

化工工艺设计手册

下 册
第一版(修订)

国家医药管理局上海医药设计院 编

化学工业出版社

R
TQ02-62
4/2:2

化工工艺设计手册

下 册

第一版（修订）

国家医药管理局上海医药设计院 编

化学工业出版社

内 容 提 要

《化工工艺设计手册》分上、下两册出版。下册包括空气压缩机和压缩式制冷机，采暖和通风，电机、照明和远红外加热器，起重、运输、计量及加料机械，材料和材料耐腐蚀性能，搅拌器，换热器，车间布置，物化数据及单位换算和面积、容积的计算等10章。主要介绍机器、设备的作用原理、结构种类、设计计算、产品规格、性能说明；各类材料的主要性能、特点和应用；以及工艺计算所需的物性参数等。

这次修订重印的原则是：对已过时作废的标准、规范和淘汰产品、型号予以删节，增补相应的新标准、新规范；在保证进度的前提下，适当增补新的标准、规范；对原书中的错误进行了更正。

本书可供从事化工厂设计的工程技术人员参考，也可供大、中院校有关专业师生参考。

化工工艺设计手册

下 册

第一版（修订）

国家医药管理局上海医药设计院 编

责任编辑：刘 威

封面设计：任 辉

*

化学工业出版社 出版发行

（北京和平里七区十六号楼）

煤炭工业出版社印刷厂印刷

煤炭工业出版社印刷厂装订

新华书店北京发行所经销

*

开本 787×1092¹/₁₆，印张 57字数 1,400千字
1986年12月第1版 1989年12月北京第3次印刷

印 数 51,971—61,070

ISBN 7-5025-0633-0/TQ·374

定价 26.30元

《化工工艺设计手册》编委

郑焜 (总工程师)

以下按姓名笔划排列:

方丽珍 邵贞昌 陈樱 沃联邦 吴锦明 陈琤 岳德隆 杨新民 周孝悌 (特约) 张多文 俞雍增
高清华 (特约)

责任编辑 张多文

※ ※ ※

各章编写人及审核人

编写人

审核人

第一章 余顺祖

张多文

第二章 张缤、黄焕祥、朱文沅、单炳延

陈琤、钱嗣曼 (化工规划设计院)、

江俭君

第三章 吴月馨

张多文

第四章 曹佩礼、陈华良、应道晏、韩季璋

钱蒙格、李日时

第五章 钱蒙格

曹佩礼 张启锡

第六章 夏敏 郭顺民

徐振新、李日时、沃联邦

第七章 单炳延、夏关明、周孝悌、吴无恙

夏关明

第八章 周文兰

张启锡

第九章 鲍爱元

孙德生

第十章 浦文永、郭茂钰、周文兰

姚文华、陈文烈

第十一章 薛国华 周孝悌

邵贞昌

第十二章 王福国、徐耀玲、沙佺寿、陈正南

邵贞昌 顾其祥

第十三章 徐宾侯 刘信奇 刘瑞潮

马维廉

第十四章 张勋

付剑秋 张多文

第十五章 应道晏 韩季璋 张多文

张多文

第十六章 马继舜

张多文

第十七章 齐福来

郑焜

第十八章 周文兰 叶家琪

余顺祖 董欣康

第十九章 堵祖荫、洪纯芬、赵雪英、

张承家 沃联邦

商璧如、周孝悌、金先华

第二十章 张多文

吴月馨

前 言

《化工工艺设计手册》的编写意图是为设计工作人员查阅技术资料提供方便，特别是在现场设计、施工时，不需携带大量的参考资料和产品样本，一套〈手册〉基本上在一般设计中可满足使用需求。

本手册（第一版内部发行）自1974年出版后，迄今已十年，其间我国工业各部门无论在理论、技术和产品品种方面都有较大的发展。化学工业出版社根据读者的要求委托我院进行全面修订。在这次修订中我院组织了对设计较有经验的同志本着普及与实用的原则，在有关章节之前介绍一些原理、计算和实例，并附使用方法，同时更换了过时的机、电、仪表等产品品种和说明，增添了新近发展的内容、新产品性能等。

手册内容可归纳为以下三个部分

1. 汇编常用物质的物化数据，供物料能量衡算及单元操作计算。
2. 选编常用化工设备、机电设备和化工仪表等，供设备选型使用。
3. 介绍常用工程材料以及管道、管件等供管道施工图设计使用。

此外，新增添了设计常用规范，传热，总体设计和技术经济，车间布置等章节为设计和方案比较时使用。

〈手册〉篇幅虽较原手册增加了约五分之一。但因化工设计所需数据和基础资料很广，新设备、新技术、新材料又层出不穷。由于编者水平有限，剪裁编排不当，缺点和错误等可能不少。加之，机电产品规格尚未完全统一，不少新、老标准正在过渡。因此，使用本手册中所列的机电产品技术性能和外形尺寸及标准规范等时，请读者注意发展中的变化并予以核实。

