

95493



怎樣建築小型水力發電廠

蘇聯 В. Г. 吉明著



電力工業出版社

怎樣建築小型水力發電廠

蘇聯 Б. Г. 吉明著

何 志 方譯

電力工業出版社

內 容 提 要

本書講述建築小型水力發電廠的具體施工方法。前兩章扼要地提出小型水力發電廠的類型和必需的勘測資料。第三章至第五章討論施工前的各種準備工作，包括河水的宣洩，運輸工作的組織和建築材料的採集，臨時住宅的建築等。第六章以後則分步講述各部分工作進行的方法，如攔水堤及排水溝的建築，基坑和渠道的開挖，堤壩和攔河壩的建築，渠道斜壁和河岸的加固，木攔河壩、渡槽和廠房的建築等。最後兩章則講述塊石和毛石的砌築方法，混凝土工與鋼筋混凝土工的進行方法。本書適用於從事建築水電廠及水利工程具體工作的工程技術人員參考，中級技術學校亦可以本書為學習參考材料。

Б. Г. СИМИН

СТРОИТЕЛЬСТВО МАЛЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РСФСР ЛЕНИНГРАД 1950

怎樣建築小型水力發電廠

根據俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國公用事業部出版社1950年4月聖格勒版翻譯

何 志 方譯

5481

電力工業出版社出版(北京內右街26號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第0824

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787 × 1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 68印張 * 135千字 * 定價1.20元

1953年9月北京第1版

1966年9月北京第2次印刷(5,001--8,030冊)

目 錄

引言.....	3
第一章 小型水力發電廠的位置.....	5
第1節 水力發電廠的種類和特點.....	5
第2節 水力發電廠的類型和地點條件的關係.....	5
第二章 建廠所必需的勘測資料.....	8
第3節 水力樞紐的勘測資料.....	8
第4節 當地建築材料的調查.....	12
第三章 施工期中河水的宣洩.....	14
第5節 宣洩河水的方法.....	14
第6節 在兩道擋水堤之間的施工法。通過泄水渠或 水閘排洩河水.....	20
第7節 分段施工法。U梳齒法.....	23
第8節 河岸上的工程的建築。渠道式水力發電廠的施工.....	27
第9節 根據當地條件和其他因素選擇施工期間的洩水方法.....	30
第四章 運輸工作的組織.....	32
第10節 建設中小型水力發電廠使用的運輸工具.....	32
第11節 窄軌鐵路.....	33
第12節 汽車, 拖拉機和畜力車.....	35
第五章 建築物施工前的準備階段.....	38
第13節 當地建築材料的採集.....	38
第14節 施工區內住宅的建築.....	40
第15節 臨時建築物的修建.....	41
第16節 臨時發電廠.....	45

第六章 擋水堤和排水溝的建築	49
第17節 擋水堤	49
第18節 建築時排水用的水溝和水澗	70
第19節 排水	73
第七章 土工——基坑和渠道的開挖，堤壩和攔河壩的建築	81
第20節 用人工或簡單機械作土工	81
第21節 土工的機械化	86
第八章 渠道斜壁和河岸的加固	93
第22節 河岸的加固工程	93
第九章 木攔河壩、水澗和廠房的建築	99
第23節 木攔河壩	99
第24節 木水澗，木材流放澗，管道	113
第25節 水力發電廠的廠房	116
第十章 塊石砌築和毛石砌築	120
第26節 水力建築中塊石砌築和毛石砌築的應用	120
第27節 塊石砌築和毛石砌築的施工	120
第十一章 混凝土工和鋼筋混凝土工	123
第28節 水力建築中混凝土和鋼筋混凝土的應用	123
第29節 混凝土工	123
第30節 木模	145
第31節 鋼筋混凝土工程	150
附錄一 各種土壤和河岸加固工程的容許流速	156
附錄二 土壤的分類	157
附錄三 混凝土配合比表	158
附錄四 澆灌30天後的混凝土的強度和水灰比的關係曲線圖	159
附錄五 計算骨料污穢程度的係數	159
附錄六 木模的拆除時間	160

引 言

聯共(布)黨和蘇聯政府認為電氣化對國民經濟具有重要意義，向來非常注意這個問題。

列寧在黨的第九次全國代表大會（1920年3月）上決定國家當前的經濟任務時，特別注意到整個國民經濟電氣化的問題。那時擬定的有名的蘇俄電氣化計劃，現在早已超額完成了。

