

核技术利用建设项目

周口协和骨科医院

核技术应用项目

环境影响报告表

(报批版)



环境保护部监制

核技术利用建设项目

周口协和骨科医院
射线装置应用项目
环境影响报告表

建设单位名称：周口协和骨科医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：周口市太昊路东段

邮政编码：466000 联系人：朱所

联系电话：1398041643



周口协和骨科医院射线装置应用项目 环境影响报告表技术审查意见

2019年11月16日,《周口协和骨科医院射线装置应用项目环境影响报告表》(以下简称“报告表”)技术审查会在周口市召开,参加会议的有周口市生态环境局、项目建设单位周口协和骨科医院、环评单位四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)等单位的代表以及特邀的3名专家(名单附后),会议成立了专家组,对报告表开展技术审查。

会前,与会专家和代表察看了项目拟建址及周边环境情况,会议听取了建设单位关于该项目情况的简要介绍和环评单位关于报告表主要内容的汇报,专家组经认真讨论,形成技术审查意见如下:

一、项目概况

周口协和骨科医院位于周口市太昊路东段,目前持有原河南省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》(豫环辐证[10584]),许可使用III类射线装置;乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至2021年9月29日。

为了进一步加强医疗力量,满足患者治疗需求,医院新征土地,拟在现有院区西侧新建医养结合楼,院区扩建项目已进行了环境影响评价,委托广州环发环保工程有限公司编制完成的《周口协和骨

科医院医养结合项目环境影响报告书》已通过原周口市环境保护局审批，批复文号为周环审〔2018〕96号。目前主体基建部分已基本完成。

本项目拟在新建医养结合楼地下一层设置放疗科，建设直线加速器机房，地上一层设置介入手术室，建设数字减影血管造影装置（以下简称“DSA”）机房，拟购1台直线加速器、1台DSA开展放射性诊断及治疗工作。另外，医院现有门诊楼内建设有一间DSA机房，安装有一台DSA，目前该DSA已停止运行，拟按照规定程序进行环境影响评价及辐射安全许可证的申领。

本项目计划总投资4800万元，其中环保投资为580万元，占工程总投资12.1%。

二、报告表总体评价

该报告表编制较规范，内容较全面；项目建设情况及辐射防护设计基本情况介绍较清楚。项目环境影响评价工作重点适当，环境影响评价因子、评价标准选择正确，评价分析方法符合相关技术导则要求，评价结论总体可信。报告表按照技术审查意见修改完善后，可上报审批。

三、报告表需修改完善的内容

1、核实本项目加速器工作模式及主要技术参数，补充各射线装置机房辐射防护屏蔽设计、施工图纸；明确加速器机房屏蔽防护门

技术指标，细化对预留通风管道、排风口等设置情况的评价。

2、核实本项目加速器机房东墙主屏蔽区宽度等情况，并按照辐射防护最优化原则提出明确的完善意见。

3、核实加速器调强治疗模式，完善调强因子的选取以及人员附加剂量的计算。

4、细化 DSA 手术工作量的分析，提出合理的辐射防护、人员配置要求。

5、细化项目辐射工作人员配置数量、岗位职责以及辐射安全防护辅助措施、规章制度等的评价。细化项目竣工环保验收一览表。

专家组组长：

李景泰

2019 年 11 月 16 日

周口协和骨科医院射线装置应用项目

环境影响报告表专家组名单

姓名	单位	职务	电话
李思杰	省辐射安全技术中心	高工	13939030088
李刘勇	河南省生态环境厅	高工	15037868578
李金伟	河南省生态环境厅	高级工程师	13393941196

周口协和骨科医院射线装置应用项目环境影响报告表

评审会意见修改内容清单

序号	专家意见	修改情况
1	核实本项目加速器工作模式及主要技术参数,补充各射线装置机房辐射防护屏蔽设计、施工图纸;明确加速器机房屏蔽防护门技术指标,细化对预留通风管道、排风口等设置情况的评价。	已补充核实,具体见报告 P25、P45、P48 及附图。
2	核实本项目加速器机房东墙主屏蔽区宽度等情况,并按照辐射防护最优化原则提出明确的完善意见。	已核实并提出完善意见,具体见报告 P42、P43、P68。
3	核实加速器调强治疗模式,完善调强因子的选取以及人员附加剂量的计算。	已核实并完善,具体见报告 P36、P47。
4	细化 DSA 手术工作量的分析,提出合理的辐射防护、人员配置要求。	已修改并细化,具体见报告 P57、P58。
5	细化项目辐射工作人员配置数量、岗位职责以及辐射安全防护辅助措施、规章制度等的评价。细化项目竣工环保验收一览表。	已细化说明,具体见报告 P61、P33、P62、P64、P65。

表 1 项目基本情况

建设项目名称	周口协和骨科医院射线装置应用项目				
建设单位	周口协和骨科医院				
法人代表	李军	联系人	朱所	联系电话	13938041643
注册地址	周口市太昊路东段				
项目建设地点	周口市太昊路东段				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	4800	环保投资 (万元)	580	投资比例(环保 投资/总投资)	12.1%
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				
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		
	非密封性放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
<p>1.1 建设单位简介</p> <p>周口协和骨科医院（以下简称“医院”）成立于 2000 年，是国家二级骨科医院。</p> <p>医院科室齐全，拥有一支医术过硬的高素质骨科权威专家团队，并与多家国际顶尖医院建立友好合作关系。被中国医院协会评为“全国百姓放心示范医院”、“全国诚信民营医院”，并先后荣获省市医院管理先进单位、市级文明单位，是周口市城镇职工、城乡居民、工伤医疗保险定点医院。</p>					

1.2 项目由来

为了进一步加强医疗力量，满足患者治疗需求，医院新征土地，拟在现有院区西侧新建医养结合楼，院区扩建项目已进行了环境影响评价，委托广州环发环保工程有限公司编制完成的《周口协和骨科医院医养结合项目环境影响报告书》已通过周口市环境保护局审批，批复文号为周环审【2018】96号（见附件）。目前主体基建部分已基本完成。

本项目拟在新建医养结合楼地下一层设置放疗科，建设直线加速器机房，地上一层设置介入手术室，建设数字减影血管造影装置（以下简称“DSA”）机房，拟购1台直线加速器、1台DSA开展放射性诊断及治疗工作。

另外，医院现有门诊楼内建设有一间DSA机房，安装有一台DSA，于2019年7月经周口市辐射环境监督管理站现场检查，发现该机房建设及设备使用均未履行环保手续。后由周口市生态环境局进行处罚（行政处罚决定书见附件）。目前该DSA已停止运行，拟按照规定程序进行环境影响评价及辐射安全许可证的申领。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017年12月12日修正，国家环境保护总局令第31号）等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，医院委托四川省核工业辐射测试防护院（以下简称“我环评单位”）承担了上述1台直线加速器及2台DSA建设项目的环境影响评价工作。

依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部第1号令），本项目属于“五十、核与辐射”—“191核技术利用建设项目”—“使用II类射线装置的”，应编制环境影响报告表。接到委托后，我环评单位进行了现场调查、资料收集工作，在此基础上编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.3 评价目的

- （1）对本项目拟建址周围进行辐射环境现状监测，掌握辐射环境现状水平。
- （2）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理

达到的尽量低水平”。

(3) 满足国家和地方环保部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

(4) 从辐射环境保护角度，论述本项目的可能性。

1.4 项目建设规模与具体内容

本项目涉及新建机房及控制室等相关房间，使用 1 台直线加速器、2 台 DSA 开展放射性诊断及治疗工作。射线装置具体情况见下表 1-1。

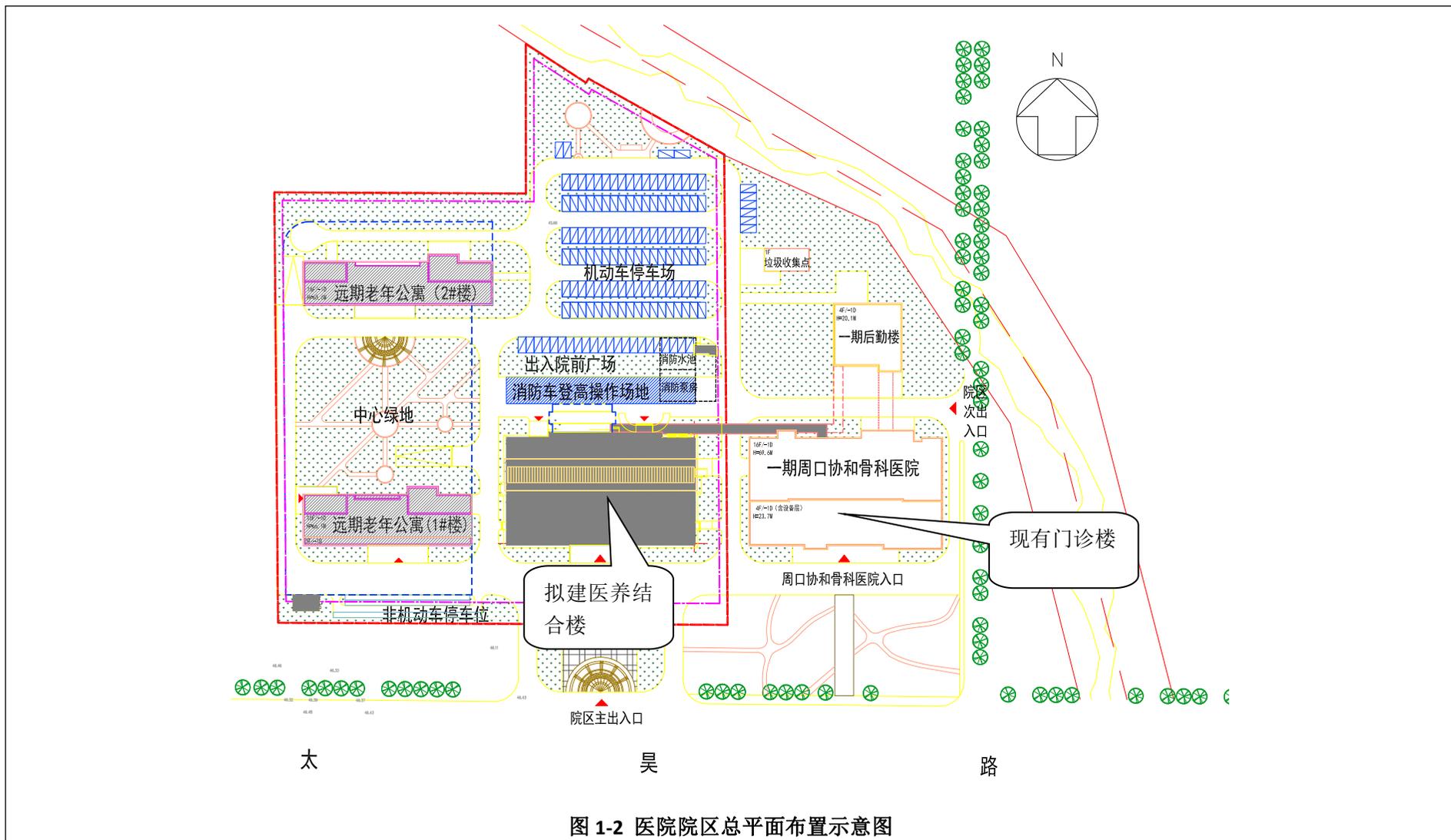
表 1-1 本次环评射线装置内容

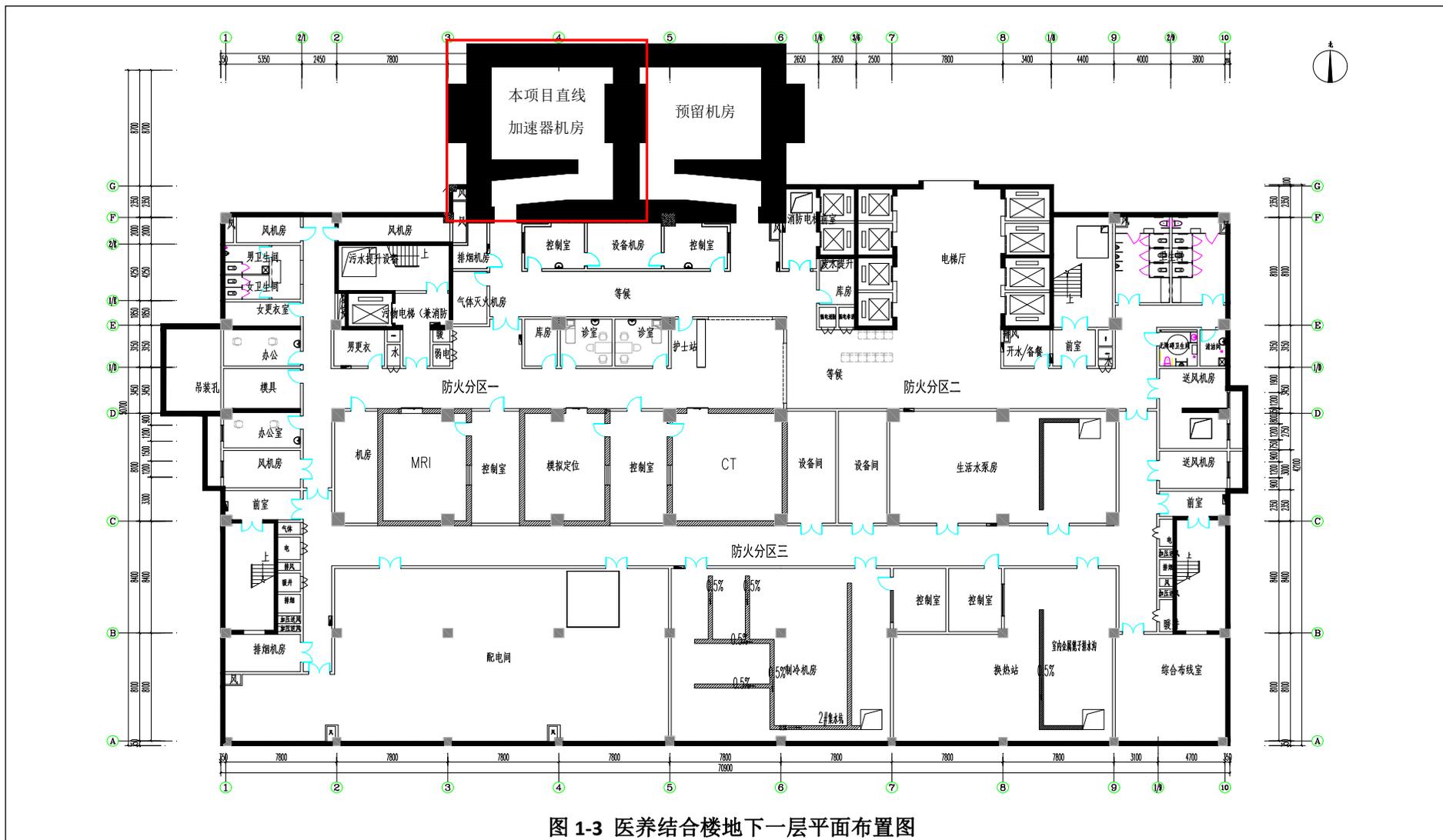
射线装置名称	型号	数量	类别	参数		工作场所	备注
				最大能量	X 线: 10MV 电子线: 22MeV		
医用直线加速器	VitalBeam	1	II类	最大输出剂量率	X 线: 24Gy/min 电子线: 10Gy/min	医养结合楼地下一层放疗科	拟购
				最大管电压	150kV		
DSA1	未定	1	II类	最大管电流	1250mA	医养结合楼地上一层介入手术室	拟购
				最大管电压	125kV		
DSA2	Optimal IGS330	1	II类	最大管电流	1000mA	门诊楼地下一层介入手术室	已有
				最大管电压	125kV		

1.5 项目位置及周围环境概况

周口协和骨科医院位于周口市太昊路东段，院区南侧及东侧均临近道路，西侧为周口市川汇区华通汽车修理厂，北侧邻居民区。医院具体地理位置示意图见图 1-1。

拟建医养结合楼位于院区西侧，南侧为院内空地，东侧为院区内现有门诊病





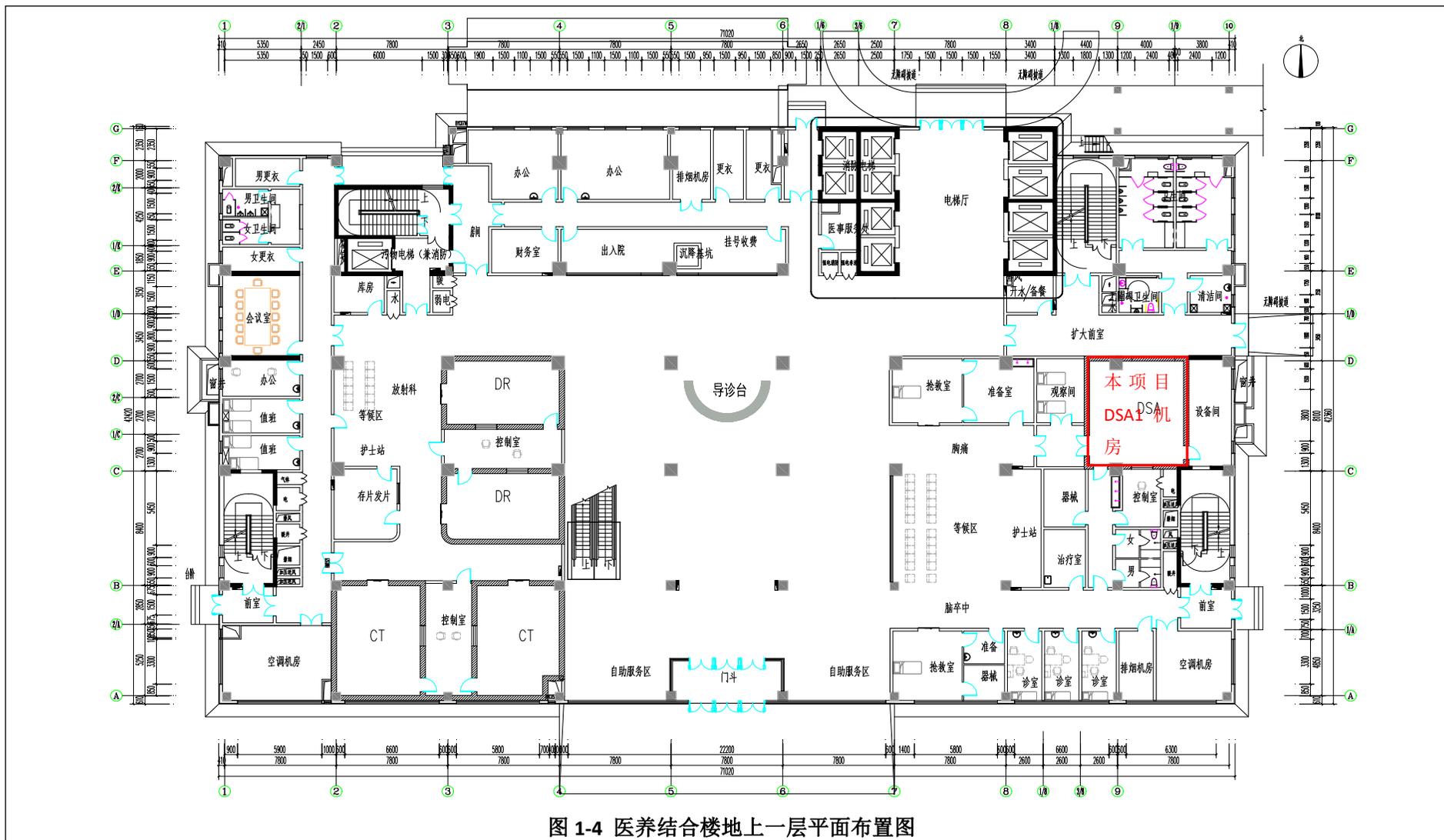




图 1-5 现有 DSA2 机房周边环境情况示意图



图 1-6 现场勘查照片

1.6 产业政策符合性

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2011 年本，2013 年修正）》中第三十六项“教育、文化、卫生、体育服务业”中第 29 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.7 现有核技术利用项目情况

建设单位目前持有原河南省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》（豫环辐

证【10584】），许可使用Ⅲ类射线装置；乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至2021年9月29日。

医院现有核技术应用项目包括乙级非密封放射性物质工作场所一处（使用4种核素，包括Tc-99m、Sr-89、I-131、P-32）、Ⅲ类射线装置10台。现有核技术应用项目均已履行环评及竣工环保验收手续，且正常运行，详见下表1-2。

表 1-2 医院现有核技术应用项目环保手续履行情况表

表 A 非密封性放射性物质

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	环评手续	验收手续
1	核医学科	乙级	Tc-99m	9.25E+7	3.7E+12	豫环辐表【2016】9号	自主验收，2018年6月7日召开现场验收会，验收意见及技术审查意见见附件
2			I-131	2.775E+8	1.11E+12		
3			Sr-89	9.25E+7	1.85E+11		
4			P-32	9.25E+7	3.7E+11		

表 B 射线装置

序号	装置名称	型号	类别	环评手续	验收手续
1	高频移动 X 光机	/	Ⅲ类	周环审【2014】274号	已填写核技术应用项目竣工环境保护验收申请登记卡，并于2014年12月30日通过周口市环境保护局审批，具体见附件
2	MCT-6000 钨靶机	MCR-6000	Ⅲ类		
3	JZ06 移动式 C 臂	JZ06-1	Ⅲ类		
4	JZ06 移动式 C 臂	JZ06-1	Ⅲ类		
5	JZ06 移动式 C 臂	JZ06-1	Ⅲ类		
6	GE6000X 光机	D6000	Ⅲ类		
7	300MA X 光机	F78-ⅢB	Ⅲ类		
8	GE16 排 CT	Bright speed	Ⅲ类		
9	CT 机	/	Ⅲ类	周环辐表【2008】170号	已填写核技术应用项目竣工环境保护验收申请登记卡，并于2010年11月1日通过周口市环境保护局审批，具体见附件
10	X 光机	/	Ⅲ类		

医院现有核技术应用项目环保手续齐全，运行正常。

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	使用场所名称	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
本项目不涉及										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置（重点是放射性废弃物）

（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	额定电流(mA)/剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	直线加速器	II类	1	VitalBeam	电子	X线：10MV 电子线：22MeV	X线：2400cGy/min 电子线：1000cGy/min	放射治疗	医养结合楼 地下一层放疗科	/

（二）X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA1	II类	1	未定	150	1250	介入诊疗	医养结合楼地上一层 介入手术室	/
2	DSA2	II类	1	Optimal IGS330	125	1000	介入诊疗	门诊楼地下一层介入 手术室	/

（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	
本项目不涉及													
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.放射性废弃物主要是指废旧放射源

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，气态单位为 mg/Kg；气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，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

6.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；
- (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日起施行；
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（2019 年 3 月 2 日，中华人民共和国国务院令 709 号）修订；
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布；根据 2019 年 8 月 22 日生态环境部发布的《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》修订）；
- (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国生态环境部令 1 号，2018 年 4 月 28 日起施行；
- (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令），2011 年 5 月 1 日起施行；
- (9) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，环境保护部及国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日；
- (10) 《河南省辐射污染防治条例》（2015 年 11 月河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过），2016 年 3 月 1 日起施行。

6.2 标准、导则

- (1) 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）
 - (2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）
 - (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
- 本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。本环评引用以下条款：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv（本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业工作人员的年剂量约束值。）；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

B 1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv（本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为公众人员的年剂量约束值。）；
- b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量估计值不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

（4）《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）

本标准规定了医用电子加速器（以下简称加速器）用于临床治疗时的放射防护要求，包括基本要求、加速器的放射防护性能要求、治疗室防护和安全操作要求、质量控制要求及其监测方法。

本标准适用于标称能量在 50MeV 以下的医用电子加速器的生产和使用。

6.1.1 治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全。

6.1.2 有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T201.1 的要求。

6.1.3 在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率宜不大于 2.5 μ Sv/h。

6.1.4 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

6.1.5 X 射线能量超过 10MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。

6.1.6 治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。

6.1.7 治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m²。

6.1.8 治疗室人口处必须设置防护门和迷路，防护门应与加速器联锁。

6.1.9 相关位置（例如治疗室人口处上方等）应安装醒目的辐射指示灯及辐射

标志。

6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。

(5) 《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）

本部分规定了医用放射治疗机房辐射屏蔽的剂量参考控制水平，一般屏蔽要求和辐射屏蔽评价要求。

本部分适用于外照射源治疗装置的机房。

本部分不适用于人体植入放射性核素粒子源的放射治疗房间和放射性核素源敷贴治疗的房间。

(6) 《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）

GBZ/T 201 的本部分给出了电子直线加速器放射治疗机房的剂量控制要求，辐射屏蔽的剂量估算与检测评价方法。

本部分适用于 30MeV 以下的加速器放射治疗机房。

主要引用本标准中的计算模式与剂量控制要求。

(7) 《室内空气质量标准》（GBT18883-2002）臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(8) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

本次环评引用以下条款：

① X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护和安全。

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

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m^2	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机	20	3.5

③ X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

- ④ 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：
- a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。
- b) CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；其余各种类摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv ；测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。
- ⑤ 机房应设有观察窗或摄影装置，其设置的位置便于观察到患者和受检者的状态。
- ⑥ 机房内布局要合理，应避免有用线束，直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与诊断工作无关的杂物。机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。
- ⑦ 机房门外应有电离辐射标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。
- ⑧ 患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。
- ⑨ 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7.4 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.25mmPb ；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.5mmPb 。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

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

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

通过分析，本项目主要考虑电离辐射对周围环境的影响，依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的内容和格式的规定，考虑到该项目的实际情况，确定评价范围为各机房及屏蔽墙体外 50m 范围。

