

---

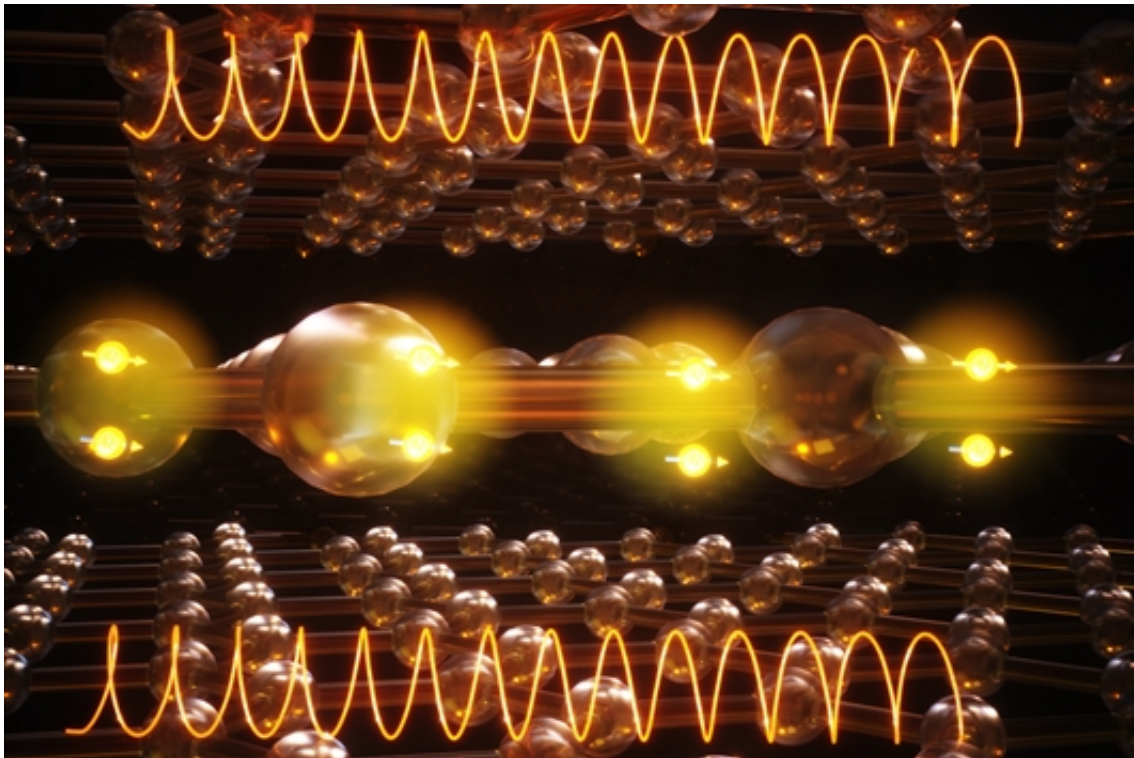
# 10特斯拉，“魔角”三层石墨烯仍超导

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14806.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！

10特斯拉，“魔角”三层石墨烯仍超导。



麻省理工学院的物理学家在一种被称为魔角三层石墨烯的材料中观察到一种罕见的超导现象。图片来源：Pablo Jarillo-Herrero团队

从双层到三层、超导消失又回来、10特斯拉也能哥俩好……魔角石墨烯可能真的有魔法。

近日，美国麻省理工学院（MIT）物理学家在一种被称为魔角三层石墨烯的材料中观察到一种罕见超导现象。这种材料在高达10特斯拉的高磁场下仍显示出超导性，这比传统超导体的预计承受能力高出3倍。7月21日，相关论文刊登于《自然》。

未参与该研究的圣母大学物理学家Yi-Ting

---

Hsu表示，这种超导性在强磁场下持续存在的材料可能会带来量子计算的进步。

## 磁场奈我何

石墨烯以其独特的力学和电学特性，被称为神奇材料，在下一代自旋电子学应用中极具前景。

《中国科学报》从MIT获悉，该校物理学教授Pablo Jarillo-Herrero、博士后曹原、研究生Jeong Min Park，以及日本国家材料科学研究所的Kenji Watanabe和Takashi Taniguchi等人发现，魔角三层石墨烯是一种非常罕见的超导体，具有自旋三重态，不受强磁场的影响。

通常，超导材料是它们能在不损失能量的情况下超高效导电。当暴露在电流下时，超导体中的电子以库珀对的形式耦合在一起，然后它们就像坐上一辆过山车，能毫无阻力地快速穿过材料。

