

无綫电發射中心的技术維護

苏联 *И.А.* 柯培琴 著

曹東善 王世傑 吳賢綸 合譯

人 民 郵 電 出 版 社

Л.А. КОПЫТИН
ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ПЕРЕДАЮЩИХ РАДИОЦЕНТРОВ
СВЯЗЬИЗДАТ 1954

內 容 提 要

本書首先對發射中心內一般維護要求和問題作了概論性的敘述。然後逐次論述了發射台中各主要部分，如音頻傳輸系統、電子管、充氣整流管和閘流管等的維護、試驗、硬化等工作；發射機各部分的調整工作；寄生振盪的防止；各種測試工作；供電設備和自動系統的維護和調整工作；天線系統及水冷系統的維護，以及明綫和電纜的測試等。

無線電發射中心的技術維護

著 者：蘇 聯 Л.А. 柯 培 琴
譯 者：曹東善 王世傑 吳賢綸
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：無123 1956 年12月南京第一版第一次印刷 1—4,300 冊
850×1168 1/32 228頁 印張14 $\frac{9}{8}$ 印刷字數342,000字 定價(10)2.50元

★北京市書刊出版營業許可証出字第〇四八號★
統一書號：15045

目 錄

序 言 緒 論

第 一 章 无綫电廣播和无綫电通信的傳音系統

- I.1. 无綫电廣播的傳音系統..... (1)
- I.2. 无綫电報的發送系統..... (8)
- I.3. 音頻通報的設備..... (10)
- I.4. 頻率鍵控..... (11)

第 二 章 組織技術維護的一般問題

- II.1. 技術維護的基本任務..... (13)
- II.2. 技術文件、备份零件、工具和測量儀器..... (14)
- II.3. 設備的技術檢查和修理..... (16)
- II.4. 監測和測試..... (21)
- II.5. 防止設備發生故障和停機事故..... (22)
- II.6. 發射中心維護工作中的節約問題..... (27)

第 三 章 电子管的維護

- III.1. 总述..... (31)
- III.2. 功率管的运送、檢查和試驗..... (33)
- III.3. 把电子管安裝在电路中的步驟..... (35)
- III.4. 电子管的硬化..... (37)
- III.5. 功率管的正常維護規格..... (40)
- III.6. 可拆卸的电子管的維護..... (46)
- III.7. 負阻效應..... (48)

III.8. 功率管內的真空击穿…………… (50)

III.9. 小功率放大管的維護…………… (53)

第 四 章 充气整流管和閘流管的維護

IV.1. 充气整流管和閘流管的驗收和工作前的准备 (55)

IV.2. 充气整流管和閘流管的正常工作狀況…………… (58)

IV.3. 逆弧…………… (60)

IV.4. 閘流管整流器工作中的几个特点…………… (63)

第 五 章 汞弧高压整流器的維護

V.1. 总述…………… (66)

V.2. 汞弧整流器的逆弧…………… (68)

V.3. 鋼壳汞弧整流器的維護…………… (69)

V.4. 鋼壳汞弧整流器維護当中的安全技术…………… (75)

第 六 章 晶体穩頻振盪器的維護

VI.1. 总述…………… (76)

VI.2. 恆溫器…………… (78)

VI.3. 晶体振盪器的电路…………… (80)

VI.4. 晶体振盪器的維護特点…………… (84)

第 七 章 發射中心的調机工作

VII.1. 总述…………… (88)

VII.2. 怎样組織發射机的調諧工作…………… (93)

VII.3. 晶体主控振盪器的調諧…………… (94)

VII.4. 电子管振盪器工作状态的調整…………… (99)

VII.5. 緩冲級的調諧…………… (102)

VII.6. 放大器和倍頻器的調諧…………… (103)

VII.7. 中間各大功率級的調諧…………… (105)

VII.8. 中間各級的和諧…………… (111)

VII.9.	柵極接地电路	(118)
VII.10.	功率級的調諧	(120)
VII.11.	具有数个諧振槽路的功率級的調諧	(124)
VII.12.	調諧耦合槽路用的測量仪器	(129)
VII.13.	發射机振盪功率的測量	(137)
VII.14.	發射机工業效率的确定	(145)
VII.15.	發射机頻率的測量和監察	(146)
VII.16.	發射机載波的調制	(147)
VII.17.	柵極調制时已調波的放大	(160)
VII.18.	屏極調制	(162)
VII.19.	發射机中非直綫性失真和雜音電平的測量	(163)
VII.20.	同授的应用和調整	(167)
VII.21.	選擇性同授	(183)
VII.22.	电報信号的質量監測	(186)

