

FRONTIERS OF MODERN CHEMICAL ENGINEERING,
METALLURGY, AND MATERIAL TECHNOLOGIES

现代化工、冶金与材料技术前沿

中国工程院化工、冶金与材料工程学部
第七届学术会议论文集
(上册)

王静康 主编



化学工业出版社

中國工程院化工、冶金與材料工程學部
第七屆年會論文集(上冊)

(上冊)

中國工程院 編

FRONTIERS OF MODERN CHEMICAL ENGINEERING,
METALLURGY, AND MATERIAL TECHNOLOGIES

现代化工、冶金与材料技术前沿

中国工程院化工、冶金与材料工程学部
第七届学术会议论文集

(上册)

● 王静康 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书为 2009 年中国工程院化工、冶金与材料工程学部第七届学术会议论文集,属我国化工、冶金与材料学科每两年出版的系列专著之一。由中国工程院化工、冶金与材料工程学部第七届学术年会会议论文精选汇编而成,共收入论文 440 篇,其内容涉及化工、冶金和材料各主要的分支学科;展示了化工、冶金和材料学科理论与工程实践相结合的发展前景;理论、实验与应用并重;宏观和微观相结合;体现了我国化工、冶金和材料学科近年来所取得的新成果。

全书分为四部分,分别为主题报告、化学工程与技术、冶金工程和材料科学与工程。每一部分都涵盖了该学科的主要分支专业领域。

本书对于从事化工、冶金和材料学科的专家、学者、科研工作者和大专院校师生具有一定的参考价值,也是一本了解我国化工、冶金和材料学科近年来发展成就的有益的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代化工、冶金与材料技术前沿——中国工程院化工、冶金与材料工程学部第七届学术会议论文集(上、下册)/王静康主编. —北京:化学工业出版社,2009.9
ISBN 978-7-122-06433-2

I. 现… II. 王… III. ①化学工业-文集②冶金-文集③材料科学-文集 IV. TQ-53 TF-53 TB-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 133303 号

责任编辑:徐雅妮 文字编辑:周永红 郝英华 刘畅 靳强 马静 张欣 苏晓萌
责任校对:王素芹 宋 玮 装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 133 字数 4170 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:298.00 元(附 1CD)

版权所有 违者必究

中国工程院化工、冶金与材料工程学部 第七届学术会议组织机构

主办单位 中国工程院化工、冶金与材料工程学部
承办单位 天津市科学技术委员会
协办单位 南开大学
 天津大学
支持单位 中国工程院
 中国科学院
 科学技术部
 国家发展和改革委员会
 天津市人民政府
 国家自然科学基金委员会
主 席 王静康
副 主 席 干 勇 陈立泉 汪燮卿 邱定蕃 李正名
 白玉良 李家俊

顾问委员会

主 任 徐匡迪 王治平 王淀佐 师昌绪
委 员 (按姓氏笔画排序)
 朱永贍 严东生 张寿荣 李大东 李东英 李俊贤
 李恒德 邵象华 闵恩泽 陆钟武 陈清如 侯芙生
 胡壮麒 唐明述 徐承恩 殷瑞钰 崔 崑 黄培云
 傅恒志 戴永年

组织委员会

主 任 干 勇
副 主 任 王静康 李正名 李仁涵 陈养发
委 员 (按姓氏笔画排序)
 才鸿年 左铁镛 孙传尧 何季麟 汪燮卿 邱定蕃
 陈立泉 周 廉 欧阳平凯 徐德龙 曹湘洪

学术委员会

主 任 汪燮卿
副 主 任 陈立泉 邱定蕃 才鸿年
委 员 (按姓氏笔画排序)
 王静康 左铁镛 孙传尧 何季麟 李正名 欧阳平凯
 徐德龙 薛群基
秘 书 长 陈养发 李仁涵
副 秘 书 长 梁晓捷 左家和 贾 堤 叶缘民

《现代化工、冶金与材料技术前沿》编委会

主 编 王静康

副主编 汪燮卿 陈立泉 邱定蕃 才鸿年

编 委 (按姓氏笔画排序)

左铁镛 孙传尧 何季麟 李正名 欧阳平凯
徐德龙 薛群基

前 言

在喜庆新中国成立六十周年之际，中国工程院化工、冶金与材料工程学部第七届学术会议在天津滨海新区召开。本届会议主题为“现代化工、冶金与材料技术前沿”。会议将以建设创新型国家必须加速推进我国工程科技向国际前沿攀登为主线，围绕社会经济可持续发展准则，总结近年来我国化工、冶金和材料领域取得的前瞻性科技业绩，并将对其面向未来的发展战略进行深入交流和探讨。

中国工程院化工、冶金与材料工程学部学术会议是中国工程院的重要系列学术活动之一，每两年召开一次，宗旨是推进有关领域的学术交流与合作，提高创新能力，推动相关产业的发展。至今已成功举办过六届，均得到中国工程院、中国科学院、国家有关部委、举办地地方政府和两院院士以及广大专家学者的大力支持，引起社会各界的广泛关注。近年来，天津市全面贯彻党的十七大精神，深入贯彻落实科学发展观，在加快转变经济发展方式，率先形成高端化、高质化、高新化的产业结构方面均取得了显著成绩。特别是天津滨海新区把加速科技进步和创新、提高自主创新能力作为优先发展和根本大计，从加快建设产业技术平台、建设科技企业孵化器、完善科技投融资体系、不断出台创新政策等四个方面构建科技创新体系。滨海新区大发展的态势在全国产生了重要影响，国内知名企业和跨国公司中国总部重点围绕化工、材料、冶金、航空航天、电子信息、新能源等领域主动来津投资发展，使新区自主创新能力日益提高。本届会议选址天津，是和天津“打造新滨海、建设新天津、实现新跨越”的大好形势分不开的，并得到了天津市委、市政府的大力支持。相信本届会议的成功召开，将会对强化本学部与天津市的合作，推进天津市化工、冶金及材料现代化产业的创新发展做出贡献！

