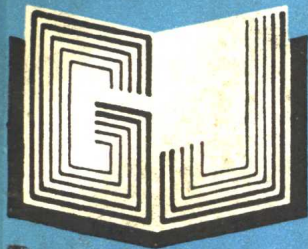


942292



TK73  
5054

高等学校教材  
专科适用

# 水 轮 机

东北水利水电专科学校 史振声 主编



高等学校教材

//////////////////// 专 科 适 用 //////////////////////

# 水 轮 机

东北水利水电专科学校 史振声 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

## 内 容 提 要

本教材共分十八章,对水轮机的结构、原理、特性及型式选择进行了全面系统的论述。主要包括:水轮机的结构、工作原理和相似理论;水轮机的气蚀、磨损和振动;水轮机的模型试验、特性曲线以及标准系列和选择;水轮机的主要过流部件蜗壳、导水机构、尾水管和转轮的水力计算。此外,书中还介绍了水斗式水轮机、水泵水轮机和贯流式水轮机以及水轮机的过渡过程和水轮机的计算机辅助设计等内容。

本书为高等专科学校水电站动力设备专业的教材,并可作为有关专业的教学参考书,还可供有关工程技术人员参考。

## 高 等 学 校 教 材 专 科 适 用 水 轮 机

东北水利水电专科学校 史振声 主编

\*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 27.5印张 628千字

1992年6月第一版 1992年6月北京第一次印刷

印数 0001—7690册

ISBN7-120-01527 3/TV·552

定价7.10元

# 前 言

本教材是根据原水利电力部教育司所确定的高等专科学校教材选题规划及1989年8月山东泰安会议所制定的《水轮机》教材编写提纲编写的。

本教材重点内容为水轮机的结构、原理、特性及选型计算，并对水泵水轮机及水轮机的计算机辅助设计等新技术作了简要介绍；对水斗式水轮机、贯流式水轮机以及水轮机的过渡过程也作了一般性的介绍。

在编写本书时，立足于国内的实际情况，并收集了国内外关于水轮机科研、设计、制造、安装、运行与检修等方面的先进技术和生产实践方面的大量资料，使所编的教材尽可能具有本学科的系统性、实用性和先进性。为突出高等专科学校教学的特点，本教材侧重于应用，注重理论联系生产实际，在书中编入部分生产实践经验的内容及部分实例。对基础理论的内容则以够用为度。

本教材由东北水利水电专科学校史振声同志主编，并负责编写一章至十七章，东北水利水电专科学校何宝海同志编写第十八章。全书由武汉水利电力学院魏先导同志主审。

本书在编写过程中，有关科研、设计、安装和运行单位及高等院校提供了大量的资料，并提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中的缺点或错误在所难免，请读者批评指正。

编 者

1991年7月

# 目 录

## 前 言

第一章 水轮机总论	( 1 )
第一节 水轮机主要工作参数	( 1 )
第二节 水轮机的类型和适用范围	( 4 )
第三节 我国水轮机的发展成就	( 7 )
第四节 水轮机的主要过流部件	( 9 )
第五节 水轮机的装置方式	( 15 )
第六节 水轮机的牌号	( 17 )
第二章 反击型水轮机的结构	( 19 )
第一节 概述	( 19 )
第二节 转轮结构	( 19 )
第三节 主轴、轴承及主轴密封结构	( 30 )
第四节 导水机构的结构	( 41 )
第五节 埋入部件的结构	( 50 )
第六节 辅助设备	( 53 )
第七节 混流式水轮机的典型结构	( 59 )
第八节 轴流式水轮机的典型结构	( 70 )
第三章 水轮机的工作原理	( 80 )
第一节 水轮机的效率	( 80 )
第二节 水流在转轮中运动的分析	( 84 )
第三节 水轮机进、出口速度三角形	( 88 )
第四节 水轮机基本方程	( 91 )
第五节 水轮机运行工况分析	( 96 )
第四章 水轮机的气蚀	( 102 )
第一节 气蚀的一般概念	( 102 )
第二节 气蚀的类型	( 103 )
第三节 气蚀系数	( 106 )
第四节 水轮机的吸出高度和安装高程	( 110 )
第五节 水轮机的气蚀破坏与评定标准	( 114 )
第六节 运行工况与气蚀破坏的关系	( 116 )
第七节 水轮机的材料与气蚀破坏的关系	( 118 )
第八节 补气与气蚀破坏的关系	( 119 )
第九节 水轮机气蚀的防护	( 121 )
第十节 气蚀部位的保护措施	( 125 )
第五章 水轮机的相似理论	( 129 )
第一节 水轮机的相似条件	( 129 )
第二节 水轮机的相似定律	( 130 )

