

中等专业学校教材



水 轮 机

第 二 版

长春水利电力高等专科学校 王蕴莹 主编



中等专业学校教材

水 轮 机

第 二 版

长春水利电力高等专科学校 王蕴莹 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书重点叙述了目前常用的大中型水轮机的结构型式及应用情况，对水轮机选型计算的方法和步骤也作了一般介绍。书中列有各种型式的大中型水轮机的结构实例，提供了反击式水轮机暂行系列型谱和特性曲线，可供水轮机选型初步设计参考。本书对水轮机的基本原理、模型试验、气蚀、振动等也作了简要论述，为从事水电站安装、检修、运行人员提供了有关水轮机的理论基础和解决有关问题的基本方法。

本书为中等专业学校水电站动力设备专业的试用教材，也可供水电站机电技术人员和大院校有关专业人员参考。

中等专业学校教材

水 轮 机

第 二 版

长春水利电力高等专科学校 王蕴莹 主编

*

中国水利水电出版社 出版
(原水利电力出版社)

(北京市三里河路6号 100044)

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售

北京市兴怀印刷厂印刷

*

787mm×1092mm 16开本 22印张 514千字

1980年5月第1版

1993年10月第2版 2006年1月第6次印刷

印数 34141--36140册

ISBN 7-80124-290-4/TV·154

(原 ISBN 7-120-01809-4/TV·650)

定价 27.00 元

第二版 前 言

本教材是根据1988年10月在沈阳召开的中等专业学校水利水电类专业教材规划会议拟定的《水轮机》课程教学大纲进行修订的。

本次修订针对中等专业学校水电站动力设备专业的培养目标和要求，在原书的基础上作了如下几个方面修订：

(1) 保留原书突出结构的特色，并补充了新内容；

(2) 对原书中的原理和水力计算部分，注重了基本理论概念的叙述，简化了公式的推导，补充了新内容，增添了例题和复习题。

本教材由长春水利电力高等专科学校王蕴莹主编。第一、六、八、九、十、十一章及附录由王蕴莹编写；第二、四、五章由云南省电力学校陈立成编写；第三、七章由西宁电力学校肖叶霞编写；第十二、十三、十四章由武汉电力学校朱德康编写。

全书由成都水力发电学校李万星主审。

本教材在修订过程中，得到了哈尔滨电机厂、东方电机厂、葛洲坝电厂、潘家口电厂等单位的帮助和支持，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1991年7月

第一版 前 言

我国是世界上水力资源最丰富的国家之一，水力发电在我国有广阔的发展前途。但解放前，开发利用得很少。解放后，在党的领导下修建了几十座大中型水电站，使我国的水力发电设备，在制造、安装和运行等方面都积累了丰富的经验。我们在总结实践经验和广泛收集资料、调查研究的基础上，编写了《水轮机》一书，供水电建设机电方面的有关人员参考，并做为中等专业学校水电站动力设备专业教材使用。

本书的选材立足于国内的水轮机设计、制造、运行和检修的成果，重点介绍了水轮机结构，其中以混流式水轮机为主。为便于学习和比较，书中还列有各种型式水轮机的结构实例。对水轮机的选型设计，结合生产实践经验，也进行了一般介绍。书中提供了反击式水轮机暂行系列型谱和特性曲线图，并编有实际例题。对水轮机的能量特性、气蚀特性、相似理论、模型试验、泥沙磨损、振动以及主要过流部件的水力计算等也做了简要的介绍，为解决水轮机检修和运行中的一些实际问题提供了理论基础和基本方法。

本书由我校水动教研室编写，参加编写工作的有史振声、王蕴莹、周全光。

本书在编写过程中得到制造厂、科研单位、设计院、水电站、工程局和大专院校等大力协助，提供了资料，并对书稿提出了宝贵意见。成都水力发电学校、华北水利水电学院、西津水电站等单位还参加了书稿的修改工作，在此我们表示衷心感谢。

