

## 金属的密度低于水？刘静团队再次实现液态金属领域新突破

在领先世界的液态金属方面，我国科学家再次实现了新突破。近日，中国科学院理化技术研究所特聘研究员、清华大学医学院生物医学工程系教授刘静团队首次提出“轻质液态金属”的概念，研发出了密度低于水的液态金属复合材料，为打造液态金属机器人奠定基础。

据悉，该团队名为Lightweight Liquid Metal Entity（轻质液态金属）的论文已于2020年2月17日登上《先进功能材料》（Advanced Functional Materials）期刊。

### 密度低于水的液态金属复合材料

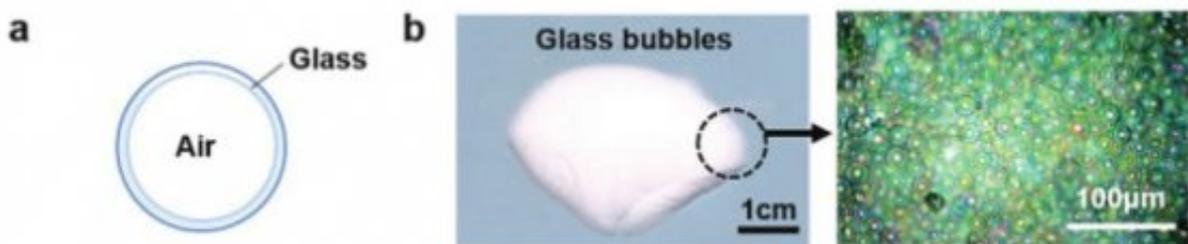
“液态金属”，是一种不定型、可流动液体的金属，可看作是由正离子流体和自由电子气组成的混合物。作为可变形智能机器的基本要素，液体金属为可变形体（尤其是液体机器）的设计、制造开辟了全新途径。正如刘静教授所说：

柔性机器、可变形机器在材料学和机器学中是一个非常重要的领域，而柔性正是液态金属特有的行为。

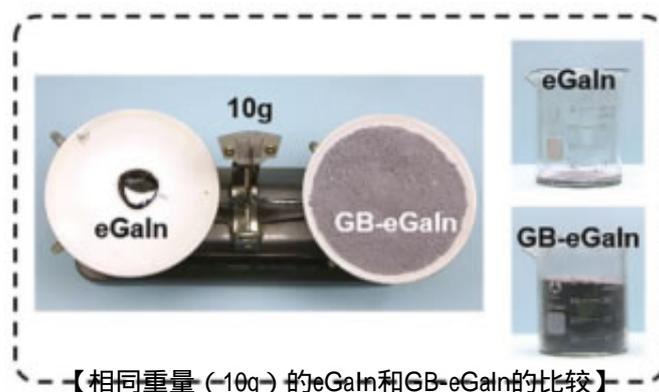
但同时，液态金属的一个缺点在于密度较高，这就意味着给机器增加了额外重量，其便利性因而被削弱。

为解决这一问题，刘静团队提出了“轻质液态金属”——一种由空心玻璃微珠（Glass Bubbles）和镓铟共晶（eGaln）组成的非常规超轻材料GB-eGaln。

下图a为空心玻璃微珠结构示意图，b为玻璃气泡的真实照片（左）和显微镜照片（右）。

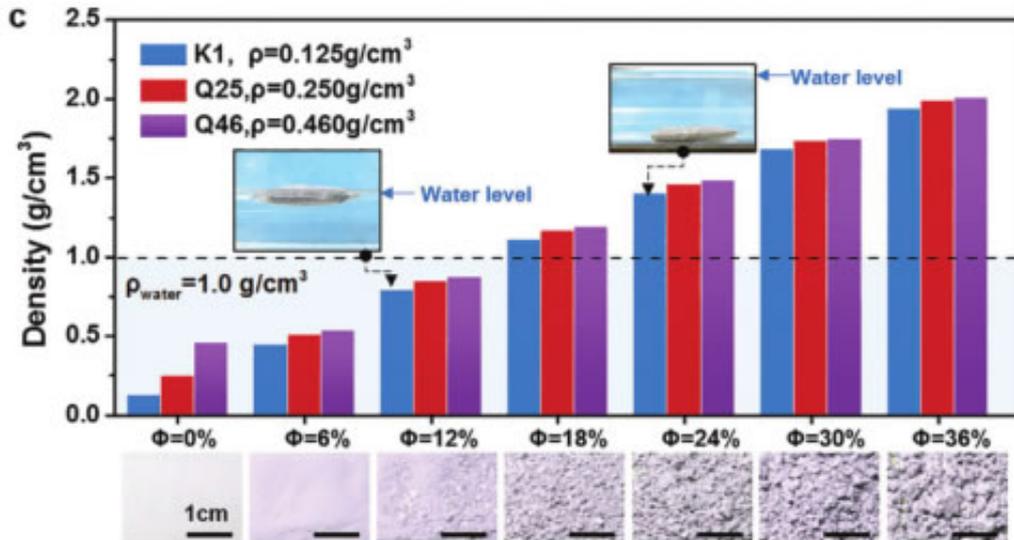


共晶是一种物理现象，指一定成分的合金液体在低于任一种组成物金属熔点的共晶反应温度下，冷却、凝固、结晶为两种或更多致密晶体混合物。顾名思义，镓铟共晶便是镓（Ga）和铟（In）两种金属的混合物，密度为 $6.25\text{g/cm}^3$ （温度 $25^\circ\text{C}$ 时）。



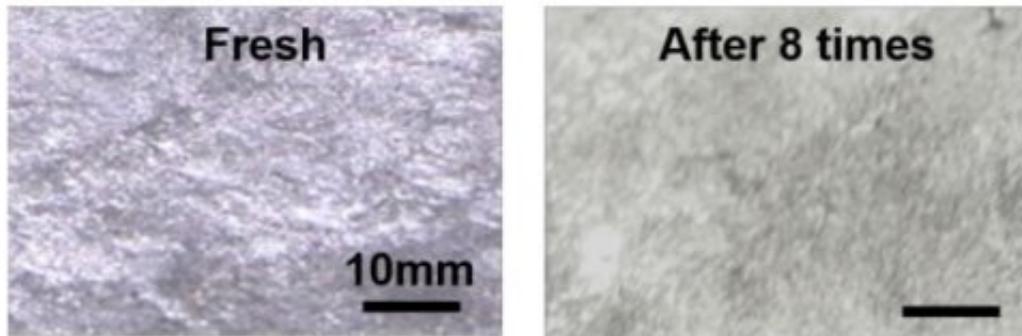
而GB-eGaln密度低于 $2.010\text{g/cm}^3$ ，甚至可达 $0.448\text{g/cm}^3$ ，比水（密度 $1\text{g/cm}^3$ ）更轻——这是由于水和液态金属对玻璃表面有不同的亲和性，当接触到水后，GB-eGaln内部结构会变为玻璃微珠-水（GB-water），这便引起了密度的变化。

下图为不同eGaln体积百分比（ $\Phi=0\%$ ， $6\%$ ， $12\%$ ， $18\%$ ， $24\%$ ， $30\%$ ， $36\%$ ）的GB-eGaln密度变化（K1，Q25，Q46为空心玻璃微珠的3个种类）。



2014年5月，刘静团队发表的名为Diverse Transformations of Liquid Metals Between Different Morphologies（不同构象之间的液态金属多变形性）的论文，揭示了室温液态金属（Room-temperature liquid metal）具有可在不同形态和运动模式之间转换的普适变形能力。

实际上，经温度调节，GB-eGaln也可保持优异的适形性、导电性，可在完全柔软和坚硬的状态之间自由切换。据悉，GB-eGaln可成型为薄片，也可构筑成三维立体结构，重复使用8次后功能无明显损失（如下图）。



在此基础上，研究团队还将GB-eGaln结合磁铁，设计了浮力部件，提供开关和负载元件的功能。研究团队表示，有望在不久的将来利用GB-eGaln制造出软体机器人及智能水下装置。

### 中国领先世界的液态金属

实际上，我国在液态金属方面领先世界，而与这一成就最密不可分的一个名字便是刘静。

刘静教授是清华大学较早的一批直博生，1992年本科毕业后开始专攻生物传热学。

作为入选了中科院、清华大学“百人计划”的生物传热学专家，其研究方向包括低温生物医学工程学、常温及高温生物医学工程学、微/纳米流体与热学技术、先进热管理技术、超常规能源技术等等。2014年9月，刘静教授更是在日本京都召开的国际传热大会上获得了每4年颁发一次，每次仅有1名获奖者的传热学界“终身成就奖”威廉·伯格奖（The William Begell Medal）。

2001年，刘静教授的一个颠覆性想法“液态金属在室温下可以流动，那么，为何不能将其与芯片冷却建立起关联？”帮他打开了“新世界的大门”，随后不断引起世界轰动。

刘静团队近年来在液态金属方面取得突破的大致时间线如下：

2013年，首次发现电场控制下液态金属与水的复合体可在各种形态及运动模式之间发生转换的基本现象；首次发现液态金属在吞食少量铝后，能自主高速运动且能变形的奇异行为；通过把液态金属做成打印“墨水”，首次研发出纸上直接生成电子电路的技术；

2015年，研发出世界首台自驱动液态金属机器，为研制实用化智能马达、血管机器人、流体泵送系统、柔性执行器甚至液态金属机器人奠定基础；

2016年，报道了一种异常独特的液态金属固液组合机器的自激振荡效应，验证了其在药物递送方面的潜在价值；研发出一种以柔性可变形“车轮”驱动的微型车辆；

2019年，研发出一种液态金属电子纹身，为个性化医疗及可穿戴设备提供新的解决途径；首次系统地提出了旨在研制未来尖端柔性机器人的一般原则“液体集成”（I-LIFE），为研制接近动物和人体功能的全新一代尖端柔性机器人打下坚实基础；报道了一种全新的功能复合型肿瘤栓塞剂液态金属/海藻酸钙（LM/CA）水凝胶，可制成具有特定功能的肿瘤制剂。

而对于已取得的成就，刘静教授表示：

如果做出来的东西能够有幸真正为世人所用，哪怕只有一小点，我想那就是最大的满足和成就了。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/153323.html>