

K-12型 12路电缆载波电话系统

苏联邮电部技术处編

人民邮电出版社

K—12型12路電纜載波電話系統

蘇聯郵電部技術處編

人 民 郵 電 出 版 社

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ СССР
ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНИКА СВЯЗИ
12-КАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА
ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТЕЛЕФОНИРОВАНИЯ
ПО КАБЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ СВЯЗИ
(ТИПА К-12)

ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК
СВЯЗЬИЗДАТ 1954

內 容 提 要

本書敘述К—12 型機械終端及中間增音設備的特性，电路原理和設計要点。書中对羣变频、自动电平調節、頻率發生器及远程供电設備敘述較詳，特別是对綫路放大器的特性和設計要求，結合实例作了分析。書中并闢有專章，論述裝設К—12型系統的電纜干綫的設計問題。

本書由北京邮电学院長途電話教研組胡健栋、王蘊緯、王明鑑、黃庚年、宓冠泉、倪維楨、汪潤生等集体翻譯。

К—12 型12路電纜載波電話系統

著 者： 蘇 聯 郵 電 部 技 術 處 編
譯 者： 胡 健 栋 等
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13號
發 行 者： 新 華 書 店

1957年4月南京第一版第一次印刷 1—2,067册
850×1168 1/32 80頁 印張5 插頁2 印刷字數120千字 定價(11)1.10元

★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八號★

統一書號：15045·總596-有104

序

在战后几年里，苏联長途電話網中采用了几种新型的國產的多路高頻電話机械。K—12型机械的試制工作，是由电站和电机工業部及邮电部研究机关的工作人員集体完成的。

B—3、B—12、BYC—12机械是复用架空綫路的典型机械；而K—12和K—24等机械則是复用不加感電纜回路的典型机械。

在制定新的复用系統时，对長途通信設備的統一化進行了巨大的工作。在新制成的系統里，有很多部件是各長途通信系統通用的，因此簡化了机械的生產和維護工作。

苏联共產党第十九次代表大会在1951年—1955年的五年計劃中，指定將長途電纜的長度約增加一倍，所以在長途通信中將更多地应用電纜复用机械。为了更有成效地运用長途報話電纜干綫，通信工程技術人員有必要熟悉K—12、K—24系統。

本書包括K—12机械及其部件的技術数据和工作原理的說明。書內也說明了K—12系統所复用的干綫的設計問題，以及对称電纜的多路复用系統的綫路放大器的設計問題。

本書包括的資料，可以幫助維護人員掌握K—12設備，同时对設計部門的工作人員和通信学院的大學生們也是有用的。

本書由試制K—12型机械的工作人員們集体寫成。第一章由格·格·包洛德久克所寫，第二章由格·格·包洛德久克和恩·馬·得里阿茨基所寫，第三章由犹·特·法尔別尔所寫，第四章由阿·也·茲納明斯基和阿·格·米尔庫洛夫所寫，第五章由愛·馬·洛金斯基，阿·也·茲納明斯基和伯·夫·洛特可夫所寫，第六和第七

章由阿·斯·伯洛漢所寫，第八章由格·潑·切哈諾夫所寫，第九章由猶·特·法爾別爾所寫，第十章由阿·夫·貝爾茨基，阿·也·茲納明斯基和阿·路·米爾庫洛夫所寫。

所有對本書的意見請寄到蘇聯郵電部技術處或者郵電出版社
(Москва—центр, Чистопрудный Бульвар, 2)。

蘇聯郵電部長途電話總局

蘇聯郵電部技術處

目 录

序

第一章 K—12机械的基本数据	(1)
第一節 概述	(1)
第二節 終端站和中間站的方框圖	(4)
第三節 机械的电源和电子管	(9)
第二章 羣变頻設備	(11)
第一節 發送和接收支路中的羣变頻器	(11)
第二節 羣路中的濾波器	(15)
第三節 輔助放大器	(17)
第四節 羣变頻設備的特性及裝配	(18)
第三章 K—12系統的中間增音站	(20)
第一節 概述	(20)
第二節 中間增音机在電纜干綫上的分布	(22)
第三節 自动电平調節設備在中間站上的設置	(31)
第四章 綫路放大器	(35)
第一節 概述	(35)
第二節 放大器的原理圖	(37)
第三節 綫路放大器的程式	(42)
第五章 傳輸电平自动調節設備(APY)	(48)
第一節 概述	(48)
第二節 可变均衡器	(52)
第三節 領頻接收器	(59)

