

核技术利用建设项目

青岛大学附属医院新建DSA装置项目

环境影响报告表

青岛大学附属医院

二〇一八年八月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

青岛大学附属医院新建DSA装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：青岛大学附属医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省青岛市市南区江苏路 16 号

邮政编码：

联系人：魏岗

电子邮箱：

联系电话：18661802151



项目名称： 青岛大学附属医院新建 DSA 装置项目

文件类型： 环境影响报告表

适用的评价范围： 核与辐射项目

法定代表人： 谷建潮 (签章)

主持编制机构： 山东蓝城分析测试有限公司 (签章)

表1 项目基本情况

建设项目名称		新建DSA装置项目				
建设单位		青岛大学附属医院				
法人代表	王新生	联系人	魏岗	联系电话	18661802151	
注册地址		山东省青岛市市南区江苏路16号				
项目建设地点		青岛市黄岛区五台山路1677号青岛大学附属医院（黄岛院区）门诊医技综合楼四层手术部一站式杂交室				
立项审批部门		--		批准文号	--	
建设项目总投资（万元）		715	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资） 2.8%	
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					

项目概述

1、医院简介：

青岛大学附属医院始建于1898年，是一所省属综合性教学医院，设立本部、东区和黄岛三个院区，分别位于市南区、崂山区和青岛经济开发区。全院设有临床科室86个、医技科室30个、研究室（所）19个，开放床位2640张，现有职工4690人。医院持有《辐射安全许可证》（鲁环辐证（02048），有效期至2021年8月4日），许可种类和范围为“使用III类、V类放射源，使用II类、III类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所”。

本次环评内容属黄岛院区，黄岛院区位于青岛市黄岛区五台山路1677号，地理位置见图1-1，该院区东侧为奋进路、南侧为五台山路、西侧为空地、北侧为齐长城路，周边社会关系见图1-2，院区总平面布置见图1-3。

2、本院区在建核技术利用建设项目回顾

表 1-1 在建核技术利用建设项目环评及验收汇总情况

序号	项目名称	主要建设内容	建设情况	类别	环评批复	验收情况
1	核医学 (^{32}P 、 ^{89}Sr) 及 ^{125}I 粒子源植入工作场所、DSA 装置及 III 类射线装置项目	建设核医学 (^{32}P 、 ^{89}Sr) 及 ^{125}I 粒子源植入工作场所	投入使用	放射源销售	鲁环辐表审[2015]43 号	未验收
		介入中心建设 DSA 装置机房三座, 安装 DSA 装置 3 台		II 类射线装置		
		在门诊医技楼一层介入中心、放射科及四层口腔科、手术室建设 14 台 III 类射线装置		III 类射线装置		

本院区涉及的辐射安全许可证正在办理中。

3、本项目由来

为提高黄岛院区放射诊疗水平, 医院拟购置 1 台 INFX-9000V 型 DSA 装置, 在门诊医技综合楼四层手术部一站式杂交室新建 DSA 介入治疗工作场所。

项目拟配置的 DSA 装置通过数字减影处理, 排除大部分脏器和组织对血管的影响, 得到实时的血管图像, 可有效降低手术风险, 提高效率, 对疾病诊断和其他手术计划的制定具有重要意义, 因此该实践对社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害, 符合实践的正当性。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号)、《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) 的分类办法, 的分类办法, DSA 装置属 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2018 年 4 月份修订) 以及山东省环境保护厅的有关规定, 本项目须编制环境影响报告表, 受青岛大学附属医院的委托, 我公司承担了本核技术利用项目的环境影响评价工作。

表2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作 方式	使用场所	贮存方式与 地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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装置	Ⅱ类	1台	INFX-9000V	125kV	1000mA	血管造影	门诊医技综合楼四 层手术部一站式杂 交室	新购

(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6 评价依据

法规文件	➤ 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9号，2015.01）； ➤ 《中华人民共和国环境影响评价法（2016年修订）》（2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修订）； ➤ 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年6月28日中华人民共和国主席令第6号）； ➤ 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017.10）； ➤ 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年9月14日国务院令第449号，2014.7修订） ➤ 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2017年生态环境保护部令第44号，2018年修订） ➤ 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017年修订） ➤ 《突发环境事件信息报告办法》（2011年4月18日环境保护部令第17号） ➤ 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011年4月18日环境保护部令第18号） ➤ 《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，2017.12） ➤ 《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、公安部、卫生部环发〔2006〕145号） ➤ 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（2007年6月3日卫生部令第55号） ➤ 《山东省辐射污染防治条例》（2014年5月1日山东省人大常委会公告第37号）
	➤ 《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） ➤ 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993） ➤ 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001） ➤ 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016） ➤ 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） ➤ 《医疗照射防护基本要求》（GBZ179-2006）

技术标准	➤ 《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）
其他	➤ 项目环境影响评价委托书 ➤ 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年） ➤ 《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》（李德平主编） ➤ 《辐射防护手册》第三分册《辐射安全》（李德平主编） ➤ 《辐射防护技术与管理》第一卷（张丹枫、赵兰才主编）

表7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（GB18871-2002）和《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定及本项目的实际情况，本辐射环境评价范围取以DSA装置介入手术室所屏蔽墙外 50m范围内。

保护目标

项目环境保护目标为工作场所辐射工作人员及其周围公众人员。其中，职业人员主要为在本项目DSA装置介入手术室内进行手术和在控制室内操作设备的辐射工作人员；公众成员主要为在DSA装置介入手术室四周 0~50m范围内其他房间及走廊活动的公众人员。

表 7-1 DSA装置介入手术室周围主要保护目标情况

保护目标	人数（人）	方位、距离
职业人员	12	DSA装置介入手术室及控制室
公众成员	≤10	DSA装置介入手术室四周 0~50m

评价标准

7.1 机房屏蔽剂量率目标控制值

《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中要求“具有透视功能的X射线机在透视条件下，在距机房屏蔽体外表面0.3m处的剂量当量率控制目标值应不大于2.5 μ Sv/h”。

因此，本评价采用2.5 μ Sv/h作为DSA装置射线装置机房墙体、防护门、地面及室顶的剂量率评价目标控制值。

7.2 职业照射和公众照射的年剂量限值

(1)职业照射剂量限值

- a、连续 5 年的年平均有效剂量，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（手和脚）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

