

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/00 (2006.01)

H04B 1/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480000091.3

[43] 公开日 2006年8月23日

[11] 公开号 CN 1823478A

[22] 申请日 2004.1.29

[21] 申请号 200480000091.3

[30] 优先权

[32] 2003.1.31 [33] US [31] 10/355,336

[86] 国际申请 PCT/US2004/002527 2004.1.29

[87] 国际公布 WO2004/070992 英 2004.8.19

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.29

[71] 申请人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯州

[72] 发明人 布雷德利·J·雷恩博尔特

安托尼·罗德里格斯

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 黄启行 谢丽娜

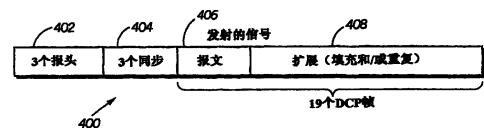
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 3 页

## [54] 发明名称

采用频率分集的系统的数据信道过程

## [57] 摘要

本发明涉及在无线数据通信中使用的用于简化在使用频率分集的设备之间进行的双向数据传输的方法。这通常适于通过跳频扩频操作实现频率分集的单元。本发明的所述基本单元是独立的数据帧，帧的可靠性是通过对冗余误差校正编码、时间和频率分集的独特组合来增强的。本发明还将所述独立的数据帧扩展成包括呼叫建立阶段和业务阶段的完整异步数据报文。所述业务阶段对所述基本数据进行扩展以封装完整的数据报文。已经包含了对所述基本数据帧的所述增强的报文通过在发射中尽可能多地重复自己来得到进一步的增强。为了能够进行异步操作，用已知的频率序列发送所述呼叫建立阶段，而所述业务阶段以将整个发射呈现为伪随机的形式的方式伪随机地排列，并且平均起来对所有频率的使用是相同的。



1. 一种用于在无线通信系统中便于在使用频率分集的设备之间双向传输数据的方法，所述方法包括：
- 5 提供位长度足够长的基本数据帧来为给定的应用承载最少量的信息；
- 通过冗余前向误差校正编码对所述基本数据帧进行编码；
- 重复所述编码数据帧以提供时间分集；和
- 在多个频率上进一步重复所述经过编码的数据以提供频率分集并
- 10 增强跳频扩频能力。
2. 如权利要求 1 中的所述方法，其中，通过冗余前向误差校正编码对所述基本数据帧进行编码提高了性能和可靠性。
- 15 3. 如权利要求 1 中的所述方法，其中，所述重复所述编码数据帧以提供时间分集进一步提高了性能。
4. 如权利要求 1 中的所述方法，还包括对所述基本数据帧进行分组以应用到非数据跳频应用中。
- 20 5. 一种用于数据报文的无线通信的方法，所述方法包括：
- 提供多个基本数据帧来封装所述数据报文；
- 在整个发射中尽可能多地配置所述数据报文的副本；和
- 为实现均衡的发射长度用值填充所述整个发射的剩余部分。
- 25 6. 如权利要求 5 中的所述方法，其中，用于填充的所述值是零。
7. 一种用于在使用跳频扩频操作的设备之间进行异步无线数据通信的方法，所述方法包括：
- 30 呼叫建立阶段，其中所述呼叫建立阶段使用已知的频率序列；

业务阶段；和  
用于提供对所述已知频率序列的选择的伪随机发生器；  
其中，所述伪随机发生器在所述业务阶段不强调对所述已知频率  
序列的所述选择，这样平均起来对所有所选的已知频率的使用是相等  
5 的。

8. 一种用于在无线通信中发射数据的方法，所述方法包括：  
将所述数据发射报文的所述业务部分扩展到可以均衡地使用多个  
频率的发射信号长度；  
10 在数据业务通信期间不强调对所述多个频率的初始子集的选择；  
和  
在所述发射信号长度内在剩余的频率上多次重复更短报文。

9. 如权利要求 8 中的所述方法，其中，通过使用伪随机发生器  
15 来实现不强调对所述多个频率的所述初始子集的选择。

10. 如权利要求 8 中的所述方法，其中，所述多个频率的所述初始  
子集被在所述发射信号长度的第一部分中表示，并且包括诸如报头和同  
步脉冲的一致性控制信号。

20

## 采用频率分集的系统的数据信道过程

## 5 技术领域

本发明涉及无线通信系统。具体地说，本发明涉及便于在使用跳频（frequency hopping）的数字设备之间进行的通信传输的数据信道过程。

## 10 背景技术

在过去的几年中无线工业有了快速的发展。无线通信已经成了每日生活的一个标准部分。大多数人在日常生活的各个方面中使用各种形式的无线通信，诸如全球数字移动电话系统（GSM）、通用移动通信系统（UMTS）、载波侦听多路访问（CDMA）和 802.11。

