



上海理工大学

UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

2018年上海市“先进功能材料及制备”

研究生暑期学校

简 报

第07期

主办：上海市学位委员会

承办：上海理工大学研究生院

上海理工大学材料科学与工程学院

二〇一八年七月十六日

今日课程

§ 金属有机框架衍生物 §

吴仁兵 研究员 复旦大学

吴仁兵，复旦大学青年研究员、博士生导师，中组部千人计划青年项目入选者。2004 年本科毕业于合肥工业大学化学工程与工艺专业，2009 年博士毕业于浙江大学材料科学与工程专业。2011 年至 2015 年在新加坡南洋理工大学机械与宇航学院从事博士后研究。目前主要研究方向：配位聚合物设计及其衍生的功能材料微观结构调控及能源环境领域的应用。近年来已发表学术论文 60 多篇，其中以第一/通讯作者在 *Prog. Mater. Sci.*、*Adv. Mater.*、*ACS Nano* 和 *Adv. Funct. Mater.* 等期刊发表论文 40 多篇，一作论文中有五篇入选 ESI 高被引论文。



吴仁兵教授讲座现场

报告主要讲述了金属有机框架材料作为前驱体或模板构筑衍生材料因其具有成分可调、形貌可控、多孔及结构可变等特性而受到研究者的广泛关注。本报告介绍了利用金属有机框架材料作为载体制备贵金属催化剂、沸石咪唑酯骨架材料作为前驱体原位衍生构筑空心多孔金属氧化物、金属/碳、金属硫化物/碳等复合材料，并探究这些不同成分和结构的衍生材料在能源与环境等领域的应用前景。

§ 中介电损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能研究 §

孟范成 教授 重庆理工大学

孟范成，重庆理工大学教授，材料科学系主任，中国复合材料学会会员。2001 年毕业于武汉理工大学材料科学专业获得工学学士学位；2004 年毕业于武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室获

得材料学硕士学位；2008年毕业于武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室获得材料加工工程博士学位；2008年至今重庆理工大学材料学院教师。近2年来在国际刊物 *Ceramics International*、*Journal of Alloys and Compounds*、*Material Letters* 等杂志上发表论文 10 余篇；授权专利 4 项，其中成果转化 1 件。主要研究方向：新型结构、功能材料；纳米材料、光电催化材料。



孙洪涛教授讲座现场

报告主要讲述了采用常规固相法制备掺杂 $\text{BaO-B}_2\text{O}_3$ (BBZ) 玻璃的 $0.9(\text{Zn}_{0.9}\text{Mg}_{0.1})\text{TiO}_3-0.1\text{TiO}_2$ (ZMT- TiO_2) 陶瓷和掺杂 $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ (BBZ) 玻璃的 $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8\text{-TiO}_2$ ($\text{L}_2\text{ZT}_3\text{-TiO}_2$) 陶瓷。BBZ 玻璃作为烧结剂可以有效的将 ZMT- TiO_2 陶瓷的烧结温度降低到 1000°C 以下，将 $\text{L}_2\text{ZT}_3\text{-TiO}_2$ 陶瓷烧结温度降低到 950°C 以下。XRD 图谱表明：ZMT- TiO_2 陶瓷由 ZnTiO_3 、 ZnTiO_4 和 TiO_2 相组成，BBZ 玻璃的添加可抑制 ZnTiO_3 分解为 ZnTiO_4 和 TiO_2 ； $\text{L}_2\text{ZT}_3\text{-TiO}_2$ 陶瓷由 $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ 和 TiO_2 相组成，添加 BBZ 玻璃不改变相组成。此外，SEM 结果显示：BBZ 玻璃能显著改善两种陶瓷晶粒生长和致密化，这是由 BBZ 玻璃液相烧结机理所引起的。通过润湿行为和活化能分析烧结机理，当 BBZ 玻璃添加量为 3wt% 时，ZMT- TiO_2 陶瓷活化能从 614.79KJ/mol 降低到 417.49KJ/mol ；当 BBZ 玻璃添加量为 2.5wt% 时， $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ 陶瓷活化能从 $492.38\pm 139.03\text{KJ/mol}$ 降至 $370.69\pm 20.98\text{KJ/mol}$ ，表明 BBZ 玻璃可以促进烧结。BBZ 玻璃添加量为 3wt% 的 ZMT- TiO_2 陶瓷在 950°C 下烧结 4 小时显示出优异的微波介电性质： $\epsilon_r=24.46$ ， $Q\times f=47500\text{GHz}$ ， $\tau_f=-14.68\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。BBZ 玻璃添加量为 2.5wt% 的 $\text{L}_2\text{ZT}_3\text{-TiO}_2$ 陶瓷在 925°C 下烧结 4h 显示出优异的微波介电性质： $\epsilon_r=26.3$ ， $Q\times f=36554\text{GHz}$ ， $\tau_f=-4.16\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。此外，两种陶瓷与 Ag 电极有良好化学兼容性，可以作为 LTCC 的潜在选择。

