

农村电气化經驗小丛书(五)

浙、閩、川三省农村电站 調查工作技术报告

水利电力部农村电站工作组編

水利电力出版社

內 容 提 要

今年6、7月間，水利电力部农村电站工作組曾到浙、閩、川等三省調查了农村电站的情况，这份技术报告是实地調查的总结。在这份报告內，对当前农村水电站的水工建筑物和电气部分作了概括的介紹，报告中分析了已建电站的优缺点，并提出了改进的意见。

浙、閩、川三省农村电站調查工作技术报告

水利电力部农村电站工作組編

*

1547D441

水利电力出版社出版（北京西便門外大街）

北京市書刊出版登記證出字第005号

水利电力出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

787×1092毫米开本 * 16印张 * 30千字

1958年11月北京第1版

1958年11月北京第1次印刷(0001—5,100册)

統一書号：15143·1215 定价(第9类)0.16元

前 言

在工农业大跃进中，农村小型电站以惊人的速度大量地发展的形势下，为有重点的深入了解某些地区建站及运行方面的情况；总结多快好省建站及安全经济运行的经验，水利电力部组织下属技术改进局，基本建设总局研究所，水利科学研究所等单位九人，会同天津专区水利局二人共11人组成农村电站工作组。在本年六月到浙江、福建、四川三省作了为期近二月的调查工作。因农村电站这个新事物对我们来说是陌生的，所以我们我们是边学习边工作的。我们每到一省，除在水利厅或水利电力厅等有关部门先全面了解一下情况外，即选择一个专区或一个县作为我们现场了解与工作的对象。我们在浙江金华专区，福建永春县，四川南充、内江二专区，峨眉、崇庆两县及少数民族地区汶川羌族自治县，作了有重点的了解工作。我们在浙、闽、川三省共了解了水电站19处，共5316瓩。水力站2处，共73马力。水电站中20瓩以下的5处，其中最小的为4.8瓩；20至100瓩的7处，100至230瓩的4处，最大4320瓩的1处，即四川龙池水电站。我们每到一处，同时也了解了火电厂、沼气、潮汐、风力各种能源共15处的使用及地下资源情况。我们为了解各地的制造力量也参观了电机制造厂、水轮机制造厂及铁木业合作社等。由于各级领导对我们的支持与工作上妥善的安排，所以我们工作进行得很顺利。我们确是看到与学习到很多东西。同时由于我们携带了一些仪器，因此对某些电站水轮发电机组进行了试验，鉴定了它的效率及出力，并就我们工作组人员能力及携带仪器所及，给以技术援助，就手帮助解决一些问题。现将我们看到的一些情况综合整理如下，一些专门技术问题另有专题报告。〔（1）有关农村水电站建设的几个技术问题，（2）10至20瓩农村发电厂电气部分的问题，（3）木质水轮机的实际应用问题，（4）小型水电站土法自动化，（5）有关沼气发酵池防漏的措施等〕。

目 录

一、水工建筑及水能利用	2
(一)开发方式与水工建筑物	2
1.灌溉渠道上的水电站	2
2.引水道式水电站	3
3.坝后式水电站	5
(二)厂房结构及其布置	6
1.厂房结构	6
2.厂房内部布置	10
(三)水轮机及传动设备	14
1.水轮机	14
2.传动设备	16
(四)存在问题及可能的解决途径	16
1.水能水利资源系统综合利用规划问题	16
2.农村电站降低造价问题	18
二、电气设备及其运行情况	19
(一)发电机	20
(二)配电盘及控制系统	21
(三)输电线路	23
(四)防雷及保安	24
三、附录	26
(一)龟龙水电站机组效率试验报告	26
(二)苏孟水电站机组效率试验报告	31
(三)卿园水电站机组效率试验报告	35

一、水工建筑及水能利用

我們所調查的水电站容量自 5 瓩至 4320 瓩，水头自 1.2 公尺至 260 公尺，流量在 0.3 到 2.1 公方/秒之間。电站内部机組数一般都是 1 台，最多的 3 台。据我們所知，农村水电站利用水头最高已达 300 公尺，最低的也有 0.8 公尺的，流量最大至 6 公方/秒，最少只有 0.1 公方/秒。

