
基于分子马达的光响应功能材料

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28341.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！

基于分子马达的光响应功能材料。 导读

在过去的二十年里，分子机器的研究和发展主要集中在纳米尺度的分子器件的开发上。随着分子层面的设计与合成的不断发展与成熟，该领域的一个关键科学问题也由此产生：如何将纳米尺度的分子运动转化为宏观尺度的材料性能的调控。近日，华南师范大学陈家文教授和荷兰格罗宁根大学Ben L. Feringa教授团队，在Light: Science Applications发表了题为"Photo-responsive Functional Materials Based on Light-driven Molecular Motors"的综述文章，总结了基于光驱动分子马达的光响应功能材料的最新研究进展，重点介绍了三种集成和协同光驱动分子马达的分子运动来实现材料功能调控的方法：表面锚定、超分子自组装和液晶聚合物网络。第一作者是华南师范大学华南先进光电子研究院的博士生邓艳萍，通讯作者为华南师范大学陈家文教授和格罗宁根大学Ben L. Feringa教授，华南师范大学和格罗宁根大学联合培养博士生龙桂英对本文亦有重要贡献。该研究工作得到了国家重点研发计划、广州市科技专项、广东省光信息材料与技术重点实验、荷兰教育、文化和科学部重力计划项目的大力支持。

