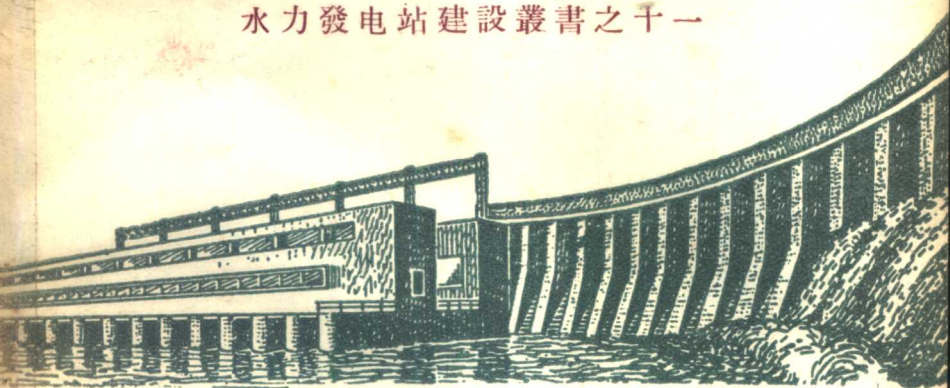


水力發電站建設叢書之十一



水力發電站的水庫

苏联 И. А. 里凡諾夫著

李鉄民譯 伊宗海校訂

電力工業出版社

內 容 提 要

本書主要說明了水电站水庫的用途及各項綜合利用措施，闡述了对水电站水庫修建的办法及影响兴建水庫的气候、地形、地質、水文等自然条件，并具体闡述了水庫在施工中对水庫範圍內的居民点、工業企業及建筑物迁移的措施与蓄水后对發展漁業、航运、灌溉等有关国民經济的綜合利用措施。

此書內容較新，是实际进行水庫設計和施工人員所必須了解的基本知識，可供水电工程技术人員及从事水庫建設而具有一定文化技术水平的工人們閱讀。

И. А. ЛИФАНОВ

ВОДОХРАНИЛИЩА ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МОСКВА

1955

水 力 發 電 站 的 水 庫

根据苏联国立动力出版社1955年莫斯科版翻譯

李鉄民譯 伊宗海校訂

*

55884

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證出字第082号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 2 $\frac{1}{4}$ 印張 * 46 千字

1957年2月北京第1版

1957年2月北京第1次印刷(0001—4,100册)

統一書号: 15035·486 定价(第10类)0.32元

前 言

在苏联共产党第十九次代表大会关于發展第五个五年計劃的指示中，拟定了我国电气化的巨大綱領。

为了更充分地滿足国民經济增長的需要和居民日常用电的需要，以及增加电力系统中的备用容量，五年內規定火电厂的总容量約增加一倍，水电站容量約增加兩倍。

巨大的水电站如容量为 210 万瓩的古比雪夫水电站、总容量为 192 万瓩的高尔基水电站和其他等都正在开工。明格查烏尔水电站、石山口水电站和卡馬水电站目前均已加入运行。

斯大林格勒水电站、卡霍夫卡水电站和新西伯利亞水电站工程都已在展开。

在伏尔加、額尔齐斯、卡馬、安加拉和其他河流上，新的巨型水电站也都开始了施工。

在水电站工程中，水庫是其組成部分。在平原的大河流上，水庫具有很大的面积，所以苏联人民把水庫称做人工海。

已建成的水庫有伏尔加河上的莫斯科水庫和雷宾水庫（或称謝尔巴科夫水庫），德涅泊河上的列宁水庫以及頓河上的齐姆良水庫等等。

水庫地区專門的准备工作应在水电站施工前早就开始，这一准备工作要保証在水电站运行时期使水庫在国民經济中得到正确地利用。

水电站建筑工人們讀了这本小册子，可以簡明扼要地了解水庫在水电站綜合結構物中的意义，水庫庫盤的准备工程中各种組成項目，如居民的迁移、建筑物的移設、淹沒前的准备、預防淹沒和浸水的工程措施以及其他等等。

