

编码选址通信

俞文君 王承恕 编著

172
国际工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍时频编码选址移动通信的基本原理和实现的关键技术。对码分通信的概念和编码技术也作了必要的阐述。此外,对常用的 ΔM 调制和解调、“宽—限—窄”线路、功率管保护线路、鉴相器、双工器、快速语音开关、开关电源变换器和螺旋滤波器等主要部件,也作了较详细的讨论。

本书可供通信工程技术人员及有关专业的院校师生参考。

编 码 选 址 通 信

俞文君 王承恕 编著

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经销

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/32 印张11 $\frac{1}{2}$: 251千字

1990年11月第一版 1990年11月第一次印刷 印数: 0,001—2,000册

ISBN 7-118-00398-0/TN·82 定价: 7.80元

前 言

四十年代末，信息论的奠基人香农 (C. E. Shannon) 首先提出，在干扰是高斯噪声，而平均功率受限的信道中，最佳信号形式是白噪声。到六十年代，一些易于产生、加工和复制，且具有白噪声性质的“伪噪声编码信号”技术日趋成熟。因此，高效抗干扰编码通信便蓬勃发展起来。与此同时，用各种不同波型的正交码来实现波型分割的码分多址通信也相继出现，实现了无线用户间的随意呼叫通信。这种技术在地面多址通信和卫星通信中都可采用。由于码分通信有抗干扰性强和一定程度的保密能力等一系列独特的优点，所以首先引起国防军事通信部门的关注，并出现了一些军用战略卫星通信的码分系统和超短波战术通信的码分系统。民用通信方面，也相继提出了一些具体的方案。

在码分多址通信中，最早出现的是时频码多址通信技术。它应用时隙和频率的组合进行编码，以实现多址通信。首先研制的是美国的马丁公司和莫托罗拉公司，但是，当时由于伪地址干扰难以解决，中途被迫中断研究工作。到了七十年代，在日本，由于采用三值增量调制和相关检测技术，使得时频码通信在 5MHz 的带宽上获得了 70 个同时通话台数，从而首先被应用于防卫厅。后来，人们根据不同的通信条件和追求更高的质量指标，又提出了不少新的码分系统，其中伪码码分系统应用最广。当前，人们热衷于讨论的跳频和直序以及卷积码码分系统，都已被应用于各类卫星通信和地面通信

之中。由于要兼容已有的通信方式和有效地克服远近效应，在战术通信中，跳频技术已越来越受到人们广泛的重视。当前，在移动通信中，跳频技术不仅在理论和技术上的讨论文章连续不断，而且已广泛应用于实际之中。

作者撰写本书，试图介绍三方面的内容：

1. 比较详细地介绍时频码多址通信的概念，时频码多址通信机的具体组成和设计、制作技术，以及时频码多址通信中的码间干扰和频率干扰。时频码中的码元是在不同的时间单位(时隙)上出现的，当许多机器同时通信时，各码元必须能够分辨，否则相邻码元间将发生“粘连”，使接收机无法将相邻码元区分开来，从而产生码间干扰，使通信失效，这是不允许的。书中第三章和第四章专门讨论了这方面的问题。时频码中的各个不同频率，在信号不同等级情况下，要在接收机中被分割开来，是一个较为困难的问题，本书第三章和第八章专门作了介绍。通过上述介绍，使读者对时频码机的基本概念和关键技术有基本的了解。

2. 一部多址通信机，除具有本身技术特点外，自然还要采用和其它类型通信机相类似的技术，诸如增益调制和解调、抗脉冲干扰的“宽—限—窄”系统、码型变换、双工器、功率管的自动保护装置、鉴相器、快速语音开关、开关电源变换器和螺旋滤波器等的设计和具体制作关键，本书有相当的论述，使读者获得实践知识。

3. 介绍了一般码分通信的概念和各种不同的码型以及由典型的码构成的码分通信系统；还介绍了码分多址通信的同时通话台数及通信质量两个主要问题；并着重指出多台设备同时通信时，如果远近效应不克服，则各码间的正交性将被破坏而导致整个系统失灵。这样，码分多址通信中所讨论的结

