

农村水电站 (上册)

湖南省革命委员会水利电力局

《农村水电站》编写小组编



NON GCUN SHUID IAN ZHAN

农村水电站

(上册)

湖南省革命委员会水利电力局
《农村水电站》编写小组编

湖南人民出版社

农村水电站

(上册)

湖南省革命委员会水利电力局
《农村水电站》编写组编

*

湖南人民出版社出版
湖南省新华书店发行
湖南省新华印刷二厂印刷

*

1974年第1版第1次印刷
印数：1—12,000册
统一书号：15109·90 定价：2.47元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

深挖洞，广积粮，不称霸。

备战、备荒、为人民。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

水利是农业的命脉。

农业的根本出路在于机械化。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。

前 言

湖南是伟大领袖毛主席的家乡,地处长江中游南岸。境内山峦重迭,江河纵横,水利资源极其丰富。解放后,在毛主席无产阶级革命路线指引下,广大工人、贫下中农、革命干部和革命知识分子,高举“鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义”总路线的旗帜,认真落实毛主席“备战、备荒、为人民”、“水利是农业的命脉”等光辉指示,发扬“自力更生”、“艰苦奋斗”的革命精神,掀起治水办电的群众运动,使我省小水电建设事业的发展取得了很大的成绩,促进了农业生产和地方工业的发展。

遵照伟大领袖毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的教导,适应工农业生产迅速发展和群众大搞小水电建设的需要,我们搜集了省内外农村水电站的有关资料以及群众自办水电工程的经验,编写出版本书,供从事农村水电建设的同志参考。

本书所选定的农村水电站单机容量范围不超过400瓩,总装机容量不超过 4×400 瓩,发电机电压400伏,坝高30米以下。所介绍的设计原理、计算方法及有关的基础知识,尽量做到简明扼要和实用。凡可能利用图表、曲线计算的,尽量避免采用公式计算,以加快设计的速度。全书分上、下二册。上册主要内容分三部分,即农村水电站的规划和水文水利计算;土石坝和引水建筑物设计;农村水电站厂房的机电布置、结构布置和计算。下册主要内容也分三部分,即水力机械设计原理、构造和选型,以及一般安装方法;电气基础知识。主结线、设备选择、防雷接地、继电保护和发电机励磁装置;农村电力网规划设计和安全用电。并附有各种计算图表、曲线和计算例题。

由于我们水平有限,调查研究不够,加以编写时间匆促,书中难免有缺点、错误和不足之处,希望批评指正。

湖南省革命委员会水利电力局

《农村水电站》编写小组

一九七三年一月

目 录

第一部分 水电站的规划

第一章 农村水电站概述 (1)

第一节 水电站的建设原则 (1)

第二节 水流的功率 (2)

第三节 水电站的水头和流量 (3)

第四节 水电站的基本类型 (4)

一、堤坝式水电站 (5)

二、引水道式水电站 (5)

三、混合式水电站 (6)

四、渠道跌水水电站 (6)

第二章 水电站的规划计算 (9)

第一节 水文气象资料 (9)

一、收集各种水文气象资料 (9)

二、水位、流量的观测与整理 (9)

第二节 水文计算 (15)

一、水文频率计算的一般方法 (15)

二、无资料情况下的水文计算 (42)

第三节 水能计算 (72)

一、水能计算的内容 (72)

二、水能计算所需的基本资料 (72)

三、水库调节性能的划分 (75)

四、设计蓄水位的确定 (76)

五、设计低水位的确定 (76)

六、无调节和日调节的水能计算 (77)

七、年调节水库的调节计算 (80)

八、梯级水库调节计算 (83)

九、灌溉为主的水库调节计算 (88)

十、水电站装机容量的确定 (91)

第四节 回水计算和泥沙 (92)

一、回水计算 (92)

二、泥沙 (94)

第二部分 土石坝和引水建筑物

第一章 土石坝 (97)

第一节 土坝 (98)

一、土坝的种类及坝型、土料选择 (98)

二、坝身构造 (104)

三、土坝的地基清理和处理 (113)

四、坝体填筑及质量控制 (114)

五、溢洪道 (117)

第二节 浆砌石重力坝 (125)

一、作用于坝体的荷载及荷载组合 (126)

二、断面尺寸的确定 (131)

三、溢流坝的下游消能设施 (142)

四、基础处理和防渗措施 (155)

五、建筑材料 (158)

第三节 浆砌石拱坝 (165)

一、建筑拱坝的地质地形条件 (165)

二、拱坝的平面布置 (167)

三、作用于拱坝的荷载及荷载组合 (171)

四、拱坝的应力计算 (173)

五、坝顶溢流和下游消能型式 (207)

六、基础开挖和处理 (210)

七、浆砌石拱坝的防渗和施工 (211)