15

通常，无线系统是为某个覆盖范围或覆盖区（footprint）设计的。通常将这些区域称为小区。小区可以让多个源重复使用类似的频率从而为相距一定距离的大城市区域提供服务。在给定的区域内小区的地理大小不必保持一致，它们可以根据频率和功率等级、区域的地势、一天中的时间等等因素而变化。小区中的通信利用了按需指定多址（Demand Assigned Multiple Access）（DAMA）的概念。DAMA 可以让多个设备根据需要以共享的方式访问网络。基本上，设备对网络的访问是基于先到先服务的原则的。在无线网络中，有许多为最终用户提供多路访问的方法。最基本的层次上，有频分多址（FDMA）方法（它实际上是所有无线通信的出发点），每个小区必须按频率进行

20

25

分隔以避免无线设备之间的相互干扰。

另一种相对较新并源于扩频无线电技术的通信方法是码分多址（CDMA）。扩频无线电技术在射频频谱上扩展所发射的信号的带宽。射频的合并频谱通常要比为窄带信号发射提供支持所需要的带宽宽得

30

多。扩频使用了两种技术，它们是直接序列（DS）和跳频（FH）。简单地说，DS 扩频是分组无线技术，在这种技术中将窄带信号在载波频带上展开。换言之，将信号信息组成分组，每个分组在较宽的载波频率上以冗余的方式（即，不止一次地发射分组）发射。这样就可以支持多重发射。用唯一的代码（诸如在每个数据分组前面的 10 位代码）来标识来自特定终端的发射信息。大多数较新的技术（诸如 CDMA、802.11 和无线应用）使用直接序列扩频（DSSS）。然而，蓝牙和本发明使用跳频扩频（FHSS）。在一些 802.11 的应用中使用 FH 模式。FHSS 包括在一个频率范围上的宽带载波中发射分组的短脉冲。实质上，发射器和接收器按照编排好的顺序从一个频率跳到另一个频率并在每个频率上发射一定数量的分组。在诸如蜂窝系统的陆上移动中继系统中，跳频是由集中基站天线控制的。在蜂窝系统由于小区忙或在指定区域因缺少覆盖而不可用的时候可能需要使用变通的通信模式。这个模式通常是指“脱网功能（talk-around）”或“直接模式”，它可以让两个无线设备相互之间直接进行通信，这类似于普通的双向无线通信。本发明的一个实施例就是关于脱网功能模式的操作的。

当在未被许可但是由联邦通信委员会（FCC）管理的 900 兆赫和 2.4 千兆赫频段中高功率地工作的时候，需要防止与相同频段的其他用户之间的相互干扰。例如，无线电话使用 900MHz 频段和 IEEE 802.11 或蓝牙无线设备使用 2.4GHz 工业、科学和医疗频段（ISM）。通过使用在前面讨论过的包括 DS 技术或 FH 技术的扩频技术可以实现互不干扰。

出于多种原因使用 FH 发射语音信息的范围在某种程度上是有限。所需要的是用功能和应用来处理数据，诸如文本报文、多人游戏和 GPS 定位信息。此外，由于可以将数据发射的范围设计成超出语音发射的，因而就可能在语音功能不工作的时候发送文本报文。例如，在蜂窝电话或其它语音个人通信设备中，即使语音呼叫是听不见的，接收单元也至少可以接收呼叫者的标识。至少，这样用户就能够识别

出进行联系尝试的用户。

5 我们需要能够可靠地发射数据块的系统和方法的可靠性。例如，  
需要可靠地发射发信移动设备的私有标识。在实现可靠地发射私有标  
识的尝试中，产生了关于信号检测、发射报文长度、通信范围和跳频  
集中正在使用的频率的问题。这些缺点与数据通信的局限性、以及满  
足（在 U.S. 47CFR 第 15.247-15.247 部分和其它国家的类似规则中提  
出的）FCC 的准则的需要相关。因此，所需要的是一种用于解决对数  
据信道的跳频的使用问题的系统和方法。同样需要的是提供数据传输  
10 中的性能增益和可靠性。

