

## 细胞色素 C

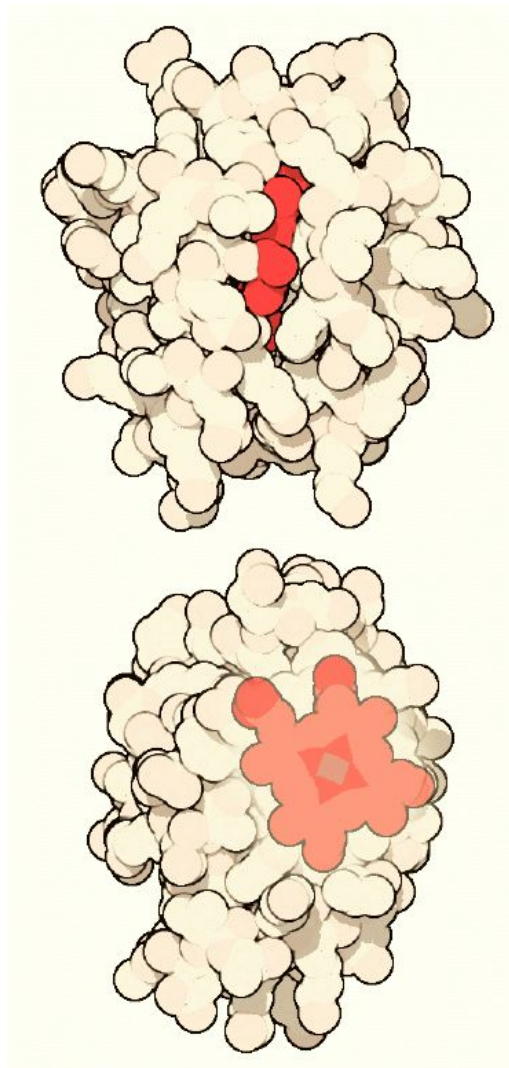
December 2002 Molecule of the Month by David Goodsell

译者：蔡怡聪（农科院水稻所）

电在我们的现代世界是一种普遍现象，从你房间里的灯到你的面前的电脑，它给一切电器供电。电可在导电材料中流动，比如金属导线。这些电子成堆流动，沿着电线，从原子曲流到原子。细胞也可以使用电力驱动反应，但电子的移动是以一个非常不同的方式。电子不会沿着细胞电路线路顺畅地流动。相反，电子被传输一次，从蛋白质跳跃到另一蛋白质。在这种方式中，电子可以从一个特定的位置被接收，传递到需要它们的地方去。

