

## 金纳米粒子的研究进展

金是化学性质最稳定的元素之一，但是纳米级的金粒子却具有特殊的物理和化学性能。早在 1857 年，Faraday 用磷将  $\text{AuCl}_4^-$  水溶液还原，得到了呈深红色的金纳米粒子胶体溶液，这一现象打破了人们对金颜色的认识。1908 年 Mie 对金的表面等离子共振现象进行了解释，通过求解 Maxwell 方程对球形金纳米粒子的表面等离子共振进行了定量描述。正是因为金纳米粒子的特殊性质，使其在生物传感器、光化学与电化学催化、光电子器件等领域有着极其广阔的应用前景。

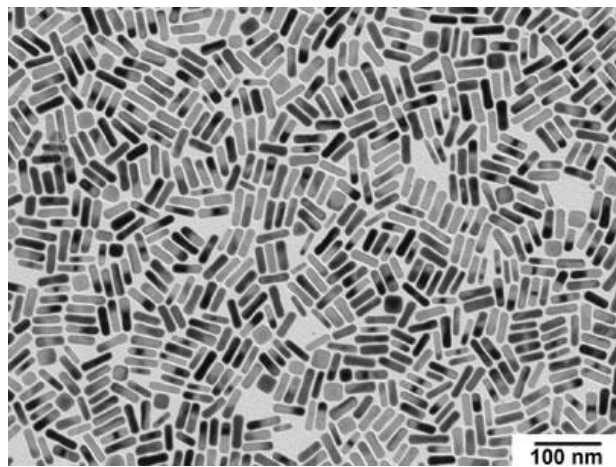


图 9.1 金纳米棒的透射电镜图

### 1. 金纳米粒子在生物电化学传感器上的应用

运用生物氧化还原过程的机理，通过蛋白质(酶)与电极之间的直接电子传递可以构造形成生物电化学传感器。在这个过程中，如何在蛋白质内部的电活性中心与电极表面之间建立一个顺畅的电子通道是至关重要的。研究发现纳米金粒子在金属固体表面的有序组装过程可以在无外加促进剂的条件下进行，这样既可以保持蛋白质(酶)等生物分子在金属固体表面上的生物活性，又能促进蛋白质(酶)与电极之间的电子传递。小尺寸的纳米金粒能为蛋白质的氨基酸骨架靠近金属固体表面提供更加自由的取向，缩短蛋白质分子与金属固体表面之间的电子传输距离，加快电子传递的过程。

### 2. 金纳米粒子在催化方面的应用

金纳米粒子由于小尺寸效应表现出优良的催化活性。自 1989 年 Haruta 等报道了负载高分散金纳米粒子的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{TiO}_2$  在 CO 和  $\text{H}_2$  反应、NO 还原、水煤

气反应、CO<sub>2</sub> 催化加氢、甲醇燃烧反应中表现出高催化活性，金纳米粒子的催化性能引起化学领域的广泛关注。

金纳米粒子还具有很好的电催化活性。沉积在玻碳电极上的烷基硫醇-金纳米粒子可以将 CO 和 CH<sub>3</sub>OH 电化学氧化为 CO<sub>2</sub> 或者 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>。沉积于硼掺杂金刚石上的平均粒径为 60 nm 的金纳米粒子对 O<sub>2</sub> 还原的电催化活性要比多晶金粒子高 20 倍。

### 3. 金纳米粒子在光子器件中的应用

纳米金粒子在光信息处理、激光防护等非线性光学器件方面具有重要的用途。对掺杂纳米金粒子的玻璃进行非线性光学响应研究表明，其松弛时间随着纳米金粒子尺寸的下降而延长。另外，将金纳米粒子注入到聚合物载体中，也会产生不同的非线性光学性质，可用于制备非线性光学器件。

由于金纳米粒子独特的理化性质，它的应用越来越广泛，所涉及的领域也越来越宽。但同时也面临着研究瓶颈的巨大挑战。例如，如何将金纳米粒子的研究与绿色环保化学结合在一起；如何降低金纳米粒子表面修饰的成本并寻找更加丰富的表面修饰物；如何将金纳米粒子与目前研究最热的生物医药结合起来等都将是金纳米粒子未来研究的方向。