

调度和高级 传信系统



陆地移动通信系统手册
(包括无线接入)

卷 3
(2005年版)

国际电联无线电通信部门

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并在建议书被采纳的基础上进行不受频率范围限制的研究。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界和区域性无线电通信大会以及无线电通信全会完成，得到各研究组的支持。

询问有关无线电通信事项

请联系：

ITU

Radiocommunication Bureau

Place des Nations

CH-1211 Geneva 20

Switzerland

电话： +41 22 730 5800

传真： +41 22 730 5785

电子邮件： brmail@itu.int

网址： www.itu.int/itu-r

订阅国际电联出版物

请注意，请勿采用电话订阅，应通过传真或电子邮件方式。

ITU

Sales and Marketing Division

Place des Nations

CH-1211 Geneva 20

Switzerland

电话： +41 22 730 6141 英语

电话： +41 22 730 6142 法语

电话： +41 22 730 6143 西班牙语

传真： +41 22 730 5194

电子邮件： sales@itu.int

国际电联的电子书店：

www.itu.int/publications

调度和高级传信系统

陆地移动通信系统手册 (包括无线接入)

卷3 (2005年版)



前 言

为了满足发展中国家对有关陆地移动业务、技术和系统的各个方面的最新发展动态的日益增长的需求，在90年代末，ITU-R第8A工作组开始编写陆地移动通信系统手册。该手册分为几卷，其中两卷已经出版。卷1：固定无线接入；卷2：向IMT-2000进行演进的原则和方法。

该手册的目的是帮助陆地移动系统的规划、工程和部署的决策过程，特别是对发展中国家更有帮助。为了帮助在这些系统的监管、规划、工程实施和部署方面培训工程技术人员和规划人员，本手册亦提供相关的资料。

卷3：调度和高级传信系统 - 提供关于地面陆地移动寻呼、高级传信和调度系统、应用和技术的最新技术信息以及典型系统的描述。调度系统是指这样一种陆地移动通信系统，即在中心站的调度员和在规定工作区域内的一车队内的许多（车载的或手持的）无线电移动单元进行通信。寻呼和高级传信技术不断取得进展，如双向寻呼技术和数字化语言寻呼技术，它已经成为全世界普遍应用的一种移动通信方式。本手册的技术内容的对象为发展中国家和发达国家中的主管部门和电信运营商。

卷3由无线电通信第8A工作组的专家撰写。我要向陆地移动通信系统手册的报告人Cindy Cook女士（加拿大）以及在该项目的不同阶段辛勤地担任该卷编辑的Michel Pierrugues先生（法国）和Suneil Kanjeekal先生（加拿大）表示感谢。

José M. Costa
无线电通信第8A工作组主席
（加拿大）

目 录

	页码
前言	iii
第 1 章 – 引言	1
1.1 陆地移动通信系统手册的目的和范围.....	1
1.2 背景	1
1.3 卷 3 的结构.....	2
第 2 章 – 调度系统	3
2.1 引言	3
2.2 背景	3
2.3 频谱效率高的数字调度系统	3
2.3.1 综合增强型数字网 (iDEN)	3
2.3.2 综合数字无线电系统 (IDRA)	4
2.3.3 项目 25	4
2.3.4 地面集群无线电系统 (TETRA)	4
2.3.5 TETRAPOL	4
2.3.6 增强的数字接入通信系统 (EDACS)	4
2.3.7 跳频多址接入系统 (FHMA)	4
2.3.8 码分多址 - 公共接入移动无线电系统 (CDMA-PAMR)	5
2.4 数字调度系统的发展趋势	5
第 3 章 – 寻呼和高级传信系统	7
3.1 引言	7
3.2 背景	7
3.3 高速寻呼系统	7
3.3.1 灵活的广域同步协议 (FLEX)	7
3.3.2 欧洲无线电传信系统 (ERMES)	8
3.4 高级双向传信系统	8

3.5	高速寻呼和高级传信系统的发展趋势.....	9
3.5.1	频谱效率	9
3.5.2	收到的确认	9
3.5.3	双向语音传信	10
附件 1 – 调度系统描述.....		11
附件 2 – 寻呼和高级传信系统.....		31
附件 3 – 缩写词清单.....		37

第 1 章

引 言

1.1 陆地移动通信系统手册的目的和范围

为了满足发展中国家对有关陆地移动业务、技术和系统的各个方面的最新发展动态的手册的日益增长的需求，在90年代末，ITU-R 第8A工作组开始编写陆地移动通信系统手册。该手册分为几卷，其中两卷已经出版。卷1：固定无线接入；卷2：向IMT-2000进行演进的原则和方法。该手册的目的是帮助陆地移动系统的规划，工程和部署的决策过程，特别是对发展中国家更有帮助。为了帮助在这些系统的监管、规划、工程实施和部署方面培训工程技术人员和规划人员，本手册亦提供相关资料。该手册涉及各种陆地移动通信的应用，包括车载通信、室内通信、室外通信以及公共通信系统，如：智能运输系统（ITS）的应用。所涉及的系统包含基于蜂窝通信的系统、传信系统、调度系统、固定无线接入系统以及ITS。

本手册的使用者可能集中在两类人员中的一类。第一类包括决策者和规划人员，他们希望该手册为他们提供充分的资料，以便帮助他们对系统的选择及其这些系统满足他们的要求的适应能力做出决策。为此，该手册对各种各样的系统进行分析，考虑了许多因素，如业务量估计和预测，频带和频谱的要求、投资、法规和政策上的要求和经验、部署的策略、短期和长期的关系，以及对决策和规划所需要的其他因素。

手册为第二类使用者，即工程技术人员提供了有关下列各方面的更深入的技术信息，如各种不同系统和应用的特性、系统设计、业务量分析和估计、频谱估计、信道配置、蜂窝设计和选择、部署策略、移动台和基站设备以及其他相应的信息。

1.2 背景

陆地移动通信系统手册卷3的目的和范围是提供有关地面陆地移动寻呼和高级传信和调度系统、应用和技术等方面的科技发展动态的信息。

为了提供满足我们日常的需求所提出的高要求的服务，我们的现代社会与运输的移动性关系非常大。对这个问题的基础是对快速和可靠性高的无线电通信的严格要求，以提供保证对很大的经营区域内正在完成的各种活动进行强有力的协调。公共安全和紧急行动，包括警察、消防、急救、公用事业、陆地运输、物流、其他的政府行动等，可能会无法工作，因为我们知道，现在这些行动的调度系统还没有可靠的无线电通信。

1.3 卷3的结构

卷3由许多章节组成，它们为读者提供关键的信息，而详尽的技术上的、操作上的和管理上的信息在各附件中提供。第1章是本卷的引言。第2章提供关于各种不同的频谱效率高级数字调度系统的资料。第3章提供了关于寻呼和高级传信的应用系统的简要描述和基本的特性。附件1和附件2提供了各种不同的系统的详细的技术上的描述。

第 2 章

调度系统

2.1 引言

调度系统是这样一种陆地移动通信系统，在中心站的调度员与在规定工作区域内一车队的许多（车载的或手持的）无线电移动单元进行通信。该车队可能由警察、消防、出租车、物流、维修等工作类型的用户所组成。该车队可以由一种类型的用户或是由需要综合调度系统的一个不同类型用户的混合体组成。移动单元所到达的区域可以是非常大的区域，并且可能由单蜂窝或多蜂窝结构提供服务。根据车队规模，它们可以共享同一信道，或者每一车队可能需要多个信道。通信可以用单工的模式（上下行方向都按照一按就讲话的方式，只使用一个频率），也可以用半双工的模式，即使用两个频率，上行方向一个频率，下行方向一个频率，但同一时间，只有一个频率是激活的。第三种模式是全双工模式，即使用两个不同的信道，上行方向通信使用一个信道，下行方向通信使用另一信道。

对于只有几个移动单元的一个小车队，单个人可能就能够处理调度的要求。然而，调度的复杂性，可能随着移动的单元数的增加而增加。此外，根据工作类型的不同，对数据库和高速公路救援信息类型的接入（智能运输系统（ITS））已经导致日益增加对数据传输的依存性。由于互联网信息接入的巨大需求，为了加强和支持所提供的应用和业务，对数据传输的依存性进一步增加。

2.2 背景

调度系统传统上已经很有效地利用频谱，因为几个用户能够共享一个信道，调度系统由不同的用户，例如警察、消防，出租车、物流、维修等方面的用户使用。到目前为止，在调度系统中使用的主要技术是模拟调制。然而，由于调度系统可用频谱极有限，而且基于数据的通信¹每年都在增加，而且需求日益旺盛，已经导致开发频谱利用率更高的使用数字调制和集群技术的的技术。

2.3 频谱效率高的数字调度系统

本节简要地描述了国际上使用的和地区性使用的一些频谱效率高的数字调度系统。附件1包含全世界正在引入的八种系统的技术特性和工作特性。

2.3.1 综合增强型数字网（iDEN）

iDEN是基于现有的时分复用技术的通信系统，超过12个国家使用，用户逾1 800万。iDEN是数字移动综合系统（DIMRS）的商业应用，它在ITU-R M.2014报告中做了描述。它在一个25 kHz信道上提供6条通信电路，它将与调度系统、蜂窝电话系统、分组数据系统和高级传信和寻呼网相关联的业务和能力组合在一起，用蜂窝电话那样大小的手机接入网络。

¹ 促进接受数字无线系统的数据通信能力包括新的话音，视频和其他多媒体通信业务。

2.3.2 综合数字无线电系统 (IDRA)

IDRA是日本开发的一种调度系统的标准和系统，它在公共的基础设施和用户单元中将标准的双向无线电的特性与高级数据业务组合在一起。IDRA是日本现有的数字集群标准的一种增补版本，采用时分多址 (TDMA)、16电平正交调幅 (QAM) 标准，它将6个语音会话组合在一个25 kHz的射频信道中。

2.3.3 项目25

项目25是通过美国本地，州和联邦政府用户与电信工业联合会 (TIA) 的协同努力开发的一套标准。项目25的目标是使得公共安全部门能够平稳地推进从模拟调频 (FM) 系统向窄带和宽带数字系统转移，提供增强的话音和数据功能。项目25由两个主要阶段组成。第I阶段是频分多址 (FDMA) 系统，使用12.5 kHz内可以兼容的FM和正交相移键控 (QPSK) 调制技术。第II阶段已经增加了带宽为6.25 kHz的FDMA。第II阶段也在研究TDMA的替代系统，达到6.25 kHz等效的高速数据和许多系统增强功能。包含高速数据的开发工作是在700 MHz的宽频带数据标准项目 (TIA902系列文件) 下进行的，并且现在正在准备作为美国国家标准，有关的信息也提供给应急和安全活动移动性 (MESA) 的宽带项目。

2.3.4 地面集群无线电系统 (TETRA)

TETRA是一种高性能的无线电系统，它主要是为职业用户开发的，并且它能提供各种各样的话音和数据业务。TETRA是一种TDMA标准，使用 $\pi/4$ 数字QPSK (DQPSK) 调制，它将四个话音电路组合在一个25 kHz信道中。

2.3.5 TETRAPOL

TETRAPOL是一种可公开取得的全面运行的数字集群专用移动无线电系统的规范，它是由安全和紧急业务的生产企业论坛制定的规范。TETRAPOL采用FDMA技术，高斯 (滤波) 的最小频移键控 (GMSK) 调制，载波间隔有12.5 kHz和10 kHz两种，它使得有可能方便地从模拟过渡到数字。

2.3.6 增强的数字接入通信系统 (EDACS)

EDACS是在25 kHz或12.5 kHz信道上工作的高级双向集群无线电系统。EDACS规范与现有的EDACS设备和系统的基础有后向兼容性和互操作性。EDACS使用多种高斯频移键控 (GFSK) 调制技术。

2.3.7 跳频多址接入系统 (FHMA)

FHMA已在以色列开发出来，它为公共接入移动无线电市场和移动无线电市场提供了更高频谱效率的系统。FHMA在25 kHz信道中工作。

2.3.8 码分多址 — 公共接入移动无线电系统 (CDMA-PAMR)

CDMA-PAMR是一种频谱效率高的系统，它利用CDMA2000无线网络上运行的通过IP协议传送语音 (VoIP) 的技术，除了提供数据速率在一定范围内的数据业务外，还给用户提供基于语音的PAMR业务。CDMA-PAMR为开辟新的业务和应用提供了一个高度灵活的环境，并且它将公共接入移动无线电的语音和数据业务很好地结合在一起。CDMA-PAMR系统的载波带宽是1.25 MHz，并且该系统以频率（蜂窝的）重复使用系数为1进行工作。

