



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01806939.8

[43] 公开日 2003 年 6 月 25 日

[11] 公开号 CN 1426647A

[22] 申请日 2001.1.22 [21] 申请号 01806939.8

[30] 优先权

[32] 2000. 1. 21 [33] US [31] 60/177,329

[32] 2000. 7. 19 [33] US [31] 09/618,881

[86] 国际申请 PCT/US01/02222 2001.1.22

[87] 国际公布 WO01/54351 英 2001.7.26

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.20

[71] 申请人 布罗德克劳德通讯公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 E·阿科斯塔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

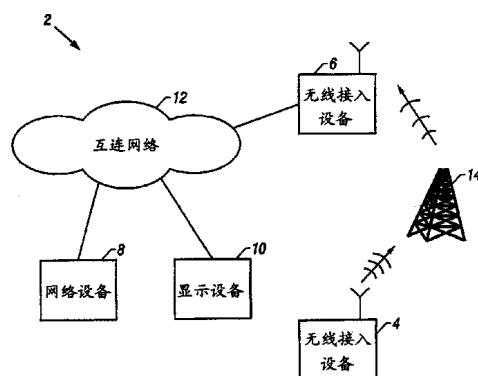
代理人 程天正 罗 朋

权利要求书 1 页 说明书 20 页 附图 17 页

[54] 发明名称 无线网络系统和方法

[57] 摘要

一种在网络上通信的方法，特别适用于在低质量或物理信道性能变化很大的通信网络，例如无线网络(2)中，在减少带宽需求的情况下改善传输性能。该方法包括步骤：将有效载荷(30)打包成一系列数据分组(42)，在该系列的开始，中间，以及朝向结尾插入首分组(41)，与首分组(41)一起发送该系列，接收该系列分组(42)中的至少一些以及至少其中一个首分组(41)，以及发送一个确认(60)。该确认(60)可以是：所有的数据分组和至少一个首分组已接收；不是所有的数据分组被接收以及至少一个首分组被接收；或者某些数据分组被接收，但没有首分组被接收。由于这些分组未被接收到而进行的数据分组和首分组的重发将被最小化，以便限制传送整个数据有效载荷所必需的通信的数量。



1. 一种在网络上通信的方法，包括步骤：
将一个有效载荷打包成一系列的数据分组；
在该系列的开始，中间和朝向结尾插入首分组；
5 与首分组一起发送该系列；
接收至少该序列数据分组中的一些以及该首分组中的至少一个；和
发送一个选自以下组的确认：所有的数据分组和至少一个首分组已接收；并非所有的数据分组已接收以及至少一个首分组已接收；以及一些数据分组已接收，但是没有首分组已接收。
- 10 2. 权利要求 1 的方法，其中该方法进一步包括步骤：
如果该确认是所有的数据分组和至少一个首分组被接收，则终止该方法。
3. 权利要求 1 的方法，其中该方法进一步包括步骤：
如果至少一个首分组被接收而不是所有的数据分组被接收，则标识
15 未接收到的数据分组；
其中发送步骤的确认包括未接收到的数据分组的标识符；和
仅重发未接收到的数据分组。
4. 权利要求 1 的方法，其中该方法进一步包括步骤：
标识已接收一些数据分组，但没有接收任何首分组；
20 其中发送步骤的确认包括已接收数据分组的标识符；
基于该确认中的标识符确定哪些数据分组未被接收；
仅重发未被接收的首分组和数据分组。

无线网络系统和方法

相关申请的交叉引用5 本发明的背景

本发明一般地涉及通信网络中的数字数据传输协议，尤其涉及在诸如无线网络环境这样的、低质量或物理信道性能变化很大的网络中，在减少带宽需求的情况下改善传输性能的有效、可靠的分组数字数据传输协议。

- 10 在典型的开放系统互联（OSI）参考模型网络协议中，定义了若干层且规定了协议栈。通常用于包括互联网在内的通信网络的特别 OSI 模型协议是互联网协议（IP），特别是被称为传输控制协议（TCP/IP）的补充 IP。在所有包含 IP 和 TCP/IP 的 OSI 模型协议中，更高等级的层（例如，传输协议层）传送分组数据到下面等级的层，例如，互联网协议层。接着，下面等级的层（例如，互联网协议层）最终将数据中继到数据链路层，它接下来将数据中继到物理层，该物理层然后引导数据的物理传输。

- 20 例如，在这样的通信中，首先，打算由网络设备传输的数据根据 OSI 模型数据协议被格式化，其中包括一些定义的层，诸如物理层，数据链路层，网络层，传输层等等。在图 1 中列举了这样的 OSI 模型协议。在图 1 所示的模型中，由设备传输的数据首先要由传输层来处理；该传输层上面能够叠加一个具体到特定应用的应用层。典型地，在传输层中，定义传输机制以用来将数据分割成以后物理传输的数据分组。

- 25 传输层的数据接下来由一个互连的网络层处理。该网络层的一个例子是在诸如互联网的 TCP/IP 网络中当今广泛应用的普通的互联网协议（IP）层。互连的网络层准备将来自传输协议层的分组通过互连的网络来传输。

接着，数据链路层准备通过一个定义的网络物理信道，诸如以太网链路或局域网的其他类型链路来物理传输数据。

- 30 最后，物理层将被处理数据实际发送到在特定的 OSI 模型实现下操作的网络并通过该网络来操作。

目前，在网络通信中最通用的 OSI 模型的实现之一是 TCP/IP。例

如，互联网通信典型地根据 TCP/IP 来进行，而且这被认为是互联网的标准。在 TCP/IP 中，只要设备和网络能够使用符合 TCP/IP 的 OSI 模型层，物理层仍然是不变的并且独立于设备或网络。

5 在 TCP/IP 中，网络层是 IP 以及传输层是 TCP。IP 和 TCP 都是熟知的并且被定义为标准。在此标准下，协议的 IP 部分将数据分组路由到预定目标。TCP 部分执行数据的完整性检测以及在目标端增强该分组到原始消息或文件的重建。

10 尽管 TCP 目前广泛应用于包括通过互联网的数据通信，但是该协议起初被设计在可靠的且不变的信道和带宽中，即主要是有线连接中使用。因此，朝着移动以及无线设备和通信的通信方向的转移并不是 TCP 协议定义的前提。TCP 设计的前提和假设在无线环境下不再有同样的应用，同样其它的和较新的较低质量和可变的信道网络也在发展。

15 因此，需要有一种适用于无线和其他更新的物理信道和应用特性改进的协议和方法。已经设计出大量协议和方法以用来考虑特殊的应用（例如，基于 IP 的语音，多媒体传输，卫星协议，多址通信协议以及其他应用）和在其中操作。尽管这些不同的设计可以在特殊应用中提供一定的优点，但是仍旧需要改进的协议和方法用以考虑显示可变带宽和信道性能特性的无线和类似的网络。

20 尤其对于无线通信，传统的系统和方法（诸如 TCP/IP 协议）有一些缺点。这些缺点包括高的信号往返传输时间（RTT），由于信道特性变化导致的 RTT 测量变化，大量分组丢失，高误码率，错误假设数据丢失是由拥塞引起的而非低发送率引起，没有预见到多信道的可能性，以及 ARQ 技术通常是很昂贵的。此外，某些近来的技术进步，诸如计算机加速和错误检测技术，能够提供改善，但是，这些进步先前没有开
25 发出它们的潜力。

总之，在本领域中以及在诸如无线网络的低带宽、劣质量信道上需要一种改善的通信技术。

发明概述

30 本发明的一个实施方案是一种在网络上的通信方法。该方法包括以下步骤：将有效载荷打包成一系列数据分组，在该系列的开始，中间和朝向结尾插入首分组，与首分组一起发送该系列，接收该系列数据分组中的至少一些和至少其中一个首分组，并且发送选自以下组的一个确

认：所有的数据分组和至少一个首分组被接收；不是所有的数据分组被接收和至少一个首分组被接收；以及一些数据分组被接收，但没有首分组被接收。

- 再一方面，本方法进一步包括步骤：如果确认是所有的数据分组和至少一个首分组被接收，则终止该方法。

在另一方面，该方法进一步包括步骤：如果至少一个首分组被接收但不是所有的数据分组被接收，则标识没有接收的数据分组。该发送步骤的确认包括未接收的数据分组的标识符。该方法也包括仅仅重新发送未接收的数据分组的步骤。

- 再一方面，本方法包括步骤：标识一些数据分组被接收但没有任何首分组被接收。发送步骤的确认包括已接收数据分组的标识符。本方法也包括步骤：基于在确认中的标识符确定哪些数据分组没有接收到，以及仅重发没有接收到的首分组和数据分组。

附图简述

- 图 1 是现有技术的 OSI 模型协议栈。
- 图 2 是包含不同的有线和无线连接的互连网络。
- 图 3 是根据本发明实施方案的协议栈。
- 图 4 是根据本发明实施方案协议的用于发送的数据有效载荷。
- 图 5 是根据本发明实施方案协议的用于发送的数据分组。
- 图 6 是根据本发明实施方案的协议，当接收到首分组时通过接收设备发送的一个响应消息。
- 图 7 是根据本发明实施方案的协议，当接收到数据分组而没有接收到首分组时通过接收设备发送的一个响应消息。
- 图 8 是与图 3 中的协议栈一起操作的无线资源管理器。
- 图 9 是根据本发明实施方案的协议的发送程序的流程图。
- 图 10 是根据本发明的实施方案，在图 3 的协议栈中传输层和物理层之间的示例性的物理连接的方框图。
- 图 11 是根据本发明的实施方案，更进一步详细描述与接收协议一起操作的可能情形的图 9 中的程序的流程图。
- 图 12 是本发明实施方案的信道产生和操作的时序图。
- 图 13 是图 12 中出现的操作的流程图。
- 图 14 是根据本发明实施方案的协议的接收程序的流程图。

图 15 是根据本发明实施方案的一种发送和接收情形的时序图。

图 16 是根据本发明实施方案的另外一种发送和接收情形的时序图。

图 17 是另一根据本发明实施方案的另外一种发送和接收情形的时序图。

图 18a-c 是根据本发明实施方案的在一个传输机制和一个数据试探机制之间示例性的相互作用的方框图。

图 19 是根据本发明实施方案，在图 8 的数据试探机制，传输机制和无线资源管理之间示例性的相互作用的时序图。

10 本发明的详细描述

图 2 是一个包含无线设备 4, 6 和有线设备 8, 10 的通信网络 2。该网络 2 包括不同设备 4, 6, 8, 10 间的互连通信链路 12, 以及其他设备和通信链路 (未示出)。网络 2 的一个实例是互联网, 尽管其他通信网络诸如内联网, LAN, WAN 和其他网络也可能包括在其中。

15 在网络 2 中, 设备 8 是一个网络设备以及设备 10 是一个显示设备。这些设备中每一个通过有线连接到通信链路 12, 并且因此连接到整个网络 2。设备 4 是一个移动无线设备。设备 6 是一个固定无线设备, 其通过有线连接到通信链路 12。该移动无线设备 4 和固定无线设备 6 能够无线通信, 例如, 通过经由一个或多个蜂窝塔 14 来进行蜂窝无线发送和接收。无线通信的模式是, 例如, 蜂窝无线环境中的蜂窝数字分组数据 (CDPD), 虽然它能够替换地或者另外地是任何其他的无线模式, 诸如模拟或数字蜂窝, 射频 (RF), 微波, 或其他模式。

20 在通过网络 2 的通信中, 该移动无线设备 4 和固定无线设备 6 分别能够根据专门的分组数据协议通信, 如下:

25 分组数据通信协议

参考图 3, 无线设备 4, 6 (图 2 所示) 根据图象传输协议 (ITP) 20 通信。该 ITP 协议 20 符合 OSI 模型 (图 1 所示), 但是对于无线和类似的减少带宽和可变信道特性的较低质量网络来说, 已经被改善。ITP 协议 20 包括不同的层。

30 数据层 22 提供数字数据传输。传输层 24 用于将数据分割为想要的分组。网络层 26 根据特定的特性通过特定网络 2 传输来自传输层 24 的分组, 所述特性是例如, 互联网或其它标准化或专有网络的特定协议组

特性。数据链路层 28 通过特别定义的网络物理信道（即，规定用于传输的物理端口）来物理传输分组。最后，物理层 30 通过特定的通信信道，诸如网络 2 的一个无线信道，进行分组的实际发送。

从广义的观点来看，虽然 ITP 协议 20 有点类似其他的 OSI 模型协议，但是传输层 24 和物理层 30 的某些特性是独特的。而且，ITP 协议 20 提供了一个无线资源管理器 32。无线资源管理器 32 提供在 ITP 协议 20 的传输层 24 和物理层 30 之间的相互作用，互连性以及通信。现在将描述这些特性连同数据和分组格式。

发送的数据和数据分组格式：

10 参考图 4，一个完整的数据有效载荷 30 被分离或打包成一系列数据分组 40。根据 ITP 协议 20 的传输层 24 的处理来实施该分组化。传输层 24 将数据打包成具有特定格式的数据分组 40。有效载荷 30 的第一“按序排列”的数据分组 40 是一个首分组 41。首分组 41 总是包含一个特定的用于有效载荷 30 的标识符，所谓的一个“有效载荷头标”或“首分组”。

