

电工所在铁基超导材料实用化研制中取得进展

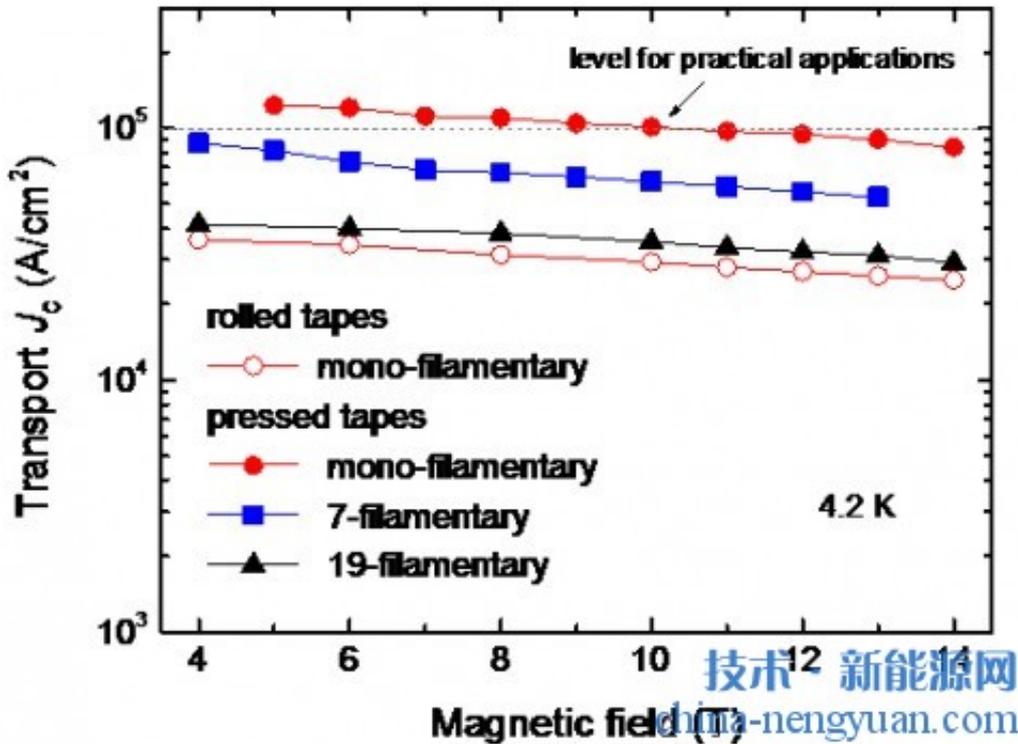


图1 采用新工艺制备的Sr-122单芯铁基超导带材、7芯和19芯Sr-122多芯铁基超导带材的传输临界电流的磁场特性。其中所研制的Sr-122单芯带材在4.2K、10 T下的临界电流密度达到了105A/cm²的最高水平。

日前，中国科学院电工研究所应用超导重点实验室马衍伟研究组采用机械压制新工艺，研制出目前世界最高传输临界电流密度的Sr122型铁基超导带材，在4.2K和10T下超过105 A/cm²（Appl. Phys. Lett. 104 (2014) 202601），这一成果标志着我国率先跨入了实用化门槛，并为我国下一步铁基长线规模化制备奠定了坚实基础。

在2008年研制出国际首根铁基超导线材后，该研究组通过对金属包套材料，机械加工和热处理工艺，掺杂改性，以及织构取向等多项关键技术的系统研究，不断提高铁基超导带材的临界电流密度，并始终在国际上保持领先水平。

经过多年的技术积累和不断努力，该组通过制备高质量的前驱粉，并率先将热压工艺引入铁基超导带材的制备，显著提高了超导芯的致密度并有效消除了其中的微裂纹，将Sr-122铁基超导带材的传输临界电流密度大幅度提高至5.1 × 10⁴ A/cm² (4.2K,10T)，该成果在2014年3月发表于Scientific Reports 4, 4465 (2014) (DOI: 10.1038/srep04465)。

随后，通过进一步优化压制工艺，该研究组制备出具有高致密度的织构化Sr-122铁基超导带材，其传输临界电流首次突破了105A/cm² (4.2 K,10T)的实用化水平。通过高分辨透射电子显微镜在原子尺度下对晶界结构的研究发现，带材超导芯中的晶粒连接紧密，晶粒间不含杂质相，并观察到大量的小角晶界。

因此，对材料微观结构的调控以及高质量超导相的优化使铁基超导带材获得了高临界电流密度。相关工作近日发表于Appl. Phys. Lett. 104, 202601 (2014) (DOI: 10.1063/1.4879557)，并得到了审稿人的高度评价：The highest transport J_c reported in Sr122 tape is very encouraging for the superconductivity community.

为了进一步推动122铁基超导带材的应用，该组同时制备出了高性能7芯和19芯多芯线带材，其中前者的临界电流密度达到了6.1 × 10⁴A/cm² (4.2K, 10T)，是目前铁基超导多芯线的最高纪录。

另一方面，1111型铁基超导体比122铁基超导体具有更高的超导转变温度和上临界场，但由于1111型铁基超导体的合成温度较高，均匀性和相纯度不易控制，因此线带材的制备难度也比122线带材大。

最近，该研究组通过在SmFeAsO_{1-x}F_x (Sm-1111)前驱粉的烧结过程中添加锡，有效消除了Sm-1111晶粒间的FeAs杂质相，将Sm-1111带材的传输临界电流密度提高至 $3.45 \times 10^4 \text{A/cm}^2$ (4.2K, 0T)，这是目前1111型铁基超导线带材中报道的最高值，论文发表于Appl. Phys. Lett. 104, 172601 (2014) (DOI: 10.1063/1.4874261)。

以上工作得到科技部“973”计划、国家自然科学基金委及北京市科委的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/62327.html>