

无 綫 电 發 射 中 心

苏联 Л. А. 柯培琴著

人 民 郵 电 出 版 社

Л. А. КОПЫТИН

ПЕРЕДАЮЩИЕ

РАДИОЦЕНТРЫ

СВЯЗЫЗДАТ

МОСКВА 1951

內 容 提 要

近代發射中心是一个龐大而複雜的技术机构，發射中心的建造成本的降低以及运用上的便利、可靠，在很大程度上是依靠綜合已有的經驗來正确設計；为了这个目的，本書对發射中心的各部分設備加以系統的說明。內容分十一章，分別討論發射机、供电、供水、天綫設備、总平面圖、監測設備、傳音綫路、調度控制、發射設備的自动化以及場地選擇等問題。

无 綫 电 發 射 中 心

著 者： 蘇 联 Л. А. 柯 培 琴

譯 者： 集 体 翻 譯

出版者： 人 民 郵 電 出 版 社

北京东四区 6 条胡同13号

★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号★

印刷者： 人 民 郵 電 出 版 社 南 京 印 刷 厂

南京太平路戶部街15号

發 行 者： 新 華 書 店

850×1168 1/32 224頁 印張14 印刷字数 371,000 字

1955年 8 月南京第一版第一次印刷 1—3,000 册

1956年12月南京第二次印刷3,001—4,310册

統一書号：15045·无45 定价(10)2.80元

目 錄

序 言 概 論

第一章 無線電發射中心	(1)
第一節 無線電發射中心的構成	(1)
第二節 無線電發射中心的分類和特點	(9)
第二章 發射機	(13)
第一節 發射機的技術要求	(13)
第二節 發射設備構造上的要求	(19)
第三節 發射管與調制管	(29)
第四節 現代發射機的某些特點	(35)
第五節 調制電路	(42)
第六節 各種型式的發射機	(54)
第七節 單邊帶通話發射機	(69)
第八節 大型無線電廣播電台	(75)
第三章 電力設備	(91)
第一節 無線電中心的供電裝置	(91)
第二節 發電站	(93)
第三節 防止變電站過電壓	(96)
第四節 短路電流	(98)
第五節 發電站的設備	(102)
第六節 高壓輸電綫	(118)
第七節 電纜電力綫	(125)
第八節 自轄發電站	(130)
第九節 配電	(140)
第十節 低壓配電網	(151)
第十一節 蓄電池組	(157)
第十二節 保護接地與工作接地	(160)

第十三節	整流設備	(161)
第十四節	平滑濾波器	(180)
第十五節	O 型直流快動開關	(182)
第十六節	發射機電源電壓之調整	(184)
第十七節	發射機電子管燈絲電源的特點	(189)
第十八節	無線電發射中心的供電電路	(195)
第 四 章	無線電發射中心的供水	(205)
第一節	供水水源	(205)
第二節	供水水源設備	(207)
第三節	無線電中心供水管道	(216)
第四節	無線電台的水冷系統	(219)
第五節	水冷水冷却	(221)
第六節	風冷水冷却	(234)
第七節	風冷冷却	(236)
第 五 章	天綫設備	(237)
第一節	短波天綫	(237)
第二節	向天綫饋電的饋電綫	(260)
第三節	天綫交換器	(266)
第四節	200—2000 公尺波長的廣播天綫	(276)
第五節	天綫桿和天綫場地上的設備	(295)
第 六 章	無線電發射中心的總平面圖	(308)
第一節	總平面圖的任務	(308)
第二節	設計總平面圖的主要要求	(308)
第三節	天綫設備的佈置	(309)
第四節	電源設備的佈置	(317)
第五節	機房的佈置	(318)
第六節	其他房屋和道路的佈置	(326)
第 七 章	無線電中心的監聽測量設備	(328)
第一節	監測種類	(328)
第二節	技術指標	(333)
第三節	無線電中心採用的主要測量設備	(334)

