

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04J 3/16

H04J 3/22

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97199483.8

[43]公开日 1999年11月24日

[11]公开号 CN 1236512A

[22]申请日 97.10.31 [21]申请号 97199483.8

[30]优先权

[32]96.10.31 [33]US[31]08/743,983

[86]国际申请 PCT/US97/19844 97.10.31

[87]国际公布 WO98/19414 英 98.5.7

[85]进入国家阶段日期 99.5.5

[71]申请人 格莱纳瑞电子公司

地址 美国北卡罗来纳

[72]发明人 罗伯特·F·玛切托

克罗蒂奥·G·雷诺

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

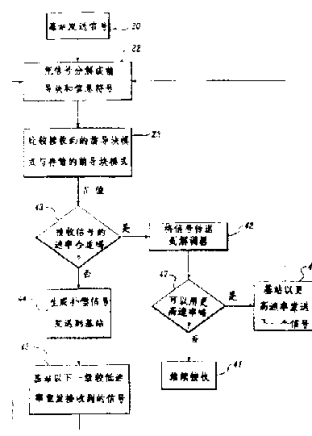
代理人 王以平

权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 一种可自动选择传输率的数字通信系统

[57]摘要

本发明提供了一种当信号接收情况低于某种水平时在寻呼基站(13)和移动寻呼机(14)间维持通信的系统和方法,没有本发明的系统和方法,该种水平的接收情况是不可接受的。取决于通讯信道的品质,本系统可从一种数据传输率切换到另一种数据传输率。特别地,传输的符号率维持不变,但取决于所接收到的信号的误比特率,可以降低或增加调制状态的数目以及每个符号的比特位数。在某几种方案中,收发机(13)以该特定系统最高的位速率发送信号(46)。如果未能收到来自寻呼机的响应,或者如果寻呼机向收发机(13)发回了一个响应信号,指出先前发出的信号不合格,所述收发机(13)就以较低的位速率重发信号(45)。在另外的方案中,由接收机(14)在可用的数据速率集合中确定最高的数据速率,并向所述基站(13)发送一个代表该数据速率的信号。作为对这样的信号的响应,所述基站就以该被请求的数据速率发送信号,直到另一个不同的数据速率被请求(51)。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种传输率可变的通信系统，它包括：

(a)一个基站发射机，用来以一种初始构像模式和位速率发送数据信号，所述数据信号是数字化编码的数据流，被分为若干帧，帧中含有前导符号块和信息符号，所述每个前导符号块都包括一个预定的符号序列；

(b)一个移动接收机，其中具有接收所述发送信号的装置；

(c)所述移动接收机还包括一个多路解调器，用来将所述接收到的信号分解为前导符号块和信息符号；

(d)所述移动接收机还包括一个前导符号块处理器，用来：

(i)检测接收到的前导符号块的符号序列，比较检测出的符号序列和所述传输数据流中使用的预定的前导符号块序列；

(ii)根据所述比较结果，生成一个品质信号，所述品质信号用以表征所述接收到的数据信号的可接受度；

(iii)如果所述品质信号表明接收到的数据信号是不合格的，就生成一个补偿信号，并发送之；

(e)一个解调器，用来接收所述信息符号，如果所述品质信号表明所接收到的数据信号合格的话；

(f)所述基站发射机中的一个重发设备，如果存在所述补偿信号，该重发设备就以下一级较低的构像模式速率重发所述数据信号。

2、如权利要求 1 所述的系统，其中，所述移动接收机还包括这样的设备：用来确立和发送代表所述接收机所预期的一种初始构像模式速率的所述初始信号。

3、如权利要求 1 所述的系统，其中，所述用来生成品质信号的装置还包括一个这样的装置，用来选择所述系统可用的最快的合格

构像模式速率。

4、如权利要求 3 所述的系统，其中，所述用来生成补偿信号的装置还包括这样的装置：按照所述选择的最快的合格构像模式速率生成一个最快可接受构像模式速率信号的装置，和一同发送选择出的所述最快可接受构像模式速率信号和所述补偿信号的装置。

5、如权利要求 4 所述的系统，其中，所述重发装置包括：如果所述补偿信号伴随有所述最快可接受构像模式速率信号，所述装置就以所述选中的最快可接受构像模式速率重发所述数据流。

6、如权利要求 5 所述的系统，其中，所述基站发射机还包括一个这样的装置：如果所述补偿信号没有伴随所述最快可接受构像模式速率信号，所述装置就以所述基站发射机发送的数据信号的构像模式速率发送所述数据流的下一帧。

7、如权利要求 4 所述的系统，其中，所述重发装置包括：如果所述基站发射机在一预定的期间内没有接收到所述可接受的构像模式速率信号，该装置就以下一级较低的构像模式速率重发所述数据信号。

8、如权利要求 3 所述的系统，其中，所述用来选择一种构像模式速率的装置包括一个 LUT，用来存储与可用的构像模式速率相关联的品质信号，该装置还包括比较设备，用来比较所述前导符号块处理器生成的品质信号和存储在所述 LUT 中的品质信号，从而确定一个可接受的构像模式速率。

