



中国科学院物理研究所
北京凝聚态物理国家研究中心

EX5组供稿

第96期

2026年09月29日

两步法富氢超导体的低压创制

Eugene Wigner和H.Huntington在上世纪30年代理论预言，在足够高的压力，氢将转化为像碱金属一样的固体金属，即金属氢。由于氢的德拜温度很高，基于强电声耦合的经典BCS理论，金属氢可能具有高温超导性质。最新理论估算氢的金属化需要500 GPa量级的极端高压（1GPa~1万大气压力），超过目前实验技术能够达到的最高的静高压。1970年代，中科院物理研究所徐济安等人提出，通过合成富氢化合物引入化学内压，可以降低氢金属化压力的构想（[物理 6, 296 \(1977\)](#)）；2004年，Ashcroft教授进一步探讨富氢化合物可降低氢金属化所需压强，同时仍保留以氢为主的高温超导属性；2015年，吉林大学马琰铭和崔田进一步发展了富氢超导体的理论计算和预测，推动国际上多个团队相继实验创制了系列二元富氢超导新材料，特别是在硫氢、稀土氢和碱土富氢3类材料体系观察到200 K以上高温超导现象。然而，多数富氢超导材料合成仍需要150万大气压以上的超高压条件，降低氢化合物合成压力成为领域重大挑战。

近期，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心靳常青、望贤成、张俊等人在富氢新材料和超导研究上取得新进展，指导博士生武霖婧、刘桂琪等首次实验研制发现了 Mg_2RhH_6 三元富氢超导新材料，在低压条件实现超导性质。目前，主流富氢超导体的合成采用一步集成式，难以控制合成产物的化学计量，工艺流程复杂多变。他们提出两步合成法策略，即首先设计研制结构关联的前驱体，接着对前驱体的组成和结构进行精细调控实现超导转变。基于两步法的策略，他们在本研究首先高压高温制备得到 Mg_2RhH_6 前驱体（图a,b），进一步在30 GPa@1000 K以上温压条件成功创制了 Mg_2RhH_6 超导体(图c,d)。在位电学表征发现， Mg_2RhH_6 在30 GPa以上呈现 T_c 接近30K的超导转变(图e)，实验结果在多个样品得到复现(图f)。根据超导转变温度随外加磁场的变化，估算超导体上临界场约为8 Tesla。 Mg_2RhH_6 低压富氢超导体的发现表明，运用两步法富氢超导设计制备策略，可以有效降低富氢超导体的合成和超导转变压力。本工作拓展了富氢高温超导材料的范畴，将富氢化合物超导的合成压力从百万大气压降低到人工合成金刚石的大体积压机可以达到的尺度，为富氢超导材料的放大制备提供了借鉴。

以上研究工作以“Superconducting Hydride Mg_2RhH_6 Experimentally Achieved at Lower Pressure”为题发表在《Journal of the American Chemical Society》上，靳常青、张俊、孔盼盼为通讯作者，武霖婧、王泽龙、刘桂琪为共同第一作者，研究工作得到燕山大学、河南省科学院、北京理工大学和高压科学研究中心等单位的密切合作，得到国家重点研发计划(2023YFA1406001, 2024YFA1408000, 2023YFA1608902, 2022YFA1402301)和国家自然科学基金(12474097, 12404164)的资助。

