DNA是硬盘，RNA是内存?

DNA由[脱氧核苷酸](https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E8%8B%B7%E9%85%B8/2317043" \t "https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96%E6%A0%B8%E9%85%B8/_blank)组成的大分子聚合物。

[脱氧核苷酸](https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E8%8B%B7%E9%85%B8/2317043" \t "https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96%E6%A0%B8%E9%85%B8/_blank)由[碱基](https://baike.baidu.com/item/%E7%A2%B1%E5%9F%BA/467389" \t "https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96%E6%A0%B8%E9%85%B8/_blank)、[脱氧核糖](https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96/347457" \t "https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96%E6%A0%B8%E9%85%B8/_blank)和[磷酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%A3%B7%E9%85%B8/849014" \t "https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96%E6%A0%B8%E9%85%B8/_blank)构成。

其中碱基有4种：

腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、[胸腺嘧啶](https://baike.baidu.com/item/%E8%83%B8%E8%85%BA%E5%98%A7%E5%95%B6/8670400" \t "https://baike.baidu.com/item/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96%E6%A0%B8%E9%85%B8/_blank)（T）和胞嘧啶（C）。

起始密码子（iniation codon）：指定蛋白质合成起始位点的密码子。最常见的起始密码子是甲硫氨酸或缬氨酸密码。

终止密码子（termination codon）：任何tRNA分子都不能正常识别的，但可被特殊的蛋白质结合并引起新合成的肽链从翻译机器上释放的密码子。存在三个终止密码子：UAG，UAA和UGA。

基因密码是以三联体形式存在于[DNA分子](https://baike.baidu.com/item/DNA%E5%88%86%E5%AD%90/925879" \t "https://baike.baidu.com/item/_blank)中，以DNA为子中相邻的三个碱基代表一个密码子。碱基一共有四种，它们是腺嘌呤，鸟嘌呤。[胞嘧啶](https://baike.baidu.com/item/%E8%83%9E%E5%98%A7%E5%95%B6" \t "https://baike.baidu.com/item/_blank)和[胸腺嘧啶](https://baike.baidu.com/item/%E8%83%B8%E8%85%BA%E5%98%A7%E5%95%B6" \t "https://baike.baidu.com/item/_blank)，用英文字母A、G、C和T来表示。任何三个碱基相邻排列在DNA分子中，就形成一个三联体密码，一系列的三联体密码构成基因密码。



腺苷三磷酸（ATP）是由腺嘌呤、核糖和3个磷酸基团连接而成，水解时释放出能量较多，是生物体内最直接的能量来源。

遗传密码又称密码子、遗传密码子、三联体密码，匿藏了[生命](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E5%91%BD/1417" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)及其历史演化的秘密

遗传密码由两套相对独立的系统——RNA和DNA构成，是为了实现对细胞内成百上千同时发生的生化反应进行有序的信息管控，因为在生命构建与运行过程之中，mRNA的使命完成之后，马上就被销毁掉，而DNA所记录的[遗传信息](https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E4%BF%A1%E6%81%AF" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)则是要永久保存的，是种族延续的根本。遗传密码是与原始生命的生化系统协同演化而来的，遗传密码的诞生是生命诞生的重要标志

此表列出了64种[密码子](https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%90" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)以及[氨基酸](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%A8%E5%9F%BA%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)的标准配对。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **第**  **一**  **位**  **碱**  **基** | **第　二　位　碱　基** | | | | **第**  **三**  **位**  **碱**  **基** |
| - | U | C | A | G | - |
| U | UUU (Phe/F)[苯丙氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E8%8B%AF%E4%B8%99%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  UUC (Phe/F）苯丙氨酸  UUA (Leu/L)[亮氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%AE%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  UUG (Leu/L）亮氨酸 | UCU (Ser/S)[丝氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%9D%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  UCC (Ser/S）丝氨酸  UCA (Ser/S）丝氨酸  UCG (Ser/S）丝氨酸 | UAU (Tyr/Y)[酪氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E9%85%AA%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  UAC (Tyr/Y）酪氨酸  UAA （终止）  UAG （终止） | UGU (Cys/C)[半胱氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%8A%E8%83%B1%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  UGC (Cys/C）半胱氨酸  UGA （终止）  UGG (Trp/W)[色氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E8%89%B2%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank) | U  C  A  G |
| C | CUU (Leu/L）亮氨酸  CUC (Leu/L）亮氨酸  CUA (Leu/L）亮氨酸  CUG (Leu/L）亮氨酸 | CCU (Pro/P)[脯氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E8%84%AF%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  CCC (Pro/P）脯氨酸  CCA (Pro/P）脯氨酸  CCG (Pro/P）脯氨酸 | CAU (His/H）组氨酸  CAC (His/H)[组氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%84%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  CAA (Gln/Q)[谷氨酰胺](https://baike.baidu.com/item/%E8%B0%B7%E6%B0%A8%E9%85%B0%E8%83%BA" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  CAG (Gln/Q）谷氨酰胺 | CGU (Arg/R）精氨酸  CGC (Arg/R)[精氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%B2%BE%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  CGA (Arg/R）精氨酸  CGG (Arg/R）精氨酸 | U  C  A  G |
| A | AUU (Ile/I)[异亮氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E5%BC%82%E4%BA%AE%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  AUC (Ile/I）异亮氨酸  AUA (Ile/I）异亮氨酸  AUG (Met/M)[甲硫氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B2%E7%A1%AB%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)（起始） | ACU (Thr/T)[苏氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E8%8B%8F%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  ACC (Thr/T）苏氨酸  ACA (Thr/T）苏氨酸  ACG (Thr/T）苏氨酸 | AAU (Asn/N)[天冬酰胺](https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%A9%E5%86%AC%E9%85%B0%E8%83%BA" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  AAC (Asn/N）天冬酰胺  AAA (Lys/K）赖氨酸  AAG (Lys/K）赖氨酸 | AGU (Ser/S）丝氨酸  AGC (Ser/S）丝氨酸  AGA (Arg/R）精氨酸  AGG (Arg/R）精氨酸 | U  C  A  G |
| G | GUU (Val/V)[缬氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%BC%AC%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  GUC (Val/V）缬氨酸  GUA (Val/V）缬氨酸  GUG (Val/V）缬氨酸 | GCU (Ala/A)[丙氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%99%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  GCC (Ala/A）丙氨酸  GCA (Ala/A）丙氨酸  GCG (Ala/A）丙氨酸 | GAU (Asp/D)[天冬氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%A9%E5%86%AC%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  GAC (Asp/D）天冬氨酸  GAA (Glu/E）[谷氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E8%B0%B7%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  GAG (Glu/E）谷氨酸 | GGU (Gly/G)[甘氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%98%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)  GGC (Gly/G）甘氨酸  GGA (Gly/G）甘氨酸  GGG (Gly/G）甘氨酸 | U  C  A  G |

注：（起始）标准起始编码，同时为[甲硫氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B2%E7%A1%AB%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)编码。[mRNA](https://baike.baidu.com/item/mRNA" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)中第一个AUG就是蛋白质翻译的起始部位。

此表列出了和20种[氨基酸](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%A8%E5%9F%BA%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)和[密码子](https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%90" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)的标准配对。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ala** | A | GCU,GCC,GCA,GCG | **Leu** | L | UUA,UUG,CUU,CUC,CUA,CUG |
| **Arg** | R | CGU,CGC,CGA,CGG,AGA,AGG | **Lys** | K | AAA,AAG |
| **Asn** | N | AAU,AAC | **Met** | M | AUG |
| **Asp** | D | GAU,GAC | **Phe** | F | UUU,UUC |
| **Cys** | C | UGU,UGC | **Pro** | P | CCU,CCC,CCA,CCG |
| **Gln** | Q | CAA,CAG | **Ser** | S | UCU,UCC,UCA,UCG,AGU,AGC |
| **Glu** | E | GAA,GAG | **Thr** | T | ACU,ACC,ACA,ACG |
| **Gly** | G | GGU,GGC,GGA,GGG | **Trp** | W | UGG |
| **His** | H | CAU,CAC | **Tyr** | Y | UAU,UAC |
| **Ile** | I | AUU,AUC,AUA | **Val** | V | GUU,GUC,GUA,GUG |
| **起始** | AUG | **终止** | UAG,UGA,UAA |  |  |

### 阅读框

阅读框由翻译起始位点的初始核苷酸三联码决定，它为一系列连续的非重叠密码子设置阅读框架，称为“[开放阅读框](https://baike.baidu.com/item/%E5%BC%80%E6%94%BE%E9%98%85%E8%AF%BB%E6%A1%86/4895450" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)”（ORF）。例如，一段序列GGGAAACCC，如果由第一个位置开始读，包括3个密码子GGG，AAA和CCC。如果从第二位开始读，包括GGA和AAC（忽略不完整的密码子）。如果从第三位开始读，则为GAA和ACC。故此每段序列都可以分为三个阅读框，每个都能产生不同的[氨基酸](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%A8%E5%9F%BA%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)序列（在上例中，相应为Gly-Lys-Pro，Gly-Asp，和Glu-Thr）。而因为DNA的双螺旋结构，每段DNA实际上有六个阅读框。实际的框架是由[起始密码子](https://baike.baidu.com/item/%E8%B5%B7%E5%A7%8B%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%90" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)确定，通常是mRNA序列上第一个出现的AUG。　破坏阅读框架的变异（例如，插入或删除1个或2个[核苷酸](https://baike.baidu.com/item/%E6%A0%B8%E8%8B%B7%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)）称为阅读框变异，通常会严重影响到蛋白质的功能，故此并不常见，因为他们通常不能在演化中存活下来。在真核生物中，外显子中的ORF经常被内含子打断。

### 起始和终止密码子

蛋白质的翻译从初始化[密码子](https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%90" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)（[起始密码子](https://baike.baidu.com/item/%E8%B5%B7%E5%A7%8B%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%90" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)）开始。单独的起始密码子不足以启动翻译过程，需要适当的初始化序列和起始因子才能使mRNA和核糖体结合，如[大肠杆菌](https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%A7%E8%82%A0%E6%9D%86%E8%8F%8C/556836" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)中的Shine-Dalgarno序列和[起始因子](https://baike.baidu.com/item/%E8%B5%B7%E5%A7%8B%E5%9B%A0%E5%AD%90/1538643" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)。最常见的起始密码子是AUG，其同时编码的[氨基酸](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%A8%E5%9F%BA%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)在细菌为[甲酰甲硫氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B2%E9%85%B0%E7%94%B2%E7%A1%AB%E6%B0%A8%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)，在真核生物为甲硫氨酸，但在个别情况其它一些密码子也具有起始的功能。其他备选起始密码子还包括“GUG”或“UUG”，分别编码缬氨酸或亮氨酸，但作为起始密码子，它们被翻译为甲硫氨酸或甲酰甲硫氨酸 [5]  。

终止密码子也称为“终止”或“无意义”密码子。在经典遗传学中，[终止密码子](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%88%E6%AD%A2%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%90" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)各有名称：UAG为琥珀（amber），UGA为蛋白石（opal），UAA为赭石（ochre）。这些名称是由最初发现这些终止密码子的发明者命名的。因为没有同源tRNA具有这些终止密码子互补的反密码子，使得释放因子有机会与核糖体结合，促进新合成的多肽从核糖体分离从而结束翻译程序。另外，在哺乳动物的[线粒体](https://baike.baidu.com/item/%E7%BA%BF%E7%B2%92%E4%BD%93" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)中，AGA和AGG也充当终止密码子。

### 非标准的遗传密码

虽然遗传密码在不同生命之间有很强的一致性，但亦存在非标准的遗传密码。在有“细胞能量工厂”之称的[线粒体](https://baike.baidu.com/item/%E7%BA%BF%E7%B2%92%E4%BD%93" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)中，便有和标准遗传密码数个相异的之处，甚至不同生物的线粒体有不同的遗传密码。支原体会把UGA转译为色氨酸。纤毛虫则把UAG（有时候还有UAA）转译为谷氨酰胺（一些绿藻也有同样现象），或把UGA转译为[半胱氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%8A%E8%83%B1%E6%B0%A8%E9%85%B8/4789920" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)。一些酵母会把GUG转译为丝氨酸。在一些罕见情况，一些蛋白质会有AUG以外的[起始密码子](https://baike.baidu.com/item/%E8%B5%B7%E5%A7%8B%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%90" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)。　真菌、[原生生物](https://baike.baidu.com/item/%E5%8E%9F%E7%94%9F%E7%94%9F%E7%89%A9" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)和人以及其它动物的粒线体中的遗传密码与标准遗传密码的差异，主要变化如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **密码子** | **通常的作用** | **例外的作用** | **所属的生物** |
| UGA | 中止编码 | 色氨酸编码 | 人、牛、酵母线粒体，支原体（Mycoplasma）基因组，如Capricolum |
| UGA | 中止编码 | 半胱氨酸编码 | 一些纤毛虫（ciliate）细胞核基因组，如游纤虫属（Euplotes) |
| AGR | 精氨酸编码 | 中止编码 | 大部分动物线粒体，脊椎动物线粒体 |
| AGA | 精氨酸编码 | 丝氨酸编码 | 果蝇线粒体 |
| AUA | 异亮氨酸编码 | 蛋氨酸编码 | 一些动物和酵母线粒体 |
| UAA | 中止编码 | 谷氨酰胺编码 | 草履虫、一些纤毛虫（ciliate）细胞核基因组，如嗜热四膜虫（ThermophAilus tetrahymena) |
| UAG | 中止编码 | 谷氨酸编码 | 草履虫核细胞核基因组 |
| GUG | 缬氨酸编码 | 丝氨酸编码 | 假丝酵母核基因组 |
| AAA | 赖氨酸编码 | 天冬氨酸编码 | 一些动物的线粒体，果蝇线粒体 |
| CUG | 亮氨酸编码 | 中止编码 | 圆柱念珠菌（Candida cylindracea）细胞核基因组 |
| CUN | 亮氨酸编码 | 苏氨酸编码 | 酵母线粒体 |

按信使RNA的序列，在一些蛋白质里终止密码子会被翻译成非标准的[氨基酸](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%A8%E5%9F%BA%E9%85%B8" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)，例如UGA翻译为[硒半胱氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E7%A1%92%E5%8D%8A%E8%83%B1%E6%B0%A8%E9%85%B8/4599351" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)，UAG翻译为[吡咯赖氨酸](https://baike.baidu.com/item/%E5%90%A1%E5%92%AF%E8%B5%96%E6%B0%A8%E9%85%B8/5594479" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%81%97%E4%BC%A0%E5%AF%86%E7%A0%81/_blank)。硒半胱氨酸和吡咯赖氨酸被认为是第21和第22个氨基酸。

随着对基因组序列加深了解，科学家可能还会发现其它非标准的转译方式，以及其它未知氨基酸在生物中的应用。

### 密码子使用偏好性

密码子的频率，也称为密码子使用偏差性，可以因物种而异，对控制翻译具有功能意义。