



高等学校教材

专科适用

水 电 站

浙江水利水电专科学校 徐招才
长春水利电力高等专科学校 刘 申 合编



高等学校教材

————— 专 科 适 用 —————

水 电 站

浙江水利水电专科学校 徐招才
长春水利电力高等专科学校 刘 申 合编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书共十二章。第一章至第四章叙述水轮机的型式,构造,工作原理,特性,选型及调速设备,其中以反击式水轮机为重点。第五章简述水电站枢纽、类型及组成建筑物。第六章为水电站进水建筑物,以有压进水口布置为主。第七章叙述动力渠道及引水隧洞的工作原理及布置。第八章为压力管道,以明钢管设计为重点,简介钢筋混凝土管、钢岔管及埋管。第九章为水电站的水击。第十章为调压室,以布置设计为重点。第十一章叙述水电站地面厂房布置设计。第十二章介绍地面厂房结构设计原理。

本书作为水利水电类高等工程专科学校教材,也可供从事水利水电设计、施工的工程技术人员参考。

高 等 学 校 教 材

专 科 适 用

水 电 站

浙江水利水电专科学校 徐招才
长春水利电力高等专科学校 刘 申 合编

*

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 22.25印张 504千字

1994年10月第1版 2005年11月第7次印刷

印数 18281—20280册

ISBN 7-80124-380-3/TV·211

(原 ISBN 7-120-02019-6/TV·747)

定价 27.30元

前 言

本书是根据1988年7月水利部在南昌水利水电类高等工程专科教材规划会议上确定的任务编写的，作为水利水电类高等专科学校水工、农水、施工等专业的水电站课程的教材，并可作为其他有关专业的参考教材。

本书为水利水电类高等专科学校的第一轮教材，在编写过程中力求适应专科教育的特点，在掌握基本理论的基础上，注重理论联系实际与应用技术的传授，适当减少理论推导过程。在讲述基本理论与基本计算方法时，均以最新出版的现行规范为依据，注意引进新知识。书中内容以中小型水电站为主，适当介绍了抽水蓄能电站的知识，注意少而精。为便于学生学习时加深理解，各章均有适量例题。书中计量单位全部采用法定计量单位。

本书由浙江水利水电专科学校徐招才、长春水利电力高等专科学校刘申合编。第一章至第四章由刘申编写；第五章至第七章由陈忠礼编写；第八章、第十章由朱大钧编写；绪论、第九章、第十一章、第十二章由徐招才编写。全书由徐招才统稿。

本书由山东水利专科学校衣锡三主审。南昌水利水电专科学校、山东水利专科学校对本书的编写提纲提出了宝贵意见，特在此一并表示感谢。

限于编者水平，书中错误或疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

1993.5

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 水轮机的类型	5
第一节 水轮机的工作参数	5
第二节 水轮机的类型和型号	7
第三节 水轮机的构造	11
第四节 反击式水轮机的引水设备	19
第五节 反击式水轮机的泄水设备	29
第二章 水轮机的工作原理	36
第一节 水轮机基本方程式	36
第二节 水轮机的能量损失与效率	39
第三节 水轮机的气蚀	40
第四节 水轮机的吸出高度与安装高程	41
第三章 水轮机特性曲线与选型	47
第一节 水轮机相似律	47
第二节 模型水轮机的修正	52
第三节 水轮机特性曲线	55
第四节 水轮机的选型	63
第四章 水轮机的调速设备	79
第一节 水轮机调节的任务	79
第二节 水轮机调速器的特性	79
第三节 水轮机调速器的基本原理	81
第四节 调速器的类型与油压装置	83
第五章 水电站枢纽	86
第一节 水电站枢纽基本类型	86
第二节 水电站枢纽建筑物	89
第六章 进水建筑物	90
第一节 进水建筑物的功用及要求	90
第二节 有压进水口的主要类型及适用条件	91
第三节 有压进水口的主要设备	93
第四节 有压进水口的位置、高程及轮廓尺寸	96
第五节 无压进水口	97
第七章 引水建筑物	103
第一节 动力渠道的功用、要求及类型	103
第二节 动力渠道的水力计算及断面尺寸	104