15 首分组 41 包含在有效载荷 30 中，按照次序，它在有效载荷 30 的开始，并且也通常在有效载荷 30 的中间和有效载荷 30 结尾处的最后一些数据分组 40 之一中被复制。下文将描述有效载荷 30 的数据分组 40 的特定格式。

参考图 5，在 ITP 协议 20 中，传输的数据分组 40 包括一个发送头标 50。发送头标 50 包括一个 8 比特分组类型 42，一个 16 比特序列 ID44，和一个 32 比特的有效载荷 ID46。根据 ITP 协议 20 在通信中发送头标 50 是每一个数据分组 40 的信息的第一个序列。分组类型 42 用于分组类型的确定。序列 ID44 表明在通信中发送的整个有效载荷 30（图 4 所示）的该数据分组 40 相对其它数据分组 40 的序列位置（图 4 所示）。有效

25 载荷 ID46 用于标识特定的有效载荷 30，特定数据分组 40 是该特定的有效载荷 30 的一部分。

此外，在特定有效载荷 30 的首分组 41（即有效载荷头标）的特定情况下，有效载荷 ID46 根据 ITP 协议 20 标识已发送的特定有效载荷 30 的首分组 41。这样，有效载荷 ID46 就是一个特定的字段，其标识了特定有效载荷 30 的每个确定的数据分组 40。而且，当有效载荷 ID46 是首

30 分组 41 时，因为它包含特定有效载荷 30 的头标，所以唯一地标识该确定的分组 40。在特定的有效载荷 30 中的分组 40 的数量取决于有效载荷

30 的大小和数据分组 40 的大小。

如果打包器将一个有效载荷缓冲器中的数据分裂成 N 个分组，数字 N 在用于有效载荷 30 首分组 41 的数据分组 40 的数据字段 48 中被提供。由此，在有效载荷 30 的该唯一首分组 41 的数据字段 48 中提供的数字 N 标识了在特定的有效载荷 30 中数据分组 41 的数量。同样地，当一个接收设备接收一个首分组 41 时，该接收设备能够确定预期有多少分组 41 将来自发送和在特定的有效载荷 30 中。首分组 41 也可以包含其他的信息，包括直接来自有效载荷缓冲器的数据和其他的数据。

已接收的数据和数据分组格式：

图 6 是一个方框图，表示当特定有效载荷 30 的首分组 41 已经由接收设备 52 所接收，而其他数据分组 40 没有被如此接收时，为响应一个不完整有效载荷 30（图 4 所示）的接收，由接收设备 52 发送的重发请求消息分组 50。分组 50 包括一个有效载荷标识 54，标识讨论中的有效载荷 30。另外，分组 50 包括一个序列 ID55 和分组类型 56 标识。分组 50 的一个消息字段 58 标识了接收到的发送首分组 41 是由接收设备 52 接收的。另一组数据标识了分组 40，这些数据是接收设备 52 没有接收到的和通过前向纠错，或数据试探，或类似处理所不能够重建的。

图 7 是一个方框图，表示响应其中特定有效载荷 30 的首分组 41 没有被接收的一个不完整有效载荷 30 接收，由接收设备 62 发送重发分组 60。分组 60 包括一个有效载荷标识 64，标识在讨论中的有效载荷 30。分组 62 也包括序列 ID63 和分组类型标识符 65。因为接收设备 62 没有接收首分组 41，所以分组 62 的一个消息字段 66 标识了接收设备 62 不知道有多少分组 40 在有效载荷 30 中。当达到超时，在接收设备 62 已经开始接收一些数据分组 40 之后，由接收设备 62 发送重发分组 60。消息字段 62 中的另外一个数据块标识了接收设备没有接收的分组 40，因此下一个发送将不重发那些已接收到的分组 40。下一个发送仅重发先前没有接收到的首分组 41 和那些分组 40。

无线资源管理器

图 8 是图 3 的无线资源管理器 32 的功能方框图。无线资源管理器 32 包含一个传输层接口 505，一个物理层接口 510，一个信道特性数据库 520，以及一个无线单元特性数据库 530。传输层接口 505 通过 ITP 协议的传输层 24（图 3 所示）的传输机制的准确定义的应用程序接口

(API) 通信。该接口 505 也根据 ITP 协议与物理层接口 510 通信。物理层接口 510 允许无线资源管理器 32 通过无线网络设备的无线调制解调器中的无线资源管理器(RRM)实际地与一个无线网络设备(未示出)通信。该通信也通过物理层 30 可与其相互作用的无线网络设备明确定义的 API 发生。物理层接口 510 允许无线资源管理器 32 向无线网络设备请求诸如, 举例来说, 信道状态、信道特性和其他特性的数据。正如以前提到的, 该信息可被中继到(参见图 3)传输层 24 以允许传输层 24 适应于无线环境中变化的条件。

物理层接口 510 也允许无线资源管理器 32 请求无线单元改变它的特性。例如, 无线资源管理器 32 可请求附属的无线单元改变在无线设备中的信道测试方式, 目的在于减少对数据传输测试方式的影响。或者, 特别地, 无线资源管理器可请求无线设备改变信道。当然, 大量的其他控制和信息机制是可能的, 正如本领域的熟练技术人员将了解和理解的。

除了接口 505, 510 以外, 无线资源管理器 500 进一步包括信道特性数据库 520。该信道特性数据库 520 是一个包含以下信息的数据库: 有关无线接收机的信息, 与接收机相关的信道的信息, 和其他信息诸如历史错误率, 功率特性, 以及其他与在无线环境中协议的操作相关的信息。信道特性数据库 520 也适于包含蜂窝电话中继, 中继覆盖面, 有关的信道信息和其他如上面提到的相关信息。

无线资源管理器 32 也包括无线单元特性数据库 530。无线单元特性数据库 530 是一个包含在数据传输中采用的无线设备当前操作特性信息的数据库。该信息可以包括诸如信道测试时间表, 可用信道, 与那些信道有关的功率, 以及在数据协议中辅助的其他无线设备的详细信息。

无线资源管理器 32 中的数据库的使用考虑到在正在进行的基础上来监视错误统计以形成“噪声分布”, 该分布允许无线资源管理器 32 就给定的 RF 信道对高错误率期间的持续时间和频率作出有根据的推测。每一个 RF 信道将显示出它自己的噪声分布, 并由 IP 协议收集和储存这个分布的记录。

当物理层 30 已经工作不稳定或难以预料时, 无线资源管理器 32 使用噪声分布信息来控制传输层 24。为了确定协议的可操作特性, 诸如可使用的合适的 FEC 参数或合适的超时, 通过传输层 24 也能够请求该信

息。未计划的信道事件，诸如协议以外所产生的信道变化，也可以以相似的方式传递到传输层 24。

应该注意到无线资源管理器 32 可以作为独立的资源实施，或者可以整体地或部分地存在于协议栈的传输层 24 或物理层 30 中。

5 压缩

回过来参考图 3，在 ITP 协议中，传输协议层 24 包含有很多功能单元，包括传输机制 122，压缩机制 124，前向纠错（FEC）机制 126，物理层管理器 128，和数据试探管理器 129。

10 压缩机制 124 采用网络设备产生的数据并压缩它。该压缩机制 124 能使用交互压缩技术，适用于已接收的实际数据。例如，数据可包含图形数据。传输层 24 能识别作为图形数据的数据，并对该图形数据实施一个小波变换。或者，传输层 24 可以事先知道图形数据的类型，并通过一组减小传输的数据量的基本函数对数据适应性地实施小波变换。

15 前向纠错

FEC 机制 126 采用压缩的数据并增加额外的数据量，允许接收机制在即使源数据丢失的情况下也能够重新构建到达的数据。该 FEC 机制 126 适合于在其到互连网络 140 的连接以及通过该网络的连接中存在的当前条件。

20 在一个典型的 FEC 系统中，基于已知的差错率，产生一定量的额外数据并增加到发送中。对于数据量 K ，产生增加的数据量 L ，以至于总的实际发送的数据量为 $K+L=N$ 。在接收机设备端任何数据量 K 的取回对于接收机设备重新创建由发送设备发送的数据是足够的。当发送的差错率升高和降低时，数据量 L 可以动态地改变以反映所期望的发送丢失。

25 传输机制

在接收端，传输层 24 的传输机制 122 控制数字数据的原始有效载荷的捆绑或打包以及重建。传输机制 122 也可在发送的接收端控制超时的计算。另外，传输机制 122 通过使用控制协议控制接收和发送端间的信息流。这些控制协议包括已接收有效载荷的指示，一个有效载荷不完整发送的指示，和在互连网络 12 上的接收和发送侧之间的控制机制的其它握手类型。

接收端的传输协议能跟踪未接收的数据量。当返回到发送协议时，

该数据能使发送协议来适应改变的网络环境，如进一步详细地注释。

- 另外，对于一个互连网络的多径链路的情形，分组能被重新组织和区分优先次序。如果，例如，至该互连网络的链路通过一个无线链路，则高优先级分组能在具有更高可能性通过该链路的一个信道上发送。较低优先级分组可能被延迟或通过噪声更大的信道发送。

物理层管理

- 物理层管理器机制 128 使传输层 24 具有细调通过互连网络 12 发送和接收数据的能力（图 2 所示）。物理层管理器 128 监视物理层 30，并提供传输层 24 有效载荷的实际发送状态或物理层 30 中的有效载荷状态的知识。

- 基于物理层 30 的状态，传输层 24 能慢速发送，中止发送，改变 FEC 机制 126 的纠错参数，或其他这样的动作。在无线链路的情况下，物理层管理器机制 128 和传输机制 122 之间的相互作用，例如，允许 IP 协议 20 在一个更稳定的信道上发送高优先级分组。

- 在传输层 24 中止操作的能力是特别重要的，当物理层过载时，由于传输层 24 能简单地通过协议 20 阻止数据流动。在发生物理延迟的情况下，传统的协议不会并且不能使其向上层协议栈传送。这就使得在传统栈的更上层中，使缓冲器溢出变得更为普遍，并且能导致传统协议操作的速度和有效性急剧下降。因此，本实施方案的物理层管理器机制 128 考虑到减少缓冲器溢出并允许协议 20 没有通过协议 20 的滚雪球延迟地恢复操作。

- 物理层管理器机制 128 也能跟踪适合物理层 30 发送特性的某些数据。尤其是，物理层管理器机制 128 基于来自接收协议的、指示未接收的数据量的传输的接收来考虑保持发送中的差错率。

数据试探

- ITP 协议 20 的数据试探机制 129 考虑在接收端的数据重建，即使在 FEC 中必需的最小数据量没有出现时。例如，在图形数据中，数据可能代表高能量和低能量部分。假如有关的高能量数据被恢复，则低能量数据丢失部分在它的丢失处可单独地由高能量数据来重建。正如提到的，数据试探机制 129 对发送的数据是高度特定的。

同样，根据特定的数据和可能使用的数据压缩，数据试探机制 12a 允许传输层 24 给每一个分组分配优先级。这进而又允许传输机制 122

和物理层管理器机制 128 在更稳定信道或路径上发送高优先级分组。

更加详细的数据试探的描述在讨论一般的发送和接收方案后将提供，如下文所述。

发送处理

5 图 9 是一个示例性的、可在图 3 的 ITP 协议 20 中被实施的数字数据的有效载荷 30（图 4 所示）的发送流程图。在步骤 210，数据以一个合适的格式压缩。正如本领域的技术人员所了解和理解的，该压缩方案和特性是可基于数据本身而修改的。例如，对于图像数据，压缩可以以确定的方式最佳实现，而构造的信息数据可以通过其他方式最佳地被压缩等等。在步骤 220，数据被打包成分组 40（图 5 所示）并且准备通过互连网络 12（图 2 所示）传输。在步骤 230，分组 40 以优先次序排序。在步骤 235 执行 FEC 编码。

15 在步骤 240，将分组通过一个发送设备发送，诸如，举例来说，移动无线设备 4（图 2 所示）。另外，在步骤 240，协议 20 监视物理链路，即监视发送的特定无线（或有线，可能情形）通信信道。分组 40 的发送可依靠监视的链路参数被延迟，或重新排序，目的是优化或确保满意的发送结果。

20 图 10 是执行图 1 协议 20 的一个可能的物理连接传输层 24 和物理层 30 的实例的方框图。在本实例中，一个根据 ITP 协议 20（图 3 所示）的协议栈 600，包括一个物理层 30 和一个传输层 24。传输层 24 和物理层 30 之间的通信，例如，通过一对套接字 630 和 640 的方法实现。套接字 630 对于传输层 24 是开放的。套接字 630 按照传统的方式同一个应用层 632 连接。套接字 640 对栈 642 开放，其中栈 642 与物理层 30 通信。也正如传统地，套接字 640 与一个应用层 644 连接。套接字 630，25 640 直接通信，因此允许在 ITP 协议 20 操作的情况和条件下能够在传输层 24 与物理层 30 之间协调。

