

第一届能源材料结构化学 研讨会

会议手册



主办单位：中国科学院福建物质结构研究所

承办单位：结构化学国家重点实验室

福建省氢能关键材料和技术重点实验室

2022-04-08 福州



◆ 会议简介

第一届能源材料结构化学研讨会会由中国科学院福建物质结构研究所主办，结构化学国家重点实验室和福建省氢能关键材料和技术重点实验室承办。本论坛是能源材料结构化学交流的平台，邀请国内知名专家学者举行学术讲座，加强学术沟通增加人文交流，促进能源材料/化学和结构化学的学术交流与思想碰撞，并共同探讨相关领域的趋势、挑战、机遇。

由于新冠疫情的影响，本年度学术研讨会采用线上线下联合的模式。本着汇聚焦点，促进交流的精神，研讨会不收取任何费用，热情邀请广大科研人员和在读研究生莅临本届盛会。

◆ 日程安排

2022年04月08日（线下：海西院2号楼235报告厅）

(<https://meeting.tencent.com/dm/osmBn0hjPm3T>, 会议号: 253-887-927, 密码: 020408)

时间	报告人	报告题目	主持人
8:30-8:35	开幕式，曹荣所长致辞		
8:35-9:15	黄云辉 教授	提升锂离子电池安全的关键材料与技术	李景虹 院士
9:15-9:55	余家国 教授	S型异质结光催化剂	
9:55-10:00	茶歇		
10:00-10:40	余彦 教授	碱金属电池中碱金属负极材料的界面保护策略	张健 研究员
10:40-11:20	吴宇平 教授	高安全储能体系用无孔隔膜的研发	
11:20-12:00	张强 教授	锂电池中的锂键化学新进展	
12:00-14:00	午餐&午休		
14:00-14:40	周豪慎 教授	开发高比能锂二次电池	张久俊 教授
14:40-15:20	郭少军 教授	面向碳中和的氢能循环关键材料与技术	
15:20-16:00	张新波 研究员	新型电化学储能与转化技术关键材料的研究	
16:00-16:10	茶歇		
16:10-16:50	邱介山 教授	煤基先进碳材料的创制及结构性能	温珍海 研究员
16:50-17:30	张久俊 教授	氢能发展及电解水制氢：现状、挑战与前景	
17:30-17:40	闭幕		

提升锂离子电池安全的关键材料与技术

黄云辉

华中科技大学，武汉

Email: huangyh@hust.edu.cn

正文：随着新能源汽车和储能的快速发展，锂离子电池的应用已越来越广泛，电池安全问题迫在眉睫。报告将分析影响电池安全的主要因素，结合课题组的相关研究工作，介绍提升电池安全的关键材料与技术，主要包括锂离子电池（含固态电池）的材料改性、复合集流体技术、电池健康状态监测的超声扫描技术和光纤传感技术等，也将对下一代电池进行展望。

嘉宾简介



黄云辉，华中科技大学教授、博导，校学术委员会副主任，教育部长江学者特聘教授，国家杰出青年科学基金获得者。长期从事新型能源材料与器件方面的研究，发表包括 Science、Joule、Energy Environ. Sci.、Adv. Mater. 等在内的论文 500 余篇，引用 4.2 万余次，连续多年材料科学领域科睿唯安全球高被引科学家和爱思唯尔中国高被引学者；授权发明专利 60 余件。电池快充、电池健康超声监测技术等研发成果已在华为、比亚迪、特斯拉等企业应用。获国家自然科学二等奖 1 项、省部级科技奖励 3 项。

S 型异质结光催化剂

余家国

中国地质大学（武汉）材化学院太阳燃料实验室，430078

Email: yujiagu93@cug.edu.cn

正文：Photocatalysis is a green technology to use ubiquitous and intermittent sunlight. The emerging S-scheme heterojunction has demonstrated its superiority in photocatalysis. This lecture covers the state-of-the-art progress and provides new insights into its general designing criteria. It starts with the challenges confronted by single photocatalyst from the perspective of energy dissipation by borrowing the common behaviors in the dye molecule. Subsequently, other problems faced by single photocatalyst are summarized. Then a viable solution for these problems is the construction of heterojunctions. To overcome the problems and mistakes of type-II and Z-scheme heterojunctions, S-scheme heterojunction is proposed and the underlying reaction mechanism is summarized. Afterward, the design principles for S-scheme heterojunction are proposed and four types of S-scheme heterojunctions are suggested. Following this, direct characterization techniques for testifying the charge transfer in S-scheme heterojunction are presented. Finally, different photocatalytic applications of S-scheme heterojunctions are summarized. Specifically, this work endeavors to clarify the critical understanding on curved Fermi level in S-scheme heterojunction interface, which can help strengthen and advance the fundamental theories of photocatalysis. Moreover, the current challenges and prospects of the S-scheme heterojunction photocatalyst are critically discussed.

嘉宾简介



余家国，中国地质大学教授，博士生导师，国家杰出青年基金获得者。2021 年加盟中国地质大学（武汉）。长期从事光催化、吸附、电催化、太阳能电池、超级电容器等领域研究。在国际知名期刊 Chem. Rev.、Chem. Soc. Rev.、Nat. Commun.、Adv. Mater.、J. Am. Chem. Soc.、Angew. Chem. Int. Ed.、Joule、Chem 发表论文 600 余篇，2014-2021 年连续 8 年入选材料科学领域高被引学者。2015 年入选英国皇家学会会士，2020 年入选欧洲人文和自然科学院、欧洲科学院外籍双院士，2022 年获得第 35 届 Khwarizmi 国际科学奖。

碱金属电池中碱金属负极材料的界面保护策略

余彦

中国科学技术大学，合肥

Email: yanyumse@ustc.edu.cn

正文：碱金属（如钠、钾）电池具有高理论容量和高能量密度等优点，被认为是最具前景的储能系统之一。然而，由于碱金属负极材料在充放电过程中面临枝晶生长及巨大体积膨胀等诸多问题，导致碱金属电池电化学性能变差，限制了其商业化应用。针对上述关键问题，我们课题组一方面通过合理设计三维导电骨架，有效诱导碱金属离子均匀沉积，并抑制其在循环过程中的巨大体积膨胀；另一方面，我们发展了在碱金属负极表面构筑人工界面保护层策略，不仅提高了碱金属表界面的机械韧性和离子扩散速率，还能有效降低碱金属离子的成核过电势，从而实现了高比能、长寿命的碱金属电池，同时为推动低成本、高稳定的碱金属负极的商业化发展和应用提供了更多依据。

嘉宾简介



余彦，中国科学技术大学教授，国家杰出青年基金获得者，入选英国皇家化学会会士，Journal of Power Sources 副主编。主要研究方向为高性能锂离子电池、钠离子电池、锂硫电池等关键电极材料的设计、合成及储能机制。目前在 Science, Nature Energy, Adv. Mater.，等国际著名期刊上发表论文 300 余篇，其中包括通讯作者发表 Adv. Mater. 40 余篇。SCI 他引 27000 余次，H 因子 93。连续 4 年入选“科睿唯安”以及“爱思唯尔”材料类高被引学者榜单。曾获得德国洪堡基金会“索菲亚奖”、中国硅酸盐学会青年科技奖、中国化工学会侯德榜科技青年奖、第 16 届中国青年科技奖，第 17 届中国青年女科学家奖等奖项及安徽省自然科学一等奖（2019 年，第一完成人）。

高安全储能体系用无孔隔膜的研发

吴宇平

东南大学能源与环境学院，南京

Email: wuyp@njtech.edu.cn

正文：自 1800 年伏特发明电池以来，电化学储能体系所用的隔膜均是多孔材料，其主要功能是传递离子、防止电子通过。锂离子电池自 20 世纪 90 年代诞生以来，其发展非常迅速，但是安全问题一直得不到彻底的解决，制约了电动汽车、大型储能方面的应用。我们首先从第三代的多孔凝胶隔膜出发，采用复合技术，首次彻底解决了电化学性能与加工性能冲突的矛盾；在此基础上，首创了第四代无孔隔膜，颠覆了隔膜必须有孔的概念，在保障电化学性能的同时，实现了安全性能的提高，并有望解决多年来困扰锂电池产业界难以解决的自然问题。同时，该无孔隔膜也可以用于混合超级电容器。

嘉宾简介



吴宇平，东南大学教授，德国萨克森科学与人文院通讯院士、英国皇家化学会会士。博士毕业于中国科学院化学研究所，先后在清华大学、日本早稻田大学、德国开姆尼兹工业大学、复旦大学、南京工业大学工作过。获国家自然科学基金委杰青青年、Albert Nelson Marquis 终身成就奖等奖项，多次入选全球高被引学者名单，2015 年被 Thomson Reuters 评为全球最具影响力的科研菁英。主要从事新能源材料与器件方面的研究和开发。已发表 SCI 学术期刊发表论文 380 余篇，H-指数大于 89，获授权中美日发明专利 31 项。主笔出版中英文著作 9 本。担任国际杂志 Energy Materials 的主编、Energy & Environmental Materials 的副主编。

锂电池中的锂键化学新进展

张强

清华大学, 北京

Email: zhang-qiang@mails.tsinghua.edu.cn

正文: 我国提出力争 2030 年前二氧化碳排放达到峰值, 努力争取 2060 年前实现碳中和。电化学能源是构筑太阳能-电能-氢能/动力/热能系统的新途径。发展基于锂离子的锂电池技术是电化学领域的长期关注的目标。采用理论与实验相结合的方法, 系统地研究了多硫化物与氮掺杂碳材料之间形成的锂键的几何结构、键能、电荷分布、偶极等性质, 提出锂键是一种偶极-偶极相互作用, 并通过理论和实验核磁表征指认复杂体系中锂键的形成过程。

虽然在锂电池中, 锂键主要用于解释多硫化物与正极宿主材料之间的相互作用, 但锂键的概念可以被广泛应用锂电池研究的各个方面, 也为锂电池的机理研究提供了一种新的视角。

本研究将锂键的概念引入到锂电池的研究中, 并基于多硫化物与正极宿主材料相互作用的体系, 系统地研究了锂键的几何结构、电子结构、键能、偶极等性质。希望锂键的概念在锂电池研究中取得更大的应用, 因此将这一概念引申到电解液、锂金属负极等体系。基础原理上的新认识会更加清晰的认识自然界的本质, 能够助力基于锂的化学电源探索和开发。

嘉宾简介



张强, 清华大学长聘教授。曾获得国家自然科学基金杰出青年基金、中国青年科技奖、教育部青年科学奖、北京青年五四奖章、英国皇家学会 Newton Advanced Fellowship、清华大学刘冰奖、国际电化学会议 Tian Zhaowu 奖。2017-2021 年连续五年被评为“全球高被引科学家”。发表论文 300 余篇, h 因子 129, 授权发明专利 40 余项。担任国际期刊 Angew. Chem. 首届顾问编辑、J. Energy Chem., Energy Storage Mater 副主编, Matter, 化工学报等期刊编委。担任国家重点研发计划储能与智能电网专项专家组副组长。曾获得教育部自然科学一等奖、化工学会基础科学一等奖等学术奖励。

煤基先进碳材料的创制及结构性能

邱介山

北京化工大学化学工程学院, 北京 100029

Email: qiujs@mail.buct.edu.cn

正文: 我国有丰富的煤炭资源, 随国家“双碳”战略的推进, 煤炭的高附加值精细化利用之重要性更加凸显。30 年来, 我们团队秉持“煤化工高值精细化”的发展理念, 聚焦多维碳材料的工程创制, 以不同变质程度的煤及煤热加工转化过程中的副产物(煤焦油/煤沥青)为前驱体, 基于分子剪裁的化学工程技术策略, 在新结构高性能功能碳材料的创制领域, 持之以恒地开展了原创研究。报告将介绍煤基功能碳材料的合成及其超级电容器、钠离子/钾离子电池等储能技术领域的应用性能。

嘉宾简介



邱介山, 北京化工大学化学工程学院院长、校学术委员会副主任、国家杰出青年基金获得者、教育部长江学者特聘教授、全国化工优秀科技工作者、全国百篇优秀博士论文指导教师。主要从事材料化工和能源化工等研究, 工作获德国拜尔公司等名企资助。在 *Nature Mater.*, *Adv. Mater.* 等学术刊物发表论文 800 余篇, 论文 SCI 总引 38800 余次, H 因子 96 (web of sci.); 申请及授权发明专利 140 余件。获教育部自然科学一等奖、辽宁省自然科学一等奖等奖励和表彰 20 余次。2018-2021 年连续入选科睿唯安全球高引科学家榜单。现任中国科协先进材料学会联合体主席团副主席、《化工学报》副主编、*Chem. Eng. Sci.* 等 20 余种刊物的编委。

面向碳中和的氢能循环关键材料与技术

郭少军

北京大学, 北京

Email: guosj@pku.edu.cn

正文: 碳中和目标描绘了人类与自然共生的美好图景, 也意味着人类从自然获取和利用能源的方式, 未来四十年内要发生革命性转变。未来世界能源结构势必向绿色化、低碳化、高效化、可持续化和智能化的方向发展。氢能的高效化和低成本化, 将是实现碳中和的重要途径。燃料电池因具有能量密度高、清洁环保和安全等特性, 是实现上述方向发展的关键前沿技术。然而燃料电池商业化应用仍然面临制氢和用氢效率低等瓶颈问题。发展新思路设计与制备氢能循环的关键催化材料, 有效调控和优化材料表面原子的电子结构, 进而提升催化效率, 是目前氢能循环领域亟需解决的关键科学问题。本报告将汇报下我们课题组在氢能循环催化关键材料和技术研究的最新进展。

嘉宾简介



郭少军, 北京大学博雅特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者; 科学家座谈会代表; 获首届科学探索奖、中国青年科技奖、茅以升北京青年科技奖、中国化学会-英国皇家化学会青年化学奖、Small 青年科学家创新奖; 入选英国皇家化学会会士、全球顶尖前 10 万科学家 (全球前 800)、斯坦福大学全球前 2% 顶尖科学家 (全球前 2500)。长期从事面向碳中和的燃料电池、绿色氢能、二氧化碳转换和储能电池关键材料与技术研究。以通讯作者在 Nature、Science、NCS 系列 (20)、Adv Mater/Angew/JACS (50) 等高影响力期刊发表学术论文 200 余篇; 论文被引 5.2 万余次, h 指数 123; 2014-2021 连续八年入选“全球高被引科学家”榜单 (化学、材料)。

新型电化学储能与转化技术关键材料的研究

张新波

中国科学院长春应用化学研究所，长春

Email: xbzhang@ciac.ac.cn

正文：锂空电池的理论能量密度高出现有锂离子电池一个数量级，有望突破电动汽车续航里程短的瓶颈，但是其能量密度的充分发挥需要电极材料的不断优化。锂空电池放电时， Li_2O_2 沉积在正极上，因此，正极的性质，如正极材料的缺陷、正极对反应中间体、锂离子的吸附能，影响着放电产物的形貌，进而影响正极可容纳的放电产物的多少，即电池的放电容量。为此，我们通过正极材料的结构设计和功能调节来诱导 Li_2O_2 的生成与分解，以发挥其高能量密度的优势。在负极方面，枝晶生长和腐蚀问题会持续地消耗活性锂，严重制约了锂空电池的循环寿命。针对此，我们发展了界面修饰、电解液调控、合金负极等多种负极保护策略，来抑制锂枝晶和腐蚀。通过对正负极组成、结构的不断优化，我们实现了高比能、长续航的锂空电池，并研制出了能量密度高达 1360 Wh/kg 的超高比能锂空电池器件。

为推动可再生能源实现更高转换效率，更低应用成本，支撑我国可再生能源实现大规模利用，助力我国实现“双碳”目标，我们围绕中低温的高温固体氧化物电解池(SOEC)技术，一步法实现了“绿氢”、“绿氨”及“合成气”的制备。通过对稀土钙钛矿型电极材料和 O^{2-} 、 H^+ 导体薄膜进行系统的研究，开发了关键材料的国产化及批量化制备技术，为 SOEC 大规模商业化应用奠定了基础。

嘉宾简介



张新波，理学博士、博士生导师、研究员。现任中科院长春应化所稀土资源利用国家重点实验室主任，兼任中国-白俄罗斯先进材料与制造“一带一路”联合实验室常务副主任，中国稀土学会副理事长，吉林省化学会副理事长、吉林省分析测试技术学会副理事长。2011年入选中科院“百人计划”（结题“优秀”）人才项目；2014年获国家优秀青年科学基金资助；2016年入选国家创新人才推进计划“中青年科技创新领军人才”；2017年获国家杰出青年科学基金资助。致力于能源存储与转化研究，目前主要聚焦于金属-空气电池、新型离子电池与能源电催化方面的关键材料设计和高性能器件研制，开发了具有完全自主知识产权的锂空气电池器件。在 Nat. Chem.、Nat Energy 等国际权威期刊上发表论文 200 余篇，他引 27000 余次，H 因子为 92；主编国际专著 1 部（德国 Wiley-VCH 出版）。申请中国发明专利 20 件、获授权 16 件，日本专利 2 件。2019 年获吉林省自然科学奖一等奖（第一完成人）。

开发高比能锂二次电池

周豪慎

南京大学，南京

Email: hszhou@nju.edu.cn

正文: 锂二次电池中负极金属锂的锂枝晶生成严重阻碍了金属锂负极的利用和锂金属二次电池的发展, 我们将 MOF 或分子筛用于电解液的调控, 获得部分或全部去溶剂化的电解液, 该电解液对锂金属既稳定又相容, 在一定范围内能有效的控制锂枝晶的生成等问题; 同时该电解液具有较宽的电化学窗口, 可有效地控制在高电压和氧化性正极材料如 NCM811 等的副反应, 开发高比能金属锂二次电池; 而且可以控制锂硫电池中多硫离子和锂空气电池中氧化还原中间体 (RM) 的穿梭效应, 为实现大容量长稳定的锂硫电池和锂空气电池提供支撑。我们还研究了 Li_2O 中氧离子的氧化还原机理, 提出了封闭锂氧电池的概念, 基于 Li_2O 的特点, 开发的高比能封闭锂氧电池和 Anode Free 长循环高比能电池。本报告将介绍我们在这些领域的最新进展。

嘉宾简介



南京大学教授, 教育部长江学者, 国家特聘专家。《Science Bulletin》常务副主编, 《Energy Storage Materials》副主编。曾主持科技部 973 项目, 自然科学基金重点等省部级项目。

1985 年本科毕业于南京大学固体物理专业, 1994 年研究生毕业于日本国立东京大学获工学博士学位。曾任日本国立产业技术综合研究所首席研究员, 曾先后兼任国立东京大学特聘教授, 国立筑波大学教授。长期致力于电化学能量转换与存储的基础和应用研究, 共发表论文 500 余篇含 Nat. Mater., Nat. Energy, Nat. Cat, Nat. Comm., Joule, Energy & Environ. Sci., Angew. Chem. Int. Ed., J. Am. Chem. Soc., Adv. Mater., Sci. Bull., Natl. Sci. Rev. 等学术期刊论文, H 因子 108。取得国内外专利 50 余件。

氢能发展及电解水制氢：现状、挑战与前景

张久俊

福州大学材料科学与工程学院，福州

Email: jiujun.zhang@fzu.edu.cn

正文：报告概述了目前世界氢能源及电解水制氢的发展现状、挑战及前景。报告分为下列部分：(1) 国际能源大势；(2) 氢能发展的重要性和必要性；(3) 氢的制备；(4) 电解水制氢；(5) 报告者近期在氢能与燃料电池方面的工作。报告做了以下总结：(1) 以化石燃料为能源的世界是不可持续的，发展清洁可持续能源势在必行；(2) 以氢气/液氢为主要能源载体的氢能经济是可持续发展的必然；(3) 利用水和太阳和风能产生的电为原料的电化学电解水制氢是可行的，也是未来制氢的主要方法；(4) 发展高效电解水催化剂是提高电解水制氢能量效率降低成本的主要方向；(5) 氢能利用主要是靠燃料电池技术将氢转变成电，而氢能燃料电池是电动车的终极主动电源。

嘉宾简介



张久俊教授是加拿大皇家科学院院士，加拿大国家工程院院士，加拿大工程研究院院士，国际电化学学会会士，英国皇家化学学会会士，国际电化学能源科学院创始人、主席兼总裁，英属哥伦比亚大学，滑铁卢大学，中国北京大学，天津大学，中国科学院，巴西联邦玛瑞昂大学等 18 所大学和学术机构荣誉/兼职教授。张教授是加拿大联邦政府国家研究院 (NRC) 前首席科学家，现任福州大学及上海大学教授。2014-2021 年被连续评为全球科技工程界论文最高引用 (Top 1%) 科学家，2014-2016 同时被汤森-路透社评为“全球 3000 名最具影响力的科学家之一”。2018 年被第四届国际电化学能源和技术大会 (国际电化学能源科学院年会) 授予终身成就奖。

张久俊教授的研究领域涉及物理化学、材料学、电化学、电分析、电催化、电池、光电化学以及传感器等方面。目前主要集中于电极材料和电极催化剂，电化学能源转换和存储技术，包括燃料电池、金属离子电池，CO₂ 电还原，电解水以及超级电容器等方面的研究开发。至今已发表科学技术论文报告 750 多篇，包括 550 多篇同行评审论文，被引用 57000 多次 (h-index: 100)，编著 26 本专著，43 部书章节和 220 多场口头演讲 (邀请报告 140 多次，包括大会报告和主题报告)，获 16 项美国及欧洲专利和撰写 90 多份工程技术报告。张久俊教授现在是知名国际丛书《Electrochemical Energy Storage and Conversion (CRC Press)》主编，Springer Nature 期刊《Electrochemical Energy Reviews (影响因子 28.9)》主编，KeAi Press 期刊《Green Energy & Environment (影响因子 8.2)》副主编，及多个其它国内国际期刊的编委。曾担任加拿大国家科学与技术等重要基金评委，加拿大国家首席教授评审委员会评委，北美欧洲澳大利亚亚洲多个国家著名科技基金评委。