第八章 發射机寄生發射的防止

VIII.1.	总述	(187)
VIII.2.	寄生發射的限制标准	(188)
VIII.3.	寄生振盪的發生原因和不良作用	(189)
VIII.4.	寄生振盪的防止方法	(195)
VIII.5.	發生寄生振盪的特殊情况	(207)
VIII.6.	削弱諧波的方法	(210)

第九章 无綫电發射中心实驗室的監測設備

IX.1.	总述	(217)
IX.2.	測量直流、交流电流和电压的仪表	(218)
IX.3.	測量高频电流的仪表	(219)
IX.4.	測量高频电压的仪表	(222)

IX.5.	电子管电压表·····	(225)
IX.6.	电子管指示器·····	(227)
IX.7.	傳輸电平指示器·····	(228)
IX.8.	陰極射綫示波器·····	(233)
IX.9.	用示波器測量調制度的方法·····	(239)
IX.10.	監測机架·····	(242)
IX.11.	電場強度測量仪表·····	(251)
IX.12.	測量頻率的仪器·····	(253)
IX.13.	測量复数阻抗的仪器·····	(254)
IX.14.	Q表·····	(260)
IX.15.	电能表·····	(263)
第 十 章 無線電發射中心的供电		
X.1.	电力設備的維護·····	(266)
X.2.	油断路器的維護·····	(275)
X.3.	变压器的維護·····	(277)
X.4.	轉动机組的維護·····	(283)
X.5.	濾波电容器·····	(290)
X.6.	变压器及油断路器等用油的处理·····	(291)
X.7.	高压輸电綫·····	(298)
X.8.	自动重接 (АПБ) ·····	(302)
第十一章 自动系統的維護和調整		
XI.1.	总述·····	(305)
XI.2.	控制、閉鎖和信号系統(УБС)电路的絕緣檢查·····	(307)
XI.3.	УБС系統的試驗·····	(310)
XI.4.	繼电器的試驗·····	(313)
第十二章 天綫系統的維護		

XII.1.	天綫設備的主要問題	(317)
XII.2.	無線電通信的特點	(322)
XII.3.	天綫的主要電氣參數	(330)
XII.4.	天綫的調整和測量	(333)
XII.5.	天綫水平方向圖的測繪	(346)
XII.6.	200—2000 公尺中波用的無線電廣播天綫	(348)
XII.7.	中波天綫系統效率的分析	(354)
XII.8.	中波天綫系統發射方向圖的測繪	(359)
XII.9.	天綫自然波長的測量	(365)
XII.10.	天綫設備的維護	(365)

第十三章 發射中心的給水

XIII.1.	給水的總示意圖	(386)
XIII.2.	水冷系統	(388)
XIII.3.	經濟的蒸餾水	(390)
XIII.4.	氣壓升液器	(392)
XIII.5.	離心水泵	(397)
XIII.6.	水管配件	(403)
XIII.7.	噴水池	(405)
XIII.8.	水冷系統內循環的維護	(408)
XIII.9.	水冷系統的工作效率	(412)

第十四章 綫路設備的測量

XIV.1.	總述	(414)
XIV.2.	環路電阻的測量	(415)
XIV.3.	導綫不平衡度的測量	(416)
XIV.4.	絕緣電阻的測量	(417)
XIV.5.	綫路電容的測量	(417)

XIV.6.	串音衰減的測量·····	(419)
XIV.7.	綫路雜音電平的測量·····	(420)
XIV.8.	綫路頻率特性的測定·····	(421)
XIV.9.	輸入阻抗的測量·····	(422)

附 錄

迅速求常遇數值的一覽表和計算圖表

附錄1.	頻率—波長換算表·····	(425)
附錄2.	常遇單位換算表·····	(430)
附錄3.	電流、電壓、功率各比值和分貝、奈培換 算表·····	(431)
附錄4.	求感抗的圖表·····	(432)
附錄5.	求容抗的圖表·····	(433)
附錄6.	求諧振頻率的圖表·····	(434)

