

在“细胞生物学”概念教学中强化生命观念教育的探析

刘军锋^{1*} 刘璐¹ 王永生² 秦培勇¹

(¹北京化工大学生命科学与技术学院, 北京 100029; ²北京化工大学国际教育学院, 北京 100029)

摘要 强化生命观念教育, 不仅能促进学生对知识点的理解和掌握, 还有助于学生高阶思维能力的培养, 以更好地适应未来的社会发展。该文以生命科学类专业基础核心课程“细胞生物学”为例, 从深度理解课程的大概念入手, 阐述生命观念的内涵; 通过深读细研教材, 锚定生命观念的落脚点; 通过重要概念的建构和应用, 阐明培育学生生命观念的途径和方法。该研究体现了知识传授、能力培养和价值塑造“三位一体”的教学理念, 为生命科学类专业开展相关教学研究及改革提供了参考。

关键词 细胞生物学; 生命观念; 概念教学; 三位一体

Study on Strengthening the Education of Life Idea in Concept Teaching of “Cell Biology”

LIU Junfeng^{1*}, LIU Luo¹, WANG Yongsheng², QIN Peiyong¹

(¹College of Life Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

²School of International Education, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract Strengthening the education of life idea can not only promote students' understanding and mastery of knowledge, but also contribute to the cultivation of students' high-order thinking skills, which can help them better adapt to future development. Taking “Cell Biology” as an example, this study first elaborates the connotation of the life idea from the perspective of a deep understanding of big concept. Then, the foothold of life idea is anchored through deep reading and careful study of the textbook. Finally, the approach and method to cultivate students' life idea is clarified by the construction and application of important concepts. This study embodies the teaching idea of “trinity” of value shaping, ability training and knowledge imparting, and provides a reference for the relevant teaching research and reform in life science majors.

Keywords Cell Biology; life idea; concept teaching; trinity

加强生命观念教育, 是提高生命科学类专业学生科学素养的必然要求。生命观念是指对观察到的生命现象及相互关系或特性进行解释后的抽象, 是人们经过实证后的观点, 是能够理解或解释生物学相关事件和现象的意识、观念和思想方法^[1]。生命观念是一个观念群, 是众多生物学思想、观点的集合, 反映生物学中最本质的规律和认识^[2]。强化大学

生的生命观念, 不仅是学生在不同学习阶段培育科学素养的延续和发展, 还有利于学生高阶思维能力的培养, 有助于提高学生利用所学知识分析和解决实际问题的能力, 以适应未来的社会发展。

生命科学中存在诸多零散的生物学事实和概念, 使生命科学成为一个以概念系统为主要特征的学科。故而, 学生通过生物学事实形成概念之后, 内

收稿日期: 2023-06-28

接受日期: 2023-08-10

2020年北京高等教育“本科教学改革创新项目”(批准号: 202062)和北京化工大学2021年教学改革项目(批准号: 2021BHDJGY12)资助的课题

*通讯作者。Tel: 010-64421335, E-mail: liujf@mail.buct.edu.cn

Received: June 28, 2023

Accepted: August 10, 2023

This work was supported by the Undergraduate Teaching Reform and Innovation Project of Beijing Higher Education (Grant No.202062), and the Education and Teaching Reform Project of Beijing University of Chemical Technology (Grant No.2021BHDJGY12)

*Corresponding author. Tel: +86-10-64421335, E-mail: liujf@mail.buct.edu.cn

化在头脑中的意识、观念和思想方法是生命观念形成的主要途径,也就是说概念教学是培育生命观念的基础。然而,在目前的概念教学中普遍存在重教轻学、重结果轻过程、重知识轻能力的现象,有时为加快教学进度,缩短对概念的认知过程或者降低思维坡度,形成了讲概念、背概念、考概念的教学模式。这样的概念教学,不仅妨碍了学生生命观念和高阶思维能力的培养,也直接影响学生对生命科学知识的准确理解和掌握。下面以丁明孝等主编的《细胞生物学》(第五版)为例,探讨在概念教学中培育学生生命观念的策略与途径。

1 深度理解大概念,把握生命观念的内涵

对大概念(核心概念)的解释仁者见仁,至今仍未确定大概念的标准。如美国课程专家费德恩^[3]认为,大概念是一种教师希望学生理解并能在忘记其非本质信息或周边信息之后,仍然能应用的概念性知识。埃里克森^[4]认为,大概念是指居于学科中心,具有超越课堂之外的持久价值和迁移价值的关键性概念、原理或方法。国内生物教育专家赵占良^[5]提出,大概念是居于学科中心位置、对学科内众多概念性知识起统摄作用和聚合作用、构成学科结构框架、对学科研究对象的上位的本质的认识。“细胞生物学”中的大概念无疑就是“细胞是生命活动的基本单位”,这与中学阶段生物学课程标准是一脉相承的。支撑这个大概念的五个重要概念:细胞是构成有机体的基本单位;细胞是代谢与功能的基本单位;细胞是有机体生长发育的基本单位;细胞是繁殖的基本单位,是遗传的桥梁;细胞是生命起源的标志,是生物演化的起点^[6]。整个教材内容以大概念为核心,形成了大概念—重要概念—一般概念的概念体系。这样学生所习得的零散的、不连续的事实性知识、理论片段和概念都指向大概念,能够加深学生对细胞乃至生命的理解,避免机械记忆。

生命观念是生命科学大概念的呈现方式,它沿着“生物学事实→生命科学概念→生命观念”的路径前进和发展。当然,生命观念的形成是一个循序渐进的过程和长期的追求,具有过程性和终身性的特点^[7]。通过梳理课程中各层级概念及大概念所蕴含的生命观念,在理解“细胞生物学”概念的基础上形成的生命观念主要有结构与功能观、物质与能量观、信息观、稳态与平衡观、进化与适应观等。这些生

命观念是由一整套概念交织而成的对事物的抽象与概括,理解和把握课程内容所蕴含的生命观念内涵,才能形成对“细胞生物学”的总体性认识以及运用生物学的思想方法认识事物和处理问题的思维习惯。

2 精读细研教材,锚定生命观念的落脚点

如果不能将抽象的观念锚定在具体的概念和生物学事实上,那么在教学实践中则难以有效开展生命观念的教育。所以,通过研读教材,寻找并确定每个生命观念所关联的概念和主要事实是开展生命观念教育的首要任务和基础。

2.1 结构与功能观

“结构决定功能”的说法稍显绝对,“结构与功能相适应/统一”是对生物学上结构与功能观的正确表述。结构与功能观包含结构观、功能观以及结构与功能的关系观三方面的内容。“细胞生物学”中蕴含丰富的概念和事实要素支撑结构与功能观。锚定结构观的概念和事实如下:“细胞的基本共性”表明生命系统的结构以物质为基础;细胞有细胞器、分子等结构层次;细胞中的结构与结构之间是有联系的,如各种膜结构之间相互联系形成生物膜系统等;细胞的结构大多是动态的、变化的,如染色体与染色质、内膜系统等。认识细胞/细胞器/大分子的功能,不能离开它上一层次的整体。如线粒体的功能要看其对细胞有什么贡献,核孔复合体的作用要在细胞核中才有意义。此外,对细胞各层次结构的功能,大多可以围绕代谢和繁殖这两个基本特征去理解,从物质流、能量流、信息流这三个维度去分析。但是对结构和功能观不能机械地、线性地去认识,一个结构的功能的实现往往需要其他结构的配合,如内质网、高尔基体、溶酶体、细胞核等。有些功能的实现还需要外界条件,如叶绿体需要光照才能进行光合作用等。总之,在教学中应贯彻柔性的、非线性的、动态变化的、相互联系的结构与功能观。

2.2 物质与能量观

生命的物质观首先在于生命的物质性,这也是辩证唯物主义自然观的基础。从元素组成看,细胞的化学组成非常同一,没有特殊元素。但是细胞利用含有这些元素的物质合成了一些生命体独有的生物大分子(蛋白质、核酸和多糖等),这些大分子在细胞生命活动中执行特定的功能。细胞内的物质不是随机堆砌的,而是通过有序的组织形成结构(细胞器

或功能微区),完成生命活动的,这体现了结构观和物质观的联系。生命的能量观需要以下重要概念的支撑:(a)细胞是能量耗散结构,需要引入能量来维持;(b)细胞的各个层次都存在能量的流动与转换,并遵循能量守恒定律;(c)能量以物质为载体,通过化学反应合成和分解ATP;(d)光能是几乎所有细胞能量的最终源头,但需要转化为化学能才能被利用。深刻理解生命的物质和能量观,对细胞物质流与能量流的系统分析以及树立辩证唯物主义世界观都是十分重要的。

2.3 信息观

生命系统都是物质、能量和信息的统一体。细胞的组成以物质为基础,生命活动依靠能量驱动,同时依赖信息来调控。信息本质上不是物质或能量,但是信息的加工、传递和保存均以物质为载体,并消耗能量^[8]。细胞中存在两套信息系统,一套为遗传信息,通过染色体复制和细胞分裂保证生命体的世代延续,并在生物进化中起调控作用;另一套为细胞信号转导系统,通过信息传递使生命体适应内外环境的变化,影响其生长与存亡。因此,生命的信息观可以从更广泛的意义上理解细胞(生命),以及细胞(生命)的多样性和统一性的辩证关系。从物种繁衍的角度看,遗传信息代代相传,死亡的只是个体,个体成为遗传信息的临时载体。根据遗传信息在不同载体之间转移的特性,人工合成细胞(生命)已成为可能。从人类文明发展来看,虽然每个人终归自然,但人类创造和传承文明的信息绵延不绝。

2.4 稳态与平衡观

生命系统依靠自身精巧的调节机制维持其物质和能量的稳态和平衡。稳态侧重于生命系统结构与环境之间的稳定状态,平衡侧重于生命系统结构之间的相互作用关系,二者都需要通过调节达到相对稳定的状态。在细胞内有许多稳态与平衡的现象,如溶酶体的消化作用和蛋白酶体对靶蛋白的降解可视为维持细胞内稳态和平衡的主要力量;在细胞分泌和胞吞过程中,膜泡运输形成的膜流具有高度组织性并维持其动态平衡;染色体在赤道面的整列及向极运动;通过膜上质子泵的作用维系细胞的渗透平衡、膜电位和溶酶体的酸性内环境等。在个体发育中,细胞分裂与细胞凋亡共同作用调控生物体的稳态。总之,细胞通过一定的调节和保护机制使细胞结构与功能保持稳态,使外部环境对细胞的干扰

保持在一定范围内,从而保证生命活动的正常进行。将稳态与平衡观引申到自然与社会中,具有世界观和方法论的重要意义。

2.5 进化与适应观

进化观是生命观念的核心。进化观可以从以下两个方面理解:(a)生物不是神造的,地球上各种生物可以溯源至一个共同的祖先,“细胞是生命起源的标志,是生物演化的起点”;(b)进化观解释了细胞(生物)统一性和多样性的矛盾,统一性源于它们的共同祖先,多样性则是物种对环境的适应和种族谱系分化的结果。适应是生命系统进化的结果。从细胞水平理解适应的含义:一是细胞各层次的结构都与一定的功能相适应;二是细胞的结构及其功能或生命活动与该细胞在一定环境下的生存和延续相适应。因此,进化既表现为分子、细胞或物种、生态系统的进化,也表现为个体对环境的适应。进化观为人们认识生命世界奠定了基础,这有助于学生理解生命系统的统一性和多样性、量变和质变的辩证关系,有助于学生从历史的视角思考和解决问题,进而建立历史唯物主义的世界观。

3 着力建构概念,培育生命观念

传统的教学方式压缩了学生获取概念的思维空间,缺少对概念形成过程中搜集证据、逻辑推理等方法的深入学习,学生只获得了特定概念。忽略过程的概念教学几乎抛弃了概念的价值意蕴,因此,只有着力建构大概念和重要概念,才能培育学生的生命观念。

3.1 联系现实生活,引出概念

概念是联系现实与理论、推动人从感性认识上升到理性认识的“认知中介”。如果要科学准确地阐释概念,必然要追溯概念产生的实践基础,还原概念提出的历史情境,厘清概念建构背后的问题与动因。在教学过程中,教师可以将现实生活中的一些生命现象、生物学事件或者生物学理论渗透到教学环节中,以具体的生物学事实为载体,引导学生积极参与课堂教学活动。教师在讲授“细胞信号转导”时,可从人们的日常通讯引出细胞通讯和细胞信号转导,结合人们在现实生活中交流信息的方式、媒介、原理等,启发和引导学生关注细胞的通讯方式、媒介和原理等内容。通过联系现实生活和恰当的设问,引出受体、信号分子、第二信使、分子开关等概念,

学生就能够准确、轻松地理解这些概念乃至整条信号通路。因此,以现实生活中的事例和现象引出课程概念,不仅能使学生更易接受和理解一些复杂的生物学知识,而且能够积极引导学生在自主地从现实生活中提炼、思考和探究生物学问题,自主地感悟其中蕴含的生命观念,进而激励和鼓舞学生对生命科学的学习兴趣。

3.2 注重探究过程,建构概念

实践证明,学生对生命科学概念的正确理解是建立在丰富的、有代表性的生物学事实和材料基础上的^[9]。因此,教师在教学过程中应尽可能地创设以具体生物学事实为载体的教学情境,积极引导学生在参与资料搜集、模型构建、实验设计、数据分析等探究活动,在实践和/或体验中完成对概念的建构,同时培育学生的生命观念。例如,在讲授“氧化磷酸化”时,教师可预设“氧化磷酸化的发生需要哪些条件”、“ATP合酶是如何工作的”、“ATP合成的机制假说有哪些”等问题,通过问题引领和任务驱动,促使学生查阅资料,分析和总结资料。然后对ATP合酶的结构进行绘图或制作动画,以构建ATP合酶的工作模型,使学生在深度参与探究活动中实现对“氧化磷酸化”概念的建构,这体现了结构与功能观。ATP作为细胞生命活动的直接能源物质,一方面可通过氧化磷酸化快速产生,另一方面细胞内很多生命活动如跨膜运输、代谢、细胞分裂等需要耗能。ATP与ADP的相互转化在细胞内不停地发生并保持动态平衡,此为细胞水平上的稳态与平衡。此外,不同种类的生物绝大多数生命活动都以ATP为“能量货币”,说明生物界具有共性,也反映生物有共同的起源,这体现了生命系统的进化与适应观。

梳理概念的发现和发展历程是实现概念建构的另一条途径。概念的发现和发展本身就是科学探究活动,历经科学家基于当时的科技发展水平如何发现问题、分析问题,到设计实验、分析数据并得到结论,再到对该结论的补充和完善,最后形成较完整、准确的概念。教师讲好重要概念相关的科学史(教材中有简要介绍,需要补充),同样能够在构建的教学情境中让学生完成对概念的“虚拟”体验。比如,教师通过介绍PALADE George、SABATINI David、BLOBEL Günter、MILSTEIN César等人在信号序列的发现和证实、信号假说的提出过程中的工作,阐释信号序列及其在分泌蛋白合成及转运中的作用。

以讲述科学史和科学故事的方式构建概念,不仅能有效吸引学生的课堂注意力,培养学生的科学思维能力,还是开展课程思政的重要方法和途径^[10]。

3.3 构建知识网络,整合概念

概念是对现实世界具体存在的理论抽象,只有经过理论抽象这个环节,才能够准确完整地理解概念,理解更加深刻、复杂的理论。毛泽东指出:“概念这种东西已经不是事物的现象,不是事物的各个片面,不是它们的外部联系,而是抓着了事物的本质,事物的全体,事物的内部联系了”^[11]。故而,概念教学不应仅仅停留在让学生记住一些零散的、碎片化的生物学事实与知识,还要引导学生依据概念间内在的逻辑关系把琐碎的知识串联起来,概括为抽象的重要概念和大概念,构建起系统、清晰的知识体系,才能使概念内化于学生的头脑,使生命观念根植于学生的心中。教师可以引导学生归纳、总结课程整体内容(图1),然后基于各章节内容的逻辑联系绘制概念导图(图2),从而构筑课程知识网络系统,对“细胞”形成整体的、连贯的、深入的认知。

3.4 加强知识应用,评价概念

强化所学知识的迁移应用,尤其运用所学概念分析和解决现实生活中的问题,不仅能够增强学生对概念的深度理解和掌握,而且有助于促进学生生命观念的形成。例如,在讲授“氧化磷酸化”后,教师可以引导学生讨论:为什么临床上常用ATP片剂或注射液对心脑血管疾病如心肌梗死、心力衰竭、心肌炎、冠状动脉硬化、脑动脉硬化,以及肝炎、肾炎等进行辅助治疗?在讲授“光合作用”后,可以引导学生思考:光合作用在地球生命演化中起什么作用?我国科学家于2021年实现人工合成淀粉^[12],有什么意义?讲授“细胞信号转导途径”后,引导学生讨论:目前基于EGFR突变的非小细胞肺癌治疗的EGFR靶向药已经发展了4代,1~3代靶向药已经在临床广泛应用,为什么还要开发第四代靶向药?此外,可以通过引导学生思考“诱导性多潜能干细胞在理论和医学实践中的重要意义”深化学生对干细胞的认知。总之,教师可根据每章内容设计应用型问题,用于强化学生对概念的掌握,同时反馈概念教学的效果。学生能用所学知识对实际问题或现象作出合理的解释,不仅表明学生对概念的理解掌握及其生命观念的达成,还能够增强学生形成关注人类健康、造福人类的价值观。

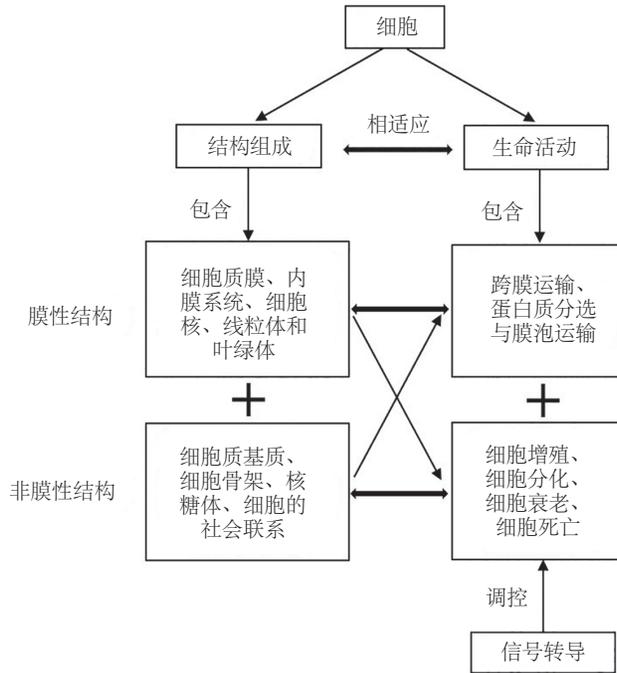


图1 章与章之间的逻辑联系
Fig.1 Logical connection between chapters

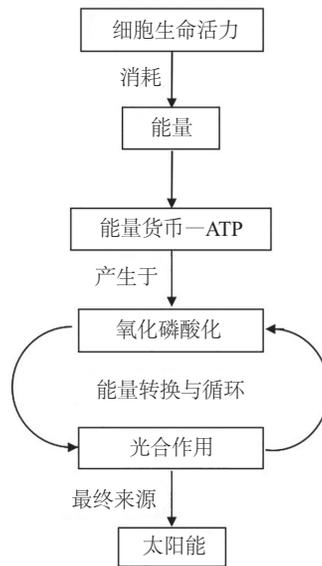


图2 以能量观为中心的概念框架
Fig.2 A conceptual framework centered around the energy concept

4 教学效果的初步评价

由于目前概念教学与生命观念教育的研究还处于起始阶段, 没有可借鉴的评价体系用于本文研究, 因此作者采用课程成绩、期末评价和课外科技创新活动等指标进行初步评价。首先, 对实施教学改革前后学生(6个教学班, 约180人/年)的课程成绩进行比较(图3), 发现实施教学改革后的

学生平均课程成绩比实施前平均提高了3.5分。进一步分析试卷中名词解释和问答题的得分情况, 实施教学改革后的学生在名词解释和问答题的得分率比实施前分别提高了9个和7个百分点。其次, 根据学生对本课程的期末评价, 学生对“教学目的明确, 将思想品德教育和能力素质培养寓于整个教学过程之中”的认同率从实施前的89.5%提高到

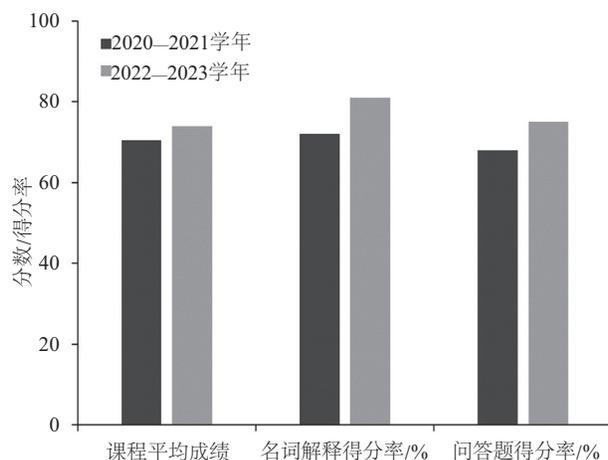


图3 学生在教改前后的课程成绩比较

Fig.3 Comparison of students' course scores before and after teaching reform

实施后的93.4%。学生积极参与课外科技竞赛活动,成绩显著,其中涉及细胞物质流和能量流调控以及基于3D打印的细胞培养等参赛项目在2022年度国际基因工程机器大赛中获得金奖和银奖,相较于2020年度的参赛成绩(银奖和铜奖)明显提升。综上,在概念教学中进一步强化生命观念教育对学生理解和应用“细胞生物学”知识具有积极的促进作用。

5 结语

培育学生的生命观念是提高其专业核心素养的关键,需要任课教师深度理解大概念,把握生命观念的内涵;深读细研教材,锚定生命观念的落脚点;着力建构重要概念,培育学生的生命观念。其中深度理解大概念是基础,教学情景的设计和学生的积极参与是重点,概念的整合与生命观念的融合是核心。在概念教学中强化生命观念培育具有过程性和长期性的特点以及提升教学效果的作用。与第4版《细胞生物学》比较,第5版教材删减了部分基础知识、基本概念和基础理论,增加了新的研究成果,如细胞重大生命活动的分子机制等^[6]。这为任课教师在概念教学中强化生命观念教育提供了机遇和挑战。不同类型高校、不同专业可根据学生的专业知识基础和专业培养目标的需要,因地制宜地补充或舍弃一些基本概念,最终的教学目的都是使学生成为具有生命观念和高阶思维能力的人才。

参考文献 (References)

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 冯春艳, 陈旭远, 李星婷, 等. 指向生命观念的教学: 价值和路径[J]. 生物学教学(FENG C Y, CHEN X Y, LI X T, et al. Teaching towards life idea: value and approach [J]. *Biology Teaching*), 2021, 46(3): 23-4.
- [3] 普莱斯顿·D·费德恩, 等. 教学方法——应用认知科学、促进学生学习的[M]. 王锦, 等译. 上海: 华东师范大学出版社, 2006.
- [4] 艾里克森. 概念为本的课程与教学[M]. 兰英, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.
- [5] 赵占良. 生物学概念教学论[M]. 南宁: 广西教育出版社, 2021.
- [6] 丁明孝, 王喜忠, 张传茂, 等. 细胞生物学(第5版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [7] 吴举宏. 生命观念教学的实践路径[J]. 基础教育课程(WU J H. The practice approach of life idea teaching [J]. *Basic Education Curriculum*), 2019, 20: 61-7.
- [8] 张秀红. 核心素养视域下的生物学观念: 内涵、价值、内容体系及教学[J]. 课程·教材·教法(ZHANG X H. Biological concepts from the perspective of key competencies: connotation, value, content system, and teaching [J]. *Curriculum, Teaching Material and Method*), 2017, 37(9): 91-7.
- [9] 孔万英. 概念教学中培育生命观念的路径例谈[J]. 教学管理与教育研究(KONG W Y. Examples of approaches to cultivate the life idea in concept teaching [J]. *Teaching Management and Education Research*), 2022, 7(9): 87-9.
- [10] 刘军锋, 李正军, 聂开立, 等. “细胞生物学”课程思政实施方法初探[J]. 中国细胞生物学学报(LIU J F, LI Z J, NIE K L, et al. Study on the implementation of ideological and political education in “Cell Biology” [J]. *Chinese Journal of Cell Biology*), 2021, 43(7): 1490-4.
- [11] 毛泽东. 《毛泽东选集》第一卷: 实践论[M]. 北京: 人民出版社, 1951.
- [12] CAI T, SUN H B, QIAO J, et al. Cell-free chemoenzymatic starch synthesis from carbon dioxide [J]. *Science*, 2021, 373: 1523-7.