

# 建设项目竣工环境保护 验收监测表

中一辐验字 2017 第 012 号

项目名称: DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目(扩建)

委托单位: 绍兴第二医院

浙江中一检测研究院股份有限公司

2017 年 5 月

# 目 录

<b>表 1 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准 .....</b>	<b>1</b>
<b>表 2 工程基本情况.....</b>	<b>6</b>
2.1 项目概述 .....	6
<b>续表 2 工程基本情况 .....</b>	<b>7</b>
2.2 医院地理位置 .....	7
2.3 项目内容及规模 .....	8
2.4 辐射设备位置 .....	9
<b>表 3 工艺流程和污染源.....</b>	<b>10</b>
3.1 工艺流程 .....	10
<b>表 4 环评及环评批复要求落实情况 .....</b>	<b>15</b>
4.1 环评要求落实情况 .....	15
<b>续表 4 环评及环评批复要求落实情况 .....</b>	<b>16</b>
4.2 环评批复要求落实情况 .....	19
<b>表 5 辐射环境监测结果.....</b>	<b>21</b>
5.1 监测因子及频次 .....	21
5.2 监测布点 .....	21
5.3 监测仪器 .....	21
5.4 监测质量保证 .....	26
5.5 监测结果 .....	27
5.6 剂量估算公式 .....	41
5.7 辐射工作人员附加剂量 .....	41
5.8 公众附加剂量 .....	43
<b>表 6 环保检查结果.....</b>	<b>错误！未定义书签。</b>
6.1 辐射安全防护管理机构 .....	<b>错误！未定义书签。</b>
6.2 辐射安全防护管理制度 .....	<b>错误！未定义书签。</b>
6.3 管理制度落实情况 .....	<b>错误！未定义书签。</b>
6.4 辐射安全防护措施落实情况 .....	<b>错误！未定义书签。</b>
6.5 应急预案 .....	<b>错误！未定义书签。</b>

6.6 安全评估制度的落实情况 .....	错误! 未定义书签。
6.7 辐射安全许可 .....	错误! 未定义书签。
6.8 环境保护档案管理情况 .....	错误! 未定义书签。
<b>表 7 验收监测结论及要求 .....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
7.1 验收监测结论 .....	错误! 未定义书签。
7.2 建议 .....	错误! 未定义书签。
<b>附件 1: 环境影响报告表审批意见 .....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
<b>附件 2: 辐射安全许可证 .....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
<b>附件 3: 验收监测委托书 .....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
<b>附件 4.....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>

表 1 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准

建设项目名称	DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目（扩建）				
建设单位名称	绍兴第二医院				
建设项目主管部门	/				
建设项目性质	扩建				
主要产品名称 设计生产能力 实际生产能力	设计生产能力：3 台 CT 机、1 台 DSA、9 台普通 X 光机和 1 台磁共振仪。 实际生产能力：3 台 CT 机、1 台 DSA、9 台普通 X 光机和 1 台磁共振仪。				
联系人	曹友全	联系电话	13385850993		
环评时间	2014 年 8 月	开工日期	2015 年 4 月		
投入试生产时间	/	现场监测时间	2017 年 4 月 14 日 2017 年 4 月 15 日 2017 年 4 月 16 日		
环评报告表 审批部门	绍兴市环境保护局	环评报告表 编制单位	浙江国辐环保科技中心		
环保设施 设计单位	/	环保设施 施工单位	/		
投资总概算	2000 万	环保投资 总概算	5	比例	0.25%
实际总投资	2006 万	实际环 保投资	13 万	比例	0.65%
验收监测依据	<p>(1) 《中华人民共和国职业病防治法》中华人民共和国主席令第 48 号（2016 年 7 月 2 日第二次修正并施行）；</p> <p>(2) 《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；</p> <p>(3) 《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；国务院令第 653 号《国务院关于修改部分行政法规的决定》修正，2014 年 7 月 29 日公布并施行）</p> <p>(4) 关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定，环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p>				

续表 1 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准

<p>验收监测依据</p>	<p>(6) 《建设项目竣工环境保护验收管理办法》，国家环保总局令第 13 号，2002 年 2 月 1 日；</p> <p>(7) 《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知》（环发〔2000〕38 号），国家环境保护总局，2000 年 2 月 22 日；</p> <p>(8) 《环境地表 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(9) 《辐射环境监测技术规范》，HJ/T 61-2001；</p> <p>(10) 《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2011 年 12 月 18 日；</p> <p>(11) 建设项目辐射环境竣工验收监测委托书（见附件 1）；</p> <p>(12) 《绍兴第二医院 DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目（扩建）环境影响报告表》，浙江国辐环保科技中心，2014 年 8 月；</p> <p>(13) 《关于绍兴第二医院 DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目（扩建）环境影响报告表的审查意见》，绍市环审〔2015〕14 号，绍兴市环境保护局，2015 年 4 月 7 日。</p>
<p>验收监测目的</p>	<p>(1) 检查项目环境影响评价制度、环境保护“三同时”制度、辐射安全许可制度执行情况。</p> <p>(2) 检查环评文件及环评批复文件要求的各项辐射防护设施的实际建设、管理、运行状况及各项辐射防护措施的落实情况。</p> <p>(3) 通过现场监测及对监测结果的分析评价，明确项目是否符合辐射防护相关标准，在此基础上，分析各项辐射防护设施和措施的有效性；针对存在的问题，提出改进措施或建议。</p> <p>(4) 为环境保护行政主管部门部审管提供依据。</p> <p>(5) 为建设单位日常管理提供依据。</p>

续表 1 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准

验收监测标准、标号、级别	<p>以环评时选用标准作为验收监测依据标准，以现行新标准作为验收监测校核标准。（其中 2014 年环评标准为 GBZ130-2013）</p> <p><b>(1) 《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）</b></p> <p>第 1.2 款，本标准适用于中华人民共和国境内产生电磁辐射污染的一切单位或个人、一切设施或设备。但本标准的防护限值不适用于为病人安排的医疗或诊断照射。</p> <p>第 2.2.1 款，公众照射：在一天 24h 内，环境电磁辐射场的场量参数在任意连续 6min 内的平均值应满足表 2-3 的要求。</p> <p style="text-align: center;">表 2-3 公众照射导出限值</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">频率范围 MHz</th> <th colspan="2">公众照射</th> </tr> <tr> <th>电场强度 (V/m)</th> <th>磁场强度 (A/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30-3000</td> <td>12</td> <td>0.032</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</b></p> <p>根据 GB18871-2002 及环评文件，本项目采用的剂量约束值：                      职业照射：5mSv/a；                      公众照射：0.25mSv/a。</p> <p><b>(3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）</b></p> <p>(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>(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、最小单边长度应符合要求。</p> <p>(3) X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：</p> <p>a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应符合要求。</p> <p>b) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和</p>	频率范围 MHz	公众照射		电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)	30-3000	12	0.032
频率范围 MHz	公众照射								
	电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)							
30-3000	12	0.032							

续表 1 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准

<p style="text-align: center;">验收监测标准、标号、级别</p>	<p>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。</p> <p>（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</p> <p>a) 具有透视功能的 X 射线机，机房外 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5<math>\mu</math>Sv/h。</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 2.5<math>\mu</math>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。</p> <p>（5）机房应设观测窗或摄像监控装置。</p> <p>（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>（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>（8）现场应为工作人员、患者和受检者配备必要的防护用品与辅助防护设施。</p> <p><b>（4）《医用 X 射线 CT 机的辐射屏蔽规范》（GBZ180-2006）</b></p> <p>4.2 剂量目标值</p> <p>4.2.1 机房的辐射屏蔽应同时满足下列要求：</p> <p>a) 机房外的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 5<math>\mu</math>Sv）；</p>
---	---

续表 1 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准

<p>验收监测标准、标号、级别</p>	<p>5.2.1.2 CT 机房一般屏蔽要求如下：                      一般工作量下的机房屏蔽：16cm 混凝土(密度 2.35 t/m<sup>3</sup>)或 24cm 砖(1.65t/m<sup>3</sup>)或 2mm 铅当量(不同屏蔽材料的铅当量可查附录 B 表 B.2 和表 B.3)。                      较大工作量时的机房屏蔽：20cm 混凝土(密度 2.35 t/m<sup>3</sup>)或 37cm 砖(1.65t/m<sup>3</sup>)或 2.5mm 铅当量。</p> <p><b>(5)《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ165-2012)</b></p> <p>5.1 CT 机房的设置应充分考虑邻室及周围场所的人员驻留条件，一般应设在建筑物的一端。</p> <p>5.2 CT 机房应有足够的使用空间，面积应不小于 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 处空气比释动能率应&lt;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><b>(6)《电磁辐射环境影响评价方法和标准》(HJ/T10.3-1996)</b></p> <p>4.2 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/√2，或功率密度限值的 1/2。其它项目则取场强限值的 1/√5，或功率密度限值的 1/5 作为评价标准。</p> <p>根据核磁共振仪的频率并结合上述电磁辐射标准，确定本项目的公众暴露控制限值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。</p>
---------------------	--

表 2 工程基本情况

## 2.1 项目概述

绍兴第二医院（以下简称：医院）创建于 1910 年，是一家集医疗、科研、教学、预防、保健为一体的三级乙等综合性医院。医院坐落于绍兴市越城区延安路 123 号，占地面积 57 亩，建筑面积 14 万平方米。2009 年 12 月，医院与浙江大学医学院附属第一医院建立合作关系，成为绍兴市首家省级三甲医院直属分院——浙医一院绍兴分院。

为进一步改善医疗条件，给病人提供更好的医疗诊断服务，医院拟增加 1 台 DSA、3 台 CT、9 台普通 X 光机及 1 台磁共振仪共 14 台辐射诊断设备。2015 年 4 月，医院通过环评审批的设备有：1 台 DSA、4 台 DR、1 台牙片 X 光机、1 台移动 X 线机、1 台 CT 模拟定位机、1 台 16 排螺旋 CT 机、1 台 64 排螺旋 CT 机、1 台乳腺钼靶机、1 台数字胃肠机、1 台骨密度仪及 1 台磁共振仪共 14 台辐射诊断设备。

该医院放射科已开展放射诊疗工作多年，本次验收规模为：3 台 CT 机、1 台 DSA、9 台普通 X 光机和 1 台磁共振仪。

2014 年 8 月，浙江国辐环保科技中心编制完成了《绍兴第二医院 DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目（扩建）环境影响报告表》；2015 年 4 月 7 日，绍兴市环境保护局对该项目环境影响报告表予以批复（绍市环审〔2015〕14 号）。

2015 年 6 月 9 日，该医院申领换发了《辐射安全许可证》（浙环辐证[D2228]（00664））。

根据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定，建设项目竣工后，建设单位应当向有审批权的环境保护行政主管部门申请该建项目竣工环境保护验收。并提交建设项目竣工环境保护验收监测报告等有关资料。为此，绍兴第二医院委托浙江中一检测研究院股份有限公司对该医院 DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目（扩建）开展竣工环境保护验收监测，编制竣工环境保护验收监测表。委托书见附件 3。

受该医院的委托，浙江中一检测研究院股份有限公司于 2017 年 4 月 14 日至 4 月 16 日开展该项目竣工环境保护验收监测工作。在现场检查核实、辐射监测的基础上，并编制项目竣工环境保护验收监测表。

## 续表 2 工程基本情况

## 2.2 医院地理位置

绍兴第二医院位于延安路以北，中兴南路以西，其东面隔中兴南路为商业街区，距 3 号楼最近距离 60m；西面紧邻新建南路，隔路为居民区/学校，距医院西侧围墙最近距离为 8m（距 3 号楼最近为 95m）；北面紧邻柔遁弄，隔路为景区商铺，距 3 号楼最近距离为 37m；南面隔延安路西侧为医院南大楼，东侧为沿街商铺，距医院最近距离为 35m。医院地理位置见图 2-1。

该医院院区由西至东分三个主要区块，西侧由北至南依次为综合楼、后勤办公楼及医院老门诊楼；中部由北至南依次为食堂、3#病房楼、门诊楼、急诊综合楼；东侧由北至南依次为 2#病房楼、1#病房楼。

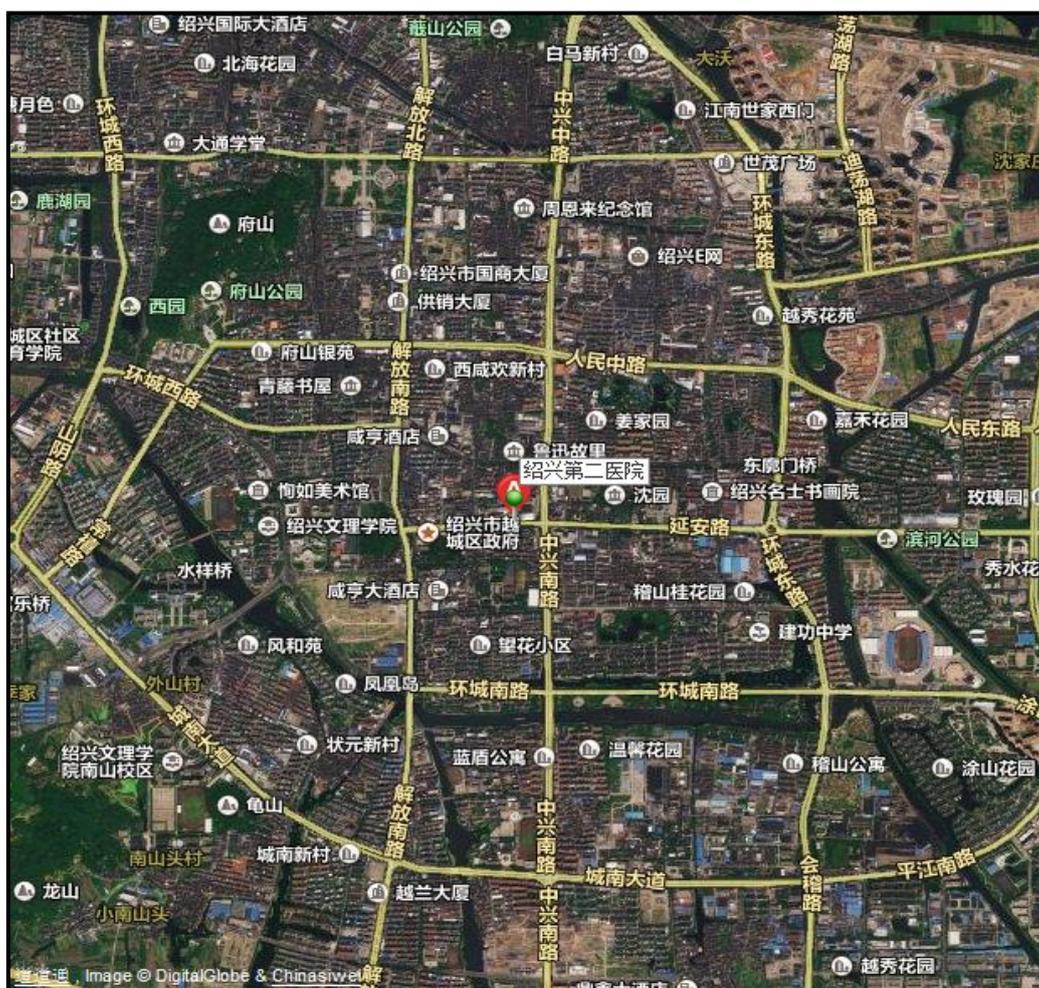


图 2-1 本项目地理位置

续表 2 工程基本情况

## 2.3 项目内容及规模

环评及验收规模见表 2-1。

表 2-1 环评及验收设备参数一览表

环评							现有
序号	设备名称	型 号	主要参数	装置类别	备注	工作场所	
1	DSA	Allura Xper FD20	100kV、1000mA	II 类	1 台在用	放射科东首	经核实，主要参数：125kV、1000mA，现安置于 3#病房楼放射科 DSA（2）室，其它与环评相同
2	DR	Digital Dignost VR	150kV、800mA	III 类	1 台在用	放射科 2 号机房	经核实，型号为 Digital Dignost，主要参数：150kV、900mA，其它与环评相同
3	DR	Essenta DR	150kV、800mA	III 类	1 台在用	放射科 3 号机房	经核实，主要参数：150kV、650mA，其它与环评相同
4	DR	Digital Dignost	150kV、850mA	III 类	1 台在用	门诊楼 1 楼 DR 机房	经核实，主要参数：150kV、850mAs，其它与环评相同
5	DR	NOVAFA	150kV、500mA	III 类	1 台在用	南大楼体检中心	经核实，主要参数：150kV、640mA，其它与环评相同
6	牙片 X 线机	MSD-III	65kV、1.5mA	III 类	1 台在用	门诊 1 区 3 楼牙片机房	经核实，型号为 HELIODENT PLUS，主要参数：70kV、7mA，其它与环评相同
7	移动 X 线机	MM10	125kV、100mA	III 类	1 台在用	放射科	经核实，主要参数：125kV、125mAs，其它与环评相同
8	CT 模拟定位机	SOMATOM Spirit	130kV、240mA	III 类	1 台在用	放疗科	与环评相同，现安置于放疗科模拟定位室
9	64 排螺旋 CT	SOMATOM Definition AS	140kV、800mA	III 类	1 台在用	放射科 8 号机房	经核实，主要参数：140kV、1300mAs，其它与环评相同
10	乳腺钼靶机	Senographe Essential	49kV、500mA	III 类	1 台在用	放射科东侧	经核实，主要参数：49kV、600mAs，现安置于 3#病房楼放射科 1 号机房
11	16 排螺旋 CT	Brightspeed Elite	140kV、440mA	III 类	1 台在用	门诊楼 1 楼 CT 机房	与环评相同，现安置于门诊楼 12 号机房（急诊 CT）
12	数字胃肠机	TU-51DR	150kV、800mA	III 类	1 台在用	放射科 4 号机房	与环评相同，现安置于 3#病房楼放射科 4 号机房
13	骨密度仪	DPX Bravo	76kV、3mA	III 类	1 台在用	门诊 2 区 3 楼功能科	与环评相同，现安置于门诊 2 区 3 楼功能科骨密度室
14	磁共振仪	—	1.5T	—	1 台在用	放射科 5 号机房	与环评相同，现安置于 3#病房楼放射科 5 号机房

### 续表 2 工程基本情况

#### 2.4 辐射设备位置

该医院主要由门诊楼、1#病房楼、2#病房楼、3#病房楼、南大楼体检中心、后勤办公楼等组成。本项目辐射设备中 1 台 DR 和 1 台 CT 安置于门诊楼 1 楼 11 号和 12 号机房内，1 台牙片机安置于门诊楼 1 区 3 楼口腔诊疗中心牙片室，1 台骨密度仪安置于门诊楼 2 区 3 楼功能科骨密度室，1 台 DR 机安置于南大楼体检中心 3 楼 DR 机房内，1 台模拟定位 CT 安置于 3#病房楼地下一层放疗科模拟定位室，其余 8 台设备安置于 3#病房楼 1 楼放射科内。医院总平面布置图详见图 2-2。

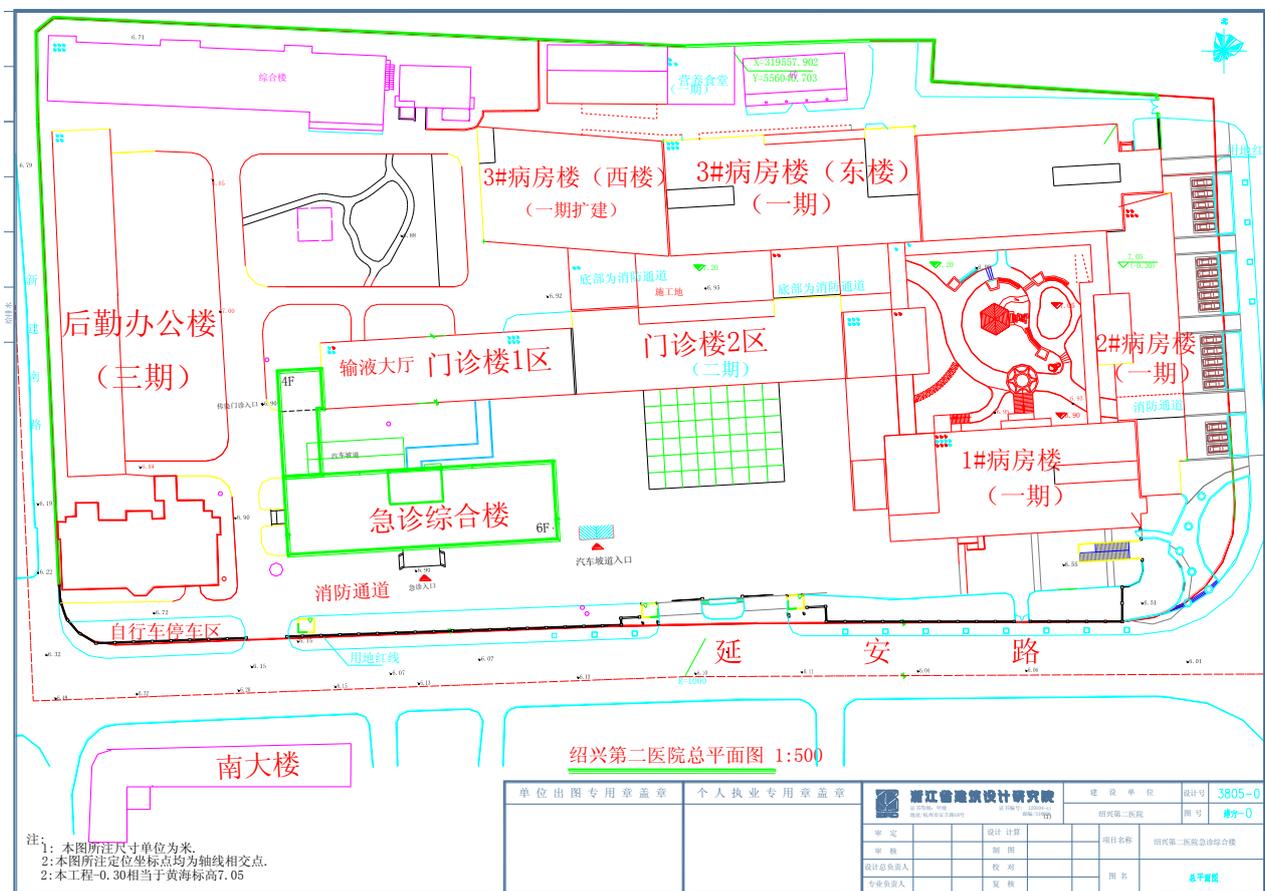


图 2-2 绍兴第二医院总平面布置示意图

表 3 工艺流程和污染源

3.1 工艺流程

3.1.1 DSA、CT、数字胃肠机、钼靶机及其它普通 X 光机

(1) 工作原理

DSA、CT 及普通 X 光机均为采用 X 射线进行透视、断层扫描或摄影的技术设备。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 3-1。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。

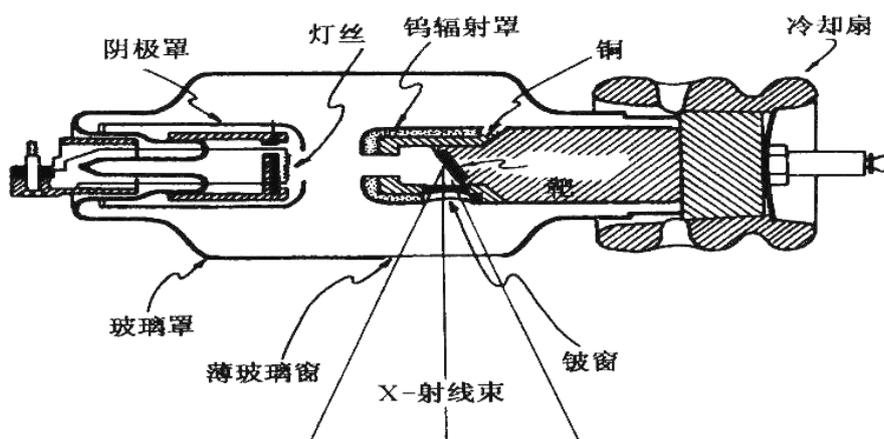


图 3-1 典型的 X 射线管结构图

DSA 是数字 X 线成像 (digital radiography, DR) 的一个组成部分。DR 是先使人体某部在影像增强器 (IITV) 影屏上成像，用高分辨力摄像管对 IITV 上的图像行系列扫描，把所得连续视频信号转为间断各自独立的信息，如把 IITV 上的图像分成一定数量的水方块，即像素。复经模拟/数字转换器转成数字，并按序排成字矩阵。这样，图像就被像素化和数字化了。DSA 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，它主要采用时间减影法，具有高精密度和灵敏度。

续表 3 工艺流程和污染源

CT 是计算机断层 X 射线摄影术（Computed Tomography）的简称，它使用精确准直的 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。

数字胃肠机是供医生做消化道 X 线透视检查过程中，适时拍摄，记录有诊断价值的被检部位或病变影像的摄影装置，该装置可进行单片摄影和单片分割摄影（即在同一张胶片上摄取几幅影像）。由于胃肠消化道器官均由软组织组成，缺乏自然对比度，因而用普通造影方法取得的 X 线照片很难将其区分出来，为此，临床上利用造影剂检查，其方法有钡餐常规造影。钡餐常规造影是把钡类造影剂由病人自行饮入后，根据造影剂在消化道内运行情况，在透视状态下进行观察，当发现有价值而需要记录的病灶时，利用胃肠 X 线机将病灶拍摄下来，为医疗诊断提供依据。

钼靶 X 光机主要用于女性乳腺 X 线摄影检查，也可用于非金属异物和其他软组织的摄影。其特点为管电压调节范围较低，一般为 20~50kV；使用钼靶 X 线管，产生能量较低的软射线；配有专用的支架。17keV 的低能量软射线在体内以光电效应被吸收，光电效应的吸收与原子序数的 4 次方成正比，扩大了 X 射线的吸收差，使密度相差不大的软组织对比度大大提高，影像更清晰。

X 光机和床边机是利用 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。其中 DR X 光拍片机由于采用平面 X 线探测器，将 X 线直接转换成电信号，形成全数字化影像，因此具有图像质量高、成像速度快、曝光宽容度大、后处理功能强大、无胶片化、与 PACS 网络系统连接实现远程会诊等特点，但其对环境的要求较高。

## （2）设备组成

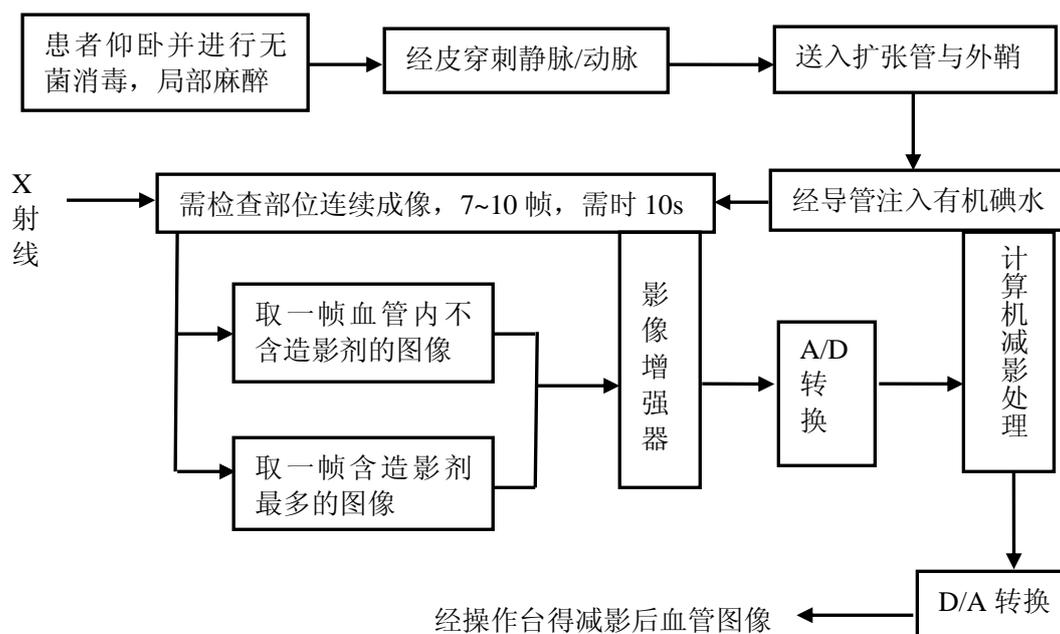
虽然上述诊断用的 X 线机因诊断目的与设备组成的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 线的 X 线管、供给 X 线管灯丝电压及管电压的高压发生器、

续表 3 工艺流程和污染源

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



#### b. CT机

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。

#### c. 数字胃肠机

患者饮用钡类造影剂后，进入诊断室，X射线管产生的X线通过病人后经影像增强器及透镜产生“图像”，该图像经过电荷耦合感应器（CCD）后通过中央处理器在计算机显示屏上显示，当发现有价值而需要记录的病灶时，将病灶拍摄下来。

#### d. 钼靶X光机

患者立于钼靶X光机前，机架旋转45°左右，患者上臂充分展开并屈曲于滤线栅上缘，调节压迫器，屏气后曝光。

续表 3 工艺流程和污染源

## e. 其他X射线机和床边机

主要检查流程：接受X线检查单，核对病员摄影部位，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。

## (5) 辐射事故分析

a.工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离机房，射线装置运行时可造成人体误照射。

b.射线装置发生故障或工作指示灯失灵情况下，人员误入正在运行的射线装置机房。

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。并且，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。如果故障或失灵，应立即修复。检查前应撤离机房内无关人员和关闭防护门，杜绝人员的意外受照。

## 3.1.2 核磁共振仪

## (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

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 3 工艺流程和污染源

#### (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

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。

#### (5) 辐射事故分析

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；为避免其他人员接近检查室，在检查室周围应张贴注意电磁辐射的警告标志。

表 4 环评及环评批复要求落实情况

**4.1 环评要求落实情况**

绍兴第二医院 DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目（扩建）环评文件要求落实情况见表 4-1。由表 4-1 可知，该项目环评文件要求已基本落实。

表 4-1 环评文件要求及落实情况

内容	环评文件要求	环评文件要求落实情况
规模	1 台 DSA、4 台 DR、1 台牙片 X 光机、1 台移动 X 线机、1 台 CT 模拟定位机、1 台 16 排螺旋 CT 机、1 台 64 排螺旋 CT 机、1 台乳腺钼靶机、1 台数字胃肠机、1 台骨密度仪及 1 台磁共振仪。	与环评规模同：1 台 DSA、4 台 DR、1 台牙片 X 光机、1 台移动 X 线机、1 台 CT 模拟定位机、1 台 16 排螺旋 CT 机、1 台 64 排螺旋 CT 机、1 台乳腺钼靶机、1 台数字胃肠机、1 台骨密度仪及 1 台磁共振仪。
污染 防治 措施	1.各医疗装置机房墙体为 400mm 厚混凝土，顶棚为 200mm 厚混凝土（放疗科为 250mm 厚混凝土），地面为 250mm 厚混凝土。观察窗具有 3mm 铅当量的防护能力，铅防护门内衬 3mm 厚的铅板，其中 5 号机房的防护门和观察窗内嵌 0.5mm 铜网）。根据现场监测结果，其防护能力能满足辐射环境保护的要求。	已落实。各机房屏蔽防护措施达到环评文件或标准规定的要求，经现场监测，机房的防护结果符合要求。
	2.医院需在所有操作室上张贴相应的操作规程。	已落实。经现场核实，医院已在各机房操作位张贴了相应的操作规程。
	3.医院新增 DSA 时，需配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具等防护用品。	已落实。经现场核实，医院为 DSA（2）室配备了符合防护要求的辅助防护用品，包括铅胶帽子、铅防护眼镜、铅胶围裙、铅胶围脖、床侧防护帘、床侧防护屏等。

### 续表 4 环评及环评批复要求落实情况

续表 4-1 环评文件要求及落实情况		
内容	环评文件要求	环评文件要求落实情况
污染 防治 措施	4.医院新增 CT 时，需配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等防护用品	已落实。经现场核实，医院为各 CT 机房配备了符合防护要求的辅助防护用品，包括大号铅胶方巾、铅胶衣、铅胶帽子、铅防护眼镜、铅胶围裙等。
	5.医院新增牙片 X 线机时，需配备铅橡胶帽子、大领铅橡胶颈套等防护用品。	已落实。经现场核实，医院为牙片机房配备了符合防护要求的辅助防护用品，包括铅胶围脖、铅胶衣、铅胶帽子、铅防护眼镜等。
	6.医院新增骨密度仪时，需配备铅橡胶围裙、移动铅防护屏风、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等防护用品。	已落实。经现场核实，医院为骨密度室配备了符合防护要求的辅助防护用品，包括铅胶围脖、铅胶衣、铅胶方巾、铅胶帽子等。
	7.医院新增其他设备时，需配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等防护用品。	已落实。经现场核实，医院已配备了符合防护要求的辅助防护用品，包括铅胶围脖、铅胶衣、铅胶方巾、铅防护眼镜等。
	8.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	已落实。医院各机房设置有工作指示灯，灯箱上设有“工作中”的提醒语句。机房门外均张贴了电离辐射警告标志及其中文警示说明。候诊门外均张贴了电离辐射危害告知。
	9.各机房门口均需设置 1m 警戒线，告知工作成员在警戒线等待。	已落实。医院各机房候诊门外设置了 1m 警戒线，并在墙上张贴“请在警戒线外等候”的提醒语句。

续表 4 环评及环评批复要求落实情况

续表 4-1 环评文件要求及落实情况		
内容	环评文件要求	环评文件要求落实情况
辐射 环境 管理	1.医院已成立了以分管副院长王益平为组长的放射防护管理领导小组，并制定了放射防护管理人员职责。	已落实。医院已成立了以分管副院长王益平为组长的放射防护安全委员会，明确了小组各成员的职责。
	2.医院已制定了一系列辐射防护管理制度，包括：《绍兴第二医院放射诊疗安全防护管理制度》、《绍兴第二医院放射科影像质量与介入诊疗质量保证实施方案及持续改进计划》、《放射事故报告制度及应急处理预案》、《电离辐射危害温馨提示》、《放射工作人员健康管理制度》、《移动 X 线机安全操作规程》、《CT 操作规程》、《设备维修保养制度》等，但相关人员培训计划、监测方案未制定需补充，并需落实相关台账，及人员培训及年度监测等工作。	已落实。医院已制定的规章制度有：《绍兴第二医院放射诊疗安全防护管理制度》、《绍兴第二医院放射科影像质量与介入诊疗质量保证实施方案及持续改进计划》、《放射事故报告制度及应急处理预案》、《电离辐射危害温馨提示》、《放射工作人员健康管理制度》、《移动 X 线机安全操作规程》、《CT 操作规程》、《设备维修保养制度》、《人员培训计划、体检及保健制度》、《监测方案》、《自行检查和年度评估制度》和《辐射工作安全责任书》。
	3.医院需完善《放射事故报告应急处理措施》。其内容包括应急机构和职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，可能发生辐射事故类别与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序。	已落实。该院已制定《放射事故报告制度及应急处理预案》，内容全面，符合要求。

续表 4 环评及环评批复要求落实情况

续表 4-1 环评文件要求及落实情况		
内容	环评文件要求	环评文件要求落实情况
辐射 环境 管理	4.医院应分批组织全部辐射工作人员参加由环保部门或环保部门委托的机构所组织的辐射安全与防护培训，并每四年组织相关辐射工作人员参加复训，经考核合格并取得相应合格证书后才能上岗；所有辐射工作人员均须配备个人剂量仪，个人剂量仪每 3 个月到相关部门检测一次，并建立个人剂量档案，加强档案管理；医院须组织辐射工作人员每一至两年进行身体健康检查，并建立个人健康档案，在本医院从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行健康体检。	已落实。该项目 30 名辐射工作人员参加了辐射安全与防护知识的培训或复训，并考核合格，均取得了辐射防护和安全管理培训合格证书。个人剂量监测和职业健康体检均按规定进行，并建立了个人剂量监测档案和职业健康体检档案。
	5.每年至少进行一次对射线装置机房周围环境进行辐射监测，建立监测技术档案，监测数据定期上报当地环保部门备案。	已落实。每年都委托有资质单位进行一次对射线装置机房周围环境的辐射监测和评估，如发现安全隐患，将会立即整改，并建立监测技术档案，监测数据每年年底上报当地环保局备案。

### 续表 4 环评及环评批复要求落实情况

#### 4.2 环评批复要求落实情况

绍兴第二医院 DSA 等医用射线装置及磁共振仪项目（扩建）环评批复要求落实情况见表 4-2。由表 4-2 可知，该项目环评批复要求已基本落实。

表 4-2 环评批复要求及落实情况

环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>（一）加强项目设计、建设和施工管理，保证 DSA 等各类机房建设质量，落实各项辐射污染防治和安全防护工程措施。选用先进安全的医疗设备和各类配套设施，并重新申领辐射安全许可证。</p>	<p>已落实。该院已落实《报告表》提出的各项污染防治措施和辐射环境管理的有关要求。经现场监测，监测结果符合要求。医院已于 2015 年 6 月 9 日重新申领了辐射安全许可证。</p>
<p>（二）进一步明确辐射管理机构和职责，完善落实各项辐射安全管理规章制度、操作规程、监测计划和辐射事故应急方案。新建机房外需设置正确的电离辐射标志、中文警示说明和工作指示灯。定期检查 X 射线机及相关安全装置，使之安全有效，确保辐射安全。</p>	<p>已落实。医院已成立以分管副院长王益平为组长的放射防护安全委员会，明确了小组成员的职责。并制定了相关的辐射安全管理规章制度、操作规程、监测计划和辐射事故应急方案。医院对各射线装置定期进行维护，确保辐射安全。机房外张贴了电离辐射警示标志及其中文警示说明，设置有工作指示灯，灯箱上设有“工作中”的提醒语句。</p>
<p>（三）做好人员安全防护和管理。操作人员（包括拟增辐射设备投运后新进人员）必须参加培训并持辐射防护和安全管理培训合格证上岗，工作时佩戴个人防护用品和个人剂量计。你单位必须对操作人员建立个人剂量和职业健康档案，并定期进行辐射防护知识、安全管理知识的培训与考核，提高辐射环境管理水平和自我防护意识。</p>	<p>已落实。该项目 30 名辐射工作人员参加了辐射安全与防护知识的培训或复训，并考核合格，均取得了辐射防护和安全管理培训合格证书。个人剂量监测和职业健康体检均按规定进行，并建立了个人剂量监测档案和职业健康体检档案。</p>

续表 4 环评及环评批复要求落实情况

续表 4-2 环评批复要求及落实情况	
环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>（四）严格按操作规程操作，健全检查制度，做好防火、防盗、放射线泄漏等安全防护措施。</p>	<p>已落实。医院已成立了放射防护安全管理领导小组，制定了相应操作规程，对工作场所采取防火、防盗、放射线泄漏等安全防护措施。</p>
<p>（五）严格执行环保“三同时”制度。项目建成后，须向我局申请竣工环保验收，经验收合格方可投入运行。</p>	<p>基本落实。目前该院正按规定程序申请辐射环境竣工验收。</p>
<p>（六）该项目辐射环境安全的监督管理工作由绍兴市柯桥区环境保护局负责。</p>	<p>已落实。绍兴市柯桥区环境保护局负责了该院的辐射环境安全的监督管理工作。</p>

## 表 5 辐射环境监测结果

### 5.1 监测因子及频次

为掌握绍兴第二医院射线装置使用场所周围辐射环境水平，浙江中一检测研究院股份有限公司于 2017 年 4 月 14 日至 2017 年 4 月 16 日对该医院各机房周围辐射环境进行了监测。

监测因子：X 射线剂量率；射频综合场强。

### 5.2 监测布点

根据现场条件，进行全面、合理布点；重点考虑工作人员长时间工作的场所和其他公众可能到达的场所。监测点位图见图 5-1～图 5-9。

### 5.3 监测仪器

监测使用仪器情况见表 5-1。

表 5-1 辐射监测仪器参数与检定情况

仪器名称	仪器检定情况
加压电离室巡测仪	型 号：451P-DE-SI-RYR 内部编号：2011624 检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 证书编号：2016H00-20-000503 检定有效期：2017 年 1 月 6 日～2018 年 1 月 5 日
宽频电磁辐射场强仪	型 号：NBM-550 内部编号：20151605 检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 证书编号：2016F33-10-002795 检定有效期：2016-12-01 至 2017-11-30

续表 5 辐射环境监测结果

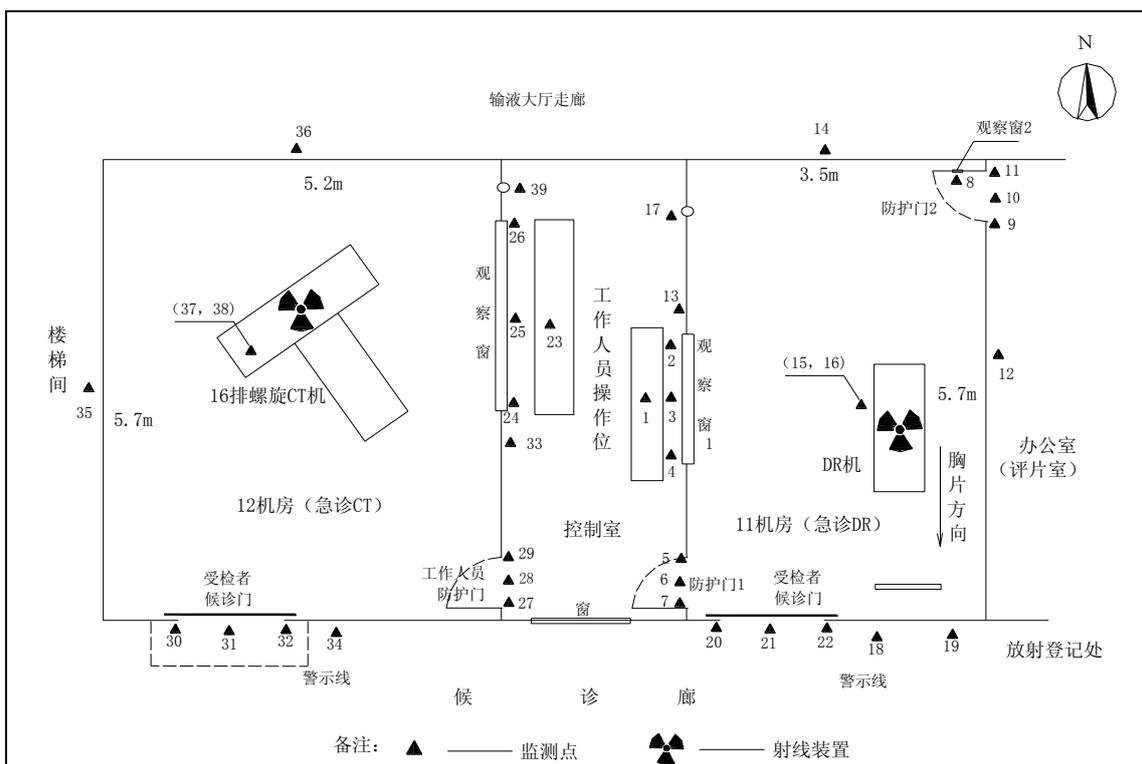


图 5-1 门诊楼 11 号和 12 机房现场监测点平面图

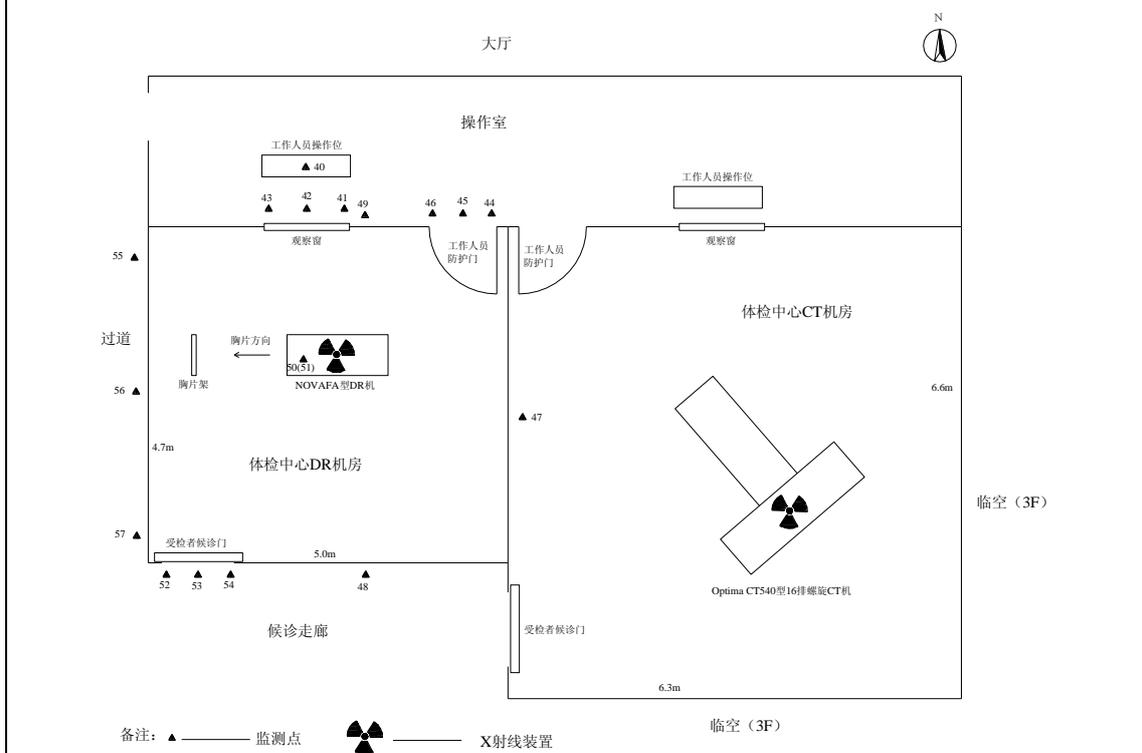


图 5-2 体检中心 DR 机房现场监测点平面图

续表 5 辐射环境监测结果

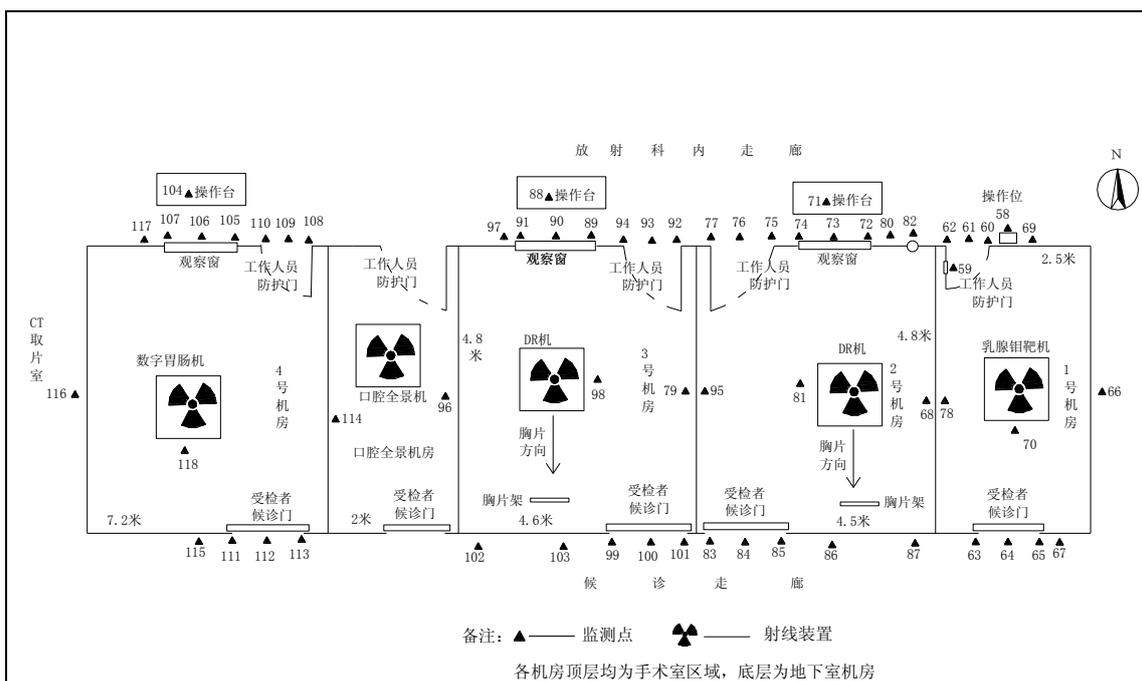


图 5-3 3#病房楼放射科 1 号~4 号机房现场监测点平面图

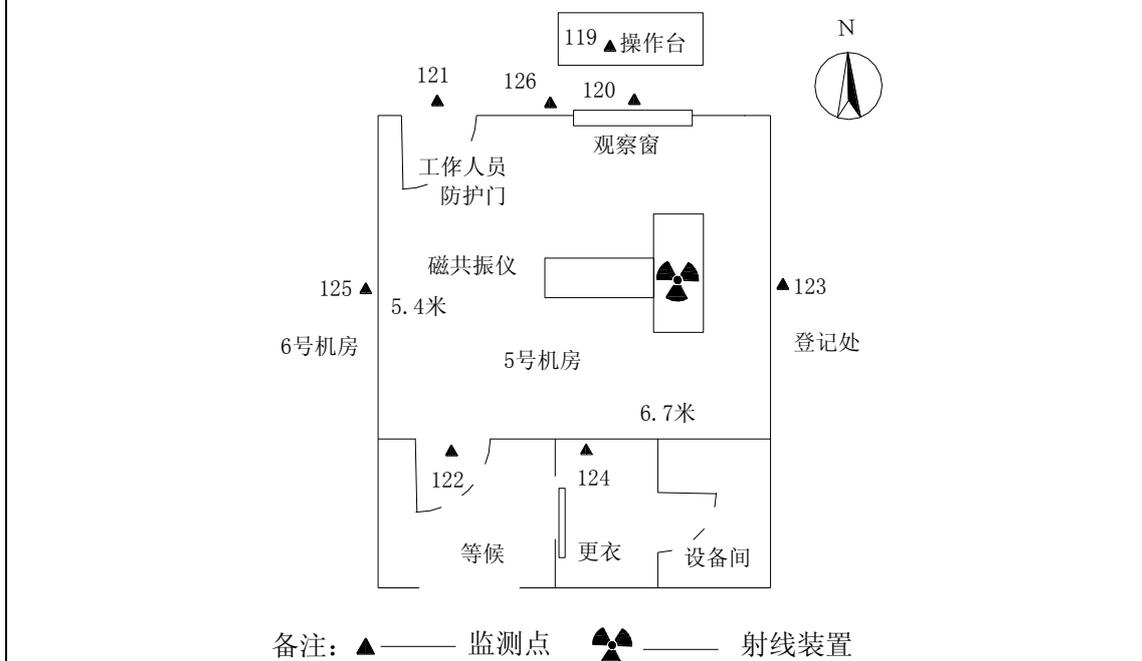


图 5-4 3#病房楼放射科 5 号机房现场监测点平面图

续表 5 辐射环境监测结果

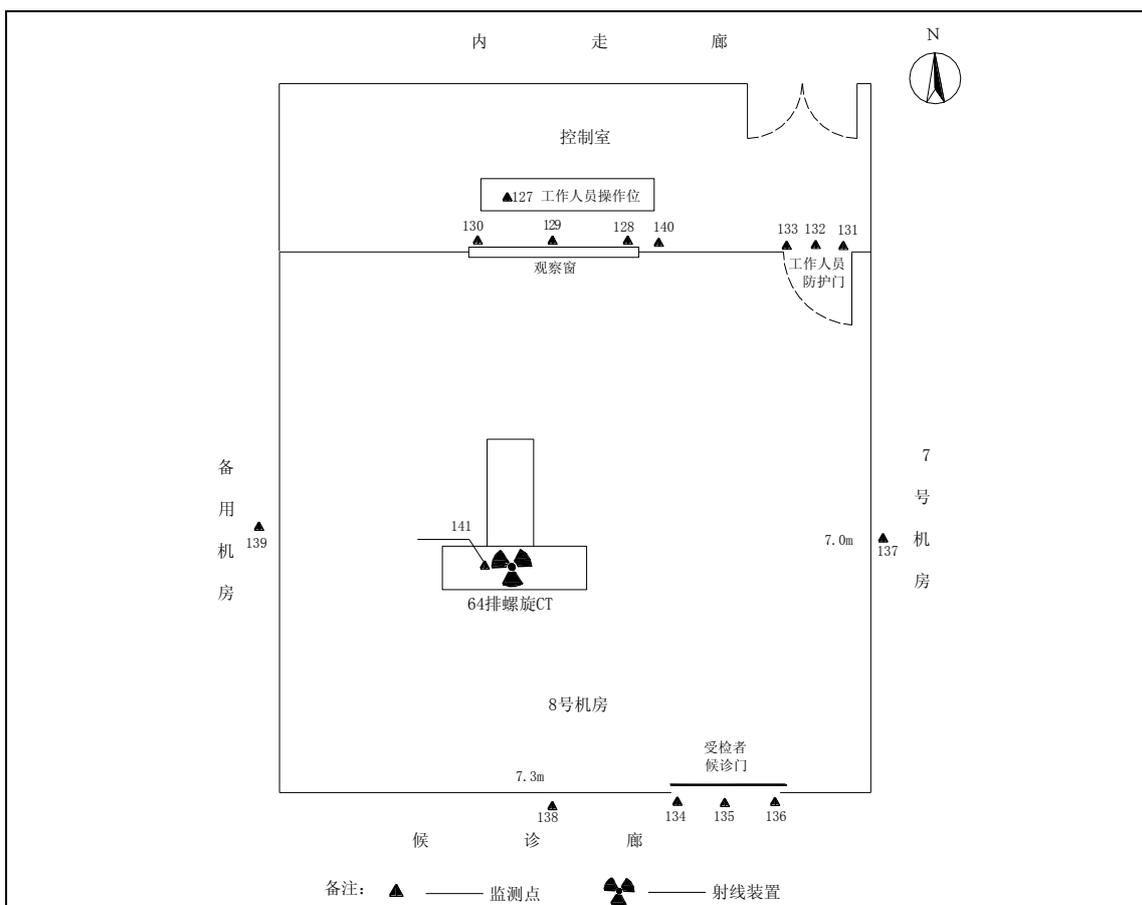


图 5-5 3#病房楼放射科 8 号机房现场监测点平面图

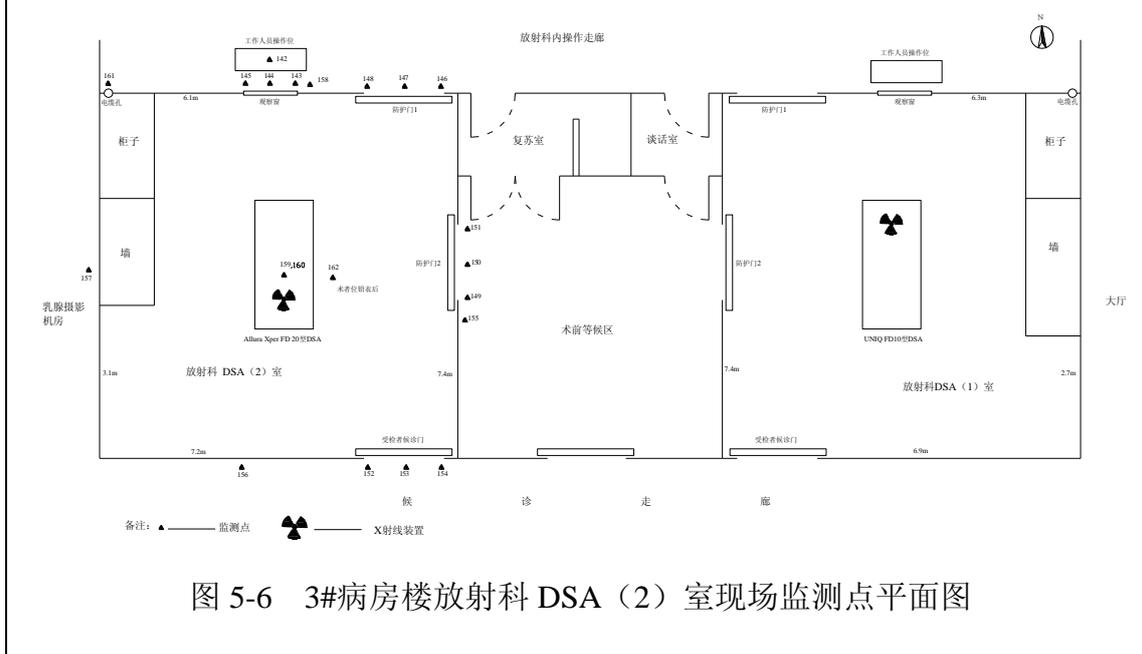


图 5-6 3#病房楼放射科 DSA (2) 室现场监测点平面图

续表 5 辐射环境监测结果

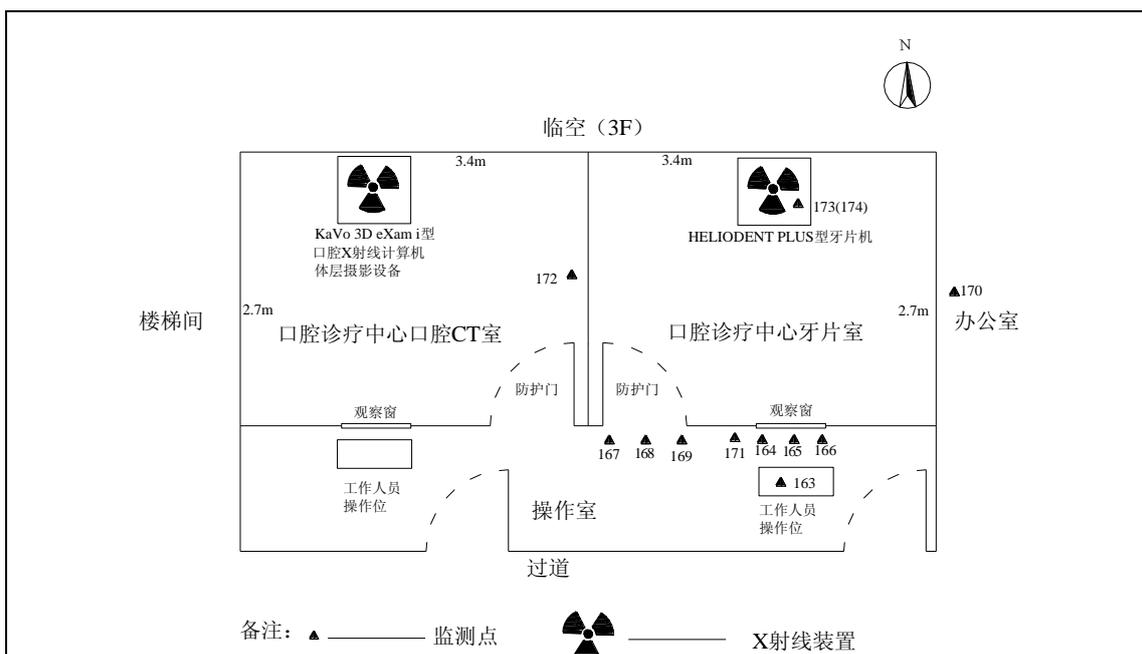


图 5-7 门诊楼 1 区 3 楼口腔诊疗中心牙片室现场监测点平面图

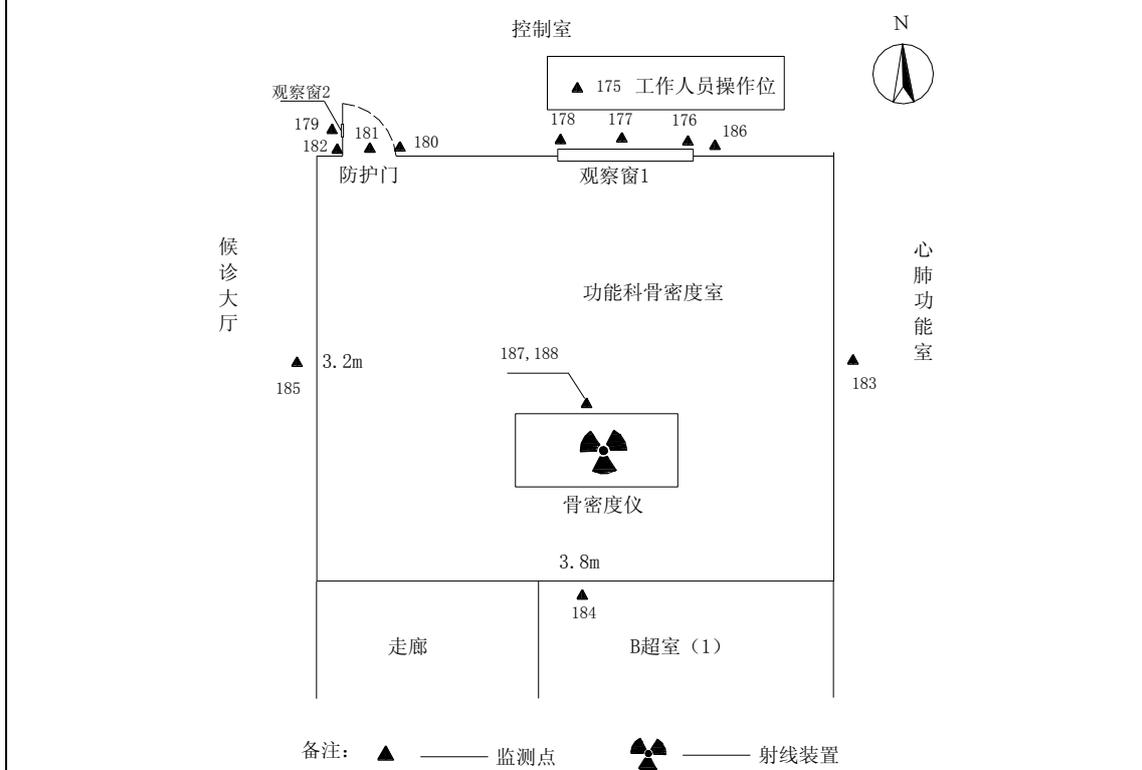


图 5-8 门诊楼 2 区 3 楼功能科骨密度室现场监测点平面图

续表 5 辐射环境监测结果



图 5-9 放疗科模拟定位室现场监测点平面图

## 5.4 监测质量保证

### (1) 工况

在各射线装置正常工作工况条件下进行监测。

### (2) 监测仪器

监测使用的仪器经有相应资质的计量部门检定、并在有效使用期内；每次测量前、后，均对仪器的工作状态进行检查，确认仪器是否正常。

### (3) 监测点位和方法

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。

### (4) 监测人员资格

参加本次现场监测的人员，均经过辐射环境监测技术培训，并经考核合格，做到持证上岗。

### (5) 审核制度

监测报告实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术总负责人审定。

### (6) 认证制度

验收监测单位已通过了浙江省计量认证，本项目所涉监测项目在资质范围内。

## 续表 5 辐射环境监测结果

### 5.5 监测结果

各射线机房辐射水平监测结果见表 5-2~表 5-15。

#### (1) 固定机房射线装置

根据表 5-2~表 5-8 和表 5-10~表 5-14, 该医院 3 台 CT 机在开机运行时工作人员操作位及机房周围环境的 X 射线剂量率为 0.16~0.58 $\mu$ Sv/h, 监测结果表明, 该 CT 机运行时周围环境的辐射水平符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013)、《X 射线计算机断层摄影放射卫生防护要求》(GBZ 165-2012) 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的相关要求; 其余 DSA 等 10 台医用 X 射线装置在开机运行时工作人员操作位及机房周围环境的 X 射线剂量率为 0.14~1.40 $\mu$ Sv/h, 监测结果表明, 其运行状态下周围环境的辐射水平符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013) 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的相关要求。

#### (2) 移动式射线装置

根据表 5-15, 该医院 1 台移动床边机在开机运行时, 工作人员使用遥控器曝光, 操作位 (铅屏风后) 尽量远离射线装置, 操作位 X 射线剂量率为 0.23 $\mu$ Sv/h。

#### (3) 核磁共振仪

根据表 5-9, 核磁共振仪运行后, 其周围环境电场强度远低于本项目的公众暴露控制限值: 5.4V/m。

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-2 门诊楼 11 号机房监测结果

医用 X 线摄影系统（Digital Dignost 型 DR 机），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
1	工作人员操作位	0.12	0.02	0.17	0.02
2	观察窗 1（左侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
3	观察窗 1（中部）外表面 30cm	0.11	0.03	0.19	0.02
4	观察窗 1（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.20	0.02
5	防护门 1（左侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.19	0.02
6	防护门 1（中部）外表面 30cm	0.13	0.03	0.19	0.02
7	防护门 1（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
8	观察窗 2 外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
9	防护门 2（左侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
10	防护门 2（中部）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
11	防护门 2（右侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.01
12	东墙外表面 30cm	0.10	0.03	0.23	0.01
13	西墙外表面 30cm	0.14	0.03	0.24	0.02
14	北墙外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
15	机房楼上（二层）距地坪 30cm	0.12	0.03	0.20	0.03
16	机房楼下（地下一层）距地坪 170cm	0.14	0.02	0.19	0.02
17	电缆孔外表面 30cm	0.13	0.02	0.18	0.02
医用 X 线摄影系统（Digital Dignost 型 DR 机），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝南（胸片方向）					
18	南墙（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.02
19	南墙（右侧）外表面 30cm	0.11	0.03	0.23	0.02
20	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.20	0.03
21	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.02
22	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.19	0.02

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-3 门诊楼 12 号机房监测结果

全身 X 射线计算机断层扫描系统 (Brightspeed Elite 型 CT 机), 监测条件: 120kV、200mA、2s, 成人头部扫描模式					
点号	监测点位置	监测结果 (μSv/h)			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
23	工作人员操作位	0.12	0.03	0.16	0.02
24	观察窗 (左侧) 外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
25	观察窗 (中部) 外表面 30cm	0.12	0.02	0.19	0.02
26	观察窗 (右侧) 外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.02
27	工作人员防护门 (左侧) 外表面 30cm	0.11	0.03	0.19	0.02
28	工作人员防护门 (中部) 外表面 30cm	0.12	0.03	0.20	0.02
29	工作人员防护门 (右侧) 外表面 30cm	0.11	0.03	0.58	0.03
30	受检者候诊门 (左侧) 外表面 30cm	0.12	0.03	0.21	0.02
31	受检者候诊门 (中部) 外表面 30cm	0.10	0.03	0.19	0.02
32	受检者候诊门 (右侧) 外表面 30cm	0.12	0.03	0.21	0.03
33	东墙外表面 30cm	0.10	0.03	0.22	0.03
34	南墙外表面 30cm	0.13	0.02	0.23	0.03
35	西墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.23	0.03
36	北墙外表面 30cm	0.11	0.03	0.22	0.03
37	机房楼上 (二层) 距地坪 30cm	0.13	0.02	0.19	0.02
38	机房楼下 (地下一层) 距地坪 170cm	0.11	0.02	0.18	0.01
39	电缆孔外表面 30cm	0.12	0.03	0.17	0.01

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-4 体检中心 3 楼 DR 机房监测结果

DR 机（NOVAFA 型），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
40	工作人员操作位	0.11	0.02	0.17	0.02
41	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.01
42	观察窗（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.18	0.02
43	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.18	0.01
44	工作人员防护门（左侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.02
45	工作人员防护门（中部）外表面 30cm	0.13	0.02	0.19	0.02
46	工作人员防护门（右侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.20	0.02
47	东墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.23	0.02
48	南墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.23	0.02
49	北墙外表面 30cm	0.13	0.03	0.22	0.03
50	机房楼上（四层）距地坪 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
51	机房楼下（二层）距地坪 170cm	0.11	0.02	0.18	0.01
DR 机（NOVAFA 型），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝西（胸片模式）					
52	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.19	0.02
53	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.11	0.03	0.19	0.03
54	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.13	0.03	0.20	0.02
55	西墙（左侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.22	0.02
56	西墙（中部）外表面 30cm	0.12	0.02	0.23	0.03
57	西墙（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.02

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-5 3#病房楼放射科 1 号机房监测结果

乳腺 X 射线机（Senographe Essential 型），监测条件：40kV、28mAs，球管朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
58	工作人员操作位	0.12	0.02	0.15	0.02
59	观察窗外表面 30cm	0.12	0.02	0.18	0.01
60	工作人员防护门（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02
61	工作人员防护门（中部）外表面 30cm	0.12	0.02	0.17	0.01
62	工作人员防护门（右侧）外表面 30cm	0.13	0.02	0.18	0.02
63	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.18	0.03
64	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.10	0.03	0.19	0.02
65	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.14	0.02	0.20	0.03
66	东墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.02
67	南墙外表面 30cm	0.13	0.02	0.20	0.03
68	西墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.24	0.03
69	北墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.02
70	机房楼上（二层）距地坪 30cm	0.13	0.03	0.18	0.02

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-6 3#病房楼放射科 2 号机房监测结果

医用 X 线摄影系统（Digital Dignost 型 DR 机），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
71	工作人员操作位	0.11	0.02	0.17	0.02
72	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.02
73	观察窗（中部）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.01
74	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.19	0.01
75	工作人员防护门（左侧）外表面 30cm	0.13	0.01	0.20	0.02
76	工作人员防护门（中部）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
77	工作人员防护门（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.20	0.02
78	东墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.01
79	西墙外表面 30cm	0.10	0.02	0.21	0.02
80	北墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.03
81	机房楼上（二层）距地坪 30cm	0.13	0.02	0.19	0.01
82	电缆孔外表面 30cm	0.13	0.02	0.18	0.02
医用 X 线摄影系统（Digital Dignost 型 DR 机），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝南（胸片模式）					
83	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.20	0.03
84	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.11	0.03	0.19	0.03
85	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
86	南墙（中部）外表面 30cm	0.10	0.03	0.22	0.03
87	南墙（右侧）外表面 30cm	0.10	0.02	0.24	0.03

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-7 3#病房楼放射科 3 号机房监测结果

X 射线系统（Essenta DR 型 DR 机），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
88	工作人员操作位	0.12	0.03	0.16	0.01
89	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.18	0.01
90	观察窗（中部）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
91	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.19	0.02
92	工作人员防护门（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.20	0.03
93	工作人员防护门（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.03
94	工作人员防护门（右侧）外表面 30cm	0.14	0.01	0.20	0.02
95	东墙外表面 30cm	0.10	0.03	0.22	0.02
96	西墙外表面 30cm	0.11	0.03	0.21	0.02
97	北墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.21	0.03
98	机房楼上（二层）距地坪 30cm	0.12	0.02	0.18	0.02
X 射线系统（Essenta DR 型 DR 机），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝南（胸片模式）					
99	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02
100	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.20	0.03
101	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.21	0.03
102	南墙（左侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.23	0.02
103	南墙（中部）外表面 30cm	0.10	0.03	0.21	0.02

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-8 3#病房楼放射科 4 号机房监测结果

X 射线透视摄影系统（TU-51DR 型），监测条件：120kV、200mA、200ms，球管方向朝下（点片模式）

点号	监测点位置	监测结果（nSv/h）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
104	工作人员操作位	0.12	0.03	0.16	0.02
105	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.18	0.02
106	观察窗（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.01
107	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
108	工作人员防护门（左侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
109	工作人员防护门（中部）外表面 30cm	0.13	0.03	0.19	0.02
110	工作人员防护门（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
111	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.21	0.02
112	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.02
113	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.11	0.03	0.21	0.03
114	东墙外表面 30cm	0.11	0.03	0.23	0.01
115	南墙外表面 30cm	0.10	0.03	0.22	0.02
116	西墙外表面 30cm	0.12	0.02	0.21	0.02
117	北墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.24	0.02
118	机房楼上（二层）距地坪 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-9 3#病房楼放射科 5 号机房监测结果

医用磁共振成像设备（MAGNETOM Avanto 型磁共振仪），监测条件：1.5T			
点号	监测点位置	监测结果	
		电场强度（V/m）	磁场强度（A/m）
119	工作人员操作位	0.13	<0.01
120	观察窗外表面 30cm	0.21	<0.01
121	防护门 1 外表面 30cm	0.17	<0.01
122	防护门 2 外表面 30cm	0.15	<0.01
123	东墙外表面 30cm	0.16	<0.01
124	南墙外表面 30cm	0.14	<0.01
125	西墙外表面 30cm	1.97	<0.01
126	北墙外表面 30cm	0.13	<0.01

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-10 3#病房楼放射科 8 号机房监测结果

X 射线计算机体层摄影设备（SOMATOM Definition AS 型 CT 机），监测条件：120kV、300mAs、2s，成人头部扫描模式

点号	监测点位置	监测结果 (μSv/h)			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
127	工作人员操作位	0.11	0.02	0.17	0.03
128	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
129	观察窗（中部）外表面 30cm	0.10	0.03	0.19	0.01
130	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.19	0.02
131	工作人员防护门（左侧）外表面 30cm	0.10	0.02	0.20	0.02
132	工作人员防护门（中部）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02
133	工作人员防护门（右侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.19	0.02
134	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.13	0.02	0.21	0.02
135	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.03
136	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
137	东墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.01
138	南墙外表面 30cm	0.12	0.02	0.22	0.03
139	西墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.24	0.03
140	北墙外表面 30cm	0.11	0.02	0.23	0.03
141	机房楼上（二层）距地坪 30cm	0.11	0.03	0.19	0.02

### 续表 5 辐射环境监测结果

数字减影血管造影仪（Allura Xper FD20 型 DSA），监测条件：108kV、15.3mA，球管方向朝上（透视模式）					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
142	工作人员操作位	0.12	0.02	0.16	0.02
143	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.01
144	观察窗（中部）外表面 30cm	0.12	0.02	0.19	0.02
145	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.18	0.02
146	防护门 1（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02
147	防护门 1（中部）外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
148	防护门 1（右侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.20	0.01
149	防护门 2（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02
150	防护门 2（中部）外表面 30cm	0.13	0.02	0.20	0.02
151	防护门 2（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.20	0.02
152	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.20	0.03
153	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	0.11	0.03	0.19	0.03
154	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	0.10	0.03	0.21	0.03
155	东墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.23	0.02
156	南墙外表面 30cm	0.13	0.02	0.21	0.02
157	西墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.23	0.03
158	北墙外表面 30cm	0.11	0.03	0.22	0.03
159	机房楼上（二层）距地坪 30cm	0.12	0.03	0.20	0.02
160	机房楼下（地下一层）距地坪 170cm	0.11	0.02	0.18	0.01
161	电缆孔外表面 30cm	0.12	0.02	0.18	0.01
162	术者位铅衣后	0.11	0.03	1.40	0.02

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-12 门诊楼 1 区 3 楼口腔诊疗中心牙片室监测结果

牙片机（HELIODENT PLUS 型），监测条件：70kV、7mA，球管方向朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
163	工作人员操作位	0.12	0.02	0.15	0.02
164	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.11	0.03	0.16	0.01
165	观察窗（中部）外表面 30cm	0.11	0.02	0.17	0.02
166	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.13	0.02	0.16	0.02
167	防护门（左侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.17	0.01
168	防护门（中部）外表面 30cm	0.13	0.02	0.17	0.01
169	防护门（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.17	0.02
170	东墙外表面 30cm	0.11	0.03	0.21	0.01
171	南墙外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02
172	西墙外表面 30cm	0.12	0.02	0.20	0.02
173	机房楼上（四层）距地坪 30cm	0.12	0.02	0.18	0.02
174	机房楼下（二层）距地坪 170cm	0.13	0.02	0.16	0.01

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-13 门诊楼 2 区 3 楼功能科骨密度室监测结果

X 射线骨密度仪（DPX Bravo 型），监测条件：76kV、1.5mA，球管方向朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
175	工作人员操作位	0.11	0.02	0.14	0.02
176	观察窗 1（左侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.17	0.01
177	观察窗 1（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.16	0.01
178	观察窗 1（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.17	0.01
179	观察窗 2 外表面 30cm	0.11	0.02	0.17	0.02
180	防护门（左侧）外表面 30cm	0.11	0.03	0.16	0.02
181	防护门（中部）外表面 30cm	0.10	0.02	0.17	0.02
182	防护门（右侧）外表面 30cm	0.12	0.03	0.17	0.02
183	东墙外表面 30cm	0.10	0.03	0.20	0.01
184	南墙外表面 30cm	0.12	0.02	0.18	0.02
185	西墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.22	0.02
186	北墙外表面 30cm	0.12	0.03	0.21	0.03
187	机房楼上（四层）距地坪 30cm	0.10	0.03	0.17	0.02
188	机房楼下（二层）距地坪 170cm	0.12	0.02	0.16	0.01

### 续表 5 辐射环境监测结果

表 5-14 放疗科模拟定位室监测结果

全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置（SOMATOM Spirit 型 CT 机），监测条件：130kV、200mAs、1s，成人头部扫描模式					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
189	工作人员操作位	0.12	0.02	0.17	0.02
190	观察窗（左侧）外表面 30cm	0.11	0.03	0.19	0.02
191	观察窗（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.17	0.02
192	观察窗（右侧）外表面 30cm	0.12	0.02	0.18	0.02
193	防护门（左侧）外表面 30cm	0.13	0.02	0.18	0.01
194	防护门（中部）外表面 30cm	0.12	0.03	0.19	0.02
195	防护门（右侧）外表面 30cm	0.11	0.02	0.19	0.02
196	西墙外表面 30cm	0.13	0.02	0.23	0.01
197	机房楼上（一层）距地坪 30cm	0.13	0.03	0.20	0.02

表 5-15 放射科监测结果

移动式 X 射线机（MULTIMOBIL 10 型），监测条件：100kV、40mAs，球管方向朝下					
点号	监测点位置	监测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
198	工作人员操作位	0.12	0.03	0.23	0.01

续表 5 辐射环境监测结果

## 5.6 剂量估算公式

按照 UNSCEAR--2000 年报告附录 A，X- $\gamma$  射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算

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

其中：

$H_{E-r}$ ：X- $\gamma$  射线外照射人均年有效剂量，mSv；

$D_r$ ：X- $\gamma$  射线空气吸收剂量当量率，nGy/h；

$t$ ：X- $\gamma$  照射时间，小时；

0.7：剂量换算系数，Sv/Gy。

由于 451P 仪器已经通过其内置的测量常数将 X- $\gamma$  射线空气吸收剂量率  $D_r$  转化为光子剂量当量率  $H^*(10)$  的显示读数，因此计量评估公式（1）可以简化为运行实用量  $H^*(10)$  来保守评估计算  $H_{E-r}$ ：

$$H_{E-r} = H^*(10) \times t \times 10^{-3} (\text{mSv}) \quad (2)$$

其中：

$H^*(10)$ ：周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

## 5.7 辐射工作人员附加剂量

### 5.7.1 由 DSA 监测数据估算

（1）保守估计手术医生每个工作日给 3 位病人手术，医生手术过程中均穿戴铅衣，术者位处铅衣后测得 X 射线剂量率均值为  $1.40\mu\text{Sv/h}$ ，关机状态时，为  $0.11\mu\text{Sv/h}$ ；

（2）每个病人的扫描时间为 15 分钟；

（3）全年 260 个工作日。

根据监测结果和公式（1）保守计算出这位工作人员接受的附加年有效剂量约为： $(1.40-0.11) \times 10^{-3} \times 3 \times 15/60 \times 260 = 0.252\text{mSv}$ 。

通过估算可得：DSA 手术医生在正常运行工况下所受的附加年有效剂量为  $0.252\text{mSv}$ ，远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值（ $5\text{mSv}$ ），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。

### 5.7.2 由普通 X 光机监测数据估算

（1）由于医生在操作射线装置时均处于操作位，根据监测数据可知，该医院

**续表 5 辐射环境监测结果**

门诊楼 12 号机房 CT 机在开机状态时，工作人员防护门（右侧）外表面 30cm 处 X 射线剂量率值最高，为 0.58 $\mu$ Sv/h，而关机状态时，为 0.11 $\mu$ Sv/h。

(2) 每次扫描为 20 秒，平均每天扫描 100 次；

(3) 全年 260 个工作日，所有工作由一名医生完成。

根据监测结果和公式 (1) 可以保守计算出这位工作人员接受的附加年有效剂量约为： $(0.58-0.11) \times 20 / 3600 \times 100 \times 260 \times 10^{-3} = 0.068 \text{mSv}$ 。

通过估算可得：CT 机工作人员在正常运行工况下所受的附加年有效剂量为 0.068mSv，远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值（5mSv），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。

**5.7.3 由辐射工作人员个人剂量监测结果估算**

绍兴第二医院辐射工作人员个人剂量监测委托浙江中一检测研究院股份有限公司承担，每 3 个月为一个测量周期。根据医院提供的 2016 年 1 月-2017 年 1 月的个人剂量监测报告，该单位辐射工作人员剂量监测结果见表 5-16。

由表 5-16 可知，该医院 2016 年 1 月-2017 年 1 月辐射工作人员年有效剂量最高为 0.75mSv，远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值（5mSv），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。

**表 5-16 辐射工作人员个人剂量监测结果**

序号	姓名	岗位	最近一次 培训时间	最近一次 体检时间	最近一个年度的 个人累积剂量 (mSv)
1	徐宏伟	放射科	2014 年 8 月	2015.12.29 至 2016.3.29	0.39
2	周世聪	放射科	2014 年 8 月		0.30
3	何 鸣	放射科	2014 年 3 月		0.35
4	邱勇钢	放射科	2014 年 8 月		0.40
5	郑华均	放射科	2014 年 3 月		0.42
6	何志苗	放射科	2014 年 8 月		0.26
7	施 涛	介入导管室	2014 年 8 月		0.27
8	陆毓海	放射科	2014 年 8 月		0.36
9	张海峰	放射科	2014 年 8 月		0.42

### 续表 5 辐射环境监测结果

续表 5-16 辐射工作人员个人剂量监测结果

序号	姓名	岗位	最近一次 培训时间	最近一次 体检时间	最近一个年度 的个人累积剂 量 (mSv)	
10	傅林峰	放射科	2014 年 5 月	2015.12.29 至 2016.3.29	0.26	
11	俞金娜	放射科	2014 年 4 月		0.39*	
12	谢 东	放射科	2014 年 4 月		0.44	
13	何 聪	放射科	2014 年 4 月		0.75	
14	徐丽萍	介入导管室	2014 年 5 月		0.35	
15	王圆圆	放射科	2014 年 4 月		0.43	
16	张丽苹	放射科	2014 年 4 月		0.63	
17	邱铁钢	肿瘤放疗	2014 年 8 月		0.33	
18	叶尚月	肿瘤放疗	2014 年 10 月		0.27	
19	李建明	肿瘤放疗	2014 年 10 月		0.16	
20	王思本	肿瘤放疗	2014 年 11 月		0.53	
21	林德荣	肿瘤放疗	2014 年 10 月		0.27	
22	邴荣林	肿瘤放疗	2014 年 10 月		0.42	
23	沈乐荣	肿瘤放疗	2014 年 11 月		0.36	
24	朱胜裕	肿瘤放疗	2014 年 10 月		0.18	
25	裘 淼	肿瘤放疗	2014 年 11 月		0.47	
26	高 勇	肿瘤放疗	2014 年 12 月		0.29	
27	袁 英	肿瘤放疗	2014 年 11 月		0.43	
28	庞奇峰	肿瘤放疗	2014 年 12 月		0.24	
29	纪 蓉	肿瘤放疗	2014 年 11 月		2016.11.29 至	0.37
30	熊中奎	肿瘤放疗	2014 年 11 月		2016.12.13	0.40

\* 注：俞金娜个人剂量监测记录未满足一个年度，监测日期为 2016 年 4 月-2017 年 1 月。

### 5.8 公众附加剂量

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漏，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《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。