30 在协议 20 启动后，套接字 630，640 分别在每个传输层 610 和物理层 620 产生。有关物理层 30 的信息，诸如无线物理链路情况下的信道特性，通过套接字 630，640 连接传递到传输层 24。另外，请求改变物理层 30 的动作，或关于物理层 30 的请求，由同样的套接字 630，640 机制传递。在操作中，如果由于某些原因物理层 30 不能通过协议栈 600 保持数据吞吐量，则物理层 30 通过由套接字 630，640 对建立的通信传

送该情况到传输层 24。传输层 24 既可以保持与物理层 30 的激活通信也可以采用一个轮询的机制。

物理层 30 可能传送到传输层 24 的情况包含（但并不局限于此）诸如信道状况，信道切换或跳变这样的信息，和有关无线物理设备 4（图 2 所示）和互连网络 12 之间通信链路的其他相关信息。这样传输层 214 能使用该信息通过协议栈 600 管理数据通信。例如，如果信道特性确定在一个互连网络 12 中的无线物理设备 4 之间的链路中需要一个新的信道，则物理层 30 将该动作通过套接字 630 和 640 传递到传输层 24。作为响应，传输层 24 将通过协议栈 600 减慢数据通信，为的是在包含于协议栈 600 的其他层中的任何输入缓冲器中不产生溢出情形。

由于物理设备信道特性的改善，或由于信道切换的完成，所以该事件通过同样的套接字对 630 和 640 被传送到无线协议层 610。当通知该事件时，传输协议层 610 通过协议栈 600 重新使能或加速数据发送。

同样，本发明预想了一个动态通信协议栈。传输协议层 610 响应在协议栈 600 和物理发送特性中的变换特性。同样，能够最小化在协议栈 600 内部的数据的猛烈摆动（thrash）。正如所预想的，在一个互连网络协议栈中的最高层将用作通信系统的发送管理器。

参照图 11，根据协议 23 的发送的图 9 的方法 200 将在各种可替换的情形中进一步细化和描述。特别是，方法 200 从压缩发送数据的步骤 210 处开始。在步骤 220 中打包压缩数据。步骤 220 包含一些如下的分步骤。

在步骤 222 中，方法 200 等待接收数据有效载荷。方法 200 在步骤 224 中接收该数据有效载荷。有效载荷数据接着在步骤 226 中被打包成 N 个分组。此后，在步骤 228 产生一个首分组。首分组接下来在步骤 230 复制并插入到开始，中间和朝向有效载荷分组序列的结尾。

一旦数据在步骤 220 中打包，以及在步骤 230 中分组被排序，就在步骤 235 执行对有效载荷的 FEC 编码。现在，该分组准备发送，紧接着就是发送分组的步骤 240。发送的步骤 240 包括不同的步骤和能够按照三种可能的路线进行，它取决于发送的效率和完成情况。

在每一路线中，已经被打包并插入首分组的有效载荷在步骤 241 发送。在步骤 241 发送之后，在步骤 242 中发送设备产生一个等待周期。在步骤 242 的等待周期中，发送设备将推断或被通知有效载荷是否已经

被接收。

如果接收设备接收有效载荷的所有分组，包括至少一个首分组，那么接收设备在步骤 248 中发送一个有效载荷被接收的确认 (ACK) 到发送设备。其后，方法 200 返回到步骤 220，并且特别地返回到等待下一个有效载荷的步骤 222。

如果，在另一方面，接收设备在步骤 241 仅仅接收到一些发送的分组，同样也接收至少一个首分组，那么接下来是步骤 243。在步骤 243 中，接收设备将表明哪些分组被成功接收的消息发送到发送设备。在下一个步骤 244，发送设备基于对来自步骤 243 消息的、接收设备已经接收的特定分组的认识，而确定哪些有效载荷的分组没有被接收。发送设备然后在步骤 246 中准备那些没有被接收的分组以重新发送。在步骤 247 中，发送设备重发接收设备没有接收的分组。方法 200 接着返回到步骤 242 并再次等待推断或通过接收消息得知是否所有的分组已经被或没有被成功地接收。

在步骤 242 的等待周期中，如果接收设备没有在步骤 241 的开始发送中接收到任何首分组，那么没有接收到任何确认或来自接收设备的其他消息的发送设备将产生一个超时。在步骤 245 中产生该超时。在步骤 245 中的超时之后，发送设备重发整个有效载荷，包括首分组，在步骤 246 中准备发送的分组。在步骤 247，接着将整个有效载荷和首分组重发。在步骤 247 之后，发送设备返回到等待确认或超时的步骤 242。

正如本领域的技术人员将了解和理解的，方法 200 将继续，直到发送设备推断出或由接收设备的返回消息得知该有效载荷，与至少一个首分组一起被接收设备接收。即使接收设备没有接收某些分组，在步骤 235 中分组的 FEC 编码在一定情形下也能允许接收设备重建丢失的分组。在这样一种情况下，接收设备可处理该情形，就好象该重建的分组是最初接收的，并因此通过一个表明分组被接收的消息来通知发送设备，尽管事实上是通过 FEC 解码重建的。

参考图 12，连同图 3，用未计划事件的时序图来示例未计划的网络事件情形，诸如，举例来说通信信道中断。在本例中未计划事件请求一个通信信道改变。首先，在时间 T1，信道改变发生，而中断了数据分组 P 在信道 1 上的发送。该事件被协议 20（或，可替换地，通过一些其他执行相似功能的物理层机制）的无线资源管理器 32（图 3 所示）检测

到。无线资源管理器 32 将事件已经发生的情况传送到协议 20 的传输层 24。信道改变花费时间 t_1 。不是根据协议 20 继续发送，该发送可能导致协议 20 中的下面的缓冲器的溢出；相反，协议 20 的传输层 24 中止数据发送直到被无线资源管理器 32 通知有一个成功的信道改变。

- 5 仅仅在周期 t_1 之后，以及一旦提供一个新的信道，协议 20 的传输层 24 将继续处理以发送该要传送的数据。在时间 T_2 和 T_3 处记录信道改变。特别是在协议 20 中，仅在信道成功地改变之后，传输层 24 才继续中继用于物理传输的数据。因此，通过协议 20 和无线资源管理器 32 的操作，可以避免整个协议 20 的雪崩一样的失败，以及在其他情况下
- 10 需要的、与该失败有关的重置时间。

- 参考图 13，方法 800 在图 12 未计划事件的情形中发生。在步骤 805 中，在未计划事件之前的操作中，协议 20 的传输层继续中继数据分组的传输。在步骤 810 中，未计划事件发生，例如，需要一个信道改变。当检测到该事件时，传输层 24 在步骤 820 中延迟后来的任何数据的传
- 15 送，直到在步骤 820 中清除未计划事件为止。当未计划事件清除后，通过协议 20 操作的正常传输在方框 805 中重新开始。

接收处理

- 参考图 14，接收已发送信息的方法 1400 符合协议 20（图 3 所示）。在步骤 1410，根据协议 20 操作的接收设备，等待发送到接收设备的一个有效载荷的初始分组的到达。在步骤 1412，发送的分组到达并且被接收设备接收。在步骤 1414，确定已接收的分组的有效载荷 ID 是否是有效的。如果有效载荷 ID 是有效的，即，一个特定有效载荷由有效载荷 ID 来表明，则在步骤 1416 中该已接收的分组与其他到达的分组一起累积。如果，另一方面，分组的有效载荷 ID 不是有效的，则在步骤 1418
- 20 中，开始有效载荷 ID 的有效载荷组装。

接下来，在步骤 1420 中，创建一个接收分组列表。在步骤 1420 之后是增加分组到有效载荷已接收分组列表中的步骤 1416。

- 在步骤 1422，方法 1400 确定是否已完成接收有效载荷。如果没有完成，那么在接下来的步骤 1424 中，一个有效载荷分组计数增加。此后，在步骤 1426 中，基于有效载荷中预期的总分组重新计算一个有效
- 30 载荷超时，并且对于组装有效载荷而重置该超时。方法 1400 接着返回到等待分组到达的步骤 1410 中。

如果在步骤 1422 中完成有效载荷，则在下一个步骤 1428 将一个有效载荷确认 (ACK) 发送到发送设备。在步骤 1430，将终止有效载荷组装器操作。如果在根据方法 200 的发送过程中 (图 9 和图 11 所示)，分组被 FEC 编码，则步骤 1440 将分组解码成合适数量的源分组。在步骤 1442 中，被组装和解码的有效载荷将被传输到文件聚合体重组。接收方法 1400 在结束任务的步骤 1444 中完成。

一旦一个第一分组在等待分组到达的步骤 1410 中被接收，那么步骤 1450 将以超时启动而开始。在步骤 1450 中，当方法 1400 期望接收另外的分组时产生超时。如果超时步骤 1450 超出了整个超时周期，那么方法 1400 执行在步骤 1452 中执行数据试探分析以试图构造没有接收到的分组。

在步骤 1454 中，方法 1400 确定没有被接收的分组是否能由已经接收的存在的分组恢复。如果分组能被恢复，那么，在步骤 1456 中将执行数据试探合成。此后，在步骤 1458 中将有效载荷标记为完成。方法 1400 然后进入到步骤 1422 确定有效载荷是否是完整的。如果在步骤 1454 中，做出未被接收的分组不能由数据试探恢复的决定，那么方法 1400 将进入到步骤 1460。在步骤 1460 中，不管重试的最大次数是否到达，都将做出一个决定。如果由接收分组完成有效载荷的的最大重试次数已经达到，那么在接下来的步骤 1462 中，建一个有效载荷接收失败的记录。在这种情况下，未完成的有效载荷被传送到文件聚合体以便在步骤 1442 中重新组装并且方法 1400 进入到步骤 1444 以结束任务。

另一方面，如果在步骤 1460 中确定重试的最大次数没有出现，那么步骤 1464 将确定是否任何的有效载荷首分组被接收。如果已经接收了一个有效载荷首分组，那么在步骤 1466 将发送一个请求给发送设备以重新发送丢失分组。如果没有接收到首分组，那么，在接下来的步骤 1468 中，接收设备将一个消息发送到发送设备，表明哪些分组被接收到。在每一种情况下，步骤 1466 和 1468 之后都是步骤 1426，在其中重新计算有效载荷接收超时并且在有效载荷组装程式中重置超时。方法 1400 返回到等待分组到达的步骤 1410。

应该注意到接收协议能够跟踪没有实际接收到的分组并同样将此传送回发送协议。这将增强发送协议的物理层管理器适应变化的网络环境的能力。因此，当协议能够通过重建一个分组或类似的分组来减少重

新发送时，将大量未被接收的分组传送回起初的协议可能是有用的，目的是完全允许协议的自适应性特性的有效操作。

图 15-17 是详尽示例性地描述根据图 13 的协议 20 发送和接收间的相互作用的时序图。参考图 15，定时线示出了根据协议 20 的发送和接收设备间的通信处理的一种可能结果。在时间 t_1 处，发送设备通过协议 20 打包有效载荷缓冲器并且通过互连网络将由此产生的分组发送到根据协议 20 操作的接收设备。在 t_1 和 t_2 之间的时间，接收协议接收一些指向它的分组。在时间 t_2 处，接收协议接收所有的分组。同时，接收协议确认有效载荷的发送。

参考图 16，定时线示出了另一个在采用协议 20 的发送和接收设备间的通信处理的可能结果。在时间 t_1 处，发送设备通过协议 20 打包有效载荷缓冲器并且通过互连网络将由此产生的分组发送到根据协议 20 操作的接收设备。在 t_1 和 t_2 之间的时间，接收协议接收一些由发送设备指向其的分组。然而，在这种情况下，接收协议接收至少一个首分组，但是并不是由发送协议发送的有效载荷的所有分组。

当有效载荷的第一分组到达时，接收协议启动一个超时周期。在该超时结束时，在图中时间 t_3 ，如果另一个分组未接收到，那么接收协议发送一个仅对丢失分组的重发请求。协议 20 基于实际接收到的分组信息以及包含有效载荷和被发送分组内容详尽信息的首分组的信息，来确定哪些分组丢失。在时间 t_3 处，接收协议接收到首分组。首分组中的信息包含特定有效载荷中的被发送（和被接收协议期望）的分组的数量。

然后，接收协议确定没有到达并需要通过发送协议重发的分组。接收协议形成一个对这些丢失分组的请求并在时间 t_3 处将该用于特定的丢失分组重发的请求发送到发送设备。在时间 t_4 处，发送协议接收丢失分组的重发请求。在时间 t_5 处，发送协议重发由接收协议请求的丢失分组。

在时间 t_6 ，接收协议接收至少一些丢失分组，但不是全部。在接收丢失分组中的任何第一分组时，正如上面所述，接收设备启动一个超时。在时间 t_7 处，由接收协议启动的超时周期期满，而并非所有丢失分组均已到达。这时，接收协议接着请求另外一个仍然丢失的分组的重新发送。