(一)开发方式与水工建筑物

1. 灌溉渠道上的水电站

这些电站是建筑在灌溉渠道上的，有的是利用渠道上的跌水，有的則利用渠道与渠道間的落差，或者渠道与河流的落差。这些水电站(见图 1)大都有如下一些特点：

(1) 利用灌溉渠道及其上的各种建筑物，故造价便宜。

(2) 灌溉季节发电与灌溉在用水上有时有矛盾，这时有些电站得减少出力或停止工作达两三个月之久。

(3) 大部分是在統一规划之前建立起来的。有些极小型的电站利用旧灌溉渠，但没有將原有渠道作些改善，以降低沿途损失，使电站利用水头增加。流量也受到原渠道过水能

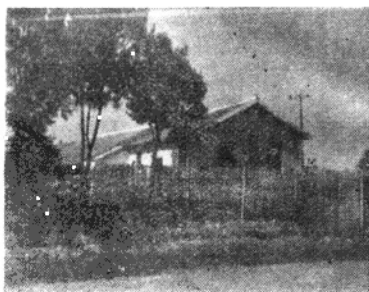


图 1 渠道式水电站

浙江省金华苏孟水电站
水头 3 公尺，流量 0.6 公方/秒，12 瓩。

力限制。

(4) 渠道上的电站落差一般仅几公尺，多采用明槽旋槳式水輪机；对于利用渠道与渠道或者与河流間落差的水电站，水头有从3公尺至20公尺的，一般水头超过8公尺，采用密閉輻流式水輪机(即法蘭西斯式水輪机)。

2. 引水道式水电站

这类电站多是以不長的渠道集中了山区河流某一溪段的落差，修建起来的。有些則是在旧水碓的基础上改建而成。

低水头极小型的水电站，其渠道長自200至2000公尺，从河中取水的进水建筑物，是很簡單的，有的在进水口前溪中堆一很低的拋石(或石籠)坎，以增加进水口前的水深；或者將进水口設置在河灘或桥壅水上游水較深的地方，实行无坝引水，进水口高程也选择得較低一些。进水口多数都設有控制流量的簡易木閘門。有些电站的进水口作成一喇叭形，此时，控制洪水流量进入渠道要靠建在渠道上的溢流堰。

中高水头的水电站当有坝时，有采用底孔式进水建筑物的，水經過底孔式进水建筑物后，有的进入渠道前池，然后入压力水管到水輪机，如大龙潭水电站；也有进入低压管道之后，經調压井进入压力水管，如邵武县漠口水电站(見图2)。

在农村小型中高水头水电站建

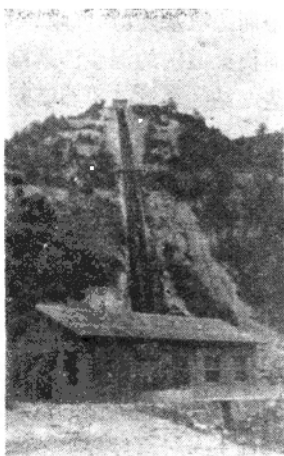


图2 引水道式水电站

福建省邵武漠口水电站水头9公尺，流量0.35公方/秒，25瓩。

設中当流量小于1公方/秒时，不宜采用較長的隧洞，因为隧洞最小尺寸是由施工条件决定的。在高山地区，山坡很陡修建渠道或敷設压力管道，要求很大的开挖量，同时很不容易选择一条比較直的引水綫路，因此当利用流量不大时，單位建造价可能很高。如福建省邵武县漠口水电站。因此在建設这些水电站时必须事前經過概算，在目前來說应当首先开发那些最便宜的电站或梯級。