国家医药管理局上海医药设计院

1985.7

修订重印说明

《化工工艺设计手册》一书自1986年出版发行以来，颇受广大设计和生产人员的欢迎，虽然多次印刷，仍不能满足广大读者的需求。

这次修订重印，继续保持取材新颖，内容先进的特色。修改的原则有以下几点：

- 对已过时作废的标准、规范和淘汰产品、型号予以删节，增补相应的新标准、新规范和产品型号。

- 在保证进度的前提下，适当增补新的标准、规范。

- 对《手册》中的错误（包括文字和技术）进行更正。

按上述原则修改，上册的修订内容较多。第一章全部重编，其中“工厂防火规定”、“水质标准和卫生要求”分别按照国家最近发布的“建筑设计防火规范”GBJ16-87、“生活饮用水卫生标准”GB5749—85和“污水综合排放标准”GB8978—88等有关标准作了修改或增补。第四章的管道以国标代替部标。第五章所例阀门均为1982年以后的产品，并以中国阀门协会（CVA）标准代替部分原一机部标准（JB）。法兰用螺栓、螺母也由老国标改为新国标。第七章的化工用泵删去了一些淘汰以及不再生产的产品，如IS型泵替代B型和BA型泵。为使用方便，同时列出新旧型号对照表，以供参考。其它章节均有类似少量修改，不一枚举。下册各章也作了部分修改。

另外，按新标准规定公称压力和直径以 P_N 和 D_N 表示，而老标准以 P_g 和 D_g 表示。考虑《手册》新老标准共存的情况，对此符号有些章节不作改动，以便利用老的纸型，减少排版工作量，满足出书进度。

随着经济改革的逐步深入，产品的开拓和改进迅速，读者引用本《手册》时，请注意发展中的变化，加以核实。

由于时间仓促，《手册》的内容未作全面修订，望广大读者提出意见，供今后重新编写时借鉴。

国家医药管理局上海医药设计院

1989年1月

目 录

第十一章 空气压缩机与压缩式制冷机

一、空气压缩机的种类及其应用	1
(一) 常用活塞式空气压缩机	1
1. 中小型活塞式空气压缩机分类	1
2. 活塞式空气压缩机的工作原理	2
3. 供气量的条件换算	2
4. 压缩机排气量的计算	4
5. 轴功率	5
6. 排气温度	6
7. 排气量调节	6
8. 冷却用水	6
(二) 常用活塞式空气压缩机技术性能	9
1. 固定式空气压缩机	9
(1) II ZA-1.5/8型, 2Z-3/7型空气压缩机	9
(2) V-3/8-1型, V-6/8-1型空气压缩机	11
(3) 3L-10/8型, 4L-20/8型, 5L-40/8型, L8-60/7型, 7L-100/8型空气压缩机	23
(4) 3L-15/3.5型, 3L-20/3型, 4L-40/2~2.3型, L3.5~30/4(I)型, 5L-55/3.5型空气压缩机	25
(5) 4L-44/2型, L5.5-8/2型鼓风机	28
2. 无油润滑空气压缩机	33
(1) 2Z-3/8型, 2Z-6/8型无油润滑空气压缩机	33
(2) 3L-10/8, 5L-40/8-1型无油润滑空气压缩机	38
(三) 离心式空气压缩机	41
1. 离心式压缩机的基本工作原理	41
2. 离心式压缩机的性能曲线	41
3. 轴功率	43
4. 能量调节	43
5. 离心式空气压缩机技术性能	44

二、活塞式氨压缩机及辅助设备	49
(一) 制冷剂	49
1. 氨	49
2. 氟利昂	49
(二) 活塞式氨压缩机	49
1. 制冷循环简介	49
2. 单级压缩制冷循环	49
3. 双级压缩制冷循环	50
4. 单级氨压缩机的制冷能力	50
5. 单级氨压缩机的轴功率和电动机功率	53
6. 双级氨压缩机制冷能力	55
7. 双级氨压缩机轴功率和电动机功率	58
8. 冷却水量计算	59
9. 辅助设备的选择	60
(三) 活塞式氨压缩机技术性能	64
1. 170系列	64
2. 125系列	67
3. 100系列	70
4. 70系列	72
5. 单机双级氨制冷压缩机技术性能	74
(四) 活塞式氨压缩机性能曲线	76
1. 8AS17型	76
2. 8S-12.5型	77
3. 8AS-10型	78
4. 8AS7K型	78
5. S6-12.5型	79
6. S8-12.5型	80
7. S8-17型	81
(五) 氨制冷装置用辅助设备	82
1. 氨液过滤器	82
2. 氨气过滤器	83
3. 氨液分离器	84
4. 油分离器	87
5. 空气分离器	88
6. 卧式搅拌机	88
7. 集油器	90
8. 过冷器	91
9. 中间冷却器	92

