

寿命可达30年的有机太阳能电池诞生

近日，密歇根大学团队联合浙江大学和天津大学，联合开发一种光伏电池，该电池可用于制造太阳能窗户。这种耐用的设计，给太阳能窗户商业化带来了重要突破。

据介绍，该研究提出了寿命可达30年的半透明太阳能电池，同时还可将光电转换效率保持在10%左右。这应该是目前为止寿命最长的高效率半透明有机太阳能电池。

研究人员称，这种电池在55°C的温度下运行1900小时后，仍能保持80%的电池性能。光伏电池的透明度为40%，未来他们有信心实现60%的透明度。

9月14日，相关论文以《非富勒烯受体有机光伏具有超过30年的潜在运行寿命》(Non-fullerene acceptor organic photovoltaics with intrinsic operational lifetimes over 30 years)为题，发表在Nature Communications上。

研究人员估计，以美国为例如果这种材料能覆盖美国70亿平方米左右的玻璃表面，那么它可以满足美国40%的能源需求。

此次论文的通讯作者、密歇根大学电气工程专业的斯蒂芬·福雷斯特(Stephen Forrest)教授告诉记者：“太阳能大概是自工业革命以来人类生产的最便宜的能源形式。在窗户上使用这些设备，你的建筑就变成了发电厂。”

足够透光又同时能发电的智能窗户是有机光伏领域近年来的研究热点之一。30年的使用寿命基本上和常用硅基太阳能电池差不多，但硅基太阳能电池基本上不透光也一般没法作为窗户使用。

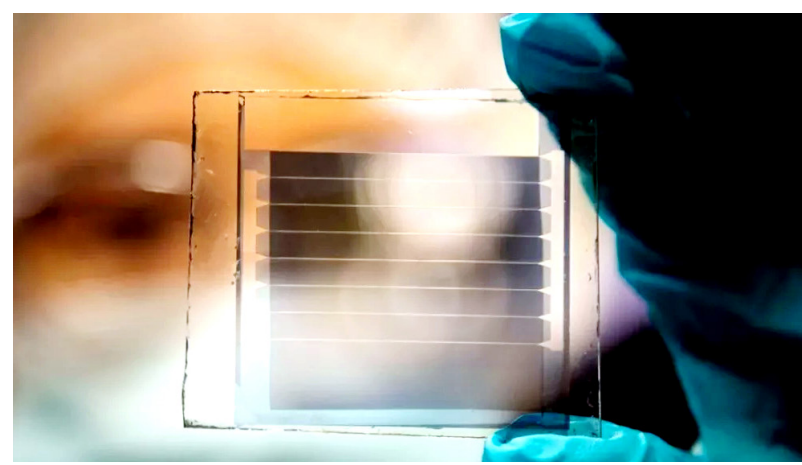
该研究的结果也表明这种新型太阳能电池的稳定性也比较强。如果将来能将这种太阳能电池的转换率不断提升到15%以上，同时提高它的透明度到至少60%，应用前景应该非常广阔。

终极难题之一： 如何对抗紫外线？

据了解，透明有机太阳能电池最早于2017年问世。当时该团队表示，如果使用的材料能适应紫外线和近红外波长，那么这些波长的光就能在电池中被转化成电能。

那时，研究人员就预测称：“高度透明的太阳能电池引领了未来新能源应用的浪潮。”并表示：“我们分析了它们的潜力，发现通过收集不可见的光，这些设备可拥有类似屋顶太阳能的供电能力，同时它还能提供额外的功能，以提高建筑、汽车和移动电子设备的工作效率。”

近年来，有机光伏电池(OPV, Organic photovoltaic cells)的重量轻、高灵活、成本低、环境友好等特点，引起了人们的广泛关注。



与现有的太阳能技术不同，有机光伏电池的主要使用场景是光伏窗户，由于它的近红外吸收程度很高，同时还能保持半透明，并能在可见光中显示出中性密度。

但是，受到阶梯型非富勒烯受体影响，不透明电池单元中的有机光伏电池功率转化率为18%，可见透明度为50%的半透明单元中的转化率为10%。

尽管有研究表明，在发光二极管(LED)的照明下，基于非富勒烯受体的太阳能电池能达到较长的运行寿命。但不幸的是，当处于大量紫外线、红外线和高温工作温度中等恶劣环境中，这种电池的长期使用能力尚未得到认可。

此外，在同一个非富勒烯受体太阳能电池中，尚未同时实现高效率和高寿命。这让很多人以为，较短的工作寿命是这类电池固有缺点。

事实上，与有机光伏电池相关的普遍误解是，这些材料在短期内很容易受到体异质结(BHJ, bulk heterojunction, 即两种不同半导

体混合形成的结构)中的降解和形态不稳定性影响。

然而，上述认知有可能被推翻，此前有科学家预测称，一套热蒸发富勒烯基材料系统大约有2.7万年的使用寿命，这为有机光伏电池提供了概念验证，证明它或许具备特殊的运行寿命。

与采用具有高键解离能的C70受体的高度稳定器件相比，最有效的非富勒烯受体，包含多个具有相对较弱化学键的噻吩单元，在高紫

外线和红外线的强度下，这些化学键会解离。

因此，基于非富勒烯受体的溶液处理系统的降解机制，仍是一个待解决的难题。除了活性体异质结在材料和形态方面的变化之外，有机/电极界面的特性也会随着时间的推移而改变，而让电池性能受到影响。

尽管科学家们已经研究出修改材料界面来抑制降解的策略，但研究人员在论文中表示，在模拟大气质量(AM)1.5G辐射下，长期稳定的非富勒烯受体太阳能电池尚未实现。

导致这些高性能非富勒烯受体系统不稳定的原因仍不清楚，但这也激励着该团队去研究材料、薄膜形态、器件结构之间的相关性，以及它们与非富勒烯受体太阳能电池可靠性之间的关系。

研究后他们发现，溶液处理的原型单结太阳能电池，具有与受体-供体-受体(A-D-A)型非富勒烯受体太阳能电池相似的效率。他们还发现当用于光伏窗户时，半透明有机光伏电池可实现高性能和低

成本。

研究中，为了让太阳能电池用于光伏窗户，研究人员将非富勒烯受体与聚合物PCE-10做给体，并以具有“受体-供体-受体”结构的近红外吸收非富勒烯材料为受体，设计出了新电池。

尽管太阳能电池中包含含硫的非富勒烯受体结构，并且发电效率与硅相当可达到18%，但它们的寿命很短。

论文第一作者、密歇根大学电子工程和计算机科学专业的助理研究科学家Yongxi Li也告诉媒体，非富勒烯受体的转化效率非常高，但缺点是它里面的弱键很容易在紫外线下被分解，特别是在阳光中常见的紫外线光子。也就是说，紫外线光子会影响设备的耐久性。

因此，该团队面临的挑战是防止这些高发电效率的材料，在使用后被紫外线迅速降解，只有这样才能将光能产生的电子、移动到电极的分子中。

给玻璃涂一层“防晒霜”

为解决这一问题，研究人员首先需要防止紫外线光子撞击电池。因此，他们给朝向太阳的玻璃面上镀了一层氧化锌(ZnO)保护膜，这等于给玻璃涂一层“防晒霜”。

其中，氧化锌层是从氧化锌前驱体溶液中，以自旋形式涂到基底上，然后在150°C的空气中热退30分钟而形成。

据介绍，这层氧化锌可将太阳能产生的电子传导到电极上，从而减轻紫外线光子对电池的损伤。此外，由富勒烯材料制成的C70——即由70个碳原子组成的球形小分子层，则被用于电子和空穴的传输层界面。

与此同时，尽管靠近光区域的氧化锌，有助于把太阳能产生的电子带到电极上。然而，这也破坏了脆弱活性层，所以研究人员又研发出一种名为IC-SAM缓冲层的碳基材料。

随着时间的推移，缓冲层可防止有机/无机界面发生化学变化和形态变化，当把缓冲层插入本体异质结和电荷传输层之间，接触界面的稳定性即可得以提高。每一个小电池都在充满高纯氮气的手套箱中被封装。

接下来，研究人员测试了太阳能电池的性能，在55°C和AM1.5G辐射度的环境里，电池工作1900小时后，仅失去了6%的性能。最终测试结果表明，电池在持续工作30年后，大概率仍能保持出厂时80%的性能。

该团队认为，未来可以进一步提高电池的透光率并且实现15%的转换效率。概括来说该研究表明，基于非富勒烯受体的太阳能电池，除具有高效率 and 低成本的优点外，还有望满足市场对高可靠性的需求。(杭柯)

