

农村水电站

张普泽 邓秉礼

科学普及出版社



52223

428

摘 自

1956年到1967年全国农业發展綱要

(草案)

(十) 兴修水利，保持水土。一切小型水利工程（例如打井、开渠、挖塘、筑堤等等），小河的治理和各种水土保持工作，都由地方和农业生产合作社負責有計劃地大量地办理。

凡是有水源可以利用的地方，从1956年开始，在12年内，基本上做到每一个乡或者几个乡建設起一个小型的水力发电站，以便結合国家大型的水利建設和电力工程建設，逐步地实现农村电气化。

总号：403

农村水电站

著 者：張 普 澤 邓 秉 礼

責任編輯：章 道 义

出版者：科 学 普 及 出 版 社

(北京市西直門外柳條溝)

北京市書刊出版登記證出字第091号

發行者：新 华 書 店

印刷者：北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西便門南大街乙1号)

开本：787×1092¹/₃₂

印張：4

1956年10月第1版

字数：11,000

1956年10月第1次印刷

印数：22,550

統一書号：15051·13

定价：(9)1角1分

PDG

农村水电站在社会主义建设中的作用

农村水力发电站是农业生产合作社可以举办的工程。水电站修成以后，不但可以給附近几个村庄装上电灯，使农民在夜间也能生产学习，而且真的是农村有了电，农民便可以把灌溉、排水、碾米、磨面、脱谷等笨重的工作都用电力来搞，减轻体力劳动，把劳动力节省下来去扩大生产，增加农业合作社的收入。另外，农村有了电，村里或农民的家里还可以按上收音机或广播器，及时的收听国内外大事和广播电台播送的戏曲、音乐，使农村的文化生活活跃起来。

建设农村水电站，在我国还是一项新的工作。解放后几年来，我们已经修建了几十处农村小型的水电站。如辽宁省桓仁县雅河口水电站，在1954年建成以后，全村装了280多盏电灯，家家户户都用上了电；脱谷、碾米等工作也都用电动机直接带动机器来作，工作效率比以前用人工操作提高了5倍以上。吉林省汪清县罗子沟水电站修成以后，这个距离县城200多里的山区农村的面貌就焕然一新，农民的碾米、磨面、弹棉花等费力的工作都再也不需要用人力和畜力慢慢地去作了，农民生活有了显著的改善。