第四节 简易石坝 (212)

一、圪工硬壳坝 (212)

二、干砌堆石坝 (213)

三、木石坝 (木结构堆石坝) (217)

第二章 引水建筑物 (223)

第一节 进水口 (223)

一、开敞式进水口的选择和计算 (223)

二、深孔式进水口简介 (232)

第二节 引水渠道 (232)

一、渠道的选择 (232)

二、渠道断面的选择 (233)

三、渠道水力计算 (235)

第三节 压力前池 (247)

一、前池的主要作用	(247)
二、压力前池的位置	(247)
三、压力前池的各部尺寸	(248)
第四节 压力水管平面布置及水力学	
计算	(250)
一、压力水管的平面布置形式	(250)
二、压力水管的经济直径选择	(251)
三、水头损失计算	(252)
四、压力水管的水锤计算	(263)
第五节 压力水管的结构计算	(270)
一、钢筋混凝土管的结构计算	(270)
二、木管的结构计算	(288)
三、钢管的结构计算	(294)
四、铸铁管的结构计算	(295)
五、钢丝网及预应力钢丝水泥管的结构	
计算	(296)
第六节 镇墩的结构计算	(313)
一、压力水管作用于镇墩上的力	(314)
二、作用于镇墩上的主动土压力	(317)
三、镇墩的抗滑稳定核算	(318)
四、地基应力核算	(319)
第七节 进口闸门、拦污栅和启闭机	(322)
一、拦污栅	(322)
二、闸门	(323)
三、启闭力计算及启闭机的选用	(330)

第三部分 水电站厂房

第一章 水电站厂内水力机械设备

布置	(347)
第一节 水轮发电机组的布置	(347)
一、水轮发电机组主轴的位置	(347)
二、水轮机进水室的型式对厂房布置	
的影响	(356)
三、电站出力、机组台数对厂房布置	
的影响	(358)
第二节 厂内其它设备的布置	(359)
第三节 厂房主要尺寸的确定	(360)
一、机组间距	(360)

二、厂房宽度	(360)
三、厂房高度	(361)

第四节 水轮机水推力和转动部分重量

计算	(362)
----	-------

第二章 水电站电气设备布置

第一节 厂内电气设备布置	(363)
第二节 变电站布置	(366)

第三章 水电站厂房的结构布置和

计算	(371)
----	-------

第一节 厂房的类型

一、开敞式水轮机室厂房	(371)
二、封闭蜗室式厂房	(372)

第二节 厂房水下部分和水上部分的

结构布置	(372)
------	-------

一、水下部分的结构布置	(372)
-------------	-------

二、水上部分的结构布置	(381)
-------------	-------

第三节 高尾水位的厂房防洪问题

一、防水墙防洪	(382)
二、抬高发电机层防洪	(385)
三、洪水期间拆卸发电机防洪	(386)
四、可潜式电站	(387)
五、抬高下游尾水位	(389)

第四节 厂房的结构计算

一、屋架	(389)
二、墙壁、过梁、圈梁及基础	(389)
三、拱	(393)
四、水下边墙和基础底板	(395)
五、发电机层和水轮机室底板的板梁	
结构	(400)

六、发电机的构架式支座	(460)
-------------	-------

七、水轮机的蜗壳	(465)
----------	-------

八、弯尾水管	(467)
--------	-------

第五节 厂房的稳定性计算

一、荷载组合	(472)
二、荷载计算	(473)
三、抗浮稳定的校核	(477)
四、抗滑稳定的校核	(477)
五、地基应力计算	(477)

第一部分 水电站的规划

第一章 农村水电站概述

第一节 水电站的建设原则

伟大领袖毛主席教导我们：“全面规划，加强领导，这就是我们的方针。”

《全国农业发展纲要》指出：“凡是能够发电的水利建设，应当尽可能同时进行中小型的水电建设，结合国家大中型的电力工程建设，逐步增加农村用电。”究竟建立多大规模的水电站，不能凭主观愿望决定。我们必须对当地的情况做一番深入细致的调查研究工作，掌握第一手材料。首先要搞清水力资源，即径流调节的有关水文情况，以便正确确定电站的水头和流量的变化范围；再结合当地的用电情况，进行全面的综合分析，定出电站的装机容量及选择相应的机电设备。

在水电站建设的同时，应考虑水利资源的综合利用，全面进行规划，充分满足国民经济各部门对用水的要求。有些部门如水力发电、航运、木材流放等，只利用水流，而不消耗水量；另一些部门像灌溉、工业和城市用水则要消耗水量；同时还应充分注意防治洪水灾害，做到统筹兼顾，合理分配，互不影响。贯彻水量先利用、后消耗的分配原则，以充分发挥水利资源的效能，做到兴利与除害相结合。此外还应考虑目前利益与长远利益相结合，以及一次建成还是分期建成的问题。

