



第八届全国化学工程论文报告会

论文集

中国化工学会化学工程专业委员会

D. 化学反应工程

E. 计算机在化工中的应用 及过程系统工程

F. 生物化学工程

G. 环境化学工程及其它

目 录

颗粒多相反应器设计和放大难点: 非线性行为	李静海 (1)
环境与资源发展理论与中国 21 世纪科技	刘培哲 (2)
加速我国化学化工基础研究的思考与对策	唐 晋 (10)
分离技术的进展与启示	徐南平 (14)
过程系统工程研究进展	钱 宇 (19)

A. 化工热力学

1 普鲁卡因青霉素反应结晶(沉淀)热力学研究	王静康, 陆 杰 (25)
2 用形状因子对应态原理预测推算流体的热力学性质	陈新志, 侯虞钧 (29)
3 实际流体的微扰理论状态方程研究	李春喜, 李以圭, 陆九芳 (35)
4 链状方阱流体的状态方程研究	于养信, 高光华 (39)
5 关于状态方程的若干评述和讨论	云 志, 包宗宏, 史美仁等 (44)
6 vdW型状态方程与 $\pi(\nu)$ 函数	云 志, 钱仁渊, 史美仁等 (48)
7 新的状态方程混合规则及气体高压溶解度的预测	陈 健 (52)
8 普遍化的立方型状态方程中Wong-Sandler型混合规则的建立	杨 涛, 陈光进, 阎 炜等 (56)
9 基于Peng-Robinson状态方程的流体粘度模型	郭绪强, 郑大庆, 郭天民 (62)
10 由Peng-Robinson状态方程计算多元液体混合物表面张力	胡永琪, 李志宝, 陆九芳等 (68)
11 基于局部组成概念的新混合规则	董军航, 徐南平, 王延儒等 (73)
12 逆流色谱溶剂体系选择的溶液理论模型	张 莉, 李总成, 陈 健等 (78)
13 气体在电解质水溶液中溶解度的研究	高 军, 郑大庆, 郭天民 (84)
14 平衡氯化法生产氯乙烯过程火用分析	李振民, 袁 一 (89)
15 连二硫酸锰的热分解特性研究	冯国志, 雷一东 (95)
16 液体混合物导热系数模型	王仁远, 时 钧, 江 戈 (100)
17 乙烯络合吸收凝固点的研究	刘红云, 王仁远, 庄震万等 (104)
18 非随机混合物的统计热力学	王仁远, 时 钧 (108)
19 萃取蒸馏溶剂的分子设计	吴锦元, 杨振生, 靳朝辉等 (113)
20 加压下混合流体汽液界面张力的统计热力学模型	李志宝, 李春喜, 陆九芳等 (118)
21 基于分形理论的分子热力学模型(HSFT)	李 平, 赵 华 (122)
22 流体中分子的空间分布、分子间势及其分形的研究	赵 华, 李 平 (128)
23 聚乙二醇分子量对双水相系统相图的影响—修正的NRTL模型对相图的表达	吴有庭, 林东强, 朱自强等 (134)
24 四甘醇—对二甲苯—正庚烷三元体系高压气液平衡的研究	陈 中, 于养信, 高光华 (139)
25 二元混合物的水合物相平衡测定	赵炳超, 马沛生 (143)



- 26 五种酯类化合物极微蒸汽压的扭转法测定 陈 军, 梁英华, 马沛生 (149)
- 27 甲苯-正庚烷-四甘醇三元体系液-液平衡数据的测定与关联
..... 高俊斌, 丁福臣, 靳广洲等 (153)
- 28 推测甲烷-正己烷体系在单相区的近临界点热力学性质
..... 程宏远, Anisimov, M. A., Sengers, Jan V. (158)
- 29 五种不稳定物质临界温度与临界压力的测定 梁英华, 张红彦, 马沛生 (164)
- 30 水-盐体系固液相平衡数据库的开发与应用 宋 航, 付 超 (168)
- 31 络合萃取结晶法分离纯化对甲酚固液平衡研究 曾凡礼, 包铁竹, 陈 健等 (172)
- 32 挥发性弱电解质水溶液汽液平衡计算 杜英生, 王利东, 余国琮等 (176)
- 33 C_3 -DMF体系汽液平衡的研究 王立新, 任万忠, 徐世艾等 (182)
- 34 推算芳烃衍生物同分异构体物系的固液相平衡 王静康, 朱向前, 任宝山 (186)

