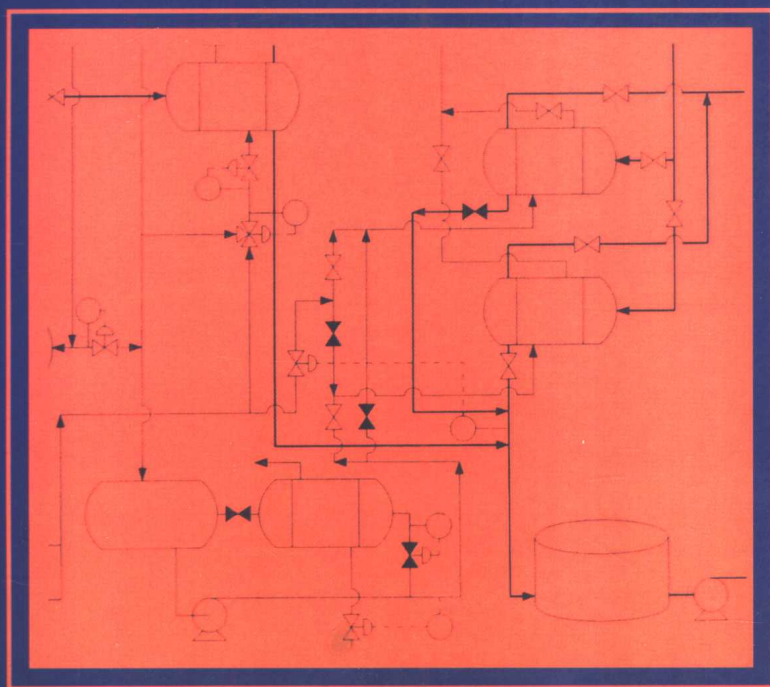


化工项目设计训练

—— 通过案例研究学习设计 (第2版)

Chemical Engineering Design Project
A Case Study Approach (Second Edition)



Martyn S. Ray Martin G. Sneesby 著
余立新 彭勇 译



清华大学出版社

化工项目设计训练

—— 通过案例研究学习设计 (第2版)

Chemical Engineering Design Project
A Case Study Approach (Second Edition)

Martyn S. Ray Martin G. Sneesby 著

余立新 彭勇 译

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书为化工类专业本科生进行项目设计提供了基础的、实用的和简明的指南。它不仅包含了详细的案例研究(苯酚生产),还给出了实用的建议和全面的背景知识。内容涉及化学工程设计中所有主要的方面,包括前期的技术和经济可行性分析以及详细设计,并将一个获奖的学生设计作品作为示例穿插于每一部分讲授内容之后。

本书将“learning by doing”的教学思想应用到设计过程中。教师仅给出适当的信息渠道,然后鼓励学生在设计的每一阶段做出自己的决策,而不是简单地依照某种设计方法走一遍过场,因而有助于培养学生的独立思考能力和创新精神,是推广研究型教学的极好范本。

对于学习化工设计的学生来讲,本书是一部不可多得的实用型教材。同时,对化工设计人员也具有较高的参考价值。

EISBN: 90-5699-137-X

Chemical Engineering Design Project: A Case Study Approach(2nd Edition)

Martyn S. Ray and Martin G. Sneesby

All rights reserved. Authorized translation from English language edition published by **Taylor and Francis, a member of the Taylor & Francis Group.**

Authorized simplified Chinese translation edition by Taylor and Francis is published by Tsinghua University Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

本书中文简体翻译版由 Taylor and Francis 授权清华大学出版社在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)独家出版、发行。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2002-2023

图书在版编目(CIP)数据

化工项目设计训练——通过案例研究学习设计:第2版/(澳)雷,(澳)斯内斯比著;余立新,彭勇译.——北京:清华大学出版社,2003

书名原文:Chemical Engineering Design Project—A Case Study Approach(Second Edition)
ISBN 7-302-06739-2

