

93500

水能設計問題

蘇聯 布·爾·埃爾利曼著

燃料工業部水力發電建設總局編譯室譯

伊 宗 海校

燃料工業出版社

073
13/2

水 能 設 計 問 題

蘇聯 布·爾·埃爾利曼著

燃料工業部水力發電建設總局編譯室譯

伊 宗 海校

燃 料 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書敘述參加電力系統中運轉的水電站在設計參數、利用方式及電能指標時的原則和方法，對水電站能量經濟指標的求定亦有說明。

書中對於求定水庫的壅水位和工作深度的水能計算程序和方法、水電站設計的電能運用方式和電力系統重複出力的估計等問題均有論述。此外，還研究了水電建設中如何選定方案、出力、季節性動能利用和編製地區能量經濟特性用的能量經濟計算。

本書專供設計和建設部門的工程技術人員之用，對有關學校的師生和科學工作者，頗有參考價值。

* *

*

水 能 設 計 問 題

ВОПРОСЫ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

根據蘇聯國立動力出版社(ГОСЭНЕРГОИЗДАТ)

1953年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯 В. Л. ЭРЛИХМАН 著

燃料工業部水力發電建設總局編譯室譯

伊 宗 海校

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安橋燃料工業部

北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：韓至誠 校對：余國芳

書號343 * 電153 * 850×1092 $\frac{1}{4}$ 開本 * 3書印張 * 116千字 * 定價8,600元

一九五五年一月北京第一版第一次印刷(1—4,000冊)

目 錄

前 言

第一章 電力系統中電力負荷的設計水平與

負荷方式的設計..... 3

第1節 電力系統的設計對於決定水電站參變數 和能量效益的意義..... 3

第2節 水電站設計中需電量的設計水平..... 5

第3節 電力系統的日電力負荷和月電力負荷方式的 各種指標..... 10

第二章 電力系統的工作出力 and 備用出力平衡的設計 24

第4節 電力系統月最大負荷曲線的指標。機組修理..... 24

第5節 電力系統的備用容量..... 30

第6節 電力系統中的預想出力平衡..... 37

第7節 各電力系統聯合時的能量效益..... 41

第三章 選擇水電站容量的能量計算 43

第8節 水電站的設計特點..... 43

第9節 水電站裝機容量的決定..... 44

第10節 水電站預想出力的設計方式..... 59

第11節 水電站備用的確定..... 70

第四章 為選定正常高水位 (HHT) 與水庫工作 (消落) 深 度用的能量計算。水電站的能量效益..... 76

第12節 選定水力樞紐的正常高水位問題..... 76

第13節 選定水電站水庫的工作深度..... 80

第14節 水電站的能量效益..... 83

第五章 選擇水電站參變數的能量經濟計算..... 86

第15節 各方案和參變數的比較方法..... 86

第16節 決定設計任務時的能量經濟計算..... 94

第17節 電線和管道截面的選擇方式..... 98

第18節 各區水能的經濟特性..... 102

第19節 選擇水電站出力的設計水平..... 104

重要符號..... 110

前 言

社會主義國家水電建設事業的歷史，計算起來已有二十五年以上了。在戰後五年計劃的過程中，水電站的容量已比戰前增加了好幾倍。

最近幾年來，在蘇聯伏爾加河、德涅泊河、頓河、庫爾河、卡瑪河以及其他河流上，已展開了規模巨大的水力工程，為蘇聯共產主義建設事業打下了最完備的技術基礎。

黨第十九次代表大會關於蘇聯發展第五個五年計劃（1951—1955年）的指示中，規定了在這一時期內使水電站的容量增加兩倍，確定了在國家電力平衡中水電比重的迅速增長。

斯大林同志的經典著作「蘇聯社會主義經濟問題」，給予蘇聯的學者、工程師以及經濟工作人員們以理論武器，這就使之能在國民經濟一切部門中解決建設共產主義的物質與技術基礎的實際問題——當然也包括水力發電建設問題。

在蘇維埃祖國水電事業發展的新階段上，提出了總結水電工程設計經驗的任務，其中也包括水能設計的經驗（選擇參變數，確定動能利用方式和經濟效益及其他等）。

在蘇聯動能專家們的與上述問題有關的一部分著作中，可以指出下列著者：沃·沃·保洛托夫；波·耶·維傑涅也夫；沃·伊·維伊茨；特·勒·左洛塔列夫；斯·阿·庫凱爾克拉約夫斯基；莫·波·費爾德曼及其他等，這些人的著作大部分是發表在雜誌上的論文。

外國在這一方面的經驗，對於蘇聯動力事業說來，極大部分是不適用的。因為資本主義國家水電站的設計原則，是建立在服從資本主義壟斷的需要上，是建立在為資本主義社會對抗性矛盾所分裂的不科學的理論基礎上的。

本書的目的並不在於系統地總結全部水能設計的所有問題，而只是扼要地研究一些基本問題，其中幾個是大家所爭論的問題。特別是關於水電建設方面選擇方案和參變數的動能經濟計算問題（第五章）。

在本書的許多章節內，注意到標準（典型）的、簡化的設計編製方法，以我們的觀點來看，這是能以簡化在設計初級階段中解決許多設計問題，簡化編製和研究水電站規劃方案和選擇水電站參變數等。

對莫·波·費爾德曼；伊·莫·札米雅琴娜；阿·伊·巴烏木高爾茨和斯·弗·舍爾紹夫的寶貴指示和見教，致以衷心的感謝。 著 者

第一章 電力系統中電力負荷的設計水平與負荷方式的設計

第1節 電力系統的設計對於決定水電站參變數和能量效益的意義

決定水電站的主要參變數和能量效益的原始數據，可以分爲二類：
(1)影響水力資源利用性質和程度的自然條件以及施工條件；(2)擬將設計水電站包括在內的動力系統的規模和特點^①，以及國民經濟其他部門(動力部門除外)對水力樞紐的參變數及利用方式的各種要求。

第一類的數據，應在設計建築物時和進行水利計算時加以研究。本書研究第二類數據所涉及的問題，同時也包括與兩類因素都有關係的各種問題，即建築物和水利系統的設計，聯帶着電力系統的經濟問題。本書前兩章包括有關電力系統及其負荷方式設計的簡略數據。第三章和第四章包括各項參變數和水電站運行方式的動能設計等問題。最後一章敘述水電站設計中能量經濟計算的方法問題。

建築中型和大型水電站所需的時間爲二年到五年。建築水電站之前，需經一個較長的階段來進行勘察和設計工作。最後，必需有一定的時間(二年至五年)來掌握水電站的能量效益。這樣，水電站的參變數和運行方式之選擇，不是取決於電力系統發展的現有水平，而應決定於電力系統或遠或近的將來規模和負荷情況。

對於電力系統的各项指標，不僅是在設計水電站時需加以研究，而且在其運行時也必需進行研究。但是在水電站運行中，需要利用目前的計劃上的數據，例如：系統的電力負荷大小及負荷的情況，即據此可決定在已規定參變數條件下，如何能最好地利用水電站。在設計水電站時，不僅水電站最優的運行方式是未知數，就是水電站的參變數也是未知數；這樣就決定了電力系統製訂設計時較大的工作範圍和它的複雜性。

關於電力系統發展遠景所必要的設計數據的範圍，由設計的階段(規劃方案，初步設計及其他等)，水電站的預想出力以及其他許多情況來決

^① 實際上，此處所稱的動力系統，指的就是電力系統，即聯合若干發電站和輸電網路到一起，進行統一管理和協調，並向統一的包括在國家計劃中的廣大用電地區施行供電。

定。就大電力系統地區內大型水電站的初步設計來說，電力系統的規劃設計的例示方案如下：

1. 該地區目前在經濟，地理方面的特性，動能資源，用電的組成部分和用電方式，電力負荷和熱力負荷負擔方法，以及電力系統的技術經濟指標。

2. 電力系統的遠景發展與國民經濟總的增長，以及地區動能資源的利用計劃關係。電力網的發展，電力和熱力負荷平衡，以及將來的技術經濟指標。

當然，上述的調查範圍，在設計的初期階段中可以縮小，或在水電站概略規劃時，可在應急地區中將上述範圍改變為用電戶的一定的分組等。因而，進行初步的設計工作時，在許多情況下，可以略去熱力負荷的確定和各用電樞紐在系統內的配置問題。對於小型的水電站，可以縮減必要的動能調查工作範圍及其他等。雖然如此，但必需保持方案的基本內容，即與國民經濟發展總計劃有關的動力基地的設計部分。

顯然，我們所擬定的電力系統規劃方案，只是社會主義經濟所特有的。在資本主義經濟中試圖編製類似的設計，那只會是空洞的計劃，只是用所謂「多年」增長曲線來延長過去的用電動態，或者僅是一種廣告性質的宣傳，利用所設計的水力電源而已，並不考慮其資本主義經濟的蕭條和危機，亦即資本主義經濟體系中必然的產物。正因為如此，美國要全面開發水力工程對象，就需拖延很長的時間。例如美國最大型的水電站：格蘭德庫裡在最初十年運行時期中只利用了一半的出力；而波爾德達姆，維爾遜達姆以及其他大型水電站，到全部出力的運用時已拖延了十五年到二十年之久，類此等等。

此外，在各資本主義國家裏，常有與電力系統絕不相聯系的水電站工程，只是根據枯水時期的保證的電量來設計；於是就不能充分利用河流的水量。資本主義國家水電建設方面的矛盾，表現在資本主義動力壟斷者們為獲得最大利潤的互相鬥爭中。正如斯大林同志所指的：「資本主義採用新的技術是當新的技術能够替他帶來最大利潤的時候，如新技術不能再帶給他最大利潤時，資本主義便反對新技術而改用手工勞動。」

在社會主義的條件下，生產的目的不是為了取得利潤，而是為了人和人的需要，在高度的技術基礎上，用使社會主義生產不斷地增長和完善的辦法，來保證最大限度地滿足整個社會經常增長的物質和文化的需要。

為了上述的目的，就要實現整個國民經濟的有計劃的發展，因而也必

需實現蘇聯動力事業的計劃發展，其特點就是：根據動力上的需要，有計劃地進行生產，為資本主義動力方面所不能達到的高度增長速度以及技術上的不斷進步。

第2節 水電站設計中需電量的設計水平

進行需電水平設計工作的第一步，是確定取決於電力系統發展的水電站的供電地區。水電站供電地區的界限，須根據水電站預想出力的大小以及經濟輸電半徑來決定。地區的需電量在水電站設計中，只能大致確定。這是因為在水電站設計中，需電量設計的遠景水平，不能完全正確地確定。

雖然如此，需電量的估計必須以充分認真地研究地區現時的動力基地、和各計劃機關現有的遠景資料為基礎，這樣就保證了水電站設計中能切實地估計到和查明電力系統遠景發展的重要趨向。因此，在確定設計需電量以前，必需先進行地區的經濟的和水力的資源方面的調查，整理有關現有電力系統的資料以及有關各部、會、機關等為進行大工業設施、城市發展、農業電氣化及其他等設計用的計劃資料。

由於設計資料種類繁多，因此對於遠景需電的求定問題，只有在將該區各種用電戶劃分主要類別之後才能解決。這種分類須按一種原則，即選取國民經濟中的某些將在未來總需電量中佔很大比重，或是對電力系統的運行方式發生極其重大的影響的部門。

電能的主要用戶，可分為工業、公用事業及生活用電、鐵路運輸、農業及其他用電等類。我們不準備詳細研究國民經濟各主要部門能量指標設計的複雜問題，而只向讀者介紹一些關於這方面已有的研究資料。這裏我們僅研究與水電站動能設計有關的某些問題。

工業需電。順利地實現黨第十九次代表大會所定的關於發展蘇聯第五個五年計劃（從1951年到1955年）的指示，在五年內工業生產水平將提高約70%，高速地發展機器製造業、石油與化學工業，擴大黑色金屬和有色金屬以及其它各工業部門的生產，而這一切就都決定了工業需電量的迅速增長。如所周知，工業中的電能，是消耗在電動機、各生產工序和照明的需要上面。在工業方面這幾種需電的大約比例，在現代的技術水平上約為3:1:1。將來，隨着技術的進步，便有電熱和電解的生產過程的進一步發展，因而在工廠生產方面的用電量也就要迅速地增長。

我們注意到動力需用的需電量時，就能發現出，按原動機的電氣化係

數^①，蘇聯的工業方面已經超過了各資本主義國家企業的水平。今後蘇聯在這方面將還有一定的增高（以電力式驅動裝置來代替機械方式及其他等）。至於工業中的照明用電，那將來在照明器具的合理化和工業用電中照明比重降低的情況下，共用電量也能預計到會絕對增長的。

工業需電量在設計中要根據將來的生產指標和工業需電量的單位定額來決定。

工業增長的指標，須根據該區國民經濟的計劃資料或其假定的發展遠景來查明。所謂單位定額就是根據工業某部門各企業的平均數據求得的單位產品的用電量。

黨很早就指責過利用所謂「經驗統計」定額來確定企業的計劃需電量和其生產的可能程度。因此對一些企業和整個工業部門的綜合單位需電量，只能用水能設計時極概略的遠景需電量概數。而絕對不能用以斷定現有各企業節約電能的實際可能性。但是雖有上述條件，單位用電量亦不應採取報表資料的平均數值，而應考慮先進的技術前進發展趨向和工業需電的合理化程度。

表 1

各工業部門以及產品種類	單位用電量瓩時/噸
冶金工業	
生鐵	35—45
鋼	10—17
電氣鍊鋼	700—900
石油開採 壓氣式	80—100
採煤(各種不同煤區)	10—20
造紙	350—600
水泥	80—120
炭化鈣(電石)	2500—3500
製粉	40—60

對於各種不同的生產企業和生產技術過程，其單位定額的將來變化趨向是各不相同的。凡在生產過程中其動力需要方面擬行進一步電氣化或以電力來代替燃料和蒸汽等時，則其單位產品的用電量將會增長。同時凡是運用了新的生產技術過程，用單個電動式和多台電機裝備的自動化電力驅

① 即動力所需電能對機械能與電能的總和之比例。

動的工作機械來代替舊式傳導裝置時，就會大大地降低單位需電量。以下在表 1 中列出依據設計數據在工業部門中的某些單位平均需電量定額，這些定額表明各種不同的工業產品在用電容量方面的極大不同。

除了工業中生產方面的需電量外，必須估計到修理車間與生產附屬車間，輔助用電等一部分電能消耗。因此，在確定工業需電量時，應當注意到主要產品種類的計劃產量和單位定額的乘積中，往往不是全面包括了某個工業部門的全部需電量。根據工業產品和單位定額有關數據所得的遠景需電量，如果其數據是各種不同企業和主管機關的申請數據時，則前者也可作為電能設計數據校核之用。

公用事業及生活需電。在電氣化的初期階段裏，公用及生活需電主要是照明用電以及電車所需的較小的負荷。過去公用事業和生活需電方面的電氣化水平，受到發電站出力不足、燃料供應不正常以及生活用電器具生產不夠發達的阻礙。在斯大林五年計劃的年代裏，我國公用事業和生活方面的電氣化增高了數十倍，而且除了照明和電車用電之外，已有大量電能開始用於城市內的新型交通工具方面（如無軌電車，地下鐵道），上下水道以及日常生活需電等。

第五個五年計劃擬定進一步加強發展城市和日常生活方面的電氣化。用電機械將使日常生活需電中所佔的比重增加（如炊事用電、沸水器具用電、家庭用小型電器及其他等用電）。

在許多城市裏，城市交通、自來水以及小型電動機負荷等所需的電能將急劇增加。抽水機給水，地下鐵道及其他負荷，在城市需電方面將佔特殊的地位。

根據下列各項計算城市公用及生活需電量：城市居民將來增加的情況，電力網所包括的居民多少、住宅面積的擴大、街道長度、家庭用電器普遍利用程度及其容量概況、用水量及其他等。除了上述原始數據以外，還應確定每一平方公尺居住面積每人的需電定額，一次乘車所需的電量定額等等。根據過去對多年中需電增長情況和蘇聯若干城市改建的一些設計資料的分析，可訂出需電遠景中平均每人的公用及生活用電定額。這些定額應依據各地區公用及生活方面電氣化的水平、城市的大小、瓦斯供應、供熱及供水等的程度不同而加以劃分。例如根據葉·奧·史亭高烏茲的資料，住宅、機關和街道等照明用的單位定額，按城市的大小不同而有變化，但其範圍為對每一居民約用 120—180 瓦時以上。中等城市交通所需的電量為 50 瓦時以下，而具有各種不同交通工具（如有軌電車，無軌電

車，地下鐵道)的大城市，則達 150 瓩時。在沒有充分利用電氣器具的情況下，對每個居民每年炊食和沸水器所需的電量(同時還利用其他能量——煤氣或熱水來滿足這些需要)，每年約為 50—80 瓩時。

應當指出，蘇聯在設計日常生活電氣化時，絕不能利用資本主義國家在生活用電方面電氣化的數據。例如，在瑞士，加拿大和美國的許多地區，資本主義國家畸形的水能利用的情況，是以大量的電能消耗在電氣採暖方面。其次是把電力大量地消耗在商業及廣告等需要方面。

電氣化鐵路運輸。蘇聯鐵路的電氣化事業，在戰前的年代裏早就得到了廣泛的發展。依照第十九次黨代表大會關於發展蘇聯第五個五年計劃(1951—1955 年)的指示，要有許多新的電氣化鐵路加入運行，這將比前一個五年計劃中原有的規範增高三倍，從而使蘇聯鐵路電氣化的水平佔世界第一位。

將來由於電力車輛在運行與經濟方面的極大優越性，城郊鐵路在多數大工業區，城市中心周圍，交通密度大的幹線以及陡坡峻路地區，將繼續發展鐵路的電氣化。電氣化鐵路無論在需電量和需電方式方面，都將成為決定所設計的電力系統總負荷的一個極其重要的部分(見下述)。

由於運輸密度、地形和道路用途等之不同，電力車輛每公里的單位平均需電定額為 30 萬到 80 萬瓩左右。如取上述指標的平均數值時，單位需電量將近於 50 萬瓩時/公里。

除了電力車輛以外，還有一部分電能用於蒸汽機車式的鐵路上。這裏的電能，消耗在其作業及照明方面，機車庫以及修配場等的需要方面。同時應當指出，自從有了為電氣鐵路供電用的電力網之後，一部分電量將消耗在鐵路沿線地區的公用事業與農業用電上，因之此項必須額外加以考慮。

農業需電。集體農莊和國營農場在生產方面和生活需用方面的電氣化，是農業的社會主義改造的組成部分。目前蘇聯在共產黨的領導下，已廣泛地展開了建設農業用的小型水力和火力發電站，各集體農莊之間的電力系統，同時把許多集體農莊與大電力系統的集中的電力網聯接起來。

在蘇聯，廣泛的水電建設任務之一，就是保證在電氣化農業方面和若干地區的機械灌溉用的電能。因此，農業需電的計算是水電站設計中編製遠景總和電力平衡表的極其重要部分之一。

決定農業需電的基礎，是目前農業的經濟特性和確定這種遠景的最重要的指標：如播種面積、收穫量、牲畜數量、農業生產的主要方針以及為

農業產品加工的小型企業發展的動態。

蘇聯農業部農村電化管理局和某些設計人員所製定的集體農莊電氣化標準設計，包括有許多確定一個集體農莊（或者是集體農莊中的一戶莊園）單位需電量和負荷用的較詳資料。但是編製所推荐的許多定額，要考慮到由小型水力和火力發電站的供電強度以及在電能利用中的限制範圍。另一方面，在許多遠景需電種類之中只有些經驗資料，因而對於需電的方式和定額的判斷是非常困難的（電力播種、人造雨及其他等）。最後，重要的水能設計問題之一，是農業的集中化電力網所包括的地區程度；對這個問題還不能作出一般性的決定，因為電力網所包括的地區大小程度將取決於建築農業電力站所需的該地區的水力資源，負荷密度，地區電力網分支線路情況及其他因素等。

資本主義國家裏的農業電氣化是落後的，因此其電氣化方面的經驗對於蘇聯的電氣化事業是一錢不值的。列寧的著名原理——當政權掌握在資本家手裏時，「……電氣化將不能是有計劃和迅速的，但一般說來它是可能有的，它對那些被「財政寡頭」奴隸一空的農民們說來只是一種新的束縛和奴役」，這在資本主義國家國民經濟電氣化的實踐中得到了直接的證明。在四十年的過程中，美國資本主義電氣化發展在農業電力網如此薄弱的事實上，就是資本主義電氣化畸形發展的一個明顯例證。這種農業電氣化幾乎完全破壞了耕種過程，而且對受資本主義壟斷壓迫所破壞的小農經濟並沒有任何益處。

社會主義農業電氣化是沿着特殊道路而發展的，而這在資本主義國家所絕不能達到的。

為了判斷農業遠景需電量的可能數值，我們列舉一些關於伏爾加沿岸各灌溉區集體農莊中一個莊園的需電數據（表2）。這些數據適應具有二百農戶左右和約二千四百公頃耕地面積的標準集體農莊。

農地的機器灌溉已成為蘇聯歐洲部分，中南部地區以及其他地區農業中重要的一些電能用戶。農田機器灌溉以伏爾加河、德涅泊河、頓河以及其他河流上的巨大水力工程為基礎而得到廣泛的發展，其次在電力播種方面亦得到極其廣泛的發展，並在耕種方面施行了其他電動拖引作業，首先是用於灌溉農地上面。

灌溉用的需電量定額，由以下各項來確定，汲水高度、灌溉特性、農作物的種類、灌溉定額等。由於電力拖拉機運用得還不够廣泛，因之很難斷定電力耕種所需電能的單位指標。

表 2

電能用戶分類	電力網內集體農莊中 每戶需電量度 (旺時)年	備 考
住宅和生活照明	200—250 ^①	飼料製造、供水、通風及 其他 電力脫穀、粒種乾燥和清 洗及其他（電力播種估計 不計在內） 磨坊、修配場及其他
公用建築物和街道照明	150—170	
畜牧業生產	400—650	
農業的生產過程	60—100	
輔助企業和修配場	190—200	
總 計	1000—1400	

國民經濟各主要部門的遠景需電量中，應當加算電力網的電能損失和電力站的廠用電在內。電能損失的數值是依電力網的分佈情況，工業用電熱廠或地區水力，火力發電站是否佔優勢而有不同，大約佔輸入電力網中之電力的5%至15%。

應當指出，蘇聯電力系統中的網路損失水平（在1946—1950年為11.36%—8.8%）是比資本主義國家（美國在同一時期內為17—18%）低得多。這反映出計劃經濟的優越性和蘇聯電業的高度技術水平與組織水平。

全電力系統中廠用電量的大小是看各發電站的結構如何而定，僅有火電站參加的電力系統，其廠用電為由7%到11%，決定於電站所需的燃料及電熱廠的比重。至於單純由水力發電站所組成的電力系統，廠用電僅佔發電量的1%左右。

第3節 電力系統的日電力負荷和月電力負荷方式 的各種指標

在確定了地區（電力系統）需電遠景的水平和用電機構之後，就應決定用電的日情況和年情況（用電方式），負荷的大小和代表性負荷曲線。下面列舉一些主要指標，並指出在設計各種目的上進行電力負荷設計用的一般

① 前項數字適應電氣化發展較低的水平。

方法，同時也提示出電力負荷情況各種指標的綜合求定方式。

電力負荷情況的主要指標

標示：地區年需電量為 ϑ ，年最大負荷為 P ，最大利用小時數為 h ，則 $h = \frac{\vartheta}{P}$ ，或者用小數來表示：

$$\delta = \frac{\vartheta}{P \cdot 8760} = \frac{h}{8760},$$

式中， δ 為總結的年最大負荷利用率。此指標也可用以下三係數之積來代表：日平均不均衡係數 γ 、月不均衡係數 σ 和季節不均衡係數 ρ ，即

$$\delta = \gamma \cdot \sigma \cdot \rho \cdots \cdots (1)$$

現在依次求用式(1)中各指標的值。 γ (或 γ_{cp}) 為電力系統日負荷曲線的平均佔積率(即日負荷率)它是在月最大負荷的 12 個晝夜(日)負荷曲線的平均佔積率，其式如下：

$$\gamma = \frac{\sum_{1}^{12} \vartheta_{\text{max}}^c}{24 \sum_{1}^{12} P_{\text{M}}}$$

實際上，在設計工作中只定出少數的日負荷曲線：一般為四個或者二個(夏季的和冬季的)。 σ 為月不均衡負荷率，亦即全月平均的日發電量與月最大負荷時期中日平均發電量之比：

$$\sigma = \frac{\sum_{1}^{12} \vartheta_{cp}^c}{\sum_{1}^{12} \vartheta_{\text{max}}^c}.$$

ρ 為季節不均衡負荷率，或為電力系統內全年中平均的月最大負荷與年最大負荷之比：

$$\rho = \frac{\sum_{1}^{12} P_{\text{M}}}{12 P}.$$

公式(1)簡化後可成爲下式：

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^{12} \partial_{cp}^{c \cdot M}}{288P} = \frac{\partial_{cp}^{c \cdot 1}}{24P} \quad (2)$$

現在求公式(1)中電力系統的年不均衡負荷特性。

日負荷指標年最大負荷的確定

一年中主要季節的代表性日需電狀況（冬季和夏季或是四季），對於選擇水電站參變數來說，在某些情況下具有極大的決定意義。因爲水電站在枯水年中通常被利用來扭負尖峯負荷，因而電力系統日負荷的均衡程度，可決定水電站在其所發日平均最小出力範圍外的出力提高的可能性。

在圖1中，示出電力系統冬季電力的典型日負荷曲線。負荷曲線的基本指標是這樣的：

最小負荷率等於最小負荷（夜間）與最大負荷的關係比：

$$\beta = \frac{P_{min}}{P} \quad (3)$$

~佔積率（負荷率）等於平均負荷與最大負荷（通常爲小時平均負荷）的關係比：

$$\gamma = \frac{P_{cp}}{P} = \frac{\partial_c}{24P} \quad (4)$$

這裏不再研究在設計方法上意義較小的日需電狀況的其它指標。

β 和 γ 指標與用戶的組成部分和用電狀況發生直接關係。但此關係只能以近似值表示。日最小負荷指標 β 的伸縮可以在從零（在沒有三班制的企業和無夜間照明負荷的情況下）到（連續式生產，帶有極小的公用及生活用電負荷）之間。指標 γ 決定於生產班制係數和工業負荷的均衡係數；生活負荷和照明負荷的比重；各種不同用戶分組的尖峯負荷和負荷低載期分間之配合，以及其它等。 γ 的數值可在 $\beta < \gamma < 1$ 的範圍內變動。

表3所列爲大型電力系統中各工業部門的 β , γ , h 平均指標和分班制的例示數據。這些數據是設計用的，僅屬某類用戶分組的總和負荷，而不是個別企業的負荷。

圖 2 所示為表 3 中所列的幾個用戶分組的典型日負荷曲線。

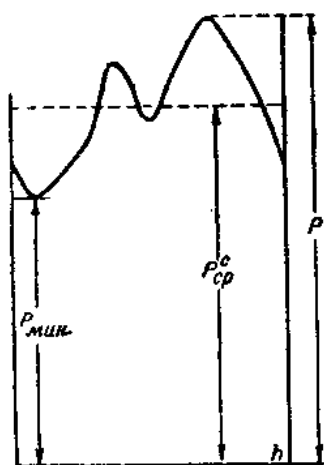


圖 1 電力系統日負荷曲線

$$\beta = \frac{P_{\min}}{P}; \quad \gamma = \frac{P_{cp}}{P}$$

當然，在設計中負荷狀況（方式）指標和負荷曲線，應根據用電地區和結構的特性，以及各個工業部門的特點來確定。

引用上述指標作電力系統的負荷曲線時，還必須計算在 0.8 到 1 範圍內變動的各個（部門）最大負荷之時差因數（不等率）。如用作圖法來決定綜合負荷時，時差因數已在作圖中考慮進去。

我們已指出了需電遠景的發展趨向，即單位產品用電量大的工業部門和各種生產過程的所佔比重的增長，每人日常生活需電量定額的增長，以及鐵路電氣化的規模日漸擴大等。部分迅速增長的農業負荷也加入電力系統網內的供電區。這些進展是與我國進一步的技術改進以及勞動人民物質福利的提高相關聯着。考慮上述發展

的趨向，會多方面影響到電力系統的負荷情況，而且一般地還會引起利用指標 δ 逐漸地緩慢地降低。

某電力系統中主要用戶分組的日需電情況，可按與圖 2 的負荷曲線類似的標準曲線來確定利用季負荷曲線作圖法和計算月份（星期）的不均衡性及年增率的方法，可以求出每一用電分組按各個部門的年不均衡性指標和總計指標 δ_{omp} ，最後，求出 h_{omp} 。總計各用戶分組日負荷曲線的縱座標，得出電力系統年最大綜合負荷。

這一種是確定年最大負荷及電力系統負荷方式的一般方法。當然，在計算大批的用戶分組（部門）冬季或夏季最大負荷（泥煤開採、灌溉等），如研究負荷結構的不同方案和兩三個負荷的設計水平相等時，這個方法就顯得極為複雜。

設計的初級階段中，如有將來很遠的設計水平時，使用上述精密的負荷計算方法，在地區動能特性（原始材料）的依據不足的情況下，時常會造成其結果是否準確的印象。因此希望規定出上述負荷方式各指標之間一種經驗關係。並闡明這些指標在未來電力系統中的變動範圍。

這可以利用表示標準負荷方式特性的一些綜合曲線作出。我們稱其為

分組用電的電力負荷指標

表 3

用電分組	係數 (負荷率)						年最大負荷 利用小時數 h①
	生產班制 係數	最小負荷 β		日負荷(佔積)率 γ		週不均衡負荷率 α 和季不均衡率 ρ	
		冬季	夏季	冬季	夏季		
工業	3	0.95	0.94	0.96	0.96	0.9	7500
	2.75—3.0	0.75—0.88	0.77—0.85	0.89—0.95	0.9—0.95	0.87—0.9	6800—7200
	2.9	0.65	0.67	0.88	0.9	0.84	6500
	2.7	0.7	0.7	0.85	0.85	0.78	5800
	2.1	0.28	0.27	0.71	0.68	0.78	4800
其它用電分組	2.0—2.4	0.55	0.55	0.79	0.78	0.81	5600
	—	0.1	<0.1	0.42	0.25	0.7	2200
	—	0.1	0.15	0.5	0.55	0.9	4200—5000
	—	0.05	0.05	0.42	0.42	0.95	3500
	—	0.2—0.25	0.1—0.2	0.45—0.57	0.25—0.4	0.9—0.95	3000—4000
農業生產負荷	—	0.55—0.75	0.55—0.75	0.78—0.83	0.78—0.83	0.85	5800—6200
	—	0.55	0.27	0.55	0.6	0.7	3500以下

① k 數值中已計算全年負荷增率 10% 在內。