

萬有文庫

第一集一種

王雲五主編

水力機

蔡昌年著

商務印書館發行



水 力 機

蔡昌年 著

工 學 小 叢 書

編主五雲王
庫文有萬
種千一集一第

機 力 水

著 年 昌 蔡

路南河海上 五 雲 王 人 行 發

路南河海上 館 書 印 務 商 所 刷 印

埠各及海上 館 書 印 務 商 所 行 發

版初月二十年二十二國民華中

究必印翻權作著有書此

The Complete Library
Edited by
Y. W. WONG

HYDRAULIC MOTOR
BY TS'AI CH'ANG NIEN
PUBLISHED BY Y. W. WONG
THE COMMERCIAL PRESS, LTD.
Shanghai, China
1933
All Rights Reserved

序

是書爲工學小叢書之一，其目的在將水力機械及水力工程之普通知識，供獻於一般讀者，故取材多求淺要，對於一切高深理論概行省略。其參考書籍，約有下列數種：

Laugherly—Hydraulic Turbines

Mead—Water Power Engineering

Turner & Black—Hydraulic Engineering

Russel—Hydraulics

Rushmore & Lof—Hydro-Electric Power Stations

New International Encyclopedia

是書僅於作者工廠服務及授課餘暇，陸續編纂而成，謬誤之處，尙祈海內明達有以正之。

水
力
機

二

民國十七年六月蔡昌年識於
新都軍事交通技術學校

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

目錄

第一章 緒言.....	一
-------------	---

水力——水力發展略史——水力機——水力發展之計畫——世界水力之統計

第二章 水輪及水渦輪.....	一三
-----------------	----

水輪——水輪之分類——重力式水輪——反動式水輪——衝擊式水輪——水渦輪——水渦輪之分類——水流之作用——水流之方向——軸之位置——輪之裝設——水渦輪與水輪之比較

第三章 衝擊式渦輪.....	二四
----------------	----

種類——拍爾吞氏渦輪——吉刺得氏渦輪——速度之調節——衝擊式渦輪之應用

第四章 反動式渦輪.....	三一
----------------	----

略史——佛氏渦輪——法氏渦輪——內灣流式渦輪之優點——反動式渦輪之應用——速度之調節——尾水

管

第五章 水力機之理論……………四三

引言——測量之單位——水之物理的性質——壓力之傳達——水壓力——水流之連續方程式——水流之能力——勢能動能壓能——伯氏定理——水勢頭水速頭水壓頭——伯氏定理之充——水輪所受之有效水頭——功率及效率——水流施於靜止葉板之力——絕對速度與相對速度——水流施於運動葉板之動壓力——水流施於水輪之力幾——水渦輪之功率——相對運動之能之方程式——沖擊式渦輪工率之計算法——反動式渦輪工率之計算法——尾水管——

第六章 水力工程概況……………七一

水頭與流量之漲落——水之貯蓄——水力廠之重要設備——蓄水池——壩——進水設備——導水管——平水槽——渦輪之選擇裝置——尾水溝——動力之輸送——結論

水力機

第一章 緒言

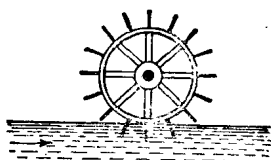
水力 考太陽系中一切之能 (energy)，大之若行星之輪迴，風雨之產生，小之若燃料之發熱，動植物之成長，無一非來自日球者。茲就水力言之，其來自日球，尤爲顯著。地面之水，散處於江、湖、海、洋，受日光之薰蒸，化汽上升，彌散於空際，藉天然之風力，廣播於遠近，終則凝爲雨、雪、冰、雹，復降於地面，散於水陸，山谷。然後或立被蒸發，回至空中；或爲植物所吸收；或滲入土壤，會于地中；或流入江湖，要皆以海洋爲歸宿。於是復受蒸發之作用，而上騰，而下降，而流動，依上述次序，循環不已。故凡高處之水，及流動之水，皆隱蓄日光之能 (energy)，而爲天然之能源。設法以利用之，皆可得相當之功 (work) 也。

