

天津市环境工程评估中心文件

津环评审意见[辐 2017]1 号

天津市北辰医院 改扩建使用 II、III 类射线装置（血管造影机、 CT、DR 等医用 X 射线装置） 和使用乙级非密封放射性物质（ ^{125}I 粒子植入）项目 环境影响报告表技术评审意见

天津市环境保护局：

根据委托，天津市环境工程评估中心对《天津市北辰医院改扩建使用 II、III 类射线装置（血管造影机、CT、DR 等医用 X 射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（ ^{125}I 粒子植入）项目环境影响报告表》进行了技术评审，最终形成如下技术评审意见：

一、项目建设内容及环境可行性

位于天津市北辰区北医道 7 号的天津市北辰医院是一所集医疗、教学、科研于一体的三级综合性医院。为了更好地服务于患者，医院拟对放射科、导管室、手术室进行改扩建工程，并将放

射科、导管室等迁至 A 座、B 座和 D 座内。对现有 7 台医用 X 射线装置进行更换，并再购置 6 台医用 X 射线装置。

本次改扩建使用 DSA、CT、DR 等医用 X 射线装置涉及 II 类医用射线装置有 2 台全数字血管造影机和 14 台 III 类射线装置 C 型臂、CT 机、DR、数字胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔 CT 机、移动 X 光机等。

两台全数字血管造影机分别安放在 A 座一层介入一室和介入二室；两台 C 型臂分别安装在 A 座 3 层的第三手术室和第四手术室；除去一台 CT 机和一台 DR 安装在 B 座一层的相应机房内和一台 DR 安装在 D 座一层的机房外，其余 III 类射线装置 CT 机、DR、数字胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔 CT 机均安装在 A 座一层相应的机房内。

^{125}I 放射性粒子分装室位于医院 A 座一层东南侧； ^{125}I 粒子植入操作全部在 A 座一层东北侧的 CT1 室内完成。 ^{125}I 粒子植入的日等效最大操作量增至 $2.37 \times 10^7 \text{Bq}$ ，为乙级非密封源工作场所。

本项目放射性工作场所，均充分考虑了周围场所的安全与防护以及患者就诊和临床应用的便利性，区域相对独立，对放射性工作人员和公众的辐射影响较小。对拟建场所介入一室、介入二室和医院 A 座楼前周围环境进行了辐射环境背景值监测，结果表明均在天津市天然辐射剂量正常水平。

因此，本项目放射性工作场所的选址和布局是合理可行的。

II 类射线装置两台全数字血管造影机所在的 A 座介入一室及介入二室和其余 12 台 III 类射线装置所在的房间均为单独机房并满足使用设备的空间要求（使用面积及单边长度标准值的规定）。机房专门进行了屏蔽防护设计，墙体、屋顶、地板、防护门均可满足所用射线装置开机运行时的屏蔽防护铅当量厚度要求。

对于 2 台移动 X 射线数字摄影机的安全设施，配置有相应的铅防护屏风与个人防护用品，应结合临床的实际情况采取措施。

粒子植入设有专用粒子储存、分装房间和粒子存放保险箱，植入手术在 CT 一室内由 CT 引导下操作，植入患者有专用的留观病房、独立卫生间。植入治疗安全设施齐全，符合《低能 γ 射线籽源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）的要求。

应用模式估算法计算了 II 类医用射线装置 DSA 和 III 类射线装置 C 型臂、CT 机、DR、数字胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔 CT 机及 ^{25}I 粒子植入治疗正常工况下的辐射环境影响。

对各台射线装置机房周围的环境关心点处的辐射剂量进行了估算，结果表明：机房周围年剂量当量最高值可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的规定，也满足本项目的剂量约束值。

^{25}I 粒子植入后的病人在留观住院期间对周围环境（楼道走廊及邻近病房）的辐射影响，其剂量关注点处的年最大有效剂量约

为 $3.07 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众中有关关键组成员所受的照射年有效剂量限值 1mSv 的要求和本项目公众年有效剂量目标管理限值 0.1mSv 的要求。

根据本项目医用 X 射线装置的分布及院区周围环境敏感目标的位置，将北辰医院院区南侧的瀛台里小区和东侧的顺和北里小区作为院区外的环境保护目标，并做了受照剂量的估算。院区外环境保护目标所受年剂量当量叠加最高值也能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）与《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关公众所受的年有效剂量的限值规定。

在落实报告表中的辐射防护措施及强化管理的条件下，根据报告表的评价结论，本项目具备环境可行性。

二、环境影响报告表的编制质量

报告表编制格式基本规范，项目概况及工程分析基本清楚，评价标准适宜，评价方法符合环评技术导则要求，辐射环境影响评价结论成立。报告表完成了技术评审纪要提出的修改任务，可呈报环保行政主管部门审批。

三、工程设计与项目建设应重点做好以下工作：

1. 放射性工作人员必须经培训、考核合格后持证上岗，严格执行操作规程，建立和健全各项放射管理规章制度。

2. 加强各机房辐射防护屏蔽工程的设计和施工质量管理, 确保防护效能。

3. 落实各机房防护门、安全联锁设备、电离辐射警示标志、机械通风等安全设施的安装和维护要求, 确保正常运行。

4. 严格执行 γ 射线粒子植入治疗放射防护要求, 做好操作人员及术后患者的个人防护, 严防粒子源丢失和破损。

5. 落实报告表规定的辐射监测计划和污染防治措施, 严防辐照事故的发生。

二〇一七年一月十一日



主题词: 环境影响 评审 意见

天津市环境工程评估中心

2017年1月11日印发

核技术利用建设项目

天津市北辰医院改扩建使用 II、III 类射线装置（血管造影机、
CT、DR 等医用 X 射线装置）和使用乙级非密封放射性物质
（ ^{125}I 粒子植入）项目

环境影响报告表

天津市北辰医院（盖章）

2016 年 10 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

天津市北辰医院改扩建使用 II、III 类射线装置（血管造影机、CT、DR 等医用 X 射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（ ^{125}I 粒子植入）项目

环境影响报告表

建设单位名称：天津市北辰医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：天津市北医道 7 号

邮政编码：300400

电子邮箱：

联系人：吴健敏

联系电话：15620996965

表 1 项目基本情况

建设项目名称		天津市北辰医院改扩建使用 II、III 类射线装置（血管造影机、CT、DR 等医用 X 射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（ ¹²⁵ I 粒子植入）项目			
建设单位		天津市北辰医院			
法人代表	许建辉	联系人	吴健敏	联系电话	15620996965
注册地址		天津市北辰区北医道 7 号			
项目建设地点		北辰医院 A 座、B 座及 D 座内			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	3220	项目环保投资（万元）	120	投资比例（环保投资/总投资）	3.73%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ） 475.9
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☒ III 类		
	其他				
	项目概述 1. 医院及项目简介 天津市北辰医院建于 1963 年，是一所集医疗、教学、科研于一体的三级综合性医院，现有临床科室 33 个，医技科室 7 个，其中心内科、脑系科、肿瘤介入科作为医院的重点发展科室在北辰区及周边医疗领域具有领先水平。目前医院已通过胸痛中心认证，形成以胸痛中心、卒中中心、急创抢救中心“三个中心”为抓手的诊疗模式，建立北辰区域医疗中心，做实三级医疗网络，真正做到慢病下沉，联合社区卫生服务中心，实现分级诊疗，提高医疗效率和水平。 为了更好的服务于患者，拟对医院放射科、导管室、手术室等进行改扩建工				

程，并将放射科、导管室等迁至 A 座、B 座和 D 座内。拟使用 2 台全数字血管造影机（II 类射线装置）对病人进行放射性介入诊疗，拟使用 CT、DR、移动 X 光机、乳腺机及口腔 X 射线成像系统等 14 台 III 类 X 射线装置为病人进行放射性诊断，并拟使用 ^{125}I 核素为病人进行粒子植入治疗。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》本项目介入诊疗（2 台全数字血管造影机）应编制环境影响报告表，其它 14 台 X 射线诊断装置（III 类 X 射线装置）应填报环境影响登记表。为了便于管理，本次编制的环境影响报告表包括了上述两方面内容，重点对 2 台介入诊疗装置进行评价，对 14 台 X 射线诊断装置以及 ^{125}I 粒子植入治疗按照登记表内容进行编制。

2. 项目选址及周边环境等情况

天津市北辰医院位于天津市北辰区北医道 7 号，院区北侧为瀛洲里小区和泰来南里小区、南侧隔北医道为瀛台里小区和北辰区疾控中心、西侧隔苍生大厦为京津路、东侧隔院区道路为顺和北里小区。天津市北辰医院院区周围 200m 范围内存在环境敏感目标，地理位置图见附图 1，院区周围环境图见附图 2。

本项目两台全数字血管造影机分别位于 A 座一层东南侧的两个介入室内；两台 C 型臂分别位于 A 座三层东北侧的两个骨科手术室内；两台 CT，一台位于 A 座一层东北侧的 CT1 室、一台位于 B 座西北侧的 CT 机房；四台 DR，其中两台分别位于 A 座一层东北侧照相一室和照相二室、一台位于 B 座一层西北侧 DR 机房、一台位于 D 座一层东侧 DR 机房；一台数字胃肠机位于 A 座一层东北侧数字胃肠机房；一台乳腺机位于 A 座一层东北侧乳腺机房；一台口腔数字 X 射线成像系统（口腔 CT）位于 A 座二层南侧口腔 X 光室；本项目一台骨密度仪位于 A 座一层东北侧 X 射线骨密度机房；本项目两台移动式 X 射线机主要使用于医院病房和手术室内，平时存放于 A 座三层的第三手术室和第四手术室内。

3. 原有核技术利用项目许可情况

天津市北辰医院现有 10 台医用 X 射线装置，均已办理相关环保手续，现有辐射安全许可证见附件，现拟对其中 7 台医用 X 射线装置进行更换，更换后与保留的 3 台射线装置一起转移至新设机房内。同时拟另外新增 6 台医用 X 射线装置进行放射性诊疗，改扩建完成后，北辰医院拟配备的射线装置数量为 16 台。

天津市北辰医院现有 ^{125}I 放射性粒子植入治疗项目已办理相关环保手续，现

有辐射安全许可证见附件，目前医院核医学科 ^{125}I 日等效最大操作量为 $7.77 \times 10^6 \text{Bq}$ ，为丙级非密封源工作场所。本次改扩建，拟将 ^{125}I 放射性粒子植入治疗转移至新设场所内，并将日等效最大操作量增至 $2.37 \times 10^7 \text{Bq}$ ，依据（GB18871-2002）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的规定，改扩建完成后，北辰医院核医学科 ^{125}I 放射性粒子植入治疗为乙级非密封源工作场所。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	^{125}I	固态	医用	2.37×10^9	2.37×10^7	4.74×10^{11}	放射治疗	简单	北辰医院 A 座一层 ^{125}I 粒子分装室和 CT1 室	贮存于北辰医院 A 座一层 ^{125}I 粒子分装室内南墙上的铁箱中

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	Ⅱ类	1 台	IGS 530	125	1000	放射诊疗	A 座一层介入 1 室	
2	DSA	Ⅱ类	1 台	Innova 2100-IQ	125	1000	放射诊疗	A 座一介入 2 室	
3	C 型臂	Ⅲ类	1 台	Ziehm 8000	110	20	放射诊断	A 座三层第 3 手术室	
4	C 型臂	Ⅲ类	1 台	Ever view7500	110	80	放射诊断	A 座三层第 4 手术室	
5	CT	Ⅲ类	1 台	SOMATOM Definition As	150	500	放射诊断	A 座一层 CT1 室	
6	CT	Ⅲ类	1 台	Optima CT520 Pro	140	350	放射诊断	B 座一层 CT 室	
7	DR	Ⅲ类	1 台	MRAD-D5DOS	150	630	放射诊断	A 座一层照相一室	

				RADREX					
8	DR	III类	1 台	DR-F	150	500	放射诊断	A 座一层照相二室	
9	DR	III类	1 台	Digi Eye 680	150	640	放射诊断	B 座一层 DR 机房	
10	DR	III类	1 台	Digi Eye 680	150	640	放射诊断	D 座一层 DR 机房	
11	数字胃肠机	III类	1 台	Thunis 800	150	630	放射诊断	A 座一层数字胃肠机房	
12	乳腺机	III类	1 台	SN-DR3	40	140	放射诊断	A 座一层乳腺机房	
13	骨密度仪	III类	1 台	Prodigy	40	5	放射诊断	A 座一层骨密度机房	
14	口腔 CT	III类	1 台	Pax-Uni3D	90	10	放射诊断	A 座二层口腔 X 光室	
15	移动 X 光机	III类	1 台	MobiEye700	150	500	放射诊断	病房及手术室	
16	移动 X 光机	III类	1 台	PolyMobil Plus	125	250	放射诊断	病房及手术室	

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	1. 国家法律 (1)《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 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。 2. 行政法规 (1)《放射性药品的管理办法》中华人民共和国国务院第 25 号令，1989 年 1 月 13 日； (2)《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； (3)《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令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行； (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. 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)《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； (3)《关于发布射线装置分类办法的公告》，国家环境保护总局公告第 26 号，2006 年 5 月 30 日； (4)《放射工作人员职业健康管理暂行办法》中华人民共和国卫生部第 55 号令，2007 年 6 月 3 日； (5)《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第 33 号，2015 年 6 月 1 日起施行； (6)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 06 日； (7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，国家环境保护部令第 18 号，2011 年 05 月 01 日； 4. 地方性法规 (1)《天津市建设项目环境保护管理办法》，天津市人民政府令第 58 号。
技术标准	(1) (GBZ 165-2012)《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》； (2) (GBZT 180-2006)《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》； (3) (GBZ 235-2011)《放射工作人员职业健康监护技术规范》； (4)《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006)； (5)《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)； (6)《低能 γ 射线粒籽源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》(GBZ178-2014)； (7)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)。
其他	

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定并结合本项目医用 X 射线装置机房周围的具体情况，确定以本项目各医用 X 射线装置机房为中心半径 200m 范围为评价范围。

保护目标

天津市北辰医院院区北侧为瀛洲里小区和泰来南里小区、南侧隔北医道为瀛台里小区和北辰区疾控中心、西侧隔苍生大厦为京津路、东侧隔院区道路为顺和北里小区，院区周围环境图见附图 2。其中院区南侧的瀛台里小区距离医院 A 座较近，东侧的顺和北里小区距离医院 D 座较近。由于本项目医用 X 射线装置主要集中在医院 A 座和 B 座内，而 D 座只固定设有一台 DR 且为 III 类射线装置，因此根据本项目医用 X 射线装置的分布及院区周围环境敏感目标的位置，进行剂量估算时，将院区南侧的瀛台里小区作为院区外的环境保护目标。估算瀛台里小区所受剂量时，仅考虑医院 A 座两台全数字血管造影机的剂量贡献。环境保护目标的位置关系及距离见表 7.1。

表 7.1 环境保护目标位置情况

序号	保护目标名称	剂量贡献建筑物	方位	距离	环境功能
1	瀛台里小区	北辰医院 A 座	南	43m	住宅

评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

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 2mSv/a 作为放射性工作人员职业照射的剂量约束值，将 0.1mSv/a 作为医用 X 射线装置环境关心点处公众的剂量约束值。

