

建设项目竣工 环境保护验收监测表

闽环辐[2015]验收 025 号

项目名称：福建省立医院核技术应用项目

委托单位：福建省立医院

福建省辐射环境监督站
二〇一五年九月



资质认定 计量认证证书

证书编号：2012131071U

名称：福建省辐射环境监督站

地址：福州市晋安区东浦路133号

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。

检测能力见证书附表。

准许使用标识



发证日期：2012年12月26日

有效期至：2015年12月25日

发证机关：福建省质量技术监督局

本证书由国家认证认可监督管理委员会制定，在中华人民共和国境内有效

福建省立医院核技术应用项目竣工环境保护验收监测表

法人代表：

建设单位：福建省立医院

调查单位：福建省辐射环境监督站

站 长： 朱耀明

技术负责人： 朱耀明

项目负责人： 万子诚

报告编写人： 万子诚

审 核： 谢小强

审 定： 甘来

监测单位：福建省辐射环境监督站

监测单位参加人员： 万子诚、许起惠、时磊、苗发明

调查单位联系方式：

电 话：0591-87733582 87733571 87739770

传 真：0591-87712434

地 址：福州市晋安区福飞北路 456 号

邮 编：350013

目 录

1 前言.....	1
1.1 医院概况.....	1
1.2 任务由来.....	1
2 编制依据.....	2
2.1 法律法规.....	2
2.2 技术规程规范.....	3
2.3 工程资料及批复文件.....	3
3 验收监测目的、内容、评价标准.....	3
3.1 验收监测目的.....	3
3.2 验收监测内容.....	4
3.3 验收监测评价标准.....	4
4 建设项目工程概况.....	9
4.1 项目总体概况.....	9
4.2 核医学科.....	12
4.3 X 射线装置（含 DSA）概况.....	22
4.4 直线加速器.....	37
5 环境影响评价报告表及其批复回顾.....	42
5.1《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》主要结论和建议.....	42
5.2《福建省立医院福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台Ⅲ类 X 光机项目环境影响评价报告表》主要结论和建议.....	43
5.3《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》批复及落实情况.....	44
5.4《福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台Ⅲ类 X 光机项目环境影响评价报告表》批复及落实情况.....	46
6 辐射环境监测结果.....	48
6.1 监测因子及频次.....	48
6.2 监测布点.....	48
6.3 监测仪器.....	63
6.4 监测质量保证.....	64
6.5 监测工况.....	64
6.6 监测结果与剂量估算结果分析.....	65
7 环保检查结果.....	75
7.1 辐射安全和防护管理.....	75
7.2 法规执行情况.....	76
7.3 辐射安全防护设施运行情况.....	78
8 验收监测结论.....	81
9 建议及要求.....	82
附表：建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表.....	84
附件 1：福建省立医院委托书	
附件 2：福建省立医院辐射安全许可证	
附件 3：福建省立医院核技术应用项目环评批复	
附件 4：福建省立医院辐射安全管理小组	
附件 5：福建省立医院核医学管理制度	
附件 6：福建省立医院放射科管理制度	
附件 7：福建省立医院放射性事故应急预案	
附件 8：福建省立医院个人剂量监测报告	
附件 9：福建省立医院非密封源放射物质转让审批表	

附件 10: 福建省立医院放射工作人员培训证书

附件 11: 福建省立医院辐射安全年度评估报告

附件 12: 未开展核医学科衰变池出口总放射性自查的情况说明

附件 13: 福建省立医院辐射监测方案

1 前言

1.1 医院概况

福建省立医院位于福建省福州市东街 134 号，是一所集医疗、教学、科研为一体的大型现代化综合性三级甲等医院，是福建省规模最大的医院之一。全院占地面积 38858 平方米，建筑面积 12 万平方米，编制床位 1800 张。设有内、外、妇、儿等临床科室 39 个，药剂科、检验科、放射科、超声诊断科等医技科室 12 个。年门诊量近 150 万人次，年住院量 4 万多人次。

1.2 任务由来

福建省立医院于 2013 年 8 月 8 日、2014 年 7 月 25 日委托开展该院核技术应用项目环境影响评价，编制了《福建省立医院核医学科及 X 光机环境影响评价报告表》、《福建省立医院福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台 III 类 X 光机项目环境影响评价报告表》，福建省环保厅于 2013 年 9 月 30 日、2014 年 12 月 25 日对该项目环境影响报告表予以批复，批文号：闽环辐评【2013】36 号、闽环辐评【2014】39 号。根据国务院第 253 号令《建设项目环境保护管理条例》、国家环保总局第 13 号令《建设项目竣工环境保护验收管理办法》及福建省有关建设项目环境保护管理的要求，福建省立医院于 2013 年 10 月 15 日、2015 年 3 月 16 日委托福建省辐射环境监督站对该医院核技术应用进行环境保护竣工验收监测（见附件 1）。

验收监测期间，福建省立医院核技术利用项目均通过了环境影响评价，取得了省环保厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：闽环辐证[00072]（见附件 2）；许可种类和范围：使用 III 类、V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所、制备 PET 用放射性药物。

福建省立医院现有核医学科、肿瘤内科、心内科、放射科和 PET-CT 中心等科室使用放射性医疗设备。本次验收的内容具体包括（详见表 4-1）：

（1）核医学科 2 台 ECT， ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{14}C 等放射性药品，1 枚 ^{90}Sr 放射源，于 2013 年通过福建省环保厅审批（原环评报告中 2 枚 ^{68}Ge 放射源已退役）。

(2) 心内科 2 台 DSA，于 2013 年通过福建省环保厅审批。

(3) 放射科 1 台 DSA 和 26 台 III 类 X 射线机，于 2013 年通过福建省环保厅审批。

(4) 肿瘤内科 1 台直线加速器、1 台 CT 模拟定位机，于 2014 年通过福建省环保厅审批。

受该院的委托，福建省辐射环境监督站组织有关人员于 2013 年 10 月 30~31 日、2014 年 5 月 9 日、2015 年 6 月 10 日对该医院正常运行的核技术应用项目的竣工验收进行现场监测。通过对现场验收监测数据和收集资料的分析整理，编制本验收监测表。

2 编制依据

2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月。

(2) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月。

(3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 253 号令，1998 年 11 月 29 日。

(4) 《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。

(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 1 月 18 日。

(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日。

(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》，国家环保总局环发[2000]38 号，2000 年 2 月 22 日。

(8) 《射线装置分类办法》，国家环境保护总局 2006 年第 26 号公告。

(9) 《放射源分类办法》，国家环境保护总局 2005 年第 62 号公告。

2.2 技术规范规范

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB18871-2002。
- (2) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)。
- (3) 《医用 X 射线诊断卫生防护标准》，GBZ130-2013。
- (4) 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》，GBZ165-2012。
- (5) 《医用放射性废物管理的卫生防护管理》，GBZ133-2009。
- (6) 《临床核医学放射卫生标准》，GBZ120-2006。
- (7) 《医疗机构水污染物排放标准》，GB18466-2005。
- (8) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》，GB/T14583-1993。
- (9) 《辐射环境监测技术规范》，HJ/T61-2001。
- (10) 《电离辐射监测质量保证一般规定》，GB 8999-1988。

2.3 工程资料及批复文件

- (1) 福建省立医院委托书，2013 年 10 月 15 日、2014 年 7 月 25 日。
- (2) 《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》，2013 年 9 月。
- (3) 《福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台 III 类 X 光机环境影响报告表》，2014 年 8 月。
- (4) 福建省环保厅对《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》的批复(闽环辐评【2013】36 号)，2013 年 9 月 30 日。
- (5) 福建省环保厅对《福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台 III 类 X 光机环境影响报告表》的批复(闽环辐评【2014】39 号)，2014 年 12 月 25 日。

3 验收监测目的、内容、评价标准

3.1 验收监测目的

- (1) 检验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。
- (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落实情况。

(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。

(4) 为环境保护行政主管部门审管提供依据。

(5) 为建设单位日常管理提供依据。

3.2 验收监测内容

根据《辐射环境监测技术规范》的要求以及《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》的评价意见,结合现场踏勘和本次验收项目的工艺特点,本项目竣工环境保护验收监测内容为:

(1) 检查项目在验收监测期间的运行工况是否符合建设项目竣工环境保护验收监测要求,监测正常运行工况条件下工作场所的辐射剂量率水平。

(2) 监测、检查落实环评报告表和环保部门批复提出的各项辐射污染防治措施情况及其效果。

(3) 检查已制定的各项辐射管理制度是否符合相关法规要求。

(4) 检查项目建设、运行期间的环境管理情况。

3.3 验收监测评价标准

按照国家环境保护总局环发〔2000〕38 号《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关规定的通知》规定,应以环境影响评价报告(表)批复时,有效的国家或地方排放标准和环境质量标准、工程《初步设计》(环保篇)的设计指标和总量控制指标作为建设项目的环保设施验收监测的评价标准。

3.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制,以保证除本标准 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和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B(标准的附录)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。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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：年有效剂量，1mSv。

第 11.4.3.2 款

剂量约束值常应在公众照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

根据环评批复本项目职业人员剂量约束值取 5mSv/a，核医学科致公众剂量约束值取 0.25mSv/a，其余场所致公众剂量约束值取 0.1 mSv/a。

第 3.1.2 款 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制水平应遵循附录 B（标准的附录）B2 所规定的限制要求。

B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 3-1 所列。

表 3-1 工作场所的放射性表面污染控制水平				单位：Bq/cm ²
表	面	类	型	β 放射性物质

工作台、设备、墙壁、地面	控制区 1)	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^{-1}

注：1) 该区内的高污染子区除外。

第 3.1.3 款 非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C（标准的附录）的规定进行。

C1 非密封源工作场所的分级

应按表 3-2 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。

表 3-2 非密封源工作场所的分级

级 别	日等效最大操作量，Bq
甲	$>4\times 10^9$
乙	$2\times 10^7\sim 4\times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2\times 10^7$

第 8.6 款 放射性物质向环境排放的控制

第 8.6.2 款 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：

a) 每月排放的总活度不超过 $10ALI_{min}$ (ALI_{min} 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 $1ALI_{\min}$ ，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

3.3.2 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)

本标准规定了医用电子加速器用于临床治疗时的放射防护要求，包括基本要求、加速器的放射防护性能要求、治疗室防护和安全操作要求、质量控制要求及其监测方法。

本标准适用于标称能量在 50MeV 以下的医用加速器的生产和使用。

第 5.3.4 款 终止照射后感生放射性的防护

第 5.3.4.1 款 此要求仅适用于电子能量超过 10MeV 的设备。

第 5.3.4.2 款 在规定的最大吸收剂量率下，进行 4Gy 照射，以间隙 10min 的方式连续运行 4h 后，在最后一次照射终止的 10s 开始测量，测得感生放射性的周围剂量当量 $H^*(d)$ ，且应满足下列要求：

a) 累计测量 5min，在离外壳表面 5cm 任何容易接近处不超过 $10\mu\text{Sv}$ ，离外壳表面 1m 处不超过 $1\mu\text{Sv}$ ；

b) 在不超过 3min 的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 任何容易接近处不超过 $200\mu\text{Sv/h}$ ，离外壳表面 1m 处不超过 $20\mu\text{Sv/h}$ 。

3.3.3 《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2013)

本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、X 射线诊断操作的通用防护安全要求及其相关检测要求。

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。

模拟定位机设备参照本标准执行。

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3 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）：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时

间。

b) CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv ；测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

3.3.4 《临床核医学放射卫生标准》(GBZ120-2006)

本标准适用于临床核医学应用放射性药物施行诊断与治疗的实践。

第 4.1 款 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，并采取相应放射防护措施。

第 4.7 款 临床核医学工作场所应备有收集放射性废物的容器，容器上应有放射性标志。放射性废物应按长半衰期和短半衰期分别收集，并给予适当屏蔽。固体废物如污染的针头、注射器和破碎的玻璃器皿等应贮于不泄漏、较牢固、并有合适屏蔽的容器内。放射性废物应及时按 GBZ133 进行处理。

3.3.5 《医用放射性废物管理卫生防护标准》(GBZ 133-2009)

本标准规定了对医用放射性废物管理的基本防护、液体废物、固体废物、气载废物、含放射性核素尸体的卫生防护管理要求及废物管理制度。

本标准适用于医学实践中所产生的含有放射性核素或被放射性核素所污染且不再利用的废弃物即医用放射性废物的管理。

本标准不适用于经医学应用后被废弃的密封放射源与粒子源的管理。

第 5.1 款 放射性废液

第 5.1.2 款 产生放射性核素废液而可不设置污水池的单位，应将仅含短半衰期核素的废液注入专用容器中存放 10 个半衰期后，经审管部门审核准许，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。

第 5.2 款 注射过或服用过放射性药物的病人的排泄物

第 5.2.8 款 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病人排泄物；

b)符合出院条件的病人排泄物。

3.3.6 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）

表 3-3 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）

控制项目	排放标准	预处理标准
总 β（Bq/L）	10	10

3.3.7 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）

第 5 款 CT 机房的防护要求

第 5.1 款 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。

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

第 5.3 款 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<2.5μGy/h。

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

第 5.5 款 CT 机房应保持良好的通风。

4 建设项目工程概况

4.1 项目总体概况

福建省立医院本次委托项目包括核医学科 2 台 ECT，^{99m}Tc、¹³¹I、¹²⁵I、⁸⁹Sr、¹⁵³Sm、¹⁴C 等放射性药品，1 台直线加速器，心内科 2 台 DSA，放射科 1 台 DSA 和 27 台Ⅲ类 X 射线机。项目具体明细见表 4-1，医院所在区域图见图 4-1，医院平面布置见图 4-2。

表 4-1 省立医院使用的放射源及射线装置的设备简况及环保落实情况

序号	设备名称/场所	分类	数量	使用场所	设备状况	环保落实情况
1	PET-CT 中心	乙级非密封放射性物质工作场所	1	急救中心大楼一楼 PET-CT 中心	在用	已环评、验收。
2	MINI Trace 型高能医用回转加速器	II 类射线装置	1	放疗科楼直线加速器治疗室	在用	
3	后装机	II 类放射源	1	肿瘤内科	未用	已环评，不属于本次验收。
4	核医学科 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{14}C 等放射性药品	乙级非密封放射性物质工作场所	1	3 号楼二楼核医学科	在用	已环评，属本次验收。
5	1 台 ^{90}Sr 敷贴器	V 类放射源	1	3 号楼二楼核医学科	在用	
6	ECT 机	乙级非密封放射性物质工作场所	2	3 号楼二楼核医学科	在用	
7	直线加速器	II 类射线装置		肿瘤内科		
8	DSA (FD20)	II 类射线装置	1	医技楼二楼 心内科导管室	在用	
9	DSA (ARRIS ZEE FLOOR)	II 类射线装置	1		在用	
10	DSA (ARTIS ZEE LEILING)	II 类射线装置	1	门诊一楼 放射科	在用	
11	SIRE APH CF 透视机	III 类射线装置	1		在用	
12	Sensation 64 排 CT	III 类射线装置	1		在用	
13	SOMATOM Definition CT	III 类射线装置	1		在用	
14	Aristos VX Plus X 摄片机	III 类射线装置	1		在用	
15	Aristos VX Plus X 摄片机	III 类射线装置	1		在用	
16	Senographe DS 乳腺机	III 类射线装置	1		在用	
17	西门子 R200 胃肠机	III 类射线装置	1		在用	
18	螺旋 CT	III 类射线装置	1	门诊二楼急救中心	在用	
19	VD150L-30E X 光机	III 类射线装置	1	门诊六楼国外体检	在用	
20	AKHX-50/200 X 光机	III 类射线装置	1	门诊八楼国内体检	在用	
21	Diagnost DR 机	III 类射线装置	1	门诊三楼急救中心	在用	
22	西门子 R100 透视机	III 类射线装置	1	门诊三楼急救中心	在用	

23	EASY DIAGNOST 胃肠机	III类射线装置	1	门诊七楼胆管造影	在用	已环评，属本次验收。
24	OP200B 全景 X 光机	III类射线装置	1	门诊五楼口腔科	在用	
25	Axiom Luminos drf 数字胃肠 X 光机	III类射线装置	1	门诊一楼放射科	在用	
26	ELITYS 口腔 X 光机	III类射线装置	1	门诊五楼口腔科	在用	
27	OSTEOCORE2 骨密度仪	III类射线装置	1	3 号楼二楼核医学科	在用	
28	Compact detta 碎石机	III类射线装置	1	3 号楼二楼碎石中心	在用	
29	Compact 移动式 X 光机	III类射线装置	1	非固定场所	在用	
30	SLREMOBIL Compact 移动式 X 光机	III类射线装置	1	非固定场所	在用	
31	SLREMOBILCompact 移动式 X 光机	III类射线装置	1	非固定场所	在用	
32	mobilett xpdigital 床边机	III类射线装置	1	非固定场所	在用	
33	Multmobillo 移动式 X 光机	III类射线装置	1	非固定场所	在用	
34	mobilett xp digital 床边机	III类射线装置	1	非固定场所	在用	
35	BVLIBRA C 臂机	II 类射线装置	1	非固定场所	在用	
36	通用 C 臂机	III类射线装置	1	非固定场所	在用	
37	CT 模拟定位机	III类射线装置	1	肿瘤内科	在用	
38	常规模拟定位机	III类射线装置	1	肿瘤内科	未用	已环评，不属于本次验收。
39	核医学科 ^{125}I 粒籽源植入	乙级非密封放射性物质工作场所	1	急救中心大楼一楼 PET-CT 中心		



图 4-1 本项目所在地理位置图



图 4-2 福建省立医院平面布置图

4.2 核医学科

该医院核医学科位于医院 3 号楼二楼，主要利用 ^{99m}Tc、¹³¹I、¹²⁵I、⁸⁹Sr、¹⁵³Sm、¹⁴C 等放射性药品和 ECT 显像。ECT 相关信息见表 4-2。核医学科防护情况见表 4-3，相关照片见照片 4-1~4-32。

表 4-2 ECT 相关信息

名称	型号	数量	用途	使用地点	管理类别
ECT（二）	GE Varicam	1台	诊断	3号楼二楼核医学科	乙级非密封放射性物质工作场所
ECT（一）	Discovery NM/CT 670	1台	诊断	3号楼二楼核医学科	乙级非密封放射性物质工作场所

表 4-3 福建省立医院核医学科防护情况表

序号	场所	防护情况(材料及厚度)			
		屏蔽墙	顶棚	防护门	观察窗
1	高活性室	30cm 混凝土+2mm 铅当量	30cm 砼	2.5mm 铅板	/
2	污物间	30cm 混凝土+2mm 铅当量	30cm 砼	2.5mm 铅板	/

3	注射室	24cm 混凝土 +2mm 铅当量	30cm 砼	2.5mm 铅板	/
4	ECT（一）机房	30cm 混凝土 +2mm 铅当量	30cm 砼	2.5mm 铅板	20mm 铅玻璃
5	ECT（二）机房	30cm 混凝土 +2mm 铅当量	30cm 砼	2.5mm 铅板	20mm 铅玻璃
6	甲癌治疗病房	30cm 混凝土 +2mm 铅当量	30cm 砼	3mm 铅板	/



照片 4-1 ECT（一）



照片 4-2 ECT（一）操作位



照片 4-3 ECT（一）控制室



照片 4-4 ECT（二）



照片 4-5 ECT（二）操作位



照片 4-6 ECT（二）机房门口

	 电离辐射警告标志
照片 4-7 ECT（二）机房防护门应急装置	照片 4-8 注射室门口
 铅玻璃 铅砖（废物收集）	
照片 4-9 注射室内	照片 4-10 注射室内通风系统
 电离辐射警告标志	 通风管 铅柜
照片 4-11 高活性室门口	照片 4-12 高活性室内
 通风管 铅柜	 铅屏风
照片 4-13 高活性室内	照片 4-14 注射后候诊室（ECT 机房西侧）

	
照片 4-15 医疗废物污物间	照片 4-16 病人专用卫生间
	
照片 4-17 99mTc 专用洗手间下方环境	照片 4-18 ECT 衰变池上方环境
	
照片 4-19 甲功室内	照片 4-20 呼吸室内
	
照片 4-21 敷贴室	照片 4-22 ^{125}I 储存冰箱



照片 4-23 甲癌治疗室东侧出入防护门



照片 4-24 甲癌治疗室西侧外墙



照片 4-25 甲癌治疗室南侧



照片 4-26 甲癌治疗室上方重症外科



照片 4-27 甲癌治疗室下方医院监控室



照片 4-28 甲癌注射室内



照片 4-29 甲癌治疗衰变池上方环境



照片 4-30 核医学科表面污沾仪

	
照片 4-31 个人剂量率报警仪	照片 4-32 核医学科楼上重症外科

4.2.1 ECT 使用概况

（1）ECT 工作原理

ECT 即单光子发射计算机断层扫描。它将发射单光子的核素药物如^{99m}Tc 引入人体，这些差异通过计算机处理成 ECT 图像，为肿瘤的诊治提供多方位信息。

ECT 的基本结构分 3 部分，即旋转探头装置、电子线路、数据处理和图像重建的[计算机系统](#)。ECT 除显示肿瘤病灶外，还可显示局部脏器功能的变化。

（2）ECT 治疗流程

- ①预约订购放射性药品，由护士给患者注射。
- ②患者候诊（时间依项目的不同而不同）后，进入 ECT 机房，由医生对患者进行摆位，时间一般为1 分钟。然后关上防护门，进行 ECT 扫描。检查结束后，患者即出院。

4.2.2 放射性药品使用概况

福建省立医院核医学科本次验收项目的放射性药品的使用情况见表 4-4、表 4-5，使用的放射性同位素的性质见表 4-6。

表 4-4 放射性药品使用概况

核素名称	操作场所级别	放射性药品	物理状态	使用目的	项目	日等效最大操作量(Bq)	年用量(Bq)	给药方式	药品贮存地点
¹²⁵ I	丙级	放免药盒	液态	诊断	放射免疫分析	3.7×10 ⁴	7.4×10 ⁶	体外诊断	放免室冰箱
¹³¹ I	乙级	¹³¹ I-NaI	液态	诊疗	甲功测定	1.48×10 ⁹	1.85×10 ¹¹	口服	高活性室铅罐内(当天供给,当天使用)
					甲亢治疗				
					甲癌治疗				
^{99m} Tc	乙级	^{99m} Tc 标记药物	液态	ECT 诊断	ECT 显像	2.22×10 ⁸	5.0×10 ¹²	静脉注射	高活性室铅罐内(当天供给,当天使用)
⁸⁹ Sr	乙级	⁸⁹ SrCl ₂	液态	治疗	骨转移癌治疗	1.85×10 ⁷	9.25×10 ⁸	静脉注射	高活性室铅罐内(当天供给,当天使用)
¹⁵³ Sm	乙级	¹⁵³ SmCl ₂	液态	治疗	骨转移癌治疗	1.85×10 ⁸	9.25×10 ⁹	静脉注射	高活性室铅罐内(当天供给,当天使用)
¹⁴ C	丙级	¹⁴ C 标记药物	固态	诊断	¹⁴ C 呼气试验	1.2×10 ⁴	3.7×10 ⁶	口服	暂存在 ¹⁴ C 呼吸室带锁抽屉内

注：¹⁵³Sm 还未开展使用，考虑到 ⁸⁹Sr 和 ¹⁵³Sm 用途一致，本次验收覆盖。

表 4-5 密封放射源使用概况

核素名称	形态	项目	年用量(Bq)	使用方式	放射源贮存
⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	敷贴器	多种皮肤病治疗	0.74~1.48×10 ⁹ (重复使用)	皮肤敷贴	高活性室

表4-6 本项目使用的放射性同位素性质

核素名称	放射性半衰期	毒性分组	主要 β 射线能量(KeV) (分支比)	主要 γ 射线能量(KeV) (分支比)	Γ 照射量率常数 (R m ² /h Ci)	公众成员内照射剂量转换因子 ⁽¹⁾ (mSv/Bq)		ALI ₍₂₎ (MBq)
						吸入	食入	
¹²⁵ I	60.1 天	中毒	EC(100%)	27-32(138%) 35(7%)	0.0068	2.3×10 ⁻⁵	5.7×10 ⁻⁵	1.3
¹³¹ I	8.04 天	中毒	606(89.7%)	364(81.8%) 637(7.2%) 284(5.9%)	0.218	7.2×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻⁴	0.9
^{99m} Tc	6.02 小时	低毒	无	141(88.5%)	0.062	1.2×10 ⁻⁷	2×10 ⁻⁷	690

⁸⁹ Sr	50.5 天	中毒	1463(100%)	几乎无	—	3.9×10 ⁻⁵	3.6×10 ⁻⁵	2.7
¹⁵³ Sm	1.95 天	中毒	702(46%) 632(33%) 805(20%)	103(28.2%) 70(4.04%)	0.017	4.2×10 ⁻⁶	8.4×10 ⁻⁶	27
¹⁴ C	20.4 分钟	低毒	960(99.8)	511(200%)	0.536	1.6×10 ⁻⁷	2.6×10 ⁻⁷	833
⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	29.1 年	— ⁽³⁾	546(100%) 2274(100%)	(韧致辐射)	—	— ⁽³⁾	— ⁽³⁾	— ⁽³⁾

.备注：(1) 单位摄入量所致的待积有效剂量，采用不同年龄组的最大值。

(2) ALI_{min} 是相应于职业照射的食入和吸入年摄入量限值(ALI)中的较小者。

(3)密封源不考虑内照射。

由表 4-4、表 4-5、表 4-6 可知，放射性核素 ¹³¹I，为中毒性核素，相比其他核医学科常用核素，单次用药量和年用药量比较大，半衰期较长，极易挥发，会产生大量放射性气溶胶，而注射药物后的甲癌患者需住院观察 7 天，住院期间使用专用卫生间、冲洗滴漏的废液时，产生放射性废水。

^{99m}Tc 是用于 ECT 显像的药物，发射出 γ 射线，单次应用量和年用药总量较大、应用频次较多、应用范围较广。针对不同项目，病人在高活性室注射窗口注射 ^{99m}Tc 药物后，在核医学科候诊区候诊时间从 0~3 小时不等，候诊时间较长，开展项目较多；病人图像采集时间：10 分钟~30 分钟左右，病人候诊使用专用卫生间、冲洗滴漏的废液时，产生放射性废水。

在 ⁹⁰Sr 敷贴器所用放射源为 V 类源，病人在敷贴室实施敷贴治疗。其 β 射线、韧致辐射的 X 射线的影响局限于敷贴室内，对环境公众基本无影响。在使用时，放射性物质包容在源包壳内，不产生放射性三废。

核医学科使用的其他放射性核素使用量较小，能量低，使用频次较少，有些属于豁免水平（¹²⁵I 放免分析和 ¹⁴C 呼吸实验），不需要注射后候诊或候诊时间短等。

综上所述，我们核医学科使用的 ¹³¹I、^{99m}Tc 为本次验收的关键核素。

4.2.3 放射性药品使用流程和污染源分析

(1) 使用流程

¹²⁵I 主要是用于放射免疫。医务人员使用微量取样器从放免试剂瓶抽取

一人份加入有病人血液的试管使之反应然后离心，最后放在放免计数器上测量试管壁沉淀物。

^{131}I 主要用于甲癌治疗、甲亢治疗和甲功测定。甲癌治疗时从自动分装仪中取出一人份药液给病人口服，病人住院约 7 天后出院。甲亢治疗时医务人员将从铅罐中取出一人份胶囊给病人口服，病人口服后即可出院。若病人为甲功测定则操作流程与甲亢治疗步骤一致，只是在用药后用甲功测定仪测定甲功然后方可出院。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 主要用于 ECT 诊断。医院从广东希埃医药有限公司福州分公司购买 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药品，由医院核医学科医务人员标记后，从药物瓶抽取一人份给病人注射，注射后的病人在候诊室候诊一段时间然后进入 ECT 机房进行扫描后即可出院。

^{89}Sr 和 ^{153}Sm 主要是用于骨转移癌治疗。医务人员用注射器从源液瓶抽取一人份给病人注射后病人即可出院。目前 ^{153}Sm 还未开展使用，考虑到 ^{89}Sr 和 ^{153}Sm 用途一致，本次验收覆盖。

^{14}C 主要是用于检测幽门螺旋杆菌，医务人员从 ^{14}C -UBT 药盒取出一人份尿素[^{14}C]胶囊（约 $3.7\times 10^4\text{ Bq}$ ）给病人口服后出院

（2）污染源分析

放射性药品使用过程污染源分析见表 4-8。由关键核素分析可知， ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 为本次验收的关键核素，涉及到关键核素的具体操作环节是放射性污染的关键途径。福建省立医院核医学科注射室设置有 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等药品专用注射室，病人注射药物后，在规定活动区域内，注射候诊室配备有病人专用卫生间。服用 ^{131}I 后的病人进入专用的 ^{131}I 休息室，遵照医生嘱托，按照医院规定进行候诊，注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 后的病人，直接进入注射候诊室，按照医嘱和医院规定进行候诊。按规定达到候诊时间后，医生通知病人进入 ECT 机房扫描，扫描完后，直接从核医学科病人出院通道出院。

对于进行甲功治疗的病人，在注射室口服 $2\sim 10\mu\text{Ci}^{131}\text{I}$ （极微量）后，进入甲功室进行诊断检查。而进行甲亢治疗的病人，先进行甲功测定，然后

根据医生建议，在注射室口服 ^{131}I (5~10mCi) 后，直接从核医学科病人出院通道出院。对于 ^{125}I 、 ^{14}C 、 ^{89}Sr 的用药病人，在注射室等使用后，直接从核医学科病人出院通道出院。

表 4-8 放射性药品污染源分析

核素名称	项目	流程	γ 射线外照射	表面污染	气体废物及处置	液体废物及处置 ⁽¹⁾	放射性固体废物及处置	
^{125}I	放射免疫	微量取样器从放免试剂瓶抽取一人份(约 10^3 Bq) → 加入有病人血液的试管 → 反应 → 离心 → 放在放免计数器上测量试管壁沉淀物	几乎没有，可不考虑	表面放射性污染的影响仅限于工作场所的局部范围，包括工作台、设备、地面、工作服、手套等。	极少量滴漏 → 产生放射性气溶胶 → 无组织排放(经大气稀释其影响可不考虑)	少量放免废液及去污洗涤液进入衰变池中衰减至原来的 1/10。	废药瓶、废放免试管 → 源库及废物库贮存衰变至清洁解控水平 → 经省管部门确认或批准，作为一般医疗垃圾处置	
	肿瘤治疗	从药物瓶中取出若干粒籽源($2.2 \times 10^7 \text{ Bq/粒}$) 置于具有铅防护注入器 → 送至相关科室用注入器植入肿瘤处 → 病人出院	出院病人体内 ^{125}I 对院外公众的外照射。		/	/		
^{131}I	甲亢治疗	从自动分装仪中取出一人份药液 → 给病人口服 → 病人出院	甲亢治疗出院病人体内 ^{131}I 对院外公众的外照射		少量滴漏 → 产生放射性气溶胶 → 分装室通风橱 → 室外大气	去污洗涤液(甲亢病人尿液全部院外排放)	①废药瓶连同包装铅罐由供货厂家回收；②手套、口杯、垫在注射台上的一次性纸、吸水纸、一次性吹气管等 → 放射性废物桶	废物 → 源库及废物库贮存衰变至清洁解控水平 → 经省管部门确认或批准，作为一般医疗垃圾处置
	甲功测定	从自动分装仪中取出一人份药液 → 给病人口服 → 用甲功仪测定甲功 → 病人出院	很小，可不考虑			给药后候诊病人排泄物、去污洗涤液		
	甲癌治疗	从自动分装仪中取出一人份药液 → 给病人口服 → 病人住院约 7 天 → 病人出院	给药后的患者在出院后体内 ^{131}I 对周围公众的外照射，摆位时对医务人员的外照射			给药后候诊病人排泄物、去污洗涤液进入衰变池中衰减至原来的 1/10。		

^{99m}Tc	ECT 多种脏器显像	从药物瓶抽取一人份→注射→候诊→摆位→ECT 扫描→病人出院	给药后病人在候诊、ECT 扫描和出院后体内 ^{99m}Tc 对周围公众的外照射，摆位时对医务人员的外照射			候诊病人排泄物，去污洗涤液进入衰变池中衰减至原来的 1/10。		
^{153}Sm	骨转移瘤治疗	从药物瓶抽取一人份→注射→病人出院	很小，可不考虑			/		
^{89}Sr	骨转移瘤治疗	从药物瓶抽取一人份→注射→病人出院	很小，可不考虑			/		
^{14}C	^{14}C 呼气试验	从 ^{14}C -UBT 药盒取出一人份尿素[^{14}C]胶囊(约 $3.7 \times 10^4 \text{ Bq}$)→给病人口服→静坐 25min 后病人吹气→吹气后样品做检测→病人出院	几乎没有，可不考虑			候诊病人排泄物，去污洗涤液。		

备注:(1) 除了出院患者排泄物，其余均排入核医学科专用的放射性废水衰变池，经滞留衰变后排入医院污水处理站，处理后进入城市污水管网。

4.3 X 射线装置（含 DSA）概况

本次验收的 X 射线装置包括 18 台隔室使用的 III 类 X 射线机、8 台非隔室使用（使用场所位于手术室，不固定）的 III 类移动 X 射线机及 3 台 DSA，射线机基本参数见表 4-9。DSA 机房及其周围环境现状见照片 4-33~4-51，III 类 X 射线机机房及其周围环境现状见照片 4-52~照片 4-112，各使用 X 射线机机房的防护情况见表 4-10。

表 4-9 X 射线机基本参数

序号	型号	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	用途	备注
1	DSA (FD20)	125	1000	诊断	医技楼二楼 心内科导管室
2	DSA (ARRIS ZEE FLOOR)	125	800	诊断	
3	DSA (ARTIS ZEE LEILING)	125	1000	诊断	门诊一楼放射科

4	螺旋 CT	140	530	诊断	门诊二楼急救中心
5	Sensation 64 排 CT	140	665	诊断	门诊一楼放射科
6	SOMATOM Definition CT	140	665	诊断	门诊一楼放射科
7	Aristos VX Plus X 摄片机	150	500	诊断	门诊一楼放射科
8	Aristos VX Plus X 摄片机	150	500	诊断	门诊一楼放射科
9	SIRE APH CF 透视机	150	800	诊断	门诊一楼放射科
10	Senographe DS 乳腺机	49	600mAs	诊断	门诊一楼放射科
11	西门子 R200 胃肠机	150	800	诊断	门诊一楼放射科
12	VD150L-30E X 光机	150	500	诊断	门诊六楼国外体检
13	AKHX-50/200 X 光机	150	500	诊断	门诊八楼国内体检
14	Diagnost DR 机	125	400	诊断	门诊三楼急救中心
15	西门子 R100 透视机	150	800	诊断	门诊三楼急救中心
16	EASY DIAGNOST 胃肠机	150	530	诊断	门诊七楼胆管造影
17	OP200B 全景 X 光机	100	20	诊断	门诊五楼口腔科
18	Axiom Luminos drf 数字胃肠 X 光机	125	550	诊断	门诊一楼放射科
19	ELITYS 口腔 X 光机	70	50	诊断	门诊五楼口腔科
20	OSTEOCORE2 骨密度仪	100	30	诊断	3 号楼核医学科
21	Compact detta 碎石机	100	50	诊断	3 号楼二楼碎石中心
22	Compact 移动式 X 光机	110	50	诊断	病房手术室
23	SLREMOBIL Compact 移动式 X 光机	110	50	诊断	病房手术室
24	SLREMOBIL Compact 移动式 X 光机	110	50	诊断	病房手术室
25	mobilett xpdigital 床边机	100	50	诊断	门诊一楼放射科
26	Multmobillo 移动式 X 光机	100	50	诊断	门诊一楼放射科
27	mobilett xp digital 床边机	100	60	诊断	门诊一楼放射科

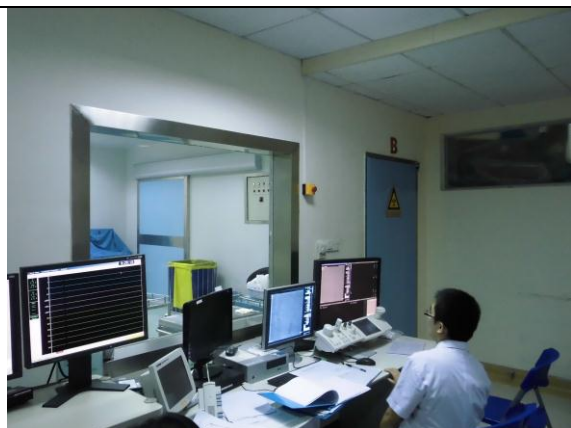
28	BVLIBRA C 臂机	100	40	诊断	急救中心
29	通用 C 臂机	100	40	诊断	病房手术室
30	Brilliance CT Big Bore (CT 模拟定位机)	140	500	定位	肿瘤内科

