

多路载波电话

張 煦 編 著

人 民 郵 電 出 版 社

多 路 載 波 電 話

張 煦 編 著

人 民 郵 電 出 版 社

內 容 提 要

這本書是敘述12路及12路以上的載波電話。第一章至第六章詳細地敘述了長距明綫12路及扼要地介紹了長距電纜12路、短距明綫16路、短距電纜12路及同軸電纜上的多路載波電話。第七章則深入分析了多路載波電話機械各主要部分的原理，如調幅器、振盪器、倍頻器、分頻器、限幅器、壓縮擴展器、濾波器、均衡器及調節電平設備等。

最後第八章是介紹以時間劃分的多路載波電話的基本原理，其中包括脈衝編碼調制及微波接力制等的原理。

本書可作高等學校及高級技術學校有關專業的參考教本。對從事長途電信的技術人員亦是一很好的參考書籍。

多 路 載 波 電 話

編 著 者:	張 煦
出 版 者:	人 民 郵 電 出 版 社 北京東四區6條胡同13號
印 刷 者:	人 民 郵 電 出 版 社 南 京 印 刷 廠 南京太平路戶部街15號
發 行 者:	新 華 書 店

書號：有55 1956年7月南京第一版第一次印刷 1—2,800冊
850×1168 1/32 237頁 印張14 $\frac{9}{16}$ 插頁1 字數339,000字 定價(10)2.70元

★北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號★

序 言

由於黨和政府的正確領導，我國人民正以驚人的速度進入社會主義社會，最近農業及資本主義工商業社會主義改造的偉大勝利，更要求我們的工業技術迅速發展，以適應社會主義建設的需要。我國的電信科學，和其他的科學技術部門一樣，在解放後幾年中有了很大的發展，我國的電信科學技術工作人員，在學習蘇聯先進經驗，鑽研理論技術問題上，取得了很大的成就。但是我們的整個的科學技術水平目前仍然是很落後的，不能適應國內迅速增長的國民經濟各方面的需要，這就要求我們從事電信科學技術工作的同志們，要很快地提高自己的理論和技術水平，迅速掌握和運用各種最新的技術設備，為國家的建設事業服務。

本書是繼“長途電話基礎”和“載波電話”之後，介紹一些關於多路載波機設備的原理，包括調幅器，振盪器，諧波產生器，壓縮擴展器，濾波器，均衡器，和自動調節電平設備的原理。這本書的又一重點，是敘述各種十二路載波電話設備概況，包括長距離明綫和電纜，短距離明綫、電纜和長距離同軸電纜的多路載波電話，在敘述之後，簡單地提出多路載波電話設計的討論。另一章扼要地說明時間劃分、脈衝調制的多路電話。

這本書是供高等學校及技術學校有綫電信專業教學上的參考，以及從事長途機械工作同志業務自修之用。不過，必須承認，這本書介紹的載波機原理還是很膚淺的，尤其是提供討論的意見是不成熟的，誠懇地希望讀者同志們指教，以便繼續改進。意見請寄北京東四區六條胡同人民郵電出版社圖書編輯部。

張 煦 1955年7月 於上海交通大學

目 錄

序 言

第 一 章 長距明綫十二路載波電話

1—1	應用.....	(1)
1—2	頻率分配和搬移.....	(2)
1—3	方框圖和電平.....	(7)
1—4	個別電路設備.....	(14)
1—5	羣調幅設備.....	(23)
1—6	羣放大器.....	(35)
1—7	載波電源設備.....	(40)
1—8	領頻電源設備.....	(53)
1—9	領頻控制設備.....	(59)
1—10	自動調節電平設備.....	(66)
1—11	分向濾波器和綫路濾波器.....	(83)
1—12	傳輸性能.....	(91)
1—13	進局綫設備.....	(98)

第 二 章 長距電纜十二路載波電話

2—1	應用.....	(112)
2—2	方框圖和電特性.....	(114)
2—3	羣電路設備.....	(121)
2—4	載波電源設備.....	(130)
2—5	K—24型羣放大器和調節電平設備.....	(136)
2—6	K—2型羣放大器和調節電平設備.....	(146)

- 2-7 斯基羅弗萊克司(聚合苯乙烯塑料)電纜的優點..... (150)

