编号： 1406

核技术应用项目
环境影响报告表

（报批稿）

填表人 陈玥 联系电话 13011360817

项目联系人 陈玥 联系电话 13011360817

法人代表签字 王平

填报单位全称 天津市肿瘤医院

单位公章

年 月 日

天津市肿瘤医院

天津市环境保护局

建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：天津市亚瑞环境保护科技中心
住　　所：天津市津南区北闸口乡翟家甸村西
法定代表人：田金池
证书等级：乙级
证书编号：国环评证 乙 字第 1109 号
有效期：至2014年5月26日
评价范围：环境影响报告书类别：冶金机电；输变电及广电通讯***
环境影响报告表类别：一般项目环境影响报告表；特殊项目环境影响报告表***

中华人民共和国环境保护部
二〇一一年十月八日

项目名称：天津市肿瘤医院改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和Ⅲ类医用放射源项目

文件类型：报告表

法人代表：田金池　（法人章）

编制单位：天津市亚瑞环境保护科技中心　（公　章）

项目负责人：庞新新

评价人员情况				
姓　名	从事专业	职称	环评工程师登记证编号（上岗证书号）	职责
庞新新	核技术	工程师	B11090011200	负责人
牛志蓉	环境工程	工程师	B11090061000	编制
李军	环境工程	工程师	B11090021200	编制
贾丽云	环境工程	工程师	B11090040400	审核
房芳	环境评价	工程师	B11090030500	审定

地址：天津市南开区复康路路17号综合楼509室　　邮编：300191
电话：022－23051576　　传真：022－23663933

项目主要参加人员及负责专题

姓名	负责专题	签字
庞新新	环境保护目标； 环境影响评价：1 项目概况；2 污染源分析；3 环境影响预测； 结论与对策	庞新新
牛志蓉	评价依据与评价标准；	牛志蓉
李 军	监测计划和污染防治措施	李军
贾丽云	审核	贾丽云
房 芳	审定	房芳

经国家环境保护总局环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室审查，庞新新具备从事环境影响评价及相关业务的能力，准予登记。

职业资格证书编号：0005600

登记证编号：B11090010200

有效期限：2008 年 03 月 07 日至 2011 年 03 月 06 日

所在单位：天津市福新环境保护研究服务中心

登记类别：特殊项目环境影响报告表

变更

变更

变更

国家环境保护总局

2008 年 03 月 07 日

再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2011.05.13	延至 2014 年 03 月 06 日	
2014.04.22	延至 2017 年 03 月 06 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

变更登记记录

单位名称变更为"天津市亚瑞环境保护科技中心"。

2009年5月8日

变更登记记录

登记类别变更为输变电及广电通讯类，登记证编号变更为B11090011200。

2011年05月13日

变更登记记录

年　月　日

变更登记记录

年　月　日

表 1　　项目概况

<table>
<tr><td>单位名称</td><td colspan="2">天津市肿瘤医院</td><td>地址</td><td colspan="2">天津市河西区体院北环湖西路</td></tr>
<tr><td>法人代表
姓 名</td><td>王平</td><td>电　话</td><td>23359983</td><td>邮　编</td><td>300060</td></tr>
<tr><td>联 系 人
及 电 话</td><td colspan="5">陈玥 13011360817</td></tr>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="2">天津市肿瘤医院改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和Ⅲ类医用放射源项目</td><td>项目地点</td><td colspan="2">医院院内放射治疗中心</td></tr>
<tr><td>项目用途</td><td colspan="2">医学诊断治疗</td><td>项目依据</td><td colspan="2">——</td></tr>
<tr><td>总 投 资
（万元）</td><td colspan="5">2383.5</td></tr>
<tr><td>核技术项目投资
（万元）</td><td colspan="2">2228</td><td>核技术项目环保投资
（万元）</td><td colspan="2">155.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">应用类型</td><td colspan="2">放射性同位素应用</td><td>密封源</td><td>射线装置</td><td>其它</td></tr>
<tr><td colspan="2">——</td><td>✓</td><td>Ⅱ类、Ⅲ类</td><td>——</td></tr>
</table>

核技术应用的目的和任务

随着医院业务量的增加，为更好服务于患者诊断治疗的需要，天津市肿瘤医院拟新购 1 台医用直线加速器、1 台模拟定位机和 1 台后装机。对原有第一治疗室进行改建，直线加速器放置于第一治疗室，临床主要用医用电子直线加速器来治疗肿瘤。后装机放置于近距离治疗室 1 内原有南侧后装机房内，后装机采用 1 枚活度为 3.7×10^{11}Bq 的 ^{192}Ir 放射源（Ⅲ类源）进行肿瘤的近距离放射治疗。

表 2　　放射性同位素及密封源

核　素 名　称	放射性活度 （Bq/a）	物理、化 学性状	日等效操 作量（Bq）	年等效用 量（Bq）	操　作 方　式	贮存方式 与地点
^{192}Ir	1 枚 3.7×10^{11}Bq Ⅲ类源	固态	——	——	自控	后装机内
——	——	——	——	——	——	——

注：1、密封源要注明源强（Bq）；栏 2 中放射性活度是指核素年使用量（Bq/a）。

2、密封源包括放射性中子源，对其要说明要何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

3、等效操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871--2002）。

表 3　　废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	状态	排放口浓度	年排放总量	暂存情况	最终去向
废放射源	固态	——	——	——	及时由生产厂家回收
臭氧	气态	9.79×10^{-3}	1.75×10^{-3}	——	排入大气
——	——	——	——	——	——

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^3；年排放总量用 kg。

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

表 4　　射线装置

（一）　加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

名称型号	生产厂家	加速粒子	能量（MeV）	流强（μA）	用　途	备　查
直线加速器 Clinac iX	瓦里安	电子	15	——	治疗肿瘤	X 射线最大能量为 10MV
废物类型	数　量		总活度（Bq）	主要感生放射性核素		废物去向
废　靶	个		——	——		——
放射性废物年产生量	气态　m^3					
	液态　m^3					
	固态　kg					

（二）　中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

型号	生产厂家	电压（kV）	靶流（μA）	中子强度（n/s）	用途	备注
——	——	——	——	——	——	——

氚靶情况（含废弃物）			含放射性废弃物年产量（含感生的和含 ^3H 的废泵油）				
活度（Bq）	保管方式	备注	数　量		总活度（Bq）	放射性核素	废物去向
——	——	——	气	m^3			
			液	m^3			
			固	kg			

（三）　X 射线机，包括工业探伤、医用诊断治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

名称型号	管电压	输出电流	用　途	备注
模拟定位机 Acuity	150kV	300mA	诊断	新购 1 台

表 5　　污染源分析（包括贯穿辐射污染）

主要放射性污染物和污染途径（正常工况和事故工况）

1 直线加速器的工作原理、治疗流程与污染源分析

1.1 直线加速器的工作原理

电子直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。电子枪发射电子，在由磁控管或速调管为功率源的加速管中加速，当达到所需能量时，经散射箔和准直器得到治疗电子束。在 X 射线工作时，电子束射到金属靶上产生轫致辐射（X 射线），经准直得到治疗 X 射线。加速器放射治疗的工作方式为：以一个或几个治疗野定向照射，获得计划所需的治疗剂量。典型医用直线加速器见图 1-1。

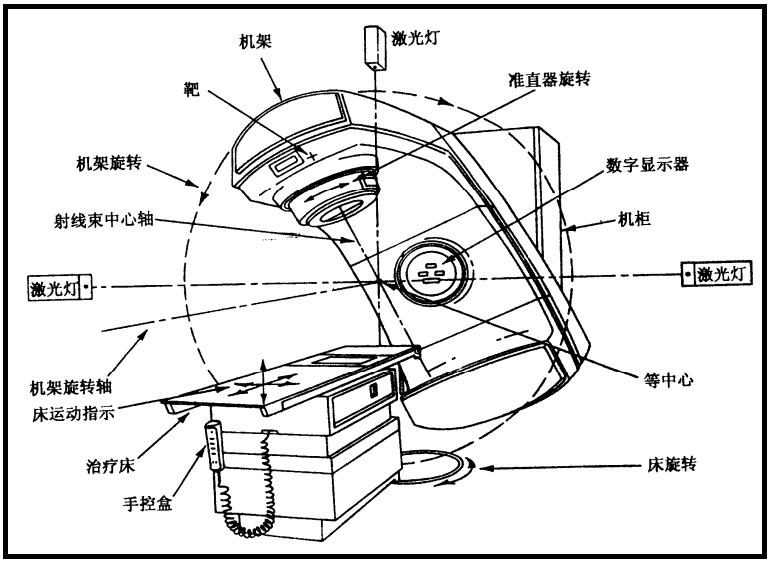


图 1-1　　医用电子直线加速器示意图

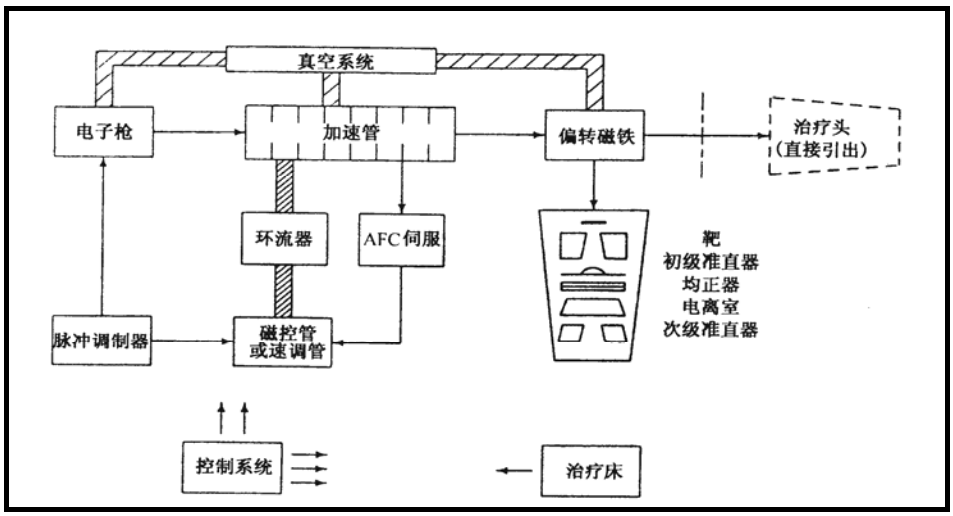


图 1-2 典型医用电子直线加速器内部结构图

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 射线，经初级准直器和均整器形成剂量均匀的 X 射线束，再通过监测电离室和次级准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。医用电子直线加速器内部结构见图 1-2。

调强放射治疗中，把每一个辐射野分割成多个细小的野（也叫做线束）。在制定计划时，按照靶区的三维形状和与相关危及器官之间的解剖关系，对这些线束分配以不同的权重，使同一个射野内产生优化的、不均匀的强度分布，以便使通过危及器官的束流通量减少，而靶区其他部分的束流通量增大。在调强治疗过程中使用多叶光栅系统MLC (Multi-leave collimators)，由计算机控制MLC各个叶片的运动，形成临床所需的不规则形状射野进行照射，叶片的制造材料采用钨合金材料。

1.2 工作流程

本项目利用加速器工作流程如图 1-3 所示。

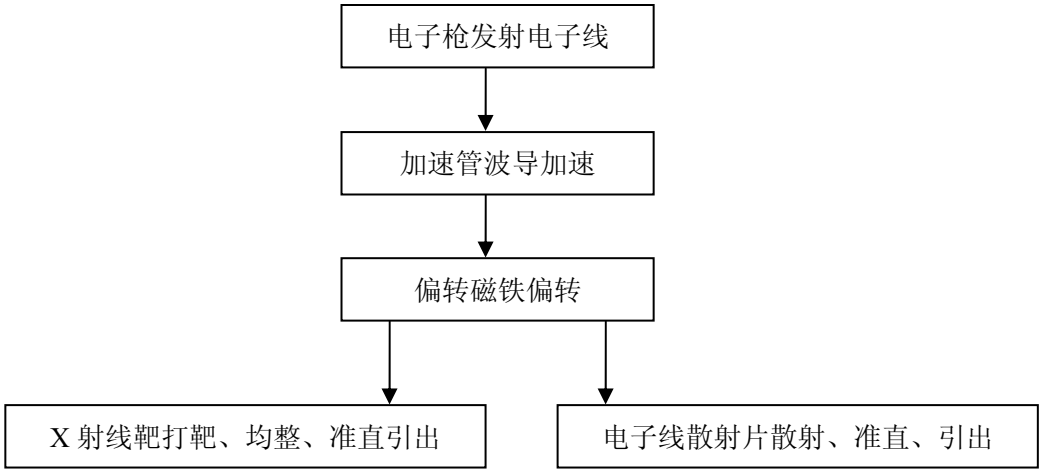


图 1-3 加速器工作流程图

1.3 污染源分析

1.3.1 主要污染物

①由加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能 X 射线。这种 X 射线随机器的开、关而产生和消失。

②电子束打在靶材料产生的韧致辐射与被射物质相互作用均产生中子，习惯把这种反应称为(γ. n)反应，其能量与入射粒子的能量及发生这种反应的阈值有关。本项目直线加速器的 X 射线最大能量为 10MV，照射时只能产生很少的低能中子，可忽略不计。

③直线加速器的结构材料、冷却水以及治疗室内的空气受到辐射的照射会引起感生放射性，其辐射水平取决于加速粒子的能量、种类、流强和被辐射的材料的性质以及加速器的运行时间等多种因素。本项目直线加速器的 X 射线最大能量为 10MV，因而本项目直线加速器引起的感生放射性极低，可忽略不计。

④ 非辐射有害气体

电子直线加速器运行期间，产生非放射性有害气体主要为 O_3 和氮氧化物。

因此，该项目主要污染物为 X 射线，其次为臭氧（O_3）和氮氧化物。

1.3.2 正常工况下污染途径

①开机时产生 X 射线，关机时 X 射线消失。因此污染源来自开机时产生的 X 射线。

②电子直线加速器运行期间，产生非放射性有害气体主要为 O_3，通过机房通风系统排入大气环境。

1.3.3 事故工况下污染途径

①直线加速器联锁装置系统失灵，或其它控制系统失灵，导致直线加速器处于开机状态，射线发射不停止，透射到环境的射线辐射影响与正常工况一样，与机房相邻的场所人员照射剂量有所增加；

②机房通风系统失效，机房内臭氧浓度增加，导致排放到环境臭氧浓度增高，影响大气环境质量；

③开机状态下，误入机房人员将受到大剂量照射，或因屏蔽防护失效，射线严重泄漏至环境，造成环境辐射污染和人员受照危害。

2 后装机的工作原理、工作流程和污染源分析

2.1 后装机的工作原理

本项目中后装机为基于 CT 图像的三维精确近距离放射治疗，结合了放射影像处理技术、放射物理、剂量学及计算机技术，通过施源器或输源导管将放射源准确安全地输送到患者需要治疗的部位进行放射治疗，放射源贴近肿瘤组织，肿瘤组织可以得到有效的杀伤剂量，而邻近的正常组织，受到的剂量很低。由于放置位置准确，距病体组织近等优点，在治疗妇科、鼻咽、食道、支气管、直肠、膀胱、乳腺及胰腺等肿瘤中，取得了明显的临床治疗效果。

后装机由治疗计划系统、控制系统和后装机三部分组成。治疗计划系统通过数字化仪将患者的影像进行正交、半正交和交角的影响重建，通过运算可显示出优化治疗、三位储

存显示剂量分布以及解剖结构，系统可以自动修正源衰变，根据源位、病灶大小和形态，计算出等剂量分布曲线。后装机的作用是根据计算机计算出的治疗计划，在计算机的控制下实施放射源输送。

2.2 后装机治疗流程

先将施源器或输源导管植入患者的肿瘤部位进行模拟定位，设计治疗计划，治疗计划输入治疗机操作台。

放射源安放在真源轮钢丝绳的最前端，所载的放射源约为 0.9×7mm 的圆柱体，一般放射源强度为 10Ci，放射治疗时间为 10～40 分钟，使用时将塑料导管插入人体各需要治疗的部位。该机装有两个相同的绕有钢丝绳的轮，一个是真源轮，一个是假源轮，两个轮的结构和大小相同，在真源轮上放有放射源。治疗时，先是假源轮运行，在计算机的操纵下进行试运行，经验证无误后，真源轮再进行带放射源的真运行。钢丝绳的运行通道是：不工作时两钢丝的端部停留在铅块中的安全区内，工作时钢丝绳经后套管到达换路器，换路器在计算机的控制下，由编码器驱动，每次对准接管盘的一个治疗通道，然后进入前导管，由计算机精确地控制钢丝绳的输出长度，使放射源到达治疗部位，这一部位的治疗完成预定的时间后，钢丝绳回抽到安全区，编码器和换路器将前导管对准下一个治疗通道，再进行下一个子部位的治疗。

治疗结束后检查真源回源罐情况，确保安全后，拆开患者身上施源器或输源导管与治疗机的连接，关闭机器，从患者身上移走施源器或输源导管。

2.3 污染源分析

2.3.1 后装机正常工况下污染途径

后装机中 ^{192}Ir 放射源产生的 γ 射线，对环境产生辐射污染。

2.3.2 后装机事故工况下污染途径

放射源丢失，被盗或破损，对环境造成辐射污染，对人体造成辐射危害，并可能通过食物链对人体造成内照射危害。

3 Ⅲ类射线装置工作原理、污染源分析和工作流程

3.1 工作原理

模拟定位机是模拟放射治疗机治疗的几何条件而定出照射部位的放射治疗辅助设备，实际上是一台特殊的X线机。当病人被诊断患有肿瘤并决定施行放射治疗时，在放射治疗前要制定周密的放疗计划，然后在定位机上定出要照射的部位，并做好标记后才能到医用

加速器上去执行放疗。

X 光机产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，详见图 2-1。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

