

地球与人类文明

A satellite view of Earth at night, showing the curvature of the planet and the glowing lights of cities and urban areas. The background is a dark, starry space.

08 / 大自然的逻辑

陈斌 gischen@pku.edu.cn 北京大学地球与空间科学学院

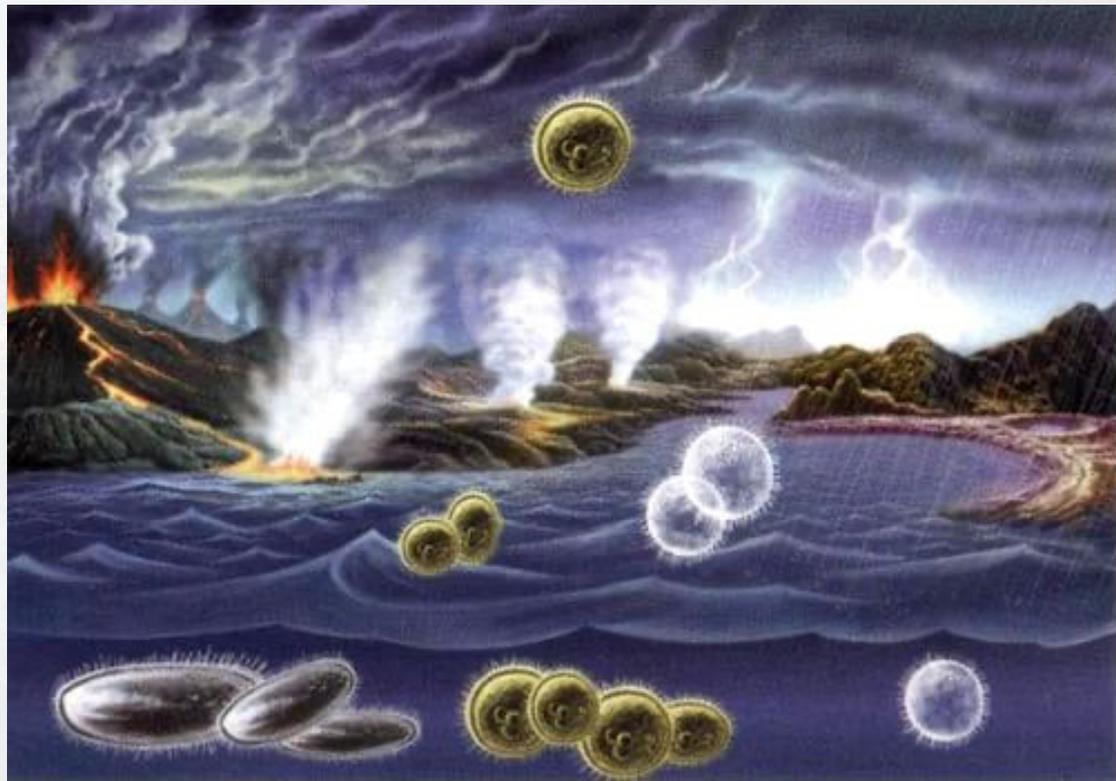
目录

- › 生命起源
- › 环境与生物演化
- › 大自然的逻辑
- › 仿生算法
- › 接管自然选择

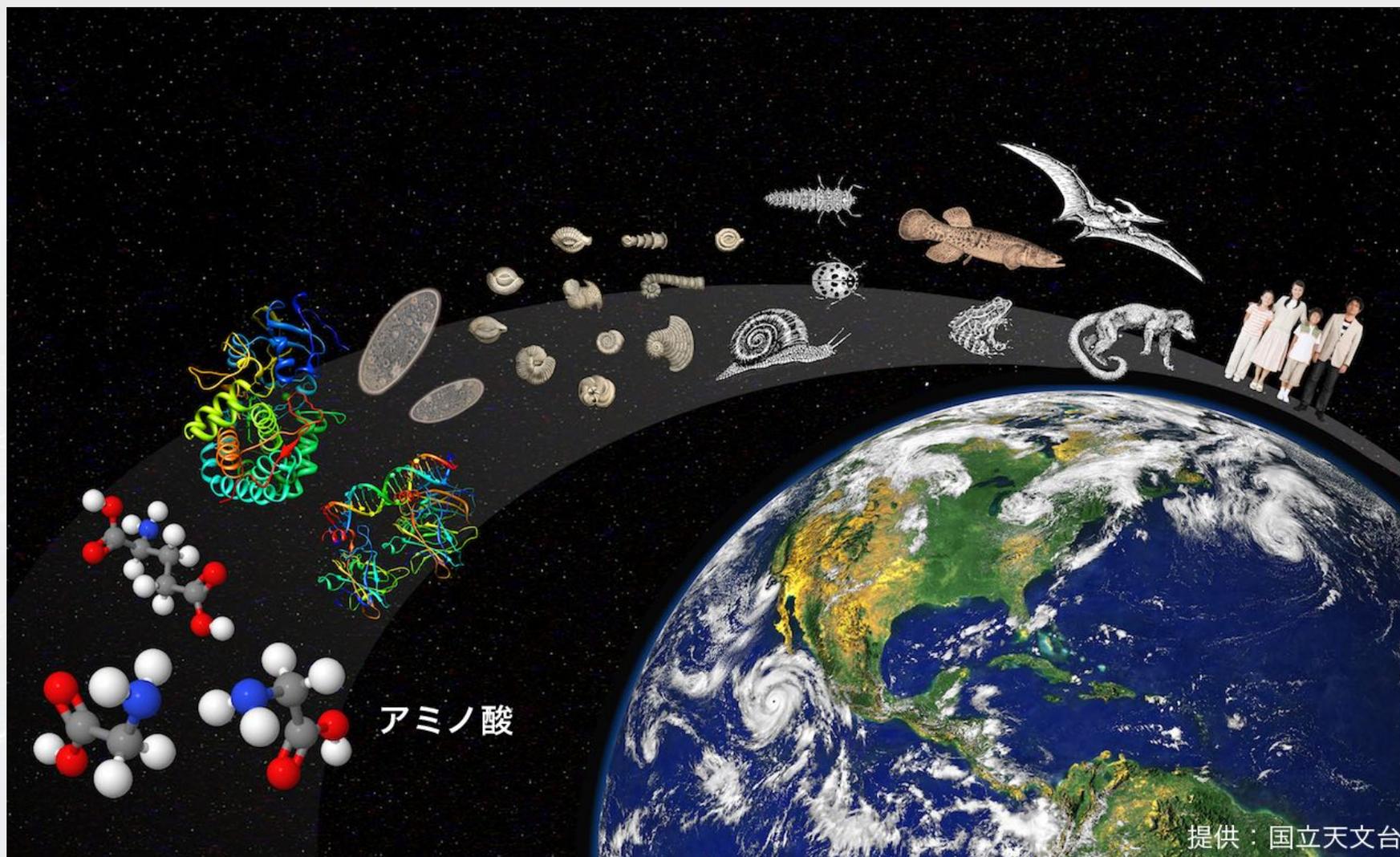


大自然的逻辑：从生命到文明

- › 关于生命的起源，总的来说有两种观点；
- › 一种认为生命是地球上物质演化的产物；
- › 如果生命从海洋开始，从地球年龄46亿年，海洋40亿年，生命诞生35-38亿年看来，生命形成时间就远短于形成之后的演化时间。



