

第一讲 绪论

➤ 达尔文自然选择学说要点。（第8页）

达尔文学说的要点一为物种演变和共同起源，二为生存斗争和自然选择，三为间接适应。

达尔文理论认为物种的进化是通过演变进行的，都起源于共同祖先；由于繁殖过剩，所以会存在生物的生存斗争，而自然选择就是通过生存斗争实现的；达尔文也认为变异是不定向的，变异+选择=适应，在生存斗争中，发生有利变异的个体更为适应从而被自然选择保留，因此是间接的适应。总体概括而言即“通过自然选择，即在生存斗争中适者生存的物种起源。”

➤ 科学与技术不断飞速发展，然而伪科学和神创论的观点并没有完全消失。举例一两个新出现的伪科学和神创论观点，并用生物学或者进化生物学知识进行反驳。（14页）

智慧设计论：认为“宇宙和生物的某些特性用智能原因可以更好地解释，而不是来自无方向的自然选择”。这个观点是一种伪科学，因为并不能被证伪。且智慧设计论强调生命的产生需要有一种推动力这一点本身就是明显的特创论，与现有的生物学证据和主流观点均矛盾。智慧设计论认为生命体蛋白质系统和核酸系统具有强保守性说明了是更高级的智慧生命创造了生物，然而这些恰好说明了生物是通过进化产生的，生命大分子物质构成了很好的证据链。

第二讲 生命起源

➤ 地球上现存的生命是由共同祖先演化来的吗？有哪些实例支持或反对这种观点？（8页/36页/60页/174页/246页）

大多数学者都支持生物进化一元论，即所有物种起源于共同祖先。

一、生物分类学的证据

为了直观显示各生物在分类上的关系，分类学家一直在尝试画出关系图表。林奈最初是用地图一样的图表，但发现根本无法画好。以后的分类学家开始用直线来画，把生物界画成从最低等生物一直到人的一条长链。比如，他们认为两栖类比鱼类高等，爬行类比两栖类高等，哺乳类又比爬行类高等，所以其关系图可以画成：鱼类 > 两栖类 > 爬行类 > 哺乳类，但是鸟类怎么办？它们显然要比爬行类高等，但也不见得就比哺乳类低等。没办法，只好在爬行类上面分支，画出鸟类一脉。把这样的关系图画得越多、越细，分支也就越多，最后就成为一棵树。我们看到一棵树，就知道它是由树根长出，不断生长、分支的；我们看到一株分类树，很自然就应该想到生物都是从同一祖先传下来，不断地进化，形成各个物种的。

二、比较解剖学的证据

早在1555年，贝伦就对人和鸟的骨骼系统做了比较，发现人和鸟尽管在外形上极不相同，但骨骼组成却非常相似。这说明人和鸟是亲戚，都是一个祖先的后代。此外，脊椎动物的前肢，比如人的手、马蹄、鲸鱼的鳍等，它们的外形相差很大，功能也不相同，但它们的骨架却是如此的相似。对此最好的解释就是：他们来自同一祖先，由于适应环境的需要，改变了外形和功能，但实际的骨架却没有改变。

三、比较胚胎学的证据

如果把鱼、青蛙、鸡、猪、兔和人的各个时期的胚胎放在一起，我们就会发现它们存在不同程度的相似性。而且关系越密切，相似的程度越高。这说明这些生物来自共同的祖先，它们祖先的特征在胚胎发育过程中重演了。

四、比较免疫学的证据

每种动物的血清中都有一系列独特的蛋白质，若两种动物的亲缘关系越接近，则抗原—抗体反应就越强，反之则越弱。利用这种方法与古生物化石或形态比较绘出的亲缘关系树

符合得很好，这也更加证明了生物来自共同的祖先。

五、分子生物学的证据

① 所有的生物都是由细胞组成的（病毒除外）；② 组成生物的大分子有核酸、蛋白质、多糖、和脂类四种，这些生物大分子的成分在所有生物中都是一致的：核酸都是由嘌呤和嘧啶组成，蛋白质都是由氨基酸组成，多糖都由单糖组成，脂类则是由甘油和脂肪酸组成；③ 所有的生物都只用 20 种氨基酸，几乎所有的生物都共享一套遗传密码。

➤ **如果地球生命在相同条件下再起源一次，你认为它们是否仍然使用现有的 20 种标准氨基酸？为什么？**（47 页）

对于其中小分子的氨基酸而言，基本上再起源一次也有很大可能会继续沿用这些氨基酸。由于其结构简单且合成的步骤较少，很有可能会在原始地球中出现，也会是含量最多的氨基酸，Miller 实验和澳大利亚的陨石都证明了这一点。但是对于一些分子量较大的、结构复杂、成分稀有的标准氨基酸而言，它们的出现具有很大的随机性，再起源一次有可能不会用到同样的这些大分子氨基酸。

➤ **简述生命和非生命的区别。**（23 页）

	生命	非生命
组成成分	核酸和蛋白质	一切物质
新陈代谢	具有不断自我更新能力	大多不能新陈代谢
变异	向多方向发生突变	大多不发生变异
复制能力	可以复制自身	大多不能复制

➤ **生命复杂性的产生是否违背热力学第二定律？或生命复杂性产生机制？**（29 页/ 99 页）

生命复杂性的产生并未违背热力学定律。首先，热力学第二定律成立的条件是严格的封闭体系并且要求体系达到平衡，生命体不符合这个条件，另外热力学第二定律的描述是微观的，而生命体是宏观的，所以不可以强行套用热力学第二定律。

➤ **设计一种或几种方法检测火星上是否有生命存在。**（51 页）

- ①检测旋光性，生物分子均有旋光性。
- ②将配制好的营养物质与火星土混合起来，使其发生化学反应。如果有生命就会发生生化作用，并用不同方法测定反应产物。
- ③用一模拟太阳的灯光照射火星土试样，并通过含有放射性 C 原子的 CO₂ 和 CO。如果火星土样中含有生命物质，就会发生光合作用，放射性 C 原子就会进入土样中。

第三讲 细胞进化

➤ **你是否赞同线粒体或叶绿体起源的内共生假说？用生物学实例阐述你的观点。**（62 页）

- 是的，我赞同内共生起源说。因为其证据主要有以下几点：
- （1）膜的形态结构，成分内外不一。
 - （2）线粒体和叶绿体的半自主性，环状 DNA 等。
 - （3）线粒体、叶绿体的核糖体大小和对蛋白合成抑制剂的反应。
 - （4）现今的生物中，真核细胞存在内共生现象。（蓝细菌寄生于变形虫、原生动物中使其获得光合作用能力，草履虫中寄生卡巴粒，毒素竞争等）
 - （5）分子进化的证据（16sRNA 的比较）
 - （6）同工酶和代谢途径的研究

多种证据说明半自主细胞器和原核生物有着很强的同源性，共同进化的可能性很大。

➤ 发表在 2016 年 5 月《Current Biology》杂志的一篇研究表明一类单细胞真核生物（单鞭滴虫属）内缺乏线粒体，这是首次在真核生物细胞中找不到任何一种线粒体形式的例子，表明该细胞器对于真核细胞来说并非绝对不可缺少。据推测，这些细胞与细菌进行了 DNA 交换——以一种被称为“基因转移”的过程——从而获得依靠硫转化过程产能的能力。有生物学家认为这种微生物并非一直没有线粒体，而是在演化过程中的某个节点失去了这些能量细胞器。试阐述你对此项研究发现的观点，或者简述渐进式的进化（经典说）和细胞内共生起源这两种真核生物起源演化观点各自的证据。（62 页）

这个最新的证据说明只要可以获得产能的能力，那么生物体并不一定会拘泥于线粒体细胞器的形式，也可以说明在出现含有线粒体的细胞之前，是有可能存在没有任何能量细胞器的细胞的。可能那个非常久远的细胞形式后来吞噬了原核细胞，两者共同演化成为现在的真核细胞和线粒体，也有可能是那个早期的细胞发生了膜的内陷，隔离出了产能细胞器。

第四讲 生物发展史和生物系统学

➤ 简述植物、动物登陆后各自面临的挑战和应对策略。（80 页/85 页）

植物体：

- ①需要抵抗陆地上的重力——纤维素、木质素等用以起支持作用；
- ②需要水的供给——发展出微管系统；
- ③抵抗紫外线——利用黄酮类天然产物。

动物体：

- ①需要空气——体内出现能呼吸的鳃；
- ②需要运动能力——进化出肢体；
- ③需要在远离水源的地方繁殖——以羊膜卵的形式进行生殖。

➤ 简述灾变在生命进化中的作用。（14 页/88 页/ 202 页）

灾害是【生物进化的动力】。

小规模的自然灾难：增加了物种适应性突变，造成小灭绝，一般不引起生态系统的重大调整。

大规模的自然灾难：很有可能造成大面积灭绝，会引起生态系统的重大调整。

第五讲 生物的表型进化

➤ 试讨论利他行为的生物学意义及进化机制。（118 页）

利他行为对行为完成者和行为接受者都具有一定的生物学意义。利他行为在给行为完成者带来眼前不利的同时也带来了亲缘选择的好处，即帮助传递自身基因的好处，从而提高了自身的内在适合度。利他行为给行为接受者所带来的最直接的好处就是帮助其提高了适合度。