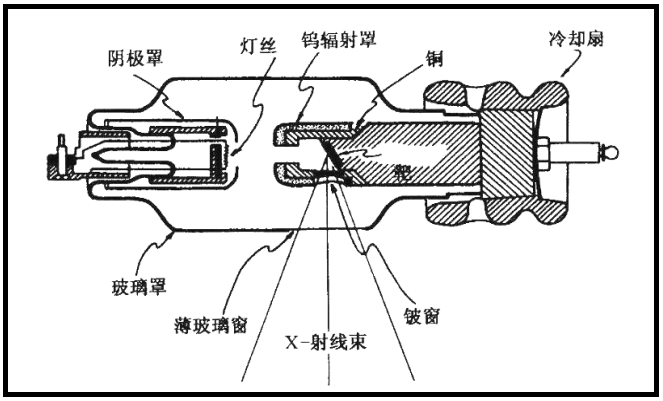
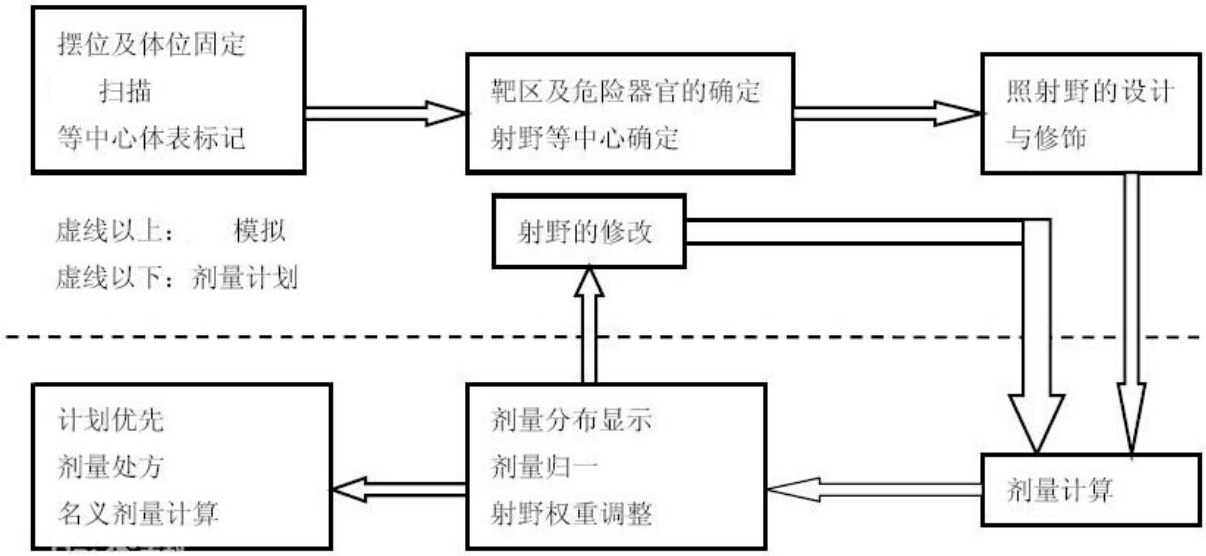


图 2-1 典型 X 射线管结构图

3.2 工作流程



3.3 污染途径

控制室与机房分隔，工作人员在控制室进行操作，主要受到射线装置产生 X 射线经机房墙体、屋顶、地面、防护窗及防护门后散射、泄露的少量 X 射线照射。

正常工况：

使用条件下，由射线装置产生的 X 射线（包括有用射线、漏射线和散射线）穿透机房屏蔽、防护门、窗，对职业人员和周围公众产生外照射。

事故工况：

①因机器故障、操作不当或其它原因导致放射职业人员和周围公众受超剂量照射；

②在检修或调试过程中，因操作失误导致维修人员受到超剂量照射。

监测计划和污染防治措施

1 监测计划

1.1 个人剂量监测

操作人员应当佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

1.2 环境监测

配备 X、γ 环境辐射巡测仪对工作场所进行自行监测或者委托有资质的单位进行监测。

1.3 仪器检定

医院自有监测设备应定期送有资质单位进行检定，应做到每年 1 次。

2 污染防治措施

2.1 直线加速器

改建后直线加速器机房有用束水平西侧主屏蔽墙为 267cm 混凝土，与之直接相连的次屏蔽区为 177cm 混凝土，东侧水平主屏蔽墙为 260cm 混凝土，如附图 4 所示在东侧水平主屏蔽墙北部增加 80cm 长、10cm 厚铅板防护，在南部增加了 90cm 长、46cm 厚的混凝土和 6.5cm 的铅板防护，与之直接相连的次屏蔽区为 120cm 混凝土。有用束主屏蔽屋顶为 180cm 混凝土，与之直接相连的次屏蔽顶为 120cm 混凝土。侧屏蔽墙为 120cm 混凝土，迷路内墙和迷路外墙分别为 120cm 混凝土和 100cm 混凝土。铅防护门的屏蔽能力为 10mm 铅当量。

设计在控制间设有电视监视屏，观察机房内的状况，设有与机房通话的对讲机。治疗室外醒目处已设计安装辐照指示灯及辐射危险标志。控制台有防止非工作人员操作的密码锁，控制台有紧急停机按钮，治疗室入口处必须设置防护门和迷路治疗室门与束流连锁，准备出束时治疗室内有对讲装置提示，入口有加速器工作状态显示，治疗室内有紧急停机按钮，治疗床有紧急停机按钮，治疗室内设置固定式剂量报警仪，拟配备便携式辐射监测仪器仪表、个人剂量报警仪和个人剂量计。已设计专门的通风管道保持良好的通风。设计的穿越防护墙的导线、导管等不影响其屏蔽防护效果。

2.2 后装机

后装机机房屋顶和地面均为 800mm 厚混凝土，防护门的铅当量为 5mm。

装置安全设施：主机外表拟贴设电离辐射警示标志，入口处张贴电离辐射警示标志，入口处源工作状态显示。已设计防止非工作人员操作的锁定开关、施源器与源联锁、管道

堵自动回源和仿真源模拟运行。已设计控制台显示放射源位置、控制台紧急停止照射按钮、停电或意外中断照射时自动回源装置、手动回源措施。拟设置治疗室固定式辐射水平监测仪、治疗室门与出源联锁、放射源返回储源器的应急开关、治疗室电视监控对讲装置、停电或意外中断照射时声光报警。拟配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

2.3 模拟定位机

模拟定位室墙体为 370mm 厚钢筋混凝土，屋顶为 800mm 厚混凝土。防护门和防护窗的铅当量分别为 5mm 和 3mm。

模拟定位机已经设计进行隔室操作，观察窗和门已经做好屏蔽防护，候诊位设置合理，入口处设置电离辐射警示标志，拟配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

2.4 管理方面的辐射安全防护措施

（1）患者防护的措施包括铅衣、铅帽、铅围裙、铅围脖、铅裤衩和铅眼镜等。

（2）放射性工作人员及管理人员上岗前进行辐射安全与防护培训和考核，进行安全防护和安全思想教育持证上岗。

（3）建立健全放射性管理规章制度（放射性工作人员健康管理，操作规程、应急事故预案、事故报告和处理等）。

（4）接受各级环境保护行政主管部门及相关部门的监督。

表 6　　环境影响分析

建设或安装过程和运行（使用）后对环境影响的分析：

1 环境现状

1.1 自然概况

1.1.1 地理位置

本项目地理位置为天津市河西区体院北环湖西路。河西区是天津市的中心区之一，位于市区东南部，因地处海河西岸而得名。河西区东临海河与河东区相望，西迄卫津南路、卫津河与南开区、西青区交界，南沿双林农场引水河与津南区毗邻，北至徐州道、马场道、津河与和平区接壤，辖区面积 42km^2。

1.1.2 自然环境

河西区地貌在天津市地貌分区中属于天津东南部海积冲积平原区。河西区为古代滨海地区，地势低，大部分地区海拔 4m左右，低洼地区只有 3m左右；地面坡度极平缓，坡降 1/1000 左右。主要由低平地、洼地、微高地、人工堤及坑塘等地貌类型所构成。地面组成物质以砂质粘土和粘土为主。因地势低平，排水不畅，地下水位较高，浅层地下水为咸水，土壤含盐量较高。

夏季主要受太平洋亚热带高压影响，多偏东南风；冬季受蒙古冷高压控制，多偏西北风；春秋两季盛行西南风。年平均气温为 11.5℃，年平均风速为 3.4m/s，全年主导风向为西南风，但分布不均匀，多集中在夏季。

1.2 社会环境概况

河西区主要经济指标连续多年两位数增长，位居天津 18 个区县前列。民营企业总数超过 11000 个，红星美凯龙等 20 家企业进入市百强民营企业行列。已成立公司和投资的国内 500 强及优势企业 40 家，世界 500 强 8 家。拥有商务楼宇 80 座，建筑面积 217 万 m^2，进驻企业 3000 余家。货运代理、金融等特色楼宇 7 座。集聚了地区总部金融机构 47 家，其中内资银行 24 家，外资银行 1 家，保险公司 17 家，证券、信托、基金等金融机构 5 家。列入河西区“四区、四带”八大功能区的功能区为：市级行政文化中心区、小白楼商务中心区、陈塘科技型城市副中心区、梅江、梅江东国际社区四个功能集聚区；海河城市发展带、友谊路金融服务带、大沽南路——尖山商业商务带、解放南路综合商贸带四条功能发展带。

区域内有大专院校 8 所，科研院所 53 个，卫生机构 254 个。津门“十大胜景”中的

天塔旋云、中环彩练、沽水流霞等与天津博物馆、自然博物馆、天津科技馆等人文景观交相辉映。著名的杨柳青年画社、泥人张彩塑室也坐落在河西区。

2 项目概况

2.1 医院简介

天津市肿瘤医院是我国肿瘤学科的发祥地，是集医、教、研、防为一体的大型三级甲等肿瘤专科医院，是我国规模最大的肿瘤防治研究基地。医院专业分工细，覆盖病种齐全，设有 43 个临床医技科室，11 个基础研究科室，开放病床 2000 余张。2013 年门诊量 80 万人次，住院 8.3 万人次，手术 2.7 万例，均居国内肿瘤专科医院前列。医院在乳腺癌、肺癌、肝癌、胃癌、大肠癌、食管癌、骨与软组织肿瘤、头颈部肿瘤、泌尿生殖系肿瘤、血液淋巴系统肿瘤的诊断与治疗上，具有明显的特色和优势。拥有手术、放疗、化疗、介入、免疫、基因生物及中医中药等肿瘤诊断和治疗方法，并以外科技术优势著称于国内外。

天津市肿瘤医院的事业单位法人证书和医疗机构执业许可证见附件 1 和附件 2。

2.2 项目简介

为扩大医院服务功能，提高医疗诊治水平，天津市肿瘤医院拟新购 1 台医用直线加速器、1 台模拟定位机和 1 台后装机，后装机采用 1 枚 ^{192}Ir 放射源进行治疗。临床主要用医用电子直线加速器来治疗肿瘤。运用 ^{192}Ir 放射源进行肿瘤的近距离的放射治疗。

本项目位于天津市肿瘤医院院内，地理位置图见附图 1。医院总平面图见附图 2。本项目涉及的放射诊疗装置情况及位置详见表 2-2-1，直线加速器、后装机和模拟定位机均位于放射治疗中心，放射治疗中心为一层建筑，具体位置见附图 3。

表 2-2-1 本项目放射诊疗装置情况及位置

序号	设备名称	型号	机房名称	机房所在位置	备注
1	直线加速器	Clinac iX	第一治疗室	放射治疗中心	
2	后装机	microSelectron V3	近距离治疗室 1 内南侧机房	放射治疗中心	使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，III类源
3	模拟定位机	Acuity	模拟定位室	放射治疗中心	

天津市基本建设委员会关于天津市肿瘤医院工程初步设计的审查批复见附件 3，本

项目相关设备的天津市卫生局文件见附件 4。

2.3 直线加速器介绍

本项目拟新购 1 台电子直线加速器用于肿瘤治疗，具体参数见下表。

表 2-3-1 电子直线加速器设备参数

参数	生产厂家	瓦里安
	装置型号	Clinac iX
	距靶 1m 处照射量率	4Gy·m^2/min
	有用束的半张角	11.3°
	加速器靶点距等中心的距离	1m
	最大照野	40cm×40cm
	机架旋转范围	-180～+180°
能量列表	电子束能量分档	4 MeV、 6 MeV、9 MeV、12 MeV、15 MeV
	X 线能量分档	6MV、10MV

直线加速器位于放射治疗中心的第一治疗室，具体位置及周围环境见附图 3，北侧为卫生间和库房，东侧为第二治疗室，南侧为第四治疗室，西侧为设备间和电气机房，无地下室和二层。加速器机房平面布局及屏蔽厚度见附图 4。原直线加速器停止使用后，第一治疗室曾空置多年。

改建内容主要为增加了屏蔽墙的防护能力，在东侧水平主屏蔽区增加了 30cm 厚的钢筋混凝土，两侧分别加宽了 20cm 钢筋混凝土，同时在北部增加 80cm 长、10cm 厚铅板防护，在南部增加了 90cm 长、46cm 厚的混凝土和 6.5cm 的铅板防护，对整个机房屋顶增加了 40cm 厚的钢筋混凝土。

设有通风装置，加速器室内排气口位于东南侧墙壁上，排气口底端距离地面 30cm。排气筒出风口位于加速器机房西部屋顶以上，距离地面 6m，具体位置见附图 3。排气筒出风口内径长为 60cm，宽为 40cm。设计每小时通风换气次数为 5 次。

第一治疗室共有 9 名辐射工作人员，每周工作 5 天。

2.4 后装机介绍

本项目拟新购 1 台后装机，后装机采用 1 枚 ^{192}Ir 放射源进行治疗，该放射源的活度

为 3.7×10^{11}Bq，为III类源。放射性同位素 ^{192}Ir 的特性见表 2-4-1。

表 2-4-1 ^{192}Ir 的特性

核素	半衰期	衰变方式 （分支比，%）	辐射能量，MeV （强度，%）	毒性组别
^{192}Ir	74.02d	β^-(95.22) ε(4.78) β^+(～0)	β^-0.672（46%），0.536（41%），0.240（8%）； γ0.295949（34.6），0.308445（35.77），0.316497（82.9%，100），0.468062（58.0）	中毒

后装机位于近距离治疗室 1 内原有南侧后装机机房，治疗室与准备室和控制室分开设置， 治疗室入口采用迷路设计。具体位置见附图 3。近距离治疗室 1 内南侧机房周围环境见表 2-4-1。原有后装机停止使用后，该后装机房曾空置多年。

表 2-4-1 本项目后装机机房周围环境

序号	机房名称	北侧	南侧	西侧	东侧	楼上	楼下
1	近距离治疗室 1 内南侧机房	控制室	库房	走道	卫生间和库房	无	无

后装机房共有 8 名辐射工作人员，每周工作 5 天。

2.5 模拟定位机介绍

本项目新购 1 台模拟定位机，位于放射治疗中心的模拟定位室，具体位置见附图 3。模拟定位室周边环境见表 2-5-1。

表 2-5-1 III类射线装置的位置及周边环境

序号	设备名称及型号	房间名称	北侧	南侧	西侧	东侧	楼上	楼下
1	模拟定位机 Acuity	模拟定位室	走道	库房	铅模室	控制室	无	无

模拟定位室共有 4 名辐射工作人员，每周工作 5 天。

2.6 该院原有辐射项目环保手续履行情况

天津市肿瘤医院为综合性三级甲等医院，拥有雄厚的技术力量和设备优势，部分诊疗工作应用核技术方法进行诊疗，于 2009 年 12 月 1 日取得了由天津市环保局颁发的《辐射安全许可证》，津环辐证[00259]号，有效期 5 年，见附件 5。辐射安全许可证允许使用的种类和范围有：乙级非密封放射性物质工作场所；使用Ⅱ、III类射线装置，使用III、

Ⅴ类放射源。

3 评价依据的法律法规及评价标准

3.1 法律法规

3.1.1 国家法律

（1）《中华人民共和国环境保护法》中华人民共和国主席令第 22 号，1989 年 12 月 26 日施行

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》中华人民共和国主席令第 77 号，2003 年 9 月 1 日

（3）《中华人民共和国放射性污染防治法》中华人民共和国主席令第 6 号，2006 年 6 月 28 日

（4）《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国职业病防治法〉的决定》中华人民共和国主席令第 52 号，2011 年 12 月 31 日

3.1.2 行政法规

（1）《建设项目环境保护管理条例》中华人民共和国国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日

（2）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中华人民共和国国务院第 449 号，2005 年 12 月 1 日

（3）《放射性废物安全管理条例》中华人民共和国国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日

3.1.3 部门规章

（1）《大型医用设备配置与使用管理办法》卫规财发[2004]474 号，2005 年 3 月 1 日

（2）《关于发布放射源分类办法的公告》国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005 年 12 月 23 日

（3）《放射诊疗管理规定》中华人民共和国卫生部第 46 号令，2006 年 3 月 1 日

（4）《关于发布射线装置分类办法的公告》原国家环境保护总局公告 2006 年第 26 号，2006 年 5 月 30 日

（5）《放射工作人员职业健康管理办法》中华人民共和国卫生部令，2007 年 6 月 3 日

（6）《建设项目环境保护分类管理目录》中华人民共和国环境保护部令，2008 年 2

号，2008 年 10 月 1 日

（7）《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，中华人民共和国环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日

（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令第 18 号，2011 年 5 月 1 日

3.1.4 地方性法规

（1）《天津市建设项目环境保护管理办法》天津市人民政府第 58 号，2004 年 7 月 1 日起施行

（2）《天津市放射性废物管理办法》 天津市人民政府令第 60 号，2004 年 7 月 1 日起施行

3.2 环评导则

※HJ/T2.1-2011 环境影响评价技术导则——总纲

※HJ/T10.1-1995 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

3.3 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

辐射防护要求

第 4.3.1 款：实践的正当性

第 4.3.2 款：剂量限制和潜在照射危险限制

第 4.3.3 款：防护与安全的最优化

第 4.3.4 款：剂量约束和潜在照射危险约束

附录 B

B1.1 职业照射的剂量限值

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：

a）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；

b）任何一年中的有效剂量，50mSv；

c）眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂，500mSv。

B1.2 公众照射的剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a）年有效剂量 1mSv；

b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

c）眼晶体的年当量剂量 15mSv；

d）皮肤的年当量剂量 50mSv。

将 0.1mSv/a 作为加速器机房、后装机机房和模拟定位机房周围公众的剂量约束值。控制室内工作人员的剂量约束值为 2mSv/a。

（2）《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）

本标准规定了医用电子加速器（以下简称加速器）用于临床治疗时的放射防护要求。

本标准适用于标称能量在 50MeV 以下的医用电子加速器的生产和使用。

第 6.1 款： 治疗室防护要求

6.1.1 治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全。

6.1.2 有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T 201.1 的要求。

6.1.3 在加速器迷宫处、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 2.5μSv/h。

6.1.4 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

6.1.5 X 射线能量超过 10MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。

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 45m^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）应安装醒目的辐射指示灯及辐射标志。

