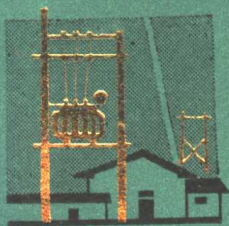


农业机械化丛书



NONGCUNSHUIDIANZHAN

浙江大学《农村水电站》编写组

农村 水电站

第一册

浙江科学技术出版社



农业机械化丛书

NONGCUNSHUIDIANZHAN

浙江农学院《农村水电站》编写组

农村 水电站

第一册

浙江科学技术出版社

封面设计：邵秉坤

责任编辑：舒辅叶

农村水电站（第一册）

浙江大学《农村水电站》编写组

*

浙江科学技术出版社出版

（杭州武林路196号）

浙江新华印刷厂印刷

（杭州环城北路天水桥堍）

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张：35 字数：837,000

1981年1月第一版

1981年1月第一次印刷

印数：1—7,000

统一书号：15221·5

定 价：3.20 元

前 言

社会主义现代化建设需要电力。我国水力资源丰富，因地制宜地充分利用我国的水力资源，把水电搞上去，是一项十分迫切的任务。为适应各地大力发展水电事业的需要，我们特将原由浙江人民出版社出版的《农村小型水电站》一书，根据新的形势要求，结合我国南方各省的特点，扩大规模、增添内容、更新资料，分两册出版。《农村水电站》第一册（基本保留原《农村小型水电站》的内容），介绍单机容量500千瓦以下的农村小型水电站的规划、设计、施工、安装、维修和管理等有关知识。这些小型水电站多数是社、队自办，规模较小，技术力量单薄，往往要求一个技术人员承担多方面的工作。因此，书中力求水、机、电三方面的内容配套成龙，叙述通俗，文图对照，各章附有例题；书末又有工程实例，较为实用。第二册介绍单机容量500~6000千瓦农村水电站的有关知识。这些容量较大的农村水电站的设计、施工，牵涉到的理论和计算较多。所以两册的读者对象略有差异。第一册读者对象以县、社、队水电技术人员为主。第二册读者对象以从事小型水电站建设的地、县水电技术干部为主，也可供大专院校有关专业的学生阅读参考。两册内容之间有一定的联系，但也各具一定的独立性。

本书在编写过程中，参考了有关单位编写的同类书籍的部分内容，并得到了兄弟院校、水利水电科研、设计、管理等部门的热情支持，在此一并致谢。由于时间仓促，编者水平有限，书中难免有不周或差错的地方，我们热诚欢迎批评指正。

浙江大学《农村水电站》编写组

1979年4月

目 录

前 言

第一章	小型水电站的基本知识	1
第一节	什么叫水电站	1
第二节	水电站出力的计算	4
第三节	农村水电站的类型	7
第四节	规划农村水电站所需要的资料	13
第二章	农村水电站装机容量的确定	39
第一节	负荷	39
第二节	水电站的水头	41
第三节	设计保证率和代表年	43
第四节	装机容量的确定	45
第五节	小型水电站的动能经济指标	60
第三章	堰、进水闸和渠道	63
第一节	堰	64
第二节	引水渠道	84
第三节	渠道交叉建筑物	107
第四节	进水闸	129
第五节	闸门和启闭机	140
第四章	压力前池和压力水管	160
第一节	压力前池	160

第二节	压力水管	185
第三节	各类型压力水管的设计	216
第四节	镇墩和支墩	241
第五节	分叉管	255
第五章	建筑材料	287
第一节	水泥	287
第二节	混凝土	292
第三节	砂浆	310
第四节	钢筋	312
第五节	砖和石料	314
第六节	木材	319
第七节	防水材料	323
第六章	水轮机	339
第一节	水轮机的类型和代号	339
第二节	冲击式水轮机的构造	347
第三节	反击式水轮机的构造	354
第四节	水轮机的选择	382
第五节	自动调速器和阀门	387
第六节	水轮机的安装	405
第七章	传动设备	432
第一节	传动的形式	432
第二节	平皮带传动	438
第三节	三角皮带传动	455
第四节	皮带轮	464
第五节	过桥轴与轴承	472
第八章	水电站厂房	480

