
蓝相液晶助力圆偏振发光

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28465.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！

蓝相液晶助力圆偏振发光。 导读

圆偏振发光材料在三维显示、生物传感、加密防伪、光催化不对称合成等领域具有广泛的应用前景。基于手性液晶的圆偏振发光材料因具有较高发光不对称因子（ g_{lum} ）和刺激响应性能而被广泛研究。然而，小分子液晶的流动性限制了实际应用场景，聚合物液晶的刚性网络则抑制了刺激响应功能。因此，开发具有多重响应、高 g_{lum} 值且易于加工的CPL材料成为一项挑战。

基于此，来自北京化工大学的郭金宝教授课题组与东南大学李全院士团队合作，在CPL材料领域取得重要进展，他们将量子点与蓝相液晶弹性体结合，制备了全彩色和机械可调的CPL材料，并深入探讨了蓝相液晶诱导CPL背后的复杂机制。该研究成果以When Quantum Dots Meet Blue Phase Liquid Crystal Elastomers: Visualized Full-Color and Mechanically-Switchable Circularly Polarized Luminescence为题在线发表在《Light：Science Applications》。

本文共同第一作者为北京化工大学材料科学与工程学院硕士生李山和东南大学化学化工学院博士生汤玉琪，通讯作者为北京化工大学郭金宝教授和东南大学李全院士。

研究背景

圆偏振发光(CPL)是指手性发光体系在激发下发射出具有差异的左旋和右旋圆偏振光的现象。发光不对称因子 g_{lum} 是衡量CPL的重要参数，该值范围从+2到-2，分别对应理想的左旋和右旋圆偏振光。CPL材料在三维显示、生物传感、加密防伪、光催化不对称合成等领域具有广泛的应用前景。手性液晶材料通常自组装成具有周期性的手性螺旋结构，将手性液晶软模板与发光材料相结合是实现CPL的途径之一。然而，小分子液晶体系必须封装在液晶盒中，限制了其实际应用场景；聚合物液晶体系的刚性网络则抑制了材料的刺激响应功能。并且，在手性液晶体系中，CPL的放大通常是通过荧光发射和光子带隙之间的匹配实现的，这需要精确调节添加到体系中的手性剂的含量。

蓝相（BP）是一种介于各向同性态和胆甾相之间的特殊相态。与传统的一维手性液晶光子晶体相比，蓝相液晶（BPLC）展现出许多独特的优势，例如较窄的光子带隙、更高的有序度和以及更复杂的手性环境等。这使得BPLC在制备CPL材料上展现出巨大潜力。

创新研究

北京化工大学的郭金宝教授课题组与东南大学李全院士团队合作，将量子点引入蓝相液晶当中，

制备了荧光蓝相液晶弹性体（QD-BPLCE）薄膜。所得到的QD-BPLCE薄膜表现出优异的手性光学特征，包括在自然光下明亮的圆偏振结构色和在365nm光照下最大 g_{lum} 值为0.74的可辨别CPL发射。通过引入不同种类的量子点实现了全彩色的CPL。

