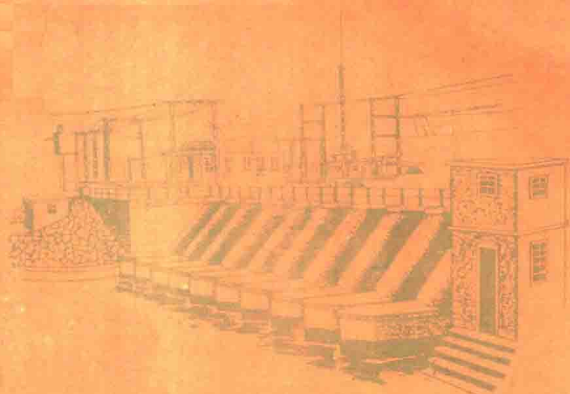




农村小型水电站

广东省水利电力局编

广东人民出版社

农村小型水电站

广东省水利电力局编

广东人民出版社

农村小型水电站

广东省水利电力局编

*

广东人民出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

1973年9月第1版 1973年9月第1次印刷

印数1—63,000册

统一书号15111·61 定价0.80元

毛主席语录

农业的根本出路在于机械化

中国只有在社会经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我省各级党组织和革委会，在农村水电建设中注意发挥两个积极性，坚持小型为主、社队自办为主、配套为主的方针，大搞群众运动，使农村小型水电站的建设有了较大发展。现在，全省已建成投产的小型水电站，装机容量比解放前增长一万倍还多。我省丰富的水力资源，正在逐步地得到开发利用。

毛主席指出：“农业的根本出路在于机械化”。农村小型水电站的发展，为农业机械化提供了动力，有效地支援了农业生产。不少地区利用小水电发展电力排灌，大大提高了农田抗旱排涝的能力，扩大了耕地面积，粮食连年获得稳产高产；同时，有部分农副产品的加工也实现了机械化和半机械化，节省出大批劳动力，更好地向生产的深度和广度进军。

随着农村小型水电站的发展，地方小型电网正在不断出现，为钢铁、煤炭、化肥、农机、水泥等“五小”工业提供了廉价的电力，促进了地方工业的发展。许多原来靠大电网供电的地方，利用本地水力资源，兴建小型水电站，逐步做到用电自给，这也支援了国家工业化建设。

农村小型水电站的发展，也为普及科学技术，活跃农村

政治生活和文化生活，创造了有利的条件，加速了山区的建设。有了电，昔日“松片竹枝当灯点”的偏僻村庄，如今用上了电灯；一向被称为“隔山隔水又隔音”的山村，现在架起了广播喇叭。在广大农村里，一支以贫下中农为主体的小水电技术队伍正在逐步形成。贫下中农高兴地说：毛主席革命路线指方向，山溪小河办电站，人换思想地换装，自力更生放光芒。

为了适应农村小型水电站发展形势的需要，我们力图结合我省农村小水电建设的具体实际，编写了这本《农村小型水电站》，供广大工农兵群众在办好农村小型水电站时参考。

本书在编写过程中，得到佛山地区、开平、恩平、封开等县水电局的大力协助和有关工厂的支持，特在此表示感谢。由于我们水平有限，书中肯定会有不少缺点和错误，恳请广大工农兵读者批评指正。

广东省水利电力局

1973年6月

目 录

第一章 水能的利用	1
一、水为什么能发电	1
二、什么叫做水电站	2
三、水电站的两个水能要素——水头和流量	2
四、各种水头损失值的计算	6
五、水电站出力的计算	12
六、那些地方适宜建设水电站	13
(一)天然的瀑布	13
(二)河流中的急滩	13
(三)裁弯取直	15
(四)利用两条相邻河流的不同高程取得水头	15
(五)利用潮汐的落差	16
(六)利用现有的水陂、水库和水闸	17
(七)水轮泵站综合利用	18
(八)利用渠道跌水和陡坡	18
(九)结合泄洪工程建水电站	19
(十)结合河道的梯级开发建水电站	20
七、水电站的基本布置形式	21
(一)堤坝式	21
(二)引水式	22

