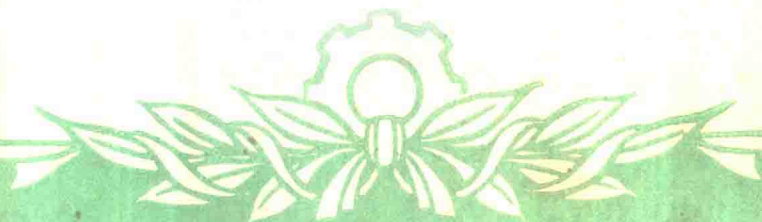


中等专业学校教学用书

矿山机械設備

上 冊

湖南冶金学院矿山机电教研组編



中国工业出版社

本书系根据 1959 年新修訂中等专业学校矿山机电专业教育计划的时数和要求編写的。全书共四篇分上下两册出版。上册包括矿山通风设备、矿山排水设备、矿山压气设备等三篇，下册为矿山提升设备一篇。

书中叙述了現代矿山最主要的机械设备的基木理論及构造、安装、运转、設計等基本問題。

本书除可作为中等专业学校矿山机电专业的教材外，还可供矿山現場及設計部門的机电技术人員参考。

本书上册由湖南冶金学院矿山机电教研組李瑞蓀同志主編，下册在矿山机电教研組矿山机械設備教学小組全体同志討論的編写大綱的基础上，由周湘甫同志执笔写成。

矿山机械設備

上册

湖南冶金学院矿山机电教研組編

*

中国工业出版社出版 (北京修刻湖路丙10號)

(北京市書刊出版事業許可証出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/16}$ · 印张 $147^{1/16}$ · 插頁 15 · 字數 330,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数 0001—2,437 · 定价 (9—4) 2.05元

統一書号: 15165 · 404 (冶金—121)

中等专业学校教学用书



矿山机械設備

上 冊

湖南冶金学院矿山机电教研组編

中国工业出版社

本书系根据 1959 年新修訂中等专业学校矿山机电专业教育计划的时数和要求編写的。全书共四篇分上下两册出版。上册包括矿山通风设备、矿山排水设备、矿山压气设备等三篇，下册为矿山提升设备一篇。

书中叙述了現代矿山最主要的机械设备的基木理論及构造、安装、运转、設計等基本問題。

本书除可作为中等专业学校矿山机电专业的教材外，还可供矿山現場及設計部門的机电技术人員参考。

本书上册由湖南冶金学院矿山机电教研組李瑞蓀同志主編，下册在矿山机电教研組矿山机械設備教学小組全体同志討論的編写大綱的基础上，由周湘甫同志执笔写成。

矿山机械設備

上册

湖南冶金学院矿山机电教研組編

*

中国工业出版社出版 (北京修刻湖路丙10號)

(北京市書刊出版事業許可証出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/16}$ · 印张 $147^{1/16}$ · 插頁 15 · 字數 330,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数 0001—2,437 · 定价 (9—4) 2.05元

統一書号: 15165 · 404 (冶金—121)

上册目录

第一篇 矿山通风设备

第一章 透平机的理论基础.....	10
§ 1—1 透平机的概述.....	10
§ 1—2 透平机的基本方程式.....	13
§ 1—3 透平机的理论特性曲线.....	17
§ 1—4 透平机的实际特性曲线与个性特性曲线.....	21
§ 1—5 管网特性曲线.....	25
§ 1—6 透平机的工况.....	30
§ 1—7 透平机的相似概念及类型曲线.....	35
§ 1—8 透平机的比例定律.....	41
§ 1—9 比转数.....	42
第二章 通风机的构造.....	46
§ 2—1 离心通风机.....	46
§ 2—2 轴流式通风机.....	51
§ 2—3 局部通风机.....	72
第三章 通风机的调整.....	76
§ 3—1 概念.....	76
§ 3—2 调整方法.....	77
第四章 通风机的联合运转.....	84
§ 4—1 一般概念.....	84
§ 4—2 通风机的并联.....	87
§ 4—3 通风机的串联.....	90
§ 4—4 自然通风.....	91
第五章 通风测量仪表.....	94

§ 5—1	压力测量仪表	94
§ 5—2	风速测量仪表	98
§ 5—3	转速表	100
第六章	通风机的电动机及电能消耗	102
第七章	通风设备的配置、安装及试轉	105
第八章	通风设备的运转	113
§ 8—1	通风设备运转的基本指示	113
§ 8—2	通风机的维护、管理	115
§ 8—3	定期检查与检修	116
§ 8—4	通风设备的試驗	120
§ 8—5	通风设备的故障原因及其处理方法	123
第九章	通风设备設計	125
§ 9—1	基本原则	125
§ 9—2	通风设备設計的步驟	127