光驱动分子马达的光响应旋转运动

光驱动分子马达通常由上半部分转子和下半部分定子组成，中间由C=C双键连接。在紫外光和热的交替刺激下，转子可以围绕中心C=C双键发生360°定向旋转。

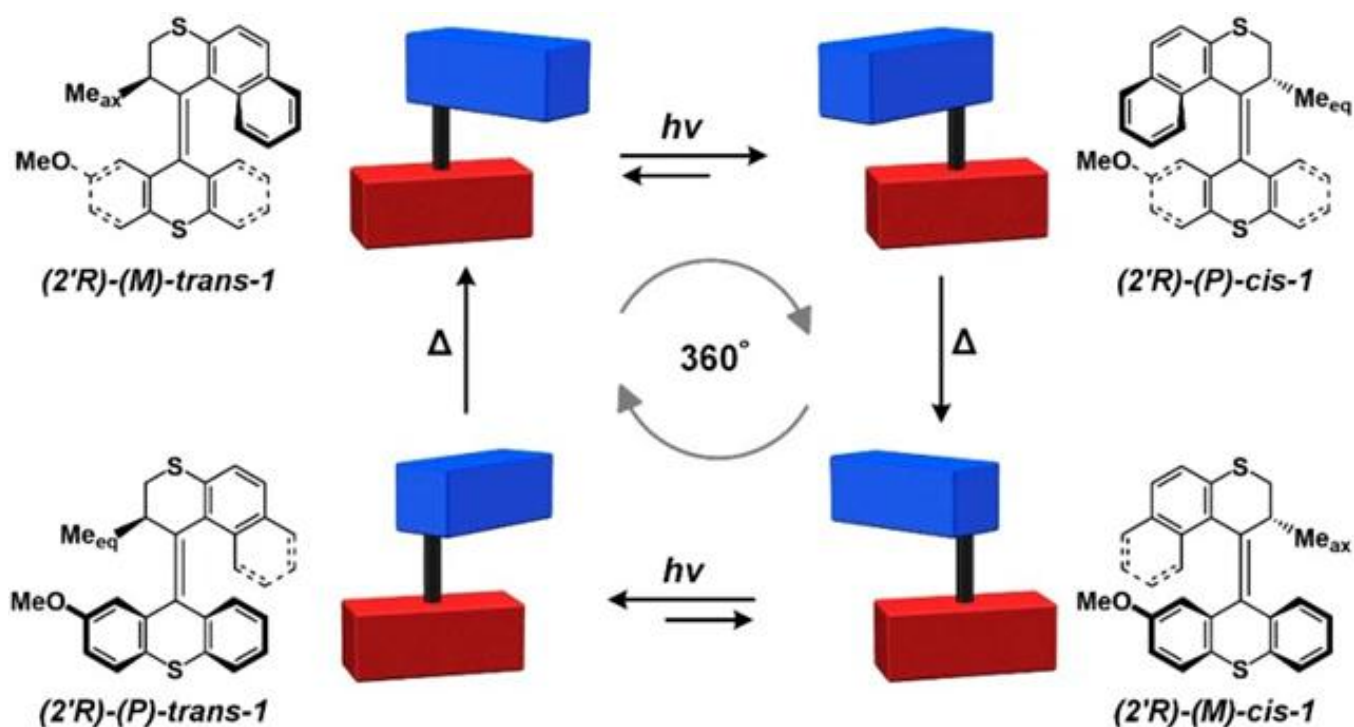


图1 光驱动分子马达旋转示意图

表面锚定

由于分子马达在溶液中不断的做布朗运动，因此很难协同分子马达的光响应旋转运动做有用功。通过对分子马达的定子部位进行修饰，引入各种支腿，把分子马达锚定在金或者石英等表面上，可以有效的组织和定向分子马达的排布，将转子相对于定子的旋转转化为相对于表面的绝对旋转，用于制备可逆可切换润湿性的智能表面。