注：验收检查期间，西门子 R200 胃肠机已损坏；环评报告中的 AKHX-50/200X 光机已更新为岛津 RADSPEED/DR。

	
照片 4-33 FD20 型 DSA 操作位	照片 4-34 FD20 型 DSA
	
照片 4-35 FD20 型 DSA 病人进出防护门	照片 4-36 FD20 型 DSA 洗涤间
	
照片 4-37 候诊区	照片 4-38 FD20 型 DSA 南侧过道



照片 4-39 FLOOR 型 DSA 机房



照片 4-40 FLOOR 型 DSA 操作位



照片 4-41 FLOOR 型 DSA 病人出入防护门



照片 4-42 FLOOR 型 DSA 洗涤间



照片 4-43 FLOOR 型 DSA 候诊区



照片 4-44 FLOOR 型 DSA 北侧办公室



照片 4-45 DSA 机房下方收费处



照片 4-46 DSA 机房西侧外墙



照片 4-47 LEILING 型 DSA



照片 4-48 LEILING 型 DSA 操作位



照片 4-49 LEILING 型 DSA 病人进出防护门



照片 4-50 LEILING 型 DSA 楼上办公室



照片 4-51 DSA 机房防护用品



照片 4-52 螺旋 CT



照片 4-53 螺旋 CT 操作位



照片 4-54 螺旋 CT 病人出入防护门



照片 4-55 64 排 CT



照片 4-56 64 排 CT 操作位



照片 4-57 64 排 CT 病人进出防护门



照片 4-58 Definition CT



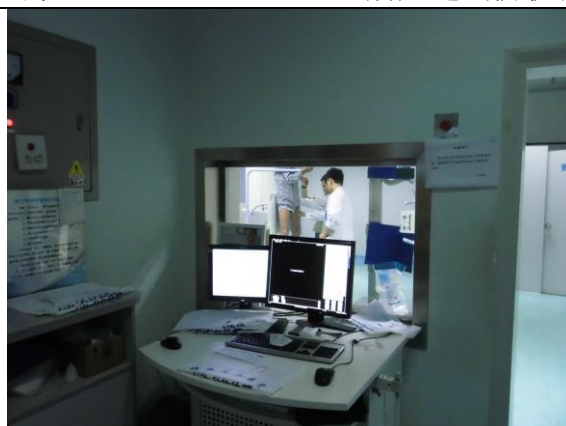
照片 4-59 Definition CT 操作位



照片 4-60 Definition CT 病人进出防护门



照片 4-61 X 摄片机



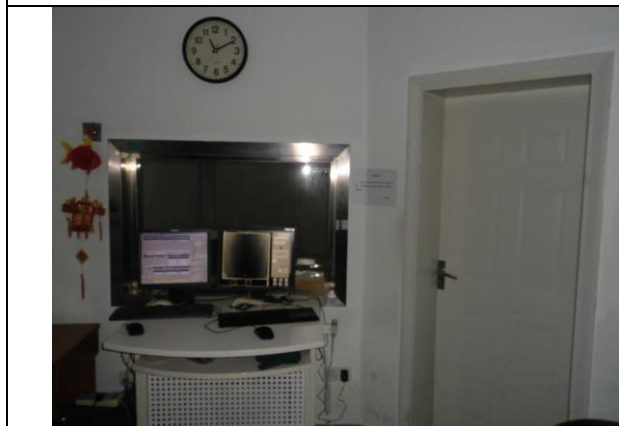
照片 4-62 X 摄片机操作位



照片 4-63 X 摄片机病人出入防护门



照片 4-64 X 摄片机



照片 4-65 X 摄片机操作位



照片 4-66 X 摄片机病人出入防护门



照片 4-67 CF 透视机



照片 4-68 CF 透视机操作位



照片 4-69 CF 透视机病人出入防护门



照片 4-70 乳腺机



照片 4-71 乳腺机控制位



照片 4-72 乳腺机病人出入防护门



照片 4-73 VD150L-30E X 光机



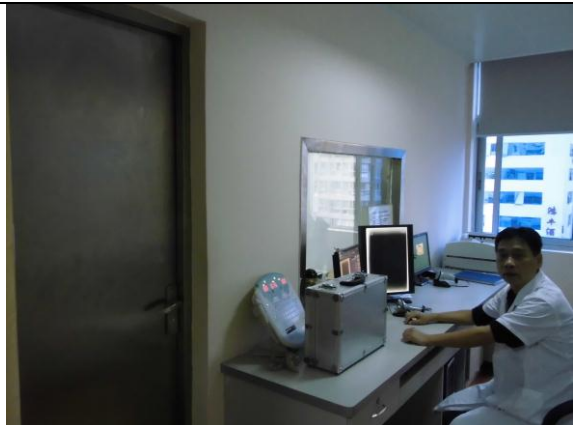
照片 4-74 VD150L-30E X 光机操作位



照片 4-75 VD150L-30E X 光机病人防护门



照片 4-76 岛津 RADSPED/DR



照片 4-77 岛津 RADSPED/DR 操作位



照片 4-78 岛津 RADSPED/DR 病人防护门



照片 4-79 Diagnost DR 机



照片 4-80 Diagnost DR 机操作位



照片 4-81 Diagnost DR 机病人出入防护门



照片 4-82 Diagnost DR 机东侧候诊区



照片 4-83 R100 透视机



照片 4-84 R100 透视机操作位



照片 4-85 R100 透视机病人出入防护门



照片 4-86 DIAGNOST 胃肠机



照片 4-87 DIAGNOST 胃肠机操作位



照片 4-88 DIAGNOST 胃肠机病人防护门



照片 4-89 OP200B 全景 X 光机



照片 4-90 OP200B 全景 X 光机操作位



照片 4-91 OP200B 全景 X 光机出入防护门



照片 4-92 Axiom Luminos drf 数字胃肠机



照片 4-93 Axiom Luminos drf 胃肠机操作位



照片 4-94 Axiom Luminos drf X 光机防护门



照片 4-95 ELITYS 口腔 X 光机



照片 4-96 ELITYS 口腔 X 光机操作位



照片 4-97 ELITYS 口腔 X 光机防护门



照片 4-98 OSTEOCORE2 骨密度仪



照片 4-99 OSTEOCORE2 骨密度仪操作位



照片 4-100 骨密度仪机房北侧



照片 4-101 Compact detta 碎石机



照片 4-102 Compact detta 碎石机操作位



照片 4-103 slremobil compact 移动 X 光机



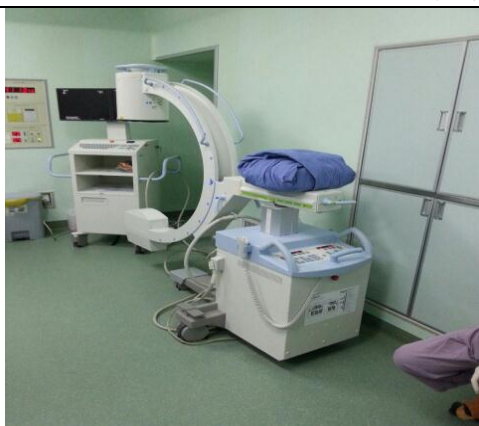
照片 4-104 mobilett xpdigital 移动床边机



照片 4-105 multmobillo 移动 X 光机



照片 4-106 mobilett xp digital 床边机



照片 4-107 急救中心手术室 BVLIBRA C 臂机



照片 4-108 病房手术室通用 C 臂机



照片 4-109 CT 模拟定位机



照片 4-110 CT 模拟定位机控制室



照片 4-111 CT 模拟定位机病人防护门

照片 4-112 CT 模拟定位机候诊区

表 4-10 福建省立医院 DSA 及 X 射线机防护情况表

序号	机房名称	墙体	房顶/地板	防护门	防护窗
1	DSA (FD20)	24cm 砼+3mm 铅当量	24cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	18mm 厚 铅玻璃
2	DSA (ARRIS ZEE FLOOR)	24cm 砼+3mm 铅当量	24cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	18mm 厚 铅玻璃
3	DSA (ARTIS ZEE LEILING)	24cm 砼+3mm 铅当量	24cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	18mm 厚 铅玻璃
4	螺旋 CT	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
5	Sensation 64 排 CT	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
6	SOMATOM Definition CT	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
7	Aristos VX Plus X 摄片机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
8	Aristos VX Plus X 摄片机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
9	SIRE APH CF 透视机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
10	Senographe DS 乳腺机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
11	西门子 R200 胃肠机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
12	VD150L-30E X 光机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
13	AKHX-50/200 X 光机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
14	Diagnost DR 机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量

15	西门子 R100 透视机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
16	EASY DIAGNOST 胃肠机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
17	OP200B 全景 X 光机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
18	Axiom Luminos drf 数字胃肠 X 光机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
19	ELITYS 口腔 X 光机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
20	OSTEOCORE2 骨密度仪	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
21	Compact detta 碎石机	24cm 红实心砖墙 +2mm 铅当量	10cm 砼+2mm 铅当量	2.5mm 铅当量	2.0mm 铅当量
22	CT 模拟定位机	370mm 实心砖	200mm 钢筋混凝土	4mm 铅当量	5mm 铅当量

注：除 DSA 机为 II 类射线装置外，各台 X 射线机均为 III 类射线装置。移动 X 光机无固定工作场所。

4.3.1 射线装置的工作原理

普通 X 光机和 DSA 均为采用 X 射线进行摄影的技术设备。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 4-5。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

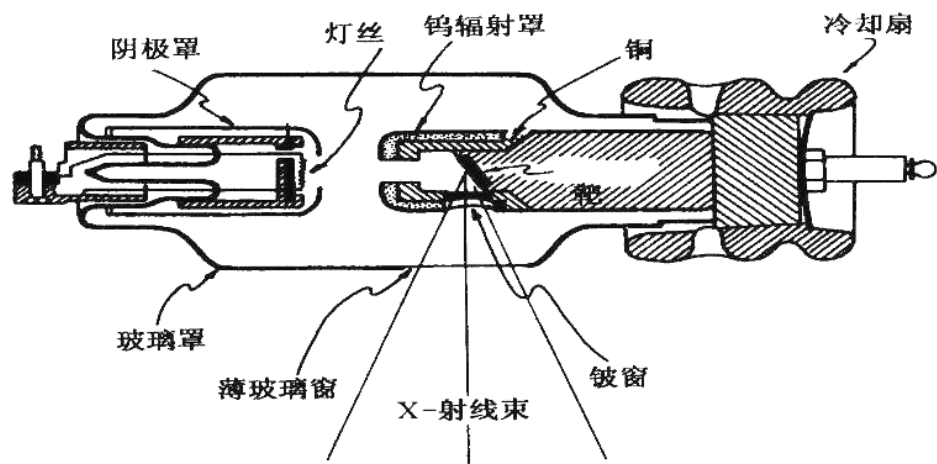


图 4-5 典型 X 射线管结构图

4.3.2 射线装置的设备组成

上述几种诊断用的 X 线机其基本结构都是由产生 X 线的 X 线管、供给 X 线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置,以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置即外围设备组成。

4.3.3 射线装置的操作流程

a. 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。

b. CT

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

c. DSA

诊疗时,患者仰卧并进行无菌消毒,局部麻醉后,经皮穿刺静脉,送入引导钢丝及扩张管与外鞘,退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内,经鞘插入导管,推送导管,在 X 线透视下将导管送达上腔静脉,顺序取血测定静、动脉,并留 X 线片记录,探查结束,撤出导管,穿刺部位止血包扎。

d. X 光机

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

4.3.4 主要放射性污染因子分析

本项目8台移动C臂X光机为移动式X射线机属于非隔室使用的X射线机,其余X射线机(除了DSA)属于隔室使用的X射线机。而DSA介于隔室与非隔室使用之间,工作时部分医生需要待在机房内。

在正常工况下，对于隔室使用的X射线机，其放射性污染途径为所产生的X射线可能会有少部分泄漏到机房外，对机房外的人员产生X射线外照射。对于非隔室使用的X射线机，其放射性污染途径为所产生的X射线散射线及漏射线对周围未回避人员的外照射。

隔室使用的X射线机均在专用机房内使用，操作人员在控制室内，其他无关人员在机房外。这些X射线机均为用于诊断、介入治疗、模拟定位的低管电压X射线机，最大管电压为150kV，产生的X射线能量低，穿透力弱。只要对X射线机房的屏蔽墙、顶棚和楼板、防护门、防护窗、控制室铅玻璃窗，采用适当的屏蔽厚度(主线束方向一般采用2mm铅当量屏蔽厚度，其它方向1mm铅当量屏蔽厚度)，便可将环境中X射线剂量率控制在接近环境天然本底的水平。正常运行时，每年职业人员和公众受照剂量基本为零。但若采取屏蔽措施或采取的屏蔽厚度不够，职业人员和公众会受到一定的照射，不符合辐射防护最优化的原则。

在事故工况下,主要的放射性污染途径为：隔室使用的X射线机运行时，无关人员误入机房；或非隔室使用的X射线机在使用时未及时清场，均会造成误照射，但由于发生几率很小，外照射剂量一般较小。

4.4 直线加速器

4.4.1 直线加速器概况

本项目直线加速器位于福建省立医院肿瘤内科-3层加速器治疗室1内，加速器治疗室1的层高为4.1m(不含顶棚墙体厚度)。加速器治疗室1东侧主防护墙与加速器治疗室2（预留机房）西侧主防护墙共用，机房北侧设有迷路结构，迷路外墙为控制室和水冷机房，迷路口防护门外为候诊厅，机房西侧和南侧均为地下土体。直线加速器参数见表4-11，直线加速器治疗室的防护情况见表4-12，直线加速器机房平面布置图见图6-20，直线加速器机房及周围环境现状照片见照片4-113～照片4-126。

表 4-11 直线加速器基本参数表

型号	生产厂家	加速粒子	能量(MeV)	流强(μA)	用途	备注
Trilogy	美国瓦里安	电子/光子	电子束： 6~22MeV 六档；X 射线：6、10MV	/	肿瘤治疗	1 台

表 4-12 直线加速器治疗室防护情况

机房名称	主防护墙	副防护墙	防护门
加速器	东墙：2500mm 钢筋混凝土 西墙：600 mm 钢筋混凝土 顶棚：2500 mm 钢筋混凝土	东墙：1300mm 钢筋混凝土 西墙和南墙：600mm 钢筋混凝土 迷路内墙：1200mm 钢筋混凝土 迷路外墙：800mm 钢筋混凝土 顶棚：1300 mm 钢筋混凝土 迷路外墙：1200mm 钢筋混凝土	12mm 铅 +120mm 含硼聚乙烯(BPE)



照片 4-113 直线加速器



照片 4-114 控制室



照片 4-115 防护门



照片 4-116 机房北防护墙

	
照片 4-117 机房东防护墙	照片 4-118 机房下方
	
照片 4-119 床边紧急停止按钮	照片 4-120 机房内急停按钮
	
照片 4-121 机房通风系统	照片 4-122 视频摄像头
	
照片 4-123 联锁装置	照片 4-124 候诊区



4.4.2 直线加速器工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，经调制、准直后射向患者病灶；或者通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，其最大能量为电子束的最大能量，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。医用电子直线加速器一般可使用 X 射线束或电子束两种射线进行肿瘤放射治疗。

4.4.3 直线加速器的操作流程

① 进行定位。先通过模拟定位机对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。

② 制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。

③ 固定患者体位。在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位，标记，调整照射角度及射野。

④ 开机治疗。除了待治疗病人，其余人员撤出治疗室，关闭大门，加速器出束，进行治疗。

⑤ 治疗完毕，加速器停止出束，方可打开迷路防护门，护理人员将病人送出治疗室。

4.4.4 主要放射性污染因子及污染途径

由加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，受到金属靶

阻止，产生高能 X 射线，以此对肿瘤患者病灶进行治疗，这种 X 射线是随机器的开关而产生和消失。因此，在开机期间，X 射线成为加速器污染环境的主要因子。此外本加速器的 X 射线标称能量为 10MV，还需考虑感生放射性问题。高能 X 射线与周围空气等物质发生光核反应时会产生中子。同时，X 射线与空气中的氧分子发生作用还会产生的少量臭氧。

在正常工况下，加速器生产和使用过程中，加速器本身已考虑了对射线的防护，在安装中如能严格按照辐射防护的要求，使机房墙体的结构和厚度能有效地屏蔽加速器泄漏的射线，机房内同时安装有通风系统，加速器不会污染冷却水，冷却水循环使用，以上各种污染可得到有效控制。

对于正常的电子束治疗，治疗室每小时换气次数大约在 3 次以上，从健康保护的角度而言是足够的。本项目加速器治疗室通风系统的换气次数为 6 次/h，可以满足要求。

对于治疗室外部的环境，臭氧经过扩散稀释，对环境基本没有影响。但如治疗室通风不良，由于臭氧的产生率与辐射场强度成正比，治疗室内有用线束所照射的局部可能会有较高浓度的臭氧，因此工作时持续通风是有必要的。

氮氧化物的辐射化学产额约为臭氧的 1/2，而二氧化氮 (NO_2) 为氮氧化物的一部分，其环境空气质量二级标准(小时平均浓度限值为 0.24 mg/m^3)高于臭氧，因此相对于臭氧，加速器治疗室产生的氮氧化物更不会影响环境。

事故工况：直线加速器可能出现安全联锁失效、人员误入治疗室的情况，可能造成超剂量照射事故，使放疗工作人员、误入治疗室的无关人员或患者受过量的照射，但不会影响辐照室外的公众。

根据污染途径分析，本项目直线加速器治疗过程中环境保护目标为该医院机房北侧候诊区的非辐射工作人员和公众成员，环境保护目标还包括加速器岗位的治疗工作人员。

5 环境影响评价报告表及其批复回顾

5.1 《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》主要结论和建议

5.1.1 主要结论

本项目属于国家鼓励类的全科医疗服务、医疗卫生服务设施建设，符合国家产业性政策。项目整体布局较为合理，项目建设能为当地病人提供放射诊断与治疗，使医院专科齐全，提高医院整体医疗水平，以便患者能在当地得到方便快捷的治疗，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，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。

在正常工况下，甲癌休息室下水管道按表10-2的方案整改后，本次评价项目周围环境公众人员和职业人员的年附加剂量才能满足评价标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值(职业5mSv/a，核医学科环境公众0.25 mSv/a，X射线机环境公众0.1 mSv/a)，现有的衰变池的容积可满足评价标准的要求，核医学科放射性工作场所的 β 表面污染值均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的限值。

福建省立医院设置了辐射安全与环境保护管理机构，制订了相关的辐射管理制度及事故应急预案。甲癌休息室下水管道按表10-2的方案整改后，各设备机房的墙壁、顶棚、地板、防护门和防护窗的材料及厚度能满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值，并满足辐射防护最优化的要求。工作场所均设置了电离辐射标志及工作状态指示灯，放射性工作人员均配备热释光个人剂量片随身携带，用于监测个人剂量。

核医学科和普放科做为福建省立医院的专业科，能为病人提供放射诊断与治疗，使医院专科齐全，提高医院整体医疗水平，以便患者能在当地得到方便快捷的治疗，具有明显的经济效益与社会效益。

综上所述，本项目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，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。

当性原则，因此，在实施了本报告提出的辐射安全设施和辐射环境管理措施后，从辐射安全和环境保护角度看，该项目是可行的。

5.1.2 建议

(1) 加快甲癌休息室下水管道整改。尽快委托有资质的单位对已履行环评手续并已投入运行的项目进行竣工环境保护验收。

(2) 根据实际情况，对相关公众人员配备热释光剂量片。

(3) 制订辐射监测计划，购置相关科室的监测仪器。

(4) 加强管理做好各项环保安全设施的维护，完善各项制度，加强日常管理。

5.2 《福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台Ⅲ类 X 光机项目环境影响评价报告表》主要结论和建议

5.2.1 主要结论

本次评价的福建省立医院项目为病人提供放射诊断与治疗，提高了医院整体医疗水平，以便患者能在当地得到方便快捷的治疗，具有明显的经济效益与社会效益，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，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。本项目为全科医疗服务、医疗卫生服务设施建设项目，属于《产业结构调整指导目录（2011 年）》中鼓励类项目，符合国家产业政策。

在正常工况下，本项目加速器治疗室 1 顶棚主防护墙应按本报告要求进行整改（增加 5cm 厚混凝土）。整改后，本项目加速器迷宫门处、控制室和加速器机房外 30cm 处的剂量当量率均符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中的相关限值要求，加速器室周围环境公众人员和职业人员的年附加剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值要求。

本项目后装治疗室周围环境公众人员和职业人员的年附加剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值要求。

本次评价的 2 台 III 类 X 射线机项目周围环境公众人员和职业人员的年附加剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值要求。

该医院 1 台后装治疗机和 2 台 III 类 X 射线机设备机房的墙壁、顶棚、地板、防护门和防护窗的材料及厚度能满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值。1 台直线加速器的机房顶棚主防护墙应按本报告要求进行整改(增加 5cm 厚混凝土), 整改后, 加速器治疗室 1 的墙壁、顶棚、地板、防护门和防护窗的材料及厚度能满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值。

