

# 第八章 核酸的酶促降解 和核苷酸代谢

## 第一节 核酸的酶促降解

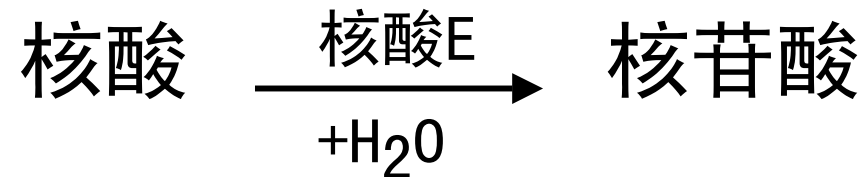
## 第二节 核苷酸的降解

## 第三节 核苷酸的合成代谢

# 第八章 核酸的酶促降解 和核苷酸代谢

## 第一节 核酸的酶促降解

### 一、降解方式



3', 5'-磷酸二酯键水解

## 二、核酸E

### (一) 按底物分:

DNA酶, RNA酶, 有的酶可作用于DNA和RNA

### (二) 按作用方式分:

1、核酸外切E: 从核酸链的一端逐个水解下核苷酸的酶(非特异性的)

3'-核酸外切E: 如蛇毒磷酸二酯E  
从3'-OH端开始, 生成5'-核苷酸

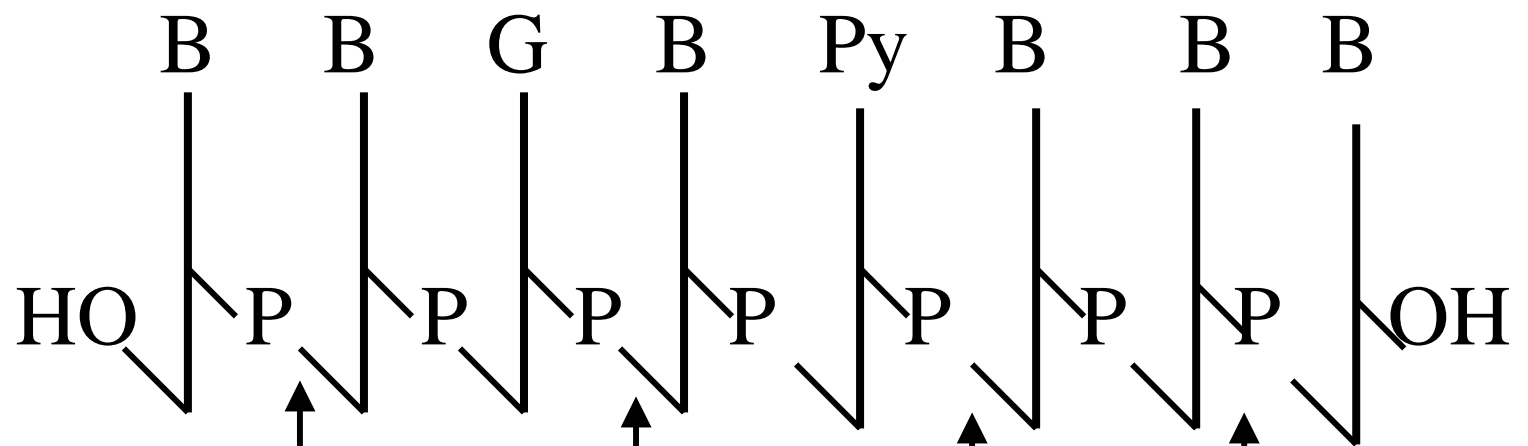
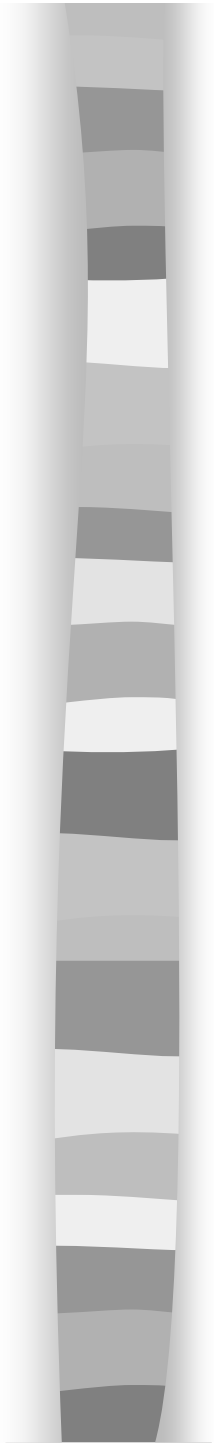


5'-核酸外切E：如牛脾磷酸二酯E

从5'-OH端开始，生成3'-核苷酸

2、核酸内切E：特异水解DNA或RNA分子内的磷酸二酯键的酶(特异性强)。

如：牛胰核糖核酸酶：切嘧啶核苷3'-磷酸与相邻核苷酸的3', 5'-磷酸二酯键。



牛脾磷酸二酯E

蛇毒磷酸二酯E

牛胰核酸E (RNase I) RNase T<sub>1</sub>

## 限制性内切酶

定义：细菌内存在的一类能识别水解外源双链DNA的核酸内切酶。

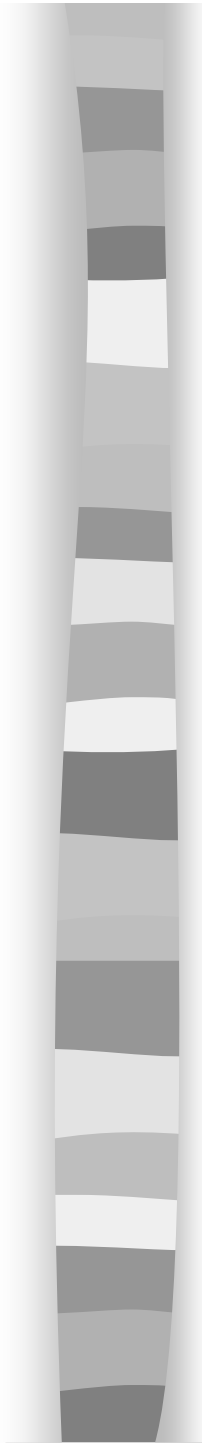
这些酶主要是从细菌中分离得到，能识别特定的核苷酸顺序，但在细菌本身的DNA中，这些顺序已被甲基化，因而不被水解，也就是说这些酶仅限于水解外源DNA以保护自身，故称限制性酶。



限制酶都以内切方式水解DNA

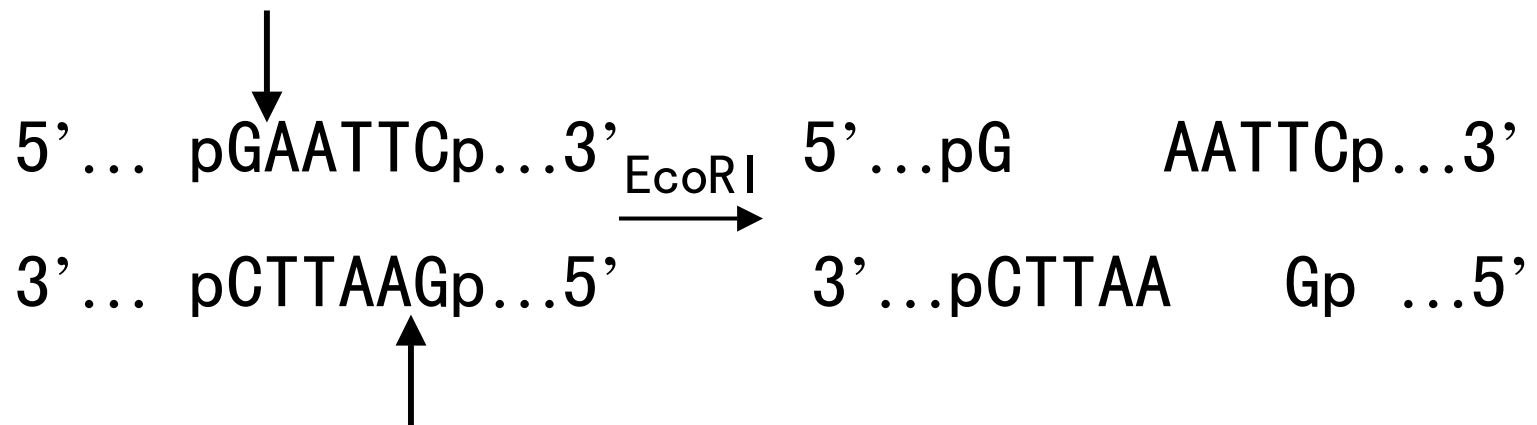
产物：5'为P，3'为OH

特点：有极高的专一性（对特定核苷酸顺序专一性，而非对一种或几种碱基专一），对底物DNA有特异的识别位点，这些位点一般在4-8bp，通常具回文结构，切割后形成粘性末端（或平齐末端）



