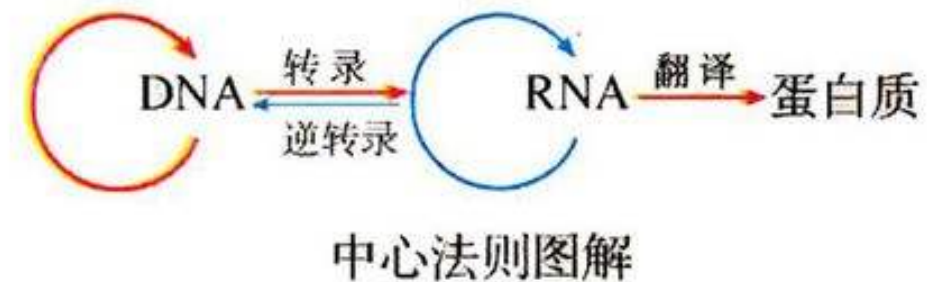


第十二章 RNA的生物合成

RNA的生物合成

- 1 DNA转录的一般特征
- 2 细菌的DNA转录
- 3 转录后加工
- 4 以DNA为中间物的RNA复制

DNA转录的一般特征



■ RNA生物合成的方式

❖ 依赖DNA的RNA合成（转录）

生物体内**主要**的合成方式

❖ 依赖RNA的RNA合成（RNA复制）

常见于**病毒**

❖ 以DNA为中间物的RNA复制（逆转录）

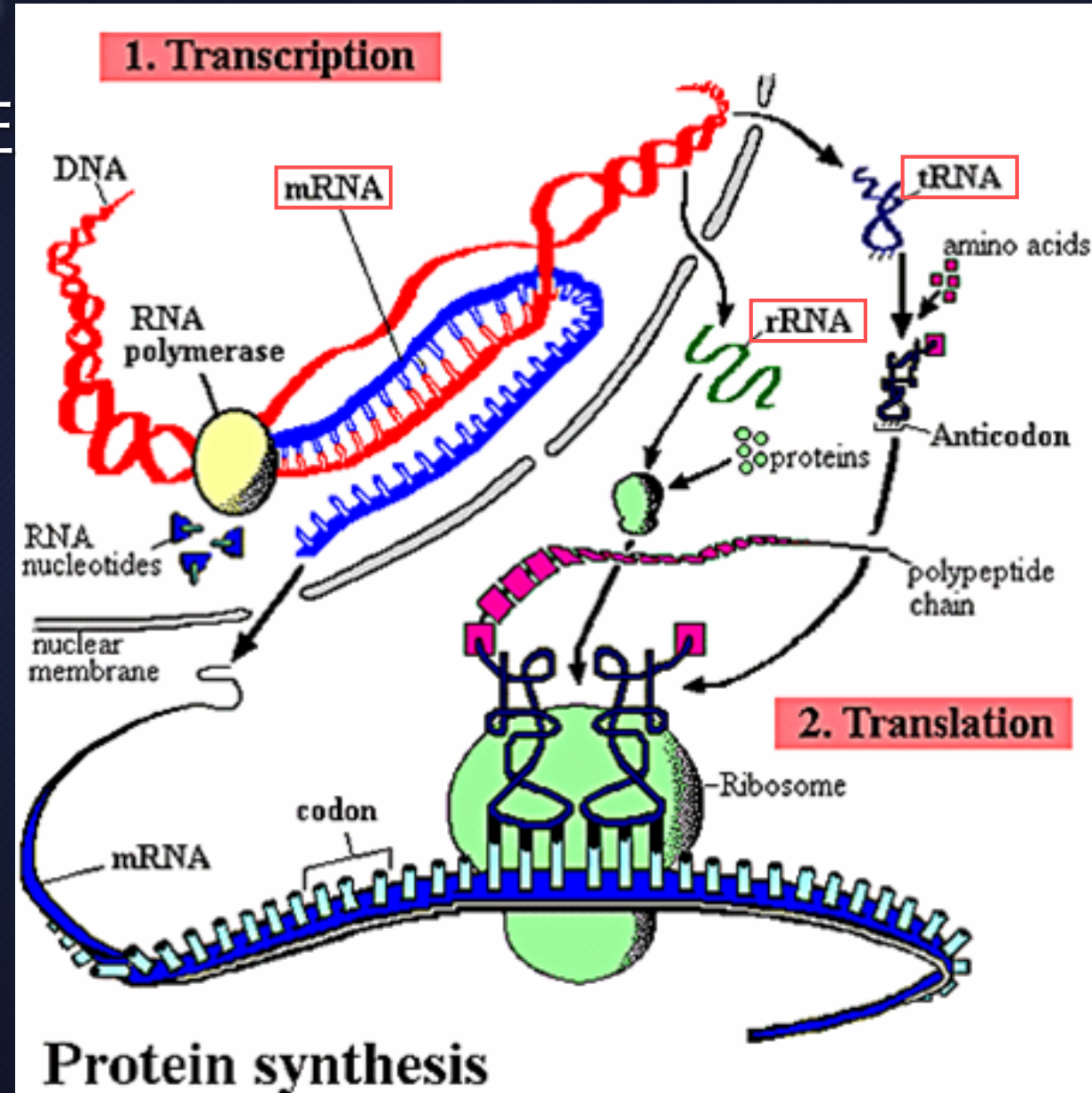


DNA转录的一般特征

■ DNA转录的一般特征

转录的概念

以**DNA**分子中一条链的**部分**片段为模板，按照**碱基配对**原则，按**5'→3'**方向合成出一条与模板**DNA**链**互补**的**RNA**分子的过程