第三节	水轮机的单位参数	(133)
第四节	原、模型水轮机参数的换算	(135)
第五节	水轮机的比转速	(139)
第六节	比速与水轮机的关系	(140)
第六章	水轮机的磨损	(144)
第一节	水轮机磨损概述	(144)
第二节	水轮机磨损的因素	(144)
第三节	水轮机的磨损破坏	(148)
第四节	水轮机磨损的防护	(149)
第七章	水轮机的振动	(152)
第一节	概述	(152)
第二节	尾水管中的压力脉动	(154)
第三节	止漏装置中的压力脉动	(156)
第四节	卡门涡引起的振动	(158)
第五节	转轮叶片绕流的压力脉动	(160)
第六节	水力不平衡引起的压力脉动	(160)
第七节	在非设计工况下运行时的振动	(161)
第八章	水轮机模型试验及特性曲线	(163)
第一节	水轮机模型试验概述	(163)
第二节	反击型水轮机的模型能量试验	(164)
第三节	反击型水轮机的模型气蚀试验	(169)
第四节	水轮机模型主要综合特性曲线的绘制	(172)
第五节	模型主要综合特性曲线的分析比较	(179)
第六节	水轮机的飞逸特性	(181)
第七节	水轮机的轴向水推力	(185)
第八节	水轮机的抬机	(188)
第九节	水轮机的特性曲线	(190)
第九章	水轮机的标准系列及选择	(195)
第一节	水轮机的标准化	(195)
第二节	反击型水轮机转轮暂行系列型谱	(195)
第三节	水轮机选择概述	(214)
第四节	水轮机台数及型号的选择	(216)
第五节	水轮机主要参数的选择	(218)
第六节	水轮机运转综合特性曲线的绘制	(219)
第七节	水轮机选择实例	(225)
第八节	水轮机选择方案的综合分析比较	(237)
第九节	按比速选择水轮机	(241)
第十节	中小型水轮机的选择	(244)
第十章	水轮机的引水部件	(251)
第一节	水流在蜗壳中的运动规律	(251)
第二节	蜗壳型式及主要参数的选择	(252)
第三节	金属蜗壳的水力计算	(255)

第四节	混凝土蜗壳的水力计算·····	(261)
第五节	座环固定导叶的水力计算·····	(265)
第六节	蜗壳的水力计算例题·····	(268)
第十一章	水轮机的导水机构·····	(276)
第一节	径向式导水机构的几何参数·····	(276)
第二节	导水机构的工作原理·····	(279)
第三节	导叶翼型的类型及选择·····	(280)
第十二章	水轮机尾水管的水力分析·····	(282)
第一节	尾水管的工作原理·····	(282)
第二节	尾水管水力损失的分析·····	(285)
第三节	弯肘形尾水管的水力性能·····	(287)
第四节	弯肘形尾水管的选择·····	(288)
第十三章	转轮水力计算简介·····	(294)
第一节	转轮水力计算的任务与要求·····	(294)
第二节	转轮水力计算方法概述·····	(295)
第三节	轴流式水轮机转轮流道几何参数的确定·····	(296)
第四节	混流式水轮机转轮流道几何参数的确定·····	(300)
第五节	提高水轮机比速的途径·····	(304)
第十四章	水泵水轮机·····	(309)
第一节	概述·····	(309)
第二节	水泵水轮机的工作原理·····	(312)
第三节	水泵水轮机的特性·····	(314)
第四节	水泵水轮机的相似关系·····	(315)
第五节	水泵水轮机参数的特点·····	(317)
第六节	水泵水轮机的特性曲线及效率换算·····	(322)
第七节	水泵水轮机的选择·····	(325)
第八节	水泵水轮机的起动·····	(331)
第九节	水泵水轮机的结构特点·····	(336)
第十节	水泵水轮机的结构实例·····	(341)
第十五章	水斗式水轮机·····	(346)
第一节	概述·····	(346)
第二节	水斗式水轮机的结构·····	(347)
第三节	水斗式水轮机结构实例·····	(351)
第四节	水斗式水轮机的原理·····	(353)
第五节	水斗式水轮机的相似公式·····	(355)
第六节	水斗式水轮机的性能·····	(357)
第七节	水斗式水轮机的选择·····	(360)
第十六章	贯流式水轮机·····	(363)
第一节	概述·····	(363)
第二节	全贯流式水轮机·····	(365)
第三节	灯泡贯流式水轮机·····	(369)
第四节	双向贯流式水轮机·····	(375)

