



高等院校本科化学系列教材

Chemistry

精细化学品化学

(第二版)

张先亮 陈新兰 唐红定 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



高等院校本科化学系列教材

Chemistry

精细化学品化学

(第二版)

张先亮 陈新兰 唐红定 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

精细化学品化学/张先亮,陈新兰,唐红定编著. —2版. —武汉: 武汉大学出版社, 2008. 2

高等学校本科化学系列教材

ISBN 978-7-307-06084-5

I. 精… II. ①张… ②陈… ③唐… III. 精细化工—化工产品—高等学校—教材 IV. TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003115 号

责任编辑: 谢文涛

责任校对: 王 建

版式设计: 詹锦玲

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 湖北省通山县九宫印务有限公司

开本: 720×1000 1/16 印张: 36.125 字数: 662 千字 插页: 1

版次: 1999 年 8 月第 1 版 2008 年 2 月第 2 版

2008 年第 2 版第 1 次印刷

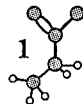
ISBN 978-7-307-06084-5/TQ·7 定价: 48.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 简 介

本书是为化学专业学生作为基础教材而编写的。全书共分12章,第1~2章阐述精细化学品及其工业特性、可供利用的资源以及精细化学品及其工业绿色化。第3~12章除介绍精细化工中重要品种(催化剂、表面活性剂、涂料、胶粘剂、功能高分子及其材料、高分子合成及其材料用助剂、农药、染料、颜料及香料等)的概况和发展方向外,着重阐述了这些重要品种的性质、设计、制造及应用原理和方法。各章内容均以文字叙述与图、表展示相结合,书后列出参考文献。

该书可作大学化学系本科生教材和参考书,也可供从事精细化学品研究开发的科技人员、高管人员和教师参考。



第二版前言

随着科技进步和社会主义市场经济的发展,人们越来越认识到精细化学品在国民经济中的重要意义和社会对精细化学品研究开发人才的需求。1987年我校决定在化学系开设精细化学品课程,当时在综合大学化学系中尚属先例。经过多年从事精细化学品化学教学和研究实践,使我们认识到综合大学化学系开设这门课程重点应放在学生掌握精细化学品的基本理论,开拓研究开发精细化学品的思路,增强理论联系实际和解决精细化学品有关问题的能力上。但是,精细化学品品种多,涉及的知识面广,而授课时间有限,为实现上述宗旨,必须有一本适合大学精细化学品化学教学的教材。本书集中了我们多年的教学和科研经验,从编写到出版历时几年,2000年本书第一版与读者见面后连续五次印刷,得到读者广泛欢迎,我们感到无上的欣慰。为适应发展需要,我们对本书第一版又进行了修订和补充。

本书共分12章,各章内容均以文字叙述与图、表展示相结合。第1、2章阐述了精细化学品及其工业特性,简介了可供利用的资源,介绍了精细化学品及其工业绿色化内容,以便读者对精细化学品及其工业以及今后发展有一个基本的认识;第3~12章系统介绍了催化剂、表面活性剂、涂料、胶粘剂、功能高分子及其材料、高分子合成及材料助剂、农药、染料及颜料、香料等重要品种,着重阐述它们的性质、设计、制造及应用的基本原理和方法,并介绍了目前它们的发展概况和方向,以引起读者深入学习和研究的兴趣。精细化学品化学所含内容,实非本书所能包容,本书后附参考书目,以便读者阅读和深入理解。

在本书第一版由张先亮教授主编,陈新兰教授参加,第二版修订时又请唐红定博士、教授参加编写。我们还得到了徐汉生教授的关心和具体指导,提出了许多宝贵的修改意见;达世禄教授、潘祖亭教授和季振平教授对该课程的建立和教材的出版给予了极大的支持;武汉大学出版社和有关部门的领导和编辑对本书的出版给予了许多帮助,在此作者致以衷心的感谢。该书作为教科书和教学参考书。因篇幅有限,在编写中虽参考了很多文献,但著作者和出版者没有一一列出,在此我们也致以谢意。