对于书中存在的缺点和错误，希望读者批评指正。

东北水利水电学校

1979年12月

目 录

第二版 前言

第一版 前言

第一章 水轮机概述	1
第一节 水轮机的工作参数	1
第二节 水轮机的基本类型和应用范围	3
第三节 水轮机的主要过流部件	7
第四节 水轮机型号编制规则	11
第二章 混流式水轮机结构	15
第一节 混流式水轮机概述	15
第二节 混流式水轮机引水室	17
第三节 混流式水轮机导水机构	20
第四节 混流式水轮机转轮和主轴	34
第五节 混流式水轮机导轴承	43
第六节 混流式水轮机密封装置	50
第七节 混流式水轮机尾水管和附属装置	54
第八节 混流式水轮机结构实例	56
第三章 轴流式水轮机结构	63
第一节 轴流式水轮机概述	63
第二节 轴流转桨式水轮机转轮	65
第三节 轴流转桨式水轮机其余部件	73
第四节 水轮机防飞逸装置和防抬机措施	76
第五节 贯流式水轮机	78
第六节 轴流转桨式水轮机结构实例	81
第七节 贯流式水轮机结构实例	83
第四章 斜流式水轮机和水泵-水轮机	86
第一节 斜流式水轮机概述	86
第二节 斜流式水轮机转轮	86
第三节 水泵-水轮机	92
第四节 结构实例	93
第五章 冲击式水轮机结构	100
第一节 冲击式水轮机概述	100
第二节 切击式水轮机结构	102
第三节 切击式水轮机结构实例	109
第六章 水轮机的工作原理	112

第一节	水轮机中的能量损失和效率	112
第二节	水流在水轮机中的运动	114
第三节	水轮机进、出口速度三角形的绘制	117
第四节	水轮机基本方程式	120
第五节	水轮机能量转换的最优工况	124
第六节	非最优工况对水轮机能量转换的影响	125
第七章	水轮机中的气蚀、泥沙磨损和振动	128
第一节	水轮机中的空化现象	128
第二节	气蚀类型与侵蚀程度计算标准	130
第三节	反击式水轮机翼型气蚀和气蚀系数	133
第四节	反击式水轮机吸出高度和安装高程	137
第五节	空腔气蚀对运行稳定性的影响	140
第六节	原型水轮机的气蚀	141
第七节	水轮机抗气蚀措施	143
第八节	水轮机的泥沙磨损	147
第九节	水轮机的振动	150
第八章	水轮机的相似理论	155
第一节	相似理论的一般概念	155
第二节	水轮机的相似条件	155
第三节	相似水轮机主要参数之间的关系	157
第四节	水轮机的单位参数	160
第五节	模型换算到原型的修正	162
第六节	水轮机比转速	166
第七节	切击式水轮机相似公式	169
第九章	水轮机的模型试验	171
第一节	水轮机模型试验的意义和任务	171
第二节	反击式水轮机模型能量试验	172
第三节	反击式水轮机模型气蚀试验	181
第四节	水轮机的飞逸特性试验	186
第五节	水轮机轴向水推力试验	190
第十章	水轮机特性曲线	194
第一节	水轮机特性曲线的分类	194
第二节	不同型式水轮机的特性曲线分析比较	201
第三节	水轮机运转综合特性曲线的绘制	203
第四节	绘制水轮机运转综合特性曲线实例	213
第十一章	水轮机的选型设计	229
第一节	水轮机选择的一般概念	229
第二节	水轮机台数选择	231
第三节	水轮机型式的选择	233
第四节	水轮机主要参数的选择	234
第五节	水泵-水轮机的选择	244

第六节	切击式水轮机的选择·····	247
第七节	水轮机选择实例·····	251
第十二章	水轮机蜗壳的水力计算·····	259
第一节	水流在蜗壳中的运动·····	259
第二节	蜗壳型式及主要参数选择·····	260
第三节	金属蜗壳的水力计算·····	264
第四节	混凝土蜗壳的水力计算·····	270
第五节	蜗壳水力计算实例·····	278
第十三章	水轮机导水机构的水力计算·····	288
第一节	径向式导水机构的几何参数·····	288
第二节	导水机构调节流量和形成环量·····	295
第三节	导叶的标准化和选择·····	299
第十四章	水轮机尾水管的水力计算·····	303
第一节	尾水管的作用和类型·····	303
第二节	尾水管的选择·····	308
附录		
附录 I	反击式水轮机型谱参数及模型主要参数表·····	319
附录 II	水轮机应用范围总图·····	326
附录 III	各水轮机系列应用范围图表·····	327
附录 IV	水轮机转轮综合特性曲线图·····	333

第一章 水轮机概述

第一节 水轮机的工作参数

水轮机一般都装在水电站的厂房内，如图1-1所示。水流经引水道进入水轮机，由于水流和水轮机的相互作用，水流便把自己的能量传给了水轮机，水轮机获得能量后开始旋转而作功。因为水轮机和发电机相连，水轮机便把它获得的能量传给了发电机，带动发电机转子旋转，在定子内感应出电势，带上外负荷后便输出了电流。