进化机制：①亲缘选择：亲缘选择在于供体的行为（会减少后裔生存的期望值，代价为 C）能够使受体得益（受益为 B），而这种行为受一对等位基因 A 和 a 的控制。在受体的行为实施后，群体中基因 A 出现频率的变化取决于供受体之间的亲缘系数。当亲缘系数大于 C/B 时，供体的行为将是基因 A 的出现频率增高。最终导致了利他行为的不断产生。

②“互惠性利他”选择：无亲缘关系的个体对其他个体的帮助，使其获得了一种保证，从而在将来能够得到同等的回报，这种行为增加了它自身的达尔文适应性，同时也可能引起了这类利他行为基因的增加。

第六讲 生物的微观进化

➤ 关于遗传平衡的计算题。

1 在人类一个遗传平衡的群体里，隐性致病基因纯合体白化症的发病频率约为 1/20000，求群体中致病基因携带者的频率是多少？

$$Q=1/20000, q=\sqrt{1/20000}=0.0071, p=1-0.0071=0.9929$$

$$H=2pq=2*0.0071*0.9929=0.0145=1.45\%$$

2 某遗传病是（幼年）隐性致死（aa），社会调查 1%患病率。小明和小花都正常，小明有个夭折的兄弟，小花无家族病史，那么二人生小孩有遗传病的概率是多少？

小明：2/3 的概率为 Aa 杂合子；

小花：2pq=2*0.9*0.1=0.18 的概率为 Aa 杂合子；

二人的小孩：1/4*2/3*0.18=0.03 的概率患病

3 上海中心血站于 1997 年在上海居民中调查 1788 人，其中 M 型 397 人，MN 型 861 人，N 型 530 人，问此群体是否符合遗传平衡？

理论值：p= $\sqrt{(397/1788)}=0.47, q=1-p=0.53。$

$$P=p^2=0.221, Q=q^2=0.498, H=2pq=0.281,$$

$$M=395, MN=890, N=503,$$

$$\chi^2=1.77<3.81, \text{差异不显著，符合遗传平衡。}$$

4 设 AA 的比率为 0.70，aa 的比率为 0.30，H=0，这个群体的基因型频率处于平衡状态吗？求其配子的基因频率、后代不同基因型的频率、及后代所产生配子的基因频率。

不处于平衡。

$$\text{配子的基因频率：} p=P+1/2H=0.70, q=Q+1/2H=0.30。$$

$$\text{后代的基因型频率：} AA=P=p^2=0.49, Aa=2pq=0.42, aa=q^2=0.09。$$

$$\text{后代产生的配子基因频率：} p=P+1/2H=0.49+0.21=0.70, q=Q+1/2H=0.09+0.21=0.30。$$

可见基因型频率不平衡时，随机交配一代，只要无其他因素干扰，就能平衡。

5 人类的红绿色盲受 R、r 基因控制，属 X 连锁隐性遗传病，在男性中约 8.1%患此病，求女性中 r 基因携带者的比例是多少？

$$\text{在男性中，} Q=q=0.081, p=1-q=0.919, \text{在女性中，} H=2pq=0.149。$$

第七讲 物种形成

➤ 为什么说环境的不稳定是物种形成的基本条件之一。（170 页）

这种不稳定性为新物种的产生提供了原始材料，当这种不稳定性随着环境变化积累到一定程度，并能够稳定的遗传下去后，该因素便成为了新物种的特征。

第八讲 宏观进化

➤ 结合所学生物学知识，解释进化中的大突变机制。（205 页）

①渐变式：新种主要通过线系进化产生，只能以渐进的方式形成，进化是匀速、缓慢的。

②间断平衡式：微观进化是自然选择在种群内或线系内引起的微小、没有重要意义的进化改变，宏观进化通过种的形成而实现快速的进化跳跃，认为二者相互独立，且宏观进化是自主的、重要的，微观进化无法解释。

③渐变与间断平衡式：生物的进化有这样的模式：长时间的只有微小变化的稳定或平衡，被短时间内发生的大变化所打断，也就是说，长期的微进化之后出现快速的大进化，渐变式的微进化与跃变式的大进化交替出现。

第九讲 遗传系统的进化

➤ 表观遗传与进化有何关系，或者谈谈表观遗传学新进展对进化生物学的启发。(233 页)

表观遗传是通过不改变核苷酸序列的修饰方法改变基因的表达从而导致表型的改变，且这种改变能够以较为稳定的状态遗传给后代的遗传方式。由于有着一定的遗传现象，所以同样也可能对进化产生影响。①表观遗传变异本身通过自然选择导致生物的进化改变；②表观遗传变异对某些核酸序列变异及其效应能否保留下来而不被淘汰起到一定的决定性作用；③由已有的表观遗传变异引发新的表观遗传变异并导致生物的进化改变；④表观遗传变异对生物的发育产生了限制或提供了新的机会并由此导致进化改变；⑤生物进化改变产生了新的表观遗传模式，从而影响其后的进化过程。

