

化工设备设计手册

DESIGN HANDBOOK FOR CHEMICAL EQUIPMENT

下卷

朱有庭 曲文海 于浦义 主编



化学工业出版社



TONGLI

通力减速机

浙江省名牌产品

国家重点新产品

浙江省高新技术企业

全国诚信守法企业



浙江通力减速机有限公司是一家从事减、变速机研发、生产和销售的专业性公司，为浙江省高新技术企业。主要产品有TR系列斜齿轮减速机、TS系列斜齿轮蜗杆减速机、TK系列锥齿轮减速机、TP系列行星齿轮减速器等十二大系列，共计10000多个传动比。产品荣获“浙江名牌产品”称号。其中两大系列产品分别被列入国家重点新产品和国家级星火计划项目；产品广泛应用于啤酒饮料、食品包装、纺织印染、橡胶塑料、石油化工、起重运输、制药制革、环保设备等轻、重工业的机械传动领域。公司引进了瑞士、德国、美国等生产的先进齿轮加工和检测设备，使产品制造工艺及装备具有国内领先水平。

公司在北京、上海、沈阳、武汉、成都、广州、西安等各大区域的中心城市成立了销售分支机构，目前营销网络遍布全国各地；良好、规范的销售渠道为市场开发和销售业绩的持续增长提供了可靠的保证。

浙江通力减速机有限公司

ZHEJIANG TONGLI SPEED REDUCERS CO.,LTD

地址：浙江省瑞安市林祥通力大道 邮编：325207

电话：0577-65591111 65592222 65590188 65590588

传真：0577-65598888 售后服务：0577-65593333

网址：www.zjTONGLI.com E-mail: tlbs@mail.wzptt.zj.cn

ISBN 7-5025-6253-2



9 787502 562533 >

销售分类建议：机械/化工机械

ISBN 7-5025-6253-2/TH · 256

定价：260.00元（上、下卷）

化工设备设计手册

下 卷

朱有庭 曲文海 于浦义 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工设备设计手册 (上、下卷) / 朱有庭, 曲文海,
于浦义主编. 北京: 化学工业出版社
ISBN 7-5025-6253-2

I. 化… II. ①朱… ②曲… ③于… III. 化工设
备-设计-技术手册 IV. TQ050.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 121115 号

化工设备设计手册

上、下卷

朱有庭 曲文海 于浦义 主编
责任编辑: 李建斌 郑叶琳 奚志刚
文字编辑: 韩庆利
责任校对: 陈 静
封面设计: 尹琳琳

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 117 插页 3 字数 4228 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6253-2/TH·256

定 价: 260.00 元 (上、下卷)

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

京化广临字 2005—05 号

前 言

随着我国国民经济的快速发展,作为国民经济支柱产业的化工、石油化工等工业发展更加迅速。广大的化工设备设计工作者不仅在办公室进行大量的化工设备设计工作,而且还到化工设备制造厂和施工安装现场做监理工作。有时一些化工设备设计者,又兼做与化工设备有关的管道设计工作。这些设计工作者迫切需要有一本适用于工程的化工设备和管道设计的工具书。为此,化学工业出版社倡议和组织编写了这本手册。

为了使这本手册完整、全面、新颖、精湛和实用,化学工业出版社负责本手册的编辑人员曾多次组织全体编写人员对编写目的、编写提纲、手册内容范围和重点、章节划分等进行反复研究、补充和修改。本手册各章编写人员本着认真负责精神,做了大量的资料收集工作,并针对化工设备标准零部件种类繁多、资料零散、使用不便的缺陷,将其常用部分汇编成一册;同时还将化工设备常用的材料标准(钢板、钢管、型钢等)收编入册。为了保证本手册的质量,各章编写人员坚持理论联系实际,实事求是的原则,广泛收集了最新标准、规范、数据资料、公式和图表。校审人员反复多次仔细校审并对个别章节做了一定的完善工作。

与社会上已出版的同类书相比,本手册主要有下述特点。

(1) 常用的主要化工单元设备设计及其所用的标准零部件、材料品种、规格和力学性能以及与化工设备有关的管道应力分析和设计汇集于一书,备存和携带方便,查阅便捷;既适用于化工设备设计人员,又适用于兼做管道设计的化工设备设计人员和施工监理人员。

