

移动通信新技术

译文集

*Selected Translations on New
Technologies of Mobile Communications*

移动通信新技术译文集

国营七一四厂科技情报处

一九九一年十一月

编 者 话

移动通信是一种不受时间和空间的限制,随时随地都能交换信息的通信工具。随着人类对信息的需求——特别是对信息的及时性的要求越来越高,移动通信也就越受到重视,其发展十分迅速且日臻完善。移动通信的研制经历了模拟、数字,现已进入第三代——“个人通信”。

为了适应移动通信迅速发展的需求,促进我厂移动通信科研、生产,进一步提高移动通信专业技术水平,我们特搜集外刊新近发表的有关蜂房移动系统的优化设计、新一代窄带 TDMA 蜂房系统、大容量移动通信系统中灵活信道分配、移动电话系统中控制信道业务量设计和实现蜂房无线电网络规则的综合途径等 11 篇文献,译编成册——“移动通信新技术译文集”,仅供有关人员参考。

在编译过程中承蒙第三设计所的领导及有关同志的大力支持与热情帮助,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,不妥之处敬请批评指正。

编者 刘笑妮
一九九一·十一·

目 录

实现蜂房无线网络规划的综合途径	(1)
新一代窄带 TDMA 蜂房系统	(8)
蜂房移动系统的优化设计	(17)
大容量移动通信系统中的灵活信道分配	(33)
移动无线信道中 D-TASI 系统的入口策略	(42)
蜂房式数字移动通讯系统中新颖天线配制	(53)
移动电话系统中控制信道业务量的设计	(62)
在移动电话无线信道中 GMSK 鉴频检测的分析	(72)
蜂房系统的覆盖测量技术	(80)
RITA 满足现代野战通讯的需要	(88)
具有动态信道分配的蜂房移动通讯系统的性能分析	(97)

实现蜂房无线网络规划的综合途径^①

A. Gamst, R. Beck, R. Simon, E. -G. Zinn(荷兰)

摘 要

本文介绍了实现蜂房网络设计程序的基本思想。借助无线通信小区的概念,人们有可能对至今仍为各自孤立的研究领域加以综合考虑。本文还提出了组成这个程序的每个基本设计步骤和它们的相互关系。利用该程序可在普通的非均匀条件下设计新的网络、分析和扩展现有的网络、研究系统差异和设计战略。

一、引 言

规则的六边形蜂房结构(采用了人们所熟悉的双周期频率复用技术)在相当一段时间里支配了蜂房移动无线通信系统的网络概念[6],[1],[19],[17]。系统参数的选择,如动态频率分配[21],[16],扇形小区[18],[19],频率复用划分[12]和其它参数通常都参照这个简单模式。科普介绍也几乎必然地把蜂房网络比作六边形结构。要解释这种现象似乎并不困难,因为这样安排基站和频率可在一定的范围内同时提供最经济的有效覆盖区和极度密集的共信道小区[8]。

然而,为什么还要对其它形式的小区系统进行研究?这至少有四个充足的理由:

- 通信密集度不能全假设为常数
- 无线电波的传播实际上决不是均匀和同向的
- 基站位置有时不能任意选择
- 通信区域通常有个界限

为了克服这其中的第一个问题,人们设想了所谓小区分裂方法[7],[19],[23],它的构造(及它们的基本原理)仍然是六边形小区。至今人们还不知道用这种方法得到的网络是否享有上述均匀点格的任何优点。

除此唯一的发明外,还有没发表过能解决上述各问题的理论模式。这种不满状态使实践者完全怀疑理论模式的价值(见[15]),他们的评判通常与我们列出的第二个问题,即非均匀传播条件问题有关。作为一种对策,人们开发了许多复杂环境场强预测程序,大部分程序是以 okumthas 的测量法为基础[20],Hata 从这些测量中推测出公式。然而,这些程序似乎保留着相当独立的方式。另一方面蜂房网络设计显然没有停留在场强预测上。还采取了其它方法(见下文介绍),但这些方法必须与前面的传播计算结合在一起使用。

