

上册

化工工艺设计手册

国家医药管理局上海医药设计院 编

第二版

化学工业出版社

(京)新登字039号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工工艺设计手册 上册/国家医药管理局上海医药设计院编. -2版. -北京: 化学工业出版社, 1996.1

ISBN 7-5025-1537-2

I. 化… II. 国… III. ①化学工业-生产工艺-设计-手册②化工设备-设计-手册 IV. ① TQ062-62② TQ05-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第14283号

出版发行: 化学工业出版社 (北京市朝阳区惠新里3号)

社长: 俸培宗 总编辑: 蔡剑秋

经 销: 新华书店北京发行所

印 刷: 化学工业出版社印刷厂

装 订: 三河市东柳装订厂

版 次: 1996年1月第2版

印 次: 1996年1月第1次印刷

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 46

字 数: 1549千字

印 数: 1—6000

定 价: 71.00元

京工商广临字074号

目 录

第1篇 工程项目总体及前期工作

第1章 化工设计常用规范(规定、标准)和有关资料

1 生产的火灾、爆炸危险性及其卫生分类	1-3
1.1 生产的火灾危险性分类	1-3
1.2 贮存物品的火灾危险性分类	1-4
1.3 电力设计安全规程	1-6
1.3.1 防爆规范	1-6
1.3.2 防静电规定	1-13
1.3.3 防雷规定	1-14
1.3.4 供配电负荷的分级	1-15
1.4 车间的卫生特征分级	1-17
1.4.1 浴室	1-17
1.4.2 存衣室	1-17
1.4.3 盥洗室	1-17
1.5 职业性接触毒物危险程度分级	1-18
1.6 洁净室空气洁净度等级	1-18
1.7 医药工业生产厂房洁净级别	1-18
1.8 压力容器中介质毒性危害和爆炸危险程度分类	1-18
2 工厂防火规定	1-23
2.1 建筑物构件的耐火等级和燃烧性能	1-23
2.2 厂房的防火、防爆规定	1-24
2.2.1 厂房的耐火等级、层数和占地面积	1-24
2.2.2 厂房的防火间距	1-24
2.2.3 厂房的防爆	1-25
2.2.4 厂房的安全疏散	1-26
2.3 库房的防火规定	1-27
2.3.1 库房的耐火等级、层数、占地面积和安全疏散	1-27
2.3.2 库房的防火间距	1-28
2.4 甲、乙、丙类液体储罐的防火规定	1-29
2.4.1 甲、乙、丙类液体储罐、堆场的布置和防火间距	1-29
2.4.2 甲、乙、丙类液体储罐之间的防火间距	1-29

2.4.3 甲、乙、丙类液体储罐的成组布置	1-29
2.4.4 甲、乙、丙类液体储罐或储罐组防火堤的设置规定	1-29
2.4.5 液体储罐与其泵房、装卸设施及装卸设施与建筑物的防火间距	1-30
2.5 可燃、助燃气体储罐的防火间距	1-30
2.6 液化石油气储罐的布置和防火间距	1-31
2.7 易燃、可燃材料的露天、半露天堆场的布置和防火间距	1-32
2.8 仓库、储罐区、堆场的布置及与铁路、道路的防火间距	1-32
3 工厂卫生规定	1-33
3.1 车间空气中有害物质的最高容许浓度	1-33
3.2 噪声卫生标准	1-36
4 大气、水源、土壤及环境噪声的卫生防护	1-36
4.1 大气的卫生防护	1-36
4.1.1 大气质量标准和卫生要求	1-36
4.1.2 废气排放标准	1-37
4.2 水源的卫生防护	1-41
4.2.1 水质标准和卫生要求	1-41
4.2.2 水污染物排放标准	1-46
4.3 土壤的卫生防护	1-50
4.3.1 废渣污染的防止	1-50
4.3.2 农用污泥中污染物的控制标准	1-50
4.3.3 含氰废物污染控制标准	1-51
4.4 环境噪声的卫生防护	1-51
4.4.1 城市区域环境噪声标准	1-51
4.4.2 工业企业厂界噪声标准	1-51
4.5 关于环境保护标准的说明	1-52
5 工厂安全、卫生的防护规定和措施	1-52
5.1 消防	1-52

