

# 汽轮机设备

北京电力工业学校 叶之奎 主编



178127



# 汽 轮 机 设 备

北京电力工业学校 叶之奎 主编

中国电力出版社

## 内 容 提 要

本书共分四篇。第一篇介绍汽轮机的基本工作原理；第二篇介绍汽轮机的结构；第三篇介绍汽轮机调节、保护及油系统；第四篇介绍汽轮机的凝汽设备。

本书内容丰富，通俗易懂，图文并茂，直观性强，适合技术人员阅读。本书可作为电力工业学校汽轮机专业教材和初级工人的专业性通俗读物，对工程技术人员也有一定的参考价值。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽轮机设备/叶之奎主编. —北京：中国电力出版社，  
1996

技工学校教材

ISBN 7-80125-131-8

I. 汽… I. 叶… II. 蒸汽透平-技工学校-教材  
III. TK26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 03618 号

中国电力出版社出版

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

顺义天竺新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

1996 年 10 月第一版 1996 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 410 千字 3 插页

印数 0001—3576 册 定价：17.30 元

版 权 专 有 翻 印 必 究



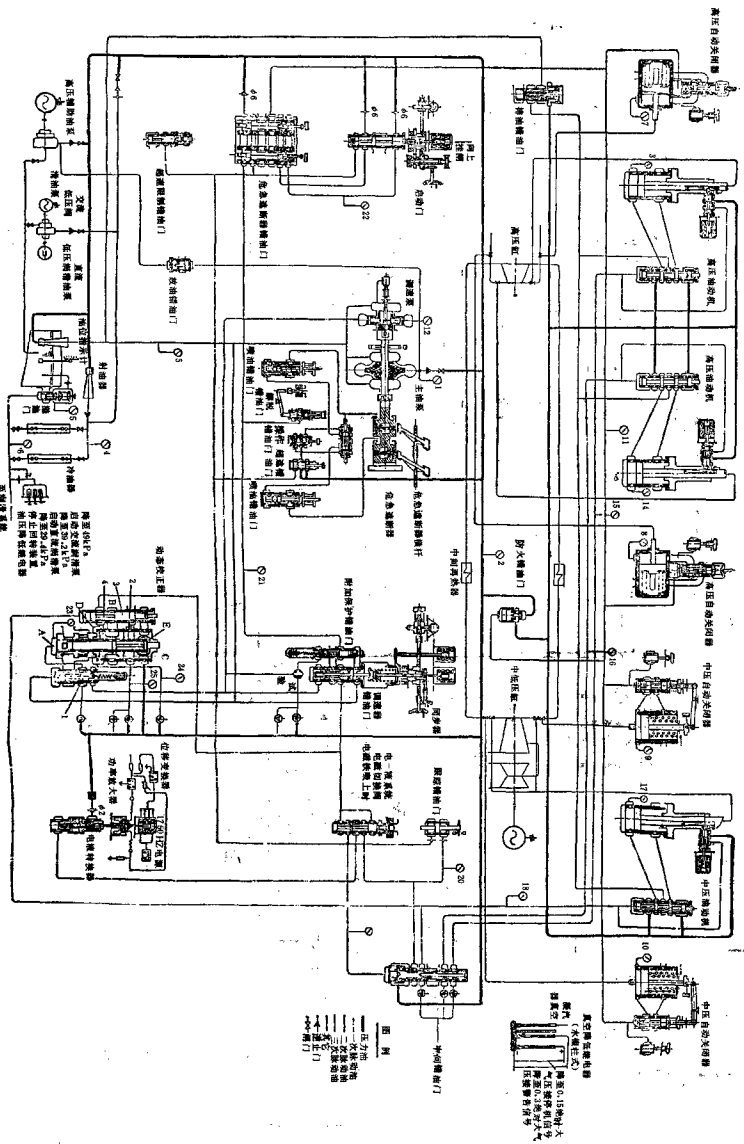


图 11-8 全液压调节系统原理图

# 目 录

前言	
绪论	1
第一篇 汽轮机的基本工作原理	7
第一章 汽轮机的一般概述	7
第一节 汽轮机级的概念	7
第二节 汽轮机的基本工作原理	9
第三节 汽轮机的分类和型号	15
第二章 汽轮机级的工作原理	20
第一节 流体流动的基本方程	20
第二节 蒸汽在喷嘴中的理想流动	21
第三节 喷嘴截面积的变化规律	23
第四节 蒸汽在斜切喷嘴中的流动	28
第五节 蒸汽在动叶中的流动	33
第六节 级内损失及效率	39
第七节 速度比与效率的关系	45
第八节 速度级	48
第三章 多级汽轮机	55
第一节 多级汽轮机的热力特性	55
第二节 汽轮发电机组的效率及经济指标	62
第三节 多级汽轮机的轴向推力及平衡	64
第四节 长叶片	67
第五节 多级汽轮机的极限功率	69
第二篇 汽轮机的结构	74
第四章 汽轮机静止部分结构	74
第一节 汽缸	74
第二节 喷嘴及隔板	87
第三节 汽封	95
第四节 轴承	102
第五章 汽轮机转动部分结构	116
第一节 汽轮机转子的类型和构造	116
第二节 汽轮机的主轴及叶轮	119
第三节 汽轮机叶片	124
第四节 联轴器	132
第五节 盘车设备	136

第六章	典型汽轮机结构介绍 .....	144
第一节	中、小型机组简介 .....	144
第二节	大型机组简介 .....	150
第三篇	汽轮机调节、保护及油系统 .....	160
第七章	汽轮机供油系统 .....	160
