

高等學校教學用書

自動電話習題

М. Ф. КОПЦ, А. Д. ХАРКЕВИЧ 著

陳厚堪 蔡長年 譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



自動電話習題

M. Ф. 柯普, A. Д. 哈切維基著

陳厚堪 蔡長年 譯

高教出版社



本書係根據蘇聯電信出版社(Государственное издательство литературы по линиям связи и радио)出版的,М. Ф. 柯普(М. Ф. Копп)和 А. Д. 哈切維基(А. Д. Харкевич)合著的“自動電話習題”(Задачник по автоматической телефонии) 1952 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為電信學院的教學參考書。

本書共分六章:第一章為預選,第二章為選組,第三章為自動電話電路元件的計算,第四章為步進制 ATC-47,第五章為“紅霞”廠機動制 ATC,第六章為替續器觸點電路的基本理論。最後一章為較新的理論,把這種理論應用於自動電話問題為蘇聯學者的創舉。

本書由天津大學陳厚堪,蔡長年合譯。

自動電話習題

書號270(譯268)

柯 普, 哈 切 維 基 著

陳 厚 堪 蔡 長 年 譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 玻 璃 廠 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 總 經 售

京 華 印 書 局 印 刷

北 京 南 新 華 街 甲 三 七 號

開本 850×1168 1/32

印張 5

字數 117,000

一九五五年五月北京第一版

印數 1—3,000

一九五五年五月北京第一次印刷

定價 (7) 0.66 元

序

蘇聯國民經濟的迅速增長促成高度品質的電話通信的廣泛發展和電話設備大規模的建設。這種建設是在近代科學和技術成就的基礎上進行的。特別是電話通信的全部自動化允許我們提高通信品質和它的經濟性。

這本“自動電話習題”可作為通信學院的教材。出版這本教材的目的在於幫助學生研究自動電話課程的基本原理及獲得一些計算技能。

這本書係初次出版。在這本書中，著者力求擬訂和安排可以反映自動電話技術的成就及蘇聯學者與工程師們在這一技術中的巨大貢獻的一些習題。因此，本書主要的注意力在於自動電話的理論基礎及蘇聯工程師們所研究出來的和祖國工業所製造的自動電話站(ATC)系統。

在這本習題集中包含着二百個以上關於自動電話基本問題的習題，但不包括設計問題。搜集在本教材內的習題極大多數附有答案，而最典型的則有解答或解答的提示。為了與教材一同應用的便利起見，這些習題將分類成章，與自動電話課程中各個中心問題相對應。在習題集每章的開始將編入一般說明、簡要指示、理論基礎和一些計算公式。

在本書的末尾備有作習題時必須應用的附錄。

第 1、3 和 4 章是由 M. Ф. 柯普寫的，而 2、5 和 6 章是由 A. Л. 哈切維基寫的。

著者向參加原稿討論和提出寶貴的批評意見的莫斯科電信學院電話教研組成員和主任 E. B. 啓拓耶夫教授表示感謝。

著者也對校閱原稿的 E. B. 馬爾哈依與 E. A. 巴比次基和責任編輯 M. II. 波克拉斯表示感謝。

對於本習題集的所有意見請逕寄電信出版社(Москва центр, Чистопрудный бульвар, 2, Связьиздат)。

著者

目 錄

序

第一章 預選	1
概說	1
習題	2
第二章 選組	11
概說	11
習題	12
第三章 ATC 電路元件的電氣計算	15
概說	15
習題	19
第四章 十進-步進制 ATC-47	37
概說	37
習題	42
第五章 “紅霞”廠的機動制 ATC	84
概說	84
習題	85
第六章 替續器觸點電路的基本理論	101
概說	101

替續器觸點電路的綜合	105
綜合替續器觸點電路的習題	107
替續器觸點電路的分析	125
分析替續器觸點電路的習題	127
習題答案	131
附錄:	
1. 均勻可用性中繼線組的中繼線數目與負載(以分呼度量)的關係表	137
2. 在分級聯結時的機變數目的計算公式	139
3. $P\pi H$ 型替續器觸點組的等效負載[J_5]	139
4. $P\pi H$ 型替續器的線捲在它的線圈填充度為 100% 時的電阻 和匝數[J_8]	142
5. $P\pi H$ 型替續器的線捲在它的線圈為部分填充時的電阻 和匝數(以%度量)[J_8]	143
6. 確定 $P\pi H$ 型替續器動作時間的曲線	144
7. 確定 $P\pi H$ 型替續器釋放時間的曲線	145
8. 在 $f=800$ 赫時的不加感電纜參數	146
參考書刊	147
索引	149

