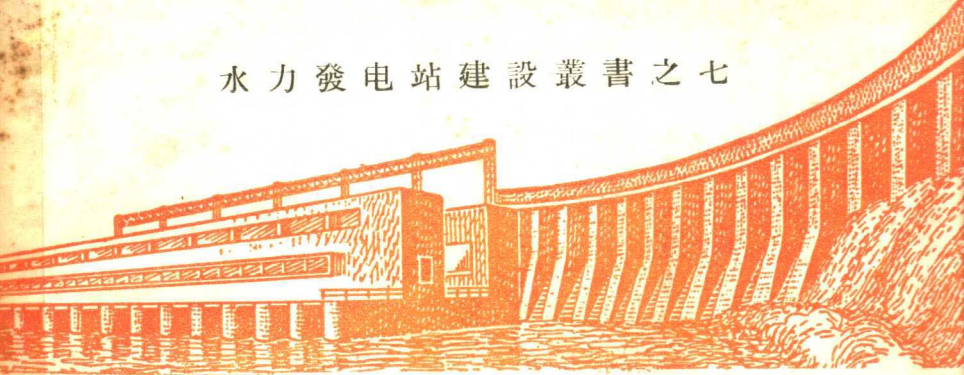


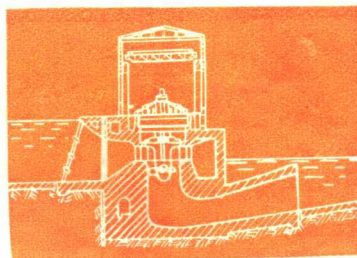
水力發電站建設叢書之七



水力發電站的廠房

苏联 A. A. 別列日諾依著

孫羚生 王維勇譯 刘振声校訂



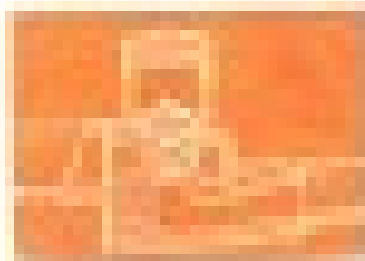
電力工業出版社

電力部電力出版社重慶分社

水力發電站的廠房

蘇聯 L. L. 謝爾加柯夫著

張仲良 王德成譯 沈國華校對



電力工業出版社

內 容 提 要

这本小册子叙述水力发电站厂房的各种型式、厂房各构成部分及其主要和附属设备的一般概念。在叙述动力厂房各构成部分的同时，还指出其作用及特点，这对水力发电站建筑工作者来说都是必要了解的。此外，还指出了水力发电站在运行时应注意的各主要事项。

本书供从事建筑水力发电站的工长和工人参考。

А. А. БЕРЕЖНОЙ

ЗДАНИЯ ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

根据苏联国立动力出版社1953年莫斯科版译

書号311

水力发电站的厂房

孫玲生 王維勇譯 刘振声校訂

*

電力工業出版社出版（北京府右街26号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

編輯：司志民 校對：董文勤

787 × 1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 2 $\frac{3}{16}$ 印張 * 33千字 * 印1—3,100册

1956年3月北京第1版第1次印刷

定價（第8類）0.35元

原出版者的話

早在二十五年前，苏联就已經開始修建电气化的第一个建築物——伏尔霍夫水力發電站。从那時起在我國的电气化方面就獲得了卓越的成就。在完成具有歷史意义的苏联全國电气化委員會的計劃和战前五年計劃的过程中，在共產党的領導和鼓舞下的苏联人民引以自豪的是在動能方面建築了以B.И. 列寧命名的第聶伯水力發電站，在偉大的俄罗斯河流——伏尔加河上游及其他河流上建築了許多大型水力發電站。

勝利地完成了恢復与發展國民經濟的第四个五年計劃（战後第一个五年計劃）以後，苏联人民開始解决下一步的任务：創造共產主义的物質技術基礎。这个任务主要是國家电气化。

1952年完成了B. И. 列寧伏尔加——頓河运河及齐姆良水力發電站的工程，並開始通航和發電。

在苏联共產党第十九次代表大会關於發展苏維埃社会主义联盟共和國的第五个五年計劃的決議中曾指出水力發電站的容量在五年之內將提高到三倍。將有一系列的大型水力發電站開始运行，其中有容量为210万瓩的古比雪夫水力發電站及其他總容量为1916千瓩的康木斯、高尔基、明格查烏尔、石山口及其他水力發電站等；还有正在建築中的斯大林格勒水力發電站、卡霍夫水力發電站和新西伯利亞水力發電

