

**石油化工**

**流程模拟技术进展及应用**

曹湘洪 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

# 石油化工流程模拟技术 进展及应用

曹湘洪 主编

中国石化出版社

## 内 容 提 要

流程模拟技术是近几十年来发展起来的一门综合学科,是过程系统工程中一门重要的技术,已经成为设计研究部门和生产部门强有力的辅助工具。本书共分六章,论述了流程模拟技术原理及发展脉络,重点介绍了流程模拟技术在石油化工行业工程设计、科研开发以及典型生产装置上的应用。全书涉及炼油、化工、聚合物以及以生物柴油为代表的清洁燃料等生产装置十余套,并附有“流程模拟技术专业术语中英文对照表”。

本书论述严谨,数据翔实,是一本具有技术性、实用性、工具性的科技著作,对流程模拟技术的推广应用将起到重要的参考和借鉴作用。本书的读者对象主要为从事流程模拟技术工程设计、科研开发与实际应用的技术人员、高等院校师生等。

### 图书在版编目(CIP)数据

石油化工流程模拟技术进展及应用/曹湘洪主编.—北京:中国石化出版社,2009

ISBN 978-7-5114-0093-2

I.石… II.曹… III.石油化工-化工过程 IV.TE65

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第167339号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

### 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)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

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

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

\*

787×1092毫米16开本33.5印张713千字

2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷

定价:180.00元

# 《石油化工流程模拟技术进展及应用》

## 编写委员会

主任：曹湘洪

副主任：刘跃 陈尧焕 华炜 项汉银 潘欣荣

编委(以姓氏笔画为序)：

王立东	王妙云	叶晓东	朱华兴	朱春田	华峰
刘裔安	关新虎	孙丽丽	李继炳	杨栋	杨宝柱
肖珍平	吴保军	张建国	张朝俊	赵怡	赵振辉
洪剑桥	贾鹏林	顾越峰	郭锦标	曹荣	蔡智

总审稿人：刘裔安

主要执笔人：

第一章	王建平					
第二章	王建平	肖兵	姚亮	张黎明	刘可非	童三和
	赵华	陈徽	杜才万	陆晓成	柴昕	殷继光
	江劲松	郑志强				
第三章	邱雪梅	徐中林	孟海	王瑞丽	沈波	王克荣
	李世博	王红薇				
第四章	杨彩娟					
第五章	刘国芬	朱敬镐	杨照	刘怀伟	吴德飞	朱春田
	郭锦标	田龙胜	王瑾	江雨生	齐艳华	
第六章	章艾芾(Ai-Fu Chang) 刘裔安(Y.A.Liu)					
附录 A、B	章艾芾(Ai-Fu Chang) 刘裔安(Y.A.Liu)					
附录 C	刘静 王建平					

统筹协调：

王乐	王建平	朱印全	刘春生	宋登舟	江雨生
赵民祥	吕建新	刘可非	吴全发	徐燕平	陈珏

# 前 言

流程模拟技术是综合应用过程工程、系统工程、计算数学等学科的理论和方法,开发专用软件对流程工业的单元过程、设备及整个流程系统在计算机上进行描述的技术,这种描述既可以是静态的,也可以是动态的;既可以对过程进行物料平衡、热量平衡、化学平衡、相平衡等的计算,也可以预测操作变量变化对过程运行及过程产品的产量、质量产生的影响。流程模拟技术是所模拟的过程的工艺及工程技术和计算机技术互相融合的产物,随着计算机技术的发展而不断发展,为过程系统的综合分析和优化提供了快速高效的方法,现已成为过程系统工程的重要技术。

石油化工过程流程模拟技术从上世纪五十年代末美国 Kellogg 公司成功开发出第一个流程模拟软件 Flexible Flowsheet 开始,经历了五十年年的发展,现已形成覆盖石油化工全过程、功能越来越强大的软件系统。

石油化工流程模拟技术既广泛应用于新技术的研究开发过程,包括对拟开发的新工艺技术进行概念设计,明确研究开发的重点;在进行实验室研究的同时开展数学模型的研究,进行模拟实验,使两者互相补充,提高研究质量,加快研究进度。也广泛应用于项目建设过程,包括用于项目的可行性评估,进行方案的选择与优化;在工程设计阶段对设计方案进行多参数比较,寻求最佳设计。还广泛应用于生产过程,包括对生产过程的运行状况进行评估,克服装置“瓶颈”,实现操作优化,离线指导生产,实现节能降耗、挖潜增效、提高经济效益。石油化工流程模拟已经成为石油化工科研、设计和生产部门开发新技术、开展工程设计、优化生产运行不可或缺和极为重要的辅助工具。

2000年,中国石化以加快研究开发、优化工程设计、提高石化生产过程操作运行和管理水平、优化装置操作、消除瓶颈、节能降耗以及提升装置经济效益为目标,与美国 Aspen Tech 公司结成战略联盟,统一引进 Aspen Tech 公司的流程模拟软件,广泛进行技术人员的培训,在中国石化系统内主要的科研、工程设计单位和生产企业组织流程模拟技术推广应用。通过多年努力,流程模拟技术已经推广到中国石化下属 17 家炼化生产企业和 8 家工程设计、科研单位,涉及到炼油、化工、塑料、化纤、橡胶、化肥等主要炼化生产装置,完

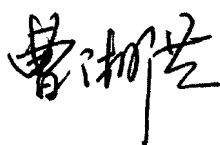
成了 140 余套装置的建模与优化,实现为企业降本增效约 2.6 亿元/年,并累计培训技术人员近 3000 人。流程模拟项目的推广,为企业的节能降耗、经济效益的提升、装置潜力的挖掘做出了重要贡献。这些成绩的取得,充分体现了科技创新、技术进步的成果,是推广应用新技术创建资源节约、环境友好型社会的有益实践。

为了使更多的石油化工行业的企业领导和技术人员了解流程模拟技术的重要作用,在收集中国石化推广应用流程模拟技术中的部分案例的基础上,我们组织编写了《石油化工流程模拟技术进展及应用》一书。本书的撰写力争作到主题突出,内容翔实,系统性、学术性和实用性均能达到较高水平,既要充分体现中国石化炼油及石化行业科研、工程设计人员和生产一线的技术人员在本领域取得的最新技术成果,也要反映石油化工流程模拟领域在国内外的最新进展。

全书由石化盈科信息技术有限责任公司、中国石化工程建设公司(SEI)、中国石化石油化工科学研究院、中国石化北京化工研究院、中国石化出版社以及部分中国石化下属企业的工程技术人员联合撰写。本书理论联系实际,汇列了中国石化下属企业应用流程模拟技术后的实效分析,以“典型案例”的方式,直观地介绍了流程模拟技术对装置优化、降本增效所产生的重大经济效益和社会效益。参与这部分文稿撰写的单位包括中国石化北京燕山分公司、洛阳分公司、九江分公司、安庆分公司、天津分公司等。对这些企事业单位的大力支持,在此表示感谢。中国石化总裁办公室高级顾问、弗吉尼亚理工学院暨州立大学刘裔安教授为本书的编写付出了巨大劳动,在此一并致谢。

另外,为了使读者对流程模拟技术有更加全面、详细的了解,本书附有“流程模拟技术专业术语中英文对照表”。

希望本书的出版能成为从事流程模拟工作,特别是从事炼油、化工生产装置的一线技术人员和管理人员的重要参考读物。由于国外有关流程模拟方面的书籍较少,能参考到的文献资料,尤其是流程模拟技术在工业上应用的资料不多,同时鉴于编者的能力、水平,书中肯定存在疏漏、不妥和失误之处,敬请读者批评指正。

编委会主任: 

2009 年 10 月

# 目 录

---

---

## 第一章 综 述

第一节 概述 .....	(3)
第二节 流程模拟技术概况 .....	(5)
一、起源及发展背景 .....	(5)
(一) 基本概念 .....	(5)
(二) 技术发展史 .....	(5)
(三) 分类 .....	(6)
(四) 物性系统 .....	(11)
(五) 发展趋势 .....	(14)
二、技术特点 .....	(18)
(一) 软件及其特点 .....	(18)
(二) 系统的选择 .....	(28)
(三) 几种优秀流程模拟软件的应用业绩 .....	(29)
三、技术应用 .....	(30)
(一) 一般步骤 .....	(30)
(二) 物性方法选择 .....	(33)
(三) 某催化裂化分馏装置流程模拟 .....	(35)
(四) 某高压加氢裂化装置流程模拟 .....	(37)
参考文献 .....	(41)
第三节 流程模拟技术在中国石化的应用和效果 .....	(42)
一、历程回顾 .....	(42)
(一) 试点应用阶段 .....	(43)
(二) 推广应用阶段 .....	(43)
二、应用效果 .....	(45)
(一) 流程模拟的作用 .....	(45)

(二) 流程模拟效益 .....	(47)
(三) 流程模拟培训 .....	(51)
(四) 典型应用 .....	(53)

## 第二章 炼油

<b>第一节 常减压装置流程模拟 .....</b>	<b>(65)</b>
一、装置概况 .....	(65)
(一) 常减压蒸馏装置的地位 .....	(65)
(二) 常减压蒸馏原理 .....	(66)
(三) 常减压装置概况 .....	(67)
二、国内外常减压蒸馏装置流程模拟技术特点 .....	(70)
三、中国石化常减压蒸馏装置流程模拟技术应用效果 .....	(71)
(一) 已建常减压装置模型及应用 .....	(71)
(二) 常减压装置模型 .....	(73)
四、典型应用 .....	(76)
(一) 安庆石化 1 号常减压装置 .....	(76)
(二) 洛阳石化常减压装置 .....	(84)
参考文献 .....	(89)
<b>第二节 催化裂化装置流程模拟 .....</b>	<b>(90)</b>
一、装置概况 .....	(90)
(一) 催化裂化装置的地位 .....	(90)
(二) 催化裂化反应机理 .....	(90)
(三) 催化裂化装置概况 .....	(91)
二、国内外催化裂化装置流程模拟技术特点 .....	(93)
三、中国石化催化裂化装置流程模拟技术应用效果 .....	(95)
(一) 已建催化裂化装置模型及应用 .....	(95)
(二) 催化裂化装置模型 .....	(97)
四、典型应用 .....	(103)
(一) 九江石化 1 号催化裂化装置 .....	(103)
(二) 洛阳石化 2 号催化裂化装置 .....	(109)
参考文献 .....	(116)



<b>第三节 延迟焦化装置流程模拟</b> .....	(117)
一、装置概况 .....	(117)
(一) 延迟焦化装置的地位 .....	(117)
(二) 延迟焦化机理 .....	(118)
(三) 延迟焦化装置流程 .....	(118)
二、国内外延迟焦化装置流程模拟技术特点 .....	(121)
三、中国石化延迟焦化装置流程模拟技术应用效果 .....	(123)
(一) 已建延迟焦化装置模型及应用 .....	(123)
(二) 延迟焦化装置模型 .....	(124)
四、典型应用 .....	(131)
(一) 九江石化延迟焦化装置 .....	(131)
(二) 安庆石化延迟焦化装置 .....	(136)
参考文献 .....	(141)
<b>第四节 气体分馏装置流程模拟</b> .....	(142)
一、装置概况 .....	(142)
(一) 气体分馏装置的地位 .....	(142)
(二) 气体分馏原理 .....	(142)
(三) 气体分馏装置概况 .....	(143)
二、国内外气体分馏装置流程模拟技术特点 .....	(144)
三、中国石化气体分馏装置流程模拟技术应用效果 .....	(145)
(一) 已建气体分馏装置模型及应用 .....	(145)
(二) 气体分馏装置模型 .....	(147)
四、典型应用 .....	(149)
(一) 洛阳石化气体分馏装置 .....	(149)
(二) 天津石化气体分馏装置 .....	(158)
参考文献 .....	(161)
<b>第五节 加氢装置流程模拟</b> .....	(162)
一、装置概况 .....	(162)
(一) 加氢装置的地位 .....	(162)
(二) 加氢反应机理 .....	(163)
(三) 加氢装置概况 .....	(164)
二、国内外加氢装置流程模拟技术特点 .....	(170)

三、中国石化加氢装置流程模拟技术应用效果 .....	(172)
(一) 已建加氢装置应用情况 .....	(172)
(二) 加氢装置模型 .....	(173)
四、典型应用 .....	(177)
(一) 九江石化加氢精制装置 .....	(177)
(二) 建模过程 .....	(180)
(三) 模型验证 .....	(181)
(四) 分析及讨论 .....	(182)
(五) 模型应用 .....	(183)
(六) 经济效益核算 .....	(183)
(七) 结论及下一步打算 .....	(183)
参考文献 .....	(184)

## 第三章 化 工

第一节 丁二烯装置流程模拟 .....	(187)
一、装置概况 .....	(187)
(一) 装置地位 .....	(187)
(二) 装置基本原理 .....	(188)
(三) 装置概况 .....	(188)
二、中国石化丁二烯装置流程模拟技术的应用 .....	(192)
(一) 模型结构 .....	(192)
(二) 第一萃取精馏部分 .....	(192)
(三) 第二萃取精馏部分 .....	(193)
(四) DMA 脱除部分 .....	(193)
(五) 丁二烯净化部分 .....	(193)
(六) 溶剂精制部分 .....	(193)
(七) 模型主要应用 .....	(194)
三、典型应用 .....	(197)
(一) 某石化企业丁二烯装置 .....	(197)
(二) 模型建立 .....	(198)
(三) 模型分析 .....	(202)

(四) 模型应用及效益 .....	(204)
参考文献 .....	(205)
第二节 芳烃抽提装置 .....	(206)
一、装置概况 .....	(206)
(一) 装置地位 .....	(206)
(二) 装置基本原理 .....	(206)
(三) 工艺概况 .....	(207)
二、模型应用 .....	(210)
(一) 芳烃抽提部分 .....	(210)
(二) 芳烃精馏部分 .....	(212)
(三) 溶剂油系统 .....	(218)
三、典型应用 .....	(219)
(一) 洛阳石化芳烃抽提装置 .....	(219)
(二) 模型建立 .....	(220)
(三) 模型及装置现状分析 .....	(223)
(四) 模型应用 .....	(224)
(五) 结语 .....	(225)
参考文献 .....	(226)
第三节 丙烯腈装置 .....	(227)
一、装置概况 .....	(227)
(一) 装置地位 .....	(227)
(二) 装置基本原理 .....	(228)
(三) 装置概况 .....	(229)
(四) Sohio 法技术生产丙烯腈的流程描述 .....	(231)
二、模型应用 .....	(232)
(一) 分析急冷塔,以获得最佳的下段循环液 pH 值 .....	(233)
(二) 回收塔温度分布模拟值与实际测量数据的比较 .....	(233)
(三) 回收塔油水分层器冷后温度对油水分离效果的影响 .....	(233)
(四) 考察塔釜中氢氰酸含量的变化 .....	(234)
三、典型应用 .....	(235)
(一) 安庆石化丙烯腈装置 .....	(235)
(二) 模型建立 .....	(236)

(三) 模型及装置现状分析 .....	(236)
(四) 经济效益评估 .....	(239)
参考文献 .....	(240)
<b>第四节 乙烯装置 .....</b>	<b>(241)</b>
一、装置概况 .....	(241)
(一) 装置地位 .....	(241)
(二) 装置基本原理 .....	(242)
(三) 装置概况 .....	(244)
二、模型应用 .....	(250)
(一) 模型结构 .....	(251)
(二) 模型应用 .....	(253)
三、典型应用 .....	(257)
(一) 脱乙烷塔的优化 .....	(257)
(二) 丙烯精馏塔的优化 .....	(261)
参考文献 .....	(263)

## 第四章 聚合物

<b>第一节 聚乙烯装置 .....</b>	<b>(267)</b>
一、装置概况 .....	(267)
(一) 聚乙烯生产工艺 .....	(267)
(二) 中国石化聚乙烯装置概况 .....	(272)
二、流程模拟技术特点 .....	(273)
(一) 描述聚合组分的方法 .....	(273)
(二) 聚合物性方法 .....	(273)
(三) 动力学 .....	(277)
三、中国石化聚乙烯装置流程模拟技术应用效果 .....	(286)
(一) 模型应用 .....	(286)
(二) 模型分析 .....	(287)
参考文献 .....	(290)
<b>第二节 聚丙烯装置 .....</b>	<b>(291)</b>
一、装置概况 .....	(291)

(一) 聚丙烯综述 .....	(291)
(二) 聚丙烯生产工艺 .....	(292)
(三) 中国石化聚丙烯装置 .....	(301)
二、聚丙烯装置流程模拟技术特点 .....	(302)
(一) 描述聚合组分的方法 .....	(302)
(二) 聚合物性方法 .....	(302)
三、聚合动力学 .....	(307)
四、中国石化聚丙烯装置流程模拟技术应用效果 .....	(308)
(一) 模型应用 .....	(308)
(二) 模型分析 .....	(308)
参考文献 .....	(312)

## 第五章 工程设计与科研应用

第一节 流程模拟在工程设计中的应用综述 .....	(317)
一、应用回顾 .....	(317)
二、在工程设计中的应用 .....	(318)
(一) 工艺设计方案的计算和优化 .....	(319)
(二) 工艺包消化 .....	(319)
(三) 新工艺开发 .....	(319)
(四) 标定核算 .....	(320)
第二节 稳态流程模拟技术应用 .....	(321)
一、稳态流程模拟技术特点 .....	(321)
二、稳态流程模拟应用效果 .....	(321)
(一) 分析优化工艺方案 .....	(323)
(二) 缩短设计周期, 满足业主需要 .....	(323)
(三) 提高设计质量, 参与国际竞争 .....	(323)
(四) 开发工艺包, 消化吸收国外技术 .....	(323)
(五) 新工艺开发 .....	(324)
(六) 促进集成化设计 .....	(324)
三、典型应用 .....	(325)
(一) 环丁砜芳烃抽提装置设计 .....	(325)

(二) MTBE 装置设计 .....	(327)
(三) 催化裂化装置分馏塔设计 .....	(330)
(四) 减黏装置技术改造设计 .....	(337)
<b>第三节 动态流程模拟技术应用 .....</b>	<b>(340)</b>
一、动态流程模拟技术特点 .....	(340)
二、基本原理与应用过程 .....	(341)
(一) 动态过程简例 .....	(341)
(二) 化工过程基本方程的形式 .....	(342)
(三) 动态模型开发一般过程 .....	(342)
三、典型应用 .....	(343)
(一) 安全阀描述的数学模型 .....	(343)
(二) 安全阀动态模型的建立 .....	(348)
(三) 聚丙烯排放系统 .....	(350)
(四) 结论 .....	(356)
参考文献 .....	(357)
<b>第四节 流程模拟在科研中的应用 .....</b>	<b>(358)</b>
一、芳烃抽提工艺中的应用 .....	(359)
(一) 芳烃抽提工艺简介 .....	(359)
(二) 流程模拟系统的建立 .....	(360)
(三) 应用实例 .....	(367)
二、乙苯成套技术开发 .....	(373)
(一) 工艺概述 .....	(373)
(二) 化学反应机理及乙苯工艺特点 .....	(374)
(三) 液相循环烷基化工艺小试及中试开发 .....	(375)
(四) 结论 .....	(381)
三、生物柴油项目开发 .....	(382)
(一) 生物柴油反应机理 .....	(382)
(二) 组分及组分定义 .....	(383)
(三) 热力学性质 .....	(385)
(四) 生物柴油流程模拟系统的应用 .....	(385)
四、加氢反应动力学模型及其应用 .....	(386)
(一) 工艺简述 .....	(386)

(二) 加氢反应动力学 .....	(387)
(三) 加氢反应动力学模型的应用 .....	(392)
(四) 小结 .....	(394)
参考文献 .....	(395)

## 第六章 生物柴油的全厂流程模拟与产品设计

一、前言 .....	(399)
二、酯交换反应生产生物柴油的工艺流程 .....	(399)
三、文献回顾与分析 .....	(400)
四、碱催化酯交换反应动力学 .....	(401)
五、进料油、生物柴油的表征与热物理性质的估算 .....	(406)
(一) 建立流程模拟所需的热物理性质 .....	(406)
(二) 三酸甘油酯 .....	(406)
(三) 进料动植物油脂的表征 .....	(409)
(四) 脂肪酸甲酯 .....	(411)
六、热力学模型的选择 .....	(412)
七、生物柴油的油品质量指标估算 .....	(413)
(一) 密度 .....	(414)
(二) 黏度 .....	(414)
(三) 十六烷值 .....	(416)
八、建立碱催化酯交换反应生产生物柴油的全厂流程模拟 .....	(417)
(一) 建模方法 .....	(417)
(二) 组分集总简化器和原组分还原器 .....	(418)
(三) 反应器模型 .....	(419)
(四) 分离与纯化装置 .....	(419)
(五) 生物柴油的油品质量计算 .....	(420)
(六) 模型结果 .....	(420)
(七) 模型应用-产品设计 .....	(421)
九、结论 .....	(423)
参考文献 .....	(425)

## 附 录

附录 A 热物理性质的估算方法 .....	(433)
A1 $T_b, T_c, p_c, \omega$ : Constantinou & Gani 法(所需数据: 化学结构) .....	(433)
A2 $T_c$ : Wilson & Jaspersion 法(所需数据: $T_b$ 及化学结构) .....	(433)
A3 $T_b, T_c, p_c$ : Dohrn & Brunner 法 A(所需数据: $T_b, V_{L,20}$ ) .....	(433)
A4 $T_b, T_c, p_c, \omega$ : Dohrn & Brunner 法 B .....	(434)
A5 $p_{\text{vap}}$ : Ambrowse & Walton 法 .....	(435)
A6 $p_{\text{vap}}$ : Ceriani & Meirelles 法 .....	(436)
A7 $\rho_L$ : Halvorsen 法(仅适用于三酸甘油酯) .....	(436)
A8 $C_{P,L}$ : Morad 法(仅适用于三酸甘油酯) .....	(438)
A9 $\Delta H_{\text{vap}}$ : 同时利用 Vetere 法与 Watson 方程式(所需数据: $T_b, T_c$ 及 $p_c$ ) .....	(439)
参考文献 .....	(439)
附录 B NIST TDE 收录计算热物理性质的方程式 .....	(440)
B1 $V_L$ : NIST Rackett 方程式 .....	(440)
B2 $V_L$ : NIST ThermoML 方程式 .....	(440)
B3 $C_{P,IC}$ : NIST Aly-Lee 方程式 .....	(440)
B4 $C_{P,L}$ : NIST ThermoML 方程式 .....	(441)
B5 $C_{P,L}$ : NIST TDE 方程式 .....	(441)
B6 $p_{\text{vap}}$ : NIST Wagner 方程式 .....	(442)
B7 $\Delta H_{\text{vap}}$ : NIST Watson 方程式 .....	(442)
附录 C Aspen 流程模拟软件术语翻译 .....	(443)
C1 全局设计规定(setup) .....	(443)
C1.1 整个窗口 .....	(443)
C1.2 Specifications .....	(444)
C1.3 Units-Sets(单位系统) .....	(445)
C1.4 Report Options(报告选项) .....	(446)
C2 组分规定(Components) .....	(447)
C2.1 总体窗口 .....	(447)
C2.2 Specifications(组分规定) .....	(448)



C2.3 Assay/Blend(油品分析/油品调合)	(450)
C2.4 Light-End Properties(轻端组分性质)	(454)
C2.5 Petro Characterization(石油组分性质)	(454)
C2.6 Pesudcomponents(虚拟组分)	(456)
C2.7 Henry Comps(亨利组分)	(456)
C2.8 Polymers(聚合物)	(457)
C3 物性(Properties)	(458)
C3.1 总体窗口	(458)
C3.2 Specification(规定)	(459)
C3.3 Estimation(物性估算)	(460)
C3.4 Molecular Structure(分子结构)	(460)
C3.5 Parameters(参数)	(461)
C3.6 Data(数据)	(461)
C3.7 Analysis(物性分析)	(462)
C3.8 Prop-Set(物性集)	(462)
C4 Streams(物流)	(463)
C5 单元操作模块(Blocks)	(465)
C5.1 Mixers/Splitters	(466)
C5.2 Separators(分离器)	(467)
C5.3 Heat Exchangers(热交换器)	(474)
C5.4 Column(塔)	(481)
C5.5 Reactor(反应器)	(495)
C5.6 Pressure Changers(压力变换器)	(500)
C6 Reactions(反应)	(506)
C7 Flowsheeting Options(流程选项)	(508)
C7.1 Design Spec(全局设计规定)	(508)
C7.2 Calculator(计算模块)	(513)
C8 Model Analysis Tools(模型分析工具)	(514)
C8.1 Sensitivity(灵敏度分析)	(514)
C8.2 Optimistic(优化)	(516)
C8.3 Constraints(约束条件)	(517)