5.1.1 火灾的分类	1-52	和周围环境的影响	1-83
5.1.2 火灾探测器	1-52	2.2.6 工厂布置应为施工安装创造有利条件	1-83
5.1.3 建筑灭火器配置设计	1-53	2.3 竖向布置	1-84
5.1.4 灭火器	1-58	2.3.1 竖向布置的基本任务	1-84
5.2 防静电	1-58	2.3.2 竖向布置的技术要求	1-84
5.3 化工车间的通风换气	1-58	2.3.3 竖向布置方式	1-84
6 物质的燃烧、爆炸极限及电阻率	1-63	2.3.4 土(石)方工程计算	1-85
6.1 可燃有机化合物(气体及液体)的性质	1-63	2.4 管线布置	1-85
6.2 易燃气体的性质	1-67	2.4.1 管线布置的工作内容	1-85
6.3 助燃性气体的性质	1-68	2.4.2 管线布置的原则和要求	1-85
6.4 遇水燃烧物质的性质	1-68	3 工厂运输设计	1-85
6.5 遇空气自燃物质的性质	1-69	3.1 运输方式的选择	1-87
6.6 各种粉尘的自然点及爆炸下限	1-70	3.2 水路运输的基本技术条件	1-87
6.7 各种物质的电阻率	1-74	3.3 准轨铁路运输的主要技术条件	1-87
6.8 液体的电导率和介电常数	1-75	3.3.1 铁路设计的基本技术条件	1-88
7 常用设计规范(规定、标准)	1-76	3.3.2 工业企业站场线的主要技术要求	1-88
7.1 常用设计规范	1-76	3.4 公路运输的主要技术条件	1-89
7.2 安装、施工验收规范	1-78	3.4.1 厂外道路等级	1-89
7.3 试车、竣工验收规范	1-78	3.4.2 厂外道路主要技术条件	1-89
参考文献	1-78	3.4.3 厂内道路主要技术要求	1-89
第2章 厂址选择和工厂布置	1-79	3.5 架空索道运输	1-89
1 厂址选择	1-79	4 工厂绿化	1-90
1.1 厂址选择应遵循的基本原则	1-79	5 常用参考资料	1-90
1.2 准备工作阶段的工作内容和选厂工作组织	1-79	5.1 新建厂设计基础资料收集提纲	1-90
1.2.1 工作班子的组织	1-79	5.2 改扩建项目设计基础资料收集提纲	1-93
1.2.2 拟定选厂指标	1-80	5.3 常用规范	1-93
1.2.3 编写设计基础资料收集提纲	1-80	6 厂区布置总图举例	1-93
1.3 现场工作阶段的工作内容	1-80	第3章 工程经济	1-96
1.4 方案比较和选厂报告	1-80	1 投资估算	1-98
2 工厂布置	1-82	1.1 国内工程项目的投资估算	1-98
2.1 工厂布置的基本任务	1-82	1.2 引进工程项目的投资估算	1-106
2.2 布置原则	1-82	1.3 中外合资企业工程项目投资估算	1-108
2.2.1 工厂布置满足生产和运输要求	1-82	1.3.1 中外合资企业工程项目投资估算的特点和要求	1-108
2.2.2 工厂布置应满足安全和卫生要求	1-82	1.3.2 估算文件的组成和内容	1-109
2.2.3 工厂布置应考虑工厂发展的可能性和妥善处理工厂分期建设的问题	1-83	1.3.3 投资估算的编制办法	1-109
2.2.4 工厂布置必须贯彻节约用地原则	1-83	1.3.4 投资估算用的表格形式	1-114
2.2.5 工厂布置应考虑各种自然条件		1.4 工艺装置的投资估算	1-114
		1.4.1 概算法	1-114
		1.4.2 指数法	1-115
		2 资金筹措	1-116

3	产品成本估算	1-117
4	财务评价	1-118
4.1	财务评价用的报表形式	1-118
4.1.1	基本报表	1-119
4.1.2	辅助报表	1-119
4.2	财务评价的主要指标	1-126
4.3	不确定性分析	1-128
4.3.1	盈亏平衡分析	1-128
4.3.2	敏感性分析	1-128
4.3.3	概率分析	1-129
4.4	改扩建与技术改造项目的经济评价	1-129
4.5	中外合资企业项目的经济评价	1-129
5	国民经济评价	1-130
5.1	国民经济评价所用报表形式	1-130
5.1.1	基本报表	1-130
5.1.2	辅助报表	1-130
5.2	国民经济评价的主要指标	1-130
5.3	经济评价中的计算机应用	1-130
6	设计概算	1-134
6.1	设计概算的编制要求	1-134
6.2	总概算	1-135
6.2.1	编制方法及要求	1-135
6.2.2	总概算项目设置内容	1-135
6.3	综合概算	1-136
6.4	单位工程概算	1-137
6.4.1	建筑工程	1-137
6.4.2	设备工程	1-139
6.4.3	安装工程	1-140
6.5	其他费用和预备费	1-141
6.6	引进项目投资编制办法	1-146
6.6.1	引进项目价格计算基础	1-146
6.6.2	引进项目费用内容	1-146
6.6.3	引进项目费用的支付	1-146
6.6.4	引进项目的合同价款计算方法	1-147
6.6.5	单机引进和材料引进费用的计算	1-147
6.6.6	国内运杂费	1-148
6.6.7	引进项目及引进设备、材料安装费	1-148
6.6.8	引进项目其他费用和预备费	1-148
6.6.9	引进设备、材料费用有关名词解释	1-148

附录	化工建设设备材料划分	1-148
参考资料		1-150
第4章	车间布置	1-151
1	一般车间	1-151
1.1	设计依据	1-151
1.1.1	常用的设计规范和规定	1-151
1.1.2	基础资料	1-151
1.2	车间布置	1-151
1.2.1	车间组成	1-151
1.2.2	车间布置要考虑的问题	1-151
1.3	车间布置中的若干技术问题	1-152
1.3.1	厂房安排	1-152
1.3.2	厂房层数	1-152
1.3.3	厂房布置	1-152
1.3.4	设计布置	1-153
1.3.5	车间辅助室和生活室的布置	1-155
1.3.6	安全、卫生和防腐问题	1-156
1.4	车间布置的方法和步骤	1-156
1.5	车间布置的成品	1-156
1.5.1	车间平面布置图	1-156
1.5.2	车间立面布置图	1-156
1.5.3	装置总平面图	1-156
1.6	各类设备布置的注意事项	1-157
1.6.1	反应器	1-157
1.6.2	混合器	1-158
1.6.3	蒸发器	1-158
1.6.4	结晶器	1-159
1.6.5	贮罐	1-159
1.6.6	工业炉和各种明火设备	1-159
1.6.7	塔	1-160
1.6.8	换热器	1-160
1.6.9	流体输送设备	1-161
1.6.10	过滤器	1-162
1.6.11	干燥器	1-163
1.6.12	气体净化设备	1-163
1.6.13	运输设备	1-164
1.6.14	罐区	1-164
1.6.15	控制室	1-164
1.6.16	主管廊	1-165
1.7	车间布置示例	1-165
2	医药工业洁净车间	1-168
2.1	常用的设计规范、规定和实施指南	1-168
2.2	车间布置	1-168

