

“纳米岛”新策略稳定原子级分散金属催化剂

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20619.html>

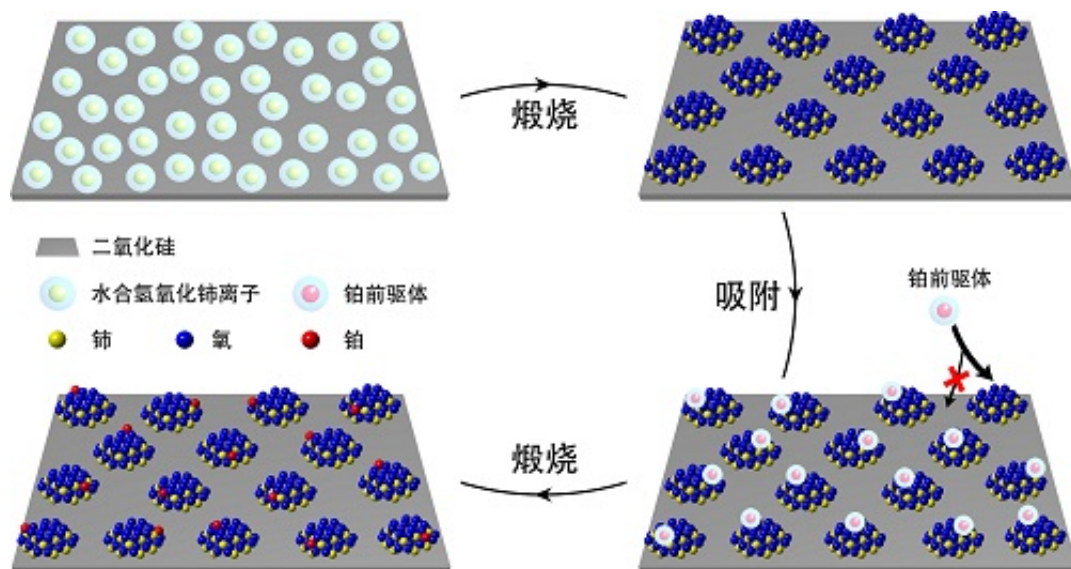
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

“纳米岛”新策略稳定原子级分散金属催化剂

。人类的生产、生活都离不开化学反应，它关乎健康、环境、能源各个领域。其中，提高催化反应效率，提升催化剂耐久性，是化学科学的核心和关键，也是化学家不断追求的目标。

北京时间2022年10月26日，中国科学技术大学(以下简称中国科大)教授曾杰课题组、华盛顿州立大学教授Yong Wang课题组、加利福尼亚大学戴维斯分校教授Bruce C. Gates课题组和亚利桑那州立大学教授刘景月课题组合作，在《自然》杂志上发表最新研究成果。他们提出了一种纳米岛策略并制备出稳定的原子级分散金属催化剂，突破了传统催化剂活性和稳定性的矛盾。

一位审稿专家表示：将原子级分散的活性物种稳定在孤立的‘纳米岛’上，这概念令人着迷且极具说服力。



氧化铈纳米岛稳定铂原子催化剂的合成过程示意图 课题组供图

概念创新：纳米岛稳定原子级分散催化剂新策略

催化剂，是化学反应中的概念，通过催化剂与反应物的作用，能够改变化学反应的速率。

在多相催化中，原子级分散的金属催化剂因具有独特的几何和电子特性、最高的原子利用效率和

均匀的活性位点，而备受化学家们关注。

然而，高度分散的金属原子或因高表面能而移动团聚，稳定性差;或因与某些载体作用过强而固定不动，导致活性位点钝化。论文第一作者、中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心特任副研究员李旭向《中国科学报》介绍，也就是说，此类催化剂的活性和稳定性往往是对立矛盾。

因此，如何获取动而不聚的金属活性位点，使得活性与稳定性兼得，一直是催化领域悬而未解的难题之一。

以往的研究表明，将金属物种封装在多孔材料的孔道内，或者锚定在载体的缺陷上，可以抑制原子的迁移团聚。这些手段对于尺寸较大的金属颗粒具有良好的效果，但仍难以适用于原子级分散的金属物种，尤其是在高温还原性条件中。

此次研究中，研究人员从空间和能量的角度出发，提出一种纳米岛策略来构建新型稳定催化剂。

关于新策略，李旭作了一个形象解释，我们将金属原子隔离在孤立的‘岛’上，这种‘岛’分别与金属原子和载体基底都有着强作用力，类似于生活中用的‘双面胶’。在一定的高温氧化或还原情况下，这些金属原子可以在各自的‘岛’内移动，但跨‘岛’的迁移将会受到抑制，进而实现原子的动态稳定。

三步走：研制出纳米岛型催化剂

由此，纳米岛型催化剂设计思路逐渐清晰：首先选取合适的纳米岛和载体的材料，其次构建小尺寸、高密度的纳米岛，最后准确地将金属原子放置在纳米岛上。

金属原子与纳米岛的作用力需要远强于它与载体的作用力，否则容易被载体吸引离开各自的纳米岛。这对材料特性提出了更高要求。李旭说。

因此，他们在设计铂系模型催化剂时，选取了一种与金属铂原子作用强的氧化物作为岛，例如氧化铈，作用弱的氧化物作为支撑岛的载体，例如氧化硅。

其次，为了高效地分隔金属原子，岛需要有足够高的密度和足够小的尺寸。但传统的制备方法容易造成岛的尺寸过大且不均匀。研究人员利用一种溶液相静电吸附的合成方法，创造性地将溶液中的铈离子高密度且均匀地附着在氧化硅表面，随后使其自下而上受控团聚为仅2纳米的孤立岛。

最后的难点在于将金属原子准确地放置在纳米岛上。

他们再次借助溶液相静电吸附法，并巧妙的利用零电点原理，使氧化铈纳米岛和氧化硅载体表面分别带上相反电荷。由于异性电荷相互吸引的作用，负电性的铂前驱体只会被选择性地吸附在带正电的氧化铈纳米岛上，而不会在带负电的氧化硅载体上，从而实现了铂原子的择位生长。

值得一提的是，由于小尺寸纳米岛的吸附面积有限，他们通过控制铂前驱体浓度，实现了平均每个岛上不超过一个铂原子的目标。

攻克难题：活性与稳定性兼得

稳定性研究表明，氧化铈纳米岛上的单分散铂原子可以抵抗高达600摄氏度的空气煅烧。特别地，铂原子在高温下的氢气中只会限定在岛内移动，不会跨岛团聚，实现了金属原子的动而不聚。

经过氢气还原活化后的催化剂，在催化一氧化碳氧化反应的过程中表现出更高的活性和稳定性，催化速率提高了近百倍。

本文介绍了防止单原子催化剂烧结的一个强大而创新的概念，这可能为单原子催化开辟重要的新应用。另一位审稿专家如是说。

论文通讯作者、中国科大教授曾杰表示，这一工作为突破催化剂活性和稳定性的矛盾提供了新的解决思路。下一步，我们将继续凝练实验结果，举一反三，选择合适的金属活性原子、‘纳米岛’和载体种类，丰富‘纳米岛’型催化剂类型，从而在更多重要催化反应过程中突破现有催化剂性能。(来源：中国科学报王敏)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05251-6>

作者：曾杰等 来源：《自然》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发