第五节	其它贯流式水轮机	(378)
第十七章	水轮机的过渡过程	(381)
第一节	过渡过程的基本概念	(381)
第二节	水轮机的全特性	(382)
第三节	常规水轮机的过渡过程	(387)
第四节	水泵水轮机的过渡过程	(389)
第十八章	水轮机的计算机辅助设计简介	(391)
第一节	概述	(391)
第二节	数据库的建立	(392)
第三节	水轮机参数的选择	(396)
第四节	运转综合特性曲线的换算与绘图	(406)
第五节	水轮机金属蜗壳的水力计算	(419)
第六节	尾水管的选择	(426)
参考文献		(434)



# 第一章 水轮机总论

## 第一节 水轮机主要工作参数

水轮机是将水流的能量转换为转轴的旋转机械能的机器。近代水轮机主要作为水力发电的原动机。水流进入水轮机后,水流的能量便发生了改变,最后变成主轴旋转的机械能,这一过程,称为水轮机的工作过程。反映水轮机工作过程特性的一些参数,称为水轮机的工作参数。其中主要的工作参数有:水轮机工作水头、水轮机流量、水轮机功率、水轮机效率和水轮机转速。

### 一、水轮机工作水头

为说明水轮机的工作水头,绘制了水电站装置示意图,如图1-1所示。由图可见,上游水流经压力水管进入水轮机,通过水轮机后,由尾水管排往下游,上下游水位高程的差值,称为水电站静水头或毛水头,即

$$H_{st} = z_u - z_d \quad (1-1)$$

式中  $H_{st}$ ——水电站毛水头, m;

$z_u$ ——水电站上游水位, m;

$z_d$ ——水电站下游水位, m。

水轮机工作水头为水轮机进口断面水流单位能量与出口断面水流单位能量之差,即:

$$H = e_1 - e_2 \quad (1-2)$$

式中  $H$ ——水轮机工作水头, m;

$e_1$ ——水轮机进口断面单位能量, m;

$e_2$ ——水轮机出口断面单位能量, m。

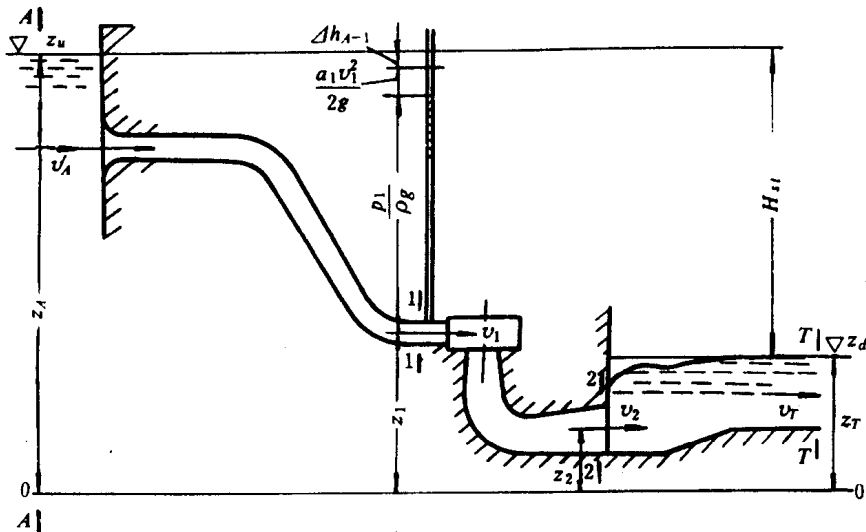


图 1-1 水电站装置示意图

水流单位能量就是单位重量水流的能量，即

$$e_1 = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \quad (1-3)$$

$$e_2 = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \quad (1-4)$$

则水轮机工作水头为

$$H = \left( z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left( z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right) \quad (1-5)$$

式中  $z_1$ 、 $z_2$  ——水轮机进、出口单位位能，m；

$\frac{p_1}{\rho g}$ 、 $\frac{p_2}{\rho g}$  ——水轮机进、出口单位压能，m；

$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$ 、 $\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$  ——水轮机进、出口单位动能，m；