第二篇 矿山排水设备

第十章	概論	134
§ 10—1	矿井含水量	134
§ 10—2	矿水的性质	134
§ 10—3	矿井排水设备的装置	136
§ 10—4	水泵的吸水高度 H_s	137
§ 10—5	水泵的排水高度 H_d	138
§ 10—6	水泵的总揚程 H_M	138
§ 10—7	水泵的种类	138
§ 10—8	空气泵	139
§ 10—9	气力泵	141
§ 10—10	射水泵	142
§ 10—11	內燃水泵	143
第十一章	离心水泵	146
§ 11—1	离心水泵的分类及其理論基础	146

§ 11—2	离心水泵部件构造	150
§ 11—3	离心水泵的构造	162
第十二章	往复式水泵	179
§ 12—1	往复水泵的分类及其工作原理	179
§ 12—2	往复水泵的理论基础	181
§ 12—3	往复水泵的主要部件构造	186
§ 12—4	往复水泵的构造	188
第十三章	离心水泵的联合运转	191
§ 13—1	在同一地点两台水泵的串联与并联	191
§ 13—2	不在同一地点二台水泵的联合运转	192
第十四章	水泵的原动机	193
§ 14—1	水泵原动机的功率和电能消耗量	193
§ 14—2	水泵原动机	193
第十五章	管道	196
§ 15—1	管道的设备	196
§ 15—2	管道的计算	207
第十六章	排水设备自动化	219
§ 16—1	排水设备自动化的意义	219
§ 16—2	排水自动化系统	219
§ 16—3	排水自动化充水的方法	221
§ 16—4	排水自动化电动机启动的方法	222
第十七章	矿山水泵站	224
§ 17—1	排水系统	224
§ 17—2	水仓与水泵房	227
第十八章	排水设备的安装与运转	236
§ 18—1	排水设备的安装	236
§ 18—2	排水设备的运转	238
第十九章	水泵的试验及测量仪表	245
§ 19—1	排水量的测量	245

§ 19—2	揚程的測量.....	248
§ 19—3	水泵的軸功率.....	250
§ 19—4	水泵效率.....	250
§ 19—5	离心水泵的特性曲綫及試驗数据的整理.....	250
第二十章	排水設備的設計.....	253
§ 20—1	排水設備設計的基本原則.....	253
§ 20—2	設計例題.....	255

第三篇 矿山压气设备

第二十一章	往复式压气机的理論.....	264
§ 21—1	压气机的分类.....	264
§ 21—2	单級压气机的理論过程.....	265
§ 21—3	单級压气机的实际过程.....	271
§ 21—4	有害容积的影响.....	272
§ 21—5	阻力及空气的慣性对压气机示功图的影响.....	274
§ 21—6	漏气对压气机生产能力的影響.....	275
§ 21—7	空气的湿度对压气机生产能力的影響.....	275
§ 21—8	吸气温度增高对压气机生产能力的影響.....	275
§ 21—9	压气机的輸送系数.....	276
§ 21—10	多級压縮.....	276
§ 21—11	按照在压气机气缸尺寸确定排气量.....	284
§ 21—12	压气机原动机的功率.....	285
§ 21—13	压气机的冷却.....	289
第二十二章	往复式压气机的构造.....	295
§ 22—1	压气机的构造.....	295
§ 22—2	压气机主要部件的构造.....	303
§ 22—3	压气机的調整.....	316
§ 22—4	压气机的潤滑.....	326
§ 22—5	压气机的輔助裝置.....	330
第二十三章	迴轉式压气机.....	341

