

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. 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) 1949 年出版的
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) 譯出, 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, 使學生可獨立地學習計
算方法並鞏固“電力網絡”課程中的理論知識。

動力和電工中級技術學校的學生在學習有關課程時, 也可利用本書
題的一部份。

電力網絡習題集
ЗАДАНИК ПО СЕТЯМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СИСТЕМ

A. A. ГЛАЗУНОВ 著

朱物華譯 鍾兆琥校

★ 版權所有 ★

龍門聯合書局出版

上海南京東路 61 號 101 室

中國圖書發行公司總經售

中和印刷廠印刷

上海淮安路 727 弄 30 號

1953 年 9 月初版

1953 年 11 月再版

印數 2001—3000 冊

定價 ¥10.500

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

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，特別是各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

序

只有在具備適當的教學參考書的時候，學生的自動作業才會有效果。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之一。有了習題集，學生就可以獨立地走過掌握學科中最難的一段道路，就是善於應用理論知識來解決工程問題的一段道路。同時，解答問題使學生能更加深刻地瞭解課程中的理論材料，因為在大多數情況下，在解算習題的開始階段，即在作解答計劃和搜集適當的理論根據時，就要求學生對這學科具有一個清晰的、鞏固了的而又系統化的知識。

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工程問題時，除了設計外，還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。

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”普通教程各章應有的習題。習題的一部份可以用在動力和電工中等技術學校中的有關課程中。

在選擇習題時，著者企圖在本集中只包括爲了正確領悟課程所必需解決的習題。與課程中次要問題之領悟有關的習題，皆不列入。

本集中幾乎沒有關於電力網設計的習題。許多設計性問題並沒有唯一的解答。問題的最後決定常和工程師的主觀見解和直覺等有關。因此，這種問題要學生來解決是有很大困難的。

本書中許多問題的解答編入答案部份。編列這些答案的目的在於使學生能獨立地計算全部習題。

習題之附有解答者均係具有代表性的習題：分析了這些問題之後，學生即能解答其餘的問題。在某些場合，解答並附有更深入瞭解習題所必需的解釋。解答某些習題，有時必須運用“電力網絡”基本教程中未曾敘述的方法，在這種情況中也附有解釋。

當然，著者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的內容和編排，可因各教授的科學見解而有所不同。

只能在下一版中，在採用本習題集講授的教師們把他們的意見和願望通知著者，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，著者均願採納，並對建議者表示感謝。

本習題集的第一章和第四章是助教阿·阿·格拉茹諾夫編寫的，第三、第七和第八，三章是副教授格·姆·羅查諾夫編寫的，所有其餘各章是助教阿·阿·格拉茹諾夫、恩·阿·波波夫、和副教授格·姆·羅查諾夫等編寫的。

教授阿·阿·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

目 錄

序

緒論	1
第一章 導線和電纜的發熱	2
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 確定導線截面	9
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	23
第四章 區域性不閉合電力網中的電壓損失和電壓偏差	27
第五章 閉合電力網中的電壓損失。根據電壓損失求導線截 面法	33
第六章 電力網絡中的電壓調整	43
第七章 電力網絡中的有功功率損耗和能量損耗	49
第八章 強電流架空傳輸線的力學部份	55

答 數 和 解 答

第一章 導線和電纜的發熱	59
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 確定導線截面	66
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	75
第四章 區域性不閉合電力網中的電壓損失和電壓偏差	79
第五章 閉合電力網中的電壓損失。根據電壓損失求導線截 面法	89
第六章 電力網絡中的電壓調整	102

第七章	電力網絡中的有功功率損耗和能量損耗·····	108
第八章	強電流架空線路的力學部份·····	110

附 錄

附錄 I.	裸銅線、鋁線、鋼心鋁線·····	115
附錄 II.	單股鋼(鐵)導線·····	116
附錄 III.	線的物理和力學性質·····	116
附錄 IV.	裸銅線、鋁線和鋼心鋁線的長期許可負載(載流量)·····	117
附錄 V.	絕緣銅線的長期許可負載·····	117
附錄 VI.	銅線電纜的長期許可負載·····	118
附錄 VII.	導線和電纜的許可載流量與保險絲的額定電流的 最大比值·····	120
附錄 VIII.	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·····	121
附錄 IX.	單股鋼導線的電阻和內電抗·····	122
附錄 X.	損耗時間與最大負載的使用時間的關係·····	123
附錄 XI.	經濟電流密度·····	123
附錄 XII.	油冷式電力變壓器·····	124
附錄 XIII.	同步調相機·····	126
附錄 XIV.	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·····	127
附錄 XV.	木支柱材料的許可應力·····	127
附錄 XVI.	支柱的穩定安全係數和計算支柱基礎的附表·····	128
譯名對照表·····		129
單位縮寫法·····		132

緒 論

本書習題是為配合格拉茹諾夫教授講授的課程“電力網絡”而編撰的，這門課程的內容已編印成書，在1947年出版⁽¹⁾。本集內習題的編排、解答和標誌的方法是和上述的教科書配合的。

在用本書時，應注意下列各點：

1. 在所有例題中，如有可能均採用了蘇聯國家標準 ГОСТ 839-41 中發表的裸銅鋁、鋁鋁和鋼心鋁鋁的電阻。

在所有其餘的情況中，電阻率和電導率採用：

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

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

2. 鋼導線的電阻和電抗採用蘇聯國家標準 $\frac{\text{ГОСТ}}{\text{НКТП}} \cdot \frac{8173}{1001}$ 中發表的數值。

3. 導線和電纜的截面算作等於額定截面。

4. 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。

5. 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。

6. 凡除答數外另有解答的習題，均附有 * 號。

7. 為便於利用本習題集起見，書末特設附錄，列入解答習題所需的參考性的數據。

(1) 中譯本由哈爾濱工業大學譯出，龍門聯合書局出版——譯者附註。

第一章 導線和電纜的發熱

101*. 敷設在蘇聯南部某處的兩條架空線路，一條用 M-16 導線，另一條用 AC-240 導線⁽¹⁾。該處夏季熱天的空氣溫度到達 35°C ；在這個空氣溫度時，風速是 0.6 m/sec 。

設裸導線的許可最高溫度是 70°C ，求每條線路中導線的長期許可電流。求由於對流和輻射而傳到周圍空氣中的熱量(百分數)。說明為什麼 AC-240 導線由對流傳出的熱量比 M-16 導線的小。

102. 河寬 500 m ，爲了減低裝在兩岸支柱的高度，過河線用截面 70 mm^2 的青銅導線，它的電阻率是 $\rho_0 = 35 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ 。青銅導線的許可載流量尚無定額。利用“電力網絡設計導則”⁽²⁾中規定的銅導線的許可負載，假定周圍空氣的溫度和導線發熱的最高限溫度採用導則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載流量。

103. 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“電力網絡設計導則”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

(1) 蘇聯導線以俄文字母標註導線材料 (M——銅線, A——鋁線, AC——鋼心鋁線, Ж——鋼線或鐵線)，數字表示截面面積以 mm^2 計——譯者附註。

(2) “Руководящие указания по проектированию электрических систем.”。

許可載流量。

104. 從某一個廠用配電站須以功率因數 $\cos \varphi = 0.8$ 傳輸功率 3000 kW 到 300 m 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: (1) 一路架空線, 和 (2) 兩路平行的架空線。導線截面只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“電力網絡設計導則”中規定的相同。在計算絞線中的單股長度時, 其長度算作比較線長度加 2%。

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?

105. 某三相交流線路用絕緣銅導線架設。所在地區的周圍空氣溫度是 40°C 。

假定線的許可溫度是 50°C , 求導線的長期許可載流量。

106. 某重建的化工廠需用電力的最大負載為 3500 kW, $\cos \varphi = 0.8$ 。該廠電力擬從某區域性的變電站中的 6 kV 匯流排上接出三條線路來供給。每條線路均用三股銅線的電纜敷設。三根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°C 。工廠的生產過程不許可停電, 因此, 供電網的敷設必需在一條線路不能運用時, 保證全部功率的傳輸。

根據電纜的許可發熱條件, 求電纜導線的截面。

107. 從某發電站引出的地道中敷設着四條 10 kV 的三線電纜, 傳輸的功率是 14000 kVA。在夏季溝中的溫度是 30°C 。

試根據電纜發熱的許可限制, 求電纜銅導線的截面。

108*. 某降壓變電站裝置兩個 110/11 kV, 15000 kVA 的三相變壓器。每個變壓器用四根三線電纜連接到 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 20°C 。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為 10°C 。