C1 非密封源工作场所的分级

应按表 C1 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

C1 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 $\sim 2 \times 10^7$

2. 《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
CT 机	30	4.5
双管头或多管头 X 射线机 ^a	30	4.5
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5
透视专用机 ^c 、碎石定位机、口腔 CT 卧位扫描	15	3
乳腺机、全身骨密度仪	10	2.5
牙科全景机、局部骨密度仪、口腔 CT 坐位/站位扫描	5	2
口内牙片机	3	1.5

a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 各房间内。

c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。

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 以上的摄影机房	3	2
标称 125kV 及以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房(有头颅摄影)	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口腔内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2（一般工作量） ^a 2.5（较大工作量） ^a	
a 按 GBZ/T180 的要求。		

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处, 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.6 移动式 and 携带式 X 射线设备防护安全操作要求

- (1) 在无法使用固定设备且确需进行 X 射线检查时才允许使用移动设备。
- (2) 使用移动式设备在病房内作 X 射线检查时, 应对毗邻床位 (2m 范围内) 患者采取防护措施, 不应将有用线束朝向其他患者。
- (3) 曝光时, 工作人员应做好自身防护, 合理选择站立位置, 并保证曝光时能观察到患者和受检者的姿态。
- (4) 移动式 and 携带式 X 射线设备不应作为常规检查用设备。

3. 《低能 γ 射线粒籽源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》(GBZ178-2014)

标准中相关内容摘录如下:

(1) 粒子源植入操作工作人员的防护

a) 治疗室与贮存室应分开, 但不宜相距太远, 以便于源的取用。当容器密

闭时，容器表面的辐射水平应低于 $20\mu\text{Sv/h}$ 。粒子源贮存的容器前应使用铅块屏蔽，并在屏蔽铅块前放置防护铅屏风，屏风上方应有适当厚度的铅玻璃。操作人员应站在屏风后实施操作。

b) 操作前要穿戴好防护用品。主要操作人员应穿铅防护衣，戴铅手套、铅玻璃眼镜和铅围脖等。防护衣厚度不应小于 0.25mm 铅当量。

c) 拿取粒子源应使用长柄器具，如镊子，尽可能增加粒子源与操作人员之间的距离，在整个工作期间，所有人员尽可能远离放射源，快速完成必要的操作程序。

d) 如粒子源破损引起泄漏而发生污染，应封闭工作场所，将源密封在一个容器中，控制人员走动，以避免放射性污染扩散，并进行场所和人员去污。

(2) 粒子源植入中和植入后的放射防护要求

a) 粒子源植入后应尽快对靶区正、侧位进行 X 光拍片，确认植入的粒子源个数。

b) 手术结束后应对手术区进行检测，以排除粒子源在手术植入过程中遗漏的可能。

c) 植入粒子源术后的患者，在植入部位应穿戴 0.25mm 铅背心、围脖或腹带。

d) 植入粒子源的患者旁边 1.5m 处或担任病房应划为临时控制区。控制区入口处应有电离辐射警示标志，除医护人员外，其他无关人员不得入内。

e) 植入粒子源的患者应使用专用便器或设有专用浴室和厕所。

f) 治疗期间不清扫房间，除食物盘外，房内任何物品不得带出房间。

(3) 粒子源储存

a) 待用的粒子源应装入屏蔽容器内，并存放专用房间，该房间应防火、防盗、防潮湿。

b) 应建立粒子源出入库登记制度。

c) 应定期检查粒子源的实际库存数量及贮存场所，对库存中的粒子源应标明其用途。

d) 应建立显示每个贮存器的标签，在标签上标明取出的粒子源数量。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1. 自然环境简况

1.1 地理位置

天津市北辰医院位于天津市北辰区北医道 7 号，本项目医用 X 射线装置位于医院 A 座、B 座与 D 座内，医院经纬度为 N：39°13'54.6"，E：117°8'17.5"。地理位置图见附图 1，院区周围环境图见附图 2。

1.2 自然环境

1.2.1 地质地貌

本项目所在区域处于新华夏构造体系的华北沉降带的东北部，次级结构为沧县隆起北段、冀中拗陷东北部。地势坦荡低平，西高东低，一般高程(黄海水准)0.04 至 5.46 米，平均坡度 1/5000；地上 7 条一级河道和 7 条二级河道纵横交错，沟渠密如蛛网，水库洼淀坑塘众多，星罗棋布；地下水位较高，地表为普通潮土、盐化潮土、潮湿土由西向东呈规律性分布。地貌属华北平原区，在天津市地貌分区中属海积冲积平原区；是地质构造下沉，河流、湖泊、海洋搬运堆积，人为改造等多种因素综合作用形成的。

1.2.2 气候气象

建设地区属暖湿带半湿润季风型气候，四季分明，春秋气候风多雨少，夏多雨量集中，秋季冷暖适中，冬季寒冷干燥。年均气温 12.1℃，无霜期多年平均 216 天。季节与降水春季多年平均降水量 62.3 毫米，占全年降水的 10.7%，多为小到中雨。夏季多年平均降水量 429 毫米，占全年降水的 73.7%，且集中在 7 月中下旬和 8 月上旬。夏季降水最多达 724.3 毫米(1977 年)，最少 131.2 毫米(1968 年)。秋季多年平均降水量为 77.7 毫米，占全年降水的 13%。冬季多年平均降水量 12.6 毫米，占全年降水的 2.6%。

2. 社会环境简况

北辰区位于天津市城北，北运河畔。东以北京排污河与宁河县相邻，边界线长 20.66 公里；东南隔金钟河、新开河与东丽区相望，边界线长 22.99 公里；南与河北区、红桥区相连，边界线正在勘定；西南以子牙河与西青区相界，边界线长 27.5 公里；西、北均与武清县相接，边界线长 25.14 公里。南北纬宽 20.8 公

里，最窄处柳滩村南至刘马庄西北 14.4 公里；东西经长 43.2 公里，最宽处东堤头村东至线河村西 46.3 公里。面积 478.48 平方公里。

北辰区辖 9 个镇和五个街，全区总面积 480 平方公里，人口 60 余万人。工业经济占全区生产总值比重达到 70%以上，工业经济总量连续七年位居全市区县第一位。全区已有中外企业 6000 余家，销售收入超亿元企业达到 85 家，有 5 家企业入围中国制造业 500 强。初步形成了以 LG、塑力线缆为代表的机电，以天士力、六中药为代表的现代医药，以双街钢管、江天重工为代表的冶金深加工，以高丘六和、爱德克斯为代表的汽车零部件，以大丰橡胶、普利斯通轮胎为代表的橡塑制品，以华润啤酒、海河乳业为代表的食品饮料等八大支柱产业。现代服务业进一步繁荣，相继建成了钢材、汽车、农产品等一批大型专业市场，天穆钢铁物流园成为全市最大的钢材集散地。引进了沃尔玛、北方水产中心、烟草物流配送等一批新兴物流项目，规模和效益不断发展壮大。都市型现代农业稳步推进，发展设施农业 12000 亩，建立了万亩现代农业示范区，农业龙头企业和农民专业合作社发展到 51 个，无公害养殖基地达到 77 个，被评为“全国牛奶生产强区”。自主创新能力不断提高，被评为全国科技工作先进区；国家级科技成果转化示范区，国家级技术市场试点区；连续四次通过全国科技进步考核、连续八次在天津市科技进步监测中位居第一，是天津信息港示范区之一。北辰正在朝着制造业强区和商务流通功能区的目标全力迈进。

北辰社会和谐稳定，人民安居乐业。幼儿园、中小学覆盖全区，义务教育完成率达到 100%，区内建有天津商学院、天津职业大学、河北工业大学和水泥设计院、化工设计院等多所高等院校和科研院所，拥有 5 万多人的高级科技人员和 30 多万名高中以上文化程度的熟练技术人才，为企业提供了充足的人力资源。医疗保健网络日趋完善，全区有二级甲等医院 2 家，9 个镇均建有卫生院、卫生所。群众文化活动丰富多彩，先后被评为全国文化先进区和天津市首批社区文化先进区。

3. 辐射环境背景调查与监测

为了解本项目医用 X 射线装置周围的辐射环境背景值状况，委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司，对项目拟建场所进行了监测，在介入一室中心点处、南侧控制室、西侧过道、东侧办公室、正上方楼上各布设一个本底监测点位；在

介入二室中心点处、北侧控制室、南侧楼梯、西侧过道、东侧办公室及正上方楼上各布设一个本底监测点位；同时，在医院 A 座楼前也布设了一个本底监测点位。监测报告编号为 0220160256WF01 和 0220160256WF02，监测结果见表 8.1，监测点位图见附图 7 和附图 8，监测报告见附件。

表 8.1 辐射环境背景监测布点一览表

编号	测量地点	γ 吸收剂量率, nGy/h
介入一室		
1	介入一室中心点处	162
2	介入一室南侧控制室	80
3	介入一室西侧过道	83
4	介入一室东侧办公室	73
5	介入一室楼上	79
介入二室		
1	介入二室中心点处	147
2	介入二室北侧控制室	83
3	介入二室南侧楼梯	81
4	介入二室西侧过道	79
5	介入二室东侧办公室	73
6	介入二室楼上	76
医院 A 座楼前		
1	医院 A 座楼前	81

由表 8.1 可见，本项目辐射环境背景值的范围在 73—162nGy/h 之间，处于 1989 年天津市环境天然辐射剂量水平调查结果 45.8—178.6nGy/h 范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 数字减影血管造影机（DSA）

1.1 工作原理

数字减影血管造影机（DSA）是介入 X 线机的一种，通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是上个世纪 70 年代以来应用于临床的一种崭新的 X 线检查新技术，用于心脑血管及肢体血管等疾病的诊断和治疗。血管造影系统主要由机架、C 型臂、X 射线管组件和平板探测器、患者检查床、控制台等组成。工作时，X 射线管中的电子束轰击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿过人体组织照射在探测器上，通过信号传输和转换将影像呈现在屏幕上。它是应用计算机程序进行两次成像完成的，在注入造影剂之前，首先进行第一次 X 射线成像，影像信息通过计算机数字化处理，将其作为原始的蒙片存入储存器，然后将注入造影剂后采集的带有血管造影的图像也存入储存器，将造影前后蒙片与显像片相减去掉两片的相同部分，即血管周围的组织结构，剩下的便为血管的造影剂充盈像。

1.2 工作流程

本项目血管造影的工作流程图如下：

预约—登记—患者进入前室—进入机房—平躺手术台，术前消毒—麻醉—做计划中的血管穿刺—动脉插管选择—造影—撤出插管压迫止血检查结束。

上述工作流程中，主要在造影时会使用 DSA 进行放射性成像，对周围环境产生放射性影响，其照射方向为水平至垂直向上。

2. III 类射线装置

2.1 工作原理

医用 X 射线诊断设备的核心部分是 X 射线管，通常由安装在真空玻璃壳内的阴极和阳极组成，详见图 9-1。阴极通常是装在聚焦杯中的钨制灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同材料制成各种形状。X 射线机工作时，阴极产生电子射线经加速后轰击阳极靶产生 X 射线。医用 X 射线机利用 X 射线在穿过人体组织时，根据各组织对 X 射线吸收程度的不同，在显示屏或者胶片产生深浅不同的影像，以此对人体组织的变化进行医学诊断。

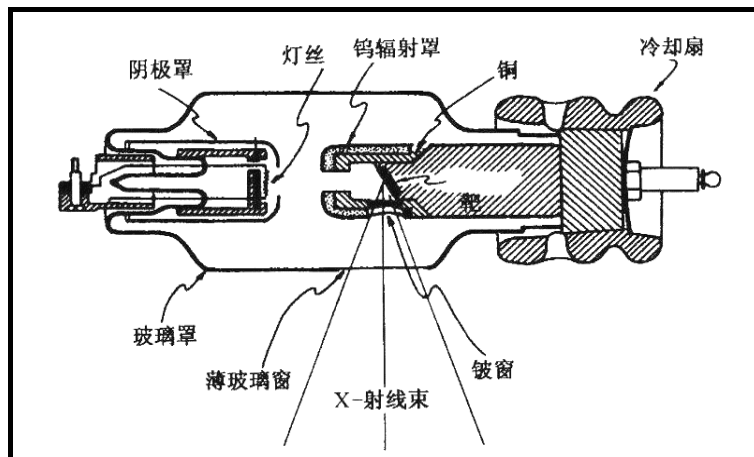


图 9-1 典型 X 射线管结构图

2.2 工作流程

依据检查单，核对摄影（或透视）部位，确定投照条件，患者摆位（有时需屏气），进行曝光。

上述工作流程中，主要在摄影或透视时，检查设备会放射出 X 射线，照射方向为垂直向下、水平或 360°方向。

3. ^{125}I 放射性粒子植入治疗

3.1 工作原理

放射性粒子植入治疗是近距离治疗的一种，把一定活度的放射性核素标记在胶体、微球或金属丝上，然后密封在钛合金外壳中制成体积很小的（微型）针状或颗粒状的放射源即放射性粒子。经手术或借助影像学引导将放射性粒子植入肿瘤实体内或受肿瘤侵犯的组织中，利用放射性粒子持续发射的 β 射线和（或） γ 射线，经低剂量率持续辐射作用，杀死肿瘤细胞或抑制肿瘤细胞生长，达到治疗的目的，而正常组织不受损伤或仅有微小损伤。

本项目 ^{125}I 粒子源由标记有 ^{125}I 的银丝封装于钛合金管加工而成， ^{125}I 粒子源示意图见图 9-2，衰变时 ^{125}I 能释放出 γ 射线和 X 射线，通过手术或穿刺技术将 ^{125}I 粒子源植入到实体肿瘤病灶内及淋巴系统周围，对肿瘤进行持久的放射性治疗，使癌细胞变性坏死，从而达到治疗肿瘤的目的。

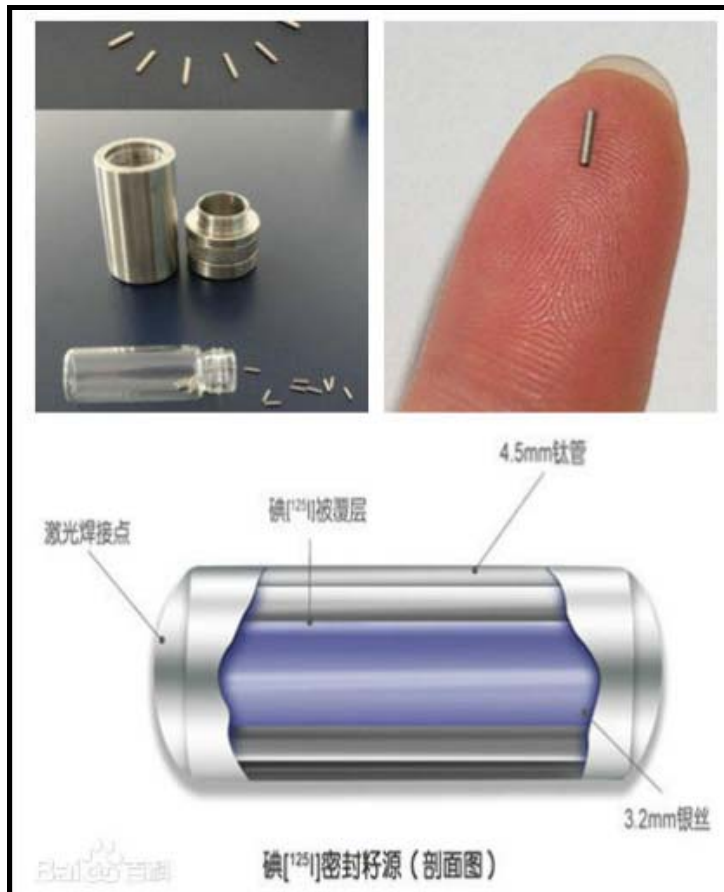


图9-2 ^{125}I 粒子源示意图

3.2 工作流程

病历确诊→治疗计划→患者进入手术室→ ^{125}I 粒子分装至植入器→消毒→影像引导手术→放射性粒子组织间插植→验证→患者住院观察

上述工作流程中，放射性粒子在分装时会对操作人员及周围环境产生外照射影响，分装完毕后，放射性工作人员会将装有放射性粒子的植入器由分装室拿到CT机房，此过程对周围的放射性影响较小，但放射性工作人员不应在过道内停留，然后根据治疗计划进行植入操作。由分装室到CT机房的路径图见附图5。

