编号：2023-HP-0120

核技术利用建设项目

泰州市人民医院
新增一台 DSA 项目
环境影响报告表

泰州市人民医院（盖章）

2023 年 8 月

生态环境部监制

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">泰州市人民医院新增一台 DSA 项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">泰州市人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>朱莉</td><td>联系人</td><td>沈爱军</td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">泰州市医药高新区太湖路 366 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">泰州市医药高新区太湖路 366 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td>约 300</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>约 50</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>17%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建□改建■扩建 □其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>约 100 ㎡</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>■使用</td><td colspan="4">■II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td></td><td colspan="4">/</td></tr>
</table>

项目概述：

1.1 建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1.1.1 建设单位基本情况

泰州市人民医院始建于 1917 年，最初为美国基督教教会创建的福音医院，1951 年 7 月由泰州市人民政府接管，1970 年 2 月与江苏省第八康复医院、泰州市中医院合并组建为泰州市人民医院，1999 年 9 月与泰州市第二人民医院合并组建地级市泰州市人民医院，至今已有百年历史。2011 年经江苏省卫生厅批准成为国家三级甲等综合性医院，2021 年获批苏中地区唯一省级区域医疗中心，2022 年挂牌南京医科大学附属泰州人民医院、南京医科大学泰州临床医学院、南京医科大学泰州临床研究院。

医院在职职工 3215 名，卫生技术人员 2951 名，医生 995 人、护士 1608 人，高级职称 799 名，博士 101 名、硕士 698 名，硕士研究生导师 67 名、博士研究生导师 9 名。是南京医科大学附属医院，国家卫健委批准的住院医师规范化培训基地，是中国医院协会药事管理专业委员会确认的临床药师培训基地，大连医科大学研究生培养基地。

医院分为南院、北院、新区医院三个院区。南、北院区为医院原有老院区，南院区位于江苏省泰州市海陵区海陵路 399 号，北院区位于江苏省泰州市海陵区迎春路 210 号，建筑面积共 16 万平方米。新区医院位于江苏省泰州市医药高新区太湖路 366 号，现为医院总院；新区医院一期建筑面积 26.2 万平方米，建设 2000 张床位，已于 2018 年投入使用，目前医院大部分科室已搬入新区医院。新区医院总投资 18 亿元，建成后床位达 3600 张，是苏中苏北地区第一家整体规划建设医院。三个院区地理位置示意图见附图一。

1.1.2 项目建设规模及由来

泰州市人民医院已许可的核技术应用项目，主要涉及位于南院的医用电子直线加速器、伽马刀和 PET/CT 及 SPECT，以及新区医院的核医学科乙级非密封放射性物质工作场所、DSA，还有分布于新区医院、南院和北院的多台III类射线装置等。其已许可项目情况详见表 1-1。

新区医院于 2017 年建设的门急诊医技楼三楼导管室区域，规划设计 5 座 DSA 机房，其中 3 座 DSA 机房（1#DSA 机房、2#DSA 机房、4#DSA 机房）已分别于 2017 年和 2021 年履行环评手续并通过审批，并完成辐射防护施工及 DSA 的安装使用。其余 2 座预留 DSA 机房空置。

随着医院介入科业务发展，医院拟启用预留的 5#DSA 机房，完成辐射防护施工后，购置并安装一台上海联影医疗科技股份有限公司生产的 uAngio 960 型号 DSA。以上为本次环评内容。

根据泰州市人民医院提供的资料，本项目涉及的导管室医生及护士，均为导管室现有辐射工作人员，暂时不新增加辐射工作人员。

本项目拟购的 1 台 DSA，属《射线装置分类》（生态环境部 2017 年第 66 号公告）医用射线装置栏“血管造影用 X 射线装置”，按照II类射线装置管理。本项目为使用 II 类射线装置项目。为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，泰州市人民医院应办理核技术应用项目环境影响评价手续。依照《建设项目环境影响评

价分类管理名录》（2021 版）的分类，使用Ⅱ类射线装置属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用Ⅱ类射线装置的”范畴，应编制环境影响报告表。

受泰州市人民医院委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察、现场检测（委托江苏核众环境监测技术有限公司检测）等工作的基础上，编制了该核技术应用项目环境影响报告表。

1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

泰州市人民医院新区医院位于江苏省泰州市医药高新区太湖路 366 号。本项目建设于新区医院门急诊医技楼三楼西北角的导管室区域预留 5#DSA 机房内。预留 5#DSA 机房周边 50m 范围，均在新区医院院内。泰州市人民医院新区医院平面布局及项目周边环境见附图二。

本项目 50m 评价范围内无居民区等本项目环境敏感点，环境保护目标包括本项目辐射工作人员、评价范围内的一般工作人员和公众。

本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。并根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

综上所述，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

1.3 产业政策相符性与实践正当性分析

泰州市人民医院因介入手术业务发展需要，拟建设一座 DSA 机房并购置 1 台 DSA 配合开展介入手术。本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2022 修改版）中鼓励类的“三十七、卫生健康”中“医疗卫生服务设施建设”，符合国家产业政策。本项目的建设和运行可满足医院不断增长的介入手术需求，提升医疗水平，其建设和运行对受照患者或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践正当性”的原则。

1.4 原有及本次核技术利用项目环保手续履行情况

泰州市人民医院现有辐射安全许可证编号：苏环辐证[01283]，许可种类和范围：使用III类、V类放射源；使用II、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2028 年 02 月 03 日。见附件 3。

泰州市人民医院原有及本次环评的核技术利用项目环保手续履行情况见表 1-1。

表 1-1 泰州市人民医院核技术应用情况一览表

放射源

序号	放射源名称	数量（枚）	单枚活度（Bq）	放射源类别	工作场所名称	使用情况	环评情况/审批文号	许可情况	验收情况及时间
1	Ir-192	1	3.7E+11	III	南院后装机机房	在用	苏核表复[2007]208 号	已许可	已验收，2011.3
2	Ge-68	1	9.25E+7	V	南院 PET/CT 机房	在用	苏环辐（表）审[2014]066 号	已许可	已验收，2017.12.27
3	Ge-68	2	4.625E+7	V					
4	S-90（Y-90）	2	1.44E+9	V	新区医院核医学科	在用	苏环辐（表）审[2017]026 号	已许可	已验收，2019.4.19
5	I-125	1	1.85E+9	V					

非密封放射性物质

序号	工作场所等级	核素名称	批准的日等效最大操作量（Bq）	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	许可情况	验收情况及时间
1	乙（新区医院）	^{99m}Tc	3.7E+7	新区医院核医学科	在用	苏环辐（表）审[2017]026 号及辐射安全分析报告（2018.5）	已许可	分期验收，（^{131}I 治疗），2019.4.19
		^{131}I	3.33E+9					
		^{89}Sr	4.44E+7					
		^{153}Sm	2.22E+8					
		^{125}I 粒籽	3.7E+6					
		^{177}Lu	1.48E+8					
		^{99}Mo（^{99m}Tc）	1.85E+6					
2	乙（南院 PET/CT 中心及 SPECT）	^{18}F	9.25E+6	南院 PET/CT 中心	在用	苏环辐（表）审[2014]066 号	已许可	已验收，2017.12.27
		^{64}Cu	1.48E+7		在用	辐射安全分析报告（2018.5）	已许可	/
		^{89}Zr	1.48E+8					
		^{68}Ga	1.48E+7					
		^{68}Ge（^{68}Ga）	1.85E+5					

		^{99}Mo（^{99m}Tc）	3.7E+6	南院 SPECT 机房及配套	搬迁	苏环辐（表）审[2019]15 号	已许可	/
		^{99m}Tc	3.7E+7					
		^{131}I	1.85E+8					

射线装置

序号	射线装置名称	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	许可情况	验收情况及时间
1	医用电子直线加速器	3	X 线≤15MV		II类	南院放疗中心	在用	苏环辐（表）审[2021]48 号	已许可	已验收，2023. 3.16
2	DSA	3	125	≤1000	II类	新区医院门急诊医技楼 1# DSA 机房、2#DSA 机房、病房楼 DSA 机房	在用	苏环辐（表）审[2017]042 号	已许可	已验收，2019.4.19
3	DSA	1	125	1000	II类	新区医院门急诊医技楼 4#DSA 机房	在用	苏环辐（表）审[2021]30 号	已许可	已验收，2023.3.16
			125	1000						
4	**DSA**	**1**	**125**	**1000**	**II类**	**新区医院门急诊医技楼 5#DSA 机房**	**拟购**	**本次环评**	**未许可**	**未验收**
5	CT/DR/碎石机/数字胃肠机等	43	≤150	≤1000	III类	南院、北院、新区医院各科室	在用	已登记备案	已许可	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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（台）	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 射线装置	1	联影 UAngio 960	125 kV （此电压下最大X 射线管电流800mA）	1000mA （此电流下最大X 射线管电压100kV）	血管造影及介入治疗	门急诊医技楼 三楼 5#DSA 机房	新增， 球管功率 100kW

（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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过机房排风系统排入外环境。臭氧常温下至多数小时可自行分解为氧气
手术过程中产生的污染纱布绷带等废敷料，一次性手套、废弃的药品及器具等医疗废物	固态	/	/	约 50kg	约 600kg	/	不暂存	手术后作为医疗废物送出，交由有医疗废物处置资质的单位处置
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/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、年排放总量用分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），2015 年 1 月 1 日起施行； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行； （4）《建设项目环境保护管理条例》（2017 修改版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修改版），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部 部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； （7）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； （8）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； （9）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局文件，环发[2006] 145 号文； （10）关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告，2017 年 12 月 5 日起施行； （11）关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的通知，环办[2013]103 号，2014 年 1 月 1 日起施行； （12）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行； （13）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部 部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； （14）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部 2019 年 第 38 号公告，2019 年 11 月 1 日起施行；

	（15）《江苏省辐射污染防治条例》，（2018年修改版），江苏省人大常委会公告第2号，自2018年5月1日起施行； （16）《江苏省辐射事故应急预案》，苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日起施行。 （17）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日起施行。 （18）《江苏省国家级生态保护红线规划》，苏政发[2018]74号，2018年6月9日起施行； （19）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发[2020]1号，2020年1月8日起施行。 （20）《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发[2020]49号，2020年6月21日起施行。 （21）《江苏省生态空间管控区域监督管理办法》，苏政办发[2021]20号，2021年5月1日起施行。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） （2）《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》（HJ10.1-2016） （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） （4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） （5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （6）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020） （7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）
其他	**1. 参考资料：** （1）《辐射防护导论》，方杰主编。

（2）《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编。

（3）《辐射防护基础》，李星洪主编。

（4）江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究。刘明，王承保。辐射防护，1993年第13卷第2期。

江苏省原野、道路、建筑物室内γ辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）①

	原野	道路	室内
范围	33.1~72.6	18.1～102.3	50.7～129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 s	7.0	12.3	14.0
均值±3s②	50.4±21.0	47.1±36.9	89.2±42.0
	29.4~71.4	**10.2~84**	**47.2~131.2**

① 测量值已扣除宇宙射线响应值。

② 现状评价时，以“均值±3s”作为现状评价时参考的数值。

2. 相关附表：

（1）“三同时”措施一览表

3. 相关附件：

（1）项目委托书（见附件1）；

（2）射线装置使用承诺书（见附件2）；

（3）泰州市人民医院辐射安全许可证正副本复印件（附件3）；

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置 DSA 开展血管造影及介入手术。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）的要求：射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。因此，本项目的评价范围以本次拟新增的 DSA 所在的门急诊医技楼三楼导管室区域 5#DSA 机房墙体为边界起点，延伸至周围 50m 的范围。见图 7-1 。

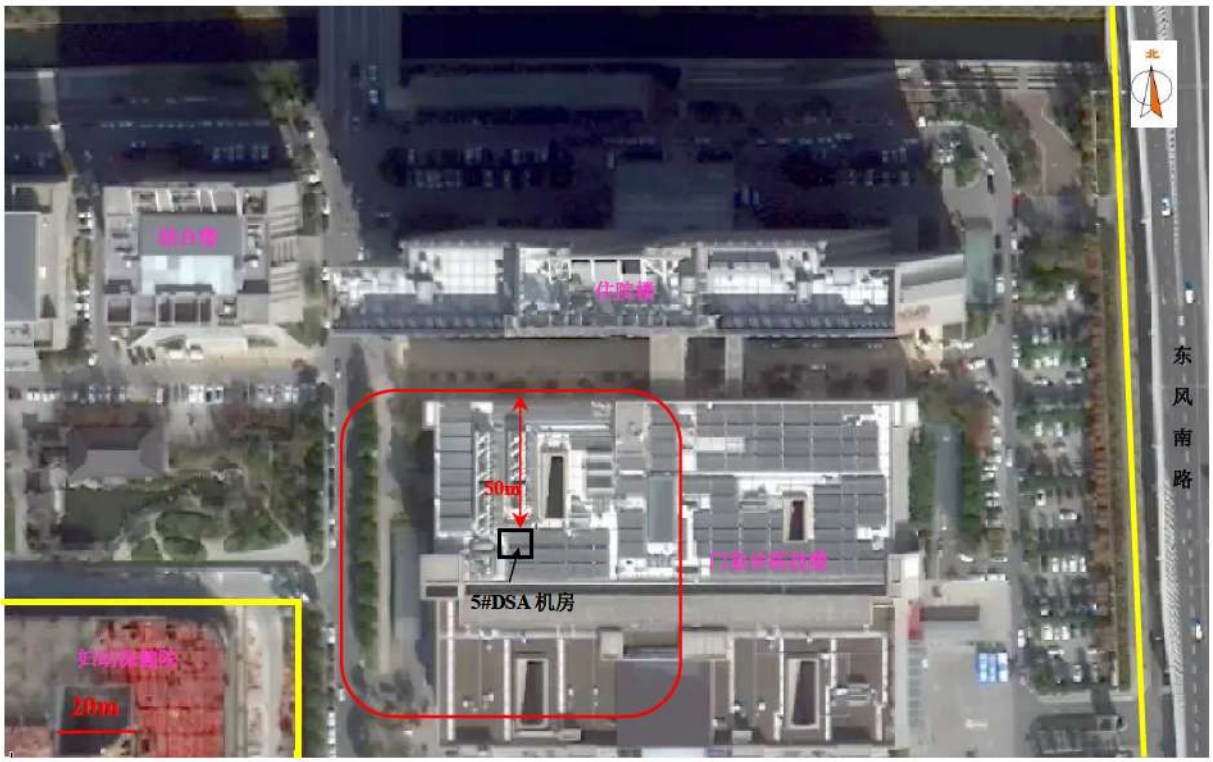


图 7-1 评价范围（50m）示意图

（注：拟建 5#DSA 机房位于门急诊医技楼三楼，黑色框线为 DSA 机房拟建址，红色框线为拟建址周边 50m 范围）

7.2 保护目标

本项目 5#DSA 机房拟建于泰州市人民医院门急诊医技楼三楼西北角导管室区域内，为导管室预留房间。5#DSA 机房周围 50m 范围均位于泰州市人民医院新区医院内。

