

再谈生物进化理论

——兼答钱韦等人的评述

陈继明

(中国预防医学科学院病毒学研究所, 北京 100052. Email: chenjim66@hotmail.com)

摘要 微观进化指各个物种的产生与发展, 而宏观进化指整体上生物界的发生与发展. 微观进化和宏观进化是探讨生物进化两个基本的层面. 达尔文进化论属于微观进化论, 不能简洁地说明宏观进化问题; 而笔者提出的进化观点简洁地说明了宏观进化的动力、模式和趋势, 这不能用达尔文进化论在微观进化上的正确性来反驳, 而且实际上两者相容并非相斥. 但笔者的观点中有些地方需要进行一定的修正.

关键词 进化论 宏观进化 微观进化

笔者曾尝试性地提出一个新的进化观点^[1, 2]. 钱韦等人撰文(见 885 页, 以下简称钱文)批驳这个观点, 我认为, 我的观点中有些地方确需修正, 但钱文对我的观点也有曲解和误解.

首先, 我的观点是从广义进化入手, 然后具体到生物进化, 而非钱文所说的“将其推广到广义进化领域”. 广义进化理论适合于各个等级层次的进化, 所以我的观点也非如钱文所说, 将“某一个等级适用的规律机械地套用到另一个等级之上”. 物理进化、化学进化、生物进化和人类的发展的确有各自的独特性, 但是不能因此否定它们之间存在一定的延续性和统一性. 这正如人和动物存在许多差异, 但不能因此否定人和动物在基本生理生化上的相似性以及人是从动物中分化出来的.

其次, 在文献[1]中的“微观粒子”不是指绝对小的粒子, 而是指系统的组成成分(即要素), 它不属于某一个特定的层次, 比如原子、分子相对于生物体是微观粒子, 生物体相对于生态系统是微观粒子, 家庭、企业相对于社会是微观粒子^[2]. 为了不引起歧义, 本文将“微观粒子多样性”直接称为“多样性”. 生物体和生态系统内部各组成部分之间相互作用、生物与环境之间相互作用非常重要, 我的观点不仅没有忽略这些作用, 而且分别从高层选择和环境选择两个方面强调这些作用(这一点本文还将继续讨论).

钱文的批驳中很多处将多样性片面地理解为种类的多少. 其实多样性不仅包括要素种类的多少, 还包括各种要素的数量以及数量上的均匀程度、要素的复杂程度、要素的自由度等等^[3]. 另外, 钱文批驳我的观点没有解释前进进化是没有根据的. 前进进化实际上相当于高层化发展, 而分支进化实际上相当于分支化发展, 两者都是增加多样性的方式, 并且相互促进. 那么多样性为什么要增长, 这是熵增原理决定的. 所以它非常简洁地解释了前进进化和分支进化. 事实上, 达尔文进化论没有解释前进进化的趋势, 以致一些生物化学家称之为达尔文的“黑匣子”^[4], 而达尔文本人干脆直接回避前进进化的问题, 认为生物界无高等生物和低等生物之分, 生物进化只是导致生物更适应, 而不是更高级、更复杂^[5].

文献[1]中的动力学选择作用的推导应作如下修改: 熵值增加导致多样性增加, 而高层化是多样性增加最为重要的方式, 所以微观上不断由低层结构向高层结构发展, 但是高层结构具有不稳定特性, 形成的高层结构将发生降解, 因而微观上存在高层结构不断构建和降解的

循环. 只要存在这样的循环, 不易降解的高层结构和效率高的高层构建方式将自然地相对而言越来越多, 而那些容易降解的高层结构和低效率的高层构建方式在循环中将自然地相对而言越来越少, 这就是动力学选择作用. 这种修改使得钱文无法从中牵强地推导出“系统进化的速率随着时间的推移而增加”.