水电站总体布置应符合合理性、经济性的原则。所谓合理性，即水利资源得到充分的利用，电站布置在地形地质条件上是最有利的，电站位置应使渠道最短、水工建筑物最少和输电线路最合理。所谓经济性，即要求水电站能最大限度地满足农业生产、副业加工、文教卫生事业用电、工业用电和照明用电的需要，使电站有较高的利用率；尽量利用原有的水工建筑物和旧有材料，做到花钱少，质量好，效益大，建设快，用处多，加速小水电的建设。

电站建设应遵照毛主席关于“自己动手”的教导，大搞群众运动，因地制宜，就地取材，“自力更生”、“艰苦奋斗”，“勤俭办一切事业”。坚持小、土、群，土法上马，土洋并举，先土后洋的方针。反对贪大求洋、两手向上，国家包办等错误思想。设备材料立足本省自给和地、县自造相结合，做到既能多快好省地建设电站，又能满足生产运行安全的要求。只要我们认真贯彻执行毛主席的无产阶级革命路线，小水电建设就会象烂漫的山花开遍祖国大地，社会主义新农村的建设将会得到更快的发展。

第二节 水流的功率

水从高处向低处流动时都会产生能量，位置高低相差愈多，能量也就愈大。如果加以利用，就可以代替人们做功。将水集中引导，利用它冲动水轮机，带动发电机发出电能，通过配电、变电设备，供给人们使用。这种利用水来发电的一整套建筑物和设备的总和，称为水电站。

水流所作的功可以这样计算：设在河道的(一)、(二)两点，其落差(即水面高差，或称水头)为 H (米)，流量为 Q (立米/秒)，如图1—1—1所示。则水流所作的功等于水的重量和落差的乘积。单位时间(如每秒)所作的功称为功率。计算功率的公式为：

$$N = \gamma \cdot Q \cdot H = 1000QH$$

式中：

N ——水流的功率(公斤·米/秒)；

γ ——1立方米水的重量(1000公斤/立米)；

Q ——河道流量(立米/秒)；

H ——落差，又称水头(米)。

功率的单位是公斤·米/秒，在工程上并不直接使用这个单位，而是使用“瓩”和“马力”，在电工上多用“瓩”，它们之间的关系如下：

$$1 \text{ 马力} = 75 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒}$$

$$1 \text{ 瓩} = 102 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒}$$

$$1 \text{ 马力} = 0.736 \text{ 瓩}$$

$$1 \text{ 瓩} = 1.36 \text{ 马力}$$

在计算水流功率时，如用“瓩”来作单位，可直接采用下面公式：

$$N = \frac{1000}{102} QH = 9.81 \cdot Q \cdot H \text{ 瓩}$$

上式计算得出的功率称为理论功率，也就是没有扣除运转过程中各项损失的功率。通常我们所指的水电站的容量，系发电机的输出功率，就是考虑水工建筑物、水轮机、传动设备及发电机的损失后的功率。在初步决定小型水电站的容量(即发电机所产生的最大出力)时，可采用总效率为60~70%，即：

$$\eta = \eta_{\text{引水建筑物}} \times \eta_{\text{水轮机}} \times \eta_{\text{传动设备}} \times \eta_{\text{发电机}} = 60 \sim 70\%$$

而水电站的容量则为：

$$N = 9.81 \eta QH = A QH \text{ 瓩}$$

η 的确定是比较复杂的，它与机械设备的设计制造、安装质量有关。容量较小的发电机、水轮机的效率较低。建议根据水轮机与发电机的连接方式来选用 A 值。

水轮机与发电机同轴相连， A 值可取7.0。

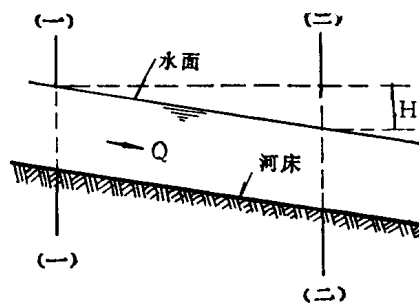


图1—1—1 河段的水能

用皮带传动

A值可取6.5。

粗略估算时，对于小于100瓩的电站A值可取6.0，大于100瓩的电站A值可取7.0。

第三节 水电站的水头和流量

从 $N = AQH$ 式中可知，决定水流功率大小的是流量 Q 和水头 H ，如果这两者之中有一个接近于零或受到某种限制时，水电站就发不出电来了，因此可以说水头和流量是水电站两个缺一不可的水能要素。

什么叫水头呢？水头就是集中起来的落差。

在天然情况下，河流的落差分布是沿河比较分散的（瀑布例外）。为了有效地利用水流的能量，就必须在建设水电站的地点造成一个集中的落差，即是说要在水电站的上、下游构成水头，水从上游水位的高度落下并且通过水轮机时，把水轮机带动，再经过传动设备，把发电机带动而产生电能。