随着农业合作化运动的发展，在我国农村中出现了大批的高级农业社。这些农业社经过了土地规划以后，将要在大地块

土地上进行机器生产，有許多旱地也將改成水田。农村水电站的建設，在农村社会主义建設中的作用必將越来越大。

建設农村水电站的基本条件

农村水电站是利用水流由高处流向低处所产生的力量，冲动水輪机，使水輪机旋轉起来（就像水流冲动水磨和筒車一样），再帶动發电机，才發出电来的（圖一）。

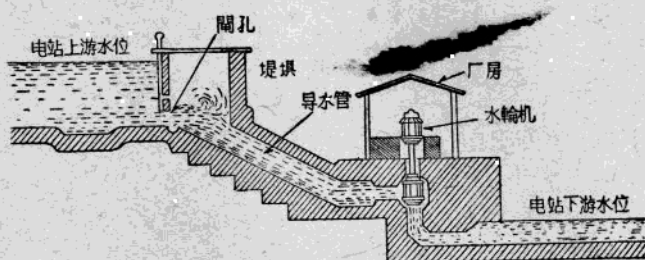


圖 1 水电站示意图。

因此建設农村水电站一定要具备两个基本条件：一个是“流量”一个是“落差”（也叫“水头”）。

流量是每秒鐘从河道中流下去的水量。如某条河在一秒鐘時間內，流下去的水量为 1 立方公尺或一吨水，我們就称这条河流的流量为 1 秒公方或 1 个流量。

河道中的流量，是在經常变化着的，一般是夏季降雨多，河道中的流量大，冬季降雨少，河道中的流量小。

流量的大小和河流上游地形的关系也很密切。如果河流上游的来水面积大，或者是荒山多，水土流失严重，降雨的时候，地面存不住水，水大量地流到河道中去，河道中的流量就

大；反过来，如果河流上游的受水面积小，或者水土保持工作做得好，森林多，下雨的时候，雨水渗入土壤中的部分多，直接流入河道中的部分少，那么河道中的流量就小。

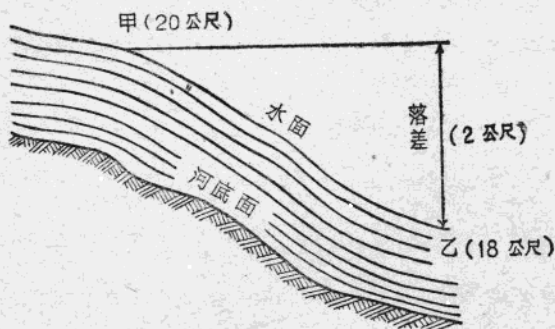


圖 2 落差示意圖。

“落差”是一段河道中甲处和乙处的水位差（如图2），如甲处的水位是 20 公尺（就是比海的平均水面高 20 公尺），乙处的水位是 18 公尺，那么这一段河道的落差就是 2 公尺。“落差”的大小完全由地形决定。“流量”与“落差”数值的大小，直接影响着水流做功〔註〕的大小，这两个数值大，水流做功就大，水电站发出的电力也就多；相反的话，这两个数值小，水流做功就小，水电站发出的电力也就少。

那么，建设一个农村水电站要有多少“流量”和多少“落差”才可以呢？这要看准备建设一个多大能力的发电站来说，一般建设一个发电 39 瓩的小型发电站，约需要 3 流量，1.5 公尺的落差。这是在平原地区河流上的所谓大流量小水头的情况下的要求，如果是在山区或半山区丘陵地带，由于天然地形的落

差往往很大，相应的流量就要减少。为了使电站能够经常保持固定的出力，“流量”和“落差”就必须有一定的保证。一般在没有水库调节的水电站，落差（即水头）可认为是固定不变的，而流量则因为季节气候等条件的不同，时刻在变化着，设计农村水电站的时候，一般应使设计的流量有75%的保证率，也就是说，在100天中要保证有75天能够达到电站设计的流量，这样水电站的出力就有保证。

常见的几种农村水电站

在平原地区或山区和半山区的河流上，农村水电站的开发型式是不相同的。一般在山区的河流上，河身坡度很陡，有急流或石滩，适宜布置一种引水渠道式的水电站。这种型式的水电站在修建的时候，是在河道的一岸，开挖一条引水渠，把河水引入渠道中，利用河道与渠道坡度的不同（河道坡度很陡，引水渠道坡度较缓），来取得水头（图3）。在这种开发型式



图3 引水渠道式水电站。

中，水电站往往可以取得几公尺甚至到几十公尺的水头。

在这一开发型式中，还有一种是在灌溉渠道的跌水或陡坡上利用旧有工程修起来的水电站(圖4)。这种作法在我国目前

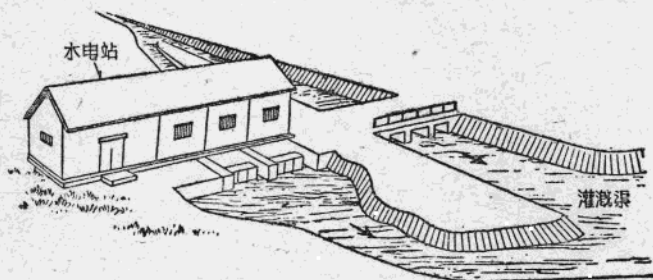


圖 4 灌溉渠道上的引水渠道式水电站。

农村中采用的較多，一般还是比较經濟的。像山西省洪赵县霍泉渠的北干渠上的明姜鎮水电站，就是把原来五个水磨的水头集中在一处，修建起来的。其他像河南省的引黄灌区总干渠三号跌水上，最近也修了一个这一种型式的水电站，使水电站附近的 55,000 多亩高地，可以用电力抽水灌溉，30 多个村庄用上了电灯，并且还可以用电力来加工一些农产品。由于这种型式的水电站有效地利用了原有的建筑物，如跌水、陡坡、水閘等等，因而工程費用很节省，是值得提倡的一种型式。