本文介绍 ERAND(通用无线网络设计)程序包。它是研究非均匀网各个方面的软件工具

① 张珍 译、徐大福 校

(不同的观点见[22])。GRAND 程序包利用无线小区的通俗概念,提供了一种把下述三个基本设计任务综合为一体的结构:

- 基站结构的形式
- 小区分析(包括传播、覆盖、通信业务量和干扰)
- 频率分配

该程序着重于人机对话。也可对基本的无线网数据进行灵活的操作。

二、GRAND 的结构

总的来讲,GRAND 可使它的使用者在给出一组用户数据和系统参数(输入)时得到无线网络数据(输出)。此外,GRAND 能经受起系统各种要求的检验和成本价格比的评估。

在考虑筹建的通信区域内,用户数据应给出:

- 话务量密度
- 地理高度
- 地貌结构(地面分类,例如城市、郊区等等)

在系统参数中至少包括:

- 频率范围
- 可用的频率数量
- 要求的 S/N 比
- 要求的共信道 S/I 比
- 话务量规格表(给定服务等级)

可选择的参数是天线特性、固定基站,邻近信道的 S/I 和其它的约束条件。

GRAND 提供的无线网络数据包括:

- 基站数目
- 对每个基站,它的
 - 位置
 - 天线高度
 - 发射功率
 - 天线类型
 - 波辨方向
 - 指定的频率

因此,如果使用了比如说定向天线,仅就天线的波辨方向和设置频率而言,就会有各种彼此不相同的基站。

用 GRAND 验证的三个基本的系统要求是:

- 覆盖范围
- 服务等级
- 无干扰

更精确地说,根据话务量表提供的服务等级和 S/I 系统参数提供的无干扰等级,在不超过可用频率数目的条件下,使用者能够知道借助于 GRAND 而构成的无线网络是否已提供了令

人满意的覆盖,是否可能找出可行的频率设置。为了达到这些目标,该程序通过图 1 所示的十个独立步骤进行循环。这些步骤中每一步都具有完整的输入输出数据结构特性,这种如同黑盒子的步骤特性使人们用另外一个步骤去替换其中任一步骤,例如,采用简单的 r^{-4} 传播定律来替换 okumura-Hata 公式,它不会影响该程序的整体结构。

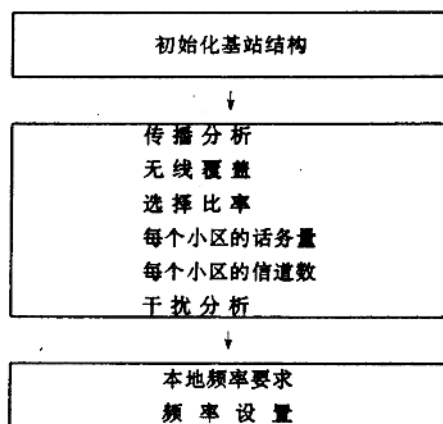


图 1 GRAND 的程序步骤

每个独立的步骤通常是一个封闭的操作,没有任何可能受到使用者的干涉。在这些步骤中有一些允许使用者在下面不同的运行中可选择的人机对话点。

- 显示有效的信息
- 处理无线网数据
- 执行下一步骤
- 从一个文件中读出数据在下一步中置换计算,等等

如果无线网数据发生变化,该程序在这些数据首先被使用到的那一步之前立即返回到人机对话点,仅从发生变化的地方重新完成下面的运算。

必须强调的是,图 1 所示的整个步骤不能用传统的无线小区的概念即原有的平面点结构来设计,换言之,该程序是用小区为模糊状态[24]的概念来设计,即在小区“内”和小区“外”之间没有严格的区别而能连续传送。在我们的假设中,用选择比率(见下文)来规定成员的等级,这意味着用这个新概念设计的程序能够更精确地模拟现场发生的情景。因此按照这种方法进行设计没有严格规定的小区边界。

三、程序步骤

1. 初始化

这一步只是用于产生开始执行程序,所需要的各种参数,例如,如果希望建一个正规的六边形小区系统,就要在此处送入该小区的半径范围。该步骤到使用者在人机对话处操作这类参数为止。

