5.18	拟建直线加速器机房中心位置	nGy/h	73.6±4.7
F2		拟建直线加速器机房北侧		71.7±4.7
F3		拟建直线加速器机房东侧		74.6±5.3
F4		拟建直线加速器机房南侧		79.0±4.6
F5		医院高压氧医学科西南侧		51.5±5.4
F6		医院医废间西侧		63.8±4.4
F7		医院感染消化科西侧		63.3±5.3
F8		人民医院家属院北部居民楼北侧		74.6±3.4
F9		医院西侧 1#住户		83.9±4.1
F10		医院西侧 2#住户		80.0±5.9
F11		医院西侧 3#住户		77.5±6.0
F12		医院西侧 4#住户		73.6±5.5
F13		医院西侧 5#住户		87.8±5.0
F14		医院西侧西关东街生活小区居民楼		73.1±4.1

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。

——报告正文结束——



附图 检测点位示意图

附件:



国防科技工业 1313 二级计量站

第 1 页 Page 1

共 2 页 This certificate includes 2 pages

检定证书

VERIFICATION CERTIFICATE

证书编号: GFJGJL2006211465899
Certificate No.

送检单位: 河北中旭检验检测技术有限公司
Applicant

地址: 鹿泉区昌盛大街 50 号
Address

仪器名称: 便携式 X、γ 剂量率仪
Instrument name

型号: BH3103B
Type

编号: 059
No.

制造商: 北京核仪器厂
Manufacturer

检定结论: 合格
Verification conclusion

检定员: (签字) 欧阳修
Operator

发证日期: 2021 年 11 月 3 日
Issued date

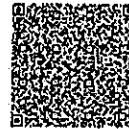
核验员: (签字) 孙陶
Inspector

有效期至: 2023 年 11 月 2 日
Valid date to

主管: (签字) 何...
Signature of leader

发证单位: (专用章)
Issued by (stamp)

地址(Add): 河北省石家庄市学府路 11 号
电话(Tel): 0311-85869103 传真(Fax): 0311-85869103
邮编(Post Code): 050002
电子信箱(E-mail): HGY-JILIANZHAN@163.COM



证书编号(Certificate No.): GFJGJL2006211465899 仪器型号及编号(type/No.): BH3103B-059

国防计量技术机构许可证书: 国防军工-JLJG-2-006

国家专项计量授权证书: (国)法计(2021)0124号

测量标准名称: 地面放射性测量模型标准装置 型号/规格: Y 不确定度: 6% (k=2)

测量标准证书号: [2001]国防计标字第1465号 [2005]国量标核证字第003号

检定依据文件: JJG(军工)43-2014 环境监测用X、γ辐射仪(饱和模型体源法)检定规程

检定地点: 河北省石家庄市学府路11号核工业航测遥感中心

环境条件: 天气: 晴 温度: 17°C 相对湿度: 40% 其他: /

检定结果

1. 外观和附件

经开箱检验, 仪器外观和附件正常, 符合检定规程要求。

2. 工作正常性

经开机测试, 仪器工作正常性符合要求。

3. 重复性

测量结果的重复性 $V= 2.3\%$

4. 校准系数/因子

测量范围	测量方式	校准系数/因子	$U_{rel} (k=2)$
(10.0~1500.0) nGy·h ⁻¹	本次测量结果	0.98	10%
	上次测量结果	1.01	10%
	相对偏差	4.1%	/

在实际工作中按下式计算测量结果:

$$X = k \times (X_i - X_b)$$

式中: X —测量结果; k —校准系数/因子; X_i —仪器测量示值; X_b —仪器水面本底。

5. 示值误差

模型	标称值 nGy·h ⁻¹	测量值 nGy·h ⁻¹	相对示值误差 %
YM1	1150.00	1128.61	-1.9

注: 依据检定规程, 在检验饱和模型体源上的相对示值误差应在±7.5%范围之内。

6. 线性相关系数 $R= 1.00$

注: 依据检定规程, 仪器的线性应不小于0.98。

以下空白

委 托 书

河北省众联能源环保科技有限公司：

现将“定州市人民医院新增医用电子直线加速器应用项目”环境影响评价工作委托贵单位承担，望尽快开展工作。关于工作要求、责任和费用等问题，在合同中另定。

委托单位：定州市人民医院

委托日期：2021年8月