第三节	压力前池及日调节池	111
第四节	引水隧洞的功用、水力计算及断面尺寸	115
第五节	引水隧洞线路选择	117
第八章	压力管道	119
第一节	压力管道的功用与结构型式	119
第二节	压力管道线路选择与布置方式	121
第三节	压力管道的经济直径与水力计算	123
第四节	压力管道的材料、组成部分及阀门	124
第五节	压力管道的敷设方式和支承结构	128
第六节	明钢管的结构分析	131
第七节	镇墩与支墩的设计	150
第八节	分岔管	153
第九节	地下埋管与坝内埋管	159
第十节	钢筋混凝土管	169
第九章	水电站的水击	173
第一节	水击现象与水击波	173
第二节	水击基本方程及水击连锁方程	177
第三节	水击计算的解析法	179
第四节	水击计算的图解法	193
第五节	水击计算的电算方法	201
第六节	机组调节保证计算	203
第七节	反击式水轮机水击计算特点	209
第八节	水击计算条件的选择及减小水击压强的措施	211
第十章	调压室	213
第一节	调压室的功用、要求及设置条件	213
第二节	调压室的工作原理和基本方程	214
第三节	调压室的布置方式和基本类型	217
第四节	调压室水位波动计算	222
第五节	引水道—调压室系统的波动稳定性	232
第六节	调压室水力计算条件的选择	236
第七节	调压室结构设计概述	241
第十一章	水电站地面厂房布置设计	245
第一节	厂房的功用、组成及基本类型	245
第二节	立轴机组厂房	250
第三节	卧轴机组厂房	280
第四节	水电站副厂房	289
第五节	厂区布置	292
第六节	其他类型厂房布置特点	293
第十二章	地面厂房结构设计原理	304
第一节	概述	304
第二节	厂房整体稳定及地基应力计算	305

第三节	吊车梁及构架.....	308
第四节	机墩与风罩.....	313
第五节	蜗壳.....	332
第六节	尾水管.....	340
第七节	卧轴机组地面厂房的结构设计概述.....	345
附录	346
参考文献	348

绪 论

我国具有丰富的水力资源，蕴藏量达6.76亿kW，可开发量达3.78亿kW，居世界首位。尽快开发利用这些水能资源，为工农业生产提供廉价的能源，这是我国能源建设的战略问题。新中国成立以来，我国水电建设取得了辉煌的成就，积累了丰富的经验，不但为工农业生产输送了大量的电力，水力发电的综合利用也改善了水利条件和生态环境，使国民经济有关部门都产生了明显的经济效益和社会效益。

一、我国水电建设事业的发展

1949年建国初，全国水电总装机容量仅36万kW，年发电量12亿kW·h。经过42年的努力，截至1992年底，全国水电总装机容量已达4068.07万kW，占全国电力总装机容量的24.43%。水能开发利用程度由1949年建国初的0.4%，提高到现在的10.76%。42年中，先后建成了黄坛口、新安江、狮子滩、官厅、新丰江、三门峡、柘溪、陈村、恒仁、刘家峡等大型水电站。特别是80年代，成功地修建了装机容量为271.5万kW的葛洲坝水电站与装机容量为128万kW的龙羊峡水电站，标志着我国已具有修建不同型式的百万千瓦级水电站的技术能力。目前，装机容量为300万kW的二滩水电站已开始施工；装机容量为500万kW的龙滩水电站已完成初步设计；举世瞩目的三峡水电工程总装机容量达1820万kW，正在进行可行性研究。在勘测工作中，已广泛使用了新装备：液压钻机、金刚石钻探、航空摄影测量、陆地摄影制地形图、激光电子测距仪测定三角控制网和导线等，大大提高了勘测工作效率。普遍使用地震仪、测距仪、孔内摄影仪、钻孔电视等物探新技术，加快了水电建设前期工作的速度和质量。在施工技术的许多领域，我国已接近或达到80年代国际先进水平；混凝土坝施工技术在上世界上具有一定优势；具有修建100m以上高土石坝的施工技术力量；混凝土面板坝的研究取得了可喜的成果；地下工程的施工及滑坡防治、高边坡处理技术达到了较高水平。我国已具有在复杂地质条件下修建大型水电站的成功经验；岩溶地基的高压灌浆、砂砾石地基的灌浆帷幕、振冲加固地基技术及岩锚技术等，都已在工程实践中获得了成功与发展。在导流、截流工程技术中已积累了丰富的实践经验，施工技术装备有了很大改善，大大加快了施工速度，提高了施工质量，缩短了建设周期。