另外, 文献^[1]中的环境选择也需修订. 生物进化是广义进化的一个阶段, 所以广义进化的原理适合于生物进化, 但是生物进化的原理有些并不适合于广义进化. 这突出表现在广义进化的背景是整个宇宙, 它是个孤立的体系, 环境不发挥作用(所以环境无选择作用); 而生物的进化背景是地表体系, 它是个相对封闭的体系, 环境对这个体系发挥重要的诱导和制约作用. 其诱导作用表现在太阳不断向地表输送热量, 因而长期存在一个“热流”, 这个“热流”相对平缓适中(在水的沸点和融点之间, 并且波动相对较小), 这样就为局部地区不断吸热, 发展以碳水化合物为基础的分子多样性提供了必要的条件, 这种分子多样性发展到一定程度时, 形成了超分子结构到微囊与细胞样结构, 最终在无数次尝试和动力学选择作用下, 形成了自我催化形成的超循环体系, 也就是最早的生命形式, 使广义进化进入生物发展的阶段. 请注意, 这种“热流”不仅可以由阳光照射形成, 也可以由一些地热资源形成, 还可以由一些活的或死的生物体形成, 因而地表体系内生物多样性的发展有一个非常广阔的空间. 这些适宜于生物生存和发展的空间叫做“生态位”. 生态位的存在, 使得生物的起源和发展演化就像冰的融化一样, 是无需造物主的、自发的吸热熵增的过程.

生物的存在和发展还依赖于环境提供的一些适合于生物构造的物质(如 C, N, O, P), 这样环境就能够分别从能量和物质的角度限制和约束生物的存在和发展, 比如: (1) 冰川的快速形成、火山爆发、小行星碰撞, 大规模造山运动等造成地表各种生态位严重破坏, 使得生物界可能发生大规模的绝灭; (2) 当一个物种或生态系统发展到环境所能承受的极限时, 称之为饱和. 当一个物种或生态系统远离环境的饱和状态时, 其多样性发展较快, 当一个物种或生态系统接近环境的饱和状态时, 其多样性发展较慢. (3) 有些物种或其变种在某一特定的环境中能够充分利用其生态位, 而另外一些物种或其变种难以利用其生态位, 长此以往, 在上述动力学选择的作用下造成了生物对环境的适应, 类似于利用市场机制达到资源的优化配置. 环境对生物进化的这些制约作用可以统称为环境的选择作用. 这种选择作用并不能归结到高层选择作用上.

下面进一步谈谈我的观点和钱文涉及的一些重要问题.

1 熵值增加和生物进化的矛盾

我的观点解决了生物进化的趋势(有序化发展)和熵值增加原理(无序化发展)之间的矛盾. 钱文所引用的获得诺贝尔奖的耗散结构理论也是国内学术界引用较多的对生物进化和熵增矛盾的解释. 这个布鲁塞尔学派的理论认为通过能量的耗散和“负熵流”, 可以维持生物体这样低熵有序的状态, 但是根据熵值计算方法, 生物体实际上是处于高熵状态. 这就让人不得不怀疑耗散结构理论能够用来解释生物进化和熵增原理的矛盾, 如同用复杂的论证说明大米为什么富含蛋白一样让人怀疑. (注: 这不是说耗散结构理论不能解释其他有序结构, 如雪花、云街等自发形成问题).

熵值越高, 对应着越混乱, 这是物理学上的混乱, 内涵是与完美的晶体结构相反: 组成的

要素不一致,要素的排列不规则,要素处于不同的运动状态(多样性就是企图综合描述这三种“形态学”特征);而正是不一致的要素按照不同的排列方式和运动形式,才能使得体系具有某种功能上的有序.这就不仅解释了为什么生物体能够处于既高熵(物理学高度混乱)又高度有序(生理学高度有序)的状态,同时也提示生物进化和熵增原理不仅没有矛盾,而且还有一定的因果关系.以前人们认为生物进化和熵增原理存在矛盾,实际上是把晶体的有序(一次性形成,形成时放出热量熵值减少)和生物体的有序(经过长期选择形成,形成时吸收热量熵值增加)混为一谈而导致的.