著 者

目 录

前言

第一章 水庫的基本概念	4
1. 水庫及其用途	4
2. 影响水庫建立的条件	5
3. 發電用水庫的特点	8
第二章 發電用的水庫在准备蓄水前的主要問題	12
4. 目的与任务	12
5. 水庫区	14
6. 未来水庫地区在淹沒前准备工作的种类	20
7. 水庫准备工作的經濟意义	21
8. 水庫对下游区各工程对象的影响	25
第三章 水庫区的居民迁移	26
9. 居民的迁移	26
10. 建筑物的迁移	28
11. 居民的土地經營规划	32
第四章 水庫兩岸淹沒、浸水和崩坍的防护工程	35
12. 筑堤	36
13. 排水	41
14. 高程规划	44
15. 水庫庫岸的改善和加固	45
16. 其他預防措施	49
第五章 水庫庫盤淹沒前的准备工作	50
17. 水庫輪廓在現地放綫	50
18. 森林砍伐和小片森林与灌木叢的清理	52

19. 衛生清理.....	55
20. 防瘧措施.....	58
21. 水庫漁業經營的准备工作.....	60
22. 水庫航运開發的准备工作.....	63
23. 泥炭飄浮的預防措施.....	63
24. 科學調查.....	64
第六章 居民點、工業企業和結構物的重建	64
25. 居民點和工業企業的重建	64
26. 結構物的重建	67
結論	68

第一章 水庫的基本概念

1. 水庫及其用途

为了积聚和蓄存水量，必須利用天然的池沼或建造人工的水池。水池可用不同的材料建造出不同的規模和容积，建造的方法是將河流、窪谷和溝壑擋起来，或在地面上挖成。

供集体农庄庄員、工人或職員家屬私人庄园使用的水池，通常叫做貯水池。

供居民点(集体农庄、国营农場)一部分或全部及消防用的大型水池，叫做水塘或叫池塘。

池塘的專門用途一般仅限于滿足飲水(田間池塘)、消防和生活用水的需求。有时为了灌溉也建造池塘。

如果在居民点附近有一个天然水池(干涸湖)，那末最好是使湖中經常有水，为此可以从位于此湖以上的另一湖开掘渠道引水，使此湖中的水位达到所需的高度。此时干涸湖就变成人造水池或者称为水庫，其規模和容积都比原先增大，而池中的水可供应各种不同的需要。为了不使水量漏失，这种人工水池的池底必須做成不滲水的，例如在池底复盖一層粘土或采用其他防滲方法。

水庫常常是在河流和澗谷上利用壩和其他設施建成。水庫中蓄存的水量通常用几百万公方甚至几十亿公方来計算。

水庫的兴建是为了滿足人类社会最广泛的需要，如：

- (一) 水能利用(水力發電)；
- (二) 改善或重新組織浮运木材工作和航运工作；
- (三) 用水灌溉田地；
- (四) 城市和工業企業供水；

- (五)組織漁業;
- (六)防洪;
- (七)組織国防方面的水上要塞和防綫;
- (八)建立水上飞机場;
- (九)地区的土地浸潤和环境改善;
- (十)預防瘧疾;
- (十一)組織水上运动等。

水庫的兴建有的是为了某一个目的，或者常常是为了几个目的，也就是綜合利用性質。而水庫的用途則由計劃机构預先規定。

2. 影响水庫建立的条件

在建造水庫以前，应先对水庫所在地区的自然条件和經濟条件进行勘测研究工作。必須进行这些工作的理由是为了在設計时要尽可能正确地确定当地各种条件的一切特点，而当地这些条件会根本地影响到未来水庫在施工和运行管理时期的特性。

屬於这些条件的有：气候、地形、地質、土壤、水文、水文地質和經濟等条件。

气候条件决定了水面的蒸發損失，此种損失有时竟达水庫总容积的30—50%，而在严寒条件下气候还决定着結冰損失。气候条件在施工时期会影响到工程的进行，而在运行管理时期会影响到建造結構物所用的建筑材料。

