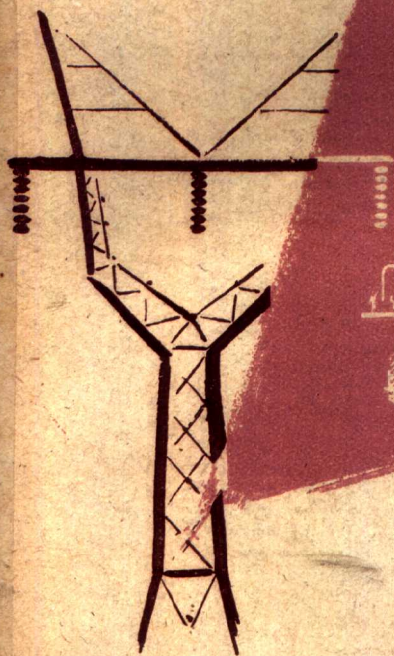




· TM 6



科学画报丛书

各种发电的方法

上海科学技术出版社

各种发电的方法

本社編

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总经售

开本 787×1092 1/32 印数 4 字数 86,000

1959年3月第1版 1959年3月第1次印刷

印数 1—20,000

统一书号: T. 15119·1200

· 定价: (七) 0.30 元

目 录

水力发电站.....	1
平原河流发电站.....	4
怎样修建农村小型水电站.....	11
自制木质水轮机.....	17
无坝水电站.....	22
怎样建造一座无坝水电站.....	24
潮力发电站.....	28
我国小型潮力发电站.....	34
火力发电厂里走一遭.....	39
我国的现代化火力发电站.....	46
热电厂.....	57
天然沼气发电.....	59
世界第一个地下煤气电站.....	64
燃气轮机发电站.....	68
从铀到电.....	73
原子能发电是否经济合算?.....	80
世界第一座原子能发电站参观记.....	82
风力发电.....	89
苏联的温差发电器.....	95
新型煤油灯发电器.....	102
国产的半导体温差发电器.....	103
海水温差发电站.....	109
到处阳光到处电.....	112
地下热能发电.....	122

水力发电站

利用水流的力量旋轉水輪机带动发电机发电，叫做“水力发电”。

在实现国家电气化的过程中，水力发电站的建設占很重要的地位。利用天然的水力資源建設水力发电站，来供应大量电能，它的成本一般只有燃燒煤或油料的火力发电站的三分之一或四分之一。大型水电站的发电成本更低，可以低到十分之一。

火力发电站的燃料主要是煤，煤是火力发电厂的极大开支；而水力发电站都是用“水”作为“原料”，水是取之不尽、用之不竭的。用水力发电来代替火力发电，可以为国家节省大量的燃料，大大地改善国家燃料供需的平衡，本来运送大量燃料的交通运输設備以及燃料消耗也可以节省下来，移作其他用途。煤里面有着許多宝贵的化学成分，要是节省了发电方面的消耗，便可以用来提炼許多化学工业产品，如油类、染料、药品等等。

火电站的直接費用也高得多。由于火电站工作較复杂，因而需要很多的工作人員，主要是在燃料供給、供水及清除灰烬等部分。火电站的鍋炉須經常檢修和清洗。生产相等数量的电力，水电站所需的劳动力大約只有火电站的十五分之一至二十分之一。

在一条河流上建設水力发电站，除发电以外，同时还可以解决該河流及其附近地区的防洪、灌溉、航运、工业与城市給水等各种水利問題；达到改善航运，扩大灌溉面积，增加农业生产，改善气候条件，减少下游洪水，使沼泽变为耕地，使沙漠变为牧场，和在河湾上发展漁业等目的。而建設火力发电站，只能得到电力。

建設大型水力发电站的基本建設投資比較大，一般比建設火力发电站要貴一些，根据苏联經驗要貴兩三倍。不过如果將建設火力发电站所須增加的开采煤矿投資和运输投資計算进去，所多便很有限，甚至于还可以低一些。

