

429093

50312
33474

成都工學院圖書館
基本館藏



农村小型水电站

浙江大学土木系《农村小型水电站》编写组



浙江人民出版社

毛 主 席 语 录

路线是个纲，纲举目张。

备战、备荒、为人民。

水利是农业的命脉

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

前 言

在毛主席革命路线的指引下，在伟大的无产阶级文化大革命和批林整风运动中，我们在党组织、革委会和工宣队的领导下，走出了校门，到三大革命运动第一线，进行教育革命实践。几年来，在接触工农群众的过程中，广大贫下中农自力更生，艰苦奋斗，改造山河，治水办电的革命积极性，使我们受到一次深刻的教育。无产阶级文化大革命以来，在各级党组织的领导下，我省广大贫下中农狠批了刘少奇叛徒集团和林彪反党集团所推行的反革命修正主义路线，在农村水电建设中，坚持小型为主，群众自办为主的方针，大搞群众运动，使我省小水电站由文化大革命前的九百多处，猛增至目前的四千二百多处，发出的电力已达全省农业用电量的一半左右。广大贫下中农热情赞扬说：“小水电是个宝，备战备荒少不了”。他们迫切要求兴建更多的小水电站，加速农业机械化的步伐，以促进农业生产的更大发展。但是，我们水利水电专业的旧教材却很少讲小水电，根本不适应广大贫下中农的需要，也不符合党的水利水电建设方针。毛主席教导我们：

“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。”教育工作者应该想群众之所想，急群众之所急。为广大贫下中农培养治水办电的技术力量，是建设社会主义的需要，是我们应尽的责任。大家深感过去“三重三轻”（重大轻小、重洋轻土、重理论轻实践），脱离无产阶级政治、脱离生产劳动、脱离工农兵群众的旧教材必须彻底改革。

在进行教育革命实践中，我们曾在丽水、义乌等地先后举办

了四期水利水电短训班。在短训班上，我们和工人、贫下中农学员一起学习、总结了群众治水办电的宝贵经验，编写了一套教材，作为进行教材改革的初步尝试。经过教学实践，我们又听取了各方面的意见，考虑到基层水电技术人员和上山下乡知识青年边实践、边学习的需要，在短训班教材的基础上，补充了有关的知识和资料，编写成这本《农村小型水电站》。

编写这本书时，我们根据短训班的教学实践，以及各方面的意见，比较注意了从本省的实际出发；从小水电建设的特点出发；从群众的实际水平出发。

文化大革命前的旧教材，用大量篇幅讲大坝、大电站、大立轴机组。学生毕业后，“理论一大套，实际不对号”，面对中小工程，往往不能解决实际问题。1971年，我们在丽水地区举办的短训班中，以山区广泛应用的装设卧轴机组的引水式水电站为主进行教学。学员结业后，一般能按照各地自然条件和群众一起设计和建造小水电站，受到各地贫下中农的欢迎。因此，大家认为：我省的自然条件是“七山一水二分田”，书中就应该以讲述山区高水头小流量，装设卧轴机组的引水式水电站为主，兼顾平原地区的低水头大流量的河床式水电站。为了切合施工的实际需要，书末还附有本省生产的小型水轮机机型安装图，以便机组未运到前，可先进行厂房施工。

农村小型水电站一般规模都比较小，一个技术员往往要承担多方面的工作。根据这个特点，书中将水、机、电三方面的内容紧密结合，并按规划、设计、施工、安装、运行管理和维修的生产顺序，将有关知识“配套成龙”，改变了旧教材中彼此脱节，互相割裂的现象。

为使工农兵读者容易接受和理解，书中在图形表达方面，多采用形象化的立体图和透视图，少用投影图。在公式计算方面，

制有表格和曲线，以免读者再作繁杂的运算。在理论阐述方面，多举实例，少讲抽象的概念。每章都附有不同类型的例题，便于读者加深理解和掌握设计步骤以及计算方法。

值得特别提出的是，书中有一些章节是在工人、农民技术员的直接帮助下写成的。如水轮机安装的一节，是吸取了云和电厂工人老师傅的经验写成初稿，以后又征求了省水电工程局安装队的工人老师傅的意见才定稿的。又如诸暨县一位农民工程师，不仅对本书提出了许多宝贵的意见，而且将自己设计制造的一套进水闸门半自动控制装置，画了图纸寄给我们，丰富了这本书的有关内容。本书定稿时，还召开了三结合的审稿会议，有不少具有建设小水电站丰富经验的工人、农民技术员和基层水电干部参加了审稿工作，对提高书稿质量起了很好的作用。

