

# 核糖核酸（RNA）及蛋白質的合成

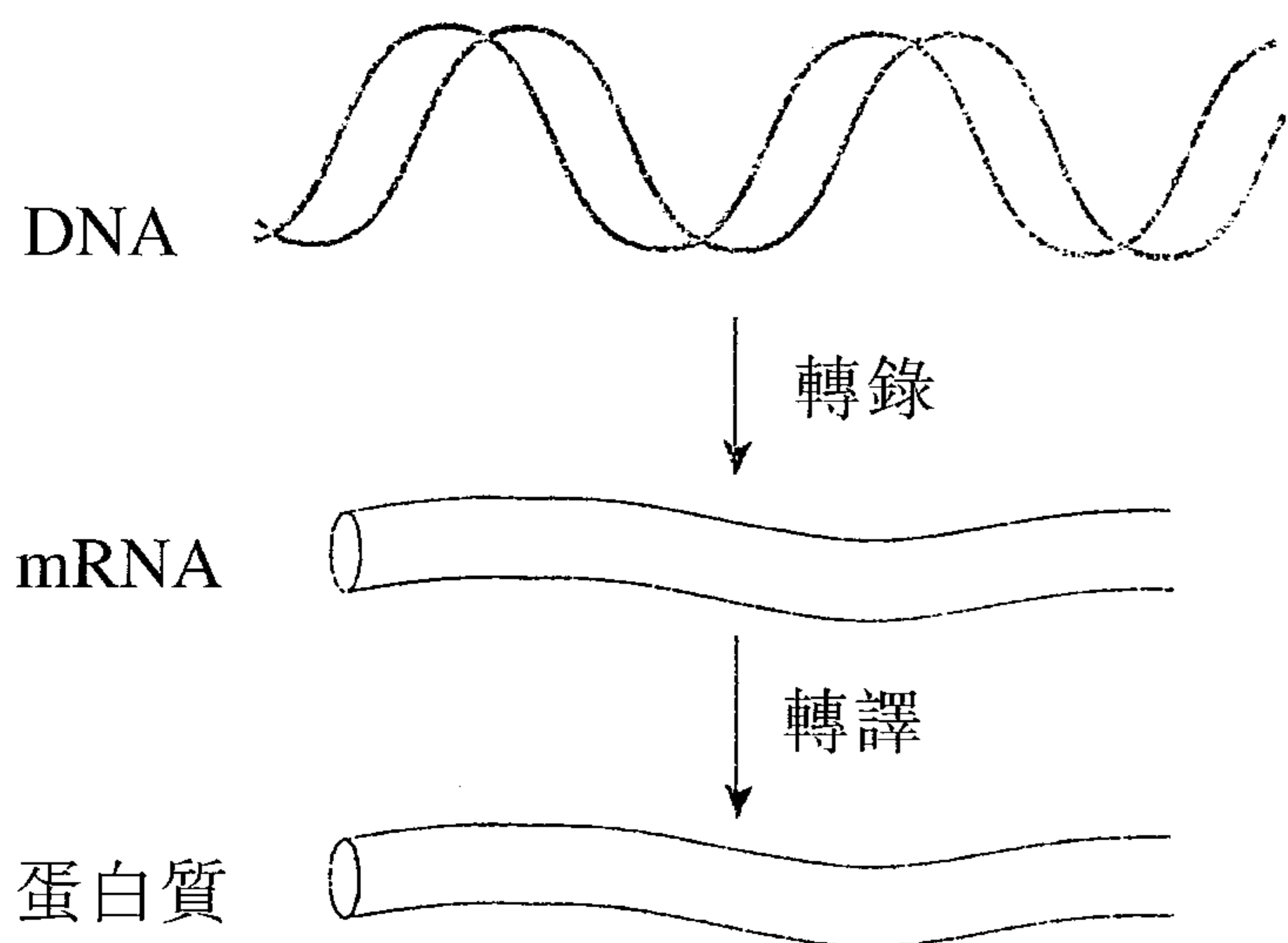
王志堅

三軍總醫院小兒部

細菌的遺傳基本物質除了DNA外，還有另一重要的物質那就是核糖核酸(ribonucleic acid; RNA)。DNA首先必需將遺傳密碼轉錄(transcription)成傳訊RNA(messenger RNA)，然後再由傳訊RNA轉譯(translation)成蛋白質(圖一)。DNA在細胞中的排列及遺傳特性稱為基因型(genotype)，而蛋白質在細胞中的表現則稱為外顯型(phenotype)；在轉錄及轉譯過程中，不能有任何錯誤，否則因為一些輕微變化，就可能造成蛋白質活性的消失，因而影響到細胞的生存。本次專欄將探討RNA的結構、種類及功能，和DNA如何經由RNA製造蛋白質。

