

核技术利用建设项目

医用放射性同位素应用项目

环境影响报告表

杭州全景医学影像诊断有限公司

2017年3月

环境保护部监制

## 核技术利用建设项目

# 医用放射性同位素应用项目

## 环境影响报告表

建设单位名称： 杭州全景医学影像诊断有限公司

建设单位法人代表：（签名或签章） 杨\*

通讯地址： 上海市徐汇区斜土路 1223 号之俊大厦 16 楼

邮政编码： 200032 联系人： 杨\*\*

电子邮箱： yangjiyong@uvclinic.cn 联系电话： 136\*\*\*\*4149

# 目录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	4
表 3	非密封放射性物质.....	4
表 4	射线装置.....	4
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	6
表 6	评价依据.....	7
表 7	保护目标与评价标准.....	17
表 8	环境质量和辐射现状.....	22
表 9	项目工程分析与源项.....	27
表 10	辐射安全与防护.....	38
表 11	环境影响分析.....	50
表 12	辐射安全管理.....	64
表 13	结论与建议.....	67
表 14	审批.....	74

**附图：**

- 附图 1 医院地理位置及周围环境示意图
- 附图 2 评价范围图
- 附图 3 分区管理图
- 附图 4 B 楼一层平面布置图
- 附图 5 B 楼二层平面布置图
- 附图 6 B 楼三层平面布置图
- 附图 7 B 楼四层平面布置图
- 附图 8 B 楼一层 PET 中心平面布置图
- 附图 9 B 楼二层 CT、MRI 机房平面布置图
- 附图 10 B 楼二层双源 CT 机房平面布置图
- 附图 11 B 楼三层钼靶机房平面布置图
- 附图 12 B 楼三层 DR 机房平面布置图
- 附图 13 B 楼一层衰变池平面布置图

**附件：**

- 附件 1 项目立项审批书
- 附件 2 企业营业执照
- 附件 3 房屋租赁合同及其补充协议（节选）
- 附件 4 危废处置委托合同
- 附件 5 项目大环评批复
- 附件 6 检测单位资质及报告

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		医用放射性同位素应用项目				
建设单位		杭州全景医学影像诊断有限公司				
法人代表	杨*	联系人	杨**	联系电话	136—4149	
注册地址		杭州市上城区江城路 893 号				
项目建设地点		杭州市上城区江城路 893 号-1 B 楼一层~三层				
立项审批部门		杭州市卫生和计划生育委员会	批准文号	杭卫医机构(2016)第 10 号		
建设项目总投资(万元)		—	项目环保投资(万元)	300	投资比例(环保投资/总投资)	
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 <sup>2</sup> )	/
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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙级 <input type="checkbox"/> 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 type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类			
其他	使用电磁设备 (MRI)					
<p><b>1.1 项目概述</b></p> <p><b>1.1.1 项目由来</b></p> <p>杭州全景医学影像诊断有限公司为满足开展医疗工作的需要,成立了杭州全景医学影像诊断中心并拟在杭州市上城区江城路 893 号-1 新建 2 台 DR、1 台 16 排 CT、1 台后 64 排 CT、1 台钼靶机、1 台 PET-CT、1 台 MRI 以及 1 台 MRI-CT 共 8 台辐射设备,形成日诊断人数约 150 人的接诊规模,放射性同位素的年最大操作量为 1.35×10<sup>13</sup>Bq。</p> <p>按照国家有关辐射环境管理的规定,本项目应进行辐射环境影响评价,并须在使用前申领辐射安全许可证。为保护环境、公众的健康,杭州全景医学影像诊断有限公司委托浙江问鼎环境工程有限公司(国环评证乙字第 2053 号)对本建设项目进行辐射环境</p>						

## 续表 1 项目基本情况

影响评价。

本项目评价内容如下：

- (1) 拟新增的Ⅲ类射线装置：1 台 PET-CT、2 台 CT、2 台 DR、1 台钼靶机；
- (2) 拟新增的电磁类装置：1 台 PET-MR、1 台 MRI；
- (3) 拟新建的乙级核医学工作场所：1 个 PET 中心；
- (4) 拟新增的 V 类放射源：7 枚  $^{68}\text{Ge}$  质控校正源。

评价单位在现场踏勘、检测和收集有关资料的基础上，按照国家有关核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式（HJ10.1-2016），编制完成了本项目的环境影响报告表。

### 1.1.2 医院拟建辐射装置目的

各辐射设备使用的目的是医学诊断和治疗。

CT——主要通过平扫或灌注 CT、CTA 等增强扫描，为心脑血管、颅内疾病、肝、胰等脏器疾病及椎、骨等部位病变、损伤的诊断提供影像学诊断。

DR——主要为胸、腹、头颅、椎骨、四肢等部位病变、损伤的诊断提供医学影像学依据，运用不同体位投照方式来寻找病灶，确定其形状及体积大小。

钼靶机——是一种低剂量乳腺 X 光拍摄乳房的技术，主要用于乳腺的定期检查、乳腺癌临床常规检查和乳腺癌预防普查。

MRI——磁共振成像，是断层成像的一种，可应用于全身各系统的成像诊断。其中效果最佳的是颅脑，及其脊髓、心脏大血管、关节骨骼、软组织及盆腔等。

PET-CT——以发射正电子的放射性核素做为显像剂，一次显像可获得全身各方位的断层图像，临床主要应用于肿瘤、脑和心脏等领域重大疾病的早期发现和诊断。

PET-MR——大型功能代谢与分子影像诊断设备。可以看到组织功能和新陈代谢，可提供比传统成像方式更为优质的影像结果，是目前最好的高端体检手段。

$^{68}\text{Ge}$  源——使用  $^{68}\text{Ge}$  源对 PET 设备性能进行全面检测和系统校正，以保证 PET 均匀性以及图像的质量和诊断参数的准确性。

续表 1 项目基本情况

## 1.2 评价目的

(1) 对建设项目环境辐射现状进行调查或监测，以评价该地区辐射环境状况及场址周围辐射环境现状水平；

(2) 评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；

(3) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门的管理提供依据；

(4) 通过项目辐射环境影响评价，为建设单位保护环境和公众利益给予技术支持；

(5) 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”；

(6) 评价项目的可行性，从环境保护角度为主管部门和建设单位进行辐射环境管理提供科学依据。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	<sup>68</sup> Ge	3.5×10 <sup>6</sup> Bq×1 枚	V 类	使用	PET 校正	PET-CT 设备	设备内置	固态模体源
2	<sup>68</sup> Ge	1.85×10 <sup>7</sup> Bq×1 枚	V 类	使用	图像校正	PET-CT 设备	设备内置	固态棒源
3	<sup>68</sup> Ge	3.5×10 <sup>6</sup> Bq×1 枚	V 类	使用	PET 校正	PET-MR 设备	专用屏蔽箱/贮源室	固态模体源
4	<sup>68</sup> Ge	5.5×10 <sup>7</sup> Bq×1 枚	V 类	使用	图像校正	PET-MR 设备	专用屏蔽箱/贮源室	固态棒源
5	<sup>68</sup> Ge	7.0×10 <sup>5</sup> Bq×3 枚	V 类	使用	线圈校正	PET-MR 设备	专用屏蔽箱/贮源室	固态棒源
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	<sup>18</sup> F	液态、低毒，半衰期：110min	使用	3.7×10 <sup>10</sup>	3.7×10 <sup>7</sup>	1.35×10 <sup>13</sup>	诊疗	很简单操作	PET 中心	外购药品、不贮存
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	DR	III类	2 台	Definium 飞天 700	150	1000	诊疗	三层	/
2	钼靶机	III类	1 台	Seno Crystal	33	100	诊疗	三层	/
3	16 排 CT	III类	1 台	ACT S 太行	120	200	诊疗	二层	/
4	后 64 排 CT	III类	1 台	Revolution	140	635	诊疗	二层	/
5	MRI	电磁设备	1 台	Discovery MR 750w	3.0T		诊疗	二层	/
6	PET-CT	III类	1 台	Discovery PET-CT 710	140	715	诊疗	一层	<sup>18</sup> F
7	PET-MR	电磁设备	1 台	Signo PET-MR	PET 使用 <sup>18</sup> F、MR 为 3.0T		诊疗	一层	<sup>18</sup> F
/	/	/	/		/	/	/	/	/

(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	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	

/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
沾有 $^{18}\text{F}$ 放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸、患者使用的一次性杯子等	固态	$^{18}\text{F}$	/	/	/	$<1\times 10^4\text{Bq/kg}$	暂存在放射性废物暂存库中自然衰变	放射性废物自然衰变 10 个半衰期，经检测满足排放标准后，作为普通医疗废物，由医院统一处理
含有 $^{18}\text{F}$ 放射性核素的废水及用药患者的排泄物和冲洗水等	液态	$^{18}\text{F}$	/	$1.125\times 10^9\text{Bq}$	$1.35\times 10^{10}\text{Bq}$	总 $\beta$ $<10\text{Bq/L}$	衰变池	衰变池废水自然衰变 10 个半衰期，经检测满足排放标准后，排放至医院污水管网
放射性气体	气体	$^{18}\text{F}$	/	微量	微量	/	微量放射性气溶胶，通过排风管道排出室外	经排风系统及屋顶高效过滤器净化后排至室外
$^{68}\text{Ge}$ 退役放射源	/	$^{68}\text{Ge}$ 退役放射源	/	/	/	/	暂存于保存库内	院方承诺交由原生产厂家回收处置
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为  $\text{mg/kg}$ ，固体为  $\text{mg/kg}$ ，气态为  $\text{mg/m}^3$ ，年排放总量为  $\text{kg}$ 。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（ $\text{Bq/L}$  或  $\text{Bq/kg}$  或  $\text{Bq/m}^3$ ）和活度（ $\text{Bq}$ ）。

表 6 评价依据

法规 文件	<ul style="list-style-type: none"><li>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订），2015年1月1日；</li><li>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修改），2016年9月1日；</li><li>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日；</li><li>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修改），国务院令653号，2014年7月9日；</li><li>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第253号，1998年11月29日实施；</li><li>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（修改），环境保护部令第3号，2008年12月6日；</li><li>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环保部令第33号，2015年6月1日；</li><li>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日；</li><li>(9) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，国家环境保护总局，2006年第26号；</li><li>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145号；</li><li>(11) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（修正），省政府令第321号，2014年3月13日；</li><li>(12) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第289号，2012年2月1日；</li><li>(13) 《关于医疗机构医用辐射场所辐射监测有关问题的通知》，环境保护部办公厅、卫生计生委办公厅，环办辐射函[2016]274号；</li><li>(14) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环保部办公厅，环办辐射函〔2016〕430号；</li><li>(15) 《关于印发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。</li></ul>
----------	--

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>6.2.1 技术导则和规范</p> <p>(1) HJ 2.1-2016 《环境影响评价导则总纲》</p> <p>(2) HJ 10.1-2016 《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》</p> <p>(3) HJ/T61-2001 《辐射环境监测技术规范》</p> <p>6.2.2 技术标准</p> <p>(1) GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》</p> <p>4.3.1.1 对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。对于不具有正当性的实践及该实践中的源，不应予以批准。</p> <p>4.3.2.1 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和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。</p> <p>4.3.2.2 应对个人受到的潜在照射危险加以限制，使来自各项获准实践的所有潜在照射所致的个人危险与正常照射剂量限值所相应的健康危险处于同一数量级水平。</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>6.4 应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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（但不可作为任何</p>
-------------	--

## 续表 6 评价依据

<b>技术 标准</b>	追溯性平均), 20mSv; <b>B1.2 公众照射</b> 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; <b>B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 11 所列。</b>																
	<b>表 11 工作场所的放射性表面污染控制水平</b> 单位: Bq/cm <sup>2</sup>																
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">表面类型</th> <th style="text-align: center;">β放射性物质</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">工作台、设备、墙壁、地面</td> <td style="text-align: center;">控制区<sup>1)</sup></td> <td style="text-align: center;">4×10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">监督区</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">工作服、手套、工作鞋</td> <td style="text-align: center;">控制区</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">监督区</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">手、皮肤、内衣、工作袜</td> <td style="text-align: center;">4×10<sup>-1</sup></td> </tr> </tbody> </table>		表面类型		β放射性物质	工作台、设备、墙壁、地面	控制区 <sup>1)</sup>	4×10	监督区	4	工作服、手套、工作鞋	控制区	4	监督区	手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-1</sup>
	表面类型		β放射性物质														
	工作台、设备、墙壁、地面	控制区 <sup>1)</sup>	4×10														
		监督区	4														
	工作服、手套、工作鞋	控制区	4														
		监督区															
	手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-1</sup>														
	注: <sup>1)</sup> 该区内的高污染子区除外。																
<b>C1 非密封源工作场所的分级</b> 应按表 C1 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。																	
<b>表C1 非密封源工作场所的分级</b>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">级别</th> <th style="text-align: center;">日等效最大操作量/Bq</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">甲</td> <td style="text-align: center;">&gt;4×10<sup>9</sup></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">乙</td> <td style="text-align: center;">2×10<sup>7</sup>~4×10<sup>9</sup></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">丙</td> <td style="text-align: center;">豁免活度值以上~2×10<sup>7</sup></td> </tr> </tbody> </table>		级别	日等效最大操作量/Bq	甲	>4×10 <sup>9</sup>	乙	2×10 <sup>7</sup> ~4×10 <sup>9</sup>	丙	豁免活度值以上~2×10 <sup>7</sup>								
级别	日等效最大操作量/Bq																
甲	>4×10 <sup>9</sup>																
乙	2×10 <sup>7</sup> ~4×10 <sup>9</sup>																
丙	豁免活度值以上~2×10 <sup>7</sup>																
<b>8.6.2 不得将放射性废液排入普通下水道, 除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液, 方可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道, 并应对每次排放作好记录:</b>																	
a) 每月排放的总活度不超过 10ALImin (ALImin 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者, 其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得)																	
b) 每一次排放的活度不超过 1ALImin, 并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。																	

## 续表 6 评价依据

技术 标准	(2) GBZ120-2006《临床核医学放射卫生防护标准》	
	4.1 临床核医学的工作场所应按照GB18871非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应防护措施。	
	4.2 一般临床核医学的活性实验室、病房、洗涤室、显像室等工作场所属于GB18871规定的乙级或乙级非密封工作场所。为便于操作，针对临床核医学实践的具体情况，可以依据计划操作最大量放射性核素的加权活度，把工作场所分为 I、II、III 等三类（见表1）	
	<b>表1 临床核医学工作场所具体分类<sup>1)</sup></b>	
	分类	操作最大量放射性核素的加权活度 <sup>2)</sup> , MBq
	I	>50000
	II	50~50000
	III	小于50
	注： <sup>1)</sup> 本表和表2、表3均依据国际放射防护委员会（ICRP）第57号出版物 <sup>2)</sup> 加权活度=（计划的日操作最大活度×核素的毒性权重因子）/操作性修正因子	
	4.3 供计算操作最大量放射性核素的加权活度用的核医学常用放射性核素毒性权重因子和不同操作性质的修正因子分别见表2和表3。	
<b>表2 核医学常用放射性核素的毒性权重因子</b>		
类别	放射性核素	核素的毒性权重因子
A	<sup>75</sup> Se、 <sup>89</sup> Sr、 <sup>125</sup> I、 <sup>131</sup> I	100
B	<sup>11</sup> C、 <sup>13</sup> N、 <sup>15</sup> O、 <sup>18</sup> F、 <sup>51</sup> Cr、 <sup>67</sup> Ge、 <sup>99m</sup> Tc、 <sup>111</sup> In、 <sup>113m</sup> In、 <sup>123</sup> I、 <sup>201</sup> Tl	1
C	<sup>3</sup> H、 <sup>14</sup> C、 <sup>81m</sup> Kr、 <sup>127</sup> Xe、 <sup>133</sup> Xe	0.01
<b>表3 不同操作性质的修正因子</b>		
操作方式和地区	操作性质修正因子	
贮存	100	
废物处理；闪烁法计数和显像；候诊区及诊断病床区	10	
配药、分装以及施给药；简单放射性药物制备；治疗病床区	1	
复杂放射性药物制备	0.1	
4.4 按表1划分的三类核医学工作场所室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表4。		
4.5 合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够风速（一般风速不小于1m/s），排气口应高于本建筑屋脊，并酌情设有活性		

续表 6 评价依据

<p>技术 标准</p>	<p>5.2.3 专用化粪池内排泄物在贮存衰变后，经审管部门核准方可排入下水道系统。池内沉渣如难于排出，可进行酸化预处理后再排入下水道系统。</p> <p>5.2.4 对不可设置专用厕所和专用化粪池的单位，应为注射或服用放射性药物（如<sup>131</sup>I、<sup>32</sup>P等）的住院治疗患者提供具有辐射防护性能的尿液、粪便收集器和呕吐物收集器。收集器内的排泄物在贮存衰变后，经审管部门批准可作免管废物处理。</p> <p>5.2.5 收集含<sup>131</sup>I排泄物时，应同时加入NaOH或10%KI溶液后密闭存放待处理。</p> <p>5.2.6 对含有放射性核素的实验动物排泄物，如本单位不具备专用化粪池，可以按照5.2.4处理。</p> <p>5.2.7 对同时含有病原体的患者排泄物应使用专用容器单独收集，在贮放衰变、杀菌和消毒处理后，经审管部门批准可排入下水道系统。</p> <p>5.2.8 符合下列条件之一的病人排泄物不需要统一管理： a) 注射或服用放射性药物的门诊患者排泄物； b) 符合出院条件的病人排泄物。</p> <p>6 固体废物的管理</p> <p>6.1.1 按第4.2条放射性废物分类和废物的可燃与不可燃、可压实与不可压实、有无病原体毒性，分开收集废物。</p> <p>6.1.2 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。污物桶放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。</p> <p>6.1.3 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时转送贮存室，并放入专用容器中贮存。</p> <p>6.1.5 每袋废物的表面剂量率应不超过0.1mSv/h，重量不超过20kg。</p> <p>7 气载废物的管理</p> <p>7.1 操作放射性碘化物等具有挥发性的放射性物质时，应在备有活性炭过滤或其他专用过滤装置的通风橱内进行。</p>
------------------	---

续表 6 评价依据

<p>技术 标准</p>	<p>(4) GB11930-2010《操作非密封源的辐射防护规定》</p> <p>7.1.4 应做好废物产生、处理、处置（包括排放）的记录，建档保存。</p> <p>7.2.1 不得将放射性废液排入普通下水道；不允许利用生活污水系统洗涤被放射性污染的物品。</p> <p>7.2.2 废液应妥善地收集在密闭的容器内。盛装废液的容器，除了其材质应不易吸收放射性物质外，还应采取适当措施保证在容器万一破损时其中的废液仍能收集处理。遇有强外照射时，废液收集地点应有外照射防护措施。</p> <p>7.2.3 经过处理的废液在向环境排放前，应先送往检测槽逐槽分析，符合排放标准后方可排放。</p> <p>7.2.4 使用少量或短寿命放射性核素的单位，可设立采取衰变方法进行放射性废液处理处置系统，该系统应有足够的防渗漏能力。</p> <p>7.3.3 对于半衰期短的废物可用放置衰变的办法，待放射性物质衰变到清洁解控水平后作普通废物处理，以尽可能减少放射性废物的数量。</p> <p>9.1 操作非密封源的单位应配备专（兼）职人员负责放射性物质的管理，应建立非密封放射源的账目，并建立登记保管、领用、注销和定期检查制度。</p> <p>9.6 应定期清点非密封放射源的种类、数量，做到帐物相符。工作人员如发现异常情况应按相关规定。</p> <p>(5) HJ18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》</p> <p>4.1.2 县级及县级以上或20张床位及以上的综合医疗机构和其他医疗机构污水排放限值（日均值）（排放标准及预处理标准）：总<math>\alpha</math>&lt;1Bq/L，总<math>\beta</math>&lt;10Bq/L。</p> <p>4.1.3 县级以下或20张床位以下的综合医疗机构和其他医疗机构污水经消毒处理后方可排放。</p> <p>(6) GB9133-1995《放射性废物的分类》</p> <p>4 放射性气载废物的分级</p> <p>4.1 第 I 级（低放废气）：浓度小于或等于<math>4 \times 10^7 \text{Bq/m}^3</math>。</p>
------------------	--