地形条件即当地的高程状态，它决定着建筑工程量、水庫的面积和深度，当然也决定水庫所能蓄存的水量多少。

为了利用河流动能的目的，可根据地形条件所提供的可能性确定出壩的高度 h ，就能在該河流上拟定建壩的数量(圖1)。

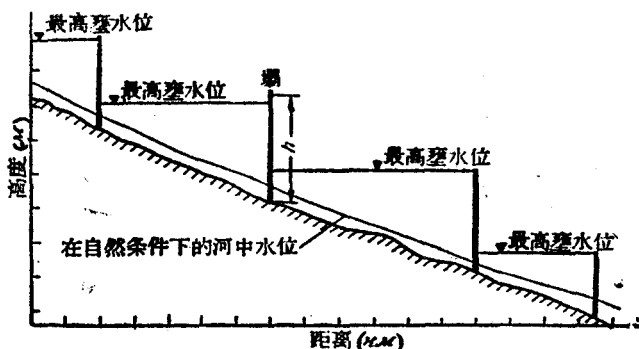


圖 1 河流縱断面以及坝和水庫的佈置方案

地質条件决定着水庫基础的坚固性和可靠性，决定其未来庫岸和各个結構物的稳定性，并决定土壤渗透、繞着壩周和壩基的水量損失。地質条件还能决定水中溶解物質的化学成分，这些溶解物質存留在水庫中，在某些方面会影响到庫內的水質及水工結構物的建筑材料。

土壤条件决定水庫庫底各种植物的可能生長情况，当然也决定着水庫中棲息魚类的飼养情况。对未来水庫岸边土壤的研究，可以預先确定农作物、森林和园艺等对土地的利用。

大家知道，流入河中的水，有地面水和地下水，或者如通常所說的，河流是借地面和地下水来供給的。水文条件說明了地面水流的不均衡性，而水文地質条件則說明了地下水流的不均衡性。供給河流的地面上的水，可分为：雪水、雨水和冰水。

一条河流的水位，甚至在同一个地区內也是变化很大的。例如在阿斯特拉汉尼附近的伏尔加河，水位的漲落平均

約為4公尺，而靠近烏里揚諾夫則約14公尺。這說明在高水位時河中通過的水量要比低水位時大幾十倍、幾百倍甚至幾千倍。在單位時間內所通過的水量叫做流量，以秒公方計算。通過最大水量的時間叫做汛期。圖2表示蘇聯歐洲地帶中部雪水供給河流中的水位和流量變化曲綫。由圖上可以看出汛期自四月末開始至六月末七月初結束。這是春汛期。

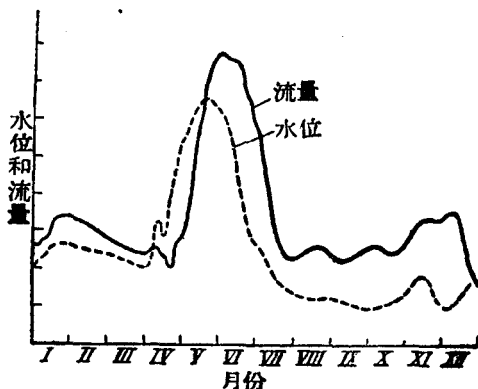


圖 2 雪水供給的河流的流量和水位變化曲綫

由雨水供給的河流，其最高水位和最大流量出現在五月或八月，而冰川供水的河流，最高水位和最大流量則出現於六、七月和八月。

通常，河流都是混合供給的，但如果雪水所供給的佔50%以上，而其餘的則為地下水和雨水，這樣河流就稱為雪水供給的河流。

自然界中往往有這樣一種河流，即其供給是以每年的氣候條件為轉移的。在某些年份里主要是借地下水來供給，而在另外一些年份里則借冰川水來供給，此外在其他一些年份中則借雨水和雪水來供給。這樣的河流，最大流量有時出現

在夏季月份，也有時是出現在秋冬各月份里。

許多河流通常在1、2、3個月內的汛期中流過全年中所流過水量的80%或80%以上。在此期間河水氾濫并淹沒河灘土地。如果淹沒發生在植物盛長開始以前而且持續不久，則土壤被水浸潤，同時由水中所含的淤泥將土地施肥，這對農業是大有好處的，因為這種淹沒具有對土地自然灌溉的性質。在這樣的氾濫以後，河灘的草地上草木就更繁茂。但如果淹沒持續時間很長（2—3個月以上），則有時會使土壤形成沼澤，植物不但不能生長，而且要衰亡。還有一種氾濫，其結果引起土壤沖刷或水災，這種水災給國民經濟帶來許多損失。