斯大林同志給電氣化下明確的定義時指出：「列寧所說的全國電氣化，不是孤獨地建立幾個電站，而是漸次地『把全國經濟（農業也在內）轉移到新的技術基礎上，轉移到現代大生產的技術基礎上去』，這種大生產是這樣或那樣，直接或間接和電氣化事業相聯繫着的。」^①

蘇聯一直在為實現國民經濟電氣化的理想而奮鬥着，在1940—1941年間，為執行聯共第十八次全國代表大會所提出的關於建設新的中小型電廠（包括小型水力發電廠）的任務進行了準備工作。

在戰爭期間，若干地區的小型水力發電廠的建築，都勝利地完成了。

1946—1950年恢復和發展蘇聯國民經濟五年計劃，曾在電氣化方面規定：「發展水力發電廠的建設，保證儘量提高水力發電廠的比重」，「廣泛地展開地方性的水力發電廠的恢復和建設工作……」。

蘇聯目前正在全國各地進行着供集體農場、國營農場、地方工業、城市和工人市鎮用的中小型水力發電廠的建築，成千上萬的工人正為完成這一首要任務而努力着。由於小型建築分散在全國各地，

① 斯大林著：論國家工業化與聯共(布)黨內的右傾—1928年11月19日在聯共(布)中央全會上的演說。

所以需要大量精通技術、熟悉水工建築特點的領導幹部。

爲了便利有關水力發電廠建設問題的解決，本書將總括地敘述用於個別工程中的方法和經驗，並指出已發現的缺點，必要的組織辦法和最好的施工方法。

小型水工建築的特點，常迫使工程負責人解決有關施工的各種急迫問題。

建築者應有效地儘量利用現有的機械，使主要工作機械化，以便提高建築速度和機械利用率。

水力發電的主要建築物（攔河壩、廠房、渡槽、引水管等），需要大量的初期投資，所以選擇建築物型式和施工方法時，都應當特別仔細。

許多水力發電廠的建築經驗指出：施工的主要問題，不能在工地上決定，而應在設計時決定；因此，所有主要建築過程的初期協調，應當在選擇建築物的型式和結構時就規定出來。

第一章 小型水力發電廠的佈置

第 1 節 水力發電廠的種類和特點

水力發電廠可以分成兩大類：河床式水力發電廠和渠道式水力發電廠。

河床式水力發電廠，又根據廠房對攔河壩的關係位置，分為兩種類型：

1. 低水頭河床式發電廠。這種發電廠的廠房和堤壩並列着，成為攔河壩的延長部分，所以廠房所承受的水壓，和攔河壩所承受的一樣。

2. 壩後式發電廠。它的廠房建在攔河壩的下方，用短的水澗和水管把水引入廠內。廠房本身不受水的壓力，因此它的構造可以簡化。

小型河床式水力發電廠所用的水頭，一般都在 5—10 公尺之間，用高達 14 公尺的水頭時比較少。

渠道式水力發電廠按其引水道的構造分為兩種類型：

1. 明渠式水力發電廠。這種電廠的渠道，是一條經過砌築或不經砌築的溝渠，或木製或鋼骨水泥的渡槽。

2. 暗渠式水力發電廠。這種電廠的渠道，則用隧道或引水管（木製的、金屬的或鋼骨水泥的）。

渠道式水力發電廠有用 100 公尺和更高的水頭。

第 2 節 水力發電廠的類型和地點條件的關係

河床式水力發電廠的類型，是根據廠址的地形、地質和水力的條件來決定的。

地形條件和流量，決定低水頭河床式電廠各部分的位置。

如果河身很寬，攔河壩和廠房就可以建在一條直線上（第4圖）。但在河身不太寬的情形下，爲了避免挖去河岸進行建築（即避免大量增加挖方工程），則攔河壩和廠房之間應有若干角度。這種佈置法可以增大攔河壩的溢流面，這對流冰的河流是非常重要的。

河中如果有多條水流（проток），可以把攔河壩和廠房分別建在不同的水流中。這樣佈置的缺點，是岸基的數目須增加一倍，也就是增加了不同材料的接合面（木料或混凝土與土壤的接合面），而這種接合處常會發生漏水的毛病。

在河流的迴彎處，可把廠房和水閘建在通常較凹岸爲低的凸岸上，並用土堤把河床堵死（第6圖）。

在河身寬度不容許把廠房和攔河壩建在同一直線上的情形下，則廠房最好建在攔河壩的下方。

如果廠房是建在緊靠攔河壩的下方，可用短的引水管把水引入廠房；如廠房是在攔河壩的側面，則用土溝、木澗或混凝土渡槽引水。在前一情形下，廠房不受水的壓力，因而可建成陸上式的。在後一情形下，因溝渠和前池的構造不同，廠房所受的水壓可能是很小的，或和前一情形一樣，完全沒有水壓。

在利用有大傾度石灘的河段來提高攔河壩所攔成的水頭時，應在岸上挖一條渠道，把電廠建在有很大水頭的渠道末端。這種佈置可採用兩種引水方法：或是利用土溝把水直接引入廠內的水輪機室——這時電廠的水下部分要承受全部水壓（第7圖），或是由位於渠道末端的壓力水池，用木製的、金屬的、鋼骨水泥的水澗或壓力引水管，把水引入水輪機中；用這種引水方法，廠房就不會受到水的壓力。

建在山區的高水頭渠道式水力發電廠，是利用很長的引水管（木製的、金屬的、或鋼骨水泥的）向水輪機中引水。在這種情形下，廠房不受水壓，所以可建成陸上式的。

下面各章，主要是敘述在歐洲平原地區建築小型水力發電廠的方法，即建築河床式、壩后式和渠道式發電廠的方法。因此，關於山區和長期結冰地區裏的水力發電廠特徵，以及在灌溉系統中建造水力發電廠的特點，本書概不敘述。

第二章 建廠所必需的勘測資料

第3節 水力樞紐的勘測資料

勘測資料的質量和完備性，是建廠期間的決定性因素之一，對於水力工程的進行也有影響。

許多水力工程的建築經驗，證實了在工程近旁作周密勘測的重要性，勘測資料不全，有時不僅會增加組織工作的困難和建造費用，還會降低工程的堅固性和壽命。

在河上建造中小型水力發電廠，一般都要大大地改變利用河段的河道。在建築期間，尤其是在春秋兩季洪水期內改變河道，對於建築費用有很大的影響，所以應當仔細地加以研究。

地形、水文和地質方面的資料，是保證正確選擇廠房和攔河壩位置以及施工方法的主要文件。

地形資料是一種繪有等高線的建築物和蓄水庫區域的計劃圖。圖中還附繪縱斷面和橫斷面，它們的數目依工程的條件和規模而定。由於興建的工程必須配合將來的開發，所以即使在建造小容量水力發電廠時，也最好是對整條河流作一通盤的勘查。同時必須使擬建工程與原有工程完全協調。

水庫的測圖，特別是淹沒和泛濫地區的測圖，是非有不可的。因為只有掌握被淹沒的土地、森林、耕地的面積的準確數字，和關於建築物的準確資料，才能夠保證正確地判定工程效益和電力成本。

河流的計劃圖紙的比例尺，在蓄水庫地帶普通是1:5,000或1:10,000，而在建築物區內是1:1,000或1:2,000。等高線是每隔0.5—1.0公尺畫一條。

勘测資料和分圖，最好是附有河上和水庫區內的原有工程的照片，以及選作興工地段的照片。

在已作過航空勘测的地區，空中攝影對於勘查整條河流和水庫區，是極寶貴的資料。

表明河流情況各項數據的水力資料，包括着水位和流量變動的觀測記錄及其相互關係，沖積沙土的數量，結冰和流冰的時期，冰層的厚度和有無形成水下冰塊和冰稜的危險，春秋兩季洪水水位及其延續期間，以及夏季最小流量及其延續期間的紀錄。

設計中小型水力發電廠時，取得足夠可靠的水文資料是一個極端重要的問題。如果能在比較短的時間（根據勘测隊和每隊人員的多少而定）內得到相當精確的地形和地質資料，則水文資料的精確性基本上靠觀測期間的長短來確定，而且在一個季節中觀測所得的數據，決不能成為充分的原始資料。在這種情形下，就要採用比擬法，即把附近經過調查的類似河流的數據作為我們勘测河流的參考。

由於水文資料殘缺和不精確而引起的意外不幸事故，不僅會在水力發電廠運行期間發生，也可能在施工時發生，因為在進行電廠建築工程期中，應對洪水量嚴加注意，而且建築時間和工程費用有時主要是依洪峯的大小來決定的。

