

核技术应用项目竣工 环境保护验收监测报告

项目名称：10MV 加速器和 CT 模拟定位机核技术应用项目

建设单位：西安市交通大学第二附属医院

监测单位：陕西高科辐射防护技术服务有限公司

西安交通大学第二附属医院
10MV 加速器和 CT 模拟定位机
核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告

承担单位：陕西高科辐射防护技术服务有限公司

报告编写：寄金龙

联系电话：029-85366629

邮政编码：710054

单位地址：西安市碑林区雁塔中路 19 号

目 录

1 核技术应用项目工程	1
1.1 概述.....	1
1.2 工艺过程及生产的主要污染.....	2
2 辐射防护和安全管理措施	6
2.1 辐射防护措施.....	6
2.2 其他污染防治措施.....	7
2.3 辐射安全管理措施.....	7
3 验收依据	9
3.1 相关法律、法规和环评文件.....	9
3.2 验收标准.....	9
4 监测方法和质量保证措施	10
4.1 监测方法.....	10
4.2 质量保证措施.....	10
5 验收监测、辐射安全措施评价及环评要求落实情况	11
5.1 验收监测内容.....	11
5.2 验收监测期间工况.....	11
5.3 验收监测结果与评价.....	11
5.4 辐射工作人员与公众剂量估算.....	14
6 环境影响评价报告验收清单及批复要求落实情况	15
7 结论与建议	15
7.1 结论.....	15
7.2 建议.....	16
附件	

1 核技术应用项目工程

项目名称	10MV 加速器和 CT 模拟定位机房建设项目		
建设单位	西安交通大学第二附属医院		
地 址	西安市新城区西五路 157 号		
法人代表	李宗芳	联 系 人	魏 凯 13572263738
建设项目性质	新建 ☐ 改扩建 ☒ 技改 ☐		
已取得辐射安全许可证	陕环辐证〔00125〕		
射线装置	II 类射线装置：10MV 加速器 1 台； III 类射线装置：CT 模拟定位机 1 台。		

1.1 概述

西安交通大学第二附属医院（以下简称建设单位）是一所集医疗、教学、科研和预防保健为一体的大型综合性三级甲等医院，设有多个国家重点学科和国家临床重点专科。是城镇职工医疗保险、居民和儿童医疗保险、“新农合”、保险定点医疗机构。

为了提高医疗技术和服务质量，建设单位在院内放疗中心改建 1 间 10MV 加速器和 1 间 CT 模拟定位机房，

2016 年 11 月 21 日，建设单位委托陕西中圣环境科技发展有限公司对 10MV 直线加速器核技术应用项目进行了环境影响评价，2017 年 9 月 4 日陕西省环境保护厅对该项目环评进行了审批（审批编号：陕环批复〔2017〕435 号）；CT 模拟定位机为 III 类射线装置，2017 年 1 月 23 日在陕西省环境保护厅进行了备案，（备案编号：201761010200000011）。现该项目环境保护措施和安全防护措施运行正常，已具备了项目竣工环境保护验收条件。

1.2 项目建设情况

1.2.1 项目环评、审批及建设情况

建设单位 10MV 直线加速器和 CT 模拟定位机项目环评审批及建设情况见表 1-1。

表 1-1 核技术应用项目环评审批及建设情况一览表

应用类型	项目环评内容	环评审批情况	实际建设情况
医用射线装置	西安交通大学第二附属医院新增 10MV 加速器	详见附件：陕环批复（2017）435 号《陕西省环境保护厅关于西安交通大学第二附属医院医 10MV 直线加速器核技术应用项目环境影响报告表的批复》。	经现场检查核实，项目环评共 1 台 10MV 直线加速器，与环评一致。 CT 模拟定位机 1 台，进行了备案。

1.2.2 项目基本情况

西安交通大学第二附属医院医用射线装置项目参数见表 1-2。

表 1-2 射线装置参数表

射线装置名称、型号	分类	技术参数	环评数量 (台/套)	验收监测数量 (台/套)	环评批复时间	验收监测时使用部门/场所	备注
10MV 加速器 TRILOGY	II 类	剂量率： 最大 600MU/min X 线能量： 6MV 和 10MV	1	1	2017.9.4	放疗中心	本次验收
CT 模拟定位机 SOMATOMDefinition AS	III 类	140kV、560mA	1	1			

