

中国科学院学部“科学与技术前沿论坛”
——有机光伏材料和器件
会议手册

主办单位：中国科学院学部

承办单位：中国科学院化学部

中国科学院学部学术与出版工作委员会

协办单位：中国科学院化学研究所

《中国科学》杂志社

中国·北京

2020年11月27~29日

目 录

会议介绍	2
会议须知	3
论坛日程	5
代表名单	7
摘要文集	11

会议介绍

热烈欢迎各位代表来京参加中科院学部“科学与技术前沿论坛”——“有机光伏材料和器件”。11月27日报到，28和29日全天开会，29号晚上结束。组织机构列表如下。

主办单位：中国科学院学部

承办单位：中国科学院化学部、中国科学院学部学术与出版工作委员会

协办单位：中国科学院化学研究所、《中国科学》杂志社

大会主席：李永舫 院士（中国科学院化学研究所）

学术委员会：

主席：曹 镛 院士（华南理工大学）

委员：（按姓氏首字母排序）

薄志山 陈红征 陈军武 陈永胜 耿延侯 韩艳春 侯剑辉

黄 飞 黄 辉 马 劲 马 伟 彭 强 孙艳明 万相见

魏志祥 杨楚罗 占肖卫 赵达慧 郑庆东 邹应萍

组织委员会：

李永舫 魏志祥 侯剑辉 孟磊

大会秘书：

孟 磊 阴淑艳

会议须知

热烈欢迎各位代表来京参加中科院学部“科学与技术前沿论坛”——“有机光伏和器件”，为保证您在会议期间的工作、生活顺利，请您注意以下事项：

一、外地参会代表报到及用餐

- 外地来京的参会代表入住：

1. 西郊宾馆（北京市海淀区王庄路 18 号，电话：010-62322288）。

报到时间及地点：11 月 27 日下午（西郊宾馆前台）

用餐安排：11 月 27 日晚餐（西郊宾馆，自助餐，入住时可领餐券）

11 月 28-29 日早餐 7:00-8:00（西郊宾馆，凭房卡自助）

2. 中关村客座公寓（北京市海淀区中关村北二街 7 号）

报到时间及地点：11 月 27 日下午（客座公寓前台）

用餐安排：11 月 27 日晚餐（桌餐，入住时可领餐券）

- 京区专家请直接到会议地点报到。

报到时间：11 月 28 日上午 8:20 前

会议地点：中国科学院化学研究所礼堂

（北京市海淀区中关村北一街 2 号）

会议期间用餐，集体安排。

二、会议地点与接送

28 日的会场地点在中科院化学所礼堂，29 日的会场地点在中国科学院学术会堂。会议将提供专车接送入住西郊宾馆专家往返于住地

科学与技术前沿论坛

与会场之间。发车时间为：11月28、29日早上7:50（西郊宾馆门外停车场）；从会场返回西郊宾馆的时间另定。入住中关村客座公寓的会议代表步行至会场。

三、会议注意事项

会议期间，参会代表凭会务组制发的证件参加会议活动及用餐，请妥善保管有关证件。

四、会务组人员及联系方式

中国科学院化学研究所：孟磊 17812187589

五、特别说明

“科学与技术前沿论坛”是中国科学院学部开展的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。为共同推进我国科技事业的发展，让学术思想广泛传播，中科院学部将对论坛的报告进行录制并在剪辑加工之后发布到互联网进行传播。现特此声明，如您对此有异议，可与会务组工作人员联系，协商解决。

