

中國工程師手冊

(20)

水利 第四冊

第七編 發電水力

第八編 海 港



商務印書館

中國工程師手冊已成之基本、土木、水利三輯，初版印行於一九四四年，一九四七年十二月改歸我館出版，內容切合我國工程界的實際需要，惟地名、政區名沿用舊名，並有引用偽「國民政府」及舊法規條文的地方，因全書篇幅繁多，一時不易澈底修訂，祇能等待改編時，加以改正。

商務印書館 一九五一，五。

◆(365614T)

★ 版 權 所 有 ★	印刷者 商務印書館 廠	發行所 商務印書館 各分店	發行者 中國圖書公司 北京總發行所 上海分發行所 南京分發行所 漢口分發行所 重慶分發行所 成都分發行所 昆明分發行所 貴陽分發行所 西安分發行所 蘭州分發行所 迪化分發行所 拉薩分發行所 西寧分發行所 銀川分發行所 烏魯木齊分發行所 伊寧分發行所 塔城分發行所 阿勒泰分發行所 博爾塔拉分發行所 克孜勒蘇分發行所 喀什分發行所 和田分發行所 吐魯番分發行所 哈密分發行所 巴里坤分發行所 木壩分發行所 鄯善分發行所 庫車分發行所 新和分發行所 溫宿分發行所 英吉沙分發行所 莎車分發行所 葉城分發行所 澤普分發行所 塔什庫干分發行所 疏附分發行所 疏勒分發行所 英吉沙分發行所 莎車分發行所 葉城分發行所 澤普分發行所 塔什庫干分發行所 疏附分發行所 疏勒分發行所	出版者 商務印書館	主編者 汪 胡 楨
--	----------------------------	------------------------------	--	----------------------	------------------------------

中國工程師手冊
 (20) 第四冊
 水利

1950年11月第1版 定價人民幣10,000元
1951年8月第2版

(滙)2001-5000



書 號 365614

定價人民幣 10,000 元

中國工程師手冊

水利手冊

(汪胡楨主編)

第七編 發電水力

[汪 胡 楨]

目 錄

第一章	緒論	2
第二章	水力之開發	10
第三章	流量之調整	22
第四章	水力廠之設計	35
第五章	輸水路	44
第六章	原動力屋及機械設備	75

中國工程師手冊

水利手冊

(汪胡楨主編)

第八編 海 港

(蕭開瀛)

目 錄

第一章	港灣	1
第二章	橫碼頭	23
第三章	直碼頭	37
第四章	船塢	53
第五章	我國之航道與商港	83

中國工程師手冊

水利手冊

(汪胡楨主編)

第七編 發電水力

[汪 胡 楨]

目 錄

第一章	緒論	2
第二章	水力之開發	10
第三章	流量之調整	22
第四章	水力廠之設計	35
第五章	輸水路	44
第六章	原動力屋及機械設備	75

第七編 發電水力

第一章 緒論

第1節 水力利用史

1. 我國之水車 我國水力之利用，遠起於漢晉之際。其見諸史傳者：如後漢書云杜詩爲南陽太守，造作水排，鑄爲農器，用力少而見功多，百姓便之。註云冶鑄者爲排吹炭，今激水以鼓之也。魏志曰胡賢字公至，爲樂陵太守徙監冶謁者。舊持冶作馬排，每一熟石，用馬百匹，更作人排，又費工力，賢乃因長流水爲排，計其利益，三倍於前，由是器用充實。漢服虔通俗文云，水碓曰翻車碓，杜預作連機碓，孔融論水碓之巧，勝於聖人斲木掘地。晉書曰，石崇有水碓三十區，後魏書云，崔亮教民爲輞，奏於方張橋東，堰谷水，造水輞數十區。以上所錄均足以證明我國水力之利用實濫觴於漢晉。古代利用水力之機械有三種：一爲水槽：一爲臥輪，一爲豎輪。元代王禎農書及明代徐光啓農政全書，宋應星天工開物，均繪圖以明其制。水槽乃利用槓杆之理，藉水之重量以舉舂米之碓。王禎農書謂凡所居之地，間有泉流稍細，可選低處置碓一區，一如常碓之制，但前頭減細，後稍深闊，爲槽可貯斗餘。上底以廈，槽在廈外，自上流用筧引水，下注於槽，水滿則後重而前起，水瀉則後輕而前落，即爲一舂。如此晝夜不止，可穀米兩斛，日省二工，以歲月積之，知非小利。臥輪之制亦見王禎農書。其言曰，凡欲置此磨，必當選擇用水地所，先儘並岸壁水激轉，或別引溝渠，掘地棧木，棧上置磨，以軸轉磨下，下徹棧底，就作臥輪，以水激之，磨隨輪轉，比之陸磨，功力數倍，豎輪之制見天工開物。王禎曰今人造作水輪，輪軸長可數尺，列貫橫

