

常用符号表

A ——水电站出力系数, 河流集雨面积	N_p ——保证出力
a_0 ——导叶开度	N_s ——水电站装机容量
B ——宽度	N'_1 ——单位功率
b_0 ——导叶高度	n ——转速, 调节期月数
C ——电站投资	n_F ——飞逸转速
D_1 ——水轮机转轮标称直径	n_s ——比转速
D_i ——发电机定子铁芯直径	n'_1 ——单位转速
d_B ——水轮机轮壳直径	P ——负荷, 出力
d_0 ——水轮机射流直径	P ——发电机磁极对数
E ——水电站年发电量, 钢的弹性系数	$\bar{P}$ ——日平均负荷
$\bar{E}$ ——多年平均发电量	P' ——电力系统最小负荷
E_r ——最大负荷日电量	P'' ——电力系统最大负荷
E_{sh} ——剩余电量	Q ——流量, 无功功率
f ——摩擦系数	Q_T ——调节流量
g ——重力加速度	Q'_1 ——单位流量
H ——水头, 坝高	Q'_{1r} ——推荐使用最大流量
H_B ——尾水管中总真空度	S_N ——发电机额定容量
H_{max} ——最大水头	T ——坝底厚度
H_{min} ——最小水头	T_a ——机组时间常数
H_0 ——堰上水头	T_a ——抵偿年限
H_{pj} ——平均加权水头	U ——电压
H_r ——设计水头	U_N ——发电机额定电压
H_s ——名义吸出高度	V ——容积, 库容, 流速
h_s ——理论吸出高度	V_c ——涡壳流速
I ——电流	V_n ——电站有效库容
I_N ——发电机额定相电流	W ——上浮力和渗透压力
I_0 ——空载励磁电流	X_d ——发电机直轴同步电抗
K ——系数	X'_d ——发电机直轴瞬变电抗
K_c ——发电机短路比	X''_d ——发电机直轴超瞬变电抗
K_Y ——发电机月调节系数	Z_0 ——喷嘴数
L ——长度	β ——日最小负荷率, 速度上升率
l_i ——发电机定子铁芯高度	γ ——日平均负荷率
M ——流量系数, 年平均径流模数	ζ ——压力变化值
M_c ——阻力矩	η ——效率
M_g ——动力矩	η_g ——发电机效率
M_s ——水力矩	η_t ——水轮机效率
N ——功率	η_x ——蓄能电站综合效率
N_b ——必须容量	σ ——水轮机汽蚀系数
N_{bcj} ——备用容量	σ_m ——水轮机模型气蚀系数
N_c ——重复容量	τ ——导水机构相对开度
N_f ——负荷备用容量	ϕ ——涡壳包角
N_g ——工作容量	ω ——角频率

第1章 概 述

水力发电是水能利用的主要形式。它是利用河流中以水的落差(水头)和流量为特征值所积蓄的势能和动能,通过水轮机转变为机械能,然后带动发电机发出电能,供国民经济各用电部门使用。

水力发电站剖面图见图 15·1-1。

1 水力发电的特点和意义

水力发电所用的河川水流是取之不尽、用之不竭的能源,与其他能源的开发相比,不需要昂贵的燃料开采、运输等复杂环节,因而水力发电的成本低。水电提供的廉价电力促进了合成纤维、合成橡胶、合成氨、黄磷、电炉炼钢、炼铝等大耗电工业的发展。同时,水电的应用还节约了大量煤炭、石油、天然气、原子能等重要原料,并有利于环境保护。

水电站不仅同其他类型电站一样,可以成为电力系统的骨干电站,而且由于水电机组起动快、开停机迅速、平均效率高,更宜于担任系统的调频、调峰

任务。这样,水电站一方面保证了电力系统的电能质量,另一方面能够使火电厂在高效率区稳定、经济运行。同时,当电力系统发生事故时,由于水电机组发电、调相、开停的工作转换灵活、迅速,可以很快地投入备用机组,对电力系统的稳定运行极为有利。需要指出,在一定条件下,水电机组在作调相运转时,还能节约一部分系统专用的调相设备。

水电站的运行决定于水流情况和电力系统负荷。在汛期水量特别丰富时,一般水电均满发以充分利用水能,并同时顶替火电工作容量而使火电机组有检修的机会。经过技术、经济比较认为合理时,还可以增装水电机组用来专门发季节性能电。

小型水电站简便易建,收效迅速,它的建设与发展,对促进地区和县、社工业,发展电力排灌和农村广播、电视事业,对满足城乡人民生活照明等的作用越来越明显,为农业机械化、电气化开辟了道路。

水力发电对电力系统和整个国民经济的发展起

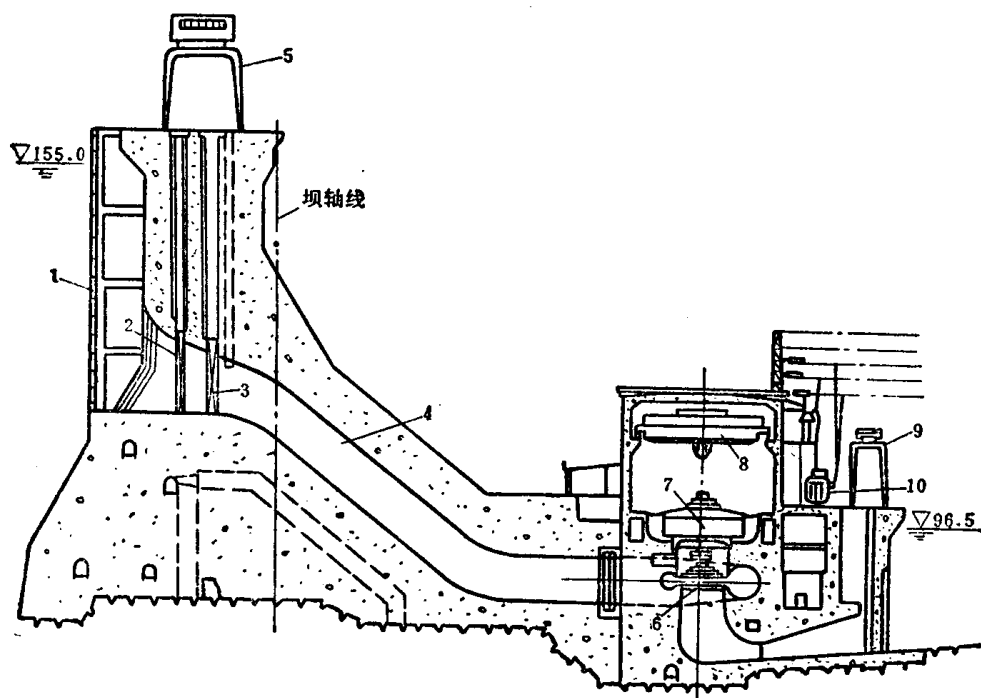


图 15·1-1 水力发电站剖面图

- 1—拦污栅 2—检修闸门 3—工作闸门 4—压力钢管 5—坝顶门式起重机 6—水轮机
7—发电机 8—厂房桥式起重机 9—尾水闸门式起重机 10—升压变压器

着重要作用。但水电建设一般初期投资较大,施工期长,对水库移民、淹没田地等都需要妥善安排。

2 水力资源开发

我国水力资源十分丰富,全国平均蕴藏量在10000千瓦以上的河流共1598条,总蕴藏量在六亿八千万千瓦以上,占世界第一位。由于各地区雨量及地形的不同条件,水力资源以西南地区最为丰富(占全国总蕴藏量70%以上),中南、西北地区较多。为加速实现我国四个现代化,水电站建设有重要作用,但目前开发总规模还不到蕴藏量的4.3%,因此,水力发电建设必将得到迅速发展。

2.1 水力资源开发原则

水力资源的开发应按照全面规划、统筹兼顾、综合平衡的原则,正确处理工业与农业,除害与兴利,平时与战时,需要与可能,远景与近期,干流与支流,上、中、下游,大、中、小型,防洪、发电、灌溉与航运,水电与火电,发电与用电各方面之间的关系。

在流域规划中,根据综合利用原则和水文、地理、地质等条件进行河流的梯级开发,选定坝址,决定坝高,以获得一定的效益。应优先考虑使上游梯级枢纽有较好的调节能力,同时应能使下游梯级充分利用水能资源,并可渠化河道、改善航运。河流梯级开发示意图见图15-1-2。