论坛日程

11月 28日	上午		
	8:10-8:30	会场注册	
	8:30-9:00	开幕式（主持人：李永舫院士）曹镛院士及相关领导致辞	
	9:00-9:30	合影、茶歇	
	研讨会主题：小分子受体光伏材料		
	9:30-10:10	报告人	主持人
		邹应萍（中南大学）	曹镛（华南理工大学）
	10:10-11:00	讨论环节	杨楚罗（深圳大学）
	研讨会主题：聚合物受体光伏材料和全聚合物太阳电池		
	11:00-11:40	报告人	主持人
		李永舫（中科院化学所）	占肖卫（北京大学）
	11:40-12:00	讨论环节	陈军武（华南理工大学）
	12:10-13:30	午餐	
	下午		
	13:30-14:00	受体材料讨论环节	郑庆东（中科院福建物构所）
	研讨会主题：聚合物给体光伏材料		
	14:00-14:40	报告人	主持人
		侯剑辉（中科院化学所）	薄志山（北京师范大学）
	14:40-16:00	讨论环节	彭强（四川大学）
	16:00-16:20	茶歇	
研讨会主题：小分子给体光伏材料			
16:20-17:00	报告人	主持人	
	陈永胜（南开大学）	黄辉（中国科学院大学）	
17:00-17:30	讨论环节	万相见（南开大学）	
18:00 晚宴			

11月 29日	上午		
	研讨会主题：界面材料与器件性能优化		
	8:30-9:10	报告人	主持人
		黄 飞（华南理工大学）	陈红征（浙江大学）
	9:10-10:30	讨论环节	
		孙艳明（北京航空航天大学）	
	10:30-10:50	茶歇	
	研讨会主题：柔性和半透明器件		
	10:30-11:10	报告人	主持人
		李耀文（苏州大学）	赵达慧（北京大学）
	11:10-12:00	讨论环节	
		马 伟（西安交通大学）	
	12:00-13:30	午餐	
	下午		
	研讨会主题：大面积器件制备		
	13:30-14:10	报告人	主持人
		魏志祥（国家纳米科学中心）	韩艳春 （中科院长春应化所）
14:10-14:50	讨论环节		
	耿延侯（天津大学）		
研讨会主题：有机太阳能电池稳定性			
14:50-15:30	报告人	主持人	
	马昌期（中科院苏州纳米所）	朱晓张（中科院化学所）	
15:30-16:30	讨论环节		
	李永舫（中科院化学所）		
16:30-16:50	会议总结与闭幕（主持人：孟磊）		

注: (1) 主题报告每个报告 40 分钟;

(2) 参会者都可在讨论时间进行与主题相关的发言，可以使用 PPT 介绍最新成果和提出下一步的工作建议，发言时间一般不超过 6 分钟（个别发言可适当延长至 10 分钟）。准备使用 PPT 发言者请告知准备发言的论坛主题以及需要的发言时间。参会者可以在不同主题重复发言。

代表名单

序号	姓名	单 位
论坛报告人		
1	李永舫	中国科学院化学研究所
2	魏志祥	国家纳米科学中心
3	黄飞	华南理工大学
4	陈永胜	南开大学
5	李耀文	苏州大学
6	侯剑辉	中国科学院化学研究所
7	马昌期	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
8	邹应萍	中南大学
研讨专家		
1	曹镛	华南理工大学
2	占肖卫	北京大学
3	赵达慧	北京大学
4	孙艳明	北京航空航天大学
5	霍利军	北京航空航天大学
6	李韦伟	北京化工大学
7	谭占鳌	北京化工大学
8	张志国	北京化工大学
9	张福俊	北京交通大学
10	张少青	北京科技大学
11	王金亮	北京理工大学
12	薄志山	北京师范大学
13	陈珊珊	重庆大学
14	孙宽	重庆大学
15	王明	东华大学
16	邓丹	国家纳米科学中心
17	吕琨	国家纳米科学中心

科学与技术前言论坛

序号	姓名	单 位
18	张建齐	国家纳米科学中心
19	周二军	国家纳米科学中心
20	周惠琼	国家纳米科学中心
21	朱凌云	国家纳米科学中心
22	保秦烨	华东师范大学
23	陈军武	华南理工大学
24	段春晖	华南理工大学
25	何志才	华南理工大学
26	解增旗	华南理工大学
27	应磊	华南理工大学
28	张凯	华南理工大学
29	周印华	华中科技大学
30	李忠安	华中科技大学
31	刘子桐	兰州大学
32	郭旭岗	南方科技大学
33	何凤	南方科技大学
34	梁永晔	南方科技大学
35	张春峰	南京大学
36	唐卫华	南京理工大学
37	刘永胜	南开大学
38	万相见	南开大学
39	赵东兵	南开大学
40	王晓晨	陕西师范大学
41	刘烽	上海交通大学
42	钟洪亮	上海交通大学
43	杨楚罗	深圳大学
44	彭晶	朔纶有机光电科技(北京)有限公司
45	彭强	四川大学