10. 贮氨器	94	(5) 热水表面向室内散发的热量	140
11. 立式冷凝器	95	2. 散湿量	140
12. 卧式冷凝器	97	(1) 在常压下, 暴露水面或潮湿表 面蒸发的水蒸汽量	140
13. 淋水式冷凝器	100	(2) 沿地面流动热水的表面蒸发 量	140
14. 卧式蒸发器	101	(3) 液体(水除外)的蒸发量	141
15. 立式蒸发器	103	3. 有害气体散发量	141
(六) 离心式制冷机	105	(1) 直接燃烧生成的有害气体量	141
1. 基本原理	105	(2) 炉子缝隙漏气量	141
2. 流程和构造	105	(3) 经过设备或管道不严密处漏出 气体量	141
3. 离心式制冷机的调节	106	(二) 自然通风	142
4. FLZ-500型, FLZ-1000A型离心式 制冷机	106	1. 自然通风的设计原则	142
第十二章 采暖与通风			
一、采暖	109	2. 风帽选择	143
(一) 建筑物耗热量计算	109	(三) 机械通风	144
1. 耗热量的确定	109	1. 局部排风	144
2. 耗热量计算	109	(1) 局部排风的一般原则	144
(1) 基本耗热量	109	(2) 伞形排风罩和侧面排风罩	145
(2) 附加耗热量	115	(3) 通风柜	146
(3) 由外部送入厂房的冷料和运输 工具的吸热量	118	(4) 空气淋浴	148
(4) 通风耗热量	118	2. 全面通风	149
3. 围护结构的热阻及最大传热系数	118	(1) 全面通风量的确定	149
4. 建筑物耗热量估算法	119	(2) 气流组织	149
(二) 采暖系统的选择和计算	120	(四) 通风管道	150
1. 一般原则	120	1. 通风管道统一规格	150
2. 散热器的选择和计算	120	2. 通风管道计算	152
3. 采暖管道设计原则	124	3. 设计注意事项	154
4. 采暖管道计算	125	(五) 通风机的选择	156
(1) 低压蒸汽采暖系统	125	1. 一般通风机的技术性能和主要用 途	156
(2) 高压蒸汽采暖系统	129	2. 通风机性能参数的关系式	157
(3) 热水采暖系统	134	3. 电动机的轴功率	158
(4) 高温水采暖系统	134	4. 通风机选择注意事项	158
二、通风	135	5. 几种通风机的外形、安装尺寸及技 术性能	158
(一) 工艺生产设备散热、散湿及有害气 体散发量计算	135	(1) 4-72, B4-72型离心通风机外 形及安装尺寸	158
1. 散热量	135	(2) 4-72型离心通风机技术性能与 选用件	164
(1) 工艺设备(包括容器、罐等)平 壁表面散热量	135	(3) B30型防爆式轴流通风机安装 尺寸及技术性能	169
(2) 工业炉散热量	138	(4) T30型轴流通风机安装尺寸及	
(3) 标准电炉散热量	138		
(4) 机械加工机床散热量	140		

技术性能·····	172	2. 直流电动机的调速·····	213
(5) 4-72型塑料通风机技术性能及 安装尺寸·····	176	五、照明·····	213
(6) LF-30型轴流通风机主要技术 性能及外形尺寸·····	178	1. 光源种类·····	213
附录 烟气在大气中扩散的计算·····	179	2. 照明方式·····	213
(一) 有效烟囱高度的估算·····	179	3. 照度标准·····	214
1. 烟羽抬升特性·····	179	4. 供配电负荷分级·····	214
2. 烟羽抬升高度的经验计算公式·····	179	六、远红外加热器·····	216
3. 烟羽抬升高度的经验计算公式适用 范围·····	181	1. 在电热丝或电阻带表面层覆盖特殊 高辐射涂料的远红外加热器·····	216
(二) 最大着地浓度的估算·····	181	(1) HD0-13J、HD0-6J、HD1-1、 HD1-2型红外线加热器·····	216
(三) 计算举例·····	183	(2) 搪瓷远红外加热器·····	217
1. 有效排放高度·····	183	(3) TGR型管状加热器·····	218
2. 最大着地浓度 C_{max} ·····	184	(4) TSR型管状加热器·····	219
3. 最大浓度点的距离 X_{max} ·····	184	(5) TSSR型管状加热器·····	219
(四) 污染物计算·····	184	2. 以特种陶瓷为基础, 多晶半导体为 发热层, 表面涂远红外辐射层的 加热器·····	220
1. 烟气量的计算·····	184	(1) TIR-P03型红外加热器·····	220
2. 烟气中二氧化硫量的计算·····	184	(2) TIR-B03型红外加热器·····	221
3. 烟囱有效高度和允许排放二氧化 硫量·····	185	(3) TIR-P01 (管状) 组装辐射 器·····	221
第十三章 电机、照明和远红 外加热器		(4) TIR-ID02 (板状) 外装式组 装辐射器·····	222
一、Y系列交流异步电动机·····	187	(5) TIR-ID03 (板状) 内装式组 装辐射器·····	222
1. 说明·····	187	七、防爆、防静电及防雷·····	222
2. 安装结构型式·····	187	(一) 防爆·····	222
3. 技术数据·····	189	中华人民共和国国家标准: 爆炸 和火灾危险场所电力装置设 计规范GBJ58-83·····	222
4. 安装及外形尺寸·····	192	1. 爆炸性混合物和火灾危险物质的划 分·····	222
5. 订货说明·····	198	2. 爆炸和火灾危险场所的等级·····	223
6. Y系列与JO2系列、JO3系列的机座、 功率关系对照·····	198	3. 爆炸和火灾危险物质的分类·····	224
二、YB系列防爆三相交流异步电动机·····	199	化学工业部: 《化工设计标准》 “化工企业爆炸和火灾危险 场所电力设计规定”·····	225
1. YB系列防爆电机的选用要求·····	199	1. 气体或蒸气爆炸危险场所·····	226
2. 安装结构型式·····	200	2. 爆炸危险场所的分区·····	226
3. 端子接线盒·····	201	3. 爆炸性气体混合物的分级和分组·····	226
4. 技术数据·····	201	4. 爆炸危险场所的电气装置选型·····	226
5. 安装及外形尺寸·····	203	5. 粉尘爆炸危险场所·····	226
三、JW、JX、JY、JZ新系列微型异步交流 电动机·····	209	6. 火灾危险场所·····	228
1. 技术数据·····	209		
2. 安装及外形尺寸·····	212		
四、电动机的调速·····	212		
1. 交流异步电动机的调速·····	212		