#### 发明内容

15 本发明涉及在无线系统中使用的通信系统和方法。具体地说，本  
发明涉及便于在使用跳频扩频编码的数字设备之间进行数据通信。

本发明的核心是开发跳频数据帧，这种帧可靠地传送满足给定的  
应用程序所需要的最小数据大小的信号数据单元。例如，这种数据单  
元可能是设备的标识号。通过使用前向误差校正和重复分集，就可以  
实现可靠性和性能增益。此外，如同在跳频（FH）系统中所需要的那  
20 样，通过在多个频率上重复经过编码的和重复的数据，就实现了频率  
分集带来的额外好处。频率分集带来了避免相互干扰和不关联的信道  
衰减这样的增益。可以使用基本的数据帧来将数据（诸如设备标识）  
嵌入到其它应用中，诸如数字 FH 语音发射。在本发明的另一个方面  
中，可以将基本数据帧与其它帧相连接从而在 FH 设备之间提供完整  
25 的数据发射协议。本发明的方法提供了在固定的网络基础设施之外进  
行离线工作的能力，这种方法使用加权的伪随机发生器来不强调在发  
射分组中对已知呼叫建立频率的选择，并用伪随机顺序的频率发射数  
据业务分组，从而实现频率分集。这种方法用于让两个或多个 FH 设  
备在不与网络进行通信的情况下相互之间直接通信，例如数字双向数  
30 据/语音无线设备。

## 附图说明

图 1 是可以应用本发明的示例无线通信系统的方框图；

图 1B 是说明在网络外处于脱网功能模式下进行直接通信的远端  
5 单元的方框图；

图 2 是本发明中示例远端单元的电气方框图；

图 3 是用于实现基本的跳频数据帧的代表性数字信道规程的方框  
图；

图 4A 说明了完整数据发射协议帧，帧中用零来填充，而没有报  
10 文的重复；和

图 4B 说明了本发明的改进情形，其中描绘了数字信道过程发射  
信号中的帧，帧中用零填充并有整个报文的重复。

## 具体实施方式

15 本发明提供了一种用于在远程移动单元之间处理和发射数据的独特系统和方法。本发明可以应用于无线系统中的通信。具体地说，本发明涉及便于在使用扩频编码来发射数据的数字设备之间进行通信。

先参看图 1，这个方框图说明了在可以应用本发明的环境中的无线  
20 通信系统。应当注意的是本发明也可以在不在图示的系统中工作的设备之间直接应用，这种情况将会参考图 1B 来讨论。如图 1 所示，固定部分 108 包括一个或多个基站 106，它们为多个远程用户设备 102 提供通信服务。基站 106 由通信链路耦合，优选地与使用传统射频技术的用户设备 102 进行通信。一个或多个天线 104 提供从基站 106 到  
25 远程用户设备 102 的通信。优选地，基站 106 还经天线 104 从多个远程用户设备 102 接收 RF 信号。

通信网络 100 的固定部分 108 与公共交换电话网 (PSTN) 110 相连以从类似电话 112 和计算机 114 的其它类型的设备接收和向它们发  
30 射报文。诸如电话 112 和计算机 114 的设备可以接收或发起由远程用

户设备 102 发起或接收的呼叫或信息。本领域普通技术人员应当理解也可以使用其它类型的网络（诸如局域网（LAN）、广域网（WAN）和因特网）来从无线网络 100 接收或向其发送有选择的呼叫信息。诸如计算机 114 的计算机也可以作为由无线通信系统使用的各种应用和信息的中央存储库来使用。

应进一步认识到，本发明可以应用于包括调度系统、蜂窝电话系统和语音和/或数据报文通信系统的其它类型的系统中。

图 1B 说明了脱网功能变通通信模式。在脱网功能模式下，两个或多个远程用户设备 102 在网络之外相互之间直接进行通信。本发明对用户设备 102 之间的无网络通信特别有用。具有地说，本发明的一个实施例为诸如数字步话机这样的与任何网络都不关联的远程设备提供了直接通信的能力。我们将参看图 2 来讨论可以使用本发明的典型远程用户设备 102。

图 2 说明了示例的远程用户设备 102 和它的各种组件。远程用户设备 102 包括用于接收入站报文和发射出站报文的天线 202。天线 202 与发射器 204 和接收器 206 相连。发射器 204 和接收器 206 都与处理器 216 相连，处理器 216 用于处理与出站和进站报文相关的信息并控制本发明中的远程用户设备 102。用户界面 210 与处理器 216 或操作地连接以提供用户交互和反馈。在本发明的实施例中，用户界面包括显示器 212 和键盘 214。显示器 212 为用户提供来自处理器 216 的操作信息和反馈。键盘 214 可以让用户进行输入和对处理器 216 进行响应。为实现本发明的目标也可以使用其它方法或系统来提供用户交互和反馈。石英震荡器 208 为处理器 216 和远程用户设备 102 的其它组件提供传统的计时功能。处理过程由处理器 216 和存储器 218 共同执行。存储器 218 包括用于编程和操作本发明的远程用户设备 102 的软件指令和数据。远程用户设备 102 进行工作以与基站 106 或其它远程用户设备 102 进行通信。不管目的是什么，高度可靠地发射一组数据