通过这本书的编写，使我们认识到“小水电”并不简单，同样有许多“高、精、尖”的问题和科研课题，有待我们水利水电工作者今后在实践中进一步研究解决。由于我们水平有限，书中存在的缺点和错误一定很多，热忱希望战斗在农村水电建设第一线的同志们和广大读者批评指正。

我们在本书的编写过程中，曾多次广泛征求意见，受到本省各级水电领导部门和有关单位的工人、贫下中农、革命干部和革命技术人员的积极支持和热情鼓励，在此一并致谢。

浙江大学土木系《农村小型水电站》编写组

1973年12月

目 录

前 言

第一章 小型水电站的基本知识	1
第一节 怎样利用水来发电	1
第二节 水电站出力的计算	1
第三节 农村小型水电站的组成	5
第二章 小型水电站的规划	8
第一节 怎样规划	8
第二节 进行规划应掌握的资料	10
第三节 规划的步骤	22
第四节 小型水电站的动能经济指标	42
第三章 堰、进水闸和渠道	46
第一节 堰	47
第二节 引水渠道	66
第三节 渠道交叉建筑物	89
第四节 进水闸	111
第五节 闸门和启闭机	122
第四章 压力前池和压力水管	142
第一节 压力前池	142
第二节 压力水管	167
第三节 各类型压力水管的设计	193
第四节 镇墩和支墩	219
第五节 分叉管	233
第五章 建筑材料	266
第一节 水泥	266

第二节	混凝土	272
第三节	砂浆	290
第四节	钢筋	292
第五节	砖和石料	296
第六节	木材	298
第七节	防水材料	302
第六章	水轮机	319
第一节	水轮机的类型	319
第二节	冲击式水轮机的构造	323
第三节	反击式水轮机的构造	331
第四节	水轮机的选择	357
第五节	自动调速器和阀门	364
第六节	水轮机的安装	380
第七章	传动设备	408
第一节	传动的形式	408
第二节	平皮带传动	414
第三节	三角皮带传动	431
第四节	皮带轮	440
第五节	过桥轴与轴承	448
第八章	水电站厂房	456
第一节	水电站厂房的作用和类型	456
第二节	各类型厂房水上部分的平面布置和结构构造	458
第三节	装设卧轴冲击式水轮机的厂房	486
第四节	装设卧轴混流式水轮机的厂房	503
第五节	装设轴流定桨式水轮机的厂房	516
第六节	装设贯流式水轮发电机组的厂房	540
第七节	工程经费预算、厂房施工和地基处理	555
第九章	电的基本知识和厂房内的电气设备	570
第一节	电的基本知识	570

第二节	发电机	590
第三节	常用的低压电器设备	605
第四节	水电站电气设备的选用和连接	633
第十章	架空输电线路和变压器	670
第一节	架空线路的结构	670
第二节	架空线路的设计	684
第三节	架空线路电杆的定线、定位与施工	693
第四节	变压器	706
第五节	高压两线一地制及单相供电线路	725
第十一章	接地装置和安全用电	740
第一节	接地装置	740
第二节	安全用电	757
第十二章	水电站的运行管理及维修	765
第一节	水工建筑物的运行管理与维修	765
第二节	水轮发电机组的运行管理与维修	769
第三节	变压器的运行、维护与检修	789
第四节	架空线路的巡视、检查与维修	794
设计实例		798
附表和附图		823
附表 1	字母表	824
附表 2	计量单位换算表和常用数表	825
附表 3	常用于水利水电工程方面的求积公式表	835
附表 4	材料和建筑构件重量表	837
附表 5	水泥压力管	841
附表 6	钢筋、热轧圆钢和钢板	843
附表 7	材料参考单价	849
附表 8	水轮机性能表	852
附表 9	特小型自动调速器规格	867
附表 10	安装起重	869

