的传输高度耦合,提升导电往往导致热导率同步上升,这限制了有机材料性能的进一步突破。朱道本团队的设计思路在于通过微观结构调控,强制实现电与热的“解耦”。

该工作的核心创新在于一种“不规则多级孔”结构。这种结构并不追求规整,而是利用其“不规则性”构建了一座热量的“迷宫”。当热能试图通过晶格振动(声子)传播时,这些多尺度界面会产生极强的散射作用,使材料的晶格热导率大幅下降了约72%。

在封锁热量的同时,这种孔洞结构意外地优化了电子的流动。在材料成型过程中,聚合物分子链被限域在孔洞间的狭窄通道内,迫使原本杂乱的分子产生高度规整的定向排列。这种纳米限域效应显著提升了载流子的迁移率,使导电性能提高了52%。这种“热阻电通”的奇妙特性,是IHP-TEP材料实现性能飞跃的关键。

实验验证,仅需5℃的微小温差,每平方厘米材料即可产生超过100 μW的电能。这意味着,仅靠人体体温与环境的温差,这类材料就能为心率传感器、血糖仪等可穿戴医疗设备提供持续且稳定的电力支撑,无需频繁更换电池。

更具产业意义的是,IHP-TEP材料展现了极佳的加工性能。作为一种聚合物,它能够通过喷涂、印刷等低成本、大面积的工艺进行生产。这为热电模块的规模化应用铺平了道路,使其有望像贴纸一样覆盖在各种异形废热源表面。

(综合:《Science》、中国科学院化学研究所)

紧凑型磁体磁场强度突破42 T

人们看到的用于粒子加速器或核磁共振(nuclear magnetic resonance,NMR)的强磁体,体型通常都非常庞大。瑞士苏黎世联邦理工学院科研团队研制出2种紧凑型磁体,磁场强度分别达到38和42 T,而磁体外径仅63 mm,中心孔径仅3.1 mm。该成果为高场磁体小型化提供了新路径,有望推动NMR技术的发展。2026年3月12日,相关研究成果发表于《Science Advances》。

研究人员制造的这2种磁体仅手掌大小,但其磁场强度却可媲美世界顶级大型磁体。作为对比,美国国家高磁场实验室目前保持的场强纪录为45.5 T,但其运行需要约20 MW电力,并依赖复杂的冷却系统。

此次研究的突破在于采用了高温超导材料制成的带材,使磁体能够在低温条件下以零电阻传输大电流,从而在极小体积内实现超强磁场。

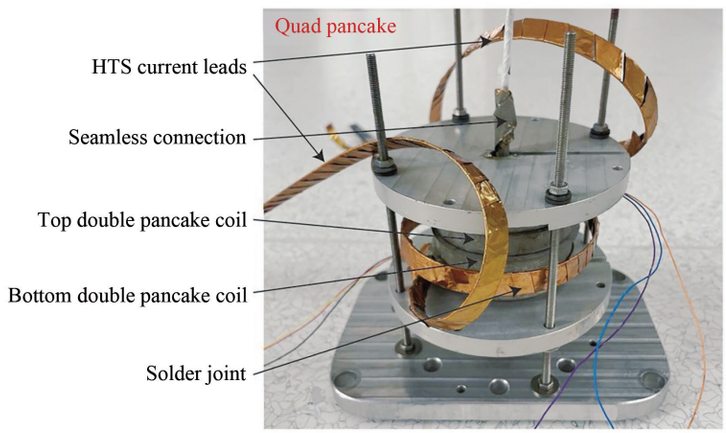
研究人员将稀土钡铜氧化物超导带材绕制成扁平的盘状线圈,再将多个线圈堆叠成整体结构。这种设计不仅将磁场集中在更小体积内,而且相比传统设计所需的带材长度也大幅减少。

此外,传统磁体不同线圈之间通常需要连接接头,这些接头容易产生热量并造成能量损耗。该团队通过将超导带材连续绕制成单一回路,减少了连接带来的能量损失。

在实验测试中,研究人员向磁体通入超过1000 A电流,成功获得了38和42 T的稳定磁场。这一成果证明,完全基于高温超导材料的紧凑型磁体能够实现40 T以上高磁场,显示出高场磁体向小型化和高能效方向发展的潜力。

未来,如果这种小型高场磁体能够进一步工程化,有望推动高性能NMR设备向实验室级甚至台式设备发展,从而提升高端科研仪器的可及性。

(综合:《Science Advances》、中国科技网)



无缝饼状线圈的绕制

(图片来源:《Science Advances》)