

化工机械工程 手册

余国琮 主编

中 卷

PROCESS EQUIPMENT ENGINEERING
HANDBOOK



化学工业出版社

TQ 05-62-B
1007

TQ05-62
1007-B1

号 050 号

化工机械工程手册

中 卷

余国琮 主编



200304888

化学工业出版社
·北 京·

200304888

(京) 新登字 039 号

化工机械手册

中 卷

主编 余国琮

图书在版编目 (CIP) 数据

化工机械工程手册. 中卷/余国琮主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.12
ISBN 7-5025-4093-8

I. 化… II. 余… III. 化工机械-机械工程-技术手册 IV. TQ05-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 069918 号

化工机械工程手册

中 卷

余国琮 主编

责任编辑: 郭长生 张红兵 周国庆 李玉晖

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 蒋艳君

*

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.con.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 95 字数 3260 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4093-8/TQ·1612

定 价: 188.00 元

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

总 目 录

(各篇目录详见该篇文前页)

上 卷

第 1 部分 理论基础

- 第 1 篇 固体力学
- 第 2 篇 振动和机器动力学
- 第 3 篇 流体力学

- 第 4 篇 工程热力学
- 第 5 篇 传热和传质

第 2 部分 化工机械材料

- 第 6 篇 化工机械材料的性能特点
- 第 7 篇 化工机械用金属材料
- 第 8 篇 化工机械用非金属材料 and 复合材料

- 第 9 篇 化工机械用其他材料
- 第 10 篇 化工机械防腐蚀技术

第 3 部分 压力容器和管道

- 第 11 篇 压力容器

- 第 12 篇 管道及其组成件

中 卷

第 4 部分 化工过程机器和设备

- 第 13 篇 泵、真空泵
- 第 14 篇 压缩机和工业汽轮机
- 第 15 篇 换热设备
- 第 16 篇 加热炉
- 第 17 篇 精馏和吸收塔
- 第 18 篇 萃取设备
- 第 19 篇 结晶设备
- 第 20 篇 干燥设备
- 第 21 篇 膜器件

- 第 22 篇 机械分离设备
- 第 23 篇 粉碎机械
- 第 24 篇 团聚造粒和分级设备
- 第 25 篇 固体物料储仓和输送机械
- 第 26 篇 搅拌和混合设备
- 第 27 篇 反应器
- 第 28 篇 制冷、低温设备和热泵
- 第 29 篇 工业废物处理设备

下 卷

第 5 部分 化工机械制造安装和管理

- 第 30 篇 化工机械制造和安装
- 第 31 篇 质量控制和检验
- 第 32 篇 状态监测和故障诊断技术

- 第 33 篇 化工机械维修技术
- 第 34 篇 可靠性分析
- 第 35 篇 失效分析和缺陷安全评定

第 6 部分 控制工程和计算机应用

- 第 36 篇 电工、电子技术
- 第 37 篇 控制工程

- 第 38 篇 计算机应用

索引

化工机械工程手册

主 编

余 国 琮

主 稿 人 员

(以汉语拼音为序)

各部分主稿

戴树和 贺匡国 聂清德 潘家祯 汪希萱 朱企新

各篇主稿

曹桂馨	陈匡民	蒋静坪	蒋年禧	李宽宏	刘 丰
麦本熙	钱颂文	时铭显	寿尔康	童水光	汪大睪
王学松	王治方	王志文	吴德钧	徐静安	杨志才
郁永章	张光裕	赵忠祥	郑茂鼎	左 禹	

审 稿 人 员

(以汉语拼音为序)

陈丙晨	陈匡民	陈之航	戴千策	戴树和	傅秦生
高正中	韩学銓	何升韜	贺匡国	洪德晓	黄 洁
姜培正	焦书科	李培宁	林孔元	林瑞泰	刘志刚
聂清德	潘永康	潘永密	沈曾民	石教英	时铭显
孙之郭	汪希萱	王静康	王世昌	王喜忠	王正欧
王志文	武冠英	熊有伦	徐静安	许定宇	薛问亚
于福家	余国琮	郁永章	袁 伟	赵宗艾	郑家龙
朱利民	左 禹				

编写人员

(以汉语拼音为序)

