

自然选择的因果效力与创造性之争

The Debate on the Causal Efficacy and Creativity of Natural Selection

邹昕宇 /ZOU Xinyu 李建会 /LI Jianhui

(北京师范大学哲学学院, 北京, 100875)
(School of Philosophy, Beijing Normal University, Beijing, 100875)

摘要: 当代进化生物学中, 自然选择机制的解释力获得广泛认可。然而, 生物学哲学领域存在两派异议: 非因果论否认自然选择的因果效力, 视其为工具性术语, 仅代表种群层面统计性抽象而非具有真实因果效力; 非创造论否认其创造性, 主张生物新奇性只源于突变。本文首先阐述这两类观点, 随后援引霍华德2020年的反驳, 并在此基础上提出批判。本文认为, 非因果论与主流观点的差异在大多数情况下只是视角分歧而非实质性对立, 非创造论则忽视了自然选择提高中间变异型出现概率的作用。两派观点均因只聚焦个体视角导致视野狭窄, 遗漏种群层面的关键信息, 从而难以全面理解进化论的某些核心问题。

关键词: 自然选择 因果效力 创造性 非因果论 非创造论

Abstract: In contemporary evolutionary biology, the explanatory power of the natural selection mechanism has been widely recognized. However, there are two dissenting factions in the field of philosophy of biology: the non-causal position denies the causal efficacy of natural selection, regarding it as an instrumental term that only represents a statistical abstraction at the population level rather than having real causal efficacy; the non-creative position denies its creativity, arguing that biological novelty only stems from mutations. This paper first elaborates on these two types of views, then cites Andrew S. Howard's refutation in 2020, and puts forward a critique on this basis. This paper argues that, in most cases, the difference between non-causal view and the mainstream view is merely a divergence in perspective rather than a substantial opposition. On the other hand, the non-creative view ignores the role of natural selection in increasing the probability of the emergence of intermediate variants. Both schools of thought have a narrow vision because they only focus on the individual perspective and omit crucial information at the population level, and thus it is difficult for them to understand comprehensively some core issues in the theory of evolution.

Key Words: Natural selection; Causal efficacy; Creativity; Non-causal view; Non-creative view

中图分类号: Q111; N031 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2026.10.003 CSTR: 32281.14.jdn.2026.10.003

基金项目: 国家社会科学基金项目“进化论中进步思想的理论难题及其解决方案研究”(项目编号: 21BZX004)。

收稿日期: 2026年3月5日

作者简介: 邹昕宇(1994-)男, 河南信阳人, 北京师范大学哲学学院博士研究生, 研究方向为生物学哲学。Email: 202231031029@mail.bnu.edu.cn

李建会(1964-)男, 河南西峡人, 北京师范大学哲学学院教授, 研究方向为生物学哲学与认知哲学。Email: jianhui@bnu.edu.cn

自达尔文以来,自然选择机制一直被视为达尔文主义进化论的核心解释工具。然而,这一机制究竟是一种真实的因果力量,还是仅为一个统计性的工具术语?自然选择仅仅消极筛选已有变异,还是具有推动生物复杂性增长的创造性?这两个问题构成了当代生物学哲学中关于自然选择解释效力的核心争论。围绕因果效力问题,以罗森伯格(A. Rosenberg)、沃尔什(D. Walsh)、卢文斯(T. Lewens)、阿里乌(A. Ariew)和马滕(M. Matthen)为代表的非因果论者主张,自然选择只是个体层面独立事件的统计抽象,并不具备独立的因果效力;围绕创造性问题,以布伦南德(B. Brunnander)为代表的非创造论者主张,自然选择仅对已有变异进行筛选,进化新颖性的唯一来源是突变。这两派观点若成立,将从根本上动摇自然选择的理论地位。

国内学界对自然选择的解释效力之争已有初步关注。董国安认为,尼安德(K. Neander)1988年提出的“传递论证”因其不能实现完全因果解释,从而未能成功反驳索伯(E. Sober)关于“自然选择只能解释性状在群体中的分布”的观点。^[1]肖显静在探讨种群定义的语境中,涉及统计主义者(即非因果论者)与因果论者在种群界定问题上的分歧。^[2]程志翔则从理论与经验角度反驳了关于自然选择无法解释个体性状的否定论观点。^[3]然而,既有研究尚未系统梳理因果效力与创造性两个维度的争论脉络,也未能充分回应非因果论与非创造论的最新论证。

