系统发育系统学——对现代生物系统学的理解与探讨(4)科学哲学与生物系统学

王 晓 鸣

(美国堪萨斯大学系统学与生态学系)

孟 津

(美国自然史博物馆古脊椎动物学部)

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

一、科学的哲学问题

在讨论各种不同的哲学观点以前,我们首先要强调科学真理的非永恒性:任何科学理论(假说)都不是永恒的,并且只是在一定假设条件下才成立的(这里我们暂不考虑认识论上真理的可知性问题)。科学是一项非常复杂而多变的人类社会活动。它远不象通常人们所想象的那样纯洁无瑕,人类思维的所有无理性都可能以各种方式体现在科学活动中。本世纪初被某些美国科学家“反复证明”而一度盛行的黑人种族劣势论以及由此衍生的优生学都无疑与当时社会背景密切相关(Gould, 1981)。而文化大革命期间本刊所载的一些政论性文章则是一个极端的例子。科学家毕竟是人而不是神,人们过去对这一点普遍缺乏足够的认识,从而对科学产生了一种神秘的感觉。

科学假说与非科学假说又有着鲜明的不同:第一,科学假说必须是可检验的,而非科学假说则无法也无需检验。例如,创世论中上帝创造世上所有物种这种陈述,是无法得到验证的,因而不属于科学的范畴。对于这一陈述的接受,完全基于人们对圣经的无条件信仰。因此对他们来说,这是无可置疑的,因而也无需在现实世界中检验。第二,科学假说必须能经受重复的验证。如果十八世纪的牛顿见到苹果坠地,我们今天同样不指望苹果会升天。否则,就不可能有稳定的科学原理。第三,科学假说应具有预见性。一个杰出的理论往往是在预见至少一二个未知现象后才开始得到广泛接受。我们很容易构想出诸多理论去解释某些现象,而真正能正确地预见到未知现象则远不那么容易了。

具体到生物系统学(相似的学科还包括研究地球历史的地质学及研究宇宙历史的天文学),它研究的主要对象是生物的历史关系,其过程已成为过去。人类的生命是如此短暂,以致没有任何人能够亲身观察其过程的本身。个别情况下,历史文献中记载有物种的分布与地震、彗星的出现等。即便如此,观察的时间范围也不过几千年而已,仅仅为漫长的生物史中的一瞬。这显然与上述科学假设的第一特点有冲突,即任何历史科学假说的直接检验都是不可能的。更进一步,任何历史事件都是独特的,即不可重复的。恐龙仅繁盛于中生代,地球历史上似乎再也不会出现恐龙的环境了,这又给上述科学假设的第二特点带来困难。尽管一些人的努力,对上面二个问题目前尚无较满意的回答。至于上面的

第三个特点,生物系统学的预见性则表现为从特定的系统去推测未见到的性状或性状的极性。需要指出的是,跨时间的预测不是生物系统学的目的。历史科学所追求的基本上是对历史现象的忠实描述,而不在于预测事件的未来。

对科学的发展常常有一种很流行的看法,人们很容易想象科学是通过对数据的细心收集,对现象的广泛观察,以及对所有证据的归纳整理,并最终在大量“事实”的基础上总结归纳而得以建立科学的理论,近代科学哲学有力地证明了这种幼稚的科学观是不合实际的。这主要表现在两个方面:第一,对“事实”的绝对性的否认,如果对日常生活中的很多“事实”加以认真地剖析的话,常常会发现其中包含了很多的假设。即便是最基本的陈述也不例外。比如,“这是一把椅子”这样一个简单的陈述,实际上也包括了理论性的描述。因为椅子这个词本身就是一人脑中的抽象概念。正如古代中国的白马非马论题(公孙龙《白马论》)一样,抽象中的椅子无法由某一具体的椅子包含。因此,椅子这个概念本身包括了某些理论陈述。第二,对科学理论形成过程中应用演绎方法的认识。近年来人们越来越清楚地看到传统的以 Francis Bacon(1561—1626) 为代表的归纳法在逻辑上具有诸多缺陷。假如一个人见到的 100 只天鹅都是白色的,他并不能由此得出“所有天鹅都是白的”结论,他甚至不能有十分把握地说第 101 只天鹅也是白的。当然如果世界上仅有 100 只天鹅,则白天鹅的结论自然正确。不过那样的话该论题也就没有什么探索的价值了。因此对任何不能一一列举的现象,归纳法仅能得出一个几率上的结论:第 101 只天鹅很可能还是白的。更重要的是,从对众多的重大科学贡献的分析得出,科学家往往并不遵循某一固定的思维模式。初步假说的提出经常是没有一定规律的,其合理性是在随后的验证中才得以建立起来的。

另外,在对科学现象的观察方面,人们也开始怀疑科学家是否总可能不受偏见影响而客观地收集数据。自然世界的现象是无穷无尽的,很少有科学家会毫无目的地去收集一切可能的数据,指望科学理论会自然而然地从这些数据中总结出来。他们总是在具体动手之前就已经大概知道去收集什么样的数据。在他们头脑中,什么样的证据是有关的与无关的常常都已“心中有数”。尽管有些科学家还不愿意承认,但实际上这种事前已有的想法常常是受到某一科学假说支配的。一个很简单的例子:对任何一个生物体都有无数种数据可收集。我们可以观察其皮肤的颜色,肌肉的组合,骨骼的形态,染色体数目,基因的组合等等,即便是仅限于骨骼形态的测量,我们也总能够在在一根骨头表面上找出无数不同点间的距离作为其形状的描述。而生物系统学家似乎会本能地选取某一组现象而不顾其它。古哺乳动物学家都知道测量哺乳动物牙齿的长与宽是重要的,而不会异想天开地去任意选择两点而测量其距离。这是因为很多前人发表的结果都是根据牙齿的长宽做的分类。这里可能隐含的意思是:1. 牙齿的截面积与生物个体的大小及重量有关;2. 牙齿长宽的测量较为稳定,使所有的测量都有一个易于选择而又不宜出错的共同出发点。因此,人们自然要设想牙齿的长宽是重要的分类性状,而除了这两个数据外的其他无数可测量的距离都是没有意义的,至少是不实用的。今后或许有人会论证其他数据的有用性,到那时新的数据的有用性同样暗示一个新的科学假说。这种对现象的选择的“本能”就是前人科学假设的一部分。

二、近代科学哲学发展的一些趋向

近代科学哲学的发展主要受到两大主流的支配,一支是以美国科学历史学家 Thomas Kuhn (1962) 提出的科学发展的科学范式(paradigm)学说为代表。简明地说, paradigm 是由某一时期某一主要学术观点的精髓所构成,它包括该理论的最基本的假设以及由此而得来的基本推论。Kuhn 认为,科学活动是由二个时期的交替组成:科学革命与常规科学。在科学革命时,新的 paradigm 取代旧的。经典的例子包括爱因斯坦相对论对牛顿力学的冲击,达尔文生物演化论对中世纪神创论的取代,以及大陆漂移-板块学说对传统的地槽地台学说的挑战。当新的 paradigm 站稳脚跟后,绝大多数科学家则以大量的精力去进行常规科学的研究:修饰新 paradigm 的不足之处,进一步证明新 paradigm 的一些推论,或提出辅助假设以自圆其说。直到下一次科学革命时,则又被更新更好的 paradigm 所取代。Kuhn 学说对科学发展过程的描述较为全面。其意不在具体指导科学的进程,而是从科学哲学及科学史的角度描述科学活动。因而他的学说更接近于纯科学史的探讨。

另一支影响深远的哲学流派则以英国科学哲学家 Karl Popper 为代表,他的著作“*The Logic of Scientific Discovery*”(1959)首先提出了其著名的证伪科学方法论。Popper 科学哲学的最基本前提是:科学假说(或称理论,事实上任何一个科学理论都是一个假说)是永远无法确凿无误地证明其正确性的。而科学的逻辑却可以帮助发现错误的假说。事实上永远正确的论题是没有科学意义的。哲学中的同义反复(tautology),如“三角形有三个边”这样一个命题在科学上是没有启发价值的。因此,接近真理的唯一手段是通过不断地检验已知的不同假说,试图以不同的方式找出其中错误的(不合科学逻辑的)假说。这种试图逐个否定每一假说的过程被称作证伪(falsification)的过程。因此科学活动包括两步:第一步是科学假说的产生;在检查这一初步假说的逻辑一致性后,第二步是科学假说的证伪。Popper 的这个系统被称作“假设-演绎”(hypothetical-deductive)式逻辑,即首先提出假说(hypothesis,假说的产生不一定有如何充足的理由),由该假说演绎(deduction)出其它逻辑上必然的结果以及顺理成章的预测,然后以实验观察去检验其结果。如果不符,则该假说可以说是被证伪了。

