

提高工業企業力率($\cos \varphi$)的問題

蘇聯 勒·維·利特瓦克著

潘 家 吉譯

燃 料 工 業 出 版 社

182
6622
2221

46622
5/2221

提高工業企業力率($\cos \varphi$)的問題

蘇聯 勒·維·利特瓦克著

潘 家 吉譯

燃 料 工 業 出 版 社

內 容 提 要

這本書是供廣大的工業動力技術工程界工作人員用的，其目的在於闡明改善工業企業的自然力率的實際途徑，並指出在選擇補償裝置的型式和容量時應該進行的技術經濟原則。

* *

*

提高工業企業力率($\cos \varphi$)的問題

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ $\cos \varphi$ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

根據蘇聯國立動力出版社(ГОСЭНЕРГОИЗДАТ)

1950年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯 Л. В. ЛИТВАК 著

潘 家 吉 譯

燃料工業出版社出版

廠址：北京東長安街國務工業部

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：杜全恩 校對：匡文因 戴佩瑛

書號342 * 電152 * 850 × 1092 1/16 開本 * 3 1/8 印張 * 99 千字 * 定價7,900元

一九五五年一月北京第一版第一次印刷(1—5,600冊)

553.55

2221

13031

譯 序

提高力率，特別是提高我國各工業企業用電的自然的力率，對於充分發揮電力潛在力量以加速我國工業化的速度有着極重要的意義。但很可惜，我國有不少從事於電力工作的人員對此還認識不足，而另外也有一部分人雖然知道改善力率的重要性，但苦於不熟悉其改善的途徑和方法。

這本書是原作者根據蘇聯豐富的先進經驗，並從社會主義的整體觀點和充分發揮電力潛在力量的觀點出發，詳細地闡明了有關改善工業企業自然的力率的各項切實有效的途徑和方法。而在說明的過程中，作者引證了許多有力的理論上和實踐上的數據，因此也具有充分的說服力。最後則扼要地介紹了選擇力率補償裝置的型式和容量時應該遵行的技術經濟的依據。書中並舉了很多計算例子，可以幫助讀者參考學習。因之這本書非但可以作為我國工業企業電力工程技術人員有價值的參考資料，而且也是從事於用電監察工作人員的極好的參考資料。

在翻譯的過程中，曾發現原書存在一些小的錯誤與疏忽。但這並不致影響到這本書的極寶貴的價值。對於這些地方因缺乏原書的勘誤表，均已由譯者予以校對改正。同時所有改動的地方都已加以譯註說明。

因譯者水平所限，譯文中難免有謬誤不妥之處，希讀者們隨時提出意見，以便今後修正。

審 家 吉

一九五四年七月於北京

目 錄

譯 序

原作者序言	4
-------------	---

第一章 工業企業的力率 ($\cos \varphi$)	7
--------------------------------------	---

1. 基本定義	7
---------------	---

(1) 無功功率的實際意義	7
---------------------	---

(2) 加權平均力率 (總的與自然的)	8
---------------------------	---

2. 關於工業企業加權平均力率的一些資料	10
----------------------------	----

第二章 各工業企業中無功功率的主要消費者	12
----------------------------	----

3. 感應電動機	12
----------------	----

(1) 感應電動機空載時耗用的無功功率	13
---------------------------	----

(2) 感應電動機負荷對其所耗無功功率的影響	17
------------------------------	----

4. 變壓器	20
--------------	----

(1) 變壓器空載無功功率	20
---------------------	----

(2) 變壓器負荷對其所耗無功功率的影響	21
----------------------------	----

第三章 合理使用電動機及變壓器以提高 $\cos \varphi$ 的方法	23
---	----

5. 有效提高電力需用率問題的迫切性	23
--------------------------	----

(1) 論實際的需用率	23
-------------------	----

(2) 電力需用率的有效提高——節約電能和提高 $\cos \varphi$ 的實

際途徑	25
-----------	----

6. 撤除感應電動機多餘容量的效果	26
-------------------------	----

(1) 撤除多餘容量對感應電動機中損耗的影響	27
------------------------------	----

(2) 撤除感應電動機多餘容量對於電力網中 (從發電機

到電動機) 有功功率損耗的影響	30
-----------------------	----

(3) 撤除感應電動機多餘容量的效益	34
--------------------------	----

7. 當感應電動機欠載時降低電壓的效果	37
---------------------------	----

(1) 感應電動機的 $\cos \varphi$ 與電壓的關係	37
--	----

(2) 欠載的感應電動機自三角形改接為星形	38
-----------------------------	----

(3) 感應電動機靜子繞圈的分組改接	43
--------------------------	----

8. 在感應電動機控制結綫中採用空載限制器的效果	49
(1) 所耗有功電能的減少	51
(2) 所耗無功電能的減少	53
9. 檢修質量對於感應電動機 $\cos \varphi$ 的影響	55
(1) 與原繞綫圈資料偏差的影響	57
(2) 改變空氣隙對於感應電動機 $\cos \varphi$ 的影響	60
10. 工作中的同期電動機補償能力的利用	64
11. 變壓器最有利的負荷率	69
第四章 用感應電動機同期化的方法以提高 $\cos \varphi$	72
12. 問題的歷史情況	72
13. 利用矽整流器作為同期化電動機的勵磁	73
14. 同期化感應電動機的過載能力	80
15. 感應電動機同期化時的補償效果	81
16. 在感應電動機同期化時補增的有功功率消耗	83
第五章 選擇補償裝置的型式與容量的技術經濟原則	86
附 錄	92

原作者序言

提高電氣設備力率 ($\cos \varphi$) 的問題在我們的技術科學中，特別在近 20 年中，得到了十分廣泛的闡明。在這一時期中，根據政府所作出的各項決議，提高力率的鬥爭被在國民經濟中所實施的一系列的技術組織措施所不斷地鼓勵着。

大家知道，在蘇聯電業部系統中，現行電力價格對於用戶的實際的 $\cos \varphi$ 有着這樣的規定：假如 $\cos \varphi$ 高於 0.75，則用戶可獲得相當的折扣（例如，當自然的 $\cos \varphi = 0.9$ 時，其電價減少 18%），但如低於 0.75，則他將多付出相當的加成罰款（例如，當 $\cos \varphi = 0.6$ 時，其電價增加 75%，或者當 $\cos \varphi = 0.45$ 時，其電價增加 150%）。這一電價因素，直接影響着用戶的產品成本和其工作中其他技術經濟指標，在電能利用的調整和合理化以及工業企業力率的改善工作中已經起了而且還在繼續起着十分積極的作用。

除了電價制度以外，各企業中現行的獎勵制度也對整個合理用電的工作發生十分積極的影響，它刺激着各工程技術人員和工作人員去實施各項節約電能和降低無功功率消耗的措施。然而，在各企業中所有的資源和可能性還遠沒有全被用來實現上述的措施。改善 $\cos \varphi$ 和減少電能損失都是國民經濟中極重要的任務，兩者是互相有機地聯系着的。

同時，這種相互的關係遠不是經常有着足夠明顯的特徵的，因為 $\cos \varphi$ 的同樣相對的改善在兩種不同的情況下，例如在兩個用戶的不同的供電綫路中，或者當兩種不同的無功功率的人工補償方法中，可以在電能消耗的大小上有着不同的影響。在 $\cos \varphi$ 同樣相對的改善的數值時和在同樣的無功功率的人工補償方法中，不僅在不同的供電綫路中（例如，在電力站與用戶之間有着不同次數的中間變電），而且當構造參數不同時或者當變壓器和供電綫路的工作運行指標不同時（例如，負荷率不同，電纜或架空綫的長度和截面的不同及其他），也可能在同一供電綫路中產生不同的效果。

影響到提高 $\cos \varphi$ 的效果（由於採用這種或那種措施，或者利用這種或那種補償裝備）的所有各種因素的多樣性，使得對它們的絕對精確和詳盡的計算成爲一件十分複雜和極艱難的問題。所以在實際上通常寧願不取過於

詳細的探究的方法，而用比較簡單些（雖然也比較粗糙些）的方法，例如，根據所謂無功功率的經濟當量來評定提高 $\cos \varphi$ 所達到的效果的方法。以利用無功功率經濟當量為基礎的技術經濟的核算，在近年中已獲得廣泛的同意並得到了領導機構（電業部、國家用電監察局及其他）的承認。

這些技術經濟核算的實質就在於當改善 $\cos \varphi$ 時達到有功功率（能量）的節省，這項節省是決定於在電網中某規定點的經濟當量與由於減少無功功率的消耗每一千乏（即無功千伏安——譯註）所多消耗有功功率耗數的差數。

本書作者在分析各種提高 $\cos \varphi$ 的措施的效益時也將採用這種核算的方法。

這些措施的大部分是屬於用改善感應電動機電氣方式來提高自然力率的方法，感應電動機所消耗的無功功率差不多為各企業全部消耗的四分之三。

經驗指出，不論在改善 $\cos \varphi$ 方面，或者在電能的節約方面，利用提高感應電動機負荷率，消滅其空運轉，在其檢修驗收時和當預防性的巡查與檢查時嚴密監察其技術狀況以調整其運行的方法等可以得到十分顯著的效果。

值得着重指出的是，對於這一系列的措施，儘管有着多年的採用的經驗和具有着廣泛的運行資料，但直到現在為止還未能建立起統一的觀點，而繼續發表着關於例如像撤消感應電動機多餘容量的這些檢查措施的合理性的正相反對的觀點。這種情況就使得必須研究改善 $\cos \varphi$ 的一系列的問題，特別是有分析地，那就是在對這種或那種措施效果的影響的核算的基礎上，來研究感應電動機多餘容量的撤除問題。簡而言之，已進行的分析的實質可以表達如下：

（1）在相當數目的企業中其電力的實際需用率在 0.13 到 0.28 之間。這些需用率證實了在工業中對於繼續提高生產的效益、改善 $\cos \varphi$ 和降低單位電能消耗還存在着廣泛的可能性。當有效地提高需用率，即當生產設備的平均利用率提高到更高的水平時和當採用先進的增加生產率的工藝程序（例如，快速切削法及其他）時，這種可能性就可以變為現實。

電力需用率的有效提高是解決根本改善 $\cos \varphi$ 和降低單位電能消耗問題的關鍵。

（2）撤除感應電動機的多餘容量（在不可能有效地提高電力需用率的場合下）可以保證達到顯著地節省電能（到 6—10% 以上）。這種電能的節

約是由於改善了 $\cos \varphi$ （當撤除多餘容量時）和相應地減低了電力網——從電源直至企業——的損失而得到的。這樣，更換電動機在電氣方面的主要效果在進行這種更換的企業的外部被感覺到了。

這種情況就起着一種不小的作用使得在各企業中對於撤除感應電動機多餘容量產生一種經常的「不信任」的氣氛。

(3) 感應電動機運行的經驗指出，常常由於在供電網路中提高工作電壓而使企業的自然 $\cos \varphi$ 變壞。而在另一方面，運行的經驗也指出，在感應電動機負荷不足時（這種工作方式可以認為是在工業企業中最常遇見的）爲了改善 $\cos \varphi$ 適當地降低電動機運行電壓是一項有效措施。這一措施在不同的情況下可以用下列不同方法來實現：將三角形結綫的感應電動機改接爲星形；用分組改接感應電動機靜子綫圈的方法；適當地改接變壓器的出綫，有時甚至適當改變整個企業的供電結綫。

(4) 採用空載限制器是改善自然的 $\cos \varphi$ 的一項極有效的措施，但可惜的是尚未獲得應有的推廣。這一問題應在最近的將來予以積極地解決，因爲經驗證明，平均每一台裝有空載限制器的機床每月節省的電能（由於提高了自然的 $\cos \varphi$ 和消除了操作間隙時間中的有功功率的消耗）達到 50 至 150 瓩時（度）。

(5) 在提高企業的自然 $\cos \varphi$ 的工作中，改善電氣的檢修工作以及對檢修後的感應電動機的技术狀況建立更嚴格的監察應當起着重要的作用。

在這方面，在各企業中採用對於感應電動機空載電流和空氣隙數值的運行監察是十分有益的。

(6) 那些涉及到無功功率的人工補償的技術經濟的問題，則爲了在每一個個別的情況中解決這些問題（當選擇補償裝置的型式與容量時）應當計算對於補償裝置投資的效果，計算在電網中某規定點的無功功率經濟當量和在改善 $\cos \varphi$ 時與減少損失有關的有功功率的總節省量。

第一章 工業企業的功率 ($\cos\varphi$)

1. 基本定義

(1) 無功功率的實際意義

工業企業所需的無功功率即用以生產交變磁通的（磁場的）功率。

鏈貫於電路路綫的磁通與這個電路中的電流成比例。在每一個具體情況中，電路的電流與磁通間數目的聯系已決定時，電路的所謂電感（或自感係數）即成為這個比例的尺度。

因之，任何一個交變電流的電路，其電壓與電流依週期性的曲綫變化的，即為交變（週期性變化的）磁通鏈貫着。如所週知，磁通具有這樣的習性，即它具有某種慣性^①。所以在由於電流強度的增加（或減少）所引起的磁通任何的增漲（或減少）時，就不可避免地表現出一種磁通的慣性阻力。這種阻力表現為一種自感電動勢的形式，這種自感電動勢本身現出一種電磁感應永遠與磁通變化的關係表示反對的方向。

這表明自感電動勢永遠企圖這樣地來改變電流強度，即減弱或減慢鏈貫着電路路綫的磁通的變化。

由此可見，電源的交變電壓除了應該包括由於電阻的存在而消耗於熱能的部分外，還應包括在每一瞬間抵消自感電動勢的那一部分。因之，在交變電流電路中功率的瞬間值也應當在任何瞬間是兩個組成部分之和：即消耗於電阻中（依照楞次——朱耳定律）的有功功率和引起自感電動勢（電磁感應）作用的無功功率。在每一週期的第一個四分之一的過程中，當電流自零昇至最大值時，磁通也相應的增長（由於克服了自感電勢的結果）。同時由於自發電機進入到用戶電路中的無功功率在磁場中發生了能力的積聚。在週期的第二個四分之一的過程中，當電流和磁通減少時（由最大值到零），磁場中的能力也減少到零。磁場中能力的減少伴隨着無功功率自用戶電路中回輸到發電機中去（在自感電動勢反對方向的作用下）。

這樣，用以產生磁場的感應功率，在每一週期的過程中變更其方向四次，而且這個功率每半個週期的平均（或所有的各個半個週期的全部）值

① 參見 B. Ф. 米特爾維支院士，磁通及其改變，蘇聯科學院 1946 年出版。

等於零，因為在發電機與用戶電路間交換功率的過程是以擺動過程的方式進行的。

無功功率的實際意義，作為一種磁化功率可以很清楚的以下列關係來表明：

$$Q = \text{const} \cdot \Phi_m^2 f R_\mu = \text{const} \frac{B_m^2}{\mu} f V, \quad (1)$$

式中 Q ——無功功率，乏；

Φ_m ——磁通的振幅（伏·秒= 10^8 馬克士威耳）（伏·秒=韋伯——譯註）；

B_m ——磁感應振幅（伏·秒/平方公分= 10^8 高斯）；

f ——交變電流頻率，赫芝；

R_μ ——所謂磁力綫路的磁阻， $\left(\frac{1}{\text{歐} \cdot \text{秒}}\right)$ ；

μ ——組成磁迴路材料的磁導係數（歐·秒/公分）；

V ——磁迴路之容積，立方公分。

所引用的公式顯示出，在一定的交變電流的頻率時，所需要的磁通（或磁感應）越大和磁力綫路總磁阻越大，則迴路的無功功率也越大。

如果磁力綫路在由磁導係數較高的鐵磁材料所組成的磁迴路中完全接合起來，則較之磁力綫路經過一段有小的磁導係數的磁迴路，例如，經過感應電動機（或異步電動機）的空氣隙時，所需要的無功功率小得多。應該着重指出，在每一個別情況中，當有分析所需用無功功率變化的必要時，必須回到上面所引用的無功功率與各種因素的分析的關係。

(2) 加權平均力率（總的與自然的）

如所周知，三相迴路中瞬間的力率數值以下式表示出：

$$\cos \varphi_i = \frac{P_i \times 10^3}{1.73 U_i I_i}, \quad (2)$$

式中 P_i ——在瞬間 t_i 時迴路中的有功功率（旺）；

U_i ——在瞬間 t_i 時迴路中的綫電壓（伏）；

I_i ——在瞬間 t_i 時迴路中的綫電流（安）。

在工業企業實際的工作條件下，所有預先決定 $\cos \varphi_i$ 值的因素，在各種不同的影響下都或大或小地發生不斷的變化和波動。

所以工業企業的力率也發生不斷的變化。企業在一定時間中（一班、

一晝夜、一月) 力率的平均值是依據各有功和無功電度表相應的讀數從下列關係中求得的:

$$\cos \varphi = \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{W_p}{W_a}\right)^2}}, \quad (3)$$

式中 W_p ——無功電能的總需用量(千乏時)(即無功電度——譯註);
 W_a ——有功電能的總需用量(瓩時)。

這種力率, 即所謂加權平均力率, 在數學上可以下式表示出:

$$\cos \varphi = \frac{\sum_1^n P_i \cos \varphi_i}{\sum_1^n P_i},$$

式中 $\sum_1^n P_i \cos \varphi_i = P_1 \cos \varphi_1 + P_2 \cos \varphi_2 + \dots + P_n \cos \varphi_n$;

$$\sum_1^n P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n;$$

$P_1, P_2, \dots, P_n$ ——在 $t_1, t_2, \dots, t_n$ 各瞬間的有功功率值;

$\cos \varphi_1, \cos \varphi_2, \dots, \cos \varphi_n$ ——在同樣的 $t_1, t_2, \dots, t_n$ 的瞬間的力率值。

現行的電價制度將企業的所謂自然的加權平均力率和總的加權平均力率分開。總的力率就是考慮了包括進行無功功率人工補償的補償裝置工作在內的綜合的加權平均力率。

這樣, 公式(3)是總的加權平均 $\cos \varphi$ 的數值。

根據現行電價制度, 當沒有無功功率的特別的人工補償時, 企業的加權平均力率就叫做自然的^①力率。

下列公式可以用以算出自然的加權平均力率

$$\cos \varphi_{ecm} = \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{W_p + W_k}{W_a}\right)^2}}, \quad (4)$$

式中 W_k ——企業中各種補償裝置(靜電電容器, 同步補償器及其他

^① 不能說, 這種自然的 $\cos \varphi$ 的定義是無可責難的。[實際的]一詞將更接近於這一力率定義的內含意義。

自然的 $\cos \varphi$ 應當是為被運行的用電設備(異步或同步電動機、感應式或電阻式電弧爐及其他)和某種工業部門的企業特性所預先決定着的。因此自然的力率就應當是在缺乏力率的人工補償和缺乏令人滿意的經營管理時, 企業力率的一種平均值。

等) ①供給電網中無功電能的總量(千乏時)。

2. 關於工業企業加權平均力率的一些資料

當生產過程有節奏地進行着而車間的生產率與其容量相適應時,且工藝設備和電氣技術設備都在正確的經營管理下,則某一工業部門依其個別企業計的加權平均力率通常與決定於這一工業部門特點的平均 $\cos \varphi$ 值差別比較不大。這種情況獲得其技術的根據就在於加權平均力率被決定於這樣的一系列的因素,它們對於某類部門的大多數企業可以在相當的程度內認為是典型的。

例如,可以列入這些因素之列者為:在總用電量中各種用電設備(異步或同步電動機、照明或一些其他的設備)的比重;電氣設備的技術特性(異步電動機的平均容量,平均轉速及其他);決定於荷重率及同時率的平均值的需用率;工藝過程強化程度(採用連續生產法,採用機械化和自動化及其他措施)。同時,在某些部門中,個別企業的 $\cos \varphi$ 與這類部門的 $\cos \varphi$ 的平均值之間的顯著的變動和差別②的存在證明了在各企業中有着提高其自然的加權平均力率的現實的可能性。

讓我們看看近些年中的一些實際例子。

在圖 1 a 中介紹了一些由莫斯科電業局供電的紡織企業和機器製造企業中自然的 $\cos \varphi$ 變動動態的曲綫。分析這些曲綫證實了在長時期的時間內,在各個別企業中的 $\cos \varphi$ 有着急劇的變動,可見改善自然的 $\cos \varphi$ 的可能性是存在的。例如,在機器製造廠中(曲綫 1)在 1947 年 5—9 月期間 $\cos \varphi$ 為 0.51,而 1948 年同一時期為 0.63,即高出 24%。在另一個工廠中(曲綫 2)呈現出相反的形狀:在 1947 年 5—9 月間 $\cos \varphi_{\text{ecm}} = 0.64$,而 1948 年同一時期為 0.5,即減少了 22%(按從原圖上看,除曲綫 4 是降低的外,其餘 3 個曲綫都是升高的,可能這兒原作者有弄錯的

① 公式(4)中略去了在補償裝置中有功功率的損失。因為在補償裝置中有功功率的損失與企業總的有功功率消耗量比較起來是非常小的,所以從計算的必要的精確性的觀點來看,這是完全可以接受的。

② 在這種情況中我們沒有考慮由於工藝過程的根本改造掌握了新的原料的條件,重建了個別車間或整個企業和那些類似的屬於臨時性質的原因,所引起的力率的差別(與平均銘牌數值的差別)。

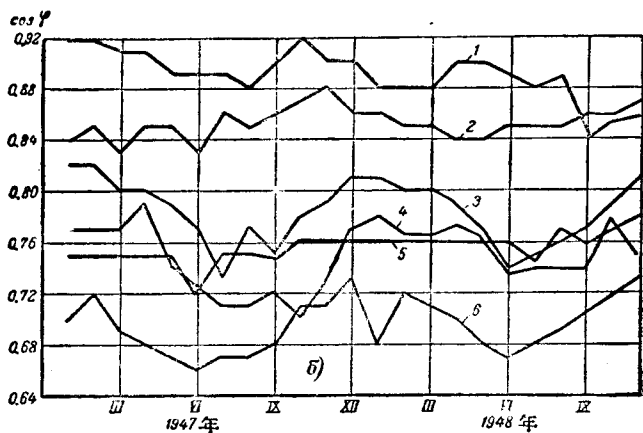
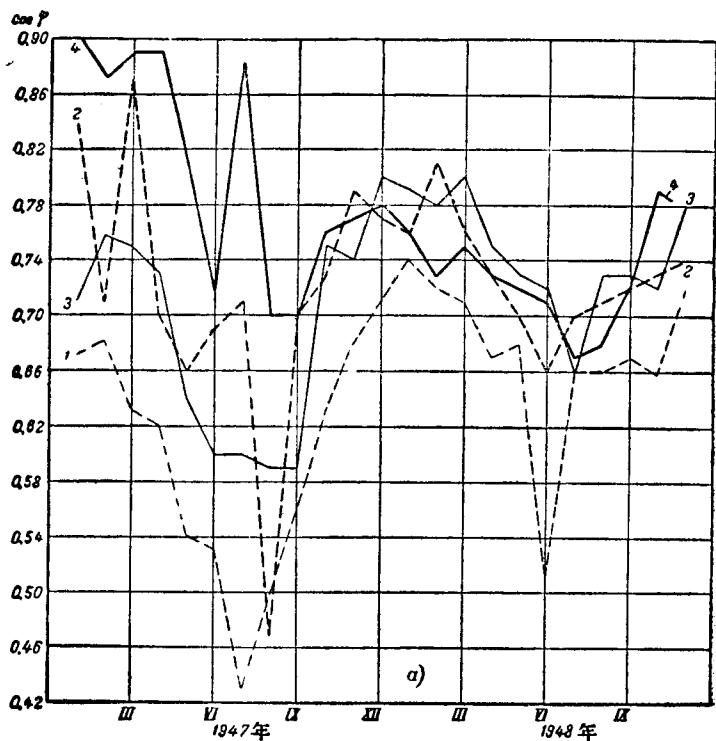


圖 1 說明個別企業中 $\cos \varphi$ 變化動態的曲線
 a— $\cos \varphi$ 急劇變動的例子 1—機器製造廠；2—同前；3—紡織廠；4—同前。
 b— $\cos \varphi$ 比較穩定的例子 1—蒸汽機車製造廠；2—冶金工廠；3—紡織廠；4—牛奶廠；5—煙草工廠；6—煤礦局。

地方。又圖 16 中之Ⅷ月，應爲Ⅸ月已代改正。——譯者註）。在紡織廠中（曲綫 3）在 1947 年的同一時期 $\cos \varphi_{ecm}=0.595$ ，而在 1948 年中 $\cos \varphi_{ecm}=0.71$ ，即高出了 20%。在另一工廠中（曲綫 4）相同數字的比例爲 $\frac{0.77}{0.68}$ ，即在 1948 年中的 $\cos \varphi_{ecm}$ 較在 1947 年中的低 13%。

必須注意到，在圖 1 a 中揭示的 $\cos \varphi$ 變化波動的性質，雖然差不多在所有的部門中都可以看到這種現象，但絕不是工業企業任何應有的特性。圖 16 的各曲綫可用以證實這種情形的正確性，圖 16 的各曲綫說明了在極不相同的工業部門的各企業中，在差不多兩年的時期內 $\cos \varphi$ 數值的比較穩定性。

第二章 各工業企業中無功功率的主要消費者

在前一章裏已經指出，各工業企業在電網的每一規定點所消耗的無功功率決定於安置在電網的該規定點的電氣裝備的各個別部分所需要磁化功率的大小——從輸送電能的方向。在各工業企業所消耗的從電力系統得到的無功電能中感應電動機（即異步電動機——譯註）所消耗的要佔到 70% 以上，而變壓器則佔到 20%。

無功電能消耗的其餘部分屬於電抗器，架空電網，各種感應器具、儀器及其他。

因此，感應電動機及變壓器是各工業企業中無功電能的主要消費者。

3. 感應電動機

感應電動機的空氣隙使其磁力綫路的磁阻顯著的增加，這種空氣隙的存在是電動機消耗無功功率較多的主要原因〔參見公式 (1)〕。

爲了提高 $\cos \varphi$ ，電氣機器製造廠通常總力圖製造在可能範圍內空氣隙最小的感應電動機，這種空氣隙決定於機器裝配的精確性及軸承的磨損。同時必須着重指出，最小的可能的空氣隙並不是經常被認爲在經濟上是合算的。

例如，縮小有着開口綫槽的定子的電動機的空氣隙可以使在鋼鐵中有功功率的損耗增加到如此的程度以致於將使在無功功率中所獲得的好處完全爲之貶值。

此外，減少這種構造的電動機的空氣隙可以在機器中造成如此強烈的噪音與嘯聲以致於對它的管理成為十分困難。

為了降低電動機的成本和對於生產的簡易計，寧願構造有着加大了空氣隙的電動機，這是因為：

- (1) 裝配的簡化；(2) 減少轉子的磁吸引力；(3) 減輕軸及機座；
- (4) 降低鋼鐵中的有功功率損耗；(5) 減輕電動機溫度的狀況。

空氣隙的最後的選擇是基於所有互相關聯的因素的綜合的計算，不過照例的，總力求提高電動機的銘牌 $\cos \varphi$ ，那就是相對地降低其耗用的無功功率。

感應電動機所耗用的無功功率可以劃分為兩個部分：一為決定於電動機主要磁場的磁化功率，它在實際上是與其負荷無關的，另一部分為決定於電動機中的漏洩磁場的和荷重率的平方成正比的功率。

(1) 感應電動機空載時耗用的無功功率

電動機無功功率的第一個組成部分——所謂空載的無功功率——佔其在額定負荷時全部無功功率之 60—70%。感應電動機額定的 $\cos \varphi$ 越高（參見圖 2 中曲線），則其空載無功功率就越相對地較小：額定的 $\cos \varphi$ 在 0.91—0.93 左右的電動機，其空載的無功功率約近於在其 100% 負荷時全部無功功率的 60%；額定的 $\cos \varphi$ 在 0.77—0.79 左右的電動機，其空載的無功功率約近於其 100% 負荷時全部無功功率的 70%。因為所有感應電動機的運行的總額的荷重率平均不超過 0.5，則空載無功功率的比重就更高：額定的 $\cos \varphi = 0.91—0.93$ 的電動機是 85% 左右，而額定的 $\cos \varphi = 0.77—0.79$ 的則為 90% 以上。

假如估計一下所有工業企業所消耗無功功率總量中全部感應電動機空載無功功率的比重，則根據上面說明的數字可達到 60% 左右。

在上面所引證的論斷中沒有考慮運行的起因的各種因素的影響，這些起因，例如，提高電網中的電壓，不能令人滿意的電動機檢修及其他等都引起了空載無功功率的增加。在考慮所有這些因素時，感應電動機空載無功功率的重要性就變得更為明顯了。

可惜的是電氣機器製造廠在其型錄中不介紹感應電動機空載無功功率額定數值的資料。

由於缺乏這種資料，運行管理人員就常常不能對於運行中的感應電動機的實際工作指標及技術狀況作出正確的估計。

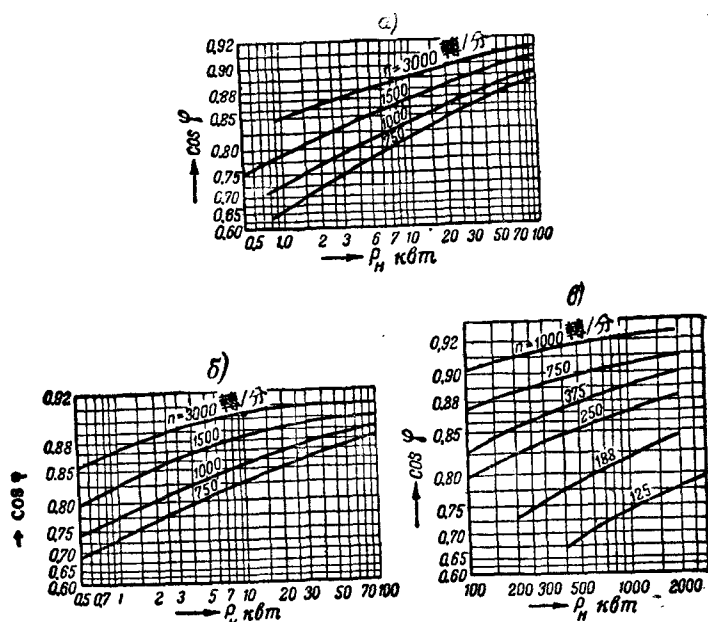


圖 2 感應電動機的 $\cos \varphi$ (標準型式電動機平均值)

a—鼠籠式的; б—滑環式, 容量不足 100 瓩者;

в—滑環式, 容量在 100 瓩以上者。

爲了彌補這一缺陷, 作者在附錄 1 中介紹了按照由其建議的公式算出的蘇聯出品的現代的鼠籠式電動機的磁化電流 I_0 及無功功率 Q_0 的數值。

讓我們看一看圖 3 的感應電動機的簡化了的圓圖, 圖上各符號的意義如下:

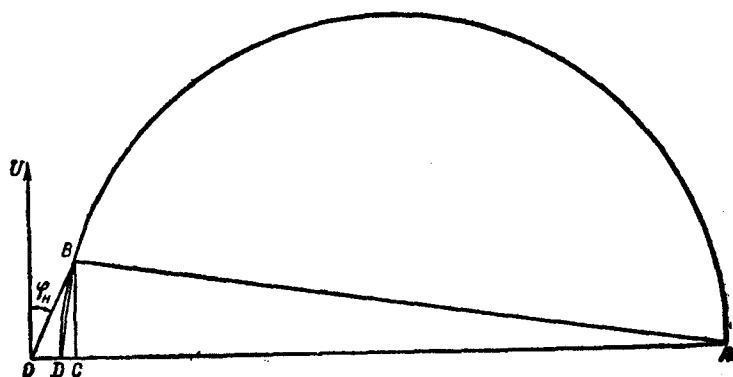


圖 3 感應電動機的簡化圓圖