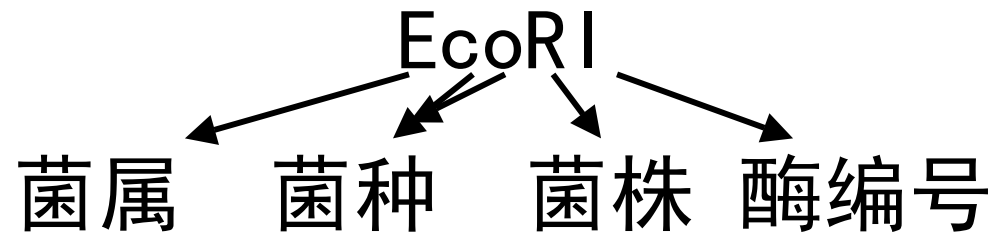
回文结构：DNA局部双螺旋以某一  
对称轴旋转180°后，与另一侧的互补片  
段的顺序完全相同的DNA结构

粘性末端：双链DNA分子经限制性E  
作用后，每条单链的一端带有识别顺序  
中几个互补碱基，这样的末端称~。





# 大肠杆菌限制性内切E

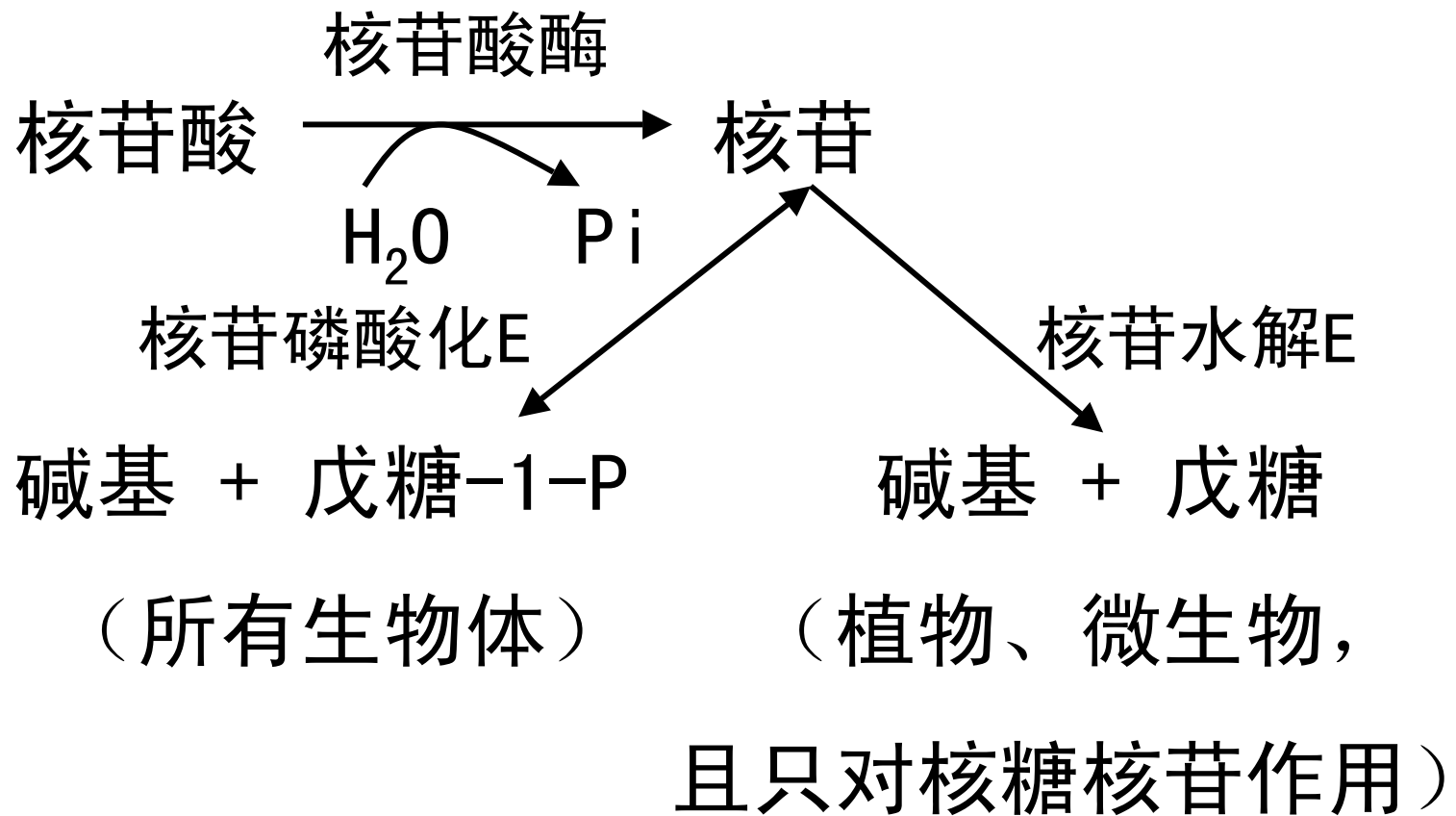


3、核酸内切兼外切E：例：核酸酶P1，先内切再外切

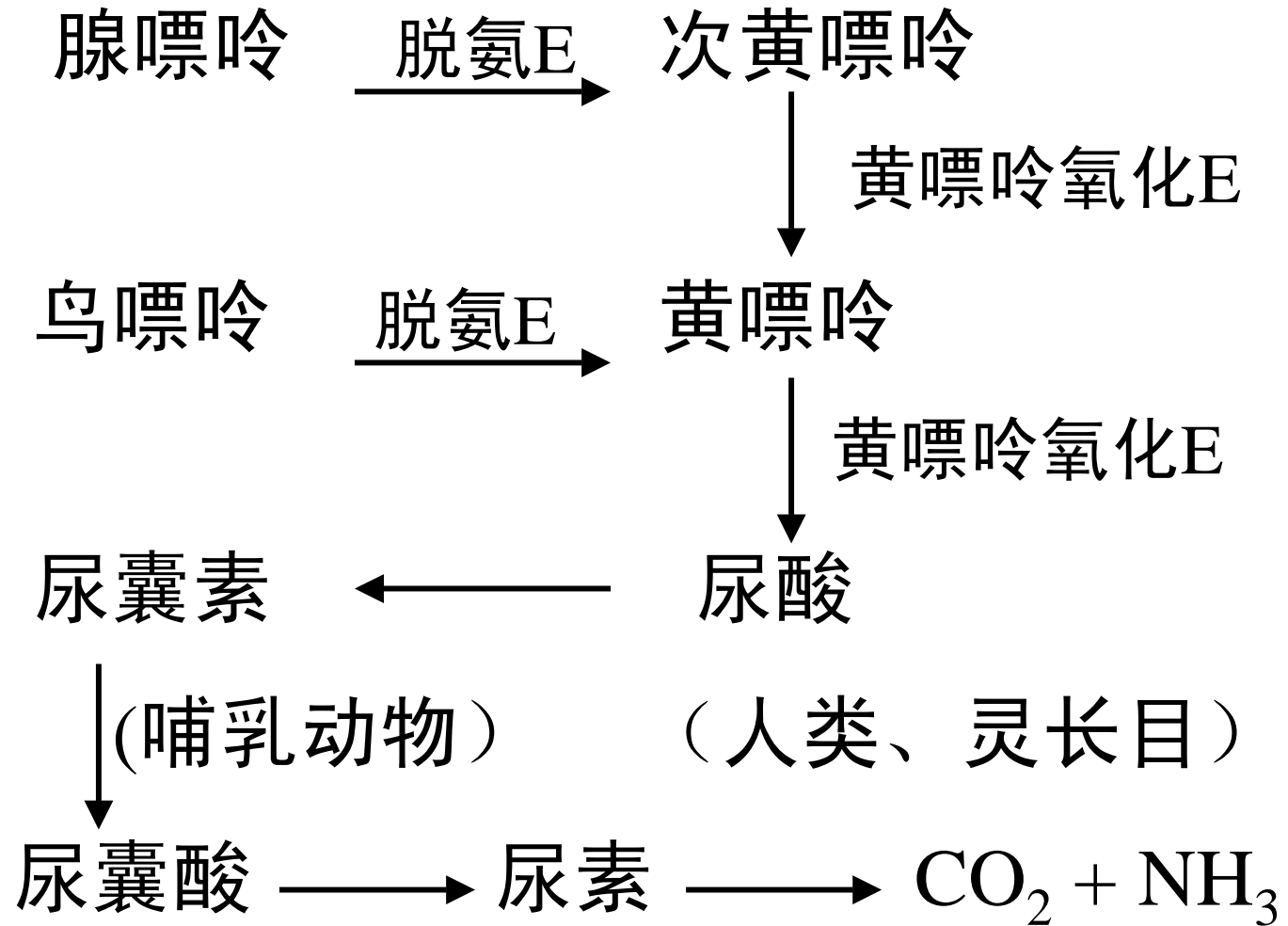