在平原小河流上，适宜佈置河床式的水电站，这种型式的水电站的厂房多和攔河坝在一起，修建在攔河閘的一旁（圖5）。有时候也有利用厂房本身来阻擋一部分水流的，所以在修建的时候，厂房比其他型式电站的厂房坚固耐牢，底基穩固。

如果河谷很窄，修建河床式水电站，受到地形的限制，而

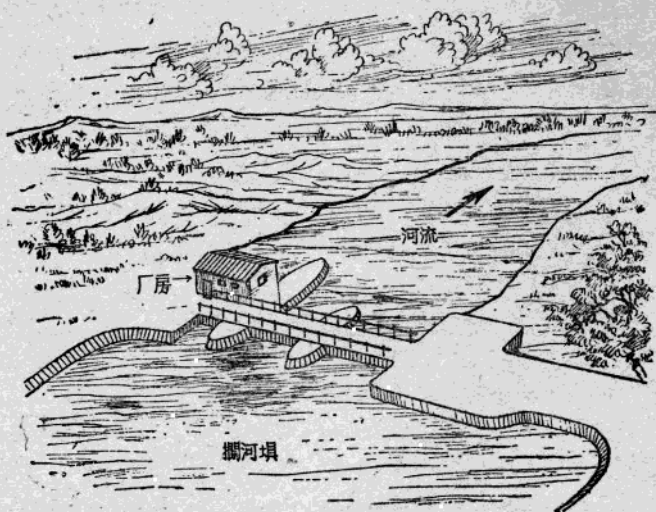


圖 5 河床式水電站。

要修建引水渠道式的水電站，又不經濟，這樣就可以修建壩後式水電站。方法是在河寬較窄的適宜地點，橫筑一座壩，攔住水流，抬高水位，在壩的前面形成一個水庫，取得水頭，然後把廠房修建在壩后背水一面的低處，利用木管、洋灰管或導水槽，引用水庫里的水來發電（圖 6）。這種型式的水電站往往

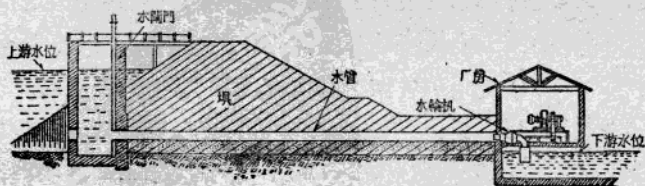


圖 6 壩後式水電站。

造价很高，所以在修建的时候，最好是利用已修成的水庫，在不影响灌溉用水的情况下，利用水利資源發電。

总起来講，水电站的開發型式，要完全根据当地的地形情况，河流的特性，如洪水、枯水时期流量的多少，以及河床的岩盤和复盖層的厚度等条件来决定。所以設計的时候，不但要注意到这些情况，更重要的是要进行各种開發型式的經濟收益比較，最后选择一种既經濟而又收效大的開發型式才行。

建設农村水电站的方法

一、水电站施工前的准备工作

为了保证施工的正常进行，避免施工中的窩工、返工、停工等現象，在施工前要作好以下几項准备工作：

第一必須作好設計。根据电站的出力和羣众的要求，确定电站的供电范围，电站設備与工程的型式、尺寸、規格。設計中要有比較可靠的人工、材料預算。因为水电站的建站經費大部分是要靠羣众出的，国家可以在技术上給予指导，在經濟上給予必要的帮助。如果預算不准确的話，在將來施工时，可能因資金不足而停工，或者因修了电站使羣众負担过大。

