



# 合成生物学与科学方法论和自然哲学

张炳照, 赖旺生, 刘陈立\*

中国科学院深圳先进技术研究院, 合成生物学工程研究中心, 深圳 518055

\* 联系人, E-mail: cl.liu@siat.ac.cn



收稿日期: 2015-03-16; 接受日期: 2015-05-16

国家重点基础研究发展计划(批准号: 2014CB745202)、国家自然科学基金(批准号: 31471270, 31400006)、国家自然科学基金委员会-中国科学院学科发展战略研究合作项目(批准号: L1222037)、广东省自然科学基金(批准号: Y360091001)和深圳市科技创新委员会项目(批准号: JCYJ20140610152828703)资助

doi: 10.1360/N052015-00045

**摘要** 合成生物学是一个多学科交叉的研究领域,旨在整合生命科学、工程学、物理学与化学等学科,通过设计和建造新的生物元件、功能和系统,以构建在自然界中并不存在的可控方式,生物逻辑和生产系统.其众多潜在的应用领域包括新药物、环境修复、新农药、癌症治疗、生物燃料和新材料等.除了自然科学家和工程师,合成生物学也吸引了社会学家、经济学家和哲学家的关注.目前使用的“合成生物学”这个词是一个特别宽泛的概念,体现了其同样广泛的目标.合成生物学究竟是什么?它的科学方法论是什么?它有怎样的哲学含义?本文将针对上述问题展开讨论.

**关键词**合成生物学  
科学方法论  
自然哲学

合成生物学(synthetic biology)是一个多学科交叉的研究领域,通过生命科学、工程学、计算科学、物理学与化学等多学科手段,设计和建造新的生物元件、装置和系统,构建自然界中并不存在的可控方式、生物逻辑和功能,使其应用并造福人类社会.从基础研究领域看,设计构建人工生物系统,可以加深人类对生命本质的理解;从应用研究方面看,合成生物学成果在医药、能源、化学品、环保和材料等领域都具有极大的应用价值.合成生物学因此成为各国竞相角逐的研究“高地”<sup>[1]</sup>.然而,合成生物学重新设计或构建生物系统的研究和认知方式却挑战了人类对生命、自然与进化等问题的传统解读.在合成生物学中,生命的构建以科学家的意愿和目的为前提,“生命”逐渐走向以设计为导向、应用为目标的境地.那么,赋予“生命”新意义的行为是对传统生命概念

的补充,还是对生命本质的深刻理解<sup>[2]</sup>?

合成生物学注重人工的设计与建造,在合成生物元件、装置和系统时,融入自然界中原本不存在的途径和功能.传统的自然科学方法则倾向于对自然规律的分析、阐明和归纳总结,形成认知自然的一般性规律.合成生物学既有自然科学分析和认知的特性,也具备工程学设计与建造的特点.从科学方法论的角度理解合成生物学的研究方法,对了解和指导这一领域的发展至关重要.

自然哲学呈现了人类对自然的认知和驯化过程,也逐渐明晰了人类与自然的哲学关系.在合成生物学设计和构建新的生命体的过程中,人类应该比此前任何时候都更关注人类与自然的关系,也更清楚人类在自然界中究竟应该扮演怎样的角色<sup>[3]</sup>.传统哲学观认为自然产生了人类,随着合成生物学的发展

引用格式: 张炳照, 赖旺生, 刘陈立. 合成生物学与科学方法论和自然哲学. 中国科学: 生命科学, 2015, 45: 909-914

Zhang B Z, Lai W S, Liu C L. Methodology and philosophy of synthetic biology. SCIENTIA SINICA Vitae, 2015, 45: 909-914, doi: 10.1360/N052015-00045

和演进, 人类能够创造新的自然吗? 从工程伦理研究的视角, 深入揭示合成生物学在科学实践上的悖论特性, 对合成生物学的发展始终持有谨慎而辩证的理性态度, 思考和关注人与自然的关系, 研究科技与社会的和谐发展, 不仅是自然辩证法研究的学术问题, 更是涉及人类命运和未来发展的具有根本性的哲学命题<sup>[4]</sup>. 所有这些讨论都会为人类理智地保持技术与社会、人类与自然之间的必要张力提供适当的形而上学基础.

## 1 合成生物学的由来与科学含义

合成生物学一词最早出现于 1910 年, 法国物理化学家 Stephane Leduc<sup>[5]</sup>在其所著的《生命与自然发生的物理化学理论》(Théorie physico-chimique de la vie et générations spontanées)一书中, 首次用到“合成生物学”(synthetic biology)一词. 1911 年, Stephane Leduc<sup>[6]</sup>在其所著的《生命的机制》(The Mechanism of Life)一书中对合成生物学做了初步诠释, 同年刊出的医学刊物《柳叶刀》(Lancet)对该书发表的书评也特别提及“合成生物学”<sup>[7]</sup>. 然而, 受当时生物学认知水平所限, 彼时的“合成生物学”几乎只是学者们对“生命合成”的一种形态模拟式的理解, 缺乏最基本的科学依据. 在随后的几十年里, 合成生物学一词陆续出现过 20 余次. 1980 年, 该词首次出现在一则德语刊物中以《基因外科手术: 合成生物学的开始》为题的长篇论文中<sup>[8]</sup>. 这是合成生物学历史上, 其涵义与现代合成生物学较为接近的一次. 部分人认为合成生物学“synthetic biology”这一概念被广泛接受, 应当是在建造生物学“constructive biology”和意念生物学“intentional biology”的概念被摒弃之后<sup>[9]</sup>. “建造生物学”(constructive biology)的概念与“描述生物学”(descriptive biology)相对应, 旨在通过建造具有生物特性的生命系统来理解生物机制. 随着自然科学的发展, 人们不满足于对自然界只有“描述性理解”, 更希望能够了解自然界究竟是如何构建生物系统的, 因此, 出现了“建造生物学”(constructive biology)<sup>[10]</sup>. “意念生物学”(intentional biology)的出现则较为戏剧性. 1999 年, 加州大学伯克利分校分子研究所的 Rob Carlson 和 Roger Brent 在同 Endy 讨论关于这种生物工程的新方法时, 曾临时将其称之为“开放源码生物学”(open source biology)<sup>[11]</sup>, 2000 年 10 月, Carlson 和

Brent<sup>[12]</sup>甚至为这个称呼拟好了字面意义. 2001 年, Carlson<sup>[13]</sup>将这一概念推进了一步, 他表示: “当我们能成功预测所设计生物系统的行为时, “意念生物学”(intentional biology)将会出现; 它具有明确的工程学含义, 这与现行的生物学技术几乎随机的应用恰恰相反”. “意念生物学”当时旨在通过可预见性的设计, 使得生物系统更加有用, 更容易被理解. 这些工程化的系统将表现得很有计划性, 而非传统的经过基因改造的生物那样在进入新的环境时, 表现得随机而捉摸不定. 然而, 这个名称却没有得到大家的认同, 因为当他们召开会议向其他学者介绍这一提法的涵义时, 让大家觉得自己的研究是非意识生物学(unintentional biology)<sup>[14]</sup>. 合成生物学领域普遍认为, 合成生物学“synthetic biology”这一概念的提出始于 2000 年. E. Kool 在 2000 年美国化学学会年会上重新提出“合成生物学”这一概念<sup>[15]</sup>, 它基于系统生物学的遗传工程, 从基因片段、人工碱基 DNA 分子、基因调控网络与信号转导路径到细胞的人工设计与合成, 将工程学原理与方法应用于遗传工程与细胞工程等生物技术领域; 合成生物学、计算生物学与化学生物学一起构成系统生物技术的方法基础. 现代合成生物学的概念也由此诞生.

什么是合成生物学? 其定义众说纷纭, 目前还没有一个确切的标准. 因为合成生物学的研究人员来自生物学、化学、物理学、数学和计算机科学等不同的领域; 他们研究不同的问题, 如代谢网络、基因调控网络、基因线路、合成生物材料、最小细菌基因组和人工合成细菌基因组等, 因而看法也各有不同<sup>[16]</sup>. 美国科普刊物 *The Scientist* 为此专门采访了多位合成生物学领域的专家学者, 并以“什么是合成生物学”为题发表了采访记录<sup>[17]</sup>. 加州大学伯克利分校 (University of California-Berkeley, UCB) 的化学工程教授 Jay Keasling 说: 合成生物学将“生物学”工程化, 如同“电子工程”和“化学工程”一样. 哥伦比亚癌症研究中心、测序及基因组科学中心主任 Robert Holt 说, 合成生物学与传统的重组 DNA 技术之间的界限仍然是模糊的. 从根本上说, 合成生物学正在利用获得的“元件”进行下一层次的工作——对细胞进行工程化. 哈佛大学医学院遗传学教授、计算遗传学中心主任 George Church 说, 主要的出发点是把合成生物学与现有的领域(如基因工程或细胞工程)分离开来, 合成生物学是利用所确信的一些“零件”进行新生物系统

的工程. 它在利用从系统生物学得到的分析去加工制造及检验复杂的生物机器. 对于合成生物学的定义, 维基百科上这样写道: 合成生物学旨在设计和构建工程化的生物系统, 使其能够处理信息、操作化合物、制造材料、生产能源、提供食物、保持和增强人类的健康及改善环境 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic\\_biology](http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_biology)). 根据合成生物学组织网站上公布的定义, 合成生物学包括两条路线: (i) 新的生物零件、组件和系统的设计与建造; (ii) 对现有的、天然生物系统的重新设计, 这两条路线的目的都是为了造福人类社会 (<http://syntheticbiology.org>). 对于如何理解合成生物学的本质, 中国科学院合成生物学重点实验室主任赵国屏院士<sup>[18]</sup>认为, 要从合成生物学的工程学内涵、生物技术内涵和科学内涵 3 个方面去认识合成生物学, 才能全面认知合成生物学的工程技术本质和科学理论本质.

从科学发展进程来看, 合成生物学的出现和发展是由人类基因组计划所触发的基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学、生物信息学直至系统生物学发展的必然结果, 是这些学科的交叉应用. 它是综合了科学与工程的一个崭新的研究领域. 它既是由分子生物学、基因组学、信息技术和工程学交叉融合而产生的一系列新的工具和方法, 又通过按照人为需求(科研和应用目标), 人工合成有生命功能的生物分子(元件、模块或器件)、系统乃至细胞, 并自系统生物学采用的“自上而下”全面整合分析的研究策略之后, 为生物学研究提供了一种“自下而上”合成策略的正向工程学方法. 它不同于对天然基因克隆改造的基因工程和对代谢途径模拟加工的代谢工程, 而是在以基因组解析和生物分子化学合成为核心的现代生物技术基础上, 以系统生物学思想和知识为指导, 综合生物化学、生物物理和生物信息技术与知识, 建立基于基因和基因组、蛋白质和蛋白质组的基本要素及其组合的工程化的资源库和技术平台, 旨在设计、改造、重建或制造生物分子、生物部件、生物系统、代谢途径与发育分化过程, 以及具有生命活动能力的生物部件、体系及人造细胞和生物个体.

## 2 合成生物学与科学方法论

自然科学方法论在生命科学领域的传统表现, 主要在于对自然生物学规律的观察、分析、归纳、发

现和验证上, 从分子、细胞、组织、器官、个体及群体等多个尺度认识了解自然规律, 揭示自然生命个体和群体的生物构造、运行机制和活动规律. 合成生物学的出现和发展, 究其根源, 在于人类对自然认知的发展. 正如物理学和化学发展到一定程度后, 人类开始了“电子工程”和“化学工程”一样; 人类对生物学规律的认知已经达到了一定的境地, 不再满足于原来描述性的研究和发现, 而是希望能够通过设计和构建新的生物系统, 来认知生命体系. 这在一定程度上说明合成生物学的概念落脚点在于建造, 但凡对于生物器件、装置、系统存在建造的行为, 都可以视为合成生物学的范畴.

合成生物学旨在建造的特性决定了这个领域在科学方法论上的特殊性. (i) 合成生物学具有“自下而上”的正向工程学思想. 其工程学涵义是在人工设计指导下, 采用正向工程学“自下而上”的原理, 对生物元件进行标准化表征, 建立通用模块, 在“细胞”或“系统”底盘上, 构建人工生物系统并实现其运行的优化; (ii) 合成生物学具有“标准化”等工程学思想. 其“标准化”的研究策略既是这个领域区别于其他生命科学领域的重要特征, 也是这个领域亟待突破的地方. 生物器件、装置和系统能否被“标准化”, 也是这个领域需要回答的问题. 2005年, 美国麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 的 Endy<sup>[19]</sup>在名为《工程生物学的基础》的综述论文中明确提出合成生物学具备工程学中常用的“标准化”、“复杂系统解耦”、“概念抽象化”的做法, 并将合成生物学涉及的生物系统分成 DNA、零件、装置和系统 4 个层次. 无独有偶, 美国国家自然科学基金资助的合成生物学工程研究中心 (Synthetic Biology Engineering Research Center, SynBERC) 确定的 4 个研究开发方面是: 零件(parts)、装置(devices)、底盘机架(chassis)和人工实践(human practices)(<http://www.synberc.org>). SynBERC 的研究框架包括知识、技术和集成 3 个层次. 知识层次主要涉及元件的设计(design)、组合(compos-ability)、表征(chacterization)、标准化(standardization)和抽象(abstraction). 技术层次则主要包括零件(parts)、装置(devices)和底盘(chassis). 只有依靠知识层次的基础知识的理解才能构建技术层次的零件、装置和底盘, 而技术层次的实施和发展又能促进知识层次的积累. 技术层次的不断储备可以逐渐集成为全功能系统, 即包含各类不

同功能的微生物系统的第3层次. 与此同时, 合成生物学的发展亦离不开传统自然科学方法论的指导. 其工程学实践的前提是人类对已有自然生命系统的理解和解析, 对已有生物元件(parts)、装置(devices)的表征和呈现, 并以此为基础凝练出生物元件和装置的设计(design)、组合(composability)和标准化(characterization)的原则和规律, 从而指导人工生命系统(system)的构建与装配. 准确而全面地表征各个生物元件, 把不同的元件进行标准化, 并组装成功能各异的模块装置, 是合成生物学实践的重要任务; 与此同时, 创建一个细胞底盘(cellular chassis)用来装配设计的生物零部件是非常重要的. 在细胞底盘中可以集成来自各个子系统的信号以使其具有复杂的细胞功能. 正如一部装有各类“App”的智能手机一样, 重要的是将不同功能的“App”装配到系统当中, 从而发挥各种远超想象的功能.

另一方面, 合成生物学还通过设计和创造新的生物系统或生命体, 来实现对生命及其本质的深入理解(build to understand). 在解析、表征生物系统和元件, 并在充分理解系统原理、元件特性的基础上进行人工设计与构建, 通过工程学策略创造新的元件、装置和系统, 进而形成对生命及其元素更为深入的理解, 即合成生物学的“建物致知”. 传统的自然科学方法论指导人类把生命的“电脑”通过分子生物学的方式一步一步拆卸开, 了解每一个“零件”的位置、功能和特性, 却不能完全掌握各个“零件”之间的相互作用和指令执行方式. 在合成生物学“建物致知”的目标指导下, 将“电脑零件”的装配并了解人工“成品”的工作方式, 才可能完全理解“电脑”的本质和特性. 因此, 合成生物学一个重要的研究方向即通过系统地设计与创造人工生命系统, 以期更加深入、系统地了解生命的本质.

### 3 合成生物学与自然哲学

合成生物学这种设计构建的思路其实也是一种基于已有认知作出推测, 再进行实践, 以研究生命现状, 推断未来变化的科学方法. 这正是奥古斯特·孔德实证主义精神的体现<sup>[20]</sup>. 合成生物学虽然是一门新兴学科, 但其设计、改造思路在人类追求“美好”的历程中从未缺席. 在人与自然的关系中人类利用不断积累的知识与技术对自然界进行着日益深入的认

识与改造. 历史上人类所得到的各种有益于自身的成果亦都出于自身认知的主动创造与拣选. 因此, 认识并改造世界是人类自必然世界迈向自由世界的必然历程. 在这一历程中人类不断进步, 成为唯一能够给自然界打上自身烙印的存在. 人类不仅改造着环境, 甚至改造着生命以及人类本身<sup>[21-23]</sup>. 在雅典柏拉图的“理想国”中, 苏格拉底与格劳孔就提到了一个能够根据自身所学理念制造各种事物, 甚至各种生命的高超匠人. 由此可见, 制造生命的设想并非现代人首创<sup>[24]</sup>. 认知一样事物的最好方法就是去亲手建造它, 建造的过程与结果将带来全新的知识, 这些知识将为社会各个领域带来巨大的变化.

在提出合成生物学这类概念时, 可以发现过去的人已有相似之举; 一个新的学科, 总能在历史中找到渊源<sup>[25-27]</sup>. 与以往的通过建造来实现某种目的的模式略微不同, 在合成生物学里建造不仅能帮助实现特定目的, 甚至建造本身就是作为一种目的存在的<sup>[28]</sup>. 合成生物学“建物致知”主动认识世界的逆向治学的方法在古代已被提及. 《黄帝内经》有“阴阳不测谓之神; 神用无方谓之圣”的说法([http://so.gushiwen.org/guwen/bookv\\_1029.aspx](http://so.gushiwen.org/guwen/bookv_1029.aspx)). 天地自然玄妙无方, 洞悉并掌控这一奥秘的就是圣人. 那么什么是自然之理? 如何才能掌握天地奥秘呢? 《黄帝内经》有载“阴阳之道不外顺逆, 阴阳之原即颠倒之术也”. 黄帝在这里教育大家不能只是一味顺着自然变化被动地去感悟, 而是要逆着自然变化, 溯源而上, 主动地去探索天地本源(<http://baike.baidu.com/view/146581.htm?fr=aladdin>). 这种顺逆相合的颠倒之术, 不专属于黄老一家, 儒家亦有“格物致知”的教化. 心学王阳明提出“知行合一”, 即知中有行, 行中有知的主张. 这是根据已有的“知”(认知)来指导“行”(实践), 再由“行”反馈促进“知”(<http://baike.baidu.com/subview/4410/5247099.htm>). 《金刚经》亦言“一切菩萨应无所住, 行於布施”<sup>[29]</sup>. 条条大道通罗马, 但是每条道路都有其特殊的适用性, 适合解决不同问题. 应根据实际问题, 灵活选择因应方法, 方能通达于道.

虽然合成生物学所奉行的“知行”之道是“继往圣之绝学, 图世界之进步”, 但作为新兴学科, 特别是其研究对象是生命乃至人类自身, 却让许多人感到忧虑. 部分人从宗教角度认为生命不应受到人的窥探与干涉, 创造或改造生命是神的专利, 亦有部分人执着于天然或者自然的观念, 不赞同合成生物学这

种“人工”行为对自然的干预。这是一种对自然的狭隘化。人类社会也是自然的一部分,人类的发展亦是自然进化的一环,因此不能简单地认为“人为”就是违背自然。例如,苏格拉底所说的全能匠人,其创造所依据的理念并不是匠人创造出来的,它依旧来源于对自然世界的认知。因此这些基于自然的创造应当依旧属于自然。庄子就曾说,“你怎知你所谓的人为之事不是出于自然,所谓自然之事不是出于人为呢”<sup>[30]</sup>。无需对合成生物学抱有太多的顾虑。就如老子所言,“以道莅天下,其鬼不神”(http://baike.baidu.com/view/16516.htm?fr=aladdin)。大家担忧的其实不是合成生物学本身,而是社会无序下合成生物学可能被滥用。只需完善生物研究领域的法规建设与施行,提高科研人员的道德修养与职业操守,滥用的现象就不会出现。

#### 4 结语

合成生物学的出现和发展离不开自然科学方法

论对人类认知自然的指导和实践。自然科学方法论指导人类从分子、细胞、个体到群体等多个层面认知自然,揭示生命的结构、机制和规律。随着对自然认知的不断深入,人类不满足于对自然进行传统的描述和呈现,合成生物学随之出现;同时,合成生物学进行工程学实践的前提是对自然生命系统的理解和解析,对生物元件、装置的表征和呈现,从而凝练出生物元件与装置的设计、组合与标准化的原则和规律,进而指导人工生命系统的设计与构建。另一方面,合成生物学设计与建造的属性使其具有“自下而上”的正向工程学思想以及“标准化”、“复杂系统解耦”和“概念抽象化”的理念,这正是其区别于传统生命科学研究的重要特点,也是指导合成生物学家通往设计与建造之路的标。同时,合成生物学对元件、系统和生命的设计与建造将引领人类更加深入、系统地了解生命的本质规律,从而能够反过来指导工程化、应用性的设计建造,这是合成生物学科学方法论的一个重要方面。

#### 参考文献

- 程晨. 人类与进化关系的哲学思考——以合成生物学为例. 博士学位论文. 合肥: 中国科学技术大学, 2013
- 吴昊, 李建军. 合成生物学技术应用研究中的伦理问题和规制原则. 自然辩证法研究, 2013, 29: 42-46
- 韦敏. 系统生物学哲学基础初探——基于方法论革新的再思考. 硕士学位论文. 南京: 南京大学, 2012
- 程晨, 徐飞. 合成生物学: 工程伦理的实践悖论. 自然辩证法研究, 2012, 28: 38-42
- Stephane Leduc. Théorie physico-chimique de la vie et générations spontanées. Arch Roentgen Ray, 1910, http://dx.doi.org/10.1259/arr.1910.0051
- Stephane Leduc. The Mechanism of Life. London: Heinemann, 1911
- The Lancet. Reviews and notices of books. The Lancet, 1911, 178: 97-99
- Hobom B. Gene surgery: on the threshold of synthetic biology. Med Klin, 1980, 75: 834-841
- Markus S. Synthetic Biology: The Technoscience and Its Societal Consequences. Berlin: Springer, 2009. 5-21
- Nehaniv C L, Dautenhahn K, Loomes M. Constructive Biology and Approaches to Temporal Grounding in Post-reactive Robotics. Proc SPIE, 1999. 156-167
- Cohn D. Open-Source Biology Evolves. WIRED, 2005-01-17. http://archive.wired.com/medtech/health/news/2005/01/66289
- Carlson R, Brent R. Letter to DARPA on Open Source Biology. Berkeley: The Molecular Sciences Institute, 2000-10-18
- Carlson R. Open source biology and its impact on Industry. IEEE Spectrum, 2001, 38: 15-17
- Carlson R. Synthetic Biology 2.0, Part IV: What's in a Name? 2006-05-23. http://www.synthesis.cc/2006/05/synthetic-biology-20-part-iv-whats-in-a-name.html
- Benner S A, Sismour A M. Synthetic biology. Nat Rev Genet, 2005, 6: 533-543
- 赵学明, 王庆昭. 合成生物学: 学科基础、研究进展与前景展望. 前沿科学, 2007, 3: 56-66
- Lucentini L. Just what is synthetic biology. Scientist, 2006, 20: 36
- 赵国屏. 合成生物学的科学内涵和社会意义——合成生物学专刊序言. 生命科学, 2011, 23: 825
- Endy D. Foundations for engineering biology. Nature, 2005, 438: 449-453
- 奥古斯特·孔德. 论实证精神. 黄建华译. 北京: 商务印书馆, 1996. 12-13
- 色诺芬. 回忆苏格拉底(古希腊). 吴永泉译. 北京: 商务印书馆, 1986. 31-32

- 22 恩格斯. 自然辩证法. 中央编译局译. 北京: 人民出版社, 1973. 373–374
- 23 恩格斯. 自然辩证法. 中央编译局译. 北京: 人民出版社, 1973. 307–308
- 24 柏拉图. 理想国 (古希腊). 郭斌, 张竹明译. 北京: 商务印书馆, 1986. 407–408
- 25 Gregory Radick. Biomachine dreams. *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci*, 2013, 44: 790–792
- 26 Beth Preston. Synthetic biology as red herring. *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci*, 2013, 44: 649–659
- 27 Víctor de Lorenzo. Synthetic biology: discovering new worlds and new words. *EMBO Rep*, 2008, 9: 822–827
- 28 Malley. Knowledge-making distinctions in synthetic biology. *BioEssays*, 2007, 30: 57–65
- 29 释迦牟尼. 金刚经·心经. 陈秋平注. 北京: 中华书局, 2010. 27–30
- 30 庄周·庄子. 宋海丰注. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2009. 60–61

## Methodology and Philosophy of Synthetic Biology

ZHANG BingZhao, LAI WangSheng & LIU ChenLi

*Center for Synthetic Biology Engineering Research, Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055, China*

Synthetic biology is an interdisciplinary research field, combining disciplines such as life sciences, engineering, physics, and chemistry. Through designing and constructing new biological elements, functions, and systems, it aims to build controllable circuits, biological logics, and production systems, which do not exist in nature. Its potential application areas include medicine, environmental remediation, cancer therapy, and development of new pesticides, biofuels, and new materials. Synthetic biology has garnered the interest of not only scientists and engineers but also sociologists, economists, and philosophers. As currently used for this discipline, “Synthetic biology” is a broad concept, which indicates its multiple goals. What is synthetic biology? What is the scientific methodology and the philosophical implication? These issues will be discussed in this review.

**synthetic biology, methodology, philosophy**

doi: 10.1360/N052015-00045