火电站的机械和电机设备的相对价值比水电站的要大得多。在同样規模的发电情况下，水电站上水輪机、发电机、电机设备、金屬結構及其他机构的价值約只相当火电站上这些设备的二分之一或三分之一。水电站设备的损耗比火电站为大。汽輪机，尤其是鍋炉，經常受蒸汽的高压和高温的作用，及汽輪机的高速工作，都会引起很大的損耗。因此蒸汽设备的寿命比水力设备的寿命要短。

我国是一个水力資源极其丰富的国家，水力发电事业有远大的发展前途。

水力发电既然是利用水流的能力来带动发电机旋轉，发出电来，水力的大小是发电量大小的决定因素。而天然水力是由河流的流量和落差来决定的，河流的流量就是一定時間內流过的水量，落差是水由高处流到低处所降落的高度，为了更好地利用水力，往往要在建造水电站的地方造成一个集中的落差。形成落差的方法有好多种，最普遍的是建立拦河坝，将河流拦

断，逼高坝后水面，抬高水位，形成了落差。也有开挖隧洞或渠道将水引到邻近河流来取得落差。建坝后还要建造水利枢纽和引水道，

使水流从坝上游经过引水口的闸门和引水道流过水轮机。

水轮机是水力发电站的

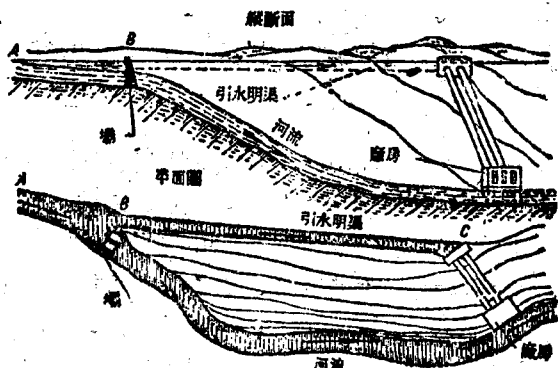


图1. 渠道引水式水电站的布置。

主要设备之一。水轮机按水力在轮上作用情况的不同，主要分为冲击式和反作用式两种。冲击式水轮有射水管的装置，利用由射水管喷出水流的冲击力，冲动轮叶使水轮转动。反作用式水轮的轮叶是淹没在水中，利用固定在机壳上许多导流叶板的帮助，将水流均匀分布在水轮四周；当水流经过水轮排出的时候，由水的压力作用在叶面上的反作用力来带动水轮旋转。发电机大多和水轮机直接连接，水轮机装在下面，水轮机转动，就带动发电机发出电来。

(阮 范)

平原河流发电站

列宁、斯大林指出利用水力发电进行全国电气化的重大意义，是在打下共产主义社会的物质技术基础。

水电站解决了一連串很重要的国民經济問題，如改善航行，灌溉旱地，改进漁业，应用电力牵引以加强铁路的能力等。

图1是苏联的一种能力較大的水电站，可以建筑在大的平原河道上。

在河流的左岸是水电站的机房。中間是不透水的土坝，是在河底上筑起来的。和土坝相接的是混凝土的滾水坝。在右岸那边是船閘。与水电站机房和船閘相接的是土堤。

所有这些建筑物，形成一完整的拦水綫，将河流隔开，分为二部：在建筑物前的部分称为上游，在建筑物后的部分称为下游。

上下游河水水平面的相差高度称为水头。

任何水电站的电力，与水头及流量的大小有关。流量就是沿水电站所在处的河道，每秒中所流过的水量。

建筑在山区的水电站，流量不大；但水头降落很大，因而也可得到多量的能力。在平原河流上所建造的水电站主要是利用大的流量而得到巨大的电力。这里的水头一般都不大。一年

之中平原河流水电站的水头变化不很显著，但每季的流量变动很大，称为水电站电力的季节变化。

图2即为一典型的平原河流每月平均流量变化的水文图。

从水文图上可见在五月分河中有最大流量(春汛期)，而最小流量则在冬季，即当河上结冰的时候。冬季的流量几乎比五月分的流量低十倍。在一个半月的春汛期內，河中差不多流过全年排水量的64%，而在漫长的冬季內，则总共只流过全年排水量的13%。这样看来，好象水电站在冬季的电力应较泛滥时期大大低落。