§ 23—1	迴轉式压气机的工作原理	345
§ 23—2	迴轉式压气机排气量的計算	346
§ 23—3	迴轉式压气机的构造	346
§ 23—4	迴轉式压气机的优缺点	346
第二十四章	离心式压气机	349
§ 24—1	离心式压气机的工作原理	349
§ 24—2	离心式压气机的工作性能	351
§ 24—3	离心式压气机的功率	351
§ 24—4	离心式压气机的构造	352
§ 24—5	离心式压气机的調整	354
§ 24—6	离心式压气机的优缺点及其使用范围	360
第二十五章	真空泵	362
§ 25—1	真空泵的功用	362
§ 25—2	真空泵的功率	362
§ 25—3	有害容积对真空泵的影响	363
§ 25—4	真空泵的工作原理	364
§ 25—5	真空泵的构造	365
第二十六章	压气设备的风管网路	370
§ 26—1	风管网路的装置	370
§ 26—2	管网的計算	376
第二十七章	压气机站的配置及其安装試轉	391
§ 27—1	压气机站的配置	391
§ 27—2	压气机的安装試轉	392
第二十八章	压气设备的运轉	400
§ 28—1	压气机的起动、运轉与停車	400
§ 28—2	往复式压气机的故障原因及其消除方法	402
§ 28—3	压气机的試驗	405
§ 28—4	压气设备的定期检查与检修	420
§ 28—5	防止风管网路中的漏气損失和压力降方法	421

第二十九章 压气设备的設計.....	424
§ 29—1 压气设备設計的基本原則.....	424
§ 29—2 設計的計算步驟.....	424

附 录

I—1	4-62型及4-62-2型离心通风机性能规范及 选择曲线
I—2	4-62型离心通风机类型曲线及选择曲线
I—3	4-62型及4-62-2型离心通风机外形尺寸
I—4	BY型轴流式通风机类型曲线
I—5	BY型轴流式通风机性能曲线
I—6	BY型轴流式通风机外形尺寸
II—1	Д型水泵技术性能表
II—2	带底座的Д型水泵安装尺寸
II—3	不带底座的Д型水泵安装尺寸
II—4	SSM型离心水泵性能曲线图
II—5	SSM型离心水泵性能表
II—6	SSM型离心水泵外形尺寸
II—7	水泵电动机的技术数据及其外形尺寸
III—1	国产移动式压气机规格表
III—2	国产固定式压气机规格表
III—3	国产风动机械耗气量表
III—4	无缝钢管规格表
III—5	焊接钢管规格表
III—6	胶皮管规格表
III—7	常用阀门表
III—8	热力学公式

参考文献

第一篇

矿山通风设备

第一章 透平机的理論基础

§1—1 透平机的概述

1. 透平机的分类

在一种机器的軸上，装着叶片式的工作輪，这种由于工作輪的轉动而作功的机器叫做透平机。

透平机的种类根据用途可分为原动机和工作机两类。前者系利用流体（液体、气体）的能，作用在透平机的工作輪上，使机軸轉动而产生机械功，如汽渦輪、水渦輪等。后者系利用原动机的机械能使軸轉动来輸送流体或压縮气体，如通風机、离心式和軸流式水泵、离心压气机等。

如果根据它們的构造以及流体对工作輪軸綫的运动特点来分类的話，透平机可分为离心式的和軸流式两种。前者流体运动的方向和工作輪軸綫垂直，而后者則和工作輪軸綫平行。

2 透平机的工作原理

我們首先談談离心透平机的工作原理。如图 1—1 表示单面吸入单級离心透平机。它是由具有輪叶 2 并装在軸 3 上的工作輪 1、軸承 4、螺旋形扩散器 5、吸入管 6 及錐形扩散器 7（在水泵中不使用扩散器 7）所組成的。

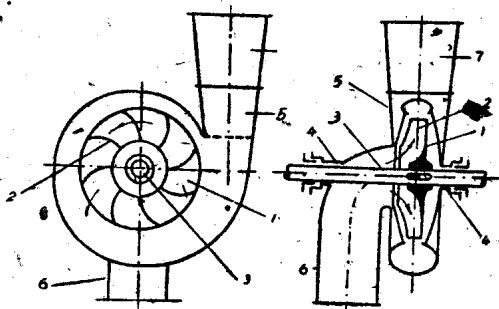


图 1—1 单面吸入单級离心透平机示意图

当工作輪按箭头所示的方向轉动时，工作輪內的流体，由于工作輪轉动时所产生的离心力，自工作輪內面流至工作輪的外周，再經螺旋形扩散器而自錐形扩散器流出；当工作輪的流体被压出时，工作輪內部空間呈真空状态，这时由于大气压力将流体压入工作輪內，以填充工作輪內原先被带去的流体，工作輪不断地旋轉，流体也不断地被吸入和压出，故离心透平机能繼續不断地供給流体。

