

# Пресс-релиз

22 декабря 2022 г.

## **Исследование катализаторов, над которым работал NSRRC, опубликовано в *Nature***

Национальный исследовательский центр синхротронного излучения (NSRRC), финансируемый Национальным советом по науке и технологиям (NSTC), принял участие в транснациональном исследовании катализаторов, результаты которого были опубликованы в журнале *Nature* 26 октября. Эта исследовательская группа состояла из доктора Чжи-Вень Бао из NSRRC, профессора Цзин-Юэ Лю из Аризонского государственного университета, США, и ученых из Стэнфордского источника синхротронного излучения (SSRL), США. Спустя пять лет команда первой разработала функциональные наноклеи  $\text{CeO}_x$ ; они кристаллические, сверхмалые, изолированы на подложке  $\text{SiO}_2$  и характеризуются высокой плотностью дефектов, что делает их идеальными носителями для прочно связанных и изолированных атомов платины (Pt) без спекания.

Команда использовала канал «быстрого сканирования рентгеновской абсорбционной спектроскопии (Quick-EXAFS)» Тайваньского источника фотонов (TPS) и каналы SSRL для анализа локальных атомных структур вокруг отдельных атомов металла в материалах и синтезировала монокристаллы Pt-атомные катализаторы высокой эффективности и высокой стабильности. Каталитическая эффективность возросла почти в сто раз.

В настоящее время химическая промышленность использует катализаторы для 90% своих процессов. Катализаторы широко используются в природоохранных объектах, таких как денитрификация дымовых газов на промышленных предприятиях, каталитических нейтрализаторах выхлопной системы автомобилей и, например, в нефтепереработке. В последние годы в связи с растущим вниманием к ним были проведены обширные исследования катализаторов в области зеленой энергетики, таких как расщепление воды для производства водорода, восстановление нитратов до аммиака, восстановление двуокиси углерода и т. д. Результаты этого исследования могут помочь замедлить глобальное потепление, поскольку международное сообщество стремится к экологической устойчивости и нулевым выбросам!

Многие катализаторы содержат драгоценные металлы, и их атомы идентифицируются как «активные центры» в каталитических реакциях. Предыдущие исследования показали, что только внешний слой атомов металла может играть роль в каталитических реакциях, в то время как другие, не находящиеся на поверхности, неактивны. Поскольку драгоценные металлы редки и дороги, эта неэффективность стала проблемой, которую ученые стремятся решить.

В настоящее время «наночастицы» драгоценных металлов являются основным коммерческим производством, но у их каталитической эффективности и стабильности есть свои ограничения. В течение последнего десятилетия процветали исследования одноатомных катализаторов. Многие ученые изучали одноатомные структуры и пытались увеличить количество отдельных атомов на единицу площади, максимально увеличить количество активных центров и, следовательно, улучшить каталитическую эффективность и снизить стоимость катализаторов из драгоценных металлов.

Однако спекание препятствует устойчивому диспергированию атомов металла на своих носителях. Исследовательская группа успешно разработала новый метод, который позволил наноклеям стабильно закрепляться на опорах с большой площадью поверхности в виде изолированных «островков наноклея». Каждый из островков наноклея содержит один атом металла; каждый атом может двигаться, но оставаться привязанным к своим островкам наноклея. Эта стратегия не только делает каждый атом металла индивидуальным активным центром, но и увеличивает реакционную способность. Каталитическая эффективность реакции окисления монооксида углерода улучшилась почти в 100 раз, и, следовательно, стоимость снизилась. Это, безусловно, огромный шаг вперед в области одноатомных катализаторов.

Исследовательская группа использовала XAFS на линии луча TPS 44A для проведения анализа координационной среды в трех компонентах, которые они предложили в стратегии, интегрированной в катализатор: отдельные атомы металла, наноклеи и подложки с большой площадью поверхности. Экспериментальная методика TPS 44A обеспечивает точное измерение структур из очень небольшого количества атомов и молекул благодаря сверхвысокой чувствительности на атомном уровне и сверхнизкому пределу обнаружения (~одна миллионная).

Недавно NSTC запустил акцию 2050 года «Технология чистого нуля» в пяти областях с нулевым уровнем выбросов, охватывающих устойчивое развитие и передовую энергетику, низкоуглеродную область, углеродоотрицательную, переработку, а также гуманитарные и социальные науки. Канал Quick-EXAFS в TPS очень удобен для изучения динамики тонких структур на атомном ( $10^{-10}$ ) уровне в течение миллисекунд ( $10^{-6}$ ). Этот метод, безусловно, является полезным инструментом для изучения каталитических реакций, таких как динамика заряда/разряда литиевых батарей, а также процесс абсорбции. Это также мощное средство для достижения нулевого уровня выбросов за счет разработки экологически чистых энергетических материалов, возобновляемых источников энергии и производства с низким уровнем выбросов углерода.