现在再看看一个地区的每月平均需用电能表。

可以看到，冬季需用电能最多。这一点是很明显的，因为冬季白天短，大大地增加了电灯的消耗。

于是发生了很大的矛盾：冬季水流最小，水电站只能发出最小的电量，然而正好在这时需用的电量上升。这一个矛盾是用建造水库以调节一年中河水的流量而解决的。

在坝前(上游)建造一水库，水库的容量根据计算，要能容纳足够的水量。洪水期间水库中积蓄水量，这些水量在枯水季和冬季逐渐放出。

在伏尔加河上已建有大水库“莫斯科海”及“婁平斯克海”，以调节伏尔加河上水电站的放水量。

“婁平斯克海”的容水量达250亿立方公尺，湖面面积近5000平方公里，即等于“奥涅须湖”湖面一半的面积。

在古比雪夫水电站由堤坝围成的水库，大小几乎是“婁平斯克海”的3倍。今后将从斯大林格勒水电站的大水库引水灌溉伏尔加河左岸的旱地。

伏尔加河上的新水庫并保証河流有相当的深度，以便載重輪船在中上游自由航行。

构筑堤坝是建筑造大水庫主要水力工程之一。

在大的平原河流上，拦水綫建筑物的長度常达好几公里。从这一点也可了解建造这样的水电站，工程是如何的巨大。

例如古比雪夫水电站，它的擋水建筑物的長度超过 10 公里。要建造古比雪夫水电站的堤坝，必須完成 1 亿 5 千万土方和 6 百万混凝土方。通常还在水电站的堤坝上鋪設鉄道和公路来連接两岸的交通。

擋水建筑物中最简单的是两岸的土坝。通常不造橫堤，而用水力泥沙冲积方法堆积而成。

土堤是較重要的建筑物，它控制整个水头。用水力方法从

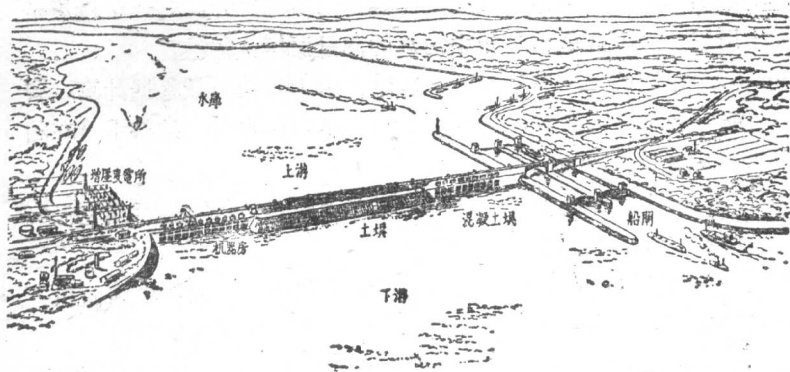


图 1.

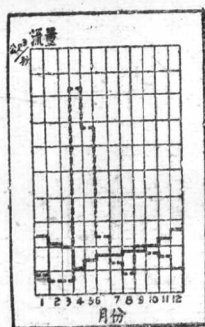


图 2.

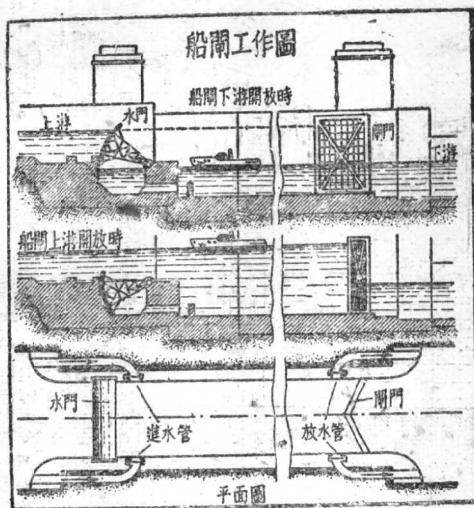


图 3.

