

燃料電池還有希望嗎？



文 / 總編輯 陽毅平

二氧化碳零排放的電動車已逐漸成為主流，如今全球電動車僅有少於 1% 的市場，但由於電池價格與壽命的改善，特斯拉新款 Model 3 開出 3.5 萬美元的售價，已經獲得 40 萬台的訂單，將在 2018 年上路 [1]。

在各種電池中，燃料電池是最環保的電池。燃料電池使用氫當作燃料，和空氣中的氧反應，經過石墨電極薄膜上觸媒的催化作用，陽極的氫原子就分解成氫質子 (proton) 和電子 (electron)，電子由外電路流到陰極，形成可驅動電機的電流；氫質子經過電解液到陰極和氧會合，反應生成水，成為燃料電池為一的排放物。

不幸的是：最乾淨、完全無碳排放的燃料電池車仍然非常昂貴，Toyota Mirai 售價要就要 5.75 萬美元，其中最貴的部份就是燃料電池的觸媒 (catalyst)，因為需要昂貴的罕見元素鉑 (platinum)，它在地殼中的含量只有十億分之一。鉑一般出現在與原生銅和鎳的礦藏中，百分之八十的鉑礦分布在南非。

如何減少鉑的用量有幾種作法：(1) 提高鉑的使用效率，目前商業作法就是將鉑的奈米顆粒佈置在碳膜 (carbon film) 上；(2) 用較便宜的鈀 (palladium) 來取代部份用量；(3) 用更便宜的鎳或銅取代鉑或鈀。最近有一些新的進展：美國紐約石溪大學 Wong 教授將鉑或鈀混合鐵、銅或鎳，製成超薄的一維奈米線 (nanowires)，直徑可小到 2 奈米，其面積與體積比非常高，使觸媒反應區域大增，這些不同的合金比商用觸媒更具活性。韓國蔚山國家科技學院 (UNIST) Joo 博士在 2016 發表：添入鐵和氮的奈米碳管觸媒和商用鉑觸媒的活性不相上下 [2]。美國凱斯西儲大學的 Dai 教授更發明一種不含金屬的觸媒—氮與磷的石墨泡 (carbon foam)，也有一般觸媒的活性 [3]。

氫在整個宇宙是蘊藏最多的元素，取之不盡、用之不竭，但是燃料電池的關鍵卻在於昂貴的觸媒。我們預測能源策略的終極目標就是氫能源，面對這宇宙中最簡單的原子，我們仍然要面對最大的挑戰。人和人之間也有一個觸媒，深藏在每一個人的心中，可以化解仇恨和冷默，活化生命的價值和希望，那就是愛。

參考資料

[1] <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/these-are-the-top-10-emerging-technologies-of-2017/>

[2] Y. J. Sa, et al., "A general approach to preferential formation of active Fe-N_x sites in Fe-N/C electrocatalysts for efficient oxygen reduction reaction," J. Am. Chem. Soc., vol.138, no.45, pp 15046–15056, 2016.

[3] J. Zhang, et al. "N, P-codoped carbon networks as efficient metal-free bifunctional catalysts for oxygen reduction and hydrogen evolution reactions," Angewandte Chemie, DOI: 10.1002/ange.201510495, 2015. ■