2 达尔文进化论为什么要进行再次修正

系统的整体叫做宏观,系统的组成叫做微观.宏观和微观是研究复杂问题的两个基本角度.就生物进化而言,微观进化指各个物种的形成和发展;宏观进化指整体上生物界的发生与发展,包括生物进化的动力是什么,为什么生命会自发产生,为什么存在大发展和大绝灭,为什么绝大多数多细胞生物采取有性生殖,为什么生物界会呈现种类增长和复杂性增长的趋势等等^[6,7].宏观进化中复杂性增长的趋势体现在从有机大分子到单细胞生物、从单细胞生物到多细胞生物、从低等生物到高等生物等方面,它又叫做垂直进化或前进进化;而种类增多的趋势又叫做水平进化或分支进化^[6].钱文把进化归结为基因频率的变化是非常不全面的,因为无论是微观进化还是宏观进化,都带有某种不可逆转的创造作用,而基因频率的变化既可以逆转,又无直接的创造作用^[4].

进化生物学还经常提到大进化和小进化的概念^[6,7].有时大进化指的是大的差异的产生,小进化指的是小的差异的产生;有时大进化指物种以上分类单位的进化,而小进化指物种以下分类单位的进化,由于差异的大小以及物种的界定没有绝对的标准,所以这些定义是模糊的.有时大进化指整个谱系的进化,小进化指线系(谱系的组成)的进化,这与本文所说的宏观进化和微观进化相接近或者说相一致.

达尔文进化论以个体、居群、物种、性状等为研究对象,它们得出来的结论能够解释生物微观进化方面的一些现象.但是这些理论很难简洁地解释(不是不能解释)近50年来古生物学和分子生物学所揭示的生物进化在整体上呈现的爆发性、间断性、跳跃性和随机性以及一些宏观进化趋势^[6~8].这正如微观经济学能够很好地处理微观经济的问题,但难以简洁地处理宏观经济问题.这说明了达尔文进化论不是不正确,而是不全面,这是进化论需要再次修正的主要出发点^[8~10],即如何建立一个宏观进化理论.这也是我的观点的目的和定位.

研究宏观进化问题需要采用整体的思维方法,笔者将其归纳为系统理论、层次理论和层面理论^[2].其中有一点值得强调:从不同的层面考察同一问题会得出不同的但是又都正确的结论,不能因此否彼.钱文用捕食者与被捕食者的数量关系来反驳整体上各个物种均衡发展的趋势;用学习与教育,或精神自我创新是社会发展的动力来反驳生产力的发展或人文多样性的增长是社会发展的动力;用森林群落演替过程中物种数量的变化来反驳生物进化整体上呈现的多样性增长的趋势;用自然选择学说在微观进化上的正确性来反驳我的观点在宏观进化上的正确性等等,都是犯了这个逻辑错误.实际上我的观点认为生物的进化首先是多样性自发增长的结果,然后选择发挥作用,在这一基本点上和达尔文理论(个体的变异+选择)是非常相容的,因为个体的变异必然伴随着整体上多样性的增长.这两个理论相容并不是意味

着我的观点可被达尔文进化论“吃掉”，因为两者考虑问题的角度、目的、作用和推导方法有根本性的不同。再深刻一点，达尔文理论并不具有钱文所说的“强大的理论吸纳和扩展能力”，因为史实表明，进化论的发展正是通过修正达尔文理论的错误之处(如融合遗传、自然界无跳跃等)和补充达尔文理论所不能包含的层面(如分子进化)而发展的。

3 生物多样性是否一直在增长

我的观点从整体上指出生物进化是生物多样性增长的结果，这不排除在选择的作用下有些物种在发展过程中多样性可能会减小。这就像孔多塞认为历史是人类理性觉醒的产物，这并不意味着每个团体、每个人的理性都在不断觉醒。

有人指出自寒武纪大爆发以来生物多样性不断减少，而非不断增长，呈倒金字塔式的发展(类似于钱文所说的森林群落的演替)，这是为什么呢？原来他们将生物多样性片面理解为生物种类的多少，其实自寒武纪爆发(有人对此持有异议)以来，在选择的作用下很多门类都已经灭绝了，但是残留门类的生物的种类、数量、活动范围等方面几乎都大大增加了，生态系统内部的相互作用与交流也大大加强了，这些都可能使得生物界的生物多样性并没有减少^[2]。

