

新农村生态家园丛书



微型水力 发电技术

XINNONGCUN SHENGTAIJIAYUAN CONGSHU
WEIXING SHUILI
FADIAN JISHU

胡桢 钟挺 编



中国农业出版社



封面设计： 胡金刚

ISBN 7-109-07178-2



9 787109 071780 >

ISBN 7-109-07178-2/TK·1

定价：5.80 元

新农村生态家园丛书

微型水力发电技术

胡 松 钟 挺 编

0415015

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

微型水力发电技术/胡桢, 钟挺编. —北京: 中国农业出版社, 2001.9

(新农村生态家园丛书)

ISBN 7-109-07178-2

I. 微... II. ①胡...②钟... III. 水轮发电机: 微电机—机组—基本知识 IV. TM312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 062876 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 张洪光 郑剑玲

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 2.25 插页: 1

字数: 50 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 5.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

出版说明

当前，我国农业和农村经济已经进入了一个新的发展阶段。新阶段除了以增加农民收入为中心、推进农业和农村经济结构战略性调整为主线之外，还有一个显著的特点就是将生态环境建设和保护纳入农业发展目标之中，强调农业的可持续发展。农业部计划在“十五”期间实施的“生态家园富民计划”，就是从农民最基本的生产和生活单元内部，挖掘潜力，以可再生能源的科学利用为切入点，引导农民改变落后的生产生活方式，达到增加收入，保护生态环境，实现可持续发展的目标。

“生态家园富民计划”包括政策和技术两方面的内容，在政策上就是引导农民按生态家园模式安排生产和生活，在技术上就是建设以农村户用沼气池为纽带的各类能源生态模式工程，根据实际需要配套建设太阳能利用工程、省柴节煤工程和小电源工程，使土地、太阳能和生物质能资源得到更有效的利用，形成农民家庭基本生产生活单元内部能流和物流的良性循环，达到家居温暖清洁化、庭院经济高效化和农业生产无害化的目标。同时按照各地不同的生态、社会和经济情况，把“生态家园富民计划”的执行区分为：黄土高原旱作农业区、西北风沙区农牧交错带、西南诸河流石质山区、西南浅山丘陵区、新疆绿洲农业区、青藏高原区、东北平原农

业区、华北平原农业区和东部沿海平原农业区等 9 个生态类型区，按照各区域不同的生态类型特点和农村经济发展状况，因地制宜实施不同的项目内容。

为了配合“生态家园富民计划”的实施，我们组织专家编写了“新农村生态家园丛书”，旨在向农民朋友普及农村可再生能源技术和科普知识，以推动“生态家园富民计划”在全国的顺利开展。

农业部科技教育司

2001 年 3 月 7 日



前 言

农村新能源的开发利用是中国农村能源建设中的一个十分重要的组成部分。其效益不仅体现在增加能源的有效供应上，而且对中国农村经济、社会和环境的协调发展起着积极的推动作用。

改革开放以来，中国农村能源和新能源发展取得了巨大的成就。但农村用电量的增长速度是普通能源增长速度的 5.5 倍，这就导致农村用电紧张，电费偏高。农村电费偏高，除了一些人为的原因外，农村电网建设成本高、管理成本高和供需矛盾起着决定性的作用。

最近几年，中国用于农村电网建设和改造的资金已经超过 1 600 亿元，使中国农村的无电人口从 7 600 万减少到了 4 300 万，农村供电状况得到了很大的改善。但是，由于地理和经济上的原因，中国农村电力的发展还不平衡。现存的无电户大都远离电网，加上崇山峻岭的阻碍和人口居住的分散，如果电网建设再向山区延伸，其每千米的建设费用将成倍增加，并且，无电人口的数目也不会因电网延伸而有明显的减少。据农村能源专家分析，中国现存的许多无电山区在 20 年之内不可能通过延伸电网来实现供电。无电、缺电、电费过高仍然是制约中国山区农村脱贫致富主要原因之一。

