科学家在表面发现“伪缠结”和“瞬时橡胶态”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/15338.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！

科学家在表面发现“伪缠结”和“瞬时橡胶态”。8月18日，《自然》撰文发表了来自浙江理工大学、美国普林斯顿大学、美国南佛罗里达大学和日本九州大学的科研团队在表面高分子链微观动力学机制上取得的重要研究成果。

表面是材料的边界，是与邻相间的过渡区域。表面分子受到来自材料内部和邻近相分子的相互作用，处于不对称的环境中，具有显著区别于内部分子的热力学状态和动力学行为。

界面分子行为不易测量、难以预测，是化学、物理和材料领域的研究难点。现代量子化学奠基人、诺贝尔奖得主Wolfgang
Pauli曾说过：上帝创造了固体，魔鬼发明了表面，直指固体表面分子行为的复杂性。

如何在微观层面测量界面现象，也被列入世界前沿125个科学问题名单。一个世纪以来，大量的理论和实验手段被发展出来研究材料表面，以揭示表面复杂分子行为的本质。

高分子材料由相对分子质量高达几千到几百万的高分子化合物形成，是固体物质中的重要成员。最常见的高分子呈线形，具有链式结构，表现出比小分子更复杂的微观运动行为，具有多尺度和宽时域等特征。

长期以来，由于表征的困难，对固体高分子表面分子松弛与扩散的研究一直面临重大挑战，未获突破性进展。表面如何改变高分子链的运动行为、表面高分子链是否遵循经典高分子动力学理论？这些问题都亟待解决。

针对表面高分子动力学这一重要科学问题，浙江理工大学高分子表界面研究团队发展了一种聚合物表面纳米蠕变测量方法，实现聚合物表面多尺度分子运动的表征，从而促进了界面高分子动态过程的研究和相关新机理的发展。

论文第一作者、浙江理工大学硕士生郝治伟告诉《中国科学报》：利用这一方法，我们结合模拟和理论，研究了玻璃态高分子表面分子运动行为，发现了控制表面高分子链扩散的‘伪缠结’机制和表面‘瞬时橡胶态’高分子物理新现象。

他解释道，由于表面分子间作用力减弱，表面分子具有比体相分子更强的运动活性。表面分子（链段）的运动能力随距离表面深度增加而逐渐减弱，造成表面高分子链处于动力学不均匀的环境中，部分链段位于高运动活性的外表面区域，而一些链段被限制在弛豫缓慢的玻璃态本体。因此，表面高分子链需要通过逐步松弛来实现扩散。

由于不同尺度分子松弛机制的差异改变了表面高分子黏弹性，使得低温下缠结高分子体系表面分子的橡胶平台区域增长，也造成非缠结聚合物表面分子出现短暂的橡胶弹性态，即瞬时橡胶态，表现出类似拓扑缠结对高分子黏弹性影响的效果，故称为伪缠结。此外，科研团队还发现表面分子动力学失耦和时—温等效原则失效等显著区别于本体分子的动力学行为。

‘伪缠结’机制的提出和‘表面瞬时橡胶态’的发现，加深了我们对材料磨损、摩擦、粘结、自愈合等界面现象本质的理解，为高分子材料加工、成型和性能控制提供了新思路。论文通讯作者、浙江理工大学副教授左彪指出，表面高分子独特动力学行为还将激发大量实验和理论工作，聚焦这一问题的研究，发展描述界面高分子动力学的新理论，丰富高分子科学内涵，推动物质科学发展。(来源：中国科学报沈春蕾)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-021-03733-7

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：左彪等 来源：《自然》

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