

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480032549.3

[51] Int. Cl.

H04J 11/00 (2006.01)

H04Q 7/00 (2006.01)

H04B 7/00 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 1 月 10 日

[11] 公开号 CN 1894876A

[22] 申请日 2004.9.2

[21] 申请号 200480032549.3

[30] 优先权

[32] 2003.9.2 [33] US [31] 60/499,741

[32] 2004.4.5 [33] US [31] 60/559,740

[86] 国际申请 PCT/US2004/028676 2004.9.2

[87] 国际公布 WO2005/022811 英 2005.3.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.30

[71] 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 拉吉夫·维贾亚恩

阿莫德·汉德卡尔 林福远

肯特·沃克 拉马斯瓦米·穆拉利

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

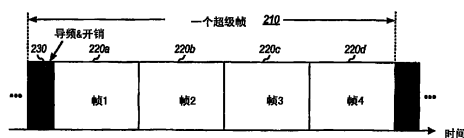
权利要求书 18 页 说明书 27 页 附图 15 页

## [54] 发明名称

在无线多载波通信系统中复用和传输多个数据流

## [57] 摘要

描述了用于复用和传输多个数据流的技术。所述多个数据流的传输发生在“超级帧”内。每个超级帧具有预定的持续时间，并且，进一步被分为多个(如，四个)帧。对每个数据流的每个数据块进行外部编码，从而生成一个相应的码块。将每个码块划分成多个子块，并且，对每个码块内的每个数据分组进行内部编码和调制，从而生成该数据分组的调制符号。每个码块的多个子块在同一超级帧的多个帧内进行发送，每帧内发送一个子块。在每个超级帧内，为每个数据流分配数个传输单元，并指配特定的传输单元，以实现高效的封包。无线设备可以选择和接收单独的数据流。



1、一种用于在无线多载波通信系统中广播和多播数据的方法，包括：

处理多个数据流，以获得多个数据符号流，针对每个数据流获得一个数据符号流；

为所述多个数据流中的每个数据流分配传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且该传输单元可用来传输一个数据符号；

将每个数据符号流中的数据符号映射到分配给相应数据流的传输单元上；以及

利用映射到所述分配的传输单元上的所述多个数据流的数据符号，形成一个复合符号流，其中，接收机可基于各数据流的复合符号流中包括的数据符号，独立地恢复出所述数据流。

2、如权利要求 1 所述的方法，还包括：

将开销符号复用到所述复合符号流上，其中，所述开销符号携带有信令，所述信令指明分配给所述多个数据流中各数据流的传输单元。

3、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述多个数据符号流中的各数据符号流携带有信令，所述信令指明在后续传输间隔内分配给所述数据流的传输单元。

4、如权利要求 1 所述的方法，其中，总共  $T$  个子带可用来在用于广播的各符号周期内发送数据符号且该  $T$  个子带可被分配给多个数据流，其中  $T > 1$ 。

5、如权利要求 4 所述的方法，其中，把用于广播和多播的各符号周期内的不同子带组分配给多个数据流。

6、如权利要求 5 所述的方法，其中，每个组内的子带分布在所述总共  $T$  个子带中，并且其中，在相同的符号周期内，每个组中的子带与其他组中的子带相交错。

7、如权利要求 1 所述的方法，其中，利用为每个数据流选择的编码和调制方案，独立地处理所述数据流，以获得相应的数据符号流。

8、如权利要求 7 所述的方法，其中，基于每个数据流的预期覆盖范围，为所述数据流选择所述编码和调制方案。

9、如权利要求 7 所述的方法，其中，基于每个数据流的数据速率，为所述数据流选择所述编码和调制方案。

10、如权利要求 7 所述的方法，其中，即使每个数据流的瞬时信息数据速率改变，也维持用于所述数据流的所述编码和调制方案。

11、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述多个数据流中的每个数据流都是利用为所述数据流选择的基本内部码和内部码率独立进行编码的。

12、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述多个数据流包括用于多媒体节目视频分量的第一数据流和用于所述多媒体节目音频分量的第二数据流，并且其中，所述第一和第二数据流可由所述接收机独立地进行恢复。

13、如权利要求 12 所述的方法，其中，所述多个数据流还包括用于所述多媒体节目数据分量的第三数据流。

14、如权利要求 12 所述的方法，其中，利用第一编码和调制方

案处理所述第一数据流，以获得第一数据符号流，并且其中，利用第二编码和调制方案处理所述第二数据流，以获得第二数据符号流。

15、如权利要求 1 所述的方法，其中，在所述多个数据流中，至少一个数据流中的每个数据流都包括基本流和携带有所述数据流的不同信息的增强流。

16、如权利要求 15 所述的方法，其中，所述至少一个数据流中每个数据流的所述基本流和所述增强流具有不同的覆盖区域。

17、如权利要求 15 所述的方法，其中，所述至少一个数据流中每个数据流的所述基本流和所述增强流是利用为所述数据流选择的编码和调制方案处理的，并且，是采用不同的发射功率电平发送的。

18、如权利要求 15 所述的方法，其中，所述至少一个数据流中每个数据流的所述基本流和所述增强流是利用为所述基本流和所述增强流单独选择的编码和调制方案处理的。

19、如权利要求 1 所述的方法，其中，基于每个数据流的信息数据速率，为所述数据流分配传输单元。

20、如权利要求 1 所述的方法，其中，在具有预定持续时间的每个超级帧内，为所述多个数据流分配传输单元。

21、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述多载波通信系统利用正交频分复用（OFDM）。

22、无线多载波广播通信系统中的一种装置，包括：

数据处理器，用于处理多个数据流，以获得多个数据符号流，针对每个数据流获得一个数据符号流；

控制器，用于为所述多个数据流中的每个数据流分配传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且该传输单元可用来传输一个数据符号；以及

复用器，用于将每个数据符号流中的数据符号映射到分配给相应数据流的所述传输单元上，以及，利用映射到所述分配的传输单元上的所述多个数据流的数据符号，形成一个复合符号流，其中，接收机可基于各数据流的复合符号流中包括的数据符号，独立地恢复出所述数据流。

23、如权利要求 22 所述的装置，其中，总共  $T$  个子带可用来在用于广播的各符号周期内发送数据符号且该  $T$  个子带可被分配给多个数据流，其中  $T > 1$ 。

24、如权利要求 23 所述的装置，其中，在用于广播的各符号周期内，为多个数据流分配不同的子带组，其中，每个组内的子带分布在所述总共  $T$  个子带中，并且其中，在相同的符号周期内，每个组中的子带与其他组中的子带相交错。

25、无线多载波广播通信系统中的一种装置，包括：

处理模块，用于处理多个数据流，以获得多个数据符号流，针对每个数据流获得一个数据符号流；

分配模块，用于为所述多个数据流中的每个数据流分配传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且该传输单元可用来传输一个数据符号；

映射模块，用于将每个数据符号流中的数据符号映射到分配给相应数据流的传输单元上；以及

形成模块，用于使用映射到所述分配的传输单元上的所述多个数据流的数据符号，形成复合符号流，其中，接收机可基于各数据流的复合符号流中包括的数据符号，独立地恢复所述数据流。

26、如权利要求 25 所述的装置，其中，总共  $T$  个子带可用来在用于广播的各符号周期内发送数据符号且该  $T$  个子带可被分配给多个数据流，其中  $T > 1$ 。

27、如权利要求 26 所述的装置，其中，在用于广播的各符号周期内，将不同子带组分配给多个数据流。

28、如权利要求 27 所述的装置，其中，每个组内的子带分布在所述总共  $T$  个子带中，并且其中，在相同的符号周期内，每个组中的子带与其他组中的子带相交错。

29、一种用于在无线多载波通信系统中发送多个数据流的方法，包括：

对于具有预定持续时间的每个超级帧，

标识要在所述超级帧内发送的多个数据流；

处理所述多个数据流中每个数据流的至少一个数据块，以获得所述数据流的至少一个码块，针对每个数据块获得一个码块，每个码块包括多个数据符号；

把所述超级帧内的传输单元分配给所述多个数据流中的各数据流，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且该传输单元可被用来传输一个数据符号；

将每个数据流的至少一个码块中的数据符号映射到分配给所述数据流的传输单元上；以及

使用映射到所述分配的传输单元上的所述多个数据流的数据符号，形成一个复合符号流。

30、如权利要求 29 所述的方法，其中，接收机可基于各数据流的复合符号流中包括的数据符号，独立地恢复出所述数据流。

31、如权利要求 29 所述的方法，还包括：

对于每个超级帧，将开销符号复用到所述复合符号流上，其中，所述开销符号携带有信令，所述信令指明所述超级帧中分配给所述多个数据流中每个数据流的传输单元。

32、如权利要求 29 所述的方法，其中，当前超级帧内每个数据流的至少一个码块携带有信令，所述信令指明在后续超级帧内分配给所述数据流的传输单元。

33、如权利要求 29 所述的方法，其中，每个超级帧跨越预定数量的符号周期，并且，对于所述预定数量的符号周期中的每一个符号周期，都包括多个子带，并且其中，对于每个符号周期，所述多个子带可被分配给所述多个数据流中的若干个。

34、如权利要求 29 所述的方法，还包括：

为要在各超级帧内发送的所述多个数据流中的每个数据流指配所述超级帧内的至少一个不间断符号周期，并且其中，每个数据流的传输单元针对指配给所述数据流的所述至少一个符号周期。

35、如权利要求 29 所述的方法，还包括：

对于每个超级帧，

为要在所述超级帧内发送的所述多个数据流中的每个数据流分配所述超级帧内的至少一个符号周期；以及

循环经过所述多个数据流，并为每个数据流指配所述超级帧内的一个符号周期，直到已经指配完分配给所述数据流的所述至少一个符号周期为止。

36、如权利要求 29 所述的方法，其中，基于各数据流要在所述超级帧内发送的数据符号的数量，把所述超级帧内的传输单元分配给所述数据流。

37、如权利要求 29 所述的方法，其中，每个超级帧包括多个帧，每个帧具有特定的持续时间。

38、如权利要求 37 所述的方法，还包括：

对于每个帧，

将每个数据流的每个码块分为多个子块，并且其中，在所述超级帧的多个帧内发送每个码块的多个子块，每个帧内发送一个子块。

39、如权利要求 37 所述的方法，还包括：

对于每个超级帧，

把每个数据流的每个码块分为多个子块，每个帧对应于一个子块；

为各数据流形成多个子块集合，每个帧对应于一个子块集合，每个子块集合包括所述数据流的所述至少一个码块中每个码块的一个子块；以及

对于所述超级帧的每个帧，

将所述帧内的传输单元分配给所述多个数据流中的各数据流；以及

把在所述帧内每个数据流的子块集合中的数据符号复用到所述帧内已分配给所述数据流的传输单元上。

40、如权利要求 39 所述的方法，其中，各数据流的多个子块集合包括相等数量的子块，并且其中，对于所述多个帧中的每个帧，为各数据流分配相等数量的传输单元。

41、如权利要求 29 所述的方法，其中，每个超级帧跨越预定数量的符号周期且被分为多个传输时隙，每个传输时隙对应于一个符号周期内预定数量的子带，并且其中，为所述多个数据流分配所述超级帧内的传输时隙。

42、如权利要求 41 所述的方法，其中，对于所述预定数量的符号周期中的各符号周期，每个超级帧包括  $S$  个传输时隙，其中  $S > 1$ ，并且其中，各符号周期内的  $S$  个传输时隙可被单独地分配给所述多个数据流。

43、如权利要求 42 所述的方法，其中，所述  $S$  个传输时隙在不同符号周期内对应于不同子带组。

44、如权利要求 41 所述的方法，其中，每个传输时隙的子带分布于可用来在所述系统中进行数据传输的总共  $T$  个子带中，其中  $T > 1$ 。

45、如权利要求 41 所述的方法，其中，在相同的符号周期内，每个传输时隙的子带与其他传输时隙的子带相交错。

46、如权利要求 39 所述的方法，还包括：

对于所述超级帧内的每个帧，

把所述帧内的特定传输单元指配给各数据流，其中，把在所述帧内每个数据流的子块集合中的数据符号复用到指配给所述数据流的特定传输单元上。

47、如权利要求 46 所述的方法，其中，基于分配给所述数据流的传输单元的数量，为所述多个数据流按次序地指配特定的传输单元。

48、如权利要求 46 所述的方法，其中，把所述帧的时间-频率平面上以矩形图排列的传输单元指配给各数据流。

49、如权利要求 48 所述的方法，其中，对于所述超级帧的所述

多个帧，为各数据流指配相同矩形图的传输单元。

50、如权利要求 48 所述的方法，其中，各数据流的矩形图具有频率维度，该频率维度小于或等于用于所述数据流的编码和调制方案所允许的子带的最大数量。

51、如权利要求 46 所述的方法，其中，把所述帧内的特定传输单元指配给各数据流包括：

把所述帧分成多个二维（2-D）条，每个 2-D 条包括一个不同的子带集合并在所述帧内跨越多个符号周期；

把所述多个数据流中的每个数据流映射到所述多个 2D 条中的一个 2-D 条上；以及

把每个 2-D 条中的传输单元指配给映射到所述 2-D 条上的各数据流。

52、如权利要求 51 所述的方法，其中，将每个 2-D 条中的传输单元映射到一个一维（1-D）条上，并且其中，为映射到所述 2-D 条上的各数据流指配相应 1D 条中的一段不间断传输单元。

53、如权利要求 52 所述的方法，其中，使用垂直之字形图，将每个 2-D 条中的传输单元映射到相应的 1-D 条上，所述之字形图选择所述 2-D 条中的传输单元：对于一次一个符号周期，跨越子带顺序地进行选择，以及，对于所述帧，跨越多个符号周期顺序地进行选择。