在时间 t_8 处，发送协议接收到该重发请求。然后，发送协议在时间

t9 处重发请求的丢失分组。在时间 t10 处接收协议接收这些丢失分组。

然后，在时间 t10 处接收协议发送一个完整有效载荷接收的确认 (ACK)。以下循环，即：发送分组；在第一分组到达时接收协议启动一个超时；在超时周期终止时，如果一个首分组到达，则接收装置请求
5 仅重发特定的丢失分组；以及仅重发丢失分组，将重复直到全部的数据有效载荷被发送到接收设备。因此，接收设备利用包含在分组头标中的信息去主动请求仅重发未被接收的所有分组。

应该注意到接收协议同样能试图通过协议中实现的 FEC 重建丢失分组。或者，该协议能通过数据试探的使用来试图重建某些数据，诸如
10 图形数据。

参考图 17，提供了图 3 中协议 20 操作的一种情形的另一个定时线实例。在时间 t1 处，发送协议已经格式化并打包将在互连网络上传递到接收协议的有效载荷数据。该分组通过时间 t1 被发送到接收协议。

当接收协议接收到有效载荷的第一分组时，接收协议启动超时周期。如果另一个分组在超时周期内到达，则接收协议重新启动该超时周期。一旦超时期满而未接收到分组时，接收协议将试图确定是否全部的数据有效载荷被接收。
15

在时间 t2 处，接收协议接收一个分组同时启动超时周期。在时间 t3 处，接收协议已超时而未接收到首分组。这样，接收协议不能确定特定有效载荷的分组数量并且不知道哪些分组未被接收，以便向发送协议请求丢失分组的重发。然而，接收协议启动一个到发送协议的请求以表明它没有接收到特定有效载荷的分组头标，并且随该请求一起发送该已接收分组的标识信息。
20

在时间 t4 处，发送协议已经接收到来自接收协议的、表明它没有接收到特定有效载荷的所有分组以及该接收协议没有接收到有效载荷的分组头标的请求。该发送协议利用接收协议接收到的分组的标识信息，并且确定哪些分组将重发到接收协议。然后发送协议再次在时间 t4 和 t5 之间将丢失分组发送到接收协议。
25

如图 15-17 所示，接收协议的至少一个分组的接收启动一个超时周期。如果接收协议确定它是一个丢失分组，那么它将请求发送协议重发这些丢失分组。如果接收协议接收到一个分组头标，它能够使用该包含在分组头标中的信息明确地请求仅重发丢失分组。如果接收协议没有接
30

收到一个分组头标，它确定它未接收到所有的有关数据，则接收协议请求重发分组头标。在该请求内，接收协议也列出了它已接收到的分组，这样发送协议可以仅仅重发那些没有接收到的数据分组和还没有接收到的首分组。

5 应该注意到，不像以前的数据协议，本发明中的超时值本质上是动态的。在传输协议层和物理层之间的通信允许该协议基于数据发送的历史而动态地得出一个合适的超时。在无线链路的情形下，信道的特性，接收和发送设备的特性，以及在不久以前的数据发送的实际次数，允许协议设置有效的超时。

10 接收协议的一个示例性的超时本质上是动态的，特别是在互连网络的链路是无线的情形下。这样的话，基于该无线链路特性能够计算一个更有效的超时。此外，在协议中物理层管理器和传输机制之间的相互作用允许它以一种有效的方式操作。传输机制包括一个超时，允许一个接收协议有效地确定何时将一个请求数据重发的消息发送到发送协议。

15 接收协议计算并监视该超时量度，并且在假设一些分组丢失和请求一个重发之前告知该接收协议：一个有效载荷中的所有分组到达要等待多长时间。该量度能够被认为是由无线链路的当前条件造成的、平均或稳定状态网络性能延迟和瞬时性延迟效果的加权求和。

20 同样，在本示例性的实施方案中，一个有效载荷超时能够在一个如下的环境中表达：

$$T_{bursttimeout} W_{static} \hat{T}_{bursttimeout} W_{dynamic} f(x, \dots),$$

其中 $\hat{T}_{bursttimeout}$ = 静态突发延迟计算，和

$f(x, \dots)$ = 瞬时性发送延迟效果，和

W_{static} = 静态延迟近似效果加权，和

25 $W_{dynamic}$ = 瞬时性延迟效果加权，和

$$W_{static} + W_{dynamic} = 1$$

30 既然一个有效载荷的总的发送时间对于有效载荷的大小是偶然的，并且首分组不能保证将被第一个接收，所以当非首分组到达时，当前有效载荷的大小被假定是最后成功发送的有效载荷的大小。根据一个首分组和关于有效载荷大小的信息的接收，时序量度能被更接近地重新计算。当先前没有接收到任何有效载荷时，将使用一个自举的缺省值。

在动态环境下,平均发送延迟的变化性可以认为是与上述的加权 W 有关。在动态环境中的变化越大,整个分组延迟的瞬时性效果也越显著。在有线环境下, W_{dynamic} 接近于零。

在本示例性的实例中, $\hat{T}_{\text{bursttimeout}}$ 基于:

$$\hat{T}_{\text{bursttimeout}} = E_{\text{pptt}}(x) \square N_{\text{tpkts}} \square 2 \square \sqrt{N_{\text{tpkts}}} \square \sigma_{\text{pptt}}(x),$$

- 5 其中 $E_{\text{pptt}}(x)$ =每个分组发送延迟的期望或平均值, 和
 $\sigma_{\text{pptt}}(x)$ =每个分组发送延迟的标准偏移, 和
 N_{tpkts} =在下一个分组突发中期望的分组的总数量。
 $E_{\text{pptt}}(x)$ 和 $\sigma_{\text{pptt}}(x)$ 由过去有效载荷接收性能计算。

10 对于每个接收的有效载荷, 和对于每个中止的有效载荷, 整个经历的累加时间被有效载荷中接收分组的数量相除得到有效载荷每个分组延迟的统计值。因此, 标准偏移同样被计算。这些数值作为传输协议的一个部分被记录。每个分组发送时间的平均值被计算为所经历的每个分组统计的实际最后 M 延迟的移动平均值并且再次作为传输协议的一部分储存。

15 瞬时性的无线效果包括很多情况, 包括地理上的, 在一个蜂窝电话网络中的小区对小区的变化和其他情况。同样, 函数 $f(x, \dots)$ 是具有网络针对性的以及所有网络链路中是不同的。该函数是一个由不同瞬时性延迟的源组成的延迟加权求和。一个或多个不变的机制通常被嵌入到传输协议以监视每个这些源的延迟。单函数能基于一个具体网络的经验来
 20 硬件编码, 但是他们能可替换地以自动方式, 实时地或别的方式调整或导出

参考图 180a-c,方框图示出了传输机制和数据试探机制之间相互作用的示例性的结果。图 18a 示出一个有效载荷的组成分组。图 18a 中的分组根据有效载荷通常经过协议 20 (图 3 所示) 的传输机制被分割的顺序来编号。基于分组携带数据的相对重要性, 将该分组通过试探机制排
 25 以优先次序。

在一个典型压缩中, 特别是对于图形数据, 较低频率或较低能量可由相关较高能量的系数来重建。这样在压缩期间, 数据的系数基于数据的内容被分配一个相对的优先次序。越容易近似或复制的数据被分配一个比更难复制的数据更低的等级。
 30

这样，在图 18a 中，更重要或更高加权的分组是分组 0 和分组 N-1。下一个最重要的是分组 N，等等直到最不重要的数据分组，分组 2。数据试探以一种与包含于其中的数据的重要性一致的方式对该分组编码。

- 5 在图 18b 中，传输机制根据包含在其中的数据的相关加权来对分组重新排序。这样，分组 N-1 被移到第二时隙。也可以进行分组的重新编号，以便允许接收协议更充分评定信息的重要性。同样，可以保留分组起初的编号顺序。

- 10 在图 18b 中，分组 N-1 的内容与分组 1 的内容互换。这样，新的分组 1 等于或低于分组 0 的重要性，并且等于或高于分组 2 的重要性。然而，分组 1 的内部字段表示了该分组的自然排序仍在第 N-1 位置。如果必要的话，这允许分组的第一排序得以保存。

- 15 参考图 18c，方框图指出了在接收协议接收的图 18a-b 中的分组的排序。在试图重建有效载荷的过程中，接收协议已经正确地推断出分组 N-3 被发送，原来的分组 1 丢失。协议使用分组的重新排序确定在有效载荷的重建中发送分组 N-3 不超过“D”重要性。这样，该协议就容易确定分组 N-3 的丢失对于最后有效载荷的重建来说是可接受的。也要注意有效载荷也可能以图 18a 的原来顺序组装，因为原来的有效载荷标志在数据中仍然存在。

- 20 这种包含在分组中的数据重要性的排序同样有利于分组的物理发送的有效性。传输协议能够包含一种手段以便在具有良好特性的发送信道上优先发送重要分组。这样，如果在发送分组的过程中，一个突然出现的情形导致发送信道恶化，那么传输协议层能够重新引导次重要的分组发送，这样等待一个无缺陷的信道来发送更重要的数据。

- 25 参考图 19，时序图示出了在协议 20（图 3 所示）的数据试探，传输机制和物理层管理器之间的示例性相互作用。首先，在时间 t1 处使得能够发送 A，并且具有好的发送特性，正如图 19 中由高等级所指示的。同样，传输机制控制由数据试探机制确定的更高优先级分组在该时间期间发送。因此，最高优先级的分组，分组 1 和 2 在该时间发送。

- 30 意外的，在时间 t2 处，发送信道特性改变成如图 19 中低等级指示的低质量。物理层管理器将该改变指示到传输机制。然后传输机制在信道上不再发送任何更多的高优先级的分组。这是因为人们想要高优先级

的分组享有更高的被接收协议接收的可能性。同样，基于低发送质量，传输机制控制最不重要的分组在该时间发送。因此，分组 N 在该周期被发送。

在时间 t3 处，信道特性变好，但是不如在时间 t1 时最好的那样。

- 5 在协议 20 中物理层管理器将这种改变指示到传输机制。由于传输特性已经改善，传输协议使得能够发送更高重要性分组。换句话说，传输协议能够等待直到最佳情形出现，正如在 t1 处所示的。然后，传输机制控制发送中等重要性的分组，诸如分组 5。基于良好信道特性的存在，能够预见预见分组的优先级设置和发送这些分组之间相互作用的许多不同的方案。
- 10

当前方案能够容易地扩展到许多的信道。由于物理层管理器包含了一个不同信道特性的数据库，所以优先级分组的发送可以在传输协议等待一个较佳信道而不是较佳的信道条件时被延迟。当然，其他的替换也是可能的。

- 15 尽管已经显示和描述了本发明的示例性实施，但是，在上述公开的内容和某些情况下的大范围修改，改变以及替代是预期的，本发明的一些特性可以在不相应使用其他特性的情况下使用。因此，所附权利要求被广义地和在某种意义上与本发明范围相一致地解释是恰当的。

应用层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

图 1
(现有技术)

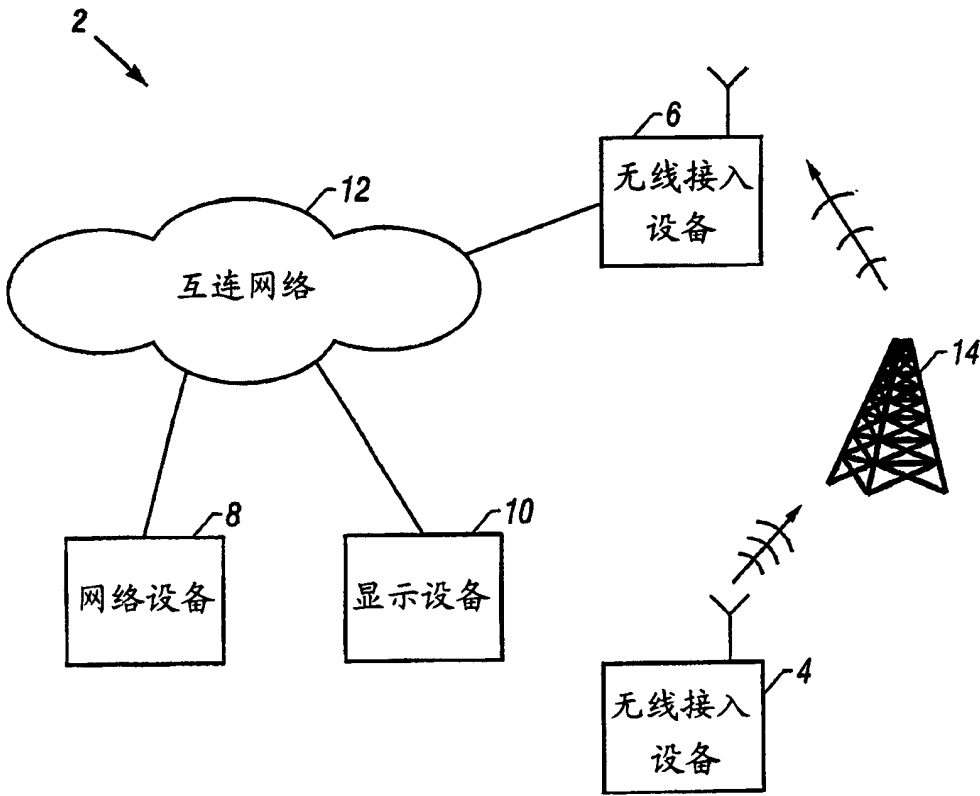


图 2
(现有技术)