9、一种传输率可变的通信方法，它包括下列步骤：

(a) 从一个基站发射机以一种初始构像模式和位速率发送一个数

据信号，所述数据信号是数字化编码的数据流，被分为若干帧，帧中含有前导符号块和信息符号，所述每个前导符号块都包括一个预定的符号序列；

(b)由一个移动接收机接收所发送的信号；

(c)将所述接收到的信号分解为前导符号块和信息符号；

(d)检测接收到的前导符号块的符号序列，比较该符号序列和所述传输数据流中使用的预定的前导符号块序列；

(e)根据所述比较结果，生成一个品质信号，所述品质信号用以表征所述接收到的数据信号的可接受度；

(f)如果所述品质信号表明接收到的数据信号是不合格的，就生成一个补偿信号；

(g)向所述基站发射机发送所述补偿信号；

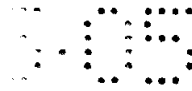
(h)如果所述品质信号表明所接收到的数据信号是合格的，就将所述信息符号送到一个解调器；

(i)如果存在所述补偿信号，就从所述基站发射机以下一级较低的构像模式速率重发所述数据信号。

10、如权利要求 9 所述的方法，还包括这样的步骤：确立并从所述移动接收机发送代表所述接收机所预期的一种初始构像模式速率的所述初始信号。

11、如权利要求 9 所述的方法，其中，所述生成品质信号的步骤还包括这样的步骤：选择所述系统可用的最快的合格构像模式速率。

12、如权利要求 11 所述的方法，其中，所述生成补偿信号的步骤还可这样的步骤：按照所选择的最快的合格构像模式速率生成一个最快可接受构像模式速率信号，并随同所述补偿信号发送所选择的所述最快可接受构像模式速率信号。



13、如权利要求 12 所述的方法，其中，所述重发步骤包括这样的步骤：如果所述补偿信号伴随有所述最快可接受构像模式速率信号，就以所述选中的最快可接受构像模式速率重发所述数据流。

14、如权利要求 13 所述的方法，还包括这样的步骤：如果所述补偿信号没有伴随所述最快可接受构像模式速率信号，就以所述基站发射机发送的数据信号的构像模式速率发送所述数据流的下一帧。

15、如权利要求 12 所述的方法，其中，所述重发步骤包括这样的步骤：如果所述基站发射机在一预定的期间内没有接收到所述可接受的构像模式速率信号，就以下一级较低的构像模式速率重发所述数据信号。

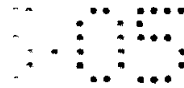
16、如权利要求 11 所述的方法，其中，所述选择构像模式速率的步骤包括这样的步骤：在一个 LUT 中存储与可用的构像模式速率相关联的品质信号，并比较所述信号与所述前导符号块处理器生成的品质信号，以确定一个可接受的构像模式速率。

17、一种传输率可变的通信系统，它包括：

(a) 一个移动接收机，用来发送一个代表该接收机所预期的一种初始构像模式速率的初始信号；

(b) 一个基站发射机，用来接收所述初始信号，并以一系列初始构像模式速率中的任何一种——包括所述接收机所预期的所述初始构像模式速率——发送一个数据信号，所述数据信号是数字化编码的数据流，被分为若干帧，帧中含有前导符号块和信息符号，所述每个前导符号块都包括一个预定的符号序列；

(c) 所述移动接收机包括用来接收所发送的信号的装置；



(d)所述移动接收机还包括一个多路解调器，用来将所述接收到的信号分解为前导符号块和信息符号；

(e)所述移动接收机还包括一个前导符号块处理器，该处理器具有可作下列用途的装置：

(i)检测接收到的前导符号块的符号序列，比较检测出的符号序列和所述传输数据流中使用的预定的前导符号块序列；

(ii)根据所述比较结果，选择一种构像模式速率，所选中的构像模式速率对应于所述系列构像速率中的一种构像模式速率；

(iii)向所述基站发射机发送一个代表所选中的构像模式速率信号的信号；

(f)一个解调器，用来接收所述信息符号，如果所述品质信号表明所接收到的数据信号合格的话；

(g)所述基站发射机中的一个重发设备，如果所述选中的构像模式速率与发射机当前的构像速率不同，该重发设备就以所述选中的构像模式速率重发所述数据信号。

18、如权利要求 17 所述的系统，其中，所述重发的数据信号的所述选中的构像模式速率被存储起来，以便以后当系统不活动时用作初始构像模式速率。

19、一种用于可变传输率通信的基站发射机，它包括：

(a)一个发送设备，用来以预定的构像模式速率发送数据信号；

(b)一个重发设备，如果所述基站发射机未能在一预定的期间内接收到反馈信号，该重发设备就以下一级较低的构像模式速率重发所述数据信号。

说明书

一种可自动选择传输率的数字通信系统

发明领域

本发明涉及一种传输率可变的通信系统，在接收效果差的时候，可以转换到较低的传输率。本发明尤其是要提出一种可以自动对不良信号品质进行补偿的从寻呼收发机(基站)向寻呼机发送信号的系统。

发明背景

在商业通信领域中，高速数据传输已经变得非常重要。这种技术的设计者已将各种调制技术组合起来，以在通常的音频级电话线上实现非常高速的数据传输。这些系统的数据传输率早已达到了数万比特每秒。

在寻呼系统领域，高速数据传输同样非常重要，但在这一领域中碰到了各式各样的问题。例如，当寻呼接收机远离发射基站时，接收到的平均功率就会逐渐衰减到这样的程度，使得寻呼机的误比特率(BER, bit error rate)太高而妨碍有效的通信。相对于机器的复杂程度(尺寸大小)、有效范围和成本而言，已经作了各式各样的努力来开发得到改进的寻呼机产品，以便以适销价格提供最高水平的服务。

降低误比特率的一种方法是简单地予以重发或提供更高功率的发射机。但是，这种重发可以行之有效的保障甚低，而高功率发射机也非常昂贵。

所使用的另一种更加先进的技术是一种称为多重前向纠错(FEC, forward error correction)重发方案。当信噪比(SNR, signal-to-noise ratio)变得很差时，多重 FEC 方案就将发射信号的编码编得更“重”一些。换句话说，按数据比特位平均计算，发送较少的数



