
基于开关电路的DNA计算研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8032.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！

近日，中国科学院上海高等研究院光源科学中心物理生物化学研究室、中国科学院上海应用物理研究所和上海交通大学合作开发了一种基于DNA链置换反应的开关电路来实现数字运算。与常用的逻辑门电路相比，开关电路结构精简，可以用最少的DNA序列实现高信噪比和快速计算的分子电路。他们展示了迄今为止最为快速的4位平方根运算。相关论文以Implementing digital computing with DNA-based switching circuits 为题发表于《自然-通讯》（Nature Communications），王飞和吕慧为共同第一作者，樊春海与王丽华为共同通讯作者。

DNA计算旨在利用DNA分子反应来实现数字运算功能，是生物计算领域的重要组成部分。特别的，DNA链置换反应为构建常温下运行的复杂数字电路提供了重要工具。DNA链置换反应是利用DNA分子杂交的自由能差异，以一条单链序列将另一条单链从杂交DNA双螺旋结构中取代下来用于后续反应，具有精确的序列正交性。然而，迄今为止的DNA数字运算电路均基于逻辑门来实现，电路较为复杂，而随着参与反应的DNA链数目增加，其运算速度和信噪比均受到限制。而开关电路则是由信息论创始人香农（Claude Elwood Shannon）在电子电路发展的早期阶段就提出的一种方法，可以高效、经济地实现任意数字功能，是构成现代通讯的基础。受此启发，樊春海团队提出了一种模块化的DNA分子开关，通过构建DNA开关电路在实验上实现了任意功能的数字运算。

类似于电子开关电路，该DNA开关电路通过开关信号控制电流信号的传输，电流信号传输的方向可以通过反应路径中分子自由能的差异来精确控制。上游开关仅具有S结构域响应开关信号，而下游开关具有C结构域和S结构域分别响应上一级的电流信号和自己的开关信号。其中，S域实现功能控制，C域实现电流信号传输。利用DNA分子开关，他们设计了一个功能完备的“开关画板”，任意的逻辑功能均可通过真值表到“画板”上电流通路的映射实现。该DNA开关电路在实验上可实现包括简单逻辑运算、扇入扇出结构、复杂组合逻辑电路、全加器、4 bit开根号运算等多种电路结构和功能。所有电路的运算时间均在10分钟以内，展示了迄今为止最快的复杂DNA数字运算。

DNA开关电路作为一种新的DNA计算体系实现方式，为发展分子计算机和开发具有综合决策能力或复杂行为能力的纳米机器奠定了基础。

[论文链接](#)

