



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展, 率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针



首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

### 中国科大等在软物质准晶研究中取得进展

文章来源: 中国科学技术大学 发布时间: 2017-12-22 【字号: 小 中 大】

我要分享

中国科学技术大学物理学院教授徐宁研究组与复旦大学教授谭鹏合作, 在非常简单的软物质模型体系中发现准晶的存在, 该发现为准晶理论的发展提出了新的具有挑战性的问题, 相关成果12月12日在线发表在《自然-通讯》上。

液体在缓慢降温或加压的情况下发生对称性破缺形成有固定旋转对称性的固体。晶体由于结构空间周期性的要求, 通常有2、3、4、6轴旋转对称性, 其它对称性的结构无法周期性地铺满整个空间。1982年, 以色列科学家Shechtman等在铝-锰合金中发现具有十轴对称性的固体结构, 违背了普通晶体允许的对称性。他们经历两年检验后, 于1984年将结果发表, 从此开启了准晶研究的序幕, Shechtman由于首次发现准晶而获得2011年诺贝尔化学奖。根据定义, 准晶是不具有平移对称性和周期性, 却具有普通晶体所没有的旋转对称性的有序固体。准晶最初都是在合金里被发现, 直到2004年才在软物质体系中被首次发现。软物质体系(如胶体)在观测和合成上的优势引发了人们对软物质准晶研究的兴趣。

以往研究表明, 对于可以形成准晶的粒子体系, 粒子需要具有双分散的粒径尺寸(如合金), 结构各项异性(如四面体粒子或补丁粒子), 或粒子间的相互作用经过修饰而具有明显的多长度尺度来稳定准晶。因此, 构建准晶的基本条件是体系中要引入两个稳定准晶的特征长度尺度。至今还没有人用各向同性、单一粒径、相互作用不显含多个长度尺度的粒子构建过准晶。此外, 具有八轴对称性的准晶较为罕见, 在软物质体系中尚没有确定的关于八轴对称性准晶的报道。

中国科大和复旦大学的合作团队在各向同性、单一粒径的高密度二维软芯粒子体系中发现了八轴和十二轴对称的准晶, 粒子间的相互作用势具有非常简单的形式:  $U(r) = (1 - r/\sigma)^\alpha/\alpha$ , 其中  $r \in [0, \sigma]$  是相互作用的两个粒子间距,  $\sigma$ 是作用势范围,  $\alpha$ 是决定作用势软硬的可调节参数。这是一种纯排斥的作用势, 当 $\alpha = 2$ 时, 该作用势就是我们熟知的简谐(线性弹簧)作用势。从图1a的插图可见, 该作用势不显含多个长度尺度, 依照以往的认识, 不会有人轻易相信这么简单的体系能够出现准晶。因此, 在该体系中发现准晶是件令人惊奇的事情, 它意味着需要进一步发展理论来拓展准晶出现的条件。另一个令人兴奋的发现是, 这么简单的体系首次在非合金的软物质体系中展示了确定的八轴对称准晶存在的证据。

在如此简单的体系中形成准晶的一个必要条件是高密度(把 $\sigma$ 视为有效粒子直径来计算密度)。如图1a所示, 随着密度的增大, 该体系会呈现出非常丰富的固相结构, 而准晶会在特定的密度区间(依赖于 $\alpha$ )出现。有趣的是, 在高密度准晶区间, 粒子倾向于形成五边形团簇, 由这些五边形团簇为结构单元进一步发展出准晶的结构序。如图1b和c所示, 如果将不共边的五边形团簇中心相连, 整个八轴和十二轴对称的准晶将构建出漂亮的正方形-菱形和正方形-三角形拼图。此外, 对于八轴或十二轴对称的准晶, 每个五边形都被八或十二个粒子环绕, 这种复杂结构的出现提供了进一步设计构建轴对称准晶的可能方案。

研究工作得到了国家自然科学基金委和中国科大创新团队培育基金的支持。

论文链接

### 热点新闻

#### 中国科大建校60周年纪念大会举行

- 中科院召开党建工作推进会
- 驻中科院纪检监察组发送中秋国庆节廉洁...
- 中科院党组学习贯彻习近平总书记在国...
- 国科大举行2018级新生开学典礼
- 中科院党组学习研讨药物研发和集成电路...

### 视频推荐

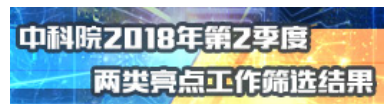


【新闻联播】“率先行动”计划 领跑科技体制改革



【安徽卫视】中国科学技术大学建校60周年纪念大会在合肥隆重举行

### 专题推荐



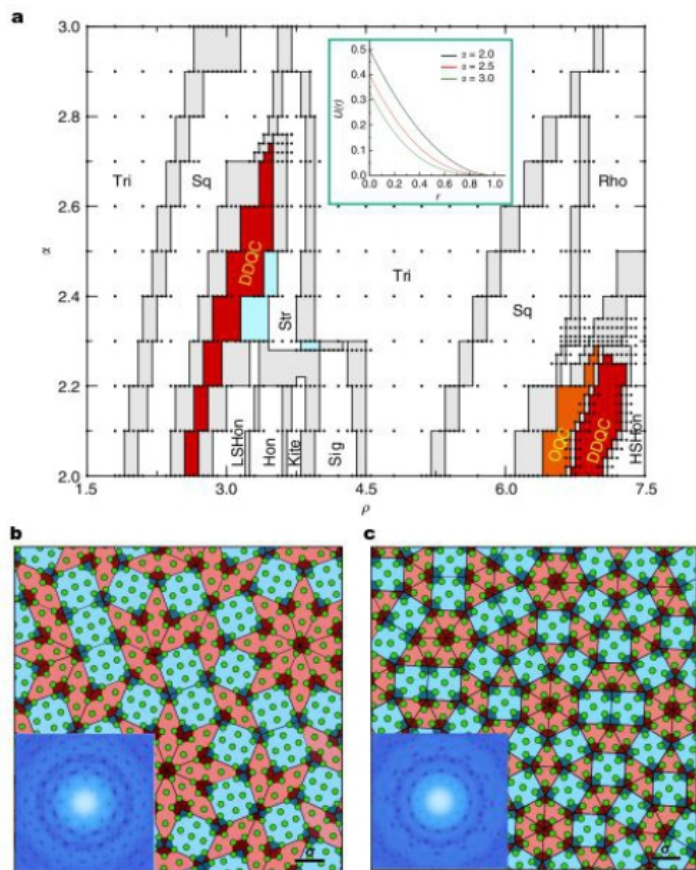


图 1: a 具有  $U(r) = (1 - r)^\alpha / \sigma$  形式的纯排斥相互作用 (具体函数形式见插图,  $\sigma$  取为 1) 的二维软芯体系的固体结构作用势指数  $\alpha$ -密度  $\rho$  相图。b-c 八轴 (OQC) 和十二轴 (DDQC) 对称准晶的结构图和基于五边形粒子团簇的多边形拼图。插图是衍射斑图, 图中粒子的直径是作用势范围  $\sigma$  的 20%。

(责任编辑: 侯茜)



© 1996 - 2018 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号 联系我们

地址: 北京市三里河路52号 邮编: 100864