

医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：_____

铜陵市人民医院



编制单位：_____

安徽祥安环保有限公司



编制日期：_____

二〇二〇年一月

建设单位法人代表:  (签字)

编制单位法人代表: (签字)

项目负责人: 

报告编写人: 李响

建设单位: 铜陵市人民医院 (盖章) 
电话: 0562-5838324
传真: 0562-5838324
邮编: 244000
地址: 铜陵市笔架山路 468 号

编制单位: 安徽祥安环保有限公司 (盖章) 
电话: 0551-65650768
传真: 0551-65650768
邮编: 230031
地址: 合肥市蜀山区长江西路 297 号万科金域国际 1-707

表

建设项目名称	医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目				
建设单位名称	铜陵市人民医院				
建设项目性质	改建				
注册地点	铜陵市笔架山路 468 号				
项目建设地点	铜陵市人民医院地下战备医院				
设计生产能力	拟在铜陵市人民医院地下战备医院机房配备一台直线加速器				
实际生产能力	在铜陵市人民医院地下战备医院机房配备一台直线加速器				
建设项目环评时间	2018 年 2 月	开工建设时间	2018 年 2 月		
调试时间	2019 年 11 月	验收现场监测时间	2019 年 12 月		
环评报告表审批部门	安徽省生态环境厅 (原安徽省环境保护厅)	环评报告表编制单位	核工业二七〇研究所		
环保设施设计单位	安徽山水城市设计有限公司	环保设施施工单位	安徽三户建筑装饰工程有限公司		
投资总概算	2500 万元	环保投资总概算	142 万元	比例	5.68%
实际总概算	2500 万元	环保投资	145 万元	比例	5.8%
验收监测依据	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(于 2014 年 4 月 24 日修订通过, 自 2015 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日起施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国大气污染防治法》2018 年 10 月 26 日起施行;</p> <p>(4) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1997 年 3 月 1 日起施行, 于 2018 年 12 月 29 日作出修改);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 709 号修订, 2019 年 3 月 2 日公布);</p> <p>(6) 关于发布《射线装置分类》的公告, 中华人民共和国环境保</p>				

验收监测依据	<p>护部、国家卫生与计划生育委员会发布，2017年12月5日期施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第31号，2006年3月1日起施行；国家环境保护部令第3号修订，2008年12月4日施行；国家环境保护部令第47号修订，2017年12月20日起施行；生态环境部令第7号修订，2019年8月22日起施行）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）；</p> <p>(9) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日）；</p> <p>(10) 《安徽省放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2015年8月12日施行；</p> <p>(11) 《安徽省环境保护条例》自2018年1月1日起施行；</p> <p>(12) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（环境保护部[2017]4号）。</p> <p>(13) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告2018年第9号。</p>								
验收监测评价标准、标号、级别、限值	<p>根据环评报告表及安徽省生态环境厅对该项目的批复以及相关标准，本次验收监测标准、标号、级别、限值为</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 附录 B1 剂量限制</p> <table border="1" data-bbox="459 1294 1390 1794"> <thead> <tr> <th data-bbox="459 1294 603 1352">对象</th> <th data-bbox="609 1294 1390 1352">要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="459 1361 603 1518">职业照射剂量限值</td> <td data-bbox="609 1361 1390 1518">①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何线性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="459 1527 603 1684">公众照射剂量限值</td> <td data-bbox="609 1527 1390 1684">实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：①年有效剂量，1mSv；②特殊情况下，如果5个连续年内平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="459 1693 603 1794">管理目标</td> <td data-bbox="609 1693 1390 1794">本项目取国家标准的1/4作为剂量约束值（即：职业人员年有效剂量不超过5mSv；公众成员年有效剂量不超过0.25mSv）。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ179-2006）；</p> <p>(3) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）：</p> <p style="padding-left: 20px;">6.1 款 治疗室的防护要求</p> <p style="padding-left: 40px;">6.1.1 款 治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871</p>	对象	要求	职业照射剂量限值	①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何线性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。	公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：①年有效剂量，1mSv；②特殊情况下，如果5个连续年内平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。	管理目标	本项目取国家标准的1/4作为剂量约束值（即：职业人员年有效剂量不超过5mSv；公众成员年有效剂量不超过0.25mSv）。
对象	要求								
职业照射剂量限值	①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何线性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。								
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：①年有效剂量，1mSv；②特殊情况下，如果5个连续年内平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。								
管理目标	本项目取国家标准的1/4作为剂量约束值（即：职业人员年有效剂量不超过5mSv；公众成员年有效剂量不超过0.25mSv）。								

<p>验收监测评价 标准、标号、级 别、限值</p>	<p>的要求，保障职业场所和周围环境安全。</p> <p>6.1.2 款 有用射束按直接投照的防护墙(包括天棚)按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计。</p> <p>6.1.3 款 在加速器迷道门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率宜不大于 2.5μSv/h。</p> <p>6.1.4 款 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。</p> <p>6.1.6 款 治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。</p> <p>6.1.7 款 治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于如 45m²。</p> <p>6.1.8 款 治疗室人口处必须设置防护门和迷路，防护门应与加速器连锁。</p> <p>6.1.9 款 相关位置(例如治疗室人口处上方等)应安装醒目的辐射指示灯及辐射标志。</p> <p>6.1.10 款 治疗室通风换气次数应不小于 4 次每小时。</p> <p>(4)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)；</p> <p>(5)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)；</p> <p>(6)《声环境质量标准》(GB3096-2008)；</p> <p>(7)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)；</p>
------------------------------------	---

表二

2.1 工程建设内容

2.1.1 地理位置与平面布置

本项目位于安徽省铜陵市铜官山区笔架山路 468 号铜陵市人民医院。医院北侧为工人新村，西侧为山坡，南侧为山坡，东南侧为友好家园小区，东北侧为笔架山路，其所在地地理位置图详见附图 1。

本次验收的直线加速器位于铜陵市人民医院地下战备医院一层北侧。地下战备医院北侧为 15 号药剂楼，东南侧为 12 号外科大楼。

本项目直线加速器机房位于地下战备医院一层北侧，直线加速器机房北侧为土壤层，东侧为操作室和水冷机房，西侧为走道，南侧为办公室，楼上为花园，无地下室，直线加速器所在地下战备医院改建前和改建后一层平面图见附图 3。

该项目中直线加速器机房周围 50m 范围辐射环境保护目标有直线加速器机房所在地下战备医院；直线加速器机房北侧 15 号药剂楼（最近距离约 5m），东南侧为 12 号外科大楼（最近距离 47m）。本项目验收范围内不涉及生态保护区及饮用水源地。直线加速器机房周边关系图见附图 2，直线加速器机房辐射环境 50m 范围图、100m 声环境图见附图 4。

该项目周围 50m 范围辐射环境保护目标具体人员有该项目从事辐射工作人员、项目应用场所周围其他辐射工作人员及其他处于 50m 范围内的非辐射工作人员及公众人员，具体见表 2-1。

项目	保护目标	具体人员	方位	距离	人数
辐射环境	地下战备医院	公众及其他非辐射工作人员	四周及顶部	50m 范围内	约 100 人
		辐射工作人员	四周及顶部	50m 范围内	约 9 人
	药剂楼	公众及其他非辐射工作人员	北侧	最近处距 5m	约 200 人
	外科大楼	公众及其他非辐射工作人员	东南侧	最近处距 47m	约 1000 人

该项目声环境验收范围为加速器机房排风机 100m 范围，其周围环境保护目标有东南侧外科大楼、南侧病房、北侧药剂楼和 8 号内科大楼、西北侧医院家属区、东北侧 7 号楼，无居民楼。

该项目周围 100m 范围声环境保护目标具体人员均为公众人员，具体见表 2-2。

项目	保护目标	具体人员	距离	方位	人数
	12 号外科大楼		最近处距 47m	东南侧	约 1000 人

声环境	(12F)	公众人员			
	病房 (1F)		最近处距 60m	南侧	约 50 人
	15 号药剂楼 (3F)		最近处距 5m	北侧	约 200 人
	7 号大楼 (检验科、骨科)		100m 范围内	东北侧	约 200 人
	医院家属区		100m 范围内	西北侧	约 100 人
	8 号内科大楼		100m 范围内	北侧	约 500 人

2.1.2 项目概况及项目由来

为满足更多的就诊人员、保障病人健康，以及医院的发展需要，铜陵市人民医院在已建成的地下战备医院配备一台直线加速器，医院对项目进行了备案，项目编码 2017-340704-83-03-011319。

2018 年 2 月医院委托核工业二七〇研究所对铜陵市人民医院医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目进行环境影响评价工作，于 2018 年 2 月 14 日取得了安徽省生态环境厅（原安徽省环境保护厅）的批复，批复号为皖环函〔2018〕234 号（详见附件 2）。

铜陵市人民医院于 2009 年初次申领了辐射安全许可证（证书编号：皖环辐证〔00264〕，种类和范围：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所）。2009 年医院委托环评单位对新增加速器、DSA、其他 III 类射线装置及 ^{131}I 、 ^{89}Sr 非密封性放射物质进行了环评，并在新增 X 射线装置启用前申请变更了辐射安全许可证，在设备使用后，向原安徽省环境保护厅申请新增的加速器、DSA 等 X 射线装置的验收（见附件 2）。

2014 年医院辐射安全许可证到期，进行了延续申请。2018 年 12 月医院 ^{125}I 进行了增量，并重新申请了辐射安全许可证，2019 年 1 月医院 ^{18}F 、 ^{89}Sr 进行了增量，并重新申请了辐射安全许可证。2019 年医院辐射安全许可证到期进行了延续。

2019 年 11 月铜陵市人民医院完成地下战备医院加速器的安装工作后，2019 年 11 月 04 日安徽省生态环境厅重新核发了辐射安全许可证（新证书编号为：皖环辐证〔00246〕；有效期至 2024 年 9 月 25 日；种类和范围：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所）。

铜陵市人民医院现有射线装置设备一览表见表 2-1。

表 2-1 铜陵市人民医院现有射线装置设备参数一览表

放射源								
序号	放射源名称	数量	单枚活度 (Bq)	放射源类别	工作场所名称	使用情况	环评、许可及验收情况	备注

1	⁶⁸ Ge	1	4.625E+7*2	V类	核医学	在用	已环评、许可、 验收		
2	⁶⁸ Ge	1	9.25E+7*1	V类		在用			
非密封性放射物质									
序号	工作场所级	核素名称	批准的日等效最大操作量 (Bq)	工作场所名称	使用情况	环评、许可及验收情况	备注		
1	丙级	¹²⁵ I	2.072E+6	核医学	在用	2014年环评； 2015年许可； 2016年验收 (皖环函 [2017]1056)			
2	乙级	¹⁸ F	1.48E+9						
3	乙级	⁸⁹ Sr	3.7E+7						
4	乙级	⁹⁹ Mo- ^{99m}	2.775E+8						
5	乙级	¹³¹ I	5.55E+11						
6	乙级	¹³¹ I	5.55E+11						
射线装置									
序号	射线装置名称	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	工作场所名称	使用情况	环评、许可、验收情况	备注
1	碎石机	1	120	200	III	肿防所	在用	已环评、许可、验收	V型
2	C型臂	1	110	3.5	III	手术室			Brivo oec850
3	移动X射线机	1	125	80	III	儿科			西门子
4	移动X射线机	1	110	63	III	骨一、骨二、ICU			西门子 polym bil
5	C型臂	1	100	20	III	新外科楼 手术室			GE
6	双能X线骨密度仪	1	100	1.3	III	10号楼1层			XR-600
7	医用X射线机	1	150	850	III	新门诊楼2 楼放射7号 机房			飞利浦DR
8	医用X线	1				新门诊楼2			飞利浦DR

	机		150	850	III	楼放射科 2 号 房			
9	医用 X 线 机	1	15	850	III	新门诊楼 2 楼放射科 1 号机房			飞利浦 DR
10	颌 全景 X 射线	1	84	15	III	新门诊楼 2 楼放射科号 机房			Orthoralix 9 00
11	肠胃造影 机	1	50	650	III	新门诊楼 2 楼放射 4 号 机房			ICONOS R100
12	医用 X 线 机	1	50	650	III	新门诊楼 2 楼放射科 8 号 房			飞利浦 bucky-th
13	冲击波碎 石机	1	125	800	III	新门诊楼 三楼			Innova Optima
14	数字乳腺 X 射线摄 影系统	1	150	100	III	新门诊楼二 楼	在用	已环 评、许 可、验 收	ASR-300
15	数字肠胃 造影机	1	150	100	III	新门诊楼 2 楼放射科 3 号房			Pan eXam
16	DSA	1	150	1000	II	新门诊楼 2 楼放射科 2 号 DSA 机房			飞利浦 V500
17	DSA	1	140	715	II	新门诊楼 2 楼放射科 1 号 DSA 机房			飞利浦 FD-20
18	加速器	1	X 线： 6、10MV		II	放疗技术部			PROMUS Hi
19	医用 X 射 线机	1	70	2	III	口腔科	在用		Focus D-0711S
20	模拟定位	1	150	500	III	放疗技术部			SL-IE

	机								
21	螺旋 CT	1	100	400	III	外科楼一 楼 CT 室	已环 评、许 可、验 收	GE Hispeed FX/i	
22	128 排 CT	1	140	400	III	新门诊楼一 楼 CT(二) 机房		Brilli nce CT	
23	SPECT	1	140	2	III	10 号楼 2 层		GE	
24	64 排 CT	1	140	500	III	新门诊楼一 楼 CT(一) 机房		Brilli nce CT 64slice	
25	医用 X 线 机	1	12	500	III	凤凰城北 区分院		XG 502A	
26	C 型臂	1	110	2	III	新外科楼 4 楼(手术室)		KP 00	
27	C 型臂	1	110	20	III	地下战备医 院		西门子	
28	CT	1	140	800	III	新门诊一 楼 CT 室		Brilli nce CT 64slice	
29	移动 DR	1	120	7	III	外科楼 6 楼		西门子	
30	移动 DR	1	120	7	III	外科楼 17 楼		西门子	
31	骨密度仪	1	80	0.25	III	核医学科		DEXXUM	
32	医用直 线加速器	1	X 线:6、10MeV 电 子束: ≤15MV		II	新门诊楼 2 楼放射科 3 号机房	已环 评、许 可、本 次验收	CLINAC-IX	

铜陵市人民医院在取得变更的辐射安全许可证后,于 2019 年 11 月底对加速器所需各项耗材进行清点补充,开始对直线加速器进行调试工作。在设备调试完成后,铜陵市人民医院根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定及环评批复要求,委托安徽祥安环保有限公司对医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目进行验收监测工作。验收监测单位对该院

验收申请项目的环境影响评价、环评批复、辐射安全许可证重新申请、项目施工竣工文件等资料进行查阅，符合验收监测条件。验收监测单位随即开展该项目的验收监测工作。

2.2.2.2 项目变动情况及验收内容

本项目验收情况与环评内容作比较，如表 2-4 所列。

表 2-4 验收情况与环评内容对比一览表

项目	环评内容	验收实际情况
建设地点	拟在改建成的地下战备医院加速器机房配备一台直线加速器	在改建成的地下战备医院加速器机房配备一台直线加速器
机房防护措施	<p>加速器机房拟采取以下防护：</p> <p>①机房内尺寸：长 7600mm×宽 7600mm×高 3900mm；</p> <p>②主屏蔽墙厚度：南侧主屏蔽墙为 2700mm 混凝土墙；北侧主屏蔽为 900mm 混凝土墙，墙外为土壤层（密度为 2.35t/m³）；</p> <p>③：次屏蔽墙厚度：西侧为 1500mm 混凝土墙，东侧为 1000-1300mm 混凝土墙（密度为 2.35t/m³）</p> <p>④顶棚蔽墙厚度：主防护墙为 2600mm 混凝土，次屏蔽墙 1500mm 混凝土（密度为 2.35t/m³）</p> <p>⑤防护门：铅当量 15mm；</p> <p>⑥迷道：西南侧迷道内墙厚为 1200mm，长 6900mm，迷道外墙为 700~1200mm，为普通混凝土墙，密度不小于 2.35t/m³。</p>	<p>根据院方提供机房图纸（见附件 12）可知，直线加速器机房已采取以下防护：</p> <p>① 机房内尺寸：长 7600mm×宽 7600mm×高 3900mm；</p> <p>②主屏蔽墙厚度：南侧主屏蔽墙为 2700mm 混凝土墙；北侧主屏蔽为 900mm 混凝土墙，墙外为土壤层（密度为 2.35t/m³）；</p> <p>③：次屏蔽墙厚度：西侧为 1500mm 混凝土墙，东侧为 1000-1300mm 混凝土墙（密度为 2.35t/m³）</p> <p>④顶棚蔽墙厚度：主防护墙为 2600mm 混凝土，次屏蔽墙 1500mm 混凝土（密度为 2.35t/m³）</p> <p>⑤防护门：铅当量 15mm；</p> <p>⑥迷道：西南侧迷道内墙厚为 1200mm，长 6900mm，迷道外墙为 700~1200mm，为普通混凝土墙，密度不小于 2.35t/m³。</p>
辐射环境 50m 范围	北侧药剂楼、东南侧 12 号外科大楼	北侧药剂楼、东南侧 12 号外科大楼
声环境 100m 范围	东南侧 12 号 外科楼、南侧 1F 病房、北侧 3F 药剂楼和 8 号内科楼、西北侧 5F 居民楼	东南侧 12 号 外科楼、南侧 1F 病房、北侧 3F 药剂楼和 8 号内科楼、西北侧 5F 居民楼、东北侧 7 号楼（（检验科、骨科）

设备型号、参数	见表 2-5
---------	--------

由表 2-4 及表 2-5 内容可以看出，直线加速器机房防护措施按照环评要求建设。虽然购买设备和环评不同，但是所购买的设备参数和环评一致，现场监测结果，加速器机房周围辐射剂量率满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中“在加速器迷道门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率宜不大于 2.5 μ Sv/h”的标准要求。

医院本次项目验收内容主要为医用加速器机房改造及新增直线加速器，及针对污染源的防护措施情况、各项辐射管理制度情况、环评批复和“三同时”验收落实情况等。直线加速器设备参数如表 2-5 所列。

表 2-5 铜陵市人民医院本次验收直线加速器设备情况

时间阶段	射线装置名称	设备型号	最大能量 (MeV)	类别	工作场所名称
环评	直线加速器	医科达 synergy	X 线：6、10MV	II	地下战备医院
验收	直线加速器	瓦里安 CLINAC-IX	X 线：6、10MV	II	地下战备医院

2.2 主要工艺流程及产污环节

2.2.1 医用直线加速器主要工艺流程

医用电子直线加速器主要工作原理：从电子枪发出的同步电子束注入已建立高梯度的驻波加速场中加速，在加速管末端，电子束加速到所需能量后经过漂移管进入 270 度偏转磁场。在偏转磁场中，电子束偏转 270 度后由水平入射变为垂直出射，并同时完成聚集和消除能谱色差形成直径 2mm 左右的平行束流，经过引出窗到达移动靶件处。移动靶件具有不同工位，可根据治疗需要使电子束轰击合金靶产生 X 辐射或直接穿透初级散射箔产生电子辐射。



图 2-1 医用直线加速器图片

医院直线加速器在进行放射治疗时主要流程如下：

(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，关闭迷道防护门，加速器出束，进行治疗。

(5) 关闭电源、治疗完毕。

铜陵市人民医院所使用为 1 台瓦里安 Clinac iX 型医用电子直线加速器，其最大额定 X 射线能量为 10MV，最大照射野为 $40 \times 40 \text{cm}^2$ ，最大输出剂量率 6Gy/min，最大电子线能量为 22MeV，最大电子线输出剂量率为 1000cGy/min。根据与医院核实，医院加速器在高能量工作负荷下运行占比较小，且通过电子线直接照射治疗的情况极少。

根据医院现有门诊量和未来发展规划，医院计划新增的直线加速器的年运行时间

为 250 天，日诊疗人数初始约 60 人左右，后期可达到 80 人次/天，平均每人次使用剂量 300cGy，平均每人次开机出束时间在 2~3min。

医院为本项目加速器机房配备了 9 名辐射工作人员完成治疗工作。

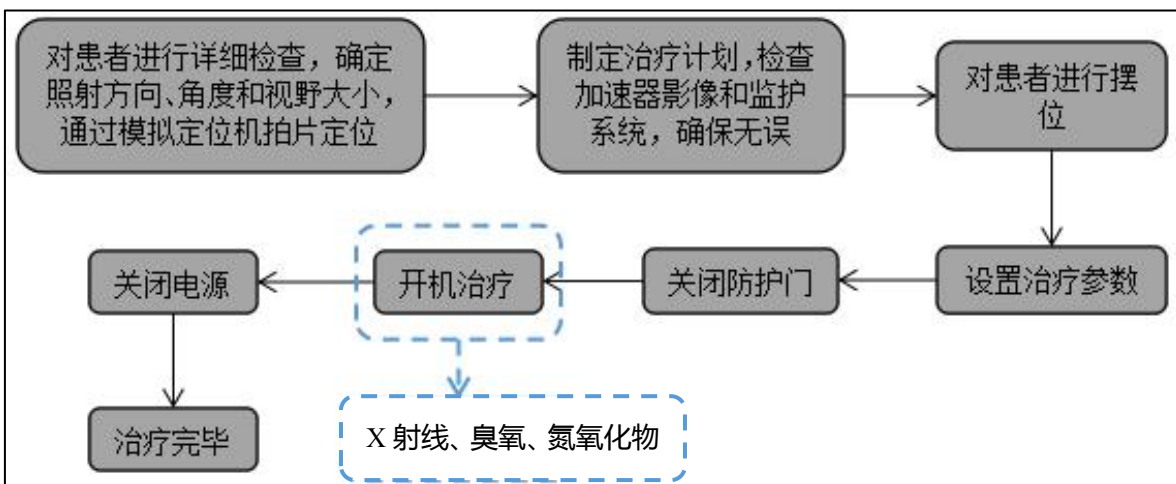


图 2-2 直线加速器放射治疗流程及产污环节示意图

2.2.2 污染源分析

(1) 非放射性污染源分析

① 固体废物:

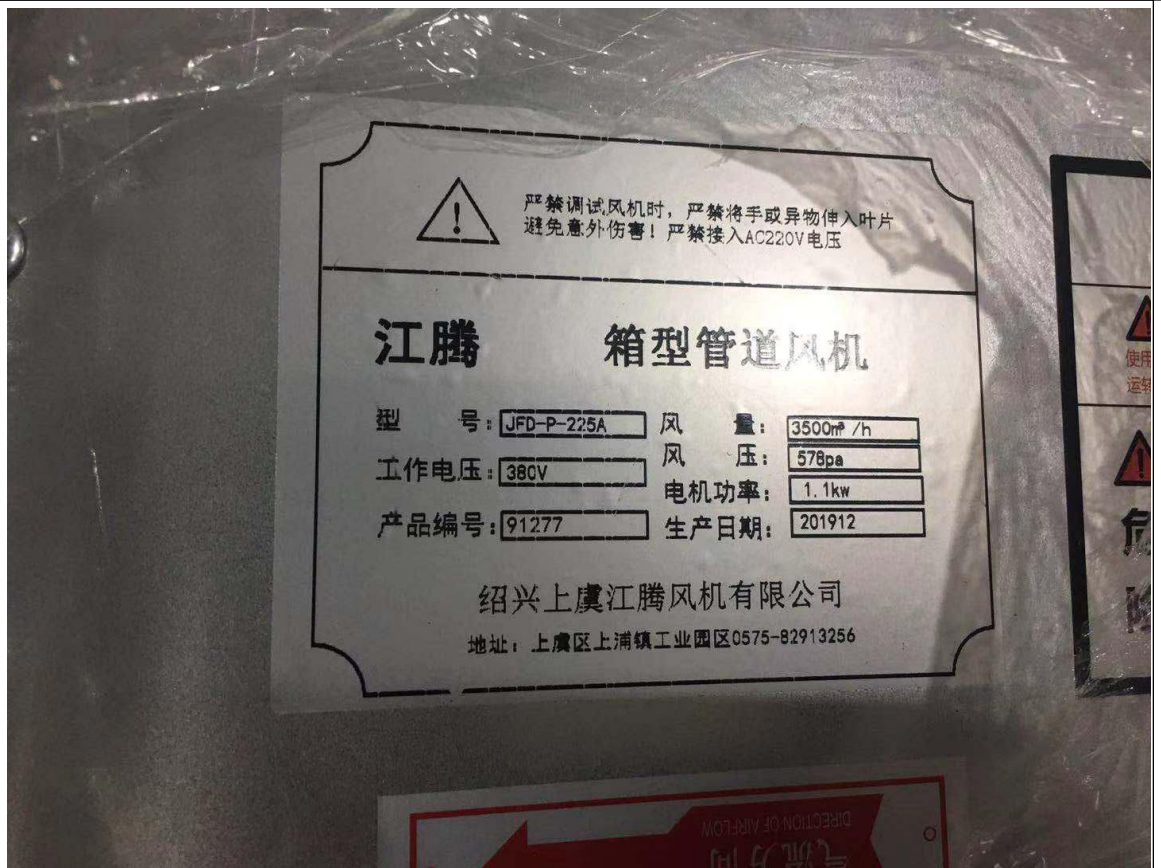
本项目固体废物主要是项目诊疗时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料等固体废物，工作人员及患者工作就诊中产生的生活垃圾。依托医院现有固废处理措施是可行的。

② 废水:

本项目运营期的废水主要是工作人员及患者在工作就诊过程中所产生的少量生活污水，依托医院现有的污水处理站处理是可行的。

③ 废气:

在直线加速器工作时，X 射线在穿过空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物。本项目直线加速器曝光时间比较短，氮氧化物和臭氧的产生量很少。在地下战备医院楼顶安装送风机、排风机各一台，根据医院提供资料送风量、排风量均为 3500m³/h，风压 578Pa，电机功率 1.1kW，加速器机房体积约为 261m³，每小时通风 4 次，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中关于通风换气次数的要求（治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h）。实测排风机排风口平均风速达到 2.1m/s，（见附件 13）满足机房通风换气的标准要求。



加速器机房排风机设备参数铭牌

④噪声：

医院在地下战备医院楼顶安装有一台绍兴上虞江腾风机有限公司生产的型号为JFD-P-225A 箱型管道送风机、排风机各一台，采购的风机均为低噪声设备，进风口和排风口安装有管式消声器、减震基础，接头采用软性接头，可极大减少风机产生的噪声，同时经机房墙体和地下土壤层隔声作用后，对周围影响很小。

(2) 运行期放射性污染源分析

由加速器的工作原理可知，使用直线加速器治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质及其他结构材料相互作用时将产生 X 射线，其可能对辐射工作人员和公众造成危害，这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

表三

3.1 主要污染源、污染物处理和排放

3.1.1 主要污染源、污染物

由表二中主要工艺流程及产污环节内容可以看到：本项目主要污染源为噪声和放射性污染。

3.1.2 处理和排放

铜陵市人民医院已根据环评及环评批复要求落实了污染防治措施，污染防治措施见下表 3-1。现场污染防治措施情况见表 3-2。

表 3-1 污染防治措施

项目	已采取措施
防护措施	<p>根据院方提供机房图纸（见附件 12）可知，直线加速器机房已采取以下防护：</p> <p>①机房内尺寸：长 7600mm×宽 7600mm×高 3900mm；</p> <p>②主屏蔽墙厚度：南侧主屏蔽墙为 2700mm 混凝土墙；北侧主屏蔽为 900 mm 混凝土墙，墙外为土壤层（密度为 2.35t/m³）；</p> <p>③：次屏蔽墙厚度：西侧为 1500mm 混凝土墙，东侧为 1000-1300mm 混凝土墙（密度为 2.35t/m³）</p> <p>④顶棚蔽墙厚度：主防护墙为 2600mm 混凝土，次屏蔽墙 1500mm 混凝土（密度为 2.35t/m³）</p> <p>⑤防护门：铅当量 15mm；</p> <p>⑥迷道：西南侧迷道内墙厚为 1200mm，长 6900mm，迷道外墙为 700~1200mm，为普通混凝土墙，密度不小于 2.35t/m³。</p>
安全措施	<p>机房外已张贴电离辐射警告标志、安装工作状态指示灯，工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动；设置门机联锁装置。</p>
	<p>机房设置有送排风系统，能保证加速器机房每小时通风不少于 4 次</p>
	<p>岗位职责和操作规程等工作制度均已在合适位置张贴上墙</p>
个人防护	<p>本项目辐射工作人员全部参加辐射安全与防护培训，考核合格后，持证上岗。</p>
	<p>医院已配备 1 台 X-γ 辐射巡测仪和 1 台表面污染仪</p>
	<p>医院已委托安徽达申卫生检测技术有限公司对医院现有辐射工作人员进行个人剂量的监测</p>
管理措施	<p>管理机构</p> <p>已成立以院方主要分管领导为组长的辐射安全与环境保护管理机构，辐射安全负责人为江成国（皖环辐培 B1842110）。</p>
	<p>管理制度</p> <p>医院制定了《铜陵市人民医院核技术应用制度汇编》（此制度含辐射安全管理制度、辐射监测方案、职业安全防护制度、辐射防护、安全保卫和设备检</p>

修维护制度、放射工作人员职业健康管理制、放射工作场所及个人剂量监测制度、放射工作人员的培训制度、辐射防护档案管理制度、放射工作人员岗位职责等一系列规章制度)

表 3-2 现场部分污染防治措施情况图及现场周边图

	
<p>直线加速器机房东侧控制室</p>	<p>直线加速器机房防护门</p>
	
<p>直线加速器机房控制室制度上墙</p>	<p>直线加速器机房排风机</p>
	
<p>机房内监控设备</p>	<p>直线加速器机房迷道</p>



机房内急停按钮



机房防护用品



直线加速器机房楼上



直线加速器机房楼上排风口



表面污染仪



巡测仪



加速器



个人计量片

表四

4.1 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定（均摘自原环评及批复）

4.1.1 《医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环境影响报告表》主要结论

以下原文摘抄自医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环境影响报告表结论部分：

1.1 实践正当性

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，它在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。铜陵市人民医院拟对地下战备医院一层北侧空置房间进行拆除改造，配置 1 台医用直线加速器进行肿瘤治疗，符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平。

因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

1.2 辐射安全与防护分析结论

1.2.1 辐射安全管理分析

铜陵市人民医院建立了以法人代表为第一责任人的安全管理机构，统筹领导全院辐射防护与安全的管理工作。

铜陵市人民医院制定了各项规章制度，满足辐射安全的相关要求，在实际使用中，应严格执行本次环评提出的辐射防护和管理要求。

在日后的工作实践中，医院应根据核技术应用情况及时对已有辐射防护安全工作领导小组成员作相应调整，确保调整后的辐射防护安全工作领导小组的基本组成涵盖核技术应用所涉及的相关部门。新增的辐射工作人员同样须参加相关部门举办的有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急相应等知识的培训教育，并通过考核取得工作上岗证，考核不合格的不得上岗。医院还应不断加强对辐射工作人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育或培训，进一步提高对专业技能和放射防护工作重要性的认识。

1.2.2 人员培训及健康管理

医院按照国家关于个人健康管理的规定，定期对辐射工作人员进行职业健康检查，并建立职业健康管理档案，为工作人员保存职业照射记录，同时应按照国家关于个人剂量监测的规定，对辐射工作人员进行个人剂量检测（一般为 30 天，最长不应超过 90 天），建立了个人剂量档案。

1.3 环境影响分析结论

1.3.1 环境现状评价

医用直线加速器机房改造项目拟建位置周围环境监测值在 0.09~0.16 μ Sv/h

之间，与安徽省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

项目周边敏感目标处的昼间噪声在 51.8~55.5dB(A) 范围内，夜间噪声在 41.4~45.3dB(A) 范围内，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类功能区的标准要求。

1.3.2 环境影响评价

铜陵市人民医院医用直线加速器机房改造项目已采取和拟采取的辐射安全和防护措施适当，能满足标准的屏蔽防护要求。

根据预测结果可知：在医院预计的工作负荷且正常工作状态下，医用直线加速器机房外各预测点处瞬时剂量率在 $9.27 \times 10^{-5} \sim 1.04 \mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中限值（ $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ）的要求；年累积剂量在 $4.80 \times 10^{-4} \sim 3.34 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ 之间，均低于项目管理目标（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv），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。

1.4 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正版），该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项目，符合国家产业政策。

综上所述，铜陵市人民医院医用直线加速器机房改造符合实践正当性原则，已采取和拟采取的辐射安全和防护措施适当，辐射工作人员及周围公众受到的年有效剂量符合《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。在认真落实环评提出的要求，进一步完善辐射安全与环境保护管理机构和各项制度的前提下，从辐射安全和环境影响的角度而言，铜陵市人民医用直线加速器机房改造项目的建设是可行的。

4.1.2 《医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环境影响报告表》审批部门审批决定

以下原文摘抄至安徽省环境保护厅关于铜陵市人民医院医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环境影响报告表审批意见的函：

铜陵市人民医院：

《医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经审查，参考省环境工程评估中心评估意见（环评估表[2018]3号），现提出如下审批意见：

一、项目建设情况。你院位于铜陵市铜官山区笔架山路 468 号，原由我厅核发的辐射安全许可证（编号：皖环辐证[00264]，许可种类和范围为：使用 V 类放射源，II 类、III 类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所），因医院发展需要拟对院区内的地下战备医院一层进行改造，在其中安装、使用医用电子直线加

速器 1 台（最大 X 射线能量不大于 10MV）。

二、该项目实施符合辐射实践正当化原则，在落实《报告表》中提出的各项污染防治和辐射防护措施后，对周边环境、公众和辐射工作人员的环境影响符合国家规定的标准，我厅同意该项目建设。

三、你院院区布局紧凑，改造施工期间应加强管理，严格控制施工场地、施工机械和车辆运输扬尘及噪声等对环境和周边人群的影响，施工现场应按照《安徽省建筑工程施工扬尘污染防治规定》实行围挡封闭，减少地表裸露，设置洒水降尘设施，安排专人定时洒水降尘。

四、为落实辐射防护最优化的原则，本次改造工程中加速器机房北侧利用土壤层屏蔽射线，其他侧屏蔽体采用混凝土。你院应加强施工质量管理、严格按照《报告表》确定的设计方案施工，保障工程质量和辐射防护效果。

五、你院此前存在少数辐射工作人员未参加辐射安全与防护知识培训、个人剂量监测漏检的情况，今后应提高对辐射安全管理重要性的认识，确保辐射安全与防护知识培训、个人剂量监测、职业健康检查覆盖所有辐射工作人员。

六、你院至少配备 X- γ 剂量率仪和 α - β 表面沾污仪各一台，对医用直线加速器机房、核医学科等辐射工作场所定期开展自行监测，记录监测结果，监测数据出现异常时应立即整改并复测。

七、我厅委托省辐射环境监督站、铜陵市环境保护局负责该项目建设，运行期间的监督管理；你院应于每年 1 月 31 日前通过全国核技术辐射安全申报系统提交上年度的辐射安全与防护评估报告。

八、医用直线加速器启用前应向我厅申请重新核发辐射安全许可证；医用直线加速器运行后自行开展竣工环境保护验收。

安徽省环境保护厅

2018 年 2 月 14 日

表五

5.1 验收监测质量保证及质量控制

5.1.1 验收监测质量控制和保证

- (1) 检测机构通过质量技术监督局资质认定。
- (2) 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。
- (3) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经公司内部培训考核合格后上岗。每次监测至少 2 名监测人员。
- (4) 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。
- (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。

5.1.2 监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）中的方法布设监测点。根据本次验收项目的直线加速器机房周围环境现状，监测点位的选取覆盖机房周围控制室、防护门以及机房四侧可达界面 30cm 处。根据上述布点原则与方法，本次验收直线加速器机房各监测点位布置如图 5-1 所示。

参照《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的方法布设监测点。本次验收噪声监测点位的选取园区边界外 1m、高于围墙 0.5m 以上、距任一反射面距离不小于 1m 的位置；加速器机房东南侧 12 号外科大楼、南侧病房楼、北侧 15 号药剂楼和 8 号内科大楼、东北侧 7 号大楼、西北侧医院家属区。噪声环境监测点位布置如图 5-2 所示。

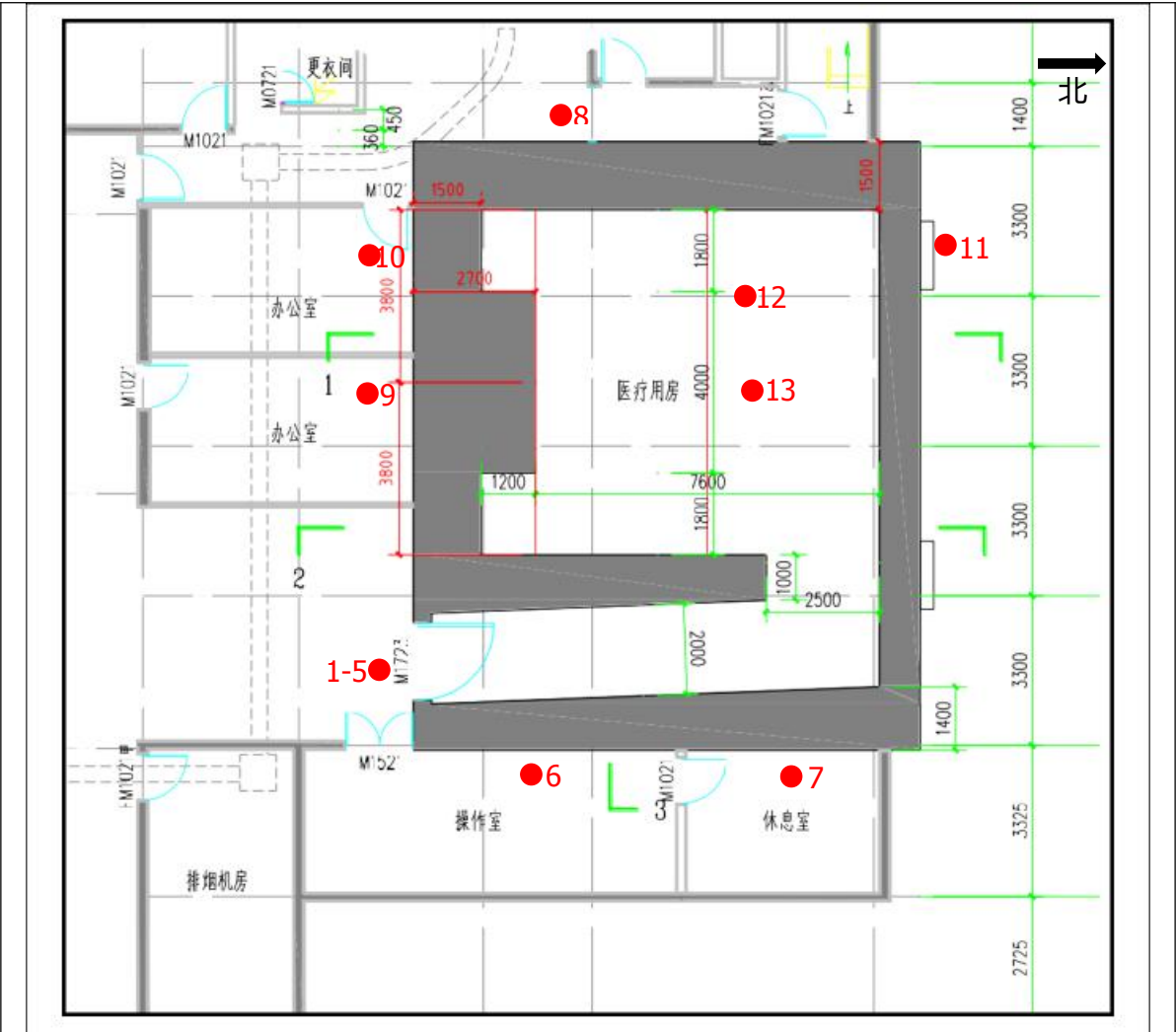


图 5-1 直线加速器机房检测点位示意图

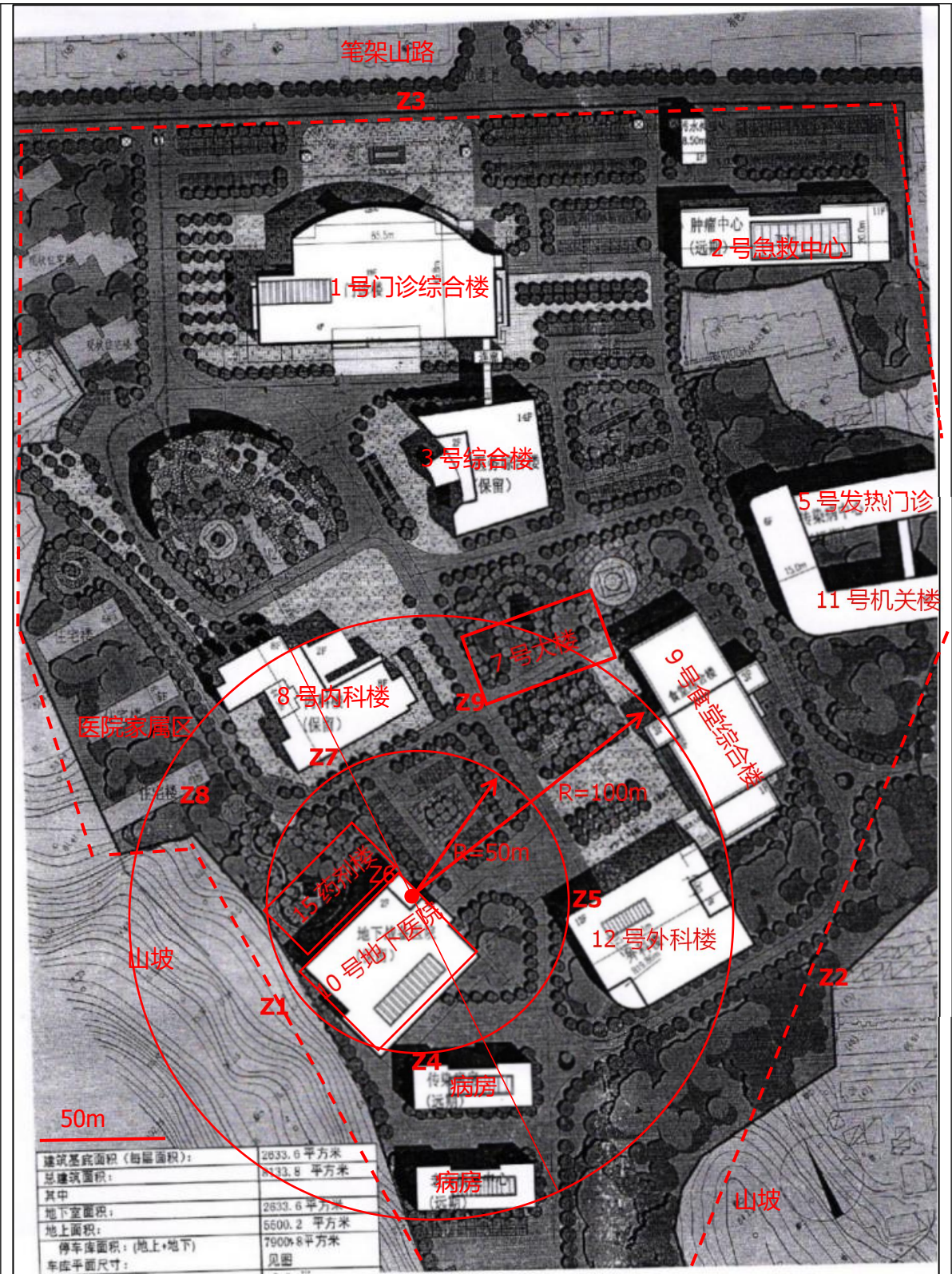


图 5-2 噪声环境检测点位示意图

5.1.3 监测仪器

本次医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目验收监测仪器为便携式 X- γ 剂量率仪 AT1123 (54459)、多功能声级计 AWA6228+ (00314305) 及声校准器 AWA6221A (1002054)，仪器参数见表 5-1。

表 5-1 仪器主要参数

仪器名称	①便携式 X- γ 剂量率仪
仪器型号	AT1123 (54459)
能量响应	0.025~3MeV
测量范围	$1 \times 10^{-6} \sim 1 \text{Gy/h}$
检定单位	华东国家计量测试中心
有效日期	2019.06.24~2020.06.23
证书编号	2019H21-20-1872690002
仪器名称	②多功能声级计
仪器型号	AWA6228+ (00314305)
频率范围	10Hz~20kHz
测量范围	低量程 (20-132) dBA、(25-132) dBC、(30-132) dBZ, 高量程 (30-142) dBA、(35-142) dBC、(40-132) dBZ
检定单位	上海市计量测试技术研究院
有效日期	2019.06.24~2020.06.23
证书编号	2019D51-20-1872699001
仪器名称	③声校准器
仪器型号	AWA6221A (1002054)
标称声压级	94dB、114dB
频率	1000Hz+5Hz
声压级准确度	1 级, $\pm 0.2 \text{dB}$ ($+23^\circ\text{C}$), $\pm 0.3 \text{dB}$ ($-10^\circ\text{C}+50^\circ\text{C}$)
总谐波失真	$\leq 1\%$ (94dB 时)
有效日期	2019.09.03~2020.09.02
证书编号	2019D51-20-2017233001

表六

6.1 验收监测内容

为掌握铜陵市人民医院地下战备医院直线加速器机房位置周围环境辐射水平和环境噪声水平,2019年11月铜陵市人民医院委托核工业二七〇研究所对现场进行检测,核工业二七〇研究所监测人员于2020年1月4日对该医院直线加速器机房位置周围环境辐射水平和声环境水平进行了监测。

1、验收监测因子、监测频次

监测因子: X- γ 辐射剂量率、等效连续 A 声级。

监测频次: X- γ 辐射剂量率在正常工况下测量一次,每次读 10 个数,取其修正后的平均值作为测量结果;医院东南、西南、北侧场界,环境敏感点(12 号楼、7 号楼、医院家属区、8 号楼、病房、15 号楼)等效连续 A 声级噪声昼间监测 1 天,共 4 次,每次监测 1 分钟。

2、验收监测内容

根据《辐射环境监测技术规范》、《工业企业厂界环境噪声排放标准》、《声环境质量标准》的要求和《医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环境影响报告表》的评价意见及批复,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及加速器正常运行工况条件下厂界和环境敏感点声环境水平。

(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) 监测项目建设、运行期间的环境管理情况。

表七

7.1 验收监测期间生产工况记录

验收监测时，该项目直线加速器正常工作、运行稳定，为了解加速器运行中最大剂量及保障工作人员安全，本次监测选择加速器最大 X 射线能量 10MV，同时对加速器转动 0°、90°、180°、270° 条件下进行验收监测。另外，在加速器正常工作时，对院区东南、西南、北侧三侧厂界及加速器机房周围 100m 范围内声环境敏感点进行噪声环境监测。

验收监测时铜陵市人民医院直线加速器正常工作、运行稳定，符合建设项目竣工环境保护验收的工况要求。

7.2 验收监测结果

7.2.1 监测结果

(1) 直线加速器机房辐射环境监测结果：

项目名称		医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目				
所测射线装置		医用直线加速器				
设备参数		X 射线：6、10MV	型号	瓦里安 CLINAC-IX		
设备所在工作场所		地下战备医院一层直线加速器机房				
测量项目		X-γ 辐射剂量率 (nSv/h)				
序号	测点位置	测值结果				
		开机状态 (10MV, 400cGy/min, 40cm×40cm)				关机状态
		0°	90°	180°	270°	
1	防护门左上方外侧 30cm 处	211	179	197	200	149
2	防护门左下方外侧 30cm 处	199	196	198	196	146
3	防护门中间外侧 30cm 处	197	186	189	188	145
4	防护门右上方外侧 30cm 处	198	192	195	194	147
5	防护门右下方外侧 30cm 处	200	198	196	197	155
6	辐射工作人员操作位	192	200	202	198	145
7	东侧隔迷道墙外侧 30cm 处	194	205	207	208	143
8	西侧屏蔽墙外侧 30cm 处	204	206	201	205	146
9	南侧主屏蔽墙外侧 30cm 处	209	209	203	205	145
10	南侧次屏蔽墙外侧 30cm 处	205	201	198	197	145
11	机房西北侧墙外 30cm 处	189	198	200	195	161
12	机房楼上距地板 1m 处	204	195	189	178	165

13	机房楼上距地板 1m 处	189	178	179	187	156
----	--------------	-----	-----	-----	-----	-----

注：检测值未扣除本底值，检测点位图见图 5-1。

(2) 噪声环境监测结果：

项目名称		医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目			
测量项目		等效连续 A 声级 (dB (A))			
序号	测点位置	时段	测值结果		
Z1	院区西南侧边界外 1m	昼间	53.9		
Z2	院区东南侧边界外 1m	昼间	46.3		
Z3	院区北侧边界外 1m	昼间	53.9		
Z4	病房	昼间	45.8		
Z5	12 号外科楼	昼间	51.4		
Z6	15 号药剂楼	昼间	51.9		
Z7	8 号内科大楼	昼间	52.1		
Z8	医院家属区	昼间	53.5		
Z9	7 号大楼	昼间	48.9		

注：检测值未扣除本底值，检测点位图见图 5-2。

7.2.2 监测结论

(1) 根据核工业二七〇研究所所出监测报告可知：铜陵市人民医院医用电子直线加速器在正常工作时，周围敏感点辐射剂量率检测值为 178~211nSv/h。直线加速器只在昼间运行，在加速器正常工作期间，院区厂界昼间噪声值为 46.3~53.9dB (A)，直线加速器机房周围 100m 范围内敏感点噪声值为 45.8~53.5dB (A)。

(2) 根据检测数据，所有检测结果均符合环境影响报告表中的要求，辐射剂量率检测值满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)标准要求；东南、西南、北侧三侧厂界环境噪声值满足《工业企业厂界噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类区排放标准要求；敏感点环境噪声值满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准要求。

7.2.3 年有效剂量估算

(1) 公众年有效剂量估算

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：

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

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，μSv/h；

t: 射线装置年出束时间, h;

T: 人员居留因子, 无量纲。

根据本验收项目中直线加速器机房监测数据可知, 周围病人防护门、病人候诊区以及机房四侧公众人员可达界面 30cm 处的监测结果最大为 209nSv/h。根据射线衰减原理, 取最大值计算公众所受年附加有效剂量。

根据与医院核实情况, 医院计划新增的直线加速器的年运行时间为 250 天, 日诊疗人数初始约 60 人左右, 后期可达到 80 人次/天, 平均每人次开机出束时间在 2~3min, 据此保守估算加速器年运行时间。

关于公众的居留因子的取值, 依据环评内容, 如表 7-1 所列。

表 7-1 居留因子 T 的取值

居留因子 T	
全居留 T=1	控制室、办公室、候诊室、居住区等常有人居留的地方
部分居留 T=1/4	公共走廊、人操纵的电梯、无人看管的停车场等有时有人居留的地方
偶然居留 T=1/16	公共浴室、篮球场、厕所、少量行人车辆通过的地方

根据上表内容, 保守取公众的居留因子为 1。

则公众人员所受年有效剂量为 $209 \times 10^{-6} \times 250 \times 80 \times 3 \div 60 \times 1 = 0.209 \text{mSv}$ 。其公众人员年受照有效剂量值符合验收标准的要求 (本项目公众人员的剂量约束值为每年 0.25mSv)。

(2) 辐射工作人员年有效剂量估算

根据本验收项目中直线加速器机房监测数据可知, 周围病人防护门、病人候诊区以及机房四侧辐射工作人员可达界面 30cm 处的监测结果最大为 211nSv/h。根据射线衰减原理, 取最大值计算公众所受年附加有效剂量。

根据与医院核实情况, 医院计划新增的直线加速器的年运行时间为 250 天, 日诊疗人数初始约 60 人左右, 后期可达到 80 人次/天, 平均每人次开机出束时间在 2~3min, 据此保守估算加速器年运行时间。

依据表 7-1, 取辐射工作人员的居留因子为 1。则辐射工作人员所受年有效剂量为 $211 \times 10^{-6} \times 250 \times 80 \times 3 \div 60 \times 1 = 0.211 \text{mSv}$, 能够满足本次验收项目剂量管理目标 5mSv 的要求。

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。

7.2.4 辐射安全与防护管理

(1) 管理机构

根据医院相关文件显示, 为更好地遵守辐射防护法规, 加强辐射防护管理及安全防护操作, 铜陵市人民医院成立了放射管理小组, 该小组由 1 名组长、5 名副组长、

17 名成员组成（详见附件 8），副组长江成国为辐射安全负责人（培训证书编号：皖环辐培 B1842110），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。

（2）管理制度及落实情况

根据医院相关文件显示，铜陵市人民医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，结合实际情况成立了放射管理小组，明确小组成员的职责与分工，完善医院核及辐射事故卫生应急预案、辐射监测方案、职业安全防护制度、辐射防护、安全保卫和设备检修维护制度、放射工作人员职业健康管理制度、放射工作场所及个人剂量监测制度、放射工作人员的培训制度、辐射防护档案管理制度、放射工作人员岗位职责，并印发医院文件（详见附件 8），通知全院执行。

各辐射安全的规章制度较为完善，其中各岗位职责和操作规程均上墙明示，落到实处。

（3）辐射安全许可证

2019 年 11 月铜陵市人民医院完成地下战备医院加速器的安装工作后，医院即于 2019 年 11 月 04 日向安徽省生态环境厅申请变更辐射安全许可证（新证书编号为：皖环辐证[00246]；有效期至 2024 年 9 月 25 日；种类和范围：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所）。

（4）环境影响评价

2018 年 2 月铜陵市人民医院委托核工业二七〇研究所对以上医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目进行环境影响评价工作，于 2018 年 2 月 14 日取得了安徽省生态环境厅（原安徽省环境保护厅）的批复，批复号为皖环函〔2018〕234 号（详见附件 2）。

（5）监测

铜陵市人民医院开展了个人剂量监测，并做好个人剂量档案管理工作，医院个人剂量监测合同见附件 4。

医院每年委托具有相应资质能力的单位对辐射工作场所及周边环境开展年度监测。2018 年度医院委托有资质的单位进行了全院的核技术利用项目辐射防护监测。

7.2.5 人员管理

根据医院提供资料显示，医院原有在用加速器一台，本项目加速器机房配备的 9 名辐射工作人员均为原有辐射工作人员，本项目辐射工作人员一览表见 7-2。医院其他辐射工作人员见附件 10。

(1) 工作人员的知识培训

根据医院提供资料显示，医院本项目辐射工作人员均参加了有关部门组织的辐射安全与防护培训，通过考核，持证上岗。本项目辐射工作人员培训情况统计见表 7-2，辐射工作人员培训合格证书见附件 6。

(2) 个人剂量监测

根据医院提供个人剂量检测合同显示，铜陵市人民医院已委托安徽达申卫生监测技术有限公司对本项目辐射工作人员进行个人剂量的监测。该医院建立了个人剂量档案。铜陵市人民医院近一年个人剂量监测合同见附件 4。

(3) 职业健康检查

根据医院提供职业健康检查与档案管理制度文件及与院方核实，本项目 9 名辐射工作人员于 2019 年 6 月进行了体检，辐射工作人员均可继续原放射工作。铜陵市人民医院每两年组织辐射工作人员定期体检，体检报告显示该医院建立了健康监护方案。铜陵市人民医院辐射工作人员职业体检报告见附件 5。

根据与医院核实情况，本项目辐射工作人员均进行了职业健康体检，其体检结果为可继续放射工作。辐射工作人员体检结果见附件 5。

表 7-2 本项目辐射工作人员一览表

序号	姓名	工作岗位	辐射安全培训证书编号	体检结果
1	鲁银香	放射治疗	皖环辐培 B1842030	可继续原放射工作
2	盛泽平	放射治疗	皖环辐培 B1842029	可继续原放射工作
3	郎琦志	放射治疗	皖环辐培 B1842028	可继续原放射工作
4	马恺丽	放射治疗	皖环辐培 B1842027	可继续原放射工作
5	胡中友	放射治疗	皖环辐培 B1842036	可继续原放射工作
6	纪华清	放射治疗	皖环辐培 B1842095	可继续原放射工作
7	王辉	放射治疗	皖环辐培 B1842093	可继续原放射工作
8	汪德明	放射治疗	皖环辐培 B1842033	可继续原放射工作
9	朱大高	放射治疗	皖环辐培 B1831072	可继续原放射工作

7.2.6 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，并按时向省生态环境厅和当地生态环境局备案。

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。

铜陵市人民医院按时按规定提交了 2019 年度评估报告（见附件 7）。

7.2.7 辐射安全防护设施运行情况检查

(1) 场所设施

根据现场检查情况，直线加速器机房外已张贴电离辐射警告标志、安装工作指示灯,工作状态指示灯和机房相通的门能有效联动；机房内设置有门机联锁装置；在控制室和机房内设有急停按钮、电视监控系统和双向对讲机等。机房设置有送排风系统，能保证加速器机房每小时通风不少于4次；在验收过程中，以上措施均能正常运行。岗位职责和操作规程等工作制度均已在合适位置张贴上墙。

(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辐射监测设备：所有辐射工作人员配备热释光个人剂量片，用于个人剂量监测。医院已购置巡测仪、表面沾污仪用以对辐射工作场所进行定期监测。

7.2.8 环评批复落实情况

表 7-3 《医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环境影响报告表》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
一、	项目建设情况：你院位于铜陵市铜官山区笔架山路 468 号，原由我厅核发的辐射安全许可证（编号：皖环辐证 [00264]，许可种类和范围为：使用 V 类放射源，II 类、III 类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所），因医院发展需要拟对院区内的地下战备医院一层进行改造，在其中安装、使用医用电子直线加速器 1 台（最大 X 射线能量不大于 10MV）。	本项目位于地下战备医院加速器机房，建设内容与环评及批复要求一致，加速器已启用，最高 X 射线能量为 10MV。
二、	该项目实施符合辐射实践正当化原则，在落实《报告表》中提出的各项污染防治和辐射防护措施后，对周边环境、公众和辐射工作人员的环境影响符合国家规定的标准，我厅同意该项目建设。	铜陵市人民医院严格按照《报告表》要求建设了直线加速器机房，落实了安全防护各项要求，医院配备了辐射巡测仪用以监测加速器工作场所和周围区域的辐射环境。
三、	你院院区布局紧凑，改造施工期间应加强管理，严格控制施工场地、施工机械和车辆运输扬尘及噪声等对环境和周边人群的影响，施工现场	已按照《安徽省建筑工程施工扬尘污染防治规定》实行围挡封闭，减少地表裸露，设置洒水降尘设施，

	应按照《安徽省建筑工程施工扬尘污染防治规定》实行围挡封闭，减少地表裸露，设置洒水降尘设施，安排专人定时洒水降尘。	安排专人定时洒水降尘。
四、	为落实辐射防护最优化的原则，本次改造工程中加速器机房北侧利用土壤层屏蔽射线，其他侧屏蔽体采用混凝土。你院应加强施工质量管理、严格按照《报告表》确定的设计方案施工，保障工程质量和辐射防护效果。	铜陵市人民医院严格按照《报告表》要求建设了直线加速器机房。
五、	你院此前存在少数辐射工作人员未参加辐射安全与防护知识培训、个人剂量监测漏检的情况，今后应提高对辐射安全管理重要性的认识，确保辐射安全与防护知识培训、个人剂量监测、职业健康检查覆盖所有辐射工作人员。	现医院现有辐射工作人员参加了体检、取得辐射安全与防护培训证书并佩戴了个人剂量片。
六、	你院至少配备 X- γ 剂量率仪和 α - β 表面沾污仪各一台，对医用直线加速器机房、核医学科等辐射工作场所定期开展自行监测，记录监测结果，监测数据出现异常时应立即整改并复测。	已配备 X- γ 剂量率仪和 α - β 表面沾污仪，医院已开展自行监测，见附件 11。
七、	我厅委托省辐射环境监督站、铜陵市环境保护局负责该项目建设，运行期间的监督管理；你院应于每年 1 月 31 日前通过全国核技术辐射安全申报系统提交上年度的辐射安全与防护评估报告	已按时提交 2019 年的年度评估报告。
八、	医用直线加速器启用前应向我厅申请重新核发辐射安全许可证；医用直线加速器运行后自行开展竣工环境保护验收。	已重新申请辐射安全许可证，此次验收。

7.2.9 “三同时”执行情况和环保投资一览表

关于本项目“三同时”验收要求落实情况见下表 7-4。

表 7-4 “三同时”验收一览表落实情况

项目	“三同时”验收内容	验收要求	落实情况
安全管理机构	辐射防护管理	建立以法定代表人为第一责任人的安全管理机构，配备经过相关部门培训合格的辐射防护技术人员	已落实。
防护措施	屏蔽措施	1、拟对地下战备医院一层北侧空置病房	加速器机房屏

		<p>进行拆除改造，改造后直线加速器机房南侧、顶棚主屏蔽墙分别为 2700mm、2600mm 混凝土墙，次屏蔽墙均为 1500mm 混凝土墙；西侧次屏蔽墙为 1500mm 混凝土；东侧次屏蔽墙为 1000-1300mm 混凝土；北侧屏蔽墙外侧为土壤层，墙厚为 900mm 混凝土墙，迷道为长 6600mm，厚 1000-1300mm 混凝土墙，混凝土密度均大于 2.35t/m³。</p> <p>2、防护门铅当量为 15mm。</p> <p>3、拟安装的排风机的排风量为 1080m³/h，确保每小时通风换气 4 次以上。</p> <p>4、电缆孔采用 U 型电缆孔。</p> <p>5、通风管道采用迷道式设计。</p> <p>6、排风机选用低噪声设备，噪声级小于 60dB。</p>	<p>蔽防护措施均已落实（详见附件 12 竣工图）。</p>
	安全措施（连锁装置、警示标志、工作指示灯等）	<p>查看医用直线加速器机房门机连锁装置，机房外张贴警示标志、安装工作指示灯、岗位职责和操作规程等工作制度在合适位置张贴上墙</p>	<p>已落实。</p>
	施工、运营期固废、废液处理	<p>施工期、运营期产生的少量废水和固体废物均可依托医院现有的处理措施进行处理，只要建设单位和施工单位在施工过程中严格落实对施工噪声、扬尘的管理和控制措施，施工期、运营期的环境影响能降到最低程度。</p>	<p>已落实。</p>
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	<p>查看辐射工作人员辐射安全与防护培训证书</p>	<p>已落实。</p>
	个人剂量监测	<p>查看所有辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计情况</p>	<p>已落实。</p>
	放射工作人员的健康体检	<p>查看体检报告，两次检查的时间间隔不应超过两年</p>	<p>已落实。</p>

监测仪器 防护用品	环境辐射剂量巡 测仪、表面沾污仪	查看购置的 X-γ 辐射巡测仪、表面沾 污仪	已购置巡测 仪、表面沾污 仪
	个人剂量计	查看个人剂量报告情况，核实从事辐射 工作人员个人剂量	已落实
辐射 安全 管理 制度	辐射安全管理制 度、辐射监测方案、 职业安全防护制 度、辐射防护、安 全保卫和设备检 修维护制度、放射 工作人员职业健 康管理制度、放射 工作场所及个人 剂量监测制度、放 射工作人员的培 训制度、辐射防护 档案管理制度、放 射工作人员岗位 职责、辐射事故应 急措施	查看医院制定的《铜陵市人民医院核技 术应用制度汇编》	已落实

表八

8.1 验收监测结论

8.1.1 验收结论

1、医用加速器机房改造及新增直线加速器系统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，该项目加速器在正常运行工况下，工作场所周围环境的X- γ 剂量率在178~211nSv/h，表明该项目中直线加速器机房的屏蔽能力符合防护要求。

3、现场检查结果表明，射线装置工作场所已按照国家有关规定设置了明显的电离辐射警告标志，机房出入口设置了安全和防护设施与工作状态指示灯。联锁装置、急停按钮、送排风系统均能正常运行。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基本完善，辐射防护管理工作基本规范，辐射防护和环境保护相关档案资料齐备，相关法规要求基本落实。

5、该项目从事辐射工作的人员已报名辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。进行了辐射工作人员职业健康体检，体检结果均合格。本项目辐射工作人员佩戴了个人剂量计，并委托安徽达申卫生检测技术有限公司对辐射工作人员进行个人剂量的监测工作。

6、制订了相对完善的辐射事故应急预案。

7、年附加有效剂量估算表明，公众人员所受的年有效剂量为0.209mSv/a，辐射工作人员所受的年有效剂量为0.211mSv/a。符合本次验收剂量管理目标的要求（公众人员0.25mSv/a，辐射工作人员5mSv/a）。

综上所述，铜陵市人民医院已基本落实医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目环评及环评批复要求，具备医用加速器机房改造及新增直线加速器系统项目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，在完全落实本项目验收要求后，方具备竣工验收条件，可通过竣工环境保护验收。

8.1.2 验收建议

- 1、加强管理做好各种环保设施的日常保养、检修和维护工作。
- 2、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，结合医院实际情况修订辐射管理制度，不断提高医院核安全文化素养和安全意识。
- 3、重视辐射工作人员辐射安全与防护培训和考核，督促辐射工作人员正确佩戴个人剂量片；对新进辐射工作人员及时安排参加辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗；及时安排辐射安全负责人进行辐射安全与防护培训和考核。