站，以及正在建築的切包克薩、沃特金、布赫塔爾、J等新的大型的水力發電站。

勝利地修建這一切建築物，主要決定於大量培養水力發電站的建築工人和幹部的程度，決定於他們對黨和政府所交給自己的重大責任的正確理解。

本出版社為幫助建築者完成擺在他們面前的任務，已開始出版許多小冊子〔水力發電站建設叢書〕。從書的內容介紹了建築水力發電站各項工程施工所必需了解的知識，並敘述了有關水能，水力發電站及其他各種建築物的基本知識。

本冊叢書內容介紹水力發電站廠房及其設備的基本知識。

國立動力出版社希望本書讀者，特別是從事水力發電站的建設者，將在本書中所發現的一切缺點以及對本書的願望函寄本社。地址：列寧格勒，涅輔斯基大街門牌28號，國立動力出版社列寧格勒分社。

目 錄

原出版者的話

第一章 動能的基本概念	4
§ 1. 功、流量、水頭	4
§ 2. 容量、效率、發電量	7
第二章 水力發電站廠房的型式及各結構部分	12
§ 3. 水力發電站廠房的型式	12
§ 4. 水力發電站廠房的水下部分	21
§ 5. 上部結構	24
§ 6. 對水下部分混凝土的要求	28
§ 7. 水頭損失的減少	33
§ 8. 屋頂的構造	36
§ 9. 地基的準備工作	39
§ 10. 用建築縫劃分水下混凝土塊體	41
§ 11. 溫度伸縮縫及止水裝置	45
§ 12. 新混凝土的養護	49
第三章 水力發電站廠房的設備	51
§ 13. 主要設備	51
§ 14. 閘門、攔污柵和升降機械	66

第一章 動能的基本概念

§ 1. 功、流量、水头

功 电能是由机器做功而得。这些机器的動力可能不同，对火力發電廠來說蒸汽压力即为動力，这种蒸汽压力是用燃料將水燒沸而得。水力發電站的動力是通过並轉動水輪机的水量。

在这兩種情况中，我們可以看出如何用机器把一种能量的形式变成另一种形式。这种变化是由於做功的結果。落石或跌水即是作功最簡單的实例。

物体墜落所作的功，一般來說可用下式表示（設功为 R ）：

$$R = P \cdot H, \quad (1)$$

式中 字母 P 代表力，在上面的例子中就是跌水的重量。字母 H 是跌水的高度。

假設水重用公斤來表示，而跌水高度用公尺來表示，其功的單位則將是公斤公尺。例如：水重 20 公斤，由高 10 公尺处落下，其所作的功則为 $20 \times 10 = 200$ 公斤公尺。