蔡 娥	蔡纪宁	蔡仁良	曹桂馨	陈伯根	陈国桓
陈杭飞	陈加印	陈匡民	陈隆道	陈希舒	陈显瑞
陈玄德	崔巍山	戴季煌	戴树和	丁信伟	董宗玉
范德顺	方长青	方善如	丰镇平	冯立成	冯连勋
冯霄榜	付建平	干爱华	顾芳珍	顾兆林	郭有仪
胡金榜	胡志伟	华永利	黄 思	黄文龙	黄雪坤
黄 钟	江 楠	蒋静坪	蒋年禧	金德云	金 涛
金志强	江 康	劳家仁	劳添长	黎廷新	李峻宇
李宽宏	李 明	李能宫	李勤凌	李尚仁	李斯特
李鑫纲	李 云	廖万彬	林建鸿	林渭勋	林友仰
林玉珍	刘 斌	刘 丰	刘芙蓉	刘小光	刘永忠
刘佑义	龙 红	芦秀海	马小明	马玉录	麦本熙
毛 羽	聂清德	潘家桢	齐连陞	钱惠林	钱颂文
任永祥	桑芝富	邵国兴	沈 红	沈庆根	时铭显
史惠祥	史铁林	寿尔康	宋德秋	孙士乾	孙晓明
唐梦奇	陶志良	童水光	万平玉	汪大翠	汪华林
汪希萱	王光耀	王普勋	王宽福	王淑兰	王秀云
王学松	王印培	王正东	王治方	王志文	魏 刚
吴德钧	吴小林	吴旨玉	夏祥华	夏兴祥	熊蓉春
徐效德	许劲晖	许鸣珂	许跃敏	轩建平	薛建设
闫康平	严大凡	杨卫民	杨友煦	杨志才	叶楚宝
尹谢平	应道宴	虞 军	郁永章	张伯良	张光裕
张 红	张劲军	张康达	张早校	赵宪忠	赵忠祥
赵宗艾	郑津洋	郑茂鼎	郑水英	郑卫京	朱企新
朱天霞	褚良银	宗润宽	邹伯敏	左 禹	

序

“化工机械”这一名词在我国是“化工设备与机器”的惯用简化代词，国外多称为“化学过程装备”(chemical process equipment)。故“化工机械”实质上是指包括化工设备与机器的“化工装备”。

“化工机械工程”(也可称为“化工装备工程”),属于工程学科,它的对象是化工及化工类型生产过程中的装备,学科内容主要是化工装备的工程总体设计、制造技术以及运行控制管理等。

化工机械工程和化学工程两个学科领域是相互依存与密切相关的。化学工程是将原料或化学半成品经过化学过程(包括生化过程)或物理过程以改变其组成、结构与性质而成为有用产品。而化工机械工程则是使化学工程通向实现生产产品的桥梁。随着近代科学与工程技术的发展,化学工程与化工机械工程已不仅只为化学工业服务,它们已渗透到诸如环境、生物、资源、能源、材料、信息等高新技术与新兴工业,已成为这些新科技以及现代化的石油、冶金、轻工、医药、食品等工业不可缺少的技术与装备。为了广义的表达化学工程及化工机械工程在各类生产过程中的适用性与广泛性,国内外亦有分别改称为过程工程(process engineering)及过程装备工程(process equipment engineering),但其学科内容实质仍如上所述。

1996年化学工业出版社出版的《化学工程手册》(第二版)序言中曾提及该手册“重点在于化工过程的基本理论及其应用,有关化工设备与机器的设计计算,化工出版社正在酝酿另外编写一部专用手册”,即当时已考虑到编写《化工机械工程手册》作为互相补充的姊妹手册。这一想法在征求意见时,得到化工机械学术界、工业界和高等学校“化工设备与机器”专业广大教师的热烈回应与积极支持,并希望本手册能全面涵盖本学科从基础到应用的全部内容,因此从1997年起开始本手册的筹备与编写工作。1998年教育部将“化工设备与机器”专业改为“过程装备与控制工程”,本手册随之亦作相应调整,加强了控制技术部分的内容,以便与专业教学配合,同时亦符合发展方向。

化工机械工程是建立在多学科交叉与多种技术集成的基础上。化工设备与机器(以下简称化工装备)的工程设计是以化工工艺的计算结果为依据。在工程设计中涉及到的强度计算、结构设计、流体输送与热力过程等方面,需要有固体力学、流体力学、工程热力学以及传热、传质的基础。由于化工装备所处理的都是化学物质,有时且在高压、高真空、高温、低温以及有强腐蚀介质等苛刻工况条件下进行操作,在选择材料时需要有充分的材料学知识。在具体进行各类化工装备的整体与部件结构设计时,还需要了解其操作原理,以沟通与协调工艺计算与工程设计的衔接,即还需具有化学工程中单元操作与反应工程的基本知识。化工装备的工程设计还包括运行中的检测仪表及自动控制技术,也需要有这方面足够的基础。在化工装备的制造中,有时要用到一些特殊的专门制造技术,如热套式、绕带式及多层包扎式的高压容器,有防腐蚀衬里或非金属的换热器、塔器、反应器、泵以及压缩机等。化工机械工程还包括在生产过程中化工装备的运行与控制管理。

基于上述考虑,本手册由六个部分组成:第一部分是化工机械工程理论基础,包括固体力

学和机器动力学、流体力学、工程热力学和传热、传质基础；第二部分是化工机械工程材料，包括金属、非金属材料、腐蚀及其防护技术；第三部分是压力容器和管道；包括容器及其附件的强度计算与结构设计，以及管道设计；第四部分是过程机器和设备，包括各类化工机器和设备整体和部件的结构设计与相应计算，以及环保、生化新兴工业中的化工装备；第五部分是化工机械制造安装和管理，包括制造、安装、维修、故障诊断和失效分析等。第六部分是控制工程和计算机应用，包括电工电子基础、控制工程和计算机应用。每一部分中又分若干篇，每篇又分若干章。由于本手册篇幅较大，分上、中、下三卷出版。

本手册的每一部分均请有关专家负责组稿与审定。各部分的负责人分别为：第一部分南京大学戴树和教授，第二部分华东理工大学潘家祯教授，第三部分大连理工大学贺匡国教授，第四部分天津大学聂清德教授和朱企新教授，第五、六部分浙江大学汪希萱教授。化学工业出版社郭长生和张红兵两位编审为本手册的责任编辑，在编辑本手册过程中做了大量的工作。

本手册的各篇、章均请高等学校、研究院所和产业部门专家撰写，总数达百余名；先后组织审稿会达六次之多，并随时调整框架，修改内容，以保证质量，力求能反映化工机械工程的学科体系。因此本手册是一部集体创作，也可以说是多年来我国在化工机械工程这一学科领域的教学、科研、设计和运行经验的结晶，体现了当代我国化工机械工程学科的水平。

随着新科技与新兴工业以及化学工程的发展，对化工机械工程将会不断提出新的要求，如特大型高参数装备、微型装备、大功率的高转速装备、多个过程合一的装备，装备的智能控制，以及从实验室结果直接模拟放大到生产装置而不需要经过中间试验等。因此化工机械工程要依靠相邻学科不断的加强本身的工程科学基础及新技术的研究以及其实际应用，促进化工装备的创新，使本学科继续向前发展。

《化工机械工程手册》在国内外均属首次编写，缺乏参考。故其框架内容可能仍有不妥之处，尚请有关专家、读者予以批评指正。

最后，作为主编，我对为编写本手册做出贡献的所有专家们表示衷心的感谢和敬意。

中国科学院院士 天津大学教授

余国琮

2002年10月

第 4 部 分

化工过程机器和设备

主稿 聂清德 天津大学 教授
朱企新 天津大学 教授

第13篇 泵、真空泵

主稿 寿尔康 化工设备装备公司 教授级高级工程师
 编写 寿尔康 化工设备装备公司 教授级高级工程师
 郁永章 西安交通大学 教授
 审稿 孙之鄂 中国寰球化学工程公司 教授级高级工程师

第1章 泵的类型和主要性能参数 13-5

1 泵的类型 13-5

2 化工用泵的特点和性能参数 13-5

2.1 特点和用途 13-5

2.2 主要性能参数 13-6

2.2.1 流量 13-6

2.2.2 排出压力 13-6

2.2.3 压力差(扬程) 13-6

2.2.4 吸入压力 13-7

2.2.5 汽蚀余量 13-7

2.2.6 介质温度 13-7

2.2.7 转速 13-8

2.2.8 功率 13-8

3 特性和适用范围 13-9

第2章 离心泵 13-9

1 工作原理和适用范围 13-9

1.1 工作原理 13-9

1.2 特点和适用范围 13-9

1.2.1 特点 13-9

1.2.2 适用范围 13-9

2 结构 13-10

2.1 主要结构型式 13-10

2.1.1 卧式单级单吸离心泵 13-10

2.1.2 卧式单级双吸离心泵 13-10

2.1.3 卧式多级离心泵 13-10

2.1.4 立式离心泵 13-12

2.1.5 液下泵 13-12

2.1.6 管道泵 13-12

2.1.7 自吸式离心泵 13-13

2.2 主要零部件结构 13-13

2.2.1 叶轮 13-13

2.2.2 蜗室和导叶 13-14

2.2.3 泵壳 13-14

2.2.4 密封环 13-15

2.2.5 泵轴 13-15

3 离心泵特性 13-15

3.1 基本方程 13-15

3.1.1 速度三角形 13-15

3.1.2 欧拉方程 13-16

3.2 离心泵的相似 13-16

3.2.1 相似定律 13-16

3.2.2 比转速 13-17

3.2.3 型式数 K 13-17

3.3 能量损失和效率 13-17

3.3.1 能量损失 13-17

3.3.2 效率 13-18

3.4 汽蚀 13-19

3.4.1 汽蚀现象和原因 13-19

3.4.2 泵运行工况和汽蚀 13-19

3.4.3 汽蚀比转数 13-19

3.4.4 汽蚀的防止措施 13-20

3.5 特性和特性曲线 13-20

3.5.1 特性曲线 13-20

3.5.2 比例定律 13-20

3.5.3 切割定律 13-21

3.5.4 液体黏度对特性的影响 13-22

3.5.5 工作范围 13-22

4 主要几何参数 13-22

5 相似设计 13-24

第 3 章 轴流泵 13-24

1 工作原理及其特性 13-24

1.1 工作原理 13-24

1.2 水力特性 13-25

1.2.1 基本方程 13-25

1.2.2 性能特点和性能曲线 13-25

1.2.3 调节特性 13-26

2 结构 13-26

2.1 类型 13-26

2.2 主要部件 13-27

3 主要几何参数 13-28

3.1 叶轮转速 13-28

3.2 叶轮外径 13-28

3.3 叶片数和叶栅稠密度 13-28

3.4 叶片截面的翼型 13-28

3.5 导流器 13-29

第 4 章 混流泵 13-29

1 工作原理和适用范围 13-29

2 结构 13-30

3 水力特性 13-30

3.1 性能特点 13-30

3.2 调节特性 13-31

4 主要几何参数 13-31

第 5 章 部分流泵 13-32

1 工作原理和适用范围 13-32

2 结构 13-33

2.1 类型 13-33

2.2 结构 13-34

3 水力特性 13-34

3.1 基本方程 13-34

3.2 流量和截止流量 13-35

3.3 特性曲线 13-35

3.4 吸入性能 13-36

3.5 效率 13-36

3.6 调节特性 13-36

4 主要几何参数 13-36

第 6 章 旋涡泵 13-37

1 工作原理和适用范围 13-37

2 类型和结构特点 13-38

2.1 类型 13-38

2.2 结构特点 13-38

3 水力特性 13-39

4 主要几何参数 13-40

第 7 章 往复泵 13-41

1 工作原理和适用范围 13-41

2 主要性能参数 13-42

2.1 理想工作过程和实际工作过程 13-42

2.2 流量 13-42

2.3 流量脉动的消除方法 13-43

2.4 性能特点和性能曲线 13-44

2.5 吸入性能 13-45

2.6 调节特性 13-45

3 结构 13-46

3.1 类型 13-46

3.2 主要部件 13-47

3.2.1 液缸 13-47

3.2.2 吸、排液阀 13-48

3.2.3 柱塞（活塞） 13-48

4 主要几何参数 13-49

第 8 章 转子泵 13-49

1 工作原理和特点 13-49

2 旋转活塞泵 13-50

2.1 工作原理和适用范围 13-50

2.2 主要性能参数 13-51

2.3 结构 13-52

2.4 主要几何参数 13-53

3 单螺杆泵 13-54

3.1 工作原理和适用范围 13-54

3.2 主要性能参数 13-55

3.3 结构 13-56

3.4 主要几何参数 13-57

3.5 性能换算 13-57

4 双螺杆泵 13-57

4.1 工作原理和适用范围 13-57

4.2 结构 13-58

4.3 主要性能参数 13-59

5 三螺杆泵 13-59

5.1 工作原理和适用范围 13-59

5.2 结构 13-60

5.3 性能参数 13-61

5.4 主要几何参数 13-61

5.5 流量计算 13-62

5.6 性能换算 13-62

6 齿轮泵 13-62

6.1 工作原理和适用范围 13-62

6.2 结构 13-62

6.3 主要性能参数 13-62

6.4 化工齿轮泵 13-64

7	挠性管泵	13-64
7.1	工作原理和适用范围	13-64
7.2	结构	13-65
7.3	主要性能参数	13-66
8	罗茨泵	13-67
8.1	工作原理和适用范围	13-67
8.2	结构	13-68