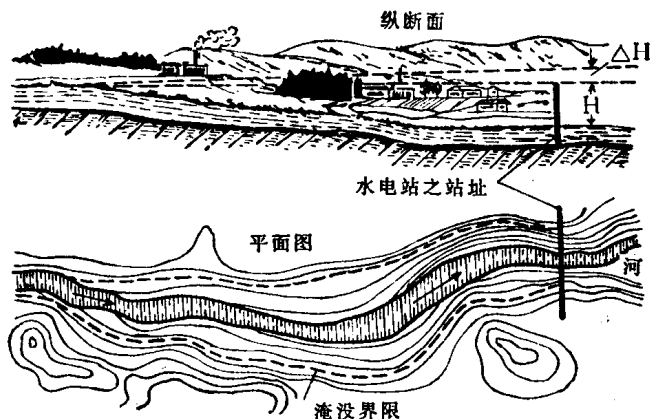


图1—1—2 利用坝造成水头的示意图

一般用来集中水头的方法有坝和引水道两种，利用坝来集中水头的方式见图1—1—2。在甲处筑一坝将水面（也称水位）抬高，获得水头。

用坝来造成水头，不可避免地会引起坝上游两岸的淹没。利用坝抬高水位的可能性，一方面取决于上游的地形地质条件，另一方面取决于淹没对象的价值。两岸山坡的高度应高于坝高，同时库区内不宜有低洼垭口，以免水从这些低处流走。如遇低洼垭口，那就应该用土坝或土堤堵截起来。由于水库上游淹没村庄市镇、工矿企业、铁路公路及电讯线路等的建筑物所付的代价特别昂贵，所以淹没对象的重要性可能限制利用坝来抬高水位的高度。

利用引水建筑物来集中水头的方法见图1—1—3。进水口处并不一定要筑坝，故分无坝引水

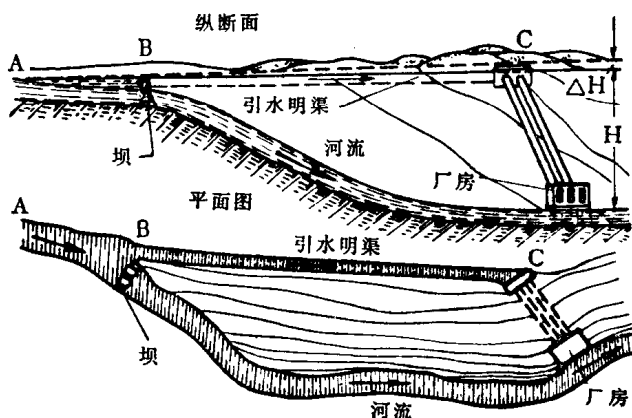


图1—1—3 利用引水渠造成水头的示意图

和有坝引水。有坝引水时坝的高度也很小，其作用仅将水导入引水建筑物，水头基本上是由引水建筑物造成的（见图1—1—4）。

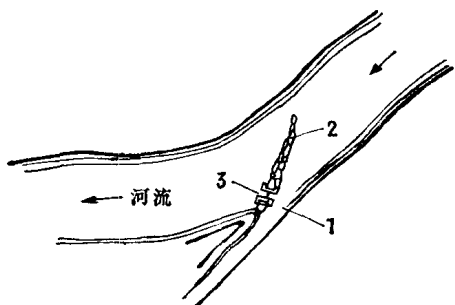


图1—1—4(1) 有导水堤的无坝引水

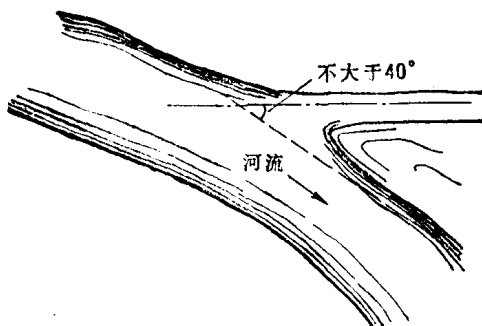


图1—1—4(2) 无坝引水进水口

1—进水口；2—导水堤；3—冲砂闸。

比较上述两种造成水头的方法以后，可以得出以下关于两者的优越性及采用它们的条件的结论。

河流坡降愈大，采用引水建筑物来造成水头就愈有利，因为在这种情况下，可以在较短的引水建筑物中得到较大的水头。当河流的坡降小时，引水道的落差与河流的落差相差很小。为了获得足够的水头，往往需要修建很长的引水渠而显得不够经济有利，在这种情况下往往修建堤坝以获得水头。一般利用坝来造成水头适用于坡降小、流量大的平原河流；在河流的坡降大而可资利用的流量较小的山区河流上，利用引水建筑物来造成水头就有显著的优越性，起到少花钱多办事的效果。

