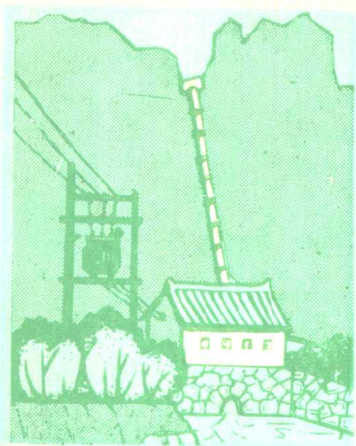




农村小水电

广东省中小学教材编写组

农 村 小 水 电

广东省中小学教材编写组

人 民 教 育 出 版 社

1976·北京

内 容 提 要

本书在中学物理教材的基础上讲述农村小型水电站的基本知识,内容包括建站地址选择,水电站的出力计算,水轮机、发电机的构造和选型,水轮机组设备的安装常识,输、配电和安全用电常识,农村小型水电站的运行管理等内容,在选材和讲述上力求做到简明、通俗、理论联系实际。

本书可作中学专业课的试用教材,也可作中学课外专业小组和上山下乡知识青年读物。

农 村 小 水 电

广东省中小学教材编写组

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

1976年7月第1版 1976年10月第1次印刷

书号 13012·033 定价 0.28 元

毛主席语录

千万不要忘记阶级和阶级斗争

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

农业的根本出路在于机械化

用我们的双手艰苦奋斗，改变我们的世界，将我们现在还很落后的乡村建设成为一个繁荣昌盛的乐园。

前 言

我国是水力资源十分丰富的国家。但在黑暗的旧中国，在帝国主义、封建主义、官僚资本主义的统治下，不仅水力资源得不到利用，而且大小河道长年失修，水旱灾害频繁，给人民带来了沉重的灾难。

解放后，在毛主席、共产党的英明领导下，发挥广大人民群众的无限创造力，大搞群众运动，把一条条曾给人民带来灾难的害河，逐步改造成为人民造福的幸福河。多少地方过去“水在河里流，人在岸上愁”，而今“办起水电站，引水上高山，水随人意流，旱涝保丰收。”

在办电过程中，一直存在着尖锐、激烈的两个阶级、两条道路、两条路线的斗争。伟大的无产阶级文化大革命以来，广大工农兵狠批了刘少奇、林彪反革命的修正主义路线，亿万群众破除迷信，解放思想，认真贯彻执行毛主席提出的一系列两条腿走路的方针，大中小并举，多搞中小水电。在各级党委领导下，把建设中小水电作为农业学大寨的重要内容，坚持治水办电相结合，全面规划，综合治理，因地制宜，土法上马，自制设备，建起了大批的水电站。一九六六至一九七五十年间，全国在农村新建成的中小型水电站达五万六千座。只是一九七五年，全国新建的小水电站就超过了文化大革命前十七年的总和。中小水电站和大电网供电相结合，使全国农村三分之

二以上的公社，一半以上的大队都程度不同地用上了电。机声隆隆遍山村，万里江山撒明珠。我国中小水电事业蓬勃发展的事实，是毛主席革命路线的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的丰硕成果，是对“今不如昔”谬论的有力回击。

农村水电站的建设，对于落实毛主席提出的“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，对于巩固无产阶级专政，缩小三大差别，实现毛主席为我们规划的发展国民经济的宏伟蓝图，都具有重大的意义。它改善了农业生产的条件，巩固壮大了集体经济，促进了地方“五小”工业的发展，加速了农业机械化的进程，活跃了农村政治文化生活，改变了农村的面貌。群众总结说：“小水电真是好，工农业生产离不了，毛主席送来幸福电，早日建好大寨县。”

毛主席教导我们：“千万不要忘记阶级和阶级斗争”。我们在学习小水电知识，参加小水电建设的时候，都必须以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，深入批判修正主义，批判资产阶级，提高为革命学习的自觉性，实行开门办学，接受工人、贫下中农的再教育，坚持办电的社会主义方向，为农业学大寨，普及大寨县作出贡献。