2.4 数字调度系统的发展趋势

除了上面列出的各种调度系统外，有许多数字调度系统的标准正在制定之中，这将进一步增强现有的陆地移动调度业务的能力。其中包括TETRA2、MESA、CDMA2000、宽带数据标准项目和项目34。

这些数字技术正在国内、地区内和国际上进行标准化工作。虽然陆地移动无线电系统的国际数字标准还是一个最近才出现的事情，但它为陆地移动无线电市场和用户展示了一个光明的未来。市场应该接受可很容易买到的数字系统，它们的价格是有竞争力的，是有多个来源的和可以互通的。

第 3 章

寻呼和高级传信系统

3.1 引言

传统上，寻呼是一种单向的无线接入通信方式，它使用一个所支配的无线电频率与一个服务区内任何地方的寻呼用户进行联系。寻呼机一开机，就不断地扫描信号和接收确定特别发给它的消息。寻呼消息通常通过打一个电话呼叫该用户所指定的电话号码的方式发送出去。当寻呼机接收到发给它的消息时，寻呼机将该消息储存起来，并且用音频的单音或振动通知寻呼机的主人。

今天，寻呼和高级传信技术随着双向寻呼和数字语言寻呼等技术进步而继续发展，并且它已经成为全世界一种很普遍的移动通信方式。

3.2 背景

第一个寻呼系统是1950年代最初为在医院中使用而开发的，而广域的寻呼系统是1960年代末才开始出现的，很快，更广域的寻呼系统脱颖而出，它们直接与公共交换电话网（PSTN）链接起来。

在80年代和90年代，寻呼系统经历了在全世界出现爆炸性增长的历程，它使用POCSAG协议，速率为512, 1 200或2 400 bit/s。自1982年以来，在ITU-R M.584建议书中，已经将它列为无线电寻呼一号代码。因为用户的增长以及单音、数字和文字数字能力的混合的要求引起总容量的降低并且频率受限开始出现，所以，寻呼运营商敦促开发更高速的协议。

3.3 高速寻呼系统

3.3.1 灵活的广域同步协议（FLEX）

1993年6月首次引入的FLEX是一个高速无线传送协议族，它大大提高了信道效率和传统的无线寻呼信道的价值，同时也使得新的增值无线业务和应用成为可能。FLEX是一种多速率（1 600、3 200和6 400 bit/s）的编码格式。这种格式大大扩充了每一射频信道指配可以得到的用户容量。FLEX的编码格式是同步的，它允许大大提高电池寿命的性能并且大大增强了多径衰落条件下的系统性能。

FLEX编码格式能够以系统工作效率的损失最低的条件下提供混合系统工作的业务。因为可以使用三种不同的信号速率，即1 600、3 200和6 400 bit/s，因此只要以最小的附加代价，就可以实现将FLEX引进到现有的低速操作系统的基础设施。因为业务提供商建立了系统的用户数据库，该系统可以平稳地升级到6 400 kbit/s的速率，而只要增加合理的费用。所以，在系统扩大期间，业务提供商能够使每个用户的系统费用保持最低。

在FLEX编码格式内，也配备了提供本地、地区、全国和全球漫游工作的能力。FLEX可以与标准的VHF、UHF和900 MHz寻呼无线电信空中接口相兼容。

3.3.2 欧洲无线电传信系统 (ERMES)

欧洲电信标准协会 (ETSI) 已经开发了一个国际无线电传信系统, 定名为ERMES, 即ETSI标准 300 133。该系统能够提供增强的寻呼业务, 只要那地方建设了相应的无线传信网, 既可以提供国内用户漫游, 也可以提供用户的祖国以外的其他国家的漫游。ERMES是欧洲在1993年引入的。ERMES的技术特性和工作特性包含在ITU-R M.539-3建议书 — 国际无线电寻呼系统的技术特性和工作特性的附件2中。

ERMES使用速率为6 250 bit/s的同步协议, 达到了增加用户容量、改善了信号衰落条件下的传信性能以及改善了节省电池的性能。该系统在169.4-169.8 MHz频带中的16个邻接的25 kHz信道中的一个或多个信道上工作, 它能提供全欧洲漫游。对这一频带, 已经为这一频带设计了该传输协议的纠错能力。然而, 该传输协议不是局限于这一频带, 正如在ITU-R M.539建议书附件1所指出的那样, 它可能在其他频带中工作。

3.4 高级双向传信系统

为了提供双向传信业务, 已经开发了新的传信协议。在双向传信过程中, 传信单元对该系统做出回应。简单地说, 用户携带一个既可以自动工作, 也可以通过用户激活进行工作的发信机。双向传信提供四种渐进的服务等级:

- 系统应答;
- 简单的个人应答;
- 多选的回应或预先编好程序的回应;
- 消息发起方。

双向协议提供双向通信, 但含义与传统的双向数据系统的不相同, 它们是不对称的, 其含义是从传信单元发回系统的数据限于短得多的数据长度。这使得所发出的功率能够集中到一个更窄的带宽中, 所以, 为达到适当的覆盖范围所要求的接收站点数目减至最小。

双向传信系统的主要用途之一是话音传信。基本上, 话音传信是通过传信通信设备向用户重复呼叫人所说的词。实际上, 话音传信功能有点儿像一种皮带上的应答机。它将应答机的所有性能, 如消息存储和重放功能等组合在一起, 这一技术使用了语音压缩协议来增加系统容量, 从而再一次使业务提供商的宝贵频谱最好地加以利用。话音传信系统保留了双向传信系统的大多数优点, 并且第一个这样的双向传信机在尺寸、形状和重量方面都和今天的某些单向文字数字寻呼机几乎完全相同。

虽然由于寻呼运营商和其他部门对进入全世界的窄带PCS市场感兴趣, 有几种协议正受到很好的关注, 但是宽带个人通信业务 (PCS) 的世界性标准还没有出现。

在美国, 趋势是朝着基于ReFLEX和InFLEXion协议的事实上的标准发展。这些协议基于FLEX协议, 正在公开发放许可证。这使得设备制造商有可能设计和制订公用的整套规范, 因而, 可以提供关键的可大规模生产和更低价格的设备。

ReFLEX协议将支持以速率为12 800 bit/s的双向寻呼和速率为25 600 bit/s的互动传信。ReFLEX双向寻呼将有非对称的特性，从网络到用户单元传送相当大量的数据，但只有最低数量的数据从用户单元返回到网络（开始时 < 100字节）。这就使得在回向信道上能有低比特率的信号，它将使得所要求的固定接收机和基站的数量减至最小。最终得到的费用结构更接近于传统的寻呼费用结构，而不是接近于代价更高的无线替代方案。用户特性包括消息证实、消息发起方、无差错的消息，以及向个人计算机前转消息的能力。网络特性包括局部化的传输，频率重复使用，消息截断、注册和位置以及在一个细分的50 kHz信道中通过网络以25 600 kbit/s的速率传送。

ReFLEX系统性质上与传统的单向系统类似。在传统的单向系统中，它们是在许多区域内（如在大城市地区）同时联播的，这就意味着在同一时间内，有多个发信机激活，发送相同的传信业务。可是在提供双向传信能力的时候，各个区之间频谱仍然可能重复使用（这样增加了用户的容量）。

InFLEXion协议将提供传送高速语音和数据消息的能力。在数据速率超过100 kbit/s的情况下，InFLEXion协议使在全球寻呼市场中能够重新出现语音寻呼以及增值数据业务，诸如无线传真、图像和多媒体应用。InFLEXion系统跟踪单个发信机，所以，在50 kHz信道内提供基于最多7个子信频率上的频率重复使用。这就开创了一个类似于蜂窝的系统设计。在这种设计方案中，各个发信台可以在一给定的子信道上工作和广播，而相邻的发信机是在不同的子信道上工作和广播。此外，间隔适当距离的多个发信机可以同时同一频率上工作，但发送不同的消息。

在欧洲以及在成功发展GSM系统的其他国家中，短消息业务（SMS）似乎非常受欢迎，并且可以视为一种双向传信业务。虽然，与其他系统相反，它不依靠寻呼网的基础设施，而是依靠PCS的基础设施。

3.5 高速寻呼和高级传信系统的发展趋势

3.5.1 频谱效率

对一广域覆盖区，双向协议通过应用自动注册和定位业务提供了最好的发信机管理，从而提供最大的用户容量。该系统不跟踪当时用户所在位置的精确的发射区或蜂窝，而是跟踪包括许多蜂窝的一个区域，称为一个区。

这就使得同一频率的信道有可能同时在相隔一定距离的区内供不同的消息使用。由于只使用该寻呼单元的物理位置所在的区域中的发信机，经济地使用发射达到最高的水平。在单向系统中，因为系统不知道该寻呼单元位于何处，所以，所有发信机都广播每一个消息。在双向系统中，可以将所有其他发信机用于其他消息，所以，整个系统的频谱效率达到峰值，并且提供多得多的消息和用户的容量。

3.5.2 收到的确认

寻呼消息单元无需用户的任何动作，就有能力确认每一条消息收到与否。这一性能有下面四个重要的优点：

- 当该单元成功地接收到一个消息时，它通知系统已成功接收。该系统直接就从广播的队列中去掉该消息，给其他消息让出位置。

- 若所发送的部分消息未被正确地接收，该单元告诉系统，该消息的哪一部分（称为数据包）需要被重新广播，而不是重新广播整个消息。这样就在每一消息可能需要广播的时间量上有最高的效率。在单向系统中，该系统已编好程序，决不会重新广播该消息，因为该系统中决不会知道是否有传输差错，从而导致丢失消息或消息出错的情况。或者，该系统已编好程序，以一设定的次数将所有的消息重复进行广播，所以，若原来的传输是成功的话，就浪费了宝贵的传输时间。在长消息如文字数字和语音越来越普遍的情况下，随着在单一消息中数据包的数目可能上升到数百个时，这一性能变得很重要。
- 在系统确认成功发送以后，可以将它组成一定形式，通知呼叫方传输已完成。这样就提高了客户的满意度和广播的效率，因为消除了由于呼叫方不信任而引起的重复传信。
- 最重要的是保证所有的消息被传出去。若无法发出一个消息。例如，由于传信单元（寻呼机）关机，则该系统要一直保留该消息，直到该传信单元重新注册它的状态和位置为止，然后，再将该消息发出去。

3.5.3 双向语音传信

语音传信是双向传信的主要用途之一。基本上，语音传信是通过传信机向用户重复发出呼叫方说过的词。

语音传信的功能像一个皮带上的应答机，它可以包含应答机的所有各项性能，如消息储存和重放。而且语音传信机提供低音量供私密接听或者提供更高的音量供免提公共接听。

语音传信有如下优点：

- 当要求做有文字数字传信时，它不需要话务员台。呼叫方的消息直接储存在网络终端中，在那里，将它前转给用户的寻呼单元。这样就降低了通常与字母数字混合寻呼相关的操作费用。
- 传达了消息紧急的程度，因为该消息实际上是呼叫方的话音。话音传信比数字或字母数字混合寻呼通信的水平更高。
- 在许多情况下，话音传信不需要回叫，因为在话音消息中可以传达更详细的信息。
- 因为该消息从呼叫方向用户传送，所以不需要翻译，因此达到了与语言无关。

附件 1

调度系统描述

在本附件中，为工程技术人员、规划人员和决策者提供了各种不同的数字调度系统的技术和操作信息，帮助他们在他们的国家中规划和部署适用的系统。

1 iDEN和IDRA

提交给ITU-R的数字调度系统IDRA和iDEN是基本类似的，所以将它们放在一起进行讨论。

1.1 由来

无线电工业和商业联合会（ARIB，以前的RCR或无线电系统研发中心）是（日本）公共管理、内政和邮电部（MPHPT）联合的一个附属机构，并是一个经认可的标准化组织。日本的数字调度标准的第一版定名为RCR STD-32，是在1993年3月完成的。这一标准的最新修订版没有改变该标准的基本射频特性，但是它给系统加上了重要的组网能力，它是1995年11月批准的，定名为RCR STD-32A。在ITU-R M.2014建议书中，这一技术用IDRA系统来代表。