什么叫流量呢？流量就是河道中在某一断面一秒钟时间内流过的水量。流量随降雨、集雨面积，流域内覆盖、地形、土壤、地质、地貌等情况而变化。高山森林茂密有地下水地区，枯水流量大，洪水流量小。平原丘陵水土流失区则情况相反。人类活动对流量变化也有影响，农耕发达，沿河大面积抽灌，往往使河流的中游和下游枯水流量变化规律反常。修建水库或从其他流域引水可以获得较大流量。

在年与年、季与季之间流量变化常常是很大的。但发电要求经常不能与天然来水情况相适应。利用水工建筑物可以将河川流量进行调节，也可以把某地区的余水引到缺水地区。

在一昼夜内河中的天然流量一般是不变的，但在一年中河中天然流量的变化是很大的，洪枯水量相差悬殊，往往感到枯水期水量不足，而洪水期则有多余。水库的任务是用水库蓄存洪水期内的一部分或全部多余水量，以便在枯水期放出，以提高枯水流量。

第四节 水电站的基本类型

根据造成水头的方法不同，水电站可分为三大类型，即堤坝式水电站、引水道式水电站及混合式水电站。堤坝式水电站，水头是由坝所造成；引水道式水电站，水头基本上是由引

水建筑物所造成；混合式水电站，水头系由坝和引水建筑物两者造成。

一、堤坝式水电站 堤坝式水电站是在河道中修建拦河坝，将水拦蓄起来，形成水库，抬高水位，造成水头，进行发电（见图1—1—5）。堤坝式水电站又可分为两种，即河床式水电站和坝后式水电站。在河床式水电站中，厂房也起挡水作用，承受水的压力，所以它和一般工厂的厂房不同，需要作得特别坚实。这种型式的水电站主要是

适用于所选定的河床断面具有足够的宽度，因而不需开挖两岸就可以把建筑物安排下来。

坝后式水电站是水电站的厂房布置在坝的下游，水头也由坝造成，但厂房不起挡水作用，水是经过一短的引水道（木槽、钢筋混凝土槽或压力水管）引至厂房的（见图1—1—6）。

坝后式水电站适用于河床较窄，洪水流量较大，溢流段要求较长的情况。

二、引水道式水电站 引水道式水电站多用在山区地势险峻，水流湍急的河道中上游河段，以及河道坡度较陡的地方。

引水道式水电站一般所采用的引水建筑物有渠道、水槽、水管，隧洞等四种，农村水电站应尽可能地采用渠道引水，因为它的造价低，技术又比较简单，便于自力更生修建，为广大贫下中农所欢迎。

渠道和水槽都是明流引水的，隧洞则分明流引水和压力引水两种。在明流隧洞中，水流并不充满隧洞的整个断面；在压力隧洞中水流充满了隧洞整个断面，断面上每一点所承受的压力都大于大气压力。因此，压力隧洞的断面最好是圆形的。

当河流具有河弯，而且河弯间坡降很大时，利用引水道将河弯取直，就可将其落差集中在一个地方来加以利用（见图1—1—7）。

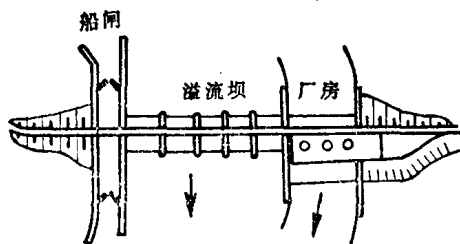


图1—1—5 堤坝式水电站

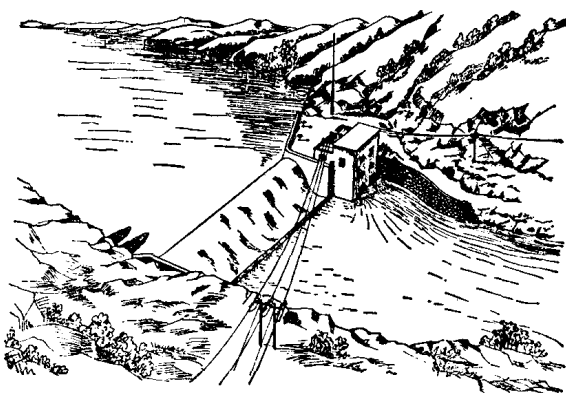


图1—1—6 坝后式水电站



图1—1—7 渠道引水式水电站

当两条彼此靠近的河流，它们有不同的水位，即位于不同的高程上，就可以把位置较高的那条河的水，引一部分（或全部）到较低的那条河来，并在联络两条河的引水建筑物的后面建筑水电站的厂房是很合适的（见图1—1—8）。