目 录

前言	1
第一章 农村小型水电站概述	1
第一节 什么叫做水电站	1
第二节 水流功率和水电站的出力	2
第三节 流量测定	3
第四节 落差测定	4
第五节 水电站建站地址的选择和水电站的基本类型	7
实习一 参观农村小水电站	11
第二章 水轮机	13
第一节 水轮机的基本类型	13
第二节 庖斗式水轮机	14
第三节 斜击式水轮机和双击式水轮机	15
第四节 混流式水轮机	17
第五节 轴流式水轮机	30
第六节 水轮机的选择	31
实习二 水轮机的选型	35
第三章 发电机	42
第一节 三相交流同步发电机的构造	42
第二节 三相交流同步发电机的型号选择	53
第三节 异步发电机	57
第四章 引水建筑物	63
第一节 引水渠道	63
第二节 压力前池和闸门	69
第三节 压力水管及其支承装置	72

第五章 水轮发电机组设备的安装	77
第一节 机座和水下部分的结构	77
第二节 水轮机组的水平度、垂直度和同心度的校正方法	80
实习三 测定水平度、垂直度、同心度	82
第三节 水轮机组的安装	83
第四节 平皮带传动	89
第五节 过桥轴与轴承	95
第六章 配电和输电	98
第一节 配电盘	98
第二节 三相变压器	100
第三节 输电线路	105
第四节 安全用电	110
第七章 农村小型水电站的运行管理	116
第一节 农村小型水电站的试运行	116
第二节 农村小型水电站的日常运行工作	118
第三节 农村小型水电站的并列运行	120
第四节 农村小型水电站机电设备的维护保养	122
第五节 农村小型水电站常见故障的处理	124

第一章 农村小型水电站概述

第一节 什么叫做水电站

在天然瀑布或河道中流动的水,蕴藏着很大的能量,这些水流的能,如果不利用,就白白浪费了。如果我们建起水电站,把流动的水引来推动水轮机带动发电机发电,再经过变压器和输电线路把电能输送到工厂、农村,就可以为社会主义建设提供廉价的动力资源。水电站就是指把水流能转变为电能的一切建筑物,以及各种机械、电力设备的总称。如图1-1所示。

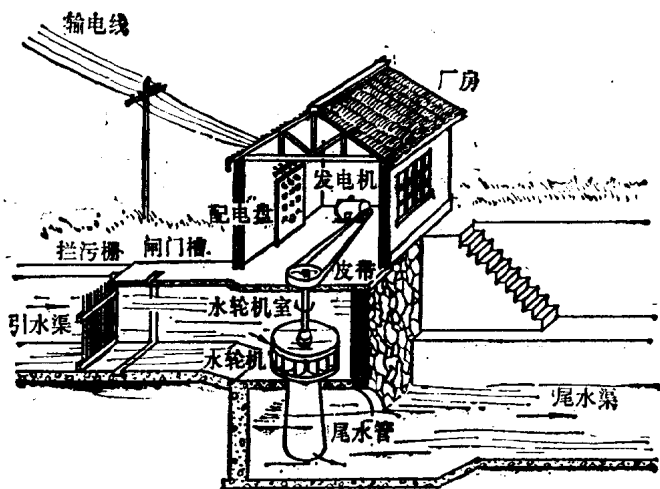


图1-1 农村小水电站概貌

第二节 水流功率和水电站的出力

一个水电站,发电量多少,主要是由流量和落差等因素来决定。流量是指每秒钟通过河流某断面的水量,以 Q 表示,单位为米³/秒。落差是指上、下游水位之间的垂直高度差,以 h 表示,单位为米。下面介绍水电站发电量的计算。如果有重量为 P (公斤)的水,位于高度 h (米),则它所具有的势能为:

$$E_p = Ph \text{ (公斤米)}$$

即 P 公斤的水落下 h 米时,能做出 Ph 公斤米的功。

初中已经学过,1米³水的重量是1000公斤,显然, Q 米³水的重量为1000 Q 公斤。因此,流量为 Q 米³/秒的水从某一高度落下 h 米时,每秒钟能够做的功是 $Ph = 1000Qh$ (公斤米)。