(2) 编入本手册的设计用标准、规范、计算公式、数据资料等均为可靠的、最新的资料,并为我国和国际上现行的标准。

(3) 本手册还介绍了部分化工单元设备(换热器、泵等)在国际上公认和通用的国外设计标准、规范和方法,适用于参加国外工程的投标设计。

本手册对不常用的超高压容器设计,有色金属(钛、铝、铜)和工程塑料等非金属化工设备设计暂未编入。

在编写当中参考了大量的有关数据和资料,也受到了社会各界的支持和帮助,在此一并表示感谢。对于书中存在的错误或不妥之处,敬请专家和读者们不吝指正。

编者

2004年8月

目 录

上 卷

第1章 常用资料	1	2.4.6 压力容器用钢板 (GB 6654—1996)	107
1.1 常用计量单位及单位换算	1	2.4.7 低温压力容器用低合金钢钢板 (GB 3531—1996)	109
1.1.1 国际单位制及我国法定计量单位	1	2.4.8 镀锡钢板、镀锌钢板、镀铅钢板 (GB 2520—1988、YB/T 5131— 1993、YB/T 5130—1993)	110
1.1.2 常用单位换算	2	2.4.9 不锈钢冷轧钢板、不锈钢热轧钢板 (GB 3280—1992、GB 4237—1992)	110
1.2 常用数据	7	2.4.10 耐热钢板 (GB 4238—1992)	112
1.2.1 常用几何面积、体积及重心位置	7	2.4.11 花纹钢板 (GB/T 3277—1991)	115
1.2.2 常用材料密度	12	2.5 钢管	116
1.2.3 常用松散材料的密度及安息角	12	2.5.1 一般规定	116
1.2.4 标准筛目对照	13	2.5.2 无缝钢管尺寸、外形、质量及允许 偏差 (GB/T 17395—1998)	116
1.2.5 中国线规与英、美、德线规对照	15	2.5.3 低压流体输送用焊接钢管 (GB/T 3091—2001)	119
1.2.6 材料的线膨胀系数	15	2.5.4 低中压锅炉用无碳钢管 (GB 3087—1999)	121
1.2.7 材料弹性模量及泊松比	16	2.5.5 高压锅炉用无缝钢管 (GB 5310—1995)	122
1.2.8 摩擦系数	16	2.5.6 高压化肥设备用无缝钢管 (GB 6479—2000)	128
1.2.9 特征数	17	2.5.7 结构用无缝钢管 (GB/T 8162—1999)	129
1.3 常用力学公式	18	2.5.8 输送流体用无缝钢管 (GB/T 8163—1999)	131
1.3.1 运动学、动力学公式	18	2.5.9 石油裂化用无缝钢管 (GB 9948—1988)	131
1.3.2 常用材料力学公式	21	2.5.10 机械结构用不锈钢焊接钢管 (GB 12770—1991)	133
第2章 化工设备用材料	37	2.5.11 流体输送用不锈钢焊接钢管 (GB/T 12771—2000)	136
2.1 钢铁材料牌号表示方法	37	2.5.12 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管 (GB 13296—1991)	139
2.1.1 变形钢及合金牌号表示方法	38	2.5.13 直缝电焊钢管 (GB/T 13793—1992)	143
2.1.2 铸钢牌号表示方法 (GB/T 5613—1995)	40		
2.1.3 铸铁牌号表示方法 (GB 5612—1985)	40		
2.2 金属材料的力学性能代号	41		
2.3 各类钢铁材料的化学成分、 力学性能及用途	42		
2.3.1 碳素结构钢及合金结构钢	42		
2.3.2 铸钢	88		
2.3.3 铸铁	96		
2.4 钢板	100		
2.4.1 钢板每平方米面积的理论质量	100		
2.4.2 冷轧钢板和钢带 (GB 708—1988)	101		
2.4.3 热轧钢板和钢带 (GB 709—1988)	102		
2.4.4 锅炉用钢板 (GB 713—1997)	103		
2.4.5 焊接气瓶用钢板 (GB 6653—1994)	106		