另外，生物多样性增长是生物进化的致动因素，并不意味着生物多样性一定在不断增长，这正如钱文所说生物进化是生物对环境不断适应的结果，并不意味着现在的生物比过去的生物对环境更适应。这是因为决定事物的发展不仅有致动因素，还有制约因素，生物进化的制约因素是前面所说的环境选择作用。环境的饱和度是环境选择的重要因素，它与整体上生物多样性的多少密切相关。但是环境的饱和度并非是一个定值。当环境发生剧烈的变化时，如小行星碰撞、大规模造山运动等，饱和度将急剧下降，使得整体上生物多样性急剧下降；一旦环境又趋于平稳后，饱和度又恢复到一个较高的水平，整体上生物多样性可以快速增长，导致大绝灭后的大发展。

4 为什么要选择多样性角度

多样性不仅和自然界多姿多彩的现象直接相关，而且和能量与信息的流动也密切联系(多样性和熵表示同样一个概念，而熵和热量可以相互转化，所以多样性和能量密切相关；体系多样性的多少除以体系的要素数目即等于体系的信息量，所以多样性和信息也密切相关^[3]。申农等信息论者甚至把信息量直接看作系统的熵值^[11])。

所以多样性的增长不仅在熵增原理作用下是时间之箭，也是物质、能量、信息三大要素流动的交汇点，因而从这个角度来讨论进化问题，有可能简洁地说明生物宏观进化问题。对于生物而言，生物多样性包括分子层次、个体层次、物种层次和生态层次等各个层次，因而从生物多样性出发又有可能统一生物进化在不同层次上一些特性。《自私的基因》指出生物进化是各个基因在寻求自身生存和发展的结果^[12]，就是从分子层次上反映了生物多样性增长是进化的动因，但是它不仅无根据地赋予基因“意识”能力，而且忽略了高层选择的作用。很多分子在其多样性增长的过程中必须符合生物整体，甚至生态系统整体多样性发展的要求^[2, 13]。

5 多样性的增长和生物进化的因果关系

钱文认为我将多样性的增长和生物进化的因果关系颠倒了。无独有偶，也有人认为达尔文进化论将适应和生物进化的因果关系颠倒了，认为生物对环境的适应是生物进化的结果，

而非生物进化是生物对环境适应的结果^[9]。其实,同一个事物或同一个过程很多层面互为因果关系。这正如矛盾是事物发展的结果,但矛盾同时又是事物发展的动因;历史的发展是人类理智发展的结果^[6],人类的理智又是历史发展的结果;科学技术是社会发展的结果,科学技术又推动着社会的发展。所以生物多样性是生物进化的结果,与生物进化是生物多样性增长的结果两者并不抵触。

达尔文进化论把自然选择或适应当作生物进化的动力(或动因),而对自然选择和适应的本身的解释却又依赖于生命的起源、生存和发展,所以如果用它来解释宏观进化问题,其实是在“循环论证”或“同义反复”,因为它并没有回答生命为什么会自发产生、存在和发展^[5, 10]。我的观点认为多样性的增长导致进化,而多样性的增长可从物理学熵增原理得到解释,从而使得生物进化理论走出“循环论证”的圈子。

6 生物进化宏观的动力、模式、趋势和人文意义

6.1 生物进化的动力

进化是生物多样性增长的结果,而生物多样性增长是时间之箭并和能量的流动密切相关,并且从多样性增长可以推导出生物进化的模式、趋势和机制,因而生物多样性的增长才是生物进化的动力。

这其实指出了“内因”(生物多样性的增长)在生物进化过程中发挥主要作用,而“外因”(选择)只是发挥约束和限制作用。从拉马克到当代一些遗传学家认为在生物进化过程中,有一定的内在的致动因素,但是把它归结为生物个体的“内在意志”或某些“遗传机制”^[6, 14]都没有切中要害。

