

---

# 量子超临界磁卡效应研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36954.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！*

## 量子超临界磁卡效应研究获进展

。在多体物理研究中，量子涨落驱动连续相变及其量子临界点（QCP）是备受关注的主题。尽管QCP是零温下的奇异点，但其影响却可支配系统在有限温度范围内的行为。近期，中国科学院理论物理所研究团队利用自主发展的热态张量网络方法研究量子Ising模型发现，当横场与纵场共同作用时，QCP上方会展开一个“量子超临界区”，并伴随强烈发散的超临界磁卡效应。该研究提供了量子相变普适增强制冷机制，为发展无氦-3极低温固态制冷开辟了多场调控新路径。

量子临界点作为零温下的奇异点，其影响可延伸至有限温区域，形成由温度与横场定义的量子临界区，并主导该区域内系统的行为。在此基础之上，研究引入横场与纵场进行共同调控发现，当系统处于QCP

时，在纵场—温度平面内会形成一个由临界点延伸出的量子超临界区。二者虽同源QCP，但遵循不同的有限温标度律——量子临界区遵循量子临界标度律，量子超临界区遵循新发现的量子超临界标度律。

与经典相变制冷相比，量子超临界区展现出比经典超临界区更优越的磁卡效应。横场引入的量子涨落抑制了体系的有序温度，去除制冷温度下限的这一限制。纵场因QCP对其高度敏感性，可在小磁场条件下

驱动显著的温变与熵变。该

区域的格林艾森参数呈现出普适标度行为

，其发散规律系统地超越经典相变制冷。因此，基于量子超临界磁卡效应，可突破传统相变制冷中冷量与低温难以兼得的内在限制，凸显出量子相变制冷的优势。

量子超临界行为可在实际材料中观测。计算表明，在伊辛铁磁体中，通过施加横场将系统调控至量子临界点，随后仅将磁场（或样品）方向偏转很小的角度，即可利用量子超临界磁卡效应实现从1.3 K至52 mK的冷却。量子超临界态的实现路径具有多样性：除施加双磁场外，可采用压力场与磁场联合调控，或利用掺杂所引入的“内场”与外磁场协同。

基于上述效应的固态制冷方案，可为无氦-3极低温技术开辟具备“量子优越性”的多场调控新路径。

相关研究成果发表在《自然-通讯》（Nature Communications）上。研究

工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金和中国科学院战略性先导科技专项（B类）等的支持。

---

研究团队单位：理论物理研究所

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