1.2 描述

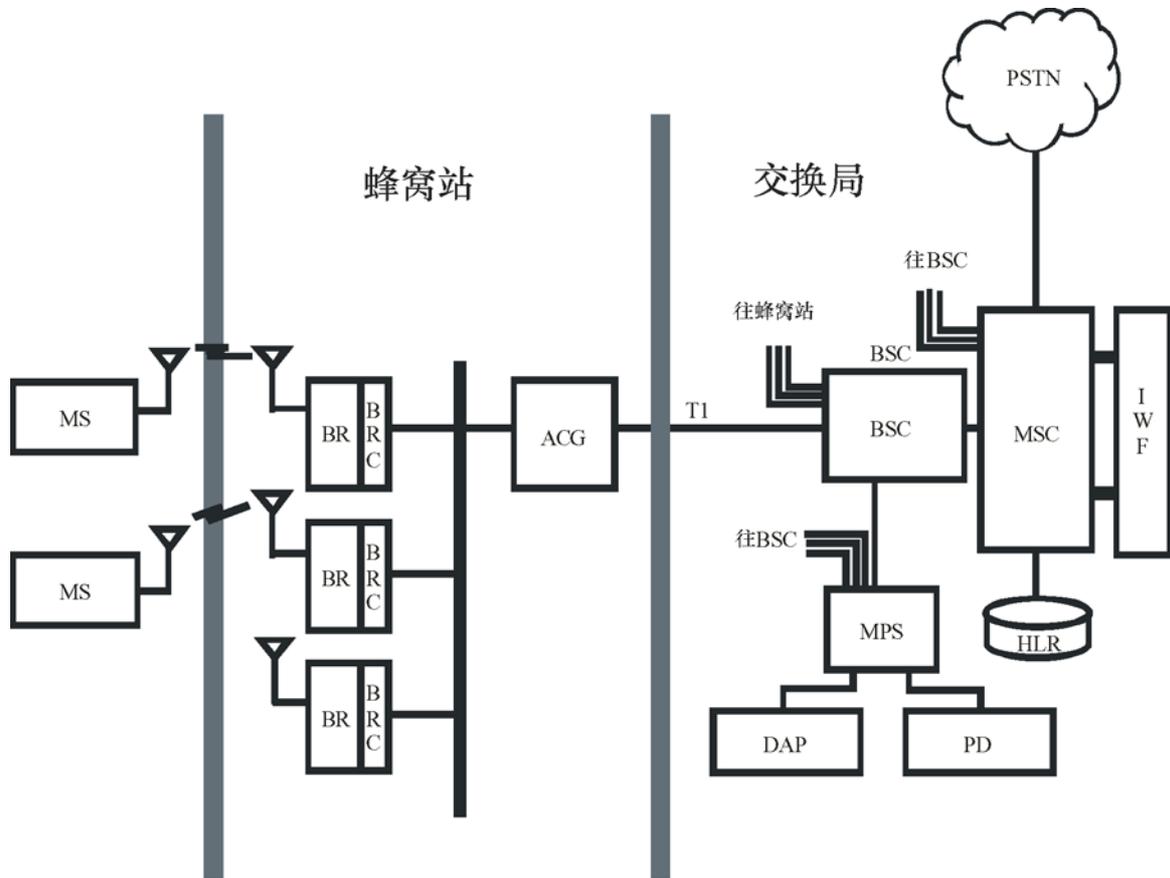
正如上面所提到的那样，尽管它们的着眼点稍有不同，但是这两个系统是类似的。IDRA集中在提供调度业务上，而不是有能力提供更先进的性能。iDEN强调它的提供的性能的多种业务方面。两种标准都描述了TDMA系统，在25 kHz射频信道内有6条电路。两者都使用多个子载波，正交M16-QAM调制，这一类似先进的正交频分复用（OFDM）的调制提供的信道总比特率为64 kbit/s，这就使得这些系统中的每一个系统都有可能提供各种各样的业务。IDRA工作在850-915 MHz和1 453-1 525 MHz频带，而iDEN使用806-870 MHz和896-940 MHz频带。为了提高分组数据传输速率，现在一个称为WiDEN的变形已经可以买到，它使用正交64-QAM调制；并将4个邻接的25 kHz信道组合起来，使得在100 kHz带宽内，总比特率可以达到384 kbit/s。

1.3 系统结构

一个典型的系统结构如图1所示，这里只呈现了大量可能的结构中的一种结构。特别是可以有多种方式组成IDRA系统。例如，在所有IDRA结构中，不需要交换台，所以，所有的呼叫处理应用、调度应用和网络连接都直接在蜂窝站中完成。该典型结构对IDRA和iDEN系统都适用。

图1

典型的IDRA/iDEN系统结构



ACG: 接入控制网关
 BR: 基本无线电设备
 BRC: 基本无线电控制器
 BSC: 基站控制器
 DAP: 调度应用处理器
 HLR: 归属位置寄存器

IWF: 互通功能
 MPS: 大城市包交换局
 MS: 移动用户
 MSC: 移动交换中心
 PD: 包复制器

LandMob-01

1.4 主要属性

两个系统的主要属性是M16-QAM调制，这种调制方式使得信道总比特率能够达到64 kbit/s。16-QAM是线性调制类的一部分，因为该符号的幅度和相位都受调制，它要求使用非常复杂的线性放大器技术。这一线性放大器技术不仅使得发射频谱能够保持在25 kHz带宽以内，而且还能够满足严格的耦合到相邻信道功率的标准，从而使得频率规划的工作变得容易得多。在25 kHz带宽内，将所发送的符号分为4个子信道（M16-QAM）（这是对两个系统共有的另一个特性），它使得该系统对时延扩散非常不敏感，所以不需要使用均衡器。最后，由于这种调制方法可以得到高的比特率，允许两个系统使用纠错程序，或者使用格状编码或者使用卷积编码，以便即使在恶劣的信号条件下，也能使接收信号保持低比特差错率。

1.5 主要性能

这些系统的每一个的主要优先考虑的问题是满足调度应用的用户的要求，第二位的总是集中在移动工作群体市场中某些类似蜂窝的应用。所以，以这两种系统为中心的主要性能是调度调信。每一系统考虑谈话群体的定义和考虑在调度模式中1:1，1:N和N:1的通信。然而，在努力为需要提供附加功能的人们提供这些功能的过程中，两种系统也要考虑将该网络和公共电话网连接起来的可能性，并允许用户以典型的与蜂窝电话网相同的方式接入该网络。这些系统使用先进的切换算法。这些算法不仅使用从固定网侧来的信息，也使用从移动网侧来的信息。切换利用了TDMA系统的特性，移动单元必须用在6个时隙中的一个时隙上发射和在6个时隙中的一个时隙上接收，其余时间都是空闲的。在它的空闲时间期间，移动单元监视它附近的站的信号条件和保留优选的切换对象的列表。这种算法在整个服务区内，提供更稳定的覆盖，最后一个与话音有关的性能是在这些系统中的某些系统可以使用的高质量语音编码器。这些编码器（在每一帧中）使用6个时隙中的两个时隙，向需要它们的顾客提供接近长途电话质量的话音。

由于认识到它的使用者的需求，这两个系统也提供先进的数据传输性能。这些系统为传真或电子邮件那类应用提供电话型数据连接。它们也为数据库访问或其他互动连接那类应用提供连接。应用提供面向连接的和无连接的分组数据的能力，这类应用要求突发地传输短的数据消息。

1.6 主要优点

这些系统中的每一个的主要优点是在一综合系统中，只用一个用户单元为它的用户提供各种各样的成套业务的能力。这些系统中的每一个都可以提供调度通信、电话互连通信、寻呼短消息业务、电路数据和分组数据业务，并且在同一基本的基础设施上支持全部这些业务。基础设施的设计也表明了这些系统的一个重要优点。与电话有关的组网和交换功能都是基于GSM移动电话系统的结构。这一在全球经过验证的结构及它的接口将所有网络管理功能结合在一起，其中包含系统业务提供商所必需的记账功能。而且，该结构考虑了灵活的改变规模，所以，业务提供商可以用小系统和有选择的一套业务开始。当业务提供商的能力允许时，系统规模可以扩大和增加业务。

2 项目25

2.1 由来

在美国，最初的公共安全官员联合会（APCO）项目25委员会是由来自本地、州和联邦政府各机构的代表一起组成的，他们对用于专用的陆地移动调度无线电系统的各种先进技术进行评估。一个用户驱动的指导委员会指导该过程，作所有功能方面的决定。将用户排除在外以后，指导委员会包含来自许多机构的代表。项目25是在1989年启动的。为了利用电信工业联合会（TIA）的资源，1991年与TIA签署了一个合同书，TIA作为ANSI委派的和ITU认可的标准制订组织，提供必要的技术支持（在TIA的工程委员会TR-S中作为102系列技术文件来制订）。项目25标准的第I阶段是在1995年8月的APCO大会上完成和公布的。此

后不久，第II阶段着手将开发具有高速数据²和许多系统增强功能的6.25 kHz FDMA（改善频谱利用），TDMA解决方案的标准作为它的关键焦点。对与传统设备的互操作性，漫游能力和频谱效率/信道重复使用等问题也给予关注。此外，第II阶段正在从事的活动包括控制台接口，固定台的接口，系统间的接口，有名称的子系统间接口（ISSI）和控制台操作人员用的人—机接口，便于集中培训，设备转换和人员调动。在ITU-R M.2014报告中包含项目25。

2.2 描述

今天，项目25系统正在VHF、UHF和800 MHz频带中工作，用于公共安全通信，并且已经用了多年了。项目25技术的关键要素是与现有的模拟系统共存的能力，以使得从模拟向数字转变比较平稳，同时强调在传统的和集群系统设备中的互操作性和兼容性。在这过程中，早已选择好主要的信道特性，有助于将频带从现有的25 kHz分裂为12.5 kHz工作，然后作为第II阶段的一部分，再选择将频带分裂为6.25 kHz相等效的特性。这些决定权衡考虑了美国联邦通信委员会（FCC）的频率重新分配计划。TIA-905系列标准与项目25第II阶段的2时隙TDMA系列有关，满足6.25 kHz的FCC的要求。

因为QPSK族特有的支持平稳过渡的能力，调制是从QPSK族中选择的。在第I阶段12.5 kHz频带工作中，选择4电平FM调制，称为C4FM，它与第II阶段以6.25 kHz FDMA工作时的C-QPSK线性调制有互操作性。在9 600 bit/s速率上，第I和第II阶段以相同的信道格式进行工作。第II阶段将使用与第I阶段相同的语音编码器和加密算法，所以，保证了兼容性和互操作性。第II阶段TDMA用的调制方式的选择正在进行，包括项目25第II阶段的2时隙TDMA和2时隙TDMA语音编码器或编解码微分器的可选方案。

2000年，FCC的频谱分配方案规定美国公共安全用的频谱使用700 MHz频带中的24 MHz带宽。作为这一频谱分配方案的一部分，FCC规定将项目25第I阶段的公共空中接口作为700 MHz的互操作模式。这一频带将支持6.25 kHz的带宽，可以根据用户的要求，将它们组成供综合语音和数据用的25 kHz带宽。它也支持50 kHz的带宽，可以将它们组合成100 kHz和150 kHz的带宽，用于高速数据的应用。项目25的文件规定了各种各样的接口（如公共空中接口、数据接口、ISSA、网络管理接口、电话接口等）。

认识到对公共安全用途需要用高速数据以后，按照公共安全无线咨询委员会（PSWAC）最终报告³中在其中所表达的意见，P25指导委员会建立了P25/34委员会，承担提出的第III阶段的实施任务。与P25方法相类似，指导委员会建立了P25/34用户论坛承担这一任务。第III阶段的活动正在处理新的地面和航空无线数字宽带/广带公共安全无线电标准的工作和功能，可以将这些标准用于在普遍的、广域的、多部门和多供货商的网络中，发送和接收语音、视频和高速数据。

² 有关宽频带数据标准项目（TIA902系列）。现在正准备成为美国国家标准（ANS），并且已经作为MESA宽带项目的一个文稿。

³ URL: http://www.fcc.gov/Bureaus/Wireless/News_Release/nrw16043.txt

1999年6月1日，P25/34委员会发表了它关于用于无线传送高速信息的宽频带航空和地面移动数字无线电技术标准的要求的报告书。项目34的这些活动是与国际上的项目MESA的工作有关的。

宽带数据标准项目（TIA902系列文件）：TIA TR-8认识到，考虑比以前可以提供的数据速率更高的公共安全陆地移动无线电标准的必要性以后，它已经并继续开发数字无线电宽带数据标准。项目25和宽频带数据都是公开的标准，希望实现有多个供货商的产品。902系列标准现在正准备作为美国国家标准（ANS）发布。

在美国，法规上的决定和规划有助于促进陆地移动无线电（LMR）宽频带标准的制定，包括FCC将700 MHz频带专门划分给宽频带数据使用。信道带宽是50 kHz，但可以组合成150 kHz，允许用户的数据速率高达700 kbit/s。为这个技术用的TIA902系列标准主要期望处理数据业务，然而也支持话音业务。在这一点上互操作性主要涉及空中接口。FCC已经强制要求将项目25标准用于700 MHz频谱中的互操作性信道。

2.3 系统结构

项目25打算包罗范围很广的系统结构，它跨越传统的单元与单元间直接通信，和基于中继机的通信以及集群通信系统的结构，从单个站到全国联网涉及的任何事情。采用一个通用的系统模型，描述了最复杂的情况，尽管在一个极端，系统可能包含所有的元件，或者在另一个极端，可能正好包含一个简单的传统的基站。也描述了另一个用于无基础设施的单元到单元直接进行通信的系统模型。项目25也想要用于许多不同的符合项目25的系统的环境，这些系统或者独立工作，或者协同工作。

2.4 主要属性

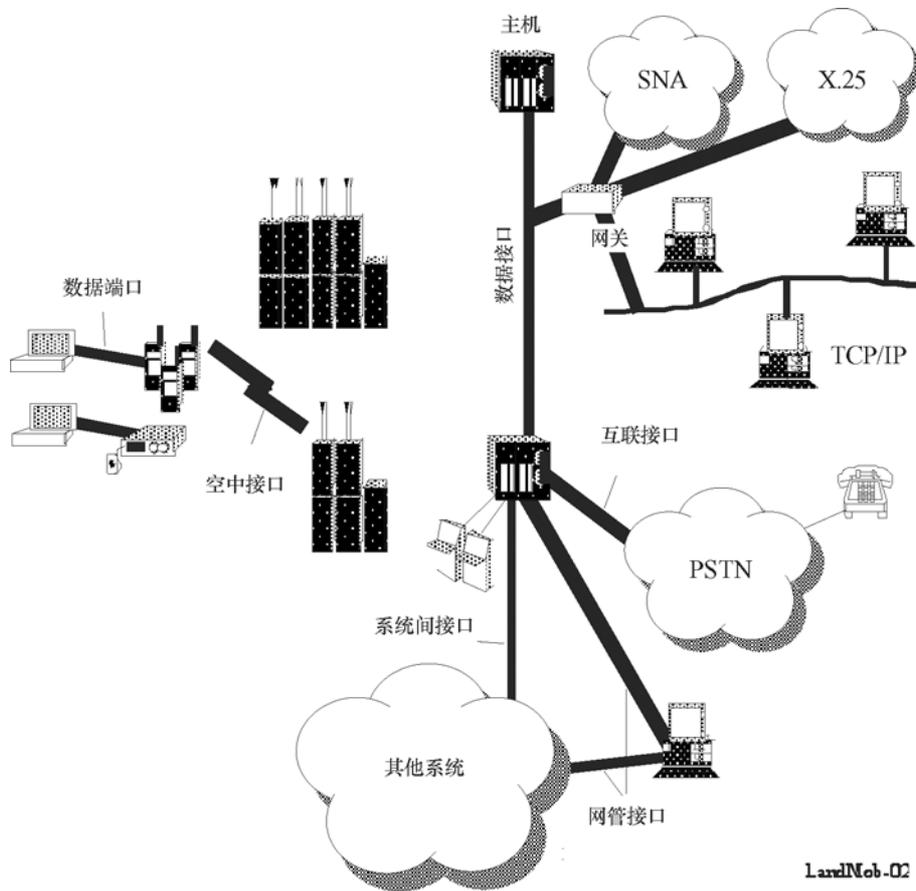
项目25基本的主要属性是它的适用于范围很广的结构和应用的通用信道格式。传统工作用的格式与集群工作是公共的。用于数据的格式是与集群控制或传统的控制是通用的。加密机制可以用于任何一种业务格式，不管它是数据、话音还是控制信号。这一通用性产生了对系统定义所希望的“综合”。项目25的另一个主要属性是分级的寻址和子系统间组织，这一点将允许多个项目25系统或者共存或者提供协同服务，由系统运营商自行处理。

2.5 主要性能

这些系统的每一个所优先考虑的问题是满足传统的、集群的和数据应用的公共安全用户的要求。该系统考虑了在群呼，专呼或互联呼叫中语音通信的定义。该系统进一步考虑了电路数据或分组数据承载业务的定义。任何语音或数据业务虽然有明码或经加密的两种情况，但都可能进行数字编码。而且，为协调集群系统工作所必需的数字控制也可能是数字的明码或是经加密的。分级的系统设计提供了将提供漫游或更广域通信的各射频分系统连接到一起的能力。

图2

典型的项目25系统的结构



符合项目25的系统所提供的业务想要利用24/7实现普遍覆盖，包括在大楼和建筑物内（用最新式的系统）和整个负责的地理区域。现在的项目25的系统，即TIA宽带数据标准和将来的P34/项目MESA的能力和 技术将共享许多兼容性的要求和功能性。

由于有了高度的设备互操作性、兼容性和规模经济，符合项目25的系统正越来越多地被采用和部署。现在有超过50个国家利用与项目25可以互操作的设备或网络。关于项目25的附加信息可在下面的网站中获得：http://www.tiaonline.org/standards/project_25/。

2.6 主要优点

公共安全部门得到的益处可以综合为下面几个关键领域：

- 设备通过竞争获得，使得公共安全部门可以从多个设备制造商招标选择通用的设备。48个设备制造商已经签署了项目25知识产权（IPR）谅解备忘录（MoU），它们代表了基础设施、终端和测试设备的供应商。

- 互操作性保证了公共安全部门可能使用从不同供货商来的设备通过无线方式或通过基础设施进行通信或者在用户单元之间直接进行通信。
- 由于用户可以平稳地过渡到数字技术，同时从25 kHz信道、通过12.5 kHz和向6.25 kHz等效体过渡，频谱效率较高。
- 用户友好的操作将这些能力推向今天的安全市场，在各个频带、各种系统结构、各种业务（语音、安全、数据和集群）和各个设备生产商之间，这些能力是通用的。

3 TETRA

3.1 由来

TETRA是数字集群陆地移动无线电的ETSI标准，满足欧洲传统的专用移动无线电（PMR）和公共接入移动无线电（PAMR）用户的需要。现在，TETRA已广泛地部署在欧洲、远东、中东、非洲和南美洲等地区。TETRA也是中华人民共和国的一个标准。TETRA早已标准化和完成协调，并且将以与蜂窝系统的GSM相同的方式扩大数字陆地移动无线电的市场。

有关TETRA标准的工作是1989年末开始的。TETRA标准是由用户和生产厂商两方面，在ETSI内自愿工作而产生的，它得到了ETSI和欧洲共同体的资助。

在1995年12月29日，经投票，TETRA核心标准成为泛欧电信标准（ETS）。1997年，第1个符合TETRA的系统投入运行。由于TETRA已经按照满足传统的PMR和PAMR用户的需要进行设计，TETRA正在公共安全、运输、公用事业、国防和工业组织投入运行。许多商用运营商也使用TETRA提供PAMR业务。

TETRA谅解备忘录（MoU）联盟是1994年在标准化过程中，支持ETSI的用户、设备制造商、运营商和管理部门的共同努力下创建的，以便在频谱问题上提出建议和提供讨论的论坛。现在MoU有大约100个成员，它也正在管理互操作性的规范和证明不同设备制造商的产品之间互通性的测试过程。

3.2 描述

TETRA以TDMA信道多址方法进行工作，每载波使用4个逻辑信道。一个载波的数据速率为36 kbit/s，一个载波占用25 kHz带宽。

每一信道可以支持使用以4.567 kbit/s运行的代数码激励线性预测（ACELP）编解码器的语音，加上纠错的开销，使总速率为7.2 kbit/s。换句话说，一个信道可以支持的用户数据最高达7.2 kbit/s。可以将多个信道组合成一个通信信道，按需提供带宽，对单一用户或群体，可以给出的最大吞吐量为28.8 kbit/s。

TETRA这样的TDMA系统由许多帧组成，每一帧有4个时隙。18帧为一组，称为多帧，其中，保留一个完整的帧作为信令用，这就使它有可能给在呼叫中正在使用的一个无线单元发出信令。编帧系统由该系统进行广播，因而基础设施和移动台都是知道的。

与引进TETRA标准一起，欧洲PMR频谱管理朝协调一致采取了一些主要的步骤。与北大西洋公约组织（NATO）共享的协议和因而产生的欧洲无线电通信委员会（ERC）的决定（96）01公布了在380 MHz和395 MHz之间用于应急业务的欧洲新的协调一致的频率分配方案，允许穿越边界协调。因此，ERC决定（96）04公布了给应急业务以外的TETRA用户的通用频率分配方案，其中，在410 MHz和430 MHz之间的那一段频带已经证明成为最普遍使用的频带。在欧洲以外，800 MHz频带已经成为在更高频率上，多个供应商引进的产品事实上的TETRA频率分配方案。

3.3 系统结构

陆地移动无线电（LMR）系统本身可能是私人拥有的，由所有者单独使用的或者由第三方拥有，称为公共接入移动无线电系统（PAMR）或称为共享的系统。

核心标准是话音和数据集群标准，可以把各个时隙进行分配为控制、话音、电路模式或分组模式的数据。也有一个直接模式的标准，使移动用户之间可以直接通话，不需要网络基础设施。直接模式操作（DMO）标准支持网关和中继器可选方案，以扩大DMO的覆盖范围和与网络的通信进行互通。

开发了一个通用系统模型。应该指出，该标准化的接口使得有可能设计不同的系统，从很少的单站系统到很大的全国范围内的系统，因为在该基础设施内，不存在人为的边界。

3.4 主要属性

TETRA的优点在于它的许多性能，如有许多不同的用户群的快速群呼，主叫优先设备，高频谱效率——和由蜂窝电话系统所提供的许多电话性能。TETRA的主要属性是很完整地定义的TDMA空中接口，而且为了保证在多供货商的环境中，保证真正的互操作性，还用话音、消息、数据和补充业务等完整地定义了的各种业务。

TETRA支持两个级别上的机密性（即在空中接口上和端到端）和鉴权机制。某些用户群需要更高的安全度，即比只单独保护空中接口可得到的安全度更高，所以，在基础设施的所有点上，都提供端对端的加密机制。

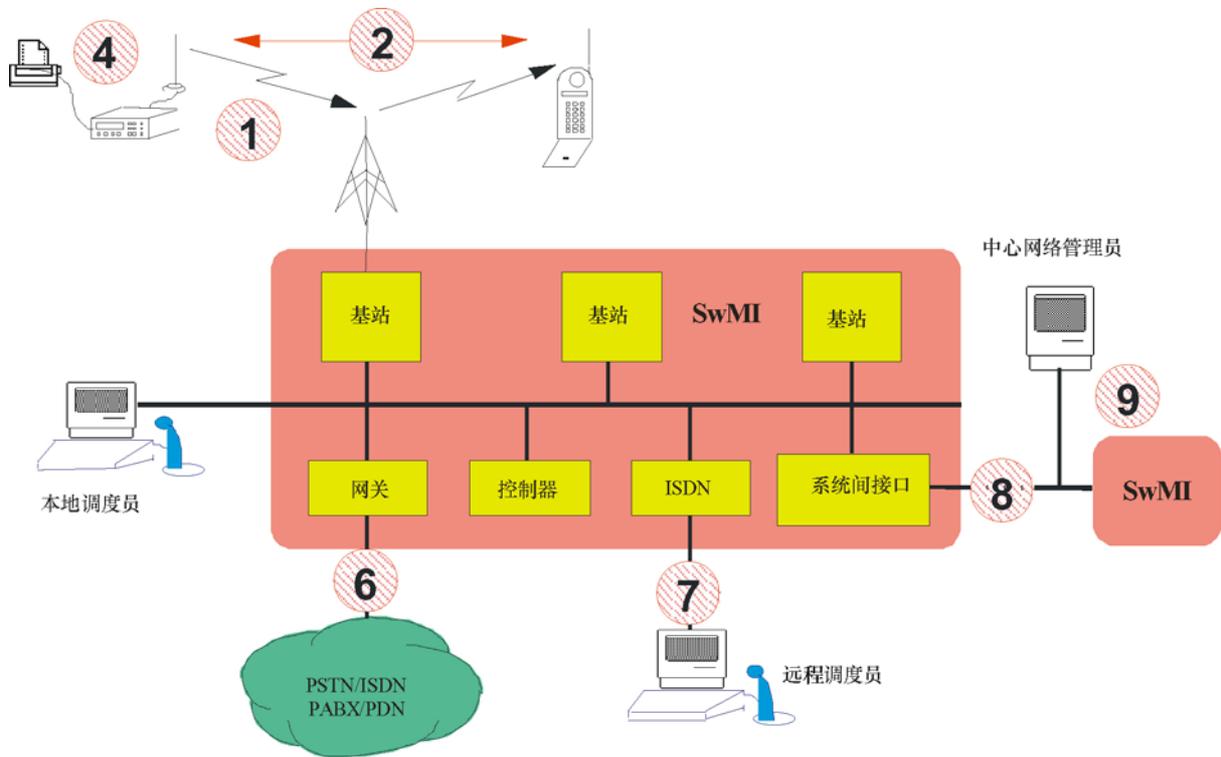
TETRA系统必须允许用户在几个站的范围内进行工作。当然，TETRA的另一个强项是可以有跨越多个站分布的成员，甚至有跨越边界群体通话，不会中断和通信质量不会劣化。

3.5 主要性能

提供许多业务和补充业务，包括单独呼叫、群呼、广播呼叫、通告式群呼、状态和短数据消息、加保护和不加保护的不同数据速率的数据以及IP分数据。对补充业务而言，为标准化和实施所选择的第1套补充业务由以下业务组成：优先呼叫、抢先优先权呼叫、不连续收听、气氛监听、区域选择、接入优先、由调度员授权的呼叫以及与一对一的呼叫和电话相关的补充业务。

TDMA提供了两种很方便的主要性能，即全双工通信和按需分配带宽。另一个主要特性是它根据通话群体的定义进行调度通信，并且在调度模式方面，有一对一、一对多个和多个对一个都可以进行通信。

图3
TETRA接口



SwMI: 交换和管理基础设施

1. 系统空中接口
2. 直接模式工作 (DMO) 空中接口
4. 外围设备接口 (PEI)
6. 网关到外部网络
7. 线路站 (LS) 接口
8. 系统间接口 (ISI)
9. 网络管理接口

LandMob-03

3.6 主要优点

TETRA的主要优点如下:

- 一个能满足所有传统的PMR和PAMR用户需求的开放性标准。
- 对用户机构而言, 在多供货商环境下, 竞争采购设备。
- 由不同的独立的设备制造商提供的设备有互操作性。
- 更高的占用带宽频谱效率 (在25 kHz信道间隔内, 4个逻辑信道), 所以对给定的服务等级, 降低了频谱需求。
- 为了满足用户将来的需求, 在TETRA第2版中, 通过提供新的业务, 技术上有了进步。

4 TETRAPOL

4.1 由来

TETRAPOL论坛的设备制造商和TETRAPOL用户俱乐部已经完成了可普遍使用的TETRAPOL的规范的制订工作。TETRAPOL的规范主要是为了满足公共安全部门的需要，并可以供其他大型专网使用。

自1994年以来，全世界已经有50个以上的TETRAPOL系统投入运行，其中有8个国家网。这些系统提供很多种类的业务、优越的呼叫机密性、统一的传输质量和改善了了的频谱利用率。

4.2 描述

TETRAPOL是一个全数字的语音和数据系统，它使用FDMA多址技术，可以在70 MHz到933 MHz之间的各射频频带中工作。FDMA允许使用频率利用效率高的直接模式工作和同时联播方式工作。载波间隔是12.5 kHz或10 kHz，使得有可能很容易地从模拟系统过渡到数字系统。采用GMSK调制方式，它与GSM中使用的调制方式相似。TETRAPOL的无线电性能与ETS300.113完全一致，其电磁兼容（EMC）性能与ETS300.279无线电设备型号核准用的ETSI标准完全一致。

TETRAPOL编解码使用抗噪声能力强的RPELTP编码算法，运行速率6 kbit/s，语音帧时长为20 ms。使用卷积码或BCH码，加上交织和检错处理，防止信息受到各种类型的突发型误码。逻辑信道被分解为控制信道，业务信道和数据信道，根据业务的需求，它们还可以进行扩充。一个信道可以支持的电路模式数据速率为加纠错时3.2 kbit/s或者不加纠错时可达7.6 kbit/s。

4.3 系统配置

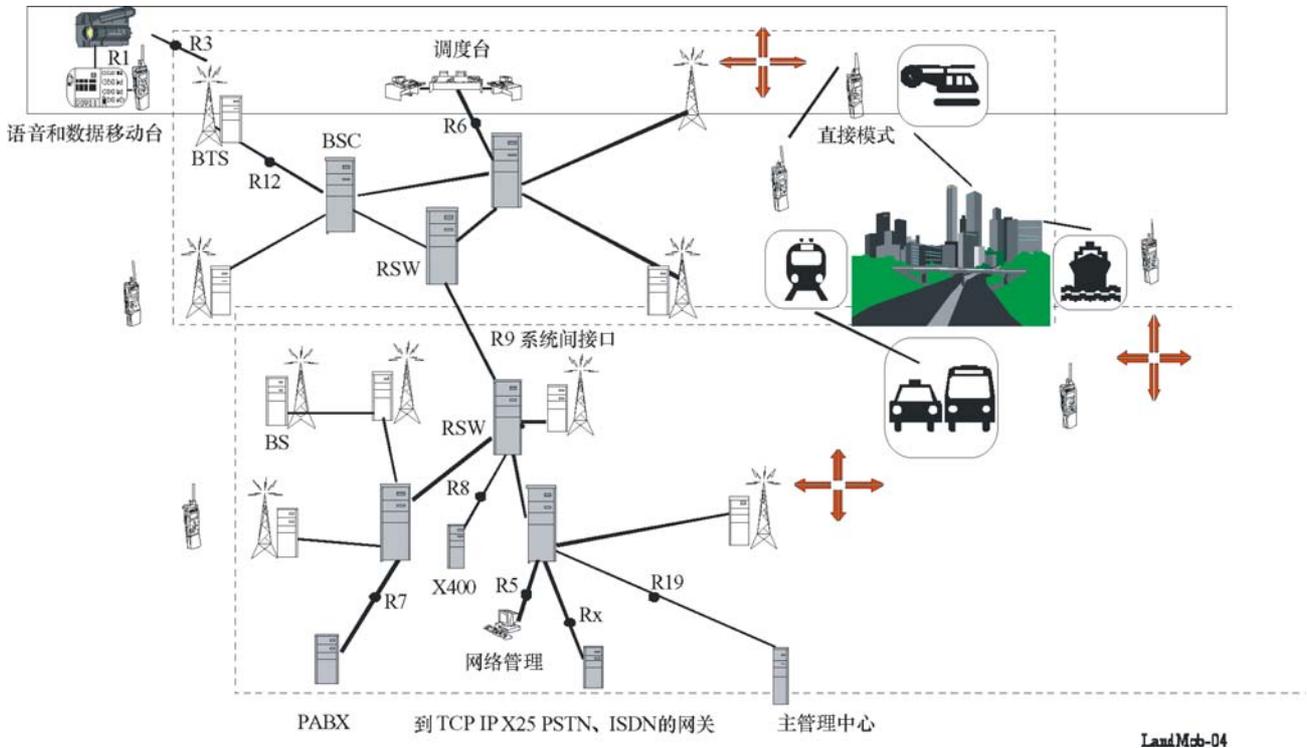
在可以公开得到的规范中，规定和描述了该模型的每一参考点上的各TETRAPOL开放接口，如图4所示。有21个已列出的接口参考点。它们包括调度接口、主管理中心接口、网管中心接口和PABX接口。所有这些接口是对这样的系统专门规定的，以便提供相应业务。

根据网络的规模，提供各种子系统模块，包括交换机和基站。这就使得TETRAPOL有可能覆盖一个小区、一个县、一个地区或者甚至覆盖整个一个国家。系统间接口允许几个网络之间进行漫游。

TETRAPOL规范应用三种不同的模式：网络模式、直接模式和中继模式。当移动台在覆盖范围内和在基础设施的控制之下的场合，就出现网络模式。网络模式包括集群工作模式和开放信道模式。当移动台直接与另一终端进行通信时，就出现直接模式。当移动台通过中继器与另一终端通信时，就出现中继模式。

图4

典型的TETRAPOL系统配置



4.4 主要属性

对专业用户市场而言，TETRAPOL选择FDMA和GMSK调制是主要的属性。

TETRAPOL的调制方式使接收机灵敏度比较高，使得有可能用大的蜂窝小区，覆盖一个区域所必需的基站比较少，从而使得实现群呼和群体谈话成本比较经济。由于用了很大蜂窝小区进行覆盖，在一个大的同步区域上，可能使用联播，这就提高了频谱利用率和减少了基础设施。可以提供寻呼业务。

没有同步时间使得有可能实现很方便的和频谱效率高的直接模式操作。

采用高效率的话音编码使得在噪声环境中有很好的性能。

从一开始就已经将安全机制设计到协议中去，以便得到高水平的安全性能的同时，对性能没有影响。

图像压缩编码技术使得TETRAPOL能有效地传送图片，慢速移动图像或者可以与GPS一起使用的地图。

4.5 主要性能

因为专网用户有许多不同的要求和应用，TETRAPOL像一个工具箱，用户可以从中选择，建立他想要获得的业务。提供电信业务的核心部分，如开放信道、群呼和群体谈话和紧急呼叫。可以选择一大套补充业务，如抢先优先权呼叫、调度员授权的呼叫或环境气氛监听等。数据承载业务包括电路模式、分组模式和连接模式。

支持许多应用方式，如通过TCP/IP协议，经互联网或内部网业务传送消息。提供各种短数据消息协议，如SMS、状态和寻呼。

对车队、用户群和子用户群的管理，使得有可能对用户的呼叫权进行动态管理。

对于使用调度控制台或者主管理中心的那些系统而言，调度中心和主管理中心接口是开放的。

用一个可选的SIM提供了不同级别的安全机制，包括鉴权和端对端的安全。

尽可能使用现有的标准，如用于系统间接口的QSIG和用于网络管理的CMIP或SNMP。策略方面的、技术方面的和操作方面的管理是分开的。

模块化应用于所有级别上：

- 在覆盖分级方面，从蜂窝、到地区、到一个国家、再到多个国家；
- 在寻址分级方面，从用户到分车队和群。

为了满足用户的新的需求和发展到更高的数据速率，将TETRAPOL对话音和数据、宽频带无线电和新的编解码设计得有可能过渡到完全以IP为核心。

4.6 主要优点

安全和紧急通信用户是主要的目标用户，它们有很严格的要求，保证这些用户得到如下性能的系统：

- 可靠的和高效的系统，有从操作系统来的开放接口；
- 已经在现场得到检验的系统，证明了它对用户需求的自适应性和性能；和
- 从多个货源来的可互操作的设备。

5 EDACS

5.1 由来

EDACS是由Ericsson公司开发的。2001年，M/A-COM公司购买了EDACS系统的生产权。它对专用无线电通信和业务提供了先进的数字陆地移动无线电业务，供工业界、SMR、联邦、公安和公用事业部门使用，它提供所有级别上的业务，包含本地的、州和全国范围内的服务。1998年，TIA发表了第一个EDACS文件族。到2000年，EDACS数字无线电系统的TIA-69成套标准（在TIA TR-8工程委员会中制定的）包括四个电信系统报告（即数字LMRS的系统和标准的定义，信道接入用数字空中接口，调制消息和格式和LMRS分组数据），一个临时标准（IMBE实施方案）和关于收发信机测量方法的文件。对一规定的业务，EDACS文件组是与现有的已建的EDACS系统后向兼容和可以互操作的。

5.2 描述

EDACS文件族用于根据美国国家电信和信息主管部门（NTIA）和FCC的法规和规章，得到许可的陆地移动通信设备。它们也适用于为VHF、UHF、800和900 MHz频带设计的12.5 kHz或25 kHz的信道。EDACS支持如下通信模式：数字语音、数字数据、数字化语音加密和用于互相帮助用的模拟FM。数字语音模式支持如下呼叫类型：群呼、紧急群呼、个别呼叫和系统全呼叫。

EDACS以FDMA信道多址方法进行工作，以每载波数据速率9 600 bit/s运行。EDACS系统对所有的通信方式，包括控制信道、数字语音和数据模式都利用数字调制技术。这是经过一个非归零（NRZ）信号、通过有两个状态载波频率的二进制调制来实现的。使用调制前的高斯滤波器减小载波所占的带宽。调制技术是二进制的FSK的形式，正式名称为GFSK。它是具有高斯脉冲成形功能的连续相位、二进制FSK调制。每一信道可以支持语言通信，它使用先进的多频带编码（AME）语音编码器，包含纠错在内，以总速率9 099 bit/s进行工作。

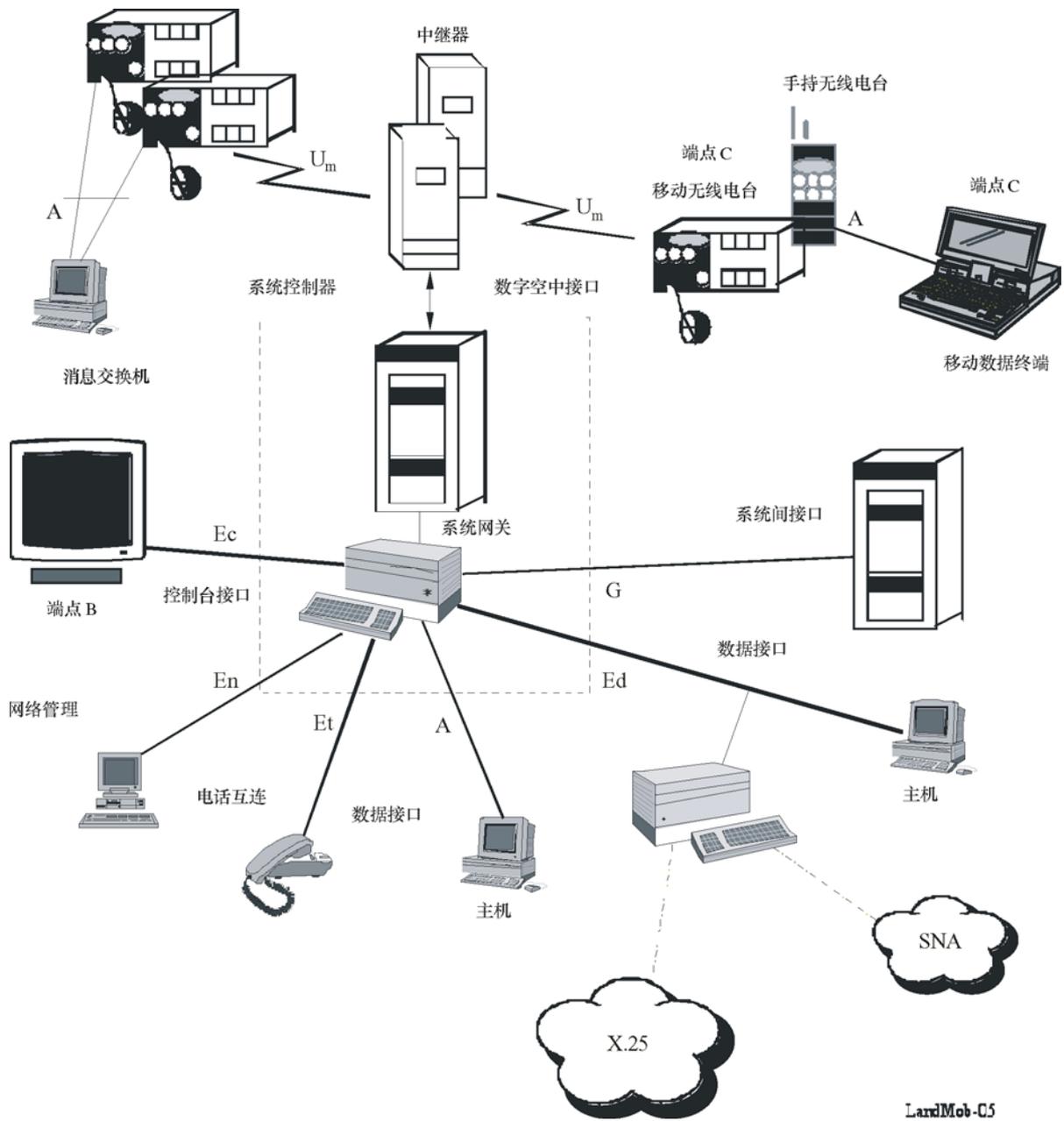
5.3 系统配置

EDACS系统模型描述了利用数字语音技术的集群陆地移动无线电系统。该系统由一起工作的许多相互连接的部件组成。这些部件以它们的物理属性和结构属性来代表，它们与整个系统一起进行描述，以便为专用陆地移动无线电通信提供几种业务。

图5表示一些物理部件，将它们映射到功能组中去，如移动台或手持台、基站、系统控制设备和移动数据终端。这些功能组的每一组完成为系统工作，所必需的各项专门功能和可能将这些功能组的某些或全部功能组放在一个专门的系统中。该图也确定了EDACS文件中将要规定的全部七个系统接口。

图5

典型的EDACS系统配置



5.4 主要属性

满足今天及将来的通信需求的基本属性是EDACS经过验证的过渡路线。EDACS的产品和业务设计得与过去的、现在的和将来的技术相兼容。作为一种延长寿命的技术，EDACS继续发展，以适应新的性能和业务，它们可以与1987年以来所出售的系统相兼容，并且提供了一个将这一技术与将来的频谱效率高的EDACSIP和OpenSky F-TDMA prism系统融合在一起的升级计划。

5.5 主要性能

EDACS电信业务包括群呼、紧急群呼、个别呼叫和系统全呼叫。群呼可以是分车队、全车队或全部门的呼叫，取决于群的ID号。群呼可以按三种不同模式中的一种模式进行工作。数字语音、数字数据或模拟互助模式。

补充业务包括下面这些特性：快速信道接入、自动呼叫标记、发射提示音、主叫ID显示、群扫描、呼叫排队、加密、电话互连、8个优先级和一个报警子系统等等。这些补充业务改变或改善了承载业务的能力和系统的电信业务。

5.6 主要优点

基于EDACS技术的规范的制定提供了与全球大量现有的EDACS设备和系统的基站后向兼容的能力和互操作性。

6 FHMA

6.1 由来

FHMA系统已经在以色列开发出来，用于证实系统进展的试验台正在进行工作。开发FHMA系统的主要动机是提高频谱效率。它所达到的频谱效率的水平使它成为用于PAMR/PMR业务一个很有前途的解决方案，即使在所指配的频谱非常小（例如30个25 kHz的频率，用于不受约束的业务覆盖）的时候也是如此。FHMA系统主要定位在PAMR市场，FHMA试图应对商业用户所提出的挑战。FHMA已经制定了规范和进行了开发，以符合美国FCC规则的要求（例如，FCC规则第15、68、90和94部分）。

6.2 描述

FHMA基本上是一种先进的数字无线电技术，这种技术产生的频谱效率最佳的移动无线电系统。基本的通信技术是TDMA（3:1）和跳频多址（一种CDMA的方法）的一种组合。纠错编码和交织相结合，使它具有优越的对付恶劣的信道条件的性能，不管是恶劣的信道条件是由接收信号功率低还是由于干扰所引起的。

为了达到移动通信所要求的高频谱效率的目标和为了能在受干扰的在移动信道中工作，对各跳频参数作了选择。利用FHMA技术的物理层高鲁棒性，通过实施是有低频率复用系数的蜂窝频率重复使用方案，提高容量。该系统可以用频率重复使用换取容量，反之亦然，即重复利用系数为1时，每一拓扑单元容量比较小或者同一拓扑单元（基站、扇区）有比较高的容量时，频率复用系数3是最佳的。FHMA空中接口规定了业务信道和控制信道（双向），其中只有业务信道是跳频的。

6.3 系统配置

FHMA系统由FHMA空中接口，通过SS7-MAP标准接口的系统间信令、通过PSTN电话接口的连通性和通过线路到台的接口的标准互联网连通性组成。

6.4 主要属性

在定义业务和应用方面做出了巨大的努力，以使得用单一的系统给移动车队社团提供它们所有的通信和控制的需求。这包括话音电话、话音调度（单独和群呼）、数据承载业务和数据的特殊应用（例如AVL、货单等）。

由该系统所提供的其他电信业务中，有移动台到移动台的电话和调度语言通信、移动台到群的话音通信、对业务的选择性接入，包括可选的安全通信和移动台和PSTN之间的电话通信。

6.5 主要性能

FHMA的跳频参数与纠错编码及交织结合在一起提供了优越的对付干扰引起的信道性能劣化的能力。

7 CDMA-PAMR

7.1 由来

CDMA-PAMR是欧洲为了满足对数字PAMR系统和业务，包括高速数据以及低中速数据和PAMR话音业务的大量需求而引入的。CDMA-PAMR是一种能够有效地满足这些要求的技术，特别是适合用于国内和地区的PAMR网络，以及它在范围广泛的应用场合，可以提供许多以前其他的PAMR系统不能提供但对PAMR用户（和运营商）很有用的许多优点。CDMA-PAMR系统的载波带宽是1.25 MHz，并且该系统以频率（蜂窝）复用系数1进行工作，这意味着CDMA-PAMR的频谱效率是很高的。

虽然到今天，全球仍只部署了有限的CDMA-PAMR网络，但是，可以预期，随着全球有效的PAMR话音和高速数据业务增长，在不远的将来将会部署更多的网络。

7.2 描述

除了提供速率范围很大的数据业务外，为了给用户提供基于语音的PAMR业务，CDMA-PAMR利用了CDMA无线电网络上运行的IP上的语音技术。这是通过与CDMA无线网络相连接的一个服务器上运行的PAMR应用来实施的，它利用了基本的CDMA无线网络（即CDMA2000）的特性和业务。这一灵活的方法将PAMR语音和数据业务与适当的接口有力地组合在一起，开发了范围广泛的用户的PAMR应用和解决方案。

CDMA-PAMR技术是特别为下列频带中使用PAMR网络设计的：

- 410-420/420-430 MHz
- 450-460/460-470 MHz
- 870-876-915-921 MHz。

CDMA-PAMR传输的载波带宽是1.25 MHz，并且1.25 MHz的间隔是指相邻的CDMA-PAMR载波的中心频率之间的间隔，与FDMA和TDMA系统不一样，CDMA-PAMR不需要蜂窝频率重复使用的方案。使用CDMA-PAMR的情况下，网络中所有的基站可以使用同一载波频率（即重复使用系数为1）。这是通过使用“码”来分开不同的移动台所使用的信道的方法来实现的，这与用频率和/或时隙来区分是不同的。

语音和数据应用在同一载波内共存，一个CDMA-PAMR载波可以最多支持35个语音用户。假设采用爱尔兰B业务模型，这相当于阻塞率为1%情况下，24.6爱尔兰/载波和在阻塞率为2%的情况下，26.4爱尔兰/载波。每个用户的基本数据速率以9.6 kbit/s开始，并且在上行链路上最高可以达到153.6 kbit/s。语音和数据两者的总容量直接取决于这两种业务混合的比例。

7.3 系统配置

该系统实际上由下面两部分组成：

- CDMA无线电接入网，它与相关连的IP数据网和部件一起。
- PAMR应用，它由一个移动终端上运行的一个移动客户部分和一个在连接到网络的服务器上运行的一个网络服务器部分组成。

图6表示了CDMA-PAMR系统的配置。

按键通话（PTT）的服务器/媒体控制器是该结构中的关键部件，它提供了基于发起方成员的请求的PTT呼叫和从用户数据库来的关联响应之间的协调。由PTT服务器/媒体控制器所提供的功能包括：用户注册、通过SIP进行呼叫处理、PTT的各种应用，包括点对点和点对多点两种业务，发出具有适当的正在进行呼叫的每一个可以用的成员的目的IP地址的数据包，以及正在呼叫期间，群成员的动态激活和去激活相关的用户数据库提供了用户轮廓的配置、群列表管理、基于移动台管理群列表的端用户更新和基于WEB管理群列表的更新。

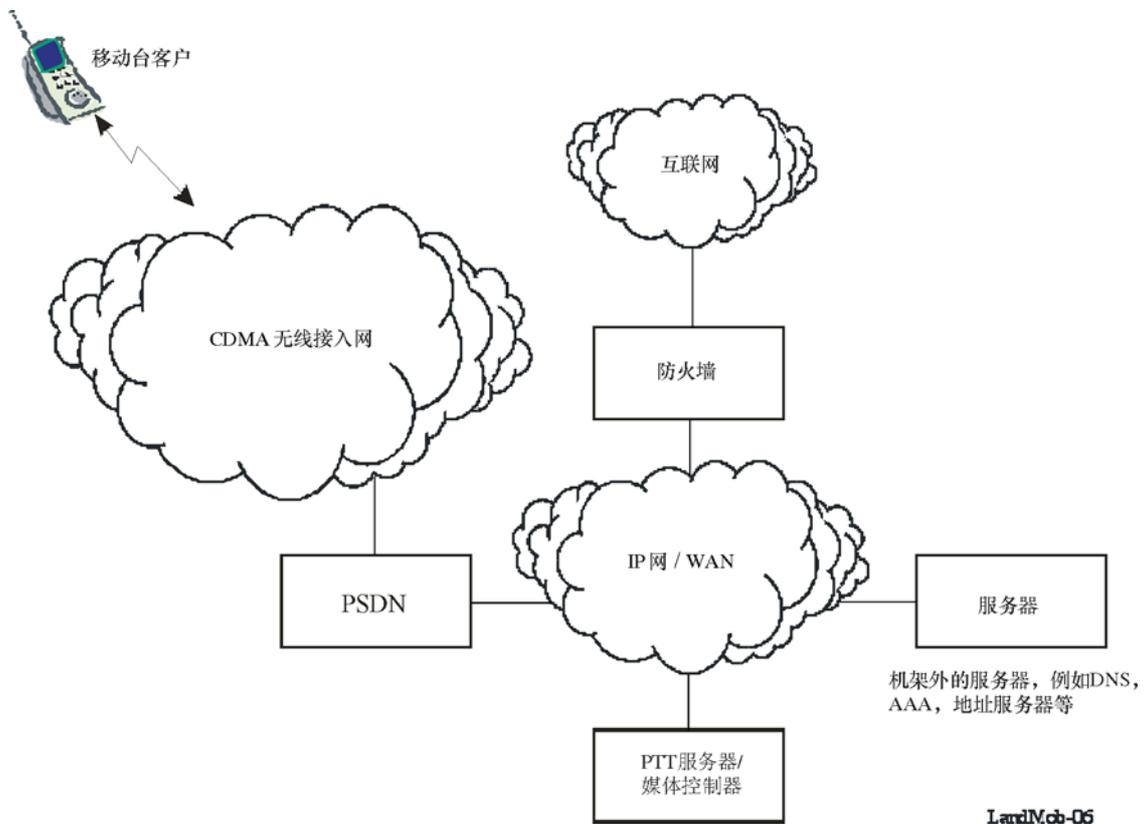
在CDMA无线接入网和IP分组数据网/WAN之间的接口是由分组数据业务结点（PDSN）提供的，它是这种用途的标准产品。这一结点支持使用基于标准的协议，为了改善空中业务传输的效率，从而提供更好语音质量，该协议提供了信头的压缩。

除了上面提到的网络部件外，PTT用户移动台必须配备适当的客户软件。该软件使移动台能够在PTT服务器上与相应的软件相接口，以实现CDMA-PAMMR提供的PTT的性能/功能性的关键性能。这些性能是创建业务和应用的以及PAMR语音和数据业务的有力组合的一个高度灵活的环境。用CDMA-PAMR技术可以实现的业务中，包括如下业务：

- PTT语音业务
- 群呼
- 调度业务
- 优先次序和排队
- 状态和短数据消息
- 分组数据/IP业务

- 同时的语音和数据业务
- 动态的群管理
- 终端的空中重新编程
- 位置业务。

图6
典型的CDMA-PAMR系统配置



此外提供传统上PMR/PAMR用户所要求的这类服务和性能外，CDMA-PAMR也提供一般过去不是由PAMR或PMR系统提供的范围广泛的其他业务，但是这些其他业务对范围广泛的应用的PAMR用户（和运营商）似乎是很有益的。某些例子包括：

- 对各用户机构（和有效地使用稀有的网络号码资源）制定编号/编址方案的灵活性。
- 与各种基于IP业务的集成，例如即时传信，存在业务、内部网、VOIP、对语音和数据的端到端加密，基于Web的业务等。
- 按需要重放调度消息（语音和数据）的能力。

- 在接收到、确认和保证已发送出去之前，高优先级（语音和数据）消息自动存储和重发。
- 根据各种可能的参数（包括位置），在临时的基础上快速建立一个特设群的能力，例如对一特定的情况上，在一特定的地点，包含偶然出现在那个时间附近的所有的用户。

附件 2

寻呼和高级传信系统

本附件提供了关于各种各样的寻呼系统和传信系统以及相关的编码的详尽的技术特性和工作特性。

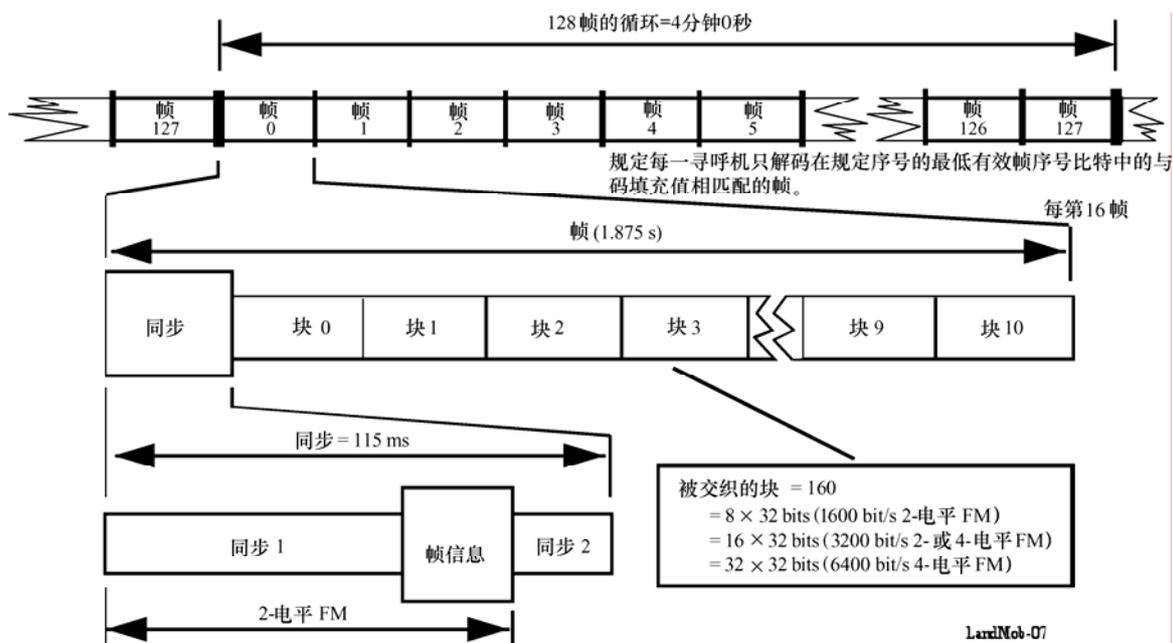
1 FLEX的技术特性

1.1 FLEX的编码格式

FLEX的编码格式是按同步码工作的，在它发送这些比特的数据域（地址域、矢量域和消息域）中，有附加的信号衰落保护，交织深度为8。从图7中编码格式的细节可以看出重复帧的结构，每帧的时长1.875 s，每帧有11个数据块，每一数据块包含8个码字。将0号数据块的第一个码字规定为块信息码字，它包含帧和系统的结构信息。保留87个可以用的码字用于传送数据。FLEX的编码格式有4种格式，3种信号速率。它使得进入现有基础设施的实施方案有可能用1 600 bit/s、2电平FM系统，新的3 200 bit/s的基础设施设备用2电平或4电平FM（FSK）和最高速率6 400 bit/s的基础设施设备使用4电平FM（FSK）。当认为增加系统容量比较恰当时，这些可选方案的每一种方案都使得系统运营商有可能在用户上和基础设施上添加。FLEX的多速率性能是通过将一个、二个或四个1 600 bit/s业务信道复用在一起实现的。这些1 600 bit/s的业务信道称为“相”。因而，对3种速率的每一种速率，可以使用的数据域的码字总数分别为87、174和348个码字。

图7

FLEX编码格式



FLEX是按照与全世界现有的寻呼系统，包括邮局码标准化顾问组（POCSAG）的系统同时运行来设计的。系统运营商不必要一下子就改变到最高的FLEX速率6 400 bit/s。他们可以通过将现有的网络终端进行升级和对现有的用户继续提供服务的方法，将FLEX1600添加到他们现有的1 200 bit/s的系统上。

1.2 FLEX的主要优点

更快的寻呼速率

FLEX将寻呼速率提高到6 400 bit/s。这是通过将4个数据流复用成一个6 400 bit/s传输速率来实现的。每一数据流或每一“相”独立进行工作，并且寻呼机（寻呼服务用户的接收机）将只解码一个相。这有助于防止长的消息阻塞或延迟其他消息。

更高的信道容量

FLEX最多支持10亿个人地址和每个信道最多支持60万个数字寻呼机（根据每个用户的典型业务的速率）。对于10位数字的数字寻呼机而言，FLEX的容量比最先进的以1 200 bit/s运行的POCSAG系统的容量大4倍。对于40个字符的文字传呼机而言，FLEX的容量比POCSAG1200大5倍。

每个用户的系统费用低

更高的容量允许运营商在现有的信道上增加用户，从而导致每比特的传送费用最低和每一任何寻呼机—用户的费用最低。

各种业务的有效混合

当在同一信道上将数字、文字和信息业务混合在一起时，今天的POCSAG系统很快要超过容量范围。用了FLEX以后，所有这些业务都可以有效地混合使用，而对数字机用户没有什么损失。这是通过将各相专门给一种业务用来实现的，因为这些相的工作是相互独立的。

与现有的码的兼容性

只用现在的码或与现在的码混合使用，FLEX都是可以工作的。这意味着现在的不是满负荷的POCSAG系统可以过渡到FLEX，并且开始时可以只使用现在的发射时间的3.1%。而且在这一3.1%中，FLEX支持的数字机用户数目从5 000个（1 600 bit/s工作）到20 000个（6 400 bit/s工作）。

强化的和可靠的码

FLEX给寻呼机用户提供很强的对抗信号衰落的能力，这一点反过来又改善了所有寻呼业务的寻呼可靠性，特别是文字数字业务和信息业务。当信号强度有变化时，在所有的速率上，FLEX能够经受住10 ms的衰落，并且仍然正确地解码出信息。

FLEX通过检验和的确认（这是另一种检错机制）、消息编号（它用来恢复丢失的消息）和消息控制的正确结束（用规定消息长度的方法）来改善可靠性。这表示衰落的持续时间必须更长才会使一个字出错。

改进寻呼消息传送

由于它有更高的可靠性，FLEX提供了更好的寻呼传送的能力。这表示忙时延迟将缩短，因而有减少或消除进入传呼网终端的重拨和随后空中重传的效果。这不仅提高了顾客的满意度，而且它使得有效地利用基站设施的资源，如电话输入和发射时间。

平稳有序地发展

FLEX通过在现在的POCSAG1200系统上进行建设的方法，有效地利用了现有的基础设施系统。FLEX系统比较灵活，可以1 600、3 200和6 400 bit/s的速率运行，这就使得业务提供商能够将它们的系统容量和市场的需求相匹配。FLEX使业务提供商能够动态地改变传输速率，以便与业务模式相匹配。

改进了电池性能和寻呼机更小

有了FLEX，寻呼机的电池使用时间可以比在POCSAG上运行的寻呼机长10倍。这是因为FLEX已经加强了同步的能力，这表示这种寻呼机可以更有效地搜索到它的标识码，所以节约电源。这种经过改进的电池的使用寿命将使得有可能使用更小的电池和设计出更小、形状独特的寻呼机。

将来的增强型寻呼业务的基础

FLEX协议将适应寻呼市场日益增加的复杂程度，这使得有可能向增强型业务发展，如双向寻呼和全国漫游。FLEX协议的设计允许将来的可在同一系统上共存的各种变化。

2 ERMES的技术特性

2.1 ERMES的结构

为了满足有关国际业务处理和漫游能力的ERMES业务的要求，应该将不同国家的网络连接在一起，以便提供很大范围的覆盖。ERMES系统和不同接口的一般功能结构如图8所示。ERMES系统分为两个主要部分，即电信部分以及操作和维护部分。这一体系结构符合ITU-T M系列建议书的规定，并且与任何国际电信网的结构是相似的。

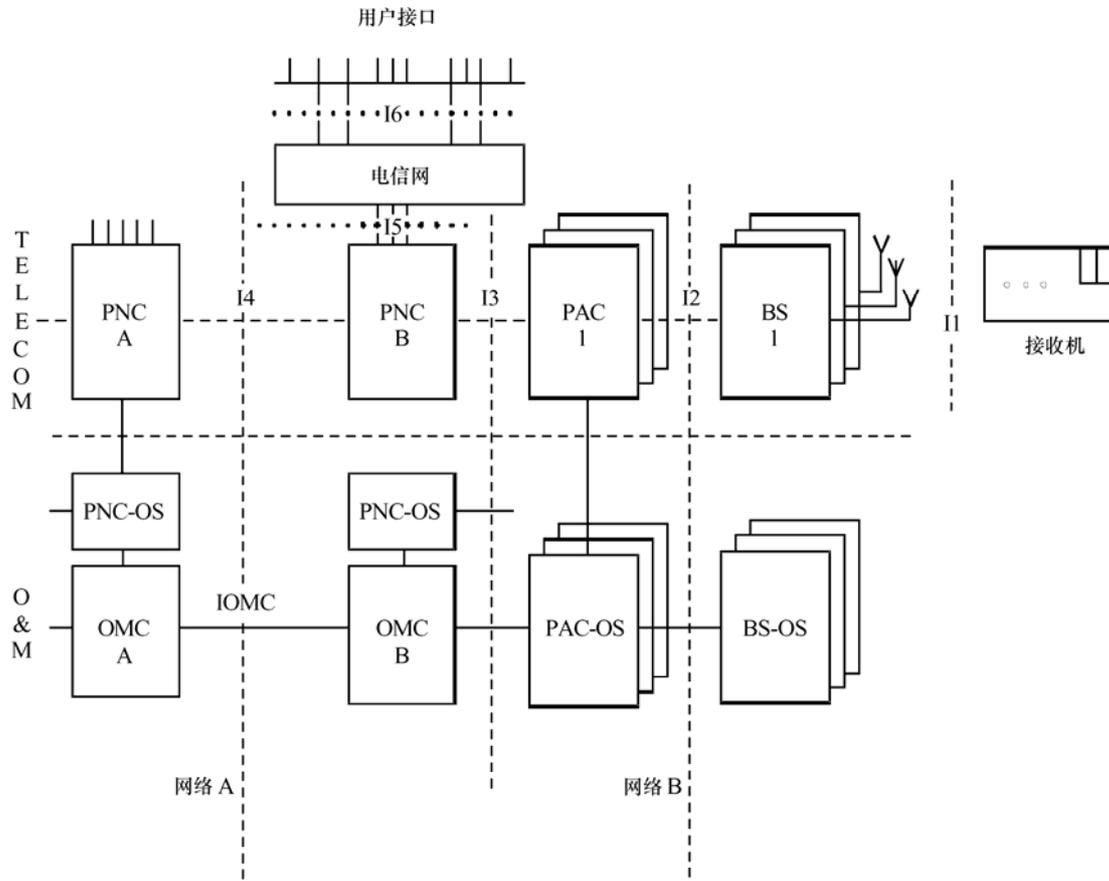
至于电信部分，每一网络都在寻呼网控制器（PNC）的控制之下，PNC将在下一段中做详尽的描述。寻呼区控制器（PAC）和各基站（BS）保证无线电信号的覆盖进入一个或几个寻呼区域，并且一起形成无线电子系统。

PNC是该网络的中心呼叫处理单元。通常，一个PNC负责一个网，为了提供国际寻呼和漫游的便利，使用I4接口，将它与每一个其他ERMES系统的PNC连接起来。

PNC负责呼叫处理。为了保证所提供的服务质量，PNC对每一次呼叫尝试将从呼叫认可机制着手。为此，PNC与发出状态信息的操作和维护中心（OMC）相协作。

业务的接入通过PNC的I6接口获得，I6接口处理用户的对话。当用户终端和PNC之间通过电信网进行连接时，网络和PNC之间的接口是I5接口。

图8
ERMES的结构



I1, I2, I3, I4,
I5 和 I6: 实体之间的功能接口
O&M: 网络的操作和维护部分
OS: 操作系统
TELECOM: 网络的电信部分
用户接口: 给用户得到系统接入可能性的设备
(电话、数据终端、电传、ISDN等)

LandMcb-OS

PAC控制一个寻呼区，它根据优先级别和传输的格式在它所负责的寻呼区内组织消息的排队和分批。

BS由一个或多个发信机以及相关的控制和定时设备组成。发射应该是16个无线电信道中的一个信道上进行。并且，为了便于接收机同步，无论寻呼机的状态如何，即无论是它在它的归属网情况下，还是在访问的网中漫游状态下，发射都必须以协调的方式组织。

PNC/PAC和PAC/BS之间的接口分别称为I3和I2。它仍是运营商网络的内部接口。外部接口是I1（空中接口），I4/IOMC（网络间互通接口）和I6（用户接口）。对寻呼运营商的网络而言，将I5看作外部接口，但是它不一定要与其他寻呼运营商协调一致。

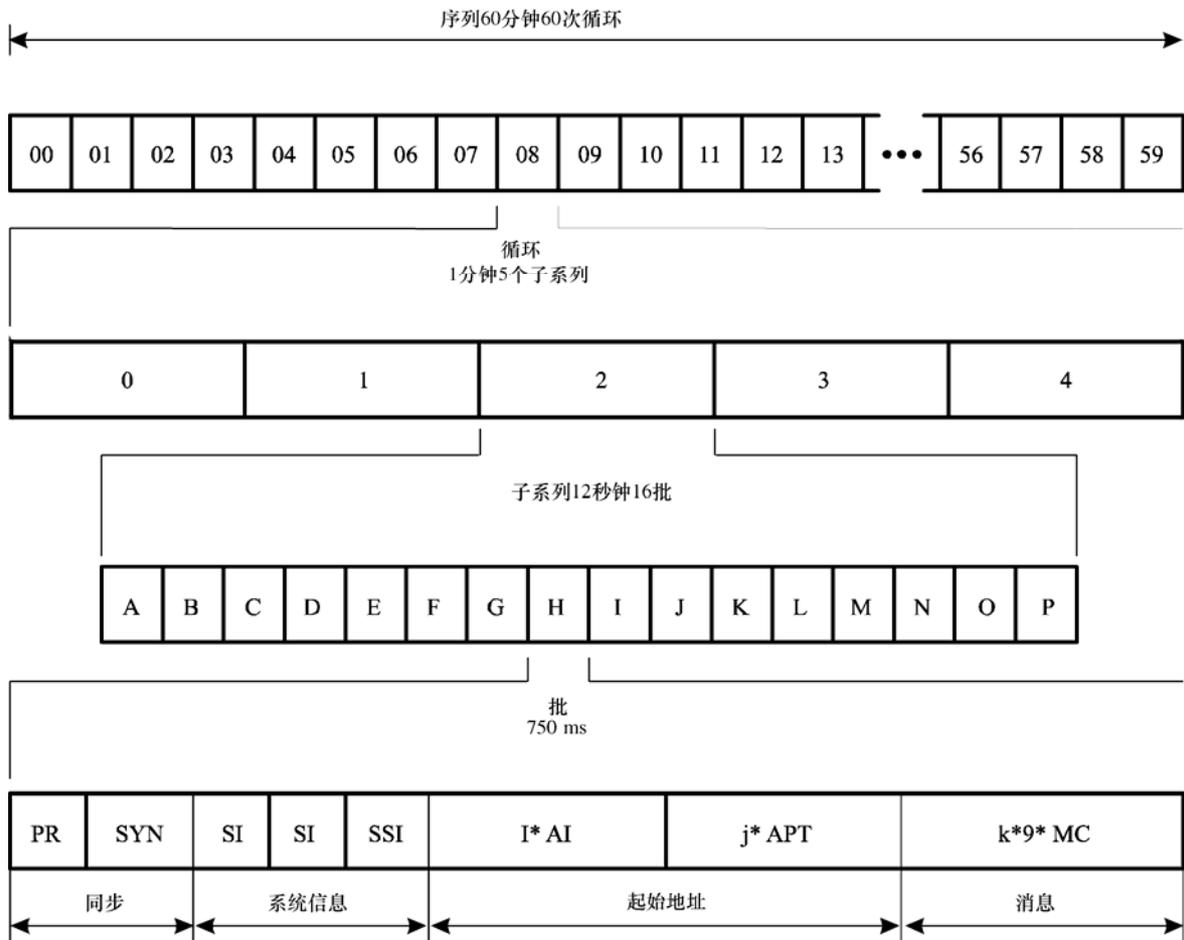
I1是无线接口，它是基于如下特性：

- 频带：169.4-169.8 MHz；

对这一频带，已经设计了传输协议的纠错能力。然而传输协议不是与这一频带捆绑在一起的。正如ITU-R M.539-3建议书的附件1中所说明的那样，该传输协议也可以在其他频带中工作。在提供漫游服务的网络中，16信道中应该至少有一个信道是公共的。在每一网络中，公共信道不一定是相同的。

- 25 kHz信道间隔，
- 调制方法 = 4P AM/FM，
- 符号率 = 3.125 kBd (6.25 kbit/s比特率)，
- 传输协议按照图9中的描述，
- 频率捷变型接收机 (16个信道)。

图9
传输协议



AI: 起始地址	SI: 系统信息
APT: 地址分割终端	SSI: 补充系统信息
MC: 消息码字	SYN: 帧同步字
PR: 比特同步字	

LandMob-09

2.2 ERMES的主要优点

更快的寻呼速度

由于有了4P AM/FM调制，传输速度为每信道6.25 kbit/s。规定用BCH码进行前向纠错。这样导致有效数据速率约为3 750 bit/s。

更高的系统容量

ERMES用一个射频频带中16个频率的一个或多个频率进行工作。它的设计使得当该系统以这些频率中的任何频率传输时，接收机都能够接收到它的呼叫。它提供了这些频率上存在同时发射的一个环境。

而且，ERMES能够用频分和时分网络和用联播发射进行工作。接收机的编号方案使用35 bit的地址，35 bit分成5个部分，并且对每一接收机分配一个号，有几个部分表示国家代码和运营商代码。

各种业务的有效混合

ERMES首先提供最基本的寻呼功能，即只有单音、数字和文字服务。它也可以提供高级的服务，如非格式化的数据传输，靠近的用户群呼、长消息、优先级、安全设备、漫游等。

强化的和可靠的码

为了将突发性误码对数据接收的严重影响减至最小，除了前向纠错外，还使用了交织。

频谱效率

按每Hz频谱的用户来表示，ERMES已经比POCSAG约改善4倍。这就保证了ERMES可以为运营商提供价格很便宜的无线电链路，对顾客也是一样。

改进电池性能和较小的寻呼机

ERMES用范围广泛的各种技术进行设计。保证了很有效的电池节约措施。首先，无线电接口同步标准对UTC上，使得接收机能够确定一个信息可以预期的时间。它适应不同产品的电池需求，可以最多比现有的POCSAG接收机小10 000倍。例如，对最小的电池消耗，可以设计出手表型的产品。

开放的系统

ERMES是由运营商和设备制造商一致同意开发的一个开放系统。它允许使用多个供货来源的多运营商环境。

附件3

缩写词清单

AM	幅度调制
ANS	美国国家标准
ANSI	美国国家标准学会
APCO	公共安全官员联合会
ARIB	无线电工业和商业联合会
BS	基站
CDMA	码分多址
C-QPSK	可兼容的四相相移键控
DIMRS	数字综合移动无线电系统
DMO	直接模式操作
DQPSK	数字四相相移键控
EDACS	增强的数字接入通信系统
EMC	电磁兼容性
ERC	欧洲无线电通信委员会
ERMES	增强的无线电传信系统
ETS	欧洲电信标准
ETSI	欧洲电信标准学会
FCC	联邦通信委员会
FDMA	频分多址
FHMA	跳频多址
FLEX	灵活的广域同步协议
FM	频率调制
GFSK	高斯频移键控
GMSK	高斯（滤波）最小频移键控
GPS	全球定位系统
GSM	全球移动通信系统
iDEN	综合增强数字网
IDRA	综合数字无线电系统
IPR	知识产权
ITS	智能运输系统件

LMR	陆地移动无线电系统
MESA	应急和安全活动的移动性
MoU	谅解备忘录
MPHPT	公共管理、内政、邮电部
NRZ	非归零
NTIA	国家电信和信息机构
OFDM	正交频分复用
OMC	操作和维护中心
PABX	专用自动小交换机
PAC	寻呼区域控制器
PAMR	公共接入移动无线电
PCS	个人通信业务
PMR	专用移动无线电
PNC	寻呼网控制器
POCSAG	邮政局码标准化顾问组
PSDN	分组数据业务结点
PSTN	公共交换电话网
PTT	按键通话
QAM	正交幅度调制
QPSK	四相相移键控
RCR	无线电系统研究和发展中心
RPCELP	规则脉冲码激励线性预测
SMS	短消息业务
SNMP	简单网管协议
TCP/IP	传送控制协议/互联网协议
TDMA	时分多址
TETRA	地面集群无线电系统
TIA	电信工业联合会
VoIP	互联网协议上的语音
WAN	广域网



* 2 8 5 7 5 *

瑞士印刷

2007年, 日内瓦
ISBN 92-61-11375-3