

基本館藏

66888



載波電話

張煦 編著
錢尚平 校閱



中國科學院圖書儀器公司
出版

電 波 載

著 者 張 煦

校 閱 錢 尙 平

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

出 版

內容介紹

本書討論我國現有長途架空線路上的載波電話，分析各種類型載波電話電路設備的作用和原理。內容的重點在於學習蘇聯B-3型三路載波電話，其次是匈牙利的BSO-3型三路載波電話。同時，並分別敘述已有的C-5型，SO-3型，SA型，M型，CF-1型三路載波電話，和SOC型單路載波電話。

本書對於全國長途電話網和鐵道電話網的實際工作人員，可能有些幫助。對於大學有線電訊專業、專修科，和業務機關的電訊訓練學校，在學習上可以作為教本或參考書。

戴 波 電 話

編著者 張 煦

出版者 中國科學圖書儀器公司
上海延安中路 537 號 電話 64545

總經售 中國圖書發行公司

★ 有 版 權 ★

EE. 23—0.15 25開 348面 230千字 每千冊用紙 14.34令
新定價 ¥ 21,500 1953年11月初版 0001—3000
1954年4月再版 3001—4000

上海市書刊出版業營業許可證出零貳柒號

前 言

載波電話，在長途電訊中具有極重要的作用。我們不但要熟練地掌握載波電話的運用技能，並且應該穩步地發展到自己設計和製造，才能構成健全的長途電話網，配合偉大祖國的工業建設。

最近幾年來，國內對於長途載波電話的學習，是有進展的。侯德原同志1949年的“長途電話學”，錢家治同志1952年的“載波電話精義”，錢鳳章同志最近出版的“電信網絡”，對於學習上都有很大的幫助。《電信建設》每月發表的文章中，很大部份是關於載波電話運用經驗和心得的報導。郵電部和鐵道部的電訊工作人員，已經編印和正在陸續編印長途電話機械的維護規範，和各種機線及運用操作方法。這些都是很好的成績，充分反映工作的進步和積極性。

的確，爲了祖國的需要，我們必須努力學習。除了結合着實際，繼續學習電子管電路，電訊傳輸網絡，和長途電話原理，以鞏固基礎理論外，在現階段還應該多學習明線三路載波電話，用功鑽研，穩步深入。

更重要的，應該學習蘇聯載波電話的先進經驗。蘇聯載波電話機的到來，給我們很大的鼓舞。當然，我們對待蘇聯載波電話，首先應該端正學習態度。過去，資本主義國家把我們作爲推銷商品的市場，而現在，蘇聯呢，恰恰相反，蘇聯的設備和技術，是幫助我

們自己進行設計和製造。所以，祇有認真地，虛心地學習蘇聯，結合祖國的實際情況，才能加速祖國的建設。已經裝置的資本主義國家製造的載波電話機，雖則繼續運用，其中有些個別技術亦可採取，但我們必須提高警惕。

這本書“載波電話”，是繼續最近三年拙著和拙譯：“長途電話工程”，“無線電工程”，“長途電話的組織和運用”，和“電訊線路”之後，敘述長途電訊中我國現有各種類型載波電話的原理。這本書的內容，特別注重於明線三路載波電話設備的作用和原理。書中又把學習蘇聯載波電話的體會，簡單地介紹。必須說明，編者學習的體會很粗淺，其中或許有些疏誤。這裏，熱烈地誠懇地歡迎讀者同志們惠然指教。

本書敘述各種類型載波電話，以蘇聯製 B-3 型排列為首，匈牙利製 BSO-3 型次之，餘則 C-5 型，SA 型，M 型，CF-1 型，SOC 型。但編者上學期講授的次序，是先講 C-5 等類型，後講蘇聯 B-3 型，以便同學對於蘇聯載波電話的優點，格外易於體會。

在學校裏講課時，曾經獲得我所熱愛的青年同學們提出寶貴意見，改進教學質量。在上海電信局和上海鐵路局參觀和學習時，又受到工作同志們給予很大的便利和鼓勵。

特別感謝的是郵電部的卓越工程師，錢尚平同志。當我在學習過程中遇到疑難問題，常常向他請教，他總是耐心地不倦地給予啓發性的指導。這本書的每一章，承蒙他化費很多晚上來校閱。他的聰明的分析頭腦，踏實的學習觀點，使我衷心欽佩。他的不辭勞苦，不畏炎熱的精神，使我深深感動。