在中国尚有的 4 300 万无电人口中，大多散居在微

水电资源丰富的南方丘陵山区，微水电在解决这些无电人口的用电问题发挥着巨大的作用。随着与微水电配套的各种微小型农副产品加工机械开发成功，并进入山区农民的家庭，微水电越来越成为山区农民生活中不可缺少的部分。一台 300 瓦的电动碾米机，可使农民省去担着稻谷走几十里山路去碾米的烦恼；一台 5 千瓦的微水电机组配套安装磨浆机后，每年为腐竹生产专业农户节省电费五六千元。

中国丰富的微水电资源和微水电与生俱来的良好的经济性，决定了微水电在中国农村可再生能源小电源中重要的地位。它不仅是解决中国山区无电人口问题的最佳手段，而且在有电网的山区推广也能起到减轻农民负担，降低农副产品生产成本，缓和电力供需矛盾的作用。

为满足山区农村微水电站迅速发展的要求，在农业部科教司的大力支持下，编写了《微型水力发电技术》一书。本书主要讲述了微水电的定义及特征，常用机组介绍，机组的选型，机组的安装，机组的维护以及机组常见故障的排除等内容。本书旨在指导农民正确安装和使用微水电，内容通俗易懂，适合农民阅读。

由于编写水平有限，时间仓促，有不妥之处，欢迎读者指正。

编者
2001 年 7 月

内 容 提 要

本书围绕建设山区微水电站这一主题，以通俗易懂的文字，深入浅出地阐述了微水电的概念及特征，常用微水电机组、水头和流量测定及微水电机组的选型，微水电土建工程，微水电安装与调试，微水电机组的维护以及常见故障的诊断与排除。本书文字简明，图文并茂，适合广大农民及村镇电工阅读参考。



目 录

出版说明

前言

一、微水电概论	1
(一) 微水电的定义	1
(二) 微水电工程及其工作过程	2
(三) 微水电的主要技术条件及特征	4
(四) 微水电的发展过程	6
(五) 微水电机组的分类	6
(六) 微水电机组的型号编制方法	7
(七) 有关微水电参数的基本概念	8
二、微水电常见机组	11
(一) 微型水轮机	11
(二) 微水电发电机	18
(三) 微水电的调控设备	25
(四) 微水电的结构	28
三、微水电的选型	31
(一) 水头的简易测定方法	31
(二) 流量的简易测定方法	33

(三) 微水电的发电量计算	34
(四) 常见机组适用的微水力条件	34
四、微水电土建工程	36
(一) 引水渠	36
(二) 压力前池	38
(三) 拦污栅	39
(四) 排水沟	39
(五) 分水堰和蓄水堰	40
五、微水电安装与调试	41
(一) 管道式机组安装与调试	41
(二) 明槽式机组安装与调试	45
(三) 微水电机组正常使用程序	46
六、微水电供电工程	48
(一) 机房的配电布置	48
(二) 输电线的布置与架设	48
(三) 电力设备的保护和安全用电	50
七、微水电的维护	53
(一) 微型水力发电机组的维护	53
(二) 输电线路的维护保养	54
(三) 水力设施的维护保养	55
八、微水电常见故障的排除	57
(一) 机组不发电	57
(二) 使用中停电	58
(三) 电压降低	58

(四) 电压不稳	58
(五) 发电机发高热	59
(六) 水轮机有异响	59
附录 微水电产品介绍	60
参考文献	61



微水电概论

山区农村没有电怎么办？有电网的地方电费太贵了又怎么办？其实，只要村前屋后有小溪、小河或山涧，并在较短的河段内有着较大的落差，就可以用微水发电机组发电，解决上述问题。

我国微水电最早出现在 20 世纪 50 年代。当时人们已经认识到，利用山区农民村前屋后小溪中的流水发电，是解决边远山区农民生活用电问题的最为经济可行的办法。到 80 年代中期，我国微水电的使用达到一个高潮，生产企业一度达到 200 多家，年产微水发电机组的能力达到 20 万台以上。我国有着丰富的微水力资源，微水电作为可再生能源的一种，其良好的经济性及操作维护简单，又决定了微水电在我国具有较大的开发利用价值。通过近几年的发展，技术上有了较大的突破，解决了微水电稳压、稳频难的问题。

以往人们对微水电认识较为模糊，常把微水电和小水电混为一谈。经过有关专家近几年的调查、研究和宣传，业内人士逐步认清了微水电与小水电的区别，对微水电和微水电的技术发展方向逐步形成了共识。

（一）微水电的定义

微水电是指把微水力资源转化成符合民用电要求的电能的成套微型水力发电设备。亦称微型水力发电机组，简称微水发电机组

或微水电。

所谓微水力资源是指小溪、小河在一定河段长度内水所具有的有效发电位能（势能）。通俗地讲，只要小溪、小河和山涧中的水，在较短的河段内有着较大的落差，可以带动微水发电机组发电，我们就称这里有微水力资源。

所谓符合民用电要求，是指满足国家有关民用电的标准要求，在农村可直接作为照明、排灌、小型加工等电源。其单相额定电压为 220 伏，三相额定电压为 380 伏。要求电压、频率稳定，供电可靠。

所谓设备的成套性，是指微水电作为一种发电设备，它包括水轮机、发电机、稳压设备、配件和附件（引水管、阀门或闸门、尾水管、工具箱等）等一整套设备。安装时，只需进行土建工程和供电工程，不需另外再加工或添加其他设备。

在有微水力资源的地方使用微水电，除了要有微水发电机组外，还包括引水工程、机组安装工程和供电工程，这些统称为微水电工程，有人也称之为微水电（广义微水电）。其中微水发电机组及其配套设备的安装和引水工程称之为微型水力发电站，简称微水电站。

（二）微水电工程及其工作过程

微水电工程实际上是在微水电站的基础上增加输电线路构成的。典型的微水电工程（以冲击式机组为例）如图 1-1 所示。

微水电工程工作过程如下：通过拦水坝集中小溪流水，水经过引水渠流入压力前池，然后经引水管进入机房内的微水发电机组，推动水轮机转轮旋转，转轮带动发电机发电，电能通过输电线供给用电户。以上过程是以冲击式机组运行过程为例的，对于轴流式机组，其过程与冲击式机组有些区别，引水渠中的水直接流入涡壳，推动水轮机转轮旋转，不需要经过引水管。

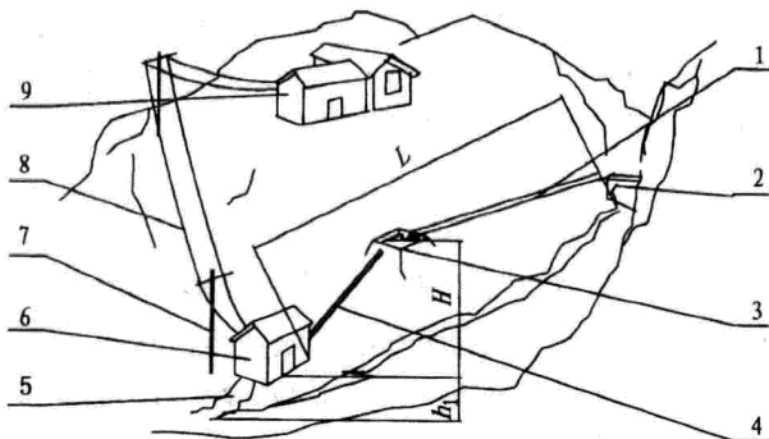


图 1-1 典型微型水电工程示意图

1. 水渠 2. 拦水坝 3. 压力前池 4. 引水管
 5. 排水沟 6. 机房 7. 电杆 8. 电线 9. 用电户
 H. 发电水头 h_1 . 防洪高度 L. 河段长度

微水电工程的组成和功能可以简单地用以下框图来表示：

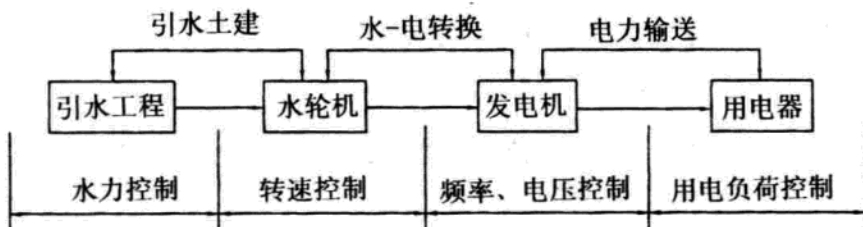


图 1-2 微水电工程组成和功能框图

从图 1-2 可知，微水电工程一定要有：

- (1) 土建工程（修筑引水工程、机房和排水沟等）。
- (2) 微水电机组（水轮机和发电机等）。
- (3) 输电线路。
- (4) 用户内线等。

微水电工程的性能质量水平由以上四部分及各个环节控制调节的效率、可靠性、准确性、方便性来衡量。

微水电工程的总体布置，应综合考虑以下诸多因素，通过经济技术比较来确定。

首先，应考虑当地微水力资源，只有微水力资源满足微水电机组的使用要求才能安装微水电机组。没有微水力资源或微水力资源不满足微水电机组的使用要求的，都不能安装微水电机组。

其次，要考虑农田灌溉要求。有些微水力资源并不是常年都很丰富，在枯水季节，应优先考虑农田灌溉，再考虑微水电发电。不能因使用微水电发电而影响了农业生产。

第三，考虑地形地质条件和洪水的影响。微水电不能安装在容易滑坡和洪水容易淹到的地方。在购买机组时，应根据微水力资源所在地的地形地质条件来选择合适的机型（卧式或立式）。

第四，在决定安装微水电机组发电时，还应考虑工程投资额和施工条件。工程投资包括在土建和输电线路等方面的投资。如果引水渠太长、机组安装基础花费较大或机组安装的地点离用户居住的地方太远（2千米以上），安装微水电应当说是不经济的。它不仅投入过高，而且不便于管理和维护。

（三）微水电的主要技术条件及特征

国家有关标准规定的微水电技术条件是衡量微水电的参数、性能、品质是否满足用户使用要求的依据。

1. 微水电机组的基本参数

输出功率：一般在 0.1 千瓦到 10 千瓦，供一户至几十户使用。

额定电压：单相 230 伏；三相 400 伏（出口产品单相可以是 110 伏）。

额定频率：50 赫（出口产品可以为 60 赫）。

2. 微水力资源特征 微水电站是利用农户村前屋后落差在 1.0~30 米、流量在 30~1 000 米³/小时范围内的小溪、小河进行发电的。这类小河、小溪即可称作微水力资源。在一条溪流

中，从上游到下游可多次重复利用。对微水力资源评估应注意三个要素：

(1) 溪流在较短河段内的落差。

(2) 枯水季节、冰冻期和洪水期的水流量大小及其持续的时间。

(3) 水源（微水电安装地）与农户居住地（用电地）间的距离。

3. 微水电的运行环境

(1) 水头、流量稳定，水源无腐蚀性。

(2) 温度在 0~40℃ 范围内。

(3) 海拔高度不超过 1 000 米（超过 1 000 米时，需要采用特殊设计的发电机）。

4. 微水电站的工作方式 微水电站是无人值班电站，以径流发电为主，离网独立运行，不需要变电设备，其电力直接作为照明、家用电器和小型农副产品加工机械的电源。

5. 微水电机组的设计与制造方法 微水电机组应该是根据我国微水力资源总体情况和农村一般农户的用电需求而设计的系列产品。其单一品种的产销量一般可达数万台，是一种规模生产、价格低廉的机电产品。用户只需根据所在地的微水力资源和用电需求选购所需的微水电机组。

6. 微水电的安装工程 微水电安装工程小，通常只需用几百千克水泥做安装基础，挖渠引水，安装二三十米管道，架设近距离低压电线即可使用。

7. 运行维护和管理方式 由于微水电的用户十分分散，任何一级政府或部门都难于对微水电实行电网式的管理。微水电站运行、维护、修理必须十分简便，由用户自己使用、维护和管理。

8. 微水电对环境的影响 微水电站只需开小沟小渠引水，不会影响所在地的生态环境。