



编号	RMTC-GF16-HP
	577002

核技术应用项目环境影响报告表

(报批稿)

项目名称: DSA、磁共振等医用射线装置应用项目(扩建)

建设单位: 乐清市人民医院

编制单位: 浙江国辐环保科技中心

编制日期: 2016年3月

目 录

1 项目概况	1
2 总论.....	2
3 射线装置	9
4 区域环境概况	11
5 污染源分析	14
6 辐射环境现状	17
7 环境影响分析	26
8 污染防治措施、辐射环境管理和监测计划.....	33
9 公众参与	36
10 从事辐射活动能力评价	37
11 结论与建议.....	38

1 项目概况

单位名称	乐清市人民医院		地址	浙江省乐清市城南街道 清远路 338 号	
法人代表	陈余钿	电话	13506676771	邮编	325600
联系人	张强		联系电话	13868759090	
项目名称	DSA、磁共振等医用射线 装置应用项目		项目地点	乐清市人民医院内部	
项目用途	医疗诊疗		项目依据	浙计经投[1996]1358 号	
总投资 (万元)	20000				
核技术项目 投资 (万元)	800		核技术项目环 保投资 (万元)	100	
应 用 类 型	放射性同位素应用	密封源	射线装置	其它	
	/	/	II 类、III 类	磁共振仪	
<p>核技术应用的目的和任务：</p> <p>乐清市人民医院拟新增 DSA、DR、碎石机、移动 X 光机及磁共振仪等设备，其目的是为了医疗诊疗。</p> <p>DSA 用于全身血管检查，可消除其余影像，清晰地显示血管的精细解剖结构。</p> <p>DR 是直接数字化 X 射线摄影系统，可对患者局部区域的拍片和透视。</p> <p>碎石机是利用冲击波原理对结石患者进行治疗。</p> <p>移动 X 光机用于患者局部区域的拍片。</p> <p>磁共振仪对软组织的分辨率极佳，适合对神经系统、脊髓等疾病的诊断。</p>					

2 总论

2.1 概况

2.1.1 项目由来

乐清市人民医院位于浙江省乐清市城南街道清远路 338 号，创建于 1927 年，是一家集医疗、预防、教学和科研为一体的三级乙等综合医院。在 80 多年的发展历程中，历代乐医人奋力拼搏、不断进取，把医院建设成为了温州医科大学附属医院和国家级爱婴医院。此外，上海复旦大学附属中山医院与乐清市人民医院诊疗合作中心、上海交通大学附属瑞金医院上海心脏中心乐清分中心、乐清市妇儿诊疗中心、新生儿抢救中心等 20 多个全市性医疗组织机构均设在院内。

为了能为广大患者提供更好的医疗诊疗服务，乐清市人民医院拟开展 DSA、磁共振等医用射线装置应用项目（扩建）。根据国家相关的法规要求，该项目应进行辐射环境影响评价，同时为了更好的满足国家有关辐射环境管理的规定和环保管理部门的监管要求，保护公众健康，医院于 2015 年 11 月 26 日正式委托浙江国辐环保科中心对该院拟新增加的辐射装置进行辐射环境影响评价。

2.1.2 项目概况

乐清市人民医院现配备有 14 台辐射装置（包括 1 台 II 类射线装置，即 1 台 DSA；12 台 III 类射线装置，即 2 台 CT、3 台 DR、2 台 C 臂机、1 台胃肠机、1 台乳腺机、1 台牙科全景机、1 台牙片机及 1 台移动 X 光机；1 台核磁共振仪）用于辐射诊疗工作，均已取得环评批文和辐射安全许可证（浙环辐证[00732]，有效期至 2015 年 5 月 10 日），所有装置均已通过环保验收。扩建项目实施后，医院现有 1 台 II 类射线装置（1 台 DSA）和 1 台核磁共振仪计划报废。

经与建设单位核实，医院 5 年内辐射活动规模为：（1）射线装置：II 类射线装置 1 台（为 1 台 DSA）；III 类射线装置 16 台（包括：2 台 CT、4 台 DR、2 台 C 臂机、1 台胃肠机、1 台乳腺机、1 台牙科全景机、1 台牙片机、1 台碎石机及 3 台移动 X 光机）；（2）电磁设备：1 台 1.5T 核磁共振仪。

本次评价规模为：配置辐射装置 6 台（套），具体如下：

（1）射线装置：II 类射线装置 1 台（为 1 台 DSA）；III 类射线装 4 台（包括：1 台 DR、1 台碎石机和 2 台移动 X 光机）；

（2）电磁设备：1 台 1.5T 核磁共振仪。

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（报批稿）。

2.2 编制依据

- （1）《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日起实施；
- （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2003年9月；
- （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月；
- （4）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第253号，1998年；
- （5）《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，2005年12月1日；
- （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008年修正版），中华人民共和国环境保护部令第3号，2008年12月；
- （7）《浙江省建设项目环境影响评价文件分级审批管理办法的通知》，浙政办发〔2014〕86号，2014年7月10日；
- （8）《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；
- （9）《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第289号，2012年12月18日；
- （10）《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33号，2015年6月1日起实施；
- （11）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第18号，2011年5月。

2.3 相关文件

- （1）立项文件，《关于乐清市人民医院迁建工程项目建议书的批复》，浙江省计划与经济委员会文件，浙计经投〔1996〕1358号；
- （2）医疗机构执业许可证；
- （3）《辐射安全许可证》，浙江省环境保护厅，浙环辐证〔00732〕；
- （4）放射诊疗许可证；
- （5）《DSA等医用射线装置建设项目（扩建）》，浙江省环境保护局，浙环辐（温）〔2009〕2号；
- （6）《关于乐清市人民医院DSA等医用射线装置建设项目环境保护设施竣工验收意见的函》，浙江省环境保护厅文件，浙环辐验〔2015〕72号；

- (7) 委托书，乐清市人民医院，2015 年 11 月 26 日；
- (8) 告知书，乐清市人民医院，2015 年 12 月 30 日；
- (9) 辐射工作人员培训上岗证取得情况；
- (10) 《个人剂量检测报告》；
- (11) 职业健康体检报告；
- (12) 医院规章制度。

2.4 引用标准和导则

《辐射环境保护管理导则-核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T 10.1—1995），国家环境保护总局。

2.5 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

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。

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，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 作为管理限值。

第 B1.2 款 公众照射

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 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）

本标准适用于医用诊断 X 射线机的生产和使用。

4.6 移动式 and 便携式 X 射线设备防护性能的专用要求

4.6.3 连接曝光开关的电缆长度应不小于 3m，或配置遥控曝光开关。

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。

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。

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。

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/T 180 的要求。

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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ；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。

5.9 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 。

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	——
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。

(3) 《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)

本标准规定了电磁环境中控制公众暴露的电场、磁场、电磁场（1Hz~300GHz）的场量限值、评价方法和相关设施（设备）的豁免范围。

第 4.1 款 公众暴露控制限值

为控制电场、磁场、电磁场所致公众暴露，环境中电场、磁场、电磁场场量参数的方均根值应满足表要求。

表 2-4 公众曝露控制限值

频率范围 MHz	电场强度 (V/m)
30~3000	12

注：100kHz 以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度；100kHz 以上频率，在远场区，可以只限制电场强度或磁场强度，或等效平面波功率密度，在近场区，需同时限制电场强度和磁场强度。

(4) 《电磁辐射环境影响评价方法和标准》(HJ/T10.3-1996)

第 4.2 款，对单个项目的影响必须限制在 GB8702-88 限值的若干分之一。在评价时，对于由国家环境保护局负责审批的大型项目可取 GB8702-88 中场强限值的 $1/\sqrt{2}$ ，或功率密度限值的 $1/2$ 。其它项目则取场强限值的 $1/\sqrt{5}$ ，或功率密度限值的 $1/5$ 作为评价标准。

根据磁共振影像系统的射频频率，屏蔽墙外属于远场区，结合上述电磁辐射标准，确定本项目公众照射的电场强度评价标准值为 5.4V/m。

2.6 评价目的

(1) 对新增辐射诊断设备拟用地址进行背景监测，以掌握拟用址的辐射环境质量现状水平；

(2) 根据类比监测，分析乐清市人民医院拟配置的 DSA、DR、碎石机、移动 X 光机和磁共振仪等装置运行时对周围环境的影响；

(3) 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”；

(4) 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。

2.7 评价范围

按照 HJ/T10.1-1995《核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》的规定，并结合该项目辐射装置为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定为各机房周围 50m 区域为评价范围。