2. 基站结构

这一步产生具有下述特征的一组基站

- 位置
- 天线高度
- 发射功率
- 天线类别
- 波辨方向

现有的 GRAND 方案提供均匀正六边小区和小区分裂方法(在话务量基础上的分裂),除了从自动网络发生器得到的这些数据,最新方案还包括较灵活的“肥皂泡”方式对话方法或者势能方式对话方法。这些方法的介绍近期将会出版。

3. 传播分析

这步的目的是预测传输区内基站发射的场强信号的中值。这步的标准方案使用了 okumura-Hata 传播方式的扩展形式[3][2]。为了迅速评估各种趋势,可选择简单的 r^{-4} 定律,而且可用测量方法代替计算出的场强值(如果有效的话)。

4. 无线覆盖

如果需要的 S/N 比(或者最小场强值)超出规定的的能力,就假定达到无线覆盖。根据球面比例图,在通信范围或者是用户密度方面必须保持足够大的区域。在第 4 步,从场强值和与本地形状结构有关的阴影参数 σ [20]计算出所谓的超出能力。在后面的人机对话点显示这样获得的本地覆盖信息,并由使用者判断,由此推得总覆盖信息。

5. 选择比率

总的来说,在此阶段产生第 2 节介绍的无线小区。对于通信范围内的每个场点,把从附近所有基站接收到的信号强度加以比较,对这些潜在服务区的每一处,计算出选择比率——即移动台寻呼此外的概率。这种概率当然取决于场强电平的中值和本地阴影参数 σ ,但它也深受系统采用的越区算法的影响[25]。

6. 每个小区的通信量

一理按选择比确定了无线通信小区就可容易地算出此基站所服务的通信量,为通信密度和邻近基站选择比的乘积之积分。

7. 每个小区的信道

对每个基站,可将其对应的话务量与外部定义的话务量表中的值作一比较。通过比较,获得了实现这个话务量所必须的信道频率数。这样,利用适当的话务量表,在每一个小区强制性使服务等级符合某种标准(例如阻塞比率)。

8. 干扰分析

这一步是计算每对无线小区互相干扰的程序。因为在覆盖计算中,至少有两种方法来定义按选择比率给定的小区中的干扰电平。第一种定义确定整个小区范围即那些对选择比不可忽略的地区中的平均概率,此概率超过指定的 S/I 门限值,用选择比加权。这可称为定向区域定义。第二种定义用选择比乘以话务量作为它的加权函数,即定向通信方式。典型的定义通常指在该小区边缘超出的比率,它们在本文毫无意义。

这样获得的平均概率再与给出的门限值相比较(它们是另一个系统参数),如果超出了这个门限就假定它为不可接受的干扰。把出现的这种事件登记到所谓的兼容矩阵中[10]。这个矩阵送入的通常是 0,这意味着相应的小区可以用同种频率。然而,如果在二个小区之间检测出许多共信道干扰,这个矩阵对应的登记将为 1。如果有更多的邻信道干扰,矩阵登记必然增加到 2。

9. 本地频率要求

最后二步是计算频率数,要把第 7 步确定的信道频率数分配给各个小区,与此同时观察兼容矩阵收集的频率复用限制,计算每个小区需要分配哪些频率。原则上讲,这种综合问题由于它内在计算的复杂性[11]而不能完全解决,因此这个任务就被划分成二个子任务,即在频率要求范围形成最高和最低界限。在第 9 步,通过对本地基站也就是每个邻近小区的分析,计算出低频段,基本的估计是一组数[5],用著名的算法可容易地算出[4]。这组数代表最大的本地频率要求(由于共信道抑制原因),对于与其它抑制有关的估算,可参阅即将出版的文献[9]。

10. 频率分配

在这最后的步骤中可产生任意的频率分配,每次都在频率要求的较高频段。当获得第 9 步最大的低频段时(出现最佳频率分配)或者当达到使用者确定的频段时,就停止程序执行。采用此方式的经验表明,在大多数情况下将会有收敛。如果不是这样,在最大的低频段和最小的高频段之间的差别将是毫无意义的[10]。