5#DSA 机房周围 50m 范围：

东侧 50m 内依次为楼内走廊、中医科门诊及理疗室；

南侧 50m 内依次为导管室无菌库房、污物走廊、楼内医疗街挑高空间、眼科门诊用房；

西侧 15m 内依次为导管室内走廊、在用的 1#DSA 机房、2#DSA 机房和空置的预留 3#DSA 机房及空调机房、污物走廊，15m 外为楼外医院道路及绿化；

北侧 45m 内依次为在用的 4#DSA 机房、导管室库房、复苏间、更衣室、办公区等，45m 外为楼外医院道路；

顶上四楼为医院门诊手术室区域；

楼下二楼为医院内镜中心复苏大厅。

5#DSA 机房周围 50m 范围内无居民区等本项目环境敏感点。本项目环境保护目标为 DSA 的辐射工作人员及评价范围内的一般工作人员，以及工作场所内、外的公众。详见表 7-1：

表 7-1 本项目评价范围内保护目标一览表

主要环境保护目标		方位	最近距离（m）	所在场所	规模	年有效剂量约束值
本项目辐射工作人员（导管室医护人员）		机房内	/	5#DSA 机房及其所在的导管室	47 人	5mSv
公众	门急诊医技楼内一般工作人员	同层东侧	5~50	门急诊医技楼 3 楼中医科	约 15 人	0.1mSv
		同层南侧	25~50	门急诊医技楼 3 楼眼科和耳鼻喉科	约 15 人	
		楼上 4 楼	0~3	门急诊医技楼 4 楼门诊手术室	约 30 人	
		楼下 2 楼	0~9	门急诊医技楼 2 楼心电图室	约 30 人	
	患者和陪同家属	四周及楼上下	0~50	门急诊医技楼内及楼外院内道路	不定	

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020]49 号），结合江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询结果，本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图四。

7.3 评价标准

（1）剂量限值

剂量限值适用于实践(如本项目)所引起的照射，而不适用于对病患者的医疗照射和无任何主要责任方负责的天然辐射源的照射。剂量限值分为有效剂量限值和对单个器官的当量剂量限值，根据本项目的情况，仅列出有效剂量限值。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 7-2：

表 7-2 照射剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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；

（2）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3 mSv/a）的范围之内。”的规定，遵循辐射防护最优化原则，同时参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求，制定的本项目剂量约束值管理目标见表 7-3。

表 7-3 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	**5mSv/a**
公众有效剂量	**0.1mSv/a**

（3）辐射剂量率控制水平

本项目 DSA 属具有透视功能的 X 射线设备，根据 GBZ 130-2020，DSA 机房的辐射屏蔽防护要求如下

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 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 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

c）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。

附录 B X 射线设备机房防护检测

B.2 关注点检测的位置要求

B.2.1 距墙体、门、窗表面 30 cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100 cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170 cm。

（4）DSA 机房防护措施的技术要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），本项目 DSA 机房还应满足下述要求：

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积[a] m^2	机房内最小单边长度[c] m
CT机（不含头颅移动CT）	30	4.5
双管头或多管头X射线设备[b]（含C形臂）	30	4.5
单管头X射线设备[b]（含C形臂，乳腺CBCT）	20	3.5
透视专用机[b]、碎石定位机、口腔CBCT卧位扫描	15	3.0
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CBCT坐位扫描/站位扫描	5	2.0
口内牙片机	3	1.5

[a] 双管头或多管头X射线设备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射线设备的每个管球各安装在1个房间内。

[c] 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于5 mA的X射线设备。

[d] 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。

[e] 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

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 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
标称125 kV以上的摄影机房	3.0	2.0
标称125 kV及以下的摄影机房	2.0	1.0
C形臂X射线设备机房	2.0	2.0
口腔CBCT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2.0	1.0
透视机房、骨密度仪机房、口内牙片机房、 牙科全景机房（无头颅摄影）、碎石机房、模拟定位机房、乳腺摄影机房、乳腺CBCT机房	1.0	1.0
CT机房（不含头颅移动CT） CT模拟定位机房	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 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受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态

指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 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、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橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

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		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注1：“—”表示不做要求。 注2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
[a]工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。 [b]床旁摄影时的移动铅防护屏风主要用于保护周围病床不易移动的受检者。				

（6）介入辐射工作人员个人剂量检测要求

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），本项目辐射工作人员个人剂量管理应满足下列要求：

5.2 5 从事可能引起非均匀照射的操作时，在工作人员身体可能受到较大照射的部位宜佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

5.3.2 对于如介入放射学等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量

计等）。

6.1.1 按照 GB18871 的规定，对照业照射用年有效剂量评价。

6.1.2 当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，并作进一步调查。本标准建议的年调查水平为有效剂量 5mSv，单周期的调查水平为 5mSv/（年监测周期数）。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 项目地理位置、周边环境和选址合理性分析

泰州市人民医院新区医院位于泰州市医药高新区太湖路 366 号。本项目建设的一座 DSA 机房位于新区医院门急诊医技楼三楼导管室区域预留房间内（房间编号：5#DSA）。医院规划平面布置及项目位置见附图二，DSA 机房所在的门急诊医技楼三楼导管室区域及机房周围环境见附图三。

5#DSA 机房周围 50m 范围：

东侧 50m 内依次为楼内走廊、中医科门诊及理疗室；

南侧 50m 内依次为导管室无菌库房、污物走廊、楼内医疗街挑高空间、眼科门诊用房；

西侧 15m 内依次为导管室内走廊、在用的 1#DSA 机房、2#DSA 机房和空置的预留 3#DSA 机房及空调机房、污物走廊，15m 外为楼外医院道路及绿化；

北侧 45m 内依次为在用的 4#DSA 机房、导管室库房、复苏间、更衣室、办公区等，45m 外为楼外医院道路；

顶上四楼为医院门诊手术室区域；

楼下二楼为医院内镜中心复苏大厅。

5# DSA 机房周围 50m 范围内无居民区等本项目环境敏感点，选址合理。本项目周围环境现状见图 8-1。





图 8-1 泰州市人民医院 5#DSA 机房拟建址所在的门急诊医技楼内外环境现状

8.2 环境现状检测

本项目为使用门急诊医技楼三楼预留房间新建一座DSA机房，配套使用一台DSA。其活动种类和范围为使用 II 类射线装置进行手术患者的造影诊断和介入治疗。根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目 DSA 拟放置的预留 5#DSA 机房及周围环境的辐射水平。

1、检测因子、检测方法

检测因子：X-γ 辐射剂量率

检测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

2、检测点位布设

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，共计布点 7 个，重点调查 DSA 机房拟建址及周围环境辐射水平，具体点位见图 8-2。

3、检测单位、检测时间和检测仪器

检测单位：江苏核众环境监测技术有限公司（CMA资质认定证书编号：171012050259）

检测报告编号：（2023）苏核环监（综）字第（0426）号

检测时间：2022 年 11 月 7 日

检测天气：晴

仪器名称：辐射巡测仪

仪器型号：FH40G+FHZ672E-10

仪器编号：030360+11395

能量响应范围：40keV~4.4MeV

量程范围：1nSv/h~100μSv/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

检定证书编号：Y2022-0026598

检定有效期：2022.4.8~2023.4.7

4、质量保证措施、检测结果

（1）质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，其检验检测机构资质认定证书见附件 4；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，

实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的检测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训，并通过本单位技术人员上岗考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查，确保工作状态正常；

⑥检测报告实行三级审核，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

（2）检测结果及评价

本项目DSA机房拟建址及周围环境辐射水平检测结果见表8-1，检测点位见图8-2，原始检测报告见附件4。

表8-1 本项目DSA机房拟建址及周围环境辐射水平检测结果

测点号	点位描述	建筑物	测量结果（nSv/h）	测量结果（nGy/h）	备注
1	5#DSA机房预留房间内（现为空置）	楼房	73.8	61.5	环境本底检测，检测时相邻4#DSA机房未开机出束
2	预留房间南侧无菌库房内	楼房	75.8	63.2	
3	预留房间西侧导管室洁净走廊	楼房	74.5	62.1	
4	预留房间北侧4#DSA机房内	楼房	76.6	63.8	
5	预留房间东侧污物走廊	楼房	75.3	62.8	
6	预留房间顶上四楼门诊手术室区域	楼房	78.7	65.6	
7	预留房间楼下二楼心电图室	楼房	77.6	64.7	

注：*表中数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值。

*根据建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽，分为楼房、平房、原野、道路。

*本项目检测仪器使用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源，根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），换算系数取1.20Sv/Gy

根据检测结果可知，泰州市人民医院新增一台DSA项目拟建址及周围环境辐射水平为（61.5~65.6）nGy/h。

根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，江苏省建筑物室内γ辐射（空气吸收）剂量率“均值±3倍标准差范围”为（47.2~131.2）nGy/h。本项目DSA机房拟建址及周围室内γ空气吸收剂量率处于江苏省建筑物室内γ辐射（空气吸收）剂量率涨落范围内。

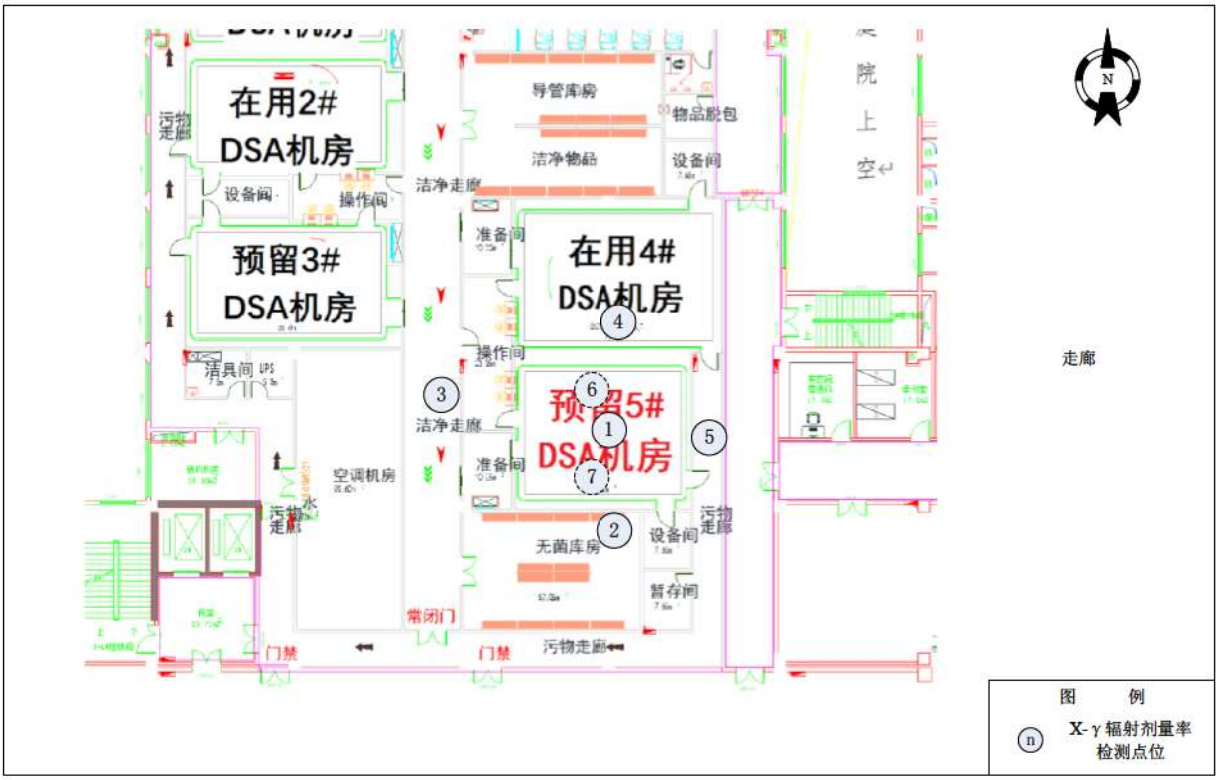


图 8-2 泰州市人民医院新增一台 DSA 项目 X-γ辐射剂量率检测点位示意图

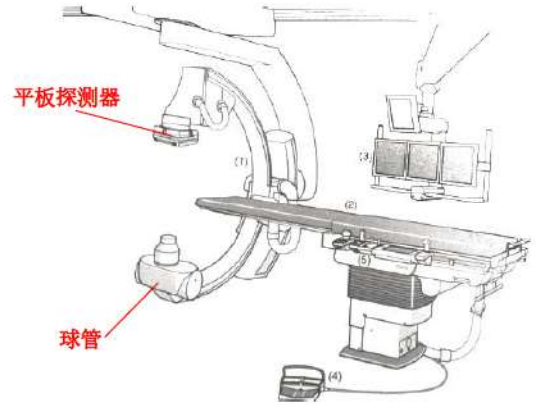
表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机。DSA 由采集系统和成像系统两部分组成。

采集系统由带有 C 型臂、X 线球管装置和平板探测器的机架、检查床、悬吊显示器、用于射线触发的脚闸、用于控制机架和检查床的控制台等组成，见图 9-1 所示。成像系统由图像处理中心、输入设备和显示器组成。图像处理中心由带有图像采集和图像处理的电子设备计算机组成，分为图像采集部分和图像后处理部分，两台计算机并联工作，各司其职，提高了系统运行效率。



