

內 容 提 要

这个小册子是水利电力部农村电站工作组在最近到浙江、福建、四川等地了解了一部分农村水电站的情况之后所写成的調查报告之一。

作者在这本小册子中对当前农村水电站建設中的几个根本問題，作了系統的分析，書中对如何解决发电用水与灌溉用水之間的矛盾問題，以及如何降低小型水电站單位千瓦的造价問題，都提出了极为宝贵的建議。这些建議和意見对于即將到来的今冬明春的农村电气化高潮將起一定的推动作用。

本書可供中、初級水电技術人員閱讀，对于从事农村水电站规划設計的同志，更有参考的必要。

解决发电与灌溉矛盾和降低农村水电站造价的途径

水利电力部农村电站工作组編

*

1583S437

水利电力出版社出版（北京西便門外大街二號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第105號

水利电力出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

787×1092 1/32 开本 * 1/32 印張 * 7 千字

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷(0001—5,100册)

統一書号: 15143·1235 定价(第9类)0.04元

农村小型水电丛书

解决发电与灌溉矛盾和 降低农村水电站造价的途径

水利电力部农村电站工作组编

水利电力出版社

在目前农村小型电站遍地开花的形势下，我們在本年(1958年)六月到浙江，福建，四川等地了解了一部分农村电站的情况，在这次的了解过程中，我們发现了一些問題，今分别敘述于下，并就解决这些問題的途徑提供一些我們的看法，欢迎来自各方面的批評与指导。

一、灌溉与发电

水是国家的重要資源，为了保持或扩大耕地灌溉面积，維持內河航运，发展漁业，每年各个季节都要求一定数量的水。同时一定的流量和落差可以直接帶動水輪(水車)代替人的体力劳动，或經過水电站发出电力以供使用。故水的用途是多方面的。

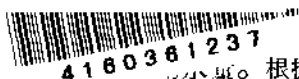
虽然如此，但每个季节內河里的流量是有限的，因此人們要求經濟合理地充分利用水能水利資源，实现綜合利用的原則是很自然的。在开发一条河流时常常遇到各用水部門利益相互冲突，在农村水电站建設上往往表现为灌溉用水与发电用水的矛盾。当然矛盾程度各个地区不尽相同，解决的办法也不一样。这里只打算介紹在各种情形下灌溉用水的取水方法，并提出一个当灌溉渠首略高于电站尾水面时的水工布置方案。

1. 灌溉耕地低於电站尾水渠水面时。

这时耕地完全可以利用电站尾水进行自流灌溉。电站上游修建的調节水庫对于下游的灌溉与发电事业都是有利的。但当水庫容积的一部分或全部必須用来儲蓄灌溉水量时，这部分庫

容只能根据灌溉季节的灌溉用水計

利用这时期的徑流量或者准予通过;



根据用水計劃与天气預測和历年气象統計資料，可大致估計出水庫应为今后一段时期的灌溉积蓄一定的水量。如果此水量还没有蓄滿，应当在几天內适当限制电站用水，使其每日用水量少于日徑流量，以保证限期内能蓄足灌溉所需要的水量。在这种情形下，水庫体积如大于5~6小时水輪机的过水量，不論其担負灌溉蓄水任务与否，均可作电站日調节之用，因为水庫作日調节用时，水位是周期性变化的，經過一天又回到为了灌溉所应保证的庫內水位。如果由于日調节带来了灌溉用水的不便，則有条件的話，可以在电站下游修反調节池来解决。

2. 灌溉耕地高於电站前池或上游水庫水位时。

这种情况下，如需提水灌溉时，水泵宜从电站上游水庫或前池內取水，而不应从电站尾水渠上抽水。因为水輪机和水泵的效率都小于1，一般鉄質水輪机为80~90%，木質水輪机是60~70%，質量較差的則在50%以下；水泵的效率則是70~80%；通常还要采用傳动設備或电动机来帶水泵，假定傳动效率为95%，这时总效率最好也只有： $0.9 \times 0.8 \times 0.95 = 69.4\%$ ，在較坏的情况下—— $0.6 \times 0.6 \times 0.95 = 33\%$ 。因此水輪机由于多通至增加量，远不足以將这个流量抽回

福建永春县某水电站，即采取了这种不合理的布置形式，导至了不必要的損失。

3. 灌溉耕地在电站上游水位与电站尾水位之間时。

在这种情况下，根据分析可以有如下解决办法：

甲)当耕地在尾水面高程以上，且超过电站水头的70%时，由于水輪机及水泵总效率最高不会超过70%，为了避免多装一

套揚水設備，所以應自上游取水自流灌溉。

乙) 当耕地在尾水面高程以上，为电站水头的33~70%时，則应根据水輪机，水泵的总效率和考虑到增加揚水設備的投資，經過經濟比較以后来决定从上游取水自流灌溉，抑由尾水揚水灌溉。

丙) 当耕地高于电站尾水位，但不超过电站水头的33%时，耕地可以利用电站电力自尾水抽水灌溉。如果灌溉用流量与电站一个机組的流量相差不大，水輪机不是冲击式或双击式的，且灌溉渠与电站尾水渠高程之差暫定不超过5公尺时，可以采用本文所提供的水工措施(见图1)避免采用抽水机，以增加灌溉季节电站出力，而經濟上也是合算的。

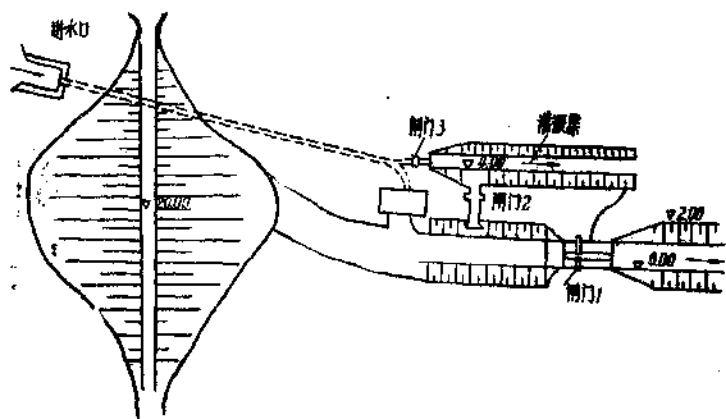


图 1

图上表明了相互平行的电站尾水渠与灌溉渠，兩渠高程差約4公尺，在尾水渠上修了节制閘1，假如能通过流量4公方/秒，如采用当地材料，此閘投資約4万元。尾水渠与灌溉渠用

閘門 2 联接，此閘較小，約需投資 2 萬元。采用此項水工措施所增加的基建投資為 6 萬元。如果采用揚程 4 公尺，流量為 4 公方/秒的抽水機，則建抽水機站之投資也將達到甚至超過此數。

根據圖 1 在灌溉季節，電站運轉時，須關閉節制閘 1，啟開門 2，使水從尾水管出來後流向灌溉渠。當河中流量充沛時，可以啟開門 3，水直接從水管放出，流到灌溉渠，以保證灌溉用水，這時閘門 1 啟開，閘門 2 關閉，這樣電站利用水頭便比在一般灌溉季節增加 4 公尺。在非灌溉季節，則可啟開閘門 1，關閉閘門 2，以增加利用水頭。

二、降低小型水電站單位千瓦造價的可能性

電站造價與電站利用溪段，開發方式，在溪流上的具體位置有關。為降低造價，首先應從這些主要是規劃的問題上着手，但本文不準備討論這些。我們假定溪段根據綜合利用原則，經過了很好的水能水利資源規劃，已經經濟合理地把每個電站的利用溪段，開發方式確定了，電站各個建築物地址也大致確定了。此外，還應該考慮到電站造價與運轉安全可靠、自動化程度有關。自然我們不能以降低電站安全可靠、增加運轉人員的操作工序來換取較低的造價。相反我們力求電站安全可靠的運轉，並減少操作手續。建築物的牢固性與電站出力保證率也要求與電力用戶性質、電站本身特性相適應。

我們已認定河流已規劃好，運轉條件不趨惡化這兩個條件之後，就比較方便來討論怎樣降低電站本身的投資。

現在來敘述降低單位千瓦造價的措施：

1. 恰當地選擇電站出力保證率 由於農村電站的用戶主要

是农产品加工、农业用电及地方中小型工业用电与照明。这些用户大都具有季节性，生产带有局部性，生产量不大，枯水期由于电站出力不够，对个别用户停电所引起的损失不大。同时往往又可以用调整生产季节，储蓄产品来减少带给用户的损失。如果仅由于在某个季节电站发出电力不够，则可以用限制次要用户用电的方法来解决，所以农村供电保证率可以比城市工业供电保证率低些。根据苏联资料，一般农村供电保证率可以定在70~80%左右。对于仅靠个别电站供电的重要用户，并且该用户的负荷佔电站负荷的绝大部分时，这样的电站，其供电保证率自然比此数要高些，而接近于一般工业城市供电保证率。但在这种情形下，可考虑电站最好与其他电站联成电网。