2.2.1	车间组成	1-168	6.3.2	焚烧法	1-203
2.2.2	车间布置要考虑的问题	1-168	7	噪声控制技术	1-204
2.3	车间布置中的若干技术要求	1-169	7.1	化工、医药企业噪声基本特征	1-204
2.3.1	人员净化用室、生活室布置 要求	1-169	7.2	噪声控制基本方法	1-204
2.3.2	物料净化用室布置要求	1-170	7.2.1	吸声	1-204
2.3.3	生产洁净区布置要求	1-170	7.2.2	隔声	1-207
2.4	车间布置示例	1-174	7.2.3	消声	1-210
第5章	环境保护	1-176	7.3	防噪间距估算	1-210
1	环境保护法规和文件	1-176	8	绿化	1-211
1.1	建设项目环境保护管理办法	1-176	8.1	环境绿化的作用	1-211
1.2	建设项目环境保护设计规定	1-181	8.2	绿化设计要点	1-211
2	有关环境质量标准	1-184	9	环境影响评价	1-213
3	污染物排放标准	1-185	9.1	环境影响评价的含义和目的	1-213
4	废气处理技术	1-185	9.2	环境影响评价的原则和具体 规定	1-213
4.1	空气污染与空气污染物	1-185	9.2.1	环境影响评价的基本原则	1-213
4.2	化工和石油化工厂大气主要污 染源	1-186	9.2.2	环境影响评价的具体规定	1-213
4.3	空气污染对人体健康的影响	1-187	9.3	环境影响评价的主要工作内容和 工作程序	1-213
4.4	废气处理基本方法	1-188	9.4	环境影响评价的方法和模式	1-213
4.4.1	除尘设备	1-188	9.4.1	环境影响评价的方法	1-213
4.4.2	冷凝法	1-188	9.4.2	环境影响评价模式	1-215
4.4.3	吸收法	1-189	9.5	环境影响报告书的主要内容	1-215
4.4.4	吸附法	1-189	第6章	工程建设项目中专篇编制的设计 文件	1-217
4.4.5	直接燃烧法	1-190	1	环境保护	1-217
4.4.6	催化燃烧法	1-192	1.1	建设项目环境保护设计规定	1-217
5	废水处理技术	1-192	1.2	化工建设项目环境保护设计 规定	1-218
5.1	化工医药废水的特点	1-192	1.3	化工建设项目环境保护专篇的内 容和深度规定	1-219
5.2	化工医药废水中的主要污染物	1-192	1.3.1	项目建议书阶段	1-219
5.3	废水处理的主要原则	1-193	1.3.2	可行性研究报告	1-219
5.4	废水处理基本方法	1-193	1.3.3	初步设计阶段	1-219
5.4.1	隔油法	1-193	2	职业安全卫生	1-221
5.4.2	气浮法	1-194	2.1	关于生产性建设工程项目职业安 全卫生监察的暂行规定	1-221
5.4.3	沉淀法	1-196	2.2	上海市《生产性建设工程项目职业 安全卫生监察的暂行规定》实施 细则	1-222
5.4.4	均衡	1-197	2.3	化工建设项目职业安全卫生专篇内容 和深度的规定	1-224
5.4.5	好氧生物处理	1-198	2.3.1	项目建议书	1-224
5.4.6	缺氧-好氧生物处理	1-199	2.3.2	可行性研究报告	1-224
5.4.7	厌氧生物处理	1-200	2.3.3	初步设计	1-224
5.4.8	过滤	1-202			
6	废渣处理技术	1-202			
6.1	化工、医药废渣的特点	1-202			
6.2	化工、医药废渣处理的主要 原则	1-203			
6.3	废渣处理基本方法	1-203			
6.3.1	填埋法	1-203			

3 消防.....	1-224	(章)”的暂行规定.....	1-226
3.1 建筑防火设计专篇内容提要.....	1-224	4.2 关于认真执行《关于基本建设和技	
3.2 化工建设项目消防篇编写规定.....	1-224	术改造工程项目可行性研究报告	
3.2.1 可行性研究报告中消防专篇		增列节能篇(章)的暂行规定》的	
编写规定.....	1-224	实施办法的通知.....	1-227
3.2.2 初步设计文件中消防篇编写		4.3 化工建设项目节能篇(章)编写	
规定.....	1-224	规定.....	1-228
4 节能.....	1-226	4.3.1 可行性研究报告中节能专篇	
4.1 关于基本建设和技术改造工程项		编写规定.....	1-228
目可行性研究报告增列“节能篇		4.3.2 初步设计.....	1-228

第2篇 化工单元设备的工艺计算

第7章 液体混合器	2-3	1.2 按工艺功能选用换热器	2-42
1 叶轮型式及附件.....	2-3	1.2.1 冷却器	2-42
1.1 叶轮型式.....	2-3	1.2.2 加热器	2-43
1.2 搅拌附件.....	2-6	1.2.3 再沸器	2-47
1.2.1 挡板.....	2-6	1.2.4 冷凝器	2-47
1.2.2 导流筒.....	2-7	1.2.5 蒸发器	2-48
1.2.3 传热蛇管.....	2-7	1.3 管壳式换热器的选用	2-50
2 搅拌功率.....	2-7	1.3.1 工艺条件的选用	2-50
2.1 搅拌需要功率.....	2-8	1.3.2 结构参数的选用	2-51
2.1.1 牛顿型流体.....	2-8	2 管壳式换热器的计算	2-53
2.1.2 非牛顿型液体	2-18	2.1 稳态传热方程	2-53
3 叶轮型式和转速确定	2-19	2.1.1 总传热系数	2-53
3.1 液-液均相调和.....	2-19	2.1.2 平均温差	2-53
3.1.1 低粘度牛顿型流体	2-19	2.2 传热膜系数	2-58
3.1.2 高粘度牛顿型液体	2-21	2.2.1 对流传热的传热膜系数	2-58
3.1.3 高粘度非牛顿型流体	2-21	2.2.2 有相变传热的传热系数	2-60
3.2 固-液悬浮及溶解.....	2-24	2.3 压力降计算	2-62
3.2.1 主体液为牛顿型(固相比液相		2.3.1 管内压降	2-62
重,且易润湿).....	2-24	2.3.2 壳程压降	2-63
3.2.2 主体液为牛顿型(固相比液相		2.4 传热计算公式汇总	2-64
轻,且不易润湿分散).....	2-28	2.5 翅片管的传热计算	2-65
3.3 液-液非均相分散及物理传质.....	2-29	2.5.1 传热基本公式稳态	2-65
3.3.1 连续相与分散相的区		2.5.2 总传热系数K	2-65
分层	2-29	2.5.3 翅片效率 E_f	2-66
3.3.2 叶轮选型及转速的确定	2-30	2.5.4 传热系数	2-66
3.4 气-液相分散及物理传质.....	2-32	2.5.5 压降	2-68
4 搅拌器标准(HG/T2.23-91)	2-36	2.6 换热器的设计计算举例	2-68
参考文献	2-40	2.6.1 冷却器的设计计算举例	2-68
第8章 换热器	2-41	2.6.2 立式热虹吸式再沸器的设计	
1 换热器的分类和选用	2-41	计算举例	2-71
1.1 换热器的分类	2-41	2.6.3 多组分冷凝器的设计计算	
1.1.1 按工艺功能分类	2-41	举例	2-72
1.1.2 按传热方式和结构分类	2-42	3 蛇管式及夹套式换热器的传热计算	2-75

3.1 连续操作(稳态传热)	2-75	2.3 恒速干燥阶段的计算	2-103
3.1.1 反应罐及容器蛇管传热	2-75	2.3.1 使用 $X-t$ 干燥曲线的	
3.1.2 反应罐及容器夹套传热	2-76	方法	2-103
3.2 间歇操作(不稳态传热)	2-78	2.3.2 使用 $R-t$ 干燥速率曲线的	
3.2.1 一般问题	2-78	方法	2-103
3.2.2 计算方法	2-78	2.3.3 使用传热系数的计算	
4 非牛顿型流体的传热计算	2-78	方法	2-103
4.1 非牛顿型流体的分类及特性	2-78	2.4 降速干燥阶段的计算	2-104
4.1.1 非牛顿型流体的分类	2-78	2.5 干燥器的热量衡算	2-105
4.1.2 流变特性	2-79	2.5.1 预热器的热量消耗	2-105
4.1.3 粘度	2-79	2.5.2 干燥器的热量衡算	2-105
4.2 非牛顿型流体的传热计算	2-79	2.5.3 热量衡算在干燥过程中的	
5 蒸发	2-80	应用	2-105
5.1 蒸发设备的选型	2-80	3 箱式(间歇式)干燥器	2-106
5.1.1 选型时应考虑的因素	2-80	3.1 平行流式箱式干燥器	2-106
5.1.2 选型原则	2-80	3.2 穿流式箱式干燥器	2-107
5.1.3 蒸发设备选型的基准表	2-82	3.3 真空箱式干燥器	2-108
5.2 泡核沸腾传热系数	2-82	4 隧道式(带式)通风干燥器	2-108
5.2.1 Rohsenow公式	2-82	5 喷雾干燥器	2-109
5.2.2 Mostinski公式	2-82	5.1 喷雾干燥器的分类	2-110
5.2.3 实验关系式	2-83	5.2 喷雾干燥室的设计	2-110
5.2.4 总传热系数	2-83	5.3 雾化器的类型	2-111
5.3 多效蒸发的计算	2-83	5.4 雾化器的选择	2-111
6 应用计算机设计计算的方法	2-85	5.5 P型喷雾干燥器系列产品	2-111
7 附录	2-86	5.6 PA、PB、PC、PD系列喷雾干燥装置	
7.1 污垢系数值	2-86	技术参数	2-112
7.2 总传热系数推荐值	2-87	5.7 喷雾干燥计算实例	2-113
7.2.1 管壳式换热器	2-87	5.8 喷雾干燥的闭路循环系统	2-113
7.2.2 蛇管式换热器	2-90	6 气流干燥器	2-114
7.2.3 夹套式换热器	2-92	6.1 特性及运行参数	2-114
7.2.4 套管式换热器	2-93	6.2 分类	2-115
7.2.5 空冷器	2-94	7 流化床干燥器	2-116
7.2.6 喷淋式换热器	2-94	7.1 特点	2-116
7.2.7 螺旋板式换热器	2-95	7.2 流化床干燥器类型	2-117
7.2.8 其他形式换热器	2-95	7.2.1 JZL型振动流化床干燥(冷	
7.3 液体、气体的普兰德准数	2-96	却)器	2-117
参考文献	2-98	7.2.2 QL系列强化沸腾干燥器	2-118
第9章 干燥器	2-99	8 立式通风移动床干燥器	2-120
1 干燥器的分类与选型	2-99	8.1 特点	2-120
1.1 干燥器的分类	2-99	8.2 计算实例	2-120
1.2 干燥器的选型	2-99	9 回转干燥器	2-121
1.3 干燥装置选型表	2-102	9.1 直接或间接加热式回转圆筒干	
2 干燥过程计算	2-102	燥器	2-121
2.1 干燥速率曲线	2-102	9.1.1 技术参数	2-121
2.2 恒速干燥和降速干燥	2-103	9.1.2 计算实例	2-122

