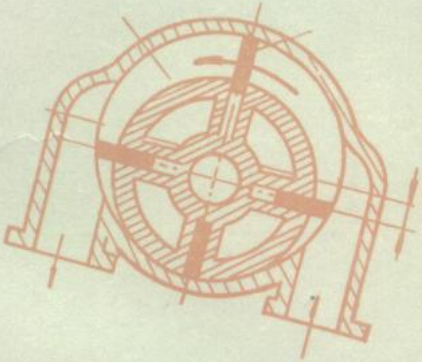
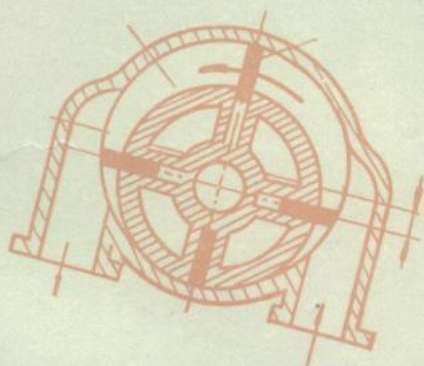


THE GENERAL MACHINERIES
FOR LABORATORY USE



THE GENERAL MACHINERIES
FOR LABORATORY USE



实验室通用机械

338187

《 实验室管理丛书 》 之七

实验室通用机械

杭 铮 伍 编著



华东化工学院出版社

内 容 简 介

本书是高等学校实验室管理专业“实验室通用机械”课程的教材。本书系统地介绍了泵、压缩机、风机、真空泵、制冷机和空调设备的类型、结构、工作原理、运行调节、使用范围和选用原则等。内容以理论和实际并重，其目的在于学以致用。书中附有典型的计算例题，既有利于理论的应用，也可借以巩固学习的内容。本书略去某些小节后，也可以作为大专教材。对于从事实验室的工程技术人员，本书也是一本可以自学的带有实验室管理专业性的工程技术参考书。



实验室通用机械

Shiyanshi Tongyong Jixie

杭铮伍 编著

华东化工学院出版社出版

(上海市梅陇路 130 号)

新华书店上海发行所发行

江苏句容排印厂排版

上海市印刷三厂印刷

开本 850×1168 1/32 插页 3 印张 11.25 字数 302 千字

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

印数 1-6000 册

ISBN 7-5628-0040-5/Z·11

定价：2.95元

《实验室管理丛书》序

现代科学技术和现代管理是提高经济效益的决定因素，是使我国经济建设走向新的成长阶段的主要支柱。要把发展科学技术和发展教育事业放在首要位置，使经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者的素质的轨道上来。而要做好上述这些工作，则和各类实验室的科学技术水平有着密切的联系。

为了加速科技进步，近年来国家对高等院校、科研单位和工矿企业内的实验室给予大量投资，引进了一批先进的仪器设备，使实验室的建设工作得到迅速发展。国家重点开放实验室已经陆续择优布点，各级中心实验室的科学技术水平有了显著提高，为教学、科研和生产等各方面工作，作出了巨大的贡献。但是，要充分发挥实验室的总体效益，以更好为经济建设和文化建设服务，还有必要进一步加强实验室的管理工作，使符合现代管理的要求。

国家教育委员会负责同志在全国高校实验室管理研究会成立大会上提出：“要组织撰写实验室管理方面的专著”，“要组织实验室管理干部培训班”，“要研究如何办好实验室管理专业，培养实验室管理方面的高级专门人才。”为此，我们组织从事实验室管理专业教学工作的教师和从事实验室建设和管理工作的工程技术人员编写了《实验室管理丛书》。其中包括《实验室管理》、《科学器材管理》、《大型精密仪器设备管理》、《国际贸易实用英语——招标采购》、《实验室建筑原理及应用》、《实验室安全技术》、《实验室通用机械》、《管理原理与方法》、《统计原理及应用》和《汉字dBASE-Ⅲ应用》等十册有关实验室建设和管理工作方面的著作，以期通过它们为媒介，提高实验室有关工作人员的素质，从而提高实验室建设和管理工作质量。