第二，設計好了以后，接着就要研究水电站修成以后归誰管理，归誰使用，羣众集資的办法，集資多少，以及施工时的领导人員，技术工人和將來管理人員的解决等問題。

第三，要安排出施工进度表，因为工程小，施工期限短，如果安排不恰当的話，就会不能按期完成任务。

第四，要有專人負責購制水輪机等工作，負責与当地工厂联系訂立合同，以保证工程質量，按期交貨。否則到时候水輪

机运不来，就要延長施工期限。

第五，水电站所用的器材如發电机、变压器、电杆、电綫等，在施工前也要作出詳細而又准确的預算来，由專人提早去买或向有关部門訂貨。由于电站工程小，設備少，在購買时要尽量利用旧貨或积压物資。因此要求采購电料的人員能鑽研業務，深入地了解附近各地有关器材供应与庫存情况，以节省开支。

二、水电站的施工过程

农村水电站的施工包括施工前的改流和填基清理工作、土木建筑、水輪机發电机的購制与安裝工程、和輸电綫的架設四个主要部分。在施工过程中土建工程如渠道的开挖，水閘、厂房的修筑等可以和水輪机發电机的購制、輸电綫的架設同时进行，这样就縮短了修建時間，使水电站早日發电。在前兩項工程基本结束后，就可以进行水輪机、發电机等的安裝工程。安裝完畢；就可以試車。等电綫与电灯裝好后，經過試送电，若没有什么問題，就可以正式發电。全部施工过程約需兩三个月時間。

三、水电站的施工方法

由于水电站的開發型式不同，各种水电站的施工方法也就不同。下面按施工改流和填基清理、土建工程、电机安裝及輸电綫的架設几个部分，簡單地作一些介紹：

1. 施工改流和填基的清理：

(1)改流 水坝和水电站厂房的施工，一般多在冬天进行。这时水也不太深，就可以在施工地点的上下游，各筑一道擋水小堤，再在上游擋水小堤的前面开挖一条小渠，讓河水从这条

小渠里流走，然后再把擋水小堤圈圍起来的範圍內积水抽干，这样人們就可以在沒有水的地方开始施工（如圖 7）。这个方法在河面較窄的情况下很适用，遇到河面比較寬，河水也深的情况时，就要采取分段圈圍的办法来施工，施工时先在河道中圍上半边土堤。这个土堤也可以用草袋，麻袋內袋上土、石块来作，讓水从沒有圍堤的地方流走，在圍的一段施工。等这一段施工結束以后，再把圍堤拆去，把另一段圍起来，来作其余部分的工程，这时讓河水由已筑好的填上或閘上流过（圖 8）。

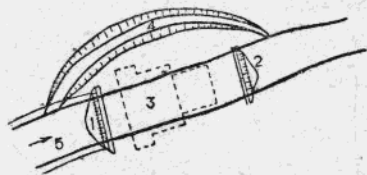


圖 7 上下筑有小堤擋水的改流方法。

- 1 表示上游擋水堤；
- 2 下游擋水堤；
- 3 准备要作的工程；
- 4 临时挖的浅水小渠；
- 5 水流的方向。

（2）清基 把圍水堤內积水排干以后，首先必須清除基础表面的浮土、碎石、杂草树根，如果基础是岩石，表面不好的一層岩石也得鑿去，最后要把岩石面鑿成参差不齐的毛面，以使填方和基础能够更好的結合。



圖 8 分段筑堤的改流方法。

- 1 第一次圍的擋水堤；
- 2 第一次修建的工程；
- 3 第二次圍的擋水堤；
- 4 第二次要建的工程；
- 5 水流的方向。

岩石如有裂縫，要用石灰砂漿填滿塞实，避免漏水。經過以上的处理以后，最后用水冲洗干淨。如果填的基础是松軟的砂土或是很深的松泥層，那么必須把砂土層或淤泥層挖掉，一直見到比較坚硬的不透水層（粘土質或岩石層），然后才开始填土夯实。

