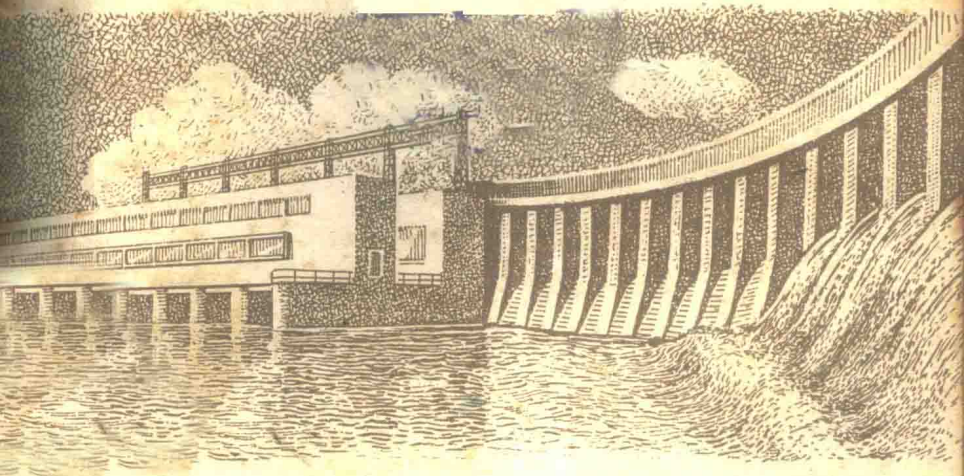


水力的利用

E. H. 依阿戈松著 張蓋楚譯



商務印書館



水 力 的 利 用

E. И. 依 阿 戈 松 著
張 蓋 楚 譯

商 務 印 書 館

本書係根據蘇聯國立動力出版社(Госэнергоиздат) 1950 年出版的“水力的利用”(Использование энергии рек)一書譯出。原著者爲依阿戈松(Е. И. Иогансон)。

原書是蘇聯國立動力出版社所出“水利建設工程叢書”之一種。內容主要講述關於水力、水力發電站及其建築物的初步知識，並重點介紹了在建設水力發電站時，若干技術方面的問題。可作爲參加水力發電站建設工作者的參考書，同時也可供具有高中文化水平的讀者閱讀。

水 力 的 利 用

張 蓋 楚 譯

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

(61424)

1954 年 5 月初版 版面字數 36,000

印數 1—8,000 定價 ¥ 2,300

原出版者的話

1950年8月—9月，蘇聯部長會議通過了關於斯大林時代偉大的水利工程建設的決議——伏爾加河上的古比雪夫和斯大林格勒水力發電站；德涅泊爾河上的卡霍夫卡水力發電站；伏爾加河和裏海、南烏克蘭和北克里米亞地區的灌溉系統；以及土爾克明蘇維埃社會主義共和國巨大的水利工程，如堤壩、灌溉運河和水力發電站等。

政府的這些決議，標誌着斯大林改造我國自然的計劃進一步擴大，同時也顯示了利用科學和技術上的一切成就以爲人民謀福利的社會主義的創造力量。

在我們國家裏，除了這些水力發電站外，還在其他許多河流上建築着數十個巨型和中型水力發電站，以及成千個小型水力發電站。

要順利地完成這一切水利建設工程，在頗大的程度上，決定於大量的工人幹部——建設者；決定於工人幹部——建設者對黨和政府所委託給他們的巨大任務的正確理解及準備程度。

我們所出版的‘水利建設工程叢書’，其基本內容是介紹水力發電站建設中的各種施工常識，以及有關水力發電站及其構築物的基本知識。

國家動力書籍出版局希望本書的讀者，特別是正在水力發

電站建設工程現場中工作的工人及其他同志，將本書的一切缺點及其要求，通知本局。地址爲莫斯科水閘河岸十號（Москва Шлюзовая Набережная, д.10）。