$p_1$ 、 $p_2$  ——水轮机进、出口单位压强，Pa；

$v_1$ 、 $v_2$  ——水轮机进、出口平均流速，m/s；

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  ——水轮机进、出口动能不均匀系数；

$\rho$  ——水的密度，kg/m<sup>3</sup>；

$g$  ——重力加速度，m/s<sup>2</sup>。

水轮机工作水头与水电站毛水头不同，它们之间的关系可通过下列公式求出。对上游 A-A 断面和水轮机进口 1-1 断面列伯努里方程：

$$z_A + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{\alpha_A v_A^2}{2g} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + \Delta h_{A-1}$$

式中  $z_A$ 、 $\frac{p_A}{\rho g}$ 、 $\frac{\alpha_A v_A^2}{2g}$  ——水电站上游的单位位能、压能和动能，m；

$\Delta h_{A-1}$  ——引水建筑物中的水头损失，m。

由上式可得水轮机进口处压能为：

$$\frac{p_1}{\rho g} = (z_A - z_1) + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{\alpha_A v_A^2 - \alpha_1 v_1^2}{2g} - h_{A-1} \quad (1-6)$$

将此式代入水轮机进口单位能量公式，可得

$$e_1 = z_1 + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{\alpha_A v_A^2}{2g} - h_{A-1} \quad (1-7)$$

对水轮机出口 2-2 断面和下游 T-T 断面列伯努里方程：

$$z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = z_T + \frac{p_T}{\rho g} + \frac{\alpha_T v_T^2}{2g}$$

式中  $z_T$ 、 $\frac{p_T}{\rho g}$ 、 $\frac{\alpha_T v_T^2}{2g}$  ——下游断面单位位能、压能和动能，m。

将此式代入水轮机出口断面单位能量公式 (1-4)，可得

$$e_2 = z_T + \frac{p_T}{\rho g} + \frac{a_T v_T^2}{2g} \quad (1-8)$$

将 (1-7) 式和 (1-8) 式代入 (1-2) 式, 则得

$$H = \left( z_A + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{a_A v_A^2}{2g} - h_{A-1} \right) - \left( z_T + \frac{p_T}{\rho g} + \frac{a_T v_T^2}{2g} \right)$$

如认为  $\frac{p_A}{\rho g} = \frac{p_T}{\rho g}$ ,  $\frac{a_A v_A^2}{2g} \approx \frac{a_T v_T^2}{2g}$

则 
$$H = (z_A - z_T) - h_{A-1} \quad (1-9)$$

由图1-1可知,

$$z_A - z_T = H_{s1}$$

所以

$$H = H_{s1} - \Delta h_{A-1} \quad (1-10)$$

可见, 水轮机工作水头为水电站毛水头与引水建筑物水头损失之差。

## 二、水轮机流量

水轮机工作时, 除了需具有一定的水头之外, 还要有一定的水量流过水轮机, 单位时间内流过水轮机既定断面的水量, 称为水轮机流量  $Q$ 。可按下式计算:

$$Q = Fv \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (1-11)$$

式中  $F$  —— 水轮机过水断面面积,  $\text{m}^2$ ;

$v$  —— 过水断面平均流速,  $\text{m}/\text{s}$ 。

水轮机在额定功率及设计水头时, 通过水轮机的流量, 称为设计流量。

## 三、水轮机功率

水流程经水轮机时, 随着水流能量转变为转轮旋转机械能, 水流便对水轮机做功, 单位时间内所做的功, 在工程上称为水轮机的功率或出力。

水流输入给水轮机的功率  $N_i$  为:

$$N_i = \frac{\rho g Q t (e_1 - e_2)}{t} = \rho g Q H \quad (1-12)$$

式中  $t$  —— 时间,  $\text{s}$ ;

$\rho$  —— 水的密度, 一般为  $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。

则 
$$N_i = 9.81 Q H \quad (\text{kW}) \quad (1-13)$$

由于水流流经水轮机时, 有水头损失、流量损失和摩擦损失, 因此主轴输出的水轮机功率要扣除上述损失功率, 比输入的功率要小, 需乘以水轮机效率, 其大小为:

$$N = 9.81 Q H \eta \quad (1-14)$$

式中  $N$  —— 水轮机轴输出功率,  $\text{kW}$ ;