建築物地基的地質資料包括經鑽探和試掘而得出的地質斷面；建築物地基土壤耐壓能力和滲漏能力的實驗數據；地下水的情況。水庫底部的土壤也是利用上述各種數據來鑑定的。

建築中小型水力發電廠時，常因耗於鑽探和試掘的費用太大以致難於完成必要的地質探測工作，而這種情況會影響地質資料的質量，這些資料是確定廠址選擇是否正確可靠的主要因素之一。

鑽探孔穴的數目、深度和位置，會影響決定建築規模和費用的地質資料的精確性。判明地下水的大小之後，就可以確定須由基坑排出的水量。抽水機的部數、抽水量和工作延續時間，是根據建築期內通過基坑擋水堤^①和坑底的預計滲水量來決定的。

① 擋水堤亦稱圍堰——編者

地基土壤的性質及其滲漏量的探測工作如果不精確，就可能在施工期內引起很多麻煩，並大大地增高建設費用。

在未充分調查的土地上施工是很危險的，這不僅會遭到很多困難，同時也會使工程全部破壞，這種情況在實際中已不止發生過一次了。

現在來敘述一下在建築中小型水力發電廠時由於對確定地形、水文、地質的必要資料的態度不正確而引起的各種後果。

如果不遵守勘测資料中的一切要求，則施工時就會發生事故，或被迫進行許多有關返工的意外工作，或使施工大為複雜化；這些情況，都會增高工程費用。在許多中小型水力發電廠的建設實例中，曾遇到因水文和地質資料不準確和不完全而引起的種種困難。採用分段建築法時，經常因洪水量的判斷錯誤使擋水堤被沖毀。在蘇聯北部的一條河上，洪水曾把巨大的木架擋水堤沖到距原址 1.5 公里的下游。也曾發生過因洪水越過擋水堤而淹沒基坑的事件。

未經長期觀測河流的情況，而就地搜集的資料又不精確，是發生上述各種事故的原因。

如果勘测人員只顧選擇建廠地點，而不顧到施工時是否方便的問題，所選定的廠址常是非常不合於施工要求的。

工程地基的地質探測不精確，沒有關於地下水量的數據和地基土壤滲漏性質的資料不全，是建設小型水力發電廠時常常遇到的嚴重缺點之一。

從大型和小型水力工程的許多事故實例中可以看出，這些事故的原因，多半是地基不良；而在探勘、設計、甚至在施工時都沒有發現地基的缺點。

由於鑽探工作的費用很大，一般就在探勘時儘量減少鑽孔數量，但是鑽探經費在表面上的節省，常是大量增多施工費用的原因。如到施工期才去確定地基的真實情況，則會被迫改變工程的結構，這當然要付出大量的額外開支，在更壞的情形下，甚至要另擇新址重建。

如果地基中個別土層的含水量探測錯誤，則用於基坑排水的開支一定很大，並須裝用強力的抽水設備；而在建築中小型水力發電廠時使用強力抽水設備，顯然是很不合算的。從小型水力發電廠的建築經驗中，可以舉出很多的實例，來證明不精確和不完全的地質資料會引起施工的困難，以致延長完工的日期，使排水費用增多若干倍，並提高整個電廠的建設經費。

除了事先進行的勘測之外，在施工期中還要做許多地形測量工作，為此，工地上應備有下列儀器：經緯儀、水平儀、皮尺和標尺。

在已完成設計的工程圖上，普通都標示主要基準標柱的位置，並註明它的標高以及用柱子固定的建築物的中心線。

建築物在實地上的定位，是施工中的主要測量工作之一。定位工作是利用經緯儀和皮尺來作的。建築物的一切主要角隅，都用標樁固定在地基上。標樁上面記明角或點的號數及其與中心線的距離。

在不太大的基坑上，為了便於按建築物的互相垂直的中心線來查驗定位是否正確，可緊牽幾條鐵絲，有了這些鐵絲，就可藉助懸錘和皮尺查驗已釘的標樁和基坑邊沿是否準確。建築物的混凝土和木架部分的邊線，普通是用經緯儀來定位的。

基坑底部、閘門的檻、水輪機室地面、樓板及其他標準點的水準高，都用水平儀測定。水準高必須測定兩次，並記入記錄簿中。

應注意防止工地上主要的基準標柱遭受損壞（最好是欄隔起來），為了校對基準標柱的水準高，建築工區內必須再立一根基準標柱。基準標柱應作兩次測量。

被後築部分遮蔽的建築物各部，都應加以丈量，其水準高也應加以校測。符合設計的建築物完工部分，須以「掩蓋工程」驗收報告的形式記明。測不記錄簿是證實報告的文件。開挖渠道時，在渠道全長上應有許多基準標柱和固定的幹線，以作高度和平面測定的根據。渠道的彎曲處，藉助經緯儀和皮尺用測量學中的普通方法來