续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>4.2 第Ⅱ级（中放废气）：浓度大于<math>4 \times 10^7 \text{Bq/m}^3</math>。</p> <p>5 放射性液体废物的分级</p> <p>5.1 第Ⅰ级（低放废液）：浓度小于或等于<math>4 \times 10^6 \text{Bq/L}</math>；</p> <p>5.2 第Ⅱ级（中放废液）：浓度大于<math>4 \times 10^6 \text{Bq/L}</math>，小于或等于<math>4 \times 10^{10} \text{Bq/L}</math>；</p> <p>5.3 第Ⅲ级（高放废液）：浓度大于<math>4 \times 10^{10} \text{Bq/L}</math>。</p> <p>6 放射性固体废物的分级</p> <p>6.2.1 含有半衰期小于或等于60d的放射性核素的废物，按其放射性比活度水平分为二级。</p> <p>6.2.1.1 第Ⅰ级（低放废物）：比活度小于或等于<math>4 \times 10^6 \text{Bq/kg}</math>；</p> <p>6.2.1.2 第Ⅱ级（中放废物）；比活度大于<math>4 \times 10^6 \text{Bq/kg}</math>。</p> <p>(7) GB14500-2002《放射性废物管理规定》</p> <p>12.3.1 医院、学校、研究所和其他放射性同位素应用单位产生的少量放射性废物（包括废放射源），经审管部门批准可以临时贮存在许可的场所和专用容器中。贮存时间和总活度不得超过审管部门批准的限值。</p> <p>12.3.2 应采用安全可靠的贮存容器，建立必要的管理办法，并配备管理人员，防止废物丢失或污染周围环境。</p> <p>(8) GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》</p> <p>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。</p> <p>4.6 移动式 and 携带式 X 射线设备防护性能的专用要求</p> <p>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。</p> <p>5 X射线设备机房防护设施的技术要求</p> <p>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。</p> <p>5.2 每台X射线机（不含移动式和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</p>
-------------	---

续表 6 评价依据

<b>技术 标准</b>	表2要求。 <b>表2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度</b>		
	设备类型	机房内最小有效 使用面积m <sup>2</sup>	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 <sup>a</sup>	30	4.5
	单管头X射线机 <sup>b</sup>	20	3.5
	透视专用机 <sup>c</sup> 、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、局部全身骨密度仪、 口腔CT坐位扫描 / 站位扫描	5	2
	口内牙片机	3	1.5
	<sup>a</sup> 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。 <sup>b</sup> 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。 <sup>c</sup> 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于5mA的X射线 。		
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3要求。			
<b>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</b>			
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 1 5KV 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） <sup>a</sup> 2.5（较大工作量） <sup>a</sup>		
<sup>a</sup> 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			

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>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。</p> <p>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2.5μGy/h时，可不使用带有屏蔽防护的机房。</p> <p>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（其检测方法及其检测条件按7.2和附录B中B.6的要求）：</p> <p>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2.5μGy/h；测量时，X射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。</p> <p>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2.5μGy/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0.25μGy/h。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>5.8 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表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防护铅衣；防护用品和辐射辅助防护设施的铅当量应不低于0.25mmPb；儿童防护用品和辐射辅助防护设施的铅当量应不低于0.5mmPb。</p>
-------------	--

续表 6 评价依据

<b>技术 标准</b>	<p>(9) GBZ 165-2012 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》</p> <p>5.1 CT机房应的设置应考虑邻室及周围场所的人员驻留条件，一般应设在建筑物的一端。</p> <p>5.2 CT机房应有足够的使用空间，面积一般不小于30m<sup>2</sup>，单边长度不小于4m。机房内不应堆放无关杂物。</p> <p>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照射的年有效剂量小于0.25mSv（相应的周有效剂量小于5μSv）；距机房外表面0.3m处空气比释动能率小于2.5μGy/h。</p> <p>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。</p> <p>5.5 CT机房应保持良好的通风。</p> <p>(10) GB8702-2014 《电磁环境控制限值》</p> <p>1 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。</p> <p>4.1 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1要求。</p>				
	<p><b>表1 公众暴露控制限值</b></p>				
	频率范围	电场强度 E(V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 B (μT)	等效平面波功率密度 S <sub>eq</sub> (W/m <sup>2</sup> )
	1Hz~8Hz	8000	32000/f <sup>2</sup>	40000/f <sup>2</sup>	——
	8Hz~25Hz	8000	4000/f	54000/f	——
	0.025kHz~1.2Hz	200/f	4 f	5/f	——
	1.2kHz~2.9kHz	200/f	3.3	4.1	——
	2.9kHz~57kHz	70	10/f	12/f	——
	57kHz~100kHz	4000/f	10/f	12	——
	0.1MHz~3MHz	40	0.1	0.12	4
3MHz~30MHz	67/f <sup>1/2</sup>	0.17/f <sup>1/2</sup>	0.21/f <sup>1/2</sup>	12/f	
30MHz~300MHz	12	0.032	0.04	0.4	
300MHz~153000MHz	0.22/f <sup>1/2</sup>	0.00059/f <sup>1/2</sup>	0.00074/f <sup>1/2</sup>	f/7500	
15GHz~300GHz	27	0.073	0.092	2	

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)中“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围,乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和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”等相关规定,确定本项目评价范围为各辐射场所边界外 50m 范围内区域。

### 7.2 保护目标

本项目的敏感保护目标为各项目的辐射工作人员及各场所周围的医务工作人员及患者、家属等公众成员。

辐射设备机房 50 米范围内环境保护目标见表 7-1。

表7-1 辐射机房50m范围内保护目标一览表

方位	保护目标名称
东侧	893号-2
西侧	临街商铺
南侧	香榭商务大厦
北侧	临街商铺

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 剂量限值和剂量约束值

##### (1) 剂量限值

按照 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中相关规定:

职业照射剂量限值: 20mSv/a;

公众照射剂量限值: 1mSv/a。

##### (2) 剂量约束值

根据本项目实际情况,取相应剂量限值的四分之一作为剂量约束值,即:

职业照射剂量约束值: 5mSv/a;

公众照射剂量约束值: 0.25mSv/a。

#### 7.3.2 各 X 射线机房外周围剂量当量率

根据 GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》及 GBZ165-2012《X

## 续表 7 保护目标与评价标准

射线计算机断层摄影放射防护要求》中相关规定，本项目 CT、DR、PET-CT、钼靶机等设备机房外各关注点周围剂量当量率控制水平小于 2.5 $\mu$ Sv/h。

### 7.3.3 各 X 射线机设备机房空间要求

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 <sup>2</sup>	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 <sup>a</sup>	30	4.5
单管头 X 射线机 <sup>b</sup>	20	.5
透视专用机 <sup>c</sup> 、碎石定位机、口腔CT卧位扫描	15	3
乳腺机、全身全身骨密度仪	10	2.5
牙科全景机、局部全身骨密度仪、口腔CT坐位扫描 / 站位扫描	5	2
口内牙片机	3	1.5

<sup>a</sup>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。

<sup>b</sup>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。

<sup>c</sup>透视专用机指无诊断床、标称管电流小于5A的X射线。

### 7.3.4 MRI 机房外周围射频电磁场强度控制值

根据 HJ/T10.3-1996 《辐射环境保护管理导则电磁辐射环境影响评价方法与标准》及 GB8702-2014 《电磁环境控制限值》中相关规定，确定本项目电磁设备机房周围电场强度评价标准值为 5.4V/m，磁场强度评价标准值为 0.015A/m。

### 7.3.5 工作场所分级和放射性表面污染控制水平

根据 GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中有关规定，非密封源工作场所的分级见表 7-3，放射性表面污染控制水平见表 7-4。

表7-3 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	>4 $\times$ 10 <sup>9</sup>
乙	2 $\times$ 10 <sup>7</sup> ~4 $\times$ 10 <sup>9</sup>
丙	豁免活度值以上~2 $\times$ 10 <sup>7</sup>

## 续表 7 保护目标与评价标准

表面类型		β放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-1</sup>

### 7.3.6 核医学工作场所放射性物质污染的防护要求

根据 GBZ120-2006 《临床核医学放射卫生防护标准》中要求:

表7-5 不同类别核医学工作场所的室内表面及装备结构要求<sup>1)</sup>

场所分类	地面	表面	通风橱 <sup>2)</sup>	室内通风	管道	清洗及去污设备
I	地板与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	应设抽风机	特殊要求 <sup>3)</sup>	需要
II	易清洗且不易渗透	易清洗	需要	有较好通风	一般要求	需要
III	易清洗	易清洗	不必	一般自然通风	一般要求	只需清洗设备

注: <sup>1)</sup>依据国际放射防护委员会 (ICRP) 第57号出版物。

<sup>2)</sup>仅指实验室。

<sup>3)</sup>下水道易短, 大流水管道应有标记以便维修检测。

### 7.3.7 放射性三废排放要求

#### (1) 放射性废水的排放

根据 HJ18466-2005 《医疗机构水污染物排放标准》及 GBZ133-2009 《医用放射性废物的卫生防护管理》中相关规定:

a、排水城镇污水处理厂的水污染物总 β 排放限值为 10Bq/L。

b、产生放射性废液而可不设置放射性污水池的单位, 应将仅含短半衰期核素的废液注入专用容器中通常存放 10 个半衰期后, 经审管部门审查准许, 可作普通废液处理。对含长半衰期核素的废液, 应专门收集存放。

c、经审管部门确认的下列低放废水可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道: 每月排放总活度或每一次排放活度不超过 GB18871-2002 中 8.6.2 规定的限制要求、且每次排放后不少于 3 倍排放量的水进行冲洗, 每次排放应做记录并存档。

## 续表 7 保护目标与评价标准

本项目中，产生的放射性废液中放射性核素职业照射排放导出限值参照 GB1886-2002 附录 B 计算结果见表 7-6。

**表 7-6 放射性废水各单一核素排放导出限值**

序号	核素名称	月排放限值(Bq)	一次排放限值(Bq)	备注
1	<sup>18</sup> F	2.15×10 <sup>9</sup>	2.15×10 <sup>8</sup>	

### (2) 放射性废气的排放

根据 GBZ120-2006 《临床核医学放射卫生防护标准》中相关规定：

合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够风速（一般风速不小于 1m/s），排气口应高于本建筑屋脊，并酌情设有活性炭过滤或其他专用过滤装置，排出空气浓度不应超过有关法规标准规定的限值。

本项目中，放射性核素 <sup>18</sup>F 导出空气浓度根据 GB18871-2002 附录 B 等相关规定计算结果见表 7-7。

**表 7-7 放射性核素导出空气浓度**

序号	核素名称	导出空气浓度(Bq/m <sup>3</sup> )		备注
		职业人员	公众	
1	<sup>18</sup> F	9.0E+04	409.2	



## 续表 7 保护目标与评价标准

### (3) 放射性固废的管理

参照 GBZ133-2009《医用放射性废物管理卫生标准》：放射性固体废物每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h, 重量不超过 20kg, 暂存 10 个半衰期以上, 经审管部门确认或批准, 放射性核素活度浓度小于或等于清洁解控水平推荐值, 可按免管废物处理.

本项目产生的均为短半衰期核素的废物, 可将放射性废物收集暂存在放射性废物暂存库铅容器内, 待衰变至符合清洁解控水平, 经审管部门批准后, 按普通医疗垃圾处理。

本项目中, 产生的放射性废液中放射性核素职业照射排放导出限值参照 GB1886-2002 附录 A 见表 7-8。

表 7-8 放射性核素的豁免活度浓度豁免活度

序号	核素名称	活度浓度(Bq/g)	活度(Bq)	备注
1	<sup>18</sup> F	1E+01	1E+06	

表 8 环境质量和辐射现状

## 8.1 诊断中心位置

### 8.1.1 诊断中心

杭州全景医学影像诊断中心位于杭州市上城区江城路 893 号-1，项目东侧隔拟建杭州全景麒麟门诊部（原西湖饭店）为站前广场，南侧隔路 5m 处相邻建筑为香榭商务大厦，西侧隔路 10m 处相邻建筑为西湖国贸生活广场，北侧隔江城路为杭州火车站售票处。医院地理位置见图 8-1，医院周边环境示意图见附图 1。



图 8-1 医院地理位置图

### 8.1.2 项目位置及周边环境

医院辐射设备集中位于杭州市上城区江城路 893 号-1，其项目位置及周边环境见附图 2~附图 10。

## 续表 8 环境质量和辐射现状

### 8.2 环境质量和辐射现状

#### 8.2.1 检测目的

为掌握医院拟建辐射装置安装场地的辐射环境背景水平,为辐射环境影响评价提供基础数据。建设单位委托浙江鼎清环境检测技术有限公司进行了现场检测。检测单位资质及结果见附件 5。

#### 8.2.2 检测因子及点位

检测因子: X- $\gamma$ 辐射剂量率、射频电磁场强度

检测点位: 各拟建辐射设备场地

检测时间: 2016 年 9 月 21 日。

#### 8.2.3 检测仪器及规范

检测仪器的参数与规范见表 8-2、表 8-3。

**表 8-2 X- $\gamma$ 射线剂量率检测仪器参数与规范**

项目	内容
仪器名称	多功能核辐射检测仪
规格型号	BG9512
生产公司	贝谷科技股份有限公司
量程	内置探头: 50keV~1.3MeV V-30mSv/h(137Cs) 外置探头: $\geq 60$ keV
检定证书	上海市剂量测试技术研究院华东国家剂量测试中心 (编号: 2015H21-20-004075) 有效期: 2015 年 11 月 9 日~2016 年 11 月 8 日
检测规范	GB/T14583-93《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》 HJ/T61-2001《辐射环境监测技术规范》 GBZ 130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

## 续表 8 环境质量和辐射现状

表 8-3 电磁场强度检测仪器参数与规范

项目	内容
仪器名称	射频电磁辐射分析仪
规格型号	Narda-NBM520
生产公司	德国 NARDA
能量范围	EF0391: 100kHz~3GHz; HF0191: 27MHz~1GHz
量程	EF0391: 0.3~1000 (V/m); HF0191: 0.01~16 (A/m)
检定证书	上海市计量测试技术研究院 (编号: 2016F33-00607) 有效期: 2016年3月31日~2017年3月30日
检测规范	HJ/T10.2-1996《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》

### 8.2.3 检测结果及评价

2016年9月21日, 浙江鼎清环境检测技术有限公司对医院本次评价拟建辐射设备机房场地进行了X- $\gamma$ 辐射剂量率及电磁场强度现状水平检测。

续表 8 环境质量和辐射现状

表 8-4 拟建放射设备机房的 X-γ环境辐射剂量率背景水平检测结果*				
机房名称	点位序号	点位描述	辐射剂量率 (单位: nGy/h)	
			平均值	标准偏差
16 排 CT 机房	★1	拟建 16 排 CT 机房北侧	153	1
	★2	拟建 16 排 CT 机房南侧	155	2
	★3	拟建 16 排 CT 机房东侧	157	2
	★4	拟建 16 排 CT 机房内	156	1
双源 CT 机房	★5	拟建双源 CT 机房北侧	157	1
	★6	拟建双源 CT 机房南侧	155	2
	★7	拟建双源 CT 机房东侧	155	2
	★8	拟建双源 CT 机房西侧	154	1
	★9	拟建双源 CT 机房内	153	1
DR1 机房	★10	拟建 DR1 机房北侧	153	1
	★11	拟建 DR1 机房南侧	153	1
	★12	拟建 DR1 机房东侧	152	1
	★13	拟建 DR1 机房内	153	1
DR2 机房	★14	拟建 DR2 机房北侧	155	1
	★15	拟建 DR2 机房南侧	154	2
	★16	拟建 DR2 机房东侧	153	1
	★17	拟建 DR2 机房内	157	1
钼靶机机房	★18	拟建钼靶机机房北侧	155	1
	★19	拟建钼靶机机房南侧	157	2
	★20	拟建钼靶机机房东侧	154	1
	★21	拟建钼靶机机房内	154	1
PET-CT 机房	★22	拟建 PET-CT 机房北侧	154	1
	★23	拟建 PET-CT 机房南侧	154	2
	★24	拟建 PET-CT 机房东侧	154	2
	★25	拟建 PET-CT 机房西侧	156	1
	★26	拟建 PET-CT 机房内	155	1
PET-MR 机房	★27	拟建 PET-MR 机房北侧	154	1
	★28	拟建 PET-MR 机房南侧	154	1
	★29	拟建 PET-MR 机房东侧	155	1
	★30	拟建 PET-MR 机房西侧	156	2
	★31	拟建 PET-MR 机房内	155	2

\*: 检测值未扣除宇宙射线的响应。

## 续表 8 环境质量和辐射现状

由表 8-4 的检测结果可知，医院拟建 CT、DR、钼靶机等射线设备机房场地各检测点位的 $\gamma$ 辐射剂量率在 151~168nSv/h 之间，由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，杭州地区 $\gamma$ 辐射剂量率在 56~443nSv/h 之间，可见其射线设备机房在建地 $\gamma$ 辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

**表 8-5 MRI 机房周围电磁辐射水平现状检测结果**

机房名称	点位序号	点位描述	电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)
PET-MR 机房	★27	拟建 PET-MR 机房北侧	未检出	未检出
	★28	拟建 PET-MR 机房南侧	未检出	未检出
	★29	拟建 PET-MR 机房东侧	未检出	未检出
	★30	拟建 PET-MR 机房西侧	未检出	未检出
	★31	拟建 PET-MR 机房内	未检出	未检出
MRI 机房	★32	拟建 MRI 机房北侧	未检出	未检出
	★33	拟建 MRI 机房南侧	未检出	未检出
	★34	拟建 MRI 机房东侧	未检出	未检出
	★35	拟建 MRI 机房内	未检出	未检出

由表 8-5 检测结果可知，该医院 MRI、PET-MR 机房拟建址各检测点位的电磁辐射水平未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 项目设备组成及参数

本次评价内容：

(1) 拟新增的Ⅲ类射线装置：1 台 PET-CT、2 台 CT、2 台 DR、1 台钨靶机；

(2) 拟新增的电磁类装置：1 台 PET-MR、1 台 MRI；

(3) 拟新建的乙级核医学工作场所：1 个 PET 中心；

(4) 拟新增的 V 类放射源：7 枚  $^{68}\text{Ge}$  质控校正源。

根据医院提供资料及 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、GBZ120-2006《临床核医学放射卫生防护标准》等相关规定，具体情况见表 9-1~表 9-4。

表 9-1 项目设备组成及参数一览表

序号	装置名称	主要技术指标	类别	数量	备注
1	DR	150kV、1000mA	Ⅲ类	2 台	
2	移动 DR	50kV、1000mA	Ⅲ类	1 台	
2	16 排 CT	120kV、200mA	Ⅲ类	1 台	
3	后 64 排 CT	140kV、635mA	Ⅲ类	1 台	双源 CT
4	钨靶机	33kV、100mA	Ⅲ类	1 台	
5	PET-CT	140kV、715mA	Ⅲ类	1 台	$^{18}\text{F}$
6	MRI	3.0T	电磁设备	1 台	
7	PET-MR	3.0T	电磁设备	1 台	$^{18}\text{F}$

表 9-2 医院 PET 中心放射性同位素使用量一览表

项目	放射性同位素	人均使用量(Bq)	日最多门诊人数(人)	年最多门诊人数(人)	日最大操作量(Bq)	年最大操作量(Bq)
PET-CT	$^{18}\text{F}$	$3.7 \times 10^8$	70	25550	$2.59 \times 10^{10}$	$9.45 \times 10^{12}$
PET-MR	$^{18}\text{F}$	$3.7 \times 10^8$	30	10950	$1.11 \times 10^9$	$4.05 \times 10^{12}$
PET 中心总计	$^{18}\text{F}$	$3.7 \times 10^8$	100	36500	$3.7 \times 10^{10}$	$1.35 \times 10^{13}$

注：PET 中心为 PET-CT 及 PET-MR 两个诊疗项目

## 续表 9 项目工程分析与源项

表 9-3 PET 中心工作场所日等效操作量计算一览表

核素名称	日最大操作量(Bq)	毒性组别修正因子	操作放射与放射源状态修正因子	日等效最大操作量(Bq)	工作场所
<sup>18</sup> F	3.7×10 <sup>10</sup>	低毒, 0.01	很简单的操作(液态), 10	3.7×10 <sup>7</sup>	乙级(II类)

表 9-4 医院拟使用放射源情况表

序号	核素名称	类别	放射性活度(Bq)	数量(枚)	用途	贮存方式	工作场所
1	<sup>68</sup> Ge	V类	3.5×10 <sup>6</sup>	1	PET校正	设备内置	PET-CT
2	<sup>68</sup> Ge	V类	1.85×10 <sup>7</sup>	1	图像校正	设备内置	PET-CT
3	<sup>68</sup> Ge	V类	3.5×10 <sup>6</sup>	1	PET校正	专用屏蔽箱	PET-MR
4	<sup>68</sup> Ge	V类	5.5×10 <sup>7</sup>	1	图像校正	专用屏蔽箱	PET-MR
5	<sup>68</sup> Ge	V类	7.0×10 <sup>5</sup>	3	线圈校正	专用屏蔽箱	PET-MR