生命形成时间远短于形成之后的演化时间



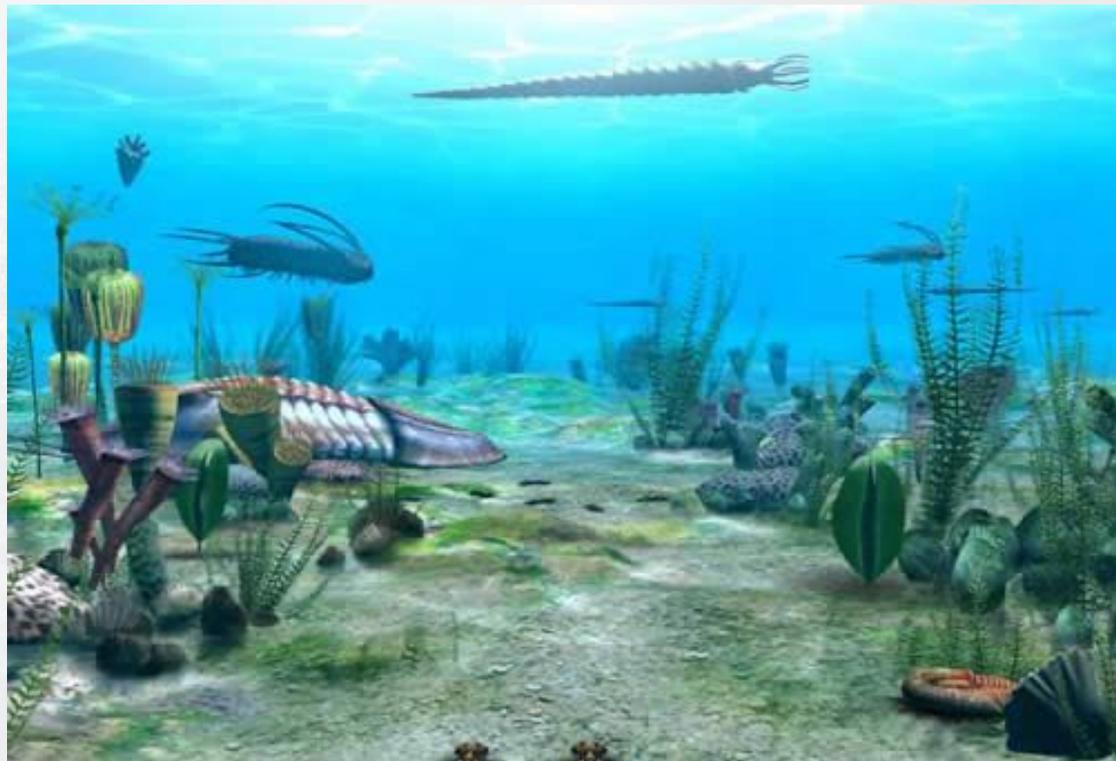
大自然的逻辑：从生命到文明

- › 另一种认为生命来源于太空物质，进入地球开始存活发展；
- › 没有明显证据，还未成为主流认识。
- › 不少科幻文艺作品的主题。



环境与生物演化：陆海形成、生命初现

- › 35-46亿年前，地球诞生、内部分异、陆海形成、化学进化；
- › 35-38亿年前，海洋中出现蓝藻和细菌，开始光合作用产生氧气；
- › 18亿年前，海洋具有相当规模；
- › 9亿-13亿年前，海洋中开始出现动植物分异和性别；
- › 5.4亿年前，寒武纪生命大爆发