序 言

列寧說過：‘共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化’。

斯大林對我國第一批水力發電站的建設計劃，曾予以莫大的關懷。這些水力發電站，是我國的動力學家、水力學家及經濟學家們遵照列寧的指示，在布爾什維克黨和蘇維埃政府的領導下，而着手設計的。列寧和斯大林曾採取一切措施來加速第一批蘇維埃水力發電站的建設。如列寧格勒附近的伏爾霍夫斯基水力發電站；梯比利斯附近的齊姆——阿甫查里斯基水力發電站；塔什干附近的波斯蘇依斯基水力發電站；塔里溫附近的埃里溫尼斯基水力發電站；以及其他許多水力發電站等。謝努革·奧爾忠尼啓參加了各個水力發電站建設的開工典禮；弗拉基米爾·伊里依奇·列寧親自前往參加第一批小型農村水力發電站和城市水力發電站開始發電的剪采典禮；斯大林不斷關懷、幫助和積極地領導並繼續領導着許多蘇維埃水力發電站的建設工作。

目前，擺在蘇聯人民面前最巨大的一項任務，就是使我國完全電氣化。要達到這一目的，必須利用全部天然動力資源（水力、火力、風力、潮汐）。但是，其中利用水力發電的水電站，都是最值得注意的。因為它們在運轉中不需要燃料和大量工作人員。很好地建成的水力發電站，能長期運轉，並發出廉價的電力。

日前，有着大量的、不同職業的人們，希望知道：水力發電站是怎樣建成的、如何運轉、如何計算它們的容量及決定它們順利地運轉的要素是什麼。從開始水力發電站的建設工作，一直到運轉的工人，也想知道：水力發電站及其構築物是什麼一回事——所有這一切知識，對於自覺地參加水力發電站之建設及運轉工作的人們來說，均是必需的。

本書所要介紹的，是關於水力、水力發電站及其構築物的初步知識。至於有關水力發電站每一構築物及其建築方法的知識，將在‘水利建設工程叢書’其他分冊中分別介紹。

目 錄

原出版者的話	i
序言	iii
1. 電能是怎樣獲得的以及利用水力的意義	1
2. 水力發電站的建設(系統)	3
3. 什麼叫做水力發電站的容量和發電量	5
4. 河流中的水是那裏來的	8
5. 什麼叫做河流的流量	9
6. 用什麼方法來確定水力發電站的容量	13
7. 爲什麼水力發電站要建築水壩和水壩有那些型式	16
8. 按照那些標準型式建築水力發電站	20
9. 怎樣建築機器房	25
10. 怎樣觀測河流的水位	27
11. 怎樣測量河流中的流量	33
12. 利用水力發電時什麼叫做調節作用	39
13. 什麼叫做水位‘標高’或構築物任一部分的‘標高’	43
14. 上下游水面的水位有那些特點	44
15. 在設計和運轉水力發電站時應考慮流量的 那些特點	47
16. 什麼叫做水力發電站的預測	48
17. 水中帶來的雜質使水力發電站在運轉中產生 那些困難	50
18. 結冰使水力發電站在運轉中產生那些困難	53

水 力 的 利 用

1. 電能是怎樣獲得的以及利用水力的意義

我們祖國的繁榮和國力的高漲，在頗大程度上，決定於全面和充分利用自然財富。在自然財富中，具有極其重大意義的，便是能產生動力的天然資源。這些天然資源包括各種燃料（如木柴、煤、泥煤和石油）、在河流中流動的水、風、太陽的熱能、海濤和潮汐等。燃料的能在蒸汽機和內燃機中可以變成機械能；風的能——用於風力發動機；水的能通常稱為水力的能（гидравлическая энергия）或水能（гидроэнергия）——用於水力發動機或水輪機。從各種不同的動力資源所獲得的機械能，被利用到各種生產中去，如工廠、運輸工具和農業用以開動機器、火車頭、電氣機關車和汽車，以及照明、採暖和其他用途等。