能源之最經濟，最屬自然者，舍風力外，殆推水力。顧水力之發揮，必藉重力之作用，蓋水之所以能蓄能者，必其水面對於另一水面（通常以海面爲標準）有相當之高度，而恆有下流之勢，故其能恆爲勢能（potential energy），當其下流之時，猶之通常物體之下落，其速度漸次增高，其勢能漸化爲動能（kinetic energy），可藉以沖動水力機（hydraulic motor），作有用之功。水之重量，或因其重量而生之壓力，皆可使之直接作用於水力機而推動之；易言之，水之勢能，亦可直接利用，不必先化爲動能，正如一物之重量，可藉滑車之裝置，使其直接作用於另一物體而高舉之也。總之，水之能，恆得自日光，其表現或藉其速度，或藉其重量，或藉其壓力，要皆由於重力之影響，水之本身，不過一傳能之媒介而已。

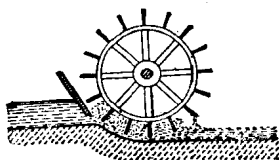
以上所述，乃天然之水力也。茲更有一層，欲附述於此者，水力之產生，亦有用機械方法爲之者：置水於堅固之容器中而擠壓之，則其壓力增高，再用接管導之，使作用於適當之活塞（piston）上，可得重大之壓力。此種方法，不過藉水以傳達或變換機械之能而已。水壓機（hydraulic press）及其相類之機械，率用此法，當於另章述之。

水力發展略史 考天然水力之利用，我國暨亞述（Assyria）埃及（Egypt）諸邦，實爲先導，蓋三千年前，黃河，尼羅（Nile）河及幼發拉的（Euphrates）河之附近農民，早有水輪（water wheel）之發明矣。當時之水輪，狀如第一圖甲，係以一木輪或竹輪，中置一軸，輪週繫以葉板（valves），用簡單之裝置，懸架於水上，浸其葉於水中，水流沖動輪葉，輪即迴轉，此爲水輪之最早形式，謂之流輪（current wheel），或稱浮輪（float wheel）。當時或用以引動汲水器，汲取河水，灌溉田疇；或以牽動石磨，舂研五穀；故諸河附近之瘠土，往往因之變爲膏腴。其後數百年，羅馬及其隸屬各國，始有水磨（water mill）之製，法略與前同，惟流輪與石磨之間，聯以齒輪，以得適當之速度。此種流輪，雖構造簡陋，効率低微，而當時則用之甚廣，卽降至近代，各國鄉間，仍有習用之者，取其簡單而易製也。一五八一年，英人曾置一大流輪於倫敦橋（London Bridge），以之汲取河水，供給倫敦全城居民之用，此爲倫敦裝設自來水之初次，亦流輪應用之最著者也。

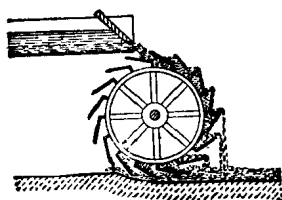
流輪之利用水力，効率極低，蓋當水流遇輪葉時，多分散於葉之四週，故僅能利用水力之一小部分。其第一步改良，卽設一溝道，導引水流，使之直沖葉上，不易分散，是爲下沖式水輪（undershot）。



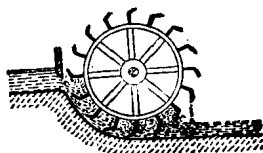
(甲) 流 輪



(乙) 下冲式水輪



(丙) 上冲式水輪



(丁) 中冲式水輪

第 一 圖——水 輪

water wheel) 狀如第一圖乙，効率略高。一六七五年，森(Seine)河上近聖宅芒(Saint Germain)一帶，曾用此種水輪，以汲取河水，分配於附近各地。此時河之兩岸，並築壩以集中水勢。下冲式水輪，約沿用至第十八世紀之中葉。

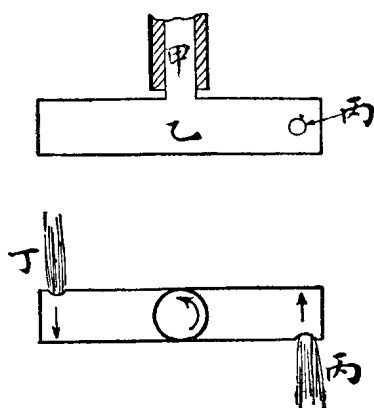
以上兩種水輪，皆利用河流之自然速度以得動力者也。據斯米吞(Ormeau)氏之實驗，以爲此種方法，實不宜施於此種水輪，於是有上冲式水輪 (overshot water wheel) 之發明。

上冲式水輪利用水之重量以得動

力。其狀略如第一圖丙。其效率甚高，故至今仍有用之者。人島 (Isle of Man) 之拉刻賽 (Laxey)，至今尚存一座，其直徑約七十二英尺，功率爲一百五十馬力。紐約 之推來 (Troy) 鎮，數年以前，亦置有一座，其直徑約六十二英尺，寬二十二英尺，功率爲五百五十馬力，重三百噸。

一七八四年，英人 非而貝因 (Fairbairn) 氏及梭尼 (Rennie) 氏又有中沖式水輪 (middle-shot water wheel 或 breast wheel) 之製。其狀如第一圖丁。其動力亦藉水重而得。顧其效率轉不及上沖式水輪，故難與後者競爭。

以上兩種水輪，皆直接利用水之重量以得動力者。自其効力言之，已較最初之流輪進步不少。顧於其進展期間，更有一新穎之發明足述者，即一七四〇年帕刻 (Barker) 氏所發明之水磨是已。帕刻 氏之水磨，恃水之壓力以動，其形略如第二圖。水由甲管流入，至於乙管而充滿之，然後由其兩端之丙丁兩小孔射出。此時水流對於兩孔之背方，各生一反動力，而成一對偶力，如箭頭所示，致令乙管以甲管爲軸而迴轉。此種水磨，實爲今日反動式水渦輪 (reaction turbine) 之鼻祖。今人稱此種水磨爲帕刻氏水磨 (Barker's mill)，示不忘也。



第 二 圖

動，始成爲大規模之事業，爲動力界開一新紀元，雖其進步多在近百餘年間，其基礎則早萌於昔日，先哲創始之功，庸可忽哉！

水力機 水力機 (hydraulic motor) 之於今日，一重要之發動機也，凡藉水力以運動而生工作之機械皆屬焉。就構造方面言之，水力機約可分爲三大類：即水輪，水渦輪，與水壓發動機 (hydraulic motor)。

以上所述，皆水力發展之萌芽也。至第十九世紀之中葉，乃有佛涅綸 (Fourneyron)，法蘭西斯 (Francis)，阿特琴斯 (Atkins)，拍爾吞 (Pelton) 諸氏，作種種實驗，而有各式水渦輪 (hydraulic turbine) 之發明。其後各國乃於水力易得之區，建築水力廠 (water power plant)，裝置渦輪，藉水力以產大量動力，供多種實業之需，於是水力機械，始於工程上佔重要地位。夫由古代最簡陋之流輪，歷三千餘年之久，至於今日，水力發