張 煦 一九五三年七月於上海交通大學

目 錄

前 言.....	i
第一章 載波電話的類型.....	1
1-1 載波電話的應用範圍.....	1
1-2 我國現有的載波電話類型.....	8
第二章 蘇聯製 B-3 型三路載波電話.....	15
2-1 應用.....	15
2-2 頻率分配.....	17
2-3 方框圖.....	22
2-4 電平圖.....	29
2-5 混合線圈.....	35
2-6 調幅器.....	38
2-7 音量限制器和話音放大器.....	41
2-8 載波振盪器.....	47
2-9 集體放大器.....	54
2-10 電平調節器.....	57
2-11 話頻訊號器.....	69
2-12 濾波器.....	75

第三章 匈牙利製 BSO-3 型三路載波電話.....81

3-1	應用.....	81
3-2	頻率分配.....	83
3-3	方框圖.....	85
3-4	混合線圈.....	92
3-5	調幅器和載波振盪器.....	94
3-6	音量限制器和話音放大器.....	100
3-7	集體放大器.....	102
3-8	電平調節器.....	106
3-9	話頻訊號器.....	116
3-10	濾波器和衰耗均衡器.....	126

第四章 C-5 型三路載波電話..... 132

4-1	應用.....	132
4-2	頻率分配.....	133
4-3	方框圖和電平圖.....	135
4-4	混合線圈,調幅器和振盪器.....	145
4-5	音量限制器和話音放大器.....	155
4-6	集體放大器.....	159
4-7	電平調節器和均衡器.....	162
4-8	話頻訊號器.....	184
4-9	電源整流器.....	189
4-10	濾波器.....	192

第五章	SA 型三路載波電話	202
5-1	頻率分配和方框圖	202
5-2	調幅器和載波振盪器	207
5-3	集體放大器和話音放大器	213
5-4	領頻振盪器和指示器	219
5-5	話頻訊號器	225
第六章	M 型三路載波電話	230
6-1	頻率分配和方框圖	230
6-2	調幅器和載波振盪器	235
6-3	集體放大器和話音放大器	238
6-4	話頻訊號器	241
6-5	濾波器	248
第七章	CF-1 型三路載波電話	250
7-1	頻率分配和方框圖	250
7-2	話音電路限制器和放大器	258
7-3	載波電路調幅器和振盪器	261
7-4	集體放大器	263
7-5	測試電路	265
7-6	訊號電路和線路設備	268
7-7	衰耗均衡器	271
7-8	濾波器	274

7-9	EE101-A 型振鈴器	276
7-10	電源供給	285
第八章	SOC 型單路載波電話	287
8-1	頻率分配和方框圖	287
8-2	調幅器和載波振盪器	290
8-3	發送放大器和話音放大器	294
8-4	訊號設備	299
附錄一	載波機中幾種電路的原理	303
9-1	混合線圈的特性	303
9-2	二線電路的平衡	322
9-3	變壓器特性的均衡	326
附錄二	載波機用電子管特性表	332
	中俄英名詞對照	333

第一章

載波電話的類型

1-1 載波電話的應用範圍

1-2 我國現有的載波電話類型

1-1 載波電話的應用範圍 自從發明了載波電話，一對線條上可以同時傳輸幾個電話以後，有線電訊的重要性，特別是長途電話的重要性，大大地提高。不但長途電話線路的利用率提高，通話容量增加，每一通話的成本減低，並且通話距離得以擴展，傳輸品質有顯著的改善，因而使全國長途電話網能夠加速地連通，甚至使重要的國際電話電路得以滿意地構成。由於載波電話的利用和發展，使得現代電訊在國防安全上，政權團結上，工業建設上，文化教育上，以及國民經濟上，能夠更好地服務，起着更重要的配合作用。

社會主義的蘇聯，很早就重視載波電話的利用。在蘇聯每一個五年建設計劃內，都明確地規定很長長度的線路上，要裝置現代化的高頻率多路載波電話設備。因此，蘇聯的全國電訊網，一年一年地擴充和壯大，在社會主義建設上發揮了肯定而鉅大的作用⁽¹⁾。

隨着科學技術的進步，載波電話的應用範圍大大地擴展。不但在架空明線上，短距離的和長距離的，裝置載波電話，並且在對稱

(1) 請參閱《長途電話的組織和運用》7頁

電纜上，長途的，市內中繼的，和軍用的，又在同軸電纜上，陸地的和水底的，都儘量裝置載波電話。不但在電訊線路上，並且在電力線路上，輸電線和配電線，亦正在推廣裝置載波電話。每一載波電話制度，可以使用的載波電路數目，少至一路，多至四百八十路。所傳輸的頻率，從3千赫起，最高達2,000千赫。運用的方法，在明線主要是相當四線制，來去方向傳輸不同的頻帶，在電纜，主要則是四線制，亦有部份使用相當四線制和二線制。

載波電話的應用範圍，可以由下表表示大概的全貌：

		電路數目	頻率範圍
電 纜	架空線路	電訊線路	
		{ 短距離	單 路 3—10 千赫
		{ 長距離	{ 三 路 6—30 千赫
			{ 十二路 36—150千赫
	電力線路	高壓輸電線	單 路 50—150千赫
		配電線	六 路 150—455千赫
	對稱電纜	長途電纜	十二路，四線制 12—60 千赫
		市內中繼電纜	六路，相當四線制 12—60 千赫
		軍用螺旋電纜	三路，二線制 3—12 千赫
		同軸電纜	
		{ 陸地電纜	四百八十路，四線制 60—2,000千赫
		{ 水底電纜	五路，相當四線制， 部份二線制 3—30 千赫

架空明線上載波電話⁽¹⁾ 在架空明線的電訊線路，裸體的線條，依照預定的配列，架設在電桿上的隔電子。凡是距離稍長的，架空線條一般採用銅線⁽²⁾，它們所裝用的載波電話，絕大多數是三路載

(1) 請參閱「長途電話工程」237 頁

(2) 請參閱「電訊線路」26 頁

波電話，就是在原來的普通話音電路之上，加添了三個載波電路，使得一對銅線上，可以同時有四個會話。原來的話音電路，是來去方向使用同一話音頻帶，稱為二線制。明線上加裝的載波電路，則依照預定的頻率分配，來去方向使用不同的頻帶，稱為相當四線制。由於傳輸特性的不同，普通話音電路祇適宜於分段短距離通訊，而載波電路卻可以直達或轉接至很長距離的通訊，遠非話音傳輸所可比擬。所以長途電話網的幹線上，主要是依靠三路載波電話的運用。

在若干重要的長途電話幹線，話務很繁忙，增加率很迅速，三路載波電話還不夠適應需要，那就在三路載波電話之上，加裝十二路載波電話，使得一對銅線，可能同時傳輸一個話音電路，和十五個載波電路，一共有十六個會話。三路載波電話是來去方向用不同頻帶，最高傳輸頻率約 30 千赫。十二路載波電話亦是相當四線制，來去方向用不同頻帶，最高傳輸頻率約 150 千赫，接近無線電的長波範圍。

在有些次要的長途電話支線，距離比較短，採用直徑稍細的銅線，或採用鋼線。這種線路的建築比較簡單，傳輸頻率最高約 10 千赫，往往裝置單路載波電話，設備很輕便。一對明線之上，除原來話音電路之外，添加一個載波電路，而原來的幻象電話電路，組合電報電路，仍能照舊使用。

架空明線的電訊線路上，載波電話主要是單路，三路，和十二路。其他六路，八路，十六路等，亦有個別裝置，並不很普遍。

除了全國通訊系統的長途電話網，大量裝置載波電話外，國內鐵道運輸機關，因為業務需要，沿鐵道設置專用電訊線路。隨着鐵

道運輸系統的發展，鐵道專用電訊線路和設備的規模亦日益擴大。在鐵道專用的架空線路上，迫切地需要裝置載波電話，尤以三路載波電話最重要。

其他大規模的工礦企業，建築地區很廣，經營業務很忙，在它們企業的地區內，需要設置專用電訊線路。在這種架空線路上，單路載波電話是很容易裝設的。

電纜上載波電話⁽¹⁾ 當一個國家，架空電訊線路已經建設得相當多，而通訊業務繼續着增加，尤其是某些地點之間，通訊業務極繁忙，而且正在迅速地增加，那末，電訊線路就要考慮建設長途電纜。建設長途電纜的資金，確是很大，但是，架空明線每根電桿上線條容量有一定的限制，在繁忙和迅速增加話務情形之下，電纜能夠比架空明線更有效地適應需要。