果也就没有意义。上述三方面的问题，都是码分多址通信中急待解决好的问题。目前，各国不少学者都在研究：如何在保证一定的通信质量情况下，获得最多的同时通话台数，以及在移动通信中多台设备同时工作时，由于远近效应存在，应如何较理想地实现信道正交分割。通信质量、同时通话台数和远近效应三个问题，如果能彻底解决好，则码分多址通信将会得到更进一步的发展。

本书稿承蒋同泽高级工程师详细审阅，并提出了许多宝贵意见，在此表示诚挚的感谢。

作者

目 录

第一章 概述	1
§ 1-1 选址通信基本概念	1
§ 1-2 选址通信模型	2
§ 1-3 常用的几种选址通信制式	4
第二章 码分通信系统	11
§ 2-1 信号分割原理	11
§ 2-2 伪随机码 (PN 码)	15
§ 2-3 GOLD 码	40
§ 2-4 卷积码	52
§ 2-5 Viterbi 译码	90
§ 2-6 几种典型的码分通信系统	102
第三章 时频码通信系统	123
§ 3-1 时频码通信的基本原理	123
§ 3-2 时频码通信机的基本框图	125
§ 3-3 时频码通信机的基本参数	133
第四章 码间分割和频率分割	137
§ 4-1 各类波形的频谱	138
§ 4-2 脉冲宽度 Δt 和频谱宽度 Δf	146
§ 4-3 通过高斯滤波器后的各类波形	148
§ 4-4 信道分割	154
第五章 时频码制式的频分方法	158
§ 5-1 伪地址干扰脉冲及其抑制	158
§ 5-2 频率互串及其消除	160

第六章	号码选取与同时通话台数	174
§ 6-1	号码选取	174
§ 6-2	时频码制同时通话台数	181
第七章	信源编码与解码	190
§ 7-1	概述	190
§ 7-2	增量调制和解调	192
§ 7-3	增量调制、解调器的主要特性	195
§ 7-4	数字音节压扩增量调制	202
§ 7-5	反馈压码变换	208
§ 7-6	“分流码”时频编码	213
§ 7-7	压码与分流码	216
第八章	地址编码与解码	219
§ 8-1	时分码的产生与解调	219
§ 8-2	频率编码和解码	233
第九章	时频码选址通信机的基本特点	236
§ 9-1	时频码通信机的频带宽度	236
§ 9-2	载波泄漏处理	237
§ 9-3	高频调制器电路及合并电路	240
§ 9-4	获得高斯脉冲或升余弦脉冲发射的方法	244
§ 9-5	功率管保护电路和天线滤波器	249
§ 9-6	“宽一限一窄”系统和“陷波”电路	254
§ 9-7	同步选通接收机中的鉴相器和高频选通开关	259
第十章	同频双工器和话音开关	272
§ 10-1	双工器	272
§ 10-2	控制型同频双工器	273
§ 10-3	非控制型同频双工器	275
§ 10-4	同频双工器的结构	279
§ 10-5	话音开关	279
第十一章	开关稳压电源和螺旋滤波器	295

§ 11-1 开关稳压电源 295
 § 11-2 螺旋滤波器 303

附 表

附表 1 $L = 1$ 、带宽为 600kHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 310
 附表 2 $L = 2$ 、带宽为 800kHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 312
 附表 3 $L = 3$ 、带宽为 1MHz 时, 不同脉冲波通过不同滤波器的输出值 314
 附表 4 $L = 4$ 、带宽为 1.2MHz 时, 不同脉冲波通过不同滤波器的输出值 316
 附表 5 $L = 1$ 、带宽 600kHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 318
 附表 6 $L = 2$ 、带宽 800kHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 320
 附表 7 $L = 3$ 、带宽 1MHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 322
 附表 8 $L = 4$ 、带宽 1.2MHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 324
 附表 9 $L = 1$ 、带宽 600kHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 326
 附表 10 $L = 2$ 、带宽 800kHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 328
 附表 11 $L = 3$ 、带宽 1MHz 时, 不同脉冲波形通过不同滤波器的输出值 330
 附表 12 $L = 1$ 、带宽 600kHz 时, 不同脉冲波通