序号	姓名	单 位
46	陈敬德	苏州大学
47	崔超华	苏州大学
48	张茂杰	苏州大学
49	耿延侯	天津大学
50	叶龙	天津大学
51	闵杰	武汉大学
52	马伟	西安交通大学
53	陈凯	西安交通大学
54	闫晗	西安交通大学
55	沈平	湘潭大学
56	翁超	湘潭大学
57	赵斌	湘潭大学
58	陈红征	浙江大学
59	李昌治	浙江大学
60	左立见	浙江大学
61	邱贝贝	浙江师范大学
62	孙晨凯	郑州大学
63	高潮	中国兵器工业集团公司西安近代化学研究所
64	游经碧	中国科学院半导体研究所
65	黄辉	中国科学院大学
66	史钦钦	中国科学院大学
67	郑庆东	中国科学院福建物质结构研究所
68	崔勇	中国科学院化学研究所
69	何畅	中国科学院化学研究所
70	李诚	中国科学院化学研究所
71	林禹泽	中国科学院化学研究所
72	孟磊	中国科学院化学研究所
73	许博为	中国科学院化学研究所

科学与技术前言论坛

序号	姓名	单 位
74	姚惠峰	中国科学院化学研究所
75	易院平	中国科学院化学研究所
76	朱晓张	中国科学院化学研究所
77	樊细	中国科学院宁波材料技术与工程研究所
78	阳仁强	中国科学院青岛生物能源与过程研究所
79	房进	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
80	韩艳春	中国科学院长春应用化学研究所
81	张吉东	中国科学院长春应用化学研究所
82	陆仕荣	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
83	袁俊	中南大学
84	赵富稳	中南大学
85	张学梅	《中国科学 化学》编辑部
86	郑建芬	《中国科学 化学》编辑部

科学与技术前沿论坛
有机光伏材料和器件
摘要文集

2020年11月

中国科学院学术会堂

摘要文集目录

A-DA'D-A 型小分子受体光伏材料	13
<i>n</i> -型共轭聚合物受体光伏材料和全聚合物太阳电池	14
有机光伏电池中的聚合物电子给体材料	16
寡聚物型小分子光伏给体材料—机遇与挑战	17
有机光伏界面材料研究进展	18
柔性、半透明有机太阳能电池	19
大面积柔性有机太阳能电池研究进展	20
有机聚合物薄膜光伏电池本征衰减过程的分子机制研究	21

A-DA'D-A 型小分子受体光伏材料

邹应萍*

中南大学，湖南省长沙市潇湘中路中南大学新校区，410083

Email: yingpingzou@csu.edu.cn

随着新材料的不断开发尤其是小分子受体材料的发展，有机太阳能电池能量转化效率已突破 18%。本报告简要概述了有机小分子受体材料的发展历程，详细阐述了高性能非富勒烯有机受体小分子设计策略，开发了一系列 A-DA'D-A 型高性能非富勒烯受体材料。通过有效的化学调控手段，系统调节了 A-DA'D-A 型小分子受体的吸收光谱、能级、载流子迁移率及结晶性，最终将有机太阳能电池能量转化效率推向新的高度。此外，基于 A-DA'D-A 型小分子受体结构，本报告揭示了其具备高短路电流密度及低能量损失的原因，以及目前小分子受体发展所面临的主要难题及解决方案，为进一步提升有机太阳能电池器件效率提供一定的指导。

关键词：有机太阳能电池；A-DA'D-A 小分子受体；高短路电流密度；低能量损失；效率



邹应萍，中南大学教授

2008年毕业于中国科学院化学研究所，获博士学位。随后，进入中南大学工作，2014年破格晋升教授。期间先后在加拿大拉瓦尔大学进行博士后工作和美国斯坦福大学进行访问研究。目前的主要研究方向为有机太阳能电池光伏材料。承担国家及湖南省等科研项目 10 余项；已发表 200 余篇 SCI 文章，其中一作/通讯作者 140 余篇，包括 *Joule*、*Nat. Photon.*、*Energy Environ. Sci.*、*Nat. Commun.*、*Chem*、*Adv Mater.*、*Angew. Chem.*、*J. Am. Chem. Soc.* 等期刊。授权中国发明专利 18 项。入选国家“万人计划”青年拔尖人才。

n -型共轭聚合物受体光伏材料和全聚合物太阳能电池

李永舫*

中国科学院化学研究所, 北京, 100190
苏州大学材料与化学化工学部, 江苏省苏州, 215123
Email: liyf@iccas.ac.cn

全聚合物太阳能电池 (all-PSCs) 由 p-型共轭聚合物 (p-CP) 给体和 n-型共轭聚合物(n-CP)受体共混活性层夹在 ITO 透明电极和金属顶电极之间所构成, 除具有一般有机太阳能电池器件结构简单、重量轻、可以制备成柔性和半透明器件等优点外, 还具有形貌和光照稳定性好以及抗弯折性能高等突出特点, 最近成为有机太阳能电池领域的研究热点。

其实 all-PSC 是与基于可溶性 C60 衍生物 PCBM 的聚合物太阳能电池 1995 年同步发展起来的。第一个 all-PSC 使用的 n-CP 受体是氰基取代 PPV 衍生物 CN-PPV, 在使用卤钨灯为光源、光强为 20 mW/cm² 光照条件下这种 all-PSC 的能量转换效率 (PCE) 为 0.25%。2007 年, 肖卫等开发了一种基于茚酰亚胺的 n-CP 受体光伏材料。使用本组开发的带共轭侧链的聚噻吩衍生物给体光伏材料与这种聚合物受体共混, 制备的 all-PSC 的 PCE 达到了 1% 左右。其后的 10 年时间里, all-PSC 使用的受体聚合物基本上都是基于茚酰亚胺和萘酰亚胺的 n-型 D-A 共聚物, 其中最具代表性的是基于萘酰亚胺的 n-CP N2200。2016 年, 本组考虑到给体和受体聚合物的吸收互补和能级匹配, 使用宽带隙聚合物 J51 为给体、N2200 为受体, 将 all-PSC 的 PCE 提升到 8.26%, 这是当时全聚合物太阳能电池的最高效率。同时, 应磊和黄飞等开发了一系列宽带隙聚合物给体光伏材料, 与 N2200 共混制备的全聚合物太阳能电池的能量转换效率提高到了 9~11% 的水平。

但是, N2200 较弱的吸收系数限制了 all-PSC 短路电流和 PCE 的进一步提升。考虑到 2015 年以来发展的窄带隙小分子受体光伏材料具有很强的吸收和优异的光伏性能, 我们提出了窄带隙小分子受体高分子化的合成策略, 基于小分子受体 IDIC 合成了窄带隙强吸收的聚合物受体 PZ1, 基于 PZ1 的 all-PSC 的 PCE 提升到了 9.19%。这一小分子受体高分子化制备聚合物受体的策略受到同行的广泛关注和跟进, 随着明星窄带隙小分子受体 Y6 的出现, 最近使用这一策略合成的基于 Y6 的新型聚合物受体的 all-PSC 的效率已经提高到了 12~15% 的水平。

李永舫, 中国科学院院士, 中国科学院化学研究所研究员



1986 年复旦大学化学系物理化学专业获博士学位。1988 年 8 月在中国科学院化学研究所博士后出站后留化学所工作, 1993 年晋升研究员, 2013 年当选中科院院士。

主要从事聚合物太阳能电池光伏材料和器件的研究, 已发表研究论文 800 多篇, 国内外学术会议大会报告和邀请报告 130 多次。发表论文已被 SCI 他人引用 4 万 8 千余次, h-因子 109。“锂电池电极反应机理—电化学嵌入反应的研究” 1987 年获国家教委科技进步二等奖 (排名第二, 排名第一是吴浩青院士)。“导电聚吡咯的研究”获 1993 年度中国科学