B. 化工流体力学与传热

- 1 用 MAC 技术研究鼓泡流体动力学 马润宇, 姚 飞, 金文正 (191)
- 2 多孔介质床层中颗粒内部流动与传递的研究 高永祥, 何志敏, 黄仁纯 (197)
- 3 转盘塔内流场的研究 万银坤, 王海燕, 王运东等 (204)
- 4 高分子减阻流场滑溜速度相关系数的研究 吴 磊, 陈瑞芳, 江志东 (209)
- 5 搅拌槽内横向流体作用力特性的测试与研究 富国强, 吴德钧, 施力田 (213)
- 6 垂直气固井流上行/下行系统完全发展段的混沌动力学研究
..... 程 易, 魏 飞, 林 仟等 (218)
- 7 下行床入口段局部颗粒速度及质量流率径向分布的研究
..... 程 易, 林 仟, 魏 飞等 (224)
- 8 下行床入口段颗粒浓度发展的研究 程 易, 林 仟, 魏 飞等 (229)
- 9 异形竖板上降落液膜流动的研究 徐尧润, 董占欣, 宋继田等 (235)
- 10 界面张力对直管内流体流动阻力的影响 肖如亭, 李乃暄, 万 钧等 (241)
- 11 新型垂直筛板液体分散性能的研究 曹立娜, 李春利, 于文奎等 (245)
- 12 梯形体喷射塔板 (CTST) 流体力学性能研究 于文奎, 李柏春, 曹立娜等 (251)
- 13 鼓泡-喷射状态转变的多尺度作用模型 魏伟胜, 石 冈, 陈辉等 (257)
- 14 环流反应器底部旋流对固相悬浮促进作用的分析 毛在砂, 栾家璠, 陈家璠 (261)
- 15 滴流床液体流动的径向分布 王跃发, 毛在砂, 陈家璠 (266)
- 16 润湿性对流态化颗粒包涂过程的影响 王春艳, 许锡恩 (270)
- 17 脉冲波形对流化床性能的影响 官国清, 余华瑞, 石炎福 (275)
- 18 脉冲流化床临界流化特性的研究 官国清, 吕岳琴, 余华瑞等 (280)
- 19 涡旋式气流粉碎机的研究与应用 梁世彬, 方曜奇, 郑锡胤 (287)
- 20 柔性滤料的阻力损失与反洗机理研究 郭安东, 曲爱平, 曹文举等 (291)
- 21 加压滴流床中液体返混系数的测算与实验误差分析
..... 李建隆, 赵九新, 金思毅等 (296)
- 22 加压滴流床反应器压降的研究 何 龙, 赵九新, 周学林等 (302)
- 23 T 型管混合器混合性能研究 吕效平, 赵黛青, 丁 建等 (306)
- 24 撞击流接触器中颗粒停留时间分布 (I) 理论分析 吴高安, 伍 沅 (310)
- 25 撞击流接触器中颗粒停留时间分布 (II) 实验研究 吴高安, 邹华生, 伍 沅 (316)
- 26 坡流式挤压涂布模型分析 郭继志, 郭继志 (322)
- 27 恒压操作、预涂助滤剂后过滤机生产能力的计算 王元忠 (326)

28	垂直窄缝通道内强化沸腾传热的研究	丁 洁, 任吉中, 钱绍祥等 (331)
29	垂直圆管内降液膜载气蒸发传热特性研究	刘阳桥, 于志加, 余维勤 (337)
30	共沸二元物系流动沸腾传热的研究	余兆祥, 吴云英 (343)
31	多元物系流动沸腾传热的研究进展	余兆祥, 吴云英 (349)
32	互溶性制冷剂酒精泡滴在热浓糖液中汽化传热和糖晶析出的机理	王 军, 齐 涛, 沈自求 (354)
33	影响立式热虹吸式再沸器设计的部分参数的研究	贺高红, 王世广, 匡国柱等 (360)
34	浮力存在下的倾斜管内对流传热	王 煤 (366)
35	滑移汽泡薄层蒸发传热模型	刘进荣, 沈自求 (370)
36	水平管束沸腾传热性能的研究	刘进荣, 沈自求, 徐维勤 (376)
37	汽液固三相流化床沸腾传热压降研究	杜书田, 王志义, 张 涛 (382)
38	汽-液-固三相流化床沸腾传热研究	杜书田, 王志义, 张 涛 (387)

C. 传质与分离工程

1	固相微粒对气液传质的影响	周 明, 张 纛, 许春建 (393)
2	臭氧在水中的传质模型研究	程 江, 杨卓如, 陈焕钦 (399)
3	气液相际传质的理论研究	马友光, 何明霞, 宋宝东等 (405)
4	界面性质对气液传质的影响	马友光, 白 鹏, 宋宝东等 (411)
5	液液传质中的界面剪切力与界面扰动	王 玮, 罗耀明, 陈晓祥 (416)
6	多相传质过程中微细颗粒的运动行为	成 弘, 周 明, 许春建等 (427)
7	固液化学反应对气液传质的影响	成 弘, 周 明, 许春建等 (428)
8	微胶囊扩散释放动力学研究	涂 云, 刘 璞, 吴肇亮等 (434)
9	催化蒸馏过程研究——塔内催化剂床层流体力学及持液量	赵志海, 许锡恩 (440)
10	超声场“微扰效应”的研究	秦 炜, 韩扶军, 张 英等 (445)
11	超声场“聚能效应”的研究——超声场对氢键缔合的负载固定相解吸平衡的影响	秦 炜, 原永辉, 戴猷元 (449)
12	分子间相互作用对微孔中蛋白质阻滞扩散的影响	赵剑霞, 何志敏 (454)
13	蛋白质分子在排阻色谱微孔内阻滞扩散的研究	余兆祥, 刘 春, 何志敏 (460)
14	微细粉振动流态化床的团聚模型研究	赵 君, 唐洪波 (466)
15	流化床干燥技术的应用及其发展	李占勇, 叶京生, 潘永康 (472)
16	规整填料塔中精馏模拟的三维非平衡混合池模型	余国琮, 孙树瑜 (476)
17	大型板波纹填料塔内液体流动的模拟研究	孙树瑜, 王树楹, 余国琮 (482)
18	填料床层的负荷性能图及绘制	刘爱贤, 郭绪强, 沈 复 (486)
19	板波纹填料塔轴相及径相混合特性的研究	朱学军, 王树楹, 余国琮 (491)
20	转动式油水分离水力旋流器性能研究与流场的数值计算	赵宗昌, 刘晓义, 徐维勤等 (497)
21	波纹板填料油水分离过程的研究	李鑫钢, 姜 斌, 孙津生 (503)
22	波纹型规整填料的壁流边界	张志娟, 卞克建, 丁龙福等 (508)
23	除沫气液分布器的开发与应用	宋小文, 侯文有 (514)
24	30 万吨/年乙烯装置中脱乙烷塔填料性能的测定	马国平, 赵海柱, 田方田 (520)
25	小型水洗填料塔的液泛速度	郭宝玉, 刘邦孚 (524)
26	筛型塔板三相流动的操作工况及其转变	史季芬, 陈明亮, 王克坤等 (528)

27	T ₀ 浮阀塔板的开发及应用	郭绪强, 刘爱贤, 沈 复 (534)
28	更严格地预测非理想多元混合物的精馏点效率	宋海华, 王秀英, 黄 洁 (538)
29	鼓泡塔板上气泡运动行为的测定	丁 丽, 王伟文, 黄 洁等 (542)
30	梯形浮阀塔板的研究	张荣庆, 漆 萍, 高有飞等 (547)
31	导向筛板在醋酸-醋酸乙烯精馏技术改造中的应用	李群生, 张永正, 赵宝山等 (553)
32	导向筛板塔在粘稠物料精馏中的研究与应用	李群生, 田修平, 张杰武等 (557)
33	汽-液-液三相蒸馏筛型塔板流动工况及其转变的研究	陈明尧, 史季芬 (562)
34	可控循环精馏及其动态模拟的进展和展望	王宏伟, 郑远扬 (567)
35	等压串联双塔间歇精馏过程	白 鹏, 宋宝东, 余国琮 (573)
36	NaOH 溶液对有机相苯酚的反萃取过程	杨义燕, 韩扶军, 张旺德等 (579)
37	有机磺酸类化合物的络合萃取研究	杨义燕, 孙 彦, 戴猷元 (584)
38	对氨基酚稀溶液的络合萃取研究	杨义燕, 刘志吉, 郭建华等 (588)
39	不同 pH 值下酚类的络合萃取研究	杨义燕, 郭建华, 刘志岩等 (592)
40	磷酸胺类化合物萃取醋酸的研究	王 陈, 杨义燕, 王芹珠等 (597)
41	P ₂₀₄ 从氨-硫酸铵稀溶液中萃取镍的研究	赵 瑾, 黄耀东, 戴猷元 (601)
42	Lewis 碱性有机物稀溶液的络合萃取研究	苏海佳, 徐丽莲, 戴猷元 (605)
43	Lewis 酸和 Lewis 碱络合萃取特性的比较	苏海佳, 徐丽莲, 戴猷元 (611)
44	复合填料萃取塔操作性能的研究	朱慎林, 骆广生, 张宝清 (615)
45	聚合物反胶团萃取特性的研究	杨少华, 杨义燕, 王运东等 (620)
46	聚合物反胶团萃取的机理性研究	杨少华, 杨义燕, 王运东等 (624)
47	二甲亚砜重芳烃抽提的初步研究	王 强, 徐丽莲, 朱慎林等 (628)
48	超临界 CO ₂ 萃取苧蒿籽精油的工艺研究	高彦祥, B. Simandi (634)
49	润滑油脱酸精制萃取过程的研究	骆广生, 朱慎林 (638)
50	浮选用波纹填料塔的多级逆流萃取模型	任 慧, 丁一刚, 吴元欣等 (643)
51	超临界 CO ₂ 萃取木香挥发油的研究	陈 虹, 邓 修 (647)
52	乙二醛溶液体系中醋酸络合萃取的动力学研究	吴正舜, 丁一刚, 吴元欣等 (652)
53	连续环状萃取色谱床传质过程的模拟	胡徐腾, 秦 炜, 戴猷元 (656)
54	中空纤维封闭液膜用于乳酸分离的初步研究	张卫东, 朱慎林, 戴猷元等 (660)
55	膜萃取防止溶剂污染的优势	张卫东, 陈 菁, 朱慎林等 (665)
56	渗透蒸发与酯化反应的耦合过程研究	许振良, 陈桂娥, 蔡建国等 (669)
57	乳液及微乳液体系的性能研究	侯家军, 王运东, 戴猷元 (674)
58	预分散溶剂萃取 (I) 胶液液体泡沫和胶质气体泡沫的制备及其性质的研究	王运东, 陈 敏, 戴猷元 (678)
59	酵母悬浮液错流微孔膜过滤过程的研究和优化	贺高红, 代新荣, 李保红等 (683)
60	快速法制备 γ -Al ₂ O ₃ 超滤膜	黄 培, 徐南平, 时 钧 (689)
61	改进浸浆法制备高质量的氧化铝微滤膜	黄 培, 徐南平, 时钧 (694)
62	改进的 II 型促进迁移渐进前沿模型	韩 伟, 马新胜, 邓 修等 (699)
63	PAN-PS 混溶性及超滤膜研究	王保国, 孙洪亮, 蒋维钧 (704)
64	渗透物在致密聚合物膜中扩散的分形介质模型	尚天刚, 蒋维钧, 李 琳等 (711)
65	改性醋酸纤维素膜渗透蒸发分离乙醇水的实验研究	晁建平, 杨春育, 焦王海等 (717)
66	弱碱性树脂分离有机羧酸稀溶液的研究	胡徐腾, 焦洁心, 秦 炜等 (721)
67	描述吸附蒸馏的简化模型及其分析	万 钧, 许春建, 周 明等 (725)

68	吸附蒸馏过程操作变量的取值范围	万 钧, 许春建, 周 明等(730)
69	吸附蒸馏简化模型的应用实例	万 钧, 许春建, 周 明等(734)
70	容积法测氧气及氮气在 5A 分子筛上的吸附等温线	焦玉海, 晁建平, 马宁宁等(740)
71	由不粘煤制空分用炭分子筛	元爱筠, 徐绍平, 朱盛维等(745)
72	甲醇-碳酸二甲酯共沸混合物的分离	施云海, 肖文德, 吴志泉等(749)
73	MDI 同分异构体分离的实验研究	郑世清, 胡仰栋, 岳金彩等(755)
74	丁酮-水分离新方法的研究	邱学青, 沈慧芳, 杨东杰等(759)
75	膜式结晶法精制对苯二甲酸二甲酯工艺的研究	孙绪江, 张 军, 齐彦伟等(764)
76	利用低温余热多级闪蒸海水淡化方案的选择	张海洋, 王世昌, 时乃新等(769)
77	多级闪蒸海水淡化系统动态特性的研究 (I) 基本理论	张海洋, 王世昌(774)
78	高含水原油的除砂	王伟文, 郭新辉, 周学林等(780)
79	酒精生产中淡酒回收新工艺的研究与应用	李群生, 张建珍(786)

D. 化学反应工程

1	非定态 SO_2 转化器稳定性的研究	王 辉, 肖博文, 袁渭康(791)
2	固定床传热的模型及其在应用中的某些问题	赵庆国, 李绍芬, 廖 晖(797)
3	利用非线性规划技术的固定床反应器在线过程辨识	刘良宏, 周兴贵, 黄华江等(804)
4	丙烯氨氧化循环流化床反应器数学模型	魏 飞, 赖志平, 胡永琪等(808)
5	鼓泡流化床的平均气泡直径和气泡内固体颗粒含量	邹东雷, 周 游, 郑 冲(813)
6	气升式环流反应器中的局部传质特性研究	胡 华, 王 麒, 丁富新等(817)
7	气-液反应器中气泡的有效利用率	胡 华, 刘 铮, 朱德权等(821)
8	流态化系统中非规则动态行为的初步研究	崔和平, 李静海(825)
9	高密度提升管中颗粒速度分布的研究	魏 飞, 林鸿飞, 杨国强等(831)
10	下行床入口段混沌特性的研究	程 易, 魏 飞, 林 仟等(837)
11	细颗粒在浓相及稀相时的流化特性分析	王 谣, 魏 飞, 金 涌等(843)
12	催化煤气化流化床反应器的动态模拟	罗和安, 幡手太雄, 上村正芳等(849)
13	双组分两维射流流化床内多相流体力学模拟	张 镔, 张济宇, 张碧江(853)
14	滴流床反应器中液相返混的两流区模型	毛在砂, 刘富善, 陈家镛(858)
15	滴流床反应器压力脉动特性的测量与分析	程振民, 蒋正兴, 袁渭康(864)
16	木糖滴流床加氢实验研究	江志东, 陈瑞芳, 吴平东(869)
17	用人工神经网络模型模拟催化精馏塔	肖 剑, 刘家棋, 韩金玉(874)
18	硅胶粒子分形聚集过程研究	蒋 新, 陈甘棠(879)
19	丁苯嵌段共聚过程的数值模拟	高正明, 王英琛, 施力田等(885)
20	喷动流化床尿素造粒过程的模拟计算	赵 君, 康仕芳, 张 磊(891)
21	流化床造粒影响因素的研究	吴 洪, 康仕芳, 赵 君(897)
22	固液悬浮搅拌槽内的局部速度测量	黄雄斌, 祝铃钰, 王英琛等(902)
23	应用三维 PDA 测量螺旋桨搅拌槽内单相及固液两相流体系统液相速度	侯拴弟, 王英琛, 张 政等(908)
24	应用三维 PDA 研究多层桨在搅拌过渡区的流场	丁文蕊, 王英琛, 高正明等(913)
25	CO 偶联-再生反应过程模拟	毛兰芳, 马新宾, 许根慧(918)
26	回转釜中固体颗粒停留时间的研究	廖学品(923)

- 27 作随化学反应的气液相际传质过程之数学模型 王金福, 汪展文, 俞芷青等 (928)
- 28 分形多孔催化剂内的反应扩散过程 张宝泉, 陆川, 廖晖等 (935)
- 29 在Ni/V-Al₂O₃催化剂上乙烯加氢的反应扩散过程 张宝泉, 廖晖, 张玮等 (941)
- 30 ADU沉淀过程的研究 康仕芳, 余正, 赵君 (947)
- 31 光导纤维技术在环流反应器研究中的应用 庄志军, 杨祖荣, 史季芬 (951)
- 32 反相胶束微反应器的电导特性与结构 成国洋, 沈峰, 李相国等 (955)
- 33 开发环戊二烯的反应—精馏装置研究 丁钦丰, 于丽梅, 李战英等 (959)
- 34 间歇釜式反应器控制策略和最优操作方案 王固空, 熊洁羽 (963)
- 35 锰/氧化铝催化剂制备中的浸渍过程研究 梁斌, R. Korbee, A. Gerrijsen等 (967)
- 36 高效负载型聚烯烃催化剂的研究——不同种类硅酸载体的孔结构及其受活化热影响分析 刘柏平, 任晓红, 阳永荣等 (971)
- 37 SO₄²⁻/ZrO₂超强酸制备中的表面化学过程 魏长平, 李然, 刘颖等 (976)
- 38 CO₂/CO/H₂在MK-101合成甲醇催化剂上的吸附与反应行为研究 陈晓春, 周志军, 饶国英等 (980)
- 39 新型催化剂载体的研究 丁梅, 杨育, 苏若雅 (986)
- 40 合成MTBE YLQ-1型树脂催化剂的性能及催化反应精馏工艺的研究 王志亮, 王伟, 杨宗仁 (991)
- 41 甲醇分解催化剂的性能改进 赵新强, 丛津生 (997)
- 42 丁烷氧化反应器除锈方法对催化剂性能影响研究 赵海生, 马国平, 田方田 (1001)
- 43 正丁烷氧化制顺酐催化剂单管实验评估 张德立, 宋年学, 李杰等 (1005)
- 44 多孔介质表面分形维数的测定 廖晖, 张宝泉, 陆川等 (1011)
- 45 δ -MnO₂固体表面的分形特征 朱令之, 韩恩山, 王阳等 (1017)
- 46 “饥饿”反应器中甲基丙烯酸羟乙酯自由基聚合动力学 曹贵平, 乐慧慧, 张明华等 (1021)
- 47 反应结晶(沉淀)过程的动力学研究 王静康, 尉杰 (1027)
- 48 硫化物催化剂的还原动力学及应用 王延吉, 张继炎, 张彦 (1031)
- 49 三聚氰胺结晶法净化湿法磷酸制磷酸盐的第二阶段反应动力学研究 长军, 霍丹群, 党洁修等 (1037)
- 50 马边磷矿酸解反应过程动力学特性研究 霍丹群, 侯长军 (1042)
- 51 用Laplace变换求解Raney-Ni上的炔醇加氢反应过程动力学 王承学, 华堂 (1046)
- 52 高压管道乙醇胺生产新工艺 吴兆立, 蔡振云, 谢荣富 (1052)
- 53 对苯二甲酸与乙二醇直接酯化过程研究 赵玲, 戴迎春, 朱中南等 (1056)
- 54 脂肪醇EP/PE型聚酯琥珀酸单酯磺酸钠的表面活性 吴金川, 何志敏, 屠雨恩 (1062)
- 55 天然气等离子反应合成制碳二烃 孙洪伟, 许根慧, 桂雨平 (1067)
- 56 甲苯侧链氯化的研究 时雨荃, 张金利, 赵竹喧等 (1072)
- 57 丙烯酸—丙烯酰胺共聚合成高吸水性树脂的研究 王晓东, 王仁远, 时钧 (1076)
- 58 4,4'-二羟基二苯基砜的合成与分离 金范龙, 衣守志, 戴传波 (1080)
- 59 外循环反应器中对甲酚氧化反应的研究 钟方丽, 李振铎 (1084)
- 60 在降膜反应器中用三氧化硫磺化甲苯的可行性 张德立, 刘邦孚, 吴金川等 (1087)
- 61 甲苯的气相三氧化硫磺化 刘邦孚, 吴金川, 张德立等 (1091)
- 62 3,5-二叔丁基-4-羟基苯丙酸甲酯的合成 汪宝和, 刘邦孚, 刘宗章等 (1095)

63	2,6-二异丙基萘的合成及精制	张 军, 孙绪江, 张俊民等 (1099)
64	间苯二甲酸二甲酯-5-磺酸钠的合成及精制	秦日金, 张俊民, 张 旭等 (1105)
65	酚醛树脂空心微球生产工艺、设备及应用研究	章士逊, 李子强, 查正清 (1111)
66	DMT生产新工艺研究	张敏华, 吕惠生, 谈 遵 (1117)
67	生产试剂醋酸钴的新工艺	韩怀强 (1125)

E. 计算机在化工中的应用及过程系统工程

1	模拟复杂精馏过程的新算法	宋海华, 秦奎德, 王 平 (1129)
2	多组分完全复杂精馏流程的模拟(I)模型与算法策略	荣本光, 胡仰栋, 韩方煜 (1133)
3	多组分完全复杂精馏流程的模拟(II)模拟计算实例	荣本光, 胡仰栋, 韩方煜 (1139)
4	乙酸与丁醇酯化反应精馏过程的研究(I)水-乙酸-丁醇-乙酸丁酯四元物系 相平衡的计算	杨志才, 崔现宝, 高 静 (1143)
5	乙酸与丁醇酯化反应精馏过程的研究(II)实验及数学模拟	杨志才, 崔现宝, 高 静 (1149)
6	燃料型减压塔的模拟	杜英生, 李战胜 (1155)
7	常减压炼油装置过程测量数据的校正	周传光, 李 黎, 胡仰栋等 (1161)
8	煤化工产品加工流程模拟系统 CCPS 的设计与实现	谭心舜, 周传光, 杨东平等 (1166)
9	三步骤变压吸附空气分离过程的动态模拟	马宁宁, 焦玉海, 晁建平 (1170)
10	采用平衡模型对变换气提氢 PSA 工艺的模拟	朱大方 (1176)
11	环式硝化反应器的模拟与研究	郑世清, 胡仰栋, 韩方煜等 (1182)
12	尿素水解过程的计算机模拟	王 维, 冯 新, 陆小华等 (1188)
13	环丁砜芳烃抽提装置汽提塔的模拟计算与分析	温晓明, 刘利锐, 王强等 (1194)
14	磷肥高炉热过程数学模型的研究	李沪萍, 夏家群, 罗康碧等 (1200)
15	不精确系统的模型化和优化	钱 宇, 肖宏亮, 张培荣 (1204)
16	多目的间歇化工厂的最优设计(I)MINLP 设计模型	袁希钢, 陈中州, 余国琮 (1208)
17	多目的间歇化工厂的最优化设计(II)SA/LP 算法及其实施	袁希钢, 陈中州, 余国琮 (1213)
18	过程系统非线性规划全局优化研究	胡山鹰, 陈丙珍, 何小荣等 (1218)
19	通用过程模拟优化系统 ECSSOPT	郑世清, 胡仰栋, 岳金彩等 (1223)
20	多组分复杂精馏流程的综合	荣本光, 胡仰栋, 韩方煜等 (1229)
21	多效逆流精馏流程通用数学模型的建立及优化计算	王 戴, 杨 莹, 刘艳杰等 (1235)
22	多效逆流精馏流程的设计型模拟优化计算	王 戴, 杨 莹, 刘艳杰等 (1240)
23	利用人工智能技术合成间歇过程操作控制步骤	王保国, 王春艳, 许锡恩 (1245)
24	过程系统用能一致性原则-用于全过程系统的能量集成	俞红梅, 范卫东, 姚平经等 (1249)
25	改进遗传算法最优同步综合换热网络	王克峰, 姚平经, 袁一等 (1255)
26	换热器网络的综合——HEXTRAN 软件平台上的虚拟温度法	鲁东升, 樊希山, 姚平经 (1261)

- 27 非线性最优化方法在逐级接触逆流萃取过程设计计算中的应用
..... 陈福明, 孙登文, 刘福祯 (1267)
- 28 反应-分离系统动态过程故障诊断策略研究 赵劲松, 陈丙珍, 沈静珠 (1271)
- 29 乙烯裂解炉优化人工神经网络模型的建立 吕翠英, 华 黄 (1277)
- 30 基于 BP 神经网络的产品质量在线检测 陈方泽, 陈丙珍, 何小荣 (1283)
- 31 鼓泡塔融结晶精制过程稳态模拟与优化 李基良, 李 彬, 马万荣等 (1288)
- 32 高纯氮气单塔流程的模拟与优化设计 谭心舜, 郑世清, 周传光等 (1294)
- 33 丙烯聚合过程计算机集成式操作指导系统的开发与应用
..... 秦宏启, 郭 壮, 袁 一 (1300)
- 34 面向对象的化工过程模拟与分析系统 胡仰栋, 李玉刚, 郑世清等 (1305)
- 35 数据驱动的过程模拟系统模块功能的开发 朱兆友, 郑世清, 岳金彩等 (1309)
- 36 OOP: 基于面向对象的化工过程计算机模拟辅助开发环境
..... 宋吴爽, 陈 捷, 徐亦方 (1313)

F. 生物化学工程

- 1 代谢工程: 历史、现状和未来 赵学明, 马红武 (1319)
- 2 生物微囊用于细胞培养的研究 解玉冰, 马小军, 虞星炬等 (1324)
- 3 酯类风味物质微生物生产及其萃取发酵的研究 阮文权, 陈 坚, 伦世仪 (1328)
- 4 氨基酸对面包酵母发酵生产谷胱甘肽影响的初步研究——亚硝化细菌的性质
及其生长动力学 李 寅, 陈 坚, 阮文权等 (1332)
- 5 双液相体系在植物细胞培养中的应用 傅旭庆, 吕德伟, 孟 琴 (1336)
- 6 气升环流式氧载体生化反应器性能及其应用于酵母发酵的研究
..... 贾士儒, 王明霞, 李 波等 (1340)
- 7 短小芽孢菌 c172 (pBX 96) 转化子碱性蛋白酶的提纯和性质的研究
..... 冯耀宇, 杨文博, 何志敏 (1344)
- 8 无机盐浓度对固定化米根霉发酵生产 L(+)-乳酸的影响
..... 李玉龙, 白 妹, 杨 晖等 (1348)
- 9 固定化米根霉载体尺寸对乳酸发酵过程的影响
..... 李玉龙, 白 妹, 杨 晖等 (1352)
- 10 固定化酵母乙醇发酵的研究 尚龙安, 凌海燕, 范代娣等 (1356)
- 11 清除水体氮氮污染微生物制剂的研究 (I) 华兆哲, 陈 坚, 王欲鹏等 (1361)
- 12 流加操作过程模糊-神经网络预测研究 元英进, 苗志奇, 秦家庆等 (1367)
- 13 细菌浸出黄铜矿过程中黄铁矿的影响行为 张冬艳, 张 通 (1372)
- 14 生物氧化复合硫化铜矿的研究 张冬艳, 张 通 (1377)
- 15 使用细胞循环进行酒精连续发酵的研究 管 斌, 孙艳玲, 谢来苏等 (1381)
- 16 规模缩小法研究循环时间对黄原胶发酵过程的影响
..... 张晓伟, 班 睿, 赵学明等 (1386)
- 17 黄原胶发酵动力学模型的参数估值 马红武, 黄 霄, 赵学明等 (1391)
- 18 以淀粉为碳源肌苷生产菌 TF240 的构建 王艳萍, 陈 宁, 张克旭等 (1396)
- 19 肌苷工程菌株发酵条件的初步研究 王艳萍, 陈 宁, 张克旭等 (1400)
- 20 阴离子型表面活性剂与中性膦氧萃取剂混合的反胶团体系萃取牛血红蛋白的研究
..... 严勇朝, 刘会洲, 陈家镛 (1406)
- 21 生化反应与膜蒸馏耦合过程生产乙醇 马润宇, 姚 鹏, 张淑荣 (1412)

22	非水介质中酶催化酚类氧化聚合反应	范先国, 马青, 武斌等 (1416)
23	反胶团酶膜反应器研究进展	姚传义, 吴金川, 何志敏 (1421)
24	酶促反应色谱分离耦合过程参数分析	杜翔, 吴金川, 何志敏等 (1427)
25	生物酶催化法制备脂肪酸和甘油	宋元达, 李卫东, 康庭璋等 (1433)
26	酶法生产壳低聚糖的研究	谭天伟 (1439)
27	非均相固定化酶促反应中外扩散抑制和化学抑制间的协同作用	邹晋, 鄢进申 (1443)
28	醋酸可的松脱氢过程动力学研究	姚传义, 张瑛 (1448)
29	连续逆向色谱电泳过程研究	赵平, 王世昌, 高瑞昶 (1453)
30	染料修饰凝胶的亲吸附及脱附平衡行为	何利中, 甘一如, 孙彦 (1457)
31	泡沫分离技术分离大豆蛋白质的研究	谢继宏, 张贵, 邓修 (1462)
32	蛋白质泡沫精馏过程的数学模型	谢继宏, 涂叙斌, 邓修 (1466)
33	从叶绿素生产残液中提取 β -胡萝卜素的研究	周晓葵, 王大为, 范先国等 (1470)
34	流态化亲和色谱蛋白质分离特性研究	朱家骅, 夏素兰 (1474)
35	二(2-乙基己基)磷酸萃取氨基酸的机理	史清洪, 孙彦 (1478)
36	利用玉米粉生产焦糖色素的研究	罗仓学, 郑民锁, 马慧兰等 (1483)
37	一种新的溶氧计及其在线标定方法	阮友昌, 莫炳禄, 公国庆等 (1487)
38	基于蛋白质结构类的球蛋白二级结构含量预测	张子丁 (1491)

G. 环境化学工程及其它

1	规整填料塔中柠檬酸钠法烟气脱硫的研究	袁孝竞, 李国潮, 盛在行 (1497)
2	含浸液烟气脱硫促进传递机理与数学模型	熊丹柳, 邓修, 戴干策 (1502)
3	含浸液膜法烟气脱硫实验研究	熊丹柳, 邓修, 戴干策 (1507)
4	工业尾气净化用新型填料的研制与实验	陈宁, 余国琮 (1512)
5	膜法富氧技术及在工业上的应用研究	沈光林 (1517)
6	湿式空气氧化系统的能耗分析	唐受印, 戴友芝, 汪大辉等 (1522)
7	中型管式超滤装置处理采油污水的研究	徐英, 李发勇, 李阳初等 (1527)
8	炼油厂废水的无害化处理和零排放	庞金钊, 李鑫钢 (1531)
9	石油渣油中重金属的脱除	胡浩权, R. Reimet (1537)
10	渣油预处理过程的特征研究	李光明, 翁惠新 (1541)
11	密封Ni-MH ₂ 电池的氧复合动力学研究	朱文化, 张冠东, 张登君等 (1545)
12	煤基富勒烯(C ₆₀)的制备与提纯研究	邱介山, 罗长齐, 周颖等 (1549)
13	悬浮状态煤粉燃烧反应动力学参数研究	张薇, 简森夫, 邓育新 (1554)
14	年轻煤温和气化用于钢铁厂能源平衡的探讨	张秋民, 郭树才, 李文翠等 (1559)
15	具有巨大潜力的可再生能源——生物质能的开发利用现状与展望	尚龙安, 孙凯, 范代娣等 (1564)
16	动态耦合柱液相色谱(DCCLC)技术预测有机污染物在正辛醇/水中的分配系数	王秀英, 宋海华 (1568)
17	石膏制硫酸的技术评述	刘玉秀 (1572)
18	以酸渣为原料研制混凝土减水剂	张平, 张竞, 张文胜等 (1579)

非定态SO₂转化器稳定性的研究

王 辉 肖博文* 袁渭康

(华东理工大学联合化学反应工程研究所, 上海 200237)

关键词 二氧化硫 非定态转化 稳定性

1 引言

进气方向变换的非定态SO₂转化器最初为苏联学者Boreskov和Matros提出^[1], 对浓度低且波动大的冶炼烟气非常有效, 很快得到了工业应用。但Matros等人最初提出的单层结构(即绝热式结构)的适用范围非常有限, 对于许多冶炼厂的尾气(SO₂含量为2~4%), 单段绝热式反应器的转化效果不够理想。鉴于此, Matros的同事Balashov等人^[2]对中间散热式非定态转化器进行了中试研究, 在2.3m直径的转化器上, 气浓从4~10%, 气速可以提高到0.23m/s, 催化剂不过热, 转化率可达89~92%。针对SO₂的非定态转化, 国内一些学者也展开了研究。华东理工大学^[3,4,5,6]于八十年代末即开始了非定态固定床反应器及其在SO₂转化上应用的研究, 进行了1500t/a的中试, 对四种结构(绝热式、一点散热式、两点散热式、冷激式)的非定态SO₂转化器进行了深入的研究。

对非定态SO₂转化器的研究表明: 中间散热式结构能够自热地达到较高的单程转化率, 从而显示了这种结构的转化器的巨大应用潜力。然而, 在实际运行过程中, 俄罗斯的非定态转化器遇到了不少问题。国内沈阳冶炼厂引进的俄罗斯装置为三层结构, 处理的气量为50km³/h, 气浓2~3%, 但未达到原来的设计要求, 转化情况不理想。由此可见, 对于SO₂的非定态转化仍有许多问题值得探讨, 尤其是针对我国硫酸及有色金属工业的具体情况开展系统的研究。

2 中间散热式非定态转化器的结构与原理

单段绝热式的结构适用于低浓度(约为1%左右)的转化^[2], 而对于大多数冶炼厂的烟气条件为气浓2~4%, 采用单段绝热式转化效果不够理想, 因此提出中间散热式的转化器结构。根据其换热器的个数, 又可分为一点散热式和两点散热式两种结构, 如图1、图2。

在结构上, 中间散热式非定态转化器同单段绝热式极为相似: 都是通过阀门的周期性切换, 利用催化剂具有的双重功能——催化氧化与蓄热换热, 使常温条件下的原料气能够不经换热直接进行转化。在原理上, 它们都是利用了固定床反应器的动态特性, 具体地讲是反应区爬移和逆响应行为^[8]。中间散热式的结构之所以能实现较高气浓(2~4%)条件下的非定态转化, 在于它具有中间换热器, 能够移出反应过程中的多余热量, 提高转化率。

* 国家自然科学基金资助项目

作者肖博文受国家教委跨世纪优秀人才计划基金资助

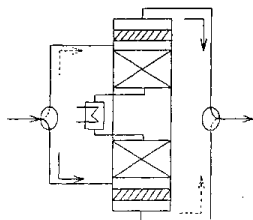


图1. 两层(一点)中间散热式
非定态转化器结构图

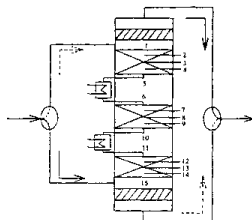


图2. 三层(二点)中间散热式
非定态转化器结构图

3 非定态反应器的数学模型及其解法

在非定态条件下，由于热床层冷进料(进气温度可低至室温)，气固两相的温差很大，必须采用非均相的两相模型，并且需要充分考虑热传导的影响。下面的模型还基于两个假定：①气相温度和浓度以及固相浓度与固相温度相比是快相应的变量；②忽略气相扩散的影响。

3.1 模型的建立

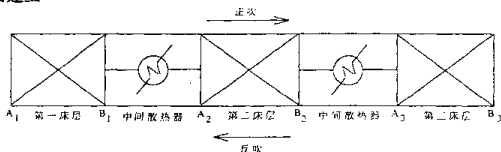


图3. 简化的两点散热式转化器

以图3所示的简化为基础，数学模型为：

$$C_r \frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{1}{Phs} \cdot \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} + \beta_1 r(\theta, y) - \alpha(\theta - T) \quad (1)$$

$$0 = \frac{1}{Phg} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} - \frac{\partial T}{\partial z} + \alpha(\theta - T) \quad (2)$$

$$\gamma(y - x) = \beta_2 r(\theta, y) \quad (3)$$

$$\frac{\partial x}{\partial z} = \beta_2 r(\theta, y) \quad (4)$$

以正吹为例，边界条件为：

$$A_1: \begin{cases} \frac{\partial \theta}{\partial z} = 0 \\ -\frac{1}{Phg} \cdot \frac{\partial T}{\partial z} + T = T_m \end{cases} \quad (5)$$

$$A_2: -\frac{1}{Phg} \frac{\partial T}{\partial z} + T = T_{11, in} \quad (6)$$

$$A_3: -\frac{1}{Phg} \frac{\partial T}{\partial z} + T = T_{11, in} \quad (7)$$

$$B_1, B_2: \frac{\partial T}{\partial z} = 0 \quad (8)$$

$$B_3: \begin{cases} \frac{\partial \theta}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial T}{\partial z} = 0 \end{cases} \quad (9)$$

初始条件: $\theta(z, 0)$ = 床层预热温度分布

其中, $T_{11, in}$ 、 $T_{11, in}$ 分别为经第一、二个换热器降温后的气体温度:

$$T_{11, in} = (1 - \beta) T_{B1} + \beta T_C \quad T_{11, in} = (1 - \beta) T_{B2} + \beta T_C$$

$\beta = \frac{T_B - T_A}{T_B}$ 表示换热器的散热能力, 也可看成是占整个反应放热的散热分率。在两点散热式结构中假定两个层间换热器的散热分率相同。

Cr表示单位床层体积固一气热容比, 对硅藻土载体钒催化剂, 其值约为500。本征动力学方程取自文献[7], 该方程适用于通用的K-Na-V催化剂。模型的求解可参见文献[6]。

4 非定态SO₂转化器的稳定性

对于实际的冶炼厂烟气来说, 气浓与气量的波动均相当大, 因此, 考察非定态反应器的稳定性或操作弹性是很重要的。在这方面, 前人已作了一些工作, 但中间散热式非定态转化器的稳定性及其控制还有待进一步研究。本文将在这方面进行讨论。

4.1 热波移动

由于非定态转化采取低温进料, 流向周期性变换操作, 在反应床层内会出现速度远小于气速的反应区爬移, 如图4(a)、(b)。它们代表了相同的操作条件不同的反应器结构形式引起的反应区爬移。可以看到, 对于同样的气浓条件, 两点散热式结构由于有两个层间换热器, 催化剂床层整体温度水平要低得多。

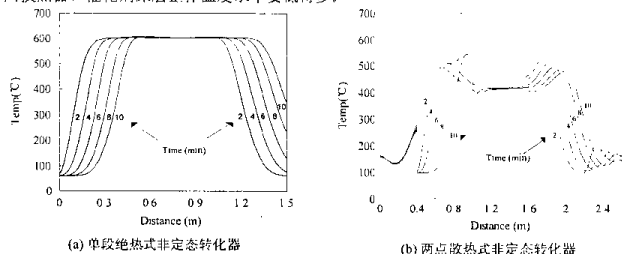


图4. 非定态反应器半个周期内的温度分布

(SO₂=3%, O₂=14%, u=0.3m/s, β =2.66%, Cycle=20min)