微纳多尺度的仿生结构框架用于金属锂负极载体

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/4707.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！

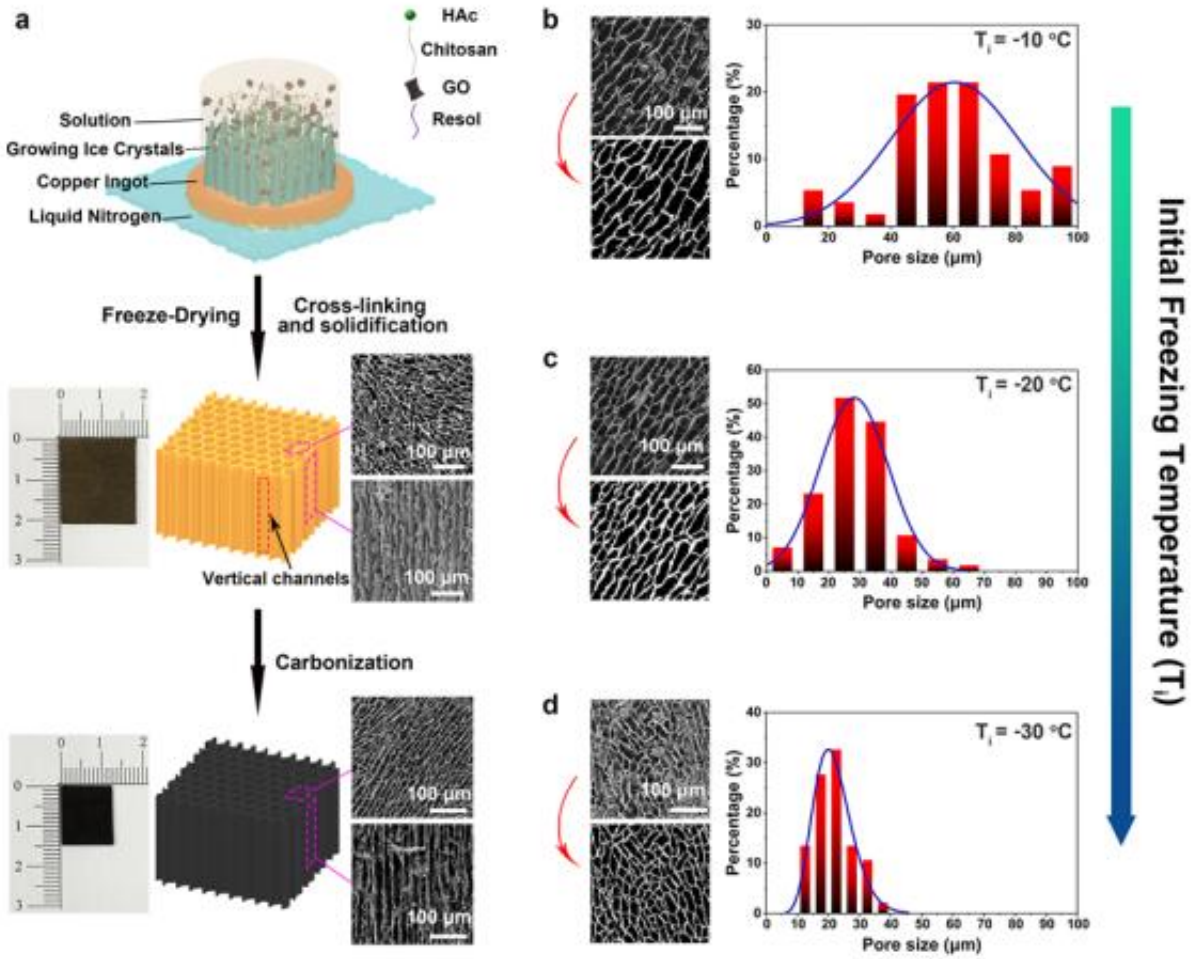


图1. 垂直孔道碳骨架的制备过程与孔道尺寸统计（a）冰晶诱导自组装、热固化、碳化制备碳骨架(CHVC)的流程示意；（b-d）不同冷台初始温度(-10 ℃, -20 ℃, -30 ℃)对孔径分布的影响与统计。

微纳多尺度的仿生结构框架用于金属锂负极载体。《国家科学评论》在线发表了中科大俞书宏教授课题组的最新研究成果，文章提出了一种微纳多尺度的仿生结构框架用于金属锂负极载体。基于本课题组已有的人工木头仿生成果，通过调节定向冷冻参数，可获得尺寸可调控的微米级垂直

孔道。在此基础上，通过高频高压电镀沉积，可在孔道内壁修饰上一层均匀分布的纳米合金成核点。该仿生设计通过微-纳双结构的协同作用，极大地提升了金属锂负极的稳定性。

千百年来，自然界提供的各种原材料一直是人类生存繁衍的基础。然而，随着对自然界了解程度的加深，人们开始更加关注生物体内部独特的微纳结构，并从中获得启示，开发出了各种各样的仿生材料。如今，仿生结构设计已被应用到力学材料、隔热和催化等各个领域。

在电池材料中，锂金属负极由于其高比容量和低电位而一直受到广泛关注。然而，电化学循环过程中的枝晶生长和体积膨胀等问题极大地限制了锂金属负极的实际应用。在众多的解决方案中，引入三维框架可以增大负极材料的比表面积，从而减小实际电流密度，使锂金属的沉积、脱出过程更加均匀。然而，在三维框架中有若干不得不面对的问题。一是微观结构尺寸的可调控性，即探究结构-性能的关系，以得到最优结构;二是结构稳定性，即三维框架是否可以耐受化学腐蚀以及一定压力，使其三维效应不会在压片和电化学循环过程中失效;三是与锂金属的亲和性，这样就可以减少锂沉积的成核能，达到诱导均匀沉积的效果。因此，如何研制结构可调、性能稳定，同时具有良好亲锂性的框架，是锂金属三维设计中面临的主要挑战。

针对这一难题，中国科学技术大学俞书宏教授领导的团队在课题组在开发的仿生人工木材的基础上(Science Advances 2018, 4(8), eaat7223)，加以后续处理得到了仿木材低曲度高能锂负极。作者将所得到的树脂基仿生人工木材进行碳化处理，并修饰上一层均匀分布的Sn/Ni合金纳米颗粒。所得到的碳骨架，不仅具有尺寸可调的取向孔道结构，而且具有良好的亲锂性和诱导沉积效应。相关研究结果以Bio-inspired low-tortuosity carbon host for high-performance lithium metal anode为题在线发表于《国家科学评论》。

在冰晶诱导自组装过程中，通过调控冷台初始温度，可以控制冰晶成核与长大的程度，从而影响到后续的垂直孔道尺寸。研究者们发现，热固化后的样品，在经过碳化后，会有一个明确的尺寸缩小比例因子。这样，就建立起了冷冻参数-
最终孔道尺寸的明确关系，从而实现了孔道尺寸的可调控性(图1)。

装压电池并在一定圈数的循环后，研究者们将碳骨架中的锂半数或全部脱出，发现孔道结构仍然保持得很好，孔道上的合金纳米成核点清晰可见。这证明了仿木材低曲度负极骨架的足够的力学强度和良好的稳定性。

这项工作中，研究人员通过冰晶诱导自组装、热固化、碳化、电镀和灌锂等一系列方法，得到了具有良好尺寸可调性和微结构稳定性的仿木材低曲度高能锂负极(CHVC)。该仿生结构在改善锂金属循环性能、提高稳定性、减少极化、抑制体积膨胀等方面具有明显效果。在该项工作中的仿生结构设计理念和亲锂性修饰的思想，有助于促进未来锂金属负极的推广与应用。

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转发