7.2 保护目标

本项目的环境保护目标为：从事本项目辐射工作的职业工作人员以及可能在本项目各机房周围停留的公众人员，主要保护目标情况见下表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标一览表

工作场所	人员	居留位置	人数	照射类型
医养结合楼地下一层直线加速器机房	设备操作技师、放射治疗医师、物理师等	机房操作室、计划室内	约 4 人	职业照射
	各机房周围的公众人员（包括在机房邻近办公的医务人员及公众）	机房周围 50m 内	流动人群	公众照射
医养结合楼地上一层 DSA1 机房	DSA 机房操作技师	各机房控制室内	约 1 人	职业照射
	DSA 手术医生和护士	机房照射室内部医生手术位	约 3 人	职业照射
	各机房周围的公众人员（包括在机房邻近办公的医务人员及公众）	机房外周围 50m 范围内	流动人群	公众照射
门诊楼地下一层 DSA2 机房	DSA 机房操作技师	各机房控制室内	约 1 人	职业照射
	DSA 手术医生和护士	机房照射室内部医生手术位	约 3 人	职业照射
	各机房周围的公众人员（包括在机房邻近办公的医务人员及公众）	机房外周围 50m 范围内	流动人群	公众照射

7.3 评价标准

根据相关标准要求，本次评价标准如下表 7-2 所示。

表 7-2 评价标准

项目	评价标准	限值
直线加速器机房周围剂量当量率	《电子加速器放射治疗放射防护要求》 (GBZ126-2011)	在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率宜不大于 2.5 μ Sv/h。
DSA 机房周围剂量当量率	《医用 X 射线诊断放射防护要求》 (GBZ130-2013)	透视模式下, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h。
人员剂量约束限值	《电离辐射防护与放射源安全基本标准》 (GB18871-2002) 及 管理部门要求	工作人员年有效剂量不大于 5mSv/a; 公众人员年有效剂量不大于 0.25mSv/a。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 概况

受周口协和骨科医院委托，郑州新知力科技有限公司于 2019 年 9 月 6 日对该医院拟建医养结合楼内直线加速器机房拟建区域、DSA 机房拟建区域及门诊楼负 1 层 DSA 机房现状周围环境的 X- γ 辐射剂量率进行了现场检测。检测方法 & 仪器信息见表 8-1、表 8-2。

表 8-1 检测方法

检测项目	检测标准	标准编号	备注
X- γ 辐射 剂量率	1. 《辐射环境监测技术规范》 2. 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	HJ/T 61-2001 GB/T 14583-1993	/

表 8-2 检测仪器

检测项目	仪器名称	仪器型号	测量范围	检定证书	
				证书编号	证书有效期
X- γ 辐射 剂量率	便携式辐射 检测仪	AT1123	辐射剂量率： 50nSv/h-10Sv/h	医字 20181205-0551	2019 年 12 月 10 日

8.2 质量控制措施

- 1、检测及分析均严格按照国家检测技术规范要求执行；
- 2、检测分析方法采用国家颁布的标准分析方法；
- 3、检测仪器经计量部门检定合格并在有效期内；
- 4、检测仪器符合国家有关标准和技术要求，检测前后进行仪器状态检查并记录存档；
- 5、检测人员经培训合格并持证上岗，检测报告严格实行三级审核制度。

8.3 检测结果

检测布点示意图详见图 8-1、图 8-2，检测结果见表 8-3、8-4。

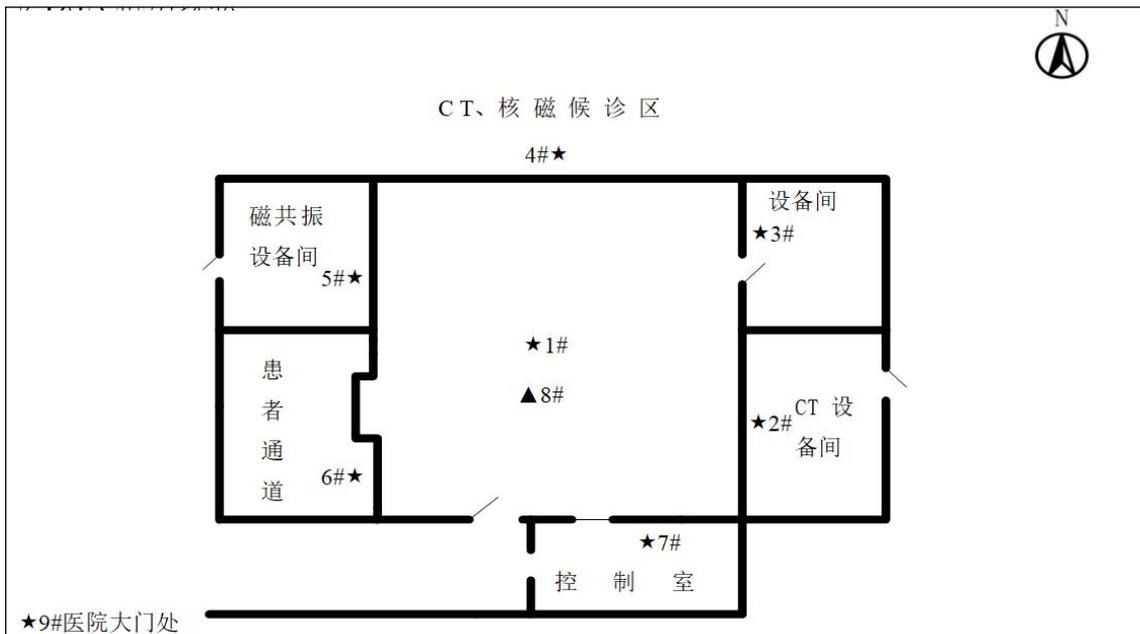


图 8-1 门诊楼 DSA 机房现状周围区域检测点位示意图

表 8-3 门诊楼 DSA 机房现状周围区域 X-γ辐射剂量率检测结果

序号	点位编号	点位描述	X-γ辐射剂量率 (nSv/h)
1	1#	DSA 机房中心处	149
2	2#	DSA 机房东侧 CT 设备间	155
3	3#	DSA 机房东侧设备间	147
4	4#	DSA 机房北侧 CT 核磁候诊区	159
5	5#	DSA 机房西侧磁共振设备间	149
6	6#	DSA 机房西侧患者通道	158
7	7#	DSA 机房南侧控制室	149
8	8#	DSA 机房上方门诊大厅	142
9	9#	医院大门处	141

以下无数据

注：①DSA 机房现状地面为混凝土；
②数据均未扣除宇宙射线响应值。

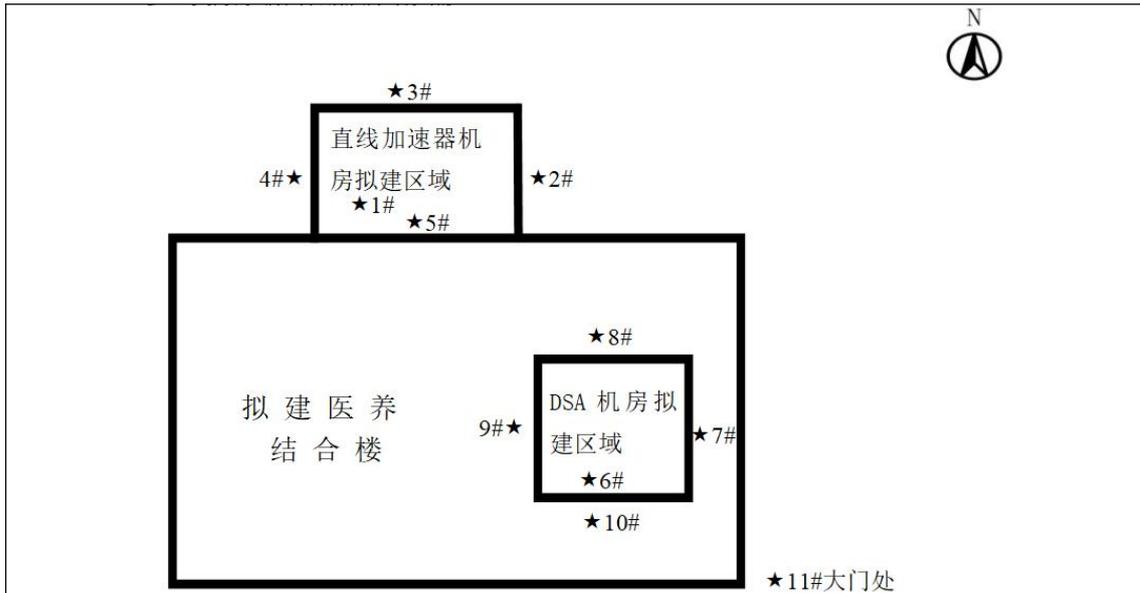


图 8-2 医养结合楼直线加速器机房、DSA 机房拟建址周围区域检测点位示意图

表 8-4 医养结合楼直线加速器机房、DSA 机房拟建址周围 X-γ辐射剂量率检测结果

序号	点位编号	点位描述	X-γ辐射剂量率 (nSv/h)
1	1#	直线加速器拟建区域中心处	107
2	2#	直线加速器拟建区域东侧	109
3	3#	直线加速器拟建区域北侧	108
4	4#	直线加速器拟建区域西侧	106
5	5#	直线加速器拟建区域南侧	107
6	6#	DSA 机房拟建区域中心处	114
7	7#	DSA 机房拟建区域东侧	116
8	8#	DSA 机房拟建区域北侧	115
9	9#	DSA 机房拟建区域西侧	113
10	10#	DSA 机房拟建区域南侧	117
11	11#	医院大门处	141

以下无数据

注：①直线加速器机房拟建区域检测地面为泥土、DSA 机房拟建区域检测地面为混凝土；

②数据均未扣除宇宙射线响应值。

8.4 检测结果分析

经检测，周口协和骨科医院医养结合楼直线加速器、DSA机房拟建址周围环境的X-γ辐射剂量率范围为106nSv/h~117nSv/h，门诊楼地下一层DSA机房现状周

围环境的X- γ 辐射剂量率为142nSv/h~159nSv/h。参考点位院区大门处环境的X- γ 辐射剂量率为141nSv/h。

本项目医养结合楼直线加速器、DSA机房拟建址及门诊楼地下一层DSA机房辐射现状剂量率属于医院正常辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 医用直线加速器

9.1.1 工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。从电子枪发射出的同步电子束注入已建立高梯度的驻波加速场中加速，在加速器末端，电子束加速到所需能量后，经过漂移管进入偏转磁场。电子束偏转后由变为垂直出射，并同时完成聚集和消除能谱色差形成直径 2mm 左右的平行束流，经过引出窗到达移动靶件处。

因此，电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶部位进行照射，也可利用 X 线束对患者病灶部位进行照射，杀伤肿瘤细胞。

9.1.2 设备组成

电子直线加速器设备结构及组成：主机（等中心旋转机架、辐射头、治疗床、加速器控制系统）、水冷温控系统、三相交流稳压电源和高压脉冲调制器、多叶准直器、实时影像系统组成。典型医用直线加速器示意图及结构图见下图 9-1 和图 9-2。

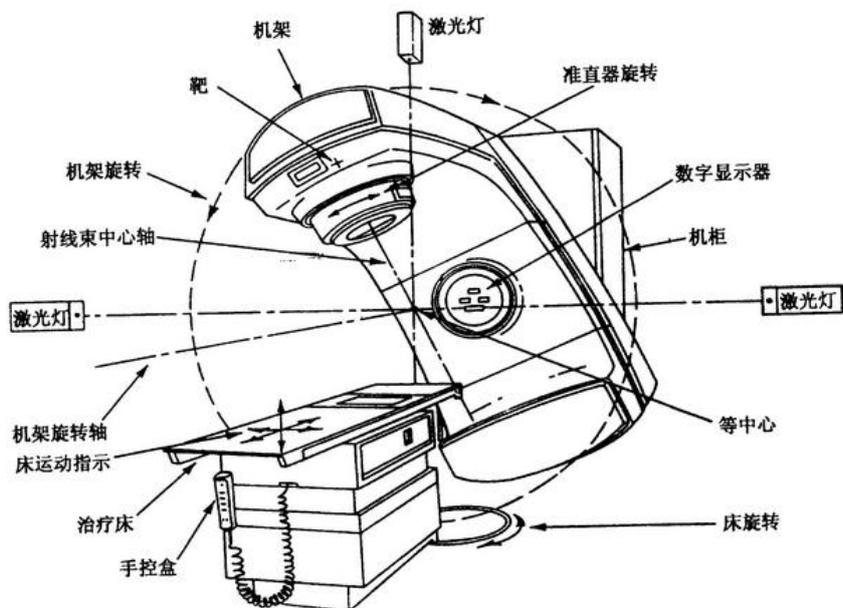


图 9-1 医用电子加速器机械示意图

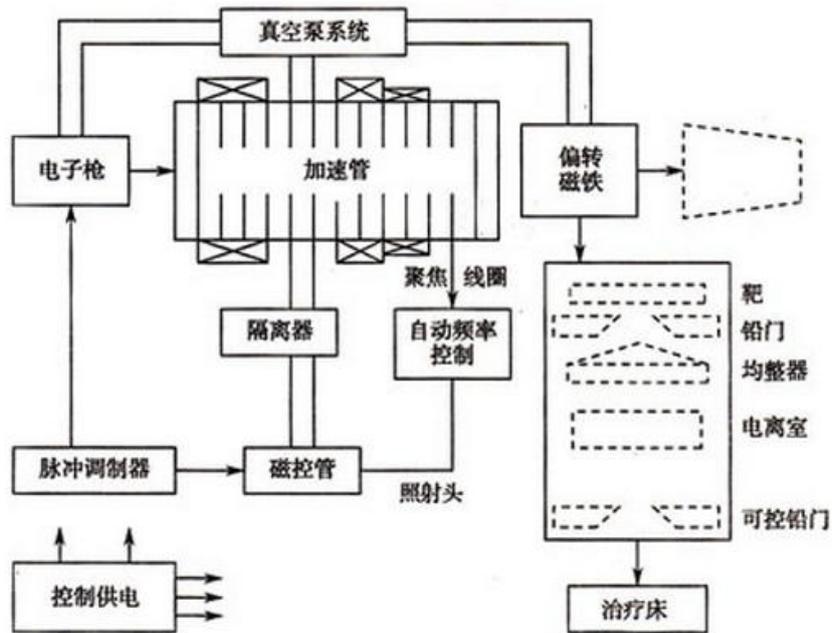


图 9-2 典型医用直线加速器结构图

9.1.3 主要技术参数

本项目拟新增 1 台医用直线加速器，其基本参数如下：

型号：VitalBeam；

生产厂家：瓦里安；

射线类型：X 射线、电子线；

最大 X 射线能量及等中心处最大输出剂量率：10MV；均整模式最大 6Gy/min，FFF 模式最大 24Gy/min；

最大电子线能量及等中心处最大输出剂量率：22MeV；10Gy/min；

最大照射野：40cm×40cm

机架旋转角度：0-360°

主射线最大出束角度：28°

X 射线泄漏率：≤0.1%

源轴距长：1m

等中心点高度：1.3m

9.1.4 操作流程

本项目直线加速器进行放射治疗照射前需要采用模拟定位装置对肿瘤位置定位，确定肿瘤的具体位置和形状，本项目直线加速器放射治疗工作前使用医院

放疗科现有模拟定位装置进行定位。放射治疗的流程如图 9-3。

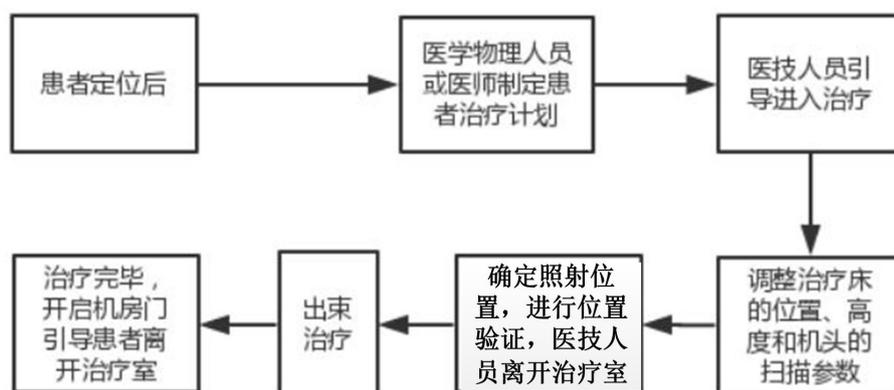


图 9-3 医用电子直线加速器工作流程图

(1) 根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；

(2) 预约病人首先在模拟定位装置上进行肿瘤定位，确定肿瘤具体位置和形状；

(3) 确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医生给出的治疗剂量，通过治疗计划系统（TPS）制定治疗计划，该过程通常在电脑上完成；

(4) 治疗计划制定后，肿瘤病人在技术人员的协助下，依据计划在治疗床上进行摆位，确定照射位置和面积，每位病人的摆位时间平均约 3min，该过程在治疗机房治疗床上完成；

(5) 摆好位后，技术人员对患者肿瘤位置进行位置验证，在确定所有安全措施到位后，启动加速器进行照射；

(6) 照射完毕后，技术人员协助病人离开机房，为下次照射做准备。

9.2 DSA

9.2.1 工作原理

数字减影血管造影(DSA)是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

9.2.2 设备组成

X 射线装置的主要设备组成为：X 射线球管、高频逆变高压发生器、金属影像增强器、数据图像处理器、床体系统等。X 射线机能提供高分辨率、高清晰度、高品质的数字图像，可提供多幅图像显示，具有数字点片及常规胶片点片系统，胸部摄影无需立式摄影架。

DSA 设备自带有悬吊式铅玻璃防护屏、床侧防护铅帘等，现代数字介入技术一般还采用数字脉冲技术，根据手术部位选择相应的脉冲透视；铜滤波技术，采用多种规格的铜滤片，根据不同需要，自动切换，在保持优质图像的同时，最大程度减少辐射剂量，达到最佳的滤过效果；栅控技术，去除电压爬升与降落时低速电子产生的大量软射线；剂量监测系统，实时显示剂量率，供介入放射工作人员参考；在介入诊疗时，在可能的条件下，要尽量缩小照射野，降低管电压、管电流，缩短曝光时间，遮光器尽量调小，减少散射。

9.2.3 工作流程

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视。透视诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，主治医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在 X 线透视下将导管送达上腔静脉，两名护士在护士位辅助手术。顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。此种情况仅用于手术快完成时的图像保存，占手术时间的很小比例。

9.3 辐射源项分析

9.3.1 正常状态下的辐射源项

9.3.1.1 直线加速器

1、放射性污染源分析

（1）X 射线

由加速器的工作原理可知，医用直线加速器用于 X 射线治疗时，电子枪产生

的电子经过加速后,高能电子束与靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线,其可能对工作人员及公众造成一定危害。这种 X 射线随机器的开、关而产生或消失。

(2) 电子线

直线加速器用电子束进行治疗时,电子束的屏蔽要求远低于高能 X 射线,故在机房屏蔽墙厚度计算时不予考虑,但由于电子束的强度高,若发生意外照射,会造成危害。

2、非放射性污染源分析

医用直线加速器在开机时会产生少量的有害气体,主要是臭氧和氮氧化物。其中臭氧的毒性最大,产额最高,其对人体的危害与电离辐射相当,而且能使橡胶等材料老化加速。某些氮氧化物与水汽相互作用形成硝酸雾还会腐蚀机房内的设备,并对工作人员和公众造成危害。

9.3.1.2 DSA

由工作原理可知,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轫致辐射,即 X 射线,其最大能量为电子束的最大能量。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线装置在非诊疗状态下不产生射线,只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低,故不必考虑感生放射性问题。因此,在开机期间,X 射线成为污染环境的主要因子。

9.3.2 事故工况下辐射源项

9.3.2.1 直线加速器

直线加速器发生异常或事故的可能性包括:

- 1、设备加速电压异常;
- 2、加速器电子枪或 X 射线球管阴极老化,产生电子数减少;
- 3、加速器机头或者 X 射线球管损坏;
- 4、加速器机房门机联锁装置发生故障,可能发生人员误入辐射现场,受到加速器高能 X 射线或电子束外照射;
- 5、当加速器控制系统故障,发出的射线剂量与控制系统标称值明显不符,会给患者造成不必要照射。

9.3.2.2 DSA

DSA 发生异常或事故如下：

- 1、曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射；
- 2、曝光时陪检者、受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致陪检者及受检者的非受检部分受到不必要的照射；
- 3、曝光过程中，或因工作指示灯无效其他人员在不知情的情况下误入曝光室受到意外照射；
- 4、因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射；
- 5、相关人员在检修射线装置过程中，因误操作导致受到意外照射。

此外，DSA 近台手术人员未按照标准要求穿戴个人防护用品和辅助防护设施，亦将导致其受到不必要的照射。

9.3.2.3 辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和国家环境保护总局环发[2006]145 号文件之规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

因此，医院应按相关规定要求，制定应急处理预案，完善和加强管理，使放射源、放射性核素、射线装置等始终处于监控状态。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射防护措施

10.1.1 机房辐射防护设计

本项目医用直线加速器机房防护设计情况见下表 10-1。

表 10-1 直线加速器机房防护设计一览表

项目		设计情况	
机房内部空间尺寸参数	高度 (m)	4.0 (吊顶 3.6)	
	南北宽度 (m, 不含迷路和墙体)	7.0	
	东西长度 (m)	主屏蔽部分	8.0
		次屏蔽部分	8.6
	面积 (m ² , 不含迷路和墙体)	57.6	
	机房容积 (m ³)	207.36 (高度为吊顶距地面)	
屏蔽体尺寸参数	东墙主屏蔽区厚度 (m)	3.0	
	东墙次屏蔽区厚度 (m)	1.8	
	西墙主屏蔽区厚度 (m)	3.0	
	西墙次屏蔽区厚度 (m)	1.7	
	东西墙主屏蔽区宽度 (m)	4.4	
	顶部主屏蔽区厚度 (m)	3.0	
	顶部次屏蔽区厚度 (m)	1.7	
	顶部主屏蔽区宽度 (m)	4.4	
	北侧屏蔽墙厚度 (m)	1.7	
	南侧迷道内墙厚度 (m)	1.0-1.54	
	南侧迷道外墙厚度 (m)	东段: 1.7, 西段: 1.34-1.7	
防护门	铅当量 (mmPb)	暂无防护门设计方案	
等中心	距东墙主屏蔽区内表面 (m)	3.7	
	距西墙主屏蔽区内表面 (m)	4.3	
	距室顶内表面 (m)	2.7	
	距北侧屏蔽墙内表面 (m)	3.1	
	距南侧迷路内墙内表面 (m)	3.9	
迷路参数	类型	“L”型迷路	
	迷路长度 (m)	8.6	
	迷路宽度 (m)	2.0	
	内入口宽度 (m)	2.5	

	迷路及内入口高度 (m)	4.0 (吊顶 3.6)
	内入口截面积 (m ²)	9.0 (高度为吊顶距地面)

注：加速器机房四周主体防护墙及顶棚材料均使用混凝土（密度约 2.35g/cm³）一体浇筑而成。

10.1.2 辐射安全措施

除直线加速器机房的墙体屏蔽外，项目建成之后还需落实和实施以下辐射安全措施：

- (1) 治疗机房迷道外口防护门设置电离辐射警告标志及中文警示说明。
- (2) 防护门信号与加速器高压联锁。在门打开的情况下，加速器不能启动工作；在加速器高压启动后，打开防护门后加速器自动断电停机防止误照事故的发生。
- (3) 加速器启动与工作时，在防护门外设计有警灯、警铃提示信号，加速器运行中警灯指示灯闪烁。
- (4) 控制室、迷道、治疗机房、治疗床下设置紧急停机按钮与加速器高压联锁，触动紧急停机按钮，加速器自动断电停机防止误照事故的发生。
- (5) 治疗机房内设置固定式辐射剂量监测报警系统，当辐射超过一定水平时，系统音响和（或）灯光警告装置应发出警告信号。
- (6) 水冷系统、排臭氧风机与加速器高压联锁，系统故障触动加速器高压切断，防止误照事故的发生。
- (7) 治疗机房和控制室安装声像监控系统，监控治疗机房、及迷道内情况，防止误照射事故发生。
- (8) 控制台上仅有供授权人专用的钥匙，只有经过授权的医务人员才能使用钥匙开关开启控制台。
- (9) 加速器控制台设置复位确认按钮，联锁触动停机后须人工复位才能重启加速器。
- (10) 配备便携式 x-γ 辐射巡检仪，职业人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪，安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。个人剂量档案应当终身保存。
- (11) 治疗机房内安装火灾自动报警装置，配备灭火器材，火灾报警装置与通风联锁。设置必要的应急照明设备和紧急出口标志。

10.2 DSA

10.2.1 机房主体防护

本项目包含两间 DSA 机房，其中 DSA1 机房位于医养结合楼地上一层东侧中部，现有 DSA2 机房位于现有门诊楼地下一层介入手术室。两间 DSA 机房主体防护设计情况一览表如下表 10-2。

表 10-2 本项目 DSA 机房主体防护设计情况一览表

机房名称	DSA1 机房	DSA2 机房（已建成）
机房内部尺寸 （长×宽×高）	7.6m×6.6m×4.5m	8.0m×6.8m×4.0m
四周屏蔽墙厚度	37cm 实心砖（约等效于 3mmPb）	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料（约 等效于 5.5mmPb）
顶棚	25cm 混凝土（约等效于 3mmPb）	25cm 混凝土（约等效于 3mmPb）
地板	25cm 混凝土（约等效于 3mmPb）	土层
防护门	4mm 铅板	4mm 铅板
观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃
安全联锁	设计有门灯联锁	有门灯联锁

