



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

高中生物学一轮复习

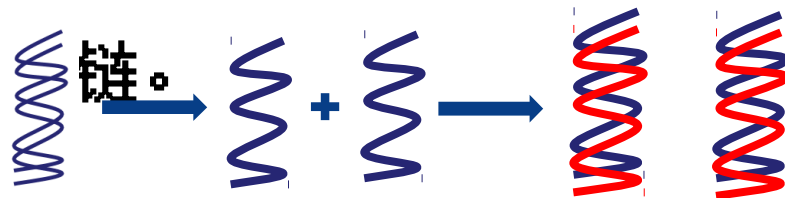
25.DNA 的半保留复制

广州市玉岩中学 龙方东

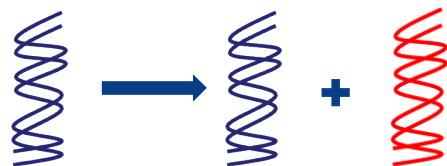
一、DNA 半保留复制的实验证据

（一）早期科学家对 DNA 复制方式的推测

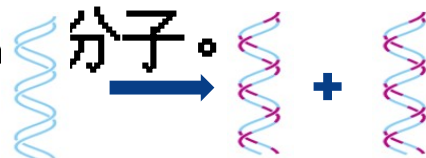
1. 半保留复制：指亲代 DNA 解旋后，分别以两条链为模板，合成子链，母链和子链共同组成一个新的 DNA 分子。新合成的 DNA，都保留了原来 DNA 中的一链。



2. 全保留复制：是指 DNA 复制以 DNA 双链为模板，子代 DNA 的双链都是新成。



3. 分散（弥散）复制：亲代 DNA 分子将断裂成短片段，以这些亲本短片段为模板合成同样长短的新的 DNA 片段，再将这些新旧片段混合连接，形成完整的全长 DNA 分子。



