

表11 环境影响分析

11.1 建设或安装过程的环境影响

本次评价内容为建设单位拟开展的核技术利用项目运行期对环境的辐射影响，本项目涉及的射线装置，使用的辐射工作场所建设过程主要为非辐射类影响，具体防护屏蔽方面的工程量较少，项目建设阶段主要的污染因子有：噪声、废水、固体废物和扬尘，无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废物产生。

因此，本次建设单位核技术利用项目在建设期间对周围环境无辐射影响，建设阶段按照已审批的建设单位非辐射工程内容的施工管理要求进行建设施工，对环境的影响能够满足标准要求，并且施工期的影响时短期和暂时的，随着施工结束而消失。

11.2 运行期的环境影响

11.2.1 DSA手术室内设备1m处剂量率估算

根据《辐射防护导论》（原子能出版社，方杰）第三章X或γ射线的外照射防护，第一节X或γ辐射源及其辐射场，在距离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率可近似按下式计算：

$$\dot{K}_a = I\delta_x(r_0/r)^2 \quad (\text{公式11-1})$$

式中：

r_0 -1m；

r-关注点距离，m；

I-管电流，单位是mA；

δ_x -发射率常数，单位是 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

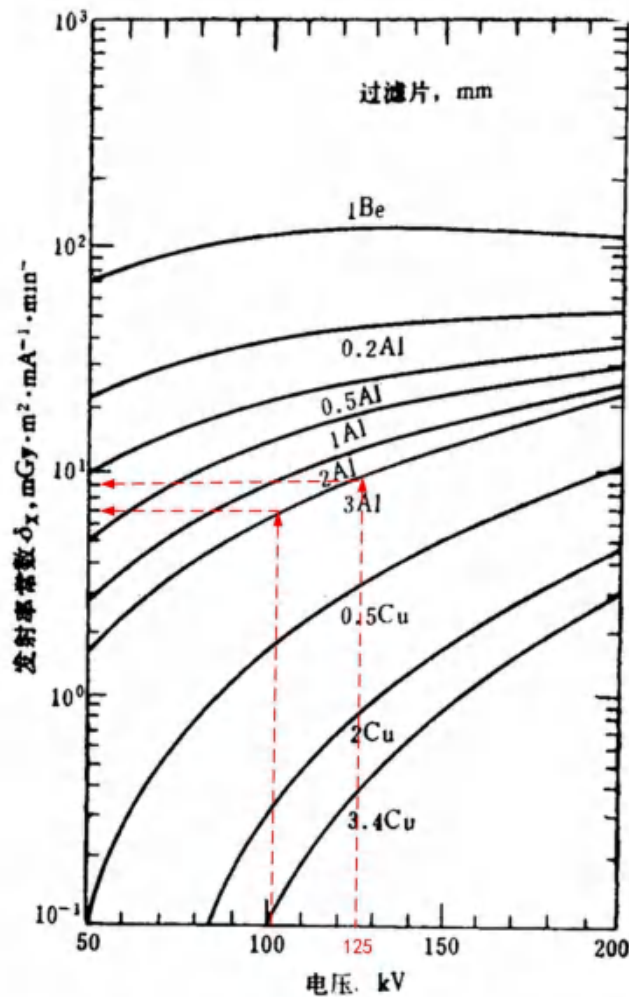
利用公式对本项目DSA距离靶点1米处的辐射剂量率进行估算见表11-1。

表11-1 本项目DSA设备1m处剂量率估算结果

设备运行模式	管电压 (kV)	管电流 (mA)	发射率常数 ($\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	\dot{K}_a (mGy/h)
透视模式	100	160	7	6.72E+04
摄影模式	125	800	9	4.32E+05

注：1.参考同类型设备固有滤过+附加滤过至少3mmAl当量，查阅《辐射防护导论》（原子能出版社，方杰）附图3，可知100kV时3mmAl滤过的发射率常数约 $7\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，125kV时3mmAl滤过的发射率常数约 $9\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

2.管电压管电流参考同类型设备最大使用工况。



附图3 恒定电压为50~200kV时X射线机的发射率常数 δ_x

图11-1辐射防护导论》（原子能出版社，方杰）附图3

根据NCRP147号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6节指出，DSA屏蔽估算时不需要考虑主束照射，故本项目重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

11.2.2 DSA手术室X射线泄漏辐射剂量率估算

泄漏辐射剂量率保守取初级辐射束的0.1%。即DSA透视工况下，1m处泄漏辐射剂量率最大为67.2mGy/h，摄影工况下，1m处泄漏辐射剂量率最大为432mGy/h。

(1) 计算公式

根据GBZ 130-2020附录C，根据周围剂量当量率与距离平方成反比计算各关注点剂量率水平，详见公式。

$$H_1 = H_0 \times B / R^2 \quad (\text{公式11-2})$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha x} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式 11-3})$$

式中：

H₁：估算点附加剂量率，μSv/h；

H₀：距源1m处的剂量率，μSv/h；

B：衰减因子，依据GBZ 130-2020附录C.1.2计算；

R：X射线由靶到计算点的距离，m。

表11-2 不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压 kV	铅			混凝土			砖		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
100（主束）	2.500	15.28	0.7557	0.03925	0.08567	0.4273	0.03520	0.0880	1.149
100（散射）	2.507	15.33	0.9124	0.03950	0.08440	0.5191	-	-	-
125（主束）	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	0.02870	0.06700	1.346
125（散射）	2.233	7.888	0.7295	0.03510	0.06600	0.7832	-	-	-

(2) 计算结果

选取评价项目屏蔽墙，防护门和观察窗外30cm，以及楼上1m处，楼下1.7m处为关注点，DSA手术室关注点布置情况见图11-2。

楼上走廊	120mm砼	5.4	1.02E-07	432	4.3	3.72E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下解剖/麻醉区	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下男更衣室	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下女更衣室	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场(四)	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下通道	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
DSA摄影 (125kV, 800mA)						
东侧DSA手术室2	200mm灰砂砖墙	4	8.42E-06	432	2.65	5.18E-01
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
南侧通道	200mm灰砂砖墙	4	8.42E-06		3.55	2.89E-01
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
西侧CT机房	200mm灰砂砖墙	4	8.42E-06		2.65	5.18E-01
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
北侧控制室2	4mmPb铅玻璃	4	8.42E-06		3.55	2.89E-01
楼上男更衣室	120mm砼	5.4	3.73E-07		4.3	8.71E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上女更衣室	120mm砼	5.4	3.73E-07		4.3	8.71E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上走廊	120mm砼	5.4	3.73E-07		4.3	8.71E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下解剖/麻醉区	120mm砼	5.6	2.39E-07	2.8	1.32E-02	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下男更衣室	120mm砼	5.6	2.39E-07	2.8	1.32E-02	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下女更衣	120mm砼	5.6	2.39E-07	2.8	1.32E-02	

室	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场 (四)	120mm砼	5.6	2.39E-07		2.8	1.32E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下通道	120mm砼	5.6	2.39E-07		2.8	1.32E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					

注：1.针对X射线，Gy/Sv的转换因子为1；
2.设备球管距散射体中心的距离按0.2m估算；
3.折合铅当量按照透视、摄影条件不同管电压分别折合。

表11-4 DSA手术室2设备出束时不同工况下机房外泄漏辐射剂量率水平估算

关注点	屏蔽	折合铅当量 mmPb	B	剂量率 (mSv/h)	距离 (m)	关注点剂量率 (μ Sv/h)
DSA透视 (100kV, 160mA)						
东侧休息室	200mm灰砂砖墙	4.0	3.39E-06		2.65	3.24E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
东侧洗手池	200mm灰砂砖墙	4.0	3.39E-06		2.85	2.80E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
南侧通道	200mm灰砂砖墙	4.0	3.39E-06		3.6	1.76E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
西侧DSA手术室1	200mm灰砂砖墙	4.0	3.39E-06		2.65	3.24E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
北侧控制室1	4mmPb铅玻璃	4.0	1.02E-07		3.6	1.76E-02
楼上男更衣室	120mm砼	5.4	1.02E-07	67.2	4.3	3.72E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上女更衣室	120mm砼	5.4	1.02E-07		4.3	3.72E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上走廊	120mm砼	5.4	1.02E-07		4.3	3.72E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场 (四)	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场 (五)	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					

楼下通道	120mm砼	5.6	6.20E-08		2.8	5.32E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
DSA摄影（125kV，800mA）						
东侧休息室	200mm灰砂砖墙	4.0	8.42E-06		2.65	5.18E-01
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
东侧洗手池	200mm灰砂砖墙	4.0	8.42E-06		2.85	4.48E-01
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
南侧通道	200mm灰砂砖墙	4.0	8.42E-06		3.6	2.81E-01
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
西侧DSA手术室1	200mm灰砂砖墙	4.0	8.42E-06		2.65	5.18E-01
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
北侧控制室1	4mmPb铅玻璃	4.0	8.42E-06		3.6	2.81E-01
楼上男更衣室	120mm砼	5.4	3.73E-07	432	4.3	8.71E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上女更衣室	120mm砼	5.4	3.73E-07		4.3	8.71E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上走廊	120mm砼	5.4	3.73E-07		4.3	8.71E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场（四）	120mm砼	5.6	2.39E-07		2.8	1.32E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场（五）	120mm砼	5.6	2.39E-07		2.8	1.32E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下通道	120mm砼	5.6	2.39E-07		2.8	1.32E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					

注：1.针对X射线，Gy/Sv的转换因子为1；
2.设备球管距散射体中心的距离按0.2m估算；
3.折合铅当量按照透视、摄影条件不同管电压分别折合。

11.2.3 DSA手术室X射线散射辐射剂量率估算

(2) 计算公式

$$H_2 = \frac{H_0}{R^2} \frac{F \times \alpha}{400 \bullet R_0^2} B \quad (\text{公式 11-4})$$

式中：

H_2 ：为预测点位的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ：为距DSA设备靶点1m处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R ：为散射面中心点到关注点的距离，m；

B ：为屏蔽墙衰减因子；

R_0 ：为靶点至散射体的距离，m， R_0 取0.2m；

F ：为 R_0 处的射野面积， cm^2 ，取 400cm^2 ；

α ：为散射因子，定义为入射辐射被面积为 400cm^2 水模体散射至1m处的相对份额，根据《辐射防护手册》（第一分册）表10.1中散射与入射X、 γ 射线照射量之比，100kV X线 90° 散射因子均取值 1.3×10^{-3} ，125kV X线 90° 散射因子均取值 1.5×10^{-3} 。