学员动态

§ 课后主题研讨 §

暑期学校已经进行到了第七天，上海的高温天气并不能阻挡同学们积极学习的热情。今天的两位主讲人分别是来自复旦大学的吴仁兵研究员和来自重庆理工大学的孟范成教授。这两场讲座分别介绍了金属有机框架衍生物和中介低损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能。两场报告拓宽了我们小组成员的视野，让大家了解了这两类材料研究的新进展。我们小组的同学就 MOFs 的元素掺杂等问题向老师进行了提问。



小组交流讨论

报告结束后，我们组成员在机械楼 311 会议室对今天两场别开生面的报告展开了激烈讨论，每位同学都兴致盎然地分享自己的心得体会，并指出本次报告对自己的科研有很大帮助，解决了一些从前自己没有解决的问题。

§ 心得体会 §

2018 年 7 月 15 日我在上海市“先进功能材料制备”研究生暑期学校聆听了两位老师的讲座，两位老师的分享让我受益匪浅。

上午吴仁兵老师的讲座主题是：金属有机框架衍生物。吴老师首先从金属有机框架（MOFs）的研究背景开始讲起，接着开始介绍 MOFs 衍生的多孔材料。吴老师的分享使我意识到材料的研究必须有

研究动机，即材料的结构性或功能性。什么材料是亟待开发的，什么材料在现有实验室条件下可以尝试，什么工艺可以通过别的手段实现，这些都是我们在科研过程中需要面临的实际问题。当我听到吴老师的研究中 MOFs 衍生金属硫化物、金属 | 碳管 | 石墨烯的时候我意识到了材料研究发现的交叉性和通过一定的合成策略制备新型材料的可行性，而表征中对温度、反应时间的分析也让我明白材料研究需要从多角度出发对工艺进行优化，同时他 PPT 中精彩的文献图片也让我立志更深层次学习文献图片的处理。

下午孟范成教授的讲座主题是：中介电损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能研究。孟教授的讲座由表及里，很有趣味性，孟教授本人也极具人格魅力，让我肃然起敬。孟教授首先从微波的定义和特点开始讲起，然后引入了微波介质陶瓷，并对微波介质陶瓷做了详细的介绍。之后他介绍了低温共烧结陶瓷等并报告了自己课题组的一些研究成果。孟老师在分享过程中时刻将材料研究与材料应用相结合，并



通过对当下介电陶瓷材料的应用和限制启发我们多加了解行业情况和国家需求，同时鼓励我们做祖国未来的接班人，发挥自己的才干为祖国的建设添砖加瓦。

最后十分感谢两位教授精彩的讲座和上海市学位委员会和上海理工大学的对暑期学校活动的支持，让我有这样的机会拓展视野，丰富自身。

——上海理工大学 王帅

首先要感谢上海市学位委员会和上海理工大学给了我一个这么好的机会，来聆听各个老师的精彩讲座。10 天的暑期学习中，每听完一次报告都让我受益良多，下面就让我来谈一谈第七天的心得。

吴仁兵教授是一位年轻，但有着丰富科研经验、富于创新的老师。他深与浅出，形象生动地为我们讲述了金属有机框架衍生物。报告伊始，吴仁兵教授通过举例，图片展示等手段，将各种金属有机框架呈现在我们眼前，接着又为我们介绍了通过各种手段得到的金属有机框

架的衍生物。吴老师还为我们展示了其实验过程。整个实验过程的设计以简单，高效为主，用小实验做出大成果，这一点令我叹服。除此以外，吴老师还为我们讲述了如何调控金属有机框架的成分，控制其形貌，改变其结构。实验巧妙，手法多变，令人叹服。

孟范成教授的报告，热情饱满，引人入胜。首先孟老师深入浅出地为我们介绍了多种功能陶瓷的制备方法，技术难点和应用领域，由此，为我们展示了课题研究思路的提出过程。在孟老师的报告中，创新性的提出了在特定陶瓷中固相法掺杂 **BBZ** 玻璃，从而降低陶瓷的烧结温度，实现低温共烧。在后绪的研究中，孟老师用周密的实验设计和丰富的性能检测手段，得出了 **BBZ** 玻璃的最佳添加量。