第 四 節 設備的穩定度和裝有自動電平調節設備的干綫的過 波現象.....	(66)
第 六 章 振盪器設備.....	(68)
第 七 章 遠程供電設備.....	(72)
第 一 節 概述.....	(72)
第 二 節 用通信電纜心綫供電的方框圖.....	(75)
第 三 節 遠程供電架(CAH—1).....	(79)
第 四 節 遠程供電架(CAH—2).....	(81)
第 五 節 引入轉換設備.....	(83)
第 八 章 K—12型機械的結構.....	(84)
第 一 節 設計機械結構的基本原則.....	(84)
第 二 節 機械的個別設備在結構上的特點.....	(92)
第 三 節 電源和信號設備.....	(93)
第 四 節 機架和站內設備的組合.....	(96)
第 九 章 K—12系統復用的干綫的設計問題.....	(100)
第 一 節 干擾功率的確定.....	(100)
第 二 節 K—12型放大器串入通路的可容許的固有干擾功率 的確定.....	(107)
第 三 節 干綫上增音站的分布和電平圖的確定.....	(108)
第 十 章 對稱電纜多路系統中的綫路放大器的一些設計 問題.....	(114)
第 一 節 綫路放大器的基本特性.....	(114)
第 二 節 具有負回輸和可調頻率特性的放大器的設計.....	(118)
第 三 節 回輸放大器的穩定度.....	(132)
第 四 節 綫路放大器設計舉例.....	(152)

第 一 章

K—12机械的基本数据

第一節 概 述

12路系統的 K—12 型机械是供紙繩絕緣星絞对称（不加感）电纜綫路用的，电纜心綫为直径1.2公厘的銅綫。这种机械（在不大的改动下）也可以用在相似的聚苯乙烯絕緣电纜綫路上。

采用四綫制时，K—12 机械可以得到12个电话通路，各通路的有效傳輸頻帶为 300 到3400赫。如果采用四次轉接，可以組成长达10,000公里左右的通信。在电纜綫路上傳輸的頻帶为12到60千赫。上述紙繩絕緣电纜在这一頻帶內的每公里衰耗和波阻抗的頻率特性示于圖1.1。为了保証不同傳輸方向的綫对間具有所要求的很高的串話衰耗，可將不同傳輸方向的綫对分置在不同的电纜中，也就是采用双电纜通信制。

K—12 系統的每一个通路都可以用作調幅或調頻的多路音频电报通信（12个通路中同时用作音频电报通信的最多不超过2路），以及傳真电报通信。联合2个或3个电话通路，并利用輔助設備，可以長途傳輸藝朮广播。

在 K—12 机械中，音频須經過兩級变频才变换到綫路頻譜內。第一級变频是分別地对每一个通路進行的；第二級变频是羣变频——对所有12个通路是公共的。第一級变频采用的分路变频設備，完全和 B—12系統的相应設備相同。各分路設備輸出的电流佔据自60至108千赫的頻譜。羣变频利用的載波电流，其頻率为120千赫。

羣變頻后，電流頻率與綫路頻譜相符，自12至60千赫。

K—12 機械的綫路放大器，放大在12至60千赫頻域內的電流。綫路放大器採用經濟的电子管，以便能够對2/3的中間放大器實行遠程供電。遠程供電利用的導綫，即高频通信電纜心綫。所有遠程供電的增音點，不需裝置昂貴的電源設備，也不需要經常的維護技術人員。

