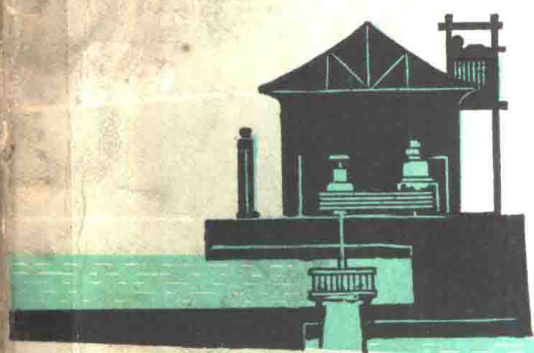


农村小水电站建设



四川人民出版社

农村小水电站建设

四川省水利局编
成都工学院

四川人民出版社

一九七五年·成都

农村小水电站建设

四川省水利局
成都工学院编

四川人民出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

国营五二三厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 印张21·75 插页13 字数501千

1975年12月第一版 1975年12月第一次印刷

书号: 15118·4 定价: 2.00元

毛主席语录

千万不要忘记阶级和阶级斗争。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

备战、备荒、为人民。

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。

前 言

伟大领袖毛主席、党中央明确指出：在完成反封建的土地改革以后，我们党在农业问题上的根本路线是：第一步实现农业集体化，第二步在农业集体化的基础上实现农业的机械化和电气化。农村小水电建设是实现农业机械化和电气化的一个重要组成部分，对发展农业生产、巩固和壮大集体经济、改善社员生活和促进县社工业的发展，加强工农联盟起着重要的作用。

我省地形大多属丘陵和山区，雨量充沛，溪河密布，水利资源丰富，具有建设水电站的优越条件。解放前，我省农村水电站极少。解放后，在毛主席革命路线指引下，我省农村水电站由少到多，不断发展，特别是在无产阶级文化大革命和批林整风、批林批孔运动中，广大贫下中农和农电战线的职工，狠批刘少奇、林彪鼓吹的“重大轻小”、“国家出钱，农民种田”等谬论，以阶级斗争为纲，坚持党在农业问题上的根本路线，在“**农业学大寨**”的群众运动中，以小型为主，社队自办为主，设备地方自筹为主，结合兴修水利，自力更生，艰苦奋斗，使农村水电建设有了更快的发展。到一九七三年，全省农村电站的装机容量和发电量，都比文化大革命前的一九六五年增长两倍多。不仅平坝地区的农村电力建设有了很大发展，而且偏僻山区和兄弟民族地区也建起了一批电站。目前全省有百分之七十八的公社通了电。

随着农业学大寨的群众运动深入地向前发展，农村水电建设必将更进一步地推向前进。为了适应发展农村小水电建设，尽快

地实现农业机械化和电气化的需要，我们编写了此书。书稿编成之后，我们组织了由工人、技术人员、教师和领导干部参加的“三结合”审稿。参加“三结合”审稿的同志，特别是具有丰富实践经验的工人同志，不仅对书稿的内容提出了不少宝贵的、中肯的意见和建议，并且执笔写稿、改稿，进一步提高了稿件的政治思想性和科学技术水平。对此，我们表示深切的谢意。

本书可供从事农电工作的贫下中农、基层水电干部及上山下乡知识青年的学习、参考。由于时间短促，限于水平，难免有错误缺点，希读者指出，以便再版修正。

四川省水利局 成都工学院

一九七四年九月

目 录

前 言

第一篇 水工部分

第一章 农村小水电站的规划	(3)
第一节 水力发电的原理	(3)
第二节 怎样利用有利地形修建水电站	(9)
第三节 农村小水电站设计资料的收集	(13)
第四节 小水电站设计中的水文工作	(19)
第五节 无调节水电站装机容量的选择	(45)
第六节 日调节水电站装机容量的选择和水库容积的 计算方法	(63)
第二章 拦河坝	(76)
第一节 浆砌条石重力坝	(76)
第二节 浆砌条石连拱坝	(112)
第三节 浆砌条石单拱坝	(138)
第四节 坝址及坝型选择	(145)
第五节 施工导流	(146)
第三章 引水渠道及其附属建筑物	(148)
第一节 进水口	(148)
第二节 引水渠道	(164)
第三节 渠道上的建筑物	(181)
第四节 卵石工程在农村小水电站中的应用	(189)