由于精细化学品化学涉及多学科的专业知识,且发展极其迅速,作者虽尽全力而为,因学识水平有限,书中难免出现不妥和缺憾之处,恳请读者批评指正。

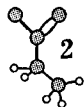
编者

2007年10月于武昌珞珈山

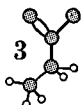


目 录

第一章 精细化学品及其工业	(1)
1.1 精细化学品的含义与范畴	(1)
1.2 精细化工属性	(2)
1.2.1 精细化工生产属性	(2)
1.2.2 精细化工经济属性	(2)
1.2.3 精细化工商业属性	(3)
1.3 发展精细化工的资源	(3)
1.3.1 石油和天然气资源	(4)
1.3.2 煤的利用	(5)
1.3.3 合成气的综合开发	(6)
1.3.4 再生资源的利用	(8)
1.3.5 化学矿的利用	(16)
第二章 精细化工绿色化	(18)
2.1 精细化学品及其生产绿色化设计	(18)
2.1.1 精细化学品生产绿色化	(18)
2.1.2 精细化学品生产绿色化设计	(19)
2.2 原子经济性反应和绿色合成反应	(20)
2.2.1 基本概念	(20)
2.2.2 有机合成中的原子经济性反应	(22)
2.2.3 提高原子利用率的方法	(23)
2.2.4 改善原子经济性的途径	(24)
2.2.5 实现原子经济性反应最重要的途径	(24)
2.3 精细化学品合成原料绿色化	(25)
2.3.1 概述	(25)
2.3.2 碳酸二甲酯	(25)
2.3.3 替代氢氰酸的绿色过程	(26)



2.3.4 生物质资源的利用	(28)
2.4 精细化工过程溶剂绿色化	(28)
2.4.1 概述	(28)
2.4.2 超临界流体	(29)
2.4.3 离子液体	(31)
2.4.4 有机氟溶剂	(34)
2.4.5 二甲基亚砷	(34)
2.5 精细化工绿色技术	(35)
2.5.1 催化技术	(35)
2.5.2 生物技术	(37)
2.5.3 超临界流体技术	(45)
2.5.4 组合合成技术	(47)
2.5.5 其他技术	(50)
第三章 催化剂	(51)
3.1 概述	(51)
3.1.1 催化剂	(51)
3.1.2 催化作用	(51)
3.1.3 催化剂的特点	(52)
3.1.4 催化剂的类型	(53)
3.1.5 催化剂的基本性能	(54)
3.2 固体催化剂与多相催化	(56)
3.2.1 固体催化剂及其组成	(56)
3.2.2 固体催化剂的组分表示方法	(57)
3.2.3 固体催化剂的性能参数	(58)
3.2.4 固体催化剂催化基本原理	(60)
3.2.5 几种常用的催化剂载体	(67)
3.2.6 固体催化剂的制备	(73)
3.2.7 固体催化剂的保护与再生	(76)
3.2.8 固体催化剂设计	(78)
3.2.9 固体催化剂的应用	(84)
3.2.10 固体催化剂的新发展	(89)
3.3 均相催化剂	(93)
3.3.1 均相催化剂及其类型	(93)



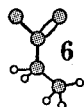
3.3.2 过渡金属配合物催化剂	(93)
3.3.3 均相催化中的基元反应	(95)
3.3.4 均相络合催化及其影响因素	(97)
3.3.5 均相催化剂在工业生产中的应用	(101)
3.3.6 均相催化剂研究进展	(104)
3.4 相转移催化剂	(112)
3.4.1 概述	(112)
3.4.2 相转移催化剂的性能及分类	(112)
3.4.3 相转移催化机理	(114)
3.4.4 相转移催化剂的选择	(116)
3.4.5 三相催化剂及催化作用	(116)
3.5 酶催化剂	(118)
3.5.1 酶及其分类	(118)
3.5.2 酶及其催化反应的特点	(118)
3.5.3 酶的化学组成	(119)
3.5.4 酶的结构	(120)
3.5.5 酶催化的作用力	(123)
3.5.6 酶分子结构的催化作用	(124)
3.5.7 酶的模拟	(124)
3.5.8 酶在精细化学品合成中的应用	(125)
第四章 表面活性剂应用基础	(129)
4.1 概述	(129)
4.1.1 表面活性及表面活性剂	(129)
4.1.2 表面活性剂化学结构特征与分类	(130)
4.1.3 表面活性剂特性	(130)
4.2 表面活性剂在溶液表(界)面吸附及其作用	(131)
4.2.1 表面活性剂在溶液表(界)面的吸附状态	(131)
4.2.2 表面活性剂化学结构对饱和吸附量的影响	(132)
4.2.3 表面活性剂在溶液表面吸附速度	(132)
4.2.4 表面活性剂降低表(界)面张力的能力和效率	(133)
4.2.5 乳液及表面活性剂(乳化剂)对乳液稳定性的影响	(134)
4.2.6 泡沫及表面活性剂在泡沫中的作用	(140)
4.3 表面活性剂在溶液中形成胶束及其作用	(143)