备注：①注：混凝土密度不小于 2.2t/m³，实心砖密度不小于 1.6t/m³，硫酸钡涂料密度不低于 2.7 t/m³。

②根据《辐射防护手册》第三分册（李德平、潘自强主编），P62，表 3-3-宽束情况下各种材料的近似铅当量厚度，37cm 实心砖折合铅当量 3mmPb，25cm 混凝土折合铅当量 3mmPb，5cm 硫酸钡涂料保守折合铅当量 2.5mmPb。

本项目两间 DSA 机房的四周屏蔽墙、顶棚、防护门及观察窗的防护能力均不小于 3mmPb，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入 X 射线设备机房有用线束及非有用线束方向的铅当量均不小于 2mmPb 的要求。

10.2.2 其他安全防护措施

（1）手术位配备床侧防护帘、悬挂铅屏风及铅帘等辅助防护设施。

（2）医院拟配备便携式 X-γ 辐射监测仪，并为 DSA 机房医生及病人配备相应的个人防护用品。

（3）为医护人员配备个人剂量卡及个人剂量报警仪、辐射防护用品等，安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。个人剂量档案

终生保存。

(4) 机房防护门设置电离辐射警告标志及中文警示说明，门前划出警戒区。

(5) 工作人员需参加辐射安全与防护培训，持证上岗。

(6) 将 DSA 机房内部划为控制区，周围临近区域如操作室、设备间、走廊等划为监督区，进行分区管理。

10.2.3 个人防护用品

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)的有关要求，X 射线设备现场应配备相应的个人防护用品和辅助防护用品，其数量应满足开展工作需要，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

医院拟为本单元各机房配备相应的个人防护用品和辅助防护设施，防护效果不小于 0.5mmPb，具体配置计划见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 机房个人防护用品和辅助防护设施配置计划一览表

机房名称	防护人员		标准要求	拟配备的防护用品
DSA 机房	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配:铅橡胶手套	铅围裙、铅颈套、铅帽、铅防护眼镜根据实际工作人员数量配置，至少每名工作人员 1 套
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配:移动铅防护屏风	每台 DSA 配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 件
	受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	每间机房：铅方巾、铅颈套、铅帽各 1 件，铅当量不低于 0.25mmPb；若涉及到儿童检查，还应配备儿童铅方巾、铅颈套、铅帽各 1 件。铅当量不低于 0.5mmPb。
		辅助防护设施	—	—
	陪检者	至少配备铅衣 1 件		每间机房配备铅衣 1 件

各 DSA 机房拟配备的防护用品数量及类型能够满足标准要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设期环境影响分析

本项目为射线装置利用项目，在机房建设和射线装置安装期间，不产生 X 射线，不对周围环境带来辐射影响，也无放射性废物产生。

11.2 运行期环境影响分析

11.2.1 技术参数及机房布局

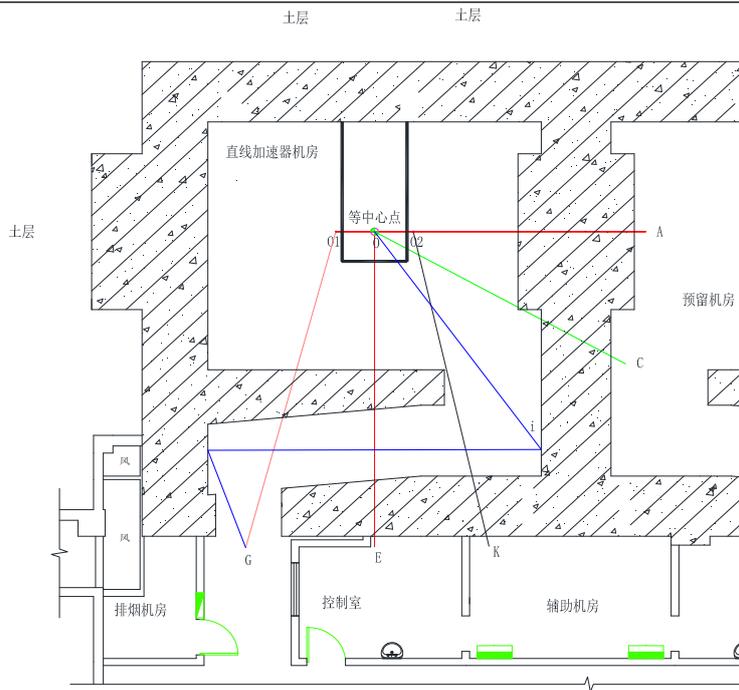
本项目医用直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，最大 X 线输出剂量率为 2400cGy/min。根据建设单位提供图纸，直线加速器机房有用线束可以照射到东墙、西墙及室顶主屏蔽区、地面，其余墙体受散射线、漏射线照射。机房迷路为“L”型迷路，位于治疗室南侧，有用线束不向迷路照射。机房北侧、西侧为土层，南侧为迷道，迷道南侧为控制室及辅助机房，东侧为预留机房。

11.2.2 辐射环境影响预测分析

本项目直线加速器机房所用混凝土密度均为 2.35g/cm^3 ，项目拟配备的加速器最大电子能量为 22MeV，其在混凝土中最大穿透厚度为 3.12cm，本项目加速器机房墙体厚度完全可以屏蔽 22MeV 电子，电子对加速器机房环境辐射影响可以忽略，且本项目医用直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，预测分析时不需要考虑中子辐射，故本次评价主要考虑 X 射线的屏蔽效果。

本次环评对医用直线加速器机房设计屏蔽效果的评价，引用《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) 中相应的计算模式及相关参数。

结合建设单位提供图纸，本项目加速器机房北侧、西侧均为土层，故选取东侧主屏蔽墙外 (A 点)、与东侧主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙外 (C 点)、顶棚主屏蔽墙外 (L 点)、与顶棚主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙外 (M1、M2 点)、迷路外墙外 (E、K 点)、铅门外 (G 点) 作为关注点，做出预测分析。本项目直线加速器机房各关注点及主要照射路径示意图见图 11-1 和图 11-2。



11-1 直线加速器机房关注点及其主要照射路径示意图

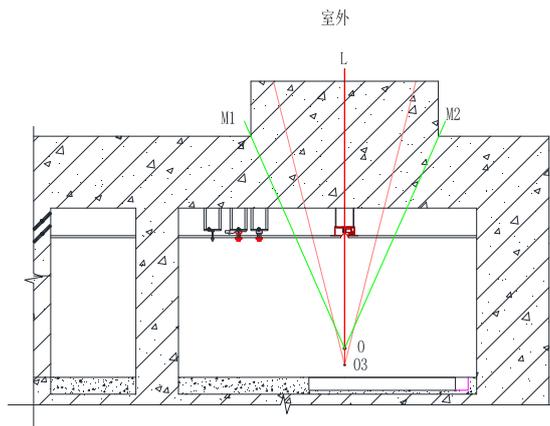


图 11-2 直线加速器机房房顶关注点及其主要照射路径示意图

1、加速器机房周围各关注点剂量率参考控制水平

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）中 4.2 中要求，治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 由放射治疗周工作负荷、导出剂量率参考控制水平及关注点位置的使用因子和居留因子确定。

单一有用线束在关注点的导出剂量率参考控制水平可按下式 11-1 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

H_c —周参考剂量控制水平，控制区取 100 μ Sv/周，非控制区取 5 μ Sv/周；

t—治疗装置周治疗照射时间，h；

U—有用线束向关注位置的方向照射使用因子；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子。

单一泄漏辐射在关注点的导出剂量率参考控制水平可按下式 11-2 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (N \cdot t \cdot T) \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

N—调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子，取 N=5；

其他同式 11-1。

复合辐射：与主屏蔽区相连的次屏蔽区，剂量率参考控制水平按照《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》中附录 A.2.2 中方式进行计算。

(1) 放射治疗周工作负荷

根据建设单位提供资料，本项目直线加速器机房建设运行后，每天约治疗 40 人，均为调强放射治疗，每周工作 5 天，每年工作 50 周，治疗时平均每人每次照射时间约 3min，周治疗照射时间约 10h，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》中附录 A.1.2，漏射周治疗照射时间取最大值 20h（取 N=5）。

(2) 使用因子（U）

旋转式加速器有用辐射朝向的墙和室顶 U=1/4，次屏蔽区的人体散射辐射 U=1/4，入口门处的墙体散射辐射及侧屏蔽区、次屏蔽区的泄漏辐射 U=1。

(3) 居留因子（T）

根据《放射治疗机房辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）中附表 A.1 对于不同场所的居留因子的描述，确定项目各关注点的居留因子如下表 11-2。

表 11-2 本项目加速器机房各关注点所受射线情况及外环境统计表

关注点	屏蔽体	主要所受射线类型	屏蔽区外环境	居留因子	周剂量参考控制水平
A 点	东墙主屏蔽墙	有用线束	预留机房	1/2	100 μ Sv/周
L 点	室顶主屏蔽墙	有用线束	室外顶棚	1/4	5 μ Sv/周
E 点	迷路内墙+迷路外墙	漏射线	控制室	1	5 μ Sv/周

K 点	迷路外墙	漏射线	辅助机房	1/5	5 μSv/周
C 点	东墙次屏蔽墙	漏射线、散射线	预留机房	1/2	100 μSv/周
M1 点	室顶次屏蔽墙	漏射线、散射线	室外顶棚	1/4	5 μSv/周
M2 点	室顶次屏蔽墙	漏射线、散射线	室外顶棚	1/4	5 μSv/周
G 点	铅门	散射线	门前走廊	1/8	5 μSv/周

由放射治疗周工作负荷及各关注点使用因子及居留因子确定治疗机房墙和入口门外关注点周围导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ，与最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ 相比取较小者作为关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 。周围导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 计算结果及最终确定的 \dot{H}_c 取值见表 11-3。

表 11-3 各关注点周围剂量当量率参考控制水平 (μSv/h)

关注点	导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 【1】 (μSv/h)		最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ 【2】 (μSv/h)	剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c (μSv/h)
A 点	80.00		2.5	2.5
L 点	8.00		2.5	2.5
E 点	0.25		0.5	0.25
K 点	1.25		2.5	1.25
C 点	漏射 0.37	1.62	2.5	1.62
	散射 1.25			
M1 点	漏射 0.43	1.68	2.5	1.68
	散射 1.25			
M2 点	漏射 0.43	1.68	2.5	1.68
	散射 1.25			
G 点	/		2.5	2.5

注：【1】防护门外 g 处受患者散射经迷道墙体的二次散射及加速器泄漏辐射，无导出剂量率计算方法，故直接参考最高剂量率参考控制水平作为 \dot{H}_c ；

【2】由《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)中 6.1.3，在加速器迷宫门处、机房墙外 30cm 处 $\dot{H}_{c,max}$ 取 2.5μSv/h；控制室 $\dot{H}_{c,max}$ 参考医院管理目标值取 0.5μSv/h。

2、机房各屏蔽墙体厚度理论核算

本项目加速器机房有用线束不向迷路照射，有用线束直接照射东墙及西墙，加速器治疗室北侧及西侧均为土层，本评价进行墙体厚度理论核算时，根据关注点涉及的屏蔽体进行，主要核算东墙主屏蔽墙及次屏蔽墙、室顶主屏蔽墙及次屏

蔽墙、迷路内墙、迷路外墙的理论厚度。可采用 GBZ/201.2-2011 中的相关公式进行估算。

(1) 东墙及室顶主屏蔽墙厚度理论核算

根据 GBZ/201.2-2011，屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按照式 11-3 计算，再按照式 11-4 估算所需要的有效屏蔽厚度 X_e (cm)，最后按照式 11-5 获得所需屏蔽墙体的厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots(11-3)$$

$$X_e = TVL \bullet \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots(11-4)$$

$$X = X_e \bullet \cos \theta \dots\dots\dots(11-5)$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；（由表 11-3 确定）

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目为 $1.44 \times 10^9 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f—对有用线束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率，取 0.001；

θ —斜射角，入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角，取 0° ；

TVL—辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度，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）中附录 B，本项目 10MV 有用束在普通混凝土中 TVL 为 37cm，泄漏辐射在普通混凝土中 TVL 为 31cm， 30° 散射辐射在普通混凝土中 TVL 为 28cm；

TVL1—辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度，本项目 10MV 有用束在普通混凝土中 TVL1 为 41cm，泄漏辐射在普通混凝土中 TVL1 为 35cm， 30° 散射辐射在普通混凝土中 TVL1=TVL 为 28cm。

本项目直线加速器机房东墙及室顶主屏蔽墙厚度核算见下表 11-4。

表 11-4 本项目直线加速器机房东墙及室顶主屏蔽墙厚度核算一览表

屏蔽墙	涉及关注点	射线类型	R (m)	剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	理论计算混凝土厚度 X (mm)	设计混凝土厚度 X (mm)	是否满足屏蔽要求
东墙主屏蔽墙	A	主射	7.0	2.5	2656.0	3000	满足
室顶主屏蔽墙	L	主射	6.0	2.5	2705.5	3000	满足

注：本项目加速器机房混凝土密度取 2.35g/cm^3 。

(2) 东墙及室顶次屏蔽墙厚度核算

东墙及室顶次屏蔽墙应考虑患者散射与加速器泄漏辐射，泄漏辐射按式 11-3、11-4、11-5 及表 11-3 中剂量率参考控制水平进行估算；患者散射的屏蔽透射因子 B 按照式 11-6 计算，然后按式 11-4 估算有效屏蔽厚度 X_e ，再按式 11-5 转换为屏蔽厚度 X。选取两者厚度较大者作为估算结果。

$$B = \frac{\dot{H}_c \times R_s^2}{\dot{H}_0 \times \alpha_{ph} \times (F / 400)} \dots\dots\dots(11-6)$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；（由表 11-3 确定）

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目为 $1.44 \times 10^9 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

α_{ph} —患者 400cm^2 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 400cm^2 面积上的散射因子；10MV 电子加速器患者散射角为 30° 时的散射因子为 3.18×10^{-3} ；

R_s —患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 ，本项目为 1600cm^2 ；

直线加速器机房次屏蔽区厚度核算见下表 11-5。

表 11-5 直线加速器机房次屏蔽墙厚度核算一览表

屏蔽墙	涉及关注点	射线类型	R (m)	剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	理论计算混凝土厚度 X (mm)	设计混凝土厚度 X (mm)	是否满足屏蔽要求
东墙次屏蔽墙	C	漏射	8.4	0.37	1509.9	1800	满足
		散射	7.5	1.25	1313.2		

室顶次 屏蔽墙	M1	漏射	6.2	0.43	1367.1	1700	满足
		散射	5.8	1.25	1367.4		
	M2	漏射	6.2	0.43	1367.1	1700	满足
		散射	5.8	1.25	1367.4		

注：本项目加速器机房混凝土密度取 2.35g/cm³；复合辐射取理论计算屏蔽厚度较厚者与实际厚度进行比较。

(3) 迷路外墙厚度核算 (K 点)

本项目直线加速器机房有用线束不向迷路照射，迷路外墙厚度核算主要考虑加速器泄露辐射。由表 11-3 可知射线穿过迷路外墙在 K 点的剂量率控制水平为 1.25μSv/h，本次核算考虑 O₂-K 处的泄露辐射，O₂ 点的泄漏辐射至迷路外墙 K 的斜射角小于 30°，以垂直入射保守计算。取泄漏辐射因子 f=0.001，O₂ 至 K 点的距离约为 9.1m，按式 11-3 计算屏蔽透射因子 B=7.2×10⁻⁵。

查 GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.1，10MV 能量直线加速器 90°泄漏辐射在混凝土中的 TVL₁=35cm，TVL=31cm，按照式 11-4、11-5 计算屏蔽厚度 X=1324.4mm。本项目迷路外墙在 K 点处的设计厚度为 1700mm，满足要求。

(4) 迷路内墙屏蔽厚度核算

根据 GBZ/T201.2-2011 中 4.3.2.5.2，当有用线束不向迷路照射时，应核算穿过加速器的泄漏辐射经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 G 的辐射剂量率，此项值应为 G 处的参考控制水平的一个分数（一般小于 1/4），若此辐射剂量值较高，应增加迷路内墙的屏蔽厚度。核算过程及结果如下：

泄漏辐射剂量率 \dot{H}_{O_2G} 根据下式 11-7、11-8、11-9 计算。

$$X_e = X \cdot \sec \theta \quad \dots\dots\dots (11-7)$$

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \quad \dots\dots\dots (11-8)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \quad \dots\dots\dots (11-9)$$

式中：

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，本项目取 1.44×10⁹μSv·m²/h；

\dot{H} —在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率（μSv/h）；

f—对有用束为 1；对泄漏辐射取 0.1%；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，9.2m；

B—屏蔽透射因子；

Xe—有效屏蔽厚度，m；

X—屏蔽物质厚度，1.0m-1.54m，取中间值 1.27m；

θ—斜射角，入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角，取 0°；

TVL1—第一个什值层厚度，35cm；

TVL—平衡时的什值层厚度，31cm。

根据上述公式求得 $\dot{H}_{o,G}$ 为 0.45μSv/h，G 处的剂量率控制水平为 2.5μSv/h， $\dot{H}_{o,G}$ 小于其 1/4，故不需增加迷路内墙厚度。

(5) 机房防护门屏蔽厚度核算

有用线束不向迷路内墙照射时，迷路入口处的辐射主要来自：①泄漏辐射（O1-G），②人体受有用线束照射时，散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 处的辐射，散射路径为“O1-O-i-G”。

① 泄漏辐射

根据迷路内墙核算情况已知，本项目迷路入口 G 点所受加速器泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_{o,G}$ 为 0.45μSv/h。

② 散射辐射

入口处的散射辐射剂量率 \dot{H}_{oG} 可按式 11-10 进行计算。

$$\dot{H}_{oG} = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F / 400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \dots\dots\dots (11-10)$$

式中：

\dot{H}_{oG} —迷路入口处的散射辐射剂量率（μSv/h）；

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，本项目取 $1.44 \times 10^9 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

α_{ph} —患者 400cm² 面积上的散射因子（见附录 B 表 B.2），通常取 45° 散射角的值，10MV 的散射因子，即 α_{ph} 为 1.35×10^{-3} ；

R1—“o-i”的距离，7.5m；

R2—“i-G”的距离，11.5m；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，1600cm²；

α_2 —砼墙入射的患者散射辐射的散射因子（能量见附录 B 表 B.3），通常取入射角为 45°，散射角为 0°， α_2 值见附录 B 表 B.6。通常取其 0.5MeV 栏内的值，为 $\alpha_2=22.0\times 10^{-3}$ ；

A—i 处的散射面积，8.0m²。

经计算，迷路散射辐射在 G 处的剂量率 \dot{H}_{OG} 为 184.0 μ Sv/h。

G 处的散射辐射能量约为 0.2MeV，防护门需要的屏蔽透射因子 B 按下式 11-11 计算。

$$B = \frac{\dot{H}_c - \dot{H}_{OG}}{\dot{H}_{OG}} \dots\dots\dots (11-11)$$

式中：

\dot{H}_c —机房入口关注点 G 处的剂量率控制水平，2.5 μ Sv/h；

\dot{H}_{OG} —穿过迷路内墙的泄漏辐射在 G 处的剂量率，为 0.45 μ Sv/h；

\dot{H}_{OG} —患者散射辐射剂量率，为 184.0 μ Sv/h。

计算得屏蔽透射因子 B 为 0.011。入口处散射辐射能量约为 0.2MeV，铅的 TVL 为 5mm，相应 B=0.011 的铅厚度 X=9.8mm，本项目尚无防护门设计方案，考虑 2 倍的安全系数，则要求建设单位进行防护门设计时铅当量厚度不低于 19.6mmPb。

3、主屏蔽墙投影区宽度计算

主屏蔽墙投影区宽度计算主屏蔽区墙投影区宽度计算分为两种情况：主屏蔽区向机房内凸的情况按下式 11-12 计算；主屏蔽区向机房外凸的情况按下式 11-13 计算。

$$Y=(100+a+X_2)\text{tg}14^\circ+30\dots\dots\dots(11-12)$$

$$Y=(100+a+X_1+X_2)\text{tg}14^\circ+30\dots\dots\dots(11-13)$$

式中：

Y—机房有用束主屏蔽区半宽度，cm；

a—等中心点至主屏蔽墙内表面的距离，cm；

X₁—一次屏蔽区厚度，cm；

X₂—主屏蔽区加厚带厚度，cm

主屏蔽墙投影区宽度计算结果见下表 11-6。

表 11-6 主屏蔽区投影区宽度计算参数及结果

主屏蔽墙		a(cm)	X1(cm)	X2(cm)	计算半宽度 Y(cm)	设计半宽度(cm)	是否满足要求
东墙主屏蔽墙	内凸	370	180	60	162.1	220	满足
	外凸	430	180	60	222.0	220	不满足
室顶主屏蔽墙	外凸	270	170	130	197.0	220	满足

由上表可知，本项目室顶主屏蔽墙半宽度设计情况能够满足要求。东墙主屏蔽墙半宽度理论计算值比设计值多 2cm，不能满足要求，本评价建议东墙主屏蔽墙两侧各增加至少 2cm 的宽度。

4、各关注点辐射剂量率预测分析

(1) 东侧主屏蔽墙及室顶主屏蔽墙外 (A、L 点)

东侧主屏蔽墙外 (A 点)、室顶主屏蔽墙外 (L 点) 的辐射剂量率 \dot{H} 可利用 11-7、11-8、11-9 进行计算。计算参数及结果见下表 11-7。

表 11-7 有用线束辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_0	X	TVL1	TVL	f	R	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	m	m	m	/	m	$\mu\text{Sv}/\text{h}$
关注点 A	1.44×10^9	3.0	0.41	0.37	1	7.0	0.29
关注点 L	1.44×10^9	3.0	0.41	0.37	1	6.0	0.40

(2) 与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙 (C、M1、M2 点)

初级辐射束不直接到达次屏蔽墙，屏蔽计算考虑加速器的泄漏辐射和来自患者体表的散射辐射。

① 患者体表的散射辐射

根据式 11-7 及式 11-8 求出屏蔽透射因子 B 后利用下式对患者体表的散射辐射进行屏蔽计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots (11-14)$$

式中：

\dot{H} —屏蔽体外关注点的剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

α_{ph} —患者 400cm^2 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 400cm^2 面积上的散射因子；10MV 电子加速器患者散射角为 30° 时的散射因子为 3.18×10^{-3} ；

R_s —患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 。

计算参数及结果见下表 11-8。

表 11-8 患者体表散射辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_0	X	TVL	α_{ph}	F	R_s	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	m	m	/	cm^2	m	$\mu\text{Sv/h}$
关注点 C	1.44×10^9	1.8	0.28	3.18×10^{-3}	1600	7.5	1.3×10^{-2}
关注点 M1	1.44×10^9	1.7	0.28	3.18×10^{-3}	1600	5.8	5.7×10^{-2}
关注点 M2	1.44×10^9	1.7	0.28	3.18×10^{-3}	1600	5.8	5.7×10^{-2}

② 泄漏辐射

泄漏辐射剂量率一般按初级辐射束的 0.1% 计，可利用公式 11-7、11-8、11-9 对与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙泄漏辐射进行屏蔽计算。与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙泄漏辐射计算参数及结果见下表 11-9。

表 11-9 泄漏辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_0	X	TVL1	TVL	f	R	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	m	m	m	/	m	$\mu\text{Sv/h}$
关注点 C	1.44×10^9	1.8	0.35	0.31	0.001	8.4	5.8×10^{-3}
关注点 M1	1.44×10^9	1.7	0.35	0.31	0.001	6.2	2.5×10^{-2}
关注点 M2	1.44×10^9	1.7	0.35	0.31	0.001	6.2	2.5×10^{-2}

(2) 迷路外墙（E、K 点）

迷路外墙 E、K 点按加速器泄漏辐射进行估算，泄漏辐射剂量率一般按初级辐射束的 0.1% 计，可利用公式（11-7、11-8、11-9）进行屏蔽计算。计算参数及

结果见下表 11-10。

表 11-10 侧屏蔽墙泄漏辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_0	X	TVL1	TVL	f	R	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	m	m	m	/	m	$\mu\text{Sv}/\text{h}$
关注点 E	1.44×10^9	2.3	0.35	0.31	0.001	8.9	9.3×10^{-4}
关注点 K	1.44×10^9	1.7	0.35	0.31	0.001	9.1	7.7×10^{-2}

注：关注点 E 处的屏蔽厚度选取迷路内墙及迷路外墙的最薄处相加值。

(3) 加速器机房防护门外剂量率

本项目暂未进行防护门设计，本报告经计算要求防护门铅当量厚度不低于

19.6mmPb，加速器机房防护门外剂量率 \dot{H} 按式 11-15 计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_{OG} \cdot 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{OIG} \dots\dots\dots (11-15)$$

式中：

\dot{H}_{OIG} —穿过迷路内墙的泄漏辐射在 G 处的剂量率，为 $0.45\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

\dot{H}_{OG} —患者散射辐射剂量率，为 $184.0\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

TVL—X 射线在铅中的什值层厚度，0.5cm；

X—铅门厚度，cm；

在医院按照本报告要求进行建设的情况下，防护门外剂量率计算结果如下表 11-11。

表 11-11 防护门外剂量率计算参数及计算结果

参数名称	\dot{H}_{OG}	\dot{H}_{OIG}	X	TVL	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\mu\text{Sv}/\text{h}$	cm	cm	$\mu\text{Sv}/\text{h}$
防护门外 g 点	184.0	0.45	1.96	0.5	0.47