污染源项描述

1. 医用 X 射线装置

1.1 主要放射性污染物

本项目全数字血管造影机（DSA）和 CT、DR、数字胃肠机等医用 X 射线装置，产生的 X 射线均随各自装置的开、关而产生和消失，只有在开机状态下启动 X 射线管才会产生 X 射线。本项目医用 X 射线装置更新情况见表 9.1，医用 X 射线装置使用情况见表 9.2。

表 9.1 医用 X 射线装置更新列表

原射线装置名称型号	数量	新射线装置名称型号	拟使用场所	装置类别
拟新增医用 X 射线装置				
—	1 台	IGS 530 型全数字血管造影机 (DSA)	A 座介入一室	Ⅱ类
—	1 台	Ziehm 8000 型 C 型臂	A 座三层第三手术室	Ⅲ类
—	1 台	Digi Eye 680 型 DR	B 座一层 DR 机房	Ⅲ类
—	1 台	Digi Eye 680 型 DR	D 座一层 DR 机房	Ⅲ类
—	1 台	Prodigy 型骨密度仪	A 座一层骨密度仪机房	Ⅲ类
—	1 台	MobiEye700 型移动 X 光机	—	Ⅲ类
拟更换医用 X 射线装置				
OS1000C 型 口腔全景 X 线机	1 台	CTPax-Uni3D 型 口腔 CT	A 座二层口腔 CT 机房	Ⅲ类
senographe700T 型 乳腺机	1 台	SN-DR3 型 乳腺机	A 座一层乳腺机房	Ⅲ类
AMX-4 型 移动式 X 射线机	1 台	PolyMobilPlus 型 移动式 X 线机	—	Ⅲ类
ProteusXR/a 型 普通拍片 X 线机	1 台	DR-F 型 DR 机	A 座一层照相 2 室	Ⅲ类
Definium6000 型 DR 机	1 台	MRAD-D5DOS 型 DR 机	A 座一层照相 1 室	Ⅲ类
BrightSpeedEdge 型 CT 机	1 台	OptimaCT520Pro 型 CT 机	B 座一层 CT 机房	Ⅲ类
CT 机 ProSpeedFII	1 台	SOMATOM DefinitionAS 型 CT 机	A 座一层 CT1 室	Ⅲ类
保留继续使用的医用 X 射线装置				
Innova 2100-IQ0 型全数字 血管造影机 (DSA)	1 台	—	A 座一层介入二室	Ⅱ类
Ever view7500 型 C 型臂	1 台	—	A 座三层第四手术室	Ⅲ类
Thunis 800 型数字胃肠机	1 台	—	A 座一层数字胃肠机房	Ⅲ类

表 9.2 医用 X 射线装置使用情况

设备名称	光电管正常工作电压范围, kV	光电管正常工作电流范围, mA	设备使用情况		
			单次加载时间, s	日均检查人数	年工作天数
IGS 530 型全数字血管造影机 (DSA)	40—90	10—350	30	3	280
Innova 2100-IQ0 型全数字血管造影机 (DSA)	40—90	10—350	32	4	260
Ziehm 8000 型 C 型臂	40—70	1—10	6	3	240
Ever view7500 型 C 型臂	40—70	1—50	4	1	240
SOMATOM Definition As 型 CT	70—100	100—300	3	50	360
Optima CT520 Pro 型 CT	70—100	30—200	3	30	320
MRAD-D5DOS RADREX 型 DR	50-120	75—320	0.3	60	365
DR-F 型 DR	55-120	45—300	0.3	40	340
Digi Eye 680 型 DR	50—120	70—350	0.3	75	365
Digi Eye 680 型 DR	40—120	70—350	0.3	70	365
Thunis 800 型数字胃肠机	70—90 (摄影)	200—350 (摄影)	1	6	365
	35—50 (透视)	20—50 (摄影)	30	1	365
SN-DR3 型乳腺机	20—35	20—100	10	2	150
Pax-Uni3D 型口腔 CT	20—70	0.1—10	3	25	365
Prodigy 型骨密度仪	10-30	0.5—5	3	2	240
MobiEye700 型移动 X 光机	40~120	10—300	0.5	3	240
PolyMobil Plus 型移动 X 光机	55-80	15—150	0.4	3	240

1.2 正常工况污染途径

本项目医用 X 射线装置发射的初级 X 射线和初级 X 射线照射在人体上产生的散射 X 射线, 这些 X 射线穿过屏蔽物后可能对周围公众产生外照射危害。

1.3 事故工况污染途径

本项目可能出现由于门机联锁装置故障或人为误操作导致的误照事故: (1) 医用 X 射线装置未停止工作防护门便开启导致的误照。(2) 人员进入射线装置

机房后未撤出，防护门便关闭并开始照射导致的误照。

2. ^{125}I 放射性粒子植入治疗

2.1 主要放射性污染物

(1) 核素基本特性

本项目 ^{125}I 粒子源由标记有 ^{125}I 的银丝封装于钛合金管加工而成，粒子长 4.5mm，直径 3.2mm，内为吸附了 ^{125}I 核素的银棒，外壳为 0.05mm 厚的钛金属。衰变时能释放出 γ 射线和 X 射线，其核素特性见表 9.3。

表 9.3 核素衰变特性参数表

核素名称	物理半衰期	衰变类型	射线能量, keV	$\Gamma, \text{R}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Ci}^{-1}$	毒性
^{125}I	59.7d	ϵ	γ 35.5 (6.7%)	0.0043	中毒
			X 27.47	1.105	

(2) 放射性核素的用量和放射性场所分级

本项目使用的 ^{125}I 粒子平均活度为 0.8mCi/粒，患者植入量为 30—50 粒，约每两天进行一次操作，一次约 1—3 人，每天最大使用量为 64mCi（即 $2.37 \times 10^9 \text{Bq}$ ）。粒子年最大使用量按 200 天计，年最大使用量为 12800mCi（ $4.74 \times 10^{11} \text{Bq}$ ）。

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 非密封源工作场所的分级，表 9.4、表 9.5、表 9.6 的要求和公式以及天津市北辰医院提供的放射性同位素的日最大操作量，计算得出放射性核素日等效最大操作量，具体见表 9.7。

表 9.4 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 $\sim 2 \times 10^7$

表 9.5 放射性核素毒性组别修正因子

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

本项目操作的放射性核素为 ^{125}I ，毒性组别为中毒，因此毒性组别修正因子为 0.1。

表 9.6 操作方式与放射源状态修正因子

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

本项目放射性核素的操作方式为简单操作，放射源的状态为固态，操作方式与放射源状态修正因子为 10。

$$\text{放射性核素日等效最大操作量} = \frac{\text{日实际操作量} \times \text{放射性核素毒性组别修正因子}}{\text{操作方式与放射源状态修正因子}}$$

放射性粒子用量及场所等级列于表9.7。

表 9.7 非密封源用量及场所等级

放射性 试剂	日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年等效最大操 作量 (Bq)	场所 等级
^{125}I	2.37E+09	4.74E+11	2.37E+07	4.74E+09	乙级

由表 9.7 可知，本项目 ^{125}I 放射性粒子植入治疗的日最大等效操作量为 $2.37 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年等效最大操作量为 $4.74 \times 10^9 \text{Bq}$ ，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 C 表 C1 非密封源工作场所分级，其日等效最

大操作量在 $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4.0 \times 10^9 \text{Bq}$ 范围内，因此改扩建后天津市北辰医院核医学科为乙级非密封源工作场所。

2.2 正常工况污染途径

本项目 ^{125}I 放射性同位素封装在钛合金包壳内，在粒子分装和植入手术过程中，其衰变时发射出 γ 射线穿过屏蔽物后会对周围环境产生外照射影响。

2.3 事故工况污染途径

放射性物质丢失或因操作失误出现事故，对环境和人体造成辐射污染和外照射危害，并有可能通过食物链转移或伤口造成人体内照射危害。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1. 医用 X 射线装置安全设施

1.1 全数字血管造影机房安全设施

(1) A 座介入一室安全设施

介入一室内安装的 DSA 为 IGS 530 型全数字血管造影机，机房四侧墙体为 24cm 厚实心页岩砖+4cm 重晶石抹面，南侧、西侧和东侧的防护门均为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+2cm 重晶石抹面，地板为 45cm 厚混凝土。介入一室平面图见附图 3。

(2) A 座介入二室安全设施

介入二室内安装的 DSA 为 Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机，机房四侧墙体为 24cm 厚实心页岩砖+4cm 重晶石抹面，北侧、南侧和西侧防护门均为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+2cm 重晶石抹面，地板为 45cm 厚混凝土。介入二室平面图见附图 3。

1.2 C 型臂 X 射线成像系统机房安全设施

(1) A 座三层第三手术室安全设施

A 座三层第三手术室内安装了 Ziehm 8000 型 C 型臂，机房四侧墙体为 2mm 铅板，南侧、西侧和东侧防护门为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 2mm，屋顶楼板为 15cm 厚混凝土，地面楼板为 23cm 厚混凝土，医生操作 C 型臂时，站在手术室防护门外使用控制器进行操作。

(2) A 座三层第四手术室安全设施

A 座三层第四手术室内安装了 Ever view7500 型 C 型臂，机房四侧墙体为 2mm 铅板，北侧和南侧防护门为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 2mm，屋顶楼板为 15cm 厚混凝土，地面楼板为 23cm 厚混凝土，医生操作 C 型臂时，站在手术室防护门外使用控制器进行操作。

1.3 CT 机房安全设施

(1) A 座一层 CT1 室

A 座一层 CT1 室内安装了 SOMATOM Definition As 型 CT，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+5cm 重晶石抹面，南侧和北侧防护门为 2.5mm 厚铅板，观察

窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+3cm 重晶石抹面，地板为 45cm 厚混凝土+2cm 重晶石抹面。

(2) B 座一层 CT 机房

B 座一层 CT 机房内安装了 Optima CT520 Pro 型 CT，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+5cm 重晶石抹面，北侧和南侧的防护门为 2.5mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+3cm 重晶石抹面。

1.4 DR 机房安全设施

(1) A 座一层照相 1 室

A 座一层照相 1 室内安装了 MRAD-D5DOS RADREX 型 DR，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+4cm 重晶石抹面，北侧和东侧的防护门为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+2cm 重晶石抹面，地板为 45cm 厚混凝土。

(2) A 座一层照相 2 室

A 座一层照相 2 室内安装了 DR-F 型 DR，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+4cm 重晶石抹面，北侧和西侧的防护门为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+2cm 重晶石抹面，地板为 45cm 厚混凝土。

(3) B 座一层 DR 机房

B 座一层 DR 机房内安装了 Digi Eye 680 型 DR，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+4cm 重晶石抹面，北侧和南侧防护门为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+2cm 重晶石抹面。

(4) D 座一层 DR 机房

D 座一层 DR 机房内安装了 Digi Eye 680 型 DR，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+4cm 重晶石抹面，北侧和西侧防护门为 2mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 6mm，楼板为 11cm 混凝土+2cm 重晶石抹面。

1.5 数字胃肠机房安全设施

A 座一层数字胃肠机房内安装了 Thunis 800 型数字胃肠机，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+3cm 重晶石抹面，南侧和西侧的防护门为 2.0mm 厚铅板，东侧大门为普通金属门，通过该门可进入数字胃肠机房的专用卫生间，该卫生间不与其他房间相通，观察窗铅玻璃铅当量为 4.5mm，楼板为 11cm 混凝土+1cm 重

晶石抹面，地板为 45cm 厚混凝土。

1.6 乳腺机房安全设施

A 座一层乳腺机房内安装了 SN-DR3 型乳腺机，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+2cm 重晶石抹面，东侧和南侧防护门为 1.0mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 4.5mm，楼板为 11cm 混凝土+2cm 重晶石抹面，地板为 45cm 厚混凝土。

1.7 X 射线骨密度仪机房安全设施

A 座一层骨密度仪机房内安装了 Prodigy 型 X 射线骨密度仪，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+2cm 重晶石抹面，北侧和西侧防护门为 1.0mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 4.5mm，楼板为 11cm 混凝土，地板为 45cm 厚混凝土。

1.8 口腔 CT 机房安全设施

A 座二层口腔 CT 机房内安装了 Pax-Uni3D 型牙科全景机，机房四侧墙体为 24cm 实心页岩砖+4cm 重晶石抹面，南侧防护门为 1.0mm 厚铅板，观察窗铅玻璃铅当量为 4.5mm，楼板和地板均为 11cm 混凝土。

1.9 移动式床旁 X 射线机安全设施

(1) 移动 DR 使用时为工作人员配备了铅橡胶围裙等个人防护用品，并配置了铅防护屏风。

(2) 为患者和受检者配备了铅橡胶性腺防护围裙或方巾，铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等个人防护用品。

2. ¹²⁵I 粒子植入治疗安全设施

(1) ¹²⁵I 放射性粒子分装室位于北辰医院 A 座一层东南侧，分装室四侧墙体为 24cm 空心页岩砖，楼板为 11cm 厚混凝土，地板为 45cm 厚混凝土。分装室东墙安装有钢化玻璃、西侧大门为普通木门上锁；¹²⁵I 粒子植入操作全部在 A 座一层东北侧的 CT1 室内完成。¹²⁵I 粒子分装室平面图见附图 4，由分装室到 CT 机房的路径图见附图 5。

(2) 粒子运输有铅罐防护，购置后的粒子连同防护铅罐一同置于分装室南墙上的金属保险箱内。铅罐具有 10mm 铅当量防护效能。

(3) 粒子分装在手套箱内完成，手套箱箱体及铅玻璃均具有 2.0mm 铅当量。

(4) 粒子植入枪的防护效能（铅当量）大于 1mmPb。

(5) 粒子植入场所为 CT1 室，CT 室已按要求采取了屏蔽防护措施。

(6) 植入后的病人有专用留观病房，独立卫生间，设有铅屏风。在植入部位穿戴 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖或腹带；

(7) 一般术后留观 1-7 天，嘱患者配备个人防护颈围或背心后出院。

3. 辐射防护与环保投资

天津市北辰医院现有一台表面沾污仪，本项目辐射防护与环保投资主要包括：X射线机房屏蔽、X- γ 剂量率仪、个人防护用品等，辐射防护与环保投资总计约120万元，约占总投资的3.73%，具体明细见表10.1。

表 10.1 辐射防护与环保投资

序号	项 目	投资估算（万元）	备 注
1	X 射线机房	107	包括铅板及铺设、防护门窗等
2	X- γ 剂量率仪	3	一台
3	个人防护用品	10	—
	合计	120	—

