

双碳背景下的新能源材料与器件

哈尔滨工业大学基础学科拔尖人才培养

国际暑期学校实施方案

一、项目简介

发展可持续能源技术是实现“双碳”国家战略的关键。本项目基于哈工大化工与化学学院在“太阳能电池”“生物质利用”“电化学储能”等可持续能源技术上的研究特色与优势，聚焦“双碳背景下的新能源材料与器件”主题，邀请来自新加坡南洋理工大学、圣彼得堡国立大学、日本秋田县立大学、乌克兰科学院、葡萄牙阿罗威大学、哈工大等科研院所的国内外知名专家围绕上述前沿技术中新型能量转化材料和可持续能源转化器件开展系列课程和讲座，开拓学员们对于“双碳”战略的前沿视野。

国际暑期学校的开展依托新能源材料与器件系，注重学科基础，培养科学素养。课程和讲座设计立足新能源材料与器件专业的重点研究方向，结合国内外前沿研究进展，为学员提供学习、交流和实践的平台，拓展国际视野；开展围绕“双碳”的专项研究课题，将暑期课程所学习的前沿知识在创新实验中得到实践，并通过中外专家共同指导，拓展学生的沟通协作能力，强调知识的浸润与融合，培养理论与实践全面发展的青年人才。以围绕“双碳”战略的新能源材料与

器件技术为主体，举办科技创新竞赛并进行评奖，通过协作、互助与良性竞争，增强学员对新能源材料与器件的认识，促进人才全面培养，以期在未来培养出服务于“双碳”战略的青年科学家。



二、项目安排

1.课程

主讲人	职称	单位	题目
陈晓东	教授/院士	新加坡南洋理工大学	课程 1: 快速充电锂离子电池材料的合理设计
邱建辉	教授/院士	日本秋田县立大学	课程 2: 生物质材料的高效利用
Kuksenko Sergii	研究员	乌克兰科学院	课程 3: The triad “electrode – solid electrolyte interphase – liquid organic electrolyte” as a ground for the use of conversion type reactions in lithium-ion batteries
Luis Carlos	教授/院士	葡萄牙阿罗威大学	课程 4: Luminescent Solar Concentrators

2.前沿讲座

主讲人	职称	单位	题目
PRIKHNA Tetiana Olexiivna	教授/院士	乌克兰基辅国立建筑大学	前沿讲座 1: D 高压环境制作 MgB ₂ 基熔纹 YBaCuO 超导陶瓷
Hans Ågren	教授	瑞典乌普萨拉大学	前沿讲座 2: Multiscale modelling of molecular materials
Aleksandr A. Kuchmizhak	研究员	俄罗斯远东联邦大学	前沿讲座 3: Laser nanopatterning of halide perovskites: from fundamentals to applications
Alexander Stepanovich Grabtchikov	教授	白俄罗斯国家科学院斯捷潘诺夫物理研究所	前沿讲座 4: Raman Lasers and Beyond
Oleg Levin	教授	圣彼得堡国立大学	前沿讲座 5: Design of organic electrode materials for electrochemical energy storage
Elena Alekseeva	研究员	圣彼得堡国立大学	前沿讲座 6: Development of non-platinum catalysts for the oxygen electroreduction reaction
Andries Meijerink	教授/院士	荷兰乌特勒支大学	前沿讲座 7: Spectral Converters for Solar Cells
王家钧	教授	哈尔滨工业大学	前沿讲座 8: 电池安全诊断分析与先进表征技术
甘阳	教授	哈尔滨工业大学	前沿讲座 9: 于精微处求索，在意外中发现——探索显微世界的体会

3.课题研究

1) 题目来源

“双碳”战略倡导绿色、环保、低碳的生活方式。加快降低碳排放步伐，有利于引导绿色技术创新，提高产业和经济的全球竞争力。这一目标战略的实现离不开科技支撑。根

据我国不同行业碳排放数据，发电及供热、工业、交通是我国二氧化碳排放量前三的行业，因此实现“双碳”目标的适当措施包括扩大可再生能源比重。在众多可再生能源中，太阳能以其清洁、安全、储量无限等显著优势，已成为发展最快的绿色能源。其中，晶硅太阳能电池在光伏领域中一直占据绝对优势地位（~90%），是当前国际新能源竞争中的重要领域，在我国可再生能源战略中扮演着极其重要的角色。汽车电动化和智能化变革为大势所趋，新能源汽车的高速发展和大规模应用将大幅度降低燃油的消耗。生物质能作为最具潜力的可再生能源，已成为我国仅次于煤炭、石油和天然气的第四大能源。推进储量丰富和绿色环保的生物质材料资源化利用，是实现“双碳”的有效技术途径，也是我国节能减排和环境保护的重要任务，符合当前环保节能和低碳经济的需求。以上可再生能源技术的发展可实现“光—电—储—配—用”绿色电力全链条一体化，有望实现“双碳”战略目标。

作为国家战略科技力量，哈尔滨工业大学在化工与化学学院成立新能源材料器件系，旨在发展上述前沿可持续能源技术，为实现“双碳”国家战略目标奠定基础。基于“双碳”国家战略与学院研究重点，暑期学校课题主要围绕“太阳能电池”、“新型储能技术”和“生物质技术”等前沿低碳/零碳技术。具体课题简介如下：

a) 课题名称：杂化材料的设计与聚光型太阳能电池的应用

课题背景：太阳能作为清洁可再生能源，并且资源丰富，是减少含碳化石燃料使用、减少碳排放的有效手段。可高效利用太阳能的太阳能电池技术已成为“双碳”可持续能源技术中的重要研究方向。III-V 族元素构成的多结太阳能电池因其能提供极高的效率，已用于聚光光伏领域，但由于成本高昂无法与硅技术竞争。亟待开发低成本和高效率材料，可以允许不太严格的太阳能跟踪和聚光光学，但必须在成本和效率间达到平衡。

指导教师：

陈冠英 哈尔滨工业大学化工与化学学院教授/博士生导师，长期从事稀土纳米晶发光材料的研究。2011 年全国百篇优博提名，2015 年“中组部青年拔尖人才”，Scientific Reports (IF=4.3)、Nanomaterials (IF=3.6) 期刊编委，《Theranostics》(IF=8.8) 期刊客座编辑。在 Chem Rev、JACS、AM 等期刊上发表第 1/通讯作者 SCI 论文 62 篇，其中影响因子 10 以上 14 篇，6 以上 35 篇。论文 SCI 他引 5000 余次(Web of Science)，单篇最高他引 712 次，他引 100 次以上 19 篇；ESI 十年高引 11 篇（含 2 篇 ESI 两年热点论文）。

Luis Carlo 里斯本科学院、巴西科学院院士、葡萄牙阿威罗大学物理系教授，陶瓷和复合材料研究所副所长，获葡萄牙杰出科学成就奖。Lu í s Carlos 教授致力于荧光材料的研究，发光太阳能聚光器、固体照明、纳米温度传感器等。近年来该团队致力于稀土功能杂化材料的制备和性能研究。

目前在 Nature Nano、JACS 发表 SCI 论文 300 余篇，担任多个知名学术期刊的编委。

研究内容：杂化材料的设计与合成；材料表征与电池装配；太阳能电池性能优化；太阳能转换效率分析

b) 课题名称：铌基负极材料的设计与锂离子电池性能研究

课题背景：随着“双碳”升级为国家战略目标，能源和交通领域的关键技术，电化学储能也越来越为人们所关注。近 10 年在新能源汽车带动下，锂离子电池的技术、成本、寿命取得了突飞猛进的进展，同时电化学储能的装机量也持续增长。锂离子电池负极材料生产作为锂离子电池产业中最关键的环节之一，其成本可占整个电池成本的 25-28%，随着市场尤其动力电池市场对锂离子电池的续航能力及安全性能提出越来越高的要求，传统的石墨负极材料无法摆脱大功率下动力学缓慢的困境，同时碳材料的嵌锂电位较低(0.2V)，快速充放电过程中容易形成锂枝晶，造成锂的不可逆损失，引发电池安全问题。因此开发出一种高能量密度、能够进行快速的 Li^+ 嵌入、脱出、循环寿命长的新型负极材料受到越来越多的关注。

目前硅碳材料存在的主要问题是首圈库伦效率较低(一般低于 80%)及充放电过程中体积变化较大(可达到 300%); 钛基氧化物材料中,目前成熟商业化应用的主要是 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, 在 Li^+ 嵌入、脱出过程,其晶体晶格参数几乎不发生变化,

因此被称为“零应变材料”，但其存在的主要问题是理论比容量较低（175mAh/g），导电性差，并且在循环过程中还有发生胀气的可能性。钛铌氧化物材料NTO和LTO性质类似，Li⁺嵌入、脱出过程中材料结构相对稳定，但其理论比容量是LTO的2倍左右，达387.6mAh/g，因此NTO材料成为了快充型锂离子电池负极材料的研究热点。

指导教师：

王家钧 哈工大电化学工程系教授、博士生导师，国家级青年人才获得者，获批成立哈工大“青年科学家”工作室。曾任美国布鲁克海文国家实验室和阿贡国家实验室同步辐射光源线站科学家，负责全场透射成像技术的发展及其在电池、新能源材料、储能及电子元器件的原位无损分析方面的应用。迄今已在 Science, Nature 子刊, JACS, Advanced Materials, Angew. Chem. Int. Ed., Chem, Energy Environ. Sci., Materials Today 等高影响力杂志发表论文 80 余篇，引用 10000 余次，覆盖新能源材料与器件、电动汽车、3D 打印与先进制造等技术等多个基础和工程应用领域，申请发明专利 20 余项。

Oleg Levin 2007 年获得圣彼得堡国立大学（Saint-Petersburg State University）电化学专业博士学位，2005.01-2005.12 在法国勃艮第大学化学系从事博士后研究，2007.03-2010.02 在韩国三星 SDI 公司任锂离子电池电极材料研究员，现为圣彼得堡国立大学化学学院电化学系教授，主

要从事锂离子电池、导电聚合物、电荷转移机理方面的研究。2018 年获得圣彼得堡国立大学基础研究奖。Oleg Levin 教授主持完成了七项俄罗斯基础研究基金，十余项企业技术研发项目，发表 SCI 论文八十余篇，获得八项发明专利，其中关于希夫碱聚合物的合成获得了美国发明专利。

研究内容：铌酸钛负极的设计与合成；锂离子电池的装配；电化学性能测试；储锂机理分析

c) 课题名称：生物质制乙醇研究

课题背景：生物质能是典型的生态能源，其环境、民生、三农和零碳价值远大于其能源价值，符合“双碳”国家战略。为充分发挥生物质能减污降碳、发展现代农业和保障能源安全等综合效益，未来产业将需长周期发展，走一条“农业-环境-能源-农业”闭合循环、绿色低碳、可持续发展之路。相较风电等可再生能源，以上定位决定了生物质能在短时间内不会成为当前能源转型的主力能源。相反，在县域能源转型过程中，特别是在现代农村低碳能源系统中，生物质能将发挥举足轻重作用。

木质纤维素类生物质作为地球上含量最丰富，最廉价的一种可再生资源，通过转化可生成乙醇，其比热容、辛烷值（抗爆性）、汽化潜热等均优于汽油，且不含硫和灰份等杂质，是一种优质无污染的液体燃料，对它的开发和利用也正日益引起人们的广泛重视。国外对利用纤维质原料生产燃料乙醇的经济性分析表明，采用合理的技术路线和工艺，其生

产成本会明显地低于原油价格或以粮食为原料生产乙醇的成本。但由于纤维素乙醇在转化过程中还缺乏有效的预处理方法和戊糖发酵菌株以及纤维素酶成本较高等问题，制约着纤维素燃料乙醇的广泛应用。

指导教师：

于艳玲 哈尔滨工业大学化工与化学学院副教授，黑龙江省秸秆利用指导专家。教育部创新人才推进计划重点领域创新团队“水中污染物定向转化与资源/能源回收创新团队”核心成员。近年来主要从事基于生物与能源结合的纤维素生物质资源化利用研究。至今，获得黑龙江省技术发明二等奖1项，主持、参与科技部重点研发计划、国家自然科学基金、日本高校科研基金项目等国内国际科研项目 16 项。目前在国内外各类杂志上发表学术论文 40 篇，授权国家发明专利 12 项，申请专利 8 项。

邱建辉 日本工程院外籍院士，日本秋田县立大学教授日本复合材料学会代议员、日本机械学会东北支部商议员；中日复合材料国际学术会议的主要创始人，为促进中日两国材料领域的交流做作出了重要贡献，曾被授予“突出贡献奖”。主要从事材料科学相关的应用研究和产业化技术开发工作，特别注重开拓交叉学科的研究，研究领域涉及生物、化学、力学等多个学科，具有较强的综合研究和指导能力。近年来在①高分子及复合材料的制备与塑性加工②高分子材料及异种材料间的连接技术(激光、超声波、注射、热板连接等)、

③功能纳米复合材料的开发及应用④可再生生物质资源（如废木材、秸秆等）的综合利用等方向具备坚实的理论基础并掌握有关键技术。近五年，主持研究课题 20 多项，其中日本科学技术振兴机构（JSPS）、日本政府环境部及国际合作等重点项目 7 项，获得各种科研经费总额近三亿日元。

研究内容：木质纤维素的发酵；发酵工艺优化；产物纯度分析

2) 分组方案

学员按项目主题报名参与国际暑期学校并提前建群交流。根据选题自由组队，每队队员组成必须含校内、校外以及国外学员。

3) 研究方式

在国际暑期学校学习期间，学员通过线上会议的方式接受专家授课以了解相关研究方向与“双碳”战略之间的联系。随后，学员根据个人兴趣选择研究课题与研究团队。每一队均由“我校高水平研究团队成员+国际高水平专家”共同带领，并通过讲座、讨论等方式确定课题研究方向，为学员确立明确的研究思路。通过合理项目调研、文献研究、实验设计等方式完成课题研究，并通过数据分析预测和评估所设计的新型能源材料与器件对“双碳”的贡献，如能耗减少、碳排放减少等。由团队成员撰写项目报告，并由团队专家共同提出修改建议，完善课题。

4.竞赛-“双碳”未来之星

主题：“双碳”未来之星—新能源材料与器件自主创意大赛

“双碳”目标是中国向世界作出的庄严承诺，彰显了中国积极应对气候变化、走绿色低碳发展道路、推动全人类共同发展的坚定决心。为进一步激发学生的学习兴趣，培养服务“双碳”国家战略的未来学术之星，基于本期暑期学校前沿课程和讲座的学习，以及课题项目的培训，鼓励学员以个人或自主组队（2-5 人）的形式，尤其是鼓励多学院跨学科交叉合作组队形式，开展双碳背景下的新能源材料与器件的创意设计大赛。

规则：

a) 每队进行 3 分钟 PPT 讲解或视频演示（线上），重点强调反应机理或器件创新性设计与功能演示

b) 5-6 位评委针对问题的重要性、创意的前沿性、可行性等进行打分，取平均分为最终成绩。

c) 分别评出“双碳创新新星”与“双碳应用新星”一等奖 1 名、二等奖 5 名、三等奖 10 名，优秀奖若干名，对学员进行荣誉和哈工大百年校庆纪念品奖励。

5.活动-访学以拓视野，交流以促成长

1) 讨论和互动

a) 专家与学员进行自我介绍与双碳背景下的项目课程简单交流。

b) 组织座谈会，让学员在课后与外籍专家进行讨论与

互动，解答学生的疑问，提升学员从事双碳背景下的新能源领域科学研究的兴趣，培养学员的国际化视野。

2) 参观访学

组织学生参观化工与化学学院新能源材料与器件实验室，介绍化工与化学学院的发展和来历，最新研究成果与成果转化。带领学员参观实验室和校园，让学员们全方位了解到哈工大良好的学术科研氛围。

3) 联谊活动

除了课程学习，文化交流也同样重要，为了促进中外以及不同城市之间的文化交流，师生之间的密切互动，学员之间深厚的国际友谊，暑期学校设立了丰富多彩的课外活动，具体如下：

- a) 参观哈尔滨工业大学校史博物馆、航天馆，感受工大百年辉煌和工大人严谨踏实的科研作风。
- b) 游览中央大街,体验哈尔滨的风土人情。
- c) 参观索菲亚音乐厅，享受音乐的乐趣，放松心情，陶冶情操。

三、预期成效

通过暑期项目培训，了解目前双碳背景下的新能源材料与器件的研究进展与最新的研究成果。并达到以下成效：

(1) 注重学科基础，培养科学素养。本次双碳背景下的新能源材料与器件国际暑期学校围绕新能源材料与器件基本知识、能源材料和器件合成和制备的基本概念以及新能

源材料与器件理论推导和计算基本方法等学科基础内容，提炼新能源材料与器件精髓，通过集中授课的方式，让学生掌握新能源材料与器件基础和核心知识点，通过三新“新概念、新知识和新方法”的学习，奠定学生将来从事新能源材料与器件理论及应用，搭建新能源材料与器件科学研究的基础，培养学生良好的科学素养。

（2）密切接触双碳背景下新能源材料与器件领域国内外知名学者，开阔科学研究视野。暑期学校邀请国内外双碳背景下的新能源材料与器件的知名学者，就双碳背景下的新能源材料与器件、新能源器件最新应用前沿进展进行系列报告，让学生掌握本领域的学科动态，意识到新能源材料与器件对解决双碳问题和社会发展的重要性，提升学生进一步从事本领域科学研究的兴趣，开阔国际视野。

（3）走进“双碳背景下的新能源材料与器件”，知识密切联系实际。介绍双碳背景下的新能源材料与器件，了解新能源材料与器件的科学目的，所采取的研究手段和方法，新能源材料与器件设计原理等，让所学知识密切地与实际应用相联系，培养学生动手能力和实践能力。

四、课程与讲座详细信息

1.课程

（1）快速充电锂离子电池材料的合理设计：本课程将阐述了锂离子电池的发展历程和需求背景，以及锂离子电池在电子产品和新型电、混合动力车辆的应用情况。进一步，

重点介绍锂离子电池领域的的前沿研究—超快可充电锂离子电池；与目前商业化的锂离子电池相比，超快可再充锂离子电池面临的挑战是如何将其倍率性能提高至少一个数量级。在本次课程将介绍通过材料的合理设计来实现超快充电锂离子电池的新型方案，并对超快充电锂离子电池的未来发展趋势和前景进行讨论。

陈晓东 新加坡南洋理工大学讲席教授、新加坡工程院院士，主要从事可程序化材料在能源的转化、柔性电子器件以及纳米生物界面等方面的工作。研究成果在 *Nature Nanotech*, *Nature Chemistry*, *Nature Communications*, *Adv Mater*, *JACS*, 和 *Angew Chem* 等国际知名学术刊物发表 SCI 论文近 170 余篇，他引超过 5000 次，多次被 BBC，人民日报，*New Scientists*, *Nanowerk*, *Materialviews* 等亮点报道。目前担任 *ACS Nano* 主编、*Nanoscale* 期刊的副主编和 *Nanoscale Horizons* 的科学编辑，并担任 *Advanced Materials*, *Scientific Reports*, 以及 *Journal of Laboratory Automation* 等期刊的编委会成员。获得 *Small* 青年科学家创新奖、新加坡国立研究基金会研究员奖、*Lubrizol* 青年材料科学家奖等荣誉。

（2）生物质材料的高效利用：本次课程将介绍可再生生物质资源的前沿进展，包括草本系（农业副产物）和木质系（林业废弃物，包括废木渣）的高效利用及其在复合材料和生物质能源方面的应用。具体包括：（1）生物质材料/生物

降解复合材料的开发与应用：介绍多种改善异相界面相容性的方法，尤其是在稻草表面通过非均相聚合引入少量的聚合物改善生物质材料与聚合物基体之间的相容性，大幅度提高了复合材料的力学性能。(2)开发高效生物质原料粉碎技术，解决了纤维素原料需要酸、碱介入进行前处理最终引起二次污染的问题。(3)利用纤维素乙醇生产废物残渣制备生物降解复合材料，既实现了纤维素生物质的全质利用，又间接降低了生物乙醇的生产成本，提供了经济高效的生物质能源。

邱建辉 日本工程院外籍院士，日本秋田县立大学教授日本复合材料学会代议员、日本机械学会东北支部商议员；中日复合材料国际学术会议的主要创始人，为促进中日两国材料领域的交流做作出了重要贡献，曾被授予“突出贡献奖”。主要从事材料科学相关的应用研究和产业化技术开发工作，特别注重开拓交叉学科的研究，研究领域涉及生物、化学、力学等多个学科，具有较强的综合研究和指导能力。近年来在①高分子及复合材料的制备与塑性加工、②高分子材料及异种材料间的连接技术(激光、超声波、注射、热板连接等)、③功能纳米复合材料的开发及应用、④可再生生物质资源(如废木材、秸秆等)的综合利用等方向具备坚实的理论基础并掌握有关键技术。近五年，主持研究课题 20 多项，其中日本科学技术振兴机构(JSPS)、日本政府环境部及国际合作等重点项目 7 项，获得各种科研经费总额近三亿日元。

(3) The triad “ electrode - solid electrolyte

interphase – liquid organic electrolyte” as a ground for the use of conversion type reactions in lithium-ion batteries: The solution to the problem of negative impact on the ecology of fossil fuel consumption is the use of electrochemical energy sources. Highlights the special attractiveness of lithium power sources and shows the need to develop new low-cost electrode materials and electrolytes with unique properties.

- i. The peculiarities of the behavior of lithium metal and the formation of a layer of reaction products on its surface in contact with liquid organic electrolyte are considered. The analysis of the main problems and ways of their solution at use of conversion electrodes of II type for lithium-ion batteries is carried out. Stressed the need to use in the development of new electrode materials such parameters as capacity loading and accumulated irreversible capacity of the electrodes.
- ii. The triad “electrode – solid electrolyte interphase – electrolyte” is considered as the basis of a systematic approach to the creation of new generations of LIBs. The optimal scenarios for the formation of an effective SEI are proposed.
- iii. The advantages of electrolytes based on fluoroethylene carbonate with synergistic additives of vinylene carbonate

and ethylene sulfite are described.

- iv. A new strategy for the use of “secondary” nanomaterials of silicon to prevent direct contact of its surface with the electrolyte is considered. It is shown that SEI is a dynamic system that can self-organizes from an unstable into a stable one. The electrochemical behavior of electrodes with silicon nanocomposites with high capacity loading and low accumulated irreversible capacity is described.

Kuksenko Sergii 1990 年获得乌克兰科学院沃尔纳德斯基普通与无机化学研究所电化学专业副博士学位，2000-2005 年任乌克兰福特能源有限公司总工程师，2005-2008 任韩国 LG 化学研究所首席研究员，现任乌克兰国家科学院表面化学研究所高级研究员。主要研究方向为锂离子电池硅碳负极材料的表面化学研究、非质子电解质的物理化学研究和拉曼光谱在材料研究中的应用等，特别是在锂电池和功能电解质中离子的脱嵌行为和相变机制方面取得了较好的研究成果。主持完成乌克兰国家级课题十余项，发表学术论文 70 多篇，授权 4 项发明专利。

(4)Luminescent Solar Concentrators: The luminescent solar concentrator (LSC) concept appeared almost forty years ago, as a solution to overcome the limitations related to photovoltaic cell efficiency. Nowadays, they are seen as a promising approach to integrate photovoltaic elements into the

built environment, in an invisible way and without detrimental effects to the aesthetics of the building or the quality of life of the inhabitants. LSCs are devices comprising a transparent matrix embedding optically active centers that absorb the incident radiation, which is re-emitted at a specific wavelength and transferred by total internal reflection to photovoltaic cells located at the edges of the matrix. During the last few decades, several optically active materials have been tested for LSCs in an endless quest for the most efficient device. Nowadays, one of the world's major concerns is the environmental impact of our choices. Thus, the present and future path for LSCs must include the search for nature-friendly materials, with little environmental impact, and, in this sense, this talk offers a general overview of the potential of environmentally-friendly materials for LSCs .

Luis Carlos 葡萄牙里斯本科学院、巴西科学院院士、葡萄牙阿威罗大学物理系教授，陶瓷和复合材料研究所副所长，获葡萄牙杰出科学成就奖。**Luís Carlos** 教授致力于荧光材料的研究，发光太阳能聚光器、固体照明、纳米温度传感器等。近年来该团队致力于稀土功能杂化材料的制备和性能研究。目前在 *Nature Nano*、*JACS* 发表 SCI 论文 300 余篇，担任多个知名学术期刊的编委。

2.前沿讲座

(1) 高压环境制作 MgB_2 基熔纹 YBaCuO 超导陶瓷: 超导电性具有巨大的应用潜力, 目前已应用于超导输电、超导发动机、发电机等领域。 MgB_2 是目前临界温度较高, 且稳定的金属化合物超导材料。而 YBaCuO 则是一种具有极佳高温磁场性能的超导涂层材料。本研究团队采用高压手段将二者有机结合。以 MgB_2 作为基材, 该基材中存在富氧的 Mg-B-O 夹杂物或纳米层和 MgB 夹杂物。在 2GPa 高压下制备含大量混合氧的多晶材料时, 在 20 K 时获得 103A/cm^2 的高临界电流密度(j_c)。此外, 氧可以少量掺入到 MgB_2 晶格结构中形成少量 MgBO , 这已被 DOS 和结合能计算结果所证实。熔纹结构 YBaCuO 超导体的电流密度不仅取决于结构的完美程度和结构中的氧含量, 还取决于孪晶的密度和形成过程中形成的微裂纹。孪晶和微裂纹的密度则随着 YBaCuO 的夹杂物之间距离的减小而呈现逐渐增加的趋势。在 77 K, $j_c=103\text{A/cm}^2$, 16 MPa 下氧化 3 天时, 的材料中发现材料中孪晶密度为 $22\text{-}35/\mu\text{m}$ (薄片厚度: $45\text{-}30\text{ nm}$)。其中微裂纹密度为 $200\text{-}280/\text{mm}$ 。77 K 制备的 YBaCuO 的磁感应强度达到 1.4 T ($38\times 38\times 17\text{ mm}$, 在 0.1MP 下氧化 20 天)。 MgB_2 对磁场变化的敏感响应进一步使得使磁捕获场复杂化。在 20 K 时, 直径为 30 mm、厚度为 7.5 mm 的 MgB_2 基熔纹 YBaCuO 超导陶瓷的磁感应强度达到 1.8T。而对于环状尺寸为 $24\times 18\text{ mm}$ 、厚度为 8 mm 的复合超导陶瓷得到 1.5T 的

磁感应强度。

PRIKHNA Tetiana Olexiivna 院士 乌克兰基辅国立建筑大学(KNUB)化学系主任/终身教授,乌克兰科学院院士,欧洲应用超导学会编委会成员(欧空局)。主要从事高微波吸收能力的 AlN 基材料的研究、 MgB_2 薄膜和 Josephson 结的结构和超导特性研究、压力-温度对纳米层压钙钛矿 Mn^{+1}AXn 功能特性影响的研究和液体放射性废物的清洁、水处理和从饮用水中去除砷、重金属离子中的电镀废物的清除等研究。先后承担国际项目 10 项,共发表文章 500 余篇,授权专利 32 项,书籍 6 部。2004-2006 年先后被授予世界陶瓷学院院士称号、乌克兰国家科学院通讯会员称号。2015 年被提名为“基辅 2014 年度科学女性”。

(2) Controlling light-matter interaction for design of molecular devices - OLEDs and IR solar cells: The concept of multiscale modelling has become progressively more accepted as an engineering tool in science and technology. The most important variant of contemporary multiscale modelling is given by the combination of quantum mechanics and classical physics, which, in a sense, gives the possibility to join the accuracy and rigour of the former with the applicability of the latter. It gives a possibility to find working approaches that can address the nanoscale, which is of obvious importance for materials science (nanotechnology) and life science (early stages of diseases and

drug design), and where each of the two (quantum and classical) models by themselves has shortcomings. These quantum-classical approaches have secure applications in a wide variety of applied research areas, in chemistry, biotechnology, biomedicine and in materials research. This talk will shortly review some typical work in our lab of multiscale modelling of light-matter interaction for addressing general properties and spectroscopy of molecular systems in homogeneous and heterogeneous environments. Applications cover various types of spectroscopy and linear and nonlinear properties of molecules in solution, on surfaces, in confined biological environments or in combinations of such environments. Some recent applications on organic OLEDs and IR solar cells using the principle of upconversion will be highlighted.

Hans Ågren 瑞典乌普萨拉大学相继获得本科（1973年）和博士（1979年）学位，师从诺贝尔奖得主 Kai Siegbahn 教授。1991年起任瑞典 Linköping 大学教授。1998年至今任瑞典皇家工学院教授。由于他对瑞典理论化学的杰出贡献，Hans Ågren 教授于 2014 年获得瑞典 Björn Roos 奖。Hans Ågren 教授在开发研究非线性光学，激光，x-射线，磁共振，纳米材料，多尺度模拟的理论方法方面作出了突出贡献。他所创立和领导的理论化学系是欧洲最大的理论研究小组，拥有丰富的计算资源，集合了一批来自世界各地的优秀的研究

团队，建立了广泛的国际交流与合作。

(3) Laser nanopatterning of halide perovskites: from fundamentals to applications: 本讲座将讨论脉冲激光辐射在卤化物钙钛矿精确纳米图案化中的应用。讲座将概述激光辐射与有机-无机钙钛矿相互作用的关键物理过程，解释超短激光脉冲用于纳米图案化的优势。最后，对纳米钙钛矿的几个重要应用领域进行了综述。

Aleksandr A. Kuchmizhak 研究员 2012 年博士毕业于俄罗斯远东联邦大学，目前担任加光加工中心主任，一直从事微纳米结构加工、设计及提升材料光热性能研究，主持及参与完成俄罗斯国家科学院项目 10 余项，同时主持企业合作技术开发项目等多项科研项目。擅长的研究工作包括：微纳光学结构及光学器件的设计与加工，专用测试和加工装置的搭建等。迄今为止，先后在包括 *Advanced Materials*、*ACS nano*，*nanoletter* 等国际重要学术刊物上，发表相关研究论文 100 多篇。

(4) Raman Lasers and Beyond: 本次讲座将介绍贝塞尔激光器的研究，在贝塞尔光束中受刺激的拉曼散射下观察到第一代斯托克斯世代波段的光谱偏移，以及在多模锥形光束拉曼变换的光束质量改进，贝塞尔光束的拉曼光谱调控，Q 开关拉曼微芯片激光器研究，介绍具有腔内激发拉曼散射频率转换和多波混合的 Q 开关微芯片激光相关理论和实验研究。

Alexander Grabtchikov 激光领域杰出科学家，担任白俄罗斯国家科学院“斯捷潘诺夫”物理研究所首席研究员，1988 年获得白俄罗斯国家科学院“斯捷潘诺夫”物理研究所准博士学位(物理-数学)；2008 年，获得白俄罗斯国家科学院“斯捷潘诺夫”物理研究所博士学位(物理-数学)。1999 年获得白俄罗斯国家科学院荣誉勋章 (Prize of the National Academy of Sciences of Belarus)，2000 年获白俄罗斯国家科学院荣誉证书奖励 (Honorary certificate of the National Academy of Sciences of Belarus)，2005 年担任白俄罗斯国家科学院大会主席 (Chairman of the Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus)，白俄罗斯共和国基础研究基金会专家委员会委员；担任俄罗斯“Fundamental Problems of Optics”大会执行委员会委员、白俄罗斯“Laser Physics and Optical Technologies”大会执行委员会委员。在国际上发表了有影响力的高水平论文 100 余篇。

(5) Design of organic electrode materials for electrochemical energy storage: The manufacturing of modern energy storage devices containing inorganic electrode materials is associated with significant cost and environmental concerns due to application of high-temperature synthetic methods and utilization of toxic transition metal compounds. In this respect, the development of abundant, non-toxic, and inexpensive organic energy storage materials with high capacities is very

important for the realization of environmentally friendly and cost-efficient batteries.

The basic requirement for a substance to be used as active material in any energy storage device is a reversible electrochemical redox reaction. The great variety of redox-active organic compounds are known, however, tailoring of their redox properties (e.g., by the introduction of functional groups) is necessary to make them suitable as active materials for energy storage applications. Most of synthetic efforts are focused on the adjusting the redox potential or increasing the capacity of the organic substances, either by lowering the molar mass or by enabling multielectron redox reactions. However, several challenges arise in course of the development of organic electrode materials, such as control of the solubility of the materials in the electrolytes, scaling of the synthetic routes, improving the conductivity, etc.

In the present talk we will review the classification of the organic electrode materials, influence of their structure on capacity and reaction kinetics, common electrode preparation methods and, as a conclusion, will figure out the most promising directions of development of organic electrode materials.

Oleg Levin 2007 年获得圣彼得堡国立大学 (Saint-Petersburg State University) 电化学专业博士学位,

2005.01-2005.12 在法国勃艮第大学化学系从事博士后研究，
2007.03-2010.02 在韩国三星 SDI 公司任锂离子电池电极材料
研究员，现为圣彼得堡国立大学化学学院电化学系教授，主
要从事锂离子电池、导电聚合物、电荷转移机理方面的研究。
2018 年获得圣彼得堡国立大学基础研究奖。Oleg Levin 教授
主持完成了七项俄罗斯基础研究基金，十余项企业技术研发
项目，发表 SCI 论文八十余篇，获得八项发明专利，其中关
于希夫碱聚合物的合成获得了美国发明专利。

(6) Development of non-platinum catalysts for the oxygen electroreduction reaction : The oxygen reduction reaction is a key process for a number of promising electrochemical energy storage devices, such as fuel cells and metal-air batteries. The performance of such devices is limited by the sluggish kinetics of the ORR at the cathode. The limitation leads to the need of using large amounts of platinum in the cathode catalyst of commercial power energy storage devices. The platinum catalysts have high cost and low stability. Therefore, a decreasing quantity of platinum or its replacement from the cathode catalysts is the main way for the development of new technologies for commercial use of the devices.

The content of platinum in cathode materials can be reduced by using platinum alloys with other metals or replaced by using alternative catalytic systems. Carbon nanomaterials are

a very attractive non-platinum catalytic system with high activity and stability. Nitrogen-doped carbon nanomaterials are one of the most promising materials of the ORR electrocatalysts. The materials are effective in acidic as well as in alkaline electrolytes.

Elena Alekseeva 2016 年获得圣彼得堡国立大学电化学专业博士学位，2005-2006 年任俄罗斯尤科斯石油股份公司研发中心多相催化实验室工程师，2006-2007 任韩国三星 SDI 锂离子电池材料实验室研究工程师，现任俄罗斯圣彼得堡国立大学电化学教研室研究员，主要从事金属有机聚合物合成、锂离子电池正极材料及粘结剂方面的研究，参与完成了四项俄罗斯基础研究基金，十余项企业技术研发项目，发表 SCI 论文三十余篇。

(7) Luminescent Lanthanides: Solar Cells and LEDs :

Lanthanides are found in luminescent materials now in every home, and light emitted by lanthanides is found at many different places. Lanthanide luminescence is applied in a variety of flat displays, white light LEDs, scintillators for medical imaging and homeland security, afterglow materials, laser, fiber amplifiers, anti-counterfeiting labels and more applications, e.g. in solar cells, may emerge. This class will start with a short historical introduction and then discuss the status of the various present applications with an outlook on the future, including

new materials for spectral conversion for higher efficiency solar cells and warm white LEDs. The implications of a transition to LED-lighting for the phosphor market will be discussed as well as challenges and limitations for new luminescent materials for white light LEDs, including the holy grail of narrow band red emitters. Finally, new opportunities and challenges in the field of rare earth luminescence will be discussed.

Andries Meijerink 荷兰皇家科学院院士。1986 年和 1990 年先后获得荷兰乌得勒支大学（Utrecht University）硕士和博士学位，师从于发光学大师 George Blasse 教授。1990-1991 年，前往美国威士康辛大学从事博士后研究工作，合作导师为 John Wright 教授。1991 年任职荷兰乌得勒支大学，1996 年晋升教授。在稀土发光材料和光谱学领域作出了突出的贡献。目前主要研究领域为镧系元素化合物的真空紫外光谱、量子剪裁效应以及半导体材料量子点的光学性质，迄今为止，先后在包括 Science、PRL、Advanced Materials、等国际重要学术刊物上，发表相关研究论文 300 多篇，H-index 为 96，他引 3,4933 次。

（8）电池安全诊断分析与先进表征技术：近年来，电动汽车电池安全问题日益突出，其核心科学问题是材料的性能衰减，这主要与电池材料的三个关键失效模式（物理与机械失效、化学与结构失效、界面与离子传输失效）紧密相关。针对这一挑战，报告人将同步辐射成像技术与 X 射线相位、

X 射线谱学、X 射线衍射等结合，发展多模态成像技术在锂电池领域的原位、无损、三维分析研究，聚焦电池材料的微尺度物理和化学特性，结合时间、空间、能量等变量条件，直观、多维地理解电池中跨尺度的离子传输行为（晶粒、晶界、颗粒/电解质界面相），从可视化的视角全面揭示多应力环境下电池材料的失效模式（物理机械失效、化学组成与相转变、离子传输动力学），阐明其与电池安全之间的构效关系，为设计高性能、高安全电池结构提供全新思路。报告人将重点介绍如何利用多模态表征手段对锂离子电池健康状态和失效模式进行精准评估。同时，也将讨论如何利用先进的表征技术进行真实工况下固态电池的模拟仿真与寿命预测，指导锂离子电池的“未测先知”设计。

王家钧 哈工大电化学工程系教授、博士生导师，国家级青年人才获得者，获批成立哈工大“青年科学家”工作室。曾任美国布鲁克海文国家实验室和阿贡国家实验室同步辐射光源线站科学家，负责全场透射成像技术的发展及其在电池、新能源材料、储能及电子元器件的原位无损分析方面的应用。迄今已在 *Science*, *Nature* 子刊, *JACS*, *Advanced Materials*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *Chem*, *Energy Environ. Sci.*, *Materials Today* 等高影响力杂志发表论文 80 余篇，引用 10000 余次，覆盖新能源材料与器件、电动汽车、3D 打印与先进制造等技术等多个基础和工程应用领域，申请发明专利 20 余项。

(9) 于精微处求索，在意外中发现—探索显微世界的体会：如何做出一项重要发现？玩！专注玩！有准备地玩！故事一、机遇偏爱有准备的、爱观察的、善思考的头脑！石墨上剥离折叠单层旋转石墨烯的发现过程。故事二、SEM 扫描电子显微镜用于石墨烯的高质量表征，让缺陷原形毕露。故事三、在液相中观察到氧化铝表面原子级结构。故事四、找到了原子力显微镜探针的清洗新方法！故事五、谁说青蒿素只能治疟疾？以柔克刚的好玩研究—青蒿素柔软到能在清水中刻划坚硬的碳化硅。故事六、意外揭开铝电解抛光表面各向异性纳米图案的神秘面纱。展望和寄语：发现自己，发展自己，发挥自己。

甘阳 哈尔滨工业大学教授，英国皇家化学会会士（2015 年入选）。研究方向为纳米材料和光电材料的表界面物理化学。利用扫描隧道显微镜针尖剥离单层石墨烯片（具有旋转超晶格和晶界）的研究，被 Geim 教授在 2010 年诺贝尔奖演讲中引用并评价发明了蓝宝石单晶的湿化学清洗新方法，效果显著优于传统的 RCA 方法，获 Elsevier 出版社首届 Frans Habraken 最佳论文奖。提出了若干提升衬底支撑石墨烯的扫描电镜表征效果的方法，任中国化工学会化工新材料委员会理事，国际半导体产业协会（SEMI）中国 HB-LED 标准技术委员会核心委员。曾获 2009 年黑龙江省自然科学一等奖。