都是很必要的，这样即使听不见语音时也可以让呼叫的接收者识别出呼叫者。

5 将参看图 3 来讨论可靠的数据发射。具体地说，在本发明的实施例中将讨论可靠的发射数据的基本单元（诸如始发移动设备的私有标识）。然而，本领域普通技术人员应当理解，本发明的系统和方法也可以同等地应用于其它数据项目，诸如文本报文。通常，与移动用户设备的标识相关的数据应当可以在信噪比（SNR）非常低的情况下接收。换言之，在 SNR 不够高以用于好的语音质量时，有某种类型的通信起作用。如果用户在数字语音工作期间不能清晰地听到呼叫者的声音，被呼的用户至少应当知道是谁在呼叫。此外，在语音通信不可行的时候，用户可以选择用短本报文进行通信，并且本发明可以让这种报文的传送更可靠。

15 为了实现可靠传送的目标，要使用数据信道过程（DCP），其中要对数据信息信号施加大开销。在这个过程中使用的机制可能包括一个或多个前向误差校正（FEC）、重复分集和循环冗余校验（CRC）码。

20 图 3 说明了为系统设计的 DCP、为发射数据而实现频率分集。在本发明的实施例中，所使用的调制方法是在 3200 码元每秒的速度下，带不相干检测的正交移频键控（8-FSK）。码元是对来自要发射的数据的各位进行调制编码的结果。在图示的实施例 300 中，使用具有 50KHz 的调频载波间隔的、902-928 MHz ISM 频段中的工作频率。每个调频集包括 50 个载波并且由于 FCC 准则必须一致地使用这些频段中的每一个。

25 在典型的 DCP 300 中，在步骤 302 处，要发射 34 位的数据块  $\checkmark$ 。这个数据可以是发信者的 PID、文本报文或其它一些数据。为了帮助说明本发明，在讨论中要使用各种符号和记号。例如，用 “ $\checkmark$ ” 表示

的向量是位向量，而用“▲”表示的向量是指 8-FSK 码元向量。还用向量的下标来表示对向量执行过的方法。例如下标‘S’表示相关向量的数据位已经加入了停止位，‘C’表示执行了 CRC，‘F’表示已经加入了溢出位和‘R’表示已经执行了一次或多次重复。

5

转到图示的 DCP300，在步骤 304 处将停止位加入到 34 位的数据  $\sqrt{}$  中，其结果是 35 位的数据  $\sqrt{s}$ 。紧跟着，在步骤 306 处用生成多项式

10

$$g(x) = 1 + x + x^2 + x^3 + x^{11} + x^{12}$$

执行 12 位的 CRC 来产生 47 位的块  $\sqrt{sc}$ 。

15

由于要使用带四个存储器元件的卷积编码器，所以需要附加四个零溢出位来让卷积编码器在已知的状态下完成。在步骤 308 处将四个溢出位附加到 47 位的块  $\sqrt{sc}$  后以得到长度为五十一的块  $\sqrt{scf}$ 。在步骤 310 处，块  $\sqrt{scf}$  以 1/3 比率通过卷积编码器。编码器实际上用 8-FSK 变换（mapping）来将位转换成码元。在示例的 DCP300 中，用的是每个码元三位的变换，但是，由于进行的是 1/3 编码，所以在 8-FSK 变换之后每个位最终还是由一个码元表示，因此结果是五十一个码元“▲”。

20

25

DCP 中的下一个需求就是时间分集，这可以创建多个信息块的实例。为了创建时间分集，步骤 310 的 51 个码元就重复五次，在步骤 312 产生 255 个码元  $\blacktriangle_R$ 。在步骤 314 处加入信号码元以创建 256 个码元长的向量  $\blacktriangle_{RS}$ 。在步骤 316 处使用交织 8x32 块以获得长为 256 的向量  $\blacktriangle_{RSI}$ 。8x32 时间交织器块提供了对码元扰频（scrambling）并帮助克服解相关性、衰减和其它类似的问题。实际上，时间交织器通过对信号重新排序来对报文进行扰频。下一个步骤是频率分集的应用。

30

频率分集可以实现提高成功传送报文块的机会的能力，同时在重复的块之间提供差别。为了创建频率分集，长度为 256 的向量 $\Delta_{RSI}$ 可以在任意数量的脉冲上进行重复。重复 $\Delta_{RSI}$ 的脉冲数 N 是灵活的。每次重复都可以提供分集增益并提高性能。尽管每次重复也会减缓所支持的数据速率，但是为了实现所希望的范围和性能这种减缓实际上是需要的。在本发明的实施例中，在步骤 318 处选择 N 值为三。这个 N 个脉冲的帧创建了基本数据单元。由于在 FH 系统中每个脉冲都是在不同的频率上的，所以就实现了频率分集。可以将这个数据单元插入到其它 FH 流（诸如，语音）中。