由于表观遗传的遗传力生活期较短，可能对快速的，不连续的跳跃式的进化有一定的作用。

第十讲 分子进化与分子系统学

➤ 中性突变理论与达尔文进化论矛盾吗？详细论述自己的观点。(244 页)

不矛盾，中性突变理论并不否认达尔文进化论最核心的“过度繁殖，生存斗争，遗传变异，适者生存”，只是对其进行了补充，认为遗传变异不止包括有利变异和有害变异，更多的是既无害也无利的中性突变积累，然后在环境改变时通过自然选择发挥作用。

第十一讲 人类的起源与进化

➤ 现代人类起源有“单地区起源”和“多地区起源”两种观点，你支持哪一种观点，并阐述理由。(274 页)

就现有的证据而言，我比较支持“单地区起源”的观点，因为对现有的几大人种的线粒体 DNA 进行比对会发现，现有的人种都是从非洲地区迁徙而来，虽然可能存在多次走出非洲的情况，但是很有可能前几次走出的智人都灭绝了，只有现在存活下来的这一支发展成为了现在的人类族群。现有的系统树研究证明现生智人的祖先应为同一支，但是不排除在迁徙的过程中与其他地区起源的人种发生过基因交流的可能性。

➤ 2010 年《Science》杂志发布了德国马普研究所（Max-Planck Institute）对尼安德特人（Neandertal）的基因组序列测定结果。尼安德特人被测序的基因材料来自 3 个尼安德特人的骨头。研究估计现代人的基因组中大约 1-4% 似乎来自尼安德特人。与非洲人比较，非洲人以外的人的基因组序列与尼安德特人的序列证要略微近似一些。一种解释是早期的现代人在离开非洲之后及向欧亚扩散之前，他们在中东与尼安德特人发生了杂交。试阐述你对此项研究发现的观点，或者简述你赞同的现代人类起源观点。(274 页)

这说明现代人在从非洲走出后迁徙扩散的过程中与尼安德特人发生了基因交流，同时也说明了现代人的起源都是相同的，也就是说该证据也说明了现存人类应该是同一地区起源的，虽然不同地区也有起源过其他人种，但都已灭绝，只留存下来了现在这一支。

➤ 人种形成的主要因素是什么？(258 页)

人种形成的主要因素是行走姿势的改变，骨盆的骨架改变，开始直立行走，解放了双手，从而使得人类开始使用工具。另外由于某些特定基因的改变，人类的大脑容量大大增长，大脑皮层面积增加，对应的智力快速增长，从而提升了人类的适应性。

第十二讲 生态系统的进化

➤ 简述红皇后效应及其在生态进化中的作用。(293 页)

红皇后假说是指的物种间的相互适应、协同进化之间的关系，一个物种的进化可能会使其他物种由于竞争的压力推动进化，也就是说物种之间保持着一种动态平衡，由于互相的牵制，生态系统中的物种灭绝风险相对恒定。由于各物种都在相互制约中进化，所以一个具有较大进化潜力的物种很有可能在长期的“军备竞赛”中胜出。

➤ 简述 Gaia 假说及其进化生物学意义。(291 页)

Gaia 假说是指地球上适于人类生存的条件是在动物、植物和微生物的逐渐发展和相互作用下共同创造的。包括大气成分、地表温度、pH 等条件在内的整体地球环境在受到影响时，所有生命的总体都会通过自身的生长活动和新陈代谢对这些变化做出反应，强调了环境的演变与生物的进化是有着很大联系的，生物的演化是在积极主动地对抗着环境条件的改变。

➤ 试论人类对生态系统的影响。(301 页)

正面：①有意识地保护生态系统；②加快了生态系统循环；③增加了新的物种；④更好地利用资源。

负面：①碳排放与温室效应——海平面上升，气温升高，热带疾病传播，全球气候变化；②臭氧层的破坏——紫外线辐射过量，光合作用受到抑制、水生生态系统受到影响；③酸雨和化学污染——破坏水体生态平衡，伤害植物，破坏土壤肥力；④白色污染——毒素；⑤过度消耗资源——生态体系遭到破坏，难以再生。

➤ 提一个进化生物学或生态学中你最感到困惑的问题。

如何解决现有的进化理论过分强调遗传的影响，而忽略了表观遗传学的影响的问题？

如何计算测量表观遗传学的进化速率？

进化是无方向的，那么应当如何计算测量当前正在发生的进化的进化速率？