

# 基元序构金属的创制

(基础研究奖)

(中国科学院金属研究所)

## 1、推荐意见

基于合金化、均匀化的传统金属材料研发策略始终难以突破强度与其它力学性能“鱼与熊掌”无法兼得的困境，已成为材料科学领域亟待攻克的重大共性难题。另辟蹊径，该团队原创性提出跨尺度基元空间序构强韧化的全新设计策略，在系列梯度序构金属和合金材料中发现强度-塑性协同提高、超高应变硬化及优异抗疲劳性能，突破传统材料性能线性叠加的局限，实现了综合力学性能“1+1>2”的变革性提升。该成果极大丰富了金属材料设计和强韧化理论，具有重要原创性和国际学术影响力，为突破结构材料综合性能瓶颈及满足苛刻服役工况提供了新思路，极大推动高性能材料的研发和工程化应用验证。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）候选者。

## 2、代表性论文专著列表

序号	论文（专著）名称	刊名	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	全部作者
1	Gradient-cell-structured high-entropy alloy with exceptional strength and ductility	Science	2021 年 374 卷 984-989 页	Qingsong Pan, Liangxue Zhang, Rui Feng, Qiuhong Lu, Ke An, Andrew Chihpin Chuang, Jonathan D. Poplawsky, Peter K. Liaw, Lei Lu
2	Atomic faulting induced exceptional cryogenic strain hardening in gradient-cell-structured alloy	Science	2023 年 382 卷 185-190 页	Qingsong Pan, Muxin Yang, Rui Feng, Andrew Chihpin Chuang, Ke An, Peter K. Liaw, Xiaolei Wu, Nairong Tao, Lei Lu
3	Superior resistance to cyclic creep in a gradient structured steel	Science	2025 年 388 卷 82-88 页	Qingsong Pan, Kunqing Ding, Song Guo, Ning Lu, Nairong Tao, Ting Zhu and Lei Lu
4	Unraveling the origin of extra strengthening in gradient nanotwinned metals	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	2022 年 119 卷 e2116808119	Zhao Cheng, Linfeng Bu, Yin Zhang, HengAn Wu, Ting Zhu, Huajian Gao, Lei Lu
5	Effect of work hardening discrepancy on strengthening of laminated Cu/CuZn alloys	Journal of Materials Science & Technology	2022 年 103 卷 67-72 页	Zheng Cao, Zhao Cheng, Wei Xu, Lei 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	一种棒状金属材料、管状金属材料及其制备方法	专利公开时间 2025 年 4 月 1 日;授权专利号: ZL 202311179260.5	卢磊, 潘庆松
2	发明专利	一种铜箔及其制备方法、以及一种电路板和集电体	专利公开时间 2024 年 5 月 3 日;授权专利号: ZL 202210391059.2	卢磊, 程钊, 陈祥成
3	发明专利	一种纳米孪晶铜箔及其制备方法、以及电路板和集电体	专利公开时间 2023 年 3 月 28 日; 专利授权号: ZL202111641399.8	卢磊, 程钊, 陈祥成
4	发明专利	一种纳米孪晶铜箔及其制备方法	专利公开时间 2023 年 4 月 7 日;专利授权号: ZL202110498736.6	卢磊, 程钊, 金帅
5	发明专利	一种金属箔的制备装置及其制备方法	专利公开时间 2025 年 2 月 21 日; 授权专利号: ZL202211127764.8	卢磊, 程钊, 陈祥成

#### 4、成员贡献情况

排序	姓名	工作单位	主要贡献
1	卢磊	中国科学院金属研究所	项目提出者和总负责人，原创性提出"基元序构金属"学术思想及设计准则，对各发现点均做出突出贡献。带领团队发现梯度序构金属及合金的额外强韧效应、抗疲劳等效应及相关力学理论，推动其工程应用。
2	潘庆松	中国科学院金属研究所	对发现点 2 和 3 有重要贡献。研发了样品级全梯度序构塑性变形制备技术，发现了梯度序构位错胞合金强韧化、超高应变硬化及抗疲劳效应等，阐明了序构金属面缺陷主导的全新机制。
3	程钊	中国科学院金属研究所	对发现点 1 有重要贡献。发展了梯度序构纳米孪晶 Cu 的可控电解沉积制备技术，发现其额外强化与额外应变硬化效应，澄清了梯度纳米孪晶结构中几何必需位错、位错富集束及其强化动力学机制。