第一章 預選

概 說

預選原理是由天才的俄國發明家米哈依耳·菲利浦維奇·夫列依頓別格首先提出的,他於 1895 年註冊了世界上的第一個預選器構造[Л14]①,預選的應用使自動電話站(ATC)幾倍地減少了選擇器的數目。在應用預選原則時,主喚用戶的線路由預選機鍵接到 ATC 的塞繩電路。有了預選可以提高站內主要設備的利用率,因而降低了每一用戶號的價格。

祇有當用戶線路上的負載很大時,纔容許將這些線路直接接到 ΓH (選組器)或 $\mathcal{H} H$ (選線器)¹⁾ (某些從機關電話站來的入中繼線)。

直預選或反預選的合理應用應將各種預選方式作技術經濟的比較後確定。每一種預選方法的相對經濟性決定於它的初次裝備(選線器和替續器)的必需費用的大小。裝備價格的總值與每一用戶線在 $\mathcal{H} H H$ (繁忙小時)的負載量、機械(ΓH 或 $\mathcal{H} H$)組的組成方式及機鍵價格有關係。

在自動電話裏出中繼(機鍵、線路)的聯接可以作成均勻可用和不均勻可用組。當必須的出中繼數目超過選擇器可以利用的出口時便產生不均勻可用組。在實際中多半應用分級聯結式的不均勻可用出中繼組。

出中繼的每小時平均利用率與失呼率、組的容量、組的構成方

① 引證自刊載於本書末的一覽表內的參考書刊。

1) 選線器即我國通常稱為終接機。讀者應注意與選擇器的區別,選擇器係指一般的尋線機鍵。——譯者註。

式及選擇器的可用度(對於不均勻可用組)有關係。提高機件的每小時平均利用率將使失呼率增大。在市內電話網中爲了得到高級服務品質,每級選擇的失呼率不超過 1—5%。

爲了增加 ATC 的機鍵和線路的利用率,最好是應用大容量的均勻可用組。例如,爲了得到近似於均勻可用性的大容量的 IIH 組,在某些情況下將用戶組擴大,並引用一個額外的自由選擇級——第二級預選機。

兩級預選還有若干變形。爲了使第二級預選的選擇器的數目經濟,我們常應用部分兩級預選。

如果已知要容納的負載 y 並且規定了失呼率 p , 均勻可用組所必需的機鍵數目可以按照附錄 1 裏所列出的表足夠精確地確定。

出中繼分級聯結時的機鍵數目可以根據附錄 2 所列出的經驗公式計算, 這個數目與負載量 y 、選擇器可用度的值 a 和失呼率 p 的值有關係。對於純粹機會性的電話負載, 也就是在繁忙小時內負載有大的波動的情形下, 附錄 2 所列出的公式便是正確的。由於上述公式是經驗公式, 故不能得出精確結果, 但完全可用於解決實際問題。

習 題

1.1. 茲有 100 號容量的 ATC, 採用直預選。所用 IIH 爲十進一步進式的 100 線選擇器。在繁忙小時內每一個用戶線的負載是 $y_1 = 1.8 \text{ M.-3. (分呼)}$ 。

要求:

1) 如果對於站內所有用戶都採用均勻可用性聯接, 確定當失呼率 p 等於 1% 時所必需的選線器數目,

2) 畫出所設計的 ATC 的骨幹電路圖, 在圖上表明幾個用戶線

和塞繩機鍵，

3) 編出站內的用戶號碼。

1.2. 某 100 號容量的 ATC 係由 $AM-100$ 型選線器和 $MM-11$ 型預選機所組成。

如果必須保證任何用戶均可以使用每一個 MM ，並且失呼率必須不超過 5%，要求確定在繁忙小時內一個用戶線上的最大負載(比負載) y_1 。

1.3. 利用上升-旋轉 100 線選擇器作為 MM 和 MB (尋線器)來設計 ATC。每一用戶在 THH 期間平均呼喚二次，每次平均時間為 1.5 分鐘。

要求：

1) 當站的容量為最大時，確定在失呼率 $p=5\%$ 時所必需的塞繩機鍵數目，

2) 畫出站內的骨幹電路並表明幾個用戶線和塞繩機鍵。

1.4. 應用 25 線的旋轉選擇器來設計分預選和選線兩級的 ATC 不利用 MM 。

要求：

1) 確定站的最大容量並編出用戶號碼，

2) 選擇最有利的預選方法後再畫出站內的骨幹電路，

3) 如果在繁忙小時內每一用戶線上負載是 $4M-3$ ，確定在 $p=1\%$ 時所必需的選擇器的數目。

1.5. 某小容量自動電話站利用 $MM-17$ 型旋轉選擇器作為 MB 和 MM 。

要求：

1) 畫出站內骨幹電路，

2) 確定這個站的容量限度，

3) 編出最大容量時的用戶號碼。

1.6. 某 100 號容量的 ATC 利用十進-步進式 $\Delta IIIH-100$ 型的選擇器作為選線器。塞繩機鍵接到主喚用戶線路時採用反預選。應用 50 線旋轉式選擇器為尋線器。繁忙小時內每一用戶線上的負載等於 $2M, -3$ 。