2. 土建工程:

这一部分包括水电站厂房、攔河坝、水閘、渠道等工程的修建。在施工中应当注意与有关工程，如灌溉、防洪、排涝等工程配合。尽量利用旧有的建筑物，能不另行修建的就不另行修建，即使要修建的话，也可以做得简单一些，以节省投资。

(1) 攔河坝的施工 攔河坝的种类很多，有块石坝、混凝土坝、土坝、木石坝、枝条梢捆坝、竹笼坝等，下面把常用的几种攔河坝介绍如下：

① 块石坝 这种坝适宜在河床有岩石基础的地方砌筑。施工的时候，先将表面的软土碎石除去，把基础整成高低不平的锯齿形状，使坝身和地基能够很好的连成一体。坝心可用一比三的石灰浆（就是用一份石灰，三份砂子作成的石灰浆）浆砌。浆砌的时候，在块石与块石之间要灌漏砂浆，使块石与块石结合成一体，减少坝身漏水。坝内还要作几道横隔水墙，来减少坝身渗水。坝坡要作得平缓一些，坝高可根据需要来定。坝顶宽一般由3市尺到6市尺左右就可以（图9）。

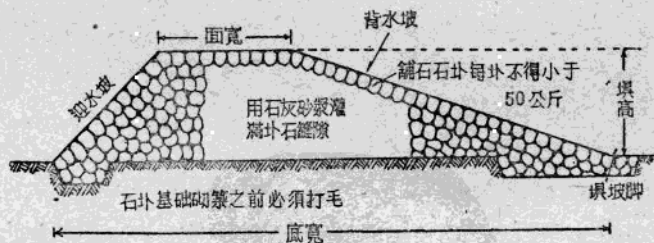


图9 块石坝。

② 枝条梢捆坝 在盛产柳条或树枝的地区，可以建枝条梢捆坝。这种坝一般是用斜铺的梢捆建成，上面压着一层厚度

約3到4.5寸的麦秸和摻有石塊的土壤。梢捆的粗細約9市尺，長度是7.5市尺到19.5市尺半。为了使攔河埧减少漏水，可以在埧的上游边坡，梢捆上鋪一層厚約4.5到6寸的麦秸、青苔或者畜类，上面再鋪一層土（圖10）。

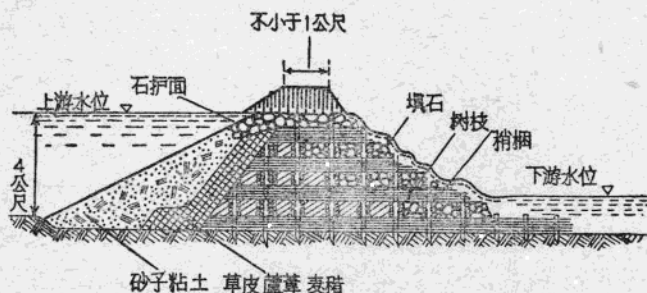


圖 10 樹梢捆埧。

③ 木石埧 在我国盛产木材的地区，如果河道中卵石較多，可采用木石埧。这种埧的施工方法是先在河道中每隔一公尺远打一根木樁，呈梯子形，木樁入土的深度約等于埧的高度，木樁間用横撑联結起来，每排木樁再用竹篾編成籬，中間填滿大小卵石，最后在埧面和埧脚上，用大塊石压住（如圖11）。

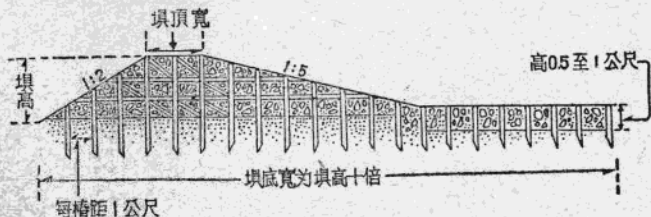


圖 11 木石埧。

④ 竹籠埧 我国南方各省产竹子較多。四川、湖北、湖

南、广西、广东等省羣众，对采用竹籠作坝，經驗很多。四川省都江堰灌区羣众采用竹子作攔河坝已經有兩千多年的历史。这种坝是用竹篾編成的竹籠，中間填滿碎石，根据要求的坝高