1.3 工艺过程及产生的主要污染物

1.3.1 工艺及流程

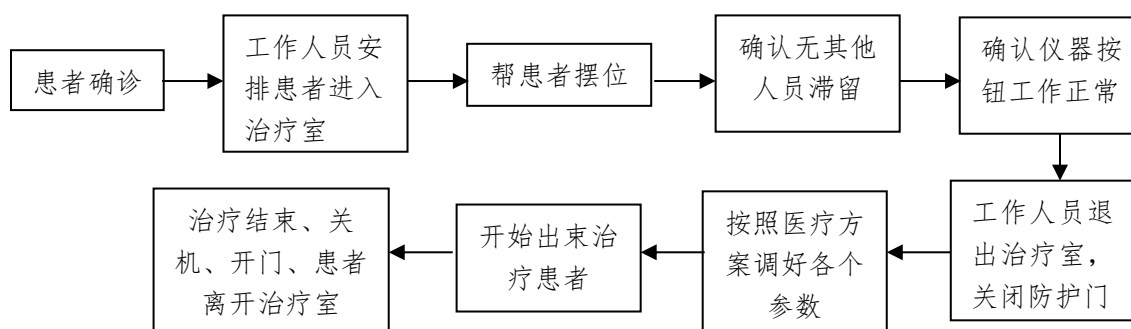
医用加速器

医用加速器由电子注入系统、加速系统、引出系统、靶和 X 射线准直装置等部分组成。电子注入系统是由电子发射器和一个小型电场加速系统组成。电子发射器产生电子并发射到加速系统所在空间，经电场加速从喷口出来，进入加速管。

加速系统是一个相对密闭的金属管空间，可将加速器微波系统产生的高

频微波约束在内部，减少能量的损失和对外部的影响。进入加速系统后，电子束在微波电磁场的作用下，不断得到加速，理论上每秒钟加速次数和微波频率相等。对 1MV 能量的电子，其速度约为光速的 0.86 倍；10MV 时电子速度已接近于光速的 0.999 倍。

加速后电子从加速管尾端射出，经偏转磁铁改变电子束的出射方向（一般偏转 90° 或 270° ），使其调头射向出射口。加速器照射头中放置有一个供电子束撞击的靶，即可产生 X 射线，用于治疗肿瘤。其工作流程如下所示：

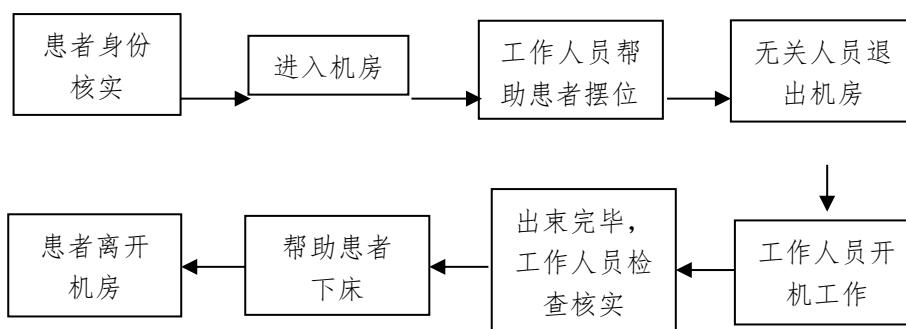


CT 模拟定位机：

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

CT 模拟定位机是一种由诊断性 CT 机、治疗床、计算机控制台、模拟机中央工作站和激光定位系统组成的综合性 CT 扫描定位仪器。它不仅可以提供高质量的横断面 CT 影像资料，帮助临床医生精确勾画出肿瘤靶区及危险器官的轮廓，帮助计算机计划系统进行组织不均匀性校正，提高剂量计算的准确性，还能够借助复杂的计算机软件，将计划的照射野三维空间分布结果重叠在 CT 重建的病人解剖资料之上，在相应的激光定位系统的辅助下，实现对治疗条件的虚拟模拟。现代的 CT 模拟机综合了部分影像系统、计划设计系统和传统 X 光模拟机的功能，已经融合成为现代放射治疗技术不可分割的一部分。

其工作流程如下所示：



1.3.2 污染因素分析

1.3.2.1 加速器机房

(1) 有用辐射

加速器工作时会产生 X 射线，直接来自机头射野中的射线为有用辐射，用于放射治疗。有用辐射随着加速器出束而产生，停止出束即消失。有用辐射影响机头直接朝向的机房内区域。

(2) 泄漏辐射

泄漏辐射是来自机头但不在射野内的辐射，泄漏辐射随着加速器出束而产生，停止出束即消失。泄漏辐射存在机房内任何可以直接看到机头的区域。

(3) 散射辐射

散射辐射是机房内墙壁和物体对有用辐射和泄漏辐射散射形成的辐射，该辐射随着有用辐射和泄漏辐射的产生而形成，在加速器停止出束后消失。散射辐射存在于机房内。

(4) 穿透辐射

穿透辐射是有用、泄漏和散射辐射穿透屏蔽体后形成的辐射，该辐射随着有用、泄漏和散射辐射的产生而形成，在加速器停止出束后随即消失。穿透辐射存在于机房的迷道和机房外邻近区域。在机房内，穿透辐射是机房迷道内人员主要潜在危害因素之一。如机房屏蔽体厚度不足或有缺陷，穿透辐射会对机房外工作人员和公众造成较大的潜在危害。

(5) 电子束

直线加速器产生的电子束的贯穿能力相对 X 射线和中子而言弱得多，即使是高能电子束，在混凝土中的射程也只有几厘米。因此在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束也就得到了足够的屏蔽。

(6) 其他放射危害

根据 GBZ126-2011《电子加速器放射治疗放射防护要求》5.3.4 条，本次加速器机房建设项目不考虑中子和感生放射性等放射危害因素。

1.3.2.2 非放射性危害因素

根据相关技术标准规范，本控评报告书对与加速器放疗工作相关的非放射性危害因素仅予以识别，不进行评价。

(1) 有害气体

加速器产生的有害气体主要有：臭氧和变质的氟利昂或六氟化硫（SF₆）。臭氧是加速器产生的电离辐射与空气中的氧相互作用的结果，它对人的呼吸系统、眼睛和粘膜有伤害。波导管中充满氟利昂或 SF₆ 气体，用于隔绝微波电流，它们本身无色、无味、无毒。加速器的微波系统一旦打火，可将氟利昂或 SF₆ 分解成有害而活泼的化学剂，形成含氟或硫的氧化物。由于热电效应，氟的氧化物可水解为氟化氢，对人的中枢神经系统和呼吸系统有害，过量的氟化氢可使人窒息昏倒。

(2) 散逸微波和激光

加速器都有高频微波系统，在一般情况下，它是闭环传输的。如果微波腔出现裂缝，微波就有可能散逸而出，对人体构成危害。

加速器配置的定位激光器能发出红色的激光，其光波能量较强，对人的眼睛危害较大，如直视打开的激光器，能对人眼造成永久损伤。

(3) 噪声

噪声主要来自加速器的调制器、空调、送风、抽风系统等。长期工作在噪声环境中，会对人的相关感觉器官造成损害，也会影响人的精神健康状态。

(4) 高热

加速器运行过程中会消耗大量电能，其中部分会转变为相关部件的内能，使这些部件处于高温高热状态。如果人员不慎碰触，可能造成烫伤。

1.3.2.3 CT 模拟定位机房

CT 模拟定位机在运行时会产生有用线束，同时会有泄漏辐射和散射辐射，需要进行屏蔽防护。

(1) X 射线会使空气电离产生一些有害气体，如 O₃、NO_x 等，如果机房内通风不畅，会对机房内人员造成一定的危害。

(2) CT 模拟定位机工作时周向旋转发射有用线束，如果机房内患者和陪检者未正确采取相应的防护措施，则会受到机房内散射辐射，甚至有用线

束的直接照射。

(3) CT 模拟定位机的孔径更大，因此泄漏辐射更容易照在机房屏蔽体上。如果机房的门、窗、墙体等屏蔽防护措施不当，控制室内的工作人员、机房门（墙）外的公众人员有可能受到泄漏和散射的 X 射线辐射。

