
Nature子刊：发现超高力学性能新材料

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17507.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！

Nature子刊：发现超高力学性能新材料。你能想象0.2克的绳子可以提起5公斤重的物体吗？

没开玩笑，这是科研人员创造出的一种力学性能惊人的新材料，它不但具有很好的拉伸性能，拉伸长度能达600%，而且还非常坚韧。

2月22日，北卡罗来纳州立大学Dickey实验室博士后王美香以第一作者的身份，在Nature Materials上发表论文，介绍了这款新材料，它属于离子液体凝胶的一种，在抗拉伸性能和韧性上创造了这类材料的最高纪录，也展现出比水凝胶更广阔的应用前景。

评审专家之一、麻省理工学院教授赵选贺认为，这些透明的离子液体凝胶具有非常坚韧的机械性能，而且最大的亮点是制作简单，易于使用。

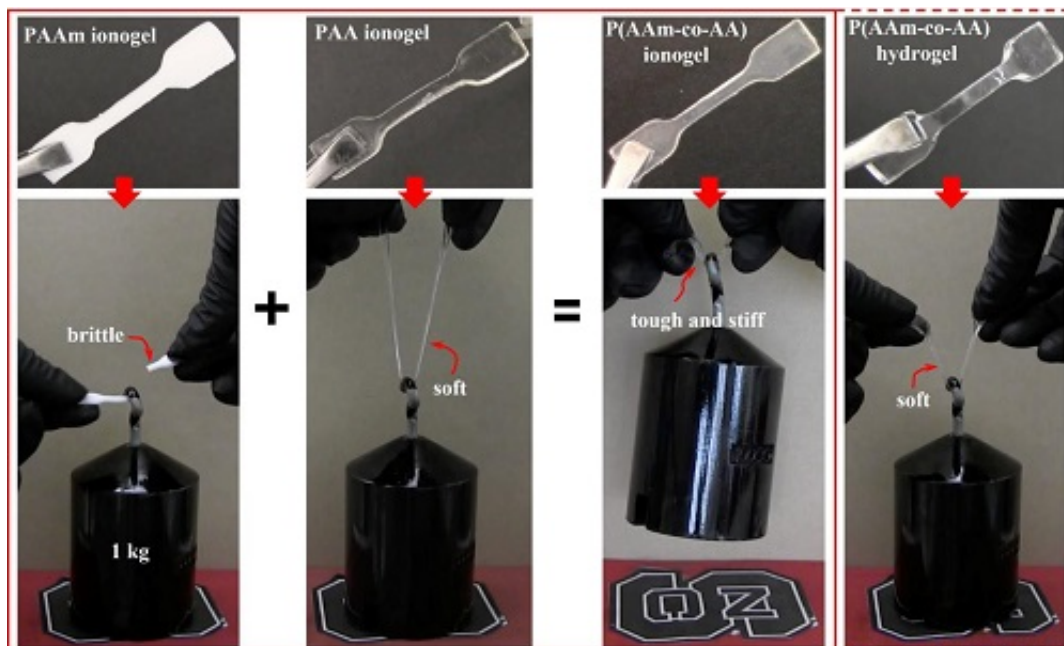
1+1 = 10，凝胶界的佼佼者

通常凝胶的机械性能很弱，比如豆腐。但在自然界中也有例外，比如人体内的软骨。一些研究人员一直在努力制造坚韧的凝胶，这启发了我们。论文共同通讯作者、北卡罗来纳州立大学Dickey实验室负责人Michael D. Dickey教授告诉《中国科学报》。

此次创造出的离子液体凝胶含有超过60%的离子液体，主要包含丙烯酸和丙烯酰胺两种物质，前者是用于婴儿尿不湿吸水的主要材料，后者是用于隐形眼镜的主要材料。最后，混合材料兼具了聚丙烯酰胺和聚丙烯酸离子液体凝胶的优点，实现了1+1 = 10的效果。

王美香介绍，新材料透明度达90%以上，其内部的聚合物网络微结构使凝胶拥有极高的力学性能，可拉伸而且非常坚韧。拉伸的长度能达600%，模量有约50个兆帕，断裂强度约有13个兆帕。这是目前离子液体凝胶界的最高纪录。

论文中展示的是用0.2克的离子液体凝胶材料，轻松提起1公斤重量的物体。事实上提起5公斤的重量也不在话下，但因实验室没有5公斤的标准件，他们后来用5公斤的水桶做了实验，材料本身不会有任何破损。



不同凝胶在提起1公斤重物时的表现。受访者供图

离子液体这个溶剂本身不挥发，且具有很高的热稳定性和导电性。因此，创造出的这款离子液体凝胶具有广阔的应用前景。可用于电池、传感器、3D打印、致动器和柔性电子设备等。Michael D. Dickey教授说。

可穿戴柔性电子器件是当下科学研究的热门之一，要同时满足可弯折、扭曲、拉伸等需求，所以对材料的要求极高。以往做展示用的较多的是传统柔性材料——水凝胶，但水凝胶稳定性是个大问题，长期暴露在空气中会导致水分蒸发、性能受损。

离子液体凝胶完全可以替代水凝胶在可穿戴柔性电子器件上的应用。首先它很稳定不挥发，不需要任何包覆；其次具有高导电性，不需要额外添加导电介质；可穿戴设备往往需要大变形，离子液体凝胶还可以用来开发应变传感器。王美香说，还有一点，它具有自愈合和形状记忆的特性。

一步法轻松做成

长期以来，在凝胶材料领域最火的，非水凝胶莫属。

实际上，水凝胶在生活中已相当常见。比如，隐形眼镜、果冻、龟苓膏等都是水凝胶的产物。自62年前，水凝胶横空出世，科研人员便绞尽脑汁地挖掘其力学性能，涌现了无数重大成果。

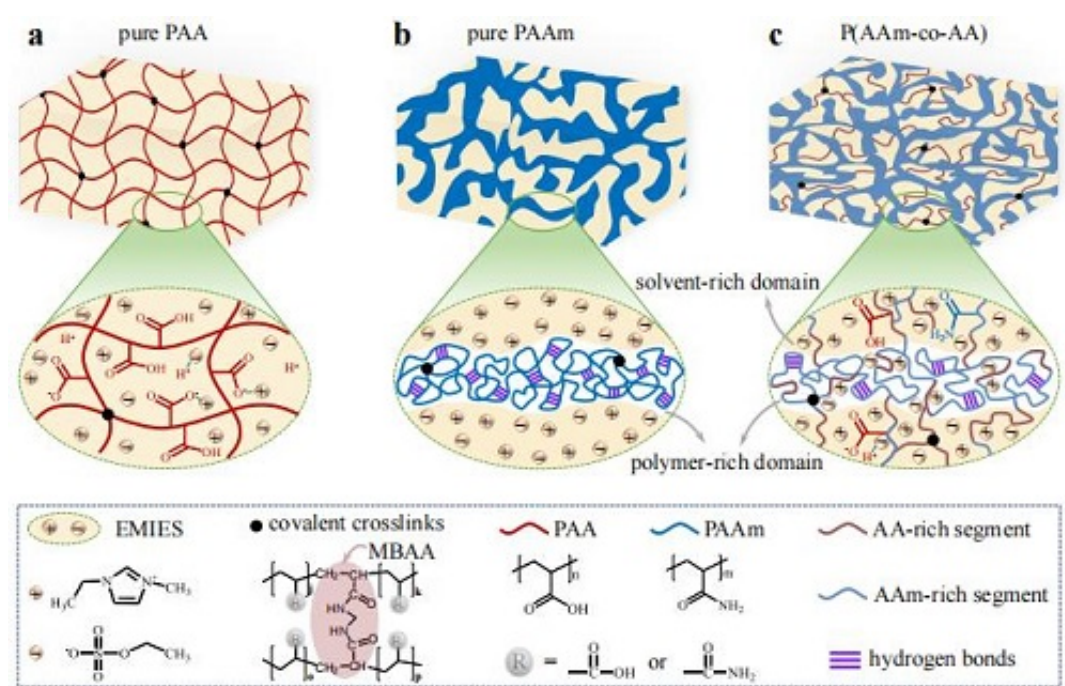
但同为凝胶材料，离子液体凝胶领域的研究则发展较慢，例如力学性能研究还是一块空白，很难把它的力学性能做到与高强度水凝胶相媲美的程度。

在这篇论文发表之前，合成高强度离子液体凝胶的方法并不易，为了提高材料的力学性能，一些研究人员采用多步法或者溶剂交换，整个过程耗时长、成本高，而且浪费资源。

挑战不可能，这是科研工作者骨子里的基因，恰好离子液体这个溶剂的72般变化也让王美香着迷。

顾名思义，水凝胶用的溶剂只有一种，就是水，而离子液体凝胶用的溶剂是离子液体，有成千上万种，这正是它的魅力所在。王美香对《中国科学报》说，离子液体在室温下是一种液态的熔融盐，里面含有正离子和负离子，只要熔融盐里的正负离子不一样，就可以实现离子液体的千变万化。

研究选材是从聚丙烯酸和聚丙烯酰胺的单体开始。



三种离子液体凝胶的结构示意图。受访者供图

最初，王美香把两种材料分开来做。当把丙烯酰胺融到离子液体后，产生的凝胶跟她预想的完全不一样，不透明、发白，就像晒干的面条一样特别脆，一碰就断。随后她又试了丙烯酸，做出来的凝胶则超级软，透明度达到百分百。

完全就是两种极端！这让她无比兴奋，如果把三者混在一起，会擦出什么样的火花呢？

把丙烯酰胺和丙烯酸融到离子液体里，再加入引发剂和交联剂，然后混匀，用高功率紫外灯照射，3分钟就能制作出论文中这种新型混合材料。王美香说，就是这么简单。

一步法就这样诞生了！它为离子液体凝胶研究开启了新世界的大门。

为实验蓄能，把理论变为现实

王美香在西安交通大学读博期间，就一直从事水凝胶研究。但她看到了离子液体凝胶材料的巨大潜力，因此萌生了调整研究方向的想法。

2018年12月，王美香从西安交通大学获得材料科学与工程博士学位后，进入北卡罗来纳州立大学Dickey实验室做博士后，主要致力于高机械性能凝胶材料的设计和制备，以及研究其在可穿戴柔性电子器件、全固态电池以及超级电容器、传感器和驱动器等领域的应用。



王美香

在新的平台，王美香也顺利转换到新赛道，开始离子液体凝胶材料研究。

但是，王美香刚进入北卡罗来纳州立大学，新冠疫情就来了，一下打乱了研究计划，学校封闭，无法进入实验室。

她便利用这段时间查阅文献，为实验蓄能。在家闭关三个月后，终于等来复工的消息，王美香便一头扎进实验里，每天在实验室待八个小时，把实验过程中看到的现象记录下来，晚上回家查资料来分析这些现象的成因。

幸运的是，这项工作从始至终都比较顺利，这篇论文投给期刊也很快被接收。并且，评审专家都对该成果给了很高的评价。

接下来，我们将会做应用方面的拓展，想把离子液体凝胶与3D打印技术相结合，用于开发新型柔性机器人。王美香说。

参与这项研究的一共有9位作者，其中华人学者就有4位。除了王美香，另外三位分别是论文共同通讯作者、西安交通大学教授胡建，西安交通大学硕士生张鹏尧，以及美国内布拉斯加州大学林肯分校研究助理教授钱文。（来源：中国科学报张晴丹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41563-022-01195-4>

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：胡建等 来源：《自然—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