《丛书》围绕实验室建设与管理这一核心问题，从实验室管理系统出发，对系统中各项有关工作，以现代管理科学的理论为指导，分别加以论述，使系统内各方面的工作，得到密切结合，形成一个整体，以求对实验室的建设工作，达到最佳控制和最优管理这一目标。

本《丛书》可作为实验室管理专业、设备管理专业和物资管理专业中有关课程的教材，也可作为广大从事实验室管理和科学器材管理工作的干部和技术人员自学或岗位培训的参考书，也可供从事实验室工作的教学人员、科研人员和工程技术人员作为参考资料。愿本《丛书》能成为实验室建设和管理工作者的益友。由于编写这套《丛书》是新的尝试，不足之处，谨请批评指正。

吴东林

《实验室管理丛书》编委会名单

主 编：吴东楝

副主编：诸葛濂

编 委：(以姓氏笔划为序)

刘振道	陆 轸	吴万年
吴东楝	吴鹤年	陈行表
杨明福	杭铮伍	龚 彬
黄志良	诸葛濂	

前 言

“实验室通用机械”是高等院校实验室管理专业的专业课程之一，本教材是根据实验室管理专业教学计划规定的内容和学时编写的。

本书对实验工作中常常遇到的具有普遍性的一些机械作了较全面的叙述，包括泵、压缩机、通风机、真空泵、制冷机和空调设备，由于这些机械涉及的基础学科十分广泛，本身的内容又极丰富，我们的编写原则是以教学大纲为核心介绍各机的主要内容。在取材、内容编排以及深广度等方面，都尽量考虑满足教学的要求，语言文字上力求做到通俗易懂，但是限于编者水平，同时又无同类型的教材或专著可供参照，所以本教材存在的缺点和不足之处，希望读者批评指正，俾便在再版中进行修正和完善。

在本书的编写工作中，陆雪英参加了1、2、3(章)的编写工作并提供了这部分的初稿，华东化工学院流体机械实验室提供了6(章)实验部分的资料，其他章节由杭铮伍编写并担任全书主编。

编 者

目 录

0 绪论	1
1 泵	3
1.1 概述	3
1.1.1 泵的分类	3
1.1.2 泵的性能参数	4
1.1.3 水锤现象	9
1.1.4 能量守恒方程式	10
1.1.5 泵的选用	11
1.2 离心泵	13
1.2.1 离心泵的工作原理	13
1.2.2 离心泵的分类	15
1.2.3 离心泵的型号编制	19
1.2.4 离心泵的基本方程式	20
1.2.5 离心泵的流量	22
1.2.6 离心泵的特性曲线	23
1.2.7 离心泵的安装高度	25
1.2.8 离心泵在管路中的工作及调节	28
1.2.9 相似定律及相似概念	34
1.2.10 表征泵特性的比转数	36
1.2.11 离心泵的选择计算	39
1.2.12 离心泵的操作	47
1.3 往复泵和计量泵	48
1.3.1 往复泵的工作原理	49
1.3.2 往复泵的分类	50
1.3.3 往复泵的型号编制	51
1.3.4 往复泵的性能	51
1.3.5 空气室	56
1.3.6 往复泵的操作与维护管理	58
1.3.7 计量泵	59

1.4 转子泵	65
1.4.1 齿轮泵	66
1.4.2 偏心滑片泵	68
2 压缩机	69
2.1 概述	69
2.1.1 压缩机的应用	69
2.1.2 压缩机的分类	70
2.1.3 能量方程式	70
2.1.4 气体的状态变化	71
2.2 活塞式压缩机	78
2.2.1 活塞式压缩机的工作原理	78
2.2.2 活塞式压缩机的性能特点	80
2.2.3 活塞式压缩机的分类	81
2.2.4 活塞式压缩机的型号编制	83
2.2.5 活塞式压缩机的基本构造	84
2.2.6 活塞式压缩机的排气量和功率	86
2.2.7 多级压缩	93
2.2.8 活塞式压缩机的经济指标	95
2.2.9 活塞式压缩机的运行	98
2.3 离心式压缩机	104
2.3.1 离心式压缩机的工作原理	104
2.3.2 离心式压缩机的分类	104
2.3.3 离心式压缩机的型号	104
2.3.4 离心式压缩机的构造	106
2.3.5 离心式压缩机的性能曲线及性能曲线的分析	106
2.3.6 离心式压缩机的操作管理	108
2.4 螺杆压缩机	109
2.4.1 螺杆压缩机与其他型式压缩机的比较	109
2.4.2 螺杆压缩机的工作原理	109
2.4.3 螺杆压缩机的特性	111
3 风机和真空泵	113
3.1 通风机	113
3.1.1 通风机的工作原理	113

3.1.2	通风机的参数	114
3.1.3	通风机的结构	118
3.1.4	通风机的全称代号	125
3.1.5	通风机的特性曲线	128
3.1.6	通风机定律及通风机的性能换算	131
3.1.7	通风机的选择	134
3.1.8	通风机的操作与管理	138
3.1.9	通风机的运转	138
3.2	离心式鼓风机	139
3.3	真空泵	140
3.3.1	真空的概念	140
3.3.2	真空技术的应用	140
3.3.3	真空的单位	140
3.3.4	真空泵的分类和应用范围	141
3.3.5	真空泵参数	144
3.3.6	机械真空泵	145
3.3.7	射流真空泵	149
3.3.8	真空抽气系统的设计	151
3.3.9	真空泵的使用和维护	154
4	制冷	156
4.1	概述	156
4.1.1	制冷方法	157
4.1.2	制冷技术的温度分类法	158
4.1.3	蒸汽压缩制冷循环简述	159
4.2	蒸汽压缩制冷的热力学基础	161
4.2.1	逆卡诺循环	161
4.2.2	蒸汽压缩理论制冷循环的分析	164
4.3	蒸汽压缩理论制冷循环的热力计算	173
4.3.1	压焓图($\log p$ - h 图)	173
4.3.2	蒸汽压缩制冷的理论循环热力计算	174
4.3.3	多级蒸汽压缩制冷和复叠式制冷	179
4.4	制冷剂和载冷剂	184
4.4.1	制冷剂	184

4.4.2	载冷剂	193
4.5	蒸气压缩制冷系统及其主要构件	196
4.5.1	典型流程	196
4.5.2	蒸气压缩制冷装置的主要结构部件	199
4.5.3	蒸气压缩制冷装置的辅助设备	225
4.6	吸收式制冷	232
4.6.1	吸收式制冷的基本原理	232
4.6.2	溴化锂吸收式制冷机	233
4.6.3	扩散吸收式制冷	236
4.7	蒸汽喷射制冷机	238
4.7.1	蒸汽喷射制冷的工作原理	238
4.7.2	蒸汽喷射制冷机	239
5	空气调节	242
5.1	概论	242
5.2	湿空气的性质和焓湿图	244
5.2.1	湿空气的组成	244
5.2.2	湿空气的状态参数	245
5.2.3	湿空气的焓湿($h-d$)图	250
5.2.4	干、湿球温度和露点温度	253
5.2.5	焓湿图的应用	256
5.3	热湿负荷与送风量	261
5.3.1	室内空气参数确定的原则和方法	262
5.3.2	室外空气参数确定的原则和方法	264
5.3.3	建筑物的太阳辐射负荷	267
5.3.4	室内各种热、湿负荷	271
5.3.5	空调房间送风量的确定	278
5.4	空气调节系统及设备	286
5.4.1	空气调节系统的分类	286
5.4.2	补给新鲜空气量的确定	288
5.4.3	集中式空调系统	290
5.4.4	局部式空调系统	292
5.4.5	半集中式空调系统	296
5.4.6	其他空调系统	300