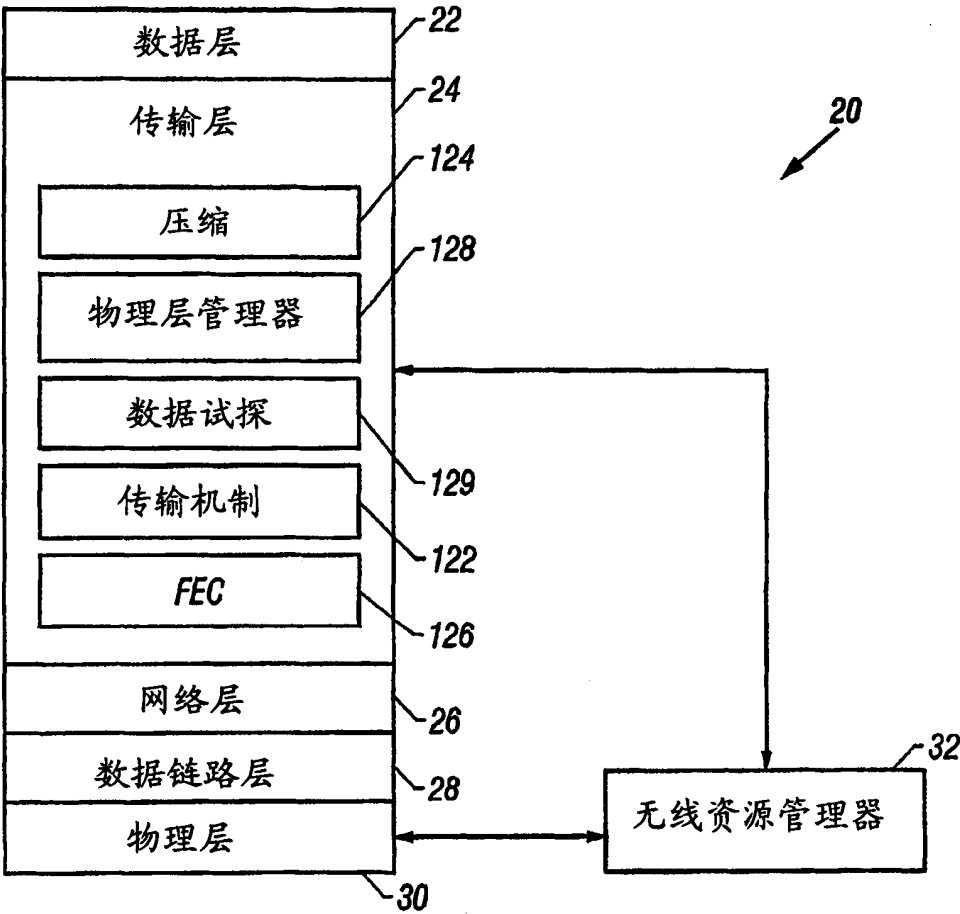


图 3

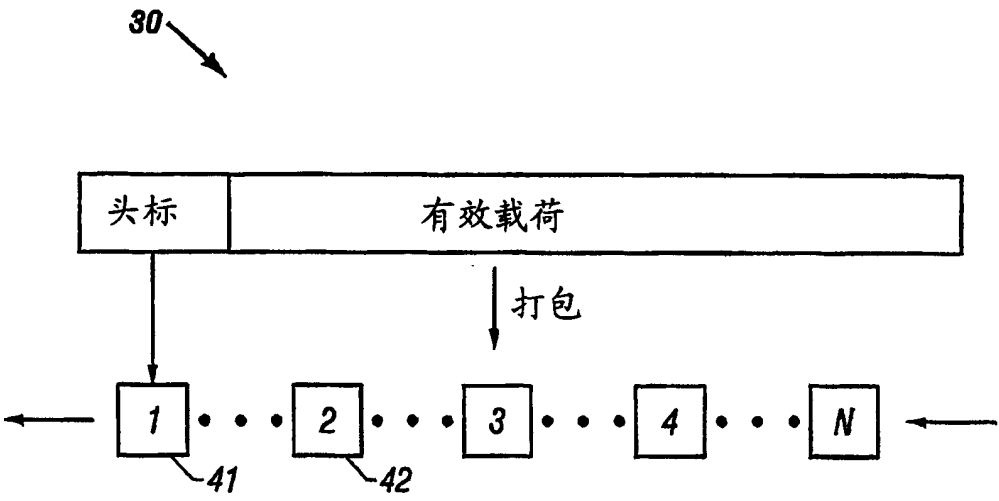


图 4

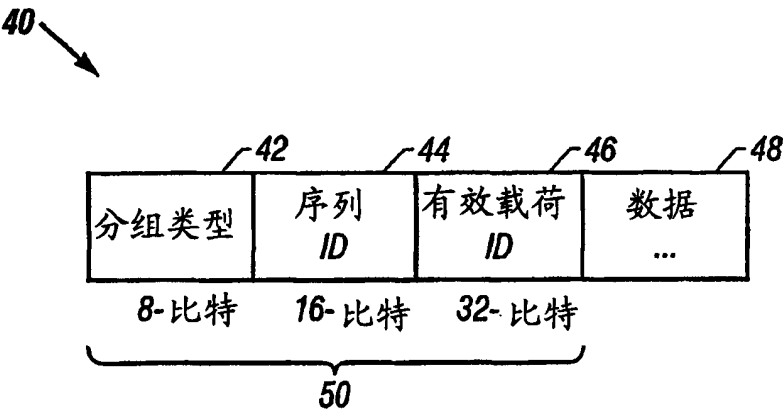


图 5

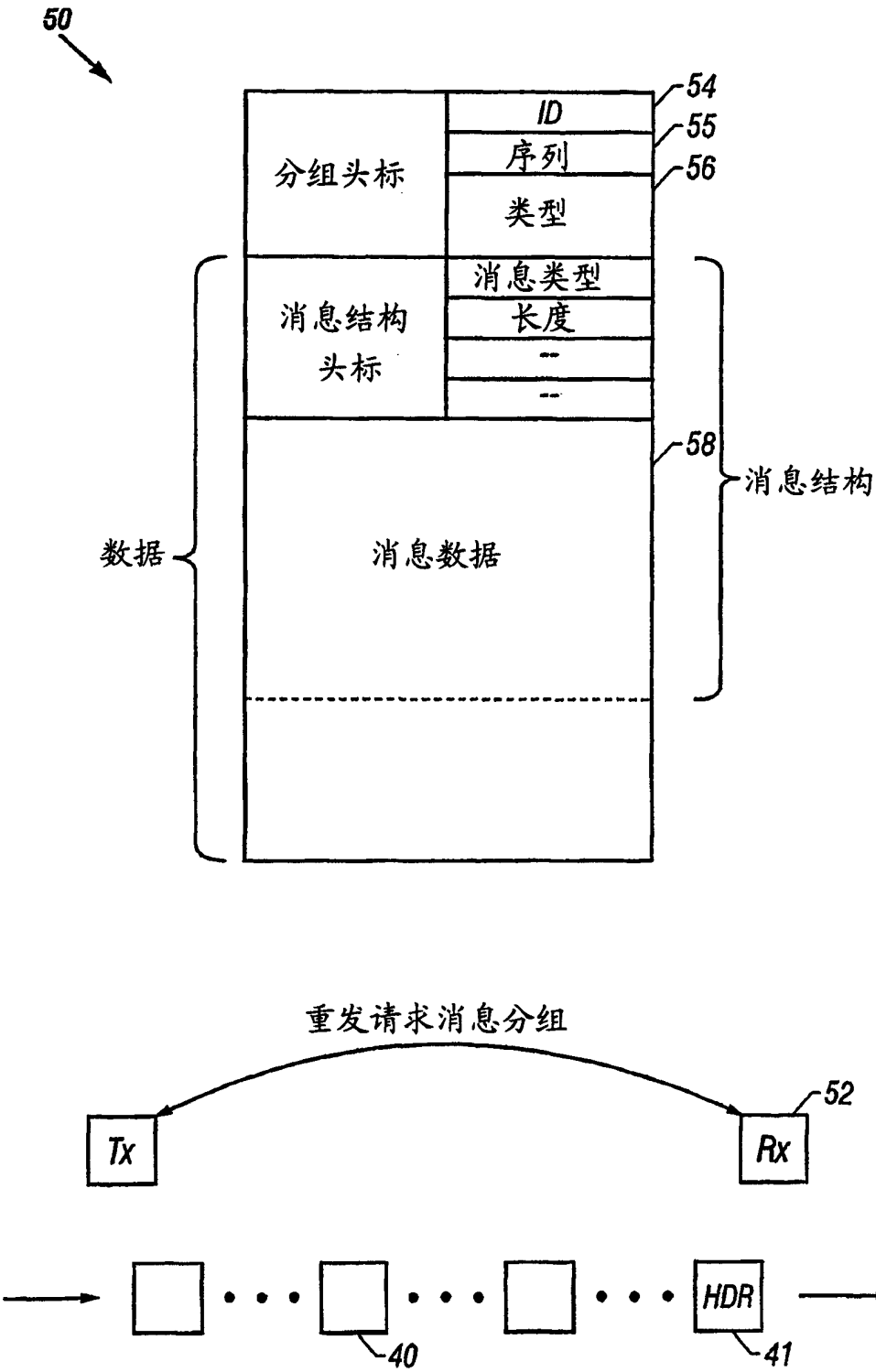


图 6

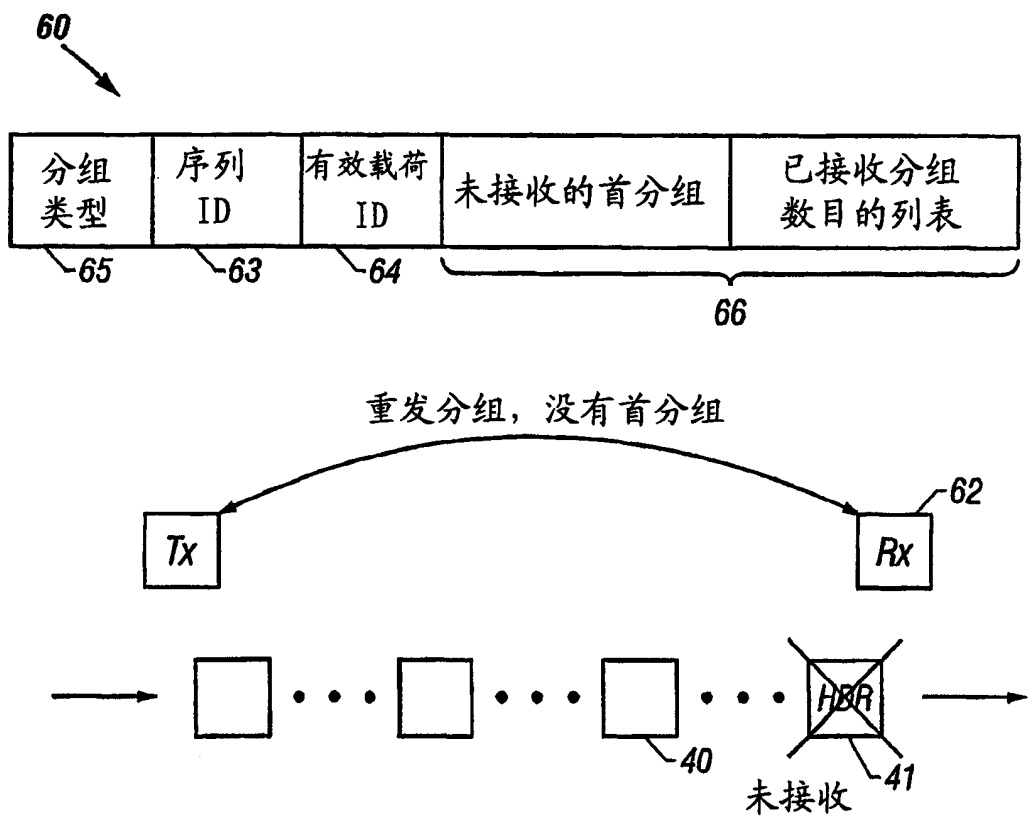


图 7

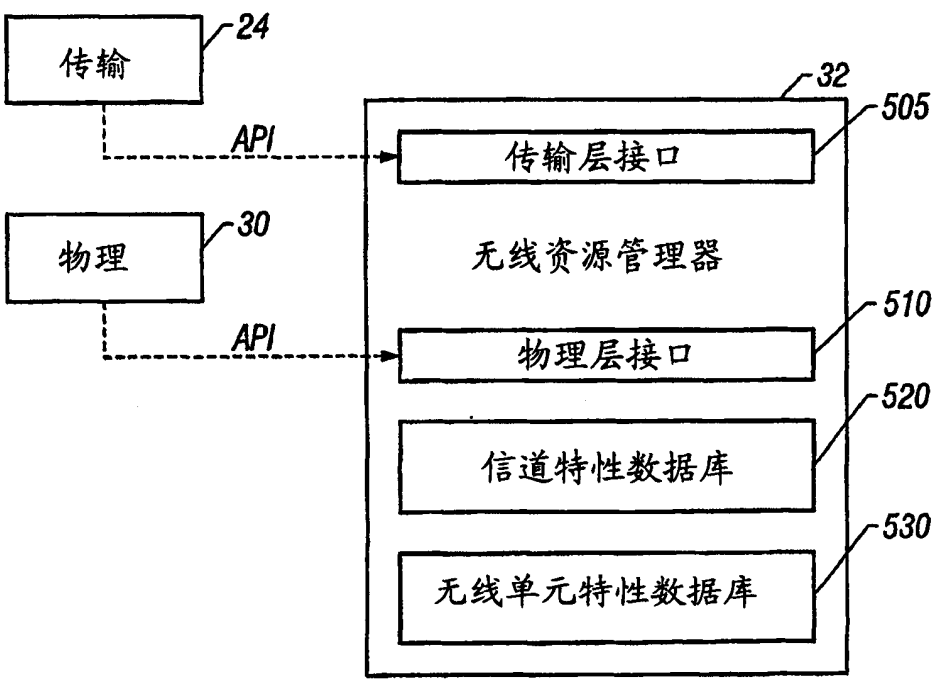


图 8

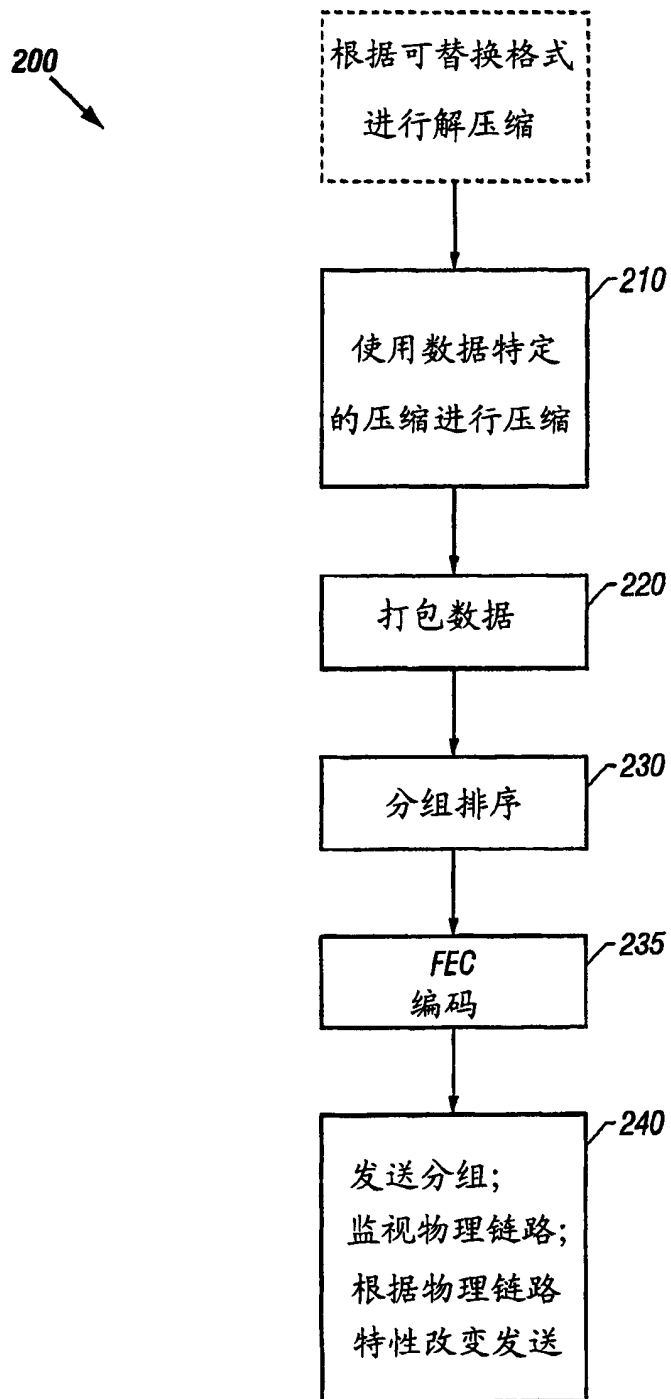


图 9

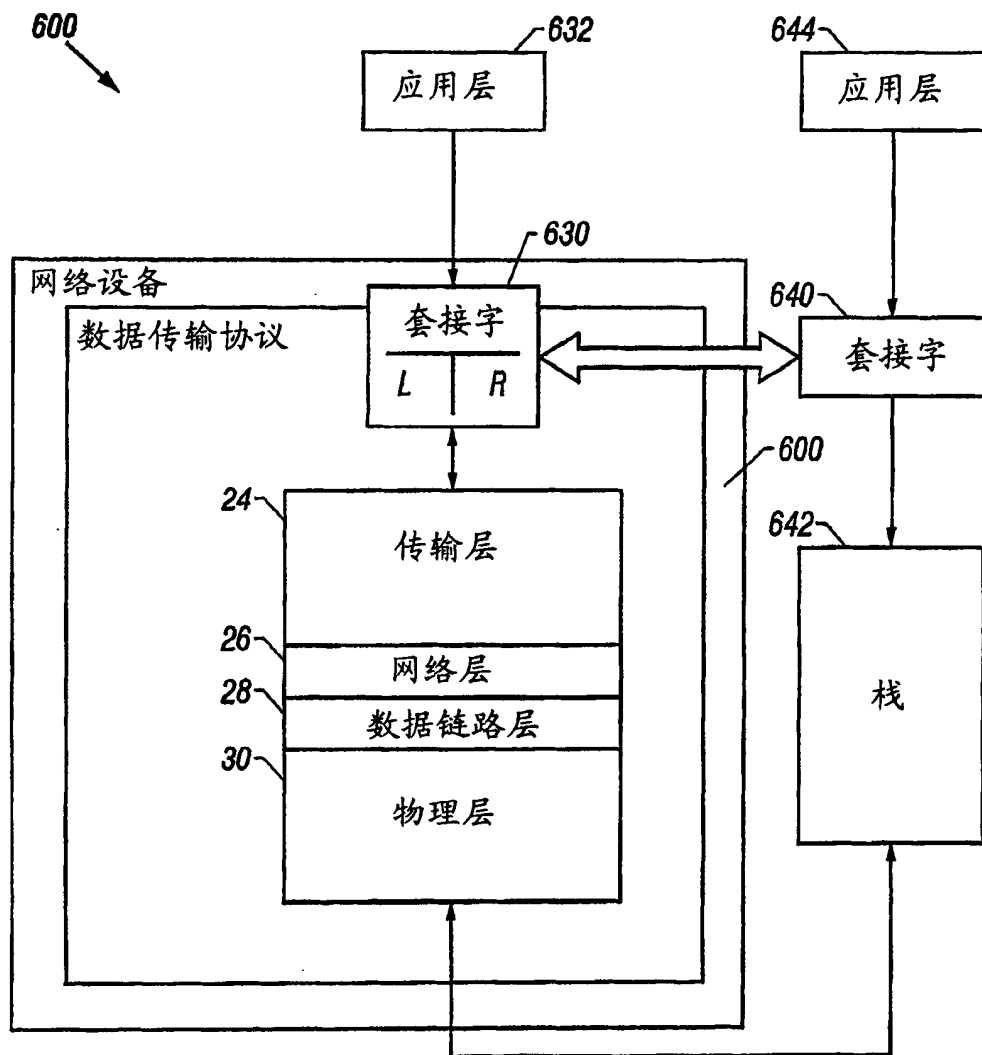


图 10

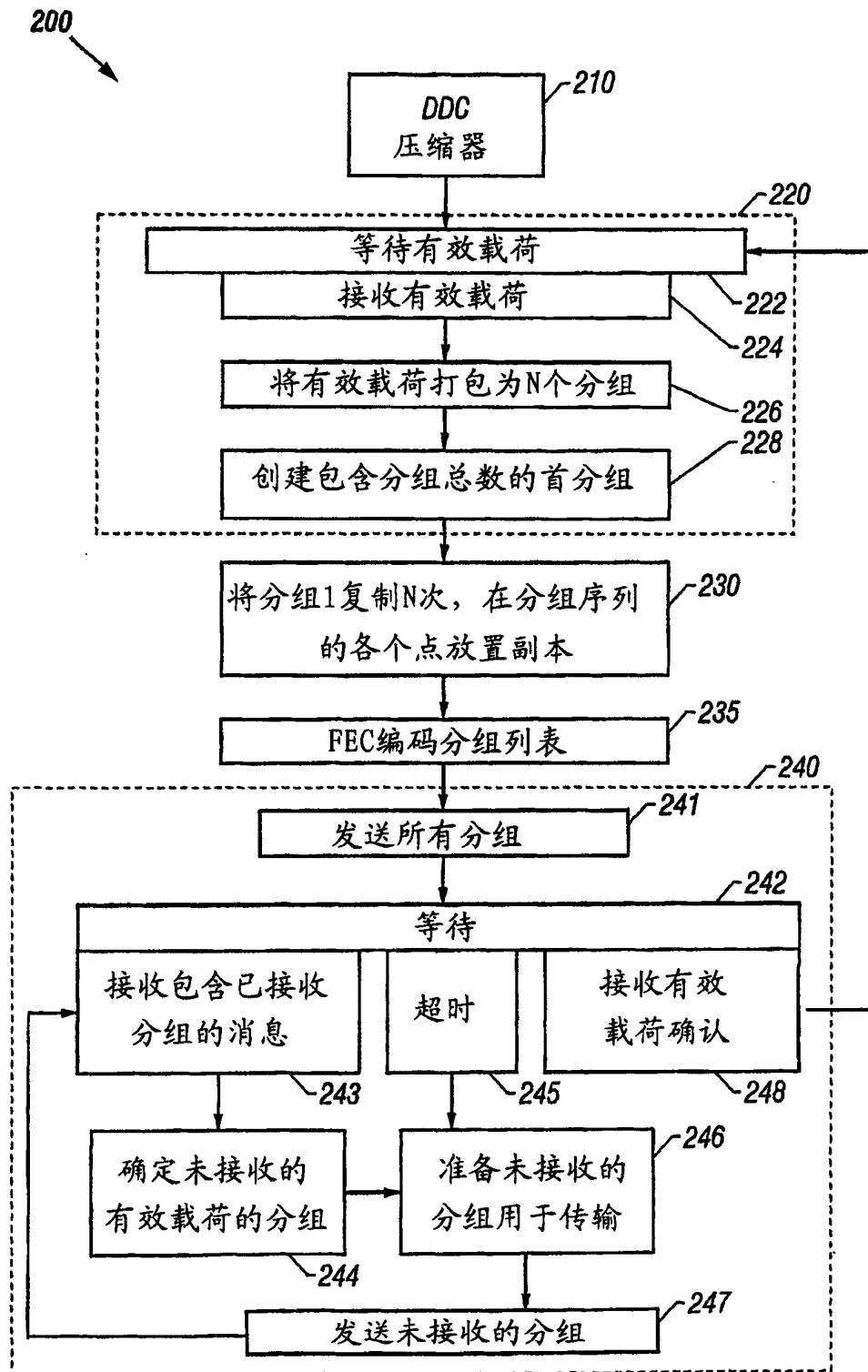


图 11

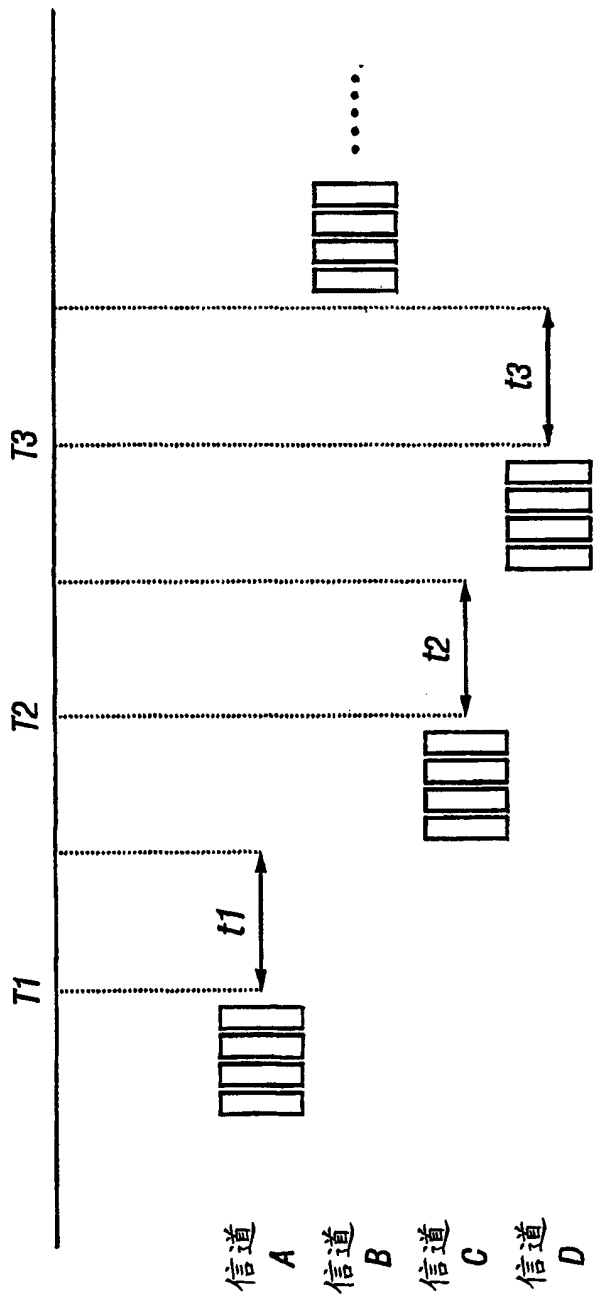


图 12

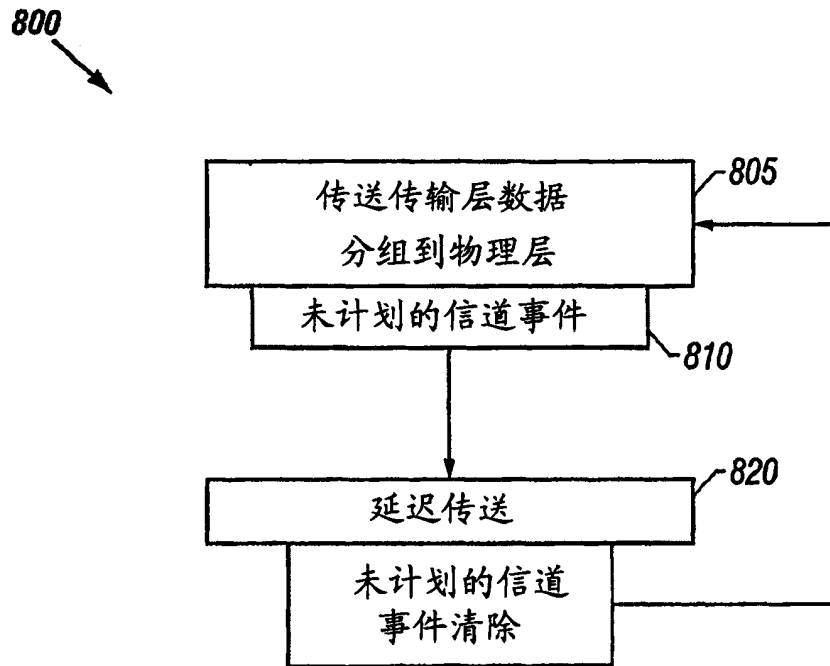


图 13

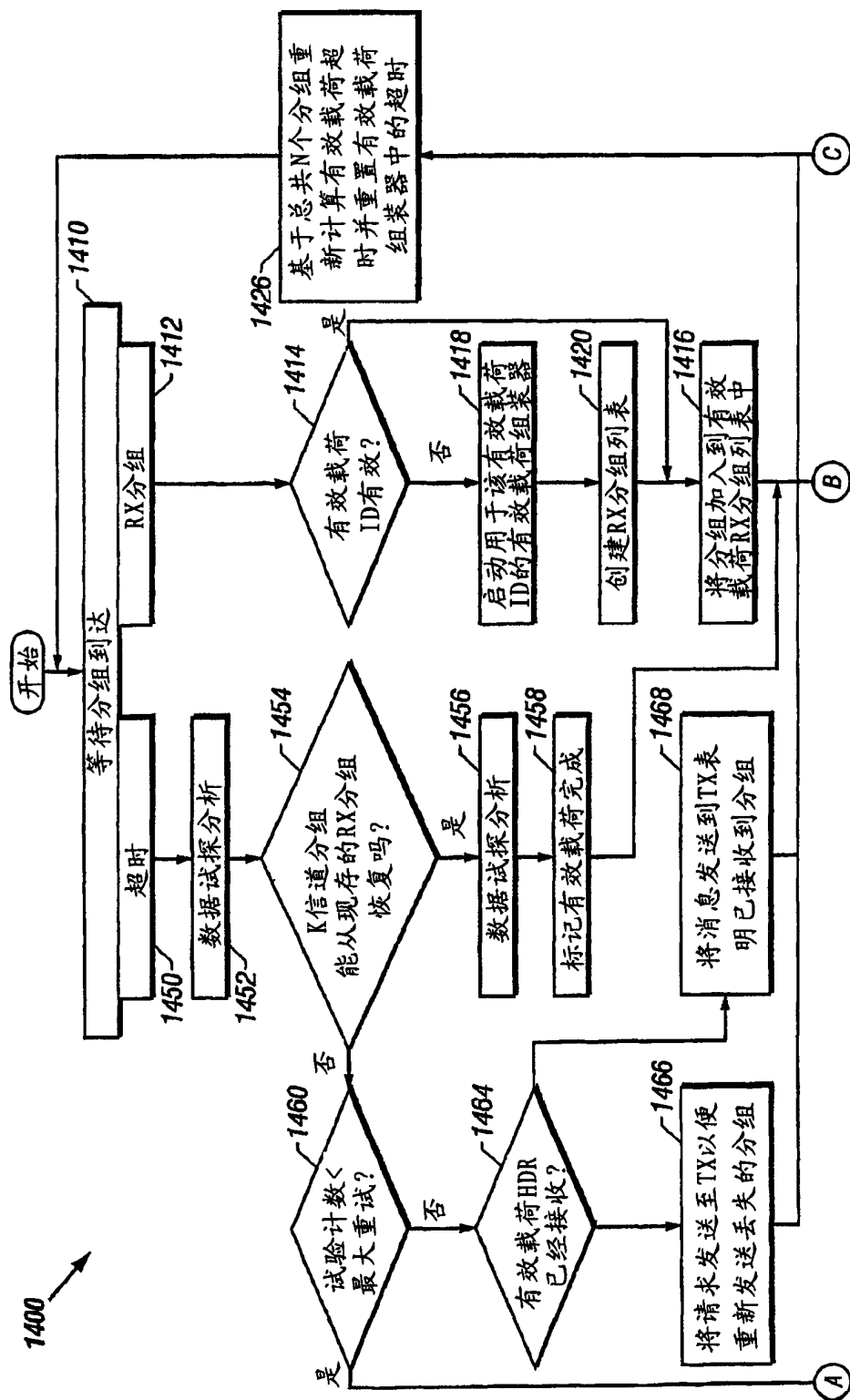


图 14A

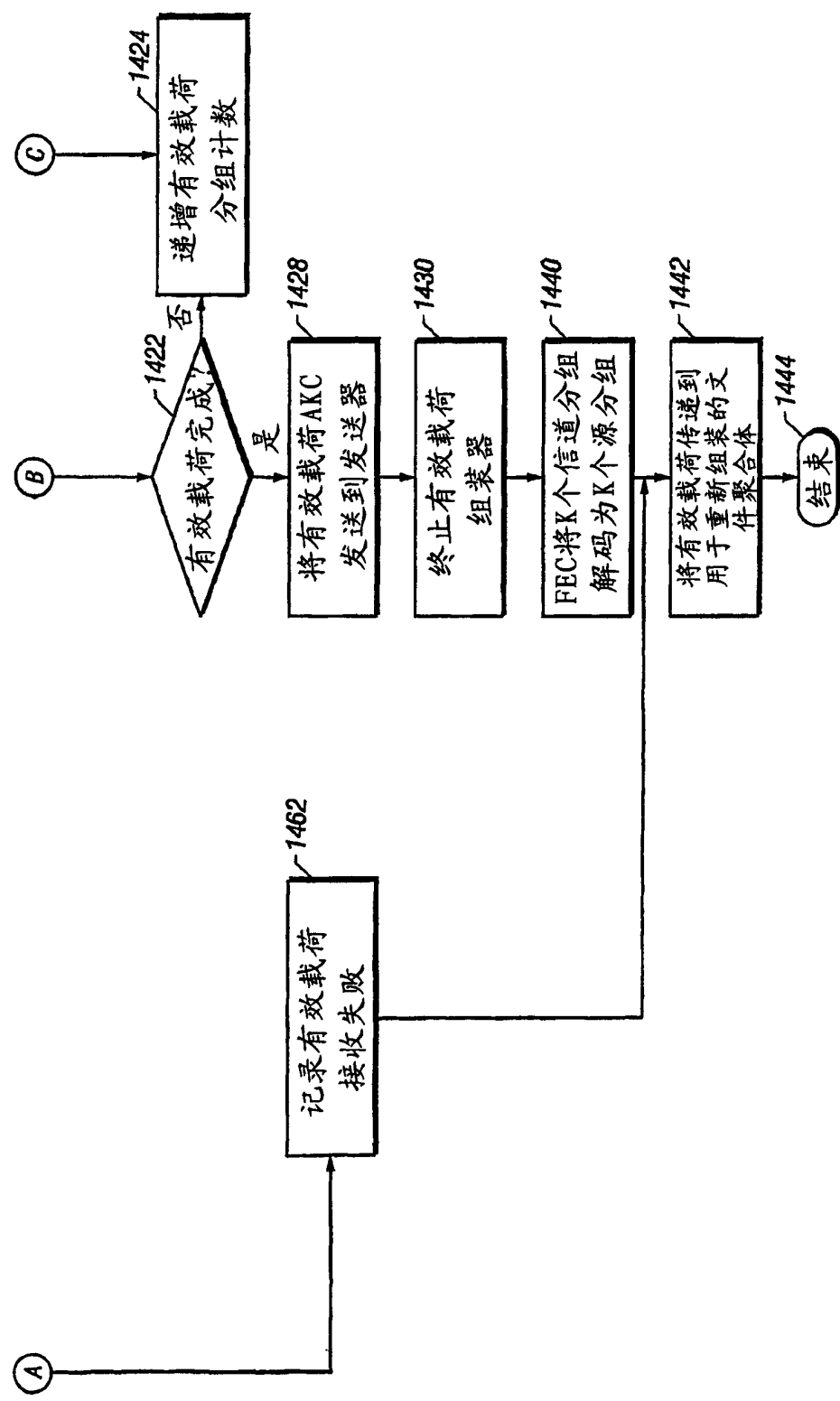


图 14B

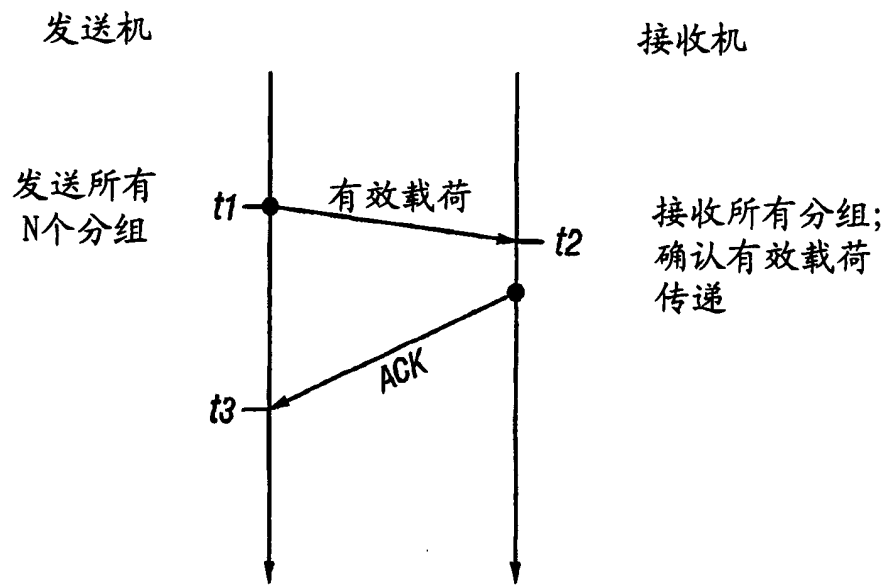


图 15

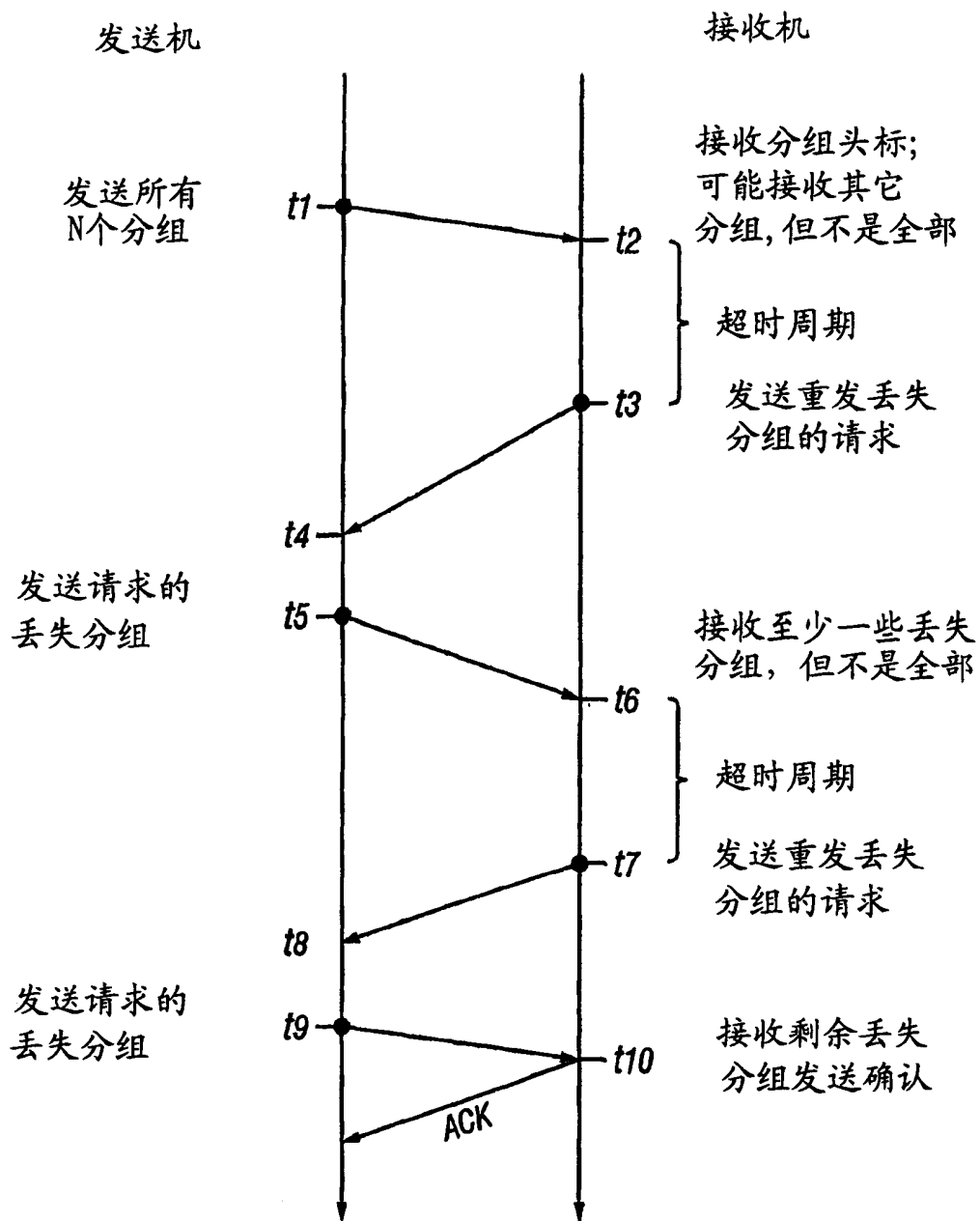


图 16