54、如权利要求 46 所述的方法，其中，所述多个数据流包括适于一起接收的若干个数据流，并且其中，为所述若干个数据流指配在时间上接近的传输单元。

55、如权利要求 54 所述的方法，其中，在所述帧的时间—频率平面上，为所述若干个数据流中的每个数据流指配在矩形图中排列的

传输单元。

56、如权利要求 55 所述的方法，其中，用于所述若干个数据流的若干个矩形图垂直地堆叠在所述帧的时间—频率平面中。

57、如权利要求 55 所述的方法，其中，用于所述若干个数据流的若干个矩形图水平地堆叠在所述帧的时间—频率平面中。

58、如权利要求 54 所述的方法，其中，所述若干个数据流代表着单个多媒体节目。

59、如权利要求 51 所述的方法，其中，把在单个 2-D 条内相邻的传输单元指配给适于一起接收的若干个数据流。

60、如权利要求 39 所述的方法，其中，利用包括外部码和内部码的链接码处理每个数据流的每个数据块，以得到相应的码块。

61、如权利要求 60 所述的方法，其中，对于各数据流，有选择性地激活所述外部码。

62、如权利要求 60 所述的方法，其中，每个数据块包括多个数据分组，并且其中，处理所述多个数据流中每个数据流的至少一个数据块包括：

利用所述外部码，对每个数据块的多个数据分组进行编码，以获得所述数据块的至少一个奇偶分组；以及

对所述数据块的所述多个数据分组和所述至少一个奇偶分组，利用所述内部码对各分组单独地进行编码，以获得相应码块的多个编码分组。

63、如权利要求 60 所述的方法，其中，所述外部码是块码，并

且, 所述内部码是 Turbo 码。

64、如权利要求 62 所述的方法, 其中, 每个超级帧包括多个具有相等持续时间的帧, 其中, 每个数据流的每个码块被分为多个具有相等数量的编码分组的子块, 并且其中, 在所述超级帧的所述多个帧内发送每个码块的多个子块, 每帧内发送一个子块。

65、如权利要求 64 所述的方法, 其中, 每个数据流的每个子块中的每个编码分组是基于分配给所述数据流的传输单元在尽可能少的符号周期内发送的, 以便于降低缓冲要求。

66、如权利要求 64 所述的方法, 其中, 每个数据流的每个子块中的每个编码分组是基于分配给所述数据流的传输单元在尽可能多的符号周期内发送的, 以便于提高时间分集。

67、如权利要求 64 所述的方法, 其中, 对于当前超级帧的第一数据流, 获得  $B$  个码块, 其中  $B > 1$ , 并且, 所述第一数据流是所述多个数据流中之一, 其中, 所述  $B$  个码块中的每个码块被分为针对当前超级帧的  $F$  个帧的  $F$  个子块, 其中  $F > 1$ , 其中, 每个子块包括  $P$  个编码分组, 其中  $P > 1$ , 并且其中,  $B$  个子块中的  $P \times B$  个编码分组是在用于所述第一数据流的所述当前超级帧的各帧内发送的。

68、如权利要求 67 所述的方法, 其中, 对于所述超级帧的每个帧, 所述第一数据流的要在所述帧内发送的所述  $B$  个子块中每个子块中的  $P$  个编码分组分布在分配给所述第一数据流的所述帧的传输单元内, 以实现时间分集。

69、如权利要求 67 所述的方法, 其中, 对于当前超级帧的每个帧, 循环经过所述第一个数据流的要在所述帧内发送的所述  $B$  个子块, 并且, 对于每次循环, 从各所述  $B$  个子块中有序地选择一个编

码分组，并将其复用到分配给所述第一数据流的所述帧的传输单元上。

70、如权利要求 29 所述的方法，还包括：

向所述系统中的接收机发送携带有所述多个数据流的复合符号流。

71、如权利要求 29 所述的方法，其中，所述超级帧的所述预定持续时间为 1 秒。

72、如权利要求 29 所述的方法，其中，所述多载波通信系统利用正交频分复用（OFDM）。

73、无线多载波通信系统中的一种装置，包括：

控制器，标识要在具有预定持续时间的每个超级帧内发送的多个数据流，并为所述多个数据流中的每个数据流分配所述超级帧内的传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且该传输单元可用来传输一个数据符号；

数据处理器，对于每个超级帧，处理要在所述超级帧内发送的每个数据流的至少一个数据块，以获得所述数据流的至少一个码块，其中，对于每个数据块，获得一个码块，并且，每个码块包括多个数据符号；以及

复用器，对于每个超级帧，把要在所述超级帧内发送的每个数据流的至少一个码块中的数据符号映射到所述超级帧的分配给所述数据流的传输单元上，并且，使用映射到所述分配的传输单元上的所述多个数据流的数据符号，形成一个复合符号流。

74、如权利要求 73 所述的装置，其中，对于每个帧，所述数据处理器还将每个数据流的每个码块分为多个子块，并且其中，在所述超级帧的多个帧内发送每个码块的多个子块，每个帧内发送一个子

块。

75、如权利要求 74 所述的装置，其中，对于每个超级帧，所述控制器还把所述超级帧的每个帧内的特定传输单元指配给要在所述超级帧内发送的所述多个数据流的各数据流，并且其中，把各数据流的要在各帧内发送的子块复用到所述帧的指配给所述数据流的所述特定传输单元上。

76、无线多载波通信系统中的一种装置，包括：

标识模块，标识要在具有预定持续时间的每个超级帧内发送的多个数据流；

分配模块，为所述多个数据流中的每个数据流分配每个超级帧内的传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且用来传输一个数据符号；

处理模块，对于每个超级帧，处理要在所述超级帧内发送的每个数据流的至少一个数据块，以获得所述超级帧的所述数据流的至少一个码块，其中，对于每个数据块，获得一个码块，并且，每个码块包括多个数据符号；以及

映射模块，对于每个超级帧，把要在所述超级帧内发送的每个数据流的至少一个码块中的数据符号映射到所述超级帧的分配给所述数据流的传输单元上；以及

形成模块，使用映射到所述分配的传输单元上的每个超级帧内发送的所述多个数据流的数据符号，形成一个复合符号流。

77、如权利要求 76 所述的装置，还包括：

划分模块，用于将每个数据流的每个码块分为多个子块，并且其中，在所述超级帧的多个帧内发送每个码块的多个子块，每个帧内发送一个子块。

78、如权利要求 77 所述的装置，还包括：

指配模块,对于每个超级帧,把所述超级帧的每个帧内的特定传输单元指配给要在所述超级帧内发送的所述多个数据流的每一个,其中,把每个数据流中要在各帧内发送的子块复用到所述帧中指配给所述数据流的特定传输单元上。

79、一种在无线多载波通信系统中接收数据的方法,包括:

从由所述系统中的发射机广播的多个数据流中选择至少一个要进行恢复的数据流;

确定用于每个选中数据流的传输单元,每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且可用来传输一个数据符号,其中,每个数据流的数据符号在传输之前被映射到分配给所述数据流的传输单元上,并且其中,每个数据流可基于所述数据流的数据符号独立地进行恢复;

获取每个选中数据流的检测数据符号,每个检测数据符号是由所述发射机广播的相应数据符号的估计;

把来自用于各选中数据流的传输单元的检测数据符号解复用到所述选中数据流的检测数据符号流上,其中,对于为进行恢复而选中的所述至少一个数据流,获取至少一个检测数据符号流;以及

处理所述至少一个检测数据符号流中的每一个,以获得相应的解码数据流。

80、如权利要求 79 所述的方法,还包括:

获取开销信息,所述开销信息指明分配给各选中数据流的传输单元,并且其中,所述解复用是基于所述开销信息的。

81、如权利要求 79 所述的方法,其中,所述多个数据流包括适于一起接收的多个数据流,并且其中,为所述多个数据流指配了在时间上接近的传输单元。

82、无线多载波通信系统中的一种装置,包括:

控制器，从由所述系统中的发射机广播的多个数据流中选择至少一个要进行恢复的数据流，以及，确定用于每个选中数据流的传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且可用来传输一个数据符号，其中，每个数据流的数据符号在传输之前被映射到分配给所述数据流的传输单元上，并且其中，每个数据流可基于所述数据流的数据符号独立地进行恢复；

检测器，获取每个选中数据流的检测数据符号，每个检测数据符号是由所述发射机广播的相应数据符号的估计；

解复用器，把来自用于各选中数据流的传输单元的检测数据符号解复用到所述选中数据流的检测数据符号流上，其中，对于为进行恢复而选中的所述至少一个数据流，获取至少一个检测数据符号流；以及

数据处理器，处理所述至少一个检测数据符号流中的每一个，以获得相应的解码数据流。

83、无线多载波通信系统中的一种装置，包括：

选择模块，从由所述系统中的发射机广播的多个数据流中选择至少一个要进行恢复的数据流；

确定模块，确定用于每个选中数据流的传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且可用来传输一个数据符号，其中，每个数据流的数据符号在传输之前被映射到分配给所述数据流的传输单元上，并且其中，每个数据流可基于所述数据流的数据符号独立地进行恢复；

获取模块，获取每个选中数据流的检测数据符号，每个检测数据符号是由所述发射机广播的相应数据符号的估计；

解复用模块，把来自用于各选中数据流的传输单元的检测数据符号解复用到所述选中数据流的检测数据符号流上，其中，对于为进行恢复而选中的所述至少一个数据流，获取至少一个检测数据符号流；以及

处理模块，处理所述至少一个检测数据符号流中的每一个，以获

得相应的解码数据流。

84、一种用于在无线多载波通信系统中接收数据的方法，包括：  
从由所述系统内的发射机发射的多个数据流中选择至少一个要进行恢复的数据流；以及

对于具有预定持续时间的每个超级帧，

确定在所述超级帧内用于各选中数据流的传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且可用来传输一个数据符号，其中，为所述多个数据流中的每一个分配了所述超级帧内的传输单元，并且其中，所述多个数据流中的每个数据流的至少一个码块是在分配给所述数据流的传输单元上发送的，每个码块都是根据相应的数据块而生成的；

从用于所述选中数据流的传输单元中获取每个选中数据流的至少一个接收码块，为所述选中数据流而发送的每个码块都对应于一个接收码块，以及

处理各选中数据流的各接收码块，以获得相应的解码块，该解码块是为所述选中数据流而发送的数据块的估计。

85、如权利要求 84 所述的方法，其中，每个选中数据流的每个码块是在一组子带上发送的，并且其中，各选中数据流的各接收码块是通过用来发送相应码块的子带组执行快速傅立叶变换（FFT）而获得的。

86、如权利要求 84 所述的方法，其中，每个超级帧包括多个帧，其中，所述多个数据流中每个数据流的各码块被分为多个子块，并且其中，每个码块的所述多个子块是在所述超级帧的所述多个帧内发送的，每帧内发送一个子块。

87、如权利要求 86 所述的方法，还包括：

对于每个超级帧，

确定在所述超级帧的各帧内用于各选中数据流的传输单元，  
对于所述超级帧的各帧，从用于所选中数据流的传输单元  
中，获取各选中数据流的至少一个接收子块；以及  
处理各接收码块的多个接收子块，以获得相应的解码块。

88、在无线多载波通信系统中的一种装置，包括：

控制器，从由所述系统内的发射机发射的多个数据流中选择至少一个要进行恢复的数据流，以及，确定在具有预定持续时间的每个超级帧内用于各选中数据流的传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且可用来传输一个数据符号，其中，为各选中数据流有选择性地分配了各超级帧内的传输单元，并且其中，各选中数据流的码块是在分配给所述选中数据流的传输单元上发送的；

检测器，从所述选中数据流所用的传输单元中获取每个选中数据流的至少一个接收码块，为所述选中数据流而发送的每个码块对应于一个接收码块；以及

数据处理器，处理各选中数据流的各接收码块，以获得相应的解码块，该解码块是为所述选中数据流而发送的数据块的估计。

89、在无线多载波通信系统中的一种装置，包括：

选择模块，从由所述系统内的发射机发射的多个数据流中选择至少一个要进行恢复的数据流；

确定模块，确定在具有预定持续时间的每个超级帧内用于各选中数据流的传输单元，每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带且可用来传输一个数据符号，其中，为各选中数据流有选择性地分配了各超级帧内的传输单元，并且其中，每个选中数据流的码块是在分配给所述选中数据流的传输单元上发送的；

获取模块，从用于所述选中数据流的传输单元中获取每个选中数据流的接收码块，为所述选中数据流而发送的每个码块都对应于一个接收码块；以及

处理模块，处理各选中数据流的各接收码块，以获得相应的解码

---

块，该解码块是为所述选中数据流而发送的数据块的估计。

## 在无线多载波通信系统中复用和传输多个数据流

本申请要求享受 2003 年 9 月 2 日提交的、题为“A Method for Multiplexing and Transmitting Multiple Multimedia Streams to Mobile Terminals over Terrestrial Radio”的美国临时申请 No.60/499741 和 2004 年 4 月 5 日提交的、题为“Multiplexing and Transmission of Multiple Data Streams in a Wireless Multi-Carrier Communication System”的美国临时申请 No.60/559,740 的优先权。

### 发明领域

本发明一般涉及通信，尤其涉及在无线多载波通信系统中复用和传输多个数据流的技术。

### 技术背景

多载波通信系统利用多个载波进行数据传输。这些多载波可通过正交频分复用（OFDM）、其他多载波调制技术或其他构思来提供。OFDM 把整个系统带宽有效地分成多个正交的子带。这些子带也被称为音频带（tone）、载波、子载波、频率段（bin）和频率信道。采用 OFDM，使每个子带与一个相应的子载波相关联，该子载波可用数据进行调制。

多载波系统中的基站可以同时发送广播、多播和/或单播服务的多个数据流。数据流是无线设备有兴趣独立接收的数据的流。广播传输被发送到指定覆盖区内的所有无线设备，多播传输被发送到一组无线设备，单播传输被发送到一个具体无线设备。例如，基站可以通过地面无线链路来广播多媒体（如，电视）节目的多个数据流，以便于由无线设备接收。该系统采用传统的复用和传输方案，如数字视频广播-地面（DVB-T）或综合业务数字广播-地面（ISDB-T）。这种方案首先把待发送的所有数字流复用到一个高速率复合流上，然后处理

