

24801



水利工程學

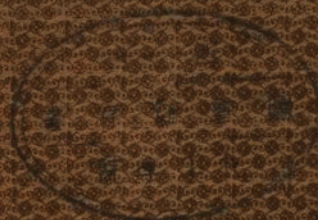
第一冊

氣象學 水文學 水力學

土壤學 土力學 材料學

ARMIN SCHOKLITSCH 原著

汪胡楨 顧世楫 陳克誠 合譯



中國科學圖書儀器公司

出版

譯 者 序

或問曰，歐美工程學之書亦夥矣，君等獨取捷克布律恩大學教授旭克列許之水利工程學而逐譯之，亦有說乎？答曰，我國經濟建設，經緯萬端，而與兆民休戚關係最深者，無過於水利，是以譯是書以爲國人作借鏡耳。環顧世界著述之林，水利之書，汗牛充棟，然欲其包羅宏富，以一書而兼擅數書之長，則旭氏之書誠可首屈一指。是書分十有一編。凡氣象學，水文學及水力學，土壤學及土力學，材料學，給水工程學，溝渠工程學，閘壩工程學，水力發電工程學，農田水利工程學，河工學、渠工學，靡不具備。說理精闢而其辭不衍，採證賅博而其例不雜，如食袁家梨入口消釋，如初寫黃庭恰好處，謂非近代之佳構，不可得也。且是書所附圖繪至二千餘幅，自閘壩結構之繁密，至流水緩急之現象，莫不訪求實地施工之圖案，與模型試驗之攝影以顯示之，故能使覽者按圖索驥，一目了然，其搜羅剔選之勤，與匠心獨運之功，有不可汨沒者矣。昔美國工程界耆宿費禮門先生遊於歐洲，得見此書，欽挹備至，親訪旭氏請譯爲英文以餉美國人士，旭氏許之。乃使其學員舒列茲留旭氏之門以任其事。稿成費氏已下世，其弟子史特勞培始校訂而付印焉。歐美工程之學理本同，而習尚稍異，譯本既出，風靡於英語諸邦，識者謂其有溝通世界文化之功，信不誣耳。昨春僕與顧濟之、衡清、王喬年諸先生偶值於中國科學社，倡議共譯是書，總幹事楊允中先生尤慫恿之。書成，爲請於中華教育文化基金董事會編譯委員會謀付剞劂焉。余等之譯是書，未知視舒氏之由德譯英者，成就如何；顧欲發揚水利工程之功用，以貢獻於吾國經濟建設之前途，則與費禮門先生譯書之志，或亦略有合也，是爲序。

一九四一年三月汪植誦

編 譯 凡 例

- 一、本書因譯者所習文字之不同，故有按德文原本選譯，有按英文譯本選譯，惟均用直譯法，以期翔實。
- 二、本書中所譯之專門名詞，盡量採用教育部業已訂定公佈之各種名詞，惟尚有未備者，則由譯者會商擬訂之。
- 三、本書人名地名概從音譯，並以商務印書館出版之漢譯外國人名地名表為準，另於每頁之末註明原文。
- 四、本書米制度量衡單位之名稱，均遵教育部所定，俾與教育部審定之學校教科書相一致。
- 五、本書英譯本中，凡遇米制度量衡處，均註有折合英制數量，今仍一律添註，以便比較。
- 六、本書附註之稱英譯附註者，係出於英文譯本；稱譯者附註者，係譯者所增，未註明者，概出於德文原本。
- 七、本書參考書目，英文譯本較略，故從德文原本。
- 八、本書附圖來歷，均照德文本註明。
- 九、本書附圖，均按德文本攝影製版、以期逼真，註字則均改為中文。
- 十、本書算式次序，德文原本稍有脫略，英文譯本仍之，今中文譯本亦然，以免多所更改。
- 十一、本書德文原本及英文譯本錯誤之字，已儘譯者學力所及代為改正。但魯魚亥豕仍所難免，尙祈讀者諒之。
- 十二、本書除供大學採為教本外，兼供工程師實地參考，故仍仿原本之例，增輯索引，以便查檢。
- 十三、本書逐譯體例，多承中華教育文化基金董事會任叔永先生及中國科學社總幹事楊允中先生指教，參考書目部分，承劉宅仁君詳加校對，索引由鄭宜樑君編訂，均使譯者銘感無已。
- 十四、本書初由商務印書館擔任出版事宜，旋以太平洋戰事發生而中止。至民國三十三年，始由水工圖書出版社委託中國科學圖書儀器公司排印，至三十六年十一月始竣事。其間校對工作除由汪胡楨君先後從事六次外，頗得周文德楊臣勳戴澤衡三君助力，書此誌感。

