

---

# 3.5分钟出方案！AI破解鼻咽癌放疗难题

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39877.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

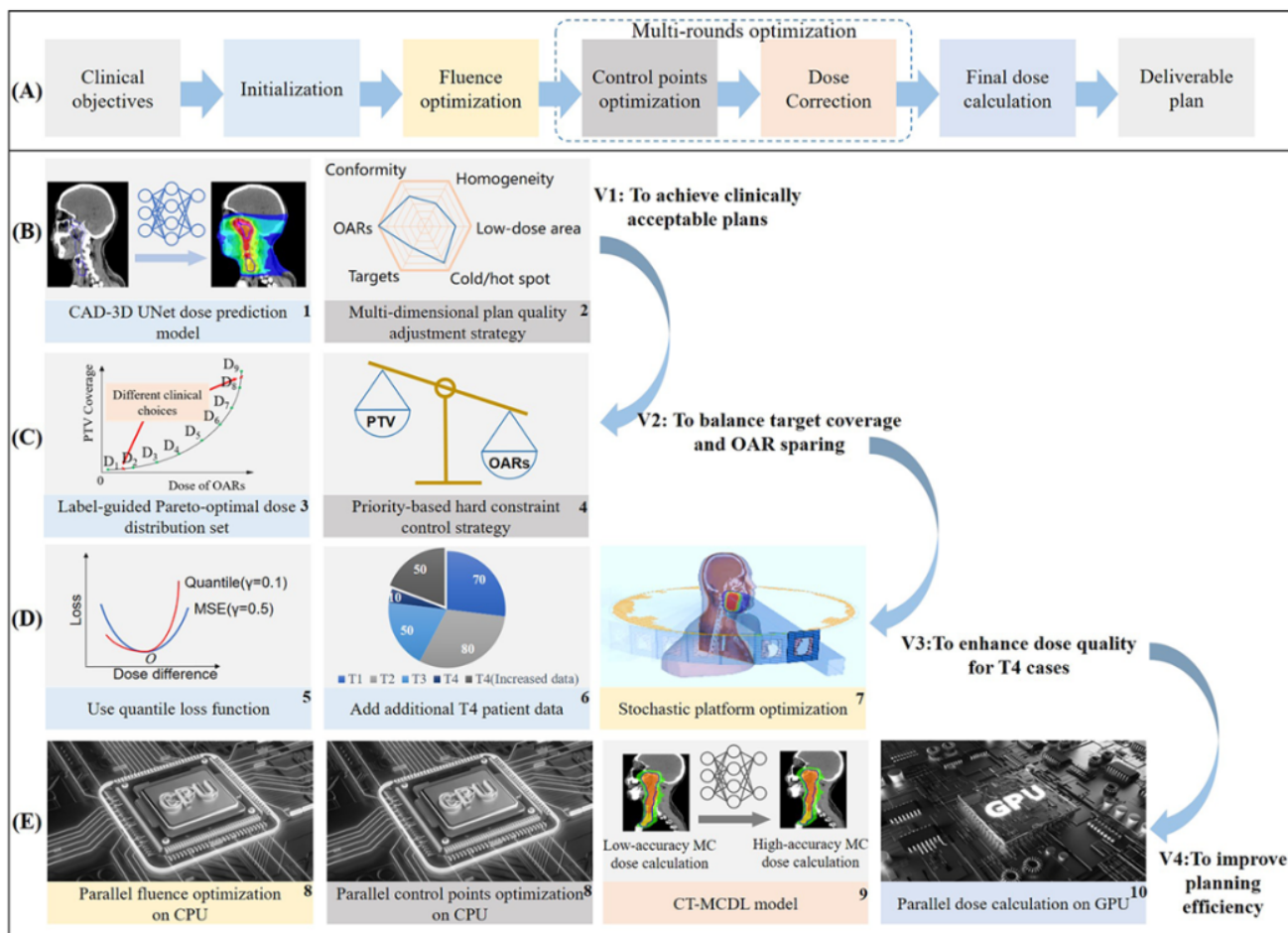
**3.5分钟出方案！AI破解鼻咽癌放疗难题。**鼻咽癌因解剖位置深、邻近脑干、视神经、腮腺等关键结构，放疗计划设计极为苛刻——既要精准覆盖肿瘤，又要严格保护正常组织，是公认的难啃骨头。如今，借助人工智能（AI），鼻咽癌放疗方案无需数小时人工调试，即可高效生成。

近日，中山大学肿瘤防治中心孙颖教授、周冠群主任医师团队联合浙江省肿瘤医院姜锋教授团队、湖南省肿瘤医院倪千喜教授团队，针对一站式（All-in-one）在线放疗中质量与效率难以兼得的瓶颈，成功构建并系统验证了一套面向鼻咽癌的AI自动计划模型。相关成果发表于《类生命系统》。