本文旨在填补这一空白。在“进化是否是进步的”这一更大问题背景下,本文首先系统梳理非因果论与非创造论的核心论证,继而援引霍华德(A. Howard)2020年对这两类观点的反驳框架;在此基础上进一步提出批判。本文的结论是:自然选择既具有真实的因果效力,也具备不可化约的创造性。两派异议的根源在于将理论视角局限于个体层面,遗漏了种群层面的关键因果信息。而群体视角的遗漏会阻碍我们对“拥有更多个体的后代在进化中的意义”和“复杂性性状的来源”这两个进化论核心问

题的准确理解。

一、自然选择的非因果论证

倡导自然选择非因果论的学者罗森伯格等人认为:生物体生存和繁殖的真正因果机制是每个生物体与具体环境相互作用时产生的各类独立事件。自然选择只是那些促进生物体生存和繁殖的独立事件集合在统计意义上的结果,而非因果机制本身。([4], pp.22-23)

关于非因果论的主张,可从沃尔什、卢文斯和阿里乌合作的论文中获悉。他们指出,进化论中存在动态描述和统计描述,但二者常被混淆。他们认为进化论是统计描述而非动态描述,自然选择和遗传漂变都是“试验”事件集合的统计特性,这些事件包括出生、死亡和繁殖。进化唯一真正的因果力量在个体或更低层次的水平上,自然选择和遗传漂变都无法与之相对应。^[5]

对于如何回答“自然选择能否说明为何生物个体具有其实际具有的性状?”,采用动态描述的学者倾向于肯定论,采用统计描述的学者倾向于否定论。否定论认为由于自然选择只提供了变异解释,未提供发育解释和诉诸个体层面的原因,因此无法对此提供个体为何具有某种性状的因果解释。^[5]

随后,马滕与阿里乌合作,于2009年发表了“选择与因果关系”(Selection and Causation)一文,该文是在2002年研究的基础上拓展而成。本文接下来将着重梳理这篇论文的论证思路。

首先,马滕认为我们需要可靠的方法准确识别因果机制,即概率提升检验法与可操控性检验法。他以蛾类伪装能力差异为例说明两种方法的区别:假设D型为深色变种、L型为浅色变种,在烟尘环境中D型伪装效果更好,清洁环境中则L型更好。根据概率提升检验法:“只有当C提高了E发生的概率时,C才是E的原因;若C无法提高E的概率,则C不是E的原因。”将其套用至蛾类案例:在烟尘环境中,D型蛾类伪装效果优于L型,而L型更易被捕食者攻击,

伪装差异提高了D型蛾类在种群中频率增加的概率(相较于L型)。由此得出结论:“不同蛾类的伪装差异导致了种群进化变化。”而马滕认为可操控性检验法更具说服力,因它在概率提升的基础上增加了主动干预的要求。不仅要考察正常情形下C取不同值时周围变量关联的变化,还需保持其他因素不变,通过操控C的值来验证这一关联,即“当我们能通过干预C改变E的概率分布时,C才是E的原因”。将其套用至蛾类案例:需在烟尘环境中将树木涂白,削弱D型蛾类原本应有的伪装优势。若D型蛾类频率增加的原因确实是“深色伪装”,这一干预应会降低其频率增加的概率。^[6]

总之,通过以上两种方法,马滕在蛾类案例中找到了“蛾类伪装能力的差异”这一真实的因果机制,并由此提出命题1“伪装的变化导致蛾类种群的进化改变”。马滕指出,命题1常与另一个相似的命题2“自然选择导致蛾类种群的进化改变”相混淆。原因在于“伪装的变化”与“自然选择”无法直接等同。

接下来作者转向讨论两个核心问题:一是以往学界对“自然选择”概念的理解,二是其在本体论意义上究竟意味着什么。

马滕首先考察了索伯对自然选择的看法。索伯认为,一个生物的整体适应度不决定它的生死。([7], p.100)马滕由此得出命题3“对特征T的选择 $\neq$ 个体的死亡”。因为适合度不会导致任何个体死亡,进而适合度的变异也是如此,由此推出命题4:“选择 $\neq$ 适合度的变化”,并进一步导出命题5:“个体的死亡 $\neq$ 适合度的变化”。在索伯的论证框架中,自然选择是驱动进化的中介变量,其作用路径可概括为:性状T的可遗传变异 $\rightarrow$ 由T的可遗传变异引发的、与可遗传适合度方差成比例的选择作用 $\rightarrow$ 个体的出生/死亡事件 $\rightarrow$ 种群进化。随后,马滕用可操控性检验法验证索伯的观点:若将自然选择视为推动进化的“独立中介变量”,改变或消除这一变量,蛾类因伪装差异导致的种群进化概率是否会变化?答案显然是否定的,只要D型与L型蛾类存在繁殖成功率差异,即使没有选择,进化也大概率会发生。由此,自然选