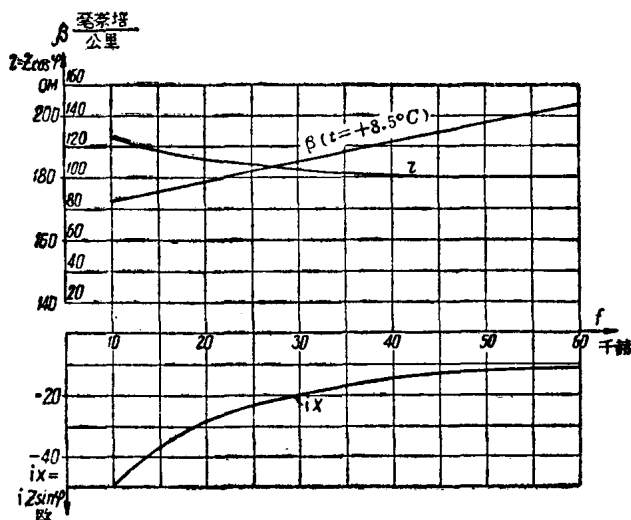


圖 1.1 星絞紙絕緣不加感電纜（銅心綫，心綫直徑為1.2公厘）的每公里衰耗和波阻抗的頻率特性

在綫路放大器內，應用深度的負回輸，並且在負回輸電路中設有部分調節，以在一定的增音段長度下調節增益頻率特性，这样就降低了放大器中的熱雜音和通路間非綫性相互干擾的影響。由於降低了干擾，所以在相同的通路的干擾定額下，這一系統的增音段長度和总的最大通信距離數值可以超過一般類似的對稱電纜通信系統的相應數值。在K—12系統中增音節長度是自20至57公里，相當於在60千赫時的最大電纜段衰耗——8.5奈培。轉接段長度可以達到

2000公里。

所有上述特点，使K—12系統在通信的基建費用和維護費用方面都非常經濟，并且可以保證高質量的長距離的電話通信。

在K—12系統的終端机和增音机的輸出端，每一路的相對發送電平是+0.5奈培（按功率）。各通路的傳輸電平和淨衰耗在音頻時的数据是所有的近代國產長途高頻通信系統的标准数据。在四綫制時，通路輸入端的相對電平是-1.5奈培，輸出端的相對電平是+0.5奈培。在二綫制時，通路淨衰耗當 $f=800$ 赫時為0.8奈培。

如所周知，當電纜埋設在地下并有一定的深度時，電纜衰耗隨時間的变化比架空明綫的变化要小得多。但是，在距離很長時，電纜綫對的總衰耗將很大，這時由于周圍介質溫度的变化而引起的電纜衰耗變動也可能達到相當大。對K—12系統來說，在頻率為12千赫時溫度每變動 1°C 的最大衰耗變動可達 2.6×10^{-4} 奈培/公里。一般電纜的埋深為0.8米，在這樣深度處的土壤溫度一年中的变化表示于圖1.2。這一曲綫可以認為適合蘇聯歐洲部分的大部分地區。從圖1.2可以看到一年中最大的溫度變動可達 $20-22^{\circ}\text{C}$ 。因此，長度為1000公里的電纜綫路在一年中的最大衰耗变化接近5.2奈培。為了保證通信正常進行，在中間站和終端站設置了自動電平調節設備（APY），借以改变中間增音站和終端站的增益，來補償上述的衰耗变化。同時，K—12系統中所採用的自動電平調整設備，不同于以前的高頻通信多路系統中所採用的用電磁機械（電動機、選擇器、繼電器）來動作的自動電平調節設備。在K—12系統內採用的自動電平調節設備是純粹的電氣式的，其中利用由溫度控制的電阻，即熱敏電阻。電氣式自動電平調節設備使整個設備得到簡化，并且費用較便宜，維護也較簡單。

