

# 中国科学家发现 DNA新结构

中国科学院化学研究所研究员

白春礼

本期封面上的彩色照片，是中国科学院化学研究所的科学家用他们自己研制的扫描隧道显微镜在世界上首次观察到的三链辫状DNA（脱氧核糖核酸）变异结构的图像。它是由三股多核苷酸链缠绕而成，很像女孩子扎的发辫。在此之前，人们还没有观察到或推测到会有这样的DNA结构存在。

我们知道，地球上的所有生物，上至万物之灵的人类，下至细菌的“寄生虫”——噬菌体，都能将其多种多样的性状传递给自己的后代，这就是遗传现象。而遗传信息的物质基础大都是DNA。要揭示DNA怎样传递遗传信息，首先要了解DNA的结构。1953年，美国生物学家华生和英国物理学家克里克，根据X射线晶体衍射实验，建立了著名的DNA右手双螺旋结构模型（如图1所示）。这个结构的确定和蛋白质晶体结构的阐明，创立了在分子水平研究生命现象的新学科——分子生物学，堪称是20世纪自然科学研究中一次重大变革，华生和克里克因此荣获了1962年的诺贝尔生理学医学奖。

但由X射线衍射实验得到的信息是间接的结果，直到1989年美国科学家用在1982年发明的新型显微镜——扫描隧道显微镜拍摄的第一张清晰的DNA照片，才直接“看”到了DNA的庐山真面目。这个研究成果被评为美国1989年百项科技成果的首项。其后，人们又用扫描隧道显微镜直接观察到左旋DNA和单链DNA的结构，为人类认识DNA的结构提供了直观的信息。1989年，我国科学家利用自己研制成功的新颖扫描隧道电子显微镜，在近乎天然状态下拍摄到了

一幅DNA精细结构照片（见图2，本刊1989年第10期有详细报道）。

但是，生物学家经过长期的研究认为，DNA分子除了前面提到的双螺旋结构外，在某些环境下还可能以其它类型的结构存在。如DNA的三股结构，原先认为只在体外存在，但最近研究发现三股结构在体内也存在，并且在化学治疗等方面具有潜在的生物学意义和应用价值，这引起了科学家的极大兴趣，同时，由于DNA的三股结构不同于经典的双股螺旋结构，因此也具有结构研究上的意义。

关于三股DNA的结构，目前了解甚少。根据一些间接的实验结果，科学家曾提出过三股DNA结构模型，该模型的第三条链沿着两股DNA形成的双螺旋结构在外面的沟槽缠绕而成。但由于一直得不到三股DNA的晶体，无法进行单晶X射线衍射实验。扫描电子显微镜的分辨率又不足以分辨出DNA的详细结构。因此，这个模型还有待于证实。

目前普遍认为，DNA的双螺旋结构在酶的作用下，两股盘绕在一起的链会解开，单股链成为复制的模板。这样，DNA才能完成生物功能遗传的使命。这个过程很复杂，根据目前的实验技术，还不能直接观察到这个过程。但DNA分子在加热等

外部环境的影响下，也能将两股链解开，这个过程称为DNA的变性。当消除外部的变性条件时，DNA分子可恢复到原来的双螺旋状态，这个过程称为DNA的复性。在DNA研究工作中，很多方法都利用了DNA的变性和复性。

中国科学院化学所的科技工作者，用变性手段使一种随液体DNA的双螺旋解开，然后解除变性条件，用他们自行研制的扫描隧道显微镜进行观察，在世界上首次发现了如封面图所示的三链辫状结构。他们同时还观察到有些DNA分子经变性处理后由原来的右手双螺旋变成左手双螺旋结构，还看到左右螺旋在一个DNA分子上同时存在及一股DNA链与两股DNA链如何形成三股辫状结构的细节。这些结构细节，都是在世界上首次直接观察到的，这无疑丰富了对DNA结构细节认识的完整性和准确性，拓宽了人们的视野。虽然，要想说明这些结构形成的动力学起因和与生物功能的联系还有待于大量的实验，但是，正如国家科委在给中国科学院化学研究所的贺电中所述，这一研究成果“是中国科学家在了解DNA这种生命活动的重要遗传物质方面率先取得的新突破”。这个研究成果，还为扫描隧道显微镜在生命科学领域中基础问题的研究开辟了更为诱人的前景。

图1. DNA双螺旋模型

两条带表示两条糖-磷酸链，水平短线表示把两条链连在一起的碱基对，垂直线表示轴线

图2. DNA三维等高线轮廓图