择在这一论证中成为“可有可无的因素”。即使采用概率提升检验法,结论也一致:当适应度存在可遗传变化时,改变“自然选择”这一干预变量的强度,不会改变进化发生的概率。^[6]

接下来,马滕考察了米尔斯坦(R. L. Millstein)的观点。米尔斯坦与索伯的分歧在于,她认为选择作用于种群层面。在2002年的一篇文章中,米尔斯坦指出遗传漂变是一个无差别的抽样过程。^[8]相比之下,自然选择是有差别的抽样过程。马滕将这一观点总结为命题6:“自然选择是与适合度相关的性状变异导致种群发生进化的过程”。此外,在上文的蛾类案例讨论中,马滕赞同命题1“性状T的变异导致了种群P的进化”是无争议的。米尔斯坦的问题在于一旦将命题6和命题1相结合,就会推出有争议的命题2:“自然选择导致了种群P的进化”。马滕认为这一推导错误,根源在于米尔斯坦把种群遗传学方程(如费希尔定理)与某些物理学方程进行了错误类比。^[6]

马滕指出这种错误类比体现为两个方面:第一,“力-物体范式”并不适用于自然选择与遗传漂变。在大多数因果关系的哲学理论中,存在一个核心背景假设:逻辑或数学上的蕴含关系不构成因果关系。因果关系要求原因与结果具有实质性差异,而逻辑或数学中的必然关联无法被分离。基于此,马滕认为严格的因果关系应遵循局域性原则:因果影响需以时空连续的方式从一个物理实体传递到另一个物理实体,即原因与结果在时间上有先后顺序,空间上无跳跃。^[6]

然而,自然选择理论违背了局域性原则。例如,某只动物被食肉动物捕获并咬死,这里有两层因果关系:一是捕食者的下颚挤压动作直接导致该个体死亡,符合局域性原则;二是个体死亡立刻影响种群平均适合度,违反局域性原则。后者之所以能违反局域性原则,是因为平均适合度是派生的数学实体。论证至此,马滕总结道:自然选择不能作为基本的因果机制,而是在本体论意义上从个体层面事件派生的抽象产物。其本质类似于质心的数学实体,依赖于个体层面的物理事件(如捕食、繁殖),

但本身不具备独立的因果效力。^[6]

第二, 进化论不能如同力的理论那样把影响进化的各因素整合在一起。索伯提出, 一种力的理论是关于当多个这样的矢量共同作用时它们如何组合的理论。([7], p.13) 马滕则认为, 进化论中不存在类似的“进化因素合成定律”。例如, 假设某一物种同时受到多种选择压力或多种进化机制, 这些因素如何相互作用并最终合成为个体适应度? 非因果论者强调, 这并非“是否有答案”的问题, 而是“答案是否可预测”的问题: 力的合成是普适且可重复的, 即无论场景如何, 力都遵循固定的组合规则; 进化因素的组合是情境依赖且不可重复的, 即在不同种群、不同环境下, 相同因素的相互作用方式可能完全不同, 需逐案分析。^[6]

斯蒂芬斯 (C. Stephens) 和布兰登 (R. N. Brandon) 曾试图为进化因素的组合作提供“可预测性”辩护。他们以种群基因频率变化为例: 当群体中存在迁入与迁出和一个基因座上的两种等位基因相互突变等因素时, 若这些因素的作用方向与强度明确, 理论上可通过数学模型计算其组合效果。^{[9], [10]} 但马滕反驳道, 这种辩护忽视了进化因素之间的相互影响: 若突变率、迁移率与选择率相互影响, 比如迁移会改变种群基因库从而影响突变的“有效频率”, 选择压力会筛选出更易发生突变的个体。那么简单叠加这些因素的效果 (比如“迁移+突变=总基因频率变化”) 将失去意义, 因为某一因素的作用效果已被另一因素改变, 无法独立计算。马滕总结道, 进化论中的各种进化因素无法像力的理论那样可预测地合成。^[6] 因此, 用群体遗传学方程类比“力-物体范式”是错误的。

总之, 非因果论者认为, 真正驱动进化的因果机制是具体情境下的各类独立事件。而“自然选择”与“遗传漂变”并非进化过程中的真实机制, 只是抽象的数学产物, 其存在依赖于具体的物理实体。由于群体遗传学的各种定律都将“自然选择”这一数学实体视为单一因果过程的机制, 导致包括费希尔定理在内的所有群体遗传学定理都存在对自然选择在本体论上的误解。