本次环评项目均还未建成, 应根据本报告的要求配备相关辐射安全防护设施, 以满足辐射防护与安全的最优化原则。

综上所述, 本项目符合实践的正当性原则, 也符合国家产业政策的要求。因此, 在实施了本报告提出的辐射安全设施和辐射环境管理措施后, 从辐射安全和环境保护角度看, 该项目是可行的。

5.2.2 建议

(1) 制订辐射监测计划, 购置相关辐射科室的监测仪器。

(2) 加强管理做好各项环保安全设施的维护, 完善各项制度, 加强日常管理。

(3) 为了减少感生放射性对摆位医生的影响, 每天进行加速器治疗工作安排时, 应先集中进行 6MV 条件下的加速器治疗, 最后再进行 10MV 条件下的加速器治疗。

5.3 《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》批复及落实情况

根据福建省环保厅对《福建省立医院核医学科及 X 射线机环境影响报告表》的批复, 其落实情况结果见表 5-1。

表 5-1 环评批复要求及其落实情况

序号	环评批复要求	现场调查与检测结果	落实情况
1	严格按照设计规范及环评报告表提出的各项辐射防护要求进行项目建设，确保各辐射工作场所的屏蔽能力符合防护要求。各辐射工作场所要安装明显的警示标志并划定警示线，确保工作状态指示灯能正常使用，防止人员误照射。	根据现场监测数据和项目设计、建设等相关技术资料，该医院严格按照设计规范及环评报告表提出各项辐射防护要求进行项目建设，确保各辐射工作场所的屏蔽能力符合防护要求。各辐射工作场所均设置了“电离辐射”警告标志(见照片 4-3、4-6、4-8、4-11、4-15、4-33、4-35、4-41 等)和工作指示灯(见照片 4-3、4-6、4-57、4-60 等)，且工作指示灯正常工作。	已落实
2	要进一步增强辐射安全意识，落实环境保护责任。要建立完善各项规章制度和应急预案，严格按照环保要求和技术操作规程进行作业，保证各项屏蔽措施和安全防护系统的正常运转，确保周围环境目标以及公众、职业人员的受照年有效剂量低于相应限制。	医院制定了《核医学科医疗管理制度》、《放射性药品安全管理制度》、《职业人员健康管理》、《核医学科各级人员的岗位职责》、《核医学科应急预案》、《仪器操作规范》、《放射科防护制度》、《放射科工作人员培训制度》、《放射科职业人员健康管理制度》、《受检者的防护制度》、《放射科仪器操作规程》、《福建省立医院辐射事故应急预案》等相关的辐射安全制度（见附件 5 至附件 7）。	已落实
3	核医学科要严格分区，设置明显的警示标志并划定警示线。建立专用休息室和病房，供注射放射性药品的病人使用。严格履行放射性同位素转让审批手续，建立规范的放射性药品使用台账；放射性药品要存放专用贮存间，防止放射性药品丢失、被盗等事故的发生。同时，应做好病人的候诊、分流引导及陪护人员管理工作，防止用药病人无序流动对环境造成影响；限制出院病人放射性物质的携带量，接受 I-131 治疗的患者在出院时体内允许最大活度应控制在 400MBq 以内。	该医院按照环评文件的要求，对于核医学科的 ECT 机房、注射室、注射后候诊室、高活性室、甲癌治疗室等内环境作为控制区，ECT 控制室、放免室等作为监督区；严格履行放射性同位素转让审批手续（见附件 9），建立了规范的放射性药品使用台帐，放射性药品均存放于专用的贮存间，防止放射性药品丢失、被盗等辐射事故的发生；病人候诊、服用（打针）放射性药品及后续事项均有护士人员引导，确保用药人员有序流动以避免对环境造成影响；对于用药病人，医务人员针对不同放射性药品的性质开具用药后休息时间，以便限制出院病人放射性物质的携带量，接受 I-131 治疗的患者在注射药物后的甲癌患	已落实

		者需住院观察 5-7 天后方可出院，确保在出院时体内允许最大活度应控制在 400MBq 以内。	
4	加强放射性废物处置管理。核医学科所产生的放射性废物要存放十个半衰期并经监测合格后，方可作为一般医疗废物进行处置。要建设足够容积的放射性废水衰变池，核医学科产生的放射性废水须全部排放至放射性废水衰变池；同时，委托有资质单位定期对衰变池出水进行放射性监测，确保达标排放。	该医院建立了严格的放射性废物处置管理制度和监测制度，放射性废物均按规定处置；同时，建设了两个自流串接式放射性废水衰变池，分别接收 ECT 项目和甲癌项目废水，衰变池的级数均为 4 级，每级设计容积分别为 2.25m ³ 和 5m ³ ，核医学科的放射性废水全部排放至放射性衰变池；该医院目前未委托有资质单位对衰变池出水进行放射性监测，对此该院应尽快抓紧落实。	部分未落实
5	配备符合防护要求的辅助防护用品，辐射工作人员均应按佩戴个人剂量报警仪；购置必要的辐射监测设备并制定监测方案，定期对辐射安全状况进行自查，对辐射工作场所周边环境进行监测，发现安全隐患应立即整改。	核医学科已购置了铅裙、铅帽、铅围脖、铅衣、专用注射台、铅制放射性废物桶和铅屏风等个人防护用品（见照片 4-9、4-28、4-51），以及专用去污用品。该医院制定了较完善的工作场所监测方案（见附件 13），包括机房的防护监测、衰变池排放口监测、β 表面污染监测，已配备 1 台 RAMSURF-1 型表面沾污仪（见照片 4-30），1 台 JB4000（A）电离室巡测仪（见照片 4-126），医院应尽快抓紧落实。	已落实
6	使用放射性同位素与射线装置的操作人员和相关管理人员应按要求参加辐射防护培训并取得合格证书，做到持证上岗；已取得辐射安全培训合格证书的人员应按规定每四年接受一次再培训。	为加强辐射工作人员辐射防护意识，福建省立医院制定了人员培训计划。目前该院有 167 名辐射工作人员已于 2011 年 8 月参加了福建省辐射环境监督站举办的有关辐射安全教育培训，取得辐射工作人员岗位培训合格证（见附件 10），做到持证上岗。	已落实
7	建立个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按佩戴个人剂量计，并定期接受个人剂量检测。	该医院已委托杭州宁大卫生检测技术有限公司对从事辐射的工作人员进行个人剂量的监测，建立个人剂量档案和职业健康监护档案（见附件 8）。	已落实

5.4 《福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台Ⅲ类 X 光机项目环境影响评价报告表》批复及落实情况

根据福建省环保厅对《福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机

和 2 台Ⅲ类 X 光机项目环境影响评价报告表》的批复，其落实情况结果见表 5-2。

表 5-2 环评批复要求及其落实情况

序号	环评批复要求	现场调查与检测结果	落实情况
1	严格按照设计规范及环评报告表提出的各项辐射防护要求进行项目建设。各辐射工作场所要落实满足防护要求的屏蔽措施，安装明显的警示标志并划定警示线，确保工作状态指示灯能正常使用，防止人员误照射。直线加速器治疗室、后装治疗室均应按设计要求设置入口迷路和门机联锁装置，并配备监视、对讲设备和固定式辐射监测设备。	根据现场监测数据和项目设计、建设等相关技术资料，该医院严格按照设计规范及环评报告表提出各项辐射防护要求进行项目建设，确保各辐射工作场所的屏蔽能力符合防护要求。各辐射工作场所均设置了“电离辐射”警告标志（见照片 4-115）和工作指示灯（见照片 4-115），且工作指示灯正常工作。治疗室均按要求设置入口迷路和门机联锁装置（见照片 4-123），并配备监视、对讲设备（见照片 4-114）。后装机尚未启用，未纳入本次验收。	已落实
2	要进一步增强辐射安全意识，落实环境保护责任。要建立完善各项规章制度和应急预案，严格按照环保要求和技术操作规程进行作业，保证各项屏蔽措施和安全防护系统的正常运转，确保周围环境目标以及公众、职业人员的受照年有效剂量低于相应限制。	医院制定了《放射科防护制度》、《放射科工作人员培训制度》、《放射科职业人员健康管理制度》、《受检者的防护制度》、《放射科仪器操作规程》、《福建省立医院辐射事故应急预案》等相关的辐射安全制度（见附件 6 至附件 7）。	已落实
3	配备符合防护要求的辅助防护用品，辐射工作人员均应按佩戴个人剂量报警仪；要制定监测方案，定期对辐射安全状况进行自查，对辐射工作场所周边环境进行监测，发现安全隐患应立即整改。	已购置了铅裙、铅帽、铅围脖、铅衣等个人防护用品。该医院制定了较完善的工作场所监测方案（见附件 13），包括机房的防护监测、衰变池排放口监测、β 表面污染监测，已配备了 1 台中福院 FJ2000 个人剂量报警仪（见照片 4-125）、1 台 JB4000（A）电离室巡测仪（见照片 4-126）、1 台国产 SB-1 固定式剂量报警仪和相应的个人剂量片。。	已落实
4	使用射线装置的操作人员和相关管理人员应按要求参加辐射防护培训并取得合格证书，做到持证上岗。	福建省立医院 1 台直线加速器、1 台后装治疗机和 2 台Ⅲ类 X 光机项目相应的辐射工作人员尚未开展辐射防护培训工作。	未落实
5	所有辐射工作人员均应按佩戴个人剂量计接受个人剂量监测，同时建立健全个人剂量和职	该医院已委托杭州宁大卫生检测技术有限公司对从事辐射的工作人员	已落实

	业健康档案。	进行个人剂量的监测，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。	
--	--------	------------------------------	--

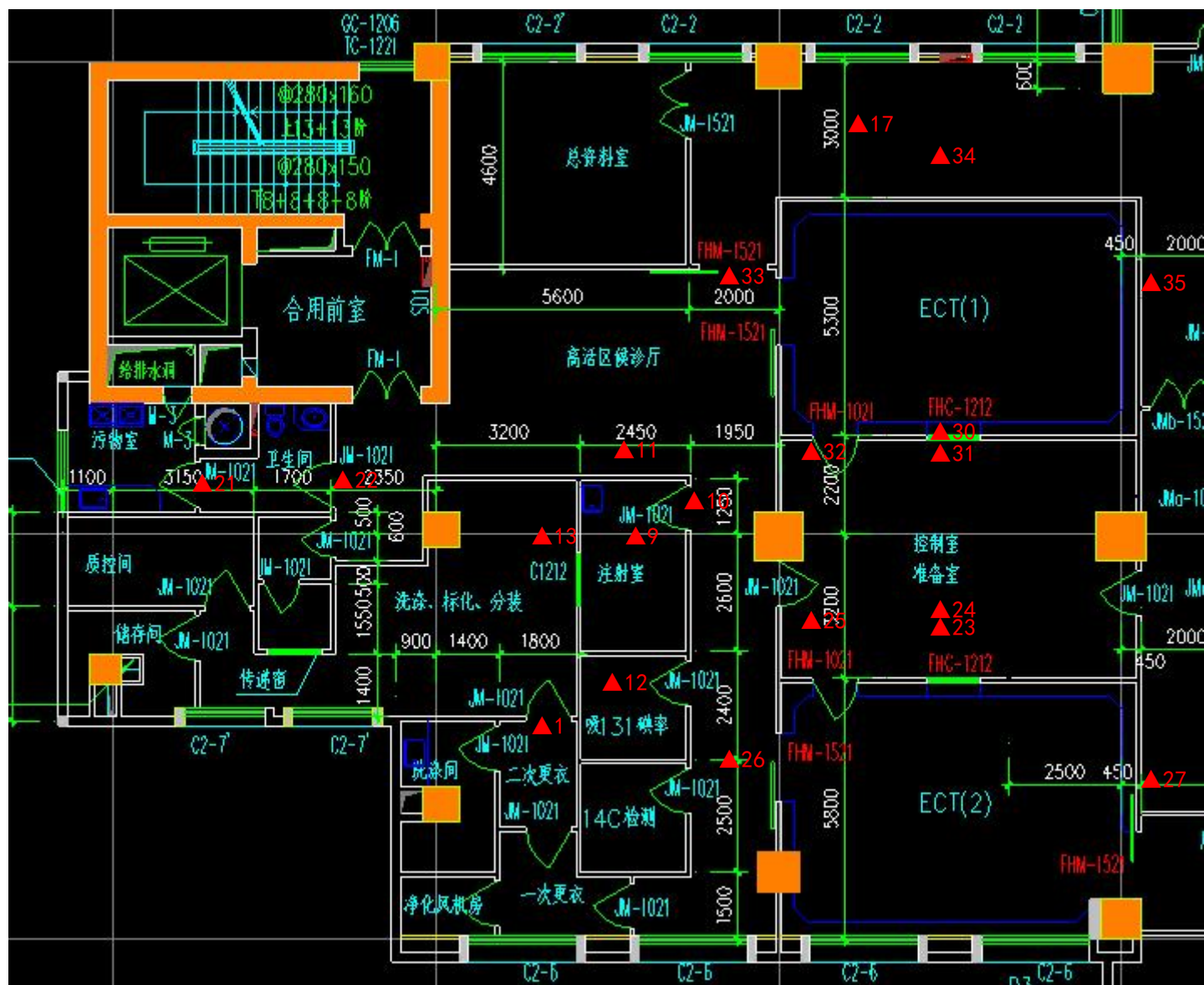
6 辐射环境监测结果

6.1 监测因子及频次

为掌握福建省立医院周围环境辐射水平，福建省辐射环境监测站验收监测人员于 2013 年 10 月 30~31 日、2014 年 5 月 9 日、2015 年 6 月 10 日对该医院机房周围环境辐射水平进行了监测。监测因子： α 、 γ 辐射剂量率、中子辐射剂量率、 β 表面污染水平；监测频次：在正常工况下测量一次，每次读 10 个数，取其平均值作为测量结果。

6.2 监测布点

按照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的监测方法和布点原则的要求，结合现场条件，全面、合理布点，重点考虑辐射工作人员长时间工作的场所和其他公众可能到达的场所，现场监测点位见图 6-1~6-20。