2.8 环境保护目标

本项目的环境保护目标主要为该医院从事放射诊断的工作人员、机房周围其他非辐射工作人员和公众成员。

3 射线装置

表 3-1 医院现有射线装置（已环评部分）

序号	设备名称	数量	型号	主要参数	工作场所	环评情况	许可情况	验收情况	使用状态	备注	类别
射线装置											
1	DSA	1	Integriscv	150kV/1000mA	放射科	2009 年环评	浙环辐证 [00732] 有效期至 2015 年 5 月 10 日	2015 验收	扩建后拟 报废		II 类
2	单排 CT	1	Aquilion TSX-101A	135kV/400mA	放射科	2009 年环评		2015 验收	在用	2012 年由西门子 Plus4 更新 为东芝 Aquilion TSX-101A	III 类
3	6 排 CT	1	SOMATOM Emotion6	130kV/345mA	放射科	2009 年环评		2015 验收	在用		
4	DR	1	DSF-100s	150kV/630mA	放射科	2009 年环评		2015 验收	在用	2012 年由日立 DR-150-1 更 新为东芝 DSF-100s	
5	DR	1	DR-F	150kV/630mA	放射科	2009 年环评		2015 验收	在用	2012 年由岛津 ED150L 更 新为 GE DR-F	
6	DR	1	Digital Diagnost	150kV/650mA	放射科	2009 年环评		2015 验收	在用		
7	C 臂机	1	BV Libra	110kV/20mA	手术室	2009 年环评		2015 验收	在用		
8	C 臂机	1	Arcadis varic	110kV/20mA	手术室	2009 年环评		2015 验收	在用	2012 年由飞利浦 BV-25 更 新为西门子 Arcadis varic	
9	胃肠机	1	DUO Diagnost	150kV/900mA	放射科	2009 年环评		2015 验收	在用		
10	乳腺机	1	Mammomat 3000Nova	35kV/188mA	放射科	2009 年环评		2015 验收	在用		
11	牙科全景机	1	OC100D	85kV/16mA	口腔科	2009 年环评		2015 验收	在用		
12	牙片机	1	X-MIND	70kV/8mA	口腔科	2009 年环评		2015 验收	在用		
13	移动 X 光机	1	F-50	100kV/50mA	骨科	2009 年环评		2015 验收	在用		
14	移动 X 光机	1	F-50	100kV/50mA	骨科	2009 年环评		2015 验收	报废		

序号	设备名称	数量	型号	主要参数	工作场所	环评情况	许可情况	验收情况	使用状态	备注	类别
15	移动 X 光机	1	F-50	100kV/50mA	ICU	2009 年环评	浙环辐证 [00732] 有效期至 2015 年 5 月 10 日	2015 验收	报废		III类
16	口腔全景机	1	登士柏	85kV/16mA	口腔科	2009 年环评		未验收	报废		
电磁设备											
17	磁共振仪	1	Achieva	1.5T	放射科	2009 年环评	—	2015 验收	扩建后拟 报废		—

表 3-2 医院新增辐射装置（本次环评）

序号	设备名称	数量	型号	主要参数	工作场所	环评情况	许可情况	验收情况	类别
射线装置									
1	DSA	1	FD-20	150kV/1000mA	医技楼 1 楼 DSA2 机房	本次环评			II 类
2	DR	1	MARD-D50S RADREX	150kV/630mA	门诊楼 4 楼体检中心				III类
3	移动 X 光机	1	PLX102	100kV/50mA	医技楼 2 楼				
4	移动 X 光机	1	PLX102	100kV/50mA	老住院楼 4 楼				
5	碎石机	1	待定	110kV/10mA	门诊楼 1 楼碎石室				
电磁设备									
6	磁共振	1	GE-HDXT	1.5T	医技楼 1 楼磁共振 2 机房	本次环评			—

4 区域环境概况

4.1 区域自然环境

4.1.1 地理位置

乐清市位于浙江省东南部，属于温州市管辖区内，地理坐标为北纬 28°07'，东经 120°57'。东临乐清湾，南濒瓯江。东至东海之乐清湾，与玉环县相望，东北至湖雾镇北面的羊角洞，与温岭市为界，隔瓯江，与温州市区相望，西达北白象镇瑄头西北的乌牛码道附近，与永嘉县接壤，北到智仁乡赵家辽村，与台州市相邻。

4.1.2 地形

乐清地形属浙南中山区和沿海丘陵，东南部为沿海平原，地势平坦、河网交叉。

4.1.3 气候条件

乐清气候温和，属亚热带海洋性季风气候，全年四季分明，温和湿润，降水量充沛，夏无酷暑，冬无严寒，无霜期长，光照适宜。年平均气温 17.7℃，年平均降雨量 1507 毫米，全年无霜期 258 天。

4.2 区域社会环境简况

乐清市经济发达，是中国市场经济发育最早、经济发展最具活力的地区之一。南部柳市地区是中国著名的低压电器之都，温台模式的发源地。北部雁荡山是中国十大名山之一，号称东南第一山，为国家首批 5A 级旅游景区，获“世界地质公园”称号。

根据 2014 年乐清市国民经济和社会发展统计公报，2014 年全市地区生产总值（GDP）704.80 亿元，比上年增长 7.6%，增幅比上年提高 1.1 个百分点。其中，第一产业增加值 20.38 亿元，增长 2.7%；第二产业增加值 416.02 亿元，增长 8.2%；第三产业增加值 268.40 亿元，增长 6.8%。服务业发展逐步趋稳，占 GDP 的比重比上年提高 0.8 个百分点，人均地区生产总值（按户籍人口计算）54950 元，按年平均汇率折算为 8945 美元，比上年增长 6.9%。三次产业结构由上年的 3.0:59.7:37.3 调整为 2.9:59.0:38.1。全年限额以上固定资产投资 485.90 亿元，比上年增长 16.1%，其中房地产投资 84.17 亿元，下降 25.7%。工业投资占比持续提高，全市限上工业投资 187.89 亿元，增长 43.7%，占限上投资的比重为 38.7%，占比比上年提高 7.5 个百分点；其中工业技改投入 148.30 亿元，增长 77.5%，占工业投资的比重为 78.9%，占比比上年提高 16.1 个百分点。民间投资活力增强，全年民间投资 356.78 亿元，增长 21.6%，民间投资占限上投资比重为 73.4%，占比比上年提高 3.3 个百分点，对全市限上投资

的贡献率为 94.1%。全年外贸进出口总额 22.21 亿美元，比上年下降 0.5%，其中进口总额 0.79 亿美元，下降 56.4%；出口总额 21.42 亿美元，增长 4.4%。

4.3 医院概况

乐清市人民医院是一所集医疗、预防、教学和科研为一体的三级乙等综合医院。目前医院本部核定床位 1100 张，职工 1681 人，其中卫技人员 1342 人，拥有高级职称者 132 人（正高 27 人，副高 105 人），硕士 67 人。设门诊临床科室 27 个，医技科室 11 个，住院病区 28 个。儿科为浙江省县级医学龙头学科，骨科为温州市重点学科，心血管内科、儿科、呼吸内科、肿瘤外科、麻醉科为温州市重点专科。2014 年医院完成门急诊 152.27 万人次，出院病人 5.1 万人次。

医院曾荣获卫生部“医院改革创新奖”、“浙江省医院药事品质管理优秀奖”、“浙江省绿色医院”、浙江省“平安医院”、浙江省医政工作先进单位、全省卫生系统汶川大地震抗震救灾先进集体、浙江省“模范职工之家”、浙江省卫生系统“群众体育先进单位”、温州市平安创建示范单位、温州市“五四”红旗团委等荣誉称号，并连续三届进入“全国县级医院竞争力百强”行列。

4.4 医院地理位置

乐清市人民医院位于浙江省乐清市城南街道清远路 338 号，医院北侧为丹阳路、中国电信大厦，东侧为清远路，南侧为伯乐西路，西侧为银通百货、丹露路。其具体地理位置示意图见图 4-1。



图 4-1 乐清市人民医院地理位置示意图

5 污染源分析

5.1 射线装置

(1) 工作原理

DSA、DR、碎石机和移动 X 光机等均是利用 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 5-1。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。

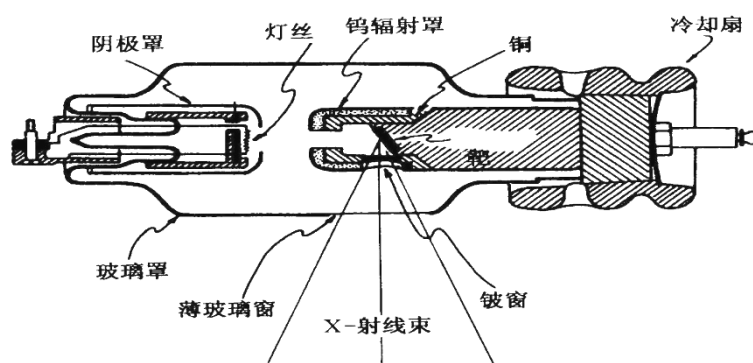


图 5-1 典型 X 射线管结构图

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 DR、碎石机和移动 X 光机

DR、碎石机和移动 X 光机是利用 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。

(2) 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。

(3) 操作流程

a、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。

b、DR、碎石机和移动 X 光机

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。

(4) 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。

上述各射线装置在运行时无放射性废气、废水和固体废弃物产生。

5.2 磁共振仪

(1) 工作原理

磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging-MRI) 是在核磁共振波谱学的基础上建立起来的。磁共振成像指处于某个静磁场中的物质的原子核系统受到相应频率的电磁波作用时，在它们的磁能级之间发生的共振跃迁现象。即人体内的氢核在一定静磁场和射频场的作用下，所产生的氢核核磁共振信号，经过数字处理，重建以磁共振信号强度为基础的图像。磁共振影像系统就是利用上述原理进行医学诊断的仪器。

(2) 设备组成

设备的主要组成部分为磁体系统、梯度系统、射频系统、计算机系统和辅助设备系统 5 部分组成。该设备扫描室四周墙体采用射频屏蔽层 (12.6MHz-60dB)，出入通道设有屏蔽防护门，以减少电磁辐射对周围环境的影响。

(3) 操作流程

扫描前明确检查重点和范围后，确定扫描方式，确认金属物质未带入磁体房内，

调节射频频率、脉冲宽度、使用线圈、扫描层厚、扫描间隔、脉冲序列等，开机扫描，图像记录。

(4) 污染因子

该设备采用永久磁体。磁共振产生磁场的部件采用超导磁体，磁场强度稳定。由于磁共振仪设备采取了自屏蔽措施，因此周围环境的磁场强度衰减较快。同时，核磁共振仪运行时发出的射频将向周围环境产生电磁辐射。依据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求，本项目磁共振影像系统的射频频率为 63.37MHz，高于 100kHz，因此，在远场区可以只限制电场强度或磁场强度，故确定本项目的污染因子为射频电场。

5.3 事故分析

(1) 射线装置

a. 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。

b. 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。

(2) 磁共振仪

医生在不知情的情况下，误给带有心脏起搏器或人体内植有铁磁性物质的患者做磁共振检查，或让他接近检查室，引起心脏起搏器不工作或铁磁性物质移位，威胁患者的生命。因此，为避免事故的发生，要求医生在给患者做磁共振检查前，应确认患者不带有以上器械；为避免让他接近检查室，在检查室周围应张贴注意电磁辐射的警告标志及中文警示说明。

6 辐射环境现状

6.1 现有工程回顾

6.1.1 环保手续履行情况

1) 环评情况

医院现有开展的辐射装置均已取得环评批文，具体清单详见表 3-1。

2) 许可情况

医院现有辐射活动均已取得浙江省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》（浙环辐证[00732]，有效期至 2015 年 5 月 10 日）。

3) 验收情况

医院现有开展的辐射装置均已通过验收，具体清单详见表 3-1。

6.1.2 历年工作情况

在历年运行中，医院成立了辐射安全防护领导小组，并制定了以下规章制度：《辐射防护和安全管理制度》、《放射诊疗质量控制与安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医疗照射质量保证方案及监测规范》、《乐清市人民医院放射科影像质量保证方案》、《放射科影像质量保证工作小组》、《受检者防护告知制度》、《放射事故预防措施》、《DSA 操作规程》、《CT 机操作规程》、《激光相机操作规程》、《X 射线机操作规程》、《移动式 X 射线机操作规程》、《DR 操作规程》、《DR 室岗位职责》、《磁共振操作规程》、《磁共振室岗位职责》、《放射科设备检修维护制度》、《射线装置安全检查制度》、《放射事故应急处理预案》、《乐清市人民医院应急预案流程图》等。

医院现有 38 名辐射工作人员均已取得《辐射安全培训合格证书》，并建立了个人剂量档案和职业健康档案。根据上年度的年度评估报告及验收调查数据，医院现有设备运行正常，各机房的防护屏蔽能力基本符合要求，环评提出的辐射防护措施、管理要求、监测计划、环保投入及环评批复提出的要求基本落实，院方日常管理规范，未出现辐射工作人员剂量超标事故、职业健康事故和一些其他辐射事件。

6.2 本项目概况

6.2.1 评价规模

经与建设单位核实，本扩建项目拟开展的辐射工作为：配置辐射装置 6 台（套），具体如下：

（1）射线装置：II 类射线装置 1 台（为 1 台 DSA）；III 类射线装 4 台（包括：1

台 DR、1 台碎石机和 2 台移动 X 光机)；

(2) 电磁设备：1 台 1.5T 核磁共振仪。

6.2.2 辐射装置位置

乐清市人民医院本次新增辐射装置有 2 台（1 台 DSA 和 1 台磁共振）位于医技楼 1 楼放射科，有 1 台（DR）位于门诊楼 4 楼体检中心，有 1 台（碎石机）位于门诊楼 1 楼碎石室，另 2 台（2 台移动 X 光机）在医技楼 2 楼和老住院楼 4 楼移动使用。放射科位于医技楼 1 楼，2 楼为 ICU 病房。放射科北侧是医院停车场，东侧为急诊楼，南侧为住院大楼，西侧为医院食堂。DR 机房位于门诊楼 4 楼南侧，其北侧为更衣室，东侧为走道，南侧和西侧为门诊楼建筑墙。DR 机房所在位置上方是门诊楼顶棚，下方是候诊厅。碎石机机房位于门诊楼 1 楼南侧，其北侧为控制室，东侧为走道，南侧和西侧为门诊楼建筑墙。碎石机机房所在位置上方是诊疗室，下方是门诊楼地坪。各机房周围具体情况见表 6-1。本次评价范围内均为医院内部。

表 6-1 医院辐射工作场所及其周围情况一览表

辐射工作场所	放射机房(间)	设备	上方	下方	北侧	东侧	南侧	西侧
放射科 (医技楼 1 楼)	2	1 台 II 类射线装置 (DSA); 1 台 1.5T 核磁共振仪	ICU 病房	—	医院 停车场	急诊楼	住院大楼	医院食堂
DR 机房 (门诊楼 4 楼南侧)	1	1 台 DR	门诊楼 顶棚	候诊厅	更衣室	走道	门诊楼 建筑墙	门诊楼 建筑墙
碎石机机房 (门诊楼 1 楼南侧)	1	1 台碎石机	诊疗室	—	控制室	走道	门诊楼 建筑墙	门诊楼 建筑墙

6.2.3 辐射装置防护

3 间射线装置的放射机房拟采用防护情况见表 6-2，磁共振仪室拟采用屏蔽见表 6-3。

表 6-2 放射机房辐射屏蔽设计一览表

序号	机房名称	所在区域	分类	机房面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	辐射屏蔽材料及厚度 (mmPb)						符合性
						四侧墙体	顶棚	地坪	工作人员防护门	受检者防护门	观察窗	
1	DSA	医技楼一楼放射科	设计	54	6	24cm 实心砖墙+3mmPb 当量防护涂料	20cm 钢筋混凝土+3mmPb 当量铅板	20cm 钢筋混凝土	3mmPb 当量	3mmPb 当量	3mmPb 当量	符合
			折算值	—	—	5.0	5.5	2.5	3.0	3.0	3.0	
			标准	30	4.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
2	DR	门诊楼 4 楼体检中心	设计	25	4.2	24cm 实心砖墙+3mmPb 当量防护涂料	20cm 钢筋混凝土	20cm 钢筋混凝土+3mmPb 当量铅板	3mmPb 当量	3mmPb 当量	3mmPb 当量	符合
			折算值	—	—	5.0	2.5	5.5	3.0	3.0	3.0	
			标准	20	3.5	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	
3	碎石机	门诊楼 1 楼碎石室	设计	18	4.1	24cm 实心砖墙+3mmPb 当量防护涂料	20cm 钢筋混凝土+3mmPb 当量铅板	20cm 钢筋混凝土	3mmPb 当量	3mmPb 当量	3mmPb 当量	符合
			折算值	—	—	5.0	5.5	2.5	3.0	3.0	3.0	
			标准	15	3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	

表 6-3 磁共振仪室各侧墙体屏蔽设施一览表

项目	防护屏蔽设施
面积 (m ²)	41
各侧墙体 (包括顶棚)	0.21mm 紫铜皮屏蔽层 (六面体)
观察窗	双层铜网加三层白玻屏蔽, 20mm 厚
屏蔽门	铜质屏蔽门, 进口玻青铜片, 0.21mm 厚
地板	欧罗拉塑胶地板
电缆通道	电缆沟, 电缆通过滤波处理
机房长×宽×高	7.5m×5.5m×4.04m (H)

6.3 现场监测

(1) 监测目的

掌握该医院拟增加射线装置和电磁设备的辐射工作场所及其周围的辐射环境质量背景水平, 为现状评价提供基础数据。

(2) 监测内容

根据污染因子分析, 评价单位于 2015 年 12 月 25 日对医院进行 γ 射线剂量率及电磁背景水平监测。

(3) 监测点位

监测点位布点详见图 6.1~图 6.3。

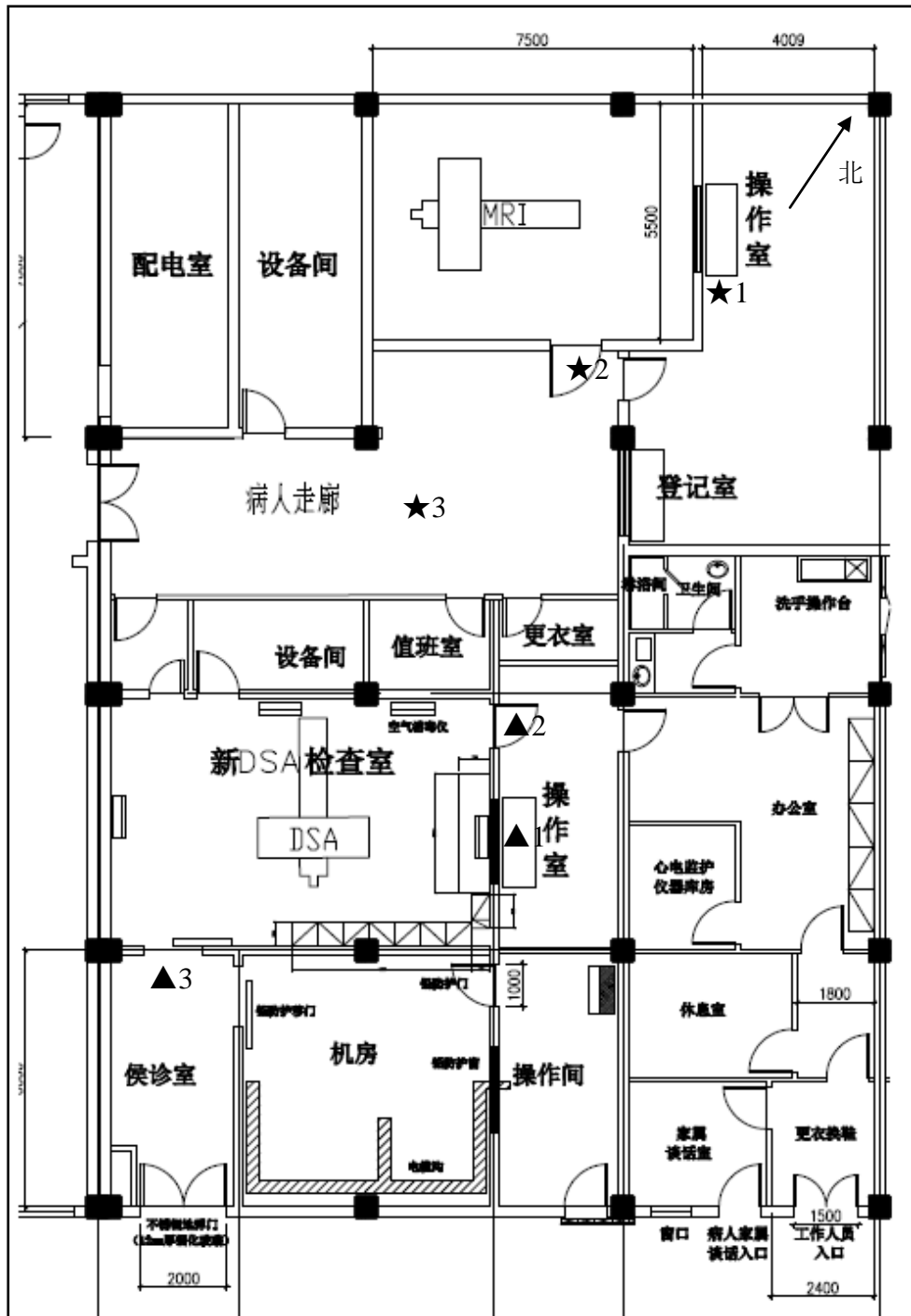


图 6-1 医技楼 1 楼放射科 DSA 机房及磁共振机房监测点位布点图

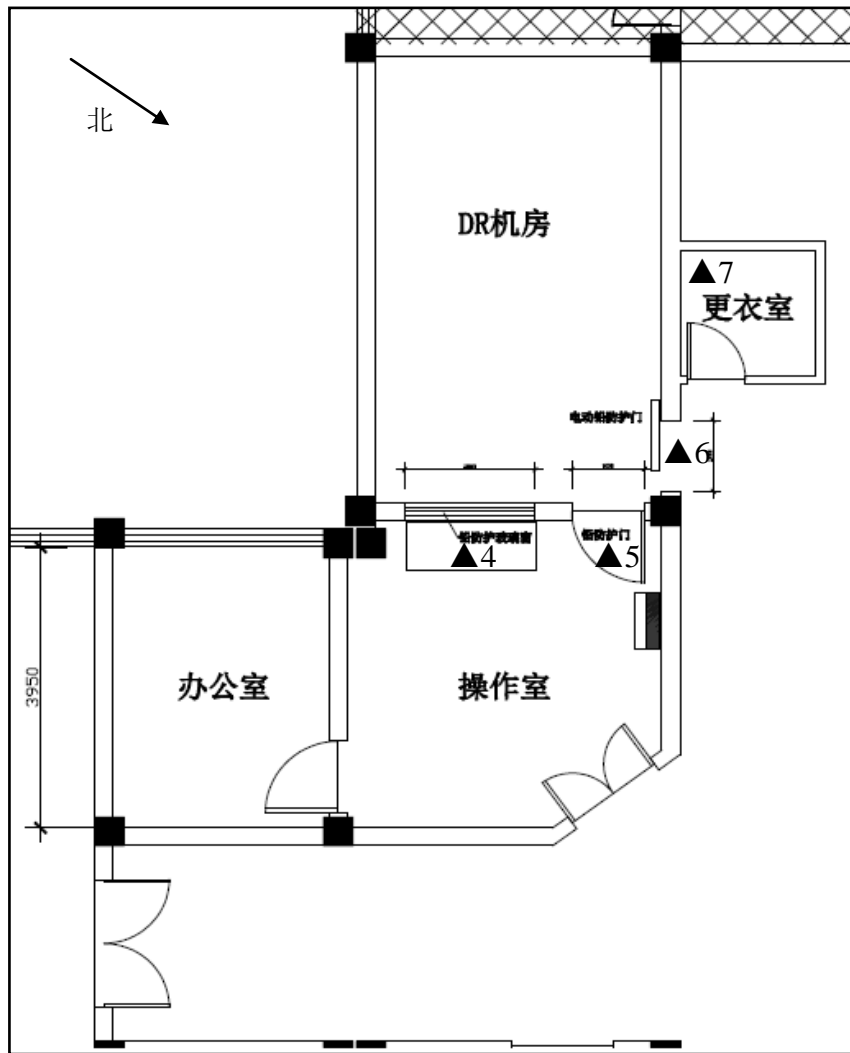


图 6-2 门诊楼 4 楼体检中心 DR 机房监测点位布点图

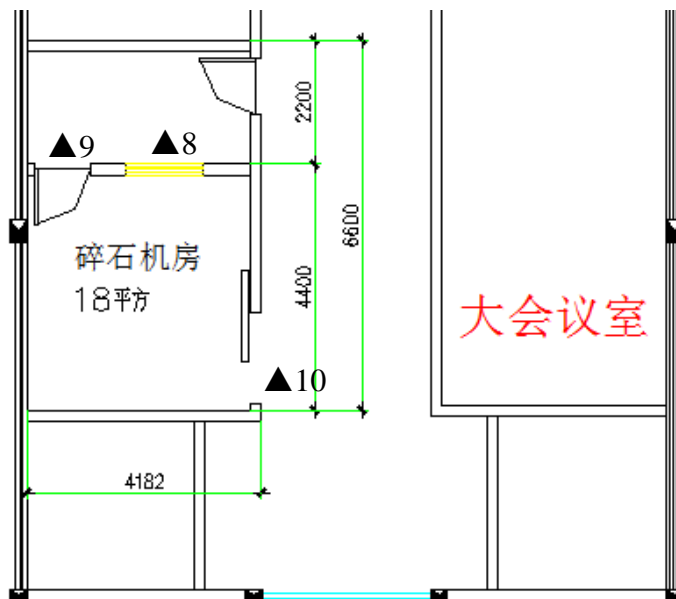


图 6-3 门诊楼 1 楼碎石机机房监测点位布点图

(4) 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 6-4、6-5。

表 6-4 X- γ 剂量率仪参数与规范

仪器名称	X- γ 剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E
生产厂家	美国 Thermo
能量响应	在 60keV~3.0MeV 范围内误差 < $\pm 15\%$
量程	X- γ : 1nSv/h~100 μ Sv/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: 2015H21-20-002932) 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)

表 6-5 电磁辐射测量仪器参数与规范

仪器名称	电磁场测量仪
生产厂家	德国 Narda Safety Test Solutions
仪器型号	EMR-300
探头型号	电场: 9.2 型; 磁场: 10.2 型
频率响应	电场: 10MHz~18GHz; 磁场: 27MHz~1GHz
测量规范	采用《电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996) 推荐的方法

(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。
- f 监测报告严格实行三级审核制度, 经过校对、校核, 最后由技术总负责人审定。

(6) 监测结果

医院各机房周围辐射监测结果见表 6-6 和表 6-7。

表 6-6 医院各机房周围辐射水平监测结果 单位: nGy/h

机房名称	点位序号	测 点 描 述		辐射剂量率	
				平均值	标准差
DSA 机房	▲1	操作位前 30cm	本底	98.6	1.3
	▲2	医生入口处门前 30cm	本底	97.5	1.5
	▲3	病人入口处门前 30cm	本底	110.4	3.5
DR 机房	▲4	操作位前 30cm	本底	75.7	1.7
	▲5	医生入口处门前 30cm	本底	76.5	1.0
	▲6	病人入口处门前 30cm	本底	74.7	0.4
	▲7	更衣室内	本底	74.1	0.5
碎石机机房	▲8	操作位前 30cm	本底	112.4	2.4
	▲9	医生入口处门前 30cm	本底	109.2	1.9
	▲10	病人入口处门前 30cm	本底	113.8	0.8

注: 监测结果未扣除宇宙射线。

表 6-7 磁共振室机房周围电磁辐射水平现状测量结果

点位代号	点位描述	电场强度 V/m
★1	磁共振控制室	<0.6
★2	磁共振医生、病人出入口	<0.6
★3	磁共振室南侧走廊	<0.6

注: 0.6V/m 为仪器检测下限。

6.4 现状评价

由表 6-5 的监测结果可知: 本项目各机房周围的辐射剂量测量值在 74.1nGy/h~113.8nGy/h 之间, 由《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知, 温州市室内 γ 辐射剂量率在 73.0nGy/h~198.0nGy/h 之间。可见, 本拟用场址各监测点位地表 γ 辐射剂量率在其范围内, 辐射环境质量状况未见异常。

由表 6-6 的监测结果可知, 本项目磁共振室及其周围电磁辐射环境背景水平为电场强度<0.6V/m, 以上各关心点位电场低于本项目的电场强度评价标准值为 5.4V/m, 符合《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 的要求。

7 环境影响分析

7.1. 实践正当性

由于射线装置的应用在我国是一门成熟的技术，它在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。本项目建成投运后，该院将为病人提供一个更加优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时也提高了医院档次及服务水平，吸引了更多的就诊人员，因而医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益，其使用辐射诊断装置所产生的危害同社会和个人从中取得的利益相比是可以接受的，因此，该院射线装置的建设和运行符合《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。

7.2 建设期环境影响

因乐清市人民医院拟新增的 DSA、DR、碎石机、移动 X 光机等装置只有在开机曝光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。磁共振仪只有在开机过程中才会产生电磁辐射，射频磁感应强度是随机器的开、关而产生和消失。因此在建设过程中，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，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

7.3. 运行期环境影响

7.3.1 DSA

为预测 DSA 拟用机房外 X 射线吸收剂量率，本项目采用类比监测的评价方法。类比对象为义乌市中心医院目前已投入运行的辐射装置，可比情况详见表 7-1。

表 7-1 类比项目射线装置可比性分析

内容		类比对象（义乌市中心医院）	本项目
技术参数（最大管电压/管电流）		150kV/1250mA	最大为 150kV/1000mA
主要设备		DSA	DSA
面积（m ² ）		50	54
防护设施	门	2.0mm 铅当量	具体见表 6-2，防护水平高于类比项目
	窗	2.0mm 铅当量	
	墙体	30cm 混凝土现浇	

注：16cm 混凝土相当于 2mm 铅当量。

由表 7-1 可知，本项目射线装置其设备技术参数略低于类比对象相当，其防护水平高于类比对象，机房的使用面积较为接近，因此两个项目有很好的可比性，通过对

类比对象的监测，可预测本项目运行后的辐射环境影响。类比监测结果见表 7-2，类比监测点位图见图 7-1。

表 7-2 义乌市中心医院 DSA 机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果（单位：nGy/h）

点位序号	测点描述		辐射剂量率 [※]	
			平均值	标准差
▲1	医生观察窗外 30cm 处	关机	130.5	2.8
		开机	201.3	3.0
▲2	医生出入门外 30cm 处	关机	139.3	2.5
		开机	220.8	3.0
▲3	墙外走道外 30cm 处	关机	149.7	3.4
		开机	211.6	3.2
▲4	屏蔽门外 30cm 处	关机	152.5	2.3
		开机	224.1	2.5
▲5	病人出入门外 30cm 处	关机	153.1	3.0
		开机	202.3	3.6
▲6	设备机房	关机	150.4	2.4
		开机	210.3	3.2
▲7	三楼走廊	关机	154.7	2.2
		开机	211.3	2.2
▲8	医生操作位（铅衣后）	关机	164.5	1.7
		开机	4386.4	178.0
▲9	一楼清洗间门口	关机	151.0	2.2
		开机	220.7	2.4

注：监测结果未扣除宇宙射线。

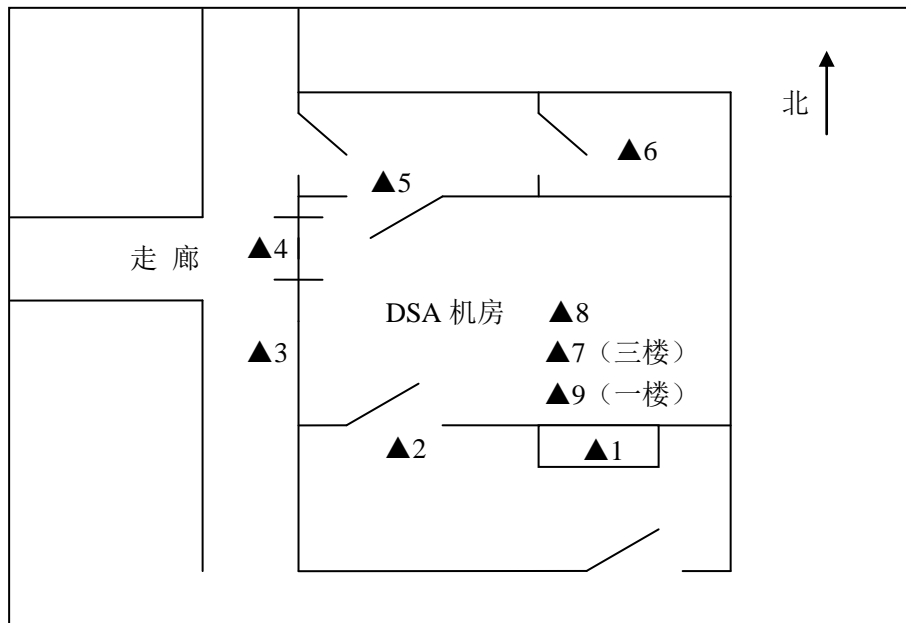


图 7-1 类比项目（DSA 机房）监测测点位图

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：

$$H_{E,r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (mSv) \quad (7-1)$$

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。

2) 估算结果

a. 辐射工作人员

由类比监测结果可知，根据其工作流程分析，DSA 机操作为介入操作，医生需进入操作室内工作，在患者手术时，医生穿戴好铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜等辐射防护用品，在近距离操作，因此 X- γ 辐射剂量率较高。现根据医院预计最大工作量作保守假设，①每月的病人数为 100 人；②医生手术时间 1~4 小时不等，但是其实际开机曝光时间最多为 60min（ γ 辐射剂量率取操作位处 4386.4nGy/h，该监测数据为铅围裙里面辐射工作人员身体位受到的辐射照射剂量）；③每次 DSA 操作有三名辐射工作人员共同完成，考虑分工差异，辐射工作人员个体的最大工作量取其总量的 2/3。

根据表 7-2 的类比监测结果，DSA 机房操作室内操作位 X 辐射剂量率与未开机时相比未见显著升高，表明在辐射工作人员位于室外拍片操作时不会受到额外的辐射照射。

在上述偏保守的条件下，由公式(7-1)可以计算出该工作人员接受的附加年有效剂量当量为 2.46mSv。

本评价项目以 5mSv 作为管理限值，相比之下，该医院从事介入操作的辐射工作人员所接受的年附加有效剂量低于管理限值，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。

b. 公众成员

由表 7-2 的类比监测结果可知：在正常使用条件下，机房周围公众成员活动范围内 X- γ 辐射剂量率与未开机时相比未见显著升高，故公众成员不会受到额外的辐射照射。

7.3.2 DR、碎石机等普通 X 光机

为预测 DR、碎石机等普通 X 光机射线装置拟用机房外 X 射线吸收剂量率，本项目采用类比监测的评价方法。类比对象为浙江医院目前已投入运行的辐射装置，可比情况详见表 7-3。

表 7-3 DR、碎石机等射线装置可比性分析

内容		类比对象（浙江医院）	本项目
技术参数(最大管电压/管电流)		100~150kV/500~1000mA	最大为 150kV/630mA
主要设备		CT 等普通 X 光机	DR 等普通 X 光机
机房面积 (m ²)		18-40	具体见表 6-2
防护设施	门	2.0mm 铅板	具体见表 6-2, 防护水平高于类比项目
	窗	铅玻璃相当于 2mm 铅当量	
	墙体	24cm 实心砖或者相当于 2mm 铅当量其他建筑材料	

由表 7-3 可知，本项目射线装置其设备技术参数与类比对象相当，其防护水平高于类比对象，因此两个项目有很好的可比性，通过对类比对象的监测，可预测本项目运行后的辐射环境影响。类比监测结果见表 7-4，类比监测点位图见图 7-2。

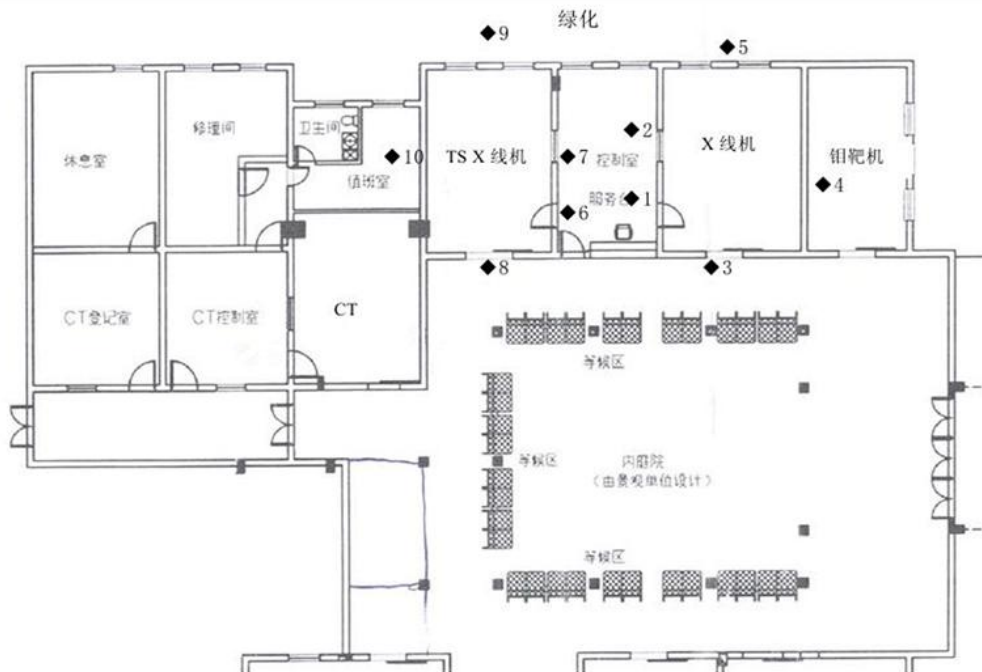


图 7-2 类比项目监测点位图

表 7-4 类比对象射线装置机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果 (单位: nGy/h)

机房名称	点位序号	测 点 描 述		辐射剂量率	
				平均值	标准差
X 线机 机房 (600mA、 120kV)	◆1	医生出入门 30cm 处	关机	116.2	1.5
			开机	121.2	0.8
	◆2	观察窗处 30cm 处	关机	122.4	2.1
			开机	124.2	0.8
	◆3	病人出入门 30cm 处	关机	125.3	1.6
			开机	130.8	0.8
	◆4	机房东侧铅靶机室	关机	130.4	1.1
			开机	132.6	2.1
	◆5	机房北侧墙外 1m 处	关机	106.5	1.7
			开机	109.6	1.1
X 线机 机房 (600mA、 120kV)	◆6	医生出入门 30cm 处	关机	134.1	1.4
			开机	178.2	2.4
	◆7	观察窗处 30cm 处	关机	131.2	1.4
			开机	133.2	0.8
	◆8	病人出入门 30cm 处	关机	131.2	1.5
			开机	187.8	3.3
	◆9	机房北侧墙外 1m 处	关机	107.1	1.7
			开机	114.4	3.8
	◆10	机房西侧值班室	关机	151.7	2.1
			开机	155.8	0.8
移动式 X 线机 (10mA、90kV)	◆11	医生操作位 (拉线长 5m, 或者遥控)	关机	138.4	1.4
			开机	152.8	3.2

注: 监测结果未扣除宇宙射线。

1) DR 和碎石机

由表 7-4 的类比监测结果可知, 射线装置机房在正常使用条件下, 各机房周围各关心点位 X-γ 辐射剂量率与未开机时相比未见明显升高, 表明机房周围的辐射工作人员不会受到额外的辐射照射。本项目中 DR 机房地坪的屏蔽防护能力和四侧墙体相当, 碎石机机房顶棚的屏蔽防护能力和四侧墙体相当, 故两台设备在正常使用条件下, 机房周围公众成员活动范围内及机房所在位置楼上和楼下的辐射剂量率也不会明显升高, 表明其他非辐射工作人员及周围的公众成员均不会受到额外的辐射照射, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于“剂量限值”的要求。

2) 移动 X 光机

由表 7-4 的类比监测结果可知，移动 X 光机在 5m 外操作其辐射剂量率未见明显升高，本项目正式运行后，对各移动 X 光机可配备铅屏风，每次开机曝光前，通知无关人员撤离现场，其相应的辐射工作人员和公众成员不会受到额外的辐射照射。

7.3.3 磁共振仪

为了分析了解该项目建成投入运行后对周围电磁环境所造成的辐射影响，本次评价选取金华市中心医院目前已经投入运行的磁共振仪进行类比监测，可比性情况详见表 7-5。

表 7-5 磁共振仪可比性分析

内容		金华市中心医院 (类比对象)	本项目
技术参数		1.5T	1.5T
防护设施	门	铜板内衬防护门	铜质屏蔽门，进口玻青铜片，0.21mm 厚
	窗	铜网	双层铜网加三层白玻屏蔽，20mm 厚
	墙体	屏蔽室为 0.175mm 铜板拼装 /0.2mm 铜板焊接；底面做防水，六面做绝缘。	0.21mm 紫铜皮屏蔽层（六面体），地面采用欧罗拉塑胶地板隔开。

由上表可知，本项目核磁共振仪的技术参数与类比对象相当，其防护水平高于类比对象，因此两个项目有很好的可比性，通过对类比对象的监测，可预测本项目运行后的辐射环境影响。类比监测结果见表 7-6，监测点位图见图 7-3。

表 7-6 类比项目磁共振室周围电磁辐射水平测量结果

点位代号	点位描述	电场强度 V/m
★1	操作室内观察窗	<0.6
★2	出入口	<0.6
★3	北侧墙外通道	<0.6
★4	东侧墙外设备机房	<0.6
★5	南侧墙外通道	<0.6

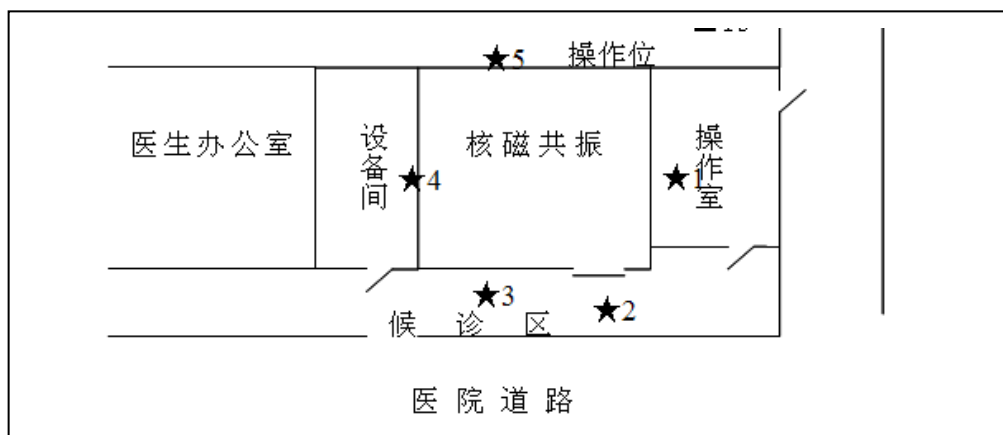


图 7-3 类比对象（核磁共振仪）监测点位图

由表 7-6 的监测结果可知，类比项目磁共振室周围各关心点位的电场强度低于单个项目的评价标准值（5.4V/m），符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。

医院拟建设磁共振扫描仪静磁场的磁感应强度为 1.5 特斯拉（15000 高斯）。据文献报道，短时期内，在高达 2T（20000 高斯）的静磁场中照射不会对人员产生有损健康的效应。因此，本项目磁共振影像系统的 1.5T 静磁场对人员不产生明显的损害。但是静磁场会干扰其它仪器的正常工作，例如心脏起搏器、生物刺激仪和神经刺激器要求小于 1-5 高斯的工作环境，因此，磁共振影像系统机房的设计应将 5 高斯等磁感应强度限制在室内范围。另外，关于静磁场的防护标准国家尚未建立，因此，本项目不考虑静磁场对环境的影响问题。

因此根据类比监测分析结果可以预测，医院的磁共振机房只要按设计施工并保证施工质量，其投入运行后，亦能符合辐射环境保护的要求。

7.4 辐射屏蔽设计符合性分析

本项目各新增射线装置（包括 DSA、DR、碎石机及移动 X 光机等）的放射机房辐射防护屏蔽情况对照《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）的符合性分析如表 6-2 所示。各射线装置放射机房的机房面积、最小单边长度、各侧墙体屏蔽防护铅当量厚度均能满足标准要求。

8 污染防治措施、辐射环境管理和监测计划

8.1 污染防治措施

8.1.1 射线装置（DSA、DR、碎石机和移动 X 光机）

①各射线装置屏蔽情况见表 6-2。根据类比监测，其防护能力基本能满足辐射环境保护的要求。

②医院需在所有操作室上张贴相应的操作规程。

③医院配备有符合防护要求的辅助防护用品，具体为铅帽、铅衣、铅围脖等防护用品。

④所有射线装置机房内布局要合理，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所有射线装置机房均需设置工作指示灯，机房门外均需张贴电离辐射警告标志及其中文警示说明；各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。

⑥各机房门口均应设置 1m 警戒线，告知公众成员在警戒线外等待。

⑦新增 DSA 等射线装置后，应按表 2-3 的要求增加相应的铅帽，铅围脖，铅围裙，铅布，铅屏，铅眼镜，铅衣，铅手套等的数量，以满足各射线装置的使用要求。

8.1.2 核磁共振仪

①拟采用的屏蔽措施具体见表 6-3，根据类比监测，其防护能力基本能满足辐射环境保护的要求。

②机房必须设置工作指示灯，张贴注意电磁辐射的警告标志。

同时，医院必须制定各项规章制度、操作规程，并张贴于工作现场处。

8.2 辐射环境管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》中的相关规定，该院已成立了辐射安全防护领导小组，并制定了相应的辐射环境管理规章制度。医院已取得《辐射安全许可证》（浙环辐证[00732]，有效期至 2015 年 5 月 10 日），其许可种类和范围为：“使用 II、III 类射线装置”。

（1）管理机构

医院已成立了以分管院长朱建东为组长的辐射安全与防护管理领导小组，并制定

了放射防护管理人员职责，主要包括：

①医院指定专人负责射线装置的安全和防护工作，确保射线装置时刻处于安全状态。

②辐射防护领导机构加强监督管理，切实保证医院各项规章制度的实施。

③辐射防护安全管理机构成员发生变化时，应向相关主管部门进行书面说明。

(2) 规章制度

医院已制定了一系列辐射防护管理制度，包括：《辐射防护和安全管理制

度》、《放射诊疗质量控制与安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医疗照射质量保证方案及监测规范》、《乐清市人民医院放射科影像质量保证方案》、《放射科影像质量保证工作小组》、《受检者防护告知制度》、《放射事故预防措施》、《DSA 操作规程》、《CT 机操作规程》、《激光相机操作规程》、《X 射线机操作规程》、《移动式 X 射线机操作规程》、《DR 操作规程》、《DR 室岗位职责》、《磁共振操作规程》、《磁共振室岗位职责》、《放射科设备检修维护制度》、《射线装置安全检查制度》、《放射事故应急处理预案》、《乐清市人民医院应急预案流程图》等。

医院本次项目为 II 类、III 类射线装置，故其现有的管理机构和各项规章制度基本满足相关法律、法规要求。同时应结合项目开展，新增相应的操作规程、管理制度、设备检修维护制度、台账管理制度等。根据相关要求落实各项管理制度，加强对辐射工作人员的安全防护意识教育。

(3) 人员管理及安全培训

①医院现有 38 名辐射工作人员，个人剂量仪每 3 个月检定一次，并建立了完整的个人剂量档案，要求本项目新增人员也应当建立完整的个人剂量档案。

②医院已组织辐射工作人员每两年进行一次职业健康检查，并建立了个人健康档案。医院辐射工作人员上岗和离岗前都应进行职业健康体检，要求本项目新增人员应当进行职业健康体检。

③医院现有辐射工作人员均已取得辐射安全培训合格证书。同时，医院新进辐射工作人员也应参上岗培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗。已取得辐射安全培训合格证书的辐射工作人员须在规定的时间内进行复训。