假設一個變壓器斷路時，第二個可長期過載 10% 運行。

試根據電纜的許可發熱情況選擇電纜導線截面

109. 某工場裝有兩個三相交流感應電動機，它們聯接到 220 V 的電力網上（圖 109）。電動機的數據見表 109 所列。

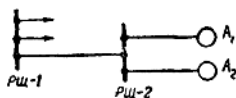


圖 109

表 109

電 動 機 特 性	電 動 機	
	∂_1	∂_2
1. 電動機的功率, kW	14.5	6.5
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	7
4. 額定負載下電動機的效率	0.88	0.86
5. 額定負載下電動機的功率因數	0.87	0.86
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，同時係數等於 1。全部線路用絕緣銅導線裝在牆上的瓷絕緣鈕上。

最高空氣溫度 25°C ，房屋係製炸式。

線路中裝有無惰性的（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。截面僅從導線的許可發熱的限制來決定。

110*. 在設計某重工業工廠的車間時，擬在車間內裝置四個三相交

流感應電動機(圖 110 中的 $\partial_1 - \partial_4$)，並敷設一條四導線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電力網上，額定電壓是 380 V。電燈幹線的負載 12.5 kW。電動機的數據列於表 110 內。所

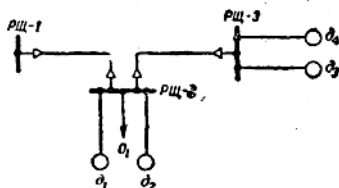


圖 110

有電動機均同時運轉，就是說，電力網各段的同時係數等於 1。

裝有電力網的房屋是禦炸式的。最高的空氣溫度是 20°C。

一號配電板 (PIII-1) 到二號配電板 (PIII-2) 間的線路擬用銅鋁電纜敷設在明溝中。在夏季溝中的溫度到達 15°C。三號配電板由二號配電板供電，其線路用銅鋁電纜沿車間的牆敷設。

供給電燈負載的幹線以及所有電動機與配電板的連接線皆用絕緣銅鋁裝在牆上和室內天花板上的瓷絕緣鈕上。

表 110

電 動 機 特 性	電 動 機			
	∂_1	∂_2	∂_3	∂_4
1. 出力, kW	12.5	12.0	20.5	20.5
2. 類型	電阻起動	鼠籠型	電阻起動	電阻起動
3. 起動電流對額定電流的比率	1.6	7.0	2.5	2.5
4. 額定負載時的效率	0.87	0.87	0.885	0.885
5. 額定負載時的功率因數	0.86	0.87	0.83	0.88
6. 負載係數	0.8	1.0	1.0	1.0

註：在計算時，電動機 ∂_1 的效率和功率因數採用它的額定負載時的數值。

從經濟觀點及導線和電纜的安全情況出發，電力網內應裝保險絲。

試決定保險絲的額定電流。試選擇電纜和導線的截面，選擇標準僅由許可的發熱限制決定。

保險絲和導線與電纜的截面係根據下述假定選擇：

- (1) 電力網裝有無惰性的保險絲(有小容熱量的)；
- (2) 電力網裝有有惰性的保險絲(有大容熱量的)。

比較所得的結果，並解釋為什麼保險絲類型的選擇不僅影響它的額定電流，並影響受它保護的線路中的導線截面。

試答在電力網的 P_{III-1} 到 P_{III-2} 段中，和 P_{III-2} 到 P_{III-3} 段中電纜應為幾股線的？

111. 在重建的某工廠的一個車間內擬裝置 4 個三相交流感應電動機，並敷設供給電燈負載的幹線。

全部電力網線路見圖 111 所示。電力網的額定電壓是 380 V，電燈負載是 8 kW。電動機的數據和它們的運轉情況如表 111 內所列。

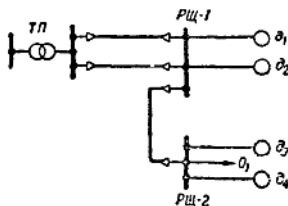


圖 111

所有房屋都是禦炸式的。在裝置電動機 d_1 和 d_2 的室內，最高空氣

溫度是 25°C ，而在裝置電動機 d_3 和 d_4 及敷設電燈幹線的室內，最高氣溫是 30°C 。從工廠的變壓器站的匯流排(TII)到一號配電板的幹線是敷設在一個公共的暗溝中的兩根平行的電纜，電纜間的淨距是 10 cm。土壤的最高溫度是 10°C 。按照生產過程的條件，在重建車間中，電能供給的長期停頓是不許可的。因此，幹線的設計必須使在一根電纜發生故障時，另一根電纜可保證傳輸全部用戶的電力需要。

