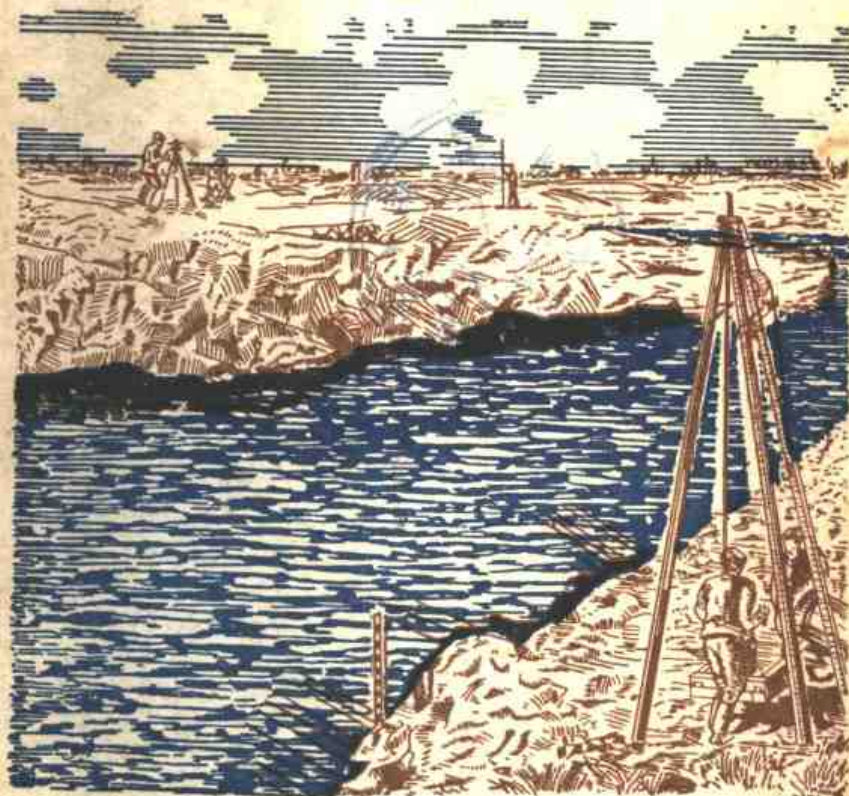


131085



農村水電站修建前的 調查與勘測工作

C. C. 吉恩科 著



水利出版社

62

農村水電站修建前的 調查與勘測工作

C. C. 吉恩科 著

李謀恆 丰濟康 合譯

錢瑞五 鄭乃柏

水利出版社

1957年10月

本書敘述了農村水電站修建前的勘测和調查工作中的一些基本問題，還介紹了應用得最為普遍的幾種小河水力開發方案。

本書可供在農村水電建設範圍內工作的中等技術人員閱讀，亦可供與水電有關的工作人員參考。

本書的目的在於使讀者知道在開發小河流的水利資源以前需要完成哪些主要的勘测和調查工作，並使讀者在閱讀本書後即可具備為進行此項工作所必需的最基本的技術知識。

本書導言、小河水力資源的開發及調查勘测的任務、工程地質及水文地質勘测工作等三部分由李謀恆同志翻譯；調查工作、地形測量工作兩部分由李濟康同志翻譯；水文測驗與水文工作這一部分由鄭乃柏、錢瑞五兩同志合譯。

農村水電站修建前的調查與勘测工作

原 書 名	ОБСЛЕДОВАНИЯ И ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СЕЛЬСКИХ ГЭС
原 著 者	С. С. ГИНКО
原 出 版 處	ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
原出版年份	1955 年
譯 者	李謀恆 李濟康 錢瑞五 鄭乃柏
校 者	李謀恆 李濟康
出 版 者	水利出版社（北京和平門內北新華街 35 號） 北京市書刊出版業營業許可証出字第 080 號
印 刷 者	水利出版社印刷廠（北京西城成方街 13 號）
發 行 者	新華書店

125 千字 787×1092 1/25 開 5 19/25 印張
1957 年 10 月第 1 版 北京第一次印刷 印數 1—3,000
統一書號：15047.85 定價：(10)0.85 元

目 錄

導 言

小河水力資源的開發及調查勘測的任務

在農村水電站中小河水能的開發方式	(4)
關於小河開發方式的基本知識	(19)
對農村水電站建築場地所提出的要求	(22)
為建築農村水電站而進行的勘測工作的任務和內容	(25)