院自然科学一等奖和 1995 年国家自然科学基金二等奖（排名第二，排名第一是钱人元院士）。1998 年获人事部授予“中青年有突出贡献专家”称号。“导电聚合物电化学和聚合物发光电化学池的研究”获 2005 年度北京市科学技术奖一等奖（排名第一）。“带共轭侧链的聚合物给体和茚双加成富勒烯衍生物受体光伏材料”获 2018 年度国家自然科学基金二等奖（排名第一）。“胶体量子点的可控合成和高品质 LED 应用研究”，获 2018 年度北京市科学技术二等奖（排名第一）。2012 年获美国化学会“Macro2012 Lecture Award”，入选汤森路透发布的 2013 年“Hottest Scientific Researchers”21 人名单、2014 年材料科学领域及 2015 至 2019 年材料科学和化学两个领域“Highly Cited Researchers”名单。

现任《高分子通报》主编，《中国科学 化学》副主编、中国化学会监事。

有机光伏电池中的聚合物电子给体材料

侯剑辉*

中国科学院化学研究所高分子物理与化学实验室, 100190

Email: hjhzlz@iccas.ac.cn

聚合物光伏材料在有机光伏电池的发展过程中起到的至关重要的作用。过去三十余年中, 有机太阳能电池的光伏效率得到逐步的提升, 目前已经达到 18% 附近。有机光伏电池的光电活性层由电子给体与受体材料构成, 光伏材料的分子结构设计为领域的发展提供了源动力。聚合物电子给体的化学结构经历了长期的演变和优化, 在领域发展的每一个阶段, 各类聚合物电子给体为领域发展提供了关键支撑。从领域发展前期最受关注的宽带隙均聚物, 到富勒烯受体时代最高效率的中窄带隙 D-A 交替共聚物, 进一步聚焦到当前的宽带隙 D-A 交替共聚物, 聚合物电子给体材料的化学结构和光电特性体现了不同的特征。聚合物光伏材料设计中, 分子能级与吸收光谱调控相对成熟, 聚集态结构调控积累了大量规律性结论, 但是对于非辐射能量损耗调控、与受体之间的相分离程度调控、进一步提升迁移率等问题, 仍然欠缺有效的方法。当前, 有机光伏电池不仅面临“跨越式提升光伏效率和稳定性”的重要挑战, 而且面临与其它类型光伏电池的激烈竞争, 发展新型聚合物电子给体材料仍然是未来工作的重要突破点。本报告将在简要回顾领域发展历程的基础上, 对聚合物电子给体材料面临的问题进行分析, 以为同行提供一定的借鉴。



侯剑辉, 中国科学院化学研究所研究员

侯剑辉于 1997 年 9 月至 2001 年 7 月于北京科技大学化学系就读, 获本科学位。随后进入中国科学院化学研究所有机固体实验室攻读博士学位, 于 2006 年 10 月毕业后至 2008 年 9 月在美国加州大学洛杉矶分校(UCLA)进行博士后研究。出站后于美国朔伦能源公司(Solarmer Energy Inc.)任职研究部主管。2010 年 10 月至今于中国科学院化学研究所高分子物理与化学实验室任职研究员博导。主要从事有机光伏领域的研究。过去十余年中, 发展了多种有效调制有机光伏材料特性的方法, 设计并深入发展了具有苯并二噻吩、噻吩并噻咯、二维共轭苯并二噻吩类等类型的聚合物光伏材料体系, 制备了多种高效聚合物光伏材料; 通过高分子物理的手段研究并控制活性层的微观形貌, 获得了指导聚合物光伏材料设计与活性层微观形貌调控的规律; 研究团队在有机光伏电池效率方面保持国际领先地位, 多次获得世界最高结果。发表 SCI 论文 300 余篇; 论文被引用 40000 余次, H 因子 98; 授权中国发明专利 16 项, 美国发明专利 2 项; 6 篇第一/通讯作者论文入选全国百篇最具影响国际学术论文; 2015-2019 年入选汤森路透发布的全球高被引科学家名录。获国家杰青科学基金(2013)、中科院百人计划(2013)、万人计划“青年拔尖人才”(2014)和“科技创新领军人才”(2017)。