在绝大多数超导体中，这些乘客两两具有相反的自旋，一个电子自旋向上，另一个自旋向下——这种构型被称为自旋单线态。这些电子对能很好地通过超导体，但高磁场会阻碍它们的步伐，因为高磁场会使每个电子的能量向相反的方向移动，把电子对拉开。这样一来，传统自旋单线态超导体超导性会脱轨。

这就是为什么在一个足够大的磁场中，超导性会消失的最终原因。Park告诉记者。

但也有一些超导体不受磁场影响，即便强度很大也是如此。这些材料通过具有相同自旋的电子对显示超导性——这种特性就是自旋三重态。当暴露在高磁场下时，库珀对中的两个电子的能量会向同一方向移动，无论磁场强度如何，它们都不会被拉开，而是继续超导。

## 超导性再登场

2018年，Jarillo-Herrero、曹原等人，首次发现只要将两层石墨烯旋转 to 特定的魔法角度相互叠加，它们就可以在零阻力的情况下传导电子。相关成果被认为或是数十年来寻找室温超导体十分重要的一步。之后，研究人员又设计了魔角三层石墨烯结构。

一开始，Jarillo-Herrero团队很好奇魔角三层石墨烯是否具有自旋三重态超导性。于是，他们进行了三层石墨烯测试。

结果显示，魔角三层石墨烯的三明治结构比双层石墨烯更强，能在更高的温度下仍保持超导性。当研究人员施加一个适中的磁场时，他们注意到魔角三层石墨烯能够在磁场强度下超导，而该强度会破坏双层石墨烯的超导性。

当时，研究人员感到非常奇怪。于是，他们测试了魔角三层石墨烯在越来越高的磁场下的超导性。他们从一块石墨中剥离出单原子层的碳，将三层堆叠在一起，并将中间的一层相对于外层旋转1.56度。他们将一个电极连接到材料的任意一端，使电流通过，并测量在此过程中损失的能量。

然后，他们在实验室中打开一个大磁铁，将磁场定位到与材料平行的方向。当增加魔角三层石墨烯周围的磁场时，研究人员观察到超导性在消失之前一直很强，但随后奇怪地在更高的场强下又出现了。研究人员表示，之前并未在传统的自旋单线态超导体中发现这一现象。

在自旋单线态超导体中，如果你‘杀死了’超导性，它就再也不会回来了——它一去不复返了。

---

曹原指出，但在这里，它又出现了。所以这种材料不是自旋单线态。

二维自旋三态超导体引起了广泛的关注，因为有许多被预测具有被称为马约拉纳零模式的奇异零能量激发。Hsu在同期《自然》发表的相关评论文章中写道。

抵御10特斯拉

之后，另一个惊人的数据出现了。在超导性重返后，超导性一直持续到10特斯拉磁场下，这是实验室磁铁能产生的最大磁场强度。根据泡利极限理论，这大约是传统自旋单线态超导体所能承受的3倍。泡利极限理论是一种预测材料能保持超导性的最大磁场的理论。

魔角三层石墨烯的超导性再现性，加上它能在更高磁场下保持超导的持久性，排除了这种材料是普通超导体的可能性。该团队计划深入研究这种材料，以确定其确切的自旋状态，这将有助于设计更强大的核磁共振机器，以及更强大的量子计算机。

这种超导体可能极大地改进磁共振成像（MRI）等技术。MRI是在磁场下使用超导导线与生物组织共振并成像。相关机器目前只能在1到3特斯拉的磁场范围内工作。如果可以用自旋三重态超导体来制造，MRI就可以在更高的磁场下运行，产生更清晰、更深的人体图像。

魔角三层石墨烯中自旋三重态超导性也可以帮助科学家为实用性量子计算设计更强的超导体。

常规的量子计算非常脆弱。你看着它，噗的一声，就消失了。Jarillo-Herrero说，大约20年前，理论家们提出了一种拓扑超导，如果在任何材料中实现，就可以使量子计算机成为可能，这将为计算提供无限的能力。实现这一目标的关键因素是某种类型的自旋三重态超导体。我们不知道这个材料是不是那种类型。但即使不是这样，这也能让三层石墨烯与其他材料一起制造这种超导性变得更容易。这可能是一个重大突破，但现在下结论还为时过早。

Hsu则认为，自旋三重态并不意味着观察到的超导性对拓扑量子计算有用。未来的工作需要研究超导的拓扑性质。例如，研究人员应该确定它是否打破了时间反转的对称性——这可能是手性p波超导的一个迹象。他们还应该寻找旋涡核中零能量态的直接证据，这将表明马约拉纳零模式的存在。从这些研究中获得的理解可以帮助物理学家开发有前途的拓扑量子计算平台。Hsu说。（来源：中国科学报唐凤）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03685-y>

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：Pablo Jarillo-Herrero 来源：《自然》

---

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](http://www.iikx.com)转发