

高等学校教学用书

自動電話學

Е. В. 馬爾哈依 著
И. А. 巴比茨基

高等教育出版社

高等學校教學用書



學 話 電 動 自

E. B. 馬爾哈依 著
И. A. 巴比茨基 著
陳 湖 譯

聯 華 書 局 出 版



本書係根據蘇聯國立電訊書籍出版社 (Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио) 出版的馬爾哈依 (Е. В. Мархай) 和巴比茨基依 (И. А. Бабицкий) 合著“自動電話學” (Автоматическая телефония) 1950年版譯出的。原書經蘇聯高等教育部審定為電訊工程學院用的教科書。

本書翻譯者為上海交通大學陳湖教授。

自 動 電 話 學

Е. В. 馬爾哈依, И. А. 巴比茨基依著

陳 湖 譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 15010·209 開本 850×1168 1/32 印張 12 12/16 插頁 5 字數 327,000

一九五四年十月上海第一版

一九五六年七月上海第三次印刷

印數 3,601—4,600

定價 (8) 洋 2.00

原 序

電話通訊在我們國家的政治、經濟、和文化生活中具有極大的意義。

B. H. 列寧曾說過：“大量生產、機器、鐵路、電話——所有這些造成最大的可能性來縮短有組織工人的工作時間到現在的四分之一，同時保證他們的福利增加到現在的四倍”^①。蘇聯國民經濟的快速增長決定了高品質電話通訊的廣泛發展，因此需要大規模地從事電話工程的建設。這種建設以科學和技術的最新成就為基礎而進行着。特別是，各種電話通訊方式的自動化使通訊的品質和經濟性得以提高。為了建設和經營自動電話局，需要在自動電話方面極其熟練的、以社會主義經濟法則的知識武裝起來的、能夠改進自動電話技術的專家。高等學校訓練着這種專家。

這書是電訊學院的教科書，適合於蘇聯高等教育部所批准的課程教學大綱。大綱內容包含自動電話原理，而將電話通訊的理論除外，根據教學計劃，這屬於專門課程“市內電話網設計”的範圍。

在編著這書時，部份地採用我們以前出版的“自動電話局”（電訊出版社，1944年）一書第一部“自動電話局的技術基礎和電路”中的材料。但是在這書內，重點放在自動電話局的理論基礎、“紅霞”工廠的ATC-47式現代蘇聯自動電話制和“紅霞”工廠的機動制。

在寫作過程中，原稿經過許多專家們（E. B. 基塔葉夫，B. K. 勒捷爾松，M. Ф. 柯奧普，A. Д. 哈爾凱維奇等）的審閱，編者對他們深表感謝。

所有對這書的批評請寄到通訊出版社（莫斯科中心，基洛夫街，40）。

編 者

① 列寧全集第四版第20卷136頁。

目 錄

原序

緒論	1
----	---

第一部 自動電話的原理

第一章 發展自動電話局的技術-經濟基礎	4
---------------------	---

1.1. 人工制的市內電話網	4
1.2. 大的市內電話網內採用人工電話局的缺點	4
1.3. 自動電話在技術-經濟上的優點	11
1.4. 自動電話制在各種電話通訊方面的應用	13

第二章 自動電話局動作的原理	15
----------------	----

2.1. 自動連接的觀念	15
2.2. 選擇機的機構和動作	15
2.3. 自動電話局的簡圖	17
2.4. 對自動電話局基本的技術上的要求	19
2.5. 測試原理	22
2.6. 撥號盤機構的原理	23
2.7. 自動話機的電路	27