有時河流在某一年內流過很大的水量，然而流量極不均衡，大部分水量在汛期高水位的短時間內流過，這就造成了淹沒損失，而較小的一部分水量，則在全年低水位的其餘長時間內流過。

因此田地就荒旱成災，居民或工業企業感到電力供應不足，城市因為缺乏足夠的水量來供應或竟致發生某種其他自然災患。

由此可見，建造水庫之所以必要，是為了在洪水時期能將水蓄存起來，以便根據需要來加以利用。

3. 發電用水庫的特點

對於水電站來說，必須使水從一定的高度流下（跌落）到水輪機的輪葉上使其轉動。為此，必須使水保持在一定高度上，並有足夠的數量。

水電站水庫的用途是在水輪機位置以上的某種高度積聚、蓄存和保持一定的水量。

正如在民用建築中，沒有基礎就不能蓋起美觀的大廈一

样，如果没有大壩一般也就不能建成发电用的水库。虽然也有些是利用原有的湖泊盆地建成水库，可以不筑壩，而由渠道引水，但这畢竟是很少有的情况。水库的库盆、库容、面积（或水面）等取决于壩的高度。然而壩的高度往往要受到具有發展的工業及農業經濟的人烟稠密地区被淹沒可能性的限制。

但是，壩的建造只能使我們积聚一定的、極有限的水量。其余的水量，尤其是在汛期之中，必須向河道下游排洩。所以在壩旁一般都需要設置溢水結構物（溢洪道、放水道和洩水孔）。

水库在綜合利用的情况下，須設置船閘、魚道、木材拖运机及其他水工結構物。攔河壩和壩旁的水工結構物，包括水电站在內合在一起叫做水力樞紐。建壩来攔截河流的地点叫做壩址。

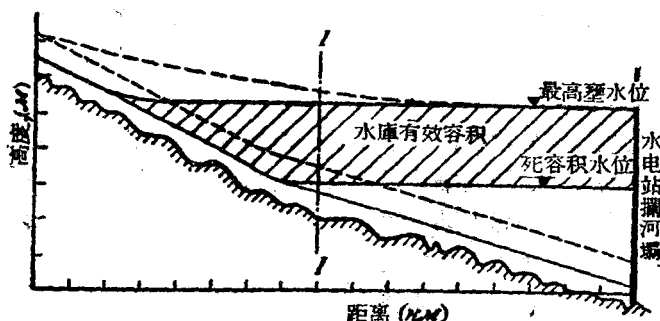


圖 3 水库縱断面圖

虛綫表示：汛期中河流的水位和水库水位的相应升高

攔河壩所截阻的河谷地段，在河流以上的部分（或称上游）就形成了水库。这是一个四周封閉起来的盆地，圖 3 表示这种盆地的縱断面，圖 4 是截面 I—I 处的横剖面。

如果有大型湖泊位在水庫的庫盤內或在水庫的底部，那末这样的湖泊就变成成为水庫的組成部分。

所有的河流，在其流程中都具有不同的坡度 i ，此坡度等于河流的落差 h 与其流程 l 之比，即 $i=h:l$ 。

在水庫縱断面圖(圖3)上很清楚地看出，河流在其流程中具有各种不同的沿着水流方向而下降的水位。这在地形河流上一般可用眼睛很清楚地看出来，而在平原河流上几乎是觉察不出来的。

在水庫里，靠近壩处的水位比距壩处远的水位低一些。但这种水位降低的情况，用目力是觉察不到的。可以说，在宽广的大型水庫中，夏季平水时期的水位，甚至距壩(水力樞紐)数十公里或更远的地方，实际上是保持在同一高度上。

在水庫充水时，庫內規定出正常的高水位(亦称最高壅水位，圖3、4)，这一水位說明水庫已正常蓄滿了水。水庫仅在最大汛期时才允許蓄水超过正常高水位，这应認為是特殊情况。

在壩的近处水庫的正常高水位通常較河流上該地点的自然水位高得多。距离壩愈远，正常高水位高出河流的水位愈小，而在上游的远处某一河段上水庫的水位則与該处自然水位相合。这个地方就是常說的水庫“迴水終点”或“尖灭区”。

