

绿色低碳钢铁冶金全国重点实验室

工作简报

(第 13 期 总第 13 期)

绿色低碳钢铁冶金全国重点实验室办公室编发

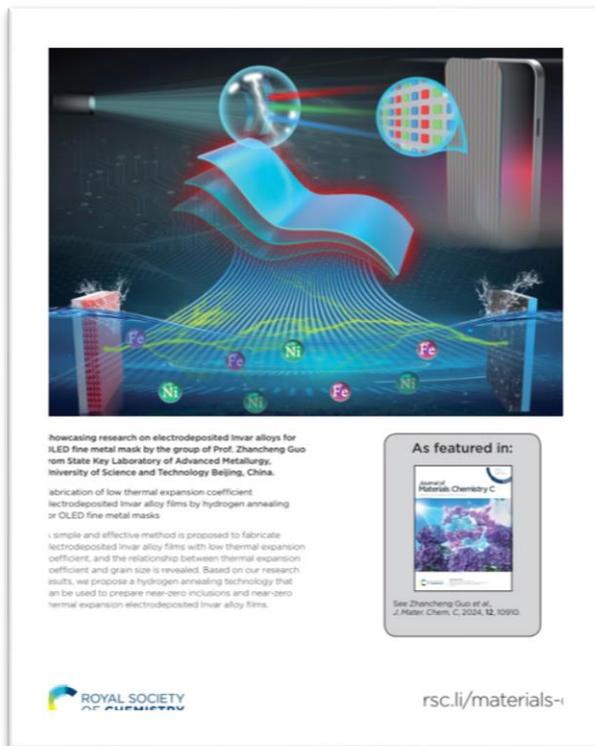
2024 年 9 月 3 日

【实验室动态】

1.2024 年 7 月 29 日，北京科技大学新闻导读刊登了标题为《郭占成教授团队对近零膨胀近零夹杂物因瓦合金箔“卡脖子”材料取得关键技术突破》的科研成果。

实验室郭占成教授团队在制备近零膨胀近零夹杂物因瓦合金箔方面取得重大突破，该研究成果为解决我国 FMM “卡脖子”材料提供了关键技术基础。国外 Journal of Materials Chemistry C 以封面论文形式发表了该研究成果，论文第一作者是博士研究生任为，通讯作者郭占成。

OLED 显示器是我国显示屏高速增长的电子产品。精细金属掩模板 (FMM) 是 OLED 显示器生产中的重要部件，每平方英寸面积上密布了近千个规则形状的微孔。在显示器生产中，借助 FMM 的掩蔽，不同种类的有机发光材料分别蒸镀沉积到屏幕上形成规则点阵，由于蒸镀过程多次对孔和温度的变化，要求 FMM 微孔边界精度达到 1 微米以下和材料膨胀系数小于 1.5×10^{-6} 。FMM 是采用厚度 30 微米以下因瓦合箔 (64%Fe-36%Ni) 化学刻蚀生产的，我国已



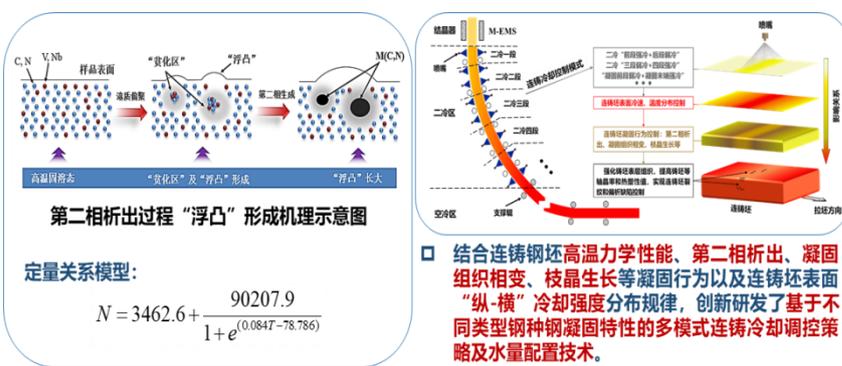
掌握了刻蚀技术，但用于 FMM 生产的因瓦合金箔完全受制于国外，目前世界范围内 FMM 基材供应完全由日本日立公司垄断。由于 FMM 孔边界精度要求达到 1 微米以下，这就要求因瓦合金母材不仅夹杂物含量近零，而且夹杂物大小于 1 微米，传统冶炼方法很难达到这一水平。即便日立公司的因瓦合金箔产品，刻蚀良率也不足 10%，这就导致 FMM 的成本相当高，原因主要是夹杂物含量难于近零和夹杂物大小难于完全小于 1 微米。

郭占成教授团队另辟蹊径，采用旋转阴极辊水溶液电化学沉积方法成功制备了近零夹杂物的因瓦合金箔带。电化学沉积理论上可以避免夹杂物的问题，但由于 Fe^{2+} 和 Ni^{2+} 离子电化学沉积电位的不同及在水溶液中扩散系数的差异，要获得按因瓦合金成分连续稳定电沉积条件相当难。研究团队发挥工匠精神，经过 5 年多的不懈努力，于 2022 年终于突破了脉冲电沉积因瓦合金箔的关键工艺技术参数。然而，虽然脉冲电沉积因瓦合金箔宏观上成分、夹杂物数量和大小可达到 FMM 基材的要求，但由于微观上呈纳米晶且成分不很均匀，并含有电解液带入的微量 S 元素和 Cl 元素，膨胀系数仍比 FMM 要求高一个数量级。研究人员又经过两年的努力，掌握了电沉积因瓦合金箔的热处理技术，获得了微观成分均匀、晶粒长大和避免二次夹杂物形成的控制条件，成功制备了近零夹杂物、热膨胀系数达到 1×10^{-6} 因瓦合金箔样品。

2. 2024 年 8 月 18 日，冶金科学技术评价结果正式公布，实验室刘青教授和张江山副教授主持完成的项目“高品质钢连铸凝固冷却精益制造关键技术研发与应用”获冶金科学技术奖二等奖。

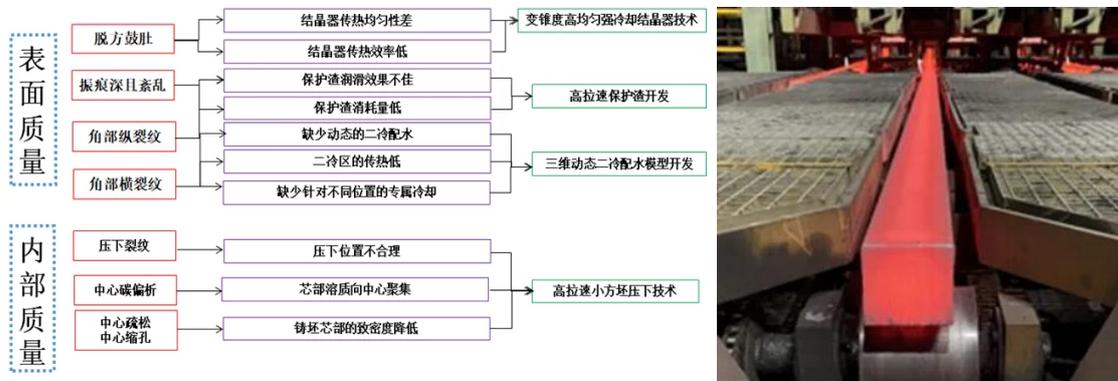
该团队针对连铸生产过程中面临的凝固冷却机理不清晰、工艺模型不完善、铸坯质量不稳定等共性难题，开发了基于反应器高效建模

的“多场-多相流”仿真模型，研发了多功能喷淋水雾化及冷却效果检测系统，提出了连铸微合金钢析出相变行为表征新方法，研发了基于不同类型钢种凝固特



性的多模式连铸冷却调控策略及水量配置技术。项目获得授权国际发明专利 9 件、中国发明专利 13 件，获德国纽伦堡、瑞士日内瓦、韩国首尔国际发明展金奖 1 项、银奖 2 项，2023 年中国发明协会发明创业奖创新奖一等奖，授权实用新型/外观专利 19 件，获批软件著作权 8 件，发表论文 36 篇（2 篇 Steel Res. Int. 封面论文）。该技术成功应用于多家企业，大幅降低了连铸坯裂纹、偏析缺陷，提质增效显著，取得直接经济效益 16.16 亿元。

3. 2024 年 8 月 18 日，实验室尹延斌副教授与闫威副教授两位青年老师参与完成的项目“高品质优特钢小方坯高效连铸关键技术开发与应用”获冶金科学技术奖二等奖。



该项目从高拉速下小方坯的主要缺陷入手，提出了相应技术措施，减少了上述铸坯的缺陷，集成开发了一系列关键技术-变锥度、高均匀、强冷却的结晶配套技术、基于机器学习的保护渣预报模型设计高拉速专用保护渣技术、高拉速下三维动态二冷技术、高拉速下控制中间裂纹降低中心碳偏析指数的小方坯重压下技术等。经过系列突破性的技术创新，该项目取得了良好效果：实现了使用 160×160mm² 小方坯 3.5m/min 拉速生产 SCM435、55SiCrA、LX82A 等优特钢的目的，脱方量和鼓肚量分别控制在 2mm 和 3mm 以下，铸坯振痕深度 0.2mm 以下，铸坯角裂纹发生率控制在 1.25% 以内，高碳钢铸坯中心碳偏析指数平均值在 1.08 以下，中间裂纹在 0.5 级以下；由于拉速提升，全流程能耗降低 1.2 万 tce/年，碳排放降低 3.2 万 t/年。通过本项目技术的实施，2021 年-2023 年新增总产值为 81700.05 万元，新增总收入为 19706.05 万元。

4. 2024年07月29日由实验室分析测试中心参与的《钢坯非金属夹杂物的测定三维计算机断层扫描法》团体标准立项获批。

5. 2024年7月，来自江西理工大学、首钢京唐培训班、科学营、内蒙古科技大学、梅山钢铁公司等共5组交流团队，共计260余人次来实验室参观交流。增强了科研透明度，促进了学术共享，激发创新思维，拓宽合作网络，加速科技成果传播，极大地提升了科研影响力。



【安全运行】

1. 2024年7-8月，为确保暑假期间冶金国重实验室安全稳定运行，实验室制定了暑假期间安全巡查制度，每天安排安全员同学进行夜间实验室安全巡查。重点查看各实验室的设备、水、电、气是否正常关闭，提醒晚上实验还没结束的同学尽快结束，并做好实验室出入登记，如发现安全隐患及时在安全群里通报等。通过安全员们的共同努力，保障了冶金国重各实验室在暑假期间的安全稳定运行。

2. 为确保新学期分析测试中心所有仪器设备的正常运行，实验室分析测试中心利用暑期，要求各位实验岗教师对自己所负责的仪器设备进行一次全面的保养维护：针对氧氮设备出现的漏气情况进行了一次整体维修维护，目前设备使用性能稳定；矿相解离分析仪和夹杂物自动分析系统的能谱仪进行了标定维护；热/力模拟试验机（Gleeble 3800）真空室、模具进行了彻底清理，对各类热压缩模块进行了更换，针对 CGauge 进行了维护，包括配件定做和更换等。

3. 2024年7月26-30日实验室实验技术岗教师参加了由赛默飞世尔科技有限公司在昆明理工大学学术交流中心举办的“2024 全国自动矿物分析技术研讨会”，本次会议主题为“岩石矿物样品多尺度成像表征解决方案”，汇聚了国内外矿物分析专家。通过本次研讨会，与各专家老师进行了有关电子显微镜技术（SEM、EDS、SDB、自动矿物分析技术）的最新研究成果及应用交流。



【多彩学工】

1. 2024年7月7日，冶硕23国重党支部与西贯市回民小学党支部联合开展“共筑安全防线，守护暑期“童”行”红色“1+1”活动。以暑期安全为题，开展知识普及活动，建立了小学生与研究生群体面对面交流通道，深化研究生党员党性修养的同时传递关爱与知识。



2. 2024年7月7日，冶金国重选派十名研究生共同组成服务团，由实验室朱荣主任和张娟副主任带队，赴鑫钢铁集团开展为期一周的科技服务挂职锻炼活动。双方围绕生产环节的核心技术议题展开了热烈的讨论与交流。这种产学研相结合的交流模式，为加速实验室科技成果向实际生产应用的转化搭建了桥梁，有力驱动了技术创新的商品化进程与产业链的升级迭代。



3. 2024年8月24日，冶金国重23级硕士结束一年“异地长跑”搬回学校本部学院路30号。一件件行李打包齐整，一辆辆货车整装待发，同学们紧张忙碌着搬运行李，脸上满是兴奋与喜悦。搬新家的过程中，同学们齐心协力、互帮互助的情形随处可见。班干部也主动负起责任，帮助有需要的同学，在搬家工作中起到了协调与带头作用，希望回到本部的23级硕士继续努力，共创优秀科研成果。

(编辑：刘锦周 审核：张娟)