注：（1）机架；（2）检查床；（3）显示器；（4）脚闸；（5）控制台

图 9-1 数字减影血管造影机（DSA）采集系统示意图

① X 线发射装置主要包括 X 线球管、高压发生器和 X 线遮光器。

介入治疗需要连续发射 X 射线，要求有较高的球管热容量和散射率，因此 DSA 必须具有阳极热容量在 1MHU 以上、具有大小焦点的 X 线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、X 线遮光器用来限制 X 线照射视野，避免患者接受不必要的辐射。

② 影像检测和显示系统，用于将 X 线信息影像转换成可见影像。

目前数字成像系统共有两种：影像增强器和平板探测器。影像增强器接收穿过患者躯体的 X 线并转换为亮度增强数千倍的输出图像后，经摄像机转换为电子图像，再经 A/D 转换成数字图像；而平板探测器是直接接收穿过患者躯体的 X 线信息后转换成数字图像。现代大型 DSA 设备普遍使用平板探测器，其转换环节少，减少了噪声，使

X 线光子信号的损失降到了最低限度，大大提高了光电转换效率。不但保证了优质的图像质量，而且降低了射线剂量。

③ 影像处理和系统控制。

DSA 影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行各种后处理。计算机系统是DSA的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。

系统控制部分有多种接口，用于协调X线机、机架、计算机处理器和外设联动。

④ 机架系统和导管床机架有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和机房情况选择。导管检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳素纤维床面，减少对X线的吸收。

⑤ 影像存储和传输系统（PACS），采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实现影像资料共享，方便随时调阅，更加高效交流和管理DSA影像信息。

9.1.2 DSA 工作原理

数字减影血管造影技术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。DSA的成像基本原理为：将X射线机对准躯体的某一部位，并将X射线造影剂注入躯体的血管内。如果在注入造影剂的前后分别摄取这同一部位的 X 射线图像，然后再将这两幅图像相减，那么就可以消除图像中相同结构的部分，而突出注入造影剂的血管部分。DSA在医疗临床中用于血管网络的功能检查，是介入手术必备的图像引导设备。

本项目拟采购的 DSA 为上海联影公司产品，型号为 UAngio 960，其平板探测器为非晶硅材料，成像面积为 398mmx 293mm，主要用于心脏、肿瘤、神经、外周介入手术。

其特点为：

①具有业内独家 uSpace 孪生空间系统 重新定义人机关系，以计算机视觉技术革命式提升介入手术效能，一键到位和采集，让术中影像更快更可及。

②国内首款仿生机械臂架构微创介入系统，业界最大开口/成角范围，场景术式随心适应。

③AI 深度赋能，以卓越的图像质量和神经/心脏/肿瘤等临床应用群，服务临床精准诊疗。

本项目 DSA 外观见图 9-2。



图 9-2 本项目 UAngio 960 型号 DSA 外观示意图

介入治疗而是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于 DSA 指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体内几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定肿瘤部位，对许多疾病实施局限性治疗。DSA 成像及时并且清晰，为介入操作的导向、及时的诊断、治疗方案的确定、即刻疗效的判断提供了重要的依据。介入工作流程见图 9-3。

DSA 只有在开机且球管出束时才会发出 X 射线。其主要用于血管造影检查及配合介入治疗。一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小；而介入手术需要长时间的透视和大量的摄片，对手术患者和同处机房内的医护人员有一定的附加辐射剂量。单台手术，视手术情况的复杂性，X 射线累积出束时间约在几分钟到 30 分钟之间。

根据泰州市人民医院提供的资料，本项目 DSA 开展介入手术的工作负荷情况见表 9-1。

表 9-1 本项目 DSA（UAngio 960）开展介入工作负荷预估

透视			
手术类别	年开展工作量	平均每台手术透视时间	年透视时间
心脏介入	500 台	约 10min	83.3h
肿瘤介入	500 台	约 10min	83.3h
神经介入	500 台	约 10min	83.3h
外周介入	200 台	约 10min	33.3h
小计	/	/	283.3h

拍片					
手术类别	年开展工作量	单次采集时间	单台手术采集次数	单台手术最多采集时间	年采集时间
心脏介入	500 台	1s~2s	3 次~5 次	约 10s	约 1.4h
肿瘤介入	500 台	1s~2s	3 次~5 次	约 10s	约 1.4h
神经介入	500 台	1s~2s	3 次~5 次	约 10s	约 1.4h
外周介入	200 台	1s~3s	5 次~10 次	约 30s	约 1.7h
小计	/	/	/	/	5.9h

9.1.3 工作流程及产污环节分析：

本项目 DSA 开展手术时的工作流程，属 DSA 常规血管造影及介入手术工作流程，是较为成熟的工作流程。产污环节源自球管出束环节。

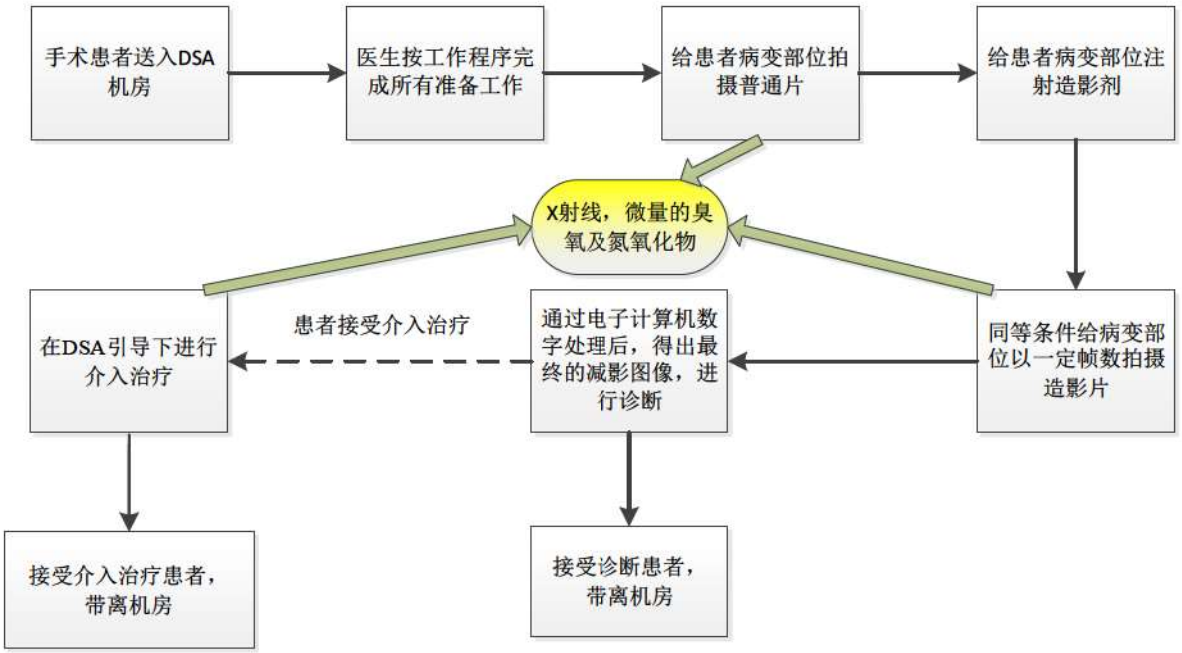
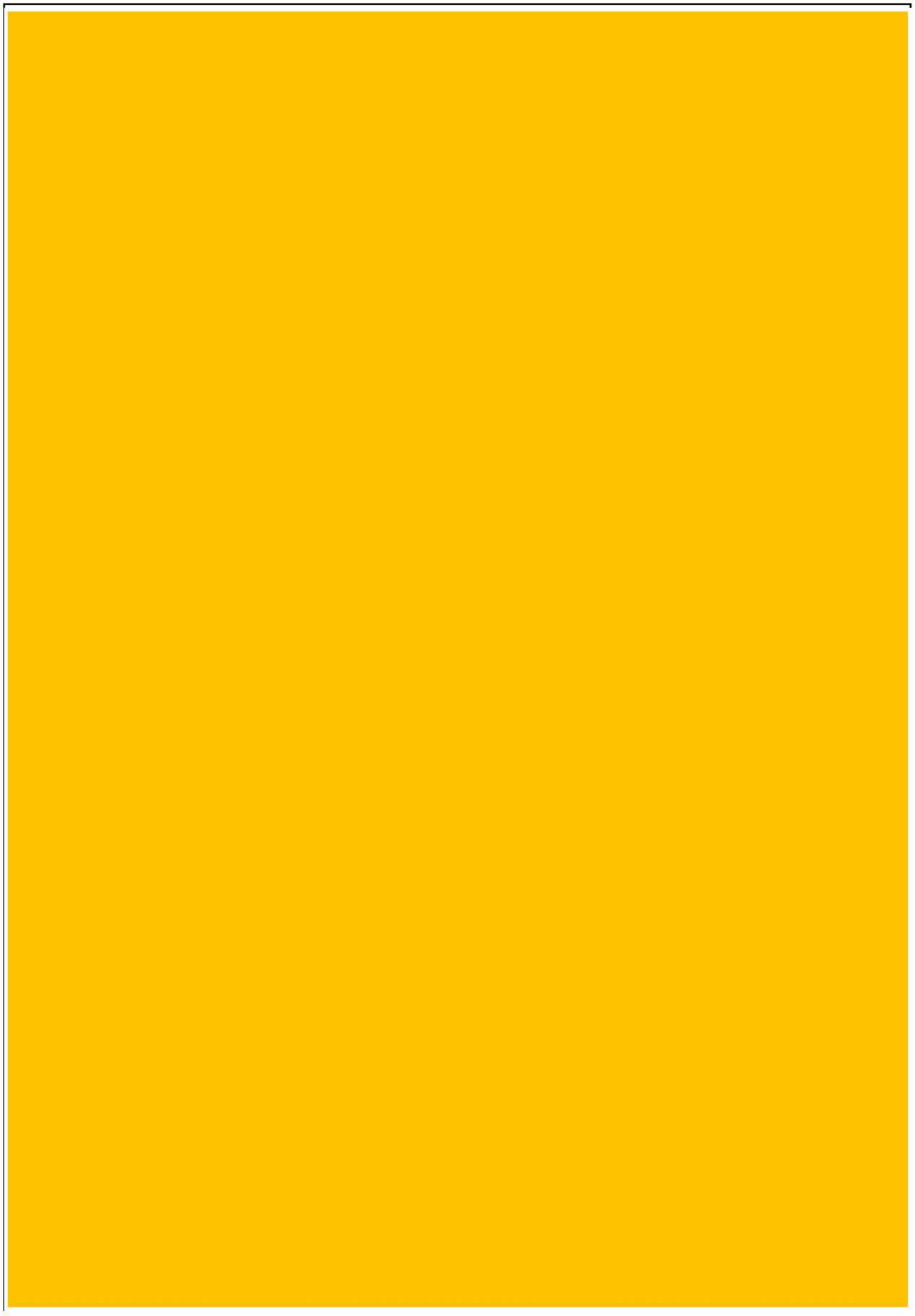
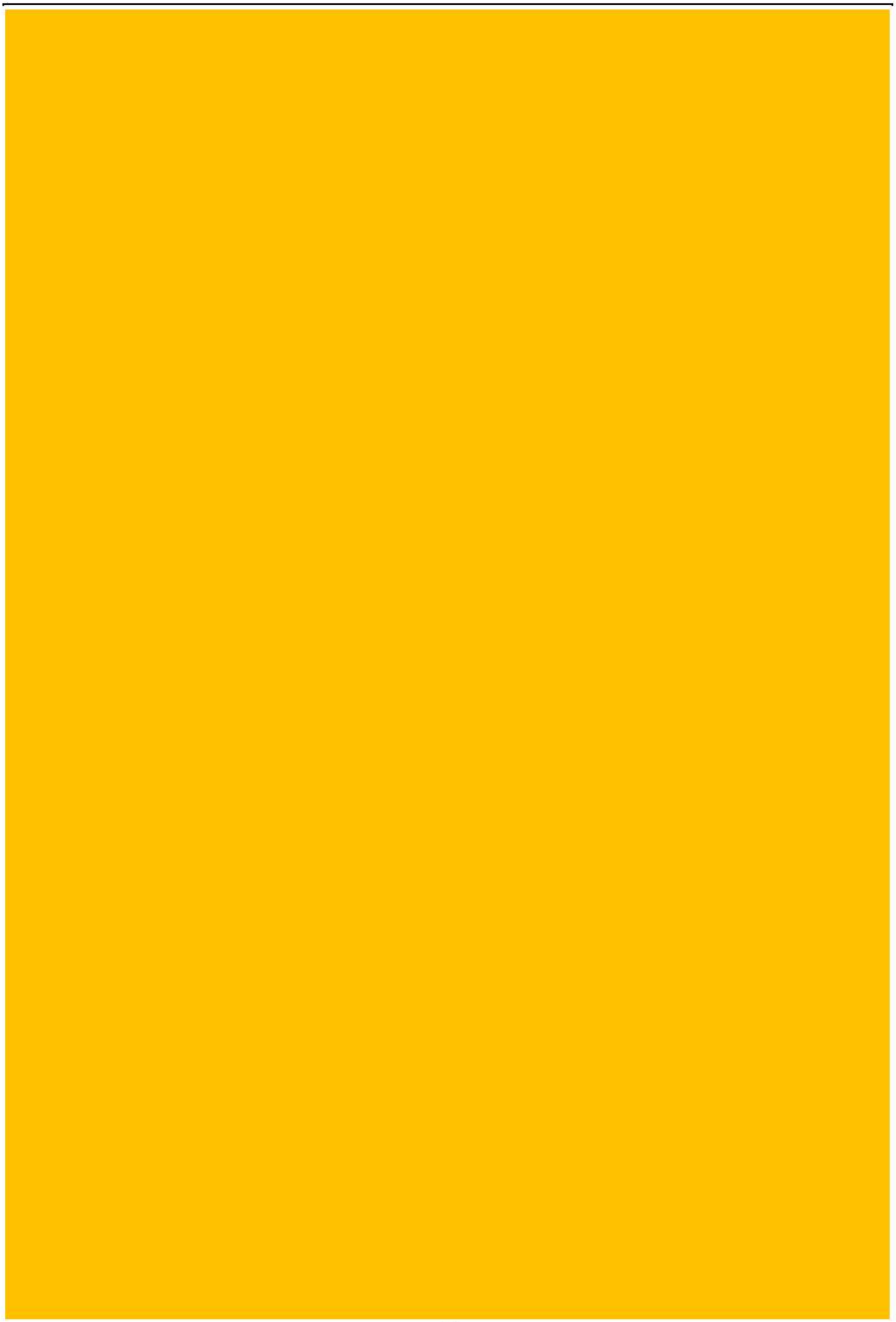
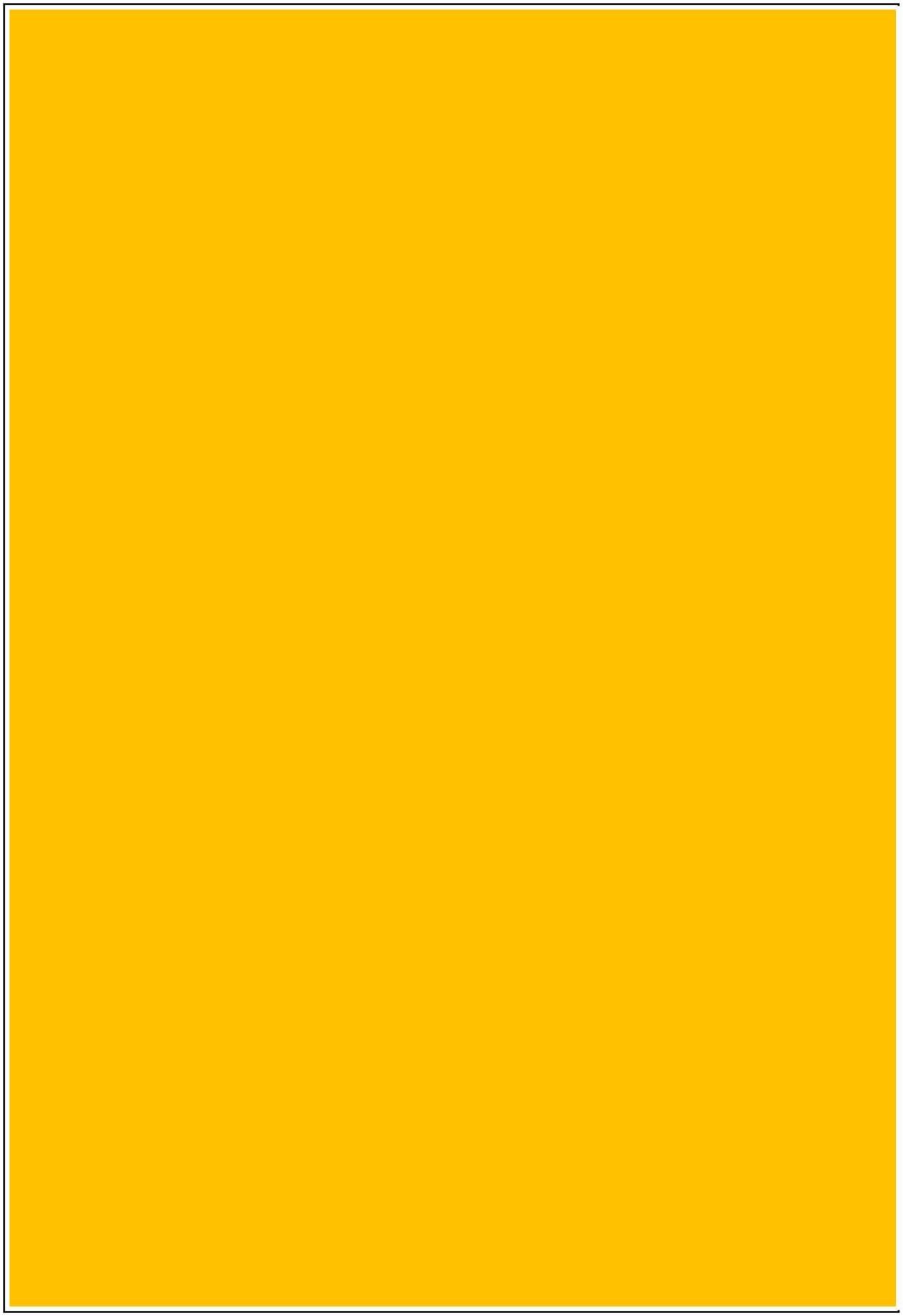