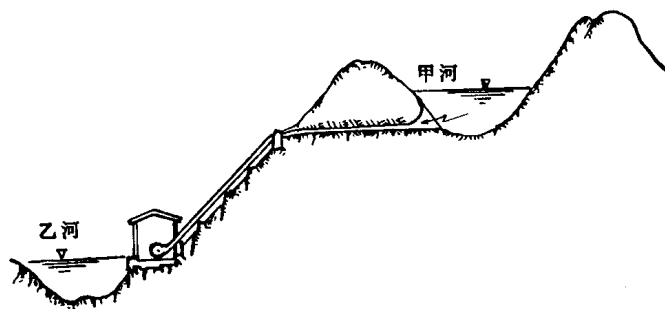


图1—1—8 跨河流引水式电站

三、混合式水电站 水电站的落差一部份由坝所造成，一部份由引水建筑物所造成，称为混合式水电站（见图1—1—9）。坝所形成的水库可用来调节水量，引水渠道则能在不增加坝高的条件下增加水电站的水头，所以它具有上述两种办法的优点。

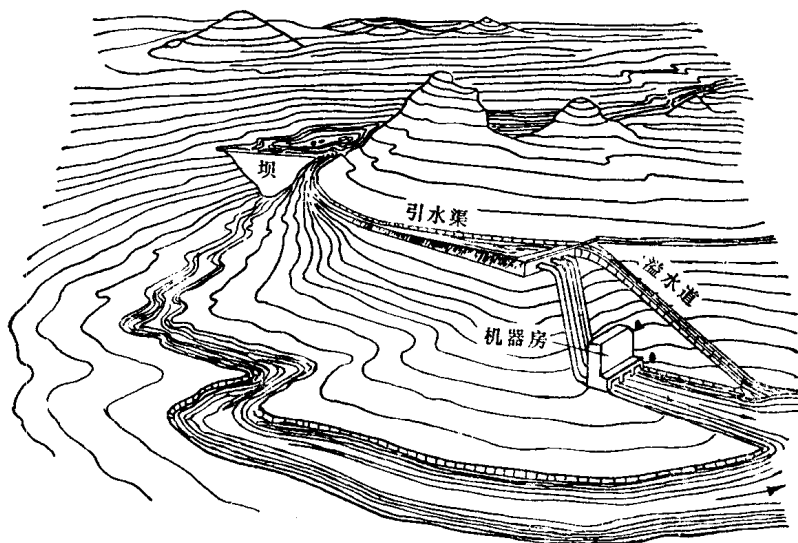


图1—1—9 混合式水电站

当上游河道比降小，而下游河道比降却很大时，采用混合式（即堤坝引水式）水电站开发方式，是比较经济的。

四、渠道跌水水电站 在灌溉渠道上，为了减少填方和挖方以及防止冲刷和淤积，常常要建造跌水和陡坡。这些跌水和陡坡所造成的水头，可以利用来发电，作到综合利用。这种水电站比一般的引水式水电站经济（见图1—1—10）。最好在建设灌溉渠道时就考虑水电站的

建立，并能同时施工。如不能同时施工，也应先作出一个以后如何建造水电站的计划，否则会造成人力物力的浪费。跌水位置也应尽可能选在村镇附近或供电区的中心，这样可以减少输电线路的投资和电能损失。

在已建渠道上修建跌水电站所利用的落差，是原来跌水处已形成了的，只要将跌水处用闸门堵上，修一条引水渠，将厂房布置在绕过跌水处的引水渠上，再修一条尾水渠将用过的水流排入跌水下游就可以了，这些建筑物的布置很集中，因而其

工程量也不大(见图1—1—10)。目前我省各地农村利用灌渠跌水修建很多小型水电站，造价很低，施工时间也短，对农村电气化有很大意义。

灌渠跌水处的水电站一般都修在干渠或总干渠上，因为这一部份渠道所通过的流量是较大的，而且其过水的时间也是经常的。

在干渠或总干渠跌水处修建水电站，也应该注意其落差的条件，地形条件许可时，希望干渠或总干渠的渠线是垂直于地形等高线方向，因为只有垂直于等高线(顺着坡度较大的地面)，才有可能集中较大的落差。但事实上干渠经常是布置在平行于地形等高线的方向，这样的布置是没有太大的落差的。所以在修建灌溉渠道时，应考虑到利用跌水发电的条件，这样才能更充分地利用水力资源(见图1—1—11)。