7. 火灾危险场所的电气装置选型	228	8. WXD0.3-5型无轨巷道堆架机	270
(二) 防静电	228	9. 电动低起升托盘搬运车	271
1. 静电接地的范围	229	10. DCK-0.5型高位拣选式仓库车	271
2. 可不采取专用静电接地措施的场合	229	11. CTY型装卸叉车	272
3. 静电接地连接系统的电阻值	229	12. XD-0.5型巷道式堆垛起重机	273
4. 静电接地连接的要求	230	13. 电瓶搬运车	273
5. 具体规定	230	(1) SH-2DB型电瓶搬运车	273
(三) 防雷	230	(2) 2DB型电瓶搬运车	275
1. 防雷的分类	230	14. 2DT型挂车	275
2. 建、构筑物的防雷措施	231	15. 蓄电池搬运车	276
第十四章 起重、运输、计量及加料机械			
一、起重机械	234	(二) 手推车	276
1. 滑车	234	1. 老虎车	276
2. HS手拉葫芦	235	2. 轻型平板手推车	277
3. 手动单轨小车	236	3. 重型平板手推车	278
4. 电动葫芦	237	4. SQ型升降式手推车	278
(1) 非防爆型电动葫芦	238	5. COY300型手动液压圆桶搬运车	279
(2) 防爆电动葫芦	243	6. TCI型避振起重手推车	280
5. 电动单梁起重机	247	(三) 具有挠性牵引构件的运输机械	281
(1) 非防爆型电动单梁起重机	247	1. 移动式胶带输送机	281
(2) 防爆型电动单梁起重机	250	2. 携带式输送带	282
(3) 防爆型悬挂起重机	253	3. 500mm移动式胶带运输机	283
(4) 201型、301型电动单轨抓斗起重 重机	255	4. 履带式输送机	284
(5) 平衡吊	256	5. F30型缝袋输送机	285
(6) 柱式旋臂吊车	256	(四) 普通埋刮板输送机	285
(7) 少年先锋式起重机	258	(五) 螺旋输送机	287
(8) 货梯	259	1. GX型螺旋输送机	287
6. 堆包机械	260	2. SG型双管螺旋输送机	292
(1) 桥式链板联合堆包机	260	(六) CZ7512A型曲柄振动输送机	293
(2) 桥式堆垛起重机	262	(七) 医药用D型斗式提升机	294
二、运输机械	263	三、加料设备	298
(一) 叉式装卸车	263	1. 旋转加料器	298
1. ZDI型、DC-1型、DK1.5-2型、 2DC型2吨电瓶叉车	263	2. 螺旋加料器	300
2. CPD1.5-5型蓄电池叉车	265	3. 摆动式给料机	301
3. CPD型电瓶叉车	266	四、电磁振动给料机	302
4. 内燃机平衡重式叉车	266	1. GZO型电磁振动给料机	302
5. CZ型手动叉车	268	2. DZL型电磁振动给料机	303
6. 手动液压装卸车	268	3. GF型叶轮给料机	304
7. SYBC型手动液压式托盘搬运车	269	五、计量设备	306
		1. 台秤	306
		2. 标尺式配料秤	306
		3. 配料秤	307
		4. 粉料秤与炭黑秤	309
		5. 油料秤	310
		6. 装袋秤	310

7. 电子皮带秤	311
8. ZDC-Ⅰ型自动包装机	313
六、料斗防堵塞装置	314
1. LZF型振动防堵塞装置	314
2. CZ型仓壁振动器	315
3. 振动料斗	316
附录 气力输送计算	318
(一) 设计前的准备	318
(二) 设计程序	318
(三) 系统压力损失的计算	319
1. 主要参数	319
2. 压力损失计算	324
(四) 计算举例	330
1. 吸送式气力输送装置计算例题	330
2. 压送式气力输送装置计算	336
(五) 国内某些实际应用的气力输送装置参数	341
(六) 压送式气力输送装置汇总表	344

第十五章 材料与材料耐腐蚀性能

一、金属材料	346
(一) 铸铁、铸钢	346
1. 灰铸铁	346
2. 球墨铸铁	346
3. 耐热铸铁	347
4. 高硅耐蚀铸铁	347
5. 不锈钢耐酸铸钢	347
(二) 板材	348
1. 薄钢板	348
2. 厚钢板	348
3. 花纹钢板	349
4. 薄、厚钢板的常用规格和理论重量	349
5. 钢板规格和重量	350
6. 镀锌薄钢板常用规格和重量	350
7. 铜和黄铜板	350
8. 铜板和黄铜板的常用规格、理论重量	351
9. 铝及铝合金板	351
10. 纯钛板	352
11. 纯铅和硬铅合金板	352
(三) 型材	353
1. 普通碳素钢和低合金钢型材	353
2. 优质碳素钢和合金结构钢型材	353

3. 不锈钢耐酸和耐热钢型材	354
4. 常用圆钢、方钢、等边角钢, 不等边角钢、槽钢、工字钢	354
5. 有色金属型材	356
6. 型钢的钻孔尺寸和弯曲半径	356
(四) 常用金属材料的物理性能	358
1. 弹性模量 (E)	358
2. 平均线胀系数	360
3. 密度、熔点、比热、导热系数、电阻率	360
(五) 金属材料参考价格	361
1. 普通碳素钢钢材价格	361
2. 其他金属材料价格	361
(六) 材料使用要求	362
(七) 国内外金属材料牌号对照	363
1. 钢铁材料	363
2. 有色金属	363
二、金属材料的耐腐蚀性能	364
1. 常用工业酸腐蚀图表	364
(1) 醋酸腐蚀速度图	364
(2) 盐酸腐蚀速度图	365
(3) 氢氟酸腐蚀速度图	368
(4) 硝酸腐蚀速度图	369
(5) 硫酸腐蚀速度图	372
(6) 磷酸腐蚀速度图	374
(7) 甲酸腐蚀速度图	376
(8) 草酸腐蚀速度图	377
2. 其他化工介质腐蚀图表	377
(1) 烧碱腐蚀速度图	377
(2) 硫化氢腐蚀速度图	378
3. 引起铬镍不锈钢产生晶间腐蚀的介质	379
4. 可能引起金属应力腐蚀破裂的介质	379
5. 几种工业酸中耐腐蚀金属材料的选择	379
(1) 耐盐酸腐蚀材料	380
(2) 耐硫酸腐蚀材料	380
(3) 耐硫酸和硝酸混合酸腐蚀材料	381
(4) 耐氢氟酸腐蚀材料	381
三、常用非金属材料	382
1. 铸石	382
2. 耐酸陶瓷	382