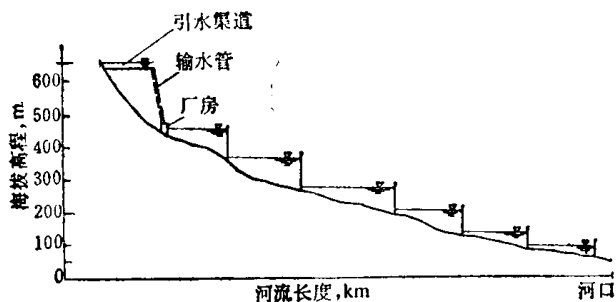


图 15-1-2 河流梯级开发示意图

2.2 水力资源开发方式

河流的落差沿河分布,流量也随地点与时间而变化。为了有效、经济地利用水能,往往需要人为地集中落差和调节流量,因此水力资源的开发方式从发电角度讲,一般按集中落差的方式和流量调节的程度来分类。

2.2.1 按集中落差的方式分类

a 堤坝式水电站(图15-1-3) 在河流地形、地质条件适当的地方修建拦河坝,抬高上游水位(同时形成水库)与下游天然水位形成要求的落差以引水发电。如电厂布置在拦河坝之后叫坝后式,电厂和拦河坝混为一体则叫河床式。

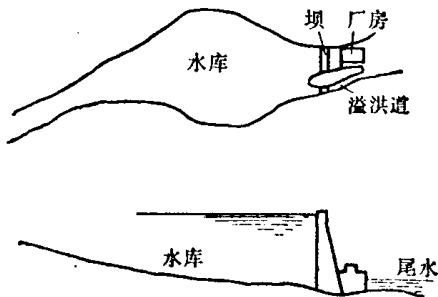


图 15-1-3 堤坝式水电站

b 引水式水电站(图15-1-4) 在坡降较陡落差比较集中的河段,以及河弯或相邻两河河床高程相差较大的地方,利用坡降平缓的引水道引水与天然水面形成要求的落差以发电。

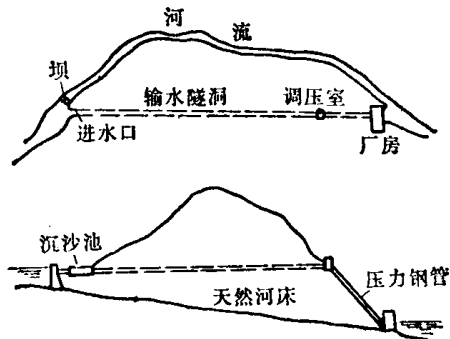


图 15-1-4 引水式水电站

c 混合式水电站(图15-1-5) 部分利用拦河坝、部分利用引水道以集中落差发电。

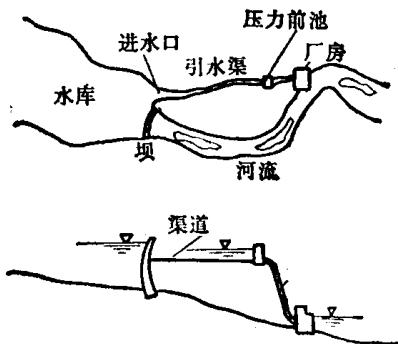


图 15-1-5 混合式水电站

2.2.2 按水流调节程度分类

a 无调节(径流式)水电站 对天然径流过程不做任何人为的改变,电站发电流量只能按天然径流的多少来引用。

b 日调节水电站 利用水库的调蓄能力对日内的流量过程给以调整,使电站引用流量能适应电力系统负荷日内变化对电站出力的要求。

c 年(季)调节水电站 具有一定水库容积,能够对年内径流进行重新分配以适应电站用水要求。

d 多年调节水电站 具有较大库容,能够调整年际的水量,以适应电站用水要求。

2.2.3 其 他

a 抽水蓄能电站 电力系统负荷低谷时在电站下游抽水至上游蓄水池,以水的位能方式把能量储存起来,负荷高峰时再从蓄水池引水发电。

b 潮汐电站 利用海洋高低潮位差发电。

水电站开发规模和效益以各种特征参数表示,如正常蓄水位、死水位、设计洪水位、电站保证出力、装机容量、设计水头、年发电量等,这些参数通过水文水利计算在水能规划中论证选定。

3 水电站各主要系统的作用、要求

拦河坝壅高水位形成水库后,具有一定能量的水流经过拦污栅、压力管道进入涡壳,然后经过固定导水叶和活动导水叶到水轮机室驱动水轮机,把水流的势能和动能转变为机械能带动发电机发出电能,完成水电站由水能转变为电能的生产过程。

三相同步发电机发出的电能经变压器升压、配电装置分配后,由各输电线路送往各地。升高电压是为了减少电压和功率损失、有效地向远距离送电。

3.1 水工建筑物

水工建筑物包括壅水建筑物、引水建筑物、泄水建筑物、水电站厂房和尾水建筑物。它的主要作用是壅高水位,形成有调节能力的水库,宣泄调蓄后多余水量和非常洪水,提供水轮发电机组运转的厂房和相应建筑物,是水电站必不可少的一部分。水工建筑物的建设和布置要建立在可靠的水文、地质资料和全面规划的基础上,它与枢纽的地形、地质、综合利用要求、动能指标、淹没、上下游城镇建设、施

工、建筑材料、泥沙、造价等各种因素有关,水工建筑物不仅影响到水电站的安全运转,而且影响到下游广大人民生命和财产的安全。

3.2 水力机械设备

水力机械设备主要包括水轮发电机组、调速器和油压装置、各种水泵、油泵、空气压缩机、起重设备、机械修理设备、通风采暖设备等。它的主要作用是将水能转变为电能。主体是水轮发电机组,其他都是围绕着主机正常运行、检修所需要的辅助设备。

水轮发电机组应设计制造能适应不同水头范围的各种类型和结构,以充分发挥水能效益,并具有优越的技术参数,要求机组性能好、效率高、结构合理、便于安装检修。

3.3 电工一次系统

电工一次系统是变压器、断路器、隔离开关、互感器、避雷器、消弧线圈等电工一次设备通过母线、导线构成的整体。它的主要作用是灵活地汇集和分配电能,安全、经济地送电。电工一次系统与电力系统的稳定运行、绝缘配合、过电压、短路容量等均有密切关系,要求电工一次系统运行灵活、可靠,电工一次设备的结构、性能、参数满足电力系统的需要。

由于SF₆全封闭组合电器占地面积小、不受气候条件的影响,不产生无线电干扰、无静电感应问题,有良好的运行性能,因而有着广阔的发展前途。随着超高压、特大容量电站的出现和超低温技术问题的解决,一些象超导电器等新技术也必将得到发展。

3.4 电工二次系统

电工二次系统包括由自动化元件、自动装置、继电器、仪表等组成的监测、控制和保护系统。它的主要作用是监视、控制电工一次系统的运行,保证电能质量,并在电气设备出现异常和事故时自动发出信号或切除事故以缩小事故范围。

随着电力系统的发展和大容量水电站的建立,要求采用电子计算机在基础自动化工作和自动化元件日臻完善的情况下逐步实现全电站的综合自动化,实现自动巡回检测、自动计算、自动控制以及自动事故处理。

第2章 水能规划

为了经济合理地利用水力资源,正确选定电站规模及其特征值(正常蓄水位、死水位和装机容量等),以阐明电站效益(保证出力、发电量等),需要进行水能规划。电站水能规划一般可分径流调节计算及动能参数选择两部分。

在一个电力系统中往往建有若干个水电站,即所谓水电站群。它们之间首先有电力联系,有的还有水力联系(如在同一河流上建有几个水电站的梯级电站),因而需要进行统一规划。这方面的问题(如梯级电站径流调节、径流电力补偿调节,水电站群装机容量的合理分配等),都比较复杂,但基础是单一水电站。本章只介绍单一水电站的水能规划,更复杂的问题可参阅参考文献[1]、[3]。

1 径流调节计算

主要阐明在一定的特征值时,电站的运行情况及效益。

一个电站往往具有综合利用的效益。综合利用各部门对水库水位、库容和引用流量(包括对电站泄流的某些限制)等都有一定的要求,这些要求有些是相辅相成的,有些是有矛盾的,需要根据任务主次和国民经济总体效益的大小等综合分析,协调平衡,在径流调节计算中予以考虑。这方面的问题可参阅参考文献[1]。本节主要介绍水能计算并概略叙述与电站安全密切相关的洪水调节。

1.1 洪水调节

当水电站上游发生洪水时,需要通过一定的泄洪设施将洪水宣泄到下游以保证电站水工建筑物的安全。当电站下游有重要城镇、工矿企业、农田等防洪对象时,应控制泄流使防洪地区的泄流量不超过允许泄量;当下游无防洪对象时,也要考虑到洪峰过大而河床过窄时实际宣泄的可能以及不使泄洪设备投资过大,因此,往往需要利用一部分库容调蓄洪水。

