



上海科普图书创作  
出版专项资助

战略性新兴产业  
科普读本

丛书总主编  
褚君浩 院士

# 生物产业

陈代杰 戈梅 主编

010 10101 0 001 00 101 01



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technical Literature Press

战略性新兴产业  
科普读本

丛书总主编  
褚君浩 院士

# 生物产业

陈代杰 戈 梅 主编



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

生物产业 / 陈代杰, 戈梅主编. — 上海: 上海科学技术文献出版社, 2014.6

( 战略性新兴产业科普读本 )

ISBN 978-7-5439-6223-1

I . ① 生… II . ①陈…②戈… III . ①生物技术—高技术产业—通俗读物 IV . ① F407.7-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 062794 号

本书获国家出版基金、上海科普图书创作出版专项资金资助

责任编辑: 陈云珍, 石婧

装帧设计: 一步设计



## 生物产业

陈代杰 戈梅 主编

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 上海中华商务联合印刷有限公司

开 本: 720×1000 1/16

印 张: 13

字 数: 193 000

版 次: 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-6223-1

定 价: 58.00 元

<http://www.sstlp.com>

# 战略性新兴产业科普读本

丛书编写委员会

## 总主编

褚君浩 院士

## 副总主编

周 戟 雷宗友

## 主 任

陈积芳

## 副主任

陈云珍 李正兴

## 编 委

(以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 戈 梅 | 石 婧 | 朱 敏 | 朱盛镭 | 许 平 |
| 何 岩 | 吴 沅 | 张庆麟 | 杨立勇 | 杨 帆 |
| 杨 晟 | 苏振兴 | 陈代杰 | 周 戟 | 周志华 |
| 周昭德 | 施鹤群 | 黄民生 | 雷宗友 |     |

# 生物产业

编写委员会

## 主 编

陈代杰 戈 梅

## 副主编

杨 晟 许 平 周志华 杨立勇 苏振兴

## 编撰人员

陈代杰 戈 梅 杨 晟 许 平 周志华 杨立勇  
苏振兴 王晓玉 刁刘洋 蒋 宇 杨蕴刘 夏 兴  
魏 维 王钱福 严 兴 邹 根 魏勇军 刘芳华

## 插图绘制

金文翔 施雅文 赵梦婷 孟幸异

## PREFACE | 序言

经过各位作者和编辑的辛勤劳动,“战略性新兴产业科普读本”丛书和读者见面了。当前科学技术和产业发展表明,新一次工业革命正在悄然发生之中,这一波浪潮将主要波及新兴产业领域。在当前创新驱动转型发展的关键时期,了解和把握战略性新兴产业的背景、内涵及有关知识,有利于促进新兴产业的发展,有利于加深对新一轮工业革命态势的认识,从而确保在新工业革命到来之际,能够把握先机,抢占新一轮科技经济发展的制高点。

从世界历次工业革命的规律及其对经济社会发展的影响出发,根据当前新工业革命发生的科技和经济社会背景,以及国际上的分析,当前人类迫切需要解决的问题和现实需求,以及对未来生活的美好期望,将是第三次工业革命的驱动力。新的工业革命是以半导体物理带动微电子技术新发明、从而激发信息科学技术高度发展为基础,以信息技术和物质科学技术的深度融合为特征,并由能源科学、工程科学、材料科学、生物科学等一系列学科的科学发现与技术发明多轨并行、交叉推动。第三次工业革命将实现新一代信息技术高度发展,并与新能源技术、智能化体系构建技术、先进制造技术和生物技术等的深度融合,推动能源互联网、智能化复杂系统和信息化数字制造技术的新兴产业发展,实现以建设数字地球、智慧地球、低碳地球和绿色地球,实现可持续发展为目标的新兴产业革命性发展。

战略性新兴产业是新一次工业革命的若干具体发展方向,是发挥产业引

领作用的关键。为了应对新工业革命,国务院发布了《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》,制定了七个领域的新兴产业发展规划,这七个领域就是:节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造产业、新能源产业、新材料产业、新能源汽车产业。

本丛书系统地介绍了这些新兴产业的发展轨迹和知识内涵,讨论了新兴产业和科学技术、社会经济发展的关联性,讨论了发展新兴产业的途径,探讨了新兴产业发展的未来图景。同时,也宣传一些发展理念,强调了加强基础研究和核心技术研发的重要性,要奏好“科学发现”——“技术发明”——“产业发展”三部曲,需要培育创新环境、构建基于核心技术创新联盟的产学研合作体系,搭建面向新工业革命的共性技术研究平台;推动技术创新浪潮;需要构建未来产业培育体系,引导产业创新;需要推动适应新工业革命需要的机制体制建设,建立新工业革命促进机构,创新人才工程,提高知识产权保护效率,推动以风险基金为主的科技金融体系建设;需要加强创新文化建设。

本丛书努力以晓畅的通俗语言、严谨的逻辑结构、丰富的感性资料、周密的分析推理,展现战略性新兴产业的概貌。希望对普及战略性新兴产业的相关知识能够有所助益,同时也希望得到广大读者的建议和批评。



2014年6月



## FOREWORD | 前言

本书是根据我国“十二五”新兴技术产业发展纲要的方向,从生物产业的6个主要产业领域出发撰写的。由于产业跨度大,涉及的科学知识和技术特点多,我们邀请了不同领域的多位科研第一线的专家和青年才俊共同撰写。我们想申明的是:新兴产业中出现的很多新鲜事物在发展过程中很可能会存在争议,书中的有些观点仅为撰写者根据自己的知识水平和理解心得而提出的。

想通过一本书了解生物产业全貌是很不容易的。因此,编写者只是通过对一些重要事件和最新成果、重点产品和技术发展的介绍,一方面能使读者“管中窥豹”大致了解生物产业发展的科学原理和技术特点,以及这一产业发展的脉络和趋势;另一方面,通过对一些尚处于实验室阶段科研成果的介绍,希望引起广大读者对具有“无限魅力和应用前景”的生物产业的关注、思考和参与,共同促进生物产业的发展。对由于编者水平所限而出现的错误或疏漏,欢迎大家给予批评指正。

感谢所有参与文字撰写及绘图工作的专家、青年科学家、美术家、编辑和研究生。除直接参与编写的人员外,我们还要特别感谢为本书编写提供了帮助的董树沛、孙超才、朱春宝、朱建伟、罗敏玉、程诗萌、周慧琳、吴俊琳、齐善康、褚明月、冷大亮、赵茜、李茜、王志强、崔楠、刘建英、李娜等老师和同学;感谢上海科学技术文献出版社的陈云珍、石婧编辑,凭借她们渊博的学识和丰富的出版经验,不断提出修改和完善的建议,并以她们热情鼓励并促进作者完成写作。



# CONTENTS | 目录

## 绪论

1

生物技术到了爆发性增长阶段 / 2

我国为何要把生物产业作为战略性新兴产业 / 4

市场先机的占领 / 4

对更环保的生产方式的要求 / 4

生物产业发展的不确定性 / 5

我国发展现代生物产业的重点领域 / 6

生物医药领域 / 6

医疗器械领域 / 6

生物农业领域 / 7

生物制造领域 / 7

生物服务领域 / 7

海洋生物领域 / 7

科学探索无止境,生物产业导向须审慎 / 8

生物技术的安全性问题 / 8

生物技术的伦理问题 / 10

生物医药概况 / 16

化学药物的前世今生 / 18

化学药物、中药和中成药 / 18

化学药物是药品市场上的“巨无霸” / 20

生物技术在大品种上的应用 / 24

药厂可不是化工厂 / 26

一种化学药物的生物合成 / 27

国宝中药和世界主流医药 / 30

生物技术药物热潮 / 33

“富贵病”催生新型药物的出现 / 33

什么是生物技术药物 / 33

生物技术药物的发展——从“茹毛饮血”到“精细烹饪” / 34

从胰岛素的发展看生物技术药物产业化 / 35

抗体药物并不是新东西 / 36

单克隆抗体现在为什么这么热 / 38

单抗为什么这么贵 / 39

单抗药物产业的发展 / 40

如何能让抗体更有效 / 41

药物需要依靠合适的方式进入人体 / 42

小药片与大飞机 / 43

药物制剂发展带来产业转变 / 45

疫苗——古老而有生命力的药物 / 46

人类对抗疾病的进程——魔高一尺道高一丈 / 47

人类无限长寿的可能方案 / 50

药物能做到的和难以做到的 / 50

干细胞治疗——再生的希望之星 / 50

- 绵羊“多利”和“全能”的干细胞 / 53
- 再造组织和器官的梦想 / 55
- “大胆研究,小心应用”——再生医学还处在初级阶段 / 57
- 医疗器械及其他 / 58
- 疾病的苗头越早发现越好 / 58
- 随时随地的家庭医生 / 59
- 生物产业的内容随科技而发展 / 61

## 生物农业

63

- 生物农业概况 / 64
- 现代生物农业产业 / 65
  - 一粒种子改变一个世界 / 65
  - 超甜玉米为什么会这么甜 / 66
  - 骡子与杂种优势的利用 / 68
  - 第一次绿色革命——“个矮力大” / 70
  - 欧洲土豆事件的启示 / 71
  - 无籽西瓜是怎么来的 / 74
  - 伊朗硕鼠与诱变育种 / 75
  - 黄金大米与基因工程技术 / 77
  - 盖房子与动植物品种设计 / 80
- 生物农药与生物肥料 / 82
  - 毒生姜事件的启示 / 82
  - 发展生物农药真的有用吗 / 83
  - 七星瓢虫与生物农药 / 85
  - 我国生物农药的发展现状 / 90
  - 生物肥料就是绿肥吗 / 91
- 生物兽药 / 94
  - 速生鸡事件与抗生素 / 94
  - 为什么要在饲料中添加抗生素 / 95

|                           |
|---------------------------|
| 抗生素残留可能比瘦肉精的危害更大 / 96     |
| 动物绿色保健药品——生物兽药的概念及起源 / 97 |
| 生物兽药会真正成为动物健康的保护伞吗 / 98   |
| 疫苗给了人类和动物一把健康保护伞 / 99     |
| 人被宠物抓咬后非要打疫苗吗 / 100       |
| 未来的动物疫苗会是什么样 / 101        |
| 疫苗是万能的吗 / 102             |
| 动物疫苗的挑战 / 102             |

## 生物制造

105

|                           |
|---------------------------|
| 生物制造概况 / 106              |
| 从传统到现代的生物制造 / 107         |
| “万能”的生物菌剂 / 108           |
| “健康”的益生糖 / 109            |
| 微生物农药——绿色农药 / 109         |
| 香精——“工业味精” / 111          |
| 微生物“美食家” / 113            |
| 无处不在的氨基酸 / 114            |
| 生物色素——大自然的颜色 / 116        |
| 维持生命的维生素 / 118            |
| 药物中间体 / 121               |
| 生物制造与新材料 / 123            |
| 聚乳酸与乳酸 / 123              |
| 聚羟基脂肪酸酯 / 125             |
| $\gamma$ -聚谷氨酸 / 126      |
| 聚对苯二甲酸丙二醇酯与 1,3-丙二醇 / 127 |
| 聚酯材料与 1,4-丁二醇 / 129       |
| 石化产品的生物制造 / 131           |
| 乙醇 / 131                  |

正丁醇 / 132

长链二元酸 / 133

## 生物环保

135

生物环保概况 / 136

环境检测中应用的生物技术 / 137

环境监测是开展环保工作的“眼睛” / 137

生物技术的发展给环境监测注入新的活力 / 137

生物芯片 / 140

生物传感器和生物芯片也不是毫无缺陷 / 142

固体废弃物的生物处理 / 144

传统的垃圾堆肥技术历久弥新 / 145

微生物菌剂 / 146

综合应用各种垃圾处理技术才能更好地解决问题 / 146

水污染的生物处理 / 148

微生物能够将水中的有害物质“吃掉” / 148

活性污泥——微生物的载体 / 149

生物膜法 / 149

固定化微生物技术——微型污水处理反应器 / 150

生物强化处理技术——针对处理目标有的放矢 / 150

大气污染的生物处理 / 153

新兴的废气生物处理技术已得到广泛的应用 / 154

大气污染生物处理工艺 / 155

技术的进一步发展需要多学科交叉 / 156

土壤污染的生物处理 / 157

土壤的生物修复 / 157

生物修复土壤技术仍待进一步发展 / 159

生物能源概况 / 162

最早的生物能源技术——沼气发酵技术 / 163

沼气与沼气发酵 / 163

负责厌氧发酵产沼气的微生物类群 / 164

厌氧沼气发酵的运行管理 / 165

燃料乙醇 / 167

寻找汽车的可再生燃料 / 167

“与民争粮”和“与粮争地”的尴尬 / 168

木质纤维素——“变废为宝” / 169

让纤维素变得容易被利用 / 170

将“大分子”变成“小分子” / 171

把糖变成乙醇 / 172

燃料乙醇的前景 / 173

生物柴油 / 174

让餐饮废油回归“正途”——地沟油的重生 / 175

超级新星——微藻生物柴油生产技术 / 177

生物产氢 / 178

利用水产氢的蓝细菌和微藻 / 178

利用有机酸产氢的紫色非硫光合细菌 / 180

利用复杂有机物产氢的厌氧微生物 / 181

酶法制氢 / 182

氢经济真的会到来吗 / 182

微生物燃料电池——未来的清洁能源技术 / 184

微生物燃料电池的历史 / 184

微生物燃料电池的原理 / 185

微生物燃料电池的优点及应用前景 / 185

微生物燃料电池的发展展望 / 189



生物产业  
SHENGWU CHANYE

## 绪论



## 生物技术到了爆发性增长阶段

生物技术的应用自古有之。以自然酿酒、酿醋、酿酱油以及腌制品等为代表的生物技术可以认为是“古代生物技术”，而以有机酸、氨基酸和抗生素等发酵产物为代表的制备技术可以认为是“近代生物技术”。特别是抗生素的发现和應用带动了近代生物技术的快速发展，如新发酵技术和人工育种技术等的发展。

新兴生物产业的发展以现代生物技术为主要的支撑，尽管很难用确切的语言来描述现代生物技术所涵盖的所有内容，但其主要的内涵包括三大部分：

(1) 改造已有的生命体，让其更快更好地朝着人类需求的方向发展，如工业微生物或农作物的分子育种；

(2) 利用某种生命体中的某种有用“部件”，在另外一个生命体中进行重构，以得到人类所需求的产品，如胰岛素和生长激素类的基因工程药物；

(3) 与其他技术融合，创造人类所需要的技术和产品，如生物芯片、人工关节和诊断仪器等。

现代生物技术的发展首先依赖于近几十年来科学家对生命体的解读。科学家对生命体本质的认识和发现，是奠定生物产业发展的基石。如果我们对 1901 年以来获得诺贝尔奖的科学成就做一简要的梳理，不难发现：如果没有无数科学家前仆后继的努力，如果没有“堆砌如山”的学术论文作为基础，如果没有一大批以诺贝尔奖获得者为代表的“绝顶聪明”并受“机遇垂青”的科学家，生物产业不可能像今天这样“得宠”，更不会有生物产业带给我们的种种“享受”。

在这其中，一些重要的发明和发现影响了所有生物产业的进步。如，摩尔根(Thoman Hunt Morgan)(1933 年获诺贝尔奖)发现了染色体的遗传机制，沃森(J. D. Watson)和克里克(F. H. C. Crick)提出的 DNA 的双螺旋模型学说，阿伯(Wemer Arber)、史密斯(H. O. Smith)和内森斯(D.



生物技术研发进入爆发时期

Nathans)发现了限制性内切酶及其分子遗传学方面的应用,霍利(R. W. Holley)、霍拉纳(Har Gobind Khorana)和尼伦伯格(Marshall W. Nirenberg)破译了遗传信息及其在蛋白质合成中的作用,穆利斯(K. B. Mullis)发明的聚合酶链式反应(PCR)等。这些随时间而积累起来的发现和发明,在 21 世纪结合计算机技术的繁荣,以及物理学和化学等领域的科学和技术的发展,促使生物技术领域进入爆发式发展阶段。

从简单而非理性的酿酒酿醋等作坊式生产的古代生物技术,到大规模生产,“半理性”优化的有机酸、氨基酸和抗生素等近代生物技术,足足花费了上千年的时间;而到大规模生产并“理性化”设计的诸如胰岛素类基因工程药物和单克隆抗体的现代生物技术,不过用了 30 年的时间。2010 年,美国克雷格·文特尔(Craig Venter)的研究小组更是用人工合成的方法成功创造了第一个生命体——辛西娅(Synthia)——由人工合成基因组控制的支原体(一种微生物的种类)。可以说,现代生物技术对人类的影响才刚刚开始,就已经显示出了惊人的成就。