
電 能 計 算 組 織

苏联 Г.В. 謝尔賓諾夫斯基 Б.Н. 費多托夫著

電 力 工 業 出 版 社

內 容 提 要

在本書中，作者根據實際工作的經驗和蘇聯現行的電氣設備安裝規程，對動力系統及常見的工業企業各種供電結綫，舉例說明了有功電度表、無功電度表所需安裝的數量和地點，抄表的程序，以及電度表讀數在營業上和技術上的應用。同時，對工業企業用電的檢查（技術）計算也有詳盡的敘述。因此，本書是電業部門人事用電監察、供電及營業等方面的工作人員和工業企業動力工作者一本很好的參考書。

Г.В.СЕРВИНОВСКИЙ Б.Н.ФЕДОТОВ
ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

根據蘇聯國立動力出版社1953年莫斯科版譯

電 能 計 算 組 織

林 啓 華 譯

*

321D124

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証出字第032號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

編輯：陳惟清 校對：李珍如

787×1092¹/₃₂開本* 4¹/₂印張* 84千字* 印1—5,100冊

1956年4月北京第1版第1次印刷

定價（第10類）0.65元

原 序

党第十九次代表大会所通过的關於第五个五年計劃的決議，規定电力容量的增長，將远远超过國民經濟的其他各部門。在这五年中，許多火力發電廠，特別是水力發電廠的巨大建築項目的完成，更可提高对社会主义工業、建築業、農業的电力供应，並保證人民生活中更進一步地使用电能。

随着新建的电力設備的投入运行，發電量也將相应地增長。

根据苏联發展國民經濟的計劃原則，每一电力系统及每一發電廠的电能生產，都应製訂計劃。訂入計劃中的有：發電所消耗的煤量及發電廠消耗的廠用电量。

和以往一样，擺在电業工作者面前的任务是：降低發電的煤耗率，降低發電廠內的廠用电量，減少电力網中的綫路損失量，提高發電廠和电力系统运行的經濟性。

擺在工業及交通運輸業——电力用戶——工作者面前的任务是如何根据用电計劃、用电的單耗定額和規定的用电方式來使用电能，用一切的方法來展開節約用电。

在節約使用电力資源的工作中，应当經常地以党在第十九次代表大会所提出的任务作为依据。这在馬林科夫同志的總結報告中已經提到：

“生產資源愈能充分地、合理地加以利用，我們愈能精

打細算地管理我們的經濟，那末我們在國民經濟各部門的發展方面獲得的勝利就愈大，我們在提高人民物質和文化水平方面獲得的成績也就愈大。”

在電力系統內以及在用戶處正確組織過的電能計算，應該能夠完成以上所提的任務。

近年來電能計算組織的問題已受到注意，但是，這些問題在動力書籍上還沒有得到應有的反映和討論。

截到現在，實用資料都已收集在“電氣設備安裝規程”的“電能計算”^①一章，以及在討論電度表理論、結構和裝置問題的一些書籍中。

本書是企圖根據現行的安裝規程，把某一強大電力系統中建立系統的電能計算組織的經驗加以總結。

作者知道這一個工作是初步的嘗試，可能有不够完備的地方，所以誠懇地盼望讀者們對本書提出批評，並把意見賜寄莫斯科水閘河岸街 10 號國立動力出版社。

作 者

①見本書附錄。——編者

目 錄

原 序

1. 正確計算電能的意義	4
2. 動力系統中電能計算組織的原則	6
3. 發電廠中電能的計算	9
1) 發電量的計算	12
2) 廠用電的計算	15
3) 與動力系統相連的變壓器的計算	17
4) 發電機電壓的供電綫的計算	20
4. 動力系統變電所中電能的計算	25
5. 用戶電能的計算	29
6. 無功電能的計算	39
7. 城市電力網中電能的計算	53
8. 電能的檢查計算	60
9. 電度表讀數抄取的程序及其在計算上的應用	68
1) 發電廠的電度表	69
2) 動力系統變電所的電度表	74
3) 裝在用戶處的電度表	76
10. 利用電度表讀數檢查企業用戶的用电方式	80
1) 檢查用戶是否遵守用电量限額及負荷限額	80
2) 利用電度表讀數繪製負荷曲綫	84
11. 電度表的接綫	91
附 錄	102

1. 正確計算電能的意義

組織正確的電能計算，在社會主義的計劃經濟的條件下具有重大的意義。

擬訂電能的生產和分配的計劃，這個計劃是國民經濟計劃中的一個組成部份。

每一個發電廠、聯合電系和動力系統都按一定的期限：每年、每季、每月、每日製訂發電量計劃。

除了發電量之外，還擬訂有發電廠運行的主要質量指標：每發一度電的煤耗量和發電廠消耗的廠用电量等。

在對用戶供電時，電能在國民經濟各部門之間、工業各部門之間以及各工業內部——各企業之間，都根據計劃加以分配。

工業企業、運輸業和公用企業等的用電計劃，是根據它們產品計劃或者根據它們的主要生產活動計劃（貨運或客運數量、供水量等）而編製的。

當然，國民經濟計劃不但規定了電能的分配，而且還考慮到根據已經批准的各种用戶的電價，向用戶收取電費。

要確定發電廠的發電量、廠用电量和供給用戶的售電量，以及向用戶收取相當的電費，如無正確的計算組織是不可能做到的。

在電業中，計算電能的主要工具是電度表。所有其他計

算电能的方法，如按安培計、瓦特計或數學的計算方法等所得出的數值都是近似的。只有用电度表，才可簡單地清楚而又足夠準確地確定出通过电表的电能數量。但是，电度表和所有的量电儀器一样，它具有一定的準確度。在某些情況下，它會造成了誤差。电度表和其他許多量电儀表及电器不同的地方是它的損坏或計算不準確，往往不是立即可以發現得出的。电度表的損坏大部份不会引起被值班人員立即發覺的設備事故或跳閘。同時，电度表工作的不正確如不能立即發現，又可能導致極其討厭的後果。

例如，裝在發電機端的电度表的讀數如果偏低，那就可能得出發電廠燃用過多燃料的結論。如果這些电度表的讀數偏高，那該廠又會不適當地被算作超額完成了發電量計劃和降低了煤耗率。在对用戶的同一供電量下，發電量的虛增（人為增高）會使動力系統不可能按照這個虛構的發電量的大小來收回電費；動力系統的損失增加，其財務情況會變得複雜起來。

如果裝在用戶处的电度表讀數偏低，也會造成綫路損失的增加；如果用戶电度表的讀數偏高，又會使用戶的帳目算錯。

必須注意，目前有些电度表是用以統計數量極多的電能的（例如裝在容量100千瓦發電機上的电度表），保證該电度表工作的準確性和保證經常監督發電廠、变电所和動力系統中所有电能計算正確的可能性是極端重要的。

以上所述的只有通过建立全面的細心考慮过的規定動力系統各樞紐上电度表正確位置的电能統計体系，才可得到保

証。

除了建立电能統計体系外，設法使电度表和与之相接的儀用变压器及变流器等符合於國家標準“电气設備安裝規程”中“电能計算”一章(見附錄1)所頒發的一定的技術要求，也是很重要的。这些規程係对新建的电業对象而言，但是，現有的發電廠、电力網和用戶設備的管理人員也应当明白舊有电能統計手續上的缺點，以及糾正这些缺點的可能性，並尽量在管理的过程中，实现新的要求。

要使儀器得到正確的使用，从發電廠所裝的电度表起到用戶住宅所裝的电度表为止，計算儀表的維護和檢修也是很重要的。电度表必須按規定的期限，在專用的修理工場及試驗室內，通过試驗和校準加以週期的校驗和檢修。

只有从正確了解电能計算的意义着手，才可建立起这个对國民經濟十分重要的合理組織。

2. 動力系統中电能計算組織的原則

斯大林五年計劃勝利完成的結果，在苏联建立了保證工業和整个國民經濟發展所必需的強大的動力基地。

这个動力基地包括數十个強大的用最新技術裝備的發電廠及數千个降壓变電所和數千公里的輸電綫。

为了更灵活地利用發電廠的設備容量和更好地為用戶服務，在苏联建立了數十个強大的動力系統和联合電系。

根据區域的特徵，把各發電廠併合成為動力系統，這些發電廠之間藉輸電綫互相联系，並且供应共同的負荷。

動力系統併合為一，不論其大小程度怎樣，在技術及經濟方面都是很複雜的。近代巨大的動力系統包括了許多發電廠，其中可能有燃用當地燃料的强大區域發電廠、巨大的水力發電廠和熱電中心廠，後者处在某一城市，或者屬於某一企業。

除了發電廠、變電所和各級電壓的輸電綫之外，在許多動力系統的企業中，還有供电、配電的電纜電力網以及低壓的電纜綫路。

在某些分支和伸展的動力系統內，電力網本身是一個獨立經營的機構，它們擁有區域性的經濟單位——工區。在供給巨大城市的動力系統中，又有電纜電力網的獨立企業。

所有這些機構對生產活動：發電量、輸電量、一定的損失率等都製訂有計劃。

除了動力系統機構（企業）之外，負責管理電力網運行、配電、供电的還有所謂“轉售”電能的機構，亦即向系統批購電能的躉售戶，它們通過其所屬的電力網（公用的、城市的、農村的）把電能送與它直屬的用戶。

由此可見，在動力系統所有各樞紐一直到用戶（包括用戶在內），保證電能的正確統計是一個很重要的任務。動力系統中包括的企業（發電廠、電力網、變電所）數量愈多，該電力系統中各級電壓的電力網的分支、延伸愈廣和從該動力系統取用電能的城市企業與其他用戶的數量愈多，那末該動力系統中的統計組織便愈繁雜。

為求得正確的統計組織，首先要確定動力系統中電能統計所須依據的基本原則。我們所以不得不談到動力系統，是由於它是動力企業中最複雜的一個集合體（由許多不同的部分組成）。有了有關動力系統中的電能統計組織觀念後，就可對有關更其簡化的電業單位：如聯合電系、城市電力網和地方發電廠等作出所需的結論。

在蘇聯，許多巨大的動力系統中有系統的電能計算工作的經驗已經証實有必要在動力系統的各樞紐上，依照一定的次序，安裝計算儀表，並根據這些儀表讀數所得的資料，加以適當的整理。

在動力系統中，分別地、單獨地計算發電廠的發電量，輸與電力網的供電量和供給用戶的售電量，是電能計算裝置的基本原則。

為此，每一發電廠中裝置的電度表，應當能夠算出發電機的全部發電量、廠用電量和供給發電廠附近用戶的電能以及輸入動力系統電力網中的電能。

其次，裝在動力系統變電所中的電度表，應當能夠確定送入該樞紐的全部電能，核對供給低壓電力網中用戶的電能數量，和在必要時確定輸與該區域電力網的高壓電力網中、城市電力網中或轉售電力網中的電能數量。

為了求得某級電壓電力網的运行特性，例如，假定知道分別輸經 110 仟伏、35 仟伏電力網的電能數量是很重要的，就應有分別、單獨的電能計算組織。

在變電所內安裝電度表，可能對核對綫路損失量及確定降低綫損的各項措施具有重大的幫助。

如何做到这些，留在第三節中叙述。

最後，組織計算送与用戶的电能是極端重要的。這裏电度表所裝的位置，应宜於算出各類用戶所用的电能，例如，从系統变电所以單独綫路供給的巨大工業用戶、轉售电能的用戶、由複合配电网供电的用戶和住宅用戶等。在安裝电度表時，注意到現有的各級电價，而對於工業用戶，則注意到現有的功率因數獎懲等級等也是很重要的。

發電廠、变电所和裝在用戶处的电度表的資料，在適當期限內，应作比較。根据这些資料，才可能对動力系統的發電量計劃、對用戶的供电計劃是否完成和對動力系統与其各部分內电能損失數量的計算是否正確作出結論，也對動力系統生產活動的營業成績作出結論。

動力系統的工作經驗也証實着有正確管理機構的必要性，这个和發電廠、电力網与用戶等人員無關的獨立機構，要把从發電廠到用戶的整套統計業務集中在一起。但是，有關組織电度表与儀用互感器的管理及叙述它們的工作原理等問題的說明，則不在本書範圍之內。

3. 發電廠中电能的計算

動力系統或联合电系中的主要生產單位是發電廠。每一個發電廠的任務都是根据指定給它的計劃生產电能。

發電量的統計应当算作發電廠測量業務中不可缺少的一

部份。沒有統計每一發電機發出的電量、輸入電力網中的供電量以及廠內的廠用電量，要想合理、經濟地經營該發電廠是不可能的。

如果該動力系統中所有的發電廠是同一型式的（亦即假定它們是根據同一的設計建造的，如果它們在動力系統中所起的作用相同），則在此諸發電廠中安裝表計的問題是相當簡單的。

事實上並不這樣。即使在同一動力系統的範圍內，也有很多發電廠不是同時興建的，它們的容量不同、功用互異、而建造時所根據的設計也彼此之間大不相同。

小型發電廠根據簡單的設計，設有發電機電壓的單母綫或雙母綫系統，並以發電機電壓供電與當地的用戶；和小型發電廠同時存在的還有中型、大型發電廠，它們不僅以發電機電壓供電，並且以昇高的電壓供給系統的高壓電力網。

在許多龐大的動力系統內設有一些強大的區域火力發電廠，它們為了利用當地的燃料，建造在離負荷較遠的地方；或者設有一些強大的水力發電廠，它們以昇高的電壓輸送出全部的電能。往往就在這種強大發電廠的附近建立用電浩大的工業企業。

在這種情況下，所採用的結綫當中，有一部份發電機是接在發電機電壓的配電設備上，再從它引出供電綫，而另一部份發電機則根據發電機變壓器組的結綫，直接接在高壓母綫上，向動力系統輸送電能。

當然，要確定計算發電量和送與用戶的電能的電度表所須安裝的地點，便不得不考慮到發電廠各種不同的結綫。

廠用电是强大火力發電廠的主要用戶之一。廠用电不準確的計算可能歪曲該發電廠和整個電力系統生產活動的成績。在組織發電廠的电能計算時，必須注意供給廠用电的各种結綫。廠用电最常从發電机电压的母綫經過 6000 伏或 10 000 伏至 3000 伏的降壓變壓器來供給。

强大的區域發電廠發出的电能以昇高的电压分配，它沒有發電机电压的匯流母綫。因此，廠用變壓器就接在發電機終端的支接綫上。备用廠用變壓器則接在昇高电压的母綫上。

在現有的某些發電廠內，廠用电是由廠用汽輪發電機供應的。

在某些情况中，採用廠用汽輪發電機孤立运行的結綫，使它專門供給最重要的廠用負荷。在个别情況下，这些廠用汽輪發電機和整個動力系統併列运行。

不久以前，不管是設計機構或是發電廠的工作人員，都沒有特別注意到如何在發電廠內佈置電度表，以及如何將公用發電廠和廠用电供电結綫的特殊性反映在選擇电能計算地點上。

在現有的某些發電廠內，電度表已經安裝在發電機和廠用电的接綫上。輸入電力網中的电能係由發電機的電度表讀數的總和和廠用电電度表的讀數總和的差值求得。在另一些發電廠內，廠用电沒有電度表，而其值則由總發電量和輸入電力網供电量的差值算出。

當動力系統很迫切地把整頓电能計算当作提高其运行經濟性和降低系統中損失的措施時，就可發現出發電廠內計算

組織所存在的混亂情況。在某些情況中，廠用電由發電机电度表讀數的總和減去輸入電力網的电度表讀數的總和而求得，就會把廠用電需量算得太低，因為根據這種算法，就不可能發覺出由於主要電度表未校準而引起的誤差或錯誤。

當發電廠對電力系統的供電量不由電度表的讀數確定，而由算術差值求得時，也同樣地會發生很大的誤差。

某些動力系統的運行經驗已經指出，在每一發電廠中，電能的計算應當這樣地組織，即使它能夠根據電度表的讀數，迅速而又簡單地確定出發電机的發電量、輸入電力網中的供電量和廠內的廠用電量。這裏和所有其他沒有言明的地方都是指有功電能的計算和有功電度表。

正常的和正確的統計可以藉在發電廠結綫的某一定地點上安裝電度表以達到；根據這些電度表的讀數，可以編製電能的總平衡表：一邊為發電量，另一邊為供電量。

發電廠電能平衡表的編製可以容許從統計及時地發現出不妥當的地方，而對平衡表中各個項目的分析，又可發現出誤差和錯誤的根源。

因此，必須確定發電廠結綫中所須安裝電度表的地點；為此，就應順序研究發電廠結綫的所有主要部份。

1) 發電量的計算

在發電廠的每一發電机上，必須安裝一只三相有功電度表。

如上所述，發電机可以接在發電机電壓的母綫上，或者根據發電机變壓器組的結綫，接在升高電壓的母綫上。在後

一种情况中，往往由發电机終端的支接綫供应廠用变压器。
下面所述的电度表裝接地點便可適用於这些結綫。

当發电机接在發电机电压的母綫上時，电度表可以与裝在發电机与油開關(圖1)①間的变流器或是与裝在發电机端鈕与其中性點(圖2)間的变流器相接。这种情况和以後所述的一样，应当注意把电度表的电流綫圈接在儀用变流器的二次电路上。對於电度表的並联綫圈，其电压則由供給該接綫或母綫系統的伏特計綫圈的鄰近儀用变压器供給。

在發电机变压器組的結綫中，当發电机側沒有油開關時，可以把电度表和裝在發电机端鈕与其中性點間的变流器相接(圖3)。当發电机終端有廠用变压器的支接綫，而該支接綫上具有油開關時，和电度表相接的变流器与前述的情况



圖 1



圖 2



圖 3

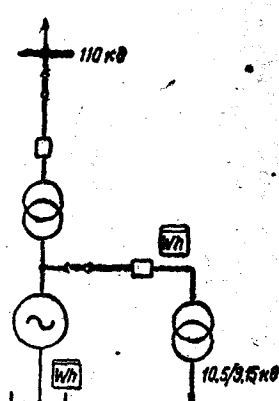


圖 4

① 為了更清楚地表示电度表裝接的位置，在大多數的結綫中（圖 1 等等）已把一部份或全部的司路電器（油開關、斷路器）及儀用互感器略去不繪。

相似(圖 4)。

如果在發電機變壓器成組的結綫中，發電機終端有供應廠用變壓器的支接綫，而且發電機與變壓器間安裝有油開關與變流器時，則可將電度表接在這些變流器上，同時也可將電度表接在發電機端綫與中性點間所裝的變流器上(圖 5)。

如果把變流器裝在廠用电支接綫後面的一段上(對電能輸送的方向而言)，再在變流器上裝接電度表則是不正確的。過去在某些發電廠中有過這種情況(圖 6)。在這種情況中，發電機的發電量是由該電度表和裝在廠用电支接綫上的電度表兩者的讀數和來決定的。這種計算方法比較直接觀察裝在

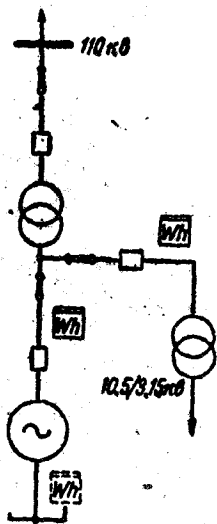


圖 5

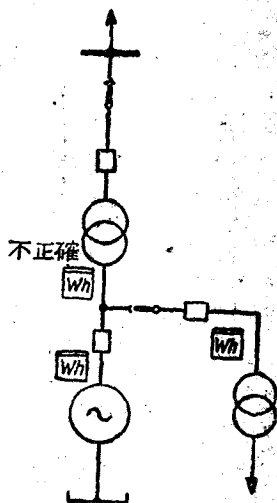


圖 6

支接綫前面而用以計算發電機發電量的電度表的讀數要不準確一些。

裝在所有發電機上的電度表讀數的和，給出該發電廠的全部發電量。

2) 廠用电的計算

屬於發電廠廠用电一類的用戶，可以由廠用电母綫供電，這些母綫由廠用變壓器供給，有時由廠用發電機供給，而有時則由發電廠的一台或兩台主要發電機終端的支接綫供給。

在供應廠用电的每一接綫上，都應裝有電度表。

當廠用电由接在發電機電壓母綫上的電力變壓器供給時，電度表必須與裝在該變壓器高壓側的變流器相接(圖7)。這樣，變壓器中的損耗就可算作廠用电。

在發電機變壓器組的結綫中，當廠用變壓器由發電機的支接綫供給時，電度表也應和裝在廠用變壓器高壓側的變流器相接(圖8)。

當廠用电由發電機的支接綫供給，而其備用電源由另一專用的高壓廠用變壓器供給時，電度表必須接在裝於高壓側的變流器上。如高壓側沒有所需準確度等級的變流器時，可以把電度表和裝在低壓側的變流器相接，如圖8所示。

當廠用电由接在廠用配電設備上的專用發電機供給時，則在其中每一發電機上，都應裝置有功電度表。

在運行條件下，有時採用下述的結綫，即一部份廠用电設備由主配電設備母綫經過變壓器供給，而另一部份廠用电