(如, 编码、调制和上变频) 该复合流, 从而生成调制信号, 以便于通过无线链路进行广播。

处于该基站覆盖区内的无线设备可能只有兴趣接收该复合流携带的多个数据流中的一个或几个特定数据流。无线设备需要处理(如, 下变频、解调和解码) 收到的信号, 从而获得高速率解码数据流, 然后将该流解复用, 从而获得感兴趣的一个或几个特定数据流。对于始终通电的接收机单元而言, 如家庭中使用的接收机单元, 这类处理可能不是问题。但是, 很多无线设备是便携式的, 故由内置的电池来供电。仅仅为了恢复感兴趣的一个或几个特定数据流而对该高速率复合流进行解调和解码会消耗大量的电力。这可能会极大地缩短无线设备的“通电”时间, 所以不是人们所期望的。

因此, 本领域中需要在多载波系统中发送多个数据流以便于在耗电极少的情况下由无线设备接收它们的技术。

## 发明内容

本申请公开了用于复用和传输多个数据流的技术, 其有利于由无线设备省电和稳健地接收单独的数据流。基于为每个数据流选择的编码和调制方案(如, 外部码、内部码和调制方案), 独立地处理该数据流, 从而生成相应的数据符号流。这样, 这些数据流就能够单独地由无线设备来恢复。还为每个数据流分配特定量的资源, 以传输该数据流。所分配的资源用时间-频率平面上的“传输单元”来表示, 其中, 每个传输单元对应于一个符号周期内的一个子带, 且可用于传输一个数据符号。将每个数据流的数据符号直接映射到分配给该流的传输单元上。这使得无线设备能够独立地恢复各数据流, 而不必处理同时传输的其他数据流。

在一个实施例中, 多个数据流的传输发生在“超级帧”内, 每个超级帧都具有预定的持续时间(例如, 量级为一秒或数秒)。每个超级帧进一步分为多个(如, 两个、四个或其他数量)帧。对于每个数据流, 处理每个数据块(如, 进行外部编码), 从而生成一个相应的码块。将每个码块划分成多个子块, 并且, 进一步处理每个子块(如,

内部编码和调制), 从而生成调制符号的相应子块。每个码块在一个超级帧内进行发送, 该码块的多个子块在该超级帧的多个帧内发送, 每帧内发送一个子块。将每个码块划分成多个子块, 通过多个帧发送这些子块, 并且, 对该码块的子块使用块编码, 从而在慢时变衰落信道中提供强健的接收性能。

在每个超级帧内, 可以为每个数据流“分配(allocate)”可变数量的传输单元, 这取决于该流在该帧内的负载、该帧内传输单元的可用性以及其他因素。使用的指配方案, 还为每个数据流“指配(assign)”各超级帧内的特定传输单元, 该指配方案试图: (1) 将所有数据流的传输单元尽可能高效地封包, (2) 降低每个数据流的传输时间, (3) 提供足够的时间分集, (4) 降低用于表示分配给各数据流的特定数据单元的信令量。数据流的各种参数的开销信令(如, 每个数据流所用的编码和调制方案, 指配给每个数据流的特定传输单元, 等)可以在各超级帧之前发送, 也可以嵌入各数据流的数据负载中。这样, 无线设备就能够确定在即将来临的超级帧内的每个预期数据流的时间-频率位置。只有发送预期数据流时, 无线设备才能够使用嵌入的开销信令通电, 从而降低功耗。

下面进一步详细地描述本发明的各个方面和实施例。

## 附图简述

通过下面结合附图的详细描述, 本发明的特色和本质将变得更加显而易见, 在所有附图中, 相同的标记表示相同的部件, 其中:

图 1 示出了一个无线多载波系统;

图 2 给出了一个示例性的超级帧结构;

图 3A 和 3B 分别示出了一个数据块和多个数据块在一个超级帧内的物理层信道(PLC)上的传输;

图 4 示出了时间-频率平面中的帧结构;

图 5A 示出了突发式的 TDM(时分复用)方案;

图 5B 示出了循环式的 TDM 方案;

图 5C 示出了突发式的 TDM/FDM(频分复用)方案;

图 6 示出了交错式的子带结构；

图 7A 示出了以矩形图方式把时隙指配给 PLC；

图 7B 示出了以之字形图方式把时隙指配给 PLC；

图 7C 示出了以矩形图方式把时隙指配给两个联合 PLC；

图 8 示出了采用外部编码对数据块进行编码；

图 9A 和 9B 分别示出了使用一个子带组和最大允许数量的子带组指配用于一个数据块的时隙；

图 9C 示出了用于六个数据块的时隙指配；

图 9D 和 9E 分别示出了采用水平和垂直堆叠的矩形图把时隙指配给两个联合 PLC；

图 10 示出了用于广播多个数据流的过程；

图 11 示出了基站的框图；

图 12 示出了无线设备的框图；

图 13 示出了基站中的发送（TX）数据流处理器、信道化器和 OFDM 调制器的框图；以及

图 14 示出了用于一个数据流的数据流处理器的框图。

### 具体实施方式

这里使用的“示例性的”一词意味着“用作例子、例证或说明”。这里被描述为“示例性”的任何实施例或设计不应被解释为比其他实施例或设计更优选或更具优势。

这里描述的复用和传输技术可用于各种无线多载波通信系统。这些技术也可用于广播、多播和单播服务。为清楚起见，结合一个示例性的多载波广播系统来描述这些技术。

图 1 示出了一个无线多载波广播系统 100。系统 100 包括分布于该系统内的多个基站 110。基站通常是固定站，也可被称为接入点、发射机或其他术语。相邻的基站可以广播相同或不同的内容。无线设备 120 位于系统的覆盖区域内。无线设备可以是固定的或移动的，也可被称为用户终端、移动站、用户设备或其他术语。无线设备也可以是便携式单元，如蜂窝电话、手持设备、无线模块、个人数字助理

(PDA) 等。

每个基站 110 可以向位于其覆盖范围内的无线设备同时广播多个数据流。这些数据流可以是多媒体内容，如视频、音频、图文电视、数据、视频/音频剪辑等。例如，单个多媒体（如，电视）节目可以在三个用于视频、音频和数据的独立数据流中发送。单个多媒体节目也可以具有多个音频数据流，例如，用于不同语言。为简单起见，各数据流在独立的物理层信道（PLC）上发送。因此，数据流和 PLC 之间存在一一对应的关系。PLC 也可被称为数据信道、业务信道或其他术语。

图 2 示出了可用于广播系统 100 的一个示例性超级帧的结构。数据传输的发生单位是超级帧 210。每个超级帧具有预定的持续时间，可以基于各种因素，如数据流的预期统计复用、时间分集的预期量、数据流的获取时间、无线设备的缓冲要求等，选择持续时间。较大的超级帧尺寸可以提供较大的时间分集和传输数据流的更好统计复用，从而在基站中降低各数据流所需的缓冲。但是，较大的超级帧尺寸也会导致新数据流的较长获取时间（例如，在开机时或当在数据流之间进行切换时），需要无线设备中的较大缓冲器，并且，解码延时或延迟也较长。大约 1 秒的超级帧尺寸可以在上述各因素之间取得良好的折衷。但是，也可以使用其他超级帧尺寸（例如，四分之一秒、二分之一秒、两秒或四秒）。每个超级帧被进一步分为多个相等尺寸的帧 220。对于图 2 所示的实施例，每个超级帧分为四个帧。

基于为每个 PLC 选择的编码和调制方案，对该 PLC 的数据流进行编码和调制。通常，编码和调制方案包括对数据流执行的所有不同类型的编码和调制。例如，编码和调制方案可以包括特定的编码方案和特定的调制方案。编码方案可以包括差错检测编码（如，循环冗余码校验（CRC））、前向纠错编码等或其组合。编码方案还可以指明基础码的特定码率。在下面描述一个实施例中，每个 PLC 的数据流用包括外部码和内部码的链接码（concatenated code）进行编码，并且，还基于调制方案进行调制。这里所用的“模式”指的是内部码率和调制方案的组合。

图 3A 示出了数据块在一个超级帧内的 PLC 上的传输。要在 PLC 上传输的数据流以数据块方式进行处理。每个数据块包含特定数量的信息比特，且先用外部码进行编码，以获得相应的码块。每个码块分成四个子块，每个子块内的比特进一步使用内部码进行编码，然后基于为该 PLC 选择的模式，映射成调制符号。然后，调制符号的四个子块在一个超级帧的四个帧内发送，每个帧内发送一个子块。各码块在四个帧内发送，可以在慢时变衰落信道中提供时间分集和强健的接收性能。

图 3B 示出了多个 ( $N_{bl}$ ) 数据块在一个超级帧内的 PLC 上的传输。用外部码对这  $N_{bl}$  个数据块中的每一个数据块单独进行编码，从而获得相应的码块。每个码块进一步分为四个子块，基于为该 PLC 选择的模式，对这些子块进行内部编码和调制，然后在一个超级帧的四个帧内将其发送。对于每个帧，这  $N_{bl}$  个码块的  $N_{bl}$  个子块在已经分配给该 PLC 的帧的一部分中传输。

各数据块可采用不同的方式进行编码和调制。下面描述一个示例性的链接编码方案。为了简化向 PLC 分配和指配资源，每个码块可分为四个相等尺寸的子块，然后在一个超级帧内的四个帧的相同部分或位置中进行发送。在这种情况下，把超级帧分配给这些 PLC 等效于把帧分配给 PLC。因此，在每个超级帧内，可以把资源分配给这些 PLC 一次。

可以连续或不连续地发送每个 PLC，这取决于该 PLC 所携带的数据流的特性。因此，可以或可以不在任何给定超级帧内发送一个 PLC。对于每个超级帧而言，“活动”PLC 是在该超级帧内发送的 PLC。每个活动 PLC 在该超级帧内可以携带一个或多个数据块。

回到图 2 中，每个超级帧 210 前面有导频和开销片段 230。在一个实施例中，片段 230 包括：(1) 一个或多个导频 OFDM 符号，由无线设备用来进行帧同步、频率获取、时机获取、信道估计等；(2) 一个或多个开销 OFDM 符号，用于携带关联（如，后面紧接的）超级帧的开销信令信息。例如，开销信息表示在关联超级帧内发送的特定 PLC、用来发送各 PLC 的数据块的超级帧的特定部分、用于各 PLC

的外部码率和模式等。开销 OFDM 符号携带了在该超级帧内发送的所有 PLC 的开销信令。导频和开销信息以时分复用 (TDM) 方式发送,这使得无线设备能够用最小的通电时间来处理该片段。此外,与下一超级帧内的各 PLC 传输相关的开销信息可以嵌入当前超级帧内一个 PLC 的发送数据块中。嵌入的开销信息使得无线设备能够恢复下一超级帧内的 PLC 传输,而不必检查该超级帧内发送的开销 OFDM 符号。这样,无线设备就可以先使用开销 OFDM 符号来确定各预期数据流的时间-频率位置,然后可以仅在使用嵌入的开销信令发送预期数据流的时间内开机。这些信令技术可以明显降低功耗,并使无线设备使用标准电池能够接收内容。由于各 PLC 所用的外部码率和模式通常不是基于超级帧而改变的,所以,外部码率和模式可以在单独的控制信道上发送,而不必在每个超级帧内发送。

图 2 示出了一个具体的超级帧结构。通常,一个超级帧可以具有任何持续时间,并且可以分为任何数量的帧。导频和开销信息也可以通过不同于图 2 所示的方式而发送。例如,可以使用频分复用(FDM),在专用子带上发送开销信息。

图 4 示出了一个帧在时间-频率平面上的结构。横轴表示时间,而纵轴表示频率。每个帧都具有预定的持续时间,其单位是 OFDM 符号周期单位(或简言之,符号周期)。每个 OFDM 符号周期是发送一个 OFDM 符号的持续时间(下面将对此进行描述)。每帧内符号周期的具体数量( $N_{\text{spf}}$ )取决于帧持续时间和符号周期持续时间,而符号周期持续时间取决于各种参数,如总系统带宽、子带的总数量( $N_{\text{tsb}}$ )和循环前缀长度(将在下面描述)。在一个实施例中,每帧的持续时间为 297 个符号周期( $N_{\text{spf}} = 297$ )。每帧还覆盖标号为 1 至  $N_{\text{tsb}}$  的总共  $N_{\text{tsb}}$  个子带。

采用 OFDM,一个调制符号可以在每个符号周期内的每个子带(即每个传输单元)上发送。在这总共  $N_{\text{tsb}}$  个子带中, $N_{\text{dsb}}$  个子带可用于数据传输,故被称为“数据”子带, $N_{\text{psb}}$  个子带可用于导频传输,故被称为“导频”子带,剩余的  $N_{\text{gsb}}$  个子带可用作“保护”子带(即,不用于数据或导频传输),其中  $N_{\text{tsb}} = N_{\text{dsb}} + N_{\text{psb}} + N_{\text{gsb}}$ 。“可用”子带的

数量等于数据和导频子带的数量，即  $N_{usb} = N_{dsb} + N_{psb}$ 。在一个实施例中，广播系统 100 使用总共 4096 个子带 ( $N_{tsb} = 4096$ ) 的 OFDM 结构，3500 个数据子带 ( $N_{dsb} = 3500$ )，500 个导频子带 ( $N_{psb} = 500$ )，96 个保护子带 ( $N_{gsb} = 96$ )。也可以使用具有不同数量的数据、导频、可用和总子带的其他 OFDM 结构。在每个 OFDM 符号周期内，在  $N_{dsb}$  个子带上可以发送  $N_{dsb}$  个数据符号，在  $N_{psb}$  个子带上可以发送  $N_{psb}$  个导频符号，在  $N_{gsb}$  个子带上可发送  $N_{gsb}$  个保护符号。这里使用的“数据符号”是数据的调制符号，“导频符号”是导频的调制符号，“保护符号”是零值信号。导频符号是无线设备先验得知的。每个 OFDM 符号内的  $N_{dsb}$  个数据符号可以针对一个或多个 PLC。