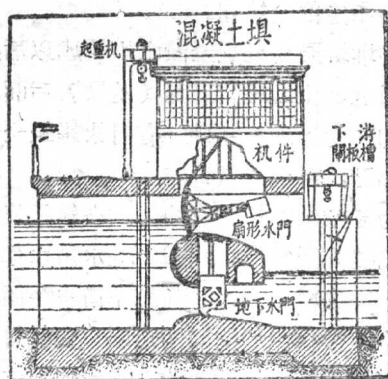


图 4.

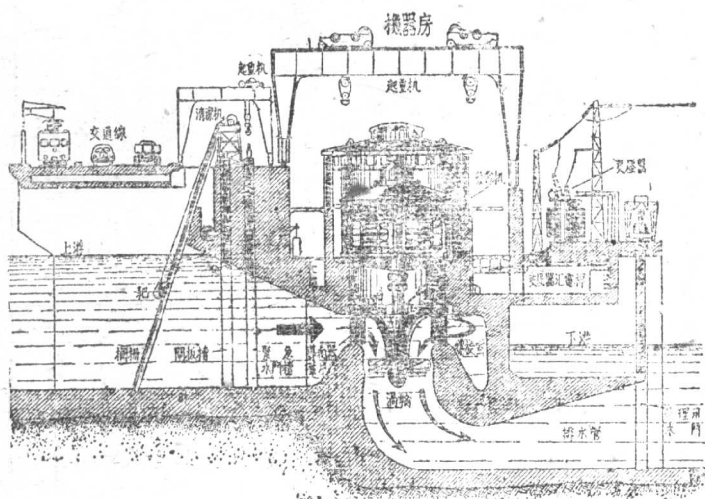


图 5.

河床上或从另外指定部分筑起。

通常土坝的堆筑要在混凝土滚水坝筑成以后，滚水坝上有溢水道让主流通过。土坝堆筑石堤（基梁）后面，石堤为土坝的构成部分，即作为土坝的基础。有时为堆筑土坝需要构筑围堰，以便与河隔开，并清除基地。

船闸是更为复杂的建筑物（图3）。在航运发达的大河上，船闸通常用钢筋混凝土筑成。闸厢中进水放水都经过特设的地下水道，闸门用电力绞车操纵。如上下游水面差超过20—25公尺，可以建造有数个串联闸厢的船闸以代替单厢船闸。如航运很发达，也可建造双排船闸，为要保証船只在接近船闸时航行平稳起见，在上下游筑有駛入渠道，由砌有傾斜的石护面的

土堤筑成。

图5是敞开式的装有高架起重机的机器房側剖面图。这里没有普通安置机件的地下室，也没有桥梁用的起重机。每一机件单独在一室之内，上面用金属的或是钢筋混凝土的盖子盖着。装配和大修机件时要应用高架起重机帮助进行，这时发电机上的盖子要拆下来。装配在机器房内的重力起重机是沿机件部分在轨道上滑动的。在水电站厂房混凝土基础的下部有水道、螺旋室、渦輪間和排水管，我們看一下水流从河道进到渦輪的路綫，这些装置的作用就可以明瞭了。

水流从上游經水道进入到螺旋室，成一强有力的水流，經导向器打到渦輪的叶片上，于是带动渦輪工作，水流再經過弯曲的排水管流到下游。

水道进口处装有保护用的鋼栏柵，防杂物和水一起进入到渦輪。水流从上游进入水道处可以用特殊的水閘拦住。同样在排水管的末端装有擋板，必要时可以防护水从下游灌入。当发生事故时，如导向器或速度調节器损坏，或是渦輪不能用操縱机械停止时，以及在必須阻止水流进入渦輪时，必須放下水閘。栏柵、水閘和擋板是用特制的小高架起重机提起或放下的。

水力渦輪的主輪，有巨大的叶片，是水力渦輪的心臟。水流即推到叶片上。图5中是一强大的具有轉动叶片的軸式渦輪。这是在平原河道低水头的放大流量的水电站效力最大的水力渦輪。改变主輪叶片的轉动角度可以使經過渦輪的流量达到渦輪有效工作的最大系数。

