

生物科学的另一种研究纲领

Another Research Programme of Biological Science

余宗森

(北京科技大学,教授 北京 100083)

自上个世纪中叶 DNA 被发现以来,生物科学取得了飞跃的进展,以致有些人预言本世纪将是生物科学的世纪。基因组织的发现和破译给生物科学的发展带来了巨大的可能性,与之相伴的生物工程所具有的巨大经济和社会效益更引起了各国政府和社会的高度关注,以致于基因科学和工程成为当前生物科技研究的中心。但笔者认为,仅仅以此为

中心是失之偏颇的。

一、生命起源及“微观演化” 研究何以迟迟不能突破

以基因为中心的生物科学的进步主要靠的是生物学与物理学和化学的交叉与融合。现代的物理和化学的理论与分析手段在其中起着关键的作用,体现了肇源于西方的现代科学长于分析的特点,它把生物分解到分子和原子层次,在微观层次上阐明了生物的组织 and 功能的许多问题。

但是应该看到,尽管基因是生物科学的核心问题之一,但还不是生物科学的全部。相对于基因研究的进展,生物科学还有一个核心问题自达尔文以来进步还不够大,这就是生命的起源和演化问题,特别是生命是怎样由非生命演化出来的,极其微小和简单的生物又是怎样演化成宏观尺度的复杂的多细胞生物的。限于当时的科技发展水平,达尔文在他的“物种起源”一书中明确告示,他的书不讨论

晰可辨,探索者就会有豁然开朗的感觉。德国科学家亥姆霍兹说:“我欣然把自己比做山间的漫游者,他不谙山路,缓慢吃力地攀登,不时要止步回身,因为前面已是绝境。突然,或者是由于念头一闪,或是由于幸运,他发现一条新的通向前方的蹊径。”一旦自然界的秩序和韵律为我们的头脑所领悟,原先的那种神秘就转化为和谐的美感。

可见,美学素养对于科学家来说,是非常重要的,它能给科学家带来科学创造的灵感和智慧。因此,科学家在艰苦探索科学的道路上,非常注重自己的美学素养的培养,从认识系统的结构关系的形式上,达到主客观的和谐,提高科研劳动的效率,增

强科技创造素质。在这里,科学家的科学创造活动与美学素养的提高之间的有机联系,对于我们培养思路广阔的创造型科技人才,很富有启发意义。

生命起源问题^[1]。达尔文对物种演化的讨论主要限于宏观可见的生物。在宏观生物出现以前,地球上生命从无到有、从单细胞发展为多细胞、从无性繁殖发展为有性繁殖,至此时,包括复杂生命的基本特征均已具备,这是生物演化的最关键和最长的阶段。但是有关这一阶段的研究至今尚未取得突破,上述几个关键问题仍无令人满意的答案,甚至没有答案,生命之谜仍未破解。

有关生命起源的研究自达尔文以后有了一定进展。有代表性的开拓性研究可以举上个世纪 50 年代 Miller 所作的模拟原始地球条件下的放电试验, Oparin 和 Fox 两个学派关于生命起源的假说及相关实验^[2,3]。他们及他们之后的若干研究工作表明,在模拟原始地球的条件下,可以生成组成生命的多种氨基酸、嘌呤和嘧啶,甚至还可以生成长度不大的多肽。但是对这些无生命的有机化合物如何转化为生命,团聚体为何会表现出生命的初始征象,这些研究均语焉不详,未能给出一个明确的机制,至于生物如何由单细胞发展为多细胞、由无性发展为有性,更是很少有人涉及了。

笔者认为,生命起源和“微观演化”研究迟迟不能取得突破的根本原因在于还原主义的思维模式自觉或不自觉地主导着当前生物科学的研究。

生物学研究由于物理学和化学工作者的介入,与半个世纪以前比较起来可以说发生了翻天覆地的变化,生物化学、生物物理和分子生物学的建立

强科技创造素质。在这里,科学家的科学创造活动与美学素养的提高之间的有机联系,对于我们培养思路广阔的创造型科技人才,很富有启发意义。

主要参考文献

- [1] 许良英等译. 爱因斯坦文集(1.3). 商务印书馆,1979
- [2] 宁平治等主编. 杨振宁演讲集. 南开大学出版社, 1992
- [3] 瓦尔特尔著. 科学世界图景中的自然界. 上海人民出版社,1987
- [4] 张相轮等. 科学技术之光. 人民出版社,1986
- [5] 睦平. 漫谈:创造思维技法. 江西人民出版社,2002
- [6] 睦平. 科学家,艺术,体育. 现代化杂志,1992(11)

(责任编辑 蔡德诚)

和勃兴,证明把生物分解到分子和原子层次,并用物理学的理论和方法加以研究,可以给生物学带来重大的突破。但是与此同时,人们却忽略了问题的另一方面,即生物与非生物有本质的区别,从非生命演化为生命,其间必然会出现一些新的现象和规律。而当把生物分解至分子和原子层次时这些现象和规律势将不复存在。为了把握这些在生物层次上才存在或表现明显的现象和规律,必须建立相应的思路和假设,并以之为向导,探讨生命发生和演化的本质。

二、热场假说和“微观演化”的主要过程

综观现有的实验和研究结果,笔者提出以下假说。这个假说的核心是:由于氨基酸和核酸碱基的对称破缺,在外能源的作用下,形成了一种笔者称为热场的生物场。(读音“气”,在古代和气相同)由于这一生物场——场的吸引和排斥作用,促成了生物由无到有、由简单到复杂的转化。这个热场伴随着生物这一“有组织”的“聚集体”的建成、增长而明显出现,并相应由弱变强、由简单而复杂。至今研究的诸多生物化学和生物物理反应,有相当一部分是凭藉这一场作为基本的“构架”或“平台”才得以进行的。

对可以设想的“微观演化”的主要过程可大体表述如下(此处“微观演化”的意义与现在进化论所说的“微观演化”意义不同)。

1. 正如有关模拟实验已经证实的那样,组成生命的氨基酸和碱基在原始地球条件下可以生成。

2. 氨基酸分子具有很低的对称性。由于它们的结构特点,在适当的条件下氨基酸可以缩合形成多肽。但根据热力学估算,肽的长度不会太大^[2],根据 Fox 等的模拟实验所生成的热聚类蛋白分子量也只在 3 000 ~ 11 000 范围内^[3]。

3. 在氨基酸缩合成为肽链的过程中,手性对进一步的发展起了关键作用。由于对称破缺的特性,单一手性的 α 氨基酸组成的肽链在外来能源的推动下,建立起明显的称为热场的生物场。这种热场的“热”对周围的同一手性的氨基酸形成了吸引力。这个势场可称为“食势”(英文可译为“Food Potential”)。热势场排斥与它手性不一的氨基酸。由于至今还并不清楚的原因^[4,5],由 L 构型而不是 D 构型的氨基酸构成生命的最基本单元。热场具有涡流的特性,其强度随肽链长度的增加而增强。肽链藉其热场吸引周围的 L 氨基酸,形成远比从热力学估算为长的肽链。由于热场的作用,肽链形成右手的 α 螺旋,并在以后促成 DNA 链的右螺旋和右旋的超螺旋^[6]。这是形成生命的最初始自催化作用。

4. 热场的形成需要外来能量。在原始无氧或少

氧的条件下原始生物取得能量的方式,可以有如硫呼吸等的厌氧呼吸方式;但从演化的观点看笔者认为更为重要的方式可能是由水中或水陆交界处的肽链吸收远比现在为强的紫外线。这可能是生物光合作用的最原始形式。因为圆偏振光作用在简单的平板上就会有相应的力矩作用^[7]。紫外线可以杀伤生命(这是现在生物物理学讨论较多的),可以想像,接收适当强度的紫外线的肽链会有偏振光引起的力矩与其偶极矩起作用。这大概是一种低效率的吸能方式,同时只能在白天有。

5. 在不同条件下生成的肽链由于其氨基酸的组成和排列顺序不同,形成了生命从一开始就有的“与生俱来”的多样性。肽链在增长的同时会因水解和其它原因使有的氨基酸从肽链上脱落或造成肽链的断裂。肽链的加长、合并和缩短、断裂形成了生命最初的代谢过程。换句通俗的话说,此时肽链“吃”的是氨基酸,“拉”的也是氨基酸。当缺乏紫外线照射,或是周围没有足够的氨基酸供应,或是食势强度不足以吸引周围氨基酸加入其肽链时,肽链的分解过程将占主导地位。随着肽链的缩短分解,其场会相应减弱以致到基本消失,从而导致最终“死亡”。

6. 以上的讨论均未涉及氨基酸侧链的作用。这些侧链对场的形成也有作用,但是是次要的。不过不同的侧链却带给热场以复杂性。有些侧链彼此间的作用与作为整体的热场相反,是互相排斥的。不同的侧链引发了各种复杂的生物化学反应。

7. 螺旋形肽链所具有的热场不但吸引周围的 L 型氨基酸加长自身,同时还吸引了一些 L 型氨基酸在自己的周围。这些氨基酸彼此间的连接不像肽链那样有序,有的形成短的 α 螺旋,有的形成 β 折叠,因此它们不具备主肽链那样强的热场,甚至对主肽链热场起一定的“屏蔽”作用。这些在主肽链周围的氨基酸形成了细胞膜和酶的最原始形态。

8. 嘌呤和嘧啶 A 和 T(U)、G 和 C 很容易藉氢键结合,这种结合使形成的碱基对处于更稳定的形态。肽链的热场与嘌呤和嘧啶形成的热场互相也有吸引作用。但由于嘌呤和嘧啶的结构和对称破缺特性与肽链不同,它们热场的特性也不相同。当肽链周围有嘌呤和嘧啶时,它们会吸附在肽链上。不同的嘌呤和嘧啶组合与肽链上不同的氨基酸组合吸引力的大小是不同的,有的强一些,有的弱一些,经过长期的选择和淘汰,逐步形成了比较固定的碱基对和氨基酸组合的对应关系。这是一个进化过程^[4]。碱基对和碱基对藉在肽链上的吸附也形成了线性的排列,它们的热场与肽链的热场在一起形成了复合的热场。由于组成线性碱基对的碱基只有 4 种,并且成对存在,它们的组合方式数目少于氨基酸的(尽管原始生命的氨基酸可能少于现在的 20

种,但远多于碱基的4种),因此线性碱基对能够更为稳定地承载整个肽链—线性碱基对的信息,并增加了肽链的稳定性。二者的平衡决定了细胞的尺度,并相应减弱了肽链和碱基对链吸引外来氨基酸和碱基的动力。各种条件决定了碱基对链的长大速度远小于肽链的长大速度。依附在肽链上的碱基对链对肽链的食势形成了制约,使食势围绕着一个准平衡值作周期性的波动,即当肽链丧失的速度大于其生成速度时,食势增大,从而加速补足肽链的丧失;而当肽链的增长大于准平衡值时,食势减小。

9. 经过了长期和复杂的演化,线性的碱基对扩展成为 RNA 和 DNA。根据模拟原始条件下的实验结果看,组成 RNA 和 DNA 的核糖(以及组成生物体的脂类)应是后来衍生的。发展到后来可能形成像赵玉芬提出的磷酸化氨基酸介导的寡肽和寡核苷酸共起源的偶联机制^[8]。当然,由线性碱基对进化为 RNA 和 DNA,场的特性也起了相应的变化。在生物一旦获得 ATP 这样的高效率能量转换中介物后,仍采用原来低效率能量转换机制的生物在生存竞争中将逐渐被淘汰和消灭。淘汰的结果是后来只剩下采用 ATP 的生物,以致今天像细菌这样的低级微生物都采用 ATP 机制。这一能量机制的转换对生物的发生和分化势必起了巨大的推动作用。

10. 加长的肽链或肽链—DNA(RNA)复合体自然是弯曲的。肽链弯曲形成的二、三、四级结构与肽链中氨基酸的组成、排列顺序和外界环境有关。由于弯曲,作为矢量场的肽链或肽链—DNA(RNA)复合体的场就更复杂。在这个场内,既有吸引的作用,也有排斥的作用,但总体上吸引仍是主要的,从而使肽链或复合体团聚在一起。

11. 当成长的 DNA 两端碰头时,就形成环状 DNA。此时 DNA 与其对应的蛋白质处于比较稳定的状态、成为单细胞生物。

12. 有的核酸与蛋白质形成的复合场很强,可以吸收周围的氨基酸在原有的核酸—蛋白质复合体外形成蛋白质,这是真核细胞的雏形。核酸—蛋白质复合体也可以与别的核酸—蛋白质复合体相互吸引、合并。二者的核酸也可能合在一起,像 Margulis 提出的线粒体内共生起源的学说^[9]也属于这种情况。

13. DNA—肽链复合体的场可以吸引周围的氨基酸在自己的周围形成新的蛋白质,使细胞长大。当蛋白质长大到一定程度时,蛋白质场对 DNA 的吸引力超过联系碱基对之间的氢键时,碱基对将在其最薄弱处(例如离含 A—T 键和场利用 DNA 解旋处)首先断开,促成 DNA 的复制,并进一步使成对的 DNA 断开,随着这一“裂纹”的扩大,带动周围的蛋白质也一分为二。这个过程就是有丝分裂。这种分裂对成对的碱基来说,是比较精确的一

分为二,对于蛋白质来说,取决于场,也可能是对称的一分为二(裂殖),也可能是不对称的(芽殖和孢子生成)。

细胞的有丝分裂有些像塑性钢棒的断裂。圆柱形的钢棒在拉力作用下首先是伸长,当外力大到一定程度时在钢棒中心处的外来夹杂物开裂,开裂引起的应力集中使裂纹进一步扩大,钢棒中部的断面迅速缩小,形成“缩颈”,缩颈小到一定程度时钢棒沿缩颈处断开,一分为二。使钢棒一分为二的动力是外加拉力,而使生物有丝分裂的动力则是不断长大的蛋白质所形成的互相排斥的场。

14. DNA 复制的动力若来源于没有成对的单个碱基链是不稳定的,它的场对周围未成对的碱基键和单个碱基形成明显的可称作“性势”(英文可称为 Sexual Potential)的势场,即未成对的单个碱基链对其它未成对碱基链和碱基彼此之间有很强的吸引力。当周围有未成对的碱基链或碱基供应时,单个碱基链将吸收它们,成为碱基对。

15. 通过有丝分裂形成的两个细胞如果二者之间的场基本上没有吸引作用,则两个细胞将单独存在,即由原来的一个单细胞生物变成两个独立的单细胞生物。如果两个细胞之间的场仍有吸引作用,则两个细胞仍以一个整体存在。这就是多细胞生物的开始。

16. 随着多细胞生物的生成,每个细胞的环境将不尽相同。有的细胞处于表面,处于内部的细胞则为周围细胞所包围。只有当表面的某一细胞为其余细胞的复合场所排斥,从而脱离整体时,多细胞生物的生殖过程才算形成。

17. 有性生殖是在生物细胞发展到相当复杂程度以后才发生的,其推动力来源于减数分裂发展起来的性势。由于细胞分裂对蛋白质分配的不对称,蛋白质含量多的细胞的场吸引蛋白质少的细胞,使两个作为配子的细胞彼此融合,并使每个配子中的未成对 DNA(RNA)链彼此合并成为成对的 DNA(RNA)链。这就是有性繁殖的开始,可能初期是同配的,以后发展成为异配的。

18. 作为生物催化剂的酶是生命的不可缺少条件之一。酶具有专一性强、效率高和条件温和等特点,但酶本身又是生命活动的产物,其化学组成主要是蛋白质或核糖核酸 RNA。尽管酶真正起催化作用的只是它们的活性部位或辅助因子,其化学反应发生在为数不多的原子尺度范围内,但酶的其它部份也是不可或缺的。

例如在双成份酶中,单纯的酶蛋白或酶 RNA 都不呈现酶活性,单纯的辅助因子也不呈现酶活性,只有二者组成全酶时才呈现酶活性。对酶的这种“集体作用”还可以举两个很有说服力的例子。一个是, Fox^[3]在上个世纪 70 年代总结当时氨基酸混合

物和聚合物催化作用的研究结果时就已发现,氨基酸聚合物的分子量越大,它的活性就越高。另一个例子是起免疫作用的抗原^[10]。抗原是蛋白质分子、结构复杂的核酸和多糖,也有免疫原性。一般来说,抗原的相对分子质量越小,免疫原性越小;相对分子质量越大,免疫原性就越强。若将大分子的蛋白质水解成相对分子质量较小的短肽,抗原性将失去。从理论上说,酶发挥作用的必要条件是作为一个整体的酶的趋近和定向效应^[11]。是什么动力在适当的时机驱动适当的酶到适当的地点发生催化效应呢?答案显然不可能是少数几个原子在反应处的交互作用,而只能是酶与底物场相互的净吸引作用。由于酶复杂场的专一性,使许多无机物只能在高温等极端条件下发生的化学反应,在生物体内室温上下只需很少的能量就可以高效率地发生。还可以设想,不但酶发生作用离不开适当的场,酶的产生也离不开适当的场。

三、对上述假说和过程的讨论

1. 以上的假说尽管十分粗糙,但它对生物如何由非生物产生、单细胞生物如何进化为多细胞生物,无性繁殖如何进化为有性繁殖、酶的作用等至少提供了一个可一以贯之的说明。而对上述几个微观进化的关键问题,可以说,理论界至今或是没有很好的说明,或是连问题都还没提出来。

2. 这一假说的核心是:由于氨基酸的高度对称破缺以及可以形成肽链的特性,单一手性的肽链在外来能量的作用下能够建立起明显的场。这种具有自组织特性的场使肽链加长,并吸引与氨基酸具有不同对称破缺特性的碱基和碱基对在肽链上形成碱基对链,碱基对链以后又进化成为 DNA (RNA);与此同时此复合体的场强度和复杂性也相应增加。场的吸引和排斥作用对生物的微观进化起了关键作用(场的排斥作用不只是由某些氨基酸的侧链所引起,更多的是由于吸引作用的差所引起)。场具有涡流的特性,它不但导致了蛋白质和核酸的许多螺旋结构,其吸引与排斥也具有涡流的特性(例如有的排斥作用可表现为解旋)。

3. 场的存在并不否定任何现已发现的生物化学反应,也不排斥上述场的特性有一部分未来可能从生物化学和生物物理的新发展中得到说明。但是场的特性有很大一部分是现在分子生物学说明不了或至少是现在尚说明不了的。而反过来,场恰恰提供了一个“平台”,使现今已知的生物化学和生物物理反应得以进行。没有场,许多已知的反应缺乏发生的依据,至今难以解释。

4. 场的本质是什么?笔者首先设想它是一种尚未被人们认识的特殊电磁场,还进一步设想它可

能是由例如紫外线与肽链中的氨基酸残基、侧链和碱基对的偶极子型静电势分布^[12]的交互作用产生的。不过,也不排除它是人们尚不知道的另一种场。但不管怎样,它是一个可以在本假说指引下通过实验来判定其特性的场,特别值得指出的是,不能认为如果它的特性不符合现有的物理学定律就认为它不可能存在,相反,说不定恰可由此引发某种新的发现。

为什么不叫它作生物场?有以下几点原因。(1)场不一定是生物特有的,只是在生物体中表现最明显。(2)由于生物体的复杂性,场不是性质单一的场。在每一具体情况下,准平衡的场都是由属阴的场和属阳的场二者交互作用所形成的综合场,吸引和排斥就是这两种性质的场交互作用的体现。但阴和阳是相对的。一般来说,蛋白质对 DNA 来说属阳,反之,DNA 对蛋白质来说属阴。(3)场的特性在定性上与中国古人对气的论述是一致的。

5. 手性问题。早在 19 世纪法国科学家巴斯德就已注意到生物的手性了。但是至今为止,手性在生物的生成和演化中所起的作用一直没得到说明。目前对生物氨基酸为什么是 L 型的而不是 D 型的已有若干理论分析^[4,5],但尚无公认的结论。根据

场生成的机制,只有由同一手性的氨基酸缩合成肽链时,随着肽链的加长场才可能越来越强,因此单一手性在生物的生成和进化中起了关键作用。场形成的另一个必要条件是外来能源,例如紫外线可以通过氨基酸的旋光性质转化为场的能量。20 种氨基酸的旋光性质并不尽相同,但早期生成的氨基酸基本都是右旋的^[4],并由此可以推想,氨基酸的 L 构型比起它的旋光特性,对场的形成起了更关键的作用。L 型氨基酸所形成的肽链对 D 型氨基酸的排斥、蛋白质的 α 螺旋是右螺旋、DNA 是右螺旋、DNA 负超螺旋也是右螺旋,这些都表明是由手性导致了场的作用。

6. 生命起源于蛋白质还是核糖核酸 RNA,现在是有争论的。按照场的假说,生命的发生不是一蹴而就的,长度不大的肽链当有外界能量供应,可以进行氨基酸的代谢时它就是“活”的,没有能量供应、代谢停止或只有分解时它就是“死”的。也可设想碱基和核糖或脱氧核糖、磷酸从一开始就结合成了链状的 RNA 或 DNA,但从现在的模拟原始条件的试验中找不到这种证据。我们所知的是,在模拟的前生物条件下合成核糖是十分困难的^[13]。反过来,假设有场的存在,以及由于场的吸引作用,碱基就可以在肽链上形成和演化成核酸。又由于场的排斥作用,蛋白质和核酸的复合体在一定条件下又可以分离成只含 RNA 的类病毒和只有蛋白质而无核酸的朊病毒。只是像这样的微生物在单独存

在时可以说是“死”的,只有到了宿主细胞内它们才“变成”“活”的。

7. “食势”和“性势”的概念是本文第一次提出来的。笔者相信,大多数读者读到这里都会理解它们是完全可能客观存在的。其实这只不过是对生物为了自身生存和物种延续的动力的一种体认。实际上这两种势恰是熵场的两种表现形态。“食势”和“性势”的共同特性是食势和性势越强,生物越偏离其准平衡状态而发生“燥动”。食势和性势驱使生物去寻求食物和异性以求食势和性势的降低,从而返回准平衡状态。食势长期得不到满足的结果是生物越来越远离准平衡,最终导致死亡。性势得不到满足的结果是生物无法延续。看来主导食势的是蛋白质,主导性势的是核酸。

食势和性势此前一直未被提出来的原因可能有两个。一个是由于现今的主导思路集中于生物的个体研究,忽略了个体与个体之间关系的研究,而这些关系却是生物得以存在的基本条件。现在许多生物学家从物理和化学的角度研究生物觅食和求偶的机制,例如信鸽的定向和鱼类的回游机制,但是却忽略了对生物觅食和求偶动力动因的分析。另一个可能的原因是这两种势很复杂,并无像重力场的势和电磁场的势那样简明的定量关系,现今的物理学尚难以处理。对目前这方面的研究工作可以有一个粗略的比方:一种叫做八音盒的乐箱(musical box),其内部结构是在一圆柱形的箱内放入一个由外面手柄或钟表机构驱动的轴,当轴转动时轴上的拨齿拨动箱内的簧片,从而使音箱奏出相应的音乐。身处“箱”内的一些学者津津有味地分析簧片是怎样分布的、乐曲的频率和强度又各是怎样的,但是却偏偏忘记了,没有外面手槽的摇动或钟表机构的带动,这音乐是根本出不来的。

8. 思路问题。笔者认为,“熵场的假说”与其作为假说,更勿宁说是提示了一个不同于现今分子生物学既定模式的研究思路或研究纲领。

现今的分子生物学深受化学和物理学的浸润和影响。它的主要研究思路是解析的。它把生命分解到分子、原子甚至亚原子层次,希望通过这样的分解来弄清生命的本质,这种“钻牛角尖”的作法无疑是有成绩的,也是必要的,今天生物科学取得的辉煌成就就是靠这样的解析取得的。

但是与此同时,生命的另一方面被忽略了,那就是,生命虽然是由分子组成的聚集体,却也是一个复杂的有机体,只有各种特定的分子精确地按一定的规律“堆集”起来生命现象才可能出现,特定的数量积累、特定的性能和搭配才导致了非生命向生命的转化。

现今,科学由量变来预测质变的能力仍是比较薄弱的。关于“临界点”的研究大多是“马后炮”式

的,即是在质变的结果已知的条件下反过来作理论说明。比如,就连由简单的数学迭代得出的“混沌”维型理论在上个世纪70年代还是出乎人们意料的新发现。熵场假说的基本思路是:我们除了要继续钻“牛角尖”以外,还应就氨基酸和核酸(以及糖类、脂类)这一微观系统层次的行为及其演化作出理论概括,以说明只有在这一层次以及更高层次上才会出现的现象。

熵场的假说表明,当你把生物分解为单个的分子、单独的氨基酸、单独的碱基加以研究时,熵场自然会逃逸出你的视野,此时它确是无法被你发现的,于是可以说是不存在的。但是通过大自然亿万年的进化把这些原子、分子“组装”起来后,一种场确实是存在的,并且一直在起作用。笔者认为,它在哲学上的对应物就是海德格尔所说的“存在物”背后的“存在”;或者,大概也是老子所说的“生而不有,为而不恃,长而不宰”的“道”。

场的假说给生物学的研究提出了另一种思路,当然可以设计相应的试验来检验、修正、精确化或否定这一思路。我们今天对氨基酸和核酸的研究已经到了原子和电子层次,对动力的研究已经到了分子马达层次,因此完全可以把“放大倍数”缩小一些,除了看树林,也看看树丛,在氨基酸和核酸层次上看看组成生物体的单元并分析它们的交互作用。这在技术上是不成问题的。关键是要有一个全新的思路,按照这一思路来研究生物的微观演化,可能会有更多的新发现。

参考文献

- [1] 达尔文. 周建人等译. 物种起源, 三联书店 1954, 288
- [2] 王文清. 生命的化学进化. 原子能出版社, 1994, 118、101
- [3] 中国科学院图书馆编译. 生命的起源. 科学出版社, 1973, 17、32、37
- [4] 罗辽复. 生命进化的物理观. 上海科技出版社, 2000, 9、56
- [5] 王文清. 生命科学. 北京工业大学出版社, 1998, 39
- [6] 王希成. 生物化学. 清华大学出版社, 2001, 164
- [7] F. S. 克劳福德. 伯克利物理教程第三卷, 波动学, 下册. 科学出版社. 1981, 522
- [8] 赵玉芬, 赵国辉. 生命的起源与进化. 科技文献出版社, 1999, 151
- [9] 翟中和. 细胞生物学. 高教出版社, 2000, 379
- [10] 黄秀梨. 微生物学. 高教出版社, 1998, 229
- [11] 郭勇, 郑穗平. 酶学. 华南理工大学出版社, 2000, 60
- [12] 杨频, 高孝恢. 性能—结构—化学键. 高教出版社, 1992, 200
- [13] 21世纪100个科学难题编写组. 21世纪100个科学难题. 张静“RNA与生命起源”. 吉林人民出版社, 1998, 583

(责任编辑 蔡德诚)