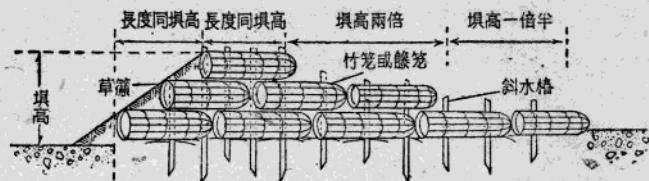


圖 12 甲 竹籠坝。

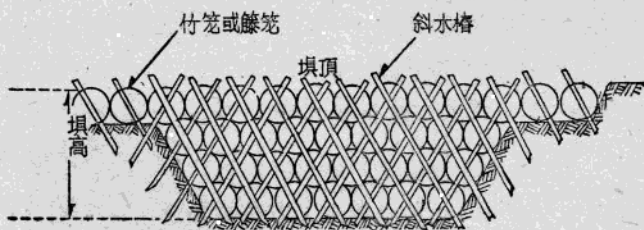


圖 12 乙。

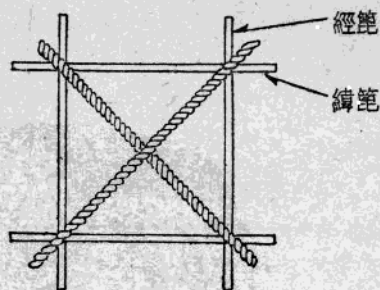


圖 12 丙。

和坡度，一排一排的堆放在河里（圖12）。具体的施工方法可以照下面几点来做：

（I）坝的位置确定以后，除去表面的松土，把河底挖深1市尺到1市尺半。

（II）在清除过松土的坝基上，先把長的竹籠互相紧密的排起来，中間填上碎

石，这样一層接着一層的堆起来，到我們要求的高度为止。

(Ⅲ)最后用木椿交叉穿过竹籠，打入河底，使多数竹籠連結在一起。用竹篾織成籠眼，以免碎石漏出，形狀如圖12。

(2)厂房施工 农村水电站的厂房，不宜修得过大，原则上要做到省工省料，可以根据就地取材的办法来决定修建的厂房結構。譬如在我国盛产木材的地区，就可以修建木材結構的厂房，磚石多的地区，就可以修建磚石砌成的厂房。还有在我国四川等省盛产竹子的地区，必要的时候可以修造竹子結構的厂房。在厂房修建时要考虑在厂房匝水部分的隔水設備和受压条件，以保証厂房的安全。

厂房在施工时，分三个部分来进行：即裝設水輪机地方的水輪机室的施工，裝置發电机配电盤等設備的發电机層施工和裝置尾水管的尾水室施工。發电机層的施工，首先是將圖紙上所定的厂房尺寸和位置，按照比例画在地圖上，可以照农村修建房子的办法进行施工。施工时要在厂房的牆壁上預先留上孔洞，以便將室內电綫，引到室外去。厂房的門要在靠近水閘的一边，便利操作。厂房尺寸的大小，是根据室內机器設備来决定的。一般長約7至9公尺，寬約5公尺，高約4公尺半。厂房內机器外圍的木欄杆要距离四面牆壁1.5公尺到1.8公尺远，以便操作和檢查方便。水輪机室和尾水室的尺寸大小，可根据水輪机的大小和尾水管的長短来决定。在施工的时候，可以按照圖上所定的尺寸，在厂房內地面上找出水輪机的中心，向下开挖水輪机室和尾水室。不同結構的厂房施工，各有不同的具体办法。这里只是作一个概括的介紹。