6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。

（3）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）

3.1 治疗机房墙和入口门外的周围剂量当量率参考控制水平

3.1.2 距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处：

$H_c \leqslant 2.5$μSv/h（人员全居留场所，T>1/2）

H_c≤10.0μSv/h（人员部分和偶然居留场所，T≤1/2）

（4）《放射治疗机房辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）

（5）《环境空气质量标准》GB3095-2012

环境空气中臭氧浓度符合国家二级标准： 环境空气中 O_3 的 1 小时平均浓度限值为 200μg/m^3，即 0.20mg/m^3。

（6）《粒子加速器辐射防护规定》GB5172-85

加速器设施内应有良好的通风，以保证臭氧浓度低于 0.3mg/m^3。

（7）《后装γ源近距离治疗卫生保护标准》GBZ121-2002

4 后装放射治疗设备的防护要求

4.1.6 退役放射源必须及时退还生产厂家或送指定的放射性废物库统一处理货妥善保存。

4.2.2 运输贮源器（或工作贮源室）内装载最大容许活度时，距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，泄漏辐射的空气比释动能率不得大于 100μGy·h^{-1}；距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点的泄漏辐射的空气比释动能率不得大于 10μGy·h^{-1}；

5 后装放射治疗室的防护要求

5.1 放射治疗室必须经专业人员设计，治疗室必须与准备室和控制室分开设置。治疗室使用面积应不小于 20m^2。

5.2 治疗室入口必须采用迷路设计，设置门机联锁，并在治疗室上要有声、光报警。治疗室内应设置使放射源迅速回贮源器的应急开关与放射源监测器。

5.3 治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化的原则，确保工作人员及公众的受照剂量小于相应的年剂量限值。

5.4 在控制室与治疗室之间应设观察窗（或监视器）与对讲机。

（8）《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护要求》GBZ114-2006

（9）《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013

5.1 X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

5.2 每台 X 射线机（不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 要求。

表 2　X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m^2	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机	20	3.5

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 3 要求。

表 3 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 及以下的摄影机房	2	1
CT 机房	2（一般工作量） 2.5（较大工作量）	

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。

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示标志、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。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 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 0.25mmPb；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，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员	患者和受检者

	个人防护用品	辅助防护用品	个人防护用品	辅助防护用品
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立体防护屏；固定特殊受检者体位的各种设备

（10）《医用 X 射线诊断卫生防护监测规范》GBZ138-2002

（11）《医疗照射防护基本要求》GBZ179-2006

（12）《放射性同位素与射线装置安全使用管理制度编制规范》DB12/T487-2013

3.4 评价目的

（1）通过本项目建设前的环境影响评价工作，从保障辐射工作人员和公众的健康与安全角度出发，分析建设项目控制方案的辐射防护与安全及其可行性，同时为环保行政部门和相关部门的行政审批提供技术依据。

（2）对辐射工作场所进行辐射本底水平监测，以掌握辐射工作场所周围的辐射环境质量背景水平。

（3）对新购使用的射线装置进行辐射环境影响评价。

（4）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

3.5 评价范围

按照 HJ/T10.1-1995《核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》的规定，并结合该项目的特征，确定本项目评价范围为医院周围 200m 区域。本项目可能影响到从事相关辐射工作的辐射工作人员和辐射工作场所周围公众的健康与安全。评价范围包括：相关的辐射防护与安全、辐射健康影响及事故应急。

3.6 环境保护目标

本项目周围 200m 范围内主要环境保护目标图见附图 5。主要环境保护目标的情况见表 3-1，距离本项目最近的环境保护目标为中国农业银行党校。

表 3-7-1 本项目环境保护目标情况

序号	名称	方位	距离(m)	环境功能
1	环湖西里南区	N	179	居民区

2	天津市老年活动中心	NW	192	商业
3	中国农业银行党校	SW	156	学校
4	宾水里住宅区	SE	197	居民区

3.7 评价内容

（1）本项目辐射工作场所中有关的辐射源项；

（2）建设项目的辐射防护设施与屏蔽；

（3）建设项目防止潜在照射的辐射防护安全设计与分析；

（4）建设项目相关的辐射监测计划与措施；

（5）建设项目有关的辐射防护、健康监护等规章制度和管理措施；

（6）事故应急措施。

3.8 评价目标

对于符合正当化的辐射工作实践，以辐射防护最优化为原则，使各类人员的受照有效剂量和当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到合理可行的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括：正常运行、维修以及应急状态，也包括具有一定概率的导致重大照射的潜在照射情况。环境保护目标为该单位从事本项目的辐射工作人员、机房周围环境和公众成员。

4 实践正当性分析

随着医院业务量的增加、核医学技术的发展，为更好服务于患者诊断的需要，天津市肿瘤医院拟建设扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和医用放射源项目，项目的任务为提高诊疗水平，且开展诊疗工作的目的为了救治病人，保障公众健康，其获得利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

5 环境背景值监测

2014 年 3 月委托天津市辐射环境管理所对天津市肿瘤医院天津市肿瘤医院第一治疗室和后装机房周围环境进行放射性背景值监测。报告编号：津（辐）监字 DL2014 第 041 号，监测报告见附件 6。

5.1 布点原则

在第一治疗室和后装机房周围环境选择性布点，监测布点见监测报告附图。

5.2 测量方法

利用多功能辐射测量仪（FH40G+）测量 γ 辐射剂量率，每个测点测量 5 个数，取其平均值为该点测量值。

5.3 监测结果

第一治疗室和后装机房周围环境监测结果见表 5-1 和表 5-2。

表 5-1　γ 辐射剂量率背景值监测结果

编号	监测点位描述	γ 辐射剂量率 (nGy/h)	备注
1	第一治疗室西侧墙外 0.3m	103	未开机状态 监测布点见附图
2	第一治疗室北侧迷路内墙外 0.3m	52.4	
3	第一治疗室中心	46.0	
4	第一治疗室北侧迷路外墙外 0.3m	174	
5	第一治疗室东侧墙外 0.3m	84.8	
6	第一治疗室南侧墙外 0.3m	46.2	
7	后装机机房西侧墙外 0.3m	90.3	
8	后装机机房北侧墙外 0.3m	69.0	
9	后装机机房东侧迷路内墙外 0.3m	87.5	
10	后装机机房中心	81.7	
11	后装机机房南侧墙外 0.3m	93.4	
12	后装机机房东侧迷路外墙外 0.3m	121	

在未开机的状态下，第一治疗室和后装机房周围环境辐射水平在（46.0～174）nGy/h 范围内；此值在 2010 年天津市辐射环境质量报告数据范围即（45.8～178.6）nGy/h 范围内，即在天津市环境本底范围内。

6 辐射环境影响评价

6.1 直线加速器辐射环境影响评价

6.1.1 直线加速器机房实体屏蔽措施

第一治疗室为地上一层建筑，机房使用空间几何尺寸：长 8.59m，宽（主屏蔽墙间

距）6.7m，高（机房顶主屏蔽区内表面至地面的距离）4.2m，机房顶主屏蔽区向机房外凸。迷路横宽 2.0m，迷路内口宽度 2.0m，有用线束不向迷路照射。等中心位于机房内如图所示位置，距地面 1.295m。治疗机房墙体及屋顶的屏蔽材料为钢筋混凝土。第一治疗室所在放射治疗中心的平面布局图见附图 3，第一治疗室的平面布局图及剖面图见附图 4，机房各方向屏蔽情况见表 6-1-1。

加速器机房位于放射治疗中心，具体位置及周围环境见附图 3，北侧为卫生间和库房，东侧为第二治疗室，南侧为第四治疗室，西侧为设备间和电气机房，无地下室和二层。加速器机房平面布局及屏蔽厚度见附图 4。

直线加速器机房有用束水平西侧主屏蔽墙为 267cm 混凝土，与之直接相连的次屏蔽区为 177cm 混凝土，有用束水平东侧主屏蔽墙为 260cm 混凝土，如附图 4 所示在北侧增加 80cm 长、10cm 厚铅板防护，在南侧增加了 90cm 长、46cm 厚的混凝土和 6.5cm 的铅板防护，与之直接相连的次屏蔽区为 120cm 混凝土。有用束主屏蔽屋顶为 180cm 混凝土，与之直接相连的次屏蔽顶为 120cm 混凝土。侧屏蔽墙为 120cm 混凝土，迷路内墙和迷路外墙分别为 120cm 混凝土和 100cm 混凝土。铅防护门的屏蔽能力为 10mm 铅当量。

表 6-1-1 加速器机房的主要屏蔽参数

位置	屏蔽说明	周围环境
有用束主屏蔽墙	西侧主屏蔽墙厚为 267cm 混凝土，宽为 389cm	西侧为设备间和电气机房
	东侧主屏蔽墙为 260cm 混凝土，宽为 320cm，北侧增加 80cm 长、10cm 厚铅板防护，在南侧增加了 90cm 长、46cm 厚的混凝土和 6.5cm 的铅板防护	东侧为第二治疗室
与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区	西侧次屏蔽区为 177cm 混凝土，	西侧为设备间和电气机房
	东侧次屏蔽区为 120cm 混凝土	东侧为第二治疗室
有用束主屏蔽顶	180cm 混凝土，宽 380cm	屋顶空地
与顶主屏蔽区直接相连的次屏蔽顶	120cm 混凝土	屋顶空地

侧屏蔽墙	120cm 混凝土	南侧为第四治疗室
迷路内墙	120cm 混凝土	北侧为迷路
迷路外墙	100cm 混凝土	北侧为卫生间和库房
铅防护门	10mm 铅当量	门外为过道

注：混凝土的密度为 2.35g/m^3。

6.1.2 直线加速器的参数及工作负荷

直线加速器的参数和工作负荷见表 6-1-2。

其中 50%的病人进行调强治疗，调强治疗时直线加速器距靶 1m 处的照射量率与常规治疗相同，均为 4Gy·m^2/min，调强治疗的治疗时间为 3min，常规放疗的治疗时间小于 1min。

表 6-1-2 直线加速器的参数及工作负荷

工作负荷与工作时参数	每个病人最多曝光时间	3min
	每周治疗病人数量	175
	每年治疗病人数量	8750
	年曝光时间	437.5h

6.1.3 直线加速器辐射环境影响预测与分析

治疗机房屏蔽设计与评价，应估算的辐射束为加速器在 X 射线治疗时可达到的最高 MV 条件下即 10MV 条件下的有用线束、泄漏辐射和其产生的散射辐射。采用 GBZ/T 201.2-2011《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》的方法进行计算。

通常在治疗机房外、距机房外表面 30cm 处，选择人员受照的周围剂量当量（以下简称为剂量）可能最大的位置作为关注点。在距治疗机房一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也是需要考虑的关注点。

6.1.3.1 各计算点考虑对象

各计算点位见图 6-1-1 和图 6-1-2。

①主屏蔽区

加速器治疗机房中，有用线束的照射方向见图 6-1-1 和图 6-1-2，其中 b 点以及加速器机房顶外 30cm（屋顶空地）的 l 点应按有用线束估算。

②与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区

图 6-1-1 中的 d_1、d_2 和图 6-1-2 的 m_1、m_2 点应按下列辐射束估算：

考虑泄漏辐射和患者散射辐射的复合作用。加速器的泄漏辐射，以位置 o 为中心，屏蔽墙的斜射角接近 30 度，示例路径见图 6-1-1 中“o-d_1”；有用线束水平照射或向顶照射时人体的散射辐射，以等中心位置 o 为散射体中心，散射角 θ 接近 30°，屏蔽墙的斜射角与散射角相同。散射路径见图 6-1-1 中“o_1-o-d_2”和图 6-1-2 中“o_3-o-m_2”。

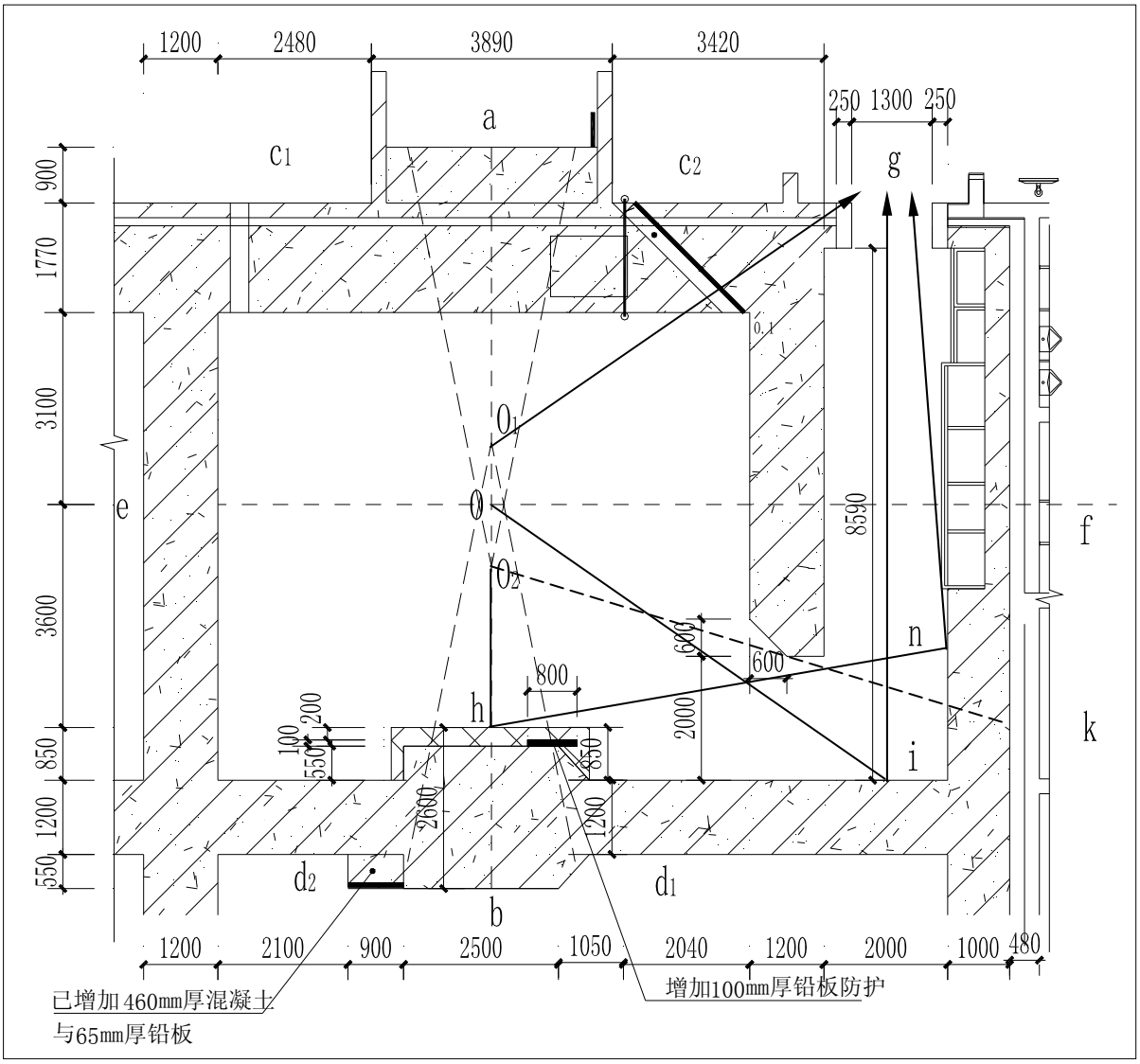


图 6-1-1 加速器机房的计算点和主要照射路径示意图

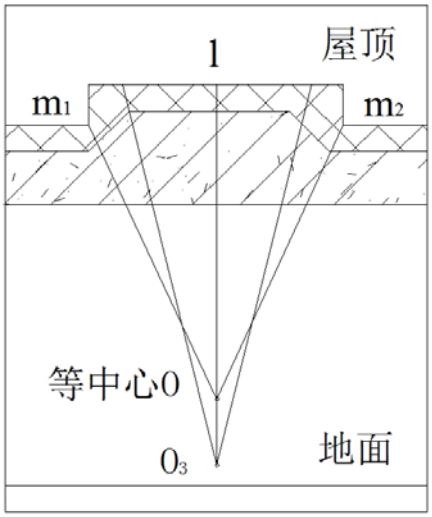


图 6-1-2 加速器机房顶的计算点局部纵剖面示意图

③侧屏蔽墙

图 6-1-1 中的 e 点和 f 点应按照加速器的泄漏辐射估算，以位置 o 为中心。路径见图 6-1-2 中“o-e”。

④迷路外墙

当有用线束不向迷路内墙照射（见图 6-1-1），加速器靶点位于 o_2（偏离 o 点 1.0m）时，k 点辐射剂量率最大，泄漏辐射起决定性作用，o_2 至 k 点的泄漏辐射的斜射角较小，通常以 0°垂直入射保守估算。

⑤迷路入口

迷路入口 g 点包括下列辐射：

1） 人体受有用线束照射时，散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 处的辐射，散射路径为“o_1-o-i-g”；

2） 至 i 点的泄漏辐射后墙散射至 g 处的辐射，散射路径为“o_1-i-g”；

3） 有用线束穿出人体达到位置 h，受主屏蔽墙的散射至 n 处迷路外墙再次散射，到达 g 处的辐射。散射路径为“o_1-h-n-g”。

在估算 g 处的辐射剂量率时，以加速器向 b 方向水平照射并取使用因子 U=1 时的 1）项人体散射作为以上三项之和的近似估计，通常可忽略 2）、3）二项。示例路径见图 6-1-1 中“o_1-o-i-g”

g 点也需核算加速器的泄漏辐射（以偏离 o 的位置 o_1 为中心）经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射剂量。示例路径见图 6-1-1 中的“o_1-g”。

6.1.3.2 估算方法

①有效屏蔽厚度

当 X 射线束以 θ 角斜射入厚度为 X（cm）的屏蔽物质时，射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度 X_e（cm）见式（1）：

$$X_e = X \cdot \sec\theta \qquad \text{（公式 6-1-1）}$$

式中，θ 为斜射角，即入射线与屏蔽体平面的垂直线之间的夹角。

②屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系

屏蔽厚度 X（cm）与屏蔽透射因子 B 相互计算如下：

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \qquad \text{（公式 6-1-2）}$$

式中，

TVL_1（cm）和 TVL（cm）为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。当未指明 TVL_1 时，$TVL_1 = TVL$；

其它符号同上。

③有用线束和泄漏辐射的剂量估算

在给定的屏蔽物质厚度 X（cm）时，首先按照式（1）计算有效厚度 X_e（cm），按照式（3）估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B，再按下式计算相应辐射在屏蔽体外计算点的剂量率 $\dot{H}$（$\mu Sv/h$）：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \qquad \text{（公式 6-1-3）}$$

式中，

$\dot{H}_0$——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，$\mu\mathrm{Sv} \cdot m^2/h$；

R——辐射源点（靶点）至计算点的距离，m；

f——对有用束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率；

其它符号同上。

对加速器 X 射线治疗装置，屏蔽估算中所使用的 TVL_1 和 TVL 与 X 射线的 MV 值有关，对有用线束和泄漏辐射有不同的值。

④患者一次散射辐射剂量估算

在给定的屏蔽物质厚度 X（cm）时，首先按照式（1）计算有效厚度 X_e（cm），按照式（3）估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B，再按下式计算相应辐射在屏蔽体外计算点

的剂量率$\dot{H}$（$\mu Sv/h$）：

$$\dot{H}=\frac{\dot{H}_0\cdot\alpha_{ph}\cdot(F/400)}{R_s^2}\cdot B \qquad \text{（公式 6-1-4）}$$

式中，

α_{ph}——患者400cm^{2}面积上垂直人射X射线散射至距其1m（计算点方向）处的剂量比例，又称400cm^{2}面积上的散射因子；

F——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm^2；

R_s——患者(位于等中心点)至关注点的距离，m；

其它符号同上。

α_{ph}与X射线的MV值及散射角（散射方向与入射方向的夹角）有关。

⑤穿过患者或迷路内墙的有用线束在屏蔽墙上的一次散射辐射剂量

有用线束穿过患者或迷路内墙，垂直射入屏蔽墙并散射至计算点的辐射剂量率按下式计算：

$$\dot{H}=\dot{H}_0\cdot\frac{(F/10^4)}{R^2}\cdot\alpha_w\cdot B_p \qquad \text{（公式 6-1-5）}$$

式中，

10^4——将 1m^2 面积转换为 10^4cm^2；

R——散射体中心点（有用线束在屏蔽墙上的投影点）与计算点的距离，m；

α_w——散射因子，单位面积（1m^2）散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的人射辐射剂量率的比。α_w与人射角和反散射角（人射方向和反散射方向相对散射体垂线的夹角）有关；

B_p——有用线束射入散射体(屏蔽墙)前的屏蔽透射因子。对于患者，可以取0.34或保守取为1。

其它符号同上。

⑥泄漏辐射在屏蔽墙上的一次散射辐射剂量

射入屏蔽墙上的泄漏辐射被散射至计算点的辐射剂量率按下式计算：

$$\dot{H}=\frac{f\cdot\dot{H}_0\cdot A\cdot\alpha_w}{R_L^2\cdot R^2} \qquad \text{（公式 6-1-6）}$$

式中，

A——散射面积，m^2，A 为自泄漏辐射始点（图 6-1-1 的位置 o 或 o_1、o_2）和计算点共同可视见的散射体区域的面积；

R_L——泄漏辐射始点至散射体中心点的距离，m；

其它符号同上。

⑦迷路散射辐射

对于本项目加速器的机房，迷路散射应考虑下列各项：

迷路散射典型的散射路径见图 6-1-1 的“o_1-o-i-g”，自加速器的靶点 o_1 向位置 o 的患者照射至迷路 i 点的散射角 θ 接近 45°；i 处墙向 g 处的二次散射的角小于 10°，通常按 0°对待。i 处墙的散射面积为自入口 g 和等中心位置 o 共同可视见的区域，包括治疗机房吊装顶上方的区域。入口 g 处的散射辐射剂量率 $\dot{H}_g$ 按公式 6-1-7 计算：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2{}^2} \cdot H_0 \qquad \text{（公式 6-1-7）}$$

α_{ph}——患者400cm^2面积上的散射因子通常取45°散射角的值；

α_2——混凝土墙入射的患者散射辐射的散射因子，通常取 i 处的入射角为 45°，散射角为 0°。

A——i 处的散射面积，m^2；

R_1——“o-i”之间的距离，m；

R_2——“i-g”之间的距离，m；

其它符号同上。

加速器的泄漏辐射（以偏离 o 的位置 o_1 为中心）经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射剂量 $\dot{H}_{og}$（$\mu Sv/h$），按照公式 6-1-3 进行计算。o_1 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角有所不同，通常以 30°斜射角保守估计。

根据本项目的图纸，加速器的泄漏辐射（以偏离 o 的位置 o_1 为中心）经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射剂量均能经过防护门的屏蔽，因此，在给定防护门的铅屏蔽厚度 X=1.0cm 时，防护门外的辐射剂量率 $\dot{H}$ 按公式 6-1-8 计算：

$$\dot{H} = (\dot{H}_g \cdot + H_{og}) \cdot 10^{-(X/TVL)} \qquad \text{（公式 6-1-8）}$$

在 g 处的辐射散射能量约 0.2MeV，铅中的 TVL 值为 0.5cm，式中 TVL=0.5cm（铅）。

6.1.3.3 计算结果

本项目直线加速器距靶 1m 处的照射量率为 4Gy·m^2/min ，经换算得到直线加速器

距靶 1m 处的辐射剂量率 $\dot{H}_0 = 2.4\times10^8\,\mu Sv\cdot m^2/h$，泄漏辐射因子为 1×$10^{-3}$，参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）附录 B，10MV 加速器在混凝土中的 TVL 值见表 6-1-3。

表 6-1-3 10MV 加速器室内有用束和泄漏辐射在混凝土中的 TVL 值

射线束	有用束		90° 泄漏辐射		30° 患者散射辐射
十分之一衰减厚度	TVL_1	TVL	TVL_1	TVL	TVL
什值层，cm	41	37	35	31	28

10MV 条件下患者受照面积 400cm^2 的散射因子 α_{ph} 和 10MV 条件下混凝土对 0°、45° 入射辐射的散射因子见表 6-1-4 至 6-1-5。

表 6-1-4　10MV 条件下患者受照面积 400cm^2 的散射因子 α_{ph}

散射角	散射因子
30°	3.18E-03
45°	1.35E-03

6-1-5　10MV 条件下混凝土对 45° 入射辐射的散射因子 α_2（散射面积 10^4cm^2）

入射角	散射角	散射因子
45°	0°	5.1 E-03

（1）各计算点位置、主要考虑对象、相关计算参数和计算结果见表 6-1-6。

表 6-1-6　计算结果

计算点	辐射影响	计算参数	计算结果（$\mu Sv/h$）
b 机房东侧墙外 0.3m，主屏蔽墙（第二治疗室）	主束辐射 θ=0°	X_e=260cm，TVL_1=41cm，TVL=37cm，得 B=1.21×10^{-7}；f=1；R=7.5m ；	0.51
l 机房顶外 0.3m，主屏蔽墙（屋顶空地）	主束辐射 θ=0°	X_e=180cm，TVL_1=41cm，TVL=37cm，得 B=1.75×10^{-5}；f=1；R=6.005m	116.53
d_1、d_2 机房东侧墙外 0.3m，与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽区	泄漏辐射 θ=30°	X_e=139cm，TVL_1=35cm，TVL=31cm，得 B=4.56×10^{-5}；f=0.1%；R=8.3m	0.159
	患者散射 θ=30°	X_e=139cm，TVL=28cm，得 B=1.12×10^{-5}；α_{ph}=3.18×10^{-3}；Rs=7.51m；F=1600cm^2	0.610

m_1、m_2 机房顶外 0.3m，与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽区（屋顶空地）	泄漏辐射 θ=30°	X_e=139cm，TVL_1=35cm，TVL=31cm， 得 B=4.56×10^{-5}；f=0.1%；R=7.34m	0.228
	患者散射 θ=30°	X_e=139cm，TVL=28cm，得 B=1.12×10^{-5}； α_{ph}=3.18×10^{-3}；Rs=6.18m；F=1600cm^2	1.03
e 机房南侧 墙外 0.3m，侧屏蔽墙 （第四治疗室）	泄漏辐射 θ=0°	X_e=120cm，TVL_1=35cm，TVL=31cm， 得 B=1.81×10^{-4}；f=0.1%；R=6.91m	0.91
k 机房北侧墙外 0.3m， 迷路外墙 （厕所和库房）	泄漏辐射 θ=0°	X_e=100cm，TVL_1=35cm，TVL=31cm， 得 B=8.00×10^{-4}；f=0.1%；R=9.05m	2.34
g 铅防护门外 0.3m 迷路内墙（o_1-g）	泄漏辐射 θ=30°	X_e=138cm，TVL_1=35cm，TVL=31cm， 得 B=4.76×10^{-5}；f=0.1%；R=8.33m	0.16
a 机房西侧墙外 0.3m， 主屏蔽墙 （库房）	主束辐射 θ=0°	X_e=267cm，TVL_1=41cm，TVL=37cm， 得 B=7.80×10^{-8}；f=1；R=7.07m ；	0.37

由表 6-1-6 的计算结果可知，治疗机房墙和入口门外的周围剂量当量率符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）中“距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处：H_c≤2.5μSv/h（人员全居留场所，T>1/2）H_c≤10.0μSv/h（人员部分和偶然居留场所，T≤1/2）”的要求。

（2）入口门屏蔽计算

对于本项目加速器的机房铅门外 0.3m 处计算点，迷路散射应考虑下列各项：

迷路散射典型的散射路径见图 6-1-1 的“o_1-o-i-g”，自加速器的靶点 o_1 向位置 o 的患者照射至迷路 i 点的散射角 θ 接近 45°；i 处墙向 g 处的二次散射的角小于 10°，通常按 0°对待。i 处墙的散射面积为自入口 g 和等中心位置 o 共同可视见的区域，包括治疗机房吊装顶上方的区域。此项散射辐射剂量率 $\dot{H}_g$ 按公式 6-1-7 即 $\dot{H}_g=\frac{\alpha_{ph}\cdot(F/400)}{R_1^2}\cdot\frac{\alpha_2\cdot A}{R_2^{\ 2}}\cdot H_0$ 计算：

$$\dot{H}_g=\frac{1.35\times10^{-3}\cdot(1600/400)}{7.83^2}\cdot\frac{5.1\times10^{-3}\cdot13.44}{9.32^2}\cdot2.4\times10^8=16.68\,\mu Sv/h$$

加速器的泄漏辐射（以偏离 o 的位置 o_1 为中心）经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射剂量 $\dot{H}_{og}$（$\mu Sv/h$），按照公式 6-1-3 进行计算。见表 6-1-6 中，$\dot{H}_{og}$=0.16 $\mu Sv/h$。

根据本项目的图纸，加速器的泄漏辐射（以偏离 o 的位置 o_1 为中心）经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射剂量均能经过防护门的屏蔽，因此，在给定防护门的铅屏蔽厚度 X=1.0cm 时，防护门外 0.3m 的辐射剂量率 $\dot{H}$ 按公式 6-1-8 计算：

$$\dot{H} = (\dot{H}_g \cdot + H_{og}) \cdot 10^{-(X/TVL)} \qquad \text{（公式 6-1-8）}$$

式中 TVL=0.5cm（铅）。

防护门外的辐射剂量率 $\dot{H} = (16.68 + 0.16) \times 10^{-(1.0/0.5)}$ =0.17 $\mu Sv/h$。并由公式 $X_1 = \frac{X_2 \cdot R_2^2}{R_1^{\ 2}}$ 推算出控制室内的辐射剂量率为 0.149 $\mu Sv/h$。

（3）机房屋顶及四周墙外 0.3m 处、防护门外 0.3m 处计算点年有效剂量估算

本节使用的参数 U、T 介绍如下。

U—使用因子，查《工业电离辐射防护与安全》（江苏人民出版社，赵福祥等编）表 3-17），该表内容具体见本报告表 6-1-7。

T—居留因子，采用美国国家辐射防护和测量局（NCRP）151 号报告中的不同场所的居留因子，具体见表 6-1-8。

表 6-1-7 射线利用因子 *U*

屏蔽类型	辐射	u
有用射线直对的墙	有用射线	1
有用射线移动时所对区域	有用射线	1/4
有用射线很少照射区域	有用射线	1/16

表 6-1-8 居留因子 *T*

场所	居留因子（T）		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室、以及周边建筑物中的驻留区

部分居留	1/4	1/2～1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职业休息室
偶然居留	1/16	1/8～1/40	1/8：各治疗室房门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

结合表 6-1-6 的计算结果，综合考虑计算点所在位置、射线利用因子U、居留因子T、估算对象和工作负荷（年出束为 437.5h），计算该点年有效剂量，计算结果见表 6-1-9。

表 6-1-9 计算点及关心点年有效剂量估算结果

点位	位置描述			剂量率 $\mu Sv/h$	U	T	年有效剂量 mSv/a		估算对象
b	机房东侧墙外0.3m	第二治疗室		0.51	1/2	1/4	**2.81E-02**		公众
l	机房顶外 0.3m	屋顶空地		116.53	1/16	1/40	**7.97E-02**		公众
d_1、d_2	机房东侧墙外0.3m	第二治疗室	泄漏	0.159	1/4	1/4	**4.35E-03**	**2.10E-02**	公众
			散射	0.610	1/4	1/4	**1.67E-02**		
m_1、m_2	机房屋顶外0.3m	屋顶空地	泄漏	0.228	1/4	1/20	**1.25E-03**	**6.87E-03**	公众
			散射	1.03	1/4	1/20	**5.62E-03**		
e	e 机房南侧墙外0.3m	第四治疗室		0.91	1/16	1/4	**6.22E-03**		公众
k	机房北侧墙外0.3m	厕所和库房		2.34	1/4	1/20	**1.28E-02**		公众
g	铅防护门外0.3m	过道		0.16	1/4	1/8	**2.25E-03**		公众
	控制室			0.149	1/4	1	**1.63E-02**		工作人员

a	机房西侧墙外0.3m	库房	0.37	1/2	1/20	**4.09E-03**	公众

如表 6-1-9 的计算结果所示，加速器机房周围对公众的年剂量当量值最大值为 $7.97\times10^{-2}\,mSv/a$，符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组的成员所受的照射年有效剂量限值为 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。控制室内工作人员的最高剂量为 $1.63\times10^{-2}\,mSv/a$，满足本项目 2mSv/a 的剂量约束值。

距离本项目加速器机房最近的高层建筑与加速器机房之间的距离为 50m，经计算，加速器机房屋顶外 50m 处的高层建筑预测点（居留因子为 1）年剂量当量为 0.046mSv/a，符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组的成员所受的照射年有效剂量限值为 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

6.1.3.4 第一治疗室与周围其他治疗室叠加后的辐射环境影响预测与分析

本项目第一治疗室与第二、第三和第四治疗室距离较近，选取第一治疗室附近的预测点，参考已通过审批的 “天津市肿瘤医院加速器更新改造环境影响报告书”、“新建射波刀和医用直线加速器”和“第三治疗室医用直线加速器改建”项目环境影响评价报告表，将本环评中的计算数据与参考环评报告中的数据进行叠加，分析叠加后的辐射环境影响。

参考点的布设和计算结果见表 6-1-10，具体位置见附图 3。

表 6-1-10 第一治疗室与其它治疗室叠加后的辐射环境影响

序号	预测点名称	改扩建前剂量（mSv/a）	本项目剂量（mSv/a）	改扩建后剂量（mSv/a）
公众				
A1	第一治疗室冷却机房北侧墙外 0.5m	8.56E-07	2.77E-03	2.78E-03
A2	第二治疗室冷却机房南侧墙外 0.5m	2.97E-03	5.66E-10	2.97E-03
A3	第二治疗室控制室北侧墙外 0.5m	1.62E-04	5.97E-03	6.13E-03
A4	第三治疗室迷路南侧墙外 0.5m	3.72E-03	1.19E-09	3.72E-03
A5	第二治疗室屋顶外 0.5m	2.60E-04	2.63E-08	2.60E-04
A6	第三治疗室屋顶外 0.5m	2.44E-02	1.99E-07	2.44E-02
A7	第四治疗室屋顶外 0.5m	6.44E-03	1.16E-03	7.60E-03

A8	第一治疗室屋顶外 0.3m	1.56E-05	9.67E-02	9.67E-02

由表 6-1-10 的结果可知，加速器机房屋顶主屏蔽墙增加 35cm 厚混凝土后，经叠加计算后，第一治疗室周围预测点的年剂量当量均符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组的成员所受的照射年有效剂量限值为 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

6.1.3.5 O_3 和氮氧化物的分析

空气中的 O_2 在 γ 光子的作用下，生成自由基，与空气中的 O_2 结合，生成 O_3，O_3 是与辐射相关的非辐射危害因素。O_3 的主要毒性是氧化作用，对粘膜有很强的刺激作用，中毒症状为肺功能下降，呼吸道感染、鼻炎等。当 O_3 浓度为 0.02mg/m^3 时，人可嗅出；0.2～0.94mg/m^3 时，对鼻和喉头粘膜有刺激作用，0.6～1.0mg/m^3 时，对眼睛有刺激作用；1.0mg/m^3 时，引起肺活量减少；1.88～18.8mg/m^3 时，可出现咳嗽、胸闷、呕吐等症状；20mg/m^3 时，引起肺气肿。氮氧化物主要引起神经毒性的症状和体征：嗜睡、精神萎靡、注意力涣散、记忆力减退、四肢麻木、小腿肌痉挛等。

①O_3 的分析

（1）估算方法

依 IAEA118《电子直线加速器工作的辐射安全问题》和《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志 VoL14，2，P101，1994），加速器辐射所致 O_3 的产额估算方法如下：

※有用线束的 O_3 产额

$$P = 2.43 \cdot \dot{D}_0 (1 - \cos\theta) \cdot R \cdot G \qquad \text{（公式 6-1-9）}$$

式中，

P——O_3 产额，mg/h；

$\dot{D}_0$——辐射有用束在距靶 1m 处的输出量，Gy·m^2/min；

R——靶到屏蔽物（墙）的距离，m；

G——空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数（G=6）；

θ——有用束的半张角。

※泄漏辐射的 O_3 产额

将泄漏辐射看为 4π 方向均匀分布的点源（包括有用束区限定的空间区），并考虑机

房壁的散射线使室内的 O_3 产额增加 10%，O_3 的产额 P（mg/h）为：

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \times \dot{D}_0 \cdot G \cdot V^{1/3} \qquad \text{（公式 6-1-10）}$$

式中：V 为加速器机房的体积，m^3；其余符号同上。

※O_3 的浓度

设：O_3 的有效分解时间为 t_d（常取为 0.83h），机房通风换气周期为平均每次换气需通风 t_V 小时（h）。

机房最高饱和 O_3 浓度（mg/m^3）为：

$$Q = \frac{P}{V}\bar{T} \qquad \text{（公式 6-1-11）}$$

式中：V 为机房的体积，m^3；

$\bar{T}$ 为 O_3 的有效清除时间（h）：

$$\bar{T} = \frac{t_V \cdot t_d}{t_V + t_d} \qquad \text{（公式 6-1-12）}$$

（2）估算结果

第一治疗室的参数如下：$\dot{D}_0 = 4Gy \cdot m^2/\min$；$R$=4.1m（有用束）；$\theta$=11.3°；$V$=62.1$m^3$（不含迷路）；$V$=81.9$m^3$（含迷路）。

按照 GBZ126-2011《电子加速器放射治疗放射防护要求》，治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。该加速器机房的换气率均设计为 5 次/h，满足该标准中关于机房内通风的要求。

※O_3 的产额

按公式 6-1-9 估算有用线束的 O_3 产额，P＝4.63mg/h。按公式 6-1-10 估算泄漏辐射的 O_3 产额，P＝0.35mg/h，此二项合计，P＝4.98mg/h。

※O_3 的浓度

（a）正常通风条件下：

以每小时通风换气次数为 5 次计算，t_V=0.20h， t_d=0.83h，按公式 6-1-12 计算出 $\bar{T}$=0.089h，V 为含迷路的机房体积为 81.9m^3。

加速器室产生的 O_3 浓度计算结果见表 6-1-11。

表 6-1-11 加速器室产生的 O_3 浓度

t_d	t_V	$\bar{T}$	P	V	Q

（h）	（h）	（h）	（mg/h）	（m^3）	(mg/m^3)
0.83	0.20	0.161	4.98	81.9	9.79×10^{-3}

综上，该加速器在工作时，臭氧产额约为 4.98mg/h，设计通风换气率为 5 次/小时，排气筒出风口高度为 6m，加速器室内臭氧最大饱和浓度为 $9.79\times10^{-3}mg/m^3$，满足 GB5172-85《粒子加速器辐射防护规定》中“加速器设施内应有良好通风，以保证臭氧浓度低于 $0.3mg/m^3$”的规定。

排气口的 O_3 浓度以及年排放量的计算见表 6-1-12。

表 6-1-12 加速器室排气口的 O_3 浓度及年排放量

排气量（m^3/h）	排气口的 O_3 浓度 (mg/m^3)	计算时间（h）	年排放量（kg）
409.5	9.79×10^{-3}	437.5	1.75×10^{-3}

（3）O_3 对大气环境质量影响预测

经计算，加速器室排风口臭氧的排放量为 $1.11\times10^{-6}g/s$，按照 HJ2.2-2008《环境影响评价技术导则—大气环境》的预测模式，加速器室排入到环境中 O_3 浓度的最大值出现在排气筒出风口下风向 25m 处，且浓度值为 $5.30\times10^{-6}mg/m^3$，符合 GB3095-2012 《环境空气质量标准》：环境空气中臭氧浓度符合国家二级标准：O_3 的 1 小时平均浓度小于 $0.20mg/m^3$ 的规定。由于臭氧的浓度值数量级为 $10^{-6}mg/m^3$，故本项目不考虑各治疗室臭氧浓度的叠加问题。

②氮氧化物的分析

在多种氮氧化物（NO_x）中，以 NO_2 为主，其产额约为 O_3 的一半，工作场所中的限值为 O_3 浓度的 1.5 倍，《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的外部环境中 NO_2 的浓度限值与 O_3 相近。可见，NO_x 的危险小于 O_3，更是安全的。

6.1.3.6 加速器机房辐射安全防护措施评价

本项目直线加速器机房的辐射防护措施与《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）对比的符合性见表 6-1-13。

表 6-1-13 直线加速器机房的辐射防护措施与

《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）对比的符合性

序号	GBZ126-2011 的要求	本项目的辐射防护措施	是否符合

1	治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全。	治疗室选址、场所布局和防护设计符合 GB18871 的要求	符合
2	有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T 201.1 的要求。	有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计符合 GBZ/T 201.1 的要求。	符合
3	穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。	设计的穿越防护墙的导线、导管等不影响其屏蔽防护效果。	符合
4	治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。	设计在控制间设有电视监视屏，观察机房内的状况，设有与机房通话的对讲机。	符合
5	治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m^2。	本项目不含迷路的使用面积为 62.1 m^2，大于 45m^2。	符合
6	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。	入口处已设计设置防护门和迷路，防护门与加速器联锁。	符合
7	相关位置（例如治疗室入口处上方等）应安装醒目的辐射指示灯及辐射标志。	治疗室外醒目处已设计安装辐照指示灯及辐射危险标志。	符合
8	治疗室通风换气次数应达到每小时 3～4 次。	已设计通风换气次数为每小时 5 次。	符合

本项目还设计采取如下辐射防护措施：设计在控制间设有电视监视屏，观察机房内的状况，设有与机房通话的对讲机。治疗室外醒目处已设计安装辐照指示灯及辐射危险标志。控制台有防止非工作人员操作的密码锁，控制台有紧急停机按钮，治疗室门与束流连锁，准备出束时治疗室内有对讲装置提示，入口有加速器工作状态显示，治疗室内有紧急停机按钮，治疗床有紧急停机按钮，治疗室内设置固定式剂量报警仪，拟配备便携式辐射监测仪器仪表、个人剂量报警仪和个人剂量计。

6.2 后装机辐射环境影响评价

6.2.1 后装机机房的相关屏蔽及后装机的参数

6.2.1.1 后装机机房的相关屏蔽及机器在机房中的位置

后装机机房的屏蔽及其在机房中的位置见表 6-2-1。

表 6-2-1 后装机机房屏蔽及其在机房中的位置

型号	microSelectron V3
生产厂家	医科达
位置	近距离治疗室 1 内南侧机房
墙体与屏蔽	800mm 钢筋混凝土
屋顶	800mm 钢筋混凝土
门铅当量（mm）	5
放射源距东墙的距离（m）	3.4
放射源距西墙的距离（m）	1.4
放射源距南墙的距离（m）	1.9
放射源距北墙的距离（m）	1.9
放射源距房顶的距离（m）	5
放射源距地面的距离（m）	1.0

6.2.1.2 后装机的参数及工作负荷

后装机的参数及工作负荷见表 6-2-2。

表 6-2-2 后装机的参数及工作负荷

参数	数值
放射源最大活度	3.7×10^{11}Bq(10Ci)
距源 1 米处照射量率常数	0.46 $R\cdot m^2/h\cdot Ci$
每个病人最长治疗时间 曝光时间	40min
每周最多病人数	20

每年工作周数	50 周
年治疗时间	667h
一年中放射源在后装仪内的时间	8093h

6.2.2 辐射环境影响分析与预测

后装机的辐射影响分两部分，一部分为利用后装机内放射源治疗时，放射源在人体内对环境的辐射影响，另一部分为后装机不工作时，放射源在后装机内对环境的辐射影响。

6.2.2.1 后装机的辐射环境影响预测模式

（1）后装机治疗时（放射源在人体内，不考虑人体对射线的吸收）对环境的辐射影响

$$\dot{H}_{\gamma 1}=\frac{A\cdot\Gamma_{\gamma}\cdot t\cdot R_{\gamma}\cdot n}{d_{1i}^{\ 2}}\times 9.24$$

式中：$\dot{H}_{\gamma 1}$—后装机治疗时，距离后装机治疗室墙外 0.3m 处 γ 射线年剂量率，（mSv/a）；

A—Ir-192 源活度，（10Ci）；

Γ_{γ}—距源 1 米处照射量率常数，（$0.46\,{R\cdot m^2}/{h\cdot Ci}$）；

t—γ 放射源年治疗时间，（667h）；

R_{γ}—治疗室墙体对 Ir-192 源 γ 射线减弱因子；

n —居留因子，见表 6-3-4；

9.24——照射量（R）对于当量剂量（mSv）的转换系数；

d_{1i}—放射源在人体内时，与后装机机房墙外 0.3m 处之间的距离，（m）。

（2）后装机停止治疗时（放射源在后装机内）对环境的辐射影响

$$H_{\gamma 2}=\frac{\dot{D}_0\cdot r_0^2\cdot T\cdot R_{\gamma}\cdot n}{d_{2i}^2}\times 1.1$$

式中：$\dot{H}_{\gamma 2}$—后装机停止治疗时，距离后装机治疗室墙外 0.3m 处 γ 射线年剂量率，（mSv/a）；

$\dot{D}_0$——贮源器内装载最大容许活度时，距离贮源器表面 5cm 处的任何位

置 ，泄漏辐射的空气比动能率不得大于 100μGy·h^{-1} ；

r_0——源至后装机表面 5cm 处的距离，（0.2m）；

T——放射源在后装机内时，关键人群组受后装机辐照时间，8093h；

R_γ—治疗室墙体对 Ir-192 源 γ 射线减弱因子；

n——居留因子，见表 6-3-5；

d_{2i}——放射源在后装机内时，距离后装机治疗室墙外 0.3m 处，（m）。

（3）后装机的辐射环境影响

$$H_\gamma = H_{\gamma 1} + H_{\gamma 2}$$

6.2.2.2 预测点位的布设

预测点位布设情况、屏蔽墙体材料及厚度见表 6-2-3。

表 6-2-3 预测点位布设情况、屏蔽墙体材料及厚度

序号	预测点位	具体环境	屏蔽物	屏蔽材料及厚度
工作人员				
1	后装机房北侧墙外 0.3m	控制室	北侧墙	800mm 混凝土
公众				
2	后装机房屋顶以上 0.3m	屋顶空地	顶板	800mm 混凝土
3	后装机房西侧墙外 0.3m	西侧墙	西侧墙	800mm 混凝土
4	后装机房南侧墙外 0.3m	南侧墙	南侧墙	800mm 混凝土
5	后装机房东侧墙外 0.3m	东侧墙	东侧墙	800mm 混凝土

6.2.2.3 预测结果

（1）后装机治疗时，预测参数及结果见表 6-2-4。

表 6-2-4 治疗时预测参数及结果

序号	Ai（Ci）	Γ_y $R\cdot m^2/h\cdot Ci$	t（h）	R_γ	n	d_{1i}（m）	$\dot{H}_{\gamma 1}$（mSv/a）
工作人员							
1	10	0.46	667	3.80E-06	1	3	1.20E-02

公众							
2	10	0.46	667	3.80E-06	1/20	5.3	1.92E-04
3	10	0.46	667	3.80E-06	1/5	2.5	3.45E-03
4	10	0.46	667	3.80E-06	1/20	3	5.99E-04
5	10	0.46	667	3.80E-06	1/4	4.5	1.33E-03

（2）后装机停止治疗时，放射源在后装机内的预测参数及结果表 6-2-5。

表 6-2-5 放射源在后装机内的预测参数及结果

序号	$\dot{D}_0$（mGy/h）	r_0（m）	T（h）	R_γ	n	d_{2i}（m）	$\dot{H}_{\gamma 2}$（mSv/a）
工作人员							
1	0.1	0.2	8093	3.80E-06	1	3	1.50E-05
公众							
2	0.1	0.2	8093	3.80E-06	1/20	5.3	2.41E-07
3	0.1	0.2	8093	3.80E-06	1/5	2.5	4.33E-06
4	0.1	0.2	8093	3.80E-06	1/20	3	7.52E-07
5	0.1	0.2	8093	3.80E-06	1/4	4.5	1.67E-06

（3）叠加后的后装机辐射环境影响的结果见表 6-2-6。

表 6-2-6 后装机的辐射环境影响的结果

序号	预测点位	具体环境	叠加后的 H（mSv/a）
工作人员			
1	后装机房北侧墙外 0.3m	控制室	1.20E-02
公众			
2	后装机房屋顶以上 0.3m	屋顶空地	1.92E-04
3	后装机房西侧墙外 0.3m	西侧墙	3.45E-03
4	后装机房南侧墙外 0.3m	南侧墙	5.99E-04
5	后装机房东侧墙外 0.3m	东侧墙	1.33E-03

6.2.2.4 后装机的辐射环境影响分析与评价

由表 6-2-6 看出，后装机周围预测点处年有效剂量最大值出现在后装机房西侧墙外 0.3m 处，为 3.45×10^{-3} mSv/a，小于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 有关关键组的成员所受到的年有效剂量 1mSv 的限值，及后装机的 0.1mSv/a 的剂量约束值。控制室内工作人员的年剂量当量为 1.20×10^{-2}mSv/a，符合本项目职业人员 2mSv/a 的剂量约束值。

6.2.3 后装机与 PET 中心叠加后的辐射环境影响分析与评价

本项目后装机机房与 PET 中心回旋加速器室和化学合成室距离较近，选取后装机机房附近的参考点，考虑与 2007 年通过审批的闪烁摄影装置项目环境影响评价报告表中的数据进行叠加，分析叠加后的辐射环境影响。

参考点的布设和计算结果见表 6-2-7，具体位置见附图 6。

表 6-2-7 后装机与 PET 中心叠加后的辐射环境影响

预测点序号	预测点名称	改扩建前剂量（mSv/a）	本项目剂量（mSv/a）	改扩建后剂量（mSv/a）
工作人员				
1	后装机房北侧墙外 0.3m	9.86E-02	1.20E-02	**1.11E-01**
本项目预测点　公众				
2	后装机房屋顶以上 0.3m	9.64E-04	1.92E-04	**1.16E-03**
3	后装机房西侧墙外 0.3m	1.07E-02	3.45E-03	**1.42E-02**
4	后装机房南侧墙外 0.3m	2.66E-03	5.99E-04	**3.26E-03**
5	后装机房东侧墙外 0.3m	3.05E-02	1.33E-03	**3.18E-02**
闪烁摄影装置项目中预测点　公众				
B1	回旋加速器机房西墙外 0.3m	3.43E-02	1.81E-04	**3.45E-02**
B2	回旋加速器机房南墙外 0.3m	3.94E-02	9.08E-04	**4.03E-02**
B3	化学合成室西墙外 0.3m	5.89E-02	5.35E-04	**5.94E-02**
B4	化学合成室防护门外 0.3m	1.48E-04	2.64E-04	**4.12E-04**

B5	化学合成室屋顶外 0.3m	1.44E-02	6.81E-05	**1.45E-02**

由表 6-2-7 的结果可知，经叠加计算后，后装机机房周围预测点的年剂量当量均符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组的成员所受的照射年有效剂量限值为 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。控制室内工作人员的年剂量当量符合本项目职业人员 2mSv/a 的剂量约束值。

6.2.4《后装γ源近距离治疗卫生保护标准》GBZ121-2002 的基本要求及项目实际情况

本项目实际设计情况与《后装γ源近距离治疗卫生保护标准》（GBZ121-2002）的基本要求相对比的符合性见表 6-2-8。

表 6-2-8 本项目与《后装γ源近距离治疗卫生保护标准》（GBZ121-2002）对比的符合性

序号	标准要求	本项目实际情况	符合性
1	退役放射源必须及时退还生产厂家或送指定的放射性废物库统一处理货妥善保存。	及时由生产厂家回收	符合
2	放射治疗室必须经专业人员设计，治疗室必须与准备室和控制室分开设置。治疗室使用面积应不小于 20m^2。	放射治疗室经专业人员设计，治疗室与准备室和控制室分开设置。治疗室使用面积为 20.5m^2。	符合
3	治疗室入口必须采用迷路设计，设置门机联锁，并在治疗室上要有声、光报警。治疗室内应设置使放射源迅速回贮源器的应急开关与放射源监测器。	治疗室入口采用迷路设计，设置门机联锁，治疗室上有声、光报警。治疗室内设置使放射源迅速回贮源器的应急开关与放射源监测器。	符合
4	治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化的原则，确保工作人员及公众的受照剂量小于相应的年剂量限值。	治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度符合防护最优化的原则，可以保证工作人员及公众的受照剂量小于相应的年剂量限值。	符合
5	在控制室与治疗室之间应设观察窗（或监视器）与对讲机。	在控制室与治疗室之间设监视器与对讲机。	符合

6.2.5 辐射安全防护设施评价

装置安全设施：设有防止非工作人员操作的锁定开关，施源器与源联锁，管道堵自动回源，仿真源模拟运行。主机外表设有电离辐射警示标志，控制台显示放射源位置，.控制台设有紧急停止照射按钮，配备停电或意外中断照射时自动回源装置，有手动回源措施。

场所安全设施方面：设有治疗室固定式辐射水平监测仪，治疗室有迷道，治疗室门与出源联锁，设有放射源返回储源器的应急开关，设置治疗室电视监控对讲装置，入口处电离辐射警示标志，入口处源工作状态显示，停电或意外中断照射时声光报警，个人剂量计和个人剂量报警仪。

6.3 III类射线装置辐射环境影响评价

6.3.1 简介

本项目III类射线装置列表见表 6-3-1。

表 6-3-1 本项目III类射线装置列表

序号	装置名称	规格型号	位置	电压(kV)	电流(mA)	生产厂家	备注
1	模拟定位机	Acuity	放射诊疗中心模拟定位室	150kV	300mA	瓦里安	新购

6.3.2 实体屏蔽措施

本项目III类射线装置的墙体、屋顶及门窗的屏蔽措施详见表 6-3-2。

表 6-3-2 III类射线装置的墙体、屋顶、地面及门窗的屏蔽措施

序号	设备名称及型号	房间长宽高（m）	墙体屏蔽措施	门窗铅当量
1	模拟定位机	6.06×5.76×4.1	墙体为 370mm 钢筋混凝土 屋顶为 800mm 钢筋混凝土	门 5mm 窗 3mm

III类射线装置的实体屏蔽措施与《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013 和《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》GBZT180-2006 的符合性详见表 6-3-3。

表 6-3-3 III类射线装置的实体屏蔽措施与标准的符合性

编号	标准要求	本项目实体屏蔽措施	是否符合
《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013			
1	X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	已充分考虑邻室（含屋顶）及周围场所的人员防护与安全。	符合
2	每台 X 射线机应设有单独的机房。CT 机房内最小有效使用面积不小于 30 m^2，机房内最小单边长度不小于 4.5m。	设有单独机房，机房内有效使用面积为 35m^2，机房内最小单边长度为 5.76m。	符合
3	CT 机房的屏蔽防护要求：有用线束方向和非有用线束方向均不小于铅当量 2.5mm（较大工作量）。	CT 机房有用线束方向和非有用线束方向的屏蔽防护均不小于铅当量 2.5mm。	符合
4	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。	已合理设计机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗具备足够的防护厚度。顶棚和地板满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。	符合
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。	机房设有观察窗，设置的位置便于观察到患者和受检者状态。	符合
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。	机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房已设计通风装置，保持良好的通风。	符合
7	机房门外应有电离辐射警示标志、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。	机房门外拟设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处拟设警示语句；机房门设有闭门装置，且设计工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	符合

8	每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 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	每台 X 射线设备根据工作内容，拟配备不少于表 4 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，其数量能满足开展工作需要	符合
《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》GBZT180-2006			
9	CT 机房一般屏蔽要求如下： 一般工作量下的机房屏蔽：16cm 混凝土（密度 2.35 t/m^3 ）或 24cm 砖（密度 1.65 t/m^3 ）或 2mm 铅当量。	墙体为 370mm 钢筋混凝土 屋顶为 800mm 钢筋混凝土	符合

6.3.3 辐射环境影响预测

本节内容为计算模拟定位机对周围环境及屋顶的辐射环境影响。模拟定位机的设备参数及屏蔽措施详见表 6-3-4，其位置及周边环境详见附图 3。模拟定位机可用于透视和摄影，实际使用的最大电压为 110kV，最大电流为 80mA，最大的工作电压和工作电流均用于透视。该模拟定位机每周接待病人的数量为 40 人，主要用于采用传统普通放疗技术的病人，多为晚期姑息性病人。

表 6-3-4　模拟定位机的参数及屏蔽措施

最大工作电压	110kV
最大工作电流	80mA
过滤板材料及厚度	铝 0.5mm
每位病人最长透照时间	1min
每周接待病人的数量	40 人
每年工作多少周	50
机房东侧	控制室
机房北侧	走道
机房南侧	库房
机房西侧	铅模室

机房楼上	屋顶空地
机房楼下	无
机头距离东西南北墙距离	距南墙 2.88 米；距北墙 2.88 米；距东墙 3.63 米，距西墙 2.43 米
机头距屋顶距离	机头距屋顶最近 2.87 米
机头距地面距离	机头距地面 1.23 米
照射方向	可旋转，向南、向北或向上

参考《辐射防护手册》（第一分册）公式（10.8）对本项目主屏蔽墙进行计算。该公式为：

$$P=\frac{\dot{X}\cdot B\cdot W\cdot U\cdot T}{d^2}$$ （公式 6-3-1）

式中，P—年有效剂量，R/周；

$\dot{X}$—每 mA 管电流产生的 X 射线在 1m 处的照射量率, $R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$，根据电压及过滤板材料查《辐射源与屏蔽》（第一分册）书中 236 页图 4.4c；

B—减弱因子，根据防护墙材质、厚度和射线装置电压查《辐射源与屏蔽》（第一分册）书中 438 页图 10.5a 和 444 页图 10.5g；

d—X 射线源与参考点之间的距离，见表 6-3-6；

W—每周工作负荷，$mA\cdot min\cdot Week^{-1}$，本项目模拟定位机的最大工作电流为 80mA，每位病人的曝光时间为 1min，每周接待病人的数量为 40 人，因此本项目 W 值==$80mA\times40\times1min\cdot Week^{-1}=3200mA\cdot min\cdot Week^{-1}$；

U—射线利用因子；

T—居留因子

其次，考虑侧向漏束和散射束的屏蔽。由于一般 X 射线机的侧向漏束较小，起决定作用的是人的散射束。防护泄漏辐射和人体散射辐射的屏蔽称次级屏蔽。参考《辐射防护手册》（第一分册）公式（10.10）对次级屏蔽墙进行计算。该公式为：

$$P=\frac{\dot{X}\cdot W\cdot U\cdot T\cdot \alpha\cdot s\cdot B}{{d_0}^2\cdot {d_s}^2}$$ （公式 6-3-2）

α—人体对入射 X 射线的散射比，$\alpha=\frac{\alpha_0}{400}$，$\alpha_0$ 为 $100cm^2$ 散射面积人体对 X 射线

的散射照射量与入射照射量之比，查《辐射防护手册》（第一分册）第 437 页表 10.1 得 α_0 为 0.0015，经计算的 α =3.75×10^{-6}；

s —散射面积，100cm^2；

d_0—机头与受照体的距离，0.3m；

ds —受照体与参考点之间的距离，m，见表 6-3-7；

其余符号与公式 6-4-1 相同。

预测点的具体位置见附图 3。

表 6-3-5 预测点位布设情况、屏蔽墙体材料及厚度

序号	预测点位	屏蔽物	屏蔽材料及厚度
公众			
6	模拟定位室屋顶以上 0.3m	屋顶	800mm 钢筋混凝土
7	模拟定位室北侧防护门外 0.3m	铅防护门	铅板 5mm 铅当量
8	模拟定位室南侧墙外 0.3m	南侧墙	370mm 钢筋混凝土
9	模拟定位室西侧墙外 0.3m	西侧墙	370mm 钢筋混凝土
工作人员			
10	模拟定位室东侧铅玻璃外 0.3m	防护窗	铅玻璃 3mm 铅当量

对主屏蔽的计算中各参数设置及计算结果详见表 6-3-6。

表 6-3-6 主屏蔽的计算中各参数设置及计算结果

点位	$\dot{X}$ R·mA^{-1}·min^{-1}	B	W mA·min·Week^{-1}	U	T	d m	P R/周	P mSv/a
公众								
6	3	5.00E-15	3200	1	1/20	3.97	1.52E-13	6.65E-11
7	3	1.70E-07	3200	1	1/8	3.55	1.62E-05	7.07E-03
8	3	1.60E-07	3200	1	1/20	3.55	6.09E-06	2.66E-03

对次级屏蔽的计算中 α =3.75×10^{-6}， s =100cm^2， d_0=0.3m，其余各参数设置及计算

结果详见表 6-3-7。

表 6-3-7 次级屏蔽的计算中各参数设置及计算结果

点位	$\dot{X}$ R·mA^{-1}·min^{-1}	*W* mA·min·Wee^{k-1}	*U*	*T*	B	ds m	P R/周	P mSv/a
公众								
9	3	3200	0.25	1/4	1.60E-07	3.1	4.16E-08	1.82E-05
工作人员								
10	3	3200	0.25	1	2.30E-05	4.3	1.24E-05	5.43E-03

经计算，模拟定位机对公众的周围环境剂量最大值出现在模拟定位室北侧防护门外 0.3m，剂量当量为 7.07×10^{-3} mSv/a，符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组的成员所受的照射年有效剂量限值为 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。模拟定位机控制室的环境剂量当量为 5.43×10^{-3}mSv/a，满足本项目对职业人员的剂量约束值 2mSv/a 的要求。

6.3.4 辐射防护措施

（1）III类射线装置机房已经设计进行隔室操作。

（2）四面墙、天花板具备符合标准的屏蔽能力，观察窗和门已经做好屏蔽防护。

（3）候诊位设置合理。

（4）入口处设置电离辐射警示标志，拟配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

6.4 对环境保护目标的辐射环境影响分析

本项目周围 200m 范围内主要环境保护目标图见附图 5。主要环境保护目标的情况见表 3-1，距离本项目最近的环境保护目标为中国农业银行党校。

$$X_1 = \frac{X_2 \cdot R_2^2}{R_1^{\ 2}}$$ （公式 6-4-1）

式中：X_1-为距离为 R_1 时的剂量率；

R_1-为第一参考点距源的距离；

X_2-为距离为 R_2 时的剂量率；

R_2-为第二参考点距源的距离。

以中国农业银行党校作为计算点，根据公式 6-4-1 计算中国农业银行党校所在位置的辐射环境剂量当量。计算结果见表 6-4-1。X_2 取机房周围公众受到的照射年剂量当量

中的最大值，计算点的居留因子取 1。

表 6-4-1 环境保护目标的辐射环境剂量当量

房间名称	中国农业银行党校（mSv/a）
第一治疗室	8.50E-11
后装机	4.43E-06
模拟定位机	2.93E-05
合计	3.37E-05

由于中国农业银行党校与本项目之间的距离为 156m，其它放射诊疗装置对中国农业银行党校的辐射环境影响均小于 1×10^{-4}mSv/a，因此本环评中仅对本项目的辐射环境影响进行计算。根据计算结果，本项目对计算点的辐射环境剂量当量值为 3.37×10^{-5}mSv/a，其余环境保护目标的辐射环境剂量当量均小于该值，因此本项目环境保护目标的环境剂量当量符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组成员所受的照射年有效剂量限值为 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

7 环保投资明细

本项目环保投资详见表 7-1。由于本项目为改扩建项目，表格中只列出改扩建的环保投资，本项目不增加新的放射性工作人员，因此不增加个人剂量计的数量。

表 7-1 环保投资明细

序号	项目	数量	价格（万元）
1	X、γ 环境辐射巡测仪	1	3
2	X、γ 个人辐射报警仪	3	0.5
3	屏蔽防护（土建工程、铅板铺设、防护门窗、室内铅屏风等）	——	150
4	其他（人员防护服装、警示标志警示灯安装、人员培训、环境监测）	——	2
	合计		155.5

8 辐射环境管理

8.1 辐射安全管理机构

天津市肿瘤医院的辐射安全管理机构为医务处。天津市肿瘤医院成立了放射卫生防护管理组，具体构成及组织管理关系见附件 7。

8.2 规章制度

本单位应当制订一系列辐射防护管理制度，所需制订的制度包括：

（1）《辐射安全与防护管理规定》

（2）《操作规程》

（3）《辐射安全和防护设施维护维修制度》

（4）《保安管理制度》

（5）《放射源管理制度》

（6）《监测方案》

（7）《监测仪表的使用与校验管理制度》

（8）《辐射工作人员培训/再培训管理制度》

（9）《辐射工作人员个人剂量管理制度》

（10）《辐射事故应急预案》

（11）《职业健康监护档案管理制度》等制度

编制的安全使用管理制度应结合单位的情况满足以下相应的专用要求：

（1）医用加速器

①放射治疗场所放射工作人员（包括放疗医师、技师、物理师）的岗位职责；

②放射防护的自主和监督监测（涉及放射治疗质量保证检测、工作场所外照射防护监测）、检测工作的质量保证措施；

③放射事故的应急预案（针对治疗期间人员误入情况、患者受到超剂量照射的情况等，包括报告、处置、应急演练计划等）。

（2）后装机

①密封放射源的购置、运输、贮存、保管、倒装、使用、归还、退役的登记和定期核查；

②接触密封源放射工作人员的岗位职责；

③放射防护的自主监测和监督监测（涉及工作场所外照射防护监测、现场控制区和监督区的划分）的方案、检测工作的质量保证措施；

④放射事故的应急预案（针对损坏、丢失和被盗的情况，包括报告、处置、应急演练计划等）。

（3）模拟定位机

①放射工作人员（包括医师、技师等）的岗位职责；

②放射防护的自主监测和监督监测（涉及工作场所外照射防护监测）的方案、监测工作的质量保证措施；

③影像质量控制（涉及日常的校准和定期的设备检测）检测等。

本单位已制定的制度见附件 8。

8.3 应急预案

本项目使用放射性射线装置，本单位根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，对直线加速器、后装机及模拟定位机放射诊疗意外情况下，辐射工作人员和患者因受意外照射，或患者因受错误照射而产生的辐射事故；对射线装置安全联锁控制系统故障，射线装置损坏、照射条件相关参数错误、射线照射失控的情况下，对操作人员或者患者造成的照射的辐射事故，做好应急准备，结合单位的实际情况，制定了《辐射事故应急预案》， 应急预案见附件 9。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

8.4 安全培训及健康管理

①本项目不增加新的辐射工作人员，涉及的辐射工作人员共 21 人，均已参加有资质单位的辐射安全知识培训并通过考核。随着新增设备的开展，医院若再增加辐射工作人员，同样也须参加有资质单位的辐射安全知识培训和考核。

②所有辐射工作人员均须正确佩带个人剂量计及个人剂量报警仪。

③医院须严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对辐射工作人员进行每三个月的个人剂量监测和和每两年的职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

8.5 放射防护监测与安全设施检查

按照国家相关规定，医院在日常工作中应当对放射诊疗设备和场所定期进行放射防护检测和安全设施检查，以确保其处于良好的运行状态，并做好记录。具体检查科目及程序详见附件 10。

9 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条、第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置和生产放射性同位素的单位应具备相应的条件。对其从事辐射活动能力的评价见表 9-1：

表 9-1　天津市肿瘤医院从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一)应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	设立“辐射安全管理管理小组”，并明确职责。
（二)从事辐射工作的人员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。	涉及的辐射工作人员共 21 人，均已参加有资质单位的辐射安全知识培训并通过考核。
（三)放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	已制定相应的操作规程并张贴电离辐射警示标志和工作指示灯。
（四)配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	配有一定数量的铅衣、铅围脖、铅帽、铅围裙等防护用品。拟配备环境 X-γ 剂量率仪、个人剂量报警仪和表面污染测定仪等。
（五）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定部分，需完善
（六）有完善的辐射事故应急措施。	已制定完善的辐射事故应急措施。
配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	配置了相应的质量控制检测设备与防护仪器，设有医学物理工作人员负责质量保证与质量控制检测工作。

以上分析表明，天津市肿瘤医院在全面完成上述规定的条件后，其从事辐射活动能力基本满足法律法规的要求。

10 结论

10.1 实践正当性分析

随着医院业务量的增加，为更好服务于患者诊断的需要，天津市肿瘤医院拟建设“扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和医用放射源项目”，该项目的实施能够提高诊疗水平，

且开展诊疗工作的目的为了救治病人，保障公众健康，其获得利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

10.2 选址合理性分析

本项目核技术应用项目的机房均位于建筑物的一层，充分考虑了周围场所的防护与安全，以及患者就诊和临床应用的便利性，为相对独立的区域，对公众影响较小。因而从辐射环境保护方面论证，该项目选址是可行的。

10.3 对环境保护目标的辐射环境影响

仅考虑本项目的辐射环境影响，对计算点的辐射环境剂量当量值为 4.43×10^{-6}mSv/a，其余环境保护目标的辐射环境剂量当量均小于该值，因此本项目环境保护目标的环境剂量当量符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组成员所受的照射年有效剂量限值为 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

10.4 辐射安全防护设施评价

第一治疗室的辐射防护措施的设计符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）的要求。设计在控制间设有电视监视屏，观察机房内的状况，设有与机房通话的对讲机。治疗室外醒目处已设计安装辐照指示灯及辐射危险标志。控制台有防止非工作人员操作的密码锁，控制台有紧急停机按钮，治疗室入口处必须设置防护门和迷路治疗室门与束流连锁，准备出束时治疗室内有对讲装置提示，入口有加速器工作状态显示，治疗室内有紧急停机按钮，治疗床有紧急停机按钮，治疗室内设置固定式剂量报警仪，拟配备便携式辐射监测仪器仪表、个人剂量报警仪和个人剂量计。已设计专门的通风管道保持良好的通风。设计的穿越防护墙的导线、导管等不影响其屏蔽防护效果。

后装机机房的装置安全设施：主机外表拟贴设电离辐射警示标志，入口处张贴电离辐射警示标志，入口处源工作状态显示。已设计防止非工作人员操作的锁定开关、施源器与源联锁、管道堵自动回源和仿真源模拟运行。已设计控制台显示放射源位置、控制台紧急停止照射按钮、停电或意外中断照射时自动回源装置、手动回源措施。拟设置治疗室固定式辐射水平监测仪、治疗室门与出源联锁、放射源返回储源器的应急开关、治疗室电视监控对讲装置、停电或意外中断照射时声光报警。拟配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

本医院已按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130－2013）对该院模拟定位

室进行屏蔽防护设计工作。模拟定位室已经设计进行隔室操作，观察窗和门已经做好屏蔽防护，候诊位设置合理，入口处设置电离辐射警示标志，拟配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

综上所述，医院辐射工作场所及周围辐射环境监测结果以及辐射环境影响分析可知，各射线装置使用场所的实体屏蔽能力符合相应标准的要求。

该建设项目辐射安全的控制措施包括了辐射防护与安全设施、安全操作、健康监护、危害因素检测、事故应急处理、辐射防护与安全管理等项，辐射安全防治项目齐备，能够有效控制辐射安全。

10.5 辐射环境评价

在未开机的状态下，第一治疗室和后装机房周围环境辐射水平在（46.0～174）nGy/h范围内；此值在2010年天津市辐射环境质量报告数据范围即（45.8～178.6）nGy/h范围内，即在天津市环境本底范围内。

本环评要求加速器机房屋顶主屏蔽墙增加35cm厚混凝土或与之屏蔽能力相等的其它屏蔽材料。加速器机房屋顶主屏蔽墙增加35cm厚混凝土后，该建设项目辐射屏蔽设计方案可行，放射性污染防治措施合理、有效，加速器机房、后装机房和模拟定位室周围环境年剂量当量均符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》公众中有关关键组的成员所受的照射年有效剂量限值为1mSv/a和剂量约束值0.1mSv/a的要求。控制室内部预测点年剂量当量满足本项目对工作人员 2mSv/a 的管理限值的要求。项目的辐射安全设施满足GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求。报告中所使用最大工作电压、最大工作电流的数据为计算所用的数据，实际工作中必须严格遵守工作电压、工作电流不得超过此数据的要求。

10.6 结论

综上所述，天津市肿瘤医院扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和医用放射源项目，在充分落实本报告提出的污染防治措施和管理制度后，将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，其运行对周围环境产生的辐射影响能符合环境保护的要求，故从辐射环保角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

