

## 基因的表达及调控

基因表达调控可以发生在从 DNA 到 mRNA 到蛋白质的任何步骤中。可以是染色体自身水平的控制,或者是通过控制转录和翻译来控制表达;还有更令人惊奇的是在蛋白质合成之后,通过蛋白质的化学修饰,控制其活性,从而控制生物性状。表观遗传是一种不涉及 DNA 序列变化而改变生物表型的机制,并且这种改变可以遗传给子代。表观遗传的调控机制包括多种方式,图 1 主要介绍其中的 3 种: DNA 甲基化、组蛋白修饰(图 1 中显示乙酰化和甲基化修饰)和非编码 RNA 介导的调控。

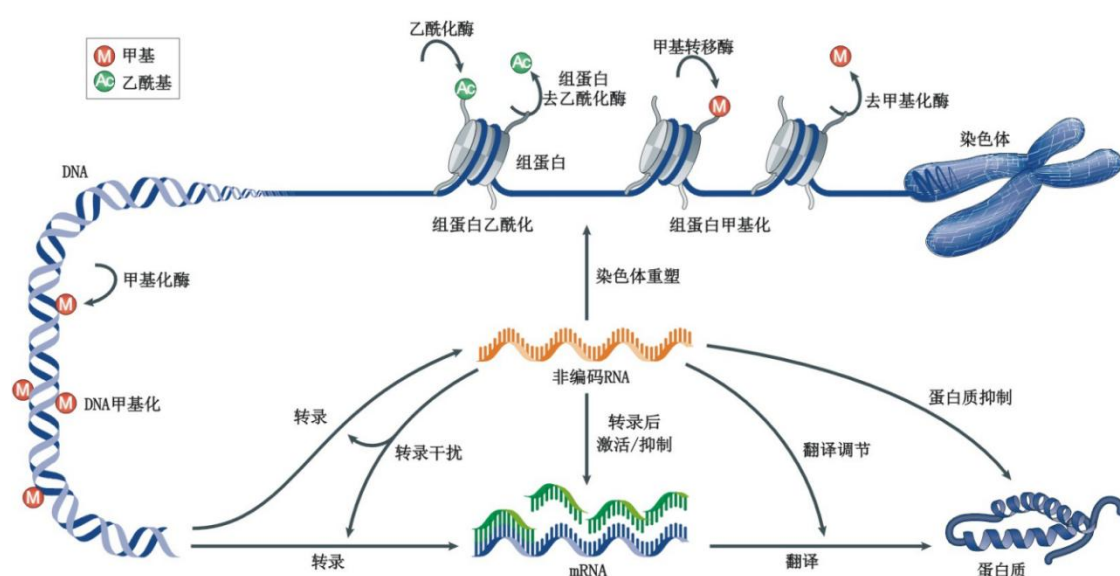


图1 基因表达的表现遗传调控<sup>[1]</sup>

3 种修饰的关系如图 1 所示, 组蛋白修饰和 DNA 甲基化会影响基因的转录活性, 而非编码 RNA 则通过介导染色体重塑、RNA 干扰等多种方式调控基因的表达。

对于真核生物来说, 大部分的 DNA 甲基化发生在连续排列的 CG 序列的胞嘧啶 (C) 上 (图 2 黑色圆圈放大部分)。这种 DNA 甲基化大多出现在基因的 5', 非编码区域, 可以形成阻碍转录的蛋白复合体, 从而抑制下游编码区域的转录 3)



组蛋白修饰主要通过影响核小体的位置和排布的致密程度来调控基因转录过程（图 2 红色与绿色圆点）。在 DNA 复制、转录、修复等过程中，核小体的位置和排列的致密程度会随之调整，一般核小体排列疏松的区域转录活跃，核小体致密的区域转录被抑制。

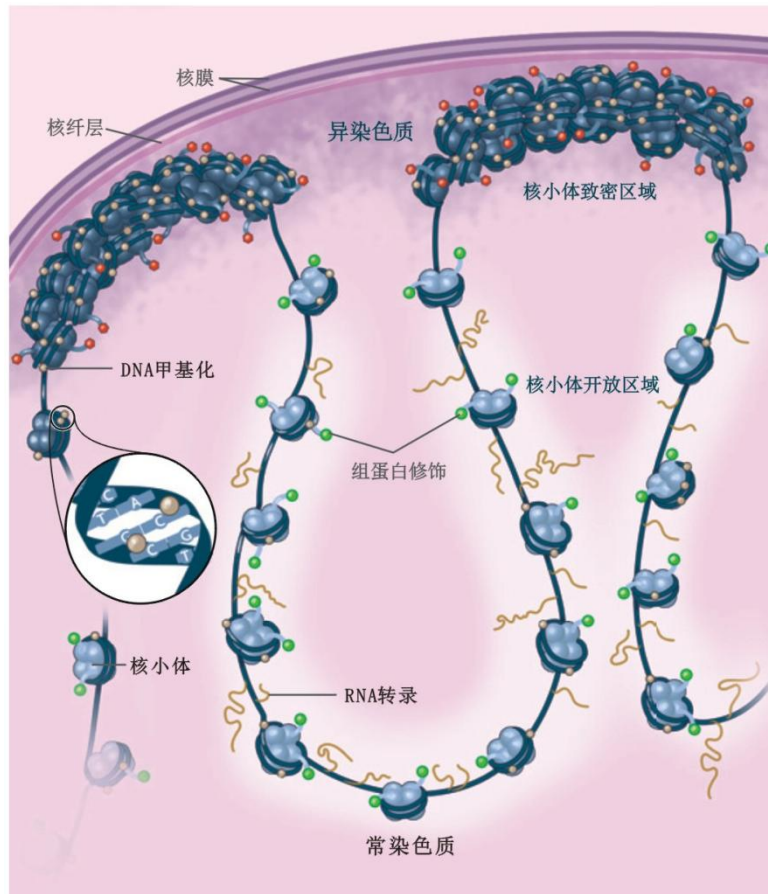


图2 DNA甲基化和组蛋白修饰调节转录的方式<sup>[2]</sup>