2.5.14 结构用不锈钢无缝钢管 (GB/T 14975—1994)	146	2.16.1 镍及镍合金的物理性能	228
2.5.15 流体输送用不锈钢无缝钢管 (GB/T 14976—1994)	150	2.16.2 镍及镍合金的力学性能	228
2.5.16 低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊 钢管 (SY/T 5037—2000)	154	2.16.3 镍及镍合金棒	230
2.5.17 石油天然气工业输送钢管交货技术 条件 第1部分: A级钢管 (GB/T 9711—1997)	156	2.16.4 镍及镍合金加工产品国内外 牌号对照	230
2.6 型钢	161	2.17 复合钢板	230
2.6.1 热轧扁钢 (GB 704—1988)	161	2.17.1 不锈钢复合钢板和钢带 (GB/T 8165—1997)	230
2.6.2 热轧圆钢、方钢、六角钢 (GB 702— 1986、GB 705—1989)	162	2.17.2 钛-钢复合钢板 (GB/T 8547—1987)	233
2.6.3 优质结构钢冷拉钢材技术条件 (GB 3078—1994)	164	2.17.3 铜-钢复合钢板 (GB 13238—1991)	234
2.6.4 角钢	165	2.18 非金属材料	235
2.6.5 热轧工字钢 (GB 706—1988)	173	2.18.1 常用橡胶的品种、性能、特点	235
2.6.6 热轧槽钢 (GB 707—1988)	175	2.18.2 橡胶板	239
2.6.7 H型钢和剖分T型钢 (GB/T 11263—1998)	177	2.18.3 橡胶管	240
2.7 常用工业用金属丝编织方孔筛网 (GB/T 5330—1985)	180	2.18.4 石棉橡胶板 (GB/T 3985—1995)	246
2.8 有色金属材料代号、牌号	181	2.18.5 耐油石棉橡胶板 (GB/T 359—1995)	246
2.8.1 常用有色金属和合金元素名称 及其代号 (GB/T 340—1976)	181	2.18.6 常用工程塑料	247
2.8.2 专用有色金属、合金名称及其代号 (GB/T 340—1976)	181	2.18.7 玻璃制品	263
2.8.3 有色金属铸造方法、合金状态代号 (GB/T 1173—1995、GB/T 1176— 1987、GB/T 1175—1997)	182	参考文献	264
2.8.4 有色金属产品状态、特性代号 (GB/T 340—1976)	182		
2.8.5 变形铝及铝合金牌号表示方法 (GB/T 16474—1996)	182		
2.8.6 变形铝及铝合金状态代号 (GB/T 16475—1996)	183		
2.9 铸造铜合金 (GB/T 1176—1987)	184		
2.10 铸造铝合金 (GB/T 1173—1995)	190		
2.11 铸造钛及钛合金 (GB/T 15073—1994)	192		
2.12 铜及铜合金型材	192		
2.12.1 常用铜及铜合金板、棒材	193		
2.12.2 常用铜及铜合金管材	196		
2.13 铝及铝合金型材	203		
2.14 钛及钛合金型材	220		
2.15 铅及铅合金型材	224		
2.16 镍及镍合金型材	226		
		第3章 焊接	265
		3.1 常用焊接方法	265
		3.2 焊接材料	267
		3.2.1 焊条	267
		3.2.2 焊丝	276
		3.2.3 焊剂、焊丝与焊剂组合	296
		3.2.4 焊接用气体	298
		3.2.5 钨极	299
		3.3 焊接材料的选用	299
		3.3.1 压力容器、化工设备焊接用 焊接材料的选用原则	299
		3.3.2 焊条的选用	299
		3.3.3 埋弧焊、电渣焊焊接材料的选用	309
		3.3.4 气体保护焊焊丝的选用	313
		3.3.5 气焊焊接材料的选用	313
		3.3.6 气体保护焊用保护气体的选用	319
		3.4 焊接结构设计	321
		3.4.1 对接焊接接头设计原则	321
		3.4.2 接管、凸缘与壳体间的焊接接头 设计原则	324
		3.4.3 焊接接头的坡口形式及基本尺寸	327
		3.4.4 焊缝代号	355
		3.5 焊接接头的强度计算	361

3.5.1	焊接接头强度计算的规定	361	低合金钢的焊接	385
3.5.2	对接焊缝的强度计算	361	3.13.3	低碳钢与低温型低合金钢的焊接
3.5.3	角焊缝的强度计算方法	362		385
3.6	碳素钢的焊接	363	3.13.4	强度型低合金钢与耐热型低合金钢的焊接
3.6.1	碳素钢的焊接特点	363		386
3.6.2	碳素钢的焊接方法	363	3.13.5	铁素体钢与铁素体不锈钢的焊接
3.6.3	焊接接头形式和尺寸	365		386
3.7	低合金高强钢的焊接	365	3.13.6	铁素体钢与奥氏体不锈钢的焊接
3.7.1	低合金高强钢的特点	365		387
3.7.2	低合金高强钢的焊接方法	365	3.14	复合钢板的焊接
3.7.3	低合金高强钢的焊接坡口形式和尺寸	368		390
3.8	耐热型低合金钢的焊接	369	3.14.1	不锈钢复合钢板的焊接
3.8.1	耐热型低合金钢的特点	369		390
3.8.2	耐热型低合金钢焊接的要求	369	3.14.2	钛及钛合金复合钢板的焊接
3.8.3	耐热型低合金钢的焊接性	369		396
3.8.4	低合金耐热钢的焊接方法和焊接材料的选用	369	3.14.3	铜及铜合金复合钢板的焊接
3.8.5	焊接接头形式和尺寸	372		400
3.9	低温用钢的焊接	372	3.14.4	镍及镍合金复合钢板的焊接
3.9.1	低温用钢的分类及其焊接特性	372		403
3.9.2	焊接方法及焊接材料的选用	372	3.14.5	堆焊
3.9.3	焊接材料	372		404
3.9.4	焊接接头形式和尺寸	373	3.15	镍和镍(基耐蚀)合金的焊接
3.10	不锈钢和其它耐蚀钢的焊接	373		407
3.10.1	不锈钢的种类及其特性	373	3.15.1	镍和镍基耐蚀合金
3.10.2	奥氏体不锈钢的焊接方法和焊接材料选用	373		407
3.10.3	马氏体不锈钢的焊接	378	3.15.2	镍和镍基耐蚀合金的焊接方法、焊材选用和焊接接头设计
3.10.4	铁素体不锈钢的焊接	378		408
3.10.5	奥氏体-铁素体双相不锈钢的焊接	378	3.16	钛和钛合金的焊接
3.10.6	其它耐蚀钢的焊接	378		417
3.11	铸钢、铸铁的焊接	379	3.16.1	钛材及特性
3.11.1	铸钢的焊接	379		417
3.11.2	铸钢件的补焊	380	3.16.2	钛和钛合金的焊接特点
3.11.3	铸铁的焊条冷补焊	380		417
3.12	同类不同钢种的异种钢焊接	380	3.16.3	钛和钛合金的相对焊接性和焊接方法
3.12.1	不同强度级别的低合金高强钢(包括低碳钢)的焊接	380		417
3.12.2	不同珠光体耐热钢的焊接	381	3.16.4	焊后热处理
3.12.3	不同类型低温钢的焊接	382		419
3.12.4	不同牌号奥氏体不锈钢的焊接	383	3.16.5	焊缝缺陷及质量控制
3.13	不同类异种钢的焊接	384		420
3.13.1	低碳钢与强度型低合金钢的焊接	384	3.16.6	质量检验
				420
3.13.2	低碳钢与耐热型低合金钢的焊接	385	3.17	焊接工艺评定、焊接施工能用守则
				420
			3.17.1	焊接工艺评定标准
				420
			3.17.2	焊接环境
				421
			3.17.3	焊前准备和预热
				421
			3.17.4	后热
				422
			3.17.5	焊后热处理
				422
			3.17.6	焊接质量要求
				424
			3.17.7	焊接返修和补焊
				425
			3.18	焊接检验
				425
			3.18.1	焊接检验的依据
				425
			3.18.2	焊接检验方式
				426
			3.18.3	焊接检验方法
				426
			3.18.4	焊接缺欠和焊接缺陷
				426
			3.18.5	无损检测
				426
			参考文献	428
			第4章	紧固件
				430
			4.1	通用紧固件
				430
			4.1.1	紧固件材料及力学、物理性能
				430