第四章 压力前池及管道	(196)
第一节 压力前池	(196)
第二节 压力水管的用途、类型及布置	(204)
第三节 压力水管的水头损失计算	(207)
第四节 压力水管的直径选择及设计压力的计算 ...	(223)
第五节 现场浇注钢筋混凝土压力水管的结构计算及 施工要求	(225)
第六节 预应力钢丝混凝土预制压力水管的设计制造	(235)
第七节 金属压力水管	(248)
第八节 压力管道上的镇墩、支墩及其它附件	(256)
第五章 水电站厂房的类型及尺寸的决定	(265)
第一节 开敞式水轮机室厂房布置	(267)
第二节 贯流式水轮机室厂房布置	(279)
第三节 封闭式水轮机室厂房布置	(281)
第四节 尾水管和尾水室尺寸的决定	(287)
第五节 厂房内的起重设备	(298)
第六节 厂房建筑和常用灰浆材料	(307)

第二篇 机械部分

第六章 水电站的水轮机设备	(313)
第一节 水轮机及其应用范围	(313)
第二节 水轮发电机组的主要参数及其应用	(327)
第三节 水轮机的选择	(340)
第七章 水电站的辅助设备及传动装置	(371)
第一节 水轮机的调速器	(371)

第二节	水电站的供油及供水、排水	(376)
第三节	阀门设备	(379)
第四节	水轮发电机组的传动装置	(382)
第八章	水轮发电机组的安装	(408)
第一节	起重设备	(408)
第二节	水轮发电机组安装前的准备工作	(412)
第三节	立式机组的安装	(413)
第四节	卧式机组的安装	(422)

第三篇 电气部分

第九章	电工基础知识	(429)
第一节	电压、电流、电阻及三者的关系	(429)
第二节	电路及其联接	(431)
第三节	电能和电功率	(435)
第四节	电磁和电磁感应	(437)
第五节	单相交流电	(440)
第六节	三相交流电	(444)
第七节	交流电路的计算	(449)
第十章	电气设备	(455)
第一节	概述	(455)
第二节	发电机	(458)
第三节	变压器	(473)
第四节	电站常用的开关电器及载流导体	(488)
第五节	测量仪表及继电器	(517)
第六节	发电机控制屏	(536)
第七节	发电机组的并联运行	(541)

第八节	电气设备的布置	(545)
第十一章	农村电力线路的架设	(550)
第一节	导线截面的选择	(550)
第二节	决定线路的路径	(553)
第三节	架设线路前的准备工作	(560)
第四节	安装和架线的方法	(591)
第五节	“两线一地”制送电	(607)
第六节	用户降压站	(609)
第十二章	照明、动力装置和室内布线	(612)
第一节	概述	(612)
第二节	照明器具的选择和安装	(613)
第三节	农用电动机	(620)
第四节	室内布线	(631)
第五节	布线的方式和方法	(641)
第十三章	防雷和接地	(647)
第一节	概述	(647)
第二节	避雷针和避雷器	(648)
第三节	电气设备的防雷措施	(657)
第四节	接地和接零	(661)
第五节	接地装置的安装和测试	(665)
第十四章	安全用电	(678)
第一节	基本知识	(678)
第二节	触电伤亡事故发生的原因	(679)
第三节	安全措施	(680)
第四节	触电时的紧急救护	(682)
附录:	拉丁字母、希腊字母读音表	(686)

第一篇 水工部分

毛主席教导我们：“全面规划，加强领导，这就是我们的方针。”

毛主席还指出：“农业的根本出路在于机械化”。农村小水电站的发展，为农业机械化提供了动力，有效地支援了农业生产。因此，《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。”究竟哪些地方适宜建立水电站，建立多大规模的水电站，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。首先要弄清水力资源，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，制定建站规划及水工建筑物设计施工计划。

本篇共分五章：在农村小水电站的规划一章中，根据我省多属丘陵和山区的特点，对电站的总体布置方面常见的是：在中小河流上取水的中、高水头引水式电站；其次是利用灌溉渠道的跌水或陡坡发电的低水头开敞式电站。所以对缺乏资料情况下的水文计算和调查工作，以及无调节和日调节水电站装机容量选择，作了简单介绍。在坝工方面，着重介绍了重力坝的设计方法，其次介绍了我省一些较低的单拱坝和连拱坝的经验、数据。鉴于中小河流的枯洪水位变幅较大，所以对取水口工程着重介绍

了深式进水闸的设计。对引水渠道和前池的设计作了一般性的介绍，其中介绍了我省的砌卵石拱经验。对压力水管方面，为了节省钢材，着重介绍了广东省已经发展并有成效的预应力钢丝混凝土预制管，包括它的设计方法和制造工艺，以便今后在我省推广。在厂房方面，着重介绍开敞式水轮机厂房和封闭式水轮机厂房的布置及其尺寸的决定。鉴于我省有的农村小水电站装机台数达二台以上，需要有吊车设备，所以介绍了三吨和五吨吊车的吊车梁柱的定型设计。