两位教授的报告内容虽与我的研究方向不尽相同，但他们的汇报仍然给我很大的启发。严谨的实验方案设计，丰富的性能检测手段是每一位科研工作者必须掌握的。另外，当实验遇到瓶颈时，希望自己也能多多思考，大胆想象，像老师们一样，找到解决问题的“神来之笔”。



——江苏科技大学 孙杭

时间飞逝，转眼间“先进功能材料及制备”研究生暑期学校迎来了第七天。在这段时间里，我学到了许多新的知识，深刻认识到学科交叉的重要性。也为那些为祖国默默奉献的专家们点个赞！从他们身上让我知道了材料学科的前沿，为我们以后从事材料研究打下坚实的基础。

今天上午是由吴仁兵教授演讲的金属有机框架衍生物。着重介绍了金属有机框架的构成（金属离子/金属团簇+有机配体=金属有机框架）；**MOFs** 衍生物的多孔材料的特点及应用；**MOFs** 可作为新型的催化载体。并对 **MOFs** 衍生的金属氧化物，硫化物/碳等进行实验分析，得出重要结论。同时介绍 2013~2018 年 **MOFs** 及其衍生物的研究成果并对未来进行展望。吴教授通过深入浅出，通俗易懂的语言来讲解他的研究成果，让我们受益匪浅。

下午由孟范成教授主讲的中介低损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能研究。主要从研究背景，研究内容，实验结果，未来与展望几个方面进行展开。从微波引出微波介质陶瓷到微波介质陶瓷的分类，再到微波陶瓷应用领域。介绍了 LTCC 材料的性能要求，通过实验将 BBZ 玻璃掺杂到两种不同的陶瓷当中，并将实验结果进行分析讨论。

孟教授幽默的讲课方式，深深吸引着我们的目光。



最后，感谢上海理工大学为我们提供这样一个高水平的交流平台。通过这几天的学习，我收获了很多。不仅仅是知识，还有来自全国各高校同门的友谊。这段美好的经历，将给我以后学习生活带来深远的影响。

——上海海事大学 李成龙

“先进功能材料及制备”暑期学校已经过去了大半，我有幸见识到了学术界各为科研工作先驱者做出的优秀工作，并聆听到了他们与我们分享的每一个故事。我见识到了飞机的设计、OLED 照明、传感器件、生物医学等等各种与生活贴切相关的故事。他们在科研道路上追求真理的态度和精神对我自身而言无疑是一剂良药，同时也是推动社会科学进步的重要力量。

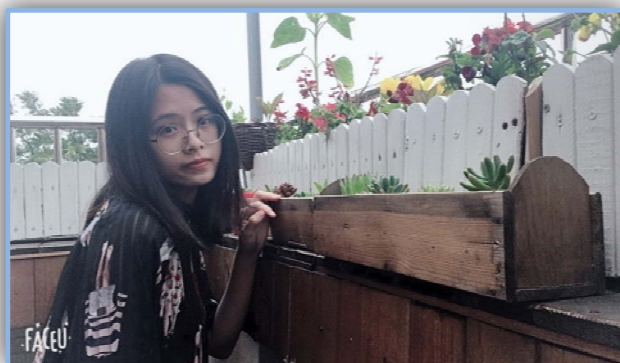
7月15日，是复旦大学青年研究院吴仁兵老师和重庆理工大学教授孟范成老师主讲，分别介绍了“金属有机框架“和”中介低损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能研究“两个方面的工作。吴老师通过金属有机框架作为前驱体进行了金属、金属氧化物、金属/碳、金属硫化物/碳等材料的合成。他推崇以及其简单的合成方法制备出性能优异的材料，并运用在催化、储能等领域。在我看来，这是一种真正做学



术和研究的态度，即使老师非常谦虚的说只是因为设备有限。一种新材料如果需要真正的运用到现实生活中，除了需要具备良好的性能之外，工艺的繁简程度和成本也是两个及其重要的因素，吴老师通过这种简单的方法就能够获得较为优异的性能也正是人们所切实关注和迫切需要的。孟范成老师主要集中在传统的玻璃、陶瓷材料进行了研究。众所周知，传统材料在科研领域的研究都是极其困难的，因为绝大多数材料已经进行了商业化使用，从商业利益的角度来看，企业很难再去接受新的方法和理念；但上升到国家发展的层面，这些传统领域依然是需要科研工作者去开发和探索的。孟老师在此基础上，花费了大量的时间与经历进行更深入的研究，这种钻研的精神和对学术的态度正是我们需要学习的。

“世上无难事，只怕有心人”，作为一名科研工作者，正是需要这样一股拼劲，才能够让自己的境界得到提升，才能对国家发展做出贡献。作为一名学生，需要对学术保持一份景仰之心，因为总有一天，中华会为之崛起。

——上海理工大学 张鹏程



今天是暑期学校第七天。经过一周的讲座学习，我收获颇多。很荣幸能够参加上海理工大学暑期学校，让我有机会学习很多课题以外的知识，也受到很多启发。

上午吴仁兵老师的讲座主题是金属有机框架衍生物。吴老师从MOFs的研究背景开始给我们详细介绍了MOFs材料及其应用，并深入浅出地介绍了利用金属有机框架材料作为载体制备贵金属催化剂、金属/碳、金属硫化物/碳等复合材料。吴仁兵老师还带领我们探究了这些复合材料在能源与环境领域的应用，特别是锂离子电池和钠离子电池电极中的应用与我研究的课题相关，给了我很多在电极材料制备方法上的思考和启发。

下午孟范成教授的讲座主要讲的是中介低损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能研究。孟教授从微波讲起，通过举例手机计步循序渐进引出微波介质陶瓷。随后孟教授给我们讲解了 LTCC 技术流延工艺流程及 $\text{BBZ}/\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8\text{-TiO}_2$ 复合材料、 $\text{BBZ}/\text{Zn}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{TiO}_3\text{-TiO}_2$ 复合材料、 $\text{BBSZL}/\text{ZnTiO}_3$ 复合材料等材料的制备及介电性能的研究。讲座期间孟教授结合新闻时事，使得整个讲座有趣生动。由于没有接触过陶瓷材料，孟老师的讲座给了我对 LTCC 复合材料很好的认识，拓宽了我的视野。

非常感谢两位老师的讲解，也感谢学校给我们提供和各方面专家交流的平台。在今后的科研中，我们一定扎实理论基础，再将理论应用于实践，创造更多的成果！

——上海理工大学 张磊

非常感谢上海理工大学提供的暑期学校这个非常有意义的教学平台。在今天，暑期学校的第七天，我非常荣幸地听到来自复旦大学的吴仁兵研究员与来自重庆理工大学的孟范成教授的讲座，受益匪浅。

上午的吴研究员的讲座主题为金属有机框架衍生物。吴老师深入浅出，从金属有机框架的制作开始讲起。金属有机框架有着许多的优点，因其结构多孔且孔穴可调，比表面积巨大，以及许多可调的物理化学性质而受到广泛的关注，可作为贵金属催化剂的载体。进一步，老师讲述了金属有机框架的氧化物、碳、硫化物等衍生材料，具体的介绍了空心 Co_3O_4 等材料作为锂电池负极材料。最后还介绍了钠电池的研究和它的优势。使得我对电池的前沿有了更深的认识

下午的讲座主题为中低介电常数微波介质陶瓷的低温烧结及性能研究。孟老师的讲座十分生动有趣，从最基础的微波讲起，详细的介绍了微波在实际生活中的应用，与我们的生活息息相关，同时又介绍了微波的不同频段在不同领域的应用，可谓极尽详细，由浅入深，



引人入胜。孟老师在讲座的同时，结合当下时事，对电子元器件在我国的发展现状等给我们做了讲述制作介质陶瓷的意义所在。最后作为陶瓷界的专家，孟老师结合着自己实际的实验，为我们具体而详尽的介绍了孟老师在实验中从流延，载片，冲孔等方面介绍了 **BBZ** 玻璃掺杂不同的陶瓷材料得到的实验结果，并为我们展示了掺杂后的材料的表征结果，是我们从定性和定量等多方面了解陶瓷工艺。孟老师生动的讲座也使我从中感受到了做科研的乐趣所在，并坚定了自己继续学习的信念。

两位老师所讲述的领域都是我所不太熟知的领域，但听完两位老师的讲座，开阔了我的视野，并且在老师的通俗易懂的讲座中，真正的学习到了许多的相关知识，充实了自我。

——上海理工大学 范成



不知不觉，2018年上海市“先进功能材料及制备”研究生暑期学校在美丽的上海理工大学校园内已进行到第七天。通过这些天的学习和积累，我感到前所未有的充实。在此，非常感谢上海理工大学给大家提供了这么好的平台，让我们有机会聆听到这么多专家的高品质讲座。

首先，复旦大学的吴仁兵教授作了以主题为“金属有机框架衍生物”的报告。吴老师细致的介绍了利用金属框架材料作为载体制备金属催化剂等作为前驱体原位衍生物构筑空心多孔的复合材料的过程。另外，又为我们阐述了探究这些不同的材料在能源和环境有什么样的应用前景。从他的讲授中，我了解到科研不是一个短暂易成的过程，这期间需要我们多次尝试，持之以恒，才有可能获得成功。接着，下午是重庆理工大学的孟范成教授为我们作的报告，题目为“中介低损耗 **LTCC** 复合材料的低温烧结及性能研究”。在这次学习中，我了解到功能性的 **BBZ** 玻璃添加不会改变相组成，而且 **BBZ** 玻璃的添加量不同会影响陶瓷在烧结中显示出的微波介电性质。

两位老师都非常年轻，报告内容也让我的感触很深。我会学以致用，将老师们教给我们的科学知识和科研态度一起运用到自己的生活中，以取得不断地进步。谢谢各位老师精彩的报告！

——青岛大学 岳甜甜

今天是“先进功能材料及制备”研究生暑期学校的第七天。很荣幸聆听了吴仁兵教授以“金属有机框架衍生物”为题和孟范成教授以“中介低损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能研究”为题所做的报告，多学科的思想碰撞，自觉受益匪浅。

报告伊始，主要是以金属基材料为例开展的研究工作。吴教授将内容由浅入深地三个部分进行介绍，首先对金属有机材料进行了一个总体概述，目前由于传统材料的有限比表面积和活性点位暴露以及电子、离子传输能力差等局限性，导致了使用传统材料组装成的能源器件性能不尽人意。这也正如他所说的“关键材料决定器件性能”。让我们了解到金属有机框架材料用于载体制备贵金属催化剂。然后介绍沸石咪唑骨架材料作为前驱体构筑金属氧化物、金属/碳等复合材料。最后结合他本人课题组的研究和认识谈论对于金属有机衍生材料在能源与环境等领域的应用前景的看法，引发我们的思考。



下午孟教授通过自身经验告诉我们在研究生阶段要主动去学，去问，去做，不能只会对导师的安排言听计从。紧接着孟教授向大家介绍了常规固相法制备掺杂玻璃的复合陶瓷的结构差异，以及通过 XRD、SEM 等表征来说明其性能优异。孟教授课题组改变 BBZ 玻璃的含量比，开展了一系列的试验，通过大量的数据来验证，有理有据，为两种陶瓷作为 LTCC 提供了理论依据。让我感觉到在实验研究中要及时总结，不断优化创新，希望今后的研究中可以在之前的基础上有所突破。

最后非常感谢两位老师的讲座，不仅带我认识了很多不曾接触的知识领域，扩大了我的学术视野，还教会我如何用正确的方法去思考，研究，对我今后的学习生涯起了很大的指导作用。不积跬步无以至千里，我希望在这段学习时间里积累各个领域的知识，我相信这段经历对自己的人生以及科研有着很大启发。

——上海理工大学 赵劲林

时间很快，已经结束了暑期学校的第七天。很感谢上海理工大学提供这样一个交流的机会，将多种先进功能材料领域集结促成了我们互相学习的平台。今天两场讲座都使我受益匪浅。吴仁兵老师的分享给予我很多启发，孟范成教授的分享拓宽我很多知识。



复旦大学的吴仁兵老师分享的内容为“配位聚合物设计及其衍生的功能材料微观结构调控及能源环境领域的应用”。在介绍研究背景与研究动机后，老师主要介绍了金属掺杂 MOFs、MOFs 衍生的金属氧化物、MOFs 衍生的金属硫化物/碳、MOFs 衍生的金属/碳管/石墨烯等四个大方向。通过实验设计、数据分析、图像对比给予我们系统而又全面的讲解。在老师的分享过程中，我感受最深的是老师在每个实验探索阶段的出发点，敢于创新敢于尝试敢于思考是我对老师的敬佩之处。在分享结束后与老师的交流过程中也感受到老师的积极向上，对于科研

永无止境的探索欲望，除研究方向的碰撞外，老师通过努力得到年轻有为的可喜成绩也是我值得学习之处。

重庆理工大学的孟范成教授分享的内容为“中介低损耗 LTCC 复合材料的低温烧结及性能研究”。在分享过程中，有关于烧结机理的介绍是最感兴趣的部分，这个方向虽与自己目前方向联系较少，但是研究生的学习领域本就不是一成不变的，通过本次分享我在某个角度上也找到了自己日后研究的出发点，想法的产生是我本次参加分享最大的收获。

——湖南大学 贾美莹

抄送：

上海市教委

上海理工大学各职能部处、各学院

主编：刘宝林 黄爱军

策划：王新学 袁 涛 编辑：杨 义 古立建