(2) 计算结果

选取评价项目屏蔽墙，防护门和观察窗外30cm，以及楼上1m处，楼下1.7m处为关注点，根据以上公式进行计算如下，详见表11-5、表11-6。

表11-5 DSA手术室1设备出束时不同工况下机房外散射辐射剂量率水平估算

关注点	屏蔽	折合铅当量 mmPb	B	剂量率 (mSv/h)	距离 (m)	关注点剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)
DSA透视 (100kV, 160mA)						
东侧DSA手 术室2	200mm灰砂砖墙	4.0	5.14E-06	67.2	2.65	1.60E-03
	4mmPb硫酸钡防护 涂料					
南侧通道	200mm灰砂砖墙	4.0	5.14E-06		3.55	8.91E-04
	4mmPb硫酸钡防护 涂料					
西侧CT机房	200mm灰砂砖墙	4.0	5.14E-06		2.65	1.60E-03
	4mmPb硫酸钡防护 涂料					
北侧控制室2	4mmPb铅玻璃	4.0	5.14E-06		3.55	8.91E-04
楼上男更衣 室	120mm砼	5.4	1.54E-07		4.5	1.66E-05
	4mmPb硫酸钡防护 涂料					
楼上女更衣 室	120mm砼	5.4	1.54E-07		4.5	1.66E-05
	4mmPb硫酸钡防护 涂料					
楼上走廊	120mm砼	5.4	1.54E-07	4.5	1.66E-05	

	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下解剖/麻醉区	120mm砼	5.6	9.31E-08	432	2.6	3.01E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下男更衣室	120mm砼	5.6	9.31E-08		2.6	3.01E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下女更衣室	120mm砼	5.6	9.31E-08		2.6	3.01E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场(四)	120mm砼	5.6	9.31E-08		2.6	3.01E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下通道	120mm砼	5.6	9.31E-08		2.6	3.01E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
DSA摄影(125kV, 800mA)						
东侧DSA手术室2	200mm灰砂砖墙	4.0	1.67E-05	432	2.65	3.84E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
南侧通道	200mm灰砂砖墙	4.0	1.67E-05		3.55	2.14E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
西侧CT机房	200mm灰砂砖墙	4.0	1.67E-05		2.65	3.84E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
北侧控制室2	4mmPb铅玻璃	4.0	1.67E-05		3.55	2.14E-02
楼上男更衣室	120mm砼	5.4	7.30E-07		4.5	5.84E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上女更衣室	120mm砼	5.4	7.30E-07		4.5	5.84E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上走廊	120mm砼	5.6	4.67E-07	4.5	5.84E-04	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下解剖/麻醉区	120mm砼	5.6	4.67E-07	2.6	1.12E-03	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下男更衣室	120mm砼	5.6	4.67E-07	2.6	1.12E-03	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					

楼下女更衣室	120mm砼	5.6	4.67E-07		2.6	1.12E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场(四)	120mm砼	5.6	4.67E-07		2.6	1.12E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下通道	120mm砼	5.6	4.67E-07		2.6	1.12E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					

表11-6 DSA手术室2设备出束时不同工况下机房外散射辐射剂量率水平估算

关注点	屏蔽	折合铅当量 mmPb	B	剂量率 (mSv/h)	距离 (m)	关注点剂量率 (μSv/h)
DSA透视 (100kV, 160mA)						
东侧休息室	200mm灰砂砖墙	4.0	5.14E-06		2.65	1.60E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
东侧洗手池	200mm灰砂砖墙	4.0	5.14E-06		2.85	1.38E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
南侧通道	200mm灰砂砖墙	4.0	5.14E-06		3.6	8.66E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
西侧DSA手术室1	200mm灰砂砖墙	4.0	5.14E-06		2.65	1.60E-03
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
北侧控制室1	4mmPb铅玻璃	4.0	1.54E-07		3.6	8.66E-04
楼上男更衣室	120mm砼	5.4	1.54E-07	67.2	4.5	1.66E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上女更衣室	120mm砼	5.4	1.54E-07		4.5	1.66E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上走廊	120mm砼	5.4	1.54E-07		4.5	1.66E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场(四)	120mm砼	5.6	9.31E-08		2.6	3.01E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场(五)	120mm砼	5.6	9.31E-08		2.6	3.01E-05
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下通道	120mm砼	5.6	9.31E-08		2.6	3.01E-05

	4mmPb硫酸钡防护涂料					
DSA摄影 (125kV, 800mA)						
东侧休息室	200mm灰砂砖墙	4.0	1.67E-05	432	2.65	3.84E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
东侧洗手池	200mm灰砂砖墙	4.0	1.67E-05		2.85	3.32E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
南侧通道	200mm灰砂砖墙	4.0	1.67E-05		3.6	2.08E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
西侧DSA手术室1	200mm灰砂砖墙	4.0	1.67E-05		2.65	3.84E-02
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
北侧控制室1	4mmPb铅玻璃	4.0	1.67E-05		3.6	2.08E-02
楼上男更衣室	120mm砼	5.4	7.30E-07		4.5	5.84E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上女更衣室	120mm砼	5.4	7.30E-07		4.5	5.84E-04
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼上走廊	120mm砼	5.4	7.30E-07	4.5	5.84E-04	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场(四)	120mm砼	5.6	4.67E-07	2.6	1.12E-03	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下猪场(五)	120mm砼	5.6	4.67E-07	2.6	1.12E-03	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					
楼下通道	120mm砼	5.6	4.67E-07	2.6	1.12E-03	
	4mmPb硫酸钡防护涂料					

11.2.4 DSA手术室外各关注点位的辐射剂量率之和

DSA手术室不同工况下各个关注点的泄漏辐射剂量率、散射辐射剂量率和总辐射剂量率结果见表11-7、表11-8。

表11-7 DSA手术室1设备出束时不同工况下机房外剂量率水平估算

机房名称	工况	关注点名称	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	总辐射剂量率 (μSv/h)
DSA手术	透视	东侧DSA手术室2	3.24E-02	1.60E-03	3.40E-02

室1		南侧通道	1.81E-02	8.91E-04	1.90E-02
		西侧CT机房	3.24E-02	1.60E-03	3.40E-02
		北侧控制室2	1.81E-02	8.91E-04	1.90E-02
		楼上男更衣室	3.72E-04	1.66E-05	3.88E-04
		楼上女更衣室	3.72E-04	1.66E-05	3.88E-04
		楼上走廊	3.72E-04	1.66E-05	3.88E-04
		楼下解剖/麻醉区	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
		楼下男更衣室	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
		楼下女更衣室	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
		楼下猪场（四）	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
		楼下通道	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
	摄影	东侧DSA手术室2	5.18E-01	3.84E-02	5.56E-01
		南侧通道	2.89E-01	2.14E-02	3.10E-01
		西侧CT机房	5.18E-01	3.84E-02	5.56E-01
		北侧控制室2	2.89E-01	2.14E-02	3.10E-01
		楼上男更衣室	8.71E-03	5.84E-04	9.30E-03
		楼上女更衣室	8.71E-03	5.84E-04	9.30E-03
		楼上走廊	8.71E-03	5.84E-04	9.30E-03
		楼下解剖/麻醉区	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02
		楼下男更衣室	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02
		楼下女更衣室	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02
		楼下猪场（四）	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02
楼下通道	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02		

表11-8 DSA手术室2设备出束时不同工况下机房外剂量率水平估算

机房名称	工况	关注点名称	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
DSA手术室2	透视	东侧休息室	3.24E-02	1.60E-03	3.40E-02
		东侧洗手池	2.80E-02	1.38E-03	2.94E-02
		南侧通道	1.76E-02	8.66E-04	1.84E-02
		西侧DSA手术室1	3.24E-02	1.60E-03	3.40E-02

		北侧控制室1	5.30E-04	8.66E-04	1.84E-02
		楼上男更衣室	3.72E-04	1.66E-05	3.88E-04
		楼上女更衣室	3.72E-04	1.66E-05	3.88E-04
		楼上走廊	3.72E-04	1.66E-05	3.88E-04
		楼下猪场（四）	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
		楼下猪场（五）	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
		楼下通道	5.32E-04	3.01E-05	5.62E-04
	摄影	东侧休息室	5.18E-01	3.84E-02	5.56E-01
		东侧洗手池	4.48E-01	3.32E-02	4.81E-01
		南侧通道	2.81E-01	2.08E-02	3.01E-01
		西侧DSA手术室1	5.18E-01	3.84E-02	5.56E-01
		北侧控制室1	2.81E-01	2.08E-02	3.01E-01
		楼上男更衣室	8.71E-03	5.84E-04	9.30E-03
		楼上女更衣室	8.71E-03	5.84E-04	9.30E-03
		楼上走廊	8.71E-03	5.84E-04	9.30E-03
		楼下猪场（四）	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02
		楼下猪场（五）	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02
		楼下通道	1.32E-02	1.12E-03	1.43E-02

由表11-7可知：本项目DSA手术室1设备透视工况下，手术室屏蔽体周围最大辐射剂量率为 $3.40E-02\mu\text{Sv/h}$ ，最大辐射剂量率位置为东侧DSA手术室2和西侧CT机房；摄影工况条件下，机房屏体周围最大辐射剂量率为 $5.56E-01\mu\text{Sv/h}$ ，最大辐射剂量率位置为东侧DSA手术室2和西侧CT机房。

由表11-8可知：本项目DSA手术室2设备透视工况下，手术室屏蔽体周围最大辐射剂量率为 $3.40E-02\mu\text{Sv/h}$ ，最大辐射剂量率位置为东侧休息室和西侧DSA手术室1；摄影工况条件下，机房屏体周围最大辐射剂量率为 $5.56E-01\mu\text{Sv/h}$ ，最大辐射剂量率位置为东侧休息室和西侧DSA手术室1。

本项目两间DSA手术室在拟采取辐射屏蔽防护设计方案情况下，能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的“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”的要求。

11.2.5介入手术工作人员剂量估算

根据建设单位提供的资料，本项目设备年出束情况见表11-9。

表11-9 设备年出束情况统计

机房名称	对象	工作模式	年实验量	年出束时间 (h)
DSA手术室1	DSA设备	透视 (20min)	100	33.3
		摄影 (30s)		0.83
DSA手术室2	DSA设备	透视 (20min)	100	33.3
		摄影 (30s)		0.83

职业工作人员及公众人员年有效剂量按以下公式计算：

$$H = D \cdot T \cdot W \cdot 10^{-3} \quad (\text{公式 11-5})$$

式中：

H——年有效剂量，mSv/a；

D——关注点处的辐射剂量率，μGy/h；

t——照射时间，h；

W——有效剂量与吸收剂量换算系数，取 1 (μSv/h) / (μGy/h) ；

T——居留因子，参考《辐射防护手册第三册 辐射安全》（李德平编，P80），居留因子T按三种情况取值：

- 1) 全居留因子T=1；
- 2) 部分居留T=1/4；
- 3) 偶然居留T=1/16。

(1) 辐射工作人员年有效剂量

《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）附录B.1，X射线透视设备通用检测项目与技术要求，透视防护区检测平面上周围剂量当量率非直接荧光屏透视设备（DSA）的验收检测和状态检测判定标准要求≤400μSv/h。为了保守估算，取透视防护区（介入）工作人员位置周围剂量当量率为≤400μSv/h进行理论分析。摄影工况下，剂

量率取透视工况的50倍，即20000 μ Sv/h。

根据《放射防护实用手册》（主编：赵兰才，张丹枫）表6.17中不同厚度铅胶板对介入手术者身体前面主要部位散射线的防护效果0.35mmPb铅胶板的屏蔽效率分别为99.4%，根据建设单位提供的材料，建设单位拟配备0.5mmPb的防护用品进行手术，则本项目同室操作的辐射工作人员受照剂量率小于防护区总附加剂量率的（100-99.4）%=0.6%，为了保守估计，取0.6%。因此，本项目透视工况和摄影工况下辐射工作人员的剂量率分别为2.4 μ Sv/h和120 μ Sv/h。