長途電纜的構造，有兩大類。一類是對稱電纜，每兩根對稱的良好絕緣的銅線絞成一對，或每四根線絞成一組，許多線對或許多線組集合起來，由鉛包保護，必要時外面再加鎧裝。另一類是同軸電纜，它有一根銅線和一根同軸心的圓銅管，中間是空氣或氮作介質，成爲一個同軸單位，幾個同軸單位由鉛包或鎧裝保護。

這兩類長途電纜上，都可裝置多路載波電話。對稱電纜用了斯的羅弗來克斯絕緣，並每隔一定距離加裝輕量電感線圈後，可以裝用十二路載波電話，傳輸頻率範圍從 12 至 60 千赫，來方向和去方向使用兩對不同的線對，互相屏蔽着，這種運用稱爲四線制。

同軸電纜的傳輸頻帶範圍特別寬，可能到達幾兆赫，因此裝用載波電話的路數，可能多至幾百路，來方向由一個同軸單位傳輸，去

(1) 請參閱「長途電話工程」305 頁

方向由另一個同軸單位傳輸，亦是四線制運用。

雖則這兩類電纜的製造和敷設成本很高，沿線增音站的數目很多，但它們能夠適應大量的通訊需要。在蘇聯最近一個五年計劃，電訊建設的重點，就放在這兩類電纜的敷設和它們多路載波電話的裝置。

架空明線線路到了過江地方，須連接一段水底電纜。這種架空線路中間的水底電纜⁽¹⁾，距離較短，可能採取對稱電纜的構造，它可以傳輸架空明線上的載波電話。在港灣或某些地區，容有需要敷設稍長距離的水底電話電纜，它是同軸電纜的構造，採取特殊橡膠作為介質，它能夠傳輸的最高頻率，視電纜長度而定。因此水底電纜裝用載波電話，須視實際情形而設計，不能預先肯定。不過，水底電纜建設資金極高，普通祇有一根電纜，載波電話來去兩方向都在同一根電纜上傳輸，使用不同頻帶，這就是相當四線制運用。因為水底電纜特性穩定，一部份較低頻帶的一路或二路載波電話，可能容許採取二線制，來去方向使用同一頻帶。

根據載波電話在長途電纜上使用的經驗，設備和元件做得很輕便，戰場上軍用電話線或電纜，亦可以裝置載波電話。一個例子是螺旋四線電纜，上面有一個話音電路和三個載波電路，都是四線制運用。

更重要的，在經濟上有價值的，是載波電話擴展應用到市內電話去。因為技術和設備的改進，載波的終端設備已經不再是繁複龐大而是簡單輕便，製造和裝置費用亦減低至這樣程度，使得它們可能致慮而認為值得裝置在市內電話的中繼電纜線。在每一對中繼

(1) 請參閱[電訊線路] 270 頁

線上，裝置六個載波電話，來去方向使用不同的頻帶。一個國家市內電話發達時，市內電話中繼線的里程總數很長，如果裝用載波電話，可以節約很大數量的銅、鉛等寶貴金屬。

電力線上載波電話⁽¹⁾ 電力線路有兩類，一類是幾萬伏或幾十萬伏的高壓輸電線，另一類是 6,600 伏的配電線。發電中心和負載中心之間，電力由高壓輸電線傳輸。到了負載中心，電壓降至 6,600 伏，再由許多配電線把電力分配到用電地方去。到了用電地方，電壓再降至 380 伏或 220 伏，而直接使用。

國家的工業建設，有賴於全國電氣化，有賴於建立全國電力網。發電站，輸電線，和配電線，必然很快地建設起來，伸展到各地城市，和更重要的，到廣大的農村。輸電的業務將非常繁忙而重要。而配電線路，伸展到每一農村，到全國每一角落，線路的總里程將是巨大的數字。

這些架空線路，電力利用的頻率祇是 50 赫。顯然，線路上可以放寬加裝載波電話。高壓輸電線上載波電話，主要是供給電力網本身調度業務和傳遞自動控制訊號之用，頻率範圍從 50 千赫至 150 千赫。配電線上載波電話，則是配合農村電話。一個例子是裝六路載波電話，使用頻率從 150 千赫至 435 千赫。

農村既然電氣化，就跟着需要通訊，不過，通訊業務是分散的而不是集中的。如果每一農村，裝設了配電線路之後，跟着在道路的另一邊，裝設另一路桿線，作為電訊線路，那在全國來講，線路里程的巨大數字又須加一倍。倘使配電線上裝置載波電話，就可以節省這一倍的線路里程，亦就是大大地節約了銅、鋼、木材等材料。這

(1) 詳參閱《長途電話工程》349 頁

數字非常大，因此配電線上載波電話在國家經濟上有重大的意義。

載波電報⁽¹⁾和載波播音⁽²⁾ 伴隨着載波電話的發展，載波電報亦是在擴充應用。每一個電報需要比較狹的頻帶。很多個電報電路，如果分別和話音頻帶範圍內不同的載波頻率調幅，然後集合起來，總的頻帶寬度，可以等於一個電話電路的話音頻帶寬度。這種方法，叫做話頻載波電報。這些電報電路，既然集成為一個話音頻帶寬度，就可以和電話一樣地傳輸，和電話一樣地經由載波電話電路傳輸。因此，原來普通直流電報不適宜於長距離傳輸，現在載波電報可以和載波電話一樣，傳輸至很長距離。

並且，電報和電話既同樣傳輸，不必另行指定何者為電報線路，何者為電話線路。從前道路旁邊往往有一路電報桿線，一路電話桿線，現在可以併為一個電訊線路。

舉一個例，一對架空明線的電訊線路，裝用三路載波電話，其中一個載波電話電路，撥讓給話頻載波電報，傳輸四個來去方向的電報。這樣，這一對明線，同時有一個普通電話電路，二個載波電話電路，和四個載波電報電路。如果有時電報業務繁忙，那末再撥讓一個載波電話電路，傳輸另四個來去方向的電報，調度是很方便的。

國內各無線電廣播電台相互之間，需要傳輸播音節目。有時，一個全國性的播音節目，需要從一個廣播電台傳輸至其他廣播電台，使各電台聯合廣播，全國各地能夠同時收聽。這種各廣播電台間播音節目的傳輸，可以由載波電話電路來担任。

因為播音節目需要的頻帶，至少須5千赫，多則8千赫，最好須

(1) 請參閱[長途電話工程] 379 頁

(2) 請參閱[長途電話工程] 403 頁

15 千赫。在傳輸播音節目時，需要讓出兩個或三個載波電話電路。長途電纜上載波電話電路數量多，傳輸品質好，因此可以很好地為播音節目的傳輸服務。

1-2 我國現有的載波電話類型 我國長途電話網，和鐵道專用電訊網，在現階段主要是由架空線路構成。在這些架空線路上，特別是長途幹線上，裝設了很多載波電話，其中絕大多數是三路載波電話。單路，六路，十二路載波電話，僅居少數。

類型 所有各種載波電話的類型，列舉如下：

<u>類型</u>	<u>載波路數</u>	<u>製造國家</u>
B-3	3	蘇聯
BSO-3	3	匈牙利
C-5	3	美
SO-3	3	英
SA	3	英
M	3	日
T	3	德
CF-1	3 (四線制)	美
SOC	1	英
H-1	1	美
E	1	德
3A	6	日
J-1	12	美

在這些類型中，前六種類型三路載波電話，B-3 型，BSO-3 型，C-5 型，SO-3 型，SA 型，M 型，在現階段通訊業務中最為重要，亦就是這本書所要敘述討論的。CF-1 型四線制三路載波電話，SOC 型單路載波電話，因學校實驗室購到一些設備，這本書亦把它們敘述。其餘 T 型三路載波電話，H-1 型，E 型單路載波電話，