据而发送更多的纠错位。这意味着能够更好地防止数据位出错。但是，在低 SNR 时，FEC 方案的性能相对较差。

还有一种方案是多重传输率方案。当 SNR 变差时，这种方案就降低数据传输率，以保证 BER 保持高值。但是，这种接收机的前端处理机必须在数据传输率方面适应这种变化，从而徒然变得复杂而昂贵。

前述各种系统在性能方面都不相容，并且不必要地复杂而昂贵。

发明概述

本发明提供的方案是，当接收机所接收到的信号品质低于合格水平时，就自动地以较低的传输率重发信号。所述自动重发以同样的符号率进行，但使用较少的调制状态。重发所用的构像 (constellation) 最好是以较高数据速率传输时所用构像点的子集。

在本发明中，基站发射机使用一个构像点初始集发送数据信号。数据流被分为一系列(序列)的帧，每一帧都含有一个前导符号块和若干信息符号。移动的接收机接收到数据信号后，将之送到一个多路解调器，后者将所述前导符号块和所述信息符号分离开来。该接收机中的一个前导符号块处理器一帧一帧地接收所述分离出来的前导符号块。每个接收到的前导符号块都由预定的前导符号序列构成，而这种序列是由发射机所建立的。所述发射机所使用的前导符号序列存储在接收机中，因此所述前导符号处理器事实上知道前导符号块的模式 (pattern) 应当是什么样的。通过比较其所知的前导符号块模式和所接收到的前导符号块模式，所述前导符号块处理器就产生出一个品质值，用以表征接收机的误比特率或者别的代表接收品质的参数。在双向通信寻呼系统中，如果按照预先设定的阈值，所述品质信号表明接收到的数据信号是不合格的，就生成一个补偿信号，发送到所述系统发射机。响应该补偿或重发信号，系统发射机就以较低的数据速率重发同一信息，在此时所使用的调制方

式中，信号构像是初始发射时所用构像的一个子集。另一方面，如果所述品质信号表明所接收到的数据信号是合格的，发射机在发送下一数据信号时就使用相同的数据速率，解调器就以通常的方式处理所接收到的信息符号。

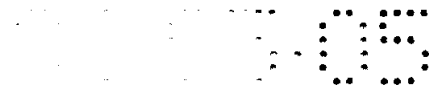
根据本发明的其他方面，由所述前导符号块处理器选择一种可接受的构像模式速率，并生成一个代表所选择的可接受构像模式速率的可接受构像模式速率信号。如果所述可接受构像模式速率与所述前导块处理器最近处理的数据信号的构像模式速率不同，所述基站发射机就使用该可接受构像模式速率发送数据流的下一帧。

另根据本发明的其他方面，可以如此配置基站发射机，当基站发射机未能接收到对应于移动接收机信号的任何响应时，就以较低的构像模式速率重发数据流。

又根据本发明的其他方面，系统可以将每一符号连续发送两次，从而加大对弱接收和噪声接收的容许极限。无需对接收机前端处理器作任何改变或调整，即可降低所述符号率和数据速率。这样，由于可将所接收到的信号均化到一个更长的期间上，就改善了信号的可识度，接收机就可以更准确地判断所发送的符号。

再根据本发明的另一些方面，由接收机确立初始构像模式速率，并将其发送给发射机。这可以允许由接收机最初确定可接受的初始构像模式速率。

本发明中的接收机也可以同单向通信寻呼系统一同使用而仍有有利效果。具体来说，寻呼机可以从某一地区的某一基站接收数据，这种数据是用某一特定的构像模式和速率编码的。当处在另外的一个地区时，该寻呼机也可以从使用另一种构像模式的某一基站接收数据，唯一的限制是，所述构像中的一种应当是另一种的一个子集。使用本发明的接收机的单向通信寻呼系统可以用于在寻呼通信量较少、发射机也较少的广袤地域提供服务。另外，按照本发明设计的寻呼机，可以以高速率从城市基站接收传呼，而以较低速率从农村基站接收传呼。任何寻呼机如果发现自己接近农村基站的



话，如果该农村基站使用的是较低速率，该寻呼机本身能够以较高速率接收，以扩展覆盖面积。

根据本发明，对所述前导符号块进行编码，标记出所接收信号的构像模式，以便能够以合适的处理速率(时钟频率)进行解调处理。在某些条件下，系统的数据帧可以分成两个前导符号块和两个信息符号块。例如，在一个使用两种构像模式(例如 16 元正交调幅<16QAM>和二进制移相键控<BPSK>)的系统中，被分割的前导块的编码可以表示四种解调组合，也就是针对每一信息符号分割块的(BPSK, BPSK)、(BPSK, 16QAM)、(16QAM, BPSK)和(16QAM, 16QAM)。

可以注意到，本发明的每一实施例都提供了一种更为有效的寻呼系统。由于在解调不合格信号方面减少了时间和能量的浪费，电池寿命将变得更长。当信号合格时进行解调处理。但是，如果信号不合格，接收机就按照所接收到的构像模式改变解调速率，或者向发射机发送一个信号，使之用可接受的调制模式重发信息。