$\eta$  —— 水轮机效率、为小于 1 的系数。

当发电机发出额定功率时相应的水轮机轴功率, 称为水轮机额定功率  $N_r$ 。即

$$N_r = \frac{N_g}{\eta_r} \quad (\text{kW}) \quad (1-15)$$

式中  $N_g$ ——发电机额定功率, kW;

$\eta_g$ ——发电机效率, 小型发电机一般  $\eta_g = 0.92 \sim 0.95$ ; 大中型发电机  $\eta_g = 0.96 \sim 0.98$ 。

#### 四、水轮机效率

水轮机效率, 表示水流能量的有效利用程度, 它为水轮机轴输出功率与水流输入给水轮机功率之比, 即

$$\eta = \frac{N}{N_i} \quad (1-16)$$

水轮机效率与运行工况有关, 在最优工况时水轮机效率最高。目前水轮机效率最高可达93%~95%。

#### 五、水轮机转速

水轮机转速是水轮机主轴单位时间旋转的次数, 用  $n$  表示, 单位为 r/min。水轮机额定转速是在设计时选定的同步转速。

## 第二节 水轮机的类型和适用范围

### 一、水轮机分类

水轮机属于水力机械中的一种, 即水力原动机。它又分为很多类型。现代的水轮机一般按水流能量转换的特征分为两大类, 即反击型水轮机和冲击型水轮机, 而每种类型又分为几种不同的型式, 见表1-1。

表 1-1 水轮机型式及适用范围表

类 型	型 式		适 用 水 头 (m)
反 击 型	混 流 式		30~700
	轴 流 式	转 桨 式	3~80
		定 桨 式	3~70
	斜 流 式		40~120
	贯 流 式		<20
冲 击 型	水 斗 式	(切 击 式)	300~1700
	斜 击 式		20~300
	双 击 式		5~100

### 二、反击型水轮机

反击型水轮机工作时, 是把水流的绝大部分能量转换成压能, 在转轮叶片前后形成压差, 使转轮旋转, 把水流的能量转换成转轮旋转的机械能。这种主要以水流压能进行工作

的水轮机，称为反击型水轮机。反击型水轮机按水流流经转轮叶片的方向不同，又分为混流式、轴流式、斜流式和贯流式四种型式。

### 1. 混流式水轮机

混流式水轮机也称为辐向轴流式水轮机，这种水轮机，当水流开始进入转轮叶片时为辐向进入，在转轮叶片上改变了方向，最后流出叶片时为轴向流出，故称为混流式或辐向轴流式水轮机，如图1-2所示。最早发明这种水轮机的是1847年在美国工作的英国工程师法兰西斯，所以也有人称为法兰西斯水轮机。该水轮机适用于中水头，应用比较普遍。目前世界上已运行的混流式水轮机，最高水头为734m，安装在奥地利毫依斯林水电站。已投入运行的最大功率的混流式水轮机，安装在美国的大古里二厂，单机额定功率为716MW，最大功率达730MW。

### 2. 轴流式水轮机

轴流式水轮机在工作时，进入转轮叶片和流出转轮叶片的水流方向均为轴向，故称为轴流式水轮机，如图1-3所示。轴流式水轮机适用于低水头，应用也较多。轴流式水轮机按其结构特征又分为轴流转桨式（叶片可绕自身轴转动）和轴流定桨式（叶片固定在转轮体上）两种。轴流转桨式水轮机主要应用在低水头大中型水电站。目前世界上已运行的轴流转桨式水轮机，最高水头为88m，安装在意大利那门比亚水电站。功率最大的是瑞典利加Ⅲ厂的轴流转桨式水轮机，额定功率为187MW。轴流定桨式水轮机主要应用在小水电站，大中型水电站应用较少。目前世界上功率最大的轴流定桨式水轮机安装在尼日利亚凯因齐扩建电厂，额定功率为131MW，设计水头为38.1m。

### 3. 斜流式水轮机

斜流式水轮机，在工作时，水流进入和流出叶片时的方向均与水轮机主轴倾斜某一角度，故称为斜流式水轮机，如图1-4所示。斜流式水轮机一般都是转桨式，它比轴流转桨式的应用水头高。目前世界上应用水头最高的为日本向川水电厂的斜流式水轮机，其水头为113.4m；功率最大的为苏联泽雅尔水电站的斜流式水轮机，额定功率为215MW。