本届会议收到来自国内各地的论文 460 余篇，经过中国工程院化工、冶金与材料工程学部多位院士的认真筛选，本论文集收录论文 440 篇，其中化工技术领域 158 篇、材料技术领域 214 篇、冶金技术领域 68 篇。《现代化工、冶金与材料技术前沿——中国工程院化工、冶金与材料工程学部第七届学术会议论文集》由化学工业出版社正式出版。本论文集的出版将对促进各学科领域的学术交流、技术创新，实现我国石油和化学工业、冶金和材料工业的可持续发展，推动经济社会发展，建设和谐社会发挥重要作用。由于论文集涉及学科领域较宽，整理编排时间较紧，书中难免有不妥之处，敬请谅解。

中国工程院化工、冶金与材料工程学部
第七届学术会议学术委员会
二〇〇九年十月

中国工程院化工、冶金与材料工程学部 第七届学术会议论文集目录 (上册)

主题报告

微藻生物柴油的发展	闵恩泽 (3)
碳纤维的发展历程及其应用前景	师昌绪, 李克健 (5)
流程制造业与循环经济	殷瑞钰 (9)
关于我国化学工业及晶体工程技术发展战略的思考	王静康, 鲍 颖 (13)

化学工程与技术

银盐法制备透明导电膜的研究与应用	邹 竞, 章峰勇, 安国强 (17)
生态城市建设与水	高从增 (21)
面向本质安全的化工过程设计研究进展	陈丙珍 (24)
石油资源的高效利用	李大东 (29)
可持续发展领航化学工业科技创新	杨锦宗 (31)
高碳能源低碳化的利用	谢克昌 (37)
自主创制绿色农药的产业化是我国农药工业持续发展的方向	李正名 (38)
泛化学工程学与化学工程教育	金 涌, 王 焱 (41)
以低值废弃物发酵法生产乳酸及催化合成丙烯酸	谭天伟, 李 政, 黄 辉 (43)
长链二元酸生物合成新产业的发展与前景	陈远童 (46)
现代蒸馏过程节能技术	李鑫钢, 郑艳梅, 李 洪, 李国涛 (52)
抗植物病毒活性新农药创制与应用	宋宝安, 杨 松, 金林红, 陈 卓, 黄荣茂, 李卫国, 陈书勤, 胡德禹, 薛 伟, 李向阳, 蔡学建 (58)
Fe_1-xO 基费托合成熔铁催化剂的研究	刘化章, 李小年, 杨霞珍, 唐浩东 (64)
超重力过程强化原理、新技术及其工业应用	陈建峰 (71)
抗癌药紫杉醇和多烯紫杉醇的公斤级生产	张生勇, 孙晓莉, 刘 鹏, 李晓晔 (80)
基于生物等排理论的中间体衍生化方法及应用	刘长令 (86)
环境友好水处理化学品在工业节水技术中的应用进展	郑书忠 (95)
CaSO_4 纳米晶须对 PBT/PE/液晶离聚物杂化材料形态结构与力学性能的影响	徐新宇, 曲文忠, 李明超, 张宝砚 (103)
低氧环境中微囊化成骨细胞支持造血干/祖细胞的有效扩增	宋克东, 赵国峰, 刘天庆, 马学虎, 崔占峰 (108)
耦合生化反应与分离的原位分离技术	李 强, 李望良, 邢建民, 苏志国 (115)
新型高效脱硫吸附剂——介孔硅铝酸盐	唐 煌, 李望良, 张 婷, 邢建民, 刘会洲 (120)
富 G-DNA 引导组装二氧化硅分枝状纳米结构	郑 琳, 王 宪, 李 桦 (125)
氨基甲酸乙酯为碳源制备 N-取代氨基甲酸酯研究	尚建鹏, 郭晓光, 马昱博, 石 峰, 邓友全 (130)
PB-g-SAN 共聚物的核壳比对 ABS 树脂结构与性能的影响	刘振国, 黄 丹, 邓云娇, 陈 明, 陈 敏, 张会轩 (133)
低温深度脱除一氧化碳 $\text{CuO}/\text{ZnO}/\text{ZrO}_2$ 催化剂的研究	王 育, 戴 伟, 彭 晖, 刘海江 (136)
海藻糖抑制 $\text{A}\beta_{42}$ 构象转变的分子动力学模拟研究	刘夫锋, 纪 络, 董晓燕, 孙 彦 (141)