附表11	传动设备	874
附表12	农副产品加工机械性能表	886
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	892
附表14	浙江省小型三相水轮发电机技术数据	893
附表15	外省55千瓦以上三相水轮发电机部分生产厂规格简表	895
附表16	常用低压闸刀开关(600安以下)规格表	896
附表17	常用低压开关规格表	897
附表18	熔断器的规格表	899
附表19	低压电路用互感器规格表	900
附表20	常用配电盘电气仪表规格表	901
附表21	常用继电器主要规格表	902
附表22	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	904
附表23	常用成套配电盘规格表	908
附表24	常用裸导线规格表	909
附表25	瓷瓶规格表	910
附表26	常用金具规格表	911
附表27	输电线路用圆型薄壁水泥杆材料统计表	914
附表28	浙江省地区最大弛度表	917
附表29	导线安装弛度表	918
附表30	10/0.4千伏三相电力变压器规格表	923
附表31	安装变压器所需设备材料表	924
附图 1—1	QJ-W-48/1 型水轮机安装图	925
附图 1—2	QJ-W-55/1 (65/1) 型水轮机安装图	926
附图 1—3	QJ-W-75/1 型水轮机安装图	928
附图 1—4	XJ-W-20/5 型水轮机安装图	930
附图 1—5	XJ-W-25/7 型水轮机安装图	931
附图 1—6	SJ-W-24/8 型水轮机安装图	932

附图 1 — 7	SJ-W-25/20 型水轮机安装图	933
附图 1 — 8	HL210-WG-20 型水轮机安装图	935
附图 1 — 9	HL360-WG-30 型水轮机安装图	936
附图 1 — 10	HL300-WJ-35 型水轮机安装图	937
附图 1 — 11	HL129-WJ-35 型水轮机安装图	938
附图 1 — 12	HL129-WJ-42 型水轮机安装图	939
附图 1 — 13	HL129-WJ-50 型水轮机安装图	941
附图 1 — 14	HL123-WJ-50 型水轮机安装图	943
附图 1 — 15	HL123-WJ-50 型(杭发)水轮机安装图	945
附图 1 — 16	HL129-WJ-60 型水轮机安装图	947
附图 1 — 17	ZDJ1-LM-60 型水轮机安装图	948
附图 1 — 18	GD002-WP-100 型水轮机安装图	949
附图 1 — 19	BGJ1-W-30 (GDJ1-WZ-30) 型水轮机安装图	951
附图 1 — 20	GDA30-WZ-60 型水轮机安装图	953
附图 2 — 1	TT-75 调速器安装图	954
附图 2 — 2	TT-150 调速器安装图	956
附图 2 — 3	TT-300 调速器安装图	959
附图 2 — 4	飞摆耗能调节装置示意图	962
附图 3	用整步表并车的电气接线图	963

第一章 小型水电站的基本知识

第一节 怎样利用水来发电

水往低处流，这是大家所熟知的自然规律。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，这说明水从高处流向低处，就会产生一股力量。但是，这股力量如果不加利用，就白白流掉，甚至会冲毁堤岸，造成水灾。相反，如果我们设法把高处的水集中起来，引来冲动装在低处的水轮机转轮，并带动发电机转动而发出电来，再经过变压器（短距离输电的不设变压器）和输电线把电输送出去，即为社会主义建设提供廉价的动力资源。这就是“水力发电”。

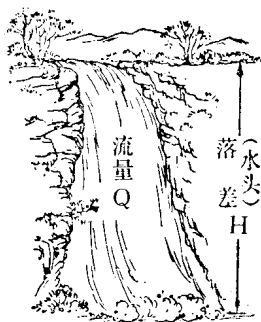


图 1—1 瀑布图

第二节 水电站出力的计算

水从高处往低处流，由于本身重量和跌落一定距离而产生力量，科学上叫做“做功”。水量越多，跌落距离越大，所作的功

也就越大。功的大小和水的重量成正比，也和跌落的距离成正比。所以

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距离 (公斤一米)} \dots\dots\dots (1-1)$$

要说明做功的快慢，就必须计算时间。单位时间内做功的大小叫做“功率”，可用下式表示：

$$\text{功率} = \frac{\text{力} \times \text{距离}}{\text{时间}} \text{ (公斤一米/秒)} \dots\dots\dots (1-2)$$

在水力发电这门科学中，上面两个式子中的“力”，就是水的重量，“距离”就是落差（水头）。

如果知道在一定时间内流下多少水量和跌落多少距离，就可以算出水流的功率是多少。每秒钟通过河道某一断面（或通过水轮机）的水量，叫做“流量”（符号：Q，单位：立方米/秒）；水跌落的距离，就是上下游水位差，叫做“水头”或“落差”（符号：H，单位：米）。因为一立方米的水量重1000公斤，所以水流的功率（符号：N）可用下式表示：

$$N = 1000QH \text{ (公斤一米/秒)} \dots\dots\dots (1-3)$$

水流的功率，习惯上不用公斤一米/秒作单位，而用瓩或马力作单位。它们之间有如下的关系：

1瓩 = 102公斤一米/秒 = 1.36马力 1马力 = 75公斤一米/秒 = 0.736瓩
经过单位换算，公式（1-3）可写成

$$N = 1000QH \div 102 = 9.81QH \text{ (瓩)} \dots\dots\dots (1-4)$$

$$\text{或 } N = 1000QH \div 75 = 13.33QH \text{ (马力)} \dots\dots\dots (1-5)$$

按上述公式算得的是理论功率，没有扣除任何损失。实际上，在水力发电过程中，水轮机、传动设备、发电机等都有不可避免的功率损失。所以，理论功率要打一个折扣，也就是要乘上效率系数（符号： η ）才是我们所能利用的实际功率。水电站中发电机实际发出来的功率叫做“出力”。农村小型水电站中各种损失总共

约占全部理论功率的30~40%，所以水电站出力实际上只能利用理论功率的60~70%，也就是效率约为0.60~0.70（其中水轮机效率0.70~0.85，发电机效率0.88~0.90，传动设备效率0.90~0.95）。因此，水电站实际功率（出力）可按下式计算：

$$N = 9.81QH\eta \text{ (瓩)} \dots\dots\dots(1-6)$$

$$\text{或 } N = 13.33QH\eta \text{ (马力)} \dots\dots\dots(1-7)$$

当效率系数 $\eta = 0.60 \sim 0.70$ 时，以A代表 9.81η ，以A'代表 13.33η ，公式（1—6）、公式（1—7）可分别写成：

$$N = 9.81(0.60 \sim 0.70)QH \doteq (6 \sim 7)QH = AQH \text{ (瓩)} \dots\dots\dots(1-8)$$

$$N = 13.33(0.60 \sim 0.70)QH \doteq (8 \sim 9.3)QH = A'QH \text{ (马力)} \dots\dots\dots(1-9)$$

以上各式中 A和A'——出力计算系数；

Q——流量（立方米/秒）；

H——水头（米）。粗略估算时，可用水电站上下游水位差；精确计算时，要考虑引水建筑物的水头损失值（见36~38页）。

出力计算系数A或A'的采用，必须根据机、电设备和传动方式来决定，可参阅表1—1。公式（1—8），公式（1—9）可作为粗估小型水电站出力用。

表1—1 出力计算系数表

水轮机和发电机传动方式	A	A'
用联轴器(靠背轮)直接联接	7.0	9.3
用平皮带或三角皮带传动	6.5	8.8
用半交叉皮带传动	6.0	8.0
用过桥轴两次传动	6.0	8.0

水电站所安装的全部发电机的额定功率(额定容量)叫做“装机容量”。它和出力虽然同用瓩或马力为单位,但两者概念却不相同。装机容量是指水电站全部发电机铭牌上标出的额定功率的总和,而出力却是随着流量、水头的变化而不同。发电机实际发出的功率(出力),不是固定数值,最多等于装机容量。例如某水电站安装的一台发电机,额定功率是100瓩,而用户在某一段时间所需用的电力为80瓩,我们就说这座水电站的装机容量为100瓩,而某段时间的出力为80瓩。

农村小型水电站(尤其是50瓩以下的)普遍地采用单机组,即一台水轮机配一台发电机。这种采用单机组的水电站总装机容量,就是一台机组的额定功率;如果水电站安装有几台机组,那么各机组额定功率的总和,才是该水电站的总装机容量。

从上面的分析中,可以看出,水电站出力的大小,主要由流量和水头两个因素及效率所决定。我们在兴建水电站时,应该根据工农业生产的需要,尽可能充分合理地利用水力资源,用较少的人力、物力、财力,获得较大的流量、水头和效率。毛主席教导我们:“世间一切事物中,人是第一个可宝贵的。在共产党领导下,只要有了人,什么人间奇迹也可以造出来。”我省广大贫下中农创造了丰富的治水办电的经验,使原来认为不能发电的地方都建起了水电站。例如:在水头不够的地方,用筑坝修渠的方法抬高水位;在流量不够的地方,除多筑山塘、小水库、蓄水池外,还大搞引水工程,进行引蓄结合。在河床覆盖较厚的地方建地下水库来拦截地下水。此外,还有提高水轮机的制造质量及水电站的施工安装和运行管理质量,以提高水电站的效率。

例1—1 光明公社有一条瀑布,经过水准测量测得落差有18.5米,一般情况下,流量是0.2立方米/秒。计划建造一座水电站,考虑水轮机和发电机采用平皮带传动的方式。问这座水电站约有多少出力?

