耶鲁大学实现可调控的层级纳米结构

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20878.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！

耶鲁大学实现可调控的层级纳米结构。
2022年11月10日，美国耶鲁大学钟明江教授课题组与麻省理工学院的Jeremiah Johnson教授、复旦大学李卫华教授以及美国宾夕法尼亚大学的Chinedum Osuji教授等团队合作在Nature Materials期刊上发表了一篇题为Hierarchically engineered nanostructures from compositionally anisotropic molecular building blocks的新研究。

该研究通过各向异性的分子构筑模块自组装策略，实现了可调控的相在相中的层级纳米结构，为具有复杂层级相结构的纳米材料提供了简单、高效的合成新方法。

论文通讯作者是钟明江、Jeremiah A. Johnson;三位共同第一作者梁芮绮、薛雅珍、符笑伟(现为四川大学助理研究员)均为来自钟明江课题组的博士研究生。

生物系统通过生物分子的自组装过程可以实现多样、复杂且精确的功能，并且可以在原子、纳米、介观和宏观等尺度范围进行调节。受此激励，科研工作者一直希望通过分子构筑模块的层级自组装制备类似生物系统中的多功能性材料。然而，以可调控且规模化的方式制备结合纳米和介观尺度的层级结构体相材料一直面临着巨大挑战。

作者基于之前的探索发展了一种简洁精准的合成方法制备各向异性分子构建模块(CAMBB)的合成方法，依托CAMBB自组装形成有序的层级纳米结构，并利用耗散粒子动力学(dissipative particle dynamics)模拟了这一自组装过程，为实验结果提供了有力的理论支持。CAMBB是基于接枝嵌段共聚物(GBCP)的结构，具有合理设计的侧链(图1)。首先，大分子单体Nb-(A-branch-B) 均聚制备出混合接枝侧链的Janus聚合物(A-alt-B)，A相和B相以主链方向构成相界面;接着引入大分子单体Nb-C进行嵌段共聚，制备出具有设定侧链序列的两嵌段共聚物(A-alt-B)-b-C，并且组分C与组分A、B以垂直于主链方向形成相界面。

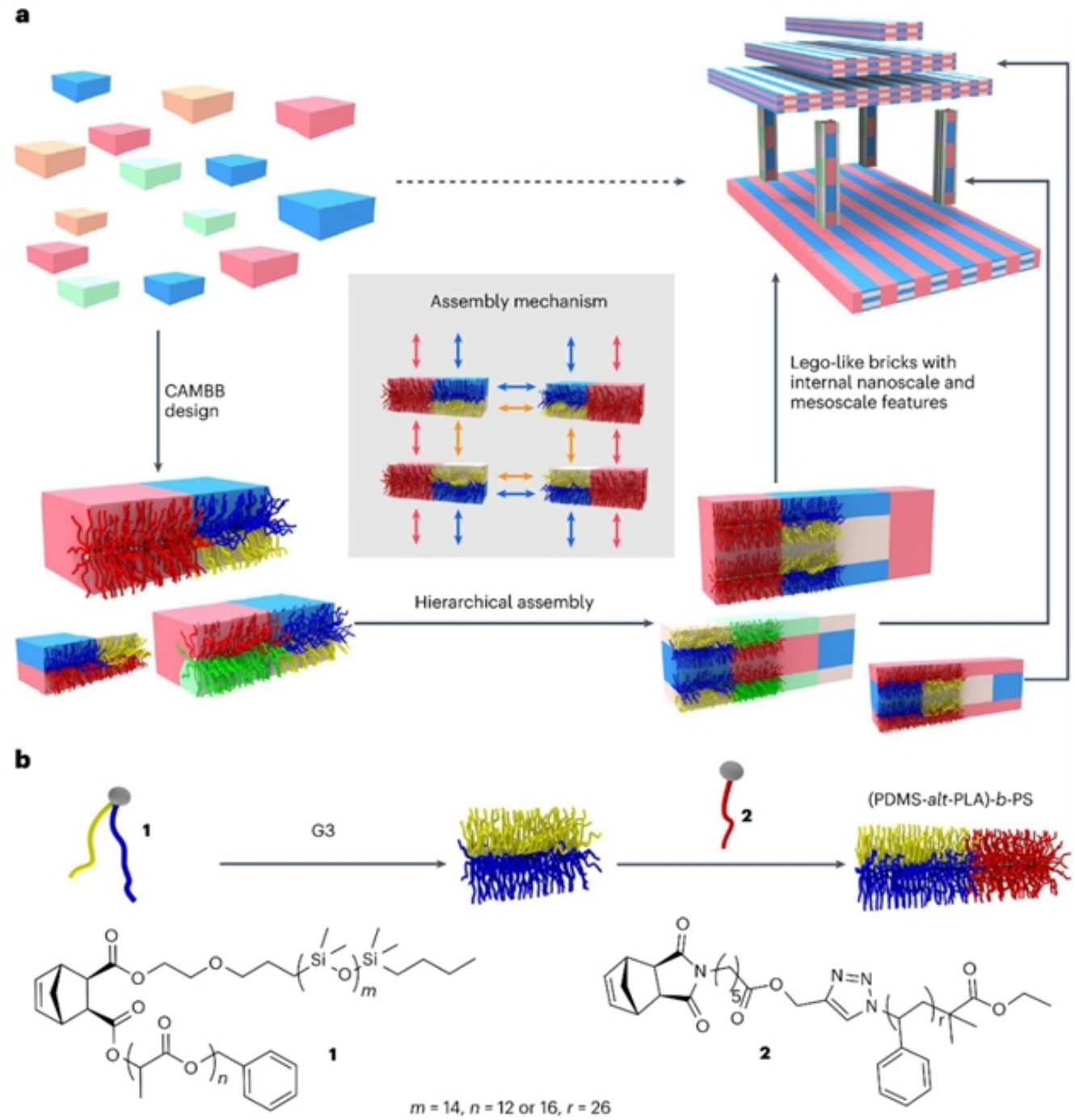


图1：基于GBCP衍生的CAMBB构建层级纳米结构的示意图。

在(A-alt-B)-b-C中，A-alt-B嵌段进行分子内的相分离形成亚相结构，A-alt-B嵌段与C嵌段相分离进一步形成大相结构，(A-alt-B)-b-C从而自组装形成相在相中的层级结构。调控主链和侧链链长(图2)以及化学组成(图3a，b)可以灵活地调控层级相形貌中的各级相结构。(A-alt-B)-b-C可以自组装形成层状相在层状相中、层状相在柱状相中、柱状相在层状相中以及柱状相在柱状相中等层级相形貌。

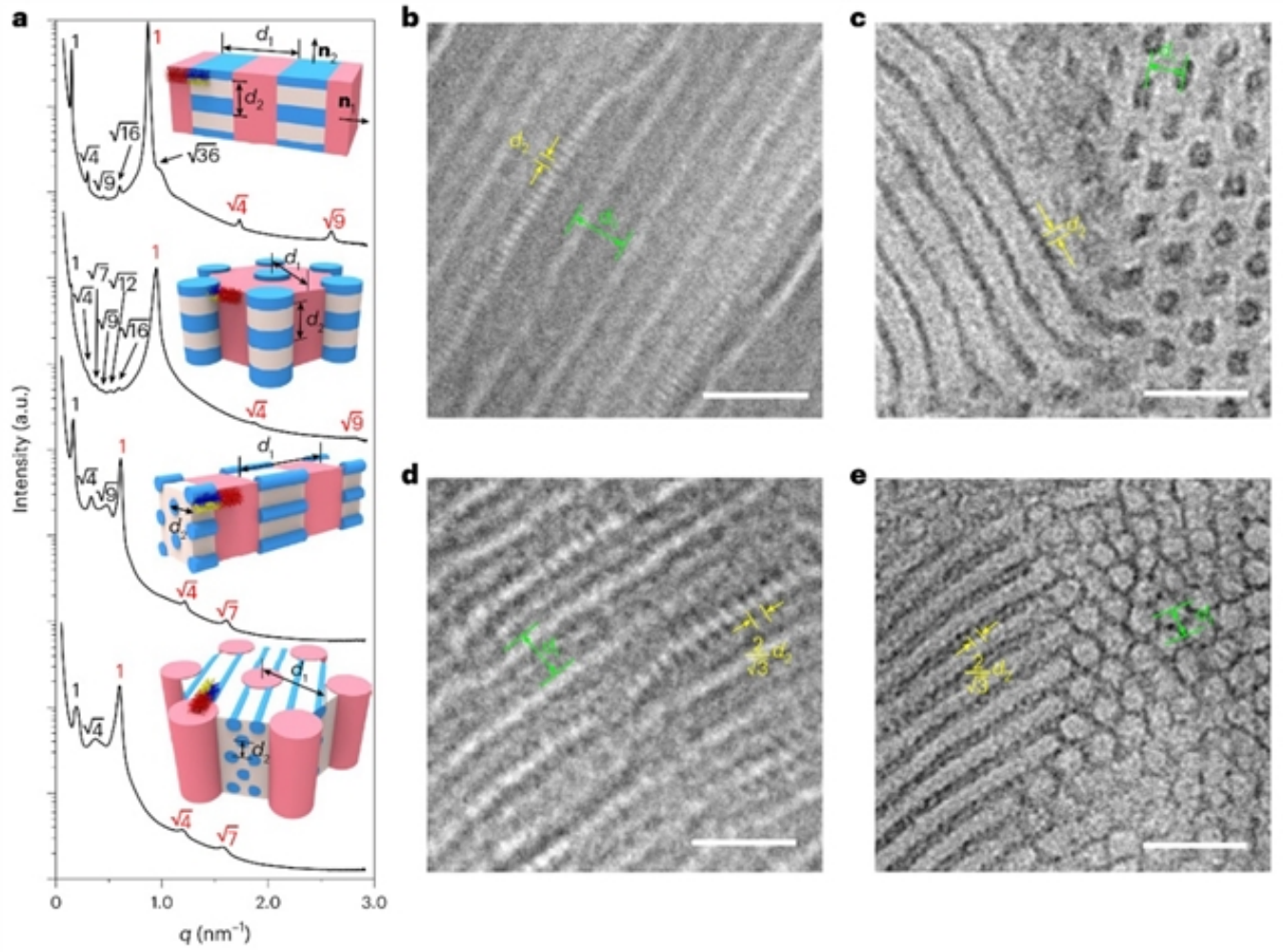


图2：基于(A-alt-B)-b-C类型GBCP构建的层级纳米结构。

(A-alt-B)-b-C自组装形成的层级相结构具有独立可调控的晶格尺寸(图3c)。随着主链聚合度增加，大相结构的晶格尺寸接近线性增加，同时亚相结构的晶格尺寸却保持不变，这是由于其完全受A和B侧链长度控制。

(A-alt-B)-b-C自组装形成的层级相形貌对温度具有独立的响应能力，这得益于两级相结构具有不同的有序-无序转变温度(TODT)(图3d)。测试温度由70°C升高到130°C时，在大相结构保持有序状态的情况下，亚相结构由有序状态转变为无序状态;随着测试温度降低至70°C，又由无序状态转变为有序状态。以上结果表明 (A-alt-B)-b-C层级相结构的独立温度响应能力。

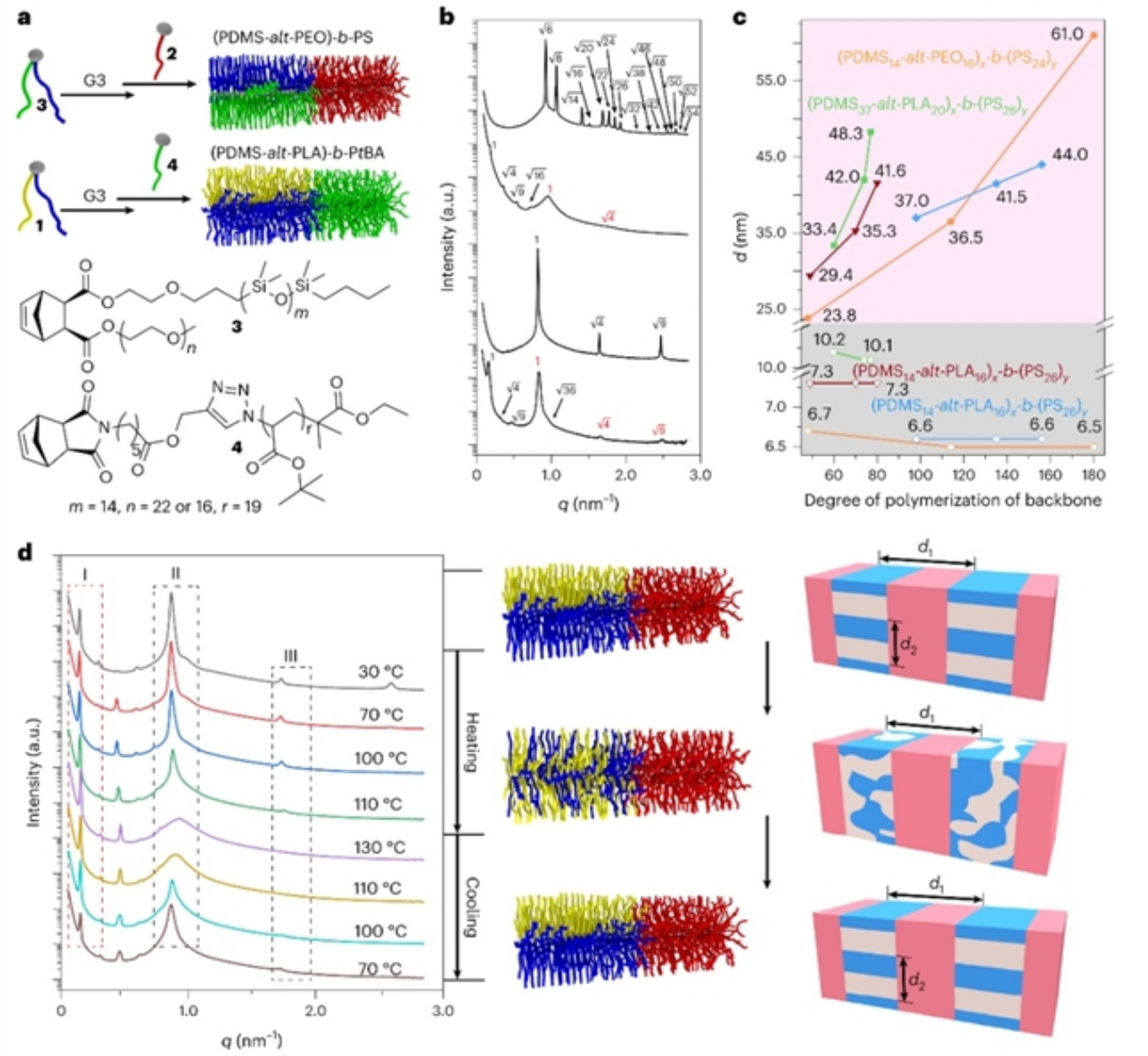


图3：基于(A-alt-B)-b-C类型GBCP侧链结构的多样性及纳米结构的独立调控。

基于分子构筑模块的结构设计，进一步制备出的(A-alt-B)-b-(C-alt-D)和(A-alt-C)-b-(B-alt-C)类型GBCP可以自组装形成具有杂化亚相结构的层级相结构(图4)。(A-alt-B)-b-(C-alt-D)可以自组装形成层状相和柱状相在层状相中的层级相结构;(A-alt-C)-b-(B-alt-C)可以形成层状相和柱状相在层状相中以及层状相和层状相在层状相中的层级相结构。

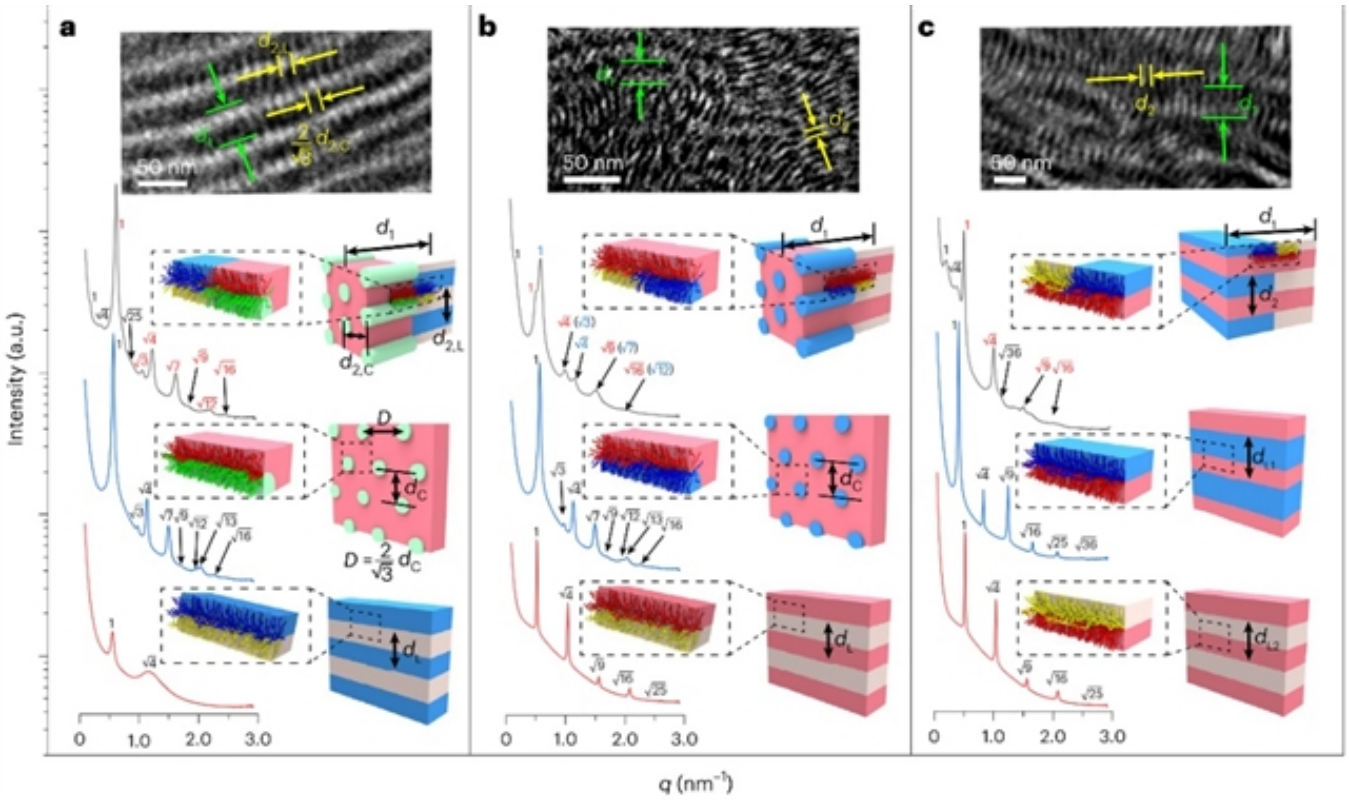


图4：超越(A-alt-B)-b-C型GBCP的层级结构。(来源：科学网)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41563-022-01393-0

作者：钟明江等 来源：《自然—材料》

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转发