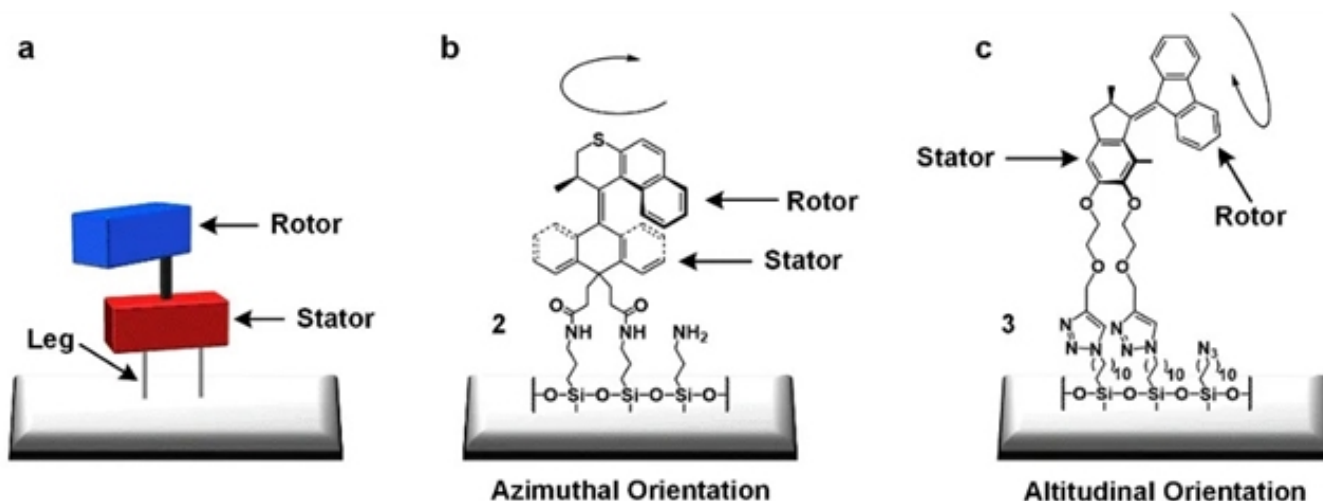


图2 光驱动分子马达表面锚定示意图

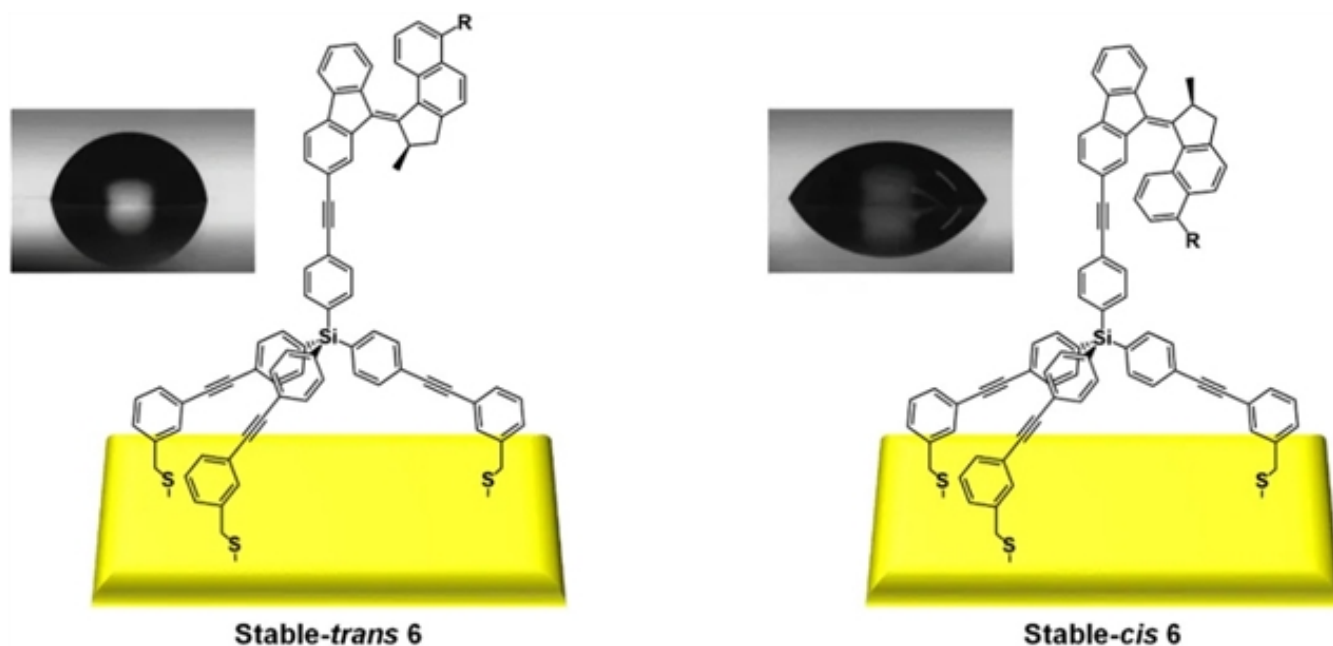


图3 锚定在金表面的分子马达及其可切换润湿性示意图

超分子自组装

自然界的细胞生命活动主要是通过生物分子马达协同运动来完成。通过不同层次的自组装，生物分子马达可以从微观到宏观自发地形成复杂且精妙的多级有序结构体系，实现特定的生物功能。受此启发，利用超分子自组装的方法，可以有效传递和放大分子马达的分子运动到宏观水平。在自组装系统中，光驱动分子马达产生自适应和非平衡行为，其独特的光响应特性可以可逆地使自组装系统脱离平衡态，并对原有的组装体进行改造。利用分子马达的光响应动态自组装，可以控制宏观泡沫特性；此外，利用分子马达的多级自组装，得到的超分子材料可以实现类似肌肉的宏观收缩运动。