應該指出，水庫迴水終点处的水位較正常高水位略高(圖3)。在汛期此种超高值更大，而在平水期較小。

水庫迴水的終点，同样也發生在所攔阻的河流部分之各支流上。同时，在每一条支流上迴水終点發生在距水力樞紐和干流不同的距离处，因为每一条河流按其縱向坡度和由洪水所造成的河谷形式之不同而各有其特点。因此，水庫在

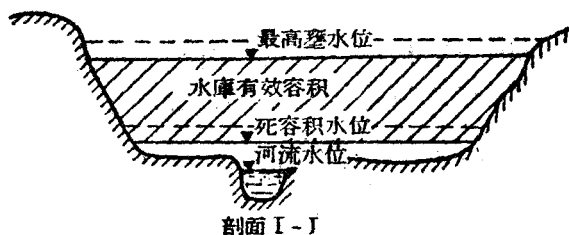


圖 4 前圖同一水庫截面 I-I 处的橫断面圖

各个段落上都有不同的长度和宽度。有时同一条河流，在某一段上具有宽广的河滩及平缓的河岸，而在另一段上则河滩狭窄而河岸陡峭。因此，水庫在平面圖上照例具有極其复杂的輪廓或形狀，而这种形狀取决于河谷和工程結構物的性質。往往在水庫上会看到許多島嶼和半島，有时也会遇到連綿不断的自然谷地，这些谷地乃是河流的古代河床之临岸堤坝。

水庫中的水位随着水电站的运行过程而逐渐降低。如果水庫中沒有流入相当于水电站所耗費的流量的話，那末水庫就处在如一般所說的消落过程中。水庫的消落一直进行到所預定的死容积水位(圖 3 与 4)为止。消落的深度，通常或多或少地是个常数，它由設計决定。对于各种不同的水庫，这一深度介于兩公尺至数十公尺之間。死容积水位和水庫正常高水位之間的容積称为有效容積，这是根据人們各种不同的經濟需要来分配水量的。

水庫的死容積是其庫容的一部分，这一部分水量除少数特殊情况外是不能利用的。水庫的死容積常常是按水庫一定的寿命(服务期限)考虑的，在此期限內这部分容積漸由河流上游地区和全部受水面积上的河水所挟帶下来的泥沙所填充

和淤积。

發電用的水庫中之有效容積，通常是非常大的，由數百萬公方至數百億公方(或以數十立方公里計)。

第二章 發電用的水庫在準備 蓄水前的主要問題

4. 目的與任務

水電站施工期間，在水庫蓄水以前準備工作的主要目的，是在運行時期為國民經濟合理地利用水庫而創造條件。

水庫的大部分地區在水庫蓄水以前原是一片陸地，這片陸地上有國民經濟各種對象以及農業和林業用地，而水面(河床、故河道、湖泊)所佔的面積是很小的。所以在佔用有價值的生產地面時，全面地利用水庫的問題是個十分重要的問題。

在設計水庫時，通常發生一個主要問題：是否應當把那些常常建有居民點、很有價值的建築物和結構物以及擁有肥沃田地的地區淹沒。

對以上問題，通常是在水庫不大地區里，對居民點、工業企業、結構物及國民經濟有關的肥沃土地、園地和礦產及其他等等，在未被淹沒以前進行複雜而細緻的勘測及個別的設計工作，而後才能得到正確的答案。

勘察和設計工作的結果，是能够使水庫在未興建以前就放棄，有時甚至要放棄整個水電站的建造，或者縮小水面(也就是減少水庫的水量)以使水庫一部分地區不受淹沒和浸水。

水電站和水庫是否應當興建的問題，通常是在國民經濟

計劃中解決的。現在我們來研究一下與水庫準備蓄水有關的問題。

怎样才能利用發電用的水庫呢？

在社會主義社會條件下，應當儘可能綜合地利用水庫，因為必須利用一切天然資源，使它最有效地為國民經濟服務。在水電站所興建的水庫里，首先引用庫內的水來推動水電站的水輪機。

如果能有足夠數量的水不斷地供給水電站，同時保證這水有一定的質量，就是說，在水中沒含有大量的巨塊飄浮物，這些飄浮物會阻塞水電站進水口的攔污柵，因而使水輪機的進水減少或中斷，也不含有損壞（腐蝕）水輪機輪葉的化學物質，那末就可以保證水電站不斷地工作。