	过滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	332
附表13	$L = 2$ 、带宽 800kHz 时, 不同脉冲波通过滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量数比值	334
附表14	$L = 3$ 、带宽 1MHz 时, 不同脉冲波通过滤波器后, 其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	336
附表15	$L = 4$ 、带宽为 1.2MHz 时, 不同脉冲波通过滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	338
附表16	$L = 1$ 、带宽为 600kHz 时, 不同脉冲波通过不同滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	340
附表17	$L = 2$ 、带宽 800kHz 时, 不同脉冲波通过不同滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	342
附表18	$L = 3$ 、带宽 1MHz 时, 不同脉冲波通过不同滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	344
附表19	$L = 4$ 、带宽 1.2MHz 时, 不同脉冲波通过滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	346
附表20	$L = 1$ 、带宽 600kHz 时, 不同脉冲波通过不同滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	348
附表21	$L = 2$ 、带宽 800kHz 时, 不同脉冲波通	

X

	过不同滤波器后, 其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	350
附表22	$L = 3$ 、带宽1MHz时, 不同脉冲波形通过不同滤波器后其中心频率偏离不同值时输出能量的比值	352
	参考文献	354

第一章 概 述

§ 1-1 选址通信基本概念

在某些实用的无线电通信过程中，比如一个地面移动通信网，或者是卫星通信网，用户要求在通信网内：

- 使通信双方能任意选择对方通信地址，像有线电话通信那样，通过拨号呼叫对方。

- 能互相实行双工通信，通信双方能同时进行收发工作。

- 在有交换中心的情况下，可以通信；在没有交换中心的情况下，也能进行通信。

- 能传送数字电话。信号数字化处理以后，可以进行自动纠错，也易于加密。

满足上述要求的无线电通信，就是选址通信。这些不严格的约束条件，只是作为我们讨论问题的初始依据，便于分析问题和联系实际。选址通信，就是一种宽频带编码多址无线电通信系统。在我们讨论完码分通信一章之后，就能进一步理解。当然，从实用观点出发，还要求系统可靠、有效、简单和经济。

在选址通信的网络中，用户们的无线电信号同时通过一个给定的公共信道来建立起各自的联系而互不干扰，并具备多种功能。在给定的信道上，还要求用户数尽可能多，但通信质量又有起码的保证。

§ 1-2 选址通信模型

为了阐述问题清楚起见，有必要先介绍一下选址通信机的构成。图 1-1 是选址通信发射机基本框图。图中的一次调制是指语音 (s 点信号) 转换成二进制数码 (a 点信号) 的信号处理过程，其数码与语音一一对应，对应关系由变换方式决定。各种变换方式都有一定的特征和结构，PCM 就是最常用的一次调制方式。对一次调制所得数码 (a 点信号) 再进行二次调制，就是所谓的“地址编码”过程。要实现任意选择地址，就要给每部接收机——每个用户设置一个地址。当然，这要求发端对系统内的每一部接收机的地址都能编制出来。只有这样，这部发射机方可呼叫系统内的每个用户。这种编址技术就是“地址编码” (图 1-1 中的二次调制)。经过二次调制的信号 (b 点信号)，既有被呼叫者的地址信息，又有被呼叫者的话音信息。它是一组二进制数字脉冲序列。该序列是一组视频脉冲，还要调制在载波 (射频) 上，并通过功