1.3.2.4 异常和故障状态下的危害因素

在异常或故障状态下，机房内的危害因素主要有以下几个方面：

(1) X 射线

人员还未离开机房，加速器或 CT 机就开机出束，其产生的有用辐射、泄漏辐射和散射辐射会危害人员健康。

(2) 电子线

加速器在电子线治疗模式下，如人员滞留加速器机房内，会受到电子和其产生的 X 射线的照射，危害人员的健康。

(3) 中子辐射

加速器出束最大 X 射线能量为 10MV 时，会在机头产生中子辐射，机头附近人员会受到中子辐射的危害。

(4) 有害气体

加速器和模拟 CT 定位机房的通风量不足，或通风装置损坏，导致 O₃ 和 NO₂ 累积，会危害人体健康；加速器密封管中的 SF₆ 泄露，可能危害人体健康。

2 辐射防护和安全管理措施

2.1 辐射防护措施

表 2-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（三）

项目		具体要求	符合与否
医用 X 射线诊断	机房布局	布局合理，不得堆放与工作无关的杂物。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；不得堆放与设备诊断工作无关的杂物。治疗室入口处必须设置防护门和迷道。 加速器治疗室应用足够的使用面积，新建治疗室面积不应小于 45m ² ；CT 模拟定位机应设有单独的机房，机房面积不应小于 30m ² ，最小单边不小于 4.5m。	符合 符合
	通风	机房要保持良好的通风。机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。	符合
	标志及指示灯	机房门外要有电离辐射警示标志及醒目的工作指示灯。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。	符合

防护性能	机房墙壁应达到屏蔽防护标准要求，门、窗合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性能。	符合
辅助防护用品	CT 模拟定位机应配备适量的铅防护衣、铅围裙等，机房内应配备专门供受检者使用的各种辅助防护用品。射线设备根据工作内容，现场应配备基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣。	符合

1、机房建筑防护

射线装置均配备有专用机房和控制室，机房和控制室分开设置，加速器机房设置有迷道、治疗室和控制室之间安装了监视和对讲设备，CT 模拟定位机房与控制室之间使用铅玻璃观察窗。

2、监测仪及防护用品

医院配备了 1 台 FD-3013B 辐射剂量当量率仪和 1 台 DOSE1 型剂量率监测仪。CT 模拟定位机房配备有包裹式方巾、铅衣，铅帽和铅围脖各一件。

2.2 其他污染防治措施

建设单位拟此次项目射线装置均采用数字成像，干式打印，故放射诊断使用医用射线装置过程中不产生洗片废液。

2.3 辐射安全管理措施

1、为了加强医院辐射安全管理，规范和强化应对辐射事故的处置能力，建设单位按照陕西省环境保护厅下发的《关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》要求，成立了辐射安全管理领导小组，制定了系统的辐射环境管理规章制度。（见表 2-2）

表 2-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

管理内容	管理要求	有/无
决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。	有
	年初工作安排和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容。	有
	明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责。	有
	提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	有
管理层	熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求。	有
	负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交。	有
	完善辐射安全管理制度并按制度规定检查落实辐射安全管理工作。	有
	跟踪落实各岗位辐射安全责任。	有

管理内容	管理要求	有/无
	建立辐射环境安全管理档案。	有
	向员工和公众宣传辐射安全相关知识。	有
	对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改录。	有
辐射工作人员	了解本岗位的工作性质，熟悉辐射安全责任，经培训考核合格持证上岗并对确保岗位辐射安全做出承诺。	有
	熟记和严格执行相关辐射安全规定,建立安全防护设施检查与维护(修)工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）。	有
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理。	有
	按照监测制度，定期对工作场所及周围环境进行监测，并建立监测记录档案。	有
机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人。	有
制度执行	根据国家核技术利用申报系统要求，建立台账制度。	有
	严格执行转让审批，转移、收贮备案等相关规定，并建立档案。	有
	完善各辐射装置的岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核,建立检查记录档案。	有
	制定辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核,建立相关检查考核资料档案。	有
	每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门,保证个人剂量检测档案的连续有效性。	有
	定期进行辐射工作人员的职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性。	有
	制定各相关辐射装置辐射安全防护设施的维护与维修制度，包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容，并建立维护、维修记录档案。	有
	完善辐射环境监测制度，定期对场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测档案。	有
	制定监测仪器设备的定期检定与管理制度，确保仪器按期检定并建立检定档案。	有
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行应急演练。辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。	有 有

