

核技术利用建设项目

定边县人民医院

新增医用 X 射线装置核技术应用项目

环境影响报告表

定边县人民医院

2018 年 10 月

环境保护部监制

仅供定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环评公示

核技术利用建设项目

定边县人民医院
新增医用 X 射线装置核技术应用项
目
环境影响报告表

建设单位名称：定边县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：定边县鼓楼北街 21 号

邮政编码：718600 联系人：白宏伟

电子邮箱：1834579721@qq.com

联系电话：13991099038

表 1 项目基本情况

建设项目名称		定边县人民医院新增医用 X 射线装置核技术应用项目			
建设单位		定边县人民医院			
法人代表	张少雄	联系人	白宏伟	联系电话	13991099038
注册地址		定边县鼓楼北街 21 号			
项目建设地点		定边县鼓楼北街 21 号定边县人民医院医技楼 2 楼放射科			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)	500	项目环保投资(万元)	20	投资比例(环保投资/总投资)	4%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	69.3
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙、丙级		
	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>一、建设单位简介</p> <p>1、医院简介</p> <p>定边县人民医院始建于 1941 年，是定边县唯一集医疗、急救、教学、防保为一体的二级甲等综合医院。医院科室功能齐全、医疗设备先进、技术力量雄厚，是定边县及周边地区的医疗服务中心，能满足全县及周边地区 45 万人口的医疗卫生健康需求。医院现有职工 945 人，编制床位 600 张，设有临床科室 25 个、医技科室 11 个、智能科室 11 个、护理单元 21 个。医院占地面积 20 亩，建筑面积 48700m²。</p> <p>2、项目由来</p> <p>根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年修订）和《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号），定边县人民医院新增医用 X 射线装置核技术应用项目应进行环境影响评价。根据《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）及其修改单“五十、核与辐射—191、核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）”中要求“制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用</p>				

放射性粒子源的除外);在野外进行放射性同位素示踪试验的”应编制环境影响报告表,本项目使用的中C臂X射线机属于II类射线装置,依据上述规定应编制环境影响报告表。

定边县人民医院于2018年10月8日委托我公司对其新增医用X射线装置开展环境影响评价工作。接受委托后,我公司组织有关技术人员对该项目进行了实地踏勘、资料收集等工作,按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)的基本要求,编制了《定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环境影响报告表》。

二、项目概况

1、建设规模

定边县人民医院在医技楼2楼放射科建设1座中C臂机房,配置1台中C臂X射线机,用于诊断、介入治疗。中C臂X射线机型号为OEC 9900 Elite,属于II类射线装置,最大管电压120kV,最大管电流150mA。

中C臂机房及中C臂X射线机的具体情况见表1-1。

表 1-1 项目主要建设内容

设备	设备参数	中C臂机房防护情况			中C臂机房及辅助工程
		位置	具体防护措施	铅当量	
OEC 9900 Elite 中C臂X射线机 1台	额定管电压 120kV 额定管电流 150mA	北墙	240mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	4mmPb	中C臂机房净尺寸: 7.5m (长) ×6.3m (宽) ×3.6m (高); 操作室: 22.05m ²
		东墙	370mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	5.1mmPb	
		南墙	370mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	5.1mmPb	
		西墙	240mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	4mmPb	
		铅玻璃观察窗	15mm 铅玻璃	3mmPb	
		受检者进出防护门	3mmPb	3mmPb	
		工作人员进出防护门	3mmPb	3mmPb	
		屋顶	200mm 混凝土+300mm 硫酸钡水泥	4mmPb	
地面	280mm 混凝土	3.4mmPb			

注: ① 铅密度: 11.35g/cm³; 混凝土密度: 2.35g/cm³; 砖密度: 1.65g/cm³。

② 不同屏蔽物质铅当量厚度参考《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013)附录D表D.5、D.6、D.7。

2、工作人员及工作制度

根据建设单位提供的资料，中 C 臂机房配备 6 名放射科工作人员，分别为贺伟、夏和平、郝丽丽、任志军、高燕和薛媛。其中贺伟、夏和平、郝丽丽、任志军、高燕为现有放射工作人员，均已参加辐射安全防护培训，持证上岗，上岗前进行职业健康检查；薛媛为新增员工，现正在参加辐射安全防护培训。

中 C 臂机房预计每年最多手术 300 人次。

3、环保投资

定边县人民医院定边县人民医院新增医用 X 射线装置核技术应用项目环境保护投资 20 万元，主要用于购置辐射环境监测仪器、个人防护用品、工作人员健康体检等。

4、评价目的

(1) 对该医院中 C 臂 X 射线机工作时产生的辐射环境影响进行预测，分析拟建中 C 臂机房墙体、防护门、屋顶、地面的防护效果是否满足国家标准相关要求；

(2) 对该项目运行过程中对周围环境可能产生的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) 满足国家和地方环境保护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。

三、地理位置及周边环境关系

1、地理位置与交通

定边县人民医院位于定边县鼓楼北街 21 号，地理位置为北纬 37.595984°，东经 107.595544°。医院东侧紧邻北关路、西侧紧邻北大街、南侧约 50m 为二道西街，交通便利，便于周边居民就医。地理位置图见图 1-1。

2、周边环境关系

(1) 医院周边环境关系

定边县人民医院（东部）东侧隔北关路为中共定边县纪检委；医院（东部）西南侧紧邻北关警务室。门诊楼东侧紧邻北大街；西侧紧邻定边县第一小学。医院周边环境关系图见图 1-2。

(2) 项目所在建筑物周边环境关系

本项目中 C 臂机房位于医技楼 2 楼西南角。医技楼位于医院东侧；北侧为住院大楼和五官科；南侧为儿科楼；西侧为内科楼；西北侧为餐厅；西侧内科楼隔北大街为门诊楼。医院平面布置图见图 1-3。

(3) 中 C 臂机房周边环境关系

中 C 臂机房位于医技楼 2 层。机房正对楼上为血透室；楼下为核磁共振室；北侧为控制室和更衣室；东侧为等候区和污物间；西侧和南侧悬空。中 C 臂机房周边关系图见图 1-4、图 1-5。

四、核技术利用情况

定边县人民医院于 2015 年取得辐射安全许可证（陕环辐证（60028））（见附件），辐射安全许可证许可种类和范围为使用 III 类射线装置（64 排 CT 机 1 台、DR 机 1 台、CR 机 1 台、数字胃肠机 1 台、乳腺机 1 台）。

定边县人民医院于 2018 年 9 月 18 日填报了《定边县人民医院医用 X 射线装置核技术应用项目环境影响登记表》（见附件），主要包括 Brivo XR515 型 DR 机 1 台、AKHX-50/200D 型车载 DR 机 1 台、Cios Select S1 型小 C 臂机 1 台、PaX-400C 型全景机 1 台、RAY 68（M）型牙片机 1 台，均属于 III 类射线装置。

定边县人民医院共有辐射工作人员 19 人，全部参加了陕西省辐射工作人员辐射安全培训，并取得了合格证书。

定边县人民医院严格执行陕西省环境保护厅的各项要求，并认真履行各项规章制度。每年接受陕西省辐射环境监督管理站、榆林市环境保护局和定边县环境保护局的监督检查和辐射环境监测，历次接受检查中均未发现问题。



图 1-1 地理位置图与交通图



图 1-2 医院周边环境关系图

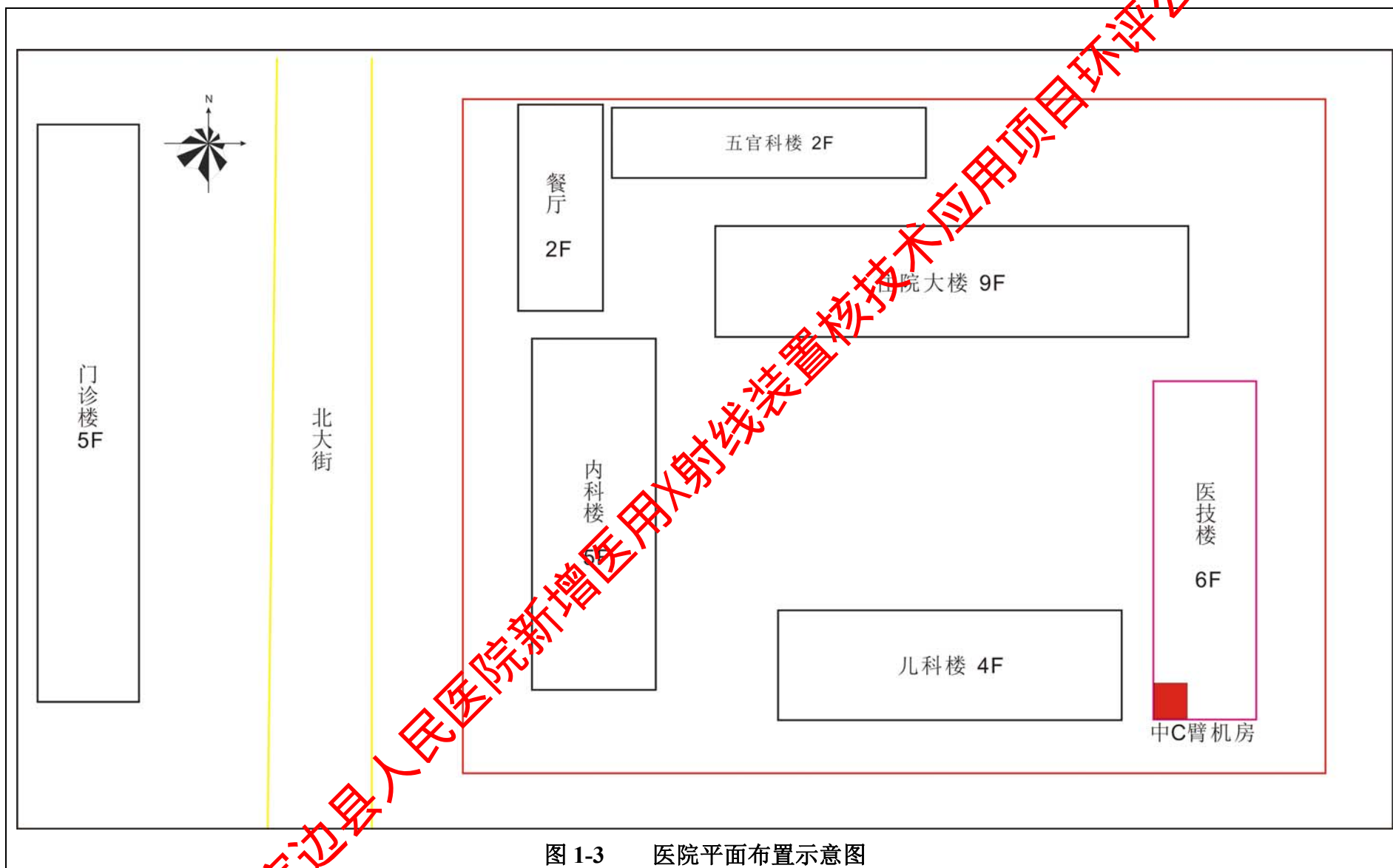


图 1-3 医院平面布置示意图

仅供定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环评公示

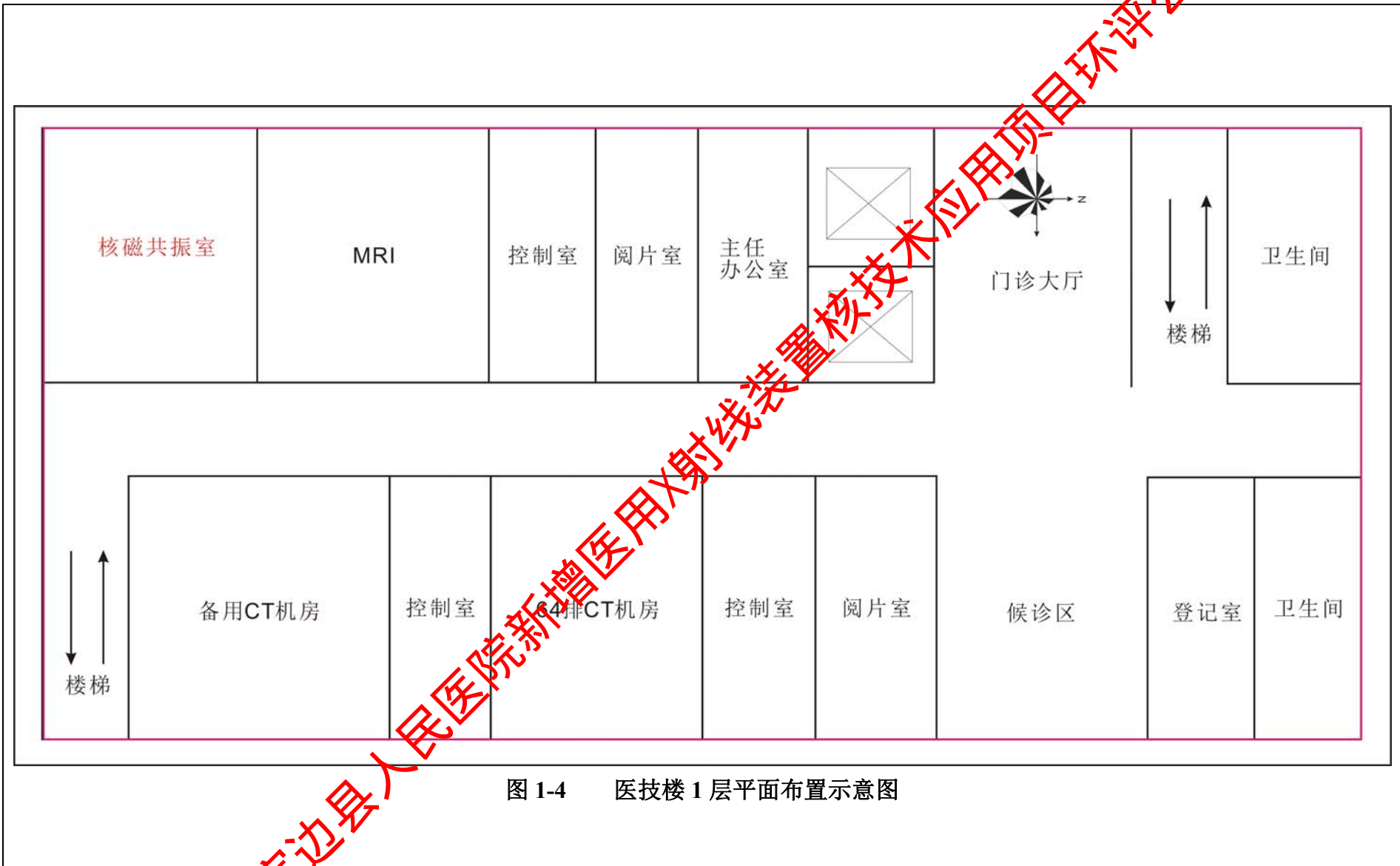


图 1-4 医技楼 1 层平面布置示意图

仅供定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环评公示

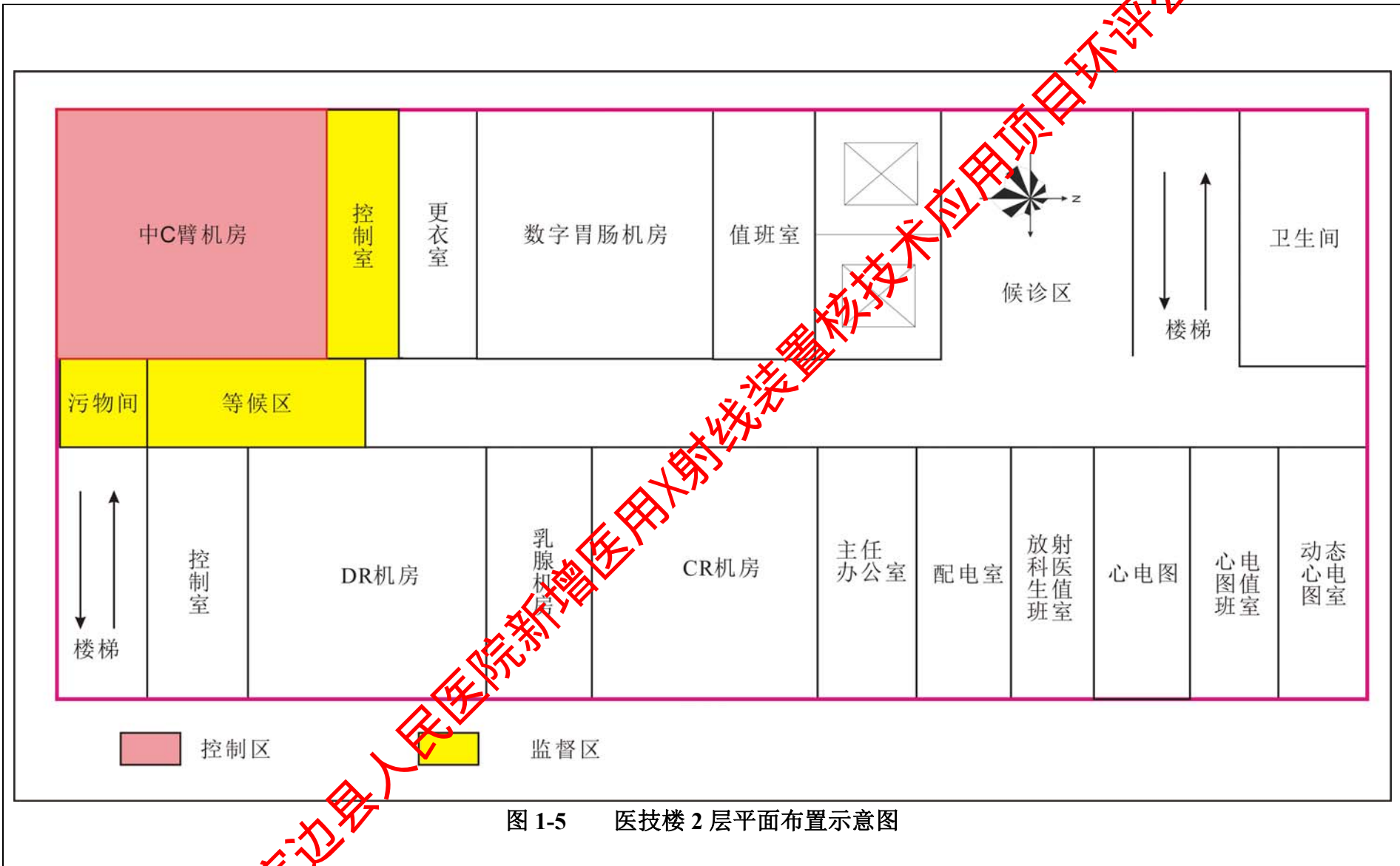


图 1-5 医技楼 2 层平面布置示意图

仅供定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环评公示

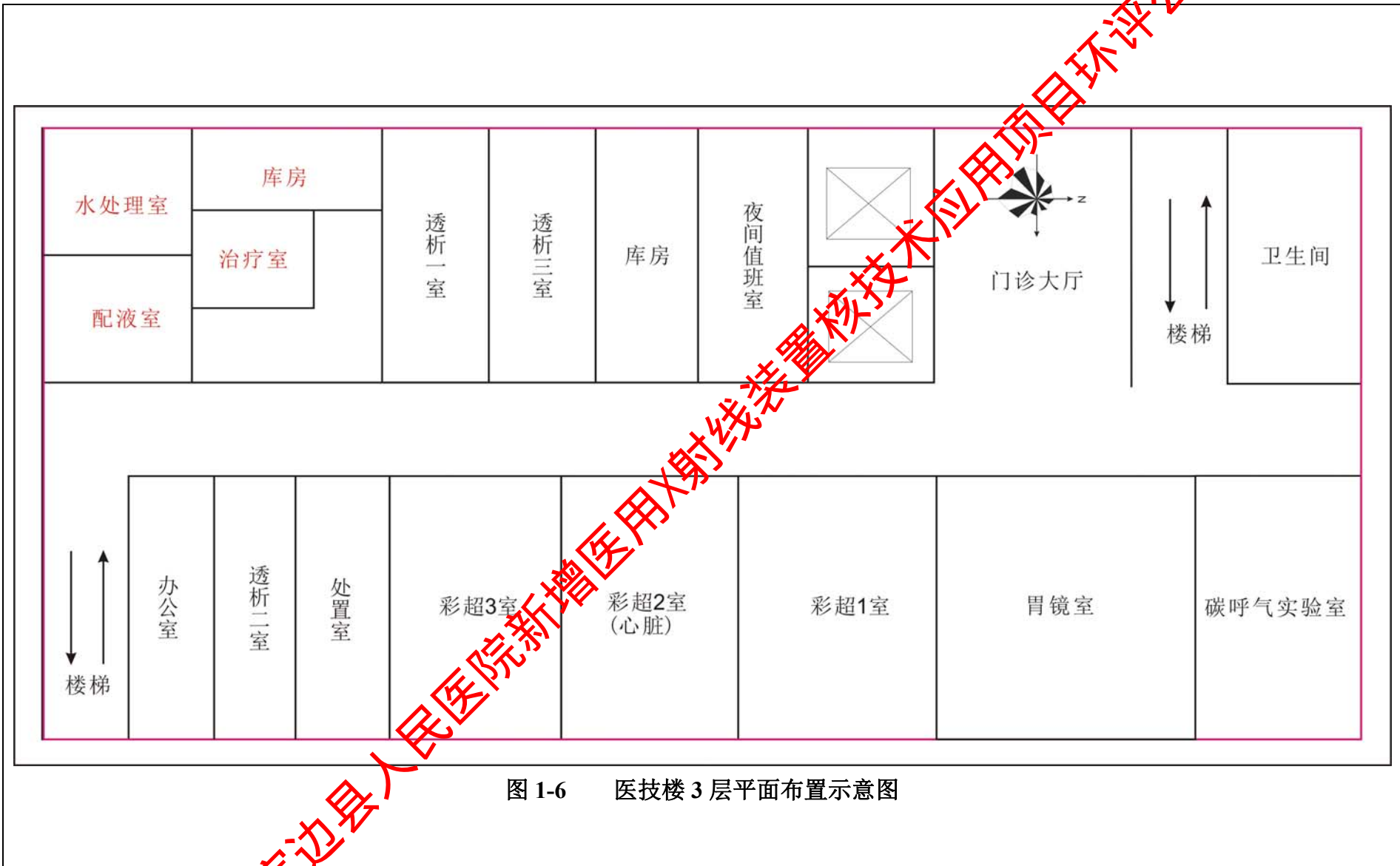


图 1-6 医技楼 3 层平面布置示意图

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大 能量 (MeV)	额定电流 (mA) 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	中 C 臂 X 射线机	II 类	1 台	OEC 9900 Elite	120	150	诊断、介入治疗	医技楼 2 楼 放射科	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强 度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O ₃ NO _x	气态	/	/	/	/	/	/	/
该项目运行过程中不产生放射性“三废”	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态单位为 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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订), 2015 年 1 月 1 日;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修订), 2016 年 9 月 1 日;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》, 国务院第 682 号令, 2017 年 10 月 1 日;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2014 年修订), 国务院第 449 号令, 2005 年 12 月 1 日;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日;</p> <p>(7) 《射线装置分类》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 6 日;</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》及其他修改单, 环境保护部令第 44 号, 2017 年 9 月 1 日;</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 环发〔2006〕145 号, 2006 年 9 月 26 日;</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, 环境保护部令第 3 号, 2008 年 12 月 6 日;</p> <p>(11) 《陕西省放射性污染防治条例》, 陕西省人大(含常委会), 2014 年 10 月 1 日。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(2) 《医疗照射放射防护基本要求》(GBZ 179-2006);</p> <p>(3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013);</p> <p>(4) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)</p> <p>(5) 《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》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001);</p> <p>(7) 《核辐射环境质量评价一般规定》(GB 11215-89)。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书(附件 1);</p> <p>(2) 辐射安全许可证、建设项目环境影响登记表(附件 2);</p> <p>(3) 个人剂量检测报告、职业健康检查报告(附件 3);</p> <p>(4) 辐射安全和防护培训证(附件 4)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用 II 类射线装置，污染为能量流污染，根据其能量流的传播与距离相关的特性结合《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) 中“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，确定本项目评价范围为中 C 臂机房周围 50m 范围内的区域。

保护目标

本项目保护目标分为职业照射人群和公众人群，职业照射人群为射线装置操作的医护人员，公众人群为射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他工作人员及公众。本项目环境保护目标见表 7-1，保护目标图见图 7-4、图 1-6、图 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标

序号	位置	保护对象	规模	相对位置关系		年有效剂量控制水平
				方位	距离(m)	
1	中 C 臂机房、控制室	工作人员	6	N	3.8	≤5mSv
2	等候区	流动人员	—	E	3.2	≤0.25mSv
3	污物间	医护人员	1	E	3.2	
4	DR 控制室	医护人员	2	E	4.2	
5	血透室	流动人员	—	楼上	2.6	
6	核磁共振室	流动人员	—	楼下	2.9	
7	城市居民	居民	3	S	8	

注：表中“距离”均以屏蔽体作为起点进行计算，人员最近停留位置从屏蔽体外表面 30cm 处算起。

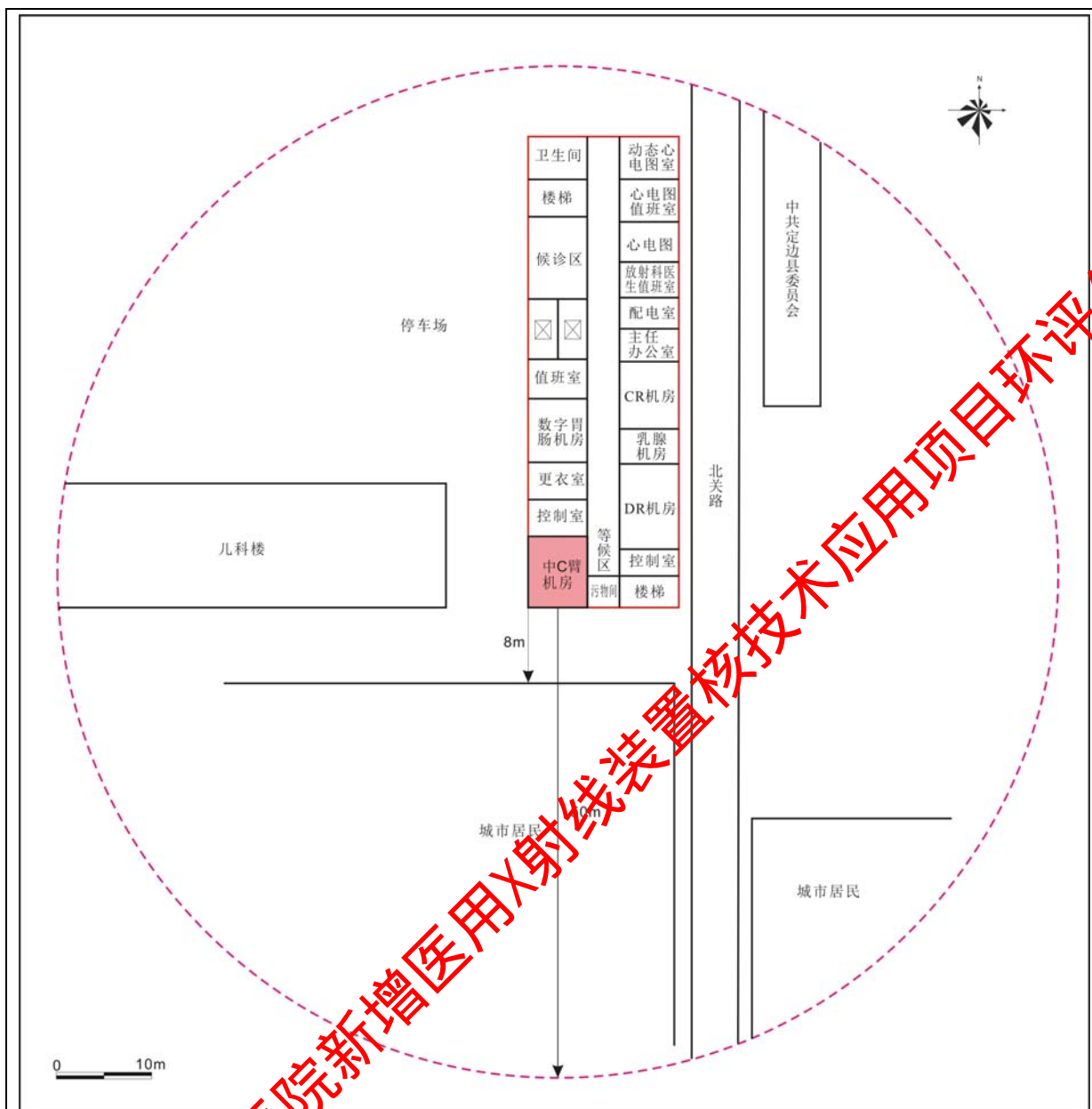


图1-7 保护目标分布图

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关内容

(1) 11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

(2) 标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

① B1.1.1.1 规定：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：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限值）。

② B1.2.1 规定：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算值不应超过下述限值：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限值）。

2、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）相关内容

(1) 适用范围

本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学实践。

(2) X 射线设备机房防护要求

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

② 5.2 每台 X 射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 要求。

表 7-2 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
双管头或多管头 X 射线机 ^a	30	4.5
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5

^a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。

^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

③ 5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

b) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

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

d) 带有自屏蔽防护或距 X 射线设备表面 1m 处辐射剂量水平不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 时，可不使用带有屏蔽防护的机房。

④ 5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下监测时，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 $2\mu\text{Sv/h}$ ；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.5mSv ；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 5.5 机房应设有观察窗或摄像监视装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

⑥ 5.6 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；不得堆放与该设备诊断工作无关的物品；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

⑦ 5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、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通的门能有效联动。

⑧ 5.8 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 5.9 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防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低 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 。

⑩ 5.10 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

表 7-4 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、铅防护眼镜 选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—

注：“—”表示不要求。

仅供定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环评公示

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

定边县人民医院位于定边县鼓楼北街 21 号，该医院地理位置见图 1-1。本项目位于定边县鼓楼北街 21 号定边县人民医院医技楼 2 楼放射科，项目场所位置见图 1-2。

2、环境质量现状

根据《陕西省 2018 年第 2 季度辐射环境质量季报》，西安市 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在 0.0723~0.0980 μ Gy/h，与《陕西省环境伽马辐射剂量水平现状研究》1988 年报告(全省室内为 0.087~0.203 μ Gy/h，平均值为 0.130 μ Gy/h，室外为 0.066~0.188 μ Gy/h，平均值为 0.099 μ Gy/h) 相当，本项目位于定边县鼓楼北街 21 号，项目所在地周边无 γ 辐射源，因此其 γ 辐射空气吸收剂量率也处于正常本底范围内。

仅供定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环评公示

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、X 射线机工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。

当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接射向嵌在金属阳极中的靶体，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，这些高速电子轰击靶物质，与靶物质作用产生韧致辐射，释放出 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

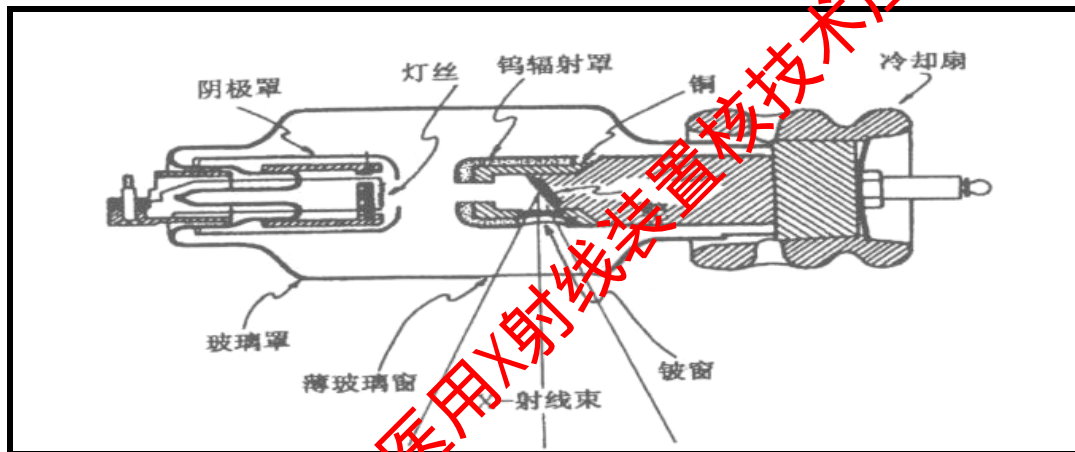


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

2、中 C 臂 X 射线机工作原理

中 C 臂 X 射线机是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

3、设备组成

本项目采用美国 GE 的 OEC 9900 Elite 型中 C 臂 X 射线机，根据产品说明书，主

要由 C 形臂机架，X 射线高压发生器(SI-10486)，X 射线管套(OR-IIIB)，X 射线管(RAD99B)，限束装置，影像增强器，移动工作站，胶片暗盒，激光瞄准器组成。

4、操作流程

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，在 X 线透视下将导管送达静脉，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。

中 C 臂 X 射线机在进行曝光时分为两种情况：

(1) 第一种情况，采集。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，并通过对讲系统与病人交流。

(2) 第二种情况，透视。医生需进行手术治疗时，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，此时操作医师位于铅帘屏后身着铅服、铅颈套、戴铅帽、铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

中 C 臂 X 射线机诊治流程及产污环节如图 9-2 所示：

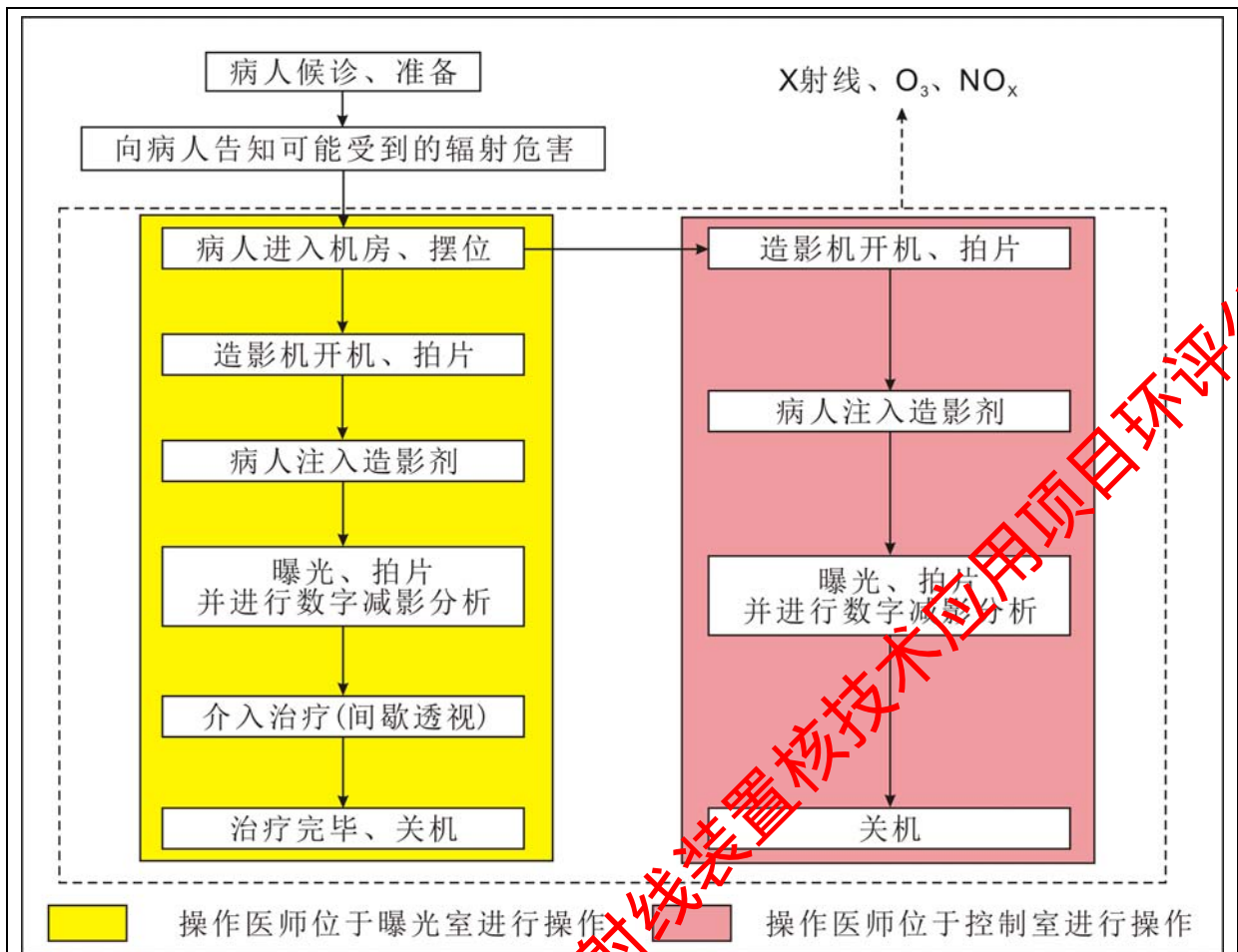


图 9-2 中 C 臂 X 射线机诊治流程及产污环节图

污染源项描述

本次评价的中 C 臂 X 射线机是利用 X 射线可以穿透物质的这一特点对病人进行神经外科血管造影和减影术。主要污染因子是 X 射线对周围境产生的外照射；中 C 臂 X 射线机运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量 O₃、NO_x。

1、X 射线

由 X 射线机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的中 C 臂 X 射线机只有在开机并处于出射线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

2、O₃ 和 NO_x

本次评价项目使用的中 C 臂 X 射线机工作时的最大电压为 120kV，当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，因此本次评价的中 C 臂 X 射线机运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量 O₃、NO_x。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002),辐射工作场所应分为控制区及监督区,把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区,需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。本项目位于医技楼 2 楼放射科,根据机房的具体布局,将中 C 臂机房各防护门内的所有区域划分为控制区,机房控制室、污物间及等候区等划分为监督区,分区图见图 1-5。

2、辐射防护屏蔽设施

本项目中 C 臂 X 射线机最大管电压为 120kV,管电流为 150mA。

中 C 臂机房长 7.5m、宽 6.3m、高 3.6m;北侧墙体为 240mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥;东侧墙体为 370mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥;南侧墙体为 370mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥;西侧墙体为 240mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥;铅玻璃观察窗为 15mm 铅玻璃;受检者进出防护门及工作人员进出防护门均为 3mmPb;屋顶为 200mm 混凝土+300mm 硫酸钡水泥;地面为 280mm 混凝土。防护门和墙体之间左右各重叠 150mm,防护门上边与墙面重叠 200mm,门下边与墙体重叠 150mm,防护门与墙体间的缝隙小于 10mm。

中 C 臂机房采取实体屏蔽,屏蔽见表 10-1 及图 10-1、图 10-2。

表 10-1 中 C 臂机房屏蔽情况

序号	位置	具体防护措施	铅当量
1	北墙	240mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	4mmPb
2	东墙	370mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	5.1mmPb
3	南墙	370mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	5.1mmPb
4	西墙	240mm 实心砖+300mm 硫酸钡水泥	4mmPb
5	铅玻璃观察窗	15mm 铅玻璃	3mmPb
6	受检者进出防护门	3mmPb	3mmPb
7	工作人员进出防护门	3mmPb	3mmPb
8	屋顶	200mm 混凝土+300mm 硫酸钡水泥	4mmPb
9	地面	280mm 混凝土	3.4mmPb

注:① 铅密度: 11.35g/cm³; 混凝土密度: 2.35g/cm³; 砖密度: 1.65g/cm³。
② 不同屏蔽物质铅当量厚度参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013)附录 D 表 D.5、D.6、D.7。

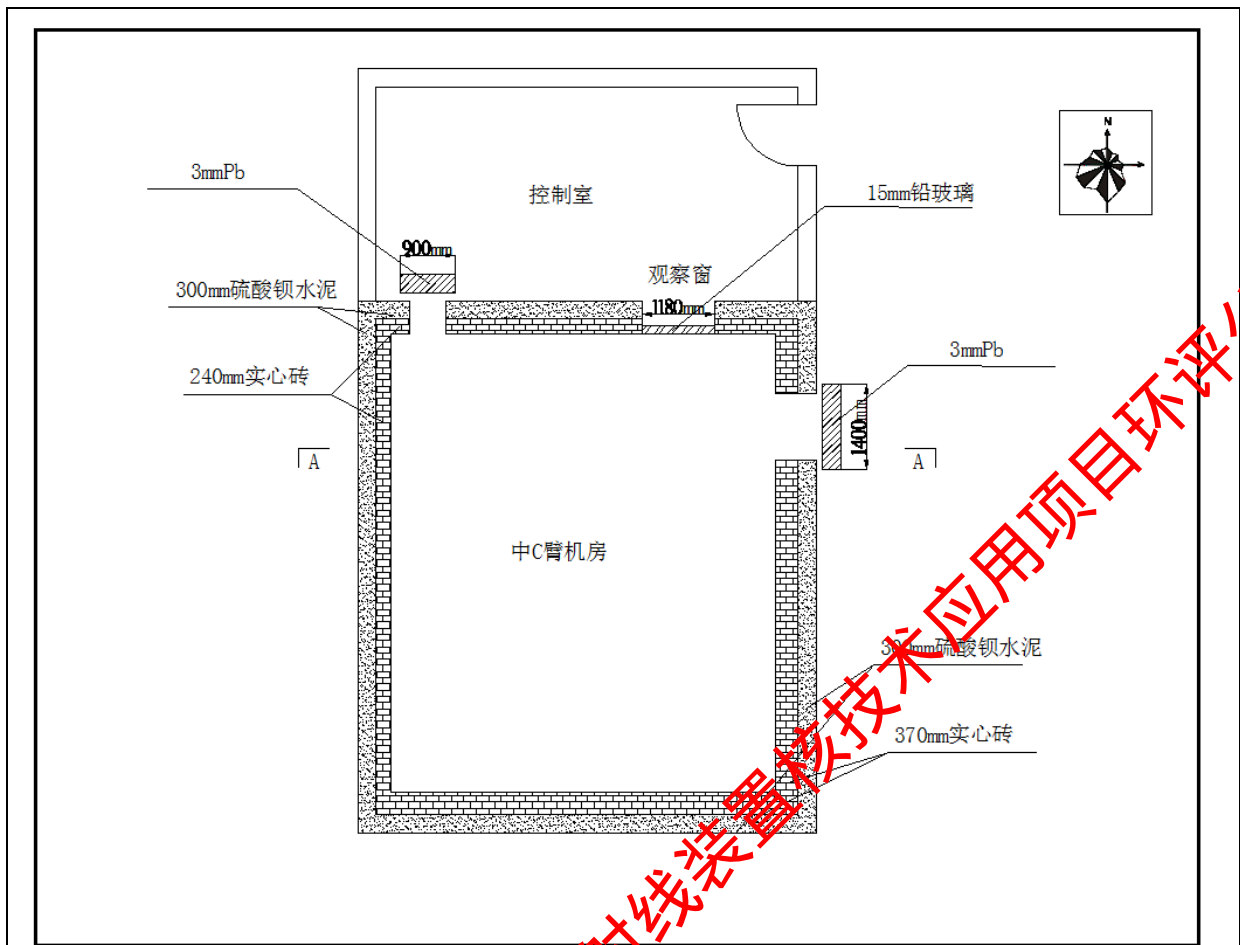
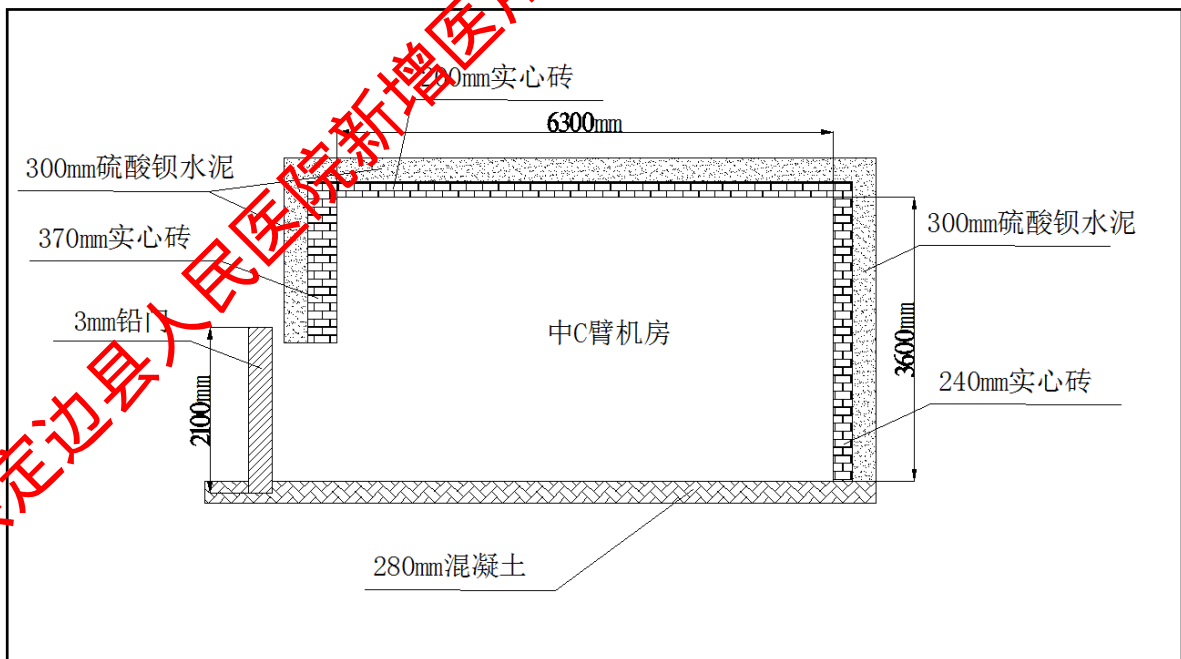


图 10-1 中C臂机房防护设计平面图



注：医生防护门高度同病人防护门。

图 10-2 中C臂机房防护设计剖面图

3、拟采取的电离辐射防护设备

表10-2 中C臂X射线机房辐射防护设施及防护用品

序号	内容	数量	备注
1	警示灯	2 个	拟配置
2	电离辐射警示牌	2 个	拟配置
3	X、 γ 辐射空气比释动能率仪	1 台	已配置
4	个人剂量计	12 个	已配置
5	分体式铅衣	6 套	拟配置
6	铅帽	6 个	拟配置
7	铅围脖	6 个	拟配置
8	铅眼镜	6 副	拟配置
9	铅短裤	6 个	拟配置
10	铅方巾	6 个	拟配置

4、辐射安全措施

(1) 门连锁装置：2 个防护门均安装门机连锁装置。在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态警示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。控制台电源钥匙由专人保管，设置出束声音报警。

(2) 本次新增设备自带床边操作系统，包含采集参数设定、透视剂量选择、视野选择等，可根据具体情况调节运行参数。设备具有床边剂量控制系统，可实时显示剂量率，综合皮肤剂量等，调节档位 ≥ 2 档。设备配备床边射线防护帘、可拆卸防散射线隔栅和内置频谱滤波器，可降低散射线剂量达 30%。

(3) 机房拟在屋顶安装通排风系统。

(4) 医院拟为本项目放射工作人员配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。配备的放射工作人员须进行了辐射安全与防护培训，运行期间新增放射工作人员需参加辐射防护培训后方可上岗。

(5) 医院拟为工作人员配备 6 套铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅短裤、铅方巾等个人防护用品。

此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局第 31 号令）等规定，项目还需补充、落实以下措施，以保证辐射工作人员及公众的安全：

(1) 机房应配备 1 台便携式辐射剂量监测仪，定期对中 C 臂机房进行巡测并建立监测数据档案。

(2) 中 C 臂 X 射线机工作场所内应安装火灾自动报警装置，配备灭火器材，同时也应设置必要的应急照明设备和紧急出口标志。

(3) 根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)，中 C 臂机房内须配备铅悬挂防护屏、床侧防护帘以及移动铅防护屏风。

(4) 需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。个人剂量档案应当保存至辐射职业人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

(5) 本单位目前已配备 1 台 X、 γ 辐射空气比释动能率仪。医务工作人员均佩戴个人剂量计，每 2 个月送往陕西高科辐射防护技术有限公司检测 1 次，建立个人剂量档案。在进行介入治疗时必须佩戴，监测仪器每年至少检定 1 次。本单位每 2 年对放射性工作人员进行 1 次健康检查，建立有个人健康档案。根据检测数据，本项目配备的现有 5 名辐射工作人员 2018 年 1 月~5 月个人剂量检测结果均未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中的剂量限值。

5、安全管理措施

为了加强该项目的辐射安全管理工作，规范和强化应对辐射事故的能力，定边县人民医院已成立辐射安全管理领导机构，安排专人兼职负责全院辐射安全管理工作，防止辐射污染事故发生，保护环境，保障工作人员、公众身体健康。定边县人民医院已制定《定边县人民医院放射事故应急预案》、《放射科工作制度》、《放射防护规章制度》、《防护用品发放及使用管理制度》、《放射人员培训制度》、《个人剂量计监测管理制度》、《职业健康管理制度》、《设备管理制度》、《设备维修保养制度》和《职业病防护工作计划及实施方案》等制度，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 449 号)，使用射线装置的单位，应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用活动的 ([工作]) 人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并对档案中出现的问题及时采取有效措施妥善处理。

本项目主要安排贺伟、夏和平、郝丽丽、任志军、高燕和薛媛等 6 名人员负责中 C 臂机房的辐射安全及检测工作。其中贺伟、夏和平、郝丽丽、任志军、高燕为现有放射工作人员，均已参加辐射安全防护培训，持证上岗，上岗前进行职业健康检查；薛媛为新增员工，现正在参加辐射安全防护培训。

6、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号），对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出了要求，详见表 10-3 和表 10-4，评价要求，建设单位应按照文件要求进行标准化建设。

表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容		管理要求
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作
		年初工作安排和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容
		明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责
		建立辐射环境安全管理档案
	直接从事放射工作的作业人员	对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录
		岗前进行职业健康体检，结果无异常
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗
		了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺
	结构建设	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理
设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人		
制度建立与执行	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人	
	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）	
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	
建立监测环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案		

续表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容	管理要求
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练 辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序

表 10-4 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（三）
辐射安全防护措施部分——医疗类（摘要）

项目	具体要求	
医用 X 射线诊断	布局	每台 X 射线机（不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）设置单独的机房，机房满足使用设备的空间要求 机房内布局合理，有用线束避开照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物
	通风	机房设置动力排风装置，并保持良好的通风
	标志及指示灯	机房门外设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯
	防护性能	机房墙壁符合屏蔽防护标准要求，门、窗合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性能
	辐射安全与联锁	机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动
监测设备及个人防护用品	X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅屏风、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽、铅护颈、铅三角裤或三角巾等	

三废的治理

本项目不产生放射性“三废”，产生的非放射性废物主要包括 O₃、NO_x。

本项目中 C 臂 X 射线机产生的 X 射线能量较低，诊断过程中可产生少量 O₃、NO_x。O₃ 在常温下很快转化成 O₂，诊断过程中开启通风设施可有效降低中 C 臂机房内 O₃、NO_x 浓度，对进入中 C 臂机房工作人员产生影响很小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目在现有机房新增 1 台中 C 臂 X 射线机，建设期间基本不产生影响。

运行阶段对环境的影响

1、机房防护设计

本项目新增中 C 臂 X 射线机型号为 OEC 9900 Elite，最大管电压 120kV，最大管电流 150mA。机房净尺寸为 7.5m×6.3m×3.6m，面积 47.25m²，机房最小单边长度为 4.3m，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）规定的机房内最小有效使用面积 >30m²，机房内最小单边长度 >4.5m 的要求。

中 C 臂机房具体屏蔽情况见表 10-1，各实体屏蔽措施的铅当量为 3mm~5.1mm，各方向防护均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。

2、工作量

本项目射线装置包括透视和采集两种工作模式。根据医院提供的信息，本项目正常运行后，每年最多进行 300 次手术，每次手术开机照射时间包括：透视 15min、采集 3min，则本项目射线装置的预计年开机工作时间如下。

表 11-1 不同工作模式下的预计开机时间

工作模式	每次照射时间	年最大工作量	年开机时间
透视	15min	300 台手术	75h
采集	3min	300 台手术	15h

3、各关注点剂量率估算

本项目中 C 臂 X 射线机最大管电压为 125kV，最大管电流为 150mA。根据仪器的设计说明书：透视时管电压范围为 40kV~120kV；采集时管电压范围为 50kV~120kV；透视时管电流调节范围为 0.2~40mA；采集时管电流调节范围为 50~120mA。但实际使用时，为防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和功率通常预留 30%的余量，即管电压控制在 90kV 以下。则本次取值为：透视时电压取 90kV，电流取 40mA；采集时电压取 90kV，电流取 120mA。

根据《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2，当管电压为 90kV 时，离靶 1m 处的剂量率约为 6.75mGy/mA·min，则本项目距靶点 1m 处的最大剂量率透视时取 1.62×10⁷μGy/h，采集时取 4.86×10⁷μGy/h。

本项目射线装置主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响。一般射线泄露、散射率按 0.1%估算，故计算周围剂量率水平时，透视取 $1.62 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ ，采集时 $4.86 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ 。

(1) 估算方法

① 泄漏辐射剂量率计算公式参考《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) 中给出的公式计算；对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 附录 D 计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B \cdot f}{d^2} \quad (11-1)$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (11-2)$$

式中： H_L ——距源点 R (m) 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；
 f ——设备射线泄漏率，取 0.1%；
 H_0 ——离靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；
 d ——计算点距源点的距离，m；
 B ——透射因子；
 X ——铅厚度，mm；
 α 、 β 、 γ 为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表 11-2。

表 11-2 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	材料	参数		
		α	β	γ
90kV	铅	3.067	18.83	0.7226

注： α 、 β 、 γ 取值参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 附录 D

② 散射辐射剂量率

对于散射 X 射线可以用反照率法估计。散射剂量率计算公式参考《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：

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (11-3)$$

式中： H ——关注点处的患者散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；
 H_0 ——距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α —患者对 X 射线的散射比, 取 0.0013 (90° 散射, 相对于 400cm² 散射面积), 取自《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1;

S—散射面积, 取典型值 100cm²;

d₀—源与患者的距离, 一般取 0.3m;

d_s—患者与关注点的距离, m;

B—屏蔽透射因子, 按式 11-2 计算。

③ 人员受到的附加年有效剂量可由式 11-4 计算得到。

$$H_w = H_R \times K \times T \times t \quad (11-4)$$

式中: H_w——年受照剂量;

H_R——计算点附加剂量率, μSv/h;

K——有效剂量与吸收剂量换算系数, 取 1Sv/G;

T——人员居留因子, 参考《工业 X 射线机室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 A 中的表 A.1, 职业人员全居留取 1, 公众人员部分居留取 1/4、偶然居留取 1/8;

t——年曝光时间, h/a。

(2) 各关注点附加剂量率估算结果

本项目防护门、观察窗、四厚墙壁、房顶、地板各关注点的剂量率估算见表 11-3~11-5。

表 11-3 各关注点泄露辐射剂量率估算结果

敏感点	方位	距离 R (m)	机房防护设计铅当量 X(mm)	透射因子 B	透视状态剂量率 (μSv/h)	采集状态剂量率 (μSv/h)
中 C 臂机控制室	N	3.8	3	6.66 × 10 ⁻⁶	0.000757	0.022408
等候区	E	3.2	5.1	1.06 × 10 ⁻⁸	1.68 × 10 ⁻⁵	5.03 × 10 ⁻⁵
污物间	E	3.2	5.1	1.06 × 10 ⁻⁸	1.68 × 10 ⁻⁵	5.03 × 10 ⁻⁵
DR 控制室	E	4.2	5.1	1.06 × 10 ⁻⁸	9.74 × 10 ⁻⁶	2.92 × 10 ⁻⁵
血透室	楼上	2.6	4	3.1 × 10 ⁻⁷	0.000742	0.002226
核磁共振室	楼下	2.9	3.4	1.95 × 10 ⁻⁶	0.003757	0.011272
城市居民	S	8	5.1	1.06 × 10 ⁻⁸	2.68 × 10 ⁻⁶	8.05 × 10 ⁻⁶
医生操作位 (铅衣+铅帘)	—	0.5	2	1.45 × 10 ⁻⁴	9.38	28.15

表 11-4 各关注点散射辐射剂量率估算结果

敏感点	方位	距离 R (m)	机房防护设计铅当量 X(mm)	透射因子 B	透视状态剂量率 (μSv/h)	采集状态剂量率 (μSv/h)
中 C 臂机控制室	N	3.8	3	6.66×10^{-6}	0.000108	0.000324
等候区	E	3.2	5.1	1.06×10^{-8}	2.42×10^{-7}	7.27×10^{-7}
污物间	E	3.2	5.1	1.06×10^{-8}	2.42×10^{-7}	7.2×10^{-7}
DR 控制室	E	4.2	5.1	1.06×10^{-8}	1.41×10^{-7}	4.22×10^{-7}
血透室	楼上	2.6	4	3.1×10^{-7}	1.07×10^{-5}	3.21×10^{-5}
核磁共振室	楼下	2.9	3.4	1.95×10^{-6}	5.43×10^{-5}	0.000163
城市居民	S	8	5.1	1.06×10^{-8}	3.88×10^{-8}	1.16×10^{-7}
医生操作位 (铅衣+铅帘)	—	0.5	2	1.45×10^{-4}	0.14	0.41

表 11-5 各关注点处总附加剂量率估算结果

敏感点	透视状态剂量率 (μSv/h)			采集剂量率 (μSv/h)		
	泄露剂量	散射剂量	总剂量	泄露剂量	散射剂量	总剂量
中 C 臂机控制室	0.000757	0.000108	0.000865	0.000108	0.000324	0.022732
等候区	1.68×10^{-5}	2.42×10^{-7}	1.7×10^{-5}	9.03×10^{-5}	7.27×10^{-7}	5.11×10^{-5}
污物间	1.68×10^{-5}	2.42×10^{-7}	1.7×10^{-5}	9.03×10^{-5}	7.2×10^{-7}	5.11×10^{-5}
DR 控制室	9.74×10^{-6}	1.41×10^{-7}	9.88×10^{-6}	2.92×10^{-5}	4.22×10^{-7}	2.96×10^{-5}
血透室	0.000742	1.07×10^{-5}	0.000753	0.002226	3.21×10^{-5}	0.002258
核磁共振室	0.003757	5.43×10^{-5}	0.003812	0.011272	0.000163	0.011435
城市居民	2.68×10^{-6}	3.88×10^{-8}	2.72×10^{-6}	8.05×10^{-6}	1.16×10^{-7}	8.17×10^{-6}
医生操作位 (铅衣+铅帘)	9.38	0.14	9.52	28.15	0.41	28.56

由以上计算结果可知,本项目正常运行情况下,机房周围各关注点处的附加剂量率在 $9.88 \times 10^{-6} \sim 0.022732 \mu\text{Sv/h}$ 之间,满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率控制水平 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

4、职业人员及公众年有效剂量估算

根据上文计算结果,估算运行期职业人员及公众的年有效剂量,结果见表 11-6。

表 11-6 中 C 臂机房工作人员及公众的年有效剂量估算结果

人员	位置	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	受照时间 (h)	年有效剂量率 (mSv)
		透视	采集			
工作人员	医生操作位	透视	9.52	1	75	1.1424
		采集	28.56		15	
	控制室	透视	0.000865		75	0.000406
		采集	0.022732		15	
公众	等候区	透视	1.7×10^{-5}	1/4	75	5.1×10^{-7}
		采集	5.11×10^{-5}		15	
	污物间	透视	1.7×10^{-5}	1/4	75	5.1×10^{-7}
		采集	5.11×10^{-5}		15	
	DR 控制室	透视	9.88×10^{-6}	1	75	1.19×10^{-6}
		采集	2.96×10^{-5}		15	
	血透室	透视	0.000753	1/4	75	2.26×10^{-5}
		采集	0.002258		15	
	核磁共振室	透视	0.003812	1/4	75	0.000114
		采集	0.011435		15	
	城市居民	透视	2.72×10^{-6}	1/4	75	8.16×10^{-8}
		采集	8.17×10^{-6}		15	

由上表可知，本项目工作人员的年附加有效剂量为 $0.000406 \sim 1.1424 \text{mSv}$ ，公众年附加有效剂量为 $8.16 \times 10^{-8} \text{mSv} \sim 0.000114 \text{mSv}$ ，均满足《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，也低于本报告提出的约束限值 5mSv/a 和 0.25mSv/a 。