第一节	供油系统的作用及类型 .....	160
第二节	供油系统的主要设备 .....	162
第三节	氢冷却密封装置及其密封油系统 .....	173
第八章	凝汽式汽轮机的调节 .....	176
第一节	汽轮机调节的基本概念 .....	176
第二节	感应机构 .....	181
第三节	传动放大机构 .....	189
第四节	配汽机构 .....	202
第五节	调节系统的静态特性 .....	207
第六节	同步器 .....	210
第七节	中间再热机组调节特点 .....	214
第八节	功率-频率电液调节简介 .....	219
第九章	汽轮机的保护装置 .....	224
第一节	自动主汽门及其操纵装置 .....	224
第二节	超速保护装置 .....	231
第三节	轴向位移保护装置 .....	234
第四节	其他保护装置 .....	236
第十章	调节系统的试验及调整 .....	241
第一节	调节系统的试验 .....	241
第二节	调节系统的调整 .....	248
第十一章	典型机组调节、保护及供油系统简介 .....	250
第一节	N100-8.826/535 型汽轮机调节、保护及供油系统 .....	250
第二节	N125-13.24/550/550 型汽轮机调节、保护及供油系统 .....	254
第三节	N200-12.75/535/535 型汽轮机调节、保护及供油系统 .....	259
第四篇	汽轮机的凝汽设备 .....	263
第十二章	汽轮机的凝汽设备及其热力特性 .....	263
第一节	凝汽设备的任务及其组成 .....	263
第二节	表面式凝汽器的工作原理及其结构 .....	267
第三节	凝汽器的热力特性 .....	273
第四节	抽气器 .....	278

# 绪 论

## 一、汽轮机的发展简史及概况

汽轮机是一种蒸汽式原动机，它是将蒸汽的热能转换成转子旋转机械能的一种动力机械。它可以制成功率为几百兆瓦到上千兆瓦的机组。目前，世界上已设计了1500MW汽轮机作为发电机的原动力。如瑞士ABB公司的双轴1300MW和前苏联制造的1200MW汽轮机组都在运行。汽轮机作为原动机的特点是：运行平稳，将往复式机械运动转变成回转式机械运动，经济性好，效率较高。此外，它还具有转速高（转速可达7000~8000r/min，甚至小容量机组能达10000r/min以上），一次能源的利用较广，工质参数高，寿命较长等优点。但它的结构、安装、检修复杂，制造精密，应用材料品种较多、范围较广，部分金属价格昂贵。由于蒸汽汽轮机所具有的优点，因而它在现代工业上被广泛应用为原动机，尤其是火力发电厂，用汽轮机作为原动机带动发电机发电更为普遍。虽然汽轮机具有许多优点，但它的发展和运用仅有百余年的历史，而人们发现汽轮机的雏形却很早。

在公元前120年，古埃及人希罗设计了反动式希罗球，如图0-1所示。我国早在南宋时的走马灯、烟花炮竹等，都因生产力的低下，未能用于生产。直到18世纪后半叶第一次产业革命以后，世界上出现了蒸汽机并被应用到航海和工业上，使生产力得到迅速提高。到了19世纪末叶，生产力的大发展，工业上需要大功率机器，于是工业部门迫切要求有新机器的诞生，这就促进了汽轮机制造业的发展和运用。

在1883年，瑞典工程师拉伐尔首创了第一台5马力（3.68kW）的汽轮机。图0-2所示为拉伐尔汽轮机的结构简图。这种汽轮机是利用蒸汽冲击力做功原理，故称为冲动式汽轮机。

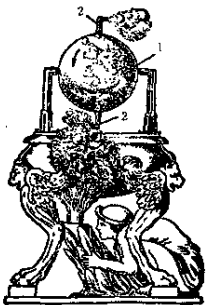


图0-1 最早的反动式汽轮机雏形—希罗球

1—球体；2—汽管

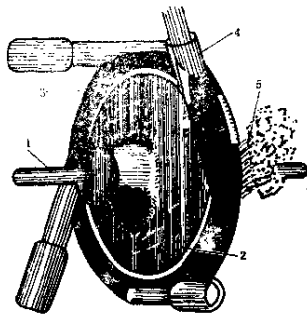


图0-2 拉伐尔汽轮机结构简图

1—转轴；2—叶轮；3—叶片；4—喷嘴；5—蒸汽



由于拉伐尔汽轮机转速高达  $32000\text{r/min}$ ，新蒸汽经喷嘴出口气流速度为  $1200\sim 1500\text{m/s}$ ，其叶轮圆周速度已达  $350\text{m/s}$ ，汽轮机转速很高，必须装有减速装置。又因做完功的蒸汽流出叶片的余速还很高，故汽轮机的功率不会太大，效率也低。这种机器还远不能满足工业发展的需要。为了充分利用蒸汽的热能并要求制造出更大功率的原动机，来满足当时工业上的需要，于是—种较高功率及蒸汽热量得到进一步利用的新式汽轮机被设计出来。

1884年，英国的查理斯·帕生发明了反动式多级汽轮机。它是利用蒸汽的反作用原理制成的。图 0-3 为—台帕生反动式汽轮机结构图。

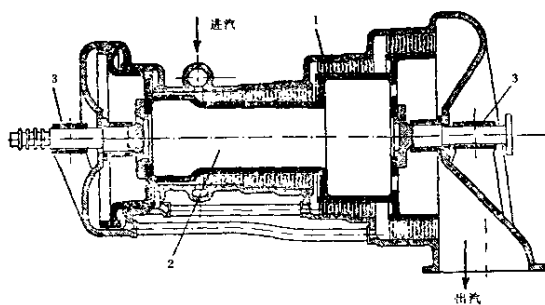


图 0-3 帕生反动式汽轮机结构简图

1 汽缸；2 转子；3—轴承

因拉伐尔冲动式汽轮机只有一个叶轮，做完功的蒸汽的余速又很高，其焓降也不大，功率也有限，效率也低。根据当时的情况和工业发展的需要，生产力不断提高。

1900年前后，法国的拉托教授首先想到将单个叶轮的冲动式汽轮机的若干级串在一根轴上，既能充分利用蒸汽余速、加大焓降，又能增加功率和提高汽轮机的效率，于是发明了多级冲动式汽轮机。

在拉托发明多级冲动式汽轮机的同时，也就在 1900 年左右，美国工程师寇蒂斯设计制造成功了一台具有两列速度级的单级汽轮机，如图 0-4 所示。这种汽轮机以设计者的名字命名为寇蒂斯汽轮机，或称复速级汽轮机。在具有双列速度级的汽轮机中，这个“级”称为寇蒂斯级或称寇蒂斯轮，也叫双列速度级。

寇蒂斯汽轮机的结构是在一个叶轮上装有两列（圈）叶片，其方向一致，中间装有导向叶片。工作过程是，蒸汽以高速冲击第一列叶片之后，经导叶改变方向，再冲击第二列叶片。经过蒸汽两次冲击叶片做功后，汽轮机的功率增加许多，蒸汽的热能得到进一步利用，并减少了蒸汽动能损失，效率也相应得到提高。

1912年，瑞典容克斯川·托莱姆兄弟，根据反动式汽轮机原理（反作用）设计了辐流式汽轮机。如图 0-5 所示，这种汽轮机的进汽是由汽轮机转子中心或直径外缘引入，而后沿径向流动，其结构是在两个轮盘上—侧，分别不同方向垂直地镶装上叶片，然后合在一起，