4、屏蔽计算结果汇总

本项目屏蔽计算结果汇总表详见表 11-12。

表 11-12 屏蔽计算结果汇总表

关注点	屏蔽墙体	理论厚度	设计厚度	理论计算 辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量当量 率参考控 制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)
A 点	东墙主屏蔽墙	2656.0mm 厚混凝土	3000mm 厚混凝土	0.29	2.5
L 点	室顶主屏蔽墙	2705.5mm 厚混凝土	3000mm 厚混凝土	0.40	2.5
E 点	迷路内墙+迷 路外墙	/	2300mm 厚混凝土	9.3×10^{-4}	0.25
K 点	迷路外墙	1324.4mm 厚混凝土	1700mm 厚混凝土	7.7×10^{-2}	1.00
C 点	东墙次屏蔽墙	1509.9mm 厚混凝土	1800mm 厚混凝土	1.9×10^{-2}	1.62
M1 点	室顶次屏蔽墙	1367.4mm 厚混凝土	1700mm 厚混凝土	9.2×10^{-2}	0.35
M2 点	室顶次屏蔽墙	1367.4mm 厚混凝土	1700mm 厚混凝土	9.2×10^{-2}	0.35
G 点	铅门	19.6mm 厚铅	未设计	0.47	2.5

注：混凝土密度约 2.35g/cm^3 ；铅密度约为 11.3g/cm^3 。

综上所述，经预测分析，本项目直线加速器机房各屏蔽体（主屏蔽区、次屏蔽区、侧屏蔽墙、迷路内墙、迷路外墙）的设计屏蔽厚度能够满足理论计算所需厚度要求。在此屏蔽下，能够使直线加速器机房外各关注点周围剂量当量率满足本报告规定的参考控制水平。同时满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）中规定的加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量限值要求。加速器防护门按照不低于本报告提出的厚度设计后，也能满足上述要求。

但本项目东墙主屏蔽墙半宽度理论计算值比设计值多 2cm，不能满足要求，本评价建议东墙主屏蔽墙两侧各增加至少 2cm 的宽度。

11.2.3 人员剂量预测分析

根据建设单位提供资料，本项目直线加速器机房建设运行后，每天约治疗 40 人，每周工作 5 天，平均每名患者治疗出束时间约 3min，周治疗照射时间约 10h。按每年工作 50 周进行计算，本项目直线加速器年出束时间约 500h。

按照联合国原子辐射效应联合委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，项目致人员辐射剂量可按照下式 11-16 计算。

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-16)$$

式中：

H—辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

\dot{H} —预测关注点剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t—年工作时间，h；

T—居留因子；

1.0—剂量转换因子，Sv/Gy。

直线加速器机房外关注点辐射剂量所致人员剂量计算结果见下表 11-13。

表 11-13 直线加速器机房外关注点辐射剂量所致人员剂量

关注人群	点位	预测关注点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子/T	年工作时间/t (h)	年剂量 (mSv/a)
职业人员	A 点 (东侧预留机房)	0.29	1/2	500	7.3×10^{-2}
	C 点 (东侧预留机房)	1.9×10^{-2}	1/2	500	4.8×10^{-3}
	E 点 (控制室)	9.3×10^{-4}	1	500	4.7×10^{-4}
公众人员	L 点 (室外顶棚)	0.40	1/4	500	5.0×10^{-2}
	K 点 (辅助机房)	7.7×10^{-2}	1/4	500	9.6×10^{-3}
	M1 点 (室外顶棚)	9.2×10^{-2}	1/4	500	1.2×10^{-2}
	M2 点 (室外顶棚)	9.2×10^{-2}	1/4	500	1.2×10^{-2}
	G 点 (门前走廊)	0.47	1/8	500	2.9×10^{-2}

根据表 11-13，按照机房的防护情况，项目运行后直线加速器机房所致工作人员年剂量最大值为 $7.3 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，公众人员年剂量最大值为 $5.0 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足年剂量约束限值要求（职业人员 5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a）。

11.2.4 臭氧对环境的影响

医用直线加速器在开机运行时，高能电子线与空气相互作用会产生少量的有害气体，主要是臭氧和氮氧化物。其中臭氧的毒性最大，产额最高，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，且危害较臭氧小，因此，本次评价仅对臭氧进行预测评价。

1、通风设施

直线加速器机房通风系统采用“上进风，下排风”设计，防护门上方预留

“Z”型孔洞，进风管道与排风管道均穿过预留孔洞，连接至机房内部，进风口连接至机房顶棚的西南角和西北角，每个进风口设置1个风量为1000m³/h的风机（共2000m³/h）；排风口连接至东墙南北两侧，下沿距地面0.15m，每个排风口设置1个风量为1000m³/h（共2000m³/h）的风机，且在排风口处拟设置钢丝网防鼠笼子。能够满足加速器机房通风要求，使机房内产生的臭氧及氮氧化物及时排出。

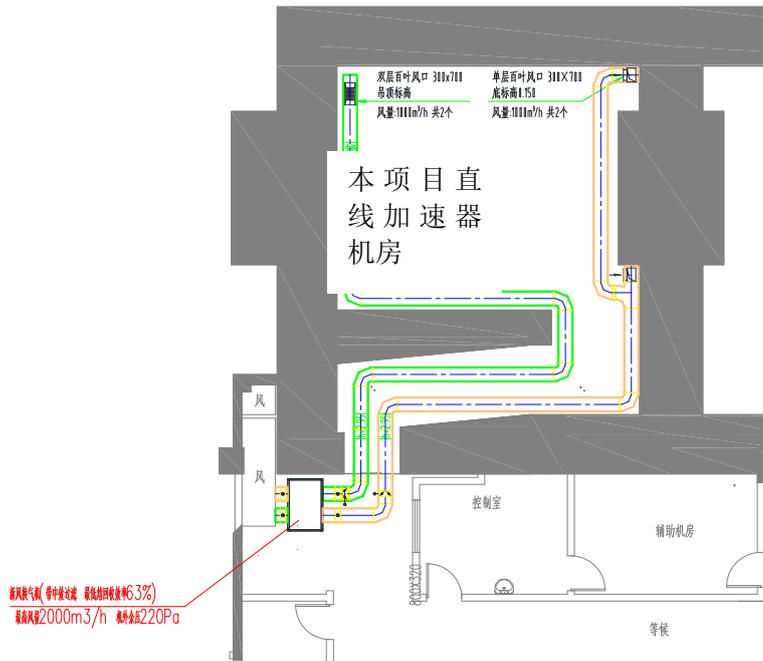


图 11-3 加速器机房进、出风管道示意图

2、臭氧产生量核算

加速器 X 射线和电子线是扩展辐射束，依 IAEA188 《电子直线加速器工作的辐射安全问题》和《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志 Vol14, 2, P101, 1994），加速器辐射所致 O₃ 产额估算方法如下：

1、有用束所致 O₃ 产额

$$P = 2.43 \dot{D}_0 (1 - \cos \theta) R G \dots\dots\dots (11-17)$$

式中：

P—臭氧产率，mg/h；

\dot{D}_0 —有用束在距离源点 1m 处的剂量率，Gy · m² /min，本项目取值为 24；

θ—有用线束半张角，本项目为 14° ；

R—靶到屏蔽物的距离（m），本项目至主屏蔽墙最远为 4.3m；

G—为空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数，此处取 6；

2、泄漏辐射所致 O₃ 产额

将泄漏辐射看成 4π 方向均匀分布的点源（包括有用线束限定的空间区）。并考虑机房墙壁的散射线使治疗室内的 O₃ 产额增加 10%，O₃ 产额为：

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \dot{D}_0 GV^{1/3} \dots\dots\dots (11-18)$$

式中：

V—加速器治疗室内空间体积，207.36m³；

其他同式 11-17。

计算得出有用束及泄漏辐射 O₃ 产额共 47.5mg/h。

如照射时间足够长，浓度均匀，则室内附加的臭氧平衡浓度由下式估算：

$$C = P \times T / V \dots\dots\dots (11-19)$$

式中：C 为加速器治疗室内臭氧浓度，mg/m³；

T 为臭氧有效清除时间，h；

V 为加速器治疗室内空间体积，本项目为 207.36m³；

$$T = tv \times ta / (tv + ta) \dots\dots\dots (11-20)$$

式中：

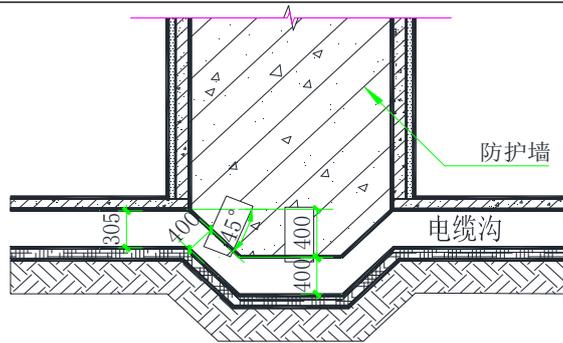
tv 为每次换气时间，h；本项目机房风机排风量约为 2000m³/h（连续通风），风机换气次数为每小时换气 9.6 次（机房净空体积为 207.36m³），每次换气时间约 0.1h；

ta 为臭氧分解时间，h；此处取为 0.83h；

经计算：室内臭氧的平衡浓度为 2.0×10⁻²mg/m³，室内臭氧浓度满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值≤0.16mg/m³ 的标准限值，本项目产生的臭氧通过通风管道引至室外排放。采取以上措施后，本项目直线加速器运行时所产生的臭氧对机房周围的大气环境影响较小。

11.2.5 管线布置设计评价

本项目机房内的电缆沟以“U”型地沟形式穿出机房，且电缆沟的坑道两侧均用混凝土填充，拟对穿墙管线采取增加铅皮包裹的方式进行屏蔽补偿，能有效控制管线孔的辐射泄漏，符合要求。



11-4 直线加速器机房电缆沟穿线示意图

11.3 DSA 环境影响分析

本项目包含两间 DSA 机房，其中 DSA1 机房位于医养结合楼地上一层东侧中部，现有 DSA2 机房位于现有门诊楼地下一层介入手术室。

本次预测点位选取如下：

DSA1 机房：医生手术位、控制室操作位、各防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、楼上距地板高 1.0m 处及楼下距地板高 1.7m 处。

DSA2 机房：医生手术位、控制室操作位、各防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、楼上距地板高 1.0m 处。

介入手术过程中，机头有用射线直接照射人体，不会直接照射到医生手术位、机房的墙壁、顶棚、防护门及铅玻璃窗，故各预测点仅受到泄漏辐射和病人体表散射照射影响，同时，采集模式下，医生不在手术室内停留，故机房内医生手术位的剂量估算只考虑透视模式。

11.3.1 理论剂量率估算依据

血管造影机具有自动调强功能，可根据患者条件差异，自动调节曝光参数和出束剂量，另外，为了延长使用寿命，防止射线球管损坏，在实际运行过程中，通常不会采用最大管电压和管电流运行，根据同类射线装置运行经验，一般情况下，透视工况为 60-100kV、5-10mA，采集工况为 60-110kV、300-500mA。根据设备技术资料，保守取距靶点 1m 处的最大剂量率为：透视时 $6.0 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ ；采集时 $3.0 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ 。（由李德平、潘自强主编，辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽[M]北京：原子能出版社，1987；P233、P236 推算得出）。

一、泄漏辐射附加剂量率

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算。利用点源辐射进行计算，各预测点位泄漏辐射附加剂量率可用下式 11-21、11-22 进行计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-21)$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (11-22)$$

式中：

H—各预测点位的泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f—泄漏射线比率，0.1%；

H0—距靶点 1m 处的最大剂量率；

B——屏蔽透射因子；

R—靶点距关注点的距离，m；

X——屏蔽材料铅当量厚度，1mmPb；

α、β、γ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关三个拟合参数，根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）附录 D 中可查得。

二、病人体表散射附加剂量率

对于病人体表的散射附加剂量率可按下式 11-23（引用李德平、潘自强主编，辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽[M]北京：原子能出版社，1987:P437）与上式 11-22 进行预测估算：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot s \cdot B}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-23)$$

式中：

Hs——各预测点位散射剂量率，μGy/h；

H0——距离靶 1 米处的病人处剂量率；

α——患者对 X 射线的散射比；

S——散射面积，取 400cm²；

d0——源与病人的距离，取 0.5m；

ds——病人与预测点的距离，m。

11.3.2 各关注点辐射剂量率估算

11.3.2.1 DSA1 机房外各关注点辐射剂量率估算

DSA1 机房外各关注点泄漏辐射剂量率计算参数及结果如下表 11-14、11-15。

表 11-14 DSA1 机房外各关注点泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	X	α	β	γ	B
第一手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	1.757	5.177	0.3156	7.5×10^{-2}
第二手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	1.757	5.177	0.3156	7.5×10^{-2}
控制室操作位	4mmPb 铅玻璃	4mmPb	1.757	5.177	0.3156	1.5×10^{-5}
铅防护门外 30cm 处	4mm 铅板	4mmPb	1.757	5.177	0.3156	1.5×10^{-5}
四周防护墙外 30cm 处	37cm 实心砖	3mmPb	1.757	5.177	0.3156	1.1×10^{-4}
楼下房间距地板高 1.7m 处	25cm 混凝土	3mmPb	1.757	5.177	0.3156	1.1×10^{-4}
楼上房间距地板高 1.0m 处	25cm 混凝土	3mmPb	1.757	5.177	0.3156	1.1×10^{-4}

表 11-15 DSA1 机房外各关注点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

模式	预测点位	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	B	f	R (m)	H ($\mu\text{Gy/h}$)
透 视	第一手术位	5.1×10^5	7.5×10^{-2}	0.001	0.5	153.8
	第二手术位		7.5×10^{-2}		1.0	38.5
	控制室操作位		1.5×10^{-5}		3.8	5.3×10^{-4}
	铅防护门外 30cm 处		1.5×10^{-5}		3.3	7.0×10^{-4}
	四周防护墙外 30cm 处		1.1×10^{-4}		3.3	5.0×10^{-3}
	楼下房间距地板高 1.7m 处		1.1×10^{-4}		3.6	4.2×10^{-3}
	楼上房间距地板高 1.0m 处		1.1×10^{-4}		4.8	2.4×10^{-3}
采 集	控制室操作位	3.0×10^7	1.5×10^{-5}	0.001	3.8	3.1×10^{-2}
	铅防护门外 30cm 处		1.5×10^{-5}		3.3	4.1×10^{-2}
	四周防护墙外 30cm 处		1.1×10^{-4}		3.3	3.0×10^{-1}
	楼下房间距地板高 1.7m 处		1.1×10^{-4}		3.6	2.5×10^{-1}
	楼上房间距地板高 1.0m 处		1.1×10^{-4}		4.8	1.4×10^{-1}

备注：根据医院提供图纸，各关注点位与靶点距离 R 均保守取最近距离。

DSA1 机房外各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果如下表 11-16、11-17。

表 11-16 DSA1 机房外各关注点散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	X	α	β	γ	B
第一手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	1.791	5.478	0.5678	1.0×10^{-1}
第二手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	1.791	5.478	0.5678	1.0×10^{-1}
控制室操作位	4mmPb 铅玻璃	4mmPb	1.791	5.478	0.5678	6.7×10^{-5}
铅防护门外 30cm 处	4mm 铅板	4mmPb	1.791	5.478	0.5678	6.7×10^{-5}
四周防护墙外 30cm 处	37cm 实心砖	3mmPb	1.791	5.478	0.5678	4.2×10^{-4}
楼下房间距地板高 1.7m 处	25cm 混凝土	3mmPb	1.791	5.478	0.5678	4.2×10^{-4}
楼上房间距地板高 1.0m 处	25cm 混凝土	3mmPb	1.791	5.478	0.5678	4.2×10^{-4}

表 11-17 DSA1 机房外各关注点的散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	预测点位	H0 ($\mu\text{Gy/h}$)	B	α	S (m^2)	d0 (m)	ds (m)	Hs ($\mu\text{Gy/h}$)
透 视	第一手术位	5.1×10^5	1.0×10^{-1}	0.0016	0.04	0.5	0.5	52.4
	第二手术位		1.0×10^{-1}				1.0	13.1
	控制室操作位		6.7×10^{-5}				3.8	6.1×10^{-4}
	铅防护门外 30cm 处		6.7×10^{-5}				3.3	8.1×10^{-4}
	四周防护墙外 30cm 处		4.2×10^{-4}	3.3			5.0×10^{-3}	
	楼下房间距地板高 1.7m 处		4.2×10^{-4}	0.0026			3.6	6.9×10^{-3}
	楼上房间距地板高 1.0m 处		4.2×10^{-4}	0.0020			4.8	3.9×10^{-3}

采集	控制室操作位	3.0×10 ⁷	6.7×10 ⁻⁵	0.0016	0.04	0.5	3.8	3.6×10 ⁻²
	铅防护门外 30cm 处		6.7×10 ⁻⁵				3.3	4.7×10 ⁻²
	四周防护墙外 30cm 处		4.2×10 ⁻⁴	0.0026			3.3	3.0×10 ⁻¹
	楼下房间距地 板高 1.7m 处		4.2×10 ⁻⁴	0.0020			3.6	4.0×10 ⁻¹
	楼上房间距地 板高 1.0m 处		4.2×10 ⁻⁴	0.0020			4.8	2.3×10 ⁻¹

综上，DSA1 各关注点总的附加剂量率如下表 11-18。

表 11-18 DSA1 机房外各关注点的总附加辐射剂量率计算参数及结果

模式	预测点位	泄漏辐射剂量率 (μGy/h)	散射辐射剂量率 (μGy/h)	总的附加剂量率 (μGy/h)
透视	第一手术位	153.8	52.4	206.2
	第二手术位	38.5	13.1	51.6
	控制室操作位	5.3×10 ⁻⁴	6.1×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻³
	铅防护门外 30cm 处	7.0×10 ⁻⁴	8.1×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻³
	四周防护墙外 30cm 处	5.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻²
	楼下房间距地板高 1.7m 处	4.2×10 ⁻³	6.9×10 ⁻³	1.1×10 ⁻²
	楼上房间距地板高 1.0m 处	2.4×10 ⁻³	3.9×10 ⁻³	6.3×10 ⁻³
采集	控制室操作位	3.1×10 ⁻²	3.6×10 ⁻²	6.7×10 ⁻²
	铅防护门外 30cm 处	4.1×10 ⁻²	4.7×10 ⁻²	8.8×10 ⁻²
	四周防护墙外 30cm 处	3.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻¹	6.0×10 ⁻¹
	楼下房间距地板高 1.7m 处	2.5×10 ⁻¹	4.0×10 ⁻¹	6.5×10 ⁻¹
	楼上房间距地板高 1.0m 处	1.4×10 ⁻¹	2.3×10 ⁻¹	3.7×10 ⁻¹

由上可知，DSA1 机房经本报告中所述辐射防护设计情况屏蔽后，医生手术位总附加剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入放射学设备在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400μGy/h 的要求。其他关注点位辐射剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5μGy/h 的要求。

11.3.2.2 DSA2 机房外各关注点辐射剂量率估算

DSA2 机房外各关注点泄漏辐射剂量率计算参数及结果如下表 11-19、11-20。

表 11-19 DSA2 机房外各关注点泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	X	α	β	γ	B
第一手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	2.219	7.932	0.5386	5.6×10^{-2}
第二手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	2.219	7.932	0.5386	5.6×10^{-2}
控制室操作位	4mmPb 铅玻璃	4mmPb	2.219	7.932	0.5386	8.4×10^{-6}
铅防护门外 30cm 处	4mm 铅板	4mmPb	2.219	7.932	0.5386	8.4×10^{-6}
四周防护墙外 30cm 处	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	5.5mmPb	2.219	7.932	0.5386	3.0×10^{-7}
楼上房间距地板高 1.0m 处	25cm 混凝土	3mmPb	2.219	7.932	0.5386	8.0×10^{-5}

表 11-20 DSA2 机房外各关注点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

模式	预测点位	H0 ($\mu\text{Gy/h}$)	B	f	R (m)	H ($\mu\text{Gy/h}$)
透 视	第一手术位	5.1×10^5	5.6×10^{-2}	0.001	0.5	113.5
	第二手术位		5.6×10^{-2}		1.0	28.4
	控制室操作位		8.4×10^{-6}		3.4	3.7×10^{-4}
	铅防护门外 30cm 处		8.4×10^{-6}		3.4	3.7×10^{-4}
	四周防护墙外 30cm 处		3.0×10^{-7}		3.4	1.3×10^{-5}
	楼上房间距地板高 1.0m 处		8.0×10^{-5}		4.3	2.2×10^{-3}
采 集	控制室操作位	3.0×10^7	8.4×10^{-6}	0.001	3.4	2.2×10^{-2}
	铅防护门外 30cm 处		8.4×10^{-6}		3.4	2.2×10^{-2}
	四周防护墙外 30cm 处		3.0×10^{-7}		3.4	7.7×10^{-4}
	楼上房间距地板高 1.0m 处		8.0×10^{-5}		4.3	1.3×10^{-1}

备注：根据医院提供图纸，各关注点位与靶点距离 R 均保守取最近距离。

DSA2 机房外各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果如下表 11-21、11-22。

表 11-21 DSA2 机房外各关注点散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	X	α	β	γ	B
第一手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	7.4×10^{-2}
第二手术位	0.5mmPb 铅帘	0.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	7.4×10^{-2}
控制室操作位	4mmPb 铅玻璃	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.7×10^{-5}
铅防护门外 30cm 处	4mm 铅板	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.7×10^{-5}
四周防护墙外 30cm 处	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	5.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.8×10^{-7}
楼上房间距地板高 1.0m 处	25cm 混凝土	3mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.6×10^{-4}

表 11-22 DSA2 机房外各关注点的散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	预测点位	H0 ($\mu\text{Gy/h}$)	B	α	S (m^2)	d0 (m)	ds (m)	Hs ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	第一手术位	5.1×10^5	7.4×10^{-2}	0.0016	0.04	0.5	0.5	38.5
	第二手术位		7.4×10^{-2}				1.0	9.6
	控制室操作位		1.7×10^{-5}				3.4	1.9×10^{-4}
	铅防护门外 30cm 处		1.7×10^{-5}				3.4	1.9×10^{-4}
	四周防护墙外 30cm 处		5.8×10^{-7}				3.4	6.6×10^{-6}
	楼上房间距地 板高 1.0m 处		1.6×10^{-4}	4.3			1.4×10^{-3}	
采集	控制室操作位	3.0×10^7	1.7×10^{-5}	0.0016	0.04	0.5	3.4	1.1×10^{-2}
	铅防护门外 30cm 处		1.7×10^{-5}				3.4	1.1×10^{-2}
	四周防护墙外 30cm 处		5.8×10^{-7}				3.4	3.9×10^{-4}
	楼上房间距地 板高 1.0m 处		1.6×10^{-4}	4.3			8.1×10^{-2}	

综上，DSA2 各关注点总的附加剂量率如下表 11-23。

表 11-23 DSA2 机房外各关注点的总附加辐射剂量率计算参数及结果

模式	预测点位	泄漏辐射剂量 率 ($\mu\text{Gy/h}$)	散射辐射剂量 率 ($\mu\text{Gy/h}$)	总的附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	第一手术位	113.5	38.5	152.0
	第二手术位	28.4	9.6	38.2
	控制室操作位	3.7×10^{-4}	1.9×10^{-4}	5.6×10^{-4}
	铅防护门外 30cm 处	3.7×10^{-4}	1.9×10^{-4}	5.6×10^{-4}
	四周防护墙外 30cm 处	1.3×10^{-5}	6.6×10^{-6}	2.0×10^{-5}
	楼上房间距地板高 1.0m 处	2.2×10^{-3}	1.4×10^{-3}	3.6×10^{-3}
采集	控制室操作位	2.2×10^{-2}	1.1×10^{-2}	3.3×10^{-2}
	铅防护门外 30cm 处	2.2×10^{-2}	1.1×10^{-2}	3.3×10^{-2}
	四周防护墙外 30cm 处	7.7×10^{-4}	3.9×10^{-4}	1.2×10^{-3}
	楼上房间距地板高 1.0m 处	1.3×10^{-1}	8.1×10^{-2}	2.1×10^{-1}

由上可知，DSA2 机房经本报告中所述辐射防护设计情况屏蔽后，医生手术位总附加剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入放射学设备在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 $400\mu\text{Gy/h}$ 的要求。其他关注点位辐射剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》

(GBZ130-2013) 中屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5μGy/h 的要求。

11.3.2.3 所致人员剂量估算

按照联合国原子辐射效应联合委员会 (UNSCEAR) --2000 年报告附录 A, 项目致人员辐射剂量可按照式 11-16 计算。

一、对手术医生的附加年剂量估算

工作时, 手术医生穿戴防护当量不小于 0.5mmPb 的铅衣, 其经铅衣屏蔽衰减后对术者附加剂量率可按半值层法进行计算, 计算公式见下式 11-24:

$$\dot{H} = H_0 \cdot \frac{1}{2^{\frac{x}{HVL}}} \dots\dots\dots (11-24)$$

式中:

\dot{H} — 铅衣屏蔽后对医生的附加剂量率, μGy/h;

H_0 — 手术位预测辐射剂量率, μGy/h;

x — 铅屏蔽厚度, 取 0.5mm (铅衣铅当量厚度);

HVL — 150kV 管电压的 X 射线在铅中的半值层, 取 0.29mm (引用李德平, 潘自强主编的《辐射防护手册》第三分册——《辐射安全》(原子能出版社, 1990; P81), 无 125kV 管电压下数据, 本报告 DSA1 及 DSA2 机房均引用 150kV 管电压的数据。

根据建设单位提供资料, 本项目运行后预期工作量如下:

每台 DSA 预计每天进行 2 台手术, 每年至多 1000 台, 一台手术过程中的最大出束时间约为透视模式 15min、采集模式 20s。

根据 DSA 工作负荷和附加剂量率的计算结果, 推算得到 DSA 机房放射工作人员所受的年附加有效剂量结果详见表 11-24。

表 11-24 2 间 DSA 机房手术医生的年附加有效剂量估算结果

机房	工作人员	防护用品	附加剂量率 (μGy/h)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年附加有效剂量 (mSv/a)
DSA1 机房	第一术者	铅衣外	206.2	112.5	1	/
		铅衣内	62.4			7.0
	第二术者	铅衣外	51.6			/
		铅衣内	15.6			1.8