DNA转录的一般特征

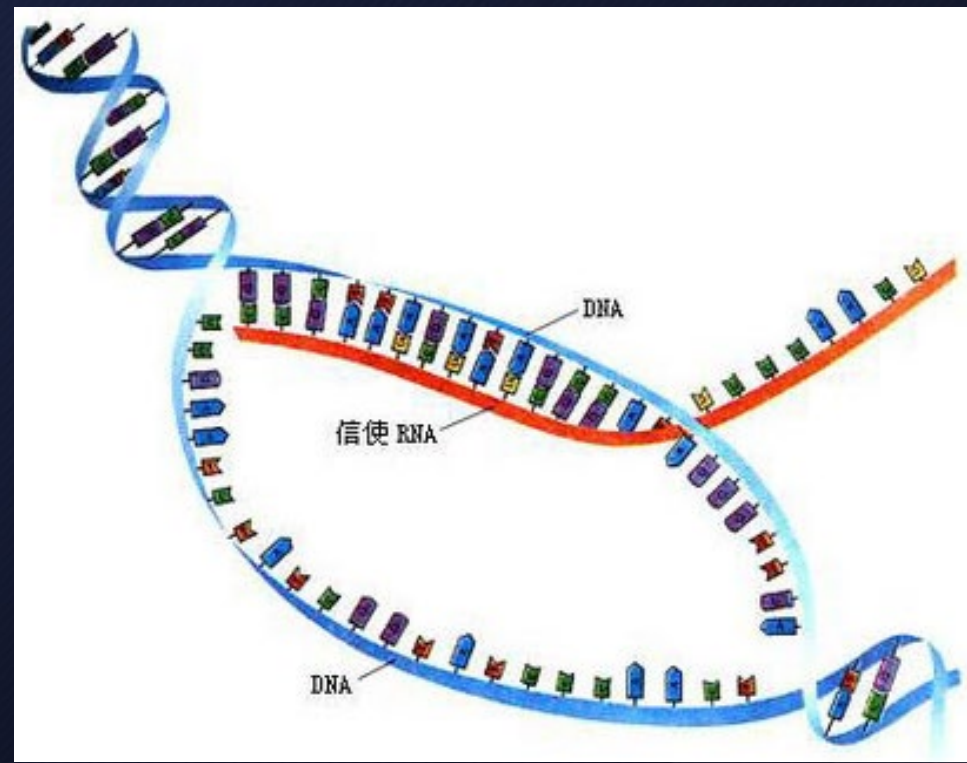
转录的部位

- ✦ 真核生物：细胞核
- ✦ 原核生物：核质区

- ✦ 核仁：rRNA
- ✦ 核质：mRNA, tRNA

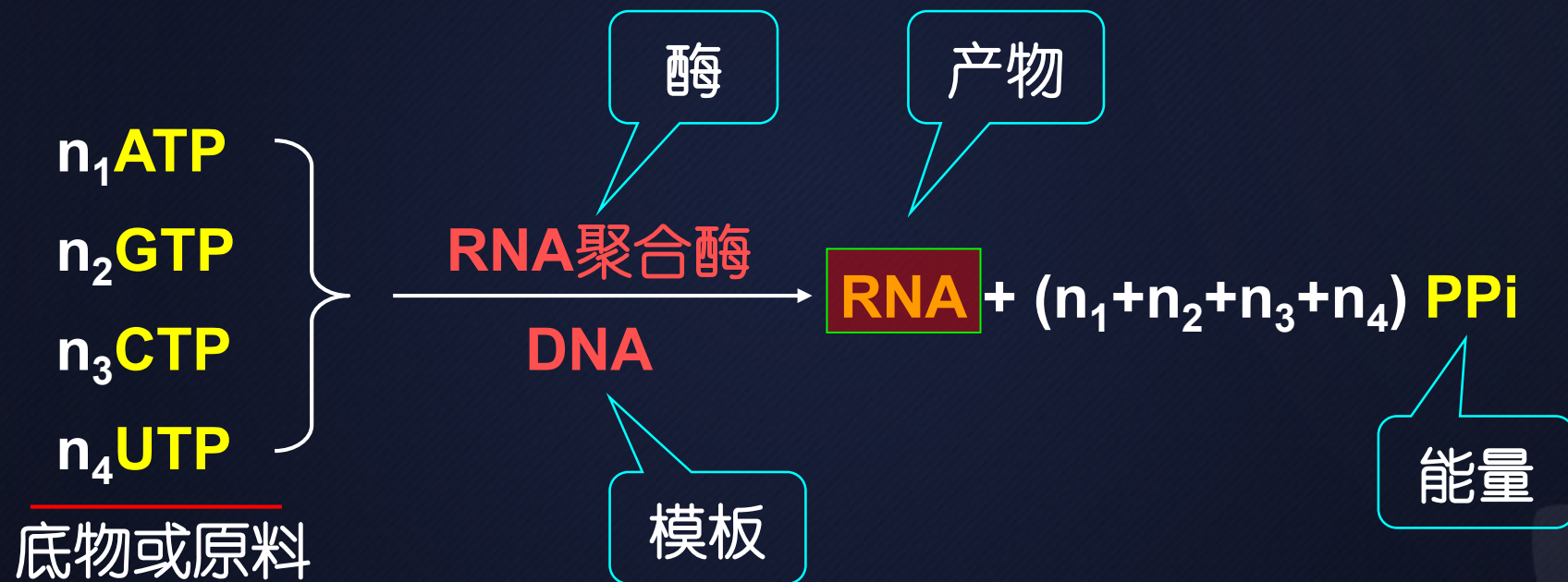
参与转录的物质

- ✦ 原料：NTP
- ✦ 模板：DNA
- ✦ 酶：RNA聚合酶
- ✦ 其它蛋白质因子



DNA转录的一般特征