重油催化裂化装置节能措施与效果分析	刘家海, 陈清林, 王伟, 张冰剑 (143)
三大原料生产乙醇的技术比较	新胜英, 张福琴 (152)
熔盐电脱氧法用于氧化物直接制备储氢合金研究	鲁雄刚, 赵炳建, 钟庆东, 李重河, 丁伟中 (163)
高酸性石油天然气深度净化技术研究——UDS 高效脱硫溶剂的研发及脱硫效果	沈本贤, 章建华, 孙辉, 刘纪昌 (170)
用聚苯胺纳米材料构筑理想膜结构提高膜性能	王志, 赵颂, 王纪孝, 王世昌 (178)
温敏性 LPA-g-PPO 接枝共聚物水溶液凝胶化行为研究	刘合, 周万富, 何卫东, 杨海洋 (186)
染料敏化太阳能电池电子传输复合动力学模型及数值模拟	王富民, 杨利军, 蔡旺峰, 张旭斌, 王凤 (190)
用于增产对二甲苯的分子筛新材料	孔德金, 夏建超, 祁晓岚 (196)
一种新型用于抗体分离的疏水电荷诱导色谱配基	史清洪, 程征, 孙舒 (200)
电化学氧化降解咪唑草烟过程中传质行为的影响研究	于士君, 王建雅, 薛斌, 孙俭, 沈自求 (205)
重金属离子工业废水的处理及资源化利用	程宝箴, 邹丹慧 (211)
腈化合物的生物催化与生物转化	郑裕国, 沈寅初 (216)
汽油管道调合优化控制成套技术的开发与应用	郭锦标, 陆婉珍, 梁永超 (220)
工业生物工程的系统分析与优化	元英进 (226)
炼厂低温热利用的实践和策略	施俊林 (227)
2-咪唑烷酮合成新工艺	黄琳, 李辉升, 徐小威 (231)
欧盟车用燃油质量现状	党兰生, 伏喜胜 (234)
聚烯烃装置故障动设备润滑剂中晶体分析	李瑞峰, 曹沙, 王亚静, 李响 (239)
基于 SIMULINK 系统的间歇萃取精馏动态模拟	韩桦, 高建东, 张曙光, 谭欣 (242)
利用废水生产生物柴油原料油脂	薛飞燕, 朱永强, 高斌, 邢旭, 张棚, 谭天伟 (246)
纤维素原料制取乙醇中水处理方法的研究进展	李军, 魏海国, 张哲, 张福琴 (250)
二元共聚物柴油降凝剂的合成及降凝效果评价	杜涛, 汪树军, 刘红研, 宋程鹏 (256)
膜蒸馏后浓海水提取氢氧化镁研究	陈华艳, 贾丽丽, 李欢, 吕晓龙 (260)
奥里原油高频高压电脱盐最佳工艺条件的研究	曲连贺, 朱岳麟, 熊常健 (264)
双段床苯法顺酐催化剂的研发与工业应用	姚少华, 李宏勤, 武学军 (268)
硅胶负载酸性离子液体催化合成柠檬酸三丁酯	陈晓婷, 蔡其胜, 张乔依 (275)
磁性纳米催化剂的制备及其催化性能研究	王丽, 李云庆, 田大伟, 王家喜 (279)
紫外光接枝 PEG 改善聚碳酸酯聚氨酯的血液相容性	冯亚凯, 赵海洋, 郭锦棠, 赵婵, 孟繁茹 (283)
己二酸溶解度的研究	贾长英, 唐丽华, 张晓娟, 李卫华, 边爽, 张丹阳 (286)
磁场流化床中纳米 SiO ₂ 聚团大小的研究	章锋, 周涛, 刁润丽, 王辉 (289)
振动场中纳米颗粒聚团大小研究	王辉, 杨静思, 周涛, 章锋 (294)
辽河超稠油热化学沉降脱金属的实验研究	王宝石, 朱建华, 武本成, 陈家岭, 党海平, 李洪洋 (300)
铁铜载体催化剂用于合成苯酚的研究	张天永, 杨秋生, 史慧贤 (304)
用蒸发设备代替暴晒法生产中存在问题分析	刘立平 (308)
滩田饱和卤水机械式蒸汽再压缩蒸发工艺的初步研究	吴宗生 (312)
双酚 A 与碳酸二甲酯的甲氧基羰基化反应研究	李振环, 程博闻, 沈德新, 廖坤, 苏坤梅 (316)
P 和 NTA 对 Co-Mo 选择性加氢脱硫催化剂性能的影响	侯凯湖, 周慧波, 张舜光 (323)
催化合成汽油添加剂乙基叔丁基醚的研究	樊合利, 王丹红 (328)
改性高岭土吸附吡啶的行为研究	刘章勇, 张玉贞, 查庆芳, 张小英 (333)
络合物填充 PEG 膜脱除油品中噻吩硫的研究	林立刚, 张玉忠, 邢凡彬 (338)
O, O'-二乙烯基丙基硫代膦酸酯的合成及表征	任元林, 程博闻, 徐玲, 鲁友财 (343)
Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ 催化剂催化降解含聚丙烯酰胺废水	胡阳, 吕树祥, 邱元来 (346)
聚乙烯蜡固相共辐射接枝马来酸酐的研究	钱俊, 许涌深, 程广春, 章华桂, 王崇林 (351)
新的分子连接性指数法估算纯物质 298.15K 下蒸发焓	徐煜, 吴家全, 衣守志 (357)
钨催化剂上 CO 气相催化偶联合成草酸酯的研究	王玮涵, 李振花, 王保伟, 马新宾 (361)
从 APMP 制浆废液分离所得半纤维素的改性和应用	张继颖, 胡惠仁 (364)