DSA2 机房	第一术者	铅衣外	152.0	112.5	1	/
		铅衣内	46.0			5.2
	第二术者	铅衣外	38.2			/
		铅衣内	11.6			1.3

以铅衣内所受年附加剂量为第一术者年有效剂量参考值。由表 11-24 计算结果可知，本项目 DSA1 在正常运行后，第一术者铅衣内年附加有效剂量为 7.0mSv/a，第二术者铅衣内年附加有效剂量为 1.8mSv/a；DSA2 在正常运行后，第一术者铅衣内年附加有效剂量为 5.2mSv/a，第二术者铅衣内年附加有效剂量为 1.3mSv/a。

本项目 DSA2 为已经运行过的设备，涉及 4 名工作人员：张彦磊（技师）、吴汶特（护士）、刘泽华（医师）、王魁风（医师）。根据医院提供的 2019 第一季度个人剂量检测报告可知，现有 DSA2 运行过程中医师的个人剂量能够低于本报告建议的剂量管理限值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）；且符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

拟建 DSA1 将依托 DSA2 现有 2 名医师，另再增加至少 2 名医师，同时为 DSA1 配置至少 1 名技师与 1 名护士，则本项目两台 DSA 运行后，由 4 名医师分担 2 台 DSA 的手术量，平均分配的情况下，每名医师受到的年均有效剂量约 3.8mSv，医院应合理分配医生工作量，保证每名医生的年手术量不超过 300 台，从而确保每位手术医生铅衣内所受到的年附加剂量低于本报告建议的剂量管理限值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）；且符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

二、对控制室工作人员及公众人员的附加年剂量估算

结合医院提供的 DSA 预期工作量，计算得出 DSA 机房外关注点辐射剂量所致人员剂量见下表 11-25、表 11-26。

表 11-25 DSA1 所致控制室工作人员及公众人员的附加年剂量

模式	预测点位	附加剂量率(μGy/h)	年出束时间(h)	居留因子	年有效剂量(mSv/a)	备注
透视	控制室操作位	1.1×10^{-3}	112.5	1	1.2×10^{-4}	工作人员
	铅防护门外 30cm 处	1.5×10^{-3}	112.5	1/4	4.2×10^{-5}	公众人员
	四周防护墙外 30cm 处	1.0×10^{-2}	112.5	1/4	2.8×10^{-4}	公众人员
	楼下房间距地板高 1.7m 处	1.1×10^{-2}	112.5	1/4	3.1×10^{-4}	公众人员

	楼上房间距地板高 1.0m 处	6.3×10^{-3}	112.5	1/4	1.8×10^{-4}	公众人员
采集	控制室操作位	6.7×10^{-2}	2.5	1	1.7×10^{-4}	工作人员
	铅防护门外 30cm 处	8.8×10^{-2}	2.5	1/4	5.5×10^{-5}	公众人员
	四周防护墙外 30cm 处	6.0×10^{-1}	2.5	1/4	3.8×10^{-4}	公众人员
	楼下房间距地板高 1.7m 处	6.5×10^{-1}	2.5	1/4	4.1×10^{-4}	公众人员
	楼上房间距地板高 1.0m 处	3.7×10^{-1}	2.5	1/4	2.3×10^{-4}	公众人员

表 11-26 DSA2 所致控制室工作人员及公众人员的附加年剂量

模式	预测点位	附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年出束时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
透视	控制室操作位	5.6×10^{-4}	112.5	1	6.3×10^{-5}	工作人员
	铅防护门外 30cm 处	5.6×10^{-4}	112.5	1/4	1.6×10^{-5}	公众人员
	四周防护墙外 30cm 处	2.0×10^{-5}	112.5	1/4	5.6×10^{-7}	公众人员
	楼上房间距地板高 1.0m 处	3.6×10^{-3}	112.5	1/4	1.0×10^{-4}	公众人员
采集	控制室操作位	3.3×10^{-2}	2.5	1	8.3×10^{-5}	工作人员
	铅防护门外 30cm 处	3.3×10^{-2}	2.5	1/4	2.1×10^{-5}	公众人员
	四周防护墙外 30cm 处	1.2×10^{-3}	2.5	1/4	7.5×10^{-7}	公众人员
	楼上房间距地板高 1.0m 处	2.1×10^{-1}	2.5	1/4	1.3×10^{-4}	公众人员

综合上表 11-25、11-26 计算结果可知，本项目 2 台 DSA 在正常运行后，对控制室操作人员的最大年附加有效剂量为 $2.9 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于本报告建议的剂量管理限值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）；对公众人员的最大年附加有效剂量为 $7.2 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，远低于本报告建议的剂量管理限值（公众人员年有效剂量不超过 0.25mSv）；且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 可能发生的辐射事故

1、工作人员在防护门关闭后尚未撤离射线机房，其他人员启动设备，造成有关人员被误照射。

2、安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的仪器机房，造成误照射。

11.3.2 事故预防措施

1、如果工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离机房。可利用防护门

内与控制室设置的人工紧急停机、开门按钮，只要未撤离人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生。因此，在机房内应设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

2、如果安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的仪器机房。仪器机房防护门与设备门之间设有门机联锁，每当打开防护门时，设备会立即断电并停机，避免误照射。只有当联锁装置或报警系统发生故障情况下，医务人员强行运行机器，才可能发生此类事故。因此，医务人员必须严格按照设备操作规程进行诊断，有效防止事故照射的发生。

为避免此类事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门上的联锁装置和报警系统是否正常。如果报警系统失灵，应立即修复，恢复正常。

11.3.3 风险应急预案

医院制定有《周口协和骨科医院辐射事故应急处理预案》，详见附件。应急预案中内容包括应急组织、职责、应急准备、应急计划等，明确了应急组织成员及其职责、应急电话、事故处理流程等内容，具备可操作性。当发生事故时，应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

日常工作中，工作人员应严格按照操作规程操作，在开机前检查治疗室内是否还有无关人员在内，防护门是否关好，在仪器开机时打开防护门上方警示信号灯，警示无关人员不要靠近。在严格执行辐射防护及安全制度的情况下，就可以有效地防止照射事故的发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构

遵照国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，建设单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，且至少有 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。

医院目前成立有以李军为组长的辐射安全防护领导小组，负责全院辐射安全监督管理工作，划定职责与分工，保障辐射工作人员、社会公众的健康与安全。领导小组文件见附件。

该管理机构的人员基本组成涵盖医院各辐射相关科室，符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。医院应保证领导小组中的所有成员均参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书。

12.2 辐射工作人员

本项目 DSA2 为已经运行过的设备，涉及 4 名工作人员：张彦磊（技师）、吴汶特（护士）、刘泽华（医师）、王魁风（医师），其中张彦磊具有辐射安全培训合格证书（见附件）。拟建 DSA1 将依托 DSA2 现有 2 名医师，另再增加至少 2 名医师，同时为 DSA1 配置至少 1 名技师与 1 名护士，则本项目两台 DSA 运行后，由 4 名医师分担 2 台 DSA 的手术量。

另外，医院拟为本项目拟建直线加速器配置 4 名工作人员。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）的相关规定，医院拟安排现有辐射工作人员及增加配置的工作人员参加辐射安全培训，确保辐射工作人员持证上岗。

同时，医院拟为新增辐射工作人员配备个人剂量计，其中介入科工作人员应配备内、外两个剂量计，剂量计工作期间正确佩戴使用，每三个月送检。建立个人剂量档案和职业健康监护档案，职业健康检查的频率为每年 1 次。为工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在医院从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检。

12.3 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要

求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

医院已制定有部分辐射安全与防护管理制度，包括《辐射防护与安全管理制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《个人剂量监测管理制度》、《医用电子直线加速器操作规程》、《DSA 操作规程及注意事项》、《设备检修维护管理制度》、《自主监测方案》、《监测仪表使用与检验管理制度》等，医院目前制定的各项辐射安全与防护管理制度能够在实际运行过程中起到良好的规范作用，基本满足法规要求。但是仍需补充《岗位职责》、《放疗中心质量保证方案》等相关工作制度，并在工作过程中，严格遵守和执行各项管理制度，根据实际工作需求及法规要求，定期对制度进行更新与完善。

12.4 辐射监测

医院已制定有《放射科自主监测计划》，目的在于掌握辐射工作场所的辐射水平及工作人员个人剂量水平。及时发现辐射环境异常，及时处置异常，有效避免辐射事故的发生，保证工作人员及公众人员的健康安全。本项目建设完成投入运行前，医院应补充有关放疗中心直线加速器机房的自主监测方案。

12.4.1 工作人员个人剂量检测

工作人员除正确佩带个人剂量计外，还应当携带个人剂量报警仪。外照射个人剂量监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月，并按 GB5294-85《放射工作人员个人剂量监测方法》要求建立个人剂量档案。个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

12.4.2 工作场所及环境监测

a、常规监测：医院目前配备有一台 X、 γ 辐射监测仪，对辐射工作场所进行每季度进行一次常规自主监测，并建立环境安全档案。

b、定期监测：医院委托有资质的单位定期（每年 1 次）对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地环保局上报备案。

c、监测范围：工作场所屏蔽墙外，防护门及缝隙处，电缆及管道的出入口，候诊区、控制室等。

d、监测项目：X- γ 辐射剂量率。

12.5 辐射事故应急

医院制定有《周口协和骨科医院辐射事故应急处理预案》，详见附件。应急预案中内容包括应急组织、职责、应急准备、应急计划等，明确了应急组织成员及其职责、应急电话、事故处理流程等内容，具备可操作性。当发生事故时，应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

12.6 辐射活动能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，该医院从事该项辐射活动应具备相应的条件。医院从事辐射活动能力详见下表 12-1。

表 12-1 周口协和骨科医院从事辐射活动能力分析

应具备条件	医院情况
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。	医院目前成立有以李军为组长的辐射安全防护领导小组，且明确有领导小组职责。符合要求。
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。	医院拟安排现有及新增辐射工作人员定期参加辐射安全培训并取得合格证书。符合要求。
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。	射线装置机房设计有警示灯和电离辐射警示标志，紧急停机开关，视频监控等。符合要求。
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。	医院拟配备辐射监测仪、个人剂量报警仪，并为工作人员及患者配备合格的铅衣、铅帽等防护用品。符合要求。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院已制定有相关制度，符合实际运行要求。拟在本项目建成正式运行前补充完善相关制度。符合要求。
有完善的辐射事故应急措施	医院已制定有应急预案，明确了应急程序及其他相关应急措施。符合要求。

医院根据长期从事核技术应用项目的相关要求和管理需要，不断的完善并修

改各种规章制度和章程，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关要求。在管理运行中严格按照管理要求进行管理施行后，其从事辐射活动的技术能力将可以符合相应法律法规的要求。

12.7 项目投资一览表

根据建设单位提供的资料，本项目投资组成如下表 12-2。

表 12-2 项目投资一览表

序号	项目	金额（万元）		备注
1	设备购置费用	直线加速器	3300	设备投资
		DSA1	460	
		DSA2	460	
2	机房建设、通风系统及防护施工 (含防护门、窗购置安装费用)	560		环保投资
3	检测仪器、工作人员个人剂量计、 个人防护用品配备	20		
4	合计	4800		项目总投资

12.8 三同时竣工验收一览表

本项目建设完成后，需进行竣工环保验收，验收时相应的防护设施及辐射安全管理措施应落实到位。本项目三同时竣工验收一览表如下：

表 12-3 三同时竣工验收一览表

序号	验收内容	验收要求
1	各工作场所及 机房建设地点	与本环评报告表一致，直线加速器机房位于医养结合楼地下一层北侧；拟建 DSA1 机房位于医养结合楼地上一层东侧中部；现有 DSA2 机房位于现有门诊楼地下一层介入手术室。
	设备参数	与本环评报告表一致，1 台直线加速器（X 射线能量 10MV、电子线能量 22MeV）；2 台 DSA（医养结合楼内拟建 DSA1 最大管电压 150kV、最大管电流 1250mA，门诊楼内现有 DSA2 最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA）。

2	辐射安全设施	机房的建设和布局与本环评报告表描述的内容一致，防护墙、防护门的屏蔽厚度及铅当量厚度满足本报告及辐射防护的要求；机房的各项辐射安全设施应落实到位，如铅门上方安装指示灯，张贴辐射警示标志，门前划出警戒线，直线加速器机房门机联锁， DSA 机房门灯联锁 ，直线加速器机房及控制室内设置急停按钮、紧急照明、紧急开门按钮、摄像及对讲装置等等。
3	防护用品	DSA 机房配备不少于本报告中表 10-3 的防护用品及辅助设施，且满足日常工作需求及法规标准的要求
4	管理制度	各项规章制度包括： 辐射防护和安全保卫制度、操作规程、岗位职责、工作人员培训计划、个人剂量管理与职业健康检查制度、工作场所监测方案、防止误操作和受到意外照射的安全措施等。
5	剂量限值	在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率宜不大于 2.5μSv/h；DSA 机房透视模式下，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；工作人员年有效剂量不大于 5mSv/a；公众人员年有效剂量不大于 0.25mSv/a。
6	监测计划和监测仪器	医院应配置 1 台 X-γ 辐射巡检仪，直线加速器机房应配备固定式剂量监测仪；为工作人员配备个人剂量报警仪及个人剂量计；监测计划落实到位，个人剂量计应按时进行检测。
7	环评报告及批复	核查是否已经按照要求执行了环评及批复中的相关要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践的正当性

医院为了满足更多的病人就诊需求，保障病人健康，以及医院的医疗水平发展，拟使用 1 台直线加速器、2 台 DSA 进行放射诊疗。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.2 选址合理性分析

医院位于周口市太昊路东段，院区南侧及东侧均临近道路，西侧为周口市川汇区华通汽车修理厂，北侧邻居民区。本项目直线加速器机房位于院区西侧拟建医养结合楼的地下一层北侧，直线加速器机房上方为楼外，无建筑物，下方为土层，南侧为控制室及走廊，北侧、西侧均为土层，东侧为预留机房。拟建 DSA1 机房位于医养结合楼地上一层东侧中部，机房上方为门诊诊室，下方为送风机房，北侧为走廊，南侧为控制室，西侧为观察间及铅门前缓冲区，东侧为设备间。现有 DSA2 机房位于现有门诊楼地下一层介入手术室，机房上方为大厅，下方为土层，北侧为走廊，南侧为操作间，西侧为 MR 设备间及病人谈话室，东侧为设备机房。项目选址充分考虑了公众及周围场所的防护和安全，周围无环境制约因素。本项目选址合理可行。

13.1.3 环境影响分析结论

1、医用直线加速器环境影响分析

经预测分析，本项目直线加速器机房各屏蔽体（主屏蔽区、次屏蔽区、侧屏蔽墙、迷路内墙、迷路外墙）的设计屏蔽厚度能够满足理论计算所需厚度要求。在此屏蔽下，能够使直线加速器机房外各关注点周围剂量当量率满足本报告规定的参考控制水平。同时满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）中规定的加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量限值要求。加速器防护门按照不低于本报告提出的厚度设计后，也能满足上述要求。但本项目东墙主屏蔽墙半宽度理论计算值比设计值多 2cm，不能满足要求，本评价建议东墙主屏蔽墙两侧各增加至少 2cm 宽度。

项目运行后直线加速器机房所致工作人员年剂量最大值为 $7.3 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，公众人员年剂量最大值为 $5.0 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，满足年剂量约束限值要求（职业人员

5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a)

2、DSA 环境影响分析

DSA1 及 DSA2 机房经本报告中所述辐射防护设计情况屏蔽后，医生手术位总附加剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入放射学设备在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 $400\mu\text{Gy/h}$ 的要求。其他关注点位辐射剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求。

本项目两台 DSA 运行后，至少由 4 名医师分担 2 台 DSA 的手术量，医院应合理分配医生工作量，使每名医生的年手术量不超过 300 台，从而确保每位手术医生铅衣内所受到的年附加剂量低于本报告建议的剂量管理限值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）；且符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

本项目 2 台 DSA 在正常运行后，对控制室操作人员的最大年附加有效剂量为 $2.9 \times 10^{-4}\text{mSv/a}$ ，低于本报告建议的剂量管理限值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）；对公众人员的最大年附加有效剂量为 $7.2 \times 10^{-4}\text{mSv/a}$ ，远低于本报告建议的剂量管理限值（公众人员年有效剂量不超过 0.25mSv）；且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

13.1.4 辐射安全管理综合能力结论

医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求，成立了辐射安全管理机构，并结合现有科室的医疗操作规范，制定了相关的规章制度以及应急预案。仍需补充《岗位职责》，并在本项目直线加速器建设完成投入运行前，增加制定《放疗中心质量保证方案》，根据实际工作需求及法规要求，定期对制度进行更新与完善。

医院拟安排现有辐射工作人员及增加配置的工作人员参加辐射安全培训，确保辐射工作人员持证上岗。同时，医院拟为新增辐射工作人员配备个人剂量计，其中介入科工作人员应配备内、外两个剂量计，剂量计工作期间正确佩戴使用，每三个月送检。建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

医院有符合国家环境保护标准和安全防护要求的场所和设施，并制定辐射工作场所及工作人员管理、监测计划，具有使用本项目评价的射线装置应用项目的

综合能力。

13.1.5 总体结论

综上所述，周口协和骨科医院射线装置应用项目只要严格按照国家有关辐射防护规定，采取切实措施，做好辐射防护管理工作，保障人员安全，并严格落实本评价报告所提出的辐射安全与防护措施和辐射安全管理计划，该医院将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，该项目的辐射环境影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射环境保护的角度认为，允许本项目直线加速器及 DSA1 进行建设，DSA2 继续使用。

13.2 建议和要求

(1) 认真落实本环评提出的辐射防护设施要求及管理措施，定期进行辐射场所环境剂量率监测，建立监测档案。

(2) 实际建设机房及安装设备时，屏蔽墙体厚度不低于本环评核算出的理论厚度，加速器等中心点位置应与本报告中的设计方案一致。东墙主屏蔽墙加厚带两侧各增加至少 2cm 宽度。防护门铅当量厚度不低于 19.6mmPb，安装防护门和墙壁重叠的宽度应大于其间缝隙的 10 倍，以减少散射线及漏射线对门缝周围的辐射影响。

(3) 建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

(4) 根据放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法（环保部第 18 号令）的要求，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 01 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日

附件一：委托书

委托书

委 托 方：周口协和骨科医院

受委托方：四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）

为了进一步加强医疗力量，满足患者治疗需求，医院新征土地，拟在现有院区西侧新建医养结合楼。拟在新建医养结合楼地下一层设置放疗科，建设直线加速器机房，地上一层设置介入手术室，建设数字减影血管造影装置（以下简称“DSA”）机房，拟购1台直线加速器、1台DSA开展放射性诊断及治疗工作。另外，医院现有门诊楼内建设有一间DSA机房，安装有一台DSA，机房建设及设备使用均未履行环保手续，后由周口市生态环境局进行处罚并责令改正，拟按照规定程序进行环境影响评价及辐射安全许可证的申领。

为了保障公众健康，保护公共环境，同时也为了取得政府部门的许可，遵照《中华人民共和国环境影响评价法》及《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》等相关法律法规的要求，特委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对我医院本次射线装置应用项目进行环境影响评价，特此委托。

周口协和骨科医院

2019年8月20日

附件二：辐射安全许可证



填写说明

- 一、本证由发证机关填写（正本尺寸为：25.7 × 36.4 厘米，副本采用大 32 开本，14 × 20.3 厘米）。
- 二、证书编号

证书编号形式为：A 环辐证 [序列号]。A 为各省的简称，环境保护部简称国；序列号为 5 位。
- 三、种类和范围

(一) 种类分为生产、销售、使用。

(二) 正本内，范围分为 I 类放射源、II 类放射源、III 类放射源、IV 类放射源、V 类放射源、I 类射线装置、II 类射线装置、III 类射线装置。

副本内，范围写明放射源的核素名称、类别、总活度、非密封放射性物质工作场所级别、日等效最大操作量，射线装置的名称、类别、数量。

(三) 正本内，种类和范围填写种类和范围的组合，如生产 I 类放射源和 II 类放射源，销售和使用 II 类射线装置。特别的，生产、销售、使用非密封放射性物质的，种类和范围填写甲级非密封放射性物质工作场所、乙级非密封放射性物质工作场所或丙级非密封放射性物质工作场所。建造 I 类射线装置的填写销售（含建造）I 类射线装置。四、“日等效最大操作量”、“工作场所等级”按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）确定。
- 五、许可内容明细表为活页。

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	周口协和医院		
地址	周口市太昊路东段		
法定代表人	段爱荣	电话	13811505318
证件类型	居民身份证	号码	412701195808271029
涉源部门	名称	地址	负责人
	CT室	负一层	朱所
	核医学科	负一层	翟效丽
	放射科	一层西侧	王维成
种类和范围	乙级非密封放射性物质工作场所；使用 III 类射线装置。		
许可条件			
证书编号	豫环辐证 [10584]		
有效期至	2021	年 09 月 29 日	
发证日期	2016	年 09 月 30 日	(发证机关章)

活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号：豫环辐证[10584]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	高频移动X光机	III类	1	使用
2	MCR-6000相靶机	III类	1	使用
3	J206移动式C型臂	III类	3	使用
4	GE600 X光机	III类	1	使用
5	300MA X光机	III类	1	使用
6	GE16排CT	III类	1	使用
7	CT机	III类	1	使用
8	X光机	III类	1	使用

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：豫环辐证[10584]

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	CT机		III类	医用X射线CT机	放射科	来源 去向 GE公司		
10	X光机		III类	放射诊断用普通X射线机	放射科	来源 去向 GE公司		
						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: 豫环辐证[10584]

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	高频移动X光机		III类	放射诊断用普通X射线机		来源 去向		
2	MCR-6000钼靶机	MCR-6000	III类	乳腺X射线机		来源 去向		
3	JZ06移动式C臂	JZ06-1	III类	未知		来源 去向		
4	JZ06移动式C臂	JZ06-1	III类	未知		来源 去向		
5	JZ06移动式C臂	JZ06-1	III类	未知		来源 去向		
6	GE6000 X光机	D6000	III类	放射诊断用普通X射线机		来源 去向		
7	SOOMA X光机	F78-IIIB	III类	放射诊断用普通X射线机		来源 去向		
8	GE16排CT	Brightspeed	III类	医用X射线CT机		来源 去向		

台帐明细登记

(二) 非密封放射性物质

证书编号: 豫环辐证[10584]

序号	核素	总活度(贝可)	频次	用途	来源/去向	审核人	审核日期
1	I-131	1.110E+12	12次/6个月	放射性药物治疗	来源 去向		
2	Tc-99m	3.700E+12	12次/6个月	放射性药物诊断	来源 去向		
3	Sr-89	1.850E+11	6次/6个月	放射性药物治疗	来源 去向		
4	P-32	3.700E+11	6次/6个月	放射性药物治疗	来源 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		

周口市环境保护局文件

周环审[2018] 96 号

关于周口协和骨科医院医养结合项目 环境影响报告书的批复

周口协和骨科医院：

你单位报送的由广州环发环保工程有限公司编制完成的《周口协和骨科医院医养结合项目环境影响报告书》（报批版）（以下简称《报告书》）及周口市环境保护局经济开发区分局审查意见均已收悉，经研究批复如下：

一、同意周口市环境保护局经济开发区分局审查意见，原则批准该报告书，建设单位应据此在工程设计、建设及运营时认真落实环保措施和投资。

二、周口协和骨科医院医养结合项目为周口协和骨科医院二期项目，项目性质为扩建项目。项目占地 30010.81m²，总投资约 26000 万元，建设 1 栋 17 层门诊病房综合楼（经济开发区中心医院），建筑面积 37852m²，床位 594 张，为二级综合医院。同时配套建设医疗气体站、

污水处理设施、垃圾收集点及危险废物暂存间等附属设施。

项目用地通过置换使用周口市公路局材料库（通材物资供应有限公司）厂区，用地性质为医疗卫生用地。

三、建设单位应全面落实《报告书》提出的各项环境保护措施，各项环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，确保各项污染物达标排放。

（一）施工期

1. 大气环境

项目施工期主建设单位严格落实《周口市 2017 年度蓝天工程行动计划》和《河南省 2018 年大气污染防治攻坚战实施方案》的扬尘污染施工期优先选用低防治措施降低对大气环境的影响程度。

2. 水环境

施工场地出入区域设置洗车沉淀池和自动洗车喷淋装置，施工机械冲洗废水经沉淀池处理后循环利用不外排。生活污水经化粪池处理后通过市政污水管网排入周口市沙南污水处理厂，地下涌水经抽排后进入市政雨水管网。

3. 声环境

加强对运输车辆、施工机械的维修保养，合理安排施工时间，在敏感点附近禁止在夜间（22:00-6:00）与午间（12:00-14:00）使用高噪声设备。

4. 固废

生活垃圾定期清运至环卫部门指定地点，施工弃土和建筑垃圾按照《周口市建筑垃圾管理和资源化利用工作实施方案》（周政办〔2016〕122 号）要求运输至指定地点。

（二）营运期外排污染物应满足以下要求：

1、废气

①污水处理站的恶臭

项目配套建设一套处理能力 140m³/d 地埋式污水处理系统，“预处理+二级处理+消毒”处理工艺，采用二氧化氯消毒。污水处理站采用地埋式封闭结构，废水处理过程中产生的废气经收集后采用生物过滤法进行除臭处理，经设置在绿化带灌木丛内的高 15m、出口内径 0.2m 排气筒排放，满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 3 污水处理站周边大气污染物最高允许浓度。污水处理站外设置 50m 卫生防护距离，目前卫生防护距离内无学校、病房楼等敏感目标，要求防护距离内不再建设敏感目标。