通常，在每个超级帧内可以发送任何数量的 PLC。对于一个给定的超级帧，每个活动 PLC 可以携带一个或多个数据块。在一个实施例中，一个具体模式和一个具体外部码率用于每个活动 PLC，该 PLC 的所有数据块根据该外部码率和模式进行编码和调制，从而分别生成相应的码块和调制符号的子块。在另一实施例中，每个数据块可根据具体的外部码率和模式进行编码和调制，以分别生成相应的码块和调制符号的子块。在任何情况下，每个码块包含特定数量的数据符号，这取决于该码块所用的模式。

为给定超级帧内的各活动 PLC 分配特定量的资源，以便于在该超级帧内发送该 PLC。分配给各活动 PLC 的资源量取决于：(1) 在该超级帧内的该 PLC 上发送的码块的数量；(2) 各码块内数据符号的数量；(3) 在其他 PLC 上发送的码块的数量，以及每个码块内的数据符号的数量。资源的分配形式可以很多。下面描述两种示例性的分配方案。

图 5A 示出了突发式的 TDM (时分复用) 方案。对于该方案，为每个活动 PLC 分配一个或多个 OFDM 符号周期内的所有  $N_{dsb}$  个数据子带。在图 5A 所示的例子中，为 PLC 1 分配符号周期 2 至 3 中的所有数据子带，为 PLC 2 分配符号周期 4 和 5 中的所有数据子带，为 PLC 3 分配符号周期 6 至 9 中的所有数据子带。对于该方案，每个 OFDM 符号包含仅用于 1 个 PLC 的数据符号。不同 PLC 的 OFDM 符

号突发在一个帧内是时分复用的。

如果把连续 OFDM 符号指配给各活动 PLC，则突发式 TDM 可以降低 PLC 的传输时间。但是，对于各 PLC 而言，短的传输时间也会降低时间分集。因为把整个 OFDM 符号分配给了一个 PLC，所以，每个帧的资源分配粒度（即，可分配给一个 PLC 的最小单位）是一个 OFDM 符号。可以在一个 OFDM 符号中发送的信息比特的数量取决于处理这些信息比特所用的模式。对于突发式 TDM 方案，分配粒度取决于模式。对于在每个数据符号内能够携带更多信息比特的较高阶模式而言，粒度也较大。通常，较大的粒度对“封包”效率产生不利的影响，这指的是实际用于携带数据的帧的比例。如果活动 PLC 不需要整个 OFDM 符号的数据携带能力，则浪费了过剩的能力，降低了封闭效率。

图 5B 示出了循环式的 TDM 分配方案。对于该方案，把该超级帧内的活动 PLC 设置到  $L$  个组中，其中  $L > 1$ 。还将一个帧分为  $L$  个片段，把每个 PLC 组指配到该帧的相应片段中。对于每个组，循环经过该组中的 PLC，为每个 PLC 分配该指配片段中一个或多个 OFDM 符号周期内的所有  $N_{\text{dsb}}$  个数据子带。对于图 5B 所示的例子，为 PLC 1 分配符号周期 1 内的所有数据子带，为 PLC 2 分配符号周期 2 内的所有数据子带，为 PLC 3 分配符号周期 3 内的所有数据子带，为 PLC 1 分配符号周期 4 内的所有数据子带，等等。与突发式 TDM 相比，循环式 TDM 方案可以提高时间分集，降低接收机缓冲需求和峰值解码速率，但会增加接收机接收给定 PLC 的通电时间。

图 5C 示出了突发式 TDM/FDM（频分复用）方案。对于该方案，为每个活动 PLC 分配一个或多个符号周期内的一个或多个数据子带。对于图 5C 所示的例子，为 PLC 1 分配符号周期 1 至 8 的数据子带 1 至 3，为 PLC 2 分配符号周期 1 至 8 的数据子带 4 和 5，为 PLC 3 分配符号周期 1 至 8 的数据子带 6 至 9。对于突发式 TDM/FDM 方案，每个 OFDM 符号可能包含多个 PLC 的数据符号。不同 PLC 的数据符号突发在一帧内是时分复用和频分复用的。

由于每个 PLC 的负载可以分布于时间和频率中，所以，突发式

TDM/FDM 方案会提高 PLC 的传输时间。但是,这也会提高时间分集。通过为各 PLC 分配较多的子带,可以降低该 PLC 的传输时间。对于突发式 TDM/FDM 方案而言,可以基于封包效率和开销信令之间的折衷,选择资源分配的粒度。通常而言,粒度越小,封包效率越高,但也需要更多的开销信令来指示分配给各 PLC 的资源。对于较大粒度,则情况通常相反。下面的描述假设使用突发式 TDM/FDM 方案。

在一个实施例中, $N_{usb}$  个可用子带被分为  $N_{gr}$  组可用子带。这  $N_{gr}$  组中的一组可能包含导频子带。对于剩余的组,一个组中的数据子带数量确定资源分配的粒度。可以采用不同的方式,把这  $N_{usb}$  个可用子带设置到  $N_{gr}$  组中。在一种子带分组方案中,每个组包含  $N_{spg}$  个连续可用子带,其中  $N_{usb} = N_{gr} \cdot N_{spg}$ 。在另一种子带分组方案中,每个组包含  $N_{spg}$  个可用子带,后者伪随机地分布在这  $N_{usb}$  个可用子带中。在另一子带分组方案中,每个组包含  $N_{spg}$  个可用子带,后者在这  $N_{usb}$  个可用子带中均匀地间隔开来。

图 6 示出了可用于突发式 TDM/FDM 方案的交错式子带结构 600。 $N_{usb}$  个可用子带被设置在  $N_{gr}$  个不相交组中,后者被标为子带组 1 至  $N_{gr}$ 。这  $N_{gr}$  个子带组不相交,因为这  $N_{usb}$  个可用子带中的每一个都仅属于一个组。每个子带组包含  $N_{spg}$  个可用子带,这  $N_{spg}$  个可用子带均匀地分布在这  $N_{usb}$  个可用子带中,所以,该组内连续子带的间隔为  $N_{sp}$  个子带。在一个实施例中,4000 个可用子带 ( $N_{usb} = 4000$ ) 设置在 8 个组 ( $N_{gr} = 8$ ) 中,每组包含 500 个可用子带 ( $N_{spg} = 500$ ),每组的可用子带间隔为 8 个子带 ( $N_{sp} = 8$ )。因此,每个组中的可用子带与其他  $N_{gr}-1$  个组中的可用子带相交错。每个子带组也被称为一个“交错体 (interlace)”。

交错式子带结构提供很多优点。首先,实现了较好的频率分集,因为每个组包括贯穿整个系统带宽的可用子带。第二,无线设备通过执行“部分”(如,512 点)快速傅立叶变换 (FFT),而非完全(例如,4096 点) FFT,就可以恢复在各子带组上发送的数据符号,这可以降低无线设备的功耗。2004 年 2 月 9 日提交的、题为“Subband-Based

Demodulator for an OFDM-based Communication System”的共同转让美国专利申请 No.10/775,719 中描述了执行部分 FFT 的技术。下面的描述假设使用了图 6 所示的交错式子带结构。

在超级帧的基础上，可以为每个 PLC 分配超级帧上的资源。在每个超级帧内分配给每个 PLC 的资源量取决于该 PLC 在该超级帧的负载。PLC 可以携带固定速率的数据流或可变速率的数据流。在一个实施例中，各 PLC 使用相同的模式，即使该 PLC 携带的数据流的数据速率改变。这确保该数据流的覆盖区域保持基本恒定、而与数据速率无关，所以，接收性能不依赖于数据速率。通过改变各超级帧内分配给 PLC 的资源量，处理数据流的可变速率特性。

为每个活动 PLC 分配来自时间-频率平面的资源，如图 4 所示。每个活动 PLC 分到的资源以“传输时隙”（或简称为“时隙”）为单位。一个时隙对应于一组数据子带（例如，500 个），或等效地，一个符号周期内的一组调制符号。每个符号周期内有  $N_{gr}$  个可用时隙，可为其指配时隙标号 1 至  $N_{gr}$ 。基于时隙-交错体映射方案，各可以把时隙标号映射到各符号周期内的一个子带组。一个 FDM 导频可使用一个或多个时隙标号，剩余的时隙标号可用于 PLC。时隙-交错体映射可以使得：用于 FDM 导频的子带组（或交错体）到用于各时隙标号的子带组具有不同的距离。这样，用于 PLC 的所有时隙都能够实现相同的性能。

为各活动 PLC 分配一个超级帧内的至少一个时隙。还为每个活动 PLC 指配该超级帧内的特定时间。该“分配”过程为各活动 PLC 提供资源量，而“指配”过程为各活动 PLC 提供该超级帧内的特定资源。为清楚起见，分配和指配可被视为独立的过程。实际上，分配和指配通常是一起执行的，因为指配会影响分配，反之亦然。在任何情况下，都可以通过取得下列目标的方式来执行指配：

- 1、将每个 PLC 的传输时间最小化，以降低无线设备恢复该 PLC 的通电时间和功耗；
- 2、将每个 PLC 的时间分集最大化，以提供强健的接收性能；
- 3、将每个 PLC 约束在指定的最大比特率内；以及

#### 4、将无线设备的缓冲需求最小化。

最大比特率表示一个 PLC 在每个 OFDM 符号中可发送的信息比特的最大数量。最大比特率通常由无线设备的解码和缓冲能力设定。通过将每个 PLC 限制在最大比特率内，可以确保该 PLC 可由具备规定解码和缓冲能力的无线设备进行恢复。

上面列出的有些目标是相互冲突的。例如，目标 1 和 2 冲突，目标 1 和 4 冲突。资源分配/指配方案试图在冲突的目标之间实现平衡，并可以灵活地设定优先级。

一个超级帧内的各活动 PLC，基于该 PLC 的负载，分到特定数量的时隙。不同的 PLC 可能会分到不同的时隙。可以通过多种方式确定要指配给各活动 PLC 的特定时间隙。下面描述一些示例性的时间隙指配方案。

图 7A 根据第一时间隙指配方案，示出了把时间隙以矩形图方式指配到 PLC。为每个活动 PLC 指配位于二维（2-D）矩形图中的时间隙。该矩形图的大小取决于分配给该 PLC 的时间隙的数量。该矩形图的垂直维度（或高度）取决于各种因素，如最大比特率。该矩形图的水平维度（或宽度）取决于所分配时间隙的数量和垂直维度。

为了将传输时间最小化，在遵循最大比特率的同时，可以为一个活动 PLC 分配尽可能多的子带组。可以在一个 OFDM 符号中发送的最大数量的信息比特可以用不同模式进行编码和调制，以获得不同数量的数据符号，这些数据符号需要不同数量的数据子带以进行传输。可用于各 PLC 的数据子带的最大数量取决于该 PLC 所用的模式。

在一个实施例中，每个活动 PLC 的矩形图包括相邻的子带组（标记相邻）和相邻的符号周期。这种类型的指配降低指定矩形图所需的开销信令的量，还使得这些 PLC 的时间隙指配更紧凑，从而简化一帧内 PLC 的封包。矩形图的频率维度可用起始子带组和该矩形图的子带组总数量来表示。矩形图的时间维度可用起始符号周期和该矩形图的符号周期总数量来表示。因此，每个 PLC 的矩形图可用四个参数来表示。

对于图 7A 所示的例子，把 2x4 矩形图 712 中的 8 个时间隙指配给

PLC 1, 把 4x3 矩形图 714 中的 12 个时隙指配给 PLC 2, 把 1x6 矩形图 716 中的 6 个时隙指配给 PLC 3。可以把该帧中剩余的时隙指配给其他活动 PLC。如图 7A 所示, 不同的活动 PLC 可使用不同的矩形图。为了提高封包效率, 可以为活动 PLC 指配一帧内的时隙, 一次一个 PLC, 其顺序取决于分配给各 PLC 的时隙的数量。例如, 可以先把该帧内的时隙指配给具有最大数量分配时隙的 PLC, 然后指配给具有下一最大数量分配时隙的 PLC, 依此类推, 最后指配给具有最小数量分配时隙的 PLC。也可以基于其他因素来指配时隙, 例如, PLC 的优先级、PLC 之间的关系等。

图 7B 根据第二时隙指配方案, 示出了以“正弦”或“之字形”段的方式将时隙指配 PLC。对于这种方案, 一帧被分为  $N_{st}$  个“条”。每个条至少覆盖一个子带组, 还跨越多个相邻的符号周期, 最高达到一帧内符号周期的最大数量。这  $N_{st}$  个“条”可以包括相同或不同数量的子带组。基于多种因素, 将这些活动 PLC 中的每一个映射到这  $N_{st}$  个“条”中的一个。例如, 为了将传输时间最小化, 可以把每个活动 PLC 映射到具有对于该 PLC 所允许的最大数量子带的条。

为每个条的活动 PLC 指配该条中的时隙。可以按照特定次序, 把时隙指配给 PLC, 例如使用垂直之字形图。该之字形图从低到高子带组标号以及从符号周期 1 至  $N_{spf}$  选择时隙, 一次一个符号周期。对于图 7B 所示的例子, 条 1 包括子带组 1 至 3。为 PLC 1 指配的段 732 包括从符号周期 1 内的子带组 1 到符号周期 4 内的子带组 1 的 10 个时隙。为 PLC 2 指配的段 734 包括从符号周期 4 内的子带组 2 到符号周期 5 内的子带组 2 的 4 个时隙。为 PLC 3 指配的段 736 包括从符号周期 5 内的子带组 3 到符号周期 7 内的子带组 2 的 6 个时隙。条 1 中的其余时隙可指配给映射到该条的其他活动 PLC。

第二时隙指配方案有效地将一个二维 (2-D) 条中的所有时隙映射到一个一维 (1-D) 条上, 然后使用一个维度执行 2-D 时隙指配。为每个活动 PLC 指配该条内的一个段。所指配的段可用两个参数表示: 段的开始 (用开始子带和符号周期表示) 和段的长度。用一个附加的参数表示该 PLC 映射到的特定条。通常, 指配给各活动 PLC 的

