中国科大研制出基于一维纳米材料组装体的太阳光辐射调控智能窗户

在建筑物中，减少空调、暖气等室内温控设备的过度使用，是实现节能减排目标的重要途径之一。窗户作为太阳光辐射能量进入建筑室内的主要媒介，安装可以阻挡太阳光辐射和调节室内温度的智能化窗户对于构筑节能建筑至关重要。现有的智能窗户主要是通过透明和不透明两种光学状态间的切换来调控太阳光辐射，这一调控过程往往为了阻挡更多的太阳光辐射而牺牲了部分可见光的透过，从而影响室内采光照明。此外，通过有限的刺激响应使得这些智能窗户难以根据复杂的天气变化和个体偏好来实现动态或选择性的调控太阳光辐射。

近日，中国科学技术大学俞书宏院士团队提出了智能窗户制备新策略。该策略利用气-液界面协同组装的方法，分别将电致变色、热致变色与光谱可调的纳米功能单元进行有序共组装，制备出可动态调控太阳光辐射的智能窗户，为建筑物提供了更加有效的太阳光谱调控和热量管理窗口。相关研究成果以Nanowire-based smart windows combining electro- and thermochromics for dynamic regulation of solar radiation为题，发表在《自然-通讯》（Nature Communications）上。

科研人员基于一维纳米材料独特的光学性质，合成并混合不同长径比的Au纳米棒。这些Au纳米棒的混合物可以选择性吸收760-1360 nm波段的近红外光，不会过多影响到可见光的透过，从而保证了室内的采光照明。进而，该工作将多尺寸的Au纳米棒混合物与电致变色W18O49纳米线和导电Ag纳米线共组装成有序的网状结构。通过外部供电，智能窗户的外观颜色发生显著改变。两者的协同作用进一步提高窗户对于太阳光的阻挡性能（图1a）。采用相同的界面共组装策略，研究人员基于不同W掺杂量的W-VO2纳米线的共组装，制备出具有宽响应范围的热致变色智能窗户(WRT)。与单一类型VO2纳米线的热致变色窗户相比，该智能窗户将狭窄的响应温度从68°C扩展到30-50°C这一较宽的温度范围。在这种宽响应范围智能窗户中，处于热致变色状态下的W-VO2纳米线数量能够随着环境温度的变化而变化，从而动态调控智能窗户的变色性能（图1b）。当智能窗户安装在房屋上时，它们会选择性地阻挡太阳辐射，并根据施加的电压或环境温度的变化动态调节室内温度（图1c）。此外，图2a-2c是SLE和WRT智能窗户在实际太阳光照射下的控温结果。研究人员与热科学与能源工程系特任副研究员赵斌和教授裴刚等合作，进一步对建筑的功耗进行仿真模拟，分析出在不同气候类型的地区中，相较于普通玻璃窗户，SLE和WRT智能窗户可在炎热的月份内节省下更多的能源功耗（图2d-2f）。

该研究提出了基于多组分功能纳米基元的共组装策略，实现了可用于太阳光谱调控智能窗户的快速构筑，并通过调制多类型材料的组分和结构显著改善了窗户的光学性能。这一共组装策略具有操作简便且易于大规模制备的优势，为今后新型电致变色和热致变色智能窗户的设计、制备和应用提供了新的解决方案。

研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、安徽省科技重大专项、安徽省高校协同创新计划、新基石科学基金会等的支持。南方科技大学参与研究。

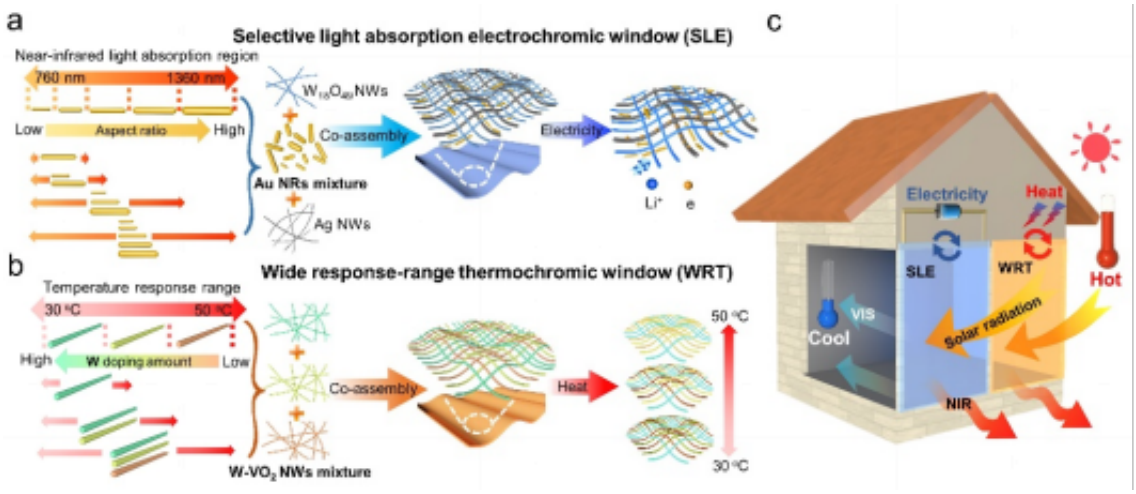

图1.智能窗户的构筑和调制机理示意图。a.
基于一维电致变色W18O49纳米线、导电Ag纳米线和Au纳米棒共组装的选择性光吸收电致变色智能窗户（SLE）；b.
基于不同W掺杂量的W-VO2纳米线共组装的宽响应范围的热致变色智能窗户（WRT）；c.
在施加电压或环境温度的刺激下，智能窗户对于太阳光的调控和室内温度的控制。

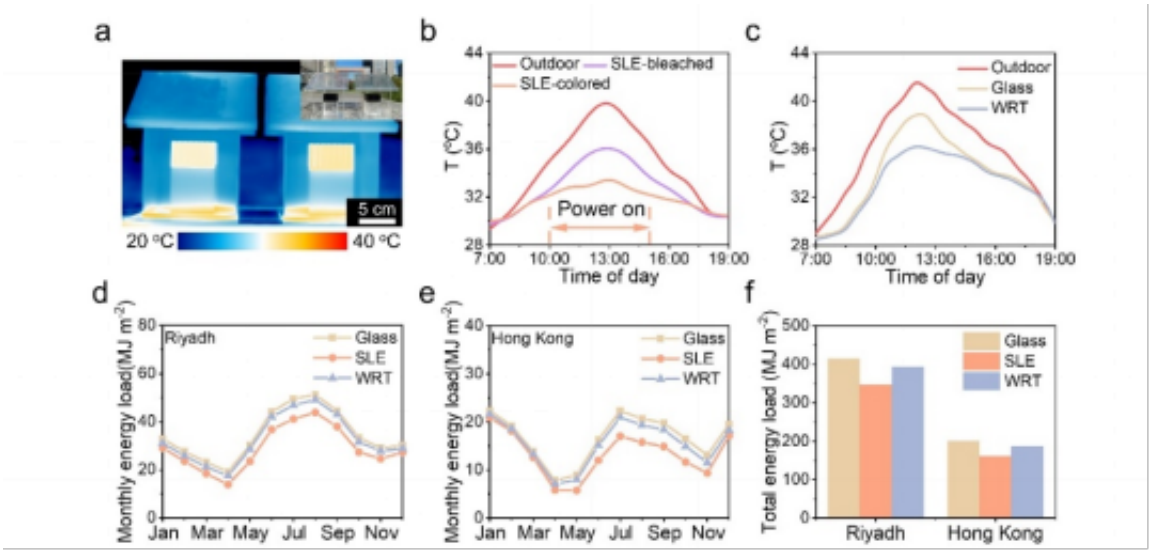

图2. 智能窗户的实际控温性能及节能效率的模拟。a. 安装SLE和WRT智能窗户模型房屋的红外图像，插图为安装SLE和WRT智能窗户模型房屋的实物照片；b-c. 在实际太阳光照射下，SLE智能窗户和WRT智能窗户的实际控温效果；d.选取利雅得为目标城市，使用普通玻璃窗户、SLE和WRT智能窗户带来的每月能量负荷；e.选取香港为目标城市，使用普通玻璃窗户、SLE和WRT智能窗户带来的每月能量负荷；f. 在利雅得和香港使用普通玻璃窗户、SLE和WRT智能窗户带来的全年总能量负荷。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/197243.html