三废的治理

本项目植入粒子由标记有 ^{125}I 的银丝封装于钛合金管加工而成，正常工况下不会撒漏，无放射性废物产生，且进行粒子分装操作时，放射性工作人员会在铅箱内进行，并在铅箱内底部放置有搪瓷盘。北辰医院会根据病人登记使用情况购置 ^{125}I 粒子，正常情况下粒子不会有剩余，若有剩余则放入铅防护罐内贮存，及时由生产厂商回收。

若发生粒籽源破损引起泄露而发生污染，应封闭工作场所，将源密封在一个容器中，控制人员走动，以避免放射性污染扩散，并进行场所和人员去污。本项目事故情况下产生的少量固体放射性废物，集中收集并暂存于分装时使用的铅箱内，及时委托有资质单位进行处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设阶段无放射性环境影响。

运行阶段对环境的影响

1. 主要环境影响

1.1 医用 X 射线装置主要环境影响

医用 X 射线装置工作时发射出的 X 射线在穿透屏蔽设施后对周围环境会产生外照射影响。

1.2 ^{125}I 放射性粒子植入治疗的主要环境影响

^{125}I 放射性粒子植入治疗，在药物分装和植入过程中， ^{125}I 放射出的 γ 射线，会对周围环境产生外照射影响。

2. 辐射环境影响分析

2.1 II 类医用 X 射线装置辐射环境影响分析

2.1.1 全数字血管造影机环境关心点设置

(1) 本项目 A 座一层介入一室内部尺寸为东西向长约 8.6m、南北向宽约 5.9m、高约 5.4m，机房面积约为 50.74m²，介入一室北侧为楼梯、南侧为控制室、西侧为人员通道、东侧隔走廊为医生办公室，楼上为透析室、楼下为地下车库。

(2) 本项目介入二室内部尺寸为东西向长约 11m、南北向宽约 6.0m、高约 5.4m，机房面积约为 66m²，A 座一层介入二室北侧为控制室、南侧为楼梯、西侧为人员通道、东侧隔走廊为医生办公室，楼上为诊室、楼下为地下车库。

两个介入室的环境关心点见表 11.1 和附图 3。

表 11.1 全数字血管造影机房周围环境关心点位

环境关心 点序号	名 称	点位 方向	环境关心点距辐 射源的距离, m	居留 因子	周边情况
A 座一层介入一室 IGS 530 型全数字血管造影机					
1	机房北墙外 0.3m 处	北	3.49	1/4	楼梯
2 (职业)	机房南侧观察窗外 0.3m 处	南	3.49	1	控制室
3	机房南侧保安室	南	5.73	1	保卫室
4	机房西侧防护门外 0.3m 处	西	4.84	1/4	人员通道
5	机房东墙外走廊处	东	7.28	1/4	走廊
6	机房屋顶上方 1.5m 高处	上	6.6	1	透析室
7	机房楼下地面 1.5m 高处	下	5.75	1/16	地下车库
8	瀛台里小区	南	50	1	住宅
A 座一层介入二室 Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机					
1 (职业)	机房北侧观察窗外 0.3m 处	北	3.54	1	控制室
2	机房南墙外 0.3m 处	南	3.54	1/4	楼梯
3	机房西侧防护门外 0.3m 处	西	6.04	1/4	人员通道
4	机房东墙外 0.3m 处	东	6.04	1/4	走廊
5	机房东侧办公室处	东	7.48	1	办公室
6	机房屋顶上方 1.5m 高处	上	6.6	1	诊室
7	机房楼下地面 1.5m 高处	下	5.75	1/16	地下车库
8	瀛台里小区	南	65	1	住宅

2.1.2 辐射环境影响分析

(1) 全数字血管造影机辐射剂量估算

进行剂量估算时,除主射方向外,其他方向均按一次散射 X 射线进行计算。计算结果中标注“职业”的环境关心点为放射性工作人员工作岗位。

散射 X 射线的能量计算如下:

$$E_x = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{511}(1 - \cos\theta)} \dots\dots\dots (11.1)$$

式中:

E_x : X 射线散射后的能量, kV;

E_0 : X 射线散射前的能量, kV, 此处取 90kV;

θ : X 射线入射射线与散射射线的夹角, 此处 $\theta=90^\circ$;
 将各参数带入式 11.1, 计算结果见表 11.2。

表 11.2 散射 X 射线能量

射线装置名称	X 射线机光电管正常工作时的管电压, kV	一次散射后的 X 射线能量, kV
IGS 530 型全数字血管造影机	90	76.5
Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机	90	76.5

剂量估算公式如下:

$$\dot{H} = \frac{\dot{X}_0 \cdot I \cdot f \cdot F_N}{R^2} \dots\dots\dots (11.2)$$

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11.3)$$

$$\dot{H}_S = \frac{\dot{X}_0 \cdot I \cdot f \cdot F_N \cdot \alpha \cdot S}{R_0^2 \cdot R^2} \dots\dots\dots (11.4)$$

$$H_S = \dot{H}_S \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11.5)$$

式中:

$\dot{H}$: 主射方向环境关心点处的剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H: 主射方向环境关心点处的年剂量当量, mSv/a ;

$\dot{H}_S$: 其他方向环境关心点处的剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_S: 其他方向环境关心点处的年剂量当量, mSv/a ;

$\dot{X}_0$: 距 X 射线机阳极靶 1m 处的照射量率 ($\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), 由 X 射线机的输出量曲线图查得, 具体参数见表 11.3;

I: X 射线机输出电流, mA ;

f: 空气的照射量与吸收剂量之间的转换因子, 此处 $f=9.5 \times 10^3 (\mu\text{Sv/R})$;

R₀: 人体距 X 射线阳极靶距离, m ;

R: 环境关心点距 X 射线机靶的距离, m ;

F_N: X 射线穿过屏蔽物质的衰减系数;

α : 人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比, 当利用此数据时, $\alpha=a/400$, a 为散射面积 400cm^2 的人体的散射照射量率与入射照射量率之比;

S: X 射线装置的照射野, cm^2 ;

10^{-3} : μSv 换算为 mSv 的转换系数;

t: 医用 X 射线装置 X 射线的年出射时间, h/a;

T: 停留因子。

将各参数带入式 11.2—11.5, 可得到各环境关心点位的年剂量当量。

A 座一层全数字血管造影机各环境关心点屏蔽参数见表 11.3, 其他通用参数见表 11.4, 计算结果见表 11.5, 环境关心点示意图见附图 3。

表 11.3 全数字血管造影机各环境关心点屏蔽参数

环境关心 点序号	方位	屏蔽材料	铅当量, mm	减弱系数 (F_N)
A 座一层介入一室 IGS 530 型全数字血管造影机				
1	机房北墙外 0.3m 处	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	4.72	4.06×10^{-8}
2 (职业)	机房南侧观察窗外 0.3m 处	6.0mm 铅当量铅玻璃	6.0	8.0×10^{-10}
3	机房南侧保安室	2.0mm 铅板+24cm 实 心页岩砖	3.87	5.5×10^{-7}
4	机房西侧防护门外 0.3m 处	2.0mm 铅板	2.0	1.25×10^{-6}
5	机房东墙外走廊处	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	3.29	1.22×10^{-9}
6	机房屋顶上方 1.5m 高处	11cm 混凝土+2cm 重 晶石	3.79	7.03×10^{-7}
7	机房楼下地面 1.5m 高处	45cm 厚混凝土	4.08	1.76×10^{-11}
8	瀛台里小区	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	4.72	4.06×10^{-8}
A 座一层介入二室 Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机				
1 (职业)	机房北侧观察窗外 0.3m 处	6.0mm 铅当量铅玻璃	6.0	8.0×10^{-10}
2	机房南墙外 0.3m 处	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	4.72	4.06×10^{-8}
3	机房西侧防护门外 0.3m 处	2.0mm 铅板	2.0	1.25×10^{-6}
4	机房东墙外 0.3m 处	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	3.29	1.22×10^{-9}
5	机房东侧办公室处	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	3.29	1.22×10^{-9}
6	机房屋顶上方 1.5m 高处	11cm 混凝土+2cm 重 晶石	3.79	7.03×10^{-7}
7	机房楼下地面 1.5m 高处	45cm 厚混凝土	4.08	1.76×10^{-11}
8	瀛台里小区	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	4.72	4.06×10^{-8}

由表 11.3 可知, 本项目全数字血管造影机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的要求。

表 11.4 全数字血管造影机辐射剂量估算通用参数

A 座一层介入一室 IGS 530 型全数字血管造影机	
照射量率 ($\dot{X}_0$), $R \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1}$	42
X 射线机输出电流 (I), mA	350
人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比(α)	3.25×10^{-6}
医用 X 射线装置的照射野 (S), cm^2	900
X 射线的年出射时间 (t), h/a	7.0
A 座一层介入二室 Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机	
照射量率 ($\dot{X}_0$), $R \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1}$	42
X 射线机输出电流 (I), mA	350
人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比(α)	3.25×10^{-6}
医用 X 射线装置的照射野 (S), cm^2	400
X 射线的年出射时间 (t), h/a	9.24

表 11.5 全数字血管造影机所致剂量估算结果

环境关心 点序号	名 称	方位	剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$	年剂量当量, mSv/a
A 座一层介入一室 IGS 530 型全数字血管造影机				
1	机房北墙外 0.3m 处	北（主射方向）	4.65×10^{-1}	8.14×10^{-4}
2（职业）	机房南侧观察窗外 0.3m 处	南（主射方向）	9.17×10^{-3}	6.42×10^{-5}
3	机房南侧保安室	南（主射方向）	2.34	1.64×10^{-2}
4	机房西侧防护门外 0.3m 处	西	6.05×10^{-2}	1.06×10^{-4}
5	机房东墙外走廊处	东	2.61×10^{-5}	4.57×10^{-8}
6	机房屋顶上方 1.5m 高处	上（主射方向）	2.25	1.58×10^{-2}
7	机房楼下地面 1.5m 高处	下	6.04×10^{-7}	2.64×10^{-10}
8	瀛台里小区	南（主射方向）	2.27×10^{-3}	1.59×10^{-5}
A 座一层介入二室 Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机				
1（职业）	机房北侧观察窗外 0.3m 处	北（主射方向）	8.92×10^{-3}	8.24×10^{-5}
2	机房南墙外 0.3m 处	南（主射方向）	4.52×10^{-1}	1.04×10^{-3}
3	机房西侧防护门外 0.3m 处	西	1.73×10^{-2}	3.97×10^{-5}
4	机房东墙外 0.3m 处	东	1.69×10^{-5}	3.9×10^{-8}
5	机房东侧办公室处	东	1.1×10^{-5}	1.02×10^{-7}
6	机房屋顶上方 1.5m 高处	上（主射方向）	2.25	2.08×10^{-2}
7	机房楼下地面 1.5m 高处	下	2.68×10^{-7}	1.55×10^{-10}
8	瀛台里小区	南（主射方向）	1.34×10^{-3}	1.24×10^{-5}

由表 11.5 可知，本项目全数字血管造影机房周围的剂量当量率最高值为 $2.34\mu\text{Sv/h}$ ，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的规定，即具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；年剂量当量最高值为 $2.08 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的规定，即实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年有效剂量不应超过 1mSv ，也满足本项目 0.1mSv/a 的公众目标管理限值。其中，射线装置控制室处放射性工作人员所受的年剂量当量最大值为 $8.24 \times 10^{-5}\text{mSv/a}$ （Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机房 1 号环境关心

点处)，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的规定，即职业照射水平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/a，同时也满足职业人员 2 mSv/a 的目标管理限值。

（2）医院周边环境保护目标辐射剂量叠加影响

根据本项目医用 X 射线装置的分布及院区周围环境敏感目标的位置，进行剂量估算时，将北辰医院院区南侧的瀛台里小区作为院区外的环境保护目标。估算瀛台里小区所受剂量时，仅考虑医院 A 座两台全数字血管造影机的剂量贡献。剂量叠加结果见表 11.6。

表 11.6 院区外环境保护目标剂量叠加结果

环境保护目标名称	设备名称	剂量贡献， mSv/a	剂量叠加， mSv/a
瀛台里小区	IGS 530 型全数字血管造影机	1.59×10^{-5}	2.83×10^{-5}
	Innova 2100-IQ 型全数字血管造影机	1.24×10^{-5}	

由表 11.6 可知，本项目医院院区外的环境保护目标所受年剂量当量叠加值为 $2.83 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的规定，即实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年有效剂量不应超过 1mSv，也满足本项目 0.1mSv/a 的公众目标管理限值。

2.2 III 类医用 X 射线装置辐射环境影响分析

III 类医用 X 射线装置机房的防护能力应满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中的规定，各机房的具体防护参数见表 11.7—11.13。

(1) C 型臂 X 射线成像系统各机房屏蔽情况

表 11.7 C 型臂 X 射线成像系统各机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	铅当量， mm	标准要求铅 当量，mm
A 座三层第三手术室 Ziehm 8000 型 C 型臂					
1	手术室北墙（主射方向）	北	2mm 铅板	2.0	1.0
2	手术室南墙（主射方向）	南	2mm 铅板	2.0	1.0
3	手术室西墙（主射方向）	西	2mm 铅板	2.0	1.0
4	手术室东墙（主射方向）	东	2mm 铅板	2.0	1.0
5	屋顶楼板（主射方向）	上	15cm 混凝土	1.36	1.0
6	地面楼板	下	23cm 混凝土	2.09	1.0
A 座三层第四手术室 Ever view7500 型 C 型臂					
1	北侧防护门（主射方向）	北	2mm 铅板	2.0	1.0
2	南侧防护门（主射方向）	南	2mm 铅板	2.0	1.0
3	手术室西墙（主射方向）	西	2mm 铅板	2.0	1.0
4	手术室东墙（主射方向）	东	2mm 铅板	2.0	1.0
5	屋顶楼板（主射方向）	上	15cm 混凝土	1.36	1.0
6	地面楼板	下	23cm 混凝土	2.09	1.0

由表 11.7 可知，本项目 C 型臂 X 射线成像系统各机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的要求。

(2) CT 各机房屏蔽情况

表 11.8 CT 各机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	铅当量, mm	标准要求铅当量, mm
A 座一层 CT1 室 SOMATOM Definition As 型 CT					
1	北侧防护门	北	2.5mm 铅板	2.5	2.5
2	南侧防护门	南	2.5mm 铅板	2.5	2.5
3	机房西墙	西	24cm 实心页岩 砖+5cm 重晶石	9.4	2.5
4	机房东墙	东	24cm 实心页岩 砖+5cm 重晶石	9.4	2.5
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土 +3cm 重晶石	5.36	2.5
6	地面楼板	下	45cm 混凝土 +2cm 重晶石	10.63	2.5
B 座一层 Optima CT520 Pro 型 CT					
1	机房北侧防护门	北	2.5mm 铅板	2.5	2.5
2	机房南侧防护门	南	2.5mm 铅板	2.5	2.5
3	机房西墙	西	24cm 实心页岩 砖+5cm 重晶石	9.4	2.5
4	机房东墙	东	24cm 实心页岩 砖+5cm 重晶石	9.4	2.5
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土 +3cm 重晶石	5.36	2.5