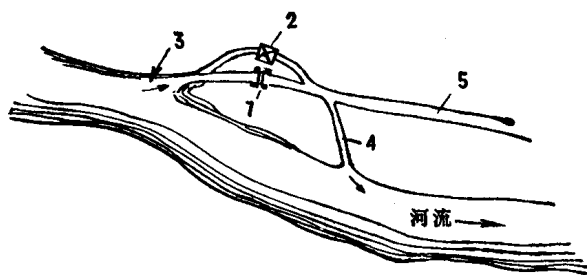


图1—1—10 灌溉渠道跌水电站

1—跌水；2—电站；3—进水口；4—排水渠；5—灌溉干渠；

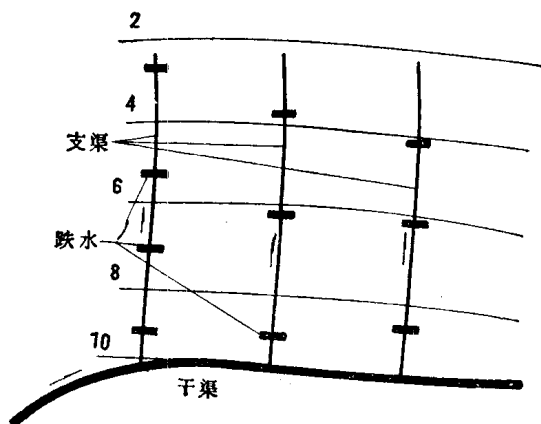


图1—1—11(1) 干渠沿斜坡等高线

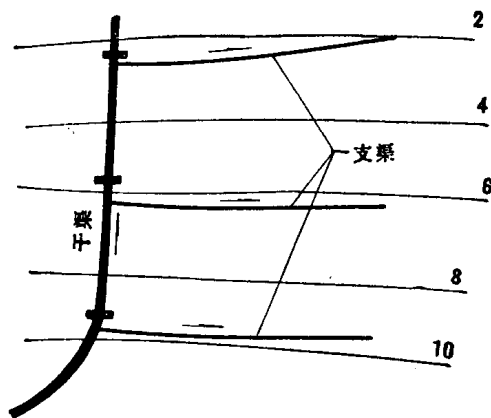


图1—1—11(2) 干渠顺坡而下

在设计灌溉系统时，还应兼顾水力发电的利益。例如：可以把渠道的取水口设在比按灌溉需要所选定的位置的上游较高处，这样可以在适当的地点做一个跌水来集中更多的落差，以提高水电站的发电能力。这样作在经济上也是有利的（见图1—1—12）。

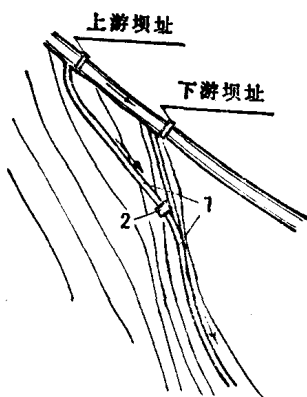


图1—1—12 移动灌溉渠取水口以获得水头的例子

1—干渠；2—水电站厂房。

当灌渠相隔不远就有几个跌水，但它们的落差不大，可把两个跌水的水头集中起来利用，即将两级跌水间的渠底挖深（见图1—1—13）。当然这样作之前应进行论证比较。

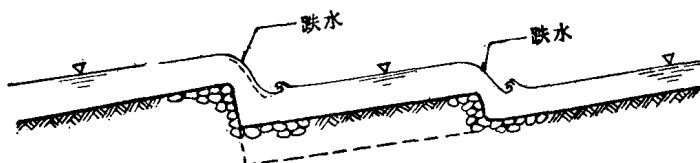


图1—1—13 集中跌水示意图

在灌渠跌水处修建水电站时应注意到灌溉与发电之间的矛盾，因为它们之间的运转并不是一致的。灌溉渠道在一年中多半不是经常过水的，在非灌溉期发电余水便不能流向田地中去，这就需要修一条排水渠，把发电余水排入下游河道（见图1—1—14）。

此外还有平流式水电站，即利用水中流速冲动叶片带动转轮再传给发电机发电的。也有利用已有的水轮泵、水泵、水车、水磨、水碓、水库、水闸、急滩、瀑布等改建水电站的。

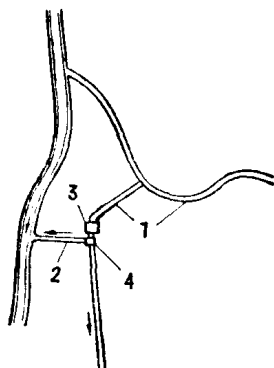


图1—1—14 灌溉渠道上的水电站

1—干渠；2—泄水渠；3—水电站厂房；4—分水闸。

第二章 水电站的规划计算

第一节 水文气象资料

水文资料是了解地区及河流的自然特性,编制电站规划及设计的必要资料和数据。在水电站的规划设计中,装机容量、年电能及泄洪量等的确定,都是与水文气象有密切关系的。因此,应当收集必需的可靠的资料。如果事先没有充分考虑到这些资料与数据的可靠程度,草率决定装机容量与泄洪量,往往会给运转带来很多不便,严重的甚至会导致建筑物的失事,造成重大的损失与伤亡。现将一般小电站需用的水文气象资料及调查勘测方法分述于下:

一、收集各种水文气象资料

- (一) 历年各月平均气温,多年平均气温,极端最高最低气温和水温。
- (二) 历年各月降雨量、最大时段降雨及各月降雨日数等。
- (三) 历年各月水面、陆面蒸发量。
- (四) 平均风速、最大风速、经常出现的风向。
- (五) 调查电站附近的历年最高洪水位,历年最枯水位,枯水流量,常水位及水深等。

二、水位、流量的观测与整理

(一) 水位测量

农村水电站可用简易自制水尺。

一) 水尺制作

水尺可用宽8~10厘米、厚1.5~2厘米、长150~200厘米的端直硬木板制成。当木板刨光后,涂以油漆,用刻度准确的钢尺或比例尺,将硬木板按厘米等分刻划,最后在10厘米处标上数字(见图1—2—1)。也可购置已成水尺。



二) 水尺埋设

水尺通常钉牢在靠桩上,靠桩须打入地下0.5~1.0米以上,使其不会被洪水冲走。在河道中观测水位,水尺应设立在便于观测的顺直河段。尺面读数应面向河岸,便于观察人员读数。

上尺与下尺应相互衔接,一般应重叠0.1~0.2米。水尺设立要求能观察到最高与最低水位,因此,水尺读数应比调查到的最高最低水位多出0.5米以上。并对每支水尺编号,测量出各支水尺零点高程,以便于水尺被冲走或撞倒时补设。

三) 水位观测

水位观测需固定专人,风雨无阻地定时观测,一般在每天8时、20时各观测一次,在水位剧烈变化时,视变化程度,则每1、2、3、6小时观测一次,变化剧烈测次增多。观测人员应靠近

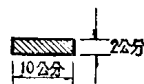


图1—2—1 水尺板式样

水尺认真观测，水尺读数应读最接近水位的厘米，当水位恰好在两厘米中间时，则读数读偶数厘米值。当水面起伏很大时，水位读数取上下二值，再取平均数。

水位记录表

表1—2—1

观测时间			水尺	水尺	水位	说明
月	日	时	编号	读数	高程	
3	1	8:00	1	0.35	100.35	P ₁ 水尺零点高程为假定标高100米

水位 = 水尺读数 + 水尺零点高度。

四) 水位资料的整理

1. 计算日平均水位：一日内水位变化缓慢时，将每日的水位相加后除以观测次数，即得日平均水位。

一日内水位变化较大，如观测时距相等，仍用算术平均法计算；如观测时距不等，用面积包围法计算。

2. 计算月平均水位：将全月的日平均水位相加除以一个月的日数，即为月平均水位。

此外还应统计全年平均水位，各月及全年实测最高和最低水位及其发生日期等，通航河流应计算中水位以及各种历时或保证率水位等。

水位历时是指一年中出现的等于和高于某一水位的总天数。统计各种水位历时和保证率的最简单的办法，是把全年各日的日平均水位，自大至小排列起来，第一个数值（即最高日平均水位）历时为一天，第二个数值历时为二天，第183个数值即为中水位，历时为183天，保证率为50%，最后一个数值（最低日平均水位）的历时为365天，保证率为100%。规范规定统计各种历时的水位有30天、90天、180天、270天的水位，以及中水位、最高和最低日平均水位。

(二) 流量测量

这里介绍比较简便的两种方法：

一) 浮标法：常用以测洪水流量。

浮标制作：可用稻草扎成长20厘米，直径5厘米左右的草把，或宽10厘米，长15厘米的木板做浮标。

施测河段选择：1. 所选的河段应比较直而宽度和深度变化不大的。2. 避免选在杂草很多的地方。3. 不应选在有支流加入的河段，免受其他水流的影响。4. 山区河流所测河段长度应该比河床宽度大5~10倍以上。

施测与计算：施测河段的布置，在已选定的河段上，布置三个施测断面，见图1—2—2。中间断面为主要断面，两边的为辅助断面。主要断面和辅助断面距离，应大于断面平均流速的20倍，并在上游辅助断面以上5~10米以外，选一发标断面，用木

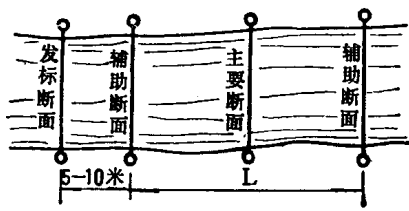


图1—2—2

用浮标法测流时施测断面布置