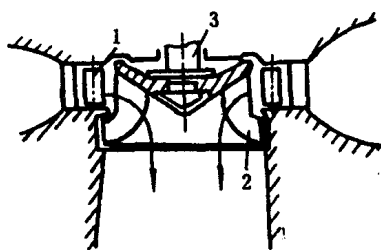


图 1-2 混流式水轮机

1—导叶；2—转轮叶片；3—主轴

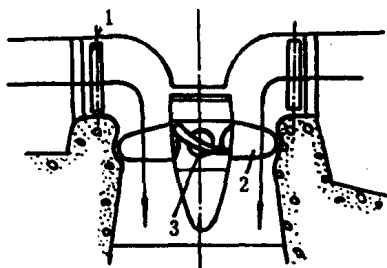


图 1-3 轴流式水轮机

1—导叶；2—转轮叶片；3—转轮体

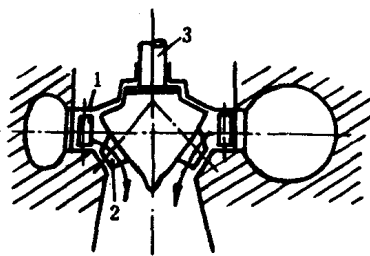


图 1-4 斜流式水轮机

1—导叶；2—转轮叶片；3—主轴

#### 4. 贯流式水轮机

贯流式水轮机为卧轴布置，在工作时，水流进入和流出水轮机的方向均与轴向一致，直贯整个水轮机流道，故称为贯流式水轮机，如图1-5所示。它适用于较低的水头。贯流式水轮机按水轮机与发电机连接方式的不同，又分为全贯流式（图1-5a）和半贯流式（图1-5b）水轮机。全贯流式水轮机因发电机转子直接装在水轮机转轮叶片外缘上，使发电机的止水很复杂，所以主要应用在中小型水电站和潮汐电站。目前世界上最大的全贯流式水轮机安装在加拿大安纳波利斯科亚尔潮汐电站，额定功率为17.8MW，最大功率为19.9MW，转轮直径为7.6m。半贯流式水轮机又有很多种型式，大中型水电站主要采用灯泡贯流式水轮机。目前世界上最大的灯泡贯流式水轮机安装在日本只见电厂，额定功率为65MW。

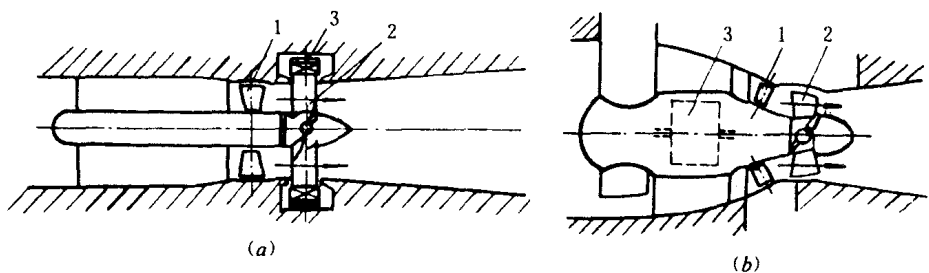


图 1-5 贯流式水轮机

(a) 全贯流式；(b) 半贯流式  
1—导叶；2—转轮叶片；3—发电机

### 三、冲击型水轮机

冲击型水轮机，是把具有一定位能的水流引入喷嘴，当水流从喷嘴射出时，将位能全部转换为动能，具有动能的高速水流冲击转轮叶片，使转轮旋转，将水流动能转换成转轮旋转的机械能。这种全部利用动能来工作的水轮机，称为冲击型水轮机。冲击型水轮机按射流冲击叶片的方式不同，又分为水斗式、斜击式和双击式三种型式。

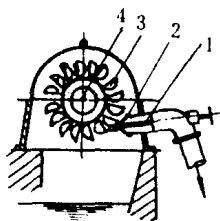


图 1-6 水斗式水轮机

1—喷嘴；2—喷嘴；  
3—叶片；4—主轴

#### 1. 水斗式水轮机

水斗式水轮机，水流从喷嘴中射出后，射流中心线与转轮叶片的节圆直径相切，故又称切击式水轮机。由于该水轮机转轮叶片呈水斗形，习惯上人们称之为水斗式水轮机，如图1-6所示。水斗式水轮机适用于高水头，目前世界上已运行的最高水头的水斗式水轮机安装在奥地利雷扎河水电厂，其水头为1771m，功率最大的为挪威艾德福特西西马电站的水斗式水轮机，额定功率为315MW。

#### 2. 斜击式水轮机

斜击式水轮机，水流从喷嘴中射出后，射流中心线与转轮的旋转平面倾斜某一角度，故称为斜击式水轮机，如图1-7所示。斜击式水轮机主要应用于小型水电站。

#### 3. 双击式水轮机

双击式水轮机，水流从喷嘴中射出后，首先从外向内第一次进入一部分叶片，然后又

从内向外再次进入另一部分叶片，即它两次冲击转轮叶片，故称为双击式水轮机，主要应用在小水电站。双击式水轮机如图1-8所示。

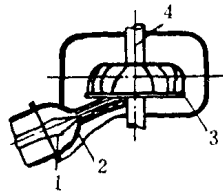


图 1-7 斜击式水轮机

1—喷嘴；2—喷嘴；  
3—叶片；4—主轴

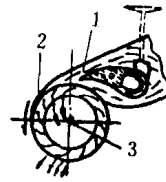


图 1-8 双击式水轮机

1—喷嘴；2—叶  
片；3—主轴

### 第三节 我国水轮机的发展成就

我国水力资源十分丰富，全国总蕴藏量约为6.8亿kW，占世界第一位。但在旧中国，水电开发利用得很少，1949年全国水电装机容量仅有163MW，主要是日本占领者在我国东北修建的水电站。

解放后，我国进行了大规模的水电建设，共修建大中型水电站近200座，全国水电总装机容量达34350MW，仅次于美国、苏联、加拿大、巴西、日本，占世界第六位。

我国水轮机制造业，解放前几乎为空白，1951年开始生产第一台1050kW的混流式水轮机，结束了我国不能制造水轮机的历史。四十多年来，我国水轮机制造业经过从无到有，从小到大的历程，现在已基本能生产各种型式的水轮机。

#### 一、成就

我国水轮机的发展情况，列入表1-2。

表 1-2 水 轮 机 发 展 情 况 表

出厂年代	制造厂家	功率(kW)	直径(m)	安装电站	备注
一、混流式水轮机					
1951	哈尔滨电机厂	1050	0.646	下洞	
1953	哈尔滨电机厂	6840	1.5	古田	
1955	哈尔滨电机厂	10500	2.35	官厅	
1956	哈尔滨电机厂	16750	2.25	上犹江	
1959	哈尔滨电机厂	75500	4.1	新安江	
1963	哈尔滨电机厂	105700	4.1	云峰	
1968	哈尔滨电机厂	230000	5.5	刘家峡	
1972	哈尔滨电机厂	308000	5.5	刘家峡	
1978	哈尔滨电机厂	306000	5.5	白山	
1983	东方电机厂	325600	6.0	龙羊峡	

续表

出厂年代	制造厂家	功率(kW)	直径(m)	安装电站	备注
<b>二、轴流转桨式水轮机</b>					
1958	哈尔滨电机厂	16600	3.3	大伙房	Z <sub>1</sub> = 4 Z <sub>1</sub> = 5
1963	哈尔滨电机厂	37200	5.5	青铜峡	
1973	哈尔滨电机厂	51600	6.0	三门峡	
1979	东方电机厂	176000	11.3	葛洲坝	
1980	哈尔滨电机厂	129000	10.2	葛洲坝	
<b>三、轴流定桨式水轮机</b>					
1958	哈尔滨电机厂	9200	3.3	回龙寨	
1984	哈尔滨电机厂	51550	6.0	红石	
<b>四、斜流式水轮机</b>					
1970	哈尔滨电机厂	8330	1.6	毛家村	可逆式
1973	天津发电设备厂	13000/15000	2.5	密云	
<b>五、贯流式水轮机</b>					
1972	哈尔滨电机厂	1700	1.8	龙凤山	
1980	天津发电设备厂	10460	5.5	白垢	
<b>六、水斗式水轮机</b>					
1956	哈尔滨电机厂	2250	1.25	龙池	卧轴 立轴 H = 1074m
1959	哈尔滨电机厂	13000	1.46	百丈际	
1967	哈尔滨电机厂	13000	1.7	磨坊沟	
1989	重庆水轮机厂	15000		天湖	

我国生产的混流式水轮机, 额定功率最大的为325.6MW, 安装在龙羊峡水电厂; 转轮直径最大的为8m, 将安装在岩滩水电厂; 水头最大的为372.5m, 安装在鲁布革水电站。

我国生产的轴流转桨式水轮机, 额定功率最大的为176MW和转轮直径最大的为11.3m, 安装在葛洲坝水电厂; 水头最大的为78m, 安装在石门水电厂。我国生产的轴流定桨式水轮机, 额定功率最大的为51.55MW, 转轮直径最大的为6.0m, 水头最大的为25.6m, 安装在红石水电厂。

我国生产的斜流式水轮机, 额定功率最大的为13/15MW, 转轮直径最大的为2.5m, 安装在密云水电厂; 水头最大的为77m, 安装在毛家村水电厂。

我国生产的灯泡贯流式水轮机, 额定功率最大的为10.46MW, 转轮直径最大的为5.5m, 安装在白垢水电站。目前正在生产的灯泡贯流式水轮机的额定功率为15.5MW, 将安装在马骝滩水电厂。

我国生产的水斗式水轮机, 转轮直径最大的为1.7m, 安装在磨坊沟水电站; 额定功率最大的为15MW, 水头最大的为1074m, 安装在天湖水电站。

## 二、展望



根据国民经济发展规划对电力的要求,2000年我国的水电装机容量将要达到80000MW。为实现上述目标,我国除现有的葛洲坝、白山、龙羊峡、刘家峡等30余座大型水电站外,还将陆续建成二滩、李家峡、水口、漫湾等容量为1000MW以上的大型水电站30余座。此外,还修建天荒坪、广州、十三陵等抽水蓄能电站。

随着上述大型水电站的建设,我国水轮机事业将有更大的发展。在混流式水轮机方面,机组的额定功率要不断提高,正在研制的李家峡电站机组容量为400MW,二滩电站机组容量为550MW,特别是长江三峡水电站的机组容量将要达到700MW左右。这些机组的研制成功,将使我国的水轮机制造水平进入世界先进行列。在轴流转桨式水轮机方面,正在为水口水电站制造容量为200MW的机组,标志着我国轴流式水轮机的生产已达到世界先进水平。

#### 第四节 水轮机的主要过流部件

水轮机的主要过流部件,是指引水部件、导水部件、工作部件(转轮)和泄水部件。对不同型式的水轮机,上述四个部件各有自己的特点,下面分别予以介绍。

##### 一、工作部件

工作部件就是转轮,它是水轮机的核心,水轮机的型式就是由转轮的型式决定的。转轮是直接将水流能量转换为主轴旋转机械能的部件。转轮的结构和形状决定着水轮机的性能,而且转轮的型式和尺寸又决定着其它三个过流部件的型式和尺寸。可见,转轮是水轮机的最重要部件。

代表转轮主要几何尺寸的是标称直径,在我国用字母 $D_1$ 表示, $D_1$ 的规定如图1-9所

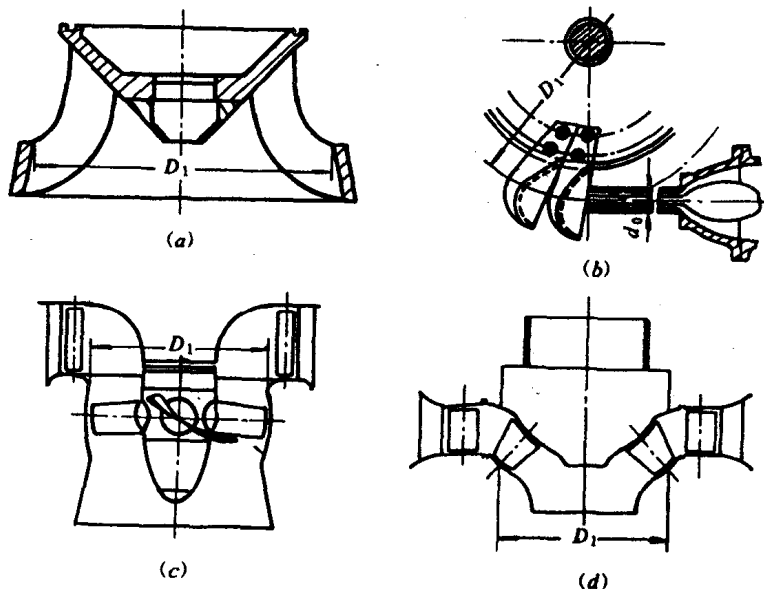


图 1-9 转轮标称直径

(a) 混流式; (b) 水斗式; (c) 轴流式; (d) 斜流式