9.1.3 应用实例	2-123	计算	2-150
9.2 穿流式回转干燥器	2-123	1.4 汽液平衡关系的热力学一致 性检验	2-150
9.2.1 结构	2-123	参考文献	2-150
9.2.2 特点	2-124	2 蒸馏过程的计算	2-151
9.2.3 HCH系列穿流回转干燥机	2-125	2.1 简捷法	2-151
9.2.4 运转实例操作数据	2-125	2.1.1 MT图解法	2-151
10 真空干燥器	2-126	2.1.2 简捷算法	2-152
10.1 特点	2-127	2.2 严格(逐板)算法	2-157
10.2 双锥回转真空干燥器	2-127	2.2.1 设计数据的规定及最终计算 结果	2-158
10.3 耗式真空干燥器	2-128	2.2.2 Wang-Henke法的数学 模型	2-158
10.4 附属设备	2-128	2.2.3 计算步骤及框图	2-159
10.5 回转真空干燥联合机在医药制剂中 的应用	2-130	2.2.4 有关说明	2-159
11 槽型搅拌式干燥器	2-130	参考文献	2-161
11.1 特点	2-130	3 传质速率	2-161
11.2 槽型搅拌干燥器类型	2-131	3.1 板效率的推算	2-162
11.2.1 楔形翼片型搅拌干燥器	2-131	3.1.1 塔板效率的定义	2-162
11.2.2 KY型空心叶片干燥机	2-131	3.1.2 计算板效率的经验关联式	2-163
11.2.3 单轴圆板型和单轴环型搅拌 干燥器	2-131	3.2 填料塔等板高度(HETP)的计 算	2-166
11.2.4 单轴圆盘型搅拌干燥器	2-132	3.2.1 幕赫法	2-166
11.2.5 单轴清扫齿型搅拌干燥器	2-132	3.2.2 格兰维尔法	2-166
11.3 槽型搅拌干燥器的应用	2-132	参考文献	2-166
12 滚筒干燥器	2-133	4 气体吸收	2-167
12.1 滚筒干燥器的进料方式	2-133	4.1 相平衡及物料衡算式	2-167
12.2 滚筒干燥器的一般技术参数	2-133	4.1.1 气液平衡、拉乌尔定理、亨 利定律	2-167
12.3 滚筒干燥器的应用	2-134	4.1.2 物料衡算式与操作线方程	2-169
12.4 GT型滚筒干燥机	2-134	4.2 传质系数、传质单元数和传质 单元高度	2-169
参考文献	2-134	4.2.1 传质单元速率	2-169
第10章 蒸馏与吸收	2-136	4.2.2 传质单元数、传质单元 高度	2-170
1 汽液平衡	2-136	4.2.3 传质单元数的计算	2-172
1.1 汽液平衡关系的表达	2-136	4.3 吸收过程计算	2-172
1.2 汽液平衡的热力学关系式	2-136	4.3.1 理论板数求取	2-172
1.2.1 理想溶液系统	2-136	参考文献	2-178
1.2.2 非理想溶液系统	2-137	5 塔设备的流体力学计算	2-178
1.3 活度系数的计算	2-138	5.1 填料塔的流体力学计算	2-179
1.3.1 Van Larr及Margules方程	2-138	5.1.1 填料类型及特性参数	2-179
1.3.2 溶解度参数法(Scatchard- Hildebrand方程)	2-138	5.1.2 填料塔流体力学计算	2-182
1.3.3 Wilson方程	2-139	5.1.3 填料塔塔内构件的设计	2-185
1.3.4 NRTL方程	2-140	5.2 板式塔的流体力学计算	2-188
1.3.5 UNIFAC模型	2-141		
1.3.6 含有缔合组分的汽液平衡			

5.2.1	初估塔径	2-188	5.4.1	粒子与流体间的传热	2-227
5.2.2	塔板布置、降液管及溢流堰设计	2-189	5.4.2	固定床的有效热导系数	2-228
5.2.3	筛板设计	2-196	5.4.3	固定床与器壁间的传热膜系数 h_a 和 h_o	2-229
5.2.4	浮阀(塔)板的流体力学计算	2-203	5.5	薄层催化剂的反应器计算	2-230
参考文献		2-207	5.6	等温床的计算	2-230
第11章 反应器		2-209	5.7	绝热床计算	2-230
1	概述	2-209	5.8	拟均相二维模型及非均相模型	2-232
1.1	反应器设计和化学反应工程	2-209	6	流化床反应器	2-232
1.2	化学反应器的基本类型	2-209	6.1	流化床的流体力学行为	2-233
1.3	化学反应器设计的基本方法	2-210	6.1.1	几个特征速度	2-233
1.4	反应器设计数学模型组成	2-210	6.1.2	床层的膨胀	2-234
2	化学反应动力学	2-211	6.1.3	气体分布器	2-235
2.1	本征反应动力学	2-211	6.1.4	气泡	2-235
2.1.1	反应速度基本理论	2-211	6.1.5	粒子捕集	2-235
2.1.2	单一反应	2-211	6.2	流化床中的传热	2-236
2.1.3	复杂反应	2-213	6.3	流化床中的传质	2-237
2.1.4	链锁反应	2-213	6.4	流化床的数学模型	2-239
2.2	宏观动力学	2-213	7	气液反应器	2-240
2.2.1	气-固催化反应动力学	2-213	7.1	气液反应器的选择原则	2-240
2.2.2	气-液反应动力学	2-214	7.2	反应器的组合	2-240
3	停留时间分布和流体流动模式	2-216	7.3	气液反应器中的传递过程	2-240
3.1	停留时间分布的表示	2-216	7.3.1	鼓泡流型	2-240
3.2	返混	2-217	7.3.2	分布器开孔率	2-241
3.3	流动模型	2-217	7.3.3	气泡尺寸	2-241
3.3.1	平推流与全混流模型原理	2-217	7.3.4	气含率	2-241
3.3.2	多釜串联模型原理	2-217	7.3.5	比表面积	2-241
3.3.3	轴向分散模型原理	2-218	7.3.6	传质系数的计算	2-247
4	均相反应器	2-218	7.3.7	扩散系数 D_{AL} 或 D_{BL}	2-247
4.1	间歇釜式反应器	2-218	7.3.8	气体溶解度	2-247
4.2	平推流反应器	2-219	7.3.9	气液鼓泡层的传热	2-251
4.3	全混釜式反应器	2-220	7.4	气液鼓泡反应器设计计算	2-251
4.4	循环反应器	2-221	7.4.1	设计计算步骤	2-251
4.5	组合反应器	2-221	7.4.2	经验处理原则	2-254
4.6	非等温情况的能量衡算	2-222	参考文献		2-254
4.6.1	间歇釜式反应器	2-222	第12章 压缩与膨胀		2-256
4.6.2	平推流反应器	2-223	1	理想气体的热力学计算	2-256
4.6.3	全混釜式反应器及其热稳定性	2-225	1.1	等温压缩	2-256
5	固定床反应器	2-225	1.2	绝热压缩	2-256
5.1	粒子几何特性和床层空隙率	2-226	1.3	多变压缩	2-256
5.2	床层压降	2-226	2	真实气体的压缩	2-257
5.3	床层中的传质	2-227	2.1	临界常数和压缩指数	2-257
5.4	床层中的传热	2-227	2.2	真实气体的压缩指数	2-257
			3	压缩效率	2-258
			4	压缩机的种类和选型	2-258

4.1 压缩机类型和应用范围	2-258	图	2-282
4.2 压缩机订货一般技术条件	2-259	1.3.10 有机化合物摩尔热容	2-283
5 往复式压缩机的工艺计算	2-259	1.4 气体的扩散系数	2-285
5.1 排气温度	2-259	1.4.1 一些物质在几种气体中的扩散系数	2-285
5.2 功率	2-259	1.4.2 一些物质在水溶液中的扩散系数	2-285
6 离心式压缩机的工艺计算	2-263	1.5 气体的导热系数	2-286
6.1 离心式压缩机工作原理	2-263	1.5.1 二烯烃、炔烃、醇类气体导热系数图	2-286
6.2 排气温度	2-263	1.5.2 芳香烃气体导热系数图	2-287
6.3 能量头	2-264	1.5.3 常用气体导热系数图	2-288
6.4 马赫数	2-264	1.5.4 高压下有机化合物气体导热系数图	2-289
6.5 功率	2-264	1.5.5 氢的导热系数图	2-290
7 压缩系统的流量调节	2-265	1.5.6 二原子气体导热系数图	2-291
7.1 往复式压缩机的流量调节	2-265	1.5.7 氮的导热系数图	2-292
7.2 离心式压缩机	2-266	1.5.8 二氧化碳导热系数图	2-293
7.2.1 喘振和临界转速	2-266	1.5.9 氯气的导热系数表	2-294
7.2.2 流量调节方法	2-266	1.5.10 制冷剂蒸气导热系数图	2-294
8 其他型式的压缩机	2-267	1.5.11 正烷烃气体导热系数图	2-295
8.1 轴流式压缩机	2-267	1.5.12 异烷烃、烯烃气体导热系数图	2-296
8.2 液环式压缩机	2-267	2 水的物性参数	2-297
8.3 罗茨鼓风机	2-267	2.1 饱和水的物性参数表	2-297
8.4 螺杆式压缩机	2-267	2.2 饱和水蒸气的物性参数表	2-298
8.5 风扇	2-267	2.3 饱和水蒸气的蒸汽压表(-20~100℃)	2-298
参考文献	2-267	2.4 过热水蒸气的密度、比热容、导热系数和粘度图	2-299
第13章 物化数据	2-268	2.5 水蒸汽焓图(I-S图)	2-301
1 常见气体的物性参数	2-268	2.6 水蒸汽熵图(T-S图)	2-302
1.1 几种气体的物性参数	2-268	3 空气的物性参数	2-303
1.2 气体的粘度	2-269	3.1 干空气的物性参数表(P=760 mmHg)	2-303
1.2.1 一般气体在常压下的粘度图	2-269	3.2 干空气密度和饱和水蒸汽含量表(P=760 mmHg)	2-304
1.2.2 烷烃、烯烃、二烯烃、炔烃蒸气粘度图	2-271	3.3 空气湿焓图	2-306
1.2.3 烃蒸气在常压下粘度图	2-272	4 常见液体的物性参数	2-307
1.2.4 醇类蒸气粘度图	2-273	4.1 某些盐类水溶液的沸点表	2-307
1.2.5 二原子气体粘度图	2-274	4.2 液体的相对密度和密度	2-308
1.3 气体及蒸气的比热容	2-275	4.2.1 某些液体的相对密度表(t=20~25℃)	2-308
1.3.1 气体比热容图	2-275	4.2.2 油品相对密度表	2-308
1.3.2 烷烃蒸气比热容图	2-276	4.2.3 醇类相对密度图	2-309
1.3.3 烯烃蒸气比热容图	2-277		
1.3.4 二烯烃、炔烃、二氯乙烷、乙腈蒸气比热容图	2-278		
1.3.5 环戊烷系烃蒸气比热容图	2-279		
1.3.6 环己烷系烃蒸气比热容图	2-280		
1.3.7 芳香烃蒸气比热容图	2-281		
1.3.8 气体 c_p-c_v 图	2-282		
1.3.9 烃类蒸气绝热系数 c_p-c_v			

- 4.2.4 常见无机物水溶液相对密度表……………2-309
- 4.2.5 烷烃相对密度图……………2-312
- 4.2.6 烯烃、二烯烃相对密度图……………2-312
- 4.2.7 芳香烃相对密度图……………2-313
- 4.2.8 常用溶剂相对密度图……………2-314
- 4.2.9 有机液体相对密度图……………2-315
- 4.2.10 乙腈、氢氧化钠水溶液相对密度图……………2-316
- 4.2.11 浓硫酸水溶液相对密度图……………2-317
- 4.2.12 稀硫酸及硝酸、盐酸水溶液相对密度图……………2-318
- 4.2.13 氯化钙水溶液相对密度图……………2-319
- 4.2.14 氨水溶液密度表……………2-320
- 4.2.15 液氨(及蒸气)密度表……………2-320
- 4.3 液体比热容……………2-321
- 4.3.1 一般液体比热容图……………2-321
- 4.3.2 烷烃、烯烃、二烯烃液体比热容图……………2-322
- 4.3.3 芳香烃液体比热容图……………2-323
- 4.3.4 溶剂、醇类液体比热容图……………2-324
- 4.3.5 氨水比热容表……………2-325
- 4.3.6 常用酸、碱水溶液比热容图……………2-325
- 4.3.7 制冷剂液体比热容图……………2-326
- 4.3.8 氯化钙水溶液比热容图……………2-327
- 4.3.9 氢氧化钠水溶液比热容表……………2-328
- 4.4 液体和水溶液的体积膨胀系数表……………2-329
- 4.5 液体的粘度……………2-330
- 4.5.1 粘度换算图……………2-330
- 4.5.2 一般液体粘度图……………2-331
- 4.5.3 烷烃液体粘度图……………2-333
- 4.5.4 烯烃、二烯烃、炔烃液体粘度图……………2-334
- 4.5.5 芳香烃、环己烷液体粘度图……………2-335
- 4.5.6 有机化合物液体粘度图……………2-336
- 4.5.7 液体烃粘度图(常压及中压)……………2-337
- 4.5.8 硫酸水溶液粘度图……………2-338
- 4.5.9 氯化钙水溶液粘度图……………2-338
- 4.5.10 氢氧化钠水溶液粘度图……………2-339
- 4.5.11 盐类水溶液相对粘度图……………2-340
- 4.5.12 盐酸、氨水溶液粘度图……………2-341
- 4.5.13 液氨粘度表……………2-341
- 4.5.14 硝酸的相对粘度表……………2-342
- 4.6 某些无机物在水溶液中的扩散系数……………2-342
- 4.7 液体的表面张力……………2-342
- 4.7.1 某些无机物水溶液的表面张力表……………2-342
- 4.7.2 烷烃表面张力图……………2-343
- 4.7.3 烯烃、二烯烃、炔烃表面张力图……………2-344
- 4.7.4 芳香烃表面张力图……………2-345
- 4.7.5 醇类、乙二醇醚水溶液表面张力图……………2-346
- 4.7.6 一般液体表面张力图……………2-347
- 4.7.7 烃类混合物表面张力与液气密度差关系图……………2-349
- 4.7.8 烷烃表面张力与液气密度差关系图……………2-350
- 4.7.9 烯烃等物质表面张力与液气密度差关系图……………2-351
- 4.7.10 氨水溶液的表面张力表(20℃)……………2-351
- 4.8 标准电极电位……………2-352
- 4.9 液体导热系数……………2-353
- 4.9.1 烷烃液体导热系数图……………2-353
- 4.9.2 烯烃、二烯烃、炔烃液体导热系数图……………2-354
- 4.9.3 芳香烃液体导热系数图……………2-355
- 4.9.4 醇类液体导热系数图……………2-356
- 4.9.5 液体导热系数图……………2-357
- 4.9.6 氢氧化钠及氢氧化钾溶液的导热系数表……………2-357
- 4.9.7 液体制冷剂导热系数图(饱和和状态)……………2-358
- 4.9.8 氨水溶液导热系数图……………2-358
- 4.10 溶解度……………2-358
- 4.10.1 无机物质在水中的溶解度表……………2-358
- 4.10.2 一些气体水溶液的亨利系数H表($\times 10^{-6}$ mmHg)……………2-363
- 4.10.3 二氧化碳在水中的溶解度图……………2-364
- 4.10.4 氢氧化钠、尿素在水中溶