2、医院放疗中心目前有 33 名放射性工作人员，参加了陕西省辐射工作人员辐射安全培训，并取得了合格证书。

3、医院为相关放射性工作人员配备有个人剂量计，由陕西高科辐射防护技术服务有限公司进行检测，并建立连续有效的个人剂量档案；医院每两年

组织放射性工作人员在核工业四一七医院（陕西省临潼职业病医院）进行健康体检，并建立连续有效的健康档案。

3 验收依据

3.1 相关法律、法规和环评文件

- 1、《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人民代表大会常务委员会；
- 2、《中华人民共和国环境影响评价法》，全国人民代表大会常务委员会；
- 3、《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第 682 号；
- 4、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令 第 449 号；
- 5、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》国环规环评〔2017〕4 号；
- 6、《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；
- 7、《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；
- 8、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；
- 9、《陕西省放射性污染防治条例》，陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；
- 10、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令 第 33 号；
- 11、《陕西省环境保护厅办公室关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》陕环办发〔2015〕80 号；
- 12、《西安交通大学第二附属医院医用射线装置项目环境影响报告表》（陕西中圣环境科技发展有限公司，2016 年 11 月）及其批复意见。
- 13、FHJC-SXGK-002018405《检测报告》（陕西高科辐射防护技术服务有限公司，2018 年 1 月），以下简称《检测报告》。

3.2 验收标准

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

- (2) 《医用 X 射线诊断卫生防护要求》（GBZ130-2013）；
- (3) 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）；
- (4) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》GBZ126-2011。

参考上述标准，建设项目机房屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率、职业照射和公众照射应满足下表要求：

表 3-1 职业照射和公众照射的剂量限值

照射类别	剂 量 限 值	环评管理目标
屏蔽体外	屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率不应超过 2.5 μ Sv/h	2.5 μ Sv/h
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv	5 mSv/a
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1 mSv	0.25mSv/a

4 监测内容和质量保证措施

4.1 监测方法

监测方法见表 4-1。

表 4-1 监测方法

监测项目名称	监测方法
周围剂量当量率	《医用 X 射线诊断卫生防护要求》（GBZ130-2013）； 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）； 《电子加速器放射治疗放射防护要求》GBZ126-2011。

4.2 质量保证措施

本项目委托陕西高科辐射防护技术服务有限公司进行竣工环保验收监测，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）、《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）和《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），以及陕西高科辐射防护技术服务有限公司质量体系文件要求，实施全过程质量控制。

- (1) 合理布设检测点位，以保证各检测点位布设具有合理性和可比性；
- (2) 检测方法采用国家有关规定规范执行；
- (3) 每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常，在巡检的基础上重点

检测关键点位；

(4) 检测仪器经过具有资质的计量部门检定或校准，在检定或校准的有效期内使用；

(5) 承担检测的工作人员经过培训上岗。

5 验收监测、辐射安全措施评价及环评要求落实情况

5.1 验收监测内容

工作状态下操作间及机房周围 X、 γ 周围剂量当量率。

5.2 验收监测期间工况

验收监测期间射线装置均处于常用最大管电压工作状态，符合监测要求。

5.3 验收监测结果与评价

5.3.1 监测仪器

名 称	量 程	检定单位	证书编号	检定有效期限
X、 γ 辐射剂量当量仪 AT 1123-53059	0.05 μ Sv/h ~10Sv/h	上海市计量测试 技术研究院	2017H21-20 -1123777002	2017.5~2018.5

5.3.2 监测日期

2018 年 1 月 8 日

5.3.3 监测结果及评价

1、监测结果

监测结果来自《检测报告》（详见附件 10），见下表 5-1 至 5-2：

表 5-1 10MV 加速器机房检测结果

检测点	检测位置	周围剂量当量率（ μ Sv/h）			
		机头向上	机头向下	机头向南	机头向北
1	操作位	0.14	0.15	0.44	0.17
2	控制室左侧	0.15	0.12	0.76	0.14
	控制室右侧	0.17	0.14	0.85	0.15

3	设备间左侧	0.15	0.17	0.70	0.17
	设备间右侧	0.16	0.16	0.59	0.15
4	人员进出门中心	0.15	0.12	0.17	0.17
	人员进出门上缝	0.15	0.14	0.19	0.18
	人员进出门下缝	0.14	0.16	0.17	0.15
	人员进出门左缝	0.17	0.15	0.18	0.14
	人员进出门右缝	0.16	0.14	0.17	0.14
5	东侧墙体（原加速器机房）	0.16	0.17	0.16	0.14
6	西侧墙体（院内道路）	0.17	0.17	0.16	0.14
7	南侧墙体（候诊大厅）	0.17	0.16	0.44	0.15
8	北侧墙体（院内道路）	0.15	0.16	0.19	1.24
9	北侧墙体（院内道路）	0.16	0.15	0.18	0.90
—	设备间线沟	0.43	0.34	0.37	0.15
—	机房屋顶	4.35	0.19	0.18	0.14
—	天空反散射	0.19~0.21	—	—	—
—	侧向散射	0.19~0.23	—	—	—
—	感生放射性	机头处	0.77	迷道处	0.29
—	机房楼上（模具室）	0.14~0.19（照射角度：斜向南侧上部 45°）			
—	机房楼上（走廊）	0.14~0.18（照射角度：斜向南侧上部 45°）			

（1）检测条件：X 射线 10MV，照射野 40×40cm，剂量率 600cGy/min；

（2）表中数据未扣除本底，本底仪器示值^{×k_v}：0.11~0.21 μSv/h；

（3）感生放射性检测时间为停机后一分钟内。

表 5-2

CT 模拟定位机房辐射防护检测结果

基本情况	规格型号		SOMATOM Definition AS (20 Open)		检测地点		模拟定位机房			
	生产厂家		德国西门子公司		设备序列号		96506			
	警示标示		有		状态指示灯		有，亮			
检测结果	检测点	检测位置		周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		检测点	检测位置		周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	
	1	观察窗中心		0.19		5	人员进出门中心		0.23	
		观察窗上缝		0.17			人员进出门上缝		0.22	
		观察窗下缝		0.18			人员进出门下缝		0.82	
		观察窗左缝		0.19			人员进出门左缝		0.35	
		观察窗右缝		0.20			人员进出门右缝		0.42	
	2	操作位		0.17		6	北墙外（控制室）		0.19	
	3	东墙外（院内过道）		0.16		7	南墙外（院内过道）		0.18	
	4	西墙外（设备间）		0.19		—	操作室线沟		0.16	
	—	机房楼上（库房）		0.22		—	机房楼上（计划室）		0.19	
(1) 检测条件：120kV，300mAs；										
(2) 表中数据未扣除本底，本底仪器示值 $\times k_v$ ：0.13~0.26 $\mu\text{Sv/h}$ 。										

2、监测评价

经本次现场检测，10MV 加速器和 CT 模拟定位机在正常工作状态下，机房放射工作人员操作处、观察窗、人员进出防护门、机房四周墙体及机房楼上、楼下的环境辐射水平分别符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、GBZ126-2011《电子加速器放射治疗放射防护要求》、GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》和 GBZ165-2012《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》的要求。

5.4 辐射工作人员与公众剂量估算

5.4.1 职业照射

根据上表 5-1 中 10MV 加速器在正常工作情况下，放射工作人员主要受到穿透辐射的影响。当工作人员在控制室内时，只能受到穿透屏蔽体的 X 射线照射。按控制室墙体的环境辐射剂量最大值 $0.74 \mu\text{Sv/h}$ (扣除本底)，加速器每天出束按 6 小时，每年为 250 个工作日，那么其所受额外最大年剂量为 1.11mSv 。

因此，放射工作人员年剂量当量限值小于建设单位的管理目标值 5mSv/a ，也小于国家标准剂量当量限值 20mSv/a 。

CT 模拟定位机在正常运行情况下，放射工作人员可能接触到的辐射来源于 X 射线球管组件产生的泄漏 X 射线、来自设备和设备周围物体以及受检者的散射 X 射线所引起的贯穿辐射。按照检测结果中最大检测值 $0.69 \mu\text{Sv/h}$ (扣除本底) 估算，每天出束时间为 $10\text{s/次} \times \text{人}$ ，每天 50 人，每年 250 个工作日，工作人员所受最大年剂量值为 0.024mSv ，小于管理目标值和 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的年剂量限值。

综上，建设单位工作人员的职业照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 剂量限值 20mSv/a 限值要求。

