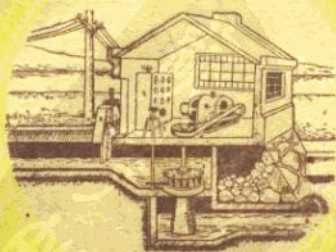


农村小型电站

〔电气設備〕

中华人民共和国商业部五金交电貿易局編



北京出版社

220/8

前 言

在党的“鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义”的总路线的照耀下，全国人民正以“让高山低头，使河水让路”的英雄气概，发挥了无穷无尽智慧和力量，掀起了社会主义建设大跃进的高潮。

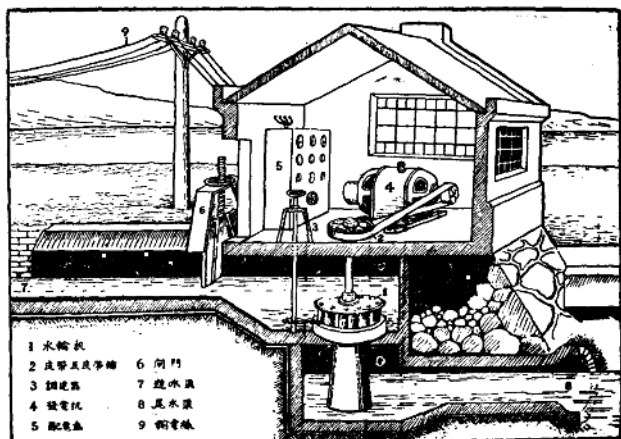
为了配合工业、农业和商业工作大跃进，满足广大基层商业企业的业务人员学习商品知识，提高商品经营水平，帮助工农用户选购生产资料，熟悉它们的用途、性能、使用、保管和修配方法，我们编写了一些有关五金机械、交通电器器材、化工原料、石油等方面的通俗的商品知识小册子。

这些书一般都较详细地介绍了每一种商品的品名、别名、规格、用途、性能、质量、使用和保管方法、检验和维修方法。对比较复杂的工具和机械，都较详细地介绍了它的结构和配件的性能、使用与安装的方法。文字力求通俗，并附有很多插图，帮助读者理解。

由于编写时间仓促，编写人员水平有限，并且缺乏经验，错误之处，在所难免；诚恳地希望广大读者提出批评和建议，以便再版时修正。

編 者

1958年7月于北京



农村小型电站全景

目 录

第一章 农村电站概論

第一节 一般电工知識 1

1. 概 說 1

2. 常用名詞及代表符号 3

第二节 小型水力发电站 5

1. 水头及流量 5

2. 水头、流量和馬力、瓩的关系 6

3. 水輪机的型式 7

第三节 其他小型发电站 9

第二章 电站厂房电气设备

第一节 发电机 10

1. 直流发电机 10

2. 交流发电机 10

3. 瓩及千伏安 14

4. C型同期发电机 15

5. 发电机的储运及维护 19

6. 新系列的农村小型水輪发电机 21

7. 異步发电机 36

第二节 配电盤 39

1. 配电盤結構的种类	40
2. 配电盤必須具备的各项設備	41
3. 配电盤的接线圖	44
4. 与發电机成套供应的配电盤	47
第三节 电 表	49
1. 电表的种类	49
2. 交流电表	50
3. 变流器	51
4. 交流电压表	55
5. 电压換相开关	55
6. 直流电表及直流电压表	56
7. 週率表	57
8. 电度表	59
9. 电表的保管养护措施	61
第四节 开关設備及熔断器	62
1. 开关的一般性能	62
2. 膠盖瓷底閘刀开关	63
3. 石板閘刀开关	64
4. P П-3型閘刀开关	66
5. П P-1型熔断器	67
6. П K 型轉換开关	70
7. A 3110, A 3130型自动空气断路器	71
第五节 其他輔助材料	73
1. 厂房用的照明器材	74
2. 發电机、配电盤和戶外线路的联接	74

3. 接地裝置	75
第三章 輸電綫路需用器材	
第一节 低壓和高壓綫路	77
第二节 變壓器	79
1. 配電變壓器	79
2. 變壓器的結構	80
3. 變壓器的額定容量	81
4. 單相和三相變壓器的應用	81
5. 三相變壓器綫圈的連接方法	82
6. 變壓器的額定電壓	82
7. 仿 T M 型三相油浸自冷式變壓器	85
第三节 架空綫	85
1. 架空導綫的選擇	85
2. 各種架空導綫的規格	87
第四节 絕緣子	90
1. 針式絕緣子	91
2. 蝴蝶形絕緣子	92
3. 拉緊絕緣子	94
第五节 其他需用設備	95
1. 避雷器	96
2. 跌開式保險絲具	98
3. 跌開式保險用熔絲	99
4. 羊角保險	100
5. 鉄綁綫	101
6. 馬路彎灯	102

7.五金材料	103
第四章 用户电气设备	
第一节 照明设备	104
1.电灯泡	104
2.日光灯	105
3.日光灯附件	107
4.照明安装器材	108
第二节 三相鼠籠式感应电动机	111
1.电动机的接线和起动方法	111
2.电动机的一般性能	113
3.A、AO型鼠籠式感应电动机	114
4.J、JO型鼠籠式感应电动机	118
5.旧型电动机规格性能参考表	123
第三节 电动机开关设备	125
1.铁壳开关	125
2.星三角起动器	127
第四节 农业机械设备所需电动机的容量	128
1.抽水机	128
2.脱谷机	132
3.碾米机	132
4.磨面机	132
5.青飼切碎机	132
6.飼料粉碎机	132
7.淨粮机	132
8.草花机	132

9. 捻泥机	132
10. 榨油机	132
11. 造纸用打浆机	133
第五节 线路安装材料	133
1. 皮线	133
2. 花线	139
3. 保险丝具	139
4. 保险丝	141
5. 电线铁管	146
6. 瓷管	148
7. 瓷夹板和瓷碍子	149
8. 黑膠帶	153
9. 方木和盒子板	153

第五章 安全用电

第一节 安装前的注意事项	156
第二节 安装上的注意事项	157
第三节 运行和使用中的注意事项	157

附录一. 电站主要材料参考表

附录二. 输电线路需用器材举例 (低压部份)

附录三. 输电线路需用器材参考表 (高压部份)

附录四. 照明用户需用器材参考表

第一章 農村电站概論

第一节 一般电工知識

1. 概 說

农村电气化是社会主义建設的重要部份，自从农业生产大跃进以来，全国农村都将大量兴建小型电站，以補助大型电力事业的不足，这是“全民办工业”的具体表现之一。而且即使高度工业化和电气化的苏联也还大量建設农村小型电站。因为从高压输电綫路上获得供电需要很大很复杂的变电设备，在经济上不一定合算。况且我国水力资源丰富，所以凡有条件建立农村水电站的地方，更宜大量利用天然水力资源来获得廉价的电力。

大家知道“电”有很大很多的用处，首先它通过电动机能供給一切农村中需要的动力（如排涝、抗旱、磨粉、轧花和开动其他的机器），又可供給点灯照明，文娱活动的声光来源（如放映电影、听广播）和其他一切电热电气设备（如噴霧、保暖等）。

产生“电能”可以用机械能的方法（如水力发电）或用化学的方法（如空气电池）或光的方法（如太阳电池）和其他的方法，但最主要的是通过发电机、把机械能变成电能的方法。发电机自己是不转动发电的，它要依靠别的动力来

拖它轉動才能發電。發電站就是把機械能變成電能的一種場所，主要設備除發電機外還有帶動發電機旋轉的機器如水輪機、蒸汽機、內燃機等原動機。

把一種能量變換成另一種能量一定會有損失，好像油瓶里裝了油再倒出來，總比裝進去要少一點一樣。所以在可能範圍內，應該盡量直接利用原動機的機械能做工，目前的農村大都是這樣做的，將水輪機直接拖動碾米機等加工機器來進行加工，所以電站廠房設計時往往也把加工廠考慮在內。

從原動機直接拖動加工機器比之拖動發電機發出電來再拖動電動機然後轉動加工機械，在設備費用上、傳動損失上、控制管理上都要節省得多。但是這樣做法存在着局限性的缺點，如果水源在遙遠而偏僻的地方，或加工地點要求就近取材，避免運輸上的浪費等原因，原動機直接拖動加工機械成為不可能，在這種情況下，就必須要拖動發電機來發電。通過配電盤從輸電綫路向需要用电的地方輸送電能，用電動機來拖動加工機械，只要電綫能通到的地方都能用电來工作，不像機械傳動那樣，限定在原動機的近旁，這是利用電來工作的好處，而且電除了可以變為機械能做工外，還可以用來點燈照明、發熱、發聲和其他各種工作。

建造發電站容量的大小須注意兩個主要條件：第一計算目前對電的需要量并考慮今后的發展情況。只考慮目前需要，可能以後就會感到不夠用。只考慮將來發展情況，可能會建造得太大，浪費資金，并造成虧損。第二要看當地容許建站的經濟地理條件，譬如附近有適宜的河流或者便宜的燃

料，如煤、油类等。由这两个条件来决定电站的大小，然后筹集一定的资金，进行建站。依照过去建站的经验，大概每千瓦造价500—1000元左右（水力的）。

我国水利资源非常丰富，加之今年全国农村大跃进，大量兴修农田水利，在已经修建好渠道的基础上，利用跌水来发电是最经济合算的办法。所以我们在下面介绍适合农村的各种类型的发电站中，将以水力发电站作为叙述的重点。

2. 常用名词及代表符号

（1）**直流** 电子在导体内流动的方向和大小都不变的电流叫直流电，常用符号“—”表示。

（2）**交流** 电子在导体内流动的方向和大小，都成周期地随时变化着的电流叫交流电，常用符号“~”表示。

（3）**电流** 单位时间内（每秒）通过一导体的电子数量叫做电流，用“ I ”表示。单位是安培，简称安，用“A”来表示。

（4）**电压** 能推动电子沿导体流动的力量叫做电压，也就是电动势、电位差等名词的统称，用“ U ”来表示。单位是伏特，简称伏，常用“V”代表。1000伏称千伏，用“KV”来代表。

（5）**电阻** 电在导体内流动时所受的阻力叫做电阻，用“ R ”来代表。单位是欧姆，简称欧，用“ Ω ”来代表。

（6）**直流电的功率** 直流电在单位时间内所做的功，叫功率，电功率=电流 $\times$ 电压；单位是瓦，1瓦=1安 $\times$ 1伏，用“W”代表。1000瓦称千瓦或瓩，用“KW”来表

示。

(7) **功率因数** 在交流电路中由于电感和电容等负荷存在，使交流电流与交流电压不同时产生，电流和电压相互間在時間上相差角度“ φ ”的余弦（ $\cos\varphi$ ）称为功率因数或电力因数。在純电阻負荷的交流电路（如点电灯）中电流和电压同时产生，故功率因数 $\cos\varphi = \cos 0^\circ = 1$ 。在电感負荷或电容負荷的交流电路中，电流滯后或超前于电压产生，故功率因数 $\cos\varphi < 1$ 。一般电动机的功率因数在0.8左右。照明用戶如果是日光灯而不接上日光灯电容器，那么功率因数很差，只有0.6左右。

(8) **交流电的有功功率或平均功率** 在交流电路中实际吸收的电功率，是交流电在电阻中消耗的功率。計算公式为：

有功功率 = 电压 $\times$ 电流 $\times \cos\varphi$ （功率因数）。

單位为瓦或瓩。

(9) **交流电的視在功率或表觀功率** 交流电路中綫路电压与电流的乘积，称为視在功率，需乘上功率因数后才得出有功功率。計算公式为：

視在功率 = 电压 $\times$ 电流。

單位为伏安。1000伏安称千伏安，用KVA来表示。

(10) **度** 电功的單位，1度等于1瓩小时，就是千瓦数乘以小时数即得电功的度数。

(11) **頻率** 每秒钟电流在导体內成周期变化的次数叫頻率，一般工業用頻率都是每秒50週或50週/秒。可用“50~”表示。

(12) **馬力与瓦** 一般原動机的輸出功率常用馬力作單位，每秒钟作功75公斤公尺称为1馬力。

1馬力=0.736瓦，或1瓦=1.36馬力。

(13) **效率** 在能量轉變的过程中不可避免的有一些損耗，使得輸出的功率小于輸入的功率，这輸出和輸入的比称做效率，用百分率来表示。

計算公式为：效率 = $\frac{\text{輸出功率}}{\text{輸入功率}} \times 100$ 。

第二节 小型水力發電站

解放后到1957年底，据已有的資料，全国农村已建成五、六百个小型水力發電站，在第二个五年計劃里并將建造得更多，更快。如上所述，农村的小型电站完全有条件利用已經有的灌溉渠道，可以大量节约引水和其他水工建筑的費用。在地理和河流环境較好的地方，以少量的投資可以建成出力較大的电站。

即使沒有現成渠道的便利，在兴修农田水利的同时，亦可进行规划兴建。为了要知道發電站的容量，究竟應該配置多少瓦的發電机，故先介紹一些有关这方面的知識。因为如果水能很充足而配置了太小的發電机；或者配置了大發電机而水能不够，以致不能充分利用發電机，都会造成浪費。

1. 水头及流量

水是有重量的，而且总是从高处流向低处，所謂水能就

是从水的这个流动过程中取得能量。如农村中旧式水碓，就是利用水的急流来推动木轮。反之，池塘里的水是静止不动的，也就不能从池水里取得水能。所以首先两处水位一定要有高低的差别（或称落差，亦即是水头），才能使水做功。我们用符号 H 代表水头，单位用公尺。

因此为了利用水的能量，必须在建站的地方造成一定高度的水头。

我们知道，水从一定高度流下来，流量愈大，放出的水量也愈大。因此水头和流量是水力发电的两个要素。我们用 Q 来代表流量的大小，单位为立方公尺/秒，（或称秒，公方）。已知道 H 和 Q ，我们就可以粗略地算出这地方的水能可以做多少功和能发多少电。

2. 水头、流量与马力、瓩的关系

如果已知水头为 H 公尺，通过水轮机水的流量为 Q 立方公尺/秒；同时我们也知道，每立方公尺水的重量为 1000 公斤（即一公吨），它能产生的功率可用下式算出来：

功率 = $H \times Q \times 1000$ （公斤·公尺/秒）。

如上所述，一马力 = 75 公斤·公尺/秒，所以，以马力

为单位的功率 = $\frac{1000 \times H \times Q}{75} = 13.3 \times H \times Q$ 马力。

这公式告诉我们测量好水头 H 和流量 Q 后，就可以代入上面公式算出这个水力资源能产生多少功率。

例如：已知 $H = 3$ 公尺， $Q = 1$ 公方/秒，代入上式，

、 得出功率 $=13.3 \times 3 \times 1 = 39.9$ 馬力。

馬力系指水所产生的机械功率，發電是以瓩为單位的，所以应把馬力化成瓩。

我們已知：1 馬力 $=0.736$ 瓩，所以將上式乘以 0.736 就得出瓩数为 $9.81 \times H \times Q$ 。

水中蘊藏着的势能要經過水輪机，才能从水輪机軸上的皮帶輪或牙齒輪来拖动磨粉机、發電机等。这种由水能轉变为机械能的过程中，不可免地有水力損失和机械損失。水輪机去拖动發電机，需要皮帶和牙齒等傳动裝置，这个过程亦有損耗。發電机將机械能变成电能时又有一重損耗（机械及电的損耗）；所以实际为我們所利用的能量比原来的水能要小一些。普通小型水輪机的效率在 80% 以下，傳动裝置大致为 90% 的效率，發電机的效率亦在 80% 左右，所以一般按水头、流量的数值照公式算出瓩数后，还應該再打个对折，就是再乘 0.5 ，才是將來实际建站后可能得到的發電瓩数。（当然，各地設計和建造的条件不同，可能还有上下。）

3. 水輪机的型式

水力發電如果利用农村已有的渠道，那末水工建筑費用就很少，維護費也將很低，發電成本便很便宜。这是农村电站中最經濟的一种，也是农村小型电站應該大量推广的原因。

水輪机有以下几种型式：

（1）旋槳式：利用現成的渠道，不需要筑很高很大的堤坝，大都用苏联型的木質旋槳式水輪机。木質旋槳式水輪

机的优点如下：

①水头在1—20公尺都能用（水头低到一公尺以下，华北地区亦曾使用过）。

②簡單易做，可以就地取材，当地木匠亦能制造，不一定要專業制造水輪机的鉄工厂来承制。

③可以按裝在上游水位，不受大水时之影响，而且轉速較高，效率可达到70%左右。但是木質旋槳水輪机也有缺点。如果水头比額定数值变动得很大，水輪机的效率亦降得很大。所以水位不稳定的地方用起来不很好。另外水位变化和負荷变动时轉速也变动得很大。控制和管理比較困难。

用鉄制的旋槳式水輪机性能和上述的差不多，但寿命比較長，成本略貴。

（2）冲击式：大都是鉄制的，需要較高的水头，引水管可用木質的。小型的現在沒有成品，很少地方使用。

（3）班克式，或称兩击式：現在亦有木制的。一般用在高于10公尺的水头，引水管亦有用木質的。这种水輪机控制轉速比較簡單。安裝和制造，国内有現成的資料。厂房都裝在下水位，傳动比較困难，所受冲击很大，容易损坏。

（4）軸流式：軸流式（法蘭西斯式）的水輪机，也都是鉄制的，能适用于高水位和低水位，效率也較好。最大的优点是水位变动时影响效率不大。

第三节 其他小型發電站

在沒有水力資源的地方，可以視当地情况，采用其他燃料来供給原动机發電，过去用旧汽車引擎燒木柴、木炭的煤气机是大量的应用着。除了維護困难的缺点以外，凡有木柴、木炭的地方都可以采用。在生产原油或油料运输方便的地方則可以用价廉而質略差的重油作燃料供給低速柴油机运转来發電。

又如北方一帶和其他产煤的地方及附近地区，可以用煤作燃料，利用鍋駝机或蒸汽机作原动机来發電，鍋駝机就是將蒸汽机駝在鍋爐的上面，这样比之一般蒸汽机和鍋爐分成二个部份的設備，在管理操作和裝置地位上要簡便和节省很多。从10馬力到100馬力各种容量的鍋駝机国内已有生产，除了用来發電外，还可作为农業灌溉和其他副業加工之用。

現在还有利用粪便及垃圾密封發酵后产生的沼气作为燃料以推动原动机的，这种沼气的主要成份是甲烷，無色也沒有臭味，热效率高，而且用后的粪便肥效很好，所以沼气是很好的动力燃料来源，同时它还可直接用来点灯照明和發热。目前正在研究推广。將来的發展是可以預料的。