4.1.2 螺栓	439	计算	492
4.1.3 螺母	447	5.7.7 外压锥壳计算	492
4.1.4 垫圈	451	5.8 压力容器开孔与开孔补强	496
4.2 专用紧固件	453	5.8.1 开孔附近的应力分析	496
4.2.1 压力容器法兰用等长双头螺柱	453	5.8.2 应力集中系数的计算	496
4.2.2 钢制管法兰用紧固件	454	5.8.3 开孔补强设计	498
第5章 压力容器设计	457	5.8.4 等面积补强适用范围	499
5.1 压力容器应力分析	457	5.8.5 对补强金属材料的要求	501
5.1.1 强度理论简介	457	5.8.6 多个开孔补强	501
5.1.2 受压壳体的力学基础	458	5.8.7 平盖中心开单个圆形孔 ($d > 0.5D_0$) 的补强要求	504
5.2 压力容器设计参数的确定	462	5.9 法兰	505
5.2.1 定义	462	5.9.1 法兰强度分析	505
5.2.2 《钢制压力容器》GB 150 适用范围	462	5.9.2 铁木欣柯法 (Timoshenko)	506
5.2.3 对不能采用《钢制压力容器》GB 150 标准来确定结构尺寸的受压元件	462	5.9.3 华脱尔斯法 (Waters)	507
5.2.4 压力容器范围	462	5.9.4 法兰的结构分类	508
5.2.5 设计压力的确定	463	5.9.5 法兰基本型式	509
5.2.6 设计温度的确定	463	5.9.6 法兰结构	510
5.2.7 设计载荷的确定	464	5.9.7 法兰计算	512
5.2.8 壁厚附加量	464	5.9.8 法兰连接的选材	533
5.2.9 压力容器最小壁厚	464	5.9.9 对非标准法兰连接设计的提示	533
5.2.10 许用应力与安全系数	464	5.9.10 无垫片焊接密封法兰的 设计和计算	535
5.2.11 压力试验	465	5.9.11 压力容器法兰标准	538
5.2.12 气密性试验	465	5.10 压力容器用材料及其许用应力	571
5.3 内压圆筒和球壳	465	5.10.1 压力容器用材料的选用原则	571
5.3.1 符号	465	5.10.2 压力容器用材料的许用应力	573
5.3.2 计算公式	466	5.10.3 压力容器用钢材的高温性能	573
5.4 内压凸形封头	466	5.10.4 压力容器用钢材的补充规定	584
5.4.1 符号	466	5.11 低温压力容器设计准则	585
5.4.2 计算公式	466	5.11.1 总则	585
5.5 内压锥壳	469	5.11.2 材料	585
5.5.1 符号	469	5.11.3 设计	586
5.5.2 锥壳设计	469	5.11.4 制造、检验和验收	590
5.5.3 无折边锥壳壁厚计算	470	参考文献	590
5.5.4 折边锥壳壁厚计算	470	第6章 球形容器设计	591
5.5.5 变径段设计	474	6.1 相关标准规范	591
5.6 平盖	474	6.1.1 国内球罐设计标准	591
5.6.1 符号	474	6.1.2 国外球罐设计标准	591
5.6.2 平盖厚度计算	474	6.2 材料	591
5.7 外压容器设计	476	6.2.1 球壳用钢板材料	591
5.7.1 薄壁圆筒的稳定性计算	476	6.2.2 锻件	591
5.7.2 符号	479	6.2.3 钢管	591
5.7.3 外压圆筒和外压管子计算	480	6.2.4 螺栓及螺母	591
5.7.4 外压球壳和球形封头的壁厚设计	490	6.2.5 焊接材料	591
5.7.5 外压圆筒加强圈的设计	490	6.2.6 钢结构	592
5.7.6 外压 (凸形) 封头 (凸面受压)			