參考資料

第一章

无綫电广播和无綫电通信的傳音系統

I.1 无綫电广播的傳音系統

参与广播傳音的一切技术设备的总系統称为无綫电广播的傳音系統。

最普通而又簡單的系統是由同一城市中的播音室和發射机組成，它們之間用电纜連接起來。

圖 I.1 表示在發射机調制設備以前的无綫电广播系統的綫路圖。

在播音的时候通常都用好几个送話器(1)，它們各自帶有一个送話器放大器(2)和分音量調節器(3)。随后，信号通过一个音調控制器(4)，使高音頻和低音頻獲得适当的配合。校正过的信号經過阻抗匹配变压器(5a)，到达整个系統的总調節器(6)，然后才進入中間增音机(7)。从各分調節器起的全部机件都放置在調音室內(指附屬於播音室的工作室，將由几个送話器收來的信号在本室內調節它們的音量和音色)。信号从中間增音机輸出端經過輸出变压器(5b)而進入中央控制室。

通常，一个广播控制室里有几間播音室和附屬於它們的調音室。中央控制室可以把从各調音室來的信号加到通向无綫电台的綫路上去。

顯然，進入中央控制室的信号的电平应当是調節好的，使在換用調音室時不需再加調整。上面所說的总調節器(6)和电平指示器

(13) (經過放大器(12)接到中間增音機(7)的輸出端)就是供這個目的用的。此外,從中間增音機輸出端出來的信號另一路還經過輔助電平調節器(9)而和監聽放大器(10)加到一個裝在調音室里的監聽揚聲器(11)上。

為放大及監察傳輸情形用的中央控制室內有一個主調節器(14),這調節器決定經過終端放大器(15)加到發射機去的饋送電平。為了測量和檢查質量指標,有一監測機架(21)和監聽收音機(22)。同時,還把信號加到監聽揚聲器(11)上以檢查終端放大器的輸出。此外,送到綫路上去的信號的電平用接在終端放大器輸出端上的第二個電平指示器(13)來監視。傳輸系統的再下面一段是中繼綫,它可以用架空明綫也可以用电纜,這中繼綫終止在發射中心的電纜接頭排上。

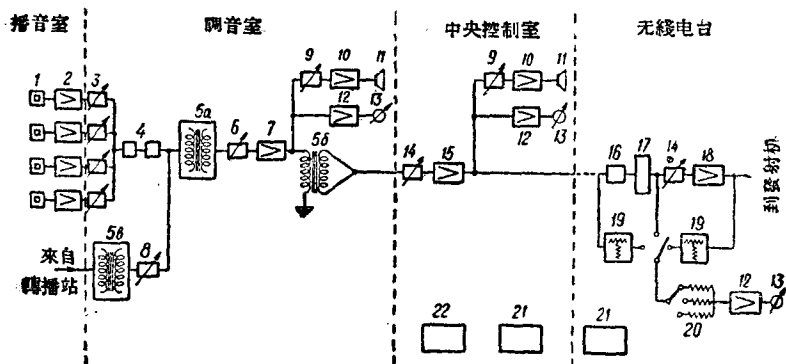


圖 I.1 無線電廣播系統綫路圖

為了消除各個頻率在綫路中所受衰減不同的影響,在電纜接頭排以後,信號用一個綫路校正裝置(16)來補償,然後通過綫路交換器(17)加到某一部發射機上去。

應該指出,終端放大器和中繼綫一般都是與發射機固定配合用的,除非原來的綫路出了故障,發射中心內平常不進行任何換接。將設備固定於一個系統,對於電平的恆定性和傳輸質量來說是有利

的。

整个系统中同发射机直接有关的部分由主調節器(14)以及綫路(電纜)放大器和調制限制器(18)等組成。

監測用电平指示器(13)可以借轉換开关接到綫路輸入端(綫路校正裝置之前或后),或者接到發射机輸入端。附在电平表上的轉換开关(20)使得在測量中能用最合适的标度以使讀数精确。为了測量电声指标,备有監測机架(21)。衰減器(19)是使电平表能測量各种不同的傳輸电平之用。

无线电广播系統照例是預先調整好了的,只在用來确定傳輸动电平的調音室里才可以作輔助調節,發射中心內不應該進行調整。当整个系統中的机件有失常处因而使电平改变时,應該在中央控制室里加以补偿。中央控制室內的电平一經調好以后,就不应当再去变动。