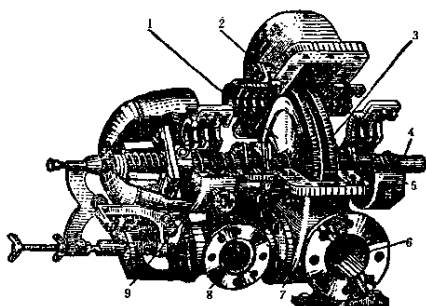


图 0-4 寇蒂斯单级汽轮机

1—寇蒂斯叶轮；2—上盖；3—叶片；4—轴；  
5—后轴承；6—排汽口；7—下汽缸；8—进汽口；9—前轴承

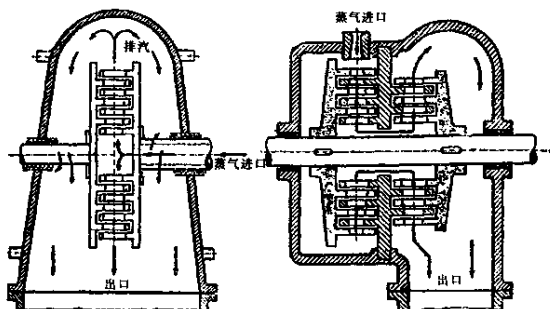


图 0-5 辐流式汽轮机

利用蒸汽在叶片槽道内的反作用力做功。这种汽轮机叶片相对速度较大，两端均相对旋转，工作时需要同步，故结构紧凑。但由于轮盘不可能制造很大，而汽轮机的功率受到限制，这就不能满足工业上日益发展的需要。所以，当前世界上广泛发展和利用轴流冲动式汽轮机，或反动-冲动联合式机组。随着世界工业的迅猛发展，轴流冲动式大容量汽轮机，也伴随着工业的发展而进步。

由 20 世纪初到 20 世纪 90 年代的几十年中，汽轮机事业的发展是非常惊人的。世界各国都经历过一个机组容量从小到大，蒸汽参数由低到高的发展过程。特别是第二次世界大战以后，汽轮机制造业有了飞速发展，20 年代以后，许多国家先后制成了功率为 600MW、800MW、1000MW 以及 1200MW 等级的汽轮机，超临界 1300MW 机组于 1972 年投产，1500MW 和更高参数的汽轮机相继问世。50 年代初期，少数国家已掌握了新汽参数的压力为 13~17MPa，新汽初温为 535~565℃，中间再热温度为 535~565℃ 的新蒸汽技术。近代

1000MW 大型汽轮发电机纵剖面图，如图 0-6 所示。

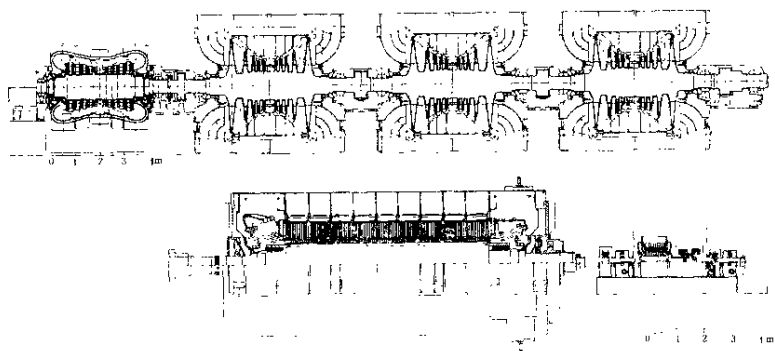


图 0-6 近代 1000MW 大型汽轮发电机纵剖面图

随后，这几个国家又把蒸汽参数进一步提高到压力为 30~35MPa、温度为 600~650℃ 的水平。到了 1960 年，美国爱迪斯顿电站投运了一台功率为 325MW，蒸汽参数为 35.2MPa/649℃，具有两段中间再热，其再热温度均为 565℃ 的机组。但机组投产后，并未达到预期效果。所以，近年来，大功率汽轮机的进汽温度都控制在 565℃ 以下，即珠光体钢所允许的最高温度，不用或少用奥氏体钢。60 年代后期生产的汽轮机，新汽温度多数控制在 535~550℃ 的范围内，新汽压力稳定在超临界压力 24~26MPa、亚临界压力 16~18MPa 之间，在结构上趋于单轴等特点。