图例

▲A X-γ吸收剂量率监测点位和编号

图 6-1 ECT 机房平面布置简图及监测点位图

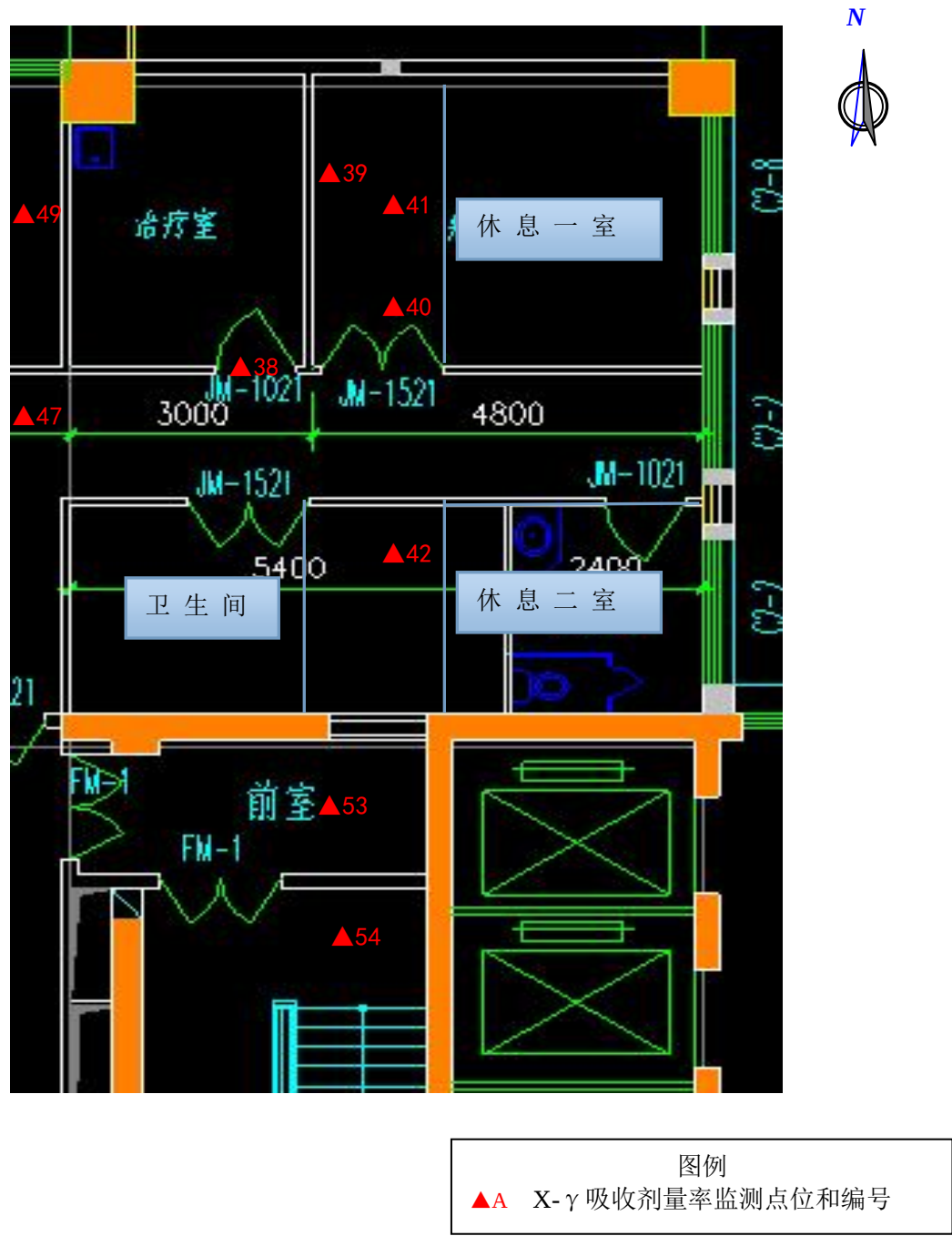


图 6-2 甲癌治疗室平面布置简图及监测点位图

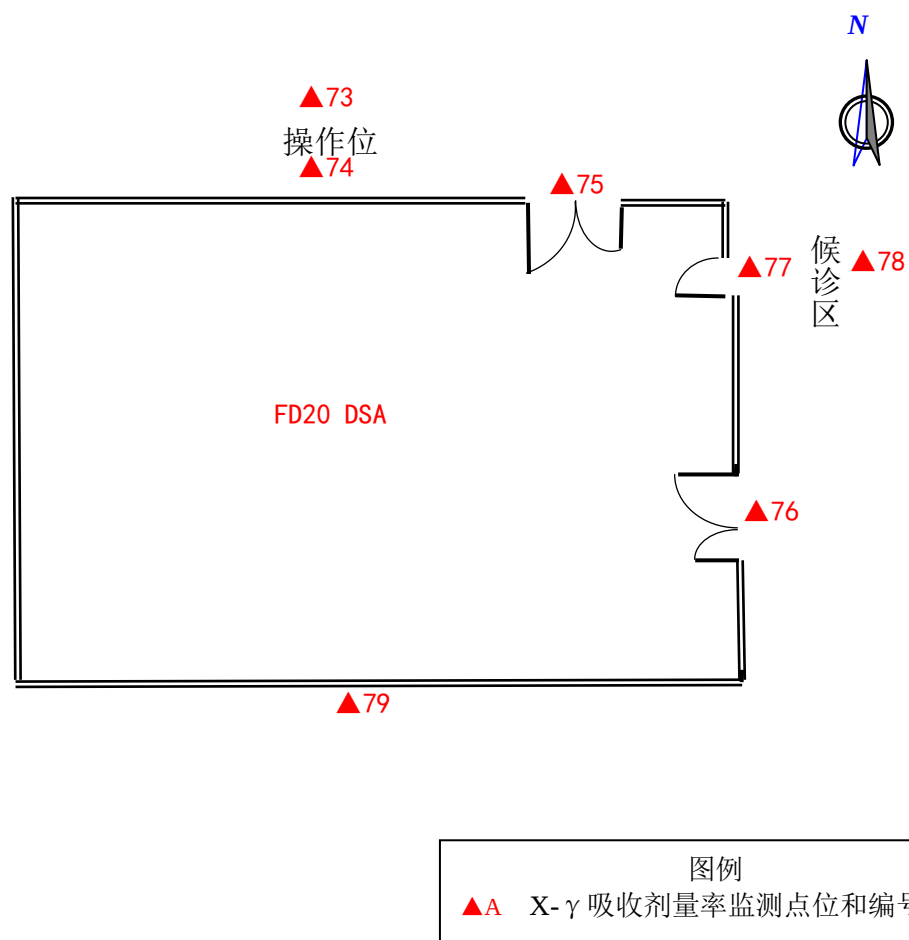


图 6-3 FD20 DSA 平面布置简图及监测点位图

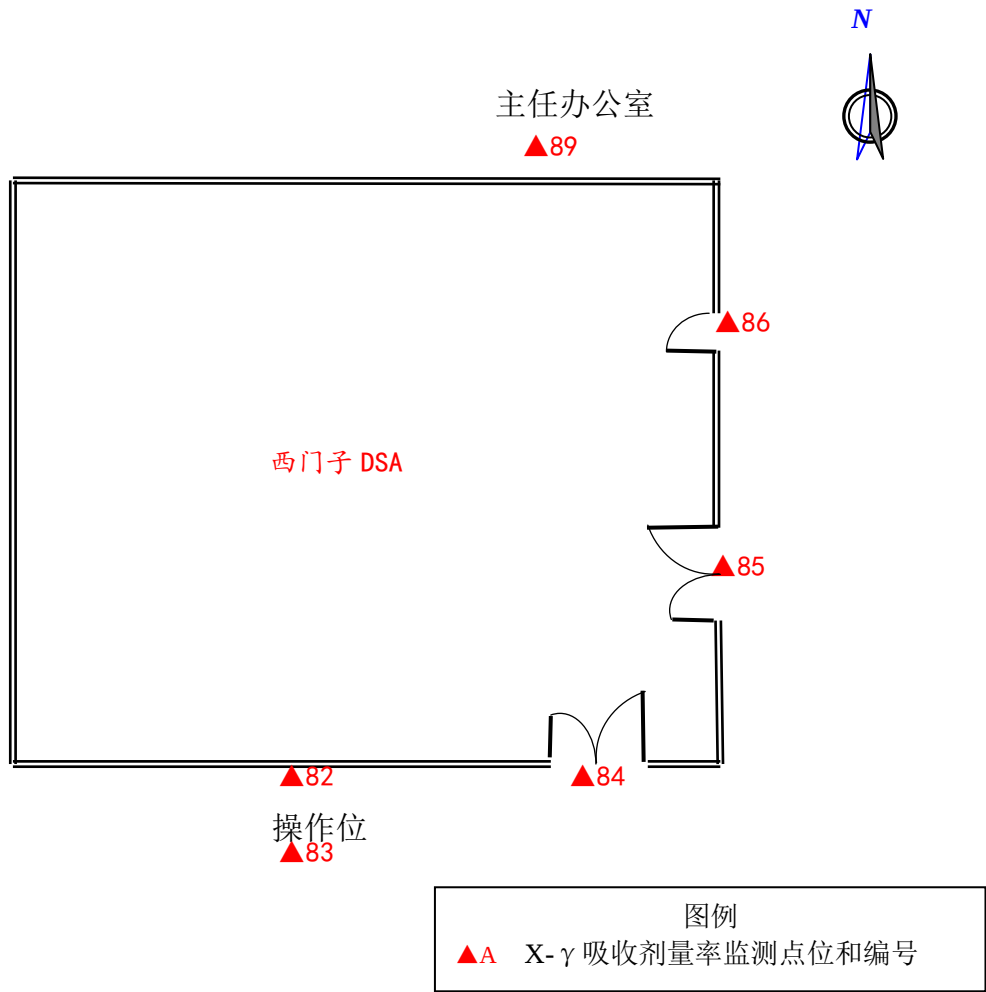


图 6-4 西门子 DSA 平面布置简图及监测点位图

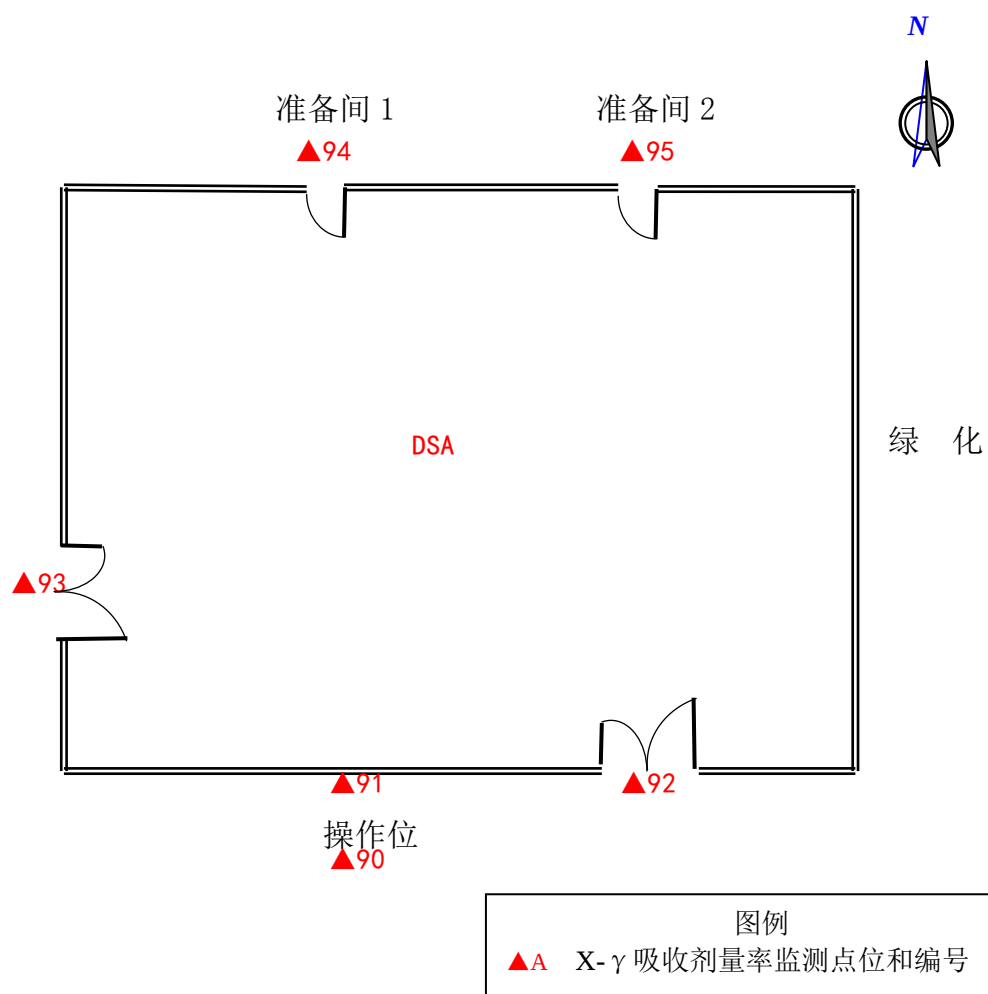


图 6-5 LEILING DSA 平面布置简图及监测点位图

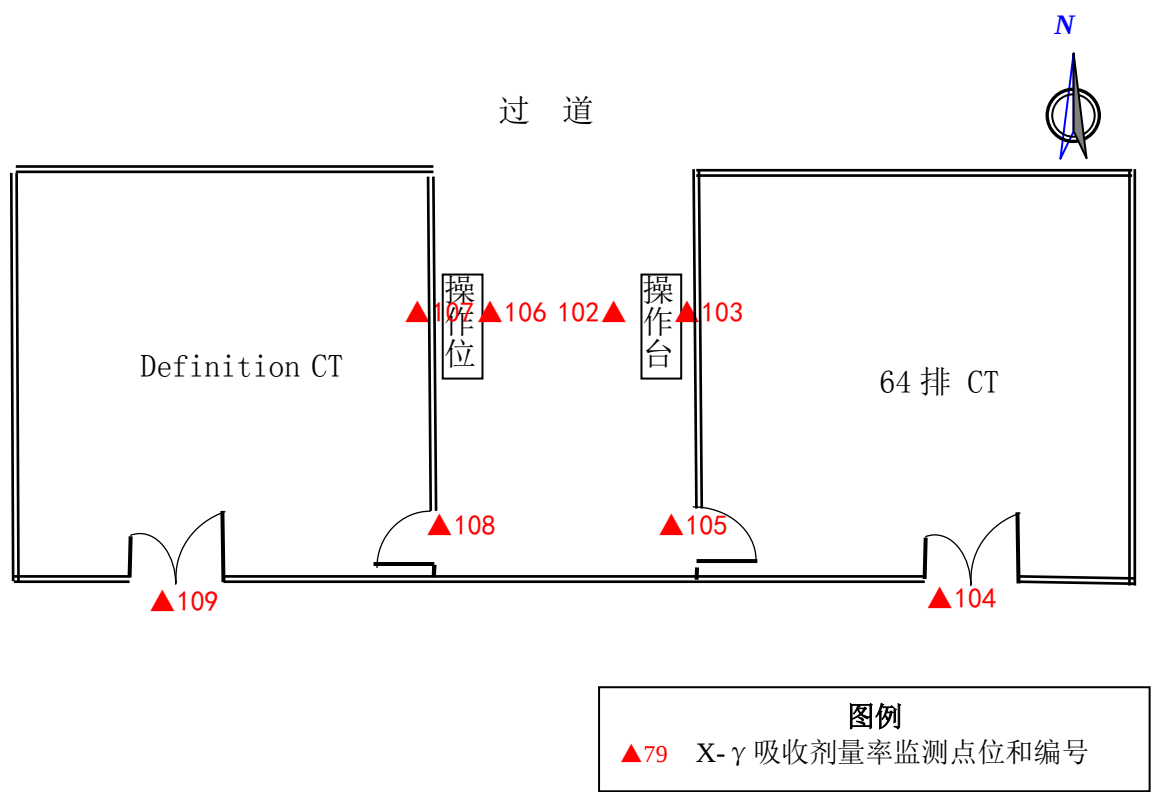


图 6-6 64 排 CT 和 Definition CT 机房平面布置简图及监测点位图

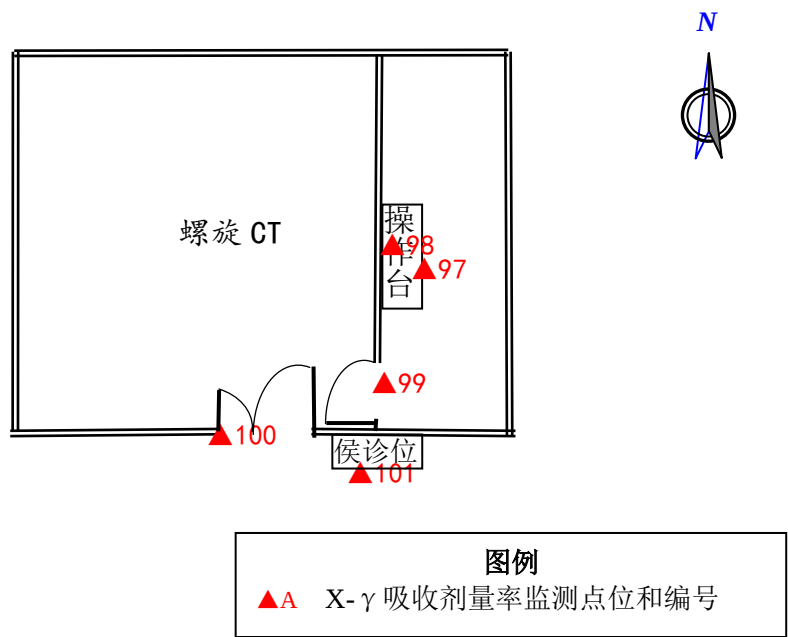


图 6-7 螺旋 CT 机房平面布置简图及监测点位图

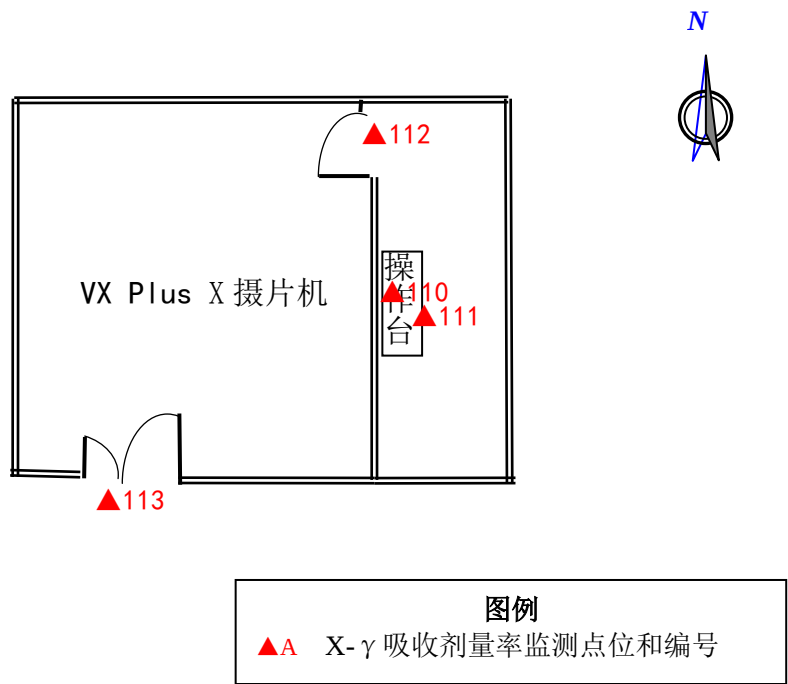


图 6-8 VX Plus X 摄片机房平面布置简图及监测点位图

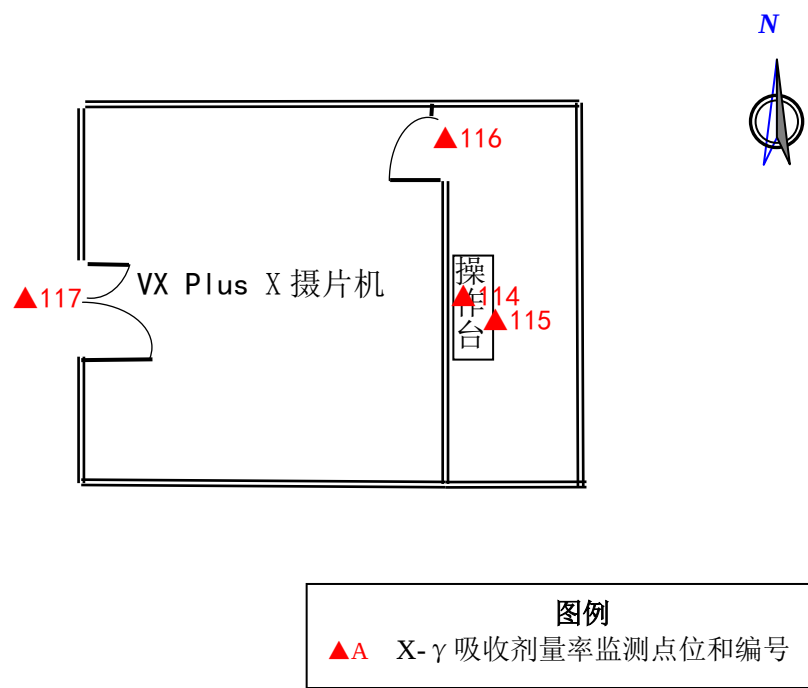


图 6-9 VX Plus X 摄片机房平面布置简图及监测点位图

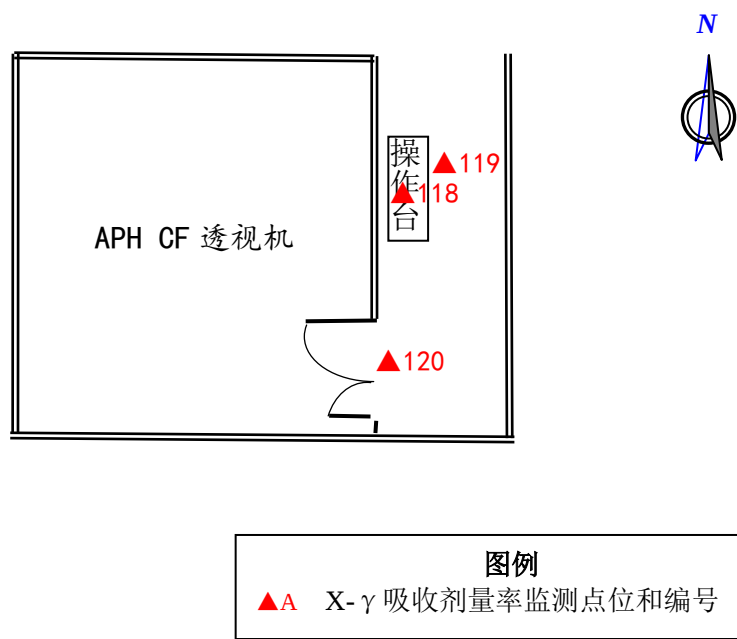


图 6-10 APH CF 透视机房平面布置简图及监测点位图

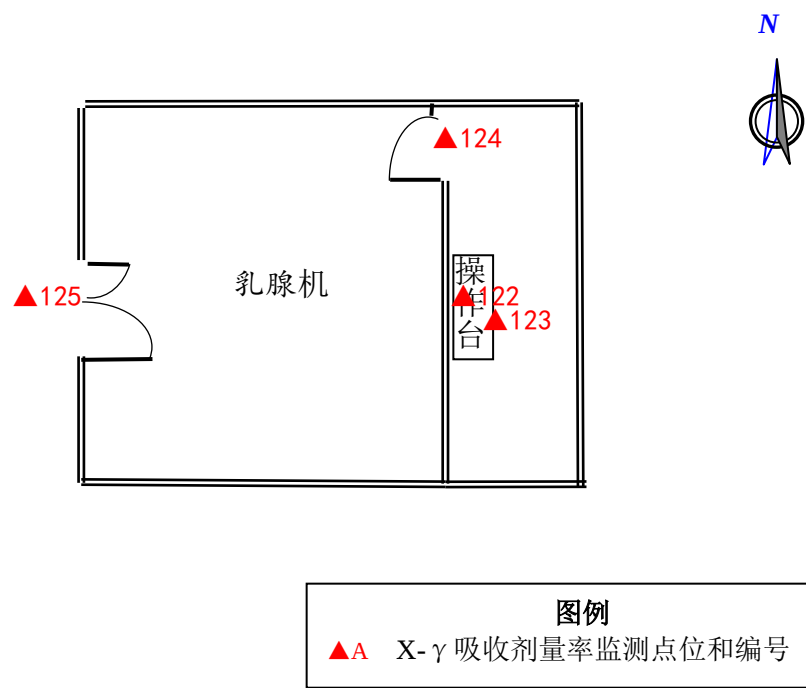


图 6-11 乳腺机房平面布置简图及监测点位图

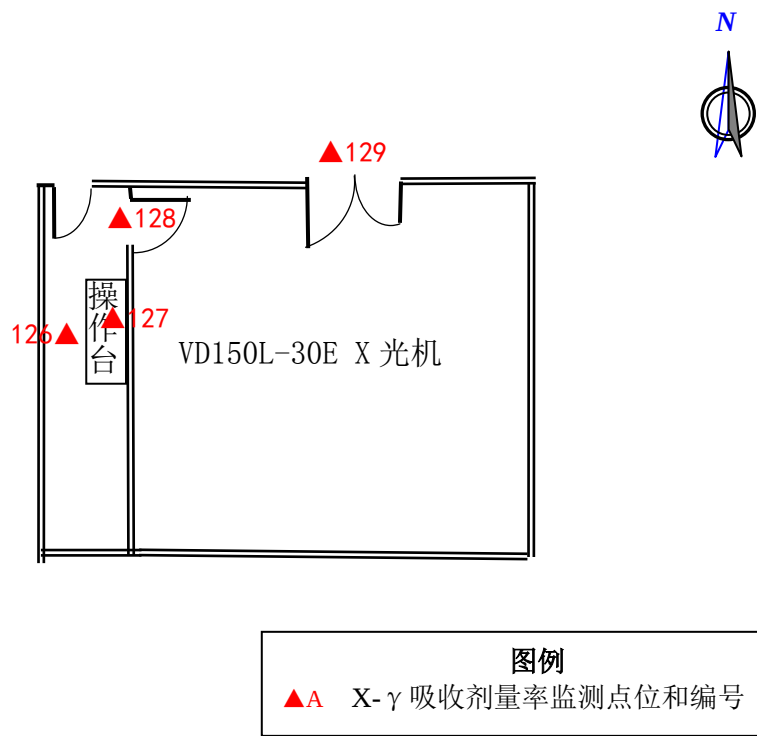


图 6-12 VD150L-30E X 光机房平面布置简图及监测点位图

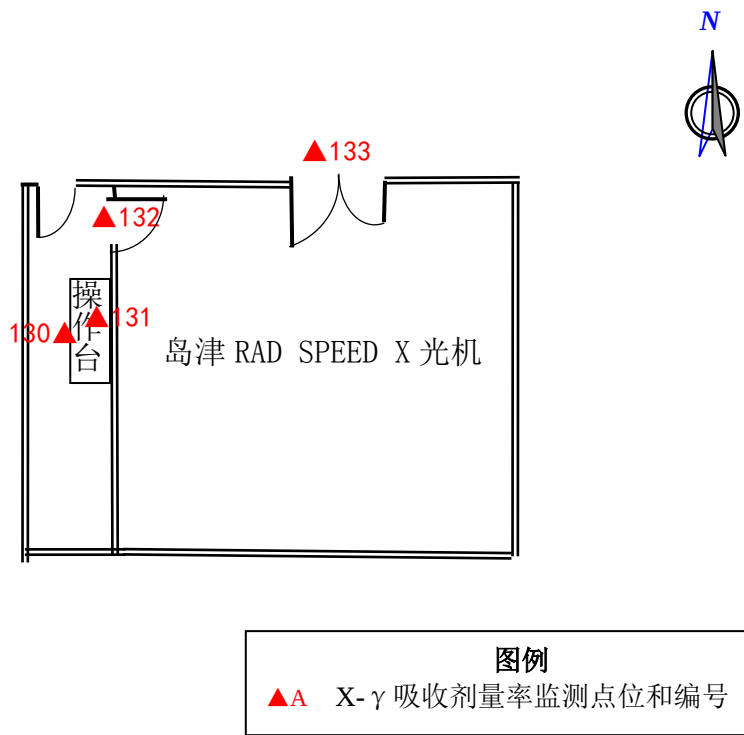


图 6-13 岛津 RAD SPEED X 光机房平面布置简图及监测点位图

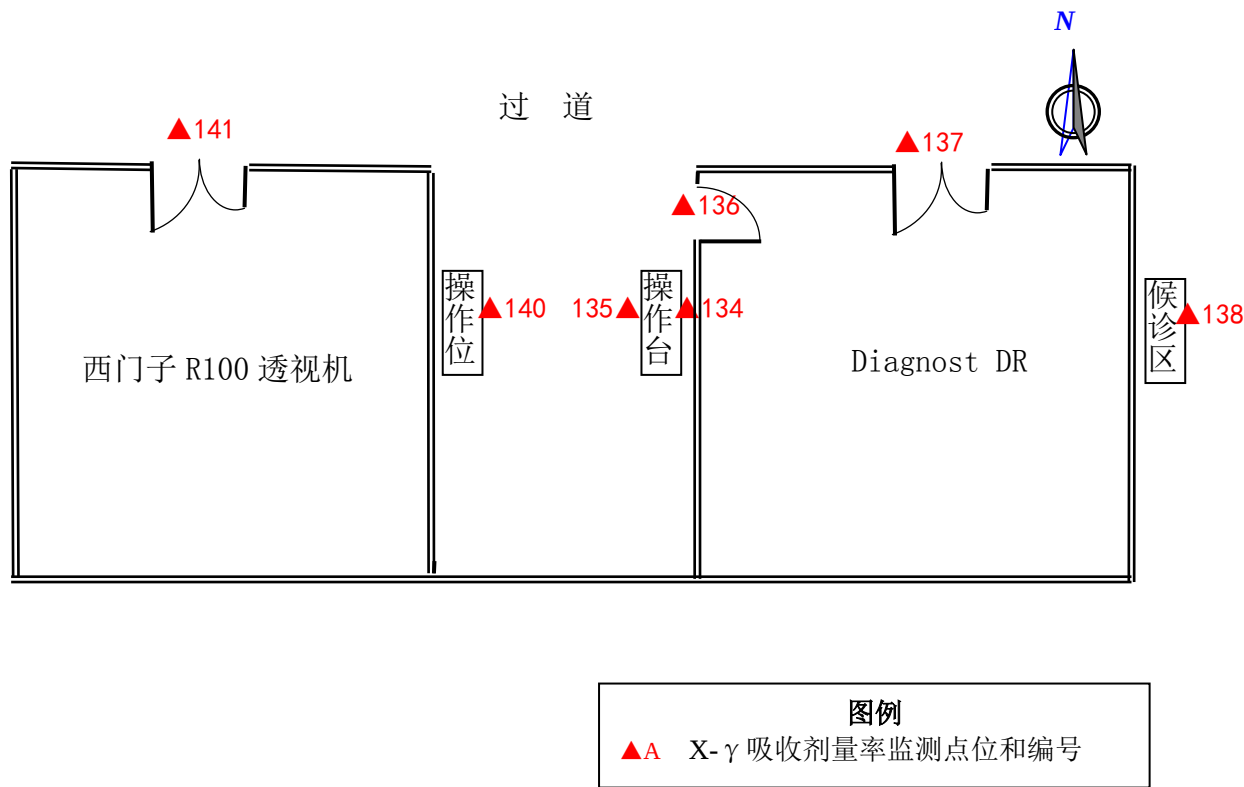
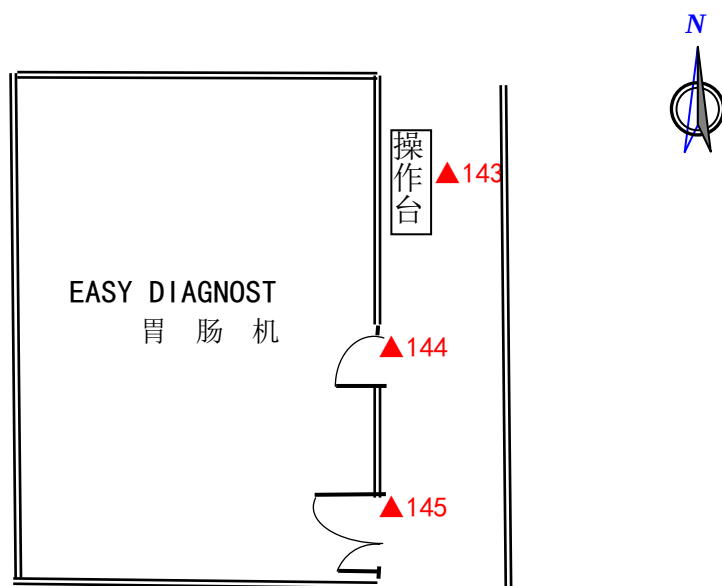


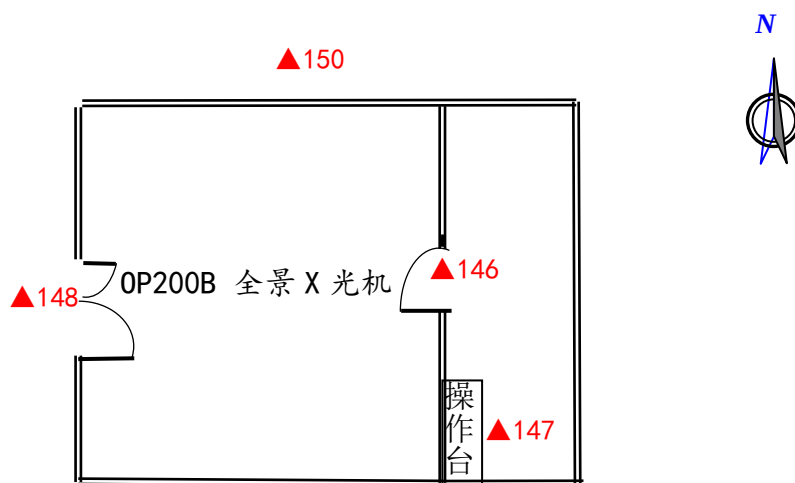
图 6-14 R100 透视机和 Diagnost DR 机房平面布置简图及监测点位图



图例

▲A X-γ 吸收剂量率监测点位和编号

图 6-15 EASY DIAGNOST 胃肠机机房平面布置简图及监测点位图



图例

▲A X-γ 吸收剂量率监测点位和编号

图 6-16 OP200B 全景 X 光机房平面布置简图及监测点位图

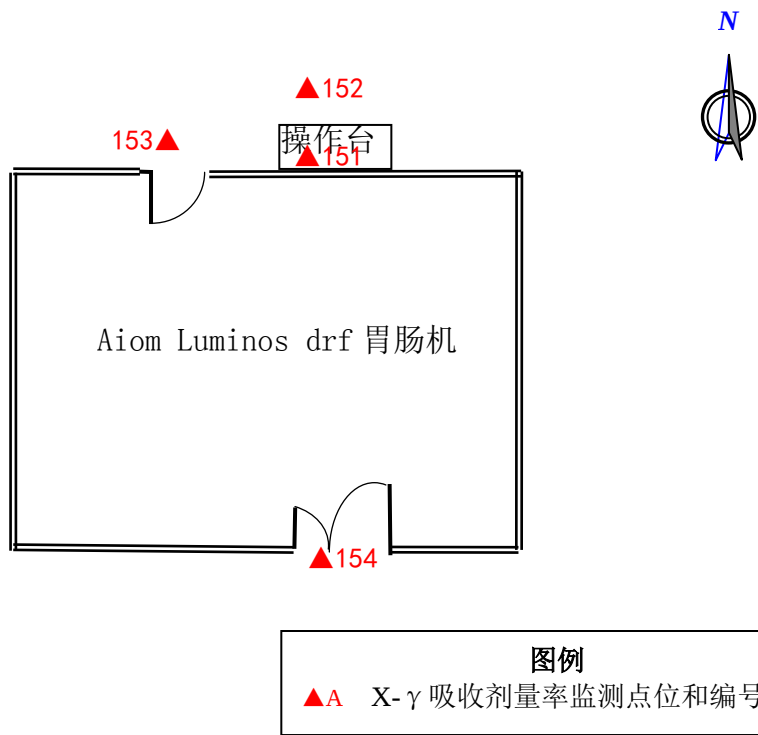


图 6-17 Aiom Luminos drf 胃肠机房平面布置简图及监测点位图

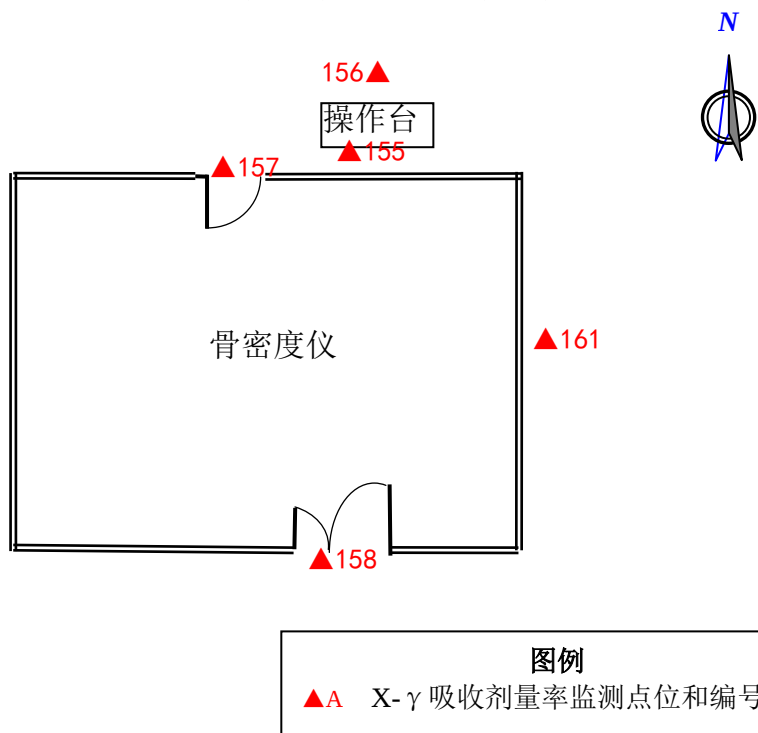


图 6-18 骨密度仪机房平面布置简图及监测点位图

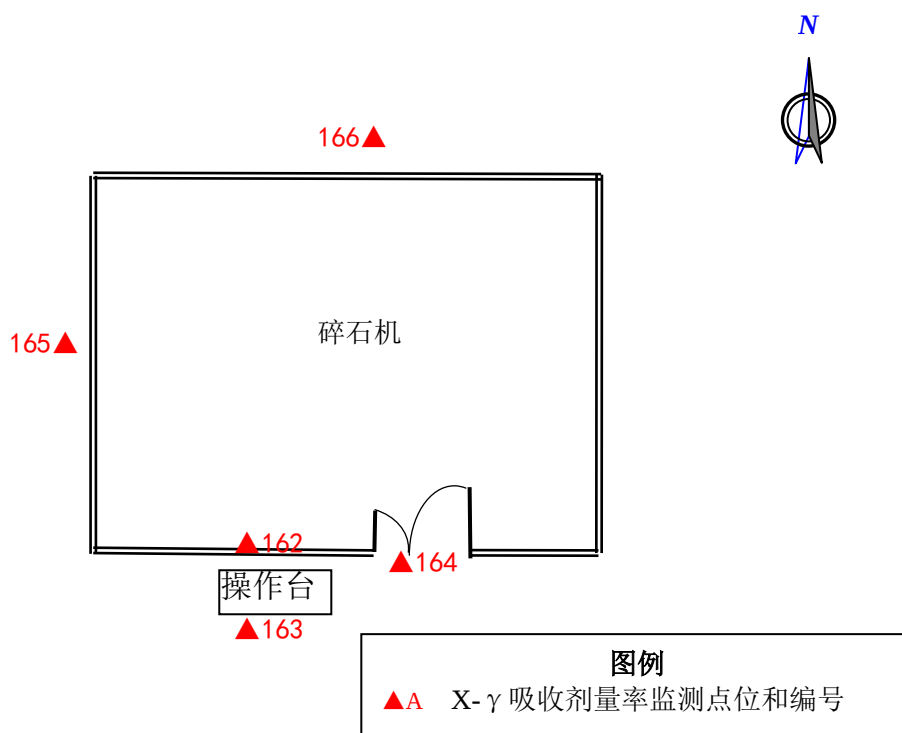


图 6-19 碎石机房平面布置简图及监测点位图

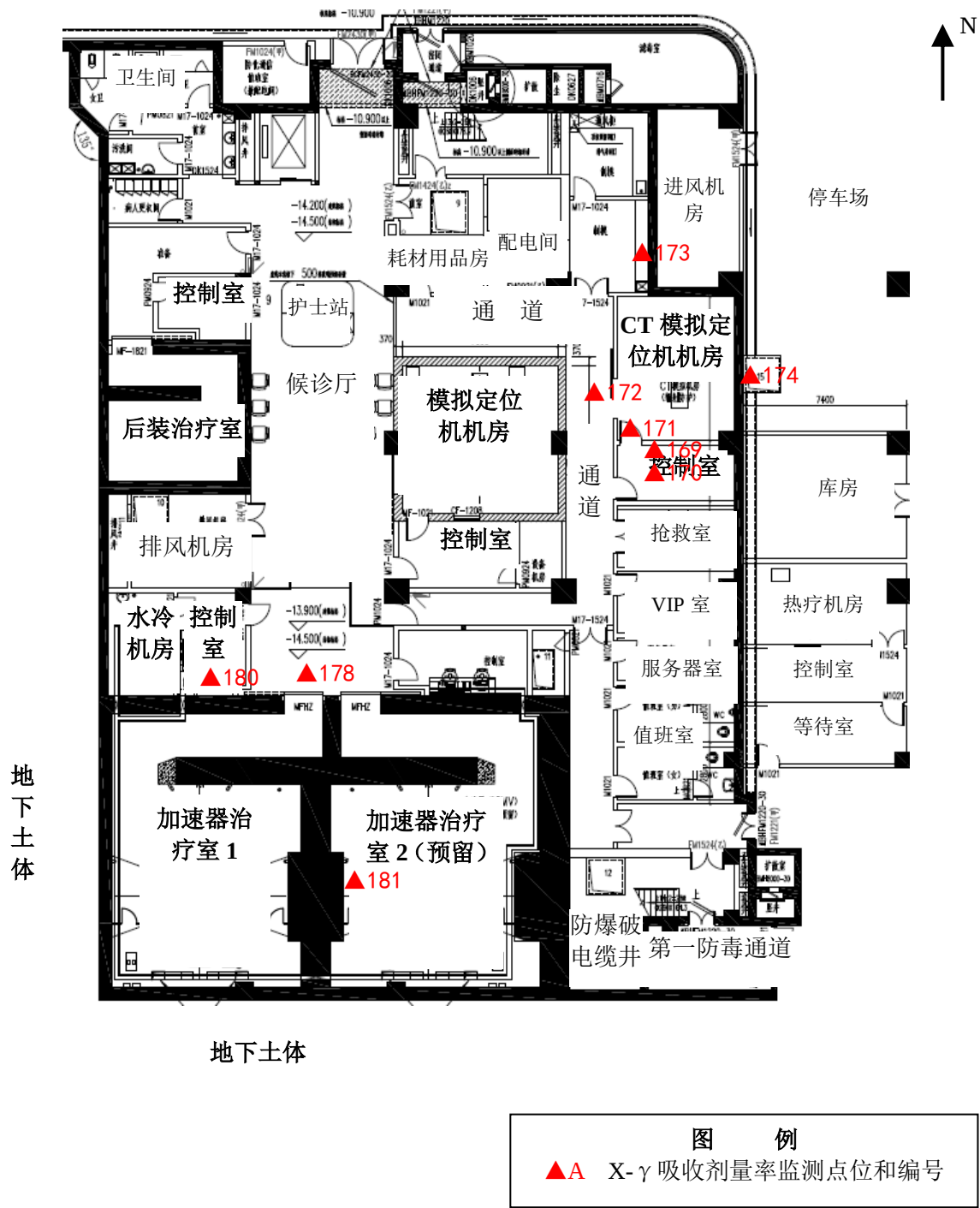


图 6-20 肿瘤内科平面布置图及监测点位图

6.3 监测仪器

监测使用仪器及规范见表 6-1、表 6-2、表 6-3。

表 6-1 X- γ 剂量率监测仪器参数与规范

仪器名称	便携式环境 X- γ 剂量率仪	
仪器型号	6150AD5 主机	6150AD-b/H 探头
仪器编号	138887	136764
生产厂家	Automess 公司	
能量响应	45keV~2.6MeV	20keV~7MeV
量 程	1uSv/h~1000mSv/h	1nSv/h~99.9uSv/h
检定证书编号	Dyhd2010-1829	Dyhd2010-1832
检定地点	上海市计量测试技术研究院	
检定有效期	有效期至 2016 年 8 月 9 日	
监测规范	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2013) 《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》(GBZ161-2004) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)	

