

展望21世纪的 化学工程

中国科学院化学学部

国家自然科学基金委员会化学科学部

组织编写



化学工业出版社

展望 21 世纪的化学工程

中国科学院化学学部
国家自然科学基金委员会化学科学部 组织编写

李静海 胡英 袁权 何鸣元 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

展望 21 世纪的化学工程/中国科学院化学学部, 国家自然科学基金委员会化学科学部组织编写, 李静海等主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 8

ISBN 7-5025-6053-X

I. 展… II. ①李… ②胡… ③袁… ④何… III. 化学工程-研究 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 087804 号

展望 21 世纪的化学工程

中国科学院化学学部 组织编写
国家自然科学基金委员会化学科学部

李静海 胡英 袁权 何鸣元 主编

责任编辑: 赵颖力

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于剑凝

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 40¼ 字数 646 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6053-X/TQ·2066

定 价: 90.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《展望 21 世纪的化学工程》编写人员

主 编 李静海 胡 英 袁 权 何鸣元

顾 问 侯祥麟 时 钧 陈冠荣 汪家鼎 郭慕孙
陈家镛 余国琮 闵恩泽 陈俊武

参与编写人员 (按姓氏笔画为序)

丁 皓	于养信	马小军	马光辉	王 芳	王 俊
王 健	王静康	元英进	邓 立	卢旭晨	卢定强
田 禾	史 丹	朱 宇	朱庆山	朱家骅	荆 涛
刘 铮	刘会洲	刘志平	刘昌俊	刘明言	刘春江
刘洪来	刘振宇	刘袖洞	刘德华	闭静秀	阳永荣
孙 彦	杨 宁	苏志国	李成岳	李有润	李伯耿
李洪钟	时铭显	何险峰	余长春	汪文川	张 懿
张香平	张锁江	陆小华	陆冬云	陆爱军	陈丙珍
陈光文	陈光进	陈建峰	陈洪章	欧阳平凯	金涌
周兴贵	郝红勋	钟建江	费维扬	贺高红	袁乃驹
袁希钢	袁章福	袁渭康	钱 宇	钱旭红	徐南平
徐春明	郭 力	郭 晨	郭占成	黄文来	曹义鸣
常志东	葛 蔚	温 浩	解玉冰	鲍晓军	谭天伟
魏 飞					

组织编写人员 孙宏伟 张 恒

前言

最近几年,国内外化工界都在关注和探讨未来化学工程的发展方向,普遍认为,化学工程在经历了单元操作和传递原理与化学反应工程这两个发展阶段后,正孕育着一个新的发展阶段。然而,对于这一新时期的主要特征和核心内容,没有统一的看法。为了应对新的挑战,抓住机遇,发展我国的化学工程,我国化工界重视了发展战略的研究,得到国家自然科学基金委和中国科学院化学部和香山科学会议的支持,连续召开几次香山科学会议,举办了九华论坛,并在组织 973 项目的过程中,全国化工同行广泛交流观点,探讨学科的前沿,尽管难以也不可能形成统一的认识,但 21 世纪化学工程的发展,将不断提升量化水平,依靠学科交叉,扩展应用领域等趋势是大家的共识。研究方法也由以实验、分析为主,逐步形成理论、实验和计算三足鼎立的态势,这些研讨的结果反映在本书的内容中。

在本书尚未出版之际,美国化学化工界联合出版的战略研究专著出版,比较两国对 21 世纪学科发展趋势的分析,主体内容是一致的,所不同的是我们的研究主要由化工专家参与,所以工程内容偏多;而美国的展望,有很多化学家参加,所以化学内容较多。实际上,21 世纪的化学工程和化学将在纳微米尺度上对接,我们期望着我国化学与化工广泛交叉时代的到来。

目前,国家中长期科学与技术发展规划战略研究的工作正在进行之中,大家认识到流程工业在我国 GDP 中占有 16.6%,肩负着解决能源和资源短缺、生态环境恶化的人类衣食住行的历史使命,这是化学化工共同的责任,也需要其他学科的贡献。

本书内容整体上涵盖化学工程发展的一些前沿领域,但各部分内容相对独立,有一些不必要的重复,也许有的观点有待讨论,甚至存在错误,我们期待读者的批评指正。

感谢中国科学院化学部组织化学工程学科的院士开展学科发展战略研

究，感谢国家自然科学基金委化学部和政策局对软课题的支持以及香山会议办公室支持两次香山会议。特别要感谢化工界的前辈们为本书撰写了回顾与展望。谢谢参与编写的全体同志。

编者

2004 年 7 月

内 容 提 要

本书由中国科学院化学学部与国家自然科学基金委化学科学部联合组织的软课题组组织专家编写。撰稿人均为在化学化工学科各分支领域从事科研、教学的专家、教授。作者从不同角度分析了各分支学科在经济和科学技术中的重要性、国内外现状、发展趋势，存在的科学难题或技术瓶颈，解决这些关键问题的思路，以及对未来的展望和建议。本书对 21 世纪化学工程学科研究的方向和战略重点的分析，可以作为科研工作者和科技决策者在制定研究规划时参考。本书内容前沿，资料新颖，涵盖面广，叙述上深入浅出，通俗易懂。不仅化学化工专业科技工作者可以从中了解到化学工程学科的未来，而且对相关学科，如：环境科学、生命科学、材料科学、计算科学，能源领域，以及电子信息高技术、农业、医药、日用等行业的科技人员与高校师生，本书均有较大的参考价值。

目 录

第一章 回顾与展望

关于化学工程学	侯祥麟 3
振兴化工, 发展化工	时 钧 5
化学工程——传统学科不断发展	汪家鼎 6
对我国化工科技的回眸	郭慕孙 7
对化工发展的回顾与展望	陈家镛 8
发展中的化学工程学科	余国琮 10
石油化工催化材料开发的历史回顾与展望	闵恩泽 11
对化学工程和炼油工艺的回顾与展望	陈俊武 14

第二章 现状和问题

过程工业的现状和过程工程科学的发展趋势

.....	李静海 张锁江 史丹 19
-------	---------------

第三章 学科前沿和重大需求

纳微尺度工艺、过程、设备和产品	35
分子工程与过程工程	张锁江 张香平 36
表面与界面	贺高红 50
微化工系统	陈光文 袁 权 57
生物柴油的研究和应用	谭天伟 王 芳 邓 立 72
酶催化与酶工程、基因工程	欧阳平凯 卢定强 82

纳米材料与表面修饰	陈建峰	97
微胶囊	马光辉	104
复杂系统/非线性/多尺度结构		119
共聚高分子和表面活性剂系统的多尺度结构	刘洪来 胡英	120
乳状液和微乳液	刘会洲 郭晨 常志东	130
高分子过程	李伯耿	138
生物系统复杂性与过程工程	闭静秀 苏志国	145
反应器放大	金涌 魏飞	160
复杂系统与多尺度方法	李静海 葛蔚	172
计算机模拟和系统集成		188
分子模拟	陆小华 朱宇 丁皓 王俊	189
统计力学和密度泛函	汪文川 于养信 刘志平	205
计算流体力学与并行计算	葛蔚 郭力 杨宁 李静海	228
系统集成(过程综合)与生态工业	李有润 钱宇 陈丙珍	240
计算传质学	刘春江 袁希钢 余国琮	253
多目标优化	阳永荣	267
计算分子科学	何险峰 陆冬云 温浩	277
资源导向的化学工程		286
煤炭加工	刘振宇 郭占成	287
生物质利用——秸秆高效转化液体燃料的基础问题	陈洪章 刘德华	294
中药现代化和天然药物提取中的化学工程基础问题	刘明言 元英进 孙彦	304
非金属矿物	朱家骅 卢旭晨	310
金属矿物	袁章福	325
资源生态化利用	张懿	341
石油——催化剂、反应器、工艺	时铭显 徐春明	355
天然气催化转化	鲍晓军 余长春	372
气体水合物	陈光进	397
分子与超分子设计、产品导向的化学工程		413
产品工程	袁渭康 周兴贵	414
精细化工	钱旭红	421

药物释放系统	马小军 刘袖洞 袁 权	428
精细化工与光电功能材料	田 禾	446
生物材料	解玉冰 马小军	462
制药工程发展战略研究	王静康 郝红勋	479
陶瓷材料与电极过程	黄文来 朱庆山	495
膜材料与膜过程	徐南平 曹义鸣	504
特殊和多功能化工过程.....		518
超临界流体技术	刘 涛 袁渭康	519
等离子体绿色合成技术的发展方向	刘昌俊	533
外场强化	刘 铮	552
生命过程	钟建江	567
过程强化和耦合	费维扬	578
化学反应器的动态操作	李成岳 王 健	586
特殊过程	袁乃驹 刘 铮	599
数据信息获取利用和测量技术.....		615
数据挖掘	陆爱军 温 浩	616
测量技术	李洪钟	623

第一章

回顾与展望

关于化学工程学

侯祥麟

(中国石油天然气集团公司, 北京 100724)

化学工程在我国有一定的历史。解放前即出版有张洪沅先生主编的《化学工程》，清华大学等高校也有化工系。解放后高校的化工系虽几经调整，仍继续发展，但化学工程学在化工系中的地位则各有不同。为了振兴我国化学工程学，在一些热心学者，如已故的苏元复院士等的呼吁下，曾集中了从事化学工程的院士和专家制定了化学工程发展规划，希望促进我国化学工程学的发展。虽然许多学校和科研单位都有化学工程的队伍从事有关研究工作，但收效不是很大，我国化学工程学水平的提高较为缓慢。这可能是由于以下的原因造成的。

回顾化学工程学之所以产生，是由于化学工业的现代化和大型化。现代化企业由于竞争激烈，生产的产品需要质量高、成本低，为此必须完善生产工艺流程，降低基本建设投资和生产操作费用，节约能耗物耗，大型化带来设备设计中许多新问题需要解决。化学工程学就是针对这些需要而发展起来的。我国解放后很长一段时间的工业建设主要是解决“有无”的问题，重点放在产量而不在质量和成本上。化学工业也是如此，加之石油化工等大型生产装置主要依靠进口，不是国内设计，因此化学工程学很少有用武之地，不被重视，又远离实践，当然难以发展。

改革开放之后，逐步建立了社会主义市场经济，强调经济效益，企业逐渐扭转了只讲产量，不讲质量、成本的偏向。化学学科的企业在改进已有的生产装备的同时，加强了创新的力度，并增加了新装备设计的工作量。这些情况都为我国化学工程学研究工作增添了活力，在为企业做贡献的同时，学科也得到发展。

化学工程学的发展，必须了解、掌握国外的新动向、新成就，并结合我国具体情况，有所创新和发展。更重要的是结合我国工业的具体情况和

需求，为提高企业的竞争力和经济效益作出贡献，并在这个过程中应用他人的先进成果，发展自己的优势领域，在解决实际问题的过程中，不断丰富、发展我们的化学工程学。当然，要做到这一点，除化学工程工作者不怕艰辛，努力追求外，还需要企业界对化学工程学的认识和支持。如何使社会对化学工程学有正确的理解，应是化学工程工作者的一项重要任务。

振兴化工
号于科技
热爱祖国
化工教育

发展化工
号于人才
热爱劳动
责无旁贷

将到

二〇〇四年八月

化学工程

——传统学科不断发展

汪家鼎

(清华大学, 北京 100084)

目前国内、外化工界都十分关注化学工程学科的发展前景, 并且正在讨论化学工程现阶段的新的、具有代表地位的内容 (new paradigm)。至今还没有普遍接受的结论。我的看法是目前各方面提出的新方案都还不足以与“单元操作”和“传递过程与反应工程”在化学工程发展史上所具有的地位并列。化学工程这个传统学科仍将在已有的基础上不断发展。“传递过程与反应工程”的研究必将进一步深入到介观尺度、微观尺度范畴和在探索多尺度转变规律中不断发展、更新。“单元操作”和一些新技术如膜技术、超临界流体技术、流态化技术……等, 仍将在深入基础研究和应用的推动中不断强化和创新。反应和分离两大核心工程技术仍将在面向国民经济建设的进程中发挥巨大作用。化学工程与生命科学, 材料科学, 信息科学等高新技术领域的结合与相互渗透将会在基础研究和工程应用中有创造性的突破。为了在化学工业(过程工业)的发展中减少污染到逐步消除污染, 研究、开发绿色工艺和技术, 保护生态环境则是化工科技持续的任务和目标。

对我国化工科技的回眸

郭慕孙

(中国科学院过程工程研究所, 北京 100080)

关 键

- 20 世纪 60 年代初, 借全国科技规划, 树立“三传一反”的教学和科研思想
- 化学工程进入非化工行业
- 文革后, 建立“传质分离和化学反应工程”的协作研究
- 重振中国化工学会
- 出版中英文版“化学工程”期刊和“化工手册”
- 重点实验室

希 望

- 根据
- 三传一反向微观深入的趋势
 - 量少附加值高产品的进入市场
 - 高新技术对化学工程的需求和挑战
- 及时策划对化学工程基础研究的补充和创新