## 第二节 核苷酸的降解

### 一、核苷酸的降解



## 二、嘌呤的降解



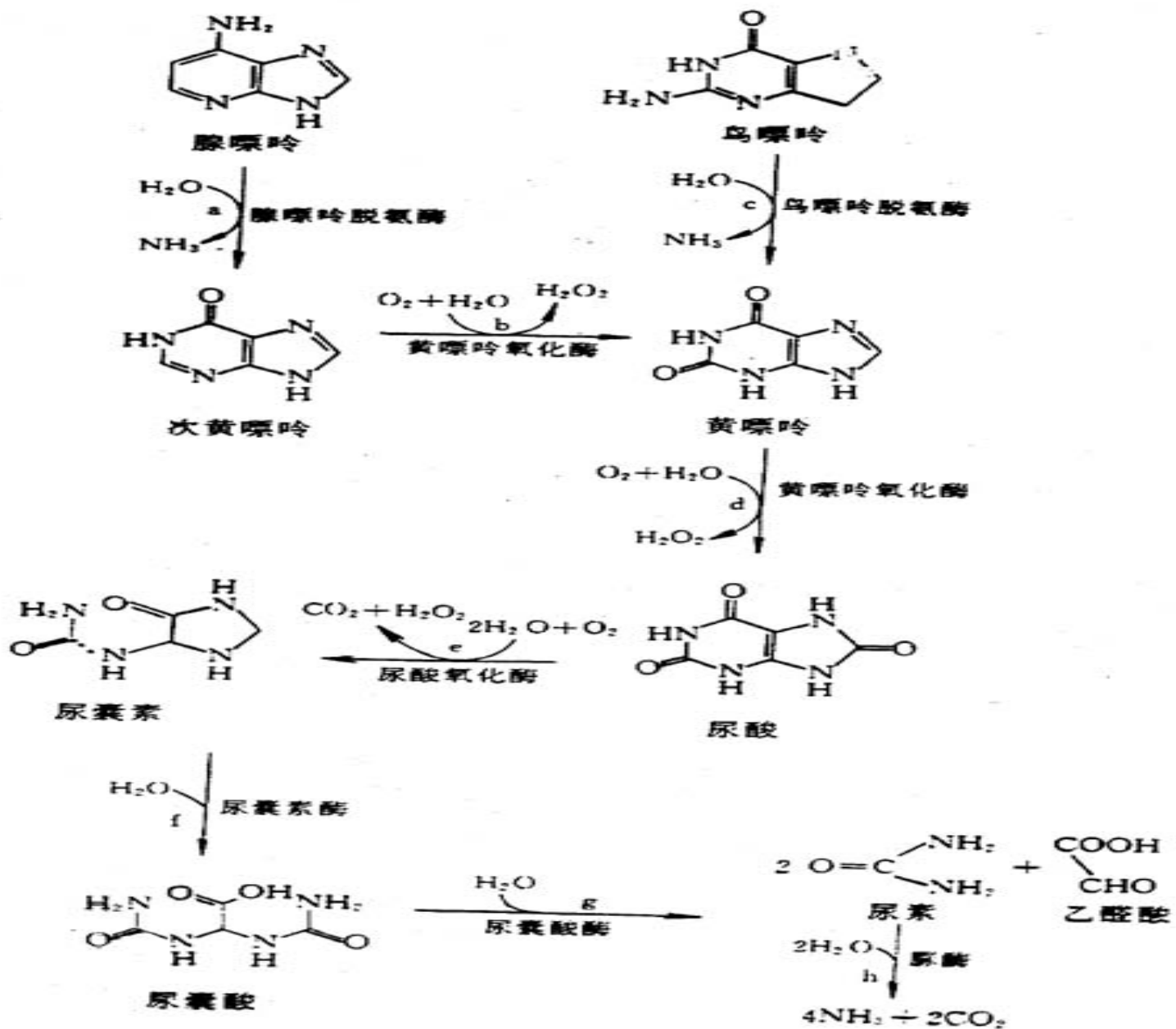


图 10-1 嘌呤碱的降解代谢

### 三、嘧啶的降解

尿嘧啶 ← 胞嘧啶

↓  
二氢尿嘧啶 → β-脲基丙酸

β-丙氨酸

胸腺嘧啶

↓  
二氢胸腺嘧啶

β-脲基异丁酸

β-氨基异丁酸

$\text{CO}_2 + \text{NH}_3$

# 嘧啶碱的分解代谢

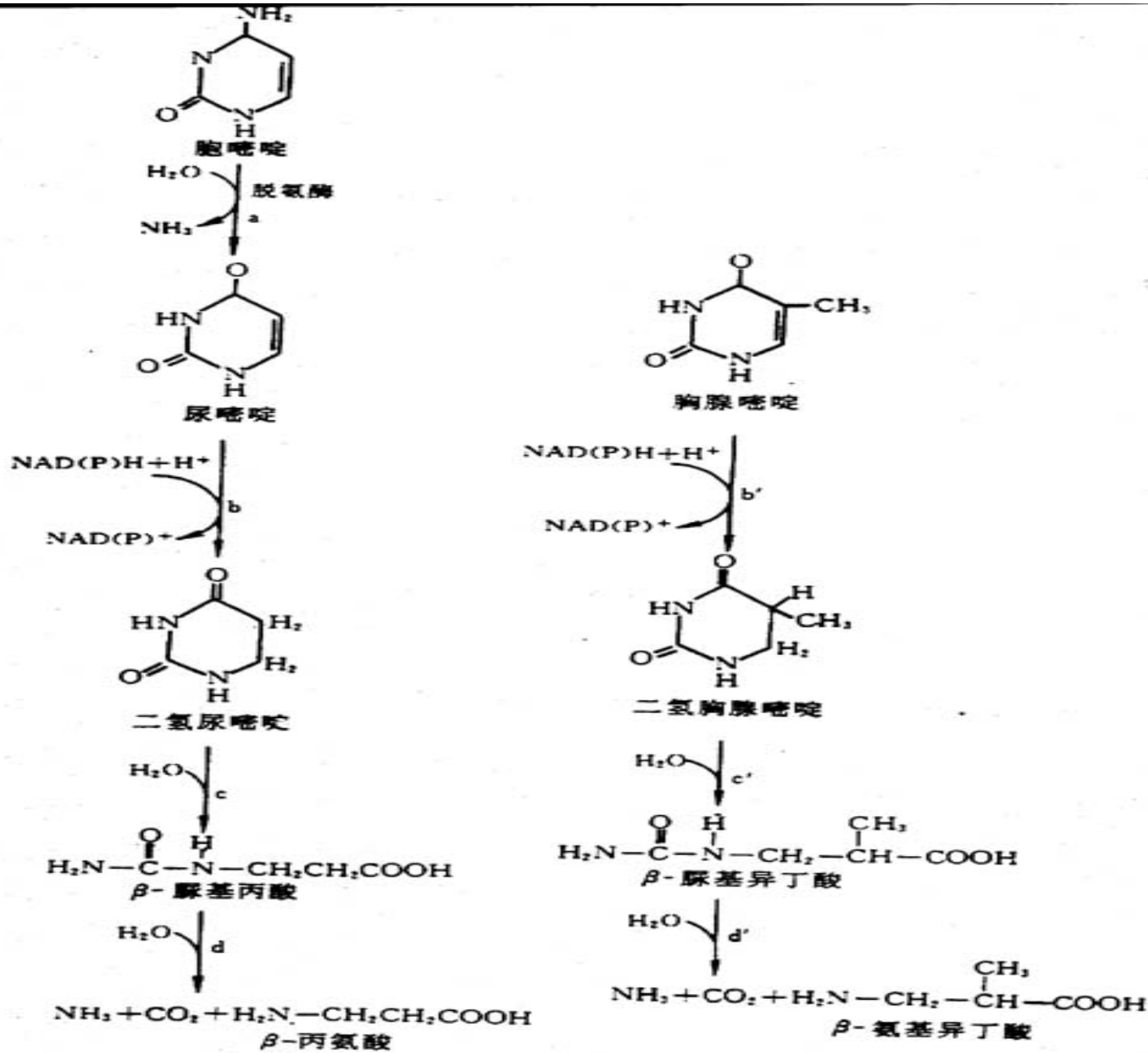


图 10-2 嘧啶碱的降解代谢



## 第三节 核苷酸的合成代谢

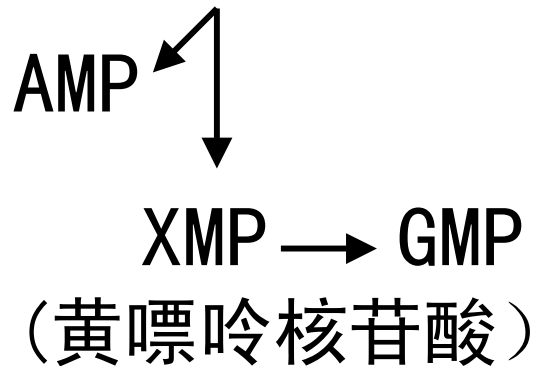
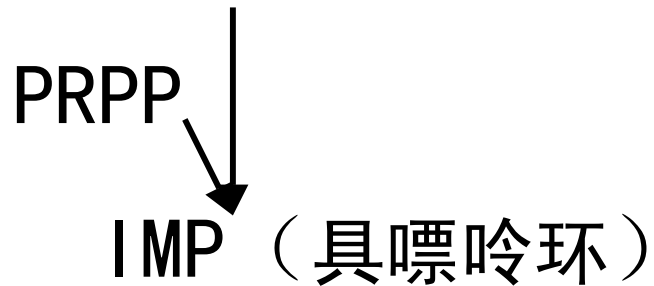
核苷酸的生物合成有两条主要途径：  
一条是利用简单的原料如氨基酸、甲酸盐和 $\text{CO}_2$ 等的从头合成 (de novo synthesis)。

另一条是利用核酸降解的中间产物或外源的核苷，嘌呤碱和嘧啶碱合成新的核苷酸、此途径称补救途径 (salvage pathway)。

# 一、核糖核苷酸的合成

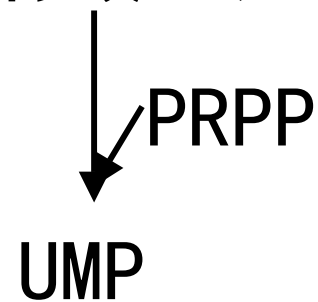
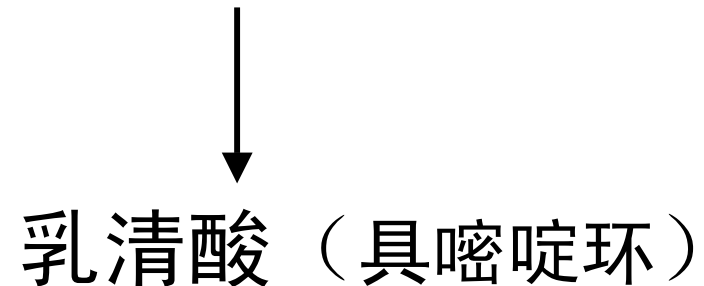
嘌呤核苷酸

小分子化合物



嘧啶核苷酸

小分子化合物

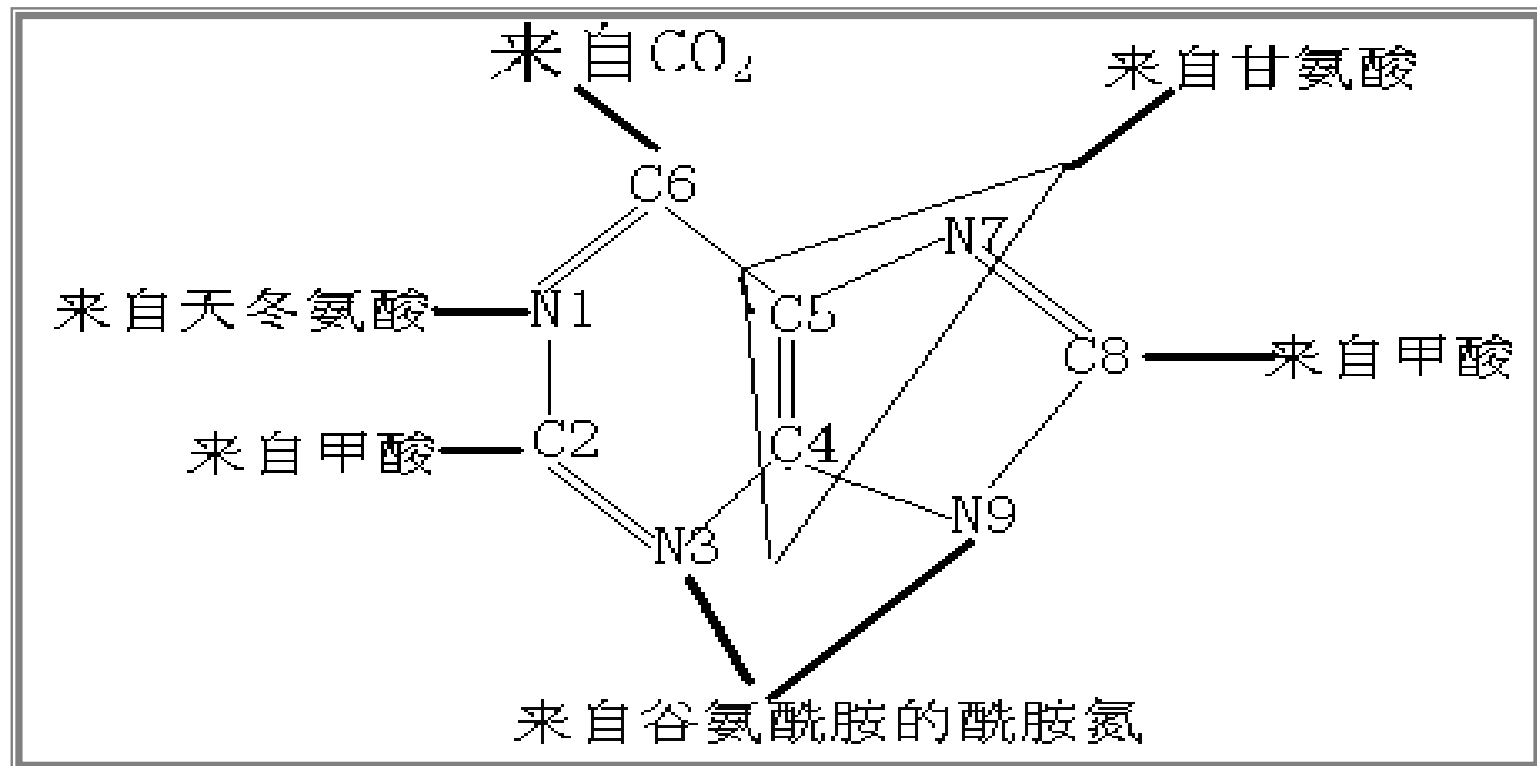


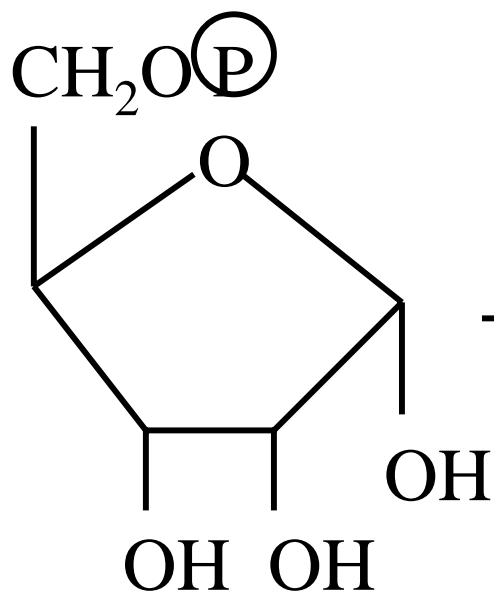


# (一) 嘌呤核苷酸的合成

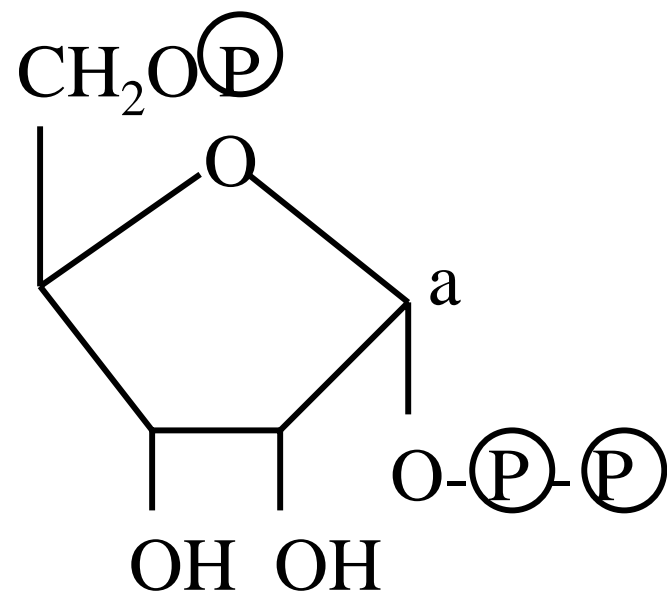
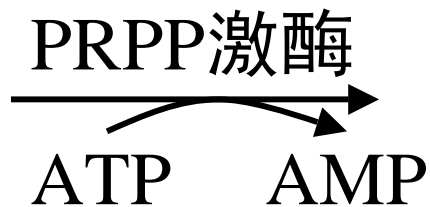
## 1、“从头合成”途径

嘌呤环的元素来源：

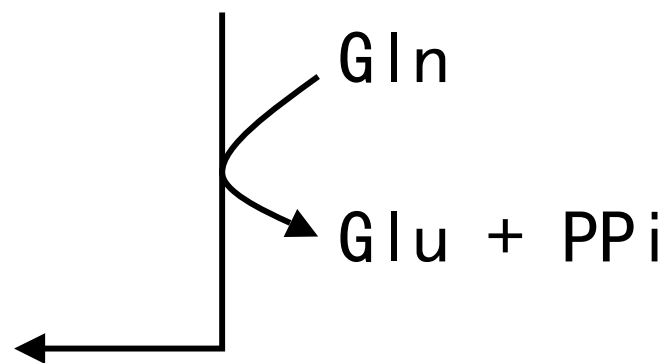
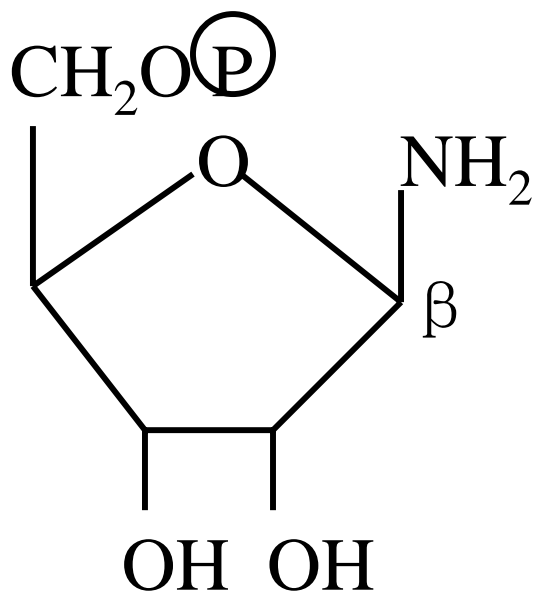




5-磷酸核糖 (R-5-P)



5-磷酸核糖-1-焦磷酸 (PRPP)



## 特点:

(1) 嘌呤核苷酸的合成是直接形成次黄嘌呤核苷酸 (IMP, 又称肌苷酸), 然后才转变为其它嘌呤核苷酸。

(2) 5-磷酸核糖-1-焦磷酸 (PRPP) 是核苷酸中核糖磷酸部分的供体。

(3) 嘌呤的各个原子是在PRPP的C1位置上逐渐加上去的。其关键步骤是从PRPP和Gln形成5-磷酸核糖胺。在这个反应中, C1从 $\alpha$ -构型转变为  $\beta$ -构型。