解度图	2-365	6.14 苯-环己烷(760mmHg)	2-384
4.10.5 碳酸氢铵在水中溶解度		6.15 氯仿-苯(760mmHg)	2-384
图	2-365	6.16 苯-甲苯(760mmHg)	2-384
4.10.6 硫化氢在一乙醇胺溶液中		6.17 氮-氧(760mmHg)	2-385
溶解度图(一)	2-366	6.18 某些二组分气液平衡数据表	2-385
4.10.7 硫化氢在一乙醇胺溶液中		7 二元、三元恒沸物和低融混合物	
溶解度图(二)	2-366	组成	2-385
4.10.8 硫化氢在二乙醇胺溶液中		7.1 苯(甲组分)与某些化合物组成的	
溶解度图	2-367	恒沸物表(760mmHg)	2-385
4.10.9 几种常见气体在水中的溶		7.2 甲苯(甲组分)与某些化合物组成	
解度表	2-367	的恒沸物表(760mmHg)	2-386
5 汽液平衡蒸气压力	2-368	7.3 醋酸(甲组分)与某些化合物组成	
5.1 醇、醛、酮、醚类蒸气压图	2-368	的恒沸物表(760mmHg)	2-386
5.2 烷基酸、胺类蒸气压图	2-369	7.4 苯(甲组分)与某两种化合物组成	
5.3 芳香烃、酚类蒸气压图	2-370	的恒沸物表(760mmHg)	2-387
5.4 芳香烃、卤素和氮化合物蒸气		7.5 低共熔混合物组成表	2-387
压图	2-371	8 一些化合物的热力学常数	2-387
5.5 卤代烃蒸气压图	2-372	8.1 生成热和生成自由能	2-387
5.6 烷烃、烯烃、二烯烃蒸		8.1.1 无机物的生成热和生成自由能	
汽压图	2-373	(1atm, 25℃)	2-387
5.7 硝酸水溶液蒸气压力表	2-374	8.1.2 有机物的生成热和生成自由能	
5.8 发烟硫酸液面上的SO ₃ 的蒸气		(1atm, 25℃)	2-394
压表	2-375	8.2 燃烧热	2-395
5.9 浓硫酸水溶液液面上的蒸气		8.2.1 有机物的燃烧热	2-395
压表	2-375	8.2.2 几种无机物的燃烧热(1atm,	
5.10 盐酸水溶液的水蒸气		18℃)	2-398
压表	2-376	8.3 溶解热及水溶液生成热	2-398
5.11 盐酸水溶液的氯化氢蒸气压		8.3.1 常用无机物溶于水的溶解热	
表	2-377	(18℃)	2-398
5.12 几种化学品蒸气压图	2-379	8.3.2 某些常用物质的水溶液生	
6 二组分气液平衡与温度(或压力)		成热	2-400
关系	2-379	8.4 蒸发潜热	2-401
6.1 乙醇-水(760mmHg)	2-379	8.4.1 某些液体的蒸发潜热表	2-401
6.2 水-醋酸	2-380	8.4.2 烷烃蒸发潜热图	2-402
6.3 甲醇-水	2-380	8.4.3 烯烃、二烯烃蒸发潜热图	2-402
6.4 水-乙二醇	2-381	8.4.4 芳香烃蒸发潜热图	2-403
6.5 甲醇-苯	2-381	8.4.5 溶剂蒸发潜热图	2-404
6.6 乙醛-醋酸(760mmHg)	2-382	8.4.6 正烷烃蒸发潜热与温度、压力关	
6.7 甲苯-醋酸(760mmHg)	2-382	系图	2-404
6.8 醋酸-间二甲苯	2-382	8.4.7 烃在减压时蒸发潜热图	2-405
6.9 甲醇-乙二醇(760mmHg)	2-382	8.5 熔融热和酸碱中和热	2-406
6.10 乙醛-甲苯(760mmHg)	2-383	8.5.1 元素和无机物的熔融热表	
6.11 乙醛-苯(760mmHg)	2-383	(1atm)	2-406
6.12 乙醛-水(760mmHg)	2-383	8.5.2 有机物的熔融热表(1atm)	2-407
6.13 乙醛-乙醇(398mmHg)	2-384	8.5.3 酸碱中和热表	2-407

8.6 升华热和吸附热.....2-408	系数2-438
8.6.1 某些物质的升华热表.....2-408	12.4 流体相平衡2-439
8.6.2 活性炭和硅胶的积分吸附 热表2-409	12.4.1 气液平衡系统2-438
8.6.3 不同类型活性炭上CO ₂ 的积分 吸附热表.....2-409	12.4.2 液液平衡系统2-442
9 固体物料的物性参数.....2-410	12.4.3 液相活度系统2-442
9.1 某些固体物料的密度、导热系数、比 热容和热扩散率表.....2-410	12.5 热容和热焓2-443
9.2 某些材料的辐射黑度表.....2-413	12.5.1 气体的比热容2-443
10 常用有机化合物的物化数据2-414	12.5.2 液体的比热容2-445
11 高温载热体2-424	12.5.3 固体在常温下的比热容2-446
11.1 有机高温载热体2-424	12.5.4 理想气体的焓及熵2-446
11.1.1 联苯混合物(道生油)的物 性参数表2-424	12.5.5 气体和液体的比焓2-447
11.1.2 YD系列载热体.....2-426	12.6 蒸发潜热、生成热及燃烧热2-451
11.1.3 SD系列高温载热体.....2-426	12.6.1 蒸发潜热2-451
11.2 无机高温载热体2-428	12.6.2 正常沸点下的蒸发潜热2-451
11.2.1 熔融金属的物性参数表2-428	12.6.3 蒸发潜热与温度的关系2-451
11.2.2 熔盐的物性参数表2-428	12.6.4 熔融热2-451
11.2.3 烟道气物性参数表2-430	12.6.5 升华热2-451
12 物化数据的计算2-430	12.6.6 溶解热2-451
12.1 纯组分特性2-430	12.6.7 理想气体生成热2-452
12.1.1 临界温度2-430	12.6.8 燃烧热2-456
12.1.2 临界压力2-432	12.7 表面张力2-464
12.1.3 临界体积2-432	12.7.1 纯物质的表面张力2-464
12.1.4 临界压缩系数2-432	12.7.2 表面张力与温度的关系2-464
12.1.5 偏心因子2-432	12.7.3 非水溶液混合物的表面 张力2-464
12.1.6 Riedel常数2-432	12.7.4 含水溶液的表面张力2-465
12.1.7 势能常数2-433	12.8 粘度2-466
12.1.8 沸点2-433	12.8.1 气体粘度2-466
12.2 蒸气压2-434	12.8.2 液体粘度2-469
12.2.1 纯液体的蒸气压2-434	12.9 导热系数2-477
12.2.2 与不凝性气体共存时的蒸 气压2-434	12.9.1 气体导热系数2-477
12.3 气体和液体的P-V-T关系.....2-434	12.9.2 液体导热系数2-482
12.3.1 Pitzer-Curl法.....2-434	12.9.3 液-固悬浮体的导热系数.....2-484
12.3.2 液体密度2-437	12.9.4 金属的导热系数2-484
12.3.3 液体的体胀系数及压缩	12.10 扩散系数.....2-484
	12.10.1 气体.....2-484
	12.10.2 液体.....2-486
	参考文献2-487