(2)公众照射剂量限值

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。

依据照射剂量管理和潜在照射危险约束的防护要求，相关标准中又提出了年剂量管理目标值。本次评价年剂量管理目标值为：

DSA 装置手术室内介入手术的辐射工作人员、四肢及眼晶体采用 GB18871-2002 中年剂量限值的 1/4 作为年剂量管理约束值，即年剂量管理约束值分别为 5mSv/a、125mSv/a、37.5mSv/a；根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“介入 X 射线设备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”的要求，DSA 装置手术室外的辐射工作人员和公众人员取 0.25mSv/a 作为年剂量管理约束值。

7.3 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）防护要求

GBZ130-2013 中对介入装置机房的防护要求如下：

(1)机房应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

(2)单管头X射线机机房内最小有效使用面积为 20m²、机房内最小单边边长度为 3.5m。

(3)机房屏蔽防护要求：

a) 介入机房有用线束方向分别达到 2mmPb当量，非有用线束方向分别达到 2mmPb当量；

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

(4)具有透视功能的X射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；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。

(5)机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

(6)机房内布局合理，不得堆放与设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好通风。

(7)机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设置警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和机房相通的门能有效联动。

(8)患者和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。

(9)介入机房辐射工作人员应配置个人防护用品（包括铅衣、铅颈套、铅帽、铅眼镜、铅手套等）；机房内应配置辅助防护设施（包括铅防护围帘、铅吊屏等）；接受照射的患者应配置个人防护用品（包括铅衣、铅颈套、铅帽、阴影屏蔽器具等），其数量能满足开展工作需要；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；儿童防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

黄岛院区位于青岛市黄岛区五台山路1677号，地理位置见图1-1，该院区东侧为奋进路、南侧为五台山路、西侧为空地、北侧为齐长城路，周边社会关系见图1-2，院区总平面布置见图1-3。

拟建的1座DSA装置机房位于门诊医技综合楼四层手术部一站式杂交室，在医院总平面图中的具体位置见附图1-3，所在楼层的平面布置见附图8-1。

根据拟建 DSA 装置机房所在楼层平面布置，机房东侧为关节置换手术室，南侧为走廊，西侧为控制室及辅助机房，北侧为污物走廊，上方为空调机房，下方为超声波检测室。拟建的 DSA 装置机房包括手术室、控制室、辅助机房，其中控制室位于手术室西北部，辅助机房位于西南部，均紧邻手术室。本项目手术室周围环境见表 8-1。

表 8-1 本项目手术室周围环境一览表

工作场所	方 向	周围相邻场所名称
拟建 DSA 装置手术室	北 面	污物走廊
	东 面	关节置换手术室
	南 面	走廊
	西 面	控制室及辅助机房
	上 方	空调机房
	下 方	超声波检测室

8.2 辐射环境现状调查监测

1、监测因子：环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率

2、监测点位：根据医院平面布置和周围环境情况，共设 5 个辐射环境现状调查监测点位，点位代号 0001~0005，监测点位描述见表 8-2，监测布点见图 8-2。

表 8-2 监测点位描述

序号	监测点位代号	点位描述
1	0001	北门入口
2	0002	门诊医技综合楼天井（北）
3	0003	DSA 工作场所拟建位置（4 层）
4	0004	门诊医技综合楼天井（南）
5	0005	医院东门入口

3、质量控制

(1) 检测仪器

环境级检测仪器使用 XH-2010 型 X- γ 剂量率仪，经山东省计量科学研究院检定，检定证书编号：Y16-20170986，有效期至 2018 年 9 月 3 日。主要技术性能见表 8-3。

表 8-3 XH-2010 型 X- γ 剂量率仪主要参数

序号	项目	主要参数
1	测量范围	0.01 μ Gy/h~1Gy/h
2	不确定度/准确度	Urel=5.2%，k=2
3	能量响应	40keV~3MeV，-20% ~ +30%
4	工作条件	温度：-10 ~ +55 °C

(2) 检测依据

《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 和《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 中相关规定进行监测和布点。

(3) 检测机构资质

山东蓝城分析测试有限公司 资质认定证书编号：171520345345

(4) 检测人员持证上岗

5、检测时间、环境温度

2018 年 8 月 17 日，多云，29°C

6、检测结果

检测结果见表 8-4。

表 8-4 辐射环境现状调查监测结果

序号	点位代号	监测点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (μ Gy/h)	标准偏差
1	0001	北门入口	0.05	0.01
2	0002	门诊医技综合楼天井(北)	0.06	0.01
3	0003	DSA 工作场所拟建位置(4 层)	0.07	0.01
4	0004	门诊医技综合楼天井(南)	0.06	0.01
5	0005	医院东门入口	0.05	0.01
γ 辐射空气吸收剂量率变化范围			0.05~0.07	--

注：已扣除宇宙射线响应值 (0.01 μ Gy/h)。

8.3 辐射环境现状评价

《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989 年）提供的青岛地区 γ 辐射空气吸收剂量率数据见表 8-5。

表 8-5 青岛市环境 γ 辐射空气吸收剂量率（ $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）

监测项目	原野	道路	室内
γ 辐射平均值	6.62 $\pm$ 1.45	6.90 $\pm$ 2.38	14.00 $\pm$ 2.33
范围	4.24~13.00	1.15~12.04	3.12~16.16
注：已扣除宇宙射线响应值			

可见，黄岛院区周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率与该地区天然放射性本底水平处于同一水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 设备结构及工作原理

1、用途

DSA 装置主要应用于心脏和大血管检查，对全身各部位血管畸形、血管瘤、血管狭窄、闭塞或发育异常以及肿瘤的血供和染色情况的诊断有独特的作用，还被广泛应用于介入放射领域，并为介入放射学的飞快发展提供了广阔的前景。

2、主要技术指标

本次购置 DSA 装置 1 台，医院提供的主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 DSA 装置主要技术参数

设备名称	厂家	型号	数量（台）	主要技术指标	用途
DSA 装置	东芝	INFX-9000V	1	管电压范围为 50~125kV 最大管电流 1000mA，大焦点功率 113kW，小焦点功率 20kW	介入诊疗

3、仪器结构

DSA 装置主要由 X 线管头、高压发生器、影像探测器、控制装置、图像处理器、显示器和导管床等组成，DSA 装置整体外观示意图见 9-1。

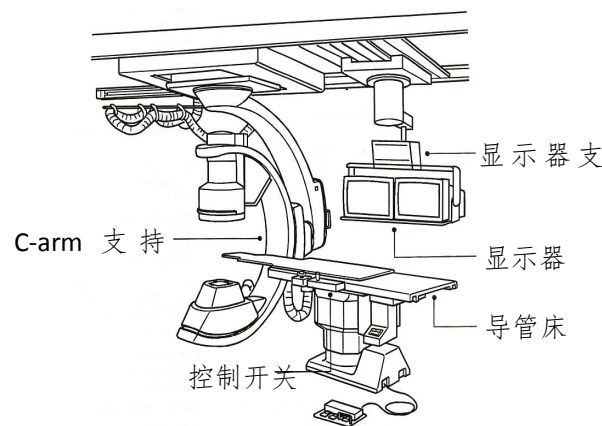


图 9-1 DSA 装置外观示意图

4、工作原理

DSA 装置产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚焦成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击（靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成），高电压加在 X 射线球管的两极之间，供电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

The diagram illustrates the components and signal flow of a fluoroscopic system. On the left, the physical components are listed from top to bottom: 摄像机 (Camera), 像镜 (Image Mirror), 自动光圈 (Automatic Aperture), 物镜 (Objective Lens), 影像增强器 (Image Intensifier), 滤线栅 (Grid), 病人 (Patient), 床 (Bed), 限束器 (Collimator), and X 线管 (X-ray Tube). On the right, the signal processing flow is shown: the signal from the camera passes through a 模拟/数字转换器 (Analog-to-Digital Converter), then splits into two paths. One path goes through 存储 A (Storage A) and 存储 B (Storage B) to a 减法 (Subtraction) block. The other path goes through a 模拟/数字存储 (Analog-to-Digital Storage) block. The output of the subtraction block goes through an 影像增强器 (Image Intensifier) and a 数字/模拟转换器 (Digital-to-Analog Converter). The output of the digital-to-analog converter is then split into three paths: 硬拷贝 (Hard Copy), 监视器 (Monitor), and another path that loops back to the input of the subtraction block.

DSA 装置的减影过程是：①摄制普通片，②制备 mask 片—蒙片（基片，素片），③摄制血管造影片，④把蒙片与血管造影片重叠在一起翻印成减影片。根据不同的使用目的，DSA 装置数字减影具有时间减影、能量减影以及混合减影。

9.2 治疗流程

DSA 装置诊疗时，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。

污染源项描述

(1) DSA 装置开机时 X 射线辐射污染途径主要包括有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射，即有用线束和泄漏辐射直接照射的患者人体和建筑墙体的散射辐射。上述 X 射线随着射线装置的开关而产生和消失。

(2) 非放射性气体

DSA 装置运行中不产生固态和液态放射性废物，但可产生氮氧化物 (NO_x) 和臭氧 (O_3) 等非放射性气体。在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，通过机房通风，可以最大限度降低有害气体的浓度。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 工作场所布局、屏蔽措施及管理

1、工作场所布局

项目 DSA 装置 1 台，位于门诊医技综合楼四层手术部一站式杂交室。由手术室、控制室和辅助机房组成。DSA 装置介入手术室东侧为关节置换手术间，西侧为控制室及辅助机房，南侧为洁净走廊，北侧为污物走廊，楼上为空调机房，楼下为超声波检测室。场所布局基本合理。平面布置见图 8-1。

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）防护要求，单管头 X 射线机房内最小有效使用面积为 20m²、机房内最小单边边长度为 3.5m。DSA 装置介入手术室设计面积见表 10-1。

表 10-1 DSA 装置介入手术室设计面积

机房名称	长×宽 m (面积 m ²)	标准要求		符合性
		最小单边长度 m	最小有效面积 m ²	
DSA 装置介入手术室	8.1×9.1 (73.71)	≥3.5	≥20	符合

2、屏蔽措施

DSA 装置介入手术室采用实体屏蔽，根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）和医院提供的材料，医院拟采取的屏蔽措施见表 10-2。

表 10-2 DSA 装置机房手术室屏蔽措施

机房名称	屏蔽体	屏蔽方案	折合铅当量 (mmPb)
DSA 装置介入手术室	东墙	24cm 实心砖墙	2.2
	西墙	24cm 实心砖墙	2.2
	南墙	24cm 实心砖墙	2.2
	北墙	24cm 实心砖墙	2.2
	地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡	4.3
	楼顶	16cm 混凝土	2.0
	防护门	4mmPb 铅板	4
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4

结合《辐射防护手册第三分册 辐射安全》（李德平主编，原子能出版社，1990 年）及《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），计算得出 DSA 装置手术室四周墙体折合铅当量约 2.2mmPb、地板折合铅当量约 4.3mmPb、室顶折合铅当量约 2.0mmPb，防护门、观察窗折合铅当量约 4mmPb。

3、其他防护措施

（1）DSA 装置介入手术室拟设置观察窗、双向对讲装置和摄像监控装置，便于进行监视观察和通话；各防护门与 DSA 装置你设置门-灯联动装置和闭门装置；各防护门外拟设置工作状态指示灯及电离辐射警告标志；操作台及扫描床拟设置一个紧急停机按钮，紧急状态下按下紧急停机按钮即可实现紧急停机，防止发生辐射安全事故。

（2）DSA 装置介入手术室内设置防护门两个，观察窗一个，屏蔽厚度同为 4mmpb 当量，并设置通风系统。

（3）连接 DSA 装置与控制室、辅助机房的电缆沟穿墙均按 U 型设计，并避开有用射束照射区域。

（4）对 DSA 装置工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区，DSA 装置介入手术室作为控制区，控制室、辅助机房、门厅及走廊作为监督区，各区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求进行管理。

（5）医院拟配备辐射监测仪 1 台，为辐射工作人员配备个人剂量计（人手一支），并建立个人剂量档案和健康档案。

（6）拟配备 6 套工作人员防护用品（包括铅衣、铅颈套、铅帽、铅眼镜等，防护铅当量为 0.5mmPb），放置于洗手池处。DSA 装置自带 1 套铅防护围帘、铅吊屏，防护铅当量为 0.5mmPb，拟配 1 套移动式铅吊屏，防护铅当量为 0.5mmPb。

三废的治理

DSA 装置运行中不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物，但可产生非放射性有害气体氮氧化物（NO_x）和臭氧（O₃）等非放射性气体。在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体；通过机房通风设施，可以最大限度降低有害气体的浓度。

DSA 手术室拟设置通风设施，满足 GBZ130-2013 的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目利用医院原有房间进行改造，目前改造工程已完成，设备已购置，无施工期污染。

运行阶段对环境的影响

11.1 DSA 裝置

11.1.1 屏蔽厚度符合情况

根据表 10-2，DSA装置介入手术室的有用线束方向与非有用线束方向的墙体屏蔽防护铅当量均大于 2mm，防护门与观察窗的屏蔽防护铅当量为 4mm，均能满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“有用线束方向 2mmPb当量、非有用线束方向 2mmPb当量，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度”的防护要求。结果见表 11-1。

表 11-1 DSA 装置介入手术室主屏蔽评价结果

手术室名称	考察点	所需防护当量 (mmPb)	实际防护当量 (mmPb)	标准	是否合格
DSA 装置 介入手术室	东墙	2.0	墙体 2.2mmPb	《医用 X 射线诊断放射防护要求》 (GBZ130-2013)	是
	南墙	2.0	墙体 2.2mmPb		是
	西墙	2.0	墙体 2.2mmPb 防护门 4mmPb 防护窗 4mmPb		是
	北墙	2.0	墙体 2.2mmPb 防护门 4mmPb		是
	室顶	2.0	室顶 4.0mmPb		是
	地板	2.0	地板 4.3mmPb		是

11.3.3 人员所受辐射剂量估算与评价

停留因子参照修订版 ICRP 第 15 号出版物选取，见表 11-2

根据工作负荷对有关人员辐射年有效剂量进行理论估算，估算公式如下：

$$H=0.7 \times H_p \times t \div 1000 \dots\dots\dots (\text{式 } 11-1)$$

其中：H——工作人员年受照剂量，mSv/a

0.7——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数, Sv/Gy

$$H_p$$
——空气吸收剂量率, $\mu\text{Gy/h}$

t——年受照时间，h/d

本项目 DSA 工作场所共配备 6 名操作人员。技师 2 人，医师 4 人，根据院方提供的工作负荷：平均每天诊断 4 例，透视时间约为 20min/例，摄影时间约为 2min/例，最大照射时间为 22min/例，工作 180d/a，手术室工作人员年透视时间约为 20min/例×4 例/d×180d/a=240h，年摄影时间约为 2min/例×4 例/d×180d/a=24h，最大受照时间为 264h。

停留因子的选取，参照修订版 ICRP 第 15 号出版物选取，见表 11-2。

表 11-2 停留因子的选取

停留因子	停留位置
经常停留，T=1	控制室，办公室，候诊室，操作室，宿舍，病房，儿童游乐场
部分停留，T=1/4	杂用室，职业人员休息室，设备巡视通道
临时停留，T=1/16	厕所，楼梯，自动电梯，停车场，人行道

(3) 估算结果及评价

①手术室内辐射工作人员辐射年有效剂量估算

医生等辐射工作人员在 DSA 装置手术室内对患者进行介入手术时，均穿戴铅衣、铅颈套、铅帽、铅防护眼镜等个人防护用品，在铅防护围帘、吊屏后进行手术，并根据实际情况操作脚闸，控制射线开关。

本项目属新建项目，介入手术时，手术室内辐射工作人员操作位辐射水平类比本院在用管电压为 125kV、管电流同为 1000mA 的 AlluraXper FD20 型 DSA 装置监测数据，监测参数如下：

- **监测仪器：**监测仪器为美国 451P 型加压电离室巡测仪，检定证书编号：2013H00-20-194290，有效期内，监测仪器技术性能见表 11-3。

表 11-3 美国 451P 型加压电离室巡测仪主要技术性能

序号	项目	主要参数
1	检测射线	大于 1 MeV 的β射线，大于 25 KeV 的γ和 X 射线
2	操作量程	共分 5 档，最低档 0~5μSv/h；最高档 0~50mSv/h
3	准确度	在任何量程满刻度指示的 10%~100%之间精度在 10%以内，能量响应除外；校准源是 ¹³⁷ Cs
4	工作条件	-20℃~+50℃

- **监测机构：**山东省分析测试中心

- **监测日期、环境温度：**2013 年 9 月 26 日，晴，20℃
- **监测工况：**开机状态，水模，透视（57kV，78mA），摄影（85kV，247mA，曝光时间约 20s）。
- **监测结果：**

手术室内辐射工作人员操作位辐射水平类比监测结果见表 11-4。

表 11-4 介入手术时，手术室内辐射工作人员操作位辐射水平类比监测结果

监测点位			辐射水平（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	
			透视	摄影
手术室内辐射工作人员（防护帘后）	眼部	铅眼镜外	98	174
		铅眼镜内	13	30
	胸部	铅衣外	89	173
		铅衣内	10	23
	手部	未戴手套	114	201
	腹部	铅衣外	101	198
		铅衣内	12	36
	下肢	铅衣外	138	207
		铅衣内	10	28

● **估算结果：**

由上表类比监测结果可知，防护用品内 X 射线辐射水平最大值出现在腹部，透视时为 $12\mu\text{Sv/h}$ ，摄影时为 $36\mu\text{Sv/h}$ ，并且根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，腹部处组织和器官的当量剂量组织权重因数最大，从偏安全角度考虑，本评价按照腹部处的辐射水平估算介入手术室内辐射工作人员的最大年有效剂量，估算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 介入手术室内辐射工作人员辐射年有效剂量估算结果

停留人员描述		摄影时最大辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	摄影最大照射时间（h/a）	透视时最大辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	透视最大照射时间（h/a）	停留因子	年有效剂量（mSv/a）	年管理剂量（mSv/a）	是否合格
DSA 介入手术室内辐射工作人员	腹部	36	24	12	240	1	2.621	5	是
	手部	201	24	114	240	1	22.53	125	是
	眼部	30	24	13	240	1	2.688	20	是

由上表的类比估算可知：DSA 介入手术室内辐射工作人员可能接受的腹部年有效剂量、手部年当量剂量及眼部年当量剂量最大值分别为 2.621mSv 、 22.53mSv 、 2.688mSv ，能够满足本评价采用的辐射工作人员年剂量管理目标值分别不超过 5mSv/a 、四肢不超过

125mSv/a、眼晶体不超过 37.5mSv/a 的管理要求。

②手术室外有关人员辐射年有效剂量估算

本项目 DSA 手术室的屏蔽墙体均能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“有用线束方向 2mmPb 当量、非有用线束方向 2mmPb 当量，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度”的防护要求，在正常治疗条件下，DSA 手术室外辐射工作人员、公众人员的年辐射剂量率小于 0.25 mSv。

11.3.4 机房辐射防护措施评价

本项目 DSA 装置手术室所采取的防护措施与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中有关内容对比分析情况，见表 11-6。

表 11-6 DSA 装置手术室辐射防护措施评价表

序号	《医用 X 射线诊断放射防护要求》 (GBZ130-2013) 中机房防护要求	落实情况
1	机房应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	机房位于医技综合楼四层手术部一站式杂交手术间，其屏蔽墙体、室顶、地板、防护门均满足防护要求，对邻室及周边的人员影响较小，满足要求。
2	对于双管头或多管头 X 射线机机房内最小有效使用面积为 30m ² 、机房内最小单边边长度为 4.5m	DSA 装置手术室的有效使用面积为 73.71m ² ，手术室内最小单边边长度为 8.1m，均满足要求。
3	机房屏蔽防护要求： a) 有用线束方向 2mmPb 当量、非有用线束方向 2mmPb 当量； b) 合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）、顶棚、地板（不含下方无建筑物）应满足相应照射方向的屏蔽厚度。	手术室的有用线束方向与非有用线束方向的墙体厚度均大于 2mmPb 当量，地板、防护门与观察窗的屏蔽厚度同为 4mmPb 当量，满足要求。
4	具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；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。	手术室在摄影条件下，机房外辐射工作人员、公众人员可能受到照射的年有效剂量约束值小于 0.25mSv，满足要求。

5	机房应设有观察窗或摄像监控装置,其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。	手术室设置观察窗和双向对讲装置,便于观察患者状态和与之交流,满足要求。
6	机房内布局合理,不得堆放与设备诊断工作无关的杂物;机房应设置动力排风装置,并保持良好通风。	手术室的布局较合理,设有通风设施通风,满足要求。
7	机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯,灯箱处应设置警示语句;机房门应有闭门装置,且工作状态指示灯和机房相通的门能有效联动。	手术室的防护门外按要求设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯,灯箱处设置警示语句;防护门拟设置闭门装置,且工作状态指示灯和防护门有效联动,满足要求。
8	患者和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。	手术室内均不允许患者、陪护者在机房内候诊,满足要求。
9	介入机房辐射工作人员应配置个人防护用品(包括铅衣、铅颈套、铅帽、铅眼镜、铅手套等);机房内应配置辅助防护设施(包括铅防护围帘、铅吊屏等);接受照射的患者应配置个人防护用品(包括铅衣、铅颈套、铅帽、阴影屏蔽器具等),其数量能满足开展工作需要;防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于0.25mmPb。	拟配备工作人员个人防护用品(包括铅衣、铅颈套、铅帽、铅眼镜、铅手套等,防护铅当量为0.5mmPb)6套,DSA装置自带铅防护围帘、铅吊屏各1套,防护铅当量为0.5mmPb,拟配备患者使用的辅助防护用品3套(成人防护用品防护铅当量为0.5mmPb,儿童防护用品防护铅当量为0.5mmPb),其数量与防护铅当量能够满足开展工作需要。

事故影响分析

1、事故风险识别

DSA射线装置存在的主要辐射风险包括:

①因施工等原因,机房局部屏蔽厚度不能满足辐射安全需要,造成辐射工作人员和公众受照;

②射线装置失灵、损坏或调试和操作失误时,辐射工作人员和患者可能受到误照射。DSA装置工作状态指示灯、紧急开关、电离辐射警告标志等防护设施不完善或失灵,或者防护门发生故障,导致有关人员误入或误停留介入手术室内而超剂量照射。

③DSA介入手术室内辐射工作人员及患者不按要求穿戴个人防护用品,造成超剂量照射。

2、事故风险防范措施

①施工结束后,严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测,如果辐射水平监测结果

表明防护墙外局部出现辐射水平偏高，可适当增加局部防护墙厚度。依据本报告表评价结果来看，本项目辐射工作场所的屏蔽墙厚度均能满足防护要求，假如日后由于施工等原因导致局部屏蔽墙防护能力下降，应及时增加防护厚度。

②制定自检制度且严格进行经常性自检，如发现监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志不够完善或失灵，或者防护门出现故障，应立即补充、修复。

③DSA介入手术室内辐射工作人员及患者须按要求穿戴个人防护用品，否则不允许进入介入手术室内。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、机构的设置

医院以青大附院院发【2014】11 号成立了以王新生为主任委员的放射防护安全管理委员会，明确了委员会工作职责，满足要求。

2、人员配备

本项目 DSA 装置工作场所辐射工作人员 6 人，属新增人员，拟按照《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）的有关要求派遣相关人员参加培训，考核合格后方可上岗，并每四年接受一次再培训。

3、健康管理

医院新增辐射工作人员按人手一支配置个人剂量计，个人剂量计定期进行监测。医院将定期检查和评估辐射工作人员的个人剂量，对相关人员进行定期查体，建立个人剂量档案和健康档案。所有监测资料必须详细记录，并妥善保管，存档备案。

辐射安全管理规章制度

医院已开展相关的放射治疗工作，并制定了相关的辐射管理制度如下：

《安全操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备维修保障制度及医学工程科工作人员安全防护管理制度》、《射线装置及放射源装置使用登记制度》、《辐射工作人员培训计划》、《监测方案》、《放射工作人员健康管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《肿瘤放疗质量保证制度》、《放射卫生档案管理制度》及《放射事故应急预案》等。

上述已制定的辐射管理制度的内容较全面，具有一定的可操作性，大致合理，还应根据实际情况进行完善。

辐射监测

医院拟在本项目 DSA 工作场所配备 1 台辐射监测仪，为职业人员配置个人剂量计，做到人手两支。

医院已制定《监测计划》，建议根据以下内容进行补充完善：

(1)工作场所辐射水平监测

监测项目：X 射线辐射水平；

监测频次：1 次/年，应急状况随时监测；

监测点位：控制室操作位，观察窗，所有防护门，机房四周墙外及相邻房间，以及其他可能受到辐射影响的位置等。

(2)个人剂量监测

操作人员个人剂量监测按 GBZ 128-2016 职业性外照射个人监测规范执行。职业人员应佩戴个人剂量计，定期检查和评估工作人员的个人剂量，对相关人员进行定期查体，建立个人剂量档案。

辐射事故应急

医院已设置辐射事故应急响应机构，制定了《放射事故应急预案》，但方案不尽完善，建议根据如下内容补充完善：

(1)事故应急措施的基本任务为：①立即组织营救受害人员，组织撤离或者采取其他措施保护危害区域的其他人员；②迅速控制事态，并对事故造成的危害进行监测，确定事故的危害区域、危害性质及危害程度；③消除危害后果，做好现场恢复；④查清事故原因，评估危害程度。

(2)发生事故后，立即启动辐射事故应急预案。发生一般事故后，立即封锁现场，迅速查明事故原因，凡能通过切断事故源等处理措施而消除事故的，则以自救为主；发生严重事故后，立即封锁现场，迅速安排受照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治；组织有关人员携带仪器设备赶赴现场进行检测，核实事故情况，估算受照剂量、污染范围和程度，判定事故类型级别，提出控制措施和方案。

(3)发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要的应急措施，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、公安部门和卫生主管部门报告。视事故具体情况，向上级相关管理部门报告。具体辐射事故分级处理和报告制度应严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《突发环境事件信息报告办法》

（环境保护部令第 17 号）及《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》（国家环保总局，环发[2006]145 号）的相关要求，此处不再赘述。

(4)在事故处理过程中，处理事故的应急人员应佩带个人剂量计。为制止事故的扩大或进行抢救、抢修处理事故的应急人员接受超过正常剂量当量限值的应急照射，按照 GB 18871-2002 的规定，一次应急事件全身照射的剂量不应超过职业人员最大单一年份剂量限值的 2 倍。

(5)定期进行事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，详细说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。

表 13 结论与建议

结论

1、青岛大学附属医院现持有山东省环保厅颁发的《辐射安全许可证》（鲁环辐证〔02048〕有效期至 2021 年 8 月 4 日），许可种类和范围为“使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源，使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所”，不涉及黄岛院区。黄岛院区辐射安全许可证正在办理中。本次新增 DSA 装置位于黄岛院区，位于门诊医技综合楼四层手术部一站式杂交室，新购 DSA 装置 1 台，建设 1 座 DSA 装置机房。项目应用于放射治疗，符合实践的正当性。

2、监测表明，黄岛院区周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为 $(0.05\sim0.07)\mu\text{Gy/h}$ ，与当地天然放射性本底水平处于同一水平，属正常辐射环境本底水平。

3、DSA 装置评价结论

(1)项目新建 1 座 DSA 装置机房，位于门诊医技综合楼四层手术部一站式杂交室，位于所处建筑的一端，选址合理；DSA 装置工作场所由控制室、手术室和辅助机房组成，总体布局能够满足使用要求。

(2)DSA 装置手术室采用实体屏蔽，其工作场所拟设置工作状态指示灯、急停开关、双向对讲系统及电离辐射警告标志，能够满足 GBZ130-2013 的标准要求。

(3)经估算，DSA 介入手术室内辐射工作人员可能接受的腹部年有效剂量、手部年当量剂量及眼部年当量剂量最大值分别为 2.621mSv 、 22.53mSv 、 2.688mSv ，能够满足本评价采用的辐射工作人员年剂量管理目标值分别不超过 5mSv/a 、四肢不超过 125mSv/a 、眼晶体不超过 37.5mSv/a 的管理要求；手术室外职业工作人员、公众人员最大年有效剂量辐射均小于本评价采用的 0.25mSv/a 的管理要求。

7、辐射环境风险评价表明，本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，如果防护设施、规章制度和辐射事故应急预案不完善，可对辐射工作人员、公众和周围环境造成辐射危害和放射性污染。本项目在操作过程中严格执行操作规程，严格按照 GB18871-2002、GBZ130-2013 等要求进行管理，定期演习辐射事故应急方案，对发现的问题及时整改，可使项目环境风险影响降至最低。

8、从事辐射活动能力

①医院已成立了放射防护安全管理委员会，编制了相关辐射规章制度，拟购一定数量

的铅衣、铅帽等个人防护用品，配备了个人剂量计。

②本项目 DSA 装置工作场所辐射工作人员 6 人，属新增人员，拟按照《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）的有关要求派遣相关人员参加培训，考核合格后方可上岗，并每四年接受一次再培训。

③医院拟对 DSA 装置辐射工作人员的个人剂量进行定期监测，对相关人员进行定期查体，建立个人剂量档案和健康档案。

④医院拟配备辐射检测仪 1 台。

综上所述，在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施，并严格按照 GB18871-2002、GBZ130-2013 等相关标准的相关规定进行管理的基础上，正常情况下对辐射工作人员和公众人员是安全的，从环境保护角度分析，项目建设可行。

建议

1、必须建立健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

2、严格执行辐射监测计划，发现问题及时处理。

3、定期检查机房门—灯联动、工作警示灯、闭门装置等，确保正常工作，避免无关人员误入机房。

4、做好辐射工作人员和再培训，建立健全辐射防护工作档案，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、健康查体和辐射防护检测等资料要分开保管并长期保存。

5、DSA 工作场所的辐射工作人员在工作过程中须穿戴好铅衣、铅颈套、铅帽、铅防护眼镜、铅手套等个人辐射防护用品，须在铅防护围帘、铅防护吊屏后进行操作，尽量降低受照剂量。

6、按照辐射事故应急方案和报告制度的要求，定期进行熟练演习。

7、医院应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善。

8、若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护措施等发生重大变动，应及时向环保部门汇报，经同意后方可继续建设或运行。

9、项目建成后，应按照关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的要求开展竣工环境保护验收。

表 14 环境信息公开

为使公众了解本项目建设及其对环境保护方面的意见，根据《关于印发<建设项目环境影响评价信息公开机制方案>的通知》（环发[2015]162 号）规范要求，于 2018 年 8 月在对外网站上进行了《青岛大学附属医院新建 DSA 装置项目环境影响报告表》全本公示。环评报告公示网页网址：

在环境影响报告表全本公示后，尚未收到公众的电话、书面信件或其它有关对本项目环境保护方面的反馈意见。

表 15 审 批

下一级环保部门意见

经办人

公 章
年 月 日

审批意见

经办人

公 章
年 月 日

附图 1-1



图 1-1 青岛大学医学院附属医院黄岛院区地理位置图



图 1-2 青岛大学医学院附属医院黄岛院区周边社会关系图（卫星图片）

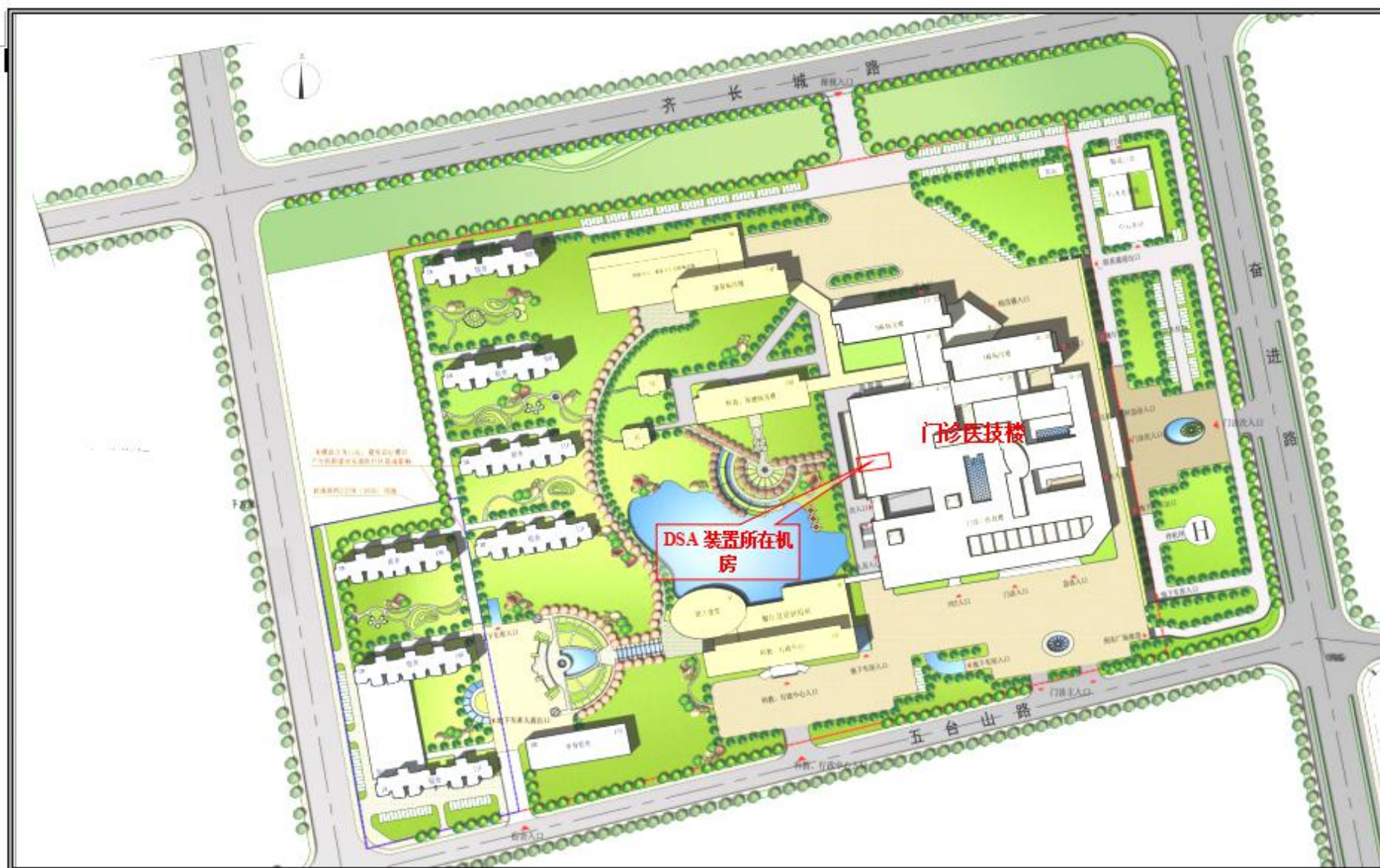
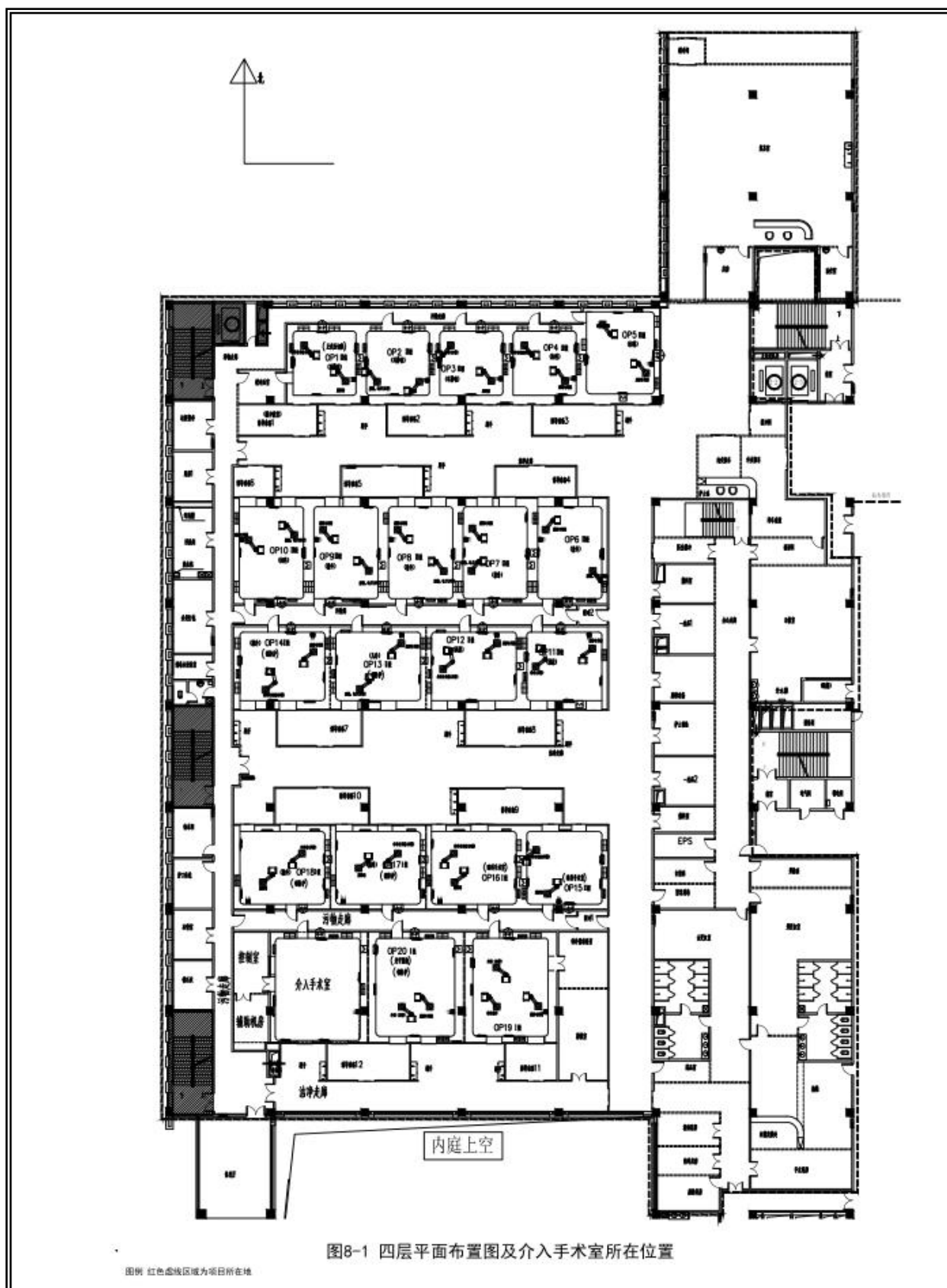


图 1-3 青岛大学医学院附属医院黄岛院区平面布置



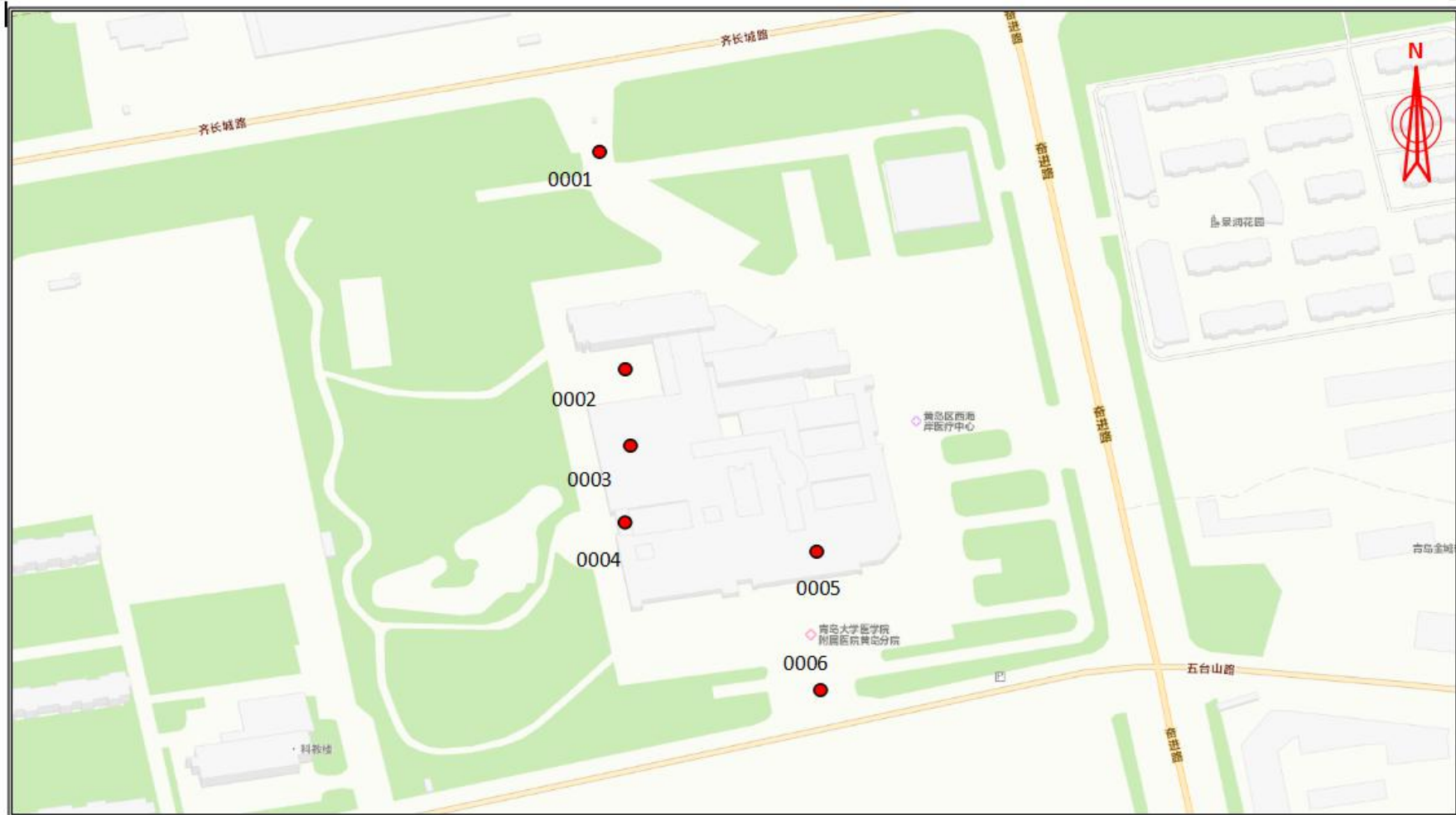


图 8-2 监测点位图