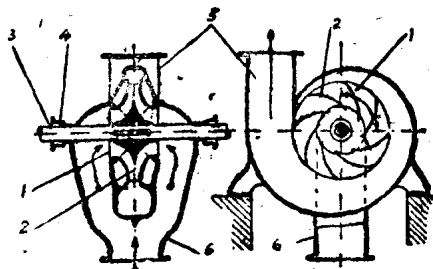


图 1—2 双面吸入单級透平机

上面所述的透平机，它的流量比較小。如果要增加透平机的流量，我們可以採用双面吸入的透平机，如图 1—2 所示，图中的注釋与图 1—1 相同。

以上各种透平机，它只有一个工作輪，因此称为单級透平机。如果要求它的压力增加时，則在同一軸上装上几个工作輪，这样，就成为多級透平机或串联式透平机。如图 1—3 (b) 所示。图中的注釋与图 1—1 相同。在这种透平机中，流体自吸入口进入第一个工作輪后，提高压力而进入第二个工作輪。在第二个工

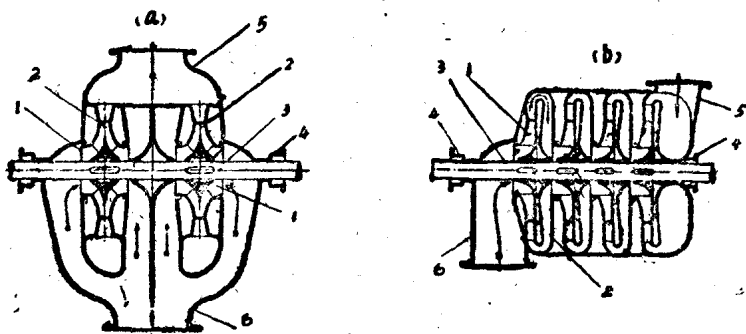
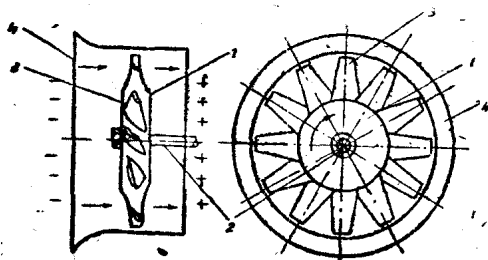


图 1—3 a—并联式透平机；b—串联式透平机

作輪再次提高压力后，又进入第三个工作輪。这样，連續地流过所有的工作輪，最后自扩散器內排出。图 1—3(a) 表示并联式透平机，它所产生的压头与单級透平机相同。不过在流量方面較單級的要增大一倍。

图 1—4 表示軸流式透平机的示意图。这种透平机系由裝在軸 2 上的殼狀工作輪 1、輪叶 3 和外壳 4 所組成。当工作輪轉动时，流体沿着工作輪的軸向运动，在輪的进口处产生真空，而在



輪的出口处則产生高于大气压的压力。工作輪連續不断地轉动时，流体則連續不断地自吸入口沿軸向从排出口流出。图 1—4 所示的透平机，因为軸上只具有一个工作

图 1—4 軸流式透平机

輪，所以称为單級軸流式透平机。如果在軸上裝有多个工作輪，則称为多級軸流式透平机。

3. 透平机的工作特性参数

(一) 流量 流量即透平机在单位時間內輸送流体的数量。其单位可用体积表示，也可用重量表示。如米³/秒、米³/分、米³/时，公斤/秒、公斤/分、公斤/时。

(二) 压头 流体的质点在管內移动时，它的每一个质点都应儲备一定的能量。这种能量的消耗用以克服管网中的阻力，同时使流体产生运动速度。流体质点所增加的能量是在透平机中取得的。我們称单位重量的流体所取得的能量叫压头。关于压头的单位，通風机用毫米水柱高表示；水泵則用米水柱表示，称为水泵的揚程。

$$1 \text{ 毫米水柱} = 1 \text{ 公斤/米}^2$$

1 工程大气压 = 10 米水柱

(三) 功率 前面已经指出, 压头是单位重量或单位体积流体的能量增加。显然, 如果透平机在单位时间内移动 Q 单位重量或体积时, 则单位时间内所作的功 (即功率) 应等于:

$$N_t = QH$$

一般功率的单位以千瓦来表示。则水泵的功率可用下式计算:

$$N_t = \frac{QH}{102} \text{ 千瓦}$$

而通风机的功率则为:

$$N_v = \frac{Qh}{102} \text{ 千瓦}$$

在第一种情况下, H 的单位是以米水柱高表示的; 第二种情况, h 的单位系以毫米水柱高表示的。

功率的单位, 有时也用马力来表示。所谓马力, 即每一秒钟作了 75 公斤—米的功。1 马力 = 0.736 千瓦。

(四) 效率 透平机的效率, 就是输送流体的理想功率与实际透平机所消耗功率的比值。即:

$$\eta = \frac{QH}{102N} \dots\dots\dots \text{水泵}$$

$$\eta = \frac{Qh}{102N} \dots\dots\dots \text{通风机}$$

式中 N —透平机实际所消耗的功率 (千瓦)。

(五) 转数 即透平机在单位时间内的转数。其单位为: 转/分、转/秒。

§1-2 透平机的基本方程式

1 速度图及各种速度的关系

空气和水, 按它们本身性质来说虽然不同, 但是, 通风机和

水泵的工作过程都是相似的。因为这两种机械的工作过程可以认为是在流体密度不变的情况下进行的。实际上，水是不可压缩的物质，空气虽然可以压缩，但由于通风机所产生的最大压头通常不超过 600 毫米水柱，所以空气的密度也可以当作不变。

为了导出透平机的基本方程式（理论压头），首先作出下列几个假想条件：

- 1) 在透平机工作过程中，假设没有任何损失；
- 2) 工作轮具有无限多而且无限薄的叶片；
- 3) 流体在工作轮内的流动，应是稳定流；
- 4) 流体应充满工作轮内全部空间，没有空隙。

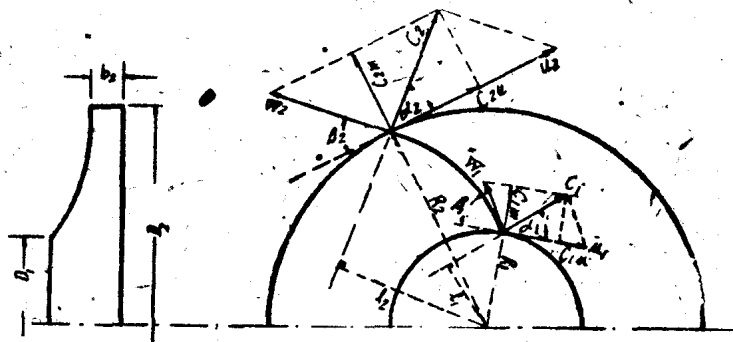


图 1—5 工作轮速图

现在就流体在工作轮内流动时的速度加以分析，如图 1—5 所示：

设 u ——工作轮的圆周速度（米/秒）；

W ——流体在工作轮内的相对速度（米/秒）；

所谓相对速度，系观察者站在迴转的工作轮上，观察流体流动时的速度。

C ——绝对速度（米/秒）；

所谓绝对速度，系观察者站在迴转的工作轮外，观察流体流动时的速度。

α ——绝对速度与圆周速度的夹角；

β ——相对速度与圆周速度的延线的夹角；

1、2——分别表示进口与出口的脚步。

由图 1—5 根据三角学的余弦定律，我們得到各种速度的关系于下：

$$W_2^2 = C_2^2 + u_2^2 - 2C_2u_2 \cos \alpha_2 \quad (1)$$

$$C_2^2 = W_2^2 + u_2^2 - 2W_2u_2 \cos \beta_2 \quad (2)$$

$$C_{2u} = C_2 \cos \alpha_2 = u_2 - W_2 \cos \beta_2 = u_2 - C_{2m} \cot \beta_2 \quad (3)$$

$$C_{2m} = W_2 \sin \beta_2 = C_2 \sin \alpha_2 \quad (4)$$

2. 透平机基本方程式的推导

根据动量矩定理：“加于二截面流体的外力矩，应等于单位时间内此二截面动量矩的增量。”設：

质点在工作輪入口处的动量矩为：

$$L_1 = mc_1 l_1$$

质点在工作輪出口处的动量矩为：

$$L_2 = mc_2 l_2$$

則动量矩的增量为：

$$L = L_2 - L_1 = m(c_2 l_2 - c_1 l_1)$$

設加到流体的功率为 N ；工作輪的角速度为 ω ；透平机的流量为 Q ；它的理論压头为 H_T 。

$$\text{則外力矩} \quad L' = \frac{N}{\omega} = \frac{QH_T}{\omega}$$

$$\text{根据动量矩定律} \quad L' = L = L_2 - L_1$$

$$\frac{QH_T}{\omega} = m(c_2 l_2 - c_1 l_1)$$

$$\text{而} \quad m = \frac{Q\gamma}{g} \quad \text{式中} \gamma \text{——流体的比重。}$$

$$\therefore \frac{QH_T}{\omega} = \frac{Q\gamma}{g} (c_2 l_2 - c_1 l_1)$$