水庫應能適于各種生物的生存。在水庫的各個地區上的水，可能具有不同的物理和化學性質（溫度、冰凍期、透明度、顏色、溶於水中的氣體和鹽質含量），這些性質對於棲居在水庫中的各種生物有着不同的影響。

因此，我們必須事先了解將來水庫內所蓄存的水之性質，必須了解大量的生物界（從微生物到魚、禽等）和植物界，因為它們之間常是互相關聯的。

水庫往往是順着河流及其支流擴展到數十公里和數百公里。水庫的兩岸建有或將建立城市和其他居民點，這些城市和居民點在水庫造成後必須使用水庫內的水。因此，這水應滿足衛生方面的要求，並且既須適應居民的飲水需要，也要適應經濟上和技术上的用水需要。

水庫的水還可用來灌溉那些干旱和貧瘠的土地。

最後，水庫的準備工作必須在生產、文化和美觀方面保證水庫的正確合理利用。

在生产方面，水庫範圍內必須准备并佈置下列工作：

(一)航道、碼頭和避風港灣、造船厂及为開發航运用的其他工程对象；

(二)捕魚段及供捕魚段用的設備；

(三)城市、鄉鎮及工業企業供水用的取水設備以及灌溉用的进水設備；

(四)下水道和排雨設備；这些設備对沿岸居民具有極重大的意义；

(五)文化設施和运动場的用地；

(六)供集体农庄和国营农場飼养家禽和牲畜的飲水地段；

(七)利用水庫淺水地帶种植西伯利亞水稻的地段；

(八)水庫护岸用的森林地段等。

水庫兩岸应当美化，將来的水面和陆地表面、建筑物、結構物及植物等应当互相調諧，以使居住在兩岸的数百万苏联公民和遊人“賞心悅目”。

5. 水庫区

水庫蓄水的結果产生了一些新的現象。原来在自然条件下連最大洪水也从未淹沒过的最低河灘及部分的基本河岸，在水庫蓄水后就要永久地被水淹沒或者是長时期淹沒。尤其是接近水力樞紐的河段那里有很大的淹沒深度，有时竟达到几十公尺。

在上游較多的地方有的是暫時淹沒的地区。其性質有种种不同。部分地区通过春汛(例如在苏联中央地帶)或夏秋의洪水(在南部山地条件下)时，在極短时期里遭到淹沒。在同一个水庫的兩岸，淹沒的深度也有不同。

另一部分地区，每年是在長时期里淹沒着，而只有在水

庫的有效容積消落時，即在正常高水位降低時，才能露出來。

第三部分即庫岸部分，這部分當風把水如海潮般由一岸驅向另一岸時，才被淹沒。沖向岸上的水有時是具有很大作用的，因為浪頭的高度可達一公尺以上。

最後，還有一小部分是沿着水庫兩岸所形成的狹窄地區要受到浪擊。

因此，無論是淹沒的當時情況，或是淹沒的後果都具有各種不同的性質。有的能灌溉兩岸的土地並使其肥沃（如汛期），也就是改善其經濟利用條件，與此相反，有的土地不可能按原來的用途進行利用。

在水庫蓄水時，地下水（壤中水）也發生了根本的變化，因為地下水和地面水是密切相連的。天然濕度過大的地區地下水經常向河中流去，其水位比河流水位高得多（圖5,a）。在干旱地區則相反，地下水由河中流出，其水位低於河流水位（圖5,b）。在這兩種情況下，地下水的水位在水庫蓄水時期都有升高現象。

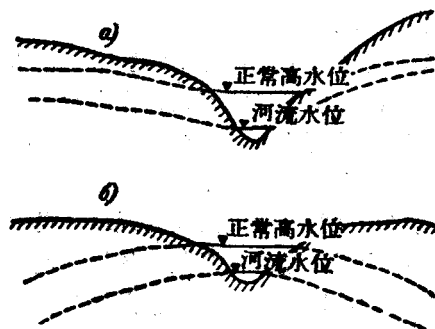


圖 5 興建水庫時地下水（壤中水）水位變化情況

●—天然濕度過大的地區；●—干旱地區。