

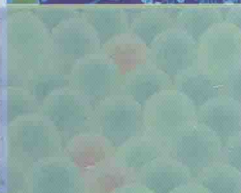
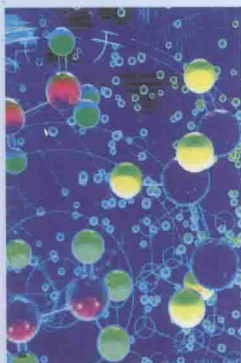


普通高等教育生物工程“十二五”规划教材

SHENGGWU  
ANQUAN JICHU

# 生物安全基础

主 编◎夏海林 黄新志  
副主编◎陈明辉 胡颂平 杜 娟 李沛波  
主 审◎吴晓玉



普通高等教育生物工程“十二五”规划教材

# 生物安全基础

主 编 夏海林 黄新志  
副主编 陈明辉 胡颂平  
杜 娟 李沛波  
主 审 吴晓玉

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

-----  
**图书在版编目 ( C I P ) 数据**

生物安全基础 / 夏海林, 黄新志主编. — 成都:  
西南交通大学出版社, 2012.8  
普通高等教育生物工程“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-5643-1664-8

I. ①生… II. ①夏… ②黄… III. ①生物技术—安  
全管理—高等学校—教材 IV. ①Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 176426 号  
-----

普通高等教育生物工程“十二五”规划教材

**生物安全基础**

主编 夏海林 黄新志

责任编辑	高平
特邀编辑	罗在伟
封面设计	原谋书装
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	<a href="http://press.swjtu.edu.cn">http://press.swjtu.edu.cn</a>
印 刷	四川锦祝印务有限公司
成品尺寸	170 mm × 230 mm
印 张	17
字 数	302 千字
版 次	2012 年 8 月第 1 版
印 次	2012 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1664-8
定 价	32.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 编 委

**主 编：**夏海林（江西农业大学）

黄新志（江西农业大学）

**主 审：**吴晓玉（江西农业大学）

**副主编：**陈明辉（江西农业大学）

胡颂平（江西农业大学）

杜 娟（江西中科院庐山植物园）

李沛波（中山大学）

**参 编：**裴 刚（湖南中医药大学）

罗志华（江西农业大学）

邱 波（江西农业大学）

# 前 言

生物安全问题是当前及今后相当长时间内国内和国际社会所面临的最紧迫的问题之一。生物安全是研究如何评价和控制与农业、人类健康或生命安全及生存环境等有关的所有生物和环境风险的一门高度交叉和综合的新兴学科，涉及生命科学、农业科学、环境科学、食品科学和医学等多个学科领域。本书是从最基础的生物安全知识角度出发，通过参考并收集了国内外最新文字、图片等资料，征求同行意见，逐步形成了较为系统的生物安全基础教材，主要阐述生物安全对人类生活的各个层面的影响，重点介绍转基因生物的生物安全性、外来生物入侵的生物安全性、医药生物技术产品的生物安全性、生物技术大规模生产的生物安全性以及人类所面临的生物恐怖的生物安全性。希望本书的出版对我国生物安全领域有所帮助，对有关的研究人员、工程技术人员、管理人员、教师、研究生甚至是广大生物安全爱好者有所裨益。

本书第一章、第二章、第四章由夏海林编写，第三章由夏海林和黄新志共同编写，第五章由李沛波、邱波共同编写，第六章由胡颂平编写，第七章由裴刚、罗志华共同编写，第八章由杜娟编写，第十章由黄新志编写，第九章、第十一章由陈明辉编写。全书由江西农业大学生物科学与工程学院吴晓玉院长主审，霍光华副院长对本书的出版也给予了很大的支持，可贵的是江西农业大学副校长贺浩华教授在百忙中也对本书的内容提出非常有建设性的建议在此一并表示感谢。

为本书的出版，各位编写者倾注了极大的热情，付出了艰辛的劳动，但受学识水平所限，错误在所难免，在此恳请广大读者及专家学者不吝指正，以便修订时更正。

编 者

2012年5月于江西农业大学



# 目 录

<b>第一章 绪论——生物技术与生物安全</b> .....	1
第一节 生物安全问题产生的背景 .....	1
第二节 生物技术与生物安全 .....	4
第三节 农业转基因生物及其产品的安全管理 .....	23
思考题 .....	31
<b>第二章 转基因植物与生物安全</b> .....	32
第一节 转基因植物概述 .....	32
第二节 转基因植物的生物安全及管理 .....	50
思考题 .....	66
<b>第三章 转基因微生物及其产品的生物安全</b> .....	67
第一节 转基因微生物概述 .....	67
第二节 转基因微生物的生物安全 .....	73
第三节 转基因农业微生物应用与生物安全 .....	82
思考题 .....	86
<b>第四章 转基因动物及其产品的生物安全</b> .....	87
第一节 转基因动物概述 .....	87
第二节 转基因动物的制作策略 .....	90
第三节 转基因动物的应用 .....	96
第四节 转基因动物及其产品的生物安全 .....	100
第五节 转基因动物安全性检测与监控 .....	106
思考题 .....	114



<b>第五章 转基因水生生物的生物安全</b> .....	115
第一节 转基因水生生物概述 .....	115
第二节 转基因水生生物的生物安全 .....	120
思考题 .....	127
<b>第六章 转基因食品的生物安全</b> .....	128
第一节 转基因食品概述 .....	128
第二节 转基因食品的生物安全 .....	131
思考题 .....	143
<b>第七章 医药生物技术及其产品的生物安全</b> .....	144
第一节 医药生物技术概述 .....	144
第二节 医药生物技术及其产品的安全性 .....	149
思考题 .....	157
<b>第八章 生物入侵与生物安全</b> .....	158
第一节 生物入侵概述 .....	158
第二节 影响外来物种入侵的因素 .....	171
第三节 外来物种入侵的管理及生物安全防治措施 .....	178
思考题 .....	183
<b>第九章 生物技术大规模生产的生物安全</b> .....	184
第一节 生物技术大规模生产过程及出现的主要危害 .....	184
第二节 微生物产业的主要生物危害 .....	187
第三节 生物安全紧急应变机制 .....	191
思考题 .....	194
<b>第十章 生物安全与“三废”处理</b> .....	195
第一节 生物危害概述 .....	195
第二节 生物危害的处理方法 .....	197
思考题 .....	203



第十一章 生物武器与生物恐怖带来的生物安全问题 .....	204
第一节 生物武器与生物恐怖 .....	204
第二节 生物武器的特点及投放方式 .....	206
第三节 典型的危险性病原体或毒素 .....	211
思考题 .....	241
附录一 学习本课程推荐浏览网站 .....	242
附录二 基因工程安全管理办法 .....	244
附录三 生物安全实验室良好工作行为指南 .....	250
附录四 实验室生物危险物质溢洒处理指南 .....	255
参考文献 .....	259





# 第一章 绪论——生物技术与生物安全

## 第一节 生物安全问题产生的背景

生物安全问题是随着现代生物技术特别是重组 DNA 技术或基因工程技术的发展而逐渐成为全球社会关注的话题。1973 年正式建立的重组 DNA 技术使现代生物技术进入到一个全新的基因工程时代,人类从此可以按照自己的意愿设计、构建生物体,用来改造生物,并进而改造整个自然界,对人类生活和社会进步起着非常重要的作用。但也正是从此开始,重组 DNA 技术的安全性问题引发了一场又一场激烈的争论。

美国斯坦福大学的生物化学家 Paul Berg 教授所领导的研究小组开创了基因工程的研究先河,同时也引发了关于转基因生物潜在风险性的广泛争论。

20 世纪 60 年代, Berg 教授开始了对猴病毒 SV40 的研究,他设想,SV40 病毒是高等动物病毒,可通过这一病毒将外源 DNA 导入真核生物,例如,采用 SV40 病毒作为细菌 DNA 的载体,将细菌 DNA 导入高等生物。按照这种设想, Berg 和他的同事们经过艰苦的努力和繁杂的实验终于将来自细菌的一段 DNA 和 SV40 病毒的 DNA 连接起来了,获得了世界上第一个重组 DNA 分子, Berg 为此获得了诺贝尔奖。这项研究成果标志着人类跨入了一个科学的新纪元,人们可以利用现代生物技术在 DNA 水平上来改造生物体,进而可能从此改造整个世界。

随后,冷泉港实验室的一位年轻微生物学家 Robert Pollack 打电话给 Berg,提醒他正在研究的猴病毒 SV40 是一种小型动物的肿瘤病毒,它能将人的细胞转化为类肿瘤细胞,如果这些研究材料扩散到自然界中,并成为人类的致癌因素的话,将导致一场灾难。

根据一些科学家的建议,出于对基因工程技术安全性的考虑, Berg 于 1971 年秋天暂时终止了实验,没有将他得到的重组 DNA 分子去转染真核细胞。

1972 年春天,美国加州大学 Boyer 实验室从大肠杆菌中分离出一种限制性核酸内切酶,并命名为 ECORI,它可以在 DNA 的特定序列位置将 DNA 分子



有规则地切断，切开后的 DNA 片段又可以重新连接起来。后来陆续发现了各种不同的限制性内切酶，这些发现使生物学家获得了对生物的遗传物质 DNA 进行各种基因操作的工具。从此，重组 DNA 技术得到了迅猛发展，同时，也有越来越多的人开始关注重组 DNA 可能带来的潜在危害。

当 Boyer 介绍完他与 Cohen 合作将来源不同的基因切割、拼接成基因杂体的工作后，到会的许多生物学家感到非常兴奋。但同时，也有一批生物学家也对即将到来的大量基因工程操作表示了担忧。

1973 年，在美国新罕布什尔州举行的一次讨论核酸的会议（称为 Gordon 会议）上，许多生物学家对即将到来的重组 DNA 操作的安全问题极为担忧（当时主要考虑可能会对实验室工作人员和公众带来危害），建议成立专门委员会管理重组 DNA 研究，并制定指导性法规。

1974 年 1 月，美国斯坦福大学的生物化学教授 Paul Berg 开始筹备一个小型研讨会，并于同年 4 月在麻省理工学院召开，与会者包括 Watson、Nathans 等几位诺贝尔奖获得者。会议给出了一个报告，3 个月后该报告由美国科学院正式发表。报告总结了 Gordon 会议以来重组 DNA 技术的发展，并严肃指出此类研究如不加以限制和指导，可能带来生物危害。报告中提出下列建议：

（1）暂时禁止两类实验的进行，一类是关于制造新的、能自我复制的有潜在危险的质粒实验。这类质粒可能将抗生素的抗性转入其他微生物，或将毒性转入无毒菌。第二类是将癌基因或其他动物病毒基因与质粒或其他病毒基因相连的实验。全世界科学家都应自觉遵守，直至有合适的方法来评价和控制其可能的危害。

（2）对将动物 DNA 和质粒或噬菌体 DNA 相连的实验要慎重考虑。

（3）呼吁美国国立卫生研究院（NIH）建立一个顾问委员会，来负责评价重组 DNA 的风险性，寻找降低这种风险性的途径，制定准则来指导关于重组 DNA 的研究。

（4）在 1975 年再召开一次国际性会议，呼吁从事这方面研究的科学家重点讨论如何对待重组 DNA 分子可能带来的危害。

这次小型研讨会给世界范围内生物学的发展带来很大影响，并直接导致了阿西罗玛（Asilomar）会议的召开。

1975 年 3 月，阿西罗玛会议在美国加利福尼亚州召开，来自十几个国家共 150 多名当时的分子生物学精英们通过讨论使大家认识到，基因工程存在着潜在风险，生物安全的风险是一种综合的长期效应，它可能对其他生物和生态环境带来潜在的影响。其影响也可能在近期表现出来，也可能经过一个较长的潜伏期后才表现出来。阿西罗玛会议是第一个讨论生物技术可能引起



生物风险的国际性会议，其目光长远并且采取了战略性综合的态度。大家一致认为，科学要发展，生物学要进步，应该积极地对待在进步中可能带来的风险，要努力采取一些尽可能的方法和措施来预防风险，立足于预防为主方针，防止危害和风险，确保生物安全。这是各国科学家第一次专门讨论转基因生物安全性问题。

1975年，阿西罗玛会议召开之后，一些国家着手开始制定有关生物安全的管理条例和法规。1976年美国国立卫生研究院（NIH）发布的《重组DNA分子研究准则》成为第一个有关生物安全的法规。随后，德、法、日、澳等国也相继制定了有关重组DNA技术的安全操作指南或准则，经济发展合作组织（OECD）颁布了《生物技术管理条例》，欧盟颁布了《关于控制使用基因修饰微生物的指令》、《关于基因修饰生物向环境释放的指令》等。

1992年6月，联合国环境与发展大会通过的《生物多样性公约》中正式提出生物安全问题。

1993年，国际经济合作与发展组织（OECD）提出转基因食品安全性分析原则是“实质等同性”原则。即转基因食品及其成分应与市场上销售的对应食品具有实质等同性。这种等同性包括表型性状、分子特性、主营养成分及抗营养因子。

2000年1月24~29日在加拿大蒙特利尔正式通过《生物安全议定书》。

2001年5月23日，中国国务院第304号令颁布了《农业转基因生物安全管理条例》。该条例共分8章，分别是总则、研究与试验、生产与加工、经营、进口与出口、监督检查、罚则、附则等。

此后，生物安全管理就成为基因工程发展中必须考虑的一个重要问题。

生物安全问题的产生可由图1.1来概括。

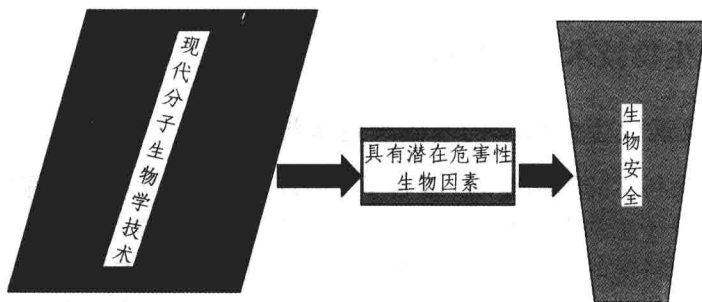


图 1.1 生物安全问题的产生

## 第二节 生物技术与生物安全

### 一、生物技术（Biotechnology）概述

生物技术（Biotechnology，BT）一词最早是由匈牙利人 Karl Ereky 于 1917 年提出的，其含义是指利用生物将原材料转变为产品的技术。

随着新技术的出现与发展，生物技术的内涵在不断扩大。20 世纪 30 年代生物技术以发酵产品为主干，40 年代抗生素工业成为生物技术产业的支柱产业，50 年代氨基酸发酵和 60 年代酶制剂工程相继出现，到 70 年代 DNA 重组技术使生物技术得到了突飞猛进的发展，并与信息技术、材料技术及能源技术共同构成了人类新的技术革命的基础，随之也赋予了生物技术更深层次的内涵。

#### （一）生物技术的定义

生物技术是以现代生命科学理论为基础，利用生物体及其细胞、亚细胞和分子的组成部分，结合工程学、信息学等手段开展研究及制造产品或改造动物、植物、微生物等，并使其具有所期望的品质、特性，从而为社会提供商品和服务的综合性技术体系。

因此，生物技术是一门新兴的、综合性的学科。生物技术是当代科学技术的前沿领域之一，将成为 21 世纪引发新科技革命的重要推动力量。广义的生物技术包括基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程、组织工程、生物信息和生物芯片等一系列生物新技术，其中，以转基因技术为代表的基因工程是基因资源利用的关键技术。

#### （二）生物技术三个基本要素

##### 1. 涉及现代生命科学的基础理论和技术

现代生命科学的基础理论：遗传学、生理学、生物化学、生物物理学、细胞生物学、分子生物学、生物信息学等许多学科和分支学科。

现代生命科学的技术：重组 DNA 技术、细胞融合技术等。

生命科学涉及生物学、医学和农学等与生命有关的学科领域。其中生物学理论和技术是现代生物技术最重要的基础。



## 2. 应用生物材料或生物系统

生物材料：微生物、植物和动物体或者它们的器官、组织、细胞以及细胞器。

生物系统：无细胞翻译系统、酶系统等。

利用生物特有的方式，在适当的条件下，经济地制备人类所需要的生物活性物质。

**☞ 无细胞翻译系统：**无细胞翻译系统指保留蛋白质生物合成能力的细胞抽取物，在非细胞环境中合成蛋白质的过程。无细胞翻译系统主要包含以下成分：核糖体、各种 tRNA、各种氨酰-tRNA 合成酶、蛋白质合成需要的起始因子和延伸因子以及终止释放因子、GTP、ATP、20 种基本的氨基酸。常见的无细胞翻译系统有：大肠杆菌无细胞翻译系统、麦胚无细胞翻译系统、兔网织红细胞无细胞翻译系统等。现已成功地用无细胞系统合成多种病毒和细菌蛋白以及多种哺乳动物蛋白，例如血红蛋白、轻链和重链免疫球蛋白、肌动蛋白、肌球蛋白等。

**☞ 酶系统：**通过基因工程手段把木聚糖降解酶系统中的某个酶的基因引入大肠杆菌或合适的宿主细胞表达，可以简化酶系统纯化工作。

**☞ 木聚糖降解酶系统：**主要有  $\beta$ -1,4-内切木聚糖酶、 $\beta$ -木糖苷酶、 $\alpha$ -葡萄糖醛酸苷酶、乙酰木聚糖酯酶等，这些酶通过特定的协同机制作用于木聚糖，从而使木聚糖降解为各种单糖。

## 3. 通过一定的工程系统（生产工艺、设备等）获得产品或提供服务

通过工程学途径，规模化地制备市场需要的生物产品，如药品、细胞或 DNA 制品、组织或器官、动植物新品种、食品、饲料、肥料、试剂、材料等，以及提供能治疗预防疾病、改善自然生态环境、消除环境污染等方面的服务。

### （三）生物技术应用领域

#### 1. 农业粮食领域

世界人口快速膨胀，农业粮食领域的安全问题正是生物技术应用直观体现。现代生物技术越来越多地运用于农业中，使农业经济达到高产、高质、高效的目的。

在基因克隆农作物的开发下，除了克隆导入抗虫害基因、抗冻基因外，也在



增加一些农作物产品的营养价值上做出贡献，获得了一些富含其他营养物质的农作物产品，例如含有维生素 A 的稻米也已问世。在有限耕地下，克隆农作物行之有效地解决了农作物产品品质上的问题。除此之外，观赏用的花卉，也靠着组织培养的技术，将高品质的花卉复制生产，提高花卉价值，例如我国台湾的蝴蝶兰。另外，经过遗传工程技术处理，乳牛能产生凝血因子并在医学上付诸应用。

生物肥料是指主要利用微生物技术制作的肥料种类。生物肥料不仅给作物提供养料、改善品质、增强抗寒抗虫害能力、还能改善土壤的通透性、保水性、酸碱度等理性化特性，可为作物根系创造良好的生长环境，从而保证作物增产。

生物农药是利用微生物、抗生素和基因工程等产生有杀灭虫病效果的毒素物质，生产出广谱毒力强的微生物菌株制作而成的农药。它的特点是没有化学农药那样见效快，但效果持久。与化学农药比，害虫难以产生抗药性，对环境影响小，对人体和作物的危害性小，但是使用范围和方法有一定的限制。

利用生物技术可获得高产优质的畜禽产品和提高畜禽的抗病能力。首先，生物技术不仅能加快畜禽的繁殖和生长速度，而且能改良畜禽的品质，提供优质的肉、奶、蛋产品。其次，生物技术可以培育抗病的畜禽品种，减少饲养业的风险。如利用转基因的方法，培育抗病动物，可以大大减少牲畜瘟疫的发生，保证牲畜健康，从而确保人类健康。

## 2. 军事科技和生物反恐领域

基因工程武器简称基因武器，例如插入眼镜蛇毒液基因的流感病毒和含有炭疽病毒的大肠杆菌。基因武器的特点是生产成本低、杀伤力大、作用时间长。对方使用难发现、难预防、难治疗。使用方法简单，施放手段多，只伤害人，不破坏武器装备、设施。而且一旦使用会产生强烈的心理威慑作用。美国“9·11”恐怖事件和随后的“炭疽事件”，使大部分美国人感到，今后的生物恐怖事件可能发生，对生物恐怖事件的防卫必须予以重视。生物反恐将与公共健康系统、传统国防工业、生物技术和制药业产生紧密的联系。例如，新型抗菌素和抗病毒处理剂正在研制，以用于对付已是抗病性的病原体；一些公司研究利用单克隆抗体清除血液中的毒素；其他研制中的产品包括专用酶制剂，用于修复被有意污染的环境、快速大气监测仪、传染物诊断试剂、新的药物运送系统等。

## 3. 工业应用与环境保护领域

### 1) 工业应用领域

在工业领域上，利用工业菌种的特殊代谢路径，来替代一些化学反应。除了专一性提高，也在常温常压下，节约能源。也由于专一性高，产生的废



弃物量低，也因此被称为绿色工业。

生物技术工业领域主要有以下几个方面的应用：

### (1) 食品方面。

首先，生物技术被用来提高生产效率，从而提高食品产量。

其次，生物技术可以提高食品质量。例如，以淀粉为原料采用固定化酶（或含酶菌体）生产高果糖浆来代替蔗糖，这是食糖工业的一场革命。

再次，生物技术还用于开拓食品种类。利用生物技术生产单细胞蛋白为解决蛋白质缺乏问题提供了一条可行之路。目前，全世界单细胞蛋白的产量已经超过 3 000 万吨，质量也有了重大突破，从主要用作饲料发展到走上人们的餐桌。

### (2) 材料方面。

通过生物技术构建新型生物材料，是现代新材料发展的重要途径之一。

首先，生物技术使一些废弃的生物材料变废为宝。例如，利用生物技术可以从虾、蟹等甲壳类动物的甲壳中获取甲壳素。甲壳素是制造手术缝合线的极好材料，它柔软，可加速伤口愈合，还可被人体吸收而免于拆线之苦。

其次，生物技术为大规模生产一些稀缺生物材料提供了可能。例如，蜘蛛丝是一种特殊的蛋白质，其强度大，可塑性高，可用于生产防弹背心、降落伞等用品。利用生物技术可以生产蛛丝蛋白，得到可与蜘蛛丝媲美的纤维。

再次，利用生物技术可开发出新的材料类型。例如，一些微生物能产出可降解的生物塑料，避免了“白色污染”。

### (3) 能源方面。

生物技术一方面能提高不可再生能源的开采率，另一方面能开发更多可再生能源。

首先，生物技术提高了石油开采的效率。

其次，生物技术为新能源的利用开辟了道路。

## 2) 环境保护领域

当环境受到破坏，可以利用生物技术的处理方式，让环境免于第二次受害。现代生物技术建立了一类新的快速准确监测与评价环境的有效方法，主要包括利用新的指示生物、利用核酸探针和利用生物传感器。

人们分别用细菌、原生动物、藻类、高等植物和鱼类等作为指示生物，监测它们对环境的反应，便能对环境质量作出评价。核酸探针技术的出现也为环境监测和评价提供了一条有效途径。例如，用杆菌的核酸探针监测水环境中的大肠杆菌。

近年来，生物传感器在环境监测中的应用发展很快。生物传感器是以微生物、细胞、酶、抗体等具有生物活性的物质作为污染物的识别元件，具有成本低、易制作、使用方便、测定快速等优点。

生物具有高度专一性，能针对特殊的污染源进行排除。例如运输原油的邮轮因事故将重油泄漏污染海域，而利用分解重油的特殊微生物菌株对重油进行分解，代谢成环境可以接受的短链脂肪酸等，排解污染。此外，土壤在遭受污染时，亦可利用特定植物吸收污染源。科学家利用基因工程技术，将一种昆虫的耐 DDT 基因转移到细菌体内，培育一种专门“吃” DDT 的细菌，大量培养，放到土壤中，土壤中的 DDT 就被“吃”得一干二净，有效解决了 DDT 对土壤的污染。

#### 4. 医药卫生与人类健康领域

目前，医药卫生与人类健康领域是现代生物技术应用得最广泛、成绩最显著、发展最迅速、潜力也最大的一个领域。像干细胞应用于再生医学领域，如人工脏器、神经修复等；或是以蛋白质结构解析数据，对于功能性区域来开发相对应的抑制剂（如酵素抑制剂）。利用微阵列核酸芯片，或是蛋白质芯片，寻找致病基因；或是利用抗体技术，将毒素送入具有特殊标记的癌细胞；或利用基因克隆技术，进行基因治疗等。

生物技术在医药卫生与人类健康领域的应用主要体现在以下几个方面：

##### 1) 疾病预防

利用疫苗对人体进行主动免疫是预防传染性疾病的有效手段之一。注射或口服疫苗可以激活体内的免疫系统，产生专门针对病原体的特异性抗体。

20 世纪 70 年代以后，人们开始利用基因工程技术来生产疫苗。基因工程疫苗是将病原体的某种蛋白基因重组到细菌或真核细胞内，利用细菌或真核细胞来大量生产病原体的蛋白，这种蛋白即可作为疫苗。

##### 2) 疾病诊断

生物技术的开发应用，提供了新的诊断技术，特别是单克隆抗体诊断试剂和 DNA 诊断技术的应用，使许多疾病特别是肿瘤、传染病在早期就能得到准确诊断。单克隆抗体以它明显的优越性得到迅速的发展，全世界研制成功的单克隆抗体有上万种，主要用于临床诊断、治疗试剂、特异性杀伤肿瘤细胞等。有的单克隆抗体能与放射性同位素、毒素和化学药品连接在一起，用于癌症治疗，它能准确地找到癌变部位，杀死癌细胞，有“生物导弹”、“肿瘤克星”之称。





DNA 诊断技术是利用重组 DNA 技术，直接从 DNA 水平作出人类遗传性疾病、肿瘤、传染性疾病等多种疾病的诊断。它具有专一性强、灵敏度高、操作简便等优点。

### 3) 疾病治疗

生物学在疾病治疗方面主要包括提供药物、基因治疗和器官移植等方面。利用基因工程能大量生产一些来源稀少价格昂贵的药物，减轻患者的负担。这些珍贵药物包括生长抑素、胰岛素、干扰素等等。

基因治疗利用分子生物学方法将目的基因导入患者体内，使之表达目的基因产物，从而使疾病得到治疗，这是现代医学和分子生物学相结合而诞生的新技术。基因治疗作为新疾病治疗的新手段，给一些难治疾病的治疗带来了光明。

器官移植技术向异种移植方向发展，即利用现代生物技术，将人的基因转移到另一个物种上，再将此物种的器官取出来置入人体，代替人体生病的“零件”。另外，还可以利用克隆技术，制造出完全适合于人体的器官，来替代人体“病危”的器官。

## (四) 生物技术研究热点和发展趋势

### 1. 当前生物技术发展的热点

#### 1) 转基因技术

转基因技术是当前、也是今后相当长一段时期内农业、食品、医药、能源、矿产和环境等领域生物技术产业的核心技术。农业发展面临农业生产调整结构，降低生产成本，减少化学农药和肥料使用，改进农业生态平衡等重大问题。为此，要求大大提高农作物对各种生物或非生物的逆境（病虫草害、干旱、寒冷、炎热、酸性或碱性土壤等）的抗性，向市场提供数量更多、品质更好、营养更丰富的“绿色”食品和饲料。而转基因技术可为上述目标作出关键性贡献。此外，转基因技术正在将植物和动物转变成制造药品、塑料、强力纤维等的“生物反应器”，农业将越来越多地成为人类获取纤维、化工原料、药物、可再生能源等的生产源泉。

#### 2) 基因组学技术

基因组学技术是在人类基因组计划带动下飞速发展起来的一门技术。有人预言，基因组学研究将成为整个 21 世纪生命科学发展的基石。

在医疗领域，基因组学的研究成果，不仅提供了用于研究开发基因工程药