②生活垃圾中转站废气

垃圾收集点采用有盖垃圾桶收集生活垃圾，避免暴露、滴洒和雨水混入。储存设施进行密闭，固体废物最低每天转运一次。

③地面停车场汽车尾气

地面停车位为敞开式设置，经大气扩散和路旁绿化植物吸收后，对周围环境影响较小。

④含菌气溶胶

本项目不设传染病房，项目消毒采用《医院消毒卫生标准 GB 15982-2012》和《医疗机构消毒技术规范 WST-367-2012》中的消毒管理制度和规范要求推荐方案，同时执行严格的消毒制度并加强自然通风或机械通风，项目各类环境空气、物体表面菌落总数能够满足《医院消毒卫生标准 GB 15982-2012》中表 1 卫生标准。

⑤备用发电机尾气

本项目拟设 1 台功率 300kw 的备用柴油发电机组作为备用电源。柴油发电机尾气采用碱液喷淋处理系统，发电机烟气应经消声箱加烟气净化器处理后由内置烟井引至综合病房楼预留烟道高空排放。

2. 水环境

医疗废水经地埋式污水处理系统处理满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准和周口市沙南污水处理厂进水水质标准，通过市政管网排入周口市沙南污水处理厂处理。检验科特殊废水分类收集后暂存危废暂存间定期交由有资质单位处置。

3. 声环境

选用低噪声设备、建筑隔声、基础减震、绿化降噪等措施，同时项目门诊病房综合楼临路侧采取安装隔声门窗、绿化降噪措施。项目厂界噪声能够达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类排放标准的要求。

4. 固废

生活垃圾经收集后定期清理至环卫部门指定地点。医疗废水预处理化粪池污泥和污水处理站污泥按规定脱水消毒后定期交由有资质危废处置单位合理处置。医疗垃圾收集后置于危废暂存间定期交由周口市青怡苑医疗废物处置有限公司合理处置。

四、加强污染防治措施的运行管理，规范排污口的建设，加强环境风险防范意识，严格落实防渗措施，制定风险应急预案，提出预防及应急措施。项目建成后，经环保验收合格后方可正式投入运营。周口市环境保护局经济开发区分局负责该项目的日常监督管理工作。

营运期污染物排放总量控制指标为 COD 1.52t/a、NH₃-N 0.152t/a、SO₂ 0t/a、NO_x 0t/a。

五、报告书经批准后，项目的性质、规模、工艺、地点或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，应当重新报批该项目的环境影响报告书。自报告书批复之日起，如超过5年方决定开工建设的，报告书应当报我局重新审核。

六、该项目涉及到的放射性医疗设备及相关内容，应按照辐射管理有关规定另行办理审批手续。



主题词：周口协和骨科医院 医养结合 报告书 审批意见

抄 送：周口市环境保护局经济开发区分局

广州环发环保工程有限公司

周口市环保局行政审批服务科

2018年8月08日印

周口市生态环境局

行政处罚决定书

周环罚决字〔2019〕第 59 号

当事人名称：周口协和骨科医院

营业执照注册号（公民身份号码）：412701196408210512

民办非企业单位登记证书（法人）统一代码（登记证号）：

5241160075387727x5

地址：周口市太昊路东段

法定代表人（负责人）：李军

本机关于 2019 年 7 月 24 日对周口协和骨科医院新增射线装置血管造影 DSA 设备一台，未按照原申请程序，重新申请领取辐射安全许可证，你单位射线装置在未取得环境保护行政主管部门批准的环境影响评价文件，射线装置项目擅自开工建设立案调查。经调查，2019 年 7 月 12 日，周口市辐射环境监督管理站执法人员对你（单位）位于周口市太昊路东段的周口协和骨科医院进行了现场检查，发现你（单位）新增射线装置血管造影 DSA 设备一台，未按照原申请程序，重新申请领取辐射安全许可证，你单位射线装置在未取得环境保护行政主管部门批准的环境影响评价文件，射线装置项

目投入生产使用。

上述行为违反了《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第十二条第一项第二项“有下列情形之一的，持证单位应当按照原申请程序，重新申请领取许可证：（一）改变所从事活动的种类或者范围的；（二）新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的”。及《中华人民共和国环境影响评价法》第十六条第二款第二项“建设单位应当按照下列规定组织编制环境影响报告书、环境影响报告表或者填报环境影响登记表（以下统称环境影响评价文件）：（二）可能造成轻度环境影响的，应当编制环境影响报告表，对产生的环境影响进行分析或者专项评价；”的规定，已构成违法。

以上事实有我局执法人员调查询问笔录、现场检查笔录和现场照片等证据为凭。2019年7月12日，周口市生态环境局对你单位送达了《责令（限期）改正决定书》（周环罚责改〔2019〕第81号）及送达回证。根据你（单位）违法行为的事实、性质、情节、社会危害程度和相关证据，参照《河南省环境行政处罚裁量标准》，你（单位）的违法行为为一般。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第五十二条第三项“违反本条例规定，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位有下列行为之一的，由县级以上人

民政府环境保护主管部门责令限期改正；逾期不改正的，责令停产停业或者由原发证机关吊销许可证；有违法所得的，没收违法所得；违法所得10万元以上的，并处违法所得1倍以上5倍以下的罚款；没有违法所得或者违法所得不足10万元的，并处1万元以上10万元以下的罚款；（三）改变所从事活动的种类或者范围以及新建、改建或者扩建生产、销售、使用设施或者场所，未按照规定重新申请领取许可证的；及《中华人民共和国环境影响评价法》第三十一条第一款“建设单位未依法报批建设项目环境影响报告书、报告表，或者未依照本法第二十四条的规定重新报批或者报请重新审核环境影响报告书、报告表，擅自开工建设的，由县级以上生态环境主管部门责令停止建设，根据违法情节和危害后果，处建设项目总投资额百分之一以上百分之五以下的罚款，并可以责令恢复原状；对建设单位直接负责的主管人员和其他直接责任人员，依法给予行政处分。”的规定，本机关决定对你（单位）作出如下处理决定：

1.未按照原申请程序，重新申请领取辐射安全许可证，处叁万伍仟元的行政处罚。

2.在未取得环境保护行政主管部门批准的环境影响评价文件，射线装置项目开工建设，处总投资额百分之贰的罚款，共计柒万贰仟元的行政处罚。

3.两项合并处罚，共计拾万柒仟元的行政处罚。

你（单位）应当自收到本决定书之日起 15 日内将罚款缴至中国建设银行周口分行文明路支行（周口市七一路东段与工农路交叉口西路北）。

户 名： 周口市财政局非税收入汇缴专户

账 号： 41001555910058666666

你（单位）如不服本决定，可以自收到本决定书之日起六十日内向周口市人民政府或者河南省生态环境厅申请行政复议，也可以自收到本决定书之日起六个月内依法直接向人民法院提起行政诉讼。逾期不申请行政复议，也不提起行政诉讼，又不履行本处罚决定的，本机关将依法申请川汇区人民法院强制执行。

行政机关印章
2019年8月7日



19#

NO. 12841



中国建设银行单位客户专用回单

00020231565859154317270
流水号: 4107028410N3P7I0DV8

2019年08月15日

币别: 人民币

付款人	名称	周口协和骨科医院	收款人	名称	周口市财政局非税收入汇缴专户
	账号	41001551916050200583		账号	41001555910058666666
	开户行	中国建设银行股份有限公司周口八一路支行		开户行	中国建设银行股份有限公司周口文明路支行
金额	(大写)人民币壹拾万柒仟元整 (小写) ¥ 107,000.00				
凭证种类	电子转账凭证				
结算方式	转账				
凭证号码	102496050393				
用途	罚款				
打印柜员	410702838001				
打印机构	迎宾大道支行				
打印卡号	9553302510004023				



交易机构: 410702841

交易柜员:

打印时间: 2019-08-30 15:17:33

附件五：原有核技术应用项目环评及验收批复文件

七、审批

环保部门审批意见：

周环审〔2014〕274号

周口协和骨科医院：

你单位上报的射线装置项目《核技术应用项目环境影响登记表》收悉，经研究，批复如下：

一、原则同意你单位医用射线装置建设项目，批准该项目的建设类别为使用Ⅲ类射线装置，同意你单位使用医用GE BRIGHT SPEED型X光机1台，3000Ma型X光机1台，GE 6000型X光机1台，JZ06移动式C臂3台，MCR-6000钨靶1台，PLX101C型高频移动X线机1台。

二、你单位应严格按照有关规定进行管理和建设，并设立专职或兼职辐射管理机构，建立健全各种管理制度，凡项目中涉及放射场所均应设置电离辐射警示标志，禁止无关人员接近，确保公众及环境安全。

三、你单位的核技术应用项目必须在验收合格后方可投入运行。新增项目应向环保部门办理相关手续。

四、按规定办理辐射安全许可证，并接受当地环保部门的监督管理。

经办人签字：姜坤

单位盖章：



2014年12月22日

附件三:

核技术应用项目竣工环境保护验收申请登记表

(填写环境保护登记卡的项目)



项目名称	医用III类射线装置	建设单位	周口市中医院		
法人代表	段爱荣	联系人及联系电话	朱所 13938043843		
通信地址	周口市太昊路东段		邮政编码	466000	
建设地点	院内	建设性质	新建□改扩建□技改□(画√)		
总投资(万元)	400	环保投资(万元)	30	投资比例	7.5%
环评登记表审批部门、文号及时间	环保局[2014]274号 2014.12.22				
建设项目工日期、试运行日期	2014.8 2014.9				
工程占地面积	300 m ²	建筑面积	700 m ²		
审批登记部门主要意见及标准要求:					
见附表					
项目实施内容及规模(包括使用放射性物质或/和放射源的种类、活度,原、辅材料名称、用量及项目与原登记变更情况):					
GE16 排 CT 一台 300 mA X 光机一台 GE6090X 光机一台 JZ06 移动式 C 臂三台 MCR-6000 钼靶机一台 PLX101C 型高频移动 X 线机一台					

污染防治措施的落实情况:

CT室、X光机室等辐射项目工作场所,都安装了防护门、铅玻璃窗,墙壁涂料为硫酸钡,安装了门禁连锁装置;设有辐射警示标志、光报装置,室内备有铅衣、铅手套等防护用品。制定了制度,工作人员进行了培训

废水 排放 情况	用水量 (t/d)	无	废气 排放 情况	处理 设施	无
	废水排放量 (t/d)	无		排气筒 高度及 去向	无
	废水排放去向	无			
噪声 排放 情况	产生噪声设备 及个数		固体废物 排放情况	产生量 (t/a)	无
	周围噪声 敏感点及个数			去向	无

建设单位对其他环境问题的说明:

无

负责验收的环保行政主管部门登记意见:

该项目在前期按规定办理了环保手续。建设单位成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构,对辐射工作人员进行了培训,制定了相关各项规章制度,建立了各项辐射安全规程、防护设施运行正常,能够满足辐射防护要求。同意该项目通过环境保护竣工验收。

姜坤



注:此表除负责验收的环保行政主管部门登记意见栏外,其他由建设单位填写,并在表格右上角加盖公章。

七、审批

环保部门审批意见:

周环辐表【2008】170号

周口协和骨科医院:

你单位上报的《核技术应用项目环境影响登记表》收悉,经研究,批复如下:

一、原则同意你单位射线装置项目,批准该项目的建设类别为使用Ⅲ类线装置,现有医用X射线机1台,CT机1台。

二、你单位应严格按有关规定进行管理和建设,并设立专职或兼职辐射管理机构,建立健全各种管理制度,凡项目中涉及放射治疗场所均应设置电离辐射警示标志,禁止无关人员接近,确保公众及环境安全。

三、同意你单位在用核技术应用项目继续使用。新增项目应向环保部门申报登记。

四、按规定办理《辐射安全许可证》,并接受当地环保部门的监督管理。

经办人签字:袁宁

单位盖章:



2008年6月13日

放射性项目竣工环境保护验收申请登记卡

(销售、使用V类放射源单位和生产、销售、使用III类射线装置单位)

项目名称	放射科		建设单位	高平市妇幼保健院	
法人代表	张正平	联系人及联系电话	0390	89320	
通信地址	高平市一环路			邮政编码	048400
建设地点	11-1号	建设性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 技改		
总投资(万元)	200	环保投资(万元)	20	投资比例	%
环评登记表审批部门、文号及时间					
建设项目工日期、试运行日期					
工程占地面积	200	m ²	建筑面积	200	m ²
审批登记部门主要意见及标准要求(可附复印件):					
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871—2002)					
项目实施内容及规模(包括放射性同位素的种类、活度;射线装置的型号和主要参数;及项目实施与环评时的变化情况):					
使用II类射线装置,现有医用X射线机1台 CT机1台.					
污染防治措施的落实情况及其他环境问题的说明:					
已按照要求落实了各项污染防治措施					



当地环保部门现场检查意见:

(公章)

经办人 (签字)

年 月 日

负责验收的环保行政主管部门登记意见:

该项目落实了各项污染防治措施, 执行了建设项目“三同时”制度, 同意通过环保验收。

经办人 (签字) *张明*



注: 1、该表除负责验收的环保行政主管部门登记意见栏外, 其他由建设单位填写, 并在表格右上角加盖公章。

2、该表一式四份, 验收完成后, 建设单位、县市区环保部门、市环保局各持一份, 省环保局备案一份。

3、表格栏目填不下, 需另附页的, 请在相应栏目内注明。

河南省环境保护厅

豫环辐表〔2016〕9号

关于周口协和骨科医院核技术应用项目环境影响报告表的批复

周口协和骨科医院：

你单位报送的由深圳市宗兴环保科技有限公司编制的《周口协和骨科医院核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。该项目环评审批事项在我厅网站公示期满。经研究，批复如下：

一、项目性质：扩建。

二、审批内容

（一）范围种类：原许可范围增加使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

（二）内容：拟在医院内综合楼负一层新增乙级非密封放射性物质工作场所 1 处（使用核素 ^{131}I 日等效操作量 $2.775\text{E}+8\text{Bq}$ ，年最大用量 $1.11\text{E}+12\text{Bq}$ ； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 日等效操作量 $9.25\text{E}+7\text{Bq}$ ，年最大用量 $3.7\text{E}+12\text{Bq}$ ； ^{32}P 日等效操作量 $9.25\text{E}+7\text{Bq}$ ，年最大用量 $3.7\text{E}+11\text{Bq}$ ； ^{89}Sr 日等效操作量 $9.25\text{E}+7\text{Bq}$ ，年最大用量 $1.85\text{E}+11\text{Bq}$ ）。

总投资：2800 万元，其中环保投资 170 万元。

三、你单位应在项目建成后 30 日内向社会公众主动公开本项目环评及许可情况，并接受相关方的咨询。同时，应将经批准的《报告表》报送当地市、县（区）环保部门，并接受监督管理。

四、有关要求

(一)你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到工程建设中,切实加强施工监督管理,确保项目的工程建设质量。

(二)你单位应设置辐射环境安全专(兼)职管理人员,建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

(三)辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器,定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测,监测记录长期保存。

(四)放射性同位素使用时,应由专业技术人员操作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗,并定期进行个人剂量监测,建立和完善个人剂量档案。

(五)按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作,发现安全隐患的,应立即进行整改,年度评估报告每年1月31日前报送我厅,同时抄送当地环保部门。

(六)按规定申领“辐射安全许可证”,并报当地环保部门。

(七)该项目建成试运行三个月内,应申请并通过辐射环境保护验收后,方可正式运行。

(八)本批复有效期为5年,如该项目逾期方开工建设,其环境影响评价文件应报我厅重新审核。如项目建设内容发生变更,应重新编制环境影响评价文件报我厅审批。



抄送:省辐射环境安全技术中心、周口市环保局、深圳市宗兴环保科技有限公司。

周口协和骨科医院 核技术应用项目竣工环境保护验收报告技术审查意见

周口协和骨科医院于2018年6月7日在周口市组织召开了周口协和骨科医院核技术应用项目竣工环境保护验收会。项目建设应用单位周口协和骨科医院、验收报告编制单位四川省中栎环保科技有限公司等单位的代表以及邀请的专家共计9人参加了会议，会议成立了专家组（名单附后），负责对本项目验收报告进行技术审查。

会前与会代表对项目应用场所及其辐射安全与辐射防护措施落实情况进行了现场检查，建设单位对项目环境保护执行情况进行了介绍，验收单位对项目辐射环境保护措施落实情况、辐射环境监测管理、人员及规章制度等方面调查情况进行了汇报。专家组审阅了竣工验收报告，经认真讨论形成技术审查意见如下：

一、项目基本情况

本次验收的核技术应用项目建设地点位于河南省周口市太昊路东段，周口协和骨科医院综合楼负一层，该医院现有Ⅲ类射线装置10台与乙级非密封放射性物质工作场所1处。

以上项目均履行了环境影响评价审批手续，其中8台Ⅲ类射线装置（1台高频移动X光机、1台MCR-600钨靶机、3台JZ06移动式C型臂、2台X光机、1台16排CT）、2台Ⅲ类射线装置（1台CT机、1台X光机）已分别于2014年、2010年通过环保

部门组织的竣工环保验收。

本次验收内容包括：乙级非密封放射性物质工作场所 1 处（使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr ），本次验收内容环境影响评价文件由河南省环境保护厅批复，批复文号：豫环辐表[2016]9 号。

2016 年 9 月，周口协和骨科医院向河南省环境保护厅申请换发新的辐射安全许可证，证书编号豫环辐证[10584]，有效期至 2021 年 9 月 29 日，许可种类和范围：使用 III 类射线装置；乙级非密封放射性物质工作场所。医院所有核技术应用项目内容均未超出辐射安全许可证的许可使用范围、数量。

本次验收的项目建设内容于 2016 年 3 月开工建设，2016 年 10 月竣工投入运行。开工建设时间及试运行时间均在环评文件及其批复有效期内。

二、验收报告编制质量

验收报告编制较规范，项目建设情况和环保措施实施情况介绍较清楚，验收调查、监测技术方法符合相关技术导则要求，监测数据及调查结论总体可信。验收报告经修改完善后可作为工程竣工环境保护验收的依据。

三、报告需修改完善的内容

1、完善项目建设、运行情况介绍，细化说明核医学科工作开展情况，明确核素实际用量。

2、完善核医学科 γ 辐射剂量率检测点位布置示意图并对检测

结果进行分析；细化通风设置的调查分析，明确其布局及分区、人流、物流、气流等合理性。

3、明确核医学科布局是否与环评及其批复内容一致，细化衰变池容积设置合理性分析。

专家组组长：

2018年1月30日

验收工作组与会人员签到表

地点：周口协和骨科医院

时间：2018年 6 月 7 日

姓名	单位	职称
牛国友	周口协和骨科医院	副主任医师
翟淑丽	周口协和骨科医院核医学科	科主任
刘亭	周口协和骨科医院药剂科	科主任
陈爱云	周口协和骨科医院超声科	科主任
朱所	周口协和骨科医院CT室	科主任
刘永良	环保局	
高荣伟	信阳辐射站	教授
刘孟周	省辐射环境安全技术中心	
李强	周口市辐射环境检测中心	工程师

周口协和骨科医院 核技术应用项目竣工环境保护验收意见

周口协和骨科医院于2018年6月7日在周口市组织召开了周口协和骨科医院核技术应用项目竣工环境保护验收会。项目建设应用单位周口协和骨科医院、验收报告编制单位四川省中栎环保科技有限公司、验收监测单位河南省核工业放射性核素检测中心等单位的代表以及邀请的专家共计9人参加了会议，会议成立了验收组（名单附后）。

会前与会代表对项目应用场所及其辐射安全与辐射防护措施落实情况进行了现场检查，建设单位对项目环境保护执行情况进行了介绍，验收单位对项目辐射环境保护措施落实情况、辐射环境监测管理、人员及规章制度等方面调查情况进行了汇报。验收组审阅竣工验收报告，经认真讨论，形成验收意见如下：

一、工程基本情况

本次验收的核技术应用项目建设地点位于河南省周口市太昊路东段，周口协和骨科医院综合楼负一层，该医院现有III类射线装置10台与乙级非密封放射性物质工作场所1处。

以上项目均履行了环境影响评价审批手续，其中8台III类射线装置（1台高频移动X光机、1台MCR-600钨靶机、3台JZ06移动式C型臂、2台X光机、1台16排CT）、2台III类射线装置（1

台 CT 机、1 台 X 光机) 已分别于 2014 年、2010 年通过环保部门组织的竣工环保验收。

本次验收内容包括：乙级非密封放射性物质工作场所 1 处(使用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr)，本次验收内容环境影响评价文件由河南省环境保护厅批复，批复文号：豫环辐表[2016]9 号。项目履行环境影响评价审批手续情况见下表所示：

本项目非密封放射性物质建设内容

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级	环评批复
1	^{131}I	2.775E+8	1.11E+12	乙级	豫环辐表 [2016]9号
2	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	9.25E+7	3.7E+12		
3	^{32}P	9.25E+7	3.7E+11		
4	^{89}Sr	9.25E+7	1.85E+11		

2016 年 9 月，周口协和骨科医院向河南省环境保护厅申请换发新的辐射安全许可证，证书编号豫环辐证[10584]，有效期至 2021 年 9 月 29 日，许可种类和范围：使用 III 类射线装置；乙级非密封放射性物质工作场所。医院所有核技术应用项目内容均未超出辐射安全许可证的许可使用范围、数量。

本次验收的项目建设内容于 2016 年 3 月开工建设，2016 年 10 月竣工投入运行。开工建设时间均在环评文件及其批复有效期内。

二、项目变更情况

对照项目环评文件及其批复，经现场核查，核医学科实际使

用核素种类、最大日等效操作量等均未超出评价和许可内容。

核医学科辐射防护情况与环评文件及其批复、辐射安全许可证台账内容一致。

综上所述，项目未发生重大变更。

三、环境保护执行情况

本项目各项辐射安全与防护措施及其它相关环保措施均已按环境影响评价文件及其批复要求与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。周口协和骨科医院委托四川省中栎环保科技有限公司对该项目进行竣工环境保护验收。

四川省中栎环保科技有限公司依据有关规定和技术要求，核对了项目环评文件及其批复提出的各项环保措施的落实情况，对核医学科及周边辐射环境进行了监测与调查，编制完成该项目竣工环境保护验收报告。

四、验收结果

(1) 辐射环境影响

本次验收的核医学科各功能房间均采取了有效的辐射安全防护设计、施工；核医学科分区布置合理，设置了独立的工作人员、患者通道，设置有专门的放射性药品操作场所、放射性废物暂存场所等，放射性废水衰变池设计、施工满足实际需要。

验收监测结果表明，核医学科及周边辐射工作人员、公众人员活动场所辐射剂量率水平、各场所放射性表面污染水平等满足

相关标准要求，辐射工作人员及公众人员所受到的年附加剂量能够满足相关标准规定的年剂量限值以及提出的管理目标限值。

(2) 规章制度及人员管理

周口协和骨科医院成立了辐射安全领导小组，明确了人员岗位职责；制定了各项相关辐射安全与防护规章制度、设备检修维护制度以及事故应急预案等，内容具有较强可操作性且较好地进行了落实。

核医学科产生的放射性废物暂存、处置、排放等符合要求并有相关记录。

辐射工作人员均经培训考核合格后持证上岗，定期开展环境监测、个人剂量监测和人员健康体检。

(3) 其他辐射安全防护措施

经现场核查，工作场所辐射安全警示标识齐全，工作状态指示等辐射安全防护设施能够正常运行；配备了必要的辐射防护用品，工作现场配备有辐射监测仪器和个人剂量报警仪。

(4) 放射性废物

核医学科配备放射性废物贮存箱，用于放射性固废的收集和衰变处理。

核医学科设计建造了三级衰变池。分装作业、清洗产生的废水和受检者检查期间的排泄物等排入化粪池沉降后，进入衰变池衰变处理 10 个半衰期，监测满足放射性废水处理要求后按医疗废

水处理。

(5) 环境风险调查

本项目自运行以来，未发生过辐射安全事故。

五、验收结论

周口协和骨科医院核技术应用项目在建设和投入运行期间，办理了环境影响评价及相应的审批、备案登记手续，按照环境保护“三同时”制度建设了辐射安全与防护及其他相关环保设施，配置了必要的辐射安全防护用品、监测仪器等。

各工作场所辐射安全警示标识完善，辐射安全与防护及其他污染防治措施配置较合理并能够正常运行，非密封放射性物质工作场所分区较合理。

项目正常运行时核医学科及周边环境关注点位处的辐射剂量率、表面污染水平均能够满足相应标准限值要求，核医学科周边辐射环境剂量率水平及所致辐射工作人员、公众人员附加剂量低于相关标准规定的年剂量限值以及所提出的管理目标限值。

项目产生的放射性固体废物分类收集并在专门的场所使用专用容器进行存放，建设了专门的放射性废水衰变池。放射性废物、放射性废水放置 10 个半衰期后经监测满足要求后处置、排放。

验收组同意该项目通过竣工环保验收。

六、需完善的内容及相关建议

1、规范辐射工作人员和公众辐射防护用品的配置、保存、使

用，并按照要求定期更新。

2、进一步加强辐射工作人员职业健康管理，要求辐射工作人员正确佩戴个人剂量计并及时送检，发现异常情况应及时开展调查并采取必要干预措施。

3、每年1月31日前向环保部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

验收组长: 