10

本发明的下一个方面是将基本数据单元扩展成完整的数据发射协议。将参照参看图 4A 来讨论这个过程的具体内容。

15

20

25

在特定的应用中发送短报文会产生特定的问题，这是 FCC 准则的要求造成的结果。具体地说，就是要平等地分配和使用扩频中的每个频率的要求。在 900MHz ISM 频段的特定应用中的每个跳频集都包括五十个频率或信道。FCC 规则要求要最小地、一致地使用五十个频率中的每一个来发射。为了以不过分地消耗能量的方式来同步移动设备，在每次发射开始的时候都发送跳频集中的五十个频率中的六（6）个来完成呼叫建立。转到图 4A，用带报头 402 和同步 404 的固定模式来发送频率。在语音或数据业务通信期间，伪随机发生器不强调对这些固定模式频率的选择从而使整个频率分配保持均衡。例如，在语音发射中，为了均衡地使用所有的频率，在发射的整个过程中不强调使用六个频率。长时间的发射实际上对平衡频率的使用是至关重要的。然而，由于数据的原因，报文可以很短并且发射也相应地很短。这限制了平衡地使用频率的能力。一种解决的办法是填充和/或重复数据报文，从而实现了固定发射长度的方式。

30

由于有诸如文本的短报文，典型的报文就很可能严重地破坏频率使用的平衡。例如，设想二十个字符的报文，这是典型的报文长度。

5 由于在前面讲过的原因，每个 DCP 帧可以装 4.25 个字符。因此这二十个字符的报文将需要五个 DCP 帧。一个 DCP 帧在三个跳频上发射，那么这五个 DCP 帧将需要十五个跳频。出于同步的目的典型的报文要使用跳频集中的五十个频率。这就是说不能平衡地使用这五十个频率。

10 通常，为了平衡频率分配，在业务部分发射期间，伪随机发生器不强调对六个报头和同步频率的选择，这样就不太可能选择它们作为发射报文的频率。换言之，每个报头和同步（五十个频率中的总共六个用于发射报文的频率）将只发送一次。在没有此类不强调的频率的情况下，来自这个报文剩余的四十四个频率将平均发送  $15/44=0.34$  次。因此这消除了平衡频率的机会。

15 如同参看图 4A 所图解说明和讨论的那样本发明阐述了频率平衡的问题。如图所示，不论报文的实际长度是多少，任何报文都将扩展成 19 个 DCP 帧。换言之，每个报文都将置于五十七个频率（ $19\text{DCP} \times 3$  个跳频每 DCP）上。实际上，每个报文将扩展成  $4.25 \times 19 = 80.75$  个字符的报文。报头 402 具有三个频率，同步 404 也具有三个频率，在进行业务通信期间，不强调对它们的选择。在业务频率上，选中它们的可能性要比典型的五十个频率的报文的剩余四十四个频率低。通过查看使用频率的平均次数来得到不强调的量。在业务通信期间，伪随机发生器为发射报文选择一个频率的可能性可以由下式表示：

$$P_r(\text{选择}f_i) = \begin{cases} 0.00456, & f_i \text{是报头或同步频率} \\ 0.02211, & f_i \text{不是报头或同步频率} \end{cases}$$

25

在发射期间，有六个报头和同步脉冲加上五十七个业务脉冲，在经过修改的报文中总共有六十三个脉冲。利用上面的等式表示的业务频率的权值，跳频集中的五十个信道中的每一个都得到了使用。平均使用率是  $63/50=1.26$  次，其结果是均衡地使用了频率。

30

如图 4B 所示，对于足够短的报文，相对于简单地用零填充而言，用附加的报文重复来填充将会带来好处。当报文重复的时候，就可以使用 DCP 帧上的 CRC 来判断是否正确地对重复内容解码了。图 4B 的发射信号 410 包括三个脉冲的报头 402，三个脉冲的同步 404，同样重复的文本报文块 406、410、412，和填充 414。如图所示，使用了十九个 DCP 帧的信号来尽可能多地重复文本报文，并在结尾用零填充。

如同在前面讨论的那样，在本发明的实施例中，选择的数据重复脉冲数是三。这样就和报文 410 和 412 一样重复报文 406。本发明对 DCP 的应用的结果就是可以可靠性高地发射报文数据块。

典型的模拟实验的结果进一步说明了本发明的 DCP 的好处。模拟实验的环境是使用 3MPH 速率的移动单元的瑞利 (Rayleigh) 衰减信道。每个跳频上的衰减是独立发生的。接收器使用一组匹配滤波器 (分别用于八个 FSK 频率中的每一个的) 来在每个码元间隔生成一组八个复杂统计 (complex statics)。按平方律合并与在跳频中重复并在不同的跳频上的码元相对应的统计组。