如果接到終端放大器輸出端上的負載数需要改变,那当然應該重新調節的。但是,針對各种接綫方式,必須事先就确定好应有的傳輸电平。

因此,要把无线电广播系統維持得当,就需要規定它的各段上的信号电平。表示电平沿着无线电广播系統分佈的圖形称为电平圖。电平圖規定用分貝数(与一个假設零电平作比較)表示电压电平。加在一个600欧負荷上的0.775伏(有效值)电压(相当于1毫瓦的功率)取为零分貝。比0.775伏高的电压算作正电平,比它低的算作負的。以分貝計的傳輸电平由下式决定:

$$L = 20 \log \frac{U}{0.775} \text{ 分貝,}$$

式中U为所测点上的电压。

圖 I .2上所画的是当加在送話器上的起始声压等于10巴时的电

平圖。10巴相当于播音員在大声朗誦中最响点所產生的压力（对一間雜音电平很低的播音室說，起始声压应该取为1—2巴）。当負荷是600欧时，MД—30型送話器的輸出是0.16毫伏/巴。因而，送話器放大器輸入端上的电平將等于1.6毫伏，或者-54分貝。

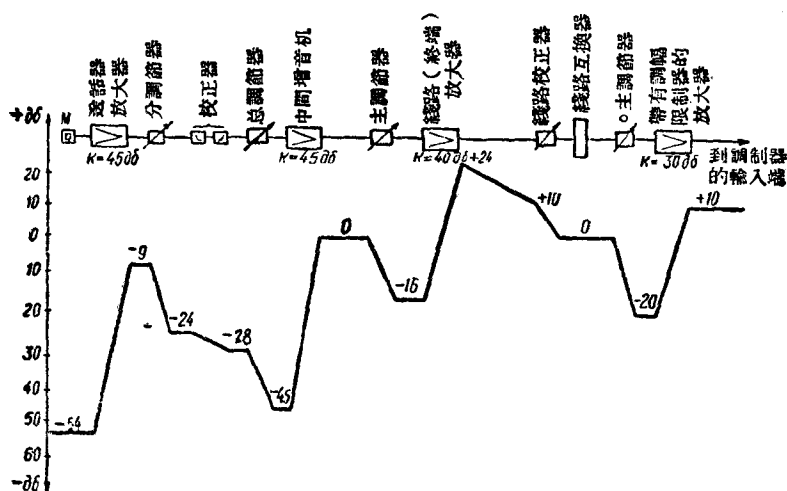


圖 1.2 电平圖

送話器放大器有45分貝的增益，所以在它后面电平等于-9分貝。各个分調節器的匹配淨衰減量是15分貝，經過它以后，电平即成为-24分貝。

然后，把校正裝置和总調節器的衰減量分別估計为4分貝和17分貝，結果，中間增音机輸入端上的电平將等于-45分貝，經過放大以后，在通向中央控制室的增音机輸出端上，电平是0分貝。信号在主調節器里衰減到-16分貝，然后在終端放大器中被增强40分貝而达到+24分貝，再進入綫路。除了電纜內的隔离綫对和具有各种高干擾电平的普通電話綫对以外，規定使用+24分貝的电平。按照已定規程，当中繼綫情况良好时，加到綫路上的最高电平在每秒

800周（以後簡稱為周）的頻率時不得超過+17分貝（5.5伏）。凡有可能的地方都應該規定用這個電平。

中繼綫內的衰減量取為14分貝，因而信號以+10分貝的電平進入發射中心。隨後，信號在校正裝置中損失了10分貝，在主調節器中損失了20分貝，因此當它加到綫路放大器時，電平是-20分貝。帶有調制限制器的綫路放大器的放大量是30分貝，故而信號以+10分貝的電平進入調制器。這個電平應恰好使發射機的調制度等於100%。與這個相應，在可以檢查的各點上的電平應該是：在調音室輸出端上等於0分貝，綫路輸入端上等於+24（或者+17）分貝，在發射機的三個可檢查點——+10、0和+10分貝。

調整各點電平時，常常不使發射機達到百分之百的調制度，而只到某一中等調制度，例如 $m=50\%$ ，這相當於把各段上所有電平都降低6分貝。

上面所講的無線電廣播綫路是假定從播音室里得到節目的。實際上，節目可以從位於城市中某處的音乐廳、收音機件、獨立的無線電收信中心或長途電話局送達中央控制室。對所有情況來說，最正當的廣播系統綫路應該是先把節目送到中央控制室。