5.4.2 公众照射

根据现场核实，加速器机房北侧墙体外环境辐射剂量最大值 $1.13 \mu\text{Sv/h}$ (扣除本底)。按国家标准公众年剂量当量限值 0.25mSv/a ，加速器每天出束按 6 小时，每年为 250 个工作日，居留因子取 0.1，则公众人员最大年剂量估算为 0.17mSv ，因此公众人员所受年剂量不会超过标准规定的年剂量当量限值。

CT 机房人员进出门外环境辐射剂量最大值 $0.69 \mu\text{Sv/h}$ (扣除本底)。按国家标准公众年剂量当量限值 0.25mSv/a ，每天出束时间为 $10\text{s/次} \times \text{人}$ ，每天 50 人，每年 250 个工作日，居留因子取 0.1，则公众人员最大年剂量估算为 0.069mSv ，因此公众人员所受年剂量不会超过标准规定的年剂量当量限值。

综上，建设单位加速器和 CT 模拟定位机正常运行状态下，职业与公众照射剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871 - 2002) 规

定相应的剂量限值要求。

6 环境影响评价报告验收清单及批复要求落实情况

本次验收根据陕西省环境保护厅对《西安交通大学第二附属医院 10MV 直线加速器核技术应用项目环境影响报告表》批复意见以及环评报告验收清单，对医院具体落实情况进行了现场检查，检查结果见表 6-1。

表 6-1 环评、批复意见及其落实情况

环评报告验收清单、批复意见	落实情况
管理机构	建设单位成立了辐射安全与环境保护领导小组，负责其辐射安全管理工作。
建立健全规章制度	建设单位制定了《医用 X 射线装置操作规程》、《放射性工作场所及个人剂量监测制度》、《放射工作人员管理制度》、《放射工作人员培训、体检制度》、《设备安全管理及维修制度》、《放射性装置场所防止人员意外照射的安全措施》、《辐射监测计划》一系列管理和使用制度，对其医用射线装置项目进行全面的监督管理。
工作场所设立电离辐射警示标志	病人进出的防护门均有工作指示灯和电离辐射警示标志。
个人剂量档案及健康档案	建设单位已对放射工作人员进行了个人剂量检测和职业健康检查，并建立了相应的个人剂量档案和职业健康监护档案。
环境监测仪器配置	建设单位配备了一台 FD-3013B 辐射剂量当量率仪和一台 DOSE1 型辐射剂量率监测仪，并不定期进行监测。
培训及人员配备	建设单位 33 名辐射工作人员参加了辐射防护安全知识培训，并取得了合格证。

7 结论与建议

7.1 结论

1、建设单位已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对其医用 X 射线装置核技术应用项目进行了环境影响评价并取得批复，相应的环保设施已建成，并投入使用，目前运行正常。

2、经现场监测，建设单位建设项目核技术应用项目在正常运行时，机房外的环境辐射剂量水平均满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标

准》、GBZ126-2011《电子加速器放射治疗放射防护要求》、GBZ130-2013《医用X射线诊断放射防护要求》和GBZ165-2012《X射线计算机断层摄影放射防护要求》的要求。

3、该项目所涉及的职业人员及公众可能受到照射的年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）限值要求。

4、经现场核实，建设单位本次建设项目的放射防护设施满足相关标准的要求：门—机（灯）联锁装置、工作状态指示灯等辐射安全措施工作正常，防护门外张贴了“当心电离辐射”警示标志，符合标准要求。

5、建设单位按照陕西省环境保护厅下发《关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》（陕环办发〔2015〕80号）的要求，建立了内部辐射安全管理体系，并制定了一系列辐射安全管理规章制度；配备了辐射监测设备，并制定了监测计划；辐射工作人员配备了个人剂量计，建立了个人剂量监测档案和职业人员健康监护档案；相关放射性工作人员参加了辐射防护安全知识培训并取得了合格证书。

综上所述，建设单位此次建设项目符合环境保护竣工验收条件。

7.2 建议

1、认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高企业安全文化素养和安全意识，积极配合环保部门的日常监督检查，确保医院建设项目射线装置项目的使用安全。

2、委托有资质的单位每年进行一次操作场所周围及邻近区域的辐射水平测量，根据测量结果提出评价或改进意见；并编制辐射项目安全和防护状况年度评估报告，于次年1月31日前报陕西省环境保护厅。