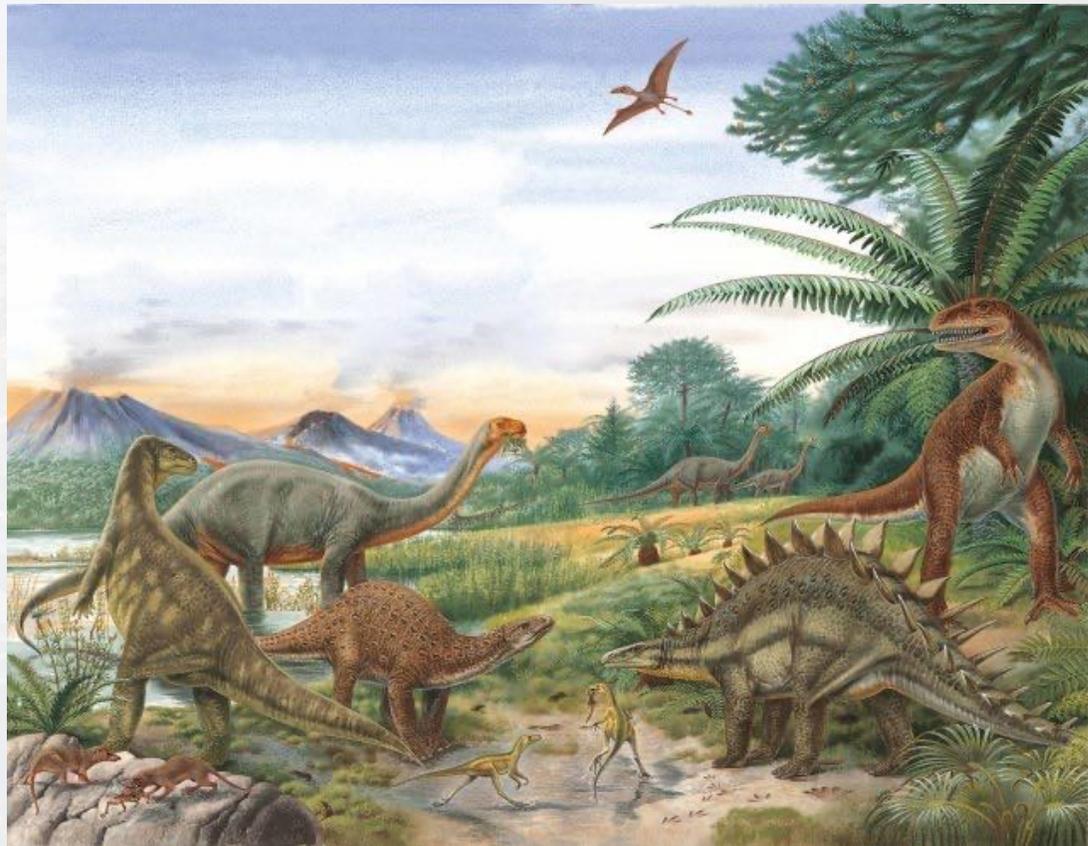
环境与生物演化：4亿多年前

- › 海洋中陆地逐渐扩大与靠拢。
- › 地势平坦，没有大规模强风、雨，没有大江大河等；
- › 生命在浅水滩和沼泽地中成功进化为在空气中生长的半陆生物种。
- › 植物以蕨类为主，动物为两栖类；



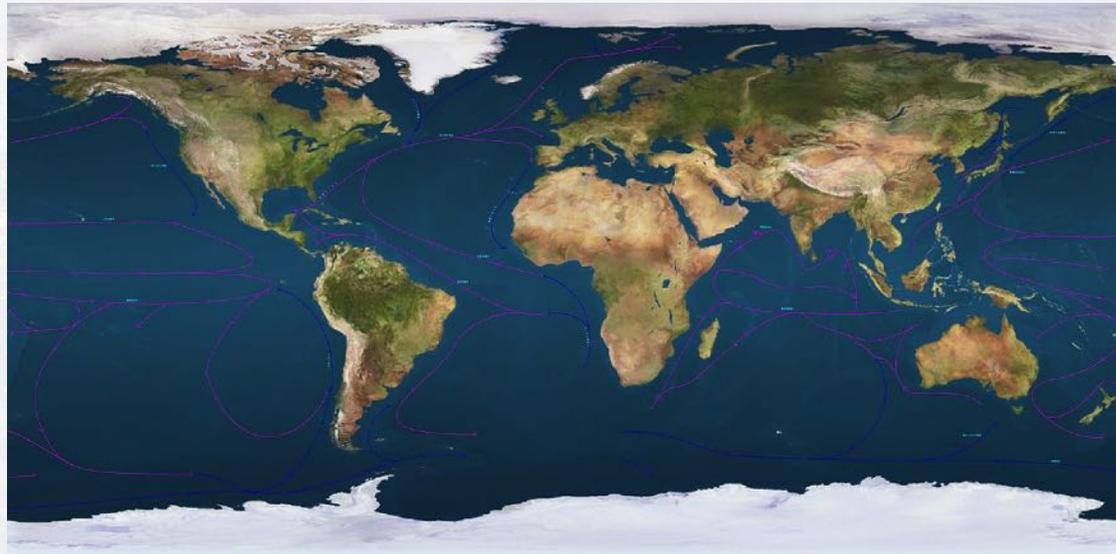
环境与生物演化：2亿多年前

- › 联合古陆逐渐形成并开始解体。
- › 板块运动导致大规模地质作用，地球表面形状日趋复杂；
- › 浅水域和沼泽地消失。
- › 半陆生植物进化为全陆生裸子植物，动物从两栖类进化为爬行类。
- › 整个大陆环境为高温；
- › 少大规模强风、雨。



环境与生物演化：1亿年前到6500万年前

- › 联合古陆基本解体，全球海陆分布格局形成，陆上地形也**复杂化**。
- › 气温历经数亿年高温浮动之后，在中高纬度地区出现明显**持续下降**。
- › 大规模强风出现，环境走向多样化，导致物种多样化。
- › 植物进化到被子植物，动物界哺乳动物渐多。