‘能’的利用，最方便的一種方式就是電能。它藉專門的電機（如發電機）和蒸汽機、電動機及水輪機等的幫助而產生。

電能之利用，其最方便的地方在於能够從發電的地方用電線將電能經過很長的距離輸送至用戶所在地。這種電能，可以用於工廠車間、機器拖拉機站、集體農莊和國營農場的田地裏、

畜牧場、城市和鄉村中、以及其他地方。

電能由發電站發生出來。由於發電站最初所利用的‘能’的來源多種多樣，所以有火力發電站、風力發電站和水力發電站之別。

我們在這書中所要討論的，是利用大小河流中的水能來發電的水力發電站所產生的電能。我國較之其他國家，有着異常豐富的河流。這就為普遍利用我國的河流的能量創造着無限的可能性。實際上，在蘇聯，大大小小的河流總數，在一百萬條以上，全長達數千萬公里，這是多麼偉大啊！其中有許多河流可以建築水力發電站來發電，其容量有大有小，從最小到最大，對於我國來說，均有着巨大的意義。

我國蘊藏的水力，異常豐富，較之那些以富有水力而著名的國家，如美國、加拿大，還要大好幾倍。在現代技術中，計算水力的數量，均採用仟瓦小時。^註 1 仟瓦小時有着巨大的能量——如果不計算它在機械中損耗的能，那麼 1 仟瓦小時的能就能將 1 噸重的物體昇高 367 米。如果將我國所有河流蘊藏的水力都計算在一起，那麼一年內就能產生近 30000 億仟瓦小時的能。而到 1950 年的第四個五年計劃（戰後第一個五年計劃——譯者）中所規定的我國整個電力網應發出的電力，不過 820 億仟瓦小時，這較我國河流所蘊藏的水力，要少 40 倍。

在革命前，我國的水力，只利用極小極小一部分。但是，在偉大的十月社會主義革命後，在我國許多河流上建立了極其巨

註：關於能量的測定，可參閱 § 2。

大的水力發電站。例如德涅泊爾河上以列寧命名的水力發電站；斯維爾河上的斯維爾斯基水力發電站；伏爾加河上的伏爾霍夫斯基及舍爾巴科夫斯基水力發電站；阿姆——達里也河上的伐爾哈德斯基水力發電站以及其他許多水力發電站等。我國各地的水力發電站的數量，還在繼續不斷地增加。特別值得指出的，就是小型水力發電站，在目前數以千計。這些小型水力發電站所發出的電力，均輸送至集體農莊，供莊員們住宅中的‘伊里奇’電燈泡照明、開動集體農莊和國營農場所使用的機器。

在我們國家裏，整個國家的經濟建設都是按照國家科學地製訂的計劃發展的。與利用河流中的水力發電的同時，還注意改善航行條件，修建蓄水庫積儲水量以灌溉農田和乾旱地區，改進發展漁業的條件，以及保證對城市和鄉村用水之供應。這樣，一面利用水力發電，同時又達到發展其他水利事業。這就是通常所說的綜合地利用水力。

2. 水力發電站的建設(系統)

除了船隻和木筏不用人力改變水流能在水上航行外，處於自然狀態的水力，幾乎是完全不能利用的。但是，如果逆着水流建築堤壩，則對於利用水力發電，都是異常方便的。

這種利用水力的方法是：在專門建造的建築物內裝置水輪機和發電機，將自高處流下的水所發生的能變為電能，然後將電

能用輸電線輸送至企業和居民區，保證一切用戶對電力之需要。凡屬將水能變為電能所需的一切構築物，總稱為水力發電站。

從物理上，我們可以知道，舉起任何沉重的物體，需要人力、畜力或機械力。而在沉重物體下落時，會產生力，藉這種力的作用，可以使物體加速運動。同樣，自高處流下的水所發生的力，可用以推動水輪機葉片或水輪機，使其轉動。而水輪機轉動，則又帶動發電機發出電能。

上面我們已經講過，在建設水力發電站時，需要建造許多構築物。藉這些構築物之助，用人為的方法建立水頭。這種水頭，在天然的河流中，實際上是很少遇到的。在水頭上部的水面，稱為上游水面；下部的水面則稱為下游水面。利用人工建立水頭的方法，將在 § 7 中詳細說明。圖 1 為現代水力發電站的系統