为了调节洪水,电站必须具备足够的调洪库容及与之配合得当的泄洪设备,其相互关系通过洪水

调节计算予以阐明。表明电站调洪时入流、泄量及蓄水量的相互关系见图 15-2-1 和图 15-2-2。

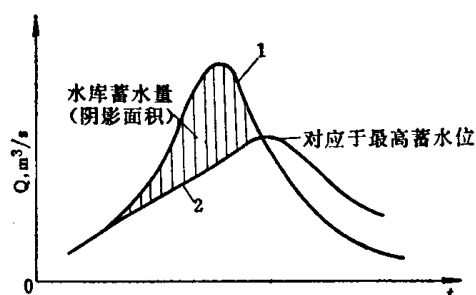


图 15-2-1 电站下游无防洪对象时水库调洪入流、泄量及蓄水量关系图

1—天然洪水过程线(入流)
2—水库泄量过程线(出流)

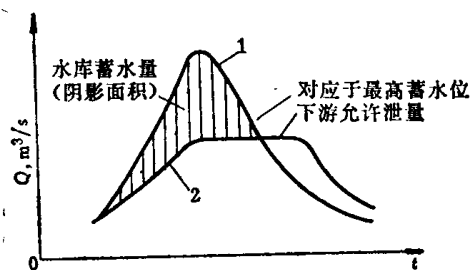


图 15-2-2 电站下游有防洪对象时水库调洪(有闸门控制)入流、泄量及蓄水量关系图

1—天然洪水过程线 2—水库泄量过程线

1.2 水能计算

水能计算的目的是阐明电站的发电效益,为确定电站的动能特征值提供依据。

1.2.1 保证出力计算

a 水电站的设计保证率 由于天然径流变化较大,即使经过水库调节,电站出力(不考虑日调节对出力的重新调整)往往仍然是不稳定的,电站出力大于等于某一出力的频率(一般取统计时段内电站大于等于该出力的供电历时与统计的时段的比值)称为该出力的保证率(以百分数表示)。为了既经济又能保证电力系统不受破坏,设计水电站时应考虑按相应某一保证率 P 的出力参加电力系统平衡,电

站供电出力大于等于这一出力时系统供电得到保证, 否则系统将受破坏, P 叫做水电站的设计保证率。它表征了水电站的供电保证程度, 水电站设计保证率 P 可以参照表 15-2-1 选定。

表 15-2-1 水电站设计保证率参考表

系统中水电容量比重(%)	25 以下	25~50	50 以上
水电站的设计保证率 P (%)	80~90	90~95	95~98

b 水电站保证出力计算 相应于设计保证率的电站出力叫做保证出力。对于有调节性能的水电站调节期出力可根据系统负荷要求做一定程度的调整。因此, 经常是以调节期平均出力表示保证出力。

水电站的出力计算公式为:

$$N = 9.81QH\eta = AQH \text{ kW} \quad (15.2-1)$$

式中 N ——水电站出力 kW

A ——水电站的出力系数, 规划时一般可采用 8.0~8.5 ($A=9.81\eta$)

Q ——通过水电站的流量 m^3/s

H ——作用于水电站的水头 m

(1) 径流式电站(包括日调节)保证出力计算
以日为计算时段。

根据已掌握的水文资料按日平均流量依大小次序排队、统计。作出日平均流量历时曲线, 即 $Q \sim P$ 曲线, 如图 15-2-3。 P 为相应流量的保证率, 可按下式求得:

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (\%) \quad (15.2-2)$$

式中 n ——所统计的日平均流量的总个数

m ——大于等于相应于 P 的日平均流量个数

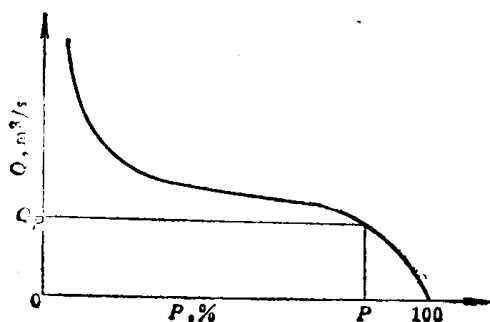


图 15-2-3 日平均流量历时曲线

由已选定的设计保证率 P , 从图 15-2-3 查得相应流量 Q_P , 并由 Q_P 查下游水位流量关系曲线得下

游水位 Z_2 (米), 以已知电站上游水位 Z_1 (米) 减去 Z_2 , 可得电站水头 H 。则保证出力 N_P 为:

$$N_P = AQ_P(Z_1 - Z_2) \text{ kW} \quad (15.2-3)$$

有的电站当流量较大时, 由于下游水位抬高, 水头减小, 引起水轮机预想出力降低, 甚至造成电站出力反低于保证出力的现象。此时在计算保证率 P 时应在 m 中予以扣除。

(2) 有调节性能电站的保证出力计算

一般以月为计算时段, 天然径流采用月平均流量。

(a) 年、季调节电站保证出力计算

(1) 典型年(季)法 首先从水文系列中选出设计枯水年(季)(其年水量或枯水期水量的保证率相当于电站设计保证率)。对设计枯水年(季)进行调节计算, 求得调节期的平均出力即保证出力。调节计算有等流量及等出力两种方法: 等流量法是在调节期各月采用相等的流量, 等出力法是各月采用相等的出力。一般用等流量法作初步计算。

首先求得调节流量 Q_P

$$Q_P = \frac{V_n + \sum_{i=1}^n Q_i}{n} \text{ m}^3/\text{s} \quad (15.2-4)$$

式中 V_n ——电站有效库容, 系正常蓄水位至死水位之间的水库容积 m^3/s 月

Q_i ——调节期内某月的径流量 m^3/s 月

n ——调节期月数

调节期应是从汛后小于 Q_P 的月份开始到下个汛期前大于 Q_P 的月份止。

再求得调节期平均水头 H_{PJ}

$$H_{PJ} = \bar{Z}_1 - Z_2 \text{ m} \quad (15.2-5)$$

式中 $\bar{Z}_1$ ——调节期平均库水位, 一般取 $\frac{1}{2} V_n$ 相

应库水位 m

Z_2 ——相应于 Q_P 的下游水位 m

水电站保证出力 N_P 为:

$$N_P = AQ_P \bar{H} \text{ kW} \quad (15.2-6)$$

(II) 时历法 已有 n 年的水文系列, 对每一年按(I)中所述方法求得其 $Q_P^{(j)}$, 从而得到系列:

$$\{Q_P^{(j)}\}: Q_P^{(1)}, Q_P^{(2)}, Q_P^{(3)}, \dots, Q_P^{(j)}, \dots, Q_P^{(n)}$$

对 $\{Q_P^{(j)}\}$ 依大小次序排队统计, 并求出 $Q_P^{(j)}$ 相应的保证率, 其保证率等于(或最接近)水电站设计保证率者即为所求的调节流量 Q_P 。再按式(15.2-6)

求得 N_p 。

(b) 多年调节电站保证出力计算 水文系列中枯水年常有连续出现的现象,一般称之为连续枯水段。计算时选定相应于设计保证率的连续枯水段。由于水文系列往往不够长,经常选定连续最枯水段计算保证出力,或者连续最枯水段允许有一、二年的破坏。前者的保证率为 $P = \frac{n}{n+1}$, n 为水文系列总年数;后者保证率为 $P = \frac{n-m}{n+1}$, m 为允许破坏年数。

若选定为连续最枯水段,其保证出力计算方法同(a),只是调节期由一个枯水季扩大为一个连续枯水段。

若选定为连续最枯水段有一、二年的破坏,则:

根据电力系统要求确定本电站允许破坏值 ΔN_p ,在允许破坏期内电站平均出力

$$N'_p = N_p - \Delta N_p$$

由最高蓄水位起按 N_p 进行调节计算。至允许破坏年始改用 N'_p 进行计算。

1.2.2 年发电量计算

水电站多年平均发电量 $\bar{E}$ 是电站获得能量多少的标志,应予足够重视。

a 径流式(包括日调节)电站的年发电量计算 已有电站日平均流量历时曲线,分横坐标区间(0,100%)为若干个部分,如图15-2-4,则年发电量 $\bar{E}$ 的计算公式如下:

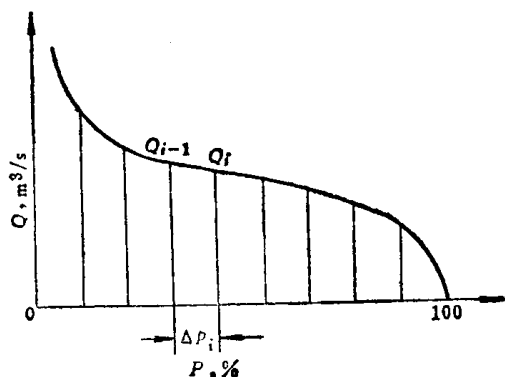


图 15-2-4 径流式电站年电量计算辅助用图

$$\bar{E} = 8760 \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_{i-1} + N_i}{2} \right) \Delta P_i \quad \text{kW} \cdot \text{h} \quad (15.2-7)$$

$$N_i = \begin{cases} N_s & (AQ_i H_i \geq N_s, N_{yu} = N_s) \\ AQ_i H_i & (AQ_i H_i \leq N_{yu}, AQ_i H_i < N_s) \\ N_{yu} & (AQ_i H_i > N_{yu}) \end{cases} \quad \text{kW}$$

式中 N_s ——电站装机容量 kW

N_{yu} ——水轮发电机组的预想出力 kW

H_i ——上游为蓄水位、下游为 Q_i 相应尾水位时水位差 m

$\bar{E}$ ——多年平均发电量 kW·h

b 有调节性能电站的年发电量计算 以月为计算时段(汛期流量变化大时可考虑用旬),根据一定的水库调度规划(如等流量或等出力,为保证发电、防洪等效益对库水位及泄流量的一些规定等),计算水文系列各水文年逐月平均出力。水电站多年平均发电量 $\bar{E}$ 为:

$$\bar{E} = \frac{730 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{12} N_{ij}}{n} \quad \text{kW} \cdot \text{h} \quad (15.2-8)$$

式中 N_{ij} ——第 i 年第 j 月的月平均出力 kW

n ——水文年系列中水文年总数

1.2.3 水电站特征水头计算

水电站特征水头是选择水轮发电机组的重要依据。计有电能加权平均水头,最大水头和最小水头。

a 电能加权平均水头 若已有水库调节后的多年各月平均出力 N_i 及相应水头 H_i (计算发电量时已算出)则加权平均水头 H_{pj} 为:

$$H_{pj} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i H_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad \text{m} \quad (15.2-9)$$

b 最大水头 水电站最大水头一般出现在供水期开始,为设计蓄水位与电站按保证出力进行日调节所出现的下游最低尾水位之差,如图15-2-5中 N' 所相应的尾水位。此外,还应以防洪高水位及下游允许泄量相应尾水位之差作校核。

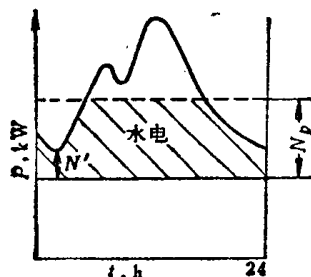


图 15-2-5 水电站工作位置图

c 最小水头 水电站最小水头一般出现在供水期末,为死水位与电站发预想出力时相应下游尾水位之差。

低水头电站最小水头可能出现在洪水期。此时应选某一频率洪水作为计算最小水头的标准(如1%洪水),而以水库宣泄该频率洪水时所出现的上下游最小水位差为电站最小水头。

2 水电站主要动能特征值选择

水电站的动能特征值选择是决定电站规模和效益的一些重要指标(如正常蓄水位、装机容量等)。需要进行全面分析才能合理选定。

2.1 水电站特征水位选择

2.1.1 正常蓄水位选择

正常蓄水位是指水库在正常运用情况下,满足设计的兴利要求在开始供水时应蓄到的高水位。正常蓄水位对电站规模、调节性能、储存能量、投资及工程量等都起着决定性的作用,设计时应给予充分的重视。正常蓄水位增高,效益增加,但淹没、工程量及投资亦随之而增加。采用什么水位有利,需要研究选择,通常都采用方案比较的方法。

a 方案拟定 根据电站所承担的任务(包括防洪、灌溉、航运等综合利用任务)、地形、地质、水库淹没等条件拟定正常蓄水位的范围或上、下限。在上、下限间再内插(一般可以等距)几个方案即组成了方案组。

正常蓄水位的上限一般考虑这样一些因素:不允许淹没的重大城市、工矿企业、重要矿产资源及重要农业基地;更高的正常蓄水位方案将在地质处理上引起较大的困难或由于地形的突然开阔引起工程量及投资的大幅度增加;河流开发规划上梯级的衔接问题;目前的技术条件等。

正常蓄水位下限一般考虑这样一些因素:更低的设计蓄水位将不能满足开发电站所要求承担的任务(包括综合利用任务);河流的开发利用上更低的水位显然是不合理的,如淹没少又有较好的地形、地质条件,采用低的蓄水位就会造成浪费;梯级衔接问题等。

b 经济比较 已经拟定了正常蓄水位比较方案 $Zh_1, Zh_2, \dots$ 。原则上使每一方案对国民经济的需要与同等程度的满足,即把方案间的差别采用其它措施予以填平补齐,称为替代措施。譬如电力电量间的差别,则采用火电站予以补齐,称为替代电站

(对某些不易找到替代措施的任务,各方案尽量予以满足。而将方案差别集中反映于可有替代措施的任务方面)。这样每一完整的方案应包括设计电站本身及替代措施。而方案间的差别则反映于不同的投资及年费用上。

对投资及年费用皆少的方案其经济性是显然的。但多数情况是投资大年费用少或反之。一般用抵偿年限法或年计算支出法进行比较。抵偿年限由国家统一规定。我国曾采用5~10年。

c 综合分析比较 由于不同方案完全做到对国民经济同等程度的满足是很难实现的。而方案的优劣也不能单纯地由投资及年费用反映出来。因此抵偿年限只是反映经济性的指标之一。为了便于方案分析,通常还要计算下列一些指标:

$$(1) \text{单位千瓦投资} = \frac{C}{N_p} \text{ 元/千瓦}$$

C ——电站投资 元

$$(2) \text{单位电能投资} = \frac{C}{E} \text{ 分/千瓦·时}$$

$$(3) \text{电能成本} = \frac{u}{E} \text{ 分/千瓦·时}$$

u ——电站运行费 元

$$(4) \text{单位千瓦迁移人口及淹没农田。}$$

此外还须考虑电站的钢材、木材、水泥消耗量以及电站施工期限(包括第一台机组投入时间及建成年限)等。

一般来说,上述那些指标小的方案应该是有利的。但实际上这些指标不可能单一的倾向于某一方案。更主要的是必须根据方针政策,任务性质及各方案所能满足的程度、地区特点、技术可靠性等结合这些指标从政治、经济、技术各方面全面分析,才能选出合理的方案来。

2.1.2 死水位选择

死水位是指在正常运用的情况下,允许水库消落的最低水位。

对某一定的正常蓄水位都有相应的有利死水位。死水位的选择方法同正常蓄水位一样,也采用方案比较法选定。下面列出选择死水位应考虑的一些因素。

(1) 死水位变化会影响到电站保证出力 N_p 和多年平均发电量 E 。设正常蓄水位与死水位之差为 h_s (亦称消落深度),则 h_s 与 N_p 和 E 的关系如图15.2-6。死水位一般在 E 最大值附近。

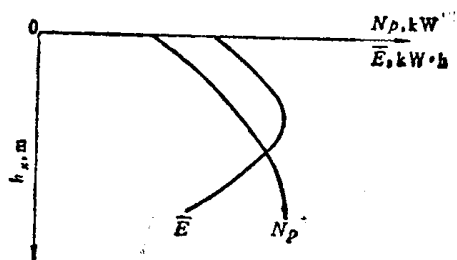


图 15-2-6 消落深度与保证出力、年发电量关系图

(2) 死水位变化将影响到电站平均水头和最小水头,从而影响到水轮发电机组的选择。

(3) 死水位选择应考虑到防洪限制水位与库区航运及灌溉水位的要求。

(4) 死水位变化将影响到水工布置如进水口高程等。

2.2 水电站装机容量选择

装机容量是指一座水电站全部机组额定出力之和。

水电站动能效益(电力和电量)都是通过装机容量获得的。正确选择装机容量是充分地利用电站能量重要的一环。

2.2.1 装机容量的组成

按电站在保证电力系统平衡中负担任务的情况,装机容量 N_z 的组成如图 15-2-7。

水轮发电机组因水头变化并不是任何时候都能

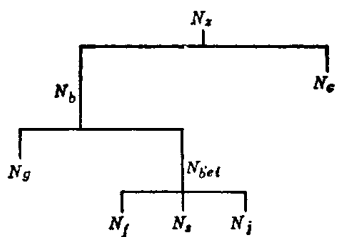


图 15-2-7 装机容量组成图

N_b —必须容量,是保证电力系统正常供电,电站必须具备的容量 N_c —重复容量,并非系统电力平衡所必须,但为获得季节性电能而设置的容量 N_g —工作容量,担任系统正常负荷的容量 N_{bet} —备用容量,包括负载、事故、检修等备用 N_f —负载备用容量,为适应系统负荷脉动和短时冲击负荷保证系统周波稳定而设置的容量 N_s —事故备用容量,为保证系统内某些机组发生故障时能替代其工作而设置的容量 N_j —检修备用容量,为使系统内机组能轮流替换检修而设置的容量

满发的,因此电站的装机容量 N_z 又可按其利用情况分为 N_{yu} 和 N_{zu} 。

$$N_z = N_{yu} + N_{zu} \quad (15.2-10)$$

式中 N_{yu} ——预想出力,相应于某一水头时电站可能发出的容量

N_{zu} ——受阻容量,为电站机组低于设计水头时的不足出力

2.2.2 装机容量选择

水电站装机容量选择应在经济合理地利用水能和保证系统正常供电的基础上进行。一般规划阶段可以采用经验法、倍比法或装机容量利用小时数法。在设计阶段以采用电力电量平衡法为宜。

a 经验法

(1) 保证出力倍比法

$$N_z = k N_p \quad \text{kW} \quad (15.2-11)$$

式中 k ——系数,与水电比重、动力资源分布、系统负荷特性、设计电站调节性能等有关。 k 值一般取 2.0~5.0。当水电比重小、水电资源少、系统中连续性生产工业比重小、调节性能差的, k 取偏大值;反之取偏小值。

(2) 装机利用小时数法 电站多年平均发电量 $\bar{E}$ 与装机容量 N_z 的比值 h 称为装机利用小时数。即

$$h = \frac{\bar{E}}{N_z} \quad \text{h} \quad (15.2-12)$$

首先根据经验选定一个装机利用小时数 h 。

作出 $N_z \sim \bar{E}$ 关系曲线。用试算法或图解法求得 N_{zo} 。

装机利用小时 h 与设计电站调节性能、水电比重、负荷特性等有关,一般为 3000~6000 小时。调节性能差、水电比重大、系统连续性生产工业比重大的可取偏大值;反之取偏小值。

b 电力电量平衡法 通过对水电站供电系统的电力电量平衡,辅以经济比较确定水电站的工作容量、备用容量和重复容量,结合装机利用小时,水量利用系数等以确定装机容量。

(1) 电力系统的负荷特性 电力系统的负荷是由系统中各种用户的需电过程综合而成的。对每一种用户,都有其特定的需电过程——由其特定的生产过程和生产班制所决定。因此每一电力系统都有其特定的负荷特性。

(I) 日负荷特性

系统日负荷如图 15.2-8 所示。

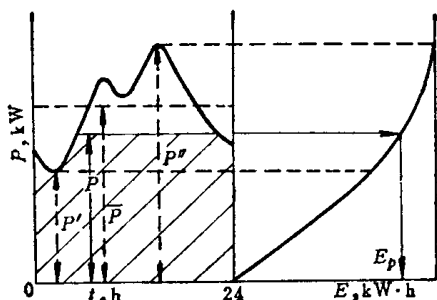


图 15.2-8 电力系统日负荷特性

图 15.2-8 中左半部分是系统负荷 24 小时内的逐时变化过程线。 P' 为一日中出现的最小负荷; P'' 为一日内出现的最大负荷; P' 以下称为基荷, P' 以上称为峰荷。 $\bar{P}$ 为日平均负荷。

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{24} P_i}{24} \quad (P_i \text{——第 } i \text{ 小时系统负荷}) \quad \text{kW}$$

图 15.2-8 中右半部分是日电量累计曲线。某负荷 P 所相应的电量 E 即 P 以下所需的全部电量,如图中阴影面积。 P' 以下曲线为直线,是基荷电量。 P', P'' 间为峰荷电量, P'' 相应全部日电量。

通常用下述指标表征日负荷特性,称为日负荷率。

$$\text{日平均负荷率 } \gamma = \frac{\bar{P}}{P''}$$

$$\text{日最小负荷率 } \beta = \frac{P'}{P''}$$

γ, β 小,表示尖峰负荷大,峰荷瘦高。

(II) 年月负荷特性

系统月负荷在月内也是不均衡的。其月不均衡特性通常用月负荷率(月不均衡率) σ 表示。

$$\sigma = \frac{\text{全月平均负荷}}{\text{月内最大负荷日平均负荷}}$$

系统年负荷通常分别用逐月平均负荷图及逐月最大负荷图来表示,如图 15.2-9。工业年负荷一般

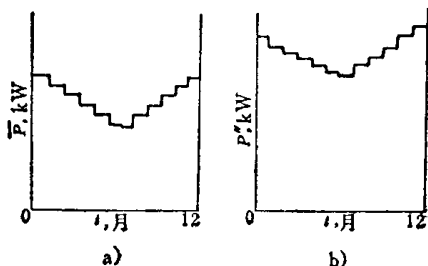


图 15.2-9 年负荷图(未包括排灌负荷)

a—年平均负荷图 b—年最大负荷图

冬季 12 月份最大,春季逐渐降低,夏季最低,秋季又逐渐增高。农业排灌负荷随作物组成地区水文气象条件而变,一般最大负荷出现在春夏季。

年负荷的不均衡性用年负荷率(年不均衡率) ρ 来表示。

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i''}{12 P''}$$

式中 P_i'' —— i 月的最大负荷 kW

P'' ——年内最大负荷 kW

(2) 工作容量确定

(I) 忽略负荷年不均衡性

根据年负荷估计出系统电力平衡的控制月份(通常与最大负荷月一致,工业负荷为主的系统中一般为 12 月份);作出控制月最大负荷日的日负荷图;选出相应的电站月平均出力,通常为保证出力 N_p 。

鉴于水电站在运行上、经济上的优越性,系统负荷不均衡部分通常尽量由水电站负担。

水电站最大负荷日电量 E_r 为:

$$E_r = K_y \cdot N_p \cdot 24 \quad \text{kW} \cdot \text{h} \quad (15.2-13)$$

式中 K_y ——水电站月调节系数,一般在 1.1 左右考虑设计水电站的调节性能(如无调节电站只担负基荷)、综合利用情况(如下游航运要求限制电站日调节)及补充增加容量的经济性等因素,决定电站工作位置。

根据日电量及工作位置,利用日负荷图即可求得工作容量,如图 15.2-10。在电量累积曲线上使其横坐标间距为 E_r ,则纵坐标间距为 N_g 。

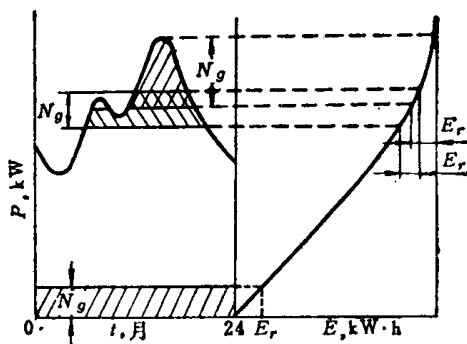


图 15.2-10 不同工作位置时水电站工作容量图

工作容量也可以利用下述近似公式计算。

电站担负尖峰 $[K_y N_p < P''(\gamma - \beta)]$ 时

$$N_g = P''(1 - \beta) \left(\frac{K_y N_p}{P - P'} \right)^{\delta} \quad (15.2-14)$$

$$\delta = \frac{\gamma - \beta}{1 - \beta}$$

电站担负容量超过尖峰部分 $[K_y N_p > P''(\gamma - \beta)]$

$$N_p = K_y N_p + (1 - \gamma) P'' \quad (15.2-15)$$

(II) 考虑负荷年不均衡性

在水电站调节期内,把保证电能(设计枯水期调节期电能)按年负荷不均衡性分配逐月平均出力,使水电负担年负荷的不均衡部分。如图 15.2-11。月平均出力与相应月水电承担负荷(工作容量)之间的关系参考(I)。

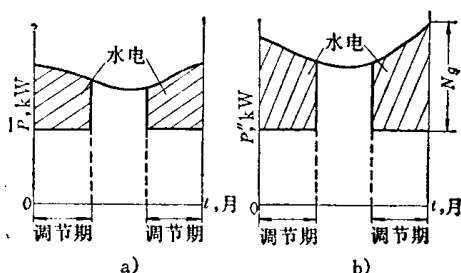


图 15.2-11 水电站在调节期承担负荷图
a—年平均负荷图 b—一年最大负荷图

图 15.2-11 中阴影部分为水电在调节期所承担的负荷。在年最大负荷图中水电与其它电源的分界应保持同一水平线。该图中水电承担的最大负荷即水电的 N_g 。

(3) 备用容量确定

(I) 负荷备用、事故备用容量的确定 电力系统的负荷备用、事故备用在设计时是按系统负荷的百分数估计的。一般负荷备用采用系统最大负荷的 2~5%; 事故备用采用系统最大负荷的 8~10%, 同时要求不得小于系统最大一台机组的容量。