由表 11.8 可知, 本项目 CT 各机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的要求。

(3) DR 各机房屏蔽情况

表 11.9 DR 各机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	铅当量， mm	标准要求铅 当量，mm
A 座一层照相 1 室 MRAD-D5DOS RADREX 型 DR					
1	北侧防护门	北	2.0mm 铅板	2.0	2.0
2	机房南墙	南	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	5.77	2.0
3	机房西墙（主射方向）	西	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	5.77	3.0
4	东侧防护门	东	2.0mm 铅板	2.0	2.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土+2cm 重晶石	3.02	2.0
6	地面楼板（主射方向）	下	45cm 混凝土	7.07	3.0
A 座一层照相 2 室 DR-F 型 DR					
1	北侧防护门	北	2.0mm 铅板	2.0	2.0
2	机房南墙（主射方向）	南	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	5.77	3.0
3	机房西侧防护门	西	2.0mm 铅板	2.0	2.0
4	机房东墙	东	24cm 实心页岩砖 +4cm 重晶石	5.77	2.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土+2cm 重晶石	3.02	2.0
6	地面楼板（主射方向）	下	45cm 混凝土	7.07	3.0

(续) 表 11.9 DR 各机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	铅当量, mm	标准要求铅 当量, mm
B 座一层 DR 机房 Digi Eye 680 型 DR					
1	北侧防护门	北	2.0mm 铅板	2.0	2.0
2	南侧防护门	南	2.0mm 铅板	2.0	2.0
3	机房西墙（主射方向）	西	24cm 实心页岩 砖+4cm 重晶石	5.77	3.0
4	机房东墙	东	24cm 实心页岩 砖+4cm 重晶石	5.77	2.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土 +2cm 重晶石	3.02	2.0
D 座一层 DR 机房 Digi Eye 680 型 DR					
1	北侧防护门	北	2.0mm 铅板	2.0	2.0
2	机房南墙（主射方向）	南	24cm 实心页岩 砖+4cm 重晶石	5.77	3.0
3	西侧防护门	西	2.0mm 铅板	2.0	2.0
4	机房东墙	东	24cm 实心页岩 砖+4cm 重晶石	5.77	2.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土 +2cm 重晶石	3.02	2.0

由表 11.9 可知, 本项目 DR 各机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的要求。

(4) 数字胃肠机机房屏蔽情况

表 11.10 数字胃肠机机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	工况类型	铅当量, mm	标准要求铅当量, mm
1	机房北墙（主射方向）	北	24cm 页岩砖 +3cm 重晶石	摄影	4.02	3.0
				透视	2.17	1.0
2	机房南侧防护门	南	2.0mm 铅板	摄影	2.0	2.0
				透视	2.0	1.0
3	机房西侧防护门	西	2.0mm 铅板	摄影	2.0	2.0
				透视	2.0	1.0
4	机房东墙	东	24cm 页岩砖 +3cm 重晶石	摄影	4.02	2.0
				透视	2.17	1.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土 +1cm 重晶石	摄影	2.0	2.0
				透视	1.2	1.0
6	地面楼板（主射方向）	下	45cm 混凝土	摄影	5.25	3.0
				透视	3.35	1.0

由表 11.10 可知，本项目数字胃肠机机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的要求

(5) 乳腺机机房屏蔽情况

表 11.11 乳腺机机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	铅当量, mm	标准要求铅当量, mm
1	机房北墙	北	24cm 实心页岩 砖+2cm 重晶石	2.79	1.0
2	机房南侧防护门	南	1.0mm 铅板	1.0	1.0
3	机房西墙	西	24cm 实心页岩 砖+2cm 重晶石	2.79	1.0
4	机房东侧防护门	东	1.0mm 铅板	1.0	1.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土 +2cm 重晶石	2.44	1.0
6	地面楼板	下	45cm 混凝土	3.35	1.0

由表 11.11 可知，本项目乳腺机机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X

射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的要求。

（6）X 射线骨密度仪机房屏蔽情况

表 11.12 X 射线骨密度仪机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	铅当量， mm	标准要求铅 当量，mm
1	机房北侧防护门	北	1.0mm 铅板	1.0	1.0
2	机房南墙	南	24cm 实心页岩 砖+2cm 重晶石	2.79	1.0
3	机房西侧防护门	西	1.0mm 铅板	1.0	1.0
4	机房东墙	东	24cm 实心页岩 砖+2cm 重晶石	2.79	1.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土	1.0	1.0
6	地面楼板（主射方向）	下	45cm 厚混凝土	3.35	1.0

由表 11.12 可知，本项目 X 射线骨密度仪机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的要求。

（7）口腔 CT 机房屏蔽情况

表 11.13 口腔 CT 机房屏蔽参数

序号	机房防护设施	方位	屏蔽材料	铅当量， mm	标准要求铅 当量，mm
1	机房北墙（主射方向）	北	24cm 实心页岩 砖+4cm 重晶石	3.22	2.0
2	南侧防护门	南	1.0mm 铅板	1.0	1.0
3	机房西墙（主射方向）	西	24cm 实心页岩 砖+4cm 重晶石	3.22	2.0
4	机房东墙（主射方向）	东	24cm 实心页岩 砖+4cm 重晶石	3.22	2.0
5	机房屋顶楼板	上	11cm 混凝土	1.0	1.0
6	地面楼板	下	11cm 混凝土	1.0	1.0

由表 11.13 可知，本项目口腔 CT 机房的屏蔽防护铅当量厚度可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的要求。

2.2 ¹²⁵I 放射性粒子植入治疗辐射环境影响分析

本项目 ¹²⁵I 放射性粒子分装室位于北辰医院 A 座一层东南侧，分装室东西向长约 3.7m、南北宽约 2.3m、高约 5.4m，分装室面积约为 8.51m²，¹²⁵I 放射性粒子分装室平面示意图见附图 4。

2.2.1 公众辐射剂量估算及分析

根据粒子植入辐射安全设施分析，粒子运输有铅罐防护，购置后的粒子连同防护铅罐置于金属保险箱内。粒子分装在屏蔽手套箱内操作，分装好的粒子在粒子植入枪内有 1mmPb 防护效能，粒子植入场所为 CT 室，CT 室已按要求采取了屏蔽防护措施。植入后的病人有专用留观病房，独立卫生间，设有铅屏风。

由此可见，在粒子运输、储存、分装及植入手术过程中均有防护设施，在植入后的病人在专用留观病房留观住院期间为植入病人在植入部位穿戴 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖或腹带，防护效能最小。因此，本评价针对植入后的病人在留观住院期间的辐射环境影响进行预测分析。

粒子植入留观病房位于北辰医院 A 座十四层东南侧，共有 4 间病房，每个病房各 2 张病床，粒子植入病房布局及周边环境见附图 6。根据粒子植入病房布局及周边环境情况，剂量关注点为楼道走廊及邻近病房。

根据《辐射防护手册》，辐射环境影响估算模式如下：

$$H = \frac{A \times \Gamma \times t \times F \times f_H \times T}{r^2} \dots\dots\dots (11.6)$$

式中：

H：剂量关注点处公众的年有效剂量，mSv/a；

A：核素活度，Ci；取 3 人病房的累计活度，即 0.8mCi×80×2=0.128Ci；

Γ：照射量率常数，R·m²/(h·Ci)，对于 ¹²⁵I，照射量率常数为 0.0043（见表 9-1）；

t：核素操作或停留的时间，h/a；t=24×200=4800h；

F：屏蔽体对射线的减弱系数；对于植入病人在植入部位穿戴 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖或腹带，F=9.77×10⁻⁴；

f_H：空气照射量转换为人体吸收剂量的转换系数，9.5mSv/R；

r：核素距环境关心点距离，m；这里取 r=2m；

T ：居留因子。对于楼道走廊取 $T=1/4$ ，邻近病房取 $T=1/2$ ；

将以上参数代入式 11.6 计算，得出剂量关注点处公众的年最大有效剂量约为 $3.07 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。满足本项目年有效剂量目标管理限值 0.1mSv ，并满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）公众中有关关键组的成员所受的照射年有效剂量限值 1mSv 要求。

2.2.2 辐射工作人员辐射剂量估算

根据粒子植入操作工艺分析，辐射工作人员接触粒子源的过程包括粒子分装、分装后粒子源运输及粒子植入。粒子分装由护士完成，分装后粒子源运输至CT室内，粒子植入手术由医师完成。由于分装好的粒子在粒子植入枪内有 1mmPb 防护效能，因此仅针对粒子分装和粒子植入过程的辐射工作人员辐射剂量进行估算。粒子分装或植入操作前工作人员要穿戴好防护用品，应穿戴铅防护衣，戴铅手套、铅玻璃眼镜和铅围脖等。防护衣厚度不应小于 0.25mm 铅当量。拿取粒子源应使用长柄器具，如镊子，尽可能增加粒子源与操作人员之间的距离，快速完成必要的操作程序。

（1）粒子分装人员辐射剂量估算

采用公式11.6对粒子分装人员辐射剂量进行估算，主要参数取值如下：

A ：核素活度， Ci ；取2例病人粒子源使用量，即 $0.8 \text{mCi} \times 50 \times 2 = 0.08 \text{Ci}$ ；

t ：核素操作的时间， h/a ；按每例分装10分钟计算， $t = 10/60 \times 2 \times 200 = 66.7 \text{h}$ ；

F ：屏蔽体对射线的减弱系数；取防护衣厚度不应小于 0.25mm 铅当量

$F = 9.77 \times 10^{-4}$ ；

r ：核素距关心点距离， m ；这里取 $r = 0.1 \text{m}$ （取手部距离粒子源最近距离）；

T ：居留因子。对于辐射工作人员， $T=1$ ；

将上述参数代入公式 11.6，计算出粒子分装人员辐射剂量约为 $2.13 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。

（2）粒子植入工作人员辐射剂量估算

采用公式11.6对粒子植入工作人员辐射剂量进行估算，主要参数取值如下：

A ：核素活度， Ci ；取1例病人粒子源使用量，即 $0.8 \text{mCi} \times 50 \times 2 = 0.08 \text{Ci}$ ；

t ：核素操作的时间， h/a ；按每例植入手术1.5h计算， $t = 1.5 \times 2 \times 200 = 600 \text{h}$ ；

F ：屏蔽体对射线的减弱系数；取防护衣厚度不应小于 0.25mm 铅当量

$F=9.77 \times 10^{-4}$;

r: 核素距环境关心点距离, m; 这里取 $r=0.1\text{m}$ (取手部距离粒子源最近距离);

T: 居留因子。对于辐射工作人员, $T=1$;

将上述参数代入公式11.6, 计算出粒子植入人员辐射剂量约为 0.19mSv/a 。

由上述计算结果可见, 辐射工作人员中粒子植入工作人员所受辐射剂量相对较大, 约为 0.19mSv/a , 满足职业工作人员辐射剂量目标管理限值(2mSv/a), 并满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射工作人员的职业照射水平控制限值(20mSv/a)。

事故影响分析

1、可能发生的辐射事故

1.1 粒子植入可能发生的辐射事故及其影响分析

粒子植入可能发生的辐射事故主要为放射性物质 ^{125}I 粒子丢失或被盗等事故, 对环境和公众造成辐射污染和外照射危害。

1.2 医用射线装置可能发生的辐射事故及其影响分析

因机器故障、使用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; 在设备检修或调试过程中, 因操作失误导致维修人员收到超剂量照射。

2、事故预防措施

2.1 粒子植入辐射事故预防措施

(1) 设有专用粒子储存、分装房间, 购置后的粒子存放于保险箱内。房间设有防盗门及监控设施;

(2) 建立粒子源出入库登记制度。粒子入库并登记后存放在贮藏室专用保险箱内, 由库管员负责日常保管, 未经允许任何人不得进入粒子贮藏室;

(3) 定期检查粒子源的实际库存数量及贮存场所, 对库存中的粒子源应标明其用途;

(4) 建立显示每个贮存器的标签, 在标签上标明取出的粒子源数量;

(5) 粒子贮藏室周围由保卫人员定期巡查, 并填写巡查记录;

(6) 手术前由保管员陪同使用者共同来到贮藏室, 双方共同查验后填写《粒子出库登记表》并双方共同签字;

(7) 粒子源植入后尽快对靶区正、侧位进行 X 光拍片, 确认植入的粒子源

个数；

（8）粒子源植入手术结束后对手术区进行检测，以排除粒子源在手术植入过程中遗漏的可能；

（9）植入粒子源的患者旁边 1.5m 处或担任病房应划为临时控制区。控制区入口处应有电离辐射警示标志，除医护人员外，其他无关人员不得入内；

（10）植入粒子源的患者有专用留观病房，独立卫生间；

（11）治疗期间不清扫房间，除食物盘外，房内任何物品不得带出房间。

2.2 射线装置辐射事故预防措施

（1）增强放射工作人员的安全意识，加强放射人员的辐射安全知识和操作培训；

（2）建立健全放射性管理规章制度，运行中严格执行操作规程和各项安全注意事项；

（3）重视对个人剂量的检测和工作场所的检测，及时发现可能存在的泄漏和超剂量辐射事故，按照规定使用个人剂量报警仪；

（4）定期检查各场所辐射安全防护设施是否正常。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置 建设单位已设立“辐射安全管理小组”负责全院辐射安全与环境保护管理工作。 从事辐射安全与环境保护管理工作的人员和直接从事辐射工作的人员，必须参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，并取得相关证书。考核不合格者不得上岗。
辐射安全管理规章制度 本项目建设单位应建立健全射线装置使用、操作及放射性物质管理等制度，所需制定的制度主要包括： (1)《辐射安全与防护管理制度》 (2)《辐射安全岗位操作规程》 (3)《辐射工作人员岗位职责》 (4)《辐射环境安全保卫制度》 (5)《设备使用与维护、质量控制制度》 (6)《职业健康检查管理制度》 (7)《辐射安全教育、培训制度》 (8)《放射性操作场所监测方案》 (9)《放射性同位素使用登记制度》
辐射监测 (1) 个人剂量监测 从事放射性操作时，放射性操作人员需佩戴个人剂量计（牌）和个人剂量报警仪。个人剂量计（牌）应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量监测档案，个人剂量监测周期最长不应超过 90 天。 (2) 常规监测 配置便携式 X-γ 剂量测量仪，定期测量医用 X 射线装置机房外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止辐射工作并向辐射防护负责人报告。 便携式 X-γ 剂量率仪定期送有资质部门检定。

辐射事故应急

建设单位应制定《辐射事故应急预案》。发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向环境保护局和公安局报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生行政部门报告。

辐射事故应急预案内容应包括：

- a) 应急组织机构组成和职责分工；
- b) 辐射事故类型与应急响应程序；
- c) 辐射事故现场处置方案；
- d) 辐射事故应急保障措施；
- e) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- f) 应急培训及应急演练计划

工作场所放置辐射事故应急处置规程（书），配备设备维护工具箱、辐射剂量监测报警仪和个人防护用品。按规定每年至少组织一次辐射事故处置应急演练。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可应具备相应的条件。本项目从事辐射活动能力的评价见表 12.1。

表 12.1 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。	已设立“辐射安全管理小组”负责辐射安全与环境保护管理工作。
(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。	辐射工作人员均参加了培训,并通过了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。
(三)放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	已制定相应的规章制度和操作规程,并在辐射工作场所外张贴电离辐射标志、设置工作指示灯,并按要求落实辐射防护和安全措施。
(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,包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	拟配备便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪及铅围脖、铅背心等防护用品。
(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
(六)有完善的辐射事故应急措施。	已制定

以上分析表明,天津市北辰医院已经基本落实了使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证应当具备的条件。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践的正当性

随着医院业务量的增加,为更好地服务于患者诊断治疗的需要,天津市北辰医院拟对医院放射科、导管室、手术室等进行改扩建工程,并将放射科、导管室等迁至 A 座、B 座和 D 座内,对现有 7 台医用 X 射线装置进行更换,并再购置 6 台医用 X 射线装置,并将 ^{125}I 粒子植入的日等效最大操作量增至 $2.37\times 10^7\text{Bq}$ 。本项目的建设符合(GB18871-2002)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

2、选址、布局的合理性

本项目粒子植入设有专用粒子储存、分装房间,购置后的粒子存放于分装室南墙上的金属保险箱内,粒子植入手术在 CT1 室内由 CT 引导下操作,植入粒子源的患者有专用留观病房,独立卫生间。医用 X 射线装置均设有采取了屏蔽防护措施的专用房间,移动 X 射线机按照相关要求进行操作。

本项目放射性工作场所均充分考虑了周围场所的安全与防护以及患者就诊和临床应用的便利性,区域相对独立,对放射性工作人员和公众的辐射影响较小,本项目的选址和布局是合理的。

3、辐射安全与防护措施

粒子植入设有专用粒子源储存、分装房间,购置后的粒子存放于保险箱内,房间设有防盗门及监控设施;粒子运输有铅罐防护;粒子分装在屏蔽手套箱内完成;粒子植入场所为 CT1 室,已按要求采取了屏蔽防护措施;植入后的病人有专用留观病房,独立卫生间,设有铅屏风;粒子植入患者在植入部位穿戴 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖或腹带。

各医用 X 射线装置均设有单独机房,经估算机房墙体、防护门和观察窗等均可达到相应防护效能。机房门外设有电离辐射警示标志、工作状态指示灯等。

移动 X 射线机防护安全操作要求包括:在无法使用固定设备且确需进行 X 射线检查时才允许使用移动设备;使用移动式设备在病房内作 X 射线检查时,应对毗邻床位(2m 范围内)患者采取防护措施,不应将有用线束朝向其他患者;;曝光时,工作人员应做好自身防护,合理选择站立位置,并保证曝光时能观察到

患者和受检者的姿态；移动式 and 携带式 X 射线设备不应作为常规检查用设备。

4、辐射环境影响分析

本项目医用X 射线装置机房及粒子植入均随着医院整体建设已经建成，本项目建设阶段主要为粒子储存场所、植入场所及医用X 射线装置机房的防护装修和设备安装，不涉及放射性同位素及射线装置的使用，因此本项目建设阶段不存在辐射环境影响。

根据本项目¹²⁵I粒子源最大使用量计算，¹²⁵I粒子源储存和分装场所为乙级非密封放射性物质工作场所。根据预测，本项目医用X射线装置机房外的剂量当量率可满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的规定，即具有透视功能的X射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5μSv/h；本项目医用X射线装置机房外及粒子植入相关场所公众所受年剂量当量均可满足本项目公众年剂量目标管理限值0.1mSv，并满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的规定，即实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年有效剂量不应超过1mSv；本项目III类射线装置机房的防护情况满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的规定；放射性工作人员可能受到的年有效剂量可满足辐射工作人员年有效剂量目标管理限值2.0mSv要求。

5、辐射安全管理

建设单位已成立“辐射安全管理小组”负责辐射安全与环境保护管理工作；已经制定了辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急预案；辐射工作人员均参加了培训，并通过了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；拟配备便携式X-γ 剂量率仪、个人剂量报警仪等仪器设备，并制定辐射监测计划。

6、结论

综上所述，天津市北辰医院改扩建使用II、III类射线装置（血管造影机、CT、DR等医用X射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（¹²⁵I粒子植入）项目，在落实了各项辐射防护和环保措施，加强环境管理的情况下，将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，对周围环境和公众是安全的。因从辐射环境保护角度论证，本项目的建设具有环境可行性。