第八章 傳音綫路	(340)
第一節 電纜傳輸綫.....	(340)
第二節 架空傳輸綫.....	(349)
第三節 多路通信設備.....	(350)
第九章 調度控制	(353)
第一節 概述.....	(353)
第二節 帶回覆信號的綫路.....	(353)
第三節 幾種調度控制系統.....	(355)
第十章 發射設備的自動化	(359)
第一節 概述.....	(359)
第二節 自動系統的供電綫路.....	(361)
第三節 自動控制系統的設備.....	(362)
第四節 電動閉鎖.....	(367)
第五節 自動控制、信號及閉鎖系統的工作綫路圖.....	(368)
第六節 大型無線電廣播電台的控制、閉鎖及信號系統.....	(373)
第十一章 無線電中心的建造	(400)
第一節 無線電中心的場地.....	(400)
第二節 場地的地形及大小.....	(402)
第三節 場地的地質要求.....	(407)
第四節 土壤.....	(409)
第五節 供電.....	(412)
第六節 傳音電纜路綫的選擇.....	(416)
第七節 電力電纜綫路的選擇.....	(417)
第八節 選擇場地的程序.....	(418)
第九節 無線電中心的設計問題.....	(422)

第 一 章

無線電發射中心

第一節 無線電發射中心的構成

現代無線電發射中心是一個複雜的、包括許多獨立部分的技術機構。

只有技術機構中各個部分互相關聯和完全協調時才能夠正常管理這個技術機構。圖 1.1 是有一部發射機的無線電廣播電台的系統圖。現代幹綫通信無線電發射中心基本上也包括這些部分，然而因為有大量的發射機和分枝的天綫設備，所以要比圖 1.1 所示的系統圖更加複雜。

無線電廣播電台（圖1.1）的主要部分如下：

1. 變電站及其高壓輸電綫。
2. 自用柴油機發電站及其水池和儲存燃料的建築物。
3. 發射設備：a) 發射機，b) 電力配電設備及發電機室。
4. 水冷系統和水泵房系統。
5. 天綫場地。
6. 傳音綫路及其交換器。
7. 調度室。

此外，無線電廣播電台以及無線電中心還包括下列各部分：

8. 無線電中心的電話設備、信號設備和電鐘設備。
9. 監測設備。
10. 實驗室。
11. 修理室。
12. 倉庫和運輸設備。
13. 會計和技術表報室。
14. 無線電中心住宅區：住宅、行政辦公房屋、食堂、俱樂部、

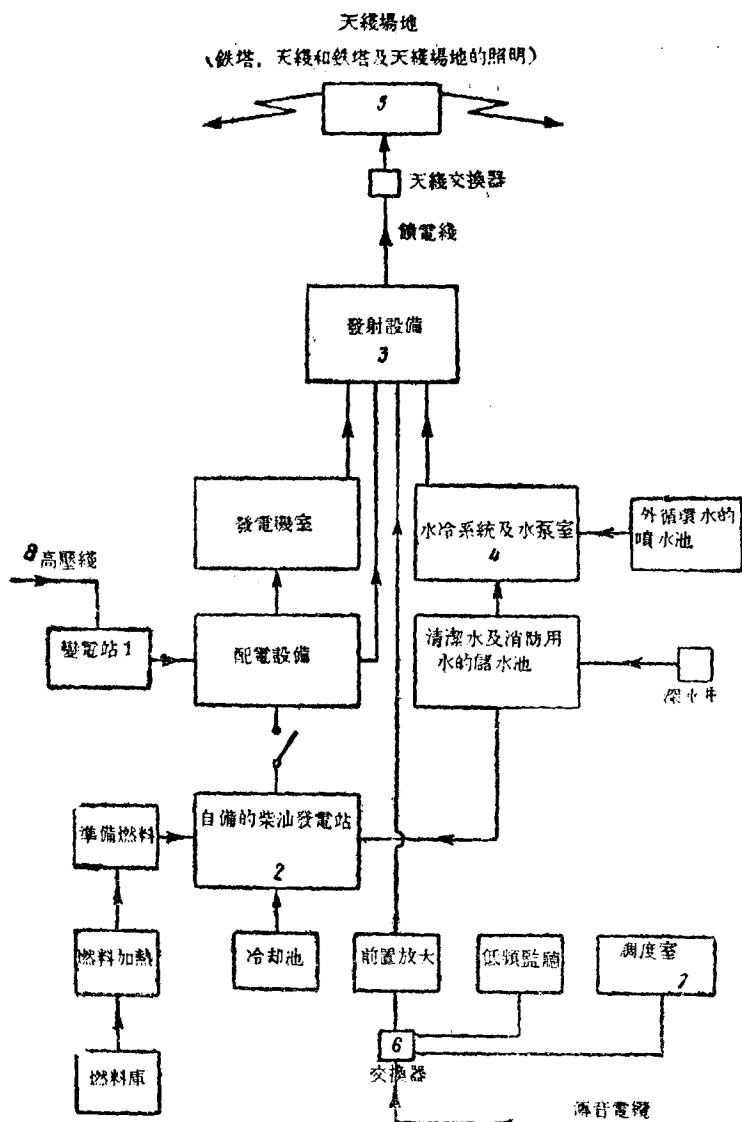


圖 1.1

醫務所、幼稚園、托兒所、學校、汽車房、消防隊以及其他等等。

在本書只討論其中最主要的部分。

變電站和高壓輸電綫 變電站通常設在主要機房的附近，高壓電能由電纜或由高壓架空綫送至變電站。如果是利用電纜來輸送電能，則將電纜直接引至變電站或配電設備；在那裏，電能先送至配電母綫上，然後再進入變壓器。

高壓架空輸電綫在離無線電中心不遠之處便終止了，在這裏裝設禦防綫路過電壓的保護裝置和轉換設備，以後電能便由電纜送至無線電中心的變電站。通過轉換設備爲的是使高壓綫不致妨礙把天綫下到地面上的工作，或是當天綫導綫斷却時不致碰到電壓。此外，在高壓綫導綫上可能感應出高頻電流，使變電站機件的正常工作遭受破壞。當所採用的電壓爲 35 和 110 千伏時，把變電站放在無線電中心的場地邊沿，當作中間降壓變壓站，而在發射機機房附近另設第二個配電變電站。

配電變電站 配電變電站是用來控制和分配送來的電能。

在變電站內裝有：斷路器和油開關、電力變壓器、照明變壓器和屏極變壓器、測量和保護用的變流器和變壓器；保護設備和開關設備：繼電器、螺管綫圈、信號燈等，有時還裝有自動裝置和信號設備電路所需的電源設備。

備用電源 爲了加大供電的可靠性，可由兩路高壓綫從電力網中的一個或兩個不同的變電站送電。

爲了增加備用電源，有時在無線電中心建造自用發電站。

如果這個發電站不經常使用，則在發電站中只要裝備柴油機或內燃機。如果把這個發電站作爲經常的電源，那末需要採用熱機或者是採用煤氣發生器供給內燃機燃料。在某些場合下利用水力也是可能的。而在那些功率不大也不經常使用的發電站中，則可以採用價格較貴的燃料：煤油、粗柴油及動力原油。

對於功率較大（1000 千瓦以上）工作時間較長的發電站宜於使用較重型的石油。

採用重型石油必須有輔助鍋爐房以便利用蒸汽將燃料加熱。這種燃料應在沉澱箱——濾油器或離心機中進行初步清潔處理。此外，需要特製的貯油箱和排油場，場中裝有使運來重油進行加熱的裝置。爲了使在柴油機外壳中燒熱了的水冷却，裝置帶有噴水裝置的水池或冷却塔。

由柴油機組發出的電能先送到發電站中配電母綫或配電盤上，然後沿着電纜分配到各發射機或者送至配電變電站。

無線電發射設備 無線電中心的發射設備裝在機房內。機房分爲三個主要部分：1)發射機機房，2)發電機室，3)水泵房及水冷系統。

發射機、監聽測量設備和控制台都設在發射機機房內。

發電機室中裝設配電盤和下列機件：1)電子管燈絲的直流供電設備，2)電子管柵偏壓的供電設備，3)自動裝置綫路的供電設備等等。

供給事故照明和其他電路用電的蓄電池室及裝置高壓屏極整流器的濾波器和限流電阻的房間通常與發電機室相毗連。冷却裝置的水泵房則和發電機室并列。

後期建築的無線電中心都沒有發電機室。以前很佔地方的許多機器現在都改用整流器來代替。

電子管燈絲直接用交流電供電，或者由鋁整流器供給直流電。柵極電路和小功率各級的屏極電路同樣也由鋁整流器或充氣管整流器供電。

強放各級電子管屏極採用閘流管整流器或金屬水銀整流器供電。所有這些類型整流器都帶有能使整流出來的脈動電流平滑的濾波器，這是它們的工作特點。濾波器由帶有鐵心的或無鐵心的扼流圈和容量較大的電容器所組成，電容器大多數是油紙絕緣的。

在無線電台中，整流器經常與發射機連成一個整體，作爲發射機的組成部分。

供水系統和水冷系統 無線電中心通常採用直接設在場地上的深水井或普通水井來供水。利用壓縮空氣機及空氣升液器或是利用

水泵將水由深水井或普通水井中送至清水池，再由池中將水抽入壓水箱和技術用水之水池。

冷却發射機各大型電子管的電極，冷却金屬水銀整流器的機殼和水銀泵以及冷却柴油機的汽缸都需要水。爲了冷却流經發射機後變熱了的水，採用由內循環和外循環組成的雙循環水冷系統。封閉式的內循環中使用的是蒸溜水，外循環的作用是用來冷却內循環的水。在特製的管狀熱交換器中，外循環水由熱交換器管外流過，帶走內循環水的熱量。

在熱交換器內變熱了的外循環水同樣地也進行冷却，採用噴散的方法或直接在水池中冷却。

這種水池的全貌圖見圖 1.2。爲了壓使內循環和外循環的水流動，裝有水泵。

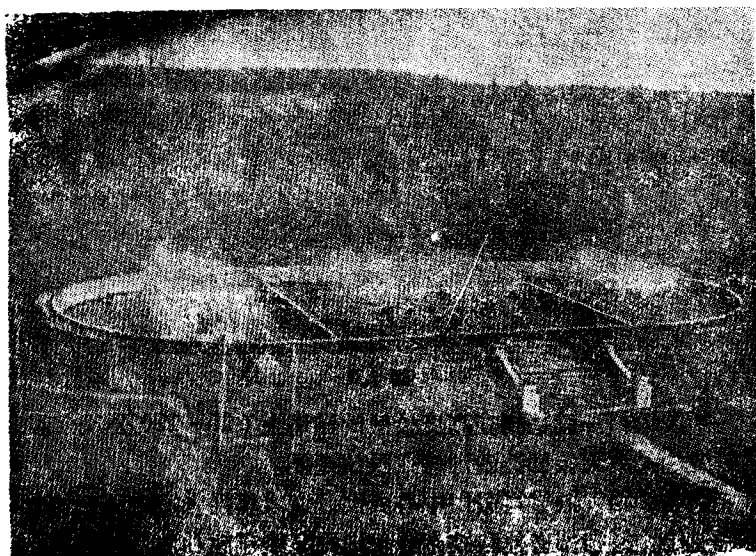


圖 1.2

爲了冷却水或直接冷却電子管的屏極，也有採用風冷的，即用散熱器和通風機來冷却。

天綫設備 由發射機發出的高頻電能經過天綫交換器送到饋綫再到天綫，或者直接送到天綫。現代的中波廣播電台是利用對地絕緣的拉綫式鐵塔或自立式鐵塔作為天綫。長波天綫一般用金屬導綫做成，懸掛在鐵塔上。塔的高度達300公尺以上。為飛行安全起見，塔上用信號燈照明。

為了檢查鐵塔和天綫，在鐵塔塔身上裝有通至塔頂的梯子，或者使用掛在鋼繩上的升降盤（吊籃）。升降鋼繩穿過固定在塔頂的滑輪，一端繫於升降盤，另一端繫於絞車上。

無線電廣播電台的天綫全貌圖見圖1.3。

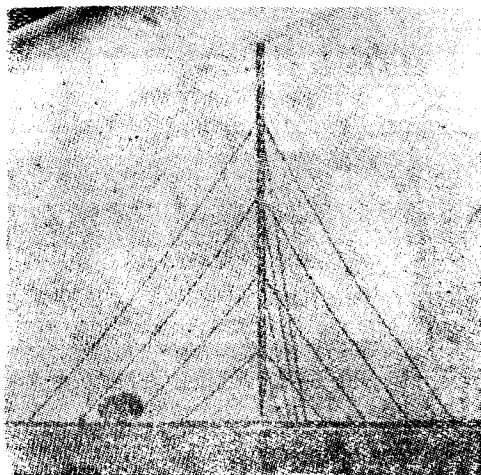


圖 1.3

短波天綫一般是掛在高度較低的鐵塔上（25—120公尺）。對於中波和長波天綫都裝置地綫或懸掛地網。

傳音綫路 無線電發射中心與控制室或與播音室之間用傳音綫路相連接，通過傳音綫路控制發射機的高頻電能和進行業務通話。傳音綫路可採用電纜或用架空綫。在離發射機機房300—400公尺處，架空綫轉為電纜，以免在其上感應高頻電流。電纜終端接入機房分綫箱內，在分綫箱內將電纜的心綫一對對的分開。過分綫箱

以後全部綫對由其他電纜接到交換器，發射機調幅設備的末級放大器等接綫電纜也接到這個交換器上。在交換器中可以測量及檢查電纜的全部綫對。

調度通信 調度通信是用來控制無線電發射中心各種設備。爲了這個目的，用電纜把無線電發射中心和控制室或播音室連接起來，由傳音綫路中分出幾對綫供業務通話及信號設備之用。通常在這些綫對上接有電話機，在大型幹綫無線電中心還設有使用啓止式電報機或使用其他類型電報機的電報通信，或採用特殊的燈光信號。同樣，爲了控制無線電中心內部各個部分，也裝設類似的設備。

電話、信號和電鐘設備 爲了無線電中心業務房間，行政房間和居住房間彼此之間的通信，裝有 50—100 號的人工電話或自動的電話。

人工電話的優點是在緊要的場合能中斷用戶談話，以便接上綫路傳達緊急命令，現有的自動電話綫路可惜不能做到這一點。人工電話的主要缺點是必須有人看管，若是通話次數不多，這樣是不經濟的。

除電話通信以外，主要技術房間都有業務上用的信號設備，並在各機房及各房間內裝設電鐘。

監測設備 爲了保證發射機工作有很高的技術指標，並保證很快地發現和消除可能發生的障礙，在無線電中心內裝設監聽測量儀器。日常需用的測量儀器裝置在特製的立櫃上（控制台），放在值班人員工作地點附近。

在較大的無線電中心內，監測設備裝置在特設的房間——監測室裏。

實驗室 除去日常的測量外，無線電中心尚需定期進行發射機和天綫的檢查和調整工作，測繪極坐標圖，進行電子管和閘流管的檢驗和排氣工作，以及檢驗配電盤上、發射機機櫃上和監聽測量櫃上的儀表並校對儀表的刻度，這些工作都應該在無線電中心的實驗室內進行。在實驗室內也可以進行發射機工作情況的檢查，發射機

的重調以及小的修理工作，測繪整個發射機及其各級的特性曲線。

修理室 在無線電中心的修理室中進行零件和機器的修理工作，製造備用零件等。

爲了能完成這些工作，修理室中應有必要的全套工具和機床設備。

在有自用發電站的無線電中心內，有時要分別建立供柴油機用的修理室和供發射機用的修理室。這樣使修理工作便於進行，用不着在修理室和各種機器之間的長距離中經常而無益地來回奔走。

設在場地上的修理室一般附設一個不大的鍛工房，鍛造鐵塔和其他地方需用的鐵件。

倉庫 爲了儲存備用部件、電子管和各種材料，在大型無線電中心裏要有幾個倉庫，其中有：小的備用零件和發射機安裝材料的倉庫，較大機件設備的倉庫，天線設備和鐵塔零件的倉庫，石油庫，機油庫，汽油庫，以及堆放房屋取暖設備燃料的倉庫。

會計和技術表報室 大型無線電中心多數都獨立進行經濟活動，有自己的會計。技術表報工作是由工程技術人員負責。

在無線電台中要記錄發射機使用情況的技術維護日誌，編製發送工作綜合報告，每部發射機使用、停播及工作狀態等等的報表。

運輸 爲了保證無線電中心的業務工作，無線電中心內有自己的運輸設備，包括必要的運輸工具：公共汽車、小汽車、載重汽車、馬車，以及運輸工作必需的建築物：汽車房、馬棚、汽油加添站、庫房等。

無線電中心的住宅區 無線電中心都建築在城外，並且往往是遠離居民區。因此許多無線電中心大都有單獨的生活公用設施：住宅、幼稚園、托兒所、小學校、食堂、蔬菜貯藏所、醫務所、俱樂部或紅角、運動場、行政辦公樓等。