图面说明

参照附图阅读下文的详细说明可以更好地理解本发明，从而更易领会本发明的前述各方面及其带来的种种优点。附图中：

图 1A 表示的是本发明的发射机发出的一个信号中的一段符号序列；

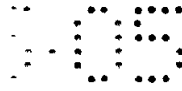
图 1B 到图 1D 描绘的是可用于实施本发明的各种构像模式；

图 2 是一个方框图，示出的是本发明的接收机的设计；

图 3 到图 5 是本发明中的判断过程和数据流的举例性流程图。

最佳实施例的详细说明

本发明所提的方案是，当接收机所接收到的信号品质低于合格水平时，就自动地以较低的传输率重发信号。图 1A 图示了从发射机发往接收机的数据流。如图 1A 所示，数据流被分成一系列的帧



12. 每个帧包括一个前导符号块(每个块由一系列前导符号构成)10和一系列信息符号 11, 每一个信息符号代表一个或多个数据位。一个前导符号块内的前导符号的序列具有预先确定的特定模式, 因此对于接收机来说是预先知道的。

图 2 和图 3 图示了本发明在一寻呼系统中, 或者在其他使用移动接收机的环境下是如何工作的。首先, 发射机使用一个初始构像模式和位速率向接收机发送信号(如图 3 中方框 20 所示)。该初始构像位速率是接收机已知的, 如果系统长时间未活动, 其即被视为预置值。然后, 接收机的多路解调器 30(图 2)处理所接收到的信号, 将所述前导符号块 10 和所述信息符号序列 11 分离开(如图 3 中方框 22 所示)。

当降低速率时, 本发明使用的是前述同样构像点的一个子集。速率的改变必然导致以较大的点间间隔使用较少的点, 以达致更好的抗扰性。为了启动速率变更, 本发明使用一个位于构像点之间的判断阈。当噪声增加时, 对应于解调数据的点会变得微弱模糊, 从而使得错误地将接收到的符号检读为构像模式中的相邻符号的可能性也会增加。在构像中使用较少的点将使得所述阈远离所述构像点, 从而能够允许较大的噪声而不产生错误。

在本发明的信号处理方法中, 接收机时钟频率是不变的, 接收机的滤波也同样不变, 以免要在接收机的多个滤波器间转换。这一点与旧式方案形成鲜明对比。在旧式方案中, 对于每一个数据速率, 都需要单独的接收机滤波器。当系统使用同一构像模式的一个或多个子集并且使用恒定的接收机时钟频率时, 对于所有的速率, 接收机的前端处理器都是同一个。例如, 最高的构像模式和数据速率可以用 16 元正交调幅(16QAM)模式实现, 如图 1B 所示, 在这种模式中, 所用的构像模式 13 包括有 16 个点。每一点代表一个 4 数据位调制状态, 符号传输时钟每跳动一下, 传输信号就有一个示于图 1A 中的数据流符号通过所述点中的一个。与示于图 1B 中的 16QAM 调制相比, 可以转换到或者说退回到 QPSK(四相移键控)调

制，从而使在加强了的噪声环境下的接收效果得到改善。所述 QPSK 调制所使用的是 16QAM 构像模式 13 的四个角隅符号。在图 1C 中示出了一个这样的 QPSK 调制模式 14。当本发明的装置转换到 QPSK 调制时，符号时钟仍保持恒定。但是，由于 QPSK 调制中的每个符号都由两个数据位构成，数据速率就减半了。应当注意的是，由于 16QAM 构像 13 的角隅点用作了 QPSK 构像模式的符号，接收机前端处理器的运作不受新的数据速率的影响。为了适应更为恶劣的噪声环境(或者等效地增大发射机作用范围时)，使用本发明的系统的配置可以向更低的数据速率转换。例如，图 1D 示出了一种 BPSK 模式 15，其中，每一符号都以单数据位编码。这样，通过使用图 1C 所示的 16QAM 构像中的对角符号，符号时钟频率仍可得到维持，而使数据速率再次减半。

现在参看示于图 2 的本发明的方框图。图中，接收机中的一个前导符号块处理器 31 与多路解调器 30 相连，用来接收从每个接收到的帧中分离出来的前导符号块。由该前导符号块处理器 31 执行的处理过程总括地示于图 3 的方框 23 中，并可用数学式表达如下：

$$|R(k) - R'(k)|^2 = e(k)$$

其中， $R(k)$ 和 $R'(k)$ 代表对应于所述前导符号序列中第 k 个前导符号的接收符号和已知符号。这样，值 $e(k)$ 就对应于某单个前导符号的前导符号误差的平方。一个完整的前导符号块中所有单个符号误差的和为 N ：

$$\sum_{k=1}^N e(k) = N$$

在本发明当前的最佳实施例中， N 值用来判断发射机和接收机是否在足以确保较好接收效果的足够低的数据速率工作。在这些实施例中，接收机存储有一个查询表(LUT, look-up table)，该表列出了每一种可能的构像位速率的合格 N 值。在这些实施例中，系统最初以可能的最高数据速率工作，然后将接收机测得的 N 值与存储在 LUT 中的合格 N 值相比较(图 3 的方框 43)。如果初始构像位速率的 N 值合格，就将与被处理过的前导符号相关联的数据帧中的信息

符号 11 馈送到图 2 中的解调器 33(图 3 中的方框 42、43)。如果初始构像位速率的 N 值不合格, 就向基站发射机发送一个补偿信号, 令其以下一级较低位速率重发前所接收到的信号(图 3 中的方框 44、45)。所述下一级的较低位速率就变成初始构像位速率, 接收机就以该速率对重发信号再进行处理。

