

表 1 项目基本情况

建设项目名称		DSA 等医用装置应用项目			
建设单位		杭州市第一人民医院			
法人代表	马胜林	联系人	李正定 吴俊杰	联系电话	13336059684 13968124528
注册地址		杭州市上城区浣纱路 261 号			
项目建设地点		杭州市上城区浣纱路 261 号医院内			
立项审批部门		——		批准文号	——
建设项目总投资 (万元)	2000	项目环保投资 (万元)	20	投资比例(环保投资/总投资)	1%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新、 <input type="checkbox"/> 改、 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建、 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积	——
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"/> VI 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"/> VI 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 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	<p>医院概述:</p> <p>杭州市第一人民医院是杭州地区融医疗、教学、科研、预防和社会保健于一体的市属最大综合性三级甲等医院，是杭州地区医疗保健急救中心。医院设有一、二级临床医疗、医技科室 60 多个，其中消化内科、心血管内科、眼科、神经内科等为省市级重点专科，普外科、妇科、耳鼻咽喉科、内分泌科、血液内科、中心实验室、危重病医学科、神经外科等为院级重点专科；医院现门诊量 150 万人次/年，床位 900 张，医务人员 1400 人，其中高级职称医务人员 207 名。</p> <p>任务由来:</p> <p>因诊断的需要，医院新建机房，新增 3 台射线装置（DSA 1 台、C 臂机 2 台），</p>				

更新 9 台射线装置（骨密度仪 1 台、DR 1 台、CT 2 台、口腔全景机 1 台、乳腺机 1 台、牙片 X 光机 1 台、C 臂机 1 台、移动 X 光机 1 台），从而达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，并获得一定的经济和社会效益。

为保护环境，保障公众健康，于 2016 年 3 月 1 日正式委托浙江国辐环保科技中心对该项目进行辐射环境影响评价。

评价单位在现场踏勘、监测和收集有关资料的基础上，按照国家对辐射建设项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成该项目的辐射环境影响报告表。

项目地理位置：

杭州市第一人民医院位于杭州市上城区浣沙路 261 号，医院四侧边界均为道路，其中东侧为浣沙路，南侧为平海路，西侧为板桥路，北侧为学士路，隔路为医院行政楼；其具体地理位置图见附图 1。

本项目设备大多数位于门诊 1 号楼一层、二层、三层，牙片机位于 3 号楼 5 层，机房周围均为医疗用房等。医院总平面布置见附图 2。本项目所在机房周围 50m 范围内无环境保护敏感点。

现有工程回顾：

医院配备有 2 台 DSA、20 台 III 类射线装置和 2 台核磁共振仪，这些设备经过环评后取得了《辐射安全许可证》（浙环辐证[A0065]）。

在历年运行中，医院成立了《辐射防护管理小组》，制定了《射线装置安全操作规程》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射性工作场所管理制度》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医用 X 线机操作管理制度》、《工作质量保证制度》、《岗位职责》等，同时做好了《放射性事故应急预案》。

同时，医院 41 名辐射工作人员取得了上岗证，建立了辐射工作人员个人剂量档案和职业健康档案。并委托有资质的单位对工作场所进行检测，保存检测记录。同时，医院每年均填写《辐射安全与防护状况年度评估报告》，根据上年度的年度评估报告，并无辐射事故发生。

表 2 放射源

表 2-1 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) 活度 (Bq) × 枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	——	——	——	——	——	——	——	——

表 3 非密封放射性物质 (本次环评)

表 3-1 本次评价的非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	实际日最大使用量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大使用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	——	——	——	——	——	——	——	——	——

表 4 射线装置

表 4-1 医院射线装置设备清单

序号	设备名称	类别	数量	型号	主要技术指标	工作场所	备注
1	磁共振仪	电磁	1	Siemens IMPACT EXPERT	1T	1 号楼 1 层磁共振室 1	--
2	磁共振仪	电磁	1	Siemens Avanto	1.5T	1 号楼 1 层磁共振室 2	--
3	DSA	II类	1	GE Innova 4100	1250mA/80kV	1 号楼 2 层 DSA 检查室 1	--
4	DSA	II类	1	美国 GE INNVOA 2000 型	1250 mA /80kV	1 号楼 2 层 DSA 检查室 2	--
5	DSA	II类	1	PHILIPS Allura Xper FD10	850mA/120kV	1 号楼 2 层 DSA 检查室 3	新增
6	螺旋 CT	III类	1	美国 GE Lightspeed 16 排	300mA/120kV	1 号楼 2 层 CT 检查室 1	--
7	CT(报废)	III类	1	美国 GE Hispeed DX/I	300mA/120kV	1 号楼 1 层 CT 检查室 4	报废
	16 排 CT	III类	1	航卫通用电气 GE Optima CT	440mA/140 kV		更新
8	普通 X 光机	III类	1	美国 GE Revolution XQ/I 型	800mA/150kV	1 号楼 2 层 CT 检查室 3	报废
	16 排 CT	III类	1	航卫通用电气 Optima CT540	440mA/140kV		更新
9	普通 X 光机	III类	1	德国 Philips DIAGNOST TH 型	800mA/150kV	1 号楼 1 层 X 线检查室 2	--
10	普通 X 光机 (报废)	III类	1	明天国际 G100RAD X 线机	630mA/150kV	1 号楼 1 层 X 线检查室 1	报废
	骨密度仪	III类	1	GE Prodigy	3mA/76kV		更新
11	全景牙片 X 光机 (报废)	III类	1	芬兰 Imaging OC-100 型	20mA/70kV	1 号楼 1 层全景机房	报废
	口腔全景机	III类	1	Planmeca OY Planmeca	16mA/84kV		更新
12	普通 X 光机 (报废)	III类	1	明天国际 G100RAD X 线机	500mA/150kV	1 号楼 1 层 X 线检查室 4	报废
	DR	III类	1	SEDECAL NOVA FA-C	800mA/150kV		更新
13	胃肠机 (报废)	III类	1	东芝 TOSHIBA DGW-20A 型	500mA/150kV	1 号楼 3 层 ERCP (1) 室	报废
	C 臂 X 线机	III类	1	荷兰 Philips BV pulseta	20mA/110kV		更新
14	普通 X 光机	III类	1	明天国际 G100RAD X 线机	500mA/150kV	1 号楼 1 层 X 线检查室 3	--

续表 4-1

序号	设备名称	类别	数量	型号	主要技术指标	工作场所	备注
15	乳腺 X 线机 (报废)	III类	1	GIOTTO HI-TECH	20mA/70kV	1 号楼 2 层 X 线检查室 7	报废
	全数字化乳腺机	III类	1	法国 GE GE Senographe DS	30mA/30kV		更新
16	体外碎石机	III类	1	深圳慧康 ESWL-Vi	200mA/150kV	1 号楼 3 层碎石中心	--
17	胃肠机 (报废)	III类	1	德国西门子 ICONOS R100	500mA/150kV	/	报废
18	牙科拍片机 (报废)	III类	1	GENDEX IRIX70 型	20mA/60kV	3 号楼 5 层口腔科 X 光室	报废
	牙片 X 线机	III类	1	法国 KODAK2100 型	7mA/60 kV		更新
19	普通 X 光机	III类	1	飞利浦 Diagitai Diagnost VR	800mA/150kV	4 号楼 2 层体检中心	--
20	C 臂 X 光机	III类	1	飞利浦 Libra 型	50mA/60kV	1 号楼 4 层手术室 9 号	--
21	C 臂 X 光机	III类	1	飞利浦 BV25G 型	50mA/60kV	1 号楼 4 层手术室 10 号	--
22	移动式床边 X 线机 (报废)	III类	1	POLYMOBIL PLUS	200mA/70kV	1 号楼 1 层放射科	报废
	移动 DR X 线机	III类	1	德国 Siemens Mobilett XP	300mA/100kV		更新
23	移动式床边 X 线机 (报废)	III类	1	POLYMOBIL PLUS	200mA/70kV	2 号楼 1 层发热门诊	报废
24	双源 CT	III类	1	西门子 SOMATOM Definition	1250mA/80kV	1 号楼 2 层 CT 检查室 2	--
25	数字胃肠 X 线机	III类	1	日本岛津 SONIALVISION80	1000mA /150kV	1 号楼 2 层 X 线检查室 5	--
26	C 臂 X 线机	III类	1	德国奇目成像 Ziehm Vision	20mA/110kV	1 号楼 4 层手术室	新增
27	C 臂 X 线机	III类	1	荷兰 Philips BV Edora 型	20mA/100kV	1 号楼 3 层 ERCP (2) 室	新增

注：更新和新增设备为本次环评的设备。

表 5 废弃物

表 5-1 废弃物 (放射性废弃物)

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
1	---	---	---	---	---	---	---	---

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003 年 9 月；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003 年 9 月；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 12 月；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国环境保护部令第 2 号，2015 年 3 月；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 修正版），中华人民共和国环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，国家环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月；</p> <p>(9) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，省政府令第 288 号，2011 年 12 月；</p> <p>(10) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月。</p>
技术标准	<p>《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/T 10.1-2016，环境保护部。</p>
其他	<p>(1) 医疗机构执业许可证，见附件 1；</p> <p>(2) 环评委托书，见附件 2；</p> <p>(3) 《辐射安全许可证》，（浙环辐证[A0065]），见附件 3；</p> <p>(4) 《医用射线装置项目》环境影响评价文件审批意见，见附件 4；</p> <p>(5) 《医用射线装置项目》竣工验收审批意见，见附件 5；</p>

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>根据本项目的特点（属于 II、III 射线装置），同时结合《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》（HJ/T 10.1-2016）的相关规定，确定本项目的评价范围为相关辐射工作场所周围 50m 区域。</p>
<p>保护目标</p> <p>本项目环境保护目标为医院的辐射工作人员和周围其他非辐射工作人员和公众成员。</p> <p>据现场踏勘和附图 2 所示，本项目相关辐射工作场所周围 50m 区域内无环境保护敏感点。</p>
<p>评价标准</p> <p>(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>4.3.3 防护与安全的最优化</p> <p>4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。</p> <p>B1 剂量限值</p> <p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1 剂量限值</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</p> <p>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。</p> <p>本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>B1.2.1 剂量限值</p>

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 作为管理限值。

(2)《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

5 X 射线设备机房防护设施的技术要求

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。

5.2 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、改建和迁扩建的 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 2-1 要求。

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 2-2 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。

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 μ Gy/h 时，可不使用带有屏蔽防护的机房。

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（其检测方法按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求）：

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 μ 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 μ 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 0.25mSv；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。

5.5 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

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杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

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。

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。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 2-3 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。

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 2-1 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
CT 机	30	4.5
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
透视专用机 ^c 、碎石定位机、 口腔 CT 卧位扫描	15	3
乳腺机、全身骨密度仪	10	2.5
牙科全景机、局部骨密度仪、 口腔 CT 坐位扫描/站位扫描	5	2
口内牙片机	3	1.5

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。
c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。

表 2-2 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
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
标称 125kV 及以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2（一般工作量） ^a 2.5（较大工作量） ^a	
^a 按 GBZ/T180-2006《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》的要求。		

表 2-3 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
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏；固定特殊受检者体位的各种设备
口内牙片摄影	—	—	大领铅橡胶颈套	—
牙科全景体层摄影 口腔 CT	—	—	铅橡胶帽子、大领铅橡胶颈套	—
放射诊断学用 X 射线设备同室透视、摄影	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜	或铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏；固定特殊受检者体位的各种设备
CT 体层扫描（隔室）	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—
床旁摄影	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套	或铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—

续表 2-3 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
骨科复位等设备旁操作	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套	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	—
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、铅防护吊帘、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。

DSA 机房参照本标准执行。

(3) 《X 射线计算机断层摄影放射防护的要求》(GBZ165-2012)

5 CT 机房的防护要求

5.1 CT 的机房的设置应充分考虑邻室及周围场所的人员驻留条件，一般应设在建筑特的一端。

5.2 CT 机房应有足够的使用空间，面积应不小于 30 m²。单边长度不小于 4m，机房内不应堆放无关杂物。

5.3 CT 机房的墙壁应有足够的防护厚度，机房外人员可能受到的年有效剂量小于 0.25mSv，距机房外表面 0.3m 处空气比释动能率应<2.5μGy/h。

5.4 CT 机房门外明显处应设置电离辐射警告标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

5.5 CT 机房应保持良好的通风。

表 8 环境质量和辐射现状

辐射环境现状监测

(1) 监测目的

掌握该医院新增及更新设备机房周围的辐射环境质量背景水平，为预测评价提供基础数据。

(2) 监测内容

根据污染因子分析，评价单位于 2016 年 4 月 15 日对本项目机房周围进行辐射剂量率背景水平监测。

(3) 监测点位

监测点位布点详见附图 2。

(4) 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

(5) 质量保证措施

- a 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。
- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

表 8-1 X-γ射线剂量率监测仪器参数与规范

项 目	内 容
仪器名称	X-γ辐射剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E
生产厂家	美国 Thermo
能量响应	在 60keV~3MeV 范围内误差<±15%
量 程	X-γ: 1nSv/h~100μSv/h
检定证书	上海市计量测试技术研究院检定证书 (检定证书编号: 2015H21-20-003654) 有效期: 2015 年 8 月 13 日~2016 年 8 月 12 日
监测规范	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)

(6) 监测结果

本次评价的该医院新增及更新设备机房周围 X 辐射剂量率背景水平监测结果见表 8-2，监测点位见附图 2。

表 8-2 项目周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 nGy/h

点位序号	测点描述	辐射剂量率	
		平均值	标准差
$\Delta 1$	门诊 1 号楼一层放射科	134.5	2.6
$\Delta 2$	门诊 1 号楼二层放射科	131.4	3.2
$\Delta 3$	门诊 1 号楼三层消化内科	138.6	3.5

监测结果未扣除宇宙射线的响应。

由表 8-2 的监测结果可知：本项目各机房周围的 X- γ 辐射剂量测量值在 131.4~138.6nGy/h 之间，由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，杭州市室内 γ 辐射剂量率在 56.0~443.0nGy/h 之间。可见，该拟建址的 γ 辐射剂量率水平未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

(一) 工作原理

DSA、螺旋 CT 和 DR 等均是利用 X 射线进行摄影或诊疗。上述设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，详见图 4-1。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，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，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

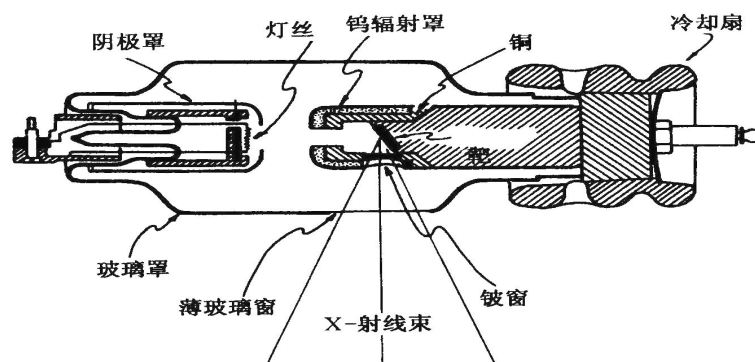


图 4-1 典型 X 射线管结构图

(1) DSA

数字血管造影 (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。

(2) CT

CT 是计算机断层 X 射线摄影术 (Computed Tomography) 的简称，它使用了精确准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的平面，利用探测器记录透射光束的衰减量，并经过数学运算，电子计算机处理相应数据，从而产生一个以检查层的相对衰减系数为依据的躯体横断面的影像。

(3) DR、乳腺钼靶机、C 臂机、口腔全景机、移动 X 光机

X 线摄片机是利用 X 射线对人体不同组织穿透力不同的原理，寻找病灶部位、形状及体积大小并予以定位、摄影，它用 X 线胶片代替荧光屏，永久记录被检部位影像的一种设备，这种方法比透视能发现更多有诊断价值的信息。

(4) 骨密度仪

骨密度仪是利用不同密度的人体组织对 X 射线的吸收量不同的原理，即低能 X 射线对人体软组织的成像分辨率较高，高能 X 射线对人体骨组织的成像分辨率较高，两者结合分析，可消除软组织对骨密度测量的影响，这种方法比超声骨密度仪等更精准。

(二) 设备组成

虽然上述诊断用的 X 线机因诊断目的的不同有很大的差别，但其基本结构都是由产生 X 线的 X 线管、供给 X 线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置即外围设备组成。

(三) 操作流程

(1) DSA

诊断时，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上腔静脉，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。

(2) 螺旋 CT

确定患者体层摄影的体位，扫描定位，投照摆位，屏气曝光。扫描过程中，X 线球管连续地发射 X 线，扫描床持续同步前移，实现无间断容积数据采集。

(3) DR、乳腺钼靶机、C 臂机、口腔全景机、骨密度仪

依据 X 线检查单，核对摄影部位，确定投照条件，患者摆位，有时需屏气，曝光。

污染源项描述

(1) 污染因子

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，该院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

(2) 事故分析

(1) 工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离辐照室，X 射线装置运行可能产生误照射。

(2) 安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线装置辐照室。因此，医务人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。工作人员每次上班时首先要检查防护门上的灯光警示装置是否正常。如果失灵，应立即修理，恢复正常。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

(1) 现有各机房均设置有工作指示灯，操作规程等管理制度已按要求张贴在各操作室内。

(2) 医院配备有符合防护要求的辅助防护用品，如铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽、防护眼镜、防护面罩、防护帘和辐射剂量监测仪等。

(3) 医院现有辐射工作人员均已佩带个人剂量仪，并每三个月送浙江建安检测研究院有限公司检查一次。

(4) 医院洗片采用干片机，不会产生废显、定影液。

(5) 机房门外需张贴电离辐射警告标志及其中文警示说明。

(6) 对于移动设备在使用时，进行人员清场，使用必要的防护用品，工作人员的个人防护用品：铅橡胶围裙、选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜；工作人员的辅助防护设施：铅防护屏风；患者和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；患者和受检者辅助防护设施：可调节防护窗口的立位防护屏、固定特殊受检者体位的各种设备。

本项目机房投入运行前也应落实上述各项污染防治措施。

辐射设备机房防护概况

本项目设备大多数位于门诊 1 号楼一层、二层、三层，牙片机位于 3 号楼 5 层，机房周围均为医疗用房等。门诊楼 1~4 层平面图见附图 3~6，3 号楼 5 层见附图 7，各机房的防护情况见表 10-1。

表 10-1 本项目设备机房屏蔽情况一览表

指标 机房	所在 区域	机房使用 面积 (m ²)	顶棚	墙体	防护门	观察窗
C 臂 X 线机	1 号楼 3 楼 ERCPC(2)室	6.5×4.3≈28m ²	15cm 现浇 混凝土 +2cm 防护 涂料	24 cm 砖 墙+2mm 防护涂料	内衬 3mm 铅 当量铅门	3mm 铅当 量
C 臂 X 线机	1 号楼 3 楼 ERCPC(1)室	5.2×5.1≈27m ²				
16 排 CT	1 号楼 2 楼 CT 检查室 3	6.9×6.0≈41m ²				
DSA	1 号楼 2 楼 DSA 检查室 3	5.8×6.4≈37m ²				
骨密度仪	1 号楼 1 楼 X 线检查室 1	5.7×2.9≈17m ²				
16 排 CT	1 号楼 1 楼 CT 检查室 4	5.7×7.0≈40m ²				
DR	1 号楼 1 楼 X 线检查室 4	5.8×6.9≈40m ²				
口腔全景机	1 号楼 1 楼 全景机房	2.4×2.5≈6m ²				
全数字化乳 腺机	1 号楼 2 楼 X 线检查室 7	7.0×5.9≈41m ²				
牙片 X 线机	3 号楼 5 楼 口腔科 X 光 室	1.8×1.8≈3m ²				

由表可知，射线装置设备机房的墙体、防护门、观察窗的屏蔽能力以及使用面积均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130—2013) 的要求。

三废的治理

本项目在使用过程中不产生放射性废水、废气。整个过程无放射性固体废物产生。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

由于射线装置只有在检查过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。在建设过程中，射线装置未通电运行，故不会对周围环境造成电离辐射影响。

运行阶段对环境的影响

本项目的评价方法采用预测项目建成后的辐射环境影响分析。类比对象选取本院现有的设备，因本院新增设备的参数（最大管电流和最大管电压）与现有设备参数相当，机房的面积和防护情况类似，因此具有较好的可类比性。

类比监测结果见表 11-1，类比监测图见附图 3~7。

表 11-1 类比项目监测结果

机房名称	点位序号	测 点 描 述		辐射剂量率	
				平均值	标准差
机房 6 (X 光机) 开机状态： 75kV/320mA	▲1	医生出入门外 5cm 处	关机	102.7	2.1
			开机	106.7	2.5
	▲2	观察窗	关机	104.7	1.8
		观察窗外 5cm 处	开机	108.0	1.0
		操作位,距离观察窗 1m 处	开机	109.7	0.6
	▲3	病人出入门	关机	120.3	0.8
		左侧门外 5cm 处	开机	122.7	1.5
		右侧门外 5cm 处	开机	123.0	1.0
	2 号 DSA 室 开机状态： 80kV/330mA	▲4	DSA 室内	关机	117.0
操作位			开机	2580	152.8
铅屏风后面			开机	593.3	15.3
▲5		DSA 室外,医生出入门	关机	117.1	2.1
		门外 5cm 处	开机	118.7	1.5
▲6		病人出入门外 5cm 处	关机	121.3	1.9
			开机	122.3	2.1

续表 11-1

机房名称	点位 序号	测 点 描 述		辐射剂量率	
				平均值	标准差
1号楼4楼9号机房(C臂X光机) 开机状态: 50kV/20mAs 最大工作量: 10 人·次/周	▲7	手术室内	关机	121.4	2.4
		操作位, 离放射管 1m 处	开机	354.0	7.9
		医生铅衣后	开机	124.0	2.0
	▲8	病人出入门	关机	122.0	1.5
		门外 5cm 处	开机	123.7	2.1
2号楼1楼发热门诊(移动式X光机, 固定使用) 开机状态: 60kV/60mAs	▲9	操作室门	关机	124.9	1.1
		门外 5cm 处	开机	127.0	1.0
		操作位	开机	126.7	3.1
	▲10	病人出入门	关机	121.5	1.4
		门外 5cm 处	开机	123.7	0.6
	▲11	东墙, 病人通道	关机	161.4	2.1
墙外 5cm 处		开机	163.0	2.6	
移动式X光机(医生穿戴铅衣操作, 其他无关人员撤离)	▲12	医生操作位, 离机器 5m 处	关机	112.1	1.7
			开机	193.7	2.1
2号CT室 开机状态: 120kV/280mA	▲13	医生出入门	关机	114.7	1.8
		门外 5cm 处	开机	116.3	1.5
	▲14	观察窗	关机	104.0	2.2
		观察窗外 5cm 处	开机	107.0	2.6
		操作位, 距离观察窗 1m 处	开机	109.7	2.5
	▲15	病人出入门	关机	122.8	2.7
		左侧门外 5cm 处	开机	207.0	5.3
		右侧门外 5cm 处	开机	173.3	3.1
	▲16	南墙, 病人通道	关机	151.6	1.5
		南墙外 5cm 处	开机	153.3	3.1
3号楼5楼 口腔科 最大工作量: 10 人·次/天	▲17	出入门	关机	108.7	2.2
		门外 5cm 处	开机	416.7	15.3
		门外 1m 处	开机	195.7	5.1
	▲18	北墙	关机	129.2	1.9
		墙外 5cm 处	开机	132.3	1.5
	▲19	南墙, 病人通道	关机	115.8	1.9
墙外 5cm 处		开机	117.0	1.7	

6.4.2 剂量估算

6.4.2.1 估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (mSv) \dots\dots\dots (式 6-1)$$

其中： $H_{E,r}$: X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r : X 射线空气吸收剂量率，nGy/h；

t : X 射线照射时间，h/a；

0.7: 剂量换算系数，Sv/Gy。

射线装置剂量估算

(1) DSA

①估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (mSv) \quad (11-1)$$

其中： $H_{E,r}$: X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r : X 射线空气吸收剂量率，nGy/h；

t : X 射线照射时间，h/a； 0.7: 剂量换算系数，Sv/Gy。

②DSA 辐射工作人员

现根据类比监测结果，医院 DSA 的预计使用情况作保守假设，①每月的病人数为 100 人；②每次检查在操作位处（ γ 辐射剂量率取 2580nGy/h，该监测数据为铅衣里面辐射工作人员身体位受到的辐射照射剂量。）停留 30 分钟；③每次 DSA 操作有 2 名辐射工作人员共同完成，其中 1 名辐射工作人员在近距离操作，另 1 名工作人员在操作室内通过观察窗观察。假设所有近距离操作均由 1 位工作人员承担。

在上述偏保守的条件下，由公式(6-1)可以计算出该工作人员接受的附加年有效剂量当量为 1.28mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“管理限值”的要求。

根据类比监测结果，机房周围 X 射线空气吸收剂量率与未开机时相比未见

显著升高，表明机房周围的辐射工作人员不会受到额外的辐射照射。

③ DSA 公众成员

由表类比监测结果可知：在正常使用条件下，DSA 机房周围 X 射线空气吸收剂量率与未开机时相比未见显著升高。表明其他非辐射工作人员和公众成员不会受到额外的辐射照射。

(2) 移动 DR 和 C 臂机

① 辐射工作人员

现根据类比监测结果，医院移动 DR 和 C 臂机的预计使用情况作保守假设，①每月的病人数为 100 人；②每次检查在操作位处（ γ 辐射剂量率取 354nGy/h，该监测数据为铅衣里面辐射工作人员身体位受到的辐射照射剂量。）停留 1 秒；③每次操作有 1 名辐射工作人员承担。

在上述偏保守的条件下，由公式(11-1)可以计算出该工作人员接受的附加年有效剂量当量为 0.1mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“管理限值”的要求。

② 公众成员

其他人员限制靠近移动 X 光机和 C 臂机，又根据表 6-6 的监测结果可知，公众成员不会受到额外的辐射照射。

(3) CT 等其他射线装置

① 辐射工作人员

根据类比监测结果，CT 等机房周围 X- γ 辐射剂量率与未开机时相比未见显著升高，表明机房周围的辐射工作人员不会受到额外的辐射照射。

② 公众成员

根据类比监测结果可知：在正常使用条件下，CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率与未开机时相比未见显著升高。表明其他非辐射工作人员和公众成员不会受到额外的辐射照射。

事故影响分析

(1) 工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离辐照室，X 射线装置运行可能产生误照射。

(2) 安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线装置辐照室。

因此，医务人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。工作人员每次上班时首先要检查防护门上的灯光警示装置是否正常。如果失灵，应立即修理，恢复正常。

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预案，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。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境管理机构的设置

医院已成立了《放射诊疗辐射安全与防护管理领导小组》，明确以马胜林为负责人，小组成员共 20 名。具体负责本院日常的辐射防护管理工作，知识普及宣传，制度落实，工作联系以及事故应急处理等辐射工作。

辐射安全管理规章制度

医院成立了《辐射防护管理小组》，制定了《射线装置安全操作规程》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射性工作场所管理制度》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医用 X 线机操作管理制度》、《工作质量保证制度》、《岗位职责》等，同时做好了《放射性事故应急预案》。

本项目建成后，针对辐射活动规模扩大的变化情况，提出如下要求：

- (1) 更新管理制度。如新增了骨密度仪应相应增加操作规程。
- (3) 要求组织所有新增的辐射工作人员参加有资质单位的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并按每 4 年一次的要求进行复训，同时应为辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。
- (4) 环评报批后，医院需及时向相关部门申请更换许可证，变更副本内容。
- (5) 医院须在本项目及医院的射线装置部分的内容投入试运行 3 个月内申请竣工验收。

辐射监测

医院现有项目已委托浙江建安检测研究院有限公司定期监测。本项目开展后，医院须定期委托有资质的单位，对该项目机房周围环境进行辐射监测，监测数据、年度评估报告及年度辐射工作总结须每年年底向环保部门上报备案。

- (1) 监测频度：每年常规监测一次。
- (2) 监测范围：机房屏蔽墙外，防护门及缝隙处和操作台等。
- (3) 监测项目：X- γ 射线剂量率。

表 13 结论与建议

结论

13.1 实践正当性分析

杭州市第一人民医院配置各类辐射装置，目的在于开展放射诊断工作，最终是为了治病救人，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

13.2 选址合理性分析

杭州市第一人民医院射线装置多数位于放射科内，少数射线装置因手术、急救的需要位于其他科室，其选址是合理可行的。

13.3 辐射环境影响评价

由分析可知，本项目辐射工作人员和公众成员的附加年有效剂量当量均低于本项目的剂量管理限值（5mSv 和 0.25mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

13.4 辐射环境管理制度

医院成立了《辐射防护管理小组》，制定了《射线装置安全操作规程》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射性工作场所管理制度》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医用 X 线机操作管理制度》、《工作质量保证制度》、《岗位职责》等，同时做好了《放射性事故应急预案》。

本项目建成后，针对辐射活动规模扩大的变化情况，提出如下要求：

- （1）更新管理制度。如新增了骨密度仪应相应增加操作规程。
- （3）要求组织所有新增的辐射工作人员参加有资质单位的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并按每 4 年一次的要求进行复训，同时应为辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。
- （4）环评报批后，医院需及时向相关部门申请更换许可证，变更副本内容。
- （5）医院须在本项目及医院的射线装置部分的内容投入试运行 3 个月内申请竣工验收。

13.5 安全培训及健康管理

医院现有辐射工作人员 41 名，均取得了上岗证，建立了辐射工作人员个人

剂量档案和职业健康档案。

本项目建成后，要求组织所有新增的辐射工作人员参加有资质单位的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并按每 4 年一次的要求进行复训，同时应为辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。

13.6 结论

综上所述，在落实报告提出的各项污染防治措施后，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，本项目射线装置运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设 and 运行是可行的。

表 14 审批

下一级环保部门意见:

公章

经办人

年 月 日

审批意见:

公章

经办人

年 月 日