按照 Popper 的主张,科学的发展是建立在对不同假说的证伪上。那些最能经受住一切可能的证伪过程而仍维持其完整性的假说将被暂时地接受,直到新的证据把它最终否定掉。这里需要指出,并不是所有假说都同样可以被证伪的。实际上,Popper 学说中衡量一个假说好坏的第一标准是看该假说是否具有被证伪的可能性。这也正是本文开头所提到的科学假说的可检验性。因此一个好的科学假说应该能够据此构筑多种实验或观察,而且这些实验或观察的相反结果应可以无误地将本假说推翻。相反,有些假说天生下来就是不可证伪的。例如圣经(旧约全书·创世篇)中说上帝创世时第一天给世上带来了光明,第二天创造了春天,……第六天按照自己的形象创造了人,这种陈述是永远无法验证的因而不属于科学的范畴。而有些假说是否能被证伪则并非一目了然:自十九纪中甸 Herbert Spencer 始直到近年来还常常提到的“适者生存”(Survival of the Fittest)这一

命题,很多人认为它是一个同义反复(见 Riddiford and Penny, 1984 作为近年的总结,本文今后将更详细地讨论此问题)。生存下来的都是适者,反过来适者当然会生存下来。有些人认为这种提法很难具体检验,至少其说法不是很严格的。

Popper 哲学思想的一个重要特征是其简明性及可行性。也正是由于其简单性,它引起科学的实践者——科学家们的广泛兴趣。它没有其他哲学学派较复杂的描述,并且为科学家提供一种简明易行的指导,但也正是由于 Popper 哲学的这种简单性,他的学说很难概括科学的完整过程。Lakatos (1970) 指出,当一个核心科学假说受到个别现象的挑战时,人们并不急于推翻其核心假设,而是作一些辅助假设去“解释”这些异常现象,或者干脆怀疑其现象的真实性。在传统的生物系统学中,分类学家在遇到与自己理论不符的现象时(例如新的性状与自己的分类系统矛盾时),首先想到的恐怕是如何通过一些附加理论去解释这些新的证据或者干脆怀疑这些现象的可能性,而并不急于放弃自己的系统理论。一个非常方便而有效的办法就是将这些不与自己分类系统一致的新性状统统归结为趋同演化的结果。因此,Popper 意义上的证伪并不一定代表日常的广泛科学活动。其实 Popper 自己也承认,证伪不是绝对的,一个假说可以在一定证据下被证伪,而在新的证据下,该假说又重新成立也是很有可能的。这样的事,在科学上是屡见不鲜的。由于缺少一个有效的运动机制,早期大陆漂移说无法解释为什么坚硬的地壳可以允许陆块的大规模运动(Hurley, 1968)。地球物理学家几乎将漂移说彻底否定。而深海钻探、地磁极性等方面新资料则又重新证实了这一假说,并最终形成了海底扩张与板块构造学说。

然而早期 Popper 学说的主要依据是对经典物理学的分析,而未能顾及历史科学的特殊性。他甚至曾断言达尔文演化论是不可验证的(不可证伪的,也即是不科学的)。Popper (1984) 近来则将其理论与达尔文演化论相结合。他提出科学知识的发展是一个向越来越好的科学理论的演化过程。这是一个达尔文式的进化过程,即新的理论通过自然选择而更具适应性——能够更好地解释自然世界。

三、Popper 哲学理论在生物系统学中的影响

Popper 学说不仅对科学发展有独特看法,并且试图以其理论指导科学的发展。Popper 学派在近三十年科学哲学的发展中留下了深刻的印迹。它的发展适逢生物系统学理论的复兴,新一代年轻而哲学意识很强的支序学者很自然地将自己学说与 Popper 哲学结合起来而形成了近代生物系统学的一大主流之一。由此而导致的直接结果是生物系统学史中最激烈的哲学争论。