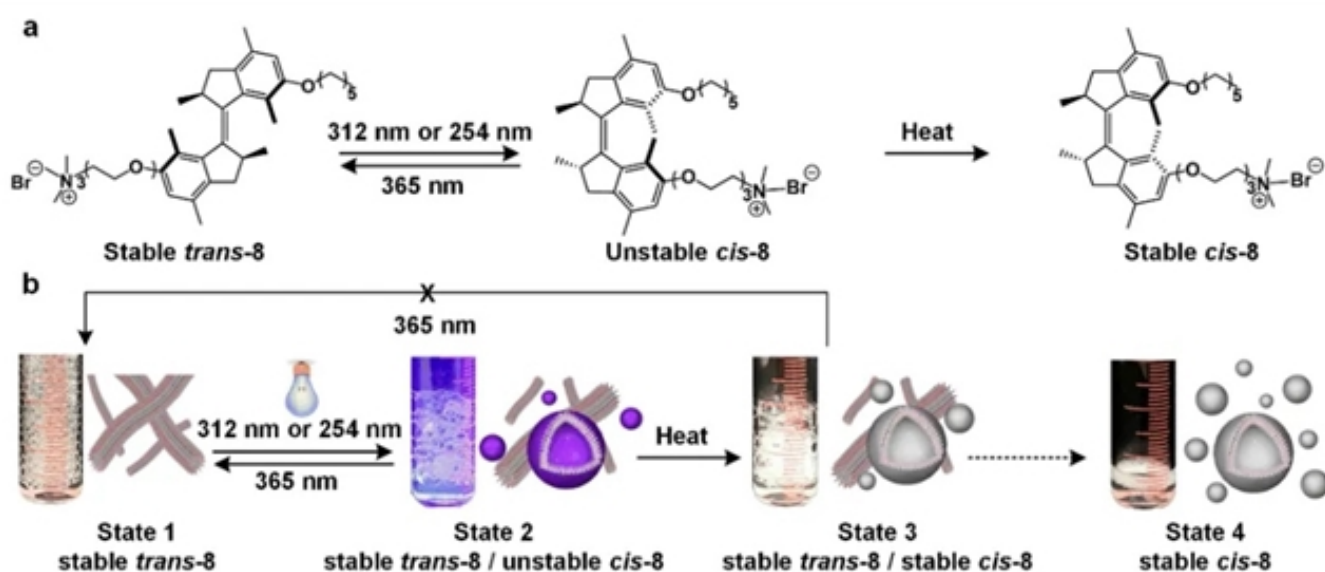


图4 利用分子马达光响应动态自组装控制宏观泡沫特性

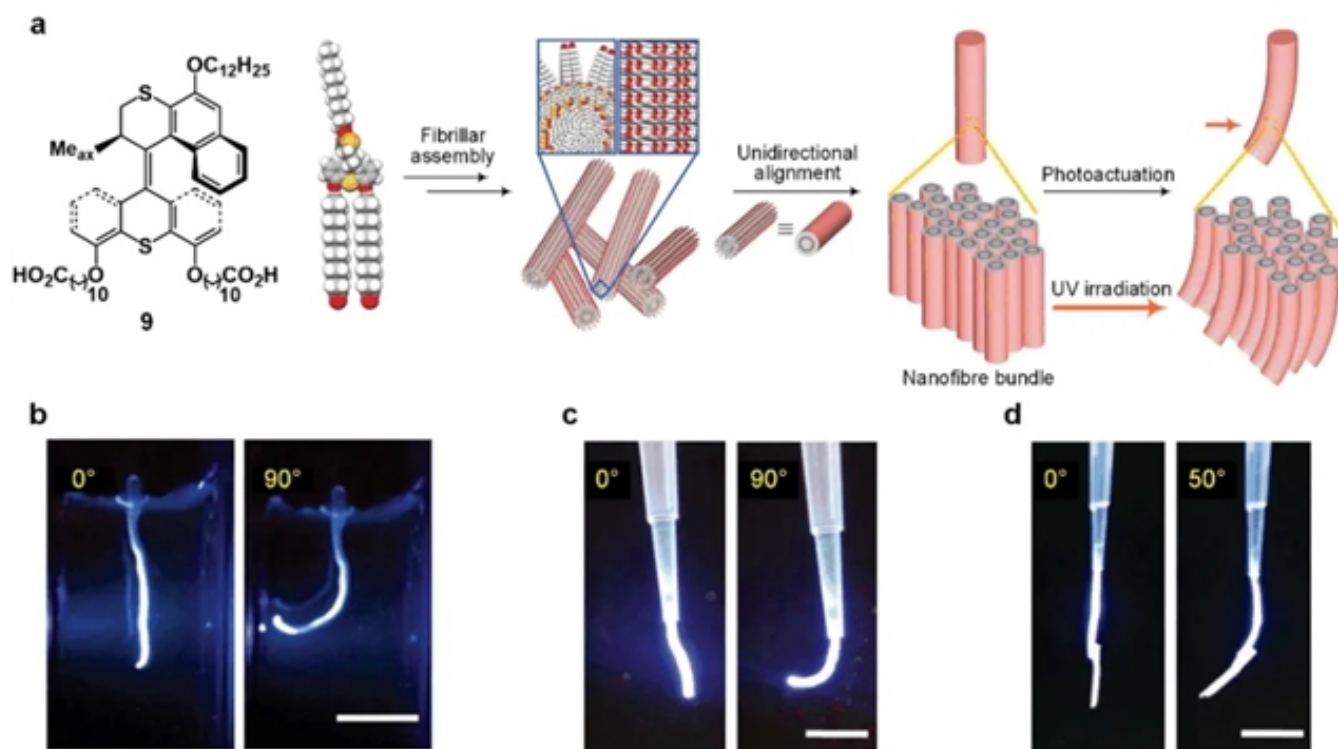


图5 基于分子马达多级自组装材料的光响应运动

液晶聚合物网络

液晶聚合物网络结合了液晶的各向异性和聚合物网络的粘弹性，将分子马达交联到预定义取向的液晶聚合物网络中，分子马达的手性和光响应单向旋转运动可以在液晶基元协同效应的作用下进一步放大为材料的宏观运动，在软执行器领域具有广阔的应用前景。将外消旋分子马达交联入液晶聚合物网络中，可以实现材料的光响应弯曲、行走运动；手性分子马达在液晶聚合物网络中具有双重功能，既可以作为手性掺杂剂诱导液晶分子形成对应手性的胆甾相螺旋结构，也可以作为单向旋转分子，将分子运动放大成可逆的左旋或右旋宏观螺旋运动。进一步利用光控取向技术，对液晶聚合物网络中液晶基元以及分子马达的取向进行编程，可以实现更复杂的形状变化和运动，如波浪、复杂的螺旋运动等。

