



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 03 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

二〇一八年七月十二日

# 今日课程

## § 气体敏感材料的敏感机理与创新设计 §

徐甲强 教授 上海大学



徐甲强，上海大学教授，博士生导师，化学系副主任，创新能源与传感技术实验室负责人；河南省杰出青年科学基金、河南省高校杰出科研人才获得者；《科学中国人》2016年度人物；上海市安全生产专家；《功能材料》期刊编委；上海大学师德标兵、研究生心目中的好导师。研究方向为材料化学及其在能源和传感技术中的应用。曾获2015年

上海市自然科学二等奖；河南省科技进步二等奖和三等奖。中国电子学会敏感技术分会全国气湿敏传感技术专业委员会主任委员、中国仪器仪表学会传感器分会理事；传感技术国家重点实验室客座研究员；国家自然科学基金通信评委。长期从事纳米结构材料的设计、制备及其在能源存储转换材料与器件、化学与生物传感器等领域的研究工作。拥有发明专利22项，在 *Adv Funct Mater*、*Angew Chem Int Ed* 和 *Sens Actuators B-Chem* 等期刊上发表SCI论文200多篇，先后进入ESI的高被引论文10多篇，总被引次数5500，H指数40。现主持国家自然科学基金，国家自然科学基金重大仪器专项，国家重点研发计划新能源汽车燃料电池和超级电容器项目。

报告主要讲述了气体传感器是一种快速和实时监测环境气体的器件或装置，依据不同的敏感原理，可以设计出不同类型的传感器，已在家庭和公共安全、环境监测、能源



生产与应用、危险化学品管理和智能电子产品等领域发挥着不可替代的应用。本次授课将

首先简单介绍气体传感器的概念、分类、敏感机理与应用领域。在了解气体传感器的概念、作用和基本原理的基础上，重点介绍质量敏感型气体传感器以及半导体气体传感器的敏感机理与材料创新设计原则。此外，对气体传感器的敏感机理、晶粒尺寸与添加剂对气体传感器的影响效应、中间产物的测量方法等进行概述。然后，以甲醛、苯系物、酒精、R134a等为检测对象，介绍创新设计的思路及其在半导体和谐振式气体传感器中的应用。结合自己的科研实践重点介绍半导体气体传感器和谐振式气体传感器的材料设计案例。最后，对气体传感器的发展动态进行展望。

## § 重主族元素激活光电材料的设计、制备及光电应用 §

孙洪涛 教授 苏州大学



孙洪涛, 苏州大学特聘教授, 博士生导师, 江苏省特聘教授。主要从事含重主族元素发光材料及长余辉材料方面的研究。近年来在新型光电子材料与器件领域获得了多项具有影响力的成果, 以通讯作者在 Prog. Mater. Sci., Adv. Mater., Angew. Chem. Int. Ed., J. Am. Chem. Soc., Small, J. Phys. Chem. Lett., APL, Opt. Lett. 等期刊上共发表 SCI 论文 100 余篇, 通讯作者论

文 70 余篇, 论文被 SCI 他引 1000 余次, H 指数 24。

报告介绍了重主族离子作为一种重要的光学活性离子, 有着悠久的历史。与稀土和过渡金属离子相比, 重主族离子具有非常强的自旋轨道耦合效应且易受配位环境影响, 从而使得含该类离子的材料展现出比稀土和过渡金属掺杂材料更为丰富的发光性质。本报告将重点介绍铋激活红外波段超宽带发光材料的研究历程、研究策略、最近研究进展以及亟需解决的一些关键问题。



# 学员动态

## § 课后主题研讨 §

暑期学校已经进行到了第三天，天气虽热闷热但学员们的学习热情依旧高涨。今天的两位主讲人分别是来自上海大学的徐甲强教授和来自苏州大学的孙洪涛教授。通过聆听这两场报告通，让我们对气体传感器和重主族元素发光材料有了新的认识，同时也拓宽了同学们的视野，在不同领域之间交流碰撞出了火花。

报告结束，小组成员就今天的两场精彩讲座展开了激烈讨论，把一天的所想所得与大家分享。



## § 心得体会 §

牛顿曾说：“我好像是一个在海边玩耍的孩子，不是为拾到比通常更光滑的石子或更美丽的贝壳而欢欣鼓舞，而展示在我面前的是完全未探明的真如之海。”今天是暑期学校第三天，虽然暑期学校才刚刚拉开序幕，但是自己已经收获颇多。

今天是来自上海大学的徐甲强教授和来自苏州大学的孙洪涛教授讲座。首先，是徐甲强教授关于气敏材料敏感机理以及创新设计的研究，徐教授先是从专业的角度对材料化学



这一学科从基础知识到学科未来发展方向进行一一剖析；接着又向我们指出做科研时一些创新思维方法，比如：延伸式思维，扩展式思维，联想式思维和运用式思维等的方法，这些方法确实有益于我们扩展自己的科研思路，创新自己的科研方法；紧接着，徐教授向我们讲解了多种传感器的工作原理，并介绍了自己团队的科研成果。我自己也是在做相关领域的一些工作，今天的报告使我受益匪浅，徐教授的报告加深了我对气体传感器的认识，也让我意识到材料世界如此丰富多彩，希望自己能在以后的学习过程中运用好今天所学到的

的方法和知识。下午，苏州大学的孙洪涛教授为我们介绍了含重主族元素发光材料及长余辉材料方面的研究，第一个是通过简单方法改变 Bi 离子的掺杂环境，进而调控材料发光范围；第二个就是在缺陷化学指导下多金属氧酸盐发光材料的合成，通过引入缺陷，可能会获得新的发光材料。从孙老师的讲解中，我不仅获得了许多关于发光材料方面的知识，同时也学习到了很多材料表征新方法，希望以后能将这些表征方法运用到自己的研究过程。

——青岛大学 童璐

暑期学校的第三天我有幸听取了徐甲强教授和孙洪涛教授的讲座，获益匪浅。

上午徐教授的讲座主题是：气体敏感材料的敏感机理与创新设计。他首先简单介绍了气体敏感材料在生活中的应用，包括对甲醛、酒精气体和 CO 的检测等。接着徐教授以气体传感器的概念、作用和基本原理为引子，着重介绍了质量敏感型气体传感器以及半导体气体传感器的敏感机理与材料创新设计原则。之后徐教授分享了很多自己的材料设计案例同时指出了创新的重要性。我对各种创新思维印象尤为深刻，包括延伸式思维、扩展式思维、联想式思维等等，这些思维方法对我有很大的启迪同时也将对我自己的科研实验起到引导作用，我也将在实验中发挥自己的创新精神。

下午孙教授的讲座主题是：重主族元素激活光电材料的设计、制备及光电应用。孙老师着重介绍了铋元素在激活光电材料中扮演的重要角色，并介绍了铋激活红外波段超宽带发光材料的3种设计思路。我虽然对光电材料所致甚少讲座内容理解起来有一些困难，但是孙教授在讲座中提到的材料表征引起了我很大的兴趣，尤其是同步辐射 XRD 分析各种结构而不是单纯使用简单设备分析，让我深刻认识到材料表征的重要性。我们在科研过程中即使制备了性能优良的材料，如果不能合理表征它的性能和分析其内在机理就是失败的。孙老师的讲座让我意识到自己在科研工作中的不足也激发了我的学习和科研热情。

今天的讲座不仅打开了我新世界的大门同时也让我领略了学术大牛的风采，我也将更加积极地投入到科研工作中去，再次感谢两位教授的分析。



——上海理工大学 范宝中



今天是暑期学校的第三天，刚开始听的时候，觉得与自己的所学专业关系不大，只是认为是很好的学习机会而认真听讲，但是迅速发现这样内容广泛的材料学讲座虽然与自己的专业方向不尽相同，但是非常有启发性，能够多方面了解材料学的一些研究方法和研究思路，对以后的学习和工作将产生非常积极的影响，今天已经充分认识到能够在短短的十天时间里聆听这么多位学术大家的精彩讲座，如此全面的对材料学领域有个全面的认知，这样的机会实在是太难得了。非常感谢上海理工大学举办这次暑期学校，这段经历将会终身难忘。

讲座的各位老师都是学术上的大家，但是却非常和蔼，可亲可敬，耐心细致的回答我提出的问题。非常感谢各位老师。今天上午上海大学徐甲强教授深入浅出的介绍了气体传感器在公共安全、环境监测等各个领域的广泛应用，结合实际案例介绍了创新设计的思路，特别是徐教授提出的逆向创新的思维，使我深受启发。下午孙洪涛教授的重主族激活光电材料的专题讲座使我对此领域有了较为全面的认知，特别是此研究在日常生活的一些应用，将对我今后的工作和学习很有帮助。

非常期待后续学术大家的精彩讲座。上海理工大学作为承办方各方面安排也非常到位，学习过程非常愉快！上海理工大学的校园布局和校园文化建设也非常让我惊喜，非常喜欢这样的环境。

——上海海事大学 吴硕



很荣幸可以参加此次“先进功能材料及制备”的暑假学校，让我们有机会可以接触各类材料科学前沿的老师及研究方向。

在上午的讲座中，徐甲强教授为我们介绍了气体敏感材料的敏感机理和设计创新的相关内容。徐老师从基础理论知识引入，让不同学科方向的同学都可以对传感器的基础的知识有一定了解。在从不同的思维方式展开，引出不同的研究课题，其包括以甲醛、苯系物、酒精、R134a 等为检测对象在半导体和谐振式气体传感器中的应用。当徐老师介绍了逆向思维对于材料及器件开发和设计的重要性时，使我们受到了很大的启发。在科研活动中，也正是因为我们对当下科学真理的不断反思和创新，才呈现当今社会百花齐放和迅猛进步的科研大环境。

在下午的讲座中，孙洪涛教授为我们介绍了重主族元素激活光电材料的设计、制备及光电应用。重主族离子作为一种重要的光学活性离子，与稀土和过渡金属离子相比，其具有非常强的自旋轨道耦合效应且易受配位环境的影响，从而使其显现出更为丰富的发光性质。孙老师重点介绍了铋材料的研究历程、设计策略等一系列关键问题。孙老师介绍的从设计到测试再到设计不断精进的策略，使我们受益匪浅。在以后的科研学习中，我们一定会扎实理论基础，善于举一反三，向各位老师学习，为科研事业贡献自己的力量！

——上海理工大学 骆赛男

此刻最想说的是感谢，感谢这次“先进功能材料及制备”暑期学校。通过这次暑期学校让我有幸聆听到关于先进功能材料及其制备方面的各路大咖的授课。针对今天的报告我有较为深刻的体会。

上海大学的徐甲强教授通过对他研究的讲解为我们阐述了气体敏感材料的敏感机理以及一部分的创新设计，最后他向我们展示了他的一些研究成果。在他的授课中，有几点是

令我难忘的。首先，他说到现阶段我们对于功能材料的研究其实是一个多学科的交叉，在这其中就包括了电学、光学、化学等学科。这就阐明了在以后学习和研究中，我们可以尝试着利用其它学科的一些方法来解决我们在材料学所遇到的问题。其次，他讲到了关于研究成果的转化到实际运用方面的问题。在现阶段的中国，研究人员很多，研究成果更是不计其数。但如何能将这些研究成果转化到实际的生产中去，这是任何一个科研工作者应当思考的问题。最后，通过他的报告让我对气体敏感材料有了更加深入的了解。

苏州大学的孙洪涛教授通过向我们介绍他近十年以来的研究重点“重主族元素发光材料及长余辉材料”为我们呈现了另外一个关于 Bi 元素的世界。他通过将 Bi 元素掺杂在其它的材料中，制备出了比稀土和过渡金属掺杂材料更为丰富发光性质的材料。关于重主族元素，以前了解不深。此次通过孙教授的讲解以及他研究成果的展示，使我对其有了全新的认识。

两位教授的报告让我对气体敏感材料以及重主族元素有了全新的认知，感谢！令我感触最深的还是他们对自己研究方向的无限热爱以及对科学研究一丝不苟的态度。在今后的学习过程中我也会向两位教授一样对自己所从事的方向报以无限热情，对科学研究一丝不苟。



——重庆理工大学 梁鹏程



今天听了来自上海大学徐甲强教授关于气体敏感材料的敏感机理与创新设计和来自苏州大学孙洪涛教授的重主族元素激活光电材料的设计、制备及光电应用。学到了很多，不仅仅是知识，还有他们的思维方式。徐甲强教授讲了关于气体传感器的有关知识，对气体传感器的敏感机理、晶粒尺寸大小与添加剂对气体传感器的影响效应、中间产物的的测量方法等进行概述。其中他的各种传感器对应的各种思维，让我感觉受益匪浅。延伸式思维、拓展式思维、联想式思维、运用式思维、逆向式思维、幻想式思维、奇异式思维、综合式思维对应的种种感应器。还说明了创新思维的形式是多种多样的，我们只有真正的理解、掌握创新思维的多样性，在实践中灵活运用创新思维的多种形式，才能够自由地步入创新王国，获取创新的丰富成果。孙洪涛教授讲的铋激活红外波段超宽带发光材料的研



究历程、研究策略、最经研究进展及一些解决的问题。通过量化计算，经过缺陷化学指导下多金属氧酸盐发光材料的合成。给了我很大的启发。

——上海理工大学 耿晶



今天为我们做报告的老师分别是上海大学的徐甲强教授和苏州大学的孙洪涛教授。徐教授结合自己的科研实践重点介绍了质量敏感型气体传感器以及半导体气体传感器的敏感机理与材料创新设计原则，使我对气体敏感材料有了进一步的了解，在思维方式，测试分析，发表文章等方面也受到了不小的启发，对自己今后的科研将有很大的帮助。

下午是有关重主族原素激活光电材料的设计、制备及光电应用的报告。孙教授主要从事含重主族元素发光材料及长余辉材料方面的研究，近年来在这方面具有较大的影响力。我对长余辉材料一直很好奇，今天听了孙教授的报告，受益匪浅。作为发光材料，最关键的是价电子的排布，孙教授通过“鸡蛋和篮子”给我们生动的讲述了最大熵分析，使我对 XRD 有了新的认识。

搞科研最重要的就是创新。正如徐教授所说，只有真正理解、掌握创新思维的多样性，并将其合理的运用到实践中，才能创造出更多的成果。

——西安工程大学 宋美娟

经过前两天几位专家的报告，深感材料学的应用之广泛。从航空航天到橡胶材料，从生医研究到 OLED 显示照明，生活中的科学研究无处不在。

今天上午的报告是由上海大学的徐甲强老师关于气敏材料的原理及设计讲座。徐老师先从材料科学与工程专业课相关知识入手，将材料设计的基础知识普及给我们。然后又从国家可持续发展战略的大方向上介绍了研究的必要性，从而引出了气敏材料再生活中各个方面的应用。在设计气敏材料的时候，我们需要根据不同气体的理化性质来采集气体的某些信息并将采集到的信息转化为易识别的信号，从而诞生了气敏传感器。俗话说：“授人以鱼不如授人以渔”，老师随后耐心地讲解了创新思维的 7 个方法，很好的开拓了我们的视野以及看问题分析问题的方式。最后老师介绍了其出色的研究工作，让我们受益良多。

下午的报告是由苏州大学的孙洪涛教授带来的关于重主族激活广电材料的设计及应用的报告，孙老师全面的研究了铋族元素掺杂的各种化合物在改性材料发光性能上的作用，以及采用了先进的表征手段研究了内部结构及原理。并结合模拟计算对实验进行调控，使得实验有选择性并且高效的实施。

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 晏玉华



1、现在的材料种类繁多,按材料本身的性质分,主要有金属材料、陶瓷材料、高分子材料、复合材料、液晶材料等。按材料的作用分,有结构材料和功能材料。结构材料用于制造各种结构,因此对它的要求主要是机械性能,如强度、延伸率(达到极限强度断裂时伸长了多少,延伸率小的材料便容易脆断)、硬度、韧性(受冲击力是否易断裂)、风性(是否容易保持形状不变)等等。有时不要求其能经受住严峻的环境条件,如要求耐热性、抗腐蚀性等等。功能材料主要用于完成某种特殊功能,如液晶材料用于显示,但有时要求有一定机械强度,强光导纤维主要用于传输光。化学

为了可持续发展,产生了气体传感器,感受气体,变成信号等。对于科研应该具有创新思维的方法; 2、创新思维的方法: 延伸氏思维、拓展式思维、联想式思维、应用式思维、逆向式思维、幻想式思维;

3、重主族元素激活光电材料的设计、制备及光电发光效应; 主要对重主族元素铋的激活光电材料的设计进行阐述, 以其低毒性的优势对发光材料的三种激活方法, 都运用了一种思路, 就是从发现出发得到其中改变的规律; 这三种方法, 显示了发光材料需要从激发光的波长, 发光效率和发光和活动中心发光寿命的要求; 从该思路的出来的思考是, 对于一种材料设计的预测, 需要有强烈的理论基础, 并且对其进行计算在最后的检测。

——上海第二工业大学 石俊峰

---

很荣幸能够加入此次上海市“先进功能材料及制备”暑期学校的大家庭。怀揣着好奇心走到了这里，当然亦是收获满满不虚此行。今天聆听了上海大学的徐甲强教授和苏州大学的孙洪涛教授的精彩报告，让我对气体传感器和重主族元素发光材料有了新的认识。

小器件，大学问。徐老师先从材料科学与工程专业课相关知识讲起，让我不由得觉得自己回到了大学的课堂。由浅入深引入了今天的正题气体传感器。其实生活中传感器是很常见的，比如在厨房天然气管道旁，在大型的会议室或者宾馆房间的屋顶都会安装。但通过今天徐老师的讲解，才真正对这个不起眼的小东西有了更加详细的了解。发现针对所要感知的不同底物需要设计不同类型的转换器，而转换器的可靠性也是需要不断测试和研究的。会思维，巧科研。徐老师不单单给我们展示了他们课题组的研究成果，而且在讲解每个课题时都在引导我们如何运用正确的思维方法去思考，去研究。延伸式思维、扩展式思维、联想式思维、运用式思维、逆向思维、幻想式思维、奇异式思维、综合式思维在科研中都是可以去运用的。巧妙的运用可能会使思路瞬间打开，产生新的 idea。



——上海理工大学 王钟育

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