第三章 自動電話局的步進選擇機和替續器	30
---------------------	----

3.1. 旋轉式選擇機	30
3.2. 替續器式選擇機	34
3.3. 上昇-旋轉式選擇機	35
3.4. 二磁鐵選擇機	37
3.5. “紅霞”工廠的上昇-旋轉選擇機的機構	39
3.6. 對選擇機的一般要求	43
3.7. 選擇機的機械的計算的一般原理	45
3.8. 定子的計算	45
3.9. 選擇機的機械特性	47
3.10. 刷子對觸點的摩擦力(F_1)的計算	49
3.11. 刷子對饋電簧片的摩擦力(F_2)的計算	51
3.12. 復原簧反作用力(F_3)的計算	51
3.13. 型的摩擦力(F_4 和 F_5)的計算	51
3.14. 選擇機的工作速度	52
3.15. 自動電話局中所採用的替續器的型式	53

第四章 預選和組合	56
-----------	----

4.1. 預先選擇.....	56
4.2. 機件接至用戶線上的各種方法在技術-經濟上的評價	59
4.3. 選組	63
4.4. 線束和組	69
4.5. 計算連接機件和線路數量的概念	74
4.6. 擴大組的範圍和提高選擇機的利用率的方法	78
4.7. 各種兩級預選方式的評價	85

第二部 自動電話局電路的計算

第五章 小容量自動話局的基本電路.....87

5.1. 一般考慮	87
5.2. 對話局的呼喚	89
5.3. 連接局內機件到主喚用戶線上	90
5.4. 撥號	91
5.5. 測試被喚用戶線	92
5.6. 對用戶的呼喚	92
5.7. 被喚用戶回答	93
5.8. 說話電路	94
5.9. 復原和拆斷	94
5.10. 被喚用戶線佔用的情形	95
5.11. 未完成連接中的復原	95
5.12. 對研究自動電話局電路系統的指示	96
5.13. 基本電路圖的畫法	97

第六章 自動電話局電路各部份的計算原理.....99

6.1. 一般考慮	99
6.2. 自動電話局電路的示波工作	102

第七章 線路和饋電替續器 105

7.1. 呼喚話局的電路	105
7.2. 線路替續器的連接方法	106
7.3. 計算饋電替續器時的一般考慮	107
7.4. 饋電替續器線卷的計算	108
7.5. 按照阻抗的模檢查饋電替續器	110
7.6. 檢查饋電替續器的釋放動作	111

第八章 脈衝電路 112

8.1. 強迫選擇的電路——脈衝電路	112
8.2. 選擇機穩定工作的範圍	114
8.3. 脈衝畸變的原理	116
8.4. 計算 HP 時的開始的情況	118
8.5. 某些運算微積的公式	119

8. 6.	沒有電容的脈衝電路	121
8. 7.	在含有線路電容的電路中脈衝觸點的閉合	125
8. 8.	在含有電容的電路內脈衝觸點的斷開	129
8. 9.	接在用戶話機上的電容對脈衝替續器工作的影響	131
8. 10.	局內電容和局內四端網絡的抗流線卷的電感對脈衝替續器工作的影響	134
8. 11.	脈衝電路的各個參數對脈衝替續器的動作時間(t_{cp})和釋放時間(t_{om})的影響	137
8. 12.	實驗上檢查脈衝電路的參數對絕對畸變值 $\downarrow$ 的影響	144
8. 13.	脈衝替續器的計算原理	150
8. 14.	計算脈衝替續器的程序	151
第九章	自動電話局的測試電路	154
9. 1.	一般考慮	154
9. 2.	測試電路的形式	154
9. 3.	測試替續器的功用	155
9. 4.	測試電路的動作原理和測試時間	155
9. 5.	測試空閒線	157
9. 6.	兩個選擇機同時測試空閒線	158
9. 7.	忙線的測試	160
9. 8.	n 個選擇機同時測試忙線	162
9. 9.	在動的狀態下測試電路的工作情況	165
9. 10.	測試電路的簡圖	170
9. 11.	計算測試電路元件的實例	172
第十章	自動電話局電路中的緩動替續器	175
10. 1.	自動電話局電路中緩動替續器的重要性	175
10. 2.	吸持替續器	175
10. 3.	串聯替續器	178
10. 4.	計算吸持和串聯替續器時的開始情況	179
10. 5.	回答替續器	182
第三部 市內自動電話局制式		
第十一章	ATC-47 式步進制	187
11. 1.	步進制的概述	187
11. 2.	ATC-47 式的特徵	187
11. 3.	普通用戶間的連接過程	190
11. 4.	ATC-47 式的饋電橋電路	192
11. 5.	PH 的自由選擇電路	196
11. 6.	ATC-47 式的一般敘述	198
11. 7.	$I PH$ 的動作	199
11. 8.	$II PH$ 的動作	206

11. 9. $I TH$ 的動作	213
11. 10. $II TH$ 的動作	223
11. 11. JH 的動作	229
11. 12. 完成通話後的復原動作	239
11. 13. 分區電話網	243
11. 14. 中繼線替續器	249
11. 15. 信號設備	251
11. 16. 機架的架設和設備的佈置	252
第十二章 輔助通訊方式	257
12. 1. 和機關電話局 (JTC) 的連接	257
12. 2. ATC-47 式 JH 中的連線選擇	258
12. 3. 萬能 JH (JHY)	259
12. 4. 自動收幣器的連接	262
12. 5. 萬能 TH (THY)	262
12. 6. 和特種地點的連接	263
12. 7. 和長途電話局 (LTC) 的連接	264
12. 8. ATC-47 式中拆斷市內連接的方法	267
第十三章 “紅霞”工廠機動制的原理	269
13. 1. 機動制的一般特性	269
13. 2. 機動制的構造元件	270
13. 3. 機動制自動話局的簡圖	277
13. 4. 記發機的動作原理	283
13. 5. 號碼的轉譯	289
13. 6. TH 和 JH 的強迫運動	292
13. 7. 控制器超前的原理	293
13. 8. 電話網容量超過 10,000 號時機動制自動電話局的電路	297
第十四章 機動制自動電話局中的各種聯系方式	302
14. 1. 中繼線替續器	302
14. 2. 記發機接到 THB 上的方法	302
14. 3. 用於 TH 中的替續器式序輪機	303
14. 4. 單面拆斷	304
14. 5. 和特種地點、長途話局以及機關話局的連接	304
第十五章 “紅霞”工廠的步進制和機動制自動電話局的協同動作	306
15. 1. 概說	306
15. 2. 由機動制接到步進制自動話局	307
15. 3. 由步進制接到機動制自動話局	308
15. 4. 來替續器組 BE 的電路	310
15. 5. 用於連接步進制到機動制自動話局的中繼線替續器組 PCJ 的電路	313

第十六章 其他自動電話制式..... 318

- 16.1. 旋轉制..... 318
- 16.2. 全替續器制..... 324
- 16.3. 交叉制..... 325

第四部 其他電話通訊方面自動化的概念

第十七章 長途電話通訊..... 335

- 17.1. 長途電話通訊在組織上的一般情況..... 335
- 17.2. 提高長途電話電路的利用率..... 338
- 17.3. 編號制度..... 339
- 17.4. 信號設備和自動連接的控制..... 340
- 17.5. 用直流傳送脈衝..... 343
- 17.6. 用感應方法傳送脈衝..... 345
- 17.7. 用供電頻率的交流傳送脈衝..... 346
- 17.8. 用音頻電流傳送脈衝..... 350
- 17.9. 單頻制..... 351
- 17.10. 雙頻制..... 352
- 17.11. 多頻制..... 354
- 17.12. 迂迴途徑..... 356
- 17.13. 完成通話的計數和收費..... 357
- 17.14. 區域和時間記錄器的機構和動作原理..... 358
- 17.15. 自動印記錄單..... 360

第十八章 區內自動電話通訊..... 362

- 18.1. 區內電話通訊的用途..... 362
- 18.2. 區內電話通訊的特點..... 363
- 18.3. 建設 BPTC 的原則..... 365
- 18.4. 用戶線編號制..... 366
- 18.5. 統一編號制..... 366
- 18.6. 具有混合編號和固定電碼的制度..... 368
- 18.7. 直接連接..... 370
- 18.8. 對區內電話通訊的基本要求..... 371

第十九章 郊外電話通訊..... 372

- 19.1. 概說..... 372
- 19.2. 郊外電話通訊的特點..... 372
- 19.3. 建設郊外電話通訊的原則..... 373
- 19.4. 郊外通訊的簡圖..... 377

第二十章 機關電話通訊..... 378

- 20.1. 概說..... 378

20. 2. “紅霞”工廠的 VATC-48 式	378
20. 3. “紅霞”工廠機動制 VATC	380
20. 4. 具有額外功用的 VATC	382
第二十一章 集團裝置	384
21. 1. 概說	384
21. 2. 集團裝置的原理	385
21. 3. 集團裝置的特徵和它們接到市內自動話局的方式	385
21. 4. 10 線容量的集團裝置	386
21. 5. 集團裝置的經濟性	387
第二十二章 自動電話局的技術經營的要點	389
22. 1. 概說	389
22. 2. 對自動話局技術維護的一般要求	390
22. 3. 自動話局技術維護的組織	391
22. 4. 自動話局的維護制度	393
22. 5. 自動話局作業的統計	394
參考書刊	396

緒 論

自動電話局(ATC)的開始研究幾乎和人工電話局(PTC)的出現同時。還在1887年,俄國發明家E. M. 繆棲茨基就提出第一個最簡單的自動電話局(參考書1)❶,而在1893—1894年,俄國發明家C. M. 阿波斯托洛夫和M. Ф. 佛烈依別爾格擬製了以兩個運動的步進選擇機為基礎的自動電話局。經過一年,在1895年,C. M. 阿波斯托洛夫擬製出容量達10,000號用100線選擇機的自動電話局。這制式是技術進程上的一大進步,因為它實際上預先決定了現代自動電話局的基本結構部分。

1896年,M. Ф. 佛烈依別爾格引用預選機改進了自動電話局的電路,並在同一年提出了容量達10,000號的新的自動電話制式,其中初次採用了選組機。同時M. Ф. 佛烈依別爾格擬製出機動選擇機的結構,其中有刷子的一個縱向運動和供一組選擇機用的公共觸排。這種選擇機和愛立克生的機動選擇機很相似,後者在這世紀的二十年代才出現。

雖然自動電話局比較人工電話局在技術上比較完善和在經濟上比較有利,但是它們的實際採用長時間被電話廠商人為地延遲了。這是由於,在前一世紀之末,人工電話設備的生產達到了很大的規模,而資本主義國家內經常的失業使得電話網的佔有者可以降低話務員的勞動報酬,因而減少電話局的經營費用。轉到需要額外投資的新的技術,對於原來就獲得很大利潤的電話局佔有者是不利的。因此美國的電話公司

❶ 參考書目錄見書末。

特意收買了自動電話方面的發明的專利權，並延遲了它們的使用。例如，在1935年美國貝耳電話公司獲有1307個沒有利用的專利權，因為那時廠商在商業上沒有必需來利用它們。

祇在這世紀的二十年代，當許多市內電話網達到了這樣的規模，使得它們不可能按照人工制發展時，資本家們才不得不開始大規模生產自動電話局的設備。1946年之前，全世界所有的電話已經近60%是自動的。自動電話技術根據三種不同的原理而發展，因此有三種自動話局制式獲得了普遍的應用：步進的、機動的和全替續器的制式。在1946年之前所有的自動電話的總數內，近65%是在具有步進制自動話局的電話網內，近25%在機動制自動話局內，近10%在全替續器制自動話局內。

在我們國家內，電話工業在偉大的十月社會主義革命以後才建立起來。在蘇俄，第一批自動電話局成立在1920年，而在1927年，就在國產設備的基礎上，開始用機動制進行市內電話網的大規模自動化。

在戰前幾個斯大林五年計劃期間，在蘇聯的所有大城市內建立了自動電話局，而且自動化的速度不斷地增長着。

戰後，我國電話通訊的發展也得到重視。在有關1946—1950年恢復和發展蘇聯國民經濟的五年計劃的規定內指示着：“加強電話局，特別注意步進制自動電話局的運用”。

順利地執行斯大林的恢復和發展蘇聯國民經濟的五年計劃的結果，完全消滅了戰爭對於市內電話網的損害。

我國工程師所設計的步進制自動電話局是適合蘇聯國民經濟的要求的。在這些自動話局的電路內，有許多新穎的解決方法，使祖國的制式比資本主義廠商的自動電話制式大大地改善。過去發展步進制自動話局的困難是，在蘇聯許多城市中使用了機動制自動話局，而機動制和步進制自動話局間的互相連接方法還沒有。蘇聯專家們根據現在的斯大林獎金獲得者Д. Ф. 洛吉諾夫的建議，在世界技術上最先解決了這

問題(並且在經濟上是成功的)。祖國工業製定了祖國的步進制自動話局的設備,以及“紅霞”工廠製造的機動和步進制自動話局間互相連接的過渡機構的設備。

所有這些造成了進一步廣泛發展自動話局的有利條件。自動電話深入到我們遼闊國土的最遙遠的角落:在戰後斯大林五年計劃期間建造了許多自動話局,其中有在北極,在中亞細亞,在遠東。

蘇維埃人民物質和文化水平的不斷提高引起對電話通訊不斷增長的需要。滿足了勞動者們對於電話通訊的需要後,郵電工作者就執行了斯大林同志在1931年6月23日在經濟工作人員會議上演說中的指示之一:“現在的工人,我們蘇聯的工人,希望滿足他們自己一切物質和文化的需要,這就是說,他們既要有充足的糧食,又要有安適的住所,而且還要有文化生活以及其他各種需要的保證。他們有享受這些幸福的權利,而我們則負有保證他們這些條件的義務”^①。

① И. В. 斯大林,“列寧主義問題”,第十一版,369頁,蘇聯外國文書籍出版局中文譯本1949年版453頁。

第一部 自動電話的原理

第一章 發展自動電話局的技術-經濟基礎

1.1. 人工制的市內電話網

由電話基礎這課程知道,除了自動電話局以外,人工電話局也用在容量不大的市內電話網內和分區電話網內,並且用於市郊電話通訊和機關、企業的內部通訊。人工電話局在構造和電路方面非常簡單,具有比較小的裝置費用和設備費用,但是人工局的經營成本是相當高的。人工電話局經營費用內的主要項目是話務員的工資,約佔話局經營成本的70%。這樣大的話務員工資說明了人工電話的技術不能適應提高社會勞動生產率的要求。由人工電話局轉到自動電話局,使話務員工資在整個經營費用中所佔的比重顯著地降減。

在我們國家內,降低成本的方法是生產過程的最高度的自動化和機械化。因此,在所有市內電話網內,如果有可能的話,應該轉成自動電話制,這樣可保證提高經濟程度,同時具有高等的服務品質。

1.2. 大的市內電話網內採用人工電話局的缺點

在容量小的電話網內採用人工電話局,不致引起特殊的困難,而用戶間的連接,在這情形中也可以滿意地進行。假使在市內電話網裏需要裝置幾個單獨的電話局,那末採用人工電話局就要遭遇到一系列的技術和經濟性質的困難。這種情形是運用自動電話局的主要原因。

當電話網大大地擴展的時候,必須增大話局設備的容量,要達到這目的,或者可以增大在市內的一個話局的容量,將全部話局設備集中在這一個局內,或者可以用分區的電話網,在城內每一區建立它自己的電話局。

在人工制中,由於交換機設備費用大,將話局的設備集中是不利的。這可以從以下的理由看出:如果以 N 代表話局的容量, n 代表一節複接場內的工作座席數, x 代表工作座席的總數,則複接場內的總插口數 Z 將由下式表示:

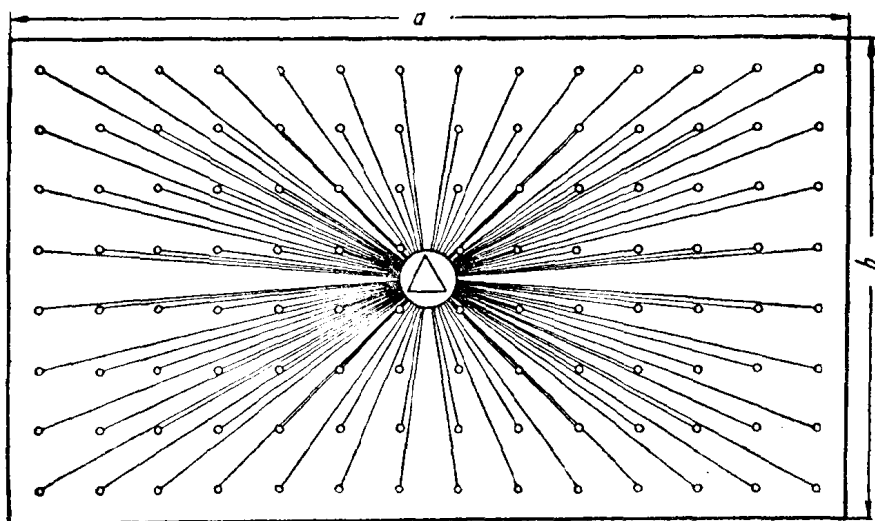
$$Z = N \frac{x}{n}. \quad (1.1)$$

當話局容量增大到 κ 倍時,複式插口數由下式決定:

$$Z_{\kappa} = \kappa \frac{N \kappa x}{n} = \kappa^2 N \frac{x}{n}, \quad (1.2)$$

即複式插口的數目與話局容量的平方成正比地增大,使設備費用劇增。又從構造的觀點來說,複接場在實際上不可能增大到 60,000 號以上,但是對於大城市則需要更大的容量。

當複接場增大時,則複接節的尺寸就大大地增加了,這樣使話務員的工作發生困難。另一方面,隨着複接場的增大,插口和插塞的尺寸減小了,因而使它們的堅固性減低。但是局內設備集中的主要缺點是電



④ 市內電話局

圖 例 ○用戶站

圖 1.1. 電話局不分區時的佈置。

話網本身建築的不經濟。事實上當城市內祇有一個 N 號容量的電話局存在時，電話網要按照圖 1.1 來建築(在圖中用戶用小圓圈表示)。在這情形中，電話網內任何兩個話機間的連接是由用戶線經過電話局而實現的。用戶線路的利用率是很低的，並由以下的數據來說明：根據統計資料，一個住宅用戶(依照他的呼喚次數)在二十四小時內通話的平均數大概等於 4.5 次，而團體的用戶(機關、企業等)則是 21 次。照平均的呼喚集中常數等於 10% 計算，在最繁忙的一小時(пик)內每戶的呼喚次數分別是 0.45 和 2.1。根據統計資料，可認為平均通話時間大約等於兩分鐘。因為用戶線在他自己方面呼喚時和被其他用戶呼喚時是同樣佔用着，可得出用戶線在一天內的平均佔用時間，因而得出它的利用率：

(a) 對於住宅用戶線，線路的全天利用率等於 $2 \times 4.5 \times 2 = 18$ 分鐘或 $\frac{18 \times 100}{60 \times 24} = 1.25\%$ ；

(б) 對於團體用戶線，線路的全天利用率等於 $2 \times 21 \times 2 = 84$ 分鐘，或 $\frac{84 \times 100}{60 \times 24} = 5.84\%$ 。同樣可得住宅用戶電話線路忙時的利用率等於 $\frac{2 \times 0.45 \times 2 \times 100}{60} = 3\%$ ，又團體用戶電話線路的忙時利用率等於 $\frac{2 \times 2.1 \times 2 \times 100}{60} = 14\%$ 。

價值昂貴的用戶線的如此微小的利用率，招致巨大的電纜費用。

要增高線路設置的利用率，可採用市內電話網分區的辦法。讓我們在以下的例子裏來加以說明：

1. 在城內有一個中心電話局，並且假定：(a) 均勻的電話密度；(б) 矩形的城區，其中的街道互相垂直，又(в) 話局的位置在幾何的中心點。在這情形中，用戶線路的平均長度(圖 1.1)可由下式決定：

$$l_{ср.а} = \frac{a+b}{4}, \quad (1.3)$$

這裏 $\frac{a}{4}$ 和 $\frac{h}{4}$ 分別代表在橫的和直的方向內線路的平均長度。

於是電纜費用由下式來決定：

$$L_1 = N l_{cp.a} = N \frac{a+h}{4} \quad (1.4)$$

2. 如果在同一城內建造 n 個相同容量的電話局，每一話局的容量是 m ，於是用戶線的平均長度[參考書 2]由下式決定：

$$l_{cp.a_n} = \frac{a+h}{4\sqrt{n}} \quad (1.5)$$

由(1.5)式可見，分區電話網內用戶線的平均長度減小到 $\frac{1}{\sqrt{n}}$ 。但是在這情形中產生了電話網的新的部份——局與局間的中繼線。具有四個電話局($n=4$)的這種電話網見圖 1.2。在這情形中，不同話局內兩用戶間的連接是經用戶線和中繼線來完成的。中繼線因為是一定的用戶組所公用的線路，具有比較高的利用率，可以達到 75—85% (在大線束的條件下)。因此分區電話網內的總電纜費用將小於不分區電話

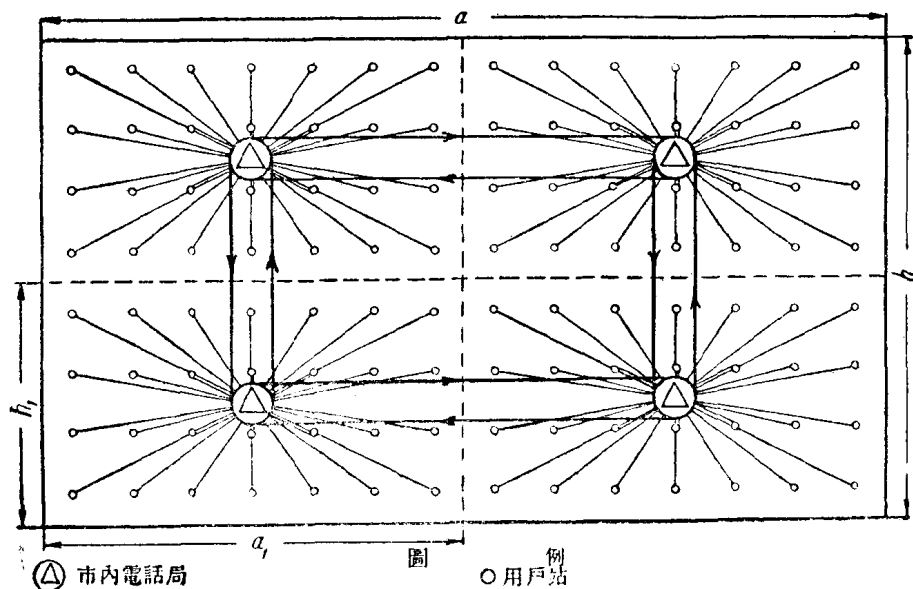


圖 1.2. 分區電話網內話局的佈置。