第 三 章 短距明綫十六路載波電話

- 3-1 頻率分配與搬移..... (157)
- 3-2 載波終端機..... (160)
- 3-3 個別電路設備..... (163)
- 3-4 成雙電路設備和羣設備..... (165)
- 3-5 載波增音機..... (167)
- 3-6 濾波器..... (168)
- 3-7 傳輸性能..... (172)

第 四 章 短距電纜十二路載波電話

- 4-1 應用..... (174)
- 4-2 頻率分配..... (175)
- 4-3 壓縮—擴展器設備..... (178)
- 4-4 個別電路設備..... (181)
- 4-5 羣設備..... (183)
- 4-6 載波增音機..... (186)
- 4-7 訊號設備..... (190)
- 4-8 傳輸性能..... (193)
- 4-9 短距明綫和電纜載波電話的聯接..... (195)

第 五 章 多路載波電話設計討論

- 5-1 載波電話討論問題的範圍..... (199)
- 5-2 明綫十二路載波電話頻率方面問題的討論..... (201)
- 5-3 明綫十二路載波電話傳輸方面問題的討論..... (207)
- 5-4 明綫高四路載波電話設備問題的討論..... (211)
- 5-5 載波機中各單位設備選擇問題的討論..... (217)

第 六 章 同軸電纜多路載波電話

- 6—1 應用..... (221)
- 6—2 頻率搬移方法和方框圖..... (221)
- 6—3 錢路放大器..... (226)
- 6—4 自動調節電平設備..... (228)
- 6—5 遠距供電設備..... (230)
- 6—6 轉接和分接..... (232)
- 6—7 同軸電纜的構造和特性..... (234)
- 6—8 L—3型載波電話..... (238)

第 七 章 載波電話設備原理

- 7—1 環形調幅器..... (244)
- 7—2 橋形調幅器..... (269)
- 7—3 恆幅振盪器..... (279)
- 7—4 諧波振盪器..... (284)
- 7—5 飽和繞圈倍頻器..... (299)
- 7—6 再生調幅分頻器..... (304)
- 7—7 限幅器..... (311)
- 7—8 壓縮—擴展器..... (315)
- 7—9 濾波器並聯運用..... (334)
- 7—10 濾波器阻抗變換..... (347)
- 7—11 錢路濾波器和分向濾波器..... (352)
- 7—12 帶通濾波器..... (361)
- 7—13 晶體濾波器..... (381)
- 7—14 衰耗均衡器..... (383)
- 7—15 時延均衡器..... (406)
- 7—16 調節電平設備的種類和應用..... (410)

- 7—17 自動調節電平設備的動態過程..... (416)
- 7—18 熱控電阻在調節電平設備的應用..... (420)
- 7—19 調節網絡的電容分壓器..... (429)

第 八 章 時間劃分多路電話

- 8—1 時間劃分多路電話原理..... (434)
- 8—2 脈衝調制方法..... (443)
- 8—3 脈衝編碼調制..... (457)

第一章 長距明綫十二路載波電話

§ 1—1 應 用

*B—12*型、*J*型、*SOJ*型、*BSOJ*型十二路載波電話，是裝置在架空明綫三路載波電話之上的。長途電話的明綫，先裝置三路載波電話，等到話務發展，就加裝十二路載波電話。這樣，一對明綫上連同普通音頻電路就可以同時有十六個話路。

這種十二路載波電話可以傳輸的距離，遠達數千公里。每一載波電路的傳輸頻帶很寬，從150至3,550赫左右，如果載波電路是很長距離，由五對終端機的載波電路展接而成，則頻帶寬度仍是很寬，約從175至3,350赫。這種頻帶寬度與新式平衡電纜及同軸電纜上多路載波電話所傳輸的頻帶寬度相同。

明綫十二路載波電話使用的頻率範圍，是從36至143千赫，它有四種不同的頻譜，備供同一木桿上四對不同綫對的應用。它和其他明綫載波電話一樣，用二綫二頻帶制，自西至東的傳輸方向，採用36至84千赫的頻帶，自東至西的方向，則採用92至143千赫的頻帶。它採用多級調幅制，個別調幅後的羣頻帶，和平衡電纜，同軸電纜上多路載波電話一樣，是從60至108千赫。載波頻率絕大多數是4千赫的諧波，僅少數是與5千赫調幅而得。