寡聚物型小分子光伏给体材料—机遇与挑战

陈永胜*

南开大学化学学院，天津市南开区卫津路 94 号，300071

Email: yschen99@nankai.edu.cn

活性层材料是有机太阳能电池研究和发展的基础。寡聚物型小分子活性层材料具有无批次问题、吸光和能级易于调控以及方便纯化等特点和优点，具有巨大的发展空间和应用前景。在前期基于富勒烯受体的光伏器件研究中，我们发现这些给体材料已表现出与传统聚合物给体材料完全相当的性能。近年来，我们基于“聚合物+有机小分子”优势互补策略，提出了可溶液加工A-D-A结构的高效活性层分子设计理念，设计发展了系列高效寡聚/小分子给体和受体材料，制备获得了系列高效光伏器件，多次刷新了领域光电转换效率。本次报告，我们将分别介绍寡聚物型小分子给体和受体材料的发展历程以及相关结果，在此基础上我们将讨论这些分子和材料的特性及其性能优异的原因；最后，将对有机光伏领域以及这类材料的未来发展提出些展望。



陈永胜，南开大学特聘教授

1997年获加拿大维多利亚大学博士学位。1997-1999美国加州州立大学洛杉矶分校博后。2002-2004美国加州州立大学圣地亚哥分校工作。2003年起任天津市特聘教授，南开大学特聘教授，南开大学纳米科学与技术研究中心主任。

陈永胜教授长期从事功能高分子和碳纳米材料在能量转化与储存方面的研究工作，取得了一系列在国内外具有重要影响的创新性研究成果。陈永胜教授2018年获国家自然科学基金二等奖（第一完成人），2010年获天津自然科技一等奖（第一完成人），2010年入选天津市千人计划，2011年入选国家创业千人计划，2011年获中组部人事部特聘专家，2015年获天津市劳动模范，2017年获国务院特殊津贴。至今已发表SCI论文350余篇，其中在包括Science, Nature, Nat. Photon., Nat. Electron., Nat. Commun.等的国际顶级期刊上发表论文50余篇，并有50余篇入选ESI高被引论文（top 1%），6篇论文入选“中国百篇最具影响国际学术论文”，总引用数>50000次，H因子达102（2020年8月）。

有机光伏界面材料研究进展

黄飞*

华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室，高分子光电材料与器件研究所，
广州天河区五山路 381 号，510641

Email: msfhuang@scut.edu.cn

聚合物光电材料及其光电器件作为新型的电子器件技术，由于其在低成本制备大面积光电器件方面的潜力在国际上引起了广泛关注并得到了快速发展。和传统的无机半导体材料相比，聚合物半导体材料的核心优势是通过溶液加工的方式以较低成本制备大面积的光电器件，但这一核心优势同时也为高效聚合物光电器件的制备带来了新的挑战，需要解决如何克服溶液加工多层器件中的界面互溶、实现不同界面间的能级匹配，如何发展适于大面积印刷加工的聚合物光电材料等一系列关键科学问题。本报告将简要介绍有机光伏界面材料的研究进展情况，同时介绍我们围绕这些关键科学问题所开展的系统工作以及取得的主要研究进展。我们发展了系列新型的水醇溶共轭聚合物光电材料，有效地克服了器件加工过程中的界面互溶问题；这类材料独特的界面修饰功能能够改善器件电荷传输与收集情况，实现高效的聚合物发光二极管、单结和多结有机光伏器件以及钙钛矿太阳能电池器件；我们进一步发展了面向于大面积印刷加工的掺杂型水醇溶共轭聚合物，这类材料具有较高的迁移率有望应用于未来卷对卷印刷工业化生产大面积电池器件中。

关键词：共轭聚合物；水醇溶；界面材料；聚合物太阳能电池



黄飞，华南理工大学教授

2000 年于北京大学获学士学位，2005 年于华南理工大学获博士学位，之后到美国华盛顿大学做博士后研究。2009 年到华南理工大学工作，任教授、博导，2011 年任发光材料与器件国家重点实验室副主任。长期从事新型有机高分子光电功能材料领域的研究，具体包括高分子发光材料及器件、太阳能电池材料及器件等，特别在水醇溶性共轭聚合物界面材料、新型高效聚合物太阳能电池材料等方面做了系列创新工作。至今发表 SCI 论文 300 余篇，被 SCI 他人引用 17000 余次，2016-2019 年连续入选汤森路透全球高被引科学家。先后主持国家重点研发计划变革性项目、国家 973 项目、国家自然科学基金杰出青年基金项目、国家自然科学基金重点项目、广东省基础与应用基础研究重大项目等国家及省部级重大科研项目 10 余项。先后获得 2011 年中国化学会青年化学奖、2014 年美国化学会 Arthur K. Doolittle Award、2015 年首届教育部高等学校科学研究优秀成果奖青年科学奖，并先后两次参与获得 2010 年及 2015 年国家自然科学奖二等奖。

柔性、半透明有机太阳能电池

李耀文*

苏州大学材料与化学化工学部，苏州市工业园区仁爱路 199 号 907 栋，215123

Email: ywli@suda.edu.cn

有机太阳能电池活性层材料由于具有可溶液及低温加工、带隙易调控、高机械强度、高激子分离效率等特点在柔性可赋形、分布/便携式能源、建筑幕墙等柔性、半透明光伏应用场景表现出了独特的优势，有望与晶硅电池形成市场互补，构筑全产业链条的光伏市场。本报告将重点围绕制备高性能柔性、半透明有机太阳能电池应用所涉及的关键科学问题进行探讨。具体包括（1）柔性和半透明有机太阳能电池前沿进展及产业机遇；（2）基于柔性透明复合电极的高性能柔性有机太阳能电池；（3）彩色、高显色指数半透明有机太阳能电池材料及光学调控；（4）柔性、半透明有机太阳能电池的未来发展方向与挑战。



李耀文，苏州大学教授

2005 年吉林大学化学学院化学专业获得学士学位，2010 年吉林大学超分子结构与材料国家重点实验室获得博士学位。随后到苏州大学工作，并先后在中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所，美国加州大学洛杉矶分校，从事博士后和访问学者工作，2014 年加入李永舫院士苏州大学团队。获得“国家优秀青年科学基金”、“江苏省优秀青年科学基金”、“仲英青年学者”等人才项目资助。作为负责人主持基金委优秀青年科学基金、面上项目、江苏省高校自然科学研究重大项目等省部级项目 10 余项，作为骨干参加面向能源光电转换重大研究计划集成项目、国际重点合作项目。长期从事有机、钙钛矿太阳能电池材料合成及器件制备相关研究，特别是在柔性、半透明太阳能电池制备等方向取得了一系列突破性研究成果。迄今，共发表 SCI 论文 80 余篇，其中第一作者及通讯作者在 Nat. Commun., Joule, J. Am. Chem. Soc., Adv. Mater 等高水平杂志上发表 SCI 论文 50 余篇。

大面积柔性有机太阳能电池研究进展

魏志祥*

国家纳米科学中心，北京市中关村北一条 11 号，100190

Email: weizx@nanoctr.cn

有机太阳能电池的研究在近十几年中迅猛发展，现已取得了巨大的进展，小面积器件的光电转化率已经突破 18%。然而大面积器件的研究远远滞后于领域的发展，深入研究有机光伏大面积器件中的关键技术、开发大面积印刷制备方法，对推动有机太阳能电池的工业化应用具有重要意义。本报告概述大面积有机太阳能电池的发展历程，总结领域从小面积刚性器件到大面积柔性器件中的关键挑战，介绍该领域的重要进展，并总结该领域面临的问题。在此基础上，将系统介绍三元体系在拓宽活性层的吸光利用范围、优化活性层的形貌、制备大面积器件等方面的独特优势。最近我们通过导电基底优化、印刷体系选择和印刷工艺的调整，获得了适合大面积印刷的材料体系和器件工艺，在 10 cm² 柔性基底上获得超过 10% 的器件效率，显示出在柔性光伏器件中可能的应用前景。

关键词：有机太阳能电池，透明导电膜，三元体系，大面积印刷，柔性器件



魏志祥，国家纳米科学中心 研究员

1997 和 2000 年分别西安交通大学获得学士和硕士学位，2003 年中国科学院化学研究所获得博士学位。之后分别在德国马普胶体界面研究所和多伦多大学从事博士后研究。2006 年加入国家纳米中心任研究员，课题组长。主要研究领域为有机光电功能纳米材料与柔性器件，通过自组装方法制备结构和性能可控的有机光电功能纳米材料，探索其在传感器件、太阳能电池和储能器件等柔性器件中的应用。已在 *Nat. Commun.*, *J. Am. Chem. Soc.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* 和 *Adv. Mater.* 等国际著名学术期刊上发表 SCI 论文 200 余篇，论文他引次数超过 15000 次，入选科睿唯安 2018 至 2020 年高被引学者。曾获中国化学会青年化学奖（2009），国家杰出青年基金（2011），北京市自然科学一等奖（2009，排名第二），国家自然科学基金二等奖（2014，排名第二），中国科学院青年科学家奖（2015），中国青年科技奖（2016），国家百千万人才工程（2017），“万人计划”科技创新领军人才（2018）等奖励。

有机聚合物薄膜光伏电池本征衰减过程的分子机制研究

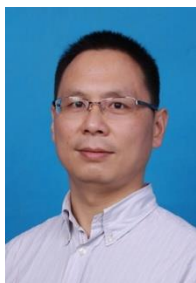
马昌期*

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所印刷电子技术研究中心，江苏省苏州市工业园区若水路 398 号，215123

Email: cqma2011@sinano.ac.cn

有机聚合物薄膜光伏电池的最高光电转换效率已经突破了 18%，达到了实际应用的基本要求。相比于器件的光电转换效率，器件的稳定性能还远不能满足实际应用的需求。由于有机聚合物薄膜光伏电池采用纳米有机薄膜结构，器件性能衰减过程的因素多样，衰减机制复杂。在简要介绍有机聚合物薄膜光伏电池稳定性研究的进展的基础上，本报告将详细介绍本课题组对聚合物:富勒烯以及聚合物:非富勒烯体系薄膜光伏电池在光、热、电等因素诱导条件下的本征衰减动力学过程，并结合薄膜形貌、化合物组份、界面光电特性等的分析，深入理解聚合物薄膜光伏电池的本征衰减过程背后的激发态分子、界面分子偶极变化等衰减过程分子本质机制。基于衰减机制的理解，本课题组还开发了高效的稳定性提升解决方法，开发了利用有机小分子掺杂剂有效抑制聚合物薄膜光伏电池本征衰减过程，提升聚合物薄膜光伏电池稳定性能。

关键词：聚合物薄膜光伏电池；稳定性；光诱导衰减机制；激发态；稳定性提升



马昌期，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所研究员

1998 年毕业于北京师范大学化学系，获得学士学位。2003 年毕业于中科院理化技术研究所，获得博士学位。2003-2011 年分别在英国、德国做博士后、洪堡学者以及 Habilitand。2011 年 6 月全职回国，入职中科院苏州纳米所，任中国科学院百人计划研究员，印刷电子中心主任，组建印刷薄膜光伏电池实验室，开展包括可印刷有机及杂化半导体材料、功能纳米薄膜的印刷制备、高效纳米薄膜光伏电池器件技术以及新型纳米薄膜光伏电池稳定性等方面的研究工作。承担国家、中国科学院以及江苏省等科研项目 10 余项，在 *Angew. Chem. Int. Ed.*, *ACS Nano*, *Adv. Funct. Mater.*, *J. Mater. Chem. A.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 等国际期刊发表 SCI 学术论文 110 余篇，申请发明专利 30 余项，PCT 专利 3 项。