此外，在一次能源的利用上正在开辟新途径，例如，原子能、地热能、蒸汽-燃气联合热能、太阳能、风力（风能）等，都在努力发展之中。

为了提高循环的热效率和发电厂的热经济性，热力循环已由给水回热循环发展到热电联合循环。由于热能的合理利用，发电厂的循环热效率高达 85% 左右。

鉴于热力事业的进步，调节抽汽汽轮机和背压式汽轮机也相应发展。随着汽轮机功率的增加，大功率、高参数调节抽汽汽轮机的回热抽汽级数也相应增多，如有的供热式汽轮机抽汽回热已发展到 8 级，与同功率凝汽式机组相同。由于调节抽汽式汽轮机的广泛应用，它的单机功率和新汽参数均不断提高，近年来许多国家相继生产了 50MW、100MW、200MW、300MW 等级的一次抽汽式汽轮机，500~600MW 的常规供热机组和 1000MW 的核电供热机组也在设计之中。二次抽汽式汽轮机的单机最大功率也已达 165MW。新汽参数则由 13MPa 过渡到 16~18MPa，甚至达到 24MPa，汽温一般为 535℃，也有的发展到 565℃。发电用凝汽式机组的许多成熟经验被广泛应用到抽汽式机组的设计和制造中。为了使循环热经济性得到改善，中间再热式汽轮机也相应发展起来。

我国解放前几乎没有汽轮机制造业，共和国成立 45 年来，已经建成门类齐全、完整工

业体系,1953年建立第一个汽轮机制造厂,1954年制造出第一台功率为6MW汽轮机,1956年自行设计制造出12MW机组,1958年又制成世界上第一台双水内冷汽轮发电机组。直到80年代末期,我国自行设计制造的容量200MW、300MW的凝汽式、供热联合式机组,正在成为我国发电厂的主力设备。当前,由于我国科学技术的进步,也正在追赶世界技术的发展,引进外国技术,由我国自己设计制造的600MW的发电机组,已于1988年12月15日在安徽省平圩电厂并网发电。经有关部门决定,这类机组立即成批定型生产,作为我国90年代电力建设的主力机组。在产品制造上已由完全依赖进口,发展到建成自己独立的制造厂,如上海汽轮机厂、哈尔滨汽轮机厂、东方汽轮机厂、北京重型电机厂四大生产厂,为我国汽轮机制造业作出了重大贡献。

为了掌握超临界制造技术,已将超临界大型火电成套设备的研制工作列入国家计划。这就在汽轮机研制技术上,已由亚临界压力机组提高到超临界压力技术的新水平。

## 二、汽轮机在发电厂中的地位和作用

在火力发电厂中,汽轮机是将锅炉产生的高压过热蒸汽的热能转换成旋转机械能,同时又带动发电机转动,使机械能转换成电能。所以,汽轮机在火力发电厂中,就成为三大主力设备之一。

汽轮机在火力发电厂中的地位和作用,可以通过火力发电厂电力生产过程来理解,如图0-7所示。燃料送入锅炉1中燃烧,使燃料的化学能转变成热能,而热能在炉膛中传给水冷壁管内的水,管中水吸收热量后变为饱和蒸汽,蒸汽进一步吸热,变成过热蒸汽,通过

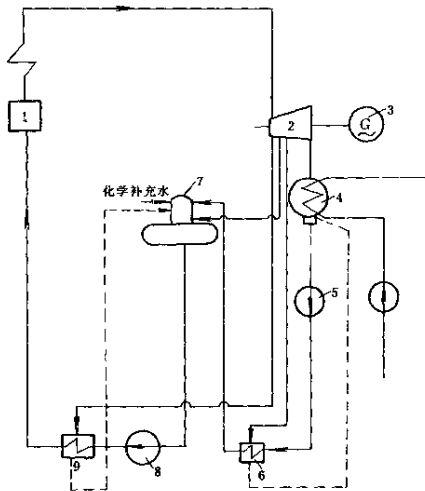


图 0-7 火力发电厂电力生产过程

1—锅炉; 2—汽轮机; 3—发电机; 4—凝汽器; 5—凝结  
水泵; 6—低压加热器; 7—除氧器; 8—给水泵; 9—高压加热器

主蒸汽管道引进汽轮机第一级喷嘴。蒸汽进入喷嘴后，以高速喷出冲动汽轮机的转子旋转，并带动发电机3的转子一起转动，发电机转子在磁场中旋转切割磁力线的变化中，便产生感应电流。蒸汽在汽轮机中做完功后，排入凝汽器4，再由循环水泵打来的循环水冷却凝结成水。凝结水再经凝结水泵5升压，通过低压加热器6加热，送入除氧器7。由汽轮机引来的油汽把除氧器中水加热除氧，然后再由给水泵8，将给水经过高压加热器9打进锅炉，形成一个循环。如此周而复始，重复循环。在循环中汽水均有一定的损失，需要净化处理的水不断补进除氧器加入系统循环。

由此可知，火力发电厂电力生产过程是一个能量转换过程。汽轮机是个重要设备，它是原动机，将热能转换成机械能，并带动发电机发电，其功率的大小决定着发电机的功率以及发电厂的容量。汽轮机的安全生产和效率高低，直接影响整个发电厂的经济性，因而它在火力发电厂电力生产过程中，占有十分重要的地位，并起着关键的作用。汽轮机是带动发电机的原动机，是火力发电厂三大主力设备之一。

#### 复 习 思 考 题

1. 汽轮机是一种什么型式的发动机？它有何特点？
2. 简述汽轮机发展历史。
3. 拉伐尔汽轮机与寇蒂斯汽轮机各是什么型式汽轮机？其结构怎样？各有什么特点？
4. 柏生氏汽轮机是怎样的一种汽轮机？其结构特点怎样？
5. 辐流式汽轮机中蒸汽是怎样做功的？简要说明其蒸汽做功的流程。
6. 目前我国和世界上汽轮机制造业发展的状况怎样？
7. 叙述火力发电厂电力生产过程。汽轮机设备在火力发电厂中占有什么样的地位？它起着什么样的作用？

# 第一篇 汽轮机的基本工作原理

## 第一章 汽轮机的一般概述

### 第一节 汽轮机级的概念

#### 一、蒸汽汽轮机的工作过程

汽轮机是将蒸汽的热能转变为回转机械能的一种原动机。如图 1-1 所示,它是由喷嘴 4、叶片 3、叶轮 2 和轴 1 等主要部件构成。具有一定压力和温度的蒸汽引到汽轮机的喷嘴 4,蒸汽在特定设计的喷嘴槽道内流动,汽流速度随喷嘴截面积的减小而逐渐加大,蒸汽压力降低,比容增大,因而蒸汽的热能转变成蒸汽的动能。当汽流以很高速度从喷嘴中流出喷射(冲击)到安装在叶轮 2 上的叶片 3 时,蒸汽给叶片很大的冲击力,这样就带动安装在轴 1 上的叶轮 2 进行转动。蒸汽不断地从喷嘴中喷出,连续冲击叶片,带动叶轮旋转,使蒸汽的动能转换成旋转机械能。

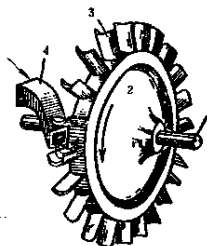


图 1-1 单级冲动式汽轮机简图  
1—轴; 2—叶轮; 3—叶片; 4—喷嘴

蒸汽在汽轮机内由热能转变成机械能是经过许多重要部件完成的。首先是静止的喷嘴,其次是安装在叶轮上的叶片,最后是叶轮通过键与轴连接成为一个转动的部分,称为转体或转子。这样静止的喷嘴和转动的动叶栅就构成汽轮机的基本做功单元。

#### 二、汽轮机级的概念

汽轮机是将蒸汽热能转换成机械能的原动机。构成汽轮机的基本做功单元称为汽轮机的“级”,简称为“级”。例如,由喷嘴组与其对应的动叶栅就构成汽轮机基本做功单元,这个基本做功单元就是汽轮机的一个级。汽轮机按级数分为:单级汽轮机和多级汽轮机。

单级汽轮机是由一组喷嘴和与之对应的一列动叶构成的,如图 1-2 所示。速度级汽轮机由装在汽缸上的一列或两列动叶相配合,构成两列速度级或三列速度级,如图 1-3 所示。同样道理,多级汽轮机由装在汽缸上一组或几组喷嘴以及装在汽缸上的若干列静叶或导叶,与装在转子若干叶轮上的动叶栅相配合面构成,图

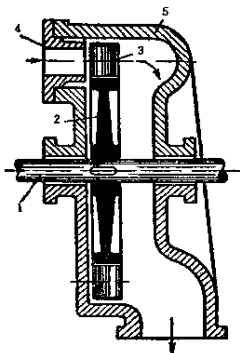


图 1-2 单级汽轮机结构简图  
1—轴; 2—叶轮;  
3—叶片; 4—喷嘴; 5—外壳

1.4 表示的是多级汽轮机的纵剖面。

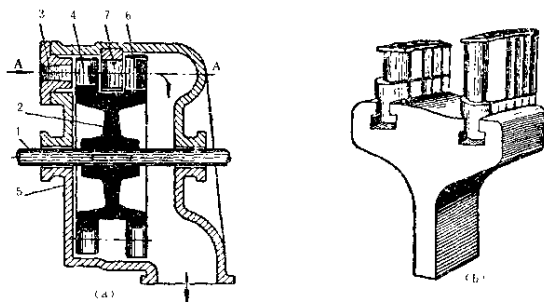


图 1.3 双列速度级结构简图

(a) 双列速度级纵剖面；(b) 双列轮的横断面

1-轴；2-叶轮；3-喷嘴；4-第一列动叶；

5-外壳；6-第二列导叶；7-导叶

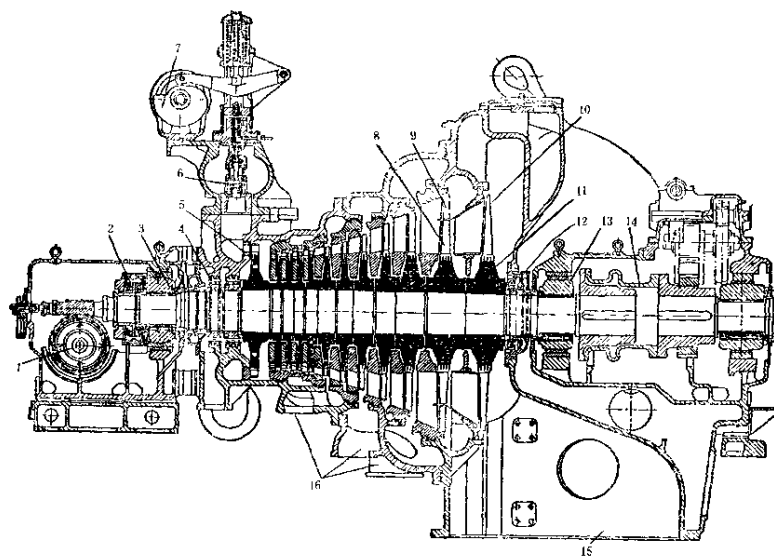


图 1.4 多级汽轮机纵剖面

1-前箱内转子；2-推力轴承；3-支持轴承；4-前端部轴封；5-调节级叶轮；6-调节汽门；

7-叶轮架；8-汽流内槽道；9-汽流外槽道；10-末级叶片；11-末级叶轮轮毂；12-后端

部轴封；13-后端支持轴承；14-半挠性联轴器；15-排汽道；16-抽汽口

## 第二节 汽轮机的基本工作原理

汽轮机是利用蒸汽在喷嘴里膨胀，而后以高速度喷出，将热能转换为机械能做功的设备。随着蒸汽对汽轮机的作用方式的不同，其工作原理也不一样。

下面讨论汽轮机的两种基本工作原理。

在汽轮机中，蒸汽的膨胀仅在喷嘴中发生，并以高速冲击动叶而完成热能与机械能的转换过程，这样的汽轮机称为冲动式汽轮机。

如果汽轮机中的蒸汽膨胀不仅在喷嘴中进行，而且也在动叶中膨胀，产生反作用力加在动叶上来完成热能机械能转换过程，这样的汽轮机称为反动式汽轮机。

### 一、冲动式汽轮机

#### (一) 冲动式汽轮机基本工作原理

由物理学得知：当一个运动速度较高的物体碰到另一个静止或速度较低的物体时，该高速物体就会受阻而改变其运动速度，同时给阻碍它运动的物体一个作用力，这个以短暂时间作用在物体上的力，称为冲击力或称冲动力。

当这个冲动力作用在障碍物上，且使其沿力的方向运动或使物体产生形变时，则该力对这个物体就作了机械功。如图 1-5 所示，使一流冲击在一个垂直于流动方向的平板小车上，若小车不动，被阻挡的汽流虽然用冲击力作用在小车上，也没有做功。这是因为汽流的一部分动能转换成热能，另一部分消失在各个方向，以及沿相反方向散去，有的汽流产生了涡流和撞击板面上消耗在阻力中。

若汽流冲击在平板小车上，而小车由静止到以一定速度运动，则汽流对小车就在冲击力的作用下做了机械功。

由于平板小车接受汽流做功损失太大，故要考虑小车的形状。如图 1-6 所示，将小车的形状制成凹面，这样就使汽流损失最小，冲击力最大，产生的机械功也最大。

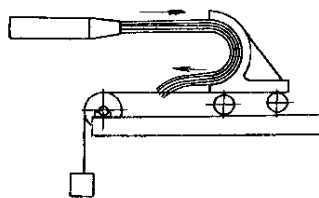


图 1-6 曲面小车受冲击运动

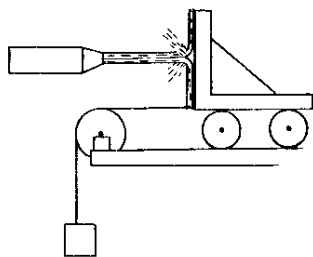


图 1-5 平板小车受冲击力

现以半圆形叶片为例，说明冲动式汽轮机原理。

当蒸汽在喷嘴中以很高速度流出后，猛烈冲击到装在叶轮上的动叶片时，则使叶轮转动面做功。产生这种转动做功的原理如下：

假设有一半圆形叶片，圆弧槽道对称，如图 1-7 所示，蒸汽以高速  $c_1$  流入叶片，然后以与  $c_1$  平行而方向相反的速度  $c_2$  流出圆弧槽道



(动叶片)。当高速汽流微团猛烈撞击到曲面槽道叶片内壁后，冲击力给槽道内壁一个作用力，因该力是作用在曲面上的，便立即形成汽团的离心力而压向叶片槽道内壁。根据牛顿第三定律，叶片槽道内壁也必然给汽流微团一个反作用力，也就是使汽流有一个向心力。若叶片固定、壁面光洁、汽流无损失，则汽流微团就沿槽道作匀速圆周运动，然后以  $c_2$  的速度流出，而  $c_1$  和  $c_2$  大小相等、方向相反。

在圆弧形槽道叶片内壁任取  $a, b, c$  三点，说明叶片受力情况。当  $a, b, c$  三点受汽流微团冲击力作用后，因叶片内壁是圆弧面，便立即成为压向内壁的离心力即为  $F_a, F_b$  和  $F_c$ 。三力均能分解为轴向分力和圆周方向分力，即  $F_{ax}$  和  $F_{az}, F_{bx}$  和  $F_{bz}, F_{cx}$  和  $F_{cz}$ 。因叶片内壁呈半圆形对称，汽流又无损失，则  $a$  和  $c$  等对应点的轴向分力互相抵消（大小相等而方向相反，同作用叶片内壁），而作用在水平方向各分力的合力就是使动叶沿圆周运动的力，它推动叶轮沿圆周转动而做功。

这种机械功来源于高速汽流产生的冲击力，故称为冲动作用原理。利用冲动作用原理制成的汽轮机称为冲动式汽轮机。这就是冲动式汽轮机基本工作原理。

在实际应用上，由于汽轮机结构方面的原因，从喷嘴射出的蒸汽流动方向与动叶栅运动方向应成一个角度，而动叶的形状也不是对称的半圆形，故推动叶轮转动的作用力要小些，但蒸汽作用于叶片上的工作原理仍然相同。

## (二) 冲动式汽轮机工作过程

图 1-8 所示为单级冲动式汽轮机工作过程简图。

由锅炉引来的新蒸汽以压力  $p_0$  和速度  $c_0$  进入喷嘴 4，在喷嘴中蒸汽膨胀，压力由  $p_0$  降至  $p_1$ ，同时速度由  $c_0$  提高到  $c_1$ ，蒸汽由热能转变成动能。随之，汽流就以高速度  $c_1$  冲击在动叶栅 3 上，使叶片上受到一个猛烈的冲动力，迫使装在汽轮机轴 1 上的叶轮 2 转动，蒸汽的动

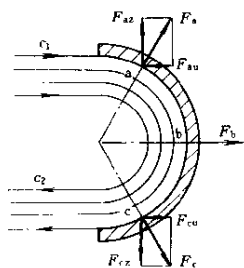


图 1-7 蒸汽在半圆形叶片中的冲击力

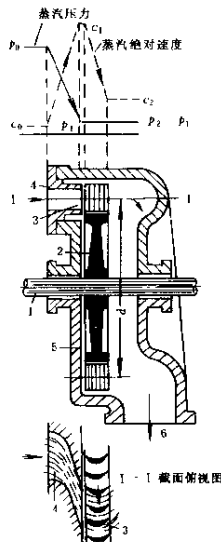


图 1-8 单级冲动式汽轮机工作过程简图

- 1-轴；2-叶轮；3-动叶栅；  
4-喷嘴；5-汽缸；6-排汽管