著 者 自 序

此書旨在作為工程學生之教科書，與實際工程師之參考書。水利工程之著述，雖浩如煙海，但欲求一切合時代，內容詳贍之作，使讀者對於斯學之任何部門，可以一檢即得，盡悉其源委者，則殊未見。本書之作，蓋欲以彌此缺憾耳。

除海塘工程以外，凡水利工程範圍內之各門，均已包舉於此書上下兩冊共十一編之內，上冊計分六編，曰氣象學曰水文學及水力學，曰土壤學及土力學，曰材料學，曰給水工程學，曰溝渠工程學。下冊計分五編，曰閘壩工程學，曰水力發電工程學，曰農田水利工程學，曰河工學，曰渠工學。前四編所論述者，雖非純屬於水利工程，但與後者關係至為密切，故亦屬不可稍缺之知識也。為免此種知識一再贅述於後七編中，故特於前四編內彙論之。前四編中所論者務極簡明，以足供閱讀後七編者之階梯為主。本書編著之時，曾竭力刪節與本題無關之議論，但一切有裨設計工程之係數，則儘量羅列，庶讀者得此一書。即可作為設計時之根據耳。

為節省篇幅起見，雖一切工程之沿革，頗能引人入勝，但亦以其非絕對需要，而加以刪節。為使各部門之敘述力臻明晰計，故所附圖案，為數至夥，攝影亦屬不少。蓋著者之意，以為良好之攝影，足為圖案之輔助，使讀者對於實在之工程，得了然於心目之中耳。

本書中所引未經刊布之工程記載甚富，尤以第二第七第八三編為最，藉以對水利界同志作芹曝之獻，或不以為妄耳。

每節之末，均載有編著時引用之參考書目，其餘有關之論文暨持論相異者，亦均列入，俾讀者得藉以詳悉問題之全貌。書末又附有索引，以便讀者之翻檢。

本書編著時，承工程界同志與工程廠商協助之處甚多，並各出其圖案書籍與一切記錄，俾供參考，殊使著者銘感無已。出版者朱利阿斯⁽¹⁾斯普林革傾誠相助，使得付剞劂，亦至可感。余之助手蒙拉忒⁽²⁾赫索革⁽³⁾與哲克爾⁽⁴⁾三君，或助我繪圖，或助我校對，亦附此致謝。

1929年十月旭克列許⁽⁵⁾序於捷克斯拉夫⁽⁶⁾之布律恩⁽⁷⁾

(1) Julius Springer

(2) V. Hawlet

(3) M. Herzog.

(4) O. Jekel

(5) A. Schoklitsch

(6) Czechoslovakia

(7) Brunn.

美國譯本序言

費禮門⁽¹⁾先生畢生酷愛水力學，除予斯學以重要貢獻外，並應用其學理於工程及保險事業，卒蜚聲於此二界。先生以提倡水力學之故，復資助多數青年，使從事於斯學，益著名於國內外。對於水力實驗，尤致其熱誠，捐助款項亦特多。

先生逝世之年，復出其全力以逐譯布律恩⁽²⁾捷克工科大学教授旭克列許博士所著 *Der Wasserbau* 一書，以嘉惠未諳德語之水利工程師。先生 1930 年移書旭克列許博士，盛道其傾佩之意，有云：