第一章 农村小水电站的规划

伟大领袖毛主席早就指出：我国农业的发展道路，是要在集体化的基础上，逐步实现机械化和电气化。我省有五十多万平方公里的面积，大多是丘陵和山区，雨量充沛，大小河流密布全境，落差较大，水力资源丰富，是建设农村小水电站的优良地区。解放以后，特别是无产阶级文化大革命以来，在党和毛主席的英明领导下，广大贫下中农激发了“农业学大寨”的冲天干劲，自力更生，艰苦奋斗，兴建了很多农村小水电站，为农业四化创造了有利条件。如北川县解放前没有水电站，现已建成和正在兴建的农村小水电站共达70多座，其中大部分是文化大革命中修建起来的。无数的事实充分证明：农村小水电站，在我省是大有发展前途的。

在修建小水电站前，必须首先摸清当地的地形、地质和水文等基本情况，全面规划、合理开发水力资源，以达到投资少、淹地少、出力大、收效快和综合利用的目的。在确定兴建水电站时，应根据工农业生产发展对电力的需要，有计划地分期分批地建设，才能做到兴建一处，配套一处，发挥一处的效益。要使农村小水电站的设计在技术上可靠，经济上合理，就必须熟悉水力发电的原理，才能做到精心设计、精心施工，真正达到多快好省地建设农村小水电站的目的。

第一节 水力发电的原理

一、水力发电的原理

任何物体，由高处落到低处，会产生一定的能量。例如：从

高处落下一块石头，石头掉在地上会将地面打一个坑。石头越重，下落的高度越大，它的能量也越大，地上的坑就越深。水也是这样。水从高处流向低处，也具有一定的能量，称为水流能量，这种能量的大小与水量的多少和水流下落的高度成正比例。也就是说，水量越大，流下的高度越高，水流的能量也就越大。在天然河道中，水流的这种能量就消耗在水流内部的摩擦和冲刷河床河岸及挟带泥砂上去了。而水力发电就是集中利用这种水流的能量，冲转水轮机带动发电机发电，将水能转化为电能。

在水电站的设计中，为了确定电站的规模，需要知道电站的发电能力。根据上述基本原理不难看出，电站的发电能力是由水流所能做的功的大小来决定的。我们把水流在单位时间（秒）内所能做的功叫做水流功率。显然，水流功率愈大，电站的发电能力也愈大。因此，要知道电站的发电能力，就先要计算水流功率。

河道中水流功率可以这样来计算：设在河道的某一段（见图1.1.1中的AB段）中水面落差（叫做水头①）为H（米），单位时间（秒）内通过河道横断面的水量（叫做流量）为Q（米³/秒），那么水流功率就等于水的重量和落差的乘积，即：

$$N_{*} = \gamma QH (\text{公斤} \cdot \text{米} / \text{秒}) \quad (1.1.1)$$

式中：

N_{*} ——水流功率（公斤·米/秒）；

γ ——每立方米水的重量（叫做水的容量），其值为1000公斤/米³；

注①：AB河段上，A、B两点天然水面高程差叫落差，在B修建筑物挡水后，从落差中扣除AB河段上的回水曲线损失后，才是B点挡水建筑物形成的水头，故严格讲落差和水头是有区别的。

Q ——河道的流量(米³/秒);

H ——水头(米)。

很明显,水头越高,流量越大,水流功率也越大。

式(1.1.1)中功率的单位是公斤·米/秒,而在工程上计算功率的单位常用瓩或马力,它们之间的换算关系如下:

$$1\text{瓩} = 102\text{公斤} \cdot \text{米/秒} = 1.36\text{马力}$$

$$1\text{马力} = 75\text{公斤} \cdot \text{米/秒} = 0.736\text{瓩}$$

所以,水流功率按瓩或马力表示时则为

$$N_{*} = \frac{1000}{102}QH = 9.81QH (\text{瓩}) \quad (1.1.2)$$

$$N_{*} = \frac{1000}{75}QH = 13.33QH (\text{马力}) \quad (1.1.3)$$

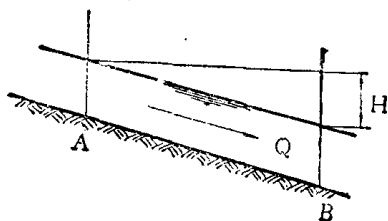


图1.1.1 河段的水能

二、水力发电的两大要素——水头和流量

如上所述,水流功率的大小,是与流量的多少和水流下落的高度成正比例的。因此,流量 Q 和水头 H 是水力发电的两大要素。但是在同一河段上,这两者的变化都是很大的,对所设计的水电站究竟能利用多少呢?特介绍如下。

