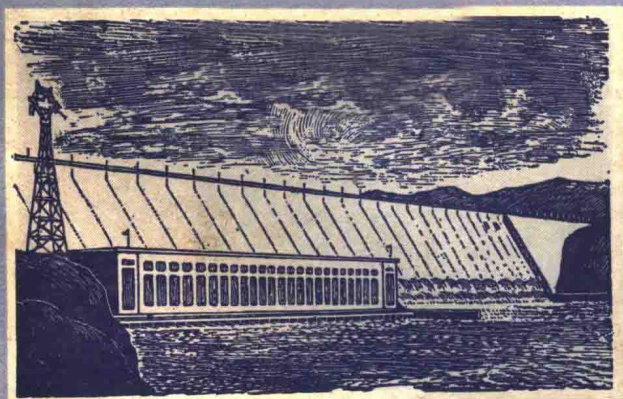


水力發電建設常識

第四分冊 水工結構

張 明 顯編著

744



電力工業出版社

內 容 提 要

“水力發電常識”是給水力發電系統的工人所編寫的通俗讀物，也可供初學水電知識的讀者閱讀。全書分為六個分冊，內容包括：水力發電建設的基本知識、勘測、水能利用、水工結構、施工、機電設備等。本書內容淺顯，沒有特別高深的理論和繁雜的計算公式。有高小文化程度的工人就可以看懂。

第四分冊首先介紹了水電站的水工結構物的基本概念和特點，接着介紹攔河壩的用途、主要類型和壩型的選擇，並着重談到水電站的引水工程，最後介紹水電站廠房的類型、特點和廠房的水下、水上部分。

水力發電建設常識

第四分冊 水工結構

張 明 顯編著

*

366 \$ 48

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 082 號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

*

編輯：程立志 校對：施娟芳

787×1092 1/2 開本 * 1 7/8 印張 * 25 千字

1956 年 6 月北京第 1 版

1956 年 6 月北京第 1 次印刷(1—9,100 冊)

統一書號：T15036·27 定價(第 9 類)0.24 元

目 錄

第一章 概 論	3
一、水工結構的意義和基本概念	3
二、水工結構的特點	4
三、作用在水工結構物上的力和負荷	6
四、水工結構的安全條件	8
第二章 攔河壩	9
一、攔河壩的用途	9
二、攔河壩的主要類型	10
三、壩型的選擇	19
四、溢流壩和壩頂閘門	21
第三章 引水工程	25
一、水電站型式和引水工程的布置	25
二、引水的方法和要求	29
三、進水閘	30
四、明渠	34
五、隧洞	38

六、水管.....	42
第四章 廠 房.....	47
一、影响水电站廠房型式选择的因素.....	47
二、廠房的類型和特點.....	48
三、廠房的水下部分.....	53
四、廠房的水上部分.....	58

第一章 概 論

一、水工結構的意義和基本概念

水工結構是研究並提出充分利用天然水力資源所需要的技術措施。為了要控制水流叫它為人類服務，必須改變它原來的狀態。像築攔河壩抬高水位，形成水庫，將它的天然流量，重新加以分配，以符合我們的要求，這樣也可消除洪水的災害；像建築引水渠道，將陡坡改成緩坡，可以得到水頭，用來發電；引水到田地裏去灌溉，到城市裏去供給市民用水等，都要有一定的建築物來完成這些任務。研究這些建築物的建造型式，決定它的位置大小尺寸，以及研究建築物在各種作用力下是否安全和經濟，這就是水工結構的基本任務。

水工結構按照其作用可以分為一般的和專門的兩種：一般的水工結構是應用在水利事業中所有的或某些部門的建築物，像攔河壩、引水道、排水道等，在發電、防洪、灌溉、給水等各種事業中都要使用

到：有一些水工結構是專門適用於某一水利事業中的，像水電站廠房、調壓塔、壓力水管等只有水力發電才用，像船閘碼頭只有航運才用，其他像灌溉、給水、筏道等，都因各有不同的要求而有專門的結構物。由於現代的水工結構所組成的水力樞紐是綜合利用的，就是說每一個水力樞紐的建造往往要滿足好幾個水利事業部門的要求，所以在一個水力樞紐內，就包含了好幾種專門的水工結構物。