在高水头电站上布置高压水管时，必須考虑水管破坏的可能性，因此水管綫路不宜正对厂房；在最近一个鎮墩处宜修建較坚固的导水沟，將万一水管破坏时的高速水流导向尾水渠。高压水管进口閘門要求能很快的关闭。在所看到的高水头水电站，这方面还不完全符合要求。

有些电站引水渠道通过已风化或易风化的岩石，或粘土地帶而边坡甚陡，加以兩岸开垦不当，水流順壩沟垂流向渠道，而使渠道內的泥沙沿途增加。如浙江省金华湖海塘水电站。有些电站的渠道，用卵石砌成垂直的边坡，容易坍塌，对于这些，应当适当改善。降低水量的漏失，亦很必要，如福建省永春卿园水电站，渠道首部引入的流量估計有4公方/秒，經過5公里長的渠道之后到达电站时流量仅剩下1公方/秒。

在1955年以后，部分地区开始有計劃地进行河流的梯級开发。在采取各种可能方案进行經濟比較时，应当同时考虑其他部門的用水給水問題，給水条件对于一些工业部門往往是选择厂址的重要因素之一。进行梯級开发的布置时，經上一級电站的溢水建筑物溢出的水，应当使其仍能为下一級电站使用。这样当上一級电站負荷不滿或完全停止工作时，下游各級电站才不致于跟着减少出力或停止工作。所參觀的电站梯級中發現有些溢水設備沒有作这种考虑。應該認為是設計上的缺点。

农村引水道式水电站利用水头已有高至260公尺的,这样的电站容量一般较大,进水枢纽由土坝或砌石坝、进水口组成,坝前水库常可作不同程度的径流调节,在农村电站建设中,群众破除了迷信,在



图3 福建省邵武溪口水电站90公尺水头压力木水管

克服目前钢材供应不足的困难时,发挥了勇敢的创造精神,在水头高至90公尺的情况下,成功地运用了木质的压力水管(如邵武溪口水电站,见图3);有的还打算用生铁铸造水头为200公尺的压力水管(如金华专区双龙洞)。

3. 坝后式水电站

这类水电站多建在山地与丘陵地区,利用水头在10公尺以上(见图4)。坝前水库可作日调节,甚至月调节之用。非溢流坝大部分用有心牆的土坝,过水坝大部分用堆石坝或砌石坝,以普通水泥,自制低标号水泥或三合土作为胶结材料。进水建筑物大部分是底孔式的。底孔式的进水建筑物,一般与

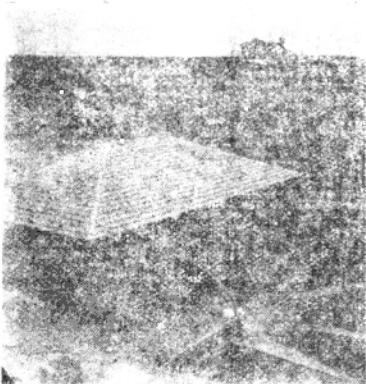


图4 坝后式水电站
浙江省缙云县水电站水头15公尺,
流量2.1公方/秒,160瓩

压力管道联接，它們大部分是钢筋混凝土管道，为防止由于温度降低时水管缩短，产生裂缝，此种管道宜在冬季施工。个别的是条石浆砌而成，采用矩形断面。这样水力因素较差，但可就地取材。在浙江省看到一部分电站控制流量的閘門，裝在坝軸偏上游圓筒豎井內（見圖5），这种布置，施工及运行方便，在經濟上比塔式进水建筑物也便宜，唯一宜注意的是，不要破坏坝的渗透条件。

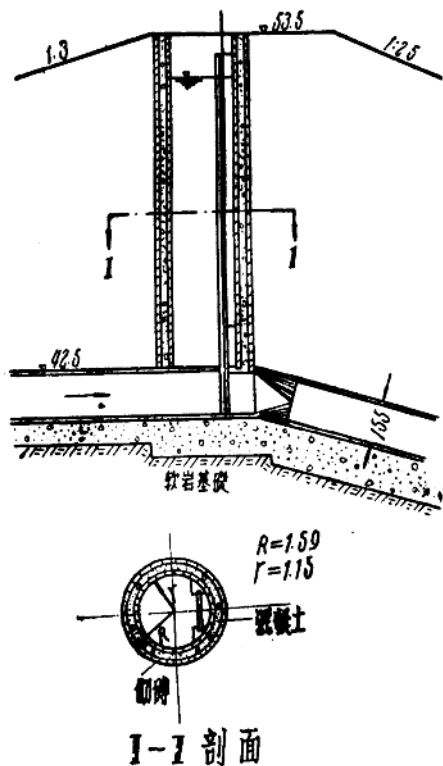


图5 裝在坝軸偏上游圓筒豎井內控制流量的閘門裝置

(二) 厂房結構及其布置

1. 厂房結構

有些建造較早，容量在50瓩以下的水电站，厂房建造得比較堅固，因而造价亦較高。如福建永春的东平及卿园水电站

(见图6、图7)，水下部分如导水槽之槽壁槽底，水轮机室壁，尾水室牆和尾水拱甚至尾水室底，采用了大量漿砌条石，漿砌块石。还采用了钢筋混凝土作水轮机室底板。为增加工作方便及运转安全，引水槽及渦室均很好地盖上了木板，有的地面是水泥地板。水上部分，有的采用了条石柱，甚至一部分条石砌牆。屋頂多是木結構，个别还特地做了天花板，这些电站厂房結構形式见图8。从图中尾水拱上可看到一道很長的作为上层結構基础的条石牆。由于用了回填土，使得一切漿砌牆都必须起着擋土牆的作用，从而增加了牆的厚度。

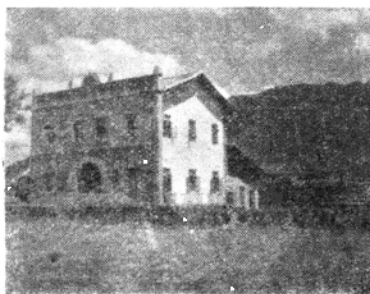


图6 福建省永春县东平水电站
水头3.5公尺，流量3公方/秒，40瓩。

根据就地取材和尽量节省投資的原则，以后繼續兴建的一部分电站就比较便宜些了，它們大都是农业社自办，依精打細算原则，钢筋混凝土，用量大为减少，甚至不用，成本很高的条石用量也减少了，见图9。图中可以看到厂房水上部分已經不用条石柱了，牆是按各地普通农村民房一样，用粘土磚砌或粘土筑造，加石牆脚厂



图7 福建省永春县卿园水电站
水头6公尺，流量1公方/秒，40瓩。

房内部有时进行粉刷。农村极小型电站，牆所承受的荷重，和普通农村民房相同，因此水上部分可以按普通民房建设，地板一般是石灰三合土的，有的就利用现成的房子，见图10。水下部分如引水槽，水轮机室和尾水室多用浆砌块石，尾水拱用砌

