

用于 FLASH 放疗剂量测量的低气压电离室研制

Tuesday, 16 July 2024 16:20 (20 minutes)

目的: 在 FLASH 放疗条件下 (40 Gy/s) 传统空气电离室 (IC) 的离子复合重组效应明显增强, 其修正因子明显高于常规放疗。这一事实使得该系统不适合用于超高剂量率下 FLASH 放疗剂量学特征的描述。因此, 设计、开发及测试一种可用于超高剂量率 (UHDR) 传送的低气压电离室进行在线测量以得到最小的复合重组效应。

方法: 作为一个概念的证明, 通过蒙特卡罗 (MC) 方法对电离辐射产生的电子离子对进行模拟优化探测器的设计。研制了在线大面积低气压电离室, 并在不同的高脉冲剂量率下进行了测试。利用兰州重离子加速器国家实验室浅层重离子束生物辐射终端 (HIRFL-TR4) 进行超高剂量率下的被动扫描碳离子 FLASH 辐照监测的验证工作。实现了最高剂量率达 50 Gy/s 的电离室输出信号与剂量呈线性的关系。

结果: 通过降低电离室气隙气压的方法, 结果显示当气压为 845 mbar (大气压情况) 和 80 mbar, 均出现严重的复合效应。将气压降低到 10 mbar 情况下, 与 QA 法拉第筒进行标定校准有良好的线性 (偏差小于 2%), 未出现明显复合效应, 同时也证明了该电离室灵敏度与剂量率无关。最后在低剂量率情况下, 使用 PTW Roos 型号电离室对其进行剂量标定, 结果有良好的剂量线性, 其最大偏差小于 1%, 符合 IAEA TRS-398 准则规定。

结论: 在高剂量率碳离子辐照情况下, 低气压电离室剂量学特征被验证。目前的研究结果表明, 该探测器适用于碳离子束在线剂量学测量, 并且可忽略对高传能线密度 (LET) 和剂量率的依赖性。该套探测系统可以为重离子束的 FLASH 提供临床前的实验提供支撑, 能够为重离子的 FLASH 治疗提供准确科学的剂量监测系统, 为 FLASH 放射治疗的生物物理学机理研究也提供有力保障。

关键字: FLASH 放疗; 超高剂量率; 剂量学; 电离室; 饱和效应

Primary author: 郎, 新乐 (中国科学院近代物理研究所)

Co-authors: Mr 罗, 发明 (中国科学院近代物理研究所); Prof. 毛, 瑞士 (中国科学院近代物理研究所); Prof. 徐, 治国 (中国科学院近代物理研究所); Prof. 胡, 正国 (中国科学院近代物理研究所)

Presenter: 郎, 新乐 (中国科学院近代物理研究所)

Session Classification: 第十二届全国先进气体探测器研讨会 (CAGD4)

Track Classification: 气体探测器