



分子生物医学工程

四川大学出版社

生物医学工程丛书 V

分子生物医学工程

任恕著

(川)新登字005号

责任编辑：胡宇红

封面设计：何一兵

技术设计：刘江

生物学工程丛书 V

分子生物学工程

任怨著

四川教育出版社出版发行

(成都盐道街三号)

四川省新华书店经销

自贡新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 印张10.25 插页7 字数220千

1991年12月第一版

1991年12月第一次印刷

印数：1—550册

ISBN7-5408-1548-5/G·1495 定价：6.40元



作者简介

任恕，1928年9月生，1952年毕业于武汉大学化学系。

现任同济医科大学教授，生物医学工程研究室主任，环境医学监测教研室主任；国家教委高校传感技术研究会副理事长；中国生物医学工程学会理事及传感技术专业委员会副主任委员；中国仪器仪表学会传感器学会常务理事等职。长期从事生物医学工程与环境医学的科研和教学工作，目前主要进行分子传感技术与分子生物医学工程方面的研究工作。

已发表有论著《传感技术在环境科学中的研究》、《生物医学传感技术的进展》和各种论文150余篇。

内容提要

生物医学科学正在进入分子时代。为适应此新的发展，特在《生物医学工程丛书》中设立了《分子生物医学工程》(MBME)分册。

MBME是生物医学工程的分支，面向21世纪的新学科。本书较系统地论述了MBME，并着重讨论了分子生物医学的技术学与方法学问题。主要包括MBME的历史背景、理论基础、技术基础、重点专题与其对现代医学、中医学、生物技术与分子神经科学等的贡献等。

本书可供大专院校师生、研究生和科研院所的研究人员及一切关心生命科学与物理科学结合发展高新技术的科学工作者阅读参考。

序

在可敬的学术界和出版界朋友们的鼓励和支持下，我有幸主编这一套生物医学工程丛书，感到兴奋，也感到任重。

为什么要出这样一套丛书？我觉得，道理很简单。一句话，社会的需要。它既是促进医疗保健现代化的需要，也是开发新兴产业的需要；既是提高现代科学文化水平的需要，也是迎接世界新技术革命挑战的需要。总之，是社会的需要，是社会现代化的需要。

生物医学工程是一门新兴的综合性学科。到现在，人们有的对它感到陌生，有的看法不一，这都是很自然的。“生物医学工程就是生物学加医学加工程学，三合一”，这是一种看法；“生物医学工程就是工程学在生物学、医学中的应用”，这又是一种看法。我认为，无论是相加也好，应用也好，都有一定的道理。但是，从现实的情况，特别是发展的趋势看，还可以对生物医学工程再作一番深究。依我看，生物医学工程正

在形成一门现代工程科学，一门把生物学、医学和工程学由耦联到融合塑造而成的整体性现代工程科学，一门以生物体（现在研究的主体是人）整体及其各个组成系统和结构层次的动态和规律、生物体与人为条件、自然环境和社会群体的关系和规律为主要研究对象的生命工程科学。主要是人体生命工程科学。说到“工程”，老的概念是指修建、营造，中英文都如此。现代工程科学是指这样一种科学体系，它的任务是研究如何使物质（包括生物的和非生物的）、能源和信息，按照人们预期的目的，利用跨学科耦联性的原理和方法，在保证社会效益、经济效益和生态效益的原则下，转化成为适应人们需要的社会产品或社会服务业。和许多现代工程科学如能源工程、材料工程、信息工程等一样，生物医学工程也是一种现代工程科学，即人体生命工程科学。

这套丛书怎么编？我们有些想法和作法，且待实践来检验。第一，生物医学工程还在发展中，还没有一套完整定型的体系，我们也没有这样一套完整体系的工作准备。因此，我们不是先搞出一套全面的编辑构架来，然后逐项安排内容；而是根据有多少实际工作内容，出多少书。先求实，先不求全。第二，每本专书既反映这个专题研究领域的现状和可能的发展，更要有作者

自己在这方面的研究工作和成果。力求在掌握动态和开展研究的基础上，在“著书”的同时，还要“立说”，以此向读者奉献和求教。第三，丛书的编辑没有先验确定的组织机构，而是通过研究工作的结识，成果交流中的以文会友，靠学术交往，走到这套丛书中来，形成充分开放的合作。我们相信，开放的编辑系统有利于学术的繁荣。

这套丛书，希望能对从事生物医学工程和有关学科的中、高级科技人员的工作，有所帮助；同时，对有志趣进入或有兴趣了解生物医学工程科学领域的朋友们，起一些向导作用。说到底，一本书、一套书的作用，总是很有限的。但是，它所激发的社会响应，却可能要大得多。这，正是我们所追求的。

康振黄

一九八九年元旦

目 录

第一章 引言	(1)
一、科学技术的分子时代.....	(2)
二、建立分子生物医学工程学的必要性、可能性 与现实性.....	(2)
第二章 分子生物学基础	(6)
一、细胞.....	(6)
(一) 细胞核.....	(8)
(二) 细胞膜.....	(8)
1. 膜的结构.....	(8)
2. 膜的功能.....	(9)
(三) 细胞器.....	(11)
二、基因.....	(13)
(一) 核酸.....	(14)
1. 核苷酸.....	(14)
2. 脱氧核糖核酸 (DNA)	(15)
3. 核糖核酸 (RNA)	(17)
(二) 蛋白质合成.....	(17)
1. 转录.....	(17)
2. 翻译.....	(18)

(三) 基因重组.....	(19)
1. 技术示例.....	(19)
2. 基因突变.....	(19)
3. 应用前景.....	(19)
三、受体.....	(21)
(一) 配体—受体的剂量-效应关系	(22)
(二) 受体—配体识别.....	(23)
1. 识别机理.....	(24)
2. 机械模型.....	(24)
3. 手套.....	(25)
(三) 受体的功能.....	(25)
1. 拾取环境信息的分子器件.....	(26)
2. 神经原之间的接口.....	(26)
3. 物质合成的供体.....	(26)
4. 能量释放的连锁体.....	(26)
5. 细胞间通讯的接收器.....	(26)
6. 免疫活动的前哨.....	(26)
7. 药物进入细胞的门户.....	(27)
四、酶.....	(27)
(一) 酶催化的动力学.....	(28)
1. 催化反应的速率与底物浓度的关系.....	(28)
2. Michaelis-Menten方程的变换	(29)
3. 酶抑制的表达.....	(31)
(二) 酶催化的机制.....	(33)
1. 反应性.....	(33)
2. 特异性.....	(34)
(三) 酶的功能.....	(35)

1.介导电子与质子的转移.....	(35)
2.修饰基因与蛋白质.....	(36)
3.线粒体与叶绿体的主成分.....	(36)
4.发挥化学放大作用.....	(36)
第三章 分子生物电子学基础.....	(40)
一、分子电子学.....	(41)
(一) 基本概念.....	(42)
1.理论基础.....	(43)
2.技术基础.....	(44)
(二) 研究内容.....	(45)
1.分子导线.....	(45)
2.分子开关.....	(46)
3.分子存储器.....	(50)
(三) 应用前景.....	(52)
1.分子传感器.....	(52)
2.分子电路.....	(53)
3.分子计算机.....	(56)
二、生物电子学.....	(56)
(一) 背景与现状.....	(56)
(二) 内容与方法.....	(57)
1.研究内容.....	(57)
2.研究方法.....	(60)
(三) 应用及前景.....	(63)
1.用于信息科学的器件.....	(64)
2.用于质能科学的器件.....	(64)
3.胞式自动机.....	(65)
4.人工细胞.....	(65)

三、分子生物电子学.....	(67)
(一)背景与现状.....	(67)
(二)内容与方法.....	(69)
(三)应用与远景.....	(72)
1.分子信息机.....	(73)
2.分子工厂.....	(73)
第四章 微加工技术及其应用.....	(80)
一、微机械加工技术.....	(80)
(一)加工原理与过程.....	(80)
1.离子束加工和分子束、原子束加工.....	(81)
2.激光加工.....	(83)
3.微波加工.....	(84)
4.等离子体加工.....	(85)
5.光刻加工.....	(85)
6.变形加工.....	(86)
7.表面处理.....	(87)
8.微细切削加工.....	(88)
(二)应用示例.....	(88)
1.加工金属微电极.....	(88)
2.加工玻璃微电极.....	(89)
二、微电子加工技术.....	(91)
(一)加工过程.....	(91)
1.电路图形精密加工技术.....	(91)
2.精密掺杂技术.....	(92)
3.薄膜生长技术.....	(93)
(二)应用示例.....	(93)
1.传感器.....	(94)

2.生物芯片.....	(96)
3.微型马达.....	(97)
4.微型气相色谱仪.....	(98)
第五章 纳技术及其应用.....	(103)
一、扫描隧道显微镜 (STM)	(103)
(一)原理与构造.....	(104)
1.原理.....	(104)
2.构造.....	(105)
(二)STM的拓展	(110)
1.原子力显微镜 (AFM)	(110)
2.扫描电化学显微镜 (SCEM)	(113)
(三)STM的应用	(115)
1.微工程.....	(115)
2.物理化学.....	(116)
3.生物医学.....	(117)
二、LB膜.....	(118)
(一)LB膜的特征	(119)
(二)成膜材料.....	(120)
(三)成膜装置与方法.....	(121)
1.LB膜实验装置	(121)
2.成膜方法.....	(122)
(四)LB膜技术	(125)
1.人工模板.....	(125)
2.膜的剥离与复制.....	(125)
3.膜的聚合.....	(126)
4.膜的监测.....	(127)
(五)LB膜的应用	(129)

1. 在仿生学中的应用.....	(129)
2. 在传感器研制中的应用.....	(130)
3. 在分子电子学中的应用.....	(132)
三、超微粉末.....	(133)
(一) 特性.....	(133)
(二) 材料.....	(135)
(三) 制备技术.....	(137)
(四) 应用示例.....	(140)
1. 传感器中的应用.....	(140)
2. 在医学和生物工程方面的应用.....	(140)
3. 功能陶瓷.....	(142)
第六章 超微分离技术及其应用.....	(147)
一、亲和层析技术.....	(148)
(一) 基本原理.....	(148)
(二) 一般问题.....	(149)
1. 不溶性基质的选择.....	(149)
2. 配体的选择.....	(150)
3. 配体与基质的联接.....	(152)
4. 亲和吸附与洗脱的条件.....	(154)
(三) 应用.....	(155)
二、高效液相色谱技术.....	(155)
(一) 基本原理.....	(155)
(二) 一般问题.....	(156)
1. 柱填料的选择性增强.....	(156)
2. 柱结构的变化.....	(157)
3. 泵系统的改进.....	(157)
4. 整机的组合.....	(158)

(三)应用.....	(158)
三、高效薄层色谱技术.....	(159)
(一)基本原理.....	(159)
(二)一般问题.....	(159)
1.薄层材质.....	(159)
2.点样.....	(160)
3.展开.....	(161)
4.定位与定量.....	(162)
(三)应用.....	(162)
四、毛细管等速电泳技术.....	(163)
(一)基本原理.....	(163)
(二)仪器装置.....	(165)
(三)应用.....	(166)
五、超滤技术.....	(168)
(一)基本原理.....	(168)
(二)超滤装置.....	(169)
1.微型离心式超滤器.....	(169)
2.微型超滤器.....	(170)
3.微型切向流式超滤装置.....	(171)
(三)应用.....	(171)
第七章 分子事件及其监测.....	(174)
一、分子事件.....	(174)
二、传感技术.....	(176)
(一)传感器的工作原理.....	(176)
1.表面吸附.....	(177)
2.界面电位.....	(178)
3.分子识别.....	(179)

(二) 传感器的制作方法.....	(180)
1. 敏感膜的制作.....	(182)
2. 换能器的制作.....	(182)
三、 细胞内环境的监测.....	(184)
(一) 钙离子选择性微电极.....	(185)
1. 制备方法.....	(185)
2. 校正方法.....	(185)
3. 实验装置.....	(186)
4. 钙离子选择性微电极的应用举例.....	(186)
(二) 微型钾离子选择性场效应管(K^+ -ISFET).....	(188)
1. K^+ -ISFET 的结构.....	(189)
2. K^+ -ISFET 的应用示例.....	(189)
(三) 氨气敏空气隙微电极.....	(190)
1. 氨气敏空气隙微电极的结构.....	(191)
2. 氨气敏空气隙微电极的校正.....	(192)
四、 在体 (in vivo) 监测.....	(193)
(一) 合金型全固态pH传感器.....	(193)
(二) 化学芯片电解质传感器.....	(194)
(三) 血气传感器.....	(196)
1. 经皮血气传感器.....	(196)
2. 光纤血气传感器.....	(197)
(四) 药物传感器.....	(199)
1. 导管电极.....	(199)
2. 光纤传感器.....	(200)
五、 离体 (in vitro) 监测.....	(200)
(一) 流动注射—传感器系统.....	(203)
(二) 生物反应器—生物传感器系统.....	(204)