要求：

- 1) 畫出 ATC 的骨幹線路，
- 2) 當失呼率等於 5% 時確定必需的 HB 和 $ЛH$ 的數目。

1.7. 要求：

1) 作出 100 號容量的 ATC 在應用三種不同的方法將用戶線聯結到塞繩機鍵時的機鍵總值變化曲線：無預選、直預選、反預選。按照 $p=5\%$ 來計算在不同的比負載值 y_1 下的機鍵數目。選擇器連同屬於它的全部替續器裝置的大約價格： $IIIH-11$ 型預選器—75 盧布， $\Delta IIIH-100$ 型 $ЛH$ 或 $HB-500$ 盧布，

2) 從投資大小的觀點來定在什麼比負載值時應用那一種上述預選方法最為有利。

1.8. 找出 25 號容量的 ATC 的最佳預選方式。繁忙小時內每一個用戶線上的負載等於 $4.5 M, -3$ ，失呼率 $p=5\%$ ，計算機鍵數目。

在解此題時將 HB 或 $ЛH$ 的價格作為 $ПH$ 價格的一倍。

1.9. 利用 1.8. 題的條件，試求在繁忙小時內每一用戶線的平均負載值為若干時應用直預選纔有利（從資金的觀點來看）。

1.10. 1,000 號容量的 ATC 實施一級直預選。應 $IIIH-11$ 型選擇器作為 $ПH$ ，而在選組和選線級則利用 $\Delta IIIH-100$ 型的 100 線選擇器。

為了在維持失呼率的規定標準下可以適應一定的負荷起見，需要裝置的機鍵：

a) 從每一百個用戶來的負載需要配備 10 個 $ЛH$ (全部 100 個 $ЛH$)，

6) 進入各別百位數字的負載需要配備 10 個 $\mathbb{H}$ (全部 100 $\mathbb{H}$)。

要求:

1) 畫出上述 1,000 號 ATC 的展開式骨幹電路圖, 在圖上表明三個百線組並在每百內表明 2—3 選擇器,

2) 指出用戶號碼。

1.11. 某 500 號容量的 ATC 應用一級反預選。利用 100 線上升-旋轉選擇器作為 $\mathbb{H}$ 、 $\Gamma\mathbb{H}$ 和 $\mathbb{H}$ 。

爲了在維持失呼率的規定標準下可以適應一定的負載起見, 要求規定:

a) 從每一百個用戶來的負載需要配備 9 個 $\mathbb{H}$ 和 $\Gamma\mathbb{H}$,

6) 進入一百個用戶的負載需要配備 9 個 $\mathbb{H}$ 。

要求:

1) 畫出上述 500 號 ATC 的展開骨幹圖。在圖上表明兩個百線組並在每百內表出幾個選擇器,

2) 指出站內的用戶號碼。

1.12. 200 號容量的 ATC 應用一級直預選並以 $\mathbb{H}\mathbb{H}\mathbb{H}$ -100 型機鍵作為 $\Gamma\mathbb{H}$ 和 $\mathbb{H}$ 。

要求在繁忙小時內每一用戶線上有不同的平均負載時 ($y_1 = 0.9\text{M.-3.}, y_1 = 1.7\text{M.-3.}, y_1 = 2.7\text{M.-3.}, y_1 = 3.5\text{M.-3.}$):

1) 確定均勻可用組失呼率爲 1% 時必需的 $\Gamma\mathbb{H}$ 數目,

2) 選擇 $\mathbb{H}\mathbb{H}$ 觸排的必需容量,

3) 確定 $\Gamma\mathbb{H}$ 平均的每小時利用率。

1.13. 在計劃中的 300 號容量的 ATC 應用一級直預選並以 $\mathbb{H}\mathbb{H}\mathbb{H}$ -100 作為 $\mathbb{H}$ 和 $\Gamma\mathbb{H}$ 。

要求:

1) 當 $p = 1\%$ 和 $y_1 = 1.8\text{M.-3.}$ 時, 確定在下面三種聯接方式

下所必需的 II 數目：

- a) 100 用戶成一組，均勻可用性組，
- б) 300 用戶成一組，均勻可用性組，
- в) 300 用戶成一組，分級聯接，可用度 $a=10$ ；
- 2) 針對選組機的每一種聯接方式選擇 II 的容量；
- 3) 根據所投資金的大小確定最佳的 II 聯接方式，如果機鍵

的價格是：

- a) II 連同替續器—500 盧布，
- б) 10 個出口的 II 連同替續器—75 盧布，
- в) 20 個出口的 II 連同替續器—90 盧布。

1.14. 在繁忙小時內進入某個為一千用戶服務的 III 的負載 $y=60\text{ч.}-3.$ (時-呼)。

要求：

1) 如果可容許的失呼率 $p=5\%$ ，在選擇器可容量為 10、20 和 50 時確定 III 的數目，

2) 作出關於選擇器的可用度對於不均勻可用性中繼組意義的結論。

1.15. 為了得到 100 線均勻可用性的 II 組，確定用戶組所要求的用戶數。在進行計算時根據繁忙小時內每一用戶的負載 $y_1=2.5\text{M.}-3.$ 及 $V_1=4.5\text{M.}-3.$ ，失呼率 $p=1\%$ 。

1.16. 為 100 用戶服務的選線器組在繁忙小時負載 $y=6\text{ч.}-3.$

要求：

1) 確定在下列條件下必需的 II 的數目：

- a) 可用度 $a=10$ ，失呼率 $p=3\%$ ，
- б) 可用度 $a=10$ ，失呼率 $p=10\%$ ，
- в) 可用度 $a=20$ ，失呼率 $p=3\%$ ，
- г) 可用度 $a=20$ ，失呼率 $p=10\%$ ；

2) 作出關於選擇器的利用率與可用度及失呼率的關係的結論。

1.17. 在 2,000 號容量的 ATC 中應用一級直預選。採用 20 線旋轉選擇器作為 IIH ，而在選組和選線級均應用 $IIIIH-100$ 型的機鍵。繁忙小時內每一用戶線的平均負載等於 $5M.-3.$

要求：

- 1) 畫出站內的骨幹電路並註明用戶號碼，
- 2) 當失呼率為 3‰ 時，確定這個站內所有各級選線所必需的選擇器的數目，
- 3) 確定並比較各級選線的選擇器的平均每小時利用率，
- 4) 表明 IIH 分級聯接的示意圖。

1.18. 要求畫出兩級直預選的展開式聯絡圖並且確定必需的 $IIIIH$ 和 IIH 的數目，條件如下：

- a) 用戶組的容量為 2,000 號，
- б) 繁忙小時內每一用戶線的平均負載是 $3.65 M.-3.$ ，
- в) 失呼率為 1‰，
- г) 應用 $IIIIH-11$ 型選擇器作為 $IIIIH$ ($IIIIH$ 觸排所需要的容量在設計的過程內確定)，
- д) IIH 的聯接方案應使之為均勻可用性組（不考慮反相阻塞的影響）。

解答。

首先確定 $IIIIH$ 的分組數目。當利用 $IIIIH-11$ 型選擇器時，從每一分組的 $IIIIH$ 可以得到 10 個到下級選擇的出口。在失呼率為 1‰ 時由 10 個出口的均勻可用性中繼組可以通過 $190 M.-3.$ 的負載。因為每一個用戶在繁忙小時內產生 $3.65 M.-3.$ 的負載，那麼每一分組便不多於：

$$N_1 = \frac{190}{3.65} = 52 \text{ 用戶線。}$$

我們取 $N_1 = 50$ 。

那麼 $IIII$ 的分組的數目：

$$\Pi_1 = \frac{2,000}{50} = 40.$$

$IIIII$ 的總數等於 $IIII$ 分組的數目乘以每一分組的出中繼的數目：

$$\Pi_1 \times 10 = 40 \times 10 = 400.$$

這麼多的 $IIIII$ 分爲 10 分組(按照 $IIII$ 觸排的出口數目)。因此每一個 $IIIII$ 分組由 40 個選擇器組成。

均勻可用性中繼組在 $p = 1\%$ 時的 $IIII$ 總數應由附錄 1 內所列出的表來確定。在均勻可用性的百線組中 $p = 1\%$ 時選擇器的平均利用率—45.6M.-3. 再增大中繼線組的容量並不能顯著地提高選擇器的利用率。

要求的 $IIII$ 數目等於：

$$\frac{y}{45.6} = \frac{2,000 \times 3.65}{45.6} = 160.$$

在 $IIIII$ 分組的數目等於 10 時，他們每一分組內需要聯結 16 $IIII$ 。所以必須應用 $III-17$ 型的選擇作爲 $IIIII$ 。

圖 1.1 所援引的聯絡圖保證了組內每一用戶都可以選用任何一個空間的 $IIII$ 。因此 $IIII$ 形成了均勻可用組。如果不考慮選擇器的反向阻塞現象，這個結論便是正確的。

1.19. 在容量爲 2,000 號的 ATC 內，一千個用戶以兩級反預選形成一組。100 線的上升-旋轉選擇器應用爲 IIB ，而第二級預選則利用 20 觸點的旋轉選擇器。繁忙小時內每一用戶線的平均負載是 5.5M.-3。

要求：

1) 畫出用戶組兩級反預選的展開式骨幹電路圖，並且要保證

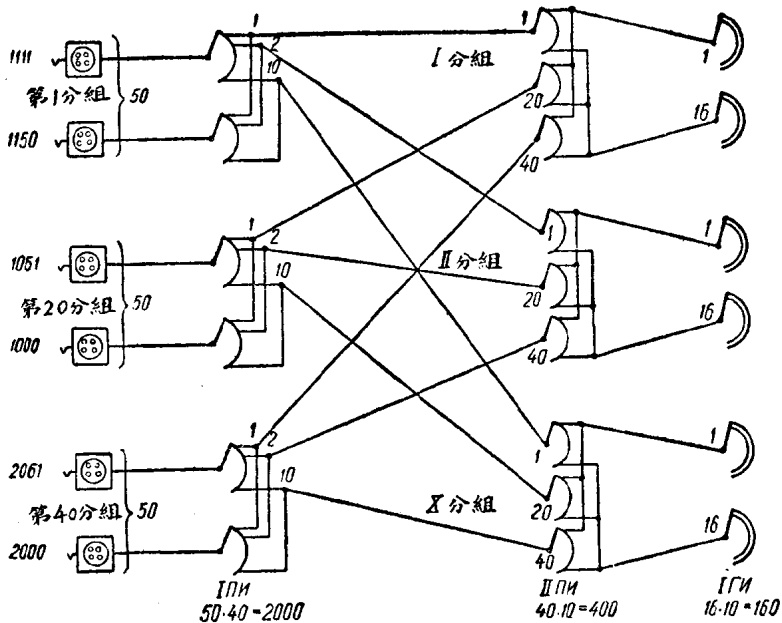


圖1.1 習題1.18 兩級直預選的展開式聯絡圖。

$IPII$ 構成均勻可用組(不考慮反向阻塞影響), 表明用戶號碼;

2) 確定用戶組在失呼率為 1% 時所必需的 $IPII$ 、 $IIPII$ 和 $IPII$ 的數目。

1.20. 在 1,000 號容量的 ATC 內, 一千個用戶藉助於 PII - PII 式的兩級預選形成一組。利用 100 線的上升-旋轉選擇器作為 $IPII$ 。繁忙小時內每一用戶線的平均負載是 2.95M.-3。

要求:

1) 畫出可以保證 $IPII$ 構成均勻可用組(不計較反向阻塞影響)的 PII - PII 式兩級預選的展開式骨幹電路, 並標出用戶號碼,

2) 確定在失呼率為 1% 時所必需的 PII 、 PII 和 PII 的數目,

3) 選擇 PII 觸排容量。

1.21. 在設計某 ATC 時決定應用部分兩級反預選的方案。在

預選的第一級利用 200 線的上升-旋轉選擇器,而在預選的第二級應用 50 線的旋轉選擇器。一個用戶組有 2,000 號的容量。每一個二百線的用戶分組供給 25 個 $IIIB$,其中 5 個直接聯接到 IVH 。

要求畫出這個 ATC 預選部分的展開式骨幹電路。

1.22. 某 ATC 應用所謂經濟兩級直預選方案。這個方案是部分二級直預選的變形方式:一定的 $IIIB$ 分組的觸排接到 IVH , 並且同時接到 $IIIBH$ 。這樣 IVH 組在本身結構上可能是均勻可用性(與必需的 IVH 的數目有關係,而且不考慮反向阻塞的影響)。

在所考慮的站內, 1,000 號容量的用戶組係由 10 個一百線的分組所組成。每一分組觸排內頭兩個觸點接到至 IVH 的出中繼,而其餘的觸點一至 $IIIBH$ 的出中繼。

利用 $III-11$ 和 $III-17$ 型的選擇器分別作為 $IIIB$ 和 $IIIBH$ 。

要求:

- 1) 畫出上面指出的預選方式的展開式骨幹電路,
- 2) 確定:在若干 IVH 時他們纔是均勻可用性(不計較反向阻塞的影響)。