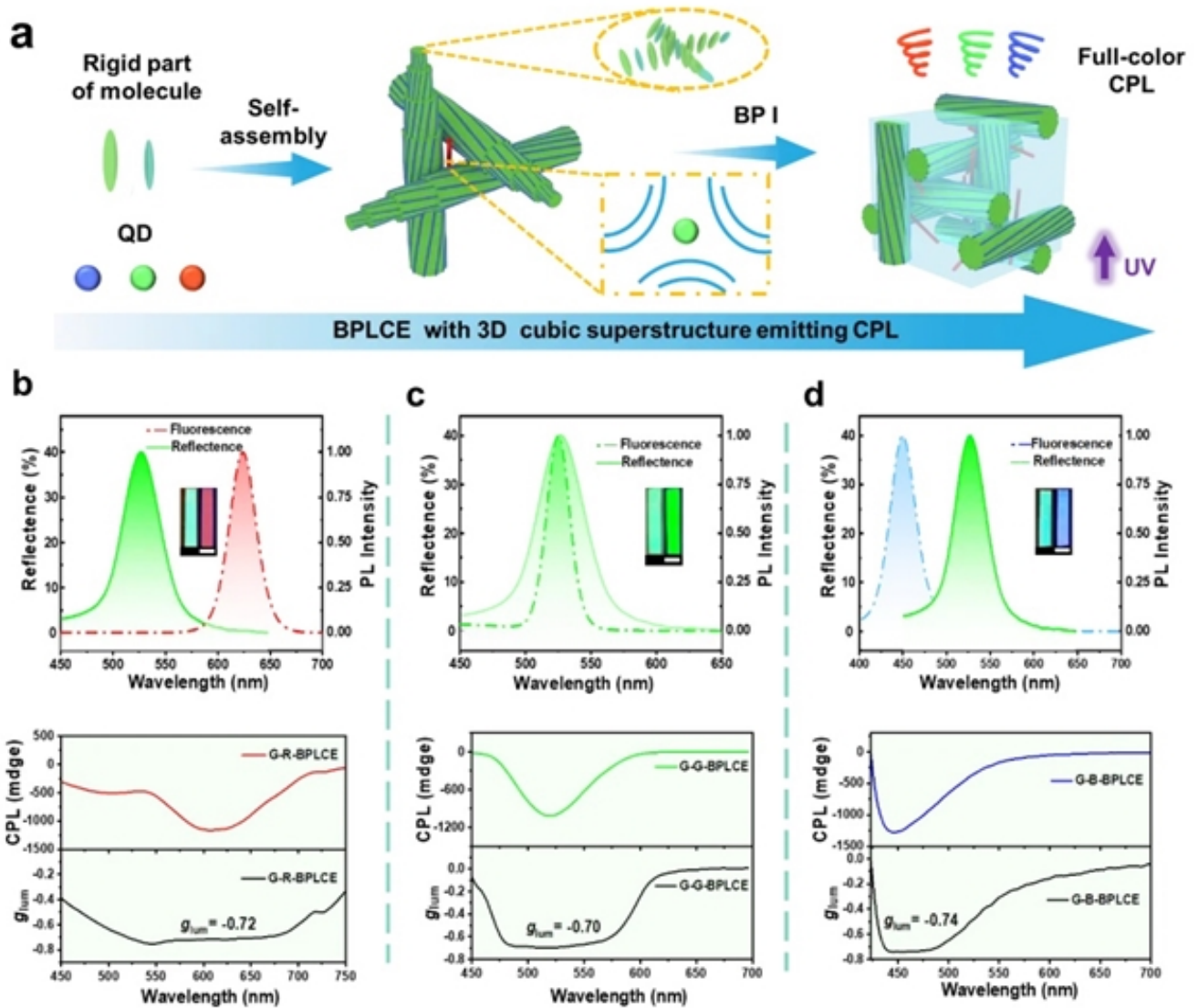


图1. QD-BPLCE的制备和表征。

研究团队还深入探讨了蓝相液晶诱导CPL的机理。在传统的胆甾相液晶中，CPL信号的产生是由于荧光波段和光子带隙匹配产生的。因此右旋的胆甾相液晶选择性反射右旋偏振光，透过左旋偏振光，诱导出左旋的CPL信号。而在蓝相液晶中，CPL信号由高手性环境诱导产生，因此右旋的蓝相液晶诱导出右旋的CPL信号，并且无需光子带隙匹配即可实现较高的 g_{lum} 。