在K—12機械內，有很多單個部件的設計貫徹了和B—12型明

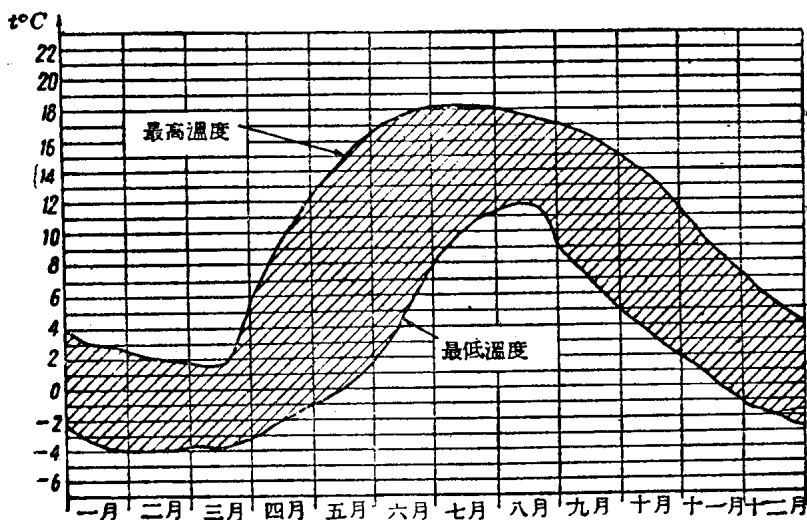


圖 1.2 一年中深度為 0.8 米處的土壤溫度隨時間而變化的曲線

綫12路機械統一的原則。除了以上所提到的單路變頻設備外，屬於這類單個部件的還有音頻呼叫設備、差動系統、音頻(四綫)轉換設備、載波電源設備(分路載波電源部分)。B—12型機械的大部分部件與後來製造的K—24型24路機械的部件相同，也有一部分部件和B—3型3路機械的部件相同。

第二節 終端站和中間站的方框圖

K—12機械的終端站的方框圖表示於圖1.3中。

用戶話機所送出的講話電流，從長途交換台送出，通過相應通路的音頻呼叫設備，然後進入到差動系統AC，使通路的二綫部分轉換為四綫部分。至此，講話電流繼續流過供測量和轉換通路用的四綫轉換插口，進入單路變頻器M^①。

① 在發送支路內，可以接入限幅器，用以切去講話電流的過大的“巔峯”。

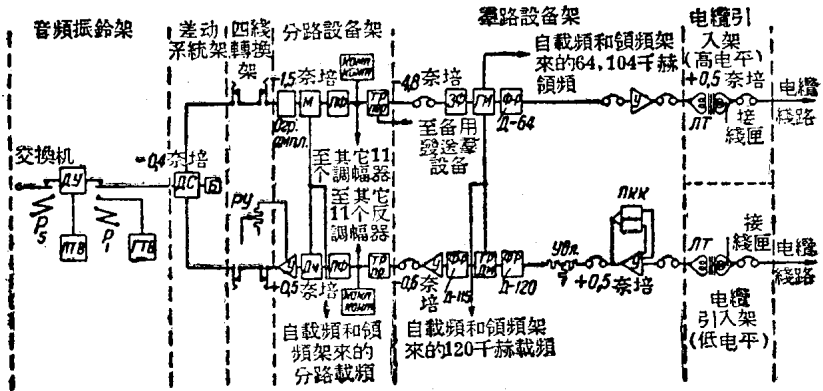


圖 1.3 終端站方框圖

ДУ—差动設備 ПТВ—音頻呼叫接收器 ГТВ—音頻呼叫振盪器 ДС—差
动系統 Б—平衡網絡 М—調幅器 У—放大器 ДМ—反調幅器 ПФ—帶
通濾波器 Комп.Конт—补偿網絡 Тр.пер.—發送變量器 Тр.Пр—接
收變量器 ЗФ—帶阻濾波器 ГМ—空調幅器 Ф.Р—濾波器 Гр.Дм—羣
反調幅器 УДЛ—衰耗器 ПКК—鎖頻接收器 ЛТ—綫路變量器 Гн—塞
孔