一年以前余得巴德斯雷⁽⁴⁾教授函，始知先生於困境之中完成鉅著。是書出版時，余購得一部，雖不精諳德文，但涉獵一過，即信此書為由來言水利工程者所未有之傑作。苟能譯為英語，足以增進兩國之友誼，並予美國斯學以進步。僕年來孜孜以提倡水利為事，如資遣學子負笈異國，與編著「水力試驗之實務」一書，復數度觀光歐陸以完成倡導國立水力試驗所之志願，足下於僕或訝其何若是之不憚煩耶？則僕敢引培根之語以自解。培根⁽¹⁾之言曰『Every man is a debtor to his profession』，僕在工程界從業以來，幸得溫飽自足者，忽忽五十年矣，不可不思有以酬報斯業耳。

是時先生資助之波士頓土木工程師會⁽⁶⁾公費留學生舒列茲君⁽⁷⁾方受業於德國工科大学旭克列許⁽⁸⁾博士之門。致書先生，謂旭氏之書，已被世人公認為水利工程學標準之作，先生益信逐譯之時機已至，不可再失。

1930 年之七月，先生赴歐，親晤旭氏，蒙許以逐譯之權。時以舒列茲⁽⁷⁾君公費期限將滿，乃更助以膏火，使留於布律恩⁽²⁾，從旭氏而逐譯焉。

不幸舒君譯稿未就，先生竟於 1932 年之十月，遽歸道山。舒君仍留布律恩，至次年之五月始克蒞事。舒君既返美國，奉其稿於明內索塔大學⁽⁸⁾水力學教授史特勞培⁽⁹⁾博士，加以校閱，並繕清本，以付剞劂。史博士蓋美國土木工程師會⁽¹⁰⁾費禮門先生公費留學生之第一人也。史博士留德有年，兼以最近曾為先生譯成方修斯⁽¹¹⁾教授所著 *Der Verkehrswas-*

(1) John R. Freeman

(2) Brunn

(3) A. Schoklitsch

(4) Clarence E. Bardsley

(5) Lord Bacon.

(6) Boston Society of Civil Engineers

(7) Samuel Shulits

(8) University of Minnesota

(9) Lorenz G. Straub.

(10) American Society of Civil Engineers.

(11) O. Franzins.

serbau, 故擔任此事,殊收駕輕就熟之效。

因上述之淵源,故此書之出版,即作為費禮門先生之遺念書。所冀者凡我青年美國工程師,能善體先生贊助迄譯是書之精神,促成斯業之進步,並出其所得,以作人類幸福上之貢獻耳。先生之言曰:

『無論何人均為其職業之受恩者,苟其人已因從業而獲得畢生之幸福與滿足,即應對於已逝之先輩致其感謝之忱,對於後起者盡其提攜之責任。』

是書之編者,願於此對旭克列許博士感謝其協助舒列茲君之盛意,對於原書出版者朱利阿斯⁽¹⁾斯普林革感謝其友誼之指導及教言。史特勞培博士悉心校訂,並繕錄清稿,普林泊頓⁽²⁾印書館盡心協助,均使人銘感無已。

遵照費禮門先生之原意,此書之譯費與圖版費,均由本財團負擔,俾定價得以減輕,人人得購為參考之需,尤予青年工程師以便利。

本財團特對美國機械工程師會⁽³⁾致其謝忱。該會由費禮門先生生前所捐之款項中,撥出的款,以供是書廣告與銷售之需,益使先生減低售價之本意,得以達到也。

編者個人對於契克⁽⁴⁾君頗致欽感之意。契君為費禮門先生多年之私人助理工程師,於此書之校對及數學資料之複算,曾費無數之時間與心力也。

編者克拉克⁽⁵⁾費禮門為費禮門⁽⁶⁾先生信託財團作序。

(1) Julius Springer

(2) Plimpton Press

(3) American Society of mechanical Engineers.

(4) Alton C. Chick

(5) Clarke Freeman

(6) The John S. Freuman's Trust Estate

謹 將

旭克列許博士水利工程學

華文譯本

呈 獻 為

李儀祉先生

紀 念

水 利 工 程 學

第 一 冊

第 一 編	氣象學	顧世楫譯	1
第 二 編	水文學及水力學	顧世楫譯	41
第 三 編	土壤學及土力學	陳克誠譯	193
第 四 編	材料學	陳克誠譯	221

第 二 冊

第 五 編	給水工程學	王壽寶譯	237
第 六 編	溝渠工程學	汪胡楨譯	363

第 三 冊

第 七 編	閘壩工程學	汪胡楨譯 關富權	469
-------	-------	-------------	-----

第 四 冊

第 八 編	水力發電工程學	汪胡楨譯	715
-------	---------	------	-----

第 五 冊

第 九 編	農田水利工程學	汪胡楨譯	979
第 十 編	河工學	汪胡楨譯	1003
第十一編	渠工學	汪胡楨譯	1071
索 引		鄭宜樑編	1121
人名索引		鄭宜樑編	1159

第一冊目次

第一編 氣象學 顧世楫譯

I. 地球表面溫度之變更	1
A 地內溫度之變更	1
B 工程結構中溫度之變更	7
C 水之溫度之變更	8
D 地球內部之熱	13
II. 大氣中之濕氣	16
III. 降水量	18
IV. 相關法	33
V. 蒸發量	35

第二編 水文學及水力學

顧世楫譯

I. 滲漉	41
II. 逕流	43
A 流量及水位之標準符號	46
B 流域面積	47
C 逕流及降水量	48
D 河水位與流量之關係	50
E 最小及最大水流	55
F 流量及水位之推測	61
G 洪水波	63
H 湖泊之調節效用	65
I 水之運動之型式	68
J 平均速度之計算	71
K 在敞露及封閉輸水路中水頭之特種損失	77
L 虹吸設計	81
M 在橫截面內速度之分布	82
N 流量測量	86
O 恒豐而不勻之水流	105
P 橋樑所致之壅水	112
Q 孔	114
R 堰	114
S 側堰	119

T 敞槽中之湧浪及波浪	120
III. 水庫容量之確定	127
IV. 水庫之放洩	129
V. 水道中之河床沉積物及浮游物	130
A 運轉力	130
B 在流水中之岩屑與浮游物及其情狀	131
C 在河道中岩屑及浮游物之移動	137
VI. 河槽	145
VII. 在靜水及流水中之冰凌	155
VIII. 地下水	165
A 地下水之來源狀況及性質	165
B 地下水流	171
C 實測地下水流速度法	174
D 流入井中之地下水	175
E 地下水之平行流動	185
F 經土壤下之滲漏	188

第三編 土壤學及土力學

陳克誠譯

I. 土壤之性質	193
II. 土壤性態之探查	198
A 探測	198
B 掘測	199
C 鑽探	199
D 與地物理測量法	203
E 生理診切法	205
III. 在荷重下土壤之性質	205
IV. 土壤荷重力之計算	216

第四編 材料學 陳克誠譯

水利工程中最重要之建築材料	221
I. 木料	221
II. 鐵料	221
III. 混凝土	224
IV. 特種工料	235

第 二 冊 目 次

第五編 給水工程學 王壽寶譯

I. 給水設置之目的,發展,及其範圍	237
II. 水之消費量	238
III. 天然水之性質及優良之飲料水	242
IV. 飲料水之檢驗	244
V. 水之處理法	248
A 沉澱法及沙濾法	248
B 除鐵法	261
C 除錳法	262
D 除礫法	262
E 軟水法	264
F 消毒法	265
VI. 水之取集	271
A 泉水之取集	271
B 地下水之取集	276
C 河湖水之取入口	295
D 水窖	296
VII. 清水櫃	298
A 清水櫃之地位尺度及其目的	298
B 水櫃之構造	302
1. 水箱	303
2. 水塔	317
3. 堅管	328
4. 家屋水櫃	328
C 水櫃之特種配備	329
VIII. 水源地與用水地間之輸水工	329
A 重力制	330
B 汲水制	331
IX. 水量之分配系統	339
A 水管網計劃	339
B 水管材料式樣及特種管配件	346
C 水管網作業上之設備	352
D 工程之計劃及實施	353
X. 特種工程	359

XI. 用戶水管	360
----------	-----

XII. 水之量計	361
-----------	-----

第六編 溝渠工程學 汪胡楨譯

I. 溝渠工程之目的與範圍	363
II. 污水之量	364
III. 污水之成分與狀況	371
IV. 污水之處置與處理	372
A 稀釋法之污水處置	372
B 污水之處理	375
1. 污水之機械清化法	377
a. 疏水欄	377
b. 除滓室	377
c. 擦沫櫃	380
d. 細篩濾過法	381
e. 沉澱池	383
2. 污泥之處置	385
a. 污泥之消化	385
b. 污泥消化櫃之設計	388
c. 清化廠	389
d. 曝泥場	398
3. 清化污水之處理	401
a. 天然生物方法	401
b. 人工生物方法	402
c. 化學方法	409
4. 家屋污水之處理設備	409
V. 污水之收集與排除	411
A 家屋之排洩制度	411
B 街道之排洩制度	414
C 陰溝系統之設計	418
D 建築陰溝之材料與陰溝厚度之求法	428
E 使用陰溝時之附屬建築物	435
F 陰溝之建築圖案與施工方法	443
VI. 特種之建築物	449

第三冊 目次

第七編 閘壩工程學

汪胡楨關富權合譯

I. 固定壩	469
A 谷壩	469
1. 堆築式之谷壩	470
a. 純質堆築壩	475
b. 附有止水蓋面或核牆之堆築壩	476
2. 圪工壩	484
a. 重力壩	484
b. 拱壩	499
c. 梁壩	501
(1) 安布生壩	502
(2) 連拱壩	506
3. 谷壩之附屬設備	517
4. 初步考驗與建築	533
5. 谷壩之失敗	537
B 固定堰	539
1. 透水固定堰	544
2. 不透水固定堰	544
3. 固定梁堰	547
4. 虹吸堰	549
II. 活動壩	557
A 提閘閘	557
1. 提閘閘門之設計與構造	558

2. 提閘閘門之安裝與封絨之方法	571
3. 提升閘門之設備	580
4. 提閘閘門之開破	589
B 疊梁堰	598
C 排針堰	602
D 輓堰	608
E 輻閘門	620
F 扇形閘門堰	629
G 熊阱堰	632
H 楮堰	637
III. 各種閘門之選擇與其佈置	650
IV. 堰旁之交通設備	652
V. 堰之下層建築與基礎	655
A 堰下之淘刷與防止法	655
B 活動堰之下層建築	663
C 堰之封絨與植基法	666
VI. 堰之毀敗	689
VII. 渠道之取入口	690
A 取入口基址與其選擇方法	690
B 進水檻之高度	694
C 進水口之尺度	699
D 漸進槽之設計	701
E 冲刷岩屑之方法	703
F 取入口之攔冰法	709
G 取入口之構造	712

第四冊目次

第八編 水力發電工程學

汪胡楨譯

I. 水力之發生	715
A 電力之需要	716
B 水頭	719
C 利用原動力水之經濟問題	720
II. 發電水力之建置	726
A 原動力水路	727
1. 渠道	727
a. 渠道橫截面之形式與襯工	728
b. 渠道之設計	735
c. 渠道之建築	741
d. 渠道之特種建置	746
e. 渠道淤積物之祛除	747
f. 渠道之毀敗	749
2. 壓力管	749
a. 壓力管直徑之計算	751
b. 鋼管道	760
c. 鋼筋混凝土管道	770
d. 木質管道	770
e. 管道之配件	780
f. 管道之支承點與鎮墩	781
g. 壓力管之附件	787
h. 圖案與建築	793
i. 壓力管道之特種建築	795
j. 管道之毀敗	796
3. 隧道	798

a. 露面隧道	800
b. 壓力隧道	800
c. 壓力隧井	807
d. 隧道之初步研究與建築	812
B 特種建築	823
1. 湧浪櫃	823
2. 前塘	840
3. 水欄	847
4. 溢道	857
5. 砂阱	858
6. 消能工	866
C 原動力屋	880
1. 機器屋	880
a. 水輪機	880
(1) 反動或全部進水式之水輪機	884
(2) 衝動水輪機	916
(3) 水輪機之選擇	920
(4) 水輪機之節速器	924
(5) 水輪機之裝置	933
b. 發電機	939
c. 原動力屋之起重機	945
d. 原動力屋之房屋建築	946
III. 特殊之水力廠	950
A 抽水儲蓄水力發電機	961
B 地泉水力廠	967
C 潮力廠	968
IV. 小水力廠	968

第五冊目次

第九編 農田水利工程學

汪胡楨譯

I. 農田之排水	979
A 應用明溝之排水制	979
B 應用暗溝之排水制	982
C 抽機排水站	991
D 灌溉工程	991
II. 農田之灌溉	992
A 泛濫灌溉法	994
B 地底灌溉法	998
C 噴灌灌溉法	1000

第十編 河工學 汪胡楨譯

I. 治河之材料與工事	1003
II. 治河之建築物	1013
A 護岸工程	1013
B 束水工程	1019
C 溜壩與養沙壩	1030
D 裁灣取直及攔河壩	1042
III. 河川之治導	1046
A 山溪之治理工程	1046
1. 山坡之固定	1048
2. 溪岸之保護	1051
3. 溪底之固定	1052
4. 積砂區中溪槽之固定	1054
5. 道路交叉點	1054
B 山流之治理	1055
C 冲積河之治導	1050
IV. 洪水控制工事	1062
A 防洪工程	1072
B 攔洪水庫	1066

第十一編 渠工學 汪胡楨譯

I. 船舶及其推進方法	1067
II. 水道	1071
A 天然水道	1071
B 人造水道	1072
1. 渠化河川	1072
2. 運渠	1073
C 水道之需水量	1077
III. 船閘與船舶升降機	1080
A 堰旁之筏道	1080
B 船閘	1085
1. 式樣與尺度	1085
2. 閘牆與閘底之設計	1089
3. 船閘之上下端及灌水洩水方法	1096
4. 船閘之門	1102
a. 人字門	1102
b. 倒翻閘門	1105
c. 垂閘門	1105
d. 柱閘門	1106
e. 輕閘門	1108
5. 船閘用水量之節省法	1108
6. 船閘作業之機械設備	1111
C 船舶升降機	1111
1. 斜坡升降機	1112
2. 垂直升降	1112
a. 水力升降機	1114
b. 對重升降機	1114
IV. 特種建築物	1116
V. 內河船港	1118
索引	1121
人名索引	1159

之用途而分為公用，工業，鐵路等廠。

A. 電力之需要

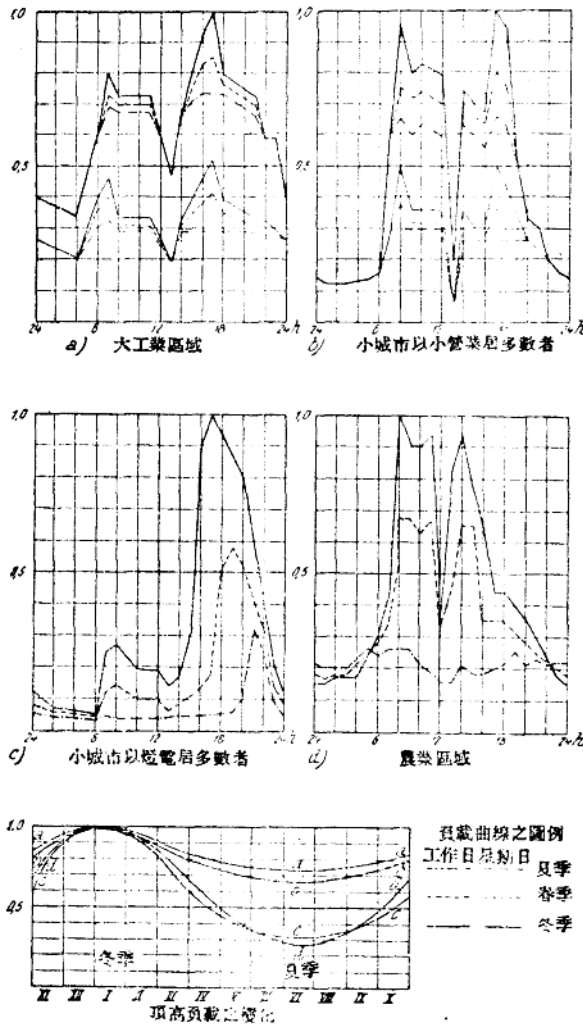


圖1240 單位負載曲線。(J. Ornig)

俄尼革⁽¹⁾曾就各類用戶，作廣博之研究，以期確定其負載曲線之特徵。圖1240即為其研究之結果，各曲線均以冬季之頂高負載作為1仟瓦。在圖1241中顯示若干種發電廠或電系之負載曲線，其冬季之頂高負載，亦均化為1仟瓦，以便比較。觀察各曲線之形狀，即

電力之需要，或負載之變化，對於水力發電各重要部分之尺度與設計，實具極大之決定作用，正猶給水工程中，以消耗量之變動狀態為決定全系統重要設備之準繩也。負載之變動狀態，隨工商業之種類，作業之方法，工作之時間，用戶之生活習慣等因素而異。大型工廠每為最歡迎之用戶，尤以可以晝夜作業者為最，以其在工作時間以內，需要之電量，分佈甚為均勻耳。若工廠並不連續作業，則當其一斷一續之際，每使電廠蒙受深刻之影響，譬如正午負載之銳落，及夜間負載之低降，皆其例也。在工商業負載曲線上，每冠以銳利之高峯，乃因居民商店及事務所引起用電之所致。此種用電，以燈電居多數，結果所居，每造成所謂燈電高峯。工業負載，商業負載，與住戶負載三種，孰佔優勢，即顯示其特徵於負載曲線之上。此等負載曲線，足以反映用戶之生活習慣，尤以住戶用電佔優勢時最為明顯。

(1) J. Ornig

可見其頗多相似之點，都市之負載，每因年而增進，其情形示於圖 1242。

應用圖 1240 所示各用戶之冬日負載曲線，及一年中頂高負載之變化曲線，可以預測任何供電區域內之未來負載。欲作此種估計，須將區域內之電力用戶，分成數類，與圖 1240 所列之各類相仿。估定每類用戶電之總需要量，再將此用電量，按該類之單位負載曲線，分配於一日中之各小時，卒將各曲線——綜合之。估計各種工商業及住戶之需電量，可以次表為助：

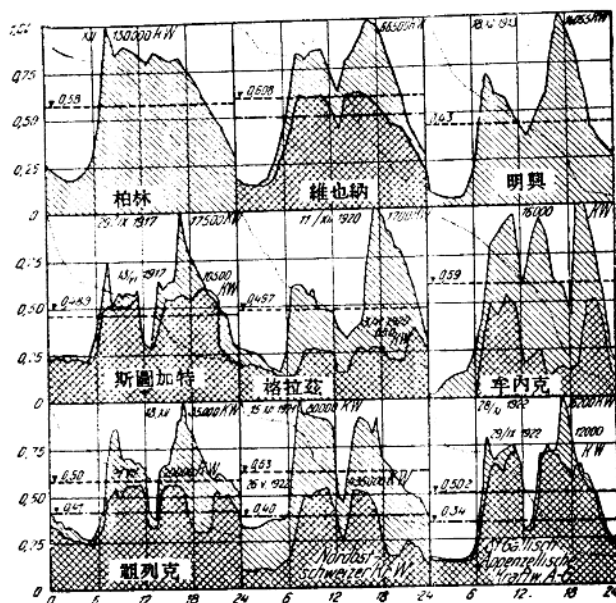


圖 1241 若干發電廠之負載曲線，假定冬季最高負載為 1 仟瓦 (J. Örnig)

家庭用電(除去烹飪及暖屋用電)

每人每年 150 仟瓦小時

家庭烹飪用電

每人每年 865 仟瓦小時

家庭暖屋用電

每人每年 2,500 仟瓦小時

製造下列物品所用之電：

磨削木材(供給造紙用之木粕)——磅

0.55 仟瓦小時

生鐵——磅

1.23 仟瓦小時

鋼——磅

0.08 仟瓦小時

鋁——磅

(2.2 至 13.6 仟瓦小時

氮——磅，用夫朗克—卡羅⁽¹⁾法

7.3 仟瓦小時

又用哈柏—普斯克⁽²⁾法

9.1 仟瓦小時

又用電弧法

30.4 仟瓦小時

波特蘭⁽³⁾水泥——磅

1.5 仟瓦小時

氫酸鈣——磅

11.4 仟瓦小時

氫氣——磅

45.4 仟瓦小時

麵粉——磅

0.034 仟瓦小時

冰——磅

0.5 仟瓦小時

電石——磅

1.8 至 3.2 仟瓦小時

(1) Frank-Caro Method,

(2) Haber-Bosch Method

(3) Portland Cement

碳酸鈉一磅

1.6 仟瓦小時

碳酸鉀一磅

1.32 仟瓦小時

農業用電：

用電力犁地一畝

1.94 至 21.1 仟瓦小時

耕犁堅硬之土壤，或施行深耕

最多至 32.4 仟瓦小時

磨穀 100 磅

0.45 仟瓦小時

磨穀 1 噸

4.0 至 7.3 仟瓦小時

農田之照明，每畝

1.6 仟瓦小時

使用小件農器，每畝

1.6 至 3.2 仟瓦小時

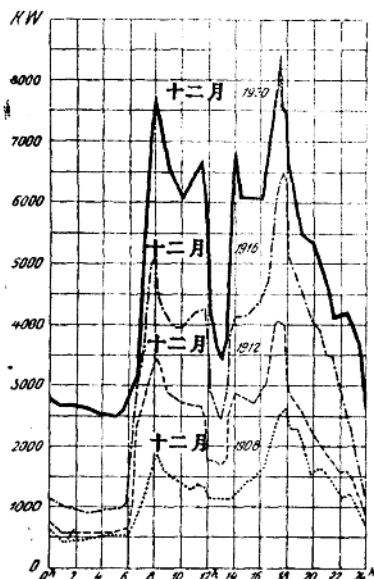


圖1242 柏恩(1)需電量之增進
(J. Ormig)

農業製造所用之電，約佔純粹農業用電百分之25 至 40。

每類用戶每年用電量可按圖1240所示之單位負載曲線而推定之。命單位負載曲線之每年需電量為 n 仟瓦小時，由估計而得該類用戶每年用電量為 N 仟瓦小時，則該類用戶之頂高負載應為單位曲線上頂高負載之 $\frac{N}{n}$ 倍，將單位負載曲線之比例尺放大 $1:\frac{N}{n}$ 倍，即得所求之負載曲線矣。

將單位負載曲線詳細研究以後，可知一區域內工業負載愈比住戶負載為多，或用戶之業務愈龐雜，則電廠之負載狀況愈形良好。就大體而言，用電之範圍愈廣，則負載曲線亦愈見均勻。電廠之負載曲線又可分為三部分（圖 1243），即第一負載，第二負載，與高峯負載是也。

發電廠如欲供給高峯負載，則所設發電機之額量，必須遠較供給第二負載所須要者為巨，以其歷時頗暫，故所設之發電機額量雖巨，但其充分利用之時間則甚短也。

若電廠所供給之全部電燈與其電器同時開用，則所須之電量必遠過於電廠發電機之額量。同時開用時所須之電量，名為接合負載。然根據過去之經驗，知各種電器絕少同時開用之事實。電廠發電機額量與接合負載之比率，名為同時因數（又稱需要因數）。在現在各電系中，接合負載每為廠額量之 2 至 3.5 倍。

為適合用戶之需要計，電廠內所設發電機，必須分成若干單位。全體發電機額量之和，

(1) Bern