

有线广播系統的 远距离測量

苏联 B.A. 紐連別尔格 著

張 国 栋 譯

人 民 郵 電 出 版 社

內 容 提 要

這本書總結了莫斯科市有綫廣播網對 莫斯科有綫廣播系統 的主要質量指標進行維護測量的工作經驗。書中敘述了遠距離測量的方法和製造測量設備的原理。研究和運用這些經驗，將能幫助各個有綫廣播站的工程技術人員來提高有綫廣播的聲音傳送質量。

有綫廣播系統的遠距離測量

著 者:	蘇 聯 B.A. 紐 連 別 爾 格
譯 者:	張 國 棟
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 78 1956 年 8 月 南 京 第 一 版 第 一 次 印 刷 1—4,000 冊
787×1092 1/32 22 頁 印 張 1 $\frac{12}{32}$ 字 數 26,000 字 定 價 0.20 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.

前 言

提高有綫廣播傳送的聲音質量，是擺在蘇聯無線電化工作人員面前的最重要任務之一。有效地解決這一任務的方法是改善收信和放大設備，提高有綫廣播站的功率，改善綫路設備和用戶揚聲器的質量。對有綫廣播站和廣播網的主要工作技術指標進行有條理的，有系統的監測，在獲得高質量的有綫廣播方面具有重大的意義。

本講義總結了莫斯科市有綫廣播網對莫斯科有綫廣播系統的主要質量指標進行維護測量的工作經驗。

在講義中敘述了遠距離測量的方法和製造測量設備的原理。

同講義的作者一道參加這些工作的有莫斯科市有綫廣播網實驗室的工程師Л.З.巴皮爾諾夫、С.Ф.卡拉瓦耶娃、В.Г.瑞爾諾夫、И.А.薩雷切夫。在擬制設備時，莫斯科市有綫廣播網的總工程師И.А.沙姆申作了許多指示。

研究和運用莫斯科市有綫廣播網的經驗，將能幫助各個有綫廣播站的工程技術人員來提高有綫廣播的聲音傳送質量。

對本講義的各項意見，請寄到蘇聯郵電部技術處或郵電出版社(莫斯科。Москва центр, Чистопрудный Бульвар, 2)。

蘇聯郵電部技術處

В.А.НЮРЕНБЕРГ
ДИСТАНЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТРАКТОВ
ПРОВОДНОГО ВЕЩАНИЯ
СВЯЗЬИЗДАТ 1954 МОСКВА

目 録

前 言

1. 緒 言..... (1)
2. 有綫廣播系統示意圖..... (2)
3. 測量方法和測量儀器..... (6)
4. 測量設備接入中央增音站的方法和測量技術..... (29)
5. 測量信號發送器..... (34)
6. 指示器..... (35)
7. 對有綫廣播系統組織技術監測的原則..... (39)

1. 緒 言

對有綫廣播電路中的各個部分的質量指標正確地組織系統監測，並把它們維持在規定的水平，就能在很大程度上改善廣播傳送的聲音質量。

技術監測的工作人員應該能夠預防設備在工作中發生缺點，有了缺點應該能夠發現它們，確定它們發生的原因，並能採取具體措施以求最快地消除這些缺點。

對有綫廣播系統質量指標的監測，特別是在大城市的有綫廣播站中進行質量指標的監測是會遇到很多困難的，因為在一晝夜的大部份時間中，都在不停地進行着廣播，同時固定設備非常分散，而兩級或三級網路的綫路設備又具有極多的分支。必須對許許多多單個的設備進行監督和測量，這就需要很多的技術人員和各種各樣的測量儀器。

有綫廣播網在日間幾乎是沒有間斷地工作着，這有時就給在不妨礙節目傳輸的條件下進行測量造成了不可克服的困難。

在沒有傳輸的情況下進行測量時，分站功率放大器的饋綫網負荷被代之以等值電阻。這樣會使放大器的工作情形發生變化，但若不切斷用戶網而進行各項測量時，就會使用戶聽到許多噪聲。

由於這些原因以及許多其它的情況，所以很少進行測量。

而只是用聽覺來進行維護監測。

合理的技術測量，必須以對廣播系統和設備的工作作客觀的計量（根據測量儀表的讀數）為基礎。正確地運用《聽聲音》的主觀監測辦法則可以補充客觀監測的不足。

因此，維護測量最有效的辦法是那些能夠在有傳輸的時間對有線廣播設備的工作進行有系統的客觀監測，而又不使聽衆聽到干擾的辦法。

如果全部或大部分的測量都能在不使用外加測量信號（音頻的或其它頻率）的條件下進行，就可以完滿地解決上述問題。但是以這個測試原則為基礎的現有電路，具有嚴重缺點，即設備非常複雜笨重，對個別的技術指標（例如，非直綫失真等等）的數量測量得不夠清楚。

莫斯科市有線廣播網實驗室以大部分測量都利用發送短時信號來進行的辦法為基礎，擬訂和採用了一套測量方法和技術，這些測量方法能夠避免上述的和許多其他的缺點。

2. 有線廣播系統示意圖

為了保證傳輸聲音能有很高的質量，必須使有線廣播電路不引起超過規定限度的失真和干擾。圖1中是有線廣播電路的示意圖，此電路由以下各主要部分構成（未包括通至有線廣播站的傳送綫）：

- 1) 中央增音站（ЦУС）的放大器和綫路輸出裝置；

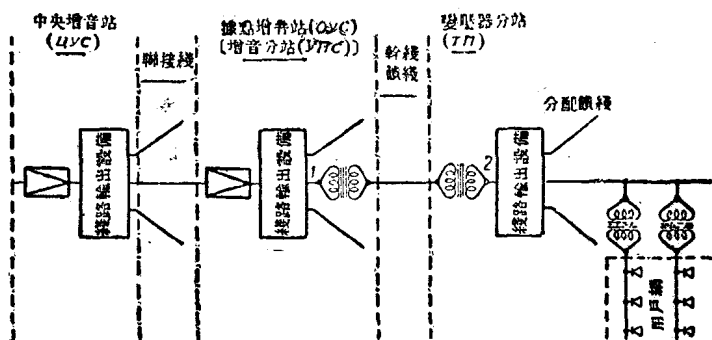


圖 1. 有綫廣播系統示意圖

- 2) 和據點增音站 (ОУС) 或增音分站 (УПС) 的聯接綫;
- 3) 據點增音站或增音分站;
- 4) 干綫饋綫 (具有三級的網路);
- 5) 帶有分配饋綫盤的變壓器分站 ТН;
- 6) 分配饋綫;
- 7) 用戶綫;
- 8) 用戶設備。

有綫廣播系統的特點決定了對組織和實現技術監測的方法要提出一些特殊要求。

從中央增音站的輸入端起到用戶點止，有綫廣播電路要經過多次的分支；所有引到各分站的連接綫，通常都是由中央增音站的共用放大器的輸出端供給聲音電能。然後傳輸電路按照所要供給的據點增音站或增音分站的數目分成支路。在據點增音站或增音分站的輸出端，電路按照干綫饋綫的數目分成支

路，依此類推下去——一直到用戶網的插座。

有綫廣播系統的全套設備，可以分成兩個基本部分——站內設備和綫路設備。

第1部分（站內設備）包括中央增音站、據點增音站、增音分站的放大器和換接裝置。這部分設備最需要監視和監測，因為它們最可能出毛病（工作狀態改變，電子管燒毀等）。此外，每個站內設備單位，都關係着許多用戶點的工作，所以最不希望在這裏發生干擾和失真。

第2部分（綫路設備）包括干綫饋綫和分配饋綫，用戶綫，變壓器，分配裝置和用戶裝置。有綫廣播系統中的這一部分，在維護過程中一般不應該使傳輸的主要質量指標發生變化，但是由於它的分岔很廣，結構上有些特殊條件（露天的綫路，室內佈綫），所以容易遭受損壞和事故，可能發生斷綫，短路，絕緣破壞，一條或兩條電綫接地等等情況。

維護工作也相應的分成兩部分：即站內設備的維護和綫路設備的維護，前者由站內維護人員擔任，後者由綫路維護人員擔任。在大城市中，這些維護人員有時按照城市區域劃分的特點分成維護處（或維護段）。

現有的測量技術水平和實際條件還不能保證對有綫廣播系統中全部段落毫無例外地都進行不間斷的監測。因此系統中的分支最多的部分（用戶綫和用戶點）仍然是由聽衆自己來進行監督。聽衆發現有了毛病，就發出一種信號，在大多數情況之下，就只能根據這個信號去修復障礙。在站內設備方面，用某

些客觀監測方法可以完全解決對這些設備進行極仔細的監視的問題。

莫斯科有綫廣播網的維護經驗和在創造特殊測量儀器方面所進行的探討工作，使得有了可能去克服現存的困難，並能對有綫廣播網的所有主要環節的工作建立起完全精確的客觀監測系統。

把全部站內設備由中央增音站集中控制，是對站內設備的工作進行合理集中監測的先決條件。除去不間斷的主觀監測（監聽）以外，還必須在實際工作的條件下，即在有饋綫負荷的條件下，對據點增音站和增音分站的質量指標進行系統的測量。這些測量必須在很短的停播時間內進行，或是在廣播進行過程中進行，但決不要使聽衆聽到很大的干擾。

按照圖 1 中的示意圖，對增音分站的工作的監督應在點 1 處進行，而對據點增音站的工作的監督，則應在點 2 處進行，即將幹綫饋綫這一段包括在內。點 1 和點 2 對於從中央增音站進行遠距離測量是非常方便的，因為這兩點通常有綫路和中央增音站聯接，可用以發出各種控制信號和對聲音進行監聽。

在綫路設備中，最好是對所有部分都能進行《直接的》測量（從分配饋綫的始端到每一個用戶點）。但是就連提出這一任務的本身，大概也是不現實的，因為要測量的用戶收音點是太多了。因此，對綫路進行系統測量的範圍，實際上只限於對分配饋綫的輸入阻抗、絕緣阻抗和衰耗進行測量。

3. 測量方法和測量儀器

總 則

確定有線廣播系統中聲音質量的主要維護測量是：

- 1) 非直線性失真測量，
- 2) 頻率失真測量，
- 3) 雜音電平測量。

要進行這些以及其它的測量，都需要直流或交流電源（雜音電平的測量例外）。例如，爲了測量綫路的絕緣電阻，必需有直流電源；爲了描繪頻率特性曲綫和測量非直線性失真，就需要有能發出一個或幾個聲音頻率的振盪器。

就拿廣播信號本身用作測量信號的想法並不新奇，而且在研究廣播測量儀器的科學著作中已經有過闡述。但是正如上面已經指出的，很可惜的是這種想法在製造易於維護和足夠簡單的測量儀器方面並沒有找到解決的辦法。按照 *И. А. 梅耶羅維奇* 所提出的電路制成的饋綫輸入阻抗比率測試器的樣品，由於設備笨重和工作不夠準確，所以沒有得到實際的運用。現在所採用的 *М. С. 奧爾洛夫* 輸入阻抗測試器，在測量時實際上要切斷傳輸，同時利用監測電話來進行的測試本身也不能得到足夠的準確性。令人感到很大興趣的符爾夫非直線性失真測量法，在進行大量的維護測量時過於複雜，而且對非直線性失真的大小也不能得出明確的數值。

莫斯科市有線廣播網實驗室研究出的設備，是根據發送出短時《測量》信號的原則來動作的，此項《測量》信號僅在極短的時間間隔（約為0.1—0.16秒）切斷傳輸。這種儀器能保障對站內設備的非直綫性失真和頻率失真進行遠距離測量，同時能測量饋綫的輸入阻抗和絕緣電阻。

在擬制設備的時候，曾作過這樣的估計：即使在測量非直綫性失真時所發生的最能使人感覺到的干擾，即在0.1—0.15秒的時間內，以具有最大電平的音頻信號的形式被人聽到的干擾，也不會引起聽衆的責難，因為按照時間的長短來看，這種信號大約比在對時的時候所發送出的第三種信號還短一半。至於談到其它的測量，那末它們是在相當低的電平之下進行的，因此在任何傳輸情況下實際上根本就不會聽到。

非直綫性失真的測量

用一個正弦波形信號所進行的測量，不能說明由於各個部分所引起的非直綫性失真的全貌。這樣的測量只能確定所謂非直綫性係數。

使用兩個或更多的頻率所進行的測量，會更全面的說明非直綫性失真的情況，但是在用這種測量方法時，仍然不能夠得到明確的數值。因此，在沒有尋找到用幾個頻率來測量非直綫性失真的正確方法以前，以使用一個正弦波信號來測量非直綫性失真（非直綫性係數）的方法作為基礎是適宜的。

200—400週的頻率，應算作是最適當的測試頻率。在這個

頻帶中，在饋綫網輸入阻抗比較小的情況下，可以具有較高電平，這就是說，這些頻率在傳輸時，恰好對增音分站和據點增音站的功率放大器的工作創造出最不利的條件。

必須指出，如果在安裝和調整放大器時，這些放大器的非直線性失真在全頻譜範圍內都能符合規定標準，那末，用一個頻率對這些失真進行的監測，就已經能夠對這些放大器的工作狀態給出相當完全的概念。

非直線性係數的遠距離測量的示意圖，如圖 2 所示。

從裝設在中央增音站的音頻振盪器 $3F$ 送出一個音頻測量信號電壓，通過接點 K_1 ，沿着工作連接綫進入據點增音站的

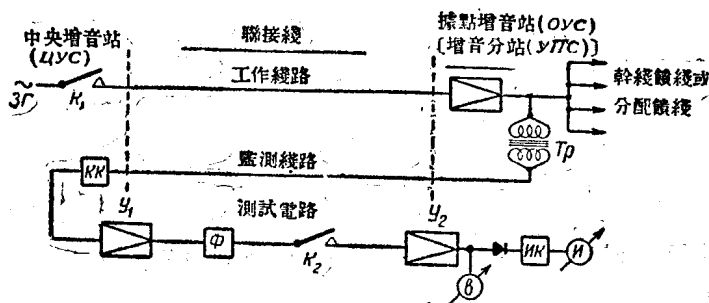


圖 2. 測量非直線性係數的示意圖

輸入端。信號從增音站的輸出端，通過降壓變壓器，沿着監測綫送回中央增音站。通過校正綫路頻率特性的調諧電路 KK 之後，測量信號的電壓進入測試電路的輸入端。

放大器 T_1 是一個電平限制—壓縮器，它起着自動調節測量信號電壓的作用。這個設備使得當輸入信號有各種不同的電平

時，在 V_1 的輸出端都能保持同樣的電壓，而這個電壓將被繼續送到濾波器 Φ 。濾波器 Φ 被調諧到測量信號的基本頻率。它幾乎將基本頻率的電波全部抑止住，而只允許基本波的各諧波成份通過，這些諧波是在分站的放大設備中產生的。

放大器 V_2 將各諧波電壓放大，送到接於其輸出端的指示器中，這個指示器以百分比表示出非直線性係數。

前面曾經指出，從 $3T$ 發送出的測量信號的持續時間是很短的（0.1—0.15秒）。

由於接入和切斷測量信號電壓時，在放大—限制器 V_1 中和在濾波器 Φ 中會發生激烈的不穩定過程，所以在送出測量信號的開始和終了時，會產生極複雜的振盪，這個電壓大大地超過了諧波電壓。

為了使送到放大器 V_2 的輸入端和以後的指示器 H 中的電壓只是諧波電壓，接點 K_1 和 K_2 的機械的動作必須是這樣：即接點 K_2 將電路閉合的時間應比接點 K_1 稍晚一些，而斷開電路的時間要比接點 K_1 早一些。接點這樣的工作就可以保證接到放大器 V_2 輸入端的諧波電壓在實際上擺脫了不穩定的振盪電壓。

發生於整個電路的各個部分的電氣過程，在圖3的各圖形中表示得很清楚。在用示波器觀測測試電路時，就會看到這種曲綫。圖中的註字指明現象的本質。

為了測量諧波的有效電壓，在放大器 V_2 的輸出端接一個檢波器和一個積分裝置，使在負荷上能得到直流電壓。

在一般的工作於長持續時間信號情況下的非直綫失真測

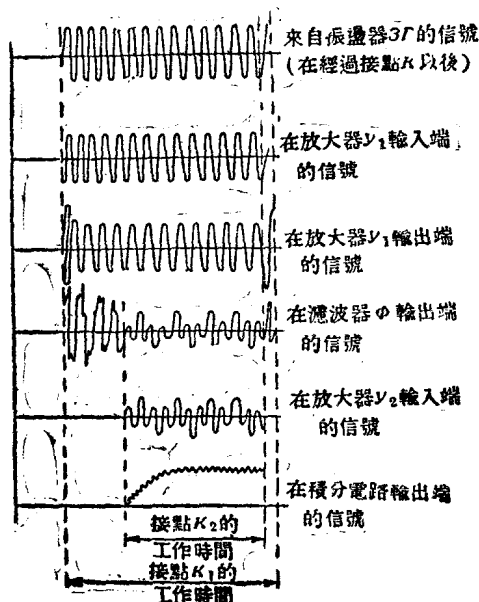


圖 3. 測量非直線性係數時，各個過程的圖形

量器中，積分裝置的作用是由磁電式儀器的機械系統來完成的。在用短時間測量信號的方法時，不可能使用一般的測量儀器，因此，不得不採用特殊的測量電路，而把與諧波電壓的有效值成比例的直流電壓引接到這個電路上來。

這種積分裝置

的最簡單的電路，如圖 4 所示。

在整流器 A 的負荷總阻上 (在點 $a\delta$)，在切斷積分電路的情況下，將產生諧波被整流過的脈動電壓。在整流器 A 的特性曲綫是直角的情況下，這個電壓的平均值 E 將同諧波電壓的有效值成比例。正確地選擇積分電路的元件，在積分電路的輸出端 (在點 σ 處) 將會產生等於點 $a\delta$ 間的脈動電壓的平均值的直流電壓。

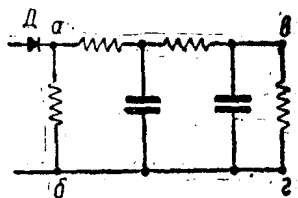


圖 4. 積分電路圖

積分電路 HK 實質上是一個濾波器，它不允許被整流後的電壓中的交流成分通過。在電路的輸出端（在點 o_2 ）可以得到一個直流電壓 E ，這個電壓在寬闊頻譜範圍之內，都等於整流後的電壓（在點 ab 之間的電壓）的平均值，而與非直線性失真的特性無關，並且在技術上是足夠精確的。將下述的指示電路接到積分電路的輸出端，可保證在相當寬的範圍內都能有均勻的非直線性係數的讀數刻度。

在普通的非直線性失真測試器中，測量信號的電壓是用手來調節的，而在這裏用的是自動的快速動作的調節裝置 (V_1)，這個裝置從兩方面影響到測量的準確性。

首先，由於 V_1 的限制特性曲線和水平直線有些差別，所以在濾波器 Φ 的接綫柱上的輸入電壓，要隨着測量信號的大小而變化。實驗證明，不難選擇這樣一種限制狀態，即當輸入電壓變化到原來的 3 倍到 4 倍時，輸出電壓的變化能夠保持不超過 0.4—0.5 分貝。

爲了使測量用的放大器 V_1 不產生非直線失真，它應接回授電路來裝置註。

其次，測量信號失真的特性要影響到測量的精確性，因爲由被放大的信號的振幅來控制的限制器，將根據此信號波形的不同而在輸出端產生出不同值的電壓。由於引起的失真可能是各種各樣的，所以不能精確地估計出這種誤差。在維護強功率

註：在蘇聯《郵電通報》雜誌1951年11號中載有有關這種限制器設備的文章。

放大器的實際工作中所遇到的最壞的情況下，誤差能夠計算出來。信號的雙向限幅要算是這種最壞的情況。

數學分析表明，在這樣的失真的情況下，電壓的最大值和有效值的比值的變化情況如表 1 所示。

表 1

信號雙向限幅時的非直綫性失真	0	3	6	10
信號的最大值和有效值的比值	1.41	1.34	1.29	1.24

在測量的時候，由於被測信號電平可能發生變化（決定於送到放大器 V_1 輸入端的輸入電壓的大小）和有失真存在，可能產生誤差。誤差的大小，如表 2 所示。

表 2

被測信號的非直綫性失真 $K\%$	3	4	5	6	7	9	11
在測量非直綫性係數時，可能發生的最大誤差的絕對值	0.3	0.47	0.59	0.84	1.1	1.6	2.4

從表中看出，誤差隨着非直綫性失真的減少而降低。必須指出，實際上的誤差總是要小一些，因為僅由於對信號的對稱雙向限幅而產生的非直綫失真（完全不含有偶次諧波），實際上是遇不到的。

雖然誤差的大小對於維護測量並不很重要，但是如果不用信號的波幅值，而是用它的有效值來控制限幅的話，則仍然可

以使誤差大大減少。在這種情況下，放大器 V_1 的限制特性的非理想的水平綫形式將是測量時發生誤差的原因；任何的非直綫失真數值所引起的誤差都不超過5%。

在使用信號的有效值來控制限幅時，控制電路的電路圖，採取圖5所示的形式。電路圖是由整流電路和直流放大器組成，放大器的電壓通過臨界動作檢波器送到電容器的充電電路。

在接在傳輸電路中的一般限制—壓縮器中，不採取利用有效電壓的控制，因為如果這樣，限制器的動作時間要受到很大延遲。長時間的延遲決定於接在直流放大器的輸入端的積分電路中建立

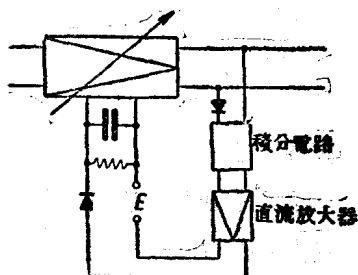


圖5. 用有效電壓控制限制器的示意圖

立起電壓所需的時間。在我們目前的場合下，這種情況是沒有什麼太大關係的。

在指示電路和直流放大的整流電路中採用什麼整流元件具有一定的意義。具有直角的整流特性曲綫的整流元件實際上是沒有的。氧化銅、硅和其它的整流器，僅在極有限的一段內才接近於直角的形式。因此，分析是否可以採用直綫性整流器就是很恰當的了。在直綫整流的情況下的所可能產生的誤差，曾經按照對信號的雙向限幅的形式進行過計算。

非直綫性係數為0、6和10%時，電壓振幅對有效值和對