

先进镁合金结构材料分论坛侧记

文 / 上海交通大学 王静雅

镁合金作为最轻质的金属结构材料，具有低密度、比强度高、优异的阻尼性能、良好的生物相容性以及可循环利用等特性，在国防安全、航空航天、轨道交通及生物医疗等重大关键领域具有广泛的应用前景。随着科学技术的进步及社会经济的日益发展，越来越多的行业对节能减排及轻量化需求日益迫切，因此，研发高性能镁合金，提高其综合性能，推进其在各行各业的应用势在必行。近年来，我国材料科学家和工程技术专家专注于先进镁合金结构材料的设计、制备、加工及应用，取得了许多重要进展及突破。

2021年10月17日，“2021新材料国际发展趋势高层论坛——先进镁合金结构材料分论坛”在宁波市香格里拉酒店顺利召开。本次分论坛由上海交通大学、重庆大学、东北大学和《中国材料进展》杂志社联合承办，曾小勤教授、蒋斌教授、秦高梧教授和关绍康教授担任



分会秘书长。分论坛邀请了来自11家科研单位的15位专家学者作报告，分享、探讨了高强塑性镁合金、耐腐蚀镁合金、生物医用镁合金、储氢镁合金、高强镁基复合材料及先进镁合金成型技术等众多方向的相关研究进展和关键问题。与会专家学者们进行了热烈的讨论。

上海交通大学曾小勤教授主持了分论坛开幕式并致开幕辞，他代表会议组织单位热烈欢迎来自全国各地的专家学者，希望大家加强交流，共商镁合金发展之大计。

精彩报告



杨院士 教授

中国科学院金属研究所杨院士教授

提出了多元微合金化纳米析出相强化的高性能镁合金设计策略，基于热力学及第一性原理等计算方法确定合金化元素及加工工艺，实现纳米相析出行行为和晶界的协同调控。开发的多元微合金化纳米析出相强化镁合金，综合力学性能达到6系铝合金水平，显著提升了镁合金的力学性能。

重庆大学蒋斌教授设计新型的加工工艺提高镁合金的塑性变形能力，创新性地提出了非对称加工工艺，实现梯度应变和协调取向。利用模具的附加台阶和梯度结构非对称挤压，显著提升了镁合金板材的塑性性能；对组合坯料以及同种材料进行非对称挤压，也实现了对镁合金塑性的提升。



蒋斌 教授



董杰 教授

上海交通大学董杰教授瞄准当前镁合金表现出的强度低、延伸率不足和耐蚀性差等问题，通过设计析出相制备了较传统变形镁合金强度提高70%以上的Mg-Gd-Y系高强变形稀土镁合金；通过促进非基面滑移启动和优化晶粒间位向关系实现高延伸率的稀土镁合金的制备；开发半连续铸造产线实现大直径高品质镁合金的生产；以超高频微弧氧化技术有效提升了稀土镁合金的耐蚀性。为镁合金产业化应用提供了坚实的科学理论基础与有效的加工手段。

曾小勤教授介绍了团队基于材料基因工程技术，采用高通量第一性原理计算方法，结合高通量的实验制备与表征，针对提高镁合金耐腐蚀性能进行的研究与探索。设计研发的不锈镁合金耐腐蚀性能大幅提高，可与传统防锈铝媲美，有望在国防安全等重大关键领域实现应用，展现出振奋人心的应用前景。



曾小勤 教授



关绍康 教授



袁广银 教授



邹建新 教授



王晓军 教授



张涛 教授



信运昌 教授

郑州大学关绍康教授详细介绍了缓蚀剂技术在镁合金结构轻量化领域的研究与开发进展。针对镁合金缓蚀剂的不同应用环境，结合镁合金缓蚀剂的化合物性质，阐述了镁合金缓蚀剂的构效关系、影响缓蚀效率的主要因素、复配缓蚀剂配方优化等最新研究动态。最后，对镁合金缓蚀剂未来的研究方向、发展趋势和应用领域的拓展提出了展望。

现有商用镁合金作为可降解骨科生物材料使用存在“强韧性不匹配、生物安全性低、降解行为不可控”3个主要问题。上海交通大学袁广银教授介绍了其团队研发的具有自主知识产权的“生物安全性、强韧性、降解可控性”三性合一的高性能医用镁合金JDBM。分享了从合金设计、加工制备、动物实验到成功开展数十例临床试验研究的历程，展示了医用镁合金广阔的临床应用前景。

上海交通大学邹建新教授介绍了改善镁基储氢材料的热/动力学性能的先进技术方法。通过构筑Mg/MgH₂@催化剂核壳结构和框架结构纳米限域Mg/MgH₂成功提升了镁基储氢材料的吸放氢热力学与动力学性能；展示了镁基储氢材料在一些场景的示范性应用，相关研究为镁基储氢材料的推广应用打下坚实基础。

哈尔滨工业大学王晓军教授为解决镁基复合材料的制备难题，提出了实现微纳米增强体在镁熔体中的良好分散的多种思路 and 相应的技术路线，介绍了镁基复合材料的搅拌铸造、超声波等大尺寸镁基复合材料的制备技术以及利用气体碳源CO₂与镁熔体反应原位生成高质量石墨烯的制备技术，并展望了镁基复合材料制备技术的关键共性问题和发展趋势。

东北大学张涛教授提出了“酸比”理论解释金属/溶液界面上一系列多相耦合的物理过程与化学过程。通过“酸比”理论并兼顾成膜过程中的热力学与动力学因素，有效地控制界面反应，使涂层获得预期的显微形貌和耐蚀性能，显著改善了金属材料的耐腐蚀问题。通过反向应用“酸比”理论，研发了低成本、近零排放钢铁材料绿色酸洗技术，解决了钢铁工业中酸洗污染严重、成本高昂的问题。

南京工业大学信运昌教授介绍了其研究团队在细晶强化取向相关性的描述、建模及计算方程发展方面的最新研究成果。另外，介绍了利用孪晶界面进行细晶强化的方法，提出了一种新的简单、有效、可工程化的制备加工方法，实现了高密度超细孪晶结构的制备，使得AZ80合金获得所报道的最高强度，而且腐蚀速率降低一个数量级。

东北大学潘虎成副教授利用溶质原子晶界偏聚的晶粒细化机制，制备了高强度的无稀土元素添加的高强镁合金，基体中包含的高密度的小角度晶界以及在拉伸过程中形成稳定性强的<c+a>位错保证了可动位错的增殖，进而实现强度和塑性的同时提升。这一研究为低成本高性能镁合金的开发提供了良好示范。



潘虎成 副教授