双(3-氨基苯基)苯基氧化膦的合成与表征	柏春燕, 唐旭东, 陈晓婷 (371)
利用 CFD 研究搅拌桨对结晶过程的影响	张西雷, 梁宝臣, 陈 慧, 许慎敏 (374)
等离子体处理对草酸二乙酯加氢铜基催化剂的影响	张 旭, 郭媛媛, 王保伟 (377)
ASA/H ₂ O ₂ 引发体系合成有机硅改性丙烯酸酯	李欣闻, 王 玮, 韩 业 (380)
柠檬酸盐燃烧法合成 Fe-Ti 复合氧化物纳米粉体	仇小猛, 徐利华, 邱云萍, 郝洪顺 (384)
DCFC 阳极中单个碳颗粒的模型及模拟	李红娇, 刘庆华, 田 野, 李永丹 (388)
液液萃取传质过程强化的实验研究	刘春江, 胡雪沁, 侯贵军, 李 健, 袁希钢 (389)
维生素 B ₁₂ 在丙酮-水溶液中溶解度和介稳区的测定	陈 慧, 王 爽, 宋子兰, 梁宝臣 (393)
催化裂化重油生产高耐热芳基树脂的研究	王治卿, 刘明清, 王 琤 (396)
分子筛形貌控制及其对催化性能影响的研究	谢在库, 王仰东, 孔德金, 刘红星, 滕加伟, 刘志成 (402)
氧化铅@碳纳米复合材料的制备与电化学性能	王慧奇, 余建国, 赵永男 (407)
缩放板间内插旋流片的强化传热数值模拟	何兆红, 邓先和 (410)
高洁净油料介电泳精制工艺及装备技术	王文广, 朱岳麟, 熊常健, 吴彦肖, 曲连贺 (415)
磁性沸石分子筛的研究进展	刘振路, 杨丽辉, 曹吉林 (419)
壳聚糖絮凝表面活性剂的研究	谷里鹏, 王 丹 (423)
油煤浆加热炉前混氢直管段气液两相流型数值分析	高炳军, 杨占军, 李舒君, 付 林 (427)
紫外辐射引发接枝制备含季铵基阴离子交换纤维	王晓磊, 魏俊富, 赵孔银, 李海静 (431)
添加剂及预蒸发时间对 PVDF/PES/CA 共混膜性能的影响	姜亮靓, 何春菊 (435)
基于卷式反渗透膜污染监测的超声技术及信号模型建立	林捷斌, 李建新, 管喜岐, 靖大为 (439)
热重质谱联用 (TG-MS) 研究煤焦油的热裂解行为	王连勇, 蔡九菊, 李明杰, 孙华成 (446)
大豆油脱臭馏出物渣油中提取甾醇的研究	杨昊蓊, 吴道庚, 方 舟, 严 峰, 李建新, 曹玉平, 蒋一鸣 (451)
AO-PAN 纤维铁配合物的制备反应研究	武金娜, 董永春, 杜 芳, 韩振邦, 赵娟芝 (458)
罗丹明 B 在 PAN 纤维铁催化剂存在下的降解反应	赵娟芝, 董永春, 杜 芳, 韩振邦, 武金娜 (462)
7-羟基-1,2,3,4-四氢喹啉衍生物的合成及其荧光性能研究	颜范勇, 陈立功, 陈 莉, 赵义平 (467)
污水污泥空气气化特性的研究	李 涛, 吴 霞, 张 杰, 解立平 (470)
微生物对涤纶碱减量加工废水的处理探讨	张卫玲, 张健飞, 巩继贤 (475)
染座剂改性棉织物活性染料染色性能的研究	刘丽军, 姚金波, 李许可, 梁峰华 (481)
外用药物微胶囊的制备及其应用	范光龙, 张 华 (487)
微波催化有机合成反应研究	胡文祥, 刘 明, 卢建勋, 孔 博 (492)
气-液-固磁稳定床中的传热特性	徐双庆, 刘 楠, 张金利 (497)
异辛酸稀土油漆催干剂合成工艺研究	方中心, 李月红, 孙信梅, 张兰生 (502)
金属催化剂上尿素与 1,2-丙二醇合成碳酸丙烯酯反应研究	安华良, 赵新强, 王廷吉 (506)
有机胍盐离子液体在化学反应中的应用	安华良, 刘择收, 赵新强, 王廷吉 (510)
沙枣树皮的化学成分	司传领, 吴 磊, 许 杰, 朱振元, 刘 忠, Young-Soo Bae (514)
古尼虫草菌多糖结构分析	朱振元, 钟玥如, 司传领, 张勇民, 原 静, 刘安军 (517)
聚醚砜亲水改性制备抗蛋白质污染超滤膜研究	石 卿, 苏延磊, 姜忠义 (527)
陶瓷膜微滤 CaSO ₄ 悬浆液膜污染的形成	沈志洵, 陈亚中, 崔 鹏 (531)
絮凝法处理合成革工业废水的研究	王凤来, 崔 鹏 (535)
超声-索氏联合提取法从苦楝树皮中提取苦楝素的研究	魏先霞, 崔 鹏 (539)
Pt/C 催化剂对 DMF 溶液中甲酸催化分解研究	郑争志, 王 琪, 崔 鹏 (543)
CA-DMAEMA 刺激响应性膜的制备和性能研究	王立军, 苏延磊 (546)
改性超滤膜用于油水分离的研究	陈文娟, 苏延磊, 姜忠义 (552)
介孔沸石的芳烃烷基转移反应研究	刘志成, 王仰东, 孔德金, 谢在库 (557)
桃醛合成工艺优化	丁宝维, 许松林 (560)
二氧化碳功能化转化的方法学研究	汪靖伦, 何良年, 王金泉, 苗成霞, 窦晓勇 (566)
新型稀土金属铈配合物的合成、结构及荧光性质	刘开胜, 杨恩翠, 赵小军 (572)
改性 Y 分子筛用于 FCC 模型汽油脱硫的研究	王 涛, 张玉忠, 林立刚, 李 泓 (576)

气体水合物的研究进展	刘海彬, 郭康宁, 曹吉林 (582)
仿生构建超薄稳定致密复合膜材料的研究	李 犇, 汪 宇, 张雄飞, 许 丹, 吴 洪, 姜忠义 (589)
航天航空推进用高密度液体碳氢燃料	邹吉军, 张香文, 王 莅, 米镇涛 (596)
不同取代基链长对吗啉型离子液体结构性能的影响	冉东凯, 储德清, 王立敏, 刘 丽 (600)
高效甲烷催化裂解-直接碳燃料电池-内重整固体氧化物燃料电池能量集成体系: 能量和有效能分析	刘庆华, 田 野, 李红娇, 李永丹 (606)
酚醛树脂/聚乙烯醇基炭膜的制备及气体渗透性	张 兵, 吴永红, 王同华, 于大伟, 赵文凯, 张 木 (608)
间十五烷基酚在五种有机溶剂中溶解度的测定和关联	毛治博, 崔铁兵, 王 钰, 刘国际 (614)
压缩/冷凝/膜分离工艺中膜分离对丙烯回收影响研究	刘红晶, 姚 辉, 赵 薇, 李 英 (618)
溴化四正丁基铵催化制备甲基环戊二烯	侯 玲, 孙迎春, 李 良, 李万龙 (623)
戊二酸二丁酯的催化合成及动力学研究	孙晓波, 新会杰, 毛治博, 梁向海, 刘国际 (626)
β -位修饰不对称吡啶的合成及其晶体结构	汪 磊, 冯亚青, 刘秀军, 赵 冰 (631)
活性炭变压吸附回收乙烯(乙烷)	何东荣, 张东辉 (635)
撞击流反应器瞬时速度信号的混沌判别	张建伟, 唐黎明, 张金伟 (641)
基于自适应遗传算法的萃取精馏过程的萃取剂分子设计	樊国帅, 崔现宝, 马珊珊 (646)
异戊烯酸甲酯合成新工艺研究	杨 涛, 李 珊, 李国浩, 石晓华, 蒋登高 (654)
一种新的污泥脱水处理方法	韦向攀, 张东辉 (658)
硅烷修饰合成 NaA 沸石膜	吴婷婷, 张东辉 (662)
高稳定性 PDMS/PES 脱硫复合膜的制备	张雄飞, 聂明成, 吴 洪, 姜忠义 (666)
负载氨基的介孔 SiO_2 用于 CO_2/N_2 吸附分离	胡智辉, 张东辉 (674)
氨合成工段的 Aspen Plus 模拟分析	王定标, 张 荣, 师云雷, 朱 祥, 李升阳, 吕金金 (678)
交联酶聚体技术研究进展	王梦凡, 齐 巍, 苏荣欣, 何志敏 (683)
木质纤维素酶解的底物特性研究进展	黄仁亮, 苏荣欣, 齐 巍, 何志敏 (689)
利用 SEC/MALLS 联用技术研究纤维素酶解过程中的固态残余物	张名佳, 苏荣欣, 齐 巍, 何志敏 (694)
高效利用炼厂尾气及焦炉煤气的技术研究	罗东晓 (699)
膜蒸馏有机工业废水处理及膜污染研究	宋莎莎, 李保安 (704)
化学法利用二氧化碳的研究	沈国良, 陈远南, 虞 琦, 宋菊玲 (706)
磷酸乙酯合成工艺的研究	沈国良, 徐铁军, 傅承碧, 赵文凯, 陈远南 (710)
基于煤化工路线的乙二醇、碳酸二苯酯的合成工艺研究	马新宾, 李振花, 王保伟, 王胜平 (713)
减压膜蒸馏通量因素的实验研究	王 丽, 李保安, 王宏涛 (714)
透明 ABS 树脂的制备及性能研究	任 亮, 孟 婷, 李明远, 牟 蕾, 张明耀 (719)
CO 气相氧化偶联制草酸二乙酯 $\text{Pd-Fe}/\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Cordierite}$ 规整结构催化剂的研究	高晓晨, 殷伊琳, 马新宾 (724)
太赫兹时域光谱技术在药物多晶型研究领域的应用	赵颖颖, 龚俊波, 王静康, 何明霞 (729)
药物共晶的制备与分析研究	毛会林, 周 尚, 张 骊, 龚俊波 (735)
青霉素亚矾晶体形态学研究	井丁丁, 王静康, 王永莉, 龚俊波 (740)
过程分析技术在药物结晶中的应用	刘 胜, 龚俊波 (747)
偏光显微镜和红外图像系统对聚合物分散液晶相态研究	王建华, 梁光旭, 张宝砚 (753)
分子与纳米探针的设计、合成及其应用研究	唐 波, 董育斌, 徐克花, 李 平 (756)

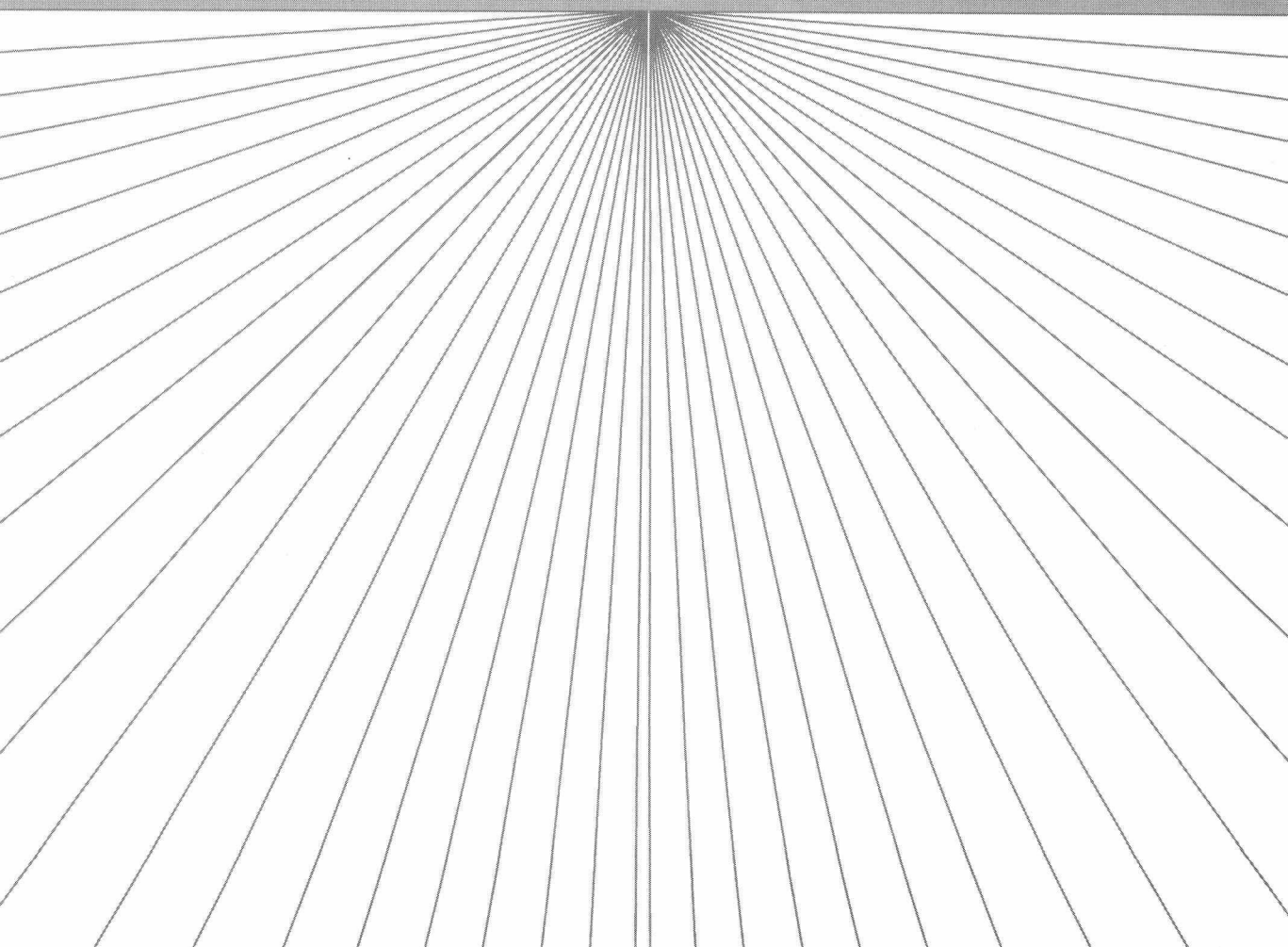
冶金工程

有色金属在若干高新技术领域的应用	刘业翔 (759)
粗硅精炼制多晶硅	戴永年, 马文会, 杨 斌, 刘大春, 徐宝强, 韩 龙 (765)
基于新一代 TMCP 的创新热轧过程	王国栋 (776)
旋涡柱铅闪速熔炼新工艺研发	王吉坤 (783)
320m ³ 充气机械搅拌式浮选机研制及选矿工艺性能研究	沈政昌 (788)

新一代热轧无缝钢管生产技术	严泽生 (794)
铁精矿复合黏结剂球团煤基直接还原工艺的研究	邱冠周 (796)
粉末冶金近净成形技术研究进展	李元元 (803)
新一代集装箱用钢的研制与应用	毛新平, 陈麒麟, 朱达炎 (809)
软接触电磁连铸结晶器的透磁和冷却性能	金百刚, 王 强, 陈 明, 赵 丹, 王金辉, 赫冀成 (814)
电脉冲作用下铝熔体的黏滞性研究	齐锦刚, 王建中, 王 冰, 何力佳 (819)
四氯化碳低温氯化人造金红石制备四氯化钛过程研究	付 啸, 王 焱, 张英皓, 魏 飞 (823)
高炉非金属冷却壁用分散剂的优化工艺	郝洪顺, 徐利华, 尹 航, 仇小猛 (831)
Fe-Al 金属间化合物多孔材料的制备与应用	高海燕, 贺跃辉, 沈培智, 陈 刚 (836)
二氧化碳减排与冶金能源一体化新技术	王 华, 魏永刚, 李孔斋, 高文桂 (842)
最小化学反应量原理与锌冶炼流程选择	蒋开喜, 张邦胜, 王海北 (851)
环境友好型金属凝固细晶技术	翟启杰 (859)
材料性能计算及其在加工模拟中的应用	郭战利, G. Kang, N. Saunders, J. P. Schillé (865)
强磁场对金属凝固过程影响的研究	任忠鸣, 李 喜, 任维丽, 邓 康, 钟云波, 操光辉 (873)
焦炉煤气高效制氢研究 (二) 高温煤气脱硫	郭曙强, 丁伟中, 鲁雄刚 (878)
高辐射覆层对热风炉传热过程影响的数值模拟	周惠敏, 张 浩, 苍大强, 白 皓, 王远成 (883)
热轧带钢中的纳米析出粒子及其强化作用	康永林, 周 建, 赵征志, 毛新平 (889)
汽车刹车片支撑件专用钢 27TQ 新品种的研制	齐长发, 李 娜, 张德永, 刘宝喜, 陈礼斌, 房锦超 (895)
中国铝电解工业的技术进步与重大课题	李 劼, 刘业翔 (899)
以红土镍矿为原料制备 SiO_2 、 MgO 和 NiO 的绿色工艺	翟玉春, 牟文宁, 刘 岩, 许 茜 (906)
煤气反射炉冶炼精锑	胡南秋, 胡 敏 (911)
湿法炼铜中瓜尔胶溶液配制设备的研究	罗彤彤, 卢亚平, 李 强 (914)
基于等价关系聚类的铁矿石分类	谢 皓, 白晨光, 吕学伟, 周传强, 王 涛 (917)
用有限元方法模拟分析限动芯棒连轧管过程	李连进, 李 昊 (922)
无取向硅钢相变的 DSC 研究	李俊虎 (926)
Al/316L 爆炸复合双金属板界面结构分析	骆瑞雪 (929)
汽车前碰保护盒成形回弹仿真及模面优化研究	段 磊, 蔡玉俊, 莫国强, 程守益 (932)
从含钒焦煤中提取五氧化二钒及资源综合利用研究	魏 昶, 李旻廷, 邓志敦, 李兴彬, 樊 刚 (937)
以 TiO_2 为原料制备 Al-Ti-C 中间合金	曹大力, 刘 艺, 王吉坤, 石忠宁, 王兆文 (942)
碳热还原独居石稀土精矿脱磷的研究	邢鹏飞, 涂赣峰, 周 峰, 孟 莹 (946)
越南稀土矿与包头稀土矿焙烧工艺差异性研究	于化琴, 苗广礼, 张国强 (949)
铝-镁中间合金的制备	曹大力, 王吉坤, 郭思辰, 王兆文 (953)
钽铌湿法冶金设备发展与进步	李 辉, 郭 涛, 郑培生 (957)
利用气流粉碎方法制备超细钽铌复合物	白掌军, 刘振远, 顾维平, 刘彦昌 (961)
气瓶钢冶炼工艺实践	及占林, 张连君, 王 强 (964)
无缝管线钢 12MnNbVs $\Phi 350\text{mm}$ 铸坯的生产实践	张连君, 及占林, 王振祥, 于 泳 (967)
高速连铸过程中的电磁场控制技术	任忠鸣, 雷作胜, 邓 康, 钟云波 (971)
硫化矿浸矿微生物基因芯片的构建及其应用	邱冠周 (977)
退火工艺对电缆用铜/铝复合带组织和性能的影响	张迎晖, 徐高磊, 杨 斌, 赵鸿金 (984)
稀土精矿低温焙烧节能减排清洁生产工艺	王国珍, 乔保东 (988)
新一代钢铁生产技术相关基础研究与探索	洪 新, 郑少波, 张捷宇, 徐建伦, 尤静林, 王兴庆, 吴永全, 李秋菊 (992)
唐钢 Nb 微合金化板带产品开发	齐长发, 刘宝喜, 陈礼斌, 房锦超 (1000)
基板纵裂与镀锌条状凸起关系的探讨	吝章国, 孙海燕, 徐 斌, 蒋建朋, 闫 磊, 武海红 (1004)
转炉炉气分析自动化炼钢技术的应用	胡志刚, 唐恒国, 张占省 (1007)
提高热镀锌钢板钝化膜耐腐蚀性能的研究	吝章国, 闫 磊, 张义春, 田维政, 徐 斌, 杜艳玲, 孙海燕, 蒋建朋, 武海红 (1011)
不同钒微合金化方式对钢筋强屈比的影响	赵 彻, 孟宪珩, 齐宏智 (1014)

流态化三步法片剂五氧化二钒生产装置	陈东辉, 石立新 (1019)
舞钢 WQ960E 超高强度钢板的研制	桑德广, 吕建会, 侯彩霞, 王 飞 (1027)
舞钢大厚度临氢 12Cr2Mo1R (H) 钢板的开发	吴艳阳, 谢良法, 龙 杰, 袁锦程 (1032)
SWRCH22A 冷镦盘条钢试制实践	闫卫兵, 刘占玲, 席玉军, 任建波, 闫忠峰 (1041)
宣钢烧结矿、球团矿冶金性能简析	孟燎原, 谢永宏, 曹丽华 (1045)
稀土精矿酸法冶炼中尾气治理技术探讨	方中心, 衣守志, 孙信梅 (1049)
粉末注射成形技术制备 AlN 陶瓷	杜学丽, 秦明礼, 曲选辉 (1052)
焦炉煤气高效制氢研究 (三) 焦油组分的催化转化	汪学广, 岳宝华, 鲁雄刚, 丁伟中 (1057)
焦炉煤气高效制氢研究 (一) 透氧膜反应器中的甲烷部分氧化重整	丁伟中, 张玉文, 甄 强, 李重河, 鲁雄刚 (1062)
硅酸盐熔体团簇结构模型及其热力学性质计算	尤静林, 王 威, 王媛媛, 郑少波, 徐建伦 (1067)
冷却速度对 X80 管线钢组织的影响	邓 伟, 高秀华, 秦小梅, 赵德文, 杜林秀, 王国栋 (1074)
余热回收型铝电解槽的研究	王 超, 陈广华, 王兆文, 高炳亮, 石忠宁, 胡宪伟, 罗旭东, 陶文举, 施德刚, 郭彦彦, 薛向欣 (1078)
稀土 Nd 对过共晶 Al-20Si 合金的微观结构和力学性能的影响	石为喜, 高 波, 涂贻峰, 郝 仪, 吴官印 (1082)
中间包电磁净化不锈钢液的试验和应用研究	王 赞, 王保军, 钟云波, 任忠鸣 (1086)
以粉煤灰为原料制备 Al_2O_3 和 SiO_2 的绿色工艺	翟玉春, 牟文宁, 吴 艳 (1095)
电解法回收废镍基高温合金的研究	魏国侠, 刘汉桥, 孙 挺 (1099)

主题报告



CHINE

微藻生物柴油的发展

闵恩泽

(中国石化石油化工科学研究院)

1 微藻

微藻是光合效率最高的原始植物,与农作物相比,单位面积的产率高出数十倍。微藻也是自然界中生长最为迅速的一种植物,通常在 24h 内,微藻所含生物质可以翻倍。微藻优势还在于不与农作物争地、争水,它可以生长在高盐、高碱环境的水体中,可充分利用滩涂、盐碱地、沙漠进行大规模培养,也可利用海水、盐碱水、工业废水等非农用水进行培养。微藻的培养需要利用工业废气中的 CO_2 ,因此微藻的生长过程还能减少环境的污染,缓解温室气体的排放,也可以吸收工业废气中的 NO_x 。另外微藻的综合利用价值高,生产微藻生物柴油的同时,还可以生产相当数量的藻饼,可进一步获得蛋白质、多糖、脂肪酸等高价值产品,有效降低微藻生物柴油的成本。

2 微藻是最有前景的产油生物

微藻是目前唯一有可能完全替代化石燃料的生物柴油原料。微藻没有高等植物的根茎叶等细胞分化,产油率高,它的干细胞含油量可高达 70%,产油率远高于玉米、大豆等粮食作物,也高于油菜籽、麻风树、可可豆及油棕等油料作物,而其种植面积却远低于这些粮食和油料作物。因此微藻是最有前景的产油生物。

3 开发微藻生物柴油是战略性、长远性、基础性的科研开发部署

开展微藻生物柴油技术具有重大战略意义,它的研究能开辟一项有长远发展前途的新产业,促进我国相关多学科的基础研究。使我国战略性进入利用取之不尽、用之不竭的可再生能源领域,逐步从根本上替代石油、天然气等化工资源供应。同时也减少 CO_2 排放引起的温室效应,还可能利用污水、废水等培育微藻,产生更多的环境保护效益。所以,开发微藻生物柴油,以替

代石油等资源、提供生物柴油清洁能源和减少 CO_2 排放,被誉为“一石三鸟”的技术。但是要实现这一目标,还需要长期、艰巨的基础科学知识积累和技术原始创新,要经过漫长的、跨世纪的艰苦努力。

4 开发微藻生物柴油的科学技术基础

工程微藻的发展涉及多项科学与工程问题。首先微藻是微藻生物工程技术的起点。其中需要对富油微藻资源进行普查、收集、筛选、表征,并对取得的资料进行整理和保存。对富油微藻的生理特征,如生存环境的温度、pH 值、盐碱度、光照等因素的影响,及营养因素的影响,如 N、Si、P、S、微量元素的影响要进行深入系统的研究,同时对其生化机理主要是油脂生成机理也要有清楚的认识。

富油微藻还涉及分子生物学与基因工程研究。通过分子生物学与基因工程研究,可以提高微藻的光合效率、微藻生长速率、微藻油脂含量、微藻温度耐受力,另外还可以消除微藻光饱和现象、降低微藻光抑制效应并提高微藻对光氧化作用的耐受力。

光生物反应器技术是发展工程微藻的核心。对于微藻的培养与生产使用的开放池系统,包括潜水池、循环池、池塘、跑道池;封闭光生物反应器系统包括平板式、柱状气升式、搅拌釜式、浮式薄膜袋、密闭管式等多种形式的反应器都要在深入研究的基础上进行合理的设计。

同时光生物反应器的研究课题还涉及传光,即光生物反应器中“光暗周期效应”;传质,即光生物反应器中“光反应物质混合效率与手段”,传动,即光生物反应器中对细胞的“剪切力敏感性”;传热,即光生物反应器中温度控制过程;清洁,即光生物反应器生物污垢的清洗工艺,这些方面都要进行深入的研究。

微藻生物柴油的加工是非常关键的技术环节。微藻生物质需要经过过滤分离、离心分离等技

术收集，再经过干燥、萃取、压榨等技术处理，最后经酯交换等加工技术生产出生物柴油。因此，还要研究高效设备和工艺以降低加工环节的成本。

目前石油价格 50 美元/桶，石油柴油出厂价为 3750 元/吨，微藻生物柴油的成本远远高于石油柴油。目前发展工程微藻还要千方百计地提高效率、降低成本。对于降低微藻生物柴油成本，微藻是基础；光化学反应器是关键；收集、榨油、酯化反应等是重要环节。同时发展微藻生物柴油，要达到取代石油的目标，还要综合利用，生产高附加值产品。

5 挑战与对策

但是工程微藻的发展还面临一些困难。一个

主要问题是缺乏大规模生产技术（几千吨、万吨级）的生产技术。另外发展微藻生物柴油的“土地资源、水资源与 CO₂ 资源”三要素，在同一地区同时满足要求存在困难。

目前世界各国都十分重视微藻生物柴油技术的研发，如 Shell 公司与美国从事生物燃料业务的 HR Biopetroleum 公司组建 Cellena 合资公司，投资 70 亿美元开展微藻生物柴油技术的研究。美国第二大石油公司 Chevron 与美国能源部可再生能源国家实验室合作研究微藻生物柴油技术。我国在微藻生物柴油方面也已有了长足的进展，但从根本上说，工程微藻的发展还需要在政府部门的总体安排下列为国家战略性、基础性、长远性研发项目来开展。