

普通高等教育



“十五”

PUTONG
GAODENG JIAOYU
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

规划教材

能源与动力装置基础

蔡兆麟 主编 刘华堂 何国庚 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

普通高等教育



“十五”

PUTONG

GAODENG JIAOYU

SHIWU

GUIHUA JIAOCAI

规划教材

能源与动力装置基础

主 编 蔡兆麟

副主编 刘华堂 何国庚

主 审 张克危 刘伯棠

舒水明



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是热能与动力工程专业新课程体系的技术基础课教材。全书系统地介绍了能源动力工程中主要机械(叶轮机械和容积式机械)、设备(换热器和锅炉)、装置(各种发电和制冷等装置)的组成、结构、工作原理和性能。同时,在有限的篇幅中,通过优化结构、精选素材,将相关专业方向的基础知识和内容融合在一起,以达到厚基础、宽口径的目的。通过本教材的学习,既拓宽了专业知识和视野,也为进一步深入学习各个不同方向的专业课打下基础。

本书为热能与动力工程专业本科学生的教材,也可作为相关专业的教材,还可供相关行业(化工、冶金、建筑、机械等)中能源与动力设备工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

能源与动力装置基础/蔡兆麟主编. - 北京:中国电力出版社, 2004

普通高等教育“十五”规划教材

ISBN 7-5083-2216-9

I. 能… II. 蔡… III. 动力装置 - 高等学校 - 教材 IV. TK05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 026810 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 8 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 6 月第一版 2004 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 21.75 印张 507 千字

印数 0001—3000 册 定价 29.80 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序

由中国电力教育协会组织的普通高等教育“十五”规划教材,经过各方的努力与协作,现在陆续出版发行了。这些教材既是有关高等院校教学改革成果的体现,也是各位专家教授丰富的教学经验的结晶。这些教材的出版,必将对培养和造就我国 21 世纪高级专门人才发挥十分重要的作用。

自 1978 年以来,原水利电力部、原能源部、原电力工业部相继规划了一至四轮统编教材,共计出版了各类教材 1000 余种。这些教材在改革开放以来的社会主义经济建设中,为深化教育教学改革,全面推进素质教育,为培养一批批优秀的专业人才,提供了重要保证。原全国高等学校电力、热动、水电类专业教学指导委员会在此间的教材建设工作中,发挥了极其重要的历史性作用。

特别需要指出的是,“九五”期间出版的很多高等学校教材,经过多年的教学实践检验,现在已经成为广泛使用的精品教材。这批教材的出版,对于高等教育教材建设起到了很好的指导和推动作用。同时,我们也应该看到,现用教材中有不少内容陈旧,未能反映当前科技发展的最新成果,不能满足按新的专业目录修订的教学计划和课程设置的需要,而且一些课程的教材可供选择的品种太少。此外,随着电力体制的改革和电力工业的快速发展,对于高级专门人才的需求格局和素质要求也发生了很大变化,新的学科门类也在不断发展。所有这些,都要求我们的高等教育教材建设必须与时俱进,开拓创新,要求我们尽快出版一批内容新、体系新、方法新、手段新,在内容质量上、出版质量上有突破的高水平教材。

根据教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的精神,“十五”期间普通高等教育教材建设的工作任务就是通过多层次的教材建设,逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系。为此,中国电力教育协会在充分发挥各有关高校学科优势的基础上,组织制订了反映电力行业特点的“十五”教材规划。“十五”规划教材包括修订教材和新编教材。对于原能源部、电力工业部组织原全国高等学校电力、热动、水电类专业教学指导委员会编写出版的第一至四轮全国统编教材、“九五”国家重点教材和其他已出版的各类教材,根据教学需要进行修订。对于新编教材,要求体现电力及相关行业发展对人才素质的要求,反映相关专业科技发展的最新成就和教学内容、课程体系的改革成果,在教材内容和编写体系的选择上不仅要有本学科(专业)的特色,而且注意体现素质教育和创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。考虑到各校办学特色和培养目标不同,同一门课程可以有多种教材供选择使用。上述教材经中国电力教育协会电气工程学科教学委员会、能源动力工程学科教学委员会、电力经济管理学科教学委员会的有关专家评审,推荐作为高等学校教材。