建议和承诺

（1）根据国家有关辐射环境管理法律法规及标准规范要求，健全完善各项规章制度，严格执行操作规程，落实各项辐射安全和防护措施；

（2）配备与辐射工作相适应的监测仪器，严格落实监测计划；

（3）接受各级环保行政主管部门的监督检查；

（4）取得《辐射安全许可证》后方可开展辐射工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

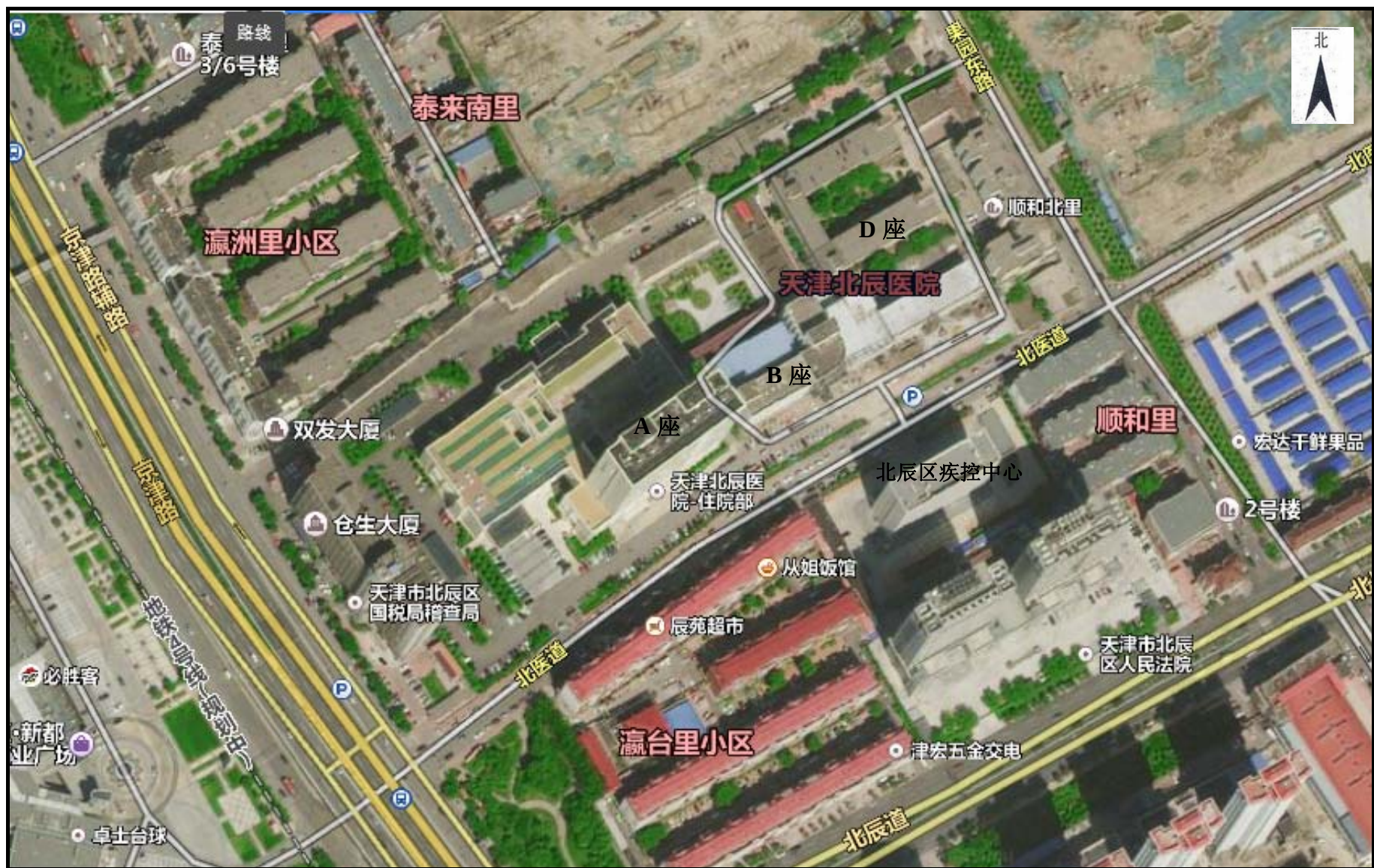
公 章

经办人

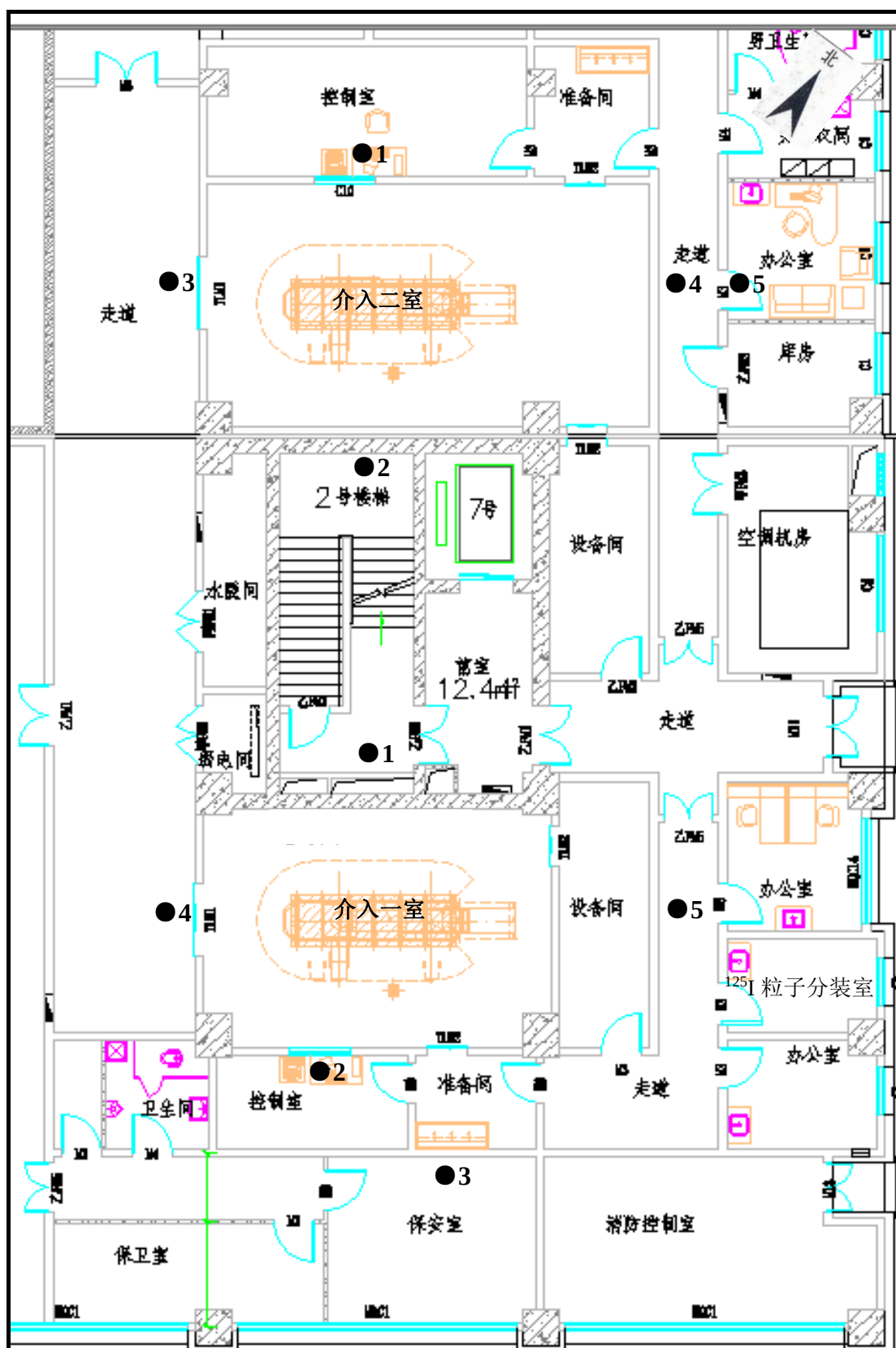
年 月 日



附图1 项目地理位置图

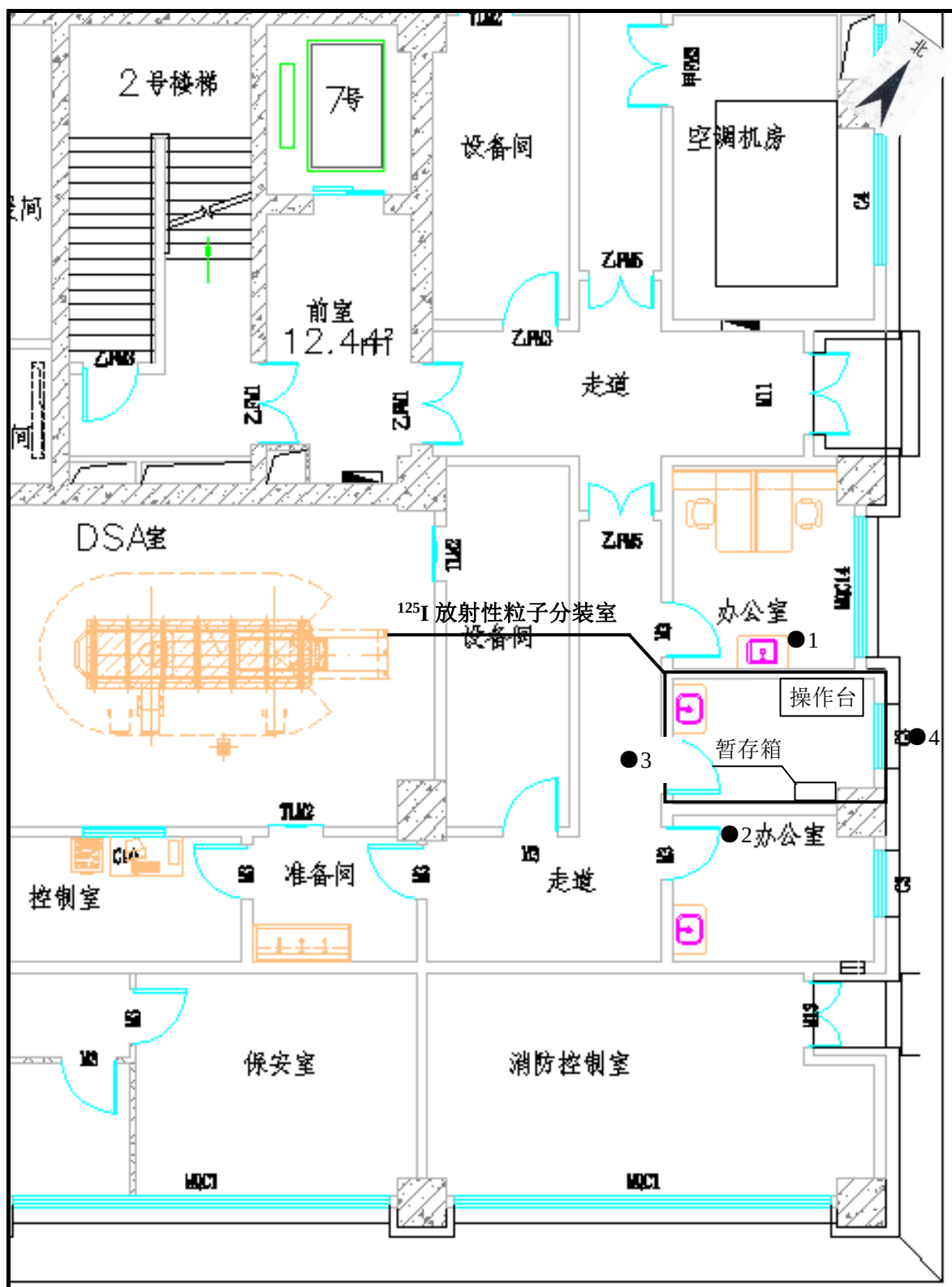


附图 2 天津市北辰医院周围环境图



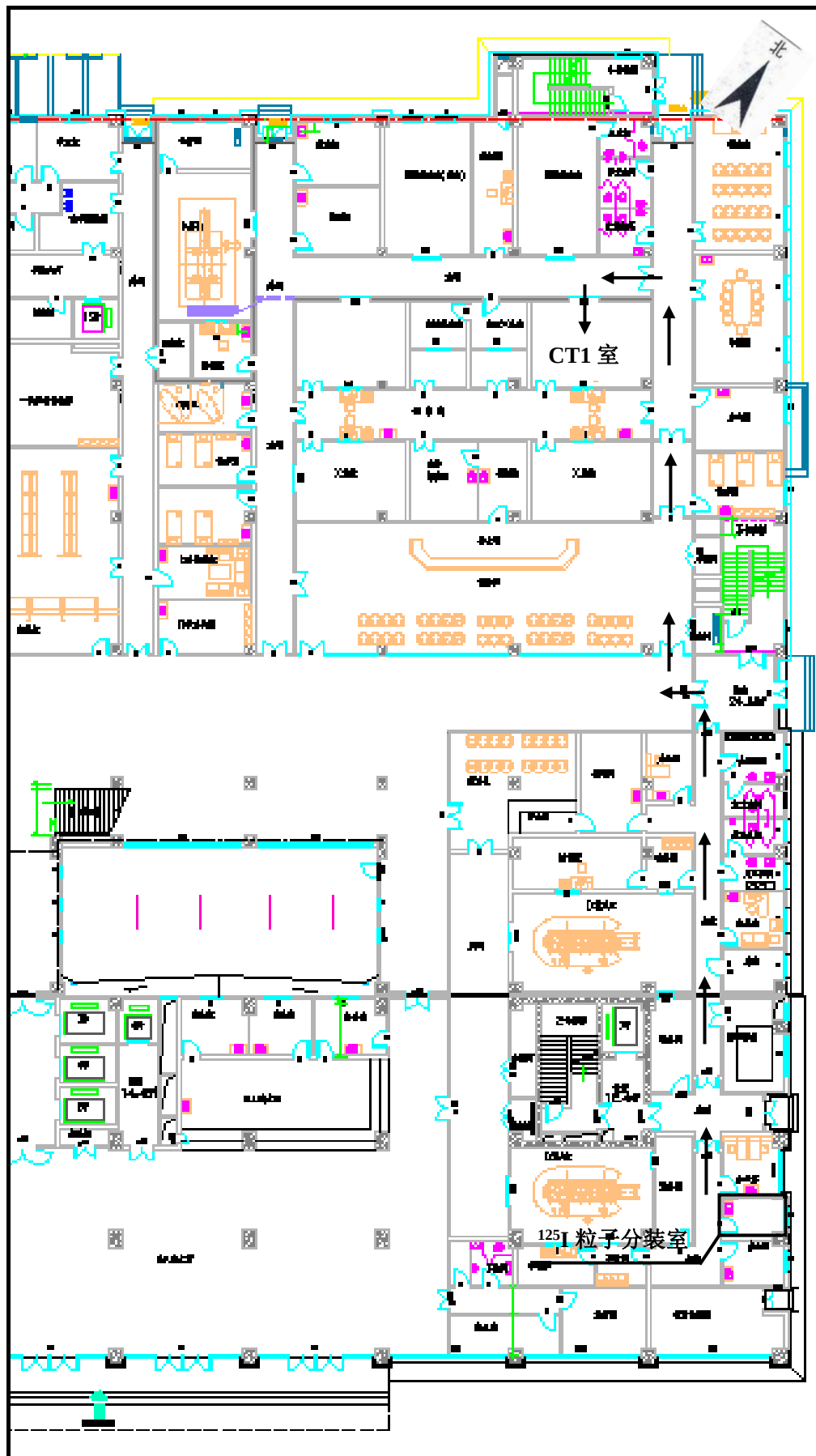
注：图中●为环境关心点。

附图 3 全数字血管造影机房环境关心点示意图



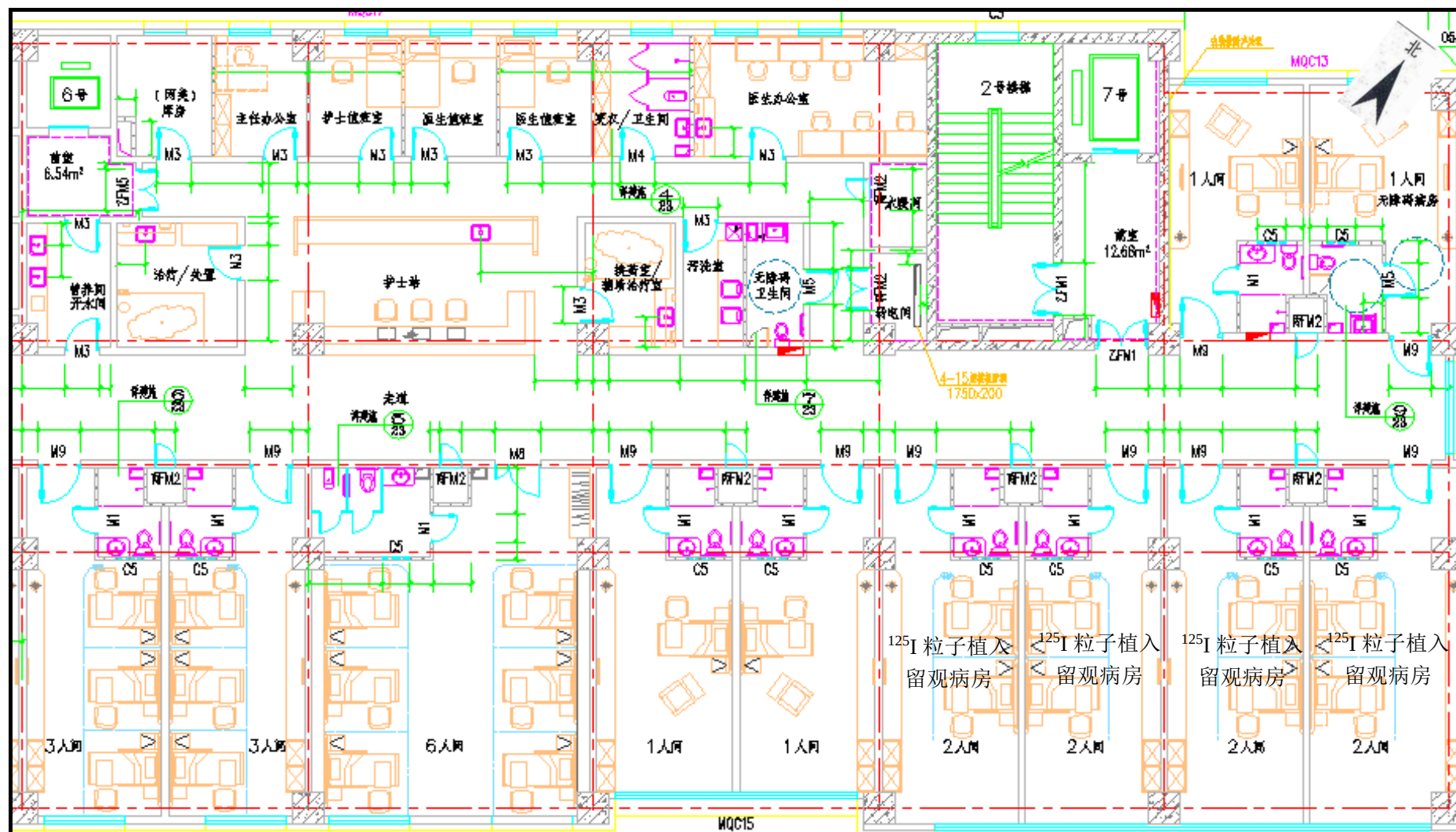
注：图中●为环境关心点。

附图 4 ^{125}I 放射性粒子分装室平面示意图



注：图中→为 ^{125}I 放射性粒子由分装室至 CT 机房的路径。

附图 5 ^{125}I 放射性粒子由分装室至 CT 机房路径图





注：图中▲为本底监测点位。

附图 8 本底监测点位示意图（二）

(三) 射线装置

证书编号: 津环辐证[00236]

[illegible]

单位名称	天津市北辰医院		
地址	天津市北辰区北医道7号		
法定代表人	许建辉	电话	26833716
证件类型	身份证	号码	120113196312070027

涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	放射科	医院内	姜琳
	导管室	医院内	徐静
	手术室	医院内	赵楠
	以下空白		
种类和范围	使用II类、III类射线装置， 使用非密封放射性物质，丙级工作场所		
许可证条件	使用II、III类射线装置， 使用非密封放射性物质，丙级工作场所		
证书编号	津环辐证[00236]		
有效期至	2019 年 06 月 14 日		
发证日期	2014 年 06 月 15 日		

(三) 射线装置

津环辐证[00236]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
1	C型臂X线机	EverView7500	Ⅲ类	放射诊断用普通X射线机	放射科	来源 北京 去向	吕南丁	2009-06-25
2	口腔全景X线机	Os1000c	Ⅲ类	放射诊断用普通X射线机	放射科	来源 天津 去向	吕南丁	2009-06-25
3	乳腺X线机	Senographe700T	Ⅲ类	乳腺X射线机	放射科	来源 北京 去向	吕南丁	2009-06-25
4	数字胃肠X线机	Thunis-800	Ⅲ类	放射诊断用普通X射线机	放射科	来源 北京 去向	吕南丁	2009-06-25
5	血管造影X线机	Innova2100-IQ	Ⅱ类	数字减影血管造影装置	手术室	来源 青岛 去向	吕南丁	2009-06-25
6	移动式X线机	AMX-4+	Ⅲ类	放射诊断用普通X射线机	放射科	来源 北京 去向	吕南丁	2009-06-25
7	普通拍片X线机	ProteusXR/a	Ⅲ类	放射诊断用普通X射线机	放射科	来源 北京 去向	吕南丁	2009-06-25
8	DR机	Definium6000	Ⅲ类	X射线摄影装置	放射科	来源 天津 去向	吕南丁	2009-06-25

(三) 射线装置

津环辐证[00236]

[illegible]

(二) 非密封放射性物质

证书编号:

津环辐证[00236]

[illegible]



015020674S



报告编号: 0220160256WF01

检测 报告

样品编号	0220160256W01
样品名称	环境本底
委托单位	天津市北辰医院
检测类别	环境放射性检测
检测日期	2016年4月12日

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司



天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

检 测 报 告

样品编号	0220160256W01	受检单位	天津市北辰医院
样品名称	环境本底	检测类别	环境放射性检测
检测项目	环境地表 γ 辐射剂量率测定	检测日期	2016 年 4 月 12 日
检测目的	委托检测	检测地点	手术室 1
检测依据及标准	1. 《环境地表 γ 辐射剂量率测定》GB/T14583-1993		
主要检测仪器	1. BH-3103B 便携式 X、 γ 剂量率仪(设备序列号: 036); MDL= $1.00 \times 10^{-2} \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$.		

一、检测结果($\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)

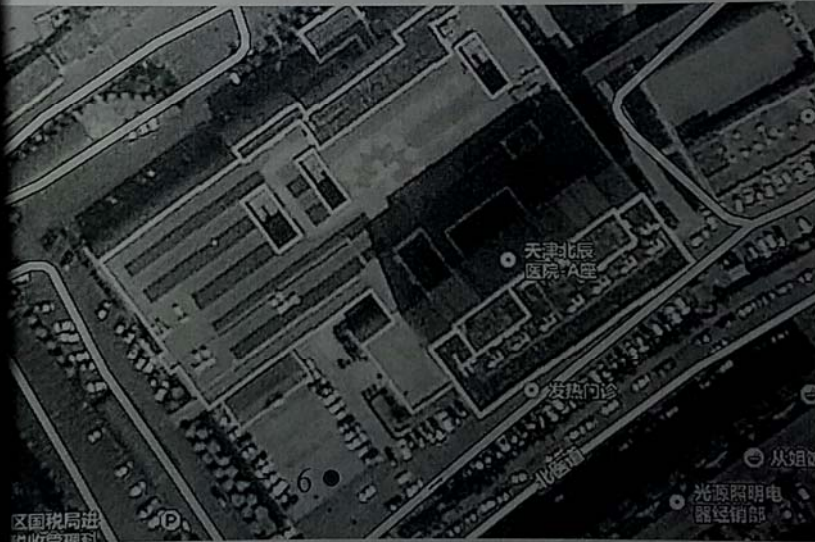
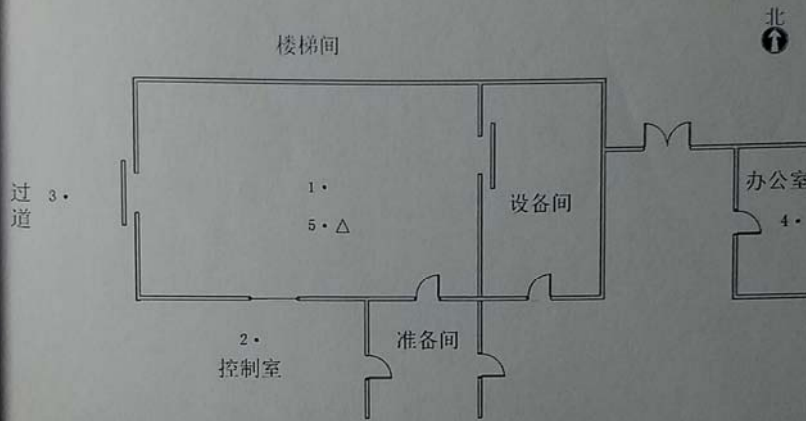
检测点位置		检测结果
1 号检测点位	机房中心点	0.162
2 号检测点位	南侧控制室	0.080
3 号检测点位	西侧过道	0.083
4 号检测点位	东侧办公室	0.073
5 号检测点位	机房楼上	0.079
6 号检测点位	北辰医院 A 座楼前	0.081

二、检测结论

以上检测数据作为该场所未投入使用前的放射性本底数据。

(本页以下空白)

三、检测点布局示意图



(以下空白)

人: 国新伟	审核人: 陈柏	签发人: 国新伟
用: 2016.5.3	日期: 2016.5.7	日期: 2016.5.7



015020074S



报告编号: 0220160256WF02

检测报告

样品编号	0220160256W02
样品名称	环境本底
委托单位	天津市北辰医院
检测类别	环境放射性检测
检测日期	2016年4月12日

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

检测专用章

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

检 测 报 告

样品编号	0220160256W02	受检单位	天津市北辰医院
样品名称	环境本底	检测类别	环境放射性检测
检测项目	环境地表 γ 辐射剂量率测定	检测日期	2016 年 4 月 12 日
检测目的	委托检测	检测地点	手术室 2
检测依据及标准	1. 《环境地表 γ 辐射剂量率测定》GB/T14583-1993		
主要检测仪器	1. BH-3103B 便携式 X、 γ 剂量率仪(设备序列号: 036); MDL= $1.00 \times 10^{-2} \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$.		