一反传统系统学的“实际”性,支序学出现伊始,就带有浓厚的哲学色彩。其发展又适逢 Popper 科学哲学理论的盛行。因此证伪学说的很多内容迅速地为支序学家所接受而成为其牢固的哲学基础。近一二十年中,众多的系统发育学家对生物系统学的哲学基础做了认真的检查,指出传统分类学中的诸多主观因素,试图将生物系统学建立在清楚的理性中(如 Bock 1974; Eldredge and Cracraft 1980, Gaffney 1979, Wiley 1981)。这些人中,除早期的 Bock 只有一些支序学派的倾向外,几乎完全由支序生物学家组成。将一新的生物系统学说主动地建立在某一哲学基础上的意识,在以往的学说产生时还从未有过。

这反映了现代系统科学逐步严谨化的趋势。

支序学者认为,生物系统学以两个最基本的假设为基础:第一,生物演化的存在。即任何生物都随时间而变化,生物界无穷无尽的种类都是由演化所致。这一假设具有最广泛的内涵而处于最高一级的普遍性 (universality)。它在系统学中达到公理化的程度。这倒并不意味着生物演化是不能否定的,只是生物系统学的研究对象一般是在更低一级的普遍性上,其目的是去找到满意的生物演化系统。因此,在相互冲突的结果出现时,人们并不首先去怀疑生物演化学说本身出了什么毛病。第二个假设是,生物性状的变异可以通过遗传而代代相传。因此生物间的亲缘关系可以由遗传下来的性状推定。换句话说,新的类群的产生一般都可由伴随的共祖裔征 (synapomorphy) 体现出来。这后一假设由 Hennig (1966) 所明确强调,并被公认为是他对系统学的最大贡献之一。在 Hennig 以前,人们对共祖裔征与共祖祖征 (synplesiomorphy) 的区别是不很清楚的,至少可以说没有明确强调过。

在支序学的方法论中,生物系统学家的主要工作不在于检验上述二假设是否成立,而是把它们做为公理的形式而进一步检验普遍性更低一级的假说——特定的生物系统关系。对于任何一组生物类群,我们总可以构筑一定数目的不同的支序图解(即有关生物系统的假说)。接下来我们就可以应用共祖裔征这一非常有力的工具去逐个检验每一假说的逻辑合理性,即逐一证伪每一个不同的支序图。

按照 Popper 的假设-演绎哲学观点,生物系统假说的形成应该是假设式的 (hypothetical)。在假说的形成这一阶段,无需有雄厚的证据做为支持。这一点常常与人们想象中的扎扎实实的科学行为不符。照这样似乎什么说法都可以成为科学理论了。事实上,任何一个假设在它没有受到充分检验以前都可能是正确的(这里可能性如同统计学中的概率,一事件出现的概率也许是几千万分之一,但毕竟还是可能的)。因此在没有任何事实根据以前,我们同样也毫无理由任意地把某一假说打入另册。在实际的生物系统学问题中,人们习惯于将注意力集中于少数几个性状上。因此争论的焦点常常围绕着少数几个对立的假说而很少考虑其他可能性。对一定数目的分类单元,其可能的支序图形的数目常常是大得惊人。一个仅仅九个种的性状数据阵就有 135135 种可能的支序图形 (Swofford, 1984)。这还不包括每一支序图又对应几种不同的树系(本文下篇将详细讨论支序图与树系的关系)。理论上讲,在不知道正确答案以前,上面每一支序图都同样可能是正确的。现代计算机的发展则使我们能够在一定条件下逐一地去检验每一可能支序图的合理性。严格地讲,这种由计算机程序去逐个检验(证伪)每一种可能的假说的方法更接近于假设-演绎法则的理想模式。

按照 Popper 的哲学方法,在假说提出以后,第二步就是演绎了。我们可以根据一定假说去推论(演绎)出该假说的一些必然结果,然后以实验观察的方法去证伪。具体到支序生物系统学中,应用本系列第二篇中讲到的一致性原理 (principle of congruence),对性状的分布进行逐个检验,看其是否在某一特定的支序图形中相互矛盾。如无冲突,则该支序图通过了证伪而暂时被接受。

