



检验检测机构 资质认定证书

仅用于赤峰市医院非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射源应用项目竣工环境保护验收监测报告表

证书编号: 170512050204

名称: 内蒙古睿华环境科技有限公司

地址: 内蒙古自治区包头市青山区昆都力布路30号九星豪庭-A2016 (014030)

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向有关方面出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。检验检测能力及授权签字人见附表。

许可使用标志



发证日期: 2017年06月02日

有效期至: 2023年06月01日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。

表一

建设项目名称	赤峰市医院非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射源应用项目				
建设单位名称	赤峰市医院				
建设项目性质	☑新建扩建技改迁建				
建设地点	赤峰市红山区昭乌达路西四段1号				
验收内容	^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{68}Ge 、 ^{125}I 粒子				
设计生产能力	/				
实际生产能力	/				
建设项目 审批时间	2016.7	开工建设时间	2017.8		
试运行时间	2019.4	现场调查 检测时间	2019.6		
环评报告 审批部门	内蒙古自治区 环境保护厅	环评报告 编制单位	包头市核新环保技术 有限责任公司		
环保设施 设计单位	北京工业大学建筑勘察 设计院	环保设施 施工单位	内蒙古润得建设集团 有限公司		
投资总概算	1472 万元	环保投资 总概算	320 万元	比例	21.74%
实际总概算	1258.89 万元	环保投资	320 万元	比例	25.42%
验收检测 依据	<p>1、中华人民共和国国务院（2019）第 709 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》；</p> <p>2、中华人民共和国环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》；</p> <p>3、中华人民共和国环境保护部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评【2017】第 4 号）；</p> <p>4、中华人民共和国生态环境部公告《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（2018 年第 9 号）；</p> <p>5、《赤峰市医院非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射源应用项目》环境影响报告表及批复文件；</p> <p>6、《赤峰市医院非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射源应用项目》验收监测技术服务合同书。</p>				

验收检测评价
标准、标号、
级别、限值

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

(1) 职业照射

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; 当前, 参照联合国源自辐射效应科学委员会(UNSCEAR)《电离辐射源与效应》规定, 对于职业工作人员照射剂量管理限值为 5mSv/a。

(2) 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过 1 mSv/a; 当前, 参照联合国源自辐射效应科学委员会(UNSCEAR)《电离辐射源与效应》规定, 对于公众照射剂量管理限值为 0.1mSv/a。

(3) 核医学科工作场所分级

表 1-2 非密封源工作场所的分级

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

(4) 接受放射性核素治疗的患者应在其体内的放射性物质的活度降至一定水平后才能出院, 以控制其家庭与公众成员可能受到的照射。接受了 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{89}Sr 治疗的患者, 其体内的放射性活度降至低于 400 MBq、800MBq、200MBq 之前不得出院。必要时应向患者提供有关他与其他人员接触时的辐射防护措施的书面指导。

2、《放射性废物的分类》公告 2017 年第 65 号

极短寿命放射性废物: 废物中所含主要放射性核素的半衰期很短, 长寿命放射性核素的活度浓度在解控水平以下, 极短寿命放射性核素半衰期一般小于 100 天, 通过最多几年时间的贮存衰变, 放射性核素活度浓度即可达到解控水平, 实施解控。常见的极短寿命放射性废物如医疗使用碘-131 及其他极短寿命放射性核素时产生的废物。

3、《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ 133-2009)

(1) 使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于 $2 \times 10^7 \text{Bq}$ 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,应有防泄漏措施。

(2) 产生放射性废液而可不设置放射性污水池的单位,应将仅含短半衰期核素的废液注入专用容装中通常存放10个半衰期后,经审管部门审核准许,可作普通废液处理。对含长半在期核素的废液,应专门收集存放。

(3) 使用放性药物治疗患者的临床核医学单位,应为住院治疗患者提供有防护志的专用厕所,对患者排泄物实统收集和管理。规定患者住院治疗期间不得使用其他厕所。

(4) 专用厕所应具备使患者排泄物迅速全部冲洗入专用化粪池的条件,而且随时保持便池周围清洁。

(5) 专用化粪池内排泄物在贮存衰变后,经审管部门核准方可排入下水道排出,可进行酸化预处理后再排入下水道系统。

(6) 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。污物桶放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。

(7) 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物,装满后的废物袋应密封。不破漏,并及时转送在室,并放入专用容器中贮存。

(8) 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物,应先装入硬纸盒或其他包装材料中快后再装入专用塑料袋内。

(9) 每袋废物的表面剂量率应不超过0.1mSv/h,重量不超过20kg。

4、《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013)

CT机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$;其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv ;

5、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126—2011)

(1) 回旋加速器参照此标准执行。

(2) 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 治疗室应有足够的使用面积,新建治疗室应不小于 45m^2 。

(4) 治疗室人口处必须设置防护门和迷路,防护门应与加速器联锁。

- 6、《粒子源永久性植入治疗放射防护要求》(GBZ178-2017)：
- (1) 治疗室与贮存室应分开。
 - (2) 待用的粒子源应装入屏蔽容器内(当容器密闭达到最大装载量时，容器表面的辐射水平应低于 $20\mu\text{Sv/h}$)，并存放在专用的房间。
- 7、《放射性核素敷贴治疗卫生防护标准》(GBZ 134-2002)
- (1) 敷贴器所用放射性核素的半衰期在一年以上者，废弃敷贴器应在实验室内封存或送交生产厂家处理。
 - (2) 贮源箱的外表面必须标有放射性核素名称、最大容许装载放射性活度和牢固、醒目的电离辐射警示标识
 - (3) 贮源箱必须能锁于固定物体上，防止失盗。距离贮源箱表面 5cm 和 100cm 处的韧致辐射的空气吸收剂量率分别不得超过 $10\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 和 $1\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
 - (4) 治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合放射防护原则，以保证工作场所以外人员受照剂量在相应的年剂量限值以下。
 - (5) 实施敷贴治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。
- 8、《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006)
- (1) 一般临床核医学的活性实验室、病房、洗涤室、显像室等工作场所属于 GB18871 规定的乙级或丙级非密封源工作场所。

表 4 不同类别核医学工作场所的室内表面和装备结构要求¹⁾

场所分类	地面	表面	通风橱 ²⁾	室内通风	管道	清洗及去污设备
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	只需清洗设备

注：1) 依据国际放射防护委员会(ICRP)第 57 号出版物。 2) 仅指实验室。
3) 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。

- (2) 合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够风速(一般风速不小于 1m/s)，排气口应高于本建筑屋脊，并酌情设有活性炭过滤或其他专用过滤装置，排出空气浓度应不超过有关法规标准规定的限值。

9、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）

（1）为开展辐射防护管理工作，并对职业照射进行控制，非密封源工作场所应实行严格的分区、布局管理，分区、布局管理的措施应遵循 GB18871-2002 的要求。

（2）操作非密封源的单位,一般应建立放射性废液处理系统，确保产生的废液得到妥当处理。不得将放射性废液排入普通下水道，相关的控制应遵循 GB18871-2002 的要求；不允许利用生活污水下水系统洗涤被放射性污染的物品；不允许用渗井排放废液。

（3）非密封放射源应存放在具备防火、防盗等安全防范措施的专用贮存场所妥善保管，不得将其与易燃、易爆及其他危险物品放在一起。

表二

一、项目建设内容：

赤峰市医院位于内蒙古赤峰市红山区昭乌达路中段1号，地理位置见附图1。赤峰市医院始建于1951年，是集医疗、教学、科研、康复和预防保健于一体的大型综合性三级甲等医院，是内蒙古医科大学赤峰临床医学院，内蒙古东部地区区域医疗中心和以电子病历为核心的信息化建设试点医院；国际紧急救援中心网络医院。医院占地面积7万平方米，建筑面积21万多平方米，开放床位2000张，职工总数2481人；医院2018年门诊量达98万余人次，收治住院病人7.5万人次，手术例数3.6万例。

该医院于2018年4月22日办理了辐射安全许可证（蒙环辐证[00251]）换证手续，辐射安全许可证见附件一。种类和范围：使用III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

医院整体情况：医院现有III类放射源1枚、V类放射源4枚；II类射线装置5台、III类射线装置39台；搬迁^{99m}Tc、¹³¹I（甲抗诊断、治疗）、⁸⁹Sr应用与¹²⁵I粒子贮存项目；新建1台回旋加速器，新建1台PET/CT含3枚⁶⁸Ge密封放射源应用项目，新建¹⁸F、¹¹C、¹³N生产及应用项目，新建¹³¹I（甲癌治疗）及³²P（敷贴治疗）项目。¹²⁵I放免分析项目已取消；⁹⁰Sr-⁹⁰Y（密封源）未购置。

1. 现有已验收项目

该医院已验收II类射线装置4台、III类射线装置35台，应用情况明细见表2-1；¹⁹²Ir后装机1台，¹⁹²Ir密封放射源应用情况见表2-2。验收意见详见附件二、附件三。

表2-1 已验收射线装置应用情况明细表

序号	名称及型号	类别	数量	技术指标	用途	工作地点
1	医用直线加速器 21EXLA	II	1	X线能量：10MV	治疗	放疗科
2	血管造影机ArtisQFLoor	II	1	125kV/1000mA	诊断	2号住院楼一层
3	血管造影机 ZEECEILING	II	1	125kV/800mA	诊断	2号住院楼一层
4	医用血管造影X射线机Artiseego III	II	1	125kV/1000mA	诊断	2号住院楼一层
5	全身X射线计算机断层扫描系统 Light Speed VCT	III	1	140kV/800mA	诊断	门诊楼一层
6	西门子CT机Emotio16排(345mA)	III	1	130kV/345mA	诊断	门诊楼一层
7	平板式数据数字化X线摄像系统Digital Dianost VR	III	1	150kV/900mA	诊断	门诊楼一层

续表 2-1 已验收射线装置应用情况明细表

序号	名称及型号	类别	数量	技术指标	用途	工作地点
8	数字全景/头颅 X 射线机 Planmeca Promax (16mA)	III	1	84kV/16mA	诊断	门诊楼一层
9	移动式 C 型臂 X 射线机 SIREMOBIL Compact L	III	1	110kV/20mA	诊断	2 号住院楼三层
10	移动式 C 型臂 X 射线机 SIREMOBIL Compact L	III	1	110kV/20mA	诊断	2 号住院楼三层
11	移动式 C 型臂 X 射线机 SIREMOBIL Compact L	III	1	110kV/20mA	诊断	2 号住院楼三层
12	全数字化摄片机 RevolutionTMXR/d XTREAM	III	1	150kV/800mA	诊断	门诊楼一层
13	全数字化摄片机 RevolutionTMXR/d XTREAM	III	1	150kV/800mA	诊断	门诊楼一层
14	高频数字 X 线机 DX500	III	1	150kV/500mA	诊断	2 号住院楼一层
15	平板式数据数字化 X 线摄像系统 DX500	III	1	150kV/500mA	诊断	2 号住院楼一层
16	移动 X 光机 30MA F30III (30mA)	III	1	85kV/30mA	诊断	发热门诊
17	X 射线诊断设备 Mobilett XP Digital	III	1	133kV/225mA	定位	新区门诊
18	西门子 X 射线诊断设备 POLYMOBIL PLUS	III	1	125kV/128mA	定位	2 号住院楼 二层 ICU
19	移动式 X 射线机 POLYMOBIL PLUS	III	1	125kV/128mA	诊断	2 号住院楼一层 放射科
20	高频摄片胃肠机 POLYDOROS LX50	III	1	70kV/50mA	诊断	林西中蒙医院
21	数字乳腺 X 射线系统 GIOTTO	III	1	60kV/30mA	诊断	巴林左旗医院
22	西门子体外冲击碎石机 Moduarisvariostav	III	1	110kV/20mA	诊断	门诊楼三层
23	数字乳腺 X 射线系统 MAMMOMAT inspiration	III	1	35kV/20mA	诊断	门诊楼层
24	宝石 CTDiscoveryCT750HD	III	1	140kV/800mA	诊断	2 号住院楼一层
25	数字胃肠机 Luminos Fusion	III	1	150kV/800mA	诊断	门诊楼一层
26	牙科 X 射线机 INTR	III	1	70kV/840mA	诊断	门诊楼五层
27	移动式 X 射线机 OEC 9900 Elite	III	1	120kV/150mA	诊断	2 号住院楼三层
28	数字化医用 X 射线摄影系统 Definium6000	III	1	150kV/500mA	诊断	门诊楼一层
29	数字化医用 X 射线摄影系统 VX3733-SYS	III	1	150kV/800mA	定位	2 号住院楼一层
30	骨密度仪 Metriscan	III	1	140kV/10mA	定位	门诊楼一层放射科
31	移动式 X 射线机 POLYMOBIL M10	III	1	125kV/160mA	诊断	1 号住院楼三层 新生儿科
32	移动式 X 射线机 POLYMOBIL M10	III	1	125kV/160mA	诊断	门诊楼一层急诊科

续表2-1 已验收射线装置应用情况明细表

序号	名称及型号	类别	数量	技术指标	用途	工作地点
33	G 型臂 Digiarc 100A	III	1	110KV/15mA	诊断	2 号住院楼三层
34	大孔径 CT Definition asopen	III	1	140KV/00mA	诊断	放疗科
35	双能 X 射线骨密度仪 MEDIX90	III	1	200W	诊断	核医学科
36	数字化医用 X 射线摄影 系统 Q-Rad	III	1	150KV/800mA	诊断	新区门诊
37	移动式 C 型臂 X 射线机 Cios Select S1	III	1	110KV/30mA	诊断	2 号住院楼三层
38	移动式 C 型臂 X 射线机 Cios Select S1	III	1	110KV/30mA	诊断	2 号住院楼三层
39	口腔 X 射线数字化体层摄像设备 New Tom VGi	III	1	120KV/150mA	诊断	门诊楼五层

表 2-2 已验收密封放射源应用情况明细表

序号	核素名称	活度 (Bq) × 枚数	类别	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	¹⁹² Ir	3.7 E+11×1 枚	III	用于人体管腔 肿瘤内照射治疗	放疗科	贮存在后装机 放射源铅室内	-

2.本次验收项目

本次验收项目包括：1）门诊楼、住院楼各新建 1 台数字化医用 X 射线摄影系统（III类射线装置）。2）核医学科大楼新建 1 台回旋加速器（II类射线装置）、搬迁 1 台 SPETCT/CT（III类射线装置）、新建 1 台 PET/CT(III类射线装置)及 3 枚 ⁶⁸Ge 密封放射源(用于 PET/CT)应用；新建 ¹⁸F、¹¹C、¹³N 生产区、¹⁸F、¹¹C、¹³N 工作区；搬迁 ^{99m}Tc、¹³¹I（诊断）、⁸⁹Sr 工作区及 ¹²⁵I 粒子源；新建 ¹³¹I（治疗）及 ³²P（敷贴治疗）工作区。

表 2-3 本次射线装置验收项目情况一览表

序号	名称及型号	数量	出厂指标 管电压/管电流	类别	用途	应用地点	与环评内容 相符性
1	回旋加速器 HM-10TX	1	X 线能量：10MV	II	生产 ¹⁸ F	核医学科地下一层	符合
2	64 PET/CT Biograph mCT Flow	1	120kV、260mA	III	应用 ¹⁸ F	核医学科地上一层	符合
3	单光子发射断层扫描装置 Discovery NM/CT670	1	120kV/300mA	III	应用 ^{99m} Tc	核医学科地上二层	符合
4	数字化医用 X 射线摄影系统 YSIO-MAX 西门子	1	150kV、800mA	III	诊断	门诊楼一层	符合
5	数字化医用 X 射线摄影系统 YSIO-MAX 西门子	1	150kV、800mA	III	诊断	2 号住院楼一层	符合

表 2-4 本次密封放射源验收项目情况一览表

序号	放射源 名称	数量	放射源编码	出厂放射性 活度 (Bq)	类别	用途	应用地点	与环评内容 相符性
1	⁶⁸ Ge	1	US19GE000175	4.625 E+7×1 枚	V	用于 PET/CT 背景校正	核医学科地上一层 PET/CT 机房	符合
2	⁶⁸ Ge	1	US19GE000185	4.625 E+7×1 枚	V	用于 PET/CT 背景校正	核医学科地上一层 PET/CT 机房	符合
3	⁶⁸ Ge	1	US19GE000165	9.25 E+7×1 枚	V	用于 PET/CT 衰减校正	核医学科地上一层 PET/CT 机房	符合