靠近负荷中心、具有调节能力的水电站可担负系统负荷备用, 通常可按其工作容量占系统负荷的比重分担负荷备用。

水电站一般可担负一定的系统事故备用, 分担比例可取其工作容量占系统负荷的比重, 但要校核水电站有无足够的事故备用库容。

(II) 检修备用容量确定 电力系统机组检修安排应首先利用年负荷下降部分(如图 15.2-12 中阴影部分 A)。检修安排按平均检修时间考虑。水电站年平均检修时间为 15 天。火电平均检修时间为 1 个月。系统机组所需检修面积 B 为:

$$B = 0.5 \times \text{水电设备容量} + \text{火电设备容量} \quad (\text{千瓦} \cdot \text{月}) \quad (15.2-16)$$

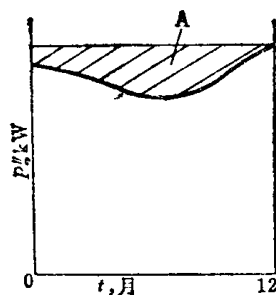


图 15.2-12 利用负荷下降系统可用检修面积图

若 $A \geq B$, 则系统不需专设检修备用;

若 $A < B$, 则系统需专设检修备用, 而检修设备用所提供的检修面积为 $B - A$ 。

通过经济比较确定水电或火电担负系统检修备用, 一般采用方案比较法(参照正常高水位比较)。

如系统由水电担负检修备用, 则容量为

$$\text{替代火电检修: } N_j = \frac{B - A}{T}$$

$$\text{替代水电本身: } N_j = \frac{B - A}{12 - T}$$

式中 T ——设计枯水年汛期时间

(4) 重复容量确定

水电站设置重复容量是否经济, 主要看获得季节性电能能否抵偿增设容量所增加的投资及年运行费用。

把水电站装机容量 N_s 增加 ΔN_s , 相应获得电量 ΔE 。

$t = \frac{\Delta E}{\Delta N_s}$ 叫做补充装机利用小时。 t 又可看做增加单位容量所获得的电量。习惯上以 t 作为判别应否装重复容量的主要指标。当

$$t \geq \frac{\frac{\Delta C_s}{T_D} + \Delta u_s}{\mu b z} \quad \text{小时/年} \quad (15.2-17)$$

则装设重复容量有利。

式中 $\Delta C_s, \Delta u_s$ ——水电站增加的投资及年费用, 元/千瓦、元/千瓦·年

T_D ——抵偿年限 年

b ——火电站单位煤耗 $\text{kg/kW} \cdot \text{h}$

z ——火电站的到厂煤价 元

μ ——考虑厂用电和线损后, 水火电间折算系数, 一般取 1.05

根据电站出力历时曲线, 即可查得应装设的重复容量, 如图 15.2-13。其中图 a 应装重复容量; 图 b 中 $N_0 = 0$ 。

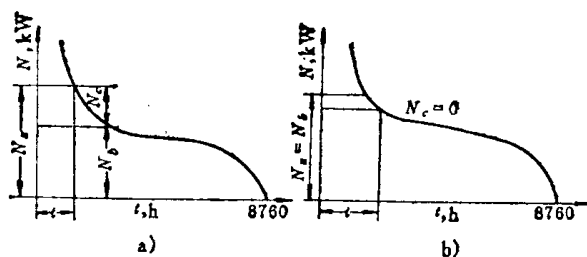


图 15-2-13 是否设置重复容量示意图

2.2.3 设计水头的确定

水电站设计水头是指电站能够满发装机容量,或每台机组能满发铭牌出力的最低水头。该水头接近于平均水头,但不得高于平均水头。确定设计水头将涉及水轮机机型、直径、台数、转速等参数。关于水轮机参数选择详看“机械工程手册”中“水轮机”篇有关章节。

a 经验法

$$(I) \quad H_r = KH_{\min} \quad \text{m} \quad (15.2-18)$$

式中 H_r ——设计水头 m

$H_{\min}$ ——最小水头 m

K ——系数,一般在 1.1 左右

本公式不适用于高水头电站,因其计算出的设计水头有可能大于平均水头。

$$(II) \quad \begin{aligned} \text{坝后式电站 } H_r &= 0.95\bar{H} \quad \text{m} \\ \text{河床式电站 } H_r &= 0.9\bar{H} \quad \text{m} \end{aligned} \quad (15.2-19)$$

式中 $\bar{H}$ ——平均水头 m

对低水头电站来说,本公式算出的设计水头可能偏高。可通过必要的电力平衡来校核。

b 电力平衡法 本法以系统的电力平衡为基

础,辅以经济比较,以确定设计水头。

做出设计枯水年的电力平衡,得出水电站年内必须容量逐月过程。设相应最小水头出现月份装机容量与必须容量的差 ΔN_{yu} 为该月的预想出力允许下降值,设每台机组的预想出力允许下降值为 ΔN_{yu}^t , 则

$\Delta N_{yu}^t = \Delta N_{yu} / \text{台数 kW}$, 在水轮机运行特性曲线上查得 H_r , 如图 15-2-14。也可以粗略地按下式计算 H_r 。

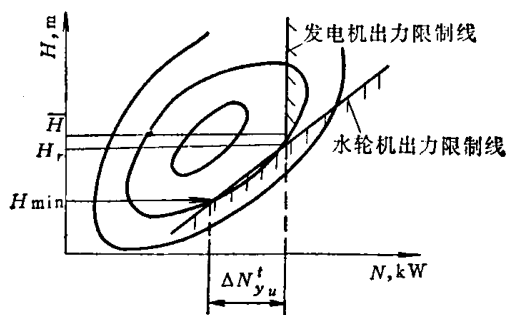


图 15-2-14 水轮机运行特性曲线

$$(H_r/H_{\min})^{1.5} = N_d / (N_d - \Delta N_{yu}^t) \quad (15.2-20)$$

式中 N_d ——单机容量 kW

对汛期水头较高的电站还应该在保证电力平衡所定设计水头(如上述)的基础上,研究抬高设计水头增大单机容量(加大发电机容量)获得季节性电能的可能性与经济性。

抬高设计水头的经济比较同设置重复容量的经济比较,只是在计算水电增加投资时考虑发电机及电气方面所增加的投资,而在获得效益方面则要考虑预想出力下降强迫弃水的问题。

第3章 水电站主要建筑物

水力发电站的基本布置型式有堤坝式、引水式及混合式三种。在堤坝式水电站中,主要建筑物一般包括壅水建筑物、进水建筑物、泄水建筑物和发电站厂房等;引水式水电站又可分为无压引水式电站和有压引水式电站两类,主要建筑物包括进水建筑物、输水建筑物、尾水建筑物、发电站厂房;在混合式水电站中两者兼有之。由于电站布置型式不同,各种建筑物在不同类型电站中的组成和作用也各有不同。

1 壅水建筑物

拦河坝是堤坝式水电站中的主要壅水建筑物,它的作用是抬高河流水位,形成上游调节水库。拦河坝的型式可分为两大类:混凝土坝和土石坝。坝型的选择应依据坝址自然条件、建筑材料、施工场地、导流、工期、造价等综合比较选定。拦河坝的高度取决于枢纽地形地质条件、淹没、人口迁移、上下游梯级水电站的关系以及动能指标等。

1.1 混凝土坝

1.1.1 重力坝

重力坝有溢流式和非溢流式两种,如图15.3-1。

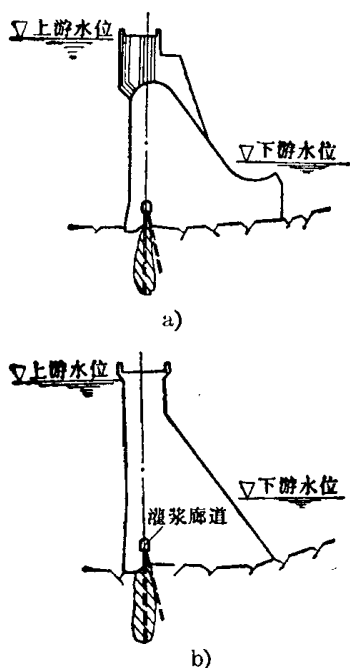


图 15.3-1 重力坝剖面图
a—溢流坝 b—非溢流坝

重力坝的特点是依靠坝体自重与基础间产生的摩擦力来承受水的推力而维持稳定。摩擦力与坝体自重成正比。一般以抗滑稳定安全系数 K_0 来表达。重力坝受力作用见图 15.3-2。