## RNA的結構、種類及功能

RNA與DNA的基本結構類似，但是



圖一 DNA經由轉錄、轉譯步驟合成蛋白質

不同的就是RNA的核糖比DNA的核糖多一個氧原子，因此稱為核糖核酸，而DNA則稱為去氧核糖核酸；另外在RNA中沒有胸腺嘧啶而是被尿嘧啶(uracil)取代（圖二）；還有就是RNA的結構是單股而不像DNA是以互補的雙股存在。

在所有的細菌中均具有三種不同的RNA，分別是傳訊RNA (mRNA)、核糖體RNA (ribosomal RNA; rRNA) 及轉運RNA (transfer RNA; tRNA)，這些RNA分別具有不同的功能（表一）。DNA可以將遺傳訊息轉錄成mRNA，因此mRNA的功能也就是當做遺傳訊息的傳遞者；當mRNA形成後，即可利用tRNA將正確的胺基酸帶至核糖體 (ribosome) 處，依遺傳密碼將正確的胺基酸形成胺基酸鏈，最後變成有功能的蛋白質；蛋白質是在核糖體中形成的，rRNA則是核糖體的主要成份，可以協助mRNA與tRNA在核糖體內合成胺基酸鏈。由RNA的功能知道，三種RNA必需合作無間才能將DNA的遺傳訊息轉變成胺基酸訊息，最後合成細胞的重要結構蛋白質。

## 轉 錄

DNA首先是利用轉錄方式將遺傳訊息

表一 細菌RNA的種類及其功能

RNA的種類	功 能
傳訊RNA (mRNA)	攜帶DNA的遺傳訊息，做為胺基酸合成的模板。
轉運RNA (tRNA)	依mRNA的排列順序，依次將正確的胺基酸帶至核糖體處，形成胺基酸鏈。
核糖體RNA (rRNA)	具有三種不同的rRNA (5S, 16S, 23S)，在核糖體內協助mRNA及tRNA正確無誤的合成胺基酸鏈。

變成mRNA，在轉錄過程中，雙股DNA會分開，只以其中一股當作模板(template)，經由RNA聚合酶(RNA polymerase)的幫助，以互補配對方式合成mRNA；也就是DNA的胸腺嘧啶(T)對RNA的腺嘌呤(A)，DNA的鳥糞嘌呤(G)對RNA的胞嘧啶(C)，DNA的胞嘧啶(C)對RNA的鳥糞嘌呤(G)及DNA的腺嘌呤(A)對RNA的尿嘧啶(U)，例如：DNA是ATCG則合成的RNA就是UAGC，經過此種方式，就可形成一段單股的mRNA。