第一节	水电站厂房的作用和类型	480
第二节	各类型厂房水上部分的平面布置和结构构造	482
第三节	装设卧轴冲击式水轮机的厂房	511
第四节	装设卧轴混流式水轮机的厂房	527
第五节	装设轴流定桨式水轮机的厂房	541
第六节	装设贯流式水轮发电机组的厂房	562
第七节	工程经费预算、厂房施工和地基处理	584
第九章	电的基本知识和厂房内的电气设备	598
第一节	电的基本知识	598
第二节	发电机	619
第三节	常用的低压电器设备	638
第四节	水电站电气设备的选用和连接	666
第五节	小型水电站的自动装置	702
第十章	架空输电线路和变压器	726
第一节	架空线路的结构	726
第二节	架空线路的设计	740
第三节	架空线路电杆的定线、定位与施工	748
第四节	变压器	760
第五节	高压两线一地制供电线路	780
第十一章	接地装置和安全用电	787
第一节	接地装置	787
第二节	安全用电	804
第十二章	水电站的运行管理及维修	812
第一节	水工建筑物的运行管理与维修	812
第二节	水轮发电机组的运行管理与维修	816

第三节 变压器的运行、维护与检修	836
第四节 架空线路的巡视、检查与维修	841
设计实例	845
附表和附图	918
附表 1 字母表	919
附表 2 计量单位换算表和常用数表	920
附表 3 常用于水利水电工程方面的求积公式表	930
附表 4 材料和建筑构件重量表	932
附表 5 水泥压力管	936
附表 6 钢筋、热轧圆钢、方钢、六角钢和钢板	938
附表 7 水、煤气输送钢管	945
附表 8 500千瓦以下水轮机统一设计性能参数及配套表	946
附表 9 特小型自动调速器规格	994
附表 10 安装起重	996
附表 11 传动设备	1001
附表 12 农副产品加工机械性能表	1013
附表 13 TSWN 及 TSN 系列额定电压为400伏的发电机功率等级 (千瓦)表	1018
附表 14 40千瓦及以上小型水轮发电机主要技术数据表	1019
附表 15 BC1 型瓷盘式变阻器规格表	1021
附表 16 常用低压闸刀开关(1000安以下)规格表	1021
附表 17 常用自动空气开关规格表	1022
附表 18 交流接触器规格表	1023
附表 19 熔断器规格表(500伏以下)	1024
附表 20 低压电路常用互感器规格表	1025
附表 21 常用配电盘电气仪表规格表	1025
附表 22 常用继电器主要规格表	1026

附表23	发电机额定功率在75千瓦及以上时, 配电盘主要电气设备 配套表.....	1029
附表24	常用成套配电盘规格表.....	1031
附表25	常用裸导线规格表.....	1032
附表26	瓷瓶(绝缘子)规格表.....	1033
附表27	常用金具规格表.....	1034
附表28	输电线路用圆型薄壁水泥杆材料统计表.....	1037
附表29	我国部分南方地区最大弛度表.....	1040
附表30	导线安装弛度表.....	1041
附表31	10/0.4千伏变压器容量等级表.....	1046
附图1—1	500千瓦以下小型水轮机使用范围综合图	1047
附图1—2	500千瓦以下小型水轮机现有品种生产厂汇总图	1048
附图1—3	ZD760-LM 系列使用范围图	1049
附图1—4	ZD560-LMY(LH) 系列使用范围图	1050
附图1—5	HL310-WG 系列使用范围图	1051
附图1—6	HL260-WJ 系列使用范围图	1052
附图1—7	HL220-WJ 系列使用范围图	1053
附图1—8	HL110-WJ 系列使用范围图	1054
附图1—9	CJ22-W 系列使用范围图.....	1055
附图1—10	XJ-W 系列使用范围图.....	1056
附图2—1	QJ-W-48/1 型水轮机安装图	1057
附图2—2(甲)	QJ-W-55/1 (65/1)型水轮机安装图	1058
附图2—2(乙)	QJ-W-55/1 型水轮机预留孔尺寸	1059
附图2—2(丙)	QJ-W-65/1 型水轮机预留孔尺寸	1059
附图2—3(甲)	QJ-W-75/1 型水轮机安装图	1060
附图2—3(乙)	QJ-W-75/1 型水轮机预留孔尺寸	1061
附图2—4	XJ-W-20/5 型水轮机安装图	1062
附图2—5	XJ-W-25/7 型水轮机安装图	1063
附图2—6	SJ-W-24/8 型水轮机安装图	1064