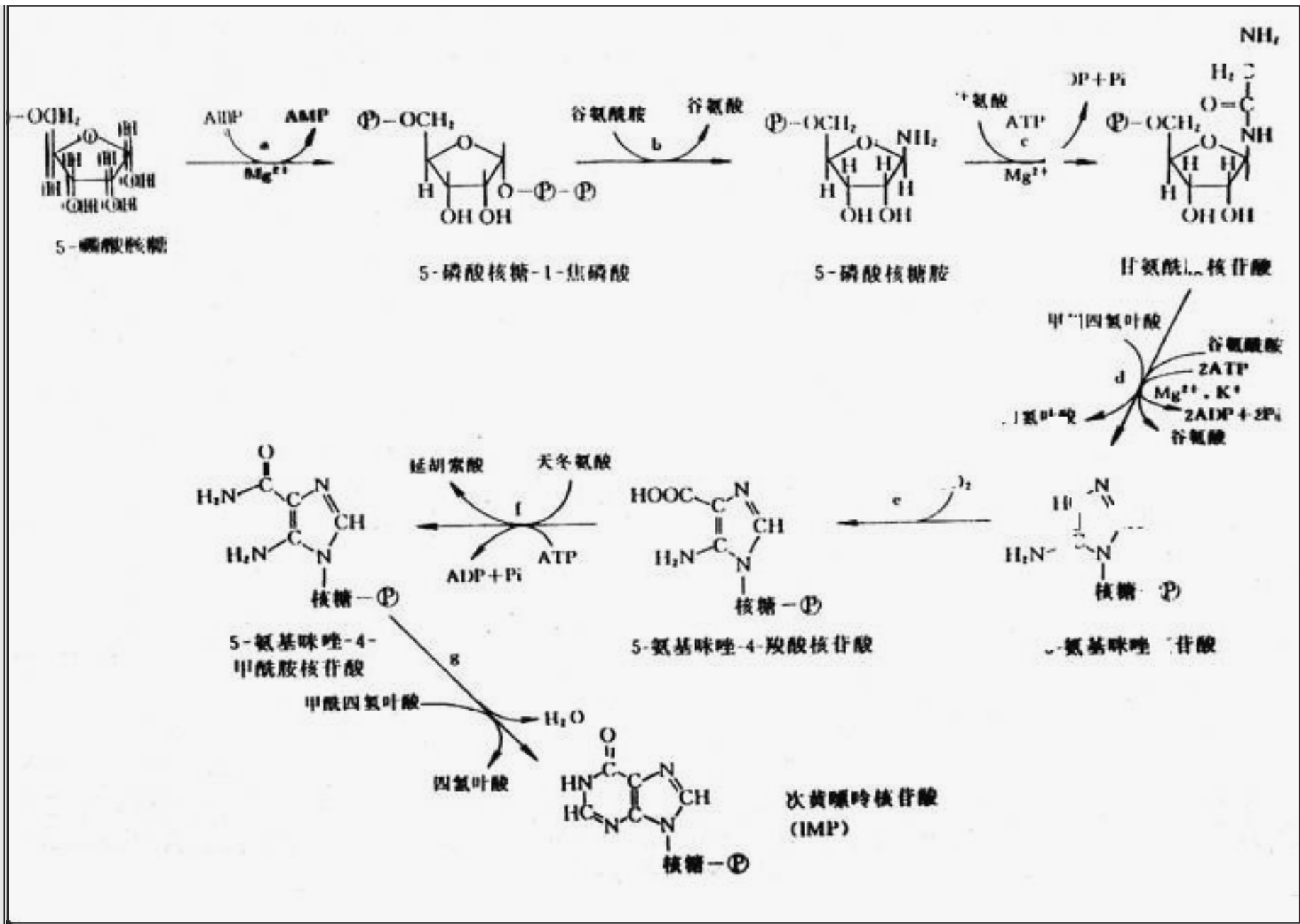
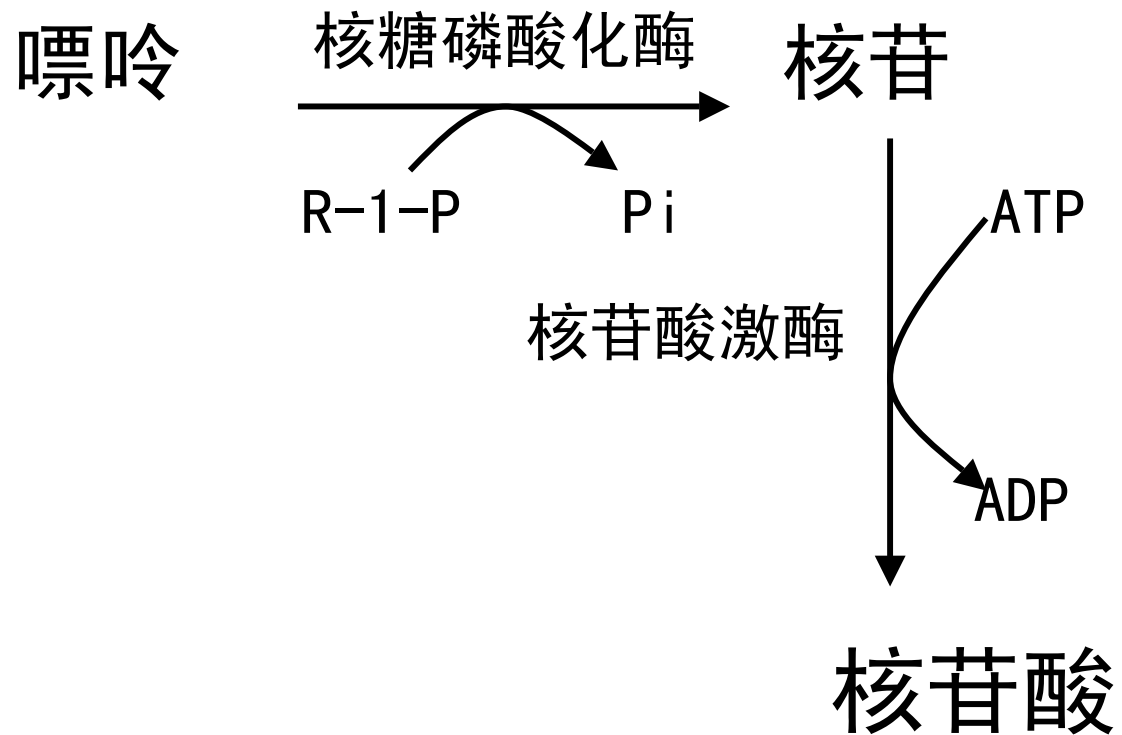
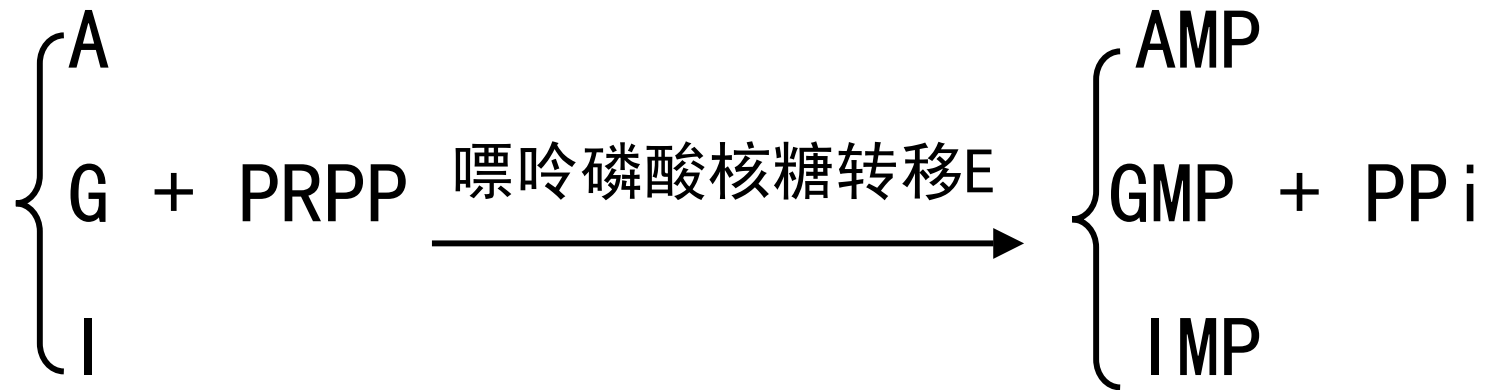


图 10-7 次黄嘌呤核苷酸的合成途径

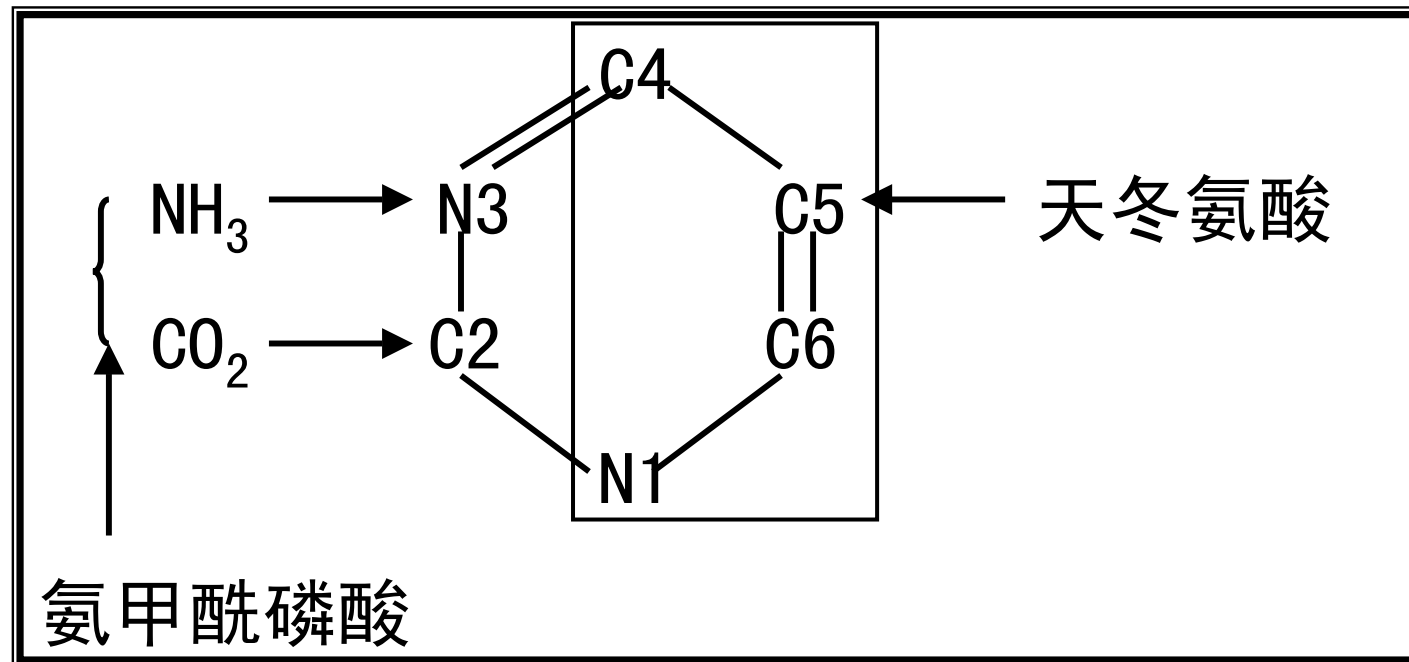
## 2、补救途径



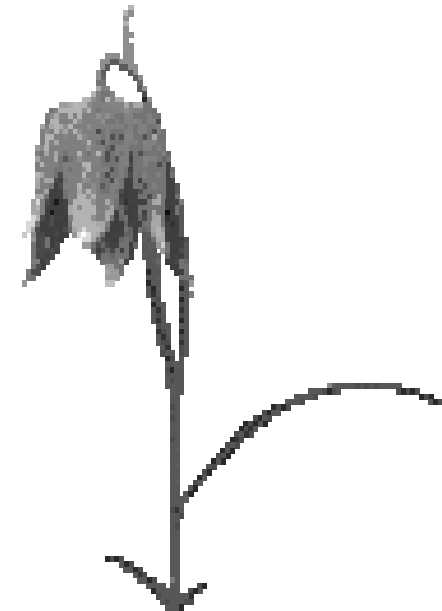
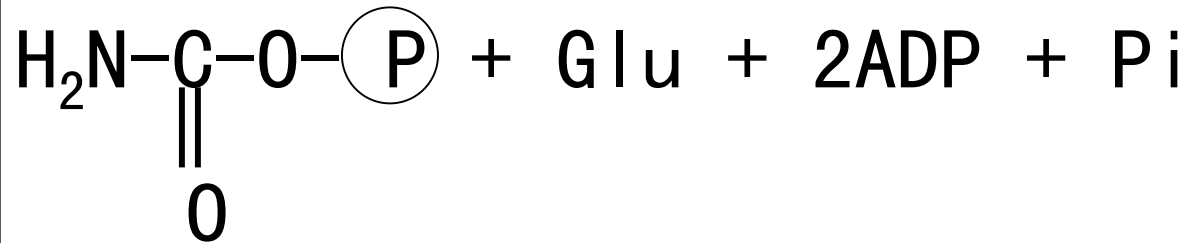
## (二) 嘧啶核苷酸的合成

### 1、“从头合成”途径

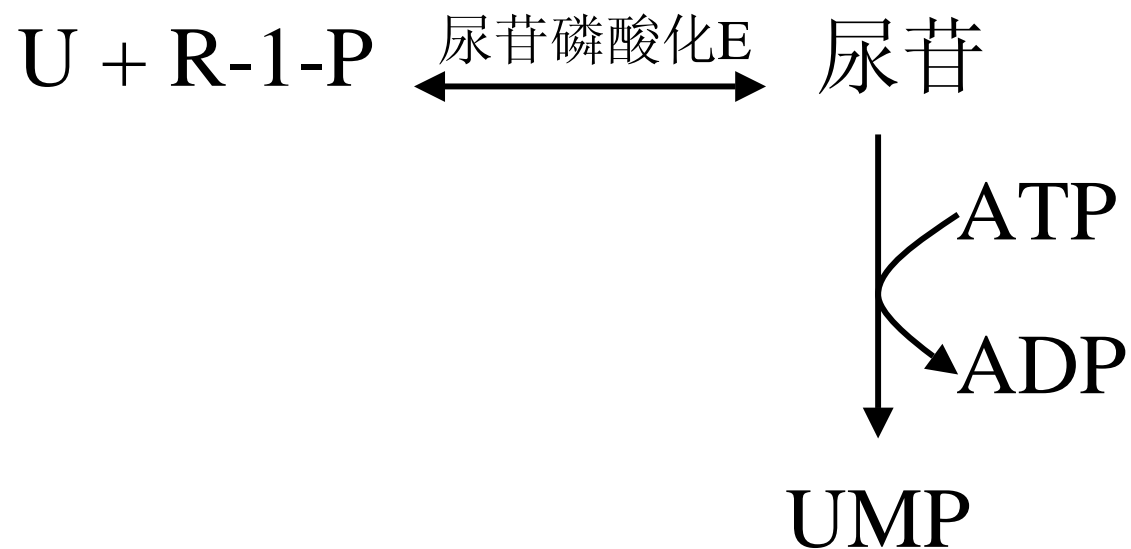
嘧啶环元素来源：



起始反应:



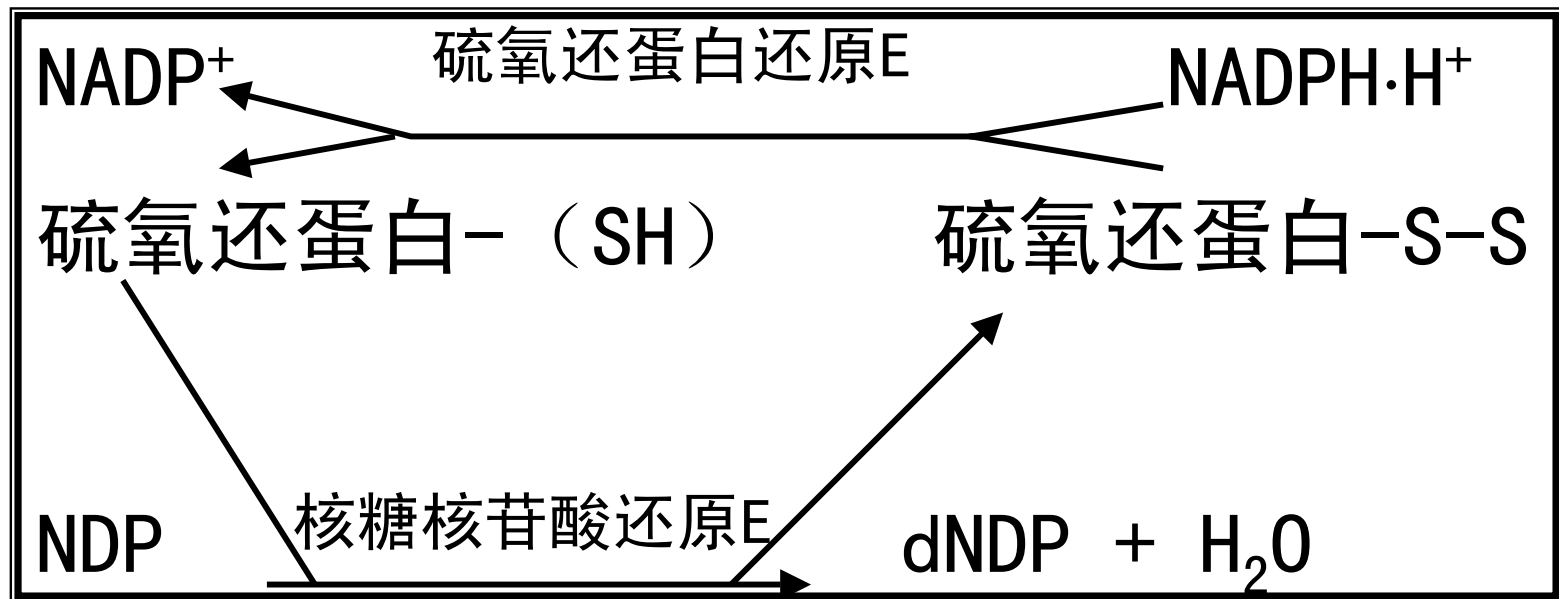
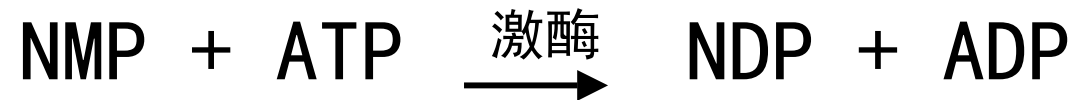
## 2、补救途径



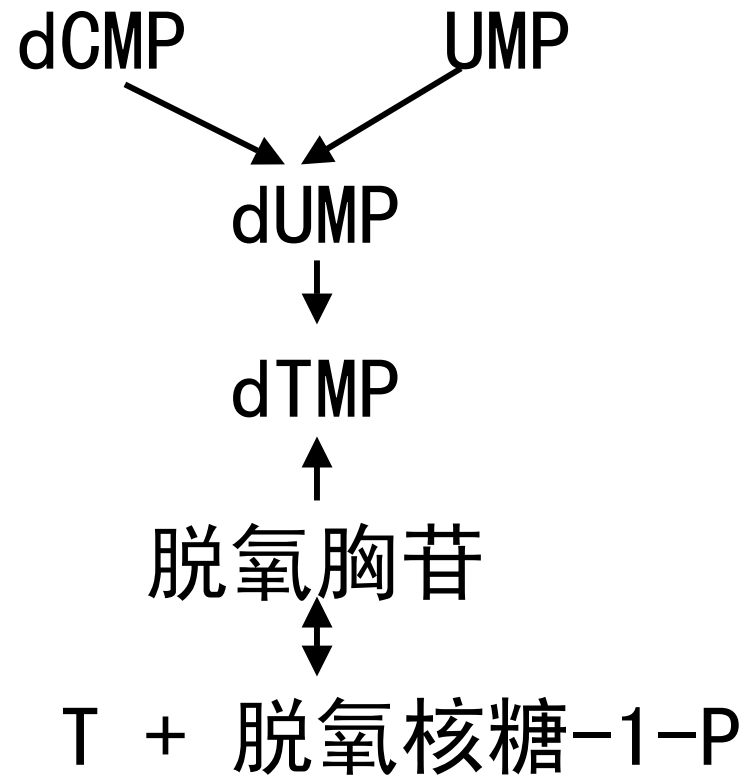


## 二、脱氧核糖核苷酸的生物合成

### 1、核糖核苷酸的还原

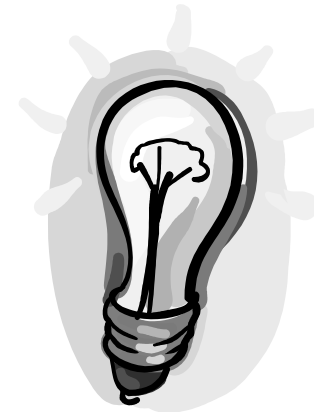
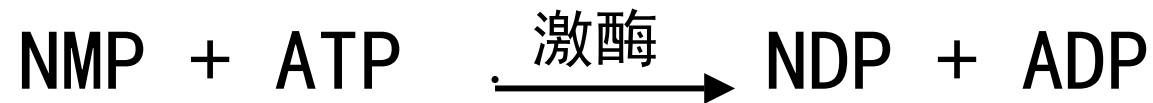


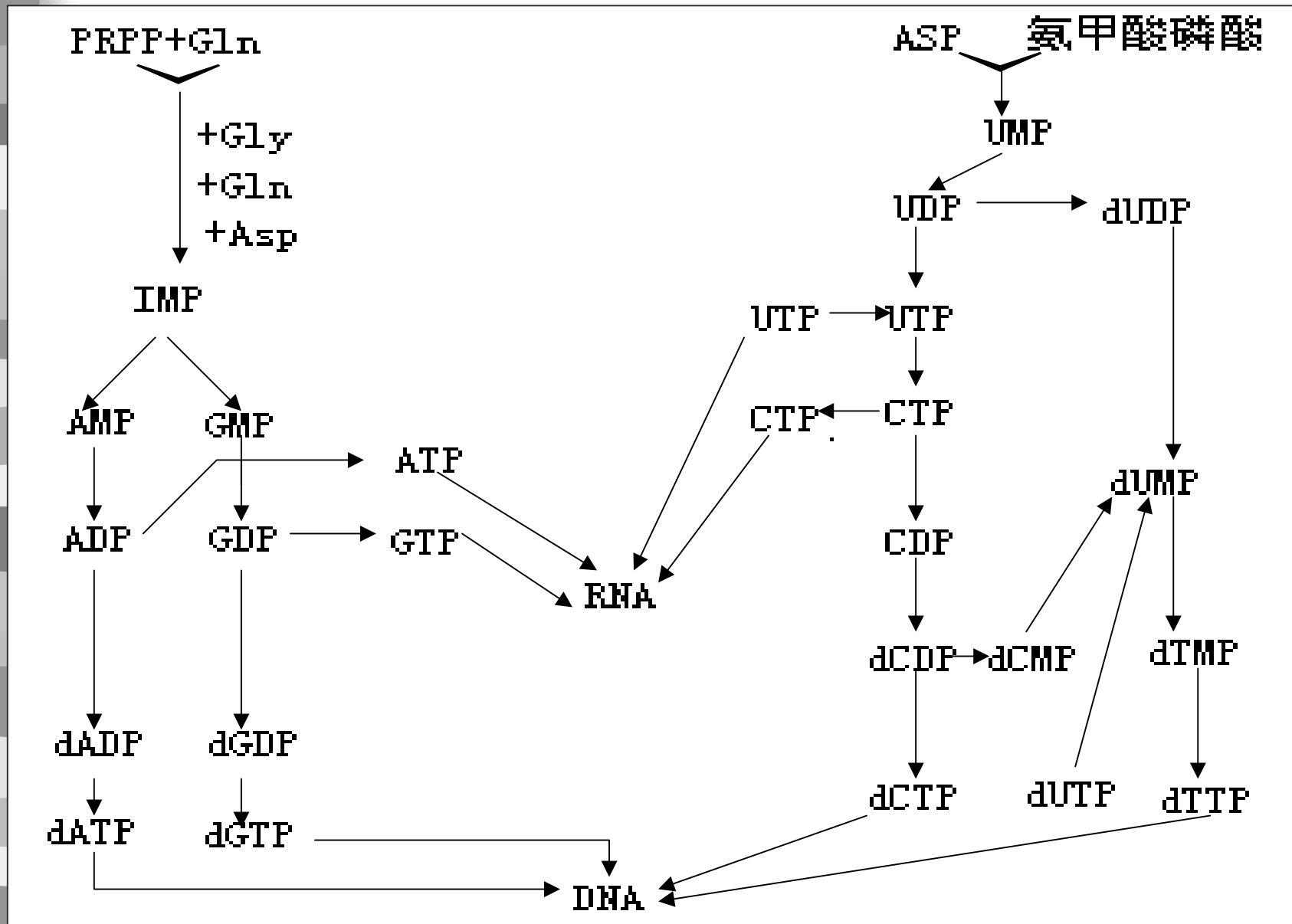
## 2、dTMP 的合成



### 三、NMP转变为NDP和NTP

在生物合成和能量转换中，核苷酸的活泼形式是NDP和NTP。





各种核苷酸合成的相互关系