事故影响分析

1、事故工况

本项目所使用的中 C 臂 X 射线机属于 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

- (1) 射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使受检者或职业人员受到超剂量照射。
- (2) 人员在防护门关闭后未撤离机房，射线装置开始运行，对其造成额外误照射。
- (3) 安全警示装置发生故障，人员误入正在运行的机房造成额外误照射。
- (4) 医生在机房内为患者摆位或进行其它术前准备工作时，控制台外操作人员误开机出束，对机房内医生造成额外误照射。
- (5) 设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成额外误照射。
- (6) 医生未穿戴防护用品进入机房，或未配置合格的防护用品，使得医生受到较高剂量的附加照射。

针对以上可能发生的事故工况，可采取以下相关措施进行预防：

- (1) 机房安装门机联锁装置，并定期检查确保其能正常工作。当防护门未关闭或关闭不严时，联锁装置生效造成机房无法开机，从而避免此类辐射事故的发生。
- (2) 定期对中 C 臂 X 射线机进行维护保养，避免其带“病”进行介入治疗工作，从而避免关机但 X 射线机仍然出束事件的发生。
- (3) 工作人员按要求佩戴个人剂量报警仪，一旦进入高剂量场所可提醒人员尽快撤离，可有效降低人员受照剂量。
- (4) 制定相关操作规程和制度，加强工作人员的辐射安全培训和管理，使工作人员详细了解辐射事故的危害性，从而避免人为事故的发生。

2、事故风险评价

本次评价假设中 C 臂设备发生事故，公众误入机房，在无任何屏蔽措施的情况下，受到透视和采集时的 X 射线照射，剂量率透视取 $1.62 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ ，采集取 $4.86 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ ，则在透视情况下距离设备 1m 处 1min 受到的剂量率为 0.27mGy/h ，采集情况 1min 受到的剂量率为 0.81mGy/h 。即事故情况下，透视约 55.6s、采集 18.5s 后公众受到的剂量率将高于 0.25mSv/a 的公众年有效剂量约束值。

因此，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行

辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用 X 射线装置的手术室。

3、事故应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的处理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点，所有涉及事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(6) 对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报环保部门和卫生部门。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用放射源的，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

定边县人民医院应按照上述要求，以红头文件形式成立辐射安全领导小组，负责整个医院的放射防护工作与安全管理。

辐射安全防护领导机构主要职责为：

- (1) 认真贯彻落实国家法律法规的有关规定；
- (2) 对本院使用的射线装置的安全和防护工作负责，并依法对其造成的放射性危害承担责任；
- (3) 组织制定并落实辐射防护相关管理制度；
- (4) 按照国家有关规定，定期组织对射线装置工作场所进行辐射防护监测和年度评估，发现安全隐患的应及时进行整改，确保设备正常使用；
- (5) 组织对放射性操作人员进行辐射与安全防护培训，进行个人剂量检查、职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案；
- (6) 制定辐射事故应急预案并定期组织演练；
- (7) 记录本院发生的放射事故并及时报告卫生行政部门、环境保护主管行政部门。

辐射安全管理规章制度

为了加强该项目的辐射安全管理工作，规范和强化应对辐射事故的能力，定边县人民医院已成立辐射安全管理领导机构，安排专人兼职负责全院辐射安全管理工作，防止辐射污染事故发生，保护环境，保障工作人员、公众身体健康。定边县人民医院已制定《定边县人民医院放射事故应急预案》、《放射科工作制度》、《放射防护规章制度》、《防护用品发放及使用管理制度》、《放射人员培训制度》、《个人剂量计监测管理制度》、《职业健康管理制度》、《设备管理制度》、《设备维修保养制度》和《职业病防护工作计划及实施方案》等制度，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号），使用射线装置的单位，应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护

档案，并对档案中出现问题及时采取有效措施妥善处理。

本项目主要安排贺伟、夏和平、郝丽丽、任志军、高燕和薛媛等 6 名人员负责中 C 臂机房的辐射安全及检测工作。其中贺伟、夏和平、郝丽丽、任志军、高燕为现有放射工作人员，均已参加辐射安全防护培训，持证上岗，上岗前进行职业健康检查；薛媛为新增员工，现正在参加辐射安全防护培训。

辐射监测

1、监测仪器配置

定边县人民医院已配备如下监测仪器：

(1) 1 台 X、 γ 辐射空气比释动能率仪，用于中 C 臂机房及其周围环境辐射剂量率的监测；

(2) 中 C 臂机房工作人员按要求佩戴个人剂量计，并配备个人剂量报警仪，用于监测个人剂量和诊疗过程中射线泄露造成的剂量率超标报警。

建设单位已配备的仪器基本可以满足监测要求，本次新增设备仍然可以采用该仪器监测。

2、监测计划

(1) 项目运行后，建设单位应将该设备也纳入日常监测计划中，定期对控制室、中 C 臂 X 射线机房四周墙体、防护门、隔离窗外 30cm 处，及其机房周围人员经常活动位置辐射剂量率进行监测；

(2) 委托有资质单位对放射工作人员进行个人剂量检测，每 3 个月将个人剂量计收集送交其检测，并出具检测报告；

(3) 定期对监测仪器进行鉴定，确保监测仪器状态完好。

辐射事故应急

本项目使用的中 C 臂 X 射线机属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，结合医院的实际情况和对事故工况的分析，定边县人民医院须建立相应辐射事故应急预案，包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急；
- (3) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

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预案，采取必要的防范措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的深照射事故，应向当地环境保护部门报告；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生行政部门报告；如是人为故意破坏引起的事故应向当地公安部门报告。

定边县人民医院已建立辐射事故应急预案，配备必要的辐射事故应急设备后，并定期进行辐射事故应急演练。演练结束总结演练过程中出现的问题，不断完善辐射事故应急预案。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

定边县人民医院拟在医技楼 2 楼放射科新建 1 座中 C 臂机房，配置 1 台中 C 臂 X 射线机，用于诊断、介入治疗。中 C 臂 X 射线机型号为 OEC 9900 Elite，属于 II 类射线装置，最大管电压 120kV，最大管电流 150mA。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，定边县人民医院应已立辐射防护与安全管理机构，并制订相关辐射环境管理规章制度。该单位在取得《辐射安全许可证》，本项目通过项目竣工环境保护验收合格后方可正式投入使用。

2、辐射安全与防护分析结论

定边县人民医院已制定《定边县人民医院放射事故应急预案》、《放射科工作制度》、《放射防护规章制度》、《防护用品发放及使用管理制度》、《放射人员培训制度》、《个人剂量计监测管理制度》、《职业健康管理制度》、《设备管理制度》、《设备维修保养制度》和《职业病防护工作计划及实施方案》等制度，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。通过理论预测，该项目中 C 臂机房设计墙体、防护门、屋顶、地面、观察窗厚度均可以达到防护要求。

3、环境影响分析结论

(1) 本项目正常运行情况下，机房周围各关注点处的附加剂量率在 $9.88 \times 10^{-6} \sim 0.022732 \mu\text{Sv/h}$ 之间，满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率控制水平 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 本项目工作人员的年附加有效剂量为 $0.000406 \sim 1.1424 \text{mSv}$ ，公众年附加有效剂量为 $8.16 \times 10^{-8} \text{mSv} \sim 0.000114 \text{mSv}$ ，均满足《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，也低于本报告提出的约束限值 5mSv/a 和 0.25mSv/a 。

4、可行性分析结论

定边县人民医院拟在医技楼 2 楼放射科新建 1 座中 C 臂机房，配置 1 台 OEC 9900 Elite 中 C 臂 X 射线机，用于诊断、介入治疗，符合辐射防护实践的正当性要求，项目建设的目的是可行的。本院对该项目采取了有效的辐射防护措施（建设专用机房对项目

运行中产生 X 射线进行屏蔽)，使辐射影响达到了合理尽可能低的水平。

综上所述，该单位切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议，严格按照国家有关辐射防护规定执行，制定相关规章制度、应急预案并严格落实执行，则该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内，从满足辐射环境质量角度分析，本项目建设可行。

建议和承诺

1、中 C 臂 X 射线机安装到位投入运行前，应进行竣工验收，并申请办理辐射安全许可证。

2、项目建成运行后，应严格执行辐射环境监测制度，每年应对医用 X 射线装置应用的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

3、医院应加强对工作人员和公众成员辐射防护知识的宣传教育，提高其自身安全防护意识，防止事故发生。

4、医院应根据相关规定配备医生、受检者个人防护用品，对于铅衣等防护用品勿长时间悬挂，勿折叠，建议平放。每年至少自行检查两次，若发现有老化、断裂或损伤的防护用品，应立即更换新的防护用品。

5、医院应加强从事介入工作人员的辐射安全培训工作，强调在进行介入手术时，医护人员必须穿戴防护用品，并制定相关工作制度。

6、不断完善辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患。

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

仅供定边县人民医院新增医用X射线装置核技术应用项目环评公示