在計算從變壓器站到一號配電板的幹線時，因為各個負載並不同時發生，可以採用 0.8 的同時係數。一號和二號配電板間的銅線電纜

表 111

電 動 機 特 性	電 動 機			
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4
1. 出力, kW	50.0	2.0	14.5	14.5
2. 類型.....	電阻起動	鼠籠型	鼠籠型	電阻起動
3. 起動電流對額定電流的比率.....	1.6	7.0	5.5	2.5
4. 標準負載時的效率.....	0.9	0.82	0.88	0.88
5. 標準負載時的功率因數.....	0.89	0.80	0.87	0.90
6. 負載係數.....	0.95	1.00	0.90	1.00

註：1. 在計算時，電動機 θ_1 和 θ_3 的效率和功率因數採用額定負載時的數值。

2. 電動機 θ_3 所驅動的機械係在重載下起動。在按照這個電動機的起動電流選擇保險絲時，起動電流不應超過保險絲的額定電流一倍以上。

是設在明溝中的，溝中的最高氣溫是 20°C 。電燈幹線和電動機皆用裝在瓷絕緣鈕上的絕緣導線聯接到配電板上。

從經濟觀點和導線與電纜的安全情況出發，電力網中分置着小容熱量的保險絲。

單根據許可發熱的限制，試求導線和電纜的截面。

112. 爲了供電給某工廠，從 110/6 kV 降壓變電站到該廠擬敷設銅線電纜。按照工廠長期正常工作的情况，電纜導線截面可選爲 50 mm^2 。在這種情况中，電纜導線的溫度是 50°C 。

若在電纜有三相短路時，次瞬電流 I'' 等於 9600 A，而穩態電流 $I_{\infty} = 6000\text{ A}$ ，試按照短路時的抗熱穩定性條件，審核可否敷設這樣的電纜。

113*. 某發電站上的發電機裝有電壓調整器。從該發電站到某工廠應以一根電纜聯接，工廠的最高負載爲 3800 kW， $\cos \varphi = 0.8$ 。設電

纜直接敷設在暗溝中，溝中土壤的最高溫度是 15°C 。電力網的額定電壓是 10 kV 。

已知在電纜三相短路時，次瞬電流的有效值等於 16200 A ，而短路的穩態電流等於 9000 A 。短路的全斷路時間等於 4 s 。

假定電纜的導線截面只由許可的發熱限制來決定。按照電纜的正常運用情況和短路時抗熱穩定性條件，試決定電纜導線的截面。

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截面

201. 某三相交流線路的額定相間電壓(即線電壓——譯者)是 220 V。線路中有長 20 m 的二線分支,分支盡端接着 200 W 的有功負載(白熾燈)。分支用截面 1 mm^2 的絕緣銅線敷設。線路可按下述兩種情況敷設:

(1) 三相線路有中線,分支連接在中線和一個相的導線上(圖 201 a)⁽¹⁾。

(2) 三相線路沒有中線,分支連接
到兩個相的導線上(圖 201 b)。

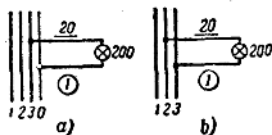


圖 201

試計算線路的兩導線分支上的電

壓降和電壓損失。

求電壓損失的伏特數和它對額定電壓的百分比。

求兩個情況中電壓損失的伏特數比值和百分數比值。

202. 在圖 202 所示的兩線直流線路中,額定電壓是 220 V。線路是用截面 50 mm^2 的裸銅線架設的。負載的安培數和長度的米數皆註明在圖中。求最大電壓降的伏特數和對額定電壓的百分比數。

203. 爲了供給某工廠廠房內的照明負載,從變壓器站 TH 到這間

(1) 在圖 201 和以後的圖中:圓圈中的數字是導線截面的平方毫米數;下面有橫線的數字是段長的米數(或仟米數)。