四、总 结

本文介绍的一览子程序的目的在于把网络模式、实际场强预测和频率分配综合为一体。为了达到这个目的,引入了一种新型无线小区的定义,这个概念将目前还各不相关的这些因素联系在一起。该程序的模块结构使之继续改进,更为便利。

人们可将 GRAND 视为一种寻找满足系统要求(见第 2 节)的无线网络的“射击式”途径。该程序将协助使用者验证是否已满足要求,但能否解决问题,则取决于使用者采取什么样的途径。如果要建立性能价格比极佳的网络,这个程序就越发有效。

换句话说,GRAND 不是一个自动蜂窝网络发生器,人们仍需继续寻找一种有效的设计方案,GRAND 的目的之一就是为验证各种网络提供一种环境。

参 考 文 献

- [1] Araki, K. ; Fundamental Problems of Nation-Wide Mobile Radio Telephone System; Rev. ECL, Vol. 16(1968),357—373
- [2] Beck, R. ; Wellenausbreitung für 900 MHz-Mobilfunksysteme. Vorhersage und Messung; NTG-Fachtagung 'Bewegliche Funkdienste', München, Nov. 1985
- [3] Beck, R. ; Schmidt, W. ; Funknetzplanung für Mobile Automatische Telefonsysteme; TE KA DE Techn, Mitt. 1984,41—46
- [4] Bron, C. ; Kerbosch, J. ; Finding All Cliques of an Undirected Graph (Algorithm 457); Comm. ACM, Vol. 16(1973),575—577
- [5] Christofides, N. ; Graph Theory. An Algorithmic Approach; London ect. ; Academic Press 1975
- [6] Fastert, H. W. ; Die mathematischen Grundlagen der theoretischen Sendernetzplanung; Rundfunktechn. Mitt. , Vol. 4(1960),48—56
- [7] Frenkiel, R. H. ; Cellular Radiotelephone System Structured for Flexible Use of Different Cell Sizes; U.S. Patent 4,144,411, March 1979
- [8] Gamst, A. ; Geometric Design of Mobile Radio Telephone Systems; in: H. Neunzert (ed.) ; Mathematics in Industry. Proceedings of a Conference in Oberwolfach, B. G. Teubner 1984
- [9] Gamst, A. ; Some Lower Bounds for a Class of Frequency Assignment Problems; submitted to IEEE Trans. Veh. Techn.
- [10] Gamst, A. ; Rave, W. ; On Frequency Assignment in Mobile Automatic Telephone Systems; Proc. GLOBECOM ' 82, 309—315
- [11] Hale, J. ; Frequency Assignment; Theory and Application; Proc. IEEE, Vol. 68(1980), 1497—1514
- [12] Halpern, S. W. ; Reuse Partitioning in Cellular Systems; 33rd IEEE Veh. Techn. Conf. , 322—327
- [13] Hata, M. ; Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services; IEEE Trans. Veh. Techn. , Vol. VT-29(1980),317—325
- [14] Hata, M. ; Nagatsu, T. ; Mobile Location Using Signal Strength Measurements in a Cellular System, IEEE Trans. Veh. Techn. ; Vol. VT-29(1980),245—252
- [15] Hovi, M. ; From Cellular Plan to a Practical Operating Network; IEE Int. Conf. Mob. Rad. Syst. and Techn. , York 1984,53—56
- [16] Kahwa, T. J. ; Georganas, N. D. ; A Hybrid Channel Assignment Scheme in Large-Scale, Cellular-Structured Mobile Communication systems; IEEE Trans. Comm. , Vol. COM-26 (1978),432—438
- [17] Lee, W. C. Y. ; Mobile Communications Engineering; New York etc. ; McGraw-Hill 1982
- [18] Lorenz, R. W. ; Kleinzonennetze für den Mobilfunk, Nachrichtentechn. Zeitschr. ; Band 31

