

生物制造——

物质生产方式的巨大革新

郑裕国

开卷知新

2022年12月15日,习近平总书记在中央经济工作会议上的重要讲话中指出:“要加快新能源、人工智能、生物制造、绿色低碳、量子计算等前沿技术研发和应用推广,支持专精特新企业发展。”生物制造作为全球新一轮科技革命和产业变革的战略制高点之一,正在改变物质生产方式,实现生产原料、制造工程、产品性质的重大革新,因此被视为制造领域一次新的“工业革命”。“十四五”生物经济发展规划》也明确将生物制造作为生物经济战略性新兴产业发展方向。

革新生产方式,助力绿色低碳可持续发展

生物制造是利用生物组织或生物体(酶、微生物细胞等)进行物质加工,生产各种人类所需产品的先进物质转化工业模式。相比于传统制造方式,生物制造在生产原料、加工工艺等方面另辟蹊径。加快化工、医疗、材料、轻工等重要工业产品制造与生物技术深度融合,将推动经济发展向绿色低碳可持续发展模式转型。概括地讲,生物制造主要有三方面革新。

一是革新生产原料。以往的工业体系以石油炼制等为基础,依赖化石资源作为起始原料。随着人类需求不断增长,大量使用化石资源会对气候、海洋、土壤、生物多样性等产生负面影响,最终威胁人类生存发展。为解决这些问题,生物制造以糖、淀粉、木质纤维素等可持续再生原料,合成各种能源燃料、大宗化学品、材料、药物等产品,部分取代了依赖化石资源的能源和化学品生产。为进一步降低原料成本,助力实现“双碳”目标,生物制造领域的科研工作者正在不懈探索。比如,以成本较低的一碳化合物(二氧化碳、一氧化碳、甲烷、甲醇、甲酸等)为原料,在实验室中合成淀粉、蛋白质等。随着生物制造技术不断发展,将有可能以空气、水等绿色环保又易于获得的物质为原料,生产人类生活所需的各种物质。

二是革新物质加工工艺。不同于传统的物质加工过程,生物制造通过对生物系统进行改造,在温和条件下以绿色低碳的方式生产化学品。这样,既可以减少化学废料和二氧化碳排放,又可以大大降低能源消耗,提高产品质量。比如用于净化水处理、纸浆加工和管道内

核心阅读

相比于传统制造方式,生物制造在生产原料、加工工艺等方面另辟蹊径。加快化工、医疗、材料、轻工等重要工业产品制造与生物技术深度融合,将推动经济发展向绿色低碳可持续发展模式转型。

理论上,全球一半以上的重要化学品可以用生物制造方法获得,但目前真正实现生物制造的产品仅占很小一部分。从技术赋能经济发展角度来看,理论比例和实际应用之间的巨大差距,意味着新的经济增长点。这也是世界各国抢占生物制造科技制高点的原因所在。

涂层的大宗有机化工原料丙烯酸酯、用于治疗高胆固醇血症的降脂药阿托伐他汀钙等,就实现了从化学制造到生物制造的跨越,产品质量大幅提高,制造过程中污染物明显减少,能耗显著降低。另外,已有相当一部分燃料通过生物制造得以生产。如以木质纤维素为原料,通过生物发酵大规模生产的燃料乙醇,具有清洁、可再生等特点,能够降低汽车尾气中的一氧化碳和碳氢化合物含量,有助于减缓全球气候变化,对能源安全和可持续发展具有重要意义。

三是革新人类生活方式。不断发展的生物制造,将带领人们走向更加健康、环保、可持续的生活方式。生物制造可以用来制造可持续材料,如生物塑料和生物纤维;可以用于生产个性化的医疗产品,根据患者的特定需求和遗传背景进行定制,提高治疗效果;可以用于清除污染物和降解有害物质,减少废水和废弃物对环境的污染。在食品领域,利用生物制造

技术生产营养价值更高、负面作用更少的肉、蛋、奶、油等食品,既有利于人体健康,又可以减少耕地面积占用和温室气体排放。

全方位服务生产生活,构建发展新动能

我们生产生活的方方面面,都是生物制造大显身手的天地。理论上,全球一半以上的重要化学品可以用生物制造方法获得,但目前真正实现生物制造的产品仅占很小一部分。从技术赋能经济发展角度来看,理论比例和实际应用之间的巨大差距,意味着新的经济增长点。这也是世界各国抢占生物制造科技制高点的原因所在。对消费者来说,生物制造几乎可以在衣食住行等各方面“承包”我们的生活,并为我们的生命健康提供科技保障。

医药是生物制造应用的重点领域之一。青霉素的发现和利用,就是生物制造技术造福人类的典型案例。科学家偶然发现青绿色霉菌具有抑制细菌生长的能力,此后,通过青霉素高产菌的筛选与分离、发酵技术的改善和发酵工艺流程的改进等一系列技术创新,最终实现青霉素的规模化批量生产,挽救了无数生命,延长了人类寿命。用于治疗糖尿病的胰岛素,运用微生物菌种选育、发酵过程优化调控、产物分离纯化和杂质控制等生物制造技术,产品质量得到提高,成本大大降低,惠及广大患者。在医药行业的前沿——“手性”医药化学品有机合成领域,利用生物制造相关合成元件,实现高选择性合成具有突出优势,药效率高、副作用小。此外,借助经典的代谢工程策略以及高效的基因编辑技术,可以在酿酒酵母、大肠杆菌中实现青蒿素和维生素等的从头合成,这种方法合成效率高,是未来高附加值大健康类化学品合成的发展方向。

在农业领域,生物制造已被广泛应用于生物农药、生物肥料、生物饲料、动物疫苗及兽药研发与生产。上世纪60年代,纹枯病是我国水稻第一大病,严重威胁国家粮食生产安全。上世纪70年代初,科研工作者在井冈山筛选获得吸水链霉菌井冈变种,并以生物制造的方法,实现了井冈霉素的规模化生产。于是,特效微生物农药井冈霉素问世,由此开启了我国农药生物工业进程。井冈霉素成为目前使用面积广、价格低廉,对人畜安全的理想无公害

农药,为我国水稻的稳定高产做出了贡献。又如广谱触杀型灭生性除草剂L-草铵膦,具有活性高、安全性好、持效期长、保持水土等优势。随着酶改造技术、生物催化与转化技术等生物制造技术的不断进步,我国科研工作者通过合成生物学技术,编辑关键酶合成基因、构建细胞工厂、强化体内外合成效率等生物制造技术,实现这种除草剂的万吨级高效生产,为农药“减量增效”提供有力保障。

在环境治理与保护方面,尤其在大气、水、土壤等污染防治中,生物制造也发挥着巨大作用。相较于膜处理、化学脱毒等传统处理工艺,利用功能型微生物(如芽孢杆菌)的快速生长及分解代谢能力,并通过功能菌群中多细胞的协同配合,能够更有效实现水体脱氮除磷、重金属土壤修复、固体废物利用与处置。借助人工多细胞体系,生物制造可以实现餐厨垃圾快速原位降解,解决垃圾转运的高费用以及异味排放等“痛点”。未来,利用生物制造技术生产的复合菌剂,有望在一个个简易发酵罐中,将废物转化为有机肥料和基础化工原料,实现垃圾的无害化、减量化以及资源化。

科技服务美好生活。在医药、农业、食品、化工、材料、能源等各领域,生物制造前景广阔,为解决能源、气候与环境问题,实现绿色低碳可持续发展提供强有力的科技支撑。随着相关技术发展,生物制造还将给我们带来更多惊喜,在更多维度革新生产生活方式,为中国式现代化贡献科技力量。

(作者为中国工程院院士、浙江工业大学教授)

压题照片为脱氧核糖核酸示意图。

樊健制(影像中国)

推荐读物

《生物经济:一个革命性时代的到来》:李斌主编;中国民主法制出版社出版。

《生物产业发展战略研究(2035)》:谭天伟等著;科学出版社出版。

《浙江省生物制造产业发展报告》:郑裕国、金利群主编;化学工业出版社出版。

以美丽童话讲述灿烂文化

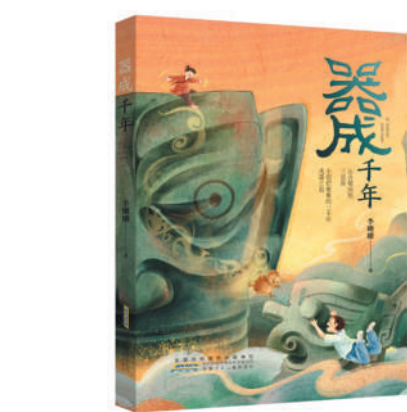
海飞

四川广汉三星堆的发现、发掘和研究,为璀璨的中华文明增添了一抹神奇壮美的色彩。作家李姗姗扎根这片家乡沃土创作的童话《器成千年》,以一团泥巴跨越时空的“成器”之旅,展现三星堆的文化魅力,折射出五千年中华文明的丰富多彩。

《器成千年》是一部以三星堆文化和考古发现为主题的长篇童话,与文化普及类少儿读物相比,该书另辟蹊径,在中华文明大背景下结构故事,以童话写文化。作者大胆地用童心想象,跨越三千年历史长河,生动书写三星堆考古发现,把神秘的古蜀国与神奇的想象结合起来,用美丽童话讲述神秘文物的故事,让收藏在博物馆里的文物动起来。

《器成千年》以童话人物奇遇关联三星堆文化,将有关历史和考古知识巧妙融入在充满童真童趣的故事中。如对古蜀文明中青铜器制造方法“范铸法”的描写,对当代考古工作者运用科学技术提取古代象牙的描述等,让小读者对三星堆文物发掘、保护和修复有更深刻认识。此外,对考古人员生活日常的描述,也增添了阅读趣味。

作者充分考虑小读者的审美诉求和理解能力,泥巴的成器和孩子的成长暗合交融。主人公“堆堆”是一团泥巴,源自古代神话中大禹治水用到的息土。从古蜀国到三星堆,



《器成千年》:李姗姗著,安徽少年儿童出版社出版。

这团有梦想的泥巴展开了一场跨越三千年的“成器之旅”。小读者只要带着一颗好奇心,和“堆堆”一起踏上这段旅程,就会不知不觉沉浸到三星堆文化中,并进一步追问:“三星堆出土的大量青铜器、金器、玉器、石器、象牙等文物,为什么那么神秘又与众不同?中华民族五千年文明因何绵延?”从而潜移默化地把探索历史文化的种子埋在小读者心里。

儿童文学想上好作品,同样需要作家扎根生活沃土,把生活细节创造性转化为童真童趣。《器成千年》是有雄心、有敬畏心的写作。作者长期扎根在三星堆遗址考古现场,吃在当地、住在当地,用整整一年时间一边采风一边创作,写出的作品风格自然就不一样。在采风过程中,作者敏锐洞察并从儿童视角理解文物保护修复工作,发现了很多有趣细节,把它们变成了动人的文字。作者曾深有体会地说:“不到三星堆,不知道自己的想象力有多匮乏!”书中主人公“堆堆”这一名字,也正是来自考古人员对三星堆的昵称。文物修复师使用的刷子有的比手掌宽,有的比筷子还细,就连喝汤用的勺子、改造过的棉签、无菌绷带、超声波洁牙器都成为文物修复工具。这些来自现场的有趣发现,在小读者看来十分新奇。又因得知考古人员曾在发掘过程中发现过蜈蚣、蚯蚓等小动物,于是“蜈蚣”“蚯蚓”都被写进书中,成为主人公“堆堆”在童话奇遇中的朋友。正是因为长期深入生活,作者才能将文化现场转化为文学表达。

《器成千年》对中华文化的思考、对童年初心的关注和崇尚高精神的追寻,拓展了儿童文学的创作视野。至于本书有没有达到作者的创作预期,还应当交由小读者来判断。

作品从一个名叫王家寨的水乡入手,写这里几代村民渔民的劳动、生活和情感,展现这片土地脱贫致富、焕发生机的历程,切入山乡巨变这一宏大主题。

近年来,从现实生活中萃取题材、以现实主义手法书写时代故事的作品不断涌现。一部好的现实题材作品,往往能既植根广阔土地,绘出时代壮美画卷,又贴近生活现场,通过细节描摹展现人物魅力。阅读作家关仁山的长篇新作《白洋淀上》,能引发我们对现实书写的思考。

作者从上世纪90年代开始,就密切关注时代、持续书写现实。这一次,他用五六年时间辛勤耕耘,推出三卷总计100多万字的长篇小说《白洋淀上》。作品从一个名叫王家寨的水乡入手,写这里几代村民渔民的劳动、生活和情感,展现这片土地脱贫致富、焕发生机的历程,切入山乡巨变这一宏大主题。

作品从上世纪五六十年代的现实主义文学中汲取营养,借鉴《沸腾的群山》《上海的早晨》等多卷本史诗小说的创作经验,尽可能广泛地展示社会生活场景,呈现开阔气象。从打渔到开餐馆,从建苗圃到生态旅游,从白洋淀地区的脱贫故事到雄安新区的建设历程,农文旅融合、环境改造、生态保护等富有时代气息的内容都涌到作者笔下。

作品努力写出社会生活的广度,也试图写出社会生活的厚度。小说中,王家寨的历史与现实不断穿梭,串联起城与乡、新与旧、变与不变的诸多面向,把现实书写推向纵深。读者从既能读到党和国家大政方针与政策举措对乡村建设发展的推动,也有王姚两家在时代变迁中的抉择,还有来自悠长岁月的民俗民风 and 乡村底蕴。

作品写村庄的变化,不仅关乎生产方式、物质生活的变化,还涉及思想观念、风俗伦理的变化。后者主要通过人物故事和人物形象得以表现。小说中老一代的渔民王永泰,正直朴实却又因循守旧,对于水乡日新月异的变化有诸多不适,但骨子里的正直与善良使他在抗洪护堤的关键时刻挺身而出;儿子王决心最初冲动浮躁,但在时代大潮的磨炼和激励下,成长为一个具有时代感的奋斗青年。他与乔麦的爱情构成小说的感人篇章。除了王家父子,乔麦、胡玉湖、铃铛老人等人物,都写得鲜活生动。

在《白洋淀上》中,作者勾画了许多真实可感的生活小景,将乡村人的婚嫁娶、喜怒哀乐写得自然朴实,气息口吻也贴着乡村人物,世情百态的呈现具有特色。与此同时,作品又采用“移步换景”的写法,作家的笔犹如一个不断变幻的万花筒,将丰富的乡村世界置于迅速变化的时代轴线上展现,风景、风情、风俗熔于一炉,各色人物陆续登场,众多生活小景拼成庞大的历史图景,让人读来印象深刻。当然,也因为作品容量过大,事件线索过密,一些局部处理因“过快”而显得仓促。如果作者在叙述中能够增添一些“闲笔”,多一些驻足盘桓,将叙述速度降下来,或许效果会更好,整体风格也会更沉实。

《白洋淀上》的面世让我们看到作家扎根生活、用心记录的收获,看到创作者不断回应时代主题、描摹时代精神给文学带来的新面貌。



《白洋淀上》:关仁山著;作家出版社出版。

读书

细致描绘时代画卷

张清华

新书架



《话里画外民法典》:吕忠梅著;法律出版社出版。

本书以“话”与“画”相结合的形式,用现实生活案例解析民法典条文,用社会生活常理讲述民法典故事。



《艺文半知录》:云德著;中国文史出版社出版。

本书是作者近年发表的60余篇文艺理论评论文章的结集,呈现了作者对文艺思潮、文艺现象、文艺创作的评论与思考。