二、自然选择的非创造论证

相较于自然选择的非因果论证, 非创造性的论证简洁得多。倡导自然选择非创造观的学者布伦南德等人认为: 自然选择并非进化新特征或变异的来源, 它仅对已有的变异进行筛选。进化新颖性的来源是突变。若没有突变, 自然选择驱动的进化最终会消除所有适合度差异, 进而陷入停滞, 最终仅留下一个静态且选择上同质性的种群。([4], p.39) 与上节一致, 本文关注非创造性论证的最新成果之一——布伦南德 2013 年的论文“达尔文真回答了佩利问题吗?” (Did Darwin Really Answer Paley's Question?)。^[11]

布伦南德首先总结了近期关于自然选择的创造性观点。拉泽托-巴里 (P. Razeto-Barry) 和弗里克 (R. Frick) 在 2011 年的工作中提出自然选择是一种创造性力量, 累积选择让性状发育所需的关键突变组合成为可能。若仅靠随机过程, 这些突变可能无法组合。拉泽托-巴里指出, 这种观点得到了许多顶尖生物学家的支持。^[12] 此外, 布伦南德指出创造性观点有时被认为回答了佩利问题。总之, 自然选择的创造性观点可总结为: 自然选择使那些看似无法通过随机累积变化出现的表型序列更可能发生, 其创造性解释了复杂适应性特征。^[11]

布伦南德提出两点理由反驳自然选择理论对佩利问题的回答: 一是自然选择所回答的问题与佩利问题本质上是两类不同的问题。佩利设想在荒野中发现石头与手表。手表这种比石头复杂得多的事物, 其存在需要解释; 同理, 复杂性生物的存在类似于手表, 需诉诸上帝作为终极解释。然而, 自然选择理论对复杂性的讨论, 其逻辑仅类似于“为什么存在手表而非口琴”的问题, 即自然选择仅解释“为什么存在一种复杂事物而非另一种复杂事物”, 并未回答“复杂事物为何存在”的问题。二是基于非因果论的个体视角, 通过思想实验论证自然选择不是导致“乏味地球”与现实地球进化差异的原因, 进而指出其无法解释复杂性的起源。

布伦南德设想了一个“乏味地球”:自生命诞生以来,该星球仅存在两种原始生命形式。随着环境变化,这些生命形式因为自然选择机制在局部或全球范围内相互替代。但为何在同样具备自然选择机制的前提下,“乏味地球”无法进化出像现实地球一样复杂的后代个体?其结论是:相较于自然选择,突变才是创造性的根本来源。“乏味地球”因预设了突变形式的单一性,导致其与现实地球存在根本差异。^[11]

总之,布伦南德认为自然选择理论没有真正回答佩利问题,并通过乏味地球的思想实验否认了自然选择的任何创造性,只认可突变才是进化新颖性的来源。

三、对非因果论立场的反驳

在关于“进化是否是进步的”问题中,当前国内学界的主流观点是反方,但本文持正方观点。反对者认为,相信进步的主张是一种认知幻觉,源于人类中心主义或社会进步思潮对生命史的不当干涉。2020年,布里斯托大学生物学哲学教授奥卡沙(S. Okasha)的学生霍华德,在其博士论文中提出了一种新形式的选择效果理论(Selective Effect Theory),这避免了以往选择效果理论中存在目的论表述的问题。^[4]笔者曾基于霍华德的新选择效果理论构建了两个简化的理论模型。在保证相同的选择历史前提下,以“功能改进”作为进步标准,初步论证了生物进步的客观实在性。^[13]然而,如果自然选择的有效性被非因果论和非创造论所瓦解,那么支撑“进化是进步的”论证基础也将不复存在。因此,为了捍卫自然选择的有效性,有必要反驳自然选择的非因果论与非创造论。霍华德曾对这两种立场做过详细分析和反驳。本文梳理霍华德的观点,并基于其思路提出对这两种立场的进一步反驳和补充。

针对非因果论者的观点,霍华德指出:仅依赖个体生活史细节的分析,我们无法获得那些不可忽略的种群层面信息,而这些信息的缺失会阻碍我们理解“拥有更多后代的个体在进化中的意义”这一核心问题。霍华德用一个简

化的种群模型说明这一点:A成功繁育了B、C、D三个后代;随后,D成功繁育了E、F、G三个后代,而B、C未能留下后代。根据非因果论的观点,促使D成功繁殖的真实因果机制仅存在于D的生活史事件中:比如D的出生、成功避开捕食者、始终能找到足够食物和水等个体层面的独立事件。然而,B和C未能繁育后代的原因,可能并非独立于D的生活史而存在。假设该种群的栖息地资源极其有限,若B和C成功繁育,D便无法获得足够资源繁育后代。即使D的繁育成功不是因为B和C的牺牲,而是源于种群规模较小这一种群层面的属性,仅分析D的生活史也无法识别这一关键信息。([4], pp.27-31)

随后,霍华德引用米尔斯坦的观点进一步论证群体视角的必要性。米尔斯坦认为,种群成员的变异是种群层面的属性而非个体层面的属性,且对种群成员的差异化繁殖有重大影响。^[14]霍华德沿米尔斯坦的思路,进一步扩展简化的种群模型:假设上文中由A到G组成的小种群是一个大种群的一部分,而大种群中个体的平均繁殖数是否超过三个,会直接影响我们对A和D繁殖意义的理解——若平均繁殖数小于三个,说明A和D大概率受到自然选择青睐;若大于三个,则不能说明这一点。然而我们无法从A和D的生活史得到大种群的平均繁殖数这一种群层面的属性。霍华德强调,仅考察个体生活史,无法得知该个体与环境的相互作用是否具有该特征的个体所共有的系统性特征,也不清楚其后代数量是与同类个体相比属于常见的典型情况还是完全特有的情况。论证至此,霍华德认为仍未完全驳倒非因果论者。因霍华德当前的论证仍未赋予自然选择因果性,自然选择仍是一个情境与解读相关的问题。因此,霍华德认为非因果论者与米尔斯坦的分歧,至少有一部分可能仅是解释方法的差异,而非因果现实的差异。([4], pp.30-32)

然后,霍华德转向米尔斯坦另一个更有说服力的观点——基因型频率作为种群层面的因果属性:在某些情况下,种群当前的基因型频率会驱动后续世代的基因型频率变化。霍华德

以“鹰鸽模型”为例：假设种群T包含两种基因型，即d（鸽型）和h（鹰型）。其中，d型个体面对同类攻击时总会退缩以避免受伤；h型个体则会主动采取攻击行为，尽管这种行为可能会让其处境更糟。在鹰鸽模型中，当d型个体占多数时，h型的攻击行为会带来更高收益（因h型遇到同类的概率极低，更易击败退缩的d型），从而导致h型个体比例逐渐增加。然而，当h型比例上升到一定程度时，其遇到同类的概率升高。此时，h型的攻击行为会因频繁冲突而降低适合度，反而低于d型退缩行为的适合度，这会使d型比例逐渐回升。因此，在频率依赖的鹰鸽模型中，d型和h型在种群中的频率（种群层面的属性）是导致后续各基因型表现变化的因果因素。（[4]，pp.32-34）在鹰鸽模型中，这不只是解释方法的差异，因为种群层面的解释不能作为个体生活史层面的一种替代性解释，而是直接解释了影响进化结果的因果机制。

总之，霍华德认为，争论的本质是解释粒度（grain）的问题，即解释所选取的层面是个体还是群体。非因果论者的错误在于仅认可个体生活史的因果效力，拒绝考虑群体层面的解释，这实则误解了部分与整体的关系。种群的因果历史是个体因果历史的集合与互动结果，其实是同一历史，因此不能将个体孤立地实体化（把个体视为独立于种群的因果单元），也不能将种群层面的整体图景简化为背景，更不能将种群层面的属性贬低为缺乏因果效力的统计抽象。而自然选择的因果论平等考量种群成员的生活史事件，不会赋予任何特定个体解释上的优先性。此外，米尔斯坦的频率依赖模型有力证明了个体层面视角的解释局限性，仅从个体生活史无法理解基因型频率波动这一种群层面效应的成因。（[4]，p.51）

本文认为，马滕从索伯的观点中推导出三个命题，进而得出“自然选择是进化变化中可有可无的中介因素”这一结论，但这一推导是循环论证的。根据现代进化生物学，驱动进化的因素不仅有自然选择，还包括遗传漂变、突变等随机性因素。命题3认为有着更低适合度

的个体不等于死亡，这是对“进化由多种因素驱动”的重述，因此推导出来的命题5自然就包含了这一预设，最终仅否定了“自然选择是进化的唯一机制”这一观点。马滕用“可操控性检验法”验证索伯观点时犯了相同的错误。他认为“仅靠D型蛾类与L型蛾类的繁殖力差异就能导致进化变化”，这实际上同样隐含了“在自然选择之外，还有其它因素能推动进化”的前提。因此，从这样的前提当然能顺理成章地得出“自然选择不是进化的唯一机制”的结论。总之，马滕和阿里乌以索伯的循环论证作为非因果论理论大厦的基础，使其理论根基是不稳的。

马滕在反驳自然选择理论不能与“力-物体范式”类比时，其论证存在不合理对比的问题。马滕强调“力-物体范式”中力的叠加计算是明确清晰的，而自然选择理论中的独立事件只能逐案分析、无法叠加。本文认为，这种对比存在双重标准：马滕是在理想化条件下讨论力学定律，但在讨论自然选择理论时却转向现实复杂的情况。以现实中应用万有引力定律为例：理论上，一个物体会受到宇宙中所有物体的引力影响；但在实际计算中，物理学家通常会忽略影响微小的背景物体。这种简化得到的并非绝对精确的结果，而是近似值。而在需要高精度的场合中，例如人造卫星的运行，必须不断修正计算。由此可见，马滕所谓“力的合成是清晰准确”的论断，是处在理想化条件下的。自然选择理论在现实应用中相较于力的定律确实面临更多困难，但在理想化模型中，生物学家完全可以预设各类独立事件对进化的具体影响权重，从而像力的合成一样进行精确计算。因此，在理想化实验层面上，自然选择理论与“力-物体”范式的类比完全成立，两者的差异仅在于现实应用的难度。

最后，本文认为霍华德援引米尔斯坦的频率依赖模型对非因果论的批判十分有力，本文将从更细致的角度补充说明这一点：在鹰鸽模型中，假设t1时刻d型个体占种群绝大多数。从群体层面看，此时h型个体的主动攻击行为更可能的对象是d型而不是h型，因此h型个体

的适合度高于d型, 预计未来h型个体比例将逐渐上升。而当时间推进到t2时刻, 随着h型个体比例增加到一定阈值, h型个体攻击时遇到同类的概率显著上升, 这意味着受伤的概率会大大增加, 此时h型个体的适合度反而低于d型, 种群中d型个体比例会逐渐回升。

但从非因果论的个体层面视角看, 这一过程无法得到合理解释: 在t1时刻, 我们能观察到大多数“h型个体攻击d型个体并成功抢夺资源”以及极个别“h型个体攻击同类导致受伤”的事件; 在t2时刻, 则只能观察到部分“h型个体攻击d型个体并成功抢夺资源”以及更多“h型个体攻击同类导致受伤”的事件。仅凭这些个体层面的事件, 我们无法解释为什么种群层面会出现“t1后h型比例上升、t2后d型比例回升”的变化, 因为这两个时刻都存在“h型个体攻击d型个体并成功抢夺资源”和“h型个体攻击同类导致受伤”的同类事件, 但事件的频率分布发生了关键变化。个体层面的视角无法捕捉这种频率差异的因果意义: 它看不到“h型个体比例增加”如何反过来改变了“攻击行为的收益结构”, 也无法解释为什么种群层面的频率变化才是驱动进化的因果力量。

综上所述, 非因果论者坚持“进化的真正因果效力仅来自个体生活史中的独立事件”的观点, 本质是狭隘的个体还原论。它将群体层面的进化现象强行还原为个体事件的叠加, 完全忽略了种群层面属性对进化的因果驱动作用。虽然在很多进化场景中, 个体层面解释与群体层面解释可能只是视角差异或解释粒度的区别; 但在频率依赖模型中, 个体层面解释的根本缺陷暴露得尤为彻底, 即它无法解释“个体适合度随种群中基因型频率变化而反转”的现象。综上所述, 本文通过对马滕论证的反驳和对频率依赖模型的分析, 捍卫了自然选择具有因果效力的立场。接下来将转向对自然选择非创造立场的反驳。

四、对非创造论立场的反驳

霍华德认为非创造论中“自然选择的创

造性来自突变和重组产生新的遗传变异”论点难以成立, 因为自然选择虽不直接产生新变异, 但能通过提高中间变异的保留概率显著增加复杂适应性性状(如XY基因型)在种群中出现的概率。假设两个初始均为xy纯合的种群, P2S种群的基因型适合度排序为 $XY > xY = Xy > xy$, 由于xY和Xy的适合度高于xy, 这些中间变异体更易在种群中扩散, 最终使XY的出现成为可能; 而P2N种群的基因型适合度排序为 $XY > xY = Xy = xy$, 由于xY和Xy的适合度与xy无差异, 这些中间变异体无法通过自然选择获得扩散优势, 只能依赖遗传漂变固定, 而漂变的随机性导致其固定概率极低, 最终P2N大概率仍以xy基因型为主。在这个例子中, 我们假设XY复杂性性状由两个独立变异组合形成, 而现实中复杂性性状的形成往往需要更多变异; 当形成某性状所需的变异数量越多, 仅靠随机突变与漂变组合形成该性状的概率就越低: 若单个中性变异达到固定状态的概率为 $P=1/(2N)$ (N为有效种群规模), 则两个中性变异同时固定的概率为 $(1/(2N))^2$, 三个则为 $(1/(2N))^3$, 以此类推。显然, 形成性状的变异数量越多、有效种群规模越大, 仅靠突变与漂变随机组合形成复杂性性状的概率就越低。因此, 尽管这一过程是概率性的, 因为自然选择既不是XY产生的必要条件(可能通过偶然突变直接产生), 也不是充分条件(xY和Xy的高适合度无法保证其必然扩散), 但自然选择无疑通过提升中间变异的保留概率, 显著提高了复杂适应性性状出现的可能性。([4], pp.43-50)

接下来, 本文对布伦南德的论证和非创造论的错误预设进行反驳。本文认为, 布伦南德对自然选择创造论的两条反驳均存在缺陷。首先是“不恰当类比”: 布伦南德认为自然选择未回答佩利的核心问题, 佩利的问题是“为什么存在复杂事物(手表)而非简单事物(石头)”, 而布伦南德声称自然选择仅解释了“为什么存在一种复杂事物(手表)而非另一种复杂事物(口琴)”。需明确的是, 哪怕仅是一个可正常工作的酶, 其结构与功能的复杂度也远非手表

可比。生命进化的起点(LUCA)可能具备多种酶,更不用说单细胞生物与人类、大象和蓝鲸等大型动物之间的复杂度差距,这种差距不小于手表与石头之间的差距。因此,自然选择实际上回答了类似佩利的核心问题——“为什么存在大型动物而非仅仅是单细胞生物”。大型动物与单细胞生物之间的巨大复杂度差距,足以表明自然选择与佩利问题指向同一本质:即“复杂事物为何存在”。

其次,本文认为布伦南德的乏味地球思想实验因预设违反现实世界物理学、化学和生物学的基本规律,因此没有启发意义。布伦南德的“乏味地球”思想实验设定:自生命诞生起,乏味地球上仅存在两种生物(如A和B),且突变只能在两者间循环($A \rightarrow B$ 、 $B \rightarrow A$)。这一预设完全违背了突变的随机性与多样性本质——真实的突变源于染色体复制过程中的随机错误,这种错误不具有任何预定方向,必然会产生第三种乃至更多生物,而非仅在两种生物间循环。布伦南德的错误类似于传统直生论的“定向突变”观点:直生论认为突变是线性定向的(从简单到复杂),布伦南德则认为突变是循环定向的(仅在两种生物间转化),两者均误解了突变的随机性本质。即使承认突变能产生第三种生物,布伦南德仍存在不合理前提,即低适合度的第三种生物必然被淘汰。因此,布伦南德的“乏味地球”思想实验要成立,必须依赖“突变有预定方向和低适合度生物必然灭绝”的不合理预设,而这些预设与我们所在宇宙的物理学、化学及生物学规律完全矛盾。因此,该思想实验无法有效反驳自然选择的创造性。

此外,非创造论的共同观点将自然选择的作用仅归结为消极筛选,其背后隐含两个不合理前提。一是仅关注极短时间尺度的进化,即在个体生活史的时间尺度下,突变才是进化的唯一创造性来源。这与非因果论“仅注重个体生活史”的逻辑漏洞如出一辙。布伦南德在乏味地球思想实验中沿用了这一视角:从个体视角来看,将XY基因型的出现原因从“自然选择提高了xY和Xy个体在种群中的比例进而提

高了XY突变出现的可能性(群体层面)”,还原为“某个时刻某xY或Xy个体生育了突变体XY的后代(个体层面)”,进而将突变视为XY出现的唯一来源。这忽略了关键前提,即xY和Xy基因型已经在种群中广泛分布,而这正是自然选择在群体层面的创造性作用所奠定的。

二是忽略了自然选择在有限的条件下进行创造。非创造论者仿佛站在“无限时间、空间和资源”的理想背景下讨论自然选择。假设某一复杂性性状需要1000个中性变异才能形成,只要概率不为0,在无限时间尺度下总能实现。自然选择仅起到淘汰部分个体的消极作用,对这一复杂性性状的产生没有实质性贡献。但现实进化是在有限时间、空间、资源及个体数量中进行的:只有部分个体能存活并繁育后代,资源的有限性进一步压缩了变异的试错空间。正是这种有限性,决定了在一段时间后P2S种群(中间变异有适合度优势)大概率能出现XY,而P2N种群(中间变异无适合度优势)大概率仍以xy为主。因此,自然选择并非仅仅起消极淘汰的作用,而是在有限的各类条件下通过提升有利变异的保留概率,实现了在群体层面的创造性。

结 语

本文通过对自然选择非因果论与非创造论的系统审视,揭示了两派观点共享的一个根本性预设缺陷:理论视角局限于个体层面,将种群层面的因果机制简化为无关紧要的背景因素。这一视角的狭窄化导致了两个理论后果。

在因果效力的问题上,霍华德指出个体层面解释与群体层面解释在多数场景中或许只是视角差异,但在频率依赖模型中,个体视角的局限性暴露无遗。非因果论者将进化的因果力量完全还原为个体生活史中的独立事件,导致其无法解释频率依赖模型中“个体适合度随种群基因型频率变化而反转”的现象。霍华德及米尔斯坦的工作表明,种群层面的属性能够作为驱动进化的因果力量,而非个体层面的派生

物。此外,马滕和阿里乌对因果论的批判,因循环论证和不恰当类比,自身理论说服力被大幅削弱。若以非因果论开展进化论研究,我们无从获知拥有更多后代的个体,其适合度更高究竟是源于种群内典型的适应性优势还是个体偶然性的成功。

在创造性问题上,非创造论者将复杂性性状的起源归结为突变体诞生的独立事件,却忽视了自然选择在群体层面为这些突变创造条件的关键作用。本文认为,霍华德的模型清晰表明,自然选择在有限的时空和资源条件下,通过重塑种群层面的基因频率分布,为进化新颖性的出现奠定了群体层面的因果基础,进而显著提升复杂性性状出现的可能性。此外,布伦南德的“乏味地球”思想实验因核心预设违背突变的随机性本质而缺乏启发价值,其对佩利问题的重新界定也未能消解自然选择对复杂性起源的解释力。

综上,自然选择既具有真实的因果效力,也具备不可化约的创造性。它并非仅是个体事件的统计投影,也不只是消极的筛选机制。本文的论证为“进化是进步的”这一命题提供了必要的理论支撑,同时也提示:在生物学哲学中,对进化机制的理解必须超越个体还原论的视野,将种群层面的因果结构纳入分析框架,方能全面把握自然选择这一核心机制的理论力量。

[参考文献]

- [1] 董国安. 论个体性状的完全因果解释[J]. 自然辩证法研究, 2012, 28(1): 24-29.
- [2] 肖显静、张亚玲. 斯特根加对种群个体论的质疑和对种群多元论的辩护[J]. 科学技术哲学研究, 2024, 41(2): 1-8.
- [3] 程志翔. 生物个体性状与自然选择的说明范围[J]. 自然辩证法通讯, 2025, 47(7): 40-48.
- [4] Howard, A. S. 'Evolution, Progress and Biological Function: A Naturalist Perspective'[D]. Bristol: University of Bristol, 2020.
- [5] Walsh, D. M., Lewens, T., Ariew, A. 'The Trials of Life: Natural Selection and Random Drift'[J]. *Philosophy of Science*, 2002, 69(3): 452-473.
- [6] Matthen, M., Ariew, A. 'Selection and Causation'[J]. *Philosophy of Science*, 2009, 76(2): 201-224.
- [7] Sober, E. *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
- [8] Millstein, R. L. 'Are Random Drift and Natural Selection Conceptually Distinct?'[J]. *Biology & Philosophy*, 2002, 17(1): 33-53.
- [9] Stephens, C. 'Selection, Drift, and the "Forces" of Evolution'[J]. *Philosophy of science*, 2004, 71(4): 550-570.
- [10] Brandon, R. N. 'The Principle of Drift: Biology's First Law'[J]. *The Journal of Philosophy*, 2006, 103(7): 319-335.
- [11] Brunnander, B. 'Did Darwin Really Answer Paley's Question?'[J]. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 2013, 44(3): 309-311.
- [12] Razeto-Barry, P., Frick, R. 'Probabilistic Causation and the Explanatory Role of Natural Selection'[J]. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 2011, 42(3): 344-355.
- [13] 邹昕宇、李建会. 进化的进步性没有客观标准吗?——威廉姆斯对进化进步性标准的反驳及其批判[J]. 哲学分析, 2025, 16(1): 156-169; 199.
- [14] Millstein, R. L. 'Natural Selection as a Population-Level Causal Process'[J]. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 2006, 57(4): 627-653.

[责任编辑 王巍 谭笑]