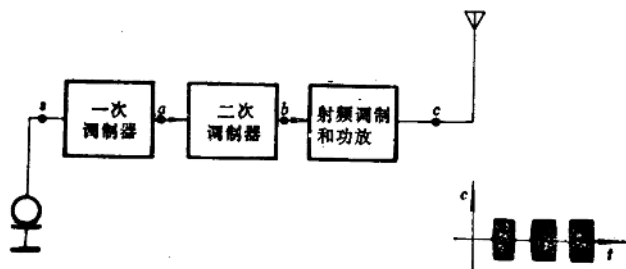


图 1-1 选址通信发射机框图

率放大器，方能送入天线并辐射出去。辐射到空中的信号（ c 点信号）就是一组包含有语音和地址信息的射频脉冲串。

图 1-2 是选址通信接收机的基本模型。当接收天线接收

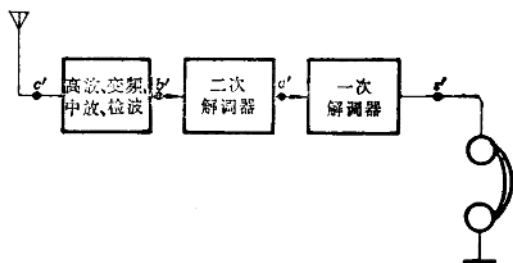


图 1-2 选址通信接收机框图

到已调射频信号（ c' 点信号）后，经过高放、变频、中放及检波，选择出本系统所需脉冲信号（ b' 点信号）（该脉冲信号与图 1-1 中 b 点信号相对应），再经二次解调器进行地址解码，得到 a' 点的信号（与图 1-1 中 a 点信号相对应）。在二次解

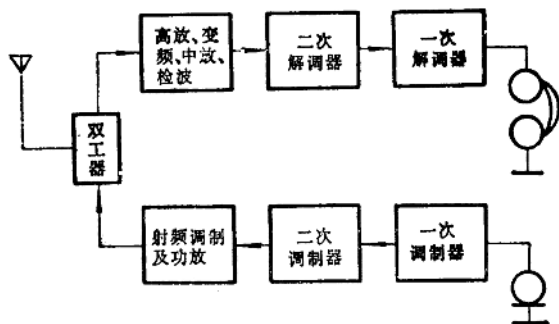


图 1-3 一部完整的选址通信机

调器中，排除了本系统以外的信号（或称同类电台干扰）及某些外界干扰信号。 a' 点的脉冲序列，进入一次解调器，还原成话音信号（ s' 点信号）。

实现双工选址通信，要求每一用户必须有发射机和接收机，并具有同时收发的功能。因此，一部完整的选址通信机应如图 1-3 所示。要使图中收、发信机互不影响地工作，必须用双工器进行合理的隔离。

§ 1-3 常用的几种选址通信制式

实现选址通信有下列四种制式：

频分多址技术 它是将总频带分成若干窄小频带，每个小频带对应一个信道，任何时候都只供一个用户专用。复用信号中保留了各自的频谱个性。

时分多址技术 它是一个用户在分配好的极短时间间隔内，占用整个频带。然后周期性地重复，而其抽样却保持了信号波形的个性。各用户按时间顺序，各自进行通信。

码分多址技术 它是每个用户用一个特定结构的码字作为地址进行通信。信号识别是靠与其码相关的相关检测进行处理。它不受时间和频率限制。

空分多址技术 它是利用天线的方向性及用户的地区隔离特性来实现信号的辨认和分离。这种通信制式多与前三种制式联合使用，以取得更佳通信效果。

前三种制式的区别，可以用信号的空间图形表示，如图 1-4 所示。

实现选址通信的实际手段是多种多样的。目前比较常用的有下述三类。

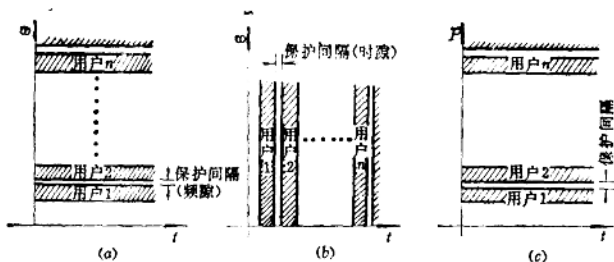


图1-4 频分(a)、时分(b)和码分(c)信号的空间图形
 t —时间; ω —频率; P —功率谱密度。

一、频分窄带选址通信

频分窄带选址通信方式的频率安排，一般是收、发信机不同频工作，如图 1-5 所示。当发射机占有 N_{F} 频带中的 N_{S} 频率时，接收机应占有 N_{L} 频带中的 N'_{S} 频率。这样，另一个电台的发射机频率应为 N_{L} 频带中的 N'_{S} ，接收机频率应为 N_{F} 频带的 N_{S} 。也就是说，用户双方的收、发信机频率是互换使用的。此外， N_{L} 频带与 N_{F} 频带之间要留出技术上能实现的保护频带。使用 N_{L} 、 N_{F} 频带和留出保护频带，是双工通信所必须的。这是频分窄带制的第一个特点。

