

成思危 主编

过程系统工程辞典

中国石化出版社

过程系统工程辞典

主 编 成思危

副主编 杨友麒 陈丙珍

胡仁安 刘正庚

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

过程系统工程辞典/成思危主编.
—北京:中国石化出版社,2001
ISBN 7-80164-079-9

I.过… II.成… III.化工过程-化学系统工程-辞典
IV.TQ02-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 027188 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271859

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

850×1168 毫米 32 开本 17.25 印张 461 千字 印 1—1500

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

定价:54.00 元

序

过程系统工程是在系统工程、化学工程、过程控制、计算数学、信息技术、计算机技术等学科的边缘上产生的一门综合性学科,它以处理物料—能量—信息流的过程系统为研究对象,其核心功能是过程系统的组织、计划、协调、控制和管理,它广泛地用于化学、冶金、建材、食品等过程工业中,目的是在总体上达成技术上及经济上的最优化。

过程系统工程大约是在 20 世纪 70 年代开始形成一门独立学科的,此后不断迅速发展,在各种期刊杂志上及三年一度的过程系统工程国际会议上发表了大量的文章,其中一些关键技术,如过程模拟及优化、过程分析与综合、过程控制与运营、过程预测及评价等日益成熟,应用领域也不断扩展,已经成为过程工业发展中不可缺少的一门高技术。

近 30 年来,我国学者及工程技术人员在努力学习国外先进技术的基础上,在实践中积累了不少经验,在技术上也有一些发展。但由于彼此之间缺乏联系及交流,在过程系统工程方面尚未能形成一支强大的人才队伍,高水平的创新成果为数不多,有一些较好的成果未能得到应有的推广。

中国系统工程学会过程系统工程专业委员会于 1991 年宣告成立后,我在 1991~1999 年间被推选担任了第一及第二届主任委员。学会的主要任务就是要大力普及过程系统工程的基本知识,努力提高我国过程系统工程的理论及应用水平。为此,第一届理事会决定编辑出版一套《过程系统工程理论与实践丛书》,现已出版了 9 本,并正在考虑修订再版。第二届理事会又决定编纂一本《过程系统工程辞典》,经过编委会委员与 45 位撰稿专家将近 4 年的共同努力,终于得以顺利出版。

在此,我仅向各位编委、各位撰稿专家,以及中国石化出版社的有关人员表示深切的感谢。

这本辞典共分为9章,包括通论、过程系统模拟、过程系统综合、过程系统优化、过程控制、过程运营、过程工业计算机集成制造系统、人工智能在过程系统工程中的应用、技术经济评价方法等,共1200多个词条,基本上涵盖了过程系统工程的主要领域。出版这本辞典的目的是宣传并普及过程系统工程的基本知识,并提供一部简明而实用的工具书。其读者对象是过程工业领域内大专以上文化程度的中青年工程技术人员及管理人员。编委会在确定编辑方针时,希望这本辞典能达到以下几点基本要求:

1. **完整性:**能反映过程系统工程学科的全貌,覆盖面应尽量完整。
2. **系统性:**词条应按本学科内在的系统性来分类,尽量做到互相关联。
3. **科学性:**逻辑清晰,释义准确。词条名称一律按国家自然科学名词审定委员会正式公布或国家标准规定命名,但个别在本学科中已约定俗成的名词仍予以保留。
4. **通俗性:**词条解释应简明易懂,尽量避免使用深奥怪僻的词语。

由于编纂这本辞典在国内外过程系统工程界中尚属首次尝试,再加上本学科近年来发展迅速,编者及撰稿人的水平有限,是否真正达到了上述要求,还有待读者的检验。我热诚地希望各位读者能将你们对本书的宝贵意见反馈给中国石化出版社,以便再版时能加以改进。

戚思彪

2001年4月2日

《过程系统工程辞典》编委会

主 编：成思危

副主编：杨友麒(常务) 陈丙珍(常务)

胡仁安 刘正庚

编 委：(以下按姓氏笔画为序)

王纪韶 冯 霄 华 贵 孙柏铭

许锡恩 何小荣 李士琦 李有润

陈 宪 金以慧 姚平经 倪进方

袁希钢 钱 宇 韩方煜 魏寿彭

编 写 人 员

(按姓氏笔画为序)

王纪韶	王克峰	王家桢	王黎
邓瑾	冯霄	刘新彦	华贵
孙正清	何小荣	余四清	宋冠秦
张述伟	李士琦	李大达	李有润
李秀喜	李绍军	李雨膏	杨友麒
沈步明	沈静珠	陈中州	陈丙珍
陈宪	陈振宇	陈曙东	周东华
周军	郑世清	金以慧	修乃云
姚平经	胡山鹰	胡仰栋	荣本光
赵耀	项曙光	袁希纲	钱宇
顾炎	高龙	黄晖	韩方煜
魏寿彭			

按专业分类的词目索引

一、通 论

系统····· (1)	半理论模型····· (8)
大系统····· (1)	集总参数模型····· (8)
子系统····· (2)	分布参数模型····· (8)
过程系统····· (2)	系统模型····· (8)
线性系统····· (2)	单元模型····· (9)
非线性系统····· (2)	模糊模型····· (9)
系统特性····· (3)	随机模型····· (9)
系统分析····· (3)	时间序列模型····· (10)
系统工程····· (3)	确定模型····· (10)
过程系统工程····· (4)	建模····· (10)
化工过程····· (4)	自由度····· (11)
过程····· (4)	设计变量····· (11)
连续过程····· (5)	操作变量····· (11)
离散过程····· (5)	决策变量····· (11)
马尔柯夫过程····· (5)	状态变量····· (11)
稳态过程····· (6)	控制变量····· (11)
动态过程····· (6)	计算机辅助过程设计····· (12)
理论模型····· (6)	计算机辅助工程····· (12)
机理模型····· (6)	计算机辅助运行
严格模型····· (6)	(操作)····· (12)
灰色模型····· (7)	计算机辅助教学····· (13)
经验模型····· (7)	模型识别····· (13)
黑箱模型····· (7)	模型辨识····· (13)

参数估值	(14)	软件开发环境	(18)
参数拟合	(14)	生命周期分析	(18)
置信区间	(14)	过程生命周期分析	(19)
数据分类	(14)	产品生命周期分析	(19)
数据谐调	(15)	模型试验	(19)
数据校正	(15)	中间试验	(19)
过失误差侦破	(15)	微型中间试验	(20)
最大似然估计	(16)	单元	(20)
化工过程设计	(16)	节点	(20)
概念设计	(17)	图	(20)
基础设计	(17)	工艺流程图	(20)
热力学分析	(17)	算法	(20)
热经济学	(18)	人机界面	(21)
焓经济学	(18)	人机交互系统	(21)

二、过程系统模拟

1. 一般术语

模型化和模型	(21)	物流变量	(23)
模拟	(22)	流股	(23)
物理模拟	(22)	物料衡算	(23)
数学模拟	(22)	能量衡算	(23)
数字模拟	(22)	热量衡算	(23)
系统模拟	(22)	设计型问题	(23)
物质流	(22)	模拟型问题	(24)
能量流	(22)	工况特性	(24)
信息流	(23)	工况分析	(24)
		信息流程图	(24)

单位制	(25)	理想气体焓	(30)
塔板水力学	(25)	等温焓差	(30)
轻关键组分	(25)	等温熵差	(30)
重关键组分	(25)	吉布斯自由能	(30)
2. 物性及热力学性质		有效能	(30)
物性	(25)	纯组分常数	(31)
物性模块	(26)	热力学数据	(31)
物性数据库	(26)	物流数据	(31)
热力学模型	(26)	相包线	(31)
极性物系	(27)	物性推算	(31)
非极性物系	(27)	物性扩充功能	(31)
理想溶液	(27)	传递物性	(31)
非理想溶液	(27)	物性检索	(32)
电解质溶液	(27)	化合物官能团	(32)
聚合物溶液	(28)	活度系数模型	(32)
固体物系	(28)	3. 单元过程	
小分子物系	(28)	设备参数	(32)
大分子物系	(28)	节流模块	(32)
宽沸程物系	(28)	黑箱反应器	(32)
窄沸程物系	(28)	热力学反应器	(33)
含惰性物质物系	(28)	动力学反应器	(33)
均相物系	(28)	4. 单元模块或单元操作	
非均相物系	(29)	模块	(34)
共沸物系	(29)	单元操作模块	(34)
超临界流体物系	(29)	单元模型方程	(34)
理想气体	(29)	闪蒸模块	(34)
非理想气体	(29)	收敛模块	(35)
缔合物系	(29)	泡点	(35)
相平衡	(30)	露点	(35)

- | | | | |
|--------------|------|--------------|------|
| 泡点温度 | (35) | 有向图 | (43) |
| 泡点压力 | (36) | 简单通路 | (43) |
| 露点温度 | (36) | 最大回路 | (44) |
| 露点压力 | (36) | 单元串搜索法 | (44) |
| 物流传输器 | (36) | 回路搜索法 | (45) |
| 加合器 | (37) | 可及矩阵 | (45) |
| 混合器 | (37) | 可及矩阵法 | (46) |
| 分流器 | (37) | 回路矩阵法 | (46) |
| 组分分离器 | (37) | 重复断裂 | (47) |
| 用户自加模块 | (37) | 环路向量 | (47) |
| 5. 过程系统 | | 6. 模型化 (建模) | |
| 系统灵敏度 | (38) | 模型参数 | (47) |
| 系统方程式 | (38) | 工况模型 | (47) |
| 有向支线 | (39) | 分流分率模型 | (48) |
| 图解行列式 | (39) | 原子矩阵 | (48) |
| 信息变换器 | (39) | 反应矩阵 | (48) |
| 物流连接方程 | (40) | 7. 单元过程、系统模拟 | |
| 信号流程图 | (40) | (建模) | |
| 流程拓扑 | (40) | 化工流程模拟 | (48) |
| 过程矩阵 | (40) | 隐式表达形式和显式 | |
| 物流连接矩阵 | (41) | 表达形式 | (49) |
| 关联矩阵 | (41) | 迭代法 | (49) |
| 邻接矩阵 | (41) | 直接迭代法 | (49) |
| 稀疏矩阵 | (42) | 部分迭代法 | (49) |
| 最小断裂流股 | (42) | 局部收敛 | (50) |
| 变换矩阵 | (42) | 全局收敛 | (50) |
| 循环物流 | (43) | 收敛判据 | (50) |
| 再循环回路 | (43) | 收敛容差 | (51) |
| 有限图 | (43) | 割线法 | (51) |

松弛因子	(51)	松弛法	(61)
韦格施坦法	(51)	三对角矩阵法	(63)
界限韦格施坦法	(52)	流量加和法	(64)
收敛速度	(52)	CMB 矩阵法	(65)
直接线性化方法	(52)	稳态模拟	(65)
牛顿 - 拉夫森法	(53)	动态模拟	(66)
扰动法	(53)	8. 程序编制	
阻尼因子	(53)	速率方程	(66)
拟牛顿法	(54)	设计规定方程	(66)
布洛伊顿法	(54)	寄存变量	(66)
广义割线法	(55)	计算顺序	(66)
优势特征值法	(55)	模拟的缺省值	(66)
切割方法	(56)	9. 软件	
切割变量	(56)	过程模拟系统	(67)
序贯模块法	(56)	模拟器	(68)
设计规定	(57)	专用过程模拟系统	(68)
联立方程法	(58)	通用过程模拟系统	(68)
联立模块法	(58)	用户界面	(68)
分隔	(59)	集成系统	(69)
前馈模块	(59)	软件结构	(69)
反馈模块	(60)	软件环境	(69)
发散	(60)	硬件环境	(70)
分解	(61)	用户干预	(70)

三、过 程 综 合

1. 一般术语

系统结构	(70)
------------	------

- 总费用目标 (71)
- 过程系统综合 (72)
- 过程设计 (73)
- 过程改造 (73)
- 过程扩建 (74)
- 过程废物最小化 (74)
- 计算机辅助过程
 综合 (75)
- 结构参数法 (76)
- 经济权衡 (76)
- 直观推断法 (76)
- 全流程综合 (77)
- 调优方法 (77)
- 洋葱图 (77)
- 超级结构 (78)
- 过程子系统优化 (78)
- 化工过程设计的层次
 结构 (79)
- 分解法 (79)
2. 换热网络综合
- 标记直观推断法 (80)
- 操作型夹点计算 (81)
- 超目标方法 (82)
- 穿越夹点热流 (82)
- 单元数 (83)
- 多夹点 (83)
- 格子图 (85)
- 焓间隔 (85)
- 划分温度段温差 (86)
- 换热网络可简化
 结构 (86)
- 换热网络综合目标 (87)
- 换热网络综合 (88)
- 夹点 (89)
- 夹点分析 (89)
- 夹点技术 (90)
- 夹点匹配 (90)
- 夹点设计法 (91)
- 近夹点 (92)
- 门槛问题 (92)
- 逆夹点 (93)
- 伪夹点 (94)
- 热泵 (95)
- 热负荷回路 (95)
- 热负荷回路断开 (96)
- 热负荷路径 (96)
- 热焓图 (97)
- 热回收温差 (97)
- 热回收夹点 (98)
- 热机 (98)
- 热阱、热源 (99)
- 热力学最小传热
 面积网络 (100)
- 热容流率 (100)
- 设计型夹点计算 (101)
- 剩余问题分析 (101)
- 双温差法 (102)
- 温-焓(T-H)图 (102)

温度间隔····· (103)	分离锐度····· (116)
温度交叉····· (103)	分离序列····· (116)
问题表格算法····· (104)	分离序列的综合····· (117)
热级联····· (106)	分离子问题····· (117)
总组合曲线····· (106)	复杂塔····· (117)
组合曲线····· (107)	隔板塔····· (117)
最小允许传热温差····· (108)	热耦合塔····· (117)
最小允许传热温差 贡献值····· (108)	锐分离(清晰分离)····· (118)
分离的总组合曲线····· (109)	蒸馏的热集成····· (118)
夹点区····· (109)	质量交换网络····· (118)
公用工程总组合 曲线····· (110)	柔性热耦合系统····· (119)
平衡的总组合曲线····· (110)	蒸发器热集成····· (119)
能量松弛····· (111)	4. 公用工程综合
虚拟温度法····· (112)	公用工程夹点····· (120)
换热器最小传热 温差····· (113)	公用工程路径····· (120)
分离子群····· (113)	公用工程系统综合····· (121)
彼得留克塔····· (113)	冷冻循环的集成····· (121)
3. 分离综合子系统	热机集成····· (121)
多效蒸馏····· (114)	热泵的集成····· (122)
非清晰分离····· (114)	热电冷联产····· (122)
直接分离序列····· (115)	5. 过程能量集成
间接分离序列····· (115)	过程系统的能量 结构····· (122)
分离系数····· (115)	过程能量集成····· (123)
清晰分割····· (115)	能量系统集成····· (123)
有序直观推断法····· (115)	适当布置原则····· (124)
简单塔····· (116)	加减原理····· (124)
	过程能量分析····· (124)
	过程系统焓分析····· (125)

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 能量利用子系统····· (125) | 限定循环时间····· (132) |
| 能量回收子系统····· (125) | 批间隔····· (133) |
| 能量转换子系统····· (126) | 平行单元····· (133) |
| 用能诊断····· (126) | 同步平行单元····· (133) |
| 过程焓经济优化····· (127) | 异步平行单元····· (133) |
| 6. 其他综合 | 条线图····· (133) |
| 能量集成的分解 | 中间存储····· (133) |
| 协调优化····· (127) | 无限中间储罐····· (133) |
| 全局能量集成调优····· (128) | 有限中间存储····· (133) |
| 反应器的热集成····· (129) | 无中间存储····· (133) |
| 反应器网络综合····· (129) | 零等待····· (134) |
| 化学反应路径综合····· (129) | 混合中间存储····· (134) |
| 反应-分离系统 | 期限····· (134) |
| 综合····· (130) | 单产品期限····· (134) |
| 7. 间歇过程 | 多产品期限····· (134) |
| 间歇过程····· (131) | 覆盖操作····· (134) |
| 间歇厂····· (131) | 非覆盖操作····· (134) |
| 半连续过程····· (131) | 生产路线····· (135) |
| 多产品厂····· (131) | 间歇级····· (135) |
| 多目的厂····· (131) | 子链····· (135) |
| 多装置厂····· (131) | 批量限制级····· (135) |
| 流水作业车间····· (132) | 时间限制级····· (135) |
| 工件作业车间····· (132) | 生产进度安排····· (135) |
| 相容产品····· (132) | 进度表····· (135) |
| 批····· (132) | 生产计划书····· (136) |
| 批量····· (132) | 生产计划安排····· (136) |
| 生产工艺····· (132) | 产品切换····· (136) |
| 尺寸因子····· (132) | 任务合并····· (136) |
| 负荷因子····· (132) | 任务分解····· (136) |

拖期·····	(136)	Johnson 规则·····	(136)
提前期·····	(136)	RAES 算法·····	(137)
总流经时间·····	(136)		

四、过程系统优化

最优化技术·····	(137)	等式约束条件·····	(144)
最优化理论·····	(137)	不等式约束条件·····	(144)
最优化问题·····	(138)	状态方程·····	(145)
最优化·····	(138)	线性约束·····	(145)
最优化方法·····	(139)	非线性约束·····	(146)
离散最优化·····	(139)	无约束优化问题·····	(146)
参数最优化·····	(140)	有约束优化问题·····	(147)
确定型系统的最 优化·····	(140)	等式约束优化问题·····	(147)
稳态系统的最优化·····	(140)	不等式约束优化 问题·····	(148)
动态系统的最优化·····	(141)	搜索方向·····	(148)
大系统的最优化·····	(141)	无约束优化的古典 微分法·····	(148)
网络系统的最优化·····	(141)	步长·····	(149)
随机系统的最优化·····	(142)	可行域·····	(149)
模糊系统的最优化·····	(142)	闭域·····	(149)
数学模型·····	(142)	开域·····	(150)
优化问题的数学 模型·····	(143)	一阶必要条件·····	(150)
目标函数·····	(143)	稳定点·····	(150)
目标函数的等值线·····	(144)	二阶充分条件·····	(151)
约束条件·····	(144)	凸集·····	(151)

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 凸函数····· (151) | 坐标轮换法····· (159) |
| 凹函数····· (152) | 随机搜索法····· (160) |
| 全局最优化····· (152) | 模式搜索法····· (160) |
| 全局最优值····· (152) | 单纯形····· (161) |
| 全局极小值····· (152) | 单纯形法····· (161) |
| 全局极大值····· (153) | Powell 法····· (162) |
| 局部最优化····· (153) | 间接法····· (163) |
| 局部最优值····· (153) | 梯度····· (163) |
| 局部极小值····· (153) | 汉森矩阵····· (163) |
| 局部极大值····· (153) | 梯度法····· (164) |
| 严格极小点····· (153) | 负梯度方向····· (164) |
| 严格极大点····· (153) | 向量共轭····· (164) |
| 线性搜索····· (154) | 共轭方向法····· (165) |
| 一维搜索····· (154) | FR 共轭梯度法····· (165) |
| 单峰与多峰函数····· (154) | 拟牛顿条件····· (166) |
| 区间消去法····· (154) | 校正矩阵····· (166) |
| 剩余区间····· (154) | 尺度矩阵····· (167) |
| 搜索区间····· (155) | 变尺度法····· (167) |
| 缩短率····· (155) | DFP 变尺度法····· (167) |
| 斐波那契搜索法····· (156) | 罗森布罗克法····· (167) |
| 黄金分割法····· (156) | 平方和形式的目标 |
| 0.618 法····· (157) | 函数····· (168) |
| 抛物线法或二次 | 最小二乘问题····· (168) |
| 插值····· (157) | 线性最小二乘问题····· (169) |
| 牛顿法····· (158) | 非线性最小二乘 |
| 进退法····· (158) | 问题····· (169) |
| 无约束多变量最 | 最小二乘法····· (170) |
| 优化····· (159) | 雅可比矩阵····· (171) |
| 直接法····· (159) | 高斯 - 牛顿法····· (171) |