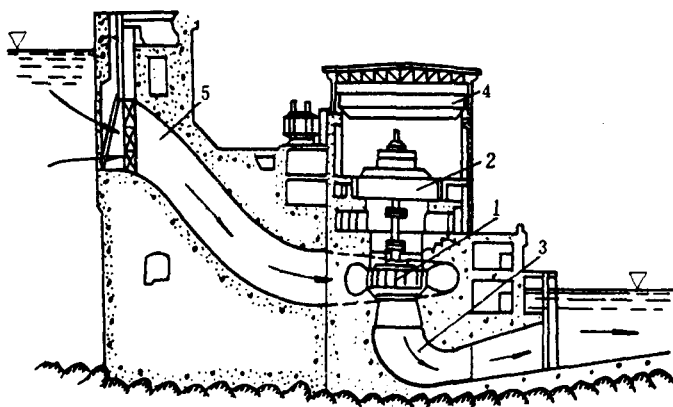


图 1-1 拦河坝式水电站坝后式厂房

1—水轮机；2—发电机；3—尾水管；4—吊车；5—引水钢管

当水流通过水轮机时，水能即转变成机械能，这一工作过程的特性可用水轮机的工作参数来表征。其主要工作参数有：水头 H 、流量 Q 、出力 N 、效率 η 和转速 n 。

一、工作水头

以图1-2所示的水电站为例，研究水轮机的工作水头。

水轮机水头 H 是水轮机进口断面1-1和出口断面2-2之间单位重量水流能量的差值。

水轮机进口断面系指蜗壳进口断面，出口断面系指尾水管出口断面。

水轮机进口1-1测量面所具有的单位重量水流能量 E_1 (J/N) 为：

$$E_1 = z_1 + a_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{a_1 v_1^2}{2g} \quad (1-1)$$

式中 E ——单位重量水流能量，J/N；

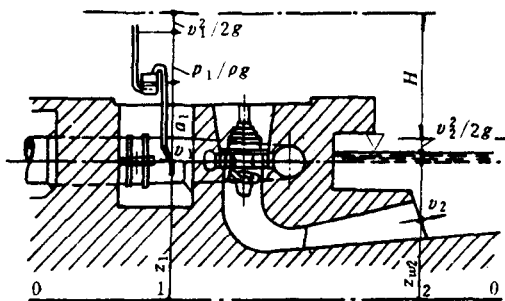


图 1-2 水轮机的工作水头

z ——相对于既定基准面的位置高度或称单位位置势能, m;

$\frac{p_1}{\rho g}$ ——相对单位压力势能, m;

p_1 ——压强, Pa;

v ——过流断面的平均流速, m/s;

a ——速度分布不均匀系数;

$\frac{av^2}{2g}$ ——单位动能, m;

a ——测压表到测点高度, m;

ρ ——水的密度 (kg/m^3); 为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$;

g ——重力加速度, 一般等于 $9.81\text{m}/\text{s}^2$ 。

水轮机出口 (2-2 测量面) 所具有的单位重量水流能量 E_2 (J/N) 为:

$$E_2 = z_2 + \frac{a_2 v_2^2}{2g} \quad (1-2)$$

注: 角标 1 表示水轮机进口测点, 角标 2 表示水轮机出口测点。

a 根据水轮机试验的国际规程规定令 $a = 1$ 。

由于出口断面面积与水轮机结构有关, 而且出口面积越大, $\frac{a_2 v_2^2}{2g}$ 就愈小, 所以有时可以只计出口断面的单位势能 z_2 , 即 $E_2 = z_2$ 。于是得到水轮机的工作水头 H (m):

$$H = E_1 - E_2 = z_1 - z_2 + a_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \quad (1-3)$$

二、流量

单位时间内通过水轮机的水流总量 (体积) 称为水轮机流量, 用 Q 表示。通常采用 m^3/s 为单位。

三、转速

水轮机单位时间内旋转的次数, 称为水轮机的转速, 用 n 表示, 其单位是 r/min 。

四、出力和效率

单位时间内水轮机轴端输出的功率, 即为水轮机出力, 用 N 表示, 通常单位是 kW 。

水流输入给水轮机的出力为:

$$\begin{aligned} N_{s,r} &= \rho g Q H \quad (\text{W}) \\ &= 9.81 Q H \quad (\text{kW}) \end{aligned} \quad (1-4)$$

