



# 第三部分

## 新达尔文主义

达尔文式生物演化的遗传基础

伟大的综合

## 达尔文对他的演化理论难点的解答：

- 缺少物种之间的过渡类型

过渡类型一般生存空间小，竞争能力弱，少见

- 具有特殊习性或结构的生物的起源和转变

如：食虫的四脚动物如何转变成能飞翔的蝙蝠？

有一些过渡的例子，如鼯鼠

- 极度完善和复杂的器官 眼睛



不是一步演化而来，而是经过了漫长的时间和无数细小的步骤

# 一. 达尔文对变异机理 (mechanism of variation) 的解释

- 用进废退与自然选择相结合



不能飞翔的鸟  
鸵鸟



“瞎眼”的哺乳动物 -  
鼯鼠

- 生物一些部分变异的相关性

一些在生长发育过程中密切相关的部分，一部分改变，另一部分也跟着改变

与自然选择相关：不开裂的果实中的种子没有“翅膀”  
开裂或干燥的果实的种子会有“翅膀”

没法解释的现象：纯白、蓝眼、耳聋的猫等

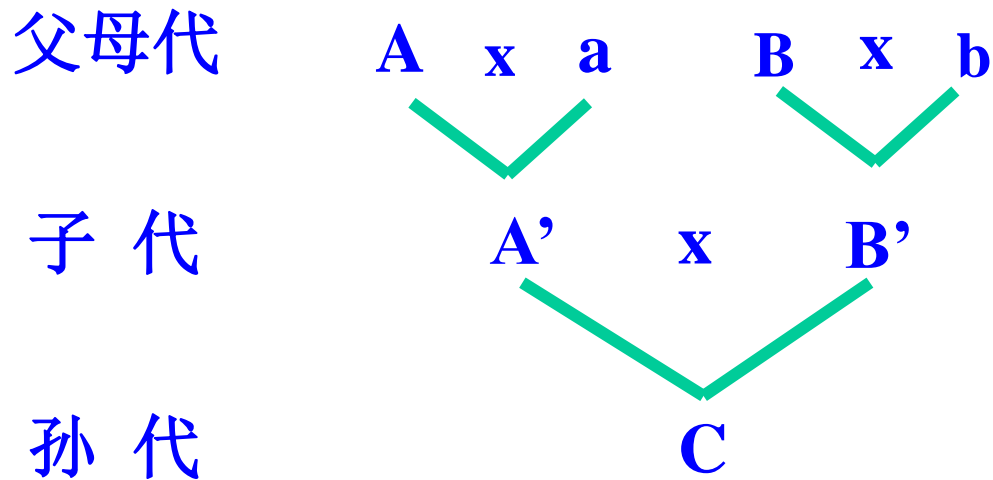


- 变化不断积累，  
使得与物种相应习性有关的结构得以改变



- 遗传机制

融合遗传 (pangenesis, blended inheritance)

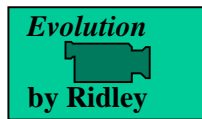


## 二. 细胞遗传学的发展对达尔文的演化论的贡献

1. 19世纪后期，以德国为主的科学家发现了细胞的有丝分裂、减数分裂，以及染色体的重组现象

染色体（遗传“因子”的载体）

- 减数分裂
- 染色体的重组
- 染色体水平的突变



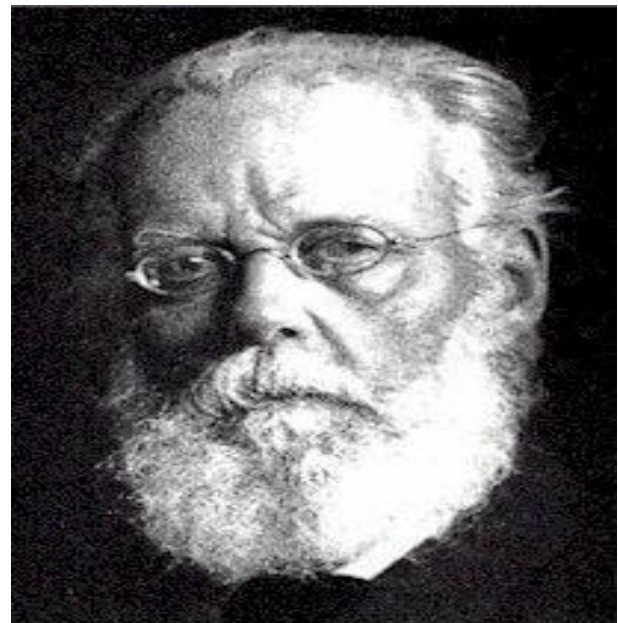


## 2. 新达尔文主义

(Neo-Darwinism)

— 达尔文演化论的第一次修正

魏兹曼 (Weismann, 1834—1914)



德国科学家，医学专业，大夫、动物学教授

出生于知识分子家庭，受到很好的教育

受到19世纪后期德国细胞学和细胞遗传学家发现细胞有丝分裂和减数分裂的启发，提出二倍体的细胞分裂出4个单倍体细胞（减数分裂）对生殖和遗传的必要性

• **germ cells**不受环境、学习、形态改变的影响，含有遗传信息；**somatic cells**执行身体的其他各种功能；在体细胞中发生的变化都不会被遗传到下一代（Weismann's barrier）

- 否认获得性状遗传

## 著名的实验

- 第一次将减数分裂与生殖和遗传结合起来，认为所有性状只能通过性细胞“传递”，与体细胞无关
- 强调自然选择的作用，强调渐进式的演化

被E. Mayr誉为19世纪仅次于达尔文的演化理论学家

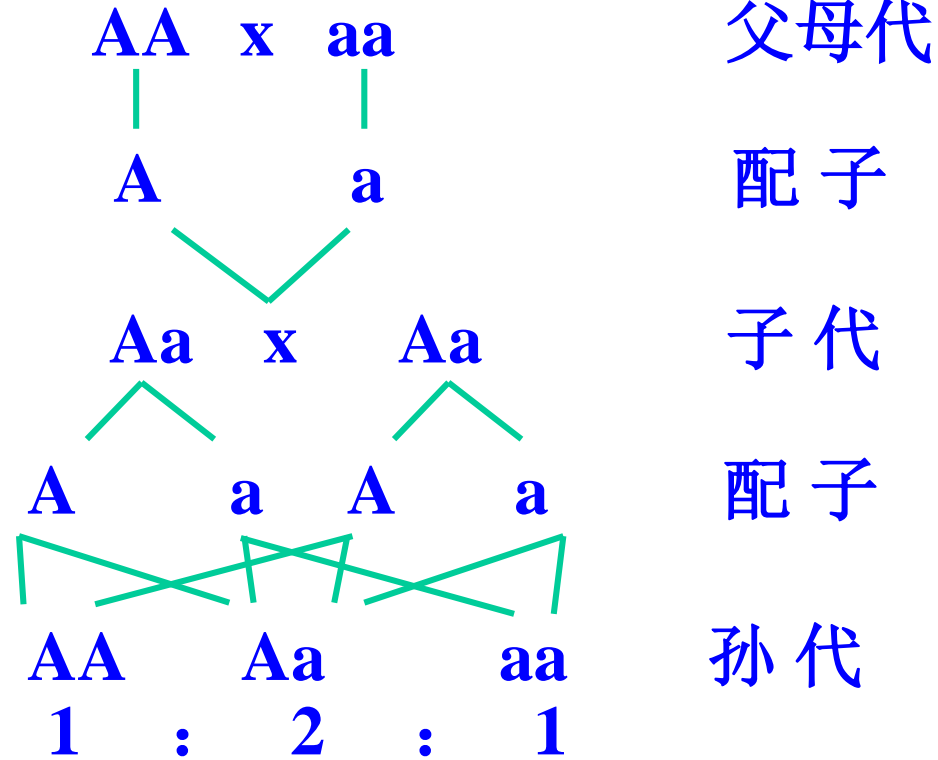
## 三. 达尔文式生物演化的遗传基础 ——

### 1. 孟德尔遗传定律的再发现

**1865** 孟德尔的杂交实验的结果发表

**1900** 孟德尔定律的再发现，基因（gene）概念的提出  
通过植物的杂交实验，发现了基因的分离定律和独立分配定律

# 孟德尔式遗传

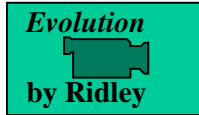


基因是独立遗传，不是融合遗传的  
1902 证实了染色体是基因的载体

## 2. 分子生物学的发展对达尔文的演化论的贡献

1953年Watson & Crick发现了DNA的双螺旋结构

- 基因是一个DNA分子



- 基因突变的机制

单碱基插入/丢失：读码框移动，改变氨基酸，可能提前终止

碱基改变：改变/不改变编码氨基酸，也可能提前终止

DNA片段插入/丢失：多种变化

细胞学、细胞遗传学、遗传学以及分子生物学的发展为生物演化理论奠定了坚实的基础

## 四. 伟大的综合 (Synthetic theory of evolution) — 达尔文演化论的第二次修订

1920—1950

群体遗传学家 (population geneticists) 将孟德尔遗传定律与达尔文的自然选择相结合，使达尔文的演化论有了科学的遗传机制；同时将遗传学研究方法和数理统计的方法应用到演化的研究中，用各种数学模型“测量”基因突变、个体迁徙、遗传漂变、自然选择、交配系统等对演化的影响。

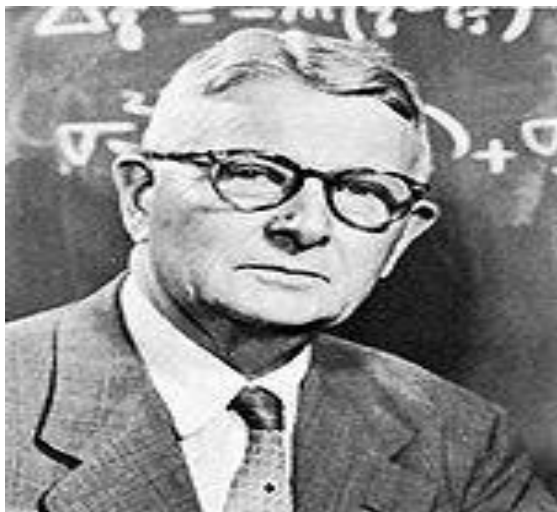




**Sir J. S. Huxley (1887-1975)**



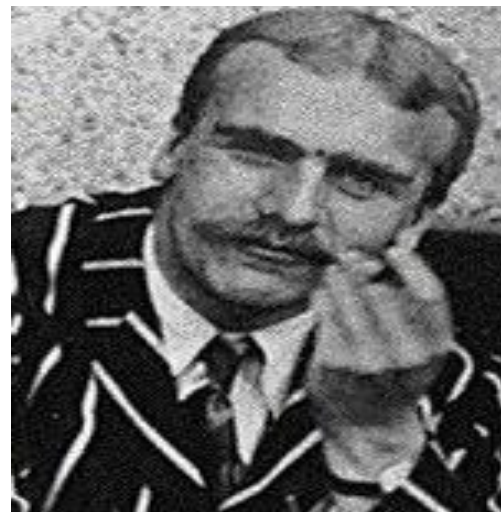
**Thomsa Huxley and his grandson**



**Sewall G. Wright**  
**(1889-1988)**

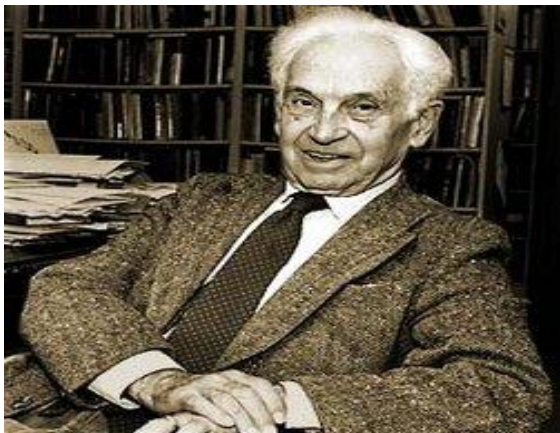


**Sir Ronald A. Fisher**  
**(1890-1962)**



**John B.S. Haldane**  
**(1892-1964)**

**理论群体遗传学的奠基人**



**Ernst W. Mayr**  
**(1900-1975)**



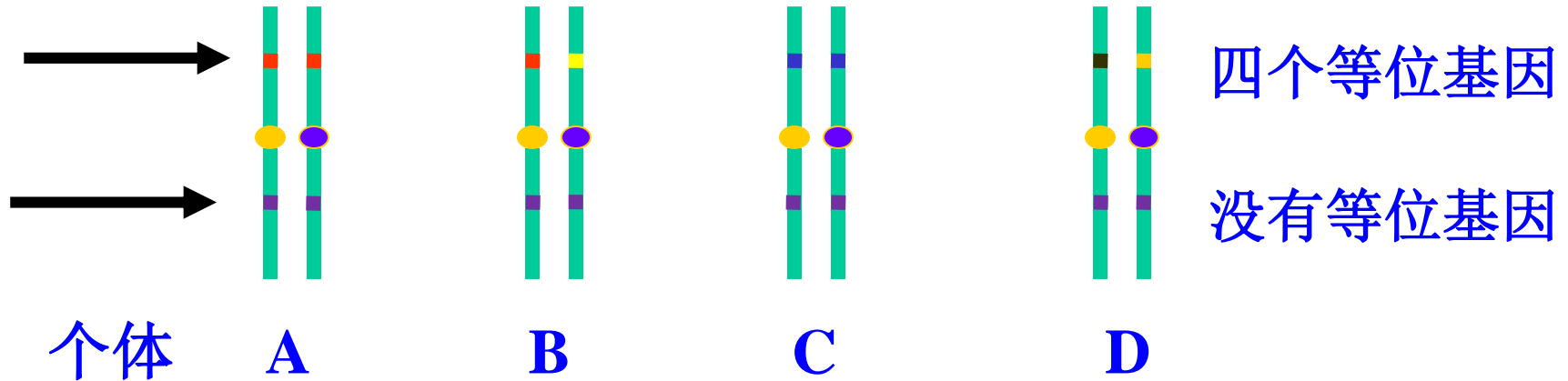
**T.G. Dobzhansky**  
**(1904-2005)**



**George L. Stebbins**  
**(1906-2000)**

# 1. 基因的多态性 (gene polymorphism):

同一物种的某个基因座位 (locus) 上含有一个以上的等位基因 (allele) (这些基因在序列上有差异。一般认为等位基因的频率在种群中大于5%才能说该基因存在多态性)



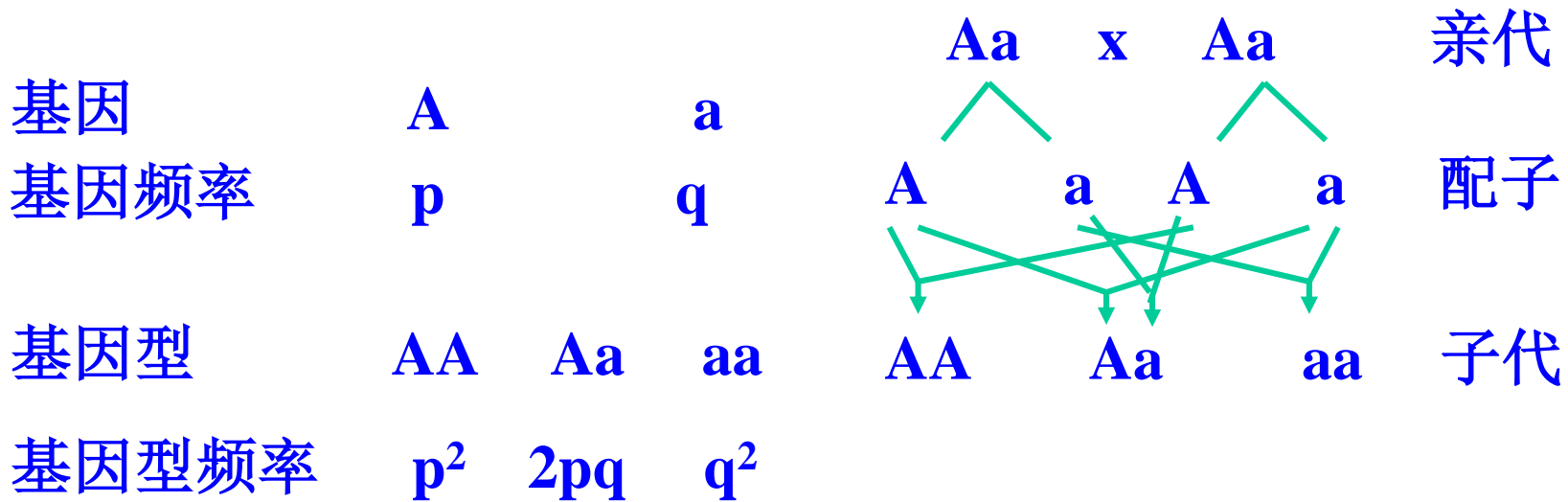
## 2. 种群、群体、居群 (Population) 的定义:

存在于一定时间和空间的能相互交配的同一物种个体之和

### 生物演化的另一个定义:

种群（群体、居群）中基因频率在世代之间改变的过程。

### 3. 基因频率 (gene frequency) 和 基因型频率 (genotype frequency) 之间的关系



### 3. 种群中基因的“行为”：Hardy-Weinberg平衡

在“无突变、无自然选择、无迁移、随机交配、大种群”的情况下：

基因型频率符合Hardy-Weinberg平衡：

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

AA    Aa    aa

注：H-W平衡是在一个理想情况产生的，但在实际情况下，任何一个种群都不会完全满足上述条件的。



以一个基因座位上的两个等位基因（A, a）为例：

基因型：AA, Aa, aa

AA x AA

后代基因型全部为AA

AA x Aa

后代基因型：AA: Aa = 1: 1

Aa x Aa

后代基因型：AA: Aa : aa = 1: 2: 1

AA x aa

后代基因型全部为Aa

Aa x aa

后代基因型：Aa: aa = 1: 1

aa x aa

后代基因型全部为aa

随机交配（random mating）：所有的组合机会相等





## 4. 自然选择作用的“单位”

种群（群体、居群，即population）

自然选择的作用在生物的什么“特征”？

- 竞争能力（ability of struggle for survival）
- 生育力（fertility）

小种群 (small population) ?

5. 基因漂变 (genetic drift) : 世代之间基因频率的随机变化

(1) 先锋者效应 (founder effect) : 由少数几个携带有亲本种群中部分遗传变异的个体建立起新的种群, 新种群中的基因频率偏离了原来的亲本种群

北美印第安人群（祖先为蒙古人种）  
中只有O型血型，drift or selection?

Dunkers, 十九世纪处从德国移民到美国的浸礼派教徒，现有约300多人，A型血，大耳垂，“广角”的大拇指等

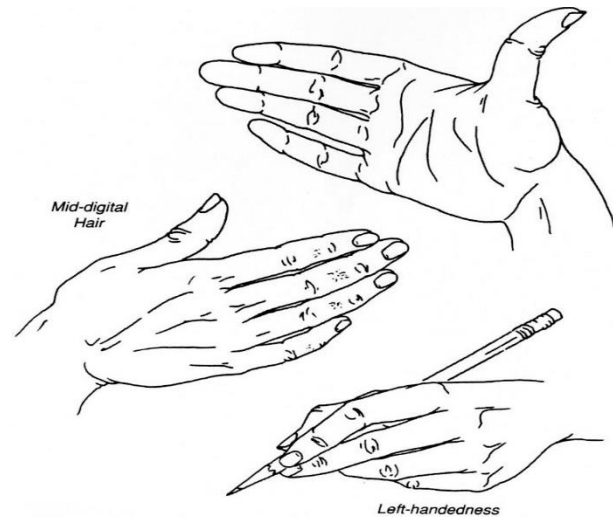
Amish, 十八至十九世纪移民到美国，具有较高频率的PKU、血友病等遗传性疾病



Attached Lobe

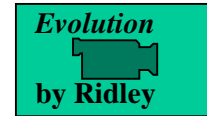


Free Lobe



## (2) 瓶颈效应 (bottle-neck effect) :

一个大的种群缩小后再扩大后，由于小的种群中基因频率未能全面代表原来亲本种群所造成的后果



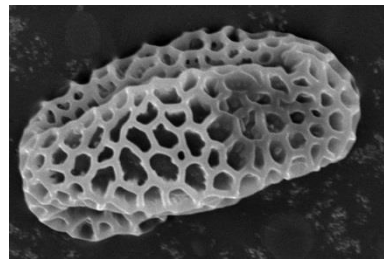
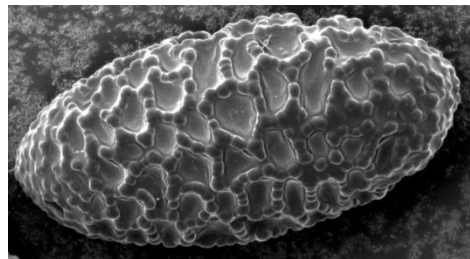
我国珍贵的家谱资源、少数民族的遗传资源及自然资源

## 6. 同一物种的种群之间的联系:

基因流: (gene flow), 基因的“迁移”

基因流的形式:

- 花粉 (pollen)
- 种子 (seeds)
- 个体的迁徙  
(migration)



基因流的结果: 世界“大同”!

群体遗传学的主要研究内容：用实验方法获得种群中的基因型或基因频率，将实验数据与预测的数据进行比较，或将不同世代之间的数据进行比较，或用现在的数据推算祖先的情况；

“测量”演化的速率，以及种群演化可能受到的各种力量。

# 小结

1. 细胞学和细胞遗传学的研究发现导致了达尔文演化理论的第一次修订
2. 孟德尔遗传学和种群遗传学的研究发现导致了达尔文演化理论的第二次修订
3. 遗传学和分子生物学的理论为达尔文演化理论奠定了坚实的基础
4. 基因多态性
5. 基因频率和基因型频率的关系
6. H-W（哈-温）平衡公式及符合该公式的条件

# Evolution

Mark Ridley

Understanding Evolution

E. P. Volpe & P.A. Rosenbaum

*Nature*, 2003, vol. 421: 334

*Nature*, 2003, vol. 424: 267

*Nature*, 2004, vol. 429: 654-657

*Genome Research*, 2005, vol. 15: 1250-1257

Pryke SR and Andersson S, 2002, *Proc. R. Soc. Lond. B* 269: 2141–2146