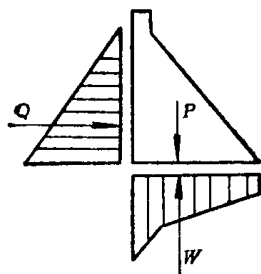


图 15.3-2

抗滑稳定安全系数

$$K_0 = \frac{f(P-W)}{Q}$$

式中 f ——摩擦系数

P ——垂直力

Q ——水平力

W ——上浮力和渗透压力

重力坝的优点是结构简单,施工较容易,耐久性好,适宜于在岩基上的高坝建筑,便于设置泄水建筑物。但体积大,水泥用量多,材料强度没有充分利用。

1.1.2 拱坝

拱坝是一空间壳体结构,其剖面图见 15.3-3,平面上呈拱型,凸向上游,利用拱的作用将所承受的水平荷载变为轴向压力传至两岸基岩,两岸拱座支撑坝体,保持坝体稳定。拱的作用利用越充分,拱坝的工程量越省,越能较好地利用混凝土的材料强度。拱坝具有较高的超载能力。拱坝对地基和两岸岩石要求较高,施工上亦较重力坝难度大。

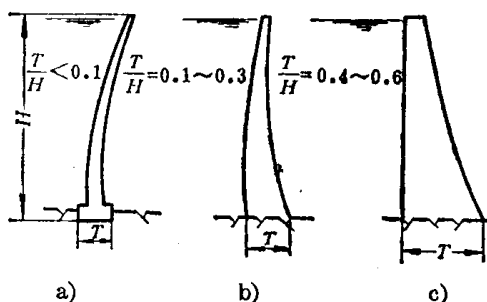


图 15.3-3 拱坝剖面示意图

a—薄拱坝 b—拱坝 c—重力拱坝

在两岸基岩坚硬完整的狭窄河谷坝址,特别适宜于建造拱坝。一般认为坝底厚度 T 与最大坝高 H 的比(T/H)值小于 0.1 时为薄拱坝;在 0.1~0.3 为拱坝;在 0.4~0.6 为重力拱坝。若 T/H 值更大时,拱的作用已很小,即近于重力坝。

1.1.3 支墩坝

支墩坝由倾斜的盖面和支墩组成。支墩支撑着盖面,水压力由盖面传给支墩,再由支墩传给地基。支墩坝是最经济可靠的坝型之一,与重力坝比较具有体积小、造价省、适应地基的能力较强的优点。按照盖面型式不同,支墩坝可以分为:

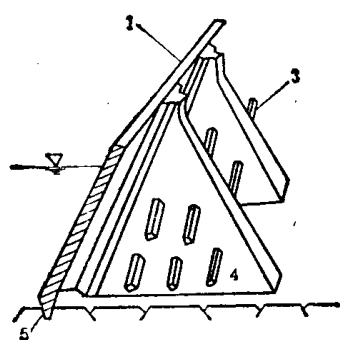
(1) 平板坝 见图 15.3-4a, 盖面为平板。

(2) 连拱坝 见图 15.3-4b, 盖面为拱。

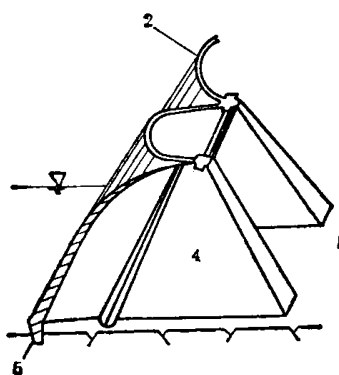
(3) 大头坝 见图 15.3-4c, 盖面由支墩上游端加厚形成。

(4) 其它型式。

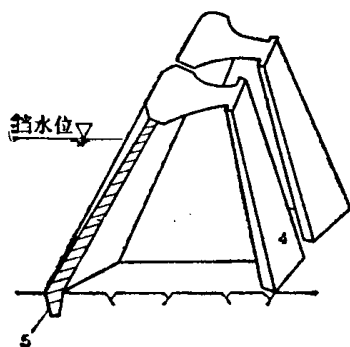
支墩坝一般为混凝土或钢筋混凝土结构,和重力坝比较支墩坝具有如下特点:



a) 平板坝



b) 连拱坝



c) 大头坝

图 15.3-4 几种支墩坝示意图

1—平板 2—连拱 3—横向水平梁 4—支墩 5—齿墙

(1) 上游盖面常做成倾斜状，盖面上水重可帮助坝体稳定；

(2) 支墩坝构件单薄，所受扬压力较重力坝小很多，内部应力较均匀，可以充分发挥材料的强度；

(3) 支墩的侧向刚度较小，设计中应对侧向地震时支墩的工作条件进行验算；

(4) 支墩坝对地基条件的要求较重力坝高。

1.2 土石材料坝

土石坝包括土坝、堆石坝、土石混合坝等，统称

为当地材料坝。它具有就地取材、节约水泥、对坝址地基条件要求较低等优点。一般当地材料坝由坝体、防渗体、排水体、护坡等四部分组成，如图 15.3-5 所示。

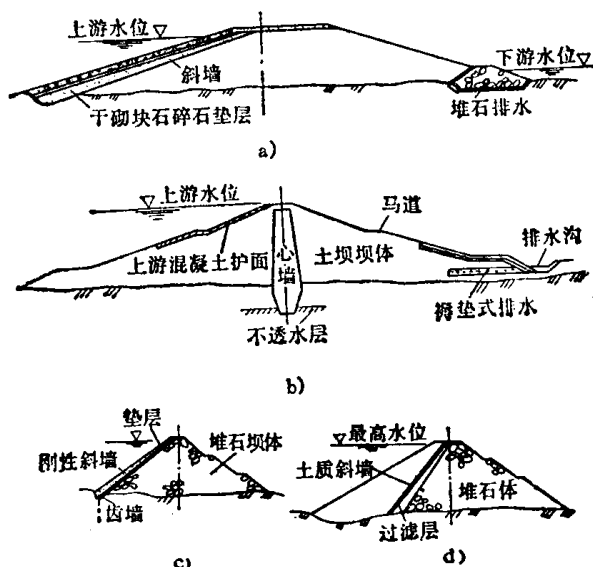


图 15.3-5 几种土石材料坝剖面图

a—斜墙土坝 b—心墙土坝 c—堆石坝
d—土石混合坝

a 坝体 是坝的主要组成部分，坝体在水压力与自重作用下主要靠坝体自重维持稳定。

b 防渗体 主要作用是减少自上游向下游的渗透水量，一般有心墙、斜墙、铺盖等。

c 排水体 主要作用是引走由上游渗向下游的渗透水，增强下游护坡的稳定性。

d 护坡 是防止波浪、冰层、温度变化和雨水径流等对坝体的破坏。

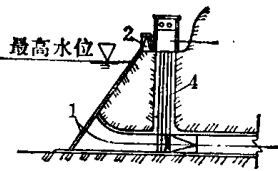
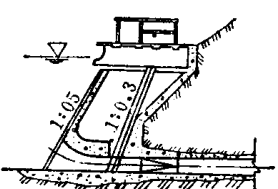
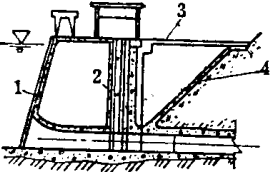
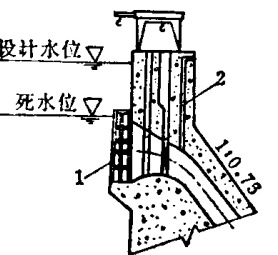
2 进水建筑物

2.1 进水口

大中型水电站的进水口：常见的有坝前式及河岸式两类。进水口一般在有压状态下工作。通常设有拦污栅、工作闸门、检修闸门、通气孔及起重机械等设备。进水口应保证在任何工作水位下供给电站必需的水量。压力进水口高程要求放在水库最低工作水位以下，有足够的深度防止引水隧洞（或压力引水管）吸入空气。在多泥沙的河流中还应防止底沙进入以及进口处泥沙淤积过高的问题。

