

工業企業供電問題

蘇 聯 莫 科 謝 也 夫 著
東北化學工業管理局設計處翻譯科 譯
中央重工業部設計司翻譯科 校

燃料工業出版社

工業企業供電問題

蘇聯 莫科謝也夫著
東北化學工業管理局設計處翻譯科譯
中央重工業部設計司翻譯科校

燃料工業出版社

原 出 版 者 的 話

本書係研究工業企業中的供電問題。本書適用於從事工業企業電力系統設計、安裝及運轉的工程師和技術員參考，同時也適用於專門研究工業企業電氣設備的電機系學生。本書內容係以熟悉照明技術、電氣機械、電力傳動裝置、發電廠和變電所、電力網及繼電保護等專業知識的讀者為對象。

工 業 企 業 供 電 問 題

Вопросы электроснабжения промышленных предприятий

原 著 者：Ю.Л.Муко́сеев

原出版者：Госэнергоиздат（1951年莫斯科第一版）

東北化學工業管理局設計處翻譯科 譯

中央重工業部設計司翻譯科 校

燃料工業出版社（北京東長安街台基廠北口）出版 新華書店總經售

書號：78·25開本·共226頁·定價：14,500元

一九五三年一月北京第一版（1—8,000冊）

版權所有·不許翻印

校對：朱雅軒 符坤珍

『工業企業供電問題』意見表

希望讀者讀過本書之後，能向本社或著譯者提供一些意見，不論是自己的想法的，或是別人反映的；如發現有錯漏之處，更希望在校正表上一一填上，寄給我們，以便再版時修訂。如果這張紙不夠，請另用紙寫出。

填完此表後，請裁下寄 [北京東長安街台基廠北口燃料工業出版社] 。

『工業企業供電問題』校正表

頁 數	行 數	錯誤的字句或標點符號	應改成怎樣的字句或標點符號
其 他 錯 誤			

讀 姓 者 名		服 機 務 關		職 別	
詳細地址					

①填完此表後，請裁下寄「北京東長安街台基廠北口燃料工業出版社」。

②請填上詳細住址，以便經常贈寄本社的圖書目錄。

出版者的話

隨着祖國大規模經濟建設的到來，將有大量新建和改建的新型企業在我國出現。在現代工業企業的設計中，供電系統的設計，是一個重要的不可分離的組成部分。因為電力的供應，不僅關係着企業的生產，而且對整個企業的經濟運轉和將來的發展，亦起着決定性的作用，故工業企業的供電，是一個不容忽視的問題。

本書作者 Ю. Л. 莫科謝也夫，是蘇聯工業企業供電問題專家，曾對工業企業的供電問題，進行長期的研究，並多次提出研究所得的新的設計方案。

在本書中，作者詳細敘述了各工業企業有關的供電問題，並比較各種方案的優劣，對工業企業負荷之分類和計算、高壓及低壓電壓之選擇、線路之敷設、主變電所及車間變電所位置之選擇、無效功率之補償、短路電流及繼電保護等，亦均有明確的說明。

本書係東北化學工業管理局設計處翻譯科同志翻譯，由中央人民政府重工業部設計司翻譯科鄒一鳴、張蓋楚二同志根據原文校對，因工作需要，倉促出版，錯誤在所難免，希望讀者提出批評和指正，以便再版時更正。

燃料工業出版社

1952年12月28日

目 錄

出版者的話.....	1
第一章 概 論	7
第1節 引 言.....	7
第2節 可靠性——工業企業供電的主要條件.....	8
第3節 用電設備的主要特性.....	10
(一) 設備容量	10
(二) 電流的種類	11
(三) 電 壓	11
(四) 電流的頻率	12
(五) 工作制	13
(六) 供電不能中斷的程度	14
(七) 設備配置的穩定性	16
第二章 工業企業中的用電設備	17
第4節 冶金工業.....	17
(一) 選礦設備	17
(二) 高爐車間的設備	17
(三) 馬丁爐車間的設備	18
(四) 軋鋼車間的軋鋼機和輔助機械	20
第5節 機器製造工業.....	22
(一) 金屬切削機床	22
(二) 鍛造-沖壓機和壓力機	23
(三) 弧焊和點焊設備	24
(四) 電氣工具	28
(五) 木材加工機床	28
第6節 化學工業.....	29
第7節 造紙工業.....	31
第8節 紡織工業.....	32
第9節 一般工業設備.....	34

(一)起重運輸機械	34
(二)壓縮機、水泵和通風機	35
第10節 電熱設備	36
(一)冶金電爐	36
(二)電熱設備	37
第11節 電解設備	40
(一)電氣冶金設備	40
(二)電化設備	41
(三)金屬電鍍設備	41
第12節 照明裝置	42
(一)光源	42
(二)照明系統	45
第三章 計算負荷	47
第13節 選擇變壓器的容量和導線截面用的計算負荷	47
第14節 計算負荷的理論和經驗確定法，需要係數	50
第15節 確定需要係數用的二項式	51
第16節 需要係數的意義	62
第17節 確定計算負荷的輔助方法	63
(一)單位產品的電力消耗計算法	63
(二)技術生產負荷曲線計算法	63
(三)1平方公尺生產面積的單位負荷計算法	64
第18節 尖峯負荷的確定	64
第19節 電流的經濟密度	68
第20節 工業企業中無效電力的用電設備	69
第21節 負荷曲線及有效和無效電力的消耗曲線	71
第四章 低壓設備電源的電壓和電流種類的選擇	77
第22節 選擇電流種類的技術經濟基礎	77
第23節 選擇直流系統電壓的依據	80
第24節 選擇交流系統電壓的依據	82
第25節 生產特性對選擇電壓的影響	88

第26節	在選擇低壓問題上的新趨勢	90
第五章	電壓在 1,000 伏以下的線路	92
第27節	廠房按周圍環境分類	92
第28節	電壓在 1,000 伏以下的車間線路系統	92
第29節	配電箱和配電盤	95
第30節	電壓在 1,000 伏以下的車間線路敷設的基本原則	98
第31節	電壓在 1,000 伏以下線路的計算	103
第32節	有着火危險廠房的線路	108
第33節	有爆炸危險廠房的線路	109
第34節	移動式用電設備的線路	112
第35節	大電流交流設備用的線路	114
第36節	電焊設備用的線路	118
第37節	大電流直流設備用的線路	120
第38節	高頻率設備用的線路	122
第六章	車間變電所	124
第39節	車間變電所的型式	124
第40節	選擇車間變電所的位置、變壓器台數及 容量時在技術經濟上的要求	125
第41節	車間變電所的型式和位置的選擇	126
第42節	車間變電所容量的選擇	128
第43節	選擇車間變電所的負荷統計圖	131
第44節	車間變電所低壓配電設備的開閉系統	131
第七章	變流所	133
第45節	變流機	133
(一)	電動變流機	133
(二)	電動發電機	134
(三)	水銀整流器	135
(四)	半導體整流器	133
(五)	機械接觸整流器	139

第46節	變流機型式、數量和容量的選擇·····	141
第47節	變流所位置的選擇·····	141
第48節	高頻率變流所·····	144
第八章	高壓配電·····	146
第49節	高壓配電系統·····	146
第50節	變流機、電動機和電爐的接線系統·····	155
第51節	高壓配電電壓的選擇·····	158
第52節	高壓線路的結構·····	162
第53節	電力的計算和量度·····	164
第九章	工業企業中功率因數的提高和額定電壓水平的保持·····	166
第54節	功率因數及其提高的方法·····	166
第55節	作為無效電力發電機用的補償器·····	168
第56節	保持額定電壓水平的方法·····	173
第十章	工業企業供電系統中各組成部分的繼電保護·····	177
第57節	工業企業電氣設備中的短路電流·····	177
第58節	電壓在 1,000 伏以下的設備的保護裝置·····	180
第59節	電壓在 1,000 伏以上的設備的保護裝置·····	183
第十一章	工業企業中電氣設備的接地線和中性線·····	183
第60節	工業企業中電氣設備的接地線和中性線的特點·····	188
附 錄·····		191
參考文獻·····		213

第一章 概 論

第 1 節 引 言

工業企業是電力的主要用戶。我國所發出的全部電力約70%供其使用。

在歷次斯大林五年計劃中所建立的我國社會主義工業，就生產機械電氣化的水平而論，不但超過了歐洲各國，而且也超過了在技術上先進的資本主義國家——美國。

電氣化的作用，充分表現在列寧所講的「共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化」這句話中。根據電氣化的總計劃和我國國民經濟的社會主義性質，工業供電主要是依靠各巨大的國營發電廠（ГРЭС）。這些發電廠以電壓為 35、100、154 和 220 千伏的架空線路彼此聯接，構成各個巨大的電力系統。

本書所要研究的為工業企業的配電問題。這一問題有其獨有的特點，與電力系統內或公用線路內的配電問題不同。但是，工業企業供電問題，截至目前為止，在一般書籍中還未給予足夠的重視。

本書是初次嘗試討論在一般書籍中所未述及的問題，並把在工業企業中供電與配電問題當作實用電工學上的一個獨立部門來加以研究。本書係以已熟悉照明技術、電氣機械、電力傳動裝置、發電廠和變電所、電力網和繼電保護等專業知識的讀者為對象。

在這裏應該指出的是蘇聯電氣工作者在工業企業供電問題發展中所起的先進作用。我國工業的蓬勃增長及其空前發展的速度在蘇聯電氣工作者面前提出了在理論基礎上和在實踐中需要解決的問題。因此，技術科學碩士 А. С. 利別爾曼（А. С. Либерман）在理論上研究了並在實踐中運用了變電所分散和使之接近負荷中心的原則，因而大量節省了有色金屬和減少了電力的損失；Ф. Я. 葛得別格（Ф. Я. Гольдберг）工程師研究了母線的裝置方法——用電

流 80—100 安培的鋼配電母線，以代替將線路敷設在地下和電纜溝內等處的舊方法；技術科學碩士 Г. М. 卡耶羅夫 (Г. М. Каялов) 在理論上樹立了用電設備數量與負荷的關係；Н. В. 考培多夫 (Н. В. Копытов) 工程師研究出確定反覆短時工作制用電設備確定負荷的方法；而 Д. С. 利夫希茨 (Д. С. Лившиц) 工程師成功地應用了計算金屬切削機床傳動裝置負荷的實用公式 В. П. 吉洪諾夫 (В. П. Тихонов) 工程師研究出電焊機供電用變壓器和線路的計算方法。

高爾基市莫洛托夫汽車工廠電氣技師白列立格尼 (Перелыгин) 建議利用建築物的金屬結構作為照明線路的接地線，這樣，就金屬的重量而論，能在配電線路中節省導線 50 %，這一方法已規定在「電氣設備的安裝規程」內〔註 1〕。

作者曾建議在操作過程不斷更改的機器製造工業中，按 1 平方公尺地板面積的單位負荷計算而設計了萬能式線路，П. С. 哈爾欽科 (П. С. Харченко) 工程師建議採用具有良好技術經濟指標的 35 千伏高壓線深入負荷中心的樹幹式供電系統。

電氣安裝總局所屬設計機構的全體設計人員，在技術工作中對工業企業供電問題的研究作了很大的貢獻，其中部分已登載在雜誌上。

在國外的一般技術書籍中，對工業企業供電的理論問題，完全沒有談到。或者在第二次世界大戰期中，當美國的工業發展較為迅速，曾暴露了一系列亟待解決的問題時，雖然因而開始談到一些，但談得是極少。

第 2 節 可靠性——工業企業供電的主要條件

由高壓及低壓線路、變電所和變流所組成的工業企業供電系統，按所需電力的數量及質量，將電力從電源送至使用地點。工業企業所使用的電力，有各種不同的形式：直流或交流，單相或三相，各種頻率及各種電壓。工業供電系統與區域電力系統的配電不同，因在區域電力系統內，發電與配電均為三相交流和工業頻率

(50週波)。

各重要工業部門中的電力費用，例如在機器製造工業中，佔產品成本的2—3%，但是也有需要大量電力的生產部門，像電解、電氣冶金等。在這些部門中，一個班小時電力的費用，對產品成本起着很大的作用[12]①。

在任何企業中，電力的重要性，主要不在於它在產品成本中所佔的比重，而是在於當供電中斷時破壞企業正常生產的程度。

供電系統的建造費用，在企業的總建造費用中通常是佔着較小的比重。分析高爾基市莫洛托夫汽車工廠及高爾基銑床工廠的幾個大型車間的投資額，可以得出車間各部分投資的百分率，如第1表所示。

第1表 投資的百分率(%)

投 資 項 目	1	2	3	4	5	平均
技術生產部分(機床和工具)	55	73.5	60	43.2	57.5	57
建築部分	33	19	31	46.5	34.2	33
衛生設備, 煤氣設備, 採暖設備等	7.5	4.5	4.7	5.9	3.9	5.3
電氣設備部分	6.5	4.0	4.3	4.4	5.1	4.8
總 計	100	100	100	100	100	100

由此可知，在電氣設備上的投資，僅佔整個投資的極小部分(5%)。

每一工業企業都是處於不斷發展不斷增長狀態中的組織。這些發展表現在下述各方面：新廠房的建築，現有設備利用率的使用和新的斯達哈諾夫工作方法等。供電系統(自引入線至終端用電設備)應考慮其能隨着工廠不斷發展和生產條件不斷變更而有伸縮的可能性。工業企業配電系統的這一特點，與區域電力系統有極大的差別，因為在區域電力系統中，雖亦有發展的過程，但電力用

① []內數字，係指本書末所附參考書籍的編號。——譯者

戶區則是較穩定的，且其送電方式亦是長期不變的。

在現代機器製造工業的企業中，隨着新的加工方法和新設備的不斷採用、設備的重新配置以及產品型式的不斷改變和改進，技術操作過程會發生巨大的改變，這種改變已成為其主要的特點。

建立和管理新企業的經驗證明，車間建築物的結構和平面佈置應滿足技術操作過程變更的條件，應使建築物和輔助構築物隨着生產的發展而有擴大的可能，且當該企業由生產某一種產品改為生產另一種產品時，亦不需全部重建。

所有這些變更所提出的要求，無論在企業的建築部分，設備部分（技術生產設備和輔助設備）以及供電、給水系統等方面，均需加以考慮。不僅在安裝高度可靠的電力傳動裝置時需要電氣技術人員和操作機械的技師共同合作，就是在建造必要的和可靠的企業供電系統時，也需要設計師、建築師和電氣技術人員的通力合作。仔細研究生產條件，可以使電氣技術人員在設計時避免電氣設備和電氣材料上的浪費；在另一方面，也可保證適合於該生產條件的可靠供電。

第3節 用電設備的主要特性

在工業企業中，電力廣泛應用於各種機械、電解、電熱和電焊以及其他特殊的用途如工廠試驗設備、生產過程的自動化和控制等。企業中的特種裝置，在容量上一般是很小的，並且對企業的配電系統無重大的影響，因此，在下面我們所要研究的範圍，僅限於決定企業變電所和供電線路的負荷和特性的用電設備。

每個用電設備都有其可以決定供電條件的獨有特點和指標。這些特點和指標將在下面分別加以敘述。

（一）設備容量

用電設備的設備容量是用電設備總的特性指標。感應電動機和直流電動機，以用瓦為單位的額定容量作為其設備容量。此外，同期電動機則應以自線路所獲得的（或輸出的）視在容量作為設備容量，

以千伏安表示之。電熔爐和電焊機是以由其變壓器供給的千伏安容量為其設備容量。電動發電機和變流機，是以發電機和變流機（二次側）的額定容量（瓩）作為其設備容量。

電氣加熱爐、電解槽和照明裝置的設備容量為線路所供給的容量，其單位以瓩表示之。

在下面我們將以字母 P_y （以瓩為單位）和 S_y （以千伏安為單位）代表設備容量。

（二）電流的種類

在工業企業中，無論是由自用發電廠、熱電綜合發電廠（ТЭЦ）或由區域電力系統供電時，其主要的電流種類，為三相交流。

直流電力用電設備的供電通常是由各種型式的交流變流機（電動發電機、電動變流機、水銀整流器和機械整流器）將交流變成直流。

現代化的電力傳動裝置中，操作發電機勵磁線路和各種電動機的直流線路用的電動機——發電機——電動機組（ДГД）操作系統已被廣泛的採用。而且在所有電力系統內也採用 ДГД 操作系統的三相傳動電動機（感應電動機或同期電動機）。因此所有 ДГД 系統的傳動裝置，從供電的觀點來看，是三相電流的用電設備。

最主要的直流用電設備為：

（1）電動機直接由獨立線路供電的電力傳動裝置，例如起重運輸機械的電動機，舊式構造的大型金屬切削機床傳動裝置的電動機等。

（2）由專用變流機供電的電解設備。

（3）廠內電氣化運輸設備。

在企業配電系統中，電解設備的變流機本身為三相電流的用電設備。供給直流電焊設備用的電焊電動發電機，同樣也是三相電流的用電設備。

（三）電 壓

根據企業配電的現行標準，可採用下列電壓：交流 三 相 電 壓

——220/127、380/220、500、3,000、6,000、10,000 和 35,000 伏；
直流電壓——220 和 440 伏。直流電壓為 440 伏的系統，可聯接
成中性線接地或不接地的 2×220 伏三線制線路。220/127 伏的系
統，通常中性線不接地；380/220 伏的系統在僅有電力負荷的情
況下，中性線不接地，而對照明和混合負荷供電時，則中性線接
地。

按照設備的技術保安規程，任何導線的實際電壓不超過對地
250 伏時，可認為是低壓設備。因此，中性線不接地，直流電壓為
 2×220 伏和三相交流電壓為 380/220 伏的設備是高壓設備，但在直
流電壓 2×220 伏線路內的中性線上有固定接地時，則是低壓設備。

在後一情況下，一相或邊緣一相接地會引起短路。此時，就使
相線或絕緣中線回路中的保險器內的熔斷絲熔化，或使自動操作裝
置動作，將線路切斷。應該指出，「規程」中禁止在三相線路的中
性線或三線制直流線路的中線接地回路中，裝置保險器或遮斷器，
亦不應有任何斷線的可能。電壓為 440 伏及 440 伏以上的線路，在
所有情況下均視為高壓線路。

在這裏指出下列情況是有趣的：在 1943—1945 年以前，美國
曾廣泛地採用各種不同的變壓器分別對照明和電力供電。照明使用
中性點接地的二相線路，其電壓為 2×120 伏，顯然是以前使用直流
電時遺留下來的。採用中性點接地的系統，並因而節省了開關設備
（在接地導線上無遮斷器和保險器），就樹立了採用單相接地和兩
極開關設備的三相線路的觀念。

電壓為 380 伏的單相接地的類似裝置，曾在我國某一企業中進
行試驗，但由於發現了許多缺點，因而這種方法未能獲得繼續推
廣[14]。

（四）電流的頻率

我國工業用電氣設備的標準頻率為 50 週波。除 50 週波的頻率以
外，在工業企業中尚採用 100 至 10,000 週波的頻率。