

# 有机太阳能电池技术的领跑者

## 葛子义获2019年度国家杰出青年科学基金



葛子义 受访者供图

近日，国家自然科学基金委员会发布了2019年度国家杰出青年科学基金资助名单，全国共有296名专家学者入选，中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员葛子义名列其中。这个基金对入选者要求极高，为国内仅次于两院院士的第二层次高端人才。

葛子义主要从事有机太阳能电池和OLED研究，此次获得400万元资助基金的项目叫“有机太阳能电池”。该项目在便携式电子产品、光伏建筑一体化和国防军工等领域应用前景广阔，多个国家均开展了一系列应用基础研究。

### 1 十年磨一剑

在葛子义的办公桌上，放着一卷透明且印有条纹的“有机太阳能电池”。之所以说是一卷，是因为它不同于我们常见的电池，而是可以像卫生纸一样卷起来，拉出来以后像纸一样薄，只有一两百微米厚。

虽然轻薄，但它的技术含量却极高，有铝阴极、阴极界面层、活性层、阳极界面层和ITO阳极等多达5层组成。

目前，市场上的太阳能电池主要以晶硅等无机半导体材料为活性层制备而成，存在工艺复杂、成本高、原材料生产过程能耗大和污染重等缺点。这类太阳能电池由于无机半导体本身的刚性结构，难以制备柔性电子器件。

柔性电子器件，特别是基于有机材料的光电器件，是未来电子器件发展的一大趋势。因此，制备成本低、效率高、柔性强、环境友好的新型有机太阳能电池，正成为各国科学家的研究目标。

1976年出生的葛子义，1999年本科毕业于兰州大学，2004年获中科院化学所博士学位，2005年前往日本东京工业大学从事有机光电研究。

2009年，33岁的葛子义回国，受聘华东理工大学教授。2010年，加入中科院宁波材料所，担任“有机光电化学”学科带头人、有机光电材料与器件课题组组长至今。

“光是有机太阳能电池的活性层研究我们就做了将近8年。”葛子义说，“2014年，我们在国际上率先突破有机太阳能电池10%的光电转换效率瓶颈时，很多人建议我们可以产业化，但我觉得还不够，需要研究得更深，继续改进和提升电池效率。”

就这样，葛子义在有机光电材料领域这个“冷板凳”上一坐就是十年。他始终认为，只有把基础研究搞好了，才会对其他领域的研究带来有力支撑。

### 2 剑指大挑战

2015年，国际顶级学术期刊《自然-光子学》(Nature Photonics)报道了葛子义领导的有机光电材料与器件团队在有机太阳能电池领域取得的重要研究进展。这是中科院有机光电方向研究成果首次在该期刊发布，也是宁波市首次在《自然》子刊上发表第一通讯单位研究论文。

葛子义说，对于有机太阳能电池而言，界面修饰层对器件性能起着极为重要的作用，不仅可以优化活性层吸收和调节其光场分布，而且还能调节电极的电荷收集势垒，实现光生载流子的有效传输，是提高有机太阳能电池效率和稳定性的关键核心技术。

“目前广泛使用的传统金属或化合物界面材料，空气稳定性差，且需通过蒸镀、溅射方法成膜，能耗高，不利于有机太阳能电池的低成本大面积制备。”葛子义说，为突破这一缺陷，目前国际上开发了一些可湿法成膜的有机共轭聚合物如聚芴类界面材料，虽然能够有效提高器件效率，但是这类材料合成复杂、价格昂贵，难以在有机太阳能电池领域大规模应用。

如何实现高效、低成本的有机太阳能电池界面调控一直是科研界关注的重点。

“考虑到有机太阳能电池的商业化应用对低成本大面积化的迫切需求，我们的团队在前

期大量研究工作的基础上，创新性地开发了一种制备工艺简单、价格低廉、可用醇类溶剂湿法加工的有机非共轭小分子作为有机太阳能电池的阴极界面。”葛子义说。

团队成员彭瑞祥、欧阳新华等利用这类材料对有机太阳能电池器件界面和结构进行优化，把单结正型聚合物太阳能电池的光电转换效率提高至10.02%，突破了单结有机太阳能电池10%的效率瓶颈。与目前广泛使用的金属界面相比，电池的光电转换效率提高了近25%，也明显优于有机共轭类界面材料。这也是当时报道的有机太阳能电池的最高效率之一。

《自然-光子学》审稿人对此予以高度评价，认为该研究成果“对于聚合物太阳能电池有非常重要的贡献”，有望促进有机太阳能电池的低成本、大面积化制备，加快推进有机太阳能电池的商业化进程。

“有机太阳能电池目前遇到的最大挑战是效率和寿命。”葛子义说，目前电池的光电转换效率普遍在14%—16%，他们的目标是达到18%—20%。目前其领导的实验室已经达到17%左右。电池的寿命目前普遍在3年—5年，远期目标是能达到10年，该实验室也正在攻关。

### 3 产业化可期

“十三五”战略性新兴产业发展规划以及国家发展改革委能源局新近发布的《能源技术革命创新行动计划(2016—2030)》明确指出，将重点发展基于有机、钙钛矿半导体材料的太阳能电池。

“有机太阳能电池的光电转化效率与硅基、薄膜太阳能电池的效率仍有较大差距。”葛子义说，但它在柔性和半透明器件方面独特的优势，为其产业化提供了很大的空间，有助于实现与其他太阳能电池形成互补，以及填补光伏市场在柔性和半透明器件方面的缺位。

“有机太阳能电池具有独特的轻质、半透明、多彩化、可弯曲以及可卷的特性，可在建筑物或服装内弯曲和扭曲，并可以制成任何颜色，甚至半透明，从而与周围环境相匹配，融为一体。”葛子义说，在未来的可穿戴设备供电、建筑光伏一体化、太阳能飞机等领域的应用上将会大放异彩。

柔性、半透明有机太阳能电池的研究将成为一个热点。目前我国有很多课题组已从事相关内容的研究。在未来的几年内，我国在该领域应该会有更大的突破、会有很多科研成果出现。

谈到柔性有机太阳能电池的产业化，葛子

义说，柔性有机太阳能电池的产业化需要一步一步向前推进，预计未来3年—5年可以产业化。

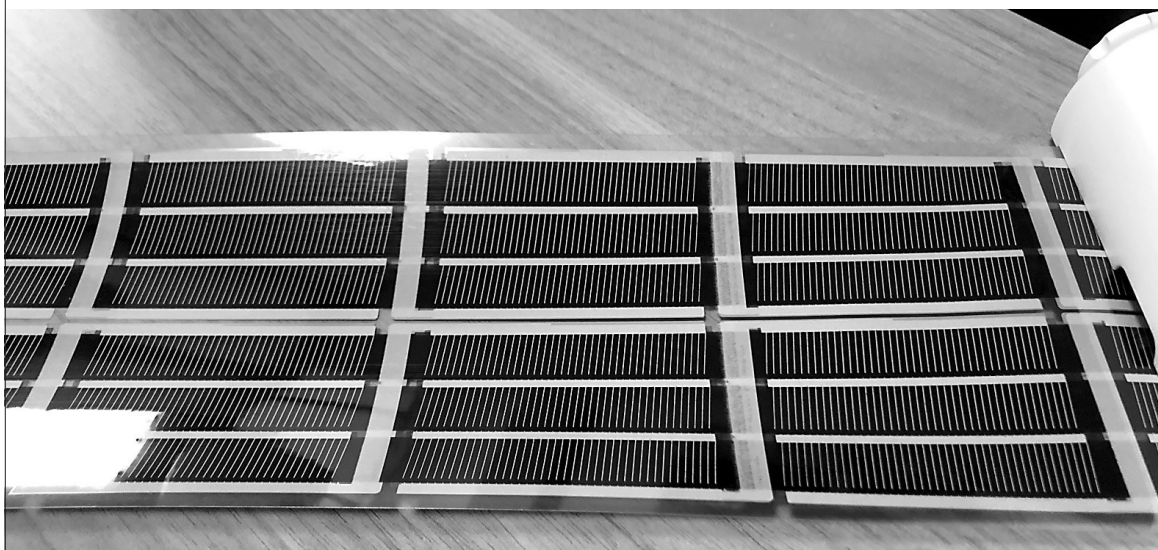
“目前应该是产业化的‘黎明前夕’。”葛子义说，不过需要具备很多条件，除了有机太阳能电池的效率和寿命提高外，还要具备高效和低成本有机光伏材料的开发和放大合成，以及高性能柔性透明电极的开发和大规模制备；需要开展柔性器件的大面积制备工艺、器件稳定性以及封装材料和工艺的研究；需要与公司合作，制备柔性有机太阳能电池组件，并建立柔性有机太阳能电池生产线，实现柔性有机太阳能电池的大规模应用。

“目前，我们的有些技术已经超过了国外，可以说这是我们中国人引领的一个研究领域。”葛子义说，应该在中国率先实现产业化。

“不过即使如此，也不能急，首要还是要做好基础研究。”葛子义说。

“与很多短平快的技术开发和产品创新相比，基础研究往往需要长期积累，取得成果的周期较长，其应用价值显现没那么快。”葛子义说，风物长宜放眼量，我国基础研究领域要想取得更多原创性、开创性的重大科研成果，认识到基础研究的重要性是关键，这也是我国科技事业稳固坚实的基础。

记者 王婧



有机太阳能电池 记者 王婧 摄