電平必須規定得使從廣播控制室內的終端放大器輸入端到發射機為止這一整段中不必再加調節。

應當指出，从音乐廳轉播節目或重播錄音時，預先規定一個電平是可能的，但是，如从獨立收信台或長途電話局轉播節目時，在傳輸進行過程中電平會劇烈地發生變化。這是在利用明綫作遠距離傳輸的情況下，導綫難免有不可捉摸的變化；同時，由於落下來雨、霜、冰等，使導綫衰減量發生變化也是難免的。當用載波電路來輸送節目的時候，這種變化更加大些，即使在有綫通信段採用了調節裝置也是難免的。用電纜輸送節目，衰減比較穩定。但是

如果傳輸距离很大，調節也是必要的。調節一般是手动進行的，而在比較現代化的設備中則是自动進行的。

在各城市間進行广播时，整个系統和它的操縱变得更加复雜了。圖 I .3 上画着这样一个系統，从安放在播音室內的送話器出來的信号經過控制室 A 中的終端放大器以后，沿着中繼綫路進入會議電話

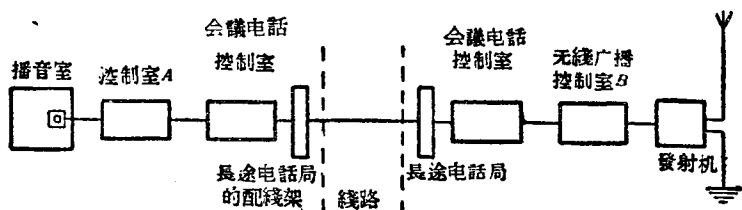


圖 I .3 城市間的广播系統圖

(*ATTC*) 的控制室。这一控制室与無線电广播控制室 A 以及長途電話局中的配綫架都直接相連。它里面备有把節目傳輸到各方面去所必需的轉接机件，以及必需的校正器和調節器；同时它能够迅速地同对方的會議電話控制室或者各中間站進行業務联系。在对方那边，收到的節目經過長途電話局到达會議電話控制室，再進入無線电广播控制室 B。在这里將电平調好。然后，信号通过一般的綫路系統送到發射机上去。

給这样一条綫路規定傳輸电平圖也是必需的，傳輸時間內，只在实不可免的場合才加以調節。

圖 I .4 表示利用独立收信中心中的收音机來進行轉播的綫路。这个綫路的特点是从收信中心出來的饋送电平經常在变化的。饋送电平的变动是由于信号的衰落使接收强度剧烈改变而引起的。衰落的大小决定于在这里尚未提到过的，無線电广播系統中的一个新因素，即發出節目的發射台和这个独立收信中心之間的空間。

饋送电平在使用中波轉播时变化得比較少；使用長波时，变化

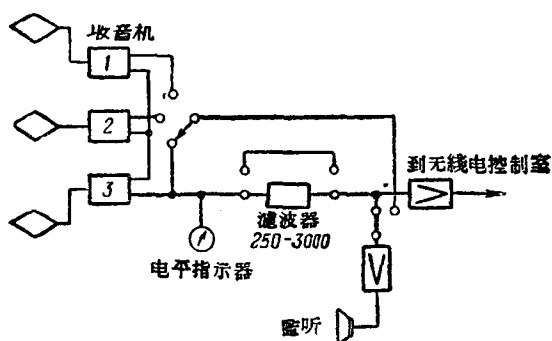


圖 I.4 從獨立收音中心轉播節目的線路圖

得更少，因為這時接收場強比較穩定。當接收短波時，即使收音機中有自動音量調節裝置，也應估計到會有非常顯著的信號衰落現象出現。採用定向天綫的二重分集接收法，在接收遠距電台時用三重分集接收法，可以使接收強度的穩定性得到很大的改善。由於選擇衰落（信號中各個頻率分量衰落的程度不同）的影響而引起失真也是短波接收的特性。採用單邊帶傳輸制可以在這方面取得一定的改善。這時，只有一個邊帶被發射出去，而載波頻率只不過起一個輔助作用罷了。

在無線電接收中還應該估計到為頻率相鄰的廣播所干擾的可能性。選擇性可變的收音機能減輕這個缺點。這種收音機在出現干擾時，可以靠犧牲些音質來提高選擇性。選擇性的高低是根據干擾強度和節目種類（語言或音樂）等來選定的。在這個情況下，免不了要在傳輸時間內調節信號的大小。在傳輸語言的時候，為了減少雜音的影響，可以接進一只通過250—3000周的低頻帶通濾波器（圖 I.4）。要保持轉播質量高，需要在收音時很注意地照管並且經常地進行監測。由於接收很遠電台時會有衰減現象，所以常常把收到的節目先錄音，這樣可以加以修整或收得不好的片段進行重收。很明顯，這種方法