6.2.7 国外球罐常用的材料	592
6.3 设计	596
6.3.1 结构设计	596
6.3.2 计算	602
6.3.3 支柱对球壳板产生的局部 应力的校核	610
6.3.4 球壳板的几何尺寸计算	610
6.3.5 例题	610
6.4 制造、检验与验收	619
6.4.1 制造	619
6.4.2 球罐的检验与验收	623
参考文献	627

第7章 大型储罐设计

7.1 储罐概述	628
7.1.1 储罐的分类	628
7.1.2 有关的法规和标准	629
7.1.3 立式储罐的容量	629
7.1.4 立式储罐承受的载荷	630
7.1.5 立式储罐的设计压力 和设计温度	630
7.2 立式储罐用钢材	631
7.2.1 储罐用国产钢板	631
7.2.2 立式储罐用钢材的许用应力	631
7.2.3 高强钢板	633
7.3 罐底设计	633
7.3.1 罐底的结构形式	633
7.3.2 罐底的排板形式	633
7.3.3 罐底的坡度	634
7.3.4 罐底板-罐壁连接处的 受力分析	634
7.3.5 罐底的焊接结构形式	634
7.4 罐壁设计	636
7.4.1 静液压力作用下罐壁的 强度要求	636
7.4.2 确定罐壁厚度的方法	636
7.5 罐顶设计	637
7.5.1 概述	637
7.5.2 锥顶	637
7.5.3 自支撑拱顶	638
7.5.4 网壳顶	639
7.5.5 网壳结构的材料	640
7.5.6 网壳的临界失稳载荷	641
7.6 内压作用下的储罐	642
7.6.1 罐壁与罐顶之间的连接结构	642
7.6.2 储罐内压对罐壁厚度的影响	643
7.6.3 储罐的锚栓	643

7.7 储罐的附件	644
7.7.1 罐顶附件	644
7.7.2 罐壁附件	644
7.7.3 安全设施	644
7.7.4 梯子、平台和栏杆	644
7.8 外浮顶罐	644
7.8.1 概述	644
7.8.2 浮顶的基本要求	645
7.8.3 单盘式浮顶	645
7.8.4 双盘式浮顶	647
7.8.5 外浮顶储罐的主要部件	647
7.9 内浮顶储罐	649
7.9.1 简介	649
7.9.2 钢制内浮顶	650
7.9.3 铝制内浮顶	650
7.9.4 内浮顶储罐的设计	651
7.10 立式储罐的风载荷	651
7.10.1 风载荷作用下罐壁的稳定性	651
7.10.2 罐壁加强圈	652
7.10.3 浮顶罐的罐壁顶部抗风圈	653
7.10.4 风载荷作用下储罐的位移	653
7.11 立式储罐的抗震设计	654
7.11.1 概述	654
7.11.2 储罐抗震计算	656
7.11.3 罐壁的竖向容许应力	656
7.11.4 罐壁的抗震验算	657
7.11.5 储罐满足抗震设防烈度的条件	657
7.11.6 液面晃动波高	657
7.11.7 储罐抗震的构造要求	657
参考文献	658

第8章 高压容器设计

8.1 单层圆筒应力分析	659
8.1.1 轴向应力	659
8.1.2 周向应力与径向应力	659
8.1.3 厚壁内压圆筒的强度计算	662
8.1.4 厚壁圆筒采用中径公式进行 强度设计的依据	662
8.2 高压圆筒及厚壁球壳的设计	663
8.2.1 厚壁圆筒及厚壁球壳结构形式	663
8.2.2 符号	665
8.2.3 高压容器壳体的设计计算	666
8.3 高压容器筒体端部设计及计算	666
8.3.1 符号	666
8.3.2 筒体端部	666
8.4 高压容器的端盖计算	668
8.4.1 符号	668