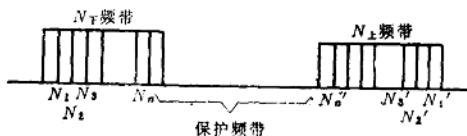


图1-5 频分窄带选址通信频带分配方式

频分窄带制的第二个特点是必须进行合理的频率分配和地址分配。这种制式的通信机要使用两个频率，如果网内只有 20 个频率，并假定每部电台（通信机）所用的频率是固定

的，则网内最多也只能容纳 10 部电台。如果网内要容纳多于 10 部电台，则必须事先规定某些电台共用哪两个(收、发)频率，使用两两相同频率的电台只有靠不同地址号来区分。这样的频率分配方法，显然不甚合理。被固定分配给某电台的两个频率，如果该电台不去使用它，而其它电台又无权使用，则这两个频率就被空搁起来而造成“浪费”。当有好几对电台同时要使用一对频率通信时，也只能允许一对电台工作，其它排队“等待”。要克服这种“浪费”和“等待”缺点，就不能固定频率使用，而让 N_{\uparrow} 、 N_{\downarrow} 频带中的所有频率为网内所有电台公用。谁要进行通信，只要找到空闲频道，就可以占用。通信完毕后就退出这个频道。当然，网内所有频率都被占用时，仍然存在着“等待”现象。

为了能进行任意选址，应当给每部电台各分配一个地址。这样，就可以依赖频率分配和地址分配，进行有效的选址通信。

如果频分窄带选址通信要经过中心交换台转接，则每个电台就得使用四个频率。这种方式的一个优点是，一旦中心交换台失效，那么只要恰当安排好使用频率，用户之间仍然可以直接进行通信。当然，此时的通信距离要缩短。这种方式称为“直通”通信。其频率分配如图 1-6。图中 $N_{\uparrow\downarrow}$ 和 $N_{\downarrow\uparrow}$ 为“直通”用频率组，其中 $N_{\uparrow\downarrow}$ 为主呼台发射及被呼台接收的频带， $N_{\downarrow\uparrow}$ 为被呼台发射及主呼台接收的频带。

如果两个电台由于距离太远或遇死区而不能“直通”通信，则主呼台应自动由 $N_{\uparrow\downarrow}$ 的频带转换为 $N_{\downarrow\uparrow}$ 的频带，并紧接着搜索空闲频道。找到空闲频道之后，用 $N_{\downarrow\uparrow}$ 之一的频率向中心台发信，中心台收到主呼台信号后，通过交换作用，并用



图1-6 有中心交换台兼直通的频分窄带选址通信的频率分配方式

N_{1L} 频率之一向被呼台发信。此时，被呼台用 N_{1F} 频率之一向中心台发信，中心台收到此信号，通过交换作用，并用 N_{2L} 频率之一向主呼台发信。这样，通过中心台就构成了如下频率的联络方式：

- N_{2F} 之一为主呼台向中心台的发射频率，也是中心台的接收频率；
- N_{2L} 之一为中心台向主呼台的发射频率，也是主呼台的接收频率。
- N_{1L} 之一为中心台向被呼台的发射频率，也是被呼台的接收频率；
- N_{1F} 之一为被呼台向中心台的发射频率，也是中心台的接收频率。

这种安排解决了以下三个问题：

(1) 被呼台无论是“直通”还是经过中心台转接，总是在 N_{1L} 频率组中搜索接收频率。

(2) 中心台向主呼台和被呼台的发射频率，总是占用 N_{1L} 和 N_{2L} 频带。如此安排，不致发生混乱，避免了中心台的自干扰问题。

(3) 通信程序总是首先“直通”，而当不能“直通”时，主呼台才向中心台求援，并自动切换频段。这样，一则可以扩大通信距离，二则当中心台失效时，在近距离上仍能进行