流量 為確定經過水輪机的水所做的功，必須知道水的數量。一秒鐘內經過水輪机的水量称为流量，其單位为秒公方。

众所周知，一公升水重为一公斤，而一公方的水等於 1000 公升，重为一噸，即为 1000 公斤。这个數字我們在以

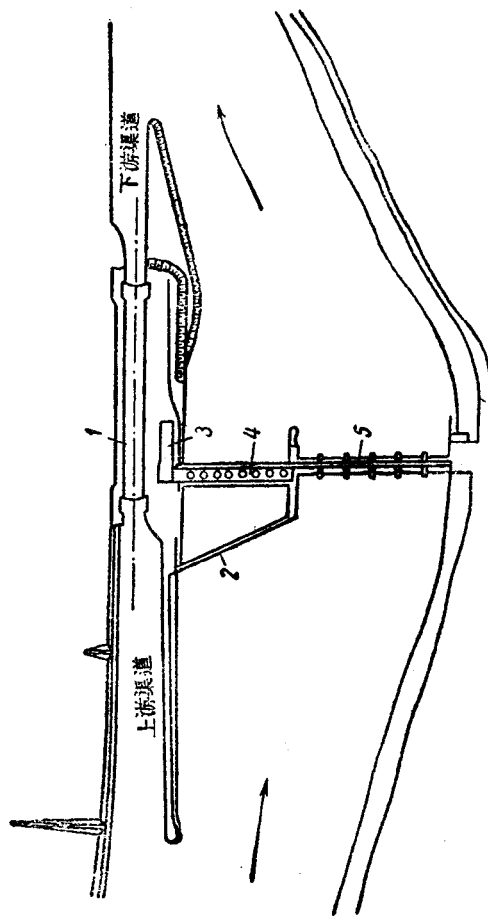


圖1 河床式水力发电站平面圖
1—船閘；2—操作閘；3—防冰牆；4—水力发电站廠房；5—溢流閘；

後將用以計算水力發電站的容量。

水力發電站的水頭 修建水力發電站經常和河上造成壅水有關。這種壅水是在水力發電站樞紐中築壩來實現的。由於壅水可在河中得出水位差，壩前的水位高一些，此段河叫

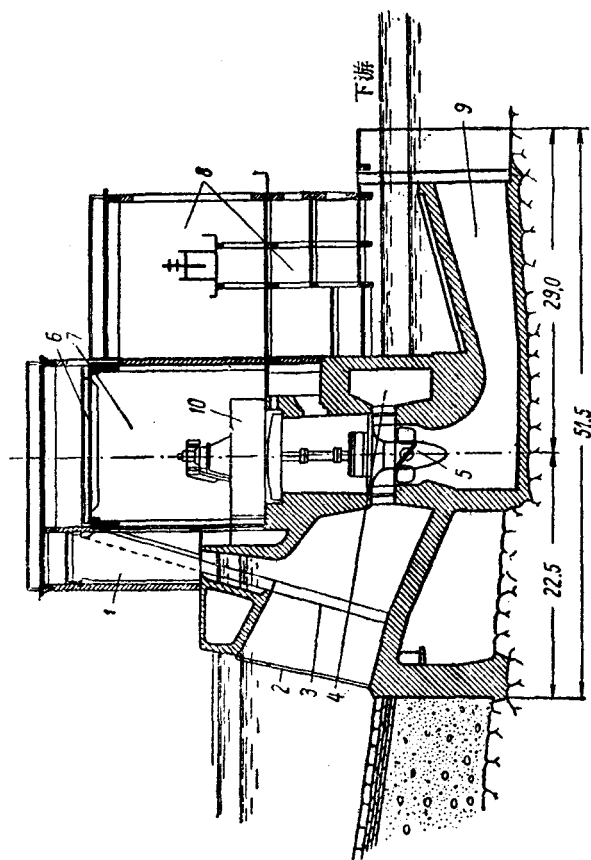


圖 2 河床式水力發電站廠房橫斷面圖
1—閘門室；2—攔污柵；3—閘門；4—蝸牛殼；5—水輪機；6—橋式起重機；7—主機
室；8—配電設備；9—尾水管；10—發電機。

做上游，壩後水位較低，此段河叫做下游。上下游水位差叫做水頭。

按照河流的性質可有各種不同類型的水力發電站。在沒有灘坎和水面平穩的平原河流上，最簡單的方法是築壩抬高水位以得出水力發電站的水頭。在這種河流上的水力發電站取名為河床式或壩後式。河床式水力發電站是由以下幾個建築物構成：壩和與壩佈置在同一條綫上的水力發電站廠房。如果是通航河流，還設有船閘。圖 1 所示為河床式水力發電站的平面圖，圖 2 為此電站廠房的斷面圖。

山地河流比平原河流的水流速度及水面坡降皆大，因此，水力發電站用的水頭就不只單單依靠築壩而獲得。為增高水頭可把河中的水引入專門挖成的新河道中，如渠道或隧洞。沿渠道或隧洞引向廠房的水流速度較小，所以廠房又可設在壩下游沿河很遠的地方。這種類型的水力發電站叫做引水道式水力發電站。在這種情況下，渠道或隧洞終點的水位與靠近水力發電站河中水位之差為該電站的水頭。這個水頭比築壩壅起的水頭為大，因為河中水面坡降永久大於渠道或隧洞內的水面坡降。圖 3 表示引水道式水力發電站建築物的平面圖，圖 4 為斷面圖。

§ 2. 容量、效率、發電量

水力發電站容量 求所作的功時，我們必須具備兩個數值：水的重量及其跌落的高度。若求容量還必須知道作功的時間，在一秒鐘內所作之功數謂之容量。知道經過水輪機的流量（秒公方）和水力發電站的水頭（公尺），即可求出該水力

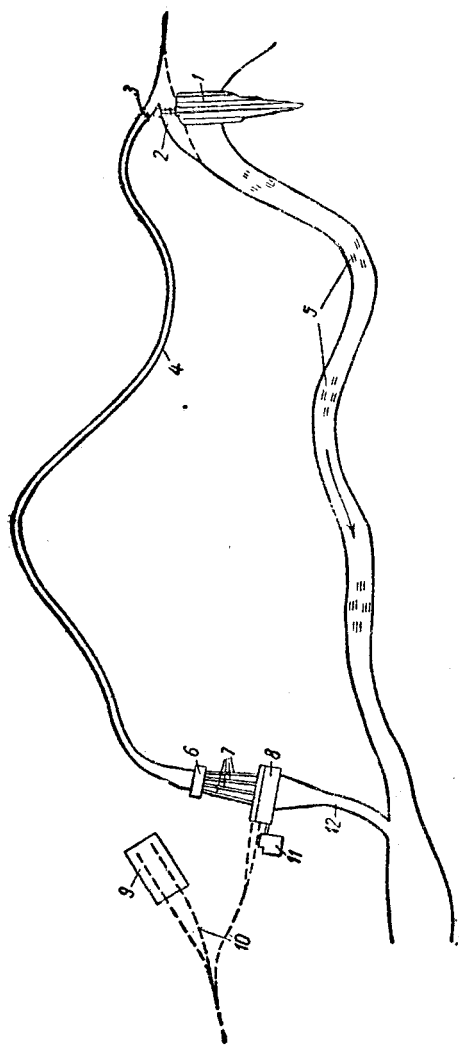


圖 3 引水道式水力發電站平面示意圖

1—壩；2—閘；3—進水口；4—引水道；5—河中壅坎；6—壓力前池的閘門室；7—輸水管；8—水力發電站的廠房；9—昇壓變電所；10—鐵路支綫；11—操作間；12—排水渠道。

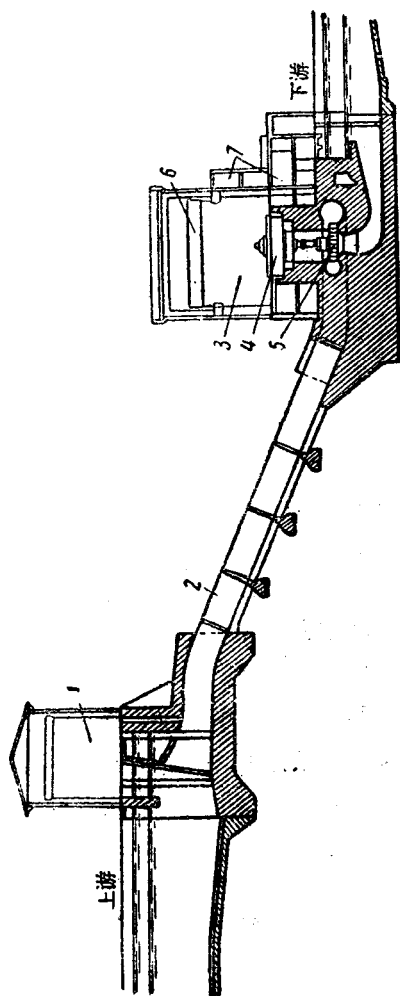


圖 4 引水道式水力發電站廠房的橫斷面圖

1—開門室；2—水輪機輸水管；3—主機室；4—發電機；5—水輪機；6—橋式起重機；7—配電設備。

發電站的容量。

假設流量用字母 Q 表示，水頭用字母 H 表示，則水在一秒鐘所作的功即為容量(用 N 表示)，可用以下等式表示：

$$N = Q \cdot 1000 \cdot H. \quad (2)$$

按此公式所算出的功率是用秒公斤公尺做單位(公斤公尺/秒)。

一般採用這種算法，即一秒鐘內 1000 公斤公尺的功，為特別單位容量 9.81 瓩。因此，以瓩計的容量必須用 1000 除公式(2)的右面部分，再乘 9.81，即得出下式：

$$N = 9.81 \cdot Q \cdot H. \quad (3)$$

這個容量只有在水力發電站的機器內(水輪機、發電機)沒有一點容量損失時，才能得到。但是，無論我們現代的機器如何完善，在機器中往往不可避免地要有容量的損失。這些損失是由於水流的不規律、軸承內的摩擦、導水部分的發熱以及其它等原因而造成。因此，由於這些不可避免的損失，所得出的水力發電站容量實際上永遠比按理論，即按公式(3)所求出的容量少一些。那麼實際容量究竟少多少呢？為回答這個問題，我們還應當了解一個概念——效率。

效率 假設在現有的條件下(已知利用的流量與水頭)，我們現代機器可以保證的實際容量用 N 表示，則 N_0/N 之比值謂之效率。可寫成如下公式：

$$\eta = \frac{N_0}{N}, \quad (4)$$

式中 希臘字母 η (愛特)表示效率。

對不同的機器來說，此效率的意義如何呢？根據上述的

概念可知機器愈好，效率愈大，但永遠是小於一。現代的大直徑水輪機與容量大的發電機相配合能得出很高的總效率，其值可達 0.84 至 0.88。這說明雖在最好的機器中，能量損失亦達水力發電站理論容量的 16—12%。在這種情況下水輪機佔總損失的 10—8%，發電機佔 6—4%。

假設採用水輪機和發電機的效率最大值，則水力發電站的實際容量可按式求得：

$$N_g = 9.81 \cdot 0.88 \cdot Q \cdot H = 8.65 \cdot Q \cdot H. \quad (5)$$

假設我們需要確定當水頭為 15 公尺經過水輪機之流量每秒為 1000 立方公尺的水力發電站的容量時，即可按公式 (5) 求得。其容量將等於：

$$N_g = 8.65 \cdot 1000 \cdot 15 = 130\,000 \text{ 瓩}.$$

發電量 水力發電站在一小時、一晝夜或一年內所作的功即為發電量。發電量以瓩小時 (комв) 計算。為了求出水力發電站的發電量(瓩小時)，必須將水力發電站的工作容量以瓩表示出來，然後乘电站以這種容量工作的小時數。可寫成下式：

$$\mathcal{E} = N_g \cdot t. \quad (6)$$

式中 字母 $\mathcal{E}$ 表示發電量，字母 t 表示時間(小時)。假設上述的电站容量為 130 000 瓩，一年內滿負荷將工作 365 天或為 8760 小時(365 × 24)，其年發電量可達到：

$$\mathcal{E} = 130\,000 \cdot 8760 = 1\,140\,000\,000 \text{ 瓩小時(комв)}.$$

由於河中不能經常都有足夠的水量以及其他一系列的原因(此處我們不加以論述)，水力發電站不能整晝夜地以全負荷運行。所以在我們上述的示例中，水力發電站的發電量

是不能達到以上算出的數值，而將在四億或七億瓩小時 (kwh) 的範圍內。

第二章 水力發電站廠房的型式 及各結構部分

§ 3. 水力發電站廠房的型式

水力發電站所利用的水頭是決定選擇电站廠房型式的主要因素之一。按水頭之高低可分為低水頭、中水頭和高水頭的水力發電站。如上所述，按造成水頭的方法可分為河床式和引水道式水力發電站。河床式水力發電站的廠房除普遍的帶有上部結構的型式(閉式廠房)外，還可能有不帶上部結構的明式、溢水式和混合式的廠房。引水道式水力發電站的廠房除明式和閉式以外，還有主機室在地面下的地下式廠房。

水力發電站廠房的每一種型式都具有一些特點，這些特點在下面較詳細的加以說明。

閉式廠房 閉式廠房是水力發電站廠房最常用的一種型式，圖 2 和圖 4 即是此種型式的廠房的示例。這種型式的廠房的特點就是組成主機室的上部結構高大。上部結構的高度是根據在主机室內為了安裝和修理主要設備而配置的橋式起重機的条件而選定的。

上部結構可造成一封閉的保溫室。在運行時期，不論什麼天氣和季節室內都能進行有關主要設備的安裝、檢查、修理和拆卸。但是，建造上部結構的建築材料耗費的愈多，則

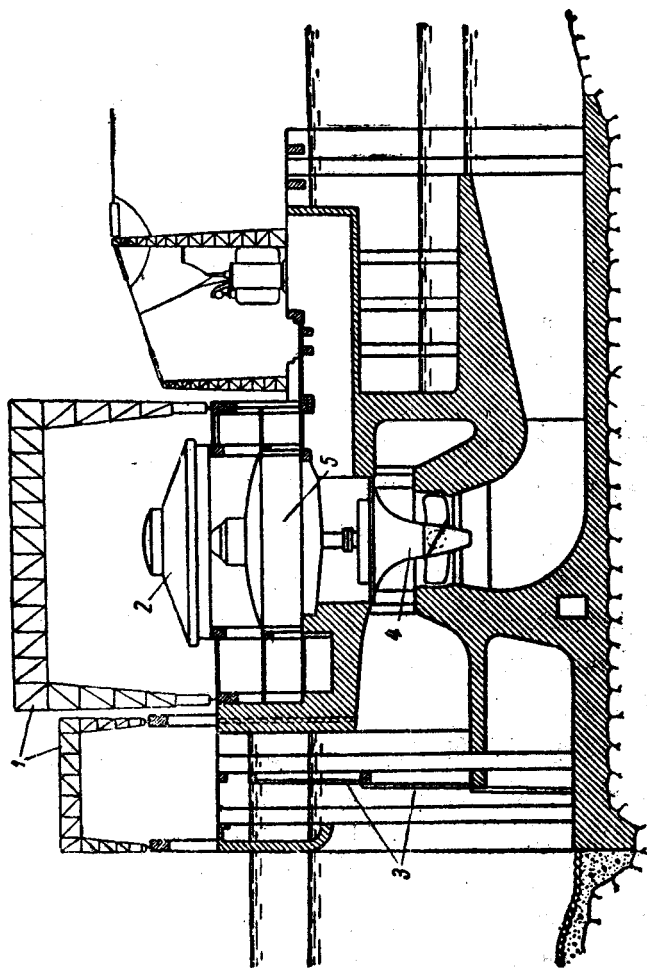


圖5 水力發電站用式旋房橫斷面圖

1—門式起重機；2—能移動的上蓋；3—攔污柵；4—水輪機；5—發電機。

安裝主要設備的零件愈重，上部結構也就愈複雜，所以往往要採用鋼料做骨架。在某些情況下，為了節省鋼材和縮短工期多採用明式廠房。

明式廠房 圖 5 為水力發電站明式廠房的示例。明式廠房的特點就是在主機室上面設有供安裝與檢修主要設備使用的門式起重機。此種型式的廠房可將主要設備的保溫室之高度降低至最小尺寸。為了安裝和檢修主要設備，在主機室頂蓋上預先設好與發電機相對的並帶有能拆卸蓋的大型檢查孔，在此孔上面設有門式起重機。明式廠房在氣候嚴寒的地方未得到廣泛的應用。

混合式廠房 河床式低水頭的水力發電站最適用此種型式的廠房。圖 6—11 即是此種廠房的示例。這種廠房除其主要的用途外，還可做施工期間宣泄河水及水力發電站運行時排洩餘水之用。建築混合式廠房可縮短混凝土壩之長度，減少工程量，從而也減少了水力發電站結構物的造價。此外，還可縮短一些施工的時間。只有在水力發電站廠房內建築洩水孔而不致引起廠房長度的增加時，才能真正做到上邊所指出的節約和縮短施工期限。

採用最廣泛的是在水力發電站廠房的裝配場以下建造洩水底孔（圖 6）。這樣並不需要增加廠房的長度，但最合理的還是所謂尾水管中的排水孔（圖 7）。此孔除能提高經過水力發電站的洩水量外，還能促使水力發電站在排洪期增加發電量。所以能這樣，是因為經過水力發電站放出的水量集中，在下游水力發電站附近流速要比經過壩體放出的全部多餘水量的流速大，而水位則較低。因為下游水位降低，水力發電