只用在某幾種類型的傳輸上。實況轉播，照例，是不預先錄音的。

I.2 無線電報的發送系統

無線電報發送系統包括從發報電鍵或者印字電報機起到發射機的鍵控器為止，這一段全部發送用的必要元件。最簡單的設備是用人工操縱並且以受話器收听的電報系統（圖 I.5）。

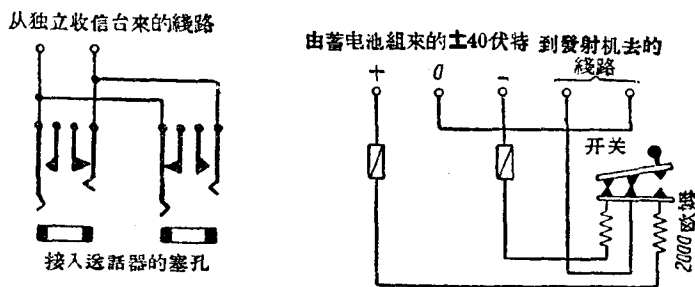


圖 I.5 無線電報系統圖

在不大忙的輔助性線路上採用人工拍發，借發報電鍵把±40伏的直流信號送到線路上。比較忙的線路用快速印碼機來工作。這時，由於利用人工鑿孔機或者機械鑿孔機預先做好有孔的紙條，工作因而加速了。電文用符號式的圓孔記錄在紙條上，紙條以高速度通過收報機，後者把電流脈衝送到線路上去。這些脈衝經過機械的或者電子的繼電器來控制發射機。在接收端，信號被傳輸到報房，由波紋機以波紋綫的形式把它記錄到報條上，用來表示划和點。然後打字員根據報條把電文用普通的印刷體鉛字打印在電報紙上。

當工作速度很快時，要同時有幾個人來預制發報機用的鑿孔紙條（在發報端），以及把波紋機的記錄用打字機打在電報紙上（在接收端）。這樣才能保證預制鑿孔紙條的必需速度，使紙條以相當於每分鐘250字或以上的傳輸速度通過發報機。

上面所講的線路在最近已經有了很大的改動。在線路上傳輸直

流脈冲的方法差不多已經普遍地被利用音頻信號的方法所代替了，這些音頻信號的持續時間同要發送的報碼相應。

音頻通報有着一系列的優點。例如它可以用低頻放大器將信號加以放大；利用不同聲頻，可在一條綫路上傳輸好幾路信號；減低信號電平，因而可以減低干擾用于其它型式傳輸的相鄰綫路的可能性。此外，音頻通報中傳輸信號的失真度也比較小。

从快機改用博多式或者起止式印字機是無線電報系統的一個重大改進。改為印字機以後，可以使有綫電報和無線電報中采用同一的設備；不需再用鑿孔機把報文特地打在紙條上；也不再要在接收端根據紙條用打字機把電文錄在電報紙上了。

應用附有打字機鍵盤的起止式報機能够直接得到印在電報紙上的現成的電文，因此就改變了電報傳輸的整個過程。這可以使電報工作自動化，減少差錯數量，縮短發報時間，以及節減服務人員。

將發射機从振幅鍵控 (AM) 改為頻率鍵控 (FM) 是無線電報工作中的巨大成就。頻率鍵控時發射機不斷地發射電能，但是它的頻率是隨着電碼而改變的。當發報鍵按下時 (按鍵) 它發出一個頻率，而在開鍵時却發出另一個頻率的電波。因此，就成為雙流通報了。按鍵和開鍵時的頻率相差 500—1000 周。這個差數的一半稱為頻移。“休止”時有高频信號對收報機的工作情況是有利的，而且這大大地提高了通信綫路的抗干擾性。比較一下兩種鍵控制度就能看出頻率鍵控制勝過振幅鍵控制的顯著優點了。將全部原來用振幅鍵控制設備的綫路改為頻率鍵控制以後，功率上會有很大的余裕，因而在報務最忙的綫路中能使工作的穩定度提高，在比較閒的綫路中則能降低發射機的功率到原來的幾分之一。這一點使得頻率鍵控制迅速地在所有無線電通信綫路中被采用。

將振幅鍵控制改為頻率鍵控制可以完全利用原有設備，並且也