环境与生物演化：6500万年到250万年前

- › 中高纬度地区气温进一步下降
- › 气候出现明显分带性和区域性
- › 两极冰盖最终形成
- › 以喜马拉雅山脉为代表的高大山系相继崛起



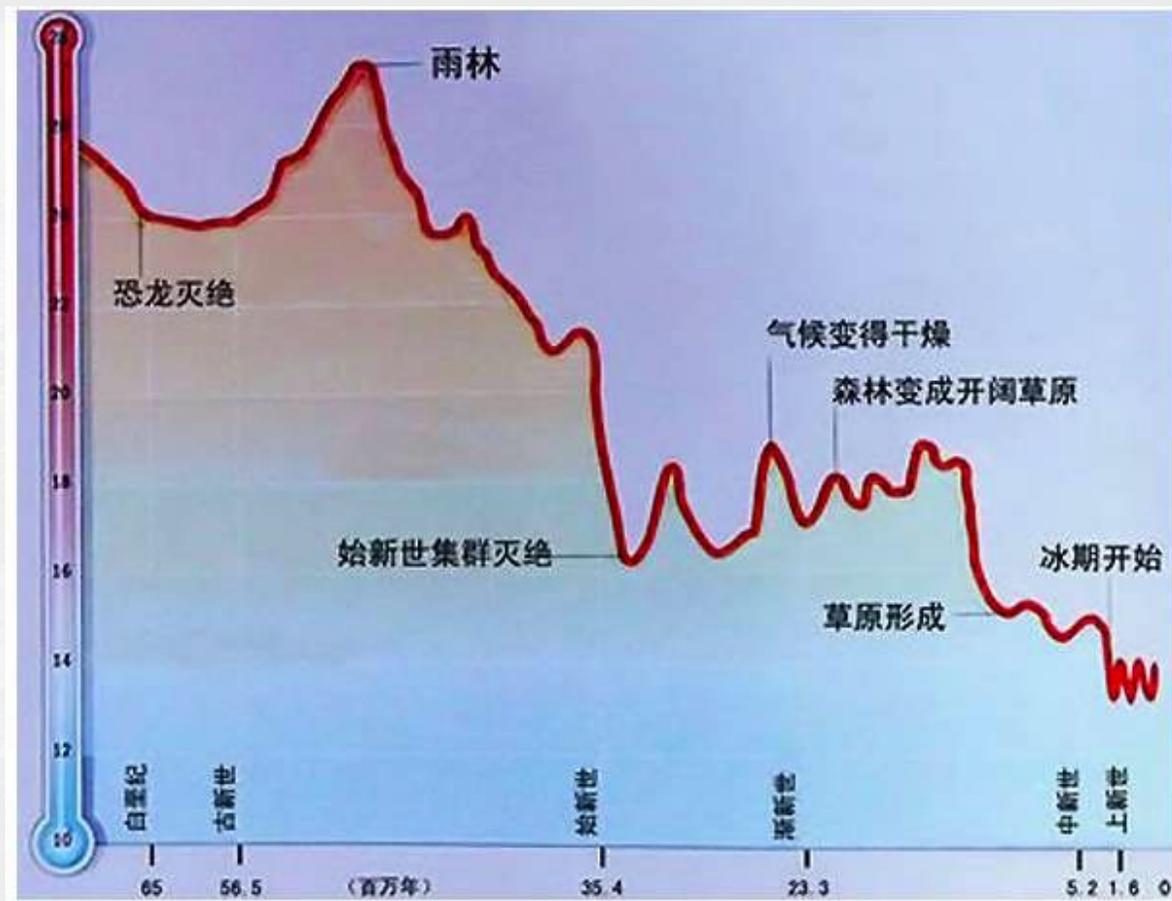
环境与生物演化：6500万年到250万年前

- › 气温下降和地形复杂导致风雨力度更大，风化作用和**土壤**形成也空前加速；
- › 形成大小**平原**和独立广布的**淡水**系统；
- › 被子植物中的**灌木**和**杂草**出现，哺乳类动物中进化出食草动物原始**马**等；



环境与生物演化：250万年前到1万年前

- › 气温进一步下降，进入第四纪大冰期，文明出现正式拉开序幕；
- › 冰期和间冰期交替出现
- › 大气环流和水循环规模空前增大
- › 平原草原和淡水资源空前增多；
- › 物种数量空前增多



环境与生物演化：250万年前到1万年前

- 植物适应环境变化演化出多倍体植物，包括禾本科的小麦黑麦谷子等
- 动物界中，食草动物牛马得到空前进化。



环境与生物演化：250万年前到1万年前

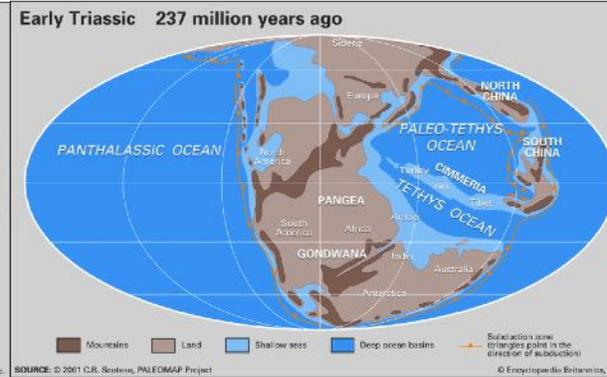
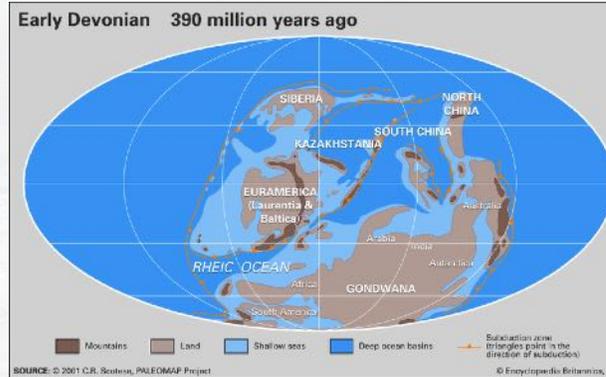
- › **能源**和**金属**物质链从柴草和石器开始启动；
- › 古猿在历经数百万年缓慢进化之后
- › 开始进入漫长而意义重大的旧石器时代
- › 一万年前进入新石器时代



大自然的逻辑

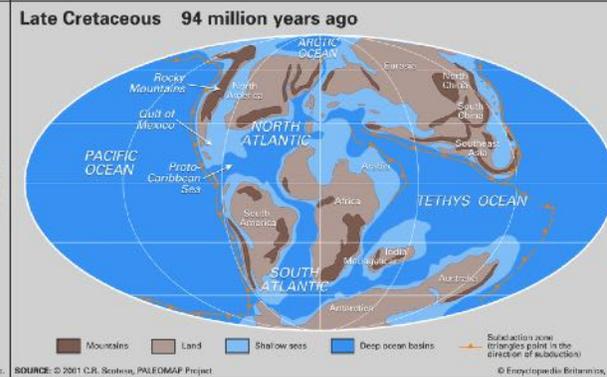
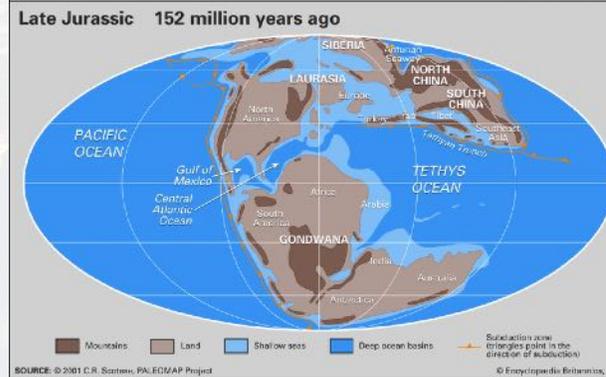
- › 随环境不断**复杂**，生命不断走向**高级**过程
- › 地质作用导致地形日趋复杂；

古生代



中生代早期

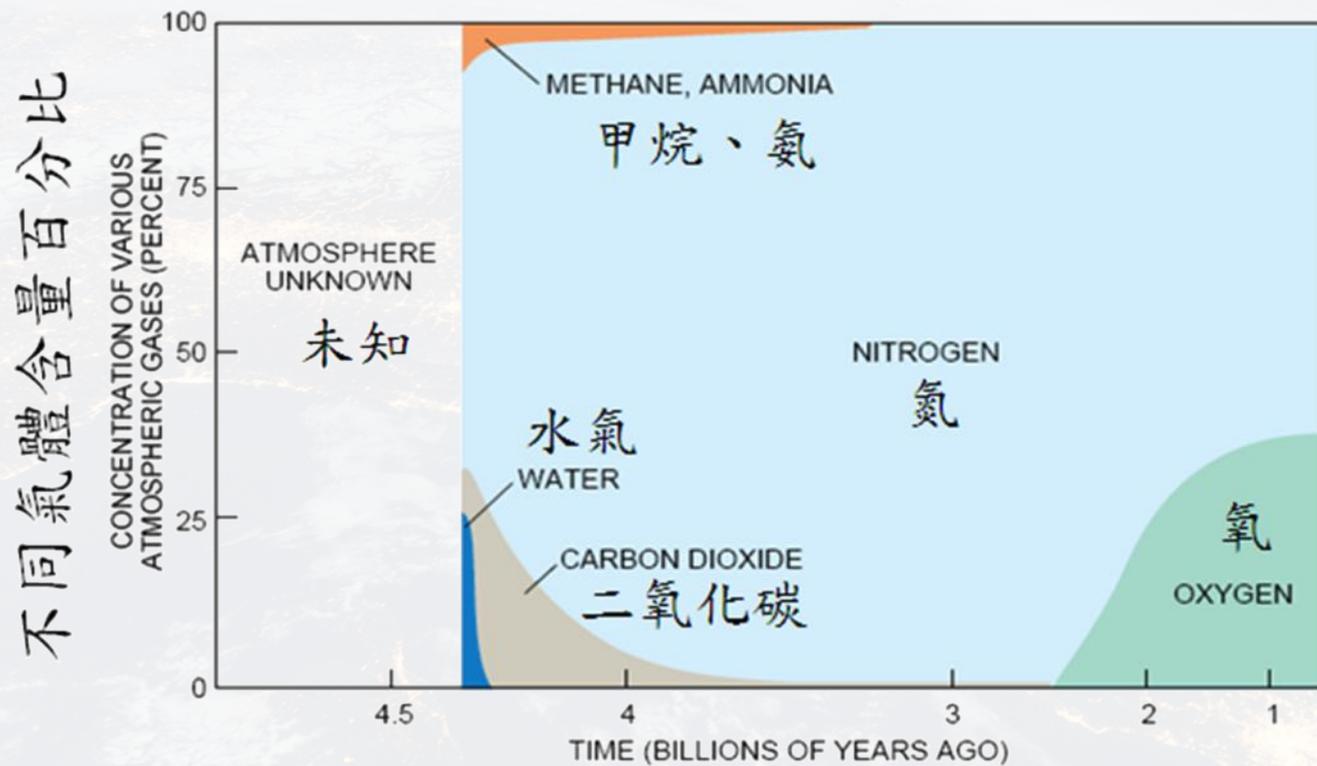
中生代



中生代晚期

大自然的逻辑

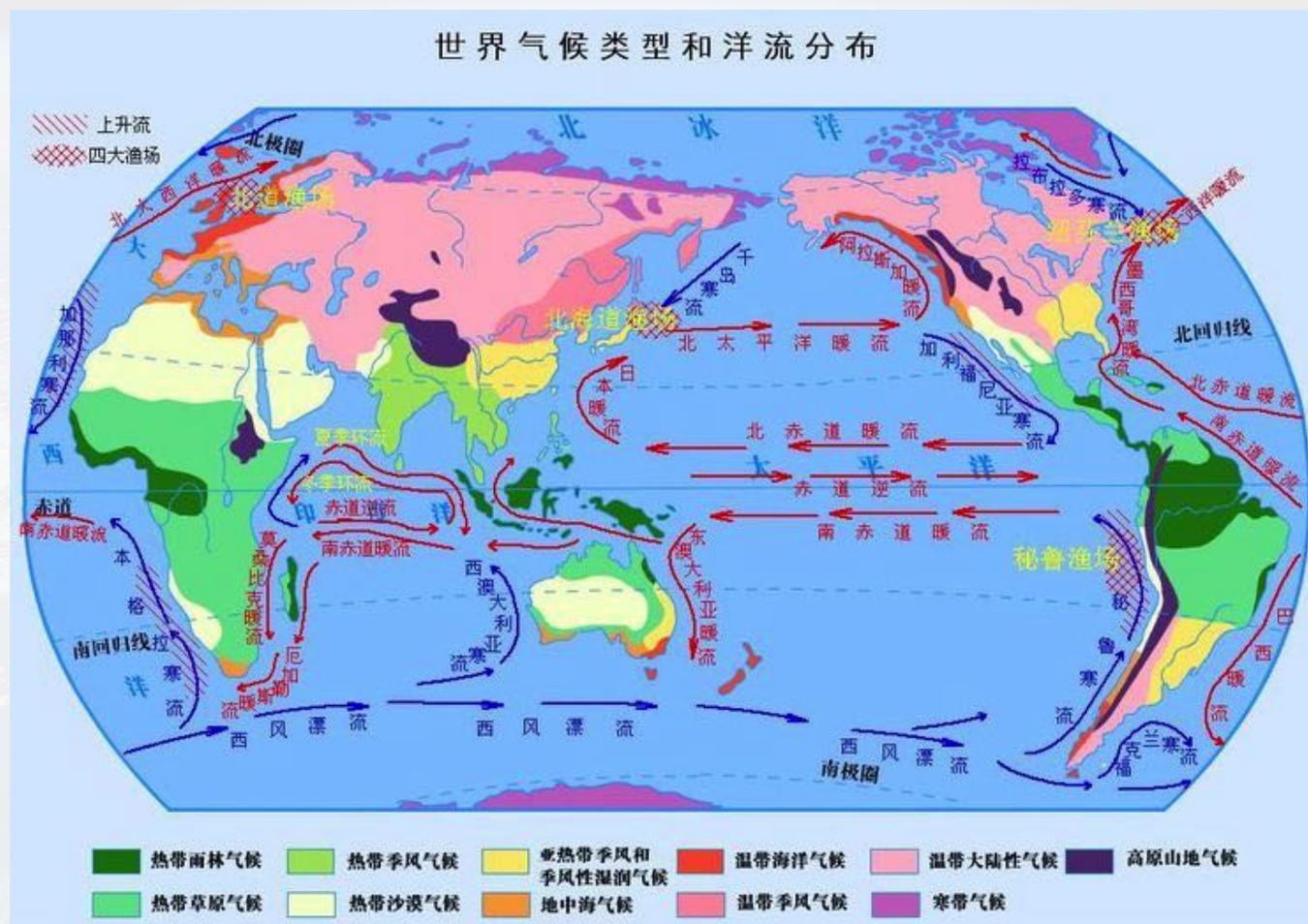
- › 生命出现改造了原始大气，除掉了大部分温室气体，为气温下降创造了条件
- › 黄赤交角等天文因素奠定低温的基础；



距離今天 十億年前

大自然的逻辑

气温下降和地形复杂导致大规模强风强降雨出现，气候变复杂；



大自然的逻辑

- › 物种变异不定向，但自然选择是**定向**的；
- › 必然出现越来越适应复杂环境高级物种



仿生算法：基因遗传算法

- › 许多人工智能算法体现了大自然的逻辑
- › 如何用128个半透明彩色三角形组合出火狐浏览器的图标？



仿生算法：基因遗传算法

- › 一个物种演化的故事
扇贝、基因、捡海鲜者

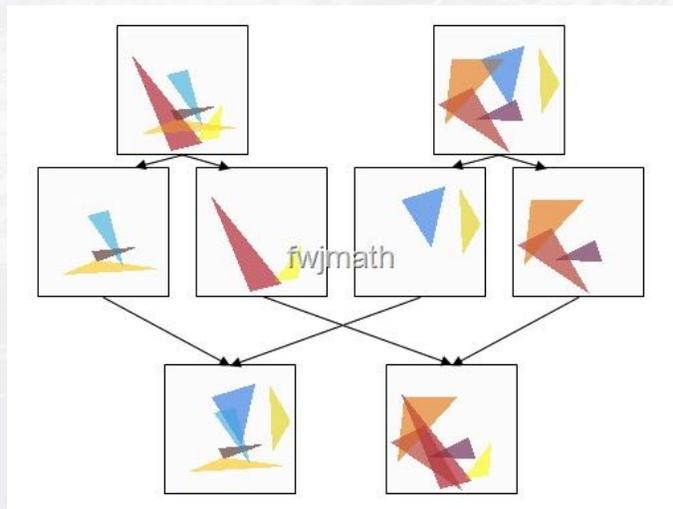


仿生算法：基因遗传算法

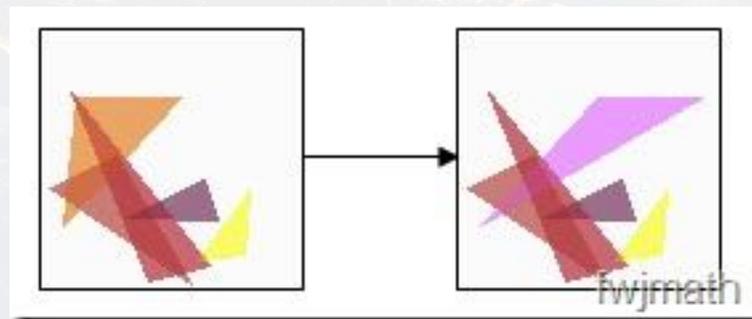
基因遗传算法



基因和染色体



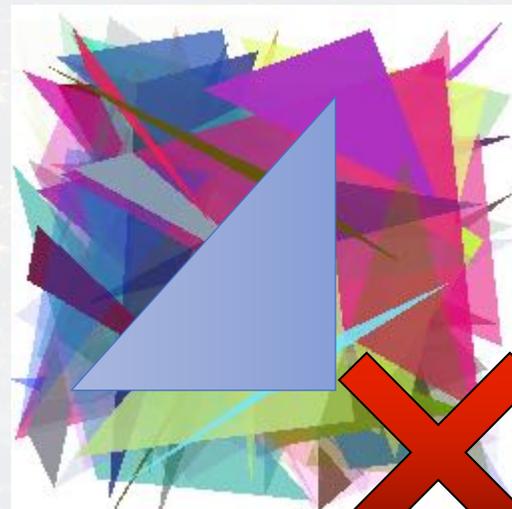
有性生殖遗传



变异

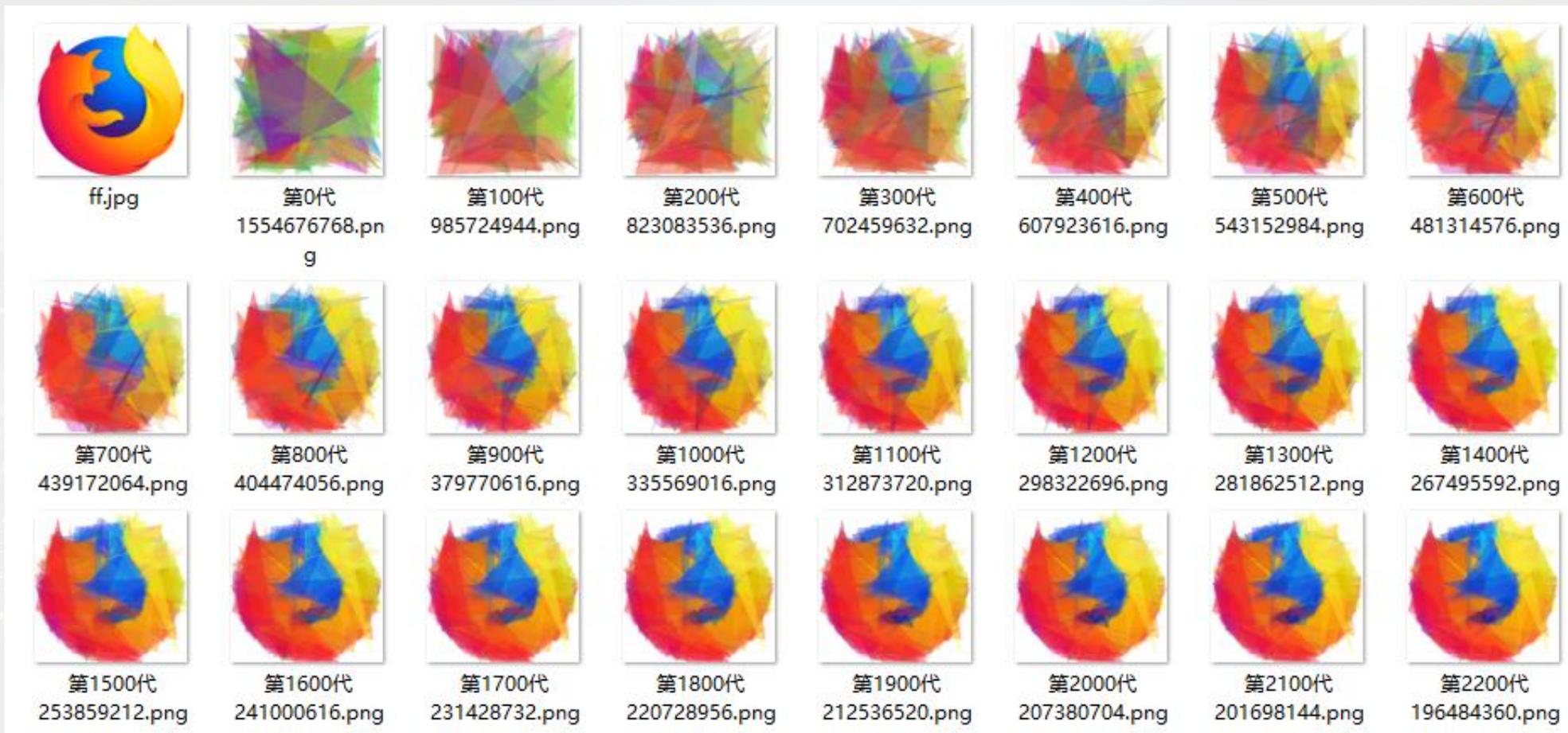
自然选择与演化

› 留下与最终图案更加接近的组合



自然选择与演化

遗传算法运行的过程和结果



第29900代

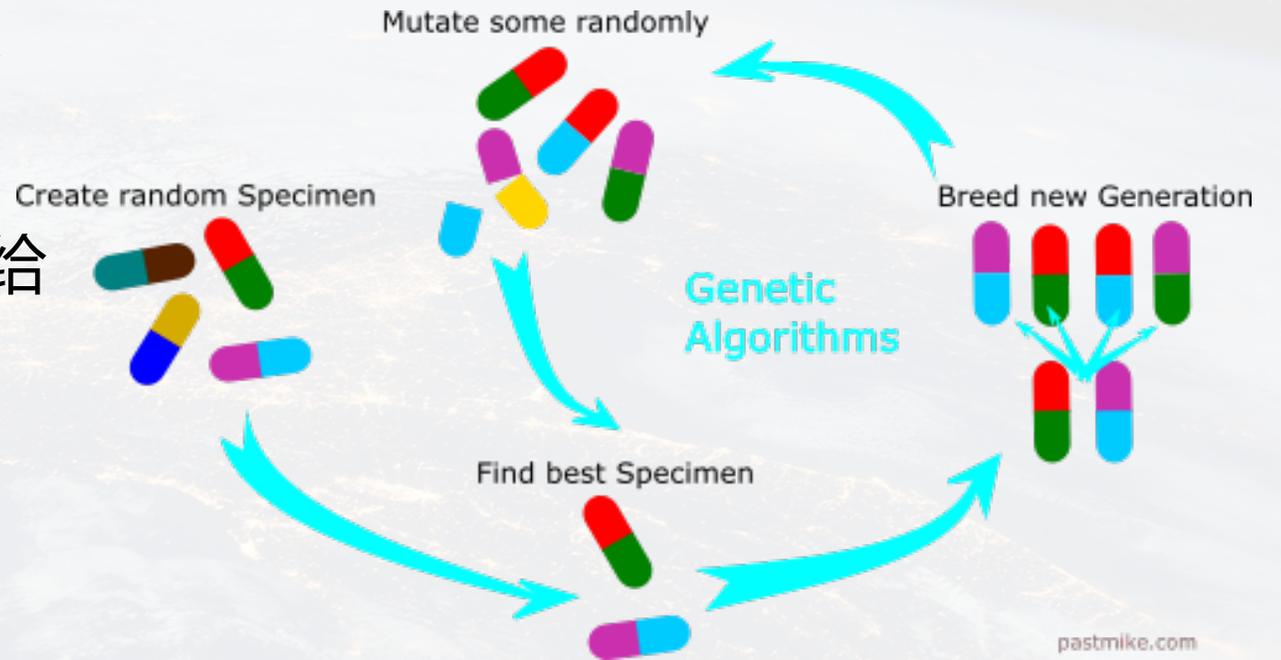
自然选择与演化

- › 很多时候并不需要得到一个完美的答案

许多难题如果要得到完美答案的话，需要海量的计算资源，甚至无法实现。

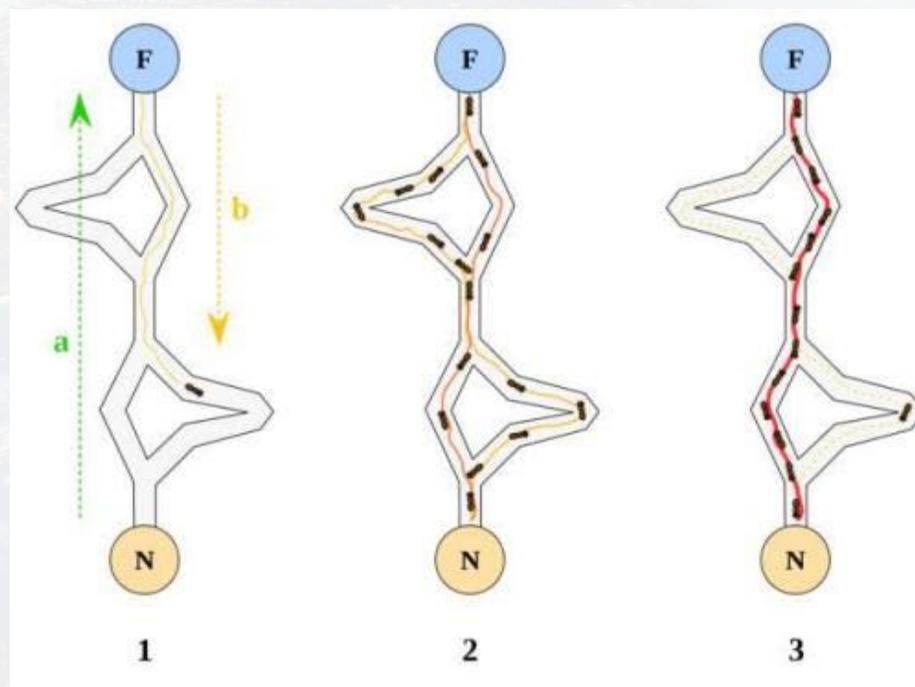
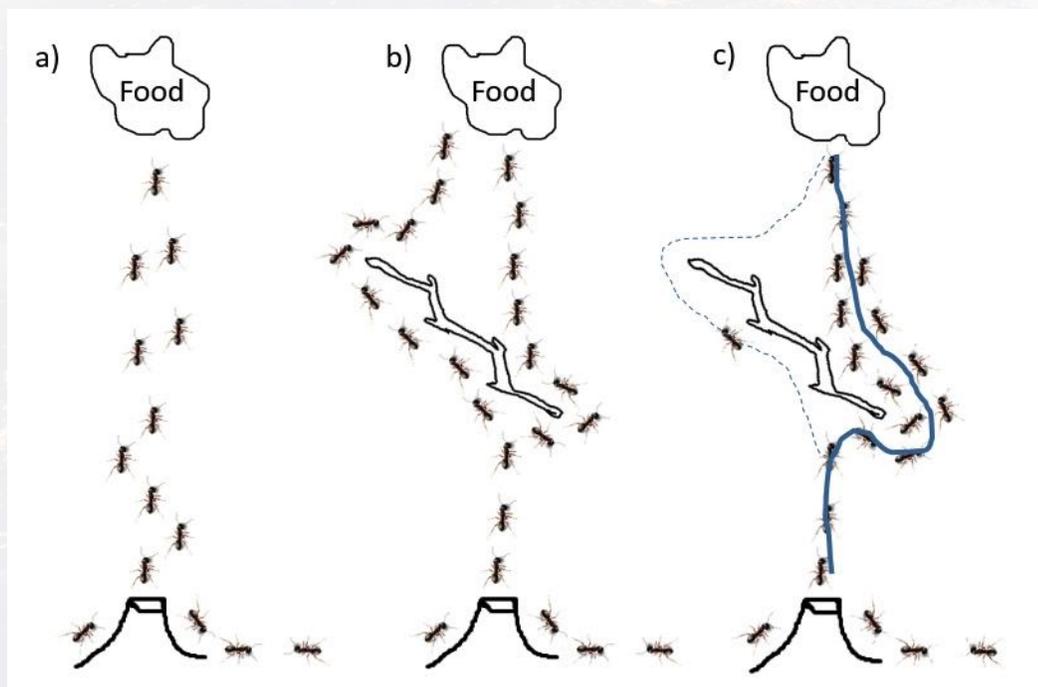
- › 遗传算法能在相对较短的时间内给出一个比较好的答案

从问世伊始就越来越受到大家的重视，对它的研究也是方兴未艾



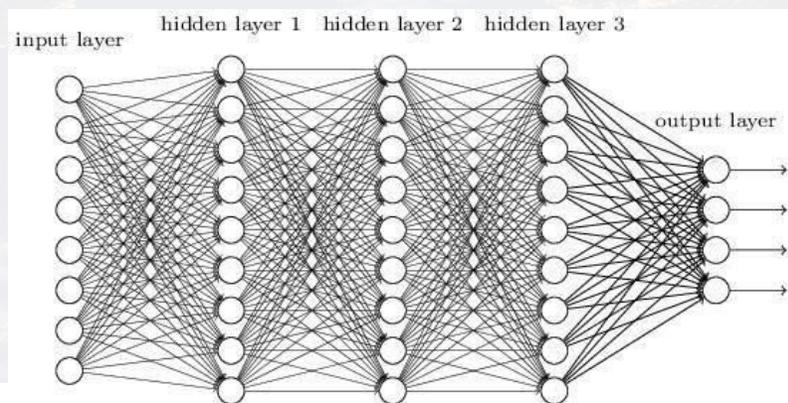
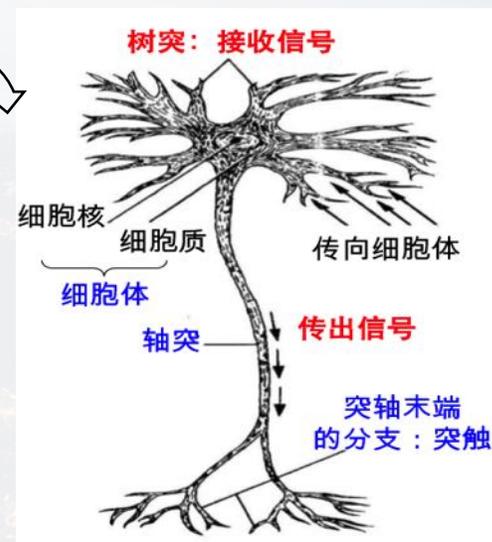
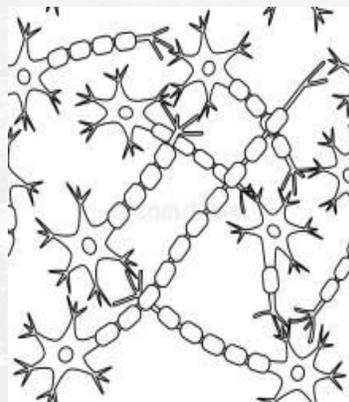
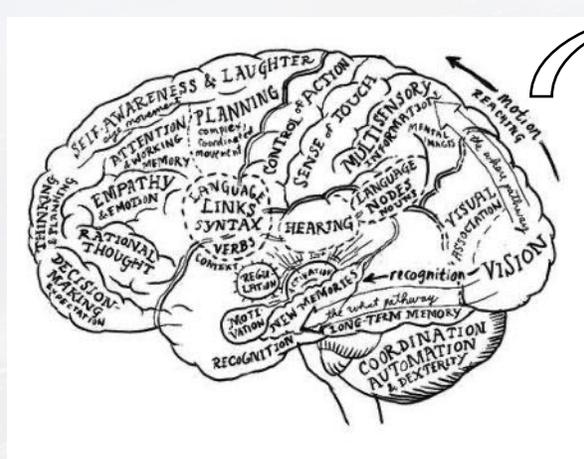
仿生算法：蚁群算法和人工神经网络

- 人类还从大自然模仿了更多智能算法
模拟社会昆虫的蚁群算法



仿生算法：蚁群算法和人工神经网络

- 人类还从大自然模仿了更多智能算法
- 模拟大脑器官的人工神经网络算法



```
def getSolutionCosts (navigationCode):
```

```
    fuelStopCost = 15
```

```
    extraComputationCost = 8
```

```
    thisAlgorithmBecomingSkynetCost = 9999999999
```

```
    waterCrossingCost = 45
```



GENETIC ALGORITHMS TIP:

ALWAYS INCLUDE THIS IN YOUR FITNESS FUNCTION

人类：接管大自然的选择

› 农业革命

对环境进行改造

对物种进行控制



人类：接管大自然的选择

科学革命

掌握控制物质与能量的力量

从自然环境中获取资源

逐步成为物种的主宰