在“十五”教材规划的组织实施过程中，得到了教育部、国家经贸委、国家电力公司、中国电力企业联合会、有关高等院校和广大教师的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

教材建设是一项长期而艰巨的任务，不可能一蹴而就，需要不断完善。因此，在教材的使用过程中，请大家随时提出宝贵的意见和建议，以便今后修订或增补。（联系方式：100761 北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层 中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416222）

中国电力教育协会

二〇〇二年八月

前言

本书是热能与动力工程专业新课程体系的技术基础课教材,其目的是使学生基本认识和系统了解能源动力工程中主要机械、设备、装置的组成、结构、工作原理和性能。这样,既拓宽了专业知识和视野,也为进一步深入学习各个不同方向的专业课程打下基础。

在本书编写过程中,力求将不同专业方向的基础和内容融合在一起,避免简单地拼凑。这不仅能缩短学时,加强知识的系统性,而且符合学习的规律性,有利于培养学生举一反三、融会贯通的能力。第一章从更宽广的视角对机器设备进行了分类,总结、归纳了在后面章节需要的流体力学、热力学基本知识;第二、三、四章讨论叶轮机械,前一章内容是叶轮机械共同点,后两章按工作机和原动机分开介绍;第五、六、七章讨论容积式机械,前一章内容是容积式机械共同点,后两章按原动机和工作机分开介绍;第八、九章分别讨论换热器和锅炉,都属于热交换设备;第十、十一章的内容为前面第二到九章讨论的机器设备组成的装置系统。从工作原理的安排来看,第二至九章主要是针对某种过程进行讨论(除内燃机是以循环为主外),第十、十一章则主要是针对循环进行讨论。共同的基础和内容融合还主要体现在:按工作机、原动机分类进行了整合,如叶片泵与通风机、叶片压缩机,容积泵与压缩机,汽轮机与透平膨胀机、燃气轮机装置、水轮机等。基本原理相近的进行了归类,如制冷、空调与低温在同一章中讨论,发电厂及其他动力装置放在一起介绍。

由于各个章节具有一定的独立性,因此学时安排有很大的伸缩性。如第一章的流体力学、热力学基本知识可以少讲或不讲;根据各个单元的侧重面不同,可以有选择地讲授;各章中带*号的节具有一定的深度,也可以根据情况取舍。

本书为热能与动力工程专业本科学生的教材,也可作为相关专业的教材,还可供相关行业(化工、冶金、建筑、机械等)中能源与动力设备工程技术人员参考。

本书是在本科生的“能源与动力装置基础”讲义使用三年后编写而成的,为此,对参加编写讲义而付出了大量的精力和心血的老师们表示衷心感谢。这次参加编写的老师是蔡兆麟(第1~3章)、刘华堂(第4章,第11章中除第4节和第5~6节的一部分外的其他内容)、何国庚(第8、10章,第11章中第5~6节的一部分)、刘扬娟(第5、7章)、张晓梅(第9章)、魏明锐(第6章)、吴钢(第4章中第6节,第11章中第4节)。主审是张克危、刘伯棠、舒水明老师。

