

松山湖材料实验关于采购 CoCrMo 合金定向凝固技术开发服务的需求论证和市场调研报告

1. 需求论证

1.1 购买该仪器或服务的原因

松山湖材料实验室目前正在承担 CoCrMo 合金定向凝固技术研发项目，主要任务是明确定向凝固 CoCrMo 合金组织演化规律，以及明确定向凝固 CoCrMo 合金的最佳热加工温度区间及变形量区间。为了满足项目任务，需要开展定向凝固 CoCrMo 合金样品制备，定向凝固 CoCrMo 合金显微组织表征，以及热模拟压缩试验。其关键技术包括 CoCrMo 合金的定向凝固技术，材料显微组织表征技术,以及力学性能测试技术。涉及到大量复杂的试样制备，组织表征，性能测试过程。考虑到上述需求和实际情况，需要购买 CoCrMo 合金定向凝固技术研发服务。

1.2 主要技术指标和质量要求

对 CoCrMo 合金定向凝固技术研发项目的具体技术要求有：

- (1) 乙方开展不同生长速率下小尺寸定向凝固实验，所选取代表性生长速率不得少于 3 个；
- (2) 乙方对小尺寸定向凝固实验的样品进行有限元模拟，分析 CoCrMo 合金的定向凝固过程；
- (3) 乙方通过扫描电子显微镜(SEM)、XRD 及透射电子显微镜(TEM)等手段分析定向凝固 CoCrMo 合金的微观组织演化规律；
- (4) 乙方根据小尺寸定向凝固样品的组织演化规律，开展大尺寸(直径不小于 15mm，重量不小于 4kg)CoCrMo 合金定向凝固实验，并分析其微观组织；
- (5) 根据相应的 CoCrMo 合金的微观组织演化规律，乙方给出定向凝固 CoCrMo 合金的组织控制技术。
- (6) 乙方从定向凝固铸锭上取横向(与凝固方向垂直)和纵向(与凝固方向平行)试样，进行热模拟压缩试验，确定最佳热加工温度区间及变形量区间。
- (7) 乙方接受甲方提供的 CoCrMo 合金样品(不超过 20 个)，进行组织分析和 EBSD 测试，提供分析数据。

2. 市场调研

2.1 相关行业分析

当前，全球医用金属材料行业正处于技术升级与市场扩容的关键阶段，其发展呈现出“存量升级、增量创新”的鲜明特征。在存量市场，以钛及钛合金、不锈钢和钴铬合金为代表的传统植入材料（如人工关节、骨板、心血管支架等）应用已非常成熟，竞争焦点正从规模化生产转向“性能精细化”与“制造高值化”。在增量创新方面，行业发展的核心驱动力来自两大方向：一是新材料体系的探索，旨在解决传统材料“永久存在”带来的远期并发症与年轻患者需求不匹配的问题；二是与新型制备工艺的深度融合，即通过引入新型的制备工艺，以改善成品的综合性能。这就要求供应商不仅要具备提供原材料的能力，更要具备医工交互与合规制造的综合能力。总体而言，医用金属材料行业已从单纯的“材料供应”演变为“材料-工艺-设计-临床解决方案”一体化的生态竞争。未来领先的企业，必然是那些能够以临床需求为牵引，在生物相容性、力学适配性、制造经济性之间取得最佳平衡的创新者。

2.2 产业发展状况

自上世纪中叶被引入生物医疗领域以来，钴铬钼合金凭借其优异的耐磨性、耐腐蚀性和高疲劳强度，迅速成为人工关节和齿科修复的标准材料，其发展始终围绕着提升植入体的长期服役寿命与生物相容性。定向凝固技术作为材料科学中的精密控制手段，通过对合金凝固过程中的温度梯度与生长速度的精确调控，能够实现晶粒沿特定方向的定向生长，从而获得具有高度取向性的柱状晶乃至单晶组织。而定向凝固钴铬钼合金的出现，代表了该材料体系的一次革命性突破，其核心优势与不可替代性在于：通过精密控制凝固过程，获得高度取向的柱状晶甚至单晶组织，这不仅能彻底消除横向晶界，从而大幅度提升合金的疲劳寿命；另外，通过优化第二相的分布与形态，可以提升合金的耐磨性以及韧性。此外，定向凝固技术还可实现材料力学性能的“各向异性设计”，使得植入体在主要承重方向上获得最大化强度与抗疲劳性能。这种通过微观结构设计实现的性能精准调控，是传统铸造或锻造工艺完全无法企及的，尤其为对寿命与可靠性要求极高的植入场景提供了优秀的解决方案。

2.3 主要供应商

本次调研了全国三具有代表性的单位，具体情况如下：表 1 三家单位技术服务对比表

对比项目	兰州大学	兰州理工大学	内蒙古科技大学
报价（万元）	60	65	67
价格优势	最优	较高	较高
研究基础	已有成熟的定向凝固实验及模拟研究基础	没有开展过定向凝固数值模拟的相关研究	没有开展过定向凝固数值模拟的相关研究
材料体系	已开展过 CoCrMo 合金的相关研究	没有开展过 CoCrMo 合金的相关研究	没有开展过 CoCrMo 合金的相关研究
人才基础	充足	不足	不足
设备基础	配备完善的表征及测试设备，可满足所有实验需求	部分实验需求无法满足	部分实验需求无法满足
隐性风险	无	缺乏相关研究经验及基础，可能存在一定风险	缺乏相关研究经验及基础，可能存在一定风险
综合评估	成本最低，风险最小	成本高昂，风险巨大	成本高昂，风险巨大

2.4 满足需求的供应商及其设备/服务

经调研，兰州大学材料与能源学院金属材料团队所提供的 CoCrMo 合金定向凝固技术研发服务符合我方需求。

在人才基础方面，团队负责人彭鹏是兰州大学材料与能源学院教授、博导。中国材料学会高级会员，甘肃省材料学会理事，甘肃省材料学会青年工作委员会委员，《特种铸造及有色合金》、《China Foundry》等期刊青年编委，青海师范大学物电学院客座教授，酒钢创新联合体专家委员会委员,任国家自然科学基金、工信部项目评审专家。入选 2022 年第四批甘肃省飞天学者青年学者，2020 年度青海省千人计划-青年拔尖人才等两项省级青年人才计划支持。近年来在 Scripta Mater., Applied Phys. Lett., J. Mater. Sci. & Technol., Metall. Mater. Trans. A, Inter. J. Heat Mass Transfer, Mater. Sci. Eng. A, J. Alloys Compds.等合金凝固领域知名刊物上发表 SCI 论文 50 余篇。

在技术基础方面，该团队一直从事合金的凝固行为相关研究，具有深厚的理论功底和实验基础。团队所开展的有色金属材料的定向凝固制备，金属材料定向凝固条件与显微组织组织关联研究，金属材料显微组织表征，以及金属材料性能测试等方面的工作能够满足我方的技术需求。

在设备基础方面，负责人所在团队拥有较完备的实验条件和测试分析设备，包括合金定向凝固设备，材料显微组织表征设备，以及材料力学性能测试设备，可以完成项目所需的试样制备、材料显微组织表征、以及材料力学性能测试工作。具体条件如下：

- ① 定向凝固系统：高真空定向凝固炉，高真空晶体生长炉；
- ② 金相制样系统：全自动金相制样系统、EM RES102 全自动离子减薄仪、

TenuPol-5 电解双喷减薄仪；

③ 分析测试条件：申请人所在兰州大学材料与能源学院和特殊功能材料与结构设计教育部重点实验室测试平台拥有 Leica 光学金相显微镜、DSC 热分析仪、X 射线衍射仪、MTS 万能试验机。此外，兰州大学电镜中心拥有 FEI Titan Cubed Themis G2 300 球差电镜，FEI Tecnai-G2-F30 高分辨率透射电镜，FEI Talos F200C 冷冻电镜，扫描-聚焦离子束双束电镜（TESCAN LYRA 3 XMU）等。

CoCrMo 合金定向凝固技术研发服务采购方案

3.1 拟选购的技术服务信息

制造/生产/品牌商：兰州大学

地址：甘肃省兰州市城关区天水南路 222 号

产品型号：CoCrMo 合金定向凝固技术研发服务

技术指标：

(1) 提交关于大尺寸及小尺寸定向凝固 CoCrMo 合金组织演化研究报告 1 份，给出合金组织控制规律；

(2) 提交大尺寸定向凝固铸锭 1 支，基本无横向晶界；

(3) 提交热模拟压缩数据及组织分析报告。

3. 结语

经广泛调研，满足实验所需技术指标要求的 CoCrMo 合金定向凝固技术研发，目前有兰州大学提供的技术研发服务能满足我方要求，且优势明显。特此，拟申请采购兰州大学所提供的 CoCrMo 合金定向凝固技术研发服务，预算为 60 万元。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：

附件：调研供应商产品报价单

孙云雷

张瑞祥

2025 年 11 月 21 日