如果把进化比作河流,以前的理论好比认为河流是水动的结果,或水与地面相互作用的结果,或地面作用的结果,它们能够解释为什么有些地方河流较快,有些地方出现漩涡,有些地方形成瀑布,而我的观点好比指出了河流是万有引力作用的结果。另外,我的观点指出多样性增长如同河水下流,自然选择如同河岸,在自然的情况下,河岸是河流冲洗出来的(所以用河岸解释河流难免“循环论证”),虽然河岸制约了河水的流动,但是它不是动力(因);另外只有当河流冲洗出河岸时,河岸才发挥制约作用(相当于一个物种产生后只有当发展到繁殖过剩时,自然选择才发挥作用)。

6.2 生物进化的宏观模式

我的观点中生物进化的模式是建立在核苷酸、核酸片段、染色体、基因组等不同大小的遗传与变异的“量子”组合之上,指出了为什么既存在爆发性、跳跃性和间断性的进化模式,又存在连续性、渐进性的进化模式。点突变、遗传重组、基因重排、转座作用等是进化上一些重要的遗传变异机制,而这些都是生物多样性的增长方式。

6.3 生物进化的宏观趋势

宏观进化有以下几个趋势:从有机大分子到单细胞生物(生命的起源);从单细胞生物到多细胞生物;从无性生殖到有性生殖;从冷血动物到温血动物;利他行为增多等等。

达尔文进化论不能简洁解释这些宏观进化趋势,而我的观点却能:因为它们都符合多样性增长的趋势,同时又有利于多样性进一步发展。

6.4 生物宏观进化的人文意义

从早期的赫胥黎、斯宾塞等到当代威尔逊、道金斯等社会达尔文主义者都认为自然法则和社会公德是相左的。自然法则是每个个体或基因都为自身的生存发展而与其他个体或基因斗争,人类各种丑恶行径似乎是符合自然法则的,而社会公德却是反自然的。我的观点认为自然界最根本的法则是“多样化协调发展”,从这个基本点出发,自然法则和社会公德实际上是一致的,而人类各种丑恶的行径是违背自然法则的。

7 我的观点在微观进化上的应用

我的观点属于宏观进化理论,目的是解决宏观进化问题,而不是微观进化问题。但是对于具体的某个物种的进化,我的观点仍有一定的指导作用。

例如,达尔文认为长颈鹿是由于一代又一代的自然选择,只有较长脖子的鹿才能吃到高处的树叶而存活下来,所以脖子也越来越长,最终形成了现在的长脖子^[9]。达尔文借助长颈鹿的长颈形成来说明自然选择具有“创造性”不合情理:(1) 达尔文是以某一地区长期高处存在大量树叶和地面缺乏草料为一个前提,这在逻辑上似乎不合情理;(2) 达尔文还以长颈鹿不能迁徙出去为前提。这个前提也是难以置信,因为长颈鹿善于奔跑;(3) 达尔文的推论还有一个难以置信的结论,即与长颈鹿同一时代的食草动物全部灭绝了。因为它们在地面上既找不到草料,又没有长长的脖子可以采食高处的树叶。

而按照我的观点,长颈鹿实际上生活在一个气候温和,食料丰富的环境里。因为既然高处存在大量树叶,则其环境与气候一定也适合其他植物的生长。而长颈鹿由于脖子较长,使得它一旦产生(初步证明有的是突变式产生,而有的是渐变式产生^[9]),即可“不争而存”。因为它不需要和别的食草动物竞争草料。其实,由于生物进化是生物多样性增长的结果,所以总有一定的概率出现一些异常的特征(如长颈鹿长的脖子、古细菌的高度抗辐射能力、爱尔兰鹿的巨大角),这些异常的生物特征可以不是选择或(更)适应的结果。当然,有些异常的特征是有选择或适应意义的,这也不妨碍我的观点,因为我的观点同样强调选择或适应的作用。

