



ENI AWARD 2017

Premio Transizione Energetica

Robert Schlögl

Vincitore

Approccio composito per abilitare la trasformazione dei sistemi energetici

Descrizione della ricerca premiata

Assistiamo oggi alla progressiva transizione da un sistema energetico alimentato prevalentemente da combustibili fossili and uno più sostenibile basato sull'utilizzo di energia rinnovabile prodotta da un mix di fonti diverse. Purtroppo, però, l'utilizzo di energia elettrica da fonti rinnovabili non può essere una soluzione immediatamente praticabile per sostituire su vasta scala l'energia generata da fonti fossili, dal momento che metà del sistema energetico non si serve di elettricità. Al fine di dare all'energia elettrica rinnovabile più di una quota marginale nel sistema energetico, è necessario convertirla in combustibili (*solar fuels*). Questa conversione è necessaria per compensare la volatilità dell'elettricità da fonti rinnovabili mediante la conversione chimica dell'energia (*Chemical Energy Conversion, CEC*) e la catalisi rappresenta lo strumento indispensabile per raggiungere questo obiettivo. La scala alla quale si dovrà applicare la CEC eccede di un ordine di grandezza le attuali dimensioni dell'industria chimica mondiale; inoltre, si dovranno attivare molecole molto stabili quali acqua (H_2O), azoto (N_2), ossigeno (O_2) e anidride carbonica (CO_2) e questo richiederà processi chimici molto efficienti che utilizzano enormi quantitativi di catalizzatori stabili, ad elevate prestazioni e poco costosi.

I metodi tradizionali impiegati nello sviluppo di un catalizzatore sono empirici e combinatoriali. Questi metodi non hanno ancora fornito soluzioni per la conversione chimica dell'energia quando si voglia andare al di là delle fasi esplorative attualmente in corso. Si deve quindi fondare la tecnologia catalitica su una scienza quantitativa, descrittiva e predittiva. È un obiettivo che la ricerca già si pone da molto tempo e il cui raggiungimento è ostacolato dalla compressa natura multi-scala delle trasformazioni chimiche. Grazie ai numerosissimi studi teorici e sperimentali condotti negli anni, oggi si è in grado di comprendere gli step elementari dei processi di trasformazione, ma non di tradurre queste conoscenze a livello di controllo dei catalizzatori, dalla nanoscala fino alla macroscale. L'approccio integrato di ricerca del premio è finalizzato a definire una metodologia generica per sviluppare la scienza dei materiali applicata ai catalizzatori eterogenei. L'aspetto fondamentale su cui si basa il suo approccio è di riconoscere che sia la sintesi che il funzionamento dei catalizzatori sono fenomeni cinetici che dipendono dall'ambiente in cui vengono condotti. Le reattività dei catalizzatori e dei reagenti sono fortemente interconnesse e non possono essere

considerate in modo indipendente, almeno nelle condizioni di elevate prestazioni del sistema catalitico. Conseguentemente, è essenziale controllare gli ambienti in cui si preparano e si utilizzano i catalizzatori ed è questo il motivo per il quale è necessario osservare i sistemi senza modificare gli ambienti in cui lavorano. All'interno dell'ecosistema della Max-Planck Society il premio e il suo team hanno sviluppato e applicato con successo una serie di tecniche "in-situ", che permettono di "osservare" i catalizzatori nell'ambiente e nelle condizioni di reazione per una serie di processi di conversione chimica dell'energia.

Nell'immediato, l'utilizzo di questi risultati aiuta la progettazione di catalizzatori per lo splitting elettrochimico dell'acqua in idrogeno (H_2) e ossigeno (O_2), per la riduzione dell'anidride carbonica (CO_2) con idrogeno (H_2) a metanolo (CH_3OH), una molecola di primaria importanza nei processi CEC. Il premio detiene numerosi brevetti in questo campo e ha avviato numerosi grandi progetti di ricerca interdisciplinari che ben testimoniano i suoi sforzi nel trasferire i risultati della ricerca fondamentale alle applicazioni pratiche. Un concreto ambito di applicazione della combinazione dei due campi di ricerca è la sintesi dei cosiddetti *e-fuels*, destinati a sostituire il carburante Diesel di origine fossile. Questo comporta numerosi vantaggi: azzerare le emissioni di particolato, ridurre fortemente le emissioni di NO_x dagli scarichi autoveicolari e portare l'energia rinnovabile sotto forma di idrogeno "green" nel settore trasporti, senza bisogno di cambiare le infrastrutture di mobilità. Questo concetto può essere esteso anche alle auto ibride per alimentare il motore a combustione interna (*plug-in hybrid electric vehicles*).

Nel lungo periodo, l'integrazione dei processi di conversione chimica dell'energia nei sistemi energetici sostenibili porterà a sfide più impegnative che richiederanno lo sviluppo di processi catalitici ottimizzati per la produzione di quantità adeguate di idrogeno "verde", per il trattamento di biomasse, per l'attivazione di piccole molecole di alcani, per la chiusura dei cicli dei materiali come funzione generale nei sistemi sostenibili. La natura generica della metodologia operativa multiforme sviluppata dal premio è un'innovazione scientifica estremamente promettente per lo sviluppo di catalizzatori che, attraverso la conversione chimica dell'energia, consentano una trasformazione profonda dei sistemi energetici.