8.4.2 锻造紧缩口	669	10.1.3 常用标准搅拌器	838
8.4.3 几种截面特性计算	670	10.1.4 搅拌器附件	849
8.5 高压容器的密封设计	670	10.1.5 磁力驱动搅拌器	850
8.5.1 高压容器密封的分类	670	10.1.6 紧凑型潜水搅拌器	856
8.5.2 高压容器的密封结构	670	10.2 搅拌功率计算	859
参考文献	691	10.2.1 符号命名	859
第9章 换热器	692	10.2.2 搅拌功率	859
9.1 概述	692	10.2.3 搅拌器的搅拌功率捷算法 (诺谟图法)	870
9.1.1 换热器在化工及石油化工 生产中的作用	692	10.2.4 最小搅拌轴功率	871
9.1.2 换热器的分类及特点	692	10.2.5 搅拌器的搅拌功率计算例题	871
9.1.3 换热器类别的选择	693	10.3 搅拌器强度计算	872
9.1.4 换热器设计的内容	693	10.3.1 符号命名	872
9.1.5 相关标准规范	694	10.3.2 搅拌器设计功率	873
9.2 基本参数	695	10.3.3 搅拌器桨叶材料的许用应力	874
9.2.1 符号说明	695	10.3.4 锚式搅拌器强度计算	874
9.2.2 基本参数	695	10.3.5 框式搅拌器强度计算	875
9.3 结构设计	702	10.3.6 门框式搅拌器强度计算	876
9.3.1 管箱及壳体	702	10.3.7 桨式搅拌器强度计算	877
9.3.2 管束	706	10.3.8 开启涡轮式搅拌器强度计算	878
9.3.3 折流板及支撑板	712	10.3.9 圆盘涡轮式搅拌器强度计算	880
9.3.4 拉杆	716	10.3.10 三叶后掠式搅拌器强度计算	881
9.3.5 防短路结构	717	10.3.11 推进式搅拌器强度计算	882
9.3.6 防冲挡板及导流筒	718	10.3.12 对搅拌器设计的其它要求	883
9.3.7 纵向隔板	721	10.4 搅拌轴机械计算	884
9.3.8 换热器的管束滑道结构	721	10.4.1 符号命名	884
9.3.9 立式换热器耳式支座的设置	723	10.4.2 搅拌轴机械计算的基本条件	885
9.3.10 浮头式换热器的结构设计	723	10.4.3 按柔性轴设计的搅拌轴机械计算 的附加条件	886
9.3.11 U形管式换热器的结构设计	726	10.4.4 搅拌轴的典型受力图	886
9.3.12 低温换热器上的垫木	727	10.4.5 搅拌轴机械计算	886
9.3.13 双管板换热器	727	10.4.6 搅拌器与搅拌轴的连接	894
9.3.14 膨胀节	732	10.5 搅拌机的传动装置	896
9.4 换热器元件的强度计算	732	10.5.1 搅拌机传动装置的组成	896
9.4.1 管箱平板盖	732	10.5.2 搅拌机传动装置的标准零部件	897
9.4.2 分程隔板	733	10.5.3 搅拌机传动装置系统组合、选用及技 术要求 (HG 21563—1995)	941
9.4.3 波形膨胀节	733	10.5.4 搅拌轴底轴承和中间轴承	947
9.4.4 管板	737	10.5.5 计算例题	949
9.4.5 浮头盖及钩圈	815	10.5.6 驱动器	953
9.5 管壳式换热器的制造与检验	821	10.6 搅拌容器的传热结构及强度计算	954
9.5.1 制造	821	10.6.1 搅拌容器的传热夹套	954
9.5.2 检验	827	10.6.2 带夹套搅拌容器支座的 设置原则	971
参考文献	829	10.6.3 搅拌机对搅拌容器附加载荷的强度、 稳定计算	971
第10章 搅拌设备	830	参考文献	972
10.1 搅拌器类型	830		
10.1.1 概述	830		
10.1.2 机械搅拌器的形式和选型	830		

