

金属极小晶粒尺寸效应的发现

(基础研究奖)

(中国科学院金属研究所)

1、 推荐意见

金属的晶粒尺寸决定了其中晶界的多少，对材料的诸多性能有显著影响。该团队通过自主开发的极端变形技术，突破了金属晶粒细化的极限，将多种金属的晶粒细化至单纳米尺寸，发现了临界尺寸下的晶界自发弛豫机制以及由此导致的 Schwarz(受限晶体)结构。Schwarz结构的发现表明，除了有序的单晶体和无序的非晶态固体之外，还存在一种比非晶更稳定、比单晶强度更高的新型亚稳态结构，它具有极低的扩散系数和一些反常的结构相变特征。极小晶粒尺寸效应的发现具有原创性，引领了国际纳米金属领域的研究。基于该效应研发出了新型的高温合金、铝合金以及耐磨轧辊等部件，部分成果获得应用。我所郑重推荐其为中国科学院杰出科技成就奖（基础研究奖）候选人。

2、 代表性论文专著列表

序号	论文（专著）名称	刊名	年卷页码	全部作者
1	Constrained minimal-interface structures in polycrystalline copper with extremely fine grains	Science	2020 年 370 卷 831 页	<u>X.Y. Li*</u> , Z.H. Jin, X. Zhou and K. Lu*
2	Suppressing atomic diffusion with the Schwarz crystal structure in supersaturated Al-Mg alloys	Science	2021 年 373 卷 683 页	<u>W. Xu</u> , B. Zhang, <u>X.Y. Li*</u> and K. Lu*
3	Inhibiting creep in nanograined alloys with stable grain boundary networks	Science	2022 年 378 卷 659 页	<u>B.B. Zhang</u> , Y.G. Tang, Q.S. Mei, <u>X.Y. Li*</u> and K. Lu*
4	Formation of Stable Schwarz Crystals in Polycrystalline Copper at the Grain Size Limit	Physical Review Letters	2021 年 127 卷 136101 页（封面文章）	Z.H. Jin*, <u>X.Y. Li*</u> and K. Lu*
5	Plastic deformation induced hexagonal-close-packed nickel nano-grains	Scripta Materialia	2019 年 168 卷 67 页	<u>Z.P. Luo</u> , X.K. Guo, J.X. Hou, X. Zhou, <u>X.Y. Li*</u> , K. Lu*

3、其他知识产权和标准等列表

序号	类型	名称	著录信息	全部完成人
1	发明专利	一种具有在高温条件下保持稳定的晶体空间结构的金属材料	ZL202011244493.5	李秀艳 ，周鑫，金朝晖，卢柯，周建城，郑显贵
2	发明专利	超硬超稳定耐腐蚀纳米晶Al-Mg合金及制备方法	ZL201910882169.7	李秀艳 ， 徐伟 ，张波，斯晓，卢柯
3	发明专利	一种提高高温合金性能的方法及在商用MP35N镍钴基高温合金中的应用	ZL202211150027.X	张宝兵 ，唐赢广， 李秀艳 ，卢柯，杨立斌
4	发明专利	一种具有梯度纳米结构表层的高温合金及其制备方法	ZL202011498333.3	梁晨， 张宝兵 ， 李秀艳 ，卢柯，唐赢广
5	发明专利	一种高强高塑性抗应力腐蚀纳米结构铝合金及其制备方法	ZL202011386743.9	徐伟 ，张波， 李秀艳 ，赵东杨，卢柯

4、成员贡献情况

排序	姓名	工作单位	主要贡献
1	李秀艳	中国科学院金属研究所	项目提出者和总负责人。提出了研究总体思路的构架，对各发现点均做出突出贡献。带领团队在极小晶粒尺寸金属中发现了弛豫晶界、受限晶体等结构及其低扩散、耐蠕变等奇特效应，推动其工程应用并提出材料素化理念。
2	徐伟	中国科学院金属研究所	发现了极小晶粒尺寸受限晶体结构的超低原子扩散率效应，攻克了高温下金属高原子扩散率带来的不稳定性难题。
3	张宝兵	中国科学院金属研究所	将极小晶粒尺寸应用到高温合金并发现其高抗蠕变效应，由此开发了高性能纳米晶结构高温合金。
4	罗兆平	中国科学院金属研究所	完成极小晶粒尺寸金属的微观结构表征，发现了极小晶粒尺寸金属中的反常相变尺寸效应。