在实际的生物系统学研究中,常常没有一个支序图形不存在一些无法解释的性状。当然不能因为找不到完美的系统而最终否定所有支序系统。因为我们知道,只要生物演化

确曾发生,那么就必存在一个正确的系统。可惜的是即便它摆在我们面前我们也无法肯定地知道。因此更实际的办法是去逐步接近真实的情况。解决这个矛盾的办法之一是接受一个冲突最少的支序图。这种两难中的权宜之计就是本系列第二篇所述的简约法则的体现。换句话说,我们暂时接受一个最少否定结果的支序图。虽并非理想,但它是 Popper 意义上被最少证伪的假说。

支序学者指出,按照上述方法得到的系统是最容易严格检验的。也就是说在 Popper 的哲学意义上最容易证伪的。因为, Popper 衡量一个假说好坏的第一标准是看其是否有被证伪的可能性。支序学方法论简明清晰,生物系统的重建过程每一步都是明确的,其中的任一环节都可以受到检验。总体讲,支序生物学派成功的重要原因就是其可检验性。使支序学派最反感的莫过于传统分类系统中不可捉摸之处。后人很难独立地检验其“模糊的”方法论。另外, Popper 衡量假说好坏的另一标准是看其是否具有比其他假说更广泛的内涵,即看其能否在不过多辅助假设的条件下解释最多的现象。建立支序图过程中应用简约法则某种程度上满足了这一标准。最简的支序图意味着应用最少数量的特定假设 (ad hoc hypothesis)。从另一角度看,简约法则确保最大数量的性状相互一致(王晓鸣等,1989)。这两方面结合起来,则意味着在尽可能少的辅助条件下解释最多的现象(性状)。

以上叙述的过程就是结合到支序生物学中的 Popper 假设——演绎的哲学方法过程。它反映出一个新生学派为自己理论体系寻找哲学依据的努力,其中不无牵强之处(Panchen, 1982)。然而,支序生物学的可贵之处就在于它直接反映了当前的科学哲学潮流而毫不掩饰自己假设-演绎式逻辑基础。它并不标榜自己为一成不变的真理。恰恰相反,它为自己能被否定(证伪)而自豪。

需要强调的是,证伪的过程远非如此简单。科学家是不轻易放弃已经被普遍承认的假说的。一二个相反的例证的微风常常无法撼动多年的理论大树。Lakatos (1970) 明确指出,“一个科学理论 T 被证伪的充分必要条件是另一个理论 T' 具有如下特征: (1) T' 比 T 具有更多的实验观察依据。即 T' 可以预测新的结论,这些新的结论在旧的理论体系 T 中要么是不可能要么是完全不允许的; (2) T' 可以解释已经被 T 成功地解释过的现象,……(3) T' 的一些新内容被其它观察所证实”。这里,理论与实验(观察)的冲突让位于不同理论间的竞争,除非你手中握有具有如上三特征的新理论,任何实验观察本身都不足以导致对旧理论的证伪(Panchen, 1982)。这种例子是很常见的:在目前经常争论的四足动物起源及鸟类起源等问题中,所有那些相互冲突的假说都有某些无法解释的现象。将总鳍鱼做为四足类的姐妹群的假说就无法避免肺鱼与四足类的诸多相似性问题。反之亦然,试图将肺鱼做为四足类的祖先则一定要面对总鳍鱼与四足类关系的挑战(Rosen et al, 1981)。单纯地将证伪方法应用于以上问题,则两个理论恐怕都要放弃了。更进一步延伸到社会学领域中,我们会发现科学发展的过程又远比上述更加复杂。一个学生常常倾向于接受导师或周围同事的学术观点。无论我们如何宣称自己思想的独立性,很少有人能够不受周围环境的微妙影响而作出完全客观的选择。

四、结 语

恰与通常人们对科学家的印象相反,科学家本人常常没有一个固定的哲学观点,科学的发展也很少严格约束在一个固定的哲学体系中。另外,科学家们对哲学原理在科学活动中的地位的看法也常常是截然不同的。恐怕多数科学工作者在其科学活动中是不太注意其哲学基础的。而总是有一部分哲学倾向性强的科学家喜欢遵照某一哲学原理而严格指导其具体科学实践。这类科学家常批评其他不太照章办事的科学家,说他们的结果松散而缺乏逻辑。而后者则常反击道,真正伟大的科学发现往往不经严格推理,而是“天才”(或直觉)的一闪,其内在逻辑性常常是事后才“重新发现”的;况且,即便我们真正想遵照哲学原理进行科学活动,那么又去运用谁的哲学学说呢? 我们还没有一种衡量哲学原理好坏的哲学原理。这种争论恐怕不会有什么结果,但大多数人会同意,科学活动是介于这两种极端之间并随着时代而左右摆动。逻辑上的不严谨常常是科学假说的致命短处,然而教条地将自己的哲学观点强加于人则常常把科学问题僵化。

虽然一些古生物学家还在争论 Hennig 学说的是与非,但已经很少有人否认他的学说对于推动系统学家的哲学意识与研究方法上的日趋严谨所带来的好处。无论支序生物学是否真正为 Popper 哲学意义上的假设-演绎,也不论其是否在同一意义下是更容易证伪的(即更好的科学假说),由支序生物学说所带来的对理论上的冲击使所有系统学家都对系统学方法论更加敏锐起来(Hull, 1976)。对生物系统学来说,这无疑是一个巨大的进步,它帮助划清模糊的系统学概念,去除多余的“历史故事”,将每一个生物系统学家,不论其资历深浅,都放在同等的位置上。从这种意义上说,支序生物学方法能够经受住严格的检验,中国人喜欢说“科学是不讲情面的”。反过来最不讲“情面”的科学才是最好的科学。

蒙苗德岁博士阅读并修改本文初稿,作者深表谢意。

(1989年2月23日收稿)

参 考 文 献

- 王晓鸣、孟津, 1989: 系统发育系统学——对现代生物系统学的理解与探讨 (2), 同源性与简约法则。古脊椎动物学报, 27(1), 72—76。
- Bock, W. J., 1974: Philosophical foundation of classical evolutionary classification. *Syst. Zool.*, 22, 375—392.
- Eldredge, N. and J. Cracraft, 1980: *Phylogenetic patterns and the evolutionary process*. Columbia University Press, New York, pp. 349.
- Gaffney, E. S., 1979: An introduction to the logic of phylogeny reconstruction. In J. Cracraft and N. Eldredge (eds.), *Phylogenetic analysis and paleontology*, Columbia University Press, New York, pp. 233.
- Hennig, W., 1966: *Phylogenetic systematics*. University of Illinois Press, Urbana.
- Hull, D. L., 1976: Contemporary systematics philosophies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 1, 19—54.
- Hurley, P. M., 1968: The confirmation of continental drift. *Sci. Am.*, 218(4), 52—64.
- Kuhn, T. S., 1962: *The structure and scientific revolutions*. Chicago University Press, Chicago, pp. 172.
- Lakatos, I., 1970: Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos and A. Musgrave (eds.), *Criticism and growth of knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Panchen, A. L., 1982: The use of parsimony in testing phylogenetic hypotheses. *Zool. Jour. Linn. Soc.*, 74, 305—328.
- Popper, K. R., 1959: *The logic of scientific discovery*. Hutchinson & Co. Ltd., London, pp. 480.

- Popper, K. R., 1984: Evolutionary epistemology. In J. W. Pollard (ed.), *Evolutionary theory: paths into the future*. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 271.
- Riddiford, A. and D. Penny, 1984: The scientific status of modern evolutionary theory. *ibid.*
- Rosen, E. D., P. L. Forey, B. G. Gardiner, and C. Patterson, 1981: Lungfishes, Tetrapods, paleontology, and plesiomorphy. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 167, art. 4.
- Swofford, D. L., 1984: *Phylogenetic Analysis Using Parsimony*. PAUP version 2.2 users manual. Illinois Natural History Survey.
- Wiley, E. O., 1981: *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic systematics*. John Wiley & Sons, New York, pp. 439.