因为每秒钟内水流做的功就是水流功率,所以

$$\text{水流功率 } N_* = 1000Qh \text{ (公斤米/秒)}$$

通常电功率以瓩为单位,而1000公斤米/秒=9.8瓩,因此

$$N_* = 9.8Qh \text{ (瓩)}$$

1瓩约等于4/3马力,

$$N_* = 13.33Qh \text{ (马力)}$$

实际上,从水流对水轮机做功,到水轮机带动发电机发出电来,有相当一部分能量消耗了(由于摩擦阻力等原因)。这部分损失一般约占总功率的20~45%,所以计算水电站的实

际输出功率(即出力)时,常用 η 表示水电站的效率。即:

$$N_{\text{实}} = 9.8 \eta Q h (\text{瓩})$$

$$N_{\text{实}} = 13.33 \eta Q h (\text{马力})$$

效率 η 与机器的设计制造、安装质量和传动方式等有关。

9.8η 通常又用 A 表示。即:

$$N_{\text{实}} = A Q h (\text{瓩})$$

实践证明,通常 A 的数值在水轮机与发电机采用联轴器传动时可取7,皮带传动时可取6.5,两次传动时可取5.5。农村小型水电站 A 值要取小一些。

第三节 流量测定

流量等于断面平均流速与过水面积的乘积。若用 $S(\text{米}^2)$ 表示过水面积, $v(\text{米/秒})$ 表示流速(由于一个断面上各部分流速不同,河心的流速比河边大,所以断面平均流速一般是把测得的水面流速乘上0.7),则流量 Q 的计算公式为:

$$Q = 0.7 v S (\text{米}^3/\text{秒})$$

下面介绍测量流量的两种简易方法——浮标法和量水法。

一、浮标法

在较平直且宽度、深度变化不大的河道上,取长约为宽的3~4倍的河段(图1-2),量

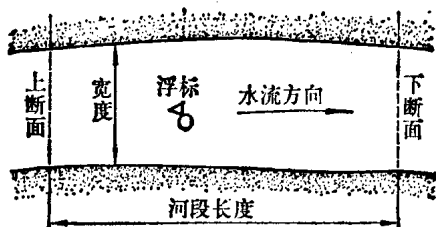


图 1-2

出距离,用钟表测出浮标通过这段距离的时间,算出流速(为了准确起见,一般测三、四次,再取平均值),然后根据流量的公式进行计算。

例题 测得某段渠道宽 1.5 米,平均水深 0.5 米,长 6 米,浮标通过的时间是 6 秒,求这条渠道中水流的平均流量。

已知: $v = \frac{6 \text{ 米}}{6 \text{ 秒}} = 1 \text{ 米/秒}$, $S = 1.5 \text{ 米} \times 0.5 \text{ 米} = 0.75 \text{ 米}^2$ 。

求: Q 。

解: 根据 $Q = 0.7vS$
 $= 0.7 \times 1 \text{ 米/秒} \times 0.75 \text{ 米}^2 = 0.525 \text{ 米}^3/\text{秒}$

答: 这条渠道中水流的平均流量是 $0.525 \text{ 米}^3/\text{秒}$ 。

二、量水法

这种方法适用于小流量的测量。用水桶做量具,用钟表测出流满一桶水所用的时间,再算出一桶水的体积,便可直接算出流量是多少 $\text{米}^3/\text{秒}$ 。

通常河流中的流量是随季节而变化的,丰水季节较大,枯水季节较小,为了充分利用河流的流量,可以将丰水季节的水流用水库蓄起来,以备枯水季节使用。但有些农村小水电站是从河流直接取得流量的,在这种情况下,应以一年中 75% 的时间可以得到的流量作为设计的依据——设计流量。

第四节 落差测定

落差测量方法很多,工农群众在实践中总结出简易准确

的连通管法与重垂线法。

一、连通管法

用一根长约 15~20 米、直径约 8 毫米的橡胶管或塑料软管，两端各接一段玻璃管，并分别附上零点在中间、刻度相同的刻度尺(图 1-3)。使用前，先在管内灌入有颜色的水。灌水时，应将两刻度尺放在同一高度，保持竖直，灌水后，两玻璃管