根據無線電中心的大小，可從無線電中心居住房屋中撥出一部分必要的面積作公用場所及行政辦公地點，亦可另建專用的房屋（俱樂部、食堂、醫務所、行政辦公樓）。至於托兒所、幼稚園和

學校，則是建築單獨的房屋。

住宅區內要有必要數量的房屋供維護人員居住。

最普遍採用的是有二套、四套、八套或十六套房間的標準住宅，其中附設日常生活上需要的各種設備。

第二節 無線電發射中心的分類和特點

由於無線電通信和無線電廣播事業的發展，特別是短波方面的發展，和由於在一個站中進行的通信量的增加，要求成組地裝置發射機（每一組有幾部發射機）。這樣就能大大地降低無線電設備的建築費用和維護費用，並能提高所裝置的機器和天線的利用率。

此外，建設無線電中心時，由於無線電中心維護上的特點，要求將無線電中心按其工作類別進行劃分（電報、電話、廣播）。這樣劃分的理由，同樣也因為是對各種通信形式有其特殊的技術要求。

無線電報中心 無線電報中心工作特點是所裝置的發射機按照固定的時間表和某些固定的對方進行通信，電報通信是在長時間內整天整夜和某一個對方進行的。因此在一晝夜間調換天線的次數較少。對於最困難的通信，在晝夜都要進行聯系的情況下，則有必要增加工作頻率的數目。

電報和廣播不同，與通信對方有固定的聯系，可以根據雙方同意在供電報使用的頻段中採用最佳工作頻率。由此可見，無線電中心的天線應該是寬波段式的，在這寬波段中，發射機應該有好幾個工作頻率。

在和對方經常進行互相通信時，發射機需要根據無線電波傳播情況改變發射功率，這樣就可以大大減少工作中的消耗。

電報發射機現在是用頻率鍵控代替以前所採用的振幅鍵控。維護移頻的發射機時需要有特製的測量儀器：偏差測量器，波段示波器等。此外，當無線電報通信在電波傳播情況不良時，需要利用轉播站。無線電中心發射機的工作單一化可使得維護人員的工作簡單，維護人員只與無線電報房有聯系，只要監督一種形式的發送。

通常在無線電報中心內，有一部分發射機可用柵極調制綫路作通話之用。爲了臨時性的電話通信而設置專用的電話發射機是不合理的。

無線電報中心大廳全貌圖見圖 1.4。

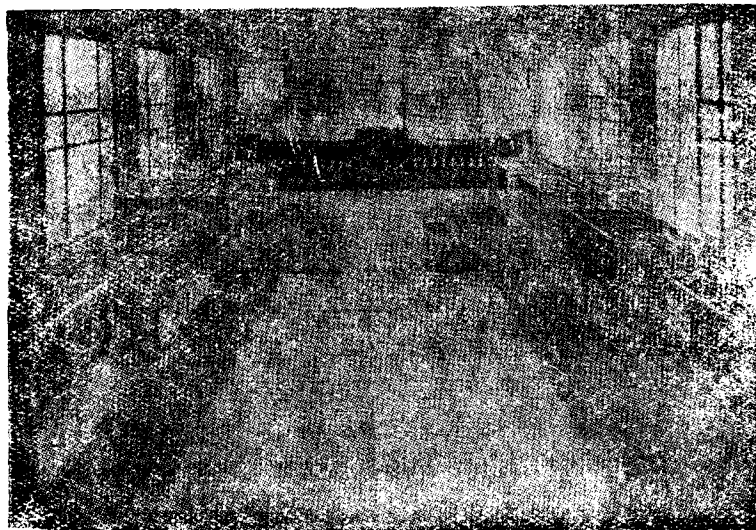


圖 1.4

無線電話中心 在中間隔有寬闊的水面或人口稀少的地區之間組織遠距離通話，只能利用無線電。

無線電話通信的工作情況有它自己的特點。

組織兩點之間的無線電話通信，每天在一定的時間進行工作，由兩個通信地點的當地時差來決定。當無線電波傳播良好時，用小功率發射機進行無線電話通信。此外，在晝夜間各個不同時間上，通信電路的通話有限制，因此就能夠利用同一部發射機和幾個對方通信。爲此，在無線電話中心內要求更換各個不同方向的天綫，要求選用能略爲改變主要發射方向的天綫，以及採用發射主瓣較寬的天綫。

無線電話通信電路的缺點是所裝置設備的時間利用率很低。將講話人語句間的停歇和聽對方講話的時間也算在內，設備使用率還

不到40—50%。

因此，過去普遍採用的電話系統——載波與雙邊帶同時發射的發射機，應該承認是陳舊的，必須改變成為完善的系統。

一種可能解決的辦法是使發射機在用戶不講話時不發射電能。在蘇聯，A. A. 瑪加扎尼克所設計的新綫路能夠大量節省電能，就是利用講話停息時保存電能。

利用複雜的設備，使得只有在送話器前發出聲音時才有單邊帶放射出去的發射機，能夠節省大量的電能。

利用單邊帶發送原理的無線電話使得接收機所收到的頻帶寬度減小，從而可以減少對收聽的干擾。接收機的頻帶和普通無線電話的頻帶相比較差不多窄了一半，這樣干擾的能量也就減少一半。

在輸出級電子管數目不改變的情況下，去掉發射機的載波和一個邊頻帶，可使另一個邊頻的波幅增大到四倍。

因為在普通發送時，無線電話的效能是由雙邊帶所產生的，那末在收聽單邊帶時，可以認為無線電話的效能增加到兩倍。因此，使用單邊帶工作和一般的發送情況比較，加上減少干擾所帶來的增益，則無線電話效能總的提高為 $2\sqrt{2} = 2.82$ 倍，或為 9 分貝。

使用單邊帶系統，當講話停止時，幾乎完全不發射，因此發射機各級的效率有顯著的提高。

現在最新的無線電話電路都裝用按照單邊帶通話原理而工作的發射機。

總的增益，按功率計算，可使發射機的功率比過去採用的降低到八分之一。

實踐證明，按電波傳播條件，通信較容易時，可採用功率為2—3千瓦的發射機和簡單的菱形天綫。當通信電路困難以及在電離層擾動的時候進行工作時，無線電中心則應採用功率較強的50—60千瓦的發射機。

可用二重分集天綫進行接收，或者就用常用的單根天綫。

無線電廣播中心 短波無線電廣播中心第一個特點是在發射中

心內所裝置的發射機的功率比無線電通信所用的爲大，而且是幾個發射機用不同的頻率同時向一個方向發射。

這個要求的產生是由於必須保證一般使用隨便架設的效率很低天線的接收機，能有足夠的電場強度，能夠滿意地進行收聽。爲了保證向規定地區進行無線電廣播，對於組織短波廣播和所採用的天線型式需要有特殊的技術要求。

廣播用的天線應保證在規定範圍以內的廣大地區中都能收聽廣播，在某種場合下須使用垂直輻射瓣較寬的天線，以控制縱深較大的面積；而在另一種場合下，須使用水平輻射瓣較寬的天線，以便更好地爲較寬闊的面積服務。

第二個特點是必需用幾個彼此相差很大的頻率往一個方向進行廣播。

在電報電話電路中，雙方通信時，經常能監測對方，當可聽度減弱或發現干擾時，報（話）務員可以改換工作頻率。對於無線電廣播來說，由於服務地區內各點的收聽條件不同，要監測可聽度有很大的困難。所以實際上採用幾個頻率同時工作爲的是使聽衆能選擇較好的頻率收聽，這樣也就使得工作廣播發射機的總數增加。

無線電廣播不像無線電話能夠在個別的傳播最好的時間內進行，而必需在聽衆最多的，一定的時間內進行。這些時間往往是與電波傳播不好的時刻相符。

聽衆沒有定向天線，收聽是在城市條件下每天在一定的時間內進行，又須要能控制規定的務服面積，結果便決定短波廣播發射機所必需的功率。

無線電廣播要求保有高度的藝術性，這就增加了監測每部發射機的各種電聲指標的作用，同時也就決定了廣播系統全部設備的構造是更加複雜的。

無線電廣播沒有雙方的聯系，因此提供在維護人員面前的任務是不論任何一段時間內的電波傳播條件如何，都要保證發送設備使用全部功率和深的調幅度不間斷地工作。