2. 增加电站容量

甲) 经济合理地减少水头丢弃现象与水头损失，增加电站实际利用流量。这一方面，能达到充分利用水力资源；另一方面，也是考虑到在一个指定溪段上建设一个电站，它的总投资并不随容量的增加而成正比地增加。有时被利用的水头、流量增加了，而厂房设备造价增加得很少，甚至不变。这就是说，利用同等的资金或者增加有限的资金，而建成了较大的电站，相对地说，每个瓦的投资减少了。减少水头损失的方法在于选择恰当的流速，引水渠及尾水渠的坡度，减少由于渠道弯曲，突然变化及渠内植物丛生所带来的局部损失和沿途损失，尽可能地把渠道上的跌水，特别是离厂房近处的跌水，集中到电站利用起来，力求电站厂房各过水部分，如拦污栅，导水槽，涡室，尾水管等合乎水力学上的要求。

增加电站利用流量的方法，在于防止坝的渗漏和沿途渗漏。增加利用流量对于高水头电站在降低单位瓦投资方面特别见效。这时应慎重选择设计流量，保证率不可偏高。我们所参

觀的水电站，選擇的保證率大都偏高，達到 90 % 以上，甚至 100 %。

在福建省所參觀的水电站，有些單位投資偏高，部分原因是利用流量偏小，丟失水頭較多。

乙)很多电站沒有根據每天負荷的變化修建日調節池，即使在枯水季節時，于每天負荷較低的幾個時刻，還有水不經水輪機而由泄水道跑掉。在這種情況下，應當考慮修日調節池，其容積等于 5 ~ 10 小時內水輪機所能通過的水量。修建日調節池能增加电站在高峯負荷時的出力。

丙)采用高效率的水輪機和傳動設備。對於一個 50 瓩的木質水輪機在某些地區效率僅 50 %。如能提高到 70 %，則出力可增加到 70 瓩。這樣僅由於采用高效率的水輪就可增加容量 20 瓩，而製造精細的，效率高的木質水輪機比目前製造粗糙，效率低的水輪機，價錢貴不上五百元。由此可見，在采用高效率水輪機上，決不可吝惜投資。目前木質水輪機的製造質量各地懸殊。有些地方水輪機效率已達 70 %，而另外一些地方則在 50 % 以下。

3. 降低土木建築造價 目前一般農民自己建設起來的水电站，土建費用只有电站總投資的 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{3}$ ；而由地方設計機關或工程技術人員設計幫助興建的电站，有的土建費用則佔电站總投資以上。因此，總結各地降低建築費的經驗具有特別重要的意義。一般降低土建造價可從下述幾個方面着手：

甲)減少非生產性建築。對於幾十瓩的水电站，住宅建築應當盡量利用附近民房，把住宅辦公建築費減到最少程度。如福建永春縣蓬壺，湯城等水电站，貫徹了勤儉辦站的方針，根本沒有住宅建築。對於大於 100 瓩到幾千瓩的电站，只須按人數修建一部分住宅，且應考慮到隨著這些电站的逐步自動化和加入

电网，运行人员将逐渐减少，所以永久住宅必须减少。在运转初期，运转人员较多，办公室和一部分住宅可利用建筑时期的临时性房屋。有些电站容量只有100~300瓩，但修建有标准高的礼堂，俱乐部及办公室，显然经济上是不合理的。

乙)根据就地取材的原则布置建筑物，并力求减少工程量。我国目前建筑材料(象钢材、钢筋、水泥)还不能向农村大量供应，且运费很大，价钱昂贵。各地农业社都很少使用。水泥浆砌块石各地单价不一，但总比干砌块石或三合土砌块石要贵。对于一些出产林木的地区，用木材作建筑材料也是合算的。至于胶合用的材料可考虑使用农民用土法制成的水泥或三合土来代替。

根据上述情况，在这里建议一些经济合理的厂房布置及结构方案是很有意义的。

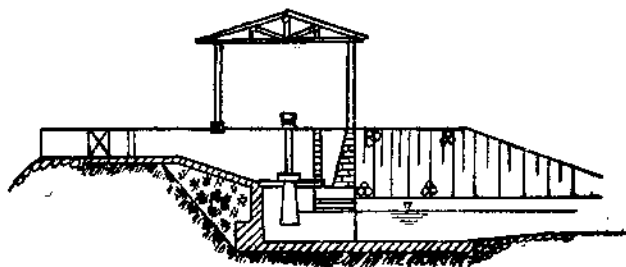


图 2

现将我们看到的各种各样的结构布置方案。分别叙述如下：

图2图3所示方案是最普遍的形式。这些方案采用了大量的浆砌块石，浆砌条石，还有用部分钢筋混凝土作为水轮室的底板或尾水涵洞上的拱。使厂房建筑造价大大增加。如图2浆

砌块石牆特別長，結实得象挡土牆一样，尾水渠岸坡很高，且采用了大量乾砌块石，使厂房水下部分造价达到万余元。图3中去掉了那条漿砌牆，但拱略增長了。由于厂房向后移，开挖方和尾水渠岸坡砌石减少了。但图3建筑造价仍是很大。

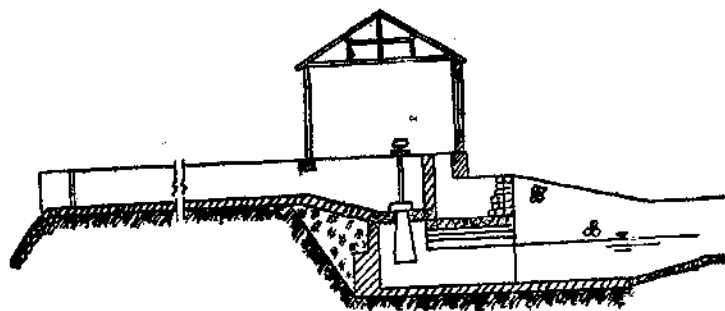


图 3

重庆郊区金刚社紅領巾水电站，由于水輪机室底板采用木制梁板結構，省掉了尾水涵洞，厂房造价就大大降低了，这是較經濟的方案。为了减少开挖，砌石和回填，把电站向后移得更远，水下部分采用砌石柱（图4），当然也可用数根圓木併成，有如国内公路木結構桥梁之桥柱；水輪机室完全用木結構。

最近农村电站建設中已有采用裝有橫軸开敞式水輪机的厂房結構，如福建永春春光水电站（图5）。但此种布置，尾水管較長。当負荷突然减小，发生水錘时，水管內負压較大。为保持尾水管严密不进气，并防止此时尾水管受外力挤压而变形破坏，对木制尾水管，必須加以鋼箍，以防止进气，并在水管外圍設木框，以防止受不对称的外压力而变形破坏。

选择厂房結構和水輪机布置应当根据地形，水头及流量等

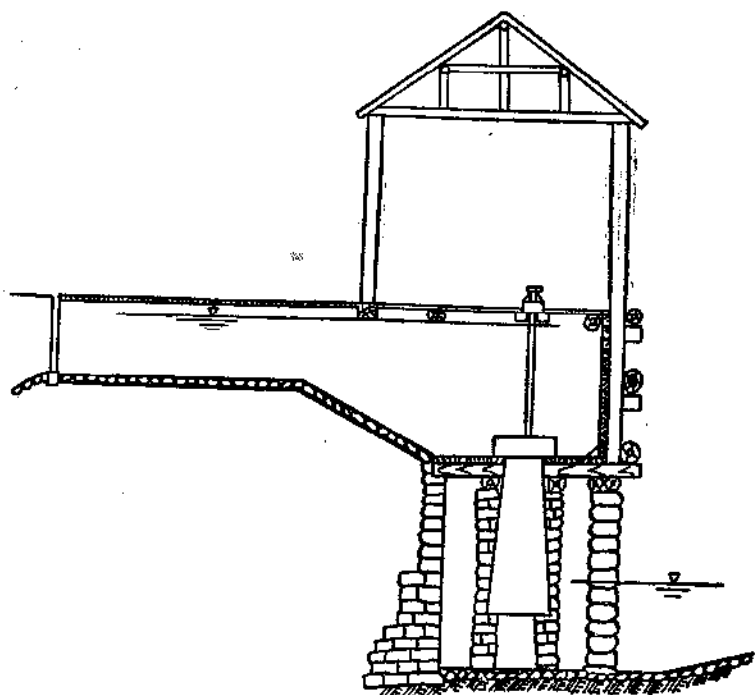


图 4

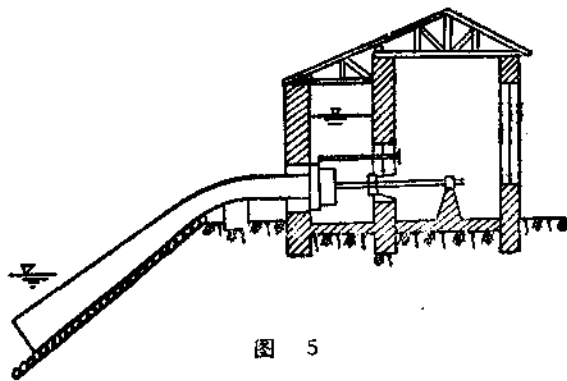


图 5

具体条件。在四川省曾看到一些水头特别低(<1.9 公尺)而流量较大(>2 公方/秒)的电站。但这些电站采用了立轴水轮机,由于开挖困难,把尾水管做得很短,甚至没有尾水管,这无疑影响效率。在这种情形下,可以采用图6中的布置方案。此方案在水头特别低而流量较大的情形下要求较少的开挖深度,对尾水管制造严密性要求不高。

丙)合理选择建筑物的尺寸

有些建筑物的尺寸关系着电站的效率,如渠道断面,进水口的尺寸与流速,从而与水头损失有关。日调节池容积则决定于日负荷变化。对于这些建筑物尺寸应当通过比较确定。但是也有些建筑物,如厂房内部尺寸是根据运转要求确定的。例如为了缩小厂房尺寸增加工作面,水轮机和发电机不宜放在厂房的正中央。我们看见很多电站水轮机与发电机放在房屋正中央,结果是一边空着,一边拥挤,这样运转也不便。

有些电站厂房前有自动溢流设备,当水轮机停止工作或小负荷工作时,多余的水,则从此溢向下游,在这种情形下应当减小厂房前平水池的体积,特别是它的宽度,甚至可以减少到与引水渠宽相等。

丁)与其他工程共用建筑物和充分利用旧建筑物往往能降低电站造价。同一建筑物服务许多部门的例子是很多的;如灌溉与发电合用引水口,渠道;同一管道供给灌溉和发电引水如图1。充分利用旧建筑物对农村小型电站有广泛的可能性。如利用山塘作电站日调节池,旧水碓之引水建筑物改良作电站引水建筑物等等。

(本文由水利电力部水利科学研究所高义生同志整理编写)

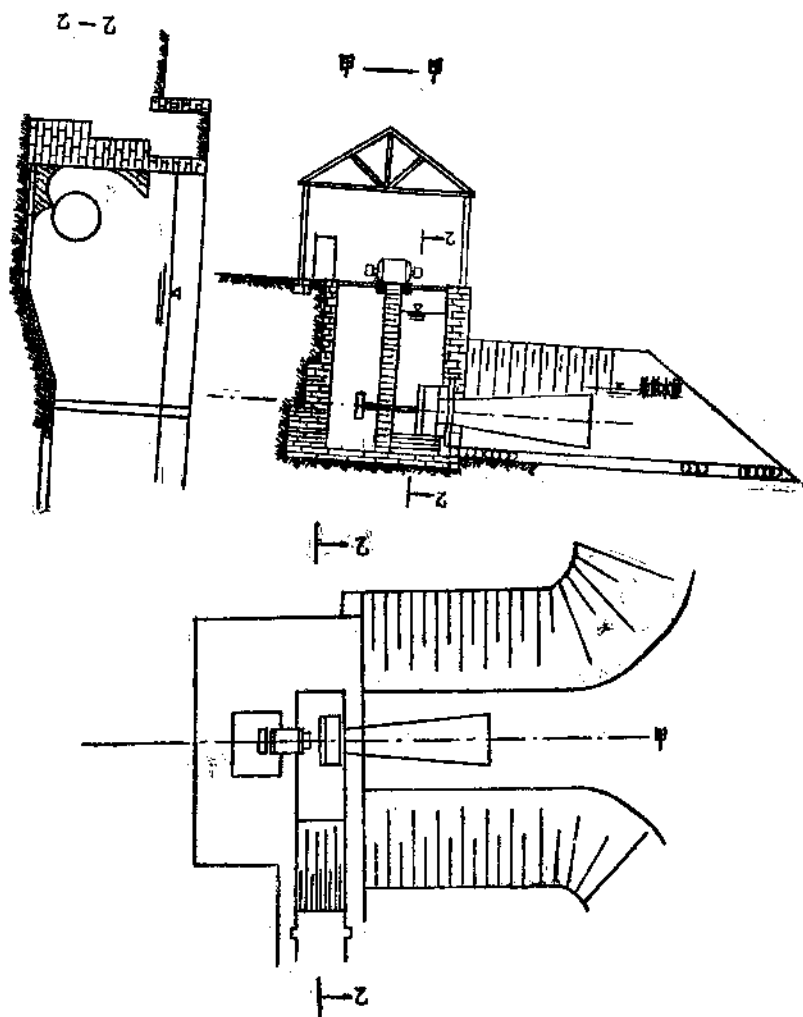


图 6