

沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）
医用加速器应用项目

竣工环境保护验收监测报告

辽禾辐验[2019]010号

建设单位：沈阳市第十人民医院

编制单位：辽宁禾泰环境服务有限公司

二〇一九年六月

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：付壮

报告编写人：付壮

建设单位：沈阳市胸科医院



电 话：024-88334543

传 真：

邮 编：110044

地 址：沈阳市大东区北海街
11号

编制单位：辽宁禾泰环境服务



电 话：024-83673211

传 真：

邮 编：110000

地 址：沈阳市浑南新区浑南
四路1号 A-15-23

目 录

1、验收项目概况	1
2、验收依据及标准	3
3、工程建设情况	5
4、环境保护措施	8
5、环评及环评批复落实情况	12
6、验收监测内容	14
7、剂量估算	18
8、验收监测结论	19
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	20
附件	21

1、验收项目概况

建设项目名称	沈阳市第十人民医院医用直线加速器应用项目		
建设单位名称	沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）		
建设单位地址	沈阳市大东区北海街 11 号		
建设项目性质	新建	项目用途	治疗
法人代表姓名	刘永煜	联系电话	024-88334543
联系人	马璞御	联系电话	18102487951
项目建设时间	2012 年 8 月	项目建成投入使用时间	2014 年 4 月
环评主要内容	1 台 10MV 医用直线加速器		
验收主要内容	1 台 10MV 医用直线加速器		
环评报告表编制单位	编制单位	辽宁辐洁环保技术咨询有限公司	
	编制日期	2011 年 12 月	
环评报告表审批部门	审批文号	辽环审表[2012]28 号	
	审批部门	辽宁省环境保护厅	
	审批日期	2012 年 6 月 19 日	
辐射安全许可证换发时间	辽环辐证[00510] 2017 年 05 月 21 日		
<p>项目简介</p> <p>沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）位于沈阳市大东区北海街 11 号，始建于 1950 年，占地面积 5.08 万平方米，目前建筑面积 7.36 万平方米，医院固定资产总额 5.27 亿元。医院设备先进，拥有飞利浦核磁共振、美国瓦里安 Clinac IX10MeV 直线加速器，美国 GE 螺旋 CT，德国西门子 CT，西门子 S-2000 彩色超声诊断仪，美国惠普彩色多普勒超声多功能诊断仪、全自动生化分析仪等万元以上设备 963 台件，本次项目位于该院放疗科结核病房楼地下一层南侧。</p> <p>2011 年 10 月沈阳市胸科医院委托辽宁辐洁环保技术咨询有限公司对医用直线加速器应用项目进行辐射环境影响评价，2011 年 12 月完成该项目的报告表编制。2012 年 6 月 26 日该项目通过了辽宁省环境保护厅环评审批(辽环审表[2012]28 号)，</p>			

见附件 1。该项目竣工时间为 2014 年 3 月，并于 2014 年 4 月投入试运行。

沈阳市第十人民医院已于 2017 年 05 月 21 日换发了《辐射安全许可证》（辽环辐证[00510]），见附件 2，有效期至 2019 年 8 月 11 日。种类和范围：乙级非密封放射性物质工作场所，使用 II 类射线装置。

依据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017] 4 号）和《辽宁省环保厅关于加强建设项目竣工环境保护验收工作的通知》（辽环发[2018] 9 号）的有关规定，2019 年 6 月沈阳市第十人民医院委托辽宁禾泰环境服务有限公司进行该项目竣工环境保护验收监测，委托书见附件 3。辽宁禾泰环境服务有限公司对验收项目进行前期资料收集及现场勘查，确定该项目符合验收条件，编制验收监测方案，并于 2019 年 6 月 4 日完成对该项目的竣工环境保护验收监测。监测报告见附件 6。

该项目环评及审批主要内容为：1 台 10MV 医用直线加速器，本次验收主要内容为：1 台 10MeV 医用直线加速器验收，环评和验收内容对比，见表 1-1。

表 1-1 环评与验收主要内容对比

环评及批复内容					
序号	设备名称	最大 X 射线能量 (MV)	类别	数量 (台)	场所
1	Clinac CX 数字化控制放射治疗直线加速器	10	II 类	1	结核病房楼地下一层
验收主要内容					
序号	设备名称	最大 X 射线能量 (MV)	类别	数量 (台)	场所
2	Clinac CX 数字化控制放射治疗直线加速器	10	II 类	1	结核病房楼地下一层

2、验收依据及标准

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">验收依据</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 《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 ◆ 《关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》 国务院令第 682 号 2017 年 10 月 ◆ 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》 国务院令第 449 号 2014 年 7 月修订 ◆ 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》 国环规环评[2017] 4 号 2017 年 12 月 ◆ 《辽宁省环保厅关于加强建设项目竣工环境保护验收工作的通知》 辽环发[2018] 9 号 ◆ 《沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）医用直线加速器应用项目辐射环境影响报告表》 辽宁辐洁环保技术咨询有限公司 2011 年 12 月 ◆ 《沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）医用直线加速器应用项目环评审批意见》（辽环审表[2012]28 号）辽宁省环境保护厅 2012 年 06 月 26 日 ◆ 《建设项目竣工环境保护验收委托书》（附件 3）
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">验收执行标准</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） <p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1 剂量限值</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做追溯性平均），20mSv；</p> <p>验收时项目运行所致工作人员人均年有效剂量当量取限值的四分之一，即 5.0mSv 作为职业照射人员的年有效剂量约束值。</p>

验收 执行 标准	<p>B1.2 公众照射</p> <p>B1.2.1 剂量限值</p> <p>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：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；</p> <p>剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值得上限。</p> <p>根据该项目环评报告表，取限值的 10%，即 0.1mSv 作为公众的年剂量约束值。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 《中国环境天然放射性水平》 国家环保局 1995 年 <p>沈阳市室内、室外 γ 外照射空气吸收剂量率本底值分别为（67.0~127.0）nGy/h、（19.4~136.9）nGy/h。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001） ◆ 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93） ◆ 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007） ◆ 《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）
----------------	---

3、工程建设情况

3.1 项目地理位置及平面布置

沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）位于沈阳市大东区北海街 11 号，建设项目用地为医疗卫生用地，院区东侧为老瓜堡居民区，南侧为北海街，隔街为沈海家园居民区，西侧为沈阳中心血站，北侧为浅草绿阁居民区。交通地理位置见附图 1；现势地形见附图 2。

本次验收项目为 1 台 10MV 医用直线加速器，加速器机房位于结核病房楼地下一层南侧，机房东侧为接诊室和候诊室，南侧为土层，西侧为排风机房，北侧为电器室，机房下方为自然土层，楼上为消防通道。本项目无竣工图，一层平面设计图以及剖面图见附图 3~4。

3.2 项目验收主要内容及技术参数

项目验收主要内容为 1 台医用直线加速器。加速器机房屏蔽参数，见表 3-1，其防护门采用电动推拉防护门，经过现场验收核查与环评一致。

表 3-1 加速器机房主体防护屏蔽参数

名称	项目	环评设计情况	验收核实情况
		直线加速器	直线加速器
加速器机房	机房面积	106.8m ²	106.8m ²
	机房尺寸	9800mm×10900mm×3500mm	院方承诺屏蔽体的建设施工与环评一致，情况说明见附件 4。
	墙体主屏蔽	2500mm 混凝土	
	墙体次屏蔽	1300mm 混凝土	
	副墙（南侧）	1300mm 混凝土	
	副墙（北侧）	1300mm 混凝土	
	顶棚主屏蔽	2500mm 混凝土	
	顶棚次屏蔽	1300mm 混凝土	
	防护门	12mmpb+120mm 中子防护层	
	迷道	1100mm 混凝土	
混凝土密度为 2.35g/cm ³ ，北侧与顶棚混凝土密度为 2.85g/cm ³ ，铅板密度为 11.34g/cm ³ ，聚乙烯板密度为 0.98g/cm ³ 。			



照片 3-1 医用直线加速器

3.3 直线加速器工作原理

电子直线加速器是利用电磁作用使带电粒子电子及其他重离子获得高能量的装置，主要由电子发射源、电子加速及电子束引出等构造单元构成；对高能 X 射线而言，还有一个金属靶和 X 射线准直装置。电子发射源发射的电子，沿真空加速管被加速，然后通过磁偏转装置使电子束转向，一般转 90° 或 270° ，再经过一个电子扩散箔，使电子束均匀射出。对于高能 X 射线，通过磁偏转转向的高能电子束，射向一个具有很高原子序数的金属靶，当电子同金属靶的原子核相碰撞时，速度减慢并损失部分能量，电子损失的能量转换为 X 射线后再经过一个平板滤片，准直射出。

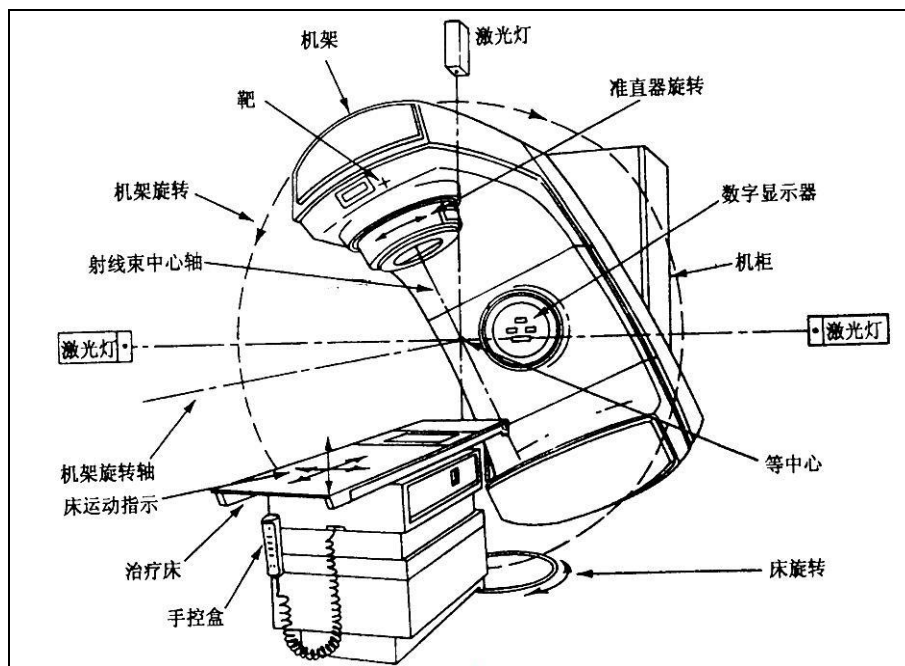


图 1 典型医用电子直线加速器

放射治疗工作过程中，污染包括自定位和照射过程对周围的辐射影响和装置房间内空气因为电离而产生少量废气，主要为臭氧和氮氧化物。放射治疗工作流程及产污环节如下：

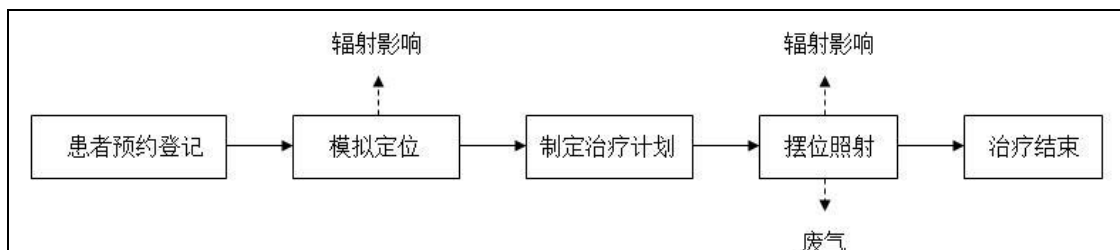
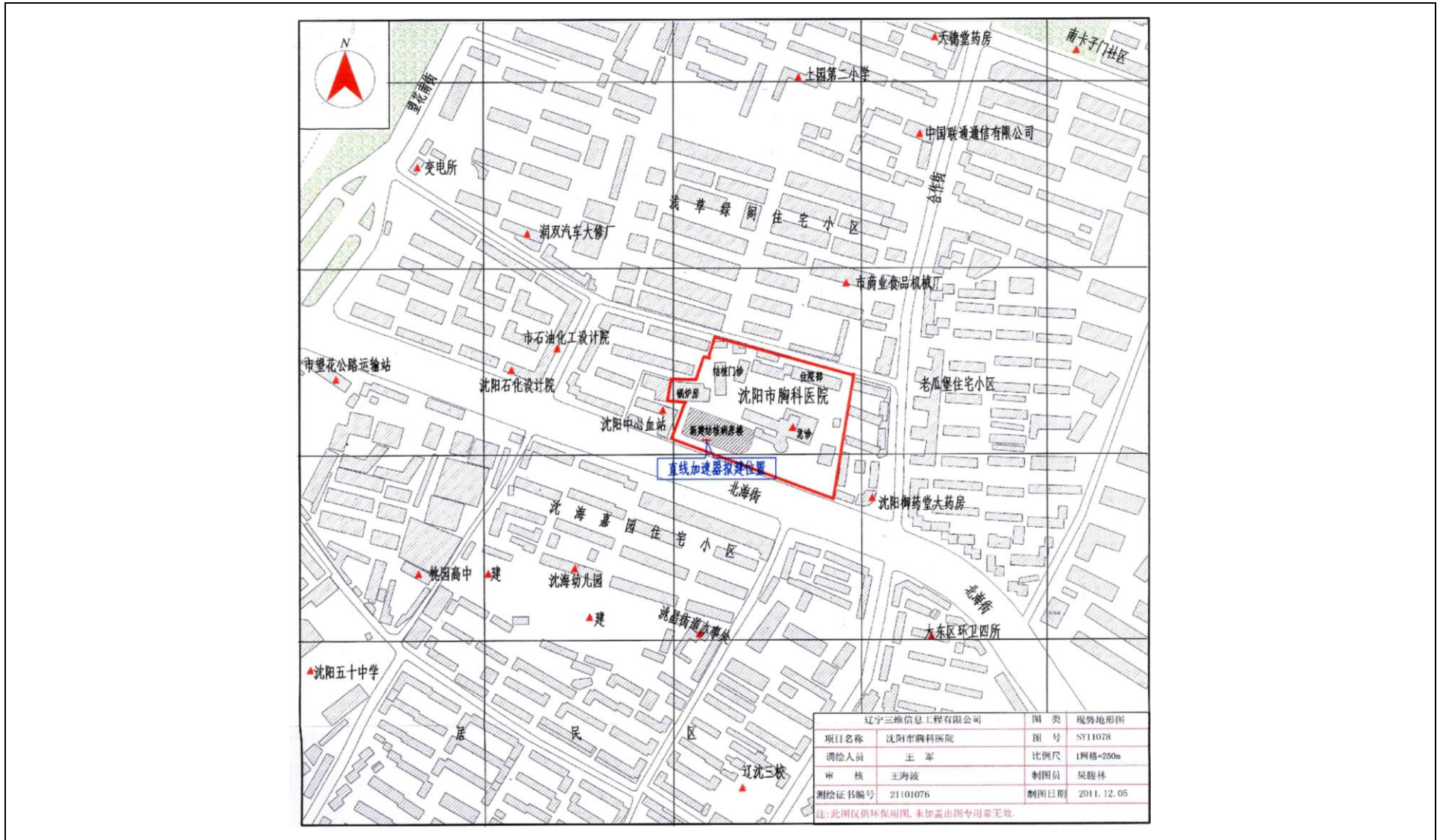


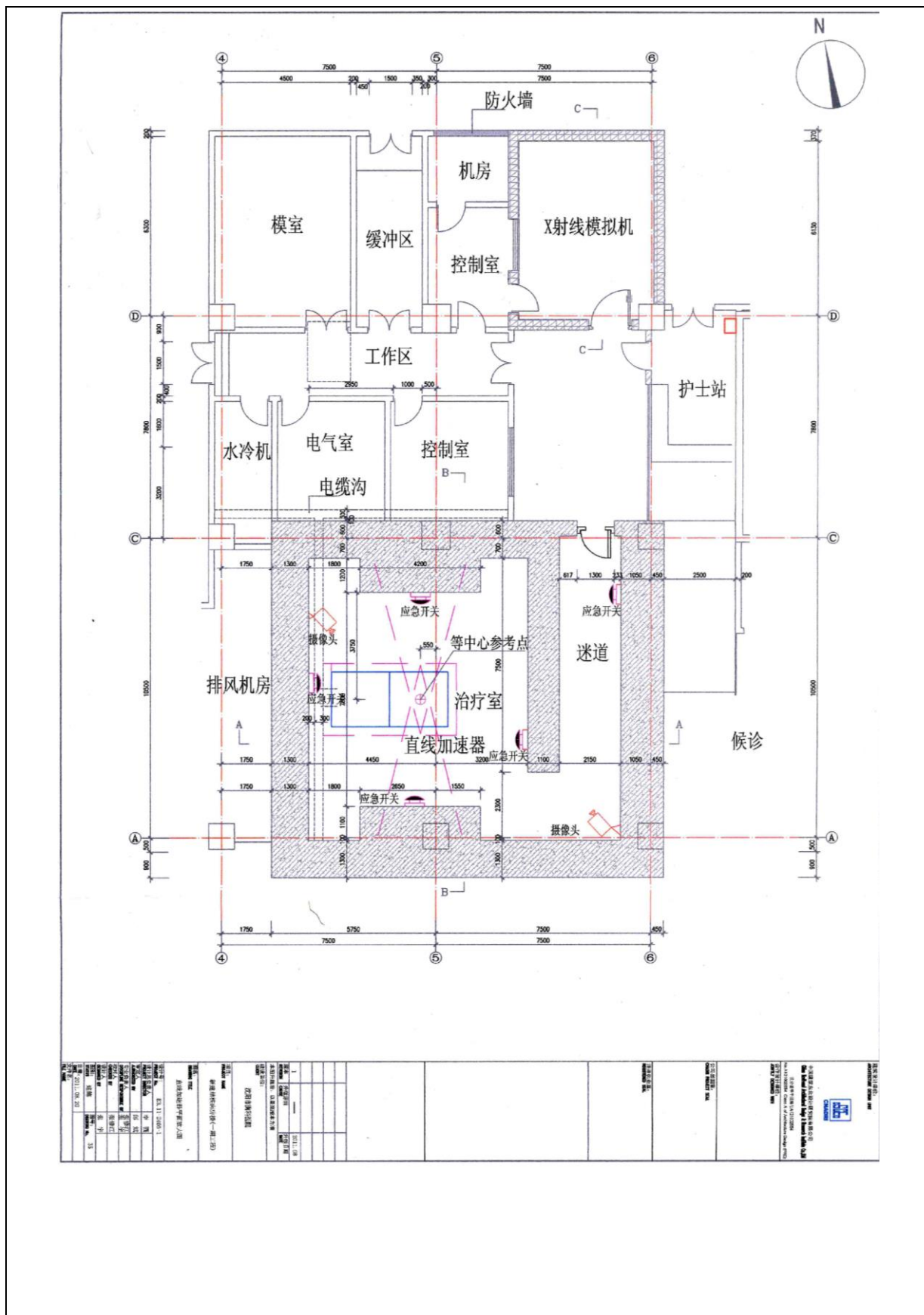
图 2 放射治疗工作流程及产污环节图



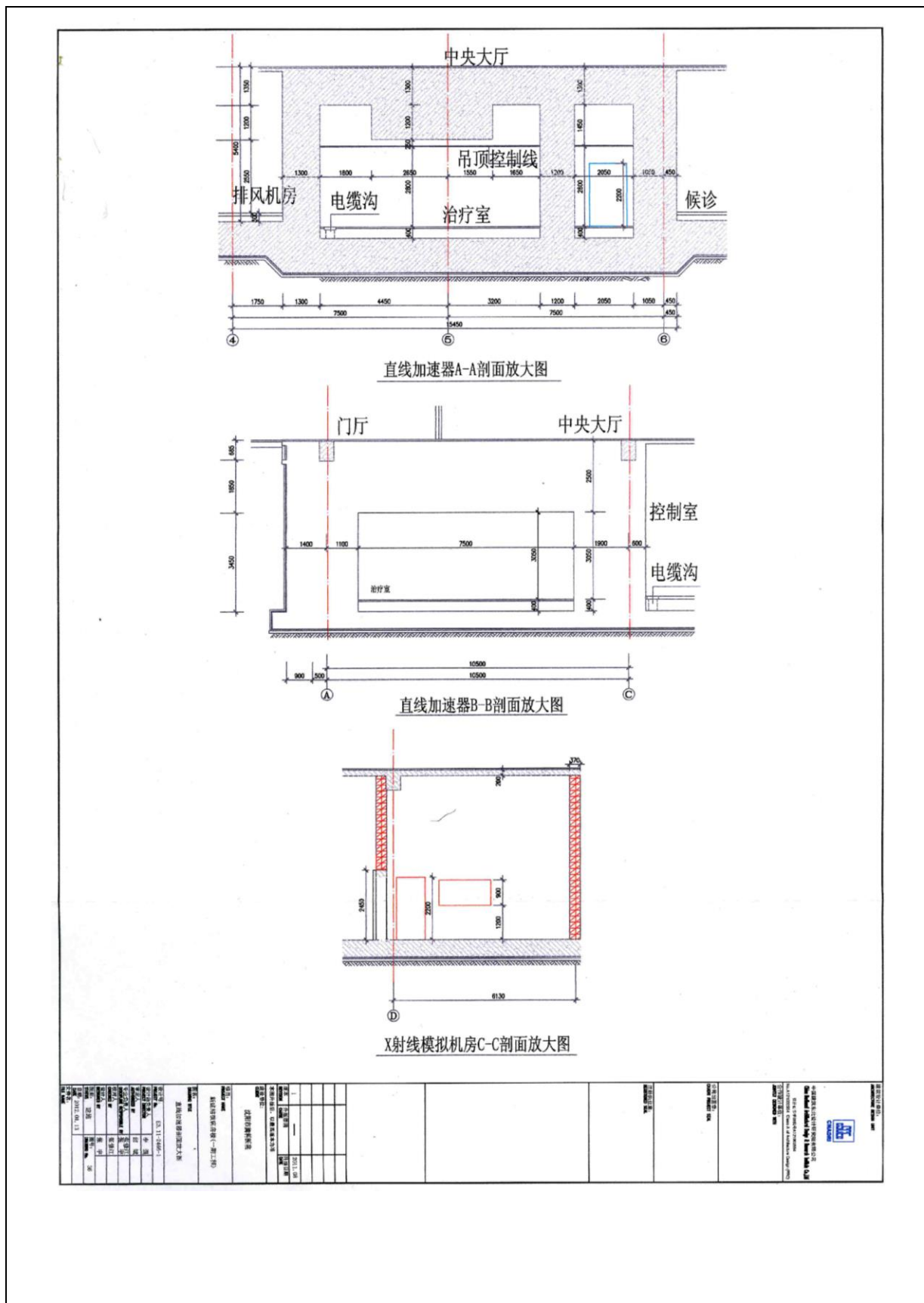
附图 1 沈阳市第十人民医院地理位置图



附图 2 沈阳市第十人民医院现势地形图



附图 3 沈阳市第十人民医院加速器设计图



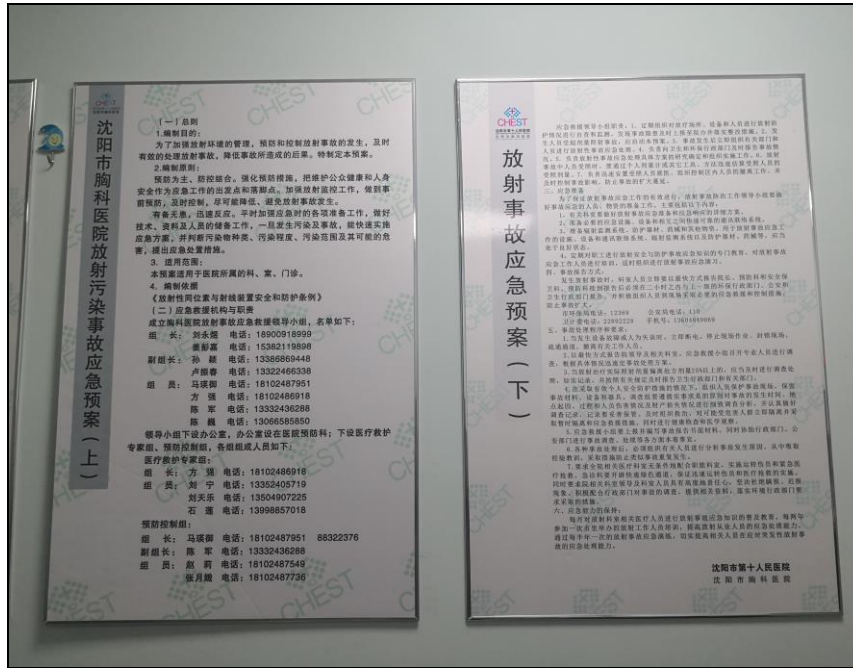
附图 4 沈阳市第十人民医院加速器剖面图

4、环境保护措施

4.1 污染物处置设施

4.1.1 规章制度建立及执行

该医院制定了《辐射事故应急预案》及相关辐射防护管理制度，成立的辐射安全与防护领导小组。已签订辐射安全工作责任书，附件 7~ 10。



照片 4-1 规章制度上墙

4.1.2 年度评估

该院每年委托有资质单位对射线装置进行年度评估，年度评估报告见附件 11。

4.1.3 辐射工作人员的管理

该科室共 10 名辐射工作人员，6 人持有辐射培训合格证书，另外 4 人已于 2019 年 5 月份过期，目前正在组织办理，见附件 12。该院为每人配置了 2 支个人剂量计，佩戴 1 支，备用 1 支；并配有 2 台个人剂量报警仪、1 台 X-γ 剂量率仪，见照片 4-2；监测仪器及防护用品配置清单见表 4-1。个人剂量计已按季度检测，职业健康体检已按期进行。个人剂量检测报告及职业健康体检报告，见附件 13、14。



个人剂量计



个人剂量报警仪



X- γ 剂量率仪



分体式剂量仪

照片 4-2 辐射防护用品落实情况

表 4-1 监测仪器及防护用品配置清单

序号	名称	仪器状态	数量
1	个人报警仪	正常	2 台
2	分体式剂量仪	正常	2 台
3	X- γ 剂量率仪	正常	1 台
4	个人剂量计	10 套	

4.1.4 辐射防护安全设施

机房进出门已设置的“当心电离辐射”标志、工作状态指示灯、电磁锁，机房内设置了应急开关、监控摄像头和排风系统，排风管道穿墙，在地下 900mm 处“U”型穿过，室外排风口设在结合病房楼顶西侧 1.5m 处。



警示标示及指示灯



应急开关



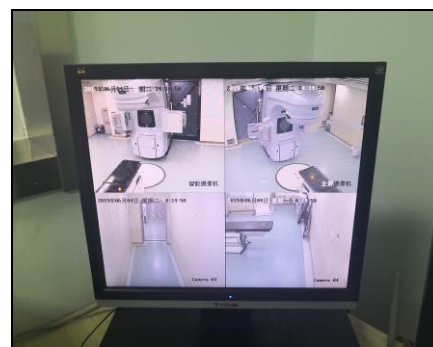
门机连锁



电磁控制锁



视频监控系统



监控显示系统



排风口



铅衣

照片 4-3 防护设施落实情况

4.2 环保措施投资“三同时”落实情况

直线加速器为 II 类射线装置，Clinac CX 直线加速器最大能量为 10MeV。

该项目实际投资为 2234 万，环保投资为 34.3 万，环保投资占比 1.53%。

该项目为新建项目，建设地点选址与环评一致。2011 年 10 月沈阳市第十人民医院委托辽宁辐洁环保技术咨询有限公司对直线加速器应用项目进行辐射环境影响评价，2011 年 12 月完成该项目的报告表编制，并于 2012 年 6 月 19 日通过了辽宁省环境保护厅环评审批。

环保设施施工单位：辽宁路遥科技防护工程有限公司

环评报告表编制单位：辽宁辐洁环保技术咨询有限公司。

环保验收监测单位：辽宁禾泰环境服务有限公司。

4.3 辐射安全许可证

该单位已按规定换发了《辐射安全许可证》（辽环辐证[02080]）。发证日期为 2017 年 5 月 21 日，有效期至 2019 年 8 月 1 日，种类和范围：乙级非密封放射性物质工作场所，使用 II 类射线装置。

5、环评及环评批复落实情况

环评及环评批复落实情况对照表，见表 5-1。

表 5-1 环评及环评批复落实情况对照表

项目	要求	落实情况
环评要求	环评要求 1: 加速器治疗室要严格按照设计图纸施工，防护墙混凝土密度不低于 2.35g/cm^3 其中北侧防护墙及顶棚的混凝土密度不低于 2.85g/cm^3 防护门厚度不能低于 12mm 铅当量，与墙体要有不低于 300mm 的搭接。混凝土浇筑时一定要一次性浇筑，不得有气泡、裂痕生产，防止露线，并委托有资质单位进行施工监理，已保证屏蔽效果。	医院严格按照环评及环评批复要求进行施工，情况说明见附件。
	环评要求 2: 加速器治疗室之间必须安装两套监控装置和对讲设备，并在治疗室内四面墙壁、迷道等位置安装紧急停机按钮，使误留在治疗室内的人员不穿过主射束就可以使加速器停机。	已落实，见照片 4-3。
	环评要求 3: 加速器治疗室防护门安装门机连锁装置，室外醒目位置安装工作状态指示灯及规范的“当心电离辐射标志牌。项目的建设过程中定期检查加速器机房的门机连锁装置，应急开关及监视器，保证连锁装置和监视器工作正常。	已落实，见照片 4-3。
	环评要求 4: 对加速器治疗室内空气受电离辐射产生的臭氧和氮氧化物等有害气体，采取强制通风措施，风机通风量不低于 $2300\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数不低于 6 次/小时，通风管外排口设在治疗室外西侧，高出结核病房楼楼顶 1.5m 电缆及通风管均采用地下“U”型布置。	已落实，见照片 4-3。
	环评要求 5: 放疗科配备一台辐射环境检测仪，机房内安装固定式剂量检测仪，放射性工作人员每人一台剂量报警仪和每人两支个人剂量笔，个人剂量笔每季度送检，并建立个人剂量档案。	医院按照要，求配备了巡检仪并为操作人员每人配备 1 台报警仪和剂量笔。
	环评要求 6: 加速器治疗期间必须有两名操作人员，认真做好当班记录，严格执行交班制度，严禁操作人员擅自离开岗位，必须密切注视控制台仪表及患者状况，发现异常及时处理。治疗期间除受治疗的患者外，治理室内不得有其他人员。必须防止各类事故发生，一旦发生意外，立即停止照射，及时将患者移除射野，并注意保护现场，便与正确估算患者受照剂量。	医院严格执行环评及环评批复的要求并制定了相关规范。
	环评要求 7: 放疗科医护人员在上岗前均需参加环保部门举办的辐射防护知识培训班，经考试合格后要持证上岗。定期进行辐射防护知识的培训 and 安全教育，检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。	辐射工作人员已取得的相关培训证书，见附件。

续表 5-1

环评及环评批复落实情况对照表

环评要求	<p>环评要求 8: 建立健全各项放射管理规章制度, 严格执行各项操作规程。医院成立辐射安全领导小组并制定放射事故应急预案, 签订辐射安全责任书。</p>	<p>医院已按要求制定了相关规章制度, 并严格执行。</p>
	<p>环评要求 9: 项目运行时, 二次放疗时间间隔应在 5 分钟以上, 确保摆位医护人员免受感生放射线的照射。</p>	<p>医院加速器工作人员严格执行加速器操作规程。</p>
	<p>环评要求 10: 加速器机房上方地面一层医用特殊通道必须在医用加速器未工作的情况下, 允许医护人员在特殊通道内通过, 加速器工作时特殊通道必须封闭。</p>	<p>加速器垂直楼上为医用特殊通道。</p>
环评批复要求	<p>环评批复 1: 健全电离辐射防护制度, 建立经常定期的巡检制度、各相关岗位工作制度和事故应急预案。</p>	<p>医院已经按要求制定了规章制度。</p>
	<p>环评批复 2: 在辐射工作场所显著位置设立规范的“当心电离辐射”警示标志牌。直线加速器机房防护门上方设置工作状态指示灯。</p>	<p>已经按照要求设立了当心电离辐射标识见照片 4-3。</p>
	<p>环评批复 3: 直线加速器机房必须符合环境影响评价辐射防护要求, 楼上必须设为档案室, 仓库等, 不得有无关人员长期逗留, 确保辐射环境安全。</p>	<p>垂直楼上为消控中心和医用特殊通道。</p>
	<p>环评批复 4: 医院需配备辐射环境监测仪, 个人剂量报警仪、个人剂量计及防护用品, 加强对设备和防护装置的检修和维护。</p>	<p>医院已按要求配备了辐射环境监测仪器和防护用品。</p>

6、验收监测内容

6.1 监测内容

本次验收监测为 Clinac CX 直线加速器应用项目竣工环境保护验收监测。该项目验收监测工况，见表 6-1。

表 6-1 验收监测工况

名称型号	最大能量	监测工况能量	验收工况比
Clinac CX	10MV	10MV	100%

6.1.1 对加速器机房辐射防护效果监测

对加速器机房四周屏蔽体外表面 30cm 处、机房进出门、工作人员操作位置及垂直楼上等进行 X- γ 剂量率及中子剂量当量率监测。

6.1.2 对加速器机房周围环境监测

与环评监测布点一致，对加速器机房周围环境 100m 范围内进行 X- γ 剂量率监测。

6.1.3 对加速器机房内感生放射性监测

加速器停机后立即进入治疗室，对治疗床旁进行 X- γ 剂量率监测。

6.2 监测因子及监测布点原则

监测因子：X- γ 外照射空气吸收剂量率；中子剂量当量率。

布点原则：直线加速器机房辐射防护效果监测点为屏蔽体四周距离外表面 30cm、铅防护门及门缝、操作室等；直线加速器机房周围环境监测点为以直线加速器机房为中心 100m 范围内，遵循近密远疏原则，以 25m、50m、100m 为半径画 3 个同心圆，再按 45° 圆心角将同心圆分为 8 等份进行布点，共分为 24 个子区域。

加速器机房辐射防护效果监测布点见附图 5，周围环境监测布点见附图 6。

6.3 质量保证

验收监测时依照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001），为避免系统误差和减小偶然误差，每个监测点读取 5 个测量值为一组，取其平均值乘以校准因子为最终测量值。

验收监测仪器经过国家计量检定部门检定，并在有效期内使用。监测单位是辽宁省质量技术监督局计量认证单位 CMA 资质编号 17061205A126，有效期至 2023

年，监测数据经三级审核、审定。监测仪器技术参数，见表 6-2。

表 6-2 监测仪器技术参数表

验收监测项目	X-γ 外照射剂量率	中子剂量当量率
技术方法	直读法	直读法
仪器名称	便携式 X-γ 剂量率仪	中子剂量当量仪
仪器型号	6150AD-b/H 型	BH3105E 型
能量响应范围	20.0KeV~7.0MeV	-
仪器及方法检测限	1×5nGy/h	0.01μSv/h
检定单位	东北国家计量测试中心	中国计量科学研究院
检定证书编号	辽计 18051238100	GFJGJL1005180004848
检定日期	2018.10.16-2019.10.15	2018.12.26-2019.12.25

6.4 验收监测结果

6.4.1 加速器机房辐射防护效果监测结果

加速器机房辐射防护效果监测结果，见表 6-3。

表 6-3 加速器机房辐射防护效果监测结果

序号	设备型号	点位描述	X-γ 剂量率 (nGy/h)		中子剂量当量率 (μSv/h)
			室内		
			关机	开机	
1	直线加速器 Clinac CX	走廊防护墙	77	79	未检出
2		走廊防护墙	79	82	未检出
3		走廊防护墙	72	74	未检出
4		防护门左门缝	76	91	未检出
5		防护门门体	75	159	未检出
6		防护门右门缝	79	88	未检出
7		操作室防护墙	90	90	未检出
8		操作室操作位置	89	92	未检出
9		电器室防护墙	86	91	未检出
10		排风室防护墙	82	87	未检出

续表 6-3 加速器机房辐射防护效果监测结果

序号	设备型号	点位描述	X-γ 剂量率 (nGy/h)		中子剂量当量率 (μSv/h)
			室内		
			关机	开机	
11		排风室防护墙	81	80	未检出
12		排风室防护墙	82	81	未检出
13		感生放射性	915	-	未检出
14		垂直楼上	88	87	未检出
监测结果范围			72~915	74~159	未检出
沈阳市地区 γ 剂量率本底水平范围			室内：(67.0~127.0) nGy/h 室外：(19.4~136.9) nGy/h		

由监测结果可知，加速器在 10MeV 工况下，加速器机房防护门门体监测数值略高于沈阳地区本底范围，其余监测数值均在在沈阳市地区本底水平范围内且中子剂量当量率未检出。

6.4.2 加速器机房周围环境监测结果

加速器机房周围环境监测结果见表 6-4。

表 6-4 加速器机房周围环境现状监测结果

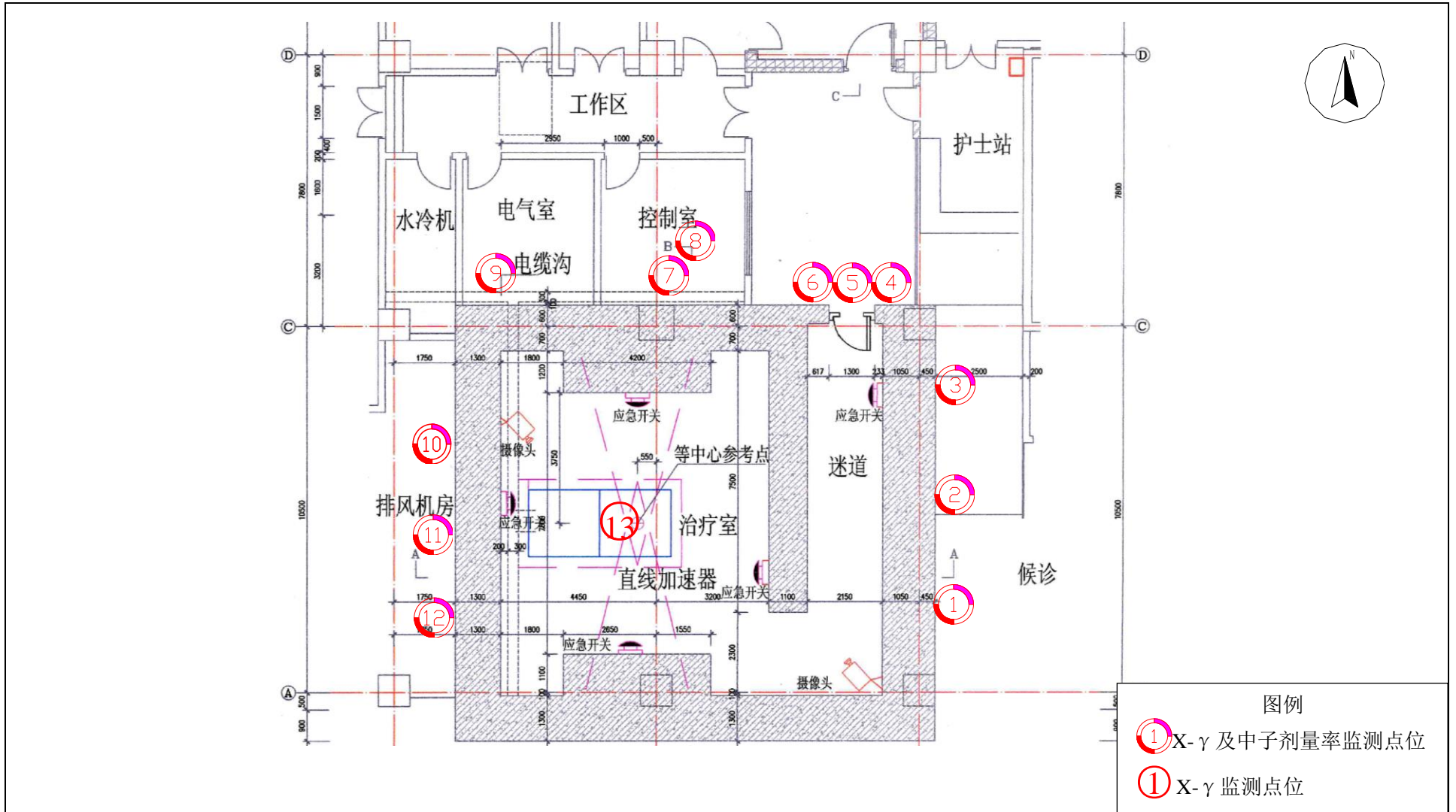
序号	点位描述	X-γ 剂量率监测数据 (nGy/h)			
		室内		室外	
		关机	开机	关机	开机
15	加速器机房北侧 25m (结核楼病房内)	89	91		
16	加速器机房北侧 47m (结核楼病房内)	92	95		
17	加速器机房北侧 89m (院内道路)			101	100
18	加速器机房东北侧 23m (结核病房楼内)	92	91		
19	加速器机房东北侧 46m (结核病房楼内)	89	93		
20	加速器机房东北侧 87m (院内道路)			97	100
21	加速器机房东侧 25m (结核病房楼内)	93	94		
22	加速器机房东侧 49m (结核病房楼内)	90	90		
23	加速器机房东侧 100m (院内道路)			105	104

续表 6-4

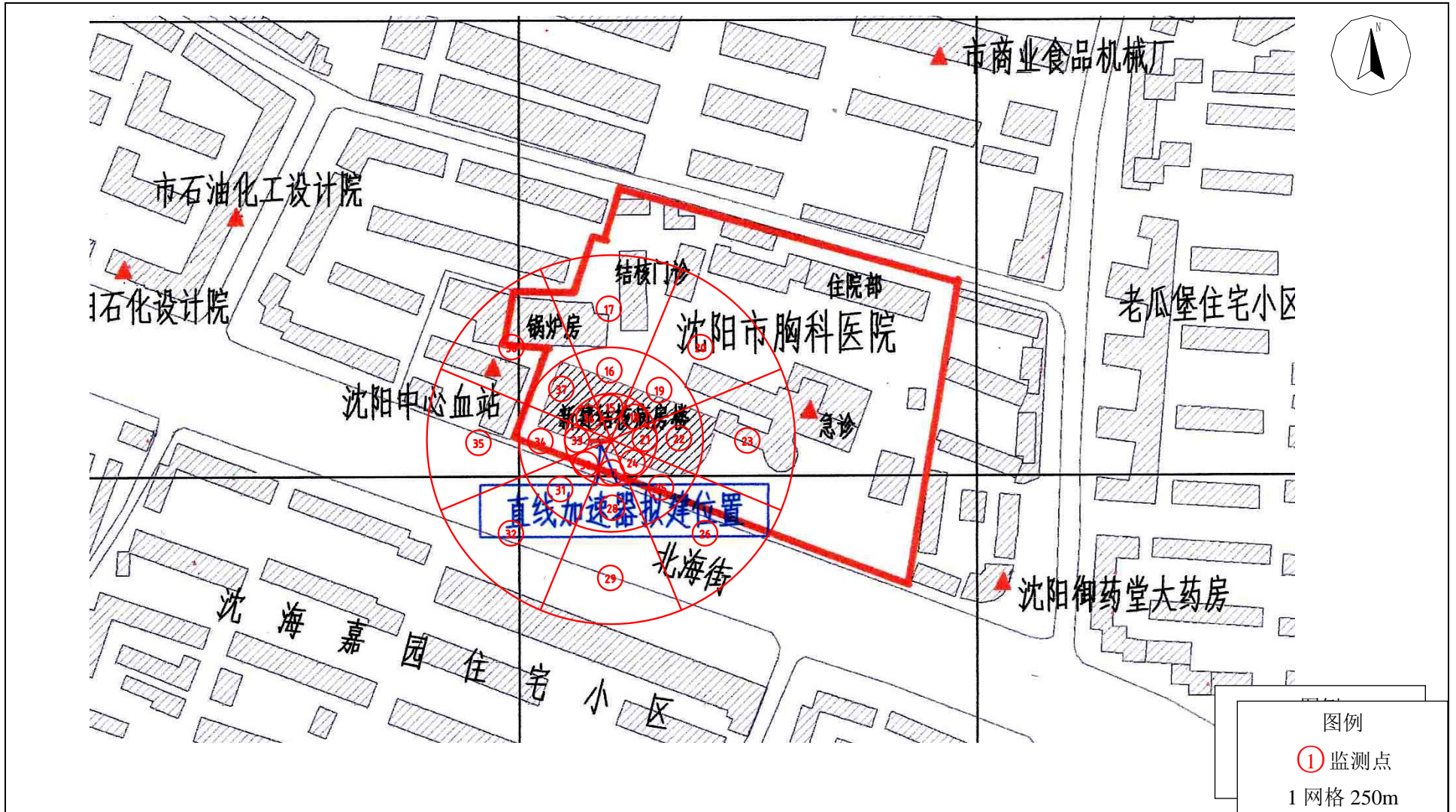
加速器机房周围环境现状监测结果

序号	点位描述	X-γ 剂量率监测数据 (nGy/h)			
		室内		室外	
		关机	开机	关机	开机
24	加速器机房东南侧 20m (院内道路)			103	106
25	加速器机房东南侧 50m (院内道路)			101	100
26	加速器机房东南侧 88m (北海街)			105	105
27	加速器机房南侧 25m (院内道路)			94	91
28	加速器机房南侧 50m (北海街)			93	97
29	加速器机房南侧 100m (北海街)			95	96
30	加速器机房西南侧 25m (院内道路)			92	96
31	加速器机房西南侧 50m (北海街)			99	103
32	加速器机房西南侧 87m (北海街)			97	102
33	加速器机房西侧 25m (院内道路)			95	96
34	加速器机房西侧 50m (院内道路)			99	105
35	加速器机房西侧 90m (北海街)			102	103
36	加速器机房西北侧 25m (结核病房楼)	93	95		
37	加速器机房西北侧 50m (结核病房楼)	92	94		
38	加速器机房西北侧 100m (院外道路)			94	96
监测结果范围		89~93	91~95	92~105	91~106
沈阳地区 γ 剂量率本底水平范围		室内: (67.0~127.0) nGy/h 室外: (19.4~136.9) nGy/h			

由监测结果可知，在验收工况下，加速器机房周围环境 X-γ 空气吸收剂量率在沈阳市地区本底水平范围内，加速器机房验收工况时屏蔽体辐射防护效果满足环评要求。



附图5 直线加速器机房屏蔽体辐射防护效果监测布点图



附图 6 周围环境监测布点图

7、剂量估算

在直线加速器验收工况下，对所致各类人群组进行计量估算。

7.1 人群组划分

职业照射人员：直线加速器医护人员、直线加速器摆位人员。

公众：放疗科其他医护人员，锅炉房工作人员，结核门诊工作人员及就诊人员，沈阳中心血站工作人员，门诊楼内工作人员及就诊人员。

7.2 剂量估算

该项目根据验收工况下实际辐射防护现状监测数据，对各类人群组产生的有效剂量当量用下式进行估算：

$$H_{X-\gamma} = D_{X-\gamma} K t$$

式中： $H_{X-\gamma}$ —人均年有效剂量率，Sv；

$D_{X-\gamma}$ —验收监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率，Gy/h；

K—有效剂量当量率与空气吸收剂量率比值，采用 0.7Sv/Gy；

t—加速器年治疗时间，h/a；

表 7-1 加速器治疗时所致职业照射人员及公众年有效剂量估算结果

受照射人群	人员类别	时间 (h/a)	人均年有效剂量当量 (mSv/a)	年有效剂量当量限值 (mSv/a)	年剂量约束值 (mSv/a)
职业照射人员	直线加速器医护人员	500	0.0556	20	5.0
	直线加速器摆位人员	200	0.0222		
公众	放疗科其他医护人员	500	0	1	0.1
	锅炉房工作人员				
	结核门诊工作人员及就诊人员				
	沈阳中心血站工作人员				
	门诊楼内工作人员及就诊人员				

由估算数值可知，职业照射人员的人均年有效剂量当量均小于年剂量约束值，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量约束值，直线加速器在验收工况下，所致周围环境照射辐射剂量为本底值，该项目运行未对公众产生附加剂量。

8、验收监测结论

1、验收监测结果表明：该项目在验收工况下，加速器机房防护门门体监测数值略高于沈阳地区本底范围，其余屏蔽体防护效果和周围环境 X- γ 剂量率均在沈阳地区本底水平范围内；医用直线加速器机房无中子泄露。

2、加速器在运行工况下所致两类人群剂量估算结果表明：10MeV 直线加速器项目在运行时，所致职业照射人员年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，未对公众产生附加剂量。感生放射性监测结果略高于本底值。

3、人员进出门设置了“当心电离辐射”标志及门机联锁，并在入口设置迷道。加速器机房内设有监控装置、应急开关及通风系统等，环评及环评批复内的各项措施基本落实，各项安全措施运转正常。

4、医院已制定完善的防护及管理制度，辐射工作人员工作时佩戴 1 支剂量计，备用 1 支，并按时进行个人剂量计检测及职业健康体检，并归档入案。

建议：

1 医院在加速器防护门外 1m 处设置警示隔离区。

2 建议摆位人员间隔 5 分钟后进入机房。

综上所述，该院直线加速器应用项目在 100% 工况比下，对周围环境没有产生辐射影响，该项目满足环评及环评批复要求，建议该项目通过验收。

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）医用直线加速器应用项目				项目代码	-			建设地点	沈阳市大东区北海街11号			
	行业类别(分类管理名录)	五十、核与辐射 191 核技术利用建设项目				建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造			项目厂区中心经度/纬度	123.472860/41.83044			
	设计生产能力	-				实际生产能力	-			环评单位	辽宁辐洁环保技术咨询有限公司			
	环评文件审批机关	辽宁省环保厅				审批文号	辽环审表[2012]28号			环评文件类型	报告表			
	开工日期	2012年8月				竣工日期	2014年3月			辐射安全许可证申领时间	2017年5月21日			
	环保设施设计单位	辽宁路遥科技防护工程有限公司				环保设施施工单位	辽宁路遥科技防护工程有限公司			辐射安全许可证编号	辽环辐证{00510}			
	验收单位	沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）				环保设施监测单位	辽宁禾泰环境服务有限公司			验收监测时工况	100%			
	投资总概算(万元)	2400万				环保投资总概算(万元)	40万			所占比例(%)	1.67			
	实际总投资	2234万				实际环保投资(万元)	34.3万			所占比例(%)	1.53			
	废水治理(万元)	-	废气治理(万元)	-	噪声治理(万元)	-	固体废物治理(万元)	-			绿化及生态(万元)	-	其他(万元)	-
	新增废水处理设施能力	-				新增废气处理设施能力	-			年平均工作时	-			
运营单位	沈阳市第十人民医院（沈阳市胸科医院）				运营单位社会统一信用代码(或组织机构代码)	12210100410578956N			验收时间	2019年6月				
污染物排放达与总量控制(工业建设项目详填)	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”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)	
	废水	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	化学需氧量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	氨氮	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	石油类	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	废气	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	二氧化硫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	烟尘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	工业粉尘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	氮氧化物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	工业固体废物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
与项目有关的其他特征污染物		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

注：1、排放增减量：(+)表示增加，(-)表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)，(9)=(4)-(5)-(8)-(11)+(1)。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克

附件

- 1、 环评审批意见
- 2、 辐射安全许可证正、副本
- 3、 委托书
- 4、 加速器机房情况说明
- 5、 辽宁禾泰环境服务有限公司 CMA 资质
- 6、 验收监测报告
- 7、 辐射工作安全责任书
- 8、 辐射事故应急预案
- 9、 关于成立辐射安全与防护领导小组的通知
- 10、 辐射安全防护管理制度
- 11、 2018 年度评估报告及日常监测记录
- 12、 辐射工作人员培训情况统计表
- 13、 2018 年 3 月-2019 年 3 月四个季度个人剂量检测报告
- 14、 职业健康检查结果报告