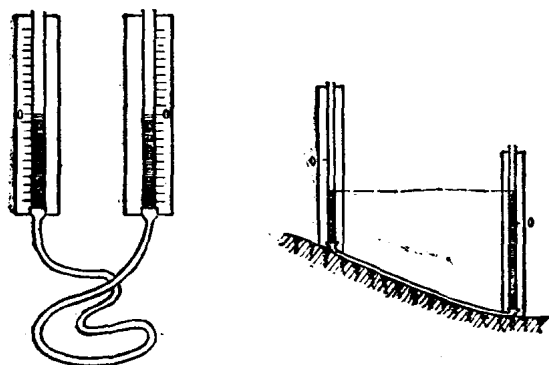


图 1-3 测高差用的连通管

内的水面应在刻度零点，并使管内不积存气泡。

测量时，先将两刻度尺分别竖立在需要测定高差的两点，然后根据两玻璃管内的水面与刻度零点间的距离，算出两点间的高差（高差等于任一水面与刻度零点的距离的二倍）。

若落差较大，可按上述方法分段测量；各段高差的总和就是实际落差。

二、重垂线法

取一块薄木板，制成等腰直角三角形（腰长约 350 毫米左

右),再从三角形顶点向底边作垂直平分线,并在底边中点悬挂重垂线(图 1-4)。

测量时,先将标尺竖立在要测落差的最低处,再在标尺的某一刻度处系一细绳,然后照图 1-5 所示那样,朝斜坡方向水平拉紧细绳。为了确保细绳的水平方向,可用图 1-4 所示的

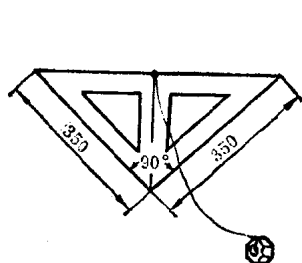


图 1-4 三角木板

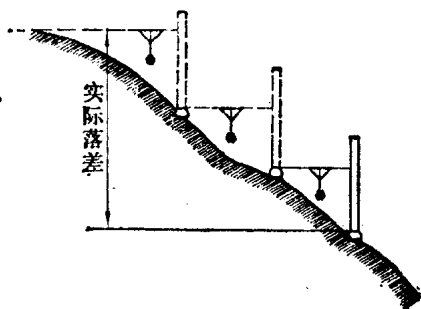


图 1-5 重垂线法测落差

三角木板进行检查。检查方法是：使三角板的底边与拉绳相贴，若重垂线与垂直平分线重合，则说明拉绳已经水平。否则，再进行调整。拉绳水平后，记下细绳在标尺上的刻度值，这个刻度值就是拉绳与斜坡相交处到标尺所在处的高度差。若落差较大，可按上述方法分段测量，再算出各段高差的总和，就是要测的落差。

水电站的流量和落差测定以后，根据拟采用的传动方式，就可以计算出水电站的出力。

例题 《五·七》知识青年农场利用山泉水办水电站，已知落差为 20 米，用量水法测得山泉 1 秒钟内可出水 20 市斤，预计每天需要发电 6 小时，若用日调节以增加装机容量

(“日调节”就是把多余流量用水池蓄起来), 问(1)蓄水池的容积至少多大? (2)发电的流量可增加到多大? (3)若水轮机和发电机采用皮带传动, A 取 6, 日调节后, 电站出力是多少瓩?

已知: $Q=20$ 市斤/秒 $=10$ 公斤/秒 $=0.01$ 米³/秒,

$h=20$ 米, $A=6$, 每天工作时间 6 小时。

求: (1)蓄水池容积, (2)增大后的流量 Q' , (3)电站出力 $N_{出}$ 。

解: (1) 因每天工作 6 小时, 仍有 18 小时的水流量需用蓄水池蓄起来, 现已知流量为 0.01 米³/秒, 故 18 小时可蓄水共 $0.01 \times 18 \times 60 \times 60 = 648$ (米)³, 即蓄水池的容积至少要 648 米³。

(2) 因山泉一昼夜流出的水量集中在发电的 6 小时里利用, 故发电的流量增加为 $0.01 \times \frac{24}{6} = 0.04$ 米³/秒。

(3) 由 $N_{出} = A Q' h$ 可得

$$N_{出} = 6 \times 0.04 \times 20 = 4.8 \text{ 瓩}。$$

答: 蓄水池容积至少要 648 米³, 发电流量增加到 0.04 米³/秒, 电站出力是 4.8 瓩。

第五节 水电站建站地址的选择 和水电站的基本类型

哪些地方适宜建设水电站? 一般说来, 水流中只要具有

一定数量的流量和落差，都可以利用来建设水电站。为了充分合理地利用本地区的水力资源，必须遵循毛主席有关调查研究的教导，组织有领导干部、技术人员和群众代表参加的普查规划队伍，进行调查研究，摸清本地区山山水水的基本情况，合理开发水力资源。

下面是通常可以考虑建设水电站的地方：

1. 天然瀑布。
2. 河流中的急滩。
3. 现有的水库、水闸。
4. 现有的渠道跌水、陡坡。
5. 在坡降较大的河流中修筑引水渠道取得落差。
6. 在河流弯曲较大的地方用截弯取直的方法取得落差。
7. 在有潮水涨落，能构成一定水位差的河道和海岸的港湾上，选择适当的位置。

根据取得落差的方式不同，农村小型水电站可以分为如下四种类型：

一、引水式水电站是利用人工引水建筑物，如渠道(图 1-6)、隧洞(图 1-7)、水管等，集中河道的落差。

二、坝后式水电站是利用堤坝抬高河道水位，如图 1-8。

三、混合式水电站兼有引水式和坝后式水电站的特点，由堤坝和引水建筑物共同造成水电站的落差，如图 1-9。

四、潮汐水电站是利用潮汐引起的水位差，如图 1-10。

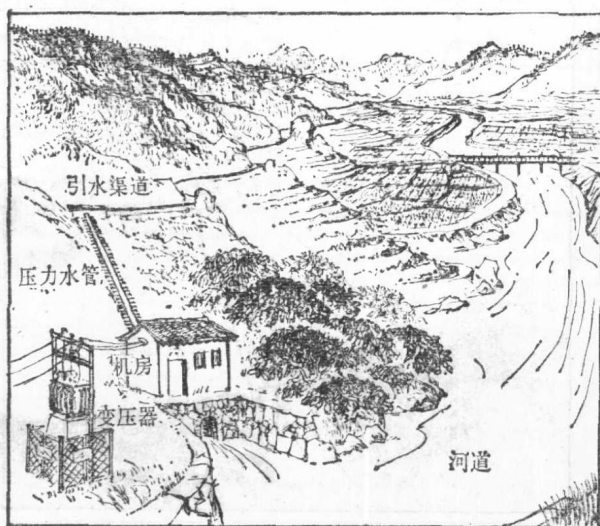


图 1-6 渠道引水式水电站

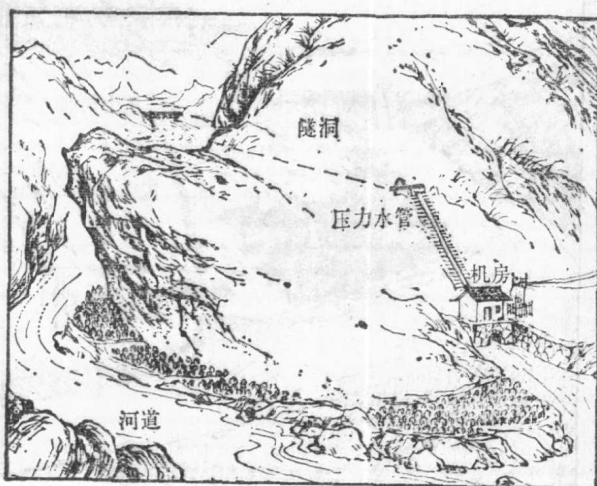


图 1-7 隧洞引水式水电站