3. 环氧树脂	382
4. 硬聚氯乙烯	384
5. 聚四氟乙烯	385
6. 酚醛塑料	386
7. 涂料	387
四、常用非金属材料的耐腐蚀性能	390
1. 耐酸陶瓷	390
2. 常用树脂类材料	390
3. 漆酚树脂	391
4. 硬聚氯乙烯塑料	391
5. 聚丙烯塑料	392
6. 聚三氟氯乙烯	393
7. 聚四氟乙烯塑料	394
8. 氯化聚醚	394
9. 耐酸橡胶	395
10. 丁苯、丁腈橡胶	395
11. 环氧树脂涂料	396
12. 环氧改性呋喃树脂涂料	398
13. 聚氨基甲酸酯涂料	398
14. 氯磺化聚乙烯防腐涂料	402
15. 富锌漆	403
16. 生漆	406
17. 过氯乙烯漆	406
18. 氯化橡胶漆	407
19. 双酚A耐酸聚酯玻璃钢	408
20. 酚醛玻璃钢	409
21. 2608聚酯树脂砂浆耐腐蚀性	409
22. 玻璃	410
23. 搪玻璃	410
24. 木材	410
25. 耐酸混凝土	411
26. 酚醛树脂浸渍(或压型)石墨	411
27. 膨胀石墨	412
附录	414
1. 工业建筑腐蚀程度分类	414
2. 常用非金属贮槽在不同腐蚀介质中的使用数据	416
3. 腐蚀速度单位换算	418
4. 石油沥青油毡和油纸(GB326-73, GB328-73)	418
5. 蚕丝筛网和锦纶筛网	418
6. 金属丝网	420
7. 滤布	421

第十六章 搅 拌 器

一、搅拌器的型式、结构及选型	423
(一) 搅拌器的型式和结构	423
(二) 搅拌附件	426
1. 挡板	426
2. 导流筒	427
3. 传热蛇管	428
(三) 搅拌器的选型	428
1. 调和	429
2. 分散	430
3. 固体悬浮和固体溶解	433
4. 气体分散和气体吸收	435
5. 高粘度液体搅拌	437
二、搅拌功率	439
(一) 搅拌器需要功率(轴功率)	439
1. 模拟放大法	439
2. 直接计算法	441
(1) 单一液相搅拌需要功率	441
(2) 非均相搅拌需要功率	450
(3) 搅拌设备形状与需要功率的关系	451
(二) 搅拌器的启动轴功率	451
三、计算实例	452
四、搅拌器标准	459
(一) 桨式搅拌器	459
(二) 涡轮式搅拌器	462
(三) 推进式搅拌器	463
(四) 钢制框式搅拌器	465
参考文献	469

第十七章 换 热 器

一、换热器的分类和选用	471
(一) 换热器的分类	471
1. 按工艺功能分类	471
2. 按传热方式和结构分类	471
(二) 按工艺功能选用换热器	472
1. 冷却器	472
2. 加热器	475
3. 再沸器	478
4. 冷凝器	479
5. 蒸发器	480
(三) 管壳式换热器的选用	482
1. 工艺条件的选用	482

2. 结构参数的选用	483
二、管壳式换热器的计算	486
(一) 传热方程	486
1. 总传热系数	486
2. 平均温差	486
(二) 给热系数	492
1. 对流传热的给热系数	492
2. 有相变传热的给热系数	495
(三) 压力降计算(无相变)	500
1. 管内压降	500
2. 壳程压降	500
(四) 换热器的设计计算举例	503
1. 冷却器的设计计算举例	503
2. 立式热虹吸式再沸器的设计计算举例	506
3. 多组份冷凝器的设计计算举例	508
附录	512
(一) 污垢系数值	512
1. 冷却水的污垢系数	512
2. 工艺物料的污垢系数	512
3. 油类污垢系数	512
(二) 总传热系数推荐值	514
1. 管壳式换热器	514
2. 蛇管式换热器	517
3. 夹套式换热器	519
4. 套管式换热器	520
5. 空冷器	521
6. 喷淋式换热器	522
7. 螺旋板式换热器	523
8. 其他形式换热器	523

第十八章 车间布置

一、设计依据	527
(一) 常用的设计规范和规定	527
(二) 基础资料	527
二、车间布置	527
(一) 车间组成	527
(二) 车间布置要考虑的问题	527
三、车间布置中的若干技术问题	527
1. 厂房安排	527
2. 厂房层数	527
3. 厂房布置	529
(1) 厂房平面布置	529
(2) 厂房垂直布置	529

4. 设备布置	530
(1) 生产工艺对设备布置的要求	530
(2) 设备安装专业对布置的要求	532
(3) 厂房建筑对设备布置的要求	533
5. 车间辅助室和生活室的布置	533
6. 安全、卫生和防腐蚀问题	534
四、车间布置的方法和步骤	534
五、车间布置的成品	535
1. 车间平面布置图	535
2. 车间立面布置图	535
3. 装置总平面图	535
六、各类设备布置的注意事项	535
1. 反应器	535
(1) 釜式反应器	535
(2) 连续反应器	536
(3) 固定床反应器	537
(4) 流化床反应器	537
2. 混合器	538
(1) 液体混合器	538
(2) 固体混合器	538
(3) 浆料混合器	538
3. 蒸发器	538
4. 结晶器	539
5. 贮罐	539
6. 工业炉和各种明火设备	540
7. 塔	540
8. 换热器	542
9. 流体输送设备	542
(1) 泵	542
(2) 风机	542
(3) 压缩机	543
10. 过滤机	544
(1) 间歇式过滤机	544
(2) 连续式过滤机	545
(3) 离心机	545
11. 干燥器	546
(1) 喷雾干燥器、流化床干燥器	546
(2) 回转干燥器	546
(3) 箱式干燥器	546
12. 气体净化设备	546
13. 运输设备	546
(1) 皮带运输机	546
(2) 气流输送设备	546
14. 罐区	546

(1) 液体罐区.....	546
(2) 气体罐区.....	548
15. 控制室.....	548
16. 主管廊.....	548
七、车间布置示例.....	549

第十九章 物化数据

一、常见气体的物性参数.....	554
(一) 几种气体的物性参数.....	554
(二) 气体的粘度.....	556
1. 一般气体在常压下粘度图.....	556
2. 烷烃、烯烃、二烯烃、炔烃蒸气粘度图.....	558
3. 烃蒸气在常压下粘度图.....	559
4. 醇类蒸气粘度图.....	560
5. 二原子气体粘度图.....	561
6. 二氧化碳粘度图.....	562
7. 氨的粘度图.....	563
8. 二氧化硫粘度图.....	564
9. 氮、氢、氨混合气粘度图.....	565
10. 气体在高压下的粘度图.....	566
(三) 气体及蒸气的比热.....	567
1. 气体比热图.....	567
2. 烷烃蒸气比热图.....	569
3. 烯烃蒸气比热图.....	570
4. 二烯烃、炔烃、二氯乙烷、乙腈蒸气比热图.....	571
5. 环戊烷系烃蒸气比热图.....	572
6. 环己烷系烃蒸气比热图.....	573
7. 芳香烃蒸气比热图.....	574
8. 气体 C_p-C_v 图.....	575
9. 烃类蒸气绝热系数 C_p/C_v 图.....	575
10. 气体分子比热数据表.....	576
11. 氯气克分子比热表.....	578
12. 氨蒸气比热图.....	578
13. F-12蒸气比热图.....	581
14. F-22蒸气比热图.....	581
(四) 气体的扩散系数.....	581
1. 一些物质在氢、二氧化碳、空气中的扩散系数.....	582
2. 一些物质在水溶液中的扩散系数.....	582
(五) 气体的导热系数.....	583
1. 二烯烃、炔烃、醇类气体导热系数图.....	583

2. 芳香烃气体导热系数图.....	584
3. 常用气体导热系数图.....	585
4. 高压下有机化合物气体导热系数图.....	586
5. 氢的导热系数图.....	587
6. 乙烯导热系数图.....	588
7. 二原子气体导热系数图.....	589
8. 氨的导热系数图.....	590
9. 二氧化碳导热系数图.....	591
10. 氯气的导热系数表.....	592
11. 制冷剂蒸气导热系数图.....	592
12. 正烷烃气体导热系数图.....	593
13. 异烷烃、烯烃气体导热系数图.....	594
(六) 焓值.....	595
1. 甲烷焓图.....	595
2. 乙烷焓图.....	596
3. 乙烯焓图.....	597
4. 丙烷焓图.....	598
5. 丙烯焓图.....	599
6. 丁烷焓图.....	600
7. 异丁烷焓图.....	601
8. 异丁烯、丁烯-1焓图.....	602
9. 顺丁烯-2、反丁烯-2焓图.....	603
10. 丁二烯-1,3焓图.....	604
11. 戊烷焓图.....	605
12. 异戊烷焓图.....	606
13. 己烷焓图.....	607
14. 辛烷焓图.....	608
15. 二烯烃、炔烃蒸气焓图.....	609
16. 苯的焓图.....	610
17. 甲苯焓图.....	611
18. 芳香烃蒸气焓图.....	612
19. 环戊烷烃蒸气焓图.....	613
20. 环己烷系烃蒸气焓图.....	614
21. 氢的压焓图.....	615
22. 氯气的热力学性质表.....	616
二、水的物性参数.....	617
1. 饱和水的物性参数表.....	617
2. 饱和水蒸气的物性参数表.....	618
3. 饱和水蒸气的蒸汽压表 (-20~100℃).....	619
4. 过热水蒸气的重度、比热、导热系数和粘度图.....	620
5. 水蒸汽焓焓图 ($I-S$ 图).....	622

6. 水蒸汽温焓图 ($T-S$ 图)	623	7. 液体烃粘度图 (常压及中压)	665
三、空气的物性参数	624	8. 硫酸水溶液粘度图	666
1. 干空气的物性参数表 ($P=$ 760 mm Hg)	624	9. 氯化钙水溶液粘度图	666
2. 干空气重度和饱和水蒸汽含量表 ($P=$ 760 mm Hg)	625	10. 氢氧化钠水溶液粘度图	667
3. 空气湿焓图	628	11. 盐类水溶液相对粘度图	668
四、常见液体的物性参数	630	12. 盐酸、氨水溶液粘度图	669
(一) 某些盐类水溶液的沸点表	630	13. 液氨粘度表	670
(二) 液体的比重和密度	631	14. 硝酸的相对粘度表	670
1. 某些液体的比重表 ($t=20\sim 25^{\circ}\text{C}$)	631	(六) 某些无机物在水溶液中的扩散系 数	671
2. 油品比重表	631	(七) 液体的表面张力	671
3. 醇类比重图	632	1. 某些无机物水溶液的表面张力表	671
4. 常见无机物水溶液比重表	633	2. 烷烃表面张力图	672
5. 烷烃比重图	636	3. 烯烃、二烯烃、炔烃表面张力图	673
6. 烯烃、二烯烃比重图	637	4. 芳香烃表面张力图	674
7. 芳香烃比重图	638	5. 醇类、乙二醇醚水溶液表面张力 图	675
8. 常用溶剂比重图	639	6. 一般液体表面张力图	676
9. 有机液体比重图	640	7. 烃类混合物表面张力与液气密度差 关系图	678
10. 乙腈、氢氧化钠水溶液比重图	641	8. 烷烃表面张力与液气密度关系图	679
11. 浓硫酸水溶液比重图	642	9. 烯烃等物质表面张力与液气密度差 关系图	680
12. 稀硫酸及硝酸、盐酸水溶液比重 图	643	10. 氨水溶液的表面张力表	680
13. 氯化钙水溶液比重图	644	(八) 标准电极电势	681
14. 氨水溶液密度表	645	(九) 液体导热系数	683
15. 液氨 (及蒸气) 密度表	646	1. 烷烃液体导热系数图	683
(三) 液体的比热	647	2. 烯烃、二烯烃、炔烃液体导热系数 图	684
1. 一般液体比热图	647	3. 芳香烃液体导热系数图	685
2. 烷烃、烯烃、二烯烃液体比热图	648	4. 醇类液体导热系数图	686
3. 芳香烃液体比热图	649	5. 液体导热系数图	687
4. 溶剂、醇类液体比热图	650	6. 氢氧化钠及氢氧化钾溶液的导热系 数表	687
5. 氨水比热表	651	7. 液体制冷剂导热系数图 (饱和 状态)	688
6. 常用酸、碱水溶液比热图	651	8. 氨水溶液导热系数图	688
7. 制冷剂液体比热图	652	(十) 溶解度	689
8. 氯化钙水溶液比热图	653	1. 无机物质在水中的溶解度表	689
9. 氢氧化钠水溶液比热表	654	2. 一些气体水溶液的亨利系数 H 表	693
(四) 液体和水溶液的体积膨胀系数表	656	3. 二氧化碳在水中的溶解度图	694
(五) 液体的粘度	657	4. 氢氧化钠、尿素在水中溶解度图	695
1. 粘度换算图	657	5. 碳酸氢铵在水中溶解度图	696
2. 一般液体粘度图	658	6. 硫化氢在一乙醇胺溶液中溶解度图	
3. 烷烃液体粘度图	661		
4. 烯烃、二烯烃、炔烃液体粘度图	662		
5. 芳香烃、环己烷液体粘度图	663		
6. 有机化合物液体粘度图	664		

(一)	696	18. 某些二组份气液平衡数据表	718
7. 硫化氢在一乙醇胺溶液中溶解度图		七、二元、三元恒沸物和低融混合物组成	718
(二)	697	1. 苯(甲组份)与某些化合物组成的	
8. 硫化氢在二乙醇胺溶液中溶解度图	698	恒沸物表(760mmHg)	718
9. 几种常见气体在水中的溶解度表	699	2. 甲苯(甲组份)与某些化合物组成的	
五、气液平衡蒸气压力	700	恒沸物表(760mmHg)	719
1. 醇、醛、酮、醚类蒸气压图	700	3. 醋酸(甲组份)与某些化合物组成的	
2. 烷基酸、胺类蒸气压图	701	恒沸物表(760mmHg)	719
3. 芳香烃、酚类蒸气压图	702	4. 苯(甲组份)与某两种化合物组成的	
4. 芳香烃、卤素和氮化合物蒸气压		恒沸物表(760mmHg)	720
图	703	5. 低融混合物组成表	720
5. 卤代烃蒸气压图	704	八、一些化合物的热力学常数	720
6. 烷烃、烯烃、炔烃、二烯烃蒸气压		(一) 生成热和生成自由能	720
图	705	1. 无机物的生成热和生成自由能	
7. 硝酸水溶液蒸气压表	707	(atm, 25℃)	720
8. 发烟硫酸上的 SO ₃ 的蒸气压表	708	2. 有机物的生成热和生成自由能	
9. 浓硫酸水溶液上的蒸气压表	708	(atm, 25℃)	728
10. 盐酸水溶液的上水蒸汽压表	709	(二) 燃烧热	730
11. 盐酸水溶液的氯化氢蒸气压表	710	1. 有机物的燃烧热	730
12. 几种化学品蒸气压图	712	2. 几种无机物的燃烧热(atm,	
六、二组份气液平衡与温度(或压力)关		18℃)	733
系	712	(三) 溶解热及水溶液生成热	733
1. 乙醇-水(760 mmHg)	712	1. 常用无机物溶于水的溶解热(18℃)	733
2. 水(甲)-醋酸(乙)	713	2. 某些常用物质的水溶液生成热	735
3. 甲醇(甲)-水(乙)	713	(四) 蒸发潜热	737
4. 水(甲)-乙二醇(乙)	714	1. 某些液体的蒸发潜热表	737
5. 甲醇(甲)-苯(乙)	714	2. 烷烃蒸发潜热图	738
6. 乙醛(甲)-醋酸(乙)(760mmHg)	714	3. 烯烃、二烯烃蒸发潜热图	739
7. 甲苯(甲)-醋酸(乙)		4. 芳香烃蒸发潜热图	740
(760 mmHg)	715	5. 溶剂蒸发潜热图	741
8. 醋酸(甲)-间二甲苯(乙)	715	6. 正烷烃蒸发潜热与温度、压力关系	
9. 甲醇(甲)-乙二醇(乙)		图	742
(760 mmHg)	715	7. 烃在减压时蒸发潜热图	743
10. 乙醛(甲)-甲苯(乙)		(五) 熔融热和酸碱中和热	744
(760 mmHg)	715	1. 元素和无机物的熔融热表(atm)	744
11. 乙醛(甲)-苯(乙)(760 mmHg)	716	2. 有机物的熔融热表(atm)	745
12. 乙醛(甲)-水(乙)(760mmHg)	716	3. 酸碱中和热表(kcal/g当量H ₂)	746
13. 乙醛(甲)-乙醇(乙)		(六) 升华热和吸附热	746
(398 mmHg)	716	1. 某些物质的升华热表	746
14. 苯(甲)-环己烷(乙)		2. 活性炭和硅胶的积分吸附热表	747
(760 mmHg)	716	3. 不同类型活性炭上 CO ₂ 的积分吸附	
15. 氟仿-苯(760 mmHg)	717	热表	747
16. 苯-甲苯(760 mmHg)	717	九、固体物料的物性参数	748
17. 氮-氧(760 mmHg)	717	1. 某些固体物料的重度、导热系数、比	

热和导温系数表·····	748	5. 升华热·····	801
2. 某些材料的辐射黑度表·····	751	6. 溶解热·····	801
十、常用有机化合物的物化数据·····	753	7. 理想气体生成热·····	802
十一、高温载热体·····	763	8. 燃烧热·····	806
(一) 有机高温载热体·····	763	(七) 表面张力·····	816
1. 联苯混合物(道生)的物性参数表·····	763	1. 纯物质的表面张力·····	816
2. YD系列载热体·····	764	2. 表面张力与温度的关系·····	817
3. SD系列高温载热体·····	766	3. 非水溶液混合物的表面张力·····	817
(二) 无机高温载热体·····	767	4. 含水溶液的表面张力·····	819
1. 熔融金属的物性参数表·····	768	(八) 粘度·····	820
2. 熔盐的物性参数表·····	769	1. 气体粘度·····	820
3. 烟道气物性参数表·····	769	(1) 低压气体的粘度·····	820
十二、物化数据的计算·····	770	(2) 压力对气体粘度的影响·····	823
(一) 纯组份特性·····	770	(3) 低压气体混合物的粘度·····	823
1. 临界温度·····	770	(4) 压力对气体混合物粘度的影	
2. 临界压力·····	770	响·····	825
3. 临界体积·····	770	2. 液体粘度·····	826
4. 临界压缩系数·····	773	(1) 液体粘度 ($T_r < 0.80$) 的计算	
5. 偏心因子·····	773	方法·····	826
6. Riedel 常数·····	774	(2) 液体粘度 ($T_r > 0.76$) 的计算	
7. 势能常数·····	774	方法·····	832
8. 沸点·····	775	(3) 温度对液体粘度的影响·····	833
(二) 蒸气压·····	776	(4) 压力对液体粘度的影响·····	833
1. 纯液体的蒸气压·····	776	(5) 液体混合物的粘度·····	836
2. 与不凝性气体共存时的蒸气压·····	777	(九) 导热系数·····	838
(三) 气体和液体的 $P-V-T$ 关系·····	778	1. 气体导热系数·····	838
1. Pitzer-Curl 法·····	778	(1) 低压气体导热系数·····	838
2. 液体密度·····	778	(2) 温度对低压气体导热系数的影	
3. 液体的体胀系数及压缩系数·····	782	响·····	843
(四) 流体相平衡·····	783	(3) 压力对气体导热系数的影响·····	843
1. 气液平衡系统·····	783	(4) 低压气体混合物的导热系数·····	843
2. 液液平衡系统·····	788	(5) 温度对气体混合物导热系数的	
3. 液相活度系数·····	788	影响·····	846
(五) 热容和热焓·····	789	(6) 压力对气体混合物导热系数的	
1. 气体的热容·····	789	影响·····	846
2. 液体的热容·····	792	2. 液体导热系数·····	847
3. 固体在常温下的热容·····	793	(1) 纯物质的液体导热系数·····	847
4. 理论气体的焓及熵·····	794	(2) 温度对液体导热系数的影响·····	848
5. 气体和液体的热焓·····	794	(3) 压力对液体导热系数的影响·····	848
(六) 蒸发潜热、生成热及燃烧热·····	798	(4) 液体混合物的导热系数·····	849
1. 蒸发潜热·····	798	3. 液-固悬浮体的导热系数·····	849
2. 正常沸点下的蒸发潜热·····	798	4. 金属的导热系数·····	850
3. 蒸发潜热与温度的关系·····	801	(十) 扩散系数·····	850
4. 熔融热·····	801	1. 气体·····	850