黑洞会对其周围环境施加压力

来自萨塞克斯大学的物理学家们首次发现黑洞会对其周边环境施加压力。

1974年，斯蒂芬·霍金(Stephen Hawking)做出了一个开创性发现：黑洞会发出热辐射。在此之前，黑洞被认为是惰性的，是濒死的大质量恒星的最后阶段。

萨塞克斯大学的科学家们已经证明，黑洞实际上是一个非常复杂的热力学系统，不仅有温度，而且还有压力。

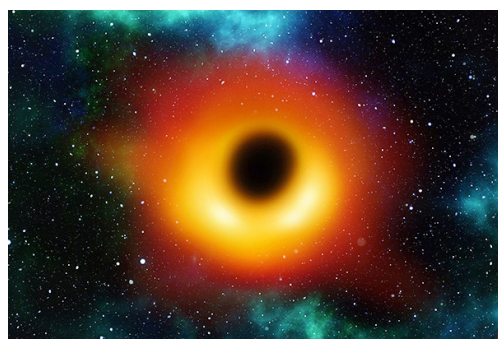
萨塞克斯大学物理与天文系的教授Xavier Calmet和博士生Folkert Kuipers的这个偶然发现，于9月10日发表在《物理评论D》(Physical Review D)。

在运行关于黑洞熵的量子引力修正方程式时，一个额外数字的出现让Calmet和Kuipers感到困惑。

他们在2020年的圣诞节讨论了这个问题，并发现他们看到的其实是一种压力。经过进一步的计算，他们确认了这个令人激动地发现，即量子引力会导致黑洞产生压力。

萨塞克斯大学的物理系教授Xavier Calmet说：“更令人兴奋的是，我们发现史瓦西黑洞(Schwarzschild black holes)既有压力也有温度，这完全出乎意料。我很高兴我们在萨塞克斯大学从事的量子引力研究，促使科学界对黑洞本质有了更广泛理解。”

“霍金里程碑一样的直觉，即他发现了黑洞不是黑色的，而是有一个类似于黑体的辐射光谱，使得黑洞成为研究量



子力学、引力和热力学之间相互作用理想实验室。”

“如果只在广义相对论中讨论黑洞，你会发现它们在中心有一个奇点，我们所知道的物理定律将在那里瓦解。因此，我们寄希望于当量子场论被纳入广义相对论时，我们能够找到关于黑洞的新描述。”

“我们的工作就是朝着这个方向迈出一步，尽管我们研究的黑洞能施加的压力很小，但它的存在为很多学科开启了一种新的可能性，包括天体物理学、粒子物理学和量子物理学。”

萨塞克斯大学数学与物理科学学院的博士研究生Folkert Kuipers说：“能作为一名研究生研究一项能加深我们对黑洞理解的发现是一件令人兴奋的事情。”

当我们在几个月的努力后意识到方程中的神秘结果意味着黑洞有压力时，我们感到非常振奋。”

“我们的研究结果是萨塞克斯大学量子物理学前沿研究的结果，它为黑洞的量子性质带来了新的认识。”(赵书轩)

超薄自修复聚合物 制造新型可持续防水涂层

人员发现了一种方法，可以使超薄的面涂层变得非常坚固，足以经受刮痕和撞击。研究人员表示，这种由薄膜和自愈合技术开发而成的新材料，有几乎无所不能的应用前景，包括自清洁、防冰、防雾、抗菌、防污和增强热交换涂层等。

这项新研究发现，一种主干中含有动态化学键网络的特殊聚合物，其快速蒸发的特性有助于形成一种防水的、纳米级厚度的自愈涂层。这项研究由伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校机械科学与工程专业教授Neenad Miljkovic、材料科学与工程教授Christopher Evans领导，发表于《自然·通讯》(Nature Communications)杂志上。

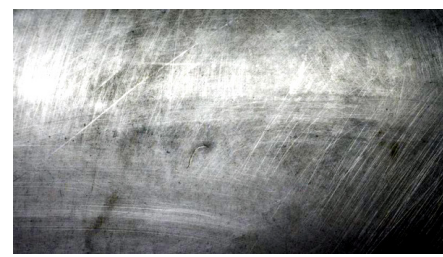
在这项研究中，Miljkovic团队的首要焦点是通过在冷凝器中使用这类涂层来提高蒸汽发电厂的效率。蒸汽发电厂是全球最大的电力供应来源。该研究的主要作者之一、研究生助理Jingcheng Ma说：“当该涂层应用于冷凝器表面时，其表面更不容易吸水，能更有效地形成水滴，从而优化传热。”

研究人员说，当用于蒸汽发电厂时，薄涂层可能会遇到许多耐久性问题。涂层在几周甚至几小时内就会分解。如此短的寿命使涂层难以应用在现实世界，80多年来，这都是机械和材料科学中的一个基本挑战。较厚的涂层可能更耐用，但它们不利于传热，并削弱了薄涂层的相关优势。

以前的研究表明，大多数超薄涂层一旦在表面上固化，就会产生微小的针孔缺陷。研究人员说，蒸汽会穿透这些孔洞，

导致涂层逐渐分层，因此他们的目标是开发一种无针孔、防水的薄膜，并将蒸汽发电厂的整体能源效率提高几个百分点。

“自愈材料可以再利用和再加



工”，Evans说。“我们发现，我们可以成功利用动态键的愈合能力，允许涂层在磨损后进行自我修复或防止针孔缺陷增加。”

这种名为dyn-PDMS的材料可以很容易地以纳米涂层的形式浸涂到硅、铝、铜或钢等各种材料表面上。

Evans说：“我们能够得到如此薄层的原因之一是，反应中使用的溶剂蒸发得非常快，只有聚合物留了下来。”此外，这种材料一旦固化就可以很快地进行划痕自修复——甚至快到难以实时观察。大块样品材料中没有观察到这种行为，自修复行为仅存在于薄膜形态，这是我们现在正试图回答的问题。”

研究人员认为，在这项研究中开发的超薄涂层为可持续防水材料提供了解决方案，并在材料科学和流体力学领域提出了有待解决的开放性科学问题。(曾欣欣)

生命的这种特性，让科学家更易发现它们

在我们生活的地球上，生命总是对分子的特定手性形式有所偏爱，而不是随意选择它的镜像形式。例如，脱氧核糖核酸(DNA)分子总是“右旋”螺旋，而所有已知生命只使用“左旋”氨基酸构建蛋白质。相比之下，无生命物质通常没有这种偏好。研究人员利用上述区别设计了一种名为“飞天分光偏振计”(FlyPol)的仪器，它可以安装在直升机上，让飞机在1千米高的空中就能通过这个仪器追踪地面的植物。

当光被一群具有相同旋向性的分子(称为同手性分子)反射时，其中一些光就会形成圆形偏振光束：反射波沿顺时针或逆时针方向螺旋式转动。FlyPol就是一种分光偏振计(spectropolarimeter)，它的作用是测量当光从阳光照射的地表反射回来时，有多少光发生了上述转换。在一个波长范围内观察到的偏振光数量，不仅可以揭示生物的类型(草、树或藻类)，飞天分光偏振计可根据不同植物进行相应校准，还可以揭示观察对象的健康状况。当然，无生命源的扫描图就不存在可识别的特征。“植物的信号极为依赖更大规模的分子

结构。”瑞士伯尔尼大学天体生物学家卢卡斯·帕蒂(Lucas Patty，这项研究的主要作者)说。他将关于飞天分光偏振计研究发表在《天文学与天体物理学》(Astronomy & Astrophysics)杂志上。帕蒂说，“如果植物处于干旱胁迫(drought stress)环境中，细胞膜就会略微膨胀，我们可以通过略为扁平的强度峰值(intensity peaks)来识别。

帕蒂认为这项技术有助于评估受气候变化、森林砍伐或入侵物种传播影响的生态系统是否处于健康状态。不久前，稳定的测量只能在可控的实验室环境中进行，因为其涉及的可探测光的范围还很小。但飞天分光偏振计升级了实验室设备的性能，从而能在野外工作。

“总的来说，这种设备非常酷。”美国麻省理工学院天体化学家布雷特·麦奎尔(Brett McGuire，并未参与这项研究)说，“显而易见，它们可以区分哪些地区存在大量生命，哪些地区没有生命迹象。”

这种方法最吸引人之处在于，它或许可以用来搜寻其他行星上的生命迹象。目前除了生

命所产生的分子外，科学家不知道还有哪些机制可以产生复杂的圆偏振光信号。其他地方可能存在无同手性分子的生命，但是如果测到同手性分子产生的信号时，基本就是生命存在的迹象了。帕蒂说：“这是在检测生命迹象时，少数几种基本无误报的方法之一。”但他指出，要将这种方法投入实际使用，还有很多障碍。

麻省理工学院天体物理学家萨拉·西格(Sara Seager，并未参与这项研究)表示，当从近地轨道进行扫描时，在遥远恒星周围的行星上的信号会变得非常微弱。她说：“很难说我们能否在下一代望远镜中实现信号提升。这可能需几代人的努力。”西格也表示，这种方法和实验，再加上在真实世界中检测植物的案例，给未来研究遥远的世界开了个好头。

接下来，飞天分光偏振计还将更多的地貌上进行测试，甚至与国际空间站测量地球信号的设备进行合作。帕蒂说：“国际空间站的空间分辨率仍然相当高。”因此，如果在亚马孙上空测量时，设备可能会收到较强的信号，而在南极测量时收到的信号则相对平坦。(常瑞华)

