



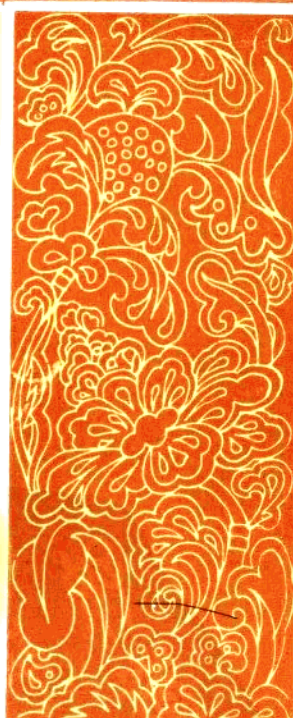
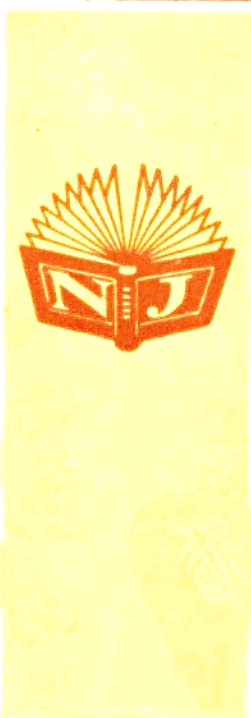
中华人民共和国农牧渔业部



农业生产技术基本知识

小型水电站

詹家鑫 编著



农业出版社



出版说明

近年来，我国广大农村干部、群众，为了加快发展农业生产，建设起发达、富庶的农村，逐步地实现农业现代化，学习农业科学技术知识的热情空前高涨，广大农村出现了爱科学、学科学、用科学的新气象。为了适应广大读者学习上的迫切需要，这一套《农业生产技术基本知识》，经过重新增补修订，体现了知识更新，反映了农业科技发展的新水平，现在以其崭新的风貌和读者见面了。

《农业生产技术基本知识》原是在五十年代组织编写的。自初版问世以来，经三次增补修订，由最初的二十三分册发展为三十三分册，再版四次，深受农村干部和群众欢迎，对发展农业生产起到一定的积极作用。这次重新修订编写，为便于读者按专业阅读，在原来三十三分册的基础上发展为一百多分册，力求每个学科既突出重点，又有系统性。丛书内容注重理论联系实际，以阐明科学知识为主，兼顾技术上的应用，文字力求通俗易懂，深入浅出，是一套适于广大农村干部和群众自学的农业科普读物。

为使这套涉及农林牧副渔多学科丛书保证质量，我们邀请了有关方面的专家、学者组成了本书的编审委员会。值此丛书重新出版之际，谨向本书编著者及各位编审委员致以

衷心的感谢。

农业科技人员的勤恳工作和广大农业生产者的创造性劳动，推动着我国的农业科学技术蓬勃发展，科技成果层出不穷，由于我们掌握的资料有限，未能充分地反映到这套丛书中来，不足之处，热诚希望读者提出宝贵意见，以便今后在修订中逐步补充完善。

目 录

第一节 小型水电站概述	1
一、什么叫做小型水电站	1
二、怎样利用水来发电	2
三、水电站的出力 and 发电量	6
第二节 小水电的规划	8
一、水力资源的开发利用	8
二、进行规划应掌握的资料	13
三、水库淹没处理	23
四、水电站的开发方式	24
第三节 水能利用	28
一、水库的调节能力	28
二、装机容量的确定	29
第四节 拦河坝	33
一、坝址选择	34
二、填筑坝	35
三、重力坝	40
四、拱坝	43
五、支墩坝	48
六、硬壳坝	52
七、干砌石坝	53
第五节 泄水建筑物	55
一、溢洪道	55

二、坝顶溢流	58
三、深式泄水道	59
四、泄流消能	60
第六节 引水建筑物	64
一、进水口	64
二、渠道	70
三、静池	72
四、压力水管	74
五、压力隧洞	79
六、调压室	80
第七节 厂房	82
一、厂房类型	82
二、主厂房	87
三、副厂房	91
第八节 通航、过木、过鱼建筑物	92
一、通航、过木建筑物	92
二、过鱼建筑物	96
第九节 闸门与启闭机	101
一、闸门	107
二、启闭机	107
第十节 水力机械	109
一、水轮机	109
二、水轮发电机	125
三、调速器	132
第十一节 电气设备	133
一、输电线路	133
二、变压器	135
三、开关	137
四、互感器	140

五、继电器	140
六、配电盘与开关柜	141
七、电工符号	142
八、电气主结线	145
九、安全用电	148
第十二节 农村电气化.....	150
一、小水电促进了农村电气化	150
二、国内外电气化概况	151
三、搞中国式的农村电气化	153

第一节 小型水电站概述

一、什么叫做小型水电站

三千年前，在我国开始利用水力为人类服务，就有水碓（利用水力来舂米）、水碾（利用水力来碾米）、水磨（利用水力来磨粉）、水车（利用水力来车提水灌田）、水排（利用水力来鼓风、冶铁、铸造农具）等简单的水力机械。这些水力机械在我国农村有些地方，现今还有使用。十九世纪后期，由于工业的发展，而发明了发电机和高压输电线，随着就有了水力发电站，一般简称水电站。

水力的利用是把高处的水，由渠道、隧洞、管道等工程设施集中起来，引向水轮机，利用水力冲动装在低处的水轮机（即水能转变为机械能），水轮机带动发电机转动而发出电来（即机械能转变为电能），而修建的一整套水工建筑物和机械、电气设备，总称为水电站。

水电站按其装机容量的多少，划分为大型、中型和小型水电站。我国小水电站的容量划分是随着国民经济发展而不断增大，在五十年代，凡500千瓦以下的水电站均称小水电

站；六十年代则上升为 3,000 千瓦以下；七十年代初又升为 12,000 千瓦以下；七十年代末已上升为 25,000 千瓦以下。

二、怎样利用水来发电

（一）水头和流量 水电站的出力大小，取决于水头和流量这两大要素，水头和流量愈大，水电站的出力也就愈大；水头和流量小，水电站的出力也小。水总是由高处向低处流，水由甲处流到乙处，由上游流到下游，两水面之间必有一落差（高度差），有落差就产生了水力，集中起来的落差叫做水头，水头的单位为米，代表符号为 H 。一般河流，上游的坡降较陡，落差比较集中，水力利用比较方便；下游比较平坦，水力利用也就困难些。流量是指每秒时间内通过河道或水轮机的水量，每秒钟通过 1 个立方米的水量，叫做一个流量，流量的单位为立方米/秒，代表符号为 Q 。河道中的流量是不稳定的，集雨面积大，流量就大；集雨面积小，流量也小；夏季和秋季降雨多流量大，冬季和春季降雨少流量小；各年各月各天的流量都不同，有的相差很大，因此在河流中上游要修建水库，调节流量，充分利用水力资源。

（二）哪些地方宜建水电站 凡是有水流动的河流，均有一定的水能，为了经济合理的利用水能来变成电能，就要千方百计利用自然条件，取得较大的水头和流量。宜建水电站的地方如下：

1. 天然瀑布，落差集中是修建水电站的好地方（图1）。一般工程量小，投资少，效益大。在瀑布的上游建一低坝，

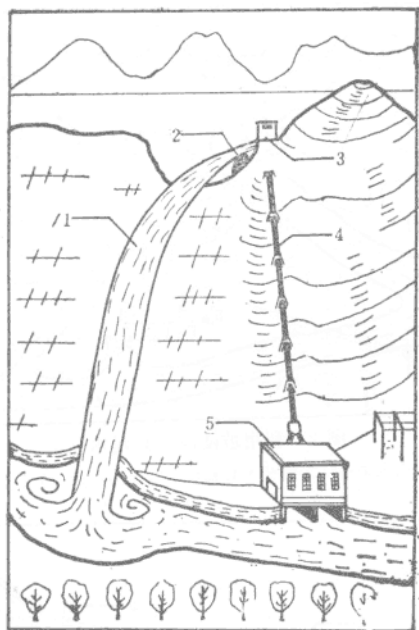


图1 利用天然瀑布修建水电站

1.瀑布 2.坝 3.启闭室 4.压力水管 5.厂房

将水引进压力水管，来冲动下游厂房中的水轮发电机组发电。

2.河流坡陡滩急，可开挖比河流坡度小的引水渠道，将落差集中起来建水电站（图2）。

3.山丘区的灌溉渠道，有跌水的地方，就可修建水电站（图3）。

4.河流有较大的弯道，可裁弯取直，获得水头建电站（图

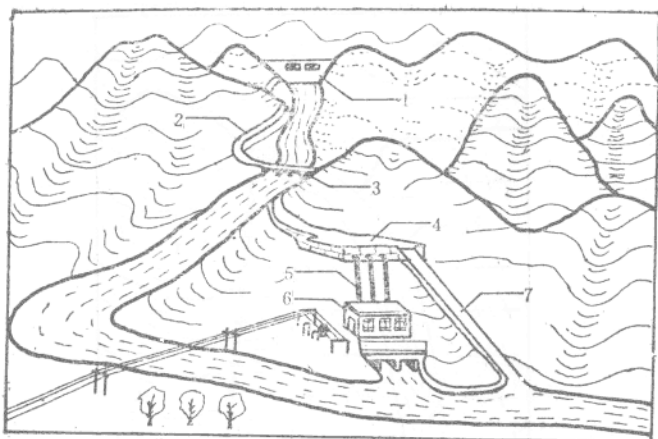


图 2 利用坡陡滩急修建水电站

1. 坝 2. 引水渠道 3. 渡槽 4. 前池 5. 压力水管 6. 厂房 7. 泄水道

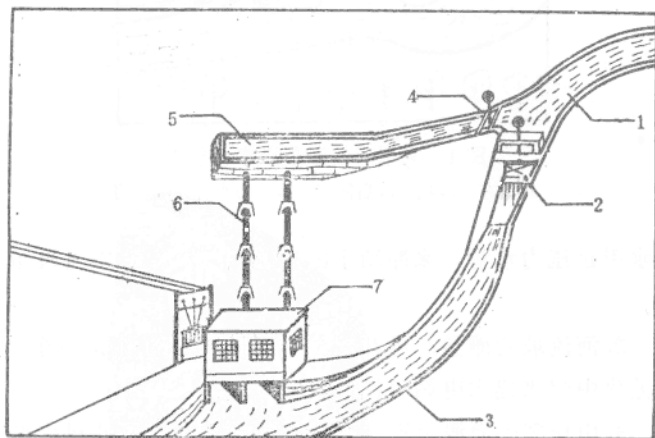


图 3 利用渠道跌水修建水电站

1. 高灌溉渠道 2. 跌水节制闸 3. 低灌溉渠道 4. 进水闸 5. 前池
6. 压力水管 7. 厂房

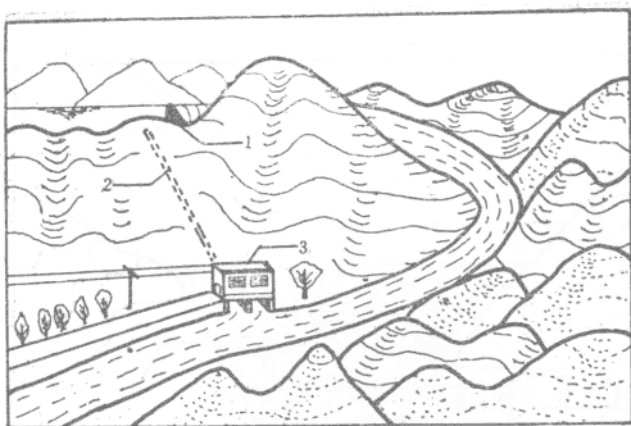


图4 利用河湾修建水电站

1. 坝 2. 压力隧洞 3. 厂房

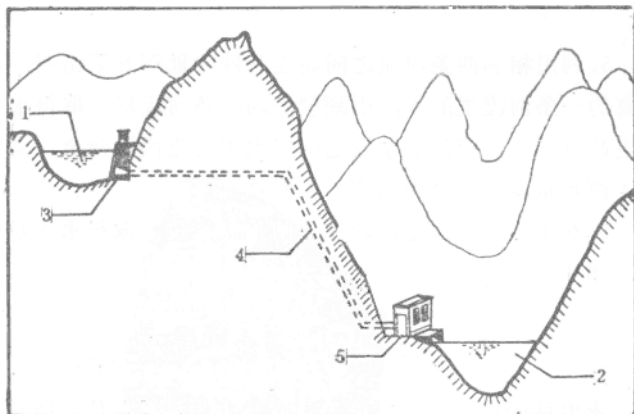


图5 利用相邻两条河流之间高差修建水电站

1. 高处河流 2. 低处河流 3. 进水口 4. 压力隧洞 5. 厂房

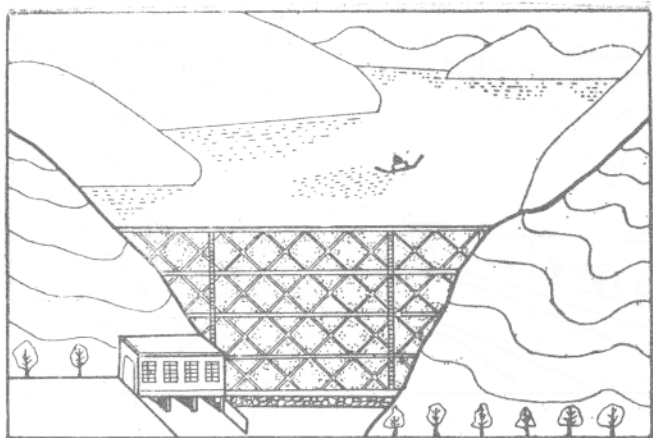


图 6 利用坝（闸）抬高水位修建水电站

4)。

5. 利用相邻两条河流之间高差悬殊的地形开渠凿洞，将较高的一条河流里的水，引到较低的一条河流里，取得水头建电站（图 5）。跨河引水发电的尾水不再流回原河道，高河道下游水量减少，低河道下游水量增加。

6. 在平坦的河流上，筑坝建闸抬高水位，取得水头建电站（图 6）。

三、水电站的出力和发电量

水电站的出力，通常以千瓦或马力为计算单位，所谓 1 千瓦，形象地说，是指在 1 秒钟的时间内，把 102 公斤重的物体垂直向上提升 1 米所做的功率。1 马力，是指在 1 秒钟

时间内，把 75 公斤重的物体垂直向上提升 1 米所做的功率。

1 千瓦 = 102 公斤米/秒

1 马力 = 75 公斤米/秒

1 千瓦 = 1.36 马力

1 马力 = 0.736 千瓦

当水头和流量确定后，水电站实际出力 N ，可用下列公式计算：

$$N = \frac{YQH\eta}{102} = \frac{1000QH\eta}{102} = 9.81QH\eta = AQH \text{ (千瓦)}$$

$$N = \frac{YQH\eta}{75} = \frac{1000QH\eta}{75} = 13.33QH\eta \text{ (马力)}$$

式中： r 为水的重量，1 立米的水等于 1,000 公斤。

Q 为设计流量（立方米/秒）。

H 为作用于水轮机的净水头（米）。

η 为水电站的总效率，包括水轮机、发电机及传动设备的效率。它与机械设备的设计制造，安装质量有关。单机容量小的比单机容量大的效率低。

水轮机的效率 $\eta = 0.75 - 0.95$

发电机的效率 $\eta = 0.82 - 0.97$

水轮发电机组是直接传动时效率可为 1。

A 为系数，在初步估算时，单机 500 千瓦以下的水轮发电机组为皮带传动时， A 值可取 6.5；当机组为直接传动时， A 值可取 7—7.5。单机 500 千瓦以上的水轮发电机组， A 值

可取8—8.5。

发电量是指水电站在一定时间内所生产的电能，它等于电站出力和运行时间的乘积。

$$E = NT = AQHT \text{ (千瓦小时或度)}$$

E为发电量（1千瓦小时的发电量，称为1度电）。

N为电站运行出力（千瓦）。

T为电站运行时间（小时）。

出力和发电量是有一定联系的两种概念，出力表示工作能力的大小，相当物理学中的功率，即单位时间内所作的功的概念。发电量则是功率和工作时间的乘积，表示做功的多少，相当物理学中功的概念。

第二节 小水电的规划

一、水力资源的开发利用

要充分利用水力资源，搞好小水电的开发工作，首先必须做好小水电规划，在规划阶段就为小水电充分发挥效益创造有利条件，打下较好基础。规划工作搞得好不好，对于能否合理开发利用水力资源，能否发挥小水电经济效益，能否处理好国民经济各部门以及中央和地方的关系，影响极大。

规划工作是有关全局的战略大事，万万不可忽视。

小水电建设必须是为发展地方工农业生产和人民生活服务，根据当地国民经济发展计划，做到自发、自用，就地做好电力电量平衡，以负荷为基础，以需要确定建设。

（一）河流等级划分

大河：流域面积大于 10,000 平方公里；

中河：流域面积为 1000—10000 平方公里；

小河：流域面积为 100—1000 平方公里；

溪河：流域面积小于 100 平方公里。

（二）河流规划 河流规划是水利水电建设的基础。对小水电规划来讲，应包含中小河流流域规划与枢纽规划两部分。河流规划是确定合理布局，梯级开发的重要阶段；是小水电建设前期工作的一个必要组成部分；是进行工程设计的依据。小水电建设，必须服从河流规划，没有进行规划的河流、河段，必须先做规划方能开发。

河流规划必须认真贯彻党的路线、方针和水利水电建设的具体政策。依据下列原则处理好除害与兴利，农业与工业，整体与局部，干流与支流，上游与下游，左岸与右岸，需要与可能，近期与远景，小水电与国家电网，发电与供电，开发利用水力资源和保护水源，以及生态平衡，水土保持等方面的关系。

1. 在一个县或地区内，对中小河流的规划，考虑当前负荷水平和建设能力及需要与可能，一条河一条河的开发治理，是比较妥当的，并易于见成效。在一条河流上规划要贯彻梯级开发，综合利用，突出重点，兼顾其它的原则。妥善处理

好防洪、灌溉、航运、放木、养渔、环境卫生、旅游和工农业用水等有关部门对水量、水位和用水时间的不同要求。河流梯级布置原则，除考虑动能指标最优和综合利用而外，河流的自然特性，地形、地质条件往往也是决定梯级方案取舍的关键因素。为了利用水量和提高水量利用率，在河流上游高山峡谷，人烟稀少，地形、地质较好的地方，修建调蓄水库，一水多用，调节下游梯级径流，增加保证出力，解决水电站丰水期电多，枯水期电少的弱点。在有条件的地方，还可在中下游修建反调节水库，在支流上建补偿调节水库；如果条件许可在首级水库装设抽水蓄能机组，即可调节峰谷负荷，又可增加下游各梯级的装机容量，提高出力，适应负荷变化的需要。

2. 当两条相邻河流具有优越的地形、地质条件和考虑两个流域经济发展不平衡，需要将一条河水量转泄到另一河流并能获得较大动能效益时，就应实施跨流域开发利用水力资源的规划，跨流域引水时，要对拦截面积的下游影响作出充分估计，恰当安排，对受水河流也要研究综合利用效益和防洪设施。

3. 由于中、小河流大多流经我国的农、牧区域，所以具体规划时，还必须贯彻统一规划，综合治理，实行办电治水相结合，由支流着手，从上到下，上下结合，多种形式，达到充分利用水力资源之目的。从实际出发，深入调查研究，多方加以论证，权衡利弊得失，因地制宜的选用最优规划方案，做到技术先进，经济合理，安全适用，取得最大经济效益。

4. 河流的梯级开发（图7），是由多座水电站组成，为了

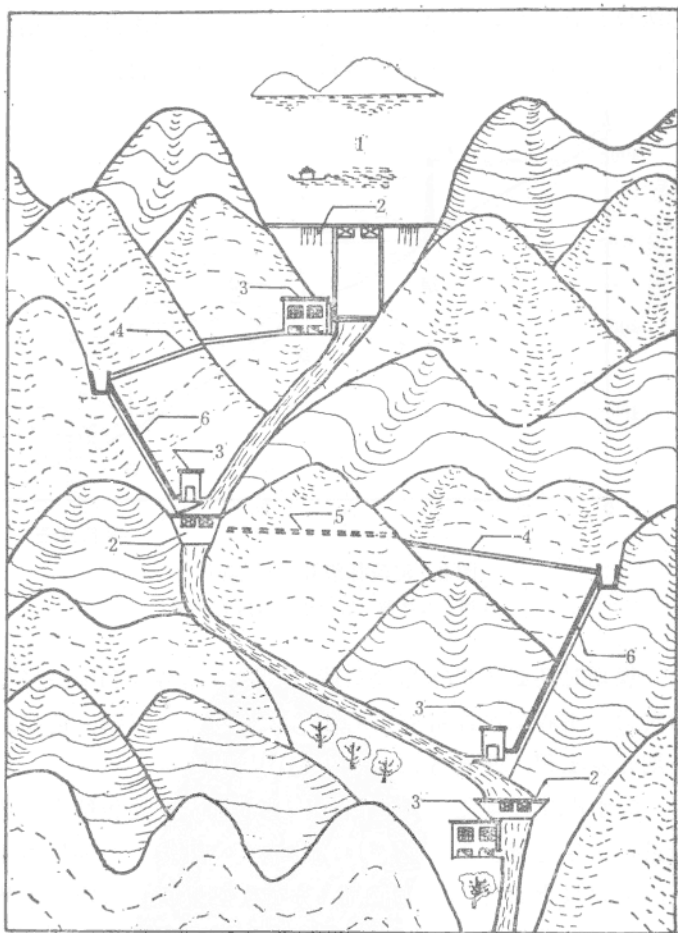


图 7 河流梯级开发示意图

1. 水库 2. 坝 3. 厂房 4. 渠道 5. 隧洞 6. 压力水管