一、检测结果($\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)

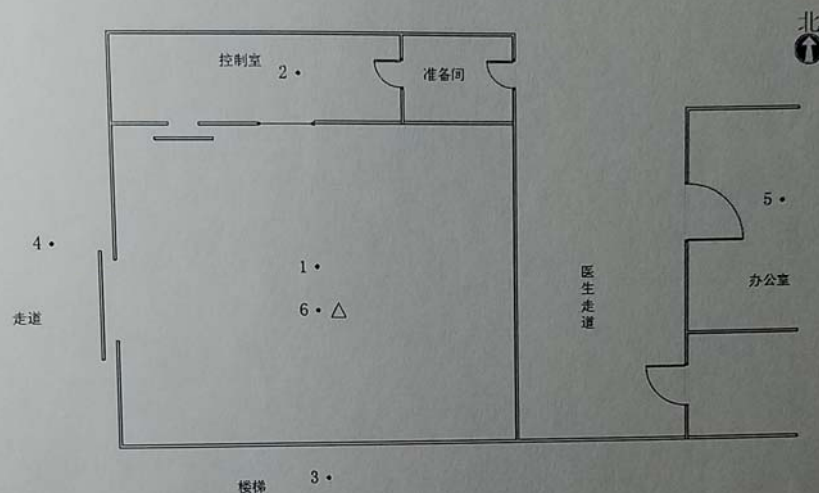
检测点位置		检测结果
1 号检测点位	机房中心点	0.147
2 号检测点位	机房北侧控制室	0.083
3 号检测点位	机房南侧楼梯	0.081
4 号检测点位	机房西侧过道	0.079
5 号检测点位	机房东侧办公室	0.073
6 号检测点位	机房楼上	0.076

二、检测结论

以上检测数据作为该场所未投入使用前的放射性本底数据。

(本页以下空白)

三、检测点布局示意图



注: 楼上为眼科诊室

(以下空白)



编制人: 周前保	审核人: 陈勃	签发: 戴光
日期: 2016.5.3	日期: 2016.5.3	日期: 2016.5.3 检测专用章

程序编号: YZ2-4

版本号: No. 3

数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA) 监督检查技术程序

1. 监督检查目的

数字减影血管造影技术 (DSA) 是一种新的 X 线成像系统, 是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。可满足心血管、外周血管的介入检查和治疗, 以及各部位非血管介入性检查治疗的需要, 对患者和手术医生的辐射剂量相对较大。因此对这类场所进行监督检查, 主要验证屏蔽防护的效能和管理, 使手术医生和患者受到的辐射剂量降到可合理达到的最低水平。

2. 检查程序适用范围

本程序适用于数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA) 使用场所的监督检查。

3. 引用标准和文件

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871)。

4. 监督检查内容

监督检查的具体内容见监督检查表。

5. 监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况, 提出本次检查中存在的问题和意见。

数字减影血管造影X射线装置监督检查表

1 X射线机基本信息

X线机型号:			
生产厂家:			
生产厂家和销售单位是否一致, 如不一致, 销售单位名称和持证情况*:			
管电压 (KV)		流强 (mA)	
最大	常用	最大	常用

※销售并维修调试单位应持有使用Ⅱ类射线装置的许可证

2 辐射安全防护设施与运行

序号	检 查 项 目		设计 建造	运行 状态	备注
1*	A 场所 设施	操作位局部屏蔽防护设施			
2*		医护人员的个人防护			
3		患者防护			
4*		观察窗屏蔽			
5		机房防护门窗			
6		通风设施			
7*		入口处电离辐射警告标志			
8		入口处机器工作状态显示			
9*	B 监测 设备	辐射水平监测仪表			
10*		个人剂量计			
11		腕部剂量计			

注: 加*的项目是重点项, 有“设计建造”的划√, 没有的划×; “运行状态”未见异常的划√, 不正常的没有的划×; 不适用的均划 /。不能详尽的在备注中说明。

3 管理制度

序号	检 查 项 目		成文制度	执行情况	备注
1	A 综合	辐射安全管理规定			
2	B 场所设施	操作规程			
3		辐射安全和防护设施维护维修制度(包括机构人员、维护维修内容与频度)			
4	C 监测	监测方案			
5		监测仪表使用与校验管理制度			
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度			
7		辐射工作人员个人剂量管理制度			
8	E 应急	辐射事故应急预案			

4 法规执行情况

序号	检查内容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	许可证			
1.1	持证单位的名称、地址、法定代表人是否进行了变更			
	如有：变更后是否办理许可证变更手续			
1.2	持证单位是否改变或超出所从事活动的种类或者范围			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.3	持证单位是否有新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.4	许可证是否在有效期内			
	如超出：是否办理许可证延续手续			
2	建设项目环境影响评价审批			
2.1	是否有新建、改建、扩建使用设施或者场所			

序号	检查内容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
	如有：是否通过环境影响评价审批			
3	建设项目竣工环境保护验收			
3.1	是否通过竣工环境保护验收审批			
	如无：是否有竣工环境保护验收监测报告			
4	监测			
4.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
4.2	个人剂量监测档案			
4.3	手部剂量监测记录			
5	射线装置管理			
5.1	射线装置台帐			
6	辐射安全设施管理			
6.1	安全防护设施维护与维修工作记录（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查时间、检查人员）			
7	事故与事件			
7.1	是否有辐射事故			
	辐射事故是否按规定报告			
8	人员管理			
8.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			
9	辐射安全自查			
9.1	定期辐射安全自查			
9.2	年度评估报告			

5 上次检查改进情况
已完成：

未完成(说明理由):

6 存在的主要问题

检查日期_____

检查人员签字_____

被检单位代表签字_____

程序编号: YZ3-1

版本号: No. 3

III类医用射线装置监督检查技术程序

1. 监督检查目的

III类射线装置中的医用 X 射线机的数量和种类较多, 主要用于医学成像诊断, 对人体和环境的潜在危险对较小, 对这类单位进行监督检查, 主要验证屏蔽防护的效能和管理是否满足国家相关标准的要求。

2. 检查程序适用范围

本程序适用于使用III类射线装置中的医用 X 射线机的生产、使用场所的监督检查。

3. 引用标准和文件

- (1) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GB 16348)
- (2) 《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ 130);
- (3) 《医用 X 射线诊断卫生防护监测规范》(GBZ 138);
- (4) 《X 射线计算机断层摄影放射卫生防护标准》(GBZ 165)。

4. 监督检查内容

监督检查的具体内容见监督检查表。

5. 监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况, 提出本次检查中存在的问题和意见。

III类医用射线装置监督检查表

1 X射线机基本信息

X线机型号:	生产厂家:
生产厂家和销售单位是否一致, 如不一致,销售单位名称和持证情况*:	

※销售并维修调试单位应持有使用III类射线装置的许可证

2 辐射安全防护设施与运行

序号	检 查 项 目		设计 建造	运行 状态	备注
1*	A 场 所 设 施	隔室操作或防护屏			
2*		观察窗防护			
3*		门窗防护			
4*		候诊位设置合理或有合适的防护			
5		辅助防护用品			
6		通风设施			
7*		入口处电离辐射警示标志			
8*		入口处机器工作状态显示			
9*	B 其 它	个人剂量计			
10		灭火器材			

注:加*的项目是重点项,有“设计建造”的划√,没有的划×;“运行状态”未见异常的划√,不正常的没有的划×;不适用的均划/。不能详尽的在备注中说明。

3 管理制度

序号	检 查 项 目		成文制度	执行情况	备注
1	A 综合	辐射安全管理规定			
2	B 场所设施	操作规程			
3		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）			
4	C 监测	监测方案			
5		监测仪表使用与校验管理制度			
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度			
7		辐射工作人员个人剂量管理制度			
8		X线诊断中受检者防护规定			
9	E 应急	辐射事故应急预案			

4 法规执行情况

序号	检查内容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	许可证			
1.1	持证单位的名称、地址、法定代表人是否进行了变更 如有：变更后是否办理许可证变更手续			
1.2	持证单位是否改变或超出所从事活动的种类或者范围 如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.3	持证单位是否有新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所 如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.4	许可证是否在有效期限内 如超出：是否办理许可证延续手续			

序号	检查内容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
2	环评			
2.1	持证单位是否有新建、改建、扩建使用设施或者场所			
	相应的环境影响登记表是否备案			
3	监测			
3.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
3.2	个人剂量监测记录			
4	射线装置管理			
4.1	射线装置台帐			
5	辐射安全设施管理			
5.1	安全防护设施维护与维修工作记录（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查时间、检查人员）			
6	事故与事件			
6.1	是否有辐射事故			
	辐射事故是否按规定报告			
7	人员管理			
7.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			
8	辐射安全自查			
8.1	定期辐射安全自查			
8.2	年度评估报告			

5 上次检查改进情况

已完成:

未完成（说明理由）：

6 存在的主要问题

检查日期_____

检查人员签字_____

被检单位代表签字_____

**天津市北辰医院
改扩建使用 II、III类射线装置（血管造影机、CT、DR 等医用 X 射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（¹²⁵I 粒子植入）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 2016 年 10 月 28 组织专家对《天津市北辰医院改扩建使用 II、III类射线装置（血管造影机、CT、DR 等医用 X 射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（¹²⁵I 粒子植入）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

位于天津市北辰区北医道 7 号的天津市北辰医院是一所集医疗、教学、科研于一体的三级综合性医院。为了更好地服务于患者，医院拟对放射科、导管室、手术室进行改扩建工程，并将放射科、导管室等迁至 A 座、B 座和 D 座内。对现有 7 台医用 X 射线装置进行更换，并再购置 6 台医用 X 射线装置。

本次改扩建使用 DSA、CT、DR 等医用 X 射线装置涉及 II 类医用射线装置两台，全数字血管造影机和 C 型臂、CT 机、DR、数字胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔 CT 机、移动 X 光机等 III 类射线装置 14 台。

两台全数字血管造影机分别安放在 A 座一层介入一室和介入二室；两台 C 型臂分别安装在 A 座 3 层的第三手术室和第四手术室；除去一台 CT 机和一台 DR 安装在 B 座一层的相应机房内和一台 DR 安装在 D 座一层的机房外，其余 III 类射线装置 CT 机、DR、数字胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔 CT 机均安装在 A 座一层相应的机房内。

¹²⁵I 放射性粒子分装室位于医院 A 座一层东南侧；¹²⁵I 粒子植入操作全部在 A 座一层东北侧的 CT1 室内完成。¹²⁵I 粒子植入的日等效最大操作量增至 $2.37 \times 10^7 \text{Bq}$ ，为乙级非密封源工作场所。

本项目放射性工作场所，均充分考虑了周围场所的安全与防护以及患者就诊和临床应用的便利性，区域相对独立，对放射性工作人员和公众的辐射影响较小。对拟建场所介入一室、介入二室和医院 A 座楼前周围环境进行了辐射环境背景值监测，结果表明均在天津市天然辐射剂量正常水平。

因此，本项目放射性工作场所的选址和布局是合理可行的。II 类射线装置两台全数字血管造影机所在的 A 座介入一室及介入二室和其余 12 台 III 类射线装

置所在的房间均为单独机房并满足使用设备的空间要求（使用面积及单边长度标准值的规定）。机房专门进行了屏蔽防护设计，墙体、屋顶、地板、防护门均可满足所用射线装置开机运行时的屏蔽防护铅当量厚度要求。

对于移动 X 射线数字摄影机的安全设施，配置有相应的铅防护屏风与个人防护用品，应结合临床的实际情况采取措施。

粒子植入设有专用粒子储存、分装房间和粒子存放保险箱，植入手术在 CT 一室内由 CT 引导下操作，植入患者有专用的留观病房、独立卫生间。植入治疗安全设施齐全，符合《低能 γ 射线粒籽源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）的要求。

应用模式估算法计算了 II 类医用射线装置 DSA 和 III 类射线装置 C 型臂、CT 机、DR、数字胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔 CT 机及 ^{25}I 粒子植入治疗正常工况下的辐射环境影响。

对各台射线装置机房周围的环境关心点处的辐射剂量进行了估算，结果表明：机房周围年剂量当量最高值可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的规定，也满足本项目的剂量约束值。

^{25}I 粒子植入后的病人在留观住院期间对周围环境（楼道走廊及邻近病房）的辐射影响，其剂量关注点处的年最大有效剂量约为 $3.07 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众中有关关键组成员所受的照射年有效剂量限值 1mSv 的要求和本项目公众年有效剂量目标管理限值 0.1mSv 的要求。

根据本项目医用 X 射线装置的分布及院区周围环境敏感目标的位置，将北辰医院院区南侧的瀛台里小区和东侧的顺和北里小区作为院区外的环境保护目标，并做了受照剂量的估算。院区外环境保护目标所受年剂量当量叠加最高值也能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）与《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关公众所受的年有效剂量的限值规定。

因此，本项目建设具备环境可行性。

二、环境影响报告表的编制质量

报告表编制格式基本规范，项目概况及工程分析基本清楚，评价标准适宜，评价方法符合环评技术导则要求，辐射环境影响评价结论成立。报告表经修改

完善后可呈报行政主管部门审批。

三、对报告表的修改意见

1、项目名称应改为：天津市北辰医院改扩建使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置（血管造影机、CT、DR等医用X射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（ ^{125}I 粒子植入）项目。

2、 ^{125}I 粒子植入治疗应具备放射性废物的处置设施和方案，补充GBZ178-2014相关内容及要求。

3、将医院原有项目、本次迁建、更新明细列表详细说明。

4、Ⅲ类射线装置仅列表对比GBZ130标准即可，可不计算。

5、统一公众剂量约束值。核实表9.2内容。按标准配置监测仪器，核实相应环保投资。补充粒子植入工作人员剂量分析内容。

6、补充评价射线装置机房周围（屏蔽体外表面30cm处）的剂量当量率控制目标值不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的规定是否符合。

7、明确设备购买时间、建设时间、验收时间。

评审专家：李寅年、安惠民

2016年10月28日

建设项目环境保护审批登记表

填表单位（盖章）：核工业理化工程研究院 填表人（签字）： 项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	天津市北辰医院改扩建使用II、III类射线装置（血管造影机、CT、DR等医用X射线装置）和使用乙级非密封放射性物质（ ¹²⁵ I粒子植入）项目						建设地点		北辰医院A座、B座及D座内							
	建设内容及规模 （项目开竣工日期）	拟更换7台医用X射线装置并新增6台医用X射线装置，同时拟将 ¹²⁵ I放射性粒子植入治疗日等效最大操作量增至2.37×10 ⁷ Bq，2016年11月开工，2016年12月竣工。						建设性质		☐ 新建 ☒ 改扩建 ☐ 技术改造							
	行业类别	核技术应用						环境影响评价 管 理 类 别		☐ 编制报告书 ☒ 编制报告表 ☐ 填报登记表							
	总投资（万元）	3220	环保投资（万元）	120	所占比例（%）	3.73	报告书（表）审批部门		天津市环保局	文 号		时 间					
建设单位	单位名称	天津市北辰医院				联系电话	15620996965		评价单位	单位名称	核工业理化工程研究院				联系电话	84801227	
	通讯地址	天津市北辰区北医道7号				邮政编码	—			通讯地址	天津市河东区津塘路168号				邮政编码	300180	
	法人代表	许建辉				联系人	吴健敏			证书编号	国环评证乙字第1111号				评价经费		
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：	GB18871-2002		
	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 与 项 目 有 关 的 其 他 特 征 污 染 物	电 离 辐 射															

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		基本农田		林 地		草 地			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
	占用土地 (hm²)		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									治理水土流失面积	工程治理 (Km²)	生物治理 (Km²)	减少水土流失量 (吨)	水土流失治理率 (%)			
	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									