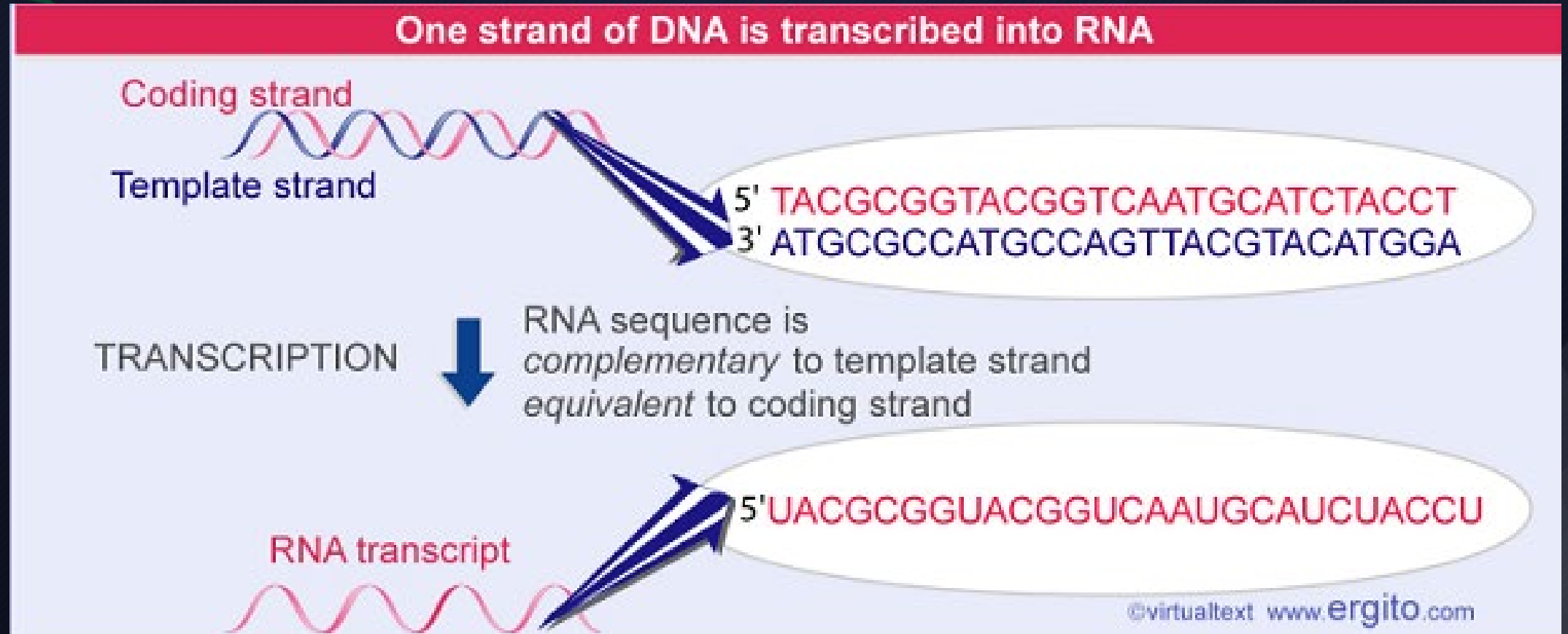
转录的反应



DNA转录的一般特征

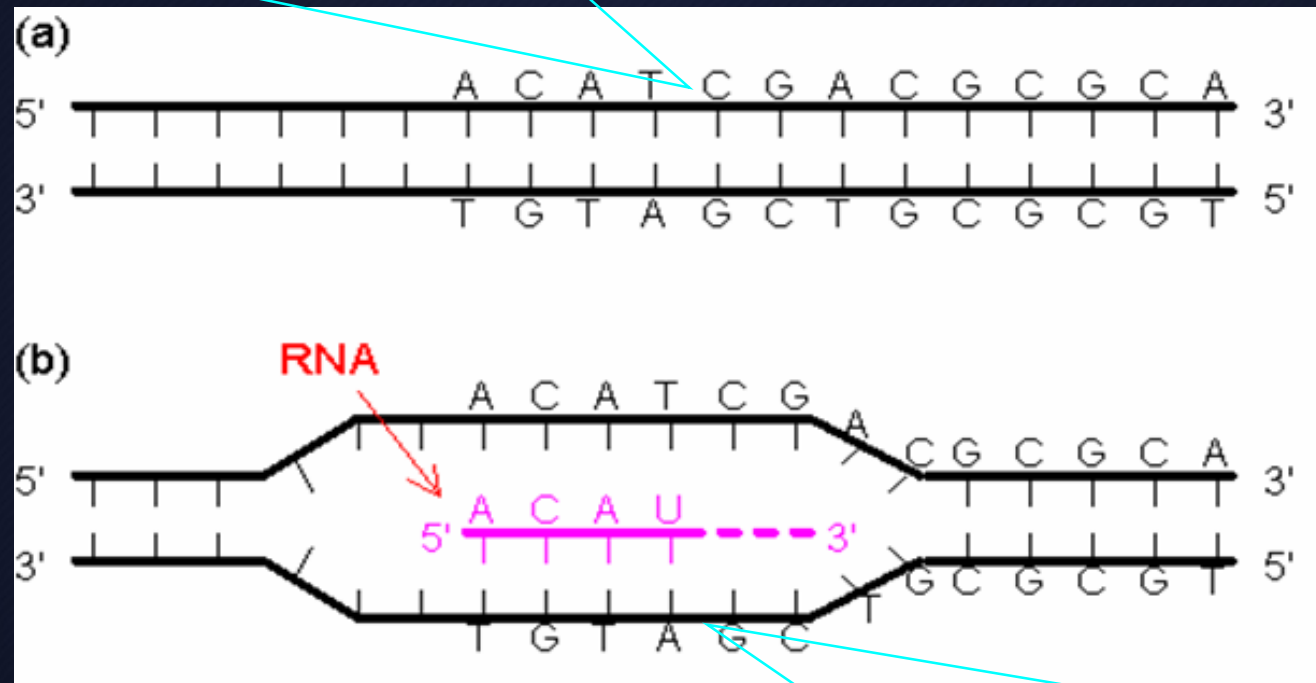
转录的方式

不对称转录：转录区只有一小段DNA的一条链作为模板链进行转录



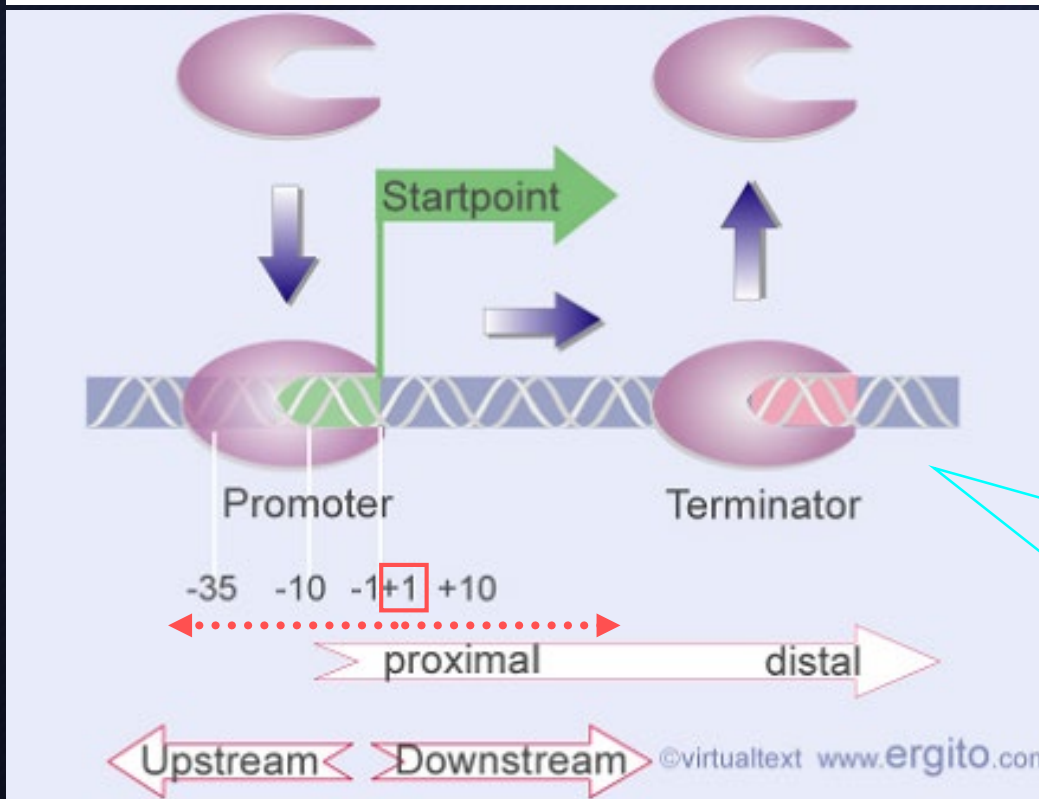
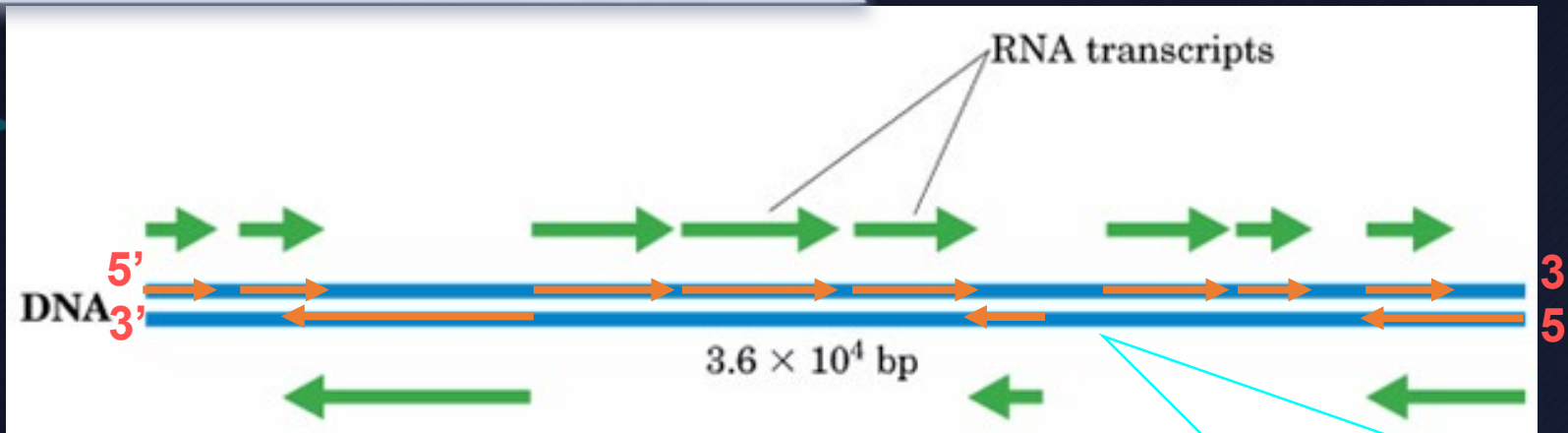
DNA转录的一般特征

编码链（有义链、正链）：不参与转录的DNA的一条链，其序列与转录的RNA相同，只是编码链中的T在RNA中为U



模板链（反义链、负链）：可作为转录模板的DNA的一条链，与转录的RNA反义，编码链是针对某一基因而言

DNA转录的一般特征



模板链不固定在DNA的某一条链上，而是两条链中交互出现，使转录也交替出现

转录单位：DNA链上从启动子直到终止子为止的序列。一个转录单位包括一个或几个基因

◎ DNA转录的一般特征

依赖DNA的RNA聚合酶

❖ 特点

- ✦ 以DNA为模板
- ✦ 都以四种三磷酸核苷为底物和原料
- ✦ 都遵循DNA与RNA之间的碱基配对原则
- ✦ RNA链的延长方向是5'→3'的连续合成
- ✦ 需要Mg²⁺或Mn²⁺离子
- ✦ 不需要引物
- ✦ 缺乏3'→5'外切酶活性



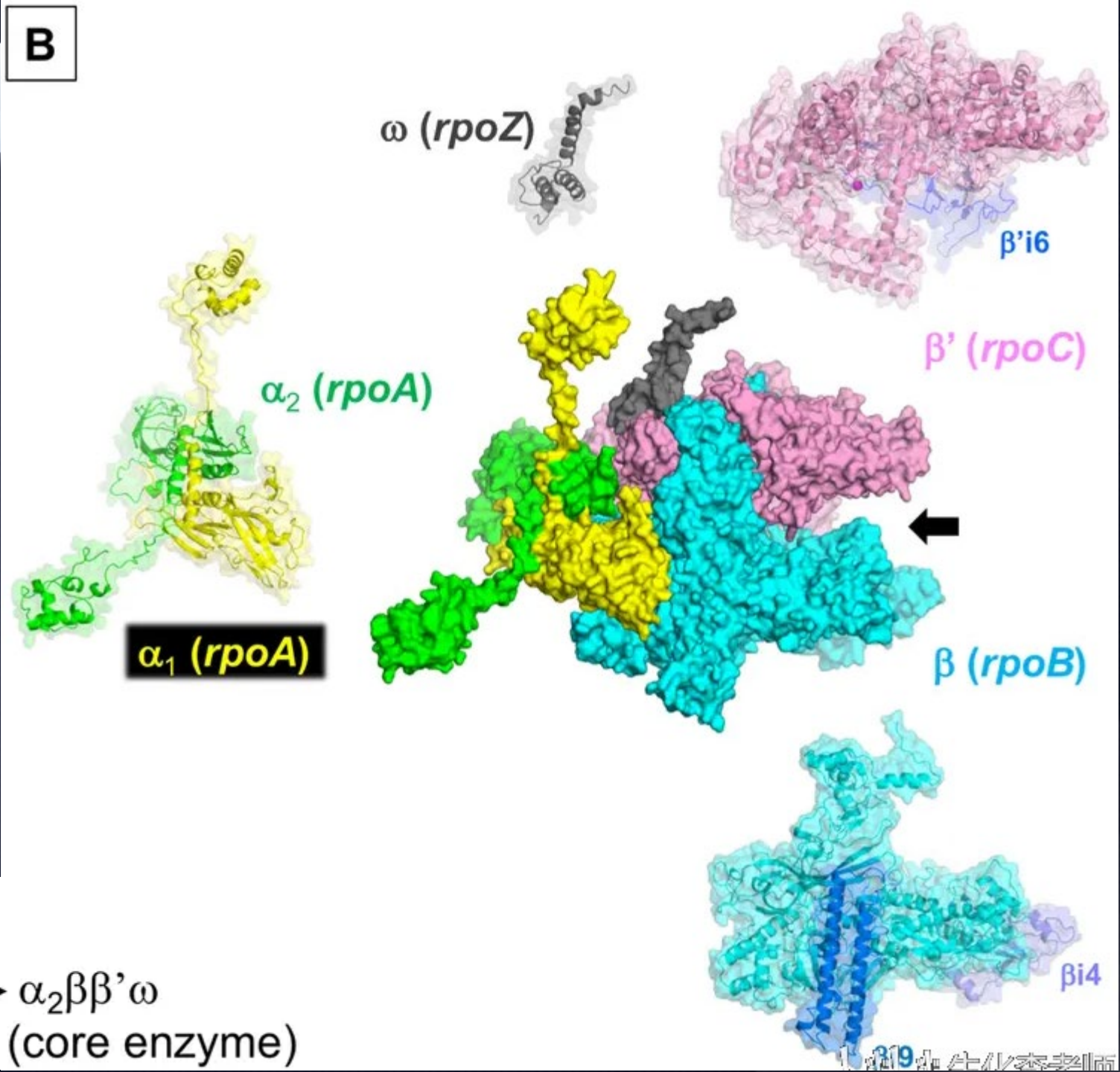
DNA转录的一般特征

❖ 大肠杆菌 RNA聚合酶

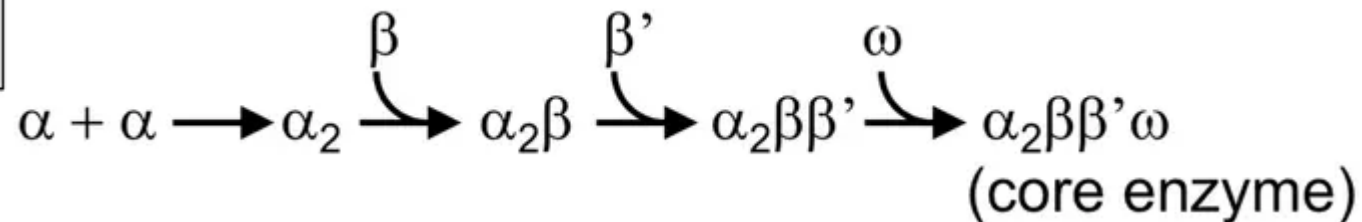
✦ 核心酶: $\alpha_2\beta\beta'\omega$

✦ 全酶: $\alpha_2\beta\beta'\omega\sigma$

B



A



DNA转录的一般特征

❖ 大肠杆菌RNA聚合酶

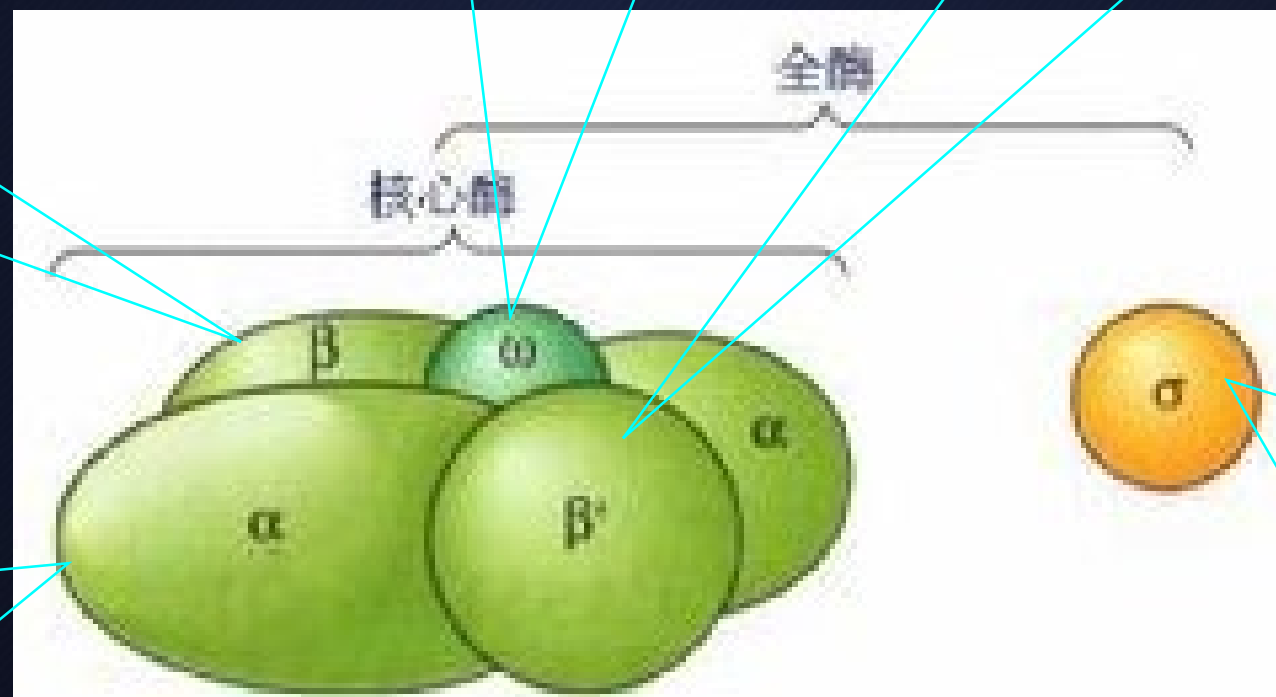
β 亚基：催化磷酸二酯键的形成，与转录全过程有关

α 亚基：核心酶的组装，转录起始，与调节蛋白的作用

ω 亚基： β' 亚基的分子伴侣，促进核心酶组装

β' 亚基：与DNA模板结合

σ 因子：识别DNA上转录起始信号的碱基序列（**启动子**），引导核心酶结合到启动子





DNA转录的一般特征

❖ 真核生物RNA聚合酶



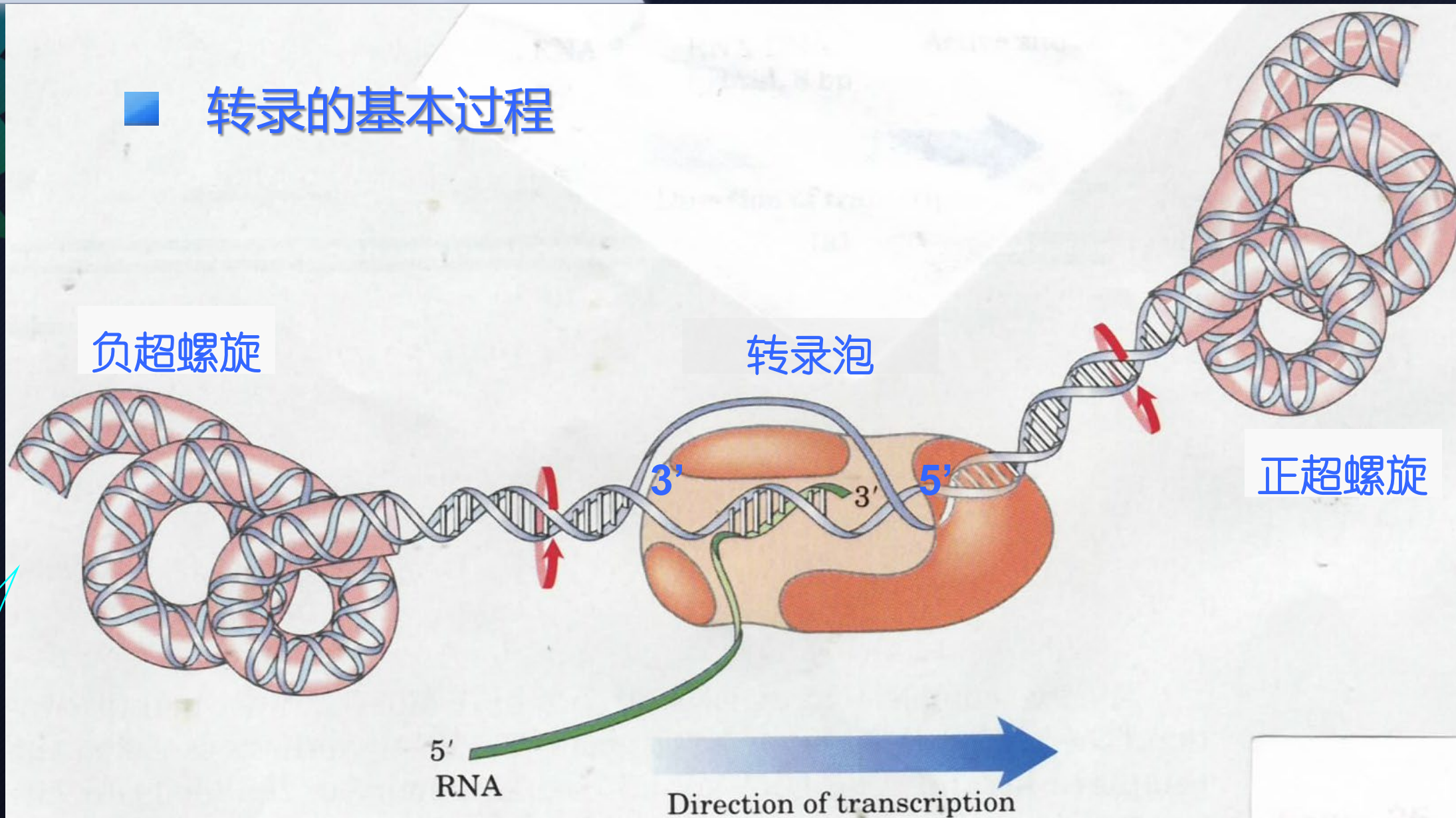
种类	分布	合成的RNA类型	对 α -鹅膏蕈碱的敏感性
I	核仁	rRNA	不敏感
II	核质	hnRNA	低浓度敏感
III	核质	tRNA, 5S rRNA	高浓度敏感
Mt	线粒体	线粒体RNAs	不敏感



与**RNA聚合酶II**特异性结合，从而抑制磷酸二酯键的形成。用于真核细胞**RNA聚合酶**的识别或**RNA聚合酶II**的定量等

细菌的DNA转录

■ 转录的基本过程



- ✦ 起始
- ✦ 延伸
- ✦ 终止



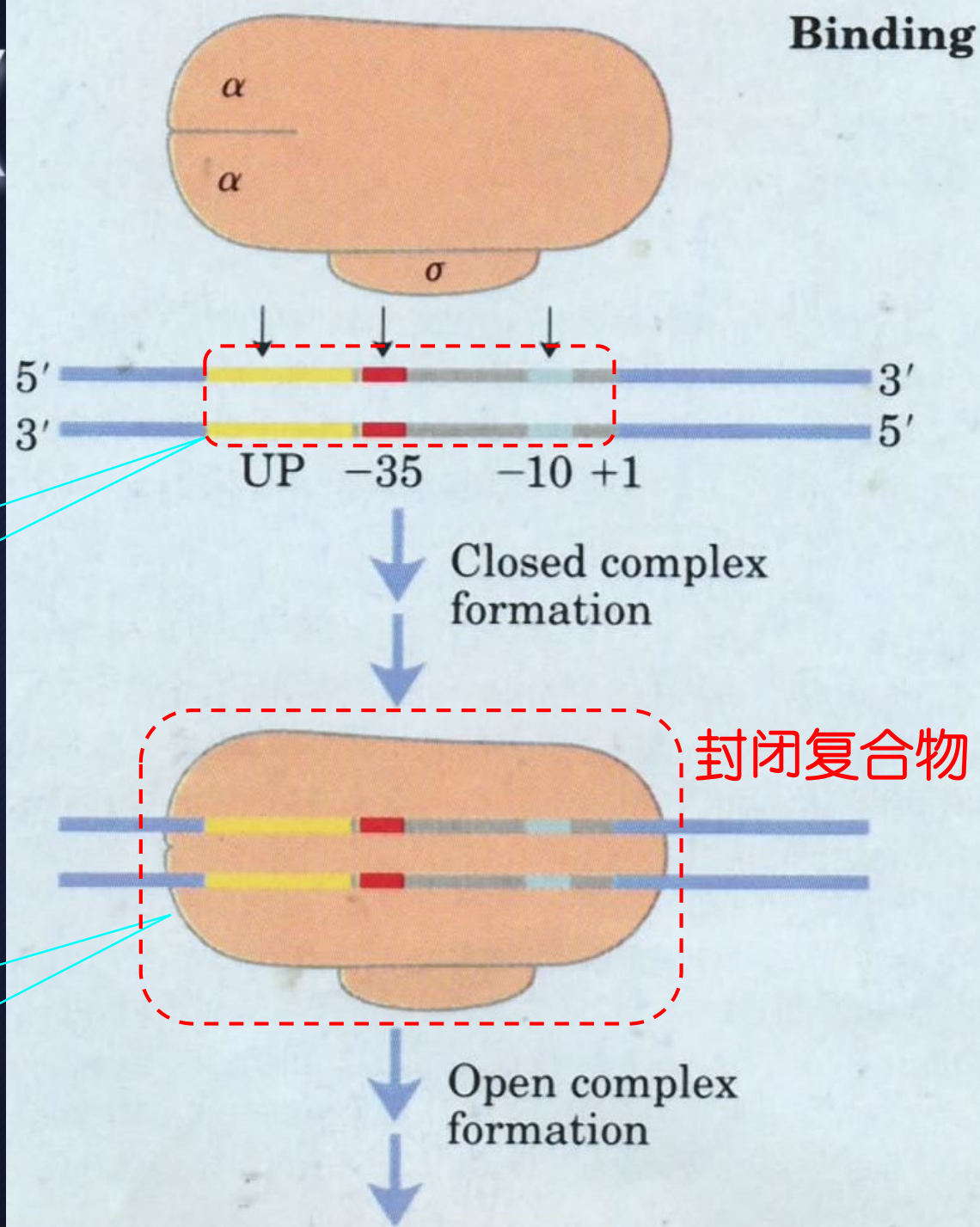
细菌的DNA转录

■ 转录的起始

起始阶段的调控最为重要

启动子：RNA聚合酶识别和结合的DNA上一段特殊的核苷酸序列

由RNA聚合酶全酶结合于启动子而被启动

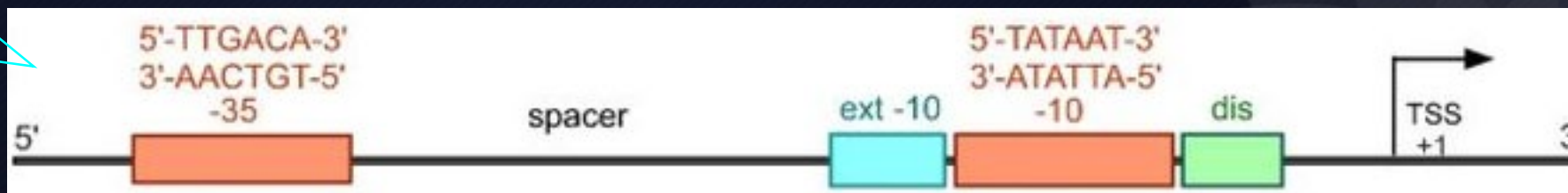
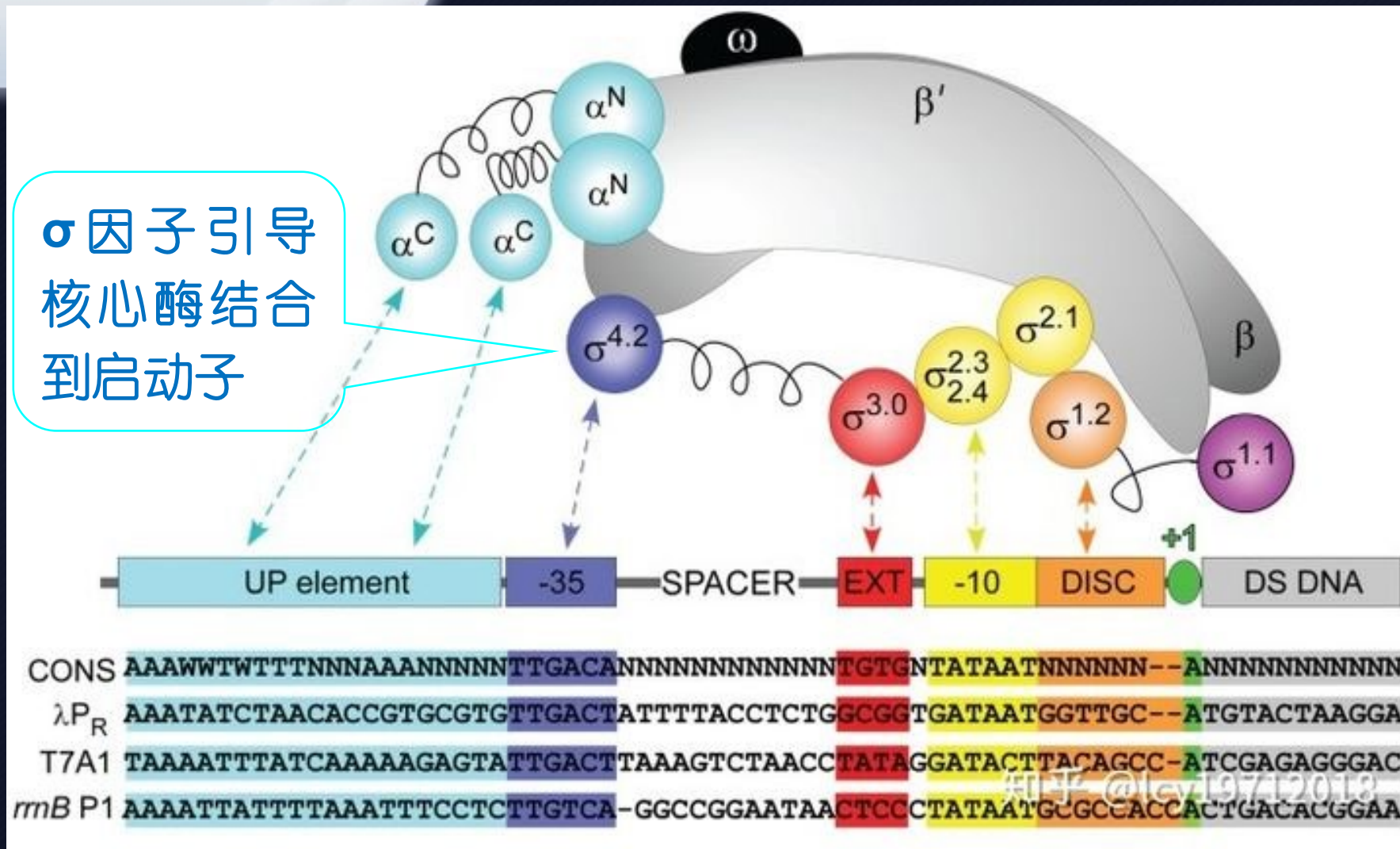


细菌的DNA转录

σ 因子引导
核心酶结合
到启动子

- ◆ -10区 (Pribrow盒)
- ◆ -35区
- ◆ 转录起始点 (+1)

大肠杆菌启动子
的一般结构





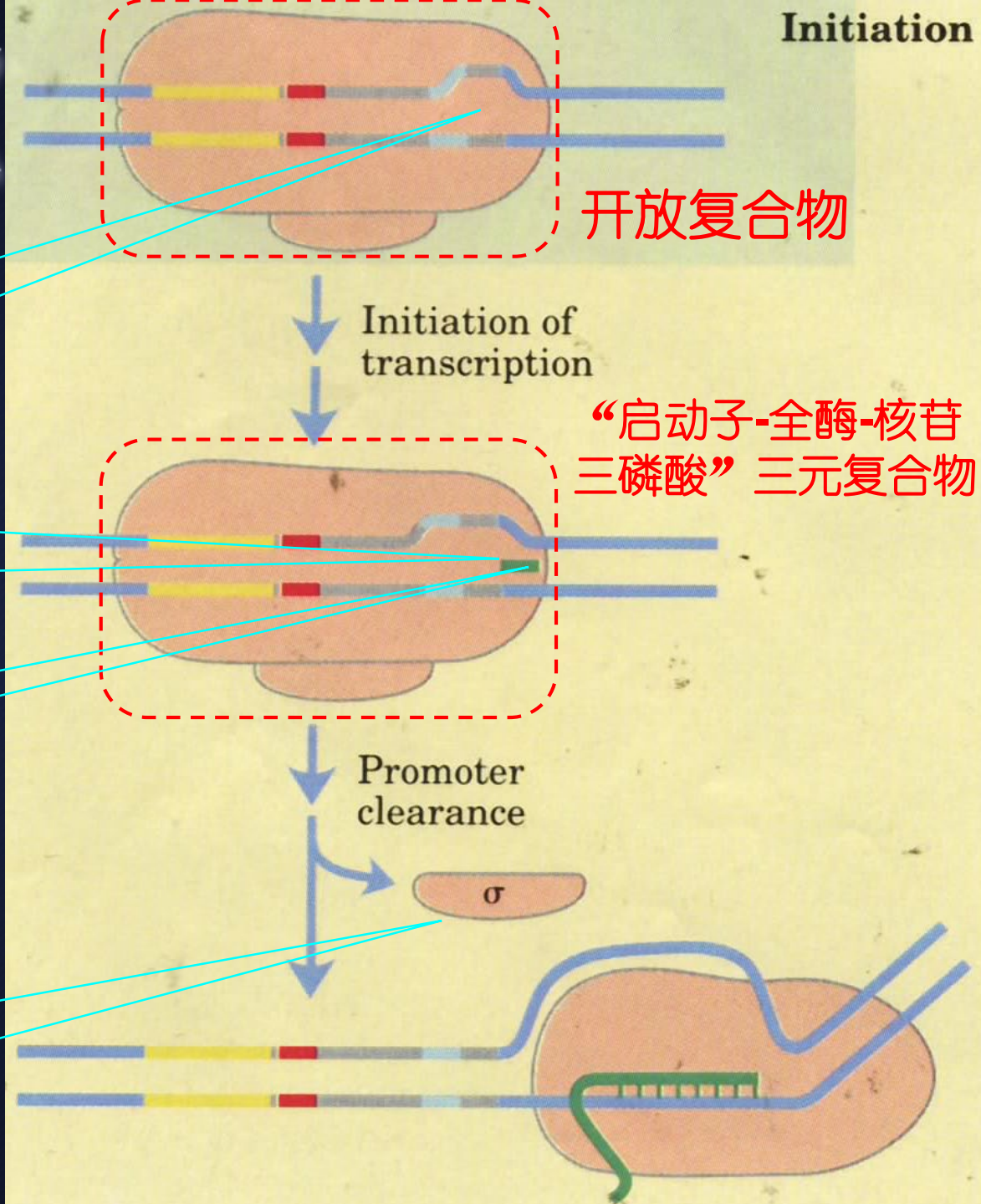
细菌的DNA转录

局部解链
(约17个碱基对)

第一个核苷三磷酸
结合到全酶上

第二个核苷三磷酸参入，形
成第一个磷酸二酯键

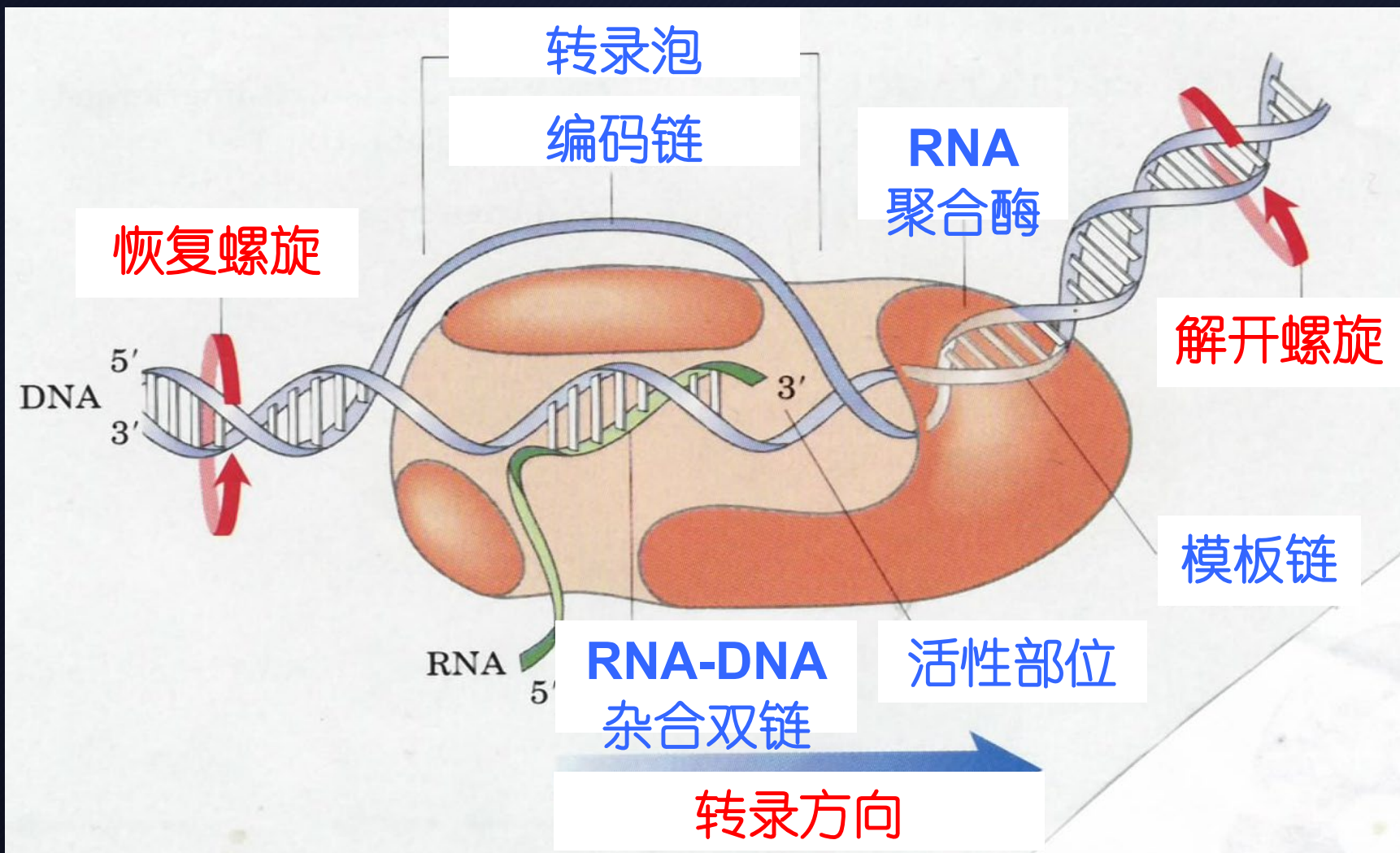
σ 因子从全酶上掉下，核心
酶在DNA链上向下游滑动





细菌的DNA转录

■ 转录的延伸



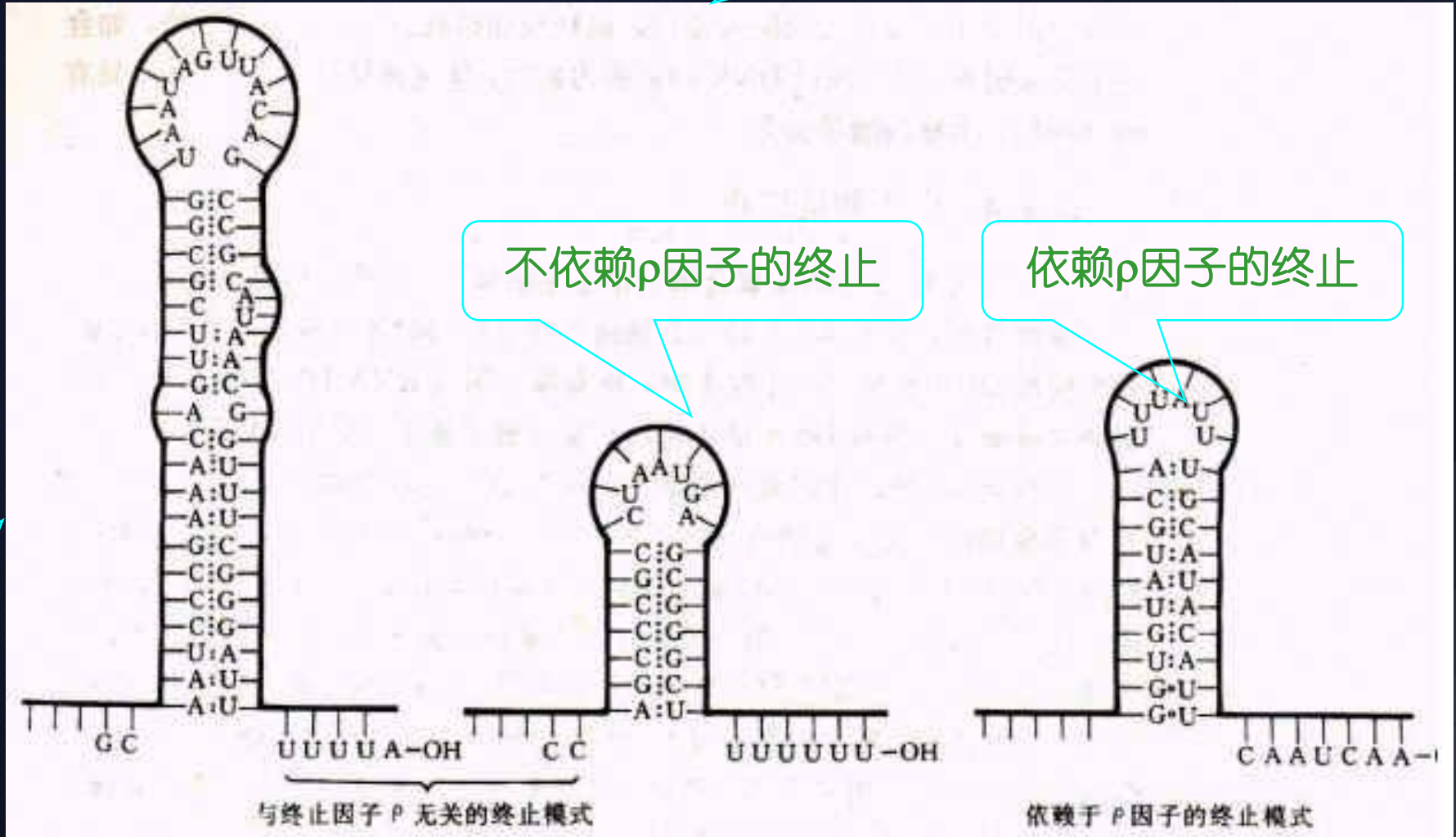


细菌的DNA转录

■ 转录的终止

终止子： DNA分子上一段终止转录的特殊核苷酸序列

共同序列特征： 在转录终止前有一段**回文结构**，之间由几个碱基隔开，因此转录的**RNA片段**会形成**茎环结构**，**阻止**聚合酶前进

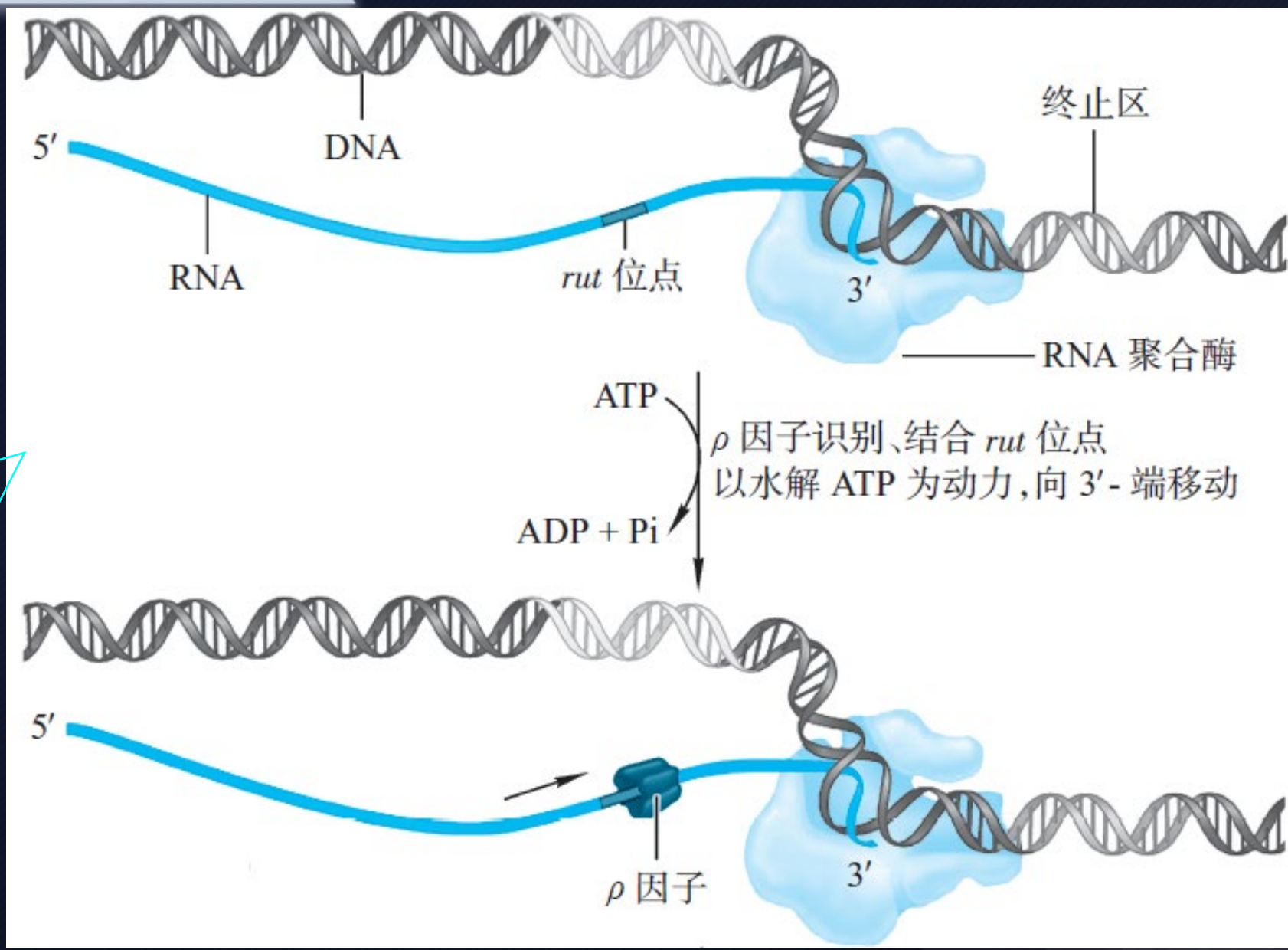




细菌的DNA转录

ρ 因子： ρ 因子是环状六聚体。亚基C端具有ATP酶活性，被激活后，消耗ATP向RNA的3'方向移动。通过与RNA聚合酶相互作用，触发转录终止

依赖 ρ 因子的终止



■ RNA转录后的加工与修饰

- ✦ 原核生物mRNA转录后一般不需加工，**转录与翻译偶联**
- ✦ 真核生物合成的原始转录物往往需要一系列的变化，包括链的裂解、5'和3'末端的切除和特殊结构的形成、核苷的修饰、及拼接和编辑等过程，才转变为成熟的RNA分子，此过程总称为**RNA的成熟**或称为**RNA的转录后加工**。包括rRNA前体的加工、tRNA前体的加工、真核mRNA前体的加工

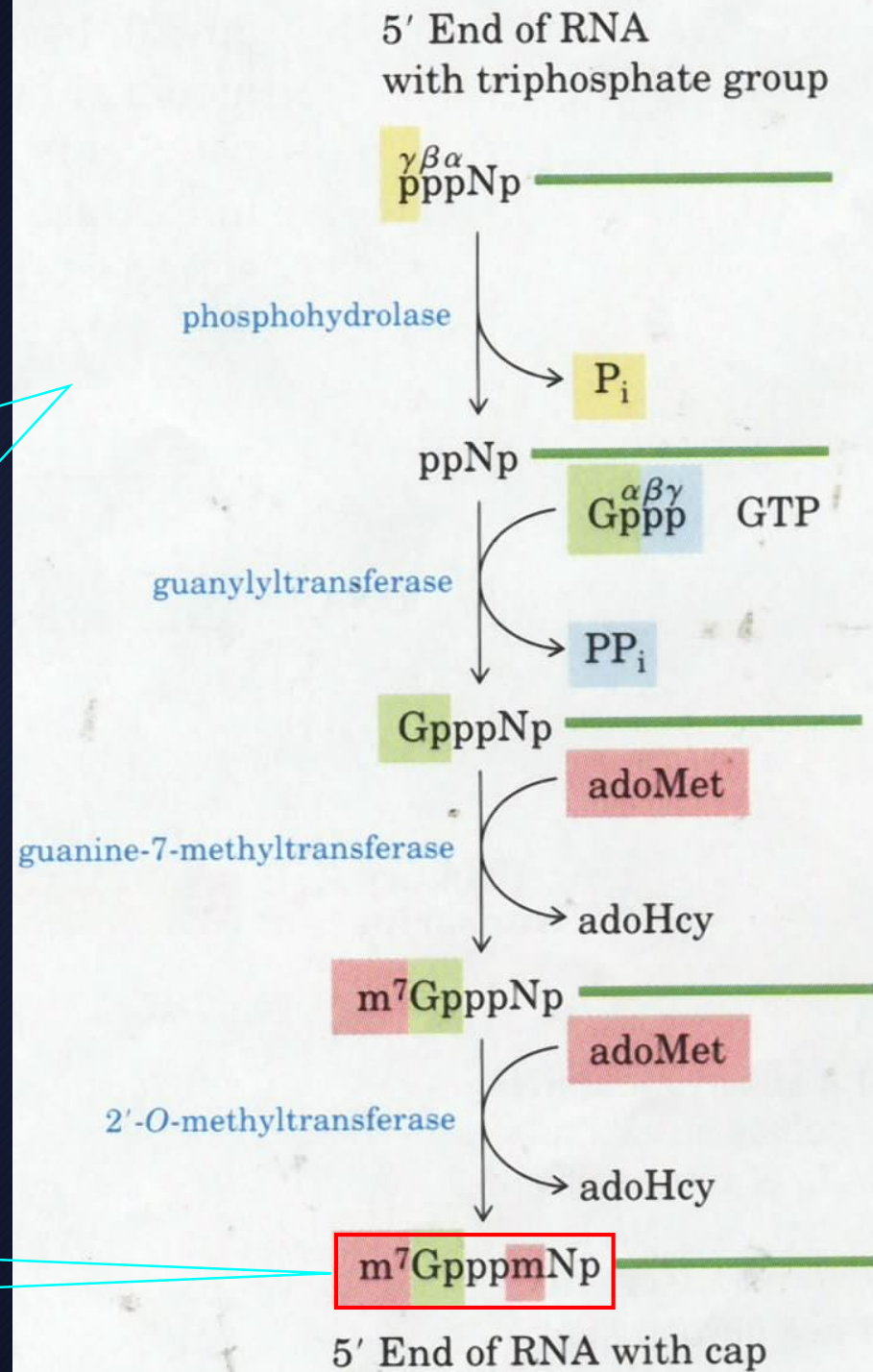
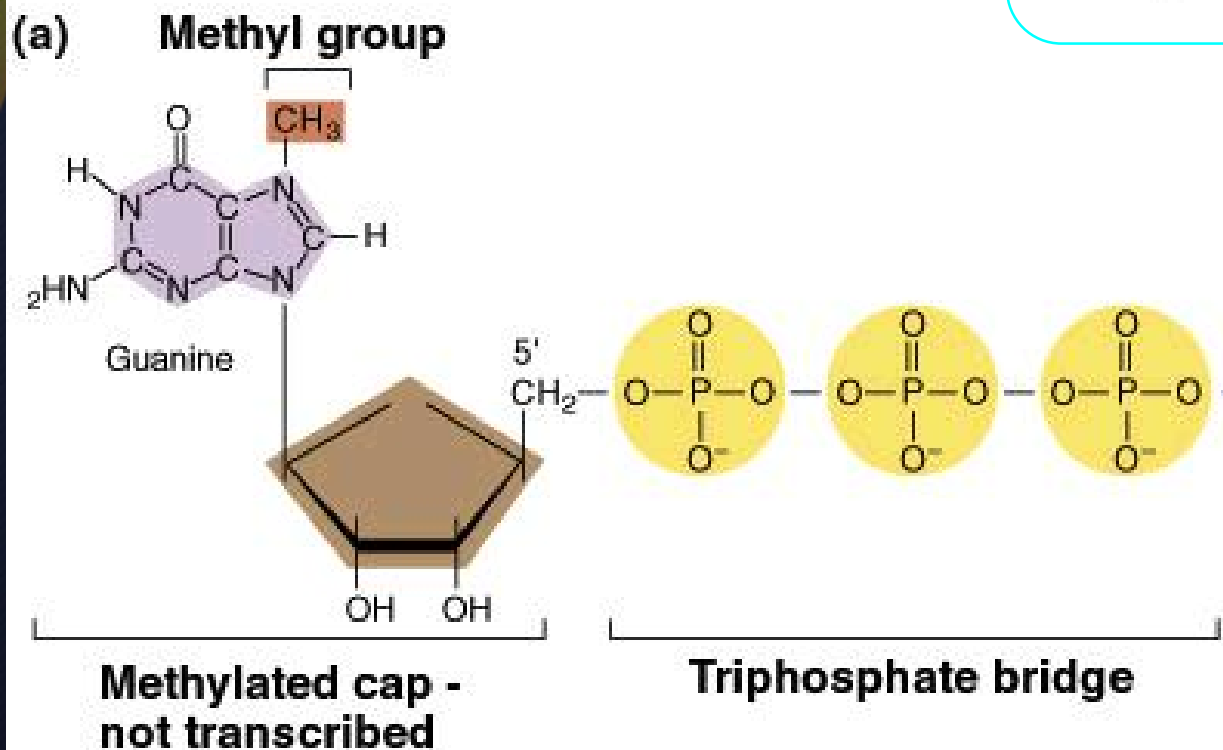