(3)水閘施工 水电站的水閘工程包括进水閘和洩水閘

(或叫退水閘)。進水閘和洩水閘的施工主要是閘墩和閘底的施工。選定水閘位置的時候，最好把進水閘選得靠近水電站厂房一些，洩水閘和進水閘也要離得近一些，這樣操作起來比較方便，並且可以省工省料。閘的底基最好是岩石或堅實的粘土。閘墩多用石或混凝土筑成，普通閘頂寬一般為半公尺，底寬為牆高的5—6成左右。砌筑閘墩的時候，在兩個閘墩上必須預留有互相對稱的閘槽，準備以後安放閘板。閘底要有一定的長度和厚度，這樣可以減少水從閘底滲漏，因為水從閘底滲漏時會對閘底產生一種非常不利的浮力，使閘底拱起，發生損壞，引起大量漏水，發生淘空閘底現象。

另外在進水閘門的前面還必須安設網狀的攔污柵（如圖13），防止粗大的飄浮雜物，在水輪機旋轉的時候，進入水輪機，打壞水輪機的構件。

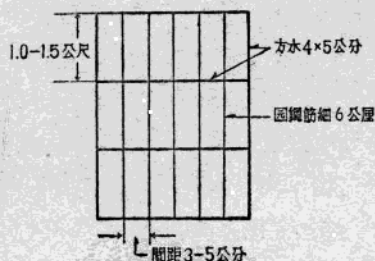


圖 13 攔污柵。

(4) 導水工程的施工

小型水電站的導水工程，根據電站開發型式的不同可以有好多種形式，但是常遇到的只有明渠道導水和水管導水兩種。明渠道的開挖和農田灌溉工程上渠道的開挖一樣。

導水水管有木頭水管、混凝土水管和鋼管等，但是小型水電站常用的是木頭作成的水管。

作法和做水桶一樣，一節一節的連接起來，用鋼筋箍圈上。

3. 安裝機電設備

農村水電站一般的包括下面幾項主要的設備：

(1) 水輪机 目前我們推广的水輪机有兩種型式，一种是适用于 6 公尺以下的低水头，大流量的木制旋槳式水輪机，另一种是适用于 6 公尺以上至 60 公尺的高水头、小流量的兩击式水輪机。

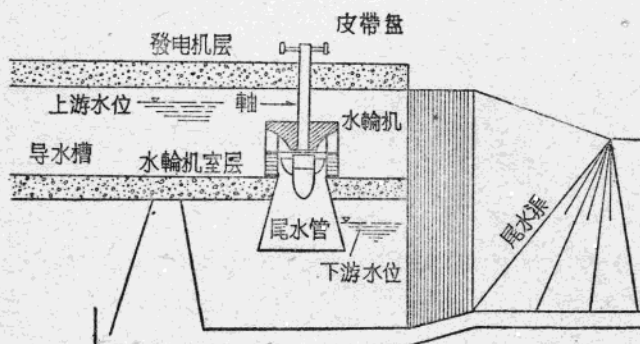


圖 14 木制旋槳式水輪机。

采用木制旋槳式水輪机是苏联的一項先进經驗，这种水輪机是用木材和少許的金屬制成的，一般多用在水流比較平緩的河道上或灌溉渠道的跌水、水磨处，适用的水头由 1.2 公尺至 6 公尺左右，流量由 0.1 到 4 个秒公方，出力一般在 7 瓩至 110 瓩范圍內。木制旋槳式水輪机在構造上有以下几个

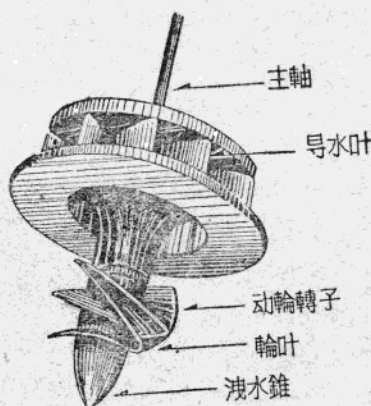


圖 15 木制旋槳式水輪机模型。