本书希望对读者拓宽基础、开阔视野、增强适应能力有所帮助。尽管我们作了很大的努力,不妥之处和错误在所难免,恳请读者指正。

编者

2004/1

常用符号一览表

A	面积, m^2	n_s, n_q	比转速
a	加速度, m/s^2 ; 声速, m/s	p	压力, Pa
a_0	导叶开口, m	P	功率, kW
b	叶道宽度、叶高, m	q_v	体积流量, m^3/s
c	绝对速度, m/s	q_m	质量流量, kg/s
c_p	质量定压热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	Q	热量, J
c_v	质量定容热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	q	单位质量流体的热量, 单位面积热负荷 J/kg
D	直径, m	R	半径, m ; 气体常数, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
Eu	欧拉数	Re	雷诺数
F, f	力, N	r	半径, m
g	重力加速度, m/s^2	Sr	斯特劳哈尔数
H	水头、扬程, m	s	比熵, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
H_a	大气压力(水柱高), m	T	热力学温度, K
H_v	吸入真空高度, m	t	时间, s ; 温度, $^{\circ}\text{C}$
h	比焓, 能量头, J/kg	u	圆周速度, m/s ; 质量内能, J/K
K	比值、系数	V	体积, m^3
L	长度, 翼型弦长, m	v	质量体积, m^3/kg
L/t	叶栅稠(密)度	W	单位质量介质的功, J/kg
M	力矩, $\text{N} \cdot \text{m}$	w	相对速度, m/s
Ma	马赫数	Z	叶片数、高度, m
n	多变指数	α	绝对流动角、翼型攻角, $(^{\circ})$
N, n	转速, r/min	β	相对流动角, $(^{\circ})$
α_b	固定叶片安放角, $(^{\circ})$	β_b	叶轮叶片安放角, $(^{\circ})$
δh	能量损失	κ	绝热指数, 等熵指数
δH	水头损失	θ	圆周角, $(^{\circ})$
δp	压力损失	λ	功率系数; 滑动角, $(^{\circ})$
δP_r	轮盘损失功率	μ	动力粘度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$; 修正系数
δq_v	泄漏体积流量	ν	运动粘度, m^2/s
δq_m	泄漏质量流量	ρ	密度, kg/m^3
$\Delta\beta$	翼型转折角	δ	叶片厚度, m ; 落后角, $(^{\circ})$
Γ	环量, m^2/s		

σ	空化系数, 滑移系数	τ	排挤系数, 阻塞系数
ϵ	压缩比	π	压力升高比
ζ	流动损失系数	φ	流量系数, 叶片转角 ($^{\circ}$)
η	效率	ψ	压力系数, 速度系数
Ω	反作用度	ω	角速度

下标: 1 机器进口, 叶片进口

in 进口 out 出口

p 高压端, 叶片压力面, 原型、真机

s 低压端, 叶片吸力面

2 机器出口, 叶轮出口

th 理论的, Tot, t 总的

∞ 无穷叶片数

m 轴面, 子午面, 模型, 平均

目 录

序	
前言	
常用符号一览表	
第一章 基础知识	1
第一节 绪论	1
第二节 分类和应用	4
第三节 工程热力学和流体力学基础	11
* 第四节 典型流动分析	22
* 第五节 阻力和损失	25
* 第六节 实际过程中常见的能量转换	27
思考题和习题	32
第二章 叶轮机械的基本理论	34
第一节 典型结构和级	34
第二节 叶轮中能量转换	38
第三节 典型静止通流部件	45
第四节 一元流动分析	47
* 第五节 轴流式机械的二元理论	52
思考题和习题	56
第三章 叶片式工作机	58
第一节 叶片式工作机的结构形式和应用范围	58
第二节 主要性能参数和特性曲线	61
第三节 相似定律、比转速	70
第四节 叶片式泵与风机在管网中的运行	77
* 第五节 喘振与空化	84
思考题和习题	90
第四章 涡轮机	91
第一节 概述	91
第二节 汽轮机级内能量转换过程及效率	93
第三节 多级汽轮机	105
第四节 汽轮机自动调节	114
第五节 燃气轮机	120
第六节 水轮机	125
思考题和习题	129
第五章 往复活塞式机械的结构分析	131

第一节	往复式机械的功能与分类	131
第二节	总体结构和主要部件	133
第三节	曲柄连杆机构动力学	138
第四节	往复式机器的惯性力的平衡	143
	思考题和习题	146
第六章	内燃机	147
第一节	内燃机的工作过程	147
第二节	柴油机的燃烧和燃料供给系统	157
第三节	汽油机燃料供给系统	166
第四节	柴油机增压系统	170
第五节	内燃机的性能指标和特性	171
第六节	内燃机的排气净化	175
	思考题和习题	177
第七章	容积式压缩机和泵	178
第一节	结构形式与工作原理	178
第二节	压缩机的排气量调节	188
第三节	转子的几何分析	192
第四节	螺杆压缩机性能参数的选择	196
	思考题和习题	198
第八章	热质交换设备	199
第一节	概述	199
第二节	表面式换热器	199
第三节	混合式换热器	213
第四节	蓄热(冷)式换热器	215
第五节	特殊换热器	217
第六节	换热器的强化传热技术	220
第七节	换热器的传热计算	222
	思考题和习题	227
第九章	锅炉及其主要部件	229
第一节	锅炉概述	229
第二节	锅炉燃料及热平衡	232
第三节	燃料的燃烧及其燃烧设备	241
第四节	锅炉受热面	252
	思考题和习题	260
第十章	制冷原理与空气调节	261
第一节	概述	261
第二节	制冷基本理论	261
第三节	单级蒸汽压缩制冷循环	263
第四节	制冷剂与载冷剂	272

第五节 吸收式制冷循环	274
第六节 热电制冷	278
第七节 空气品质与空气处理	282
第八节 空调系统	286
第九节 空调系统中的热泵技术	287
第十节 典型的低温气体液化循环	291
思考题和习题	296
第十一章 发电厂系统及其他动力装置	298
第一节 火电厂热力系统	298
第二节 联合动力循环	310
第三节 核能发电	316
第四节 水电站	318
第五节 太阳能的利用	324
第六节 地热利用装置	330
第七节 其他能源利用装置	333
思考题和习题	336
参考文献	337

第一章 基础知识

第一节 绪 论

能源、材料、信息是当代国民经济发展的三大支柱。能源的开发和合理利用是整个社会可持续发展的源泉,是现代生产和生活的基础。从18世纪蒸汽机的发明产生第一次工业革命,到现代能源动力科学技术的进步促进全球经济迅速发展,都说明了能源动力发展状态标志着当时社会与科学技术的水平。一个国家的能源动力状况决定和表明了其竞争实力和综合国力。

能源与动力专业是研究能量以热和功等形式在产生、转化、传递过程中的基本规律,并研究、开发、应用在能源与动力方面的相关装置。

能源中消耗量最大、使用最广泛的是电能和热能。电能是一种便于传输和使用的清洁能源,因其有无可比拟的优越性而占有重要地位。我国电能的生产目前是火力发电占全国总发电量的比例较大,水力发电次之,核电和其他形式发电(如风力发电等)正在发展中。火电、核电、地热发电等一般都是通过热能、机械能(功)而产生电能,水力发电、风力发电等是利用流体的机械功转换得到的。热能除太阳能、地热等一次性热能外,大多是由燃料的化学能、核能转化而来的。热能转换为机械功后不都是用来发电,在许多情况下直接作为动力使用。热能和电能的产生以及热与功在转化、传递过程中所利用的机械、设备和由它们组成的装置,是能源动力工程中研究的主要内容之一。

火力(热力)发电厂是利用热能动力装置生产电能的工厂,它的热能动力循环常是以蒸汽为工质的蒸汽动力循环。图1-1为火力发电厂的生产过程示意图。锅炉中煤粉与来自预热器的热空气在炉膛内混合燃烧,将燃料的化学能转变为高温烟气的热能,热能通过锅炉的省煤器、水冷壁、过热器等受热面使水变为过热蒸汽;过热蒸汽推动汽轮机旋转,将热能转变成机械能,并通过发电机产生电能;汽轮机内膨胀作功后的蒸汽进入凝汽器内凝结成水;凝结水经过水泵送入低压加热器、除氧器、高压加热器吸收汽轮机抽汽的热量后又回到锅炉。工质又返回初态,完成了一个闭合循环。

锅炉、汽轮机和发电机是火力发电厂的三大主件。锅炉中燃烧设备是将燃料化学能转换为热能的部件,锅炉受热面从某种意义上讲是一种换热设备。因此,发电厂循环中的换热设备有省煤器、预热器、水冷壁、过热器、再热器、凝汽器、加热器等。汽轮机是一种与流体(蒸汽)作用的运动机械,属于与流体作用的运动机械还有水泵、送风机和引风机。

核电厂的热能动力循环中蒸汽热能的供给不用锅炉,取而代之的是核反应堆和蒸汽发生器(图1-2)。因此,核电装置中也包括类似火力发电厂的主要机械、设备——与流体作用的运动机械和换热设备。

水力发电厂的工质是水,它一般没有发生相位和热能的变化。水的动能和势能(机械能)通过

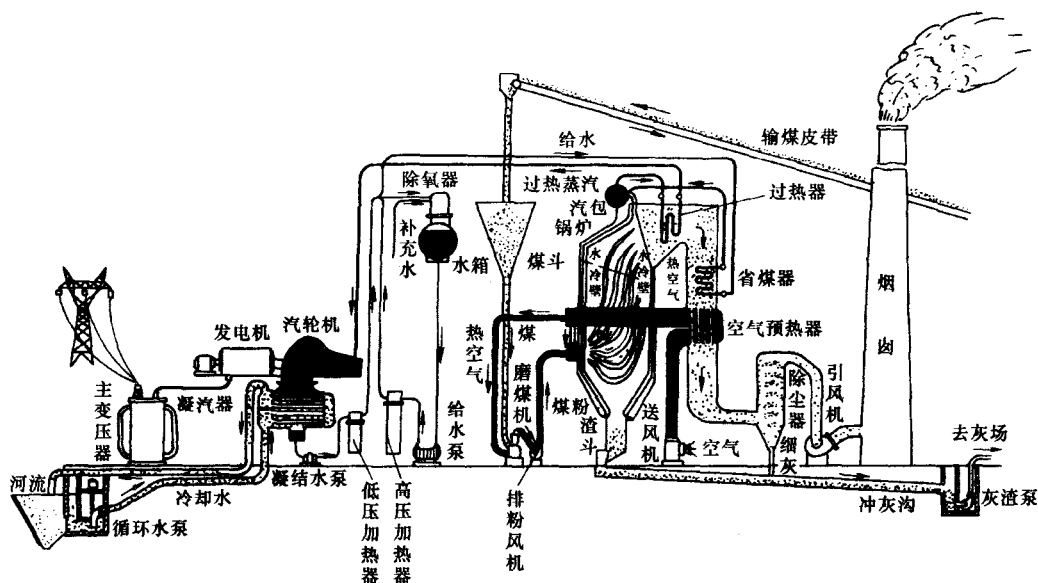


图 1-1 火力发电厂的生产过程图

水轮机转变成转轴的机械能,并带动发电机产生电能。水轮机是与流体作用的运动机械。

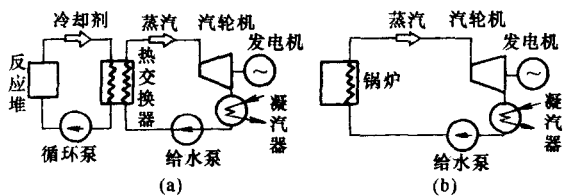


图 1-2 核电站与火电站系统示意图

(a) 核电站; (b) 火电站

上述的汽轮机、水轮机输出机械功,可以带动发电机产生电能,也可以直接作为动力驱动其他机械,所以常常被称为动力机械。动力机械还包括内燃机、风力机、膨胀机等。

燃气轮机是内燃机的一种形式,它又与蒸汽轮机同属于热力涡轮机。燃气轮机的工质是燃气而不是水蒸气,因而

与蒸汽轮机装置相比,燃气轮机装置省去了锅炉、凝汽器、给水处理等大型设备。图 1-3 是燃气轮机装置简图。其中的部件也可分成两大类,一类是与流体作用的运动机械:涡轮机和压气(缩)机;另一类是静止不动的换热设备:中冷器、回热器、燃烧室等。其中,压气机、涡轮机和燃烧室是燃气轮机装置中的三大部件。

往复式内燃机是广泛应用的一种动力机械,其热力循环与燃气轮机装置类同。工质在汽缸内进行压缩、点火、燃烧、膨胀做功。压缩、膨胀与活塞和连杆运动相关,因此,内燃机是与流体作用的运动机械,其增压装置还包括压气机、涡轮机。

以上热力循环是通过工质膨胀将热能转变成机械功输

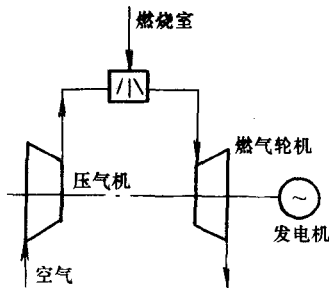


图 1-3 燃气轮机装置简图

出的循环,常称之为正循环。在工程中还存在着另一种相反的循环,常称之为逆循环,例如,热泵装置和制冷装置的热力循环都是逆循环(图1-4)。逆循环是输入机械功(或热能),对工质进行压缩而获得热量(热泵)或冷量(制冷)。

制冷装置是通过消耗机械功(蒸汽压缩式制冷)或热量(吸收式制冷)来获得冷量(图1-5)。蒸汽压缩式制冷装置的热力循环流程如图1-5a所示。该制冷装置中有四大部件:压缩(气)机、冷凝器、节流(膨胀)机构、蒸发器。在压缩机内输入的机械功转换成制冷工质的压力能和热能,压缩机出来的高温高压制冷工质蒸汽在冷凝器中对外放热冷却成饱和液体,液体通过节流膨胀成低温、低压湿蒸汽,湿蒸汽在蒸发器内蒸发吸热而使外界获得冷量,蒸发器出来的干蒸汽又回到压缩机。蒸发器、冷凝器是换热设备;压缩机是与流体作用的运动机械;在有的制冷装置中是通过膨胀机实现工质膨胀的(图1-5c),膨胀机也是与流体作用的运动机械。

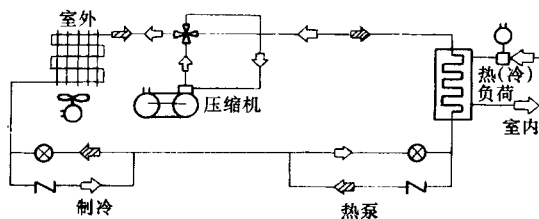


图 1-4 制冷装置和热泵装置的结构流程简图

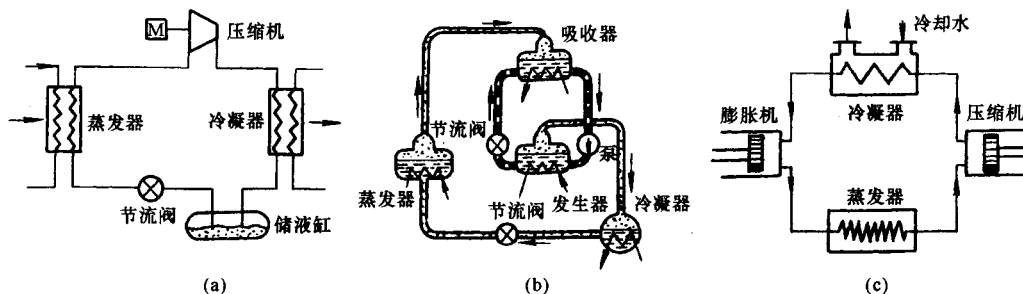


图 1-5 制冷装置和热泵简图

(a) 蒸汽压缩式制冷装置; (b) 吸收式制冷装置; (c) 有膨胀机的制冷装置

热泵装置的工作原理与制冷装置相同,但其目的是获得热量而不是冷量。透平膨胀机的工作原理与涡轮机完全相同,也可以看成是涡轮机在不同领域的应用形式。

由以上讨论可知,能源动力工程中装置、机械、设备是相互关联的,具有共同的基础和原理。有些相同或类似的内容,如在能量转换过程中,流体一般都要经历一系列的吸热、放热、压缩、膨胀等,因此,我们尝试将动力装置、机械、设备的一些相互关联的内容放在一起讨论,其目的是使学生能基本认识和系统了解能源动力工程中的主要机械、设备、装置的组成、结构、工作原理、性能及它们之间的共性。这样,既拓宽了专业知识面,也为进一步深入学习专业课打下基础。

能源动力工程中的机械、换热设备的基础是流体和热科学,先修课程是流体力学、热力学、传热学。流体和热科学在工程中的应用是非常广泛的,能源动力工程中的机械、换热设备仅是应用的一个重要领域,学习该课程不仅可以掌握专业知识,而且可以加深对

流体和热科学的进一步理解。

现代能源动力工程中的机械、设备、装置已经超出了传统产品的范围,已发展成技术密集型产品。它是许多学科结合的产物,包括了热力学、传热学、流体力学、材料、工艺、机械学、控制、信息、计算机等。例如,利用计算机和控制技术,实时地对流动和热力过程中的信息参数进行获取、处理、控制和反馈,使能量转换趋向精确化、最佳化、理想化,解决了过去难以解决的问题。本书在编写中,以热力学、传热学、流体力学为基础,力求将共同的内容融合在一起,避免简单地拼凑,这不仅能缩短学时,加强知识系统性,而且符合学习掌握知识的规律,有利于培养学生举一反三、融会贯通的能力。对于有些比较具体的专业内容,例如设计计算部分,可以在相关专业课程和毕业设计中进一步学习。而有关的其他学科知识,已安排在有关课程中。

第二节 分类和应用

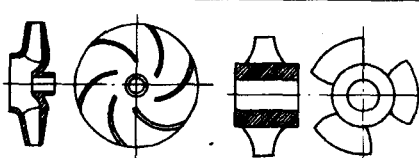
本书中主要研究的是以流体为工质的机械、换热设备以及由它们组成的相关装置。这些机械、换热设备以及装置的原理、结构、性能是目前能源与动力工程专业的基本知识,同时也是化工行业和其他专业工艺装备中的主要内容之一。

一、分类

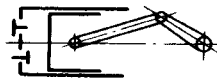
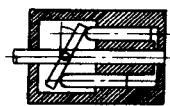
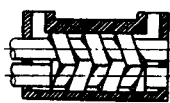
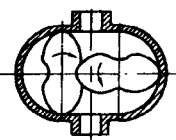
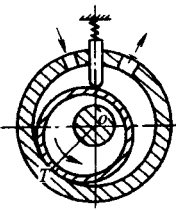
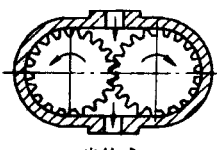
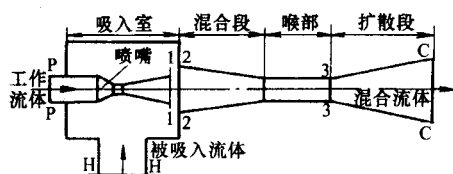
1. 流体机械

以流体(液体和气体)为工质,与外界进行传递能量和质量的机械常常被称为流体机械,流体机械根据流体是液体还是气体分为水力机械和气体机械;根据能量是输出还是输入机械功可分为动力机械(或原动机)和工作机械。按工作原理又常分为速度式、容积式(往复、回转)和其他形式的流体机械(如射流泵等),本书主要讨论前两大类的流体机械。根据结构型式,流体机械还可以细分,见表 1-1。

表 1-1 流体机械分类

型式分类			流体	动力机械	工作机械	结构简图
速度式	反动式	径流式	气体 液体	汽(气)轮机 膨胀机 水轮机	压缩机,鼓风机, 风机,泵, 螺旋桨	 径流式 轴流式
		轴流式				
		斜流式				 斜流式
	冲动式		气体 液体	水轮机 汽(气)轮机	横流风机	

续表

型式分类		流体	动力机械	工作机械	结构简图	
容 积 式	往 复 式	活塞式	气体 液体	内燃机 膨胀机	压缩机 真空泵 泵	
		柱塞式	气体 液体	马达	压缩机 真空泵 泵	
	回 转 式	螺杆式	气体 液体	马 达 膨胀机	压缩机 真空泵 泵	
		罗茨式	气体 液体		鼓风机 真空泵 泵	
		涡旋式	气体 液体	马 达 膨胀机	压缩机 鼓风机 真空泵, 泵	
		滚动活塞	气体 液体		压缩机 真空泵 泵	
		齿轮式	液体	马达	泵	
		滑片式	气体 液体	马达	鼓风机 真空泵 泵	
	喷射式		气体 液体	喷气推进器	压缩机 真空泵 泵	

动力机械(或原动机)输出机械功,它包括汽(气)轮机、水轮机、内燃机、风力机、膨胀机等。动力机械中由热能向机械能转变时被称为热动力机械(又称热机),常称为热机的有汽(气)轮机、内燃机。汽(气)轮机中工质是蒸汽(或燃气、尾气等高温高压气体),高温高压的高能量工质膨胀对外输出机械功。如果工质是在其外面得到热能的机器常常被称为外燃机,例如,蒸汽轮机中工质的热能是在蒸汽轮机外的锅炉得到的。内燃机是燃料在机器内燃烧,将燃料的化学能转变成热能,并直接将燃气的热能转变为机械能输出,它包括燃气轮机、活塞式内燃机和火箭发动机。常常将活塞式内燃机简称为内燃机,此时的内燃机分两种,一种是奥托创制的以汽油为燃料的汽油机;另一种是狄塞尔创制的以柴油为燃料的柴油机。水轮机将水的动能和势能转变成机械能输出。风力机主要是将风的动能转变成机械能输出。膨胀机与汽轮机的工作原理相同,通过高温、高压的工质在机器内膨胀变成低温、低压状态而对外输出机械功。不过,在低温装置中膨胀机的主要目的是获得低温,同时回收机械功;在作为能量回收装置时,例如高炉气透平膨胀机,就是回收热能并获得机械功输出。

工作机械从外界输入机械功,它包括通风机、泵、鼓风机、压缩机、螺旋桨。由于通风机、泵、鼓风机、压缩机是量大面广的机械,它们都属于通用机械。在工作机械中流体得到外界输入的机械功而提高内能、压力能、动能、势能等。通风机、叶片式鼓风机和压缩机有时统称为风机,通风机中气体的压力升高小于 $14\ 700\text{Pa}$,鼓风机和压缩机中气体的压力升高用出口与进口压力之比表示,常常以压比小于3的称为鼓风机,大于3的称为压缩机。风机中压力升高小于 98Pa 的常叫做风扇。泵的工质一般是液体。真空泵是将空间抽成一定真空度。真空泵的工质也有气体,此时若从气体压力升高的原理来划分,气体真空泵有时属于风机范畴。螺旋桨将机械功传递给流体,又由流体得到反作用力,该力推动螺旋桨及其运载器前进。

从工作原理看,工作机是原动机的逆过程,反之亦然。在以后的章节中会看到,工作机和原动机的流动过程的基本公式是类似的,差别仅在正负号上。

速度式流体机械的结构特点之一是有由叶片组成的旋转的叶轮(又称工作轮或转轮),而且叶轮中的流体运动是连续的,流体与外界的能量传递是通过旋转的叶片与流体的相互作用达到的,而且叶轮是叶片式流体机械中唯一与外界传递能量的部件。所以速度式流体机械常常被称为叶片(叶轮)式机械。叶片式机械中的原动机也叫涡轮机,其英文是 turbine (turbo),如果借用外来语,叶片式机械又叫透平式机械。

容积式流体机械的基本特征是流体工质的运动是不连续的,而且不连续的流体工质所经过机器内空腔的体积是变化的。其中往复式流体机械的结构特点是传递能量的部件——活塞在汽缸中往返运动,它使汽缸与活塞组成的容积发生变化,因而汽缸内流体工质的参数发生不断的变化。回转式流体机械的结构特点是转子旋转时,机器内转子与机壳组成的空间容积发生变化,从而流体的压力随着变化,可压缩流体的密度也就有不同的值。

喷射式流体机械中没有运动部件。它的工作原理是:高压工作流体(如蒸汽)通过喷嘴或喷管形成高速射流区,该区压力大大降低而吸入被引射流体,高速射流与被引射流体进行动量交换形成混合流体,从而使被引射流体得到能量。如果被引射流体来自密封容器,