

3D信息显示系统研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/26730.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！

自然界中，头足类动物通过肌肉牵引色素细胞使其发生机械性扩张/收缩变化的方式，动态改变皮肤局部或整体的颜色，从而传递警示、求偶信息或伪装保护自身。受此启发，近十年间，国内外学者相继提出了众多信息显示及变色伪装系统，如利用荧光分子直接在基底材料上书写静态信息或者通过刺激响应的可逆共价作用或非共价网络构筑动态信息。然而，单一的显示模式加剧了信息被破译的风险，而这些策略难以在制备后实现静态信息与动态信息模式间的转换，更无法根据环境的变化按需切换两种显示模式。因此，与头足类动物的变色能力相比，现有的信息显示系统在变色机制与显示结果上依然存在较大的差距与不足。

近年来，通过对头足类动物皮肤的解剖分析，研究人员逐渐了解其核心的变色机制。头足类动物会将感受到的外界刺激转换为生物电信号，并通过神经递质传递到包裹色素细胞的径向肌肉细胞膜上。这些生物电信号会触发径向肌肉的舒张/收缩，从而带动色素细胞发生体积变化，实现皮肤颜色的动态变化。除此之外，依据对环境需求的分析，头足类动物还会在体内定点释放神经抑制剂（乙酰胆碱）来重置膜电位，精准地使某些包裹色素细胞的径向肌肉细胞失活，进而阻碍局部色素细胞的收缩，以实现皮肤颜色的定制化控制。一段时间后，这些分泌的乙酰胆碱会被代谢吸收，使肌肉细胞重新恢复变形能力。正是依靠色素细胞周围肌肉组织的独特化学门控驱动策略，头足类动物得以在不改变自身色素细胞排列与组成的情况下，基于“电触发-肌肉驱动-色素细胞变形”的方式实现皮肤的多色化与图案化以适应环境的动态变化。因此，在人工信息系统中，设计开发类似的门控单元以实现“单输入-多输出”及动态/静态协同的模式，对于现有信息显示及加密过程具有科学意义。

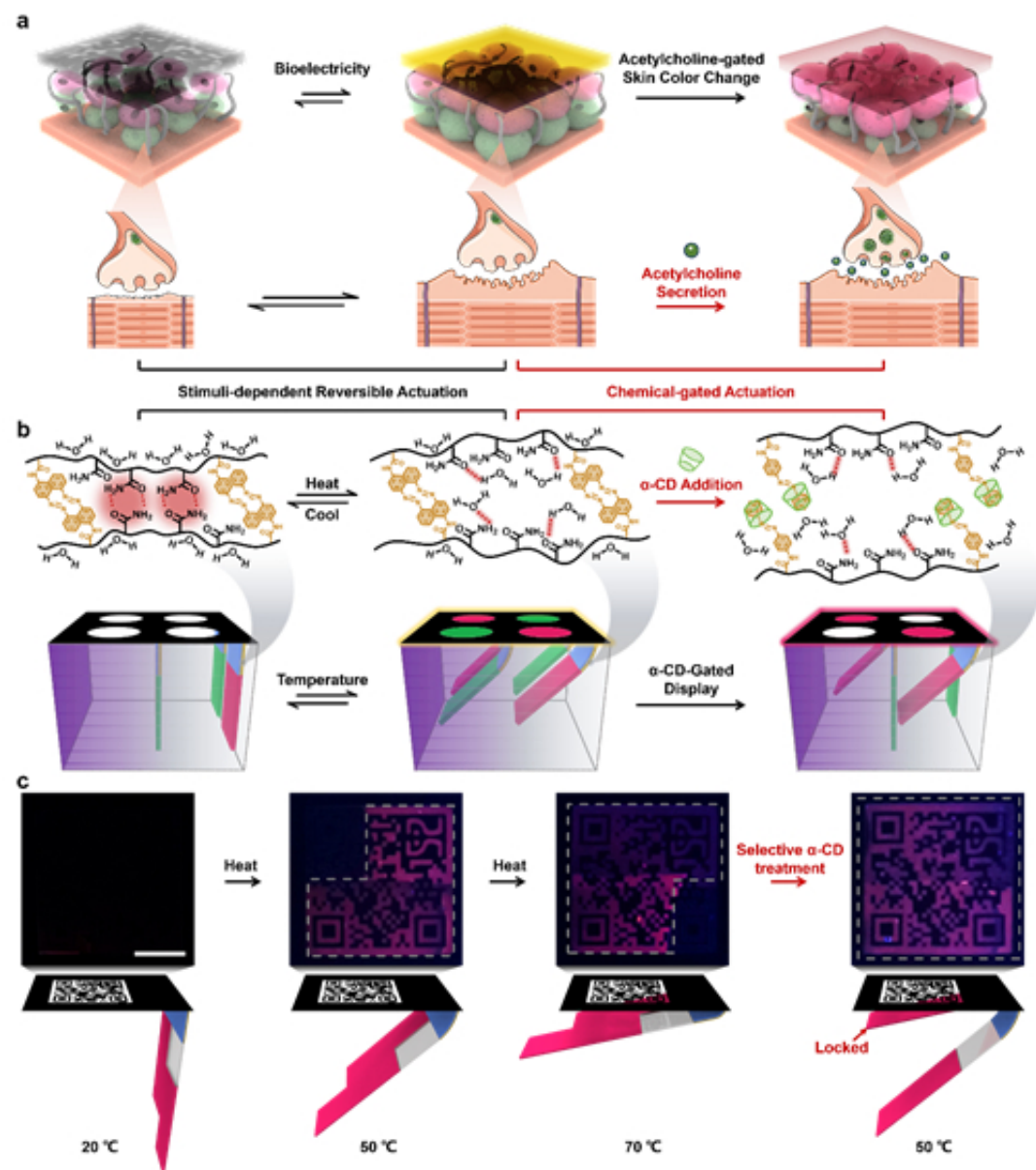
中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员陈涛、路伟团队致力于荧光高分子水凝胶的仿生构筑及其功能与智能调控研究。近日，该团队与宁波大学教授赵传壮团队合作，模仿头足类动物化学门控的变色伪装行为，报道了化学门控的水凝胶驱动系统，以此实现了荧光信息的3D多模态显示。该团队设计合成了偶氮丙烯酰胺单体（ABAM），将其与丙烯酰胺（AAM）单体共聚得到P(AAM-co-ABAM)水凝胶。在此凝胶体系中，由于偶氮苯基团的疏水作用，聚合物链被拉近，促使链间丙烯酰胺链段的氢键供体（ $-NH_2$ ）与氢键受体（ $C=O$ ）彼此之间形成链式氢键，诱导体系产生具有最高临界共溶温度（UCST）的温敏行为。在此基础上，类比于头足类动物化学门控过程中乙酰胆碱的角色，研究人员将环糊精（ α -CD）加入到凝胶周围环境中。此时，基于 α -CD与偶氮苯基团的主客体相互作用，疏水的偶氮苯基团会被 α -CD包裹屏蔽，丙烯酰胺链段逐步恢复运动能力而彼此远离，导致聚合物链间再难以形成链式氢键，因而逐渐失去UCST型温敏特性。

在此基础上，研究人员使用界面扩散聚合策略，在P(AAM-co-ABAM)水凝胶表面生长PAAM被动层凝胶，构筑了具有化学门控特性的双层水凝胶驱动器。研究进一步使用同种方法将该驱动器与

荧光水凝胶结合，并在显示面板的协助下共同构筑了基于化学门控的“热触发-驱动变形-荧光输出”的信息显示系统。在此系统下，环境温度的上升触发了P(AAm-co-ABAM)层水凝胶的UCST型体积溶胀，进而带动底层荧光水凝胶发生位移，最终在显示面板上动态、精准地输出荧光信息。通过合理配置荧光水凝胶的长度，这种同步的温敏驱动行为将始终无法完整显示二维码图案，因而实现了对目标信息的隐藏加密。当需要解密时，可使用 α -CD定点屏蔽其中一条水凝胶驱动器的温敏特性，使其在外界刺激下始终显示静态的荧光信息。在此情况下，只需通过加热使剩余水凝胶驱动器发生驱动变形，即可显示完整的二维码图案。这种生物启发的化学门控策略实现了“单输入-多输出”、动态/静态双模式和时空调控的显示能力，为人工显示系统提供了功能集成的可能性，为提升信息安全开辟了新途径。

相关成果以Cephalopod-Inspired Chemical-Gated Hydrogel Actuation Systems for Information 3D Encoding Display为题，发表在《先进材料》（Advanced Materials

）上。研究工作得到国家自然科学基金、国家重点研发计划、浙江省自然科学基金等的支持。



基于头足类动物皮肤变色机制与化学门控的人工显示系统设计

研究团队单位：宁波材料技术与工程研究所

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