辐射工作人员在摄影时取全居留，居留因子为1，透视时取全居留1，机房外的辐射工作人员一般位于操作位，以观察窗剂量率估算值进行估算，居留因子取1。辐射工作人员年有效剂量计算结果见表11-10、表11-11。

表11-10 DSA手术室1辐射工作人员年有效剂量估算

操作类型	透视防护区总附加剂量率 (μ Sy/h)	防护用品 (mmPb)	剂量率 (μ Sy/h)	累计时间 (h)	居留因子	年累计剂量 (mSv/a)	叠加年剂量 (mSv/a)
同室操作人员	400 (透视)	0.5	2.4	33.3	1	7.99E-02	1.80E-01
	20000 (摄影)	0.5	120	0.83	1	9.96E-02	
隔室操作人员	/	/	1.90E-02 (透视)	33.3	1	6.33E-04	8.90E-04
	/	/	3.10E-01 (摄影)	0.83	1	2.57E-04	

表11-11 DSA手术室2辐射工作人员年有效剂量估算

操作类型	透视防护区总附加剂量率 (μ Sy/h)	防护用品 (mmPb)	剂量率 (μ Sy/h)	累计时间 (h)	居留因子	年累计剂量 (mSv/a)	叠加年剂量 (mSv/a)
同室操作人员	400 (透视)	0.5	2.4	33.3	1	7.99E-02	1.80E-01
	20000 (摄影)	0.5	120	0.83	1	9.96E-02	
隔室操作人员	/	/	1.84E-02 (透视)	33.3	1	6.13E-04	8.63E-04
	/	/	3.01E-01 (摄影)	0.83	1	2.50E-04	

由表11-10、表11-11可知，本项目两间DSA手术室同室操作辐射工作人员年有效剂量估算值不超过1.80E-01mSv；DSA手术室1辐射工作人员隔室操作年有效剂量估算值不超过8.90E-04mSv，DSA手术室2辐射工作人员隔室操作年有效剂量估算值不超过8.63E-04mSv，均小于建设单位制定的辐射工作人员的剂量约束值（5mSv/a）。

11.2.6 DSA手术室公众受照剂量估算

根据两间DSA手术室外关注点剂量率估算结果，结合建设单位提供的工作负荷情况，采用公式11-5可计算得出本项目公众的年有效剂量，估算结果见下表。

表11-12 DSA手术室1公众人员年有效剂量估算结果

机房名称	工况	关注点	累计时间 t (h)	居留 因子T	总辐射剂量率D ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量H (mSv/a)
DSA手 术室1	透视	东侧DSA手术室2	33.3	1/4	3.40E-02	2.83E-04
		南侧通道	33.3	1/4	1.90E-02	1.58E-04
		西侧CT机房	33.3	1/4	3.40E-02	2.83E-04
		北侧控制室2	33.3	1/4	1.90E-02	6.33E-04
		楼上男更衣室	33.3	1	1.66E-05	3.45E-08
		楼上女更衣室	33.3	1/16	1.66E-05	3.45E-08
		楼上走廊	33.3	1/16	1.66E-05	1.38E-07
		楼下解剖/麻醉区	33.3	1/4	3.01E-05	1.00E-06
		楼下男更衣室	33.3	1/16	3.01E-05	6.26E-08
		楼下女更衣室	33.3	1/16	3.01E-05	6.26E-08
		楼下猪场（四）	33.3	1/16	3.01E-05	6.26E-08
		楼下通道	33.3	1/4	3.01E-05	2.50E-07
	摄影	东侧DSA手术室2	0.83	1/4	5.56E-01	1.15E-04
		南侧通道	0.83	1/4	3.10E-01	6.43E-05
		西侧CT机房	0.83	1/4	5.56E-01	1.15E-04
		北侧控制室2	0.83	1/4	3.10E-01	2.57E-04
		楼上男更衣室	0.83	1	5.84E-04	3.03E-08
		楼上女更衣室	0.83	1/16	5.84E-04	3.03E-08
		楼上走廊	0.83	1/16	5.84E-04	1.21E-07
		楼下解剖/麻醉区	0.83	1/4	1.12E-03	9.29E-07
		楼下男更衣室	0.83	1/16	1.12E-03	5.81E-08
		楼下女更衣室	0.83	1/16	1.12E-03	5.81E-08
		楼下猪场（四）	0.83	1/16	1.12E-03	5.81E-08
		楼下通道	0.83	1/4	1.12E-03	2.32E-07

表11-13 DSA手术室2公众人员年有效剂量估算结果

机房名称	工况	关注点	累计时间t (h)	居留因子T	总辐射剂量率D (μSv/h)	年有效剂量H (mSv/a)
DSA手术室2	透视	东侧休息室	33.3	1/4	1.60E-03	1.33E-05
		东侧洗手池	33.3	1/4	1.38E-03	1.15E-05
		南侧通道	33.3	1/4	8.66E-04	7.21E-06
		西侧DSA手术室1	33.3	1/4	1.60E-03	1.33E-05
		北侧控制室1	33.3	1	8.66E-04	2.88E-05
		楼上男更衣室	33.3	1/16	1.66E-05	3.45E-08
		楼上女更衣室	33.3	1/16	1.66E-05	3.45E-08
		楼上走廊	33.3	1/4	1.66E-05	1.38E-07
		楼下猪场（四）	33.3	1/16	3.01E-05	6.26E-08
		楼下猪场（五）	33.3	1/16	3.01E-05	6.26E-08
		楼下通道	33.3	1/4	3.01E-05	2.50E-07
		摄影	东侧休息室	0.83	1/4	3.84E-02
	东侧洗手池		0.83	1/4	3.32E-02	6.90E-06
	南侧通道		0.83	1/4	2.08E-02	4.32E-06
	西侧DSA手术室1		0.83	1	3.84E-02	7.98E-06
	北侧控制室1		0.83	1	2.08E-02	1.73E-05
	楼上男更衣室		0.83	1/16	5.84E-04	3.03E-08
	楼上女更衣室		0.83	1/16	5.84E-04	3.03E-08
	楼上走廊		0.83	1/4	5.84E-04	1.21E-07
	楼下猪场（四）		0.83	1/16	1.12E-03	5.81E-08
	楼下猪场（五）		0.83	1/16	1.12E-03	5.81E-08
	楼下通道	0.83	1/4	1.12E-03	2.32E-07	

表11-14 两间DSA手术室公众人员年有效剂量估算汇总结果

机房名称	关注点	透视模式年有效剂量 (mSv/a)	摄影模式年有效剂量 (mSv/a)	总年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv)
DSA手术室1	东侧DSA手术室2	2.83E-04	1.15E-04	3.98E-04	0.25
	南侧通道	1.58E-04	6.43E-05	2.23E-04	0.25
	西侧CT机	2.83E-04	1.15E-04	3.98E-04	0.25

	房				
	北侧控制室2	6.33E-04	2.57E-04	8.90E-04	0.25
	楼上男更衣室	3.45E-08	3.03E-08	6.48E-08	0.25
	楼上女更衣室	3.45E-08	3.03E-08	6.48E-08	0.25
	楼上走廊	1.38E-07	1.21E-07	2.59E-07	0.25
	楼下解剖/麻醉区	7.52E-07	6.98E-07	1.45E-06	0.25
	楼下男更衣室	6.26E-08	5.81E-08	1.21E-07	0.25
	楼下女更衣室	6.26E-08	5.81E-08	1.21E-07	0.25
	楼下猪场(四)	6.26E-08	5.81E-08	1.21E-07	0.25
	楼下通道	2.50E-07	2.32E-07	4.83E-07	0.25
DSA手术室2	东侧休息室	1.33E-05	7.98E-06	2.13E-05	0.25
	东侧洗手池	1.15E-05	6.90E-06	1.84E-05	0.25
	南侧通道	7.21E-06	4.32E-06	1.15E-05	0.25
	西侧DSA手术室1	5.32E-05	7.98E-06	8.51E-05	0.25
	北侧控制室1	1.80E-06	1.73E-05	2.88E-06	0.25
	楼上男更衣室	3.45E-08	3.03E-08	6.48E-08	0.25
	楼上女更衣室	3.45E-08	3.03E-08	6.48E-08	0.25
	楼上走廊	1.38E-07	1.21E-07	2.59E-07	0.25
	楼下猪场(四)	6.26E-08	5.81E-08	1.21E-07	0.25
	楼下猪场(五)	6.26E-08	5.81E-08	1.21E-07	0.25
	楼下通道	2.50E-07	2.32E-07	4.83E-07	0.25

由上表可知，本项目两间DSA手术室在正常运行时所致公众的年有效剂量最大估算值为8.90E-04mSv/a，远小于屏蔽体外公众的剂量约束值0.25mSv/a。根据剂量率与距离成平方反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，在机房外50m范围，附加的剂量率更低，因此本项目50m范围内活动的公众年有效剂量小于公众年有效剂量约束值0.25mSv。

11.2.7 CT机房辐射屏蔽分析

根据前文对CT机房的防护设施分析，机房四面墙体、顶棚、地板、观察窗、防护门等防护参数均高于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。因此，CT机房可以满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“CT机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

11.2.8 CT机房周围公众年受照剂量估算

工作人员的辐射剂量率在最不利情况下取《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求“CT机房0.3m处的辐射剂量率不大于2.5 μ Sv/h”的限值。CT机房辐射工作人员和周围公众年有效剂量估算结果见表11-15。

表11-15 CT机房辐射工作人员和周围公众年有效剂量估算结果

机房名称	人员	方位	场所名称	累计时间 (h)	居留因子	总辐射剂量率 (μ Sv/h)	年有效剂量 (mSv/a)
CT机房	公众	东侧	DSA手术室1	0.42	1	2.50E+00	1.05E-03
	公众	南侧	通道		1/4	2.50E+00	2.63E-04
	公众	南侧	电梯井		1/16	2.50E+00	6.56E-05
	辐射工作人员	北侧	控制室3		1	2.50E+00	1.05E-03
	公众	楼上	换鞋区		1/16	2.50E+00	6.56E-05
	公众	楼上	男更衣室		1/16	2.50E+00	6.56E-05
	公众	楼上	女更衣室		1/16	2.50E+00	6.56E-05
	公众	楼上	休闲区		1/4	2.50E+00	2.63E-04
	公众	楼下	休息间		1/4	2.50E+00	2.63E-04
	公众	楼下	女更衣室		1/16	2.50E+00	6.56E-05
	公众	楼下	解剖/麻醉区		1	2.50E+00	1.05E-03