表 2-5 非密封放射性物质验收明细表

序号	核素名称	环评日最大操作量 (Bq)	用途	生产及使用地点	贮存方式与地点	验收日最大操作量 (Bq)
1	¹⁸ F	1.11 E+11	诊断	生产: 核医学科地下一层 使用: 核医学科地上一层	将自动封装的每支注射器放入特制玻璃瓶, 再放入铅罐内, 暂存回旋加速器工作区高活性区注射室。	2.59 E+10
2	¹¹ C-蛋氨酸	7.4E+10	诊断	生产: 核医学科地下一层 使用: 核医学科地上一层	制备时存放于防护设施内的灭菌瓶中, 取出时放在钨罐内, 待注射。	说明: 由于 ¹¹ C-蛋氨酸、 ¹¹ C-乙酸、 ¹¹ C-胆碱、 ¹³ N-氨水操作量较小且半衰期较短。本次验收从辐射安全角度考虑按操作量较大且半衰期相对长的 ¹⁸ F 进行工作场所监测验收。
3	¹¹ C-乙酸	7.4E+10	诊断	生产: 核医学科地下一层 使用: 核医学科地上一层	制备时存放于防护设施内的灭菌瓶中, 取出时放在钨罐内, 待注射。	
4	¹¹ C-胆碱	7.4E+10	诊断	生产: 核医学科地下一层 使用: 核医学科地上一层	制备时存放于防护设施内的灭菌瓶中, 取出时放在钨罐内, 待注射。	
5	¹³ N-氨水	7.4E+10	诊断	生产: 核医学科地下一层 使用: 核医学科地上一层	制备时存放于防护设施内的灭菌瓶中, 取出时放在钨罐内, 待注射。	
7	^{99m} Tc	1.39E+10	诊断	使用: 核医学科地上二层 (搬迁)	暂存核医学科高活性室 ⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc 发生器内。	
8	¹³¹ I	4.81 E+10	诊断、治疗	诊断: 核医学科地上二层 治疗: 核医学科地上三层	暂存核医学科高活性室特制铅罐内。	7.4 E+9
9	⁸⁹ Sr	4.44E+8	治疗	使用: 核医学科地上二层 (搬迁)	暂存核医学科高活性室特制铅罐内。	1.48E+8
10	³² P	2.22 E+8	治疗	使用: 核医学科地上三层	暂存贮源室特制铅箱内, 用于皮肤病敷贴治疗。	1.85E+7
11	¹²⁵ I 粒子源	7.77 E+8	治疗	使用: 介入科 (搬迁)	暂存: 核医学科地上二层 双人双锁保险柜内	5.0 E+9

二、主要工艺流程及原理

1.回旋加速器生产工作区

回旋加速器利用射频电场, 在直流控制磁场中加速质子。它主要包括 D 型盒、离子源、偏转板、磁铁线圈、磁轭、真空泵等部分。该项目为 10MV 回旋加速器, 可以生产居里级的正电子核素-¹⁸F、¹¹C 和 ¹³N, 自带完全自屏蔽系统, 提供快速, 简单和高效的 PET 放射性核素生产。该项目生产、使用 ¹⁸F、¹¹C 和 ¹³N 标记物, γ 射线能量均为 511KeV。

回旋加速器是在一个真空腔内产生 ¹⁸F、¹¹C 和 ¹³N 正电子能量 (511KeV), 伴有 γ 、中子、 β 辐射和磁场干扰辐射, γ 射线和中子是回旋加速器机房周围的主要放射性污染因子。

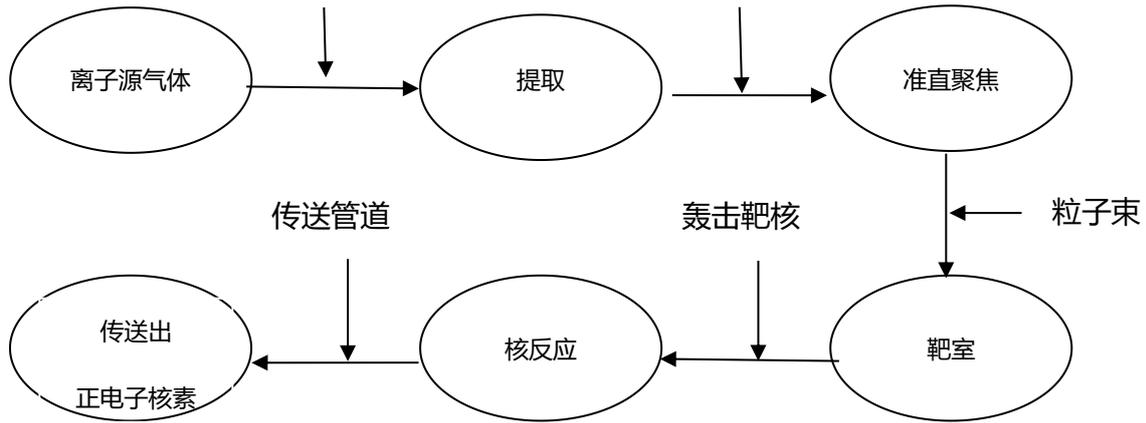


图 2-1 回旋加速器放射性核素生产流程示意图

2. ^{18}F 等合成工作区

回旋加速器生成的 ^{18}F 、 ^{11}C 和 ^{13}N 由自动化化学合成模块合成为脱氧葡萄糖 (FDG)、 ^{11}C -蛋氨酸、 ^{11}C -乙酸、 ^{11}C -胆碱、 ^{13}N -氨水,用于正电子发射断层成像检查 (PET/CT) 的注射液。 ^{18}F 等合成工作区由合成热室、分装热室组成,热室合成通风柜连接专用防辐射排风管道,分别由二套通风系统排除室外,高于地面五米。热室控制单元、放射性气体截止阀和热室内部辐射剂量检测单元。在 ^{18}F 等制剂的各种操作中,不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污,造成 β 放射性表面污染。生产、合成 ^{18}F 等制剂的过程是在密闭的系统中循环进行,该设备配置有气体衰变管道内装有活性炭吸附装置;生产、合成 ^{18}F 等制剂过程产生少量废气分别由独立的 2 个排气筒排出;合成、分装 ^{18}F 等制剂过程中产生少量的清洗废水。

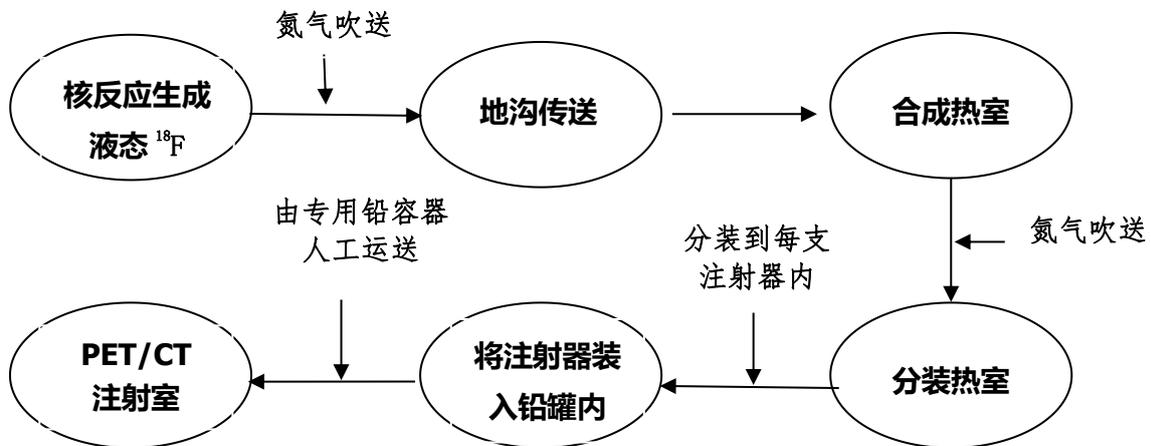


图 2-2 ^{18}F -FDG 药物合成与分装生产流程示意图

3. PET/CT、 ^{18}F 及 ^{68}Ge 应用

PET/CT 是利用回旋加速器生产的超短半衰期同位素, 如 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 作为示踪剂注入人体, 参与体内的生理生化代谢过程。这些超短半衰期同位素是组成人体的主要元素, 利用它们发射的正电子与体内的负电子结合释放出一对 γ 光子, 被探头的晶体所探测, 得到高分辨率、高清晰度的活体断层图像, 以显示人脑、心、全身其它器官及肿瘤组织的生理和病理的功能及代谢情况。是一种无创伤检查手段。PET/CT 在使用 ^{18}F 等制剂过程中 β 表面沾污、 γ 辐射为主要污染因子, 应用过程产生少量废气及废水。PET/CT 使用。两枚 ^{68}Ge 棒源 ($4.625 \text{ E}+7$) 进行背景校正、一枚 ^{68}Ge 桶源 ($9.25 \text{ E}+7$) 进行衰减校正, 均为 V 类源。使用过程中主要污染因子为 γ 射线。

4. SPECT/CT 及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 应用

SPECT/CT 是利用单光子发射型计算机断层扫描成像诊断技术, ①将短半衰期核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等标记某些特殊化合物经静脉注入人体、口服 ^{131}I 标记液体后, 探测聚集于人体一定器官、组织内, 标记于化合物上的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 衰变所发出的 γ 射线, 并将 γ 射线转化为电信号并输入计算机, 经计算机断层重建为反映人体某一器官生理状况的断面或三维图像, 分析肿瘤的分类、分期及远处转移随访。②口服 ^{131}I , 用于治疗甲癌。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 半衰期为 6.02 小时, 属低毒性核素。在分装、注射和检测过程中对工作环境主要产生 X- γ 辐射, 在分装过程中产生臭氧 (O^3), 注射过程中产生含放射性的废水和固废; ^{131}I 的半衰期为 8.04 天, 属中毒性核素。 γ 射线和 β 表面污染是该项目的主要污染因子。产生含放射性的废气、废液和固废。

5. ^{89}Sr 、 ^{32}P 及 ^{125}I 粒子源应用

^{89}Sr 用于癌症骨转移骨痛治疗。外购的 ^{89}Sr 均已封装在每支注射器内, 暂存核医学科高活室通风橱铅罐内, 在注射室铅窗内直接注射于患者体内进行 β - γ 射线照射治疗。 ^{89}Sr 半衰期为 50.5 天, 属中毒性核素, 污染因子为 β 、 γ 射线。

^{32}P 放射性同位素主要用于皮肤病、肿瘤等治疗。在高活室具有铅窗防护的通风橱内配置, 进行 β 照射治疗。 ^{32}P 半衰期为 14.3 天, 属中毒性核素。污染因子为 β 射线。

^{125}I 粒子源半衰期为 59.6 天, 属中毒性核素。其主要释放 X 及 γ 射线, 射线能量为 27~35keV, 组织穿透能力 1.7cm。事故工况时由于操作不慎或贮存不当可能出现丢失情况。放射性粒子购入后储存于核医学楼二层储源室内, ^{125}I 粒子植入手术室设置于 2 号病房楼一层介入科第三手术室, 贮存过程主要污染因子为 γ 射线。

三、核技术利用项目辐射防护情况及与批复的相符性分析

1. 核技术利用项目应用场所辐射防护情况见表2-6~2-9

表 2-6 回旋加速器机房及合成热室屏蔽防护情况

项目	名称	环评屏蔽厚度及防护材料	现状屏蔽厚度及防护材料	是否符合
回旋加速器机房 (地下一层)	墙	砼厚 50cm, 钢筋混凝土	砼厚 50cm, 钢筋混凝土	符合
	房顶	砼厚 50cm, 钢筋混凝土	砼厚 50cm, 钢筋混凝土	符合
	迷道	长 2.8m, 砼厚 0.5m, 钢筋混凝土	长 2.8m, 砼厚 50cm, 钢筋混凝土	符合
	防护门	30mmPb 铅+230mm 含硼聚乙烯	30mmPb 铅+230mm 含硼聚乙烯	符合

表 2-7 PET/CT 机房及应用室屏蔽防护情况

项目	名称	环评屏蔽厚度及防护材料	现状屏蔽厚度及防护材料	是否符合
PET/CT 机房 (地上一层)	墙	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	符合
	观察窗	3.5mmPb, 铅玻璃	10mmPb, 铅玻璃	优于设计
	防护门	10mmPb, 铅	10mmPb, 铅	符合
¹⁸ F 注射后 VIP 候诊室 (地上一层)	东南北墙	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	符合
	西墙	砼厚 37cm, 灰沙砖	37cm, 灰沙砖	符合
	患者通道 出、入口 防护门	8mmPb, 铅	8mmPb, 铅	符合

表 2-8 SPETCT/CT 机房及应用室屏蔽防护情况

项目	名称	环评屏蔽厚度 及防护材料	现状屏蔽厚度 及防护材料	是否符合
SPETCT/CT 机房 (地上二层)	墙	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	符合
	观察窗	3.5mmPb, 铅玻璃	5mmPb, 铅玻璃	优于设计
	防护门	5mmPb, 铅	5mmPb, 铅	符合
^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Sr 应用室 (地上二层)	注射后等候室墙	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	符合
	注射后等候室门	3mmPb, 铅	3mmPb, 铅	符合
	服药、储源、废物室墙	砼厚 25cm, 钢筋混凝土	砼厚 25cm, 钢筋混凝土	符合

续表 2-8 SPETCT/CT 机房及应用室屏蔽防护情况

项目	名称	环评屏蔽厚度及防护材料	现状屏蔽厚度及防护材料	是否符合
^{99m}Tc 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 应用室 (地上二层)	服药、储源室防护门	8mmPb, 铅	10mmPb, 铅	优于设计
	^{89}Sr 留观室、 VIP 候诊室墙体	砼厚 20cm, 钢筋混凝土	砼厚 20cm, 钢筋混凝土	符合
	^{89}Sr 留观室、 VIP 候诊室防护门	3mmPb	3mmPb, 铅	符合
^{125}I 粒子源暂存 (地上二层)	暂存间防护门	^{125}I 粒子铅罐放置于保险箱内	3mmPb, 铅	符合

表 2-9 非密封放射性物质应用场所屏蔽防护情况

项目	名称	环评屏蔽厚度及防护材料	现状屏蔽厚度及防护材料	是否符合
^{131}I 甲抗治疗区 (地上三层)	墙体	砼厚 25cm, 钢筋混凝土	砼厚 25cm, 钢筋混凝土	符合
	北墙防护门	6mmPb, 铅	6mmPb, 铅	符合
	南墙防护门	3mmPb, 铅	3mmPb, 铅	符合
^{131}I 甲癌治疗区 (地上三层)	治疗 1 室、2 室墙	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	砼厚 24cm, 钢筋混凝土	符合
	治疗 3 室墙	砼厚 20cm, 钢筋混凝土	砼厚 20cm, 钢筋混凝土	符合
	患者通道防护门	—	15mmPb, 铅板	未设计
	病房防护门	—	3mmPb, 铅板	未设计
^{32}P 治疗室 (地上三层)	防护门	—	10mmPb, 铅板	未设计

2、辐射防护设施与环评要求的相符性分析

各应用项目防护设施落实情况见表2-10~2-14，防护用品配置见表2-15。

表 2-10 回旋加速器机房辐射防护设施落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
场所设施	设计加速器厅为控制区	回旋加速器工作场所按照设计与环评价要求进行布置。包括回旋加速器机房、热室、控制室、气瓶间、缓冲间、冲淋间、消毒间、更衣室、阳性对照室、无菌检测间和全检质控区等，形成一个独立而完整的工作区域。回旋加速器机房东侧为气瓶间和控制室，南侧为热室房间，西侧为地下土层和设备吊装口，北侧为地下土层。该区域顶盖上方为 PET/CT 预约登记、护士站、更衣/洗衣室、卫生间、给药前候诊厅和 VIP 候诊室等，地下为岩土层。 控制区： 回旋加速器机房、热室房间、全检质控区等。 监督区： 控制室、气瓶间、洗衣间、消毒间、缓冲间、冲淋间、更衣室等。
场所设施	入口设置电离辐射警示标志、入口设置加速器运行状态显示	加速器机房防护门外已设置电离辐射警示标志及运行状态显示
	设置电视监控系统、设置语音广播系统	加速器机房内已设置电视监控系统、设置语音广播系统
	控制区内设置工作警报装置和警示标志	控制区内已设置工作警报装置和警示标志
安全联锁	机柜和操作台设置防止非工作人员操作的锁定开关	机柜和操作台已设置防止非工作人员操作的锁定开关
	设计门与加速器高压触发联锁	加速器机房防护门已安装与加速器高压触发联锁
	控制台设计紧急停机按钮、设计火灾报警仪与加速器联锁	控制台已安装紧急停机按钮、火灾报警仪并与加速器联锁
检测设备	控制区设置固定式辐射剂量检测仪	加速器机房内已设置固定式辐射剂量检测仪
	配置个人剂量报警仪、个人剂量计	已配置个人剂量报警仪与个人剂量计
	配置便携式γ剂量测量仪、	已配置便携式γ剂量测量仪
	配置便携式表面污染仪	已配置便携式表面污染仪
感生放射性	强活化部件表面标配置电离辐射警告标志	强活化部件表面标已配置电离辐射警告标志
	更换下来活化部件配置专设的存放地点	更换下来活化部件已配置专设的存放地点
其它	控制区设计通风系统、停机后，控制区通风、配置灭火器材	控制区已设计通风系统。已设计停机后，控制区通风系统。已配置灭火器

表 2-11¹⁸F 生产场所辐射防护设施落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
场所设施	场所分区布局，配置相应措施/标识	按要求对合成、分装热室等配置电离辐射警示标志
	入口处配置电离辐射警示标志、已设计卫生通过间	入口处已配置电离辐射警示标志、已建设卫生通过间
	人员出口配备污染检测仪	人员出口处已配备污染检测仪
	合成、分装热室设计单独的放射性通风设施、具有负压和过滤系统	回旋加速废气净化系统：过滤效率达到 95%、热室废气净化系统：过滤效率达到 95%
	设计易去污的工作台面和防污染覆盖材料	已建设易去污的工作台面和防污染覆盖材料
	设计放射性液体容器不易破裂或有不易破裂的套	已建设放射性液体容器不易破裂或有不易破裂的套
	该医院现有三格衰变池总有效体积为 24m ³ ，经三级衰变池后，衰变池总容积满足 10 个半衰期所有核素衰变时间要求。因此，使用现有衰变池合理可行。	新址建设总有效容积为 134m ³ 的推进式七级放射性废水衰变系统。实际建设优于原来旧的衰变池，满足核医学科废水排放量的要求和辐射防护要求。原有衰变池弃用。
场所设施	衰变池周围设置辐射防护标志	已设置辐射防护标志
	放射性同位素暂存间与铅防护污物桶	已建设放射性同位素暂存间与铅防护污物桶
	放射性固体废物暂存设施、安保设施	已设置放射性固体废物暂存设施、监控设施
检测设备	配置便携式辐射检测仪器仪表（污染、辐射水平等）	已配置便携式γ辐射检测仪器仪表及β表面污染检测仪
	配置个人剂量计、个人剂量报警仪	已配置个人剂量计、个人剂量报警仪
防护用品	配置防护手套、口罩、防护工作服等个人防护用品	已配置防护手套、口罩、防护工作服等个人防护用品
应急物资	配备去污用品和试剂、灭火器材	已配备去污用品和试剂、灭火器材

表 2-12 ^{99m}Tc-^{99m}Tc 发生器工作场所辐射防护设施落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
场所设施 (生产、贮存与包装)	场所分区合理及配置相应措施/标识	场所分区建设合理并配置相应措施/标识
	入口处设置电离辐射警示标志	入口处已设置电离辐射警示标志
	设计卫生通过间	已建设卫生通过间
	人员出口配备污染检测仪、设计通风设施	人员出口已配备污染检测仪、通风设施
	防盗装置（贮存场所）、发生器设计辐射屏蔽	贮存场所及发生器 已设置防盗、防辐射防护门
	操作位屏蔽防护设施、放射性废液暂存设施、放射性固体废物暂存设施	操作位已设置铅玻璃防护设施、放射性废液衰变池、放射性固体废物暂存设施
检测设备	便携式辐射检测仪	已配置便携式辐射检测仪
	个人剂量计、个人剂量报警仪及活度计	已配置个人剂量计、个人剂量报警仪及活度计
防护器材	个人防护用品、灭火器材	已配置个人防护用品、灭火器材

表 2-13 非密封放射性物质（源）工作场所辐射防护设施落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
场所设施	<p>PET/CT 工作场所分区、布局合理及有控制区、监督区各区域与人员走向标识、各区域防护门设置与管理。</p>	<p>PET/CT 放射工作区分布于患者通道的东、西两侧，非放射工作区分布于 PET/CT 工作场所东北侧和东侧。放射工作区包括：PET/CT 机房、注射后等候室、VIP 等候室、注射室、患者注射室、储源分装室、留观室、给药后患者卫生间等；非放射工作区包括：预约登记室、工作人员卫生间、更衣/洗衣室、诊室、给药前候诊厅、给药前患者卫生间、PET/CT 控制室等。PET/CT 工作区楼下为回旋加速器工作区，楼上为 SPECT/CT 工作区。</p> <p>工作人员通道：工作人员从核医学楼东南侧员工入口进入 PET/CT 工作场所，工作结束后，经表面污染检测确认无污染后，按照原路返回，离开放射性工作区。</p> <p>放射性药物分装、注射等工作场所是核医学操作非密封型放射性物质的主要场所，相关工作人员必须更衣后进入放射工作场所，工作结束仍需淋浴更衣、检测放射污染合格后回到非放射工作区。</p> <p>患者通道：患者经核医学科楼北侧患者入口通道进入 PET/CT 给药前等候厅候诊，通过患者通道（单向门禁）进入注射室完成给药后，在注射后等候室/VIP 等候室内休息、候诊，然后进入 PET/CT 机房进行扫描检查；完成检查后经患者出口通道离开 PET/CT 工作场所。</p> <p>药物通道：¹⁸F、¹³N 和 ¹¹C 药物由医用回旋加速器生产出来进入热室房间的化学合成系统合成 ¹⁸F、¹³N 和 ¹¹C 等药物，然后经分装、质控后经传药窗口送至 PET/CT 注射室。</p> <p>控制区：PET/CT 机房、注射后等候室、VIP 等候室、注射室、患者注射室、储源分装室、留观室、给药后患者卫生间等。</p> <p>监督区：预约登记室、工作人员卫生间、更衣/洗衣室、诊室、给药前等候厅、给药前患者卫生间、PET/CT 控制室等，工作区布局见附图 4。</p>
	<p>SPECT/CT 工作场所分区、布局合理及有控制区、监督区各区域与人员走向标识、各区域防护门设置与管理。</p>	<p>SPECT/CT放射工作区分布于患者通道的东、西两侧，非放射工作区分布于东北侧和东侧。放射工作区包括：SPECT/CT机房、注射后等候室、留观室、储源室、废物间、高活室、注射室、运动实验室（兼抢救室）、给药后患者卫生间等；非放射工作区包括：预约登记室、工作人员卫生间、更衣/洗衣室、诊室、给药前候诊厅、给药前患者卫生间、SPECT/CT控制室等。SPECT/CT工作区楼下为PET/CT工作场所，楼上为核素治疗工作区。</p> <p>工作人员通道：该项目工作人员从核医学楼东南侧工作人员电梯通道进入 SPECT/CT 工作场所，工作结束后，经表面污染检测确认无污染后，按照原路返回，离开放射性工作区。</p> <p>放射性药物分装、注射等工作场所相关工作人员必须更衣后进入放射工作场所，工作结束仍需淋浴更衣、检测放射污染合格后才能回到非放射工作场所。因此，该项目在核医学楼二层西北侧设置更衣/洗衣室和工作人员卫生间，并设置一更、二更等缓冲间，包含更衣、紧急冲淋及放射性表面污染检测功能。</p> <p>患者通道：患者从核医学楼东北侧电梯或楼梯通道进入 SPECT/CT 给药前等候厅候诊，经患者通道（单向门禁）进入患者通道完成给药后，在注射后等候室内休息、候诊，然后进入 SPECT/CT 机房进行扫描检查；完成检查的患者经楼梯或电梯通道离开 SPECT/CT 工作场所。</p> <p>药物通道：医院订购放射性 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器，直接运抵高活室，由工作人员按患者检查需要定量淋洗、收集淋洗液并用药盒标记后供受检者静脉注射。工作区布局见附图 5。</p>

续表 2-14 非密封放射性物质 (源) 工作场所辐射防护设施落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
场所设施	高活室、 ¹²⁵ I 粒子保险柜、 ¹⁸ F、 ¹¹ C、 ¹³ N、 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I 注射室、 ⁸⁹ Sr- ⁹⁰ Y、 ¹³¹ I 治疗室、 ³² P 敷贴室、 ⁹⁰ Sr 敷贴室, 患者专用卫生间、专用治疗病房、留观室。各自的防护门外设有电离辐射警示标志。	高活室、 ¹²⁵ I 粒子保险柜、 ¹⁸ F、 ¹¹ C、 ¹³ N、 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I 注射室, ¹³¹ I 治疗室、 ³² P 敷贴室、 ⁹⁰ Sr 敷贴室, 患者专用卫生间、专用治疗病房、留观室。各自的防护门外设有电离辐射警示标志。
	非密封放射性物质应用过程中, 贮存在高活室具有独立的、有负压和过滤的通风橱内。要求: ¹³¹ I 在通风橱内操作, 进出口装有活性炭吸附装置, 过滤效率达到 95% 以上, 经排气筒排放, 可达到公众年排放标准。	¹³¹ I 在通风橱废气过滤效率达到 95%
	治疗病房病人之间要有铅屏风、注射药采用铅窗式注射台屏蔽	治疗病房病人之间已配备铅屏风、注射药采用铅窗式注射台屏蔽
	工作台面采用易去污的硬塑料、移动放射性液体不易破裂的保护套	工作台面已采用易去污的硬塑料、移动放射性液体不易破裂的保护套
	病人专用卫生间、非密封放射性物质应用暂存库	已建设病人专用卫生间、非密封放射性物质应用暂存库
	设置放射性固体废物收集容器和放射性标识	已设置放射性固体废物收集容器和放射性标识
	贮存场所已设置安全防盗门双人双锁安全设施	贮存场所已设置安全防盗门双人双锁安全设施
检测设备	便携式辐射检测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、放射性活度计	已配备 4 台便携式 X、1 台 γ 辐射检测仪、2 台 CoMo170 型 α 、 β 表面污染仪、1 台 DOSE1 型放疗剂量仪、4 台放射性活度计; 个人剂量报警仪 6 台。均在中国计量科学研究院检定, 检定有效期为 2019 年 6~8 月。
放射性废物和废液	放射性固体废物暂存间、废物暂存间设置铅屏蔽桶与防护门、有通风系统	已配备放射性固体废物暂存间、并设置铅屏蔽桶与防护门、有通风系统
	放射性表面去污用品有: 一次性防护衣 2 套、长柄钳子、口罩、面具和去污刷子、喷壶等, 去污剂有草酸钠、去污粉	已配备放射性表面去污用品有: 一次性防护衣 2 套、长柄钳子、口罩、面具和去污刷子、喷壶等, 去污剂有草酸钠、去污粉
	灭火器材	已配置 6 个

表 2-15 核医学科防护用品配置一览表

序号	防护用品名称	型号规格	数量
1	铅砖	50mmPb	20 块
2	钨合金翻转防护罐	40mmPb	1 个
3	药物转运防护罐	40mmPb	2 个
4	注射器钨合金防护套	14mmPb	4 个
5	调剂送药铅防护罐	40mmPb	4 个
6	正电子药物使用废物桶	20mmPb	1 个
7	废物桶	10mmPb	11 个
8	手动分装用铅 L 屏风	40mmPb	1 个
9	淋洗铅罐	10mmPb	4 个
10	铅屏风	10mmPb	5 扇
11	双联分药通风柜 (二层高活室)	10mmPb	1 个
12	通风柜 (三层高活室)	正面、左侧及右侧铅当量为 40mmPb, 背部、顶部及底部铅当量为 30mmPb	1 套
13	铅防护衣、铅橡胶围脖、铅橡胶围裙、铅防护眼镜	0.5mmPb	3 套
14	铅防护衣、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子	0.5mmPb	4 套

四、辐射安全管理

1.辐射安全管理领导小组

组长：孙义

副组长：张析哲 李雅红 张信伟 陈金明 郭丽君

副主任：赵松岩 郝亚杰 王健 王旭梅 边庆祥 何龙泉 赵武 孟凡有
王岩 郭艳梅 陈海春 张学成

成员：吕洪章 孙新玉 丁国成 罗晓燕 白志军 周琪 韩志刚 那日苏

秘书：孟凡有

领导小组下设办公室，办公室主任：王文鑫

1. 管理制度落实情况

各项管理制度落实情况见表2-16~2-17。

表 2-16 回旋加速器机房及 ¹⁸F 生产工作场所安全管理制度落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
综合	辐射安全管理规定、非密封放射性物质质量管理规定、放射性“三废”管理规定	已制定辐射安全管理规定、核医学科放射性药品配制、质控及记录制度、放射性药物及配套药盒的质量与安全管理措施、放射性核素及药物质量控制流程、 ¹⁸ F 离子生产、应用管理制度、核医学科放射性废物处理
场所	场所分区管理规定、操作规程（操作、贮存及包装等）、去污操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定核医学场所分区管理规定、放射性核素及药物质量控制流程、放射性污染紧急处理及报告制度、辐射安全防护设施维护与维修制度
检测	检测方案、检测仪表使用与校验管理制度	已制定放射性检测方案、检测仪表使用与校验管理制度
人员	辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员培训/再培训制度	已制定辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员培训/再培训制度
应急	辐射事故/事件应急预案	已制定核辐射事故应急预案

表 2-17¹⁸F 应用工作场所安全管理制度落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
综合	《辐射安全管理规定》、《辐射安全管理机构》、《放射性核素的订购、领取、保管、使用制度》	已制定辐射安全管理规定（含辐射安全管理机构）、放射性核素订购、领取、保管、使用制度
场所	《放射性源库安全防范管理规定》、《核医学场所分区管理规定》、《 ¹⁸ F 等去污操作规程》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《患者及陪护家属放射防护管理规定》	已制定放射性源库安全防范管理规定、核医学场所分区管理规定、 ¹⁸ F 离子生产、应用管理制度、放射性污染紧急处理及报告制度、患者及陪护家属放射防护管理规定

续表 2-17 ^{18}F 应用工作场所安全管理制度落实情况一览表

类别	环评要求内容	落实情况
场所	《 ^{18}F 放射性药物标记、注射操作规程》	已制定放射性核素及药物质量控制流程
检测	《放射性检测方案》、《检测仪表的使用与校验管理制度》	已制定放射性检测方案、检测仪表的使用与校验管理制度
人员	《辐射工作人员培训/再培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》	已制定辐射工作人员培训/再培训制度、辐射工作人员个人剂量管理制度
应急	《辐射事故应急预案》、《辐射事故应急演练内容》	已制定辐射事故应急预案、并开展了辐射事故应急演练
三废	《回旋加速器使用、管理制度》、《 ^{18}F 放射性废物处理制度》、《各环节废气处理制度》、《各环节废水处理制度》	已制定 ^{18}F 离子生产、应用管理制度、核医学科放射性废物处理

由表 2-16~表 2-17 可知，核医学科已按环评要求制定了 ^{18}F 生产、应用场所辐射安全管理制度并基本落实。

3.核医学科检测仪器配备及落实情况

核医学科已配备 4 台便携式 X、 γ 辐射检测仪、3 台 α 、 β 表面污染仪；个人剂量报警仪 6 台。共计 13 台辐射检测设备全部在中国计量科学研究院检定。

2019 年 6 月该医院对现有项目进行了委托检测，检测结果均在标准限值（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）范围之内。检测结果见附件五。

4.个人剂量检测

赤峰市医院 2018 年共有 139 名工作人员佩戴个人剂量计。其中，核医学科有 8 名、放疗科 11 名、介入科 63 名、其它 57 名工作人员佩戴个人剂量计，由内蒙古赤峰市职业病防治所进行检测。2018 年度个人剂量检测结果汇总见表 2-18，该公司 2018 年度年剂量检测报告见附件六。

表 2-18 2018 年度工作人员个人剂量检测结果汇总表

序号	岗位名称	数量 (人)	检测结果 (mSv/a)	超标人数 (mSv/a)	超标倍数 (5mSv/a 标准)
1	放射治疗科	11	0.42~0.77	0	0
2	介入科	63	0.57~2.92	3 人 (12.15、11.6、8.74)	1.43 倍、 1.32 倍、0.75 倍
3	核医学科	8	0.49~1.03	0	0
4	其它	57	0.42~0.82	1 人刘永昌 (14.85)	1.97 倍

由表 2-18 个人剂量检测结果汇总表可知，赤峰市医院 2018 年有 135 名工作人员个人年

有效剂量为 0.42mSv/a~2.92mSv/a，满足 5mSv/a 管理限值的要求，有 4 名工作人员个人年有效剂量分别超标 1.43 倍、1.32 倍、0.75 倍、1.97 倍，经调查，四名工作人员将个人剂量计遗留在射线装置处或非密封放射性应用场所，造成剂量超标。医院应加强管理，避免再次发生。原有核医学科 8 名工作人员个人年有效剂量为 0.49mSv/a~1.03mSv/a。

5.人员培训

赤峰市医院 2013~2018 年共有 22 名工作人员参加了辐射安全与防护培训班（其中，核医学科有 10 名），并取得培训合格证书。全院超过四年培训有效期的有 9 名工作人员，应继续参加辐射安全与防护再培训。全院培训时间在四年有效期内的有 13 名工作人员。核医学科在四年有效期内的有 8 名工作人员。培训情况见表 2-19。

表 2-19 历年参加辐射安全现防护培训人员及持证上人员一览表

序号	姓名	岗位	年.月	地点及内容	是否取得合格证
1	王婧	介入科	2018.3.20-3.23	包头，辐射安全与防护	已取得
2	吕婉秋	介入科	2018.3.20-3.23	包头，辐射安全与防护	已取得
3	李笑天	介入科	2018.3.20-3.23	包头，辐射安全与防护	已取得
4	钱刚	放射线科	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
5	兰文秀	介入科	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
6	李金禹	放疗科	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
7	齐丹丹	放疗科	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
8	魏东伟	核医学	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
9	盖立俊	核医学	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
10	张鹏博	核医学	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
11	司旭	核医学	2017.9.14-9.17	包头，辐射安全与防护	已取得
12	谭畅	核医学	2018.3.20-3.23	包头，辐射安全与防护	已取得
13	韩婷婷	核医学	2018.3.20-3.23	包头，辐射安全与防护	已取得

6.辐射事故应急预案

赤峰市医院制定有《核辐射事故应急预案》，设有应急组织机构、应急职责和应急流程三部分内容，具体内容见附件七。该医院于 2019 年 6 月进行了“放射性核素污染处理”、“⁶⁸Ge 放射源丢失处理”应急演练。应急演练记录见附件九。

表三

污染因子分析及含放射性“三废”处理

1. 污染因子分析

(1) 10MV回旋加速器机房周围主要污染因子为 γ 射线。

(2) ^{18}F 、 ^{11}C 和 ^{13}N 在自动化合成、分装生产操作过程中，对工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成 β 放射性表面污染。产生的清洗废水进入废水衰变池、废气经活性炭吸附净化后由排气筒排出、固废暂存于铅防护容器经十个半衰期后，按医疗固废排放。

(3) PET/CT 在应用 ^{18}F 、 ^{11}C 和 ^{13}N 过程中主要污染因子为 β 表面沾污、 γ 辐射。

(4) 另外，PET/CT 使用三枚 ^{68}Ge 放射源进行扫描校正，使用过程中主要污染因子为 γ 射线。

(4) SPECT/CT应用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 过程中主要产生 γ 射线和臭氧（ O^3 ），应用 ^{131}I 过程中主要产生 γ 射线和 β 表面污染。产生的清洗废水进入废水衰变池 ^{131}I 废气经活性炭吸附净化后由排气筒排出固废暂存于铅防护容器经十个半衰期后，按医疗固废排放。

(5) ^{89}Sr 应用（注射）过程中污染因子为 β 、 γ 射线。产生少量清洗废水进入废水衰变池。

(6) ^{32}P 应用（敷帖治疗）过程中污染因子为 β 射线和 β 表面污染。

(7) ^{125}I 粒子源购入后储存于核医学楼二层储源室内，贮存过程主要污染因子为 γ 射线。

2.含放射性“三废”处理

(1) 固体废物

该项目固体废物主要为患者使用的注射器、棉棒、一次性卫生防护用品、垫料、更换下来的过滤器等物品。医院将该项目运行时产生的放射性固体废弃物按类别和日期分别暂存于放射性废物包装器皿内。待放射性物质自行衰变10个半衰期后，按普通医疗废物进行处理。

该项目 PET/CT 校准源不能用于工作时，已与生产厂家签订合同对其进行回收。

（2）废水

该项目含放射性废水主要来源为工作人员操作过程产生的少量废水及清洗工作台面、地坪、工具时产生的少量废水以及患者冲洗排使用水。原有衰变池容积为 24m^3 ，不能满足新建核医学科产生的含放射性废水预处理需要，所以在核医学科东侧建设有效容积 134m^3 的推进式七级（厕所冲洗水出口设置2组化粪池，每组2个池；衰变池设置2组，每组七级）放射性废水衰变系统，含放射性废水经十个半衰期以上、放射性水平达标后排入医院总废水处理站处理后排放。原有 24m^3 衰变池弃用。布置图见附图七。

该项目衰变池外墙采用 300mm 混凝土，隔墙采用 200mm 混凝土；外防水采用聚氨酯防水涂料，内防水采用环氧树脂防水材料。衰变池均采用双层混凝土封盖，并在盖板周围设置防水坡，并在其上设置不锈钢井盖封口。衰变池周围设置栏杆与安全门并设置电离辐射警示标志及温馨提示。详见附图八。

（3）废气

回旋加速器机房设独立的机械排风，专门通风换气次数不低于 5 次/h，且保证机房在正常工况状态下能负压通风，使放射性气体排入排风管道，不会排入周围环境；热室房间设置合成分装柜，通风速率不小于 1m/s，合成分装柜连接专用防辐射排风装置，放射性废气经过活性炭专用过滤装置后排入空气中，使排出气体浓度不超过有关法规标准规定的限值，排风口设置于地上四层楼顶，并高出楼顶 5 米。距离居民区最近约 20 米。活性炭过滤效率达到 95%。

表四

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批意见：

建设项目环境影响报告表主要结论摘录

一、环境辐射影响评价结论

1.生产及制备 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 工作区

根据类比检测结果，回旋加速器在开机状态下机房门外、机房墙外右出线口、控制室电脑操作台、热室地沟上方，中子、 γ 辐射空气吸收剂量率均在《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中规定的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 限值之内。由于本项目防护门屏蔽效果优于类比点，预测回旋加速器机房门外、机房墙外 γ 辐射剂量率、中子辐射剂量小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 参考标准。

回旋加速器及 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 非密封放射性物质生产过程中，回旋加速器工作人员基本在机房外或控制室操作，所接受的年有效附加剂量可忽略不计。制药与药物传递均为一个工作人员，年有效附加剂量在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中职业工作人员 5mSv/a 剂量约束值范围之内。

2. PET/CT 及 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 应用

根据类比检测结果， ^{18}F 、 ^{13}N 、 ^{11}C 在正常应用状态下，注射窗口外、扫描室医务人员摆位、VIP 候诊室外有较高的放射性剂量，应通过时间防护和距离防护等途径减少工作人员及其他人员的个人剂量照射。本项目机房整体防护优于类比点，预测该项目运行后机房防护门外及患者通道环境放射性水平应在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 之内。

3.SPECT/CT 及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 应用

根据类比检测结果，检测值较高点为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 操作的通风橱铅窗口；开机状态下，机房防护门外、控制室铅玻璃窗外均在《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中规定的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 限值之内；甲癌治疗住院区内走廊、甲癌治疗住院区防护门外的 X- γ 辐射剂量率满足参考限值（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）要求。本项目机房整体防护优于类比点，预测该项目运行后机房防护门外及患者通道环境放射性水平应在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 之内。根据个人剂量计实测结果，核医学科 8 名工作人员、SPECT/CT/扫描室工作人员、甲癌治疗区工作人员，年有效附加剂量均在职业工作人员附加剂量约束值（ 5mSv/a ）范围之内。根据个人剂量计估算结果，注射 ^{89}Sr 工作人员年有效附加剂量在职业工作人员附加剂量约束值（ 5mSv/a ）范围之内。

4. ^{32}P 非密封放射性物质应用

^{32}P 应用--根据类比检测结果,较大值出现在 ^{32}P 通风橱窗口、高活性室操作台面。注射室地面、墙壁、注射台表面、通风橱铅玻璃表面、通风橱前台表面、固体废物桶表面, β 表面沾污均在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)“工作台、设备、墙壁、地面控制水平”监督区标准范围之内。预测该项目运行后,在正常使用个人剂量计的情况下 ^{32}P 工作人员个人年有效附加剂量应在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中职业工作人员 5mSv/a 附加剂量约束值范围之内。

二、审批部门审批决定

“内辐环审【2016】027号

1.本次环评内容:①新建项目--回旋加速器及 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 生产项目,地点为新建核医学科地下一层;PET/CT(含 ^{68}Ge 源)及 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 应用项目,地点为新建核医学科地上一层; ^{125}I 放免分析项目,地点为新建核医学科地上二层; ^{131}I 甲癌治疗、 ^{32}P 、 ^{90}Sr - ^{90}Y (密封源)敷贴治疗地点为新建核医学科地上三层;②搬迁项目—SPETCT/CT 及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I (诊断)、 ^{89}Sr 应用项目与 ^{125}I 粒子贮存,由旧址搬迁至新建核医学科地上二层;③新建血管造影机 1 台,位于 2#住院楼一层介入科;新建 III 类射线装置 12 台(已验收 9 台,本次验收 3 台)。

2.加强对密封放射源、非密封放射性物质应用、暂存的安全管理,完善密封放射源、非密封放射性物质应用操作规程、辐射事故应急预案及各项规章制度,并严格落实执行。配备必要的防护用品和辐射检测仪器,按照国家有关规定建立健全密封放射源、非密封放射性物质应用、暂存辐射事故应急措施,落实安全保卫与防护责任,杜绝辐射污染事故发生。

三、批复意见落实情况

(一)、建设单位已按批复要求落实的内容有:

1、新建项目--1 台回旋加速器及 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 生产区;1 台 PET/CT(含 3 枚 ^{68}Ge 源)及 ^{18}F 、 ^{11}C 、 ^{13}N 应用区; ^{131}I 甲癌治疗、 ^{32}P 敷贴治疗。搬迁项目—1 台 SPETCT/CT 及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I (诊断)、 ^{89}Sr 应用与 ^{125}I 粒子贮存项目。

2、赤峰市医院成立了由法人任组长的公司辐射安全管理领导小组,统一负责公司的辐射防护监督管理工作。已制定并落实了《核医学工作管理制度》、《 ^{18}F 离子生产、应用管理制度》、《核医学高活室工作制度》、《核医学治疗管理制度》、《放射性及药物质量控制流程》、《放射性检测方案》、《检测仪表使用与校验管理制度》《钼铯发生器使用、管理制度》、《仪器使用、保养、管理制度》、《放

射性药品采购、登记、使用、核对及注销制度》、《放射性核素订购、领取、保管、使用制度》、《核医学科放射性药品配制、质控及记录制度》、《放射性药品不良反应紧急处理及报告制度》、《辐射安全管理规定》、《核医学场所分区管理规定》、《放射性源库安全防范管理规定》、《放射性工作场所防护制度》、《开放场所安全管理与检测制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《患者及陪护家属放射防护管理制度》、《放射性污染紧急处理及报告制度》、《核医学科放射性废物处理》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训制度》、《放射性药物及配套药盒的质量与安全管理措施》、《回旋加速器室工作制度》、《放射性药物合成室工作制度》、《核医学科 PET/CT 检查室工作制度》、《核医学科 SPECT/CT 检查室工作制度》、《回旋加速器管理、操作、保养和维修制度》、《PET/CT 管理、操作、保养和维修制度》、《正电子放射性药品的生产、登记制度》、《正电子类放射性药物质量控制制度》、《放射性废物管理制度》、《¹⁸F 放射性废物处理制度》、《各环节废气处理制度》、《各环节废水处理制度》、《核辐射事故应急预案》38 项辐射安全管理制度。

3、核医学科已配备 4 台便携式 X、 γ 辐射检测仪、3 台 α 、 β 表面污染仪；9 台个人剂量报警仪。配置个人防护服 12 套。

4、核医学科回旋加速器、PET/CT、SPETCT/CT 机房防护门外、均设有醒目规范的“电离辐射”标志。回旋加速器机房内安装有固定式监控系统及固定式监测仪，机房防护门上方设有工作指示灯。

5、赤峰市医院历年共有 22 名工作人员参加了辐射安全与防护培训班。其中，核医学科有 10 名，并取得培训合格证书。2018 年完成赤峰市医院《放射性同位素安全和防护状况年度评估报告》。赤峰市医院 2018 年有 135 名个人年有效剂量为 0.42mSv/a~2.92mSv/a，满足 5mSv/a 管理限值的要求，放射治疗科等有 4 名工作人员个人年有效剂量分别超标 1.43 倍、1.32 倍、0.75 倍、1.97 倍。原核医学科 8 名工作人员个人年有效剂量无人超标。

表五

验收检测质量保证及质量控制：

1.检测质量保证

为保证检测数据和信息的质量,满足代表性、准确性、完整性和可靠性的要求,在检测质量保证方面,重点做了以下工作:

(1) 检测人员

按照质量管理体系的要求,我公司检测技术人员均经过岗前培训、考核,持有检测上岗证,掌握相关的知识和专业技能,具有现场工作的实践经验,能独立完成所从事的检测工作。

(2) 检测仪器及设备

公司所配备的仪器设备符合有关检测标准规范的要求,所检测的能量及频率范围均满足项目检测精度的要求。

①依法定期将检测仪器、设备送往有资质的计量检定机构进行检定或校准。

②建立仪器设备使用管理程序,确保仪器设备处于正常完好状态。

(3) 采用标准化检测方法

检测分析方法采用国家标准(GB)方法、环境保护行业标准(HJ)方法或核工业行业标准(EJ)方法。检测、采样布点、样品采集与制备、数据处理、报告等检测工作的全过程均按《辐射环境检测技术规范》和体系文件实施。

2.质量控制：

公司建立了完整的质量控制体系,将质量控制运用到检测全过程中,并严格按照体系要求执行。

(1) 检测布点

具有代表性、完整性和可比性,点位和点数能够满足检测和分析的需要,符合国家相关要求。

(2) 检测过程

确保工况正常运行的情况下,严格按照检测方法和操作规程执行。

(3) 数据处理

①检测结果的表达应采用法定计量单位,数值修约按照 GB/T 8170 《数值修约

规则与极限熟知的表示和判定》执行。

检测人员在现场做好完整的、可复原现场检测状况的原始记录；报告编写人员要对数据的计算过程和结果进行核对；审核人员要对上述记录和计算结果进行校对和审核。当利用计算机、网络对检测数据进行采集、处理、记录、报告、存储、检索传输时，确保数据的完整性和保密性。

