



全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

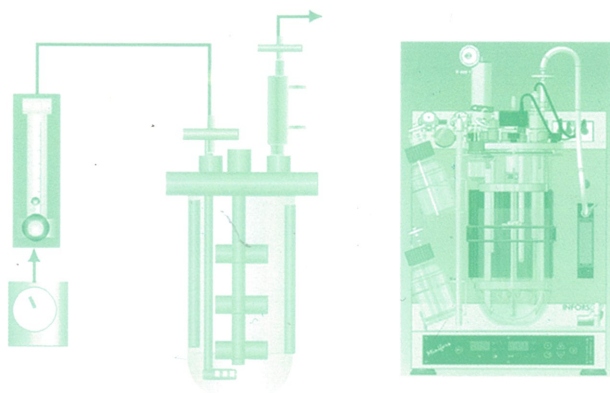
# 生物反应 工程与设备

BIOREACTION ENGINEERING AND APPARATUS

梁世中 朱明军 主编



华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

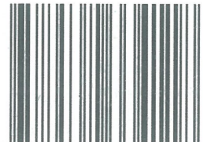


# 生物反应工程与设备

BIOREACTION ENGINEERING AND APPARATUS

责任编辑：张颖  
封面设计：吴俊卿

ISBN 978-7-5623-3411-8



9 787562 334118 >

定价：35.00元

图书在版编目 (CIP) 数据

生物反应工程与设备/梁世中, 朱明军主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2011.8  
ISBN 978-7-5623-3411-8

I. 生… II. ①梁… ②朱… III. ①生物工程: 化学工程 ②生物工程: 化学工程-设备 IV. ①Q81 ②Q939.97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 096349 号

总发行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

http://www.scutpress.com.cn

责任编辑: 张颖

印刷者: 湛江日报社印刷厂

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 21.75 字数: 530 千

版次: 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1~2000 册

定价: 35.00 元

版权所有 盗版必究

# 目 录

## 第一篇 生物反应工程原理

第一章 生物反应工程基础理论·····	(1)
第一节 生物反应的计量学·····	(1)
一、生物反应过程的元素衡算·····	(1)
二、生物反应过程的得率系数·····	(4)
三、生物反应过程的能量衡算·····	(6)
四、生物反应过程的质量衡算·····	(9)
第二节 生物反应动力学·····	(10)
一、细胞生长动力学模型·····	(10)
二、细胞生长的非结构动力学·····	(11)
三、细胞生长的结构模型·····	(17)
四、底物消耗动力学·····	(19)
五、产物生成动力学·····	(22)
第三节 案例分析·····	(24)
练习与思考题·····	(25)
参考文献·····	(26)
第二章 生物反应器设计基础·····	(27)
第一节 生物反应液的流变学特性·····	(27)
一、流体的流变学分类·····	(27)
二、影响发酵液流变特性的因素·····	(29)
三、流体的剪切作用·····	(31)
第二节 生物反应器的通气与搅拌·····	(37)
一、生物反应器中的氧传递·····	(37)
二、生物反应器中的热传递·····	(39)
三、生物反应器中的混合和搅拌·····	(41)
四、空气分布器·····	(44)
五、气含率·····	(44)

六、气泡直径·····	(45)
第三节 生物反应器中溶氧系数的测定·····	(46)
一、亚硫酸盐氧化法·····	(46)
二、动态法·····	(47)
三、稳态法·····	(47)
第四节 微生物反应器操作·····	(48)
一、微生物反应器操作基础·····	(48)
二、分批式操作·····	(49)
三、反复分批操作·····	(53)
四、流加操作·····	(54)
五、连续式操作·····	(57)
练习与思考题·····	(69)
参考文献·····	(71)

## 第二篇 生物反应器及其研发与应用

### 第一章 通气发酵反应器及其研发与应用·····

第一节 机械搅拌通气发酵罐·····	(73)
一、机械搅拌通气发酵罐的结构·····	(73)
二、机械搅拌通气发酵罐的通气与溶氧传质·····	(77)
三、机械搅拌通气发酵罐的搅拌与流变特性·····	(84)
四、机械搅拌通气发酵罐的热量传递·····	(86)
五、机械搅拌通气发酵罐的几何尺寸及体积·····	(87)
六、机械搅拌通气发酵罐的设计举例·····	(89)
第二节 气升式发酵反应器·····	(96)
第三节 自吸式发酵罐·····	(100)

一、自吸式发酵罐的特点 ····· (100)	二、植物细胞培养反应器 ····· (138)
二、机械搅拌自吸式发酵罐 ··· (101)	三、植物组织培养及反应器 ··· (147)
三、喷射自吸式发酵罐 ····· (103)	第二节 动物细胞培养反应器 ··· (148)
四、溢流喷射自吸式发酵罐 ··· (105)	一、动物细胞培养方法 ····· (149)
第四节 通气固相发酵设备 ····· (106)	二、动物细胞培养的操作 方式 ····· (150)
一、自然通气固体曲发酵 设备 ····· (106)	三、动物细胞大规模培养 反应器 ····· (152)
二、机械通气固体发酵设备 ··· (106)	四、动物细胞大规模培养 技术的应用 ····· (161)
第五节 其他类型的通气发酵反 应器 ····· (108)	第三节 微藻培养反应器 ····· (163)
练习与思考题 ····· (110)	一、微藻生物技术的优越性 ··· (163)
参考文献 ····· (111)	二、微藻大规模培养的特点 ··· (163)
第二章 厌氧发酵反应器及其研发 与应用 ····· (112)	三、微藻大规模培养反应器 ··· (164)
第一节 酒精发酵设备 ····· (112)	练习与思考题 ····· (173)
一、酒精发酵设备的基本 要求 ····· (112)	参考文献 ····· (173)
二、酒精发酵罐的结构 ····· (112)	第四章 生物反应器的放大与 模拟 ····· (175)
三、酒精发酵罐的计算 ····· (114)	第一节 生物反应器的放大目的 与方法 ····· (175)
第二节 啤酒发酵设备 ····· (120)	一、生物反应器放大目的 ····· (175)
一、啤酒前、后发酵设备 ····· (120)	二、生物反应器放大方法 ····· (176)
二、啤酒前、后发酵设备 的计算 ····· (123)	第二节 机械搅拌与气升式通气 反应器的放大 ····· (184)
三、新型啤酒发酵设备 ····· (125)	一、机械搅拌通气发酵罐的 经验放大法 ····· (184)
四、CIP 清洗系统 ····· (130)	二、气升式反应器的放大 ····· (195)
第三节 厌氧发酵反应器的 拓展 ····· (131)	第三节 案例分析 ····· (198)
一、废水厌氧反应器 ····· (131)	练习与思考题 ····· (200)
二、废水厌氧反应器的应用 状况 ····· (135)	参考文献 ····· (200)
练习与思考题 ····· (136)	第五章 生物反应器的检测和 控制 ····· (202)
参考文献 ····· (136)	第一节 概述 ····· (202)
第三章 动植物细胞和微藻培养 反应器 ····· (137)	第二节 生物反应过程常用检测方法 及仪器 ····· (205)
第一节 植物细胞(组织)培养 反应器 ····· (137)	一、流量、液位、压力及温度 测量 ····· (205)
一、植物细胞培养过程的 特点 ····· (137)	二、转速、轴功率、粘度及菌

体量测量 .....	(214)	参考文献 .....	(290)
三、氧化还原电位及 pH 测量 .....	(226)	<b>第二章 空气净化除菌设备 .....</b>	<b>(291)</b>
四、溶解氧及溶解二氧化碳 测量 .....	(233)	第一节 空气净化除菌的方法与 原理 .....	(291)
<b>第三节 生物传感器 .....</b>	<b>(238)</b>	一、生物工业生产对空气质量 的要求 .....	(291)
一、生物传感器概况 .....	(238)	二、空气净化除菌方法及 原理 .....	(292)
二、生物传感器的原理 .....	(240)	<b>第二节 空气介质过滤除菌设备         及计算 .....</b>	<b>(297)</b>
三、酶传感器 .....	(241)	一、介质过滤除菌流程 .....	(297)
四、微生物传感器 .....	(247)	二、空气介质过滤除菌设备及 设计计算 .....	(299)
五、其他生物传感器 .....	(250)	<b>第三节 新型空气介质过滤除菌设备         的应用与发展 .....</b>	<b>(321)</b>
<b>第四节 生物反应过程控制         理论 .....</b>	<b>(252)</b>	一、空气过滤器生产概况 .....	(321)
一、生物反应过程控制的基本 概念 .....	(252)	二、我国新型空气过滤除菌设备 的研发及整体测试 .....	(321)
二、生物反应过程控制 .....	(253)	练习与思考题 .....	(329)
思考题 .....	(257)	参考文献 .....	(329)
参考文献 .....	(257)	<b>第三章 生物反应工程设备与         管道的清洗与杀菌 .....</b>	<b>(330)</b>
<b>第三篇 生物反应工程辅助系统和设备</b>		第一节 常用清洗剂、清洗方法 及设备 .....	(330)
<b>第一章 物料处理与培养基制备 ..</b>	<b>(259)</b>	一、生物工业常用清洗剂 .....	(330)
第一节 物料处理与培养基 制备 .....	(259)	二、设备、管路、阀门等 的清洗 .....	(332)
一、固体物料的筛选除杂 设备 .....	(259)	三、CIP 清洗系统及设备 .....	(333)
二、固体物料的粉碎及设备 ..	(264)	四、清洁程度的确认 .....	(334)
<b>第二节 固体物料的预处理及         糖化 .....</b>	<b>(269)</b>	<b>第二节 设备及管路的灭菌 .....</b>	<b>(335)</b>
一、淀粉质原料的蒸煮及 糖化 .....	(269)	一、发酵罐及容器的灭菌 .....	(335)
二、纤维素原料的预处理及 糖化 .....	(276)	二、空气过滤器的灭菌 .....	(336)
<b>第三节 液体培养基的灭菌 .....</b>	<b>(282)</b>	三、管路和阀门的灭菌 .....	(337)
一、灭菌方式 .....	(282)	四、灭菌程度的检验 .....	(338)
二、培养基热灭菌动力学 .....	(283)	练习与思考题 .....	(338)
三、分批灭菌及设备 .....	(284)	参考文献 .....	(338)
四、连续灭菌工艺及设备 .....	(286)		
练习与思考题 .....	(290)		