



24 生物技术

丛书主编 李建中

丛书副主编 谈朗玉 李大东 张令朝

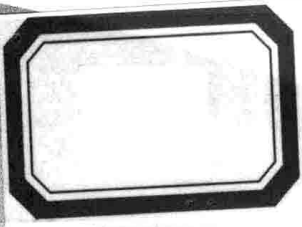
本卷主编 杨生玉



KEPU TONGJIAN
SHENGWU JISHU



中国科学技术出版社
河南科学技术出版社



24 生物技术

丛书主编 李建中

丛书副主编 谈朗玉 李大东 张令朝

本卷主编 杨生玉



 中国科学技术出版社

 河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物技术/杨生玉主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2013. 10
(科普通鉴/李建中主编)
ISBN 978 - 7 - 5349 - 6510 - 4

I. ①生… II. ①杨… III. ①生物工程 - 普及读物 IV. ①Q81 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 209065 号

出版发行: 中国科学技术出版社

地址: 北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮编: 100081

电话: (010) 62106522

网址: www.cspbooks.com.cn

河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 李喜婷 冯 英

统筹编辑: 尚伟民 蒋云鹏 徐 涛

责任编辑: 杨秀芳

责任校对: 崔春娟

封面设计: 赵 钧

版式设计: 赵玉霞

责任印制: 朱 飞

印 刷: 郑州金秋彩色印务有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13 字数: 204 千字

版 次: 2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

序

《科普通鉴》丛书

主 编 李建中

王世澍 副 主

副主编 谈朗玉 李大东 张令朝 副主编

科技是人类智慧的伟大结晶，是人类文明进步的标志。回首文明历程，是人类摆脱蒙昧的阴霾，是科技之火点燃了人类心灵，照亮了人类发展中光辉的前程。科学技术的每一次重大突破，每一项发明创造的诞生，都使人类对客观世界的认识发生质的飞跃，都使人类改造世界的能力得到革命性的提升。18 世纪后的几百年，是科学技术突飞猛进的历史时期。数学、物理、化学、天文学、地质学和生物学等各个领域的研究均取得了空前成就，并引发了一次又一次重大理论革命，其中，最具划时代意义的莫过于牛顿力学、相对论和量子力学的创立。与此同时，深刻改变人类生存状态和生产、生活方式的发明创造也纷纷问世。在不计其数的发明、发现中，蒸汽机、电话、火车、汽车、医用 X 光片、青霉素、DNA 双螺旋结构、火箭、阿波罗 10 号太空舱、计算机等无疑是改变世界的重大发明、发现与创造。

放眼新世纪，科技已经成为推动经济社会快速发展的主导力量和创造社会财富的主要源泉，成为国家间、区域间竞争的核心和推动未来发展的决定性力量。为了在竞争中取得优势地位，各国、各地区，特别是发达国家及地区都高度重视科技创新和发展。在此背景下，全球创新浪潮此起彼伏，科技发展日新月异，创新成果大量涌现。人类

《科普通鉴·生物技术》编委会

主 编 杨生玉
副主编 刘仲敏 王 刚
委 员 （按姓氏音序排列）
关爱民 刘仲敏 王 刚 许玉彬
杨生玉 张素霞 赵海鹏

出版发行：中国轻工业出版社
地址：北京市西城区中宣部大街16号 邮编：100045
电话：(010) 63907323
网址：www.cspbooks.com.cn
印刷：郑州南校五洲印刷厂 电话：0371-6725223
电话：(0371) 6725223
网址：www.bjwq.com.cn
策划编辑：李彦卿
文字编辑：刘仲敏 王 刚 杨生玉
责任编辑：杨生玉
发行校对：杨生玉
封面设计：杨生玉
版式设计：赵海鹏
责任印制：关 飞
承 印：郑州金彩彩色印务有限公司
经 销：全国新华书店
幅面尺寸：185 mm x 260 mm 印张：13 字数：204千字
版 次：2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷
定 价：32.00元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系并调换。

序

科技是人类智慧的伟大结晶，创新是文明进步的不竭动力。

回首文明历程，是科技之光涤荡了人类历史上蒙昧的阴霾，是科技之火点燃了人类心灵里求知的火焰，是科技之灯照亮了人类发展中光辉的前程。科学技术的每一次重大突破，每一项发明创造的诞生，都使人类对客观世界的认识发生质的飞跃，都使人类改造世界的能力得到革命性的提升。18 世纪后的几百年，是科学技术突飞猛进的历史时期。数学、物理、化学、天文学、地学和生物学等各个领域的研究均取得了空前成就，并引发了一次又一次重大理论革命，其中，最具划时代意义的莫过于牛顿力学、相对论和量子力学的创立。与此同时，深刻改变人类生存状态和生产、生活方式的发明创造也纷纷问世。在不计其数的发明、发现中，蒸汽机、电话、火车、汽车、医用 X 光片、青霉素、DNA 双螺旋结构、火箭、阿波罗 10 号太空舱、计算机等无疑是改变世界的重大发明、发现与创造。

放眼新的世纪，科技已经成为推动经济社会快速发展的主导力量和创造社会财富的主要源泉，成为国家间、区域间竞争的核心和推动未来发展的决定性力量。为了在竞争中取得优势地位，各国、各地区，特别是发达国家及地区都高度重视科技创新和发展。在此背景下，全球创新浪潮此起彼伏，科技发展日新月异，创新成果大量涌现。人类

基因组序列图完成、细胞重新编程技术、人类最早祖先确定、宇宙存在暗物质的猜想被证实、干细胞研究的新进展、纳米技术研究的新突破、欧洲强子对撞机启动、人类探测器创最远纪录和七大数学难题之一——庞加莱猜想被证明等被认为是近十年来取得的最具科学价值，并可能对人类生存与发展产生重大影响的重大科技成就。

在人类文明的历史长河中，科学技术虽然得到了空前发展，取得了辉煌成就，但在前进的道路上依然有无数难题等待我们去破解，众多未知世界等待我们去认识。随着人口数量的急剧增加，自然资源的逐渐枯竭和生态环境的日益恶化，人类正面临前所未有的生存挑战和危机。毫无疑问，应对挑战、解决危机，只有依靠科技的不断创新与发展。在可以预见的未来，为了拓展生存空间，提高生存质量，必将掀起一场以信息科技革命为先导、新材料科技为基础、生命科技为核心、新能源科技为动力、海洋科技和航天科技为内拓和外延的新的科技创新浪潮。伴随新一轮科技创新浪潮的到来，新的发明创造也必将与日俱增。有科学家预言，未来百年，人体器官克隆再造、灭绝动物复活、战胜癌症、建造星际飞船和太空电梯等梦想可能变为现实。

当前，亿万中华儿女正在为实现中华民族伟大复兴的“中国梦”而努力奋斗。实现这一百年梦想，关键在于弘扬创新精神，增强创新能力，加快创新步伐，让科技之花在创新中萌芽，在创新中成长，在创新中绽放。

发达国家的经验昭示我们，加快科技创新，提高科技水平，既要依靠科技精英们的刻苦攻关，发明创造，也有赖于公民科学素质的普遍提高。有调查显示，我国公民的科学素质水平较发达国家差距甚大，与走中国特色的自主创新之路、建设创新型国家的要求相去甚远。为尽快提升我国公民的科学素质水平，从2006年起我国启动了旨在推动公民科学素质建设的全民科学素质行动计划，希望到2020年，公民科学素质

在整体上有大幅度提高，达到世界主要发达国家 21 世纪初的水平。

科普图书是展示科学技术的重要窗口，是普及科技知识的重要载体，也是传播科技文明的重要途径。国内外都十分重视科普图书的创作出版。在琳琅满目的科普图书作品中，不乏影响深远的精品力作。这些作品为传播科技文明、普及科学知识做出了历史性贡献。时代在进步，科技在发展。紧跟时代步伐，把握科技动态，繁荣科普创作，不断创作出版符合时代特点、反映当代科技发展水平的科普图书精品，不仅是加强公民科学素质建设，提升公民科学素质的迫切要求，也是科技界有识之士的共同心声。

科学技术协会是新中国科普事业的主要开创者和推动者。在开展公民科学素质建设，提高公民科学素质水平的历史进程中，肩负着重要责任和神圣使命。我们组织编写的这部《科普通鉴》丛书既是履行“责任”和“使命”，也是对科技界有识之士呼声的积极响应。

20 世纪中叶以来，科学技术进入了多科交叉、互为渗透、综合发展的历史时期，形成了学科林立、知识纷繁的新格局。面对浩如烟海的科学世界，如何确定这部书的编写原则和选题范围是应当首先解决的问题。经与有关专家学者反复研究论证，我们确定了“通览科技文明，鉴取创新精粹”的编写原则，并确定从理、工、农、医和高新科技五大领域中选取 26 个公众关注度较高的热点选题，按 26 卷组织编写这部丛书。

面向具有中等以上文化程度的青少年、农民、城镇劳动者、城市社区居民、领导干部和公务员等重点人群，弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法，普及科学知识是编写本书的出发点和根本目的。考虑到读者对象年龄、职业、身份的多样性和对知识需求的差异性，本书着重介绍具有基础性、通用性、新颖性和前瞻性的知识，读者可以根据自己的需求或兴趣进行阅读；在阐述方法上尽可能做到重点突

出，脉络清晰，尽可能融入人文精神，体现人文情怀，避免科技知识的简单介绍和罗列；在语言风格上力求文笔流畅，深入浅出，生动活泼，雅俗共赏，以达引人入胜的效果。

选择高水平的主编是编好这部丛书的关键。为此，我们发挥科学技术协会学会众多，学科齐全，人才荟萃，联系广泛的优势，面向省内外征集各卷主编候选人。最后经全面比较，优中选优，确定了各卷主编人选，为本书的编写出版奠定了坚实基础。在此我们谨向为本书主编遴选、编写、出版给予大力支持的河南省医学会、气象学会、农学会、地理学会、地震学会、地质学会、机械工程学会、反邪教协会和省气象局、郑州大学、河南大学、河南农业大学、河南工业大学、河南科技大学、河南中医学院、河南科技学院、河南轻工业学院、《太空探索》杂志社、河南科技报社、河南科技活动中心、中国科学技术出版社、河南科学技术出版社等学（协）会和单位表示诚挚的感谢！

作为一部多达 26 卷的大型科普丛书，其涉及领域广，学科多。在内容上为了尽可能避免交叉重复或矛盾冲突，在体例和语言风格上为了尽可能保持相对统一，我们制订了较为详细的编写方案，对各卷的内容范围和全书的体例风格做了必要界定和规范。但是，由于我们学识水平有限，统筹协调不够，编写时间仓促，加之一些担任主编的同志是首次承担科普类作品的编写任务，缺乏相应经验，所以，虽然付出了大量心血，个别卷仍然存在内容取舍不够得当，语言风格不够生动活泼等问题。这些缺憾，我们将在再版重印时加以修订改进。诚恳希望广大读者对本丛书的修订改进提出宝贵意见和建议，以便再版时提高质量。

河南省科学技术协会主席、党组书记 李建中

2013 年 6 月

目 录

引言 / 001

1 认识生物技术 / 003

1.1 现代应用生物技术的内容 / 003

1.2 世界应用生物技术的发展现状 / 006

1.3 我国应用生物技术的发展现状 / 010

1.4 现代应用生物技术展望 / 014

2 基因工程与蛋白质工程 / 017

2.1 神秘的基因 / 017

2.2 基因工程粉墨登场 / 018

2.3 基因工程的“装备” / 020

2.4 基因的体外重组和克隆 / 022

2.5 基因转移与重组体的检测 / 024

2.6 重组体克隆的筛选与鉴定 / 025

2.7 目的基因在生物中的表达 / 025

2.8 蛋白质工程 / 026

3 细胞工程 / 029

3.1 细胞工程概述 / 029

3.2 细胞工程的成果 / 030

3.3 细胞工程的应用 / 036

4	神奇的酶	/ 038
4.1	酶的神秘面纱	/ 038
4.2	酶的生产	/ 040
4.3	酶和细胞的固定化	/ 040
4.4	酶反应器	/ 042
4.5	与生活密切相关的酶	/ 043
5	发酵工程	/ 047
5.1	发酵工业简史	/ 047
5.2	发酵工业的特征	/ 048
5.3	发酵工业的应用范畴	/ 049
5.4	微生物发酵过程	/ 053
6	现代生物技术与人类健康	/ 059
6.1	免疫系统	/ 059
6.2	疫苗	/ 064
6.3	生物制药	/ 072
6.4	生物技术诊断	/ 078
6.5	基因治疗	/ 088
7	现代生物技术与农业生产	/ 092
7.1	动、植物生产	/ 092
7.2	生物农药	/ 099
7.3	微生物肥料	/ 107
8	现代生物技术与食品	/ 119
8.1	舌尖上的生物技术	/ 119
8.2	生物技术为我们的食品安全把关	/ 140
8.3	转基因食品的是与非	/ 142
9	现代生物技术与能源及环境保护	/ 148
9.1	吃石吐金的微生物	/ 149

9.2	生物燃料	/ 152
9.3	微生物净化环境	/ 157
9.4	环境污染监测与评价的生物技术	/ 171
10	人类基因组计划及后基因组研究	/ 175
10.1	人类基因组计划	/ 175
10.2	人类基因组计划大事年表	/ 176
10.3	人类基因组计划研究的主要内容	/ 177
10.4	人类基因组计划的重要意义	/ 178
10.5	基因资源的保护	/ 180
10.6	后基因组时代	/ 183

结语	/ 185
----	-------

参考文献	/ 188
------	-------

后记	/ 195
----	-------

引言

21 世纪是生物学世纪，人们正在享受或期盼着现代生物技术所带来的甜蜜的果实。是的，随着支撑学科如分子生物学、细胞生物学、微生物学、免疫学、遗传学、生理学、系统生物学、化学、化工、计算机、微电子等学科的发展和成熟，生物技术作为一门多学科互相渗透的综合性学科，也得到了飞速的发展，涉及农业生物技术、环境生物技术、工业生物技术、医药生物技术与海洋生物技术，乃至空间生物技术等领域，并将在开发细胞制药厂、细胞计算机、生物太阳能技术等方面发挥关键作用。古老的酿造技术和近代的发酵技术只是利用现有的生物或生物机能为人类服务，而现代生物技术则是按照人们的意愿和需要创造全新的生物类型和生物机能，或者改造现有的生物类型和生物机能，包括改造人类自身，从而造福于人类。

生物技术是当今世界最具潜力和最富活力的科技领域之一，人类可持续发展所面临的粮食、营养、医疗、健康、能源、资源、环境等诸多问题的解决，将更多地依赖于生物技术的突破和应用。生物技术每前进一步，都将对经济与社会的发展带来深远影响，它是在基因工程、蛋白质工程、细胞工程、酶工程、发酵工程等先进的现代生物技术手段基础上产生和发展起来的，这些先进的现代生物技术手段构成了现代应用生物技术的重要内容。

近十几年来国际上生物技术的发展，概括起来，有以下几个明显趋向和特征：

（一）基因操作技术日新月异，不断完善，特别是基因转移技术、基因扩增技术、基因克隆技术、基因修饰技术等，并通过商业渠道，出售专项技术全套试

剂，大力推广。目前，基因技术已经推广到基层，例如临床医生采用基因扩增技术诊断疑难病症。

（二）生物治疗突飞猛进。新型药物和疫苗已有 20 多种新产品投放市场，已产生巨大的经济和社会效益，并将面临医药工业的更新。

（三）转基因植物和动物有重大突破。通过转基因技术开发了抗虫、抗病、抗逆等农作物，如抗虫的棉花已经进入实用化阶段；培育转基因动物。采用生物技术改造整个农业，估计到 2030 年能全面开展。

（四）人体基因组图谱成为国际间协作的一项重大科学研究课题，对开发新药提供了美好前景。

（五）基因治疗出乎意料地取得重大进展。自 1990 年基因治疗一例先天性免疫缺陷症以来，仅 4 年时间基因治疗的对象已很快扩展到治疗恶性肿瘤、艾滋病、乙型肝炎、心血管等严重疾病。估计在不久的将来，恶性肿瘤、艾滋病等严重疾病的防治可望有所突破。

目前生物技术，更多地用于医药。更美好的前景则是在农业方面。如杂交玉米的制种，不在农田里，而是直接操作玉米 DNA 进行。而且培育出抗病、高产或具有含油量高等特性的新品种。除节省费用、农田外，时间还大大缩短。从某种意义上来说，玉米已经不再是一种农产品了，遗传工程在农业上的普遍应用，将彻底改变农业的面貌。几千年农民“面朝黄土背朝天”的时代将一去不复返。

现代生物技术，是人类在建立实用生物技术中从必然王国走向自由王国、从等待大自然的恩赐转向主动向大自然索取的质的飞跃。

1 认识生物技术

生物技术（生物工程）属于当今国际上重要的高技术领域，被认为是 21 世纪科学技术的核心力量。随着现代应用生物技术在各个领域的深入发展，人们越来越多地采用多学科的方法来解决生产实践中的各种问题。现代各个领域，包括医药、农业、畜牧业、食品、化工、林业、环境保护、采矿冶金、材料、能源等领域，采用的现代生物技术手段是相通的。随着 DNA 重组技术和杂交瘤细胞工程技术的深入发展，人们越来越有可能采取先进的现代生物技术手段来解决生产、实践中的问题。现代应用生物技术所采用的先进生物技术手段包括基因工程、蛋白质工程、细胞工程、酶工程、发酵工程等新技术。利用这些先进的现代生物技术手段，人们就可以改造生物体，获得优良品质的动物、植物或微生物品系，加工生物体的某一部分或生物生长过程所能利用的物质，如淀粉、糖蜜、纤维素等有机物，也包括一些无机化学品甚至某些矿石，为人类生产出所需的产品，包括粮食、医药、食品、化工原料、能源、金属等各种产品，达到疾病的预防、诊断与治疗、环境污染的检测和治理等目的。这些领域的现代应用生物技术，必然对人类社会的政治、经济、军事等方面产生影响。

1.1 现代应用生物技术的内容

现代应用生物技术是在基因工程、蛋白质工程、细胞工程、酶工程、发酵工程等先进的现代生物技术手段基础上产生和发展起来的。这些先进的现代生物技术手段构成了现代应用生物技术的重要内容。图 1-1 表现了现代应用生物技术的范围和内容。

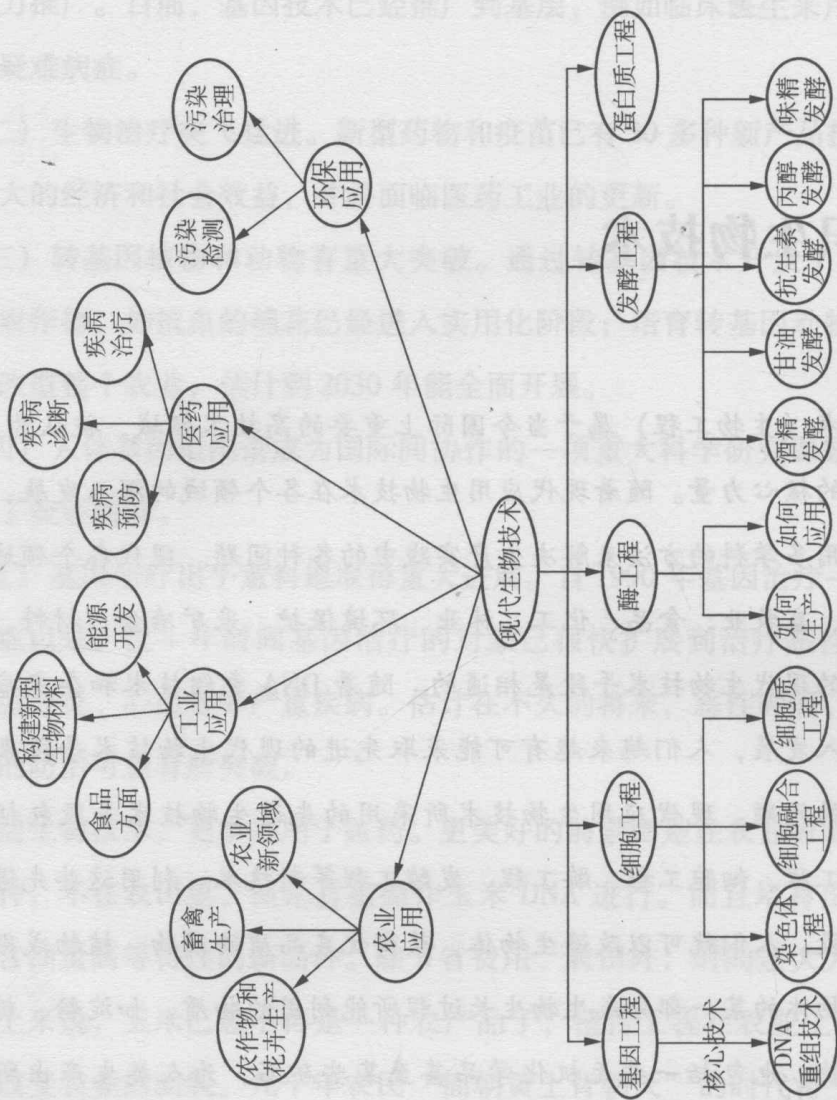


图 1-1 现代应用生物技术的范围和内容

基因工程，又叫作遗传工程，是对不同生物的遗传物质——基因，在体外进行剪切、组合和拼接，使遗传物质重新组合，然后通过质粒、噬菌体或病毒等载体转入微生物、植物或动物细胞内，进行无性繁殖，并使所需基因在细胞中表达，产生出人类所需要的产物或组建新的生物类型。这种创造新生物并给予新生物以特殊功能的过程就被称为基因工程，也被称作 DNA 重组技术。

蛋白质工程是指在基因工程的基础上，结合蛋白质物理化学及生物化学技术、计算机辅助设计等多学科的基础知识，通过对蛋白质分子结构的合理设计，再通过基因工程的手段生产出人类需要的具有更高生物活性或独特性质的蛋白质。

细胞工程包括细胞融合、细胞大规模培养以及植物组织培养快速繁殖技术。

细胞融合技术是指将两种不同类型的细胞,通过化学、生物或物理手段使之融合在一起,从而产生出同时具有两个亲本的遗传特性的新细胞。细胞大规模培养技术是以工业化生产为目的,从大量培养的细胞中获得药物或其他有用物质。植物组织培养快速繁殖技术是利用植物细胞的全能性由扩增的细胞分化再生成植株,这样就有可能用细胞器官和组织的再生苗来代替种子实生苗,无限地扩大繁殖系数。总之,细胞工程就是以细胞为基本单位,在体外条件下进行培养、繁殖,或人为地使细胞某些生物学特性按人们的意愿发生改变,从而达到改良生物品种和创造新品种,加速繁育动、植物个体或获得某种有用的物质的过程。

酶工程是指在一定的生物反应器中,利用酶的催化作用将相应的原料转化成有用物质的技术,包括酶的生产应用、酶和细胞的固定化以及酶的分子修饰技术。酶是生物体内产生的具有催化作用的蛋白质或 RNA,其催化效率是化学催化的千百倍或更高,而且是在常温、常压下进行,专一地催化某一反应。

发酵工程是利用微生物生长速度快、生长条件简单以及代谢过程特殊等特点,在合适条件下,通过现代工程技术手段,由微生物的某种特定功能生产出人类所需的产品,有时也称作微生物工程,包括菌种选育、菌体生产利用、代谢产物的生产利用以及微生物功能的利用技术。

以上五个方面的工程技术系统并不是各自独立的,它们彼此是相互联系、相辅相成的,其中基因工程技术是核心技术,占主导地位,能带动其他技术的发展。例如,通过基因工程对细菌或细胞改造后获得的工程菌或细胞,都必须分别通过发酵工程或细胞工程来生产有用的物质;又如,通过基因工程技术对酶进行改造以增加酶的产量、酶的稳定性以及提高酶的催化效率等。

现代应用生物技术以上述五种生物技术为核心内容,包括它们在各个应用领域中的具体应用。这些领域的广泛应用带来了经济上的巨大效益,各种与现代应用生物技术相关的企业大量涌现,应用生物技术产业被众多专家视为 21 世纪的朝阳产业。概括地说,现代应用生物技术产业可分为七个类型,包括疾病治疗,诊断试剂,农业、林业与园艺,食品,环境,化学品,设备等的现代应用生物技术产业。疾病治疗现代应用生物技术产业经营范围主要是用于控制人类疾病的医药产品,包括抗生素、生物药品、基因治疗等;诊断试剂现代应用生物技术产业