

---

# 研究提出细胞分化的表观势能景观分解理论和方法

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18875.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！*

6月17日，《国家科学评论》（National Science Review

）在线发表了中国科学院分子细胞科学卓越创新中心研究员陈洛南研究组、北京大学数学院教授李铁军、日本东京大学教授合原一幸团队合作完成的最新研究成果（Energy landscape decomposition for cell differentiation with proliferation effect

），提出“细胞分化的势能景观分解理论和全新方法”：始于基因、成于调控、终于类型。细胞分化过程形成了形态、结构、功能各异的细胞类型，并造就了生物圈中丰富多彩的多细胞生物群体。如何根据基因调控网络（Gene Regulatory Network, GRN）推断细胞分化过程？该研究利用动力学分析工具和数值计算手段，给出了一种直观展现分化过程中细胞类型和细胞干性的方法。

一般来说，GRN中的基因调控关系是高度复杂的非线性系统，而势能景观理论可以有效地将其近似为较为直观的梯度系统。该研究在考虑细胞生灭速率的情况下，提出了势能景观的分解理论。该理论表明，考虑生灭项的情况下系统可以分解为两个势能项和一个非梯度项。其中，细胞类型势能景观 $U(x)$ 使用不同的亚稳态代表了不同的细胞类型；多潜能性势能景观 $V(x)$ 的数值大小体现了相应状态细胞的干性，并由负梯度方向揭示了细胞分化的总体方向（图1）。

此外，针对低维模型和高维模型的不同特点，该工作提出了对应的势能景观分解算法。低维模型使用流线扩散法（stream-line diffusion method），而高维模型需要对加权轨道进行平均场近似（mean-field approximation）。理论和相应算法在对流扩散过程、两基因调控网络、T细胞分化过程（图2）等系统中进行实例验证和应用。这套理论将为细胞分化过程及各种复杂生物过程的建模、势能景观理论的发展及同类型的动力学系统分析，提供有效的数学工具和计算方法，具有广泛的拓展和应用前景。

研究工作得到中科院战略性先导科技专项（B类）、国家重点研发计划和国家自然科学基金的支持。

[论文链接](#)

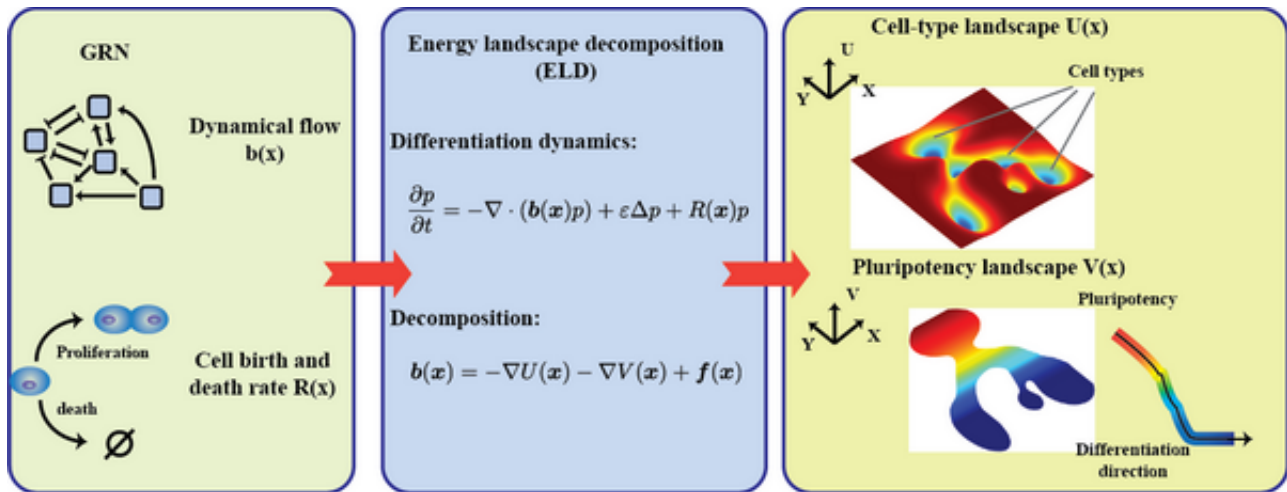


图1.根据基因调控网络（GRN）和细胞生灭率R进行势能景观分解，构造细胞类型势能景观U（x）和细胞多潜能性势能景观V（x）。

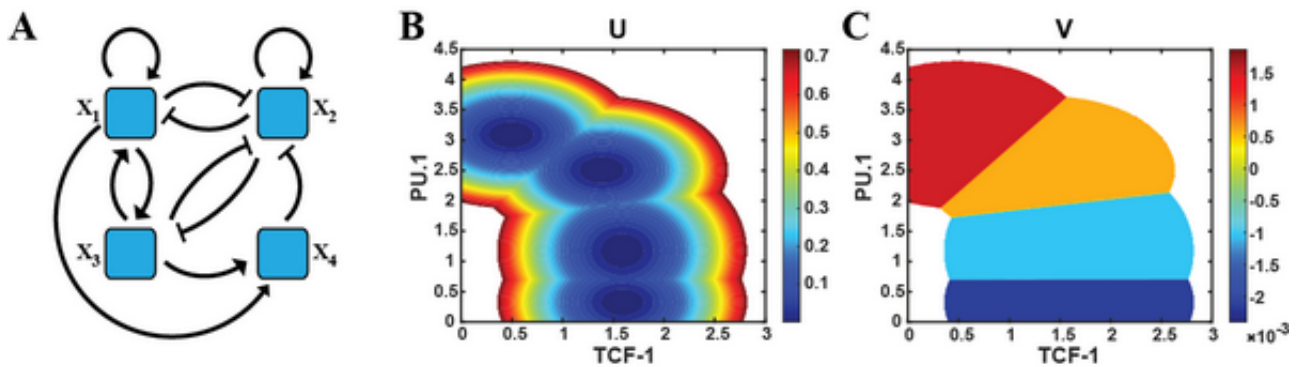


图2.T细胞分化过程的势能景观分解。（A）T细胞分化过程中的基因调控网络；（B）降维到2维下的细胞类型势能景观U，由上至下四个势阱依次为ETP/DN1、DN2a、DN2b、DN3四种细胞状态；（C）降维到2维下的多潜能性势能景观V，数值代表不同状态下的细胞干性，并揭示了细胞由上而下的分化方向。

研究团队单位：分子细胞科学卓越创新中心

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