第二章 水工建筑物	24
一、拦河坝	24
(一)均匀土质坝	24
(二)滚水坝	27
二、进水口	38
(一)进口流量计算	40
(二)边墙和翼墙的尺寸	41
三、压力前池	42
四、压力水管	43
(一)压力水管直径的选择	45
(二)压力水管的水锤计算	45
(三)钢筋混凝土压力水管结构的计算	52
(四)预应力钢丝水泥预制压力水管	54
(五)陶瓷压力水管	60
第三章 水电站的厂房	61
一、对厂房布置的要求	61
二、厂房布置的形式	61
(一)安装有立轴开敞式水轮机室的厂房	62
(二)安装有立轴直接传动封闭式混凝土蜗室的厂房	62
(三)安装有卧式金属蜗室的厂房	63
(四)安装有卧轴端面进水金属蜗室的厂房	63
(五)安装有卧轴平皮带或三角皮带传动开敞式水轮 机室的厂房	63
(六)安装有卧轴水斗式水轮机室的厂房	65
三、厂房平面的布置	65
四、厂房在高程上的布置	66
五、发电机的基础及水轮机蜗室	67

第四章 水电站的机械设备	73
一、水轮机	73
(一)水轮机的类型	73
(二)常用水轮机产品介绍	80
二、水轮机的附属设备	91
(一)调速器	91
(二)自动调速器的选择	94
(三)蝴蝶阀及闸阀	94
三、传动设备	96
(一)直接传动	96
(二)平皮带传动	97
(三)三角带传动	105
第五章 水电站的电力设备	113
一、水轮发电机	113
(一)同步三相交流水轮发电机	113
(二)异步发电机	119
二、水电站常用的电力设备	123
(一)高压开关	123
(二)低压开关	133
(三)互感器	138
(四)电力测量仪表	146
(五)继电器	156
(六)常用的电线和电缆	161
三、电力主结线	165
(一)发电机与变压器的组合方式	166
(二)成套控制屏的选用	167
(三)继电保护装置	173

四、直流电源.....	178
五、农村小型水电站的并列.....	178
(一)准同期并列.....	179
(二)自同期并列.....	180
(三)准同期与自同期并列的比较.....	181
第六章 变压器与变电站	182
一、变压器的基本工作原理及变压器的选择.....	182
二、变压器的并联运行.....	194
三、变电站位置的选择.....	195
四、变电站布置方式.....	196
(一)升压变电站.....	196
(二)降压变电站.....	197
(三)农村10千伏变电站.....	199
五、关于变压器的继电保护问题.....	202
第七章 输电线路	203
一、农村电网电压等级的选择.....	203
二、导线.....	204
三、导线截面的选择.....	207
(一)高压架空线路导线截面选择.....	208
(二)低压架空线路导线截面选择.....	211
四、架空线路的路径选择和安全技术的基本要求.....	213
(一)架空线路的路径选择.....	213
(二)安全技术方面的基本要求.....	213
五、关于两线一地供电制.....	225
(一)线路绝缘问题.....	225
(二)对通讯线路干扰问题.....	227
(三)关于接地电阻问题.....	228

六、线路的主要器材及其用途	229
(一)电杆	229
(二)横担	232
(三)拉线	234
(四)绝缘子及金具	237
第八章 防雷与接地	248
一、防雷和防雷设备	248
(一)避雷线	249
(二)避雷针	249
(三)避雷器	250
(四)角型间隙(保护间隙)	252
(五)交叉线路的保护装置	254
(六)低压防雷保护措施	254
二、接地装置	256
(一)接地的种类及其意义	256
(二)接地装置的设计	258
三、土壤电阻率的测定	263
四、接地装置电阻的测定	264
第九章 怎样管好农村小型水电站	266
一、建立运行管理的工作制度	266
(一)值班人员必须遵守的制度	266
(二)制订值班人员的交接班制度	267
二、电站的运行操作方法	267
(一)开机前应检查的项目	267
(二)开机操作步骤	268
(三)准同步并车操作步骤	269
(四)运行中注意事项	269