10.7 建议

（1）应针对建设项目放射诊疗装置和场所的运行特征和具体情况，在严格实施并完善现有辐射防护管理制度的同时，补充并落实放射诊疗相关的管理规程。

（2）本项目计划于2014年8月投入运行，2014年10月申请验收。在项目建设中，

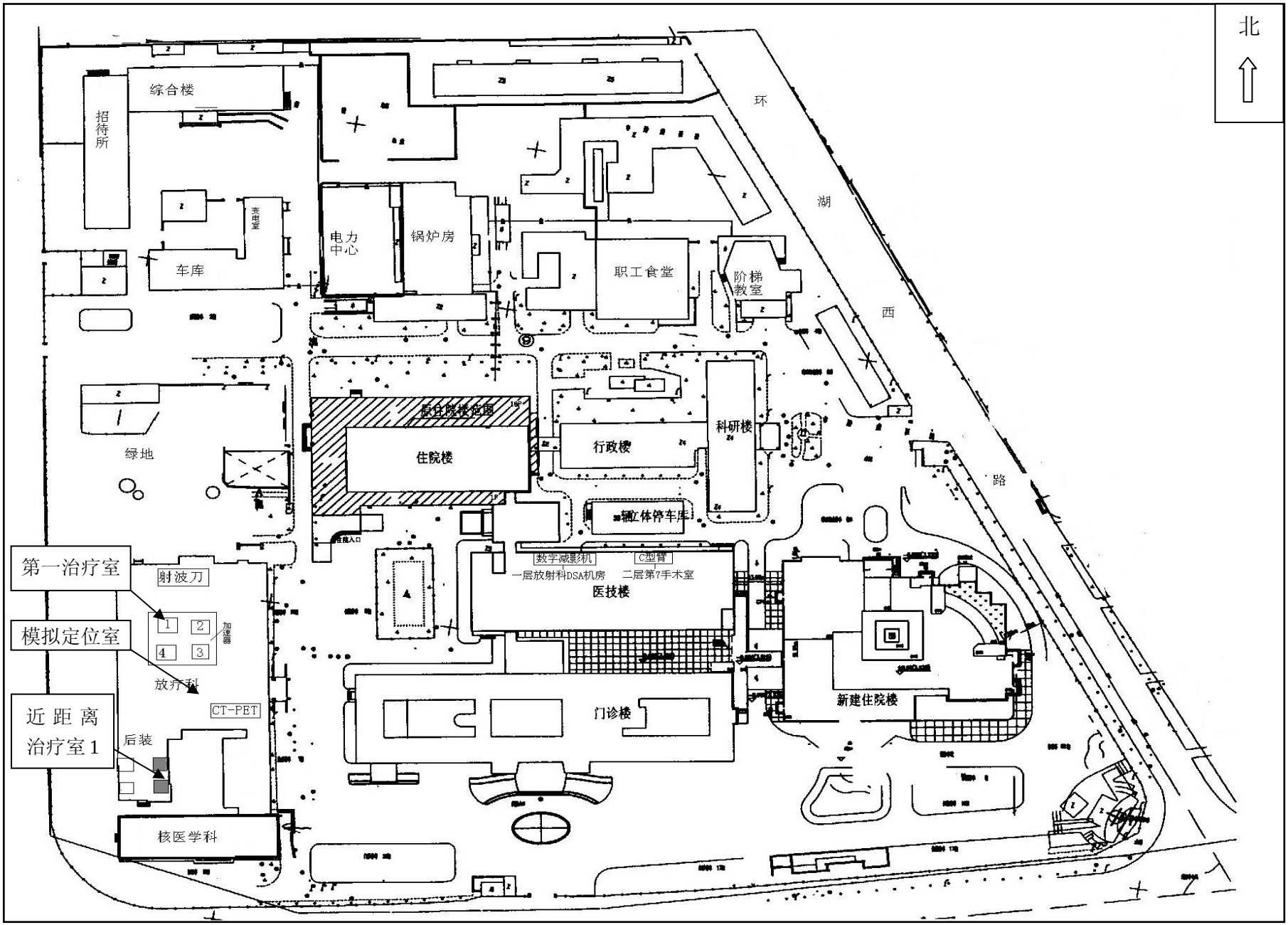
应根据环境影响评价提出的结论与要求落实相关工作；在场所竣工、设备安装调试完成后，应申请办理《辐射安全许可证》。在取得《辐射安全许可证》后投入试运行，在试运行 3 个月内申请项目验收，在取得验收批复后，方可正式投入使用。

表7　　审批

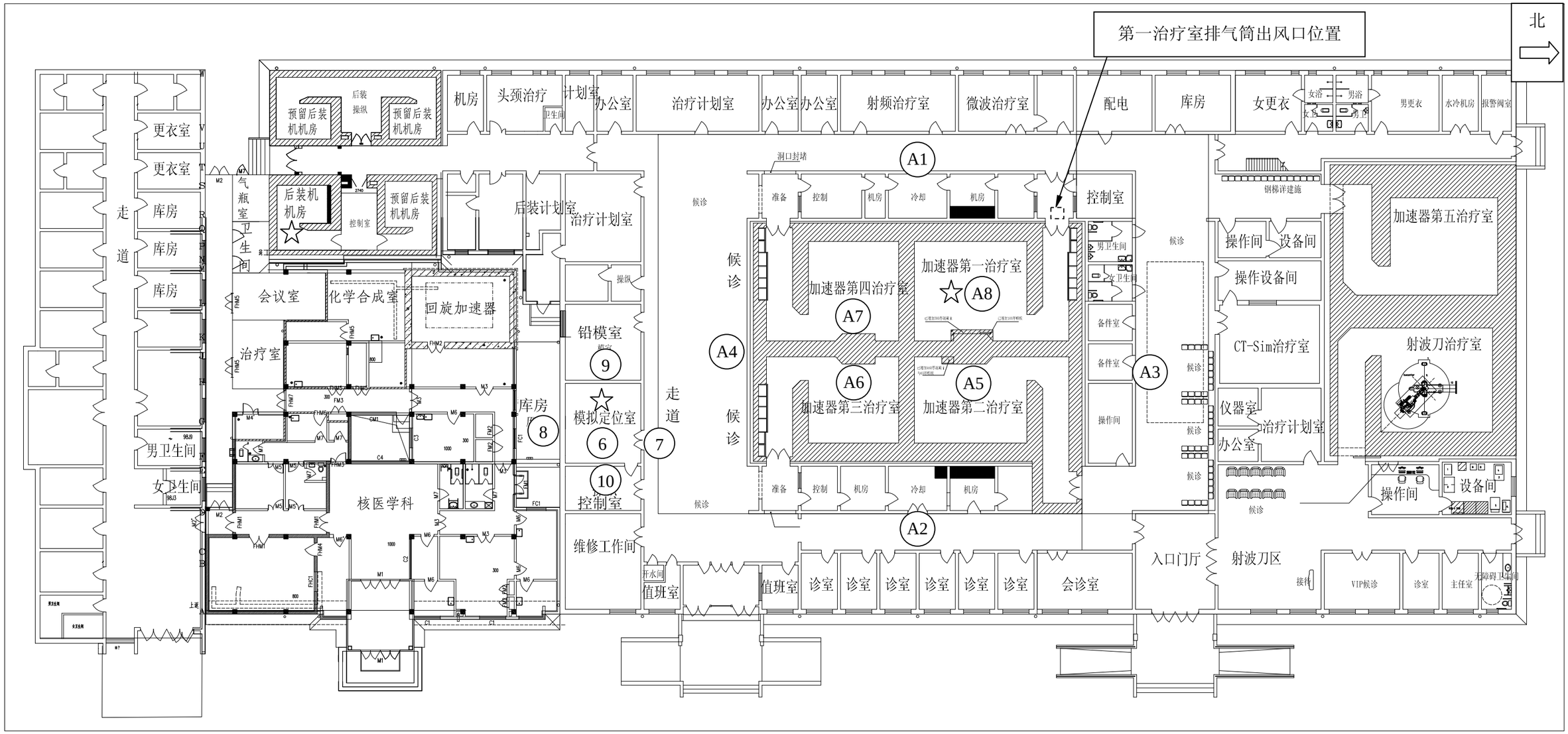
主管单位环保机构预审意见： 已通过放射诊疗许可 经办人签字　　单位盖章 年　月　日　　2014年7月22日	
县（区）环保部门意见 严格落实《报告表》提出的各项污染防治措施及强化辐射环境管理的前提下，同意该项目建设。 单位盖章 2014年7月23日	市（地区）环保部门意见 单位盖章 年　月　日
省级环保部门审批意见： 经办人签字　　单位盖章 年　月　日　　年　月　日	

北
项目地理位置
天塔
红旗南路
周邓纪念馆
西湖
理工大学
天津理工大学
水上公园西路
体育中心
肿瘤医院
奥城商业广场
天津奥林匹克训练场
天津实验动物中心
阳光100国际新城
凌宾路
中石油桥
天津宾馆
天津博物馆
天津市政府
新世纪城
天津市动物园
天津市第九中学
俊城浅水湾
天津广播电视塔
气象台南桥
天津自然博物馆
友谊商厦
万顺温泉花园
天津科学
欧亚花园
紫桂苑
万和商业广场
世纪大厦
谊城公寓
香水园
青年公寓
翠水园
蓝水假期
供热站桥
迪康高尔夫练习场
仁爱濠景庄园
天商书画院
天津实验动物中心
彩虹花园
奥城
南翠屏公园
碧荷桥
龙滨园
滨西立交桥
天津市动物园
鹿园
翠湖温泉花园
立达公寓
宁盛里
宁乐西里
苍穹道
气象台路
天塔道
卫津南路
环湖中路
紫金山路
宾水道
宾馆南道
友谊路
越秀路
快速路
郁江道
外环西路
秀川路
S113
地铁6号线（在建）
地铁5号线

附图 1 项目地理位置图

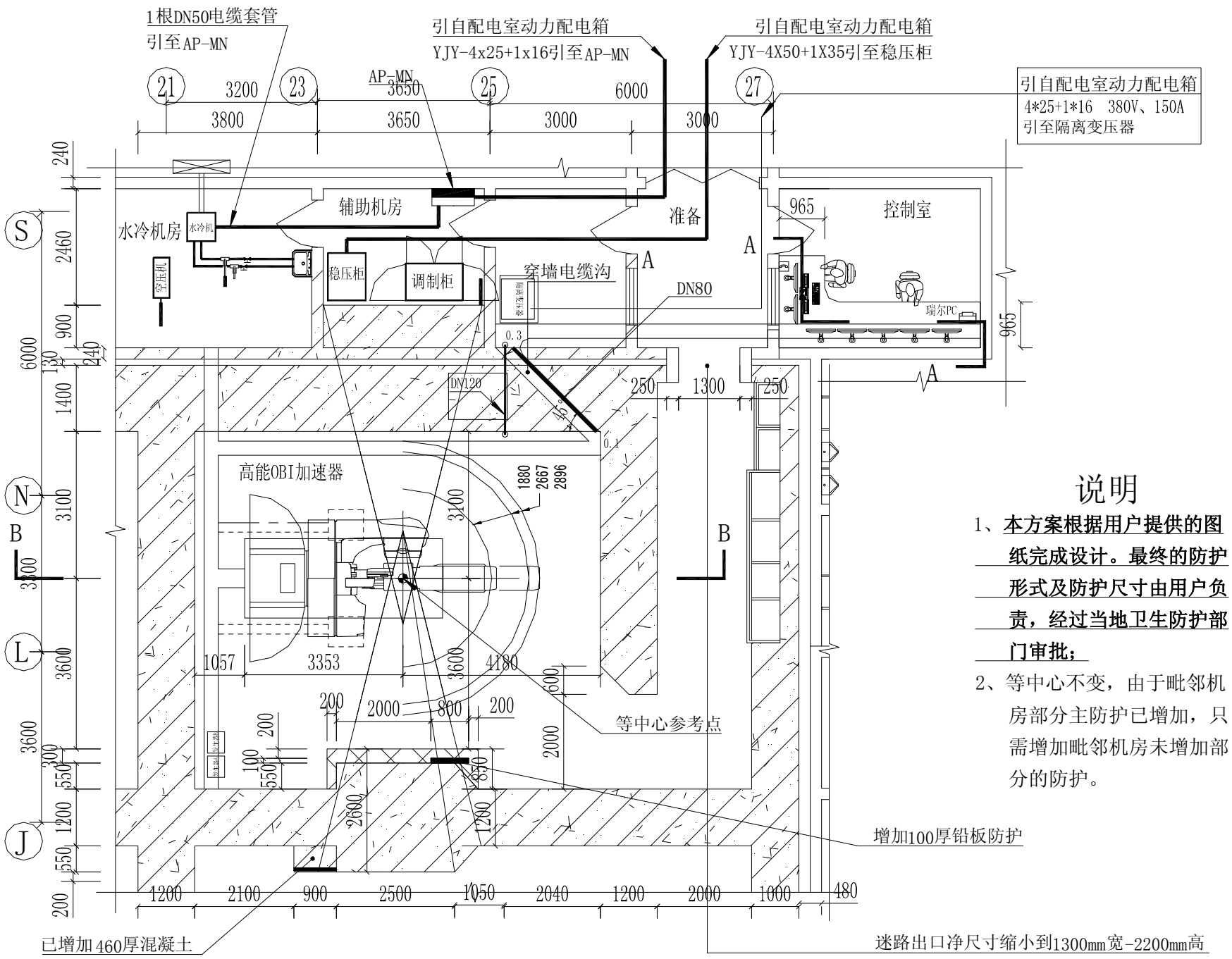


附图 2　医院总平面布局图



☆ 表示本项目涉及设备的位置

附图 3 天津市肿瘤医院放射治疗中心总平面图



说明

1、本方案根据用户提供的图纸完成设计。最终的防护形式及防护尺寸由用户负责，经过当地卫生防护部门审批；

2、等中心不变，由于毗邻机房部分主防护已增加，只需增加毗邻机房未增加部分的防护。

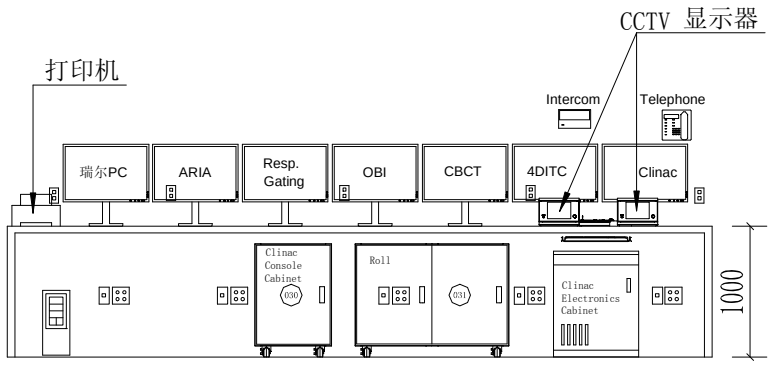
加速器机房新防护方案八

图例：

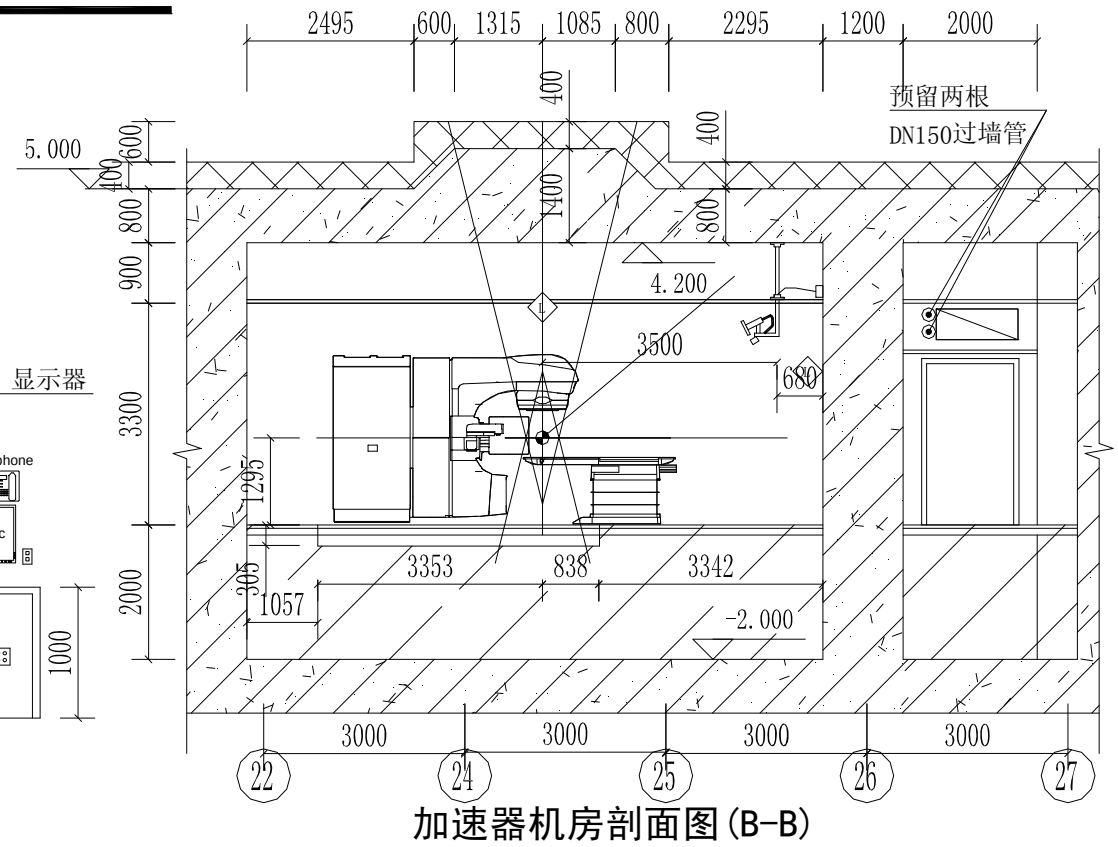
建筑钢筋混凝土
比重不小于2355千克/立方

补充钢筋混凝土
比重不小于2355千克/立方

补充铅砖防护



控制室操作台布置图(A-A)



加速器机房剖面图(B-B)

REFERENCE NOTES

A. THIS DRAWING IS BASED ON INFORMATION PROVIDED BY THE CUSTOMER. VERIFY ALL EXISTING CONDITIONS IN THE FIELD.

B. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

C. THESE DRAWINGS ARE NOT COMPLETE. THE APPROPRIATE CLINAC INSTALLATION DATA PACKAGE (IDP) IS TO BE USED FOR NEW OR REMODELED THERAPY ROOM PLANNING. ALL DRAWINGS AND RAD SHEETS REQUIRED ARE INCLUDED IN THAT PACKAGE.