解：根据表 1—1，查出当机组采用平皮带传动方式时，出力计算系数 $A=6.5$ ，应用公式（1—8）得

水电站实际出力 $N=AQH=6.5 \times 0.2 \times 18.5=24.0$ 瓩。

第三节 农村小型水电站的组成

要把水力变成电力，必须修建一些水工建筑物和安装一些机、电设备。这些水工建筑物和机、电设备的综合体叫做“水电站”。为便于对整个水电站的组成有较系统的了解，现以农村小型水电站中最常采用的引水式为例画出示意图（图 1—2）。

水电站的组成包括以下几个部分：

一、水工建筑物

有堰，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

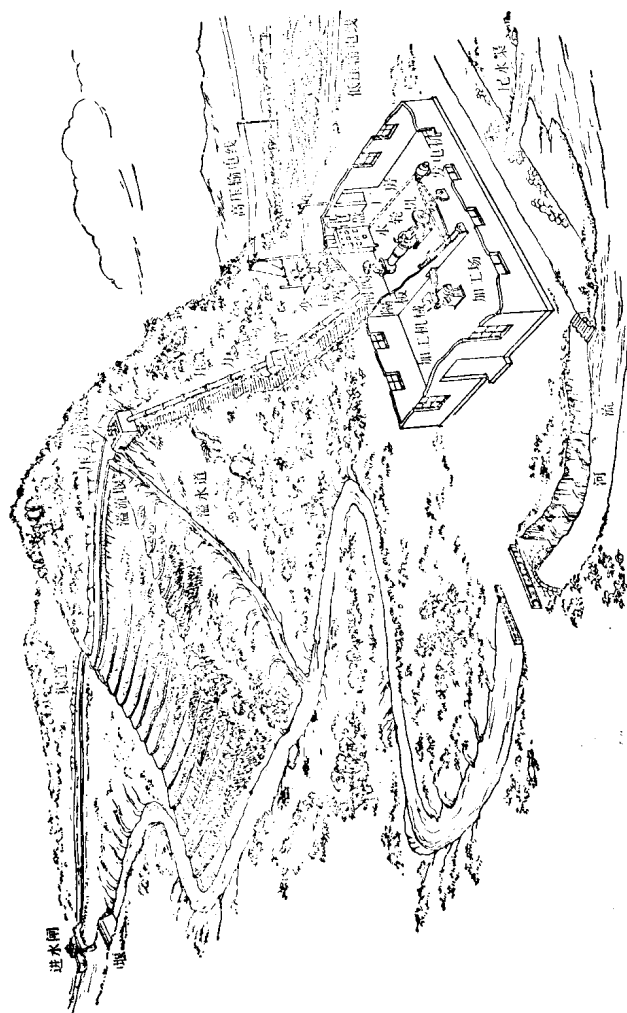


图 1—2 农村小型水电站组成示意图

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。

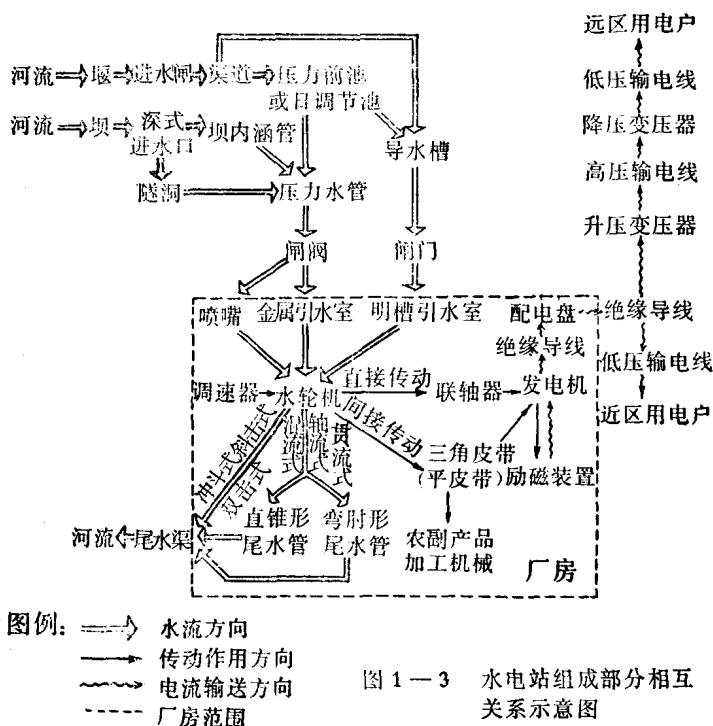


图 1—3 水电站组成部分相互关系示意图