附图 2—7(甲) SJ-W-25/20 型水轮机安装图	1065
附图 2—7(乙) SJ-W-25/20 型水轮机安装图	1066
附图 2—8 HL210-WG-20 型水轮机安装图	1067
附图 2—9 HL360-WG-30 型水轮机安装图	1068
附图 2—10 HL300-WJ-35 型水轮机安装图	1069
附图 2—11 HL129-WJ-35 型水轮机安装图	1070
附图 2—12(甲) HL129-WJ-42 型水轮机安装图	1071
附图 2—12(乙) HL129-WJ-42 型水轮机预留孔尺寸	1072
附图 2—13(甲) HL129-WJ-50 型水轮机安装图	1073
附图 2—13(乙) HL129-WJ-50 型水轮机预留孔尺寸	1074
附图 2—14(甲) HL123-WJ-50 型水轮机安装图	1075
附图 2—14(乙) HL123-WJ-50 型水轮机安装图	1076
附图 2—15(甲) HL123-WJ-50 型(杭发)水轮机安装图	1077
附图 2—15(乙) HL123-WJ-50 型(杭发)水轮机安装图	1078
附图 2—16 HL129-WJ-60 型水轮机安装图	1079
附图 2—17 ZDJ1-LM-60 型水轮机安装图	1080
附图 2—18(甲) GD002-WP-100 型水轮机安装图	1081
附图 2—18(乙) GD002-WP-100 型水轮机预留孔尺寸	1082
附图 2—19(甲) BGJ1-W-30(GDJ1-WZ-30) 型水轮机安装图	1083
附图 2—19(乙) BGJ1-W-30 (GDJ1-WZ-30) 型水轮机预留孔尺寸	1084
附图 2—20 GDA30-WZ-60 型水轮机安装图	1085
附图 2—21(甲) HL110-WJ-42、50、60 型水轮机安装图	1086
附图 2—21(乙) HL110-WJ-42、50、60 型水轮机安装图尺寸表	1087
附图 2—22(甲) HL260-WJ-35、42、50、60 型水轮机安装图	1088
附图 2—22(乙) HL 260-WJ-35、42、50、60 型水轮机安装图尺寸表	1089
附图 2—23 HL110-WJ-60(A) 型水轮机安装图	1090
附图 2—24 ZD760-LM-60 型水轮机安装图	1091

附图 2—25	ZD760-LM-80 型水轮机安装图	1092
附图 2—26	ZD760-LM-100 型水轮机安装图	1093
附图 2—27	ZD760-LMY-120 型水轮机安装图	1094
附图 2—28	ZD560-LH-60 型水轮机安装图	1095
附图 2—29	ZD661-WM-100 型水轮机安装图	1096
附图 2—30	GD560-WZ-60 型水轮机安装图	1097
附图 2—31	GD002-WP-100 型水轮机安装图	1098
附图 2—32	GD101-WP-50 型水轮机安装图	1099
附图 3—1 (甲)	TT-75 调速器安装图	1100
附图 3—1 (乙)	TT-75 调速器安装图	1101
附图 3—2 (甲)	TT-150 调速器安装图	1102
附图 3—2 (乙)	TT-150 调速器安装图	1103
附图 3—2 (丙)	TT-150 调速器性能和调速轴的布置形式	1104
附图 3—3 (甲)	TT-300 调速器安装图	1105
附图 3—3 (乙)	TT-300 调速器安装图	1106
附图 3—3 (丙)	TT-300 调速器性能和调速轴的布置形式	1107