在水电机电行业，40年来经历了从无到有，从仿效苏联到完全依靠自己的力量设计制造全部机电设备的过程。现在全国92.7%的水轮发电机组设备是自己制造的，全部依靠自己力量安装调试。我国能自己制造单机容量32万kW的混流式机组和单机容量17万kW的轴流转桨式水轮机。最大的水轮发电机单机容量35.56kVA，最大铁芯外径17.6m，发电机最高效率达到98.32%。我国共使用了59种混流式、17种轴流式、3种冲击式、1种贯流式和1种抽水蓄能机组，发展了各种辅助设备的系列产品。水电站自动化管理水平已开始发展，开展了以计算机监控系统为中心的综合自动化试点工程，推动了计算机监控系统的研制工作。

近10年来,随着全国经济体制改革的不断深化,水利水电建设从勘测设计、资金筹集、建设管理、组织施工等方面都进行了改革,加快了施工速度,缩短了建设周期,降低了造价,取得了明显的经济效益。设计向多功能方向发展,设计人员既负责设计,又参加监理,既注重工程质量,又关心经济效益,并注意给施工提供方便,充分发挥设计在工程建设中的主导作用,使工程费用、建设速度和施工质量都得到了控制。实践证明,这是根据我国实际情况产生的正确发展方向,有利于调动设计人员的积极性,使工程从设计到施工的整体建设更趋完善化,并提高了设计人员的技术水平与业务素质,这对水电建设事业的持续发展必将起到重要的作用。

我国有6700万kW的中型水能资源,加快建设中型水电站对缓解地方煤炭供应紧张和电力不足的情况有着非常积极的作用。新中国建立40年来,我国中型水电站的建设有很大发展:1949年,全国仅有一座镜泊湖中型水电站,装机容量为3.6万kW;至1991年底,全国已建成100多座中型水电站,装机容量为742.42万kW,不仅向地方提供了大量廉价的电力,并促进了地方设计、施工力量的发展和技术水平的提高。许多科学试验和技术革新及高难技术都率先在中型水电工程上得到实践与应用。为了完成“七五”计划的电力建设目标,国家十分重视中型水电站的建设,指出办水电应“大中小结合,中小水电主要依靠地方”的方针,并提出2000年前全国投产1000万kW中型水电的目标。国家将通过调整投资结构、组织一定资金、采取优惠政策支持中型水电站的建设,这必将极大地促进中型水电站的建设与发展。

在开发大中水电的同时,小水电事业也得到了迅猛的发展。全国中小河流中蕴藏着1.5亿kW的小水电资源,其中可开发量达7500万kW。积极开发小水电资源,对解决地方工业用电及农村能源具有重要意义。根据“立足于依靠地方,动员群众,提倡省、地、县、乡、村多层次多渠道办电”的原则,中央制定了“自建、自管、自用”的方针,极大地推动了小水电事业的发展。至1992年底,全国已建成小水电站6万余座,总装机容量达1442万kW,占全国水电总装机容量的35.5%。全国有1/3的县主要依靠小水电供电,其中有100个县已达到农村初级电气化的标准。特别是近十年,小水电装机容量由526.65万kW猛增了近两倍,居世界第一位。小水电建站后,由单站运行逐步发展到多站联网运行,形成了具有一定供电能力的网架结构,供电覆盖面积占全国总面积的58%以上。小水电的发展使农村的产业结构和劳力结构发生了变化,改变了过去单一的农业经济与农业劳动,促进了乡镇企业的迅速发展,为地方经济积累了大量扩大再生产的资金,改变了农村的贫穷落后面貌。小水电的建设与流域治理相结合,极大地改善了农业生产条件,促进了生态平衡,促进了农村物质文明和精神文明的建设。