表 6-2 中子监测仪器参数与规范

仪器名称	便携式中子巡测仪
仪器型号	190N 型
仪器编号	106183
生产厂家	FLUKE 公司
量 程	0 μ Sv/hr~.75 Sv/hr
检定证书编号	DYjs2013-0289
检定地点	上海市计量测试技术研究院
检定有效期	有效期至 2016 年 5 月 13 日

监测规范	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)
------	---

表 6-3 α 、 β 监测仪器参数与规范

仪器名称	α 、 β 表面污染仪
仪器型号	CoMo170
仪器编号	3514
生产厂家	S.E.A GmbH 公司
量 程	α : ($10^2 \sim 10^5$); β : ($10^3 \sim 10^5$)
检定证书编号	2013H20-20-000524
检定地点	上海市计量测试技术研究院 (华东国家计量测试中心)
检定有效期	有效期至 2016 年 3 月 6 日
监测规范	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 《临床核医学放射卫生标准》(GBZ120-2006) 《表面污染测定 (第一部分) α 发射体和 β 发射体 ($E\beta 0.015\text{MeV}$)》(GB/T14056.1-2008)

6.4 监测质量保证

- (1) 合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准, 监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年按规定定期经计量部门检定。检定合格后方可使用。
- (4) 对监测仪器进行各种比对, 比对正常后方可使用。
- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。
- (7) 监测报告严格实行三级审核制度。

6.5 监测工况

在竣工环境保护验收监测期间, 放射性同位素的使用满足日常需求, 射线装置正常工作、运行稳定, 选择日常诊断使用的最大管电压、管电流进行监测,

均符合建设项目竣工环境保护验收的工况要求。

6.6 监测结果与剂量估算结果分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 J 的辐射权重因数, X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算:

$$H = D \times t \times T \times 10^{-3} (mSv) \quad (6-1)$$

H: X- γ 射线外照射人均年有效剂量, mSv;

D: X- γ 射线附加剂量率, μ Sv/h;

t: 射线装置年出束时间, h;

T: 人员居留因子, 无量纲。

6.6.1 核医学科

6.6.1.1 监测结果

从项目工艺分析可知, 核医学科的 ^{125}I 放射免疫分析、 ^{89}Sr 骨转移癌治疗和 ^{153}Sm 骨转移癌治疗, 以及 ^{14}C 呼气实验、 ^{90}Sr 敷贴器等产生的 γ 射线外照射很小, 可不考虑它们对 γ 射线外照射影响; 甲亢治疗、甲功测定的给药量均低于接受 ^{131}I 治疗的患者出院标准, 这两类患者给药后在核医学科基本不逗留, 对核医学科周围环境基本没有 γ 射线外照射影响, 基本不产生放射性废水。因此, ECT 检查项目(分装、淋洗、标记、注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素)和甲癌治疗项目作为本次监测内容的主要部分。正常运行工况下, 核医学科周围环境 γ 辐射水平周围各监测点位贯穿辐射剂量率监测结果见表 6-1, β 表面污染监测结果见表 6-2, 监测布点见图 6-1~6-2。监测日期为 2013 年 10 月 31 日、2014 年 5 月 8 日, 监测期间: 天气晴, 气温 20°C ~ 25°C , 相对湿度 60%~70%。

表 6-1 核医学科周围环境辐射剂量率监测结果

点位序号	测点位置描述		监测结果 ⁽¹⁾ ($\mu\text{Sv/h}$)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
▲1	高活性室门外		0.32	0.12
▲2	高活性室内洗涤间		0.28	0.08
▲3	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 通风橱操作位		0.27	0.07
▲4	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 通风橱观察窗		0.36	0.16
▲5	^{131}I 通风橱表面 (内有 $200\text{mCi}^{131}\text{I}$)		75.7	75.5
▲6	^{131}I 暂存间门外		0.68	0.48
▲7	^{131}I 暂存间南墙外		7.6	7.4
▲8	^{131}I 暂存间南侧活度计操作位		4.6	4.4
▲9	注射 $5\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时, 注射台操作位		2.91	2.71
▲10	注射 $5\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时, 注射室门口		0.24	$<0.05^{(2)}$
▲11	注射 $5\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时, 注射室北墙外		0.29	0.07
▲12	注射 $5\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时, 注射室南墙外		0.16	$<0.05^{(2)}$
▲13	注射 $5\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时, 注射室西墙外		0.31	0.11
▲14	注射 $5\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时, 注射室正上方		0.16	$<0.05^{(2)}$
▲15	注射 $5\text{mCi}^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时, 病人 1m 处		21.3	21.1
▲16	注射室内铅砖废物桶侧面 5cm		4.14	3.94
▲17	候诊室东侧防护门		0.17	$<0.05^{(2)}$
▲18	候诊室正下方保安室		0.21	$<0.05^{(2)}$
▲19	候诊室正上方 ICU 病房		0.20	$<0.05^{(2)}$
▲20	放射废物污染间废物桶表面		3.15	2.95
▲21	放射废物污染间门外		0.25	$<0.05^{(2)}$
▲22	注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 病人专用卫生间		0.27	$<0.05^{(2)}$
▲23	ECT (二) 给药量: 20mCi 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	观察窗	0.14	$<0.05^{(2)}$
▲24		操作位	0.15	$<0.05^{(2)}$
▲25		医生防护门	0.15	$<0.05^{(2)}$
▲26		病人防护门	0.15	$<0.05^{(2)}$
▲27		机房东墙外	0.14	$<0.05^{(2)}$
▲28		机房正下方通道	0.19	$<0.05^{(2)}$
▲29		机房正上方 ICU 室	0.20	$<0.05^{(2)}$
▲30	ECT (一) 给药量: 20mCi 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	观察窗	0.15	$<0.05^{(2)}$
▲31		操作位	0.16	$<0.05^{(2)}$
▲32		医生防护门	0.16	$<0.05^{(2)}$
▲33		病人防护门	0.17	$<0.05^{(2)}$
▲34		机房北墙外	0.17	$<0.05^{(2)}$
▲35		机房东墙外	0.21	$<0.05^{(2)}$

▲36		机房正下方通道	0.19	<0.05 ⁽²⁾
▲37		机房正上方 ICU 室	0.22	<0.05 ⁽²⁾
▲38	甲癌治疗 (1) 注射室内 药量 100 mCi ¹³¹ (2) 休息室各 药量 200 mCi ¹³¹	治疗室内注射室防护门	2.68	2.48
▲39		治疗室内注射室东侧墙外	8.57	8.37
▲40		治疗室内病人休息一室门口	2.16	1.96
▲41		治疗室内病人休息一室西侧墙	14.0	13.8
▲42		治疗室内病人休息二室门口	3.88	3.68
▲43		病人休息一室上方	0.29	0.09
▲44		病人休息一室下方	0.23	<0.05 ⁽²⁾
▲45		病人休息二室上方	0.22	<0.05 ⁽²⁾
▲46		病人休息二室下方	0.29	0.09
▲47		治疗室西侧防护门	0.70	0.5
▲48		治疗室南墙外	0.21	<0.05 ⁽²⁾
▲49		治疗室西墙外	0.16	<0.05 ⁽²⁾
▲50		治疗室正下方, 消控中心	0.27	0.07
▲51		排水管到下方, 消控中心	0.18	<0.05 ⁽²⁾
▲52		治疗室正上方 ICU 室	0.22	<0.05 ⁽²⁾
▲53		治疗室南侧电梯内	0.18	<0.05 ⁽²⁾
▲54		治疗室南侧楼梯通道	0.20	<0.05 ⁽²⁾
▲55	^{99m} Tc 衰变池正上方		0.19	<0.05 ⁽²⁾
▲56	¹³¹ I 衰变池正上方		0.16	<0.05 ⁽²⁾
▲57	¹³¹ I 进入衰变池下水管道最大值		4.7	4.5
▲58	甲功测定	医生工作位	0.18	<0.05 ⁽²⁾
▲59		防护门外	0.17	<0.05 ⁽²⁾
▲60	敷贴治疗	源表面 5cm	7.9	7.7
▲61		源表面 1m	0.38	0.18
▲62		治疗室防护门外	0.21	<0.05 ⁽²⁾
▲63		治疗室外更衣室	0.20	<0.05 ⁽²⁾
▲64	放免	放射药品存放冰箱表面	0.15	<0.05 ⁽²⁾

注: (1)未扣除环境本底值的辐射剂量率。(2)附加剂量率值小于 0.05μSv/h 属于本底测值的正常波动。

表 6-2 β 表面污染监测结果

点位 序号	点位描述	β 表面污染 (Bq/cm ²)	β 污染控制水 平 (Bq/cm ²)
▲65	高活性室工作台	7.35	40
▲66	高活性室中央地面	4.13	40

▲67	高活性室墙壁	0.76	40
▲68	注射室工作台	3.68	40
▲69	注射室中央地面	1.19	40
▲70	注射室墙壁	0.36	40
▲71	注射室内废物桶表面	1.5	40
▲72	防护铅衣	0.79	4

由表 6-2 可见，高活性室的注射台、地面、工作人员工作服等 β 表面污染均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中所规定的控制区限制要求。

6.6.1.2 核医学科附加剂量估算

核医学职业人员受照年有效剂量可由本项目核医学科的辐射工作人员的热释光剂量计得出，根据杭州宁大卫生监测技术有限公司提供的福建省立医院 2013 年 4 月 18 日~2014 年 4 月 17 日个人剂量监测报告（见附件 8），最大年受照有效剂量的核医学科（不含 PET-CT 中心人员）工作人员为何利平的 0.723 mSv，低于相应的验收监测评价标准值（5mSv），符合验收标准要求。

由 6-1 可见，在核医学科正常运行工况下，机房周围各场所 X- γ 辐射剂量率未见升高，均在各测点本底水平波动范围内，因此，公众所受的辐射剂量主要来自注射放射性药物病人对周围公众（主要为病人陪同家属）造成短暂的辐射照射。

不考虑放射性核素的排泄，核素衰变造成的辐射照射等于当前活度与平均寿命的乘积，平均寿命为 $T_{1/2}/\ln 2$ ，则陪伴家属所受的附加年有效剂量我约为：

$$21.1 \mu \text{ Sv/h} \times 6.02/0.693 \text{ h} \times 10^{-3} \approx 0.183 \text{ mSv}$$

公众在正常运行工况下所受的附加最大年有效剂量为 0.183mSv，低于核医学科环境公众照射的剂量约束值（0.25mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和省厅批复的要求。

因此，该院核医学科辐射工作人员和周围公众年受照有效剂量分别低于相应的验收监测评价标准值（职业工作人员 5mSv/a，核医学科环境公众

0.25mSv/a)，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量管理限值的要求。

6.6.1.3 放射性废水监测结果

表 6-3 衰变池废水总 β 放射性比活度监测结果

样品名	采样时间	采样地点	总 β 放射性比活度 (Bq/L)	总 β 放射性比活度限制 (Bq/L)
衰变池废水	2013 年 10 月 31 日	核医学科衰变池入市政管网口	0.594±0.016	10.0

该医院核医学科设有专用的放射性废水衰变池。经监测分析，核医学科放射性废水衰变池出口处废水的总 β 放射性比活度低于《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 排放标准（10Bq/L）。

6.6.2 X 射线机（含 DSA）

6.6.2.1 监测结果分析

福建省立医院各台 X 射线机正常运行工况下，机房周围各监测点位的辐射剂量率监测结果见表 6-3，监测布点见图 6-3~图 6-19。监测日期为 2013 年 10 月 30、31 日，监测期间：天气晴，气温 20℃~25℃，相对湿度 60%~70%。

6-4 X 射线机机房周围环境监测值

点位序号	设备名称	监测工况	监测点位描述	辐射剂量率 (nSv/h)	本底值 (nSv/h)
▲73	DSA (FD20)	113kV, -mA	操作位	118	120
▲74			观察窗	119	
▲75			医生进出防护门外 30cm	119	
▲76			病人进出防护门外 30cm	128	
▲77			洗涤间门外	132	
▲78			候诊位	132	
▲79			南侧过道	207	
▲80			机房楼上	135	

▲81			机房楼下	139	
▲82	DSA (ARRIS ZEE FLOOR)	55kV, 15mA	观察窗	117	125
▲83			操作位	136	
▲84			医生进出防护门外 30cm	117	
▲85			病人进出防护门外 30cm	118	
▲86			洗涤间门外	119	
▲87			机房楼下	139	
▲88			机房楼上	194	
▲89			主任办公室	168	
▲90	DSA (ARTIS ZEE LEILING)	73kV, 50mA	操作位	155	138
▲91			观察窗	149	
▲92			医生进出防护门外 30cm	144	
▲93			病人进出防护门外 30cm	192	
▲94			准备间 1	138	
▲95			准备间 2	138	
▲96			机房楼上办公室	140	
▲97	螺旋 CT	120kV, 100mA	操作位	144	130
▲98			观察窗	127	
▲99			医生进出防护门外 30cm	138	
▲100			病人进出防护门外 30cm	126	
▲101			候诊区	157	
▲102	Sensation 64 排 CT	120kV, -mA	操作位	170	154
▲103			观察窗	192	
▲104			病人进出防护门外 30cm	183	
▲105			医生进出防护门外 30cm	173	
▲106	SOMATOM Definition CT	120kV, 35mA	操作位	162	154
▲107			观察窗	154	
▲108			医生进出防护门外 30cm	174	
▲109			病人进出防护门外 30cm	174	
▲110	Aristos VX Plus X 摄影机	110kV, 40mAs	观察窗	130	130
▲111			操作位	134	
▲112			医生进出防护门外 30cm	127	
▲113			病人进出防护门外 30cm	126	

▲114	Aristos VX Plus X 摄片 机	100kV, 3.2mAs	观察窗	151	141
▲115			操作位	155	
▲116			医生进出防护门外 30cm	138	
▲117			病人进出防护门外 30cm	141	
▲118	SIRE APH CF 透视机	75kV, -mA	观察窗	139	145
▲119			操作位	150	
▲120			医生进出防护门外 30cm	137	
▲121			病人进出防护门外 30cm	156	
▲122	Senographe DS 乳腺机	30kV, 40mAs	观察窗	123	128
▲123			操作位	153	
▲124			医生进出防护门外 30cm	124	
▲125			病人进出防护门外 30cm	147	
▲126	VD150L-30E X 光机	110kV, 320mA	操作位	248	165
▲127			观察窗	546	
▲128			医生进出防护门外 30cm	303	
▲129			病人进出防护门外 30cm	326	
▲130	RADSPED/DR	100kV, 400mA	操作位	150	149
▲131			观察窗	149	
▲132			医生进出防护门外 30cm	150	
▲133			病人进出防护门外 30cm	148	
▲134	Diagdnost DR	95kV, 250mA	观察窗	138	138
▲135			操作位	134	
▲136			医生进出防护门外 30cm	141	
▲137			病人进出防护门外 30cm	137	
▲138			机房东侧候诊区	158	
▲139	西门子 R100 透视机	75kV, 20mAs	观察窗	170	138
▲140			操作位	143	
▲141			病人进出防护门外 30cm	176	
▲142	EASY DIAGNOST 胃肠机	90kV, 500mA	观察窗	134	125
▲143			操作位	122	
▲144			医生进出防护门外 30cm	133	
▲145			病人进出防护门外 30cm	122	
▲146	OP200B 全景 X 光机	85kV, 13mA	观察窗	136	135
▲147			操作位	145	
▲148			病人进出防护门外 30cm	145	
▲149			候诊区	165	
▲150			北墙外	184	

▲151	Axiom Luminos drf 数字胃肠机	85kV, 0.2mAs	观察窗	143	137
▲152			操作位	148	
▲153			医生进出防护门外 30cm	132	
▲154			病人进出防护门外 30cm	144	
▲155	OSTEOCOR E2 骨密度仪	-	观察窗	250	145
▲156			操作位	161	
▲157			医生进出防护门外 30cm	161	
▲158			病人进出防护门外 30cm	212	
▲159			病人入口办公室	155	
▲160			导诊台	150	
▲161			东墙外	145	
▲162	Compact detta 碎石机	46kV, 0.4mA	观察窗	163	148
▲163			操作位	164	
▲164			医生进出防护门外 30cm	158	
▲165			西侧血透室	178	
▲166			北侧血透室	151	
▲167	mobilett xpdigital 移 动床边机	85kV, 230mA,	铅屏风后工作位	168	164
▲168			铅屏风后 3m 处	165	
▲169	CT 模拟定位机	140kV, 440mA,	观察窗	150	163
▲170			操作位	152	
▲171			医生进出防护门	182	
▲172			病人进出防护门	183	
▲173			北侧制模室	190	
▲174			东侧车库	189	
▲175			候诊区	178	

注：（1）验收检查期间，西门子 R200 胃肠机无法正常开机工作。

（2）非隔室使用的Ⅲ类移动 X 射线机与其控制按钮间有长的连接电缆线联系或通过无线设备进行控制，使用场所不固定，故仅选取 mobilett xpdigital 移动床边机进行监测分析。

由表 6-4 的监测结果可知，X 射线机的周围环境的辐射剂量率基本上在本底附近波动，对环境基本没有影响。

6.6.2.2 年附加有效剂量估算

根据各 X 射线机的实际使用情况和验收监测值，选取 VD150L-30E X 光机房“病人进出防护门外 30cm”处点位进行公众年受照附加有效剂量最大值进行估算。该点位的附加辐射剂量率为 $326\text{nSv/h}-165\text{nSv/h}=161\text{nSv/h}$ ，VD150L-30E X 光常规模拟机（Simulix-HQ）机最多检查病人 120 人/天，每次

检查出束时间为 1s，年出束时间为 $1\text{s}/\text{人} \times 120 \text{ 人}/\text{天} \times 250 \text{ 天} \times 1/3600 = 8.33\text{h}$ ，居留因子取 1/16，则公众的年受照附加有效剂量最大值为 $161\text{nSv/h} \times 8.33\text{h} \times 1/16 \times 10^{-6} \approx 0\text{mSv}$ ，符合验收标准的要求（X 射线环境公众的剂量约束值为每年 0.1 mSv）。本项目各 X 射线机职业人员的年有效剂量可由热释光剂量计得出，根据杭州宁大卫生监测技术有限公司提供的福建省立医院 2013 年 4 月 18 日~2014 年 4 月 17 日个人剂量监测报告（见附件 8），最大年受照有效剂量的诊断工作人员为周东升的 0.365 mSv，低于相应的验收监测评价标准值（5mSv），符合验收标准要求。