图 9-3 DSA 开展造影诊断及介入手术时工作流程及产污环节示意图







9.2 污染源项描述

由上述工程分析和产污环节可知，本项目主要产生以下污染：

（1）电离辐射污染

本项目 DSA 使用的 X 射线管，受功率限制，最大管电压不超过 125kV（此电压下最大X射线管电流800mA），最大管电流不超过1000mA（此电流下最大X射线管电压100kV）。DSA 只有在开机并处于球管出束状态时（摄影或透视）才会发出 X 射线，将会对机房内手术床边的医护人员造成职业外照射。若未被机房完全屏蔽，X 射线也会对机房外工作人员和公众产生一定的外照射，因此DSA在开机摄影曝光或透视期间，X射线是项目主要污染物。

（2）非电离辐射污染

X 射线球管在工作状态时，机房室内空气由于 X 射线的电离，产生微量臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）。

手术过程中会产生污染纱布绷带等废敷料，一次性手套、废弃的药品及器具等医疗废物。手术后作为医疗废物送出，交由有医疗废物处置资质的单位处置。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局合理性及两区划分合理性分析

本项目 5#DSA 机房拟建于泰州市人民医院门急诊医技楼三楼西北角导管室区域内，为导管室预留房间。门急诊医技楼三楼导管室区域布局详见附图三。

本项目 DSA 机房由导管室手术间、设备间、准备间，以及与 4#DSA 机房共用的操作间、共用的污物通道构成，详见附图三。

本项目 DSA 机房尺寸及面积与 GBZ130-2020 相符性分析见表 10-1。

表 10-1 本项目 DSA 尺寸及面积与 GBZ130-2020 相符性分析

	5#DSA 机房
机房净尺寸（m）	8.8（长）×6.9（宽）×3（高）
机房有效净面积（㎡）	60.7
DSA 管头类型	单管头
GBZ130-2020 要求	单管头 X 射线设备（含 C 形臂）机房内最小有效使用面积不低于 20 ㎡，机房内最小单边长度不小于 3.5m
是否满足标准	满足

5#DSA 机房的手术间、操作间分开单独设置；DSA 为单球管/下球管结构，由于球管主射线永远投照在 C 型臂另一端的平板探测器照射野范围内，即使 C 型臂转动，有用线束也不直接照射西侧患者通道防护大门、西侧人员通道防护小门、铅观察窗及管线口位置、东侧污物通道门；手术患者均不在机房内候诊。本项目 DSA 机房的布局完全满足 GBZ130-2020 中布局要求，布局合理。

医院将 DSA 机房（导管室）的手术间划分为控制区，开展介入手术时，非辐射工作人员不得入内。机房配套的设备间、共用操作间，以及专用于将患者送入导管室手术间的准备间，专用于导管室手术间医疗废物送出的污物通道划分为监督区：其中机房配套的设备间用于放置 DSA 附属设备、库房用于放置手术耗材，一般手术时无人停留；共用操作间用于隔室操控 2 台 DSA，非手术相关人员不得入内；而患者准备间专供手术患者送入 DSA 机房；污物通道专用于导管室手术间医疗废物送出。

开展介入手术时，导管室手术间内 DSA 球管发射 X 射线，导管室手术间为“需要专

门防护手段或安全措施的区域”，属 GB18871-2002 定义的控制区；而配套设备间、准备间，共用操作间、污物通道均与导管室手术间相邻，为 DSA 机房配套功能房间/区域，“在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”，属 GB18871 定义的监督区。该 DSA 工作场所区域划分明确，满足 GB18871-2002 的场所分区要求。DSA 机房控制区与监督区划分、医护人员和手术患者运送路线、污物送出路线示意见附图五。

10.1.2 辐射工作场所辐射防护屏蔽设计

泰州市人民医院提供的 5#DSA 机房屏蔽防护设计方案见表 10-2。

表 10-2 5#DSA 机房屏蔽防护设计方案

屏蔽方位	屏蔽材料及屏蔽厚度
东、南、西、北墙	龙骨+3mmPb
西墙上铅观察窗	3mm 铅当量铅玻璃
屋顶	12cm 混凝土现浇楼板+3mmPb
地板	12cm 混凝土现浇楼板+3mmPb
5#DSA 机房南墙上设备间门、东墙上污物通道门、西墙上医护人员进出小门和患者进出大门	3mmPb

注：① 混凝土现浇楼板密度不低于 2.35g/cm^3，铅密度不低于 11.3g/cm^3。

②电缆设计从 DSA 手术室铅观察窗上方直径 5cm 的 PVC 管穿墙，穿墙口设计覆盖 3mmPb 的补偿屏蔽。

10.1.3 辐射安全措施评价

本项目 DSA 机房参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，拟设计如下的辐射安全和保护装置，见图 10-2：

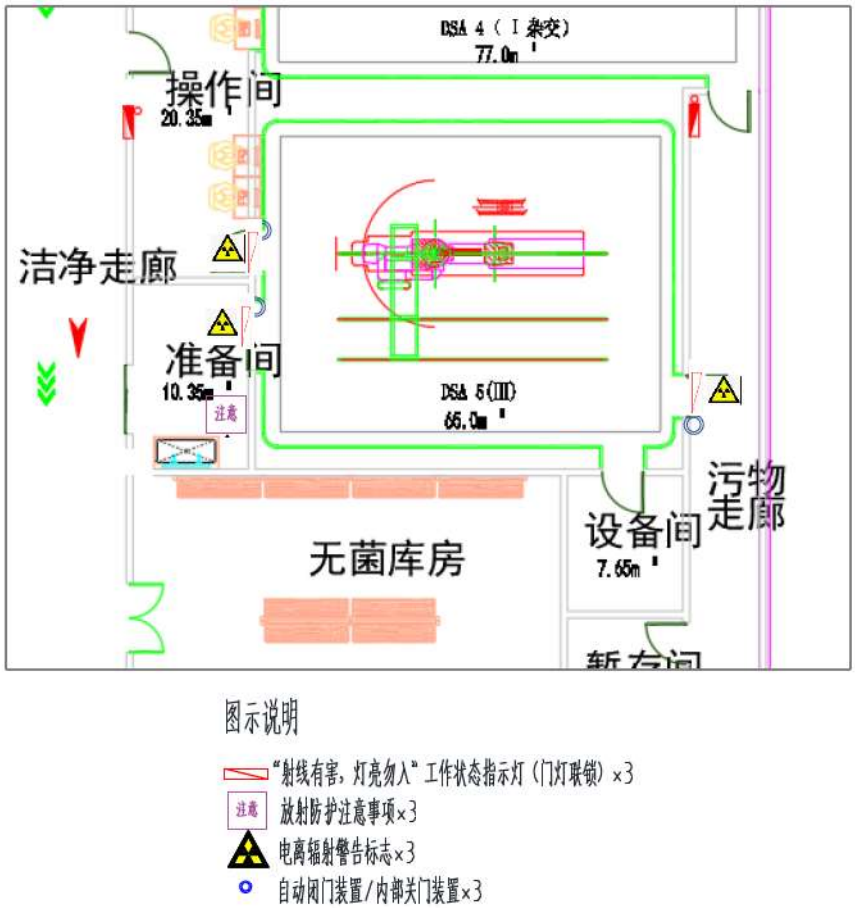


图 10-2 5#DSA 机房辐射安全设施平面布置示意图

（1）电离辐射警告标志

导管室手术间的辐射工作人员出入小防护门、手术患者出入大防护门以及污物通道门均设计粘贴符合 GB18871-2002 规范的“当心电离辐射”警告标志，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。满足 GBZ130-2020 的要求。

（2）工作状态指示灯

导管室手术间的辐射工作人员出入小防护门、手术患者出入大防护门以及污物通道门上方拟安装工作状态指示灯。灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，用于提醒无关人员不要靠近和逗留。在手术患者出入大防护门外候诊区拟设置放射防护注意事项。

工作状态指示灯与机房门有效关联。只有机房门关闭的时候才会灯亮，提示 DSA 处于开机状态；当机房门打开的时候，灯则熄灭。

落实上述措施方满足 GBZ130-2020 的要求。

（3）观察窗

导管室手术间在共用操作间位置的墙上设置有铅观察窗，从此观察窗可方便看到

DSA 设备整体以及受检患者状态、东墙上污物通道门的开闭情况，满足 GBZ130-2020 对于机房观察窗的设置要求。

（4）闭门装置

根据 GBZ 130-2020 的要求，5#**导管室手术间西墙上医护人员小门和东墙上污物通道门、南墙上设备间门是平开门，平开机房门应有自动闭门装置；手术间西墙手术患者出入大门是推拉式电动门，推拉式电动门应设有曝光时关闭机房门的管理措施，并设置防夹装置。**本项目 DSA 机房需落实上述自动闭门装置、防夹装置和曝光时关门管理措施的要求，方满足 GBZ130-2020 的要求，避免 DSA 开机时防护门未关闭造成门外人员不必要受照。

（5）个人防护用品和辅助防护设施配置

泰州市人民医院应按 GBZ130-2020 对于个人防护用品和辅助防护设施配置要求，根据介入手术时 DSA 机房内辐射工作人员数量，配备足够数量的不低于 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套；不低于 0.25mmPb 的铅防护眼镜、铅橡胶帽、不低于 0.025mmPb 介入防护手套等个人防护用品，确保每个进入 DSA 机房的辐射工作人员均身着齐备的屏蔽防护用品。并为手术患者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等个人防护用品，在手术期间为其正确穿戴。

根据 GBZ130-2020 的要求，DSA 设备上应安装有铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏，不低于 0.5mm 铅当量。还可以选配移动铅防护屏风（不小于 2mm 铅当量）。本项目 DSA 拟采购一扇铅悬挂防护屏和一套床侧防护帘，不低于 0.5mm 铅当量。