(4) 事故应急

医院需完善《放射事故应急处理预案》，具体包括以下内容：

①应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；

②可能发生的辐射事故类型与应急响应措施（主要为现场保护措施）；

可能发生的辐射事故类型参见第五章事故分析，可立即采取切断射线装置电源、封闭现场等有效措施，防止事故的进一步扩大和蔓延。

③辐射事故报告制度，说明报告程序；

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。

④环保、卫生、公安部门的联系部门和电话；

⑤编写事故总结报告，上报环保部门并存档。

医院应急方案应建立辐射事故报告框图，明确人员及联系电话。以保证事故报告的可操作性。

（5）其他

①因该院辐射安全许可证已过期，因此，医院需及时向浙江省环境保护厅换领辐射安全许可证。

②医院须在本项目及医院的射线装置部分的内容投入运行 3 个月内申请竣工验收。

③拟增项目在建设阶段应做好施工期环境监理，确保辐射安全。

8.3 监测计划

医院可委托有资质的监测单位，定期（每年 1 次）对射线装置机房周围环境进行辐射监测。监测数据每年年底向相关环保部门备案。

（1）监测频度：每年常规监测一次。

（2）监测范围：各机房屏蔽墙外，防护门及缝隙处，候诊区、控制室，操作台等。

（3）监测项目：X、 γ 射线剂量率；电场强度、磁场强度。

（4）监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

9 公众参与

为使医院内部职工及周围公众了解本项目的建设情况及对环境的影响，建设单位就本项目的环境影响于 2015 年 12 月 30 日在医院门口前张贴了辐射环境影响评价告知书，内容主要包括工程概况、环境影响及初步评价结论；意见反馈方式主要为电话，时间为 10 个工作日。公示照片见图 9-1。

在公告期间，建设单位、评价单位及环保部门均未接到任何意见反馈。



图 9-1 本项目在医院公示照片

10 从事辐射活动能力评价

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，使用射线装置的单位应具备相应的条件。对乐清市人民医院从事辐射活动能力的评价见表 10-1：

表 10-1 乐清市人民医院从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）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。	医院已成立放射防护管理小组，并确定各成员的职责。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院现有辐射工作人员均已取得合格证书。本项目建成后新增人员也须进行上岗培训。已取得辐射安全培训合格证书的辐射工作人员须在规定的时间内进行复训。
（三）放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	医院已制定相应的操作规程，张贴了电离辐射警示标志。本项目建成后，新建机房也须设置。
（四）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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	需配备符合要求的防护用品，本项目建成投运后新增相应的防护用品。
（五）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、管理台账、人员培训计划、监测方案等。	医院已制定《辐射防护和安全管理度》、《放射诊疗质量控制与安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理度》、《医疗照射质量保证方案及监测规范》、《乐清市人民医院放射科影像质量保证方案》、《DSA 操作规程》、《CT 机操作规程》、《激光相机操作规程》、《X 射线机操作规程》、《移动式 X 射线机操作规程》、《DR 操作规程》、《DR 室岗位职责》、《磁共振操作规程》、《磁共振室岗位职责》、《放射科设备检修维护制度》、《射线装置安全检查制度》、《放射事故应急处理预案》、《乐清市人民医院应急预案流程图》等制度，但还需补充相应的台账管理制度、人员培训计划、监测方案等，并切实落实。
（六）有完善的辐射事故应急措施。	已制定相应的辐射事故应急措施，但需补充完善。

根据表 10-1 的对比分析可知，该医院从事辐射活动的技术能力能符合相应法律法规的要求，医院机房投入运行前也应落实相关环保措施。

11 结论与建议

11.1 实践的正当性

乐清市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。

11.2 选址合理性

乐清市人民医院位于浙江省乐清市城南街道清远路 338 号，医院北侧为丹阳路、中国电信大厦，东侧为清远路，南侧为伯乐西路，西侧为银通百货、丹露路。其具体地理位置示意图见图 4-1。

本次环评辐射装置评价范围均为医院内部，故评价范围内无环境敏感目标。主要环境保护目标为该医院从事放射诊断治疗的工作人员、机房周围其他非辐射工作人员和公众成员。根据辐射环境影响分析，医院开展 DSA、磁共振等医用射线装置应用项目不会对周围环境产生辐射影响，故本项目的选址合理可行。

11.3 主要污染因子及辐射环境影响预测评价

射线装置的污染因子主要考虑 X 射线；核磁共振的主要污染因子考虑电磁场。

（1）射线装置：根据类比分析可知，①该医院从事 DSA 介入操作的辐射工作人员所接受的年附加有效剂量为 2.46mSv，DSA 机房周围公众成员不会受到额外的辐射照射；②DR、碎石机和移动 X 光机等射线装置辐射工作人员均位于操作位不会受到额外的辐射照射，其机房周围公众亦不会受到额外的辐射照射。

由此可知，本项目辐射工作人员和公众成员附加年最大有效剂量当量均低于相应的职业人员的剂量管理限值（5mSv）和公众人员的剂量管理限值（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。

（2）核磁共振仪：根据类比分析可知，该院新建的磁共振室只要按照设计进行屏蔽，运行时磁共振室周围各测量点位的电场强度将低于单个项目的评价标准值（电场强度：5.4V/m），符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。

11.4 污染防治措施

（1）射线装置（DSA、DR、碎石机和移动 X 光机）

①各射线装置屏蔽情况见表 6-2。根据类比监测，其防护能力基本能满足辐射环境保护的要求。

②医院需在所有操作室上张贴相应的操作规程。

③医院配备有符合防护要求的辅助防护用品，具体为铅帽、铅衣、铅围脖等防护用品。

④所有射线装置机房内布局要合理，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所有射线装置机房均需设置工作指示灯，机房门外均需张贴电离辐射警告标志及其中文警示说明；各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。

⑥各机房门口均应设置 1m 警戒线，告知公众成员在红外线外等待。

⑦新增 DSA 等射线装置后，应按表 2-3 的要求增加相应的铅帽，铅围脖，铅围裙，铅布，铅屏，铅眼镜，铅衣，铅手套等的数量，以满足各射线装置的使用要求。

(2) 核磁共振仪

①拟采用的屏蔽措施具体见表 6-3，根据类比监测，其防护能力基本能满足辐射环境保护的要求。

②机房必须设置工作指示灯，张贴注意电磁辐射的警告标志。

同时，医院必须制定各项规章制度、操作规程，并张贴于工作现场处。

11.5 辐射环境管理

①医院已成立分管院长朱建东为组长的辐射安全与防护管理领导小组，并制定了各成员的职责。

②医院已制定了《辐射防护和安全管理制度》、《放射诊疗质量控制与安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医疗照射质量保证方案及监测规范》、《乐清市人民医院放射科影像质量保证方案》、《放射科影像质量保证工作小组》、《受检者防护告知制度》、《放射事故预防措施》、《DSA 操作规程》、《CT 机操作规程》、《激光相机操作规程》、《X 射线机操作规程》、《移动式 X 射线机操作规程》、《DR 操作规程》、《DR 室岗位职责》、《磁共振操作规程》、《磁共振室岗位职责》、《放射科设备检修维护制度》、《射线装置安全检查制度》、《放射事故应急处理预案》、《乐清市人民医院应急预案流程图》等规章制度。

③医院本次项目为 II 类、III 类射线装置，故其现有的管理机构 and 各项规章制度

基本满足相关法律、法规要求。同时应结合项目开展，新增相应的操作规程、管理制度、设备检修维护制度、台账管理制度等。根据相关要求落实各项管理制度，加强对辐射工作人员的安全防护意识教育。

11.6 安全培训及健康管理

(1) 医院现有辐射工作人员均已取得辐射安全培训合格证书。同时，医院新进辐射工作人员也应参加上岗培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗。已取得辐射安全培训合格证书的辐射工作人员须在规定的时间内进行复训。

(2) 医院现有 38 名辐射工作人员，个人剂量仪每 3 个月检定一次，并建立了完整的个人剂量档案，要求本项目新增人员也应当建立完整的个人剂量档案。

(3) 医院已组织辐射工作人员每两年进行一次职业健康检查，并建立了个人健康档案。医院辐射工作人员上岗和离岗前都应进行职业健康体检，要求本项目新增人员应当进行职业健康体检。

11.7 公众参与

医院已于 2015 年 12 月 30 日在医院门口张贴了本项目的环评告知单，公示时间 10 个工作日。在公示期间，建设单位、评价单位及相关环保管理部门均未接到任何意见反馈。

11.8 环保可行性结论

综上所述，乐清市人民医院 DSA、磁共振等医用射线装置应用项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，其具备从事相应辐射工作的技术能力。从辐射环境保护角度论证，乐清市人民医院医用射线装置的建设和运行是可行的。

11.9 建议

本项目布局、设计、源项发生重大改变的要另行评价。