

参加2014年美国TMS年会有感

来源：中国金属学会 赵沛 白晨光

美国TMS学会是全美矿物、金属和材料的专业学会，历史悠久，国际上影响较大，该组织约有12,000名从事冶金和材料领域的工程师、科学家、研发人员、教育工作者、管理人员和学生，分布在70多个国家。该学会的宗旨是：提升全世界与矿物、金属和材料相关的人员的科学和工程专业水平。该学会每年2月召开年会，规模一般在3~4千人左右。今年2月16—20日，我们（学会副理事长兼秘书长赵沛教授和学会理事白晨光教授、特殊钢分会主任委员董瀚教授等人）赴美国加州参加了在圣地亚哥市会议中心举行的第143届TMS年会。来自68个国家4,300余名代表出席会议，通过宣读和墙报两种形式发表论文3,939篇。与学术交流同时进行材料、矿物加工和冶金产品博览会，众多与材料冶金相关的厂商参加了展览。国内近年来对此会议关注度越来越高，本次参加会议的高校和科研机构比较多，如北京科技大学、东北大学、中南大学、重庆大学、上海大学、安徽工业大学、昆明理工大学、华东理工大学等均派团参加了会议。通过参加会议的学术交流活动，对冶金行业的可持续发展和材料科学的某些问题谈一点粗略的认识。

1. 对冶金行业可持续发展的认识

本次会议有关冶金矿物和冶金废弃物处理的报道较多，既有基础研究，也有冶金新技术研究。值得一提的是，为总结和表彰美国密苏里大学罗拉分校（The University of Missouri-Rolla, USA）David G. C. Robertson教授在冶金物化领域的卓越贡献，大会组织者为其召开了主题研讨会。

还有不少学者致力于冶金的高效、节能、环保的研究。例如对于火法冶金过程所用的原料（铁矿石、烧结矿、球团矿等）进行处理，改善其冶金性能，可以提高原料的利用率。相关研究结论有：对铁矿石进行球磨处理，可以提高其还原率；向低品位的红土镍矿中添加碳酸钠，经还原焙烧后，镍和铁的收得率均有提高；用珊瑚礁型石灰代替大理石型石灰，可以提高烧结矿的成品率以及转鼓强度；氧化铝在一定范围内可以提高球团矿的抗压强度等。对于环保方面相关研究有：向烧结矿中添加尿素，可以减少二恶英以及二氧化硫的排放；作为冶金废料的高钛渣经氧化磁选后可以得到金红石等。

专家们认为，钢铁和有色金属仍是必不可少的材料。这些材料的生产主要还是采用高能耗、高污染的火法冶金流程，主要原材料矿石的储量有限，其不可再生性为可持续发展带来了挑战。有限的资源如何满足社会无限期的需要？怎样的开采方式能满足现代以及未来几代人的需求？如何能使大规模的开采和加工带来的环境问题得到改善？这些问题是世界共同面临的挑战。

- 参加2014年美国TMS年...
- 会议报告：清洁能源 非碳冶...
- 汽车用钢加工过程中激光拼焊...
- 中日冶金交流会：熔融钢渣热...
- 中日冶金交流会：电渣冶金技...
- 中日冶金交流会：钢中Mg-...
- 中日冶金交流会：耐火材料与...
- 中日冶金交流会：小方坯铸机...
- 中日冶金交流会：首钢高炉高...
- 中日冶金交流会：用模型计算...
- 王天义：钢铁行业形势及对策...
- 徐金梧《冶金机械及自动化...
- 第九届国际锌和锌合金镀层钢...
- 第十三届全国炼铁原料学术会...
- 2013（第十七届）全国炼...
- 2013全国第十八届自动化...
- 2013年全国线材学术研讨...
- 2013年“连铸新技术及关...
- 2013年全国高品质特殊钢...
- 2013中国钢铁工业科技与...

环境与经济发展之间的矛盾日益突出，要改善这种状况，需从本科教育入手。学生不仅懂得专业知识，还应该懂得社会政治之间的复杂关系以及发展需求造成的潜在问题，才能够为行业的可持续发展做出贡献。会上，美国西北大学（Northwestern University, USA）David Dunand教授介绍了过去5年内西北大学的能源/可持续发展教育的改革。

面临能源短缺、环境资源危机等问题，应该致力于以下研究：

（1）废物最少化：开发新的流程和技术，使废物减量化。

（2）回收：金属是一种可回收率很高的材料，具有很高的“可持续性指数”，企业及研发单位要重视金属的回收；将炉渣、废气等冶金废物重新利用起来。

（3）提高能源利用率：虽然现在已经开发出可再生能源（如太阳能和风能），但是冶金工业使用的能源还是不可再生的，所以必须要提高能源利用率。

2. 金属基复合材料领域

金属基复合材料具有高的比强度、比模量、耐高温、耐磨损以及热稳定性好等优点，是目前航天、汽车和其他结构材料最具有潜力的候选材料。目前对金属基复合材料处于世界领先水平的研究主要集中在美国和日本。未来发展的目标是开发轻量化金属基复合材料，并且在高温下具有高的热稳定性。因此铝基复合材料成为目前研究的重点和热点。

金属基复合材料的性能主要受几个因素控制，一是增强体的尺寸和分布；二是金属和增强体之间的界面结合性。如何获得成分均匀、基体和增强体结合良好、界面处无化学反应是目前研究金属基复合材料领域中最集中的几大问题。同时，金属基复合材料制备工艺不完善、成本高，还没有形成大规模批量生产，开发低成本制备工艺也是主要的研究趋势。

2.1. 制备工艺仍是目前研究的重点

本次会议中，Light Metals分会主要针对轻金属和复合材料的性能、制备工艺、表征等问题进行了讨论。其中对复合材料制备工艺的研究是本次分会的重点讨论问题之一。金属基复合材料的制备方法通常采用熔融铸造法，也是目前最成熟、最具有竞争力的主要方法。但该方法存在液态基体与增强体之间润湿性差、成本高等缺点。基于开发低成本生产高质量复合材料思想，Mahmoud, M. G博士借鉴了2003年由美国Merton C. Flemings等人提出的半固态合金流变成形技术（Semi-Solid Rheocasting），在AZ91合金中添加纳米 Al_2O_3 增强体，制备镁基复合材料。该工艺主要是借用增强体颗粒与半固态金属粒子相互摩擦、碰撞促进之间的润湿复合。制备方法简单、过程易于控制、生产成本低，无疑是制备金属基复合材料工艺中一种新的发展思路。通过实验发现制备得到的复合材料机械性能有了明显提高。但机械搅拌对增强体的分布却没有明显的改善，依然存在大的团簇现象。而美国北德克萨斯州大学（University of North Texas, USA）Rajarshi Banerjee提出采用激光近终形制造技术（LENS™技术）合成Ni-Ti-C复合材料，该材料具有极低的摩擦系数，还可以保持高的硬度。埃及苏伊士运河大学（Suez Canal University, Egypt）M. M. Z. Ahmed采用搅拌摩擦加工（Friction stir processing, FSP）成功制得高硬度的 Al_2O_3 增强铝基复合材料。FSP技术是一种集合成、制造、加工为一体的固态材料加工技

木，一步完成致密化、均匀性和结构增强性的操作。通过调节过程参数，可以控制材料机械性能和微观结构，与基体合金相比成品硬度提高了89%。

在制备复合材料过程中，当增强体颗粒尺寸小时，很容易发生团聚现象，特别是纳米级增强体。通常是采用机械搅拌将增强相加入到基体中，机械搅拌虽然可以优化纳米增强体颗粒的分布。但还是在局部区域存在团簇现象，特别是在界面附近。英国布鲁内尔大学提出对熔体施加外场可以明显提高颗粒分布降低团簇密度。超声波技术在改善增强体分布方面具有重要的地位。不仅可以提高增强体的分布性，还可以改善基体和增强体之间的润湿性。E. Djan利用机械搅拌结合外场超声波震荡制备Al-Mg-Ti/TiB₂复合材料。结果表明施加超声波外场可以改善Al-Mg-Ti熔体中TiB₂颗粒的分布，同时有细化晶粒的趋势，从而影响合金的机械性能。他们指出，未来主要是通过增加冷却速率和优化颗粒在基体中的分布参数来提高复合材料晶粒细化效率。

2.2. 关于两相界面的研究

金属基复合材料中两相界面的研究一直是研究的热点和重点。本次会议中航空、航海及陆地使用的先进复合材料分会主要集中报道航天、船舶、造船领域先进的复合材料，其中就涉及复合材料的设计、结构与相的表征、材料的机械性能以及复合材料的界面结合问题。重庆大学吕学伟教授以金属基复合材料中两相之间的润湿性等科学问题展开，介绍了钛铝合金和陶瓷材料之间润湿性和界面行为。

增强体和基体之间的界面结合差等缺点也在一定程度上限制了层状复合材料的广泛应用。不少研究表明，通过改变增强体表面形貌和化学稳定性可以加强纤维/基体界面的稳定性和粘结强度。但这些方法无疑从物理上角度上降低了表面和内部的性能。最近美国军工研究实验室利用常压等离子体技术用化学方法改变纤维增强体的性能，使其与基体更加紧密结合。它的思想是在脉冲载荷作用下，通过对纤维和基体增强性能，使其不容易产生分层现象。结果表明当对纤维增强体使用等离子体处理后，拉断伸长率、压缩强度、剪切强度可以提高35%。指出未来主要工作将集中于掌握等离子体预处理对提高材料性能的影响规律。而美国加利福尼亚大学借鉴医学领域中的振动检测技术，提出采用物理振动方法来更好地检测纤维/基体之间的界面连接性。通过实验发现该技术对纤维/基体复合材料之间接触弱等现象能够做出很好的反馈。

通过以上分会报告可以看出：该领域的研究重点依然是加大力度开发低成本、高效制备金属基复合材料的制备工艺，以适应工业化应用需求；同时针对两相界面之间的相互作用及与材料机械性能之间的关系，为复合材料的制备提供基础依据，也是目前研究的热点。

2.3. 泡沫金属

本次会议中的分会场：能源用先进材料的计算模型及数值模拟：材料基因组计划、集成计算材料工程和教育 (Computational Modeling and Simulation of Advanced Materials for Energy Applications-MGI, ICME and Education)，美国西北大学泡沫钛领域的权威专家David Dunand教授，对于泡沫钛的制备和表征有深刻独到的理解。虽然这次报告题目很少涉及到泡沫钛或者泡沫金属，但却隐含着是否可以将泡沫钛作为潜在的能源材料。

2014年3月24日

[点击率:142] [打印] [关闭] [点击评论(共0条)]

中国金属学会 版权所有2006-2014 网站电话:010-65126576 京ICP备06036139号

地址: 北京市东城区东四西大街46号 邮编: 100711