木，相交如滾檣之制，水激輪轉，則軸間橫木間打所排碓梢，一起一落舂之，即連機碓也。貼岸置輪，高可丈餘，自下衝轉，名曰撩車碓，若水高岸深，則爲輪減小而闊，以板爲級，上用水槽，引水直下，射激輪板，名曰斗碓，又曰鼓碓。水力之用途亦復不一，用以汲水灌田者有筒車及水轉翻車，用以舂米者有水碓與槽碓，用以鼓鑄者有水排，用以礱穀者有水礱，用以碾麥搗茶者有水碾，用以篩麵者有水打羅，用以紡績者有水轉大紡車。我國各省凡水流迅急之處，猶多水車可見。甘寧黃河沿岸及四川等省用以灌田之筒車，尤爲著稱。惟製造簡陋，僅取材於竹木，數千年來，墨守成法，絕少改良，不可與近世水力利用，同日而語，亦可慨已。

2. 歐美之水車 歐美早期之工業，亦恃水車爲其原動力，凡有急流及瀑布之地方，各種工業咸蔚然俱興，而成工業都市。迨十八世紀蒸汽機發明，凡煤價廉賤之區，均競相採用，於是水力之用，爲之停滯者亘百有餘年。惟在此時期中，水車之製造，仍在逐漸改良之中。其最大之改良，厥爲引用水槽以運輸水量，衝射於水車之底部。經此改良以後，水中之理論水力，堪被利用者已達百分之三十。至十八世紀中葉，⁽¹⁾史密頓發明上擊水車，使水量注於水車之頂部，藉其重量以發生水力，效率遂因之增進至百分之六十以上。繼之者則有中擊水車之發明，十八世紀中之末葉，盛行於英國。此項水車係兼用水流之重量與動能，故效率可及百分之七十。1850 年左右，爲水車之全盛時代，但以其直徑過巨，旋轉率緩慢，不能利用較高之水頭，故其發展遂達於止境，繼之而起者爲水輪機。

3. 水輪機 水輪機爲利用水之衝動力或反動力之機械。十六世紀之水車中，已含有其制作之意義，至十九世紀乃臻完美之時代，遂奪取水車之席。水輪機首次露其頭角者，爲福尼隆⁽²⁾所製之外向輻射式水輪機。1827 年建設於法國之蒜橋⁽³⁾。繼之者爲亨舍爾⁽⁴⁾發明之軸向流水輪機，1837 年建設於德國。法國工程師仲發爾改進之於 1841 年，越二年始傳入美國。軸向流之水輪機既遠較外向流者爲優美，故出世以後，後者遂趨沒落。斯時有襲取外向流水輪

機之原意，改製為內向流之水輪機者。1836年⁽⁶⁾霍特首先取得專利權於美國。迨1847年⁽⁷⁾夫朗西斯出，復大事改變，成為美國水輪機之先河。自是厥後，各國所製反動水輪機，咸以夫朗西斯內向流機為根據，繼續改良，始得蔚成今日最進步之水輪機。與反動水輪機齊步邁進者，則為衝動水輪機。是機為使水量由管嘴射出，衝激於輪周之水斗而旋轉。其由來已古，最原始之一種盛行於印度，埃及，敘利亞及法國之南部，已達數百年。至1853年始由阿特金⁽⁸⁾加以注意，作科學的研究。1882年⁽⁹⁾培爾登實行製造，成為目下有名之培爾登水輪機，盛行於全世界。十九世紀之後葉，發電機出世，高壓輸電之術，又繼之以發展，使水力所發之電，可以供給遠方之工業。水力在經濟上之地位得因之而恢復。斯時近代式反動水輪機與衝動水輪機既已相繼發明，製造日精，效率之高超，旋轉率之迅速，高水頭之利用均與日俱增，遂使水力之利用，開一新紀元。近二十年來，各國重工業盛興，對於巨量而廉價之電能需要盛增。雖以汽輪機之發展足為水輪機之勁敵，但以各國煤產有限，有節約與保存以供後代使用之必要，且水力為取之無盡之資源，斷無不予不取之理，故水力事業仍為各先進國所重視。近代國家又每將水力發電與熱力發電之輸電線聯絡成網，集中管理，以收相得益彰之效。茲將近數十年來水力機械與輸電術之進步，列如表1，藉觀其過程之一斑：

表1 水力機械與輸電術之進步

年 份	反動水輪機		衝動水輪機		輸電線之 最高電壓 千伏特
	最大額量 千馬力	最高水頭 呎	最大額量 千馬力	最高水頭 呎	
1891~1900	5	140	●	800	40
1901~1910	18	500			110
1911~1920	37	700	30	1000	150
1921~1930	84	900	56	2381	220
1931~1940	115	1180	84	3000	330

4. 水力之分佈 世界之水力，因地形與氣候之不同，故其分佈有顯著之差異。全世界水力之存量約為 447,000,000 馬力。非洲所存為最多，約佔全世界 42%，澳洲為最少。約佔 4%，其餘各洲大略相等，各佔百分之十幾。非洲全洲形如一大高原，百川輻輳，匯成巨流，復於短距離內傾瀉入海，故所蘊水力最稱豐富。剛果河位居各洲之中部 雨量最豐，故其水力之存量為尤富，幾佔全世界水力總量之 1%。一國之工業愈發達，則所須之電量愈巨。又如一國之煤量愈寡，則有賴於水力之發展愈切。故可持此以衡量各國水力發展之情形焉。茲將各國水力之存量與已設水力廠之額量，列如表 2 以資比較。

表 2 各國水力比較表(1935)

國名或地名	已設水力廠之額量 馬力	水力之存量 馬力	水力廠額量對 水力存量之比 %
美國	16,075,000	38,000,000	42.2
加拿大	7,547,000	18,000,000	42.0
意國	5,800,000	3,800,000	151.0
法國	4,300,000	5,400,500	80.0
日本	4,200,000	6,000,000	70.0
德國	3,100,000	8,855,000	35.0
挪威	2,400,000	12,000,000	20.0
瑞士	2,350,000	2,500,000	94.0
瑞典	1,800,000	5,000,000	36.0
西班牙	1,400,000	4,000,000	35.0
蘇俄	1,100,000	16,000,000	68.7
奧國	700,000	1,700,000	41.1
印度	400,000	27,000,000	1.5
英本國	400,000	850,000	47.2
巴爾幹諸國	350,000	6,000,000	5.8
芬蘭	250,000	1,800,000	13.9
波蘭	90,000	1,400,000	6.4
中華民國	不及 10,000	20,000,000	不及 0.05

5. 各國水力之發展 近二十來各國水力發達甚速，見表 3。此表中未將蘇俄之統計列入。該國自 1918 至 1927 之十年間，革命初成，百廢待舉，以列寧手訂之戈羅電力計畫為綱領，一方努力於舊有工業之整理恢復，一方建設大量新電廠，以奠立新興工業之基礎。其目的在於 1920 年起之 15 年內建造 1,750,000 仟瓦之電力。

表 3 近二十年來各國水力之發展表

國名或地名	1914~1915 水力廠之額量 馬力	1934~1935 水力廠之額量 馬力	平均每年 增加數 馬力	平均每年 增加率 %
美國	8,609,000	16,075,000	373,000	3.2
加拿大	1,951,000	7,547,000	279,000	7.0
意國	1,000,000	5,800,000	240,000	9.2
日本	590,000	4,200,000	180,000	10.3
德國	900,000	3,100,000	110,000	6.4
瑞士	500,000	2,350,000	92,000	8.1
挪威	530,000	2,400,000	90,000	7.9
西班牙	281,000	1,400,000	56,000	8.4
瑞典	85,000	1,800,000	47,500	3.8

嗣經七年之奮鬥，至 1928 年已達到 1,790,000 仟瓦之數目。以列寧⁽¹⁰⁾
格勒附近發電 580,000 馬力之佛爾可夫水力廠為其始基。而 1922
 年完成之尼柏⁽¹⁾(註) 水力廠所發水力達 706,000 馬力，尤為近年來
 重要之發展。1938 年底該國之水電廠總額量約為 1,300,000 馬力。

第 3 節 我國之水力

6. 水力之存量 吾國水力之存量，據美國地質調查局之估計為 20,000,000 馬力。近年經資源委員會根據地形圖及雨量分佈情形，分省估計，知一年中 95% 時間內常有之水力計 21,995,000 馬力，10% 時間內常有之水力為 40,873,000 馬力。(估計表中未列夏綏遠蒙古西康西藏五處)。茲錄原表如表 4。

7. 水力地點 建設委員會於民國十九年發表電氣計畫，其中擬設水力廠凡五十三處，列如表 5。¹

8. 水力之分佈 我國水力之分佈可分為十二區，茲更申論之。
 (子)川康區域 此區域位於重慶以西，昆明以北，崑崙山脈以南，拉薩以東。重要水道有嘉陵江，岷江，大渡河，雅礱江，安寧河，金沙江，瀾滄江，怒江，均導源於崑崙山系之邛崃山，大雪山，雲嶺，唐古拉山中。全年雨量達 1250 毫米以上。水力存量約佔全國之 60%。
 (丑)珠江流域 此區域包括珠江之三大源流，即東江

(註) 1940 年德軍進兵蘇俄，此廠之壩遂由蘇俄自行炸燬。

表 4 我國水力資源表

省別	面積 方千米	95%時間內所常有者			50%時間內所常有者		
		馬力	%	馬力/ 方千米	馬力	%	馬力/ 方千米
新疆	472,704	3,529,000	16.08	7.5	6,455,000	15.78	13.6
雲南	298,583	6,066,000	27.59	20.4	11,645,000	28.55	39.0
貴州	176,480	1,741,000	7.91	9.9	3,431,000	8.39	19.0
四川	403,634	6,210,000	28.21	15.4	11,074,000	27.06	27.4
湖北	183,725	775,000	3.52	4.2	1,381,000	3.38	7.5
湖南	215,457	549,000	2.50	2.6	834,000	2.04	3.9
江西	168,236	272,000	1.24	1.6	450,000	1.10	2.7
安徽	143,447	131,000	0.60	0.9	167,000	0.41	1.2
廣東	219,876	734,000	3.34	3.3	1,443,000	3.53	6.5
廣西	223,844	60,000	0.27	0.3	143,000	0.35	0.6
福建	121,050	322,000	1.46	2.6	634,000	1.55	5.2
浙江	101,061	353,000	1.61	3.5	616,000	1.51	6.1
江蘇	105,605		...	...	10,000	0.02	0.1
山西	161,842	93,000	0.42	0.6	192,000	0.47	1.2
陝西	195,076	359,000	1.63	1.8	746,000	1.82	3.8
河南	169,782	86,000	0.39	0.5	162,000	0.39	1.0
山東	153,711		...	...	15,000	0.04	0.9
河北	173,960	94,000	0.43	0.5	215,000	0.53	1.2
熱河	140,526	14,000	0.06	0.1	32,000	0.08	0.2
察哈爾	258,815	60,000	0.27	0.2	136,000	0.33	0.5
綏遠	380,863	143,000	0.65	0.4	270,000	0.66	0.4
青海	728,198	143,000	0.65	0.2	245,000	0.60	0.3
甘肅	302,451		...	...		...	...
寧夏	304,058		...	...		...	...
遼寧	250,813	71,000	0.32	0.3	127,000	0.31	0.5
吉林	282,332	118,000	0.54	0.4	289,000	0.71	1.0
黑龍江	577,964	72,000	0.33	0.1	161,000	0.39	0.3
共計	6,914,093	21,995,000	100.00	3.2	40,873,000	100.00	5.9

西江北江是也。東江在惠州以上，西江在肇慶峽以上，北江在飛雲峽以上，均穿行於叢山間，流勢湍急。東江在石龍以上之流域面積為31,000平方千米，最小流量為每秒431立方米。西江在梧州以上流域面積為313,000平方千米。最小流量為每秒700立方米。北江在清遠以上流域面積為78,000平方千米。最小流量為每秒200立方米。平均雨量東江流域為1280毫米，西江流域1570毫米，北江流域為1550毫米。廣州北150千米英德縣屬之翁江，曾由粵省府邀請德技師加以勘測，聞可發五萬餘馬力，以費巨未果。（寅）東

表 5 擬建水力廠地址表

河 名	地 址
淮新錢鄆甌贛盱閩木韓東北西	洪澤湖 黃山 蘭谿 奉化 小溪 小江 贛州 南城 建甌 興化 石塘 河源 湔江 桂東 全縣 寶慶 洪江 烏江 大渡 昆明 健甌 內江 重慶 萬縣 甯遠 龍門 涇川 平江 鏡湖
安塘	徽州 桐廬 葉桐溪
蘭	古田 永安
湘資沅烏澗金岷沱嘉揚漢涇永牡	平樂 百色 樂昌 三江 關嶺 宜山 阿迷 荔波 龍州 武宣 新化 芷江 沅陵 鎮遠 沅江 威寧 灌縣 宜昌 紫陽 洵陽
定丹	

南沿海區域 此區域北起杭州灣，南迄汕頭，其間水道如錢塘江，靈江，甌江，飛雲江，金釵溪，交溪，閩江，晉江，龍江等均發源於仙 嶺或武彝山系中，全年雨量自 1500 至 1750 毫米。浙江省水利局於民國二十年所測浙境各河川之最小流量如次：

錢塘江	七里瀾	3.82 (每秒立方米以下同)
新安江	建德	24.28
分水江	桐廬	7.15
浦陽江	三江口	9.25
曹娥江	百官	8.16

甬江	鄞縣	719.18
甌江	永嘉	51.88
	小溪	8.20
靈江	臨海	133.55

(卯)太行山脈區域 此區域位於太行山脈之東麓。其間各水道，如潮河白河渾河桑乾河拒馬河唐河滹沱河滏陽河清漳河等皆於出山未遠之處即陡落平原，故坡度甚峻。平均年雨量約自 500 至 600 毫米。(辰)黃河上游 黃河在皋蘭以上之本幹及所納支流如大通河湟河洮河皆水流湍急，或為懸流或成險灘。自包頭以下至潼關一段距離 600 仟米，高差達 594 米，其中壺口瀑布，尤為著稱。兩岸所納支流，咸屬陡急之山溪。黃河自洮口以下，出劉家峽後，水車之利用甚盛，計永清縣有 53 輪，皋蘭縣有 176 輪，靖遠縣有 24 輪。此等水車，均為溉田而設，合計受益之田凡 52,500 畝，水車均以木製，直徑自 10 至 20 米不等，均藉水流自下衝射而旋轉。(巳)峽江區域自重慶至宜昌間，揚子江穿行於山峽間，由高原而降至平原，坡度既大，故水力之存量甚巨。其間最著稱之山峽為宜昌峽，牛肝馬肺峽，兵書寶劍峽，巫峽，瞿唐峽，總長 54 仟米，水為峽束，面窄而深。據調查，於宜昌上游葛洲壩建壩高 42 呎即可發生水力 320,000 仟瓦之巨。(午)漢水上游 漢水自光化以上支流甚豐，均導源於叢山間。是處利用水力者，有汲水溉田之筒車，及磨穀搾油之水車。水車有立式與臥式二種，直徑皆丈許，周圍安設齒板以受水。立式之輪均為中擊或下擊式。漢水本身之最小流量，在興安附近約每秒 60 立方米，鍾祥為每秒 233 立方米，估計可發水力 450,000 至 600,000 馬力。據李儀祉先生之意見，漢水上游水力發電之用途有八：(1)設木廠於興安；(2)用鎮安洵陽一帶之楮樹以造紙；(3)開採漢水之金沙與其他金屬礦；(4)製絲；(5)製造桐油與漆；(6)製煉藥材；(7)其他工業；(8)用電力啓閉船閘及牽挽船舶。因此處燃料缺乏，故水力之需要頗殷。漢水支流可以發生水力者：(1)洵河估計平均流量每秒 20 立方米，河床降度千分之一，水力廠可設於兩河關

及洵陽之間以爲交通之助。又洵河之上游乾佑河營盤鎮以下估計流量每秒 10 立方米，河床降度五百分之一至七百分之一，亦可設水電廠一所，以爲越過秦嶺電力鐵路之助。(2)黃洋河與安以上二十餘里，可以築堰，既利灌溉復可發電。流量估計每秒 6 立方米，河床降度約千分之一。(3)牧馬河流量與降度與黃洋河相若。(4)清水山谷中如築水庫，以利灌溉，亦可發生電力。流量估計平均每秒 12 立方米，河床降度約千分之一，慶山口內築堰可高至 30 米以上。(5)褒水褒城山河堰可移向上游四五里，築較高而永久之堰以利灌溉，且可發生水力。估計平均流量約每秒 20 立方米。(未)洞庭湖區域匯入洞庭湖之大川爲湘資沅澧四水。湘水在沅陰之最小流量爲每秒 69 立方米，資水在益陽之最小流量爲每秒 12 立方米，沅水在常德之最小流量爲每秒 18 立方米，澧水在澧州之最小流量爲 8 立方米。四水之上游坡度均甚峻急，平均年雨量自 1500 至 2000 毫米。(申)贛江流域 贛江自峽江以上，坡度甚大，平均年雨量約 1500 毫米。(酉)×××× (戌)山東半島 導源於山東半島諸水，爲沂沭汶泗小清膠萊等河。上游坡度甚陡，堪資利用。(亥)海南島 海南島平均年雨量達 1500 至 1750 毫米。其中河川如萬全河樂安河等發源於黎母嶺，坡度甚陡。以上十二處不過略述吾國水力資源分佈之概況，政府主管機關宜分區調查，以作開發之準備也。據翁文灝博士所宣稱，我國自民國二十七年以還已在豫蜀黔滇晉隴諸省內設立規模宏大之水力發電廠十一所，另有三所，範圍較大，已在着手創辦。

第二章 水力之開發

第 1 節 水力廠之建置

9. 一般建置 開發水力之建置名爲水力廠，欲期開發水力，首先須有處於高位置之水源，足供導引，名爲原動力水。由取入口將原動力水導入輸水路，達到水輪機。因水輪機之作用，將原動力水

中所蘊之能，轉變為機械能，更由發電機轉變之為電能，由輸電線傳導至用電地點。經水輪機用剩之水量，則由尾水路洩出之。水力廠之佈置，因水頭，流量，地形，地質，水質及其他種種之關係，千變萬化，絕少雷同者。就大體言之，可將其建置分為四部分：*a.* 壩堰 壩堰之設，所以壅高水位造成落差。壩之上游則為人造之湖名為水庫。其以儲蓄高水時期內之水量以抵補低水時期內之不足者，謂之蓄水庫。水庫盈滿後，不能收容之水量，則由活動堰（即閘）或溢道以宣洩之。壩上有設船閘，船舶通路，船舶升降機以通舟楫者。壩上如為產木區域，則有筏道筏閘之設置。築壩以後，魚類往來為其阻隔，故須有魚道之設置以補救之。河川流量甚巨，而水力廠祇引用其一小部分者，則有時壩堰亦可省免*。*b.* 取入口 在壩後適當地點設置取入口，以便引導所須之原動力水。在取入口內，設有水閘與閘門。前者用以阻隔隨水飄流之雜質，後者用以調節所須之水量。取入口有與壩身合為一體者。*c.* 輸水路 自取入口至水輪機之輸水路名原動力水路或頭水路，引導水輪機洩出水量以返河川之輸水路名尾水路。輸水路之長度與構造均隨水力廠而異。其形式有渠道，架槽，隧道，隧井，管道之別。水輪機之需水量隨負載而變化，而原動力水路中之水流則因惰性之關係，不能立即改變其流量，故水路中須有調整壓力之建築，以免被激而潰毀。水質混濁者須設砂阱或沉澱池以澄清之。欲分配原動力水至多數之水輪機，則須有前壩之設置。*d.* 原動力屋 原動力屋為蓋護水電機械而設。其中主要設備如水輪機，發電機，節速器，起重機，開關版等。變壓器與避雷器每設在屋之外方。輸電線即以此屋為起點。現代已有將全部機器設在露天之趨勢。

10. 佈置方式 水力廠之佈置無完全雷同者，已如前述，故不能貿然採取已成水力廠之計畫為依樣葫蘆之用。且已成水力廠之記述，每祇載其決定之事實，而鮮有論及所以作此決定之理由者，故不足為設計所憑藉。就大體而言，水力之開發方式有二種：一為

*關於壩堰及其附屬設備另詳開壩工程編。