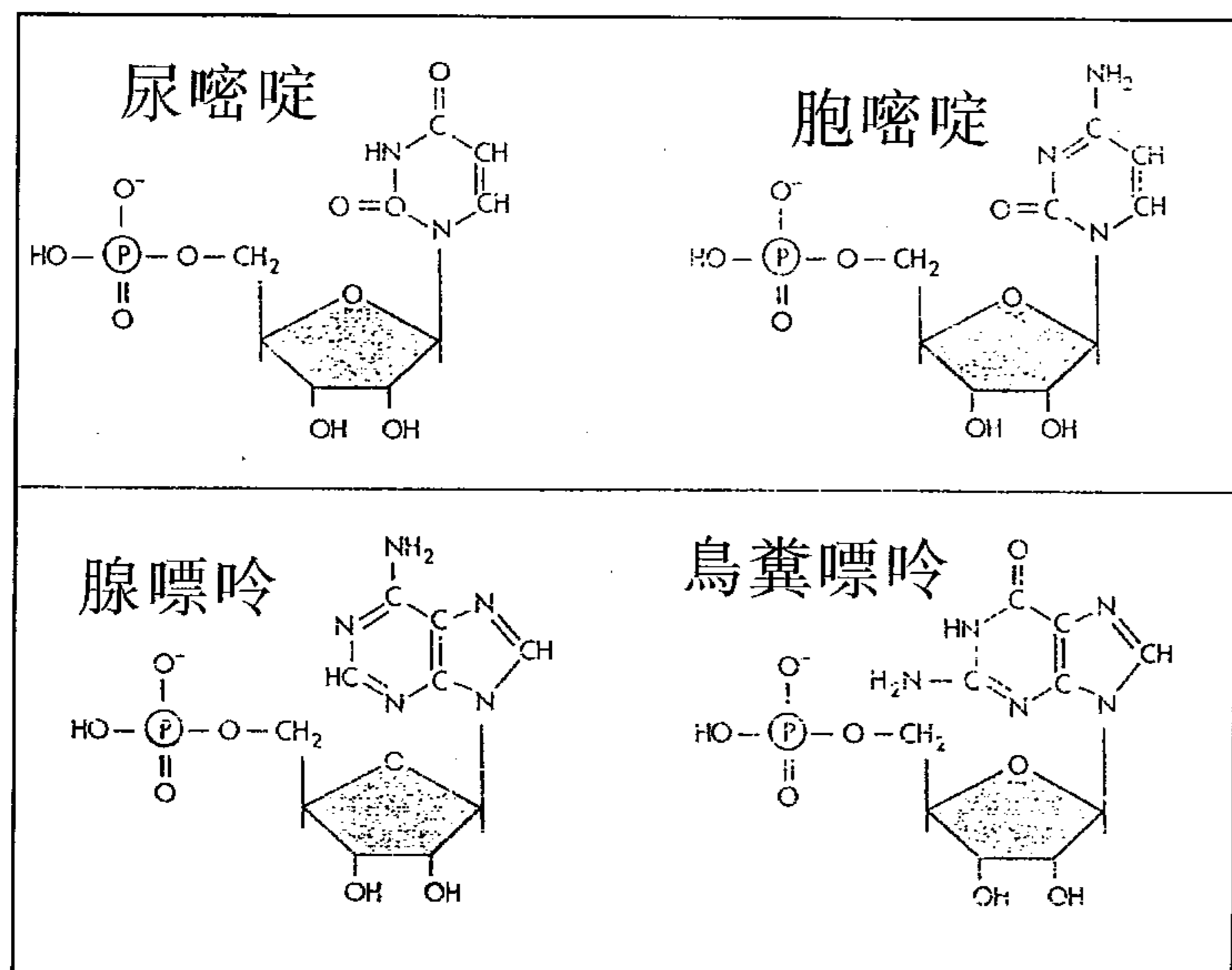
在DNA中有些特定排列的順序可以決定開始或終止合成mRNA，在DNA要開始

合成mRNA的區域，特別稱為啓動區(promoter region)，RNA聚合酶就可由此區域開始延著DNA模板移動，直到DNA上終止訊息出現為止，這時RNA聚合酶就會由模板上脫落，完成轉錄的工作。細菌因為不具有細胞核，因此mRNA的整個合成工作均是在細胞質中完成。

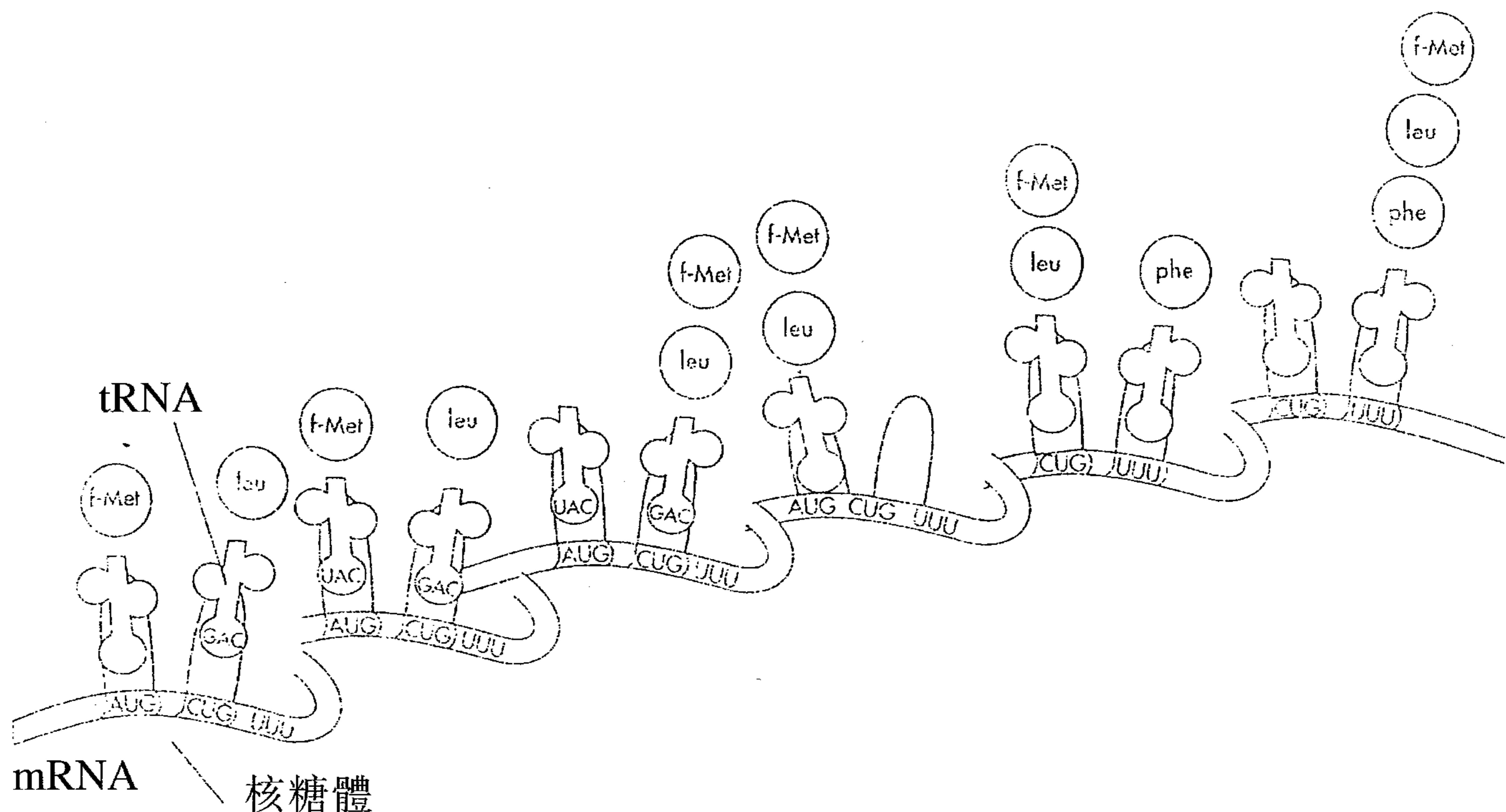
## 轉 譯

在轉譯的過程中就是利用合成好的單股mRNA所攜帶的訊息，將其轉換成胺基酸；胺基酸鏈具有氮端(N-terminal)及碳端(C-terminal)兩個端點，胺基酸的合成有其一定方向，是由氮端向碳端合成。

現在已知mRNA上每三個核苷酸就可以轉譯成一個特定的胺基酸，此三個一組的遺傳密碼稱為密碼子(codon)。因為mRNA有4種不同的核苷酸，因此經由配對後可有64種不同密碼子存在，而生物界中蛋白質大多是由20種的胺基酸所組成，因此有些密碼子可能對應到多種不同的胺基酸，在此情況下，有時雖然遺傳訊息發生突變，也就是基因型已經改變，但是卻仍能合成相同的胺基酸鏈，使蛋白質的外



圖二 RNA的基本結構



圖三 以傳訊RNA為模板，轉運RNA將胺基酸運送至正確位置，形成胺基酸鏈。

顯型不受影響而沒有改變。但有時mRNA上的核苷酸發生突變，只要消失或增加任何一個核苷酸，就會讓原來的密碼子發生改變，因而合成錯誤的胺基酸。由此可知在轉錄與轉譯的過程中，有時只有些微的錯誤，就會造成嚴重的後果，甚至會使細菌死亡。

另外有些特定的密碼子卻不對應到任何一種胺基酸，而只是做為某些特定的訊息，例如做為胺基酸合成開始或終止的訊號就是由一定的密碼子在負責，就像句子中間的標點符號一樣。

### 蛋白質的合成

當mRNA上的密碼子決定後，在rRNA

的配合下，相對於mRNA上的密碼子，tRNA上也有密碼存在，此密碼與mRNA的密碼子可以互補配對，這時tRNA上攜帶的胺基酸就會在RNA聚合酶作用下，以mRNA為模板，依序成鏈排列（圖三），最後形成蛋白質。

### 參考文獻

1. Lawrence E: A Guide to Modern Biology, 1st ed. London: Longman. 1989: 27-31.
2. Lewin B: Genes IV. 4th ed. New York: Oxford. 1990: 57-74.
3. Gaffney J: DNA replication and repair. In: Smith CA, Wood EJ, eds. Molecular Biology and Biotechnology. 1st ed. London: Chapman & Hall. 1991: 1-17.
4. Watson JD, Gilman M, Witkowski J, et al: Recombinant DNA. 2nd ed. New York: W. H. Freeman. 1992: 13-32.
5. Atlas RM: Microorganisms in Our World. 1st ed. St. Louis: Mosty-Year Book, Inc. 1995: 209-13.