

专家意见修改说明

序号	专家意见	修改说明
1	结合 DSA 工作量和人员配备，分析评价个人可能受照剂量，提出正确佩戴个人剂量计要求。	结合 DSA 工作量和人员配备，分析评价了个人可能受照剂量，提出了正确佩戴个人剂量计要求。
2	对辐射防护管理制度进行分析评价。	对辐射防护管理制度进行了分析评价。
3	与会代表提出的其他意见。	与会代表提出的其他意见。

目 录

表 1 项目基本概况.....	1
表 2 放射源.....	5
表 3 非密封放射性物质	5
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物.....	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	14
表 9 项目工程分析与源项.....	16
表 10 辐射安全与防护	19
表 11 环境影响分析	22
表 12 辐射安全管理.....	28
表 13 结论与建议.....	33
表 14 审批.....	36

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湖南省脑科医院核技术利用扩建项目				
建设单位		湖南省脑科医院				
法人代表	李小松	联系人	钟腾飞	联系电话	15111332969	
注册地址		湖南省长沙市天心区芙蓉中路三段 427 号				
项目建设地点		湖南省长沙市芙蓉中路三段（涂家冲）427 号				
立项审批部门		-		批准文号	-	
建设项目总投资（万元）		850	项目环保投资（万元）	30.25	环保投资比例	
					3.56%	
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)	
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		-			
	（一）建设单位概况 湖南省脑科医院（湖南省第二人民医院）始建于 1950 年，是隶属于湖南省卫生计生委的一所以神经内外科、精神内外科为主的集医疗、教学、科研、康复、医学鉴定、预防保健、社区医疗于一体的非营利性大型三级甲等医院，是湖南省精神卫生研究所、湖南中医药大学临床医学院、附属医院和中南大学教学医院，是湖南省临床检验中心，拥有全省率先通过司法鉴定能力验证的司法鉴定中心。 （二）项目由来 为满足患者治疗需要，促进医院科室全面协调发展，湖南省脑科医院在医院 1 号楼 4F 的 DSA 治疗中心新增一台医用血管造影 X 射线机，目前该设备已经安装。 根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等国家辐					

射环境管理相关法律法规的规定，湖南省脑科医院核技术利用扩建项目应进行辐射环境影响评价并编制辐射环境影响报告表。为此，湖南省脑科医院委托核工业二三〇研究所对该项目进行辐射环境影响评价（见附件 1）。接到委托后，我单位组织专业技术人员对现场进行了调查、监测和资料收集工作，编制完成了《湖南省脑科医院核技术利用扩建项目环境影响报告表》。

（三）项目建设规模

- 1.项目名称：湖南省脑科医院核技术利用扩建项目。
- 2.建设单位：湖南省脑科医院。
- 3.建设地点：湖南省长沙市芙蓉中路三段 427 号医院内。
- 4.建设内容：在医院 1 号楼 4F 的 DSA 治疗中心新增一台医用血管造影 X 射线机（以下简称 DSA），型号为 Optima IGS 330，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属 II 类射线装置。
- 5.项目性质：相对于医院原有的核技术利用项目而言，本次为扩建项目。

（四）周边环境概况

湖南省脑科医院位于长沙市芙蓉中路三段 427 号，医院呈不规则形状，本项目位于医院 1 号楼 4F 东侧。

本项目 DSA 机房东侧为过道、南侧为设备间和电梯间、西侧为外墙、北侧为操作间、楼上为内镜室、楼下为妇产科门诊。

项目地理位置见附图 1，周边环境关系图见附图 2，本项目 DSA 所在楼层平面布置见附图 3。

（五）现有核技术利用项目基本情况

（1）现有核技术利用项目环评情况及许可情况

湖南省脑科医院于 2018 年 3 月 25 日取得了新的辐射安全许可证（证书编号：湘环辐证[02546]），辐射安全许可证上允许使用的射线装置与放射源包括 2 台 II 类射线装置、8 台 III 类射线装置、2 枚 ^{60}Co 放射源，另有 11 台 III 类射线装置已填写了《建设项目环境影响登记表》，并进行了备案，备案号为 201843011100000409。

医院现有放射源使用情况见表 1-1，医院现有射线装置基本情况见详表 1-2：

表 1-1 医院现有放射源使用情况一览表

核素	类别	活度（贝可）×枚数	工作场所	使用情况	备注
⁶⁰ Co	I 类	2.59E+14×2	1 号楼负 1 楼放疗中心	在用	已许可

表 1-2 医院现有射线装置情况一览表

序号	设备名称	类别	使用位置	使用情况	备注
1	直线加速器	II 类	5 号楼后直线加速器室	在用	已许可
2	小 C 臂机 X 光机	III 类	1 号楼 7 层手术室	在用	
3	数字胃肠机	III 类	1 号楼负 1 层放射科	在用	
4	数字减影血管造影机	II 类	1 号楼 4 楼 DSA 治疗中心	在用	
5	模拟定位机	III 类	5 号楼后直线加速器室	在用	
6	床旁移动式 X 光机	III 类	1 号楼 5 楼重症医学科	在用	
7	X 光机	III 类	1 号楼负 1 层放射科	在用	
8	SPECT 头部	III 类	-	未开展，已取消	
9	SPECT	III 类	-	未开展，已取消	
10	C-300 型 CT 机	III 类	1 号楼 1 层放射科 CT 室	在用	
11	移动式 C 形臂 X 射线机	III 类	1 号楼 7 层手术室	在用	已环评，未许可
12	移动式 C 型臂 X 射线机	III 类	1 号楼 7 层手术室	在用	
13	X 射线计算机断层摄影机	III 类	2 号楼 1 层放射科 CT 室	在用	
14	医用摄影 X 射线机	III 类	6 号楼体检中心	在用	
15	X 射线骨密度测量仪	III 类	6 号楼体检中心	在用	
16	全景 X 射线机	III 类	1 号楼 4 层口腔科	在用	
17	口腔内成像 X 射线机	III 类	1 号楼 4 层口腔科	在用	
18	移动式数字医用 X 射线摄影系统	III 类	3 号楼 4 层呼吸内科 ICU	在用	
19	X 射线系统	III 类	1 号楼负 1 层放射科	在用	
20	Discovery 骨密度仪	III 类	1 号楼负 1 层放射科	在用	
21	X 射线诊断设备	III 类	1 号楼 5 楼重症医学科	在用	

（2）医院辐射安全管理现状

湖南省脑科医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等运行良好。

①医院已制定了《放射卫生与辐射安全管理制度》（包括《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置检修维护制度》、《射线装置台帐管理制度》、《辐射安全培训制度》、《辐射监测方案》、《放射工作人员个人剂量管理制度》）、《辐射事故预防措施及应急处理预案》、《DSA 介入放射防护管理制度》、《操作规程》等制度和规程，并严格按照规章制度

执行。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了辐射安全防护管理小组，明确辐射防护责任，并加强了对射线装置的监督和管理。

③医院从事辐射工作人员定期参加了环保部门组织的上岗培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识。辐射工作期间，辐射工作人员佩带个人剂量计，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。

④医院放射性场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作指示灯，各机房通风良好。各机房屏蔽防护措施满足要求；设置铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；控制室和机房之间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

由现场调查情况可知，医院已采取相应的辐射防护措施，本次环评认为医院辐射防护措施以及管理制度满足目前辐射防护要求。

（3）现有放射工作人员情况

医院现有 104 名放射工作人员，所有放射工作人员均佩戴了个人剂量计，进行了个人剂量监测；均进行了放射工作人员职业健康检查；均已取得了辐射安全与防护培训合格证书。

（六）产业政策符合性

本项目使用的 DSA 属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年版修正）》中第十三项“医药”中第 6 款“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及机械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

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	贮存方式和地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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》（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	Optima IGS 330	125	1000	介入治疗	DSA 机房 1	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(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 (μ A)	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

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/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，2015 年 1 月 1 日施行）； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年修订，2016 年 9 月 1 日施行）； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年颁布，2003 年 10 月 1 日施行）； 4. <u>《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日起实施）；</u> 5. <u>《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2014 年 7 月 29 日修正）；</u> 6. <u>《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环保部令第 44 号，2018 年 4 月 28 日修订公布，自公布之日起实施）；</u> 7. <u>《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 3 号，2008 年 11 月 21 日修订，自公布之日起实施）；</u> 8. <u>《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施）；</u> 9. <u>《射线装置分类办法》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号， 2017 年 12 月 5 日）；</u> 10. <u>《放射工作人员职业健康管理办</u>法》（卫生部令第 55 号 2007 年 11 月 1 日起施行）； 11. <u>《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，2006 年 9 月 26 日）。</u>
------	--

技术标准	1. 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016); 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. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); 4. 《放射工作人员职业健康监护技术规范》(GBZ235-2011);《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016); 5. 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003); 6. 《放射工作人员健康要求》(GBZ98-2017);《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2007); 7. 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93); 8. 《辐射环境监测技术规范》(HG/T61-2001); 9. 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)。
其他	1. 李德平 潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，原子能出版社，1987 年； 2. 《辐射防护》(第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究,湖南省环境监测中心站，1991 年 3 年) 3. 甲方提供的其他资料。

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.》（HJ10.1-2016）中的相关规定，“放射源和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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目属于 II 类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为 DSA 机房边界外 50m 范围。项目评价范围见图 7-1。

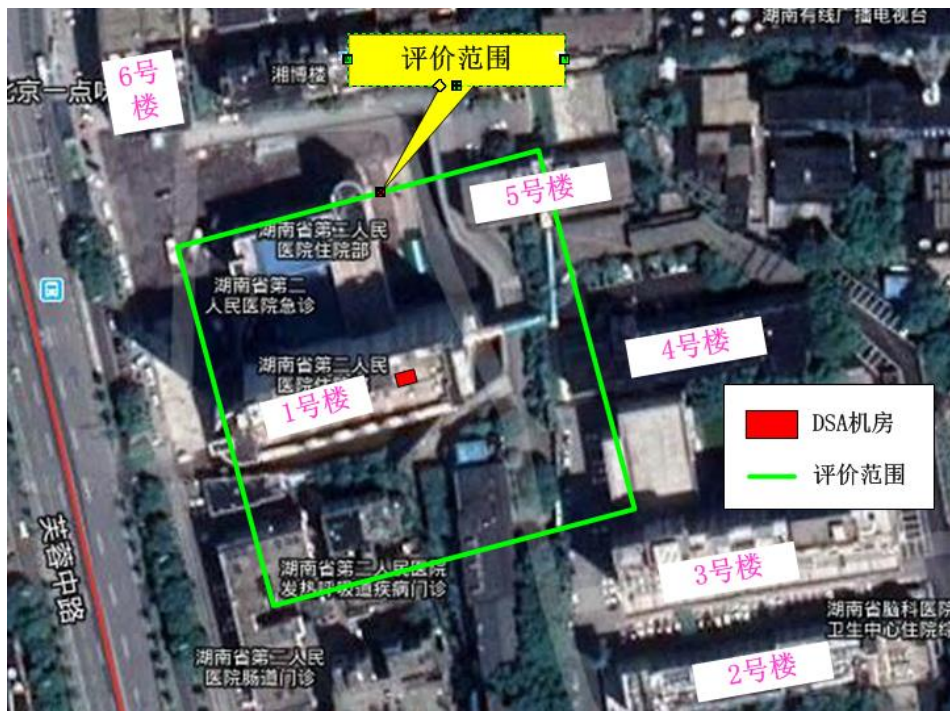


图 7-1 项目评价范围示意图

保护目标

根据本项目特点，本项目环境保护目标为辐射装置所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的其他非辐射工作人员以及公众，项目环境保护目标详见下表：