(五)解列和停机操作步骤	270
(六)故障处理	271
三、变压器的运行操作方法	272
(一)变压器运行前应检查的项目	272
(二)变压器运行中注意事项	273
(三)变压器停止运行的操作步骤	274
四、架空线路的运行管理	274
(一)运行前的检查	274
(二)运行中应注意的事项	275
(三)故障处理	275
五、水电站的维护检修	275
(一)水工建筑物的维修	275
(二)水轮发电机组的维修	276
(三)变压器的维修	277
(四)架空线路的维修	277

附 录

一、TSN 及 TSWN 型 12—630 瓦水轮发电机系列	
主要性能	278
二、常用的水轮机系列性能表	284
三、水轮发电机材料消耗定额表	309
四、水轮机材料消耗定额表	313
五、常用的继电器规格	319
六、100 公里线路金具用量估算表	323
七、滚动轴承代号中数字的意义	324
八、电力系统图图形符号	325
九、电工仪表表面符号说明	337
十、电力系统图文字符号	338

十一、英美线规的换算.....	342
十二、常用计量单位及换算.....	344
十三、广东土类物理力学性质指标.....	348
十四、广东生产水泥的混凝土配合比.....	350
十五、水泥砂浆配合比.....	352
十六、水泥、生粘土(干燥)混合砂浆配合比.....	354
十七、水泥、石灰(干燥)混合砂浆配合比.....	356
十八、常用材料性能表.....	358
十九、常用材料比重表.....	361
二十、希腊字母.....	362

第一章 水能的利用

我省有二十多万平方公里的面积，境内河流纵横，溪涧密布，雨量充沛，不论平原、丘陵和山区，都有水能可资利用。我们建设水电站，就是通过水轮机，先把水能变为机械能，再通过发电机，把机械能变为电能，也就是利用水能作为动力，达到发电的目的。从水能到发电，这是一个复杂的技术过程。在这本书里，我们将扼要地但也是比较系统地来阐述这个过程。

一、水为什么能发电

我们知道，水总是从高处往低处流的。物理学告诉我们，任何物体由低处提升到高处时，都需要一定的能量；相反，任何物体由高处落向低处时，都会产生一定的能量。例如打夯，夯锤从高处落下时，能把夯打进地层去。根据这个道理，我们就会明白，水从高处流下来，同样会产生一定的能量。而且水位越高，水量越多，产生的能量也越大。如果我们不加以利用，水的能量就白白流走，严重时冲毁堤坝，造成水灾。如果加以利用，水的能量就会替人们驱动水轮机，使水轮机每分钟产生几百转以至几千转的转速，再带动发电机旋转，这样，电就发出来了。

二、什么叫做水电站

有很多人认为，水电站就是指安装有水轮机、发电机及配电设备等的厂房。其实，这个概念是不确切的。应该说，水电站是把水能变为电能的工厂。所以，为了把水能转变为电能的一切建筑物，以及各种机械、电力设备的总和，才合称为水电站。我们在建设水电站时，必须把这一整套建筑物和设备合理地配套好，才能充分发挥水电站的作用。

三、水电站的两个水能要素——水头和流量

一个水电站出力的大小，决定于它所利用的水头的高低和流量的大小。

什么叫做水头呢？水头就是集中起来的落差，即上游水位与下游水位之间的差值。它是以米为计算单位的。

什么叫做流量呢？流量是指每秒时间内流进水轮机的水量，以每秒立方米为计算单位。

如图 1—1 所示，在某一河段上甲、乙两点的水头为 H （米），流量为 Q （立方米/秒）。

还须指出，上面所说的水头，只是水电站的毛水头（或称总水头）。水电站在进行工作时，水流要通过进

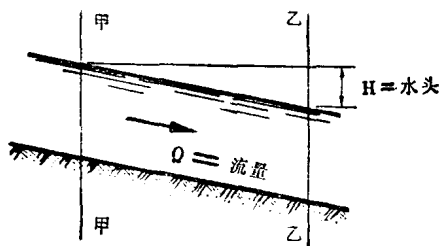


图 1—1

水闸、拦污栅、压力水管、弯头和闸阀等，才进入水轮机。由于水流与这些工程设施的摩擦、冲击，产生了水头损失 h_1 ；水从水轮机尾水管出来以后，与下游水面接驳，也有一个比降 h_2 。因此，电站水轮机的实际工作水头（或称净水头），还应减除这些损失，即

$$H_{\text{净}} = H_{\text{总}} - h_1 - h_2 \quad (\text{见图 1—2})$$

如果不考虑这些水头损失，而电站的结构又比较复杂，压力水管比较长，电站装机容量往往就有偏大现象。

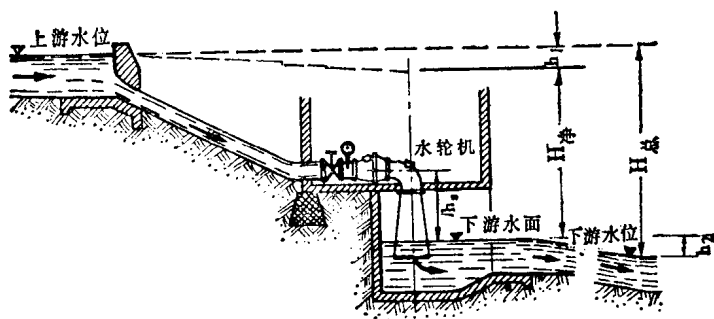


图 1—2 水电站水头示意图

水电站的水头数值，可以从地形图上或在实地直接测量出来。流量数值一般选用每年有75%的时间能满足电站设计对流量的要求。在较大的河流上应从水文观测站查得。但在较小的河道上修建水电站，往往需要经过实地测量来获得流量资料。通常采用流速仪进行测量，测量时间一般应在枯水季节进行。如果缺乏仪器，可利用浮标法进行，其测量方法如下，

浮标法是利用浮在水面的木板或草把的漂行速度来推算流量，一般要选择比较顺直的河段施测。测量时的布置如图 1—3 所示。

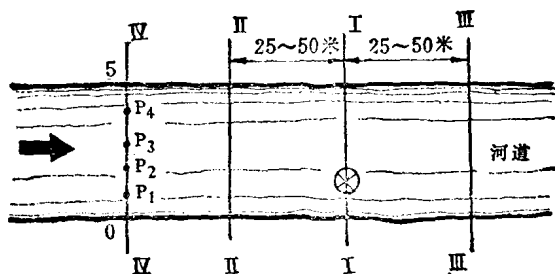


图 1—3 流量测量布置图

IV—IV为投放浮标断面；II—II是上游浮标开始计时的断面；I—I是计算流量的断面；III—III是下游浮标停止计时的断面。用II—III的时间及两断面的距离推求浮标的流速。

$$\text{浮标流速 (米/秒)} = \frac{\text{距离 (米)}}{\text{时间 (秒)}}$$

这样重复做二、三次，得出浮标每一点的平均流速。但浮标流速要比垂线水流平均速度快些，所以在计算流量时要乘上一个浮标系数。系数与流速、风力、风向、河道情况及大小有关，一般在0.8~0.9之间，顺风时用小值，逆风时用大值。

浮标流经I—I断面时，其位置应加以测定，测定方法是在断面上横拉一绳，绳上标明尺度，测定浮标经过之位置，计算方法可列表进行。如图 1—4 所示。