(一) 流量

天然河流的流量在一年中的变化是很大的。在夏季因雨量多而流量大,在冬季因雨量少而流量小。特别是我省各中小河流,

在暴雨季节河水猛涨猛跌变幅甚大，而在枯水季节，有的甚至有断流现象。河流的水量在各年之间也是不同的，有的年份水量多，有的年份水量少。因此，在天然河流上引水的无调节引水式水电站，究竟引用多大的流量才比较经济合理呢？一般来说，可以引取该河流在中等干旱年中大约有八个月左右可以达到的流量作为电站的保证流量。较详细的算法，是先算出该河流在丰、中、枯年的各日流量（无日流量时，可近似地用十日或月平均流量），并据以计算出保证流量 $Q_{保}$ 。一般取保证率为 75~80% 的流量，作为电站的保证流量。所以，当采用装机容量等于保证出力时，水电站所引用的流量仍是不大的，由于这类电站没有调节性能，当枯水季节河流的天然流量减少时，电站就达不到预计的保证出力。有的电站为了适应一天内负荷变化的需要，利用拦河坝稍加高一些，以获得容积不大的库容作为日调节库容；有的电站为了弥补枯水季节的出力不足，在上游或支流上选择淹地不多的合适地段建筑小型水库，适当调节枯水流量，以增加枯季出力。此外，还可以修建较大的水库，把洪水时的来水拦蓄起来，到枯水时放出来利用，以进行年或多年调节。但在我省的中小河流，大多是河陡谷狭，如作年或多年调节水库，就不但拦河坝高，工程量大，且淹地面积也多，所以除个别特殊地段外，对农村小水电站而言，是不经济的。因此，本书着重介绍无调节引水式小水电站，对年或多年调节水库的电站就不作介绍了。

（二）水头

天然河道的落差，一般分散在全河段上，因此，我们要修建一些水工建筑物如闸、坝或渠道、隧洞等，把分散的落差集中起来加以利用。河道的急滩和瀑布，落差比较集中，是修建水电站的好地方。

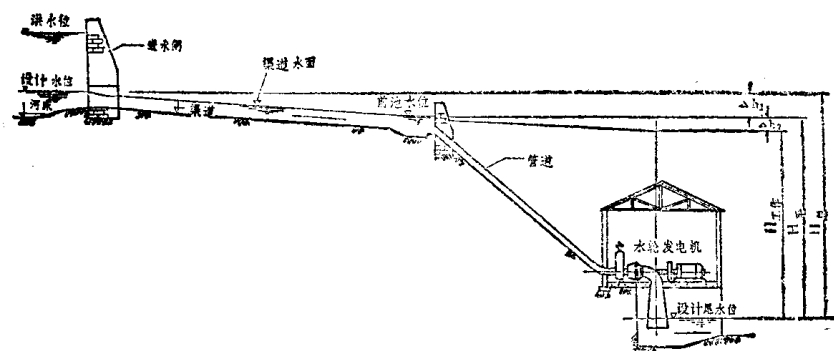


图 1.1.2 引水式电站水头损失示意图

如图 1.1.2 所示，在建设水电站地段，当天然流量等于设计保证流量 $Q_{\text{保}}$ 时的河流水位，从进水口至尾水渠之间水面高程差叫做总水头，以 $H_{\text{总}}$ 表示，以米计。但是，水流经过进水闸、渠道和各渠系建筑物到达前池末端时，由于摩擦而产生的水头损失，其值共为 Δh_1 ，亦即到达前池时的水位比进水口水位就下降了 Δh_1 ，所以，前池水位与尾水位间的水面高程差应为 $H_{\text{总}}$ 减去 Δh_1 ，此水面高程差称为毛水头 $H_{\text{毛}}$ ，在水能计算中可依据此 $H_{\text{毛}}$ 进行计算，而前池末端至水轮机间，水流通过拦污栅、管道进口、管道、管道弯头和闸阀等，由于摩擦和冲撞所产生的水头损失为 Δh_2 ，所以水轮机的实际工作水头 $H_{\text{工作}}$ 应为 $H_{\text{毛}}$ 减去 Δh_2 。以上这些水头损失与建筑物的型式、大小、长度、坡度及光滑度等有关，其具体计算，详见以下各有关章节内。

注①：

1. Δh_1 为自进水闸经渠道至前池段水头损失，它包括有进水闸水头损失，渠道沿程水头损失以及渠道建筑物的局部水头损失等；
2. Δh_2 为自前池至水轮机段的水头损失，它包括有拦污栅及管道进口以及管道弯头、闸阀等局部水头损失和管道的沿程水头损失等。