古比雪夫和斯大林水电站的水力渦輪也有这样的轉动叶

片。每一渦輪的放水量估計每秒鐘有 600 立方公尺(5 万桶)。渦輪葉片的重量有幾十噸。

渦輪軸轉動而帶動發電機轉子的軸。轉子因單獨的激磁器所引起的磁場割切發電機的固定子之線圈，而感應出的電動勢大於一萬五千伏特。所產生的電流從固定子線圈流到變壓三線圈的變壓器，將原先的電壓提高十倍之多，到 11 萬、15 萬或是到 22 萬伏特，將電流輸送到遙遠的用電區。

古比雪夫和斯大林格勒水電站所發出的電力，大部分將在 40 萬伏特的電壓下輸送到近一千公里距離外的莫斯科。

水電站生產電能的自動化是電業管理的特出之處。水電站的電氣技術值班員在操縱板旁按動電鈕來停止或開動機件，接通總電路，提起或放下機件的荷重，接通線路、變壓器和其他的設備。然而還有一種水電站，站旁完全沒有值班人員，值班管理員離開水電站幾十或幾百公里外中央管理站就可操縱，“水電站是鎖著的”在管理員面前有各種不同的儀表指示機件的荷重、上下游的水平面等等。巨大的古比雪夫和斯大林格勒水電站將要從莫斯科的中央區和伏爾加河流域相連接電力網的中央管理站來操縱。

(徐兆熙編譯)

怎样修建农村小型水电站

农村水力发电站是在农村一般都可以举办的工程。它是一种化钱少、收效快、技术较低、施工期短的水利工程，是农村的一项基本建设。

农村有了电后，我们可以利用电力来进行耕作、高地灌溉、低洼排涝、碾米、磨面、脱谷等笨重的工作，还可以使用电灯、收音机等。所以有些地区的农民在电站建成后还编出了歌子唱道：“过去竹篾当灯草，现在电灯满路照”。

建设农村水电站的基本条件

农村水电站也是利用水流由高处向低处所产生的力量，冲动水轮机旋转，再带动发电机，才发出电来的(图1)。

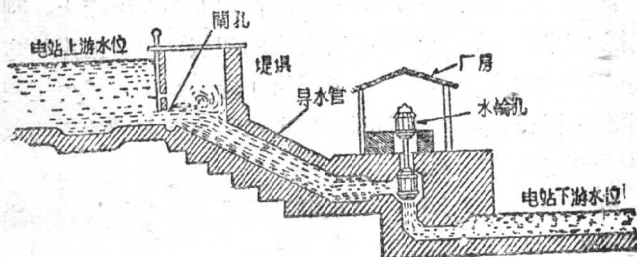


图1 水电站示意图

因此建设农村水电站一定要具备两个基本的自然条件；一

一个是“水头”，一个是“流量”。水电站的原动力就是由“水头”和“流量”来决定的，这两个数值的大小，直接影响着水流做功的大小，这两数值的相乘积大，水流做功就越大，水电站发的电力就越多。相反的话，这两个数值乘积小，水流做功就小，水电站发出的电力也就越少，造成开不动马达、电灯发红而不亮的现象。

“水头”也叫“落差”，就是在一段河道上甲处和乙处的水位差。俗语说：“水往低处流”，就是因为水流具有水位差的原故。如图3中甲处的水位是20公尺（就是比海的平均水面高20公尺），乙处的水位是15公尺，那么由甲处到乙处这段河流的落差是 $20\text{公尺} - 15\text{公尺} = 5\text{公尺}$ 。这个落差值是由于自然条件造成的，但在修水电站时，一定要做些水利工程，以便更好的集中落差、拦蓄水量，使电站多发出电来。一般集中落差有下面几种方法：

第一是筑坝：在河道上河身坡度较大的地方，横筑拦河坝以拦蓄水量，抬高水面，取得水头。

第二是开挖引水渠或打隧洞：在比较陡的河流上，利用引水渠以集中落差，引水渠顺着地形的起伏，沿着河岸的弯曲来开挖。在河道弯曲很大的地方，为了缩短距离，减少工程量，打隧洞更显得有利。这样利用河身和引水渠坡度的不同以取得较大的落差。

第三是深挖尾水渠（退水渠）或利用天然的跌坡如瀑布、渠道上的跌水、陡坡等以集中落差。

“流量”是每秒钟由河道中流下去的水量，譬如在一秒钟内流下去的水量为一立方公尺或一吨的水量，我们就称为一个

流量的水。

“流量”随着河道的地形、地质、气候等条件一年四季都有变化着，甚至在个别的几天或几小时内都有变化；一般的夏季河道流量大，冬季河道流量小。

测量“流量”有许多方法，我们只介绍一种浮标测流法供大家参考：

首先要了解“水流断面面积”和“流速”的定义。“水流断面面积”就是在河道横断面上，水面以下流经的面积，叫水流断面面积（如图4黑色的部分）。“流速”就是水流快慢的程度，也就是在一秒钟内河水走过的距离。在测量流速时，先选定河道上一段正直、杂草少生的河段，然后选取甲和乙两断面

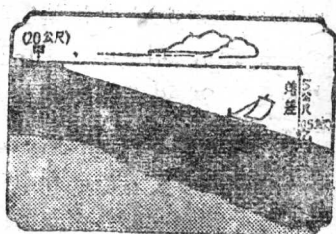


图3. 落差



图4. 水流断面面积

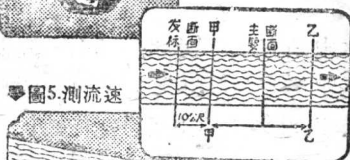


图5. 测流速

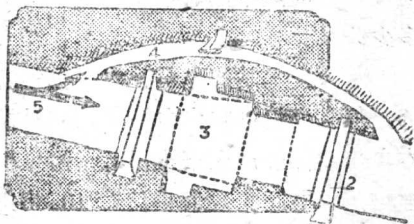
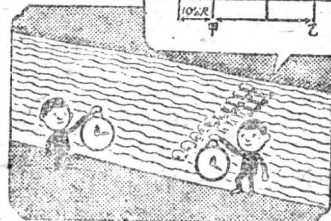


图6. 改流方法示意图

1. 上游挡水堤 2. 下游挡水堤 3. 准备作的工程 4. 临时的洩水渠 5. 水流方向

作为輔助断面(如图5),量出两断面間的距离,并在两断面中間选取一主要断面。用一根長約15公分、厚3公分的木棒或用稻草扎成的長約20公分、粗約5公分的草把当作浮标,放到河心中,离上游甲断面約10公尺,等浮标經過甲断面、主要断面,流至乙断面时,算出浮标由甲断面到乙断面所經過的时间,距离和时间相除,即得出該河段河流的水面流速,再打上一个折扣,即得到河流的平均流速,平均流速要小于河流的表面对流速。有了河道的平均流速,再乘上水流断面积,就得出“流量”。

水电站有了“水头”和“流量”后,我們就可以进行一般的水能概算,計算电站出力的大小。水电站每秒鐘所作的功,称为水电站的出力。出力的大小可以按下面的公式来計算:

$$N = \frac{rQH}{102} = 9.8H \text{ 瓩} \quad \text{或} \quad N = \frac{rQH}{75} = 13.3QH \text{ 馬力}$$

式中N为水电站的出力;r为一立方公尺水的重量,即1吨;Q为河道中的流量,即多少立方公尺/秒;H为水头,即多少公尺。

水力发电站的电是在水輪机和发电机轉动以后才发出来的,但是水輪机和发电机轉动的时候,由于傳动装置以及它們本身傳动部分产生摩擦損耗,所以机器的效率就会降低。根据經驗,水电站的效率一般采取0.66比較合适,即能发一百瓩的水流入水輪机,結果发电机只能发出66瓩的电来。因此計算水电站功率(即出力)的时候,必須考虑到这个損失的因素,把計算的公式改写成下面的公式再去計算: