



- 主页
- 所情介绍
- 机构设置
- 科研成果
- 杰出人才
- 研究生教育
- 学术刊物
- 对外交流
- 高科技企业
- 成果转化
- 招聘信息
- 创新文化
- 服务信息
- 链接站点

您现在的位置： 首页→科研成果→最新成果

“电磁凝固成形的规律与理论”获辽宁省科学技术奖自然科学二等奖

在探索和研究难变形合金的新成形工艺方面，金属所电磁凝固成形课题组在国内外首次提出电磁离心凝固成形新工艺，用于控制管材的凝固成形过程，改进铸管的凝固组织和成分分布，提高铸管性能。经过十几年的不断研究，研究成果始终处于国际领先水平，形成了具有独立知识产权的凝固成形新理论、新技术。申请有关专利 6 项，授权专利 4 项，发表论文 80 多篇。

这一项目主要研究了电磁凝固成形过程中的三传规律，凝固组织演变和成分分布规律，凝固成形参数对管材性能的影响规律等，通过研究建立了冶金短流程电磁离心凝固成形新技术的理论基础。研究结果建立了熔体在电磁力、离心力等复合物理场作用下的能量、动量和质量传递模型，揭示出电磁离心凝固过程中熔体运动、温度场分布及溶质原子偏析的规律；建立了非惯性坐标系下电磁离心凝固过程枝晶生长及微观偏析数学模型，得到了枝晶生长的演化规律和成分偏析规律以及共晶生长模型；建立了电磁驱动熔体流动的枝晶受力模型，提出了电磁离心凝固成形的柱状晶、等轴晶转变机理；确立了电磁离心凝固—旋压变形和电磁离心凝固—轧制的变形模型，建立了电磁离心凝固变形再结晶的元胞自动机模型，得到了凝固成形和退火再结晶工艺参数与合金组织性能间的关系；建立了离心凝固过程中颗粒分布模型，实现了电磁离心凝固制备自生梯度复合材料；探明了特种钢和有色合金的电磁离心凝固成形规律，提出了凝固组织细化的机理。研究成功了电磁离心凝固成形制备薄壁管短流程制管新工艺，得到高性能的薄壁管材。

在传统的难变形合金制管工艺中，要经过冶炼、铸锭、制坯、锻造、穿管等繁杂的工序，生产效率低，消耗大，金属收得率低。而采用电磁离心凝固成形工艺，可以用铸造管坯不经锻造直接轧制或旋压制备薄壁无缝管材，从而为制备管材开辟了一条短流程新途径。如：电磁离心凝固—旋压成形工艺成功制备出厚度约 1mm 的 Hastelloy C 耐蚀合金薄壁管，减薄率达 81.1 %；电磁离心凝固—轧制工艺成功制备出壁厚 0.3mm 的 1Cr18Ni9Ti 不锈钢薄壁管，最大变形量达 91.4 %。

与普通离心铸造铸管相比，电磁离心铸管的凝固组织均匀细化，等轴晶区比例大大增加，第二相分布得到改善，强度和使用寿命提高，塑性也大幅度提高。如：对于难变形的 Hastelloy C 合金，强度提高 45 % 以上，延伸率达到 49.7 %，提高 90 % 以上；对于 25Cr35Ni 耐热钢，常温抗拉强度提高 31 %，塑性提高 55 %，高温抗拉强度提高 19 %，塑性提高 45 %，持久寿命提高 35-40 %；电磁离心铸造工业尺寸的 25Cr20Ni 耐热钢管屈服强度提高 24 %，抗拉强度提高 37 %，塑性提高 59 %。

项目研究结果提出的电磁凝固成形理论可以直接指导高性能难变形合金的电磁离心凝固成形制备，它们在国防、石化、机械、冶金等方面有重要的应用，项目的研究为发展新的冶金短流程工艺奠定了基础。

该项目开展的多物理场中的凝固成形，属于冶金、材料和加工的交叉学科研究，所发现的新现象和得到的理论成果，对相关学科的理论发展将起到一定的作用。同时，对扩大我国在国际学术界的影响、保持我国在电磁冶金领域占有国际学术研究中的前沿地位作出了积极贡献。