十二路載波電話有自動調節電平設備，在兩個不同方向各有兩個不同的傾示頻率，可以在很寬的綫路衰耗變化範圍內自動調節均衡和增益。即使是嚴重的冰凍氣候情況，亦可以獲得自動調節。

十二路載波電話設備中，包含石英晶體濾波器、氧化銅調幅器

反調幅器、強負回授放大器、飽和磁心的諧波產生器。和特性很好的綫路濾波器，分向濾波器。

十二路載波電話的任一載波電路，可以用來傳輸話頻載波電報。裝有十二路載波電話的架空明綫，由於使用頻率很高，頻率範圍比三路載波電話擴展四倍以上，爲了避免串話和干擾，必須將明綫建築加以改進，必須採用比較精密的交叉，比三路載波電話的要求高得多。三路載波電話所用的加感進局電纜，不能通過十二路載波電話頻率，因此十二路載波電話的進局電纜必須採用不加感的紙絕緣電纜，或加感的圓片絕緣裸綫螺旋四綫電纜。

十二路載波電話發送終端機或增音機的輸出電平是+17分貝，它是以長途交換機發送0分貝電平爲標準而設計的。增音機的最低容許輸入電平，視綫路經過地區的雜聲電平和氣候情況而定。在潮濕氣候，如果沒有結冰，沒有電力綫或無線電台干擾，雜聲不太嚴重時，最低輸入電平約爲-11分貝，就是說，容許的潮濕氣候綫路損耗爲28分貝。這一限制比三路載波電話更嚴。十二路載波電話頻率較高，每公里的綫路衰耗大得多，尤其是冰雪情況下，高頻率的綫路衰耗增加極快。因此，十二路載波電話增音機的間隔距離，比三路載波電話的短。凡是與三路載波電話增音機一同裝置的十二路載波電話增音站，稱爲主增音站。凡是在主增音站相隔距離的中間，專爲十二路載波電話加設的增音站，稱爲輔助增音站，這些輔助增音站的設備，常常是設計得自動運用，即無人維護以減少維護的勞力。

§ 1—2 頻率分配和搬移

十二路載波電話沿綫路上傳輸的頻率，有四種不同的分配方法，

就是說，有四種不同的頻譜： NA 、 NB 、 SA 及 SB 。西至東方向十二路頻帶是從 36 至 84 千赫，稱為低段頻帶。東至西方向十二路頻帶，則是在 92 至 148 千赫範圍之內，稱為高段頻帶。

圖 1—2.1 示四種不同頻譜。從圖上可看出各載波電路的號數，它們每一路頻帶所佔的位置。

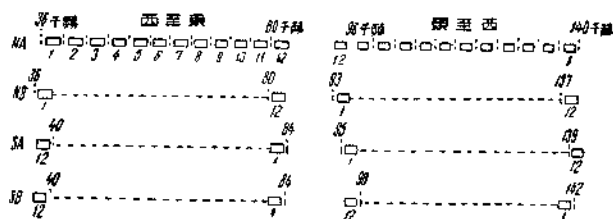


圖 1—2.1 十二路載波電話四種不同的頻譜

在西至東方向傳輸的低段頻帶， NA 與 NB 兩種頻譜完全相同， SA 與 SB 兩種頻譜亦完全相同。 N 與 S 頻譜，則有頻帶倒置的關係，以幫助減少隣近綫對可懂串話的影響。

在東至西方向傳輸的高段頻帶，四種頻譜都互不相同， NA 與 NB 兩種頻譜，不但存在着頻帶倒置的關係，並且各頻帶參差 3 千赫。 NA 與 SA 頻譜，亦有頻帶倒置關係，並且頻帶參差 1 千赫。同樣， SA 與 SB 頻譜，亦有頻帶倒置關係，頻帶亦參差 3 千赫。這種頻率分配可以減輕隣近綫對在高頻率的串話影響。或者說，有了這樣頻帶倒置和頻帶參差的分配以後，對於隣近綫對間串音衰耗的要求可稍降低些，亦就是綫路構造和交叉設計的要求可以稍許降低。

要獲得綫路傳輸的頻率分配，載波電話終端機中採用了多級調幅。其中第一級調幅是各路個別調幅，第二第三級調幅則為十二路羣調幅。

明綫十二路載波電話採用的個別調幅方法，和平衡電纜十二路載波電話、同軸電纜幾百路載波電話所採用的個別調幅方法完全一樣。圖1—2.2示這種個別調幅的頻率搬移。從圖上看出，有十二個

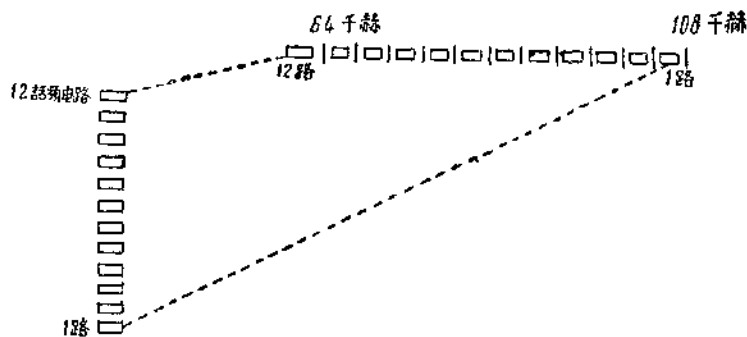


圖 1—2.2 個別調幅和反調幅的頻率搬移

不同的載波頻率，64、68……108 千赫。第一路與載波 108 千赫調幅，取其低邊帶。第十二路與載波 64 千赫調幅，取其低邊帶。十二個低邊帶整齊地排列着，從 60 至 108 千赫，成爲一個羣頻帶。

這樣一個十二路羣頻帶，要搬移到綫路上傳輸的頻譜位置，需要二級羣調幅。第一級羣調幅是不論那一傳輸方向，不論那一頻譜位置，都是同樣地採取羣載波頻率 340 千赫，將羣頻帶 60—108 千赫搬移到較高的位置，400—448 千赫。

圖1—2.3示兩級羣調幅的搬移。第二級羣調幅，採用什麼羣載波頻率，則要看什麼傳輸方向和什麼頻譜而決定。兩個傳輸方向一共有六種頻譜，因此第二級羣調幅一共有六個羣載波頻率。

在西至東的傳輸方向，要獲得 NA 與 NB 兩種傳輸頻譜，發信端的第二級羣調幅器採用載波頻率 484 千赫，羣調幅器的輸出，連

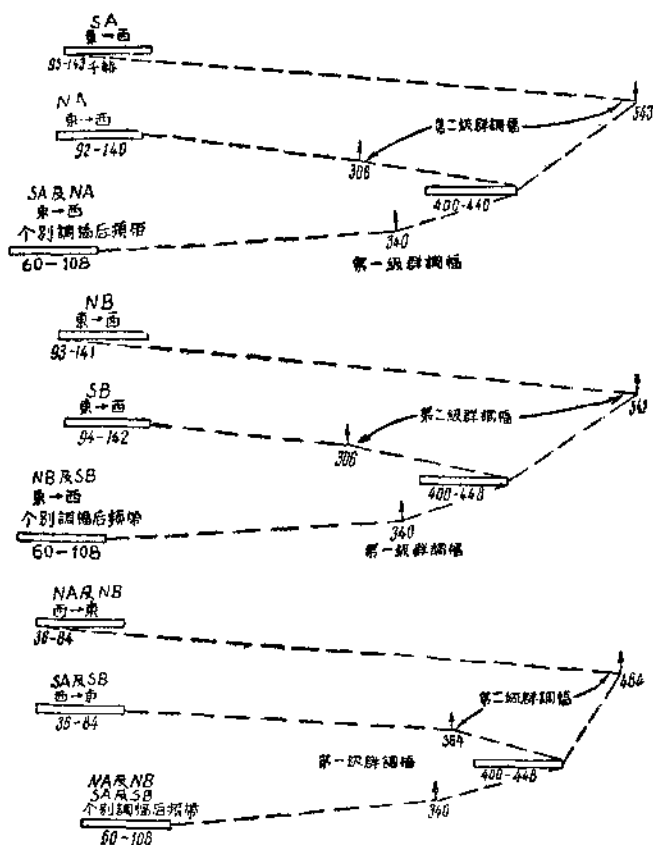


圖 1-2.3 羣調幅和反調幅的頻率搬移

有低通濾波器，選擇出相減的頻帶，484—(400至448)，就是36—84千赫，可以傳輸至綫路上去。在收信端，羣反調幅器採用同一載波頻率484千赫，將綫路上傳輸來的36—84千赫頻帶搬回至400—448千赫。

在西至東的傳輸方向，要獲得SA與SB兩種傳輸頻譜，發信端

的第二級羣調幅器採用 364 千赫的載波頻率，從調幅器的輸出選用相減的頻帶（400至448）—364，亦就是 36—84 千赫。在收信端羣反調幅器採用載波頻率 364 千赫，將綫路上傳輸來的頻帶 36—84 千赫搬回至 400—448 千赫。這兩種 S 頻譜，雖則佔據的頻率範圍與前兩種 N 頻譜相同，但各電路的話音頻帶是倒置的。

在東至西的傳輸方向，發信端從 400—448 千赫頻帶搬移至綫路上傳輸的頻帶，第二級羣調幅器對各種頻譜採用不同的載波頻率， NA 頻譜採用 308 千赫， SA 採用 543 千赫， NB 採用 541 千赫， SB 採用 306 千赫。在每一情形，羣調幅器輸出端連接的低通濾波器，選擇相減的頻帶， NA 頻譜為 92 至 140 千赫， SA 為 95 至 143 千赫， NB 為 93 至 141 千赫， SB 為 94 至 142 千赫。各電路的話音頻帶，有些是倒置的。收信端的羣反調幅，是採用與上述相同的載波頻率，將綫路上傳輸來的頻帶，搬回至 400—448 千赫頻帶。

自動調節電平所需要的領示頻率，對於不論那一種頻譜，都規定得一樣，藉以簡化中間增音機的設計。每一傳輸方向有兩個領示頻率，自西至東的傳輸方向是 40 和 80 千赫，自東至西的傳輸方向是 92 和 143 千赫。這些領示頻率，是指送至綫路上傳輸的領示頻率。爲了產生這些綫路上傳輸的領示頻率，發信端的第一級羣調幅器之前，須加入適當的領示頻率，經過兩級羣調幅，才得到需要的綫路上的領示頻率。由於自東至西傳輸方向第二級羣調幅器的載波頻率對各種頻譜是不同的，所以東端第一級羣調幅器之前加入的領示頻率亦應該不同，一種是 60 與 111 千赫，另一種則是 58 與 109 千赫。自西至東傳輸方向的頻譜範圍相同，因而西端第一級羣調幅器之前加入的領示頻率，祇須一種，64 與 104 千赫。在收信端，自綫路上傳來的領示頻率，經過兩級羣反調幅，再選擇出來應用。

§ 1—3 方框圖和電平

終 端 機

圖1—3.1示十二路載波電話終端機的方框圖，它不僅顯示了終端機的各主要單位，並且在電路各重要點上都註明正常運用的電平和阻抗數值。

十二路載波電話終端機包含下列各機架：

- (1) 話頻接綫架
- (2) 個別調幅架
- (3) 羣終端架
- (4) 個別載波與傾頻電源架
- (5) 羣載波電源架
- (6) 高頻接綫架

話頻接綫架是四綫連接，一面經由中間配綫架連往各話音電路的終端器（即混合綫圈），一面則直接連接各電路的個別調幅器和個別反調幅器。話頻接綫架亦可以用來將一部終端機與另一部終端機作成四綫展接，以延長通話距離。話頻接綫架又可用來監聽、測試和在載波電路中講話，使值機工作得以順利進行。

個別調幅架是將每二個電路的個別調幅器和反調幅器裝置成一單位，十二路載波電話就有這樣六個單位。個別調幅架的作用，是將各路話音頻帶搬移至60—108千赫頻帶範圍以內，又將60—108千赫範圍內各頻帶搬回至話音頻帶。個別調幅和反調幅利用同一組的十二個載波頻率，從64千赫至108千赫，它們每一個相隔4千赫。在發送方向，話音頻帶與這載波頻率個別調幅後，由晶體帶通濾波器選擇相減的頻帶，就是低邊帶，分別排列在60—108千赫範圍之

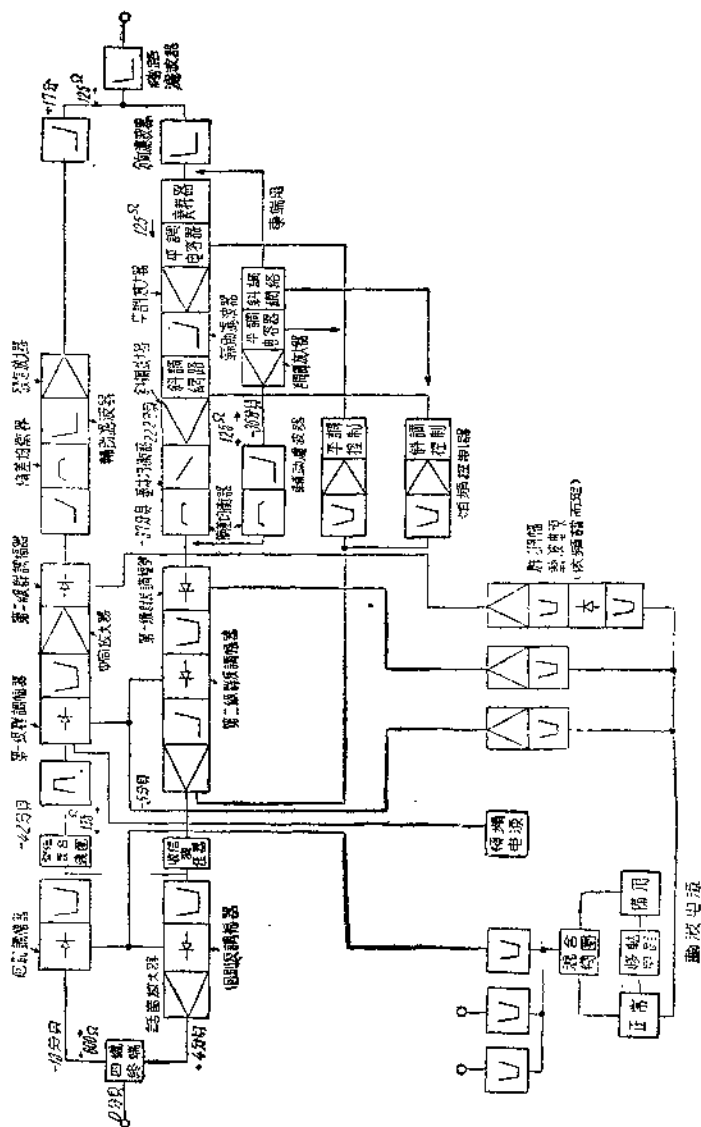


圖 1-5.1 十二路載波電話終端機方框圖

內。在收信方向，由晶體帶通濾波器將 60—108 千赫範圍劃分為十二個頻帶，各與載波頻率個別反調幅，獲得各路的話音頻帶。個別調幅和反調幅，是採用氧化銅橋形調幅器來完成的。

長途交換機接至載波機的電平是 0 分貝。經過混合綫圈，輸入至個別調幅器，此時正常電平是 -13 分貝。每一個調幅器與帶通濾波器之間，接入一可變衰耗器，調節它即可使各電路的電平相等。各路帶通濾波器的輸出，並聯起來成為一羣，經過發信混合綫圈，再經過高頻接綫架，進入羣終端架。濾波器並聯的地方，連一補償網絡，以改善最高和最低頻帶兩路的特性。加至羣終端架的電平，為 -42 分貝。

羣終端架收信方向的輸出，經過高頻接綫架，而至個別調幅架，這時電平為 -5 分貝。經過收信變壓器，連接十二只並聯的晶體帶通濾波器，並聯地方亦有補償網絡。個別反調幅器之後，有話音放大器，平均增益約 34 分貝，可以由話頻接綫架中的可變電阻調節。話音放大器的正常輸出電平為 +4 分貝。

十二路個別調幅的輸出會合成為 60—108 千赫羣頻帶，加到羣終端架的發送電路，經過帶除濾波器，進入第一級羣調幅器。同時領示頻率的電源，亦接至第一級羣調幅器的輸入。在西端終端機，帶除濾波器將兩個與領示頻率相同的載波漏餘阻止，以免干擾領示頻率的正確運用。在東端終端機，帶除濾波器將全部載波漏餘抑止，因為在這東至西的方向，鄰近綫對上的頻譜分配是參差的，一對綫上如有載波漏餘，它感應到鄰近綫對去，會產生固定音調的串音。

在第一級羣調幅器，將十二路的羣頻帶 60—108 千赫搬移至 400—448 千赫，它是高邊帶，由帶通濾波器選擇出來。這一羣調幅步