转录后加工

真核细胞hnRNA的修饰

❖ 5'端加帽

- ✦ 转录早期
- ✦ 多种酶参与
- ✦ m^7GpppN 结构

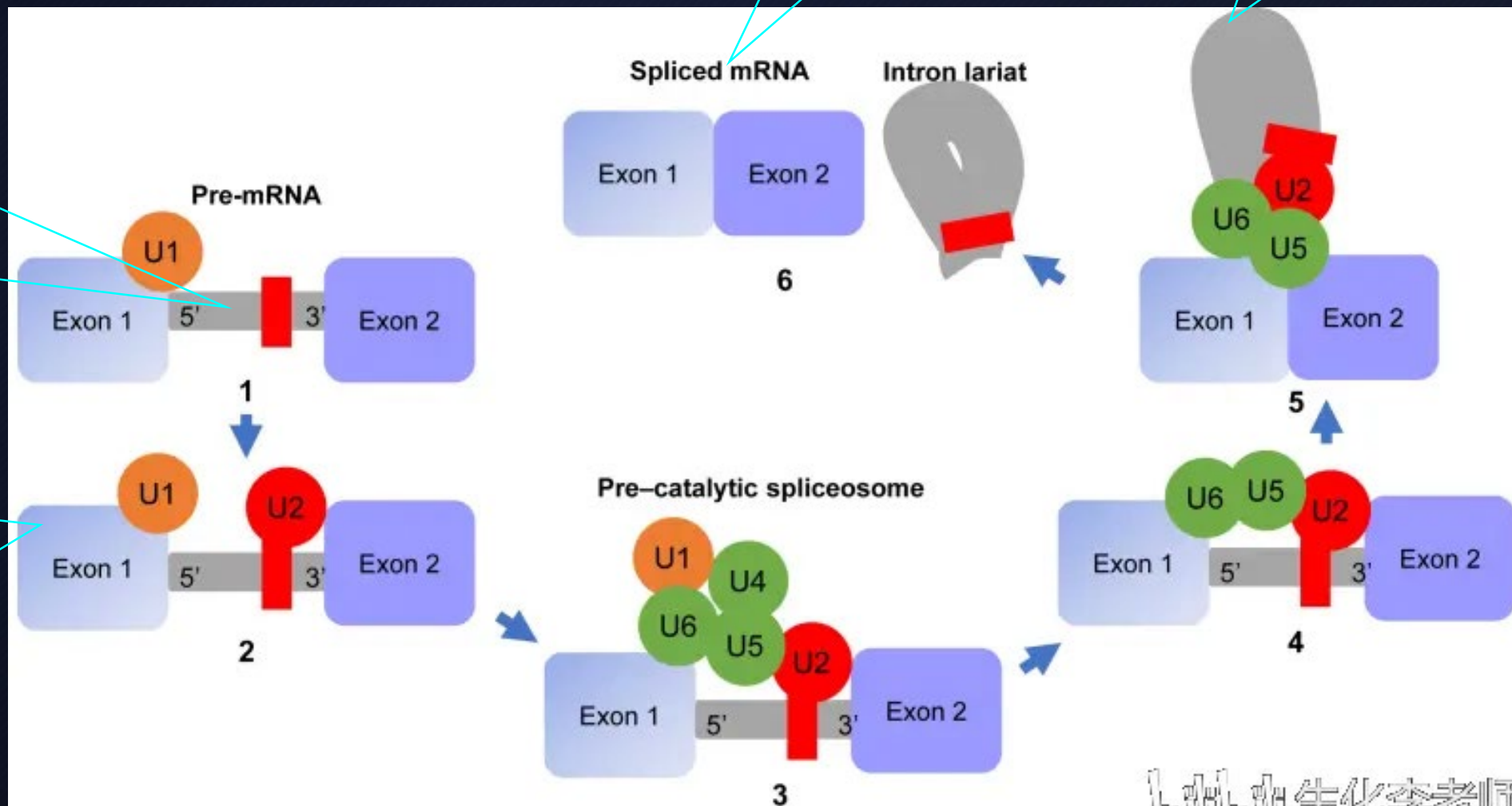


转录后加工

mRNA的剪接

内含子：基因顺序中插入的一些与编码蛋白质无关的序列

外显子：基因顺序中参与编码蛋白质的序列



拼接外显子

切除内含子

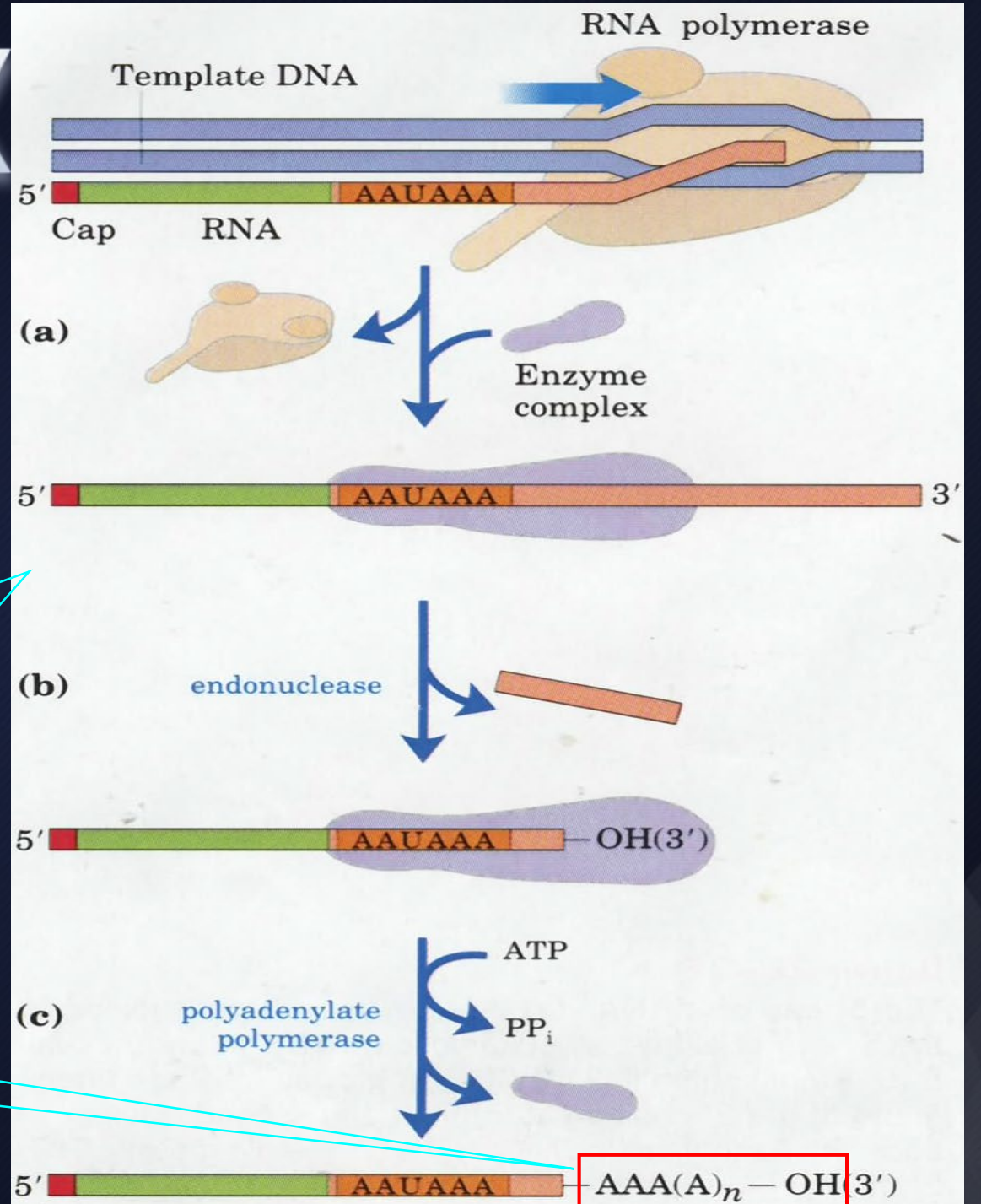


转录后加工

❖ 3'端加尾

- ✦ 识别聚腺苷酸化位点 (PAS)
- ✦ 切割前mRNA (pre-mRNA)
- ✦ 添加poly (A) 尾巴

尾巴结构

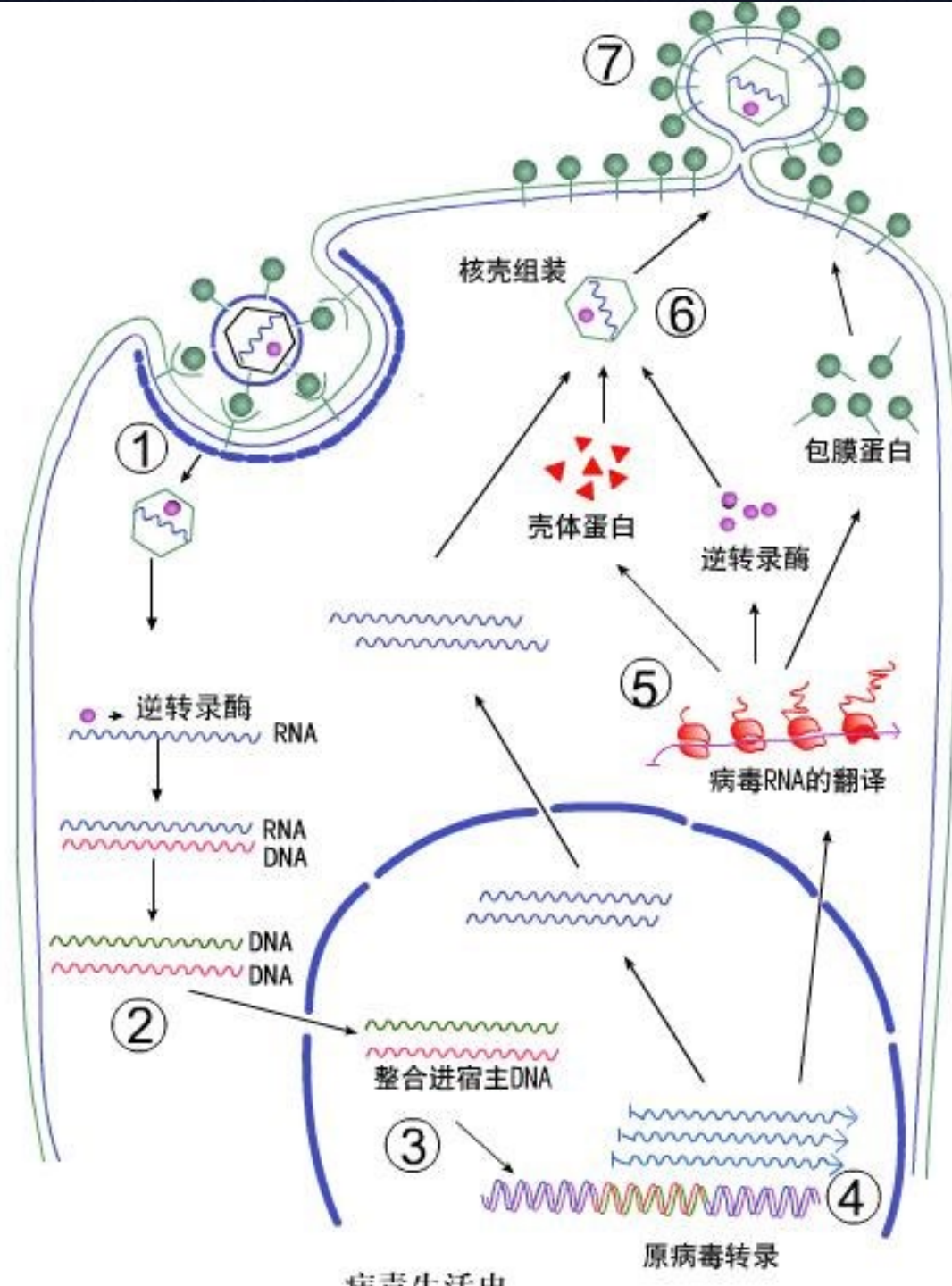


以DNA为中间物的RNA复制

■ 逆转录病毒

- ✦ 吸附
- ✦ 注入①
- ✦ 逆转录②
- ✦ 整合③
- ✦ 转录④
- ✦ 翻译⑤
- ✦ 组装⑥
- ✦ 释放⑦

逆转录病毒的生活史



以DNA为中间物的RNA复制

■ 逆转录

在**逆转录酶**催化下，以**RNA**为模板，**tRNA**为引物，以**dNTP**为底物，根据碱基互补配对原则合成**DNA**的过程

