

# 建设项目环境影响报告表

项目名称：凤阳县人民医院三期工程项目

建设单位：凤阳县人民医院

编制日期：2019年10月

编制单位：核工业北京化工冶金研究院

## 《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价工作资质的单位编制。

1、项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）。

2、建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点。

3、行业类别——按国标填写。

4、总投资——指项目投资总额。

5、主要环境保护目标——指项目区周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等。

6、结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结论，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其它建议。

7、预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填。

8、审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。

## 建设项目基本情况

项目名称	凤阳县人民医院三期工程				
建设单位	凤阳县人民医院				
法人代表	傅继荣	联系人	张永生		
通讯地址	安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺路 288 号				
联系电话	0550-6721235	传真	/	邮政编码	/
建设地点	安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺路 288 号（凤阳县人民医院院内）				
立项审批部门	凤阳县发展和改革委员会	批准文号	/		
建设性质	扩建	行业类别及代码	综合医院[Q8411]		
占地面积	m <sup>2</sup>		绿化面积	m <sup>2</sup>	
总投资(万元)	11339	其中：环保投资(万元)	82	环保投资占总投资比例	0.7%
评价经费(万元)	/	建成日期	/		

### 工程内容及规模：

#### 一、项目由来

凤阳县人民医院，是凤阳县唯一一所集医疗、教学、科研、预防、康复为一体的“二级甲等”综合性医院，创建于 1950 年 8 月，原为凤阳县第一人民医院，2012 年 9 月与原凤阳县第二人民医院合并组建成凤阳县人民医院。2016 年 4 月整体搬迁至新院区，新院区位于凤阳县新城区，按三级医院规模建设，占地 153 亩，建筑面积 8.5 万平方米，共开放床位 771 张。新院是集门诊、急诊、住院病房和医技检查功能为一体的现代化医院。它环境优美、流程合理、装备先进、软件上乘，它的投入使用大大改善了凤阳县老百姓的就医环境和诊疗条件。

按照凤阳县委县政府要求人民医院尽快创建三级甲等综合医院的工作安排，根据三级综合医院建设标准和服务能力等规范要求，需增设核医学科、放射治疗科及其他科室；

目前，凤阳县人民医院现有条件无法满足以上要求。经研究，人民医院拟投资 11338.65 万元计划启动三期工程建设，计划启动 3#病房楼建设项目，将 3#病房楼建设成为包含核医学科、放射治疗科等科室的综合病房楼。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和国务院第 682 号令《建设项目环境保护条例》的有关规定，同时根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018 年 5 月 2 日修订），“凤阳县人民医院三期工程项目”属于“三十九、111 医院”中的其他，需编制环境影响报告表。凤阳县人民医院于 2019 年 6 月 28 日委托核工业北京化工冶金研究院进行环境影响报告表的编制工作。我公司接受委托后，立即开展了详细的现场踏勘、资料收集工作，在对拟建项目有关环境现状和环境影响进行分析后，依照《建设项目环境影响评价技术导则》的要求编制了《凤阳县人民医院三期工程项目环境影响报告表》，现呈报环境保护主管部门审查。

医院涉及放射性医疗设备造成的电磁辐射污染，医院应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），作好辐射防护工作（如采用防 X 光辐射的轻质墙、铅制门窗等防护措施），根据《医用诊断 X 线卫生防护标准》、《中华人民共和国放射性污染防治法》，本项目电磁辐射影响预测评价及防护措施详见辐射专章。

## 二、现有工程概况

### 1、现有工程地理位置

凤阳县人民医院位于安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺街 288 号，院区北侧为长安街，隔路为凤阳中学；院区西北侧为中都西苑；院区西侧为右弼马路，隔路为妇幼保健院；院区南侧为 S310，隔路为金地学府小区和绿洲香岛小区；院区东侧为西安路，隔路为丹桂花园小区。凤阳县人民医具体位置见图 1-1。



图 1-1 凤阳县人民医院地理位置图

## 2、现有工程建设内容

现有工程总占地面积 102010m<sup>2</sup>，总建筑面积 101237 m<sup>2</sup>，建设内容包括 1 栋门急诊医技综合楼、3 栋病房楼、1 栋感染楼、1 栋健康体检楼、1 栋科研学术交流培训楼、1 栋行政办公综合楼、一栋后勤综合楼及锅炉房等配套公用工程、环保工程等，共有病床 772 床。现有工程已于 2010 年以环评[2010]205 号文取得环评批复，并于 2017 年 6 月进行了变更，2017 年 6 月凤阳县环境保护局以凤环验[2017]9 号文同意拟建项目验收通过。目前 3#病房楼、感染楼、健康体检楼、科研学术交流培训楼未建设。

现有工程组成一览表见表 1-1。

表 1-1 现有工程组成一览表

项目名称		工程内容		工程规模	备注
主体工程	门急诊医技综合楼(建筑面积 48448m <sup>2</sup> )	负一层	地下车库、送排风机房、变电所等	建筑面积 10553m <sup>2</sup>	已建
		一层	药房、儿科、门诊、急诊	建筑面积 10451m <sup>2</sup>	已建
		二层	皮肤科、内科、外科、功能检验、检验科、产科、妇科	建筑面积 9382m <sup>2</sup>	已建
		三层	耳鼻喉科、眼科、口腔科、内窥镜中心、康复医疗科、中医科	建筑面积 9285m <sup>2</sup>	已建
		四层	ICU 病床(30 床)、手术部 21 间	建筑面积 4964m <sup>2</sup>	已建
		五层	设备层、中心供应室、病案室	建筑面积 3813m <sup>2</sup>	已建
	1#病房楼(建筑面积 17512m <sup>2</sup> )	一层	普通儿科(32 床)、耳鼻喉科(44 床)、眼科	建筑面积 3277m <sup>2</sup>	已建
		二层	产科(44 床)、待产区、产房区	建筑面积 2847m <sup>2</sup>	已建

		三层	妇科 (88 床)	建筑面积 2847m <sup>2</sup>	已建
		四层	骨科 (44 床)、泌尿外科 (44 床)	建筑面积 2847m <sup>2</sup>	已建
		五~ 六层	外科 (每层均 88 床)	每层建筑面积 2847m <sup>2</sup>	已建
	2#病房楼 (建 筑面积 8206m <sup>2</sup> )	一~ 六层	护理单元 (每层均 45 床)	每层建筑面积均 1315m <sup>2</sup>	已建
	4#感染楼 (建 筑面积 4692m <sup>2</sup> )	一层	发热、肠道等急诊室、化验室	建筑面积 1161m <sup>2</sup>	未建
		二~ 四层	感染科病房	每层建筑面积均 1161m <sup>2</sup>	未建
	科研学术交 流培训楼	共计三层, 主要为报告厅、会议室等		建筑面积 2492m <sup>2</sup>	未建
健康体检综 合后	共计三层, 主要提供常规体检等		建筑面积 3640m <sup>2</sup>	未建	
公用 工程	变电所	内置四台 2000KAV 变压器, 位于门急诊楼负 层		/	已建
	发电机房	内置一台柴油发电机, 位于门急诊楼负层		/	已建
	后勤综合楼	共计三层, 包括食堂、更衣室和洗衣房等		建筑面积各 3288m <sup>2</sup>	已建
	行政办公综 合楼	共计三层, 主要为行政办公室		建筑面积各 3640m <sup>2</sup>	已建
辅助 工程	锅炉房	共计一层, 内设置二台 5t/h 和二台 3t/h 燃气 蒸汽锅炉房, 设天然气计量间、控制室等		建筑面积 410m <sup>2</sup>	已建
	液氧站	8m <sup>3</sup> 和 2m <sup>3</sup> 液氧储罐各一套		建筑面积 67.5m <sup>2</sup>	已建
	太平间	一层, 位于医院西侧污物出口北侧		建筑面积 410m <sup>2</sup>	已建
	停车场	地上 240 辆车位, 地下 189 辆车位		/	已建
	门卫室	一层, 南北入口各一间		建筑面积各 20m <sup>2</sup>	已建
环 保 工 程	垃圾房	一层, 位于医院西侧污物出口北侧		建筑面积 50m <sup>2</sup>	已建
	危废暂存库	一层, 位于医院西侧污物出口北侧		建筑面积 50m <sup>2</sup>	已建
	污水处理站	800m <sup>3</sup> /d 地下式污水处理设施一套, 设置一座 容积为 282m <sup>3</sup> 的调节池兼做应急事故池		/	已建

### 3、现有工程总平面布置图

现有工程总平面布置图见附图 1。

### 4、现有工程原辅材料及能源消耗情况

现有工程主要原辅材料及能源消耗见表 1-2。

**表 1-2 现有工程主要原辅材料及动力消耗一览表**

序号	名称	单位	年用量
一、原辅材料			
1	手术刀	包/a	120
2	手术剪	包/a	40
3	手术钳	包/a	40
4	塑胶手套	只/a	50000
5	输液器	万付/a	10

6	一次性针筒	万付/a	10
7	纱布	万块/a	9
8	医用棉花	Kg/a	80
9	医用棉签	包/a	10000
10	消毒剂	瓶/a	10000
11	一次性 pe 手套	包/a	6000
12	一次性采血针	支/a	6000
13	一次性采血管	只/a	50000
14	一次性垫单	包/a	6000
二、原料和能源消耗			
15	用水量	万 t/a	55.25
16	用电量	KWh/a	50 万

#### 4、现有工程主要生产设备

现有工程主要生产设备见表 1-3。

**表 1-3 主要设备设施一览表**

序号	设备名称	规格	数量
1	SONOS-200 彩色 B 超	台	9
2	MS-9100 型脑彩超	台	2
3	日立 7080 型全自动生化分析仪	套	2
4	富士能 99 型电子胃镜	套	3
5	佳乐等离子前列腺电切镜	个	1
6	多功能前列腺治疗仪	个	0
7	计算机 X 线摄影系统 (CR)	台	1
8	PCR 仪	套	1
9	精液分析仪	台	1
10	全能电动手术床	张	13
11	全反射无影	个	25
12	CIF-153 型体外冲击碎石机	台	1
13	动态心电分析仪	台	2
14	脑电地形图仪	台	0
15	进口有创呼吸机	台	17
16	血透机	台	53
17	麻醉机	台	8
18	GE 监护仪	台	180
19	牙科治疗机	台	11
20	兰士达超声乳化仪	台	1
21	眼科角膜曲率计	台	1
22	眼科 A 超	台	1

#### 5、现有工程水平衡

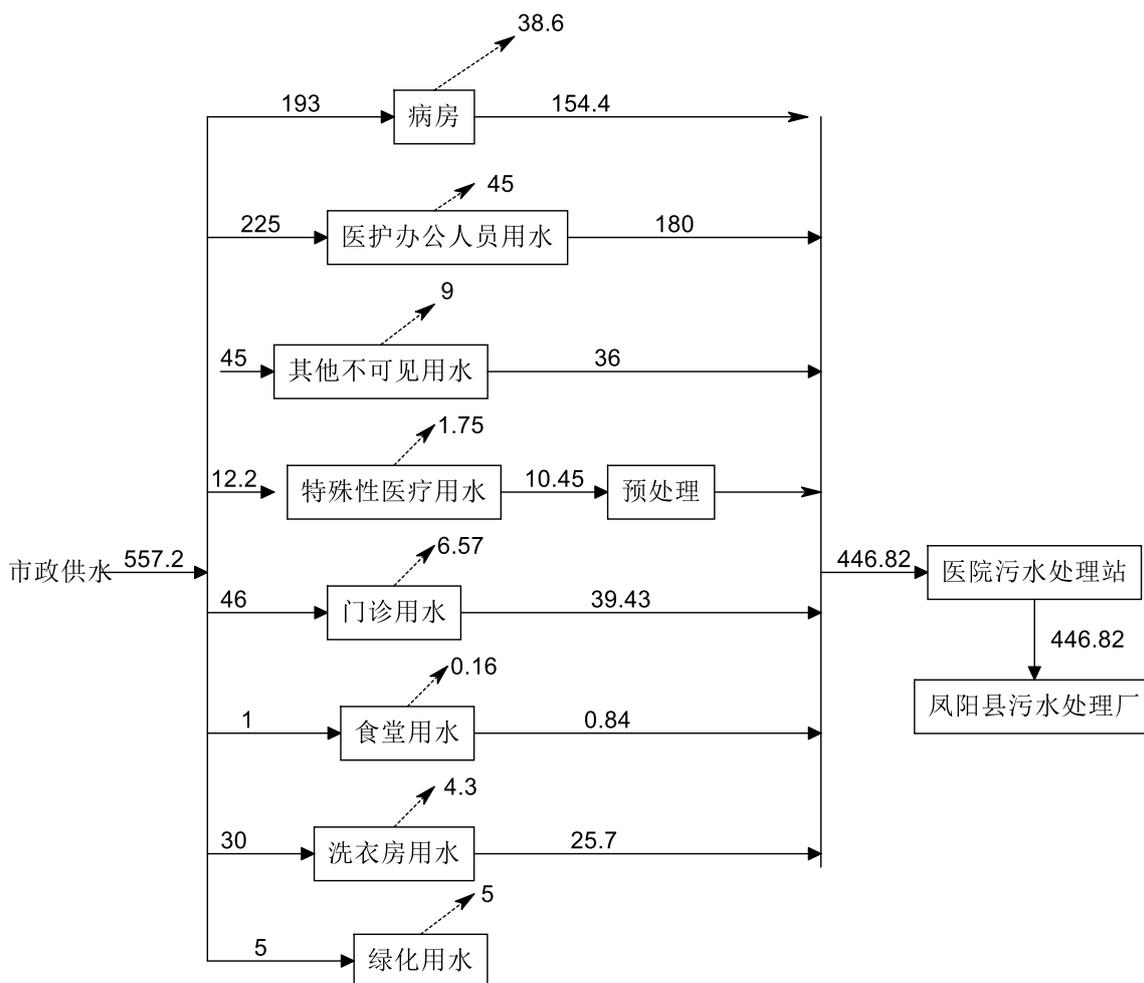


图 1-1 现有工程水平衡图 (单位:  $m^3/d$ )

### 三、拟建项目建设内容与规模

拟建项目建设规模为：新建 3#病房楼，总建筑面积 11675 平方米（含高能直线加速器机房、核医学科等地下建筑 2460 平方米），配套建设给排水、道路及绿化等附属工程。拟建项目工程内容组成一览表见表 1-4。

表 1-4 拟建项目工程内容组成一览表

工程类别	工程名称	主要内容		依托关系
主体工程	3#病房楼	地下一层	核医学科、直线加速器机房及直线加速器等医技功能辅助设备用房，建筑面积 2460 $m^2$ 。	新建
		一~六层	新增床位数 271 床，建筑面积 9215 $m^2$	新建
公用工程	供水	用水取自市政供水，其中用水量为 83.13 $m^3/d$ (30342.45 $m^3/a$ )。		新建
	排水	拟建项目废水主要为病房废水、医护人员废水、放射性废水以及其他不可见废水。废水量为 66.56 $m^3/d$ (24294.4 $m^3/a$ )。各类废水经医院污水处理站处理后进入凤阳县污水处理厂处理。		依托现有

	供电	依托市政供电，年用电量为 20 万 KWh	依托现有
环保工程	废气	放射性废气由通风管道直接抽出，由屋顶排放，臭氧和氮氧化物通过机械排风措施处理后排放	新建
	废水	废水量为 66.56m <sup>3</sup> /d (24294.4m <sup>3</sup> /a)。放射性废水经衰变池处理后进入医院污水处理站处理，其他废水经医院污水处理站处理后进入凤阳县污水处理厂处理，经处理后排入濠河。	依托现有
	噪声	对噪声较高的设备采取厂房隔声和基础减震等措施；同时合理布置厂区功能，将噪声较大的设备布置在厂区中间。	新建
	固体废物	拟建项目产生的固体废物主要是医疗废弃物、废活性炭和生活垃圾，医疗废弃物和废活性炭收集后委托有资质的单位进行处理，生活垃圾集中收集后由环卫部门统一清运。	依托现有

### 三、项目地理位置

拟建项目位于凤阳县人民医院现有厂区内，拟建项目地理位置见图 1-1，周边环境概况图见图 1-2。



图 1-1 凤阳县人民医院地理位置图



图 1-2 本次评价项目周围环境示意图

#### 四、总平面布置

凤阳县人民医院位于凤阳县府城镇子顺路 288 号，拟建项目用地位于凤阳县人民医院现有厂区内。

拟建项目厂区平面布置见附图 1，各层平面布置图见附图 2。

#### 五、主要原辅材料消耗

##### 1、主要原辅材料消耗

拟建项目主要原辅材料及其消耗量见表 1-5。

表 1-5 拟建项目主要原辅材料及其消耗一览表

序号	名称	单位	年用量
一、原辅材料			
1	手术刀	包/a	30
2	手术剪	包/a	10
3	手术钳	包/a	10
4	塑胶手套	只/a	12500
5	输液器	万付/a	2.5

6	一次性针筒	万付/a	2.5
7	纱布	万块/a	2.25
8	医用棉花	Kg/a	20
9	医用棉签	包/a	2500
10	消毒剂	瓶/a	2500
11	一次性 pe 手套	包/a	1500
12	一次性采血针	支/a	1500
13	一次性采血管	只/a	12500
14	一次性垫单	包/a	1500
二、能源消耗			
15	用水量	万 t/a	3.0
16	用电量	KWh/a	20 万

## 六、主要生产设备

拟建项目主要生产设备见表 1-6。

**表 1-6 拟建项目主要生产设备一览表**

序号	设备名称	数量	单位
1	直线加速器	1	台
2	模拟定位机	1	台
3	PET CT	1	台
4	SPECT	1	套
5	甲状腺功能测定仪	1	套
6	放射免疫分析	1	套
7	空调机组	20	台
8	风机	30	台

## 七、公用工程

### 1、供水

拟建项目用水来自市政供水，拟建项目用水主要为医护办公人员用水、病房用水、放射性用水和其他不可见用水，总用水量为 93.29m<sup>3</sup>/d（34050.85m<sup>3</sup>/a）。

### 2、排水

拟建项目用水主要为医护办公人员废水、病房废水、放射性废水和其他不可见废水，废水量为 66.56m<sup>3</sup>/d（24294.4m<sup>3</sup>/a）。放射性废水经衰变池处理后进入医院污水处理站处理，其他废水经医院污水处理站处理后进入凤阳县污水处理厂处理，经处理后排入濠河。

### 3、供配电

拟建项目用电主要为照明用电、生产设备用电，项目全年耗电量为 20 万 kw·h，

项目用电由园区供给，电力供应充足，供电有保证。

## 八、生产制度与劳动定员

拟建项目劳动定员为 100 人，全年工作日 365 天。

## 九、产业政策符合性

### 1、产业政策符合性

拟建项目属于《产业结构调整指导目录（2011）年本》（2013 年修正）中鼓励类，“三十六、教育、文化、卫生、体育服务业”，符合国家相关产业政策。建设单位已在凤阳县发展改革委员会进行备案，项目统一代码为：2019-341126-84-01-006379，立项文件见附件 1。

### 2、三线一单符合性

#### （1）生态保护红线

拟建项目位于凤阳县府城镇子顺路 288 号，凤阳县人民医院现有厂区内，不涉及生态红线。

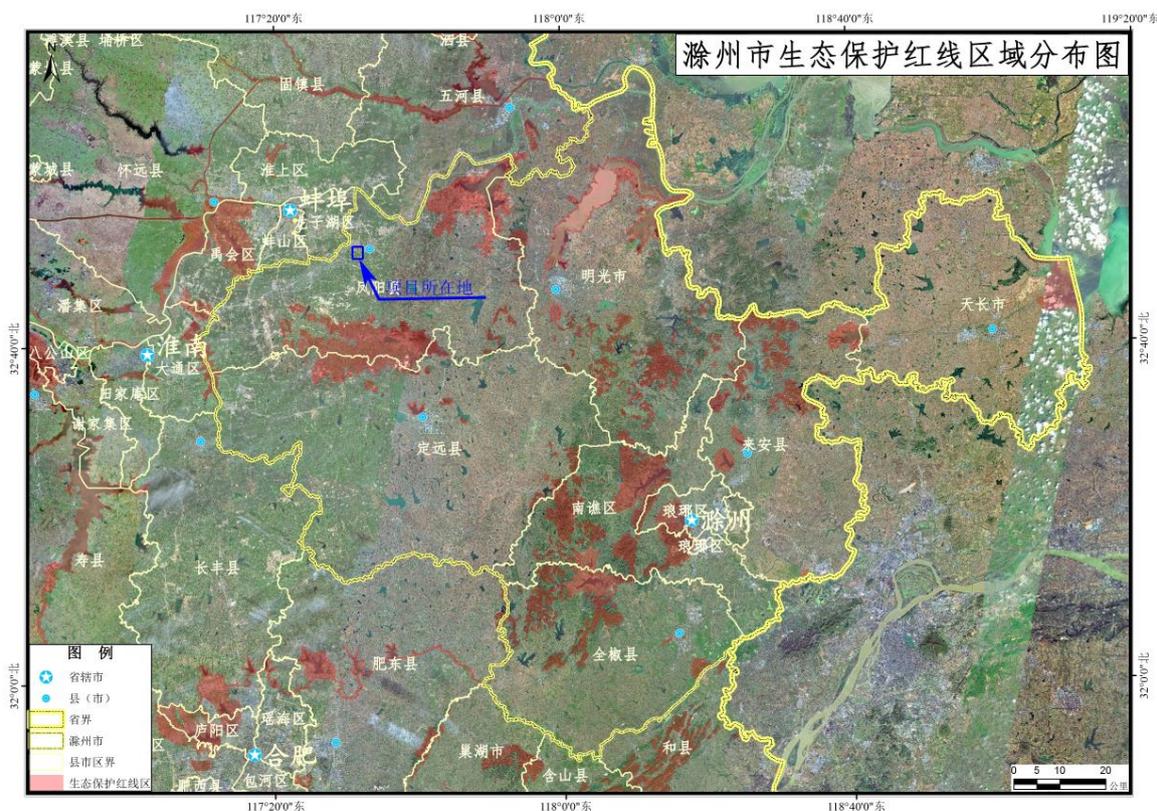


图 1-3 拟建项目与生态红线的位置关系图

#### （2）环境质量底线

根据环境质量现状评价结果，本项目所在区域为不达标区，不达标因子为  $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ ；濠河地表水质中  $\text{PH}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、粪大肠杆菌等监测因子能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准要求， $\text{COD}_{\text{Cr}}$  不能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准要求；声环境达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类标准。建设项目实施后，废气处理后达标排放，各类废水进入凤阳县污水处理厂处理达标后排入濠河，噪声经处理后达标排放，因此对周边环境产生影响较小，不会改变周边环境功能区划要求，从环境的角度来说建设的建设与周围环境是相容的。

### （3）资源利用上线

拟建项目是属于卫生行业，建设地点是凤阳县人民医院现有厂区内。企业用水来自市政供水；用电由市政电网接引。运营过程尽可能做到合理利用和节能降耗，最大限度地减少物耗、能耗。

### （4）生态环境准入清单

根据《国民经济行业分类与代码》（GB/T 4754-2017），本项目属于综合医院[Q8411]，对照《产业结构调整指导目录（2011年本）》（2013年修正），拟建项目属于“鼓励类”。因此建设项目符合国家及地方相关产业政策。

## 与拟建项目有关的原有污染情况及主要环境问题：

### 一、现有工程“三废”排放情况

#### 1、废气污染物排放达标情况

##### （1）有组织废气排放

根据《凤阳县第一人民医院（新址）建设项目竣工（阶段性）环境保护验收监测》，对锅炉废气排放口进行连续两天监测，每天取样4次，现有工程一期项目废气排放情况详见表1-7~1-9。

表 1-7 现有工程 1#锅炉废气监测结果表

检测项目		烟囱高度 m	烟囱直径 cm	流量 $\text{m}^3/\text{h}$	颗粒物 $\text{mg}/\text{m}^3$	二氧化硫 $\text{mg}/\text{m}^3$	氮氧化物 $\text{mg}/\text{m}^3$	林格曼黑度 $\text{mg}/\text{m}^3$
10月 19日	1	13	10	1223	5.4	1	2	0
	2			1230	9.6	0	2	0
	3			1236	12.8	1	2	0
	4			1220	8.1	1	2	0
	均值			1227	9.0	1	2	0
10月 20日	1	13	10	1492	4.8	1	2	0
	2			1567	5.5	1	2	0

	3			1485	10.0	0	2	0
	4			1498	7.9	0	2	0
	均值			1511	7.0	1	2	0
排放标准 GB13271-2014		8	/	/	20	50	200	1

表 1-8 现有工程 2#锅炉废气监测结果表

检测项目		烟囱高度 m	烟囱直径 cm	流量 m <sup>3</sup> /h	颗粒物 mg/m <sup>3</sup>	二氧化硫 mg/m <sup>3</sup>	氮氧化物 mg/m <sup>3</sup>	林格曼黑度 mg/m <sup>3</sup>
10月 19日	1	13	10	1102	6.8	1	2	0
	2			1105	7.8	1	1	0
	3			1130	7.4	1	2	0
	4			1128	5.7	1	2	0
	均值			1116	6.9	1	2	0
10月 20日	1	13	10	1103	4.8	1	2	0
	2			1104	5.5	1	2	0
	3			1131	10.0	1	1	0
	4			1120	7.9	1	2	0
	均值			1115	7.0	1	2	0
排放标准 GB13271-2014		8	/	/	20	50	200	1

表 1-9 食堂油烟废气监测结果一览表

检测项目		烟囱高度 m	烟囱直径 cm	流量 m <sup>3</sup> /h	油烟浓度 mg/m <sup>3</sup>
10月 19日	1	15	150×100	44956	0.28
	2			42657	0.09
	3			45046	0.07
	4			45184	0.06
	5			43417	0.10
10月 20日	6	15	150×100	40152	0.21
	7			41226	0.16
	8			40217	0.16
	9			41785	0.07
	10			42513	0.16
	均值			42715	0.14
排放标准 GB13271-2014		8	/	/	2.0

由表 1-7~1-9 可知，现有工程一期项目废气排放能够满足《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)表 2 中的二级标准要求，实现达标排放。

#### (2) 无组织废气排放

现有工程一期项目无组织排放的废气主要为颗粒物和氨，根据《凤阳县第一人民医院（新址）建设项目竣工（阶段性）环境保护验收监测》，现有工程废气无组织排放监控点达标情况见表 1-10。

表 1-10 废气无组织排放监控点达标情况

单位：体积百分数（%）、（mg/m<sup>3</sup>）

监测项目	监测频次		下风向 1#测点 (mg/m <sup>3</sup> )	下风向 2#测点 (mg/m <sup>3</sup> )	下风向 2#测点 (mg/m <sup>3</sup> )
甲烷	10月19日	第一次	0.0003	0.0002	0.0002
		第二次	0.0003	0.0002	0.0002
		第三次	0.0004	0.0003	0.0003
		第四次	0.0003	0.0003	0.0003
	10月20日	第一次	0.0002	0.0003	0.0004
		第二次	0.0003	0.0002	0.0003
		第三次	0.0003	0.0003	0.0003
		第四次	0.0004	0.0003	0.0002
医疗机构水污染物排放标准 (GB18466-2005)表3中标准			≤1%		
氨	10月19日	第一次	0.057	0.079	0.076
		第二次	0.059	0.096	0.064
		第三次	0.072	0.085	0.072
		第四次	0.062	0.065	0.112
	10月20日	第一次	0.084	0.074	0.103
		第二次	0.074	0.101	0.084
		第三次	0.059	0.106	0.099
		第四次	0.052	0.069	0.091
医疗机构水污染物排放标准 (GB18466-2005)表3中标准			≤1.0		
硫化氢	10月19日	第一次	0.002	0.003	0.002
		第二次	0.003	0.002	0.002
		第三次	0.002	0.002	0.002
		第四次	0.001	0.001	0.002
	10月20日	第一次	0.002	0.003	0.002
		第二次	0.002	0.002	0.002
		第三次	0.001	0.001	0.001
		第四次	0.001	0.002	0.002
医疗机构水污染物排放标准 (GB18466-2005)表3中标准			≤1.0		

由表 1-10 可知，现有工程 1#锅炉和 2#锅炉排放废气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和林格曼黑度均满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 2 标准要求。食堂油烟排放浓度满足《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2011）中表 2 找那个最高允许排放浓度要求。无组织排放废气中甲烷、氨和硫化氢排放浓度能够满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 3 中废气最高允许浓度限值的要求。

## 2、现有工程废水污染物排放达标情况

根据《凤阳县第一人民医院（新址）建设项目竣工（阶段性）环境保护验收监测》，对污水处理设施进口和出口进行连续两天监测，每天取样 4 次，本次结果取平均值，污水处理站进出口监测结果详见表 1-11。

**表 1-11 现有工程废水产生及排放情况**

废水类别	PH	COD (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	SS (mg/L)	总铬	氰化物	石油类 (mg/L)	动植物油	阴离子表面活性剂	色度	挥发酚
污水处理设施进口	-	185	36.0	46.55	40	0.004L	0.008	0.51	0.90	1.49	7	0.0138
污水处理设施出口	-	38	8.3	8.139	18	0.004L	0.004L	0.08	0.09	0.079	2	0.0076
GB18466-2005	6-9	-	250	100	60	1.5	0.5	20	20	10		1.0
CJ343-2010				45								

由表 1-11 可知，验收期间，现有工程废水经处理后排放废水中的 PH、悬浮物、化学需氧量、五日生化需要量、总铬、氰化物、石油类、动植物油、阴离子表面活性剂、色度和挥发酚均符合《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准，其中氨氮浓度符合《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2010）表 1 中 B 等级标准要求。

### 3、厂界噪声达标情况

根据《凤阳县第一人民医院（新址）建设项目竣工（阶段性）环境保护验收监测》，噪声监测结果见表 1-12。

**表 1-12 项目厂界噪声监测结果统计表**

监测时间	测点	测量值 Leq		标准值		达标情况		主要声源
		昼	夜	昼	夜	昼	夜	
10月19日	东厂界	56.3	47.2	≤60	≤50	达标	达标	交通
	南厂界	55.9	48.3	≤70	≤55	达标	达标	交通
	西厂界	58.5	48.8	≤60	≤50	达标	达标	交通
	北厂界	55.6	47.5			达标	达标	交通
10月20日	东厂界	55.5	47.6	≤60	≤50	达标	达标	交通
	南厂界	56.9	47.9	≤70	≤55	达标	达标	交通
	西厂界	59.5	49.2	≤60	≤50	达标	达标	交通
	北厂界	58.7	47.0			达标	达标	交通

在验收监测期间，拟建项目各个厂界噪声监测结果符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008 中 2 类和 4 类区标准要求。

### 4、固体废物

现有工程产生的固体废物主要为生活垃圾、医疗废物、污水处理站污泥等。

医疗废物、污水处理站污泥送安徽超越环保科技有限公司处置，生活垃圾经环卫部门统一清运。现有工程固体废物产生及排放情况见表 1-13。

**表 1-13 现有工程固体废物产生及排放情况汇总表**

序号	名称	产生量（吨/年）	削减量（吨/年）	排放量（吨/年）
1	生活垃圾	266.4	266.4	0
2	医疗废物	90	90	0
3	污泥	30	30	0

### 三、现有工程污染物排放量汇总

公司现有工程“三废”排放量汇总见下表 1-14。

**表 1-14 现有工程污染物排放量汇总**

污染要素		污染物	单位	现有工程
废气	有组织排放	SO <sub>2</sub>	t/a	0.011
		NO <sub>x</sub>	t/a	0.022
		烟尘	t/a	0.096
废水	COD		t/a	9.13
	NH <sub>3</sub> -N		t/a	1.07
	BOD <sub>5</sub>		t/a	1.83
	SS		t/a	1.83

### 四、现有工程环评及“三同时”执行情况

凤阳县第一人民医院在建设过程中严格执行“环境影响评价制度”和“三同时”制度。医院的环境影响评价和“三同时”竣工验收的批准文件见附件 13。环评报告批复文件及竣工验收情况见表 1-15。

**表 1-15 项目环评报告批复文件及竣工验收情况**

企业名称	名称	环境影响评价			竣工环境保护验收		
		审批单位	批准文号	日期	审批单位	批准文	日期
凤阳县第一人民医院	凤阳县第一人民医院（新址）建设项目	滁州市环境保护局	环评 [2010]205 号	2010 年 7 月 30 日	/	/	/
凤阳县第一人民医院	凤阳县第一人民医院（新址）建设项目环境影响变更报告	凤阳县环境保护局	凤环评 [2017]28 号	2017 年 6 月 15 日	凤阳县环境保护局	凤环验 [2017]9 号	2017 年 6 月 30 日

从上表中可以看出，凤阳县第一人民医院严格执行环境影响评价制度和“三同时”竣

工验收制度，执行率为 100%。

#### **五、现有工程的存在问题**

现有项目已经通过环保验收，现有项目污水处理站废气为无组织排放，不满足现行的环保要求。本项目实施后对污水处理站废气进行收集处理。

## 建设项目所在地自然环境简况

### 自然环境简况（地形、地貌、气候、气象、水文、植被、生态等）：

#### 1、地理位置及交通情况

凤阳县隶属滁州市，地处淮河中游南岸，北纬 32° 37′ -33° 03′、东经 117° 19′ -117° 57′ 之间。北濒淮河与蚌埠市淮上区、五河县相望，东、南部与明光市、定远县毗连，西部和西北部与淮南市大通区、蚌埠市龙子湖区、蚌山区、禹会区接壤。临淮关镇地处淮河中游，蚌埠市东部。

#### 2、地形、地貌、地质

凤阳县地势南高北低，南部以侵蚀削蚀山、丘陵为主，中部为微波起伏的河流阶地的岗地，北部为坦荡的冲击平原。境内地层为华北地层区淮南地层小区，地层发育主要有上太古界、下太古界、上元古界、下元古界及中生界、新生界。地貌单元属淮河二级阶段，地面开阔，地势平坦，地貌组合比较简单。

根据 1990 年颁布的“中国地震烈度区划图”所示，该地区地震基本烈度属于 7 度。

#### 3、气候气象

凤阳属北亚热带湿润季风气候，年均气温 14.9 摄氏度，最热的 7 月份平均气温 27.9 摄氏度，最冷的一月份平均气温 0.9 摄氏度；年降雨量 904.4 毫米，年蒸发量 1609.7 毫米；无霜期 212 天，初霜期为十月三日，终霜期为四月一日；大于 10 摄氏度以上积温为 4516-4700 之间，年日照时数 2248.7 小时，年辐射总量为 121.6 千卡/平方厘米。

#### 4、水文

凤阳年均降水量在 840-920 毫米之间。年内分布：3-5 月占 21%；6-8 月占 52%；9-11 月占 17%；12 月和 1、2 月占 10%。

境内有淮河、濠河、小溪河、板桥河、窑河、天河等 8 条河流，总长 325.3 公里，年均过境水量 264.78 亿立方米，其中淮河 262 亿立方米。流域总面积 1749 平方公里。

全县有鹿塘、官沟、凤阳山、燃灯寺四座中型水库和花园湖、月明湖、方丘湖、老塘湖四面湖泊，总库容 2.65 亿立方米；小型水库 134 座和塘坝总库容 6491 立方米；建有固定机电排灌站 155 处，装机 129 台套、2.75 万千瓦，基本形成了引、蓄、提、防、排相结合的水利格局。

#### 5、土地资源

凤阳地形北低南高，自北向南呈三级阶梯逐级抬升，海拔 12-340 米，总倾斜度 1/600。地貌为北部平原、中部高岗丘陵、南部浅山三种类型。据 1984 年土壤普查资料：土地

总面积 292.43 万亩。其中：耕地 157.5 万亩，宜林丘陵岗地 58.4 万亩其中林地 27.4 万亩、草地 18.3 万亩，水域 24.03 万亩，城乡居民点及工矿用地 19.9 万亩，未利用待进一步开发土地 12.8 万亩。

## 6、矿产资源

凤阳矿产资源丰富，境内已探明的有石灰石、石英石、大理石、蛭石、石棉、白云石、金、银、铜、铁、锰、钼、锌等矿种达 26 种，其中石灰石、石英石远景储量分别为 100 亿吨和 50 亿吨，储量、品位均居华东地区之首。目前，全县从事“两石”开采、加工、经营的企业 300 多家，年产各种型号石英砂 500 万吨、水泥 300 万吨。

## 7、生态环境

项目所在地地带性植被属落叶林带，由于长期的农业生产活动，自然植被已残留不多。本地区除工业建设用地外，多为农田耕地和村庄，为农田合围的乡村自然地貌景观，有较好的植被，主要是人工栽培的植物。农作物有稻、麦、油料和蔬菜等，由于耕作年代悠久，土地肥力较高。

## 环境质量状况

### 建设项目所在区域环境质量现状及主要环境问题（环境空气、地表水、声环境）

#### 1、环境空气

根据凤阳县 2018 年环境空气质量年报，2018 年凤阳县三中站环境空气监测的实际天数为 354 天，空气质量指数(AQI)的范围在 35~242 首要污染物主要为 PM<sub>2.5</sub>，根据空气质量指数的量化评价结果显示：2018 年，凤阳县三中站空气质量优良天数为 242 天，占监测总天数的 68.4%。2018 年凤阳县档案局站环境空气监测的实际天数为 350 天，空气质量指数(AQI)的范围在 32~225 之间，首要污染物主要为 NO<sub>2</sub>。根据空气质量指数的量化评价结果显示：2018 年，凤阳县档案局空气质量优良天数为 261 天，占监测总天数的 74.6%。因此，凤阳县为不达标区。

表 3-1 2018 年凤阳县环境空气站污染物平均浓度统计表 单位 ug/m<sup>3</sup>

污染物	年平均指标	现状浓度 ug/m <sup>3</sup>	标准值 ug/m <sup>3</sup>	占标率%	达标情况
PM <sub>2.5</sub>	年平均质量浓度	37.7	35	107.71	不达标
PM <sub>10</sub>		69.8	70	99.71	达标
SO <sub>2</sub>		15.1	60	25.17	达标
NO <sub>2</sub>		46.0	40	115.00	不达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	790.7	4000	19.77	达标
O <sub>3</sub>	日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数	72.8	160	45.50	达标

综上，本项目所在区域为不达标区，不达标因子为 NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>。

#### 2、地表水环境质量

本次地表水环境质量现状评价引用滁州市 2019.1 月~12 月地表水河流监测数据中的监测结果，具体如下。

表 3-2 水环境现状监测结果 单位：mg/L

监测断面	监测时间	PH	COD <sub>Cr</sub>	NH <sub>3</sub> -N	BOD <sub>5</sub>	粪大肠菌群
太平桥	2019 年 1 月 8 日	8.04	16	1.34	2.9	5400
	2019 年 2 月 13 日	8.12	16	1.34	4.1	540

	2019年3月7日	7.98	13	1.34	3.6	5400
	2019年4月9日	8.67	28	1.34	5.6	3000
	2019年5月7日	7.24	26	0.10	5.6	3500
	2019年6月5日	8.14	16	0.48	4.6	9200
	2019年7月2日	8.24	35	1.30	3.7	20L
	2019年8月6日	8.27	30	0.52	4.4	10L
IV类标准值	/	6~9	30	1.5	6.0	20000 个/L

根据上表中监测数据，濠河地表水质中 PH、NH<sub>3</sub>-N、BOD<sub>5</sub>、粪大肠杆菌等监测因子能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准要求，COD<sub>Cr</sub> 不能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准要求。

### 3、声环境质量现状监测与评价

我单位于 2019 年 6 月 20 日对本项目厂界及其周围 200m 的环境噪声现状进行了监测，监测报告见附件 9，监测结果详见下表 3-3。

表 3-3 声环境现状监测结果

序	监测点位	监测结果	
		昼间 (dB(A))	夜间 (dB(A))
1	院区东侧	51.5	40.1
2	院区北侧	50.8	40.5
3	凤阳中学	47.0	39.7
4	院区西侧	48.5	38.6
5	妇幼保健院	53.2	42.0
6	中都西苑	53.5	42.7
7	院区南侧	50.6	39.1

由监测结果可以看出，项目所在区域厂界噪声均可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类区标准要求，表明所在区域声环境质量较好。

**主要环境保护目标(列出名单及保护级别):**

拟建项目选址位于安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺路 288 号, 厂界周边敏感点主要为中都西苑、凤阳中学和妇幼保健院。拟建项目所在区域无需特殊保护的濒危动植物, 厂址区域无国家级和市级重点文物保护单位。

拟建项目各类废水收集后排至厂区污水处理站, 经厂区污水处理站处理后满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准后经市政污水管网排入凤阳县污水处理厂。具体环境保护目标见表 3-4 和附图 5。

**表 3-4 环境保护目标一览表**

环境要素	环境保护目标名称	坐标/m		方位	与厂界距离(m)	规模	环境功能及保护级别
		X	Y				
大气环境	中都西苑	-351	361	NW	110	1430 人	GB3095-2012 中二级标准
	凤阳中学	-28	414	N	80	2600 人	
	丁香花园	389	347	NE	340	2800 人	
	妇幼保健院	-302	70	W	90	1200 人	
	丹桂花园	312	7	E	300	1320 人	
	金地学府	-84	-154	S	220	1100 人	
	绿洲香岛	67	-158	S	310	800 人	
地表水环境	濠河	/		SE	7000	中型河流	GB3838-2002 IV类
声环境	中都西苑	-351	361	NW	110	1430 人	GB12348-2008 2 类
	凤阳中学	-28	414	N	80	2600 人	
	妇幼保健院	-302	70	W	90	1200 人	

## 评价适用标准

区域空气中的 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO、O<sub>3</sub> 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，具体相关标准值见表 4-1。

**表 4-1 环境空气质量评价标准 单位：μg/m<sup>3</sup>**

污染物名称	取值时间	浓度限值	标准来源
SO <sub>2</sub>	1 小时平均	500	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	24 小时平均	150	
	年平均	60	
NO <sub>2</sub>	1 小时平均	200	
	24 小时平均	80	
	年平均	40	
PM <sub>10</sub>	24 小时平均	150	
	年平均	70	
PM <sub>2.5</sub>	24 小时平均	75	
	年平均	35	
CO	1 小时平均	10000	
	24 小时平均	4000	
O <sub>3</sub>	日最大 8 小时平均	160	
	1 小时平均	200	

环  
境  
质  
量  
标  
准

### 2) 地表水环境

拟建项目区域水体包括濠河。区域地表水濠河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准，具体标准详见表 4-2。

**表 4-2 地表水质量标准 单位：mg/L, pH 无量纲**

污染物名称	IV类	依
pH	6~9	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) IV类水质标准
COD	≤30	
氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	≤1.5	
BOD <sub>5</sub>	≤6.0	

### 3) 声环境

区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类区标准具体标准详见表 4-3。

**表 4-3 声环境质量标准 单位：dB (A)**

标准级（类）别	标准限值		标准依据
	昼间	夜间	
2 类区	60	50	《声环境质量标准》 GB3096-2008

污  
染  
物  
排  
放  
标  
准

## 1) 废气

污水处理站周边废气排放执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表3中污水处理站周边大气污染物控制标准,污水处理站废气排放口废气执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表2标准,有关标准值见表2-10;检验废气主要有挥发性有机物,参照天津市《工业企业挥发性有机物排放控制标准》(DB12/524-2014)表2其他行业标准执行。废气排放标准见表4-4。

表4-4 废气排放标准

序号	污染源	污染物	有组织排放限值 (mg/m <sup>3</sup> )	无组织排放限值 (mg/m <sup>3</sup> )	执行标准
1	检验室废气	VOCs	80	2.0	参照天津市《工业企业挥发性有机物排放控制标准》(DB12/524-2014)
2	污水处理站废气	氨	4.9kg/h	1.0	有组织废气排放限值执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表2标准,无组织废气排放限值执行《医疗机构水污染物排放标准》周边大气污染物最高允许浓度
3		硫化氢	0.33 kg/h	0.03	

## 2) 废水

拟建项目运营过程中各类废水经医院污水处理站处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中预处理标准后通过市政管网排入凤阳县污水处理厂处理,其出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A排放标准排入濠河。废水排放标准见表4-5。

表4-5 废水排放标准

序号	污染物项目	单位	排放标准	污染物排放浓度
1	pH	/	《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)	6~9
2	COD	mg/L		250
3	BOD <sub>5</sub>	mg/L		100
4	SS	mg/L		60
5	动植物油	mg/L		20
6	石油类	mg/L		20
7	pH	/	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级A标准	6~9
8	COD	mg/L		50
9	SS	mg/L		10
10	氨氮	mg/L		5

	11	BOD <sub>5</sub>	mg/L		10
	12	粪大肠菌群	mg/L		1000
	13	动植物油	mg/L		1
<p>3) 噪声</p> <p>根据《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)本项目厂界噪声执行 2 类 (60/50dB (A)) 标准;《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 执行 70/55dB (A) 的限制要求。</p> <p>4) 固体废物</p> <p>一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001) 中的有关规定及其 2013 年修改单中的有关规定。危险废物按《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及环保部公告 2013 年第 36 号文件中的修改要求进行贮存。医疗废物安全管理执行《医疗废物管理条例》(国务院令 380 号), 污泥执行《医疗机构水污染物排放标准》中 (GB 18466-2005) 中综合医疗机构和其他医疗机构污泥控制标准。</p>					
总量控制指标	<p>拟建项目废气主要为 VOCs, VOCs 排放量为 0.036t/a。</p> <p>拟建项目废水产生量为 66.56m<sup>3</sup>/d, 各类废水经医院污水处理站处理后排入凤阳县污水处理厂处理。</p> <p>因此拟建项目总量控制指标为 VOCs 0.036t/a、COD 排放量为 1.215t/a、NH<sub>3</sub>-N 排放量为 0.121t/a。</p>				

## 建设项目工程分析

工艺流程如图所示：

拟建项目属于医疗卫生服务行业，无生产过程，营运期主要是为病人提供询医、治病、体检、预防等医疗服务，主要流程为：来医院就诊的病人通过导诊接待挂号，相应科室门诊医生接诊，医师接诊后首先进行常规检查检验，确定病人患病情况进行门诊或住院治疗，病人治疗后离院。

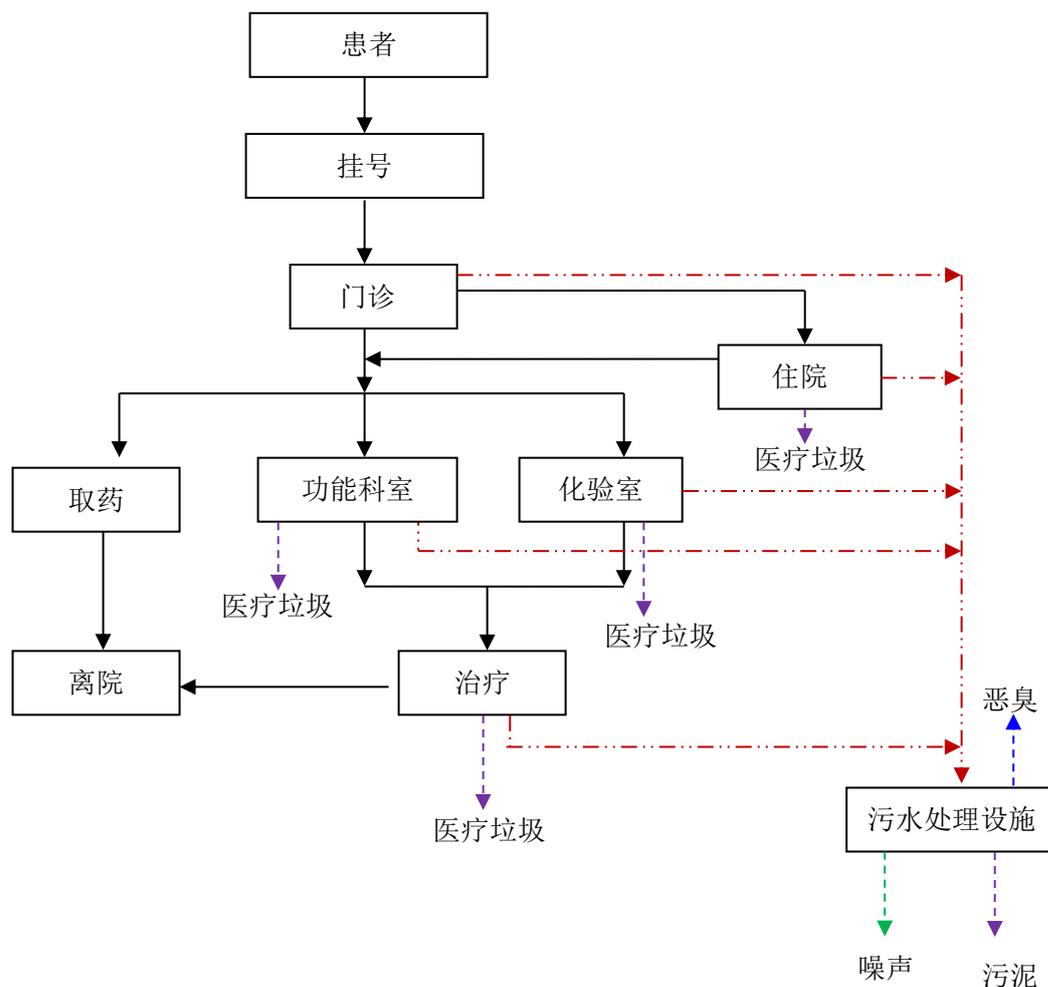


图 5-1 医院运营期流程图及产污环节

主要污染工序：

施工期：

### 1、土方施工

填土施工时，一般将软弱土层挖至天然好土，然后作砂框，用平板振荡器挡实，再

进行分层填土，然后用 10~12 吨的压路机分遍压碾，碾压时需浇水湿润填土以利于密实。

夯实是利用起重机械吊起特制的重锤来冲击基土表面，使地基受到压密。适用于加固稍湿的压缩不均的各种土和人工填土。一般夯打为 8~12 遍，重锤夯实应分段进行，第一遍按一夯挨一夯进行，在一次循环中同一夯位应连夯二下，下一循环有 1/2 锤底直径搭接，如此反复进行。

主要污染物是施工机械产生的噪声、粉尘和排放的尾气（主要是 NO<sub>2</sub>、CO 和烃类等），以及施工人员产生的生活污水。

## 2、钻孔灌注基

根据设计开发壕沟，采取静力压桩机进行施工，至设计深度后进行孔底清理，下钢筋笼，灌注混凝土成柱。浇注时应随灌、随振、随提棒，振捣均匀，不满振、不过振，防止混凝土不实和素浆上浮。

主要污染物是施工机械产生的噪声、运输车辆排放的尾气和工人的生活污水。

## 3、框架施工

直接采购符合国家质量标准的商品混凝土进行梁、柱等的建设。

## 4、砌筑施工

首先进行水泥砂浆的调配，用水泥砂浆抄平钢砼柱、梁的基面，利用经纬仪、垂球和龙门板放线，并弹出纵横墙边线。然后在弹好线的基面上按选定的组砌方式进行摆脚，立好匹数杆，再据此挂线砌筑。一般采用铺灰挤砌法和铲灰挤砌法，砖墙砌筑完毕后，进行勾缝隙。

该工段和现浇钢砼柱、梁工段施工期长，是施工期的主体工程。主要污染物是搅拌机产生的噪声、尾气，拌制砂浆时的砂浆水和工人的生活污水，碎砖和废砂浆等固废。

## 5、安装工程

### (1) 门窗制作

利用各种加工器械对木材、塑钢等按图进行加工，主要污染物是加工器械产生的噪声，施工人员产生的生活污水，各种废弃的下角料等。

### (2) 屋面制作

屋面由结构层、防水层和保护层组成。防水层一般有柔性防水、刚性防水和涂料防水三种做法，本项目采用柔性防水。平屋面做法是在现浇制板上刷一道结合水泥浆，隔

气层一道，

用水泥珍珠岩建隔热层，再抹 20~30mm 厚、内掺 5%防水剂的水泥砂浆，表面罩一层 1: 6: 8 防水水泥浆（防水剂：水：水泥）。防水剂选用高分子防水卷材。

瓦屋面做法是在现浇制板上刷一道结合水泥浆，抄平，粉挂瓦条和水泥彩瓦。主要污染物是搅拌机的噪声、尾气，拌制砂浆时的砂浆水和施工人员产生的生活污水，碎砖瓦、废砂浆和废弃的防水剂包装桶等固废。

### （3）管线安装

先对管线途经墙壁进行穿孔，对各住房的水、电、管煤等管线进行安装，然后将其固定在墙壁上。主要污染物是对墙壁进行敲打、钻孔时产生的噪声、粉尘，以及碎砖块等固废。

### （4）抹灰、贴面

抹灰先外墙后内墙。外墙由上而下，先阳角线、台口线，后抹窗台和墙面。用 1:2 水泥砂浆抹内外墙，根据要求，对外墙分别采用浅色环保型高级涂料和浅灰色仿石涂料喷刷。

主要污染物是搅拌机的噪声、尾气，拌制砂浆时的砂浆水和施工人员产生的生活污水，废砂浆和废弃的涂料及包装桶等固废。

## 6、油漆施工

本项目仅对外露的铁件进行油漆施工，先刷防锈底漆，再刷两遍调和漆。因需进行油漆作业的工件很少，油漆使用量较少，施工期短，挥发的有机废气量小，且呈无组织面源排放模式，对周围环境的影响是暂时和局部的，可不作统计。

## 7、附属工程

包括道路、围墙、窨井、下水道等施工，主要污染物是施工机械的噪声、尾气，拌制砂浆时的砂浆水和工人的生活污水，废砂浆和废弃的下脚料等固废。

从上述污染工序说明可知，施工期环境污染问题主要是：建筑扬尘、施工弃土、施工噪声、施工民工生活污水和施工废水、施工生活垃圾。这些污染几乎发生于整个施工过程，但不同污染因子在不同施工阶段污染强度不同。

### 施工期污染源简析：

#### 1、施工期废气污染源强分析

施工期，频繁使用机动车运送原材料、设备和建筑机械设备以及临时采用柴油发电

机供电，这些车辆及设备的运行会排放一定量的 CO、NO<sub>2</sub> 以及未完全燃烧的碳氢化合物 HC 等，同时产生扬尘污染大气环境。

扬尘污染造成大气中 TSP 值增高，根据类比资料，施工扬尘的起尘量与许多因素有关。影响起尘量的因素包括：基础开挖起尘量、施工渣土堆场起尘量、进出车辆夹带泥砂量、水泥搬运量、弃土外运装载起尘量以及起尘高度、采取的防护措施、空气湿度、风速等因素有关。

## 2、施工期水污染源强分析

施工期废水主要是来自暴雨地表径流、地下水、施工废水及施工人员的生活污水。施工废水包括开挖产生的泥浆水、机械设备运转的冷却水和洗涤水；生活污水包括施工人员的盥洗水、食堂废水和厕所冲刷水；地下水主要指开挖断面含水地层的排水；暴雨地表径流冲刷浮土、建筑砂石、垃圾、弃土、不但会夹带大量泥沙，而且会携带油类、水泥和化学品等种类污染物。

暴雨地表径流、地下水和施工废水都可以收集进入沉淀池，经沉淀后回用于施工。本评价仅对施工期生活污水进行统计。拟建项目共有施工人员约 200 人，住宿施工人员生活用水以 120L/人·天计，生活用水总量为 20.4m<sup>3</sup>/d。生活污水按用水量的 80%计，则生活污水的排放量为 19.2m<sup>3</sup>/d，施工期为 6 个月，施工天数按照 180 天计，则施工期共排放生活污水 3456m<sup>3</sup>，生活污水排入卓泰化工污水处理设施，生活污水及污染物的产生量详见表 5-2。

**表 5-2 施工期生活污水及污染物产生情况**

项目	污水量	COD	SS	氨氮
产生浓度 (mg/L)	/	300	200	30
施工期产生量 (t)	3456	1.04	0.69	0.10
排放浓度 (mg/L)	/	200	150	30
排放量 (t)	3456	0.69	0.52	0.10

拟建项目施工期主要道路将采用砼硬化路面，场地四周将敷设排水沟（管），并修建临时沉淀池，含 SS、微量机油的雨水以及进出施工场地的车辆清洗废水排入沉淀池进行沉淀澄清处理回用。此外，在施工期的打桩阶段会产生一定量的泥浆水，根据类比监测调查 SS 为 1000-3000mg/L，肆意排放会造成周边河道的堵塞，必须排入沉淀池进行沉淀澄清处理后回用。

### (3) 施工期噪声污染源强分析

施工期噪声主要来自施工机械噪声、施工作业噪声和运输车辆噪声。施工机械噪声由施工机械所造成，如挖土机械、打桩机械、升降机等，多为点声源；施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸建材的撞击声、施工人员的吆喝声、拆装模板的撞击声等，多为瞬间噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。在这些施工噪声中对声环境影响最大的是施工机械噪声。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ 2034-2013)，建设期主要施工机械设备的噪声源强见表 5-3，当多台机械设备同时作业时，产生噪声叠加，根据类比调查，叠加后的噪声增加 3-8dB(A)，一般不会超过 10dB(A)。

**表 5-3 施工期施工设备噪声源不同距离声压级单位 dB(A)**

设备名称	距离声源 5m	距离声源 10m	设备名称	距离声源 5m	距离声源 10m
液压挖掘机	85	72	振动夯锤	96	90
电动挖掘机	82	78	打桩机	105	100
轮式装载机	93	88	静力压桩机	73	70
推土机	85	83	风镐	90	85
移动式发电	98	94	混凝土输送泵	92	86
各类压路机	85	80	商砼搅拌车	97	83
重型运输车	86	82	混凝土振捣器	95	80
木工电锯	95	93	云石机、角磨	93	86
电锤	103	97	空压机	90	85

物料运输车辆类型及其声级值见表 5-4。

**表 5-4 交通运输车辆噪声**

施工阶段	运输内容	车辆类型	声源强度[dB(A)]
主体工程	钢筋、商品混凝土	混凝土罐车、载重车、泵车	80-85
装饰工程	各种装修材料及必备设备	轻型载重卡车	75-80

对此，在建筑施工期间向周围排放噪声必须按照《中华人民共和国环境噪声污染防治法》规定，严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)进行控制。施工期高噪声设备应合理安排施工时间，夜间禁止使用高噪声机械设备。另外，对施工场地平面布局时应将施工机械产噪设备尽量置于场地中央，进行合理布设，减少施工噪声对周围人们工作、生活的影响，对因生产工艺要求和其它特殊需要，确需在夜间进行超过噪声标准施工的，施工前建设单位应向有关部门申请，经批准后方可进行夜间施工。

#### (4) 施工期的固废污染源强分析

施工期间产生的固体废物包括土石方开挖产生的弃土弃石、建筑垃圾和施工人员生活垃圾。

### ①弃土弃石

施工期基础工程挖土方量与回填土方量工程弃土在场内周转，除就地平衡、用于绿地和道路等建设外，有一定的外运弃土，本工程挖土方量约  $3000\text{m}^3$ ，填土方量约  $2000\text{m}^3$ ，弃土量约  $1000\text{m}^3$ 。拟建项目不设永久弃渣场，但考虑各工程施工进度，挖方在转运过程中需要临时堆放，在施工现场选择平缓地带设临时弃渣场，占地面积约  $100\text{m}^2$ 。弃土弃石须经市容局渣土办许可，运至指定地点处置。

### ②建筑垃圾

建筑垃圾主要来自施工作业，包括砂石、石块、碎砖瓦、废木料、废金属、废钢筋等杂物。按照每  $100\text{m}^2$  建筑面积建筑垃圾产生量为  $0.5\text{t}$  计，则将产生建筑垃圾约  $1.5\text{t}$ ，建筑垃圾须经市容局渣土办许可，运至指定地点处置。

### ③生活垃圾

施工人员生活垃圾产生量按  $0.4\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$  计，施工人员 200 人，则每天产生生活垃圾  $80\text{kg}$ ；施工天数按 180d 计，则本项目施工期生活垃圾产生量为  $14.4\text{t}$ 。项目生活垃圾均由环卫部门统一收集处理。

### ④水土流失

项目施工过程中场内弃土因结构松散，易被雨水冲刷造成水土流失。通过采取动土前在项目周边建临时围墙、及时清运弃土、及时夯实回填土，拟建项目弃土量约  $1\text{万}\text{m}^3$ ，造成一定数量的水土流失。建议施工道路采用硬化路面，在施工场地建排水沟，防止雨水冲刷场地，并在排水沟出口设沉淀池，使雨水经沉淀池沉清后回用，尽量减少施工期水土流失。

## 营运期：

### 1、废气

#### (1) 检验科废气

拟建项目设置有检验科，检验科理化实验室和血液实验、检验过程中，各种化学试剂的挥发及各种试剂相互反应过程会产生少量的有毒有害气体。检验室废气主要为各类有机溶剂如乙醇、甲醇、甲醛、苯酚等使用过程中产生的有机废气，由于成分较为复杂，以 VOCs 进行评价。有机溶剂一般是作为消毒剂或萃取液使用，使用完毕后大部分作为危废交由有资质的单位处理，仅少部分以有机废气的形式挥发。实验室废气经通风橱收

集后采用活性炭吸附处理引至住院楼楼顶高空排放。各有机试剂年使用约为 2000L，挥发量以 2%计，平均密度以  $0.9\text{g/cm}^3$  计算，挥发量约  $36\text{kg/a}$ ，通风橱对有机废气的集气效率以 90%计，排气筒出口处设置活性炭净化系统，对有机废气的净化效率约 90%，经计算，有机试剂通过排气筒排放至环境空气中量约为  $3.24\text{kg/a}$ ，排气筒的排风量为  $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，实验室废气间歇排放，每天以 8h 计算，排放速率为  $0.0011\text{kg/h}$ ，排气筒排放的 VOCs 的浓度为  $1.1\text{mg/m}^3$ 。

## (2) 污水处理站及垃圾贮存点产生的恶臭

一般而言，污水处理站自身会带来不良气味及污泥等环境污染因素。臭味是大气、水、固体废物中的异味通过空气，作用于人的嗅觉思维被感知的一种感觉污染。污水处理站的恶臭来源于污水、污泥中有机物的分解、发酵过程中散发的化学物质，主要种类有：①含硫化合物，如硫化氢、甲基硫、硫醇、硫醚等；②含氮化合物，如氨、酰胺类等；③烃类化合物，如烷烃、烯烃等；④含氧有机物，如醇、醛、有机酸等；⑤微生物气溶胶，由于生化处理过程中曝气导致污水中形成泡沫并发生破裂，在医院污水的泡沫表面含菌量较大，当泡沫破裂时便可形成微生物气溶胶。在敞开式污水处理站的厌氧池、氧化池、污泥浓缩池、脱水车间等室外空气中均可采集到清洁正常区域不易采集到的金黄色葡萄球菌、绿色链球菌、大肠杆菌、变形杆菌等，有些地方甚至可采检到肺炎双球菌。因此本项目污水处理站产生的废气必须收集起来集中处理。

本项目污水处理站位于地块西侧，现有工程污水处理站废气以无组织形式排放，本项目实施后，建设单位拟将臭气统一收集后经等离子除臭除味处理后，引至 15m 高排气筒高空排放，污水站周围应种植高大乔木作为绿化隔离带，经周边绿化植物的净化、吸附，污水处理站不良气味及噪声对地面环境影响程度低、影响范围小。

根据美国 EPA 对城市污水处理厂恶臭污染物产生情况的研究，每处理 1g 的  $\text{BOD}_5$ ，可产生 0.0031g 的  $\text{NH}_3$  和 0.00012g 的  $\text{H}_2\text{S}$ 。本项目运营后废水处理规模为  $586.64\text{m}^3/\text{d}$ 。根据前文计算，项目污水处理站年去除  $\text{BOD}_5$  共约为  $17.073\text{t/a}$ 。本项目污水站将调节池、污泥池等处理池顶盖上引出通风管并汇合再将废气经等离子处理后引至 15m 排气筒高空排放，收集效率可达 90%，其等离子处理效率按 80% 计算，据此可计算出  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{S}$  的源项如表 5-5。

**表 5-5 运营期污水处理站恶臭气体有组织产生量及排放量**

污染物	日产生量 (g/d)	年产生量 (kg/a)	风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	排放浓度 ( $\text{mg/m}^3$ )	日排放量 (g/d)	年排放量 (kg/a)
-----	---------------	----------------	------------------------------	-----------------------------	---------------	----------------

NH <sub>3</sub>	145.01	52.93	3000	0.363	26.102	9.527
H <sub>2</sub> S	5.61	2.05		0.014	1.010	0.369
注：本项目污水处理站每天拟运行 24h。						

表 5-6 拟建项目无组织废气情况一览表

污染源位置	污染物名称	污染物产生量 t/a	治理措施	排放历时 (h/a)
污水处理站	硫化氢	0.005	废气处理系统	8760
	氨	0.0002		

此外，项目设置生活垃圾贮存点、医疗垃圾贮存点各 1 个，均拟布置于医院西南侧。建设单位拟对生活垃圾采用密封车辆清运，将医疗垃圾交给有处理资质的单位妥善处理。生活垃圾、医疗垃圾日常收集和转运时有臭气产生，贮存点内采用密闭胶桶收集垃圾并实行每天清运和清洁，因此臭气挥发量较少，在此不进行定量分析。

### (3) 加速机房废气

本项目医用直线加速器运行过程中会使机房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，加速器束流越大，其产生量越高。其中臭氧毒性最大，产生量也最高，此外氮氧化物还会与室内水汽作用形成酸雾腐蚀机房内设备。故治疗室内需设置通风系统将工作中产生的废气及时排出室外。

本项目加速器机房内设有送排风系统，排风机排风量为 2200m<sup>3</sup>/h，送风机送风量为 2400m<sup>3</sup>/h，本项目加速器机房内净容积约为 334.1m<sup>3</sup>，因此，本项目通风换气次数能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

少量臭氧通过排风机直接排入环境，经过大气的稀释和扩散作用其浓度将进一步降低，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准：O<sub>3</sub> 标准为 0.2mg/m<sup>3</sup>。医院采取机械排风的措施后，加速器机房内产生的少量臭氧和氮氧化物能够得到充分的稀释扩散，常温下可以自行分解为氧气，对环境影响较小。

## 2、废水

### (1) 放射性废水

本项目产生的放射性废水包括：

- ① 储源室、注射室内产生的含 <sup>18</sup>F、<sup>99m</sup>Tc 放射性核素的清洗废水；
- ② 药或注射后病人卫生间含 <sup>18</sup>F、<sup>99m</sup>Tc、<sup>131</sup>I 放射性核素的呕吐物和排泄物；
- ③ 射性免疫分析室产生的 <sup>125</sup>I 放射性核素的废水。

本项目产生的放射性液体废物，通过专用下水道排入拟建 3 号病房楼西北角新建容积为 39m<sup>3</sup> 的三级推流式衰变池。污水进入化粪池沉淀，然后流入下一个化粪池，满后

流入衰变池，每级衰变池容积  $13\text{m}^3$ ，衰变池图纸见附图 6。衰变池按照《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）中的相关规定，池底和池壁具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防渗漏措施。放射性废水进入废水池中自然衰变十个半衰期，经检测满足排放标准后进入医院污水处理站。

PET-CT 应用项目日最大接诊量为 10 人次，SPECT 应用项目日最大接诊量为 10 人次，甲亢日最大接诊量为 5 人次，医生及护士 8~10 人，年工作 250 天，每天每人产生的废水按 5L 计算，则放射性废水排放量为  $0.18\text{m}^3/\text{天}$ ， $5.4\text{m}^3/\text{月}$ 。 $^{131}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  三种核素中，放射性废水中半衰期较长的核素为  $^{131}\text{I}$ ，其半衰期为 8.04d，十个半衰期约为 80.4 天（保守计算按照 81 天计算）。医院放射性废水日排放量预计约  $0.18\text{m}^3$ ，81 天排放的放射性废水量约为  $14.58\text{m}^3$ ，而本项目衰变池有效容积  $39\text{m}^3$ ，能够满足放射性废水的暂存衰变要求。

### （2）特殊性质医疗废水

本项目特殊性质医疗废水主要是检验科废水，检验科使用的酸性化学试剂包括盐酸等化学试剂，因此拟建项目酸性废水主要来自检验室进行各种检验时使用化学试剂产生的废液以及仪器的清洗废水。检验科用水量为  $0.2\text{m}^3/\text{d}$ ，则废水产生量为  $0.18\text{m}^3/\text{d}$ 。检验科废水单独收集后经中和处理后排入医院污水处理站处理。

### （3）其他废水

拟建项目用水主要为病房废水、办公、医护人员废水以及其他不可预见废水。

拟建项目用排水量分析见表 5-6。

**表 5-6 拟建项目用水一览表**

序号	项目	数量	用水量标准	日用水量( $\text{m}^3$ )	排水量( $\text{m}^3$ )
1	病房用水	271张病床	250L/床·d	67.75	54.2
2	办公、医护人员用水	100人	150L/人·d	15	12
3	其他不可预见用水	/	/	10	8
4	总计			92.75	74.2

注：住院部病人人数按医院所能接纳最多人数核定，用水标准参考《医院污水处理工程技术规范》（GB2029-2013）。

本项目建成后废水排放总量  $66.56\text{m}^3/\text{d}$ ，各类废水经医院污水处理设施处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后经市政污水管网排入凤阳县污水处理厂处理，经处理后排入濠河。本项目依托现有的污水处理站采用“调节池+生物接触氧化池+消毒池”的处理工艺，出水能够满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准要求。拟建项目水平衡见图 5-1。

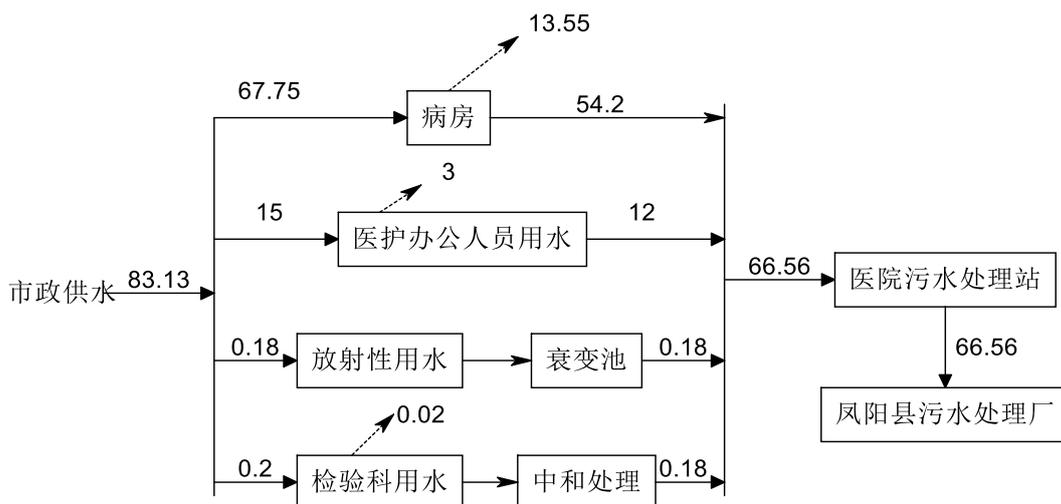


图 5-1 拟建项目水平衡图 (单位: m<sup>3</sup>/d)

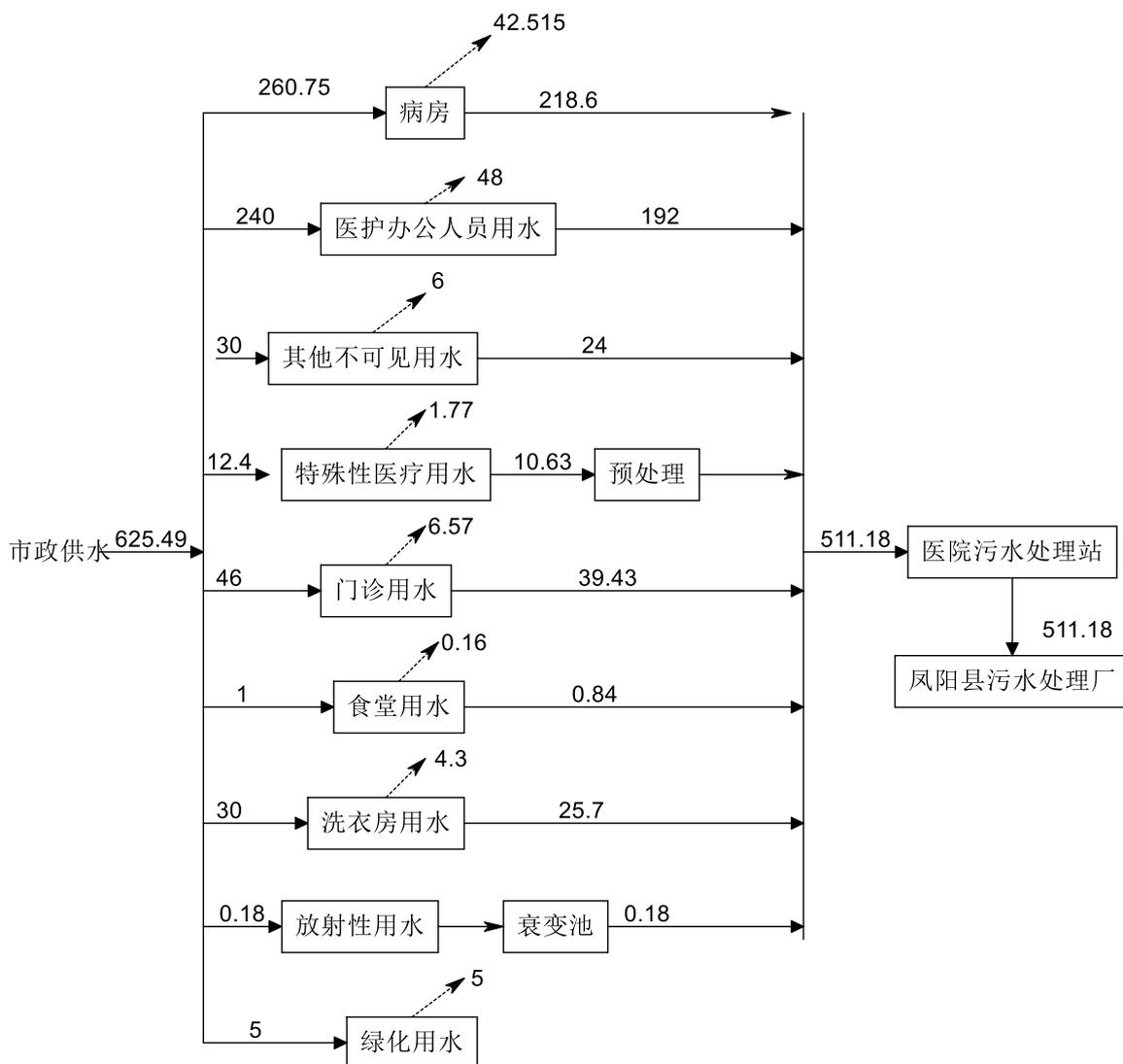


图 5-2 拟建项目建成后全厂水平衡图 (单位: m<sup>3</sup>/d)

拟建项目废水污染物产生情况见表 5-7。

表 5-7 拟建项目废水污染物产生、排放情况一览表

废水种类		废水量 (m <sup>3</sup> /d)	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	粪大肠 菌群	动植物 油
处理前	浓度 (mg/L)	66.56	280	150	120	30	200000	50
	产生量 t/a		6.802	3.644	2.915	0.729	/	1.215
医院预处理 (生化 处理+消 毒后)	浓度 (mg/L)	66.56	175	70	18	16	2100	10
	排放量 t/a	/	4.252	1.701	0.437	0.389	/	0.243
去除率%		--	58	65	60	64	99	80
《医疗机构水污染物 排放标准》 (GB18466-2005) 表 2 中预处理标准		66.56	250	100	60	45	5000	20
凤阳县污 水处理厂 处理后	浓度 (mg/L)	66.56	50	10	10	5	1000	1
	排放量 t/a		1.215	0.243	0.243	0.121	/	0.024
去除率%		--	71	85.7	79.2	68.7	99	90
《城镇污水处理厂污 染物排放标准 (GB18918-2002)》 中一级 A 标准		66.56	50	10	10	5	1000	1

### 3、噪声

拟建项目营运期主要噪声源为多联室外机、排风机、电梯电机，本项目主要噪声源及控制、治理措施具体见下表。

表 5-8 拟建项目主要噪声设备源强一览表

序号	噪声源	数量 (台/ 套)	位置	单台源强	降噪措施
1	多联室外机	15	位于屋面 北侧	80~85dB(A)	选择低噪声设备；设置减振底座；安装隔声罩
2	排风机	20	地下室	80~85dB(A)	选择低噪声设备；设置减振底座
3	电梯电机	5	顶层	80dB(A)	选择低噪声设备；位于建筑顶层；设置减振底座

### 4、固体废物

#### (1) 放射性固体废物

本项目放射性固体废物主要包括两类：一类为退役的放射源，一类为使用非密封性放射性核素过程中产生的固体废物，主要为带有微量放射性物质的注射器、服药杯、棉

签、纱布、吸水纸、一次性手套等物品。

该项目运行时产生的退役密封放射源送交生产厂家处理，使用非密封核素过程中产生的固体废弃物按类别和日期分别暂存于专用铅制放射性污物桶内，待放射性物质自行衰变，存放 10 个半衰期以上，放射性水平降至豁免值以下，连同塑料包装（用标签表明收集时间和数量）按普通医疗废物处理，相关工作由接收培训的工作人员实施。

环评建议该单位还应在签订购买合同时，同时签订废源回收合同。

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009），医院对放射性废物的管理应做到：

①医院应在各场所的放射性废物桶应采用铅屏蔽，并应在废物桶外明显位置设置电离辐射警示标志。废物箱的放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。

②废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时送废物暂存库专用容器中贮存。

③对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及菱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。

## （2）其他废物

### ①废物种类

本项目产生的其他废物物包括生活垃圾和医疗废弃物。医疗废弃物来源广泛、成分复杂，如化学试剂、过期药品、一次性医疗器具、手术产生的病理废弃物等；废弃物成分包括金属、玻璃、塑料、纸类、纱布等，往往还带有大量病毒、细菌，具有较高的感染性。本项目产生的医疗废物已列入《国家危险废物名录》（编号 HW01），必须安全处置。

### （1）医疗废物

根据《国家危险废物名录》中的规定，医疗废物被列为危险废物，本项目主要包括以下种：

①感染性废物：主要为棉球、棉签、引流棉条、纱布及其他各种敷料；一次性使用卫生用品、一次性使用医疗用品及一次性医疗器械；其他被病人血液、体液、排泄物污染的物品；废弃的血液、血清等。

②病理性废物：主要为诊疗过程中产生的废弃的人体组织；病理切片后废弃的人体组织、病理腊块等。

③损伤性废物：主要为医用针头、缝合针；各类医用锐器；载玻片、玻璃试管、玻璃安瓿等。

④药物性废物：主要为废弃的一般性药品；废弃的细胞毒性药物和遗传毒性药物。

⑤化学性废物：主要为化验室废弃的化学试剂，各科室产生的废弃的化学消毒剂以及废弃的汞血压计、汞温度计等。

住院病人按每病床每日产生医疗垃圾 0.25 kg 计，本项目新增病床数 271 床，新增医疗废物产生总量 24.73t/a。

本项目医疗垃圾在专门设置的医疗垃圾暂存间储存，位于地下负一层，占地约 50 m<sup>2</sup>，树立明确的标志牌，医疗固废收集、运送、贮存、中间处理和最终处置均按照相关规范执行，医疗固废收集后委托有资质的单位进行安全处理。

### (2) 生活垃圾

本项目生活垃圾主要为非病区生活垃圾，新增医院员工 100 人、住院人员（按照院内所设床位入住率 50%进行计算）每人每日产生生活垃圾按 1.0 kg 计，产生生活垃圾 235.5 kg/d，85.96t/a，集中收集后由环卫部门统一清运。

### (3) 检验室废气处理产生的废活性炭

拟建项目检验室废气采用活性炭吸附处理后外排，吸附饱和的活性炭属于 HW49 危险废物，拟建项目检验室废气被活性炭吸附量为 32.76kg/a，则废活性炭产生量约为 0.1t/a，建议活性炭每半年更换一次，更换下来的废活性炭采用防渗漏的容器密闭包装暂存于危废间内，定期交由有资质单位处理。

拟建项目固废产生情况见表 5-9。

**表 5-9 固体废物产生情况一览表**

名称	固废类型	产生量
生活垃圾	/	85.96t/a
医疗垃圾	危险废物（HW01）	24.73 t/a
废活性炭	危险废物（HW49）	0.1 t/a

**表 5-10 危险废物汇总表**

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	危险特性	污染防治措施
1	医疗垃圾	HW01	831-001-01	24.73	住院部、门诊部	固态	In	经分类、分区、包装收集后暂存于危废暂存处，定期交由资质单位处置，危废暂存处位于厂区西侧，占地面积约
			831-002-01				In	
			831-003-01				In	
			831-004-01				T	

			831-005-01			T	5m <sup>2</sup> 。
2	废活性炭	HW49	/	0.1	固体	T	
合计				24.83			

### 五、拟建项目污染物排放汇总

拟建项目污染物排放情况见表 5-11，拟建项目建成后全厂污染源排放情况见表 5-12。

**表 5-11 拟建项目污染物排放情况一览表**

污染物	污染物名称	单位	产生量	消减量	排放量
废水	COD	t/a	6.802	5.588	1.215
	BOD <sub>5</sub>	t/a	3.644	3.401	0.243
	SS	t/a	2.915	2.672	0.243
	NH <sub>3</sub> -N	t/a	0.729	0.607	0.121
	动植物油	t/a	1.215	1.190	0.024
固体废物	生活垃圾	t/a	85.96	85.96	0
	医疗垃圾	t/a	24.73	24.73	0
	废活性炭	t/a	0.1	0.1	0

**表 5-12 拟建项目建成后全厂污染物排放三本账**

污染物	污染物名称	单位	现有工程	以新带老削减量	全厂排放总量
废水	COD	t/a	9.13	-1.215	10.345
	BOD <sub>5</sub>	t/a	1.83	-0.243	2.073
	SS	t/a	1.83	-0.243	2.073
	NH <sub>3</sub> -N	t/a	1.07	-0.121	1.191
	动植物油	t/a	0.21	-0.024	0.234

## 项目主要污染物产生及预计排放情况

内容 类型	排放源	污染物名称	产生浓度及产生量		排放浓度及排放量	
大气污 染物	污水处理 站	NH <sub>3</sub>	/	0.053 t/a	0.363mg/m <sup>3</sup>	0.010 t/a
		H <sub>2</sub> S	/	0.002t/a	0.014mg/m <sup>3</sup>	0.0004t/a
	检验废气	VOCs	/	0.036 t/a	1.1 mg/m <sup>3</sup>	0.03 t/a
废水	各类废水	COD	280 mg/L	6.802t/a	50mg/L	1.215t/a
		BOD <sub>5</sub>	150 mg/L	3.644 t/a	10 mg/L	0.243 t/a
		SS	120 mg/L	2.915t/a	10mg/L	0.243t/a
		NH <sub>3</sub> -N	30 mg/L	0.729 t/a	5 mg/L	0.121 t/a
		粪大肠菌群	200000	/	1000	/
		动植物油	50 mg/L	1.215 t/a	1 mg/L	0.024 t/a
固体废 物	一般固体 废物	生活垃圾	85.96 t/a		0t/a	
	危险废物	医疗垃圾	24.73 t/a		0t/a	
		废活性炭	0.1 t/a		0t/a	
噪声	拟建项目产生噪声的设备有多联室外机、排风机、电梯电机等，噪声源噪声值在 80~85dB (A) 之间。通过合理布局、隔声、减振等措施可实现拟建项目噪声达标排放。					

## 主要生态影响：

拟建项目位于凤阳县人民医院现有厂区范围内，不存在征地及拆迁问题；项目建设对区域生态环境不产生明显影响。在施工期由于地面开挖，机械压实土壤，破坏地面植被及土壤结构，扰动地表、坡面，造成一定的水土流失。项目建成后营运期通过对厂区绿化，可在一定程度上减轻和弥补了项目的建设对生态环境影响，厂区内绿化率达到5.5%。

## 环境影响分析

### 营运期环境影响分析

#### 1、大气影响分析

##### (1) 污染源清单

拟建项目有组织废气污染源清单见表 6-1。

表 6-1 拟建项目有组织废气排放情况一览表

污染源	废气 (万 Nm <sup>3</sup> /a)	污染物	排放情况			排放标准	排放源参数		
			浓度 mg/m <sup>3</sup>	速率 kg/h	排放量 t/a		高度 m	直径 m	温度 °C
污水处理站恶臭	3000	NH <sub>3</sub>	0.363	0.001	0.009	4.9 kg/h	15	0.3	20
		H <sub>2</sub> S	0.014	0.00004	0.0003	0.33 kg/h			
检验科废气	1000	VOCs	1.1	0.0011	0.003	80 mg/m <sup>3</sup>			

表 6-2 拟建项目无组织废气情况一览表

污染源位置	污染物名称	污染物产生量 t/a	治理措施	排放历时 (h/a)
污水处理站	硫化氢	0.005	废气处理系统	8760
	氨	0.0002		

##### (2) 评价等级判定

根据导则要求, 采用 HJ2.2-2018 附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式预测, 估算模型参数见表 6-3, 主要主要污染源估算模型计算结果见表 6-4, 评价等级判定表见表 6-5。

表 6-3 估算模型参数

选项	参数	
城市/农村选项	城市/农村	城市
	人口数 (城市选项时)	/
最高环境温度/°C	43	
最低环境温度/°C	-21.3	
土地利用类型	农村	
区域湿度条件	湿润区	
是否考虑地形	考虑地形	否
	地形数据分辨率/m	90m
是否考虑海岸线熏烟	考虑海岸线熏烟	否
	岸线距离/km	/
	岸线方向/°	/

表 6-4 主要污染源估算模型计算结果

污染源	污染因子	最大落地浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	最大落地浓度位置 (m)	评价标准 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)	D10%(m)	推荐评价等级
污水处理站废气 (有组织)	NH <sub>3</sub>	0.080	160	200	0.04	/	三级
	H <sub>2</sub> S	0.003	160	10	0.03	/	三级
污水处理站废气 (无组织)	NH <sub>3</sub>	0.082	193	200	0.04	/	三级
	H <sub>2</sub> S	0.003	193	10	0.03	/	三级
检验科废气	VOCs	0.016	653	1600	0.00	/	三级

表 6-5 评价等级判别表

序号	评价工作等级	评价工作分级判据
1	一级	$P_{max} \geq 10\%$
2	二级	$1\% \leq P_{max} < 10\%$
3	三级	$P_{max} < 1\%$

根据表 6-3 和 6-4，本次大气环境影响评价等级应为三级。

### (3) 预测与评价

拟建项目大气环境影响评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，以估算模式的计算结果作为预测与分析的依据。拟建项目各污染源污染物下风向浓度预测值及占标率见表 6-6。

表 6-6 拟建项目各污染物下风向浓度预测

下风向 距离 (m)	NH <sub>3</sub> (有组织)		H <sub>2</sub> S (有组织)		NH <sub>3</sub> (无组织)		H <sub>2</sub> S (无组织)		VOCs	
	浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)								
1	0	0	0	0	3.12E-06	0	1.04E-07	0	0	0.00
10	3.28E-22	0	1.31E-23	0	9.41E-06	0	3.14E-07	0	3.14E-20	0.00
100	7.39E-05	0.04	2.96E-06	0.03	8.00E-05	0.04	2.67E-06	0.03	1.17E-05	0.00
200	7.47E-05	0.04	2.99E-06	0.03	8.19E-05	0.04	2.73E-06	0.03	1.45E-05	0.00
300	7.07E-05	0.04	2.83E-06	0.03	7.95E-05	0.04	2.65E-06	0.03	1.54E-05	0.00
400	6.12E-05	0.03	2.45E-06	0.02	7.46E-05	0.04	2.49E-06	0.02	1.35E-05	0.00
500	5.77E-05	0.03	2.31E-06	0.02	7.59E-05	0.04	2.53E-06	0.03	1.42E-05	0.00
600	5.14E-05	0.03	2.06E-06	0.02	7.08E-05	0.04	2.36E-06	0.02	1.55E-05	0.00
700	5.25E-05	0.03	2.10E-06	0.02	6.38E-05	0.03	2.13E-06	0.02	1.56E-05	0.00
800	5.06E-05	0.03	2.02E-06	0.02	5.70E-05	0.03	1.90E-06	0.02	1.50E-05	0.00
900	4.77E-05	0.02	1.91E-06	0.02	5.09E-05	0.03	1.70E-06	0.02	1.41E-05	0.00

1000	4.46E-05	0.02	1.79E-06	0.02	4.55E-05	0.02	1.52E-06	0.02	1.39E-05	0.00
1100	4.15E-05	0.02	1.66E-06	0.02	4.09E-05	0.02	1.36E-06	0.01	1.38E-05	0.00
1200	3.85E-05	0.02	1.54E-06	0.02	3.70E-05	0.02	1.23E-06	0.01	1.36E-05	0.00
1300	3.57E-05	0.02	1.43E-06	0.01	3.36E-05	0.02	1.12E-06	0.01	1.33E-05	0.00
1400	3.32E-05	0.02	1.33E-06	0.01	3.07E-05	0.02	1.02E-06	0.01	1.29E-05	0.00
1500	3.10E-05	0.02	1.24E-06	0.01	2.82E-05	0.01	9.38E-07	0.01	1.24E-05	0.00
1600	2.89E-05	0.01	1.16E-06	0.01	2.59E-05	0.01	8.64E-07	0.01	1.20E-05	0.00
1700	2.70E-05	0.01	1.08E-06	0.01	2.39E-05	0.01	7.98E-07	0.01	1.15E-05	0.00
1800	2.53E-05	0.01	1.01E-06	0.01	2.22E-05	0.01	7.40E-07	0.01	1.10E-05	0.00
1900	2.38E-05	0.01	9.51E-07	0.01	2.07E-05	0.01	6.88E-07	0.01	1.06E-05	0.00
2000	2.24E-05	0.01	8.95E-07	0.01	1.93E-05	0.01	6.42E-07	0.01	1.01E-05	0.00
2100	2.11E-05	0.01	8.46E-07	0.01	1.81E-05	0.01	6.03E-07	0.01	9.71E-06	0.00
2200	2.00E-05	0.01	8.01E-07	0.01	1.70E-05	0.01	5.67E-07	0.01	9.31E-06	0.00
2300	1.90E-05	0.01	7.59E-07	0.01	1.61E-05	0.01	5.35E-07	0.01	8.94E-06	0.00
2400	1.80E-05	0.01	7.21E-07	0.01	1.52E-05	0.01	5.06E-07	0.01	8.58E-06	0.00
2500	1.72E-05	0.01	6.86E-07	0.01	1.44E-05	0.01	4.79E-07	0	8.25E-06	0.00
最大浓度及占标率	8.02E-05	0.04	3.21E-06	0.03	8.20E-05	0.04	2.73E-06	0.03	1.57E-05	0.00
最大浓度出现的距离(m)	160			193			653			

根据表 6-6 知, 拟建项目排放的污染物最大落地浓度占标率较小, 所以拟建项目排放的废气对大气环境的影响很小。

本项目医用直线加速器运行过程中会使机房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物, 加速器束流越大, 其产生量越高。其中臭氧毒性最大, 产生量也最高, 此外氮氧化物还会与室内水汽作用形成酸雾腐蚀机房内设备。故治疗室内需设置通风系统将工作中产生的废气及时排出室外。

本项目加速器机房内设有送排风系统, 排风机排风量为 2200m<sup>3</sup>/h, 送风机送风量为 2400m<sup>3</sup>/h, 本项目加速器机房内净容积约为 334.1m<sup>3</sup>, 因此, 本项目通风换气次数能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011) 中“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

少量臭氧通过排风机直接排入环境, 经过大气的稀释和扩散作用其浓度将进一步降低, 远低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准: O<sub>3</sub> 标准为 0.2mg/m<sup>3</sup>。医院采取机械排风的措施后, 加速器机房内产生的少量臭氧和氮氧化物能够得到充分的稀释扩散, 常温下可以自行分解为氧气, 对环境影响较小。

## 2、废水环境影响分析

### (1) 废水的排放情况

拟建项目废水主要为放射性废水和其他废水，其他废水主要包括为病房废水、办公、医护人员废水以及其他不可预见废水。拟建项目废水排放量为  $66.56\text{m}^3/\text{d}$  ( $24294.4\text{m}^3/\text{a}$ )。

拟建项目运营过程中产生的各类废水经医院污水处理站处理后进入凤阳县污水处理厂处理，其出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A排放标准排入濠河，因此对周边环境影响较小。

### (2) 废水处理可行性分析

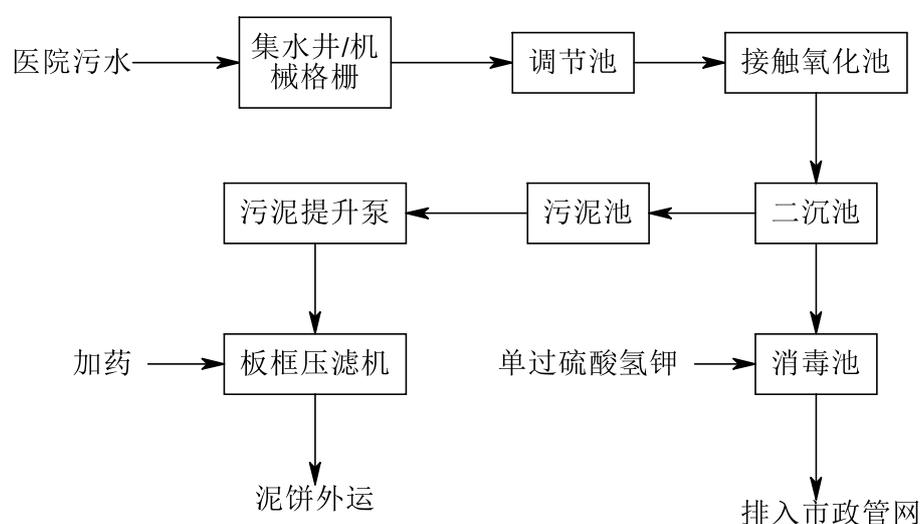


图 6-1 污水处理站处理工艺流程图

污水处理站设计工艺：

#### ① 格栅池

格栅池采用回转式格栅，污水中较大的悬浮物如纸张、塑料等由格栅的耙齿打捞上来。

#### ② 调节池

调节池可以有效调节废水量和废水水质不均衡，在调节池内部设置废水提升系统，并配有液位自动控制系统。为有效地对废水进行均化，避免出现较大面积的死水区，调节池内设置曝气管对水质进行调节，废水经提升泵均匀输送至下一个处理单元。

#### ③ 接触氧化池

好氧段采用接触氧化工艺，接触氧化池内设置生物填料，废水在池内推流前进，在池底曝气，对生化池进行剧烈搅拌和充氧，使填料上的生物膜与污水中的有机物得到充

分降解，出水自流进入沉淀池。

#### ④沉淀池

沉淀池置于接触氧化池后，对生物处理后的污水进入泥水分离，沉淀区的污泥由泵抽到污泥浓缩池。出水自流至消毒池，部分污水进行回流。

#### ⑤消毒池

项目采用单过硫酸氢钾作为消毒剂，接触时间半小时以上，实际操作根据处理效果和污水性质适当调整。

#### ⑥污泥处理系统

斜管沉淀池产生的剩余污泥进入污泥浓缩池，经污泥提升泵提升至地上层污泥脱水机，经板框式压滤机机械脱水后泥饼定期外运处置。

拟建项目建成后全院废水量为 541.04m<sup>3</sup>/d，医院污水处理站采用“调节池+生物接触氧化池+接触消毒”工艺，处理规模为 800t/d，可以满足本项目的要求。本项目废水经医院污水处理站处理后能够满足凤阳县污水处理厂接管标准，因此本项目废水排入凤阳县污水处理厂是可行的。

根据《医院污水处理工程技术规范》，设备齐全的大型医院或 500 床以上医院：平均日污水量为 400~600L/床·d，污水日变化系数 K<sub>d</sub>=2.0~2.2。根据企业提供的资料，项目实际运行过程中每床位的用水量约为 200L/床，同时根据《建筑给排水设计规范》，“设公用盥洗室的每床日用水量约为 100~200L/床”、“设单独卫生间的每床位日用水量为 250~400 L/床”，本次评价公用盥洗室的每床位日用水量取 200L/床，设单独卫生间的每床位日用水量为 400 L/床，故重新确定每床位日用水量为 250 L/床。

计算公式如下：
$$Q = \frac{qN}{86400} K_d$$

其中：q—医院日均单位病床污水排放量，取 250L/床·d；

N—医院编制床位数，取 1043 床；

K<sub>d</sub>—污水日变化系数。K<sub>d</sub> 取值根据医院床位数确定，取 2.0。

则  $Q = 6.04\text{m}^3/\text{s} = 521.5\text{m}^3/\text{d}$

医院污水处理站规模为 800t/d，可以满足本项目的要求。

#### (3) 与凤阳县污水处理厂接管可行性分析

拟建项目属于凤阳县污水处理厂的集污范围内，医院污水总排放量为 541.04m<sup>3</sup>/d，仅占凤阳县污水处理厂日处理能力 2.5 万 m<sup>3</sup>/d 的 2.2%，由此可知本项目对凤阳县污水

处理厂的处理负荷带来的冲击较小，经凤阳县污水处理厂进一步处理后，COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>等有机物降解明显，外排放至地表水时，对地表水应较小。

从水质来看，医疗废水排除细菌、病毒、寄生虫卵等病原体特征污染物后，水质中COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS等一般性污染物浓度较低，基本与生活污水水质类似，因此本项目废水经预处理后可以满足污水处理厂的接管要求。

由此可知，从水质和处理水量均可满足凤阳县污水处理厂的处理要求，因此拟建项目废水排放至凤阳县污水处理厂是可行的。

### 3、噪声环境影响分析

#### (1) 预测点布设

拟建项目声环境现状评价中分别在东、南、西、北厂界布置监测点，每边界布设1个点位，项目实施后厂界200m范围内无居民区、学校等声环境敏感点，故本次评价仅预测厂界噪声。为了方便比较噪声水平变化情况，噪声影响预测的受声点均选择在现状监测的同一位置。

#### (2) 预测模式

本次环境噪声影响预测采用《环境影响评价技术导则--声环境》(HJ2.4-2009)中推荐的噪声预测模式，主要对拟建项目噪声源对厂界的影响进行预测。

根据项目各个噪声源的特征，噪声源分为面源和点源。对冷却塔等大型设备可作为面源，其他噪声源视为点源，对于室内声源则进行等效为室外声源。

##### ①室外声源预测模式

户外传播声级衰减计算模式按下面公式进行计算。

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20\lg(r/r_0)$$

式中：

$L_A(r_0)$ ——参考点A声压级；

$r$ ——预测点距离，m；

$r_0$ ——参考点距离，m；

##### ②室内声源预测模式

噪声由室内传播到室外时，建筑物墙面相当于一个面声源。面声源衰减规律如下：当预测点和面声源中心距离  $r$  处于以下条件时，可按下述方法近似计算： $r < a/\pi$  时，几乎不衰减( $A_{div} \approx 0$ )；当  $a/\pi < r < b/\pi$ ，距离加倍衰减 3dB 左右，类似线声源衰减特性

( $A_{div} \approx 10 \lg(r/r_0)$ )；当  $r > b/\pi$  时，距离加倍衰减趋近于 6dB，类似点声源衰减特性 ( $A_{div} \approx 20 \lg(r/r_0)$ )。其中面声源的  $b > a$ 。图中虚线为实际衰减量。

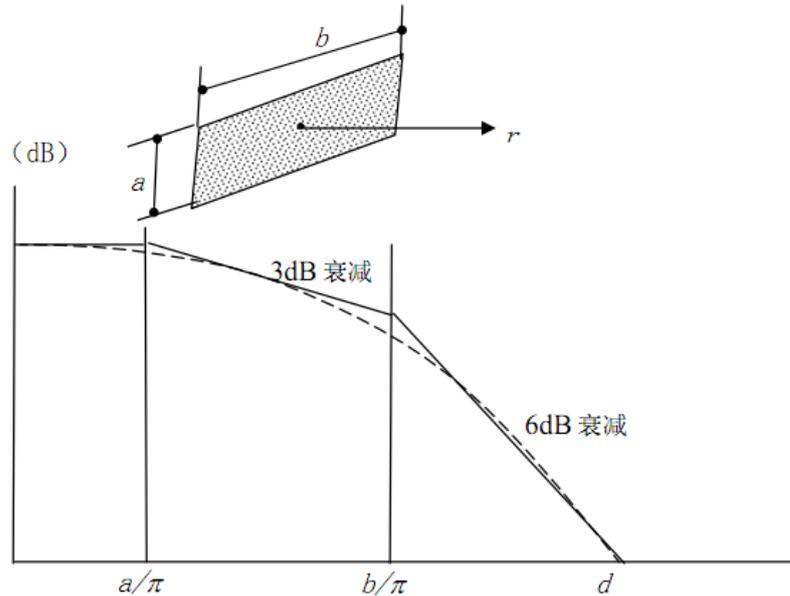


图 6-2 面声源中心轴线上的衰减特性

①当  $r < a/\pi$  时

声压级几乎不衰减， $r$  处的声压级按下式计算：

$$L_A(r) = L_A(r_0)$$

②当  $a/\pi < r < b/\pi$  时

声压级随着距离加倍衰减 3dB 左右，类似线声源衰减特性， $r$  处的声压级按下式计算：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 10 \lg((r - a/\pi)/r_0)$$

③当  $r > b/\pi$  时

声压级随着距离加倍衰减趋近于 6dB，类似点声源衰减特性， $r$  处的声压级按下式计算：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg((r - b/\pi)/r_0)$$

### 3、预测点的等效声级贡献值

第  $i$  个室外声源在预测点产生的 A 声级为  $L_{Ai}$ ，在  $T$  时间内该声源工作时间为  $t_i$ ；第  $j$  个等效室外声源在预测点产生的 A 声级为  $L_{Aj}$ ，拟建工程声源对预测点产生的贡献值 ( $L_{eqg}$ )为：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \left( \sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1L_{Aj}} \right) \right]$$

式中：

$L_{eqg}$ ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

$L_{Ai}$ ——i 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

$t_i$ ——i 声源在 T 时间段内的运行时间，S；

$t_j$ ——在 T 时间内 j 声源工作时间，s；

$t_i$ ——在 T 时间内 i 声源工作时间，s；

T——用于计算等效声级的时间，s；

N——室外声源个数；

M——等效室外声源个数。

#### 4、预测噪声源的声学特性参数及其他预测参数的确定

项目主要噪声源为多联室外机、排风机、电梯电机，噪声级约为 80~85dB(A)，采用基础减震、隔声罩等措施降低噪声影响。

噪声污染防治对策措施主要依据各设备噪声特性，分别采取减震、隔声等措施。一般性建筑隔声量为15-20dB(A)，仅通过门窗的隔声量为10-15dB(A)，具体见表6-6。

**表 6-6 噪声污染防治措施及削减效果**

噪声设备名称	台数	单台噪声级	测量位置	拟采取的降噪措施及效果	降噪后
多联室外机	15	80~85dB(A)	边距 1m	选择低噪声设备；设置减振底座；安装隔声罩	室外 1m 处 ≤65 dB
排风机	20	80~85dB(A)	边距 1m	选择低噪声设备；设置减振底座	室外 1m 处 ≤65 dB
电梯电机	5	80dB(A)	边距 1m	选择低噪声设备；位于建筑顶层；设置减振底座	室外 1m 处 ≤65 dB

#### 5、声环境影响预测

##### (1) 预测结果

本次评价结合现状监测数据，分析拟建项目的声环境影响，对厂界进行噪声预测，结果列于 6-7。

**表 6-7 厂界噪声预测结果 单位：dB(A)**

预测点	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)	标准值 dB(A)	是否达标
-----	----------	----------	-----------	------

名称	背景值	影响值	预测值	背景值	影响值	预测值		昼间	夜间
东厂界	51.5	42.8	52.05	40.1	42.8	44.67	昼间：60 夜间：50	达标	达标
南厂界	50.6	41.1	51.06	39.1	41.1	43.22		达标	达标
西厂界	48.5	47.3	50.95	38.6	47.3	47.85		达标	达标
北厂界	50.8	48.4	52.77	40.5	48.4	49.05		达标	达标
凤阳中学	47.0	38.6	47.59	39.7	38.6	42.2		达标	达标
妇幼保健院	53.2	36.2	53.29	42.0	36.2	43.01		达标	达标
中都西苑	53.5	37.1	53.6	42.7	37.1	43.76		达标	达标

## (2) 预测结果分析与评价

预测结果表明，在采取相应的隔声降噪措施处理后，生产过程中厂内各种设备运转产生的噪声，对厂界噪声的贡献值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类标准的要求。

因此，本评价认为，拟建项目生产过程中的噪声对周围环境影响较小。

### 4、固废环境影响分析

本项目投入运行后产生的固废主要为放射性废物和其他废物。

该项目运行时产生的退役密封放射源送交生产厂家处理，使用非密封核素过程中产生的固体废弃物按类别和日期分别暂存于专用铅制放射性污物桶内，待放射性物质自行衰变，存放 10 个半衰期以上，放射性水平降至豁免值以下，连同塑料包装（用标签表明收集时间和数量）按普通医疗废物处理，相关工作由接收培训的工作人员实施。本项目产生的其他废物物包括生活垃圾和医疗废弃物。本项目医疗垃圾在专门设置的医疗垃圾暂存间储存，收集后委托有资质的单位进行安全处理。生活垃圾收集后由环卫部门统一清运。因此对周围环境影响较小。

环评要求医疗废物暂存间必须按《医疗废物集中处置技术规范》相关要求设计、建设，医疗废物的处置必须采取以下措施：

#### ①分类收集

分类收集是减少危害和安全处理的前提，收集废物所使用的容器主要是塑料袋、锐器容器和废物箱等。

废物塑料袋应有清晰的颜色标志和注明用途，并放在相应的污物桶中。需高压灭菌（或其他消毒处理）的废物袋应采用合适的材料制造，并作颜色标记，可加有标志以显

示是否经过所规定的处理程序（如高压消毒指示袋等），袋子上还应有清晰的文字标志，如“需消毒废物”或“无危害标志”。高压灭菌（或其它消毒处理）后的废物袋小容器应放入另一种颜色标记的袋子或容器中，以便进行下一步的处置。

锐器（主要是指用过废弃的或一次性的注射器、针头、玻璃、锯片、解剖刀、手术刀片及其他可能引起切伤刺伤的器物）不应与其它废物混放，用后应稳妥安全地置入锐器容器中。

锐器容器应标以适当的颜色，并用文字清晰标明专用，并以国际标志符号标志，如“只能用于锐器”、“生物危险品”。

### ②废物收集与存放

所有废物都应丢弃或放入标明适当颜色或标识的垃圾袋或污物桶中，在装满四分之三时有人负责封袋，废物一旦放入废物箱后就不宜再取出。医院中有传染性和有害的污物不能混在一起，若混在一起则应按有害废物处理。暂存时间不得超过 2 天。

### ③废物袋的搬运与集中

污物袋要定期收集。废物袋应每日运出病房或科室，也可根据需要决定搬运时间，无标志的废物袋不应搬出，而且应保证安全并防止泄漏。

封好的锐器容器或圆形废物桶搬出病房或科室之前应有明确标志。

废物袋应及时更换，任何情况下都不能用普通袋代替有害废物袋。病房应同时有两种类型的废物袋。

废物袋的大小应根据需要确定，尽量满足各种需要，应保证外袋颜色相符，袋内可衬以不同颜色和强度的内袋，工作人员应确保废物离开病房或科室时装入颜色相符的袋子中。

医院内废物应在病区、科室与废物中心存放地之间设计规定转运路径，以缩短医院内废物通过病区与其它清洁区的路线。使用专用手推车将废物袋（箱）运至废物中心存放地时，手推车应是专门设计的，外形美观，装卸方便，有任何泄漏时均应彻底清洁与消毒。

### ④医院医疗废物存放地

在本项目医疗固废转移前应设置相应的医疗废物暂时贮存库房，建立的库房应满足下列要求：

★必须与生活垃圾存放地分开，有防雨淋的装置，地基高度应确保设施内不受雨洪冲击；

★必须与医疗区、食品加工区和人员活动密集区隔开，方便医疗废物的装卸、人员及运送车辆的出入；

★应有严密的封闭措施，设专人管理，避免非工作人员进出，应有防鼠、防蚊蝇、防蟑螂、防盗以及预防患者接触等的安全措施；

★地面和 1.0m 高的墙裙应进行防渗处理，地面有良好的排水功能，易于清洁和消毒，产生的废水应采用暗沟、管道直接排入医疗卫生机构的医疗废水处理系统，禁止将废水直接排入外环境；

★库房外宜设有供水龙头，以供暂时贮存库房的清洗用；

★避免阳光直射库房内，应有良好的照明设备和通风条件；

★库房内应张贴“禁止吸烟、饮食”的警示标志；

★在库房外明显处应设置医疗废物警示标志；

★库房应每天在废物清运之后消毒冲洗；

★暂存的废物应做到日产日清。

综上所述，在采取上述措施处理后，项目产生的固体废物可不对周围环境产生影响，措施可行。

## 5、区外污染源

### (1) 噪声影响预测

本项目所处地块道路交通便利，本环评主要就省道 S310 的交通噪声对本项目声环境的影响进行分析。

根据《城市区域环境噪声适用区划分技术规范》（GB/T15190）中“若临街建筑以高于三层楼房以上（含三层）的建筑为主，将第一排建筑物面向道路一侧的区域化为 4 类标准适用区域”。项目建筑物高于三层，因此本项目执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 4 类标准要求，即昼间 $\leq 70\text{dB}(\text{A})$ 、夜间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ 。

本环评 S310 交通噪声对项目影响类比同类道路交通噪声对周边环境的影响，类比道路与本项目周边道路相比，在车流量、车型比、日昼比等参数上均基本一致，具有可比性。

**表 6-8 S310 交通噪声预测值 单位：dB(A)**

运营期	时段	距离路中心不同距离处的交通噪声预测值								建筑物至道路中心距离 40m
		10m	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	
近	昼间	67.98	64.97	61.96	60.98	58.95	57.98	57.19	56.52	61.96

期	夜间	61.93	58.92	55.91	54.94	52.90	51.93	51.13	50.47	55.91
中 期	昼间	68.29	65.27	62.26	61.30	59.26	58.29	57.49	56.82	62.26
	夜间	62.31	59.30	56.29	55.32	53.28	52.31	51.52	50.85	56.29
远 期	昼间	68.95	65.95	62.94	61.97	59.92	58.96	58.16	57.49	62.94
	夜间	62.99	59.98	56.97	56.00	53.96	52.99	52.20	51.53	56.97

由表 6-8 可知，S310 对项目的影晌昼夜间均可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准要求。

对建筑物噪声影响见表 6-9。

**表 6-9 S310 交通噪声预测值 单位：dB(A)**

营运年	时段	建筑物至道路中线 距离	未采取措施噪声影 响值	经绿化带隔声后噪 声影响值
近期	昼间	40m	61.96	56.96
	夜间		55.91	50.91
中期	昼间		62.26	57.26
	夜间		56.29	51.29
远期	昼间		62.94	57.94
	夜间		56.97	51.97

根据表 6-9，经绿化带隔声后，S310 对项目建筑物的噪声影响值在近期、中期、远期昼夜间均可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准要求。

## （2）噪声防治措施

建议采取以下措施对交通噪声进行防治：

①在项目边界靠近道路一侧设置绿化带，既能隔声，又能防尘、美化环境。在设计绿色屏障时，宜选择叶片大、具有坚硬结构的树种，常选用常绿灌木、乔木作为主要培植方式，保证四季均能起到降噪效果，可减少 5dB(A)的噪声。

②设置醒目的禁鸣喇叭、限制车速等标志。

综上所述，项目在落实以上措施后，可以使交通噪声对于本项目的影晌降至最低。

## 5、环境风险分析

### （1）医疗废水事故排放风险分析

医疗污水处理过程中的事故因素包括两方面：

一是操作不当或处理设施失灵，污水不能达标而直接排放。医院污水可沾染病人的血、尿、便，或受到粪便、传染性细菌和病毒等病原性微生物污染，具有传染性，可以诱发疾病或造成伤害；含有酸、碱、悬浮固体、BOD 和 COD 等有毒、有害物质和多种致病菌、病毒和寄生虫卵，它们在环境中具有一定的适应力，有的甚至在污水中存活较长，危害性较大。

二是虽然污水水质处理达标，但未能较好的控制水量，使过多的余氯、大肠杆菌排

放水体，导致出水水质不达标。

## (2) 医疗废水事故排放引起的风险影响

一般来说，因水污染防治设施事故工作，如：管道破裂、泵设备损坏或失效、人为操作失误等，导致污水污染物未经处理直接排放至环境而引起的污染风险事故是比较常见的。但由于本项目水污染物成分特殊，若未处理或处理不达标直接排放至周边水体，其影响程度要远大于达标排放。

### ①废水中重金属对凤阳县污水处理厂的影响

本项目在检测化验过程中产生污水含有重金属、消毒剂、有机溶剂等。如果化验废水未经事先预处理，而进入污水处理厂，将会冲击污水厂的生化处理工艺，可能造成生化系统崩溃现象。

②医疗废水病原细菌、病毒对周边水环境环境的影响分析本医院是一座综合医院，每日接触各种病人，因而不可避免的会在医院的污水中存在各种细菌、病毒和寄生虫卵。病原性细菌具有适应环境能力强的特点，可以根据外界环境的变化而使其自身发生变异。当医院污水消毒达不到要求时，便可使病原性细菌通过水体造成传播疾病的危险。综上所述，未经处理或处理未达标的医疗废水中病原细菌、病毒排入水体对水环境的影响极大，建设单位应意识到事情的严重性，在运营中做好风险防范工作。

## (3) 风险防范措施及事故应急措施

污水处理站是医院对污水处理的最后屏障，为了确保其正常、不出现停止运行的情况，防止环境风险的发生，需对污水处理提供双路电源和应急电源，保证污水处理站用电不间断，重要的设备需有备用，并备有应急用的消毒剂，在万一设备停运情况下，直接人工投加消毒剂。

针对医疗废水事故排放所产生的风险，项目设置应急事故池（根据医院污水处理工程技术规范，应急事故池不应小于日排放量的 30%，本项目建成后全厂医疗废水排放  $511.18\text{m}^3/\text{d}$ ，则事故池大小不应小于  $153.4\text{m}^3$ ），并配套建设完善的排水系统管网和切换系统，以应对因管道破裂、泵设备损坏或失效、人为操作失误等事故，确保发生事故时的受污染污水全部收集至事故池暂存，待事故结束后妥善处理，确保项目区域内的废水不会事故排放

根据《医院污水处理工程技术规范》（HJ2029-2013），污水处理站调节池有效容积按日处理水量的 6~8h 计算，应急事故池容积不小于日排放量的 30%。拟建项目建成后污水的排放量为  $511.18\text{m}^3$ ，调节池的容积为日处理水量的 6h 设计，则需要调节池的

有效容积为  $127.8 \text{ m}^3$ ，同时需要的应急事故池应能接纳日排放量的 30%，则需要事故池有效容积为  $153.4 \text{ m}^3$ ，则共需的有效容积为  $281.2 \text{ m}^3$ ，本项目调节池的有效容积为  $300 \text{ m}^3$ 。因此拟建项目建成后，污水处理站能满足污水处理需求同时调节池（有效容积为  $282 \text{ m}^3$ ）可兼做事故应急池，因此本项目不需要另行设置应急事故池。

#### （4）医疗废物处理事故风险分析

根据工程分析，本项目运营期产生危险废物  $24.83 \text{ t/a}$ ，建设单位必须对危险废物进行科学的系统的分类收集，然后委托给有相应资质的单位进行安全处置。本项目在收集、贮存、运送危险废物的过程中存在着一定的泄漏风险。医疗废物残留及衍生的大量病菌是十分有害有毒的物质，如果不经分类收集等有效处理的话，很容易引起各种疾病的传播和蔓延。例如，如果本项目医疗废物和生活垃圾混合一起的话，则可能会将还有血肉、病毒细菌的医疗废物经非法收集回收加工后成为人们需要的日常生活用品，如：纱布、绷带、带血棉球制成棉被、医疗废弃石膏做成豆腐等，将极大地危害人们身心健康，成为疫病流行的源头，后果是不可想象的。

本项目运营期产生医疗废物一旦发生事故泄漏，将会影响接触人群的身体健康，甚至威胁到其生命安全。鉴于医疗废物的极大危害性，建设单位引严格按照《医疗废物管理条例》、《医疗卫生机构医疗废物管理办法》、《危险废物贮存污染物控制标准》（GB18597-2001）及修改单要求，规范医疗废物的手机、贮存、运送程序、确保本项目产生的医疗废物得到安全有效处置，使其风险减少到最小程度。

## 建设项目拟采取的防治措施及预期治理效果

内容 类型	排放源	污染物名称	防治措施	预期治理效果
水污染物	放射性 废水	COD <sub>Cr</sub> 、 BOD <sub>5</sub> 、SS、 NH <sub>3</sub> -N、粪 大肠菌群	经衰变池预处理后排入医 院污水处理站处理，经医院 污水处理站处理后排入凤 阳县污水处理厂处理	《城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB18918-2002)》中一级 A 标准
	检验科 废水	COD <sub>Cr</sub> 、 BOD <sub>5</sub> 、SS、 NH <sub>3</sub> -N、粪 大肠菌群	经中和预处理后排入医院 污水处理站处理，经医院污 水处理站处理后排入凤阳 县污水处理厂处理	《城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB18918-2002)》中一级 A 标准
	其他废 水	COD <sub>Cr</sub> 、 BOD <sub>5</sub> 、SS、 NH <sub>3</sub> -N、粪 大肠菌群、 动植物油、 LAS	经医院污水处理站处理后 排入凤阳县污水处理厂处 理	《城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB18918-2002)》中一级 A 标准
大气污 染物	污水处 理站	氨、硫化氢、 臭气浓度	等离子除臭	《医疗机构水污染物排放标准》 (GB18466-2005)表 3 中污水处理 站周边大气污染物最高排放浓度的 要求
	检验科	VOCs	活性炭	《工业企业挥发性有机物排放控制 标准》(DB12/524-2014)表 2 其他 行业标准
噪声	空调设 备	噪声	减震、消声、厂房墙体隔声 及安装吸声材料	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)中 4 类标准
固体污 染物	员工	生活垃圾	交由环卫部门统一清运处 理	合理、妥善的处理和处置，对周围环 境影响较小
	门诊	医疗垃圾	交由资质单位处置	
生态保 护措施 及预期 效果	<p>拟建项目位于凤阳县人民医院现有厂区内，营运期通过对厂区绿化，可在一定程度上减轻和弥补了项目的建设对生态环境影响，厂区内绿化率达到10%。</p>			

## 结论与建议

### 1、项目概况

凤阳县人民医院拟投资 11338.65 万元计划启动三期工程建设，计划启动 3#病房楼建设项目，将 3#病房楼建设成为包含核医学科、放射治疗科等科室的综合病房楼。

### 2、产业政策及规划的符合性

拟建项目属于《产业结构调整指导目录（2011）年本》（2013 年修正）中鼓励类，“三十六、教育、文化、卫生、体育服务业”，符合国家相关产业政策。

拟建项目选址位于位于凤阳县人民医院现有厂区内，厂区用地属于工业用地，因此符合凤阳县的相关规划要求。

### 3、区域环境现状

根据环境质量现状评价结果，本项目所在区域为不达标区，不达标因子为  $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ ；濠河地表水质中 PH、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、粪大肠杆菌等监测因子能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 IV 类标准要求， $\text{COD}_{\text{Cr}}$  不能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 IV 类标准要求；声环境达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

### 4、环境影响结论

①拟建项目排放的污染物最大落地浓度占标率较小，排放的大气污染物对大气环境的影响较小。

②拟建项目废水主要为射性废水和其他废水。各类废水经医院污水处理站处理后进入凤阳县污水处理厂处理，其出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准排入濠河，因此对周边环境影响较小。

③由于拟建项目大部分噪声源均布置在室内，项目运行后厂界噪声排放均可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类区标准要求；因此拟建项目实施后对周围声环境的影响较小。

④拟建项目运行时产生的退役密封放射源送交生产厂家处理。本项目产生的其他废物物包括生活垃圾和医疗废弃物。本项目医疗垃圾在专门设置的医疗垃圾暂存间储存，收集后委托有资质的单位进行安全处理。生活垃圾收集后由环卫部门统一清运。因此对周围环境影响较小。。

⑤拟建项目运营后，应采取表 8-1 所列的环境影响减缓措施，以减缓对环境的影响，

确保达到或符合环境保护的要求。

**表 8-1 拟建项目环保投资及“三同时”验收一览表**

类别	名称		治理方法	拟建工程实施后厂区需验收	验收要求	投资额(万元)
废气	污水处理站臭气		等离子除臭	高 15m、内径 0.3m 的排气筒排放	场界浓度执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 3 标准; 排放口执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 中表 2 标准限值	50
	检验科废气		活性炭	由预留排气竖井高空排放	《天津市工业企业挥发性有机物排放控制标准》(DB12/524-2014)	5
废水	各类废水		医院污水处理站	/	凤阳县污水处理厂的接管标准	5
噪声	全厂	/	选用低噪音设备, 厂房隔声、减震等		《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准; 临 S310 一侧执行 4 类标准)	10
固体废物	废活性炭 医疗废物 污泥		委托有资质单位处置	委托有资质单位处置	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)	10
	生活垃圾					环卫部门清运处理
合计						82
占总投资比例						0.7

## 5、总体结论

凤阳县人民医院三期工程清洁生产燃气锅炉技改项目符合相关产业政策, 项目选址符合相关规划, 项目营运期只要严格按照环境影响缓解措施控制污染, 加强环境管理, 主要污染物可达标排放, 不会降低周围环境功能级别, 因此, 本评价认为从环境影响角度出发拟建项目建设是合理可行的。

预审意见：

公章

经办人：年月日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

公章

经办人：年月日

审批意见：

公章

经办人：年月日

## 注 释

### 一、本报告表应附以下附件、附图

附件 1 立项文件

附件 2 环评批文

附件 2-1: 验收批文

附件 3 环境影响评价委托书

附图 1 总平面布置图

二、如果本报告表不能说明项目产生的污染及对环境造成的影响，应进行专项评价。根据建设项目的特点和当地环境特征，应选下列 1—2 项进行专项评价。

1. 大气环境影响专项评价
2. 水环境影响专项评价（包括地表水和地下水）
3. 生态影响专项评价
4. 声影响专项评价
5. 土壤影响专项评价
6. 固体废弃物影响专项评价

以上专项评价未包括的可另列专项，专项评价按照《环境影响评价技术导则》中的要求进行。

# 凤阳县人民医院三期工程项目 核技术利用项目专项评价

建设单位名称：凤阳县人民医院

建设单位法人代表：傅继荣

通讯地址：安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺街 288 号

邮政编码：233100

联系人：张永生

电子邮箱：251202196@qq.com

联系电话：0550-6721235

## 目 录

表 1 项目基本情况.....	64
表 2 放射源.....	69
表 3 非密封性放射性物质.....	69
表 4 射线装置.....	70
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	71
表 6 评价依据.....	72
表 7 保护目标与评价标准.....	74
表 8 环境质量与辐射现状.....	80
表 9 项目工程分析与源项.....	83
表 10 辐射安全与防护.....	92
表 11 环境影响分析.....	104
表 12 辐射安全管理.....	127
表 13 结论和建议.....	134
表 14 审批.....	137

附件：

附件 1：立项文件

附件 2：基建环评批复

附件 2-1：验收批复

附件 3：委托函

附件 4：辐射安全许可证

附件 5：2018 年度辐射安全与防护评估报告

附件 6：辐射工作人员名单

附件 7：个人剂量报告

附件 8：体检报告

附件 9：本底监测报告

附件 10：标准确认函

附件 11：管理制度

附件 12：辐射防护设计方案

附件 13：承诺书

附件 14：三期项目情况说明

附件 15：评审意见

附件 16：修改说明

附图：

附图 1：总平面布置图

附图 2：负一层平面图

附图 3：剖面图

附图 4：一层平面图

附图 5：直线加速器平面图及剖面图

附图 6：衰变池位置图

附图 7：衰变池平面图及剖面图

附图 8：加速器排风及通风图

附表：

附表 1：凤阳县人民医院建设项目环评审批基础信息表

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		凤阳县人民医院三期工程项目			
建设单位		凤阳县人民医院			
法人代表	傅继荣	联系人	张永生	联系电话	0550-6721235
注册地址		安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺街 288 号			
项目建设地点		安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺街 288 号			
立项审批部门	凤阳县发展和改革委员会	批准文号	凤发改投资【2019】25 号		
建设项目总投资（万元）	11339	项目环保投资（万元）	265	环保投资比例	2.3%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	2600
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
其他					

## 一、项目概述

### 1.1 医院概况

凤阳县人民医院，是凤阳县唯一一所集医疗、教学、科研、预防、康复为一体的“二级甲等”综合性医院，创建于 1950 年 8 月，原为凤阳县第一人民医院，2012 年 9 月与原凤阳县第二人民医院合并组建成凤阳县人民医院。2016 年 4 月整体搬迁至新院区，新院区位于凤阳县新城区，按三级医院规模建设，占地 153 亩，建筑面积 8.5 万平方米，共开放床位 1008 张。新院是集门诊、急诊、住院病房和医技检查功能为一体的现代化医院。

按照凤阳县委县政府要求人民医院尽快创建三级甲等综合医院的工作安排，根据三级综合医院建设标准和服务能力等规范要求，需增设核医学科、放射治疗科及其他科室；目前，人民医院现有条件无法满足以上要求。经研究，人民医院拟投资 11338.65 万元计划启动三期工程建设，计划启动 3#病房楼建设项目，将 3#病房楼建设成为包含核医学科、放射治疗科等科室的综合病房楼。

### 1.2 本次环评内容

根据发展需要，医院拟新建一栋 3 号楼（地上 6 层，地下 1 层），位于医院后勤楼北

侧，建成后在地下一层拟开展放射性同位素和射线装置应用项目，主要内容为：新建医用直线加速器 1 台；PET-CT 装置 1 台，并使用放射性同位素  $^{18}\text{F}$ ；SPECT 装置 1 台，并使用放射性同位素  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ；甲状腺功能测定装置 1 台以及甲亢治疗，并使用放射性同位素  $^{131}\text{I}$ ；放射免疫分析装置 1 台，并使用放射性核素  $^{125}\text{I}$ ；模拟定位机装置 1 台。拟建项目建设内容规模情况见表 1-1。凤阳县人民医院新址建设项目已验收，批复见附件 2。

表 1-1 拟建项目建设内容规模情况

项目名称	核素/设备名称	主要参数	数量	管理分类	拟使用场所	用途
医用直线加速器应用项目	直线加速器	电子线：4-22MeV X 线：10MV	1	II类射线装置	放疗中心	肿瘤治疗
模拟定位机应用项目	模拟定位机	管电流：不大于 800 mA 管电压：不大于 150 kV	1	III类射线装置	放疗中心	诊断
新建核医学科	$^{18}\text{F}$	实际日最大操作量： $3.7\times 10^9$ 年最大操作量： $9.25\times 10^{11}\text{Bq}$	-	已级非密封源操作场所	核医学科	PET-CT 显像
	$^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$	实际日最大操作量： $7.4\times 10^9$ 年最大操作量： $1.85\times 10^{12}\text{Bq}$	-			SPECT 显像
	$^{131}\text{I}$	实际日最大操作量： $3.7\times 10^6\text{Bq}$ 年最大操作量： $9.25\times 10^8\text{Bq}$	-			甲功能测定
	$^{131}\text{I}$	实际日最大操作量： $1.85\times 10^9\text{Bq}$ 年最大操作量： $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$	-			甲亢
	$^{125}\text{I}$	实际日最大操作量： $7.4\times 10^5\text{Bq}$ 年最大操作量： $8.88\times 10^6\text{Bq}$	-			放免分析
	PET-CT	管电流：不大于 1000 mA 管电压：不大于 150 kV	1			III类射线装置
	SPECT	管电流：不大于 1000 mA 管电压：不大于 150 kV	1	III类射线装置	诊断	

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《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》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，使用放射性同位素、射线装置和操作非密封源的单位应当在申请许可证前编制环境影响评价文件。受凤阳县人民医院委托，核工业北京化工冶金研究院承担该项目环境影响

评价的工作，对本项目进行辐射环境影响评价以及非辐射部分环境影响评价，委托函见附件 3。通过资料调研、现场监测、评价分析，编制本环境影响报告表。

### 1.3 项目选址及周边情况

#### (1) 项目地理位置

凤阳县人民医院位于安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺街 288 号。院区北侧为长安街，隔路为凤阳中学；院区西北侧为中都西苑；院区西侧为右弼马路，隔路为妇幼保健院；院区南侧为子顺路，隔路为金地学府小区和绿洲香岛小区；院区东侧为西安路，隔路为丹桂花园小区。医院的地理位置见图 1-1。



图 1-1 凤阳县人民医院地理位置图

#### (2) 项目周围环境概况

拟建 3 号楼位于医院后勤楼北侧，本次评价项目位于 3 号楼地下一层。3 号楼距凤阳中学约 75 米，距院区西侧边界约 81 米，距后勤楼约 20 米，距 1 号楼约 40 米。本次评价的核技术应用项目周围环境示意图见图 1-2。医院平面布置图见附图 1。



图 1-2 本次评价项目周围环境示意图

#### 1.4 核技术利用现状

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，安徽省生态环境厅对凤阳县人民医院核发了辐射安全许可证，编号：皖环辐证【01824】，有效至 2019 年 11 月 11 日。许可种类和范围为：使用 II、III 类射线装置，见附件 4。

#### 1.5 射线装置应用概况

凤阳县人民医院目前有 II、III 类射线装置 18 台，具体情况见表 1-2。

表 1-2 凤阳县人民医院射线装置应用情况一览表

序号	装置名称	装置型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	使用地点	管理分类	备注
1	DR	DRX-Evolution	150	800	影像中心	III类	已验收
2	高频 X 线机	Radspeed MFH	125	630	影像中心	III类	
3	数字胃肠机	Plessart EX8	65	800	影像中心	III类	
4	6 排 CT	Emotion6	130	240	影像中心	III类	
5	DR	Ysio-2detectorsystem	150	800	影像中心	III类	
6	移动 X 光机	PX-2000	100	600	体检科	III类	
7	移动 X 光机	JXM3000	125	100	手术室	III类	

8	C 型臂	JDPN-VC	100	50	碎石中心	Ⅲ类
9	万东 DR	新东方 1000M	140	800	影像中心	Ⅲ类
10	万东 DR	新东方 1000M	140	800	影像中心	Ⅲ类
11	万东 DR	新东方 1000M	140	800	影像中心	Ⅲ类
12	C 型臂	GE Brivo OEC785	150	630	手术室	Ⅲ类
13	64 排 CT	Optima 680	140	715	影像中心	Ⅲ类
14	空腔 CBCT	ORTHOPHOS XG	110	50	口腔科	Ⅲ类
15	钼靶机	DM158	49	100	影像中心	Ⅲ类
16	DSA	UNIQ Clarity FD20	125	800	影像中心	Ⅱ类
17	牙片机	HELIODENTPLUS	70	7	影像中心	Ⅲ类
18	移动 DR	UDR370i	150	320	影像中心	Ⅲ类

### 1.6 法规落实情况

凤阳县人民医院的核技术利用项目均完成了环境保护验收手续，建立了一系列比较完善的辐射安全管理制度，涉及辐射工作人员管理制度、工作人员的健康管理、辐射事故应急、放射源与射线装置的管理等，放射工作人员均配置了个人剂量计，建立了放射防护领导小组。

医院按要求落实了年度辐射环境监测和 2018 年度评估报告（见附件 5），积极安排辐射工作人员分批次参加辐射安全与防护培训，目前医院从事辐射工作人员中参加辐射安全与防护培训的有 29 名，详情见附件 6。医院委托检测公司对辐射工作人员的个人剂量进行了检测，见附件 7。从个人剂量监测报告中看到，个别人的剂量值异常，但并未超标；医院从事辐射的工作人员在 2017 年进行了体检，从体检报告中未见异常，体检报告见附件 8。

本次评价的核技术应用项目运行后，辐射工作人员一部分从医院调入，另一部分由医院招聘（具体人员待定），新增辐射工作人员须经过辐射安全与防护培训证合格后上岗。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度(Bq)/活度(Bq)×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	待定	待定	V	使用	用于 PET-CT 校准	PET-CT 扫描间	专业容器中	PET-CT 型号未定

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量(Bq)	日等效最大操作量(Bq)	年最大操作量(Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	$^{18}\text{F}$	液态	使用	$3.70 \times 10^9$	$3.70 \times 10^7$	$9.25 \times 10^{11}$	显像诊断	很简单操作	核医学科	铅灌，通风柜
2	$^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$	固态、液态	使用	$7.40 \times 10^9$	$7.40 \times 10^7$	$1.85 \times 10^{12}$	显像诊断	很简单操作	核医学科	铅灌，通风柜
3	$^{125}\text{I}$	液态	使用	$7.40 \times 10^5$	$7.40 \times 10^3$	$8.88 \times 10^6$	放射免疫分析	很简单操作	核医学科	铅灌，通风柜
4	$^{131}\text{I}$	液态	使用	$3.70 \times 10^6$	$3.70 \times 10^5$	$9.25 \times 10^8$	甲状腺功能测定	简单操作	核医学科	铅灌，通风柜
5	$^{131}\text{I}$	液态	使用	$1.85 \times 10^9$	$1.85 \times 10^8$	$3.70 \times 10^{11}$	甲亢	简单操作	核医学科	铅灌，通风柜

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MV)	额定电流(mA)/ 剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	直线加速器	II类	1	待定	电子	X 射线: 10 电子线: 4-22	360	肿瘤治疗	加速器机房	

(二) X 射线机，报告工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	模拟定位机	III类	1	待定	不大于 150	不大于 800	诊断	放疗中心	
2	PET-CT	III类	1	待定	不大于 150	不大于 1000	诊断	核医学科	
3	SPECT	III类	1	待定	不大于 150	不大于 1000	诊断	核医学科	

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	贮存 情况	数量	
无													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放总量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
残留放射性药品的试剂瓶	固态	$^{18}\text{F}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	不大于 1mCi	--	约 5000 个	--	放射性废物桶	衰变后按医疗废物处置
洗涤废水、病人排泄物	液体	$^{18}\text{F}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	不大于 1mCi	--	约 60 立方	--	衰变池	衰变后按一般废水处理
手套、纱布等其他固态物质	固体	$^{18}\text{F}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	不大于 1mCi	--	----	--	放射性废物桶	衰变后按医疗废物处置
$^{99\text{Mo}}\text{-}^{99\text{m}}\text{Tc}$	固体	$^{99\text{Mo}}\text{-}^{99\text{m}}\text{Tc}$	不大于 0.5Ci	--	24 个	--	储源柜	厂家回收
移液器吸头	固体	$^{18}\text{F}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	不大于 1mCi	--	约 4000 个	--	放射性废物桶	衰变后按医疗废物处置
一次性注射器	固体	$^{18}\text{F}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	不大于 1mCi	--	约 4000 个	--	放射性废物桶	衰变后按医疗废物处置
校准源	固态	--	--	--	--	--	--	厂家回收

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L,固体为 mg/kg, 气态为 mg/m<sup>3</sup>, 年排放总量用 kg。

2.含有放射性废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度(Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015年1月1日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月30日修订；</p> <p>(3) 《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>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016年11月7日修订；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修改本）国务院令 第 653 号，2014年7月29日起施行；</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令 第 682 号，2017年10月1日起施行；</p> <p>(7) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007年3月23日经卫生部部务会议讨论通过，自2007年11月1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》，中华人民共和国环境保护部 第 47 号令，2017年12月20日起施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部 第 44 号令，生态环境部 第 1 号“关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容决定”，2018年4月28日；</p> <p>(10) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017年第66号；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发【2006】145号；</p> <p>(12) 《突发环境事件信息报告办法》环境保护部令 17 号，2011年；</p> <p>(13) 《关于印发&lt;医疗废物分类名录的通知&gt;》，卫生部、国家环保总局文件，卫医发[2003]287号，2003年10月10日发布；</p> <p>(14) 《安徽省大气污染防治条例》，2015年1月31日安徽省第十二届人民代表大会第四次会议通过，2015年3月1日实施；</p> <p>(15) 《安徽省人民政府办公厅关于加强建设项目环境影响评价工作的通知》，安徽省人民政府办公厅环评函〔2012〕946号，2011年4月12日发布；</p> <p>(16) 《安徽省环境保护条例》，2017年11月17日安徽省人民代表大会常务委员会修订，2018年1月1日起施行；</p>
------	--

	<p>(17) 《产业结构调整指导目录（2013 年修正版）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 21 号，2013 年 5 月 1 日起施行。</p> <p>(18) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，中华人民共和国环境保护部办公厅环办辐射函〔2016〕430 号。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则-核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；</p> <p>(4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(7) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011），2012 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(8) 《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/T 201.2-2011），2012 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(9) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>(10) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>(11) 《环境地表 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(12) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 《安徽省环境状况公报》（2018 年）；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编；</p> <p>(3) AAPM REPORT No.151；</p> <p>(4) AAPM Task Group 108；</p> <p>(5) 医院提供的其他与本项目有关的技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

### 评价范围

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1—2016）的规定，确定本项目评价范围为：辐射工作场所墙体为边界，周围 50m 区域，评价范围示意图见图 7-1。



图 7-1 本项目评价范围示意图

### 保护目标

根据医院总平面布置图及现场勘察，本项目辐射工作场所周围 50m 内主要为院内用地及院外道路，不涉及居民学校、自然保护区、水源保护区、自然名胜区等环境敏感点和生态敏感点，主要环境保护目标为医院从事放射诊疗的辐射工作人员、场所和机房周围其他非辐射工作人员和医院周围活动的公众成员。项目周围辐射评价范围内环境保护目标详见下表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境要素	序号	保护目标	方位	最近距离	规模
辐射和大气	1	新建 3 号楼(辐射工作人员和公众)	/	/	1 栋, 约 400 人/天
	2	后勤楼(公众)	北侧	约 20m	1 栋, 约 200 人/天
	3	1 号楼(公众)	东侧	约 40m	1 栋, 约 800 人/天
	4	医院周围公众成员	/	/	流动成员, 约 1000 人/天
噪声	5	凤阳中学(公众)	北侧	200m 范围内	/
	6	中都西苑(公众)	西北侧		
	7	妇幼保健院(公众)	西侧		

## 评价标准

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

#### ① 剂量限值

B1.1.1.1 条规定: 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: 1)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv。

本项目取其四分之一即 **5mSv/a** 作为辐射工作人员管理限值。

B1.2.1 规定: 实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值: a)年有效剂量, 1mSv。

本项目取其四分之一即 **0.25mSv/a** 作为公众管理限值。

#### ② 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应遵循附录 B 表 B11 所规定的限制要求。详见表 7-2。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位: Bq/cm<sup>2</sup>

表面类别		$\beta$ 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地表	控制区	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 <sup>-1</sup>
该区内的高污染子区除外		

#### ③ 非密封源工作场所的分级

应按表 7-3 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 7-3 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 $\sim 2 \times 10^7$

④ 放射性物质向环境排放的控制。

第 8.6.2 款规定，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  $10AL_{Imin}$  ( $AL_{Imin}$  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  $1AL_{Imin}$ ，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

## 二、《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）

放射性废液：

① 使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于  $2 \times 10^7 Bq$  的临床核医学单位，应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。产生放射性核素废液而无废水池的单位，应将废液注入容器存放 10 个半衰期，排入下水道系统。

② 放射性浓度不超过  $37 Bq/L$  的废闪烁液，不按放射性废物处理。

放射性固废：

收集：供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射标志；污物桶放置点应避开工作人员作业和经常走动的地方；污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。装满后的废物袋及时转送贮存室。

废物存放：贮存室建造结构应符合放射卫生防护要求，且具有自然通风条件或安装通风设备，出入口设电离辐射标志；废物袋或废物包、废物桶及其他存放废物的容器必须在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放日期的说明；内装注射器及碎玻璃等物品的废物袋应附加外套。

## 三、《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/T

**201.2-2011)**

本部分使用于 30MeV 以下的加速器放射治疗机房。

## 4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率控制水平

b) 按照关注点居留因子的下列不同, 分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平  $H_{c,max}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ):

1) 人员居留因子  $T \geq 1/2$  的场所:  $H_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ;

2) 人员居留因子  $T < 1/2$  的场所:  $H_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ ;

**四、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)**

## 6 治疗室防护和安全操作要求

6.1.3 在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$ ;

6.1.6 治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备;

6.1.7 治疗室应有足够的使用面积, 新建治疗室不应小于  $45\text{m}^2$ ;

6.1.8 治疗室入口处必须设置防护门和迷路, 防护门应与加速器联锁;

6.1.9 相关位置(例如治疗室入口处上方等)应安装醒目的指示灯及辐射标志;

6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。

**五、《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2013)**

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-4 要求。

b) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

**表 7-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 以上摄影机房	3	2
标称 125kV 及以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房(有头颅摄影)	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房(无头颅摄影)、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
<b>CT 机房</b>	2 (一般工作量) <sup>a</sup> 2.5 (较大工作量) <sup>a</sup>	

<sup>a</sup>按 GBZ/T 180 的要求。

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置, 机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房(不含顶层)顶棚、地板(不含下方无建筑物的)应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

d) 带有自屏蔽防护或距 X 射线设备表面 1m 处辐射剂量水平不大于  $2.5\mu\text{Gy/h}$  时, 可不使用带有屏蔽防护的机房。

5.4 在距离机房屏蔽体外表面 0.3m 处, 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求(其检测方法及检测条件按 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应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ; 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。

5.5 机房应设有观察窗或摄像监控装置, 其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

5.6 机房内布局要合理, 应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置; 不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物; 机房应设置动力排风装置, 并保持良好的通风。

5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯, 灯箱处应设警示语句; 机房门应有闭门装置, 且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

5.8 患者和受检者不应在机房内候诊; 非特殊情况, 检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 7-5 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; 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于  $0.25\text{mmPb}$ ; 应为不同年龄儿童的不同检查, 配备有保护相应组织和器官的防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于  $0.5\text{mmPb}$ 。

## 六、《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）

第 12.2.3.1 款 医院、学校、研究所和其他放射性同位素应用单位产生的少量放射性废物（包括放射性源），经审管部门批准可以临时贮存的许可场所和专属容器中。贮存时间和总活度不得超过审管部门批准的限制。

第 12.2.3.2 款 应采用安全可靠的贮存容器，建立必要的管理办法，并配备管理人员，防止废物丢失或污染周围环境。

## 七、环境质量标准

区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类区标准具体标准详见表 7-5。

表 7-5 声环境质量标准 单位：dB（A）

标准级（类）别	标准限值		标准依据
	昼间	夜间	
2 类区	60	50	《声环境质量标准》（GB3096-2008）

## 八、污染物排放标准

### 1) 废气

《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准：O<sub>3</sub> 标准为 0.2mg/m<sup>3</sup>

废气中臭氧的排放浓度执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准：O<sub>3</sub> 标准为 0.2mg/m<sup>3</sup>。

### 2) 噪声

根据《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）本项目厂界噪声执行 2 类（60/50dB（A））标准；《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），执行 70/55dB（A）的限制要求。

### 3) 固体废物

一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）中的有关规定及其 2013 年修改单中的有关规定。危险废物按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及环保部公告 2013 年第 36 号文件中的修改要求进行贮存。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

#### 8.1 项目地理位置和场所位置

凤阳县人民医院位于安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺街 288 号。院区北侧为长安街，隔路为凤阳中学；院区西北侧为中都西苑；院区西侧为右弼马路，隔路为妇幼保健院；院区南侧为子顺路，隔路为金地学府小区和绿洲香岛小区；院区东侧为西安路，隔路为丹桂花园小区。医院的地理位置见图 1-1。

拟建 3 号楼位于医院后勤楼北侧，本次评价项目位于 3 号楼地下一层。3 号楼距凤阳中学约 75 米，距院区西侧边界约 81 米，距后勤楼约 20 米，距 1 号楼约 40 米。

#### 8.3 声环境质量现状

我单位于 2019 年 6 月 20 日对本项目厂界及其周围 200m 的环境噪声现状进行了监测，监测报告见附件 9，监测点位见图 8-1，监测结果详见下表 8-3。

表 8-3 声环境现状监测结果

序号	监测点位	监测结果	
		昼间 (dB(A))	夜间 (dB(A))
1	院区东侧	51.5	40.1
2	院区北侧	50.8	40.5
3	凤阳中学	47.0	39.7
4	院区西侧	48.5	38.6
5	妇幼保健院	53.2	42.0
6	中都西苑	53.5	42.7
7	院区南侧	50.6	39.1

由监测结果可以看出，项目所在区域厂界噪声均可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）II 类区标准要求，表明所在区域声环境质量较好。

#### 8.3 辐射现状

##### 8.3.1 监测内容

我院于 2019 年 6 月 20 日对建设单位拟建地周围辐射水平进行本底调查。监测因子为 X- $\gamma$  空气吸收剂量率。监测点位见图 8-1。

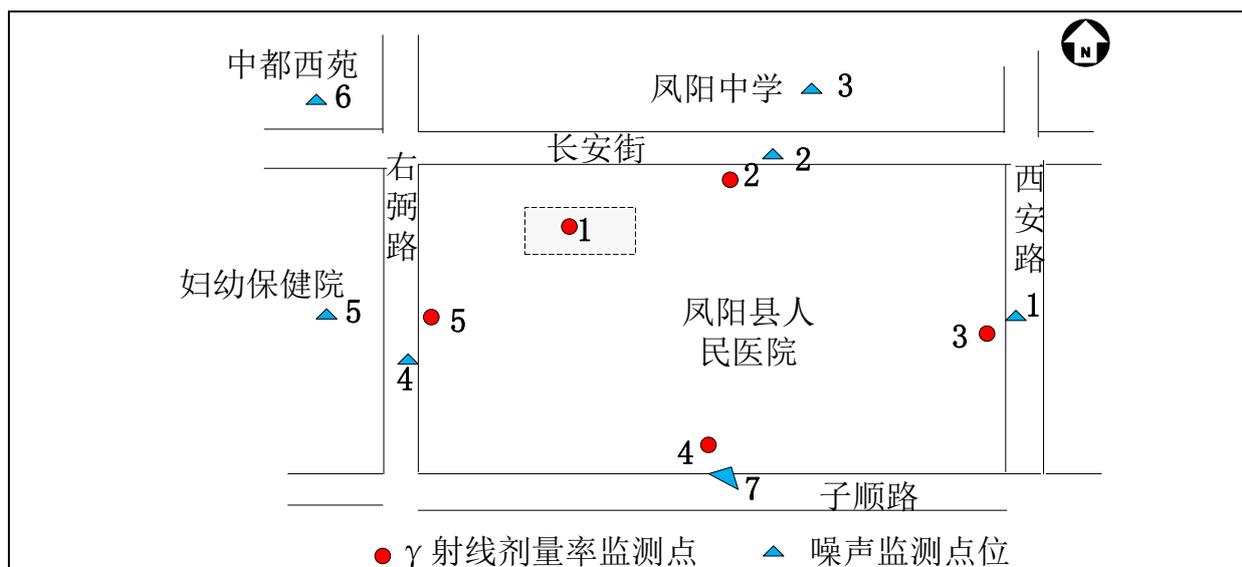


图 8-1 监测点位示意图

### 8.3.2 监测方法

监测方法按照《环境地表 X- $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）、《环境核辐射监测规定》（GB 12379-90）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）进行。

### 8.3.3 监测仪器

测量仪器为 AT1123 型辐射剂量率仪，该设备经过检定，并在有效期内，仪器参数见表 8-4。

表 8-4 AT1123 型 X- $\gamma$  辐射剂量率仪参数

仪器名称	X- $\gamma$ 辐射剂量率仪
仪器型号	AT1123
出厂编号	54896
校准单位	中国计量科学研究院
有效日期	2019 年 3 月 6 日至 2020 年 3 月 5 日
证书编号	DYjl2019-1398
检定依据	JJG393-2003《辐射防护用 X、 $\gamma$ 辐射剂量当量（率）仪和检测仪》
检定结论	合格

### 8.3.4 质量保证措施

- a 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。
- b 监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 监测仪器经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用标准源对仪器进行校验。

- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

### 8.3.5 监测结果

环境现状结果见表 8-5 和附件 9。

表 8-5 凤阳县人民医院 X-γ 辐射剂量率监测结果统计

序号	点位	测量结果 (nSv/h)
1	拟建 3 号楼场址	94
2	院区北侧	94
3	院区东侧	122
4	院区南侧	103
5	院区西侧	106

注：表中测量值未扣除宇宙射线响应。

### 8.3.6 现状评价

由 8-2 可知，凤阳县人民医院拟开展项目场址附 X-γ 辐射剂量率为 94~122nSv/h，在安徽省天然辐射水平范围内（安徽省空气吸收剂量率变化范围为：58~138 nGy/h，此数据来源于 2018 年安徽省环境状况公报）。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 医用电子直线加速器

## (1) 工作原理

医用直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离治疗机。从电子枪发射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，电子束被加速到所需能量后经过漂移管进入偏转磁场，电子束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。移动靶件是具有四个工位，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。典型医用直线加速器示意图及内部结构图见图 9-1。

## (2) 设备组成

医用电子直线加速器主要由机架组件、辐射头、水冷系统、速调管、真空系统、充气系统、高压脉冲调制器、栅控电子枪电源、控制柜及操作盒、运控机箱、整机动力配电及低压电源、整机联锁保护电路等组成。

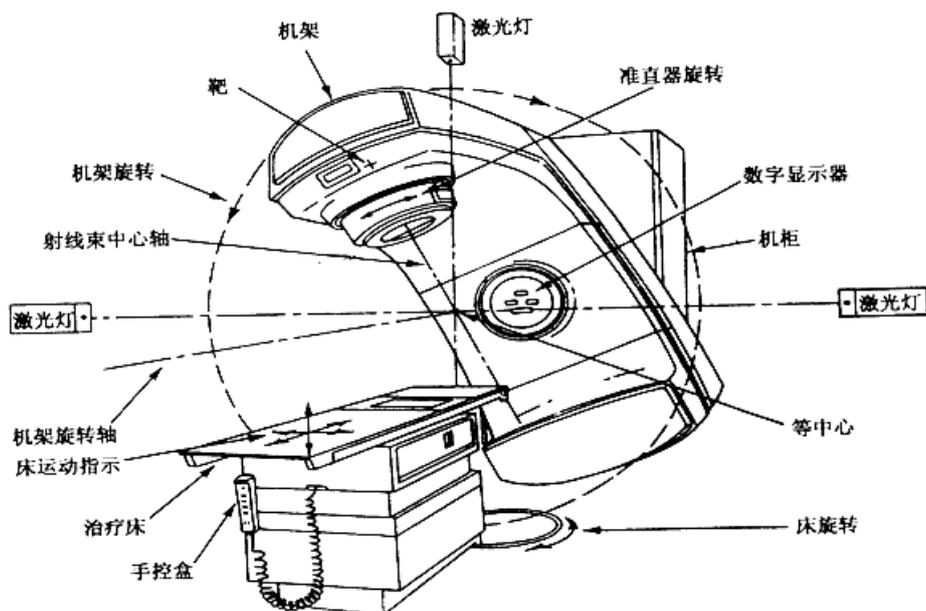


图 9-1 典型医用直线加速器示意图

## (3) 工艺流程分析

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。

医用电子直线加速器治疗流程及产污环节如图 9-2 所示。

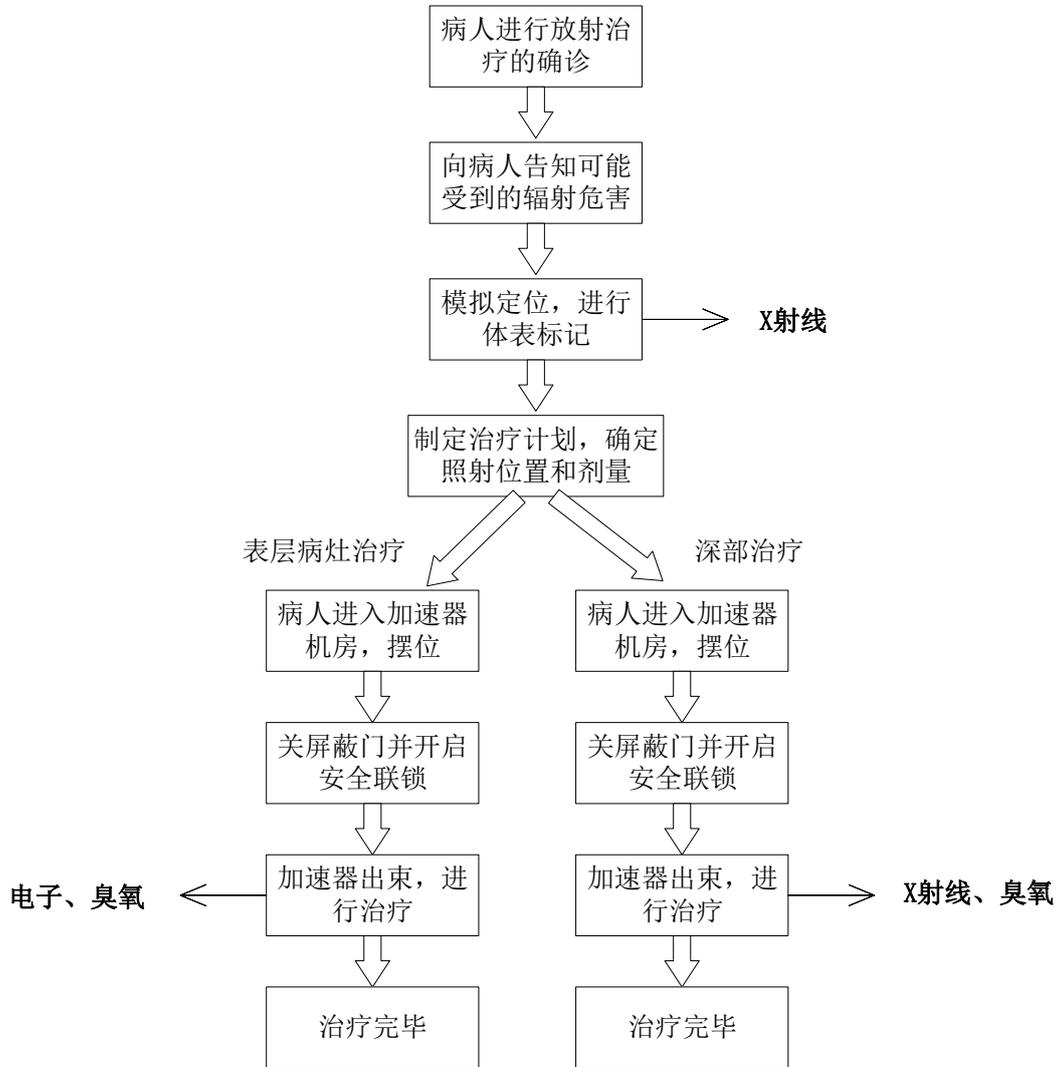


图 9-2 电子直线加速器治疗流程及产污环节图

(4) 污染因子

① 电子束

电子直线加速器在运行时，电子枪产生大量电子，电子被加速后聚焦为一股束流。由于电子束的屏蔽要求远低于高能 X 射线，故在机房屏蔽墙厚度计算时不用考虑，但由于电子束强度高，若发生人员以外照射，会造成伤害。

② X 射线

医用直线加速器由于 X 射线治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与

靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线,其可能对工作人员和公众造成伤害。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

### ③ 臭氧、氮氧化物

加速器开机治疗时,高能 X 射线电离空气会产生少量的臭氧和氮氧化物,通过加速器内的排风系统及时将废气排至室外。

## 9.2 模拟定位机

### (1) 工作原理

模拟定位机主要用于直线加速器对肿瘤病人进行治疗前,对肿瘤的定位、剂量的分布计算和治疗计划的模拟进行。

模拟定位机是一种采用体层摄影技术的 X 射线装置,主要由 X 射线发生装置、准直器、影像增强和电视系统、回转机架、定位床、控制系统等组成。X 射线发生装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成,阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝。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。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到很高的速度,这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线。

### (2) 工艺流程分析

医生根据病人所患肿瘤的种类和部位制定治疗计划,并预约登记,确定治疗时间。预约病人进入模拟定位机房,在医务人员协助下按照治疗计划在治疗床上摆位。然后医务人员全部退出机房,进入操作间,在确定所有安全措施到位后,启动模拟定位机进行照射,对治疗计划进行验证。诊断完毕后病人离开房间。

模拟定位机诊断流程及产污环节如图 9-3 所示。

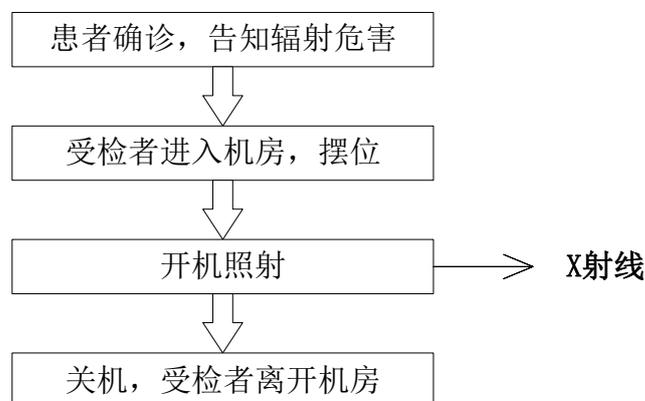


图 9-3 模拟定位机诊断流程及产污环节

### (3) 污染因子

模拟定位机产生 X 射线，其可能对工作人员和公众造成伤害。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

### 9.3 核医学科

本项目核医学科辐射工作场所在地下一层，主要内容为：PET-CT 装置 1 台，并使用放射性同位素  $^{18}\text{F}$ ；SPECT 装置 1 台，并使用放射性同位素  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ；甲状腺功能测定装置 1 台，并使用放射性同位素  $^{131}\text{I}$ ；放射免疫分析装置 1 台，并使用放射性核素  $^{125}\text{I}$ 。

#### 9.3.1 PET-CT

##### (1) 工作原理

PET（正电子发射断层显像仪）显像的原理是将发射正电子的放射性核素（如  $^{18}\text{F}$  等）标记到能够参与人体组织血流或代谢过程的化合物（如脂肪酸、脱氧葡萄糖、氨基酸、核苷等）上，将标有带正电子放射性核素的化合物注射到受检者体内，让受检者在 PET 的有效视野范围内进行 PET 显像。放射核素放射出的正电子在体内移动大约 2~3mm 后和负电子结合发生湮灭现象，产生两个能量相等（511KeV）、方向相反的  $\gamma$  光子。PET 探头系统内有数个探测器环，湮灭产生的两个方向相反的光子被 PET 探头内的两个探测器分别探测到。根据两个探测器探测到光子确定体内有放射性药物分布投影，然后进行图象重建确定体内不同脏器的核素分布。通过计算机对采集数据重建处理，可获取示踪剂在人体器官的代谢分布图像，并得到人体全身三维断层图像，从而反映人体组织功能、代谢信息，再根据人体组织功能、代谢信息进行临床诊断。同时结合应用 CT 技术进行精确定位，可精确地提供靶器官的解剖和功能双重信息，并能够独立完成多排螺旋 CT 的临床影像，大大提高临床使用价值。

##### (2) 设备组成

PET-CT 的主要部件包括机架、环形探测器、符合电路、检查床及工作站等。探测系统是正电子发射显像系统中的主要部分，它采取的块状探测结构有利于消除散射、提高计数率。许多块结构组成一个环，再由数十个环构成整个探测器。探测晶体将高能光子转换为荧光，PMT 将光信号转换为电信号，电信号再被转换成时间脉冲信号，探头层间符合线路对每个探头信号的时间耦合性进行检验判断，排除其他来源射线的干扰，经运算给出正电子的位置，计算采用散射、偶然符合信号校正及光子飞行时间计算等技术，完成图像重建。重建后的图像将 PET 的整体分辨率提高到 2mm 左右。PET 采用符合探测技术进行电子准直校正，大大减少随机符合事件和本底，电子准直器具有非

常高的灵敏度（没有铅屏蔽的影响）和分辨率。

PET-CT 是将 PET 和 CT 两个已经相当成熟的影像技术相融合，实现了 PET 和 CT 图像的同机融合，使他们相互取长补短，获取更全面的诊断信息。PET-CT 将螺旋 CT 和 PET 一前一后组合起来构成复合系统，一次扫描可得到两种图像。这两套扫描装置既可联合使用，又可独立使用。既可以准确的对病灶进行定性，又可以准确定位。PET 本身是一个显像装置，不产生射线，其主要利用正电子发生的射线而进行的显像装置。

### (3) 工艺流程及产污环节

PET-CT 项目工艺流程及操作程序见图 9-4。

- ① 医院根据患者预约情况，确定当天所使用的放射性核素及其剂量；
- ② 医院向专业医药公司订药，医药公司按照医院要求在规定时间内将药物送到医院；
- ③  $^{18}\text{F}$  药物送至 PET-CT 工作场所分装室，医护人员应根据病人用药量对药物进行分装，医护人员为患者注射药物，注射后患者在候诊室停留一定时间后，进入机房进行扫描诊断。
- ④ 扫描完成后，留观一段时间，经医生允许后由病人专用出口离开。

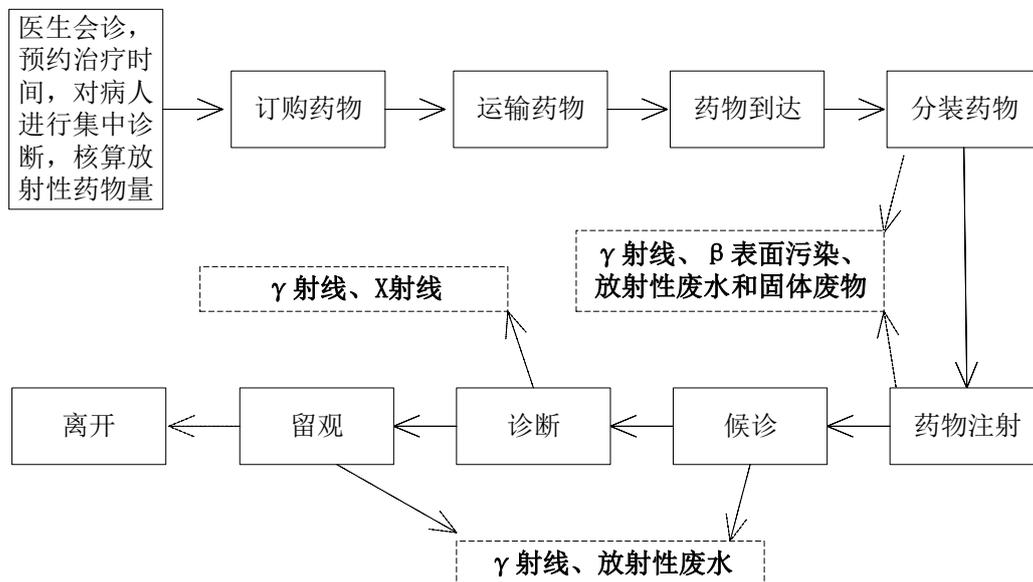


图 9-4 PET-CT 工艺流程及产污环节

因此，用  $^{18}\text{F}$  等核素标记 PET-CT 项目主要环境影响为分装、给药对工作人员产生的外照射；分装、给药过程对工作台面、地面等造成的表面污染；操作过程产生的放射性固体废物，如使用放射性药物的注射器、注射针头、可能沾染放射性药物的试管、棉签、手套、口罩、污染擦拭或清洗物等放射性固体废物；操作过程产生的放射性废水，

如洗涤废水、使用放射性药物患者的排泄物。CT 扫描时产生的 X 射线。

### 9.3.2 SPECT

#### (1) 工作原理

SPECT 即单光子发射型计算机断层显像 (Single Photon emission computed tomography, 简称 SPECT)。SPECT 显像, 其原理是利用引入人体内的放射性核素发出的  $\gamma$  射线经碘化钠晶体产生闪光, 闪烁光子再与光电倍增管的光阴极发生相互作用, 产生光电效应。光电效应产生的光电子经光电倍增管, 在荧光屏上形成闪烁影像。利用滤波反投影方法, 借助计算机处理系统可以从一系列投影影像重建横向断层影像, 由横向断层影像的三维信息再经影像重建组合获得矢状、冠状断层或任意斜位方向的断层影像。SPECT 是单光子发射型计算机断层显像仪和 CT 一体化组合的影像诊断设备, 将功能代谢与解剖结构完美结合显示成像, 是目前临床核医学最广泛应用的医学影像诊断设备。

#### (2) 设备组成

单光子发射计算机断层仪 (SPECT) 由探头及电子学线路、可左断层显像的机架、病人检查床、计算机采集和处理工作站组成。

#### (3) $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 操作

核素发生器是一种放射性同位素产生的装置, 又称放射性同位素发生器。 $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  发生器是目前诊断医学中最重要的发生器。 $^{99}\text{Mo}$  的衰变方式是  $\beta^-$ , 衰变时除发射  $\beta$  射线外还发射  $\gamma$  射线,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  的主要衰变方式是同质异能跃迁, 同时发射  $\gamma$  射线, 图 9-5 是其衰变的详细过程:

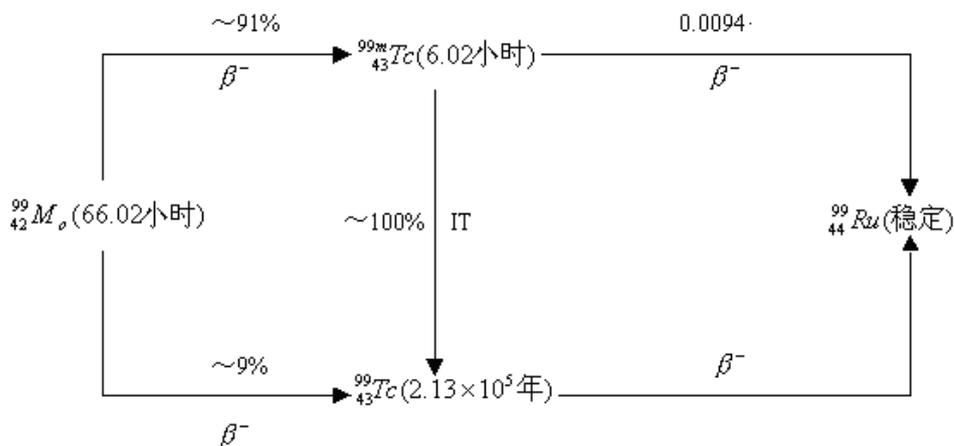


图 9-5  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  的衰变纲图

由于  $^{99}\text{Tc}$  的半衰期长达  $2.13 \times 10^5$  年，远远大于  $^{99}\text{Mo}$  和  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  的半衰期， $^{99}\text{Tc}$  在洗脱液中放射性贡献极小，因此用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记 ECT 中  $^{99}\text{Tc}$  的放射性可以忽略不计。由此可见，用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记 SPECT 对工作环境造成的影响主要是  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  发生器本身，洗脱出来的  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记溶液和注射标记液后的病人对工作人员的  $\gamma$  外照射， $^{99\text{m}}\text{Tc}$  洗脱液操作过程中对工作台面、地面等造成表面污染。对环境潜在影响最大的是 SPECT 过程中产生的放射性废液，包括洗脱出来未用完的残液。固态放射性废物主要是旧的  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  发生器、一次性注射器、医生操作戴的手套等，使用完毕的钼-锝柱由供源厂家回收，不进入环境。

#### (4) 工艺流程及产污环节

SPECT 项目工艺流程及操作程序如下：

- ① 医院根据患者预约情况，确定当天所使用的放射性核素及其剂量；
- ② 根据所需放射性核素剂量，使用  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  发生器淋洗、分装。
- ③ 医护人员在通风橱内根据病人用药量对药物进行分装；医护人员为患者注射药物，注射后患者在注射后候诊室停留一定时间后，进入机房进行扫描诊断。
- ④ 扫描完成后，留观一段时间，经医生允许后由病人专用出口离开。

因此，用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  核素标记 SPECT 项目主要环境影响为分装、给药对工作人员产生的外照射；分装、给药过程对工作台面、地面等造成的表面污染；操作过程产生的放射性固体废物，如使用放射性药物的注射器、注射针头、可能沾染放射性药物的试管、棉签、手套、口罩、污染擦拭或清洗物等放射性固体废物；操作过程产生的放射性废水，如洗涤废水、使用放射性药物患者的排泄物。

### 9.3.3 $^{131}\text{I}$ 核素使用

#### (1) 甲状腺功能测定

**原理：**甲状腺功能测定，是通过观察、测量甲状腺组织摄取和排出引入体内的  $^{131}\text{I}$  的量与速度，来评价甲状腺的功能状态及其功能调节的情况。碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性的  $^{131}\text{I}$  也能被摄取并参与甲状腺激素的合成，其被摄取的数量和速度与甲状腺功能密切相关。将  $^{131}\text{I}$  引入受检者体内，利用甲状腺功能测定仪器测定甲状腺部位放射性计数的变化，可以了解  $^{131}\text{I}$  被甲状腺摄取的情况，从而判断甲状腺的功能。甲状腺功能测定单次  $^{131}\text{I}$  给药量很小，一般为  $2 \mu\text{Ci} \sim 10 \mu\text{Ci}$ 。

**流程：**

① 医院根据患者预约情况，确定当天所使用的放射性核素及其剂量；

② 医院向专业医药公司订药，医药公司按照医院要求在规定时间内将药物送到医院储源室；

③ 医护人员根据需求配置标准液，每周配置一次；

④ 病人口服  $^{131}\text{I}$  溶液，进入甲状腺功能测定房间，一段时间后，用甲状腺功能测定仪测定；

⑤ 测定完成后，经医生允许后由病人专用出口离开。

## (2) 甲亢治疗

**原理：**甲状腺具有高度选择性摄取  $^{131}\text{I}$  的能力，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多，可高达血浆的几百倍，且在甲状腺内停留的时间较长，有效半衰期可达 3.5~5.5 天。在患者服用  $^{131}\text{I}$  后，90%以上的  $^{131}\text{I}$  都会聚集到患者的甲状腺，其余的  $^{131}\text{I}$  随代谢排出体外。 $^{131}\text{I}$  衰变为  $^{131}\text{Xe}$  时放射出 95%的  $\beta$  射线，该射线能量低，在甲状腺内的平均射程仅有 0.5mm，一般不会造成甲状腺周围组织例如甲状旁腺、喉返神经等的辐射损伤。因此， $^{131}\text{I}$  治疗可使部分甲状腺组织受到  $\beta$  射线的集中照射，使部分甲状腺细胞发炎症、萎缩、直至功能丧失，从而减少甲状腺激素的分泌，使亢进的功能恢复正常，达到治疗的目的。

### 流程：

① 医院根据患者预约情况，确定当天所使用的放射性核素及其剂量；

② 医院向专业医药公司订药，医药公司按照医院要求在规定时间内将药物送到分装通风柜；

③ 由自动分装仪分装  $^{131}\text{I}$ ；

④ 病人在服药室口服  $^{131}\text{I}$  溶液，进入隔离留观室，一段时间后经医生允许后由病人专用出口离开。

## (3) 产污环节

### ① 辐射

$^{131}\text{I}$  核素在衰变过程中主要释放  $\beta$  射线和  $\gamma$  射线， $\beta$  射线穿透力很弱，在组织内辐射距离很短，不会对环境产生明显影响， $\gamma$  射线对医护人员产生的外照射影响。

### ② $\beta$ 放射性表面污染

患者服药后，一次性杯子表面残留的  $^{131}\text{I}$  撒漏，对地面或工作台造成放射性表面污

染。

③ 废水

主要是体内含有放射性核素的病人排泄物及分装工作场所清洗用水等。

④ 固体废物

放射性同位素操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性同位素的医疗固体废弃物。污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对医务人员产生的外照射。

**9.3.4  $^{125}\text{I}$  放射免疫分析**

放射免疫技术为一种将放射性同位素测量的高度灵敏性、精确性和抗原抗体反应的特异性相结合的体外测定超微量物质的新技术。标记抗原与未标抗原竞争有限量的抗体，然后通过测定标记抗原抗体复合物中放射性强度的改变，测定出未标记抗原量。本项目用  $^{125}\text{I}$  标记抗体，然后用放射免疫分析仪测定。

表 10 辐射安全与防护

## 项目安全设施

为减少辐射危害，以及避免辐射事故的发生，医院针对不同的辐射源拟采取相应的辐射安全防护措施。

### 10.1 场所布局及分区

#### 10.1.1 核医学科

##### (1) 平面布局

核医学科位于拟建 3 号楼地下一层，楼上（地上一层）为普通病房。核医学科放射性工作场所主要有 SPECT 扫描室、PET-CT 扫描室、注射室、储源室、注射后候诊室、甲功能测定室、留观室、病人专属卫生间、污物间等。留观室楼上为值班室、主任办公室和医生办公室；分装注射室楼上为走道和治疗室；储源室楼上为走道；注射后候诊室楼上为护士和主任办公室以及会议室；SPECT 楼上为住院病房及检查室；PET-CT 楼上为护士站及抢救室；甲功能测定室楼上为住院病房，具体情况详见附图 4 剖面图。

##### (2) 区域划分

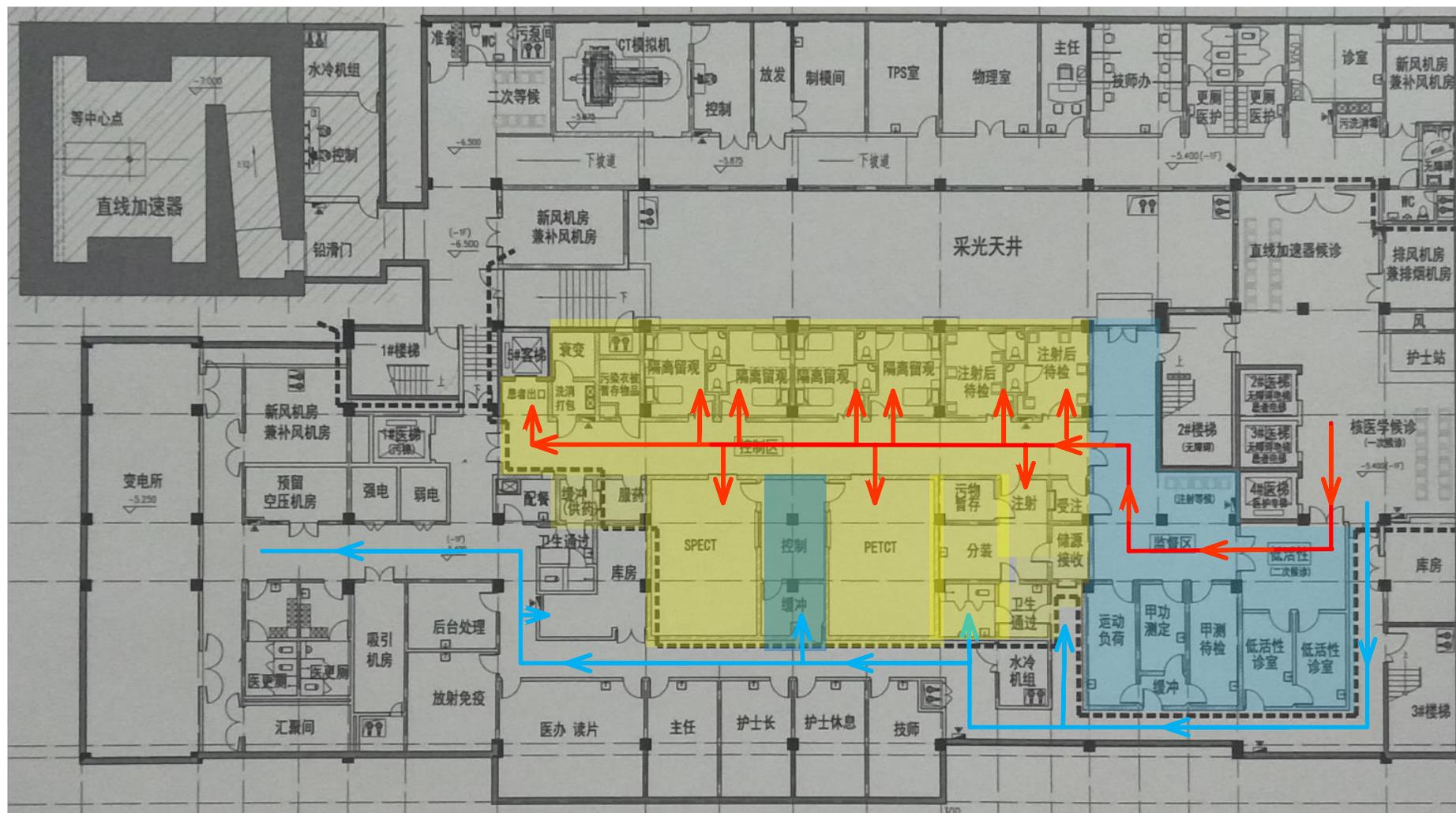
为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，在放射性工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。医患路径及分区情况见图 10-1。

**控制区：**该区域内需要或可能需要专门防护手段或安全措施，以便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范围。控制区的进出口及其他适当位置应设置醒目的电离辐射警告标志。

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

**控制区划分：**SPECT 扫描室、PET-CT 扫描室、注射室、储源室、注射后待检室、甲功能测定室、隔离留观室、病人专属卫生间、污物间、放疫室等划分为控制区、服碘室。

**监督区划分：**控制室、缓冲室等划分为监督区



监督区
  控制区
  医生路径
  病人路径

图 10-1 医患路径及分区图

## (2) 环评要求

关于控制区及监督区的防护手段与安全措施，项目建设点位应做到：

### ① 控制区防护手段与安全措施

a、控制区进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志（图 10-2）；

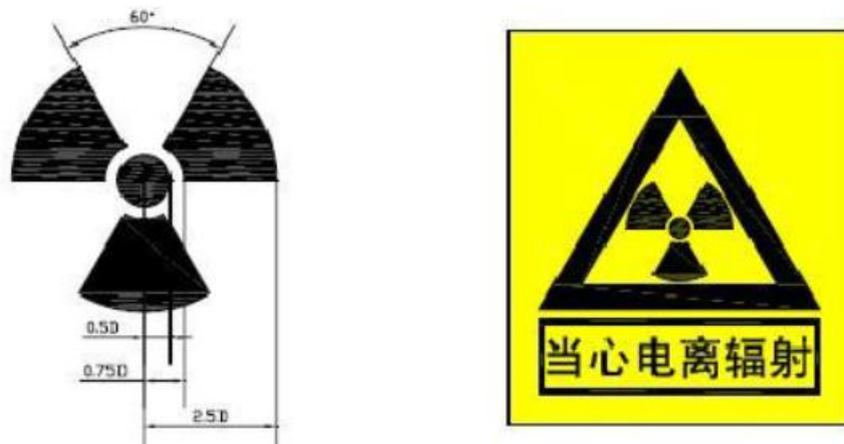


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

b、制定职业防护与安全管理措施，包括使用于控制区的规则和程序；

c、运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障限值进出控制区；

d、工作人员应配备个人防护用品、工作服；核医学科应配备污染检测仪；

c、定期审查控制区的情况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全设施或该区的边界；

### ② 监督区防护手段与安全措施

a、以黄线警示监督区的边界；

b、在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

c、定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界；

## (4) 核医学科人流、物流的路劲规划

### ① 人流路径

#### 工作人员路径：

注射工作人员工作场所位于注射室，工作开始前，工作人员由医生通道进入注射室。对放射性药物进行分装、注射。工作结束后，经表面污染检测确认无污染后返回。

设备操作和摆位工作人员工作场所位于控制室、PET-CT 机房和 SPECT 机房，工作

开始前，工作人员由电梯进入医生通道，然后进入控制室；摆位时经过控制室防护门进入机房，摆位结束后，原路返回控制室内继续进行设备操作工作。

#### 病人路径：

一般门诊病人根据预约安排时间由入口进入核医学科注射前候诊区，通过病人专用入口门（门禁）依次进入注射待检室注射。PET-CT 和 SPECT 病人注射后在注射待检室等待，根据广播提示，依次进行机房进行扫描，扫描结束后进入留观室，经医生允许后从病人通道离开。甲状腺功能测定病人服用放射性药物后，到甲功能测定室测定，完成后经病人通道离开。

#### ② 物流路径

##### 药品路径：

根据提前用药安排，在工作人员上班前，放射性核素由药物供应商负责运送。由专用 4# 电梯进入核医学科，通过注射室进入储源室，将药物放置后送药人员原路返回。

放射性药物使用时，由工作人员从储源室取出，在通风柜内分装，分装好的药物在注射室窗口对注射室外的病人进行注射。

$^{131}\text{I}$  放射性药物由自动分装仪分装。

##### 污物路径：

工作结束之后，衰变后的放射性药物从衰变间取出，通过专用污梯运出核医学科。

#### (5) 平面布局合理性分析

按照《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）的要求，核医学科设置在 3 号楼地下一层，与其他科室和场所相对隔离。放射性工作场所按照控制区、监督区进行分区控制管理。各区之间通过门禁系统进行分隔，用于限制人员流通。核医学平面图见图 10-1 和附图 2，核医学科平面布置以及现有的措施如下：

1) 核医学科拟使用的放射性核素包括（ $^{131}\text{I}$ （甲功能测定）、 $^{131}\text{I}$ （甲亢）、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ ）。放射性药品由药品通道进入储源室暂存，在注射室内医务人员进行药品的分装和注射。病人首先在核医学科东侧走廊内等候，按照预约时间进入核医学科，在分装室外的注射窗口，在注射室候诊室候诊，满足扫描条件后，病人进入机房扫描，扫描结束后，病人进入留观室，等到满足医生要求后方可离开。

2) 核医学科有护士站、服药室、储源室、衰变间、注射室、留观室、专用卫生间、SPECT 机房、PET-CT 机房、控制室等房间。注射放射性药品后病人和医务人员的

行走路线示意图见图 10-1。病人通道门处张贴醒目的“病员通道”标识牌。核医学科内部布局符合《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）中相关布局要求。

3) 核医学科的候诊室、休息室等注射了放射性药品病人活动较频繁的场合均设置了专用卫生间，便于病人呕吐物和排泄物的收集和处理；在放射性剂量较大的房间增加了墙壁的防护能力，减少病人之间的照射剂量。

4) 核医学科设置了放射性衰变间，配备了放射性固废衰变桶，便于分类存放，能够满足放射固废的衰变需求；一般情况了公众和医务人员不会接近废物间，减少对公众和医务人员辐射剂量，布局合理。

5) 注射待诊室和机房的距离较近，便于注射了药品的病人，直接进行检查，减少了与其他人员接触的机会，检查后的病人进入留观室，医院许可后离开，整个过程不会对公众和医务人员产生较大剂量辐射，布局合理。

6) 核医学科将诊室、办公室等不涉及放射性核素的场所，设计在核素操作、病人候诊、核素治疗病房等放射性高活区之外，使医务人员避免不必要的照射，布局合理。

7) 医院将设备控制室等需要医务人员操作和停留的场所，与注射药品后的病人通道分开，减少了医务人员受照机会。配送的放射性药品经医生通道进入贮源室，距离注射、分装室较近，各通道布局合理。

8) 核医学科设置了完善的废水收集和排放系统，核医学科产生的放射性废水经管道收集后排入衰变池。

9) 本次评价的项目所使用的放射性药品在核医学科分装注射室内分装，增加一台通风橱，在该通风橱内操作，通风橱内设置了通风系统。

综上所述：凤阳县人民医院核医学科平面布置基本合理，符合辐射防护的最优化设计，符合《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）中相关布局要求。

### 10.1.2 医用直线加速器和模拟定位机

直线加速器及模拟定位机相邻布置，在进行肿瘤治疗前，利用模拟定位机对病灶部位进行定位，确定放疗方案。直线加速器机房北墙、西墙均为地下土层，人员不可达到，东侧入口处采用直型迷道设计，直线加速器主射线束不朝向迷道方向，顶棚上覆盖土层，土层上为人行通道；治疗机房控制室与治疗机房分离，以上能够满足《放射治疗机房辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZT201.1-2007）4.2 节的要求，故机房布局合理。加速器机房和模拟定位机房划为控制区，与加速器机房和模拟定位机房相邻的区域（包

括控制区)划为监督区。

## 10.2 辐射防护设计

### 10.2.1 辐射防护设计

核医学科采取实体屏蔽设计,屏蔽状况如下:

**表 10-1 核医学科防护方案**

房间	防护设计方案
PET-CT 机房	房顶: 300mm 混凝土 四面墙壁: 250mm 实心砼砌块+5mm 铅板 防护门: 10mm 铅当量 观察窗: 10mm 铅当量铅玻璃
SPECT 机房	房顶: 300mm 混凝土 四面墙壁: 250mm 实心砼砌块 防护门: 5mm 铅当量 观察窗: 5mm 铅当量铅玻璃
PET-CT 注射后候诊室 (包含卫生间)	房顶: 300mm 混凝土 四面墙壁: 250mm 实心砼砌块
SPECT 注射后候诊室 (包含卫生间)	房顶: 300mm 混凝土 四面墙壁: 250mm 实心砼砌块
留观室 (包含卫生间)	房顶: 300mm 混凝土 四面墙壁: 250mm 实心砼砌块
分装注射室	房顶: 300mm 混凝土 墙壁(北侧、南侧、东侧): 250mm 实心砼砌块 墙壁(西侧): 250mm 实心砼砌块 防护门: 10mm 铅当量
隔离留观室	房顶: 300mm 混凝土 墙壁(北侧、南侧、东侧): 250mm 实心砼砌块 墙壁(西侧): 250mm 实心砼砌块
储源室	房顶: 300mm 混凝土 墙壁: 250mm 实心砼砌块 防护门: 10mm 铅当量
污物暂存室	房顶: 300mm 混凝土 四周墙壁: 250mm 实心砼砌块 防护门: 5mm 铅当量
注射窗	40mm 铅当量
铅灌	20mm 铅当量 ( $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ ), 40mm 铅当量 ( $^{131}\text{I}$ )
通风橱	50mm 铅当量
注射器	10mm 铅当量
铅屏风	10mm 铅当量

### 10.2.2 医用直线加速器

本项目医用直线加速器机房位于 3 号楼地下一层西北角,采用密度为  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$  混

凝土浇筑，加速器机房东侧为水冷机房和控制室，南侧、西侧和北侧均为土壤层，顶土壤层及人行通道。加速器屏蔽设计参数见表 10-2。

**表 10-2 直线加速器机房屏蔽设计参数**

防护名称		屏蔽设计参数
南墙	主屏蔽墙	屏蔽墙厚为 3.0m 混凝土，宽度均为 4.2m
	次屏蔽墙	次屏蔽厚为 1.7m 混凝土
北墙	主屏蔽墙	屏蔽墙厚为 3.0m 混凝土，宽度均为 4.2m
	次屏蔽墙	屏蔽墙厚为 1.7m 混凝土
西墙		屏蔽墙厚为 1.7m 混凝土
迷道内墙		迷道内墙自北向南墙体厚度逐渐增大，最薄处为 1.2m，最厚处为 1.7m
迷道外墙		迷道外墙自南向北墙体厚度逐渐增大，最薄处为 1.5m，最厚处为 2.0m
顶	主屏蔽墙	屏蔽墙厚为 3.0m 混凝土
	次屏蔽墙	屏蔽墙厚为 1.7m 混凝土
防护门		10mm 铅当量的钢铝合金移动门，并设置门机联锁系统

### 10.2.3 模拟定位机

模拟定位机位于 3 号楼地下一层，机房西侧为控制室，南侧为新风机房和采光天井，东侧为制模间，北侧为通道。顶上为土壤层，土壤层上方为人行通道。模拟定位机房屏蔽设计参数见表 10-3。

**表 10-3 模拟定位机房屏蔽设计参数**

房间名称	四周墙体	顶棚	防护门	观察窗
模拟定位机	250mm 实心砼砌块+ 2mm 铅板	300mm 混凝土	4mm 铅当量	4mm 铅当量

## 10.3 辐射安全措施

### 10.3.1 核医学科

#### (1) 综合措施

① 医院应在核医学科出入口、PET-CT 机房、SPECT 机房、注射室、等场所明显位置粘贴符合 GB18871-2002 规范的电离辐射警告标志，用于提醒无关人员不要靠近和逗留。

② 医院应在 SPECT 机房及 PET-CT 机房门口设置工作状态指示灯，用于提示机房内设备的运行状态。并应在 PET-CT 机房及 SPECT 机房的防护门安装闭门装置，确保防护门处于常闭状态，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

③ 医院应在核医学科入口、出口以及设置带有门禁系统的单向门，实现“入口只进

不出，出口只出不进”的单向路线，加强对控制区带药患者的管理，并防止无关人员入内。告知检查完成后病人离开路线，防止其对其他公众造成不必要照射。医院应在核医学科病人出口通道处通向医生通道设置门禁系统，非紧急情况下无法通行，核医学科病人仅通过单向门离开核医学科。

④ 本项目非密封工作场所内不得安排与放射性无关的工作。

⑤ 本项目所有放射性药物的分装、操作均应在通风橱进行。放射性药物分装等操作时均应在衬有吸水纸的托盘内进行，药物在使用前有铅盒和铅套屏蔽，注射药物时工作人员穿戴个人防护用品，并尽可能缩短操作时间。

⑥ 在控制区和监督区内不得进食、饮水、吸烟，也不得进行无关工作及存放无关物件。辐射工作人员操作后离开工作室前洗手和作表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。

⑦ 使用操作应在指定的工作台或搪瓷盘内进行，操作人员需配戴个人防护用品，应避免皮肤直接接触放射性物质。

⑧ 非密封工作场所门窗及内部结构应尽量简单，墙面、地面应采用易于去污的材料或涂料，并平整光滑；地面与墙面交接应做成圆角，且应有一定的坡度朝向地漏（如设地漏）。

## （2）专项措施

### 放射性药物操作的辐射防护措施：

#### ① PET-CT/SPECT-CT ( $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ )

医院拟建 1 套由专用厂家生产的供放射性药品贮存、分装用的通风柜放置于核素储源室内，通风柜整体屏蔽防护能力 50mmPb。医务人员注射前通过通风橱的手套箱进行质控测量。注射室设计有嵌墙式注射窗，医护人员位于 40mmPb 的注射窗口为病人静脉注射药物。

#### ② 甲状腺功能测定 ( $^{131}\text{I}$ )

医院订购  $^{131}\text{I}$  药物，由生产厂家运输到医院。患者通过叫号在注射室注射窗口处取药后按要求口服，并将废药杯丢弃在废物桶中。

#### ③ 放射性免疫分析 ( $^{125}\text{I}$ )

医院应用  $^{125}\text{I}$  药物进行放射性免疫分析。

**放射性药物操作人员的防护措施:**

本项目工作人员主要为从医院其他科室调入和新招聘工作人员。在上岗前,工作人员需参加辐射安全与防护培训,并取得培训合格证书后方可上岗。本项目投入使用后,医院应加强对核医学科工作人员技能的培训,努力提高业务熟练程度,尽量缩短放射性药物与医务人员的接触时间。按照核医学科管理规定,辐射操作场所内禁止饮食、吸烟等无关工作。医院拟在正式开展诊断治疗工作之前购置相应的仪器设备,如加样器、试剂贮存专用冰箱、通风柜等。拟为工作人员配有专用工作服,一次性手套、防护眼镜以及专用的洗刷、清洁器具和设备。医院还应配置1台表面沾污监测仪和1台辐射巡测仪,当辐射工作人员结束工作前进行洗手,结束工作离开辐射工作场所前,采用表面沾污仪对操作台面、地面、工作服以及带出辐射工作场所的所有物品进行检测,若发现污染,立即开展放射性去污工作。

**10.3.2 医用直线加速器****1、辐射安全装置和保护措施**

为保障医用电子直线加速器安全运行,避免在医用电子直线加速器治疗期间人员误留或误入治疗机房内而发生误照射事故,本项目加速器治疗机房设计有相应的辐射安全装置和保护措施,主要有:

- ① 钥匙控制。决定加速器产生辐射的主要控制系统用开关钥匙进行控制。
- ② 安装门机联锁装置。加速器迷路门安装门机联锁装置,只有当防护门完全关闭后才能开启加速器,在加速器工作状态下,防护门意外开启加速器立即停止出束。
- ③ 在加速器机房安装紧急停机按钮(急停开关)。本项目在加速器控制室内、迷路入口处和机房内屏蔽墙及治疗床两侧合适位置设计安装紧急停机装置,在发生紧急情况时能够及时切断加速器系统电源。
- ④ 迷路门外安装工作状态指示灯,门外设置醒目、规范的电离辐射警告标志。
- ⑤ 加速器治疗机房内安装实时监控装置,并配备对讲装置,在治疗过程中医务人员可以及时观察病人情况,与病人交流,防止意外情况的发生。
- ⑥ 人员监护。医院放疗中心辐射工作人员均已配备个人剂量计并定期送检、同时已建立个人剂量档案,开展职业健康监护并建立个人职业健康监护档案。

**2、电缆布设**

本项目加速器与其控制室操作台之间的各种电缆管线,室内部分拟以地沟形式在地

坪以下部位布设，并在非主射线投照部位以“U”字形从地坪下方穿越墙体而过。其它所有电、水、风管布设，走向拟避开控制台等人员高驻留区，在非主束投照部位采用迷道形式穿越墙体或顶盖。

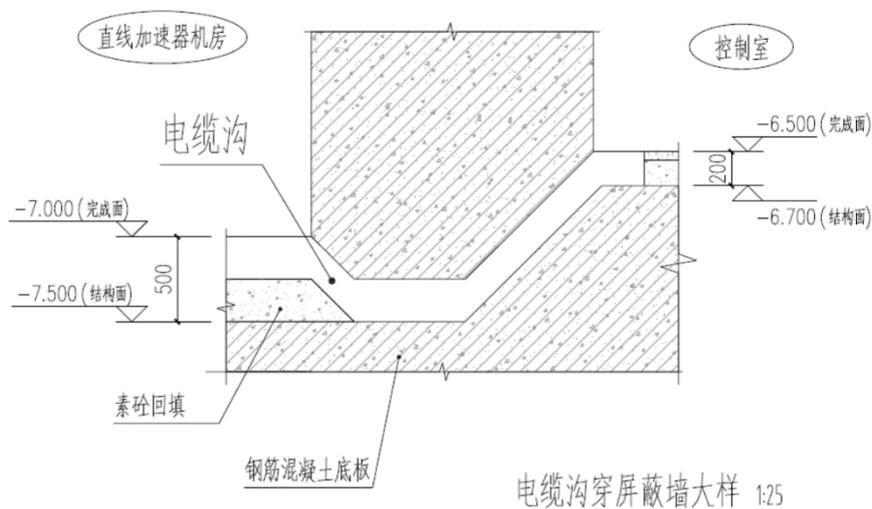


图 10-3 穿墙电缆铺设图

### 3、通风系统

本项目加速器机房内设有送排风系统，排风管经直线加速器机房的迷道和屋面上的排风机相连，并在穿墙处预埋折风管。

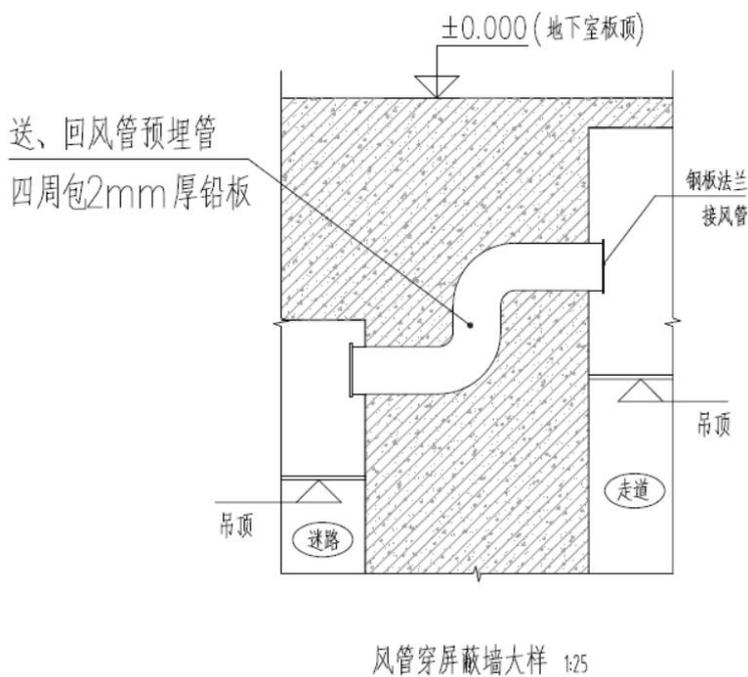


图 10-4 穿屋顶通风管路布局图

## 三废的治理

### 1 废气

本项目医用直线加速器运行过程中会使机房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。其中臭氧毒性最大，产生量也最高，此外氮氧化物还会与室内水汽作用形成酸雾腐蚀机房内设备。故治疗室内需设置通风系统将工作中产生的废气及时排出室外。

本项目加速器机房内设有送排风系统，排风管经直线加速器机房的迷道和屋面上的排风机相连，并在穿墙处预埋折风管。本项目排风机排风量为 2200m<sup>3</sup>/h，送风机送风量为 2400m<sup>3</sup>/h，加速器机房内净容积约为 334.1m<sup>3</sup>，因此，本项目通风换气次数能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

少量臭氧通过排风机直接排入环境，经过大气的稀释和扩散作用其浓度将进一步降低，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准：O<sub>3</sub> 标准为 0.2mg/m<sup>3</sup>。医院采取机械排风的措施后，加速器机房内产生的少量臭氧和氮氧化物能够得到充分的稀释扩散，常温下可以自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目中放射性药物分装等操作在通风橱内操作，通风橱内拟设专用通风管道，通过管道井至屋面高空排放，排风机出口设置活性炭过滤器，排气浓度达标后方可排放；PET-CT 区域设置独立的排风系统，排风气流从低活度区域流向高活度区，通过管道井至屋面高空排放，排风机出口设置活性炭过滤器，排气浓度达标后方可排放；其余室内排风，均通过排风竖井至屋面，高空排放，符合放射性工作场所相关要求。

### 2 废水

本项目产生的放射性废水包括：

- ①储源室、注射室内产生的含 <sup>18</sup>F、<sup>99m</sup>Tc 放射性核素的清洗废水；
- ②注射后病人卫生间含 <sup>18</sup>F、<sup>99m</sup>Tc、<sup>131</sup>I 放射性核素的呕吐物和排泄物；
- ③射性免疫分析室产生的 <sup>125</sup>I 放射性核素的废水。

本项目产生的放射性液体废物，通过专用下水道排入拟建 3 号病房楼西北角（衰变池位置见附图 6）新建容积为 39m<sup>3</sup> 的三级推流式衰变池。污水进入化粪池沉淀，然后流入下一个化粪池，满后流入衰变池，每级衰变池容积 13m<sup>3</sup>，衰变池图纸见附图 7。衰变池按照《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）中的相关规定，池底和池壁具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防渗漏措施。放射性废水进入废水池中自然

衰变十个半衰期，经检测满足排放标准后进入医院污水处理站。

PET-CT 应用项目日最大接诊量为 10 人次，SPECT 应用项目日最大接诊量为 10 人次，甲亢日最大接诊量为 5 人次，医生及护士 8~10 人，年工作 250 天，每天每人产生的废水按 5L 计算，则放射性废水排放量为  $0.18\text{m}^3/\text{天}$ ， $5.4\text{m}^3/\text{月}$ 。 $^{131}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  三种核素中，放射性废水中半衰期较长的核素为  $^{131}\text{I}$ ，其半衰期为 8.04d，十个半衰期约为 80.4 天（保守计算按照 81 天计算）。医院放射性废水日排放量预计约  $0.18\text{m}^3$ ，81 天排放的放射性废水量约为  $14.58\text{m}^3$ ，而本项目衰变池有效容积  $39\text{m}^3$ ，能够满足放射性废水的暂存衰变要求。

### 3 放射性固体废物

本项目放射性固体废物主要包括两类：一类为退役的放射源，一类为使用非密封性放射性核素过程中产生的固体废物，主要为带有微量放射性物质的注射器、服药杯、棉签、纱布、吸水纸、一次性手套等物品。

该项目运行时产生的退役密封放射源送交生产厂家处理，使用非密封核素过程中产生的固体废弃物按类别和日期分别暂存于专用铅制放射性污物桶内，待放射性物质自行衰变，存放 10 个半衰期以上，放射性水平降至豁免值以下，连同塑料包装（用标签表明收集时间和数量）按普通医疗废物处理，相关工作由接收培训的工作人员实施。

环评建议该单位还应在签订购买合同时，同时签订废源回收合同。

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009），医院对放射性废物的管理应做到：

- （1） 医院应在各场所的放射性废物桶应采用铅屏蔽，并应在废物桶外明显位置设置电离辐射警示标志。废物箱的放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。
- （2） 废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时送废物暂存库专用容器中贮存。
- （3） 对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及菱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。

表 11 环境影响分析

## 建设阶段对环境的影响

本次环评涉及的电子直线加速器应用、核医学科、模拟定位机应用项目场址施工期的主要环境影响评价已包括建设环评中。

## 运行阶段对环境的影响

## 11.2 辐射环境影响分析

## 11.2.1 核医学科

## 11.2.1.1 工作场所分级

本项目拟使用  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{125}\text{I}$  放射性核素，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 提供的非密封源工作场所放射性核素日最大等效操作量计算方法，以及放射性核素毒性组别修正因子（表 11-4）和操作方式修正因子（表 11-5），可以计算得出放射性核素的日等效最大操作量见表 11-6。

表 11-4 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	极毒	高毒	中毒	低毒
毒性组别修正因子	10	1	0.1	0.01

表 11-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平 较低的固体	液体, 溶液和 悬浮液	表面有污染 的固体	气体, 蒸汽, 粉末, 压力 很高的液体、固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{实际日操作量} \times \text{核素毒性因子}}{\text{操作方式的修正因子}}$$

表 11-6 非密封放射性核素使用情况

核素名称	每人平均用量	日最大检查 (诊疗) 人数	年最大检查(治疗)人 数	操作方式	用途
$^{131}\text{I}$	$10\mu\text{Ci}$	10	2500 人(每周 5 天, 年 50 周)	稀释、口服 (简单)	甲状腺功 能测定

$^{131}\text{I}$	10mCi	5	1000人(每周4天,年50周)	稀释、口服 (简单)	甲亢
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	20 mCi	10	2500人(每周5天,年50周)	分装、注射 (很简单)	SPECT显像
$^{18}\text{F}$	10mCi	10	2500人(每周5天,年50周)	分装、注射 (很简单)	PET-CT显像
$^{125}\text{I}$	每次用量 $20\mu\text{Ci}$ , 每月操作一次			(很简单)	放射性免疫分析

表 11-7 非密封放射性核素日等效操作量核算

核素名称	半衰期	毒性组别	毒性组别修正因子	操作状态	操作方式及状态修正因子	日最大操作量 (Bq)	日最大等效操作量 (Bq)
$^{131}\text{I}$	8.04d	中毒	0.1	液态	1	$3.70\times 10^6$	$3.70\times 10^5$
$^{131}\text{I}$	8.04d	中毒	0.1	液态	1	$1.85\times 10^9$	$1.85\times 10^8$
$^{125}\text{I}$	60.14d	中毒	0.1	液态	10	$7.40\times 10^5$	$7.40\times 10^3$
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	低毒	0.01	液态	10	$7.40\times 10^9$	$7.40\times 10^6$
$^{18}\text{F}$	1.83h	低毒	0.01	液态	10	$3.70\times 10^9$	$3.70\times 10^6$

注：根据环办辐射函[2016]430号，医疗机构使用的 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{125}\text{I}$ 视为“很简单的操作”； $^{131}\text{I}$ 视为“简单操作”。

医院核医学科的分装室内操作 $^{131}\text{I}$ （甲功能测定）、 $^{131}\text{I}$ （甲亢）、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{125}\text{I}$ 放射性核素，这些非密封源的总日等效操作量为 $2.0\times 10^8\text{Bq}$ 。非密封源操作场所的分级见表 11-8。

表 11-8 非密封放射性核素工作场所分级

工作场所	核素名称	日最大等效操作量 (Bq)	工作场所分级
核医学科	$^{131}\text{I}$ （甲功能测定）	$3.70\times 10^5$	已级
	$^{131}\text{I}$ （甲亢）	$1.85\times 10^8$	
	$^{125}\text{I}$	$7.40\times 10^3$	
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$7.40\times 10^6$	
	$^{18}\text{F}$	$3.70\times 10^6$	
	合计	$2.0\times 10^8$	

注：根据 GB18871 表 A1，放射性核素 $^{125}\text{I}$ 和 $^{131}\text{I}$ 的豁免活度为“ $1\times 10^6\text{Bq}$ ”。

#### 11.2.1.2 清污

放射性核素操作过程中如果出现药品泼洒在地板或操作台或其他物体表面，立即进行标记，并用吸水纸吸取、棉纱擦拭、清洗等处理清洁方式处理。吸水纸及棉纱布等一次性清洁用品作为固体废物处理。

根据《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）中的相关要求，为了便于操作和管理，针对临床核医学科实践的具体情况，依据计划操作最大量放射性核素的加权活度，又可把工作场所分为I、II、III等三类。具体分类见表 11-9。

表 11-9 核医学科工作场所具体分类

场所名称	操作核素	日最大等效操作量 (Bq)	场所 级别
注射分装室	$^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ （甲状腺功能测定）、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	$1.12 \times 10^7$	II级
注射待检室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$7.40 \times 10^6$	II级
注射待检室	$^{18}\text{F}$	$3.70 \times 10^6$	II级
服药室	$^{131}\text{I}$ （甲亢）	$1.85 \times 10^8$	II级
PET-CT 机房	$^{18}\text{F}$	$3.70 \times 10^6$	II级
SPECT 机房	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$7.40 \times 10^6$	II级
放射性免疫分析室	$^{125}\text{I}$	$7.40 \times 10^3$	II级
甲状腺功能测定室	$^{131}\text{I}$	$7.40 \times 10^4$	II级

根据《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）中关于核医学科工作场所的具体分类的相关要求，凤阳县人民医院临床核医学科工作场所的室内及装备结构按照各类具体工作场所要求设置。关于I、II、III类具体工作场所室内及装备结构的具体要求见表 11-10。

表 11-10 按不同级别工作场所室内表面和装备的要求

分类	地面	表面	通风柜	室内通风	管道	清洗及去污 设备
I	地面与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	应设抽风机	特殊要求	需要
II	易清洗且不易渗透	易清洗	需要	有较好通风	一般要求	需要
III	易清洗	易清洗	不必	一般自然通风	一般要求	只需要清洗 设备
管道特殊要求：下水道宜短，大水流管应有标记以便维修检测。						

### 11.2.1.2 放射性废水

1、根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）5.1.1 款规定，使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于  $2 \times 10^7 \text{Bq}$  的临床核医学单位和医学科研机构，应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。放射性污水池应合理选址，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，应有防渗漏措施。

本项目产生的放射性液体废物，通过专用下水道排入拟建3号病房楼西北角新建容积为 $39\text{m}^3$ 的三级推流式衰变池。污水进入化粪池沉淀，然后流入下一个化粪池，满后流入衰变池，每级衰变池容积 $13\text{m}^3$ ，衰变池图纸见附图6。衰变池按照《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）中的相关规定，池底和池壁具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防渗漏措施。放射性废水进入废水池中自然衰变十个半衰期，经检测满足排放标准后进入医院污水处理站。

PET-CT应用项目日最大接诊量为10人次，SPECT应用项目日最大接诊量为10人次，甲亢日最大接诊量为5人次，医生及护士8~10人，年工作250天，每天每人产生的废水按5L计算，则放射性废水排放量为 $0.18\text{m}^3/\text{天}$ ， $5.4\text{m}^3/\text{月}$ 。 $^{131}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 三种核素中，放射性废水中半衰期较长的核素为 $^{131}\text{I}$ ，其半衰期为8.04d，十个半衰期约为80.4天（保守计算按照81天计算）。医院放射性废水日排放量预计约 $0.18\text{m}^3$ ，81天排放的放射性废水量约为 $14.58\text{m}^3$ ，而本项目衰变池有效容积 $39\text{m}^3$ ，能够满足放射性废水的暂存衰变要求。

#### 11.2.1.3 放射性固体废物

本项目放射性固体废物主要包括两类：一类为退役的放射源，一类为使用非密封性放射性核素过程中产生的固体废物，主要为带有微量放射性物质的注射器、服药杯、棉签、纱布、吸水纸、一次性手套等物品。

该项目运行时产生的退役密封放射源送交生产厂家处理，使用非密封核素过程中产生的固体废弃物按类别和日期分别暂存于专用铅制放射性污物桶内，待放射性物质自行衰变，存放10个半衰期以上，放射性水平降至豁免值以下，连同塑料包装（用标签表明收集时间和数量）按普通医疗废物处理，相关工作由接收培训的工作人员实施。

环评建议该单位还应在签订购买合同时，同时签订废源回收合同。

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009），医院对放射性废物的管理应做到：

- (4) 医院应在各场所的放射性废物桶应采用铅屏蔽，并应在废物桶外明显位置设置电离辐射警示标志。废物箱的放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。
- (5) 废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时送废物暂存库专用容器中贮存。
- (6) 对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及菱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或

其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的三废处理措施能够满足辐射安全要求。

#### 11.2.1.4 密封放射源辐射防护评价

PET-CT 校准使用的放射源，属V类放射源；根据《放射源分类方法》V类放射源为极低危险源，不会对人造成永久性损伤。PET-CT 校准时工作人员将校准源从源容器快速取出，放置指定位置后退出扫描间，近距离接触时间短，校准源释放的 $\gamma$ 射线经扫描间屏蔽后辐射影响小。不校准时源处于源容器内。当活度达不到校准要求时，由厂家更换后回收，其辐射环境影响较小。

#### 11.2.1.5 核素 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 辐射环境影响分析

根据医院提供的资料，甲状腺功能测定  $^{131}\text{I}$  用量和放射性免疫分析  $^{125}\text{I}$  用量较小，达到了豁免水平，对环境的影响较小。因此，对于核医学科辐射环境影响分析，只考虑 PET-CT、SPECT 扫描及甲亢治疗，不考虑甲状腺功能测定和放射性免疫分析。

##### 1、治疗人数及使用量

PET-CT:  $^{18}\text{F}$ ，检查 10 人次/天，年工作 50 周，每周 5 天，则接诊患者 2500 人次/年，每人使用的核素平均活度为 370MBq(10mCi)。

SPECT:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，检查 10 人次/天，年工作 50 周，每周 5 天，则接诊患者 2500 人次/年，每人使用的核素平均活度为 740MBq(20mCi)。

甲亢:  $^{131}\text{I}$ ，检查 5 人次/天，年工作 50 周，每周 4 天，则接诊患者 1000 人次/年，每人使用的核素平均活度为 370MBq(10mCi)。

##### 2、计算相关参数

由《辐射防护手册》第三分册查出铅、混凝土对  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  射线半值层，以及  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  的空气吸收剂量率常数  $\Gamma$  见表 11-11。

表 11-11 本项目涉及核素辐射剂量率估算相关参数取值表

核素名称	$^{18}\text{F}$	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$^{131}\text{I}$
铅半值层厚度 TVL	17mm	1mm	11mm
砼半值层厚度 TVL ( $\rho=2.35\text{t/m}^3$ )	17.6cm	6.6cm	18cm
空气吸收剂量率常数 $\Gamma$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ )	0.143	0.0184	0.0522

注：实心砼砌块和混凝土的成分类似，密度为  $2.35\text{g/cm}^3$ 。

已注射或口服药物的病人简化成点源，根据《辐射防护手册》再考虑屏蔽防护得出，公式如下：

$$D_r = K^{-1} A \Gamma / R^2 \dots\dots\dots (11-1)$$

式中： $D_r$ ——空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$

$K^{-1}$ ——屏蔽减弱系数，无量纲

$A$ ——核素（点源）活度， $\text{MBq}$

$\Gamma$ ——空气吸收剂量率常数， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$

$R$ ——距点源的距离， $\text{m}$

$$K^{-1} = 10^{-\left(\frac{h}{TVL}\right)} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中： $h$ ——屏蔽层的厚度， $\text{mm}$

$TVL$ ——十指层厚度， $\text{mm}$

年效剂量估算：

$$H = 0.7 \times D_r \times t \times T \times U \dots\dots\dots (11-3)$$

式中： $0.7$ ——转换系数

$H$ ——年有效剂量， $\text{mSv}$

$t$ ——年受照时间， $\text{h/a}$

$T$ ——居留因子

$U$ ——使用因子，放射性核素以点源考虑， $U$ 取1

### 3、工作场所辐射水平分析及预测

#### (1) 储源室及污物间

PET-CT 所用核素  $^{18}\text{F}$ 、SPECT 所用核素  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，医院根据与病人预约情况向药物供应商订货，由药物供应商按单人注射量分装后将药物放置于铅罐，直接运输至储源室待用。

#### (2) 分装注射室

医护人员给药前，将放射性药物从储源室连同铅罐拿到分装注射室，放置于通风橱内，给药前的相关操作均在通风柜内进行。注射前医护人员在  $50\text{mm}$  铅当量的通风橱内分装药物于  $10\text{mm}$  铅当量注射器内，通过  $40\text{mm}$  铅单量注射窗对患者进行注射。

#### (3) 注射后等候室

患者注射药物后，立即前往注射后候诊室等待。

PET-CT 患者平均候诊约  $45\text{min}$ ，候诊室最多同时有 2 名患者，则 PET-CT 注射后

候诊室源强总活度为： $7.4 \times 10^8 \text{Bq}(20\text{mCi})$ 。

SPECT 患者平均候诊约 3h，候诊室平均同时有 5 名患者，则 SPECT 注射后候诊室源强总活度为： $3.7 \times 10^9 \text{Bq}(100\text{mCi})$ 。

#### (4) 机房

摆位过程工作人员穿着 0.5mmPb 当量的防护衣，按身体距离病人约 50cm 进行估算。

PET-CT：每名病人扫描时间为 20~30min；

SPECT：每名病人扫描时间为 10~20min。

#### (4) 服药室

工作人员取药走向自动分装仪时间约 1min，每名病人服碘时间约 1min；病人在隔离留观室停留 0.5h，隔离留观室最多有两名病人，则甲亢隔离留观室源强总活度为： $7.4 \times 10^8 \text{Bq}(20\text{mCi})$ 。

根据式 11-1，式 11-2，核医学科工作场所关注点辐射剂量率计算结果见表 11-12。

表 11-12 核医学科工作场所关注点辐射剂量率估算

序号	关注点位置		辐射源强 MBq	距源的距离 m	屏蔽措施	屏蔽减弱系数	专注点辐射水平( $\mu\text{Gy/h}$ )
1	分装注射室	通风橱表面 30cm	$^{18}\text{F}$ 370×10	0.5	20mm 铅灌 +50mm 铅单量 通风橱	$7.6 \times 10^{-5}$	0.161
			$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 740×10	0.5			
2		注射窗口 注射位	$^{18}\text{F}$ 370	0.5	10mmPb +40mmPb	0.0011	0.016
			$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 740	0.5			
3	PET-CT 机房	南墙外 30cm	370×0.75	4.5	250mm 实心砼 砌块+5mm 铅板	0.0193	0.038
4		东墙外 30cm	370×0.75	4.2	250mm 实心砼 砌块+5mm 铅板	0.0193	0.043
5		西侧防护 门外 30cm	370×0.75	4.2	10mmPb	0.2581	0.581
6		操作位	370×0.75	4.2	10mmPb	0.2581	0.581
7		北墙外 30cm	370×0.75	4.5	250mm 实心砼 砌块+5mm 铅板	0.0193	0.038
8		北侧防护 门外 30cm	370×0.75	4.5	10mmPb	0.2581	0.506
9		西墙外 30cm	370×0.75	4.2	250mm 实心砼 砌块+5mm 铅板	0.0193	0.043
10		摆位处	370×0.75	0.5	0.5mmPb+10mm 铅当量铅屏风	0.2412	38.284
11		机房楼上	370×0.75	4.2	300mm 混凝土	0.0197	0.044

12		护士、技师 休息室	370×0.75	6.3	250mm 实心砼 砌块+5mm 铅板 +250mm 实心砼 砌块	0.0007	0.001
13	SPECT 机房	南墙外 30cm	740×0.79	4.5	250mm 实心砼 砌块	0.0002	< 0.001
14		东墙外 30cm	740×0.79	4.2	250mm 实心砼 砌块	0.0002	< 0.001
15		东侧防护 门外 30cm	740×0.79	4.2	5mmPb	$1.0 \times 10^{-5}$	< 0.001
16		操作位	740×0.79	4.2	5mmPb	$1.0 \times 10^{-5}$	< 0.001
17		北墙外 30cm	740×0.79	4.5	250mm 实心砼 砌块	$1.6 \times 10^{-4}$	< 0.001
18		北侧防护 门外 30cm	740×0.79	4.5	5mmPb	$1.0 \times 10^{-5}$	< 0.001
19		东墙外 30cm	740×0.79	4.2	250mm 实心砼 砌块	$1.6 \times 10^{-4}$	< 0.001
20		摆位处	740×0.79	0.5	0.5mmPb	0.3162	13.606
21		机房楼上	740×0.79	4.2	300mm 混凝土	$2.9 \times 10^{-5}$	< 0.001
22		主任、护士 长办公室	740×0.79	6.3	250mm 实心砼 砌块+250mm 实 心砼砌块	$2.7 \times 10^{-8}$	< 0.001
23		PET-CT 注射后 候诊室	北墙外 30cm	740	2.5	250mm 实心砼 砌块	0.0380
24	东墙外 30cm		740	1.9	250mm 实心砼 砌块	0.0380	1.113
25	楼上		740	4.2	300mm 混凝土	0.0197	0.118
26	SPECT 注射后 候诊室	北墙外 30cm	3700	2.5	250mm 实心砼 砌块	0.0002	0.002
27		楼上	3700	4.2	300mm 混凝土	$2.9 \times 10^{-5}$	< 0.001
28	PET-CT 留观室	北墙外 30cm	740×0.62	2.5	250mm 实心砼 砌块	0.0002	0.399
29		楼上	740×0.62	4.2	300mm 混凝土	0.0197	0.073
30	SPECT 留观室	北墙外 30cm	740×0.79	2.5	250mm 实心砼 砌块	0.0002	0.001
31		楼上	740×0.79	4.2	300mm 混凝土	$2.9 \times 10^{-5}$	< 0.001
32	服药室	取药	370×5	0.5	40mm 铅灌	0.0002	0.089
33		北墙外 30cm	370	1.4	250mm 实心砼 砌块	0.0408	0.243
34		楼上	370	4.2	300mm 混凝土	0.0215	0.024
35	甲亢 留观室	北墙外 30cm	740	2.5	250mm 实心砼 砌块	0.0408	0.252
36		楼上	740	4.2	300mm 混凝土	0.0215	0.047

注：0.75 为病人注射  $^{18}\text{F}$  药物经过 45min 后，核素衰变系数；0.62 为病人注射  $^{18}\text{F}$  药物经过 75min

后，核素衰变系数；0.79 为病人注射  $^{99m}\text{Tc}$  药物经过 3h 后，核素衰变系数。250mm 实心砼砌块密度与混凝土密度相同，不小于  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。

从上表中的理论估算结果可以看出，注射完药物的病人对在扫描前指导其摆位的医务人员有较强的外照射影响。

从表中结果可以看出，放射性药物在操作过程中及病人在显像过程中对注射室、机房及工作场所外的环境影响较小，用药病人候诊期间由于病人相对集中，候诊室防护门和四周墙壁外有一定的附加剂量，因此医院应尽量避免用药患者集中注射、等待扫描，以降低对注射后休息室四周墙壁和防护门外的辐射影响。

#### 4、辐射工作人员及公众所受年剂量分析

**分装：**分装工作人员距药物约 0.5m，每天完成分装约 30min，年工作 250 天，则分装时间为 125h/a。

**注射：**注射人员距药物约 0.5m，每次完成注射约 30s；年注射病人 5000 人，则注射时间为 41.7h。

**摆位：**医生指导摆位时，穿 0.5mmPb 铅服，距病人约 0.5m，平均每次摆位约 1min；SPECT 诊断 2500 人/年，则摆位时间为 41.7h。PET-CT 诊断 2500 人/年，则摆位时间为 41.7h。

**扫描：**SPECT 每名病人扫描时间为 10~20min，保守估算按 20min 计算，则 SPECT 控制室人员受照射时间为 833h/a；PET-CT 每名病人扫描时间为 20~30min，保守估算按 30min 计算，则 PET-CT 控制室人员受照射时间为 1250h/a。

**服碘：**取药走向自动分装仪约 1min，甲亢每名病人服药时间 1min，

##### ① 辐射工作人员所受年剂量分析

PET-CT 和 SPECT 项目工作人员主要受照射环节为药物分装、注射过程及病人摆位过程。辐射工作人员所受年剂量估算结果见表 11-13。

表 11-13 辐射工作人员所受剂量估算结果汇总表

计算点位	剂量率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	年工作时间 (h)	居留因子	年剂量估算 (mSv/a)
分装	0.161	125	1	0.014
注射	0.16	41.7	1	0.001
取药 ( $^{131}\text{I}$ )	0.089	4.17	1	< 0.001
SPECT 摆位	13.606	41.7	1	0.397
SPECT 扫描 (控制室)	< 0.001	833	1	< 0.001
主任、护士长办公室	< 0.001	833	1	< 0.001

PET-CT 摆位	38.284	41.7	1	1.118
PET-CT 扫描（控制室）	0.581	1250	1	0.508
护士、技师休息室	<0.001	1250	1	<0.001

分装、注射由同一医护人员操作，因此该操作人员所受到的年最大有效剂量为 0.015mSv；从事 SPECT 摆位及 SPECT 操作的辐射工作人员所受到的年最大有效剂量为小于 0.398mSv；从事 PET-CT 摆位及 PET-CT 操作的辐射工作人员所受到的年最大有效剂量为 1.626mSv；办公室每名辐射工作人员所受到的年最大有效剂量为小于 0.001mSv。

综上所述，辐射工作人员所受年有效剂量小于 5 mSv/a，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员受照剂量限值要求以及本项目目标管理值要求。

## ② 公众所受年剂量分析

公众所受年剂量分析主要为机房、注射后候诊室、留观室四周及楼上。

表 11-14 公众所受年剂量估算结果汇总表

位置	计算点位	剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	年受照时间 (h)	居留因子	年剂量估算 (mSv/a)
PET-CT 机房	楼上（病房及护士站）	0.0197	1250	1	0.02
SPECT 机房	楼上（病房及检查室）	0.001	833	1	<0.01
PET-CT 注射 后候诊室	北墙外通道	0.643	1875	1/16	0.05
	东墙外通道	1.113	1875	1/16	0.09
	楼上（主任办公室）	0.118	1875	1	0.15
SPECT 注射 后候诊室	北墙外通道	0.002	3750	1/16	<0.01
	楼上（护士长办公室）	0.001	3750	1	<0.01
PET-CT 留观室	北墙外通道	0.399	1250	1/16	0.02
	楼上（医生办公室）	0.073	1250	1	0.06
SPECT 留观室	北墙外通道	0.001	1250	1/16	<0.01
	楼上（值班室和主任办公室）	0.001	1250	1	<0.01
服药室	北墙外	0.243	16.7	1	<0.01
	楼上（医生办公室）	0.024	16.7	1	<0.01
甲亢留观室	北墙外通道	0.252	500	1	0.09
	楼上（值班室和主任办公室）	0.047	500	1	0.02

由计算结果可以看出，核医学科在进行放射性药物的操作过程中，对周围人员造成的最大辐射剂量 0.15mSv/a，满足公众剂量管理限值 0.25mSv/a 的要求。尽管该项目运行后，工作人员和公众的年有限剂量都不会大于约束值，但是医院任需要完善辐射防护

措施，尽量降低工作人员的年有效剂量，尤其是直接接触注射了放射性核素病人的工作人员，单位应重视该项目的辐射防护工作。

## 11.2.2 直线加速器应用项目环境影响分析

### 11.2.2.1 布局

凤阳县人民医院拟购 1 台直线加速器，用于治疗肿瘤病人，拟购的直线加速器能量最大为 10MV，安装于 3 号楼地下一层加速器机房。控制室，水冷机房均位于机房东侧；机房北侧、西侧、南侧均为土层；机房上方为 30cm 土层，土层上方为道路。其平面布局图和立体图见附图 5。

加速器主射束朝南北及上下方向，加速器机房采用混凝土（密度不小于  $2.35\text{g/cm}^3$ ）进行浇筑，加速器机房布局符合 NCRP REPORT No.151 报告中典型加速器机房布局以及《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中的相关要求。加速器计算点详见图 11-1 和图 11-2。

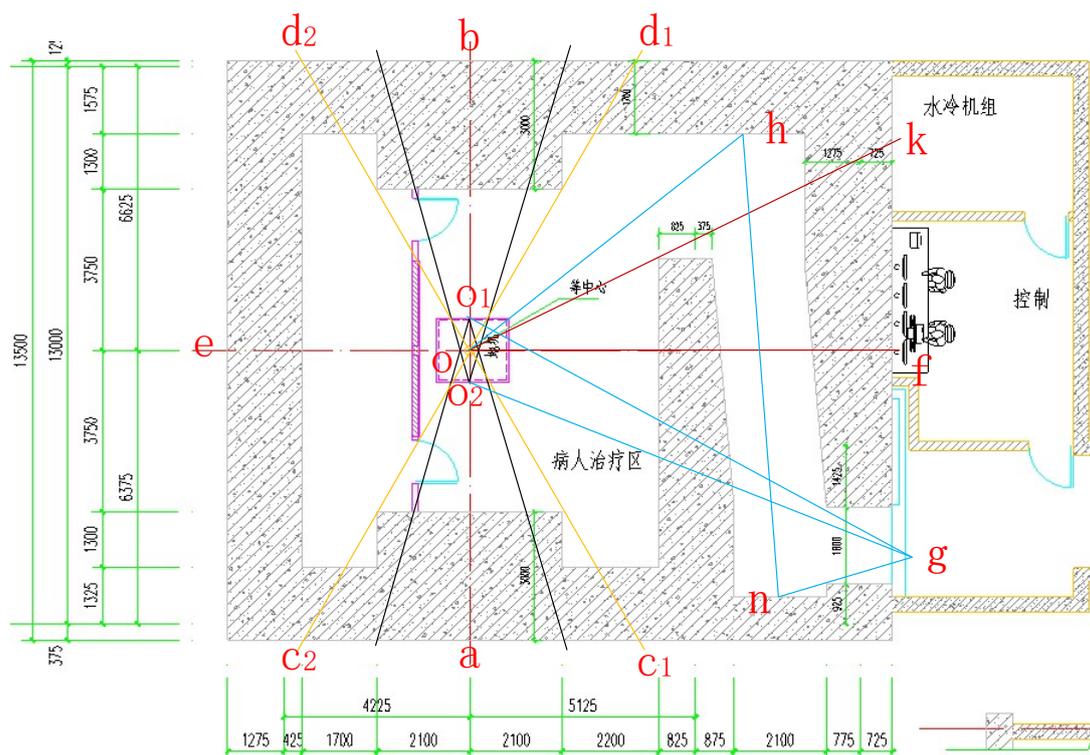


图 11-1 加速器治疗室平面布置及预测关注点示意图

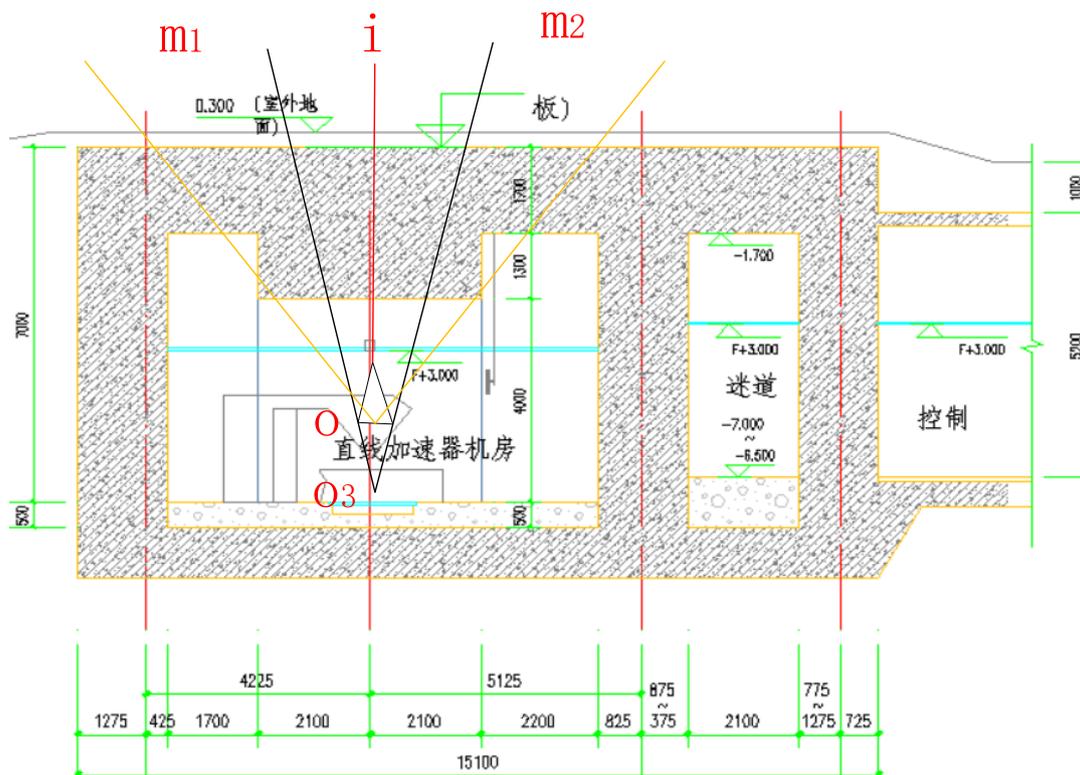


图 11-2 加速器治疗室剖面及预测关注点示意图

### 11.2.2.2 加速器机房建筑尺寸

加速器机房有效空间为  $10.1 \times 8.1 \times 4.0\text{m}$ ，采用混凝土（密度不小于  $2.35\text{g/cm}^3$ ）浇筑，建筑尺寸列于表 11-15，其平面及剖面图分别见图 11-2 和图 11-3。

表 11-15 加速器机房建筑尺寸一览表

防护名称		屏蔽设计参数
南墙	主屏蔽墙	屏蔽墙厚为 3.0m 混凝土，宽度均为 4.2m
	次屏蔽墙	次屏蔽厚为 1.7m 混凝土
北墙	主屏蔽墙	屏蔽墙厚为 3.0m 混凝土，宽度均为 4.2m
	次屏蔽墙	屏蔽墙厚为 1.7m 混凝土
西墙		屏蔽墙厚为 1.7m 混凝土
迷道内墙		迷道内墙自北向南墙体厚度逐渐增大，最薄处为 1.2m，最厚处为 1.7m
迷道外墙		迷道外墙自南向北墙体厚度逐渐增大，最薄处为 1.5m，最厚处为 2.0m
顶	主屏蔽墙	屏蔽墙厚为 3.0m 混凝土
	次屏蔽墙	屏蔽墙厚为 1.7m 混凝土
防护门		10mm 铅当量的钢铝合金移动门，并设置门机连锁系统

### 11.2.2.3 直线加速器计算相关参数选取

#### (1) 直线加速器计算参数选取

本评价报告对直线加速器机房防护效果评述参照《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/T 201.2-2011）中推荐的计算模式及 NCRP REPORT No.151 中的相关参数。

本次环评保守预测：加速器每天最多治疗 80 人，每个病人平均照射时间 1~2min，保守计算按照 2min，则周治疗时间为 13.3h，年治疗时间为 665h。加速器 X 射线最大输出剂量率 600cGy/min，最大射野为 40×40cm<sup>2</sup>。

#### （2）调强治疗（IMRT）修正因子的确定

本次环评考虑调强治疗的影响，在进行调强治疗负荷修正时，调强治疗主要影响次屏蔽的漏射防护以及 HLs 和 HLT，在计算次屏蔽的漏射剂量当量以及 HLs 和 HLT 时，需乘上调强因子。本次环评中的调强治疗的修正因子取 5。

#### 11.2.2.4 直线加速器机房屏蔽效果的预测

##### （1）加速器治疗室主屏蔽区宽度计算

在等中心距离为 1m，最大射野为 40cm×40cm 时，加速器南墙、北墙、屋顶主屏蔽宽度核算可采用如下公式。

$$Y=2 \times [(1+a+X_2) \operatorname{tg}14^\circ+0.3] \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

Y 表示主束墙宽度（m）；

a 为等中心点到屏蔽墙的距离（m）；

X<sub>2</sub> 为主屏蔽区相对次屏蔽区增加的墙体厚度（m）。

根据式（11-4），可得加速器治疗室的南墙、北墙、屋顶主屏蔽区宽度见表 11-16。从表 11-16 核算结果可知，加速器治疗室主屏蔽区的宽度均符合要求。

**表 11-16 加速器治疗室主屏蔽区宽度的核算**

参数	a (m)	X <sub>2</sub> (m)	Y (m)	设计宽度 (m)	是否符合
南侧屏蔽墙	3.75	1.3	3.6	4.2	是
北侧屏蔽墙	3.75	1.3	3.6	4.2	是
屋顶	3.0	1.3	3.2	4.2	是

##### （2）主屏蔽区（关注点：图 11-1，a 点、b 点；图 11-2 中 i 点）

主要考虑对有用线束的屏蔽。对于给定的屏蔽物质厚度 X（cm），按式（11-5）计算有效屏蔽厚度 X<sub>e</sub>（cm），相应的辐射屏蔽透射因子 B 见式（11-6），最后按式（11-7）

来计算屏蔽体外关注点的剂量率。

$$X_e = X \cdot \sec \theta \dots\dots\dots (11-5)$$

式中：

$\theta$ 为斜射角，即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角；

X 为设计屏蔽厚度。

$$B = 10^{-(X_e+TVL-TV L_1)/TVL} \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：

B 为辐射屏蔽透射因子；

$X_e$ 为有效屏蔽厚度，cm；

TVL<sub>1</sub> 和 TVL 为 X 射线第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。10MVX 射线的有用线束在混凝土的 TVL<sub>1</sub> 和 TVL 分别为 41cm 和 37cm。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f \cdot U}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：

$\dot{H}$ 为相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ 为加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

f 为比例因子，对有用线束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率；

R 为辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；U 为使用因子，取 1。

由于本项目加速器机房南墙和北墙外为土层，人员不可达，因此西墙外 a、b 点无需计算。加速器屋顶主屏壁墙上侧有 0.3m 的土层，保守计算忽略不计。

表 11-17 主屏蔽区外参考点辐射剂量率计算参数和计算结果

参考点	X (cm)	$X_e$ (cm)	TVL <sub>1</sub> (cm)	TVL (cm)	R (m)	B	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
i	300	300	41	37	7.3	$1.0 \times 10^{-8}$	0.068

(3) 侧屏蔽墙（关注点：图 11-1 中 e 点、f 点、k 点）

主要考虑对泄漏辐射的屏蔽，估算方法同主屏蔽，偏保守考虑入射角均为 0°，使用因子 U 取 1。

本项目考虑到 IMRT 治疗的影响，其中泄漏辐射比率 f 为  $5 \times 10^{-3}$ ；10MV X 射线的

90°泄漏辐射在混凝土中的 TVL<sub>1</sub> 和 TVL 分别为 35cm 和 31cm。由于本项目加速器机房西墙外为土壤层，人员不可达，因此西墙外 e 点无需计算。

表 11-18 侧屏蔽墙外关注点辐射剂量率计算参数及结果

参考点	X (cm)	X <sub>e</sub> (cm)	TVL <sub>1</sub> (cm)	TVL (cm)	R (m)	B	剂量率 μSv/h
f	320	320	35	31	9.9	6.4×10 <sup>-11</sup>	1.2×10 <sup>-6</sup>
k	200	200	35	31	10.7	4.8×10 <sup>-7</sup>	7.5×10 <sup>-3</sup>

(4) 与主屏蔽相连的次屏蔽（关注点：图 11-1 中 c1 点、c2 点、d1 点、d2 点，图 11-2 中 m1 点、m2 点）

剂量计算需考虑泄漏辐射和患者散射辐射的复合作用：

$$H_{\text{次}} = H_{\text{漏}} + H_s$$

① 泄漏辐射剂量

加速器泄漏辐射，以偏离 O 的位置 O<sub>1</sub> 为中心，使用因子 U 取 1，屏蔽墙的斜射角接近 30°。泄漏辐射的辐射剂量估算方法同侧屏蔽墙，考虑到 IMRT 治疗的影响，其中泄漏辐射比率 f 为 5×10<sup>-3</sup>。

② 散射辐射剂量

有用线束经人体后的散射辐射，以等中心位置 O 为散射体中心，散射角接近 30°，屏蔽墙的斜射角与散射角相同。

有效屏蔽厚度计算方法同泄漏辐射剂量中的有效屏蔽厚度计算方法。

$$B = 10^{-X_e/TVL_s} \dots\dots\dots (11-8)$$

式中：

B 为辐射屏蔽透射因子；X<sub>e</sub> 为有效屏蔽厚度，cm；

TVL<sub>s</sub> 为患者散射辐射在混凝土中的值层，10MV X 射线散射角 30°为 28cm。

散射辐射剂量：

$$\dot{H}_s = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots (11-9)$$

式中：

$\dot{H}_s$  为关注点散射辐射剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$  为加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m<sup>2</sup>/h，（以 Sv·m<sup>2</sup>/min 为单位的值乘以 6×10<sup>7</sup>）；

$R_s$  为患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

F 为治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， $40 \times 40 \text{cm}^2$ ；

$\alpha_{\text{ph}}$  为患者  $400 \text{cm}^2$  面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例。对于本项目，患者散射角取  $30^\circ$ 。为保守起见， $\alpha_{\text{ph}}$  取散射角  $30^\circ$  对应的值  $3.18 \times 10^{-3}$ 。

由于本项目加速器机房南墙和北墙外为土壤层，人员不可达，因此南墙外和北墙外 c1、c2、d1、d2 点无需计算。本次仅考虑与主屏蔽区相连的次屏蔽区（m1、m2 点）的防护效果。

表 11-19 与主屏蔽相连的次屏蔽墙外关注点辐射剂量率计算参数及结果

参考点	照射方式	X (cm)	X <sub>e</sub> (cm)	TVL <sub>1</sub> (cm)	TVL (cm)	R (m)	B	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	合计 $\mu\text{Sv/h}$
m1、	漏射	170	196	35	31	7.34	$6.4 \times 10^{-7}$	0.021	0.030
m2	散射	170	196	28	28	7.34	$1.0 \times 10^{-7}$	0.0085	

#### (5) 防护门的估算与分析（关注点：g 点）

g 点剂量计算需考虑泄漏辐射和患者散射辐射的复合作用：

##### ① 泄漏辐射剂量

g 点漏射辐射剂量核算方法同 k 点。

TVL<sub>1</sub> 和 TVL 为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值，分别为 TVL<sub>1</sub>=35cm，TVL=31cm。根据本项目具体情况，O1 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角最小约为  $35^\circ$ ，本项目保守取斜射角为  $35^\circ$ 。O2 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角最小约为  $27^\circ$ ，本项目保守取斜射角为  $27^\circ$ 。g 点泄漏辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-20。

泄漏辐射的辐射剂量估算方法同侧屏蔽墙，考虑到 IMRT 治疗的影响，其中泄漏辐射比率 f 为  $5 \times 10^{-3}$ 。根据 (11-7) 式计算泄露辐射。

表 11-20 泄漏辐射穿过迷路内墙后到达防护门内侧剂量率计算参数及结果

参考点	X (cm)	X <sub>e</sub> (cm)	TVL <sub>1</sub> (cm)	TVL (cm)	R (m)	B	路径	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
g	170	208	35	31	12.2	$2.6 \times 10^{-7}$	O1 至 g	0.0032
	170	191	35	31	11.1	$9.3 \times 10^{-7}$	O2 至 g	0.014

从上表中可以得出，穿过迷路内墙到达迷路防护门内侧的辐射剂量率为  $0.0032 \sim 0.014 \mu\text{Sv/h}$ ，小于当迷路入口处  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  剂量率控制时，穿过迷路内墙在防护门内的泄漏辐射剂量率核实结果应小于其 1/4，取  $0.6 \mu\text{Sv/h}$ 。

##### ② 散射辐射剂量

有用线束不向迷路方向：入口处的散射辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \frac{\alpha_3 \cdot A}{R_3^2} \cdot \dot{H}_0 \dots\dots\dots (11-10)$$

式中：

$\dot{H}_g$ 为关注点散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ 为加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，（以  $\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{min}$  为单位的值乘以  $6\times 10^7$ ），据设计厂家提供的数据，此处取值为  $600\text{cGy}\cdot\text{m}^2/\text{min}$  即  $6\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{min}$ ；

$\alpha_{ph}$ 为患者  $400\text{cm}^2$  面积上的散射因子，取  $45^\circ$  散射角的值，本项目取  $1.35\times 10^{-3}$ ；

F 为治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， $\text{cm}^2$ ；

$\alpha_2$ 为砼墙入射的患者散射辐射的散射因子，本项目 e 处的入射角取  $45^\circ$ ，散射角取  $0^\circ$ ，通常使用其  $0.5\text{MeV}$  栏内本项取  $22.0\times 10^{-3}$ ；

$\alpha_3$ 为砼墙入射的患者散射辐射的散射因子，本项目 e 处的入射角取  $45^\circ$ ，散射角取  $0^\circ$ ，通常使用其  $0.5\text{MeV}$  栏内本项取  $25.0\times 10^{-3}$ ；

$A_2$ 为 h 处的散射面积， $\text{m}^2$ ，此处取  $3.2\text{m}\times 4.0\text{m}=12.8\text{m}^2$ 。

$A_3$ 为 n 处的散射面积， $\text{m}^2$ ，此处取  $2.1\text{m}\times 2.0\text{m}=4.2\text{m}^2$ 。

$R_1$ 为等中心点至散射墙面的距离，m；

$R_2$ 为迷宫散射墙面至入口处的距离；

$R_3$ 为入口处至散射墙的距离；

防护门外辐射剂量率计算结果及参数选取见表 11-21。

**表 11-21 散射辐射穿过迷宫内墙后到达防护门剂量率参数选取及预测结果**

$\alpha_{ph}$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	R1 (m)	R2 (m)	R3 (m)	$A_2$ ( $\text{m}^2$ )	$A_3$ ( $\text{m}^2$ )	g 点剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
$1.35\times 10^{-3}$	$22.0\times 10^{-3}$	$25.0\times 10^{-3}$	7.1	10.8	2.5	12.8	4.2	1.56

迷宫门拟采用 10mm 铅当量的防护门。入口门外的总辐射剂量率按公式（11-11）计算，入口门外辐射量率计算参数和计算结果 11-20。

$$\dot{H} = \dot{H}_s \cdot 10^{-\frac{x}{TVL}} + \dot{H}_L \dots\dots\dots (11-11)$$

式中：

$\dot{H}_s$ 为 g 处的散射辐射剂量率；

$\dot{H}_L$ 是 g 处的泄漏辐射剂量率；

X 为防护门铅屏蔽厚度，cm；

TVL 为辐射在铅中的半值层，cm，取 0.5cm。

表 11-22 入口门外的总辐射剂量率计算参数和计算结果

参考点	$\dot{H}_s$	$\dot{H}_L$	X	TVL	入口门外关注点总辐射剂量率 $\dot{H}$ $\mu\text{Sv/h}$
g	1.56	0.02	10cm	0.5	0.02

#### (6) 加速器机房辐射防护评价

加速器机房东墙、顶、门外理论估算结果汇总见表 11-23，由于北墙、西墙、南墙外均为地下土层，人员不可达，因此未对其进行理论估算。

表 11-23 加速器机房屏蔽防护设计理论估算结果汇总表

位置	东墙		屋顶		防护门
	屏蔽外墙	k	主屏蔽	次屏蔽	
关注点	f	k	i	m1 (m2)	g
辐射类型	漏射	漏射	有用线束	漏射、散射	漏射、散射
关注点剂量率值 $\mu\text{Sv/h}$	$1.2 \times 10^{-6}$	$7.5 \times 10^{-3}$	0.068	0.03	0.02
剂量率控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
结论	满足	满足	满足	满足	满足

从表 11-23 中理论估算结果可以看出，本项目加速器机房屏蔽墙、屋顶及防护门的防护设计能够满足 10MV 加速器的辐射防护要求，加速器运行过程中治疗室屏蔽墙和防护门外的剂量当量率均能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）“在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

#### (7) 年有效剂量预测分析

本项目加速器机房关注点处年有效剂量按公式（11-12）计算，计算参数和计算结果见表 11-24。

$$E = \dot{H} \cdot U \cdot T \cdot t \dots\dots\dots (11-12)$$

式中：

$\dot{H}$  为关注点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U 为有用线束向关注位置的方向照射的使用因子；

T 为人员在相应关注点驻留的居留因子；

t 为治疗装置年治疗照射时间，h。

根据医院提供工作负荷，正式投入使用后每台直线加速器治疗工作量分析：加速器每天最多治疗 80 人，每个病人平均照射时间 1~2min，保守计算按照 2min，则周治疗时间为 13.3h，年治疗时间为 665h。偏安全考虑，均按 10MV X 射线估算工作人员年有效剂量，计算结果见表 11-24。

表 11-24 加速器机房周围关注点年剂量值计算结果

位置	东墙		屋顶		防护门
	屏蔽外墙		主屏蔽	次屏蔽	
关注点	f	k	i	m1 (m2)	g
场所	控制室	水冷机房	道路	道路	通道
关注点剂量率值 μSv/h	$1.2 \times 10^{-6}$	$7.5 \times 10^{-3}$	0.068	0.03	0.02
居留因子 T	1	1/16	1/16	1/16	1/8
t (h)	665				
U	1	1	1/4	1	1
估算年有效剂量 (mSv/a)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
管理限值 (mSv/a)	5	5	0.25	0.25	0.25
结论	满足	满足	满足	满足	满足

由表 11-24 可知，加速器治疗机房区域辐射工作人员所受年有效剂量小于 0.01mSv，远小于工作人员年剂量约束值 5mSv/a；公众所受辐射年有效剂量小于 0.01mSv，远小于公众年剂量约束值 0.25mSv/a。

### 11.2.2.5 加速器“三废”影响分析

#### 1 废气

本项目医用直线加速器运行过程中会使机房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。其中臭氧毒性最大，产生量也最高，此外氮氧化物还会与室内水汽作用形成酸雾腐蚀机房内设备。故治疗室内需设置通风系统将工作中产生的废气及时排出室外。

本项目加速器机房内设有送排风系统，排风管经直线加速器机房的迷道和屋面上的排风机相连，并在穿墙处预埋折风管。本项目排风机排风量为 2200m<sup>3</sup>/h，送风机送风量为 2400m<sup>3</sup>/h，加速器机房内净容积约为 334.1m<sup>3</sup>，因此，本项目通风换气次数能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

少量臭氧通过排风机直接排入环境，经过大气的稀释和扩散作用其浓度将进一步降低，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准：O<sub>3</sub> 标准为 0.2mg/m<sup>3</sup>。

医院采取机械排风的措施后，加速器机房内产生的少量臭氧和氮氧化物能够得到充分的稀释扩散，常温下可以自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目中放射性药物分装等操作在通风橱内操作，通风橱内拟设专用通风管道，通过管道井至屋面高空排放，排风机出口设置活性炭过滤器，排气浓度达标后方可排放；PET-CT 区域设置独立的排风系统，排风气流从低活度区域流向高活度区，通过管道井至屋面高空排放，排风机出口设置活性炭过滤器，排气浓度达标后方可排放；其余室内排风，均通过排风竖井至屋面，高空排放，符合放射性工作场所相关要求。

## 2 废水

本项目产生的放射性废水包括：

- ①储源室、注射室内产生的含  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  放射性核素的清洗废水；
- ②注射后病人卫生间含  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$  放射性核素的呕吐物和排泄物；
- ③射性免疫分析室产生的  $^{125}\text{I}$  放射性核素的废水。

本项目产生的放射性液体废物，通过专用下水道排入拟建 3 号病房楼西北角（衰变池位置见附图 6）新建容积为  $39\text{m}^3$  的三级推流式衰变池。污水进入化粪池沉淀，然后流入下一个化粪池，满后流入衰变池，每级衰变池容积  $13\text{m}^3$ ，衰变池图纸见附图 7。衰变池按照《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）中的相关规定，池底和池壁具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，具有防渗漏措施。放射性废水进入废水池中自然衰变十个半衰期，经检测满足排放标准后进入医院污水处理站。

PET-CT 应用项目日最大接诊量为 10 人次，SPECT 应用项目日最大接诊量为 10 人次，甲亢日最大接诊量为 5 人次，医生及护士 8~10 人，年工作 250 天，每天每人产生的废水按 5L 计算，则放射性废水排放量为  $0.18\text{m}^3/\text{天}$ ， $5.4\text{m}^3/\text{月}$ 。 $^{131}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  三种核素中，放射性废水中半衰期较长的核素为  $^{131}\text{I}$ ，其半衰期为 8.04d，十个半衰期约为 80.4 天（保守计算按照 81 天计算）。医院放射性废水日排放量预计约  $0.18\text{m}^3$ ，81 天排放的放射性废水量约为  $14.58\text{m}^3$ ，而本项目衰变池有效容积  $39\text{m}^3$ ，能够满足放射性废水的暂存衰变要求。

## 3 放射性固体废物

本项目放射性固体废物主要包括两类：一类为退役的放射源，一类为使用非密封性放射性核素过程中产生的固体废物，主要为带有微量放射性物质的注射器、服药杯、棉签、纱布、吸水纸、一次性手套等物品。

该项目运行时产生的退役密封放射源送交生产厂家处理，使用非密封核素过程中产生的固体废弃物按类别和日期分别暂存于专用铅制放射性污物桶内，待放射性物质自行衰变，存放 10 个半衰期以上，放射性水平降至豁免值以下，连同塑料包装（用标签表明收集时间和数量）按普通医疗废物处理，相关工作由接收培训的工作人员实施。

环评建议该单位还应在签订购买合同时，同时签订废源回收合同。

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009），医院对放射性废物的管理应做到：

- (7) 医院应在各场所的放射性废物桶应采用铅屏蔽，并应在废物桶外明显位置设置电离辐射警示标志。废物箱的放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。
- (8) 废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时送废物暂存库专用容器中贮存。
- (9) 对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及菱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。

## 事故影响分析

### 11.3 事故工况

(1) 凤阳县人民医院新建核医学科使用  $^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  放射性核素，可能发生的事故及事故工况下主要放射性污染物和污染途径见表 11-28。

表 11-28 事故工况下主要放射性污染物和污染途径

设备名称	事故类型	主要污染物	污染途径	影响程度
$^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	试剂泼洒	含相关放射性核素	工作场所受到污染	工作人员清洗污染场所受到一定量的外照射，大量清洗废水外排。
	废弃物未按规定储存到期即处理	含相关放射性核素	扩大污染面	违反管理要求，可能使其它普通污染受到放射性沾污，对环境造成影响。
	试剂被盗或丢失	$\beta$ 、 $\gamma$ 射线	外照射，内照射	接触试剂的人员受到照射，并可能产生内照射，环境受到放射性污染

(2) PET-CT、SPECT 和模拟定位机按照 III 类射线装置管理；医用直线加速器按照 II 类射线装置进行管理，其主要事故风险为：

① 工作人员或病人家属尚未撤离射线装置机房时误开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射。

② 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。

③维修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

## 11.4 辐射事故防范措施

### （一）核医学

（1）医院将每天使用的放射性药物暂存于储源室。为杜绝该事故的发生，医院应加强管理，储源室应设置双人双锁，药物存放于带铅屏蔽的保险柜内；

（2）制定和完善放射性核素安全管理制度，设专人负责，做好核素的领取、使用登记工作，确保放射性药物的安全。

（3）发生少量的液态放射性药品溅洒事故时，应迅速用吸附衬垫吸干溅洒的液体，以防止污染扩散。然后用备用的塑料袋装清洗过程中产生的污染物品和湿的药棉、纸巾，从溅洒处移去垫子，用药棉或纸巾擦抹，应注意从污染区的边沿向中心擦抹，直到擦干污染区。用表面污染监测仪测量污染区，如果 $\beta$ 表面污染大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到控制标准，这时应用酒精浸湿药棉或纸巾擦拭，直到该污染区 $\beta$ 表面污染小于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。擦拭物收集放到放射性固体废弃物衰变桶中，作为放射性固体废物进行管理。

（4）核医学科个人防护用品主要包括工作服、工作鞋、帽等基本防护用品，以及铅防护衣、防护镜等附加防护用品。工作人员进入控制区必须穿戴放射防护用品，个人剂量计佩戴于铅衣内。在进行取药及注射放射性药物时穿铅衣、戴口罩、手套，必要时戴防护眼镜。尽量利用长柄钳、镊子等工具操作，增加与放射性药物的距离。为病人注射放射性药物时，工作人员手部有一定受照量，操作者应使用注射器屏蔽装置。科主任负责个人防护用品使用方法培训及个人防护用品的存放、更新工作。

（5）加强对有药患者的管理，在不影响诊断和治疗的情况下，限制其服药量，限制患者出院时的放射性药物携带量，并对出院的有药患者提供与他人接触时的辐射防护措施的书面的指导，使患者明白并自觉做到短期内不到公众场所活动，并避免与家人近距离密切接触。

### （二）射线装置

（1）在诊断及放射治疗过程中应注意对被检者的防护，合理使用X射线，实施医疗照射防护最优化的原则，使被检者所受的剂量，达到合理的尽可能的低水平。

（2）加速器设置钥匙开关联锁、辐照启动与辐照参数预选数联锁、计时器与辐射

连锁、防护门与照射连锁等连锁装置。控制台上设置紧急停机开关，并在治疗室内加速器立柱和治疗床、以及迷道内入口处分别安装紧急停机开关。治疗室内设有摄像机，可监控治疗室内病人情况。

### **11.5 辐射事故应急措施**

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号）中的要求，建设单位应做好如下工作：

（1）发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》向当地环境保护部门和公安部门报告。

（2）造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（3）配合各级环境保护部门、公安部门、卫生部门开展事故处理工作。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护机构的设置

凤阳县人民医院拟开展项目尚未建成，核技术利用项目人员尚未到岗。医院拟购直线加速器属于II类射线装置，PET-CT、SPECT 和模拟定位机属于III类射线装置，新建的核医学科应用项目属于非密封源操作场所属于丙级非密封源操作场所，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修改本）国务院令第 653 号规定，在申请领取许可证时应当设立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与环境保护管理工作。

凤阳县人民医院设立了辐射安全与环境保护委员会，负责全院辐射安全理，保障放射工作人员、社会公众的健康与安全。领导小组由核技术应用各部门负责人组成，设主组长 1 名，组员共 7 名，详细名单见辐射安全与环境保护领导小组（附件 9），具体人员配备如下：

组长：周辉

副组长与成员：胡春来、杜永梅、陈雪峰、刘军、杨文书、王敏、张永生

医院辐射安全与环境保护领导小组主要职责：

- 1) 贯彻执行国家辐射应急的方政策和辐射应角、工作要求；
- 2) 负责向上级和属地有关部门报告医院内发生的辐射应急事故和事件；
- 3) 组织制订医院应急响应方案，做好应急准备工作；
- 4) 应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织，统一行动；
- 5) 采取各种有效快速的救援措施，最大限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除则医院的负面影响；
- 6) 组织人员参加辐射应急人员培训和应急演练；
- 7) 配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射应急措施”。

医院本次项目包括：丙级非密封放射性物质工作场所和 II 类、III 类射线装置。应根据新开展的丙级非密封放射性物质工作场所项目及新增的射线装置，结合现有的辐射工

作内容和辐射工作人员配置等情况，尽快建立健全相应的规章制度和操作规程。并根据相关要求落实各项规章制度和操作规程，加强对辐射工作人员的安全防护培训和意识教育。

**应完善和补充的制度主要内容如下：**

(1) 操作规程：针对本项目新增的加速器、放射性同位素、核医学检查设备等制定相应的操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及操作程序等，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

(2) 岗位职责：明确本项目新增的辐射管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

(3) 辐射防护和安全保卫制度：根据本项目的辐射工作和设备，特别是核医学的储源室，制定针对性的辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责辐射防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

(4) 设备维修制度：根据本项目新增的核医学检查及防护设备、加速器、模拟定位机等设备更新医院设备维护保养制度，补充完善监测仪器维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保本项目新增设备的安全装置、安全联锁、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

(5) 人员培训计划和健康管理制：将本项目的辐射工作人员的管理纳入医院统一的辐射人员管理，补充完善培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

(6) 监测方案：根据本项目建设内容制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度，配置相应的辐射监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行监测并做好监测记录，定期上报环境主管部门。对于辐射工作人员接受的剂量值超过 5mSv/a 个人剂量约束值的，需立即查明原因，采取改进措施，并根据要求上报环境主管部门。

(7) 根据本项目建设内容制定台帐管理制度，建立放射性同位素与射线装置台帐，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、标号、编码、来源和去向，及射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。

(8) 应补充的其他制度：放射性药物质量控制规程、放射性药物取药及注射给药规程、临床核医学诊断质量保证管理制度等。

## 12.3 辐射监测

### 监测仪器与防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，核医学科应至少配置 1 台环境辐射巡测仪和 1 台表面污染监测仪，每台射线装置应配置至少 1 台个人剂量报警仪，每个辐射工作人员均应配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

本项目拟配备  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染仪（1 台）、X- $\gamma$  剂量仪（2 台）、活度计（2 台）和剂量报警仪等辐射检测仪器用于辐射环境日常监测。医院委托有资质的单位为医院辐射工作人员配备个人剂量计，用于检测职业人员剂量。

### 监测计划

医院在开展核技术利用项目之前需制定可行的监测计划，委托有资质的单位定期对该核技术利用项目工作场所及周围环境辐射剂量率进行检测。

医院制定的监测计划应按照下面要求执行，各部门常规监测布点及监测项目参见表 12-1。

表 12-1 监测场所及监测项目

监测场所	监测项目	评价指标	监测频次
工作人员	累积剂量	辐射工作人员年有效剂量控制在 5mSv 以内。	每次监测间隔一般为 30 天，最长不超过 90 天
直线加速器机房墙壁、防护门外	X- $\gamma$ 剂量率	与日常监测数据或年度监测数据相当	每月 1 次，发现异常时适当增加监测频次
核医学科非密封源操作场所	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染		

## 12.4 辐射事故应急

凤阳县人民医院已制定《放射事故应急预案》，明确了应急领导小组组长及成员、应急领导小组职责、应急程序和保障措施。

建设单位应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训和安全意识教育，尽可能避免辐射事故的发生。同时应按要求每年对射线装置及射线装置工作场所的环境辐射剂量率等进行监测，确保辐射工作安全有效运转。

发生辐射事故时，建设单位应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

## 12.5 从事辐射活动能力评价

(1)、与环境保护部令第 3 号《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》符合情况根据环境保护部令第3号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008年修改）第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备相应条件。本项目建设单位从事辐射活动能力的评价详见表12-2。

表 12-2 凤阳县人民医院辐射活动能力评述

辐射安全制度与措施	相关法律要求	本项目情况
辐射安全管理机构	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，至少有1名具有大专以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	建设单位制定了《辐射安全领导小组和职责》，成立了辐射安全领导小组，由周辉担任组长
辐射管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台账管理制度、培训计划和监测方案	建设单位制定有《X射线装置安全防护管理规定》、《放射监测计划》及《放射事故应急预案》等制度
辐射应急及应对措施	有辐射事故应急措施，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备	已制定《放射事故应急预案》
辐射安全与防护培训	从事辐射工作的人员和辐射安全负责人必须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	本项目辐射工作人员一部分从医院调入，另一部分由医院招聘（具体人员待定），新增辐射工作人员须经过辐射安全与防护培训证合格后上岗
个人剂量与职业健康管理	应当对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。同时安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案	每名辐射工作人员将配备一枚个人剂量计，不超过90天对辐射工作人员佩戴的个人剂量计进行一次检测；建设单位每年对辐射工作人员进行一次职业健康体检
场所安全与防护	应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	建设单位应按照设计要求建造机房，应按照相关标准安装相应的辐射安全防护措施
辐射监测	应按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测	建设单位制定有《放射监测计划》，将委托有资质的单位每年对辐射工作场所和环境进行1次辐射水平监测
辐射安全评估	应当对本单位射线装置的安全和防护	按要求每年编制射线装置安全和防护状

状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	况年度评估报告，并上报合肥市环保局备案
---	---------------------

(2)、与环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合情况

环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照情况见表 12-3。

表 12-3 与“18 号令”安全和防护能力对照检查情况

环境保护部令第 18 号要求具备条件	本医院情况	是否符合
第五条生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在工作场所设有电离辐射警告标识和中文警示说明。射线装置设有安全联锁及报警装置，安装有工作状态指示灯，设有紧急停机按钮的射线装置，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	待落实。建设单位承诺落实。
第九条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	按照国家环境监测规范，建设单位拟自行监测或每年委托有资质单位进行环境监测和工作场所监测。	待落实。建设单位承诺落实。
第十二条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	公司拟对其射线装置的安全和防护进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前报发证机关。	符合
第十七条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	辐射工作人员一部分从医院调入，另一部分由医院招聘（具体人员待定），新增辐射工作人员须经过辐射安全与防护培训证合格后上岗	待落实。建设单位承诺落实。
第二十三条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计并委托有资质单位承担个人剂量监测工作，建立个人健康档案。	待落实。建设单位承诺落实

### “三同时”措施

表 12-4 项目“三同时”措施一览表

序号	验收内容	验收要求
1	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002)和环评报告建议,人员在关注点的周剂量参考控制水平,对职业人员不大于5mSv/a,对公众不大于0.25mSv/a。
2	剂量率控制水平	根据《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015),关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h。
3	电离辐射标志和中文警示	射线装置防护门上有电离辐射警告标识和中文警示说明,设有工作状态指示灯。
4	屏蔽设计	辐射工作场所及其配套用房的建设和布局与环评报告表描述内容一致。屏蔽材料和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。
5	辐射安全设施	射线装置采用实体屏蔽,安装门联锁开关等。
6	辐射监测	制定了满足管理要求的辐射监测制度;监测记录存档;配备X-γ剂量率仪、个人剂量报警仪、个人计量计;放射工作人员进行个人剂量监测,并建立健康档案。
7	规章制度	制定的辐射安全管理度和操作规程满足要求,且得到落实。
8	人员培训	所有从事放射性工作的人员经过环保部门可的培训机构组织的辐射防护知识的培训和考核,且持证上岗。
9	应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际,明确处理组织机构及职责、处理原则信息传递程序和技术方案等,配备必要的应急器材、设备。
10	联锁装置	直线加速器机房、PET-CT机房、SPECT机房、模拟定位机房安装联锁装置
11	辐射防护用品	铅衣、铅屏风、铅灌

以上措施必须在竣工验收前落实到位。

## 12.6 利益-代价分析

### (1) 利益分析

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。凤阳县人民医院拟开展核医学科和直线加速器应用等项目,满足更多的就诊人员、保障病人健康、提高医疗服务水平以及医院的发展需要。本项目具有明显的社会效益,同时也提高了医院档次和服务水平,满足了更多的就诊人员,因而医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

### (2) 代价分析

本项目实施前辐射本底监测结果表明项目拟建址辐射水平与安徽省天然辐射环境本底水平相当,未见明显异常;通过本环评报告的预测分析可知,本项目实施后对周围公众成员和工作人员的辐射影响能够满足《电离辐射防护和和辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”要求。

### (3) 代价-利益分析结论

本项目建成投入使用后，将产生少量的放射性废水、固废，同时项目运行过程中会对辐射工作人员和公众产生 X 射线、 $\beta$  射线的照射。在严格保证下述环保投资的前提下，严格采取各种废气、废水、固体废物污染防治措施，确保各种污染物均能达标排放。建设单位应加强日常的环境监测工作，确保本项目各项环保设施安全有效运行，使项目运行对环境产生的不良影响降到最低程度。总体来说，本项目环境影响导致的环境损失远小于项目带来的经济效益和社会效益，项目的建设将带来可观的经济效益，广泛的社会效益，在环境保护方面是可以接受的。

项目投资主要用于设备购买及防护措施，其中安排用于环境保护方面的投资约 265 万元，占项目总投资的 2.3%。该项目具体环保投资估算详见表 12-5。

**表 12-5 环保投资一览表**

序号	环保措施	投资（万元）
1	辐射安全连锁及警示装置	10
2	负一层排气设施	10
3	个人剂量监测、辐射环境监测仪、活度计、人员培训	10
4	辐射防护（辐射防护门窗、铅板、铅灌、加速器屏蔽、铅衣、铅屏风）	200
5	衰变池	15
6	环评及验收	20
合计		265

表 13 结论与建议

## 结论

### 13.1 辐射安全与防护

凤阳县人民医院拟新建 3#楼，并在 3#楼负一层开展直线加速器、核医学科等核技术应用项目。核医学科开展  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{125}\text{I}$  等放射性核素操作，用于疾病的诊断和治疗，涉及放射性核素操作的房间均采用实体防护，为操作放射性药品的工作人员配置了辐射防护用品。医院拟购 1 台模拟定位机和 1 台直线加速器用于肿瘤治疗，机房的墙体、防护门和观察窗均采用实体防护。医院采用这些防护措施后，医院的核技术应用项目能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众年剂量管理限值 0.25 mSv 和职业人员剂量管理限制 5mSv/a 的要求。

### 13.2 区域环境现状

根据环境质量现状评价结果，本项目所在区域中部分监测结果不达标，不达标因子为  $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ ；濠河地表水质中 PH、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{BOD}_5$  等监测因子能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 IV 类标准要求；声环境达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。凤阳县人民医院拟开展项目场址附 X- $\gamma$  辐射剂量率为 94~122nSv/h，在安徽省天然辐射水平范围内。

### 13.3 环境影响分析

#### （1）放射性

**核医学科：**该项目对辐射工作人员产生的最大剂量为 1.626mSv/a，对公众产生的最大剂量为 0.15mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员受照剂量限值要求以及本项目目标管理值要求。放射性废水进入衰变池衰变，放射性核素排放量能够满足《医疗机构水污染物排放标准》（GBZ133-2009）附录 B 允许排放标准（总  $\alpha \leq 10\text{Bq/L}$ ，总  $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ ）。放射性固废暂存于放射性废物桶，存放 10 个半衰期（以最后一个装入为算）后，再作为一般医疗垃圾处理。放射性固废暂存于放射性废物桶，存放 10 个半衰期（以最后一个装入为算）后，再作为一般医疗垃圾处理。校准源不满足使用要求后，由厂家回收处理。

**直线加速器应用项目：**该项目对辐射工作人员造成的年有效剂量小于 0.01mSv/a，对公众造成的年有效剂量小于 0.01mSv/a。

由预测结果可知，凤阳县人民医院开展直线加速器、核医学科应用项目后，对职业

人员造成的年有效剂量不大于 5mSv，对公众造成的年有效剂量不大于 0.25mSv；运行过程中排放的放射性废物和放射性废水能够得到妥善处理，事故状态下对环境的影响很小。因此，该项目对辐射环境的影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求。

（2）废气：拟建项目废气主要是医用直线加速器运行过程中产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物通过机械排风措施处理后排放，对周围环境影响较小。

（3）废水：拟建项目运营过程中产生的各类废水经医院污水处理站处理后进入凤阳县污水处理厂处理，其出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准排入濠河，因此对周边环境影响较小。

（3）噪声：拟建项目各个厂界噪声均能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，昼间≤60dB，夜间≤50dB，对周围环境影响较小。

（4）固体废物：该项目运行时产生的退役密封放射源送交生产厂家处理。本项目产生的其他废物物包括生活垃圾和医疗废弃物。本项目医疗垃圾在专门设置的医疗垃圾暂存间储存，收集后委托有资质的单位进行安全处理。生活垃圾收集后由环卫部门统一清运。因此对周围环境影响较小。

#### 13.4 选址、布局评价

凤阳县人民医院位于安徽省滁州市凤阳县府城镇子顺街 288 号，本项目辐射工作场所周围 50m 内主要为院内用地及院外道路，不涉及居民学校、自然保护区、水源保护区、自然名胜区等环境敏感点和生态敏感点，选址合理。

核医学科和直线加速器位于新建的 3#楼负一层，划分监督区与控制区。核医学科病人与医生通道无交叉，布局基本合理。

#### 13.5 产业政策符合性分析

拟建项目属于《产业结构调整指导目录（2011）年本》（2013 年修正）中鼓励类，“三十六、教育、文化、卫生、体育服务业”，符合国家相关产业政策。

#### 13.6 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。满足更多的就诊人员、保障病人健康、提高医疗服务水平以及医院的发展需要，凤阳县人民医院拟开展直线加速器和核医学科等应用项目，用于疾病诊断和治疗。因此，该院直线加速器和核医学科应用项目建设和运行符合《电离辐射防护和和辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)中辐射防护“实践正当性”的要求。

综上所述，本项目在落实本报告表中的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护能力，项目的开展对周围环境产生的影响能符合环境保护的要求，故从环境影响角度论证，本项目的建设和使用是可行的。

### **建议和承诺**

- (1) 医院应对新增加的辐射工作人员在岗前安排辐射安全与防护培训。
- (2) 医院应加强辐射安全防护培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。
- (3) 新上项目后，医院应及时更新辐射安全许可证台账明细。
- (4) 该项目竣工后，医院应自主开展项目竣工环境保护验收，并向社会公开。验收合格后，方可投入使用，验收资料存档备查。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年 月 日

审批意见：

经办人

公章

年 月 日