

在铂的闪光背后

原文作者：

任咏华，中国香港大学化学系。



铂不仅稀有珍贵，且耐磨耐锈蚀，因此一直以完美吻合珠宝业需求著称，在其高贵的形象之外，任咏华在本文中展示了铂又是如何进入从石化到制药的各行各业的。

事实上，铂的名字来自于另一种元素。铂（platinum）一词来源于西班牙语“platina”，意为“小银”，这个称呼则源自它的颜色。在自然界中，铂一般以单质形式出现，或是与少量的其他金属（尤其是铱）形成天然合金。

铂最主要的应用在于催化剂，特别是在汽车工业中，用来催化废气中低浓度的未燃烧烃类完全燃烧成二氧化碳和水蒸气，以及在石化工业中裂解长链烃。在最新潮的可再生能源行业中，铂同样崭露头角：铂纳米粒子被用于制备燃料电池，从而能够环保地制取氢。

另一个重要领域是铂药物的研制，近来则进入了药物前体的研发——这类化合物在刚进入人体时不具药物活性，但在之后将会转化为具有药效的形态。自1969年罗森伯格（Rosenberg）第一次报告顺铂^[1]的抗肿瘤特性以来，无数人都对其药物机理产生了浓厚的兴趣；随之而来的则是第二代和第三代铂(II)抗癌药物（卡铂和奥沙利铂），以及铂(IV)药物前体——例如赛特铂现在正在由美国食品药品监督管理局进行审批。虽然这类平面四边形铂(II)配合物药物的机理仍然不明，但现在可以确定它们通过交联DNA产生药效，而其他一系列具有平面辅助配体的铂(II)配合物则能够作为DNA金属嵌入剂使用。

近年来，铂配合物中也会被插入光敏基团，以此协助光活化癌症化疗或药物（前体）递释。铂(II)的卟啉、卟吩配合物及其衍生物系列同样能作为光敏剂，用于在光动力疗法（photodynamic therapy, PDT）中产生单线态氧——铂的重原子效应能够强化系间窜越效率，以此提高PDT的疗效关键：单线态氧¹(O₂)的量子产率。

平行于这一系列研究成果的，则是卟啉铂(II)及其衍生物被确认为是具有长寿命三重激发态的磷光配合物。因此，这一系列配合物极易被氧荧光淬灭，从而有希望应用于对氧的光传感探知——这将有利于压敏漆的研发。另外一些铂(II)配合物，如多吡啶配合物，不仅具有丰富的磷光特性，而且结构多变，能产生多种鲜艳的颜色。一种较早的颜色鲜明的铂(II)配合物样例便是一维化合物马格努斯盐^[2]（Magnus' s green salt, [Pt(NH₃)₄][PtCl₄]）。

平面四边形结构的铂(II)化合物以其强烈的金属间相互作用倾向而知名。这一效应导致了一些有趣的光谱特征，在紫外—可见光频率

上和发射光谱中都能观察到。总体而言，存在金属间相互作用时，能观察到吸收与发射波长发生了红移，而这一现象有时会表现为肉眼可见的颜色或发光颜色的改变^[3]。**铂**(II)化合物丰富的磷光特性还使其获得了多样的用途：白光有机发光二极管，针对多种易挥发有机化合物的气致变色和气致发光传感器、化学传感器、生物探针、标记以及显像剂。

铂(II)化合物的平面结构和电荷输运特性还带来了引人注目的场效应电荷迁移率。由于这种电荷输运特性，一系列的**铂**(II)化合物和聚合物已经被用于制作各种光敏剂和有机光伏材料。**铂**(II)化合物独特的非共价金属间相互作用具有氢键级别的强度，而这为建造超分子组装体、有机凝胶、聚合物和纳米结构提供了崭新的策略。

这些组装体中标志性的颜色及发光变化能够被用来检测溶胶-凝胶转变过程和应激响应微环境的变化。基于**铂**(II)化合物，科学家还构造了分子导线和多金属自组装配位结构^[4]；其中一些能稳定住不同寻常的客体分子，而另一些则能作为定点纳米反应器使用。

实践证明，**铂**是一种“多才多艺”的元素，能进行各种魅力十足的反应。它已经在各种领域内显现出极大的重要性；毫无疑问，**铂**化学在将来数十年中仍会继续吸引更多的注意。

[1] Rosenberg, B., VanCamp, L., Trosko, J. E. & Mansour, V. H. *Nature* 222, 385–386 (1969).

[2] Magnus, G. *Pogg. Ann.* 14, 239–242 (1828).

[3] Yam, V. W. W., Wong, K. M. C. & Zhu, N. *J. Am. Chem. Soc.* 124, 6506–6507 (2002).

[4] Leininger, S., Olenyuk, B. & Stang, P. J. *Chem. Rev.* 100, 853–908 (2000).