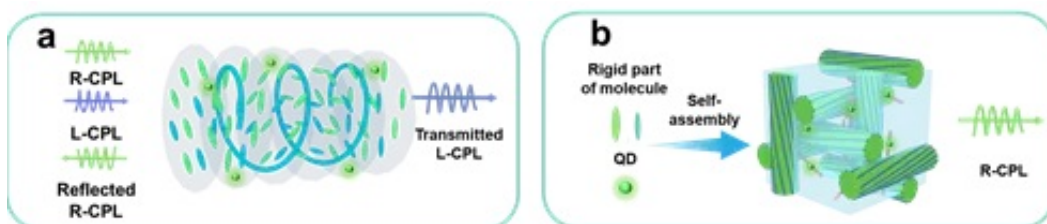


图2. CPL发射的比较：QD-BPLCE与CLCE。

图3展示了不同形变比例下QD-BPLCE的CPL信号，当形变量达到20%时，最大 g_{lum} 仅有0.0645，当形变量40%时最大 g_{lum} 仅有0.006。表明，机械力刺激会引起QD-BPLCE的CPL信号消失。这主要是因为，在拉伸过程中，QD-BPLCE的晶格被纵向拉伸，手性结构被破坏。CPL信号发生了从有到无的变化。

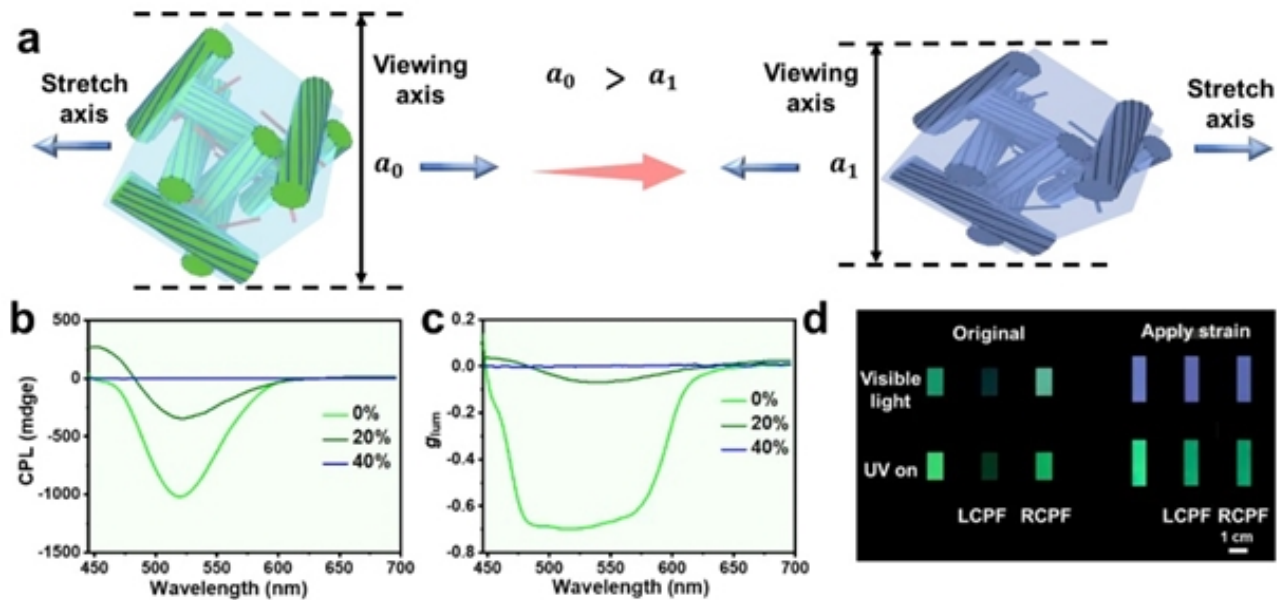


图3. 机械调控QD-BPLCE的CPL信号。

机械力刺激诱导的CPL信号消失属于临时形态。一旦撤去外加的机械力，QD-BPLCE会自动恢复到初始态，CPL信号再次出现。由于体系中含有动态二硫键分子，利用体系中动态二硫键的热编程作用，还可以实现CPL信号的永久擦除，并实现信息的写入。