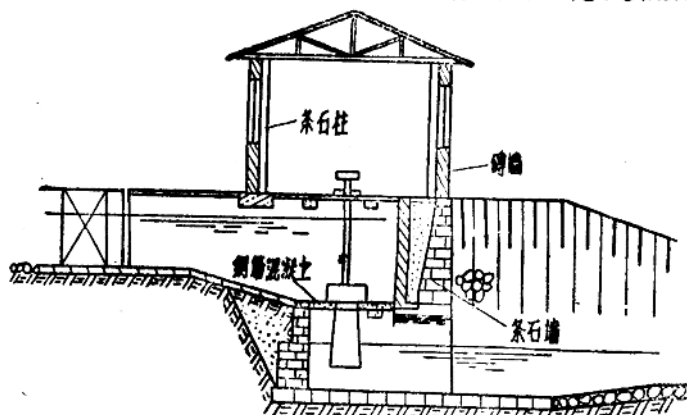


图8 用钢筋混凝土及条石柱、条石砌牆的厂房

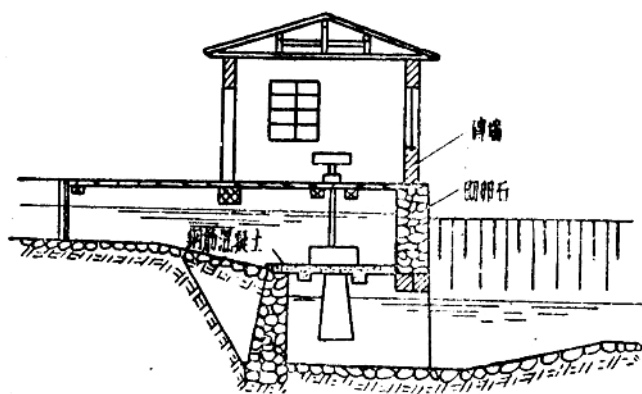


图9 少用钢筋混凝土及不用条石的厂房

条石，水轮机室地板采用了木梁结构或钢筋混凝土结构。

为了进一步减少开挖和砌石方，有些电站把砌石尾水拱也取消了，并且采用了很简单的厂房（见图11）。

个别很小的电站，水下部分已经采用梁柱结构（见图12），并排打入数根木桩，再以斜杆加以支撑，以木桩承受静荷载，斜杆承受动荷载。这种情况下，进行厂房内部布置时，有条件的話，宜直接将发电机及加工设备的机座放在坚实的地基上。水轮机的蜗室及蜗室地板均采用木结构。由于水下部分为非实体结构，应当尽量减轻水上部分牆的自重，此时



图10 重庆郊区金铜坡水电站
水头6公尺，流量0.3公方/秒，20瓩。

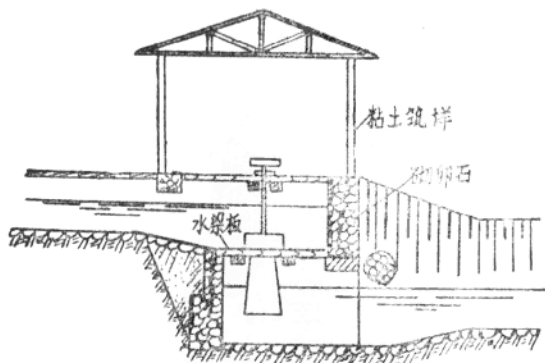


图11 取消砌石尾水拱的一种简单的厂房

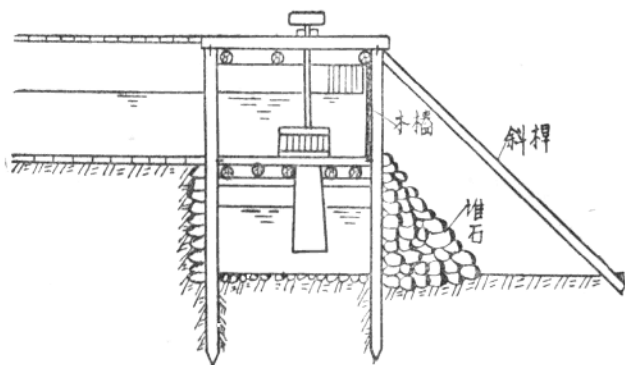


图12 水下部分采用樑柱結構的厂房

应采用木板或竹葦牆。

容量在 100 瓩以上的水电站的厂房，大都建筑得較坚固。根据永久性的要求，水上部分采用磚石結構(參見图 3 峙壠水电站)。容量在 1,000 瓩以上的，还采用了鋼筋混凝土的樑、柱及屋頂。水下部分則是砌石、条石或混凝土結構(見图13)。

2. 厂房内部布置

一般农业社所办的小型电站，往往同时又是加工站，故厂房面积較大(見图14、15)。加工間比发电机水輪机間大三倍左右。有些用牆

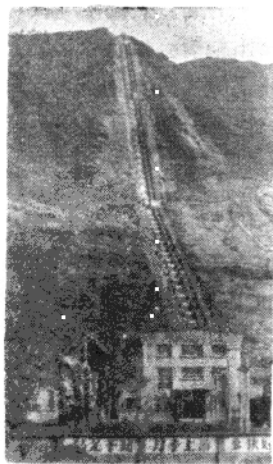


图13 四川省峨眉龙仙水电站
水头260公尺，流量2.1公方/秒，
4,320瓩。

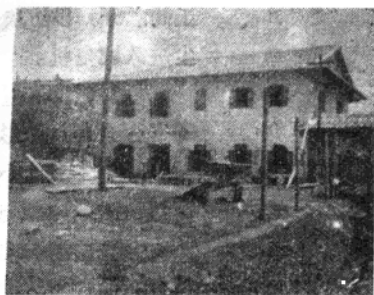


图14 福建省永春县曙光水电
联合加工厂

水头3公尺，流量1.5公方/秒，30瓩。

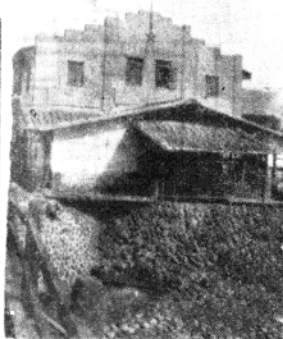
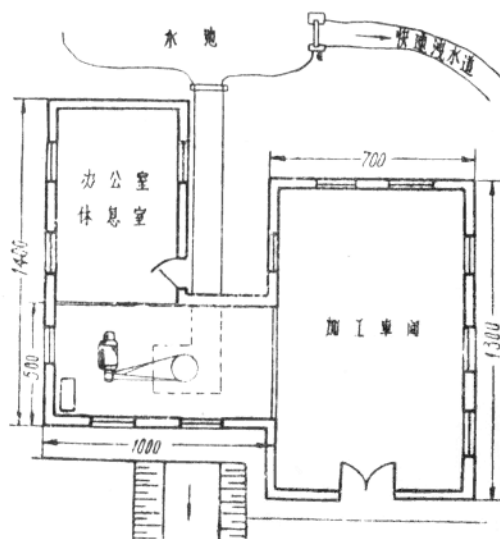
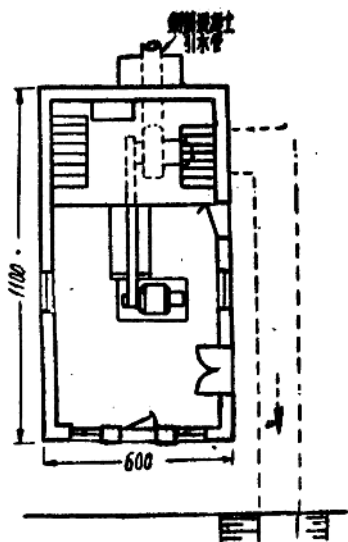


图15 福建省永春县蓬壶水电站

水头3公尺，流量0.8公方/秒，20瓩。



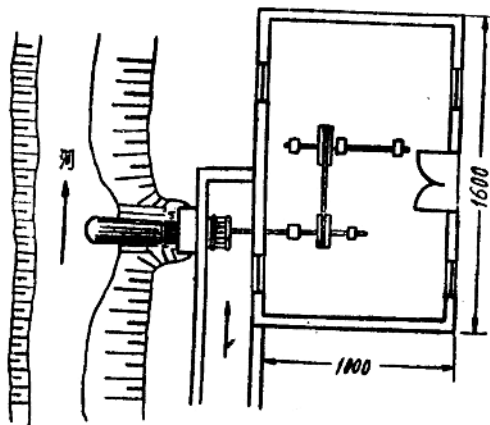
甲 庙下水电站厂房 渠道式，水头4公尺，流量1公方/秒，28瓩。



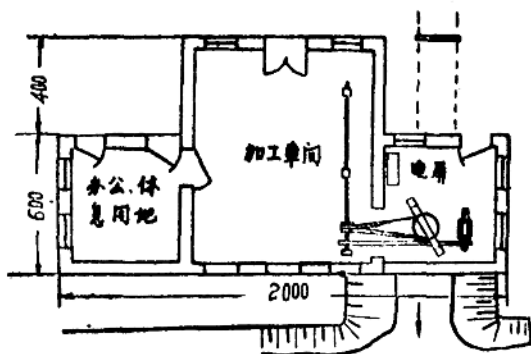
壁將发电機間与加工間隔开，以防灰尘进入发电机。

厂房内部布置的是否合理，是影响到厂房本身大小及运转时的方便与安全。在一部分电站中，水輪机发电机放在厂房正中央，因此当一边放着配电盤及調速器时，就显得很挤，而一边又显得过于

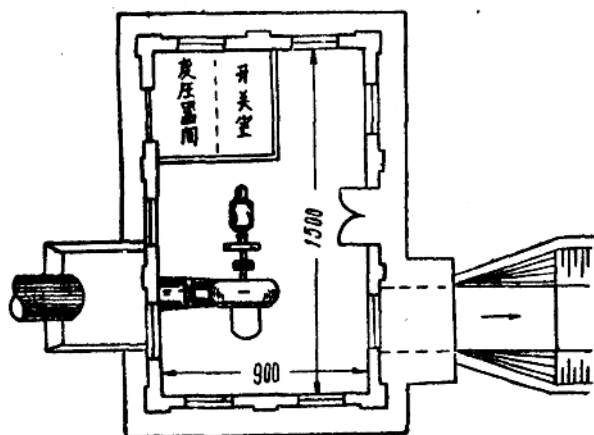
乙 龟龙水电站 引水式，水头22公尺，流量0.4公方/秒，65瓩。



丙 春光社水电站 引水式，水头5.5公尺，流量1公方/秒，40瓩。



丁 欄河水电站 渠道式；水头6公尺，流量1公方/秒，40瓩。



戊 特壩水电站 坝后式，水头15公尺，流量2.11公方/秒，160瓩

图16 各种不同的厂房内部布置

寬敞。有些电站，把加工机械放在水輪机的一边，而发电机則放在另一边，从而大大增加了厂房的長度。图16列举了几种不

同的厂房内部平面布置情况。

为减少开挖或填方量，当采用横轴水轮机与横轴发电机时，可以不必强求水轮机与发电机二者的传动轮装在一个水平面上，同样当水轮机中间联动轴与加工机械三者采用横轴时，也不必强求它们装在一个水平面上。

(三)水轮机及传动设备

1. 水 轮 机

我们了解的电站中，容量在 100 瓩以上的，都是采用横轴的鉄質法蘭西斯式或冲击式的水轮机，水轮机与发电机共轴，机组设计制造与安装都是根据一定的设计程序进行的。因这些机组正在运转中，所以没有可能进行详细检查，据运转人员说，一般运行情况尚良好（见图17）。

容量小于100瓩，属于中水头的电站，我们看到了福建省永春的龟龙水电站，用日本制造鉄質法蘭西斯水轮机。經測驗，

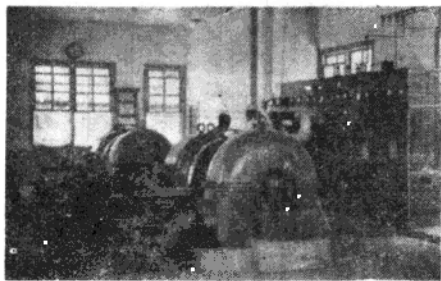


图17 福建省邵武溪口水电站鉄質法蘭西斯水輪机组，250瓩

机组效率仅58%，考虑到传动效率95%，

及电机效率85%，则水轮机效率约为72%左右（試驗报告見附录一）。水轮机效率低的原因，可能是由于尾水管出口条件不良及机器已运转多年，且經损坏修理，外部没有任何銘牌，很多参数都不易判定。

对于小容量，低水头的电站，大都是采用了木質旋槳水輪