40年来水电建设的成就和经验给进一步发展水电事业奠定了基础,但与迅速发展的工农业生产对能源的需求相比,差距仍然是很大的。电力工业的增长赶不上工农业产值的增长,以致电力供应紧张,缺电局面日趋严重,由局部缺电发展到全国性缺电,由季节性缺电发展到全年性缺电,用电设备容量的增长大大高于发电设备容量的增长,电网峰谷差普遍增大,系统调节负荷能力降低。这种情况严重影响了国民经济的持续发展。为了使能源工业尽快满足国民经济发展的要求,中央制定了中期能源发展计划纲要,提出大力发展

水电的指导思想。根据国民经济发展规划,到2000年全国电力总装机容量必须达到2.4亿kW才能最低限度地满足国民经济7%~8%的增长速度要求。截至1988年底,全国发电装机容量为16653.24万kW,8年中需净增7347万kW。根据煤炭产量规划目标,火电装机容量最多只能达到14730万kW,经过努力可建600万kW核电,水电必须净增4600万kW才能满足要求。按照这个发展目标,中央已制定了水电建设应大、中、小结合,近期以中、小为主,高低水头并重,梯级开发、综合利用的方针。在体制上,继续深化改革,建立地方与流域水电开发公司,构成自我滚动发展的机制,统筹进行资金筹集、电站建设、运行管理、还本付息,建成具有自我积累、自我发展能力的经济实体。再经过8年的努力,水电总装机容量可望达到8600万kW以上,水电在电力系统中的比例将可达到36%,水电在大型电力系统中的作用将更加明显,经济效益将更显著,供电可靠性将更强。一些具有世界水平的水电工程也将陆续开工兴建,我国的水力发电事业将面临着更加广阔的发展前景。

二、水力发电的特点

水力发电供应电能区别于其他能源,具有以下特点:

1. 水能的再生

水能来自河中天然水流,河中水流主要由自然界气、水循环形成。水的循环使水电站的水能可以再生,循环使用,取之不尽,用之不竭,故水能称为“再生能源”。

“再生能源”在能源建设中具有独特的地位。

2. 水能的综合利用

水力发电只利用水流的能量,不消耗水量。因此,水能可以综合利用,除发电以外,可同时兼得防洪、灌溉、航运、给水、水产养殖、旅游等方面的效益,进行多目标开发。

3. 水能的调节

电能不能贮存,生产与消费必须同时完成。水能可存蓄在水库里,根据电力系统的要求进行生产,水库是电力系统贮能库。水库的调节提高了电力系统对负荷的调节能力,增加了供电的可靠性与灵活性。

4. 水力发电的可逆性

位于高处的水体引向低处水轮机发电,将水能转换成电能。反过来,位于低处的水体通过电动抽水机,吸收电力系统能量将水送往高处水库贮存,将电能又转换成水能。利用这种水力发电的可逆性修建抽水蓄能电站,对提高电力系统的负荷调节能力有独特的作用。

5. 水力发电机组工作的灵活性

水力发电机组设备简单,操作灵活方便,启闭灵活,易于实现自动化,具有调频、调峰、旋转备用、事故备用、负荷调整等功能,可增加电力系统的可靠性,动态效益突出。水电站是电力系统动态负荷的主要承担者。

6. 水力发电生产成本低,效率高,造价不高

水力发电厂设备简单,运行人员少,厂用耗电量低,运行维修费用省,不支付燃料费用,故发电成本低廉。水电站的能源利用率高,可达85%以上,而火电站燃煤热能效率只有40%左右。

如果计及火电厂煤矿及运输投资,水电站造价与火电站造价相近。建设水电站的工期

与建设同等规模的煤矿差不多。按目前的价格水平，水电站的单位千瓦投资比火电站单位千瓦投资低27%左右，若从投入运行后的费用及使用寿命看，水电更优于火电。

7. 有利于改善生态环境

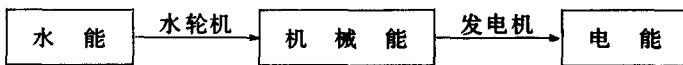
水电站生产电能不产生“三废”，不污染环境，扩大的水库水面面积调节了所在地区的小气候，调整了水流的时空分布，有利于改善周围地区的生态环境。电站建筑物能美化周围环境，形成旅游区。每一个水电站的建成大大地改变了所在地区的社会经济面貌，改善了当地的环境。

