
中国科学家成功研发首张图灵结构净水膜

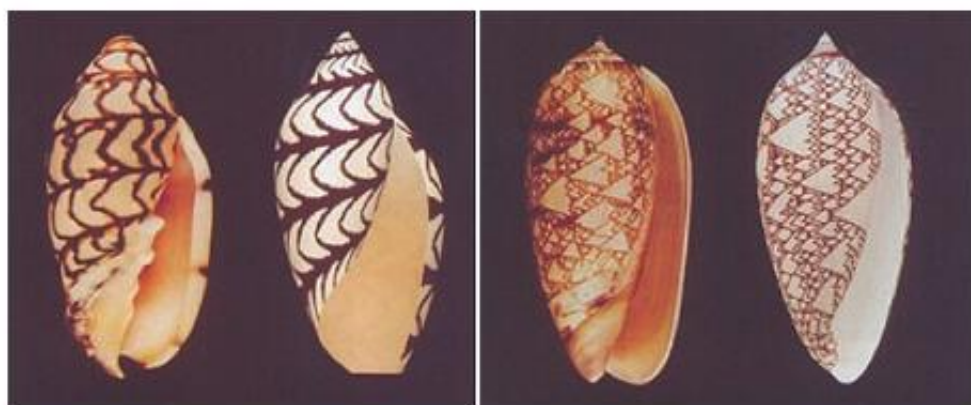
作者：writer 来源：本站

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/473.html>

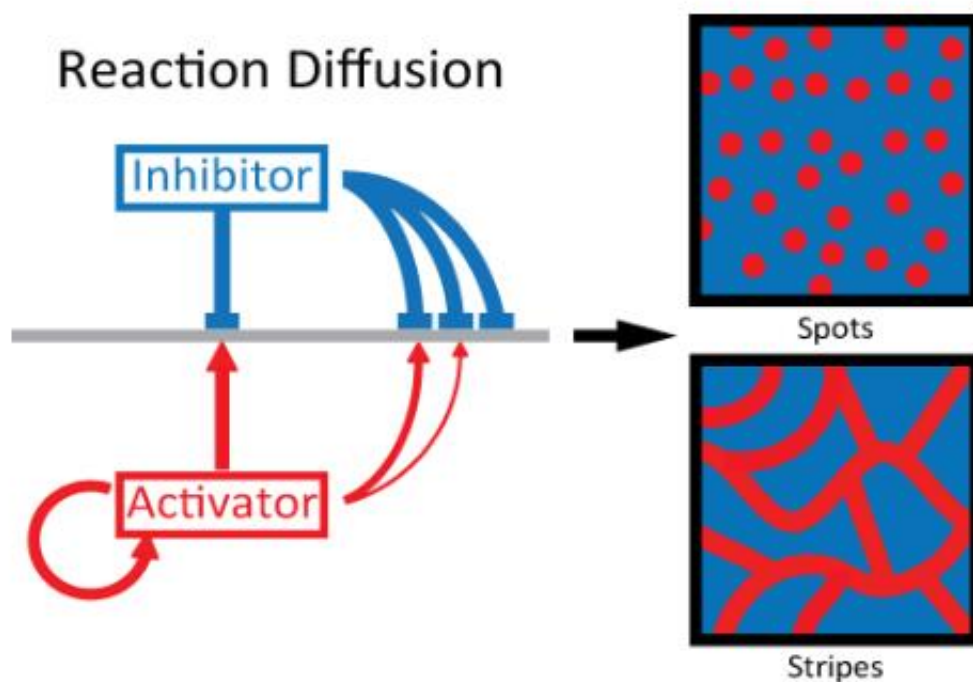
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

早在60多年前，英国科学家图灵就预测：某些重复的自然斑图可能是由两种特定物质(分子、细胞等)相互反应或作用产生的。通过一个被他称为反应-扩散的过程，这两种组分将会自发地自组织成斑纹、条纹、环纹、螺旋或是斑驳的斑点等结构。后来的科学家证实了这个猜想，并将这类结构称为图灵结构。

长期从事膜科学研究的浙江大学化学工程与生物工程学院张林教授团队把图灵结构与膜研究结合起来，第一次在薄膜上制造出了纳米尺度的图灵结构。这项首次面向应用领域构建图灵结构的研究成果，于5月4日发表在国际顶级期刊《科学》上。



贝壳上的斑图（图片来源：[Bishougai-HP/Science](#)）



(图灵结构产生的示意图。左边是指在反应-扩散过程中两个反应物——活化剂和抑制剂的相互作用;右边是该过程中产生的两种典型图灵结构。)

界面聚合制备超薄分离膜技术从上个世纪80年代问世沿用至今，已经相当成熟，但同是界面聚合制备的纳滤膜和反渗透膜虽然制备工艺和反应机理完全一致，但两者的表面结构却差异很大：纳滤膜表面光滑，而反渗透膜表面呈峰谷结构，较为粗糙。

为什么会有如此明显的差别?张林团队决定对这个被忽视的问题进行深入研究。在深究差异原因时，他们发现界面聚合过程属于典型的反应-扩散体系。这个令人兴奋的发现，让他们很快联想到了图灵结构的形成条件。我们在分析差异原因的过程中就在想，有没有可能把纳滤膜做成图灵结构?

经过仔细分析和讨论，研究团队提出在扩散系数小的反应物水溶液中加入阻碍反应物扩散的亲水大分子。在大量的实验中，科研人员尝试添加各种亲水大分子，使溶于水的反应物向油中扩散的速率降下来，并在水与油的接触面上，与油中的反应物发生反应形成具有周期性变化的图灵结构的新型纳滤膜。

在长时间的不断试验后，科研人员发现聚乙烯醇作为抑制反应物扩散的亲水大分子的效果最好。

有了聚乙烯醇对反应物扩散的阻碍作用，原本平整光滑的膜表面真的就长出了图灵结构。张林教授介绍，纳滤是当前最先进的水处理技术之一，降低处理成本将在工业水回用、饮用水安全保障、雨水资源化利用以及西部苦咸水处理等领域发挥积极作用。

在实验上成功研制出具有图灵结构的新型膜后，还要从理论上加以论证。判断是否为图灵结构的标准是图案或结构呈现周期性变化，并且反应过程中两个反应物的扩散之差达到一个数量级以上。图案的周期性变化，科研团队可以通过观察和方程求解得到理论认证，但测量扩散极差一度成为整个验证的难点。

纳滤膜的界面聚合制备，往往只需要不到一分钟的时间就完成了，而加入亲水大分子后扩散速率的变化传统的测试方法几乎失灵。最终科研人员通过核磁共振进行表征，测定了加入亲水高分子后两个反应物扩散速率差，验证了实验确实成功制备了一种具有图灵结构的新型分离膜。

对于这项研究，三位论文评审专家都给出了很高的评价。其中一位评审专家认为，这是一种非常有趣的新型脱盐薄膜，据我所知，这是首次尝试在薄膜上制造纳米尺度图灵结构的报道。

浙江大学化学工程与生物工程学院2014级博士生谭喆为本文的第一作者，张林教授为本文的通讯作者。化学工程与生物工程学院陈圣福教授、化学工程与生物工程学院兼职教授高从堦院士和浙江大学材料科学与工程学院彭新生教授合作参与了课题研究。本研究得到了国家自然科学基金和国家基础研究计划的支持。(来源：科学网 崔雪芹)

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