定位。在現場劃定淹沒界線和土地徵用界線時，須進行大規模的地形測量工作。大部分劃線工作是由專門的地形測量隊担任，但如工作規模不大，也可由施工部門的技術人員去做。

在施工期中，建築工區內應設測水站來測量水位，並把測得的結果記入特備的記錄簿中。結冰和流冰的日期也須記入。

開掘基坑時，應作出更精確的關於建築物地基的地質特點的記錄。開鑿渠道過程中，也應作類似的記錄。

第 4 節 當地建築材料的調查

建設水力工程時，需要大量當地的建築材料，其中主要是木材、石料、礫石、砂、黏土、砂質黏土和泥煤。當地材料用在工程方面的體積非常之大，可達幾十萬立方公尺（例如築堤用的砂質黏土）。尋找當地材料的產地，確定它們的質量，擬定開採方法，確定運輸距離和方法等事宜，都是勘測和設計人員應徹底解決的問題。

應當指出，設計小型水力發電廠時，對這些問題一般都不大注意，所根據的資料，也常是不够精確可靠的。

當地材料的調查工作做得不周密，有時會使施工人員陷入困境，因為如果產地很遠，須加築運輸道路，就會超過建築經費的預算，被迫重新核算某些當地材料的價格，以至很難執行已經確定的計劃和預算。

當地建築材料的調查說明書中，應列入每處產地經過勘察的詳細鑑定。

天然石 根據天然石的用途，分別查明其比重，體積重量，孔隙的多少，吸水性，硬度，軟化係數和飽和係數，抗壓強度，耐磨力，抗凍力和抗錘力。

砂和礫石 砂和礫石可以築反濾層，鋪路基石渣和作混凝土的骨料。根據砂和礫石的用途，分別試驗其下列各種特性：粒配度，含黏土量，吸潮量和含水能力，滲透能力，有機物和其他有害混合物的含量，比重和體積重量，真空間隙，濕度。

黏土和砂質黏土 爲了確定黏土和砂質黏土的性質，須作機械的分析，以查明單個微粒的大小，並測定乾縮量和沉陷量。黏土和砂質黏土的濕度，也要加以測定。濕度的大小，決定土壤是否便於填築。如果濕度不夠，就要在填築時洒些水，若是太濕，就應當預先弄乾些。

水 爲了確定用於拌合混凝土的水是否適合，須作性質試驗，分析水的酸性，鹼性，硬度，硫酸混合物和游離碳酸的含量。

第三章 施工期中河水的宣洩

第5節 宣洩河水的方法

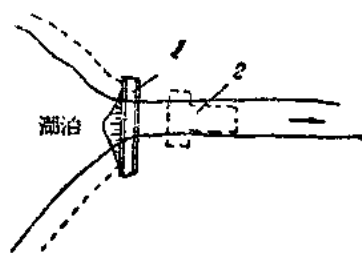
施工期內河水如何宣洩和各部工程的建造次序，是建築者最難決定的問題之一。只有具備全面而精確的資料（平面圖和高度圖，地質和水文的數據，當地建築材料的調查資料），才能保證正確地選擇建築方法。在許多水力工程的施工實例中足以證明，不正確的工作組織不僅會增加施工的困難和延誤完工期限，還會大量增多建築費用。

詳細地分析關於工作機械化和勞動力供應的全部資料和數據，就能夠相當準確地規定施工期限，並把施工步驟和水文季節以及通過建築物宣洩河水的方法配合起來。

水力發電廠可用下述方法進行建築。

1. 在工地的上游和下游，各築一道擋水堤，同時進行各部工程。這時可能遇到兩種主要情況。

甲. 建築物建在由湖泊發源的小河上，而這個湖泊本身是一個容量很大的蓄水庫，能夠在水位不太高漲的條件下容納施工期中流來的全部水量。在這種情況下，需要有特別準確的完工日期和施工期內最大流來水量的可靠數字。這種數字須是經過多年觀測後證實的。根據上述資料，建築時可以只在上游築一道擋水堤（第1圖），藉它擋住水流，



第1圖 建在由湖泊發源的河流上的擋水堤

1—擋水堤；2—壩河壩和廠房。