由上表可知，在正常运行时所导致辐射工作人员和公众的年有效剂量均小于建设单位制定的辐射工作人员（5mSv/a）和公众剂量约束值（0.25mSv/a）。

11.2.9 三台设备对公众的叠加影响

本项目三间机房楼上男更衣室、女更衣室场所重叠，楼上男更衣室、女更衣室受到三间机房的年有效剂量叠加值见表11-16。

表11-16 三台设备对公众的叠加年有效剂量估算结果

人员	方位	场所名称	DSA手术室1 年有效剂量 (mSv/a)	DSA手术室2 年有效剂量 (mSv/a)	CT机房年 有效剂量 (mSv/a)	总年有效 剂量 (mSv/a)	剂量约束 值 (mSv)
公众	楼上	男更衣室	6.48E-08	6.48E-08	6.56E-05	6.57E-05	0.25
公众	楼上	女更衣室	6.48E-08	6.48E-08	6.56E-05	6.57E-05	0.25

由上表可知，在正常运行时三间机房叠加剂量所致辐射工作人员和公众的年有效剂量远小于建设单位制定的公众剂量约束值（0.25mSv/a）。

11.3 辐射工作场所三废影响分析

DSA、CT运行期间高能电子束与靶物质相互作用时将产生X射线，X射线随机器的开、关而产生和消失。本项目无放射性“三废”产生，在工作过程中X射线与空气作用可能会产生少量的臭氧和氮氧化物。根据建设单位提供的材料，机房内拟设置动力排风装置，将臭氧和氮氧化物及时排出，保证排放口O₃浓度小于0.30mg/m³。

11.4 事故影响分析

11.4.1 DSA手术室可能发生的辐射事故及预防措施

DSA属II类射线装置，根据《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 公告 2017年 第66号），事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤。

1. 可能发生的辐射事故

- (1) 射线装置正常工作时，人员误留、误入机房，导致发生误照射。
- (2) 操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射。
- (3) 操作介入手术的辐射工作人员未穿戴铅围裙、铅颈套、铅帽等防护用具，而受到超剂量外照射。
- (4) 射线装置发生故障，导致人员受到超剂量照射。

2. 预防措施

事故的发生主要是在管理上出问题，辐射工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种个人防护用品和辅助防护设施，并定期检查机房的防护设施、措施和设备性能是否能正常工作，

避免无关人员误入正在使用开展介入手术的手术室。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取应急措施，并在两小时内填写初始报告，向生态环境主管部门报告。若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。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

(1) 第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

(3) 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 事故处理后应整理资料，及时总结报告。建设单位对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

11.4.2 CT机房可能发生的辐射事故及预防措施

CT属Ⅲ类射线装置，根据《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 公告 2017年 第66号），事故时一般不会使受到照射的人员产生放射损伤。

1. 可能发生的辐射事故

(1) 射线装置正常工作时，人员误留、误入机房，导致发生误照射。

(2) 操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射。

(3) 射线装置发生故障，导致人员受到超剂量照射。

2. 预防措施

可能发生的辐射事故主要是在管理上出问题，辐射工作人员平时必求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用X射线装置的机房。生态环境主管部门报告，若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发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位

的辐射事故应急预案，并向当地生部门报告。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

(1) 立即消除事故源，即第一时间断开电源，停止X射线的产生。就医检查。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员。

表12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构的设置与职责

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令 第7号 2019年8月22日起实施）的相关规定，使用放射性同位素的单位，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。

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构领导小组，并制定了一系列相应制度，以确保放射诊疗工作的正常进行。领导小组名单如下：

组长：陈

副组长：

成员：张洁

组织机构人员职责：

1. 组长职责：

(1) 全面负责本单位辐射安全领导工作，包括负责辐射防护日常监督管理工作，对辐射防护管理制度的落实情况进行监督检查；

(2) 根据国家相关法律法规政策，制定本单位辐射安全与防护管理制度

(3) 制定辐射事件应急预案，当发生辐射安全事故时，决定是否启动应急预案。

2. 副组长职责：

(1) 落实本单位各项辐射安全与防护管理制度，定期对辐射事件应急预案组织演练；

(2) 定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查；

(3) 组织本单位辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训、个人剂量监测和健康检查。

3. 成员职责：

负责本单位射线装置的安全和防护，设备的日常使用、维护、检修、设备校正、记录以及设备的性能和辐射防护检测等工作。

建设单位设立的放射防护与辐射安全管理领导小组满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定。

12.1.2 辐射工作人员配备计划

本项目拟配备的辐射工作人员见表12-1。

表12-1 拟配人员信息

序号	岗位	数量
1	介入实验人员	6
2	设备操作人员	3

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》（生态环境部部令 第7号 2019年8月22日起实施），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

建设单位现已制定辐射安全与防护相关的管理制度包括辐射防护和安全保卫制度、射线装置检修维护管理制度、辐射防护用品使用登记管理制度、辐射工作岗位职责、辐射工作人员培训计划、DSA操作规程、射线装置使用登记管理制度、年度评估报告制度、个人剂量、辐射场所监测计划和辐射事故应急预案等，各项制度内容见附件4。建设单位辐射防护管理制度可满足要求。

12.3 辐射工作人员培训

根据环境保护部第18号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011年）第三章—人员安全和防护，辐射工作人员应当接受初级辐射安全培训。根据生态环境部《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》（2019年，第57号）的相关要求，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，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。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。根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号）的相关要求，仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。

建设单位辐射工作人员暂未到岗，建设单位应在辐射工作人员到岗后，及时安排DSA辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训和参加考核。考核成绩全国有效，有效期五年。考核合格后方可上岗。对于仅从事Ⅲ类射线装置（CT）使用活动的辐射工作人员建设单位可自行组织培训考核。并根据人员变动及考核情况，及时安排辐射工作人员参加培训和再培训（考核合格后，成绩有效期为五年）。在项目运行过程中，加强操作人员的辐射安全教育，增强操作人员在辐射工作岗位的可调节性，做到人员轮流上岗，尽可能减少工作人员受照剂量。

12.4 辐射监测

根据《放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，建设单位须对使用射线装置、辐射工作场所及辐射从业人员开展辐射监测工作，以确保辐射从业人员的职业健康，控制放射性物质的照射，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

本项目辐射监测总体包括场所监测和个人剂量监测。场所监测采用移动式巡检辐射监测的方式；个人剂量监测采取采取累积式个人剂量监测计监测的方式进行。

12.4.1 场所监测

建设单位拟按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）进行本项目应用期间的辐射监测，具体监测计划见表12-2。

表 12-2 本项目辐射工作场所监测计划表

辐射工作场所	监测项目	监测类别	监测频次	监测设备	监测点位
DSA手术室 1、DSA手术室2	X/γ辐射剂量率	委托监测	1次/年	便携式X/γ辐射巡测仪	工作场所操作位、四周屏蔽墙、防护门、观察窗外30cm、楼上100cm、楼下170cm
		自行监测	1次/季度		
		验收监测	竣工验收		
CT机房	X/γ辐射剂量率	委托监测	1次/年	便携式X/γ辐射巡测仪	工作场所操作位、四周屏蔽墙、防护门、观察窗外30cm、楼上100cm、楼下170cm
		验收监测	竣工验收		

12.4.2 个人剂量监测

本项目辐射工作人员个人剂量监测采取累积式个人剂量计监测方式进行。

建设单位拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计，用于对辐射工作人员的常规个人

剂量监测。进入辐射工作场所必须佩戴个人剂量计，并委托有资质的单位监测，监测周期不超过三个月。发现个人剂量监测结果异常的，应立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

建设单位拟安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量档案应永久保存。

12.4.4 监测仪器配备

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 使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件，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。

本项目拟配备的主要监测设备包括：便携式 X-γ辐射巡测仪和便携式个人剂量报警仪，具体见见 12-3。

表 12-3 本项目拟配备的监测仪器仪表

序号	仪器名称	数量
1	便携式X/γ辐射巡测仪	1台
2	累积式个人剂量计	9个

12.5 辐射事故应急管理

为迅速、高效、有序地应对放射事故，提高应对辐射事故应急处置水平，最大程度减少人员伤亡和健康危害，减轻事故造成的不良后果，保障人民群众身体健康和生命安全，建设单位依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规制定《辐射事故应急预案》（详见附件 4）。具体信息如下：

应急领导小组：

组长：陈国

副组长：柳

成员：张浩

1. 应急领导小组职责：

（1）定期组织对辐射工作场所、设备和人员等辐射防护情况进行自查和检测，发现事件隐患及时上报至应急小组，并由应急小组相关负责人督促落实整改措施；

(2) 负责辐射事件应急处理可行性方案的研究定制和组织实施工作；

(3) 发生人员受照超过年剂量限值或者设备出现故障时，立即启动本预案；

(4) 事件发生后立即组织有关部门人员进行辐射事件应急处理；

(5) 发生辐射安全事件 2 小时内报告当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门；

(6) 迅速组织受照射人员就医，撤离控制区内相关人员，控制事件的影响，防止事件的扩大蔓延，并及时对故障射线设备进行维护检修，合格后方可使用。

2. 应急准备：

(1) 应急物资准备

领导小组做好辐射事故应急物资准备，包括：个人剂量计、个人防护设备（铅防护服、铅眼镜、铅围脖等）、便携式巡测仪等辐射应急监测仪器，并及时更新和维护。

(2) 培训与演练

针对本单位开展放射技术应用的实际情况和需要，由领导小组定期定期（至少每年一次）组织应急演练，对辐射事故应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，使应急救援人员熟练掌握辐射损伤医疗救治、应急处置、辐射防护等知识，不断提高应急反应及救援能力，确保在突发辐射事故时能够及时、安全、有效开展应急工作，并通过演练逐步完善应急预案。

3. 辐射事件应急处理程序：

(1) 辐射事件应急预案的启动

当发生人为失误或放射诊疗设备故障等原因导致人员受到超过年剂量限值的照射时，当事人应立即报告负责人，负责人接到报告后应立即报告应急领导小组组长，由组长决定是否启动应急预案并通知相关人员参与应急处置。在领导小组的统一指挥下安全、科学、有序地开展应急处置，并积极协助各级环境保护行政主管部门、公安部门、卫生行政部门和疾病预防控制中心，做好辐射控制及医疗救治。

(2) 辐射事件应急响应处置

领导小组接到报告后，应指挥相关成员迅速赶赴现场开展指挥、技术指导及医学救援工作，积极采取措施保护工作人员的生命安全，最大限度控制事态发展。

- ① 当射线装置失控造成辐射事故时，应立即切断电源，拉设警戒线封锁事故现场，禁止无关人员进入检查室；
- ② 立即转移受照射人员，送至医院进行检查和治疗；
- ③ 配合行政部门查明原因，对设备故障进行检维修。

应急预案评价：该事故应急预案内容囊括了辐射事故应急处理的组织机构组成与职责分工、辐射事故等级划分、应急处置程序、事故报告、应急处置措施、应急人员培训演习等内容，应急预案比较全面，且针对本次项目可能发生的辐射安全事故制定了相应的、切实可行的应急处置程序，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规的要求。

12.6 项目环保验收内容建议

根据项目实际情况，评价单位建议本项目竣工环保验收的内容见表12-6。

表 12-6 项目环保验收内容建议表

序号	验收内容	验收要求
1	剂量限值	执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定： ①辐射工作人员的剂量约束值执行5mSv/a； ②公众照射的剂量约束值执行0.25mSv/a。
2	剂量率控制水平	按照设计方案中的屏蔽错时候进行防护，确保： DSA手术室：各屏蔽体外周围剂量当量率应小于2.5μSv/h，透视防护区检测平面上周围剂量当量率不大于400μSv/h。 CT机房：各屏蔽体外周围剂量当量率应小于2.5μSv/h。
5	电离辐射标志和中文警示	控制区的出、入口的电离辐射警告标志。
6	分区和屏蔽设计	工作场所分区管理。屏蔽墙和防护门的辐射防护屏蔽能力满足辐射防护法规和标准的要求。
7	辐射安全设施	按照10.1.5、10.1.6辐射安全防护措施落实
8	监测仪器	配备X-γ剂量率巡测仪、个人剂量监测仪等。
9	台账建立	射线装置购买、使用登记管理台账
10	规章制度	完善操作规程和相关辐射安全管理制度。
11	人员防护	所有辐射工作人员均须通过辐射防护与安全知识的考核。
		辐射工作人员定期进行健康检查、个人剂量监测，建设单位建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案
12	应急预案	完善辐射事故（件）应急预案。

表13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 工程概况

博氏（广州）医学技术有限公司拟在广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层西南侧新建两间DSA手术室及其配套机房，并拟新购两台DSA（每间DSA手术室安装1台DSA）用于开展动物介入手术实验。为验证DSA介入手术效果，博氏（广州）医学技术有限公司拟在单位一层西南侧新建一间CT机房，新购一台CT安装于该机房内用于动物影像诊断。

13.1.2 可行性分析结论

1. 产业政策符合性分析

建设单位本次核技术利用项目开展动物医学实验，对于医疗器械和医学临床实验研究等具有较大的科研意义，属于《产业结构调整指导目录》（2019年本）中“鼓励类”中第十三条第5项-“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”的范畴。因此，本项目建设符合国家产业政策。

2. 实践正当性分析

医学实验动物学是医学生物学研究的重要手段，直接影响医学各领域课题研究成果的确立和发展水平。博氏（广州）医学技术有限公司使用的射线装置将运用于开展动物实验研究，对于医疗器械和医学临床实验研究等具有较大的科研意义，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

3. 选址合理性分析结论

本项目拟建工作场所边界50m评价范围内均为番禺创新科技园，无居民小区、饮用水源等环境敏感点，200m范围内均无中小学、幼儿园等未成年人学校，《广东省未成年人保护条例》第三十二条“学校周围直线延伸二百米范围内禁止设立易燃易爆、剧毒、放

射性、腐蚀性等危险物品的生产、经营、储存、使用场所或者设施”的要求。综上所述，本项目选址合理。

13.1.3 环境质量和辐射现状分析结论

评价项目拟建区域及邻近的室内环境 γ 辐射剂量率监测值为182~280nGy/h范围内，室外环境 γ 辐射剂量率监测值为179~276nGy/h范围内。参考《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社2015年）对广州市环境天然贯穿辐射水平调查研究结果：广州市的室内辐射调查水平（扣除宇宙射线贡献值）范围为104.6~264.1nGy/h，道路辐射调查水平（扣除宇宙射线贡献值）范围为52.5~165.7nGy/h。与本次检测结果修正值（扣除宇宙射线响应）进行对比可知，本项目辐射工作场所及周围的环境 γ 辐射剂量率整体水平略高于广州市调查研究的本底水平，建筑材料、地下矿物质等的差异均可能是导致检测结果略高于该调查水平的原因。

13.1.4 辐射安全与防护分析结论

本项目拟建3间机房的屏蔽防护设计方案能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等标准的要求。本项目辐射工作场所拟采取的屏蔽措施均能够满足辐射防护的要求，并符合机房的辐射屏蔽规范。

13.1.5 环境影响分析结论

根据本报告表11可知，在正常情况下，本项目3间机房对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告提出的剂量约束值：工作人员有效剂量约束值不超过5mSv/a，公众有效剂量约束值不超过0.25mSv/a，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求。

13.1.6 辐射安全管理分析结论

建设单位确定了专门的辐射安全与环境保护管理机构的架构，并明确相关部门的分工职能；制定了辐射防护和安全保卫制度、射线装置检修维护管理制度、辐射防护用品使用登记管理制度、辐射工作岗位职责、辐射工作人员培训计划、DSA操作规程、射线装置使用登记管理制度、年度评估报告制度、个人剂量、辐射场所监测计划和辐射事故应急预案等管理制度。

项目开展后，建设单位拟安排辐射工作人员应参加生态环境部辐射安全与防护培训

平台就行培训，考核合格后方可上岗；辐射工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每季度送检。可满足各项核技术利用项目对辐射安全管理的要求。

13.1.7 结论

综上所述，本项目辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的辐射安全与防护措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响可控，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

13.2 建议与承诺

针对博氏（广州）医学技术有限公司核技术利用建设项目，提出以下需要进一步完善的建议措施：

1. 及时安排辐射工作人员进行辐射安全与防护培训考核，考核不合格的，不得上岗。
2. 项目竣工后，自行组织环保竣工验收，并接受生态环境部门的监督检查。
3. 每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

附件1 评价委托书

核技术利用建设项目环境影响评价委托书

项目名称	博氏(广州)医学技术有限公司核技术利用项目		
委托单位信息			
委托单位	博氏(广州)医学技术有限公司		
通讯地址	广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层		
法定代表人	王政		
项目负责人	王政		
委托方联系人	钟远		450471
电子邮箱			
委托内容	<p>根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令 第44号)、《生态环境部1号部令》和省、市环境保护有关法规要求;委托深圳市瑞达检测技术有限公司承接我单位核技术利用项目的环境影响评价工作,完成后提交我单位,并协助报送有关生态环境行政主管部门,办理核技术利用建设项目的环境影响评价审批手续。</p>		
建设项目总投资	3000万元	项目环保投资	50万元
受托方信息			
受托方	深圳市瑞达检测技术有限公司		
通讯地址	深圳市龙华区大浪街道高峰社区华荣路乌石岗工业区3栋1层-2层		
法定代表人	李胜浓		
受托方联系人	徐华明	联系电话	18682429739
委托日期	2023年3月1日		

附件2 营业执照



编号: S26120220467886(1-1)

统一社会信用代码

91440113MABX5QHR4U

营业执照

(副本)



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”,
验证、查询、
备案、管理、
信用信息。

名称 博氏(广州)医学技术有限公司

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 王政

经营范围 科技推广和应用服务业(具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询,网址: <http://www.gsxt.gov.cn/>。依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)

注册资本 叁仟陆佰万元(人民币)

成立日期 2023年09月09日

住所 广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层

登记机关



2022年09月09日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

附件3 房屋租赁合同

广州市房屋租赁合同

穗租备_____号

第一条 合同当事人

出租人(甲方): 广州市番禺创新科技园有限公司

承租人(乙方): 博凡(广州)医学技术有限公司

根据国家、省、市有关法律、法规及有关规定,甲乙双方本着平等、自愿的原则,经协商一致订立本合同,并共同遵守。

第二条 甲方同意将坐落在番禺区石楼镇 创启路 街(巷、里) 62号 ^{房号} 的房地产(房地产权证号码) 出租给乙方作 办公、研发 用途使用,建筑(或使用)面积 570 平方米,分摊共用建筑面积 平方米。

第三条 甲乙双方协定的租赁期限、租金情况如下:

租赁期限	月租金额(币种:人民币)元	
	小写	大写
2022年9月23日至2025年9月30日	16820	壹万陆仟捌佰贰拾
年 月 日至 年 月 日		
年 月 日至 年 月 日		
年 月 日至 年 月 日		
年 月 日至 年 月 日		

注: 期限超过20年的, 超过部分无效。

租金按 月 (月、季、年) 结算, 由乙方在每 月 (月、季、年) 的第 5 日前按 现金 付款方式缴付租金给甲方。

第四条 乙方向甲方交纳 (人民币) 16820 元保证金 (可以收取不超过三个月月租金数额), 甲方应在租赁期满或解除合同之日将保证金 退回乙方 (退回乙方、抵偿租金)。

第五条 双方的主要职责:

1. 甲乙双方应当履行《民法通则》、《中华人民共和国合同法》、《广东省城镇房屋租赁条例》、《广州市房屋租赁管理规定》等有关法律法规的规定和义务, 且不得擅自改变房屋规划用途。

2. 甲乙双方应当协助、配合有关部门做好房屋租赁、房屋安全、消防安全、治安、计划生育及生产销售假冒伪劣商品的查处工作。

第六条 甲方的权利和义务:

1. 依照合同约定将房屋及设备交付乙方使用。未按约定提供房屋的, 每逾期一日, 须按月租金额的 0.5 % 向乙方支付违约金。

2. 甲方应负的修缮责任: _____

3. 租赁期间转让该房屋时, 须提前 3 个月 (不少于 3

个月)书面通知乙方;抵押该房屋须提前30日书面通知乙方。

4. 发现乙方擅自改变房屋结构、用途致使租赁物受到损失的,或者乙方拖欠租金6个月以上的,甲方可解除合同,收回房屋,并要求赔偿损失。

第七条 乙方的权利和义务:

1. 依时交纳租金。逾期交付租金的,每逾期一日,乙方须按当月租金的0.5%向甲方支付违约金。

2. 乙方应负的修缮责任: _____

3. 租赁期届满,应将原承租房屋交回甲方;如需继续承租房屋,应提前30日与甲方协商,双方另行签订合同。

第八条 其他约定 _____

第九条 甲乙任何一方未能履行本合同条款或者违反

有关法律、法规，经催告后在合理期限内仍未履行的，造成的损失由责任方承担。

第十条 在租赁期内，如遇不可抗力，致使合同无法履行时，甲乙双方应按有关法律规定及时协商处理。

第十一条 本合同一式三份，甲乙双方各持一份，送一份给街(镇)流动人员和出租屋管理服务中心备案。

第十二条 本合同在履行中如发生争议 双方应协商解决，协商不成时，依法向人民法院起诉，或向_____仲裁委员会申请仲裁。

第十三条 本合同自双方签字之日起生效。



甲方(签章)

法定代表人:

_____ 证件号码:

委托代理人:

_____ 身份证件号码: 4508211994028161466

地址: 稽东区石塘镇创业路63B

联系电话: 18026002471

_____ 2022年9月23日



乙方(签章)

法定代表人:

_____ 证件号码:

委托代理人:

_____ 证件号码:

地址:

联系电话:

_____ 2022年9月23日

温馨提示:

1. 租赁当事人须自签订合同之日起3日内，办理房屋租赁合同网上备案手续。
2. 备案状态查询网址: <http://www.laho.gov.cn/>或<http://g4c.laho.gov.cn/>

附件4 辐射防护管理制度

关于成立辐射安全管理机构的通知

为进一步贯彻落实《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《建设项目环境保护管理条例》等法律法规，做好辐射防护工作，减少辐射危害，我公司决定成立辐射安全管理领导小组，具体成员如下

一、辐射安全管理领导小组

组 长：陈

副组长：彬

成 员：张

二、组织机构人员职责

（一）组长

1. 全面负责本单位辐射安全领导工作，包括负责辐射防护日常监督管理工作，对辐射防护管理制度的落实情况进行监督检查；

2. 根据国家相关法律法规政策，制定本单位辐射安全与防护管理制度

3. 制定辐射事件应急预案，当发生辐射安全事故时，决定是否启动应急预案；

（二）副组长

1. 落实本单位各项辐射安全与防护管理制度，定期对辐射事件应急预案组织演练；

2. 定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查；

3. 组织本单位辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训、个人剂量监测和健康检查

（三）成员

1. 负责本单位射线装置的安全和防护，设备的日常使用、维护、检修、设备校正、记录以及设备的性能和辐射防护检测等工作；

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

辐射安全与防护保护制度

1. 对辐射安全和防护工作负责，遵循辐射防护三原则，确保相关照射实践正当化，防护最优化，相关人员所受照射剂量符合相关剂量限值；
2. 辐射工作场所按照有关规定设置明显的放射性警示标识、安全连锁、报警装置、门禁系统和工作信号，防止人员受到意外辐射；
3. 工作人员必须坚守岗位，对机器的使用、保管、清洁、维护负责，机房内保持清洁，不堆放杂物，无关人员不得擅自动用机器；
4. 对辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和高岗时的健康检查，定期进行专业及防护知识培训，并分别建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案；
5. 依法对本单位的射线装置工作的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告，于每年1月31日前报广州市生态环境局。报告包括总结、辐射工作人员个人剂量监测和辐射工作场所发射水平监测结果；
6. 每日工作前，当班辐射工作人员应检查设备工作状态，个人防护用品种类、数量，闭门装置、门灯连锁、工作状态指示灯等防护设施运行状态；配备齐全辐射工作人员防护用品，正确使用防护用品；
7. 辐射工作人员上岗时，须正确佩戴个人剂量计，每季度按时更换送检，发现异常必须及时查找原因，建立并终身保存检测档案；
8. 制定辐射紧急预案，并定期组织学习和演练。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

射线装置检修维护管理制度

为了加强对辐射防护设施的监督管理，使辐射防护设施在使用时符合国家标准要求，保障辐射工作人员和公众的健康安全，根据《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》等有关规定，制定本制度。

我单位为使用射线装置单位，不涉及射线装置的安装、调试及售后等工作，根据本单位实际情况对设备和机房的维护等工作进行以下规定：

- 1、我单位人员不得擅自对射线装置进行组装、拆卸、维修等操作。
- 2、当设备发生故障、失控等情况时，需及时向负责人汇报，并联系设备厂家进行维修。
- 3、射线装置使用机房张贴当心电离辐射的警告标志，并配置相应的防护用品，辐射管理小组负责监督检查。
- 4、定期检查警告标志，当心电离辐射警告标志发生脱落的时候，应重新张贴。
- 5、定期检查机房墙体、防护门及观察窗的情况，如出现墙体开裂、门锁故障、观察窗损坏等情况时，需暂停使用射线装置，并对相应屏蔽体进行维修，维修后需委托检测机构进行辐射检测，确保机房的屏蔽效果。
- 6、每天对射线装置进行检查，确保射线装置处于可控状态，以免发生被盗事件。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

辐射防护用品使用登记管理制度

为了加强对放射防护用品使用的监督管理，使放射防护用品在使用时符合国家标准要求，保障放射工作人员的健康，根据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》等有关规定，制定本制度。

一、建立放射防护设施和辐射防护用品管理责任制，由辐射安全管理领导小组负责管理。

二、在购置相关的防护设施和防护用品产品时，产品应当符合下列内容：

1、产品名称、型号、铅当量；

2、生产企业名称及地址；

3、合格证和使用说明书，使用说明书应当同时载明防护性能、适应对象、使用方法及注意事项。

三、根据工作需要为辐射工作人员提供适合、足够和符合有关标准的个人防护用品，并指导辐射工作人员正确、合理使用防护用品。

四、对防护用品进行定期或不定期检查、维修、保养，保证防护设施正常运转，确保防护设施和防护用品具有良好的防护效果。对使用中的个人辐射防护用品和材料每年进行至少检查2次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量。个人防护用品的正常使用年限为5年，经检查并符合防护要求时可延至6年。

五、定期对工作人员进行防护用品使用、防护性能、穿戴要求等相关知识的培训。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

辐射工作岗位职责

一、认真贯彻执行《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》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定；严格遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》及其他相关标准。主动接受并积极配合环保、公安、卫生等主管部门的监督管理。

二、掌握放射工作场所必备的防护用品和监测仪器；操作规程、辐射防护措施和辐射事故应急措施。

三、了解机器的性能、规格、特点和各部件的使用及注意事项，熟悉机器的使用限度及其使用规格，严格遵守操作规则，正确熟练地操作，以保证机器使用安全，防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全。

四、按时接受个人剂量监测和辐射防护知识培训。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

辐射工作人员培训计划

为了提高从事辐射工作人员的安全防护意识和工作技能，加强辐射安全管理，预防辐射伤害事故，特制定本制度。

一、公司配设的专职辐射技术人员必须持有辐射工作人员培训合格证，具备专业技术管理能力，并定期组织复训。

二、根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（国家生态环境部 2021 年第 9 号公告）的有关要求，对于仅从事 III 类射线装置使用的辐射工作人员，建设单位可自行组织培训与考核，并妥善留存相关辐射工作人员考核记录；对于从事 II 类射线装置使用的辐射工作人员，应及时参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行网络培训学习，并报名辐射安全与防护现场考试。

三、工作人员要经过放射性基础知识、射线装置操作培训，经考核合格后，方可上岗。

四、新上岗或转岗人员必须经过健康体检，体检合格，并经过放射性基础知识、射线装置操作培训，经考核合格后，方可上岗。

五、外单位参观人员或临时施工人员接触射线装置时，先进行安全防护教育后，方可进入现场。

六、辐射工作人员应 5 年再进行培训 1 次，并考核合格。

七、培训内容

1、学习辐射安全法律法规常识和基本防护知识。

2、学习辐射事故应急救援措施和救援演练。

八、建立培训档案、培训记录，并要妥善保管和存档。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023 年 3 月 1 日

DSA 操作规程

为保证安全操作公司 DSA 装置，防止辐射事故的发生，如无特别规定，公司辐射工作人员应遵守以下操作规程。

- 1、开机前检查所有附属设备的连接是否正常；手术室内工作环境是否正常。
- 2、打开设备电源，注意设备状态，系统自检信息，发现异常相关信息，及时关闭电源，并报告维修人员。
- 3、检查 DSA 主机功能状况，磁盘空间，如必要删除部分旧资料。
- 4、检查相关连入设备的性能、状态。
- 5、根据试验要求及试验动物的特性调整导管床、C 臂位置；制定治疗模式、X 线发生模式、采集频率、采集视野、高压注射器注射速度，准确摆放合适体位。
- 6、工作过程中根据获取的图像质量状况和检查需求修正检查模式、X 线强度、采集频率、采集视野、高压注射器注射速度以提高图像质量。
- 7、机房外操作人员工作时密切注意仪器的工作状态，发现异常时记录相关信息，及时通知手术试验人员暂停或终止手术，并报告维修人员。
- 8、工作结束时及时将有临床意义的图像和资料复制并传至数据库。
- 9、将机器复位，关闭设备，做好使用登记。

注意：

主机上和墙上的红色按钮为紧急停机键，如有异常情况立即按下切断电源，平时勿动。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023 年 3 月 1 日

射线装置使用登记管理制度

- 一、建立射线装置台账，内容包含射线装置名称、规格型号、类别、额定电流、额定电压、用途、工作场所等信息。
- 二、建立射线装置使用登记台账，内容包含射线装置名称、规格型号、使用人姓名、使用日期、管电压、管电流、出束时间等信息。辐射工作人员必须及时登记使用情况，如实填写使用台账，并保存此台账。
- 三、由辐射安全管理小组专门负责射线装置使用登记台账管理，建立射线装置使用记录档案。
- 四、辐射工作人员必须严格遵守各项射线装置操作规程，辐射安全管理制度等。
- 五、设备交接使用时要面对面交接，交接班前必须交代清楚设备情况（如开关机情况）、机房防护设施情况，以确保设备的安全使用。
- 六、设备定期做好日常保养和维护工作。
- 七、辐射工作人员要经过辐射安全与防护基础知识培训、射线装置操作培训，经考核合格后，方可上岗。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

年度评估报告制度

依据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》等相关法规的要求，现制定相关管理制度。

一、年度评估内容

年度评估报告应当包括以下内容：辐射工作单位联系方式、辐射安全许可证信息、放射性同位素和射线装置、辐射工作人员、监测仪器情况汇总、放射性同位素和射线装置台账、辐射工作人员培训情况、辐射工作人员职业健康检查情况、辐射工作人员个人剂量监测情况、辐射安全与防护制度的建立、修订和执行情况、辐射安全和防护设施设备的运行与维护情况、辐射事故应急工作情况等。

二、监测报告

年度辐射监测报告应由有资质单位完成，辐射监测报告应包含监测布点示意图。

三、报送方式

以电子版（加盖公章）的形式上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

四、报送时间

年度评估报告系统上传时间为每年的1月1日-31日

五、报告编制

年度评估报告由辐射管理领导小组负责，由组员进行编制，负责人进行审核，单位法人负责批准。

博氏(广州)医学技术有限公司
2023年3月1日

个人剂量、辐射场所监测计划

按照国家有关标准、规范的要求，安排本单位的辐射监测计划，并遵守下列规定：

一、个人剂量监测

- 1、外照射个人剂量监测周期一般为30天，最长不应超过90天；
- 2、建立并终生保存个人剂量监测档案，允许辐射工作人员查阅，复印本人的个人剂量监测档案；
- 3、个人剂量监测档案应当包括：
 - (1) 常规监测的方法和结果等相关资料；
 - (2) 应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。
- 4、放射工作人员进入放射工作场所，应当遵守相关规定。
- 5、正确佩戴个人剂量计，严禁将个人剂量计遗落在 DSA 机房内，规范个人剂量计的佩带；
- 6、负责个人剂量监测工作人员把本单位辐射工作人员个人剂量计送检到具备 CMA 资质个人剂量检测技术服务机构承担。

二、辐射场所监测

配备日常自行监测用的 X- γ 辐射剂量率监测仪(最小量程: 0.01 μ Gy/h~10 μ Gy/h; 能量响应: 50kV~3MV, 符合建设项目需求), 制定日常自行监测计划, 定期对辐射工作场所进行监测, 并将每次监测结果记录存档备查。辐射工作场所 X- γ 辐射剂量率日常监测布点应包括操作位、机房防护门、观察窗、四周墙壁等屏蔽体外表面 30cm 处, 频率为每个月 1 次; 辐射防设施日常检查, 包括安全联锁装置、辐射警示标识等, 频率每天一次。

监测区域及监测因子对 X 射线装置机房周围区域(距离观察窗 30cm、机房门口左、右 30cm、机房墙体 30cm, 操作台)进行全面的辐射水平巡测, 监测因子为空气比释动能率。监测结果评价机房周围的空气比释动能率应不大于 2.5 μ Gy/h, 当检测结果超出 2.5 μ Gy/h 时, 应立即停止机房运作, 然后进行机房防护整改, 整改完成之后, 进行防护验收, 通过验收之后, 才能进行重新运行。

注: 监测质量保证措施

- (1) 严格按照日常监测计划的布点要求布置监测点位，确保布点合理性及科学性。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 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。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

辐射监测计划

监测对象		监测点位	监测项目	监测频率
射线装置		对防护门、观察窗和屏蔽体外 30cm, 距地面高 100cm 处, 工作人员常工作、活动的位置	X-γ 辐射剂量率	年度常规监测委托有 CMA 资质的第三方监测机构每年 1 次, 日常自行检测每季度一次
		安全联锁装置、辐射警告标识等	/	每天一次
辐射工作人员	所佩带个人辐射剂量计	/	年有效剂量	操作时, 每季度送检 1 次
外环境		实测	X-γ 辐射剂量率	委托有 CMA 资质的第三方监测机构每年 1 次

博氏(广州)医学技术有限公司

2023 年 3 月 1 日

辐射事故应急处理预案

一、总则

为及时有效的调查处理辐射事件，减轻事件造成的后果，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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及其他有关要求，博氏(广州)医学技术有限公司（以下简称“本单位”）制定本预案。

二、组织机构

（一）应急领导小组

本单位成立了辐射事故应急领导小组（简称“领导小组”），组长为分管领导及相关负责人，成员由各有关人员组成。领导小组具体负责辐射事件发生时的应急处理工作，包括应急处理预案的启动、应急响应处置及解除。小组成员名单如下：

组长：陈

副组长：李

成员：张

（二）应急领导小组职责

1. 定期组织对辐射工作场所、设备和人员等辐射防护情况进行自查和检测，发现事件隐患及时上报至应急小组，并由应急小组相关负责人督促落实整改措施；
2. 负责辐射事件应急处理可行性方案的研究定制和组织实施工作；
3. 发生人员受照超过年剂量限值或者设备出现故障时，立即启动本预案；
4. 事件发生后立即组织有关部门人员进行辐射事件应急处理；
5. 发生辐射安全事件 2 小时内报告当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门；
6. 迅速组织受照射人员就医，撤离控制区内相关人员，控制事件的影响，防止事件的扩大蔓延，并及时对故障射线设备进行维护检修，合格后方可使用。

三、应急准备

（一）应急物资准备

领导小组做好辐射事故应急物资准备，包括：个人剂量计，个人防护设备（铅防护服、铅眼镜、铅围脖等）、便携式巡测仪等辐射应急监测仪器，并及时更新和维护。

（二）培训与演练

针对本单位开展放射技术应用的实际情况和需要，由领导小组定期定期（至少每年一次）组织应急演练，对辐射事故应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，使应急救援人员熟练掌握辐射损伤医疗救治、应急处置、辐射防护等知识，不断提高应急响应及救援能力，确保在突发辐射事故时能够及时、安全、有效开展应急工作，并通过演练逐步完善应急预案。

四、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性及造成人员的伤亡和危害程度，分为特别重大辐射事故（I级）、重大辐射事故（II级）、较大辐射事故（III级）和一般辐射事故（IV级）四个等级。

1. 特别重大辐射事故（I级），是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

2. 重大辐射事故（II级），是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病，局部器官残疾。

3. 较大辐射事故（III级），是指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4. 一般辐射事故（IV级），是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

五、辐射事件应急处理程序

（一）辐射事件应急预案的启动

当发生人为失误或放射诊疗设备故障等原因导致人员受到超过年剂量限值的照射时，当事人应立即报告负责人，负责人接到报告后应立即报告应急领导小组组长，由组长决定是否启动应急预案并通知相关人员参与应急处置。在领导小组的统一指挥下安全、

科学、有序地开展应急处置，并积极协助各级环境保护行政主管部门、公安部门、卫生行政部门和疾病预防控制中心，做好辐射控制及医疗救治。

（二）辐射事件应急响应处置

领导小组接到报告后，应指挥相关成员迅速赶赴现场开展指挥、技术指导及医学救援工作，积极采取措施保护工作人员的生命安全，最大限度控制事态发展。

1、当射线装置失控造成辐射事故时，应立即切断电源，拉设警戒线封锁事故现场，禁止无关人员进入检查室；

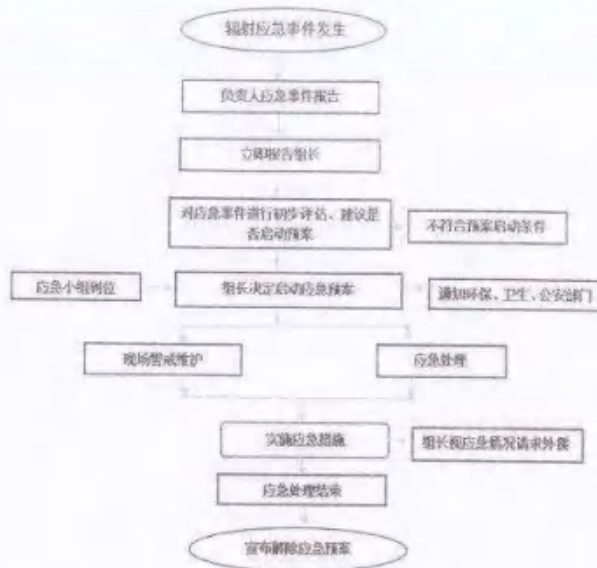
2、立即转移受照射人员，送至医院进行检查和治疗；

3、配合行政部门查明原因，对设备故障进行检维修。

（三）辐射事件应急预案的解除

当发生辐射事件的射线装置修复后，必须经有资质的检测技术服务机构进行检测合格，并报环境保护主管部门批准方可解除应急预案。对事件有关资料及时收集，认真分析事件原因，并采取妥善的预防类似事件的措施，参加辐射事故处理人员应及时安排进行体格检查等医学随访。

（四）辐射事件应急预案的启动流程图



六、事故调查与报告

(一) 事故调查

- 1、应急工作终止后，应急领导小组开展事故调查工作。
- 2、调查要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，认真做好调查记录与总结分析。
- 3、积极主动配合各卫生、环保、公安部门有关行政主管部门开展事故调查、处理等各方面的相关事宜。
- 4、调查工作结束后，领导小组应总结经验教训，制定或修改相关措施，加强日常安全管理，杜绝类似事故发生。

(二) 事故报告

发生辐射事故时，事故单位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，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过年剂量限值照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

应急电话：

组 长：陈国清/13926857529

广州市生态环境局:020-12369

公安局: 110

卫生部门: 120

广州市卫生监督局: 88113661 88113663

广东省职业病防治病院: (020)38981288

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

辐射事故初始报告表

事故单位名称	(公章)					
法定代表人	地址			邮编		
电话	传真		联系人			
许可证号	许可证审批机关					
事故发生时间	事故发生地点					
事故类型	<input type="checkbox"/> 人员受照 <input type="checkbox"/> 人员污染		受照人数		受污染人数	
	<input type="checkbox"/> 丢失 <input type="checkbox"/> 被盗 <input type="checkbox"/> 失控		事故源数量			
	<input type="checkbox"/> 放射性污染		污染面积 (m ²)			
序号	事故源核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂日期	放射源编码	事故时活度 (Bq)	非密封放射性物质状态 (固/液态)
序号	射线装置名称	型号	生产厂家	设备编号	所在场所	主要参数
事故经过情况						
报告人签字	报告时间		年 月 日 时 分			

注：射线装置的“主要参数”是指X射线机的电流 (mA) 和电压 (kV)、加速器线束能量等主要性能参数。

防止误操作、防止工作人员和公众受到意外辐射的安全措施

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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等规定，为了加强本打放射性同位素与射线装置的安全管理，保其安全使用，保护人体健康和环境，特制定本安全措施。

- 一、射线装置的曝光按钮应安装在固定位置，能贴提示标签的最好贴上。曝光后应放回原位，不可随意放置。
- 二、机房张贴辐射危害标志和提灯，门口安装工作信号灯，安装灯锁装置并正确使用。
- 三、射线装置必须由经培训考核合格的人员操作，机器控制室其他人员未经批准不准进入。操作人员进入机房时携带个人剂量报警仪。
- 四、建立射线装置保养、维护、维修制度，定期对射线装置工作状态检测，确保其符合国家规定。
- 五、贯彻射线实践正当化、最优化原则，合理使用 X 线。曝光时尽可能“低电压、低毫安、厚滤线、短时曝、小照射量”。
- 六、不在公共场所进行辐射检查。尽量减少床侧摄影，确实情况需要，严格做好防护。

下附相关安全措施图片。

博氏(广州)医学技术有限公司

2023年3月1日

附件5 环境 γ 辐射剂量率检测报告



深圳市瑞达检测技术有限公司

检测报告

SZRD2023FH0631

检测内容: 环境 γ 辐射剂量率检测

委托单位: 博氏(广州)医学技术有限公司

检测日期: 2023年3月12日

编制: 刘金带

审核: 石明辉


签发: 陈阳鹏

签发日期: 2023年3月15日

(检验检测专用章)



说 明

1. 我司通过“瑞达智能检验检测管理系统”出具的电子版报告与纸质版报告均具有同等的法律效力；通过扫描签字页的防伪二维码，可核实报告的真实性；
2. 报告的组成包括封面、说明、正文及签字；
3. 报告未加盖“深圳市瑞达检测技术有限公司检验检测专用章”无效；多页报告未盖骑缝章无效；报告签发人签字位置未盖章无效；
4. 报告无编制、审核、签发者签名无效；报告涂改无效；部分复印无效；
5. 如报告中存在偏离标准方法等情况时，应在报告中提供偏离情况的信息；
6. 抽（采）样按《抽（采）样管理程序》执行；抽（采）样过程中存在可能影响检测结果解释的环境条件及采（抽）样方法偏离标准或规范等情况时，应在报告中提供上述偏离情况的信息；
7. 对委托方自行抽（采）样送检的样品，其样品及样品信息均由委托方提供，我司不对样品及样品信息的真实性及完整性负责，本报告仅对送检样品负责；
8. 未加盖  资质认定标志的报告，不具有对社会的证明作用；
9. 委托方如对报告有异议，请在收到报告后 15 天内以书面形式向本机构提出，逾期不予受理。

检验检测机构名称：深圳市瑞达检测技术有限公司

检验检测机构地址：深圳市龙华区大浪街道高峰社区华荣路乌石岗工业区 3 栋 1 层-2 层

邮政编号：518131

业务电话：(0755) 86087410

投诉电话：(0755) 86665710

报告编号: SZRD2023FH0631

深圳市瑞达检测技术有限公司 检测报告

一、基本信息

委托单位名称	博氏(广州)医学技术有限公司		
受检单位名称	博氏(广州)医学技术有限公司		
受检单位地址	广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层		
检测地点	广州市番禺区石楼镇创启路63号创启5号楼一层		
项目编号	0220230312001		
检测方式	即时测量		
检测项目	环境 γ 辐射剂量率		
检测依据	HJ 1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测时间	2023年3月12日11时41分~2023年3月12日13时43分		
检测人员	陈泓全、陈杰		
温度($^{\circ}$ C)	21.3	湿度(RH%)	54.2

二、主要检测仪器

名称	型号	编号	检定证书编号	检定日期
环境X、 γ 剂量率测量仪	SCK-200+SCK-200-EN	22001+22002	2022H21-20-1165872001-01	2022年10月8日

注: 检定证书的有效期为1年。

三、检测结果

序号	检测点位置	地面介质	检测结果(nGy/h)		备注
			平均值	标准差	
1	距拟建机房大楼50米内北侧(广东光华科技股份有限公司大门处)	混凝土	182	2	楼房内
2	距拟建机房大楼50米内东北侧(A座花园)	土壤	179	3	道路
3	距拟建机房大楼50米内东侧(马路)	混凝土	269	3	道路
4	距拟建机房大楼50米内东南侧(广州灵铂机电科技有限公司大门处)	混凝土	245	2	楼房内

(转下页)

报告编号: SZRD2023FH0631

(接上页)

序号	检测点位置	地面介质	检测结果 (nGy/h)		备注
			平均值	标准差	
5	距拟建机房大楼 50 米内南侧 (人行道)	混凝土	276	2	道路
6	距拟建机房大楼 50 米内西南侧 (A6 栋门口处)	混凝土	248	3	楼房内
7	距拟建机房大楼 50 米内西侧 (中轻广州停车场)	混凝土	280	2	楼房内
8	距拟建机房大楼 50 米内西北侧 (绿化带)	土壤	250	3	道路
9	拟建机房大楼一楼(等候区)	混凝土	214	2	楼房内
10	拟建机房大楼一楼(前台)	混凝土	211	2	楼房内
11	拟建机房大楼一楼(高端 OR 室)	混凝土	216	2	楼房内
12	拟建机房大楼一楼(休息室)	混凝土	217	2	楼房内
13	拟建机房大楼一楼(预留急救设施区)	混凝土	239	3	楼房内
14	拟建机房大楼一楼(电梯厅)	混凝土	206	2	楼房内
15	拟建机房大楼一楼(女卫生间)	混凝土	197	3	楼房内
16	拟建机房大楼一楼(控制室 1)	混凝土	202	3	楼房内
17	拟建机房大楼一楼(控制室 2)	混凝土	206	3	楼房内
18	拟建机房大楼一楼(控制室 3)	混凝土	205	3	楼房内
19	拟建机房大楼一楼(拟建 DSA 手术室 2)	混凝土	194	3	楼房内
20	拟建机房大楼一楼(拟建 DSA 手术室 1)	混凝土	218	2	楼房内
21	拟建机房大楼一楼(拟建 CT 室)	混凝土	184	2	楼房内
22	拟建机房大楼一楼(设备区)	混凝土	212	2	楼房内
23	拟建机房大楼二楼(换鞋区)	混凝土	191	3	楼房内
24	拟建机房大楼二楼(男更衣室)	混凝土	195	2	楼房内
25	拟建机房大楼二楼(女更衣室)	混凝土	188	3	楼房内

(转下页)

报告编号: SZRD2023FH0631

(接上页)

序号	检测点位置	地面介质	检测结果 (nGy/h)		备注
			平均值	标准差	
26	拟建机房大楼二楼(洗手池)	混凝土	199	3	楼房内
27	拟建机房大楼二楼(动物通道)	混凝土	221	3	楼房内
28	拟建机房大楼负一楼(解剖区/麻醉区)	混凝土	204	3	楼房内
29	拟建机房大楼负一楼(猪舍四)	混凝土	191	3	楼房内
30	拟建机房大楼负一楼(猪舍五)	混凝土	198	3	楼房内
31	拟建机房大楼负一楼(狗舍)	混凝土	190	3	楼房内

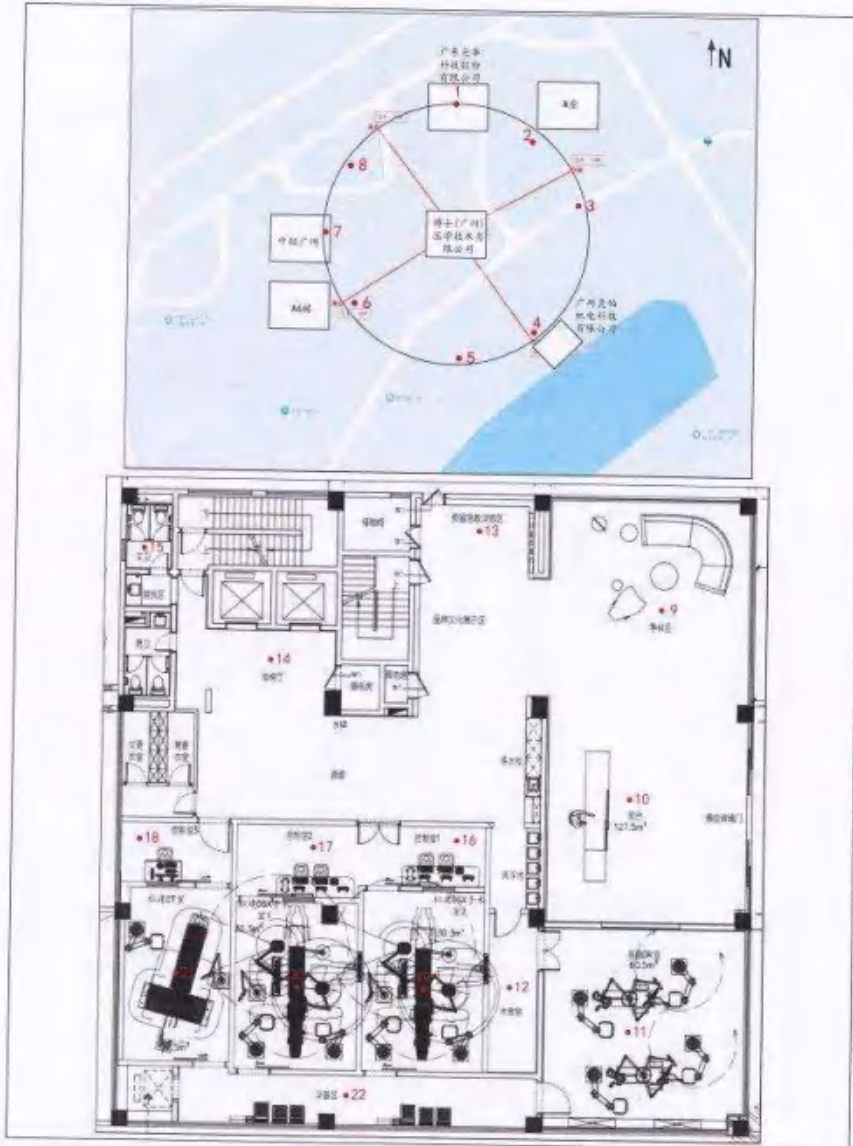
四、备注

- 1.以上检测结果扣除宇宙射线的响应部分,均在距地面 1m 测得;
- 2.测量结果为空气比释动能率,检测结果为空气吸收剂量率,空气比释动能率与空气吸收剂量率的转换系数为 1。

(转下页)

(接上页)

五、检测布点示意图

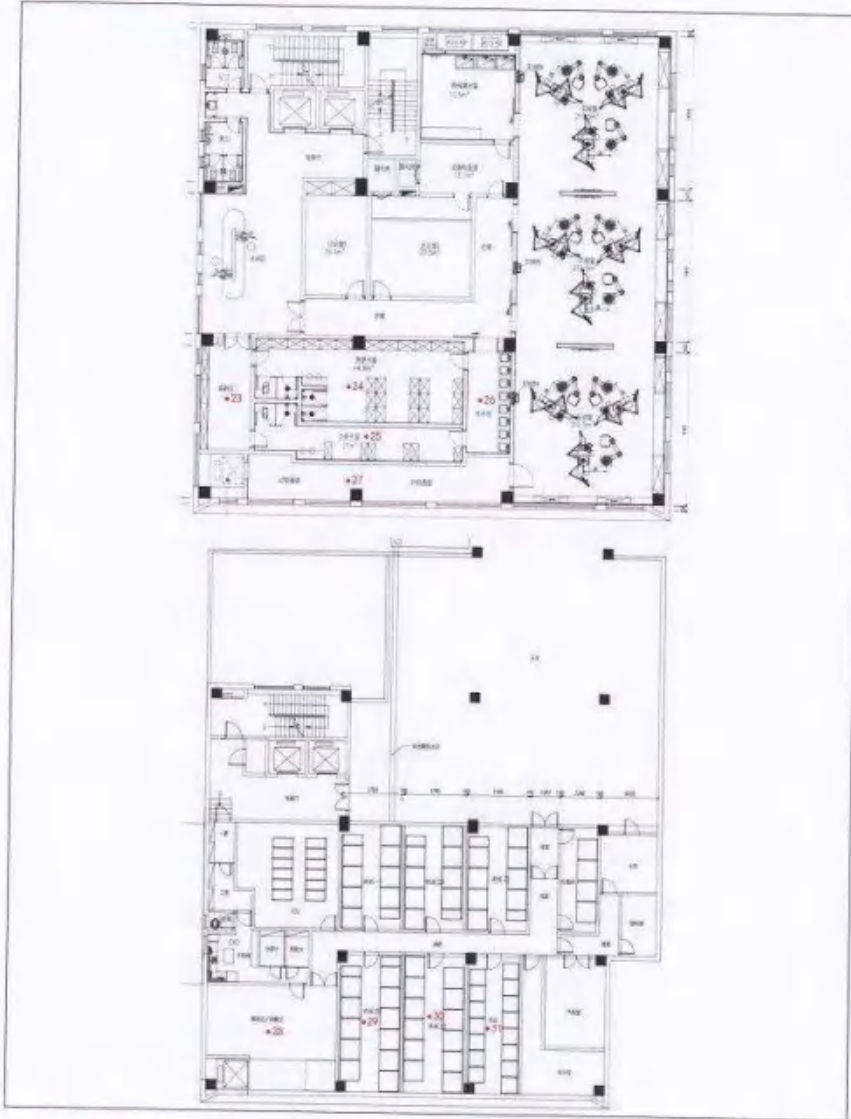


(转下页)

报告编号: SZRD2023FH0631

(接上页)

五、检测布点示意图



(以下正文空白)



附件6 关于硫酸钡防护涂料厚度与铅当量对应关系的说明

关于硫酸钡防护涂料厚度与铅当量对应关系的说明

我单位负责博氏（广州）医学技术有限公司核技术利用建设项目屏蔽防护设计，对于硫酸钡防护涂料，设计密度不低于 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，厚度与铅当量换算关系按下表进行：

场所	硫酸钡防护涂料厚度/mm	折合铅当量/mmPb
DSA 手术室 1、DSA 手术室 2	40	4
CT 机房	40	4

施工单位施工时需核实防护材料配比，确保硫酸钡防护涂料密度不低于 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，以保证机房屏蔽防护效果。

广州鑫美医疗科技有限公司

2023年3月1日