第一章 水轮机的类型

第一节 水轮机的工作参数

水电站是将水能转变为电能的企业，水轮机与发电机是水电站最主要的设备。

水电站生产电能过程是有压水流经水轮机将水能转变为旋转的机械能，水轮机又带动发电机将机械能转变为电能，如下所示：



水能是指某一河段可开发利用的水流能量。通过工程措施如筑坝形成水库以调节流量，建引水道将开发河段分散的落差集中形成电站水头，将水能转为可资利用的能源。

各时段 T_i 水流出力为

$$N_i = 9.81Q_i H_i \quad (\text{kW}) \quad (1-1)$$

式中 Q_i ——计算时段内通过水轮机的平均流量， m^3/s ；

H_i ——计算时段内作用于水轮机上的平均水头， m 。

时段内产生的电能 E_i 为

$$E_i = N_i T_i \quad (\text{kW} \cdot \text{h})$$

即

$$\begin{aligned} E_i &= 9.81Q_i H_i t_i / 3600 \\ &= 0.0027W_i H_i \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中 W_i ——时段内通过水轮机的水量， m^3 ；

T_i ——发电时段， h ；

t_i ——发电时段， s 。

水轮机将水能转变为机械能可由水轮机轴输出的转矩和转速测定。水轮机轴输出功率 N_i 为

$$N_i = M_i \omega_i \quad (\text{kW}) \quad (1-3)$$

$$\omega_i = 2\pi n / 60$$

式中 M_i ——转矩， $\text{kN} \cdot \text{m}$ ；

ω_i ——角速度， $1/\text{s}$ ；

n ——每分钟转数， r/min 。

水轮机带动发电机将机械能转换成电能，可由发电机输出的电压 U 、电流 I 、功率因数 $\cos \varphi$ 测定。有功功率为

$$N_F = \sqrt{3}UI \cos \varphi \quad (\text{kW}) \quad (1-4)$$

由能量方程知水轮机流道内任一断面的水流能量为 $E = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{av^2}{2g}$ ，其中 $z + \frac{p}{\gamma}$ 为

势能； $\frac{\alpha v^2}{2g}$ 为动能。则水轮机的工作参数有水头、流量、出力、转速、效率等。

1. 水头 H

水头即水轮机进、出口断面的比能差。近似地可取进口断面为蜗壳进口断面，出口断面为尾水管出口断面。

由图1-1所示，水轮机进口断面1—1的能量方程为

$$\begin{aligned} E_1 &= z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \\ &= z_u - h_w + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \end{aligned}$$

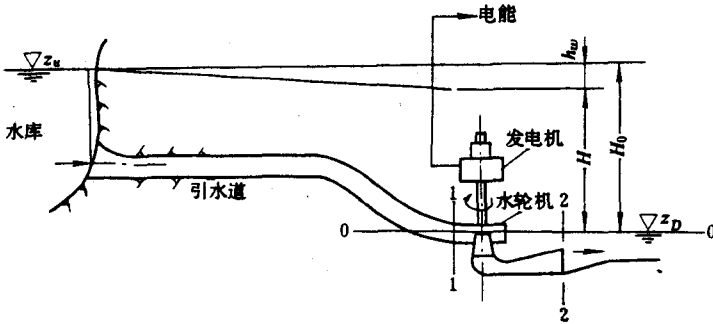


图 1-1 水电站示意图

尾水管出口断面2—2的能量方程为

$$\begin{aligned} E_2 &= z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \\ &= z_D + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \end{aligned}$$

则作用在水轮机的水头为

$$\begin{aligned} H &= E_1 - E_2 \\ &= z_u - z_D - h_w + \left(\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right) \end{aligned}$$

