

上海交通大学医学院附属新华医院
新增 DSA 装置使用及医院电子直线加速器机房改造项目
主要环境影响及预防或者减轻不良环境影响的对策和措施

建设单位：上海交通大学医学院附属新华医院

编制单位：上海国核科技发展有限公司

2024 年 6 月

上海交通大学医学院附属新华医院

新增 DSA 装置使用及医用电子直线加速器机房改造项目

主要环境影响及预防或者减轻不良环境影响的对策和措施

1. 项目概况

新华医院在 27 号楼（小儿外科临床医学中心）B2 层放射治疗 1 机房内现有一台最大能量 20MeV（最大 X 能量为 10MV）的 Elekta synergy Platform 型医用电子直线加速器，该加速器环评文件于 2013 年 9 月 18 日由原上海市环境保护局以沪环保许辐[2013]166 号予以批复，并于 2020 年 5 月 26 日通过自主竣工环保验收，目前正常使用。

现为更好地为患者提供医疗服务，改善医院医疗设备设施条件，新华医院拟将该 Elekta synergy Platform 型医用电子直线加速器进行退役后，对该机房进行局部改造，改造后的机房内拟设置 1 台最大 X 射线能量为 10MV 的 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器。主要改造为在原屏蔽墙体上增加铅防护，更换机房屏蔽门。

因介入手术业务发展需求，新华医院拟将 19 号楼（医疗保健综合楼）1 层屈光手术室改造为数字减影血管造影机房（DSA 机房），新增 1 台 DSA 装置，并按照医疗需要配套相关工作用房和设施进行改造。

医用电子直线加速器的具体参数见表 1，DSA 装置相关参数见表 2。

表 1 医用电子直线加速器设备参数情况

名称	型号	加速粒子	数量 / 台	最大 X 射线能量 /MV	最大电子线能量 /MeV	最大泄漏率	射野范围 /cm	主束夹角 /°	等中心 1m 处射线最大剂量率 /cGy min ⁻¹	用途	年最大作业次数	装置类别	工作场所
医用电子直线加速器	Elekta Infinity	电子	1	10	12	0.1%	40×40	28	1400 cGy min ⁻¹ (6MV) 2200 cGy min ⁻¹ (10MV)	放射治疗	12000	II 类	27 号楼 B2 层放射治疗 1 机房 (B205A)

注：本项目依托 27 号楼 B2 层现有模拟定位 CT 机房进行患者治疗前的肿瘤定位工作，该设备已纳入辐射安全许可证管理。

表 2 本项目 DSA 装置基本情况

设备名称	型号、厂家	装置类型	数量 (台)	最大管电压/管电流 (kV) / (mA)	年最大手术次数 (次/a)	用途	所在机房	机房面积 (m ²)
数字减影血管造影装置 (DSA)	Azurion 7M12 (C)	II 类	1	125/1000	500	介入手术	19 号楼医疗保健综合楼 1 层 DSA 机房	41

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部第 16 号令）以及上海市生态环境局关于印发《〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉上海市实施细化规定（2021 年版）》的通知（沪环规〔2021〕11 号），本项目涉及“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目-使用 II 类射线装置”，需编制环境影响报告表。

2. 辐射安全与防护分析

（1）选址布局合理

本项目改建医用电子直线加速器机房位于医院 27 号楼 B2 层东南角。机房东侧为实土层、南侧为实土层，西侧为水冷机房和排风竖井，北侧为控制室、控制室前室、人防预留连通口，顶部为生活热水泵房，底部为实土层。

本项目新建的 DSA 机房位于医院 19 号楼 1 层。机房东侧为楼梯、南侧为准备和术后休息室，西侧为控制室和库房，北侧为设备间、缓冲间和污物间，顶部为诊室和走道，底部为设备夹层。

本项目周围除了病人、放射工作人员外，无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，从布局上看，本项目设计较为合理。

（2）辐射分区

1) 医用电子直线加速器

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），对本项目放射治疗场所相关区域进行辐射分区管理，具体如下：

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

本项目将医用电子直线加速器机房内为控制区，在治疗作业过程中，除病人外，机房内不得停留任何人员。

监督区：与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区。

本项目将医用电子直线加速器机房控制室、水冷机房、排风竖井、控制室前室、人防预留连通口等房间设为监督区。在治疗作业过程中，上述区域仅允许放射工作人员进入，其他无关人员不得入内，该区域不可作为候诊使用。

2) DSA

当 DSA 装置在开展作业时，其辐射分区如下：

①机房内部为控制区，在透视作业过程中，除病人及负责介入手术放射工作人员外，不允许其他无关人员进入及停留；在摄片作业过程中，除病人外，不允许其他无关人员进入及停留；

②机房控制室、库房、设备间为监督区，仅允许放射工作人员进入；

③其他区域对人员活动不作限制。

（3）三废治理和控制

1）废气

本项目电子直线加速器机房设置强制排风系统，机房采用全排全送的通风方式，机房排风口设在机房东侧下部，进风口设在机房西侧上部，进风口与排风口位置形成对角设置，这样上送下出的送排风形式形成了更好的气流组织，避免送排风的短路；废气经过排风管道收集后引至楼顶东侧排放，高度不低于 40m，排放口人员不易到达，周围避开门、窗或人流较大的过道等位置，排风口的设置可以满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中排气口设置在远离门、窗、人流较大过道的位置；机房设计排风风量 2000m³/h，本项目机房自由容积约 242m³（含迷道），该通风系统在 1h 内可以使机房内换气大于 8 次，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中对治疗室的换气次数要求：“通风换气数不小于 4 次/h”。

本项目 DSA 射线装置工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧及氮氧化物也较少，且本项目 DSA 机房设有通风系统，确保机房内良好通风。

2）废水

本项目射线装置在运行过程中无废水排放。本项目放射工作人员均为现有放射工作人员，不新增生活污水，产生的生活污水将纳入医院现有污水处理站处理后纳入市政污水管网排至上海友联竹园第一污水处理投资发展有限公司（竹园第一污水处理厂）。

水冷机组用于给加速器装置在运行时进行降温，水冷系统的循环水使用去离子纯水，循环水不进行更换或排放，不产生废水。医用电子直线加速器水冷系统若发生故障或维修，会产生少量放射性活化冷却废水排放，且加速器在 10MV 以上运行时，冷却水因活化会产生少量放射性；采用专用收集桶，在机房内设备间中暂存衰变一段时间后监测，如果低于豁免水平后可作为普通废液进去医院现有污水处理站处理，并做好存档记录；如果无法达到豁免水平，委托有资质企业进行固化后作为放射性废物处置。

3) 固体废弃物

医用电子直线加速器废靶：交由供应商回收，若回收时上门检测存在放射性超标，则暂存在机房内部设备间中的专用屏蔽容器中，容器外表面明显位置张贴电离辐射标志，记录应当至少包含废物类别、重量（或体积）、所含核素名称、暂存起始日期、台账登记号（应确保与台账建立对应关系）、贮存人姓名。做好双人双锁措施，并放置在监控系统可观察范围内。废靶经衰变后仍超出清洁解控水平的，送交有资质的单位收贮，低于清洁解控水平的由厂家回收，并做好存档记录。若回收时检测存在放射性超标，则暂存在机房内部设备间中，待解控后交由有资质单位收贮。

本项目射线装置正常运行期间固废主要为手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等手术期间的医疗废物，属危险固废（废物类别：HW01 医疗废物，废物代码：841-001-01、841-002-01、841-003-01、841-004-01、841-005-01），单台手术医疗废物产生量约 2kg，按年 500 台手术计（DSA 年预计总手术量），则本项目医疗废物产生量约 1t/a，医疗废物经收集后与医院其他医疗废物暂存于医院医疗废物暂存点内，定期委托危废资质单位安全处置。

本项目均为现有放射工作人员，不新增生活垃圾，产生的生活垃圾由环卫部门定期清运。

4) 噪声

本项目的噪声源主要为机房的通排风系统、空调外机及水冷机组运行时产生的噪声。本项目直线加速器改造项目涉及的通排风系统、空调外机以及水冷机组均为现有噪声源，本次改造项目不新增噪声源。对于新增 DSA 机房，本项目选用低噪声设备，安装时采取减震基础，通过合理布局、建筑隔声等措施降低噪声源对周边环境的影响；经距离衰减后项目噪声可满足《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）标准的要求，噪声对周边影响很小。

3. 环境影响分析

（1）建设期

本项目建设期主要是对场所房间内进行装修，所产生的污染均得到有效控制，并且建设期短，施工量小，对周围环境影响较小，且影响在项目施工结束后消失。

（2）运行期

计算、分析结果表明，本项目医用直线加速器机房外剂量率能够满足《放射治疗机

房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)中限值要求。本项目 DSA 机房采取屏蔽措施后，机房周围剂量率均可满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)、《医用 X 射线诊断机房卫生防护与检测评价规范》(DB 31/T 462-2020)规定：“在距机房屏蔽墙外表面 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h”要求。

本项目直线加速器操作时所导致放射工作人员年剂量和从事介入手术的职业人员年受照剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)规定的剂量限值(20mSv/a)以及剂量约束值(5mSv/a)。

本项目电子直线加速器操作和 DSA 机房所致周边公众年剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)规定的公众照射剂量限值(1mSv/a)及公众照射剂量约束值(0.1mSv/a)。

4. 辐射安全管理

本项目设立辐射安全与环境保护管理机构，并建立完善的辐射安全管理规章制度，制定《放射事件应急预案》，同时配备相关的辐射防护及监测设备，确保同位素使用过程中的人员安全。

5. 可行性及代价利益分析

本项目建成后具有良好的治疗效果和社会医疗价值，采取合理屏蔽防护后，其造成的辐射危害很小，该项目对社会带来的利益足以弥补其可能造成的辐射危害，综上，本项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中辐射防护“实践正当性”的要求，且选址、布局合理，因此，该项目是正当可行的。

6. 总结论

综上，在认真贯彻执行国家有关环境管理的法律、法规和国家标准，严格实施本项目评价工作提出的环境污染控制措施和加强管理的前提下，本项目的建设可以带来良好的社会价值，不会对周围环境带来不可接受的环境影响，从辐射安全和环境保护的角度上来评价是可行的。