I. 化… II. ①雷… ②斯… ③余… ④彭… III. 化学工业—基本建设设计项目—设计
IV. F407.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 046100 号

出 版 者:清华大学出版社

·http://www.tup.com.cn

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:柳 萍

文稿编辑:冯 昕

版式设计:刘祎森

印 刷 者:北京密云胶印厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:170×230 印张:23 字数:400千字

版 次:2003年9月第1版 2003年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-06739-2/TQ·14

印 数:1~3000

定 价:30.00元

译者前言

本人第一次见到该书时,便被其“learning by doing”的教学思想所吸引。如何充分发挥同学的积极性是教学中很重要的一件事情。本书给出了一个很好的途径:简洁准确地指明方向,道路怎么走全看学生自己了。

本书中给出了一个学生的设计作品,可以作为我国同学与国际同行比较的一个模板。书中的正文部分使用宋体印刷,案例研究部分使用楷体印刷。

由于本书还给出了大量的设计参考文献,因此它还是进行化工设计的一个很好的“资料库”。

本书的第1~8章由余立新翻译,第9~11章由彭勇翻译,并由余立新对全文进行了系统的修改。清华大学化工系博士生张婷作为译者之外的第一位读者,不仅在文字工作方面付出了大量的劳动,还就一些技术问题与译者进行了讨论。在此表示感谢。

感谢清华大学化工系97,98和99级的本科生同学,他们在上化工设计课时提出的各种问题、所犯的各种“错误”,以及与老师进行的各种讨论与交流都对本书的翻译有很大的帮助。还要感谢艾宁、段黎萍、李飞、吴国华和唐晓津等助教博士生在辅导该课程时所付出的努力,他们的工作也在无形中帮助了本书的翻译。

由于本书涉及的知识面很广,讲述又非常扼要,所以译文中不免会出现错误,敬请读者指出。但是译者相信这些瑕疵并不会影响读者对原书作者教学思想和意图的理解。

第 2 版前言

第 2 版与第 1 版(1989)相比,主要区别在于包含了一个新的案例研究,即邻苯二甲酸酐的生产。对于大多数化学品而言,虽然其设计过程本质上都是相似的,但是从来也找不到完全相同的两个设计方案。对新、老两个案例进行比较可以发现,新的案例更加强调了原创性(originality)和灵活性(flexibility)在设计过程中的重要性。

与第 1 版一样,案例研究穿插在整部书中,这样做有利于紧接着对正文中所讲原理和思路的应用进行说明。案例研究部分应该视为本书的一个有机组成部分,而不仅仅是一个设计的原型。本书的第 2 篇对两个设备进行了详细的设计,而在第 1 版的案例研究中仅第一个设备的设计达到了这样的深度。

第 2 版对每一章节的正文都进行了修订,并且添加了新的内容,例如,损失预防和安全、经济评价以及环境问题。这些新的内容反映出了这些年来化学工程的重要发展和重心的转移。然而,通过实践来进行学习(learning by doing)的方法,仍为本书的核心。在设计中有必要拓宽视野来考虑问题,因此保留了“技术和经济可行性研究”这一部分。

本书力求给出一些实用性的建议,并且为读者指出了很多有用的参考文献,这些参考文献也都经过了更新。本书无意成为一本设计手册,而是希望能够成为设计项目时的“道路图”。

致谢

本书引言IV(A)中的内容是在得到了英国化学工程师学会(Institute of Chemical Engineers, UK)的同意后直接引用的。

感谢我的所有曾经进行设计项目的学生们，他们以无形的方式(在进行项目设计时跟我的讨论，他们的努力工作以及他们在设计中所表现出来的热情)对本书的形成以及对书中所讨论的内容做出了贡献(Martyn S. Ray)。

谨以本书献给 Greenagh (Martin G. Sneesby) 以及我的妻子 Cherry (Martyn S. Ray)，感谢他们在本书漫长的写作过程中所给予的理解、鼓励和耐心。