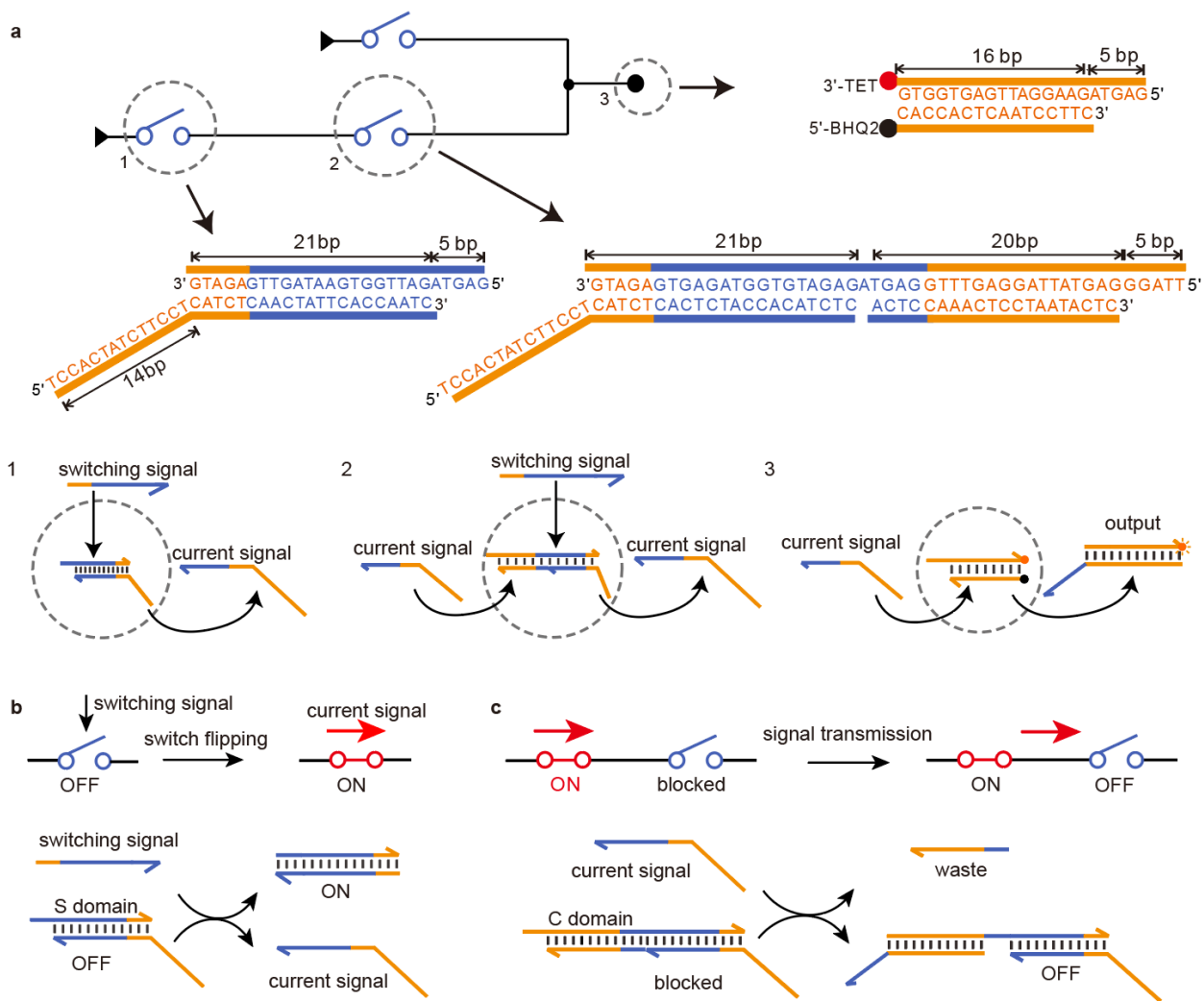


图1：基于DNA开关电路的布尔计算示意图

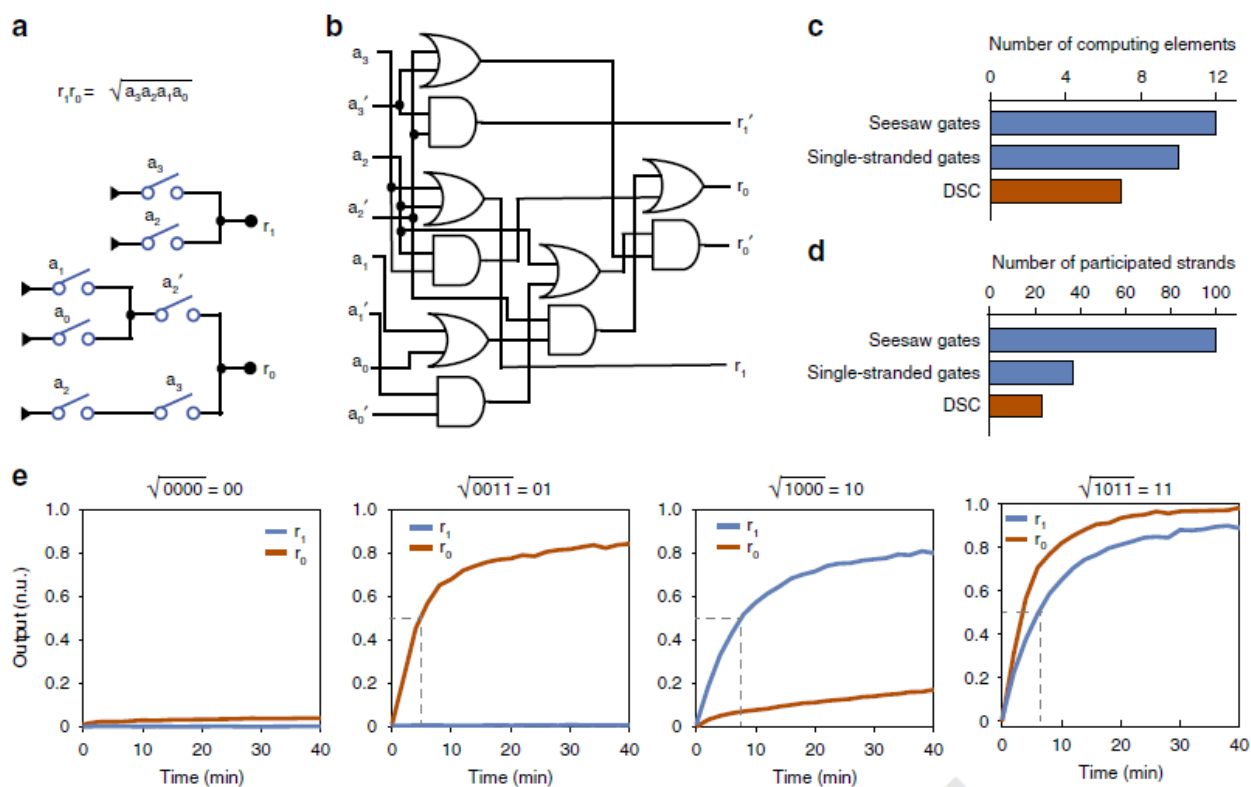


图2：用于平方根计算的DNA开关电路示意图

研究团队单位：上海高等研究院

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