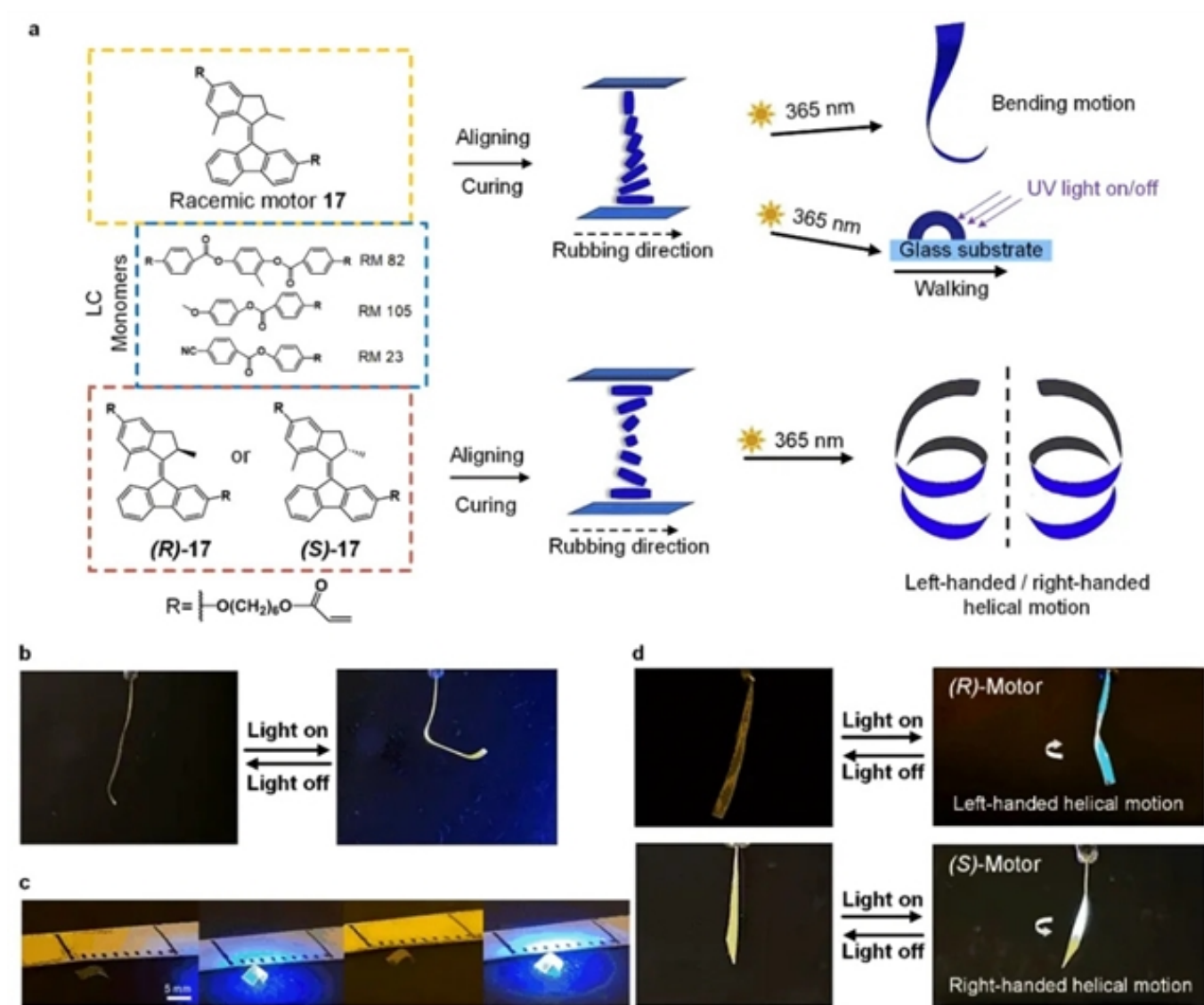


图6 基于可交联分子马达制备的液晶高分子材料的光响应弯曲、行走和宏观螺旋运动

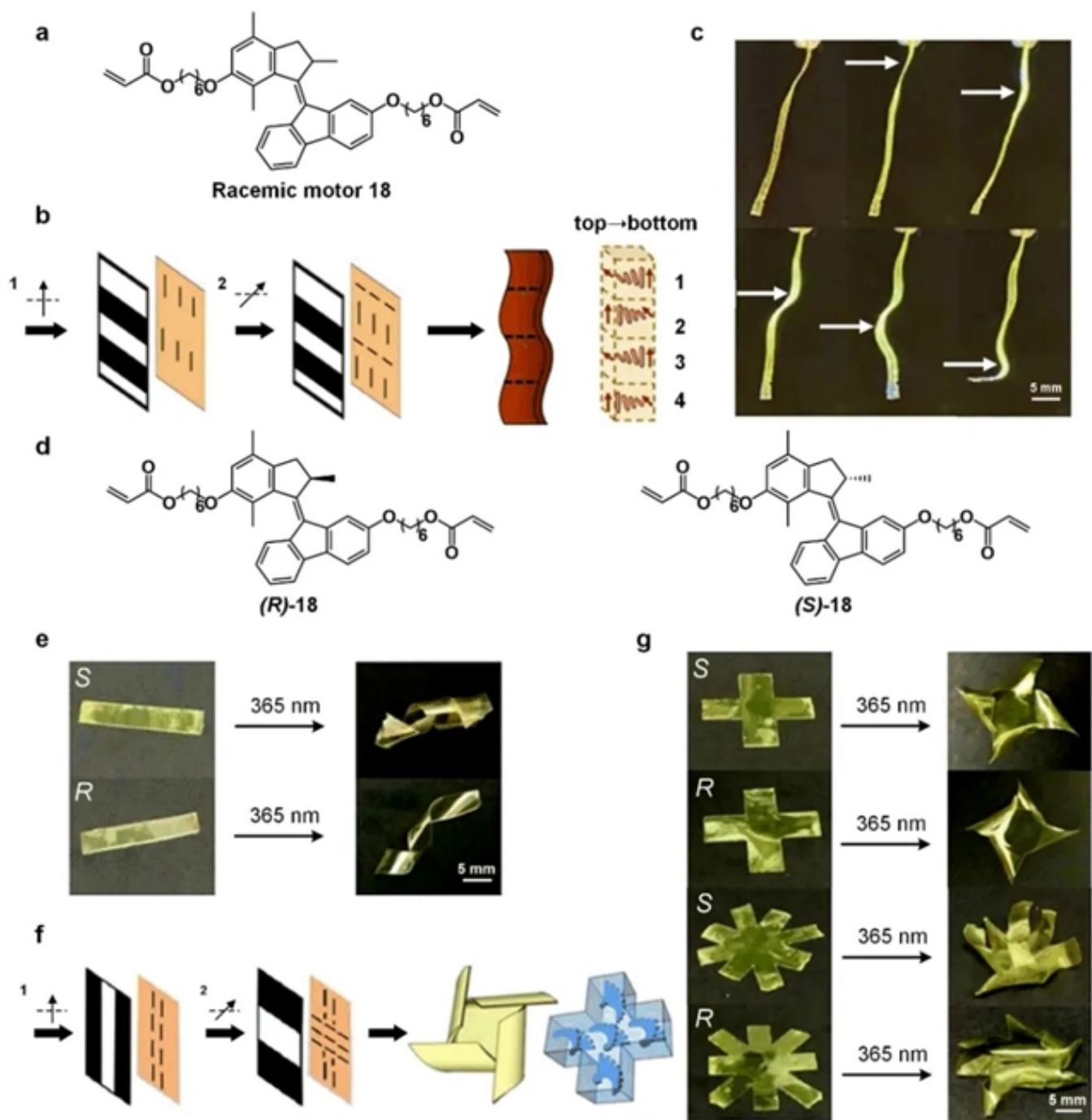


图7 利用光控取向编程基于分子马达的液晶高分子材料的光响应波浪和复杂螺旋运动

总结与展望

该综述阐述了传递和放大分子马达的分子尺度的运动以实现宏观材料动态功能的方法，关键是有有效集成和协同分子马达的分子运动。光驱动分子马达为开发人造自适应和动态功能材料提供了充足的机会，该综述将有助于该领域的研究者们更清晰地了解如何在光响应系统中编程复杂的运动，为未来设计更先进和多功能的刺激响应材料提供了重要的指导。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01391-8>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。

作者：陈家文等 来源：《光：科学与应用》

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