### 9.1.2 设备工作原理

#### (1) CT、DR、钼靶机等III类 X 射线设备

CT、DR、钼靶机、PET-CT 等设备均为采用 X 射线进行诊断的技术设备。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 9-1。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。

1) 16 排 CT——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。“排”是指 CT 扫描机探测器的阵列数, 一般排数越多, 探测器宽度越宽, 一次扫描完成的宽度越大。又称为多“层”CT(multislice CT, MSCT), 能够缩短扫描时间、增加扫描范围, 减少扫描层厚、三维重建达到真实的图像等优点。



## 续表 9 项目工程分析与源项

2) 双源 CT——Dual Source CT (DSCT)，是一种通过两套 X 射线球管系统和两套探测器系统同时采集人体图像的 CT 装置。其两个球管能同时、同层进行扫描，所获得的低能和高能数据不存在位置和时间上的偏差，也完全不受受检者体型和体重的影响。可采用更高的功率来改善图像质量，但剂量却维持在单源 CT 同样的水平，能挖掘出更丰富、更细微、更本质的疾病信息。

3) DR——Digital Radiography 简称，数字化 X 线摄影是直接将 X 线光子通过电子暗盒转换为数字化图像的数字采集技术。DR 一般有高压发生器、X 线球管及支架、平板探测器、系统控制器等构成。数字化摄影诊断具有图像质量清晰、成像速度快，以及辐射量小于传统 X 射线机等优点。

4) 钼靶机——是一种低剂量乳腺 X 光拍摄乳房的技术设备，它能用来清晰显示乳腺各层组织，可以发现乳腺增生，各种良恶性肿瘤以及乳腺组织结构紊乱，可观察到小于 0.1 毫米的微小钙化点及钙化簇，是早期发现，诊断乳腺癌的最有效和可靠的方式。乳腺钼靶检查系统具有成像清晰、检查操作方便快捷、辐射量小等特点。

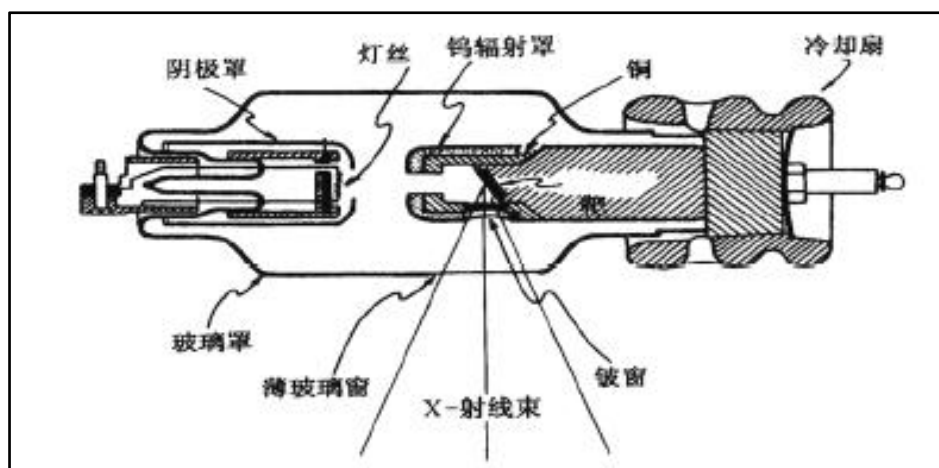


图 9-1 典型 X 射线管结构图

### (2) MRI 等电磁设备

MRI——磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging-MRI)，该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。

## 续表 9 项目工程分析与源项

磁共振成像是利用原子核在磁场内共振所产生信号经重建成像的一种诊断技术, 诊断的依据是人体内水分中氢核发出的核磁共振信号, 信号的强弱不仅取决于人体所含氢核密度, 而且还取决于氢核在分子结构中的位置和分子周围的环境状态。其基本原理是将人体置于特殊的磁场中, 用无线电射频脉冲激发人体内氢原子核, 引起氢原子核共振, 并吸收能。在停止射频脉冲后, 氢原子核按特定频率发出射电信号, 并将吸收的能量释放出来, 被体外的接收器收录, 电子计算机处理获得图像, 即为核磁共振成像, 它能描述物质的物理特性, 观察活体组织的生物化学和生物状态、根据需要对人体进行横断面、矢状面、冠状面三维任意角度切层。由于 MRI 扫描中不同组织信号差异大, 因此使许多病变更易辨认, 有利于对病情的早期诊断。

### (3) 核医学科 PET 中心

本项目主要使用放射性同位素药物  $^{18}\text{F}$  开展 PET (PET-CT 和 PET-MR) 显像诊断

1) PET——正电子发射计算机断层显像(Positron Emission Tomography), 其显像的基本原理是正电子放射核素发射出的正电子在体内移动大约 1mm 后和负电子结合发生湮灭, 正负电子消失的同时产生一对能量相等(511keV)、方向相反的  $\gamma$  光子。PET 利用正电子发射体的核素标记一些生理需要的化合物或代谢底物如葡萄糖、脂肪酸、氨基酸、受体的配体及水等, 引入体内后, 应用正电子扫描机而获得的体内化学影像。目前最常用的 PET 显像剂为  $^{18}\text{F}$  标记的 FDG( $^{18}\text{F}$ -FDG 氟化脱氧葡萄糖), 是一种葡萄糖的类似物。

2) PET-CT——是 PET 与 CT 的结合, 是集功能显影和解剖显影为一体的扫描系统。是利用回旋加速器生产的带正电子的放射性核素 ( $^{18}\text{F}$  等) 注入人体内产生的湮没辐射  $\gamma$  光子构成影像, 患者在同一体位下进行 CT 扫描和正电子放射性药物扫描, 可以同时获得 CT 解剖图像和 PET 功能代谢图像, 两种图像优势互补, 使医生在了解生物代谢信息的同时获得精准的解剖定位, 从而对疾病做出全面、准确的判断。

## 续表 9 项目工程分析与源项

2) PET-CT——是 PET 与 CT 的结合，是集功能显影和解剖显影为一体的扫描系统。是利用回旋加速器生产的带正电子的放射性核素 ( $^{18}\text{F}$  等) 注入人体内产生的湮没辐射  $\gamma$  光子构成影像，患者在同一体位下进行 CT 扫描和正电子放射性药物扫描，可以同时获得 CT 解剖图像和 PET 功能代谢图像，两种图像优势互补，使医生在了解生物代谢信息的同时获得精准的解剖定位，从而对疾病做出全面、准确的判断。

3) PET-MR——正电子发射计算机断层显像仪 PET 和核磁共振成像术 MR 两强结合一体化组合成的大型功能代谢与分子影像诊断设备，同时具有 PET 和 MR 的检查功能。PET-MR 检查与目前其他手段相比，能大幅度减低放射对人体的损伤，同时具有灵敏度高、准确性好等特点，对许多疾病尤其是肿瘤和心脑血管疾病具有早期发现、早期诊断和准确评估的价值，也属于高端体检项目的一种。

PET-CT 与 PET-MR 的共同点在于，诊断过程中病人注射药物 PET 显像原理相同，病人在注射药物、注射后等候和扫描过程中的情况相同，不同的是 PET 核磁设备本身并不产生 X 射线，只需考虑病人注射放射性药物产生的放射性即可。

### (4) $^{68}\text{Ge}$ 质控校正源

PET-CT 质控校正源  $^{68}\text{Ge}$  贮存在 PET-CT 设备自屏蔽系统里，工作人员于控制室内通过控制台操作，在校准时  $^{68}\text{Ge}$  源自动进入到设备里采集数据，校准完成自动归位。

PET-MR 质控校正源  $^{68}\text{Ge}$  贮存在 PET-MR 设备专用屏蔽箱内，专用箱放置于贮源室内，仅在校准时取出放置在需要校准的设备上采集数据。

## 续表 9 项目工程分析与源项

### 9.1.3 工作流程及产污环节分析

#### (1) CT、DR、钼靶机等Ⅲ类射线设备

CT、DR、钼靶机等诊断工作流程及产污环节如图 9-2。

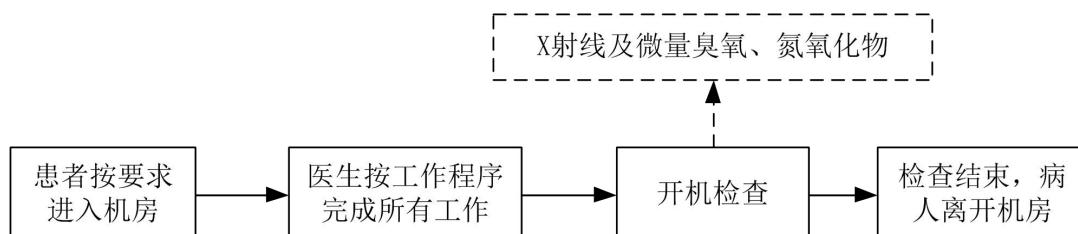


图 9-2 CT、DR 等Ⅲ类射线设备工作流程及产污环节示意图

CT、全景口腔 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 射线，扫描床持续同步前移，实现无间断容积数据采集。

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

#### (2) MRI

MRI 诊断工作流程及产污环节如下：

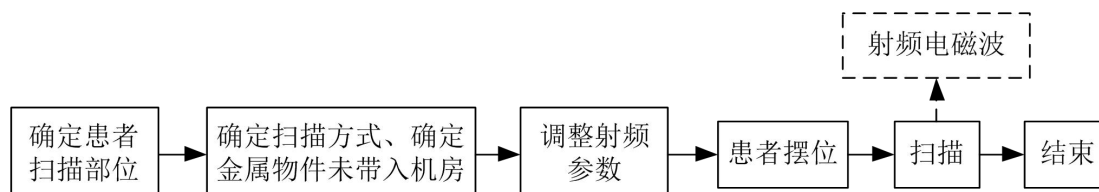


图 9-3 MRI 工作流程及产污环节示意图

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。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。

所以，该项目的污染因子为射频电场强度和射频磁场强度。

## 续表 9 项目工程分析与源项

### (3) PET 中心

#### 1) PET-CT 设备

- a、医院根据患者预约情况，确定当天所使用的放射性核素及其剂量；
- b、医院向专业医药公司订药，医药公司按照医院要求在规定时间内将药物送至医院指定地点；
- c、医护人员为待检患者注射正电子药物，一般每位患者注射  $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 。
- d、患者进入候诊室等候，平均需 50 分钟，使药物向病灶分布。等候期间患者进入专用厕所如厕。
- e、患者进入 PET-CT 机房进行扫描检查，一般每位患者正电子发射计算机断层扫描（PET）需 20 分钟，而同时进行的 X 射线计算机辅助断层扫描（CT）需 5 秒左右。
- f、医生根据扫描图像进行病理诊断。
- g、检完的患者在检后休息室休息，待体内的  $^{18}\text{F}$  衰变至较低水平后，患者可离开诊所。

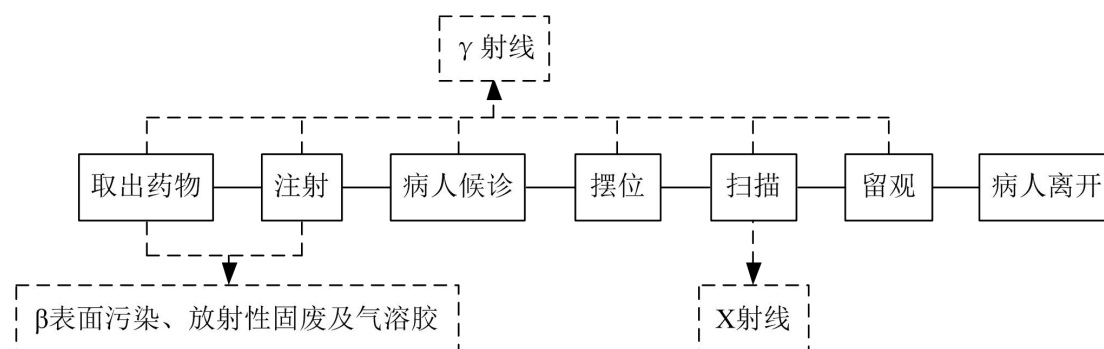


图 9-4 PET-CT 诊断部分工作流程及产污环节示意图

## 续表 9 项目工程分析与源项

### 2) PET-MR

- a、医院根据患者预约情况，确定当天所使用的放射性核素及其剂量；
- b、医院向专业医药公司订药，医药公司按照医院要求在规定时间内将药物送至医院指定地点；
- c、为待检患者注射正电子药物，一般每位患者注射  $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 。
- d、患者进入候诊室等候，平均需 50 分钟，使药物向病灶分布。等候期间患者进入专用厕所如厕。
- e、患者进入 PET-MR 机房进行扫描检查，一般每位患者正电子发射计算机断层扫描（PET）需 45 分钟，而同时进行的 MRI 核磁共振成像需 5 秒左右。
- f、医生根据扫描图像进行病理诊断。
- g、检完的患者在检后休息室休息，待体内的  $^{18}\text{F}$  衰变至较低水平后，患者可离开诊所。

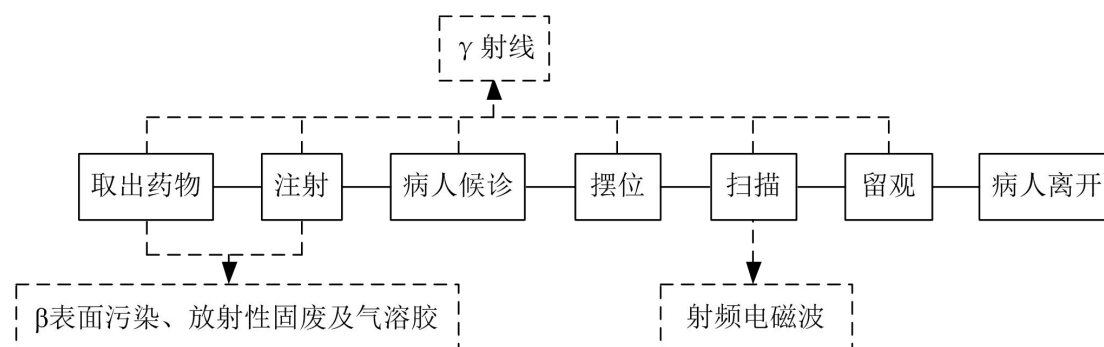


图 9-5 PET-MR 诊断部分工作流程及产污环节示意图

医院根据病人预约情况订药，放射性药物一般当日用完，若病人因特殊情况当日取消预约，造成放射性药物剩余，当日未用完的放射性药物将暂存在通风厨药物铅罐内衰变，衰变 10 个半衰期满足排放标准后经楼内管网排放至衰变池继续衰变，与放射性废水一同经检测合格后方可纳管。

#### (4) 质控校正源 $^{68}\text{Ge}$

- 1) 将放射源放置在设备上并做放射源透射的质量控制；
- 2) 进行病人检查，采集病人体内核素发射的射线，然后再采集校准源的透射线；
- 3) 将源卸下，放入放射源存储室内。

$^{68}\text{Ge}$  放射源衰变放出 $\gamma$ 射线，所以本项目以其 $\gamma$ 射线为主要污染因子。

## 续表 9 项目工程分析与源项

### 9.2 污染源项分析

#### 9.2.1 辐射污染源分析

##### (1) 辐射

##### 1) X 射线

CT、DR、钼靶机、PET-CT 等Ⅲ类 X 射线机在非开机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在 CT、DR、钼靶机、PET-CT 等设备诊疗时，X 射线是造成周围环境污染的主要污染因素。X 射线最大能量为相应设备最大管电压。

##### 2) $\gamma$ 、 $\beta$ 射线

正电子药物  $^{18}\text{F}$  在分装、注射、注射后候诊及扫描等过程中由于核素衰变会产生  $\beta$ 、 $\gamma$  射线。其中  $\gamma$  射线辐射主要是核素  $^{18}\text{F}$  衰变所发射的  $\beta^+$  正电子湮没辐射， $\beta^+$  在空气中存在时间极短，极易与空气里物质中的电子结合（湮没）而转化为能量为 0.511MeV 的两个  $\gamma$  射线光子，相比而言， $\beta^+$  的穿透性很弱，本项目不重点考虑它的辐射防护。

质控源  $^{68}\text{Ge}$  产生的微量  $\gamma$  射线会造成医务人员和公众的外照射。

表 9-5 放射性核素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变类型及分支比 (%)	主要 $\alpha$ 、 $\beta$ 辐射能量(keV)与绝对强度(%)	主要 $\gamma$ 、X 射线能量(keV)与绝对强度(%)	空气比释动能率常数 ( $\text{Gy}\cdot\text{m}\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )
$^{18}\text{F}$	109.7min	$\beta^+$ (3.27) EC(96.73)	633.5(96.73)	XK:0.52(0.01795) $\gamma^{\pm}$ :511( $\leq$ 193.46)	$1.43\times 10^{-13}$
$^{68}\text{Ge}$	270.8d	EC(100)	--	XK $\alpha$ 1:9.25174(25.6) XK $\alpha$ 2:9.22482(13.07) XK $\beta$ :10.3(5.45)	$1.12\times 10^{-14}$

##### 3) 电磁辐射

MRI 设备在给患者扫描过程会产生电磁辐射污染，其主要以射频脉冲电磁波的形式通过能量流对周围环境造成污染，脉冲电磁波随扫描的结束而消失。

##### (2) 表面污染

本项目中，核医学科应用的放射性同位素  $^{18}\text{F}$  衰变会释放  $\beta$  射线，核医学科的工作台面、手术床、供水与排水设备、临时废物桶（内有废手套、药棉等）、



## 续表 9 项目工程分析与源项

地面都有可能受到表面污染。工作人员每次操作时穿戴的工作服、手套、工作鞋、内衣、工作袜也有可能受到表面污染；工作人员手、皮肤可能沾染放射性同位素，产生表面污染。

表面污染如果未及时发现并处理，将会对人员造成外照射和内照射损伤。任何被表面沾染的物质，均可能成为外照射源。

### (2) 放射性固废

放射性同位素操作过程中产生的如注射器、手套、擦拭废纸等沾有微量放射性核素的医疗废物， $^{68}\text{Ge}$  质控源更换造成的退役放射源，可能会对周围环境产生一定的危害。

### (3) 放射性废水

擦拭冲洗受放射性同位素污染物品用水、操作人员进行放射性药物操作后洗涤用水、用药患者的排泄物及其冲洗水等。

### (4) 放射性废气

本项目使用的针剂在带有通风装置的通风厨内分装完毕，注射时药物在针筒内，无开放液面，空气中挥发散逸的放射性同位素极少，因此放射性气溶胶非常少，其对医务人员和公众呼吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

## 9.2.2 非辐射污染源分析

### (1) 臭氧及氮氧化物：

CT、DR 等 X 射线机工作时产生的 X 射线会造成室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排到机房外，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局及分区管理

##### (1) 各辐射设备机房

各辐射设备集中设置在一层~三层。各辐射机房有相对独立的诊疗环境，受检者有专用候诊区及其通道，医生有专用的通道及其控制室。

医院应对各辐射设备机房采取分区管理，各设备机房为控制区，控制室、机房外、过道及候诊室为监督区。机房及候诊区门外均应设有电离（电磁）辐射警告标志、工作状态指示灯，机房门外灯箱处设置有警示语句。各机房受检者出入口外 1m 处均应设置警戒线，告戒无关人员请勿靠近。各机房应设有观察窗或摄像监控装置。医院对辐射防护分区的划分应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

##### (2) 核医学工作场所

核医学工作场所依据管理需要可分为三区，即控制区、监督区和非限制区。其中直接从事非密封性放射性物质操作的场所、非密封性放射性物质储存场所、放射性物质暂存场所化为控制区，与操作场所相邻的、有可能受到放射性污染并有人员驻留的场所化为监督区。本项目中药物分装室、注射室、候诊室、机房等可划分为控制区；等候厅、咨询预约区、备用间等可划分为监督区。

核医学工作场所的平面布局要求放射性与非放射性工作场所严格分开，不同放射性操作或污染水平的工作场所严格分开。本项目医护人员与患者有各自独立的通道，诊断用给药室与检查室分开、注射候诊区设置有注射后病人专用厕所。控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉感染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射。

核医学工作场所设计布局见图 10-1 所示。该场所布局能够满足 GB120-2006《临床核医学放射卫生防护标准》中关于临床核医学工作场所对于布局的要求以及 GB11930-2010《操作非密封源的辐射防护规定》中关于安全操作的要求，本项目工作场所布局基本合理。

续表 10 辐射安全与防护

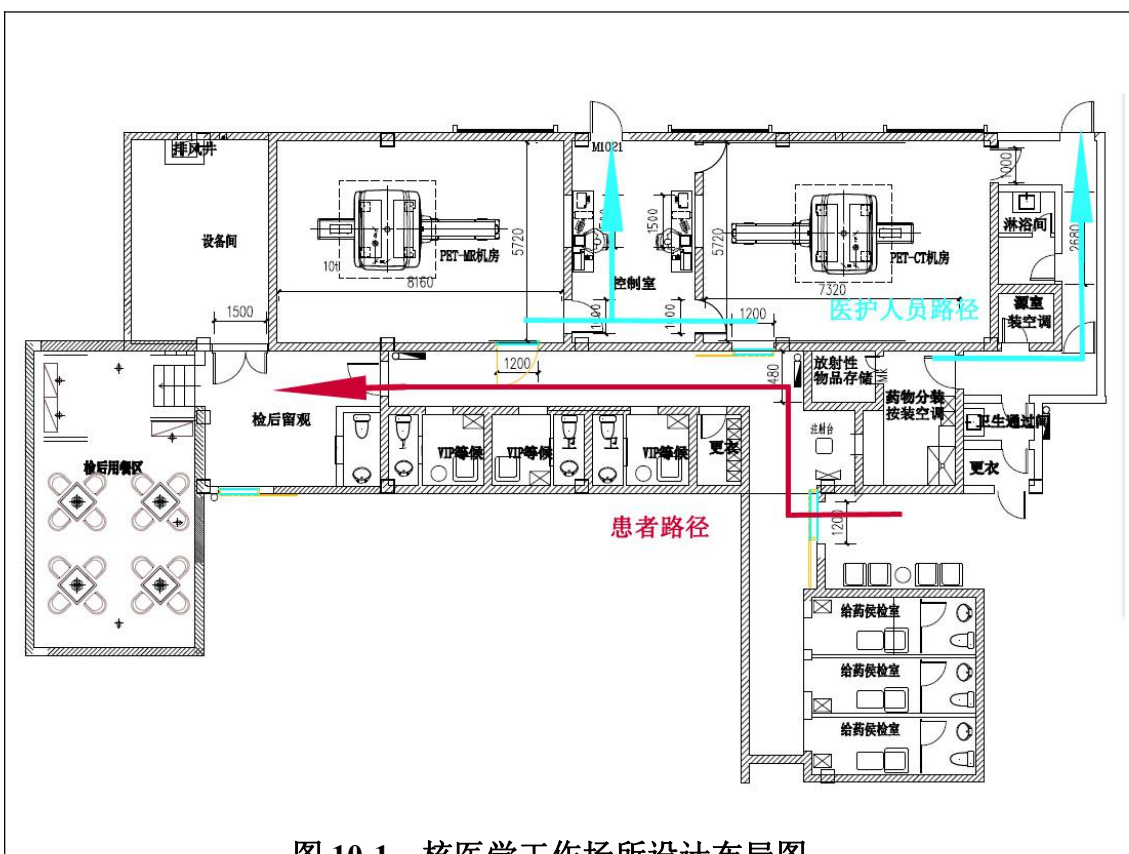


图 10-1 核医学工作场所设计布局图

10.1.2 非密封放射性物质工作场所分级

根据表 9-3 计算结果可知，本项目核医学工作场所为乙级（II 类）工作场所，其工作场所内表面及装备要求见表 10-1。

表 10-1 II 类工作场所内表面及装备要求

地面	表面	通风柜	室内通风	管道	清洗及去污设备
易清洗且不易渗透	易清洗	需要	有较好通风	一般要求	需要

10.1.2 工作场所辐射屏蔽设计

续表 10 辐射安全与防护

表 10-2 各机房位置分布及面积设置一览表			
楼层	序号	机房名称	净面积 (m <sup>2</sup> )
1F	1	PET-MR 机房	47.9
	2	PET-CT 机房	47.9
	3	检后留观 (含卫生间)	19
	4	给药候检室、卫生间	42.1
	5	放射性药物储存	2.7
	6	药物分装	9.6
2F	7	16 排 CT 机房	42.4
	8	3.0MR 机房	45
	9	双源 CT 机房	38
3F	10	钨靶机房	13.7
	11	DR1 机房	20.9
	12	DR2 机房	20.2

表 10-3 PET 中心各房间设计屏蔽防护一览表				
射线位置	防护部位	设计值 防护铅当量/铜厚度	防护施工值	
			土建施工值	增加铅防护值
PET-MR 机房	墙体	9mmPb+0.35mm 铜片	240 实心砖墙	8cm 防辐射材料 +0.35mm 铜片
	顶棚	9mmPb+0.35mm 铜片	200mm 混凝土	5.5mmPb 铅板 +0.35mm 铜片
	地面	9mmPb+0.35mm 铜片	200mm 混凝土 +40mm 找平	7cm 防辐射材料 +0.35mm 铜片
	防护门	9mmPb+0.35mm 铜片	/	9mmpb 铅板 +0.35mm 铜片
	观察窗	9mmPb+铜网	/	9mmpb 铅玻璃+铜网
PET-CT 机房	墙体	9mmPb	240 实心砖墙	8cm 防辐射材料
	顶棚	9mmPb	200mm 混凝土	5.5mmPb 铅板
	地面	9mmPb	200mm 混凝土 +40mm 找平	7cm 防辐射材料
	防护门	9mmPb	/	9mmPb 铅板
	观察窗	9mmPb	/	9mmPb 铅玻璃
控制室 (PET 机房共用)	东墙	9mmPb	240 实心砖墙	8cm 防辐射材料

续表 10 辐射安全与防护

续表 10-4 PET 中心各房间设计屏蔽防护一览表				
射线位置	防护部位	设计值 防护铅当量/铜厚度	防护施工值	
			土建施工值	增加铅防护值
检后留观	外围墙体	9mmPb	240 实心砖墙	8cm 防辐射材料
	顶棚	9mmPb	200mm 混凝土	5.5mmPb 铅板
	地面	9mmPb	200mm 混凝土 +40mm 找平	7cm 防辐射材料
	防护门	9mmPb	/	9mmPb 铅板
给药侯检室(含卫生间)	外围墙体	9mmPb	240 实心砖墙	8cm 防辐射材料
	(VIP)两侧墙体	9mmPb	240 实心砖墙	3cm 防辐射材料
	(非 VIP)间墙	9mmPb	120 实心砖墙	3cm 防辐射材料
	顶棚	9mmPb	200mm 混凝土	5.5mmPb 铅板
	地面	9mmPb	200mm 混凝土 +40mm 找平	7cm 防辐射材料
	防护门	9mmPb	/	9mmPb 铅板
放射性药物储存	内墙	5mmPb	240 实心砖墙	3cm 防辐射材料
	顶棚	9mmPb	200mm 混凝土	5.5mmPb 铅板
	地面	9mmPb	200mm 混凝土 +40mm 找平	7cm 防辐射材料
	防护门	9mmPb	/	9mmPb 铅板
药物分装	东北南墙体	9mmPb	240 实心砖墙	8cm 防辐射材料
	顶棚	9mmPb	200mm 混凝土	5.5mmPb 铅板
	地面	9mmPb	200mm 混凝土 +40mm 找平	7cm 防辐射材料
	防护门	9mmPb	/	9mmPb 铅板

续表 10 辐射安全与防护

表 10-5 各辐射装置机房设计屏蔽防护一览表				
射线位置	防护部位	设计值 (防护铅当量/ 铜厚度)	防护施工值	
			土建施工值	增加铅防护值
16 排 CT 机房	北墙	5mmPb	240 实心砖墙	4 cm 防辐射材料
	南墙	5mmPb	240 实心砖墙	4 cm 防辐射材料
	东墙	5mmPb	240 实心砖墙	4 cm 防辐射材料
	顶棚	5mmPb	200mm 混凝土	1.5mmPb 铅板
	地面	5mmPb	200mm 混凝土+40mm 找平	/
	防护门	5mmPb	/	5mmPb 铅板
	观察窗	5mmPb	/	5mmPb 铅玻璃
3.0MR 机房	墙体	0.35mm 铜	240 实心砖墙	0.35mm 铜板
	顶棚	0.35mm 铜	200mm 混凝土	0.35mm 铜板
	地面	0.35mm 铜	200mm 混凝土+40mm 找平	0.35mm 铜板
	防护门	0.35mm 铜	/	0.35mm 铜板
	观察窗	0.35mm 铜	/	铜网玻璃
双源 CT 机房	墙体	6mmpb	240 实心砖墙	5cm 防辐射材料
	顶棚	6mmpb	200mm 混凝土	2.5mmPb 铅板
	地面	6mmpb	200mm 混凝土+40mm 找平	3 cm 防辐射材料
	防护门	6mmpb	/	6mmpb 铅板
	观察窗	6mmpb	/	6mmpb 铅玻璃
DR1、DR2 机房	北墙	4mmpb	240 实心砖墙	3 cm 防辐射材料
	南墙	4mmpb	240 实心砖墙	3 cm 防辐射材料
	东墙	4mmpb	240 实心砖墙	3 cm 防辐射材料
	顶棚	4mmpb	200mm 混凝土	1mmPb 铅板
	地面	4mmpb	200mm 混凝土+40mm 找平	/
	防护门	4mmpb	/	4mmpb 铅板
	观察窗	4mmpb	/	4mmpb 铅玻璃
钼靶机房	墙体	2 mmpb	240 实心砖墙	/
	顶棚	2mmpb	200mm 混凝土	/
	地面	2mmpb	200mm 混凝土+40mm 找平	/
	防护门	2mmpb	/	2mmpb 铅板
	观察窗	2mmpb	/	2mmpb 铅玻璃

续表 10 辐射安全与防护

表 10-6 各射线设备机房防辐射屏蔽及其符合性情况分析一览表

序号	设备	机房位置	分类	机房面积(m <sup>2</sup> )	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	地板	工作人员防护门	受检者防护门	观察窗	
1	DR	三层	设计	20.9 (20.2)	3.7 (3.7)	4	4	4	4	4	4	符合
			标准	20	3.5	2 (3)	2	2	2	2	2	
2	钨靶机		设计	13.7	1.8	2	2	2	2	2	2	符合
			标准	3	1.5	1	1	1	1	1	1	
3	16 排 CT	二层	设计	42.4	6.2	5	5	5	5	5	5	符合
			标准	30	4.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
4	双源 CT		设计	38	5.6	6	6	6	6	6	6	符合
			标准	30	4.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
5	PET-CT	一层	设计	47.9	5.8	9	9	9	9	9	9	符合
			标准	30	4.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	

注：括号内分别为 DR2 机房面积、单边长度及主射束方向标准值

## 续表 10 辐射安全与防护

### 10.1.3 工作场所污染防治措施

#### (1) 各辐射机房

(1) 各机房辐射防护屏蔽能力均应能满足辐射环境保护要求。

(2) 医院应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

(3) 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。在控制室与治疗室之间应设观察窗(或监视器)与对讲机。

(4) 各机房应设置工作指示灯，各机房门均有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

(5) 机房门外应张贴电离辐射或电磁辐射警告标志及其中文警示说明。

(6) 各机房操作位应张贴相应的操作规程。

(7) 机房受检者出入门外 1m 处应设置警戒线，告戒无关人员请勿靠近。

(8) 医院应为每位辐射工作人员配备个人剂量计，应配备个人剂量报警仪及辐射巡测仪等辐射监测设备。

(9) 医院应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。

(10) 医院应配备符合防护要求的辅助防护用品，能满足现有开展放射项目的防护要求。铅衣、铅围脖、铅围裙、铅帽注射器铅套等

#### (2) 核医学工作场所

医院在施工建设过程中应严格按照屏蔽设计要求，确保施工质量，使墙体的屏蔽能力达到设计要求。

1) 核医学科用房应加强对病人的管理，设置病人专用的进口与出口、专用厕所和衰变池，明确工作场所的“三区”划分；

2) 控制区与监督区的地面与工作台面应铺设塑料地坪，地面易于清洗不渗漏，有利于表面污染的防治，放射性药品分装室要配备相应的通风设施；

3) 核医学科用房应设置卫生通过间，有利于工作人员污染的防治；

4) 核医学科外醒目位置处应安装辐照指示灯和辐射危险标志；并注明工作



## 续表 10 辐射安全与防护

时严禁人员入内；

5) 应为核医学科配备铅围裙、铅手套、铅眼镜、表面污染监测仪和辐射监测仪等个人防护用品和监测设备；

6) 核医学科用房应设置有专门的放射性同位素存放房间，并对该房间实行双人双锁管理。

7) 放射性同位素操作时均在衬有吸水纸的托盘内进行，注射药物时工作人员应穿戴好个人防护用品，并尽可能缩短操作时间。

8) 核医学工作人员操作后离开工作室前应洗手和作表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，应采取去污措施，从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携带出控制区。设置卫生工作间，核医学工作人员应淋浴清洗，更衣后再离开核医学工作场所。

9) 放射性同位素的贮存：放射性同位素应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时，应当进行登记、检查，做到账物相符。对放射性同位素贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。

建设单位拟购置防护用品详见表 10-7。

**表 10-7 本项目拟配备防护用品一览表**

用品名称		规格	数量	单位	备注
个人内照射防护	防护服	XH-9	2	件	0.5mmpb
	防护服	XH-8	2	件	0.5mmpb
	防护裙	TH-6	3	件	0.5mmpb（儿童型）
	防护帽	XH-17	2	顶	0.5mmpb
	防护围领	XH-16	4	条	0.5mmpb
	防护围领	XH-26	3	条	0.5mmpb
场所外照射防护	移动式防护帘	FH-7D	1	台	0.5mmpb

### (3) 配套<sup>68</sup>Ge质控校正源

1) 按要求建立源库和废物库，按照放射源管理的要求，必须在门口张贴“当心电离辐射”警示标识，实行双人双锁，确保其具备“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄滑”的功能。并由专人管理，安装摄像头等监控设施，并

与当地公安“110”联网，以满足“放心放射源工作单位”达标验收的要求。

2) 废源淘汰时，废旧放射源应由生产厂家或有资质的单位及时处置。

## 续表 10 辐射安全与防护

### 10.2 三废的治理

#### 10.2.1 放射性废物

##### (1) 放射性固废

核医学项目产生的放射性固体废物主要有注射器、棉签、废弃的手套、口罩、滤纸、患者使用的一次性杯子等。

1) 严格区分放射性废物与非放射性废物，不可混同处理，应力求控制和减少放射性废物的产生量。

2) 所有放射性固废采用先收集在各自相关工作场所的专用的防护污物桶；污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。污物桶放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。

3) 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时转送贮存室，并放入专用容器中贮存。对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及菱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。每袋废物的表面剂量率应不超过  $0.1\text{mSv/h}$ ，重量不超过  $20\text{kg}$ 。

4) 贮存室的显著位置应设电离辐射警示标志，并建立废物档案和出入贮存室登记与双人双锁管理制度。

5) 放射性废物收集入库贮存时应详细标记核素类型、收集贮存时间，标记信息应清晰易见，在贮存 10 个半衰期（含  $^{18}\text{F}$  的废物须贮存 1 天）并达到清洁解控水平经检测合格后作普通医疗废物处理。其中  $^{18}\text{F}$  的豁免浓度与豁免活度为  $10\text{Bq/g}$  与  $1\text{MBq}$ 。

##### (2) 放射性废水

本项目产生的放射性废水主要有擦拭冲洗受放射性同位素污染物品用水、操作人员进行放射性药物操作后洗涤用水、用药患者的排泄物及其冲洗水等。

本项目放射性放射性废水处理流程图见图10-2。

## 续表 10 辐射安全与防护

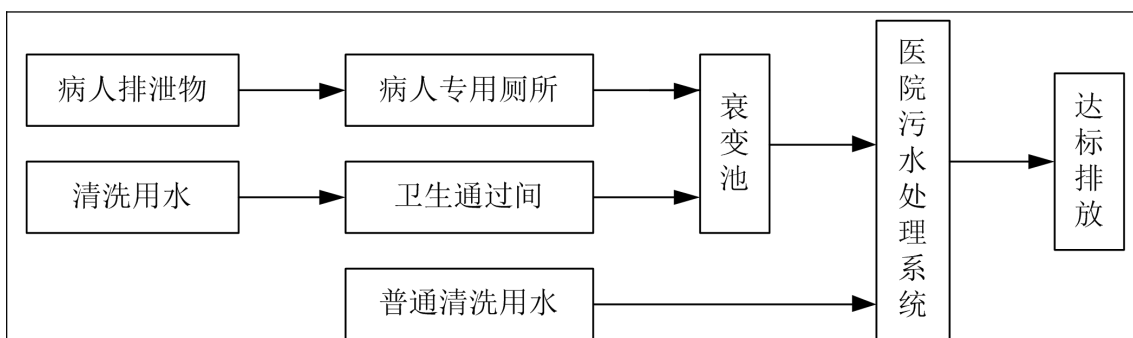


图10-2 放射性废水处理流程图

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ-133-2009）5.2.8，注射或服用放射性药物的门诊患者排泄物不需要统一管理。因此，本次放射性废液的评价重点主要针对日常清洗废水。

本项目每日 PET 检查最多 100 位患者，每位患者注射活度平均为  $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ ，扫描时有 15% 的放射性物质随尿液排出体外。每位患者的洗涤用水约 5L，按每日有 80% 的 PET 检查患者在诊断中心内排尿 1 次，冲洗用水与排泄物共 6L，则 PET 中心每日产生废液为  $100 \times 5 + 100 \times 80\% \times 6 = 980 \text{L} \approx 1 \text{m}^3$ 。本项目计划设置  $4.8 \text{m}^3 \times 3$  个衰变池，每个衰变池至少可贮存 4 天的废水量，三个衰变池拟轮流使用，当第三个衰变池接近满状态时，其内的废水已储存超过 12 天，由于放射性核素  $^{18}\text{F}$  的半衰期为 110min，已经超过 10 个半衰期，放射性活度已衰减为本底水平，理论上已能够满足排放要求，对最后一个衰变池内的废水进行检测。该衰变池能够满足放射性废水的 10 个半衰期的暂存衰变要求。

另外，对未用完已没有医用价值的其它放射性药品（统称废原液），医院要严格控制其产生，根据病人的实际或预计使用量，根据最优化原则，预定放射性药品。对残余的微量药液，应存放在其原容器内，经过 10 个半衰期并达到清洁解控水平经检测合格后作普通医疗废物处理。

## 续表 10 辐射安全与防护

医院衰变池建设应保证池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，应有防渗漏措施。应建立放射性废水衰变池应定期检查制度，防止泄漏。每月排放总活度或每一次排放活度不超过 GB18871-2002 中 8.6.2 规定的限制要求，且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗，每次排放应作记录并存档。

### (3) 放射性废气

PET 中心的放射性气体废物很少，主要是开放性操作放射性药物时挥发产生。因此要求分装药物等操作在通风橱内进行，通风橱内排气口要高出周围最高建筑物，并安装设置过滤装置且根据使用情况定期检查或更换，以保证排出的废气达到环境保护要求（更换下来的滤膜作为固体放射性废物处理），通风橱的风速应大于 1m/s。符合放射性工作场所相关要求。

## 10.2.2 非放射性废物

### (1) 臭氧、氮氧化物等废气

CT、DR 等 X 射线设备机房设有机械排风装置可将设备运行时 X 射线电离空气产生的少量臭氧、氮氧化物排到机房外，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

在建设过程中，未使用放射性同位素，故放射性同位素不会对周围环境造成电离辐射影响。其用量根据医院需求由供货单位提供，并由供货单位承担运输等安全责任。因此提供放射性同位素的过程不会对本院辐射工作人员产生辐射影响。

射线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。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（电磁）辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废物产生。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 拟建Ⅲ类X射线设备：16排CT、双源CT、DR、钼靶机

本项目通过类比监测的评价方法来预测16排CT、双源CT、DR、钼靶机等X射线设备运行后产生的辐射环境影响。

##### （1）类别对象的选取

为了分析了解该项目建成投入运行后对周围环境所造成的辐射影响，本次评价选取了浙江大学医学院附属第二医院目前已投入运行的16排CT、双源CT、DR、钼靶机等X射线设备机房作为类比对象，对其运行时产生的辐射环境影响水平进行监测，模拟类比分析本项目设备机房投入运行后对周围环境产生的影响。