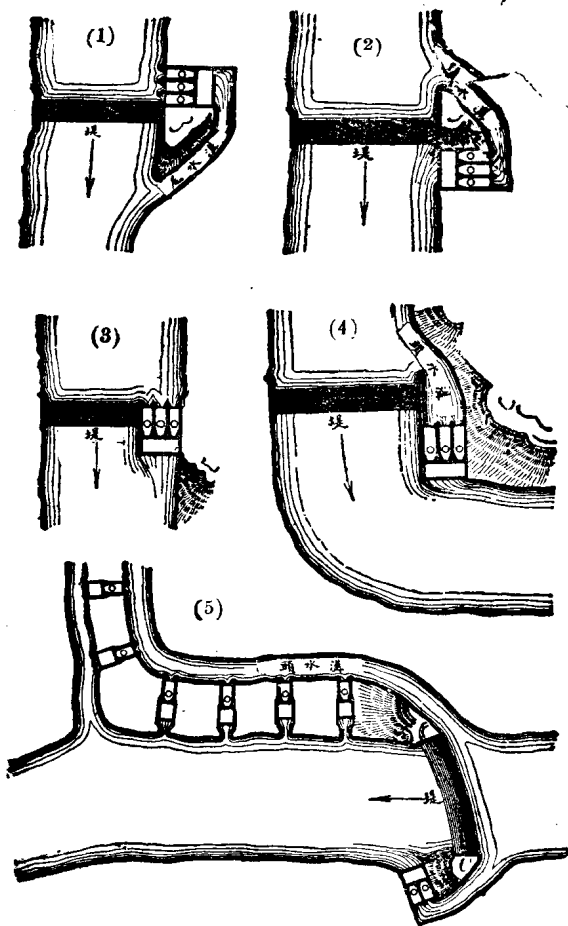
auto pressure engines) 是也。

廣義言之，凡一切藉水力以轉動之輪，皆稱水輪，故渦輪亦屬焉。本書依照一般習慣，稱前節所述各種簡單之水輪曰水輪，稱近世之各種新式水輪曰水渦輪，以示區別。

渦輪之構造，當詳另章。今所應述者，渦輪乃水輪之變形。當其工作之時，由若干導流靜葉板 (stationary guide vane) 將水流導入一輪，水流經輪葉間時，其速度之大小及方向變更。其變更乃因受輪葉力之作用。於是水流施等強而反向之力於輪葉，而將後者推動。故渦輪實爲水輪之一種，其工作則恃水流在輪中之運動而生。

水壓發動機，乃藉水壓力以作功之機械，其構造與普通汽機 (steam engines) 相若。其應用不及渦輪之廣。本書因限於篇幅，不及備述。

水力發展之壽畫 欲利用水力，必先得相當之水面差，所謂源頭 (head) 是也。尋常河道，其水面多順流漸降，其所蓄勢能，散漫不集。若欲利用一河之水力，必先設法得一集中之源頭，然後可以裝置渦輪，導水入輪，作有用之功。其所得功率之大小，全視其所得源頭之高低，及水流流量之多寡。



第三圖——水力廠之一般佈置

尋常集中水勢之法，不築壩以截阻水流，使河面與海面間一部分之水面差，集中於一處，然後水勢激烈，其能乃可利用。顧築壩有時須開渠（canal）爲之，以免影響航政，故水力之利用，又必因地制宜，而非隨處可以實行者。既得源頭，其次則爲建設相當溝道，導高面之水，流經機輪，給以大部分之能，化爲機械功。其高面之水，謂之頭水（head water）；其由機中排出之水，謂之尾水（tail water）。尾水之出路，爲流于低面一方，展轉入海。水力利用之程序約如此。

雖然，水力之所在，未必即動力需要之區，故又必設法將所得動力，輸送於需用之地。此種動之輸送，昔時殊感困難，近世電學昌明，始以電爲輸送之媒介，故自第二十世紀以降，水力工程始隨電機工程之後，而日益發達。今之利用水力者，皆於水力豐富之區，建設工廠，裝置渦輪，同時附設發電機械，如發電機變壓器等，將天然之水力，先化爲適相之電力，然後由簡單之導線，送至各方，供一切事業之需，是爲水力發電廠（hydro-electric power station）。

更有進者，水勢之漲落靡常，其可得之功率，亦必因之而增減，故欲利用某河之水力，必於其一年中水勢之漲落情形，及流量之消長狀況，加以確切之統計，以預測其可得之平均源頭及流量，而