达尔文进化论两个有名的例证是英国椒花蛾体色的变化和加拉巴戈斯群岛的地雀喙形变化^[6, 9]。此两例其实只指出了自然选择可以改变某一居群的基因型或表型的频率,并不属于严格意义上的进化,因为并无新的基因型或表型的产生,历史进一步表明这两例证中的变化都已逆转^[6, 9]。耐药性细菌的产生也是自然选择学说“有力”的和明确的例证。其实,这也是我的观点有力的例证,因为这个例证中突变(多样性增长的方式)和选择都具有重要的作用,而且没有药物选择压力,大自然也会以一定的概率自发产生这些耐药性细菌;而撇开突变伴随的多样性增长,选择就无从谈起。

上述几个例子还表明我的观点和达尔文理论在进化问题上基本是一致的,只是达尔文理论过分强调了选择的作用,而我的观点突出多样性自发增长在认识宏观进化问题上的作用;达尔文理论将致动因素和制约因素混为一谈,将动力与机制混为一谈,而我的观点将它们区分开来了。

一般情况下选择所允许的范围较大,如长颈鹿的颈只要不严重地影响其生存与繁殖能力就行。因而从这个层面来讲,选择并没有多少作用,这也说明了为什么大多数生物性状总是呈现一定的多态性,并且很多多态性呈现正态分布^[14]。分子进化呈现很大的随机性也是这个道

理.

8 进化理论的未来发展

进化理论的未来发展有待于微观和宏观相结合. 其中微观进化方面有待于古生物学和钱文所强调的分子发育生物学的发展; 宏观进化方面有待于数学、物理学、化学、地质学、生物学等多学科交叉综合, 利用整体思维进行探讨^[8, 9, 15], 其中物理学和化学可以把握方向和本质, 数学可以把握方法和模式, 地质学可以考证过程.

另外, 进化理论的未来发展还有待于理论与实践相结合. 首先, 具体的进化问题需要具体对待, 不能用抽象的理论(包括自然选择和多样性增长)来大而化之. 但抽象的理论可以有效指导具体的实践; 反过来, 具体的实践工作又可以用来检验抽象的理论.

笔者曾经将自己的观点冠名为“统一进化论”, 只是因为它可以说明当前一些主要的进化思想, 从特定的层面来看都是正确的. 但是这个名词容易让人觉得它是“一个成熟的、能够解决一切问题”的理论, 所以本文未再使用之. 它的论证过程和结论都还待完善.

参 考 文 献

- 1 陈继明. 统一进化理论刍议. 科学通报, 1999, 44(16): 1786 ~ 1792
- 2 陈继明, 陈继旺. 科学之根——有序演变的动力与机制. 北京: 科学出版社, 2000
- 3 Laxton R R. The measure of diversity. Journal of Theoretical Biology, 1978, 70(1): 51
- 4 Behe M J 著. 达尔文的黑匣子. 刑锡范译. 北京: 中央编译出版社, 1998
- 5 Gould S J 著. 自达尔文以来. 田 沅译. 北京: 三联书店, 1998
- 6 张 昀. 生物进化. 北京: 北京大学出版社, 1998
- 7 Stanley S M. Macroevolution: Pattern and Process. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1998
- 8 Dapew D J, Weber B H. Evolution at a Crossroads. Cambridge: MIT Press, 1995. 133 ~ 167
- 9 Devillers C, Chaline J. Evolution, an Evolving Theory. Berlin: Springer-Verlag, 1989
- 10 康育义. 生命起源与进化. 南京: 南京大学出版社, 1997. 171~184
- 11 Uolkenstein M U. Physical Approaches to Biological Evolution. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 335 ~ 366
- 12 里查德·道金斯著. 自私的基因. 卢允中译. 长春: 吉林人民出版社, 1998
- 13 陈继明. 病毒的进化. 见: 金 奇主编. 现代医学病毒学. 北京: 科学出版社, 2000
- 14 裴新澍. 生物进化控制论. 北京: 科学出版社, 1998
- 15 张尚宏. 科学家谈生物——生物进化的新探索. 长沙: 湖南教育出版社, 1997

(1999-12-02 收稿, 2000-02-17 收修改稿)