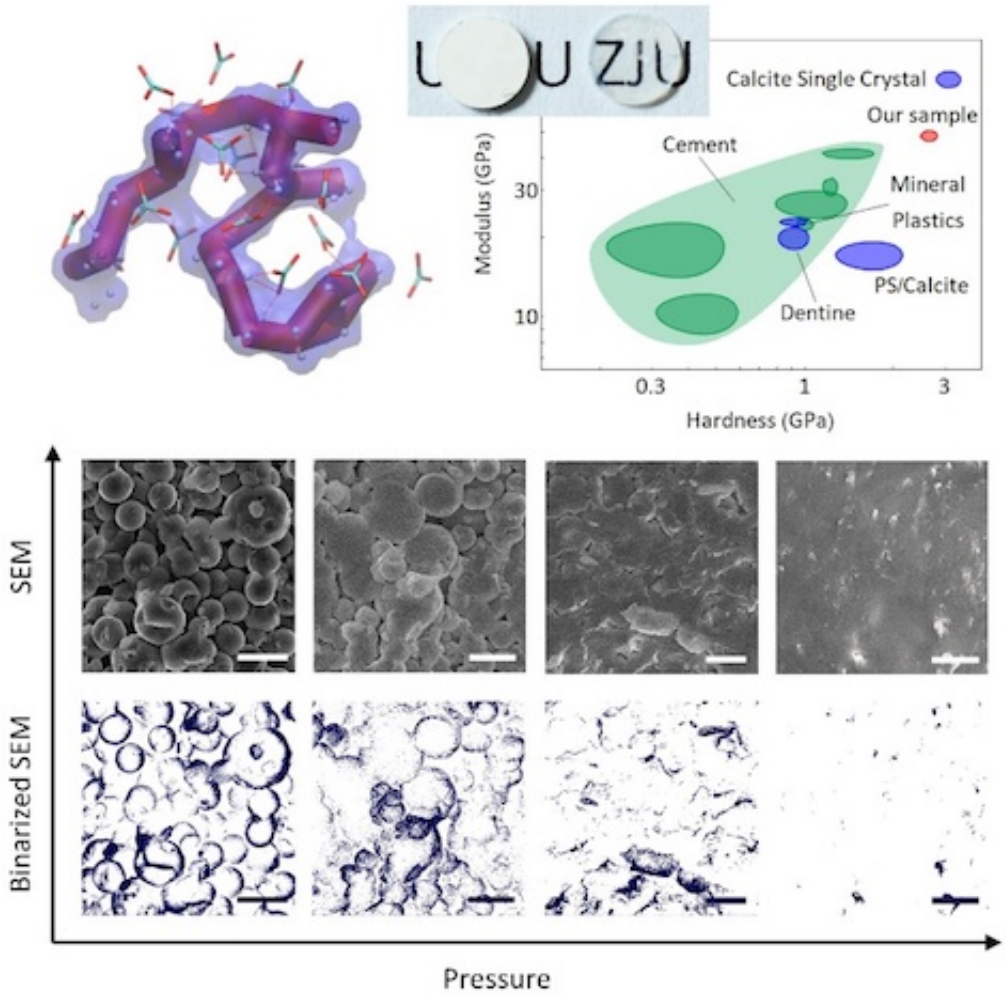
《科学》：火攻水淹，无机材料制备的万年轮回

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/14408.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》：火攻水淹，无机材料制备的万年轮回。



水团簇示意和材料机械性能比较 （受访者供图）

如果把人类石器时代的制陶看作烧结技术的肇始，那么，无机块体材料制备已有上万年的历史。

历经万年的轮回，今天，无机块体材料制备技术已经从火攻（高温烧制成型）发展到水淹（水辅压力成型）。

6月25日，《科学》在线发表浙江大学化学系ç研究员和唐睿康教授团队的最新成果，研究人员通过调控无定形碳酸钙颗粒内部的结构水含量和外部压力，实现了无定形碳酸钙颗粒的融合，这为制备无机块体材料提供了新方法。

过程仿生

这项研究揭示了压力驱动无定形颗粒，通过在材料内部构建动态水通道使颗粒融合为一个完整的块体材料。浙江大学化学系教授唐睿康告诉《中国科学报》，通俗点说，就是把多块石头融合成一块完整的石头。