經過分路變頻以後，講話電流的頻率被移到自60至108千赫的總頻譜的一個頻帶內。為了抑制在變頻中所產生的另一個邊帶電流，採用了由晶体或別種壓電諧振器構成的帶通濾波器 $\Pi\Phi$ 。

以后，60到108千赫频谱内的信号电流经过发送差动变量器 $Tp.nep$ ，进入羣变频率器 FM 。差动变量器是用来使带滤波器的输入阻抗（额定值为600欧）和羣路的输入阻抗（额定值为135欧）相匹配的。此外，利用差动变量器可将各分路设备换接到发送支路内的备用羣路设备上，使通信通路不中断工作。

在差动变量器和 羣變頻器之間接入帶阻濾波器 3Φ ，用來抑制與領頻電流相同的漏洩載波電流。

羣變頻器是由氧化銅整流器組成的環形電路。在羣變頻器中利用120千赫的載頻把60—108千赫頻譜變為12—60千赫的棧路頻譜。

在羣變頻器的輸出端接有低通濾波器 Δ —64，它只通過變頻器所產生的總電流中的下邊帶電流。以後，電流進入發送放大器 $\mathcal{V}$ 的輸入端。發送放大器把電流的相對電平提高到 +0.5 奈培（對每一路）。從發送放大器輸出的電流經過綫路變量器 $\mathcal{M}$ 進入綫路。綫路變量器用來使羣路的輸入阻抗 (135 歐) 和綫路的波阻抗 (額定值為 180 歐) 相匹配的。此外，利用變量器綫路側的綫圈中心點，可以遠程供電給最接近的中間增音機。

在終端機的接收支路中，電流從綫路經過綫路變量器進入接收綫路放大器 $\mathcal{V}$ ，使其相對電平提高到 +0.5 奈培。接收綫路放大器輸出的、12—60 千赫綫路頻譜內的電流，經過低通濾波器 Δ —120 進入羣變頻器 $\Gamma p. \Delta \mathcal{M}$ 。接收羣變頻器和發送羣變頻器的結構是一樣的，在其中利用 120 千赫的載頻使電流移入 60—108 千赫的頻譜內。濾波器 Δ —120 的作用，是防止 180—228 千赫頻譜內的干擾電流滲入羣變頻器，否則這些干擾電流經過變頻以後也會落在 60—108 千赫的頻譜中，以致加高通路中的干擾電平。

在接收羣變頻器的輸出端接入低通濾波器 Δ —115，它抑制變頻器中所產生的上邊帶電流。頻帶為 60—108 千赫的電流經過濾波器 Δ —115 以後，進入輔助放大器 $\mathcal{V}$ 的輸入端，輔助放大器將這電流的相對電平提高到 -0.6 奈培。以後，電流進入各通路的帶通濾波器 $\Pi \Phi$ 和分路變頻器 $\Delta \mathcal{M}$ 。

在接收支路的分路變頻器中，利用與發送支路分路變頻器中的帶通濾波器一樣的帶通濾波器，使總的電流頻譜按相應的 12 個通路分開，並且變換成音頻頻譜。此後這些電流被低頻放大器 $\mathcal{V}$ 放大，並且經過轉換塞孔而送到差動系統 $\mathcal{AC}$ ，再繼續經過音頻呼叫設備，到達用戶話機。

在 K—12 機械中，分路變頻器和羣變頻器的載波電流是由一總

的發生器供給的。發生器輸出的全部所需頻率的電流，都是基本頻率4千赫的諧波。分路變頻器的載頻電源設備，上面曾談過，是和B—12系統的發生器設備完全一樣的。至于羣變頻器的120千赫載頻電流，則是利用選擇放大器，在這放大器的輸出端接一個晶體帶通濾波器，從具有4千赫偶次諧波的發生器分出的。

K—12系統的中間增音站，大部分（幾乎佔總數的 $\frac{2}{3}$ ）是最簡單的沒有自動電平調節設備的站。這種中間站是由鄰近的較複雜的中間增音站或是終端站沿電纜心綫遠程供電的。維護這些站就不需要常駐的技術人員。

無自動電平調節設備的中間站的方框圖，示於圖1.4。在各個12路系統中，這種站都主要是由兩個綫路放大器組成，分別放大兩個

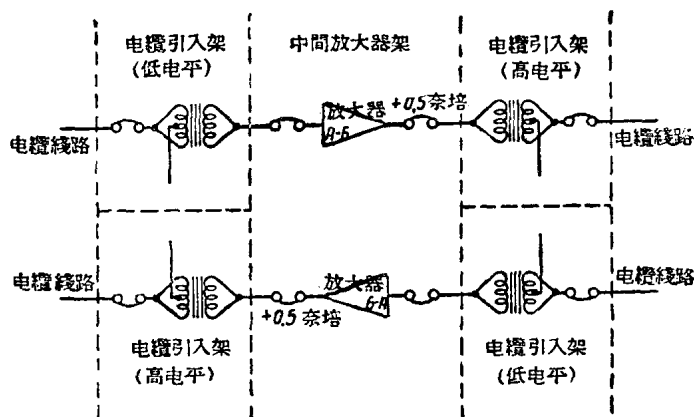


圖 1.4 無自動電平調節設備的中間站方框圖

相對方向的、頻譜為12—60千赫的電流。在綫路放大器的輸入端和輸出端接有綫路變量器，用來使機械的輸入阻抗（約135歐）和綫路的波阻抗（額定值為180歐）相匹配。

在個別情況下，沒有自動電平調節設備的中間站內也可以設置本地電源設備。

在干綫上，每隔 2 个无自动电平調節設備的增音站接入一个具有自动“平”調电平調節的站。平調电平調節改变的增益值，对整个工作頻帶內的頻率都是相同的。这类增音站由本地电源供电，而且需要常駐的技朮人員維護。有自动平調电平調節設備的中間站的方框圖，見圖1.5。这种站和上述无自动电平調節設備的增音站的主要区别，只在于前者具有領頻接收器 $\Pi p. KK$ （領頻接收器接在綫路放大器輸出端），并且在綫路放大器內有自动調節的輔助設備。这些輔助設備由領頻接收器來控制。

每隔 8 个有平調設備的增音站接入一个較更复雜的增音站。在这种增音站內裝有平調和斜調的自动电平調節設備，并裝有本地电源設備。裝有平調和斜調自动电平調節的站的方框圖与圖 1.5 的区别，僅在于加有第二个領頻接收器，它和第一个領頻接收器的接法

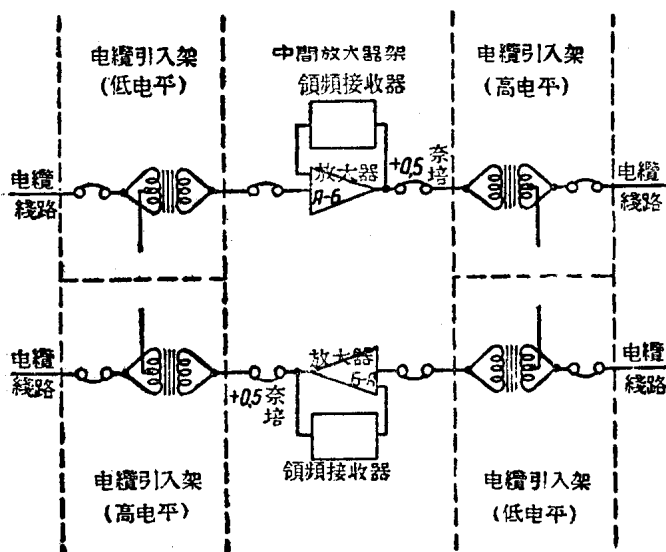


圖 1.5 裝有自动平調电平調節的中間站方框圖

一样，用来控制线路放大器内的设备，以改变增益 频率 特性的斜度。

第三節 机械的电源和电子管

K—12机械的电源使用直流电。用本地供电时需要二种电源：信号和灯丝回路电源；屏极回路电源。对终端站和中間站來說，这些电源的电压須穩定到准确度为 $\pm 3\%$ 。灯丝回路的額定电压是21.2伏，屏极回路的額定电压是206伏。

对无自动电平調節設備的中間站的远程供电，采用額定值是220伏的屏极电压。远程供电的电压，用K—12机械内远程供电設備中的炭調整器來穩定。

K—12各机架的灯丝和信号电路、屏极电路的平均耗电值，列于表1.1中。对信号电路耗电的統計，只考慮作用時間較長的信号設備。

K—12机械采用的电子管，与B—12机械中的相同，型号是T0—1和T0—2。此外，还采用了电子管10Ж1Л, 12Ж3Л。电子管10Ж1Л用于线路放大器中（本地供电站的接收和發送放大器），也用于自动电平調節設備的接收器中。电子管12Ж3Л用于远程供电的线路放大器中。在初期制造的K—12机械中，远程供电的放大器是用12Ж1Л旁热式电子管的。但是，由于这些放大器中串联着8个电子管的灯丝，所以在正常工作情況下陰極和灯絲間的电压可达到100伏左右。当灯丝回路切断时（例如从管座上拔出一个电子管时），这一电压就可以升高到供电站加在供电回路起端的電纜心綫上的全电压值（約200伏）。由于12Ж1Л电子管在設計时沒有考慮到在陰極和灯絲間有这样高的电压，因此这种电子管的工作不可靠。为了消除这一缺点，制造了旁热式12Ж3Л电子管。电子管12Ж3Л和12Ж1Л

的區別，是前者提高了陰極和燈絲間的絕緣強度。此外，由於遠程供電的放大器內電子管的燈絲是串聯的，所以設計 12Ж3Л 電子管時，不象設計一般的無線電電子管那樣按加在燈絲上的恆定電壓設計，而是按流过燈絲的恆定電流設計。

電子管 10Ж1Л 和 12Ж3Л 是小功率的五極管，除了燈絲電壓以外，它們的參數和特性完全一樣。互導的額定值是 1.5 毫安/伏，而內阻是 1.3 兆歐。在非直線性系數為 10 % 時輸出功率約 0.2 瓦。電子管 10Ж1Л 的燈絲電壓為 10 伏，這時燈絲的額定電流為 95 毫安。電子管 12Ж3Л 在額定燈絲電壓 12.6 伏時的燈絲電流為 75 毫安。

機械的電源電流消耗表

表 1.1

順序 號	架 的 名 稱	電 流 消 耗 安		說 明
		燈絲電池	屏極電池	
1	音頻呼叫架(СТВ).....	2.9	0.11	一個12路系統
2	四錢換接架(СЧК).....	0.64	0.01	一個架
3	分路變頻架(СИП).....	1.9	0.085	一個12路系統
4	導設備架(СГУ).....	0.96	0.1	一個12路系統
5	載頻和頻發生器設備架(СНН)	7.7	0.5	一個架(10個系統)
6	電纜回路信號和測試架(СКЦ)....	0.25	—	一個架
7	裝有自動平調電平調節設備的中 間增音机架(СПУ).....	0.64	0.08	一個12路系統
8	裝有平調和斜調自動電平調節設 備的中間增音机架(СПУ).....	0.9	0.12	一個12路系統
9	遠程供電的無自動電平調節設備 的中間增音机架(СПУ).....	—	0.13	一個12路系統
10	本地供電的無自動電平調節設備 的中間增音机架(СПУ).....	0.4	0.05	一個12路系統