然后将码元的合并统计输入到维特比解码器。解码器使用合并分支量度 (metric) 的平方律来生成路径量度。

在前面所说的环境中，得到了关于接收发信移动设备的私有标识 (PID) 的下列结果。模拟实验的一个原则是如果 PID 的任何位有错误，那么就拒绝整个 PID。所观察到的是在非常低的 3dB 的  $E_s/N_0$  (这里  $E_s$  表示码元能量， $N_0$  表示噪音频谱密度) 时在 99% 情况下都接收到 PID。6dB 时，在超过 99.9% 情况下都接收到 PID。为了进一步说明本发明的好处和操作，使用新发明的 DCP 设计在前面所讨论的，模拟环境中还对发射可变字符长度的报文进行了评估。

30

具体地说，考虑了在报文长度为十七、三十四、五十一和六十八个字符的情况下没有正确地对整个报文进行解码的可能性。这里将在超过 99%的情况下都对整个报文正确解码的  $E_s/N_0$  值作为量度。

5 如同前面所讨论，本发明的实施例使用十九个 DCP 帧来发射报文，每个 DCP 4.25 个字符。这样，在 19 个 DCP 报文长度中将发射四次需要 4 个 DCP (17/4.25) 的十七个字符的报文。十七个字符的报文所需要的  $E_s/N_0$  大约为 -1dB，这个值远远低于正确接收报头和同步的所需值。三十四个字符的报文将发射两次，需要的  $E_s/N_0$  大约为 2dB，  
10 这个值仍然低于正确接收报头和同步的所需的等级。通常，在 SNR 为 2dB 的情况下，文本报文的大片段将在 34 个字节的范围之内。

在 19 个 DCP 报文期间，更长的五十一和六十八个字符的报文将只发送一次。这所需要的  $E_s/N_0$  值在 6dB 和 7dB 之间，这大约是可靠地接收报头和同步所需要的值。即使在  $E_s/N_0$  值为 4dB 时，也可以在  
15 超过 90%的情况下对报文正确地解码。

这些结果进一步证明了可以可靠性非常高地检测到报文，由于可靠性足够高所以文本报文通信的限制因素将是在  $E_s/N_0$  值非常低的时候对报头和同步的检测。  
20

这里已经结合特定的实施例对本发明进行了描述，这个实施例完全是出于说明的目的而不是限制的目的。这项技术中的一般技术人员在不背离本发明的范围的情况下将看到变通的实施例。  
25

从前面的描述中可以看到本发明是非常适于实现前面提出的全部目标和目的，以及系统和方法的显而易见的和固有的优点。应当理解可以使用某些功能和子集并且在不涉及其它功能和子集的情况下使用它们。这通过权利要求书并在其的范围内提了出来。  
30

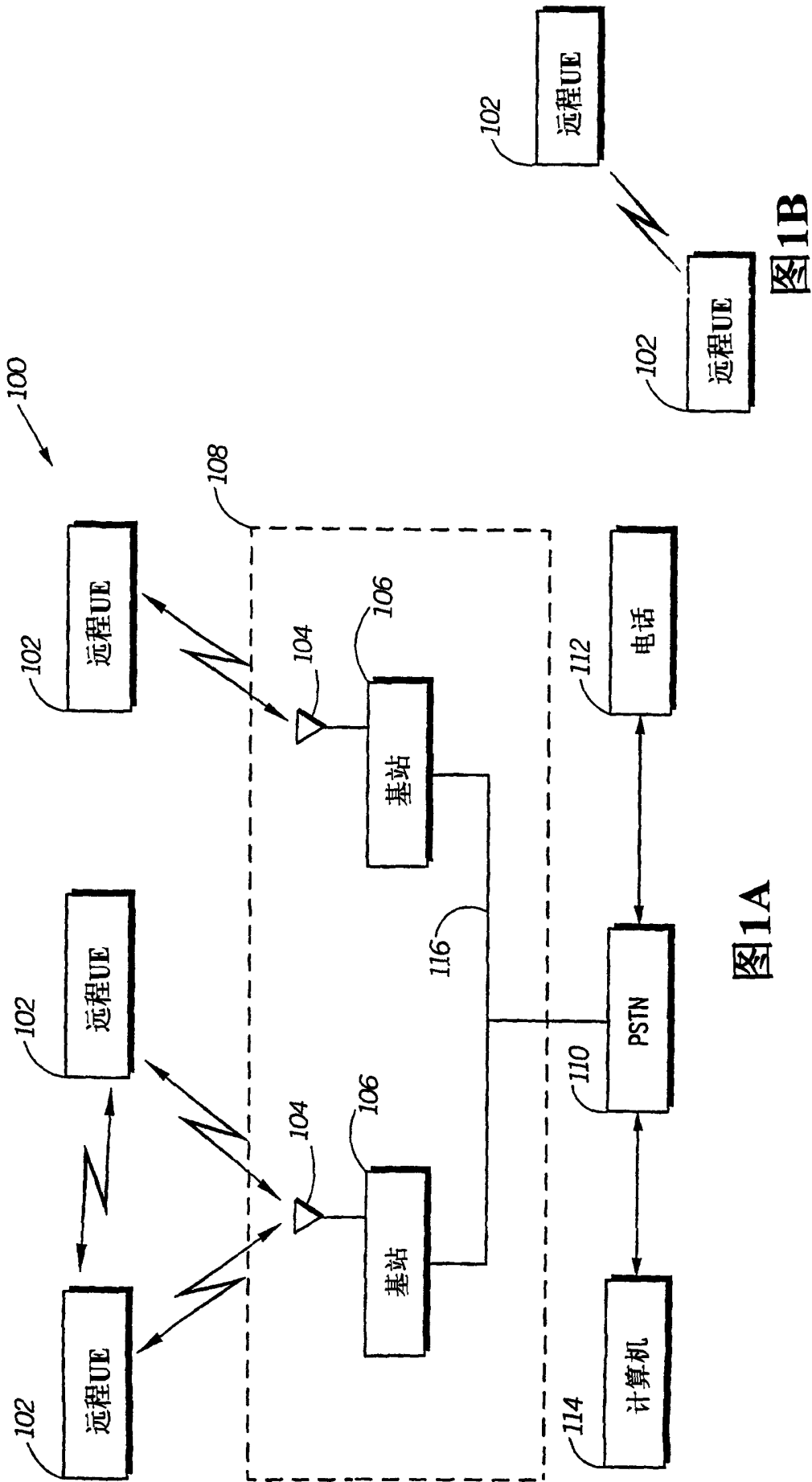


图1A

图1B

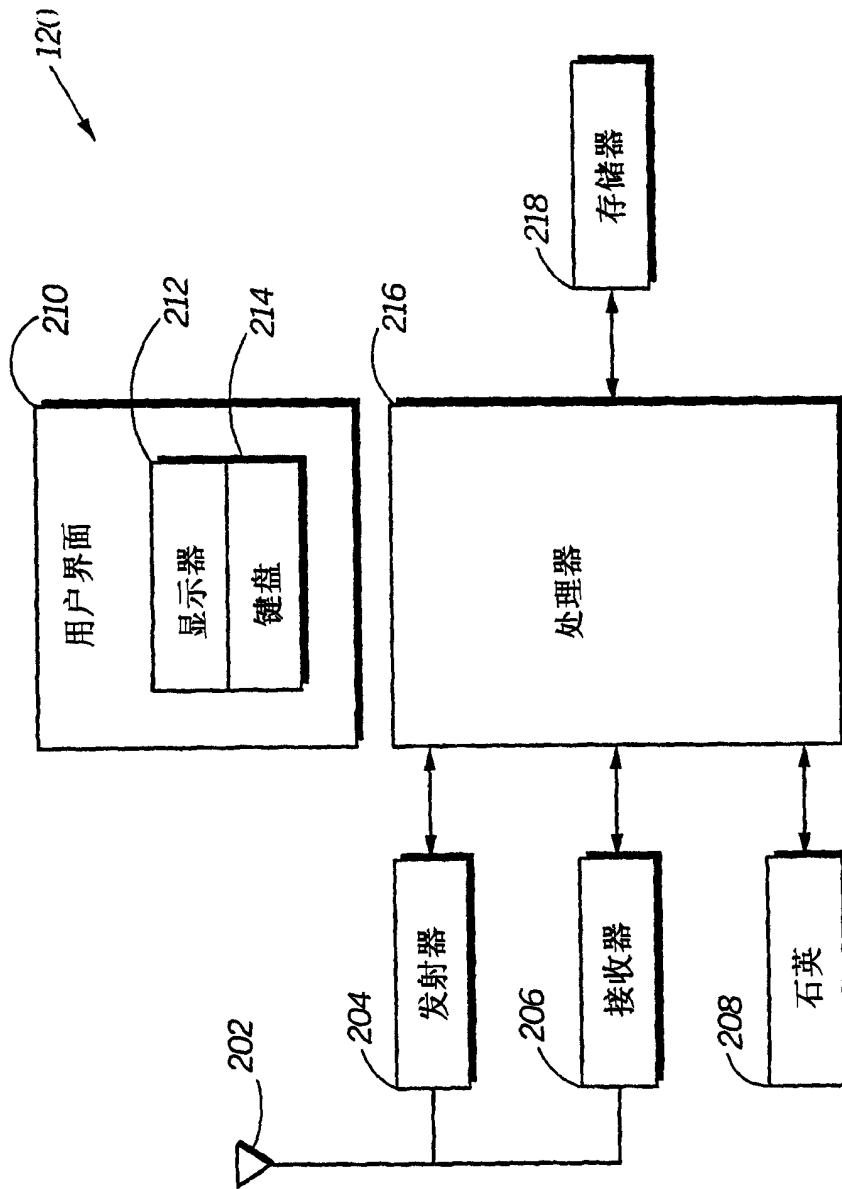


图2



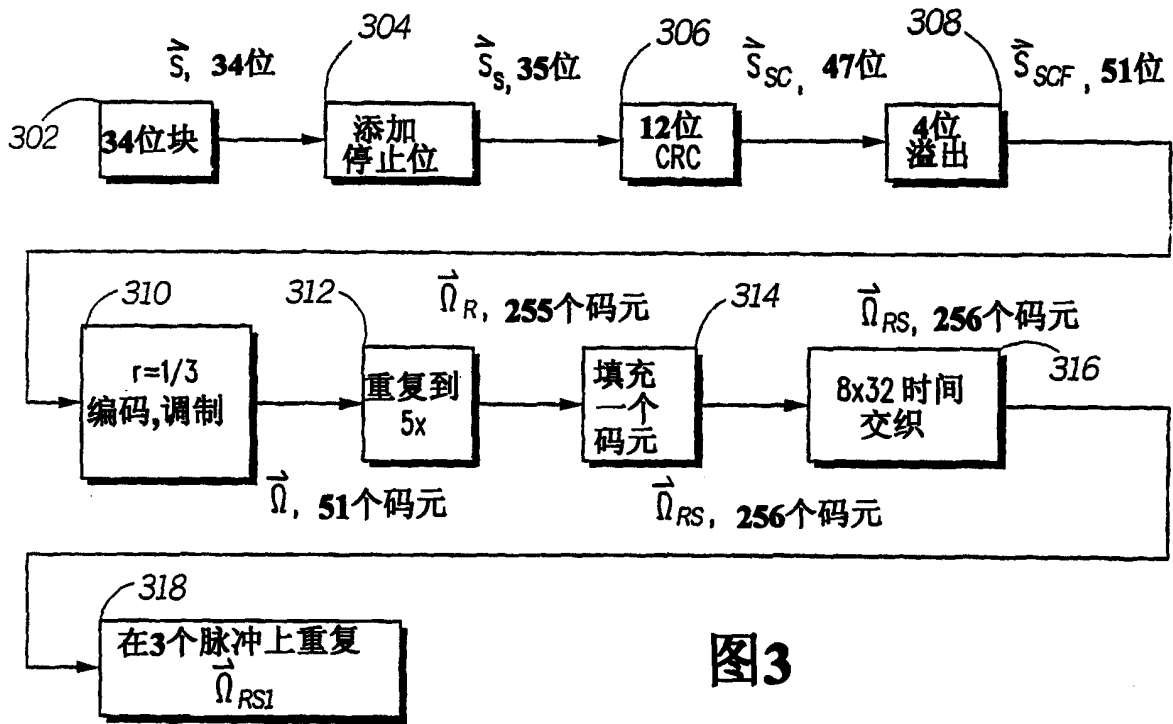


图3

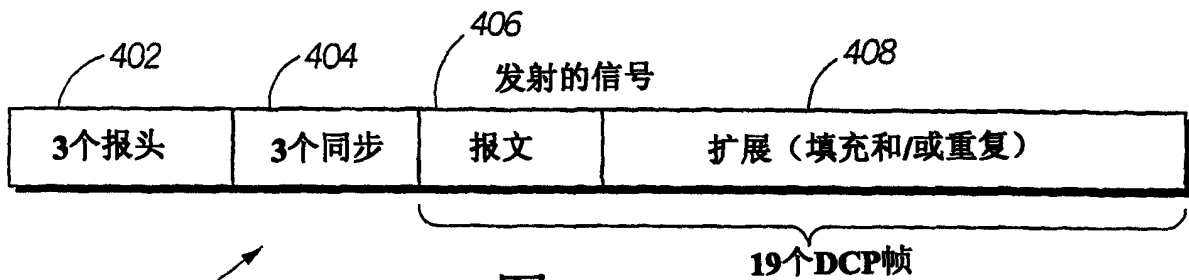


图4A



图4B