調查工作

調查工作的內容	(28)
資料搜集工作	(29)
調查工作的外業	(38)
河道踏勘	(39)
地形工作	(41)
地質工作	(44)
水文調查	(45)
迴水地區內建築物的調查	(50)
動力經濟調查	(50)

地形測量工作

地形測量工作的目的及其內容	(54)
地形測繪的比例尺和方法	(54)
測繪界綫	(57)
地形測量工作的登記手續和取得批准的程序	(58)

水文測驗與水文工作

小河水文情況對農村水電站建設的影響及水文測驗與水文工作的任務	(59)
水位站的設置和水位觀測	(63)
流量測定	(66)
流量曲綫的繪制	(74)
河中泥沙的研究	(88)

河道冬季情况的研究	(92)
水化学情况的研究	(94)
工程地質及水文地質勘测工作	
地質条件对水工建筑物的影响及地質勘测的任务	(100)
土壤的性質	(103)
物理地質現象	(106)
地下水	(108)
在水电站建筑地点所应調查的土壤特性	(110)
天然建筑材料	(112)
工程地質勘测的内容	(116)
工程地質勘测的技術	(118)
鑽孔和試坑的布置	(122)
鑽探时的記錄和报告文件	(124)
若干土壤特性的初步決定	(126)
滲透系数的決定	(128)
地下水流量及壩底滲漏損失量的決定	(131)
工程地質勘测报告書	(136)
参考文献	(137)

導 言

苏联共产党中央委员会九月全会、二~三月全会、六月全会及一月全会在对農業所提出的任务中，要求在更加完善的技術基礎上進一步利用農村水电站來發展小河水力資源的開發事業；因为在使農業飛速高漲的事業中，电气化也是具有巨大的作用的。在苏联，農業的电气化是在利用当地动力資源，而首先是小河水力資源的基礎上廣泛地進行的。

关于苏联農業电气化的規模和速度，可以用这样一个事实來加以說明：和1940年相比，苏联農村發電設備的容量已增加了三倍。然而，在目前的情況下，就是這樣的農業电气化發展速度也已嫌不夠了；因而，党和政府決定在最近几年內大力加強農業电气化的工作。今后，國家興建的大型水电站和地方的小型發電設備（首先是農村水电站）都將是農業电气化的动力基地。

農村水电建設所面臨的新任務，要求首先把技術水平提高一步，而最迫切的是要把調查和勘测工作的質量提高，因為它們是为水电站的設計和施工收集資料以作为依据。

虽然調查勘测工作是水电站設計和施工的基礎，它們的質量優劣和完備与否在很大的程度上決定着設計的質量和水电站的动能經濟指标，但是，在实际工作中，对于这样一些屬於農村水电站建設过程的第一階段的工作还是估价不足的。

水电站在河流上的布置还是盲目的，沒有从最有效地開發河流的水力資源这一原則出發，只是滿足了此时此地某一電力用戶的需要，而沒有考慮電力要求的远景，也沒有尽可能地和水上運輸、流送木材、灌溉及排水等的利益取得協調。在建筑農村水电站之前編制小河

的綜合開發方案这样一种作法，既沒有獲得应有的推廣，也沒有成為一種常規。

對於小河水能開發方式的選擇，並沒有經常給以足夠的注意。對各種可能的方案從全面的技術經濟觀點和水利觀點進行比較，以作為選定水電站水能開發方式及其站址根據的这样一种作法，也還沒有成為一種常規。在農村水電站所在的地方或它的上游，很少建有能保證對所開發河流的徑流進行年調節的大水庫或水庫羣，因而降低了水電站的技術經濟指標和動力指標，使水電站的建造既複雜又昂貴，同時，也惡化了水電站的運轉條件。

在取得農村水電站設計的水文依據時，常常只是死板地搬用水文學上所推薦的公式和計算方法，而沒有進行實地的水文觀測和研究。要知道，為了取得設計依據而只拘泥於現有的這些水文分析方法是不足的；它會使得在決定農村水電站的裝機容量和動力指標時發生嚴重的錯誤。對於計算最大流量的決定也沒有加以應有的注意，而後者是決定溢洪孔口的尺寸、施工時期導流渠道的橫斷面以及圍堰高度的依據；要是把它的數值定得偏低的話，在運轉中就會發生困難，施工會變得複雜，而在許多的情況下甚至會引起嚴重的事故。

如果對繪制水電站所在斷面的水位流量關係曲線注意不夠，那末，在計算水量和發電量、進行溢流壩孔口的水力計算、決定施工期導流渠道的尺寸、選擇水輪機尾水管深入下游水面以下的深度等時都會發生錯誤。

如果水電站建築地點的工程地質情況研究得不够充分，特別是當地質情況比較複雜時，就會使施工遭遇困難、造價增加，而建築物的運轉則變得複雜，還可能引起事故。

如果河流及河谷的地形測量工作作得不够充分，那末，在選擇水能開發方式、正確地決定淹沒範圍及其價值（特別是當地勢比較平坦時）、進行建築物的布置、決定土方數量及選擇宣泄施工期流量的方法時都會遭遇到困難。

如果針對電氣化對象和水電站施工條件所進行的動力經濟調查質量很低，那末，裝機容量、機組數目及備用火電容量的選定就會發生

困难，同时，也不可能正确地拟制出区域电气化及河流水力资源综合利用的根本方案。

这本书是为农村水电建设中的中等技术人员写的；编写这本书的目的是为了使他们熟悉农村水电站的调查勘测工作的范围和內容，同时也使他们掌握一些为进行主要的调查勘测工作所必需的最低限度的基本知识。

书中所包括的全部专门材料都与苏联农业部系统现行的农村水电站勘测规程相符合。

小河水力資源的開發及調查勘測的任务

在農村水电站中小河水能的開發方式

農村水电站的容量可以按下式加以決定：

$$N = 6.9 \sim 7.1 QH \text{ (瓩)} \quad (1)$$

式中 Q ——水电站的計算流量，以秒公方計； H ——水电站的計算水頭，以公尺計。

根據造成水頭的方法，農村水电站分為河川式和引水式兩種。在河川式水电站中，水頭系由壩所造成；在引水式水电站中，水頭系由引水建築物或排水建築物造成；而在混合式的水电站中，水頭系由壩和引水道兩者造成。

究竟應該採用河川式還是引水式來開發水能，取決於河谷的地形條件及河流落差分布的性質（指河流的落差是比較集中的呢還是均勻分布的——譯注）。

河川式和引水式水电站，根據地形條件的不同，又具有以下幾種型式：

河床式水电站（圖1） 在這種水电站中，廠房和攔水壩位於同一斷面上，而且廠房還起着攔水建築物的作用。

這種型式的水电站通常採用於這樣的場合，即所選定的河流斷面具有足夠的寬度，因而兩岸毋須開挖很多就可將所有的建築物安插下來。

● 當水电站的容量在 200 瓩以下時，按公式 $N = 6.9 QH$ 計算；當容量在 200 瓩以上時，按公式 $N = 7.1 QH$ 計算。

根据水头和站址处地形条件的不同，在这种水电站的建筑物组合中，可能包括有厂房和溢洪道，或者，除厂房和溢洪道以外还有土坝。

在某些情况下，使水电站的厂房和坝之间构成某一角度的布置形式（图2）是合理的，因为这样可以减少一些土方。

从这种布置形式中演变出来的另一种形式，就是把水电站的厂房和坝分别布置在河流的不同岔道上（图3）。这主要是在河床游移不定、具有两个或三个岔道的河流上才碰得到。从

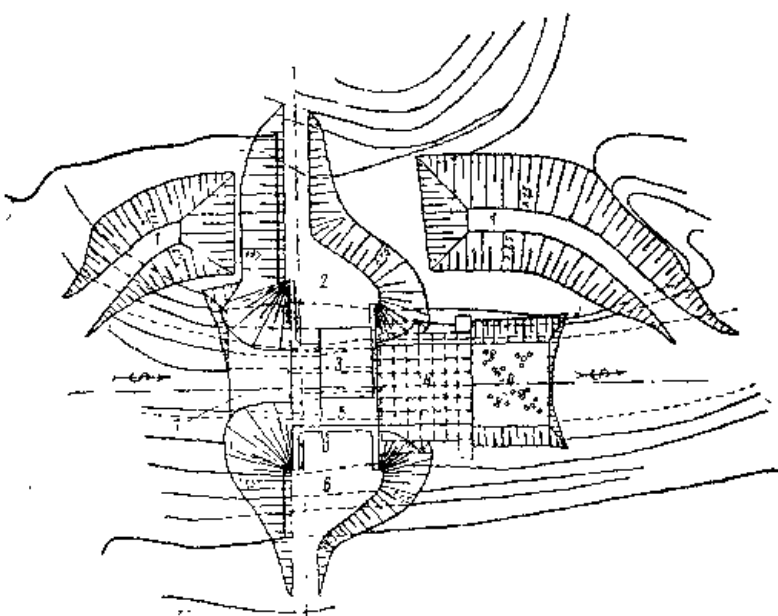


图1 河床式水电站建筑物枢纽平面圖

- 1—施工期間的導流渠道；2—左岸上壩；3—水电站厂房；4—壩前护坡及海漫；5—溢洪道；6—右岸土壩；7—壩及水电站厂房的鋪蓋。

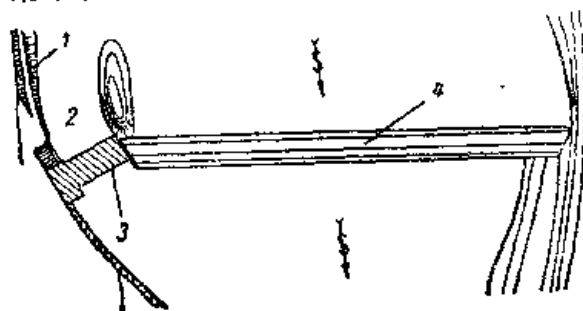


图2 河床式水电站建筑物枢纽平面圖（壩与厂房构成某一角度）

- 1—導流壩；2—引水渠；3—水电站厂房；4—滾水壩。

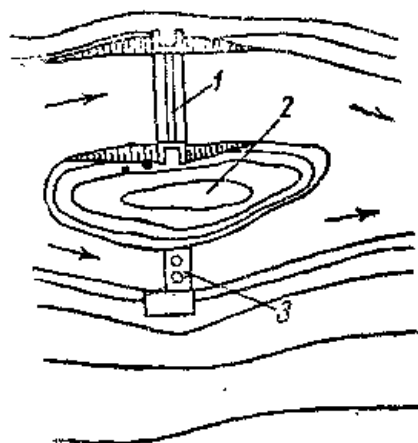


图3 河床式水电站建筑物枢纽平面示意图（壩和厂房位于不同岔道上）

- 1—壩；2—島；3—水电站厂房。

施工方便和宣泄施工期間流量的观点來看，这种布置形式是非常有利的。

在平原河流上，要是它具有两个以上的岔道而且这些岔道又不需要利用的話，最好把多余的岔道都用非溢流壩堵截起來，壩頂不允許溢流。

主要建筑物——厂房和溢洪道——應該布置在河床最穩定而遭受冰、泥沙、植物等的危害作用又最小的岔道上。

壩后式水电站 如果河床的宽度不够大，以致要把所有的建筑物安置在一条綫上就需要开挖大量土方时，最好是把水电站的厂房布置在壩的下游（圖4）。在这种情况下，水是經由一段短的引水道（木槽、鋼筋混凝土槽或水管）引至厂房的，所以后者便不成为擋水建筑物了（不起造成水头的作用）。

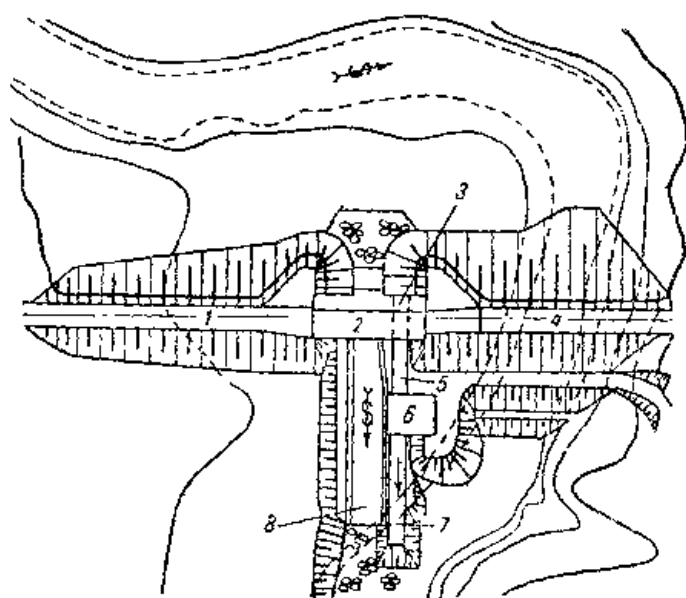


圖4 壩后式水电站建築物樞紐平面圖

- 1—右岸土壩；2—溢洪道；3—進水口；4—左岸土壩；
5—引水槽；6—水电站廠房；7—尾水槽；8—壩的溢流部分。

壩后式水电站 也有一种变相的形式，这种形式在平

原河流上应用頗廣。那就是如果河流具有河弯，而且根据地形条件要是把水电站的全部建筑物布置在同一个断面上又会使工程复雜并招致巨大的工程量，那末这时最好开挖一条渠道來把河弯取直，并把水电站的厂房布置在渠道的末端（圖5）。在这种情况下，溢洪道和壩仍布置在原来的河床中；同时，水电站的厂房也起着擋水建筑物的作用。裁弯取直的渠道应能通过水电站水輪机的設計流量。

如果在河弯
段有急流石灘，
則裁弯取直的渠
道还能使水电站
的水头增加一
些。

如果由土壩
所造成水头超
过了6~7公尺，
那么，利用水电
站的厂房來作为
溢洪道（夾在土
壩之間）与上壩
相連的边墩在技
術上就会有很多
不方便的地方，
同时也不經濟。

在这种情况
下，最好是把水
电站的厂房移到
壩的下游，并用
水管把水引至厂
房。取水口可設
在溢洪道的一个
边墩內，或者在
壩內建造專門的
取水建筑物（圖6）。

在这样的布置方式下，由于把水电站的厂房移到了壩的下游，所以就消除了上面所講的不方便的地方，同时也减少了厂房水下部分的体積，因为它此时已不起造成水头的作用了。

当農村水电站建筑在河流从湖泊流出的發源地时，若河流在湖泊

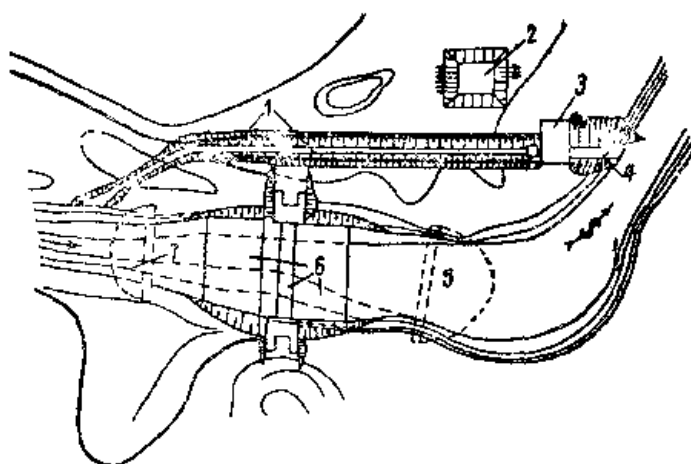


圖5 壩后式水电站建筑物樞紐平面圖
（建造有短引水土渠的情况）

1—引水渠；2—露天升压变电站；3—水电站的厂房；
4—尾水渠；5—下游閘壩；6—壩；7—上游閘壩。

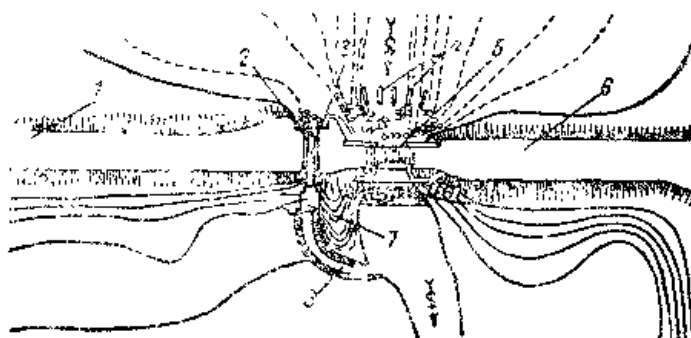


圖6 壩后式水电站建筑物樞紐平面圖
（進水閘与溢洪道分开的情况）

1—右岸土壩；2—进水閘；3—水管；4—溢洪道前的
破流设施；5—溢洪道；6—左岸土壩；7—水电站厂房；
8—尾水渠。

出口处有一段河弯，則不把水电站的厂房布置在河床中壩所在的断面上，而把它布置在將河弯取直并能利用來作为引水渠或尾水渠的山谷里可能是合適的（圖7）。要是地形条件及河流的落差適當的話，由于裁弯取直的結果还可能額外得到一些水头。

上面所举的这些例子，远沒有包括在河川式農村水电站中利用小河水力资源的所有可能方式。在实际工程中还可能碰到与上面所講的完全不同的其它方式，这主要是决定于自然条件及一些經濟上的考慮。

通常在選擇小河流任何一段的水能開發方式时，首先應該進行各种可能方案的技術經濟比較，同时，还应该考慮到建筑物的工程

量、施工的方便及运轉的条件，并应使所采用的水能開發方式能够更全面地適應于河流的天然条件（水位、泥沙、冰凌等的情况）。

引水式水电站 在引水式水电站中，水头是由引水設備所造成的；这些引水設備系順着河流的方向而建筑在河流的一岸，其坡降則比河流的坡降为小。这样，在引水道的末端就造成了水头，它的大小等于所利用河段的天然落差与引水道落差（水头損失）的差数。

根据建筑物在平面上布置的特点以及所開發河流的天然条件，引水式水电站也有几种不同的型式。现在就讓我們來对其中的几个主要型式加以討論。

河流具有河弯，而且在河弯段上灘多流急，坡降較陡；在这种情况下，利用引水道將河弯取直就可將其落差集中在一个地方來加以利用（圖8）。根据地形和地質条件的不同，引水道可以是明渠、管路或隧洞。

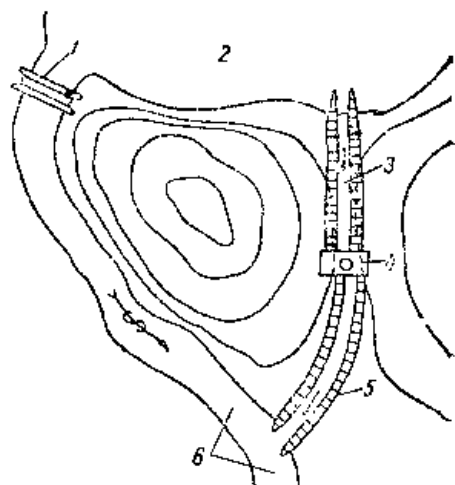


圖7 壩后式水电站建筑物樞紐平面示意圖（利用渠道从湖泊引水的情况）

1—壩；2—湖泊；3—引水渠；4—水电站厂房；5—尾水渠；6—河床。

落差較大的河段，在平面上也可能是相當直的。在這種情況下，可以用如下的引水方式來利用水能：在石灘段的緊前方建造一壩並利用它作為引水道的取水建築物。當地勢起伏不平時可用木管作為引水道；而當地勢比較平坦時則用木槽作為引水道；此二者均敷設在緊靠河岸的地方。

在引水管的末端，若其長度很大，應建造調壓塔。而在水槽或渠道的末端則應建造壓力池，水流即借壓力水管自調壓塔或壓力池引至厂房。

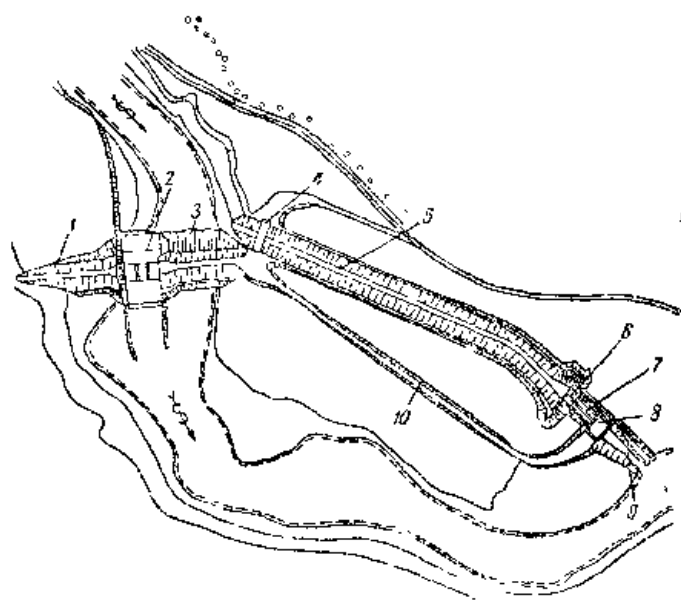


圖8 引水式水電站建築物樞紐平面圖

1—右岸土壩；2—溢洪道；3—左岸土壩；4—跨過引水渠的橋梁；5—引水渠；6—壓力池；7—鋼筋混凝土壓力水管；8—水電站厂房；9—尾水渠；10—道路。

在利用渠道或引槽引水的水電站中，若其所利用的水頭小於5~7公尺，則亦可不設壓力池。在這種情況下，可直接利用渠道或明槽引水至水電站的厂房。

引水道的取水口也可不設在壩所在的地方，而設在壩的上游。

在落差很大的河流上，對於引水式水電站來講，並不一定要筑攔河壩，因為可以利用由石頭堆成的導水丁壩將水流導入引水道。

有時候可能碰到兩條平行而又彼此靠近的河流位置在不同的高程上。在這樣的情況下，把一條河流的水引至另一河道，並在聯絡兩條河流的渠道、水管或隧洞上建築水電站是很合適的。

在實際工程中還常常碰到這樣的情形，就是兩個湖泊（活水湖）位於不同的高程上，它們之間或者借水路連系在一起，或者是彼此分

开的。这种情况下的水能利用方式和上面的一种相似，可以說是它的一种变相形式(圖9)。

上面所討論的几个引水式水电站的例子，並沒有包括在建筑農村水电站的实际工程中可能碰到的所有情形。

引水式水电站的形式也应该根据各种可能方案的技術經濟比較來選擇，同時在選擇時還應該考慮水电站在施工和運轉過程中的所有條件。

在決定水能利用工程的引水方式時應該記住，對於農村水电站來講，每單位長度的渠道、水槽、木管和隧洞的單價約成 0.35:0.50:0.60:1.50 的比例。因此，只有在“穿山而行”這樣的特殊情況下才採用隧洞。

实际工程的例子 上面所列举的只不过是在河川式水电站和引水式水电站中利用小河水能的一些最簡單的形式罢了，在实际工程中所碰到的要比这些复雜得多。現在我們就來举几个这样的例子。

卑斯特罗夫水电站(圖10) 这是一个利用湖泊之間的高程差的例子。卑斯特拉亞河系通过萊沃湖(这个湖由兩部分所組成，即上萊沃湖和下萊沃湖)流出，然后注入切列姆諾耶湖，当它流出萊沃湖不远即与一从拉科沃耶湖流出的支流塔拉河匯合。从切列姆諾耶湖流出后，卑斯特拉亞河改名叫勒日阿夫卡河，并流經塔洛耶湖而注入列特尼亞河。

卑斯特拉亞河的集水面積在湖的出口以上有 370 平方公里；多年平均流量为 3.4 秒公方；年平均水量为 $3.4 \times 31 \times 10^6 = 105.4 \times 10^6$ 立方公尺；河長 6 公里。

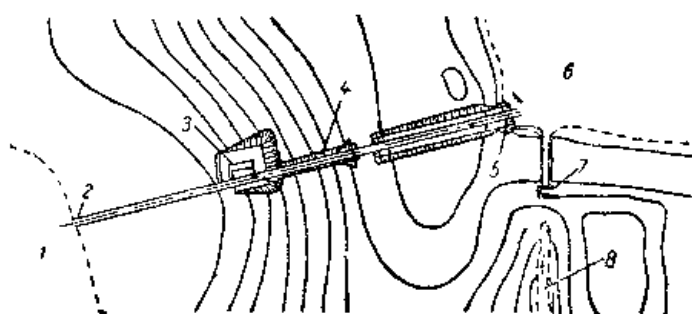


圖9 利用兩個湖泊之間的落差的引水式水电站的建築物概略平面示意圖

1—低处的湖；2—尾水渠；3—水电站厂房；4—压力水管；5—進水閘；6—高处的湖；7—溢洪道；8—从上面那个湖流出的河流。

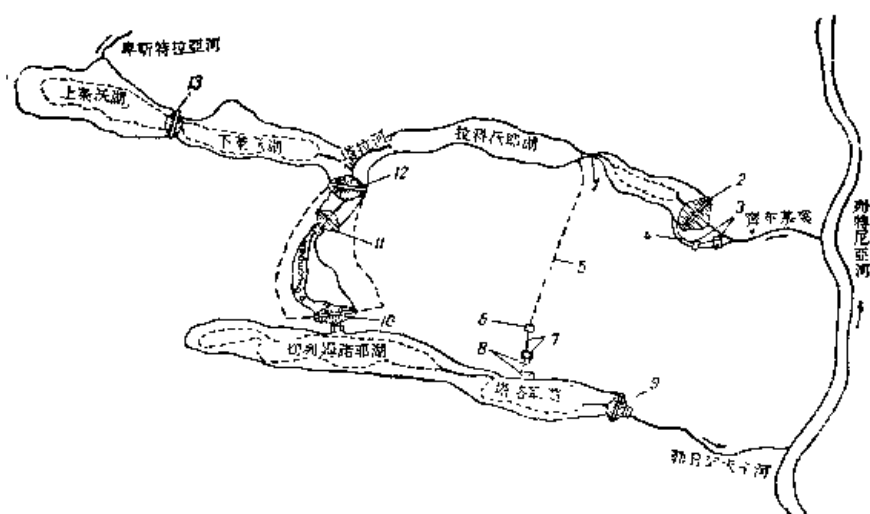


圖 10 卑斯特羅大水电站的各种不同布置方案

1—導水渠；2—帶有放水孔的壩；3—电站群組中的建築物(壓力池，壓力水管，水电站厂房)；4—將卑斯特羅河的水引入齋布基溪河口建造水电站这一方案中的引水渠；5—引水渠；6—壓力池；7—引水渠及調壓塔；8—引水式方案中的壓力水管及水电站厂房；9—勒日阿夫卡河上的水电站；10—一級開發方案中混合式水电站的厂房及壩或兩級開發方案中下游級水电站的建築物；11—兩級開發方案中上游級水电站的水工建築物；12—引水式方案中擬設將卑斯特羅河的水導入拉科沃耶湖的擋水壩；13—將水量在上萊沃湖內進行進一步調節的壩及水电站。

萊沃湖、切列姆諾耶湖及塔洛耶湖的水位分別比拉科沃耶湖的水位低 2 公尺、16 公尺及 17.5 公尺。拉科沃耶湖與塔洛耶湖間的直線距離將近 4.0 公里；切列姆諾耶湖和塔洛耶湖間的距離約 2.0 公里；齋布基溪(自源頭開始的三公里內有 15 公尺落差)的上游與拉科沃耶湖間的距離為 1.5 公里。拉科沃耶湖與塔洛耶湖的分水嶺不太明顯，它是一塊稍微有點丘陵起伏的高地，高出拉科沃耶湖 3 ~ 4 公尺，並幾乎與塔洛耶湖緊靠在一起。

齋布基溪流經一個深而狹的鞍形山谷，它與拉科沃耶湖間的分水嶺也不明顯。

卑斯特羅河的水力資源可以用幾個不同的方案來開發：第一個方案是建造引水式水电站，把卑斯特羅河的水引經塔拉河(使它向後轉而向上游流動)及拉科沃耶湖而流入塔洛耶湖，這樣可以利用水

头16公尺；第二个方案是建造兩級河川式水电站，每一个水电站利用水头8.0公尺，这样，河流的全部落差都得到了利用，同时，上面那一級电站能使下萊沃湖的水面与拉科沃耶湖的水面取平而形成一個能進行年調節的具有有效容積約 31.5×10^6 立方公尺的水庫；第三个方案是在河口建造一个河川式水电站，利用16公尺水头。在第二方案中，切列姆諾耶湖与塔洛耶湖間的1.5公尺落差沒有得到利用。在第一方案中，在卑斯特拉亞河的河源处必須建造一个壩以形成年調節水庫和使卑斯特拉亞河的水經塔拉河而流入拉科沃耶湖，同时还必須在塔拉河的河源处進行清理和疏浚工作。

卑斯特拉亞河的水力資源还可以这样來開發，就是把它的水引經塔拉河、拉科沃耶湖以及一通过分水嶺的渠道而入齋布基溪，并在齋布基溪上修建一座水头达15公尺的河川式水电站。

就經濟指标而言，以引水式方案最有利，其次是建造兩級河川式水电站的方案，但根据地質条件來看，寧願采用第二个方案；事实上，該水电站也的确是按这个方案建造的，因为在第一方案的情况下，找不到一塊地質方面可靠的場地來建筑电站樞紐中的各个建筑物。

因为淹沒損失不大，上萊沃湖的水位可以抬高到比下萊沃湖的水面高出2.0~2.5公尺，这样就有可能得到額外的 4×10^6 立方公尺的有效容積來進行水量調節。因此，在連絡上、下兩湖的河道上建造一座設計水头等于2.5公尺的壩是合理的。这个壩和設于其后的水电站修建好以后，卑斯特罗夫水电站的水庫的有效容積就增加到了 35×10^6 立方公尺，这个数字等于年水量的33%，而年水量的利用系数則达到0.95（95%）。

進一步開發卑斯特拉亞河的水力資源时，可以在勒日阿夫卡河上的塔洛耶湖下游建造一个水头为3.5公尺的水电站；这个水电站能把塔洛耶湖及切列姆諾耶湖的水位分別抬高2.0及0.5公尺而形成一個有效容積等于 17×10^6 立方公尺的水庫（相应的工作水深为0.5公尺）。

特米亞契卡河上的水电站（圖11）这个水电站成功地利用了引水渠沿綫的有利地形条件，所以是比較有意思的。水电站利用了特