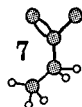
4.3.1	临界胶束浓度	(143)
4.3.2	胶束结构、形状与大小及其影响因素	(144)
4.3.3	胶束的增溶作用	(146)
4.3.4	胶束作用	(147)
4.4	表面活性剂在固/液界面的吸附及其作用	(148)
4.4.1	影响表面活性剂在固/液界面吸附的因素	(148)
4.4.2	表面活性剂在固体表面的吸附及利用	(150)
4.4.3	固体表面润湿及表面活性剂的润湿作用	(151)
4.4.4	固体分散及表面活性剂的分散作用	(153)
4.4.5	表面活性剂与洗涤作用	(154)
4.5	表面活性剂的其他性质及其应用意义	(156)
4.5.1	表面活性剂的溶解性及对应用的影响	(156)
4.5.2	亲水亲油平衡值及其利用	(157)
4.5.3	相转变温度(PIT)与乳化剂的选择	(159)
4.5.4	表面活性剂化学结构与生物降解性	(160)
4.5.5	表面活性剂化学结构与化学稳定性	(160)
4.5.6	表面活性剂的生物活性	(161)
4.5.7	表面活性剂在溶液中的协同效应	(162)
4.6	表面活性剂的合成	(163)
4.6.1	通用表面活性剂合成方法概述	(163)
4.6.2	有机硅表面活性剂的合成	(165)
4.6.3	生物表面活性剂	(167)
4.6.4	其他值得发展的表面活性剂	(171)
第五章 表面活性剂与工农业生产		(173)
5.1	洗涤剂工业与表面活性剂	(173)
5.1.1	洗涤剂一般介绍	(173)
5.1.2	洗涤用表面活性剂的选择	(174)
5.2	金属加工与表面活性剂	(175)
5.2.1	金属清洗剂	(176)
5.2.2	金属加工助剂、电镀与化学镀助剂	(177)
5.3	表面活性剂与化妆品工业	(177)
5.4	表面活性剂在食品加工中的应用	(178)
5.5	表面活性剂在医药、卫生中的应用	(179)



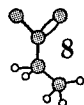
5.5.1 表面活性剂的增溶作用与医药制剂生产	(179)
5.5.2 表面活性剂用于中草药有效成分的提取	(180)
5.5.3 软膏类药剂中的表面活性剂	(180)
5.5.4 表面活性剂在栓剂中的作用	(180)
5.5.5 表面活性剂用于消毒与杀菌	(181)
5.5.6 表面活性剂在其他药物制剂中的作用	(181)
5.6 表面活性剂与石油化学工业	(182)
5.6.1 钻井化学品	(182)
5.6.2 表面活性剂用于采油过程	(182)
5.6.3 表面活性剂用于原油破乳	(183)
5.6.4 石油产品添加剂中的表面活性剂	(184)
5.7 表面活性剂在采矿、选矿和煤炭工业中的应用	(185)
5.7.1 矿山作业中除尘	(185)
5.7.2 浮选和矿粉富集	(185)
5.7.3 水煤浆制造	(186)
5.7.4 其它选矿	(186)
5.8 水泥助剂和其他建材中的表面活性剂	(186)
5.9 造纸化学品中的表面活性剂	(187)
5.10 皮革工业及表面活性剂的应用	(189)
5.10.1 皮革工业一般介绍	(189)
5.10.2 皮革工业中应用的表面活性剂	(190)
5.11 表面活性剂在纺织物工业中的应用	(191)
5.11.1 纺织物原料预处理中的应用	(192)
5.11.2 纺丝、织造中的应用	(192)
5.11.3 纺织物印染及后整理中的应用	(192)
5.12 表面活性剂在农、林、牧业中的应用	(193)
5.12.1 农药剂型的配制	(193)
5.12.2 防止化肥和土壤结块	(193)
5.12.3 制造控制释放化肥	(193)
5.12.4 土壤增温与保水	(194)
第六章 高分子材料助剂	(195)
6.1 高聚物合成用助剂	(195)
6.1.1 自由基聚合引发剂	(195)