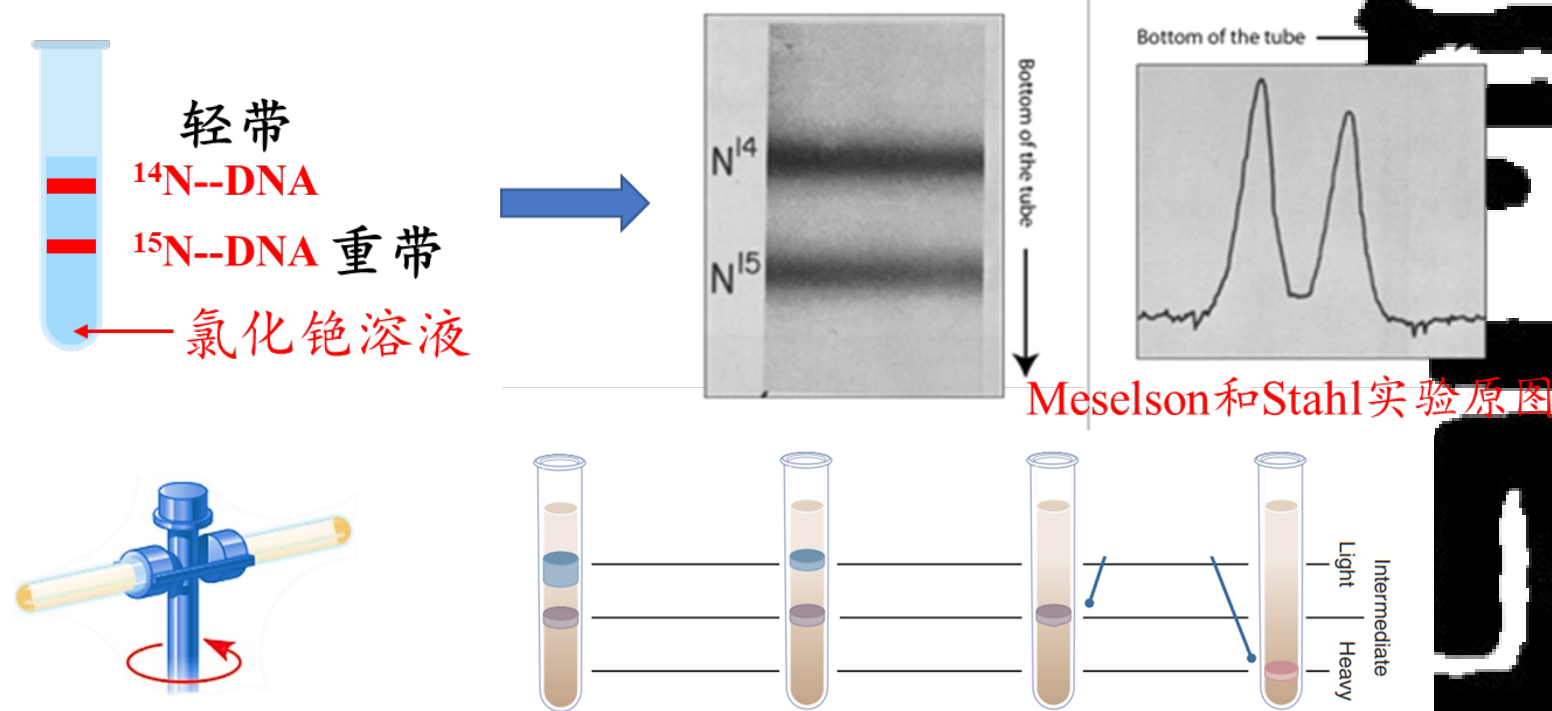
一、DNA 半保留复制的实验证据

(二) 梅塞尔森和斯塔尔实验

1958 年，美国生物学家梅塞尔森和斯塔尔以大肠杆菌为实验材料，运用密度梯度离心和同位素标记技术，利用假说演绎法证实了 DNA 的复制为半保留复制。



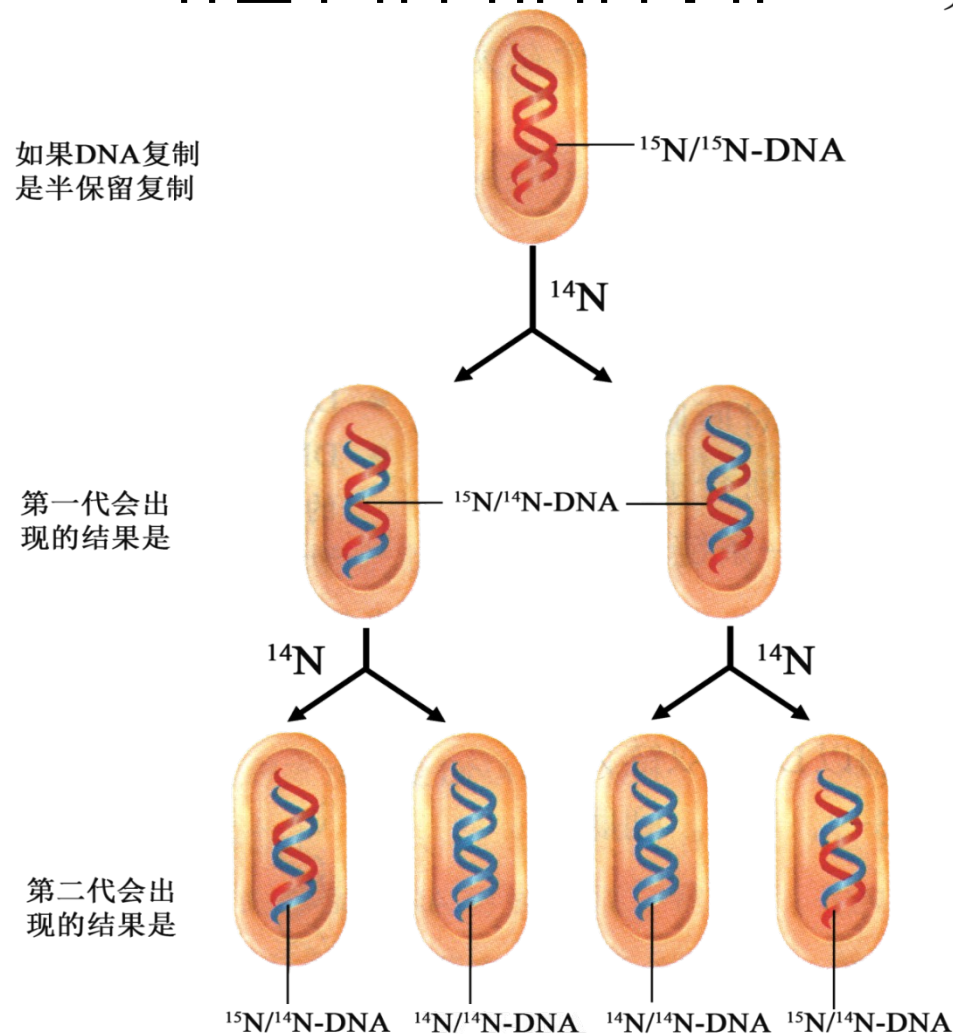
Meselson-Stahl 实验



密度梯度离心

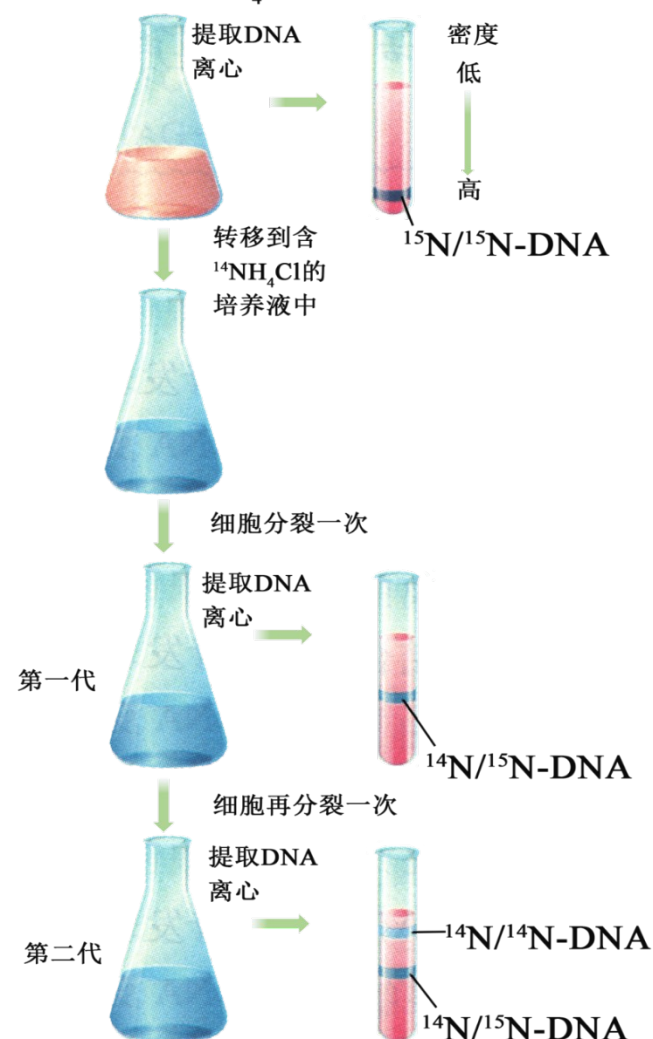
一、DNA 半保留复制的实验证据

（二）梅塞尔森和斯塔尔实验



证明DNA复制方式的实验示意图

大肠杆菌在含 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ 的培养液中生长若干代



科学家先用含 $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ 的培养液培养大肠杆菌若干代，这时大肠杆菌的DNA几乎都是 ^{15}N 标记的。然后再将大肠杆菌转移到含 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ 的培养液中，分别提取第一代和第二代DNA，查看实验结果。

一、DNA 半保留复制的实验证据

（二）梅塞尔森和斯塔尔实验

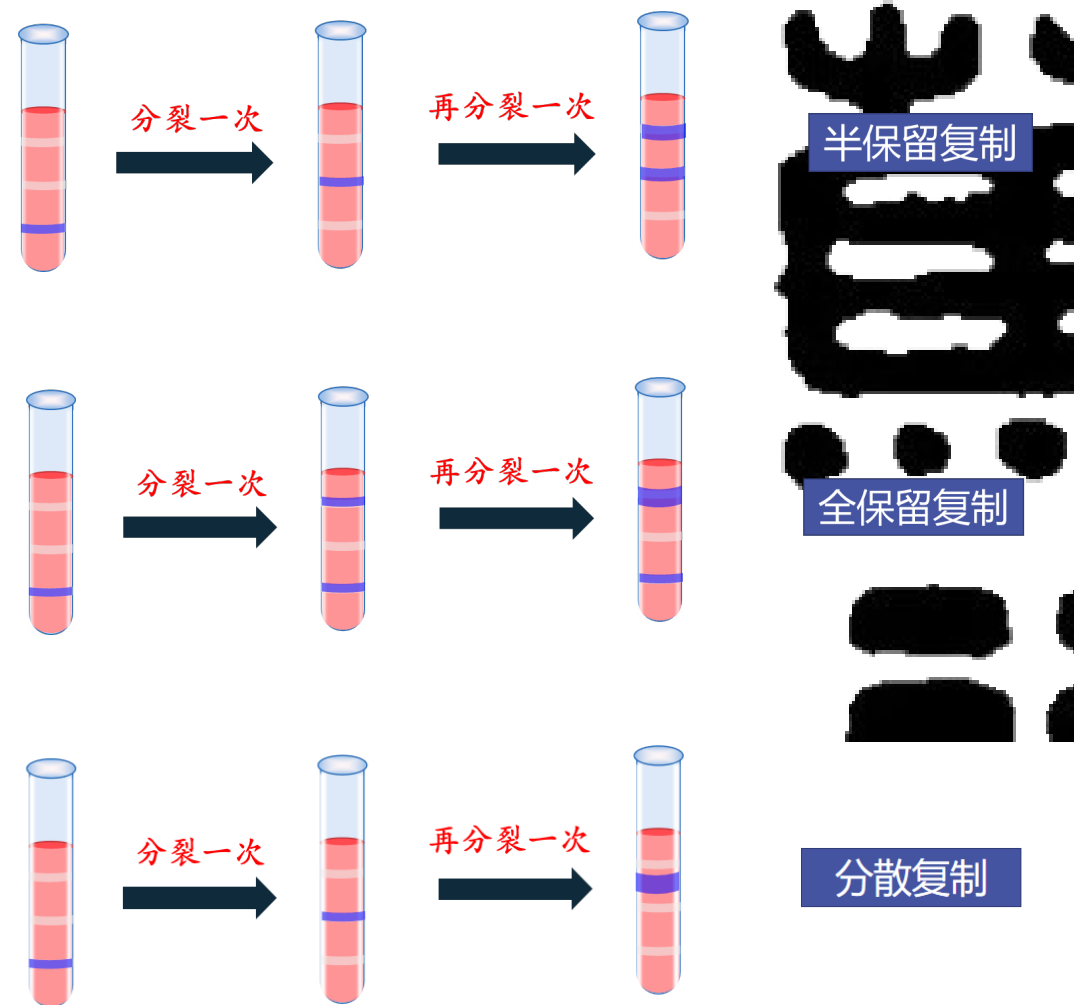
1 . 科学家的实验结果显示第一代只出现一条中带，这个结果排除了哪种复制方式

排除全保留复制方式

2 . 科学家的实验结果显示第二代出现了一条中带和一条轻带，这个结果可以进一步

排除哪种复制方式排除掉？

DNA 的复制是以半保留的方式进行的





一、DNA 半保留复制的实验证据

（二）梅塞尔森和斯塔尔实验

1、DNA 的是如何复制的？

2、推测可能的复制方式

半保留复制
全保留复制
分散复制

3、推理不同复制方式下得到子代 DNA 的可能情况，预测实验结果

4、证明 DNA 半保留复制的实验（密度梯度离心）

结论：DNA 复制是半保留复制

发现问题

提出假说

演绎推理

实验验证

假说-演绎法



一、DNA 半保留复制的实验证据

例 1. (2025·北京·高考真题) 1958 年 , Meselson 和 Stahl 通过 ^{15}N 标记 DNA 的实验 , 证明了 DNA 的半保留复制。关于这一经典实验的叙述正确的是 ()

- A . 因为 ^{15}N 有放射性 , 所以能够区分 DNA 的母链和子链
- B . 得到的 DNA 带的位置有三个 , 证明了 DNA 的半保留复制
- C . 将 DNA 变成单链后再进行离心也能得到相同的实验结果
- D . 选择大肠杆菌作为实验材料是因为它有环状质粒 DNA

真

二、DNA 半保留复制的过程



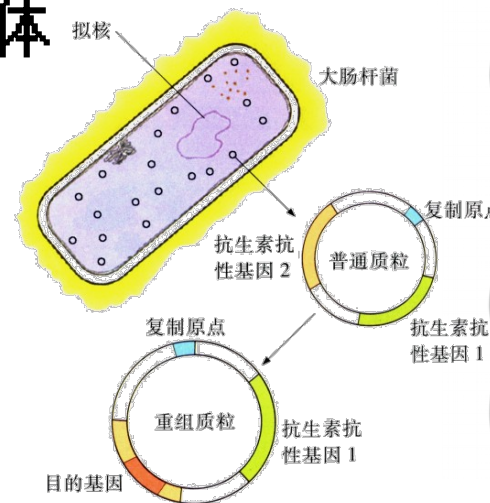
(一) DNA 复制的概念以亲代 DNA 为模板合成子代 DNA 的过程。

(二) 结果一个 DNA 分子形成两个完全相同的 DNA 分子

(三) 发生时期细胞分裂前的间期

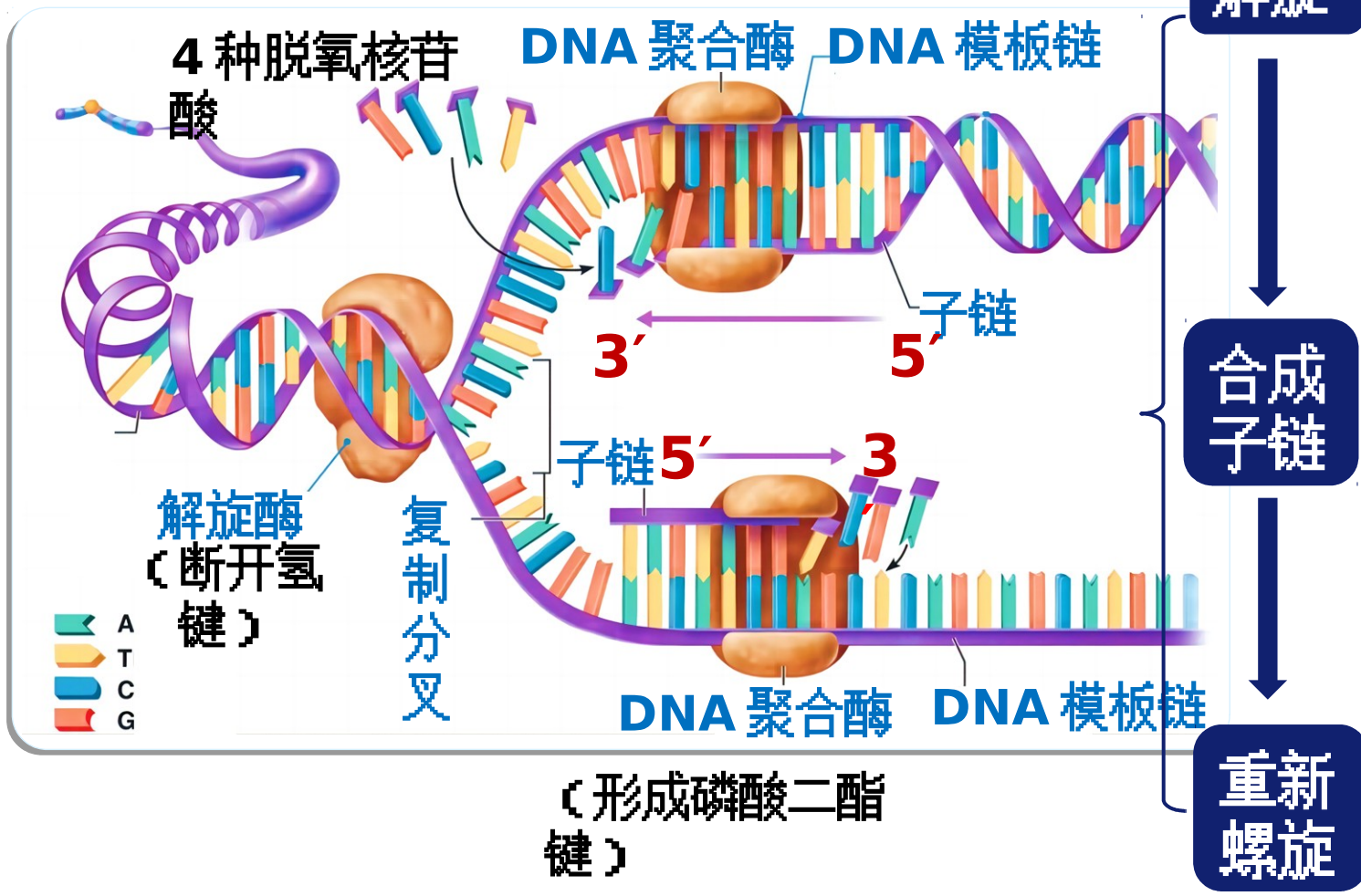
(四) 场所

- 真核生物
 - 细胞核（主要）
 - 细胞质：线粒体、叶绿体
- 原核生物
 - 拟核
 - 细胞质（质粒）
- 病毒：宿主细胞



二、DNA 半保留复制的过程

(五) 过程



- ① 能量 细胞提供能量
- ② 酶 解旋酶
- ③ 结果 断开氢键，解开双链
- ④ 模版 解开后的每一条母链
- ⑤ 原料 游离的 4 种脱氧核苷酸
- ⑥ 酶 **DNA 聚合酶**
- ⑦ 原则 碱基互补配对原则
- ⑧ 方向 子链的 5' 端 → 3' 端
- ⑨ 一条母链和一条子链螺旋成为一个新的 DNA 分子