无机块体材料通常是由无机颗粒通过烧结而制备得到，也就是说，人们建造房屋的砖块、盛水或食物的各种陶瓷器具（碗、盘、罐等），就是通过陶土揉制后再去烧结得到。

烧结让陶土颗粒表面发生熔融，进而实现表面融合。浙江大学化学系研究员刘昭明对《中国科学报》说，然而目前的烧结过程往往会导致颗粒不完全融合，损害材料的结构连续性，影响最终材料的机械性能和光学透明性。

生物矿化相关研究发现，生物体可以通过无定形前驱体颗粒融合，生产具有连续结构的矿物骨骼（如骨骼的形成过程）。受此启发，研究人员通过调控无定形碳酸钙颗粒内部结构水含量和外部压力，实现了无定形碳酸钙颗粒的融合，并将其用于无机块体材料的制备。

这是一个对生物矿化策略的仿生。唐睿康说，本工作中，我们揭示了材料内部的结构水在无定形矿物融合中的重要作用，并借助外界压力人工实现了这个过程。

水辅压力法优势突出

该研究揭示了结构水可以让原本刚性的无机材料在压力下具有一定的可塑性，但材料中的结构水含量在这个调控中起到关键作用：含量太低颗粒无法融合，而展现出与刚性颗粒相似的行为；含量太高将导致无定形碳酸钙颗粒的结晶，同样会阻碍颗粒融合。该论文共同第一作者、浙江大学化学系博士生慕昭对《中国科学报》说，无定形碳酸钙内部具有合适的结构水含量是确保颗粒在压力下融合的关键。压力作用下，无定形碳酸钙内部这些结构水会团聚形成动态水通道，促进碳酸钙离子的传质，从而实现颗粒融合。

研究发现，在含水量和压力协同调控下，无定形碳酸钙内部会形成合适的动态水通道，水通道的存在促进了物质传输过程，导致无定形颗粒的融合。同时，水含量不足不能形成水通道，而太多的水将会形成尺寸过大的水团簇，导致无定形碳酸钙颗粒结晶。通过调控结构水含量使其处于一个适当的范围，研究人员成功构建出具有连续结构的碳酸钙块体材料。

由于得到的块体材料具有连续结构，使得其具有优异的光学透过性和机械性能（硬度为2.739 GPa,弹性模量为49.672 GPa），这些性能优于大多数的水泥基块体材料，甚至可以与方解石单晶的性能相接近。该论文共同第一作者、浙江大学化学系博士生孔康任告诉《中国科学报》。

唐睿康解释说，用这种方法制备的材料从肉眼上看，其光学透明性和玻璃相似。材料内部具有连

续结构是无机材料光学透明的必要条件，传统烧结方法难以使无机离子化合物颗粒完全融合，因而不能实现结构连续性和均一性，导致光学不透明。

未来的无机胶水

从原理上说，动态水通道融合可以消除材料内部的缺陷和界面，在提升材料结构均匀性和强度上，比传统烧结法更具优势。唐睿康说，但这要针对不同材料、不同的实际情况来判断。我们的方法更有利于传统烧结所不能制备的无机块体材料（尤其是对热敏感的生物材料、矿物材料），是一种传统烧结没法实现的加工手段。

目前，该团队在实验室中可制备出多种无机离子化合物，包括碳酸钙、磷酸钙、碳酸镁等，这些化合物整体材料的体积都能够达到立方厘米级别。

这（制备物品大小）取决于所用压力模具的大小。唐睿康说，如果有更大模具，理论上大小是没有限制的。

研究人员表示，这种制备块体材料的设备仅需压机，只是在制备过程中，需要对无定形颗粒的结构水进行调控。

动态水通道的发现，展示了提高固态材料流动性的一种新方法，提出固体材料融合新的认知，有望使固态无机材料在常温下也具有可塑性质，可实现温和环境下无机块体材料的制备。唐睿康说，结合我们2019年在《自然》上发表的无机离子聚合技术，未来能发展出‘无机胶水’，能用于牙齿、骨骼、文物的修复及高品质无机材料/陶瓷制备等方面。（来源：中国科学报张双虎）

相关论文信息：https://doi.org/10.1126/science.abg1915

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：碳酸钙颗粒 来源：《科学》

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