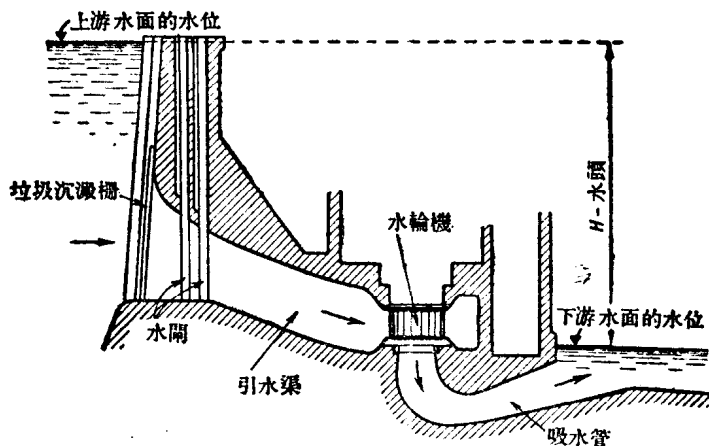


圖 1 水頭及水在水力發電站機器房內流動系統圖

圖。水從上游水面沿着引水渠（水管）流向安裝在機器房內之水輪機，水推動水輪機及與之相聯的發電機，然後再流至下游水面。

藉量度儀表之助，可以量出上游水面至下游水面的垂直高度。這種高度稱為上游水面和下游水面之水平標高。上游水面和下游水面之差稱為水頭。圖上之垂直箭頭為水頭，用字母 H 代表。水頭通常以米為計算單位。

這就是水力發電站的大概情形。如果水頭愈大，自上游水面流向水輪機再流至下游水面之水量愈多，則水力發電站的能量也愈大。

3. 什麼叫做水力發電站的容量和發電量

水力發電站所發出的電能數量，決定着它對國民經濟所起的作用。水力發電站所發出的電能數量愈多，則水力發電站的意義也愈大。

在這裏，我們首先所要討論的，就是什麼叫做發電機或水力發電站的容量？

關於這一名詞，在技術上的理解是：發電廠在一秒鐘內所發出的能量的大小。至於如何比較數個發電站的容量或各種不同用戶所利用的能量？如何比較單一發電站或發電機的容量？用什麼單位來表示容量和能量？所有這一切問題，凡是想知道水力

發電站的發電量的人，都會提出來的。所以，在這裏我們不妨作一比較詳細的研討。

在計算能量的時候，起着重要作用的便是時間。即在一定時間內，能產生多少能量。例如：馬工作很久以後，所產生的能量，就相等於汽車在極短時間內所產生的能量。我們再舉這樣一個例子：要將總重為 3600 仟克的 1000 塊磚從一地搬到另一地，如果用馬來拉的話，要拉六次，用汽車則一次即能運走。在這兩種情況下，我們知道均能達到有效的工作，即將 3600 仟克的物體運至同一目的地。但是，在第一種情況下，運輸工作將進行得異常緩慢，而在第二種情況下，則異常迅速。同時，我們由此也可以知道，在第一種情況下，一秒鐘內所產生的能量（即必需的容量），遠低於利用汽車時，所產生的能量。在技術上，計算能量所採用的單位為仟克米。1 仟克米的意義是：將 1 仟克重的物體，升高 1 米所作的功。相反，將一仟克重的物體，從所謂靜止狀態運動 1 米的距離，也是作功，同樣叫做 1 仟克米。

由此可知，用仟克米作單位來計算能量的大小時，在任何情況下，均必須以力的大小（仟克）乘以物體運動的距離（米）。

容量，就是我們在上面所說過的，即一秒鐘內所消耗或產生的能量。爲了在實際應用中方便起見，不採用較小單位，而以每秒 102 或 75 仟克米能量作為容量的單位。前者（102 仟克米）以仟瓦為單位表示之，後者（75 仟克米）以馬力為單位表示之。即 $1 \text{ 仟瓦} = 102 \text{ 仟克米/秒}$ ； $1 \text{ 馬力} = 75 \text{ 仟克米/秒}$ 。大家知道，

如果水力發電站在一秒鐘內所產生的能量為 2000 仟克米，其意思就是說該發電站在這一秒鐘內的容量為 20 仟瓦（約數）。

在動力和電工學上的計算，通常均採用仟瓦為單位。由上述關係，我們很容易就可記住，一馬力約等於四分之三仟瓦（ $1 \text{ 馬力} = \frac{3}{4} \text{ 仟瓦}$ ）。

如果要確定水力發電站在較長時間內所發出的能量，則能量隨該水力發電站運轉之久暫而比例地增加。計算發電站（水力發電站及火力發電站）的能量，通常均採用較長的時間為單位。在技術上，以仟瓦小時為電能單位。例如：一台容量為 100 仟瓦的發電機，運轉一小時，它所產生的電能為 100 仟瓦小時；又另一台容量為 1 仟瓦的發電機，在 100 小時內，它所產生的電能，同樣也為 100 仟瓦小時。發電站所發出的電能，幾乎經常以仟瓦小時來測定。因此，要計算水力發電站所發出的電能的仟瓦小時數，必須首先知道發電機的運轉容量，以及每台發電機運轉時間。將水力發電站每台發電機在一定時間內（一月、一季或一年）所發出的電能加起來所得之總和，即為水力發電站之總能量。這一能量通常即稱之為水力發電站之發電量。例如一台容量為 2500 仟瓦的發電機，在一季度中工作 2000 小時，而另一台同樣容量的發電機，工作 100 小時，則很明顯，它們所發出的電能的總和為 5250 萬仟瓦小時。

怎樣確定建立水力發電站的地點的河流能量呢？要回答這個問題，在本書以後各節中再詳細討論。大家知道，如果誰注

意河流在各個不同季節的水位，就會發現有很大的變化，特別是將河流作為運輸、灌溉、供水和其他用途時，水位的變化異常劇烈，也就是說，河流中的水，有時多，有時少。同時，河流也定期結冰，帶來或多或少的各種雜質（如砂礫、泥土、甚至大塊的石頭），這一切均代表着河流的特性。每一條河流和河流的每一段，都有着它自己的特性。我們在下面所要討論的，也就是河流的這些特點和它們與水力發電站容量的關係及其他影響。

4. 河流中的水是那裏來的

河流中的水量和水位經常有變化，有時增加，有時減少，這對於大多數河流來說，是一個極其重要的共同特性——河流永遠也不乾涸，成千成萬年地存在。這就是說：在通常狀態（不包括地質變遷^註）之下，河流是永遠存在的。因此，它們所蘊藏的水力，也是取之不盡，用之不竭的。這樣，就為水力發電站利用水力來發電，創造了有利的條件。然而，有人要問，河裏的水是從那裏來的？

大家知道得很清楚：地球表面之水蒸汽變成雨和雪而降下來。水則是由雪和冰或者下降到地面之雨雹融化而成，然後大量的水形成山川小河和無數溪流，這些小的河川匯合，便成巨大

註：整個地質變遷時期，延續達數千萬年，地面起着劇烈的變化。在地面起變化時，河流可能毀滅，也可能重新出現。

的河流，流入湖泊或海洋。由此可知，水蒸氣是補充河流中水量唯一的主要源泉。

然而，應該指出，自地面蒸發的水蒸汽，其中有一部份汽化，因此，不是全部水蒸汽均回到河流中來。同樣，河流、湖泊和海洋的水面，也有一部份水蒸發成蒸汽。這些蒸發的水分，將來又變成冰雪下降到本地或地球的其他地方。這樣，水在自然界中永遠不斷地循環着，而河流也永遠再從自然界獲得補充的水量（供應源源不斷）。不過，水的蒸發和雨雪的下降，不僅僅在長時期內有變化，甚至在極短期內，例如一週，一晝夜都有變化。因此，河流中的水既由雨和冰雪所組成，同樣，變化也異常劇烈。

當我們談到河流中水的來源時，還必須指出地下的水源。地下水的來源，均是下雨或冰雪融化時滲入地下的水分，也有一部份是河流中的水與泥土混合，變成泥水，沉入地層。

5. 什麼叫做河流的流量

水在河流中流動，是由於河流蜿蜒曲折，不是水平的河面，而有着坡度（也就是通常所說的傾斜角）——這就決定着河流中水的運動方向。如果河床不是縱向傾斜，則就會出現水灘、湖泊或沼澤。由於河床有縱向傾斜，因此，傾斜兩端的水位和拔海高度有着差異。這兩頭的差額，即所謂標高，並構成河流在該處的