二、DNA 半保留复制的过程

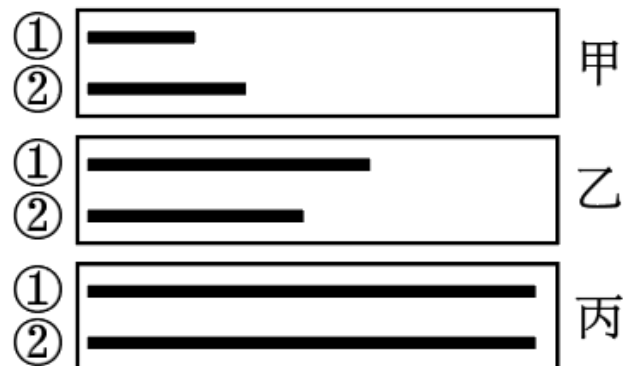
例 2 . (2023 · 山东 · 高考真题) 将一个双链 DNA 分子的一端固定于载玻片上，置于含有荧光标记的脱氧核苷酸的体系中进行复制。甲、乙和丙分别为复制过程中 3 个时间点的图像，①和②表示新合成的单链，①的 5' 端为解旋方向，丙为复制结束时的图像。该 DNA 复制过程中可观察到单链延伸暂停现象，但延伸进行时 2 条链延伸速率相等。已知复制过程中严格遵守碱基互补配对原则，下列说法错误的是 ()

A . 据图分析，①和②延伸时均存在暂停现象

B . 甲时①中 A、T 之和与②中 A、T 之和可能相等

C . 丙时①中 A、T 之和与②中 A、T 之和一定相等

D . ②延伸方向为 5' 端至 3' 端，其模板链 3' 端指向解旋方向



二、DNA 半保留复制的过程



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

(六) 特点

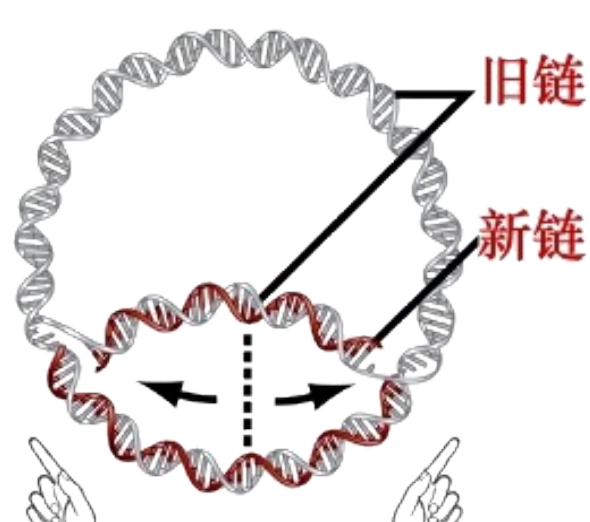


图1:大肠杆菌

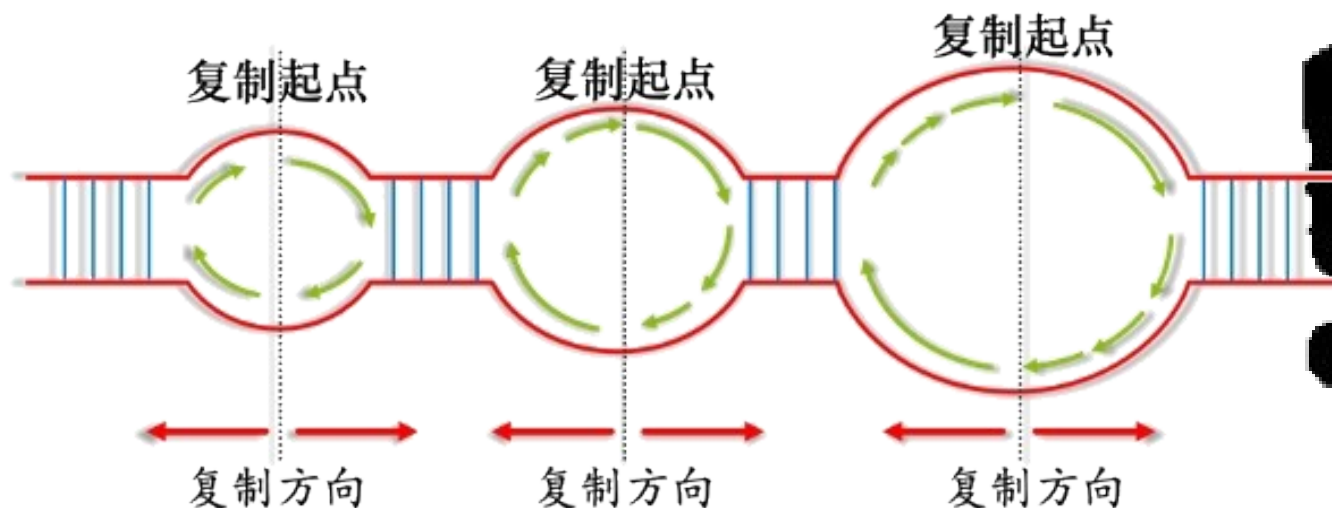


图2:真核生物

- ① 原核生物和真核生物 DNA 复制的共同特点
- ① **边解旋边复制** (从过程上看)
 - ② **半保留复制** (从结果上看)
- ② 不同点
- ① **单起点**双向复制 (原核生物)
 - ② **多起点**双向复制 (真核生物), 提高复制效率