表 7-1 环境保护目标一览表

序	保护目标	人数
1	DSA 职业辐射工作人员	21 人
2	机房周围医院员工（非职业工作人员）	约 50 人
3	其他公众（非职业工作人员）	若干

评价标准

(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

附录 B 剂量限值 and 表明污染控制水平

B1 剂量限值 B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

根据本核技术利用项目情况，本项目中从事 DSA 放射诊断的工作人员年有效剂量管理目标值为 4mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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。

本项目中，放射工作场所周围非放射医务人员及其他人员接受的有效剂量管理目标值为 0.1mSv/a。

(2)《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

4 X 射线设备防护性能的技术要求

4.7 介入放射学、近台同时操作用 X 射线设备防护性能的专用要求

4.7.1 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视限时装置。

4.7.2 机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

4.7.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

4.7.4 X 射线设备的受检者入射体表空气比释动能率应符合 WS76 的规定。

4.7.5 X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，按附录 B 中 B.1.2 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 $400 \mu\text{Gy/h}$ 。

5. X 射线设备机房防护设施的技术要求

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 7-2 要求。

表 7-2 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	30	4.5
单管头 X 射线机	20	3.5
透视专用机、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 描/ 位扫描	5	2
口内牙片机	3	1.5

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

表 7-3 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 以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机	2	2
CT 机房	2（一般工作量） ^a 2.5（较大工作量） ^a	

^a按 GBZ/T 180 的要求。

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

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

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：

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

本项目 DSA 设备机房使用面积及单边长度标准要求参照 CT 机执行，即：设备机房内最小有效使用面积应不小于 30m^2 、机房内最小单边长度不小于 4.5m；设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求按照介入 X 射线设备机房要求执行，即：有用线束方向铅当量不小于 2mm、非有用线束方向铅当量不小于 2mm；在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 《工作场所有害因素职业接触限值第一步部分化学因素》（GBZ2.1—2007）

室内臭氧浓度限值： 0.3mg/m^3 ，氮氧化物浓度限值： 5mg/m^3 。

表 8 环境质量和辐射现状

(一) 辐射现状监测方案

为了解医院及其周围的辐射环境背景水平,根据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)和《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)中有关布点原则,核工业二三〇研究所工作人员于2018年9月26日项目场址进行了环境 γ 辐射本底测量。

监测因子: 环境地表 γ 辐射剂量率

监测点位: 监测点位布置见图8-1。

监测日期: 2018年9月26日。

监测仪器: 上海精博工贸有限公司制造的JB-4000型X- γ 辐射仪(编号13134), 检定证书编号GFJGJL2006181465007, 检定有效期2018.1.9~2019.1.8。

监测方法: 采取 γ 外照射测量探头(探测器灵敏体积中心)距地面1m高度, 每个测点读取3个数据求平均值。

质量保证措施: ①合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性。②监测方法采用国家有关部门颁布的标准, 监测人员经考核并持有合格证书上岗。③每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常, 并用检验源对仪器进行校验。④由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。⑤监测报告严格实行三级审核制度, 经过校对、校核, 最后由技术总负责人审定。



图 8-1 项目辐射环境背景监测布点示意图

(二) 辐射现状监测结果

项目所在场址辐射环境背景监测结果见表 8-1。

表 8-1 项目所在场址本底监测结果一览表

点位编号	监测点位	监测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)
1#	1 号楼北侧	0.11
2#	1 号楼门口	0.12
3#	1 号楼西侧	0.11
4#	1 号楼南侧	0.11
5#	本项目 DSA 机房内 (未开机)	0.12

根据《辐射防护》(第 11 卷, 第二期, 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究, 湖南省环境监测中心站, 1991 年 3 年) 中辐射环境结果可知, 长沙市 X- γ 辐射空气吸收剂量率数据见表 8-2。

表 8-2 长沙市 γ 辐射空气吸收剂量率 (单位: nGy/h)

监测项目	原野	道路	室内
γ 辐射平均值	70.2 ± 16.1	65.9 ± 18.3	106.2 ± 20.7
范围	32.9-117.3	34.6-103.6	60.4-154.1

根据表 8-1 中的测量结果, 并对比表 8-2 可知, 项目所在场址的 X- γ 空气吸收剂量率处于长沙市天然本底辐射范围内, 无异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

（一）设备基本概况

本项目 DSA 设备位于 1 号楼 4F，型号为西门子 Optima IGS 330，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属 II 类射线装置。项目设备实物照片见图 9-1：



图 9-1 Optima IGS 330 型 DSA 设备实物照片

（二）设备工作原理

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 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。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：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅

图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。介入治疗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，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体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），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

（三）工作流程及产污环节分析

具体工作流程及产污环节见图 9-2。

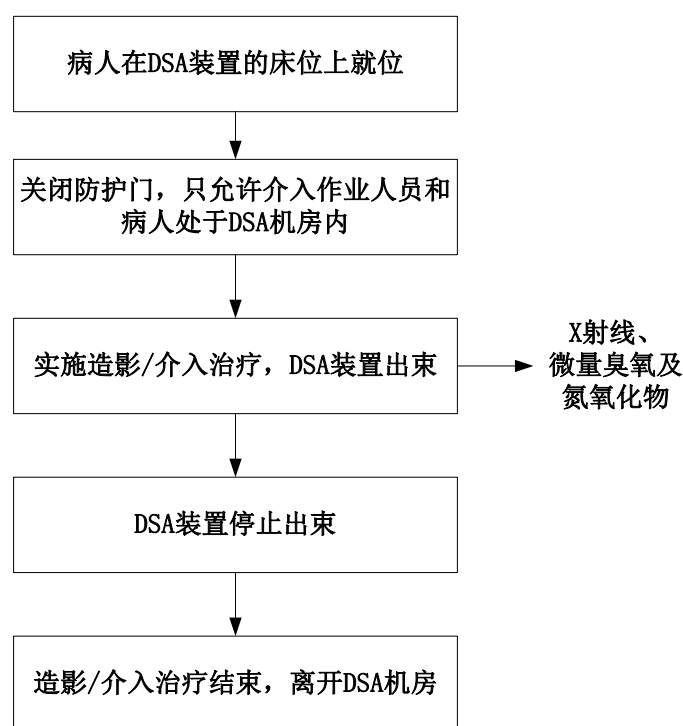


图 9-2 本项目工作流程及产污环节示意图

诊断时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。DSA 装置在进行介入作业时，处于 DSA 放射机房

内的放射工作人员需穿戴防护服，佩戴个人剂量计进行操作。

污染源项描述

（一）放射性污染

DSA 在工作状态下会发出 X 射线。其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于在荧光影像与视频影像之间有影像增强器，从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上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。而介入放射需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

（二）其他污染

DSA 在工作状态时，会使机房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。少量臭氧和氮氧化物可通过通风排出机房外。正常工况下，DSA 机房通过机械通风，室内有害气体的量可以被降低到最低，几乎对人体不会造成危害。

（三）运行期事故工况下污染源分析

（1）X 射线装置发生控制系统或安全保护系统故障或人员疏忽，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

（2）在射线装置出束时人员误入机房受到辐射照射。

（3）使用 DSA 的医生或护士在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

（4）检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

(一) 工作场所布局

本项目在医院 1 号楼 4F 的 DSA 治疗中心新增一台 Optima IGS 330 型 DSA，其北侧为操作间、东侧为过道、南侧为设备间和电梯间。

(二) 辐射工作场所分区

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的规定，将辐射工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。该场所的分区如下：

(1) 控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。

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

本项目控制区为 DSA 机房，监督区包括 DSA 操作间以及周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。详见下图：

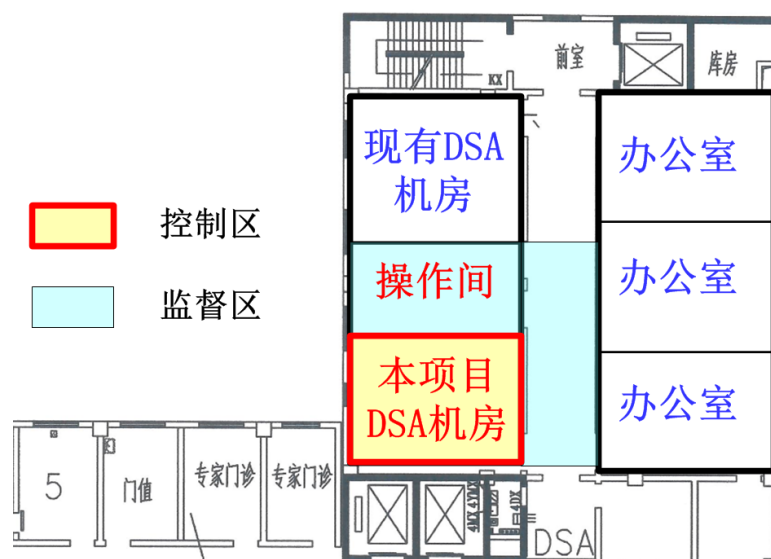


图 10-1 本项目辐射工作场所分区示意图

（三）辐射屏蔽设计

本项目 DSA 机房进行了有效的屏蔽防护，防护门为铅门，观察窗为铅玻璃。机房内建设的穿越防护墙的导线、导管等采用“U”型，确保不影响墙体的屏蔽防护效果。

在 DSA 机房内设置独立新风送风和机械排风装置，使机房保持良好的通风，通风量为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数不小于 4 次/h。

本项目 DSA 机房辐射屏蔽设计情况见表 10-1。

表 10-1 DSA 机房屏蔽参数一览表

DSA 机房	指标		参数	
	几何 尺寸	长×宽	8.21m×6.88m	
		机房面积	56.5m ²	
	屏蔽 设计	机房顶板		100mm 混凝土+2mm 铅板
		机房底部		100mm 混凝土+40mm 硫酸钡
		四周墙体	东、南、北面墙	120mm 加气混凝土+2mm 铅板
			西面墙	240mm 砖混
		防护门		铅门，3mm 铅当量
		观察窗		铅玻璃 3mm 铅当量

（四）辐射安全和防护措施分析

1、在 DSA 机房控制台处设置观察窗，工作人员通过观察窗观察机房内患者状态。

2、DSA 机房墙体对外无采光通风窗，在 DSA 机房内设置独立新风送风和机械排风装置，使机房保持良好的通风，通风次数不小于 4 次/h，能充分保证室内空气流通。机房内不得堆放无关杂物。

3、在 DSA 机房入口处设置符合规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，且工作状态指示灯与机房相通的门设置联锁装置。DSA 机房门设置闭门装置。

4、医院为 DSA 放射工作人员均配备了个人剂量计并进行了职业健康体检，开展了个人剂量监测和职业健康监护，并建立完整的个人剂量监测和职业健康防护档案。

5、本项目 DSA 放射工作人员均已参加了辐射安全与防护培训，并取得了合格证书。医院应每四年组织一次复训。

6、医院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，以减少病人和介入人员的剂量。所有在介入放射机房内的工作人员都应开展个人剂量监测，并实行轮岗操作，医院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。

7、加强 DSA 设备的质量保证工作，设备的球管与发生器、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。

8、临床介入手术时，介入医生需站在 DSA 床边操作，床下球管机对医务人员的辐射剂量，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。

（五）辐射防护用品

医院应严格要求相关辐射工作人员在辐射工作中做好个人的放射防护，并配备必要的防护用品、用具以达到辐射防护的目的，医院已配备了必要的防护用品，详见表 10-2。

表 10-2 医院 DSA 辐射防护用品一览表

<u>机房名称</u>	<u>配备的防护用品</u>	<u>数量</u>
<u>DSA 机房</u> <u>（包括本项目 DSA 机房以及</u> <u>医院现有 DSA 机房）</u>	<u>铅衣</u>	<u>15 件</u>
	<u>铅围裙</u>	<u>7 件</u>
	<u>铅帽</u>	<u>7 顶</u>
	<u>铅围脖</u>	<u>14 个</u>
	<u>铅眼镜</u>	<u>7 副</u>
	<u>铅帘</u>	<u>2 个</u>
	<u>移动铅屏风</u>	<u>2 个</u>

三废的治理

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生，工作过程中空气电离产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）通过通风系统排出机房外，少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境影响较小。

本项目 DSA 机房墙体对外无采光通风窗，DSA 机房安装了通风装置和空气净化装置，通风效率保证室内每小时换气次数不低于 4 次；能有效的排除机房内的有害气体，保证室内空气质量满足标准要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、土建、装饰施工的环境影响分析

本项目射线装置机房主体工程施工期已结束，没有环境遗留问题。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

设备的安装、调试均由设备厂家专业人员进行，医院方未自行安装及调试设备。在设备的安装调试阶段，医院辐射防护管理措施满足相应标准要求，没有遗留环境问题。

运行阶段对环境的影响

（一）评价原则

（1）基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率的导致重大照射的潜在照射情况。

（2）剂量管理目标值：放射工作人员 4mSv/a，公众 0.1mSv/a；

（3）DSA 设备所在 DSA 机房屏蔽体外表面 0.3m 处剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h。

（二）机房设计与标准相符性分析

本评价对照《医用 X 射线诊断放射防护标准》（GBZ130-2013）中相关要求对项目机房设计的合理性进行分析，详见表 11-1、表 11-2：

表 11-1 DSA 机房使用面积及单边长度与 GBZ130-2013 的对照表

对比要求		相符性分析	备注
机房内最小有效使用面积	标准要求	30m ²	-
	实际面积	56.5m ²	不含操作间
	是否满足标准要求	满足	-
机房内最小单边长度	标准要求	4.5m	-
	实际长度	6.88m	-
	是否满足标准要求	满足	-

表 11-2 DSA 机房屏蔽防护厚度与 GBZ130-2013 的对照表

屏蔽体		实际屏蔽材料及厚度	标准要求	是否满足标准要求
机房顶板		100mm 混凝土+2mm 铅板, 约 3mmPb	2mmPb	满足
机房底部		100mm 混凝土+40mm 硫酸钡, 约 5mmPb	2mmPb	满足
四周墙体	东、南、北面墙	120mm 加气混凝土+2mm 铅板, $\geq 2\text{mmPb}$	2mmPb	满足
	西面墙	240mm 砖混, 约 3mmPb	2mmPb	满足
防护门		铅门, 3mmPb	2mmPb	满足
观察窗		铅玻璃, 3mmPb	2mmPb	满足

根据表 11-1、表 11-2 可知, 本项目 DSA 机房的使用面积及单边长度、机房屏蔽防护厚度均能满足《医用 X 射线诊断放射防护标准》(GBZ130-2013) 中的相应要求。

(三) 机房防护能力分析

本项目 DSA 已投入使用, 因此本评价采用实际监测结果进行影响分析。本项目 DSA 正常运行时周围各关注点 X- γ 空气吸收剂量率见表 11-3:

表 11-3 DSA 机房周围辐射环境检测结果一览表

装置名称	方位	检测点位描述		剂量率(μSv/h)		检测条件
				开机	关机	
DSA	北	1#工作人员 出入门	上	0.12	0.10	运行工况： 81kV， 240mA
			中	0.12		
			下	0.11		
			左	0.14		
			右	0.12		
		2#北侧防护墙		0.13	0.12	
		3#观察窗	上	0.10	0.09	
			中	0.10		
			下	0.09		
			左	0.11		
			右	0.11		
	东	5#受检者出入门	上	0.16	0.13	
			中	0.14		
			下	0.13		
			左	0.13		
			右	0.14		
		4#东侧防护墙		0.19	0.17	
中	机房内医生操作位（铅帘屏蔽）		2.30	0.12		
上	DSA 机房楼上		0.15	0.12		
下	DSA 机房楼下		0.12	0.10		

由表 11-3 的监测结果可知, DSA 工作场所防护门外环境辐射空气吸收剂量率 X- γ

辐射剂量率监测值在 0.09~0.19μSv/h 之间，DSA 运行时对周围环境的影响符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）。

（四）项目运行对周围保护目标可能造成的辐射影响

根据医院提供的资料，医院现有 DSA 每年约进行介入手术 500 台，本项目 DSA 投入使用后，将新增 DSA 手术约 500 台。两台 DSA 参与手术的医护人员为同一批人员，因此本评价在计算时考虑两台 DSA 对 DSA 放射工作人员的叠加影响。其中本项目 DSA 对放射工作人员的影响采用公式计算，已有 DSA 对放射工作人员的影响采用个人剂量统计数据。

（1）计算公式

本项目工作人员和公众人员受到 X-γ 射线产生的外照射所致的年有效剂量采用以下公式进行估算：

$$H_{E-X, \gamma} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

$H_{E-X, \gamma}$ —— X、γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r —— X、γ 射线空气吸收剂量率，μGy/h；

t —— X、γ 射线照射时间，h/a；

0.7 —— 剂量换算系数，Sv/Gy。

（2）计算参数

本项目 DSA 最多进行 500 台介入手术，平均每次曝光时间为 20min，则年曝光时间为 166.7h。 D_r 采用表 11-3 中实测数据，其中放射工作人员中手术人员 D_r 值为 2.30μSv/h、放射工作人员操作室人员 D_r 值为 0.11μSv/h、公众 D_r 值为 0.15μSv/h。

（3）计算结果

本项目 X 射线产生的外照射人均年有效剂量计算参数和计算结果见表 11-4：

表 11-4 外照射人均年有效剂量计算一览表

保护目标		计算参数		计算结果	标准值
		D_r (μSv/h)	t (h/a)	$H_{E-X, \gamma}$ (mSv/a)	(mSv/a)
辐射工作人员	床侧操作人员	2.30	166.7	0.38	4.0
	操作间工作人员	0.11	166.7	0.02	4.0
公众		0.15	166.7	0.03	0.1

通过上表计算可知，机房周边公众可能受到的照射附加剂量最大值为 0.03mSv/a，低于本次评价设定的公众受照剂量约束值 0.1mSv/a。

通过上表计算可知，本项目 DSA 对放射工作人员职业照射的附加剂量最大值为 DSA 手术人员 0.38mSv/a。

(4) 现有 DSA 放射工作人员个人剂量统计分析

医院为现有 DSA 放射工作人员均配备了个人剂量计，2018 年 1 月 1 日~2018 年 9 月 30 日的个人剂量统计结果见下表：

表 11-6 DSA 放射工作人员个人剂量检测结果一览表

序号	放射工作人员	工作岗位	铅衣内个人剂量率（mSv）						估算全年 （mSv/a）	标准 （mSv/a）
			2018.1.1-3.30		2018.4.1-6.30		2018.7.1-9.30			
			铅衣内	铅衣外	铅衣内	铅衣外	铅衣内	铅衣外		
1	王朝阳	DSA 医生	0.10	0.11	0.12	0.12	0.10	0.10	0.43	4
2	张海艳	DSA 护士	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.20	4
3	陈门榕	DSA 护士	0.08	0.08	0.10	0.10	0.08	0.08	0.35	4
4	湛曙霞	DSA 护士	0.05	0.06	0.08	0.10	0.05	0.006	0.24	4
5	童成枝	DSA 护士	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.28	4
6	高鹏飞	DSA 医生	0.07	0.09	0.07	0.08	0.07	0.09	0.28	4
7	蔡强	DSA 护士	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.20	4
8	张加付	DSA 护士	0.06	0.08	0.06	0.12	0.06	0.10	0.24	4
9	何海霞	DSA 护士	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.32	4
10	罗凡	DSA 护士	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.20	4
11	刘翔	DSA（心内）	0.06	0.07	0.06	0.08	0.06	0.08	0.24	4
12	王国华	DSA（心内）	0.08	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.27	4
13	胡松	DSA（心内）	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.27	4
14	李贺	DSA（心内）	0.07	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10	0.28	4
15	黄晓松	DSA（神内）	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.32	4
16	李远红	DSA（神内）	0.05	0.07	0.08	0.11	0.05	0.07	0.24	4
17	刘柳青	DSA（神内）	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.10	0.28	4
18	袁波	DSA（神内）	0.08	0.09	0.07	0.10	0.07	0.10	0.29	4
19	刘坤	DSA（神外）	0.05	0.08	0.05	0.05	0.05	0.06	0.20	4
20	罗宗晚	DSA（神外）	0.08	0.08	0.06	0.06	0.08	0.08	0.29	4
21	黄昊	DSA（神外）	0.05	0.08	0.08	0.08	0.05	0.08	0.24	4

注：因 2017 年第四季度个人剂量未检测，因此本评价采用 2018 年一~三季度的个人剂量估算放射工作人员全年职业照射的附加剂量。

根据现有 DSA 放射工作人员个人剂量检测结果估算结果可知道，现有 DSA 放射工作人员职业照射的附加剂量为 0.20~0.43mSv/a。

综合考虑本项目 DSA 与现有 DSA 对放射工作人员的叠加影响，则本项目实施后

DSA 放射工作人员职业照射的附加剂量最大值为 0.81 mSv/a，低于本评价设定的职业人员受照剂量约束值 4mSv/a。

根据医院现有 DSA 放射工作人员个人外照射剂量检测结果可知，DSA 放射工作人员铅衣内和铅衣外的检测结果相差不大，这与实际不相符，根据调查，造成此现象出现的原因主要为 DSA 放射工作人员个人剂量计佩带不规范、铅衣外剂量计未按要求佩带。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2002），介入放射科需在铅衣外面衣领上另佩带一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。今后，医院放射工作人员应严格按照 GBZ128-2002 中的要求正确佩带个人剂量计。

值得注意的是，本项目射线装置中 DSA 在进行介入手术时，医护人员需近床操作，医务工作人员在进行介入手术时，应尽可能采用小视野，穿戴防护用品，并充分利用专用的移动式屏蔽物（悬挂式铅玻璃、铅帘等），利用医院配置的防护设施做好自身的防护，同时，介入医生采取轮岗方式的管理措施，可减少个人的受照剂量。

（五）DSA 营运期臭氧环境影响分析

据污染源项的分析内容，设备在运行过程中，X 射线与空气相互作用，能产生少量臭氧。通风是排出臭氧的有效途径，机房已安装通风装置和空气净化装置，能有效的排除机房内的有害气体，对环境影响较小。

事故影响分析

（一）可能发生的辐射事故

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目运行过程中 DSA 只有在开机时才产生 X 射线，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。本项目可能发生的辐射事故主要有：

（1）X 射线装置发生控制系统或安全保护系统故障或人员疏忽，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

（2）在射线装置出束时人员误入机房受到辐射照射，

（3）使用 DSA 的医生或护士在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

(4) 检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

(二) 事故预防措施

(1) 从事 DSA 设备作业的辐射工作人员须经过环保部门认可的培训机构组织的辐射安全培训，具备上岗资格，业务熟练。

(2) 在设备操作过程中，设备发生任何故障都要停机，并及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

(3) 制定严格的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护保养、定期检查，保证系统始终处于正常状态。

(4) 各防护门处均安装工作状态指示灯、设置电离辐射警告标志，防护门关闭时，工作状态指示灯亮，警示人员勿入，同时装置操作台处设置有紧急停机按钮，操作人员可通过急停按钮等停机操作来确保人员安全。

(5) 辐射工作人员在岗操作前，佩戴个人剂量计，对病人非检查部分采用防护用品（防护铅衣、铅帽和铅围脖）保护。

(6) 定期开展个人剂量检测和职业健康体检，妥善保管个人剂量和职业健康体检结果，出现异常情况时，分析原因，并采取相应措施，可有效降低辐射对人员身体造成的危害。

(7) 发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故后应对事故影响人员进行医学检查，确定其所受到的剂量水平，并在第一时间将事故通报环保、卫生等主管部门。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

目前，湖南省脑科医院已成立了辐射防护和安全管理领导小组，包括组长 1 名、副组长 2 名、组员 13 名，负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，辐射防护和安全管理领导小组具体组成见下表：

表 12-1 辐射防护和安全管理领导小组成员一览表

序号	职务	人员
1	组长	李小松
2	副组长	胡朝晖、蒋然子
3	成员	江志超、严文辉、张伟、黄晓松、王朝阳、刘翔、刘坤、毛静、张湘、罗良贤、马青、郭恒心、蔡胜

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008）修订》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，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”。从湖南省脑科医院目前配置的辐射领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，湖南省脑科医院的管理人员也能满足配置要求。

湖南省脑科医院设置的辐射安全与环境保护管理机构职责包括：对医院放射工作的监督与检查；相关制度的制定、修改与完善；组织辐射工作人员的学习培训；辐射防护知识的宣传教育；辐射事故应急演练；辐射人员的健康体检。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008）修订》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：“辐射安全管理机构成员和辐射工作人员均需参加辐射安全与防护培训并取得培训合格证”。湖南省脑科医院现有 DSA 辐射工作人员中均已参加了辐射安全与防护培训，并取得了培训合格证（见附件 8）。医院应每四年组织一次复训。

辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，湖南省脑科医院制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，湖南省脑科医院必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技

术利用项目的日常管理：

（1）根据湖南省脑科医院的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人；医院已制定了《放射卫生与辐射安全管理制度》（包括《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置检修维护制度》、《射线装置台帐管理制度》、《辐射安全培训制度》、《辐射监测方案》、《放射工作人员个人剂量管理制度》）、《辐射事故预防措施及应急处理预案》、《DSA 介入放射防护管理制度》等，在执行各项制度时，要明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

（2）各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；辐射工作场所均必须有电离辐射警示标识，屏蔽门上方还必须要在工作指示灯，同时警示标识的张贴必须规范。

（3）明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生；

（4）加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

（5）为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，湖南省脑科医院应培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，湖南省脑科医院应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年向发证机关提交上一年度的评估报告。

（6）湖南省脑科医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。应根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

辐射监测

为了及时掌握项目周围的辐射水平，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）的要求，应建立必要的监测计划，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。

(1) 工作场所和周围环境监测

监测项目：X- γ 空气吸收剂量率

监测频次：每年进行一次辐射水平监测，委托有资质的单位进行，并保存监测记录；

监测点位：DSA 机房屏蔽体外 30cm 处。

(2) 个人监测

湖南省脑科医院需对放射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，外照射个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。加强对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。湖南省脑科医院还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。

辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后湖南省脑科医院还应当组织放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

(3) 防护性能监测

在设备初次投入使用或大修及更换关键组件时，需要委托有资质的单位进行设备防护性能检测，以保证符合有关标准的要求。

表 12-2 监测计划要求一览表

监测对象	具体内容	周期	备注
对放射工作人员	配方个人剂量卡，人剂量监测	三个月为一周期，一年监测四次	X- γ
工作场所和周围	DSA 机房屏蔽体外 30cm 处（包括 DSA 机房周边及楼上、楼下）X- γ 空气吸收剂量率	每年一次	X- γ
防护性能	DSA 设备性能的自主稳定性和状态检测	每年一次；设备初次投入使用、大修及更换关键组件时	X- γ

辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大

程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，医院已制定了《辐射事故应急预案》：

（1）医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

（2）医院对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

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

（4）医院将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

- ① 全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理；
- ② 负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；
- ③ 加强辐射应急队伍建设，购置必要的辐射应急装备器材；
- ④ 负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；
- ⑤ 负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告；
- ⑥ 对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；
- ⑦ 负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作，并承担相应的处置经费；
- ⑧ 积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；
- ⑨ 负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在环境保护行政主管部门的指导下或自行组织演练。

（5）各类事故报警和联系方式

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市环保局，并同时向省环保厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

湖南省生态环境厅：12369，0731-85698110

长沙市环保局：0731-88667850

长沙市公安局：110

环境保护竣工验收

湖南省脑科医院核技术利用扩建项目环保竣工验收要求见表 12-3。

表 12-3 环境保护竣工验收一览表

序号	项目内容	要求
1	DSA 机房屏蔽防护	施工厚度是否到达设计要求；在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
2	安全防护	工作指示和警示：机房防护门上方设置工作状态指示灯、电离辐射警告标识及中文说明，并且指示灯正常工作。
		安全联锁：DSA 机房设置门灯联锁。
		通风：DSA 机房内通风换气满足要求，在 DSA 机房内设置独立新风送风和机械排风装置，通风量为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数不小于 4 次/h。
		防护用品：按报告表中表 10-2 要求落实，满足防护要求。
3	培训和持证	所有放射工作人员均应接受环保部门培训并持证上岗，开展职业健康体检和个人剂量监测。
4	管理机构和具体制度	成立管理机构，制定的辐射防护相关制度内容切实可行，具有可操作性。设备有操作规程。

表 13 结论与建议

结论

（一）辐射安全与防护综合结论

1、项目概况

为满足患者治疗需要，促进医院科室全面协调发展，湖南省脑科医院在医院 1 号楼 4F 的 DSA 治疗中心新增一台 Optima IGS 330 型 DSA，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属 II 类射线装置。

2、实践正当性分析

本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目营运以后，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

3、产业政策符合性

本项目使用的 DSA 等属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》中第十三项“医药”中第 6 款“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及机械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

4、选址可行性分析

通过对项目周围环境的调查结果表明，该项目场址的环境 X- γ 辐射剂量率接近该地区的本底水平，未见异常，机房选址远离周围环境敏感点，有利于辐射防护，对周围环境影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

5、布局合理性分析

本项目各 DSA 机房布置相对远离周围环境敏感点。DSA 机房设置了机房和控制室，

放射诊疗区和非放射诊疗区分开，方便病人诊疗和医生办公，且放射诊疗区位于人流不密集区域，能更好的保护病人及医院工作人员的安全，有利于采取相应的辐射防护措施。从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

6、环境影响分析结论

(1) DSA 机房墙壁、地板、天花板、防护门、观察窗均采取了相应的辐射屏蔽措施，能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 标准要求。

(2) 通过计算，DSA 放射工作人员所受到的附加年有效剂量最大值为 0.81mSv ，低于本评价设定的职业人员受照剂量约束值 4mSv/a 。机房周边公众可能产生的年附加剂量最大值为 0.02mSv ，低于本项目管理限值 0.1mSv 。

(3) 医院已配备了相应的个人防护用品。

(4) 医院已成立了放射防护安全管理机构，制定了相应的辐射防护管理制度，并严格按照规章制度执行，能满足日常工作要求。

(5) 医院组织放射工作人员进行了个人剂量监测、职业健康监护检查，并建立了相应的档案，现有辐射工作人员均参加了辐射防护知识培训。

综上所述，本项目已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行防护设计和实施，DSA 设备对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求；该项目的辐射防护安全措施可行；规章制度基本健全；项目对环境的辐射影响是可接受的；从环境保护的角度来看，本环评认为该项目建设是可行的。

建议和要求

(1) 医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康。加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

(2) 医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应根据实际情况修改完善各项制度，及时修订应急预案，要求具有可操作性，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

(3) 医院已配备相应的防护用品，能满足现有放射工作要求，医院应加强管理，

确保各防护用品能正常使用，并要求 DSA 放射工作人员应按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2002）正确佩带两个剂量计，以估算铅防护用品的防护效果以及工作人员的受照剂量。

（4）湖南省脑科医院应组织辐射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，定期开展个人剂量监测，接受放射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作。建立放射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案，并终生保存。放射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

（5）明确专门的部门对医院的放射工作人员统一管理，定期开展辐射防护教育。

（6）本项目已建成，因此医院在取得本次项目环评批复后，应当按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修订，环保部令第 3 号）规定的许可证申请程序，重新申请领取《辐射安全许可证》。湖南省脑科医院应按《建设项目竣工验收暂行办法》完成环保竣工验收工作。

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

附图附件

附件

附件 1: 委托书

附件 2: 法人证书

附件 3: 现有辐射安全许可证

附件 4: 《关于调整湖南省第二人民医院放射卫生与辐射安全防护管理小组的通知》

附件 5: 《放射卫生与辐射安全管理制度》

附件 6: 《辐射事故预防措施及应急处理预案》

附件 7: 《DSA 介入放射防护管理制度》

附件 8: 辐射安全与防护培训合格证书

附件 9: 专家意见及签名

附图

附图 1: 项目地理位置示意图

附图 2: 项目外环境关系示意图

附图 3: DSA 机房所在楼层平面图

附图 4: 现场照片