式中 z_u ——上游水位，m；

z_D ——下游水位，m；

h_w ——引水管路的水头损失，m；

v_1 ——蜗壳进口断面流速，m/s；

v_2 ——尾水管出口断面尾水渠的流速，m³/s。

若将速度水头忽略不计，则得

$$H = z_u - z_D - h_w$$

2. 流量 Q

流量为单位时间内通过水轮机水道的水体积，单位为 m^3/s 。

3. 出力 N_T

出力为水轮机轴输出的功率，单位为 kW 。

4. 转速 n

转速为水轮机轴每分钟的转数，单位为 r/min 。

5. 水轮机效率 η_T

水轮机效率为水轮机轴输出功率与输入水流出力之比，即

$$\eta_T = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} = \frac{N_T}{N_w}$$

水轮机轴输出功率 $N_T = 0.104Mn$ ， kW ；输入功率为水流出力 $N_w = 9.81QH$ ， kW 。
现代水轮机的最高效率可达94%。

第二节 水轮机的类型和型号

一、水轮机的主要类型

水轮机是将水能转变为机械能的动力设备，根据能量转换特征不同可分为两大类：

(1) 冲击式水轮机：将水流能量转换为高速水流的动能，再将水流动能转变为机械能的水轮机称冲击式水轮机。根据转轮进水特征的不同又可分为切击式（水斗式）、斜击式、双击式等；

(2) 反击式水轮机：主要利用水流的压力能转变为机械能的水轮机称反击式水轮机。根据水流流经转轮方向的不同又可分为混流式、轴流式（定桨式、转桨式）、斜流式、贯流式等。

(一) 反击式水轮机的特征、类型、适用条件

反击式水轮机的特征是水流流经转轮时，水流充满整个流道，水流在压力流状态下经过转轮，水能主要以压力能的形态经转轮转变为旋转的机械能。反击式水轮机根据水流流经转轮的方式不同又可分为以下几类，参见图1-2。

1. 轴流式水轮机 (ZL)

水流沿轴向进入转轮，又轴向流出转轮称为轴流式水轮机，如图1-2(a)所示。

轴流式水轮机根据轮叶结构不同又可分为定桨式 (ZD) 和转桨式 (ZZ) 两种。定桨式水轮机的轮叶装置角固定不变；转桨式的轮叶装置角可随水轮机工作状况的改变自动调整。转桨式水轮机高效率区较宽，能适应出力的变化，但结构较复杂。

轴流式水轮机多用于低水头大流量的河床式水电站，适用水头范围3~88m，多用于50m以下。单机容量可从几十千瓦到几十万千瓦。我国目前转桨式水轮机的最大水头达77m，最大容量达17万kW；定桨式水轮机的最大水头达25m，单机容量5万kW。

2. 混流式水轮机 (HL)

水流辐向进入转轮而轴向流出转轮，称为混流式水轮机，又称为辐向轴流式水轮机，

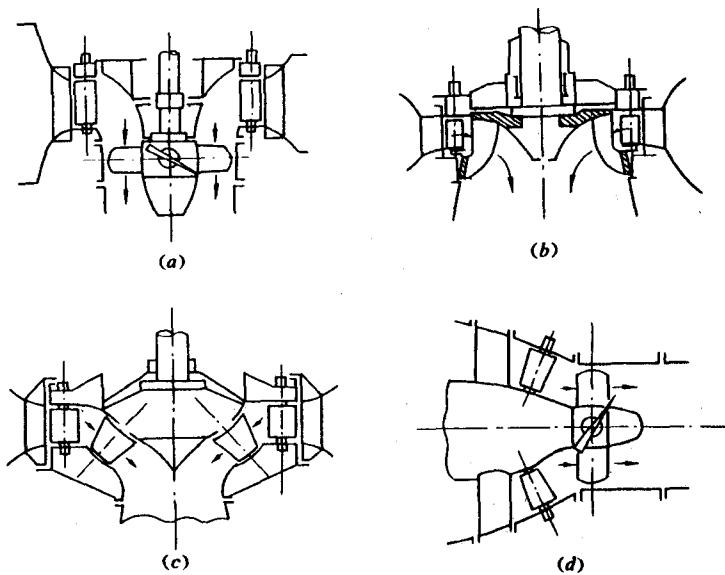


图 1-2 反击式水轮机类型
(a) 轴流式; (b) 混流式; (c) 斜流式; (d) 贯流式

如图1-2(b)所示。

混流式水轮机适用水头范围30~700m,是目前应用较多的机型之一。单机容量可由几十千瓦到几十万千瓦。我国目前混流式水轮机的水头达302m,单机容量达32万kW。

3. 贯流式水轮机 (GL)