二、DNA 半保留复制的过程



(七) 精确复制的原因

1. DNA 分子独特的**双螺旋**结构，为复制提供了**精确的模板**；
2. 遵循**碱基互补配对原则**，保证了复制能够准确地进行。

你认为 DNA 复制会百分之百准确吗？如果复制出现错误，可能会产生什么影响？

可能导致**基因突变**，引起生物体性状的改变。

(八) 复制的意义

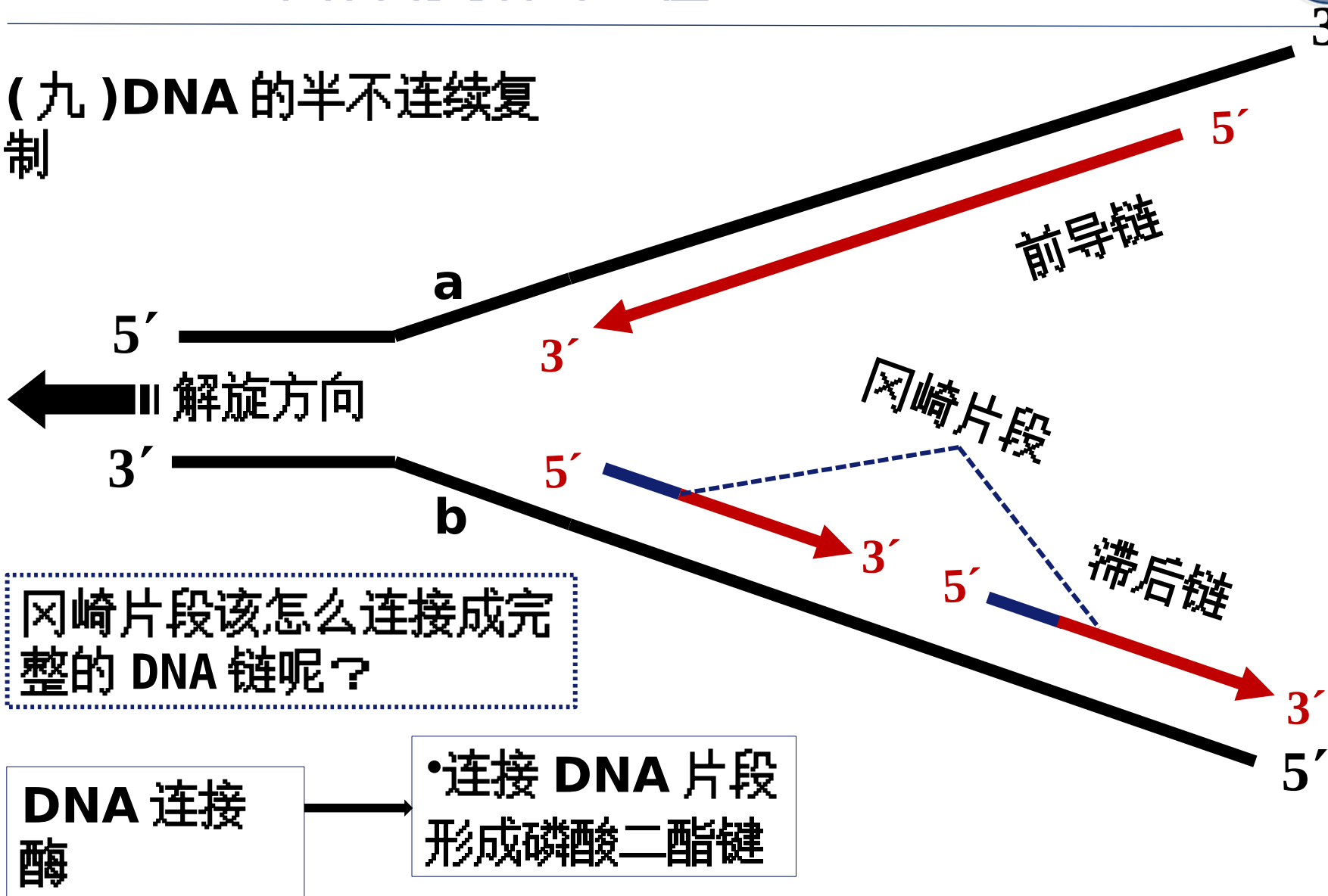
将遗传信息**从亲代传给子代**，从而保持遗传信息的**连续性**。

复制



二、DNA 半保留复制的过程

(九) DNA 的半不连续复制



DNA



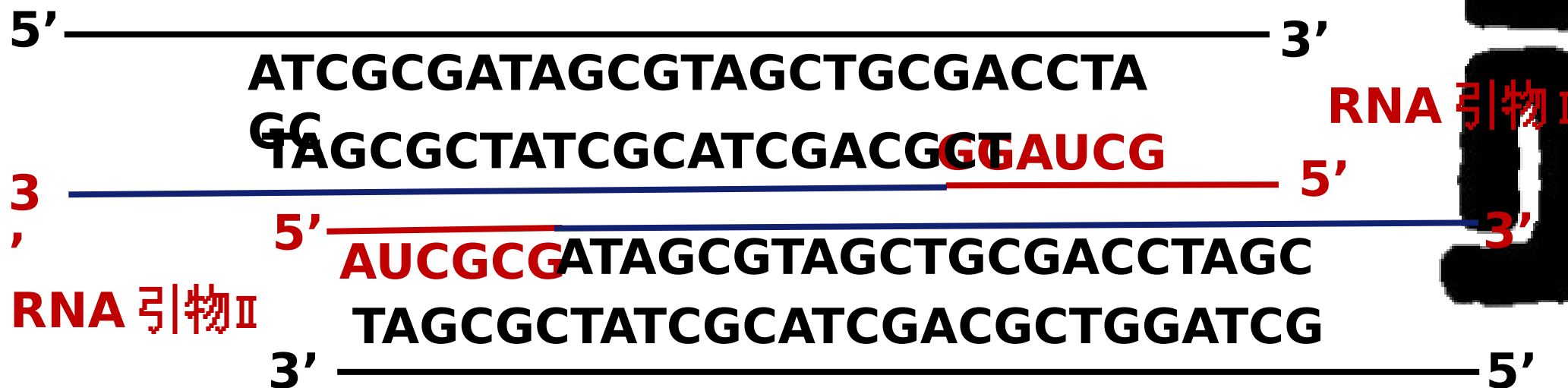
二、DNA 半保留复制的过程

(十) 引物

为什么 DNA 的复制需要 RNA 引物？

DNA 聚合酶特点：不能从头合成 DNA，而只能延伸 3' - 端 DNA 链。

- 引物：是一小段能与 DNA 母链的一段碱基序列互补配对的**短单链核酸**
- 在**细胞中**为一段**单链 RNA**；
- 在 **PCR** 中为一段人工合成的**单链 DNA**





一、DNA 半保留复制的实验证据

(十一) 有关 DNA 半保留复制的计算方法

- (1) 1 个 DNA 分子连续复制 n 代，共产生 2^n 个子代 DNA 分子，子代中共有单链 2^{n+1} 条；其中，旧链 2 条，新链 $2^{n+1} - 2$ 条。
- (2) 若一个亲代 DNA 分子含有某种脱氧核苷酸 m 个，则：
- ① 经过连续 n 次复制，需消耗游离的该脱氧核苷酸数目为 $m \cdot (2^n - 1)$ 。
 - ② 第 n 次复制时，需消耗游离的该脱氧核苷酸 $m \cdot 2^{n-1}$ 个。

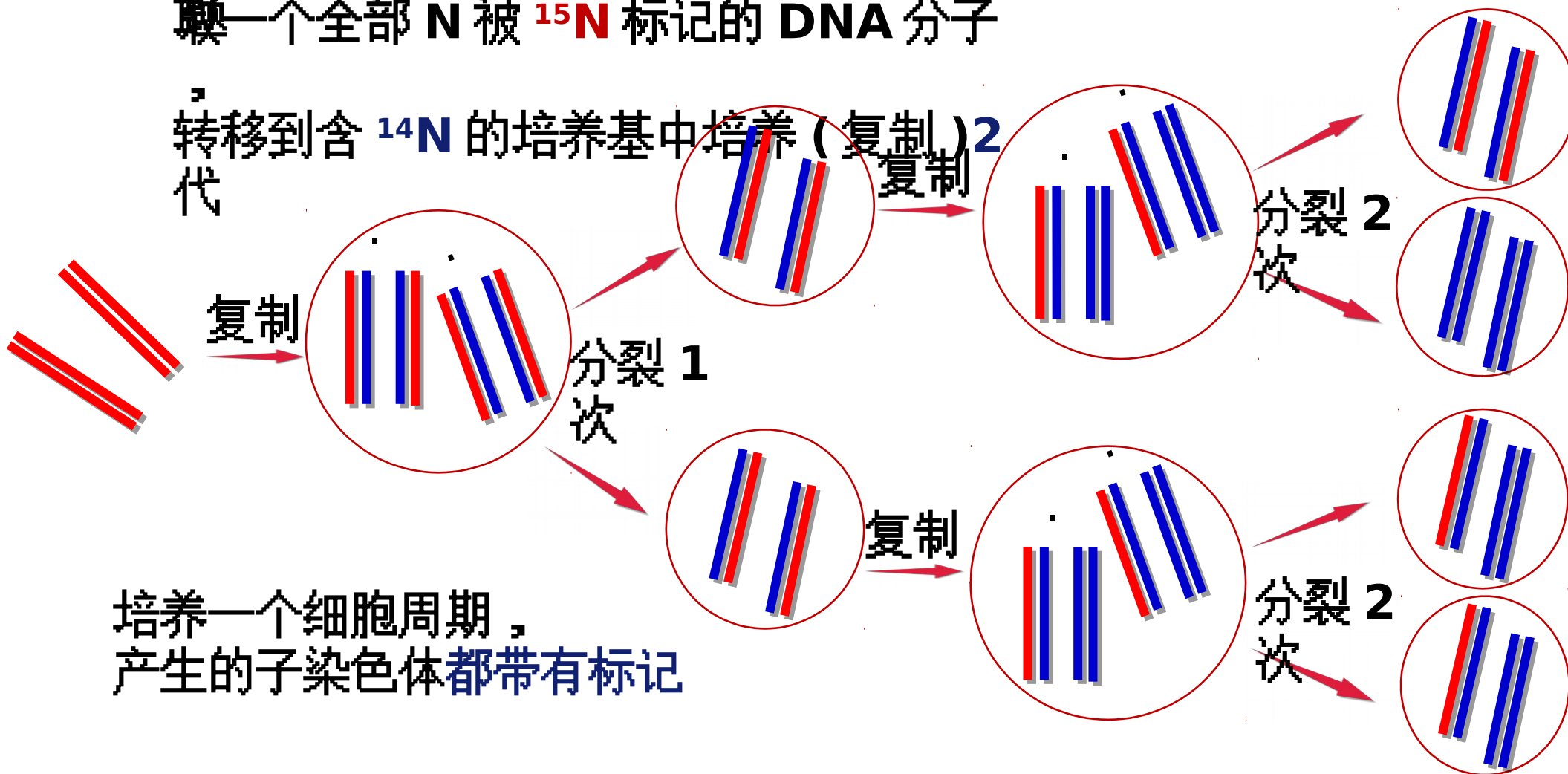


二、DNA 半保留复制的过程

(十二) 有丝分裂中染色体标记问题

有一个全部 N 被 ^{15}N 标记的 DNA 分子

转移到含 ^{14}N 的培养基中培养 (复制) 2 代



培养一个细胞周期，
产生的子染色体都带有标记

培养 2 个细胞周期，
产生的子染色体一半带有标记

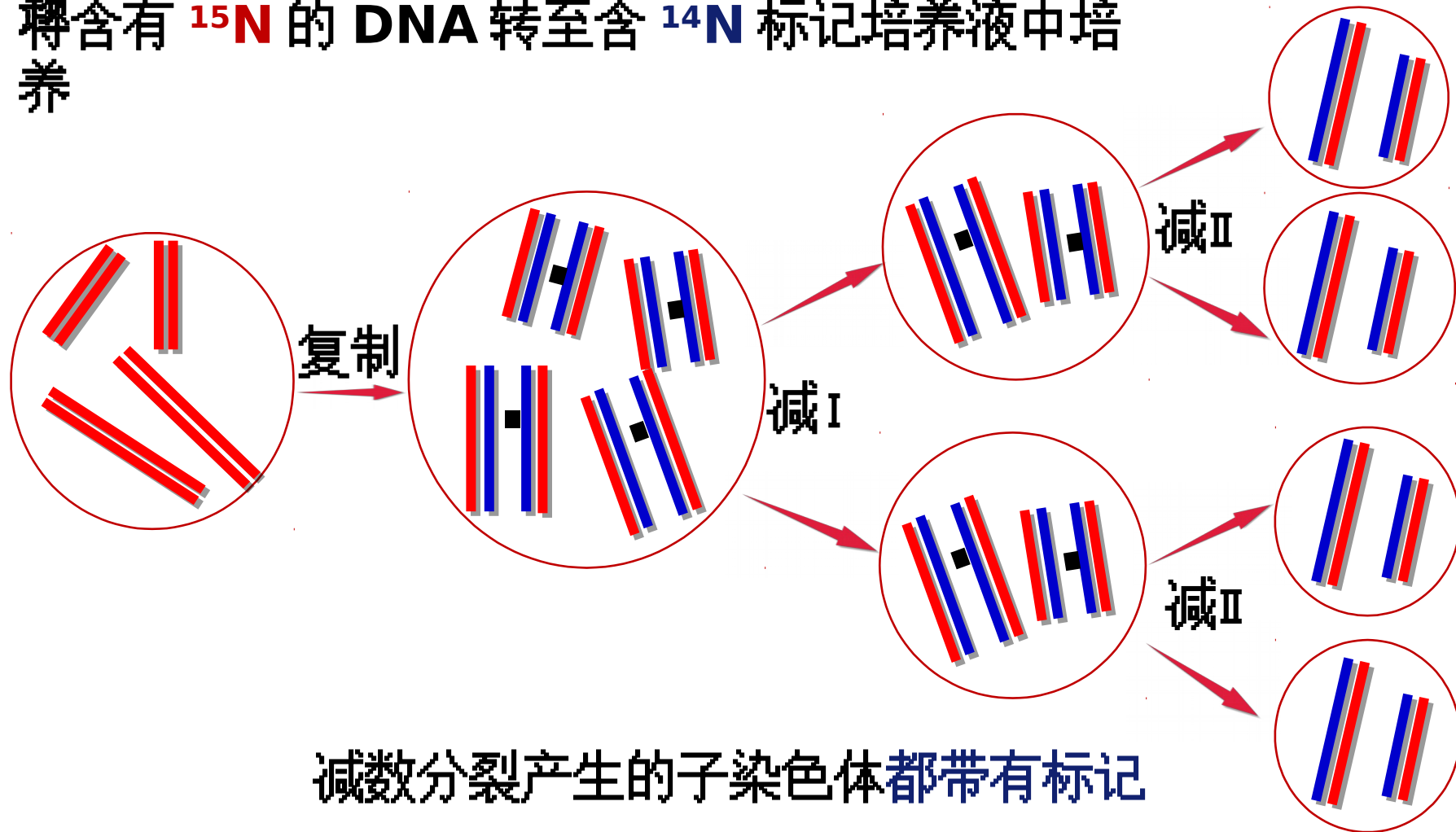
黄



二、DNA 半保留复制的过程

(十三) 减数分裂中染色体标记问题

将含有 ^{15}N 的 DNA 转至含 ^{14}N 标记培养液中培养



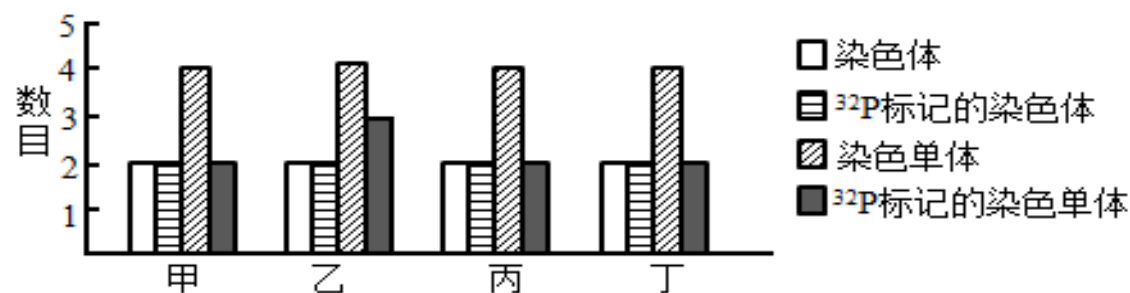
真

正



二、DNA 半保留复制的过程

例 3 . (2024·浙江·高考真题) 某二倍体动物 ($2n=4$) 精原细胞 DNA 中的 P 均为 ^{32}P , 精原细胞在不含 ^{32}P 的培养液中培养 , 其中 1 个精原细胞进行一次有丝分裂和减数第一次分裂后 , 产生甲 ~ 丁 4 个细胞。这些细胞的染色体和染色单体情况如下图所示。



不考虑染色体变异的情况下 , 下列叙述正确的是 (C)

- A . 该精原细胞经历了 2 次 DNA 复制和 2 次着丝粒分裂
- B . 4 个细胞均处于减数第二次分裂前期 , 且均含有一个染色体组
- C . 形成细胞乙的过程发生了同源染色体的配对和交叉互换
- D . 4 个细胞完成分裂形成 8 个细胞 , 可能有 4 个细胞不含 ^{32}P



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