常见进水口型式见表 15.3-1。

表 15-3-1 常见进水口型式

进 水 口 型 式 简 图	特 点
 竖井式进水口 1—拦污栅 2—清污机 3—启闭机室 4—闸门井	用于岩石较好、岸坡稳定的地区。主要结构均在山岩之中。竖井不宜过高，以免造成进口段过长、检修不便及施工困难
 斜坡式进水口	用于岩石稍差，岸坡较陡，不宜开挖竖井地区。闸门井及圆弧段均在山岩之外，闸门井倾斜布置，起闭机室设在山坡，不必修桥
 塔式进水口 1—透水胸墙 2—胸墙 3—工作墙 4—护坡	用于山岩较差，岸坡平缓地区。为避免大量开挖，全部进水口结构均在岸坡以外。闸门塔架孤立与水库之中，以桥梁与岸边联系。结构细长，抗震性能差
 坝前式进水口 1—拦污栅 2—通气孔	为坝后式厂房常用。多为矩形喇叭口，位于厂房坝段中

2.2 拦污栅

在电站进水口上通常装设有拦污栅，用以阻拦污物进入输水道，以防护水轮机、阀门、管道不受损坏。

拦污栅一般布置在进口闸门和检修闸门的上游。亦可和检修闸门放在一个闸槽内。拦污栅平面上的形状有直线形(几个机组通仓拦污栅)和半圆形

两种，可垂直或倾斜布置。拦污栅布置应使水流平顺，以减少水流过栅时的水头损失，一般过栅流速为 0.8~1.2 米/秒。

为了清理拦污栅上淤堵的污物，可装设清污机。对污物较多的水电站，为便于清污，可考虑设置两道拦污栅。亦可在进水口拦污栅前，加设拦污排，与拦污栅共起拦污作用。

拦污栅栅体一般设计成能够上下升降运行的焊接结构，以便于清污和维修。栅条间距视水轮机型式和转轮直径而定，轴流式水轮机为 $\frac{1}{30} D_1$ ，但不大于 200 毫米；混流式水轮机为 $\frac{1}{20} D_1$ ，但不大于转轮叶片出口最小间距。栅条截面一般为长方形。截面高度不大于 1.2 倍厚度，但不小于 50 毫米。

2.3 闸 门

水力发电站的闸门按不同用途主要有工作闸门和检修闸门二类。工作闸门多采用固定式启闭机，每扇闸门一套。必要时装有自动控制装置，以便在事故时自动关闭。机组大修时也经常关闭工作闸门。进水口工作闸门在平压状态下开启，在动水中关闭或紧急关闭。检修闸门多用活动启闭机操作。门体平时存放于门库。几个孔口可共用一套检修闸门。

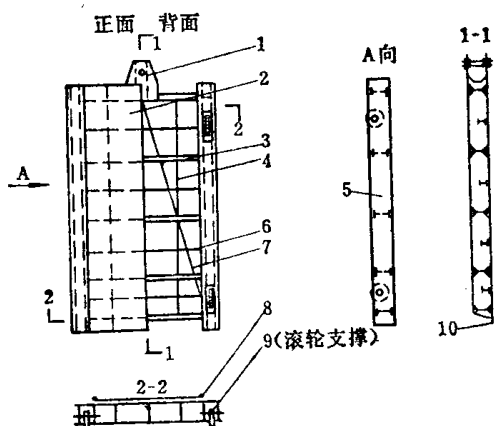
水电站闸门常用形式有：平面闸门和弧形闸门两种，见图 15-3-6 和图 15-3-7。

平面闸门适应性较广，结构简单，工作可靠，多用于电站进口工作闸门及检修门，尾水管检修门，泄水孔的工作门及检修门等。弧形闸门可用于坝顶溢流孔、深泄水孔等，与平面门比较有操作简单、启门压力小的优点，但在布置上常占据较大的空间。

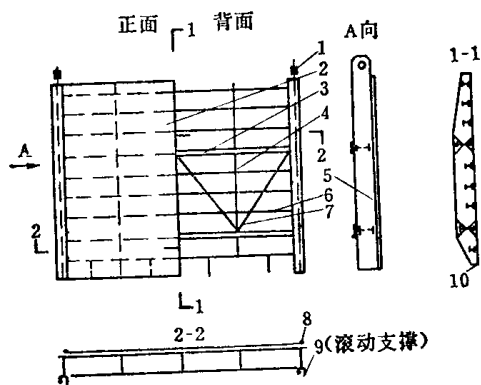
平面闸门行走支撑形式分滑动和滚动两类。

(1) 滑动支撑结构多采用压合胶木或铸钢块制成，亦有用铸铁和尼龙等材料的。一般工作闸门(包括快速闸门)采用压合胶木滑动支撑，其单位承压强度大，可达 4 吨/厘米²，摩擦力小，结构紧凑。铸钢块支撑多用于受力较小的闸门或检修闸门。

(2) 滚动支撑结构型式有：简支轮支撑，悬臂轮支撑和轮式台车支撑。简支轮支撑能承受较大的闸门压力(每个轮可承受 100 吨以上的压力)，滚动摩擦系数小，可减少启门力，因此水电站采用较多。但这种结构门槽尺寸相对较大，需钢材较多，制造安装



a) 滚轮支撑平面闸门结构图



b) 滑动支撑平面闸门结构图

图 15-3-6 平面闸门结构示意图

1—闸门吊耳 2—面板 3—主梁 4—隔板 5—边梁 6—小梁 7—斜撑 8—顶、侧止水 9—支撑 10—底部止水

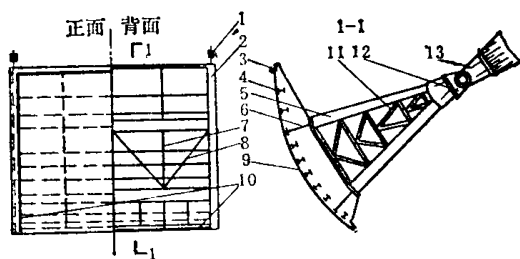


图 15-3-7 弧形闸门结构图

1—吊耳 2—边梁 3—顶止水 4—小梁 5—支臂 6—主梁 7—隔板 8—斜撑 9—面板 10—底、边止水 11—支臂联系杆 12—支铰 13—支座

要求也高。悬臂轮式支撑适用于压力较小的闸门。轮式台车支撑要求门槽尺寸大，布置上较困难。

2.4 压力前池

压力前池是联接无压引水渠道和压力水管的建

筑物。压力前池由压力管道进水口、泄水建筑物、排沙(或排冰)建筑物所组成。压力前池的位置应尽量靠近发电机厂房，以缩短高压管道长度。压力前池如果发生事故或严重渗漏，对高压管道及水电站厂房危害较大。压力前池的作用是：

(1) 平稳水流，分配水量，补充机组供水不足或排除多余水量；

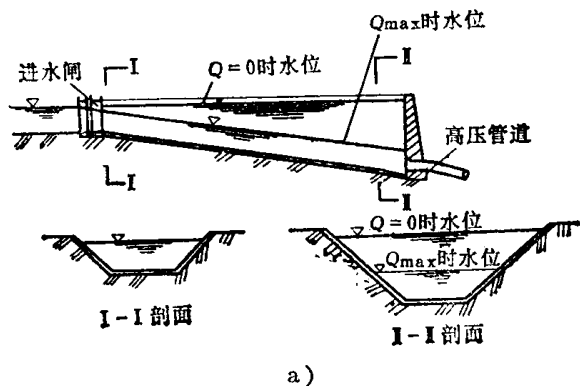
(2) 清污、排沙(或排冰)避免杂物进入机组影响发电。

压力前池应有一定的容积，以便当机组引用流量变化时，适当调节流量，保证电站正常工作。

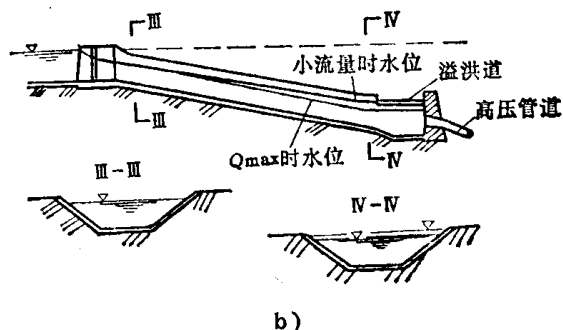
3 输水建筑物

3.1 渠道

引水渠道为无压引水式电站用以集中水头的主要输水建筑物之一。水电站渠道可分为自动调节和非自动调节二种。自动调节渠道见图 15-3-8a。渠道底按最大引用流量设计。当机组负荷变化时，不需闸门控制及设置溢水建筑物。由于渠道断面变化较大，当渠道较长时，工程数量较大，不宜采用。



a)



b)

图 15-3-8 引水渠道图

a—自动调节渠道 b—非自动调节渠道