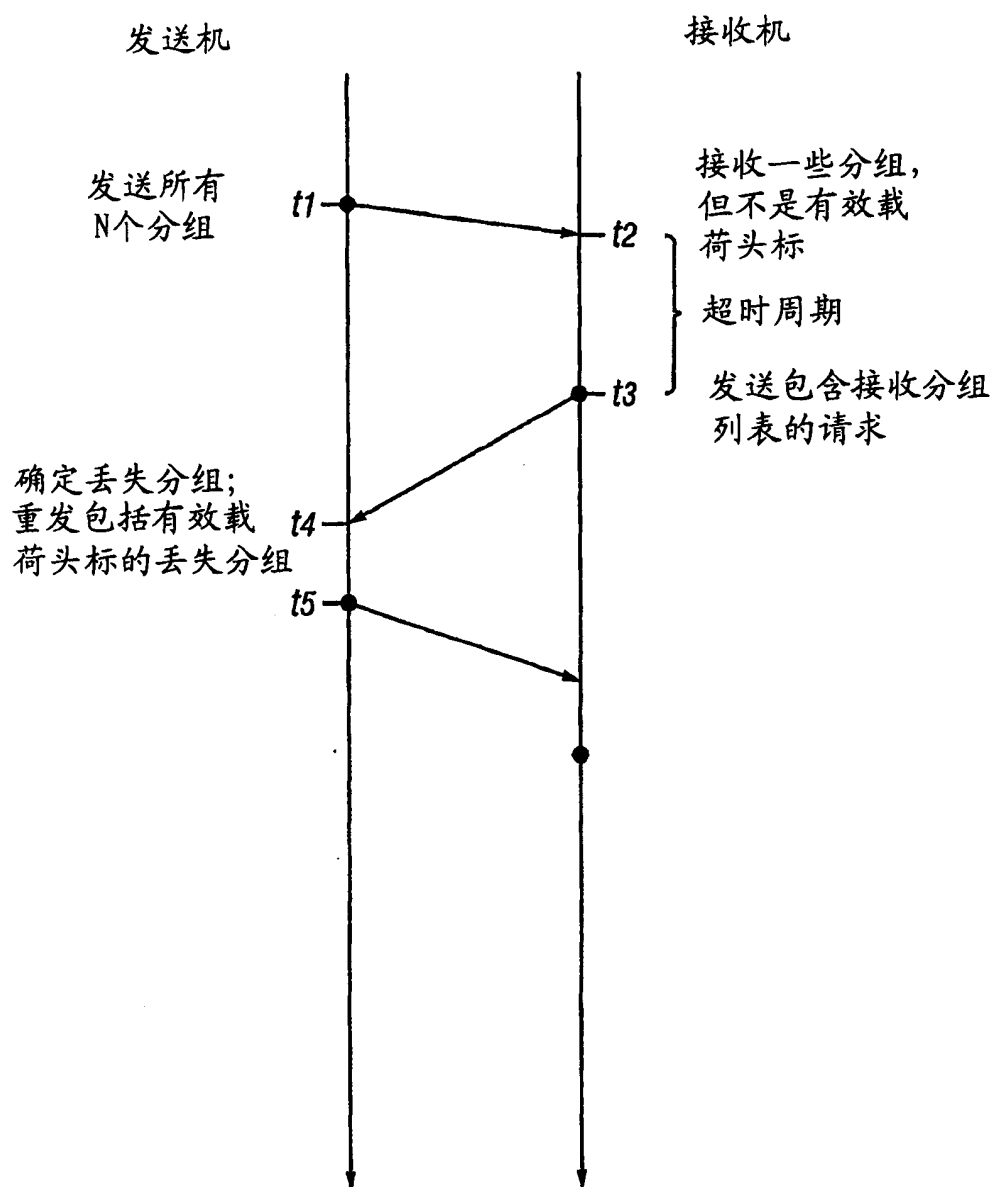


图 17

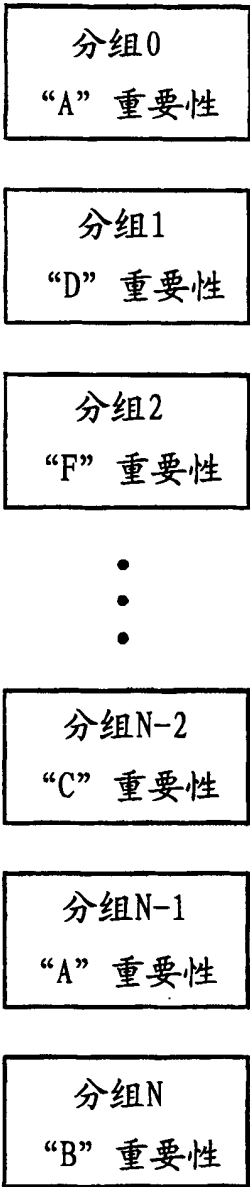


图 18A

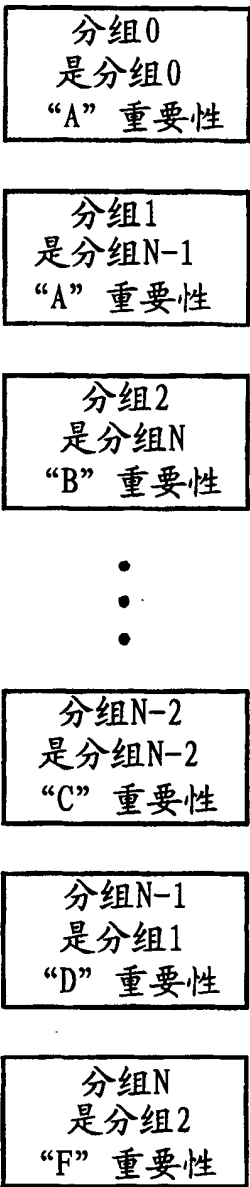


图 18B

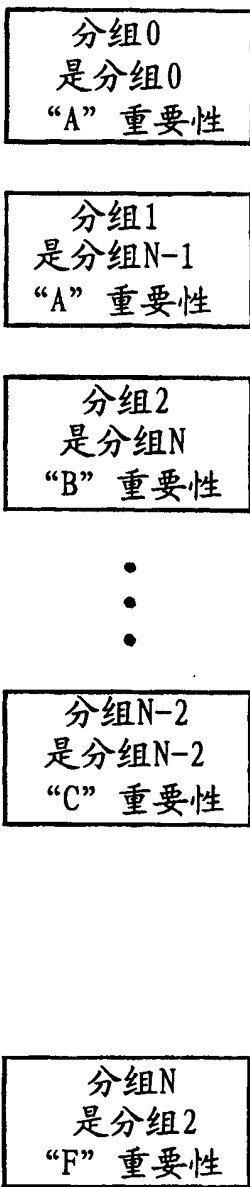


图 18C

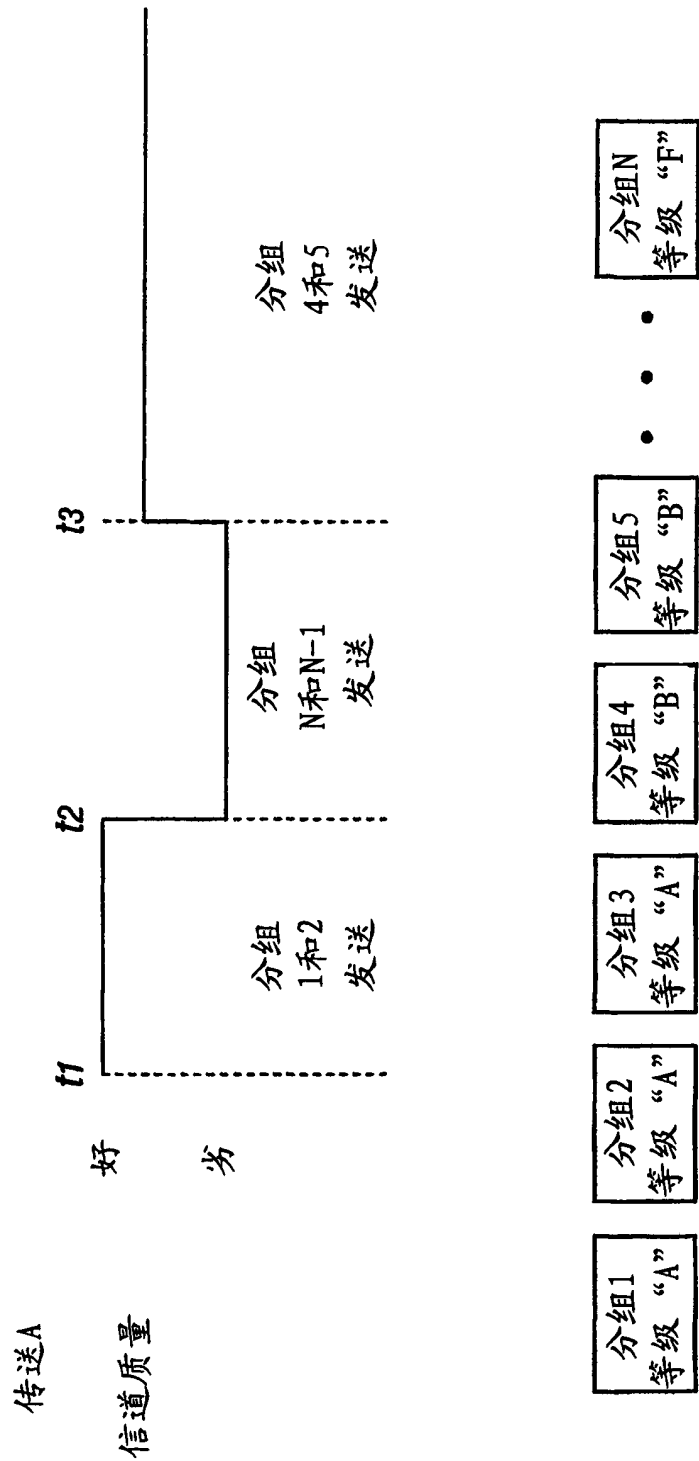


图 19