6.6.3 直线加速器

6.6.3.1 监测结果

直线加速器正常运行工况下，治疗室周围各监测点位辐射剂量率监测结果见表 6-5~6-6，监测布点见图 6-20。监测日期为 2015 年 6 月 10 日，监测期间：天气晴，气温 35℃，相对湿度 60%~70%。

表 6-5 直线加速器治疗室周围环境辐射剂量率监测结果

点位 序号	测点描述	机头朝向	剂量率(nSv/h)		
			开机时		关机时
			10MV	6MV	
▲176	防护门左侧门缝外 30cm	朝下	225	160	154
▲178	防护门中间外 30cm		226	155	
▲179	防护门右侧门缝外 30cm		194	152	
▲180	控制室操作位		199	159	
▲181	西防护墙主墙外 30cm		216	201	190
▲182	直线加速器机头表面（感生放射性）30cm		528	-	0
▲183	直线加速器机头表面（感生放射性）1m		434		

表 6-6 直线加速器各监测点位中子辐射剂量当量率监测结果

点位序号	点位描述	机头朝向	剂量率 (nSv/h)	
			开机	关机
▲184	防护门外 30cm	朝下	64	0
▲185	控制室操作位		63	0
▲186	西侧防护墙外 30cm		59	0

直线加速器在 10MV 工况下正常运行后，直线加速器机头表面 5cm 和 1m 处的感生放射性所造成的贯穿辐射剂量率最高值分别为 0.528 μ Sv/h 和 0.434 μ Sv/h，均低于《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)中限值（5cm 处不大于 200 μ Gy/h，1m 处不大于 20 μ Gy/h），表明直线加速器技术指标符合标准要求。

6.6.3.2 年附加有效剂量估算

根据调查可知：

- （1）直线加速器病人的照射剂量通常为 2Gy/人，实际工作中等中心剂量率一般为 400cGy/min 的等中心剂量率，即 0.5 分钟出束时间治疗一个病人；
- （2）直线加速器一天最多治疗 50 人，一年工作 250 天
- （3）直线加速器实际使用中仅 10MV 和 6MV 两档的使用，且病人比例大约为 1:9。

从辐射防护最优化原则的角度出发，考虑直线加速器最大能量，故将 10MV X 射线作为保守估算直线加速器致公众有效剂量的最大工况，机头使用率均取 1，由表 6-4~表 6-5 可得，本项目直线加速器在 10MVX 射线工况下，直线加速器机房“防护门中间外 30cm”、“防护门左侧门缝外 30cm”、“防护门右侧门缝外 30cm”监测点位较高于关机状态下的测值外，直线加速器机房其他点位测值与关机状态下测值相当。

“控制室操作位”点位的辐射剂量率为职业人员所能到达区域的最大值，故选取该点对直线加速器致职业人员的年受照有效剂量进行估算，估算值为 $[(216\text{nSv/h}-190\text{nSv/h})+63\text{nSv/h}-0\text{nSv/h}]\times 0.5\text{min/人}\times 1/60\times 50\text{人/天}\times 250\text{天}\times 10^{-6}=0.009\text{mSv}$ ，近似为零，符合验收标准的要求（职业人员的剂量约束值为

5mSv/a)。

“防护门中间外 30cm”点位的辐射剂量率为公众人员所能到达区域的最大值，故选取该点对直线加速器致公众人员的年受照有效剂量进行估算，估算值为 $[(226\text{nSv/h}-154\text{nSv/h})+64\text{nSv/h}-0\text{nSv/h}]\times 0.5\text{min/人}\times 1/60\times 50\text{人/天}\times 250\text{天}\times 1/16\times 10^{-6}=0.0005\text{mSv}$ ，近似为零，符合验收标准的要求（公众人员的剂量约束值为 0.1mSv/a）。

6.6.4 小结

综上所述，福建省立医院核技术应用项目在正常的工作条件下，该医院辐射工作人员最大年受照剂量为 **0.723mSv/a**，核医学科环境公众最大年受照剂量为 **0.183mSv/a**，其余环境公众最大年受照剂量为 **0mSv/a**，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量约束值的要求（职业工作人员 5mSv/a，核医学科环境公众 0.25mSv/a，其余环境公众 0.1mSv/a）。

7 环保检查结果

根据国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和国家环保部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及环境保护主管部门的要求，放射性同位素与射线装置使用单位应落实环评文件及批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对该医院的辐射安全和防护管理、法规执行情况 and 辐射安全防护设施与运行进行了检查。

7.1 辐射安全和防护管理

7.1.1 管理机构

为加强放射卫生防护监督管理，防止放射性污染，保障放射工作人员及公众的健康与安全，该医院已成立以翁国星为组长，6 名成员的辐射防护小组（见附件 4），符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全环境保护管理工作”的规定以及本项目非密封源工作场所的分级

所对应的分类管理要求。

7.1.2 管理制度及落实情况

医院制定了《核医学科医疗管理制度》、《放射性药品安全管理制度》、《职业人员健康管理》、《核医学科各级人员的岗位职责》、《核医学科应急预案》、《仪器操作规范》、《放射科防护制度》、《放射科工作人员培训制度》、《放射科职业人员健康管理制度》、《受检者的防护制度》、《放射科仪器操作规程》、《福建省立医院辐射事故应急预案》等相关的辐射安全制度（见附件 5 至附件 7）。

该医院制订的上述制度均上墙明示，落到实处。

7.1.3 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围，应将辐射工作场所分为控制区和监督区。针对福建省立医院核技术应用项目而言，该医院按照环评文件的要求，对于核医学科的 ECT 机房、注射室、注射后候诊室、高活性室、甲癌治疗室、射线机房等内环境作为控制区，控制室等作为监督区。

7.2 法规执行情况

7.2.1 辐射安全许可证

该医院已取得辐射安全许可证。证书编号：闽环辐证[00072]（见附件 2）；许可种类和范围：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所；发证机关：福建省环境保护厅；发证日期：2015 年 1 月 30 日；有效期：至 2020 年 1 月 29 日。

7.2.2 环境影响评价

该医院委托福建省辐射环境监督站对该项目环境影响进行了评价，编制了项目环境影响报告表。福建省环保厅于 2013 年 9 月、2014 年 12 月对该项目环境影响报告表予以批复（见附件 3）。

7.2.3 监测

该医院委托杭州宁大卫生检测技术有限公司开展了个人剂量监测（见附件 13），制定了较完善的工作场所监测方案，包括机房的防护监测、衰变池排放口监测、 β 表面污染监测，已配备 1 台 RAMSURF-1 型表面沾污仪（见照片 4-30），1 台 JB-4000X- γ 瞬时剂量仪。验收监测期间，调查发现该医院自行监测能力尚未建立，省立医院就此做出了相关情况说明，见附件 12。

7.2.4 放射性同位素进出口、转让及送贮

核医学科使用的 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{14}C 等放射性同位素，其转出单位有广东希埃医药有限公司、成都中核高通同位素股份有限公司、成都华神生物技术有限责任公司，非密封放射性物质转让审批表见附件 9。

7.2.5 事件与事故

根据该医院提供的 2013 年 4 月 18 日~2014 年 4 月 27 日个人剂量检测报告和对该项目公众人员年剂量的估算，辐射工作人员和公众人员均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年剂量限值的要求（职业人员 20mSv/a、公众人员 1 mSv/a）。验收监测之前，省、市环保局对该院进行环保检查时并未发现福建省立医院核技术应用项目运行期间辐射安全事件和事故。

7.2.6 人员管理

①工作人员的知识培训：为加强辐射工作人员辐射防护意识，福建省立医院制定了人员培训计划。目前该院有 167 名辐射工作人员已于 2011 年 8 月参加了福建省辐射环境监督站举办的有关辐射安全教育培训，取得辐射工作人员岗位培训合格证（见附件 10），做到持证上岗。

对于新招及未取得合格证的辐射工作人员，医院应当及时安排参加相关培训，对已取得辐射安全培训合格证书的人员，医院应当每四年安排工作人员再培训，保证工作人员达到所需要的水平。

②个人剂量监测：该医院每年委托杭州宁大卫生检测技术有限公司对从事辐射的工作人员进行个人剂量的监测，建立个人剂量档案。

③职业健康检查：该医院每年组织辐射工作人员定期体检，建立了健康监护档案。

7.2.7 年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，该医院应定期开展辐射安全状况检查，基于实际运行情况，完成辐射安全年度评估报告，并按时向省环保厅和当地环保局备案。

年度评估报告应当包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

福建省立医院均按时按规定提交了年度评估报告(见附件 11)。

7.3 辐射安全防护设施运行情况

7.3.1 非密封放射性物质医学应用场所

7.3.1.1 场所设施

ECT 机房、注射室、高活性室及甲癌休息室等处设计并建成能有效地屏蔽射线的墙体。根据本次验收监测结果及分析，墙壁、顶棚、防护门、窗的材料及厚度满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值，同时满足辐射防护最优化的要求。

核医学科的 ECT 机房、注射室、注射后候诊室、高活性室、甲癌治疗室等内环境作为控制区，ECT 控制室、放免室等作为监督区。

ECT 机房门口、甲癌治疗室门口、高活性室门口、源库门口等处设有电离辐射警告标志（见照片 4-3、4-6、4-8、4-11、4-15）；扫描机房门口设有工作状态指示灯（见照片 4-3、4-6）。ECT 机房、甲癌休息室、高活性室等均设有通风系统（见照片 4-4、4-10）。

高活性室内设有负压和过滤的通风柜，验收监测期间，通风柜内活性炭并未每季度及时更换，特别是操作放射性碘化物等具有挥发性的放射性物质，对此该医院应高度重视，落实到位。

放射性药品注射处设有屏蔽设施（见照片 4-9、4-28），同时放射性药品分

装和给药的工作台面均易去污并配有防污染覆盖材料。

同时设有的高活性室用于储存新购放射性药品（见照片 4-12、4-13）。放射性药品运输由有资质的放射性药品运输单位负责。本项目外购放射性药品的运输满足国家标准《放射性物质安全运输规定》GB11806-2004、《放射性物品运输安全管理条例》（2009 年国务院第 562 号令）等的要求。

7.3.1.2 监测设备

核医学科辐射工作人员均配备热释光个人剂量片，用于个人剂量监测。已配备 1 台 RAMSURF-1 型表面沾污仪、1 台 JB4000 γ 瞬时剂量仪和相应的个人剂量率报警仪。

7.3.1.3 放射性废物和废液

核医学科给病人注射时，使用的手套及一次性注射针筒、棉签以及擦洗用的药棉或纸巾、吸水纸或一次性塑料台布等均做到及时清理，分类处理，医院核医学科废物临时贮存室配备专用的放射性污物桶，用于分别收集含 ^{99m}Tc 的短半衰期废物和含 ^{131}I 的较长半衰期废物。废物桶上标明放射性核素种类、存放日期后，存放于污物间（见照片 4-15）。含 ^{99m}Tc 的短半衰期废物收集后应贮存至少 3 天后，含 ^{131}I 的较长半衰期废物收集后应贮存至少 80 天后，经衰变 1000 倍以上之后，才能作为一般医疗垃圾处置。

给药后候诊病人使用具有防护标志的专用卫生间（见照片 4-16），规定患者住院期间不得使用其他厕所，专用卫生间下水道通往衰变池，下水道及时用水冲洗，限制其他人使用。该项目设有两个自流串接式放射性废水衰变池，分别接收 ECT 项目和甲癌项目废水，衰变池的级数均为 4 级，每级设计容积分别为 2.25m^3 和 5m^3 。

7.3.1.4 器材防护

核医学科已购置了铅裙、铅帽、铅围脖、铅衣、专用注射台、铅制放射性废物桶和铅屏风等个人防护用品（见照片 4-9、4-28 等），以及专用去污用品。

7.3.2 DSA 和 X 光机

7.3.2.1 场所设施

DSA 和固定式 X 光机均已设有规范的电离辐射警告标志及工作状态指示灯(见照片 4-57、4-60、4-63、4-66 等),可提醒其他人员注意,避免其他人员在 X 射线机处于工作状态时进入机房内,受到误照射。

移动式 X 光机无固定工作场所。

7.3.2.2 辐射监测与防护设备

①工作场所建筑物屏蔽:机房已建成能有效地屏蔽射线的墙体。墙壁、顶棚、防护门、窗的材料及厚度应满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值,同时满足辐射防护最优化的要求。

②个人防护用品:已购置铅衣、铅裙、铅帽、铅围脖等个人防护用品(见照片 4-51),供在 DSA 机房工作的医生使用。

③辐射监测设备:所有辐射工作人员已配备热释光个人剂量片,用于个人剂量监测。

7.3.3 直线加速器

7.3.3.1 控制台及安全联锁

加速器控制台配备钥匙开关,在加速器未进行工作时,钥匙拔离控制台,并由专人保管,避免非工作人员对加速器进行操作。控制室设有紧急停机按钮(见照片 4-114),可在紧急情况下切断加速器电源,停止工作。控制台设有电视监控及对讲装置(见照片 4-114),通过控制台上的监视器和麦克风,能够在实施治疗过程中观察患者状态及治疗室内情况,并和患者进行必要的交流和指导,可及时发现异常情况,及时处理。加速器治疗室电动防护门与加速器控制系统之间配备可靠的安全联锁装置,通过该联锁,当防护门被意外打开时,控制台报警,且射束自动关闭。在治疗前、治疗过程中如防护门未关好,通过联锁机制,无法开机。

7.3.3.2 警示装置

加速器迷路门上设有电离辐射警告标志（见照片 4-115），加速器防护门顶设有工作状态指示灯（见照片 4-115），指示加速器是否处于出束状态。

7.3.3.3 治疗室紧急设施

治疗室防护门设置了紧急开门按钮，治疗室和迷路内安装有紧急照明系统，在停电时，停留在治疗室内的人员能够辨明方向，离开治疗室；治疗室迷路口、治疗室内（机器上、治疗床边）均设有紧急停机按钮（见照片 4-119、4-120），可在紧急情况下切断机器电源同时停止出束。

7.3.3.4 辐射监测设备

治疗室内均配置了 1 台固定式辐射剂量监测仪，治疗结束时能辩证是否停止出射线。加速器工作人员已配备了个人剂量计，防止工作人员在工作中受到过量照射。

7.3.3.5 其它设施

加速器治疗室内设置了通风系统(见照片 4-121)，能够满足每小时换气次数 4~6 次，以保护治疗室工作人员及其他人员的健康免受臭氧及氮氧化物的影响。

加速器产品本身的辐射安全技术要求符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)的有关规定。

8 验收监测结论

1、福建省立医院核技术应用项目落实了环境影响评价制度、辐射安全许可制度和建设项目环境保护“三同时”制度。环境影响报告表批复中所确定的辐射防护和安全措施已基本落实。

2. 现场监测结果表明，该项目在正常运行工况下，除个别点位外，工作场所周围环境的剂量率均在本底波动范围内，但所有点位均符合验收监测标准，表明该项目各机房的屏蔽能力符合防护要求。

3、现场检查结果表明，工作场所已按照国家有关规定设置了明显的辐射警示标志，机房出入口设置了安全和防护设施与工作状态指示灯。辐射工作场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施基本完善。

4、该医院辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理规章制度已制定，辐射防护管理工作规范，辐射防护和环境保护相关档案资料齐备，相关法规要求均落实。

5、该医院辐射工作人员已有 167 人通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，持证上岗。

6、配备了必要的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

7、制订了比较完善的辐射事故应急预案。

8、该医院辐射工作人员所受的最高年剂量为 0.723mSv ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年剂量约束值的要求（职业工作人员 5mSv/a ）。

9、该医院核技术应用项目致核医学科环境公众最大年受照剂量为 0.183mSv ，其余环境公众忽略不计，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年剂量约束值的要求（核医学科环境公众 0.25mSv/a ，其余环境公众 0.1mSv/a ）。

综上所述，福建省立医院已基本落实福建省立医院核技术应用项目环评及环评批复要求，具备非密封放射性物质医学应用场所、直线加速器、数字减影血管造影（DSA）、医用Ⅲ类 X 射线装置所需安全防护措施条件，其运行对周围环境产生的影响符合辐射防护和环境保护的要求，项目建设符合《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局第 13 号）的有关规定，具备竣工验收条件，建议通过竣工环境保护验收。

9 建议及要求

1、加强设备管理。做好辐射防护器材、环保设施、射线装置日常保养、检修和维护工作，使其符合辐射防护要求。

2、加强对相关场所进行辐射监测，同时对监测数据的真实性、可靠性负责；或委托有资质的单位定期对放射工作场所进行监测。

3、医院要加大管理和培训力度，所有从事放射性工作的人员和相关管理人员均应持证上岗，并定期对辐射工作人员进行辐射防护和安全知识再培训。

附表：

建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位(盖章):

填表人(签字): 万子诚

项目竣工日期:

建设项目	项 目 名 称	福建省立医院核技术应用项目						建 设 地 点			
	行 业 类 别	核技术利用项目						建 设 性 质		√ ☐ 新 建	
	设 计 生 产 能 力	乙级非密封放射性物质医学应用场所、1台直线加速器、3台 DSA、27台 X 射线机			建设项目开工日期				实 际 生 产 能 力		乙级非密封放射性物质医学应用场所、1台直线加速器、3台 DSA、27台 X 射线机
	投 资 总 概 算 (万 元)	850						环 保 投 资 总 概 算 (万 元)		95	
	环 评 审 批 部 门	福建省环保厅						批 准 文 号			
	初 步 设 计 审 批 部 门							批 准 文 号			
	环 保 验 收 审 批 部 门	福建省环保厅						批 准 文 号			
	环 保 设 施 设 计 单 位				环保设施施工单位					环保设施监测单位	
	实际总投资(万元)	850						实际环保投资(万元)		95	
	废水治理(万元)		废气治理(万元)			噪声治理(万元)		固废治理(万元)			绿化及生态补偿(万元)
	新增废水处理设施能力	t/d						新增废气处理设施能力		Nm³/h	
建 设 单 位		福建省立医院			邮 政 编 码				联 系 电 话		15080036709
污染物排放达标与总量控制(工业建设项目)	污 染 物	原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)		本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减总量(8)	
	废 水										
	化 学 需 氧 量										
	氨 氮										
	石 油 类										
	废 气										
	二 氧 化 硫										
	烟 尘										
	工 业 粉 尘										
	氮 氧 化 物										
	工 业 固 体 废 物										

附件 1:

委托书

福建省辐射环境监督站:

根据国家相关法律法规的要求,福建省立医院委托贵站(福建省辐射环境监督站)对我院新增的 3 枚 V 类放射源、6 种非密封性放射性同位素、32 台 X 射线装置进行竣工验收。

本委托书未尽事宜由双方协商决定。特此委托。

联系人:陈雍哲

联系地址:福州市东街 134 号

邮编: 350001

联系电话: 15080036709

附:具体台账

福建省立医院(盖章)

委托时间:2013 年 10 月 15 日

福建省立医院

关于省立医院直线加速器等放射装置委托监测的函
福建省辐射环境监督站：

福建省立医院肿瘤内科直线加速器区域现已完成装修工程竣工验收，一期设备也已安装到位，包括 1 台 10MV 直线加速器，1 台Ⅲ类 X 光，现向福建省环保厅提出环保验收申请，根据要求需要委托贵单位进行辐射监测，望予以支持。



联系人：张新任：13905907879

余良仁：18850357103