（数据来源：浙江省辐射环境监测站编制的《浙江大学医学院附属第二医院医用放射性同位素及射线装置建设项目（扩建）竣工环境保护验收监测表》，浙环辐验〔2015〕20号）

##### （2）类比可行性分析

表11-1 设备技术参数对比一览表

序号	本项目设备规格		类比对象设备规格	
	设备	技术参数	设备	技术参数
1	DR	150kV、1000mA	DR	150kV、800mA
2	16排CT	120kV、200mA	16排CT	150kV、800mA
3	双源CT	140kV、635mA	双源CT	150kV、800mA
4	钼靶机	33kV、100mA	钼靶机	40kV、300mA

## 续表 11 环境影响分析

表11-2 类比对象设备机房屏蔽防护参数一览表

内容		本项目	浙江大学医学院附属第二医院
防护设施	墙体	2~6mm 铅当量	28cm 混凝土 (3mm 铅当量)
	顶棚	2~6mm 铅当量	16cm 混凝土 (2mm 铅当量)
	防护门	2~6mm 铅当量	内衬 2mmPb
	观察窗	2~6mm 铅当量	2~2.5mm 铅当量

从两个类比对象的设备技术参数以及机房防护屏蔽能力可知, 类比对象与本项目具有很好的可比性。

### (3) 类比监测

浙江大学医学院附属第二医院的钼靶机、16 排 CT、双源 CT、DR 机房的类比监测点位图见图 11-1~图 11-4, 监测结果见表 11-3~表 11-6。

表 11-3 类比项目钼靶机机房周围 X-γ辐射剂量率监测结果

点位序号	监测点位描述	辐射剂量率 (nGy/h)	
		未运行	运行时
△34	观察窗	150	144
△35	工作位	155	156
△36	医生门右门缝外 30cm 处	149	151
	医生门左门缝外 30cm 处	150	150
△37	病人门左门缝外 30cm 处	126	137
	病人门中间外 30cm 处	116	145
	病人门右门缝外 30cm 处	131	128
△38	西墙外 30cm 处	169	--

注: 监测结果未扣除宇宙射线; 监测工况: 35kV、50mA。



图 11-1 类比项目钼靶机机房监测点位图

## 续表 11 环境影响分析

表 11-4 类比项目 16 排 CT 机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

点位序号	监测点位描述	辐射剂量率 (nGy/h)	
		未运行	运行时
△56	观察窗	118	127
△57	工作位	120	151
△58	医生门右门缝外 30cm 处	108	--
	医生门中间外 30cm 处	104	190
	医生门左门缝外 30cm 处	106	296
△59	病人门左门缝外 30cm 处	122	791
	病人门中间外 30cm 处	112	104
	病人门右门缝外 30cm 处	115	102
△60	西墙外 30cm 处	157	--

注：监测结果未扣除宇宙射线；监测工况：125kV、150mAs。

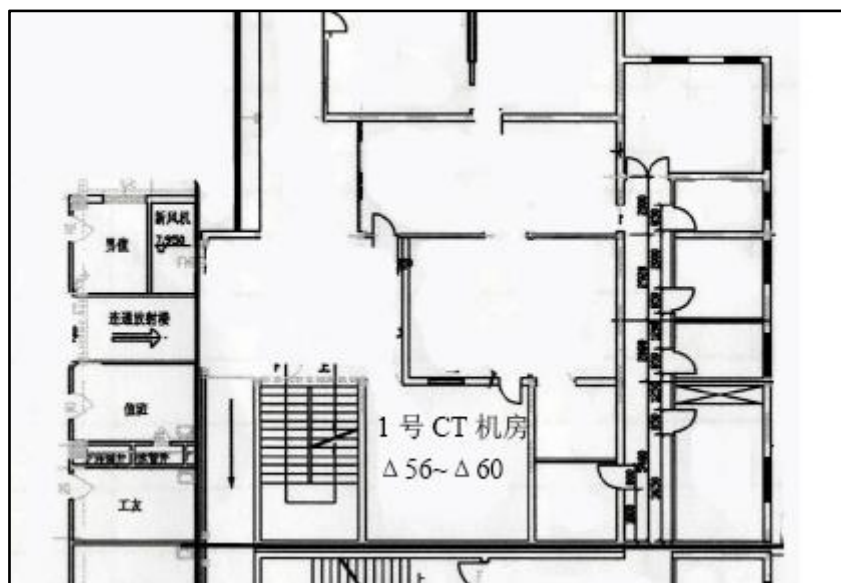


图 11-2 类比项目 16 排 CT 机房监测点位图



## 续表 11 环境影响分析

表 11-5 类比项目双源 CT 机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

点位序号	监测点位描述	辐射剂量率 (nGy/h)	
		未运行	运行时
△77	观察窗	127	409
△78	工作位	129	339
△79	医生门右门缝外 30cm 处	134	139
	医生门中间外 30cm 处	126	128
	医生门左门缝外 30cm 处	126	254
△80	病人门左门缝外 30cm 处	116	140
	病人门中间外 30cm 处	111	121
	病人门右门缝外 30cm 处	124	174
△81	南墙外 30cm 处	125	127
△82	楼上	154	153

注：监测结果未扣除宇宙射线；监测工况：120kV、94mAs。

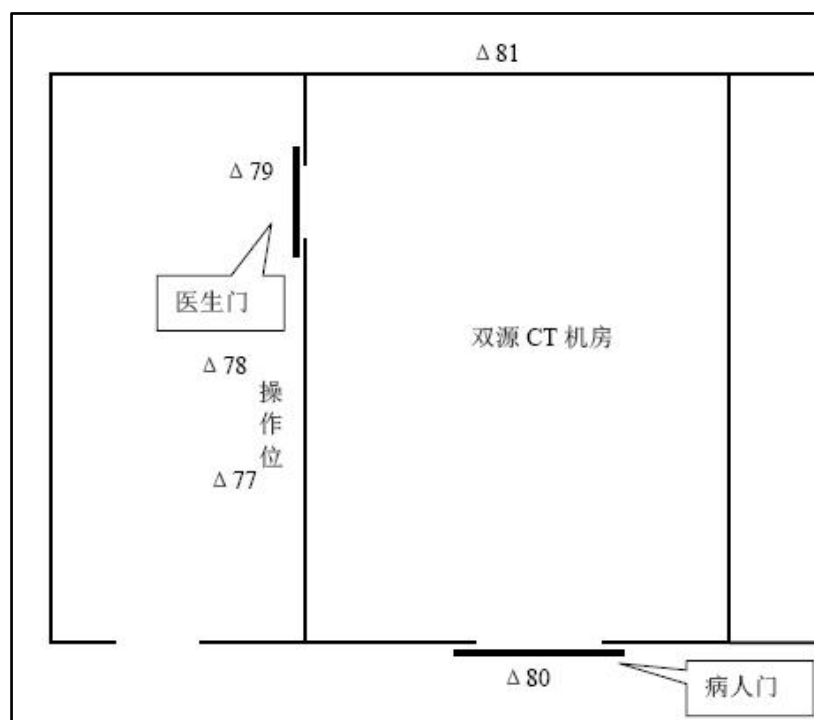


图 11-3 类比项目双源 CT 机房监测点位图

## 续表 11 环境影响分析

表 11-6 类比项目 DR 机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

点位序号	监测点位描述	辐射剂量率 (nGy/h)	
		未运行	运行时
△88	观察窗	112	149
△89	工作位	109	132
△90	医生门右门缝外 30cm 处	111	2020
	医生门左门缝外 30cm 处	109	1900
△91	稍远处工作位	104	315
△92	病人门左门缝外 30cm 处	104	1700
	病人门右门缝外 30cm 处	--	1570
△93	东墙外 30cm 处	119	123

注：监测结果未扣除宇宙射线；监测工况：125kV、8mAs。

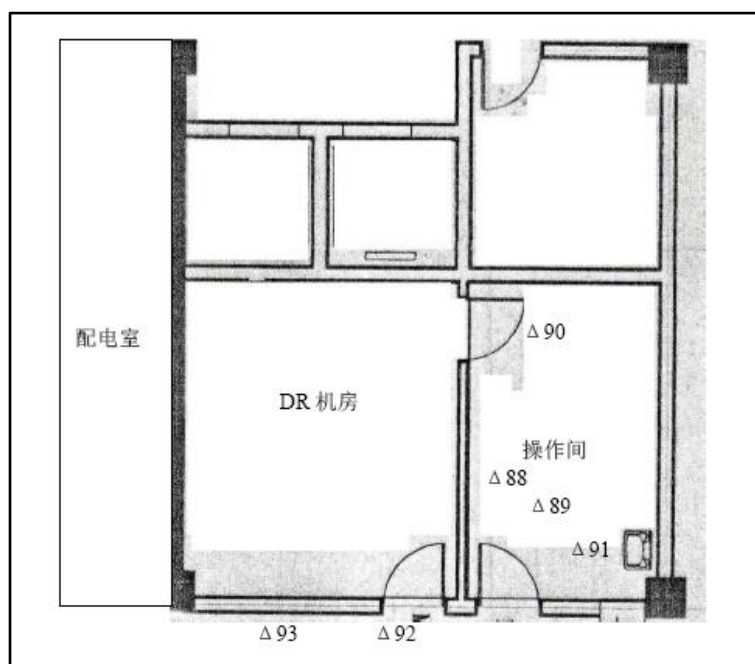


图11-4 类比项目DR机房监测点位图

## 续表 11 环境影响分析

类比项目验收结论：各 X 射线设备在正常运行工况下，辐射工作人员所受的附件年有效剂量低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值（5mSv），符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“剂量限值”的要求；普通 X 光机运行时，公众成员所受的照射来自病人出入门处的射线泄露，但由于公众停留时间较短，所受附加剂量可忽略不计。因此该院的公众成员所接受的额外辐射照射低于管理限值，符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“剂量限值”的要求

因此，本项目设备正常运行时，辐射工作人员和公众成员年有效剂量均能满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“剂量限值”的要求和项目管理目标中剂量约束值（辐射工作人员：5mSv/a；公众成员：0.25mSv/a）的要求。

## 续表 11 环境影响分析

### 11.2.2 拟增电磁设备：MRI（3.0T）、PET-MR

本项目通过类比监测的评价方法来预测MRI、PET-MR等电磁设备运行后产生的电磁辐射环境影响。

#### （1）类别对象的选取

为了分析了解该项目建成投入运行后对周围环境所造成的辐射影响，本次评价选取了浙江大学医学院附属第二医院目前已投入运行的3.0T MRI设备机房作为类比对象，对其运行时产生的射频电磁波环境影响水平进行监测，模拟类比分析本项目设备机房投入运行后对周围环境产生的影响。

（数据来源：浙江省辐射环境监测站编制的《浙江大学医学院附属第二医院医用放射性同位素及射线装置建设项目（扩建）竣工环境保护验收监测表》，浙环辐验〔2015〕20号）

#### （2）类比可行性分析

**表11-7 设备技术参数对比一览表**

序号	本项目		浙江大学医学院附属第二医院	
	设备	技术参数	设备	技术参数
1	MRI	3.0T	MRI	3.0T
2	PET-MR			

**表11-8 设备机房屏蔽防护参数对比一览表**

内容		本项目	浙江大学医学院附属第二医院
防护设施	墙体	0.35mm 铜	0.3mm 铜
	防护门	0.35mm 铜	--
	观察窗	0.35mm 铜	0.3mm 铜网

由上表可知，本项目核磁共振仪机房、设备技术参数与类比对象相当，防护水平与类比对象相当，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。

## 续表 11 环境影响分析

表 11-9 类比项目 MRI 机房周围电磁辐射水平检测结果

机房名称	点位序号	点位描述	电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)
3 号 磁共振机房	★1	观察窗	0.17	未检出
	★2	医生工作位	0.52	未检出
	★3	病房人门	0.29	未检出

类比项目验收监测结论：通过对监测数据分析，在开机状态，电磁场强度未见升高，该机房能满足项目评价标准值（电场强度：5.4V/m，磁场强度：0.015A/m）符合 GB8702-2014《电磁环境控制限值》的要求。

类比项目磁共振机房各监测点位电场强度低于单个项目的评价标准值（电场强度：5.4V/m），磁场强度低于 0.015A/m，符合 GB 8702-2014《电磁环境控制限值》的要求。

本项目拟建的 1 台 MRI（核磁共振仪）及 1 台 PET-MR 中静磁场的最大磁感应强度为 3.0 特斯拉（30000 高斯）。据文献报道，短期内，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静磁场对人员不产生明显的损坏，但静磁场会干扰其他仪器的正常工作，例如心脏起搏器、生物刺激仪和神经刺激器要求小于 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。另外关于静磁场的国家防护标准尚未建立，因此本项目不考虑静磁场对环境的影响问题。

由类比测量结果可知，本项目新建的磁共振机房只要参照类比对象进行屏蔽，设备运行时其周围各测量点位的电场强度、磁场强度低于项目评价标准值（电场强度：5.4V/m，磁场强度：0.015A/m）符合 GB8702-2014《电磁环境控制限值》的要求。

## 续表 11 环境影响分析

### 11.2.3 拟建核医学科乙级工作场所（PET中心）：PET-CT、PET-MR

本项目主要类比监测方法预测 PET 装置设备运行时对其周围的辐射环境影响。

#### （1）类别对象的选取

为了分析了解该项目建成投入运行后对周围环境所造成的辐射影响，本次评价选取了浙江省人民医院目前已投入运行的PET-CT设备机房作为类比对象，对其运行时产生的辐射环境影响水平进行监测，模拟类比分析本项目设备机房投入运行后对周围环境产生的影响。

（数据来源：浙江省辐射环境监测站编制的《浙江省人民医院PET-CT、DSA、伽马刀等医用辐射装置建设项目（迁扩建）竣工环境保护验收监测表》，浙环辐验〔2016〕22号）

#### （2）类比可行性分析

**表11-10 浙江省人民医院PET-CT放射性同位素使用量一览表**

序号	放射性同位素	日最大操作量(Bq)	年最大操作量(Bq)
1	<sup>18</sup> F	4.0×10 <sup>11</sup>	2.0×10 <sup>13</sup>

**表11-11 浙江省人民医院PET-CT密封源使用情况一览表**

序号	核素名称	放射性活度(Bq)	数量(枚)	放射性活度(Bq)	数量(枚)	贮存地点
1	<sup>68</sup> Ge	4.6×10 <sup>7</sup>	2	9.3×10 <sup>7</sup>	1	PET-CT 机房

**表11-12 浙江省人民医院PET-CT工作场所屏蔽防护情况一览表**

设备	场所位置	项目	防护屏蔽设施
PET-CT	机房	墙体	24cm 实心砖+2mm 铅当量防护材料
		楼板	30cm 混凝土
		观察窗	3mm 铅当量
		防护门	铜板内衬防护门(相当于 0.5mm 厚铜板)
	分装台	通风柜	4mm 铅当量的铅玻璃

由上表可知，类比对象浙江省人民医院 PET-CT 项目中 <sup>18</sup>F 核素操作量比本项目大、屏蔽防护水平比本项目低，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。

## 续表 11 环境影响分析

### (3) 类比监测结果

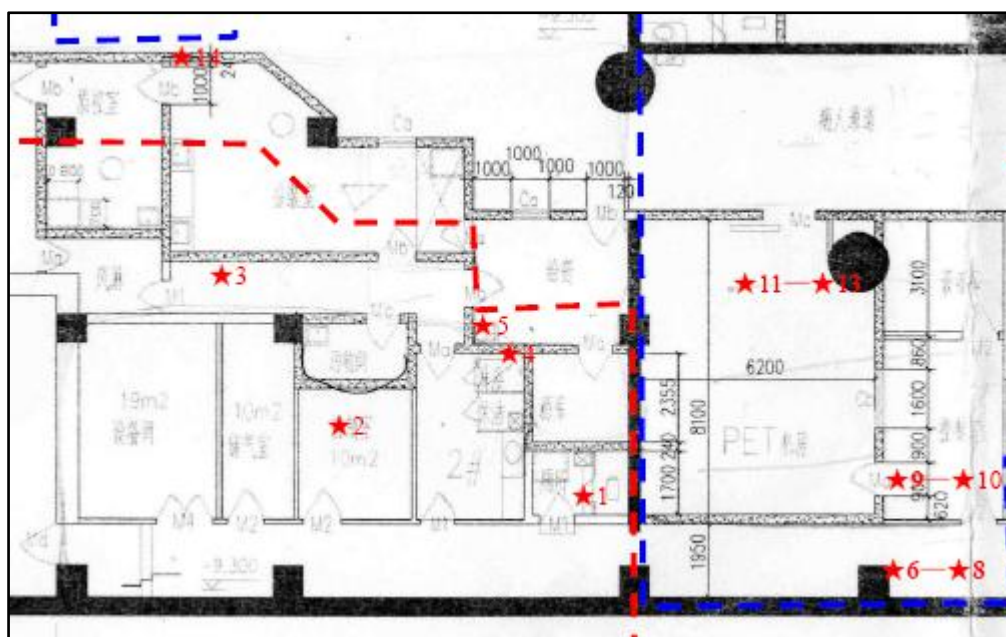


图 11-4 类比项目 PET-CT 工作场所监测点位图

表 11-12 类比项目 PET-CT 工作场所 $\gamma$ 剂量当量率监测结果

点位序号	点位描述		$\gamma$ 剂量当量率 (nSv/h)	
			未运行时	运行时
★4	注射 $7\text{mCi}^{18}\text{F}$ 时, 护士铅衣后		--	35000
★6	运行时, 内 有一名注射 $6.5\text{mCi}^{18}\text{F}$ 的病人	医生出入门左缝外 30cm 处	--	575
★7		医生出入门右缝外 30cm 处	--	562
★8		医生出入门中间外 30cm 处	--	389
★9		机房操作位	--	195
★10		机房观察窗	--	218
★11		病人出入门左缝外 30cm 处	--	478
★12		病人出入门右缝外 30cm 处	--	599
★13		病人出入门中间外 30cm 处	--	600
★14	PET-CT 候诊室门口		--	13000

## 续表 11 环境影响分析

表 11-13 类比项目 PET-CT 工作场所β表面污染监测结果

序号	测点描述	β 表面污染(Bq/cm <sup>2</sup> )
1	病人洗手间地面	2.3
2	PET 给药处台面	2.2
3	PET-CT 室地面	未检出
4	污物间地面	未检出

表 11-14 类比项目 PET 校准源γ剂量当量率监测结果

点位描述	γ剂量当量率 (nSv/h)	
	平均值	标准差
<sup>68</sup> Ge 校准源贮罐表面 5cm 处	418	2
<sup>68</sup> Ge 校准源贮罐表面 30cm 处	239	1
<sup>68</sup> Ge 校准源贮罐表面 1m 处	185	2

类比项目验收监测结论:

①根据监测结果理论估算及该院辐射工作人员个人剂量检测报告:该院核医学科操作人员所受有效剂量低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值(5mSv),符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求。医院对核医学科严格管理,使公众成员不会到达控制区与监督区,同时该院的病人一般均为门诊病人,如无特殊情况,即有病人专门出口离开,一般不住院,因此公众成员不会在该院受到额外的辐射照射。

②PEC 给药处、PET 给药处台面、病人洗手间地面、污物间地面等处的β表面污染均低于 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中所规定的控制区限制要求。

③密封源表面剂量当量率水平与本底水平相比,未见明显升高,且密封源较少使用,平时均存放于贮源罐中。因此,操作密封源的辐射工作人员所接受剂量可忽略,低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值(5mSv),符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“剂量限值”的要求。医院对密封源有严格的管理,使公众成员不会受到密封源贮存室及 PET 室内,因此公众成员不会在该院受到密封源额外的辐射照射。

由于本项目新建的 PET 工作场所屏蔽防护情况比类比项目要略高,由类比



## 续表 11 环境影响分析

测量结果可知,只要充分落实本报告提出的各项污染防治措施和规章制度的前提下,本项目设备正常运行时,辐射工作人员和公众成员年有效剂量均能满足GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“剂量限值”的要求和项目管理目标中剂量约束值(辐射工作人员:5mSv/a;公众成员:0.25mSv/a)的要求。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 拟增Ⅲ类射线设备:CT、DR、钼靶机、PET-CT

##### (1) 事故工况

医院拟使用的CT、DR、钼靶机、PET-CT等设备属于Ⅲ类射线装置,主要有以下可能的事故工况:

1) 工作人员或受检者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。

##### (2) 事故预防措施

1) 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。

2) 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。

3) 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等是否正常。如果失灵,应立即修理,恢复正常。

#### 11.3.2 拟增电磁设备:MRI、PET-MR

##### (1) 事故工况

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。

## 续表 11 环境影响分析

### (2) 事故预防措施

- 1) 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。
- 2) 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。

### 11.3.3 乙级非密封源工作场所

#### (1) 事故工况

在放射性同位素操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能会对近距离接触人员造成放射性损伤和环境污染，本项目主要事故风险为：

- 1) 辐射工作人员违反操作规程或误操作，造成意外照射和辐射污染；
- 2) 注射器排气时挤出放射性药物、注射器有损漏以及注射针头没有装牢固，造成 $\gamma$ 射线泄漏及放射性核素泼洒或散逸挥发，操作台面或仪器设备受到放射性沾污；
- 3) 工作人员误操作导致放射性药物的泼洒，使操作台面、生产场所或仪器设备等受到放射性沾污，人员受到意外照射；
- 4) 由于管理工作不到位导致放射性药物丢失、被盗，公众有可能在不知情的情况下受到超剂量的 $\gamma$ 射线照射。或密封源丢失，本项目使用密封源为 V 类密封源，丢失事故属于一般事故。

#### (2) 预防措施

- 1) 医院应设有专门贮存放射性物品房间，加强管理，实行双人双锁。
- 2) 当发生液态放射性药物泼洒导致的表面沾污事故时，应及时去污，如：迅速用吸附衬垫吸干溅洒的液体，以防止污染扩散。应注意从污染区的边沿向中心擦抹，直到擦干污染区。去污结束后，需用表面污染监测仪测量污染区，如果 $\beta$ 表面污染大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到去污控制标准，这时应用酒精浸湿药棉或纸巾擦拭，直到该污染区 $\beta$ 表面污染小于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 为止。
- 3) 对病人治疗剂量，医院工作人员应严格核算和控制，避免因剂量估算出错而引起的过量照射。

针对以上可能发生的事事故风险，医院应根据发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，制定辐射事故应急方案。

## 续表 11 环境影响分析

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。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 机构设置情况

按照《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》等要求，杭州全景医学影像诊断中心应成立相应的放射诊疗安全与防护管理机构，并以文件形式明确了各成员管理职责。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

该项目属于新建项目，按照《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》等的要求，医院需要制定相应的规章制度：《辐射防护安全管理工作制度》《辐射设备安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射设备台帐登记管理制度》《自行检查和年度评估制度》《设备检修和维护制度》《辐射防护清单》《监测方案》《辐射事故应急预案》《辐射工作人员健康管理和培训制度》《放射诊疗许可证管理制度》《放射源管理台账》《受检者放射危害告知与防护制度》等

上述制度须符合国家法律法规的要求，医院应根据实际情况不断补充完善各种辐射环境管理规章制度，相关辐射安全管理规章制度应张贴于工作现场。

#### 12.2.1 安全培训及健康管理

(1) 辐射工作人员应参加有资质单位组织的辐射安全与防护培训并取得初级以上培训合格证后方可上岗，并按每4年一次的要求进行再培训。

(2) 医院应为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，个人剂量计每3个月送有资质单位检测一次，并建立个人剂量档案。

(3) 医院应组织辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查，放射工作人员在岗期间职业健康检查的周期为1年~2年，但不得超过2年，必要时，可适当增加检查次数。辐射工作人员离开工作岗位的也应进行职业健康检查。企业应在工作人员年满75岁之前，为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存30年。

## 续表 12 辐射安全管理

### 12.3 辐射监测

#### 12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及 GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》、GBZ120-2006《临床核医学放射卫生防护标准》等相关要求,使用放射性同位素及射线装置的单位应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。

医院应为每位辐射工作人员配备个人剂量计、同时还应配备相应的个人剂量报警仪、表面污染监测仪、辐射剂量巡测仪等仪器用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警和非密封放射性物质工作场所表面污染水平的检测以及各辐射工作场所周围的辐射水平进行巡测。

#### 12.3.2 监测方案

(1) 工作场所及周围环境检测:辐射设备机房建成后应由有资质的技术服务机构进行验收检测;投入使用后每年至少应对其工作场所及其周围环境进行 1 次常规检测。

(2) 年度评估报告:辐射工作单位应当编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告,于每年 1 月 31 日前报原发证机关。

(3) 个人剂量检测:辐射工作人员工作时应佩戴个人剂量计,并定期(一季度 1 次)送有资质部门进行监测,并建立个人剂量档案,加强档案管理。

### 12.4 辐射事故应急

杭州全景医学影像诊断中心应针对辐射设备运行中可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案,应急预案内容应包括:

- (1) 应急机构和职责分工;
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备;
- (3) 应急演习计划及应急程序、应急的具体人员及联系电话等;

## 续表 12 辐射安全管理

(4) 辐射事故分级与应急响应措施；

(5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，医院应立即启动本单位的辐射事故的应急预案，采取应急措施，并在事故发生 2 小时内向当地县（市、区）或者设区的市环境保护部门、公安部门报送辐射事故初始报告；造成或者可能造成人员辐射伤害的，还应同时向当地向卫生部门报告。

因此，医院应按相关法律法规规定完善并加强管理，使辐射装置始终处于受控状态。

### 12.5 其他

(1) 本项目环评报批后，医院需及时向相关部门申领辐射安全许可证。

(2) 医院须在取得辐射安全许可证后，才能进行辐射设备的试运行，并在投入试运行 3 个月内申请竣工验收。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践的正当性

杭州全景医学影像诊断中心拟开展 CT、DR、MRI、PET-CT 等辐射设备应用项目，目的在于开展医学放射诊疗，对保障人民群众身体健康、拯救生命起着非常重要的作用。医院使用辐射设备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，因此该院医用放射性同位素及辐射装置应用项目的建设和运行符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中辐射防护“实践的正当性”的要求。

#### 13.1.2 选址、布局的合理性

该院拟建DR、CT、钼靶机、PET-CT、MRI等位于一层~三层，根据辐射环境影响分析，各机房屏蔽能力均能满足相关要求，各辐射装置的使用不会对周围环境产生辐射影响，故本项目的选址是可行的。

各辐射工作场所均按照GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求设置了控制区及监督区，设备机房均避免了有用线束直接照射门、窗和管线口，设备机房与控制室分开设置，射线机房面积均符合GBZ130-2013《医用X射线诊断放射防护要求》等相关要求。

核医学工作场所的平面布局对放射性与非放射性工作场所严格分开，不同放射性操作或污染水平的工作场所严格分开。本项目医护人员与患者有各自独立的通道，诊断用给药室与检查室分开、注射候诊区设置有注射后病人专用厕所。控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉感染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射。该场所布局能够满足GB120-2006《临床核医学放射卫生防护标准》中关于临床核医学工作场所对于布局的要求以及GB11930-2010《操作非密封源的辐射防护规定》中关于安全操作的要求，因此本项目工作场所布局基本合理。

#### 13.1.3 辐射防护的屏蔽能力

杭州全景医学影像诊断中心拟增的CT、DR、钼靶机等射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度满足GBZ130-2013《医用X射线诊断放射防护要求》规定。根据类比监测可知，拟增的MRI设备机房辐射防护屏蔽能力满足GB8702-2014《电磁

## 续表 13 结论与建议

环境控制限值》的要求。

### 13.1.4 辐射防护安全措施

#### (1) 各射线机房

- 1) 各机房辐射防护屏蔽能力均应能满足辐射环境保护要求。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 各机房应设置工作指示灯，各机房门均有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。
- 5) 机房门外应张贴电离辐射或电磁辐射警告标志及其中文警示说明。
- 6) 各机房操作位应张贴相应的操作规程。
- 7) 机房受检者出入门外 1m 处应设置黄色警戒线，告戒无关人员请勿靠近。
- 8) 医院应为每位辐射工作人员配备个人剂量计，应配备个人剂量报警仪及辐射巡测仪等辐射监测设备。
- 9) 医院应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。
- 10) 医院应配备符合防护要求的辅助防护用品，能满足现有开展放射项目的防护要求。

#### (2) 核医学科

- 1) 在对核医学科用房装修时，控制区与监督区的地面与工作台面均应易清洗，同时加强室内通风，以有利于表面污染的防治。
- 2) 放射性废水
  - ①对放射性废水衰变池应建立定期检查制度，防止泄露。
  - ②放射性废水排放前，须对池水取样检测，确认池中废水放射性活度，并做好排放记录。



## 续表 13 结论与建议

### 3) 放射性固体废物

①严格区分放射性废物与非放射性废物，不可混同处理，应设置放射性废物暂存库，力求控制和减少放射性废物产生量。

②核医学科相关工作场所的放射性固体废物收集在专用污物桶内，再将污物桶内的固体废物连同垃圾袋存放到放射性废弃物库内，集中收储10个半衰期后再与医院的其他固体废物一起作为普通的医疗垃圾处理。用来收集放射性固体废物的专用污物桶须贴上电离辐射标志，并把受不同核素污染的固体废物分开收储，每次收集时收集袋表面应贴上标签，标明物品及最后一天的收集时间。

③供收集的专用污物桶应具有外防护层和电离辐射标志。

④内装注射器及碎玻璃等物品的废物袋应附加不易刺破的外套(如硬牛皮纸外套)。

⑤污物桶放置于废物贮存室内，应避开工作人员作业和经常走动的地方。

⑥做好放射性废物登记制度，记录收储时间、处置时间，处置人员，建立台帐，为后续调查提供方便，并贮存于废物库内，由专人负责管理。

### 4) 放射性废气

操作放射性药物所使用的通风橱，工作中应有足够风速(一般风速不小于1m/s)，排气口应位于楼顶，高于本建筑屋脊。采取上述措施后将符合GB2120-2006《临床核医学卫生防护标准》的要求。

5) 存放放射性物品的分装室应安装防盗门和防盗报警装置，有专人负责看管，确保放射性药品的安全。

6) 医院应制定PET-CT、PET-MR操作规程，并张贴在工作现场处。

7) 医院应配备各符合防护要求的辅助防护用品。

8) 工作人员操作后离开放射性工作室前应洗手和进行表面污染监测，如其污染水平超过6818871规定值，应采取相应的去污措施。

9) 机房应设置工作指示灯，机房门外应张贴电离辐射警告标志及其中文警示说明。

10) 在放射性工作场所不得进食、饮水、吸烟，也不得进行无关工作及存放无关物品。

## 续表 13 结论与建议

11) 在病人等候区内张贴告知, 告知病人受药后应注意的事项, 避免引起不必要的照射。

### (4) 配套<sup>68</sup>Ge校正源

1) 要求注射源库和废物库, 按照放射源管理的要求, 必须在门口张贴电离辐射警示标志, 实行双人积锁, 确保其具备“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄洩”的功能。并由专人管理, 安装摄像头等监控设施, 并与110联网, 以满足“放心放射源”达标验收的要求。

2) 废源淘汰时, 废旧放射源应由生产厂家或有资质的单位及时处置。

### 13.1.5 辐射环境影响结论

#### (1) III类射线装置——CT、DR、钨靶机

类比监测分析可知CT、DR、钨靶机等X射线设备正常运行时, 辐射工作人员及公众成员年有效剂量满足GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“剂量限值”的要求和项目管理目标中剂量约束值的要求(辐射工作人员: 5mSv/a, 公众成员: 0.25mSv/a)。

#### (2) 电磁辐射设备——MRI

类比监测分析可知电磁设备MRI正常运行时, 其机房周围各测量点位电场强度、磁场强度均低于项目评价标准值(电场强度: 5.4V/m, 磁场强度: 0.015A/m)符合GB8702-2014《电磁环境控制限值》的要求。

#### (3) 核医学科乙级工作场所——PET-CT、PET-MR

类比监测分析可知PET-CT、PET-MR设备正常运行时, 辐射工作人员及公众成员年有效剂量满足GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“剂量限值”的要求和项目管理目标中剂量约束值的要求(辐射工作人员: 5mSv/a, 公众成员: 0.25mSv/a)。

### 13.1.6 放射性废物处理结论

杭州全景医学影像诊断中心核医学科设置放射性污染物暂存库和衰变池, 核素诊断和治疗过程中所产生的放射性废水、固体放射性废物收集后自然衰变十个半衰期检测合格后作为普通医疗废水、普通医疗废物处理; 核医学科核素操作区

## 续表 13 结论与建议

域设计通风系统,核素操作过程中挥发产生的少量放射性废气通过专用通风管道排出室外,通风口高于本建筑物屋脊,通风口设置活性炭过滤装置和雨帽。该院放射性废物收集和处理方法基本合理,放射性废物处置得当,符合环境保护要求。

### 13.1.7 辐射环境管理制度

按照《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》等要求,杭州全景医学影像诊断中心应成立相应的放射诊疗安全与防护管理机构,并以文件形式明确了各成员管理职责。制定相应的管理辐射环境规章制度:《辐射防护安全管理工作制度》《辐射设备安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射设备台帐登记管理制度》《自行检查和年度评估制度》《设备检修和维护制度》《监测方案》《辐射事故应急预案》《辐射工作人员健康管理和培训制度》《放射诊疗许可证管理制度》《影像诊断质量保证方案》《受检者放射危害告知与防护制度》等,相应的操作规程应张贴于工作现场处。

### 13.1.8 安全培训及健康管理

(1) 新上岗的辐射工作人员必须参加有资质单位的辐射安全与防护培训,经考核合格并取得相应上岗证后才能上岗,并按每4年一次的要求进行再培训,同时医院也应为其建立个人剂量档案和职业健康档案。

(2) 医院应为每位辐射工作人员配备个人剂量计,个人剂量计每3个月送有资质单位检测一次,建立个人剂量档案,并加强档案管理。

(3) 医院应组织辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查,放射工作人员在岗期间职业健康检查的周期为1年~2年,但不得超过2年,必要时,可适当增加检查次数。辐射工作人员离开工作岗位的也应进行职业健康检查。企业应在工作人员年满75岁之前,为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后,其照射记录至少要保存30年。

### 13.1.9 环保可行性结论

综上所述,杭州全景医学影像诊断中心在充分落实本报告提出的各项污染防治措施和规章制度的前提下,本次医用放射性同位素应用项目对周围环境的影响符合辐射环境保护的要求,故从辐射环境保护角度论证,本项目的建设和运行是可行的。

## 续表 13 结论与建议

### 13.2 建议和承诺

(1) 在取得辐射安全许可证后方可正式使用辐射装置，项目投入试生产（试运行）后三个月内向环保部门申请竣工环保验收。

(2) 医院应加强对本单位辐射装置安全和防护状况的日常检查；应当对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估。发现安全隐患的，应当立即进行整改。

(3) 医院应建立有关工作台账：放射性核素使用及射线装置台账、防护用品和监测仪器台账、设备使用登记、维护维修记录、日常工作检查记录等，加强档案管理。

(4) 运行后加强“三废”的管理，尽量减少放射性废物的排放。

(5) 根据运行经验，不断完善事故应急预案，并在适当时候组织应急演练。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年 月 日

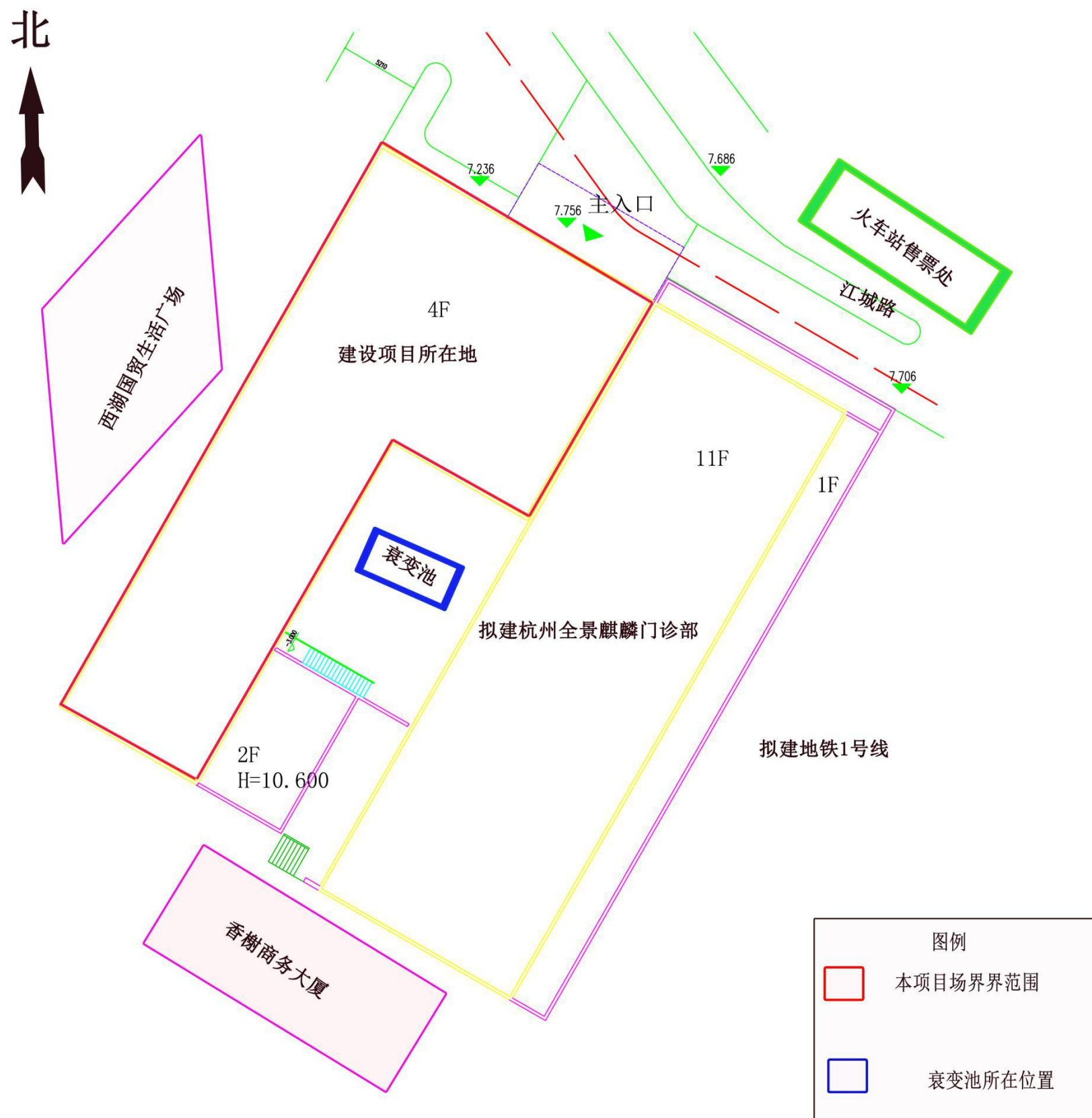
续表 14 审批

审批意见：

经办人

公章

年 月 日

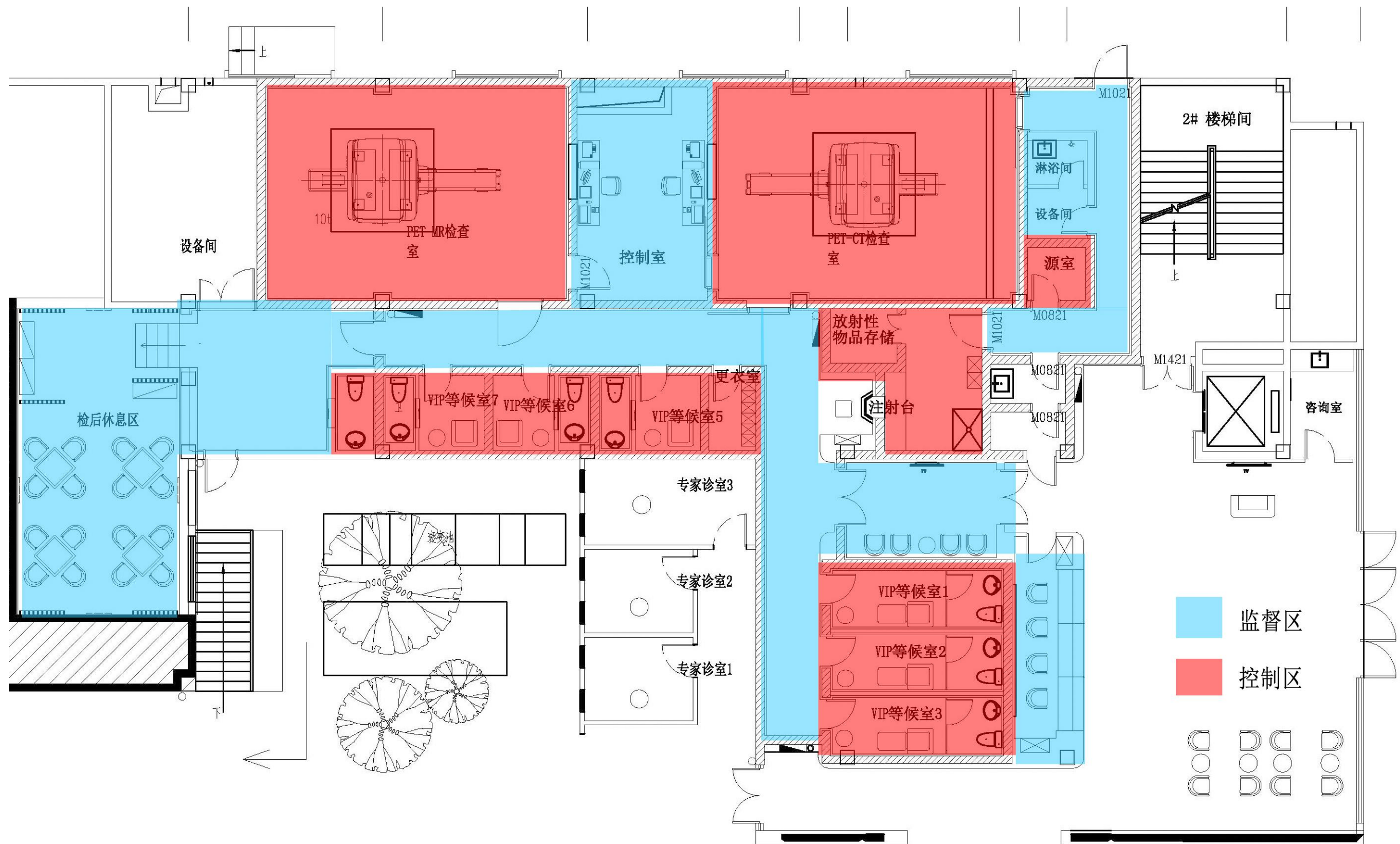


附图1 医院地理位置及周围环境示意图



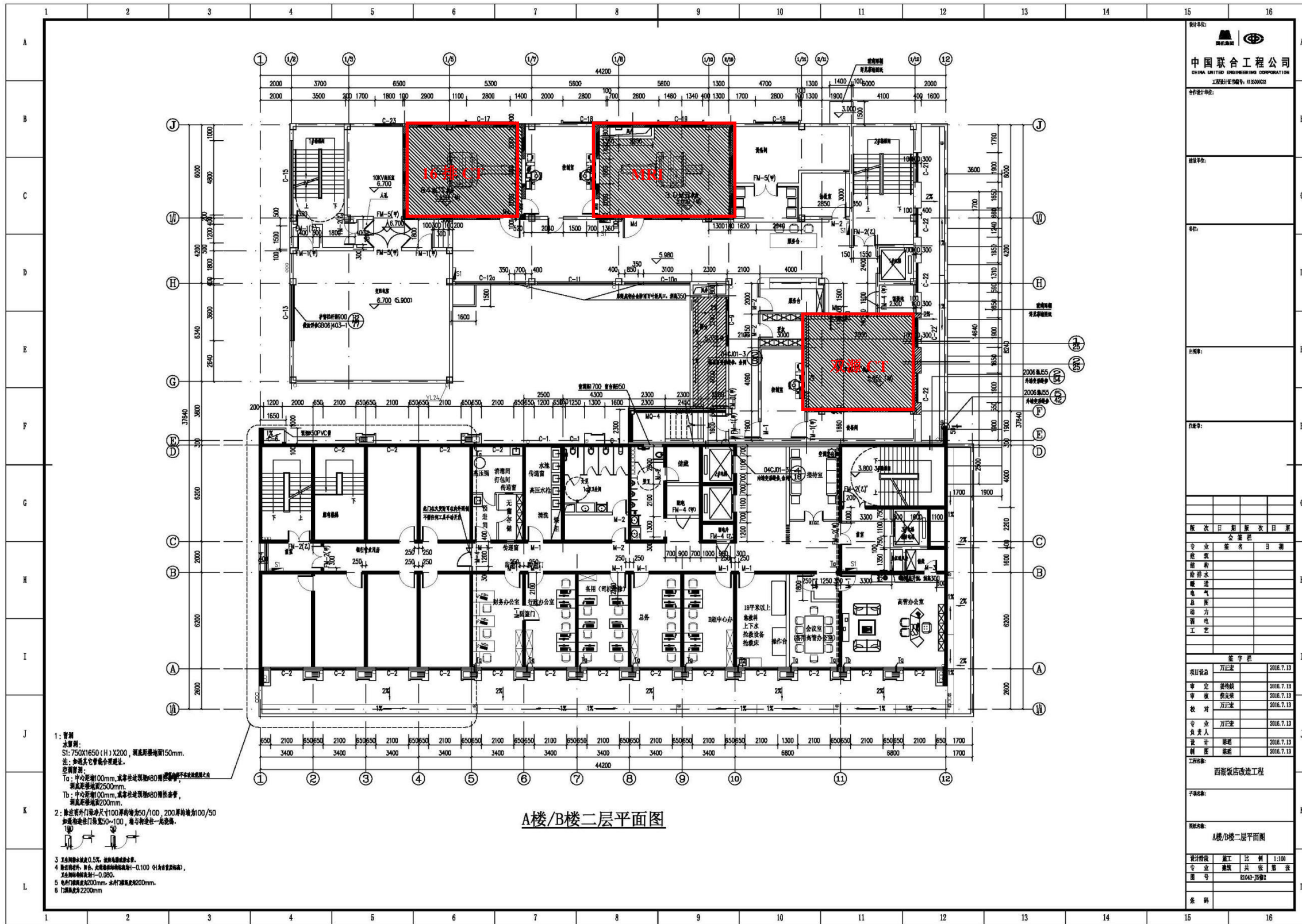
附图2 辐射环境影响评价范围图

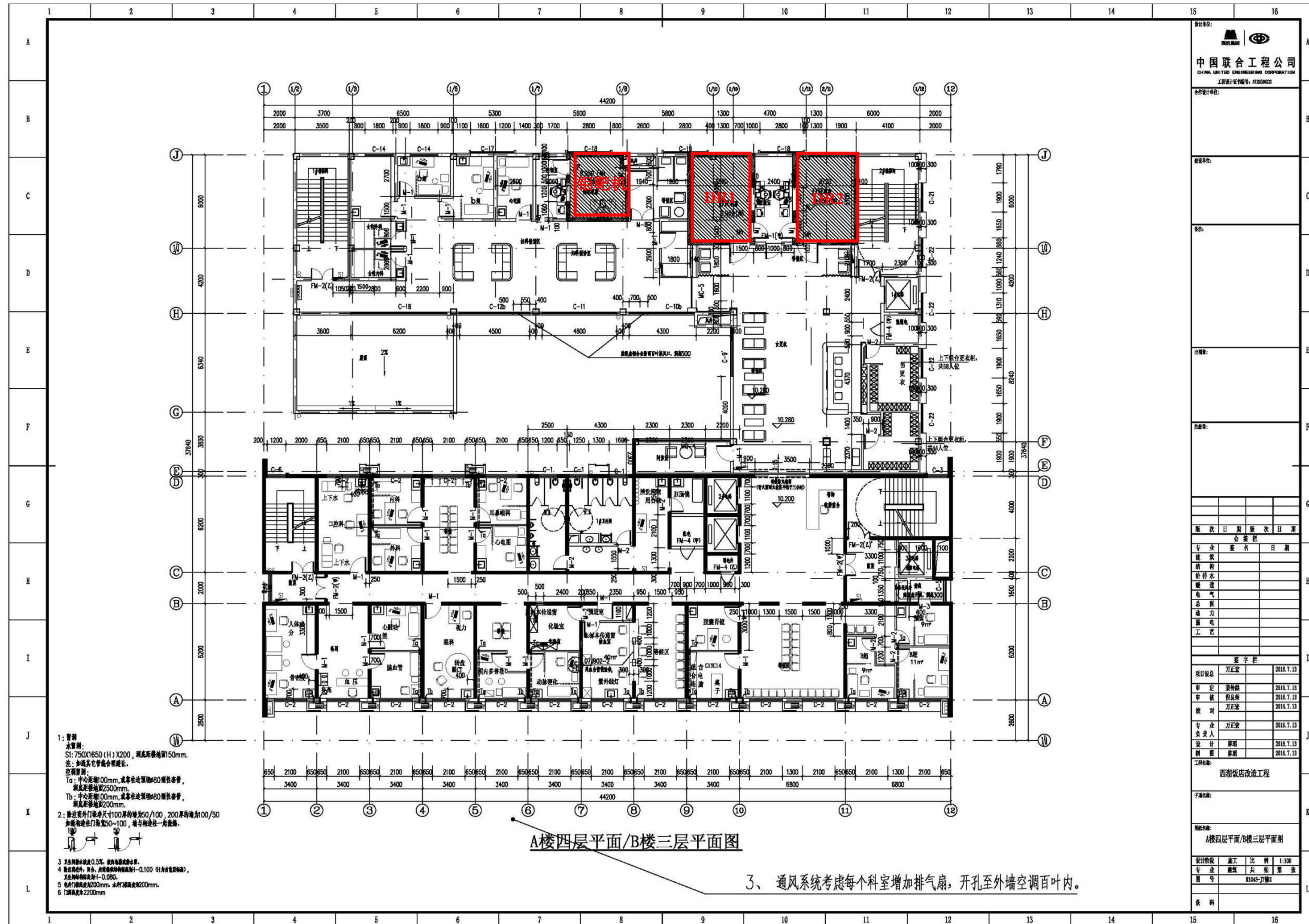




附图3 核医学工作场所三区分布图







设计单位:  
 中国联合工程公司  
 CHINA UNITED ENGINEERING CORPORATION  
 工程资质证书编号: H3300202

设计日期:  
 设计人:  
 审核人:  
 批准人:

版次	日期	修改内容
1	2018.7.13	方案设计
2	2018.7.13	专业审核
3	2018.7.13	审核
4	2018.7.13	校对
5	2018.7.13	专业负责人
6	2018.7.13	设计
7	2018.7.13	制图

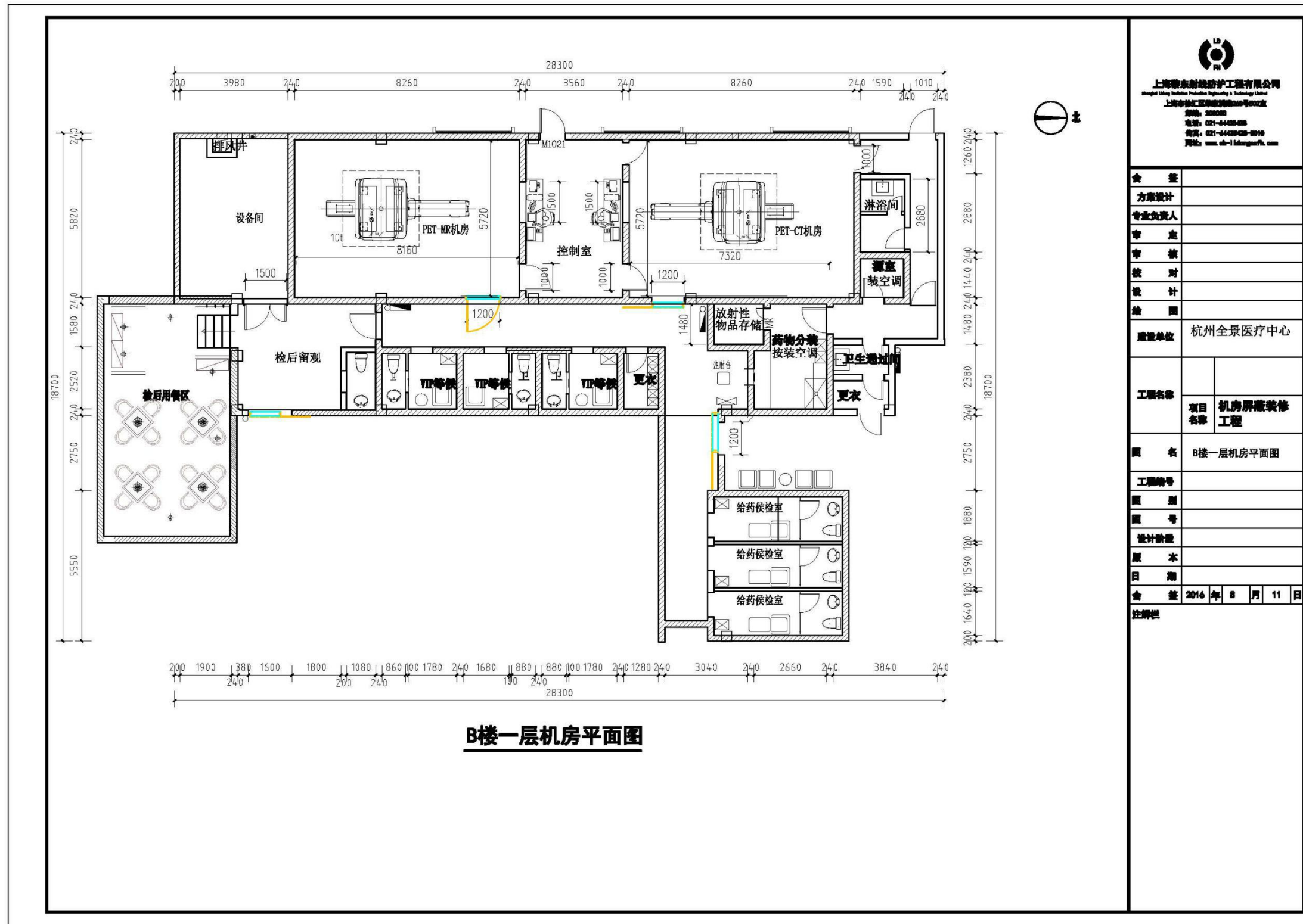
工程名称: 西港饭店改造工程


子项名称: A楼四层平面/B楼三层平面图

设计日期: 2018.7.13  
 设计人: 万正波  
 审核人: 程安祥  
 批准人: 万正波  
 设计: 程安祥  
 制图: 程安祥

附图 6 B楼三层平面布置图





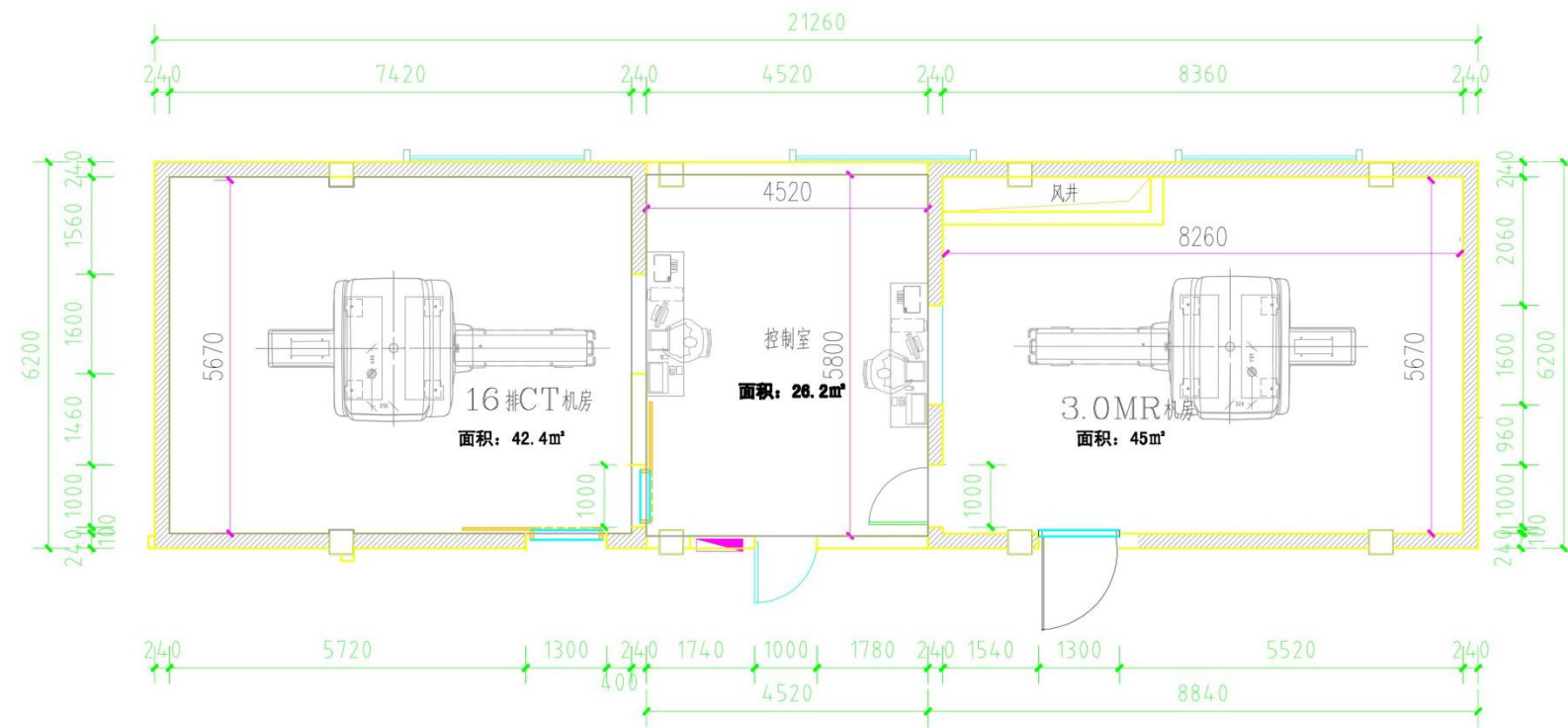
 上海东辐射防护工程有限公司 Shanghai East Radiation Protection Engineering Co., Ltd. 上海市徐汇区肇嘉浜路1000号002室 邮编: 200030 电话: 021-64284288 传真: 021-64284288-8018 网址: www.sh-114.com.cn	
会 签	
方案设计	
专业负责人	
审 定	
审 核	
校 对	
设 计	
绘 图	
建设单位	杭州全景医疗中心
工程名称	项目 机房屏蔽装修工程
图 名	B楼一层机房平面图
工程编号	
图 册	
图 号	
设计阶段	
版 本	
日 期	
会 签	2016 年 8 月 11 日
注册证	

附图 8 一层 PET 中心机房平面布置图



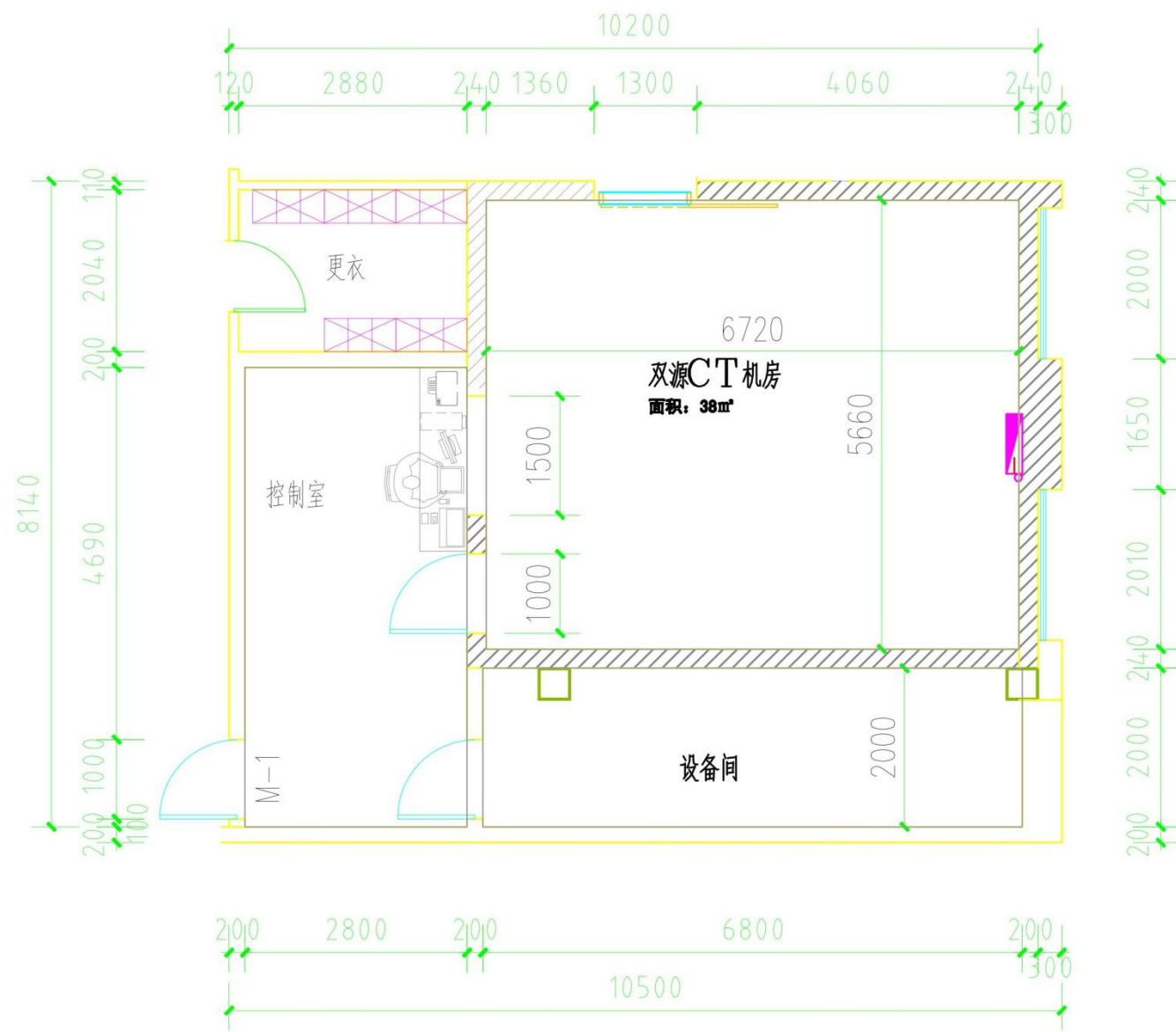
上海凌东射线防护工程有限公司  
 Shanghai Lingdong Radiation Protection Engineering & Technology Limited  
 上海市徐汇区肇嘉浜路289号902室  
 邮编: 200030  
 电话: 021-94438428  
 传真: 021-94438429-8010  
 网址: www.sh-116engrpf.com

会 签	
方案设计	
专业负责人	
审 定	
审 核	
校 对	
设 计	
绘 图	
建设单位	杭州全景医疗中心
工程名称	项目 机房屏蔽装修工程
图 名	B楼二层16排CT、3.0 MR机房平面图
工程编号	
图 别	
图 号	
设计阶段	
版 本	
日 期	
会 签	2018 年 8 月 11 日
注册栏	



**B楼二层16排CT、3.0MR机房平面图**

附图9 二层 CT、MRI 机房平面布置图



**B楼二层双源CT机房平面图**

 上海浦东辐射防护工程有限公司 Shanghai East Radiation Protection Engineering Co., Ltd. 上海市徐汇区肇政路200号402室 邮编: 200030 电话: 021-64438488 传真: 021-64438488-8010 网址: www.sh-11dangqf.com	
会 签	
方案设计	
专业负责人	
审 定	
审 核	
校 对	
设 计	
绘 图	
建设单位	杭州全景医疗中心
工程名称	项目 名称 机房屏蔽装修 工程
图 名	B楼二层双源CT机房 平面图
工程编号	
图 别	
图 号	
设计阶段	
版 本	
日 期	
会 签	2018 年 8 月 11 日
注解栏	

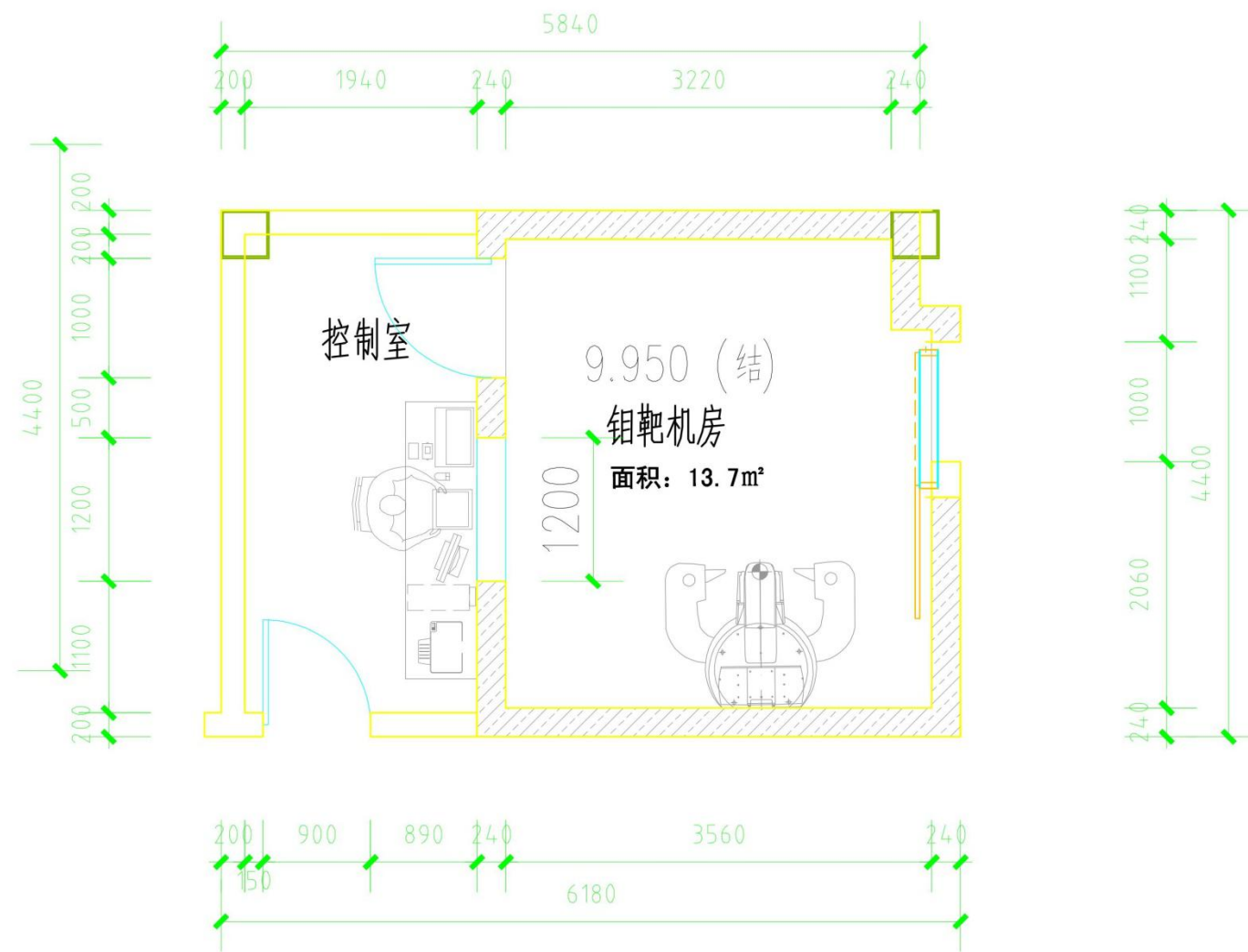
附图 10 二层双源 CT 机房平面布置图





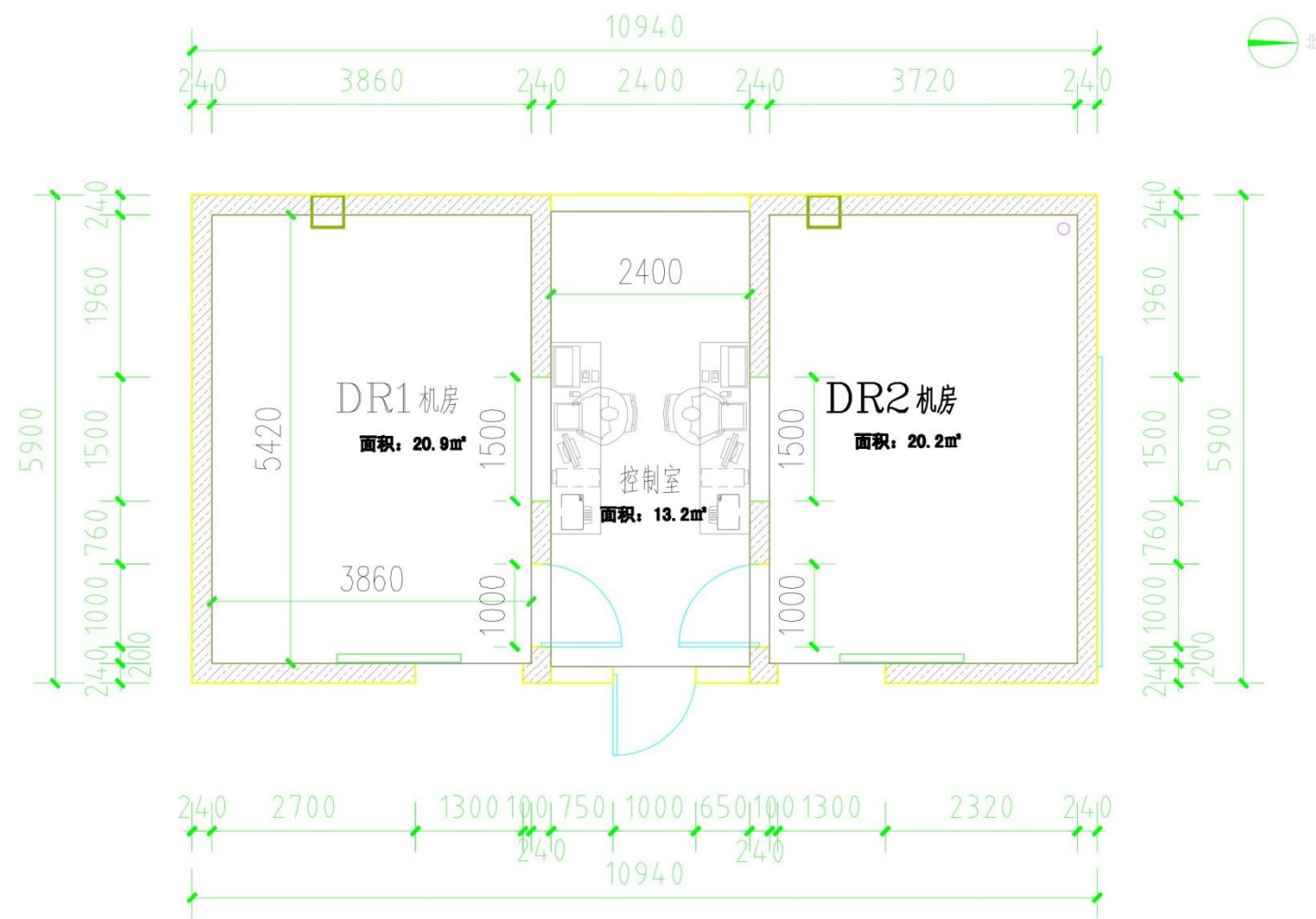
上海睿东射线防护工程有限公司  
 Shanghai Lida Radiation Protection Engineering & Technology Co., Ltd.  
 上海市徐汇区东安路200号902室  
 邮编: 200030  
 电话: 021-64435438  
 传真: 021-64435439-8010  
 网址: www.sh-rldesign.com

会 签	
方案设计	
专业负责人	
审 定	
审 核	
校 对	
设 计	
绘 图	
建设单位	杭州全景医疗中心
工程名称	机房屏蔽装修工程
项目名称	机房屏蔽装修工程
图 名	B楼三层钼靶机房平面图
工程编号	
图 别	
图 号	
设计阶段	
版 本	
日 期	
会 签	2016 年 8 月 11 日
注解栏	



**B楼三层钼靶机房平面图**

附图 11 三层钼靶机房平面布置图



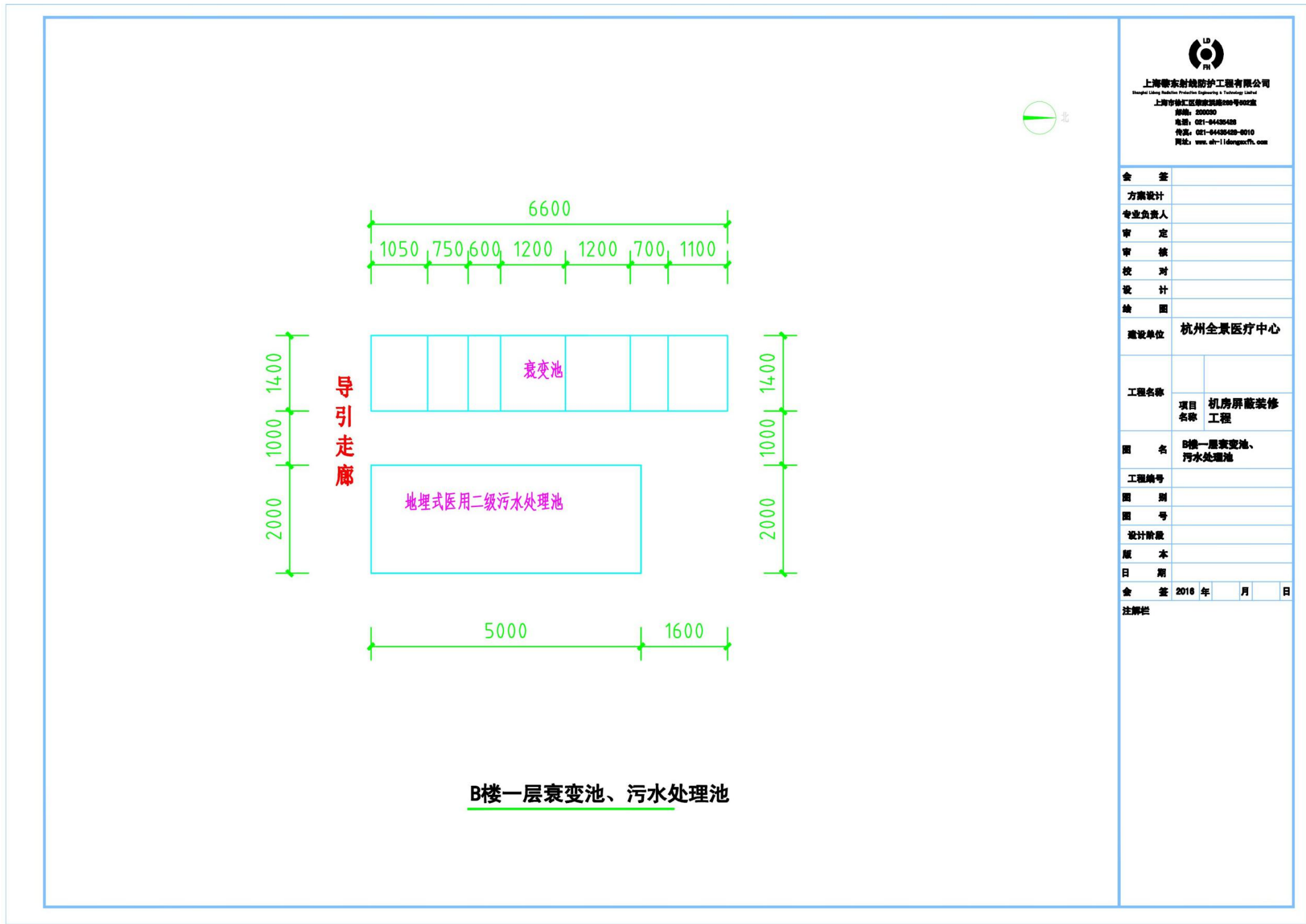
**B楼三层DR机房平面图**



上海东射辐射防护工程有限公司  
 Shanghai Lidong Radiation Protection Engineering & Technology Co., Ltd.  
 上海市徐汇区漕河泾路200号902室  
 邮编: 200030  
 电话: 021-94436488  
 传真: 021-94436488-9010  
 网址: www.shr-11.dongshifh.com

会 签	
方案设计	
专业负责人	
审 定	
审 核	
校 对	
设 计	
绘 图	
建设单位	杭州全景医疗中心
工程名称	项目 机房屏蔽装修 名称 工程
图 名	B楼三层DR机房平面图
工程编号	
图 别	
图 号	
设计阶段	
版 本	
日 期	
会 签	2016 年 8 月 11 日
注 解 栏	

附图 12 三层 DR 机房平面布置图

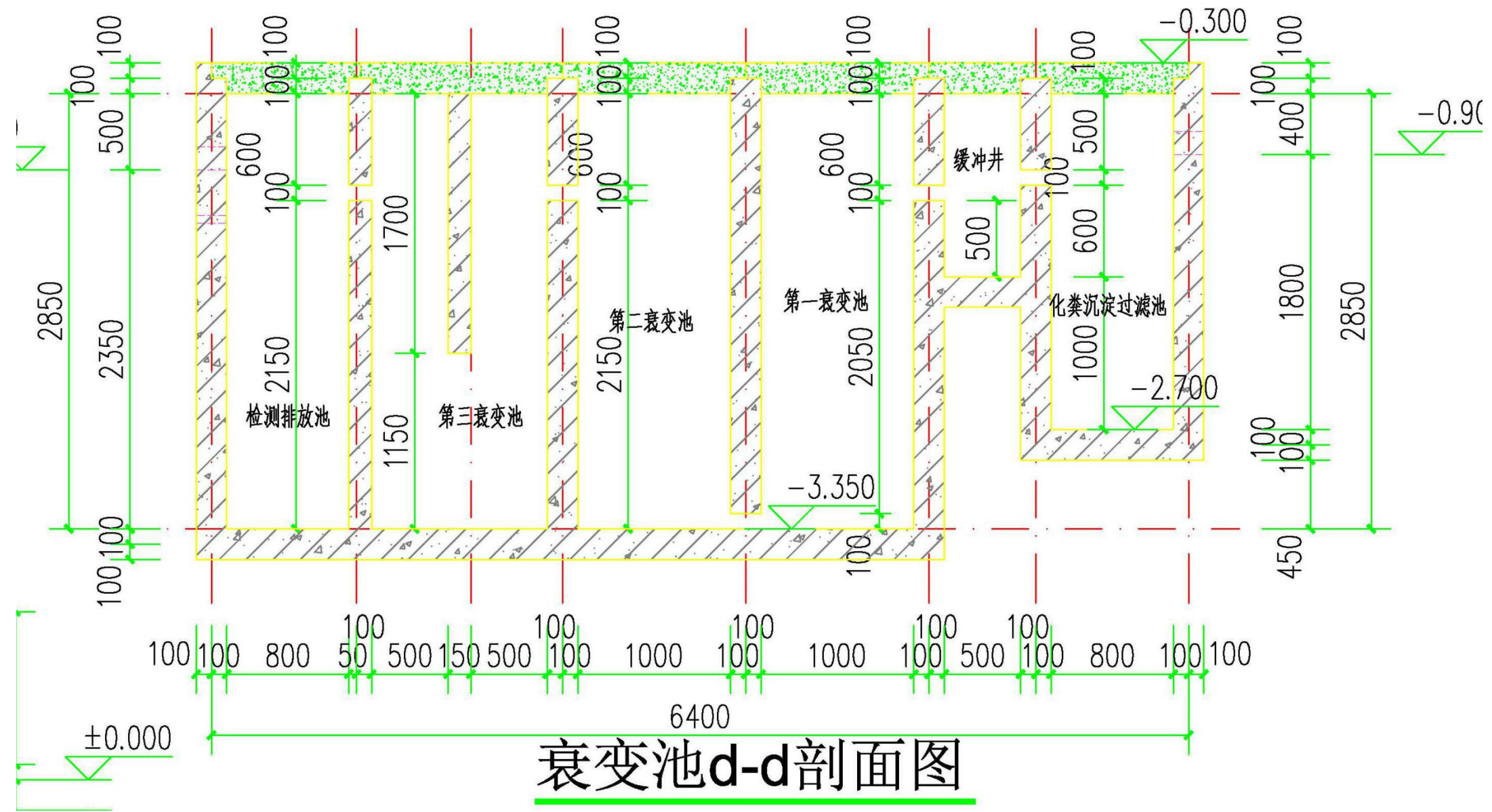


  
**上海乐北辐射防护工程有限公司**  
 Shanghai Libei Radiation Protection Engineering & Technology Limited  
 上海市徐汇区肇嘉浜路990号902室  
 邮编: 200030  
 电话: 021-94430439  
 传真: 021-94430439-8010  
 网址: www.sh-libei.com

会 签	
方案设计	
专业负责人	
审 定	
审 核	
校 对	
设 计	
绘 图	
建设单位	杭州全景医疗中心
工程名称	项目 机房屏蔽装修 名称 工程
图 名	B楼一层衰变池、 污水处理池
工程编号	
图 别	
图 号	
设计阶段	
版 本	
日 期	
会 签	2018 年 月 日

注解栏

附图 13 一层衰变池平面布置图



附图 14 衰变池剖面图