2018年6月7日

附件六：辐射现状检测报告



郑州新知力科技有限公司

检 测 报 告

报告编号： XZL20190906-02
项目名称： 周口协和骨科医院核技术应用项目辐射环境检测
委托单位： 周口协和骨科医院
检测类别： 委托检测



编 制： 曹平
审 核： 曹平
批 准： 刘龙云
签发日期： 2019.9.29

地址：郑州市金水区优胜北路1号芯互联大厦12层1202室
电话：0371-69111196

邮编：450000
邮箱：jiance@zztek.cn

检测报告说明

- 1.检测报告未加盖“郑州新知力科技有限公司检验检测专用章”、章及骑缝章无效。
- 2.检测报告不得局部复制，复制检测报告未重新加盖“郑州新知力科技有限公司检验检测专用章”无效。
- 3.检测报告无编制人、审核人、批准人签字无效。
- 4.检测报告涂改无效。
- 5.委托检测由委托单位送样时，检测报告仅对来样负责；对不可复现的检测项目，检测报告仅对采样（或检测）当时所代表的时间和空间负责。
- 6.对检测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向检测单位提出申诉，逾期恕不受理。

(一) 检测信息汇总表

检测 基本 信息	项目名称	周口协和骨科医院核技术应用项目辐射环境检测		
	委托单位	周口协和骨科医院		
	委托单位地址	周口市川汇区太昊路东段		
	受检单位	周口协和骨科医院		
	检测地址	拟建医养结合楼内、门诊楼负1层 DSA 机房内		
	检测内容	核技术应用项目拟建址及 DSA 机房现状辐射环境检测	检测参数	X-γ辐射剂量率
	委托日期	2019年09月02日	检测人员	曹轩、李珍珍
	检测日期	2019年09月06日		
	检测环境条件	天气：阴、气温：31.2℃、相对湿度：50%		
检测 仪器 信息	仪器名称	便携式辐射检测仪		
	仪器型号	AT1123		
	仪器编号	XZL-FS-007		
	量程范围	辐射剂量率：50nSv/h-10Sv/h		
	准确度	相对误差 $\leq\pm 15\%$		
	检定单位	河南省计量科学研究院		
	检定有效期	2019年12月10日		
	检定证书编号	医字 20181205-0551		

<p>检测依据</p>	<p>1.《辐射环境监测技术规范》 HJ/T 61-2001； 2.《环境地表γ辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-93。</p>
<p>质量控制措施</p>	<p>1.检测及分析均严格按照国家检测技术规范要求执行； 2.检测分析方法采用国家颁布的标准分析方法； 3.检测仪器经计量部门检定合格并在有效期内； 4.检测仪器符合国家有关标准和技术要求，检测前后进行仪器状态检查并记录存档； 5.检测人员经培训合格并持证上岗，检测报告严格实行三级审核制度。</p>
<p>项目概述：</p> <p>受周口协和骨科医院委托，郑州新知力科技有限公司于 2019 年 09 月 06 日对该医院拟建医养结合楼内直线加速器机房拟建区域、DSA 机房拟建区域及门诊楼负 1 层 DSA 机房现状周围环境的 X-γ辐射剂量率进行了现场检测。</p>	

(二) 检测点位示意图及检测结果

1. 门诊楼 DSA 机房现状

(1) 检测点位示意图

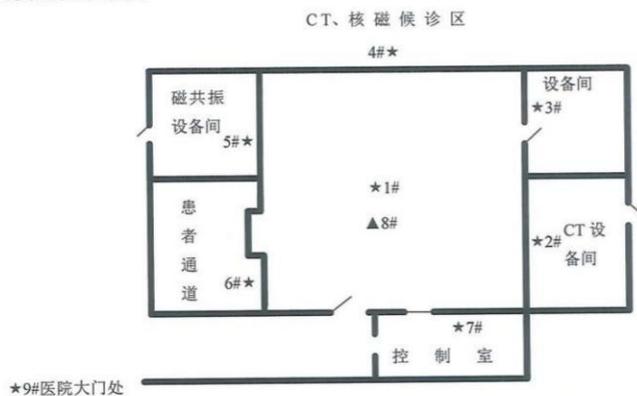


图 1 门诊楼 DSA 机房现状周围区域检测点位示意图

(2) 检测点位说明

各检测点位均设置为距地面高 100cm 处。

(3) 检测结果

序号	点位编号	点位描述	X-γ辐射剂量率 (nSv/h)
1	1#	DSA 机房中心处	149
2	2#	DSA 机房东侧 CT 设备间	155
3	3#	DSA 机房东侧设备间	147
4	4#	DSA 机房北侧 CT 核磁候诊区	159
5	5#	DSA 机房西侧磁共振设备间	149
6	6#	DSA 机房西侧患者通道	158
7	7#	DSA 机房南侧控制室	149
8	8#	DSA 机房上方门诊大厅	142
9	9#	医院大门处	141

以下无数据

注：① DSA 机房现状地面为混凝土；

② 数据均未扣除宇宙射线响应值。

2. 医养结合楼直线加速器、DSA 机房拟建区域

(1) 检测点位示意图

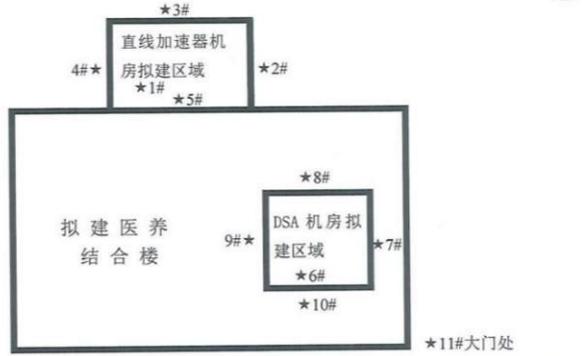


图 2 医养结合楼直线加速器机房、DSA 机房拟建址周围区域检测点位示意图

(2) 检测点位说明

各检测点位均设置为距地面高 100cm 处。

(3) 检测结果

序号	点位编号	点位描述	X-γ辐射剂量率 (nSv/h)
1	1#	直线加速器拟建区域中心处	107
2	2#	直线加速器拟建区域东侧	109
3	3#	直线加速器拟建区域北侧	108
4	4#	直线加速器拟建区域西侧	106
5	5#	直线加速器拟建区域南侧	107
6	6#	DSA 机房拟建区域中心处	114
7	7#	DSA 机房拟建区域东侧	116
8	8#	DSA 机房拟建区域北侧	115
9	9#	DSA 机房拟建区域西侧	113
10	10#	DSA 机房拟建区域南侧	117
11	11#	医院大门处	141

以下无数据

注：①直线加速器机房拟建区域检测地面为泥土、DSA 机房拟建区域检测地面为混凝土；

②数据均未扣除宇宙射线响应值。

(三) 结果分析及结论

经检测，周口协和骨科医院拟建医养结合楼直线加速器、DSA 机房拟建址周围环境的 X- γ 辐射剂量率范围为 106nSv/h~117nSv/h，门诊楼负 1 层 DSA 机房现状周围环境的 X- γ 辐射剂量率为 142nSv/h~159nSv/h。

以下空白



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 171612050399

名称: 郑州新知力科技有限公司

地址: 郑州市金水区优胜北路1号芯互联大厦12层1202室

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



171612050399
有效期至 2023年7月17日

发证日期: 2017年7月18日

有效期至: 2023年7月17日

发证机关: 河南省质量技术监督局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。



河南省计量科学研究院



检定证书

证书编号: 医学 20181205-0551

送 检 单 位	郑州新知力科技有限公司
计 量 器 具 名 称	辐射检测仪
型 号 / 规 格	AT1123
出 厂 编 号	54794
制 造 单 位	ATOMTEX
检 定 依 据	JJG 393-2003
检 定 结 论	合格

河南省计
证书报告

(检定专用章)

批准人
 核验员
 检定员

检 定 日 期 2018 年 12 月 11 日

有 效 期 至 2019 年 12 月 10 日

计量检定机构授权证书号: (国) 法计 (2017) 01031 号 电话: (0371) 65773888, 65773899

地址: 河南省郑州市花园路 21 号 邮编: 450008

电子邮件: hn65773888@163.com

证书编号： 医字 20181205-0551



我院系法定计量检定机构

计量授权机构： 国家质量监督检验检疫总局

计量授权证书号： (国)法计(2017)01031号

测量溯源性说明： 本检定使用的计量器具均可溯源到国家计量基准

检定所使用的计量标准：

名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	有效期至
γ射线空气比释动能(防护水平)标准装置	(10 ⁻⁶ ~10 ⁻²) Gy/h	$U_{95}=5.0\% (k=2)$	[1994]国量标证字第078号	2019-12-20
防护水平剂量仪	(10 ⁻⁶ ~10 ⁻²) Gy/h	$U_{95}=5.0\% k=2$	DYJ12018-3022/3021	2019-05-09

检定地点及其环境条件：

地点： 平原新区产业计量园医科学楼

温度： 17.4℃ 相对湿度： 23.2% 其他： 103.0kPa

限制使用条件和测量范围： /

注：

1. 我院仅对加盖“河南省计量科学研究院检定专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的检定结果仅对所检定计量器具有效。
3. 请妥善保管此证书。

第 2 页 共 3 页

第 8 页 共 9 页



检定结果

一、检定方法与条件：

1. 仪器在 ^{137}Cs 能量为 662keV γ 射线辐射场中采用替代法进行检定；
2. 仪器充分预热，源几何中心与探测器中心在同一轴线；

二、检定结果如下：

1. 外观及通用特性：合格
2. 重复性：0.0%
3. 相对固有误差：

辐射场	约定真值 ($\mu\text{Sv/h}$)	测量值 ($\mu\text{Sv/h}$)	相对固有误差
^{137}Cs	7.91	8.38	6.0%
^{137}Cs	49.93	49	-1.9%
^{137}Cs	333.2	330	-1.0%

4. 校准因子：

辐射场	约定真值 ($\mu\text{Sv/h}$)	测量值 ($\mu\text{Sv/h}$)	校准因子
^{137}Cs	7.91	8.38	0.944
^{137}Cs	49.93	49	1.019
^{137}Cs	333.2	330	1.010

三、检定结果使用方法：测量结果按下式处理：

$$X_0 = X_1 \times N_c$$

式中：

X_0 -----实际值

X_1 -----仪器示值

N_c -----校准因子

研究
章(2)

周口协和骨科医院文件

关于成立周口协和骨科医院辐射安全防护工作领导小组的 通知

一、办公室小组：

组长：李军

副组长：牛小波

成员：何剑波 王继成 朱所 许甲俊 陈永亮 崔红亮

二、职业分工

1、小组职责：

- (1)、组织制定医院辐射事故应急处理预案；
- (2)、负责组织协调辐射事故应急处理工作；
- (3)、组织辐射事故应急人员的培训和辐射事故应急演练；
- (4)、负责与上级主管部门和当地环保部门的联络、报告应急处理工作，配合做好事故调查和审定。

2、小组成员职责分工

2.1、主任职责：

- (1) 下达应急指令，总体指挥辐射事故应急工作。
- (2) 负责事故信息的上报工作。
- (3) 接受当地政府相关部门的指挥和调动。

2.2、副主任职责：

- (1) 负责通知应急小组成员立即到应急办公室报到。
- (2) 负责通知各相关单位人员到岗待命。
- (3) 负责随时掌握事故应急处理行动动态并及时向主任汇报。
- (4) 负责及时传达应急小组主任及上级有关部门指示。
- (5) 负责协调各应急部门和单位的应急工作。

2.3、成员职责

- (1) 服从并准确及时传达应急小组领导的指令。
- (2) 医院总值班应迅速掌握事故现场准确情况，按照事故分类立即启动应急预案，通知应急小组成员，并简明扼要通报事故影响程度及处理情况，同时做好记录。
- (3) 负责与卫生计生行政部门、环保部门、急救中心等有关部门的联系协调工作。
- (4) 负责配合相关部门在危险区域外设置警戒线，限制无关人员和车辆进入，维持现场秩序。
- (5) 负责事故现场安全措施的组织制定、监督检查，协调人员救护及善后工作。
- (6) 负责收集事故现场的资料，组织事故原因调查与分析；协助上级事故调查组进行事故调查工作。


周口协和骨科医院
2018年5月18号

辐射防护与安全管理制度

一. 对辐射工作场所和放射性同位素的运输、贮存等工作，必须配置防护设备和报警装置，接触射线或放射性核素的工作人员应佩戴个人剂量计和防护用品。

二. 负责医院辐射工作场所日常监测的部门和人员，应确保监测设备设施的完好，确保日常监测正常进行并准确记录。

三. 应按规定对辐射防护设施、设备、装置进行维护和检修等，并健全记录，确保正常运行。

四. 操作人员必须按章操作，发现运行异常及时采取措施并汇报上级部门。

五. 建立健全防护设施设备、装置技术档案。包括防护设施的技术资料；防护设施检测、评价和鉴定资料；防护设施的操作规程和管理制度；运行记录资料；防护设施日常维修、保养、停运和拆除资料；核技术应用项目环境影响评价报告及竣工环境保护验收等。

六. 辐射防护设施管理、运行情况应纳入日常监督检查内容，发现设施擅自撤除、停运或存在严重问题，按照规定进行责任追究和处罚。

七. 在辐射工作场所的入口处和各控制区进出口及其他适当位置，设置电离辐射警告标志，在各机房门口设置工作指示灯。

八. 辐射工作人员对患者和受检者进行医疗照射时应事先告知辐射对健康的影响。

九. 辐射工作场所应当配备与检查相适应的工作人员防护用品和受检者个人防护用品，防护用品应符合国家相关标准。

十. 辐射工作人员实施医疗照射或放射诊疗时，只要可行，就应对受检者临近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护；工作人员在辐射工作场所操作时必须穿戴个人防护用品。

十一. 医疗照射必须有明确的医疗目的，严格控制受照剂量，不得因资料管理、受检者转诊等原因使受检者接受不必要的重复照射。

十二. 不得将辐射检查与核素治疗列入对儿童及婴幼儿的健康体检项目。

十三. 对育龄妇女腹部或骨盆进行 X 射线检查前，应问明是否怀孕；对受孕后的妇女，非特殊需要，不得进行腹部下腹部或骨盆的 X 线检查。

十四. 在 X 线检查中, 对儿童等特殊检查者可采取相应固定体位措施。对有正当理由需要检查的孕妇应注意尽可能保防胚胎或胎儿。当受检者需要扶携或近身护理时, 对扶携者和护理者也应采取相应的防护措施。

十五. 实施放射性给药或 X 射线照射操作时, 应当禁止非受检者进入操作现场; 因患者病情需要其他人员陪检时, 应当对陪检者采取防护措施。

十六. 每次检查时工作人员必须检查机房门是否关闭。

十七. 工作人员对机器及设备的使用、保管、清洁、维护负责, 机房内保持整洁, 不得堆放杂物, 无关人员不得擅自动用机器。

十八. 工作人员应当按照操作规程进行操作, 不得违反操作规程。

十九. 设备应当定期进行维护、检查。

周口协和骨科医院

2019 年 11 月

辐射工作人员培训/再培训管理制度

一. 医院放射工作人员是指在医院从事放射职业活动中受到电离辐射照射的医务工作人员，应当具备以下条件：

- （一）年满 18 岁；
- （二）经职业健康检查，符合放射工作人员的职业健康要求；
- （三）放射防护和有关法律知识的培训考核合格；
- （四）遵守放射防护法规和规章制度，接受职业健康监护和个人剂量监测管理；
- （五）持有《放射工作人员证》。

二. 每年应制定职业安全健康培训计划或每年的职工培训计划中应包含职业安全健康培训计划。每年按照省卫生部门和上级环保部门培训文件通知要求，定期组织医院放射工作人员参加放射防护和有关法律知识的培训、辐射安全与防护培训。

三. 职业安全健康主管负责人及专职人员应按照上级部门文件通知要求，接受职业病危害防治知识培训。

四. 从业人员上岗前、在岗期间，单位应组织进行职业病危害防治知识培训，上岗前培训时间不得少于 8 学时，在岗期间培训时间每年不得少于 4 学时。经职业病危害防治知识培训后，应进行考核，未参加考核或考核不合格的，不得从事职业安全健康管理工作或接触职业危害的作业。

五. 医院放射工作人员上岗前应当接受放射防护和有关法律知识的培训，考核合格取得《放射工作人员证》后方可参加相应工作。

六. 医院放射工作人员在岗期间应当定期接受放射防护和有关法律知识的培训，两次培训的时间间隔不超过 2 年。

七. 医院放射工作人员应定期参加辐射安全与防护培训，培训合格后取得《辐射安全与防护培训合格证》（两次培训的时间间隔不超过 4 年）。

八. 医院参加培训的放射工作人员，在取得《放射工作人员证》或《辐射安全与防护培训合格证》后，由本人或科室妥善保管原件。

周口协和骨科医院

2019 年 11 月

辐射安全和防护设施维护维修制度

1、维护、维修制度

- (1) 使用科室严格操作规程，操作设备每天进行必要的保养维护。
- (2) 设备维护维修成员，编写设备故障及有关维护保养的记录。
- (3) 每月彻底检查有关部件，更换损坏的零件，防患于未然。

2、维修、维护内容

- (1) 各传动机构包括电动、手动铅门，润滑油是否符合要求，否则应及时添加或更换。
- (2) 驱动部分的松紧度，过松时应及时调整，保证驱动部分正常工作。
- (3) 所有限位开关是否正确，是否可靠工作。
- (4) 设备工作状态灯是否显示正常，损坏应及时更换。
- (5) 排风是否正常，检查排风量，保证换气次数。
- (6) 电动门红外感应是否灵敏，保证病人的安全。

周口协和骨科医院

2019年11月

自主监测方案

为贯彻落实《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射诊疗管理规定》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的相关要求，保障放射诊疗工作的正常开展以及人员的健康与安全，特制订监测计划。

一、工作场所及周围环境监测

a、常规监测：医院目前配备有一台 X、 γ 辐射监测仪，对辐射工作场所进行每季度进行一次常规自主监测，并建立环境安全档案。

b、定期监测：医院委托有资质的单位定期（每年 1 次）对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地环保局上报备案。

c、监测范围：工作场所屏蔽墙外，防护门及缝隙处，电缆及管道的出入口，候诊区、控制室等。

d、监测项目：X- γ 辐射剂量率。

二、个人剂量监测

长期委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担我单位辐射工作人员个人剂量检测工作。辐射工作人员在工作期间规范佩戴个人剂量计；外照射个人剂量监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月，并按 GB5294-85《放射工作人员个人剂量监测方法》要求建立个人剂量档案。当监测结果超出剂量当量限值时，及时查找原因并上报相关部门。

周口协和骨科医院

2019 年 11 月

监测仪表使用与检验管理制度

一、医院所用的放射性同位素与射线装置监测仪器必须定期经相关单位计量检定。

二、监测仪表应处于正常可使用状态。

三、应有足够的（备用），准确的监测仪表用于工作人员的监测和防护，以及用于现场的辐射监测。

四、搞好监测仪表的维护保养工作，主要是做好仪表的防尘、防潮、防腐、防老化工作。

五、监测仪表必须建立专人负责制，实行档案管理制度，建档建卡，做到技术档案资料齐全、完整，仪表的说明书、操作规程等技术资料应妥善保管。

六、操作人员必须经过专门培训和考核方能操作，使用中应遵守操作规程，正确使用监测仪表，保证监测仪表不带病工作，不以粗代精，不超负荷使用。

七、监测仪表实行事故报告制度、发生事故，仪表负责人应立即报告仪器管理部门，并写出事故报告。

八、监测仪表由于长期使用，已达到耐用年限，技术性能已达不到技术指标，没有继续使用和修复价值，可提出报废申请，报主管部门批准后另行购置。

周口协和骨科医院

2019年11月

医用电子直线加速器操作规程

医用电子直线加速器是大型医用治疗设备，不适当的操作可能造成对设备或人员的伤害，要求操作人员及维修人员应熟练掌握操作手册并严格按照操作规程进行操作。

1、开机前清洁操作台面，观察机房温度（15-30 度）和湿度（35%-70%），若不合适，应打开空调，待其合适时方可开机并记录数据。

2、每天早晨 7:30 分开机，开机顺序为：先合上墙闸，后依次打开微机上电钥匙及低压上电钥匙，键入启动命令启动低压；设备预热 20 分钟后方可开启高压。操作人员在设备预热期间和非治疗病人期间请勿开启高压钥匙，维修人员在维修非试机情况下应关闭高压并拔掉操作台上所有的钥匙。

3、操作人员在开机和治疗病人期间，应密切观察操作面板、显示器的各种参数，监视机房内情况。发现异常情况时应马上通知维修人员，必要时紧急停机并记录下故障情况及处理经过。

4、治疗计划执行过程中，严禁一切非病员在直线加速器房间、门旁逗留，否则，一切后果自负。

5、在做各种治疗时，应以病人为本，严防差错事故发生。待所有治疗结束后，逆开机顺序关机。

周口协和骨科医院

2019 年 11 月

DSA 操作规程及注意事项

一、开机

- 1、检查电源指示是否正常。
- 2、开启机器电源控制柜上电源开关。
- 3、开启机器系统柜上的系统待命按钮。
- 4、打开显示屏，待通过自检后，开启控制台开关。

二、造影检查操作

- 1、单击显示屏，输入病人信息。
- 2、根据检查要求触摸控制台上的技术按钮选择检查类型。
- 3、根据具体情况调节各技术参数（自动和手动注射及路径状态）

三、关机

- 1、点击关闭按钮，确认，关闭显示器。
- 2、待显示器关闭后，点击控制台上的按钮，关闭操作系统
- 3、关闭系统待命开关。

四、注意事项

- 1、开机前应检查室内温度、湿度，设备间内温度应保持在 20 度左右，相对湿度 50%左右。
- 2、若开机后系统自检出现异常，可关闭系统，5 分钟后可重新开机或按重新热启动开关。
- 3、水冷机工作时不能关闭机器。
- 4、病人上下床时要特别注意，避免触及按钮开关等。

周口协和骨科医院

2019 年 11 月

设备检修维护管理制度

为了保证我院射线装置安全运行,加强射线机的管理,保证设备的使用安全,减少安全隐患,做好射线装置检修维护保养工作,特制定本射线装置检修维护管理规定。

一、岗位职责:

1、设备科负责联系协调院内设备的使用培训、射线装置的性能进行全面检查、保养、维护,发现问题应及时维修,安全监测等管理工作并做好记录留档。

二、管理要求

1、每台仪器均应有操作规程,使用时严格按照规定步骤操作。未掌握使用方法前,不得独立操作仪器。贵重仪器应专人使用,科内指定专人负责仪器的保养工作。

2、每个涉及放射工作场所的科室设立管理人员对设备进行管理,对维修、检测等记录进行保管,并清楚了解设备情况,确保射线装置安全运行。

3、操作射线装置的放射(放射)工作人员要熟练掌握所负责射线装置的性能、操作规程、维护保养常识,确保射线装置安全正常使用。

4、设备科按保修合同联系厂家对射线装置进行检修维护。检修包括日常检查的内容,以及各种安全防护设施设备生产厂家规定的检查维护项目,并做好射线装置的维护保养、维修工作,做好放射场所监测工作。指定专人建立健全射线装置台账,对各种X射线机编号登记。

5、使用射线装置的辐射工作人员应做好详细的使用记录,经常检查射线装置的运行情况。发现有损坏的情况要及时联系厂家检修。

6、严禁射线机带病操作,操作人员对出现故障的设备要立即停止使用,及时报设备管理员。

7、使用人员要按规定认真做好并保存好射线装置维修记录。如出现重大故障,必须立即采取果断措施,防止放射源泄漏,并及时向单位领导汇报,启动应急预案进行处置。

8、日常检查要求:每次开机前,放射工作人员必须仔细巡视设备及门灯联锁、放射性警示标志等配套设施有无异常情况,发现异常及时联系设备科维修,在问题没有得到解决之前不得开机使用。做好检修维护保养记录,定期总结经验教训,

提高设备管理水平。

9、对于管理部门在检查检测中发现的问题，及时整改，在问题没有得到解决之前不得开机使用。

周口协和骨科医院

2019年11月

辐射工作人员及公众年有效剂量管理目标值

我单位放射工作人员和公众年有效剂量管理目标值如下：

放射工作人员职业照射剂量限值连续 5 年的年平均有效剂量为 20mSv，其中任何一年中的有效剂量不得超过 50mSv。我单位放射工作人员年有效剂量管理目标值为 5mSv。

公众照射剂量限值为年有效剂量 1.0mSv，特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均有效剂量不超过 1 mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。我单位公众年有效剂量管理目标值为 0.25mSv。



附件九：辐射事故应急预案

周口协和骨科医院 辐射事故应急处理预案

为加强放射诊疗工作的管理，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的健康权益，经院长办公会研究，决定建立放射事件应急处理预案：

一、放射事件应急处理领导小组

组 长： 李军

副组长： 牛小波

成 员： 何剑波 王继成 朱所 陈永亮 崔红亮 许甲俊

应急计划日常负责人： 何剑波

二、医院放射事件应急处理领导小组职责

- 1、贯彻执行国家辐射应急的方政策和辐射应急工作要求；
- 2、负责向上级和属地有关部门报告医院内发生的辐射应急事故和事件；
- 3、组织制订医院应急响应方案，做好应急准备工作；
- 4、应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织，统一行动，采取各种有效快速的救援措施，最大限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除对医院的负面影响；
- 5、组织人员参加辐射应急人员培训和应急演练。
- 6、及时报告放射事件、启动应急预案。

三、应急准备

- 1、应急物资：担架、对讲机等；

2、联系电话： 03948393120

3、技术支持： 我院和周口市医疗器械维修站联合；

4、经费划拨： 1 万元。

四、放射事件应急计划

(一)严格遵守放射工作各项规章制度,严格执行放射诊疗操作规范,防范放射事件的发生。

(二)当发生射线装置失控导致工作人员或者公众受到意外、非自愿的异常照射时,由放射事件应急处理领导小组启动本预案:

1、终止原各项操作,关闭操作电源,立即疏散工作人员及周围公众;

2、将事故发生的时间、地点和现场状况报告维修人员、科负责人和应急办公室,应急办公室立即将事故情况向领导小组及市卫生部门、环保部门汇报;

3、领导小组接到事故发生报告后,立即赶赴现场,负责现场警戒、划定紧急隔离区等工作,保护好现场,防止事故蔓延,并保留导致事故的材料、设备和工具等;对受到照射的人员,在采取有效个人安全防护措施的情况下,迅速安排受照人员接受医学检查或者在指定的医疗机构救治;同时指挥各组织开展工作,现场情况应及时报告市卫生局、市环保局等相关部门;后勤保障组负责准备应急物资;

4、人员误入、人员误留情况下的应急:

为防止病人的亲属或其他陪护人员在设备出束时误留治疗室,工作人员在摆位后最后出来,在确认机房内没有除患者以外的其他人员后,关闭机房防护门,如通过监视器发生有人员误入或人员误留,工作人员需立即按下急停开关,停止射线出束。

5、事故处理之后,医院组织有关人员进行讨论,总结事故发生的原因

因、处理事故的经验教训，修改完善防范措施，加强日常安全管理，防止类似事故的发生；

6、应急能力的保持：

应急人员：何剑波 王继成 朱所 陈永亮 崔红亮 许甲俊

应急人员每年培训一次，演习两次。

周口协和骨科医院医院

2018年5月18号



附件十：DSA1 现有工作人员培训证书及个人剂量检测报告

	<p>合格证书</p> <p>张彦磊 同成于 2016 年 3 月 21 日至 2016 年 3 月 23 日在河南</p> <p>参加河南工程学院初级辐射安全与防护</p> <p>培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。</p> <p>编号 201632136</p>
身份证号	412723198410308831
姓名	张彦磊
性别	男
出生年月	1984.1
文化程度	本科
工作单位	周口协和骨科医院
从事辐射	放射诊断
工作类别	

周口市疾病预防控制中心
年剂量检测评价报告

QRD2373-2016

报告编号：周疾控【2018】职检（个剂）第043号

第3页共4页

检测项目	个人剂量检测	检测方法	热释光剂量检测仪
用人单位	周口协和骨科医院	委托单位	周口协和骨科医院
检测/评价依据	GBZ128—2016《职业性外照射个人监测规范》		
检测室名称	外照射个人剂量检测室	检测类别/目的	委托/常规
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量仪/RGD-3B/	探测器	热释光剂量计(TLD)-玻璃管-LiF(Mg,Cu,P)
监测日期:	2017-10-01--2018-09-30		

评价结论：本年度该单位放射工作人员年受照剂量皆小于5 mSv 属正常记录水平。

建议：①正确佩戴剂量计并注意保管，按时交回检测。②监测周期中达到调查水平剂量者，其核查登记表要按时返回我中心，否则其本周期内剂量将按失真结果处理，该周期的剂量按名义剂量结果记录。③介入治疗应加强工作人员的个人防护，减少操作受照射时间，尽量佩戴铅衣内外两个剂量计。④年剂量结果请及时记录在放射工作人员证中。

检测报告专用章

年 月 日

检测结果：

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
1008010001	朱所	男	X射线诊断	4	0.49
1008010004	卢卫杰	男	X射线诊断	4	0.54
1008010007	王继成	男	X射线诊断	4	0.26
1008010009	张彦磊	男	X射线诊断	4	0.47
1008010013	崔红亮	男	X射线诊断	4	0.30
1008010014	艾兵舰	男	X射线诊断	4	0.41
1008010015	陈永亮	男	X射线诊断	4	0.22
1008010020	许家骏		X射线诊断	4	0.33
1008010021	魏海	男	X射线诊断	4	0.37
1008010022	陈勤杰	男	X射线诊断	4	0.29
1008010023	韩露	女	X射线诊断	4	0.40
1008010024	牛治森	男	X射线诊断	4	0.28

检测结果:

第 4 页 共 4 页

编号	姓名	性别	职业类别	本年度监测次数	$H_p(10)$ (mSv)
1008010025	殷菲菲	女	X射线诊断	4	0.37
1008010026	许鹏	男	X射线诊断	4	0.46
1008010027	何建波	男	X射线诊断	4	0.47
1008010028	张靖林	男	X射线诊断	3	0.39
1008010029	王中华	男	X射线诊断	3	0.48
1008010030	翟绿丹	男	X射线诊断	4	0.26
1008010031	刘玲	男	X射线诊断	4	0.33
1008010032	孔肖蕊	女	X射线诊断	4	0.46
1008010033	袁双双	女	X射线诊断	4	0.56
1008010034	胡磊	男	X射线诊断	4	0.56
1008010035	杨剑	男	X射线诊断	4	0.93
1008010036	吴汶特	男	介入放射学(2E)	4	0.87
1008010037	王魁凤	男	介入放射学(2E)	4	1.18
1008010038	刘烨华	男	介入放射学(2E)	4	0.78
1008010039	袁玉柱	男	介入放射学(2E)	4	0.86
1008010040	翟效利	男	X射线诊断	4	1.20
1008010041	惠飞	男	介入放射学(2E)	3	0.56
1008010042	孟祥如	女	介入放射学(2E)	3	0.62
1008010043	刘涛	男	介入放射学(2E)	3	0.54
1008010044	吴泽原	男	X射线诊断	2	0.32
1008010045	阎旭	男	X射线诊断	2	0.27



备注:

- 1) 没有按时交回剂量计者 2 人次。
- 2) 姓名、性别、职业类别记录有误者, 请及时手机联系(发信息): 从 严 177

检测人: 闫静 校核人: 孙少 审核人: 顾昕岐
 2018年11月28日 2018年11月28日 2018年11月29日





161600100583
有效期2022年3月28日

周口市疾病预防控制中心

检测报告



QRD2375-2016

样品受理编号: 20191011

共 2 页 第 1 页

检测项目	个人剂量检测	检测方法	热释光剂量检测仪
用人单位	周口协和骨科医院	委托单位	周口协和骨科医院
检测/评价依据	GBZ128—2016《职业性外照射个人监测规范》		
检测室名称	外照射个人剂量检测室	检测类别/目的	委托/常规
检测仪器名称/型号/编号	热释光剂量仪/RGD-3B/	探测器	热释光剂量计(TLD)-玻璃管-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 天数 (天)	个人剂量当量 (mSv)		
						铅衣外 $H_p(10)$	铅衣内 $H_p(10)$	未穿铅衣 $H_p(10)$
1008010001	朱所	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010004	卢卫杰	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010007	王继成	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010009	张彦磊	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010013	崔红亮	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.09
1008010014	艾兵舰	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010015	陈永亮	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010020	许家骏		X射线诊断	2018-10-01	91			0.09
1008010021	魏海	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010023	韩露	女	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010024	牛治森	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010025	殷菲菲	女	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010027	何建波	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010030	翟绿丹	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.13
1008010031	刘玲	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010032	孔肖蕴	女	X射线诊断	2018-10-01	91			0.06
1008010033	袁双双	女	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05



检测结果:

共 2 页 第 2 页

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴 天数 (天)	个人剂量当量 (mSv)		
						铅衣外 $H_p(10)$	铅衣内 $H_p(10)$	未穿铅衣 $H_p(10)$
1008010034	胡磊	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010035	杨剑	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010036	吴文祥	男	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.18	0.05	
1008010037	王魁风	男	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.22	0.05	
1008010038	刘辉华	男	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.20	0.05	
1008010039	赵玉柱	男	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.08	0.05	
1008010040	霍效利	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010041	廖飞	男	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.17	0.05	
1008010042	孟祥如	女	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.19	0.05	
1008010043	刘涛	男	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.05	0.05	
1008010045	闻旭	男	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010046	杜春艳	女	X射线诊断	2018-10-01	91			0.05
1008010047	郝新磊	男	介入放射学(2E)	2018-10-01	91	0.27	0.11	

(以下空白)

备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25 mSv * 标注的结果<MDL # 标注的结果为名义剂量
本周期最低可探测水平 MDL 为 0.05mSv

根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2016 要求, 剂量计佩戴时间不能超过 3 个月, 对超期佩戴引起的测量误差, 监测单位不予负责。

签发者:

张春明
2019年3月10日

附件十一：射线装置技术参数及机房设计方案材料

本项目射线装置技术参数及建设地点

本项目涉及新建机房及控制室等相关房间，使用1台直线加速器、2台DSA开展放射性诊断及治疗工作。射线装置具体情况见下表。

表1 本次环评射线装置内容

射线装置名称	型号	数量	类别	参数		工作场所	备注
医用直线加速器	VitalBeam	1	II类	最大能量	X线: 10MV 电子线: 22MeV	医养结合 楼地下一层放疗科	拟购
				最大输出剂量率	X线: 24Gy/min 电子线: 10Gy/min		
DSA1	未定	1	II类	最大管电压	150kV	医养结合 楼地上一层介入手术室	拟购
				最大管电流	1250mA		
DSA2	Optimal IGS330	1	II类	最大管电压	125kV	门诊楼地下一层介入手术室	已有
				最大管电流	1000mA		

直线加速器机房位于医养结合楼地下一层北侧，直线加速器机房上方为楼外，无建筑物，下方为土层，南侧为控制室及走廊，北侧、西侧均为土层，东侧为预留机房。

拟建 DSA1 机房位于医养结合楼地上一层东侧中部，机房上方为门诊诊室，下方为送风机房，北侧为走廊，南侧为控制室，西侧为观察间及铅门前缓冲区，东侧为设备间。

现有 DSA2 机房位于现有门诊楼地下一层介入手术室，机房上方为大厅，下方为土层，北侧为走廊，南侧为操作间，西侧为 MR 设备间及病人谈话室，东侧为设备机房。

本项目各机房辐射防护设计

本项目医用直线加速器机房防护设计情况见下表 1。

表 1 直线加速器机房防护设计一览表

项目		设计情况	
机房内部空间尺寸参数	高度 (m)	4.0 (吊顶 3.6)	
	南北宽度 (m, 不含迷路与墙体)	7.0	
	东西长度 (m)	主屏蔽部分	8.0
		次屏蔽部分	8.6
	面积 (m ² , 不含迷路与墙体)	57.6	
	机房容积 (m ³)	207.36 (高度为吊顶距地面)	
屏蔽体尺寸参数	东墙主屏蔽区厚度 (m)	3.0	
	东墙次屏蔽区厚度 (m)	1.8	
	西墙主屏蔽区厚度 (m)	3.0	
	西墙次屏蔽区厚度 (m)	1.7	
	东西墙主屏蔽区宽度 (m)	4.4	
	顶部主屏蔽区厚度 (m)	3.0	
	顶部次屏蔽区厚度 (m)	1.7	
	顶部主屏蔽区宽度 (m)	4.4	
	北侧屏蔽墙厚度 (m)	1.7	
	南侧迷道内墙厚度 (m)	1.0-1.54	
南侧迷道外墙厚度 (m)	东段: 1.7, 西段: 1.34-1.7		
防护门	铅当量 (mmPb)	暂无防护门设计方案	
等中心	距东墙主屏蔽区内表面 (m)	3.7	
	距西墙主屏蔽区内表面 (m)	4.3	
	距室内表面 (m)	2.7	
	距北侧屏蔽墙内表面 (m)	3.1	
	距南侧迷道内墙内表面 (m)	3.9	
迷路参数	类型	"L" 型迷路	
	迷路长度 (m)	8.6	
	迷路宽度 (m)	2.0	
	内入口宽度 (m)	2.5	
	迷路及内入口高度 (m)	4.0 (吊顶 3.6)	
	内入口截面积 (m ²)	9.0 (高度为吊顶距地面)	

注: 加速器机房四周主体防护墙及顶棚材料均使用混凝土 (密度约 2.35g/cm³) 一体浇筑而成。

两间 DSA 机房主体防护设计情况一览表如下表 2。

表 2 本项目 DSA 机房主体防护设计情况一览表

机房名称	DSA1 机房	DSA2 机房 (已建成)
机房内部尺寸 (长×宽×高)	7.6m×6.6m×4.5m	8.0m×6.8m×4.0m
四周屏蔽墙厚度	37cm 实心砖 (约等效于 3mmPb)	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料 (约等效于 5.5mmPb)
屋顶	25cm 混凝土 (约等效于 3mmPb)	25cm 混凝土 (约等效于 3mmPb)
防护门	4mm 铅板	4mm 铅板
观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃
安全连锁	设计有门灯连锁	有门灯连锁

备注: ①注: 混凝土密度不小于 2.2t/m³, 实心砖密度不小于 1.6t/m³, 硫酸钡涂料密度不低于 2.7 t/m³。

附件十二：拟配置工作人员数及预期工作量

拟配置工作人员数及预期工作量



工作人员拟配置情况：

本项目 DSA2 为已经运行过的设备，涉及 4 名工作人员：张彦磊（技师）、吴汶特（护士）、刘泽华（医师）、王魁风（医师）。拟建 DSA1 将依托 DSA2 现有 2 名医师，另再增加至少 2 名医师，同时为 DSA1 配置至少 1 名技师与 1 名护士，则本项目两台 DSA 运行后，由 4 名医师分担 2 台 DSA 的手术量。

拟为本项目拟建直线加速器配置 4 名工作人员。

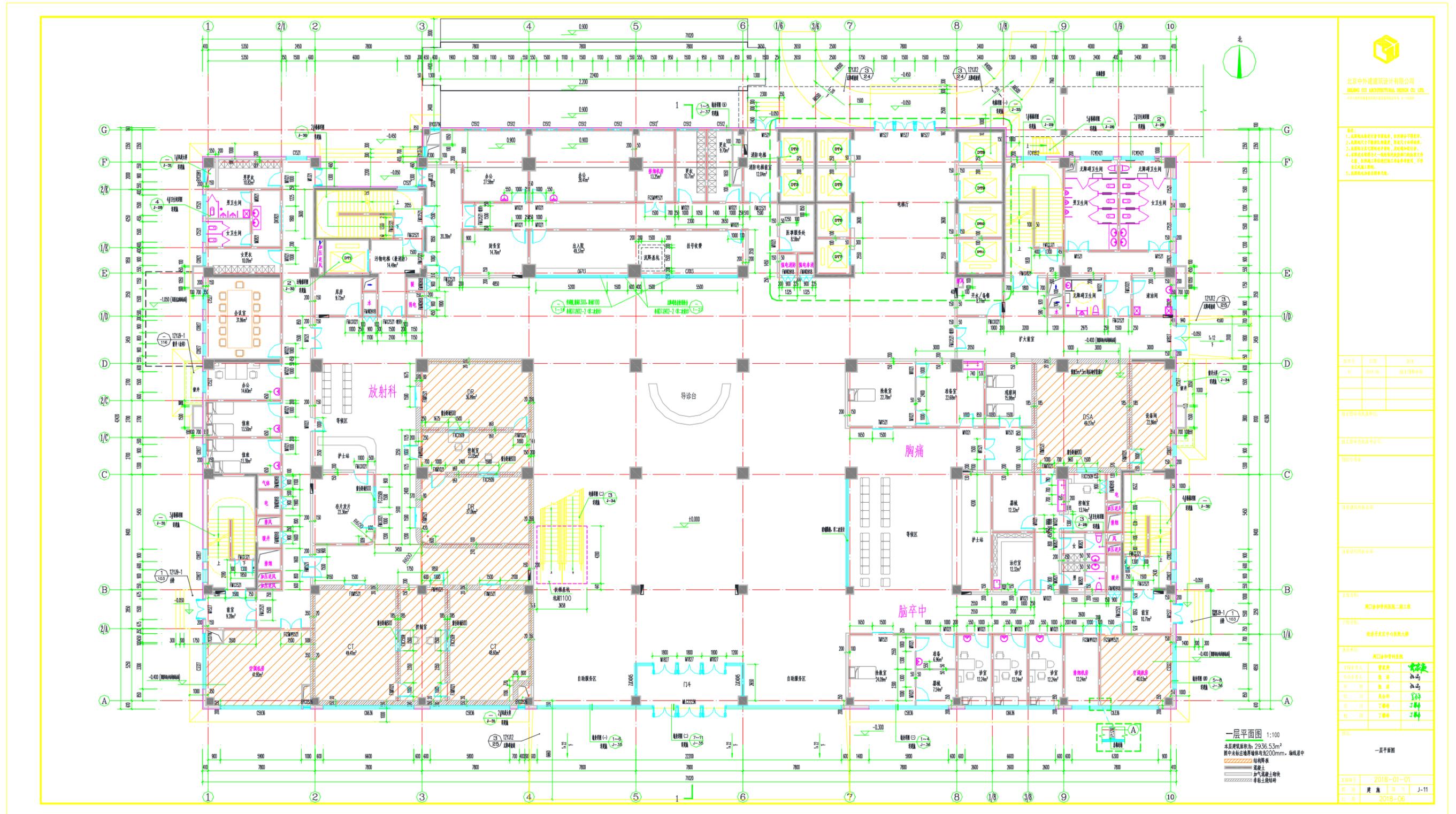
预期运行后的工作量：

直线加速器：预计每天治疗 40 人，每周工作 5 天，平均每名患者治疗结束时间约 3min，每年工作约 50 周。

DSA1：预计每天进行 4 台手术，每年至多 900 台，一台手术过程中的最大出束时间约为透视模式 15min、采集模式 20s。

DSA2：预计每天进行 2 台手术，每年至多 450 台，一台手术过程中的最大出束时间约为透视模式 15min、采集模式 20s。

附图二：新建医养结合楼地上一层平面布置图



北京中外建建筑设计有限公司
 BEIJING CCI ARCHITECTURAL DESIGN CO., LTD.
 100000

- 备注:
 1. 本图仅供施工参考, 不得作为法律依据。
 2. 凡属国家强制性标准, 均按国家标准执行。
 3. 本图仅供参考, 不作为法律依据。
 4. 本图仅供参考, 不作为法律依据。
 5. 本图仅供参考, 不作为法律依据。

版本号	日期	备注
01	2018.06	施工图审核

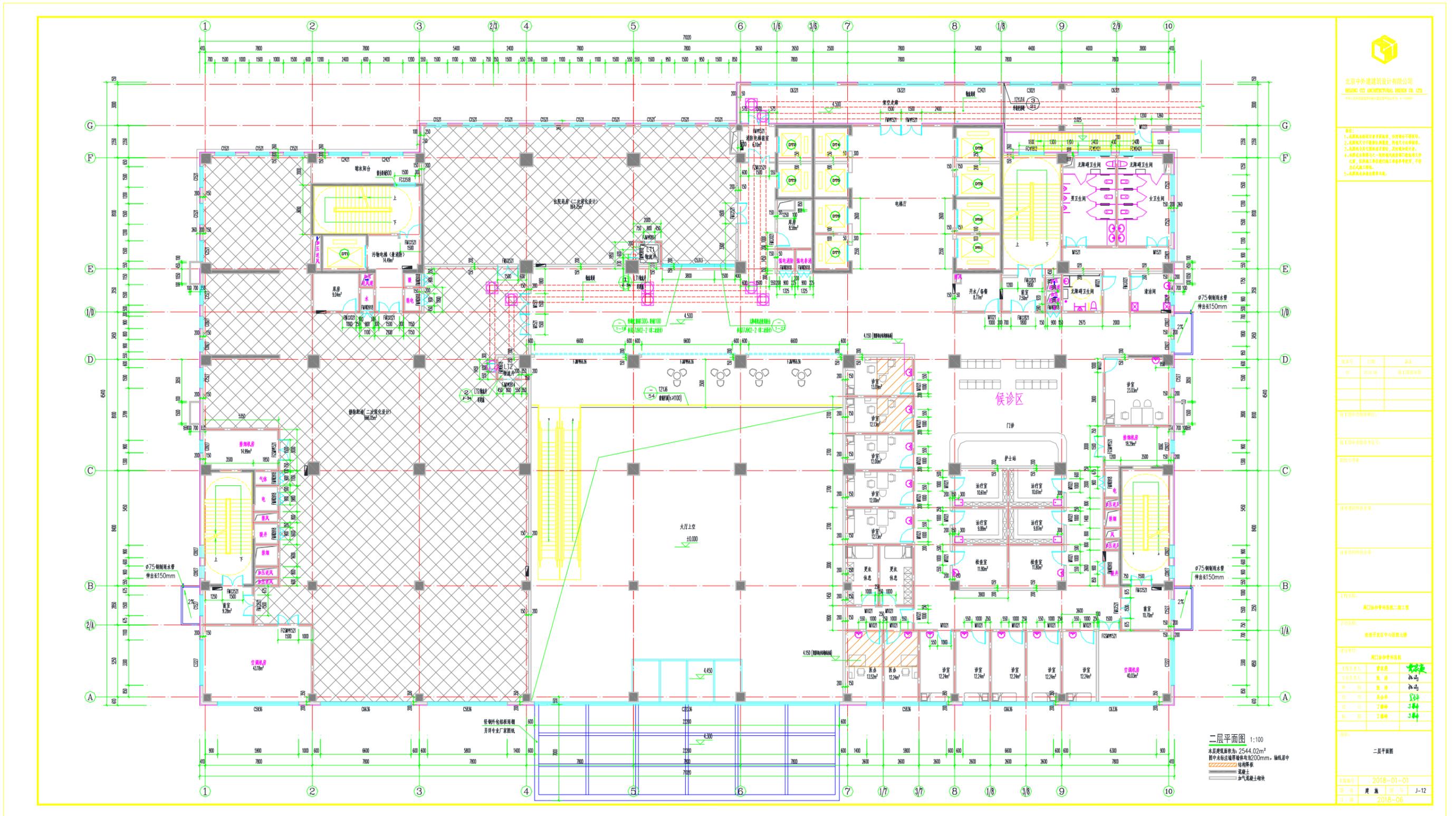
施工图审核意见:
 施工图审核意见:
 施工图审核意见:

审核人:
 审核人:
 审核人:

审核日期:
 审核日期:
 审核日期:

姓名	职务	签字
张	张	张
李	李	李
王	王	王
赵	赵	赵
孙	孙	孙

附图三：新建医养结合楼地上二层平面布置图



北京中外建筑设计有限公司
 BEIJING CZW ARCHITECTURAL DESIGN CO., LTD.
 中国勘察设计协会注册建筑师: 41100001

- 备注:
1. 本图除会签外, 均不得修改, 如有修改, 须经设计人同意。
 2. 本图尺寸以毫米计, 标高以米计, 标高以绝对标高为准。
 3. 本图除会签外, 均不得修改, 如有修改, 须经设计人同意。
 4. 本图除会签外, 均不得修改, 如有修改, 须经设计人同意。
 5. 本图除会签外, 均不得修改, 如有修改, 须经设计人同意。

版本号	日期	备注
01	2018.06	施工图审核

设计人: 王明

审核人: 李强

项目负责人: 张华

工程名称: 周口市中医院医养结合楼

专业名称: 建筑

姓名	职务	签字
王明	设计	[Signature]
李强	审核	[Signature]
张华	负责人	[Signature]
陈明	校对	[Signature]
丁明	绘图	[Signature]

图名: 二層平面圖

工程编号	2018-01-01
图号	J-12
日期	2018-06

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）： 		周口协和骨科医院		填表人（签字）： 朱所		建设单位联系人（签字）： 朱所					
建设项目	项目名称	周口协和骨科医院射线装置应用项目		建设内容、规模		建设内容：拟在新建医基结合楼地下一层放疗科建设直线加速器机房，地上一层介入手术室建设DSA机房。另外，医院现有门诊楼内有一间DSA机房，安装有一台DSA，于2019年7月经周口市辐射环境监督管理站现场检查后由周口市生态环境局进行处罚并责令改正。目前该DSA已停止运行，拟按照预定程序进行环境影响评价及辐射安全许可证的申报。					
	项目代码	无				建设规模：1台直线加速器、2台DSA					
	建设地点	周口市太吴路东段									
	项目建设周期（月）	6.0		计划开工时间	2019年11月						
	环境影响评价行业类别	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项目）		预计投产时间	2020年6月						
	建设性质	新建（迁建）		国民经济行业类型 ²	Q8311 综合医院						
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）	豫环辐证【10584】		项目申请类别	新申项目						
	规划环评开展情况	不需开展		规划环评文件名	无						
	规划环评审查机关	无		规划环评审查意见文号	无						
	建设地点中心坐标 ³ （非线性工程）	经度	114.675991	纬度	33.592521	环境影响评价文件类别		环境影响报告表			
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）	
	总投资（万元）	4800.00		环保投资（万元）	500.00		环保投资比例	10.42%			
建设单位	单位名称	周口协和骨科医院	法人代表	李军	单位名称	四川省核工业辐射测试防护院	证书编号	国环评证甲字第3214号			
	统一社会信用代码（组织机构代码）	75387727-X41160219A526	技术负责人	朱所	环评文件项目负责人	张笃敏	联系电话	13198596862			
	通讯地址	周口市太吴路东段	联系电话	13938041643	通讯地址	四川省成都市成华区华冠路35号					
污染物排放量	污染物	现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）			排放方式		
		①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ （吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年） ⁵	⑦排放增减量（吨/年） ⁵			
	废水	废水量（万吨/年）					0.000	0.000	<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放：受纳水体_____		
		COD					0.000	0.000			
		氨氮					0.000	0.000			
		总磷					0.000	0.000			
	废气	总氮					0.000	0.000			
		废气量（万标立方米/年）					0.000	0.000	/		
		二氧化硫					0.000	0.000	/		
		氮氧化物					0.000	0.000	/		
	颗粒物					0.000	0.000	/			
	挥发性有机物					0.000	0.000	/			
项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施		
	生态保护目标								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
	自然保护区								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
	饮用水水源保护区（地表）				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
	饮用水水源保护区（地下）				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
风景名胜保护区				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）			

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
 5、⑦=③-④-⑤；⑧=②-④+③，当②=0时，⑧=①-④+③