二、水工結構的特點

水工結構物與一般的民用建築或工業建築結構物不同，原因是：

(1) 水對結構物的作用

水工結構物必須和水接觸，而水是無孔不入的液體，它的溶解能力又很強。我們建築閘河壩後，上游水位抬高，產生壓力，水就要透過壩體，或繞過壩的周圍及基礎，漏到下游去，這種現象，稱為滲透。無論用何種材料築壩，無論是何種基礎，這種滲透總是有的，但是必須把它限制在一定範圍內，否則它會帶走壩體或基礎內的土壤顆粒，溶解並帶走壩體或基礎內的礦物成分，使滲透擴大，發生管湧現象，將壩體

或基礎淘空，形成大量漏水，甚至將壩體摧毀，造成嚴重事故。此外，水中有一些礦物質對結構物的材料起化學作用，會侵蝕以致破壞結構物。

(2) 施工條件複雜

水工結構物一般都建築在河中，施工時必須先將河中的水流排走，所以要建造圍堰，在裏面進行修建。由於一年中天然流量變化很大，而圍堰又不可能做得很高，所以圍堰內易遭大水淹沒，若淹沒後施工就無法進行，因此在枯水季內要盡量將結構物基礎做好。水力樞紐的工程量往往是很大的，像土石方的開挖及混凝土數量是以十萬或百萬公方來計算，金屬材料是以數千噸來計算。為了要在短時期內完成施工任務，就需要廣泛地採用機械化設備和有極好的施工組織。

(3) 施工前要有詳細的勘測和設計

水工結構物的型式、大小和建造方法，是與施工地區的地形、地質和水文條件緊密地聯繫着的，這些條件，各地不同，所以每一個水工結構物，都應具有符合當地條件的特性。因此在修建以前，必須要有詳細的勘測和設計，並且要經過一定的設計階段。

勘測工作與設計工作是緊密地聯繫在一起的，每

一階段的設計工作都有其相適應的勘测工作。由面到點，由淺入深，这样才能使設計符合当地的地形地質的情況，使水工結構物造得又牢固又經濟。

三、作用在水工結構物上的力和負荷

作用在水工結構物上有各種力和負荷，這些力和負荷就是我們分析計算的對象。水工結構設計是要分析它們在各種組合的情況下對結構物的穩定性如何，結構物內部的應力有多大，從而來校驗及規定結構物的大小和尺寸。

作用在水工結構物上的力和負荷，按照其性質，分為以下幾類：

(一)結構物和放在結構物上的設備本身重量的力是向下作用的，力的作用點是在物體的重心處。

(二)水壓力。水壓力與水頭成正比，水愈深，結構物所受到的壓力愈大，所以作用在結構物垂直面上的水壓力像一個三角形，水压力的作用方向是與水接觸的結構物表面垂直的，它的作用點就在上面所說的三角形的重心處。

(三)土壓力。在結構物的周圍有時要用土填起來，在攔河壩的前面，因為泥沙的沉積而漸漸地高起

來，這些土和泥沙對結構物起壓力作用，它的大小、方向和作用點是比較複雜的。

(四)冰壓力。在北方冬季要結冰，可以結到幾公寸甚至幾公尺厚。冰在融解時對結構物有推力，在大河中，冰的流動對結構物的撞擊力，有時是很大的。這些冰一般浮在水面上，所以力的作用點也在近水面處，它的方向是橫向的。

(五)上托力。這也是水壓力的一種，由於壩的上游的水要滲透到下游去，滲透過去的水有向上的水壓力，叫做上托力。在岩性基礎上，上托力的大小是假定的，也可以做試驗來決定；在非岩性基礎上可用分析來決定。

(六)風壓力。風的壓力是比較小的，它僅作用於露在水面上的結構部分。

(七)地震力。我國有很多地方是有地震的，當發生地震時，會將結構物震倒，所以對有地震的地方在設計時應該將地震力考慮進去。

(八)反作用力。結構物建築在基礎上，基礎上就有一定的反作用力來支持它。

以上這些力有的是經常起作用的，有的是臨時發生的，有的不一定存在，在分析計算時，應看具體情

况，分別考慮。

四、水工結構的安全条件

(1) 基礎的穩定

水工結構物修建後，基礎的沉陷是難免的，如果基礎是岩石，沉陷很小，不致影响安全，就常常不考慮它。如果基礎是土壤，可能會發生很大的沉陷，設計時就必須加以考慮，尤其當基礎的土壤性質不一致以及結構物各部分的重量不同時，基礎會發生不均勻的沉陷，這是更要注意的。蘇聯有一個水电站的廠房，建築在非岩性土壤上，由於預先考慮到有不均勻的沉陷發生，所以把水輪發電機的軸裝得微微傾斜，幾年以後，沉陷停止，而軸轉成直立，這是水工結構設計中一個杰出的例子。

(2) 結構物的穩定

結構物的穩定包括不傾倒、不滑動和應力不超過結構物材料的允許應力三方面：

1. 不傾倒。結構物受水壓力及其他力的作用，有向後傾倒的趨勢，好像我們被推時有向後倒的樣子，所以結構物的基礎要做得相當寬，才不會發生這種現象。

2. 不滑動。結構物受水壓力後，有向下游滑動的趨勢，要防止滑動，必須靠結構物和基礎間的摩擦力來維持。摩擦力的大小是和結構物及作用在結構物上的重量成正比，所以要使它所產生的摩擦力比水壓力大，才能防止滑動。

3. 应力不超过允許应力。結構物当受外力作用後，內部就產生一定的应力來支持，这些应力可以用力学的方法來求出，應該使它比結構物材料的允許应力小才行，否則就要加大結構物的尺寸。

为保証結構物在使用時有足够的可靠性，当計算穩定性或应力時就必须有足够的安係數。

第二章 攔河壩

一、攔河壩的用途

攔河壩是水力發電站各建築物中的主要組成部分，它在河川上築成水庫，存儲河水，供給發電、農田灌溉和城市給水之用，枯水時還可以給壩下游放水，使航运及浮运木材不致受到影响。

築壩可以防止洪水，減少下游洪水的災害；抬高水位，產生水頭，就可以用來發電；加大壩的上游水的深度，減少險灘，也就利於航運。

由以上可見築壩是能解決很多與國民經濟有關的問題，因此當設計時必須全盤考慮，以取得最大的利益。

二、攔河壩的主要類型

(1) 土壩。土壩的材料是砂、砂壤土、壤粘土、粘土、卵石和礫石，這些材料的分佈是很廣泛的，在築壩的地方可以找到，可以就地取材，所以土壩是很普遍地被採用的一種壩型。

按照壩體橫斷面組成的材料來講，土壩可以分為五種：

1. 單種土質壩。由一種成分性質相同的土料修築的壩(圖1)；

2. 多種土質壩。由幾種不同的土料修築的壩，如由壤土和沙礫等按照一定的次序佈置在壩體內(圖2)；

3. 具有不透水蓋面的土壩。蓋面是在壩的上游面一層透水性小的壤粘土或混凝土、鋼筋混凝土，前

者叫做塑性蓋面，後者叫做剛性蓋面（圖 3、4）；

4. 具有不透水核心的壩。分塑性核心和剛性核心二種，前者用的材料是壤粘土，後者用的材料是混凝土或鋼筋混凝土牆（圖 5、6）；

5. 混合式土壩。由土壤和堆石組成，但主要的是土壤，只有下游部分才用石料（圖 7）。



圖 1 單種土質壩



圖 2 多種土質壩



圖 3 塑性蓋面土質壩



圖 4 剛性蓋面土質壩



圖 5 塑性核心壩

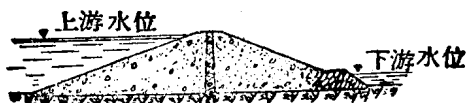


圖 6 剛性核心壩



圖 7 混合式土壩

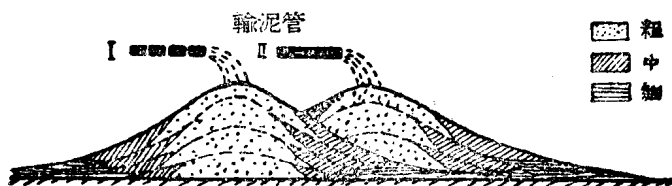


圖 8 淤填壩

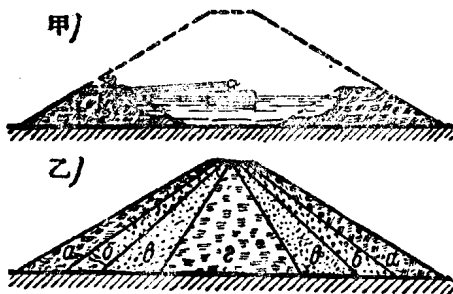


圖 9 半淤填壩

按照土壩施工的方法來講，土壩又可分为三种：

1. 輾压式土壩。分層築滾压而成，現在一般土壩都採用这个方法，滾压要有一定程度的力，現多用

羊脚滾，土壤也有一定程度的含水量，使土壤達到最大的比重；

2. 淤填壩。利用水流冲刷土壤，將渾水引到壩址，使它淤積成壩(圖 8)；

3. 半淤填壩。利用机械取土，运到積土場，加水拌和，導入壩址淤積成壩(圖 9)。

土壩是不允許水溢过頂的，否則就要冲坏，所以設計時，必須重視排洪設備，又因土壩的材料透水性比較大，也必須防止產生滲漏及管湧的現象。根据以往的經驗，土壩崩塌的原因，以排洪設備不够以致洪水漫頂的为多，其次是由於壩身或基礎的滲漏所致。

(2) 堆石壩。堆石壩可以分为下列四种：

1. 填石壩。全部用不整齐的石塊堆積而成(圖 10)；

2. 乾砌石壩。全部用較整齐的石塊乾砌而成(圖 11)；

3. 半堆石壩。上游用乾砌石牆而下游用填石(圖 12)；

4. 混合壩。壩的下游部分用堆石，上游部分斜牆用土料或壘石混凝土或漿砌条石(圖 13、14)。

上述 1、2、3 三种堆石壩都是透水的，所以要有防

渗設備，如斜牆心牆之類，這些斜牆心牆一般都与基礎不透水層連在一起。堆石壩所用的石料，應為堅硬的岩石，比重較大，能抵抗風雨，在水中不會軟化，能抵抗冰凍，石塊的大小也要有一定的尺寸，使堆積起來後孔隙很小，不會發生大的沉陷。堆石壩的石料應該用爆炸法所採得的不規則石塊，圓石及含有碎石屑的石料不宜應用，因為它既降低壩的穩定性，又加大壩的沉陷。



圖 10 填石壩

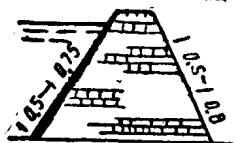


圖 11 乾砌石壩



圖 12 半堆石壩



圖 13 混合壩(斜牆用土料)



圖 14 混合壩(斜牆用混凝土)

(3) 空心重力壩。是由撐牆、平板及其他形式的蓋面所組成，蓋面支承在這些撐牆上，把水壓力傳到撐牆再傳到基礎上。空心重力壩可分下列三種型式，一般都是用混凝土或鋼筋混凝土造成。

1. 重力撐牆壩。這種壩和實心重力壩不同之處，就是在壩體內每隔一段挖去一塊三角形的混凝土，以減少工程量，挖去後的壩體仍要靠它本身的重量來維持穩定，這種壩的混凝土量比實心重力壩可以少到 30 %，但修築時要複雜些，需要消耗很多的模板。

2. 平面撐牆壩(圖 15)。為使撐牆壩的結構輕便，將撐牆的間距加大，並將上游面的擋水平板加鋼筋，它就能承受很大的水壓力，並把水壓力傳到撐牆上再傳到基礎。這種壩因本身重量輕，為防止滑動，維持穩定起見，上游面做成斜面，利用作用在斜面上的水壓力來增加重量，擋水平板支承在二端撐牆上，起着梁的作用，所以鋼筋消耗較多。

3. 連拱壩。在平面撐牆壩中，撐牆間距愈大，鋼筋混凝土板要愈厚，耗費的鋼筋要愈多，這樣就不經濟，在這種情形下改用拱板是有利的，因為拱板藉拱的作用，在拱內發生的拉力比平板要小得多，所以