



· 综合医学 ·

# 多种减方差技术在电子辐照加速器屏蔽计算中的组合应用效果评估

陈政璇 肖德涛\* (南华大学 湖南衡阳 421001)

**摘要:** 目前, 随着科学技术的不断发展, 研究人员对减方差技术的研究不断深入, 越来越多的减方差技术得到有效验证。减方差技术一般应用于辐射防护、核医学、核探井等领域, 其主要是用于解决深穿透问题的方法, 据统计, 已经得到确认的减方差技术有 FZA 和 ASAP 两种。当前减方差技术的研究基本都以简单理论几何模型为基础, 缺乏对实际复杂模型的研究认定。因此, 我们将运用实际应用的电子辐照加速器, 使其成为研究实际减方差技术的几何模型, 并在实验后得到的屏蔽后剂量作为计算标的。对电子和不同辐照物质相互作用时, 他们所产生的次级光子能量谱和方向谱的结果进行差异对比, 对多种减方差技术的实际效果进行研究, 为选择比较实用的减方差技术提供依据。

**关键词:** 减方差技术 电子辐照加速器屏蔽计算 组合应用效果评估

**中图分类号:** TL50 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-5187(2018)07-374-02

本论文主要分析不同种类的减方差技术在电子辐照加速器屏蔽计算中的组合应用效果。目前的大部分研究主要针对深穿透问题, 构建简单的几何结构等, 侧重于理论分析而缺少在实际应用中的指导<sup>[1]</sup>。本论文主要研究多种减方差技术在电子辐照加速器屏蔽计算中的组合应用效果, 评估这些组合在实际应用问题中的计算效果, 找出快速、有效的减方差技术组合方案, 为研究人员提供便利。

## 1 一般减方差技术简介

解决深穿透问题的关键是测试出合适的减方差技术, 下面是 IMP、源偏倚、指数衰减、DXTRAN 球、分步输运法、权重窗等七种减方差技术的基本方法:

### 1.1 几何重要性抽样函数 (IMP)

利用 IMP 卡, 在每个栅元设置一个关键点, 使粒子在栅元间进行输运, 并控制其频率, 使粒子进入吸引它的栅元, 不断促进粒子分裂, 粒子的基数变大, 计数区内便会进入更多的粒子; 对粒子没有吸引力的栅元, 粒子进入的非常少, 对其进行抽样检测<sup>[2]</sup>。

### 1.2 源偏倚

能量、角度、时间等能量的偏倚即源偏倚, 这种方式是通过偏倚源变量进行抽样, 样本为具有吸引力区域的粒子。以此偏倚为抽样, 进行一个粒子概率分布的统计, 如果源的真实分布不是此概率分布, 作为样本的粒子的权重 = 真实分布概率 / 偏倚概率分布的值, 计算结果则没有偏差, 总权重最终守恒<sup>[3]</sup>。

### 1.3 指数衰减

在原物理过程中, 通过设计一个伪截面替代真实截面, 实现粒子输运过程中与原物理过程中真实截面指向相应方向, 再对粒子的权重进行调整。

### 1.4 分步输运法

在粒子运送一段距离后, 计算粒子在能量、时间等变量的分布情况, 从这些分布函数中再次抽样, 使这些粒子进入下一步的输运, 抽样的源粒子数增多, 抽样统计涨落随之降低。

### 1.5 DXTRAN 球

DXTRAN 球外粒子在每次碰撞之后, 都会产生一个 DXTRAN 粒子, 这些粒子以确定概率散射的方式, 分布在 DXTRAN 球表面, 他们分布在其表面时, 并不会相互发生碰撞, 按确定性输运进行权重的计算<sup>[4]</sup>。这个方法希望使大多数粒子引到具有吸引力区域附近, 增加粒子对具有吸引力区域产生贡献值。

### 1.6 权重窗

在空间或能量下, 建立多个权重区间, 以实现减方差。

粒子权重 > 权重窗上限, 粒子进行分裂; 粒子权重 < 权重窗下限, 对粒子样本进行轮盘赌, 以达到每个粒子的权重都在权重窗以内, 实现不符合权重的粒子的去除, 从而减少所带来的误差<sup>[5]</sup>。

### 1.7 点探测器计数

在 MC 中也称为下次事件估算 (ANext-event Estimator), 其主要使用指向概率法计算粒子对探测器的贡献。

## 2 不同减方差技术在电子辐照加速器屏蔽计算中组合应用的分析

### 2.1 单个常规减方差技术

单个减方差技术的缺点在于其相对误差大、计算平均值差别大, 其结果的可信度低。效率最高的减方差技术是分步输运计算, 对比无减方差技术的计算时间缩短了近 7 倍, 其原理是通过分步输运使电子打靶得到的光子谱再次输入后作为新的源, 减少电子打靶数, 提高计数效率、增强结果可信度, 减少计算时间。DXTRAN 球产生的 DXTRAN 粒子以指定的概率, 在测试时对计数做出明显贡献, 探测器的抽样则会提高, 计数误差就会减小, 分步输运在该深穿透问题中有最明显的减方差效果。

### 2.2 组合常规减方差技术

分步输运结合另外一种减方差技术, 据可靠研究表明, 源偏倚相对误差最小, 几何分裂、指数衰减和 DXTRAN 球的相对误差皆小于源偏倚; 分步输运和源偏倚组合其它减方差技巧, 计算平均值稳定相对误差小。从计算时间来看, 不同的减方差技术产生不同计算时间, 且他们间差距较大。

### 2.3 权重窗减方差技术

在分步输运和源偏倚的基础上, 使用权重窗减方差, 两者结合。输入权重窗结果后, 计算结果平均值相对稳定, 可信度高且计算时间明显降低。

综上, 分步输运和源偏倚相对于其他常规减方差技术优势明显; 权重窗与常规减方差技术相比, 缩短计算时间, 提高计算效率; 权重窗的产生与几何分裂相比, 客观性强, 对研究人员的干扰因素小, 但单个的减方差技术皆不如两者结合的效果好。

## 3 不同组合应用的效果评估

随着电子辐照加速器的广泛应用, 要求对多种减方差技术在电子辐照加速器屏蔽计算中的组合应用效果有全面、清晰的认识。本论文列举出多种减方差技术在电子辐照加速器屏蔽计算中的组合, 对比他们在电子辐照加速器屏蔽计算中的应用效果。分步输运和源偏倚和几何分裂、DXTRAN 球和指数衰减组合使用时, 能够使计算误差降到最低, 进而提高测试结果的可信度; 权重窗、分步输运和源偏倚作为基础, 与其它减方差技术相结合, 对实际应用中复杂模型的深穿透问题有更加有效的评估。因此, 对多种减方差技术在电子辐照加

(下转第 376 页)

第一作者: 陈政璇, 女, 籍贯: 常德, 所在科室及职务: 放射卫生科, 初级, 最高学历: 本科, 研究方向: 核技术相关。

\* 通讯作者: 肖德涛, 男, 籍贯: 湖北钟祥, 最高学历: 博士研究生。



### 3.2 提供技术指导

早期喂乳时,为防止早产儿发生低血糖。出生后先喂些糖水,再喂乳。一般后半部分乳汁蛋白质含量较高,多数早产儿,吸收能力差,胃口小,不能吸光乳房内的乳汁,因此无法吃到后半部分乳汁而营养不良,这种情况,早产儿母亲可以先挤出前半部分乳汁,保留后半部分乳汁供早产儿吮吸,这样可以保证摄入足够的蛋白质和脂肪<sup>[7]</sup>。对于出生体重<1500g的早产儿,其不能吮吸及吞咽反射能力差,母亲要按时挤出乳汁,需要在保持一定温度奶温情况下,用小勺滴管或鼻饲来喂养。早产儿吃奶速度慢,母亲要保持耐心,保留一定停留时间,吃数秒钟后,暂停一会让宝宝休息一下,等数秒后再继续吃。这样可以降低吐奶的发生率。如果早产儿在喂养初期不能直接吮吸乳房,需借助手或机械吸奶器将奶尽早挤出,吸乳前先湿热敷一下乳房,促进循环血流量,促进泌乳。研究报道,住院期间用吸奶器吸奶时应在第1周内逐渐增加吸奶时间,随着泌乳量的增多,逐渐增加吸奶频率。双侧吸乳器同时抽吸双侧乳房,既可以节省吸乳时间,又促进了泌乳激素的释放,总产乳量较单乳吸乳器明显增多。当乳汁吸出后应直接喂哺早产儿,若有剩余将其储存在冰箱内,并正确标记日期,母乳在室温下可保存4h,在冷藏条件下可保存48h,在冷冻条件下可保存6个月,使用时可按放入时间先后,依次取出,并使用温水加热。

### 3.3 使用母乳强化剂

母乳强化剂是包含蛋白质、碳水化合物、矿物质(钙、磷、铁、锌、锰、镁、铜)、微量元素以及维生素和电解质等多种营养素的一种营养强化剂。任何配方奶都不能替代母乳具有的营养、免疫和代谢方面的优势,但在泌乳后期,母乳营养水平明显降低,以致不能满足早产儿生长发育的需求。对此,美国儿科学会推荐母乳喂养的早产儿使用母乳强化剂(human milk fortifier, HMF),既能使早产儿获得母乳喂养的益处,又能满足其快速生长发育的营养需求<sup>[8]</sup>。

### 3.4 其他措施

研究发现,有利于成功母乳喂养的策略还有:不限制早产父母探视次数;鼓励母婴皮肤直接接触;不用奶瓶喂养早

产儿以及鼓励家庭、社会为早产母亲提供情感支持等。

### 4 小结

母乳喂养对NICU早产儿的益处已被大量研究证实。但由于早产儿的自身特点、母亲身心因素、母婴分离、和哺乳知识缺乏等因素,使母乳喂养面临巨大挑战,严重影响了早产儿母乳喂养的成功率,正确的教育引导方式和积极的支持策略对于帮助早产儿母亲建立信心,强化母乳喂养的优势及合理的喂养措施,对保证母乳喂养成功至关重要。

### 参考文献

- [1]王丹华.呵护早产儿从母乳喂养开始[J].临床儿科杂志,2012,30(3):201-203
- [2]Meier PP, Engstrom JL, Patel AL et al.Improving the use of human milk during and after the NICU stay [J].Clin Perinatol,2016,37(1):217-245.
- [3]Sullivan S,Schanler RJ, Kim JH,et al.An exclusively human milk-based diet is associated with a lower rate of necrotizing enterocolitis than a diet of human milk and bovine milk-based products [J]. J Pediatr, 2017, 156(4): 562-567.
- [4]Meier PP, Patel AL, Bigger HR, et al.Supporting breastfeeding in the neonatal intensive care unit: Rush Mother's Milk Club as a case study of evidence-based care [J].Pediatr Clin North Am,2016,60(1):209-226.
- [5]Yildiz A,Arikan D.The effects of giving pacifiers to premature infants and making them listen to lullabies on their transition period for total oral feeding and sucking success[J].J Clin Nurs,2016,21(5-6):644-656.
- [6]Kuschei P.Protein supplementation of human milk for promoting growth in preterm infants[J].Pediatrics,2016(1):36-39.
- [7]Schanler RJ.Human milk supplementation for preterm infants[J].Acta Paediatrica supplement,2015,94(449):64-67.
- [8]Geraghty SR,Khoury JC,Kalkwarf HJ.Comparison of feeding among multiple birth infants[J].Twin Research and Human Genetics,2014,7(6):542-547.

(上接第372页)

综上所述,随着近些年临床药品种类的不断丰富,为药房药品调配工作提出了更高的挑战,因此每一位药房药品调配人员都需要认清自身的责任,规范化的开展药房药品调配工作,这样才能更好的为患者生命安全提供保障,从而推动我国医院事业进一步发展,确保医院药品调配的科学性,提高医院药房的服务质量。

### 参考文献

- [1]赵志华.住院药房药品调配常见差错原因分析及防范措施

[J].临床医药实践,2016,25(05):362-363.

- [2]陈春玲,朱华,许建国.缩短住院药房药品调配时间的品管圈活动实践[J].中国药业,2016,25(06):72-75.
- [3]张洪波,姚惠.浅析门诊药房药品调配差错及防范措施[J].中华全科医学,2012,10(11):1792-1793.
- [4]周末.采用“品管圈”方法减少病区药房药品调配差错件数的应用[J].中国现代药物应用,2012,6(17):129-130.
- [5]张雷.完善病区药房药品调配管理提高药学服务水平[J].中国医药管理杂志,2011,19(01):79-80.

(上接第373页)

### 参考文献

- [1]庄敏,郑蕴欣,陈颖.过氧化氢低温等离子体灭菌器在医院临床应用现状和发展趋势[J].中国医疗器械杂志,2016,40(01):55-57.
- [2]高秀琼.过氧化氢低温等离子体灭菌器在手术室的应用[J].

职业卫生与病伤,2015,30(01):46-47.

- [3]庄水华.过氧化氢低温等离子体灭菌质量管理及灭菌效果监测[J].中国消毒学杂志,2013,30(02):197-198.
- [4]陈雪玉.过氧化氢低温等离子体灭菌技术应用于腹腔镜器械的灭菌研究[J].中国社区医师(医学专业),2011,13(08):164-165.

(上接第374页)

速器屏蔽计算中的组合应用效果进行精确评估是目前研究人员研究方向的重中之重。

### 参考文献

- [1]崔甜甜,张书源,孙亮,等.多种减方差技术在电子辐照加速器屏蔽计算中的组合应用效果评估[J].核技术,2018,37(3):21-35.
- [2]郑芳,陈志,徐榭.电子辐照加速器屏蔽墙中预埋管道倾角对

辐射防护性能影响的蒙特卡罗计算[J].辐射防护,2017,37(1):27-33.

- [3]聂星辰,李佳,赵平辉,等.深穿透屏蔽计算中MCNP减方差技巧应用及比较[J].核电子学与探测技术,2016,36(7):729-733.
- [4]李新梅,郑华庆,郝丽娟,等.网格视窗减方差技术及其在聚变堆屏蔽分析中应用研究[J].核科学与工程,2017,37(4):577-582.
- [5]聂星辰,李佳,赵平辉,等.蒙特卡罗模拟CFETR中子输运计算中的全局减方差方法应用及对比[J].核技术,2016,39(3):38-43.