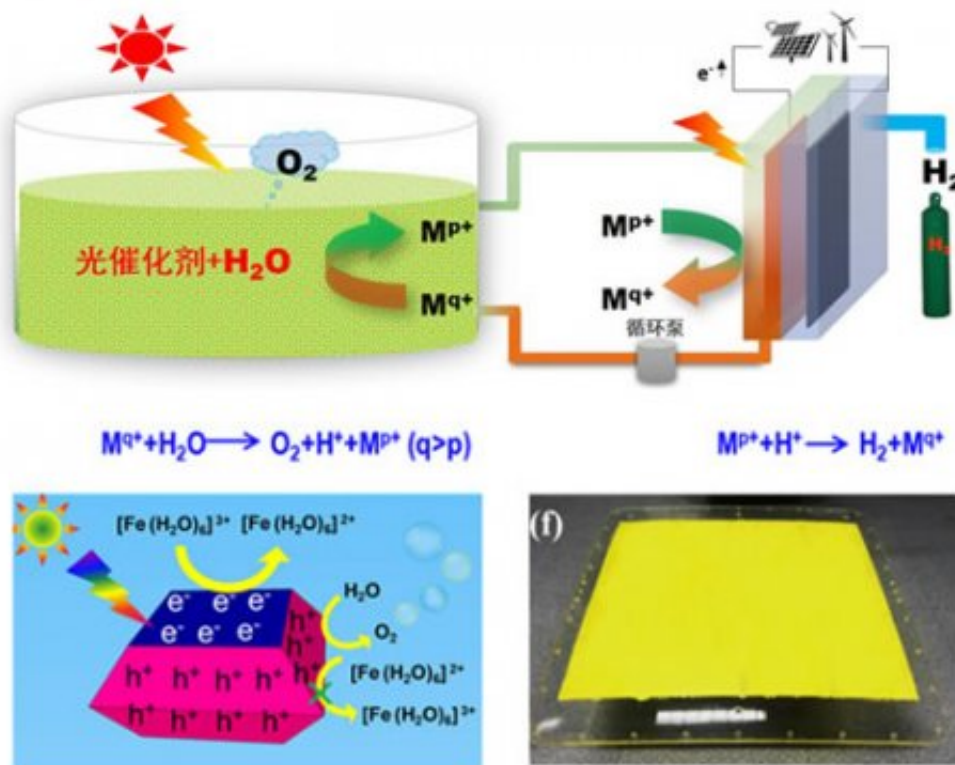


大连化物所提出太阳能规模化分解水制氢的“氢农场”新策略



近日,中国科学院大连化学物理研究所催化基础国家重点实验室李灿、李仁贵等在太阳能可规模化分解水制氢方面取得新进展:率先提出并验证了一种全新的基于粉末纳米颗粒光催化剂太阳能分解水制氢的“氢农场”策略。

太阳能光催化分解水制氢可将太阳能转化并储存为化学能,是科学家们长期以来的梦想。光催化过程是一个跨越多个时间尺度的复杂反应过程,涉及化学、物理、生物等一系列多学科前沿科学问题。如果能利用太阳能实现高效水分解制氢,不仅可缓解人类能源的问题,还有望替代化石能源,实现能源可持续发展和人类社会生态文明。

李灿团队长期致力于太阳能光催化、光电催化及电催化的前沿科学问题,是国内最早启动太阳能光催化分解水制氢研究的团队之一。尤其在基于粉末纳米颗粒光催化剂体系的光生电荷分离等关键科学问题研究上取得了系列进展,先后提出异相结电荷分离机制(Angew. Chem. Int. Ed., 2008; Angew. Chem. Int. Ed., 2012),发现晶面间光生电荷分离效应(Nature Commun., 2013; Energy Environ. Sci., 2014),发展了高对称性半导体材料的光生电荷分离策略(Energy Environ. Sci., 2016)和极性诱导的光生电荷分离新策略(Angew. Chem. Int. Ed., 2020),自主研发了光生电荷成像表征新技术,并确认了晶面间光生电荷的分离(Angew. Chem. Int. Ed., 2015; Nature Energy, 2018)等,受到国际太阳能光催化界的广泛关注。在基础研究取得进展的同时,李灿团队一直在探索太阳能分解水制氢规模化应用的示范。

受自然光合作用原理启发,该团队借鉴大规模种植庄稼的做法,率先提出并验证了基于粉末纳米粒子光催化剂的太阳能规模化分解水制氢的“氢农场”(Hydrogen Farm Project, HFP)策略,是一种不同于国际上报道的全新策略。“氢农场”策略,是借鉴自然光合作用Z-机制将光系统II和光系统I在空间上分离以及光反应和暗反应在空间上分离的原理,将分解水反应中的水氧化反应与质子还原反应在空间上分离,避免了氢气和氧气的逆反应、规避了产物氢气和氧气分离等问题,水氧化反应器开放,原理上解决了大规模应用的技术瓶颈。实现“氢农场”策略需要解决两个关键问题,一是如何实现高效水氧化光催化过程,二是如何抑制纳米光催化剂表面生成的氧化态和还原态物种之间的反应(即逆反应)。

最近,研究团队基于晶面间光生电荷分离原理,通过精确调控钼酸铋光催化剂氧化和还原反应晶面的暴露比例,优化光催化水氧化反应性能,在 Fe^{3+}/Fe^{2+} 离子对作为储能介质的条件下,可见光下光催化水氧化量子效率达到60%以上,“氢农场”体系的太阳能到氢能转化效率超过1.8%,是目前国际上报道的基于粉末纳米颗粒光催化分解水体系太

阳能制氢效率的最高值。同时，利用催化剂不同暴露晶面之间的电荷分离特性，使 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 离子对之间的逆反应得到抑制。并利用钒酸铋光催化剂进行了户外太阳光照射条件下的试验，验证了“氢农场”策略的可行性。该工作展示了利用基础研究成果为应用示范提供科学基础的一个示例。

研究成果发表在《德国应用化学》（Angew. Chem. Int. Ed.）上，第一作者是博士生赵越。该工作得到国家自然科学基金项目、国家科技部“973”项目、中科院战略性先导科技专项A“变革性洁净能源关键技术与示范”等的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/153649.html>