②检测数据上报时均严格执行“二级审核”制度。

（4）检测结果

客观、公正、准确的表达检测结果，保证检测结果和检测报告不受来自外界压力的影响和干预。

（5）档案留存

所有检测记录及报告均按照国家相关规定时限要求存档保存，以便查阅。

表六

验收检测内容：

1. 检测方法 & 检测布点

（1）检测方法：本项目《赤峰市医院非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射源应用项目》验收检测方法参照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）；《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）；《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126—2011）（回旋加速器参照标准）、《表面污染测定第 1 部分 β 发射体（ $E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》GB/T 14056.01-2008 等标准要求进行。

（2）检测布点：对回旋加速器、PET/CT、SPETCT/CT 机房防护门外、机房墙体外 30cm 处分别设点，布点位置见图 6-1~图 6-3；按照检测方案，对生产或应用 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等核素的工作区进行布点检测。

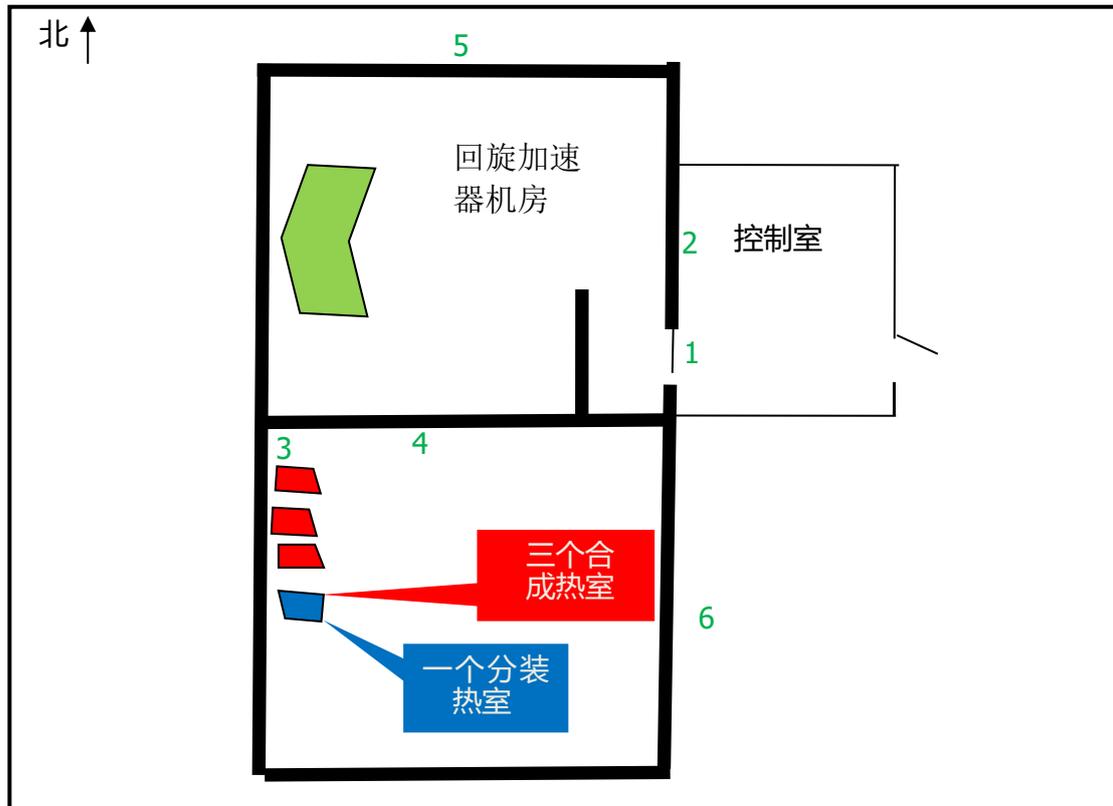


图 6-1 回旋加速器机房外检测布点图

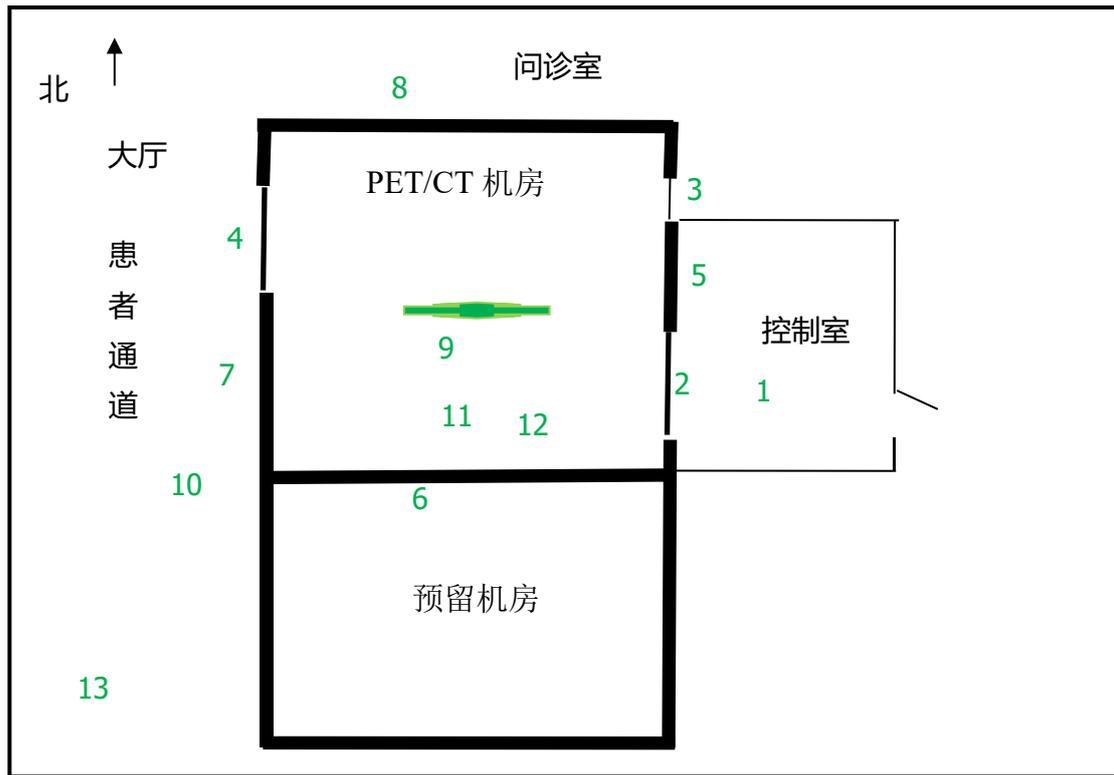


图 6-2 PET/CT 机房外检测布点图

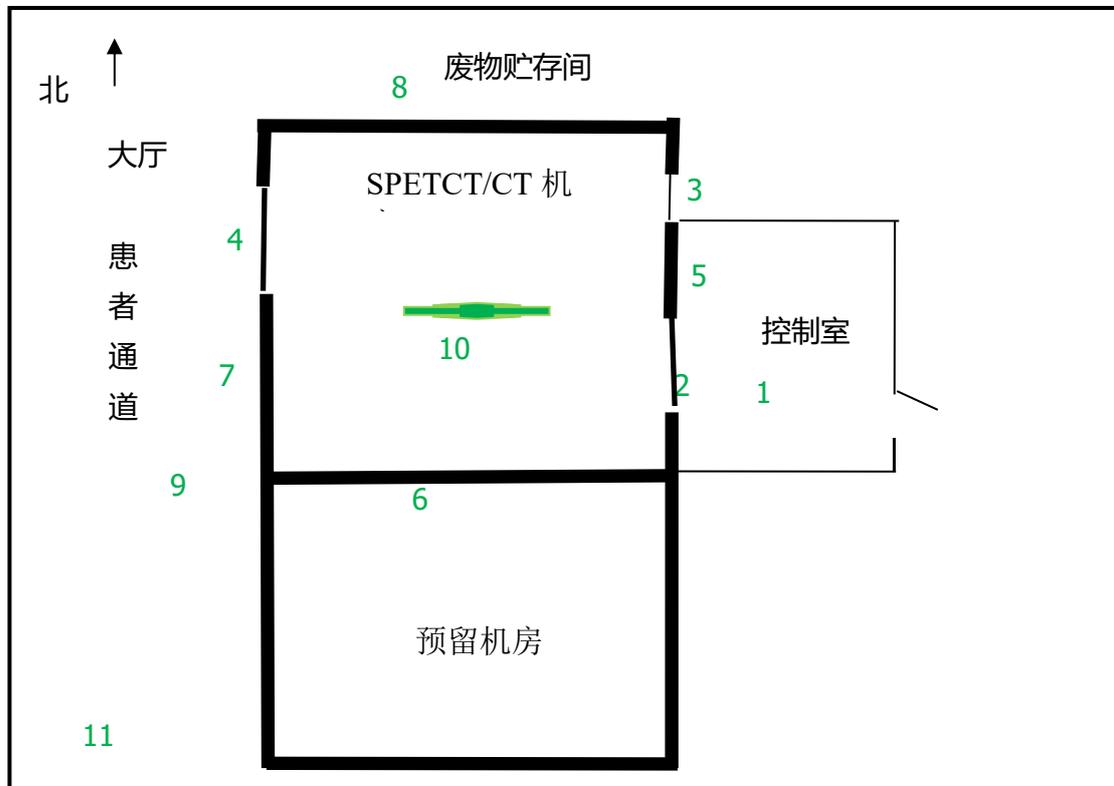


图 6-3 SPETCT/CT 机房外检测布点图

2.检测项目及检测仪器

表 6-1 检测项目及检测仪器

序号	检测项目	检测仪器			
		仪器名称及编号	响应范围	最低检出限	检定(校准)证书编号
1	X 辐射剂量率	仪器名称: X 射线检测仪 仪器型号: AT1103M 仪器出厂编号: 11942 仪器唯一性编号: 01-01-03	能量范围: 5keV~160keV	-	校准单位: 中国计量科学研究院 证书编号: DYjI2019-2141 检定日期: JZ:2019.4.9
2	γ辐射空气吸收剂量率	仪器名称: 辐射检测仪 仪器型号: AT1123 仪器出厂编号: 53871 仪器唯一性编号: 01-01-04	能量范围: 60keV~10MeV	-	校准单位: 中国计量科学研究院 证书编号: DYjI2019-2141 检定日期: JD:2019.4.29
3	中子剂量当量率	仪器名称: 中子检测仪 仪器型号: 主机 AT117M+ 探头 ATKNG 仪器出厂编号: 16290 仪器唯一性编号: 01-01-02	主机: 能量范围 60keV~3MeV 探头能量范围: 25keV~10MeV	0.1 μSv/h	校准单位: 中国计量科学研究院 证书编号: DYjs2019-2141 检定日期: JD:2019.4.10
4	放射性表面沾污	仪器名称: α、β 表面沾污仪 仪器型号: CoMo170 仪器出厂编号: 7240 仪器唯一性编号: 01-01-01	β: 0~20000cps (Cs-137) α: 0~2500cps (Am-241) 内置 25 种核素	-	校准单位: 中国计量科学研究院 证书编号: Dyhd2019-0898 检定日期: JD:2019.4.9

3.检测项目说明

由于 ^{11}C 、 ^{13}N 放射性活度相对 ^{18}F 小、用量较少、半衰期短。因此,从辐射安全角度考虑,对 ^{11}C 、 ^{13}N 生产与应用试运行期间均以 ^{18}F 监测结果进行验收监测。

表七

一、验收检测期间射线装置工况

表 7-1 验收检测期间射线装置工况

序号	设备名称	型号	检测工况		备注
			管电压 (kV)	管电流 (mA)	
1	回旋加速器	HM-10TX	10MV	60μA	生产 (700mCi) ¹⁸ F 药物
2	PET/CT	Biograph mCT Flow	120kV	260mA	应用 10mCi 的 ¹⁸ F 药物置于诊断床上, 在管电压 120kV, 管电流 260mA 条件下检测
3	单光子发射断层扫描装置 (SPETCT/CT)	Discovery NM/CT670	120kV	186mA	应用 30mCi 的 ^{99m} Tc 药物置于诊断床上, 在管电压 120kV, 管电流 186mA 条件下检测
4	数字化医用 X 射线摄影系统	YSIO-MAX	60kV	4.2mA	在管电压 60kV, 管电流 4.2mA 条件下检测
5	数字化医用 X 射线摄影系统	YSIO-MAX	57kV	3.6mA	在管电压 57kV, 3.6mA 条件下检测

二、验收检测结果

射线装置、非密封放射性物质应用场所验收检测结果见表7-2~7-10。

表7-2 回旋加速器机房周围环境辐射剂量率检测结果

测点编号	装置名称	检测位置	辐射剂量率 (μSv/h)	
			γ	中子
1	回旋加速器机房 (在 10MV, 60μA 工况下 生产 700mCi ¹⁸ F)	防护门外 30cm	0.228	<0.1
2		东墙外 30cm	0.202	<0.1
3		南墙角外 30cm	1.001	0.243
4		南墙外中间 30cm	0.214	0.184
5		机房房顶上方 30cm (一层护士站)	0.186	<0.1
6	对照点	地下一层大厅 (距地面上方一米)	0.154	-

由表 7-2 检测结果可知: 回旋加速器在 10MV, 60μA 工况下生产 25.9GBq¹⁸F 时, 机房周围环境γ辐射剂量率为 (0.202~1.00) μSv/h, 防护门外、东墙外、机房房顶上方 30cm 中子辐射剂量率为<0.1, 南墙角外、南墙外中间 30cm 为 (0.242、0.184) μSv/h, 均在《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126—2011) 参考限值 (2.5μSv/h) 之内。

表7-3 合成与分装热室操作间辐射剂量率检测结果

测点编号	装置名称	检测位置	γ辐射剂量率 (μSv/h)
1	生产出的 700mCi ¹⁸ F 置于合成柜内正在合成工况下	合成柜外表面30cm	1.722
2		合成柜铅玻璃窗外表面30cm	1.853
3	生产出的 700mCi 的 ¹⁸ F 置于分装柜电离室内,同时正在分装 5.55×10 ⁸ Bq(15mCi) ¹⁸ F 工况下	工作人员操作位	0.296
4		分装柜铅玻璃窗外表面 5cm	0.416
5		分装柜外表面 5cm	0.580
6		左手洞外表面 5cm (关闭)	0.303
7		右手洞外表面 5cm (关闭)	0.292
8		防护门外表面 30cm	0.207
9		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.218
10		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.214
11		合成室房顶上方 30cm	0.183
12		对照点	地下一层大厅(距地面上方一米)

表7-4 ¹⁸F生产工作区环境辐射剂量率及β表面污染检测结果

测点编号	场所名称	检测结果 (Bq/cm ²)	控制水平 (Bq/cm ²)
1	一更区 (地面、墙面、门表面)	0.20	≤4
2	二更区 (地面、墙面、门表面)	0.22	≤4
3	缓冲间 (1) (地面、墙面、门表面)	0.20	≤4
4	缓冲间 (2) (地面、墙面、门表面)	0.20	≤4
5	热室房间 (地面、墙面、门表面)	0.28	≤4
6	热室房间 (通风柜表面、分装柜表面、合成柜表面、工作台表面)	0.46	≤40

由表7-3、表7-4检测结果可知：在试运行阶段¹⁸F合成热室合成操作柜γ辐射剂量率为（1.722~1.850）μSv/h，分装热室操作柜 γ 辐射剂量率为（0.183~0.580）μ Sv/h；¹⁸F生产区、更衣区、缓冲区β表面污染检测结果为（0.20~0.46）Bq/cm²，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）控制水平。

表7-5 PET/CT机房周围环境辐射剂量率检测结果

测点编号	装置名称	检测位置	辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	
			γ	X
1	PET/CT 机房 (在管电压 120kV、管电流 260mA 工况下 应用 $7.40 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{18}F)	控制室工作人员操作位	0.161	0.011
2		铅玻璃观察窗外表面 30cm	0.584	0.019
3		控制室防护门外表面 30cm	0.366	0.022
4		患者防护门外表面 30cm	0.484	0.025
5		墙体外表面 30cm（东墙）	0.238	0.015
6		墙体外表面 30cm（南墙）	0.244	0.014
7		墙体外表面 30cm（西墙）	0.351	0.026
8		墙体外表面 30cm（北墙）	0.235	0.012
9		机房内工作人员摆位	84.000 (用于剂量估算)	-
10		机房房顶上方 30cm	0.168	0.012
11	^{68}Ge 校准源	棒源（小源）铅罐表面 5cm	0.205	-
12		桶源（大源）铅罐表面 5cm	0.974	-
13	对照点	地上一层大厅 (距地面上方一米)	0.155	0.010

由表 7-5 检测结果可知：PET/CT 在管电压 120kV、管电流 260mA 工况下应用 $740 \text{MBq } ^{18}\text{F}$ 时，机房周围环境 γ 辐射剂量率为（0.161~0.584） $\mu\text{Sv/h}$ ，X 辐射剂量率为（0.011~0.026） $\mu\text{Sv/h}$ ，均小于《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）限值（ $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ）。 ^{68}Ge 校准源铅罐表面 γ 辐射剂量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

表7-6 ^{18}F 应用工作区环境辐射剂量率检测结果

测点编号	场所名称	检测点位置	γ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）
1	患者通道防护门外环境 ($7.40 \times 10^8 \text{Bq } ^{18}\text{F}$ 置于通道内)	入口防护门外表面 30cm	0.438
2		出口防护门外表面 30cm	0.606
3		入口处防护墙体外表面 30cm	0.183
4		出口处防护墙体外表面 30cm	0.248

由表 7-6 γ 辐射剂量率检测结果可知： ^{18}F 应用工作区患者通道出入口环境 γ 辐射剂量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

表7-7 SPETCT/CT机房周围环境X辐射剂量率检测结果

测点 编号	装置名称	检测位置	辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	
			γ	X
1	SPETCT/CT 机房 (在管电压120kV、管电流186mA 工况下应用 $1.11 \times 10^9 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$)	控制室工作人员操作位	0.153	0.010
2		铅玻璃观察窗外表面 30cm	0.183	0.013
3		控制室防护门外表面 30cm	0.222	0.016
4		患者防护门外表面 30cm	0.447	0.024
5		墙体外表面 30cm（东墙）	0.168	0.014
6		墙体外表面 30cm（南墙）	0.185	0.015
7		墙体外表面 30cm（西墙）	0.174	0.014
8		墙体外表面 30cm（北墙）	0.192	0.016
9		机房房顶上方 30cm	0.164	0.012
10		机房内工作人员摆位	0.259	-
11	对照点	地上二层大厅 (距地面上方一米)	0.150	0.010

由表 7-7 检测结果可知：SPETCT/CT 在管电压 120kV、管电流 186mA 工况下应用 $1.11 \times 10^9 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 时，机房周围环境 γ 辐射剂量率为（0.153~0.447） $\mu\text{Sv/h}$ ，X 辐射剂量率为（0.010~0.024） $\mu\text{Sv/h}$ ，均在《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）限值（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）之内。

表7-8 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 应用及 ^{125}I 粒子贮存工作区辐射剂量率测结果

测点 编号	装置名称	检测位置	γ ($\mu\text{Sv/h}$)
1	运动负荷室 ($1.11 \times 10^9 \text{Bq}^{99m}\text{Tc}$ 置于室内)	防护门 M1 外表面 30cm	0.206
2		防护门 M2 外表面 30cm	0.194
3		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.176
4		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.169
5		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.171
6		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.174
7	注射室 ($1.11 \times 10^9 \text{Bq}^{99m}\text{Tc}$ 置于通风橱内)	防护门外表面 30cm	0.171
8		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.171
9		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.166
10		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.174
11		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.182
12		传递窗外表面 30cm	0.229
13		分装橱工作人员操作位	0.242
14		淋洗橱工作人员操作位	0.246
15		分装侧通风橱铅玻璃窗外表面 5cm	0.239
16		淋洗侧通风橱铅玻璃窗外表面 5cm	0.227
17		分装侧通风橱外表面 5cm	0.204
18		淋洗侧通风橱外表面 5cm	0.218
19		分装侧左手洞外表面 5cm (关闭)	0.274
20	分装侧右手洞外表面 5cm (关闭)	0.263	

续表7-8 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 应用及 ^{125}I 粒子贮存工作区辐射剂量率检测结果

测点编号	装置名称	检测位置	γ ($\mu\text{Sv/h}$)
21	注射室 ($1.11 \times 10^9 \text{Bq}^{99m}\text{Tc}$ 置于注射台上)	防护门外表面 30cm	0.170
22		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.192
23		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.193
24		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.202
25		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.171
26		注射窗口铅玻璃外表面 30cm	0.248
27		左手洞 (关闭)	0.244
28		右手洞 (关闭)	0.239
29		废物间	防护门外表面 30cm
30	防护墙体外表面 30cm (东墙)		0.204
31	防护墙体外表面 30cm (南墙)		0.213
32	防护墙体外表面 30cm (北墙)		0.204
33	储源室 ($1.11 \times 10^9 \text{Bq}^{99m}\text{Tc}$ 置于室内, 另有其它放射性物质若干)	防护门外表面 30cm	1.221
34		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.204
35		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.202
36		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.192
37		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.174
38		房顶上方 30cm	0.175
39	留观室 ($1.11 \times 10^9 \text{Bq}^{99m}\text{Tc}$ 置于室内)	防护门外 30cm	0.176
40		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.191
41		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.172
42		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.169
43	^{125}I 粒子铅罐 (内装 $5 \times 10^9 \text{Bq}^{125}\text{I}$ 粒子)	保险柜外表面	0.193
44	^{89}Sr 应用 ($1.48 \times 10^8 \text{Bq}^{18}\text{F}$ 置于室内)	注射台表面	0.273
45		防护门外 30cm	0.159

由表7-8检测结果可知, ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 应用场所周围环境 γ 辐射剂量率在(0.166~1.221) $\mu\text{Sv/h}$ 范围内; ^{125}I 粒子储存柜外表面 γ 辐射剂量率满足《粒子源永久性植入治疗放射防护要求》(GBZ178-2017)“当容器密闭达到最大装载量时,容器表面的辐射水平应低于 $20\mu\text{Sv/h}$ 。”

表7-9 ¹³¹I、³²P治疗工作区辐射剂量率检测结果

测点编号	装置名称	检测位置	γ (μSv/h)
1	抢救室 (7.4GBq ¹³¹ I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.358
2		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.253
3		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.170
4		房顶上方 30cm	0.213
5	301#甲癌病房 (7.4GBq ¹³¹ I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.331
6		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.182
7		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.406
8		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.366
9		房顶上方 30cm	0.233
10	302#甲癌病房 (7.4GBq ¹³¹ I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.342
11		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.209
12		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.314
13		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.362
14		房顶上方 30cm	0.186
15	303#甲癌病房 (7.4GBq ¹³¹ I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.292
16		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.214
17		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.342
18		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.294
19		房顶上方 30cm	0.216
20	304#甲癌病房 (7.4GBq ¹³¹ I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.353
21		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.207
22		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.403
23		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.360
24		房顶上方 30cm	0.175
25	305#甲癌病房 (7.4GBq ¹³¹ I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.292
26		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.216
27		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.175
28		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.206
29		房顶上方 30cm	0.207

续表7-9 ^{131}I 、 ^{32}P 治疗工作区辐射剂量率检测结果

测点编号	装置名称	检测位置	γ ($\mu\text{Sv/h}$)
30	吸碘率实验室 (7.4GBq ^{131}I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.205
31		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.183
32		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.203
33		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.214
34		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.182
35	储源室 (7.4GBq ^{131}I 置于室内)	防护门外表面 30cm	0.170
36		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.182
37		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.213
38		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.182
39		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.220
40	服药室 (7.4GBq ^{131}I 药物置于分碘仪出药口)	防护门 M1 外表面 30cm	0.722
41		防护门 M2 外表面 30cm	1.727
42		防护门 M9 外表面 30cm	2.145
43		防护墙体外表面 30cm (东墙)	2.126
44		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.366
45		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.545
46		防护墙体外表面 30cm (北墙)	1.391
47	甲亢治疗室 (7.4GBq ^{131}I 置于室内)	防护门 M7 外表面 30cm	1.210
48		防护门 M8 外表面 30cm	1.153
49		防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.224
50		防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.226
51		防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.234
52		防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.316
46	^{32}P 应用 (18.5MBq ^{18}F 置于室内)	防护门外 30cm	0.154

由表7-9检测结果可知： ^{131}I 、 ^{32}P 治疗室周围环境 γ 辐射剂量率在（0.154~2.145） $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，均小于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

表 7-10 III类射线装置机房周围环境 X 辐射剂量率检测结果

测量地点及射线装置	测点编号	设备正常运行状态测量点描述	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
门诊楼一层照相室 YSIO-MAXDR 机房 60kV、4.2mA	1	控制室观察窗外 0.3m	0.016
	2	控制室工作人员操作位	0.012
	3	控制室防护门外 0.3m	0.015
	4	机房墙体外 0.3m	0.120
住院楼一层 2#机房 YSIO-MAXDR 机房 57kV、3.6mA	1	控制室观察窗外 0.3m	0.012
	2	控制室工作人员操作位	0.010
	3	控制室防护门外 0.3m	0.012
	4	机房墙体外 0.3m	0.014
对照点	1	门诊楼一层候诊大厅 距地面上方 1m	0.010
《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）			2.5

由表 7-10 检测结果可知：本次验收有门诊楼与住院楼的 2 台 III 类射线装置机房周围环境 X 辐射剂量率在（0.010~0.120） $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，均在《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）限值（2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ）之内。

三、个人年有效剂量估算结果

根据表 7-5 验收监测结果，核医学科工作人员接受辐射剂量率最大的是 PET/CT 机房内工作人员摆位处，从安全角度考虑，用于估算核医学科工作人员年有效剂量。

1) PET/CT 机房内工作人员摆位处辐射剂量率最大为 84 $\mu\text{Sv/h}$ 。在正常防护条件下，医生单次摆位接触患者时间为 1min，单日最大患者数为 18 人，年正常工作时间为 250 天，2 名工作人员轮班，则单人全年接触时间为 37.5h。估算工作人员个人年有效剂量最大为 3.15mSv/a。满足辐射防护剂量限值（5mSv/a）要求。

2) 核医学科其他工作人员因在铅屏风等防护措施下工作，所以在正常防护条件下，工作人员个人年有效剂量应小于 3.15mSv/a。满足辐射防护剂量限值（5mSv/a）。

表八

验收检测结论:

赤峰市医院位于内蒙古赤峰市红山区昭乌达路中段1号,该医院新建核医学科大楼,该单位已取得内蒙古自治区环境保护厅颁发的辐射安全许可证(蒙环辐证[00251])。种类和范围:使用III类、V类放射源;使用II类、III类射线装置;生产、使用非密封放射性物质,乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

1.本次验收项目为:①门诊楼与住院楼2台III类射线装置;②核医学科1台回旋加速器、1台PET/CT(含三枚 ^{68}Ge 校准源)、1台SPETCT/CT、 ^{18}F 生产区及应用区、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I (甲抗诊断与治疗)、 ^{89}Sr 、 ^{131}I (甲癌治疗)、 ^{32}P (敷贴)及 ^{125}I 粒子源贮存项目。该项目于2019年4月10日开始试运行。

2.辐射防护实施情况:

工作区分区—①回旋加速器及 ^{18}F 生产场所--按照设计与环评价要求进行布置布置于地下一层。包括回旋加速器机房、热室、控制室、气瓶间、缓冲间、冲淋间、消毒间、更衣室、阳性对照室、无菌检测间和全检质控区等,形成一个独立而完整的工作区域;回旋加速器机房设独立的机械排风合成、分装柜连接专用防辐射排风装置;②PET/CT及 ^{18}F 应用工作区--按照设计与环评价要求进行布置于地下一层患者通道的东、西两侧。放射工作区包括:PET/CT机房、注射后等候室、VIP等候室、注射室、患者注射室、储源分装室、留观室、给药后患者卫生间等;设置工作人员通道、放射性药物分装、注射等通道、患者通道。③SPECT/CT及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{90}Sr 应用工作区---按照设计与环评价要求进行布置于地下二层、三层患者通道的东、西两侧。设置工作人员通道、放射性药物分装、注射等通道、患者通道。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 通过订购放射性 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器,直接运抵高活室,由工作人员按患者检查需要定量淋洗、收集淋洗液并用药盒标记后供受检者静脉注射。

防护设施—①回旋加速器、PET/CT、SPECT/CT机房--电视监控系统、设置语音广播系统、控制区内设置工作警报装置和警示标志、机柜和操作台设置

防止非工作人员、机柜和操作台设置防止非工作人员操作的锁定开关、设置门与加速器高压触发联锁、控制台设计紧急停机按钮、设置火灾报警仪与加速器联锁；机房外设置电离辐射警示标志、设置加速器运行状态显示器。②非密封放射性物质应用工作区--设置高活性区、废物贮存等通道走向标识及辐射防护警示标志。

含放射性“三废”处理—①固体废物--该项目产生的放射性固体废弃物按核素类别和日期分别暂存于铅防护容器内及放射性废物间集存。待放射性物质自行衰变 10 个半衰期后，按普通医疗废物进行处理；PET/CT 使用的校准源不能用于工作时，按与生产厂家签订的合同对其进行回收。②含放射性废水--为满足新建核医学科产生的含放射性废水预处理需要，建设有效容积 134m³ 的推进式七级放射性废水衰变系统。衰变池内、外墙采用规范的防护材料，双层混凝土井盖不锈钢封口。衰变池周围设置栏杆与安全门并设置电离辐射警示标志及温馨提示。满足核医学科废水排放量要求与辐射防护要求。③废气--回旋加速器机房设独立的机械排风，通风换气次数不低于 5 次/h，且保证机房负压通风并防止放射性气体外泄；热室房间设置成分装柜，通风速率不小于 1m/s，成分装柜连接专用防辐射排风装置，放射性废气设置活性炭专用过滤装置，排风口设置于地上四层楼顶，并高出楼顶 5 米。距离居民区最近约 20 米。

3.现场检测结果:

核医学科：1) 回旋加速器最大工况下，机房周围中子、 γ 辐射剂量率满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126—2011) 参考限值 (2.5 μ Sv/h) 的要求；2) PET/CT、SPETCT/CT及III类射线机房周围最大工况下，周围环境X、 γ 辐射剂量率满足《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013) 限值 (2.5 μ Sv/h) 的要求；3) ¹⁸F应用工作区患者通道出入口周围环境 γ 辐射剂量率小于2.5 μ Sv/h；4) ⁶⁸Ge校准源铅罐表面 γ 辐射剂量率小于2.5 μ Sv/h；5) ^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr、³²P应用工作区 γ 辐射剂量率在0.154 μ Sv/h~2.1451 μ Sv/h范围内；6) ¹²⁵I粒子储存柜外表面 γ 辐射剂量率满足《粒子源永久性植入治疗放射防护要求》(GBZ178-2017) 容器表面的辐射水平 (20 μ Sv/h)；7) 在试运行阶段¹⁸F合成热室操作柜 γ 辐射剂量率为 (1.722、1.853) μ Sv/h，分装热室操作柜 γ 辐射剂量率

为（0.183、0.580） $\mu\text{Sv/h}$ ，为控制区工作环境水平； ^{18}F 生产区、更衣区、缓冲区 β 表面污染检测结果为（0.20~0.46） Bq/cm^2 ，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） β 表面污染控制水平。其它工作区未受到 β 表面污染。8）因2019年未联系到个人剂量检测单位。所以估算核医学科工作人员个人年有效剂量为3.15mSv/a。满足辐射防护剂量限值（5mSv/a）要求。

其它科：门诊楼与住院楼的III类射线机装置在最大工况下，机房周围环境 X 辐射剂量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）限值（2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ）。

4. 管理制度执行情况：

1）赤峰市医院成立了由法人任组长的公司辐射安全管理领导小组，统一负责公司的辐射防护监督管理工作。已制定并落实了《核医学工作管理制度》、《 ^{18}F 离子生产、应用管理制度》、《核医学高活室工作制度》、《核医学治疗管理制度》、《放射性及药物质量控制流程》、《放射性检测方案》、《检测仪表使用与校验管理制度》《钼铯发生器使用、管理制度》、《仪器使用、保养、管理制度》、《放射性药品采购、登记、使用、核对及注销制度》、《放射性核素订购、领取、保管、使用制度》、《核医学科放射性药品配制、质控及记录制度》、《放射性药品不良反应紧急处理及报告制度》、《辐射安全管理规定》、《核医学场所分区管理规定》、《放射性源库安全防范管理规定》、《放射性工作场所防护制度》、《开放场所安全管理与检测制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《患者及陪护家属放射防护管理制度》、《放射性污染紧急处理及报告制度》、《核医学科放射性废物处理》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训制度》、《放射性药物及配套药盒的质量与安全管理措施》、《回旋加速器室工作制度》、《放射性药物合成室工作制度》、《核医学科 PET/CT 检查室工作制度》、《核医学科 SPECT/CT 检查室工作制度》、《回旋加速器管理、操作、保养和维修制度》、《PET/CT 管理、操作、保养和维修制度》、《正电子放射性药品的生产、登记制度》、《正电子类放射性药物质量控制制度》、《放射性废物管理制度》、《 ^{18}F 放射性废物处理制度》、《各环节废气处理制度》、《各环节废水处理制度》、《核

辐射事故应急预案》38项辐射安全管理制度。

2) 该医院于2019年6月进行了“放射性核素污染处理”、“ ^{68}Ge 放射源丢失处理”应急演练。

3) 核医学科4台便携式X、 γ 辐射检测仪、3台 α 、 β 表面污染仪；9台个人剂量报警仪。配置个人防护服12套。

4、核医学科回旋加速器、PET/CT、SPETCT/CT机房防护门外、均设有醒目规范的“电离辐射”标志。

5、回旋加速器机房内安装有固定式监控系统，机房防护门上方设有工作指示灯。

6、赤峰市医院历年共有22名工作人员参加了辐射安全与防护培训班，培训时间在四年有效期内的有13名工作人员。其中，核医学科有8名工作人员培训时间在有效期内，并取得培训合格证书。

7、计划每半年对核医学科对工作环境机房周围进行日常检测。

综上，赤峰市医院非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射源应用项目竣工环保验收检测和相关管理检查，该项目履行了建设项目环境影响审批手续，辐射安全防护设施与主体工程做到了同时设计、同时施工和同时投入生产使用。该项目环保设施建设较规范、规章制度较完善，符合环境保护的要求；非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射源运行时对有关人员和周围环境的电离辐射影响符合国家有关标准要求，建议本项目通过竣工环境保护验收。

附件

本验收检测报告表附以下附件：

附件一 2017年《赤峰市医院核技术应用项目》竣工环境保护验收意见；

附件二 2018年《赤峰市医院医用射线装置及后装机密封放射源应用项目》
竣工环境保护验收意见；

附件三《赤峰市医院非密封放射性物质生产、应用及射线装置、密封放射
源应用项目》环境影响报告表 2016年7月21日批复文件；

附件四赤峰市医院《辐射安全许可证》，发证日期：2018年4月22日；

附件五 2018赤峰市医院个人剂量计检测结果汇总；

附件六 2019年《赤峰市医院医用射线装置及¹⁹²Ir放射源后装机委托检测》
报告；

附件七《核辐射事故应急预案》及核医学科辐射安全管理制度；

附件八放射性同位素安全和防护状况年度评估报告；

附件九“放射性核素污染处理”、“⁶⁸Ge放射源丢失处理”应急演练记录。

附图

本验收检测报告表附以下附图：

附图一赤峰市医院地理位置图；

附图二赤峰市医院平面布局及本项目所在位置；

附图三本项目回旋加速器机房及非密封放射性物质生产区布局图；

附图四本项目PET/CT机房及¹⁸F应用工作区布局图；

附图五本项目SPETCT/CT机房及^{99m}Tc、¹³¹I（诊断）应用工作区布局图；

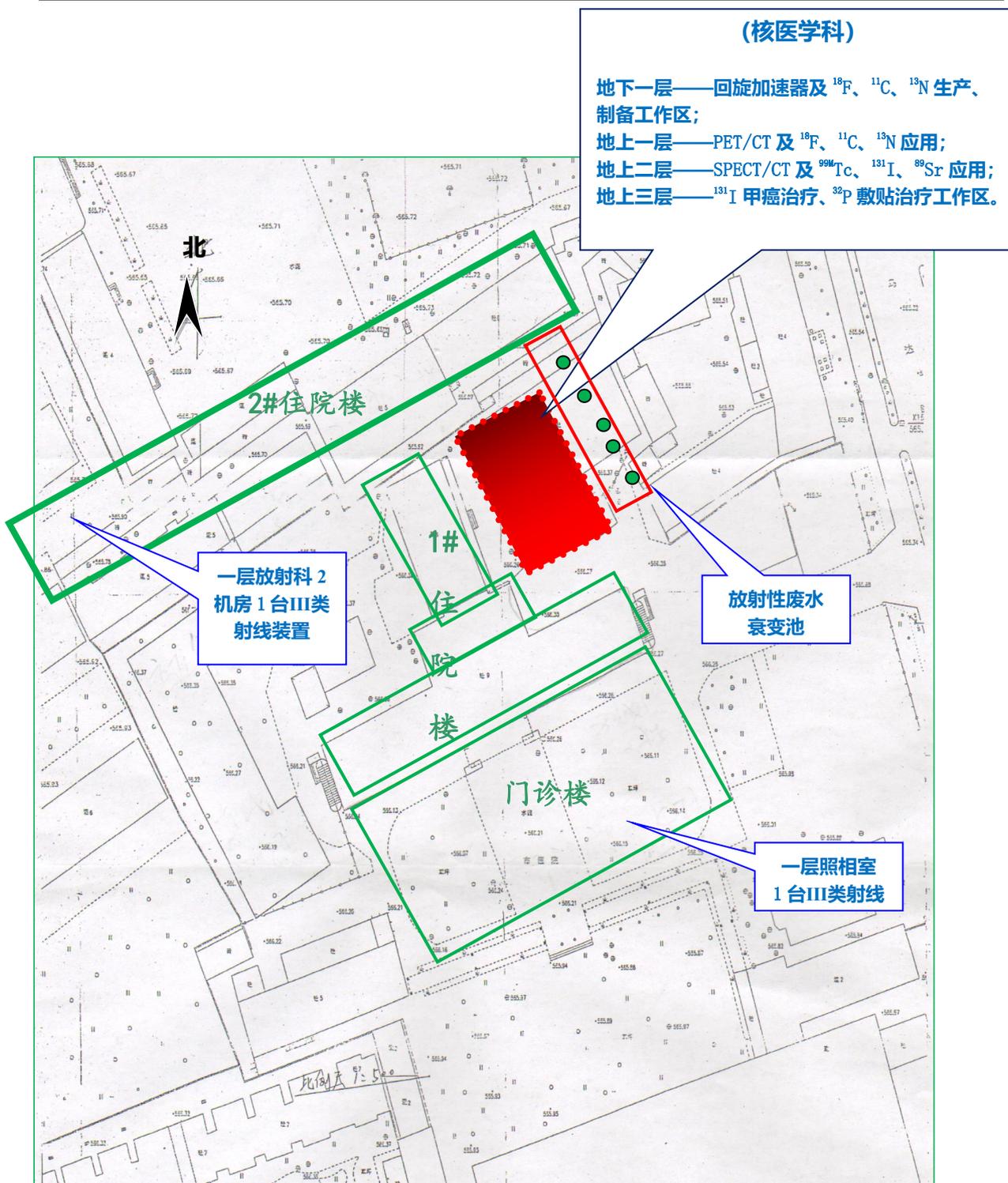
附图六本项目核医学科病房即放射性治疗工作区布局图；

附图七本项目核医学科新建衰变池布置图；

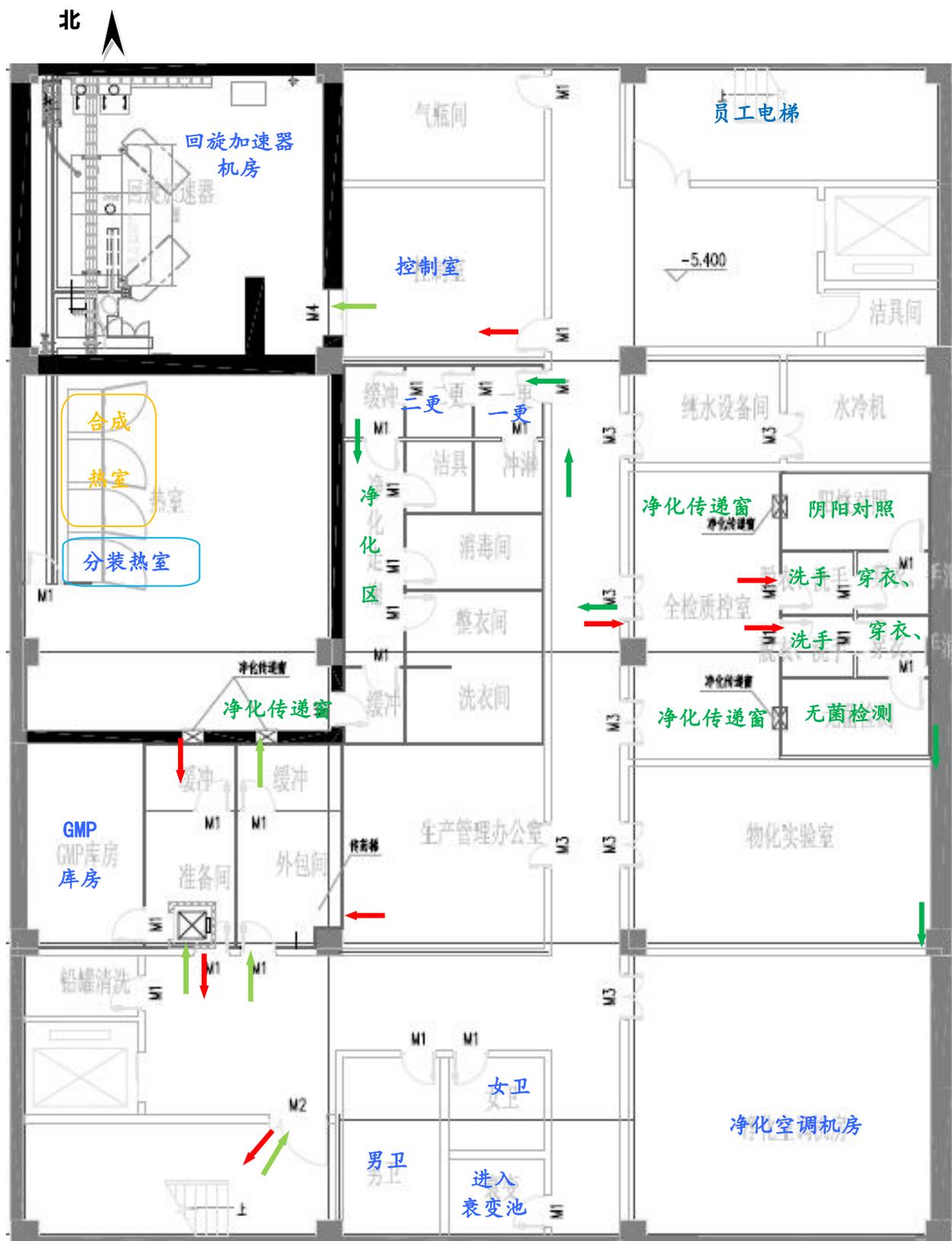
附图八现场检测照片。



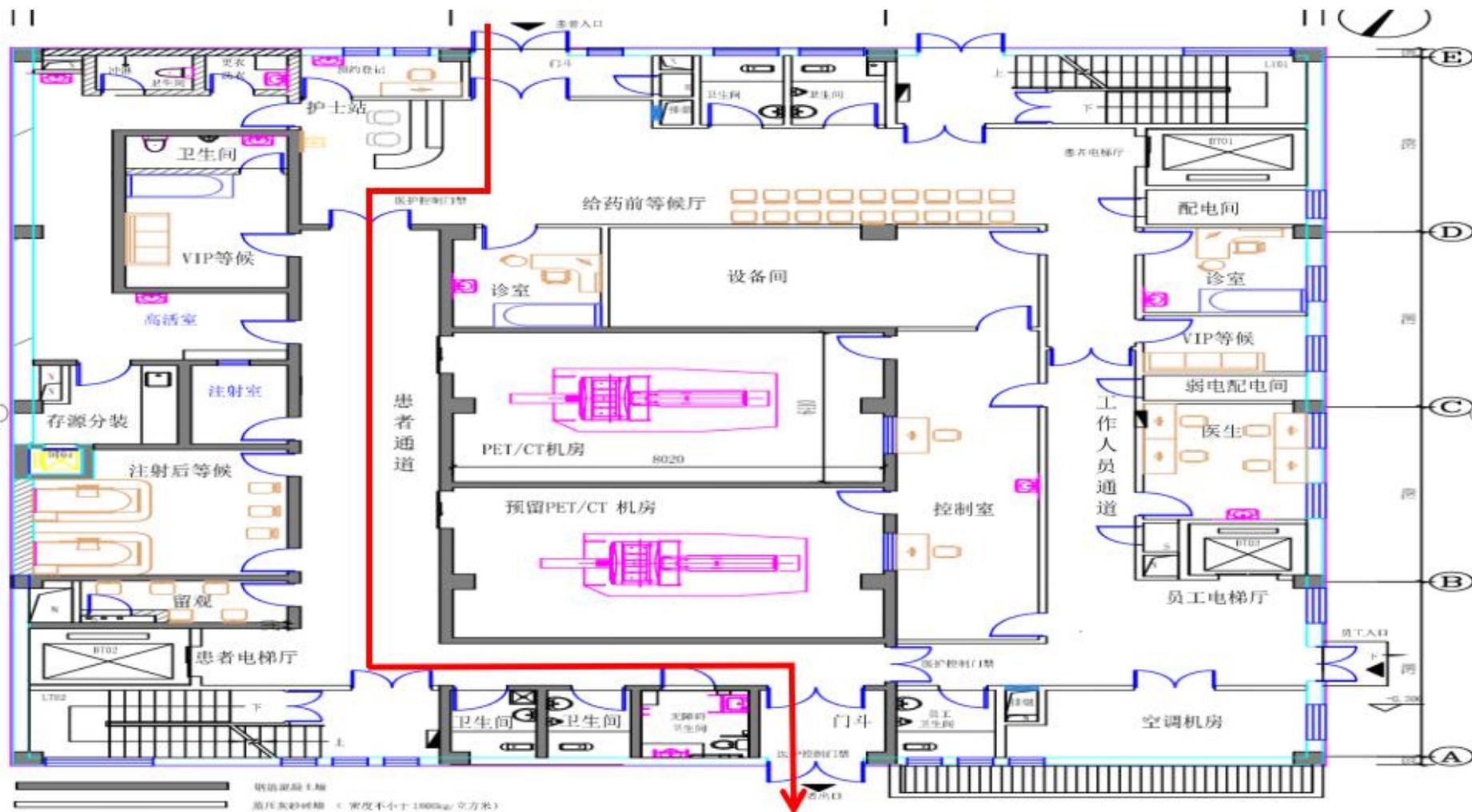
附图一赤峰市医院地理位置图



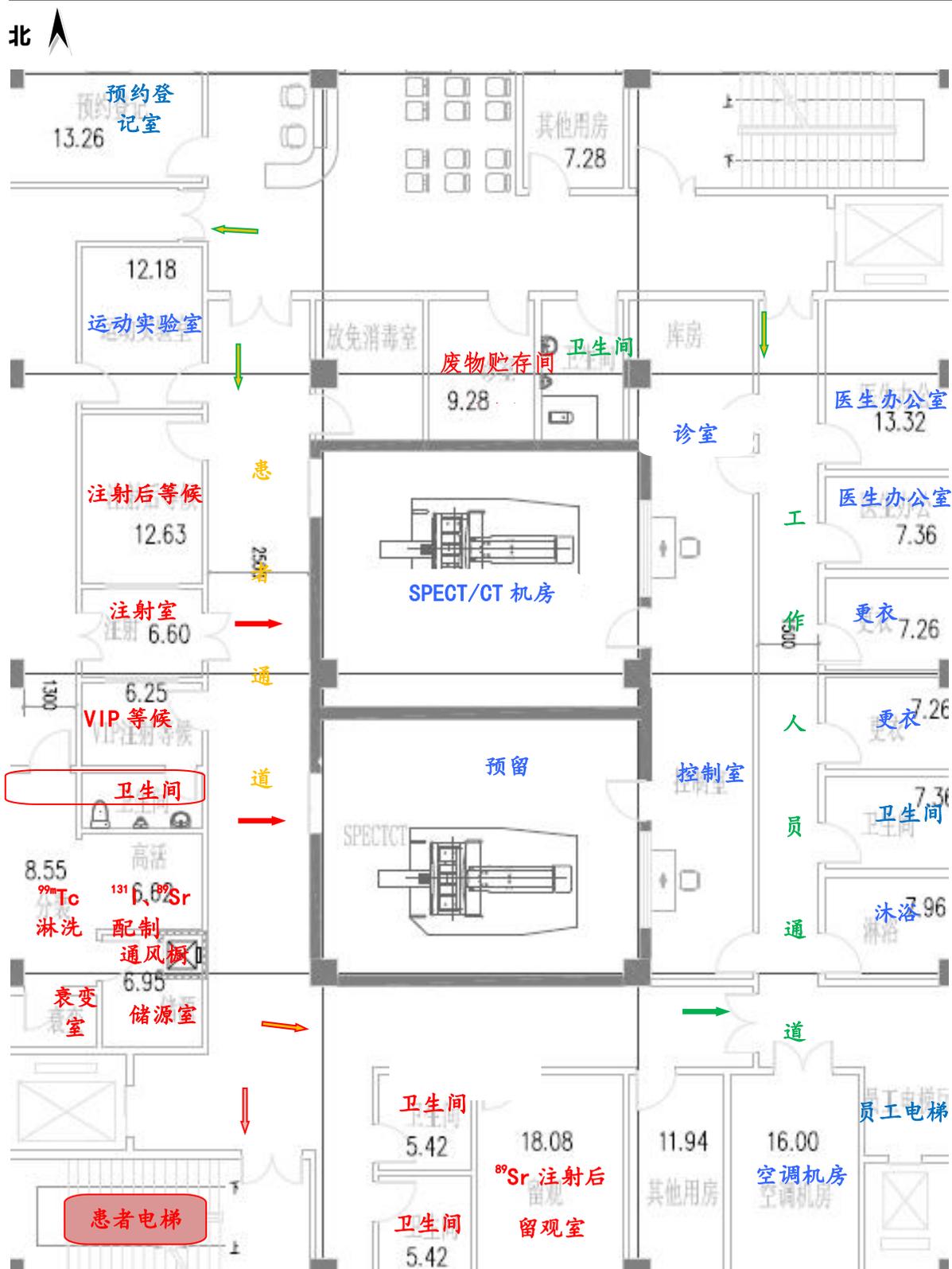
附图二赤峰市医院总平面布局及本项目所在位置



附图三本项目回旋加速器机房及 ^{18}F 等生产区布局图 (地下一层)

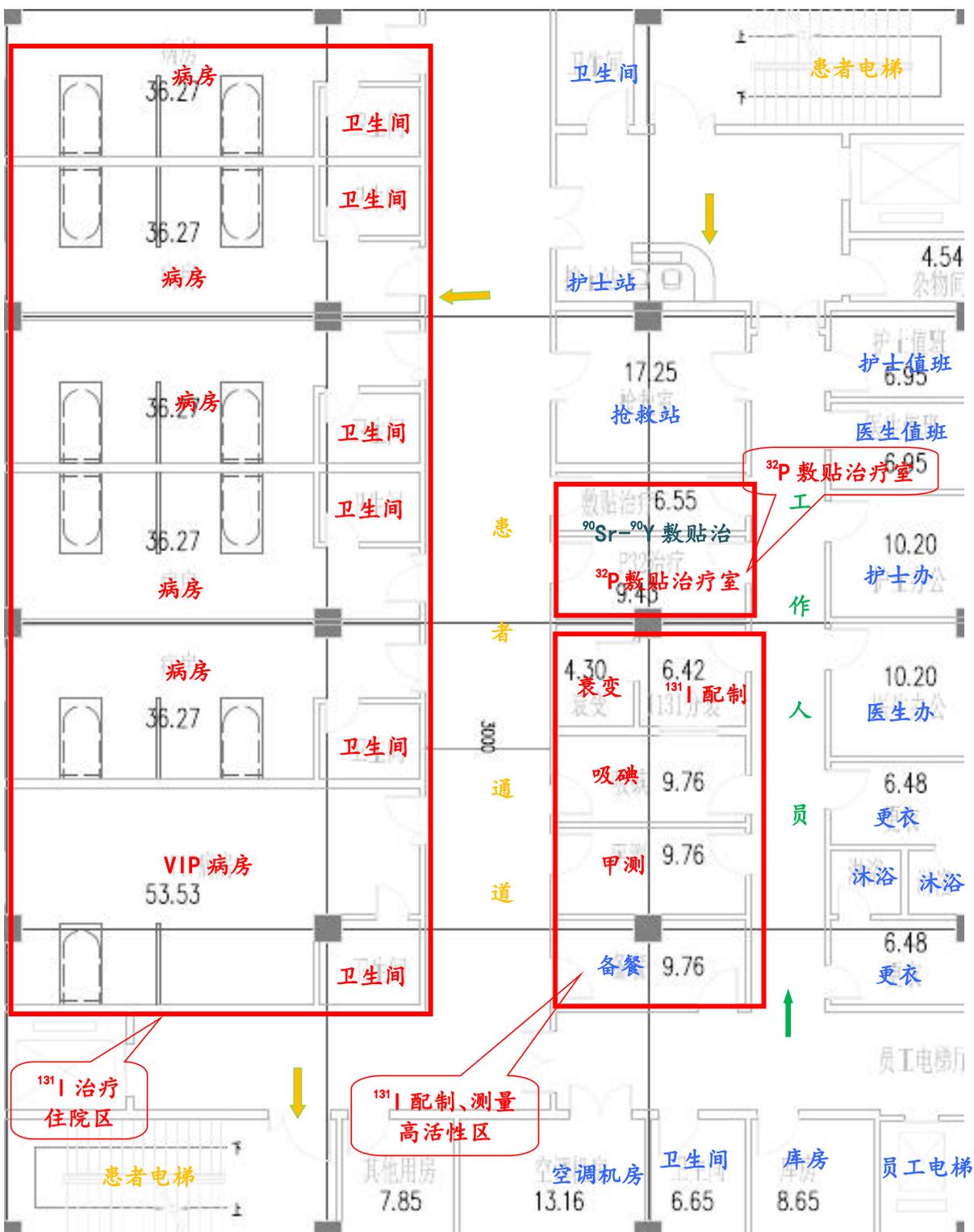


附图四本项目 PET/CT 机房及 ¹⁸F 等应用工作区布局图 (地上一层)

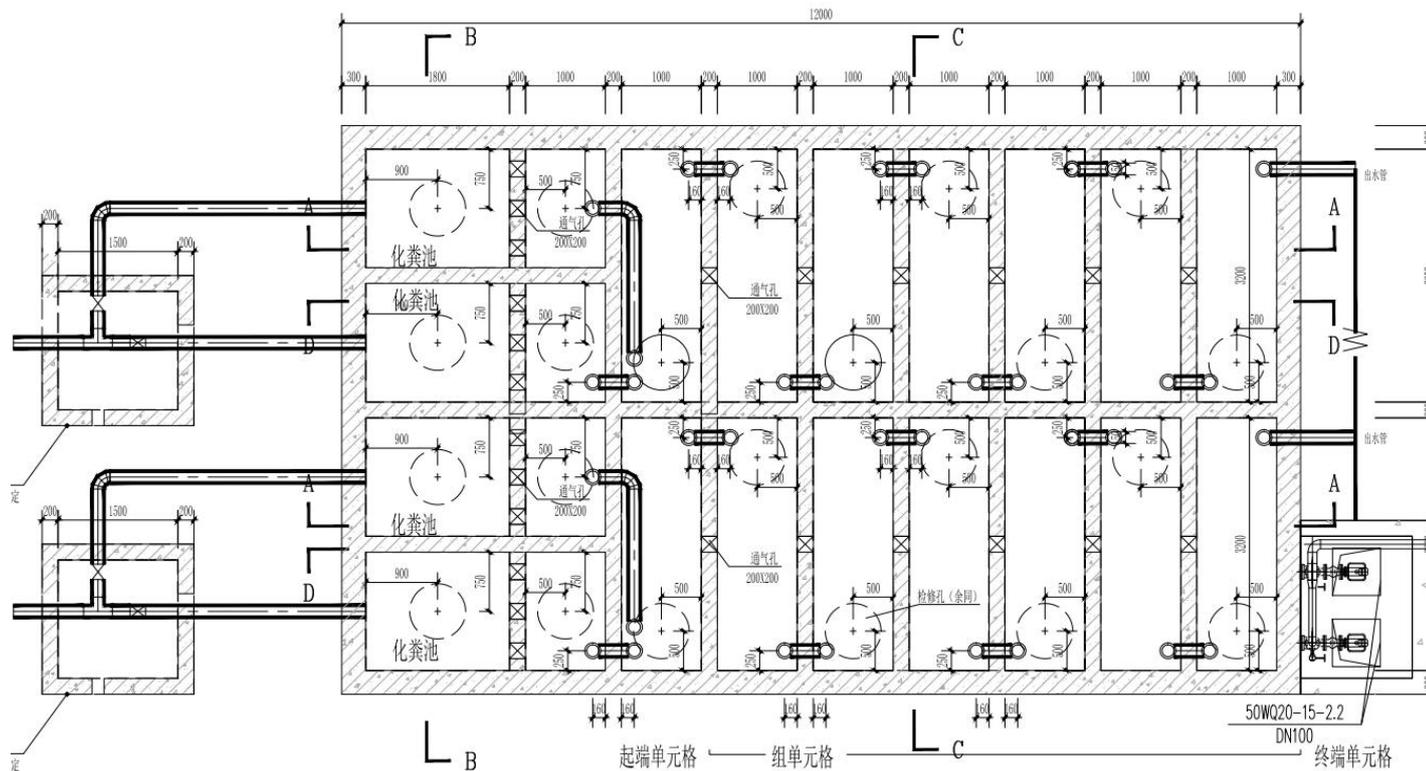


附图五本项目 SPET/CT 机房及 ^{99m}Tc、¹³¹I (诊断) 应用工作区布局图
(地上二层)

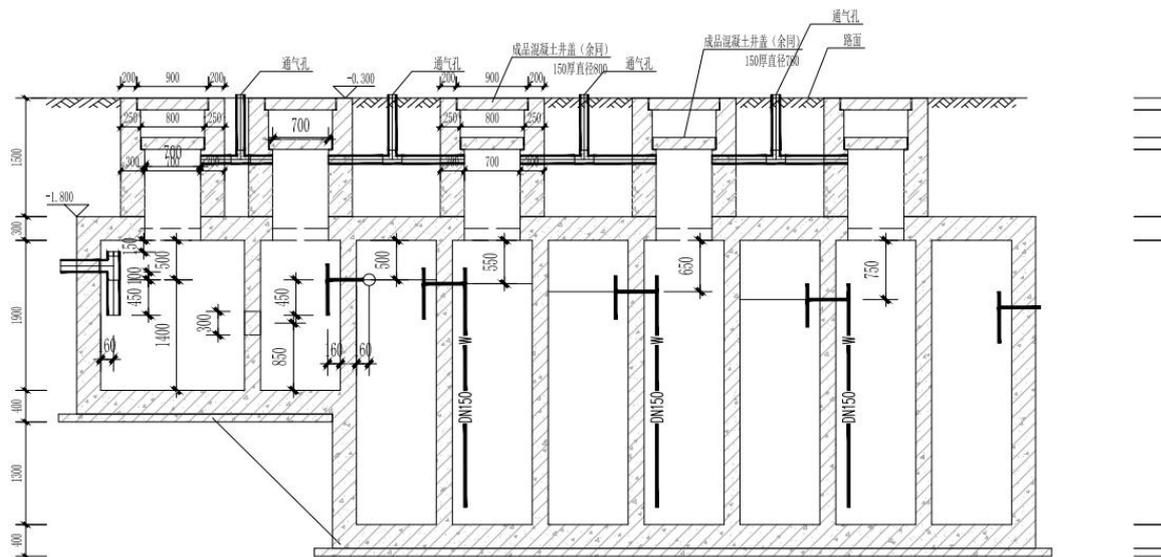
北



附图六本项目放射性治疗工作区布局图 (地上三层)



平面图



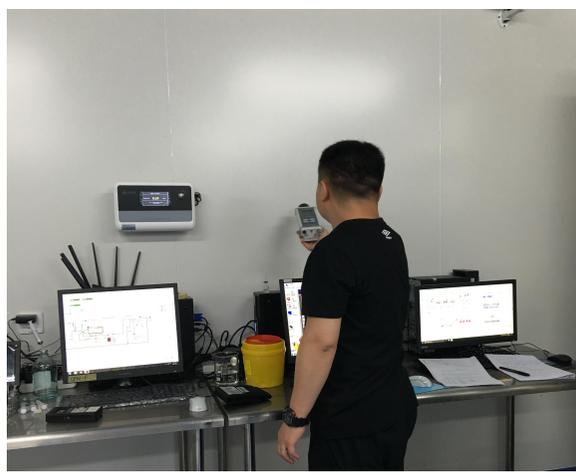
A-A剖面

有效容积134.4m³每格有效容积9.6m³共14格=134.4m³

附图七本项目核医学科新建衰变池设计图



回旋加速器机房防护门外检测



回旋加速器机房东墙外检测



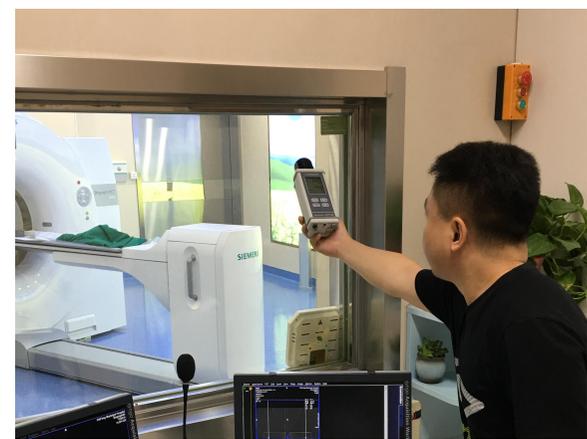
回旋加速器机房南墙外检测



合成、分装热室装置外检测



热室内铅传递窗口检测

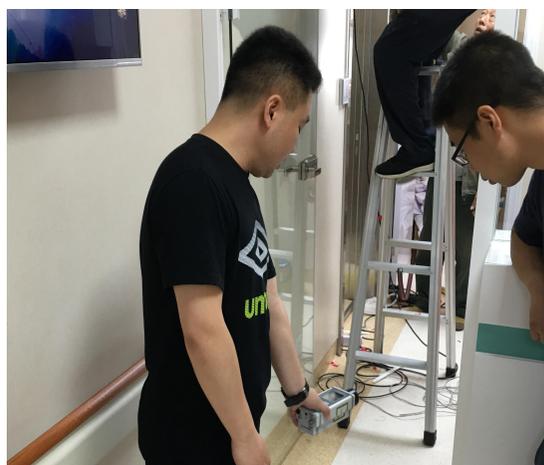


PETCT控制室观察窗外检测

附图八本项目现场照片



PETCT 机房防护门外检测



PETCT机房房顶上方检测



^{99m}Tc通风橱外检测



SPETCT/CT 控制室观察窗外检测



¹³¹I治疗病房外防护门



衰变池外设置的栏杆、警示标志

附图九本项目现场照片