5 实验	304
6.1 活塞式压缩机示功图实验	304
6.2 活塞式压缩机性能实验	307
6.3 离心泵特性实验	317
6.4 离心风机和空气动力特性试验	322
6.5 制冷机的制冷系数测定	328
附录	332
附表1 饱和氨蒸气表	332
附表2 饱和氟利昂12蒸气表	333
附表3 低压饱和水蒸气表	335
附图1 氨压焓图	
附图2 氟利昂12压焓图	
附图3 湿空气焓湿图	

0 绪 论

随着社会主义建设的不断发展,作为验证理论和进一步了解客观世界自然规律的实验工作就显得极为重要。不仅在专门从事科学研究的机构如研究院、研究所,或是在大专院校中,各种实验室在不断地更新充实,而且一大批近代化的企业和工厂为了掌握新技术,开发新产品,也不断地建立起与生产密切有关的专业性较强的实验室。这些实验室有的经过巩固而成为中试基地,有的成为企业、工厂考核新产品、提供新技术、改进旧产品的不可缺少的部门。这一发展,对实验室工作就提出了一系列的要求,即这项工作必须在人才和设备这两方面都创立良好的条件,才能收到较好的实验功效。其中人的因素是主要的,欲求物尽其用必须人尽其才,培养这样一支专业队伍的任务已经提到日程上来了。

实验室通用机械是实验工作中必需的或是经常使用的一些机械,这些机械对各种生产部门都有它的普遍性,所以称之为通用机械。它包括泵、气体压缩机、通风机、真空泵、制冷机和空气调节设备等。

泵是对流体进行输送的机械。流体经过泵送,以一定的流量和压力按要求送到指定的场所,它是流体力学实验室中不可缺少的主要机械。在生产中,泵用于水力排灌、化工液体物料的输送和加压、自来水供应、液压动力等,几乎所有的液体输送都离不开泵。

压缩机、通风机、真空泵是对气体进行输送的机械。气体经过这些机械的压送,以一定的流量和压力按要求送到指定的场所,它是气体力学实验(如风洞试验),气体物性试验或真空条件建立的主要设备。在生产中,这些机械用于化工流程气体的加压和输送、风动机械的气源供气、矿井和大楼的通风等,几乎所有气体的输送

都离不开这些气体机械。

制冷机是用以获得低温的机械，它为生产和实验提供冷源。各种材料试验须在不同的温度条件下进行，以求明确温度对性能的影响。在生产中，制冷机用于维持低温，如食品、药品、物料的贮存，化工工艺中石油的低温脱蜡，气体的液化和分离、低温干燥等等。

空气调节设备是对环境空气进行温度、湿度和品质调节的装置。为了保证实验人员和生产人员的高效安全工作、实验数据的准确可靠、产品质量的稳定和高产优质，空调设备是必不可少的。近代的生活环境(不论是家庭、医院、图书馆、剧场、会场等)和工作环境(如工厂车间、实验室、办公大楼、教室、人工气候室等)都离不开空调设备。

通用机械和其他机械一样在不断地发展和更新，作为从事实验室的人员欲求达到选好、买好、用好、管好实验用的通用机械就必须有一熟悉它们的过程。关于这些机械的基本内容将在以后各章中介绍。

1 泵

泵是把液体进行输送和升高压力的机械。在沿管道输送液体时,必须使液体具有一定的能量,以便把液体输送到一定的高度和克服管路中液体流动的阻力。泵就是将原动机传递过来的机械能转变成液体能量的机械。

泵在工业各部门中的应用非常广泛。尤其在化工生产中,因为许多原料、中间产品和成品都是液体,都要靠泵来进料出料,使其工艺流程得以实现。例如硫酸厂,酸液要用泵输送;石油化工厂的原料和产品也要靠泵输送;有色金属湿法冶炼中矿浆的输送和金属熔体的压送都要靠泵来完成;至于冷却水、润滑油的泵送,几乎所有的工厂都会碰到。此外,农田的排灌水、城市的自来水都要用泵,因此,泵是一种广为使用的通用机器。

1.1 概述

1.1.1 泵的分类

根据泵的工作原理和运动方式,泵可以分为以下几种类型:

A 叶片泵

又称动力型泵。它靠工作流体通过旋转叶轮的流道时产生动力学上的效果,即利用旋转运动产生的离心力或升力,使液体获得动压头。

B 容积泵

它的能量的接受过程是由于边界面(固体壁)的移动,使工作流体进入机械的内部空腔,再靠固体壁的移动使其状态发生变化。这种泵是直接提高液体的静压头的。

C 喷射泵

它依靠工作流体喷射时的能量变化而输送液体。

按照工作原理方法,将泵的种类、型式和适用范围列于表1-1中。

表 1-1 泵的种类

种 类	型 式	结构改型后的型式	适 用 范 围	
			流 量	总扬程
叶 片 泵	离 心 泵	液下泵、屏蔽泵、自吸泵	单级 小~大 多级 小~大	低~中 中~高
	斜(混)流泵	管道泵、深井泵	中~大	低~中
	轴 流 泵	扬砂泵、淤浆泵	中~大	低
容 积 泵	往 覆 泵	活 塞 泵	小~中	中~高
		柱 塞 泵	小	高
		回转柱塞泵	小	高
	旋 转 泵	隔 膜 泵	小	低~中
		齿 轮 泵	小~中	中~高
		螺 杆 泵		
		叶(片)泵		
	喷 射 泵	电磁泵、威斯柯泵	小~中	低~中
			小	中~高

1.1.2 泵的性能参数

为表达泵的性能,在离心泵的铭牌上均刻有流量、扬程、功率、转速、吸上真空度等数据。这些表达泵性能的技术数据,称为泵的性能参数或工作参数。

A 流量Q

流量为泵在单位时间内由排液口输出的液体量,其常用单位是 m^3/s 、 L/s 或 m^3/h ,相互的换算关系为:

$$1\text{L}/\text{s}=3.6\text{m}^3/\text{h}=0.001 \text{ m}^3/\text{s}。$$

B 扬程H

泵在运转过程中,每千克液体通过泵时所获得的能量(包括动能和压力能),即每千克液体在泵进出口处的有效能量差,又称压

头,其单位为Pa,工程上的常用单位为m水柱^①。

C 功率P

泵的功率有:有效功率、轴功率和电机额定功率之分。

a 有效功率

泵在单位时间内对液体施加的有用功称为有效功率,以 P_{eff} 表示,用W作为单位。

假定所输送液体的流量为 $Q(\text{m}^3/\text{s})$,扬程为 $H(\text{m})$,密度为 $\rho(\text{kg}/\text{m}^3)$,重力加速度为 $g(\text{m}/\text{s}^2)$,则有效功率和流量、扬程的关系为

$$P_{\text{eff}} = \rho g Q H \quad (\text{W}) \quad (1-1)$$

b 轴功率

在单位时间内泵在轴端处接受电动机(或其他类型的原动机)传递过来的功称为轴功率,以 P_{sh} 表示。由泵效率 η 的定义又可以导出计算公式

$$P_{\text{sh}} = \frac{P_{\text{eff}}}{\eta} \quad (\text{W}) \quad (1-2)$$

c 电机功率

考虑到泵在运转时,可能出现超负荷的情况,为了保证电机安全,要求电机额定功率 P_{e} 必须大于泵的轴功率 P_{sh} ,一般取

$$P_{\text{e}} = K_{\text{sh}} P_{\text{sh}} \quad (\text{W}) \quad (1-3)$$

式中 K 为电机功率储备系数,小容量时为1.1~1.3,中~大容量时为1.1~1.25。

D 效率

泵在运转过程中我们把液体的有效功率与泵的轴功率的比值,定义为效率,以 η 表示。由于泵在运转过程中不可避免地存在着能量损失,故 η 值总是小于1。泵的效率由水力效率、容积效率和机械效率组成。

a 水力效率 η_{hyd}

由于液体流经泵体内部流道时,流速的大小和方向发生变化,

^① Pa和m水柱的换算关系为:1m水柱=9806.65Pa。