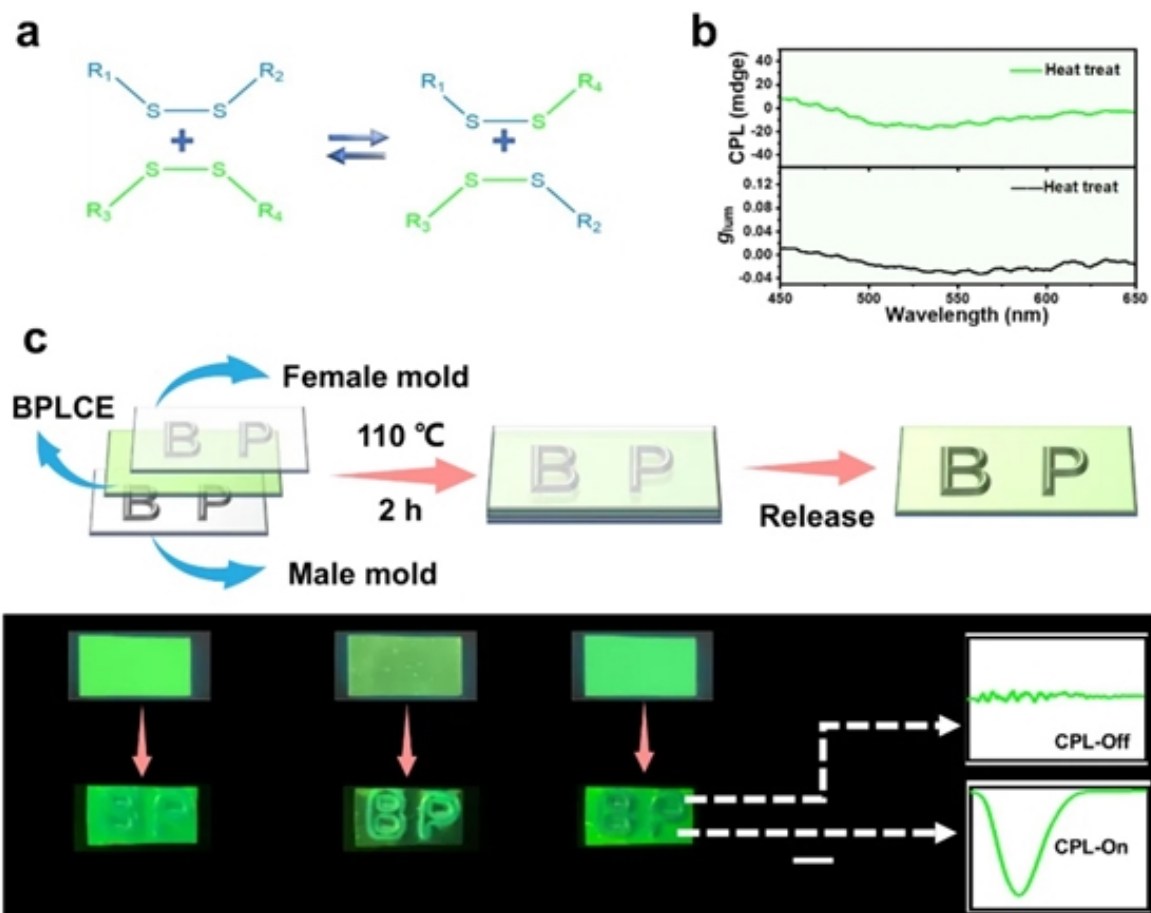


图4. 热调控QD-BPLCE的CPL信号。

基于QD-BPLCE独特的机械/热的CPL调谐性能，进一步探索了其在防伪及信息加密的应用。首先，通过设计图案实现了多层防伪认证。其次，通过部分拉伸QD-BPLCE实现信息的写入，并通过热编程实现了信息存储。最后，通过组合不同类型的QD-BPLCE，实现了多级信息加密，利用了其在不同状态下的光学行为，有效防止信息泄露。这些结果表明了QD-BPLCE在防伪和信息存储及加密领域的潜力，并为未来应用提供了新的思路。

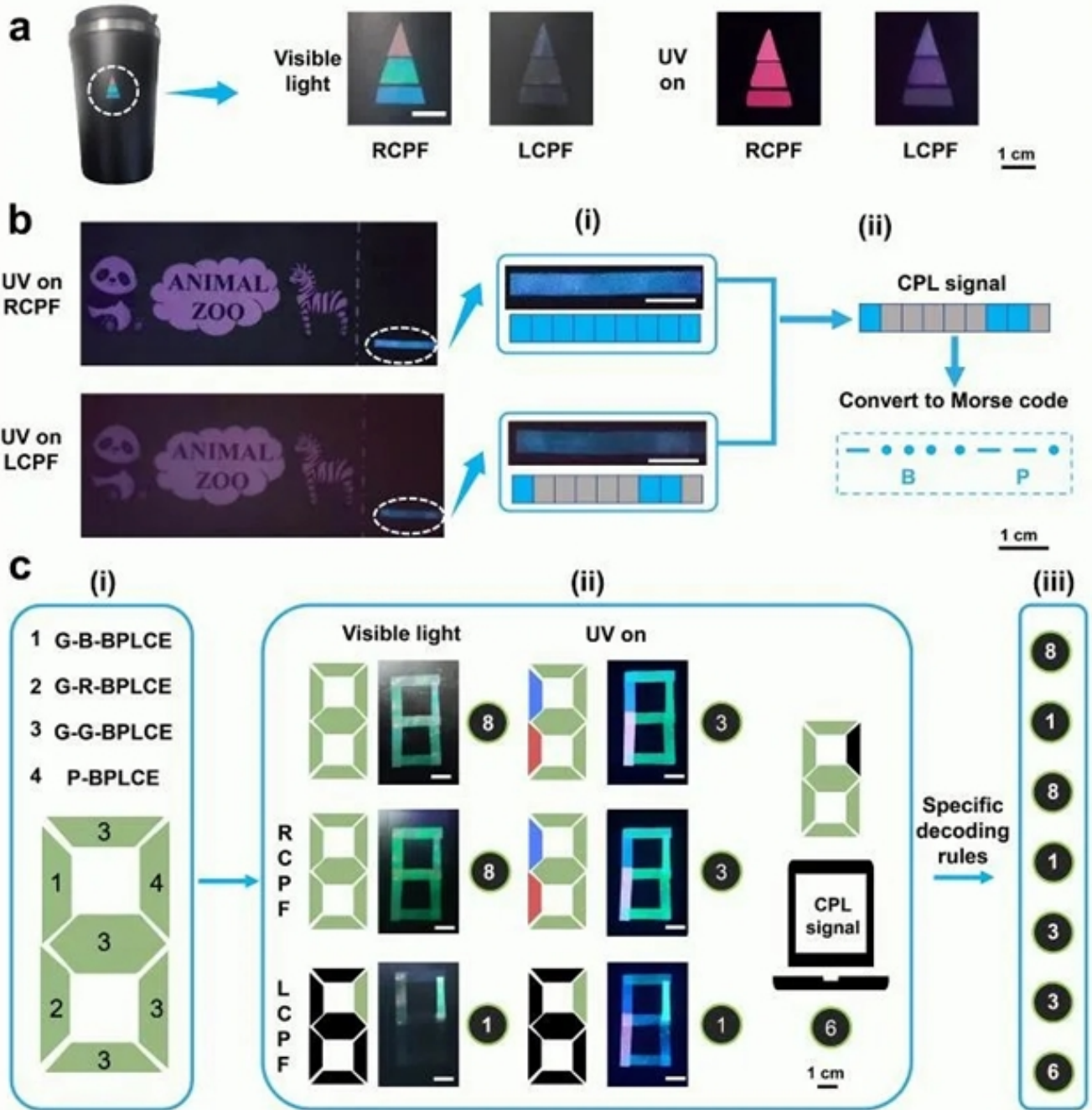


图5. QD-BPLCE的防伪及新型加密应用。

应用与展望

这项创新性的工作不仅在理论上研究了蓝相液晶诱导CPL的机理，而且在实际应用方面也展示了巨大的潜力。这种新型的具有机械响应的CPL材料可用于防伪、信息存储及加密等领域。

此外，这项工作还展示出了蓝相液晶在构筑CPL材料中的巨大潜力，为未来开发更高效的CPL材料提供了新的思路和方法。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01479-1>

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事宜，请与我们联系。

作者：郭金宝等 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