最终的防护形式和防护尺寸，由用户负责，经省级放射防护部门审批后方可施工。

DESCRIPTION OF CHANGE	INITIAL ISSUE	天津肿瘤医院
CHK		
DATE	17APR13	
REV	0	

DIMENSIONS: ft - in [mm]
NOT FOR CONSTRUCTION
COPYRIGHT ©C VARIAN ASSOCIATES 2009

PCD FILE NO. N012174-9

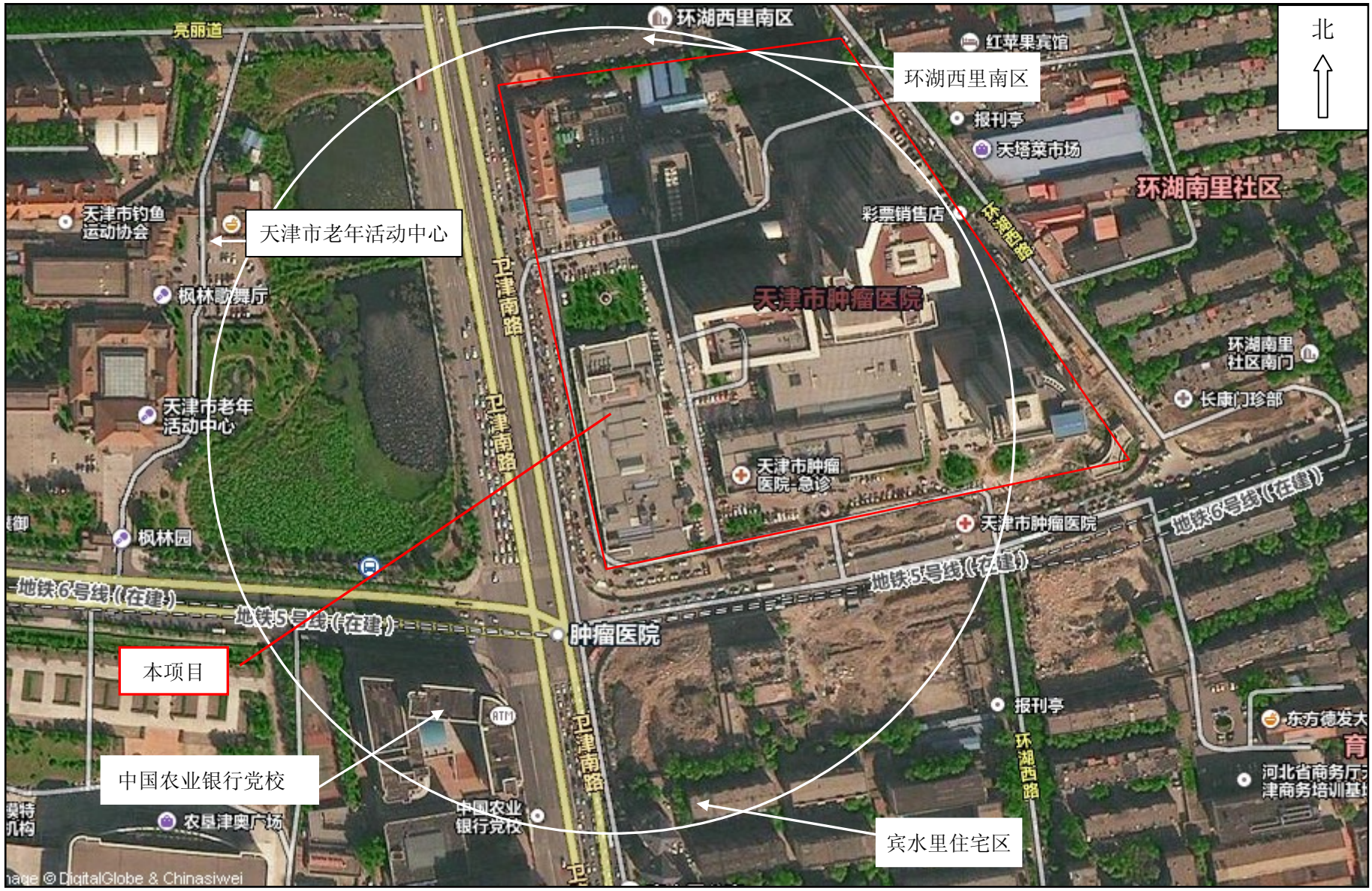
DRAWN	DATE	APPROVED	DATE	APPROVED	DATE
	17APR13				

加速器机房新防护方案八

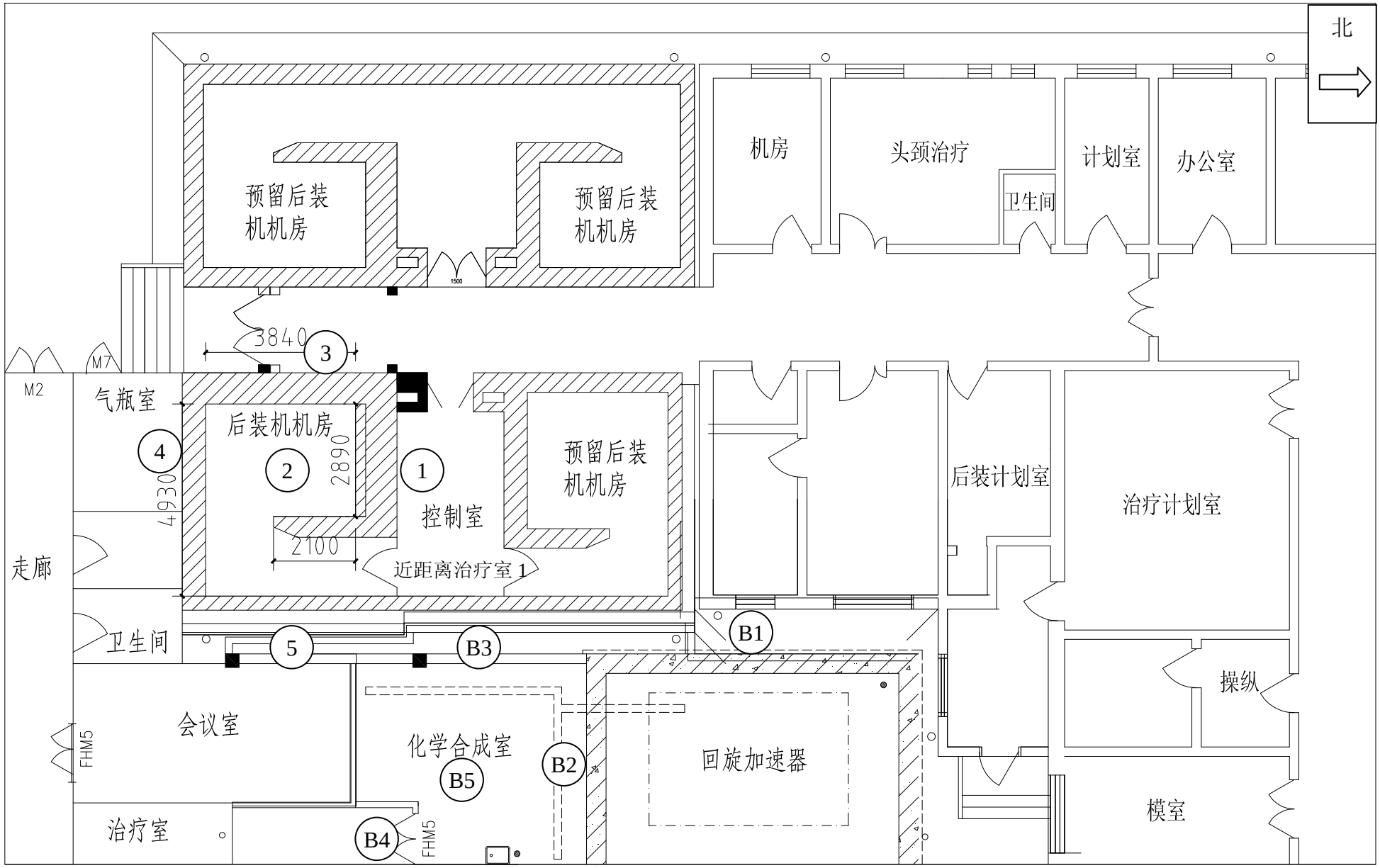
PAGE 1 OF 1

VARIAN medical systems | A3 SIZE | 12174-9 DRAWING NO. | 0 REV.

附图 4 第一治疗室平面布局及剖面设计图



附图 5 本项目周围 200m 范围内环境保护目标图



附图 6　近距离治疗室 1 平面布局及周围环境图

天津市亚瑞环境保护科技中心环评审查会议纪要

项目名称：天津市肿瘤医院改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和Ⅲ类医用放射源项目

项目单位名称：天津市肿瘤医院

参加单位	参加人员	职务、职称	电话
三体市亚瑞环境保护中心	李贵年	正高工	87671929
天津市疾病预防控制中心	商迎庆	主任技师	15822682763
河西区环保局	高宝俭	科长	85582880
天津市生态局	周学武	副主任医师	
天津市环保局	周宏明		87671729
2014.6.12 天津肿瘤医院	王伟钧	主任	18622221625
〃	许军	主任	18622221036
〃	张达光	工程师	13820701845
〃	陈明	主管	13011360817
天津市亚瑞环境保护科技中心	房芳	工程师	87671731

天津市肿瘤医院
改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和Ⅲ类医用放射源项目
环境影响报告表技术审查意见

天津市环境工程评估中心于 2014 年 5 月 27 日组织专家对《天津市肿瘤医院改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和Ⅲ类医用放射源项目环境影响报告表》进行了技术函审，审查意见如下:

一、 项目建设内容及环境可行性

为了扩大医院为患者的服务功能，提高医院的诊疗水平，位于天津市河西区体院北环湖西路的天津市肿瘤医院拟新购置 Chinac iX 型医用直线加速器一台; microSelectron V3 型后装机一台并配源强为 3.7×10^{11}Bq 的 ^{192}Ir 辐射源一枚; Acuity 型模拟定位机一台。

本次拟新购入的医用直线加速器、后装机和模拟定位机均安装在医院院内建有的放疗中心内的相应机房中。放疗中心位于医院内相对独立的区域，均为一层建筑。2014 年 3 月对加速器机房、后装机机房和模拟定位机房周围环境进行了放射性背景值监测，结果表明: 上述机房周围环境的辐射水平均在天津市辐射环境本底值范围内。因此本项目选址可行。

医用直线加速器机房、后装机机房和模拟定位机机房均进行了专门的屏蔽防护设计，符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011) 中的相关要求。上述射线装置的辐射安全防护设施配置齐全完善，符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011) 和《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的相关规定。

因此，本次扩建使用的Ⅱ、Ⅲ类射线装置机房辐射屏蔽设计符合规范; 放射治疗和模拟定位中的放射防护满足相关标准中的要求。

运用模式估算法计算了医用直线加速器、后装机和模拟定位机正常工况下的辐射环境影响，结果表明: 加速器机房、后装机房和模拟定位室周围环境的

年剂量当量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中有关关键组成员所受的照射年有效剂量限值 1mSv 和剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

控制室内预测点年剂量当量满足对工作人员 2mSv/a 管理限值的要求。

因此，本项目符合核技术应用的产业政策和辐射实践的正当性要求。在落实报告表提出的加速器机房屋顶主屏蔽墙加厚及进一步完善辐射防护管理制度与加强诊疗程序监管的条件下，项目具备环境可行性。

二、 环境影响报告表的编制质量

本报告表编制基本规范，评价标准和评价方法的应用符合环评技术要求，运行状态下的辐射环境影响评价结论成立。本报告表经补充完善后可呈报环保行政主管部门审批。

三、对报告表修改的要求

1. 说明 P.30 H_0的来源。

2. P.37 中 O_3室内浓度与排气口浓度为何不同。

3. 补充机房墙体及门外 30cm 处辐射剂量率是否符合屏蔽规范（GBZ/T201.1-2007）的要求。

4. 环保目标剂量迭加应考虑模拟机的贡献。

评审专家:李寅年　安惠民

2014 年 5 月 27 日

天津市肿瘤医院改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和Ⅲ类医用放射源项目

环境影响报告表

技术审查意见修改索引（评估中心）

修改要求	修改情况
1. 说明 P.30 H_0 的来源。	已在第 31 页“6.1.3.3 计算结果”中修改为“本项目直线加速器距靶 1m 处的照射量率为 4Gy·m^2/min ，经换算得到直线加速器距靶 1m 处的辐射剂量率 $\dot{H}_0 = 2.4\times10^8 \mu Sv\cdot m^2/h$”，已按 4Gy·$m^2$/min 进行相应修改。
2. P.37 中 O_3 室内浓度与排气口浓度为何不同。	经核实，原 37 页表 6-1-12 中的计算忽略了氧气的分解，检查了所用公式，加速器室内的臭氧浓度与排气口的臭氧浓度应当是相同的，已在 39 页修改了相应内容，对年排放量和对大气环境质量影响预测也做了相应修改。 按照每小时通风换气次数为 5 次进行了相应修改。
3. 补充机房墙体及门外 30cm 处辐射剂量率是否符合屏蔽规范（GBZ/T201.1-2007）的要求。	已在 33 页说明治疗机房墙和入口门外的周围剂量当量率符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）中的要求。
4. 环保目标剂量迭加应考虑模拟机的贡献。	已在 53 页增加模拟定位机对环境保护目标的贡献，叠加后计算点的辐射环境剂量当量值为 3.37×10^{-5}mSv/a。

建设项目环境保护审批登记表

填表单位（盖章）：　　填表人（签字）：　　项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	天津市肿瘤医院改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类医用射线装置和Ⅲ类医用放射源项目					建设地点	天津市河西区体院北环湖西路							
	建设内容及规模	新购1台医用直线加速器、1台模拟定位机和1台后装机。 对原有第一治疗室进行改建。后装机采用1枚 ^{192}Ir 放射源（Ⅲ类源）进行治疗。					建设性质	□新 建		●改 扩 建		□技 术 改 造			
	行业类别	核技术应用					环境影向评价管理类别	□编 制 报 告 书		●编 制 报 告 表		□填 报 登 记 表			
	总投资（万元）	2383.5	环保投资（万元）	155.5	所占比例（%）	6.5	报告书（表）审批部门		文 号		时 间				
建设单位	单位名称	天津市肿瘤医院			联系电话	13011360817	评价单位	单位名称	天津市亚瑞境保护科技中心			联系电话	87671731		
	通讯地址	天津市河西区体院北环湖西路			邮政编码	300060		通讯地址	天津市南开区复康路17号			邮政编码	300191		
	法人代表	王平			联系人	陈玥		证书编号	国环评证乙字第1109号			评价经费	5万		
建设项目所处区域环境现状	环境质量等级	环境空气：		地表水：		地下水：		环境噪声：		海水：		土壤：		其它：	
	环境敏感特征	□自然保护区 □风景名胜区 □饮用水水源保护区 □基本农田保护区 □水土流失重点防治区 □沙化地封禁保护区 □森林公园 □地质公园 □重要湿地 □基本草原 □文物保护单位 □珍稀动植物栖息地 □世界自然文化遗产 □重点流域 □重点湖泊 □两控区													

染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	排放量及主要污染物	现有工程（已建+在建）				本工程（拟建或调整变更）						总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				
		实际排放浓度（1）	允许排放浓度（2）	实际排放总量（3）	核定排放总量（4）	预测排放浓度（5）	允许排放浓度（6）	产生量（7）	自身削减量（8）	预测排放总量（9）	核定排放总量（10）	“以新带老”削减量（11）	区域平衡替代本工程削减量（12）	预测排放总量（13）	核定排放总量（14）	排放增减量（15）
	废水	-------	-------			------	------									
	化学需氧量															
	氨氮															
	石油类															
	废气	------	------			------	------									
	二氧化硫															
	烟尘															
	工业粉尘															
	氮氧化物															
	工业固体废物															
	它特征污染物与项目有关的其															

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少

2、（12）：指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量

3、（9）=（7）-（8），（15）=（9）-（11）-（12），（13）=（3）-（11）+（9）

4、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年； 水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年

主要生态破坏控制指标	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别或种类数量	影响程度(严重、一般、小)	影响方式（占用、切隔阻断或二者均有）	避让、减免影响的数量或采取保护措施的种类数量	工程避让投资（万元）	另建及功能区划调整投资（万元）	迁地增殖保护投资（万元）	工程防护治理投资（万元）	其　它
	自然保护区										
	水源保护区								--------		
	重要湿地		--------						--------		
	风景名胜区								--------		
	世界自然、人文遗产地		--------						--------		
	珍稀特有动物							--------			
	珍稀特有植物							--------			

类别及形式 / 占用土地（hm^2）	基本农田		林　地		草　地		其　它
	临时占用	永久占用	临时占用	永久占用	临时占用	永久占用	
面　积							
环评后减缓和恢复的面积							

噪声治理	工程避让（万元）	隔声屏障（万元）	隔声窗（万元）	绿化降噪（万元）	低噪设备及工艺(万元)	其它

移民及拆迁人口数量	工程占地拆迁人口	环境影响迁移人口	易地安置	后靠安置	其它

治理水土流失面积	工程治理（Km^2）	生物治理（Km^2）	减少水土流失量（吨）	水土流失治理率（%）

建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：　　填表人（签字）：　　项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称					建设地点							
	行业类别					建设性质	□新建		□改扩建		□技术改造		
	设计生产能力		建设项目开工日期	年　月		实际生产能力			投入试运行日期				
	投资总概算（万元）					环保投资总概算（万元）			所占比例（%）				
	环评审批部门					批准文号			批准时间				
	初步设计审批部门					批准文号			批准时间				
	环保验收审批部门					批准文号			批准时间				
	环保设施设计单位			环保设施施工单位			环保设施监测单位						
	实际总投资（万元）					实际环保投资（万元）			所占比例（%）				
	废水治理（万元）		废气治理（万元）		噪声治理（万元）		固废治理（万元）		绿化及生态（万元）		其它（万元）		
	新增废水处理设施能力	t/d				新增废气处理设施能力	Nm^3/h		年平均工作时	h/a			
建设单位			邮政编码			联系电话			环评单位				

污染排放与总量控制（工业建设项目详填）	污染物	原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)	本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)
	废水												
	化学需氧量												
	氨氮												
	石油类												
	废气												
	二氧化硫												
	烟尘												
	工业粉尘												
	氮氧化物												
	工业固体废物												
	与项目有关的其它特征污染物												

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少

2、(12)=(6)-(8)-(11)，（9）= (4)-(5)-(8)- (11) +（1）

3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；　水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年