水流由管道进口到尾水管出口均为轴向流动,转轮与轴流式水轮机相同,称为贯流式水轮机,如图1-2(d)所示。又有贯流定桨式和贯流转桨式两种。

贯流式水轮机过流能力较好,多用于河床式与潮汐式水电站,适用水头范围1~30m,单机容量由几千瓦到几万千瓦。

4. 斜流式水轮机 (XL)

水流斜向流经转轮,叶片轴线与水轮机轴线有一夹角,称为斜流式水轮机,如图1-2(c)所示。转轮叶片的装置角可调整,高效率区较宽,其性能界于轴流式与混流式之间,适用水头范围20~150m,可作为水泵—水轮机(可逆式机组),用于抽水蓄能电站。

(二) 冲击式水轮机的特征与适用条件

冲击式水轮机通过喷嘴将水能全部转换成动能——形成射流,冲击安装在转轮外周轮盘上的部分勺斗使转轮转动,将水能转换为机械能。冲击式水轮机的转轮在大气中工作,水流流经叶片(勺斗)时均为自由水面。

冲击式水轮机主要适用于水头高、流量相对较小的水电站,适用水头范围100~2000m,多用于400~450m以上。

冲击式水轮机可按射流是否在转轮平面内分为以下三种,参见图1-3。

(1) 切击式(水斗式)水轮机,射流与转轮在同一平面内,如图1-3(a)所示。

2. 第二部分——主轴布置方式及引水室特征

主轴布置方式分立轴布置(L)和卧轴布置(W)。引水室特征,以汉语拼音字母表示,见表1-2。

表 1-2 引 水 室 代 号

引水室特征	代 号	引水室特征	代 号
明槽引水	M	罐 式	G
金属蜗壳	J	竖 井 式	S
混凝土蜗壳	H	虹 吸 式	X
灯泡式	P	轴 伸 式	Z

3. 第三部分——转轮标称直径

各种类型水轮机转轮的标称直径 D_1 如图1-4所示,单位cm。

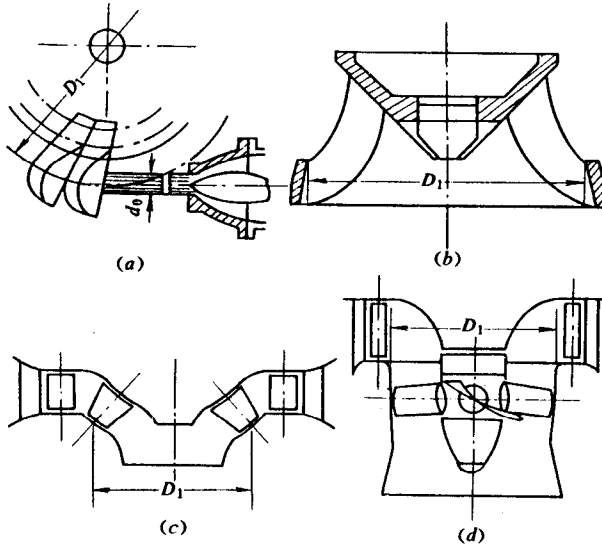


图 1-4 转轮标称直径 D_1

(a) 冲击式; (b) 混流式; (c) 斜流式; (d) 轴流式

混流式水轮机: D_1 为转轮进口边最大直径,如图1-4(b)所示。

轴流式、斜流式、贯流式水轮机: D_1 为转轮叶片中心线与转轮室交点处转轮室直径,如图1-4(c)、(d)所示。

冲击式水轮机: D_1 为射流中心的节圆直径,如图1-4(a)所示。

例: HL220-LJ-450,表示混流式水轮机,比转速为220,立轴金属蜗壳,转轮直径为450cm。再如,ZZ560-LH-1130,表示轴流转桨式水轮机,比转速为560,立轴混凝土蜗壳,转轮直径为1130cm。

对冲击式水轮机,第三部分的表示方法为一分子式,即: