

基本宮藏

5200

中央人民政府教育部推薦
高等學校用本

電力網絡習題集

A. A. ГЛАЗУНОВ 等著

朱 物 華 譯



龍門聯合書局

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



電力網絡習題集

A.A. 格拉茹諾夫等著

朱 物 華 譯

龍 門 聯 合 書 局

本書係根據蘇聯國營動力出版社(Госэнергоиздат)1953年出版的А. А. 格拉茹諾夫教授(Проф. А. А. Глазунов)主編的“電力網絡習題集”(Задачник по сетям электрических систем)直譯。原書經蘇聯高等教育部審定為動力和電工科系的教學參考書。其目的是配合動力工程學院和電機工程學院的“電力網絡”課程,使學生可以鞏固其中的理論知識並能獨立地用來解決工程問題。

動力和電工中級技術學校的學生在學習有關課程時,也可利用本習題的一部份。

本書對於從事電力網設計和運行的工程技術工作者們也有所幫助。

電力網絡習題集

ЗАДАЧНИК ПО СЕТЯМ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А. А. ГЛАЗУНОВ 著

朱 物 華 譯

★ 版權所有 ★

龍門聯合書局出版

上海南京東路81號101室

新華書店華東總分店總經售

上海南京西路1號

中和印刷廠印刷

上海淮安路727弄30號

1954年5月重譯初版 印0001—3000冊

定價 9,500

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

序

放在蘇聯高等學校面前的重要和艱鉅任務之一，就是學生的自動作業以及創作能力盡量的發展。

這種任務的完成需要具備教本和教學參考書。根據所講授的課程而編寫的習題集就是最需要的教學參考書。有了習題集，學生就可以獨立通過掌握學科中艱難的階段，就是獨立通過善於應用理論知識來解決工程問題的階段。解答問題同時使學生能更加深刻地瞭解課程中的理論材料，因為在編寫解答計劃和搜集適當的理論根據時，就要求學生具有一個清晰的、鞏固了的而又系統化的知識。

習題集中所應列入的習題是比解答課程中所有章節內包括的練習要多些。當該課程具有課程設計時，習題集應包括學生在準備進行該設計時所需的材料。

以上幾點和“電力網絡”課程關係特別大，因為這門課程應用於實際問題時，需做很多的計算工作。在解決實際問題時，計算方法的適當選擇常常可以把繁重的計算工作大大地予以簡化。

習題中的條件應盡可能地和在實際生活中所遭遇的接近。在約·維·斯大林領導下進行的蘇聯區域性和地方性發電廠和電力網的偉大建設中，可以完全地執行規定的條件；蘇聯電力網中的建設和運轉的各種工作情況，使得著者們可能編寫具有實際中所遭遇的情況，以配合課程中任何理論根據的習題。

本習題集包括蘇聯動力工程學院和電機工程學院中所講授的“電力網絡”普通教程各章的習題。其中不應包括電力網絡專門化中的專業課程習題。否則就大大地增加了習題集的篇幅，而同時用處並不多。專業課程的內容是經常在變動着，而且在蘇聯各大學中內容是不同的。

習題的一部份可以用在電工和動力中等技術學校中適當的課程中。著者們希望本書對於從事電力網設計和運行的工程技術工作者們也有所幫助。

本書中幾乎沒有設計性質的習題，因為許多設計性問題並沒有唯一的解答，而正確解答的採用需要很多學生所沒有的工程經驗。

本書中許多問題的解答已編入答案部份。編列這些答案的目的是在於使學生能獨立地計算全部習題。附有解答的習題都是在其分析後學生即能解答其餘問題的習題。在某些場合，解答並附有更深入瞭解習題所必須的解釋。有時必須運用教本中和技術雜誌中未曾發表過的方法，在這種情況中也附有解釋。

本書不能完全滿足蘇聯許多學院中各教研組所提出的要求。在講授課程時，向學生所提出的習題內容和編排，可因各教授的科學見解面有所不同。祇能在下一版中，在熟悉本習題集的教師們把他們的意見和願望通知著者們，才能把各種不同的科學見解更廣泛地反映出來。所有旨在改進本習題集的指教，著者們都願採納，並對建議者表示感謝。

本習題集的緒論、第一章、第六章和第八章是副教授 A. A. 格拉茹諾夫編寫的，第三章、第七章和第九章是副教授 Г. М. 羅札諾夫編寫的。所有其餘各章是副教授 A. A. 格拉茹諾夫和 Г. М. 羅札諾夫共同編寫的。

教授 A. A. 格拉茹諾夫主持習題類型的選擇和全習題集的校訂工作。
著者們

中央人民政府高等教育部推薦 高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯系實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

5200

443.383

4754

目 錄

序

引言	1
緒 論 線路和變壓器的阻抗和分路導納	2
第一章 導線和電纜的發熱	6
第二章 地方性不閉合電力網中的電壓損失和根據電壓損失 確定導線和電纜的截面	15
第三章 發電站和變電站負載的計算和變壓器分接頭的選擇	30
第四章 區域性不閉合電力網中的電壓損失和電壓偏差	34
第五章 閉合電力網中的電壓損失。根據電壓損失求導線和 電纜的截面法	40
第六章 電力網絡中的電壓調整	51
第七章 電力網絡中的有功功率損耗和能量損耗	57
第八章 電力網絡中的功率損耗和能量損耗的降低	64
第九章 強電流架空傳輸線的力學部份	71

答 數 和 解 答

緒 論 線路和變壓器的阻抗和分路導納	75
第一章 導線和電纜的發熱	79
第二章 地方性不閉合電力網中的電壓損失和根據電壓損失 確定導線和電纜的截面	86
第三章 發電站和變電站負載的計算和變壓器分接頭的選擇	102
第四章 區域性不閉合電力網中的電壓損失和電壓偏差	106

第五章	閉合電力網中的電壓損失。根據電壓損失求導線和電纜的截面法	116
第六章	電力網絡中的電壓調整	129
第七章	電力網絡中的有功功率損耗和能量損耗	136
第八章	電力網絡中的功率損耗和能量損耗的降低	140
第九章	強電流架空傳輸線的力學部份	151

附 錄

附錄 1	裸銅線、鋁線和鋼心鋁線	155
附錄 2	架空線路中銅導線和鋁導線的長期許可負載 (載流量)的安培數	156
附錄 3	導線的最大長期許可負載	156
附錄 4	電纜的長期許可負載	158
附錄 5	決定短路電流週期部份的假想時間曲線。決定短 路時導線發熱溫度的曲線	160
附錄 6	鋼導線的電阻和內電抗	161
附錄 7	損耗時間和使用最大負載時間的關係	161
附錄 8	油冷式電力變壓器	162
附錄 9	經濟電流密度, A/mm^2	165
附錄 10	同步調相機	165
附錄 11	線的物理和力學性質	165
附錄 12	在中和線不接地的系統中, 35 kV 架空線路中導線 間距離的選擇	166
附錄 13	木支柱材料的許可應力	166
附錄 14	支柱在泥土中固定的計算標準	167
譯名對照表		168
單位縮寫法		171

引 言

本書習題是為配合榮膺列寧勳章的莫斯科動力工程學院中電力工程系所講授的課程“電力網絡”而編寫的。

在用本書時，應注意下列各點：

1. 習題編號採用十進制。第一位數字相當於習題的章數，其餘兩位數字相當於該章習題的次序。

書中的圖和表的編號不是按次序，而是與習題配合的。解答中的圖，除了註有習題號數外，另加一個0字。

2. 凡除答案外另有解答的習題，均附有*號。

3. 為便於利用本習題起見，書末特設附錄，列入解答習題所需的參考性的數據。

4. 在所有例題中，如有可能均採用了蘇聯國家標準(ГОСТ) 839-41中發表的裸銅線、鋁線和鋼心鋁線的電阻。

在所有其餘的情況中，電阻率和電導率採用：

$$\text{銅}——\rho=18.8\ \Omega\cdot\text{mm}^2/\text{km};\quad \gamma=53\ \text{U}\cdot\text{m}/\text{mm}^2;$$

$$\text{鋁}——\rho=31.7\ \Omega\cdot\text{mm}^2/\text{km};\quad \gamma=31.5\ \text{U}\cdot\text{m}/\text{mm}^2.$$

5. 多股鋼導線的電阻和電抗採用蘇聯國家標準 5800-51 中發表的數值。

6. 導線和電纜的截面算作等於額定截面。

緒論 線路和變壓器的阻抗和分路導納

001. 設，計及組繞的每平方毫米額定截面的銅導線的電阻率，在溫度 $+20^{\circ}$ 時，是 $18.8 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ 。又電阻的溫度係數是 $0.004 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ 。

求額定截面 95 mm^2 、長 10 km 的多股銅導線，在溫度 $+40^{\circ}$ 時的電阻。

002. 已知下列數據：

a) 額定截面 1 mm^2 的鋁導線，在 $+20^{\circ}$ 時的電阻率是 $31.7 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ ；

b) 額定截面 1 mm^2 的鋁導線，在 $+20^{\circ}$ 時的電導率是 $31.5 \text{ m}/\text{mm}^2$ ；

c) 電阻的溫度係數等於 $0.004 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ 。

求標號AC-95的鋼心鋁導線，在 0° 時的電阻的每千米的歐數，和電導的每歐的米數(m/Ω)。

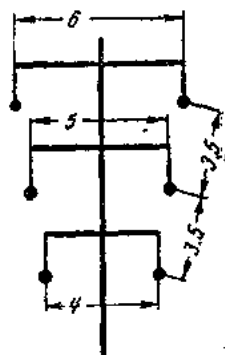
003. 某 10 kV 的三相交流線路的運轉頻率是標準數值 50 赫 。該線路所使用的額定截面 35 mm^2 的鋁導線架設在木支柱上。導線的位置與每邊 0.8 m 的等邊三角形的頂點符合。求每千米相導線的電抗。

004. 某三相交流線路的運轉電壓是 6 kV 。該線路所使用的截面 16 mm^2 的銅導線架設在木支柱上，其位置是與兩邊長 800 mm 、而第三邊長 600 mm 的二等邊三角形的頂點符合。求每千米相導線的電抗。

(1) 用百度表上的度($^{\circ}\text{C}$)作為測量溫度的單位。

005. 某 220 kV 三相交流線路是用鋼心鋁導線 ACY-400 架設的。導線水平地懸掛在 Π 形金屬支柱上，線間距離是 7 m。求線路的電抗。

006*. 某區域性降壓配電站是由兩條平行運轉的 110 kV 三相交流架空線路供電的。兩條線路所用的銅導線 M-95 懸掛在具備兩條電路的金屬支柱上，其位置和圖 003 中所表示的一樣，圖中所註的導線間距離是用米表示的。



設傳送線路長 100 km，求線路每相的電阻和電抗。

007. 某工廠是從區域配電站用兩條使用鋁導線 A-85 的平行架空線路供電的。另一工廠是從同一配電站用一條使用鋁導線 A-70 的架空線路供電的。以上所有線路中導線的位置和每邊 80 cm 的等邊三角形的頂點符合。兩條傳送線路到工廠的線程長度是相等的。

圖 003

問接到第一個工廠的傳輸線路的阻抗和接到第二個工廠的傳輸線路的阻抗是否相等。如果阻抗不相等，那末那一條傳輸線路的阻抗是大些，並大多少？

008. 爲了提高電力傳輸的安全容量起見，和第一條使用銅導線 M-35 的 35 kV 線路平行地架設了第二條使用鋼心鋁導線 AC-50 的線路。每條線路上的導線水平地懸掛在個別支柱上，線間距離是 300 cm。每條線路的長度是 8 km。

求電力傳輸線路的阻抗。

009*. 某線路的發端電壓保持 240 kV。線路分路導納中的有功功率損耗，在好天氣時是 2 kW/km，而在壞天氣時是 25 kW/km。求

每仟米鐵路在好天氣時和壞天氣時的分路電導。

010. 某 110 kV 鐵路所使用的鋼心鋁導線 AC-120 按照二等邊三角形頂端位置懸掛在金屬支柱上。該三角形的兩邊長 3.25 m，而第三邊長 5.5 m。求每仟米鐵路的分路電納。

011*. 在某連系水力發電站和區域配電站的 220 kV 鐵路中，所用的導線 ACY-300 水平地架設在金屬支柱上，線間距離是 6.5 m。求每仟米鐵路的分路電納。

012*. 求下列鐵路的阻抗和分路導納：

a) 220 kV 鐵路、長 250 km、導線 ACY-400，水平地架設在支柱上，線間距離 7.5 米；

б) 400 kV 鐵路、長 900 km、鋁部份的截面是 700 mm^2 和外直徑是 50 mm 的鋼心鋁導線，水平地架設在支架上，線間距離是 11 m。鋁線的電阻率是 $31.7 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ 。

每種計算應該做兩次，一次不用校正係數，一次用校正係數，在計算中，線路由等效 Π 形網絡代替。在解題時，線路的分路電導算作零。

在計算上述鐵路的阻抗和分路導納時，問可否不計校正係數？

013. 最大負載 150 kVA 的某工廠是由 10 kV 三相交流線路供電的。線路是用直徑 4 mm 的單股鋼導線架設的。導線在支柱上的位置 and 每邊 100 cm 的等邊三角形頂點符合。求每仟米線路在最大負載時、和最大負載的 40% 時的電阻和電抗。

問有色金屬導線的電阻和電抗是否和流過其中的電流有關係？

014*. 某 6 kV 三相交流線路是使用多股鋼導線 ПМС-35 的。導線位置和每邊長 100 cm 的等邊三角形的頂點符合。求每仟米線路在負載電流 30 A 和 10 A 時的電阻和電抗。

如果不計在導線以外的磁通的影響，問在 30 A 時的線路電抗的計

算中，將產生多少差誤？如果不計在導線以外的磁通的影響，在電流密度 $1-2 \text{ A/mm}^2$ 時的線路電抗的計算中，問在鋼導線和有色金屬導線情況下所產生的差誤中，那一個大些？

015* 某電壓 $10/0.4 \text{ kV}$ 、容量 100 kVA 的三相變壓器具有下列的電壓降：

在 $\cos \varphi = 1$ 的正常負載，並且用對繞組額定電壓的百分數表示的壓降是 2.4% ，短路電壓是 5.5% 。

用變壓器的 Γ 形等效電路，求化歸高壓方面的變壓器繞組的電阻和電抗。

016 根據蘇聯國家標準，電壓 $35 \pm 2 \times 2.5\% / 6.6 \text{ kV}$ 、容量 7500 kVA 的三相降壓變壓器具有下列數據：

短路損耗 75 kW ；空載損耗 24 kW ；短路電壓 7.5% ；空載電流 3.5% 。

求化歸高壓主要端極方面的變壓器的電阻和電抗。

017* 某變壓器組包括三個單相三繞組的變壓器。每個變壓器的容量是 40000 kVA ；高壓繞組的額定電壓是 110 kV ；中壓繞組的電壓是 35 kV ；低壓繞組的電壓是 11 kV ；所有繞組的容量等於 110 kV 繞組的容量；一相的短路損耗是 131 kW ；高壓和中壓繞組間的短路電壓是 17% ；高壓和低壓繞組間—— 10.5% ；中壓和低壓間—— 6% 。

求化歸高壓繞組方面的變壓器組的電阻和電抗。

第一章 導線和電纜的發熱

101. 河寬 500 m, 爲了減低裝在兩岸支柱的高度起見, 過河線用截面 70 mm^2 的青銅導線, 其電阻率是 $\rho = 35 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ 。青銅導線的載流量尚無定額。利用“電工設備裝置規程”⁽¹⁾ 中規定的銅導線的許可負載, 假定周圍空氣溫度和導線發熱的最高限溫度採用“裝置規程”中決定裸導線長期許可負載時的溫度, 求上述過河青銅導線的長期許可電流。

102. 在爲蘇聯北部某處設計的架空線路中, 擬定採用額定截面 50 mm^2 的鋁導線。該處夏季月份的最高空氣溫度到達 20°C 。根據“裝置規程”中的“裸銅線、鋁線及鋼心鋁線的長期許可負載”表, 並假定導線的許可高限溫度是 70°C , 求截面 50 mm^2 的鋁導線的長期許可電流。

103. 從某一廠用配電站以功率因數 $\cos \varphi = 0.8$ 傳輸功率 3 300 kW 到 300 m 以外的車間變電所。線路是三相交流的, 額定電壓是 6 kV。比較下列架設傳輸線路的情況中銅的費用: a) 一條架空線路, 和 b) 兩條平行的架空線路。導線截面祇由導線的許可發熱條件來決定。在有兩條線路的情況下, 不考慮一條線路不能運用的故障情況。冷卻條件和導線的許可溫度假定和“裝置規程”中規定的相同。在計算絞線的單股長度時, 其長度算作比絞線長度加 2%。

(1) 以後簡稱“裝置規程”。

試解釋，在上面的兩種架設線路的情況中，為什麼有一種需用銅的費用較少？

104. 某三相交流線路用截面 16mm^2 的橡膠絕緣銅線架設在露天的絕緣瓷鈕上。所在地區的周圍空氣溫度是 $+40^\circ\text{C}$ 。

假定線的許可溫度是 $+55^\circ\text{C}$ ，求導線的長期許可電流。

105*. 某重建的工廠需用電力的最大負載是 $3\,200\text{ kW}$ ， $\cos\varphi = 0.8$ 。該廠電力擬從某區域變電站中的 10 kV 匯流排上接出兩條三股銅線的電纜來供給。兩條電纜放在一個暗溝中，它們間的淨距是 100 mm 。該處沿線泥土的最高月平均溫度是 $+20^\circ\text{C}$ 。工廠的操作過程不許可停電，因此在第一條電纜不能運用時，應保證第二條電纜能供給工廠全部的功率。

設一年中，使用工廠最大負載的時間⁽¹⁾是 $4\,000$ 小時，求根據上述運轉條件的電纜導線截面。

106. 某化工廠的一個車間的電力擬從總降壓變電站中匯流排上接出兩條 10 kV 的電纜線路來供給。兩條銅線電纜放在一個暗溝中，它們間的淨距是 100 mm 。泥土在冬季的最高月平均溫度是 0° ，而在夏季的是 $+10^\circ$ 。

車間在冬季的最大負載是 $1\,900\text{ kW}$ ，在夏季是 $1\,700\text{ kW}$ 。所有負載的功率因數皆等於 0.85 。車間的生產過程不許可停電。因此在第一條線路不能運用時，應保證第二條線路能供給車間全部的功率。

設一年中，使用車間最大負載的時間是 $6\,000$ 小時，求電纜導線截面。

問那幾種條件是選擇電纜導線截面的決定因素，並且為什麼緣故？

(1) 使用最大負載時間是用來表示設備利用率的，它等於一年中用電量（以仟瓦時計）除以最大負載的仟瓦數——譯者附註。

107*. 某降壓變電站裝置兩個 110/11 kV、15 000 kVA 的三相變壓器。每個變壓器用四根電纜連接到 10 kV 的配電設備上。在變電站室內，電纜放在明溝中，溝中夏日的空氣溫度是 $+30^{\circ}$ 。在變電站的露天部份，每個變壓器的電纜敷設在不同的暗溝中，同束（即同溝中）的各電纜間的淨距是 200 mm。土壤的最高月平均溫度是 $+15^{\circ}$ 。

在一個變壓器斷路時，第二個可過載 25% 運行。

設一年中使用變壓器最大負載的時間是 5 500 小時，選擇電纜的銅導線截面。

108. 某工場裝有兩個三相交流感應電動機，它們連接到 220 V 的電力網上（圖 108）。電動機的數據見表 108 所列。



圖 108

表 108

電 動 機 特 性	電 動 機	
	a_1	a_2
1. 電動機的功率, kW	9	5
2. 電動機類型	線繞轉子	鼠籠型
3. 電動機起動電流對額定電流的比率	2	6.5
4. 額定負載時電動機的效率	0.87	0.85
5. 額定負載時電動機的功率因數	0.85	0.85
6. 電動機的負載係數	1.0	1.0

兩個電動機長期地同時運轉，就是說，需要係數等於 1。全部線路用絕緣銅導線裝在牆上的磁絕緣鈕上。最高空氣溫度 25°C ，房屋係鋼架式。

一年中使用最大負載的時間是 1 500 小時。線路中裝設無惰性的

(小熱容量的)保險絲,求它的額定電流並選擇導線截面來保證設備運行的可靠性。

109. 在圖 109 中的兩個感應電動機是從 380 V 的電力網上供電的。電動機的數據見表 109 所列。

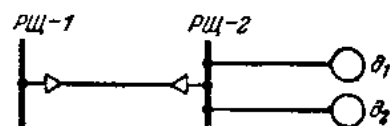


圖 109

表 109

電 動 機 特 性	電 動 機	
	∂_1	∂_2
1. 電動機的功率, kW.....	40	10
2. 電動機的類型.....	鋁繞轉子	鼠籠型
3. 電動機起動電流到額定電流的比率.....	2	7
4. 額定負載時電動機的效率.....	0.89	0.87
5. 額定負載時電動機的功率因數.....	0.85	0.83
6. 電動機的負載係數.....	1	0.95

兩個電動機是同時運轉的,因此可採用等於 1 的同時係數。配電板 PИ-2 到電動機 ∂_1 和 ∂_2 間的線路擬用橡膠絕緣的鉛導線敷設在鋼管中。配電板 PИ-2 由配電板 PИ-1 供電,其線路用鉛鋁電纜敷設在明溝中。室內和溝中的溫度是 $+25^{\circ}$ 。

電力網中裝有小熱容量的保險絲,求它的額定電流並選擇導線和電纜的鉛鋁截面來保證設備運行的可靠性。

110. 在設計某工廠的車間時,擬在車間內裝置四個三相交流感應電動機(圖 110 中的 ∂_1 — ∂_4),並敷設一條幹線作供給電燈負載之用。所有的裝置皆連接到工廠已有的 380/220 V 電力網上。電燈幹線的負載 12.5 kW。電動機的數據列於表 110 內。在電力網配電板 PИ-1