提供电子

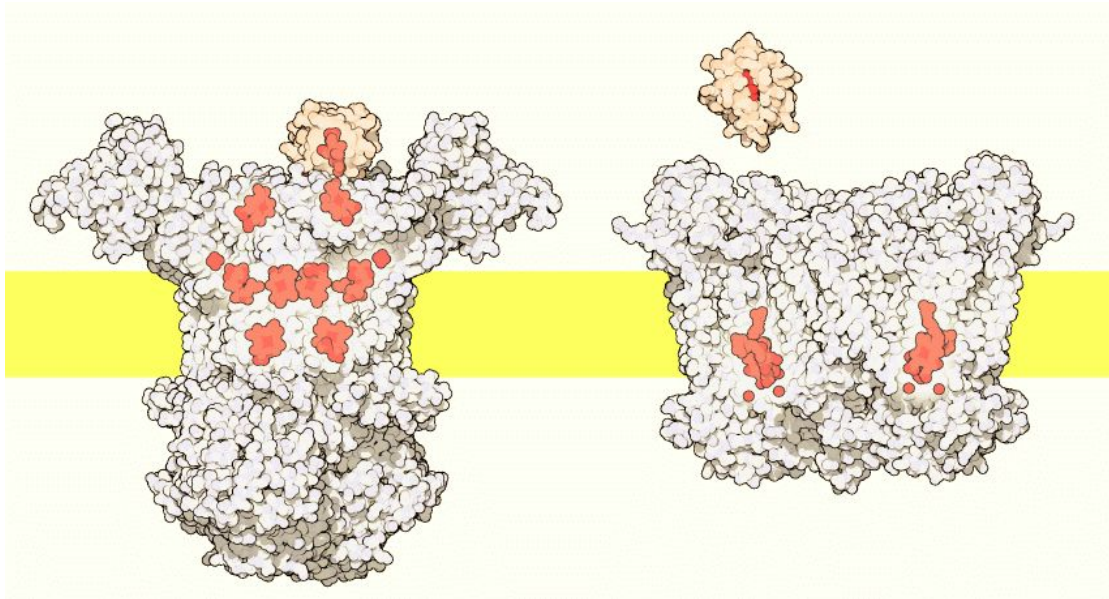
细胞色素 C，PDB 的登入号为 3cyt，是电子传递的载体。像许多蛋白质携带电子，它包含一个特殊的辅基，处理滑动的电子。细胞色素 C 含有血红素（红色部分）与铁原子紧密结合。铁原子很容易接受与释放出一个电子。周围的蛋白质为电子创造了完美的环境，与它是紧密结合。如下一页的图所示，该蛋白质也决定了细胞色素 c 在何处适于融入整体细胞电子电路。



## 一个古老的家族

细胞色素 C 是一种古老的蛋白质，在生命进化的早期发展。由于这种必需的蛋白质执行生产细胞能量过程的一个关键步骤，它在数百万年没有太大变化。所以，你可以在酵母细胞或者植物细胞或者我们自己的细胞中，找到一个形式非常相似的细胞色素 C。

如果你查阅 PDB 的周边，你可以找到一个多样化的其他电子载体分子的集合。细胞色素 C 有许多变体，使用血红素和铁原子来携带电子，但改变周围的蛋白质来执行不同的功能。其他的载体使用另外的辅基来携带电子，如铁原子与硫原子簇（例如铁氧还蛋白），亮蓝铜离子（如铜兰蛋白和质体蓝素），或更特殊的金属离子。像细胞色素 C，这些蛋白质在蜂窝电子电路都是单个连接，从一个点将电子转移到另一个上去。



## 蜂窝电路

细胞色素 C 形成蜂窝电子电路中的一个固定线路连接。它在传输电子的最后一步过程生产细胞能量。这些电子最初是通过糖的分解产生，并最终与氧形成水（这是我们呼吸的氧气的最终命运）。细胞色素 C 在两个大的蛋白复合物之间传递单个电子，从细胞色素 bc1 复合体收集电子，如左边所示，在 PDB 的登入号为 1kyo，并将它们传递到细胞色素氧化酶复合体，如右边所示，在 PDB 的登入号为 1oco。这两种复合物共同配合执行繁重的能源生产工作。当电子流经电子载体组（红色），他们质子泵跨膜，示意图显示为黄色条纹。这些质子，用于能量来生产三磷酸腺苷。细胞色素 C 保持整个发动机顺利运行，根据需要，电子从一个复合体穿梭到另一个。

## 探索结构

PDB 的条目 1kyo 给出了一个关于电子在细胞内如何转移的特写视图。电子不会流过一个连续的线路，如在我们熟悉的设备。相反，在这些短距离的电子通道，电子直接从一种载体流到另一个载体。这张照片显示了细胞色素 C 复合体（顶部）和大的细胞色素 bc1 复合体（底部）的关系。蛋白质链在细胞色素 c 中是在粉红色，而蛋白质链中 bc1 复合体中是黄色的。该血红素与球体的每个原子一起显示，铁原子为黄色。注意细胞色素 c 中的血红素基团是如何被推向靠近血红素基团中的 bc1 复合体。在这样的距离下，电子在不到一秒的百万

分之一时间内从一个血红素的电子通道到另一个。