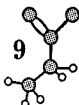
6.1.2	配位(定向)聚合催化剂	(197)
6.1.3	阴离子聚合引发剂	(198)
6.1.4	阳离子聚合引发剂	(198)
6.1.5	分散剂(悬浮剂)与乳化剂	(199)
6.1.6	阻聚剂	(199)
6.1.7	终止剂	(199)
6.1.8	调节剂	(200)
6.2	高聚物增塑剂	(200)
6.2.1	聚合物增塑方法	(200)
6.2.2	增塑剂的化学结构与增塑的关系	(202)
6.2.3	增塑剂的分类及主要品种	(202)
6.2.4	增塑剂的选择原则	(203)
6.3	高分子材料增韧与增韧剂	(204)
6.3.1	高聚物的增韧机理	(204)
6.3.2	增韧剂及其影响因素	(205)
6.4	聚合物复合材料增强剂、偶联剂	(205)
6.4.1	纤维增强剂及其品种	(206)
6.4.2	粉状物增强剂及其品种	(208)
6.4.3	有机硅烷偶联剂结构、性能及应用	(208)
6.4.4	有机钛偶联剂结构、性能及其应用	(211)
6.4.5	钛酸酯偶联剂与硅烷偶联剂的比较	(214)
6.5	高聚物交联及交联剂	(215)
6.5.1	硫磺/硫化促进剂交联体系	(216)
6.5.2	有机过氧化物交联剂及其反应	(218)
6.5.3	空气(氧)进行交联反应	(219)
6.5.4	含官能团的有机化合物用于交联反应	(219)
6.5.5	有机金属盐与有机金属化合物作交联剂	(219)
6.5.6	金属氧化物作交联剂	(220)
6.5.7	硅烷化合物作交联剂	(221)
6.6	高分子材料老化及防老化剂	(224)
6.6.1	高分子材料老化特征	(224)
6.6.2	高分子材料老化原因	(224)
6.6.3	高分子材料老化机理	(226)
6.6.4	高分子材料抗老化剂及其作用原理	(229)



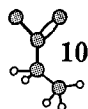
6.7 高分子材料阻燃剂	(237)
6.7.1 高分子材料燃烧及阻燃剂分类	(237)
6.7.2 影响聚合物燃烧的主要因素	(238)
6.7.3 天然纤维素阻燃机理	(239)
6.7.4 无机阻燃剂及其阻燃作用	(240)
6.7.5 有机磷系阻燃剂	(241)
6.7.6 有机卤化物阻燃剂	(241)
6.8 高分子材料表面改性剂	(242)
6.8.1 高分子表面硬化加工及硬化助剂	(242)
6.8.2 高分子表面的防静电及抗静电剂	(243)
6.8.3 高分子表面防雾及防雾剂	(245)
6.9 纺织纤维制品表面改性剂	(246)
6.9.1 纺织物柔软和平滑整理及其助剂	(246)
6.9.2 纺织物防水透气整理剂	(249)
6.9.3 纺织物耐久压烫整理树脂	(249)
6.9.4 纺织物涂层整理及涂层胶	(250)
6.10 高分子材料加工助剂及其他	(251)
6.10.1 高分子加工润滑剂	(251)
6.10.2 高分子加工改性剂	(252)
6.10.3 高分子加工脱模剂	(253)
6.10.4 高分子加工发泡剂	(254)
6.10.5 高分子制品着色剂	(254)
 第七章 涂料	 (256)
7.1 概述	(256)
7.1.1 涂料分类及命名	(256)
7.1.2 涂料组成	(258)
7.2 涂料配制基础	(260)
7.2.1 涂料的流变特性	(260)
7.2.2 颜料加入量	(264)
7.2.3 颜料的分散	(268)
7.2.4 着色颜料	(269)
7.2.5 涂料的颜色配制原则	(270)
7.2.6 溶剂	(271)