下 卷

第 11 章 塔设备 973

11.1 概述 973

11.1.1 塔设备在化工生产中的作用 973

11.1.2 塔设备的分类及结构简介 973

11.1.3 板式塔和填料塔的构成 973

11.1.4 塔设备的机械设计 973

11.2 塔设备的机械计算 974

11.2.1 塔体及裙座的强度计算 974

11.2.2 框架中裙座式塔设备的强度计算 ... 985

11.2.3 计算例题 987

11.3 塔设备的振动与防振 1001

11.3.1 卡门涡街与塔的振动 1001

11.3.2 升力的计算 1001

11.3.3 塔顶的最大振幅 1001

11.3.4 共振载荷的计算 1002

11.3.5 塔设备需要做振动分析的条件 ... 1003

11.3.6 塔体共振时应力的计算 1003

11.3.7 疲劳寿命的校核 1003

11.3.8 防振措施 1004

11.3.9 排塔的振动与固有频率的计算 ... 1004

11.3.10 计算例题 1005

11.4 塔设备通用零部件 1007

11.4.1 塔体 1007

11.4.2 塔设备的支撑 1007

11.4.3 塔顶吊柱 (HG/T 21639—1980) ... 1015

11.4.4 吊耳 (HG/T 21574—1994) 1015

11.4.5 塔釜液体出口防涡流挡板 1023

11.4.6 塔釜隔板 1024

11.4.7 塔内和裙座内爬梯 1025

11.4.8 管口挡板 1028

11.4.9 塔的保温和保冷支撑件 1028

11.4.10 塔内接管的支撑结构 1031

11.4.11 塔的制作公差 1033

11.5 板式塔塔盘 1034

11.5.1 板式塔塔盘分类 1034

11.5.2 板式塔塔盘结构及材料 1034

11.5.3 F1 型浮阀 (JB 1118—1981) ... 1035

11.5.4 圆泡罩 (帽) (JB 1212—1973) ... 1043

11.5.5 整块式塔盘 1044

11.5.6 分块式塔盘 1051

11.5.7 塔盘板及其支撑梁的强度、 挠度计算 1076

11.5.8 塔盘技术条件 (JB 1205—2001) ... 1077

11.5.9 塔盘支撑件的尺寸公差 1079

11.5.10 塔盘及其附件的尺寸公差 1080

11.6 填料塔 1081

11.6.1 简介 1081

11.6.2 结构概述 1081

11.6.3 塔填料 1082

11.6.4 填料支撑件 1098

11.6.5 填料床层压板和限制器 1110

11.6.6 液体分布器 1111

11.6.7 液体再分布器 1117

参考文献 1119

第 12 章 压力管道 1120

12.1 压力管道的监察与管理 1120

12.1.1 压力管道安全管理与监察规定 ... 1120

12.1.2 压力管道设计单位资格 许可与管理 1120

12.2 管道设计基础 1121

12.2.1 管道的分级 (类) 1121

12.2.2 公称压力与公称直径 1122

12.2.3 设计条件与设计基准 1123

12.3 管道组成件 1127

12.3.1 管件 1127

12.3.2 管法兰 1152

12.3.3 垫片 1236

12.3.4 阀门 1252

12.4 管道组成件选用 1262

12.4.1 一般规定 1262

12.4.2 管道的连接 1263

12.4.3 管道分支 1265

12.4.4 管子的选用 1265

12.4.5 管件的选用 1267

12.4.6 管法兰的选用 1267

12.4.7 垫片的选用 1267

12.4.8 紧固件的选用 1269

12.4.9 阀门的选用 1270

12.4.10 管法兰、垫片和紧固件的选配 ... 1270

12.4.11 管道材料等级表 1273

12.5 管道器材受压元件强度计算 1274

12.5.1 一般规定 1274

12.5.2 金属直管 1274

12.5.3 弯管、弯头及斜接弯头 1275

12.5.4 挤压三通 1276

12.5.5 非标准异径管 1276

12.5.6 平盖 1277

12.5.7	盲板	1277	13.2.10	常用液体的主要物理性质和 推荐流速	1411
12.5.8	支管连接补强	1278	13.2.11	变温泵送系统离心泵的流量、 扬程和功率	1416
12.6	管道的膨胀与柔性	1281	13.2.12	海拔高度对离心泵扬程、 功率的影响	1417
12.6.1	压力管道的安定分析	1281	13.2.13	泵送系统的变静扬程对离心泵 选型的影响	1417
12.6.2	压力管道的静力解析	1284	13.2.14	离心泵的并联操作和 串联操作	1418
12.6.3	管道热补偿	1298	13.2.15	离心泵的流量调节	1418
12.6.4	压力管道柔性设计	1303	13.2.16	离心泵结构	1419
12.7	管道支吊架	1305	13.2.17	离心泵的常用标准	1444
12.7.1	支吊架分类	1305	13.2.18	高速泵	1447
12.7.2	管道支吊架的选用原则	1305	13.2.19	旋涡泵	1451
12.7.3	常用支吊架型式及其选用	1306	13.2.20	屏蔽电泵	1453
12.7.4	弹簧支吊架	1311	13.2.21	磁力驱动离心泵	1461
12.7.5	支吊架位置	1316	13.3	柱(活)塞泵	1467
12.7.6	管道载荷计算	1319	13.3.1	柱(活)塞泵类型、原理、 结构	1467
12.7.7	管道垂直位移值的计算	1323	13.3.2	柱(活)塞泵的性能和特性 参数	1470
12.7.8	支吊架的强度设计	1324	13.3.3	柱(活)塞泵的用途	1474
12.8	压力管道施工检验、 检查和试验	1324	13.3.4	柱(活)塞泵的标准规范	1475
12.8.1	常用压力管道工程施工验收 规范	1325	13.4	隔膜泵	1476
12.8.2	管道的检验、检查和试验	1326	13.4.1	机械驱动隔膜泵	1476
附录 A	金属管道材料的许用应力	1329	13.4.2	气压驱动隔膜泵	1476
附录 B	金属材料物理性质	1339	13.4.3	液压驱动隔膜泵	1478
附录 C	柔性系数和应力增大系数	1340	13.5	螺杆泵	1481
参考文献		1343	13.5.1	螺杆泵分类	1481
第 13 章 泵及其选用		1345	13.5.2	原理、特点和结构	1481
13.1	泵的分类、用途	1345	13.5.3	螺杆泵性能	1484
13.1.1	动力式泵(离心泵)分类	1345	13.5.4	螺杆泵的选用	1487
13.1.2	容积式泵分类	1345	13.5.5	螺杆泵标准规范	1487
13.1.3	各类型泵的近似极限排量 和压力	1345	13.5.6	螺杆泵定型产品	1488
13.1.4	各类型泵的特点	1346	13.6	单螺杆泵	1490
13.2	离心泵	1347	13.6.1	结构	1490
13.2.1	离心泵的工作原理	1347	13.6.2	工作原理	1490
13.2.2	液体在离心泵叶轮中流动的 速度三角形	1347	13.6.3	单螺杆泵的流量计算	1492
13.2.3	离心泵的特性参数和性能	1347	13.6.4	单螺杆泵的功率计算	1492
13.2.4	液体黏度对离心泵性能的 影响和修正	1373	13.6.5	单螺杆泵性能和特点	1492
13.2.5	液体中含空气(气体)对离心泵 性能的影响	1378	13.6.6	单螺杆泵的用途	1493
13.2.6	固体悬浮液对离心泵性能的影响	1379	13.6.7	单螺杆泵产品	1494
13.2.7	离心泵内的液体温升	1379	13.7	其它旋转式容积泵	1494
13.2.8	泵送系统	1380	13.7.1	齿轮泵	1494
13.2.9	泵送管路系统的流体摩擦阻力 (扬程损失)计算	1382	13.7.2	旋转式叶片泵	1494
			13.7.3	旋转式刚性滑动多叶片泵	1494

13.7.4	旋转式挠性叶片泵	1495	14.3.6	轴流式压缩机	1689
13.7.5	旋转式活塞泵	1495	14.3.7	混合式压缩机	1697
13.7.6	其它旋转式容积泵性能	1495	14.3.8	透平式压缩机试验要点	1697
13.8	泵的选用和采购	1497	14.3.9	机组运行	1699
13.8.1	泵的选型	1497	14.3.10	透平式压缩机的性能调节	1700
13.8.2	泵驱动机的选型	1499	14.3.11	离心式压缩机的选用和采购	1701
13.8.3	泵的采购	1500	14.3.12	轴流式压缩机的选型和采购	1707
13.9	部分定型产品泵技术参数	1509	14.3.13	驱动机	1708
13.9.1	上海 KSB 泵有限公司 (中德合资厂)	1509	14.3.14	常用气体的压力-焓图 (MollierDiagram)	1717
13.9.2	大连耐酸泵厂	1510	14.4	通风机	1717
13.9.3	浙江萧山佳力管道油泵制造 有限公司	1510	14.4.1	分类	1717
13.9.4	中国航天工业总公司第十一研究所 (北京) 特种泵研究中心	1510	14.4.2	性能参数	1717
13.9.5	浙江苍南特种泵有限公司、浙江 大学化工机械研究所	1519	14.4.3	无量纲系数	1734
13.9.6	沈阳水泵厂	1520	14.4.4	相似条件	1734
13.9.7	大连耐酸泵厂液下泵	1523	14.4.5	性能曲线	1736
13.9.8	江苏无锡市北山耐腐蚀设备厂 耐腐蚀卧式离心泵 (IHJ 型) ...	1523	14.4.6	离心式通风机	1736
13.9.9	磁力驱动离心泵	1537	14.4.7	轴流式通风机	1741
13.9.10	上海东方泵业制造有限公司	1537	14.4.8	通风机的选用	1746
13.9.11	沈阳水泵厂	1537	参考文献		1747
13.9.12	上海东方泵业制造有限公司	1537			
13.9.13	耐驰 (NETZSCH) 兰州泵业 有限公司	1542			
13.9.14	江西新德工业泵制造厂	1545			
参考文献		1574			

第 14 章 压缩机、通风机

14.1	概述	1575
14.1.1	压缩机的分类	1575
14.1.2	容积式和透平式压缩机的特点 ..	1575
14.1.3	工作原理	1575
14.2	容积式压缩机	1576
14.2.1	分类、特点、主要性能参数	1576
14.2.2	往复式容积式压缩机	1576
14.2.3	其它类型容积式往复压缩机	1633
14.2.4	容积式回转压缩机	1638
14.3	透平式压缩机	1659
14.3.1	透平式压缩机简介	1659
14.3.2	透平式压缩机的热力学基础	1659
14.3.3	透平式压缩机的转子动力学	1674
14.3.4	离心式压缩机结构	1675
14.3.5	透平式压缩机辅助系统和 主要设备	1686

第 15 章 外购标准件

15.1	液面计	1748
15.1.1	玻璃板液面计标准系列及技术要求 (HG 21588—1995)	1748
15.1.2	透光式玻璃板液面计 (PN2.5MPa) (HG 21589.1—1995)	1750
15.1.3	透光式玻璃板液面计 (PN6.3MPa) (HG 21589.2—1995)	1753
15.1.4	反射式玻璃板液面计 (PN4.0MPa) (HG 21590—1995)	1753
15.1.5	视镜式玻璃板液面计 (常压) (HG 21591.1—1995)	1759
15.1.6	视镜式玻璃板液面计 (PN0.6MPa) (HG 21591.2—1995)	1760
15.1.7	玻璃板液面计的玻璃板 强度计算	1761
15.1.8	玻璃管液面计 (PN1.6MPa) (HG 21592—1995)	1762
15.1.9	钢与玻璃烧液位计 (HG 21606—1995)	1765
15.1.10	防霜液面计 (HG/T 21550—1993)	1767
15.1.11	磁性液位计 (HG/T 21584—1995)	1771
15.1.12	碳钢玻璃浮子液面计 (ZBG 91002—1986)	1773