目录

译者前言	I
第2版前言	II
致谢	III
引言	1
I 如何使用本书	1
(A) 通过案例研究进行学习的方法	1
(B) “道路图”	2
II 一些建议	3
(A) 对学生的一般建议	3
(B) 来自做过设计项目的学生的建议	5
(C) 对教师的建议	5
(D) 设计者或项目工程师	7
III 设计项目的表述	8
(A) 有效的交流	8
(B) 关于文献调研的一般性评述	9
IV 特定设计项目的细节以及信息来源	15
(A) IChemE 设计项目	15

(B) 信息来源	20
----------------	----

第1篇 技术和经济可行性研究

1 设计问题	29
1.1 初始的考虑和说明	29
1.1.1 可行性研究	29
1.1.2 时间管理	30
1.1.3 设计的阶段	30
1.1.4 信息搜集	31
1.1.5 项目的内容	31
1.1.6 候选方案的评价——做决策	32
案例研究：邻苯二甲酸酐生产	33
技术和经济可行性研究的总述	33
1.2 案例研究——问题的确定和背景资料	34
总述	34
1.2.1 背景和目标	35
1.2.2 化学结构和物理性质	35
1.2.3 应用和用途	35
1.2.4 基础化学	36
1.2.5 对各候选工艺过程的评价	36
1.2.6 结论	37
1.2.7 建议	38
2 可行性和市场调研	39
2.1 初步的可行性研究	39
2.2 初步的市场调研与经济分析	39
参考文献	42
2.3 信息来源	42
2.4 对已知文献的评价	44
2.5 关于文献调研的考虑	44
参考文献	45

2.6 案例研究——可行性研究和市场评价	45
总述	45
2.6.1 市场评价	46
2.6.1.1 生产：世界范围	46
2.6.1.2 生产：区域范围	46
2.6.1.3 生产：国内范围	47
2.6.2 目前和未来的价格	48
2.6.3 需求	48
2.6.4 澳大利亚的进出口	48
2.6.5 生产规模	49
2.6.6 产品价值和操作费用	49
2.6.6.1 固定资产投资	49
2.6.6.2 操作费用	50
2.6.6.3 大致的售价	50
2.6.7 结论	51
2.6.8 建议	52
 3 工艺选择、过程描述和设备清单	53
3.1 工艺选择中的考虑	53
3.1.1 流程图——PFD 和 P&ID	53
3.1.2 反应器	54
3.1.3 产品纯度	54
3.1.4 工艺条件	54
3.1.5 过程数据	54
3.1.6 能量效率	55
3.1.7 工艺评价和选择中的因素	55
3.1.8 选择和折衷	55
3.1.9 优化设计	56
3.1.10 过程控制和仪表	56
参考文献	56
3.2 过程描述	57
3.3 准备设备列表	57
3.4 经验法则	59

3.5	安全问题和初步的 HAZOP 分析	59
	参考文献	60
3.6	案例研究——工艺选择和设备清单	60
	总述	60
3.6.1	邻苯二甲酸酐生产工艺的发展趋势	61
3.6.2	原料	61
3.6.3	过程配置	62
3.6.4	详细的过程描述	62
3.6.5	LAR 工艺的优势	64
3.6.6	LEVH 工艺的优势	65
3.6.7	工艺选择	65
3.6.8	初步的设备设计	65
3.6.9	设备清单	66
3.6.10	结论	67
3.6.11	对后续工作的建议	67
	附录 A 初步的设备规格	68
4	厂址考虑: 厂址选择和厂区布局	74
4.1	厂址选择	74
4.1.1	当地工业园区	74
4.1.2	若干重要的因素	75
4.1.3	因素的优先顺序	76
	参考文献	76
4.2	厂区布置	76
4.2.1	厂区布置策略	77
4.2.2	影响厂区布置的因素	77
	参考文献	78
4.3	案例研究——厂址选择和厂区布置	79
	总述	79
4.3.1	背景和目标	80
4.3.2	可能的厂址	80
4.3.2.1	Kemerton	81
4.3.2.2	Geraldton	81

4.3.2.3	Karratha	81
4.3.2.4	Kwinana	82
4.3.3	倾向性的厂址和布局	82
4.3.4	结论	86
4.3.5	建议	86
5	环境问题	88
5.1	环境影响评价	88
5.2	一般性考虑	89
5.3	EIA 政策和范围	91
5.4	EIA 报告	92
5.5	澳大利亚	93
5.6	英国	94
5.7	美国	94
5.8	ISO 14000	95
5.9	立法	96
	参考文献	97
5.10	案例研究——环境问题	98
	总述	98
5.10.1	目的	99
5.10.2	废气排放	99
5.10.3	废水排放	99
5.10.4	固体废物	101
5.10.5	过程的危险性	101
5.10.6	意外泄漏和容器泄漏	102
5.10.7	人身安全预防措施	104
5.10.8	结论	104
5.10.9	建议	105
6	经济评价	106
6.1	引言	106
6.2	投资估算	107

6.2.1	主要设备的费用	108
(I)	费用关联式	108
(II)	因数估算法	109
6.2.2	模块费用	110
6.2.3	辅助设施	111
6.3	操作费用——固定成本和可变成本	111
6.3.1	折旧	113
6.4	赢利分析	114
6.4.1	回收期	115
6.4.2	投资收益率(ROI)	115
6.4.3	评价不同情况下的赢利状况	115
6.4.4	经济评价和分析	116
6.4.5	不同项目的评价: DCF 和 NPV 的使用	117
	进行经济评价时工程师采用的方法	117
	结语?	117
	参考文献	118
6.5	案例研究——经济评价	120
	总述	120
6.5.1	背景和目标	120
6.5.2	设备费用	121
6.5.3	使用 Lang 因子法计算建厂费用	123
6.5.4	从最近的建厂费用数据估算建厂费用	124
6.5.5	生产成本	125
6.5.6	赢利分析	126
6.5.7	结论	127
6.5.8	建议	128
7	物料衡算和能量衡算	129
7.1	准备物料衡算和能量衡算	129
	参考文献	131
7.2	初步的设备设计	131
	参考文献	132

7.3 计算机辅助设计	132
既然有了模拟软件包, 我们还能做哪些设计工作?	136
参考文献	137
7.4 案例研究——物料和能量衡算以及公用工程	137
总述	137
7.4.1 内容和目标	138
7.4.2 物料衡算	138
7.4.3 能量衡算	149
7.4.4 物料衡算和能量衡算的优化	151
7.4.5 公用工程	154
7.4.6 结论	155
7.4.7 建议	155
8 设计中的其他问题	156
8.1 能量集成和节约	156
8.2 过程控制、仪器仪表和报警	160
8.3 安全、健康和环境	163
参考文献	167
节能	167
过程控制	168
安全、健康和环境(包括损失预防和 HAZOP)	168
8.4 案例研究——能量集成、管线规格、过程控制和 P&ID	170
总述	170
8.4.1 能量管理和集成	171
8.4.2 管线规格	172
8.4.3 控制和仪器仪表	173
8.4.4 管线和仪表流程图(P&ID)	174
8.4.5 结论	179
8.4.6 建议	179
第 1 章到第 8 章中案例研究部分的参考文献	179
评论	182
参考文献	182

第2篇 详细设备设计

9 详细设计阶段	187
9.1 详细设备设计	187
9.1.1 设备设计——求救!	188
怎样开始设备设计	189
9.2 标准和规范	191
9.3 设计中的其他问题	191
参考文献	192
一般性的教科书	192
设计手册	193
10 案例研究——邻苯二甲酸酐反应器设计	195
概要	195
第1部分 化学工程设计	196
10.1 总体设计策略	196
10.2 设计基础	200
10.3 设计参数	200
10.4 设计判据	201
10.5 化学工程设计方法	202
10.5.1 催化剂性质	202
10.5.2 动力学	203
10.5.3 反应器模拟	204
10.5.4 传热	205
10.5.5 压降	205
10.6 详细设计	206
10.6.1 反应器构造	206
10.6.2 冷却剂	206
10.6.3 计算机模型	207
10.6.4 壳程结构	211
10.6.5 盐冷器	213
10.6.6 盐循环泵	213

10.7 化学工程设计规格	217
10.7.1 反应器规格	217
10.7.2 盐冷器规格	219
10.7.3 盐循环泵规格	219
第 2 部分 机械工程设计	220
10.8 机械工程设计参数	220
10.9 机械工程设计方法	220
10.9.1 壳程设计	220
10.9.2 支撑和地基	221
10.10 建造材料	222
10.11 压力容器设计(AS1210)	223
10.12 保温	226
10.13 支撑和地基	227
10.14 费用	229
10.15 机械工程说明书	230
第 3 部分 操作问题	234
10.16 HAZOP 分析	234
10.17 过程的危险性	234
10.18 安全	235
10.19 可操作性	236
10.20 环境问题	236
10.21 控制和仪表	237
10.22 操作问题	239
10.22.1 正常情况下的操作	239
10.22.2 试车	240
10.22.3 停车	241
10.22.4 开车	242
10.22.5 常规维护	243
第 4 部分 结论、建议和参考文献	245
10.23 结论	245
化学工程设计	245
机械工程设计	246
操作问题	247

10.24 建议	249
参考文献	249
附录 B 邻苯二甲酸酐反应器设计中的计算	252
B.1 反应	252
B.2 模拟计算中模型方程的推导	252
B.3 管程换热系数	254
B.4 壳程换热系数	255
B.5 总换热系数(干净时)	256
B.6 管数	256
B.7 管程压力降	257
B.8 壳程压力降	257
B.9 盐冷器设计	258
B.10 壳体设计(AS1210)	259
B.11 管板设计	261
B.12 反应器开口	262
B.13 保护装置(AS1210)	263
B.14 保温	264
B.15 支撑	265
B.16 地基	268
附录 C 邻苯二甲酸酐反应器模拟计算的 FORTRAN 程序	270
附录 D 邻苯二甲酸酐反应器的危险与可操作性(HAZOP)分析	275
 11 案例研究——邻苯二甲酸酐后冷器设计	280
概要	280
第 1 部分 化学工程设计	281
11.1 一般性的设计考虑	281
11.2 设计策略和判据	285
11.3 初步的设计决策	286
11.3.1 冷凝器类型	286
11.3.2 冷却剂	287
11.4 化学工程设计方法	289
11.4.1 传热系数	289
11.4.2 后冷器模拟计算	291

11.4.3 压降	291
11.5 详细设计	292
11.5.1 一般性考虑	292
11.5.2 模拟结果	292
11.5.3 换热器结构	297
11.6 化学工程设计说明	299
第2部分 机械工程设计	301
11.7 机械工程设计要求	301
11.8 材料	301
11.9 壳体尺寸	302
11.10 保温	305
11.11 支座和地基	306
11.12 费用	308
11.13 机械工程说明书	309
第3部分 操作问题	312
11.14 HAZOP 分析	312
11.15 过程的危险性	312
11.16 安全	313
11.17 可操作性	314
11.18 环境问题	315
11.19 控制和仪表	316
11.20 操作问题	318
11.20.1 正常条件下的操作	318
11.20.2 试车	319
11.20.3 停车和开车	321
11.20.4 常规维护	322
第4部分 结论、建议和参考文献	324
11.21 结论	324
化学工程设计	324
机械工程设计	325
操作问题	326
11.22 一建议	327
参考文献	328