由于水流流经水轮机进行能量交换过程中会产生一定损耗, 因此水轮机出力小于水流出力, 水轮机出力 N 和水流出力 $N_{s,r}$ 之比称为水轮机效率, 用 η 表示。

$$\eta = \frac{N}{N_{s,r}} \quad (1-5)$$

η 为小于 1 的系数, 它表示水轮机对水流的有效利用程度, 水流流经水轮机时损失越小, 有效利用率越大, 即效率越高。目前大型水轮机的最高效率可达 $90\% \sim 95\%$ 。

由此，水轮机的出力可写成：

$$N = 9.81QH\eta \quad (\text{kW}) \quad (1-6)$$

从式 (1-6) 可看出 N 的大小取决于 Q 和 H 的大小。

【例 1-1】某水电站水轮机出力为 10.2 万 kW，水头为 89 m，水轮机效率为 92%。由式 (1-6) 可得：

$$\begin{aligned} Q &= \frac{N}{9.81H\eta} = \frac{102000}{9.81 \times 89 \times 0.92} \\ &= 127 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

【例 1-2】某水轮机进行效率试验时，测得的数据如下：

水轮机进口压力表的读数： $63.7 \times 10^4 \text{ Pa}$ (6.5 kgf/cm^2)，压力表中心高程为 95 m，压力表所处钢管直径 $D = 6 \text{ m}$ ，压力表距钢管中心距离为 4 m，电站下游水位为 100 m，水轮机流量 $Q = 275 \text{ m}^3/\text{s}$ ，发电机功率 $N_f = 165000 \text{ kW}$ ，发电机效率 $\eta_f = 97.5\%$ 。求该工况下机组效率 η_z 和水轮机效率 η 。

解 取下游断面为水轮机出口截面，则 $\frac{p_2}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g}$ ， $\frac{a_2 v_2^2}{2g} \approx 0$ ，令 $a_1 = 1$ ，则式 (1-3) 可写成：

$$H = \left(z_1 + a_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \right) - z_2 \quad \text{而 } z_1 = 95 \text{ m}, z_2 = 100 \text{ m}$$

$$\frac{p_1}{\rho g} = \frac{63.7 \times 10^4 \text{ Pa}}{1000 \times 9.81} = 64.9 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \frac{v_2^2}{2g} &= \frac{Q^2}{2g(\pi D^2/4)^2} = \frac{275^2}{2 \times 9.81(3.14 \times 6^2/4)^2} \\ &= 4.8 \text{ m} \end{aligned}$$

将以上数据代入水轮机水头 H 计算公式得：

$$H = (95 + 4 + 64.9 + 4.8) - 100 = 68.7 \text{ m}$$

$$\eta_z = \frac{N_f}{9.81QH} = \frac{165000}{9.81 \times 275 \times 68.7} = 0.89$$

$$\eta = \frac{\eta_z}{\eta_f} = \frac{0.89}{0.975} = 0.91$$

即机组效率为 0.89，水轮机效率为 0.91。

第二节 水轮机的基本类型和应用范围

水轮机是水电站主要动力设备之一，是将水能转变成机械能的一种原动机，它的工作情况与水电站的水头和流量有关，而水头和流量的大小是取决于河流的天然条件。对于各个水电站可以相差很大。因此，需要设计制造出很多种类型的水轮机，来适应不同情况的水电站，从而达到合理利用水力资源。

一、基本类型

根据水轮机转轮所转换水流能量的特征可分为反击式和冲击式水轮机两大类。

1. 反击式水轮机

反击式水轮机主要是利用水流的压能，在叶片前后形成压力差（即 $\frac{p_1 - p_2}{\rho g} > 0$ ），和小部分动能进行工作的，转轮在工作过程中全部浸在压力水流之中，水流流经转轮叶片时由于受叶片的作用使流速大小和方向发生改变，因而对转轮产生了作用力，使转轮旋转做功。

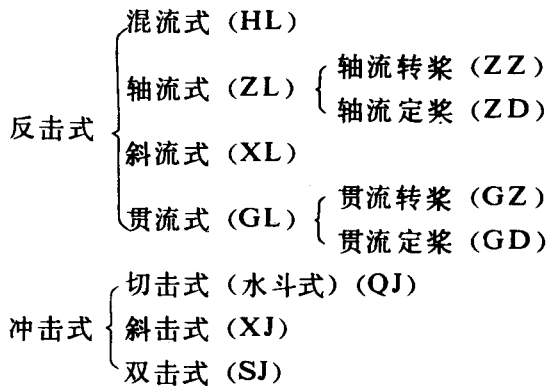
反击式水轮机按其水流流经转轮的方向不同又可分为混流式水轮机，轴流式水轮机、斜流式水轮机和贯流式水轮机。

2. 冲击式水轮机

冲击式水轮机是利用水流的动能进行工作的，工作时，转轮内只有部分充水，水流流经转轮叶片过程中压力保持不变等于大气压力（即 $\frac{p_1 - p_2}{\rho g} = 0$ ），水流具有与空气接触的自由表面。

冲击式水轮机根据水流射向转轮方向分为切击式、斜击式、双击式三种型式。

近代水轮机的主要类型归纳如下：



二、各种类型水轮机的特点及应用范围

1. 混流式水轮机

混流式水轮机其水流流经叶片时，水流径向进入转轮，经旋转改变方向，然后转为轴向流出，故称为混流式或辐向轴流式水轮机，如图1-3所示。

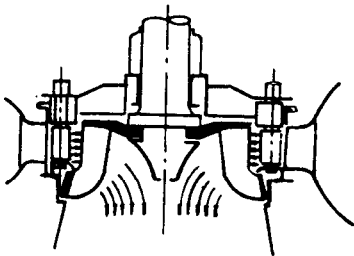


图 1-3 混流式水轮机

混流式水轮机一般应用于中水头水电站，其范围为30~450m，近年来，应用水头已提高到600多米，最高已达到672m。由于其结构简单，运行可靠，效率高，是目前应用最广泛的水轮机之一。

2. 轴流式水轮机

轴流式水轮机其水流流经叶片时，一直是轴向，

故称为轴流式，如图1-4所示。轴流式水轮机应用于低水头水电站，水头范围一般在55m以下，最高已达88m。

轴流式水轮机可根据在运行中转轮叶片能否转动而分轴流转桨和轴流定桨两种。

轴流转桨式水轮机转轮叶片可以转动，根据负荷变化导叶与轮叶可以按一定协联关系而绕其自身轴转动，从而实现导叶与转轮叶片的双重调节，以适应水流情况，保持效率变化不大。因此适用于负荷变化较大的低水头电站。一般应用水头3~80m，其主要缺点是结构复杂。

轴流定桨式水轮机，转轮叶片是固定的，因此当运行偏离设计工况时，桨叶角度不能完全适应水流情况，所以效率会急剧下降。故只适用水头、负荷变化不大的水电站。一般应用水头为3~50m，其结构比较简单。

3. 斜流式水轮机

斜流式水轮机是尚在发展中的新机型，其水流流经转轮叶片时是倾斜与轴线某一角度的方向（一般倾斜角为 45° 或 60° ）故称为斜流式，如图1-5所示。类同与转桨式，叶片可以转动，从而实现双重调节，在水头和负荷变化较大时，也能保持较高效率，其应用水头一般在40~200m之间。这种水轮机也常做成可逆式水力机械，用在抽水蓄能电站中。

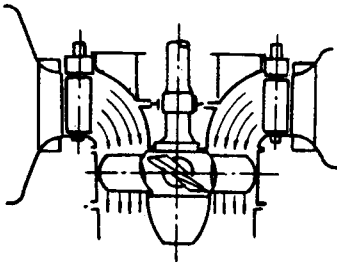


图 1-4 轴流式水轮机

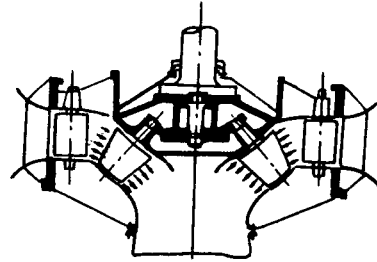


图 1-5 斜流式水轮机

4. 贯流式水轮机

贯流式水轮机是一种流道呈直线状的卧轴水轮机，水流经水轮机时，是沿轴向“直贯”通过，因而得名，如图1-6所示。贯流式水轮机结构和特性与轴流式相近，它是在轴流式水轮机基础上发展起来的，仅有30年的历史，其应用水头在30m以下，主要用在潮汐电站中。

5. 切击式水轮机

切击式（水斗式）水轮机，如图1-7所示。它靠从喷嘴出来的射流沿转轮圆周切向方向

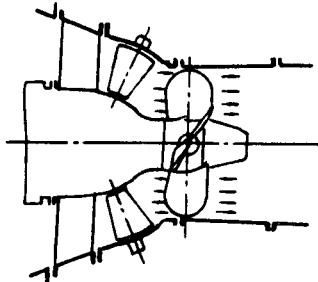


图 1-6 贯流式水轮机

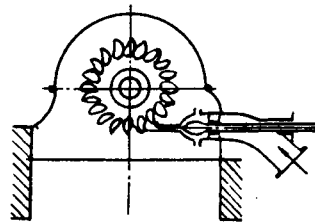


图 1-7 切击式水轮机

冲击转轮斗叶而做功。应用于高水头电站。小型水斗式用于水头40~250m,大型水斗式用于水头400~450m以上,目前最高应用水头达1772m。

6. 斜击式水轮机

图1-8(a)为斜击式水轮机示意图,图1-8(b)中其射流在进口与转轮平面e-e成一角度 α (通常 $\alpha \approx 22.5^\circ$),故称为斜击式。一般应用在中小型电站,水头在400m以下。

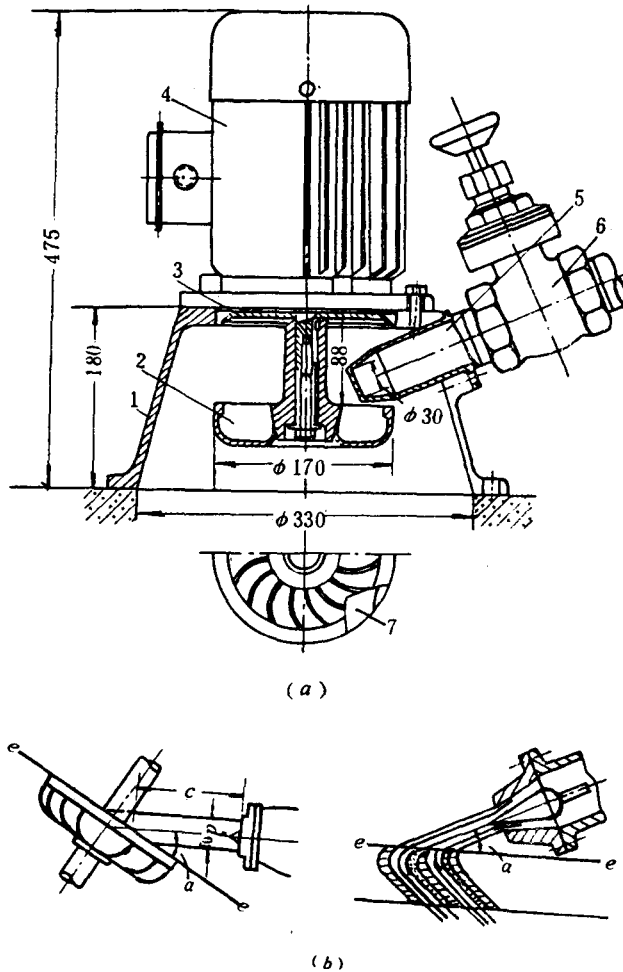


图 1-8

(a) 斜击式水轮机; (b) 斜击式水轮机射流与转轮相对位置
 1—机壳; 2—转轮; 3—挡水盘; 4—异步电机; 5—喷嘴;
 6—阀门; 7—喷嘴

7. 双击式水轮机

双击式水轮机,如图1-9所示,射流首先从转轮外周进入上部叶片流道,并将大约70%~80%动能传递给转轮。然后水流从内周再次进入下部叶片流道,将余下的水流能量,再次传递给转轮。因为水流两次冲击转轮叶片,故称为双击式。它只适用小型电站,其应

用水头约为10~150m。

各种型式水轮机水头应用范围，见表1-1。

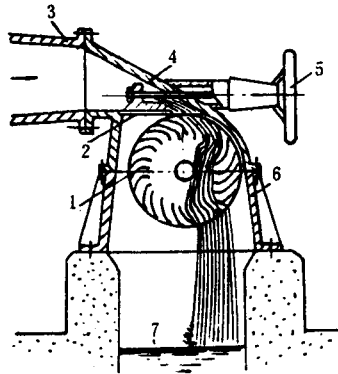


图 1-9 双击式水轮机

1—转轮；2—调节闸板；3—压力水管；4—喷嘴；5—调速手轮；6—机壳；7—尾水渠

表 1-1 水轮机类型和应用范围

类型	型 式		应用水头 (m)
反击式	混流式		30~700
	轴流式	转桨式	3~80
		定桨式	3~50
	斜流式		40~120
	贯流式	转桨式	2~30
定桨式			
冲击式	切击式		100~2000
	斜击式		25~400
	双击式		10~150

第三节 水轮机的主要过流部件

反击式水轮机有四个过流部件，它们分别为引导并集中水流流入转轮的引水部分，称为引水部件；使流入转轮的水流具有所需要的速度方向和大小的导向部分，称为导水部件；把引入转轮的水流的水能转换为转动刚体机械能的能量转换部分，称为工作部件；将转轮流出的水引向下游，并利用其余能的泄水部分，称之为泄水部件。

一、引水部件（引水室）

引水部件的功用如下：

- 1) 以最小的水力损失把水引向导水部件，从而提高水轮机的效率。
- 2) 尽可能保证沿导水部件周围进水流量均匀，水流对称于轴，以使转轮受力均衡，提高工作稳定性。
- 3) 在进入导水部件以前，使水流形成一定环量。
- 4) 保证转轮在水中工作，不与大气接触。

不同类型水轮机，引水部件的型式，结构和作用也各不相同。

引水室按其特征分为蜗壳式、明槽式、罐式、灯泡式、竖井式、虹吸式、轴伸式等多种形式，其中常用的为前三种，后四种一般应用在贯流式水轮机中。

大中型水轮机，多数都采用蜗壳式引水室。它的进口端与压力水管相连，由进口端向末端它的断面逐渐减小，并将导水部件包围在里面。从外形上看很象蜗牛的壳，故称为蜗壳式引水室，简称蜗壳，它属于闭式引水室。由于水轮机的应用水头不同，水流作用在蜗壳上的水压力不同，因此对蜗壳强度要求也不同。为满足强度要求，目前一般在水头大于40m采用金属蜗壳，如图1-10所示。小于40m采用混凝土蜗壳，如图1-11所示。

蜗壳可以作成适当的尺寸，保证较小的水力损失。减小厂房尺寸，降低土建投资。冲击式引水部件只能起引水作用。它的形式为集流管，如图1-12所示。

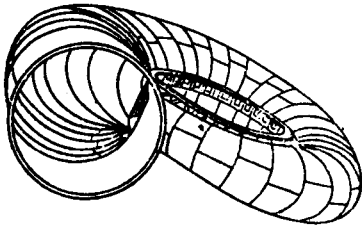


图 1-10 金属蜗壳

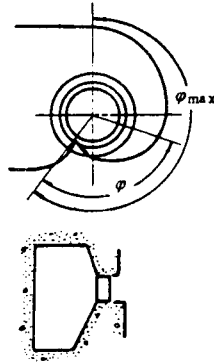


图 1-11 混凝土蜗壳

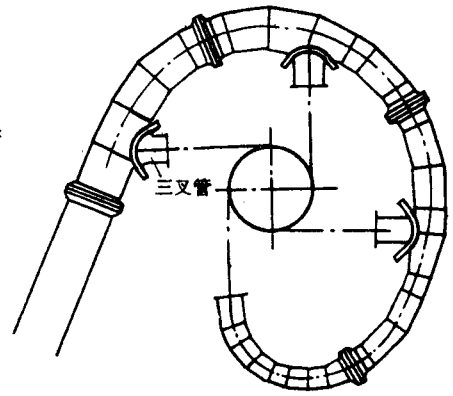


图 1-12 集流管

二、导水部件

导水部件位于引水部件和工作部件之间，它的主要功用是：

1. 调节流量

根据机组负荷变化，调节进入转轮的流量改变水轮机的出力，使其与机组外负荷变化相适应。

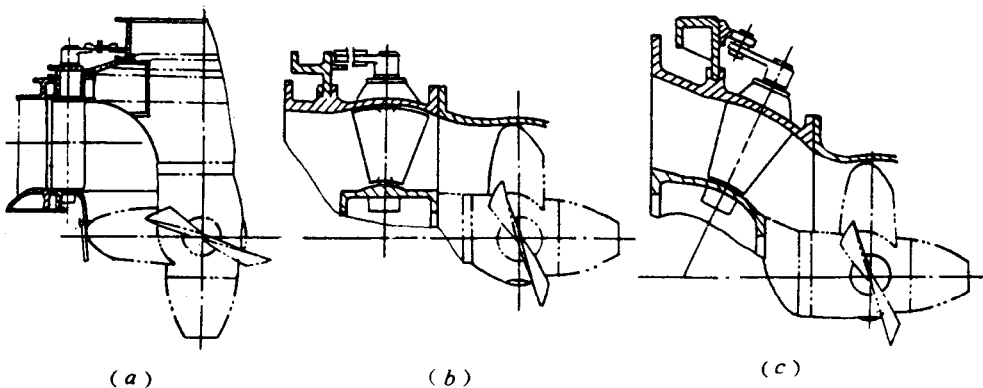
2. 形成环量

根据转轮对进口环量的要求，在转轮前形成必需的旋转。

3. 截断水流

导叶全部关闭，可截住水流实现停机。

大中型反击式水轮机，一般都采用多导叶式的导水部件，即在转轮外围的圆周上，布置一系列的均匀分布的导叶，每一个导叶都可绕其自身的轴旋转。通过导水部件的传动机构来控制导叶，可使所有的导叶同时旋转某一个角度，借以调节进入转轮的流量。这种导水部件由于导叶轴的位置和水流流经导叶的方向不同又分为三种型式，如图1-13所示。



(a)

(b)

(c)

图 1-13 导水机构的三种形式

(a) 径向式导水部件；(b) 轴向式导水部件；(c) 斜向式导水部件

(1) 径向式导水部件, 因水流流经导叶的水流方向是径向的, 故称为径向式。如图 1-13(a) 所示。这种导水部件的导叶轴位于同一个圆柱面上, 也称为圆柱式导水部件, 它广泛的应用在混流式和轴流式水轮机中。

(2) 轴向式导水部件, 因水流流经导叶方向是轴向的, 故称为轴向式导水部件, 如图 1-13(b) 所示。这种导水部件的导叶轴位于圆盘上, 也称为圆盘式导水部件, 它主要应用在贯流式水轮机上。

(3) 斜向式导水部件, 因水流流经导叶方向是倾斜主轴方向, 故称为斜向式导水部件, 如图 1-13(c) 所示。这种导水部件的导叶轴位于圆锥面上, 也称为圆锥式导水部件。这种结构型式只用在特殊结构的水轮机中, 如贯流式和斜流式水轮机。

冲击式水轮机的导水部件, 一般均采用喷嘴, 如图 1-14 所示。

三、工作部件

工作部件系指转轮 (或称工作轮), 它是水轮机的心脏, 是水轮机实现能量转换的主要部件, 也是对水轮机性能、结构、尺寸等起决定性影响的过流部件, 因此转轮的型式就决定了水轮机的型式, 故一般所指水轮机的型式, 实质是指该水轮机转轮的型式。如图 1-15 所示, 为混流式转轮, 由于应用水头不同, 转轮的形状也有所变化, 如图 1-15(c) 所示, 转轮进口直径 D_1 大于出口直径 D_2 , 一般应用水头大于 300m; 如图 1-15(b) 所示, 转轮进口、出口直径近似相等 $D_1 \approx D_2$, 通常应用水头在 150m 以上; 如图 1-15(a) 所示, 转轮进口直径 D_1 小于转轮出口直径 D_2 , 一般应用水头小于 40m。

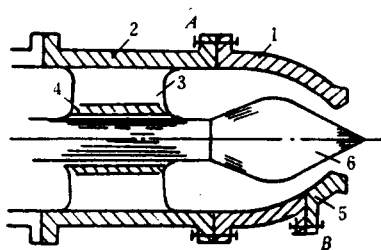


图 1-14 喷嘴

1—喷嘴头; 2—连接管; 3—导水栅;
4—轴承; 5—喷嘴口; 6—喷针

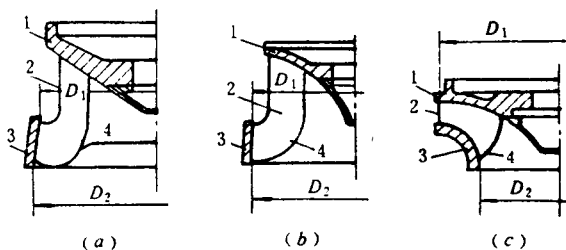


图 1-15 混流式转轮形状

(a) $D_1 < D_2$; (b) $D_1 \approx D_2$; (c) $D_1 > D_2$
1—上冠; 2—叶片进水边; 3—下环; 4—叶片出水边

如图 1-16(a) 所示, 为轴流转桨式转轮, 图 1-16(b) 所示, 为轴流定桨式水轮机转轮。如图 1-17 所示, 为斜流式转轮、如图 1-18(a) 所示, 为切击式转轮、如图 1-18(b) 所示为斜击式转轮、如图 1-18(c) 所示为双击式转轮。

四、泄水部件

水轮机泄水部件习惯上称为尾水管或吸出管, 如图 1-19 所示。其功用为:

- 1) 将水流平顺的引到下游;
- 2) 回收水流离开转轮时的部分动能和收回转轮高出下游水面的那一段位能。

尾水管是水轮机重要组成部分之一。尾水管性能好坏直接影响水轮机的经济性和安全性及整个水电站的建筑费用。因此应合理地选择尾水管。根据尾水管的形状不同, 分为直