(1978), 192—196

- [19] MacDonald, V. H. : The Cellular Concept; BSTJ, Vol. 58(1979), 15—41
- [20] Okumura, Y. ; Ohmori, E. ; Kawano, T. ; Fukuda, K. : Field Strength and Its Variability in VHF and UHF Land-Mobile Radio Service; Rev. ECL, Vol. 16(1968), 825—873
- [21] Schiff, L. : Traffic Capacity of Three Types of Common-User Mobile Radio Communication systems; IEEE Trans. Comm. Techn. , Vol. COM-18(1970), 12—21
- [22] Simon, R. : Radio Network Design and Spectrum Efficiency of Narrowband Digital Public Land Mobile Networks; Nordic Seminar on Digital Land Mobile Radio communication, Espoo, Finland, Feb. 1985
- [23] Wells, J. D. : Cellular System Design Using the Expansion Cell Layout Method; IEEE Trans. Veh. Techn. , Vol. VT-33(1984), 58—66
- [24] Zadeh, L. A. : Fuzzy Sets; Information and Control, Vol. 8(1965), 338—353
- [25] Zimmermann, G. : Efficiency of Hand-Off Strategies in Cellular Mobile Automatic Telephone systems Using Signal Strength Measurements; internal report (in German), to be published.

新一代窄带 TDMA 蜂房系统^①

Jan Uddenfeldt and Bengt Persson

摘 要

本文介绍了一种新一代泛欧 900MHz 蜂房无线电话系统,即窄带 TDMA 系统。文章首先给出了窄带 TDMA 系统的基本特性,然后介绍由爱立信公司开发的 DMS90 系统的一些数据,以及由 CEPT(欧洲邮政与电信行政会议)最近公布的数据。最后,本文讨论了窄带 TDMA 系统的使用情况。

一、概 述

当今的蜂房系统只能满足部分需要,当我们展望 90 年代将要出现的下一代系统并考虑到整个消费者的要求时,就必须提高系统容量,大幅度降低终端和系统的费用。尤其要考虑向袖珍式蜂房电话的方向发展。增加话音保密和 ISDN 业务(综合业务数字网)也十分必要。

就下一代蜂房系统的体制而言,现在有许多不同的观点,选择其正确的一种是至关重要的。

目前,欧洲正在讨论 900MHz 数字蜂房系统的标准,标准化工作由一个隶属于 CEPT 的特别小组制定。该小组称之为 GSM,其工作方向是制定泛欧蜂房系统的标准。该系统在 900MHz 频段内占有 25×2 MHz 带宽。CEPT 的任务就是计划于 1991 年初始开通该系统。

GSM 小组选取以时分复用(TDMA)为基础的数字蜂房系统,该小组选择了多个这种系统进行评估,1986 年后期在巴黎对各系统进行了测试。

本文介绍了爱立信公司提供给 GSM 小组的系统,它是一个窄带 TDMA 系统。由 GSM 小组提议推荐的标准也于 1987 年 2 月公布,它也是一个窄带 TDMA 系统,与爱立信公司提供的系统仅略有不同。

本文的最后将窄带 TDMA 系统在容量、费用、手持机生命力几个方面同模拟蜂窝系统进行了比较。

二、前期工作

爱立信公司早在 1984 年开发了实验数字 FDMA 系统(见参考文献 1 和 2),对该系统进行了现场测试并同模拟蜂房系统进行了比较,如同 NMT900 系统和 TACS 系统的比较。

评估的主要结论是:数字 FDMA 系统可以提供比较好的话音质量。由于使用了信道解码器和强有力的话音解码器,使得无线衰落器噪声的影响大为减小,并通过采用高效抗同频

① 夏勇 译、李霞 周显东 校

道干扰措施,获得较好的频道复用效果,提高了频谱利用率。

实验中使用了几种不同的 16kb/s 话音编解码器,包括残余激励线性预测编码器(RELP)和自适应比特分配的子带编码器(SBC-AB)。

FDMA 系统的测试展示了大容量,高话音质量数字系统的可行性。对于数字传输,TDMA 技术也同样可行。这样可以减少移动电台和基站的成本,对于大众化市场来说,大容量系统的成本降低幅度是很重要的。在高质量的 TDMA 系统中,同样可以使用低费用的手持设备。TDMA 系统适于微小区,这一点对手持机和大容量是重要的。

然而,TDMA 系统也有不利之处。在高速数据传输中,由于多路传输会引起时延扩展(见参考文献 4),因此,必须使用对抗时延扩展的措施。采取这样的措施在窄带 TDMA 系统中对容量没有影响,但在宽带 TDMA 系统中这将是问题。另外,宽带 TDMA 系统中还将产生无线传输距离降低(由于需要高的峰值功率)和对于模拟 FM 系统的共存问题。

三、窄带 TDMA 方法

蜂房无线通信具有多径传输的特性,在通常的调频系统中会产生瑞利衰落,而使用 TDMA 传输方式会导致频率选择性衰落。在窄带 TDMA 系统中,考虑传输速率最高达 500kb/s 左右,以这种速率传输时,上述两种衰落都会发生。窄带 TDMA 系统备有内在的分集方式通过以下的组合来减小衰落的影响。

- 具有可选择跳频的信道编码
- 自适应信道均衡

在市区,因频率选择性衰落引起的时延扩展由自适应均衡来处理;在乡村和郊区,使用信道编解码器来消除瑞利衰落。

1. 信道编码和跳频

同分集接收原理相似,可用信道编码来减少瑞利衰落的影响,所不同的是分集接收需要多路天线或多路接收机,其实质就是将增加移动台和手持机的成本与体积。

编码需要频带扩展,但从频率利用观点来看,这是一种好方法。因为这样一来,我们可以使用更小的频率复用群(见参考文献 1)。

使用跳频方式对窄带 TDMA 系统同样有好处。跳频方式使缓慢移动或固定的用户转变到一种快衰落的情况中,但如交错太小的话,将增加信道编码。

TDMA 的每帧都使用跳频,这就是说,在交错的大帧中,不同时隙的衰落是互不相关的。由于编码处理方式有能力处理一些群信号的丢失,所以固定用户发现死点的可能性是非常小的。

2. 自适应均衡

TDMA 传输方式会同时产生严重的时延扩展。在市区,时延扩展的典型值是 0.5~2 微秒,如不采取措施的话,这会使 TDMA 系统在 340kb/s 的情况下无法使用。

TDMA 可采用两种自适应均衡方式:

- 自适应判决反馈均衡器(DFE)

——维特比均衡器

两者都能以分集功能的方式积极利用多径传输,因为同一信号经多条路径带有时延扩展传送到接收机。由于各路径信号的衰落是独立的,因而利用分集功能是可能的。这个问题可参考文献 5、6、8。

注意,分集功能不需要扩展频带,与建立在扩展频谱基础上的宽带 TDMA 系统相比,这是重要的优势。

四、爱立信公司的系统

窄带 TDMA 系统原理,称做 DMS90,是由爱立信公司完成的,并于 1986 年底由 GSM 小组对此系统进行了评估,现将此系统介绍如下:

DMS90 为一窄带 TDMA 系统,其频率间隔为 300kHz,每一载波载 10 个月户。用户传送时隙 0.8ms,共计 8ms。移动台发射频段为 890~914MHz,接收频段为 935~959MHz。在每个方向总共有 800 个频道,占有 24MHz 带宽。

系统的基本特性如表 1 所示,每个用户数据的速率为 16kb/s,话音编码采用 16kb/s 子带编译码器,话音编码的详细特性由参考文献 3 给出。

表 1 DMS90 的特性

载频间隔:	300kHz
每个载频用户:	10 户
传输数据速率:	340kb/s
调制:	GMSK
TDMA 时隙:	0.8ms
用户速率:	16kb/s
话音编码:	SBC-AB
分集方式:	
* 自适应均衡	是
* 信道编码	是(RS 码)
* 跳频	是(125 跳/秒)

恒定包络 GMSK 调制具有较好的功放效率,采用适当的基带滤波($BT=0.25$),在信道间隔为 300KHz 的情况下,可以提供 25dB 的邻信道保护,此时,需要的中频带宽为 250KHz 左右。

DMS90 采用交织信道编码方式,见图 2,每千帧 TDMA 信号构成一个 32ms 的交织信道编码。在编码后数据速率 24kb/s,采用 RS 纠错编码(12,8),每一符号 4 比特。

这种码具有 25% 的纠错能力,例如:它能够允许在 4 帧 TDMA 信号中有一帧完全出错,而保证在接收端能够得到完全正确的话音编码,整个多址方式所产生的时延,包括交织信道编码在内,大约是 40ms。

整个系统具有 125 跳/秒的跳频速率,它能处理任何衰落引起的影响。

DMS90 允许任何方式的自适应均衡。本系统在巴黎测试中采用了判决反馈方式,当然,也可采用维特比方式。

判决反馈方式就是一个既有前馈,又有反馈的滤波器,其条数适应当前每一个 TDMA

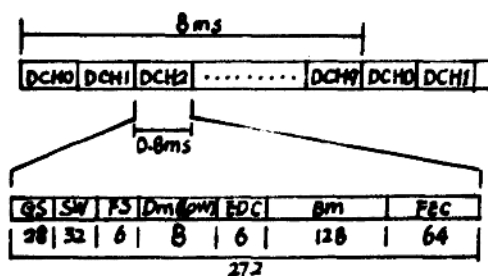


图1 间隔 300KHz 的每路载波包含 10 个时隙帧。

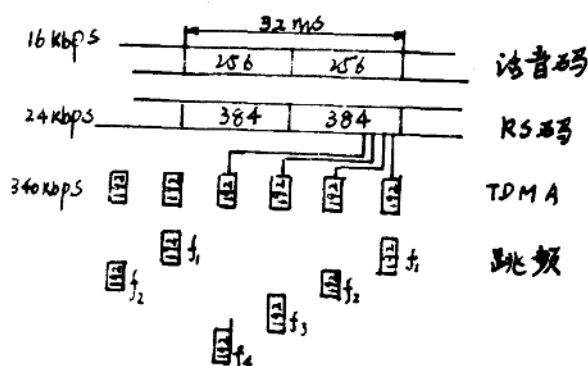


图2 编码和跳频技术,每 4 个 TDMA 帧有一个 RS 码。以 4 个 TDMA 帧为一组进行跳频,每 4 组分别用不同频率。

的脉冲序列。每一个时隙的开始有字同步(32 比特),用它测量信道的脉冲响应,以便选择滤波器的抽头。在每一个脉冲序列期间,借助于梯度算法,同样可以适时修正滤波器的抽头。有关信道时间响应和消除时延扩展均衡补偿,请看参考文献 5 和 6。

从表 2 可以看出判决反馈方式和维特比方式处理多径时延的结果,判决反馈方式能处理时延大约 2 个比特周期以上的纯瑞利衰落,维特比方式能处理大约 3.5 比特周期时延。在 340kbps(速率时)大约有 10 微秒以上的时延。

表 2:

	多径时延 τ/T						
	0	0.75	1.5	2.25	3.0	3.75	4.5
无均衡	1%	2%	3%	5%			
判决反馈均衡	0.9%	0.5%	0.6%	1%	2%		
维特比均衡	1%	0.4%	0.2%	0.2%	0.3%	2%	4%

表 2 说明了在相对时延为 τ 时,对两路衰落模式,通过检测误码率方式所能处理时延扩展的能力,其中两路具有相同功率,每一路在 900MHz 频段,车速为 50km/小时均为瑞利

衰落。常数 T 为比特周期,表中数据是在 $E_b/N_0 = 18.5\text{dB}$,而且不使用信道编码时得出的。判决反馈均衡器有 3 个正规抽头,4 个前馈抽头,而维特比均衡器使用 16 个状态。

图 3 是一个方框图,其详细说明见附页。

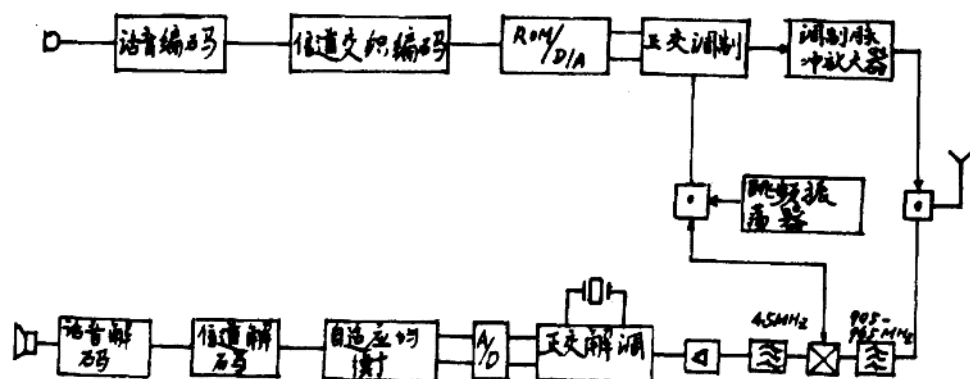


图 3 移动设备方框图

五、GSM 建议

1987 年 GSM 小组对窄带 TDMA 系统提出了一个建议,其内容与爱立信公司提出的基本相似。基本特性见表 3。

表 3 GSM 建议的系统特性

载波间隔:	200~300KHz
每路用户:	8 个
数据传输速率:	未提供
调制方式:	DPM
TDMA 时隙:	0.62ms
用户数据速率:	16kb/s
分集方式:	
* 自适应均衡	是
* 信道编码	是
* 跳频	是

其主要区别在调制方式,DPM 详细描述见参考文献 8。除了需用维特比解码器之外,其余与 GMSK 是十分相似的,实际上,这排除了 DFB,且 DPM 所占用的带宽比 GMSK 宽得多。其差异约 70%,以较低的载波干扰比作为抵偿。

六、系统性能

以下将从几个章节介绍窄带 TDMA 系统基本准则并同模拟系统加以比较,具体考虑下述几个方面:

- 容量
- 手持机的生命力
- 系统费用

下面列举的有关窄带 TDMA 系统的许多例子是从 DMS90 中选取的,它对 GSM 建议同样适用,只有一些轻微的修改。

七、容 量

TDMA 系统最主要的一点就是比当今模拟系统增加了容量,它决定了导致容量增加的必要条件。

- 在同样数量的基站条件下,在每个小区内显著地提高容量
- 系统中小区半径将低于 1 公里。

1. 小区容量

窄带 TDMA 系统在载噪比 $C/I=10\text{dB}$ (在每个小区允许多径衰落和瑞利衰落的平均值、频率组合为 3~9 时,同信道共用在 90% 区域内是可行的,9 频率组合的方案似乎太保守了,但 3 频率组合的方案又太理想化了,最可行的是 3~9 相结合的频率组合方案。

其结果见表 4,并同 TACS 相比较。

以 DMS90 系统为例,在 800 个信道中采了 3/9 相结合的频率结合方式,将 800 个信道分成二组,其中 150 个信道采用 3 频率组合方案,另外 630 个信道采用 9 频率组合方案,因此,在每一个小区内就有 $630/9+150/3=120$ 个信道。3 频率组合方案所用的信道被安置在距基站最近的半个小区内(以接收信号的强度门限测定),而 9 频率组合方案所用的信道可以被放置在任何地方,这种频率组合方案使 90% 以上的区域都是可靠的。

表 4 90% 以上区域可以通话的小区频谱效率(小区半径 1 公里)

	DMS90	TACS
可用的频带	24MHz	24MHz
信道数	800	960
所需载噪比	10dB	18dB
信道方案	3/9 结合小区	21 小区
每个小区的信道	120	45
每小区的厄兰(2%阻塞率)	107	36
小区面积(平方公里)	2.6	2.6
厄兰/平方公里	41	14

2. 在小区半径内的工作过程

从表 4 中可以清楚地看到,窄带 TDMA 系统比 TACS 系统的容量高 3 倍。然而,在大城市,41 厄兰/平方公里可能仍不够用。

窄带 TDMA 系统还可以使小区半径小于 1 公里,能够采用半径 100 公尺的小区 and 放在四周房顶下面的低仰角天线。

窄带 TDMA 系统能够这样做的原因是: