

悬浮金属球的“果冻”传感器，导电“能力”也可变化

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22716.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！

悬浮金属球的“果冻”传感器，导电“能力”也可变化。

把液体金属均匀密封在‘果冻’中不下沉，果冻电学性质可控，还可以随意折叠、拉拽。近日，在太原理工大学机械与运载工程学院，张东光副教授展示了一款柔韧和电学性能兼顾的新材料。课题组受到石榴内部结构的启发，研发出一种柔性传感器，具有低成本、低密度、无沉降的优点。张东光副教授介绍道，在汽车方向盘包裹一层这样的电容式柔性传感器，智能汽车即可感受来自手心的握力，实现离手检测功能。这种传感器还可应用在智能座舱、软态机器人等诸多领域。



图为薛小婷测试实验样品。受访者供图

近日，该成果以具有弹性颗粒阻塞效应的非沉降液态金属弹性体为题发表在《Advanced Functional Materials》。该论文的第一署名为太原理工大学，研究生薛小婷为论文第一作者，张东光副教授、吴亚丽副教授、西安科技大学杨嘉怡副教授为论文共同通讯作者。

经典科幻电影《终结者2》出现的T-1000液体机器人可以实现固体和液体的自由转换变形。金属镓或者镓基合金被认为最适合实现这一科幻场景。金属镓以低熔点、高导电性、高热导率和无毒性等优势，被广泛应用在软体机器人、可穿戴设备和人机界面等领域。一旦液态金属机器人技术取得突破成功，将科幻带进现实，必将革新人类日常生活的方方面面。

张东光副教授通过独特的制备工艺，将镓基合金为导电填料，以聚二甲基硅氧烷颗粒作为阻塞介质，以聚二甲基硅氧烷作为封装层，研发出一种无沉降的液态金属弹性体。液态金属和聚二甲基硅氧烷这两种材料特性差异极大，两者的混合不是水里化糖，而是水里泡茶叶，并且保证茶叶不飘落。这种新材料中，我们借鉴了石榴内部结构的设计思路，让金属颗粒在胶体颗粒中均匀分布，从而避免了因重量而导致的沉降问题，并且还能保持良好的电学性能。这是整篇论文的核心。张东光介绍道。

以石榴为参照，密度最大的石榴籽就是镓基合金，石榴籽周边包裹的汁水就是聚二甲基硅氧烷，而分离石榴籽的膜就是封装层，支撑壁相当于阻塞颗粒也是由同样的材质组成。

支撑壁是确保整个石榴内部的镓基合金能够均匀分布，并避免团聚和沉降到底部的关键因素，是该材料制备过程中的关键步骤。论文第一作者薛小婷表示，经过计算，液态金属颗粒的密度大约是弹性体的7倍。因此，在浇注和固化过程中，金属液体下沉不可避免。然而，液态金属颗粒表面很容易形成薄薄的氧化层，它被不导电的二甲基硅氧烷隔离开，两者相互干扰，二甲基硅氧烷的阻塞效应使得液态金属颗粒的沉降受阻。通过机械烧结就可以来打破这层绝缘弹性体，形成导电路径。如果将液态金属复合材料视为一种具有优异性能的电介质或热导体，通常需要添加更大比例的液态金属颗粒，这在重量和成本上都不划算。

通过试验、计算和再试验，研究新材料内部的阻塞效应机制，验证了复合材料中的液态金属颗粒分散均匀。她试验了不同体积比的液态金属颗粒，并发现当聚二甲基硅氧烷颗粒的体积比达到20%，液态金属体积比为40%时，复合弹性体既可以实现导电性能，又可以节省材料成本。我们更换各种胶体材料，设置液态金属体积比，调整搅拌器转速，将液态金属‘打碎’成固定尺寸，液态金属尺寸大概为5-50微米左右，以直径10微米的液滴居最多。

新材料的另一大特点就是绝缘弹性体可以改变介电常数和介电特性。薛小婷表示，新材料的介电常数也会机械烧结而变化，通俗来讲就是绝缘弹性体的电容量发生了变化。与传统的液态金属弹性体材料不同的是，本研究中的新材料不会在外部压力作用下产生液态金属弹性体渗出的问题，而是将外部作用完全转化为电学特性的变化。

张东光表示，我们利用力电耦合效应通过电容变化来计算材料的受力程度，并测试了其机械和电气性能。设计的电容式传感器可以精确感知力的大小，检测方向盘离手或握力放松等情况，并及时提醒车主。此外，传感器的应用还可扩展至监测脉搏、汽车脚踏板力度、后排儿童是否离座等场景。目前，我们已将传感器应用在桥梁路面、桥梁伸缩缝等处，用来监测特殊领域微小的力量变化。（来源：中国科学报 李清波）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/adfm.202210553>

作者：薛小婷等 来源：《先进功能材料》

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