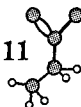
7.3 涂料主要成膜物质	(272)
7.3.1 清油和清油改性树脂清漆	(272)
7.3.2 醇酸树脂及其改性物	(273)
7.3.3 饱和聚酯树脂	(277)
7.3.4 不饱和聚酯树脂	(278)
7.3.5 氨基树脂	(279)
7.3.6 酚醛树脂	(279)
7.3.7 环氧树脂	(280)
7.3.8 聚氨酯树脂	(283)
7.3.9 溶剂型丙烯酸树脂	(285)
7.3.10 非转化型涂料主要成膜物	(287)
7.4 改善涂料性能的添加剂	(288)
7.4.1 增稠剂和防流挂剂	(288)
7.4.2 防沉降剂	(289)
7.4.3 防浮色剂和防发花剂	(290)
7.4.4 流平剂	(290)
7.4.5 黏弹性调整剂	(291)
7.5 涂料配方方法	(292)
7.5.1 正交试验法	(292)
7.5.2 溶解度参数法	(295)
7.5.3 电子计算机用于涂料配方	(297)
7.6 水溶性涂料	(298)
7.6.1 水溶性树脂的合成	(299)
7.6.2 水溶性涂料的固化	(300)
7.6.3 电泳涂装	(301)
7.7 高固体分涂料	(301)
7.7.1 概述	(301)
7.7.2 多官能度树脂用于高固份涂料	(302)
7.7.3 基团转移聚合技术及其在涂料工业中的应用	(303)
7.7.4 互穿网络聚合物用于涂料	(305)
7.8 乳胶涂料	(307)
7.8.1 乳胶漆与漆基分类	(307)
7.8.2 乳胶漆特性	(308)
7.8.3 合成乳胶的物料及其作用	(310)



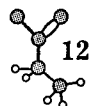
7.8.4 乳胶漆组成及其对性能的影响	(312)
7.8.5 乳胶漆配制工艺简述	(313)
7.8.6 新型乳胶漆基料	(313)
7.9 粉末涂料	(317)
7.9.1 环氧树脂粉末涂料	(318)
7.9.2 聚酯粉末涂料	(319)
7.9.3 聚氨酯粉末涂料	(321)
7.9.4 聚丙烯酸酯粉末涂料	(321)
7.10 辐射固化涂料	(323)
7.10.1 辐射固化涂料及其特性	(323)
7.10.2 不饱和聚酯光固化涂料	(324)
7.10.3 丙烯酸系光固化涂料	(324)
7.10.4 光开环聚合交联涂料	(327)
7.10.5 光加成型光固化涂料	(328)
7.11 特种和专用涂料	(329)
7.11.1 耐高温(耐热)涂料	(329)
7.11.2 隔热涂料	(332)
7.11.3 高温和阻燃绝缘涂料	(333)
7.11.4 示温涂料	(334)
7.11.5 航空涂料和防辐射涂料	(334)
7.11.6 船底防污涂料	(335)
7.11.7 伪装涂料	(336)
7.11.8 导电涂料与磁性涂料	(336)
7.11.9 气溶胶涂料	(337)
7.11.10 润滑耐磨涂料	(337)
7.11.11 采光涂料	(337)
7.11.12 其他特种和专用涂料	(338)
第八章 胶粘剂及胶粘作用	(339)
8.1 概述	(339)
8.1.1 胶粘剂的分类	(339)
8.1.2 胶粘剂的组成	(340)
8.2 胶粘理论	(341)
8.2.1 吸附理论	(342)



8.2.2	化学键形成理论	(342)
8.2.3	弱界面理论	(343)
8.2.4	扩散理论	(343)
8.2.5	静电理论	(343)
8.2.6	机械作用力理论	(343)
8.3	影响胶粘及其强度的因素	(344)
8.3.1	聚合物分子结构与胶粘强度	(344)
8.3.2	胶粘表面对胶接的影响	(349)
8.3.3	内应力、温度与压力对胶粘强度的影响	(351)
8.4	影响胶接制件使用寿命的因素	(353)
8.4.1	热氧化作用	(353)
8.4.2	温度与水的影响	(354)
8.4.3	户外大气暴露影响胶接耐久性	(355)
8.5	非结构型胶粘剂	(355)
8.5.1	非结构胶粘剂及其对不同材料的胶粘	(356)
8.5.2	增粘剂及其作用	(357)
8.5.3	初粘力和蠕变	(359)
8.5.4	压敏胶粘剂及其制品	(360)
8.5.5	热熔型胶粘剂及其发展	(361)
8.6	低(室)温反应型工程胶粘剂	(365)
8.6.1	α -氰基丙烯酸酯类	(365)
8.6.2	厌氧胶	(366)
8.6.3	第二代丙烯酸酯胶粘剂	(367)
8.6.4	聚氨酯胶粘剂	(368)
8.6.5	室温硫化(RTV)硅橡胶	(369)
8.6.6	单包装环氧树脂	(370)
8.7	工程结构胶粘剂	(370)
8.7.1	结构胶一般介绍	(370)
8.7.2	结构胶选用原则	(371)
8.7.3	环氧树脂及其改性胶粘剂	(372)
8.7.4	膜状环氧胶粘剂	(374)
8.7.5	酚醛改性胶粘剂	(375)
8.8	特种胶粘剂	(379)
8.8.1	耐热胶粘剂	(379)



8.8.2 低温胶粘剂	(382)
8.8.3 防水和耐水胶粘剂	(383)
8.8.4 油面用胶粘剂	(383)
8.8.5 潮湿面用胶粘剂	(384)
8.8.6 导电胶粘剂	(385)
8.8.7 医用胶粘剂	(387)
第九章 功能高分子材料	(390)
9.1 概述	(390)
9.1.1 功能高分子材料含义	(390)
9.1.2 功能高分子材料功能设计与制备简述	(390)
9.2 具有化学反应和分离功能的高分子材料	(391)
9.2.1 离子交换树脂	(391)
9.2.2 螯合树脂	(395)
9.2.3 吸附树脂	(398)
9.2.4 高分子催化剂	(400)
9.2.5 高分子试剂	(403)
9.2.6 具分子识别功能的材料	(403)
9.2.7 模板聚合	(404)
9.2.8 高吸水性树脂	(405)
9.3 膜分离材料	(407)
9.3.1 高分子分离膜及其分类	(407)
9.3.2 高分子膜的制造工艺简述	(408)
9.3.3 反渗透膜及其应用	(409)
9.3.4 微滤及其应用	(410)
9.3.5 超滤及其应用	(411)
9.3.6 气体分离膜	(412)
9.3.7 渗透蒸发分离膜	(415)
9.3.8 离子交换膜及其应用	(419)
9.3.9 液膜分离	(422)
9.4 电和磁功能有机材料	(424)
9.4.1 导电高分子材料	(424)
9.4.2 光电转换高分子材料	(427)
9.4.3 高分子压电材料	(429)



9.4.4 高分子磁性材料	(430)
9.5 光敏高分子材料	(432)
9.5.1 光致抗蚀剂(光刻胶)	(432)
9.5.2 光变色材料	(438)
9.6 医用高分子材料	(439)
9.6.1 体外应用的高分子材料	(440)
9.6.2 体内应用的高分子材料	(440)
9.6.3 高分子药物	(443)
第十章 农药	(446)
10.1 概述	(446)
10.1.1 农药的含义	(446)
10.1.2 农药的类型	(446)
10.1.3 农药基本要求	(447)
10.2 农药毒性作用方式及其代谢	(447)
10.2.1 农药的毒性	(447)
10.2.2 农药对生物的毒性作用	(448)
10.2.3 农药代谢原理	(449)
10.3 农药的创制与开发	(452)
10.3.1 农药发展及其开发方向	(452)
10.3.2 农药创制与开发途径	(452)
10.4 合成化学杀虫剂	(455)
10.4.1 有机磷农药	(455)
10.4.2 氨基甲酸酯农药	(457)
10.4.3 除虫菊酯类农药	(459)
10.5 合成杀菌剂	(464)
10.5.1 杀菌剂的化学结构与活性	(465)
10.5.2 主要杀菌剂	(466)
10.6 合成除草剂	(467)
10.6.1 除草剂分类	(467)
10.6.2 除草剂的选择性	(467)
10.6.3 除草剂的作用原理及产品开发	(468)
10.6.4 重要除草剂	(469)
10.7 昆虫激素及类昆虫激素	(470)