第一章 小型水电站的基本知识

第一节 什么叫水电站

自然界中，水流的规律是从高处往低处流，并蕴有能量。例如山谷里的瀑布(图 1—1)，从悬崖顶冲下来，把崖脚的坚硬岩石冲成深潭，这就是瀑布蕴有的能量做功的结果。我们称这种能量为“水能”。天然状况下，这部分水能往往消耗在冲刷河床、挟带泥砂中，有时甚至会冲毁堤岸，造成水灾。

如果我们采取措施把天然溪、河和山谷瀑布等水能集中起来，冲动装在低处的水轮机转轮，水能即转化为机械能；再由水轮机带动发电机转子发出电来，机械能即转化为电能，经过输配电设备把电送出去，为社会主义建设提供廉价的动力，这就是水力发电。为集中水能并使它转变为机械能，再转变为电能所需修建的水工建筑物和各种机电设备，总称为“水电站”。图 1—2 是引水式小型水电站示意图。



图 1—1 瀑布图

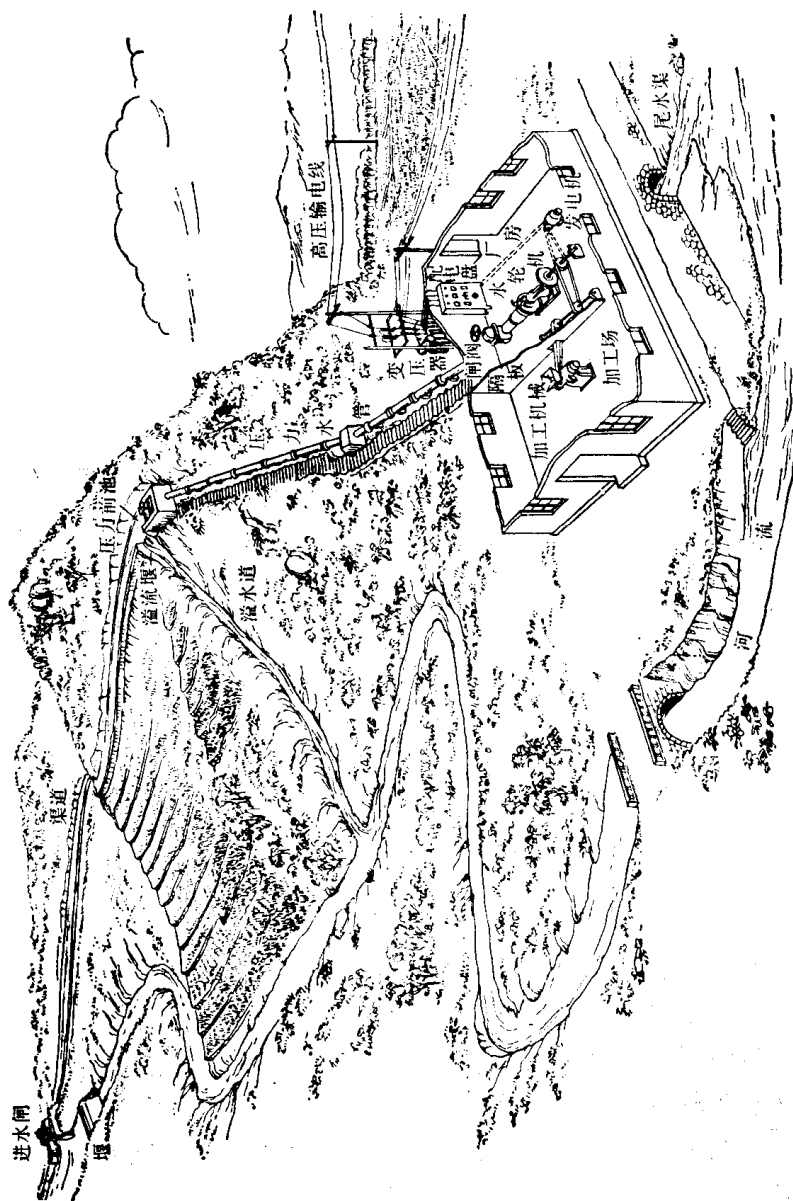


图 1--2 引水式小型水电站示意图

水电站的组成包括以下几个部分：

一、水工建筑物

有堰坝，进水闸，渠道（或隧洞），压力前池（或日调节池），压力水管，厂房和尾水渠等（分别在本书第三、四、八章介绍）。

二、机械设备

有水轮机，调速器，闸阀，传动设备和加工机械等（分别在本书第六、七章介绍）。

三、电气设备

有发电机，配电盘，变压器，输电线等（分别在本书第九、十章介绍）。

但不是所有的小型水电站都要有上述的水工建筑物和机、电设备。如果水头在 6 米以下的低水头水电站，一般采用导水槽和明槽引水室，就没有压力前池和压力水管；供电范围不大的小容量水电站，采用直接输电，不需要变压器；有水库的水电站采用坝，深式进水口，坝内涵管（或隧洞）和溢洪道，而不用堰，进水闸，渠道和压力前池等水工建筑物。

由于水电站的组成部分随着水电站型式不同而有多种多样的相互关系，可用示意图（图 1—3）表示。

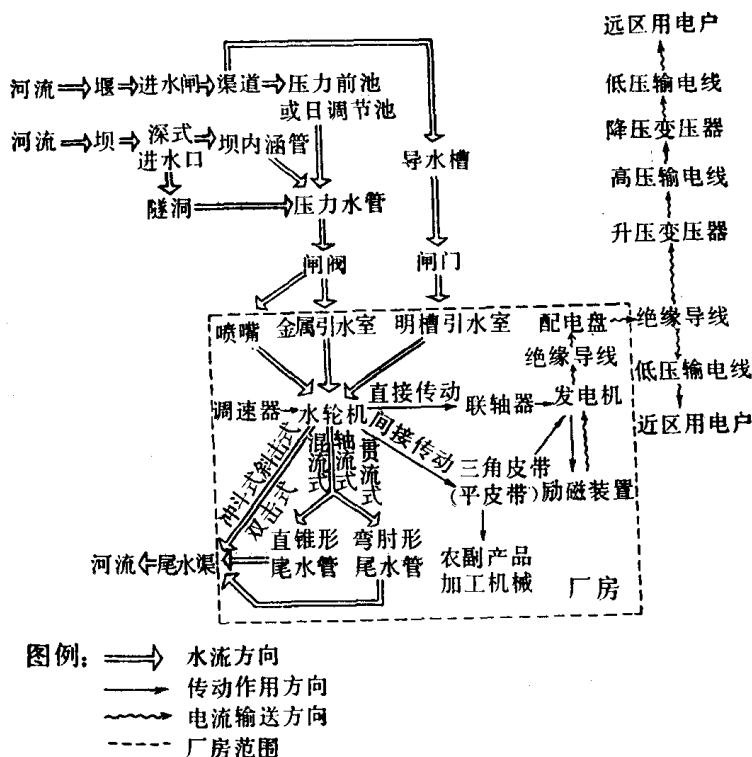


图 1—3 水电站组成部分相互关系示意图

第二节 水电站出力的计算

河流（河段）蕴有能量的大小，可由该河流（河段）水流做功的大小来表示。水流做功的大小是与水的重量、水的跌落距离成正比，可用公式表示如下：

$$E = \gamma WH = 1000 WH \text{ (公斤} \cdot \text{米)} \quad (1-1)$$

式中 E ——水流在某时段内所作的功（公斤·米）；

γW ——水的重量，其中 γ 为水的容重，因每立方米水重1000公斤，所以 $\gamma = 1000$ 公斤/立方米； W 为某时段内通过河流出口断面的水量（立方米）；

H ——水的跌落距离，就是河流（河段）上、下游的高程差，叫做“落差”或“水头”（米）。

如果我们用多年平均水量代入公式，则得到的 E 值是多年平均的功，一般都把多年平均功值表示河流（河段）蕴有能量的大小。

单位时间（符号： t ，单位：秒）所作的功，叫做“功率”。可用下式表示：

$$N = \frac{E}{t} = \frac{1000WH}{t} = 1000QH \text{ (公斤} \cdot \text{米/秒)} \quad (1-2)$$

式中 N ——功率（公斤·米/秒）；

t ——时间（秒）；

Q —— $Q = \frac{W}{t}$ ，叫做流量，就是单位时间内流过河流出口断面的水量（立方米/秒）；

1000——水的容重，即 $\gamma = 1000$ 公斤/立方米。

其他符号意义同前。

关于水量 W 、流量 Q 、落差（水头） H 的确定将在后面章节介绍。

水电工程上习惯于将功率称为出力，并用千瓦或马力表示出力的单位，用千瓦小时（度）表示电能的单位，所以上述单位必须换算，它们之间的换算关系如下：

$$1 \text{ 千瓦} = 102 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒} = 1.36 \text{ 马力}$$

$$1 \text{ 马力} = 75 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒} = 0.736 \text{ 千瓦}$$

因此公式（1—2）可写成：

$$N = \frac{1000}{102} QH = 9.81QH \text{ (千瓦)} \quad (1-3)$$

$$\text{或} \quad N = \frac{1000}{75} QH = 13.33QH \text{ (马力)} \quad (1-3')$$

又 1 千瓦小时 = 102 公斤·米/秒 × 3600 秒 = 367200 公斤·米
所以公式 (1-1) 可写成:

$$E = \frac{1000}{367200} WH = \frac{WH}{367.2} \text{ (千瓦小时)} \quad (1-4)$$

或 $E = NT = 9.81 QHT \text{ (千瓦小时)}$ (1-5)

式中 T——时间 (小时)。

其他符号意义同前。

由公式 (1-3) 至 (1-5) 求出的是天然河流 (河段) 蕴有的水能, 就是水流的理论出力。实际上在水流的能量转变过程中, 会产生一系列的能量损失。主要是: 由于水在水工建筑物中流动时为克服各种阻力而引起的水头损失; 由于水库和水工建筑物中的蒸发、渗漏和溢流堰弃水引起的水量损失; 由于机械在转动和传动中引起的功率损失。所以水电站实际能发出的电能比理论值要小得多, 不同的电站, 由于水工建筑物的型式、尺寸和运行方式等因素不同, 水头损失和流量损失的大小也不同。不同类型的水轮机、发电机和传动方式, 引起的功率损失也不同。一般小型水轮发电机组的效率比较低, 只占它理论值的 60~70%。考虑各种损失后, 水电站的出力公式为:

$$N = 9.81 QH_{\text{净}} \eta = AQH_{\text{净}} \text{ (千瓦)} \quad (1-6)$$

或 $N = 13.33 QH_{\text{净}} \eta = A'QH_{\text{净}} \text{ (马力)}$ (1-7)

$$E = 9.81 QH_{\text{净}} \eta T \text{ (千瓦小时)} \quad (1-8)$$

式中 $H_{\text{净}}$ ——净水头, 即扣除了水头损失后的水头 (水头损失计算见第四章第二节);

Q, W ——应为考虑损失后的流量和水量, 需经水利计算确定, 但在农村小型电站的规划设计中可不考虑其损失;

η ——水轮发电机组的效率系数, 由机组性能决定。农村水电站的 η 值, 还与它们的传动方式有关;

A, A' ——出力系数, $A = 9.81\eta$, $A' = 13.33\eta$, 参阅表 1-1。