第9章 计量泵

1	往复式计量泵	13-69
1.1	类型	13-69
1.1.1	柱塞式计量泵	13-69
1.1.2	隔膜式计量泵	13-69
1.1.3	隔套(管)式计量泵	13-72
1.1.4	隔罩式计量泵	13-72
1.1.5	波纹管式计量泵	13-72
1.1.6	分体式液压计量泵	13-72
1.2	吸、排液阀和轴封	13-73
1.3	流量调节机构	13-74
1.3.1	改变行程的流量调节机构	13-74
1.3.2	改变柱(活)塞往复次数的流量调节机构	13-77
1.3.3	改变行程和往复次数的双重调节机构	13-77
1.4	驱动方式	13-77
1.4.1	电动机驱动	13-77
1.4.2	电磁驱动	13-78
1.4.3	液压驱动	13-78
1.5	流量脉动的消除方法	13-78
1.6	检漏方法	13-78
2	旋转式计量泵	13-79
2.1	齿轮式计量泵	13-79
2.2	挠性管计量泵	13-80

第10章 特殊泵

1	不堵塞泵	13-81
1.1	通道式叶轮离心泵	13-81
1.2	螺旋离心泵	13-82
1.3	其他不堵塞叶片泵	13-83
1.4	实际物料和清水的性能换算	13-84
2	射流泵	13-85
2.1	工作原理	13-85
2.2	射流泵装置的基本形式	13-86
2.3	基本参数和性能曲线	13-86
2.4	主要构件的型式和尺寸	13-87
2.5	应用	13-88
3	挠性叶轮泵	13-88

3.1	工作原理	13-88
3.2	结构	13-89
3.3	特点和应用	13-90
4	迷宫螺旋泵	13-91
4.1	工作原理	13-91
4.2	性能参数和特性曲线	13-91
4.3	结构	13-92
4.4	特点和适用范围	13-93

第11章 泵的轴封和无泄漏泵

1	旋转轴密封	13-93
1.1	机械密封	13-93
1.1.1	组成和工作原理	13-93
1.1.2	特点	13-94
1.1.3	基本型式和适用范围	13-94
1.1.4	主要特性参数	13-96
1.1.5	泵密封腔的空腔尺寸	13-100
1.1.6	化工流程泵对机械密封的要求	13-100
1.1.7	应用示例	13-101
1.1.8	机械密封的材料组合	13-105
1.1.9	辅助系统	13-105
1.1.10	常用材料	13-111
1.2	软填料密封	13-115
1.2.1	组成和主要性能参数	13-115
1.2.2	主要结构型式和用途	13-115
1.2.3	品种、性能和适用范围	13-116
1.2.4	化工用泵对软填料密封的要求	13-118
1.2.5	主要尺寸和技术要求	13-118
1.3	动力密封和停车密封	13-119
1.3.1	叶轮密封	13-119
1.3.2	螺旋密封和迷宫螺旋密封	13-120
1.3.3	停车密封	13-120
1.4	填函往复密封	13-121
1.4.1	软填料往复密封	13-121
1.4.2	唇型填料往复密封	13-122
1.4.3	间隙密封	13-122
2	无泄漏泵	13-123
2.1	屏蔽泵	13-123
2.2	磁力驱动泵	13-124
2.3	容积式无泄漏泵	13-126

第12章 泵材料选用

1	金属泵的材料选用	13-127
1.1	离心式化工流程泵的材料选用	13-127
1.1.1	API 610—1995 对泵材料的要求和有关规定	13-127
1.1.2	GB 3215 标准对泵材料的要求和有关	

规定 13-128

1.2 化工用往复式泵的材料选用 13-135

1.3 计量泵的材料选用 13-138

1.4 部分腐蚀性介质用泵的选材 13-138

2 非金属泵及其材料 13-139

2.1 塑料泵 13-139

2.2 玻璃钢泵 13-141

2.3 衬胶泵 13-141

2.4 陶瓷泵 13-142

2.5 玻璃泵 13-143

2.6 石墨泵 13-143

第13章 泵装置 13-143

1 泵装置的组成 13-143

2 泵的安装位置 13-144

3 泵的运行调节 13-144

3.1 离心泵的调节 13-144

3.2 旋涡泵的调节 13-145

3.3 混流泵的调节 13-146

3.4 轴流泵的调节 13-146

3.5 往复泵的调节 13-146

4 泵传动方式和原动机功率 13-146

第14章 真空泵 13-147

1 类型和应用 13-147

1.1 类型 13-147

1.2 主要性能参数 13-148

1.3 应用范围 13-149

1.4 真空技术应用范围 13-149

2 机械式真空泵 13-150

2.1 往复式真空泵 13-150

2.1.1 结构和工作原理 13-151

2.1.2 性能参数 13-152

2.1.3 往复真空泵系列 13-153

2.2 油封回转式真空泵 13-153

2.2.1 旋片式真空泵 13-153

2.2.2 滑阀式真空泵 13-156

2.2.3 真空泵油(液) 13-157

2.3 液环式真空泵 13-158

2.4 罗茨真空泵 13-160

3 喷射类真空泵 13-161

3.1 喷射式真空泵 13-161

3.1.1 水蒸气喷射真空泵 13-161

3.1.2 空气喷射真空泵 13-164

3.1.3 水喷射真空泵 13-165

3.2 油扩散泵 13-165

3.3 油增压泵 13-169

3.4 扩散泵油(液) 13-169

4 真空系统 13-169

4.1 基本组成和要求 13-169

4.2 典型真空系统 13-170

4.3 真空系统计算 13-170

4.4 真空压力检测仪表 13-172

参考文献 13-173

第13篇 泵、真空泵

主稿 寿尔康 化工设备装备公司 教授级高级工程师
 编写 寿尔康 化工设备装备公司 教授级高级工程师
 郁永章 西安交通大学 教授
 审稿 孙之鄂 中国寰球化学工程公司 教授级高级工程师

第1章 泵的类型和主要性能参数 13-5

1 泵的类型 13-5

2 化工用泵的特点和性能参数 13-5

2.1 特点和用途 13-5

2.2 主要性能参数 13-6

2.2.1 流量 13-6

2.2.2 排出压力 13-6

2.2.3 压力差(扬程) 13-6

2.2.4 吸入压力 13-7

2.2.5 汽蚀余量 13-7

2.2.6 介质温度 13-7

2.2.7 转速 13-8

2.2.8 功率 13-8

3 特性和适用范围 13-9

第2章 离心泵 13-9

1 工作原理和适用范围 13-9

1.1 工作原理 13-9

1.2 特点和适用范围 13-9

1.2.1 特点 13-9

1.2.2 适用范围 13-9

2 结构 13-10

2.1 主要结构型式 13-10

2.1.1 卧式单级单吸离心泵 13-10

2.1.2 卧式单级双吸离心泵 13-10

2.1.3 卧式多级离心泵 13-10

2.1.4 立式离心泵 13-12

2.1.5 液下泵 13-12

2.1.6 管道泵 13-12

2.1.7 自吸式离心泵 13-13

2.2 主要零部件结构 13-13

2.2.1 叶轮 13-13

2.2.2 蜗室和导叶 13-14

2.2.3 泵壳 13-14

2.2.4 密封环 13-15

2.2.5 泵轴 13-15

3 离心泵特性 13-15

3.1 基本方程 13-15

3.1.1 速度三角形 13-15

3.1.2 欧拉方程 13-16

3.2 离心泵的相似 13-16

3.2.1 相似定律 13-16

3.2.2 比转速 13-17

3.2.3 型式数 K 13-17

3.3 能量损失和效率 13-17

3.3.1 能量损失 13-17

3.3.2 效率 13-18

3.4 汽蚀 13-19

3.4.1 汽蚀现象和原因 13-19

3.4.2 泵运行工况和汽蚀 13-19

3.4.3 汽蚀比转数 13-19

3.4.4 汽蚀的防止措施 13-20

3.5 特性和特性曲线 13-20

3.5.1 特性曲线 13-20

3.5.2 比例定律 13-20

3.5.3 切割定律 13-21

3.5.4 液体黏度对特性的影响 13-22

3.5.5 工作范围 13-22

4 主要几何参数 13-22

5 相似设计 13-24

第 3 章 轴流泵 13-24

1	工作原理及其特性	13-24
1.1	工作原理	13-24
1.2	水力特性	13-25
1.2.1	基本方程	13-25
1.2.2	性能特点和性能曲线	13-25
1.2.3	调节特性	13-26
2	结构	13-26
2.1	类型	13-26
2.2	主要部件	13-27
3	主要几何参数	13-28
3.1	叶轮转速	13-28
3.2	叶轮外径	13-28
3.3	叶片数和叶栅稠密度	13-28
3.4	叶片截面的翼型	13-28
3.5	导流器	13-29

第 4 章 混流泵 13-29

1	工作原理和适用范围	13-29
2	结构	13-30
3	水力特性	13-30
3.1	性能特点	13-30
3.2	调节特性	13-31
4	主要几何参数	13-31

第 5 章 部分流泵 13-32

1	工作原理和适用范围	13-32
2	结构	13-33
2.1	类型	13-33
2.2	结构	13-34
3	水力特性	13-34
3.1	基本方程	13-34
3.2	流量和截止流量	13-35
3.3	特性曲线	13-35
3.4	吸入性能	13-36
3.5	效率	13-36
3.6	调节特性	13-36
4	主要几何参数	13-36

第 6 章 旋涡泵 13-37

1	工作原理和适用范围	13-37
2	类型和结构特点	13-38
2.1	类型	13-38
2.2	结构特点	13-38
3	水力特性	13-39
4	主要几何参数	13-40

第 7 章 往复泵 13-41

1	工作原理和适用范围	13-41
2	主要性能参数	13-42
2.1	理想工作过程和实际工作过程	13-42
2.2	流量	13-42
2.3	流量脉动的消除方法	13-43
2.4	性能特点和性能曲线	13-44
2.5	吸入性能	13-45
2.6	调节特性	13-45
3	结构	13-46
3.1	类型	13-46
3.2	主要部件	13-47
3.2.1	液缸	13-47
3.2.2	吸、排液阀	13-48
3.2.3	柱塞（活塞）	13-48
4	主要几何参数	13-49

第 8 章 转子泵 13-49

1	工作原理和特点	13-49
2	旋转活塞泵	13-50
2.1	工作原理和适用范围	13-50
2.2	主要性能参数	13-51
2.3	结构	13-52
2.4	主要几何参数	13-53
3	单螺杆泵	13-54
3.1	工作原理和适用范围	13-54
3.2	主要性能参数	13-55
3.3	结构	13-56
3.4	主要几何参数	13-57
3.5	性能换算	13-57
4	双螺杆泵	13-57
4.1	工作原理和适用范围	13-57
4.2	结构	13-58
4.3	主要性能参数	13-59
5	三螺杆泵	13-59
5.1	工作原理和适用范围	13-59
5.2	结构	13-60
5.3	性能参数	13-61
5.4	主要几何参数	13-61
5.5	流量计算	13-62
5.6	性能换算	13-62
6	齿轮泵	13-62
6.1	工作原理和适用范围	13-62
6.2	结构	13-62
6.3	主要性能参数	13-62
6.4	化工齿轮泵	13-64

7	挠性管泵	13-64
7.1	工作原理和适用范围	13-64
7.2	结构	13-65
7.3	主要性能参数	13-66
8	罗茨泵	13-67
8.1	工作原理和适用范围	13-67
8.2	结构	13-68

第9章 计量泵

1	往复式计量泵	13-69
1.1	类型	13-69
1.1.1	柱塞式计量泵	13-69
1.1.2	隔膜式计量泵	13-69
1.1.3	隔套(管)式计量泵	13-72
1.1.4	隔罩式计量泵	13-72
1.1.5	波纹管式计量泵	13-72
1.1.6	分体式液压计量泵	13-72
1.2	吸、排液阀和轴封	13-73
1.3	流量调节机构	13-74
1.3.1	改变行程的流量调节机构	13-74
1.3.2	改变柱(活)塞往复次数的流量调节机构	13-77
1.3.3	改变行程和往复次数的双重调节机构	13-77
1.4	驱动方式	13-77
1.4.1	电动机驱动	13-77
1.4.2	电磁驱动	13-78
1.4.3	液压驱动	13-78
1.5	流量脉动的消除方法	13-78
1.6	检漏方法	13-78
2	旋转式计量泵	13-79
2.1	齿轮式计量泵	13-79
2.2	挠性管计量泵	13-80

第10章 特殊泵

1	不堵塞泵	13-81
1.1	通道式叶轮离心泵	13-81
1.2	螺旋离心泵	13-82
1.3	其他不堵塞叶片泵	13-83
1.4	实际物料和清水的性能换算	13-84
2	射流泵	13-85
2.1	工作原理	13-85
2.2	射流泵装置的基本形式	13-86
2.3	基本参数和性能曲线	13-86
2.4	主要构件的型式和尺寸	13-87
2.5	应用	13-88
3	挠性叶轮泵	13-88

3.1	工作原理	13-88
3.2	结构	13-89
3.3	特点和应用	13-90
4	迷宫螺旋泵	13-91
4.1	工作原理	13-91
4.2	性能参数和特性曲线	13-91
4.3	结构	13-92
4.4	特点和适用范围	13-93

第11章 泵的轴封和无泄漏泵

1	旋转轴密封	13-93
1.1	机械密封	13-93
1.1.1	组成和工作原理	13-93
1.1.2	特点	13-94
1.1.3	基本型式和适用范围	13-94
1.1.4	主要特性参数	13-96
1.1.5	泵密封腔的空腔尺寸	13-100
1.1.6	化工流程泵对机械密封的要求	13-100
1.1.7	应用示例	13-101
1.1.8	机械密封的材料组合	13-105
1.1.9	辅助系统	13-105
1.1.10	常用材料	13-111
1.2	软填料密封	13-115
1.2.1	组成和主要性能参数	13-115
1.2.2	主要结构型式和用途	13-115
1.2.3	品种、性能和适用范围	13-116
1.2.4	化工用泵对软填料密封的要求	13-118
1.2.5	主要尺寸和技术要求	13-118
1.3	动力密封和停车密封	13-119
1.3.1	叶轮密封	13-119
1.3.2	螺旋密封和迷宫螺旋密封	13-120
1.3.3	停车密封	13-120
1.4	填函往复密封	13-121
1.4.1	软填料往复密封	13-121
1.4.2	唇型填料往复密封	13-122
1.4.3	间隙密封	13-122
2	无泄漏泵	13-123
2.1	屏蔽泵	13-123
2.2	磁力驱动泵	13-124
2.3	容积式无泄漏泵	13-126

第12章 泵材料选用

1	金属泵的材料选用	13-127
1.1	离心式化工流程泵的材料选用	13-127
1.1.1	API 610—1995 对泵材料的要求和有关规定	13-127
1.1.2	GB 3215 标准对泵材料的要求和有关	

1.1	规定	13-128	1.3	应用范围	13-149
1.2	化工用往复式泵的材料选用	13-135	1.4	真空技术应用范围	13-149
1.3	计量泵的材料选用	13-138	2	机械式真空泵	13-150
1.4	部分腐蚀性介质用泵的选材	13-138	2.1	往复式真空泵	13-150
2	非金属泵及其材料	13-139	2.1.1	结构和工作原理	13-151
2.1	塑料泵	13-139	2.1.2	性能参数	13-152
2.2	玻璃钢泵	13-141	2.1.3	往复真空泵系列	13-153
2.3	衬胶泵	13-141	2.2	油封回转式真空泵	13-153
2.4	陶瓷泵	13-142	2.2.1	旋片式真空泵	13-153
2.5	玻璃泵	13-143	2.2.2	滑阀式真空泵	13-156
2.6	石墨泵	13-143	2.2.3	真空泵油(液)	13-157
第13章	泵装置	13-143	2.3	液环式真空泵	13-158
1	泵装置的组成	13-143	2.4	罗茨真空泵	13-160
2	泵的安装位置	13-144	3	喷射类真空泵	13-161
3	泵的运行调节	13-144	3.1	喷射式真空泵	13-161
3.1	离心泵的调节	13-144	3.1.1	水蒸气喷射真空泵	13-161
3.2	旋涡泵的调节	13-145	3.1.2	空气喷射真空泵	13-164
3.3	混流泵的调节	13-146	3.1.3	水喷射真空泵	13-165
3.4	轴流泵的调节	13-146	3.2	油扩散泵	13-165
3.5	往复泵的调节	13-146	3.3	油增压泵	13-169
4	泵传动方式和原动机功率	13-146	3.4	扩散泵油(液)	13-169
第14章	真空泵	13-147	4	真空系统	13-169
1	类型和应用	13-147	4.1	基本组成和要求	13-169
1.1	类型	13-147	4.2	典型真空系统	13-170
1.2	主要性能参数	13-148	4.3	真空系统计算	13-170
			4.4	真空压力检测仪表	13-172
			参考文献		13-173