论文共同通讯作者孙颖对《中国科学报》表示，该研究基于大规模临床数据开展模型迭代优化，通过多中心回顾性评估及真实世界前瞻性临床应用验证，实现了在3.5分钟内稳定生成高质量放疗计划的核心突破。

## 鼻咽癌放疗计划设计的困境

在肿瘤放疗临床中，一站式在线放疗将模拟定位、靶区勾画、计划设计与治疗整合为一个在线 workflow，使患者放疗等待时间从2-3周缩短至30分钟，有效降低了等待期间因解剖变化导致的放疗误差。



AI自动计划模型的迭代架构与技术演进。研究团队供图，下同

放疗计划的本质是为每位患者定制攻击地图——高效杀灭肿瘤，同时保护脑干、晶状体、脊髓等正常器官。多数癌种的计划可在数十分钟至数小时内完成，但鼻咽癌毗邻众多关键结构，靶区形状不规则、剂量约束严苛，一份理想计划常需数小时甚至数天。

传统手工计划的质量完全依赖物理师经验，患者等待期间肿瘤可能进展。近年来，一站式在线放疗新模式将总等待时间压缩至约30分钟，但鼻咽癌复杂的计划设计仍是主要堵点。

如何满足在线 workflow 对速度和质量的双重要求，是当前核心痛点。

为此，研究团队基于AI建立了鼻咽癌自动计划流程：效率层面，通过AI自动优化策略快速生成计划；质量层面，借助AI模型驱动的理想剂量分布预测与标准化优化路径，确保输出质量与一致性。

#### 四个版本打怪升级

论文共同第一作者、中山大学肿瘤防治中心放疗科物理师王光宇表示，经过全方位技术优化升级，该AI自动计划模型实现实力蜕变。依托高效运算模块与智能加速技术，如今仅需3.5分钟即可快速产出一份高标准、高质量的鼻咽癌放疗计划，告别人工反复调试的繁琐流程。

---

据介绍，该模型历经4个版本系统性迭代，逐步攻克了计划质量、鲁棒性与计算效率三大挑战。

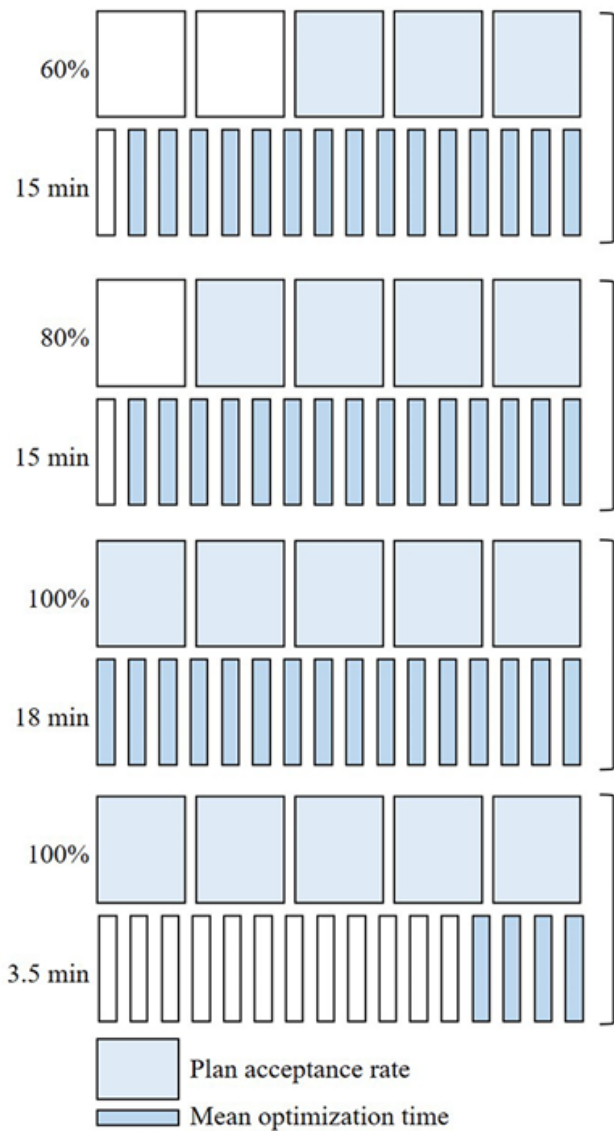
V1（基线模型）：构建以CAD-3DUNet为核心的剂量预测网络，结合多维度计划质量调整策略，实现基础自动计划生成，临床接受率为60%。

V2（质量优化）：引入标签引导的Pareto最优剂量分布选择机制及基于优先级的硬约束控制策略，实现靶区覆盖与危及器官保护的智能权衡，一次优化后计划接受率提升至80%。

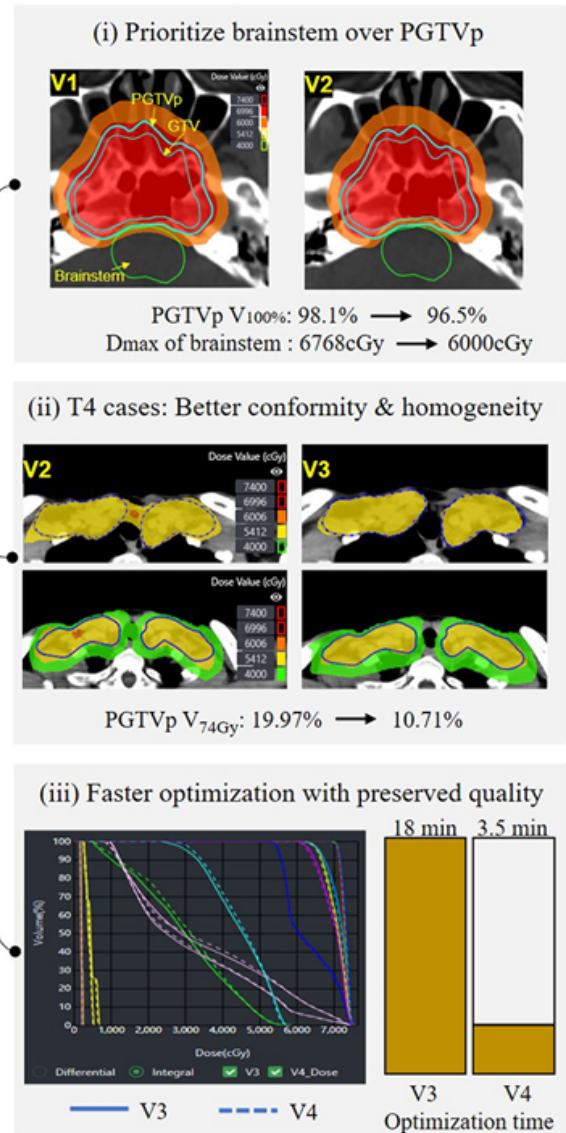
V3（复杂病例攻坚）：针对T4期高难度病例，引入分位数损失函数提升预测鲁棒性，扩充50例T4期训练数据，并以随机平台优化替代传统FMO算法，改善剂量适形度与均匀性。

V4（效率提升）：面向在线工作流进行加速改造——部署CT-MCDL模块实现快速蒙特卡洛剂量估算，引入CPU并行优化与GPU加速，将平均优化时间从15-18分钟压缩至3.5分钟，具备实时临床部署能力。

(A) Plan acceptance rates and efficiency across versions (20 patients)



(B) Case examples of version-wise improvements



AI自动计划模型的性能演进。

论文共同通讯作者周冠群指出，该模型以临床需求驱动-算法迭代-量化提升为主线，每一版本改进均有明确的临床问题对应，并经标准化指标验证，形成了透明可解释的演进路径。这一框架可迁移至其他病种或AI辅助放疗任务，为智能放疗系统的规范化研发与评估提供了参考。

### 三重验证提供硬核证据

研究过程中，我们通过临床三层验证，确保AI计划模型可靠落地。周冠群介绍，该研究纳入来自训练中心以及4家外部独立中心的共计245例患者，覆盖T1至T4各分期，系统评估AI自动计划模型的跨中心泛化能力。

第一层：多中心回顾性基准测试。纳入来自训练中心及4家外部独立中心的245例患者，覆盖T1-T

---

4各分期。结果显示，AI计划在剂量分布上优于或不劣于各中心专家人工计划，且具有更高的稳定性与一致性。模型无需本地数据微调，即可跨越不同成像协议、勾画习惯与剂量处方方案实现稳定运行，为多机构推广应用提供了可行性依据。

第二层：前瞻性临床验证（全球最大规模）。前瞻性连续纳入242例接受一站式在线放疗的鼻咽癌患者，在真实临床环境下评估系统性能。结果显示：各靶区平均覆盖率超过99%，各危及器官受量均控制在临床限值以内，单次优化临床接受率约为95%。计划质量的稳定有效降低了物理师与医师的工作负荷，为高患者容量放疗机构提供了可量化的效率支撑。平均计划生成时间3.5分钟，流程等待时间的缩短直接降低了分次内运动风险，从源头上保障了剂量投照精度。

第三层：双重剂量验证。所有计划均通过两级剂量质量保证体系：在3%/3mm标准下，第三方算法独立剂量验算的Gamma通过率达99.95%；EPID in vivo在体实时剂量验证的Gamma通过率达98.53%。双重验证结果确保了AI自动计划计算剂量分布的可靠性及计划的高度可执行性。

孙颖指出，该研究首次在鼻咽癌一站式在线放疗场景中，通过回顾性多中心测试-前瞻性真实世界验证-双重剂量质控三层递进式评估框架，系统证明了AI自动计划在速度与质量上均可满足甚至超越临床需求，为AI从实验室走向常规临床提供了高等级循证依据。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：<https://doi.org/10.34133/cbsystems.0544>

作者：孙颖等 来源：《类生命系统》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发