（6）其他辐射安全措施

由于介入手术时医护人员需要与开展介入治疗的手术患者同在手术室内，X 射线球管工作时产生的散射线对医护人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，单位还应在以下方面加强对介入放射的防护工作：

a）操作中减少透视时间和减少照相的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，介入人员在操作时应尽量远离检查床。

b）一般说来，降低手术患者受照的剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入人员的培训，包括放射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少手术患者和介入人员的剂量。

c）所有在介入放射手术室内的工作人员，并不仅限于介入手术医生，而包括周围护

理人员，都应开展个人剂量监测，单位应结合工作人员个人剂量监测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

d）引入的 DSA 及配套设备必须符合国际的或者国家的标准，满足各种特殊操作的要求，其性能必须与操作性质相符合；设备应该常规调节到满足低剂量的有效范围内，并尽可能提高图像质量。

e）介入人员应该结合 DSA 设备的特点，了解一些降低剂量的方法，比如采用小照射野、低频率脉冲透视等方法。

f）加强 DSA 设备的质量保证工作，设备的球管与高压发生器、透视和数字成像的性能以及其它相关设备应该定期进行检测。

g）临床介入手术时，介入医生需站在 DSA 床边操作，仅依赖于医护人员身着铅衣、机器自带的铅吊帘等防护设备被动防护。一般来说，床下球管机对医护人员的辐射剂量，由头、颈、胸至腹部呈现剂量逐渐上升的趋势，故操作人员除个人防护用品（铅衣、铅围脖、铅帽及铅眼镜等）外，应着重考虑X射线机操作侧的屏蔽，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的，且能消毒。如：床侧立地防护屏、防护手术手套、床侧竖屏及床上防护屏、床下吊帘、床侧吊帘、床上防护覆盖板等。以上组合屏蔽防护措施的使用，能够有效降低介入手术医护人员的吸收剂量，尤其是胸部以下部位屏蔽效果在 80%以上。

h）尽可能保持医护人员手部在 X 射线主射束以外。当手部在主射线束中心区域时，会导致球管 kV/mA 增加，同时产生更多散射线，从而增加受检者和工作人员剂量。

i）除存在临床不可接受的情况外，图像采集时介入人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。**当 C 型臂水平方向透视时，介入人员可位于平板探测器一侧，同时注意避免有用线束直接照射，能够最大限度减少所受辐射影响。**

10.2 三废的治理

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生。

本项目运行后，仅由于 X 射线电离空气产生少量臭氧、氮氧化物。根据 GBZ130-2020 的要求，DSA 机房内应设置动力排风装置，并保持良好的通风。本项目 DSA 机房内设置了中央空调和新风系统，工作时均开启，保持室内空气流通及温度的恒定，能够满足 GBZ130-2020 关于工作场所通风的要求。

手术过程中会产生污染纱布绷带等废敷料，一次性手套、废弃的药品及器具等医疗废物。手术后作为医疗废物送出，交由有医疗废物处置资质的单位处置。

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液及废胶片产生，项目运行中产生的废水包括手术过程中清洗用水和工作人员产生的生活污水，将作为医疗废水汇入医院污水处理系统，经消毒灭菌后接入市政污水管网，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 机房的基础土建施工，包括在架设龙骨并安装铅板，在地面铺贴铅板，在屋顶安装铅板吊顶、安装铅防护门窗等辐射防护施工和 DSA 设备安装施工。该辐射防护施工和设备安装施工是在门急诊医技楼三楼预留房间内进行的施工，基本控制在门急诊医技楼三楼范围内，但会产生一定量的扬尘、施工噪声、施工期污水、固体垃圾等污染物，将对周围环境产生一定的影响。本项目建设施工时对环境的影响及应采取的污染防治措施如下：

（1）大气：本项目在架设龙骨、安装铅板、防护门窗安装、设备安装时，由于钻孔钻墙等将产生扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。通过设置密封围挡隔离，及时清扫施工场地，可以减少扬尘的产生对相邻医疗场所的影响。

（2）噪声：本项目在铅板安装、防护门窗安装、设备安装时，由于搬运、组装、钻孔钻墙等，都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。单位安排设备安装施工时间避开医院正常工作时间，避免对相邻医疗场所的影响。

（3）固体废物：本项目施工期间产生的固体废物主要有施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾应堆放在指定地点并委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落；装修垃圾和生活垃圾由医院环卫部门统一及时清运处理，做到日产日清，并保持施工环境的洁净卫生。

（4）废水：本项目施工期污水主要为施工人员的生活污水，生活污水纳入医院污水处理系统，经统一消毒后，纳入市政污水管网。

综上所述，项目施工期间对环境存在一定的影响，但是这些影响具有时效性，随着施工期的结束，对环境的影响也消除。单位只要在施工阶段采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在门急诊医技楼三楼导管室区域内，对周围环境影响较小。

本项目 DSA 射线装置未通电开机之前，不会对周围环境产生辐射污染。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA 机房屏蔽效果评价

（1）与 GBZ130-2020 屏蔽要求对比

泰州市人民医院 DSA 机房的屏蔽防护设计方案见表 10-2。本项目 DSA 为一台 C 型臂单球管结构，X 射线球管的最大管电压不超过 125kV。

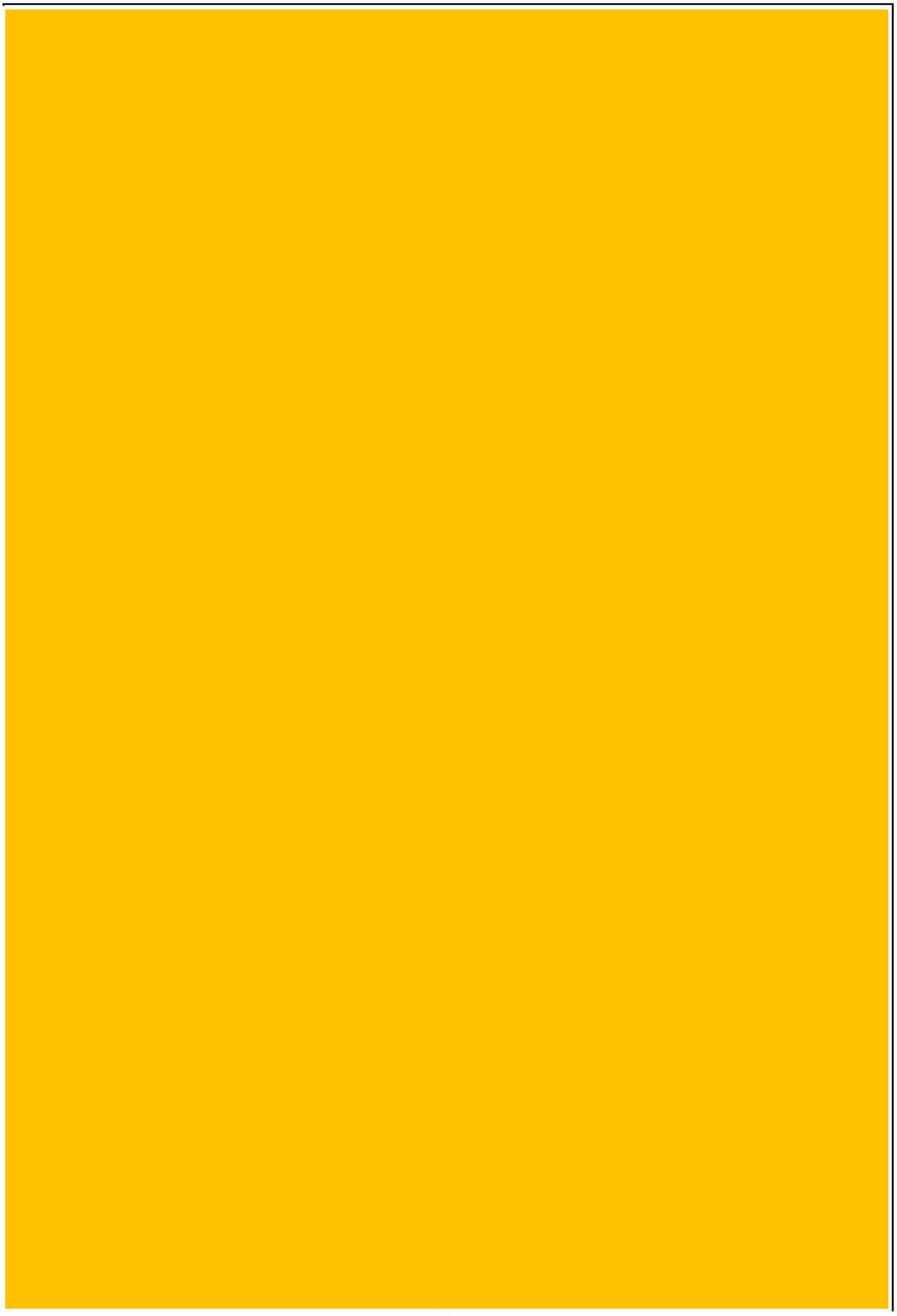
查 GBZ130-2020 表 C.4 可知，在 125kV（有用线束）下，由于 10.6cm 混凝土等效于 1mm 铅当量，因此 12cm 厚混凝土相当于至少 1mm 铅当量。DSA 机房的屏蔽材料可折算成等效屏蔽铅当量，见表 11-1。

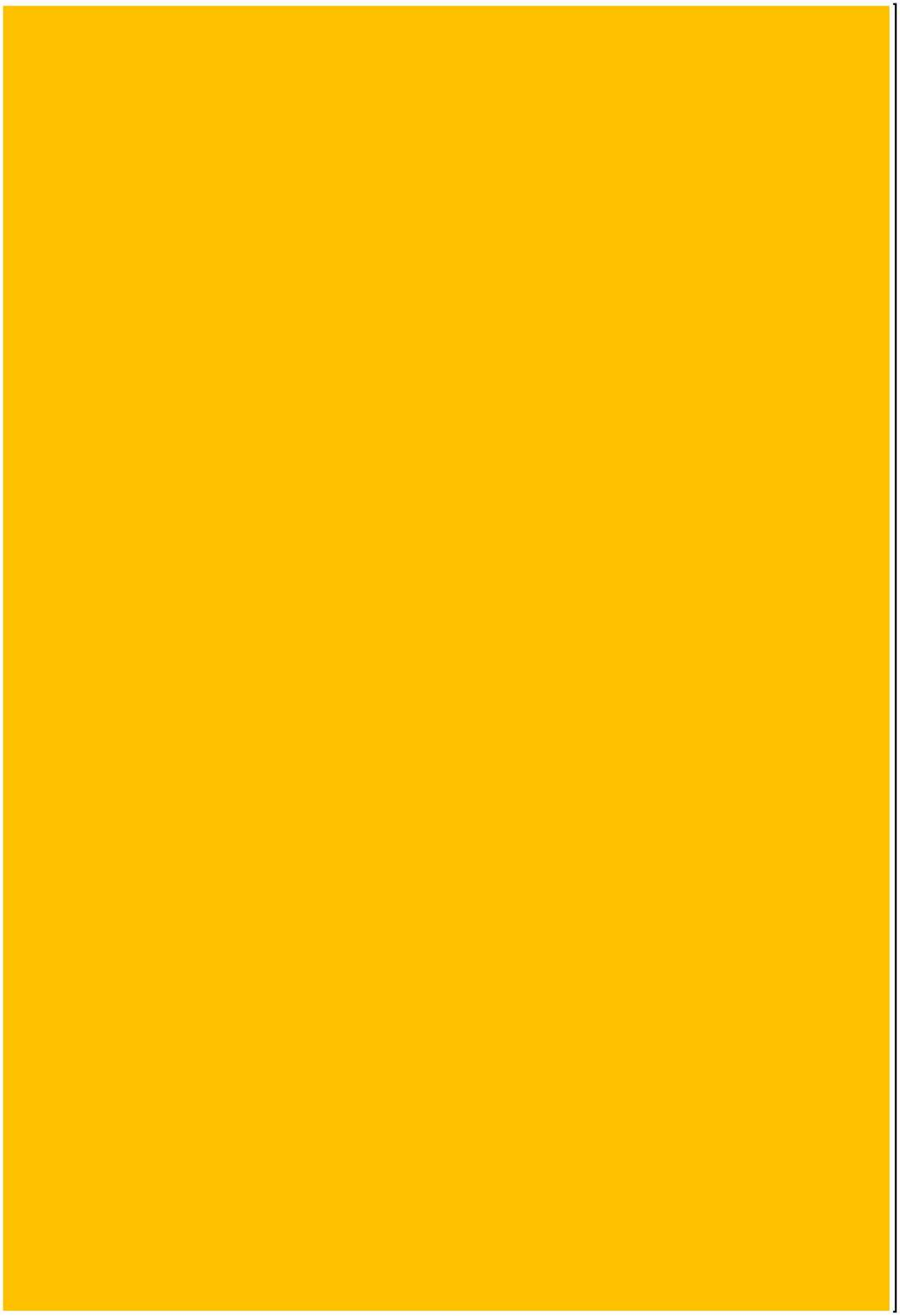
表 11-1 DSA 机房屏蔽防护及等效屏蔽一览表

屏蔽方位	屏蔽材料及屏蔽厚度	等效铅当量	GBZ130-2020 标准铅当量要求
东、南、西、北墙	龙骨+3mmPb	3mmPb	2 mmPb
西墙上铅观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3mmPb	2mmPb
屋顶	12cm 混凝土现浇楼板+3mmPb	不低于 4mmPb	2mmPb
地板	12cm 混凝土现浇楼板+3mmPb	不低于 4mmPb	2mmPb
5#DSA 机房南墙上设备间门、东墙上污物通道门、西墙上医护人员进出小门和患者进出大门	3mmPb	3mmPb	2 mmPb

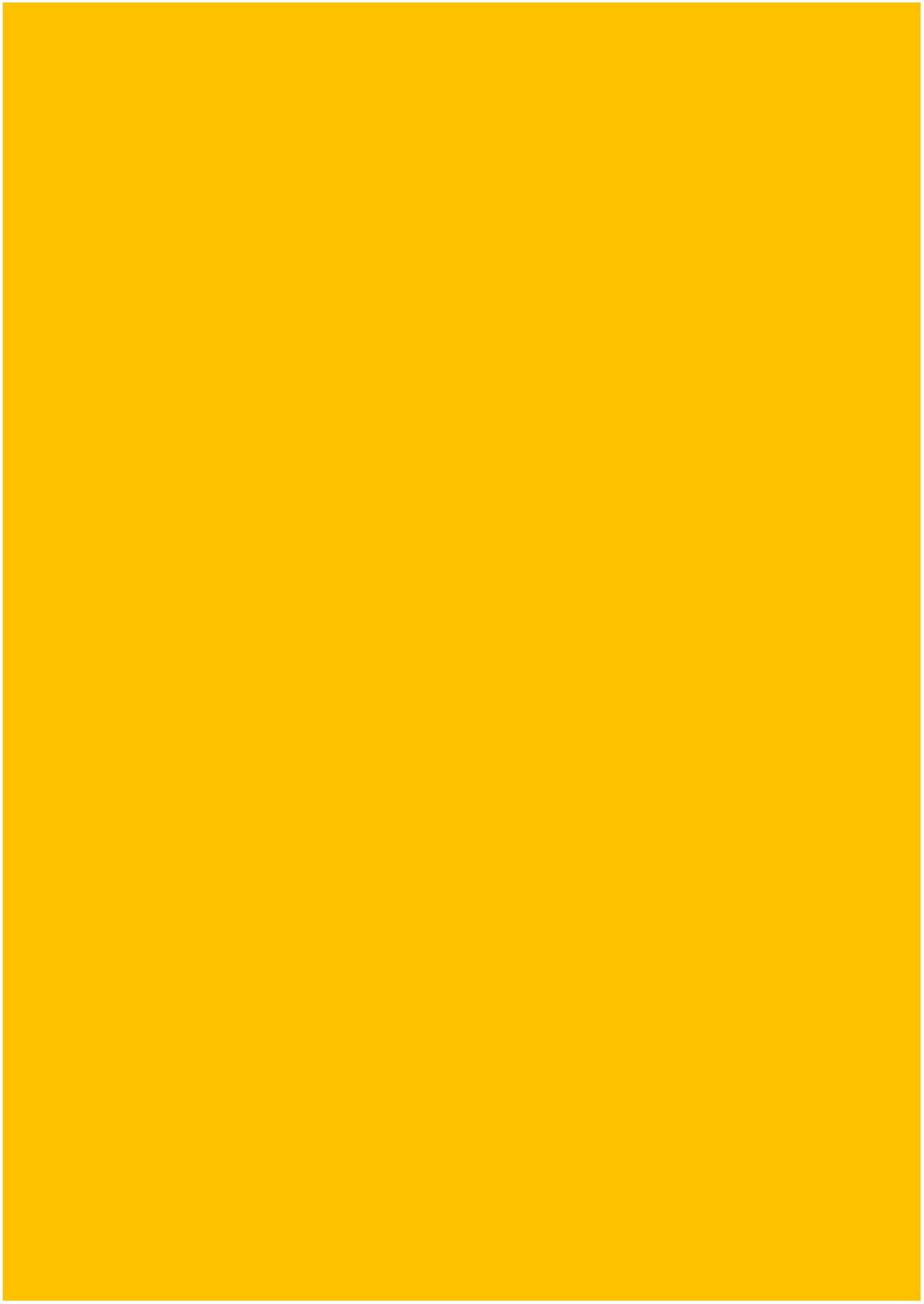
本次评价采用的《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3 中，给出了不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。本项目 DSA 机房属“C 型臂 X 射线设备机房”，GBZ130-2020 要求有用束方向和非有用束方向铅当量均不小于 2mmPb，且机房的防护门和铅观察窗也应满足上述要求。本项目 DSA 机房的四周墙壁、屋顶、防护门窗等效铅当量均不低于 3mmPb，符合 GBZ130-2020 要求。

（2）理论估算



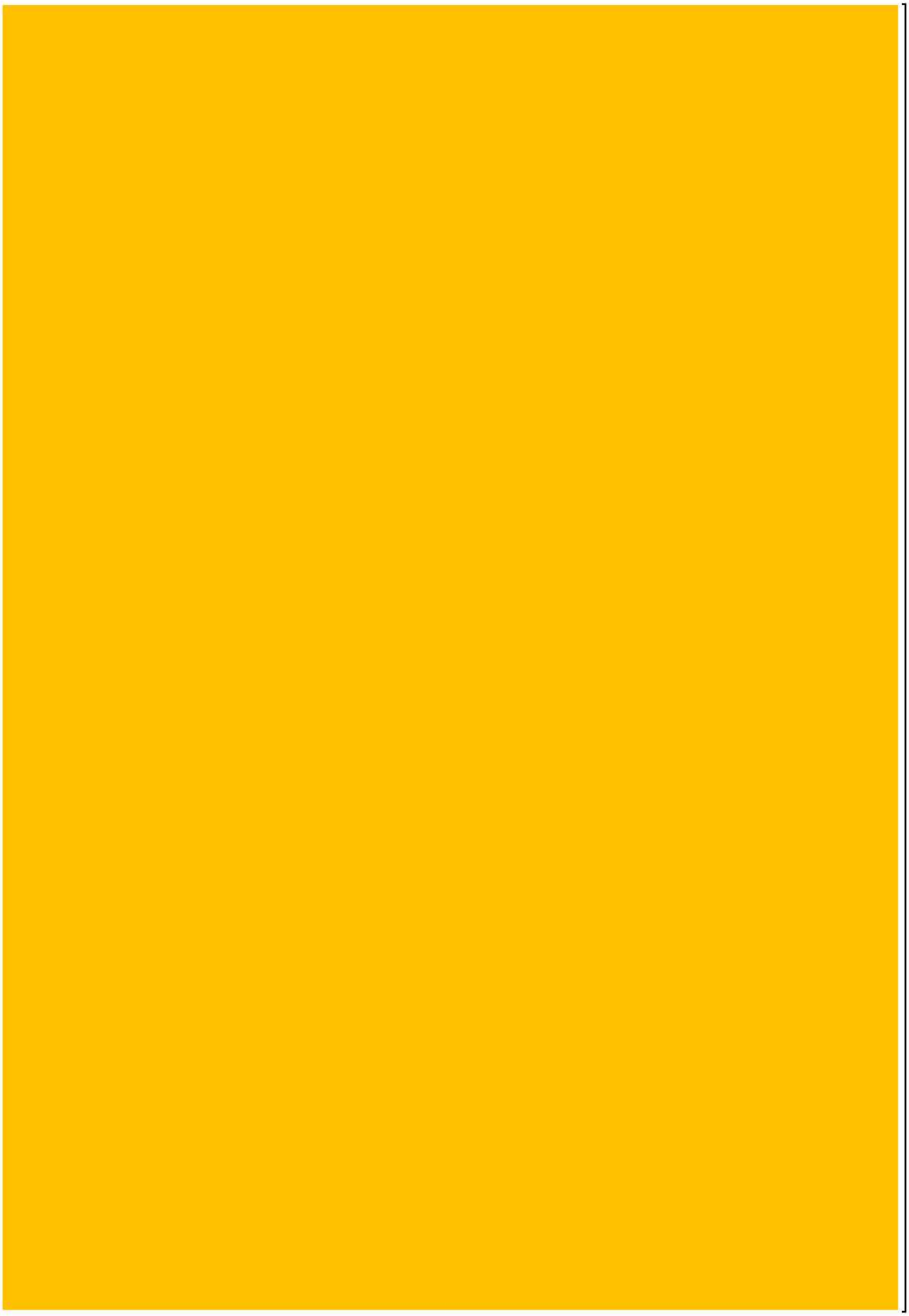


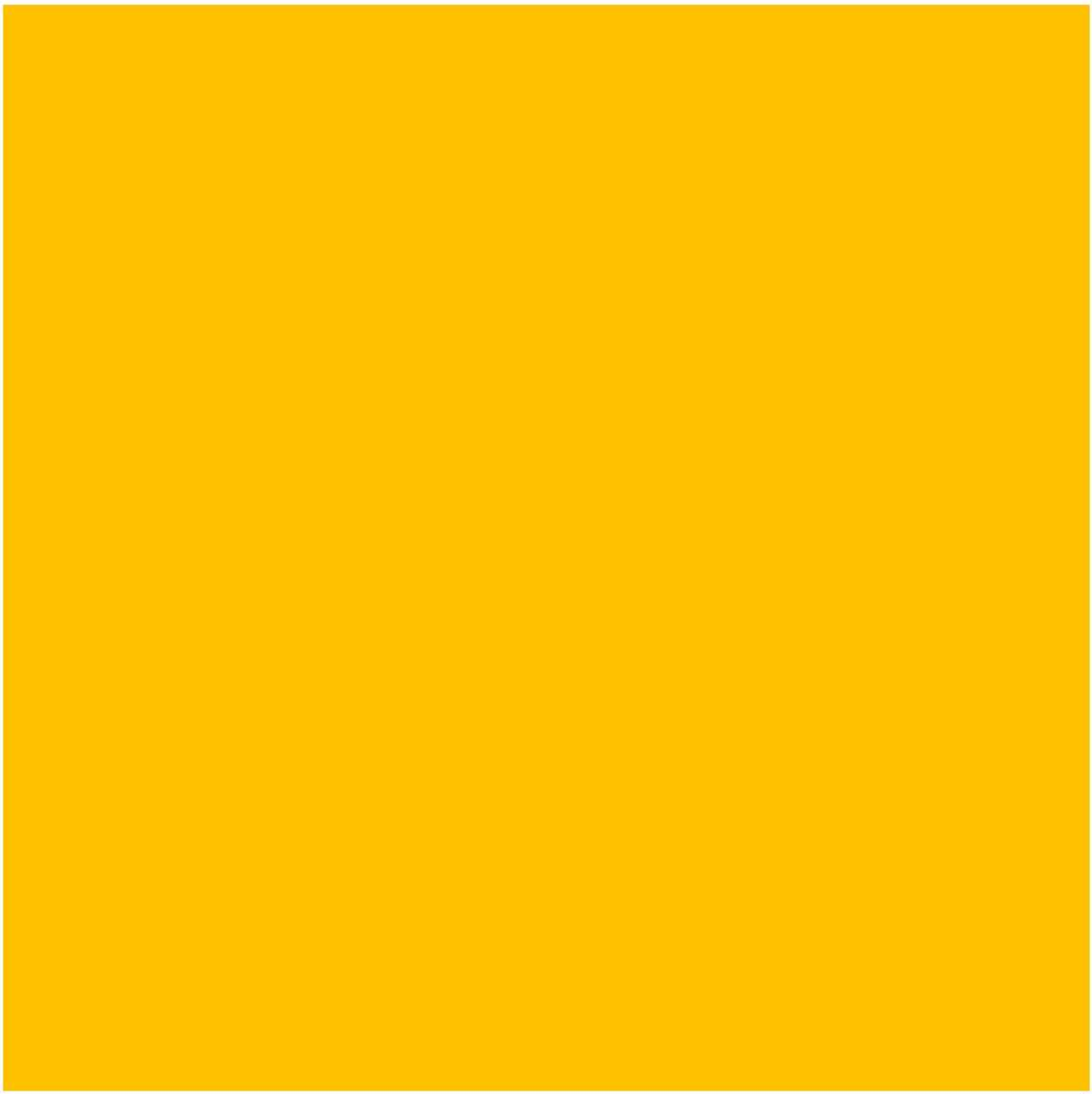
① 泄漏辐射



由表 11-2，漏射线造成的 DSA 机房屏蔽体外关注点最高辐射水平为 9.42E-03μSv/h。

② 散射辐射







由表 11-3，散射线造成的 DSA 机房屏蔽体外关注点最高辐射水平为 1.29E-02μSv/h。

③ 漏射线和散射线叠加理论计算结果

根据上述表 11-2 和表 11-3 泄漏辐射和散射辐射理论估算预测结果，各关注点漏射线和散射线叠加值见表 11-4。

表 11-4 5#导管室关注点漏射线和散射线叠加屏蔽计算（UAngio 960 型号）

序号	关注点位置	漏射线（μGy/h）	散射线（μGy/h）	叠加值（μGy/h）	居留因子	年出束时间（h）	年剂量估算值（mSv/a）	目标管理值（mSv/a）	评价
1	铅玻璃窗外 30cm	6.62E-03	8.39E-03	1.50E-02	1/4	283.3	1.06E-03	5	满足
2	操作位	4.60E-03	6.90E-03	1.15E-02	1	283.3	3.26E-03	5	满足
3	医护出入门外 30cm	6.62E-03	8.39E-03	1.50E-02	1/4	283.3	1.06E-03	5	满足
4	北墙外 30cm（4#DSA 机房内）	6.62E-03	1.29E-02	1.95E-02	1	283.3	5.53E-03	5	满足
5	东墙外 30cm（污物通道内）	6.62E-03	8.39E-03	1.50E-02	1/16	283.3	2.66E-04	0.1	满足
6	污物通道门外 30cm	6.62E-03	8.39E-03	1.50E-02	1/16	283.3	2.66E-04	0.1	满足
7	设备间门外 30cm（设备间内）	6.62E-03	1.29E-02	1.95E-02	1/16	283.3	3.46E-04	0.1	满足
8	南墙外 30cm（无菌库房内）	6.62E-03	1.29E-02	1.95E-02	1	283.3	5.53E-03	0.1	满足
9	患者出入门外 30cm	6.62E-03	8.39E-03	1.50E-02	1/16	283.3	2.66E-04	0.1	满足
10	楼上四楼透析病区	5.01E-04	6.30E-04	1.13E-03	1	283.3	3.20E-04	0.1	满足
	楼上四楼地面上方 30cm 处	9.39E-04	1.05E-03	1.99E-03	1	283.3	5.63E-04	0.1	满足
11	楼下二楼心电图室	1.32E-03	1.05E-03	2.37E-03	1	283.3	6.71E-04	0.1	满足
	楼下二楼屋顶下 30cm 处	9.42E-03	3.09E-03	1.25E-02	1/16	283.3	2.22E-04	0.1	满足

由表 11-4 可知，即使在最大工况下，

由于漏射线和散射线叠加造成 5#导管室外关注点辐射水平最高值也仅为 1.95E-02μSv/h。远小于 GBZ130-2020 要求的“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”辐射剂量率水平。

11.2.2 DSA 保护目标剂量评价

使用 DSA 开展介入手术时，只有在透视和曝光拍片阶段，X 射线球管才会发射 X 射线，DSA 手术室内受照人员为介入手术操作人员，主要考虑辐射工作人员职业受照剂量。介入手术操作是在 X 射线透视引导下进行的，透射时射线出束时间相对较长，一般单台介入手术透视曝光累计出束时间约为 10 分钟，有的长达半个小时，甚至超过 1 小时。在手术过程中，介入手术医生要站在导管床边进行手术操作，其手部直接暴漏在照射野内，而躯干距离 X 线球管照射野也非常近，受到 X 射线球管漏射和散射线的叠加辐射影响。

泰州市人民医院预估了介入辐射工作人员手术量，单人年手术台数不超过 600 台，平均每台手术中球管出束时间 10 分钟（透视为主）。

11.2.2.1 职业人员年有效剂量评价

开展介入手术时第一术者离 X 射线球管最近距离按 0.5m 估算，第二术者离 X 射线球管最近距离按 1m 估算。由于摄影拍片为毫秒级，对手术室内医护人员的辐射影响要远小于持续透视的辐射影响，因此这里职业人员仅需考虑透视工况下受照剂量。

①漏射线

这里采用公式 11-1 计算介入手术过程中第一术者和第二术者受到的 X 射线球管漏射线的辐射影响，参数取值及结果见表 11-5。

表 11-5 介入手术医生漏射辐射空气比释动能率计算结果

关注人员	第一术者		第二术者	
屏蔽说明（mmPb）	铅衣内①（0.5+0.5）	铅衣外②（0.5）	铅衣内①（0.5+0.5）	铅衣外②（0.5）
B③	0.00143	0.0137	0.00143	0.0137
$\dot{H}_L$（mGy/h）	1			
r（m）	0.5		1	
$\dot{H}$（μGy/h）	5.72	54.8	1.43	13.7

注：①铅衣内受到手术人员身着 0.5mm 铅当量防护服和 DSA 标配 0.5mm 铅当量铅帘/铅悬挂屏的屏蔽。

②铅衣外仅受到 DSA 标配 0.5mm 铅当量铅帘/铅悬挂屏的屏蔽。

③经统计，DSA 连续透视时球管管电压主要集中在 60kV~80kV，在某些超重患者或者密度较大部位的手术，约有不到 10%的概率可能管电压达到 100kV，在给儿童患者或者密度较小部位的手术，也有不到 10%的概率可能管电压低于 60kV。因此，这里以 DSA 开机时球管主要管电压范围的上限 80kV，作为手术人员全年的平均工况。漏射线能量与主束能量一致，这里用 GBZ130-2020 附录 C 援引的 NCRP147 号报告，80kV（主束）下铅的拟合参数 α（4.040）、β（21.69）、γ（0.7187），计算不同铅当量对 80kV（主束）漏射线的透射比。

②散射线

这里采用公式 11-2 计算介入手术过程中第一术者和第二术者受到的 X 射线球管散射线的辐射影响，参数取值及结果见表 11-6。

表 11-6 介入手术医生散射辐射空气比释动能率计算结果

关注人员	第一术者		第二术者	
屏蔽说明（mmPb）	铅衣内①（0.5+0.5）	铅衣外②（0.5）	铅衣内①（0.5+0.5）	铅衣外②（0.5）
Bs③	0.000283	0.005344	0.000283	0.005344
H_0（$\mu Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1}$） I（mA）	$H_0 \times I$ =2.231E+6μGy/h			
a	0.0008			
S（cm^2）	手术时患者体表照射野一般不会超过 20×20cm			
d_0（m）	0.3			
d_s（m）	0.5		1	
$\dot{H}$（μGy/h）	22.4	423.9	5.6	106.0

注：①铅衣内受到手术人员身着 0.5mm 铅当量防护服和 DSA 标配 0.5mm 铅当量铅帘/铅悬挂屏的屏蔽。

②铅衣外仅受到 DSA 标配 0.5mm 铅当量铅帘/铅悬挂屏的屏蔽。

③DSA 开机时球管主要管电压范围的上限 80kV，散射后的 X 射线能量为 70kV，这里用 GBZ130-2020 中表 C.2 来源的 NCRP147 号报告给出的拟合参数铅在 70kV 下 α：5.369，β：23.49，γ：0.5881，计算不同铅当量对 70kV 散射线的透射比。

综上所述，DSA 手术室内介入手术人员在透视 X 射线球管开机时，所受漏射线及散射线的叠加作用见表 11-7。

表 11-7 DSA 介入手术人员在 DSA 手术室内辐射水平计算一览表

	第一术者位辐射水平（μSv/h）	第二术者位辐射水平（μSv/h）
铅衣内	漏射线 5.72+散射线 22.4=28.1	漏射线 1.43+散射线 5.6=7.0
铅衣外	漏射线 54.8+散射线 423.9=478.7	漏射线 13.7+散射线 106.0=119.7

（1）理论估算

本项目 DSA 介入手术医生年有效剂量可根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中方法进行估算，根据 GBZ128-2019 建议，对于介入放射学等全身受照不均匀的工作情况，应采用双剂量计监测方法（除在铅围裙锁骨对应的领口位置佩戴剂量计外，还应在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计）。

当佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，采用公式 11-3 估算介入人员有效剂量：

$$E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad \text{……公式 11-3}$$

式中：

E：　有效剂量中的外照射分量，单位为 mSv；

α：　系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时取 0.84。本项目导管室拟配备铅颈套，因此取 0.79；

H_u：　铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 H_p（10），mSv。

β：　系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时取 0.100。本项目取 0.051；

H_0：　铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的H_p（10），mSv。

将表 11-7 数值代入上述公式 11-3，估算得到的 DSA 介入手术医生年有效剂量见表 11-8。

表 11-8 DSA 介入手术人员在介入手术室内外照射辐射估算一览表

	年有效剂量
第一术者位	0.79×28.1μSv/h×100h/a + 0.051×478.7μSv/h×100h/a = 4661μSv/a = 4.66mSv/a
第二术者位	0.79×7.0μSv/h×100h/a + 0.051×119.7μSv/h×100h/a = 1163μSv/a = 1.16mSv/a

注：根据单位提供资料，单名 DSA 介入手术医生年受照时间不超过 600 台×10min/台=100h。

本项目 DSA 介入手术医生年有效剂量满足职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a 的要求。

DSA 介入手术时，手术室内手术护士和麻醉师等其他人员与球管距离要大于第一术者，考虑辐射距离平方衰减规律，其受照剂量不会超过第一术者和第二术者，也能够满足职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a 的要求。

但实际手术时，不同类型的手术，其摄影或透视的管电压管电流不同，投照方位根据需要而变化，且投照出束时间不同，介入工作人员受到的照射剂量可能与理论估算值有偏差。还需依靠其佩戴的个人剂量计进行跟踪性检测。环评建议医院应在其规章制度中增加个人剂量超标情况下的管理措施：**个人剂量检测报告应及时通报每一个辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况。以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标。当发现单周期个人剂量数据已超过 GBZ128-2019 规定的单周期调查水平（1.25mSv/季度），或本年度个人剂量累积值已接近职业人员年调查水平值（5mSv/a）时，应及时调整其工作量或工作岗位，确保其年累积剂量不超过项目管理目标。**

泰州市人民医院已委托有资质单位，为医院已有介入辐射人员进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案（见附件 5）。根据最近一年个人剂量检测报告可知，医院现有介入辐射工作人员（职业类别 2E），年有效剂量最大值为王如珠（0.27+0.4+0.05+0.32=1.04mSv/a），未超

过本项目职业人员管理目标（职业人员年剂量约束值不超过 5mSv）的剂量限值要求。

11.2.2.2 公众年有效剂量评价

本项目 DSA 机房周围 50m 范围无环境敏感点。

根据表 11-4 理论估算结果， DSA 运行时对机房周围辐射环境影响很小，周边关注点公众年有效剂量最大约为 5.53E-03mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（公众年剂量约束值不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

11.2.3 三废治理措施评价

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生。

为排出 X 射线球管电离空气产生的臭氧和氮氧化物，DSA 机房内设计有中央空调和新风系统工作时均开启，保持室内空气流通，有效排出产生的微量臭氧及氮氧化物，能够满足 GBZ130-2020 关于工作场所通风的要求。

手术过程中会产生污染纱布绷带等废敷料，一次性手套、废弃的药品及器具等医疗废物。手术后作为医疗废物送出，交由有医疗废物处置资质的单位处置。

手术过程中产生的清洗用水将作为医疗废水接入医院污水处理中心，经灭菌消毒后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故分析

根据《射线装置分类》，本项目中的 DSA 属于II类射线装置。DSA 是一种将电能转换成 X 射线的医疗设备，受开机和关机的控制，关机时无射线产生，因此检修方便，断电状态下也较为安全。在意外情况下，也有可能出现辐射事故。现分析如下：

1） DSA 手术室自动闭门装置失效，手术时医护人员进出手术室，而防护门处于打开状态，射线漏射散射至室外造成室外人员不必要的附加辐射。

2） DSA 操作人员违反放射操作规程或误操作，造成意外照射；

3） DSA 设备发生故障；

4） 操作时其他无关人员滞留 DSA 机房内，受到照射；

5） 机房屏蔽体脱落或出现裂缝，开机曝光时射线泄漏，导致机房周围人员受到照射。

由于介入手术时医护人员与手术患者同处手术室内，且手术中医护人员有可能进出，因

此 DSA 不能设置门机联锁装置，但应保证机房门一般情况下处于关闭状态，防止射线漏射散射。通过定期检查 DSA 机房的设备状态及辐射安全措施，如闭门装置、工作状态指示灯，确保其正常运行，能够避免由于故障导致的意外照射。通过对 DSA 机房和周边环境的的定期自行检测和委托检测，能够及时发现由于机房屏蔽体受损导致的辐射泄漏。

11.3.2 辐射事故预防措施及处置方法

为预防上述辐射事故的发生，GBZ130-2020 要求“在正常使用中，医疗机构应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。”若DSA机房闭门装置失效，应及时维修，未维修好之前不应再使用该机房。

泰州市人民医院应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行 X 射线作业，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，定期检查 DSA 设备及辐射监测仪器的性能，定期检查闭门装置、门灯联锁、工作状态指示灯等安全装置。上述辐射防护措施的有效性和检查结果，可在单位年度评估报告中予以落实并确认。通过上述措施，能够有效避免辐射事故的发生或尽量减轻辐射事故的后果。

参考《江苏省辐射事故应急预案》（苏政办函〔2020〕26 号），根据事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，把辐射事故分为“特别重大、重大、较大、一般”四个等级。考虑本项目为使用II类射线装置，事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤，参考前述可能发生的辐射事故风险分析，本项目可能发生的辐射事故多为人员超剂量受照的一般辐射事故（四级）。

针对以上可能发生的事故风险，单位应根据发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，制定辐射事故应急方案。若发生上述辐射事故时，现场辐射工作人员应立刻采取下列措施：

（1）切断电源，确保 X 射线球管停止出束；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送专业医院检查和治疗。

依照国家环保总局的《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）中的有关要求，发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》上报；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应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；辐射工作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。

泰州市人民医院已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构并以文件形式明确各成员职责。本项目在DSA导管室从事介入工作的52名辐射工作人员已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的要求，自2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：http://fushe.mee.gov.cn）报名并参加考核，考核合格者可取得电离辐射安全与防护考核成绩报告单，成绩全国有效，有效期 5 年。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效，有效期也为 5 年。

泰州市人民医院在导管室从事介入工作的49名辐射工作人员中，现有38人已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并考核合格，初训/复训证书均在有效期内；还有 11 名新进辐射工作人员，**需及时在培训平台自主学习并报名专业科目“医用 X 射线诊断与介入放射学”的考核，成绩合格方可上岗。单位辐射防护负责人也需取得“辐射安全管理”专业类别的辐射安全与防护考核成绩报告单，方具备辐射安全管理的上岗资格。**泰州市人民医院辐射安全培训证书、有效期及职业健康体检结论详见表 12-1。

表 12-1 泰州市人民医院从事介入工作的辐射工作人员培训证书及职业健康体检一览表

序号	姓名	培训证书编号	初训/复训日期	体检结果
1	常昊	苏环辐 1986231	2019.11.25	可继续从事辐射工作
2	车星	苏环辐 1594157	2019.11.17	可继续从事辐射工作
3	陈各才	苏环辐 1594144	2019.11.17	可继续从事辐射工作
4	陈慧	/	/	/
5	陈兔红	/	/	/

6	戴翔	苏环辐 1986176	2019.11.25	可继续从事辐射工作
7	丁鸭锁	苏环辐 1594153	2019.11.17	可继续从事辐射工作
8	高源	/	/	/
9	龚本冰迪	苏环辐 1986207	2019.11.25	可继续从事辐射工作
10	黄海	/	/	/
11	季松	苏环辐 0741077	2019.11.17	可继续从事辐射工作
12	金凯	苏环辐 1594146	2019.11.17	可继续从事辐射工作
13	金梅	/	/	/
14	李才营	苏环辐 1986216	2019.11.25	可继续从事辐射工作
15	李建民	苏环辐 1594152	2019.11.17	可继续从事辐射工作
16	李俊超	苏环辐 1986208	2019.11.25	可继续从事辐射工作
17	李伟	苏环辐 1986235	2019.11.25	可继续从事辐射工作
18	林杰	苏环辐 1594142①	2019.11.17	可继续从事辐射工作
19	刘剑宇	苏环辐 1387132	2019.11.17	可继续从事辐射工作
20	刘善凯	苏环辐 1986203	2019.11.25	可从事辐射工作
21	陆伟	苏环辐 1986212	2019.11.25	可从事辐射工作
22	任寅	苏环辐 1594142①	2019.11.17	可继续从事辐射工作
23	阮中宝	苏环辐 1594140	2019.11.17	可继续从事辐射工作
24	沙翔	苏环辐 1986206	2019.11.25	可从事辐射工作
25	宋桂仙	苏环辐 1986209	2019.11.25	可从事辐射工作
26	孙兵	苏环辐 1594154	2019.11.17	可继续从事辐射工作
27	唐杰	/	/	/
28	王斌	苏环辐 1594148	2019.11.17	可继续从事辐射工作
29	王国余	/	/	/
30	王梅香	苏环辐 1986233	2019.11.25	可从事辐射工作
31	王如珠	苏环辐 1594141	2019.11.17	可继续从事辐射工作
32	王叶宝	苏环辐 1986211	2019.11.25	可从事辐射工作
33	吴志平	苏环辐 1387131	2019.11.17	可继续从事辐射工作
34	许凯	苏环辐 1986236	2019.11.25	可从事辐射工作
35	殷建林	苏环辐 0741087	2019.11.17	可继续从事辐射工作
36	尹春	苏环辐 1986230	2019.11.25	可从事辐射工作
37	袁伟	苏环辐 1986210	2019.11.25	可从事辐射工作
38	张大忠	苏环辐 1176042	2019.11.17	可继续从事辐射工作
39	张富强	苏环辐 0741113	2019.11.17	可继续从事辐射工作
40	张宜生	/	/	/
41	张志远	苏环辐 1594150	2019.11.17	可继续从事辐射工作
42	赵英海	/	/	/

43	周易甜	/	/	/
44	朱莉	苏环辐 1594138	2019.11.17	可继续从事辐射工作
45	朱俊国	苏环辐 1594145	2019.11.17	可继续从事辐射工作
46	朱网林	苏环辐 1594155	2019.11.17	可继续从事辐射工作
47	王渭	苏环辐 1986213	2019.11.25	可从事辐射工作
48	丁祥伟	苏环辐 1594147	2019.11.17	可继续从事辐射工作
49	刘泽昊	/		

注：①由于培训单位工作失误，出现同编号证书。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用II类射线装置的单位，应建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训制度、台帐管理制度和监测方案、事故应急制度；

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向全国核技术利用辐射安全申报系统提交上一年度的评估报告。

泰州市人民医院已制定了 DSA 的辐射安全管理规章制度，见附件 6。该辐射安全管理制度较为完善，现根据江苏省核与辐射安全监督管理中心编制的《医疗单位辐射安全管理标准化建设指南（第二版）》“第三部分 辐射安全相关管理制度及运行”的相关要求，评价其管理制度内容，见表 12-1。

由表 12-1 可知，泰州市人民医院的射线装置的辐射安全管理规章制度大部分能够满足《医疗单位辐射安全管理标准化建设指南（第二版）》“第三部分 辐射安全相关管理制度及运行”的相关要求，部分制度还需补充完善。

表 12-1 泰州市人民医院射线装置的辐射安全管理规章制度与《医疗单位辐射安全管理标准化建设指南（第一版）》对比评价



		门联系方式	有明确的连云港市生态环境、公安、卫生健康部门联系方式。	

	柔	C.11.5 对“三废”进行记录及记录要求		氧化物通过



12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，使用射线装置的单位，应“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、固定式和便携式辐射监测等设备。”，“对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。”

本项目辐射工作人员为开展介入手术的辐射工作人员，泰州市人民医院已为原有DSA辐射工作人员配备个人剂量计并建立个人剂量档案；已为原有DSA辐射工作人员开展职业健康体检并建立职业健康监护档案，确保可从事辐射工作。

泰州市人民医院南院已有 1 台环境辐射剂量巡测仪，用于定期自行检测辐射工作场所及周边公众区域的辐射剂量率，满足环境辐射巡测仪的要求。

泰州市人民医院还需为本项目 DSA 机房配备 2 台个人剂量报警仪，用于实时辐射剂量率的报警。

12.3.2 监测方案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，使用射线装置的单位，应制定完善的监测计划和监测方案，对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向全国核技术利用辐射安全申报系统提交上一年度的评估报告。泰州市人民医院还需根据辐射管理要求，制定相关辐射监测方案。

辐射监测主要包括环境监测、场所监测以及个人剂量监测及相关记录档案等内容，故本环评对该单位监测方案提出如下建议：

1) 环境辐射巡测：单位需配备一台环境辐射巡测仪，定期用于对本项目 X 射线装置周围环境进行巡测，及时发现辐射水平异常的区域。周期：1～2 次/季度。

2) 辐射工作场所年度检测及年度评估：请有资质的单位定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，周期：1～2 次/年。监测结果连同单位的年度辐射安全评估报告一起，在次年的 1 月 31 日之前，上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”备查。辐射工作场所的监测内容见表 12-12。

表 12-2 本项目 DSA 辐射工作场所周围环境监测内容

场所名称	监测因子	监测点位	监测工况
DSA 机房	X-γ辐射剂量率	参考 GBZ130-2020，DSA 关注点检测的位置要求有： X 射线设备机房的防护检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性。 距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。	本项目 DSA 具备自动调整管电压、管电流功能，检测应在透视条件下进行。

3) 个人剂量检测：本项目所有辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，定期（不少于 1 次/季度）送有资质部门进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案。

4) 职业健康监护：本项目所有辐射工作人员，上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事辐射工作，并建立个人职业健康档案。离岗时也需进行职业健康检查，以确认辐射工作人员在停止接触电离辐射时的健康状况。

5) 竣工环保验收：辐射工作场所取得辐射安全许可证并投入运行后 3 个月内，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。可参考《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》及《核技术利用项目竣工环境保护验收技术规范》。

6) 关键参数改变监测：当 DSA 有关辐射安全的设备更换及维修时，如更换/维修球管、限束部件、平板探测器，或更换和维修防护门、防护窗等，事后均应使用环境辐射巡测仪对辐射工作场所和周围环境进行全面辐射检测和辐射安全评价，确认其性能指标是否符合约定值。

本项目运行后，泰州市人民医院应认真落实以上监测方案，妥善保管监测档案，方满足辐射监测管理要求。

12.4 辐射事故应急

泰州市人民医院已制定辐射事故应急预案，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，辐射事故应急预案应包括以下内容：

（1）应急机构、组成人员以及职责分工；

（2）辐射事故分级与应急响应措施；

（3）应急人员的组织、培训；

（4）应急监测和应急物资的准备；

（5）应急演习计划。

泰州市人民医院已根据本项目辐射事故特点（详见表 11“事故影响分析”章节），建立涵盖上述要点的辐射事故应急预案，使之可行且具有较好的操作性。单位应加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

泰州市人民医院拟在泰州市医药高新区太湖路 366 号医院门急诊医技楼三楼导管室区域预留房间内建设 5#DSA 机房，为患者开展介入手术。DSA 机房内安装一台联影 UAngio 960 型号 DSA（单管头，最大管电压 125kV、最大管电压 1000mA，球管功率 100kW），属 II 类射线装置。

1、辐射安全与防护分析结论

⑴ 工作场所选址、布局与分区评价：

5#DSA 机房拟建于泰州市人民医院门急诊医技楼三楼西北角导管室区域内，为导管室预留房间。5#DSA 机房周围 50m 范围均位于泰州市人民医院新区医院内。本项目不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场监测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

本项目 DSA 手术间划分为控制区，相邻的操作间、设备间、污物通道划分为监督区，控制区监督区划分明确。手术室面积及单边长度均满足 GBZ130-2020 对于单管头 X 射线设备的要求。导管室的手术间、操作间分开单独设置； DSA 为下球管结构设备（主射线方向主要朝向屋顶），有用线束不直接照射西侧患者通道防护大门、人员通道防护小门和铅观察窗及管线口位置，也不直接照射南侧设备间门和东侧污物通道门；手术患者均不在手术间内候诊，本项目 DSA 机房的布局完全满足 GBZ130-2020 中相关要求，控制区、监督区划分及布局合理。

⑵ 辐射安全措施评价：

本项目 DSA 机房门外拟张贴符合 GB18871-2002 要求的“当心电离辐射”警告标志及放射防护注意事项；DSA 机房手术室大门上方拟安装工作状态指示灯以提示 DSA 开机状态，灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，并与机房门有效关联；**DSA 机房还需落实西墙上医护人员小门和东墙上污物通道门、南墙上设备间门的平开门自动闭门装置；西墙手术患者出入大门为推拉防护门，还应设有曝光时关闭机房门的管理措施，并设置防夹装置。医院拟为辐射工作人员配备足够种类、数量、铅当量的个人防护用品。**

落实以上措施后，本项目 DSA 机房的辐射安全防护措施方满足 GBZ130-2020 安全防护要求。

⑶ 辐射防护措施评价：

DSA 的主要污染源项是 X 射线造成的外照射。本项目 DSA 机房采用实体屏蔽，其墙体、屋顶、防护门窗屏蔽等效厚度均不小于3mm铅当量，根据理论计算可知，DSA机房能够满足本项目透视条件下机房周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h 的辐射剂量率控制水平要求；与GBZ130-2020对比可知，本项目DSA机房铅当量也满足标准中对于介入机房的屏蔽防护要求。

⑷ 保护目标剂量评价：

根据理论估算，本项目介入辐射工作人员年受照剂量即使在满功率工况下，按预估工作时长，均未超过本项目职业人员剂量约束值 5mSv/a。

在正常操作 DSA、且正确穿戴放射防护用品、根据个人剂量管理制度严格控制医护人员工作量的前提下，职业人员能够满足本项目管理目标值：职业人员年有效剂量不超过5mSv/a。由于本项目 DSA 机房屏蔽防护满足且未超过 GBZ130-2020 对介入机房的要求，根据理论估算，机房周边公众年有效剂量也满足“公众年有效剂量不大于 0.1mSv/a”的管理目标要求。

⑸ 辐射安全管理评价：

泰州市人民医院已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；还需根据环评建议的制度要点，**补充完善本项目DSA机房的辐射安全管理制度；本项目辐射工作人员，部分证书已过期人员，还需通过辐射安全和防护培训和考核，取得合格成绩单方可从事辐射工作。**

⑹ 辐射防护监测仪器评价：

本项目现有辐射工作人员，均已开展个人剂量监测并建立个人剂量档案，开展职业健康监护并建立职业健康档案；医院已有 1 台辐射巡测仪，**还需为本项目DSA机房配备2台个人剂量报警仪，**方能满足辐射监测仪器的配置要求。

2、环境影响分析结论

⑴ 建设期环境影响评价：

项目施工期间对环境存在一定的影响，但是这些影响具有时效性，随着施工期的结束，对环境的影响也消除。医院在施工阶段采取相应污染防治措施，可将施工期的影响控制在三楼现有导管室区域内，对周围环境影响较小。

⑵ 运行期辐射环境影响评价：

本项目 DSA 机房采用实体屏蔽。根据理论估算和标准比对可知，在满功率运行的最大工况下，控制区外边界屏蔽墙、顶/底部、防护门窗外表面的辐射剂量率均能够满足本项目

辐射剂量率控制水平要求。辐射工作人员及周围公众、环境敏感点公众的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和本项目制定的管理目标的要求。项目投入运行后对项目工作场所及周围环境辐射影响较小。

本项目 DSA 机房设计了动力排风装置，工作时持续开启，保持室内空气流通，能够满足 GBZ130-2020 关于工作场所通风的要求。

3、项目建设可行性分析结论

泰州市人民医院新增一台 DSA 项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2022 修改版）中鼓励类的“三十七、卫生健康”中“医疗卫生服务设施建设”，符合国家产业政策。本项目的建设和运行可满足医院不断增长的介入手术需求，提升医疗水平，其建设和运行对受照患者或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践正当性”的原则。

4、总结论

综上所述，泰州市人民医院新增一台 DSA 项目在确保施工质量、落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议和承诺

本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。验收期限一般不超过 3 个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入使用。

建设单位应公开相关验收信息，向发放辐射安全许可证的生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时使用。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，**建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，**填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

本项目建设竣工后，泰州市人民医院应按照上述要求尽快开展竣工环保验收工作，本项目竣工环保验收“三同时”检查内容见附表。

附表 三同时措施一览表

结合本环评报告建议，泰州市人民医院应严格落实“三同时”制度：建设项目中辐射防护和安全措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。该单位应完成的“三同时”措施见下表。

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资（万元）
辐射防护措施	屏蔽措施：DSA 机房采用实体屏蔽，其墙体、屋顶/地板、防护门窗屏蔽等效厚度均不小于 3mm 铅当量。	DSA 机房屏蔽体外关注点，在 DSA 透视工况下，辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020“周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”的限值要求，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。 辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目剂量约束值管理目标（职业照射有效剂量不超过 5mSv/a，公众有效剂量不超过 0.1mSv/a）	300
	通风装置：DSA 机房设置动力排风装置	满足 GBZ130-2020 关于工作场所通风要求	
辐射安全措施	在 DSA 机房门外张贴符合 GB18871-2002 规范的电离辐射警告标志和放射防护注意事项。	满足 GBZ130-2020 相关辐射安全措施要求	5
	DSA 机房手术室大门上方安装工作状态指示灯提示工作状态，灯箱上还需设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，工作状态指示灯应与机房门有效关联。		
	机房平开门设有自动闭门装置，推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施，并设置防夹装置。		
	为辐射工作人员配备足够种类、数量、铅当量的个人防护用品		
	DSA 设备上应安装有铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏。还可以选配移动铅防护屏风。		
	监测仪器：已有一台环境辐射巡测仪，需为本项目 DSA 机房配备 2 台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对辐射监测仪器的配备要求	0.5
辐射安全管理	管理机构：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	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》中对管理机构和辐射工作人员持证上岗的要求	3
	持证上岗：介入辐射工作人员、辐射安全管理人员均需参加辐射防护安全培训及考试（“医用 X 射线诊断与介入放射学”和“辐射安全管理”专业类别），考核合格，在有效期内		

	管理制度：建立操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、放射性核素使用登记制度、人员培训计划、监测方案、并有完善的辐射事故应急措施。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《医疗单位辐射安全管理标准化建设指南（第一版）》对辐射安全管理制度的要求	
	个人剂量和职业健康：现有辐射工作人员已配备个人剂量计并建立个人剂量档案，定期（不少于1次/季度）送有资质部门进行个人剂量检测；定期进行辐射工作人员体检（不少于1次/2年），并建立人员职业健康档案，确认可继续从事辐射工作。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对个人剂量和职业健康监护的要求	

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