尽管在某些条件下情况是令人满意的, 但是, 生成一个重发信号来请求转换到下一级最低数据速率时可能不能实现本发明的最佳利用。特别说来, 在设计用来以多于两种数据速率工作的系统中, 下一级最低数据速率的 N 值可能不可接受。在这种情况下, 接收机就不会对信息符号进行解调, 而会再次请求以下一级最低数据速率重发。而以不能产生合格 N 值的同一数据速率发送两次(甚至更多次)被发内容, 将导致不能实现系统的最优效率。

为了确立合适的数据速率, 有可能会重复重发请求, 为了消除这种可能性, 本发明可以如此配置, 使之按数据速率的降序搜索 LUT, 直至找到合适的 N 值。在本发明这样的实施例, 与所述合适 N 值相关联的数据速率的标记(或者信号构像)被包括在发往系统发射机的信号中, 以便数据能够以确保接收效果的速率传送。例如, 在最高数据速率用 16QAM 调制实现的方案中, 所述前导符号块处理器 31 可能判断出, 下一级最低数据速率(例如 QPSK)不可能产生合格的 N 值。在这种情况下, 所述前导符号块处理器就继续搜索 LUT, 直到找到合适的构像模式和位速率(例如 BPSK)。

图 4 示出了一种处理过程。不管位速率是大于还是小于被接收信号的数据速率, 系统都用这种处理过程来寻找最佳构像和位速率。在这种方案中, 如果接收机由于环境条件差而在以低位速率工作, 然后又突然进入一个环境条件好的区域, 接收机就会发给基站发射机指示信息, 指出可以接收更高位速率的信号。

为了确定最佳数据速率, 处理器 31 能够以多种不同的方式执行 LUT 搜索功能。其中一种方式是, 总是从最高构像模式速率开始, 按构像模式速率的降序搜索, 直到找到合适的构像模式速率(如图 4



中方框 52 所示)。另一种方式是，从对应于前导符号块处理器 31(图 2)正在处理的信号的构像模式速率开始搜索。如果接收信号的初始构像模式速率合格，所述前导符号块处理器就按照构像模式速率的升序搜索 LUT，直到找到能够接受的最高的构像模式速率(图 3 中的方框 47)。如果正在被处理的信号的 N 值不合格，就按照构像模式速率的降序以前述方式搜索 LUT。如前所述，如果找到了高于当前构像模式速率的可接受的构像模式速率，接收机就请求基站发射机以所述更高的速率发送随后的数据帧，从而使系统的运作最优化(图 3 中的方框 46)。

在图 2 所示的配置中，前导符号块处理器 31 处理所述前导符号块，通常还提供一个信道脉冲响应(channel impulse response)评估，后者要由解调器 33 用于所接收到的信息符号的补偿。例如，在本发明当前的最佳实施例中，使用的是判定回馈补偿(decision feedback equalization)，前述信道脉冲响应被用来确定补偿器的分接系数(tap coefficient)。无论所使用的补偿类型如何，解调器 33 总是按照从前导符号块处理器 31 接收到的构像信息对信号进行解调。

图 5 图示了本发明的一种方案。其中，如果在一预定的期间内基站发射机没有从接收机收到信号，基站发射机就以较低的位速率重发先前发送出去的信号(方框 48)。在本发明的这种方案中，由接收机发往基站发射机的信号(在图 5 中标为“反馈信号”)可以是前文所述实施例中的重发信号，或者也可以是一个简单的接收确认信号。无论如何，如果反馈信号没有收到，基站发射机都会通过以较低位速率重发的方式自动作出响应(图 5 中的方框 50)。

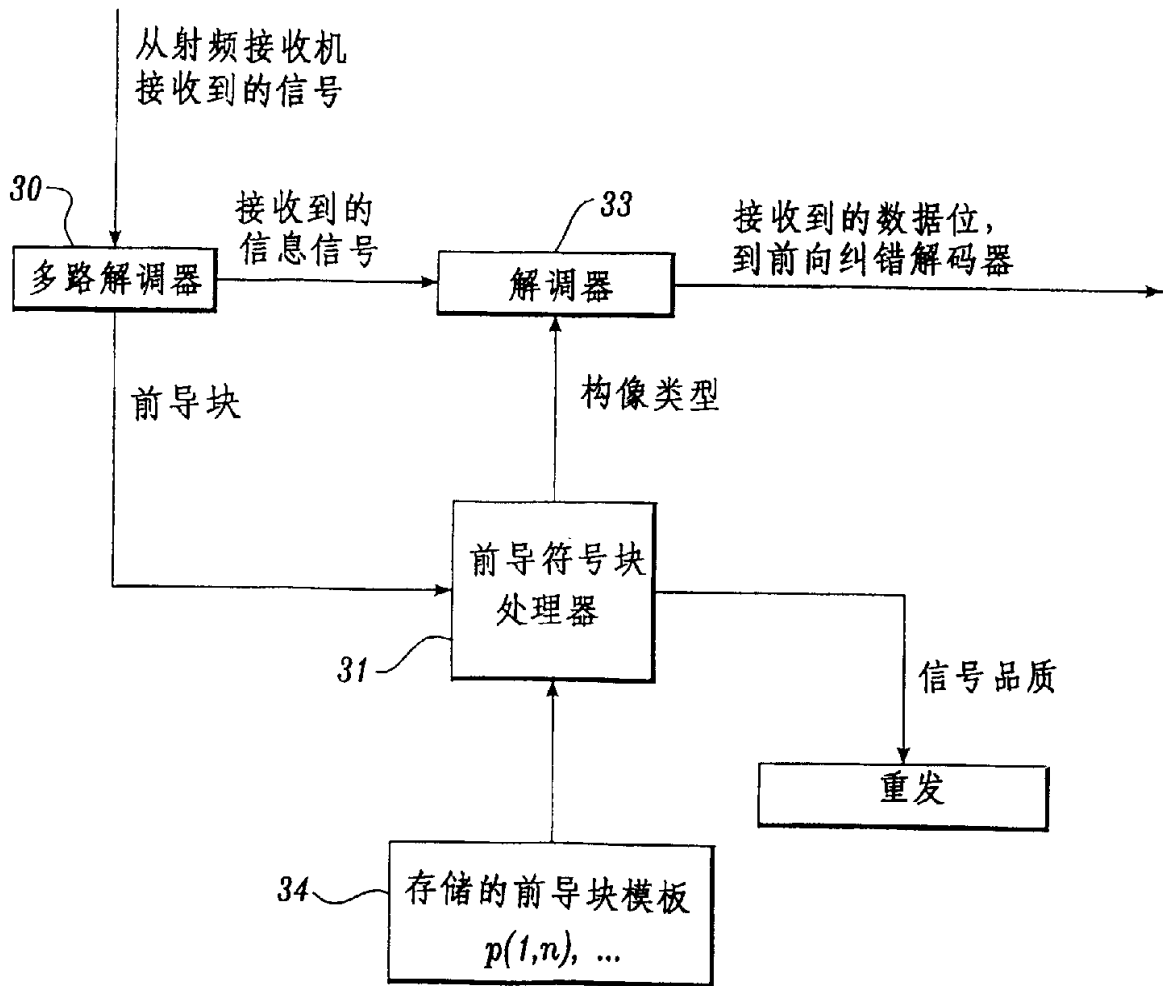
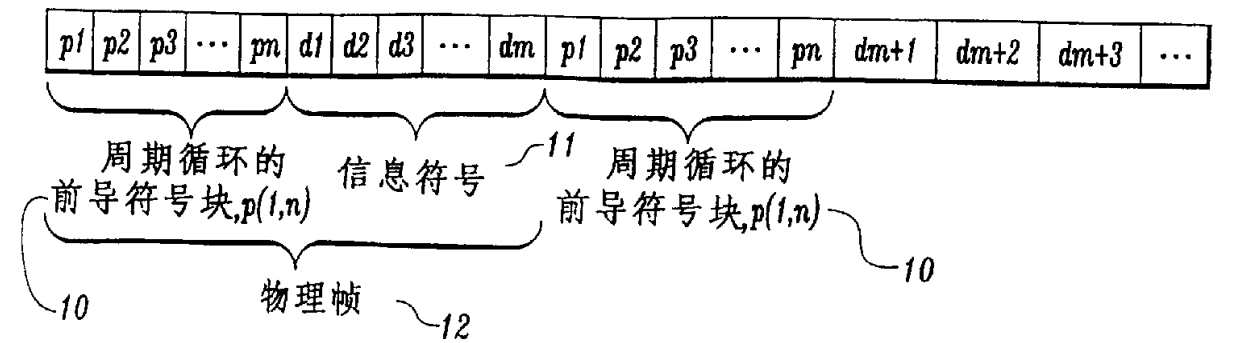
接收机也可以确立初始构像模式速率。接收机可以从其存储器中检索，或者用另一种确定方式确定，一个最新所知的或者缺损默认的可接受的构像模式速率，并将此值在启动时发送给发射机。发射机即按其从接收机接收到的可接受的构像模式速率发送信号。

本领域的技术人员知道，各种现有技术都可以与本发明相结合。例如，对于本发明的特定方案，在最低数据速率时，可以使用

通常的前向纠错技术改善接收效果。

尽管前已图解并描述了本发明的最佳实施例，仍可以作出各种各样的变化，而并不脱离本发明的精神实质和范围。

说明书附图



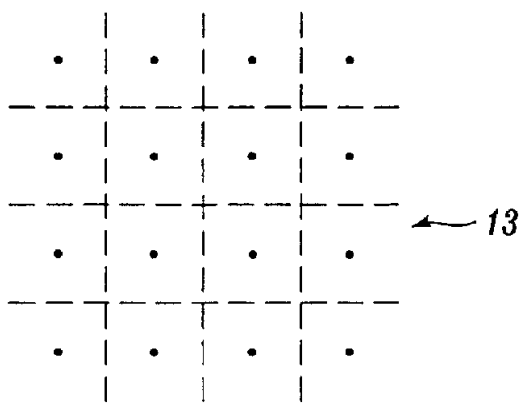


图 1B. 16QAM

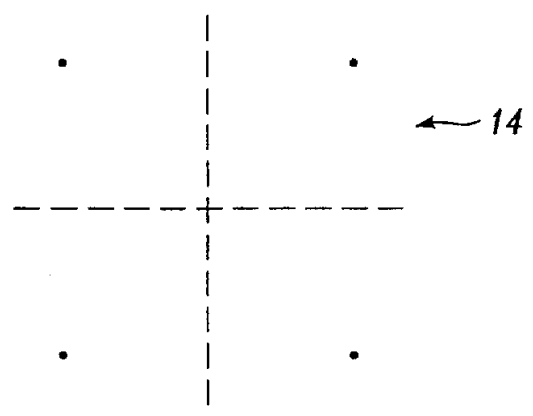


图 1C. QPSK

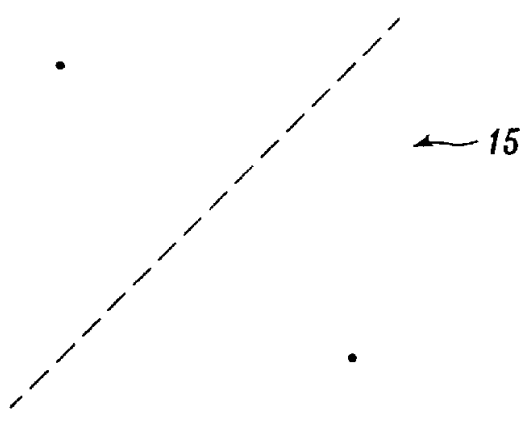


图 1D. BPSK

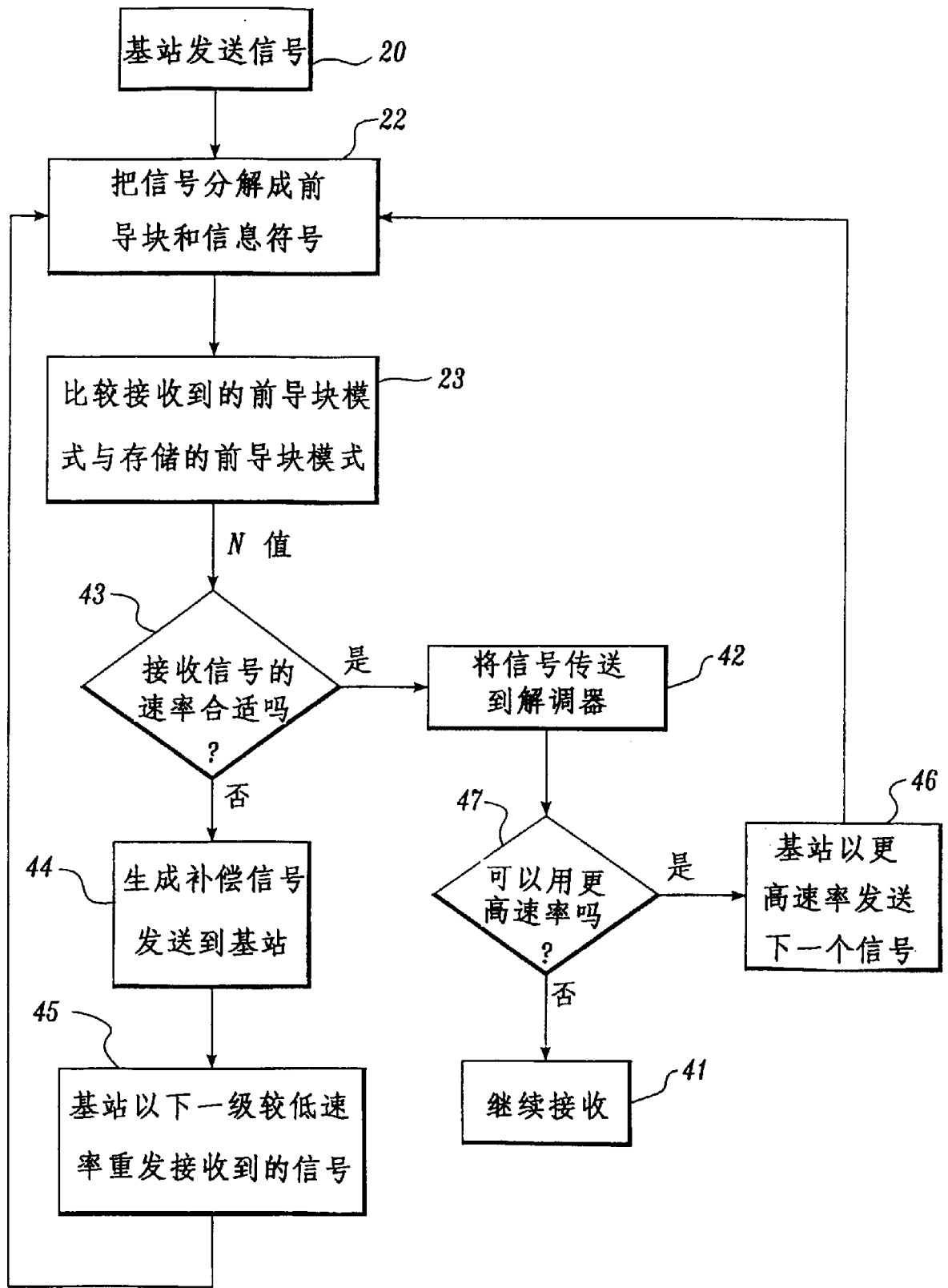


图 3

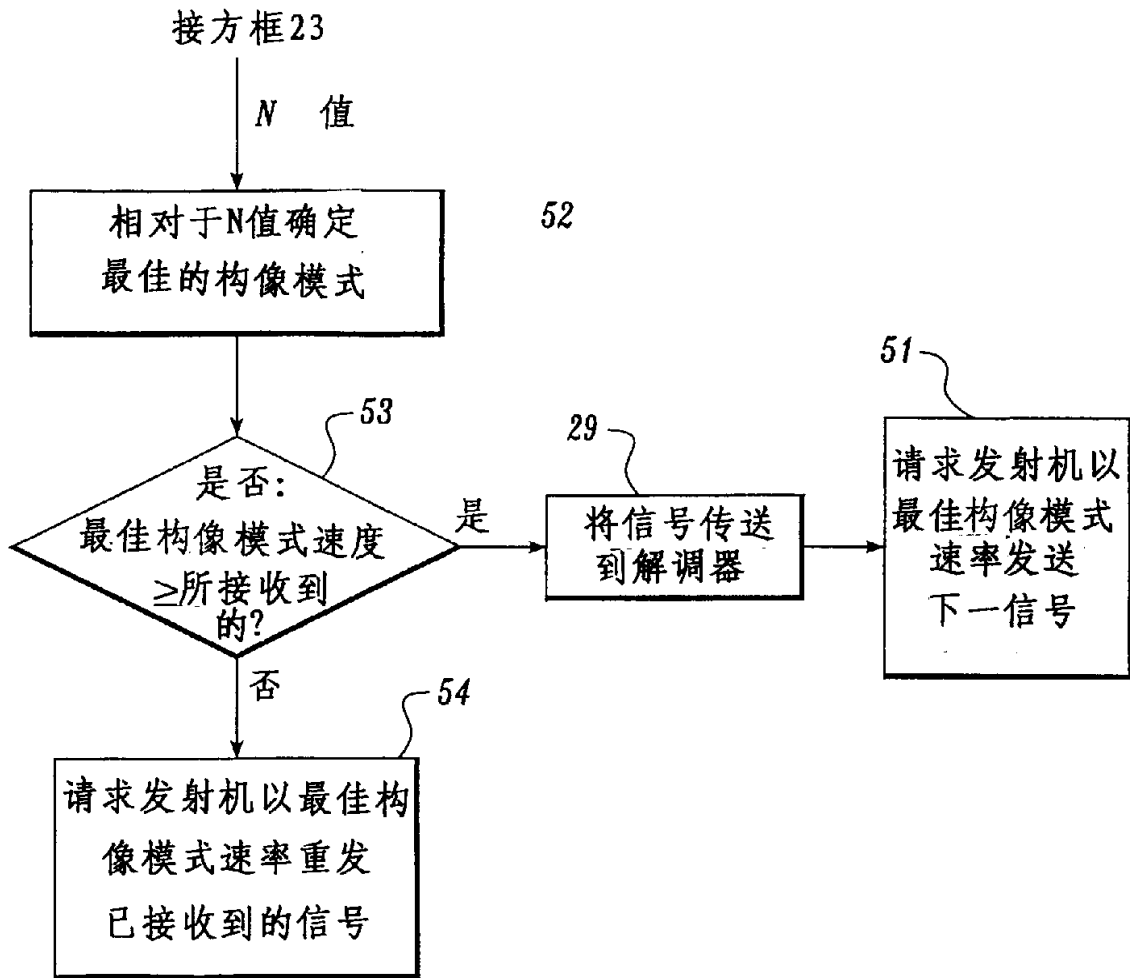


图4

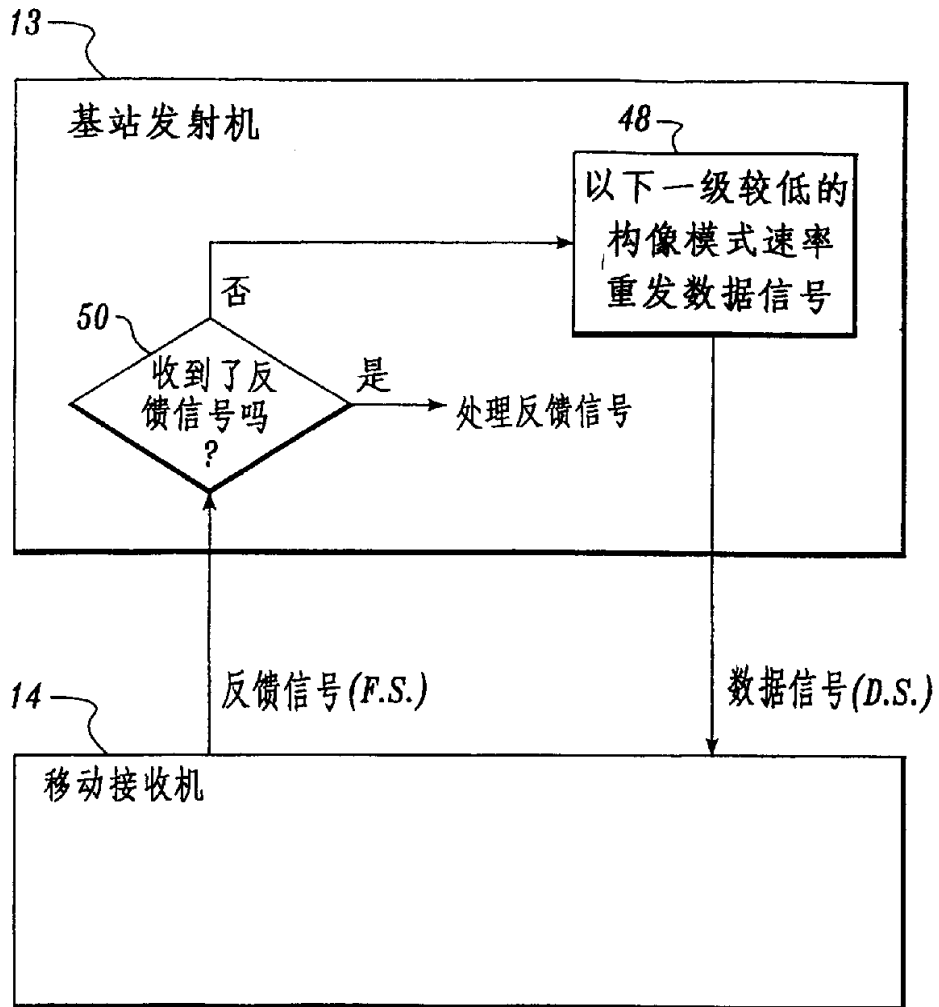


图5