段可包括任何数量的时隙。但是，如果段尺寸限于是整数（如 2 或 4）个时隙，则标识所分配的段所需的开销信令较少。

第二时隙指配方案可以很简单地把时隙指配给活动 PLC。此外，每个条可实现紧密的封包，因为可以把该条内的时隙连续地指配给 PLC。可以将这  $N_{st}$  个条的垂直维度定义为匹配该超级帧内所有活动 PLC 的总体情况（profile），从而使得：（1）使用允许用于 PLC 的最大数量的数据子带，发送尽可能多的 PLC；（2）尽可能充分完整地将这  $N_{st}$  个条封包。

图 7A 和 7B 示出了两个示例性的时隙指配方案。这两种方案能够将每个帧内的 PLC 进行高效的封包。这两种方案还减少了表示指配给各活动 PLC 的特定帧所需的开销信令量。也可以使用其他时隙指配方案，但这落入本发明的保护范围。例如，一种时隙指配方案可以把一帧分为多个条，可以把该帧的活动 PLC 映射到可用条，以及，可以给每个条的 PLC 指配该条内的矩形图。这些条可以具有不同的高度（即，不同数量的子带组）。指配给各条的 PLC 的矩形图可以具有和该条一样的高度，但却根据分配给 PLC 的时隙数量而具有不同的宽度（即，不同数量的符号周期）。

为简单起见，图 7A 和 7B 示出了把时隙指配给各 PLC。对于有些服务，无线设备可以把多个 PLC 一起解码，因此这些 PLC 被称为“联合”PLC。例如，如果多个 PLC 用于一个多媒体节目的视频和音频分量并且它们一起被解码以恢复节目，就是这种情况。可以为联合 PLC 分配各超级帧内相同或不同数量的时隙，这取决于它们的负载。为了降低通电时间，可以给联合 PLC 指配连续符号周期内的时隙，从而，无线设备在一帧内不必“醒”多次来接收这些 PLC。

图 7C 示出了基于第一种时隙指配方案把时隙指配给两个联合 PLC 1 和 2。在第一个实施例中，把水平或并排堆叠的矩形图内的时隙指配给联合 PLC。对于图 7C 所示的例子，将  $2 \times 4$  矩形图 752 中的 8 个时隙指配给 PLC 1，将直接位于图 752 右边的  $2 \times 3$  矩形图 754 中的 6 个时隙指配给 PLC 2。该实施例使得各 PLC 尽可能快地被解码，从而降低无线设备的缓冲要求。

在第二个实施例中，为联合 PLC 指配垂直堆叠的矩形图内的时隙。对于图 7C 所示的例子，将 2x4 矩形图 762 中的 8 个时隙指配给 PLC 3，将直接位于图 762 上面的 2x3 矩形图 764 中的 6 个时隙分配给 PLC 4。用于联合 PLC 的子带组总量可以使得：这些联合 PLC 共同遵从最大比特率。对于第二个实施例，无线设备可以把联合 PLC 的接收数据符号存储在不同的缓冲器中，直到它们解码就绪。与第一个实施例相比，第二个实施例可以降低联合 PLC 的通电时间。

通常，可以将任何数量的 PLC 一起解码。联合 PLC 的矩形图可以跨越相同或不同数量的子带组，这由最大比特率约束。矩形图也可以跨越相同或不同数量的符号周期。一些联合 PLC 的矩形图可能是水平堆叠的，而另一些联合 PLC 的矩形图则可能是垂直堆叠的。

也可以为联合 PLC 指配之字形段。在一个实施例中，为要一起进行解码的多个 PLC 指配相同条内的连续段。在另一实施例中，为多个 PLC 指配不同条内的段，并且，这些段在时间上尽可能重叠，从而降低恢复这些 PLC 的通电时间。

通常，每个数据流可采用各种方式进行编码。在一个实施例中，各数据流是采用链接码进行编码的，链接码包括内部码和外部码。外部码可以是块码，如里德-所罗门 (RS) 码或其他码。内部码可以是 Turbo 码（例如，并行链接卷积码 (PCCC) 或串行链接卷积码 (SCCC)）、卷积码、低密度奇偶校验 (LDPC) 码或其他码。

图 8 示出了采用里德-所罗门码的示例性外部编码方案。PLC 的数据流被分为多个数据分组。在一个实施例中，每个数据分组包含预定数量 (L) 的信息比特。作为一个具体例子，每个数据分组可以包含 976 个信息比特。也可以使用其他分组大小和格式。该数据流的数据分组被写入一个存储器的多行中，每行一个分组。将 K 个数据分组写入 K 行之后，逐列地执行块编码，一次一列。在一个实施例中，每列包含 K 个字节（一行一个字节），并且用 (N, K) 里德-所罗门码进行编码，从而生成一个包含 N 个字节的相应码字。该码字的前 K 个字节是数据字节（也被称为系统字节），后面的 N-K 个字节是奇偶字节（可由无线设备用于差错检测）。里德-所罗门编码为每个码字

产生  $N-K$  个奇偶字节，并写入  $K$  行数据之后存储的行  $K+1$  至  $N$  中。一个 RS 块包含  $K$  行数据和  $N-K$  行奇偶。在一个实施例中， $N=16$ ， $K$  是可配置参数，例如  $K \in \{12, 14, 16\}$ 。当  $K=N$  时，里德-所罗门码无效。CRC 值，例如，长度为 16 比特，加入 RS 块的每个数据分组（或行），然后，添加（例如 8 个）零（尾部）比特，从而将内部编码器重新设置到已知状态。然后，用内部码对所得的较长（例如，1000 比特）分组进行编码，从而生成相应的内部编码分组。对于 RS 块的  $N$  行，一个码块包含  $N$  个外部编码分组，其中，每个外部编码分组可能是数据分组或奇偶分组。该码块被分为四个子块，如果  $N=16$ ，则每个子块包含四个外部编码分组。

在一个实施例中，每个数据流可以使用或不使用分层编码来传输，其中，术语“编码”在本文中表示发射机中的信道编码，而非信源编码。一个数据流可以包括两个被称为基本流和增强流的子流。在一个实施例中，基本流可以携带发送给该基站的覆盖区内的所有无线设备的信息。增强流可以携带发送给观测到较好信道状况的无线设备的附加信息。通过分层编码，按照第一种模式对基本流进行编码和调制，以生成第一调制符号流，按照第二种模式对增强流进行编码和调制，以生成第二调制符号流。第一和第二种模式可以相同，也可以不同。然后，将这两个调制符号流进行组合，以获得一个数据符号流。

表 1 示出了该系统可支持的 8 种模式的一个示例性集合。设  $m$  代表模式，其中  $m=1, 2, \dots, 8$ 。每个模式关联于特定的调制方案（例如，QPSK 或 16-QAM）和特定的内部码率  $R_{in}(m)$ （如  $1/3$ 、 $1/2$  或  $2/3$ ）。前五种模式只用于对基本流进行“常规”编码，后三种模式用于对基本流和增强流进行分层编码。为简单起见，对于各分层编码模式，基本流和增强流采用相同的调制方案和内部码率。

表 1

| 模式 $m$ | 调制方案 | 内部码率<br>$R_{in}(m)$ | 每个分组的时<br>隙数 $N_{spp}(m)$ | 每个子块的时<br>隙数 $N_{sps}(m)$ |
|--------|------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1      | QPSK | $1/3$               | 3                         | 12                        |
| 2      | QPSK | $1/2$               | 2                         | 8                         |

|   |            |     |      |    |
|---|------------|-----|------|----|
| 3 | 16-QAM     | 1/3 | 1.5  | 6  |
| 4 | 16-QAM     | 1/2 | 1    | 4  |
| 5 | 16-QAM     | 2/3 | 0.75 | 3  |
| 6 | QPSK/ QPSK | 1/3 | 3    | 12 |
| 7 | QPSK/ QPSK | 1/2 | 2    | 8  |
| 8 | QPSK/ QPSK | 2/3 | 1.5  | 6  |

表 1 还示出了每种模式的各种传输参数。表 1 的第四列表示对于每种模式发送一个分组所需的时隙的数量，其假设一个分组大小约为 1000 个信息比特并且每个时隙有 500 个数据子带。第五列表示对于每种模式发送四个分组的一个子块所需的时隙的数量。对于所有模式而言，可用于一个 PLC 的子带组数量不同。使用更多子带组可以缩短传输时间，但提供的时间分集较少。

作为模式 1 的一个例子，可以对具有  $K$  个数据分组的一个数据块进行编码，以生成 16 个编码分组。每个数据分组包含 1000 个信息比特。因为模式 1 使用码率  $R_m(1)=1/3$ ，所以每个编码分组包含 3000 个代码比特，故可以使用 QPSK 在 1500 个数据子带（或三个子带组）上传输，QPSK 在每个数据符号内可携带两个编码比特。每个子块的 4 个编码分组可以在 12 个时隙中发送。每个子块可以在例如维度为  $4 \times 3$ 、 $3 \times 4$ 、 $2 \times 6$  或  $1 \times 12$  的矩形图中发送，其中，维度  $P \times Q$  的第一个值  $P$  是子带组的数量，而第二个值  $Q$  是矩形图的符号周期的数量。

表 1 示出了一种示例性的设计，它给出的各种参数可以影响子带分配和指配。通常，系统可以支持任何数量的模式，并且，每种模式可以对应于一种不同的编码和调制方案。例如，每种模式可以对应于调制方案和内部码率的不同组合。为了简化无线设备的设计，系统可以利用单个内部码（例如，基本码率为  $1/3$  或  $1/5$ ），并且，通过打孔或删除内部码生成的一些编码比特，可以实现不同的码率。但是，系统也可以使用多个内部码。各模式的子带组的最大允许数量可以不同，且可能基于最大比特率。

通常，在每个超级帧的一个活动 PLC 上可以发送一个或多个数

据块。在每个超级帧内发送的数据块的数量取决于在该 PLC 上发送的数据流的数据速率。要分配给每帧内 PLC 的时隙的数量 ( $N_{\text{slot}}$ ) 等于在该超级帧内 PLC 上发送的数据块的数量 ( $N_{\text{bl}}$ ) 乘以一个子块所需的时隙的数量, 即  $N_{\text{slot}} = N_{\text{bl}} \cdot N_{\text{sps}}(m)$ , 其中  $N_{\text{sps}}(m)$  取决于该 PLC 所用的模式。如果 PLC 在一个超级帧内携带很大数量的数据块 (高速率数据流), 那么, 为了使该 PLC 的传输时间最小化, 最好使用尽可能多的子带组。例如, 如果 PLC 在一个超级帧内携带 16 个数据块, 那么, 采用模式 1 的每帧传输时间, 使用一个子带组, 是  $192 = 16 \cdot 12$  个符号周期 (是帧持续时间的 65%), 使用四个子带组 (是帧持续时间的 16.25%), 仅仅是  $48 = 192/4$  个符号周期。因此, 通过使用较多的子带组, 可以明显缩短 PLC 的传输时间。

图 9A 示出了使用一个子带组把一个超级帧内的时隙分配给一个码块 ( $N_{\text{bl}}=1$ ), 这等价于把一个帧内的时隙分配给一个子块。对于上述实施例而言, 每个子块包含四个在图 9A 中被标为 1、2、3 和 4 的分组。对于表 1 的模式 1 至 5 而言, 每个分组在不同数量的时隙内传输。一个子块的四个分组 1 至 4 可以在一个子带组上传输: 对于模式 1 而言, 是在 12 个符号周期内; 对于模式 2 而言, 是在 8 个符号周期内; 对于模式 3 而言, 是在 6 个符号周期内; 对于模式 4 而言, 是在 4 个符号周期内; 对于模式 5 而言, 是在 3 个符号周期内。对于模式 3 和模式 5 而言, 两个分组可以共享相同的时隙。一旦收到整个分组, 就可以对该分组进行解码。

图 9B 示出了对于模式 1、2、3、4 和 5 分别使用 4、4、3、2 和 1 个子带组, 把一个超级帧内的时隙分配给一个码块 ( $N_{\text{bl}}=1$ )。可以发送一个子带内的四个分组: 对于模式 1 而言, 是在一个  $4 \times 3$  矩形图 932 内; 对于模式 2 而言, 是在一个  $4 \times 2$  矩形图 934 内; 对于模式 3 而言, 是在一个  $3 \times 2$  矩形图 936 内; 对于模式 4 而言, 是在一个  $2 \times 2$  矩形图 938 内; 对于模式 5 而言, 是在一个  $1 \times 4$  矩形图 940 内。

在一个实施例中, 一个子块内的四个分组在矩形图内的垂直之字形图 942 中传输, 如图 9B 所示。该实施例可以降低缓冲需求, 因为各分组在尽可能少的符号周期内传输, 并且, 在任一给定符号周期内,

只有一个部分分组。在另一实施例中，四个分组在水平之字形图 944 中传输。该实施例提供更多的时间分集，因为各分组在尽可能多的符号周期内传输。但是，最大比特率会限制可用子带组的数量，或者，可能需要附加的缓冲，因为，使用水平之字形图，在相同符号周期内最多可完整地接收到两个分组。

图 9C 示出了使用四个子带组把一个超级帧内的时隙分配给六个码块 ( $N_{bl}=6$ )。在该例子中，PLC 采用模式 2，每个分组在两个时隙内发送，对于这 6 个码块，在每个帧内发送 24 个分组，并且，对于各帧，为 PLC 分配 4x12 矩形图 952 中的 48 个时隙。在矩形图 952 中，这 24 个分组可以通过各种方式发送。

在第一实施例中，图 9C 所示，循环经过六个码块，在矩形图中发送这些分组。对于经过这 6 个码块的每个循环，从每个码块中选择一个分组，于是，这六个码块的六个分组用垂直之字形图发送。这些码块的六个分组 1 在盒 954a 中发送，这些码块的六个分组 2 在盒 954b 中发送，这些码块的六个分组 3 在盒 954c 中发送，这些码块的六个分组 4 在盒 954d 中发送。在图 9C 中，第  $i$  个码块的第  $j$  个分组被表示成  $B_iP_j$ 。

第一个实施例在各码块内提供更多的时间分集，因为该码块的四个分组是在更多符号周期内发送的。在一个符号周期内发送的分组很可能受到关联删除信息 (erasure) 的影响。例如，一个符号周期内的深衰落可能会导致该符号周期内发送的所有分组的解码出错。通过在相同的符号周期内发送来自不同码块的分组，关联的 (分组) 删除信息将会分布于多个码块中。这增强了块解码器对这些删除信息的校正能力。第一个实施例还将每个码块的四个分组在时间上尽可能远地间隔开来，这提高了码块内的时间分集。例如，码块 1 的四个分组在符号周期 1、4、7、10 内发送，且间隔 3 个符号周期。第一个实施例还降低缓冲需求，因为每个分组是在尽可能少的符号周期内发送的。

在图中没有显示的第二个实施例中，循环经过  $N_{bl}$  个码块选择分组，这与第一个实施例类似，但是，对于每次循环， $N_{bl}$  个分组使用盒 954 内的水平之字形图发送。该实施例可以在每个分组内提供更多

的时间分集。在第三个实施例中，先发送一个码块的四个分组，再发送另一码块的四个分组，依此类推。该实施例能够及早地恢复一些码块。因此，多个码块可以通过不同方式在 PLC 上发送。

如上所述，可以将多个 PLC 一起解码。每个联合 PLC 都可以根据 PLC 上正在发送的数据流的数据速率，在一个超级帧内携带任何数量的码块。联合 PLC 所用的子带组的总量可由最大比特率进行限制。

图 9D 示出了使用水平堆叠的矩形图把一个超级帧的时隙分配给两个联合 PLC。在该例子中，PLC 1 使用模式 4 携带两个码块（例如，对于一个视频流），于是，在每帧的 8 个时隙内发送 8 个分组。PLC 2 使用模式 2 携带一个码块（例如，对于一个音频流），于是，在每帧的 8 个时隙内发送 4 个分组。循环经过这两个码块并使用垂直之字形图，在  $2 \times 4$  矩形图 962 中发送 PLC 1 的 8 个分组，如图 9C 所示。使用垂直之字形图，在  $2 \times 4$  矩形图 964 中发送 PLC 2 的四个分组。图形 964 堆叠在图像 962 的右边。

图 9E 示出了使用垂直堆叠的矩形图，把一个超级帧的时隙分配给两个联合 PLC。循环经过这两个码块并使用垂直之字形图，在  $1 \times 8$  矩形图 972 中发送 PLC 1 的 8 个分组，但只使用一个子带组。使用垂直之字形图，在  $2 \times 4$  矩形图 974 中发送 PLC 2 的四个分组。图形 974 堆叠在图像 972 的上边。PLC 1 使用  $1 \times 8$  矩形图确保每个符号周期内仅仅发送两个分组，这可能是由最高比特率施加的限制。如果最大比特率允许的话，PLC 1 可使用一个  $2 \times 4$  矩形图，从而降低 PLC 1 和 2 的总传输时间。

图 9D 和 9E 所示的例子可以扩展到覆盖任何数量的联合 PLC、每个 PLC 的任何数量的码块和每个 PLC 的任何模式。可以为联合 PLC 指配时隙，从而在符合最大比特率同时使这些 PLC 的总传输时间得以最小化。

对于图 8 所示的外部编码方案，每个码块的前 K 个分组是数据，后 N-K 个分组是奇偶比特。因为每个分组都包括一个 CRC 值，所以，通过使用收到的分组的信息比特来重新计算 CRC 值以及将重新计算

出来的 CRC 值与收到的 CRC 值进行比较,无线设备就可以判断每个分组的解码是正确还是出错。对于每个码块,如果前  $K$  个分组被正确解码,则无线设备不必再处理后面的  $N-K$  个分组。例如,如果  $N=16$ 、 $K=12$  且一个码块的最后四个分组是在第四个帧内发送的,那么,如果前三个帧内发送的 12 个数据分组被正确解码的话,无线设备不必在最后一个帧内唤醒。此外,由里德-所罗门解码器可以校正最多  $N-K$  个不正确(内部)解码的分组的任意组合。

为清楚起见,上面的描述基于包括外部码和内部码的链接编码方案且针对图 1 中给出的参数。其他编码方案也可用于该系统。此外,该系统可以使用相同或不同的参数。使用这里描述的技术和根据适用于该系统的具体编码方案和参数,可以执行子带分配和指配。

图 10 的流程图示出了使用这里描述的复用和传输技术来广播多个数据流的过程 1000。对于每个超级帧,可以执行过程 1000。

首先,识别当前超级帧的活动 PLC(框 1012)。对于每个活动 PLC,根据为该 PLC 选择的外部码(和速率),处理至少一个数据块,从而获得至少一个码块,每个数据块对应于一个码块(框 1014)。基于当前超级帧内每个活动 PLC 的负载,为该活动 PLC 分配特定数量的传输单元(框 1016)。通常,可以采用任何等级的粒度,把当前超级帧内的传输单元分配给活动 PLC。例如,可以把传输单元以时隙方式分配给活动 PLC,每个时隙包含 500 个传输单元。然后,把当前超级帧的各帧内的特定传输单元指配给各活动 PLC(框 1018)。框 1016 确定分配给各活动 PLC 的资源数量。框 1018 为各活动 PLC 提供特定资源分配,并且可以基于一种指配方案而执行。例如,对于框 1018,可以使用指配矩形图的方案或指配条内之字形段的方案。传输单元的分配和指配方案也可以一起执行,因为分配可能依赖于指配达到的封装效率。

将每个活动 PLC 的每个码块分为多个子块,每帧内一个子块(框 1020)。将每个子块内的每个分组通过内部码进行编码,并将其映射为调制符号(框 1022)。用于每个 PLC 的内部码率和调制方案是由为该 PLC 选择的模式确定的。然后,在当前超级帧的多个帧内发送每

个码块的多个子块，以实现时间分集。对于当前超级帧的每个帧，把在该帧内发送的每个活动 PLC 的子块中的数据符号映射到分配给该 PLC 的传输单元上（框 1024）。然后，使用（1）所有活动 PLC 的复用数据符号和（2）导频、开销和保护符号形成一个复合符号流（框 1026）。进一步处理（如，OFDM 调制和修整）该复合符号流，并将其广播到该系统内的无线设备。

这里描述的复用和传输技术使得在每个超级帧内发送的多个数据流能够被无线设备独立地恢复出来。通过以下方式，可以恢复出给定的感兴趣数据流：（1）对所有子带或该数据流所用的子带执行 OFDM 解调；（2）对该数据流的检测数据符号进行解复用；（3）对该数据流的检测数据符号进行解码。为了接收预期的数据流，不必全部或部分地对其他数据流进行解码。根据选用的分配和指配方案，无线设备可以对另一数据流执行部分解调和/或部分解码，从而恢复出感兴趣的数据流。例如，如果多个数据流共享相同的 OFDM 符号，则选中数据流的解调会导致未选中数据流的部分解调。

图 11 示出了基站 110x 的框图，基站 110x 是系统 100 内的一个基站。在基站 110x 中，发送（TX）数据处理器 1110 从一个或多个数据源 1108，例如，用于不同服务的多个数据源，接收多（ $N_{plc}$ ）个数据流（表示为 $\{d_1\}$ 至 $\{d_{N_{plc}}\}$ ），其中，每种服务可以承载在一个或多个 PLC 中。TX 数据处理器 1110 根据为各数据流选择的模式，处理该数据流，从而生成相应的数据符号流，并把  $N_{plc}$  个数据符号流（表示为 $\{s_1\}$ 至 $\{s_{N_{plc}}\}$ ）提供给符号复用器（Mux）/信道化器 1120。TX 数据处理器 1110 还从控制器 1140 接收开销数据（表示为 $\{d_o\}$ ），根据开销数据所用的模式处理该开销数据，并把开销符号流（表示为 $\{s_o\}$ ）提供给信道化器（Channelizer）1120。开销符号是开销数据的调制符号。

信道化器 1120 把这  $N_{plc}$  个数据符号流中的数据符号复用到它们的指配传输单元上。信道化器 1120 还在导频子带上提供导频符号，

以及，在保护子带上提供保护符号。信道化器 1120 还把每个超级帧之前的导频和开销部分中的导频符号和开销符号进行复用（参见图 2）。信道化器 1120 提供一个复合符号流（表示为 $\{s_c\}$ ），该复合符号流在合适的子带和符号周期上携带数据、开销、导频和保护符号。OFDM 调制器 1130 对该复合符号流执行 OFDM 调制，然后把 OFDM 符号流提供给发射机单元（TMTR）1132。发射机单元 1132 修整（如，转换成模拟、滤波、放大和上变频）OFDM 符号流，并生成调制信号，然后从天线 1134 将其发送出去。

图 12 示出了无线设备 120x 的框图，无线设备 120x 是系统 100 内的一个无线设备。在无线设备 120x 中，天线 1212 接收由基站 110x 发送的调制信号，并将收到的信号提供给接收机单元（RCVR）1214。接收机单元 1214 修整、数字化和处理收到的信号，并将采样流提供给 OFDM 解调器 1220。OFDM 解调器 1220 对采样流执行 OFDM 解调，以及，（1）把收到的导频符号提供给信道估计器 1222，（2）把收到的数据符号和收到的开销符号提供给检测器 1230。信道估计器 1222 基于收到的导频符号，获得基站 110x 和无线设备 120x 之间的无线链路的信道响应估计。检测器 1230 利用该信道响应估计，检测（如，量化或匹配滤波）收到的数据和开销符号。检测器 1230 向符号解复用器（Demux）/解信道化器 1240 提供“检测”数据和开销符号，“检测”数据和开销符号分别是所发送的数据和开销符号的估计。检测数据/开销符号可以通过用于形成数据/开销符号的编码比特的对数似然比（LLR）来表示，或通过其他表示方式。信道估计器 1222 也可以向 OFDM 解调器 1220 提供时间和频率信息。

控制器 1260 获得一个或多个要恢复的具体数据流/PLC 的指示（如，用户选择）。然后，控制器 1260 确定每个选中 PLC 的资源分配和指配。如果无线设备 120x 是第一次（例如，初次获取）获取该信号，则从由接收（RX）数据处理器 1250 解码出的开销 OFDM 符号中获得信令信息。如果无线设备 120x 成功地接收到超级帧内的数据块，则可以通过嵌入的开销信令，获得信令信息，嵌入的开销信令是每个超级帧内发送的至少一个数据块的一部分。该嵌入的开销信令

表示在下一超级帧内相应数据流/PLC 的分配和指配。控制器 1260 向解信道化器 (Dechannelizer) 1240 提供 MUX\_RX 控制。对于每个符号周期, 解信道化器 1240 基于 MUX\_RX 控制, 执行检测数据或开销符号的解复用, 并分别把一个或多个检测数据符号流或一个检测开销符号流提供给 RX 数据处理器 1250。对于开销 OFDM 符号的情况, RX 数据处理器 1250 根据开销信令所用的模式, 处理检测开销符号流, 并将解码后的开销信令提供给控制器 1260。对于数据符号流的情况, RX 数据处理器 1250 根据各检测数据符号流所用的模式, 处理感兴趣的检测数据符号流, 并向数据接收装置 1252 提供相应的解码数据流。通常, 无线设备 120x 中的处理与基站 110x 中的处理是互补的。

控制器 1140 和 1260 分别管理基站 110x 和无线设备 120x 中的操作。存储单元 1142 和 1262 分别存储控制器 1140 和 1260 使用的程序代码和数据。控制器 1140 和/调度器 1144 为活动 PLC 分配资源, 并进一步为各活动 PLC 指配传输单元。

图 13 示出了基站 110x 中的 TX 数据处理器 1110、信道化器 1120 和 OFDM 调制器 1130 的框图。TX 数据处理器 1110 包括  $N_{\text{plc}}$  个用于  $N_{\text{plc}}$  个数据流的 TX 数据流处理器 1310a 和 1310p 以及一个用于开销数据的数据流处理器 1310q。每个 TX 数据处理器 1310 对各数据流  $\{d_i\}$  独立地进行编码、交织和调制, 以生成相应的数据符号流  $\{s_i\}$ 。

图 14 示出了 TX 数据处理器 1310i 的框图, TX 数据处理器 1310i 可用于图 13 所示的各 TX 数据处理器 1310。TX 数据处理器 1310i 处理一个 PLC 的一个数据流。TX 数据处理器 1310i 包括基本流处理器 1410a、增强流处理器 1410b 和比特-符号映射单元 1430。处理器 1410a 处理 PLC 的基本流, 而处理器 1410b 处理 PLC 的增强流 (如果有的话)。

在基本流处理器 1410a 中, 外部编码器 1412a 根据例如里德-所罗门码, 对每个数据块的基本流数据进行编码, 以生成 RS 码块。RS 码块包括  $N$  个外部编码分组。编码器 1412a 还向每个外部编码分组附加 CRC 值。该 CRC 值可由无线设备用于误差检测 (即, 判断分组

解码正确, 还是出错)。外部交织器 1414a 把每个码块分为多个子块, 对在各帧内发送的不同子块中的分组进行交织 (即重新排序), 并把在一个超级帧的不同帧内发送的子块缓存起来。然后, 内部编码器 1416a 根据例如 Turbo 码, 对一个子块的各外部编码分组进行编码, 以生成内部编码分组。内部比特交织器 1418a 将各内部编码分组内的比特进行交织, 以生成一个相应的交织分组。外部编码器 1412a 和内部编码器 1416a 的编码为基本流提供了传输可靠性。外部交织器 1414a 和内部交织器 1418a 的交织分别为基本流传输提供了时间和频率分集。加扰器 1420a 利用 PN 序列, 将每个经过编码和比特交织的分组中的比特进行加扰, 并把加扰后的比特提供给映射单元 1430。

增强流处理器 1410b 对 PLC 的增强流 (如果有的话) 执行类似的处理。处理器 1410b 与处理器 1410a 所用的内部码、外部码和调制方案可以相同, 或者不同。处理器 1410b 把增强流的加扰比特提供给映射单元 1430。

映射单元 1430 接收基本流和增强流的加扰比特、基本流的增益  $G_{bs}$  和增强流的增益  $G_{es}$ 。增益  $G_{bs}$  和  $G_{es}$  分别确定基本流和增强流所用的发射功率量。通过以不同功率电平发送这些流, 基本流和增强流可以实现不同的覆盖区域。映射单元 1430 基于选中的映射方案和增益  $G_{bs}$  和  $G_{es}$ , 把收到的加扰比特映射成数据符号。符号映射的实现可以通过以下方式: (1) 将  $B$  个加扰比特的集合进行分组, 以形成  $B$  比特的二进制值, 其中  $B > 1$ ; (2) 将每个  $B$  比特的二进制值映射成数据符号, 该数据符号是选中调制方案的信号图 (signal constellation) 中的一点的复数值。如果不使用分层编码, 则每个数据符号对应于信号图 (如 M-PSK 或 M-QAM, 其中  $M = 2^B$ ) 中的一点。如果使用分层编码, 每个数据符号对应于复信号图中的一点, 它可以是或可以不是由两个缩放信号图叠加而形成的。在上述实施例中, 对于每个超级帧, 基本流和增强流携带相同数量的码块。基本流和增强流的码块可以同时发送, 如图 14 所示, 或使用 TDM 和/或 FDM 发送。

回到图 13 中, 信道化器 1120 是用复用器 1320 来实现的, 复用器 1320 接收  $N_{plc}$  个数据符号流、开销符号流、导频符号和保护符号。

复用器 1320 基于来自控制器 1140 的 MUX\_TX 控制, 把数据符号、开销符号、导频符号和保护符号设置在合适的子带和符号周期上, 并输出复合符号流 $\{s_c\}$ 。在把调制符号指配给子带组时, 通过以伪随机方式把调制符号指配到各子带组内的子带, 可以执行另一级的(符号)交织。为了简化子带的指配, 可以为 PLC 指配时隙, 如上所述。例如, 以伪随机方式, 从一个符号周期到另一符号周期, 可以把时隙映射到不同的子带组。该时隙到子带组的映射确保: 与特定时隙编号相关联的调制符号从对于不同符号周期的导频子带具有不同的距离, 这样可以提高性能。

OFDM 调制器 1130 包括反向傅立叶变换 (IFFT) 单元 1330 和循环前缀生成器 1332。对于每个符号周期, IFFT 单元 1330 使用  $N_{tsb}$  点 IFFT, 把总共  $N_{tsb}$  个子带的  $N_{tsb}$  个符号的各集合变换到时域, 从而获得包含  $N_{tsb}$  个时域码片的“变换后”符号。为了抵抗由频率选择性衰落所导致的符号间干扰 (ISI), 循环前缀生成器 1332 重复每个变换后符号的某一部分, 以形成相应的 OFDM 符号。重复的部分常被称为循环前缀或保护间隔。循环前缀生成器 1332 为复合符号流 $\{s_c\}$ 提供数据码片流 (表示为 $\{c\}$ )。

这里描述的复用和传输技术可通过多种方式来实现。例如, 这些技术可以用硬件、软件或软硬件结合的方式来实现。对于硬件实现, 用于在基站中执行复用和/发送的处理单元可以实现在一个或多个专用集成电路 (ASIC)、数字信号处理器 (DSP)、数字信号处理器件 (DSPD)、可编程逻辑器件 (PLD)、现场可编程门阵列 (FPGA)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、用于执行此处所述功能的其他电子单元或其组合中。用于在无线设备中执行互补处理的处理单元也可以实现在一个或多个 ASIC、DSP 等中。

对于软件实现, 这里描述的技术可用执行此处所述功能的模块 (例如, 过程、函数等) 来实现。这些软件代码可以存储在存储器单元 (如, 图 11 中的存储器单元 1142 或 1262) 中, 并由处理器 (如控制器 1140 或 1260) 执行。存储器单元可以实现在处理器内或处理器外, 在后一种情况下, 它经由本领域内公知的各种手段, 可通信地

连接到处理器。

所述公开实施例的上述描述可使得本领域的技术人员能够实现或者使用本发明。对于本领域技术人员来说，这些实施例的各种修改是显而易见的，并且这里定义的总体原理也可以在不脱离本发明的精神和范围的基础上应用于其他实施例。因此，本发明并不限于这里给出的实施例，而是与符合这里公开的原理和新颖特征的最广范围相一致。

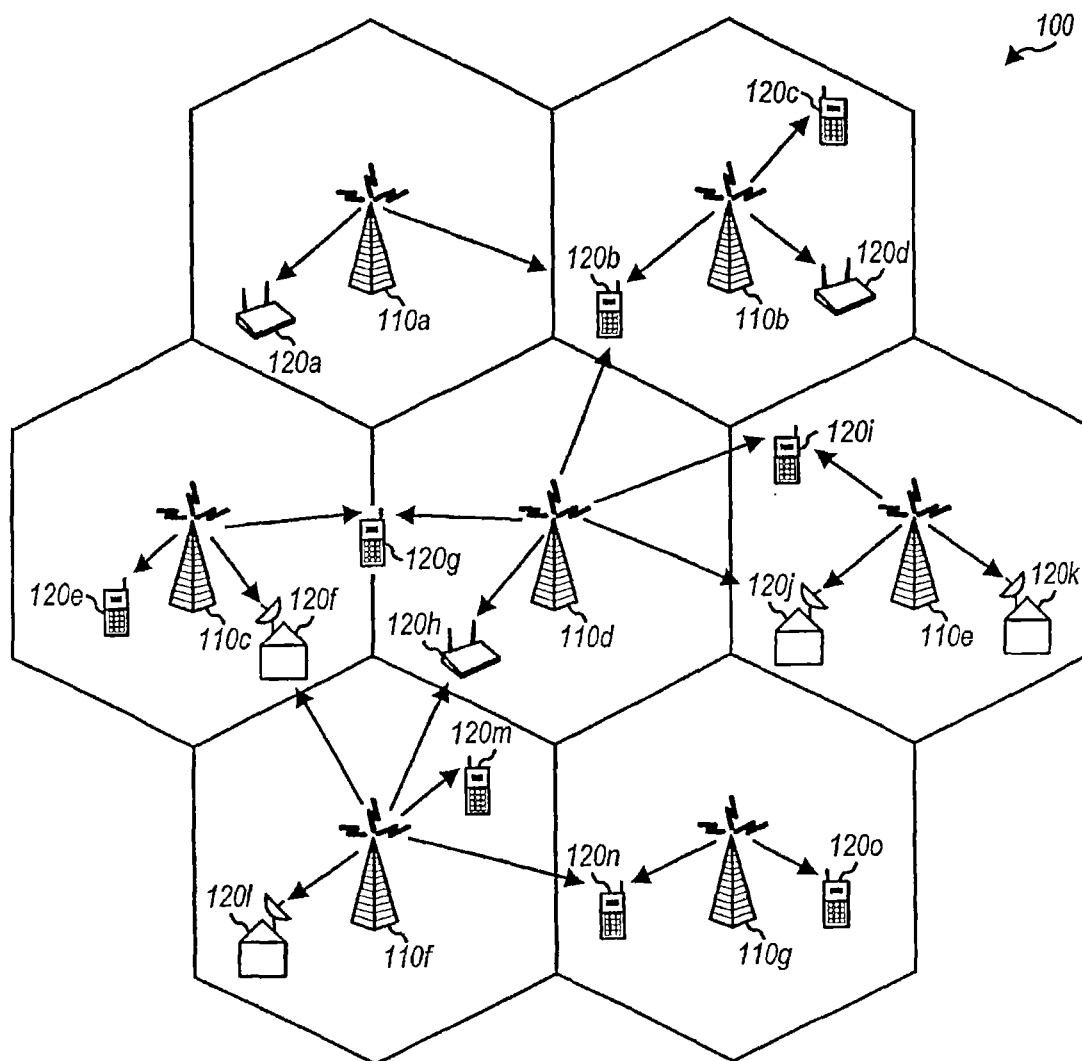


图 1

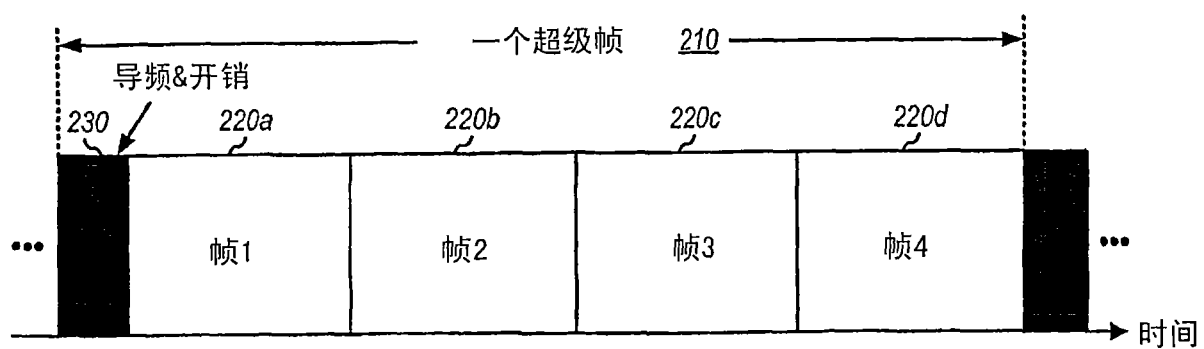


图2

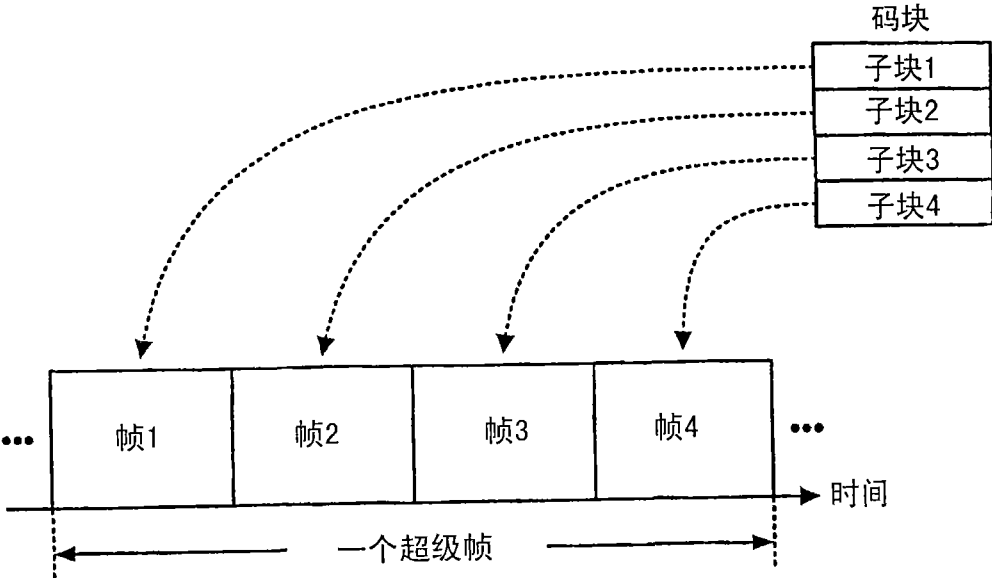


图3A

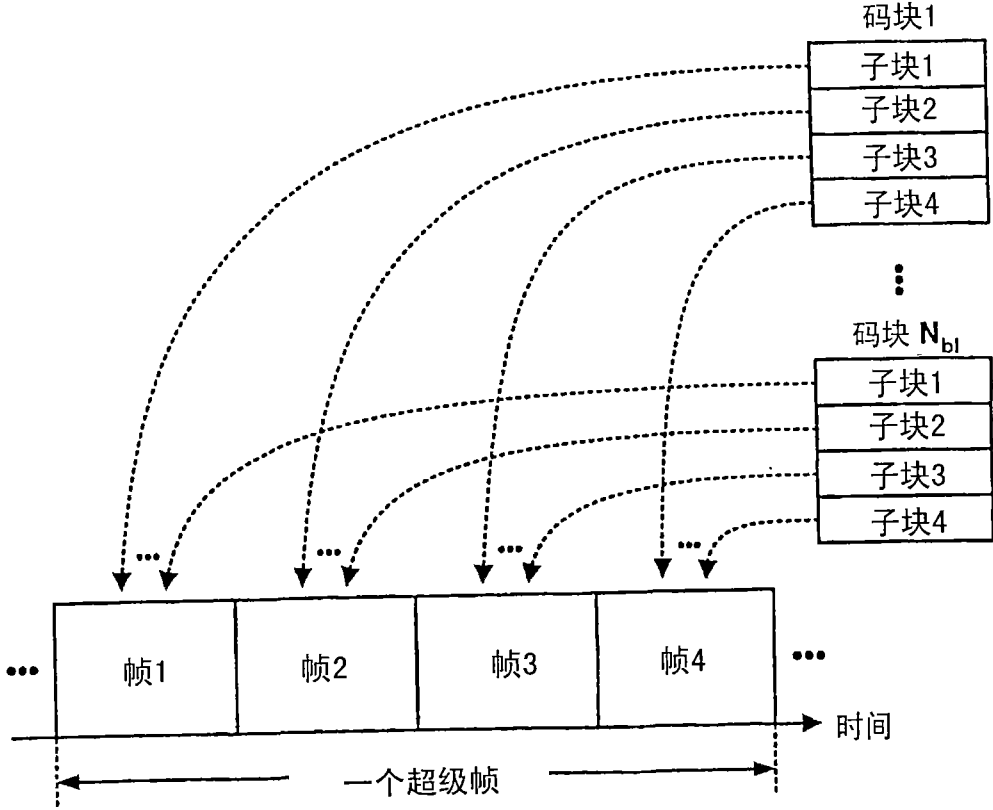


图3B

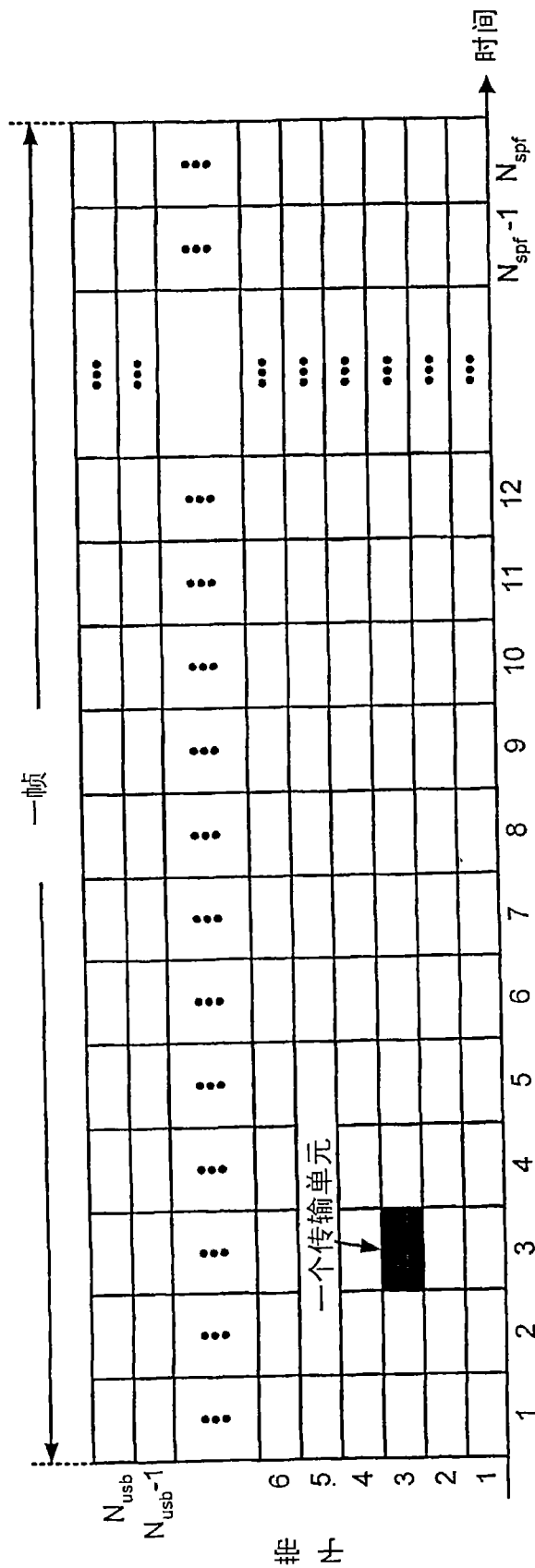


图4

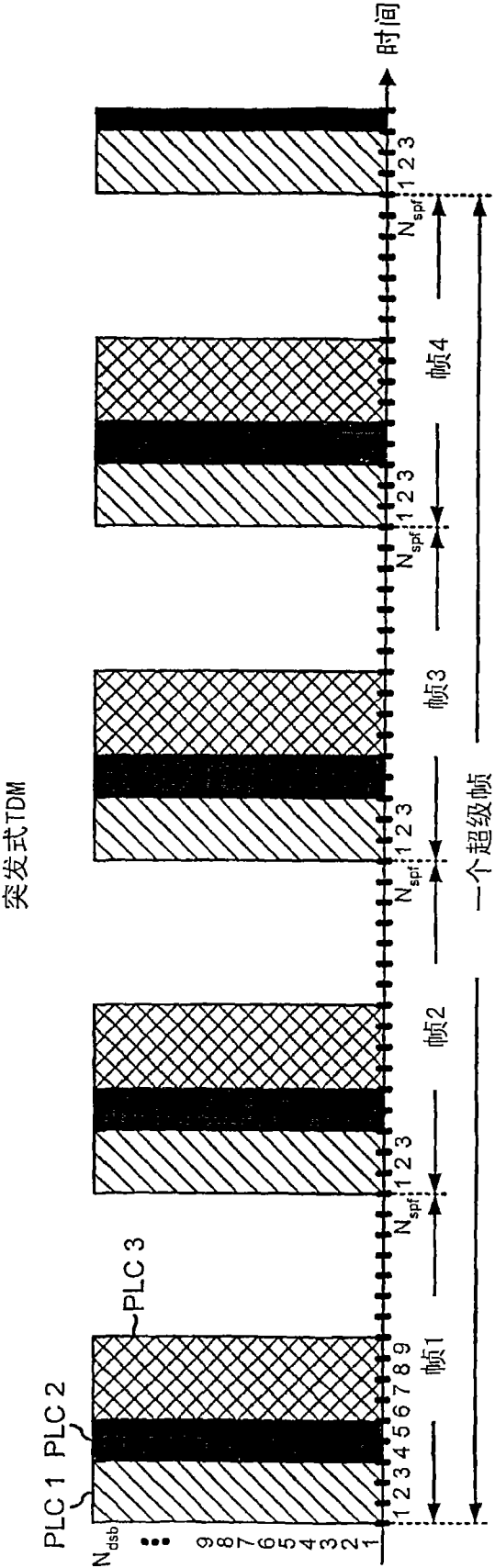


图5A

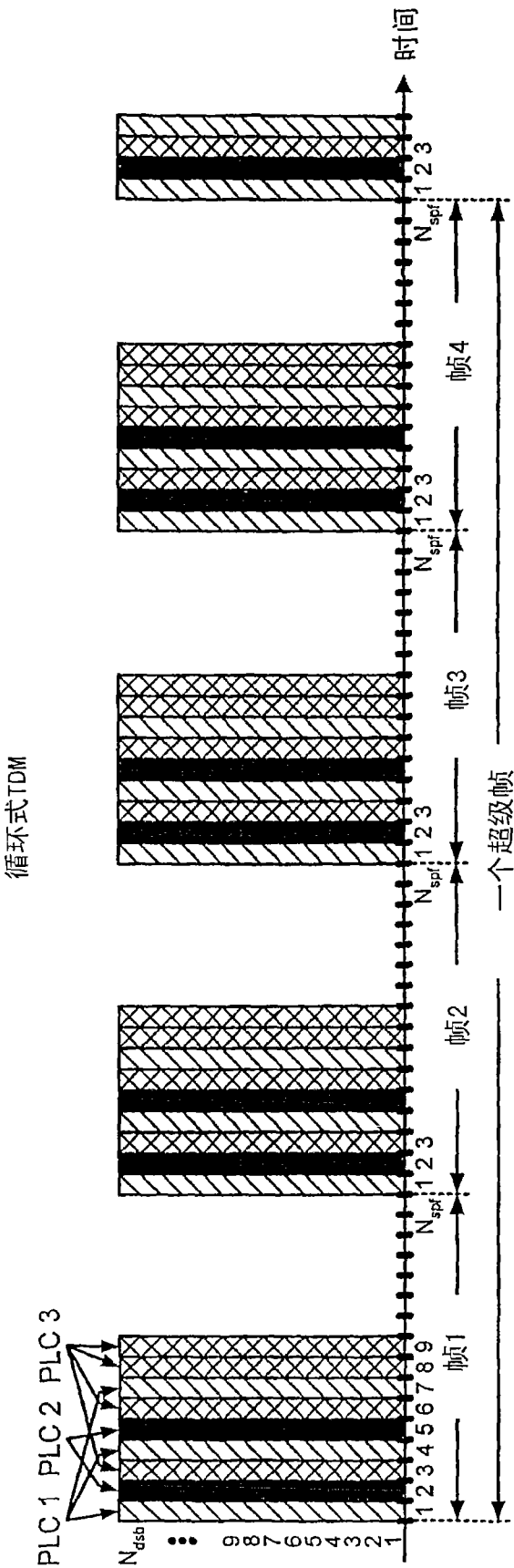


图5B

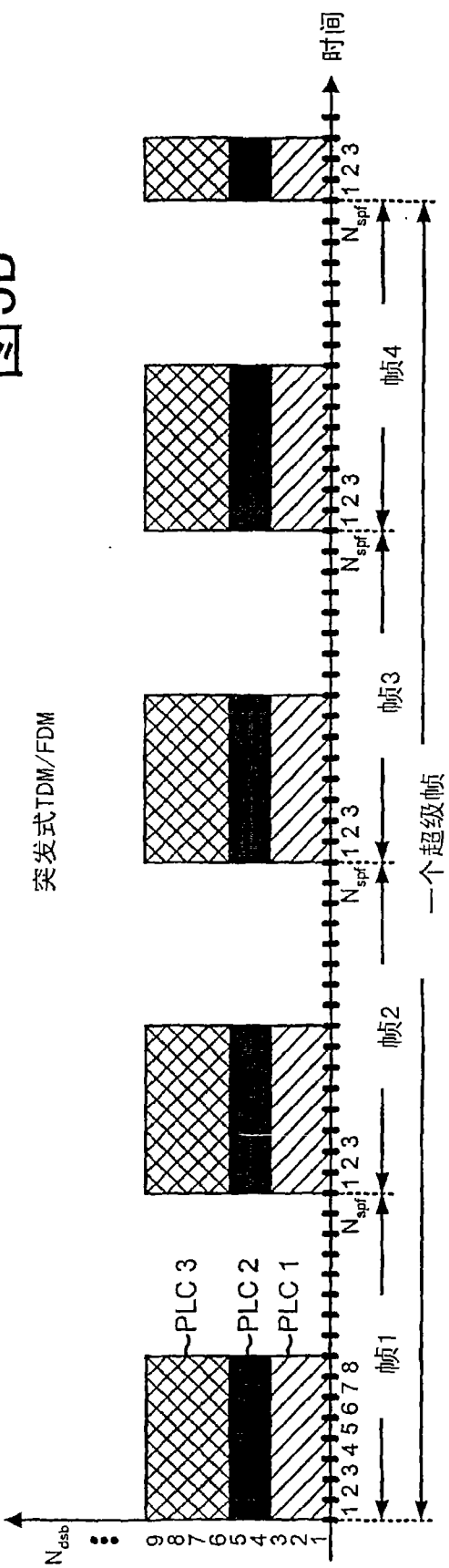


图5C

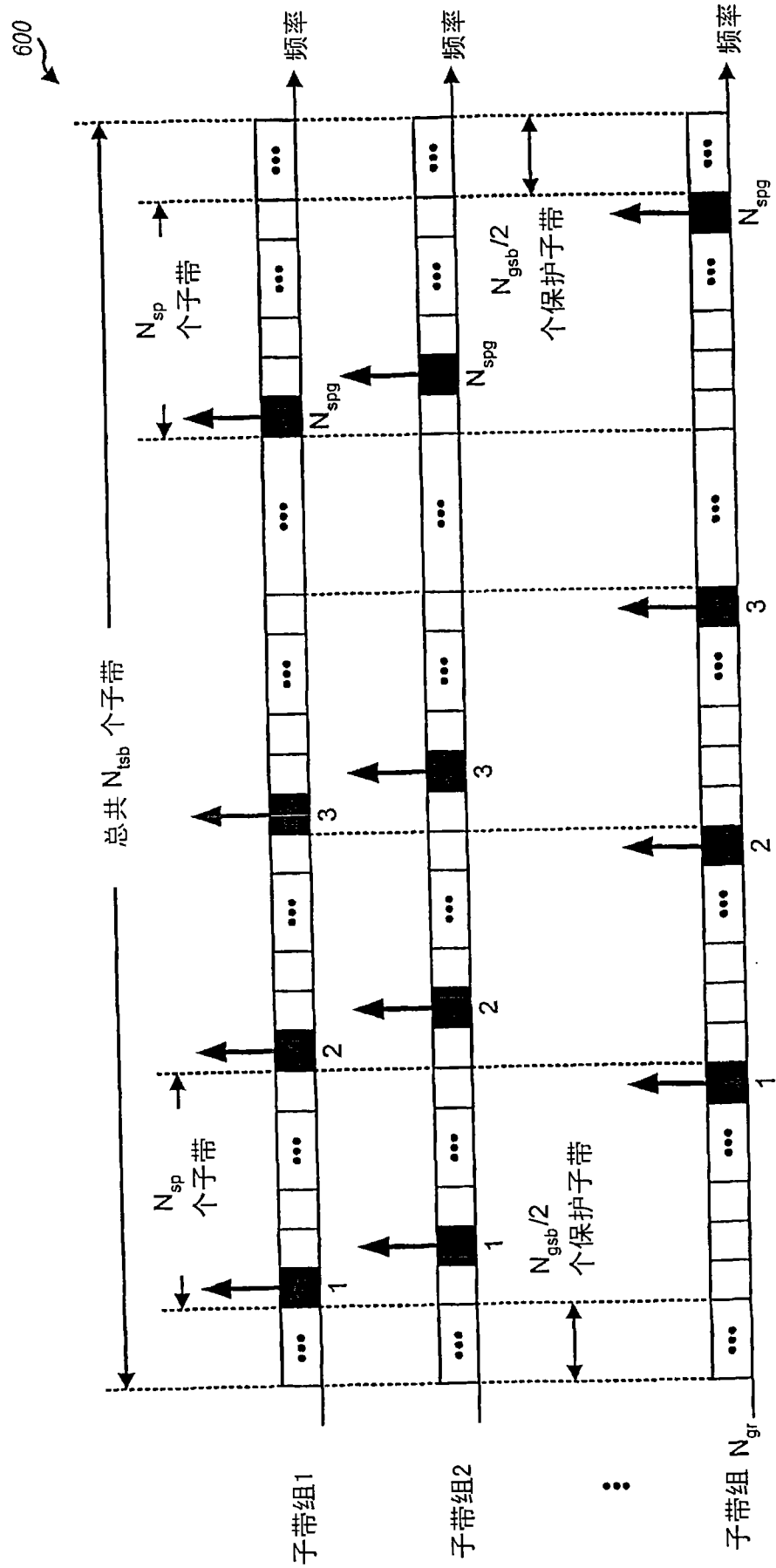


图6

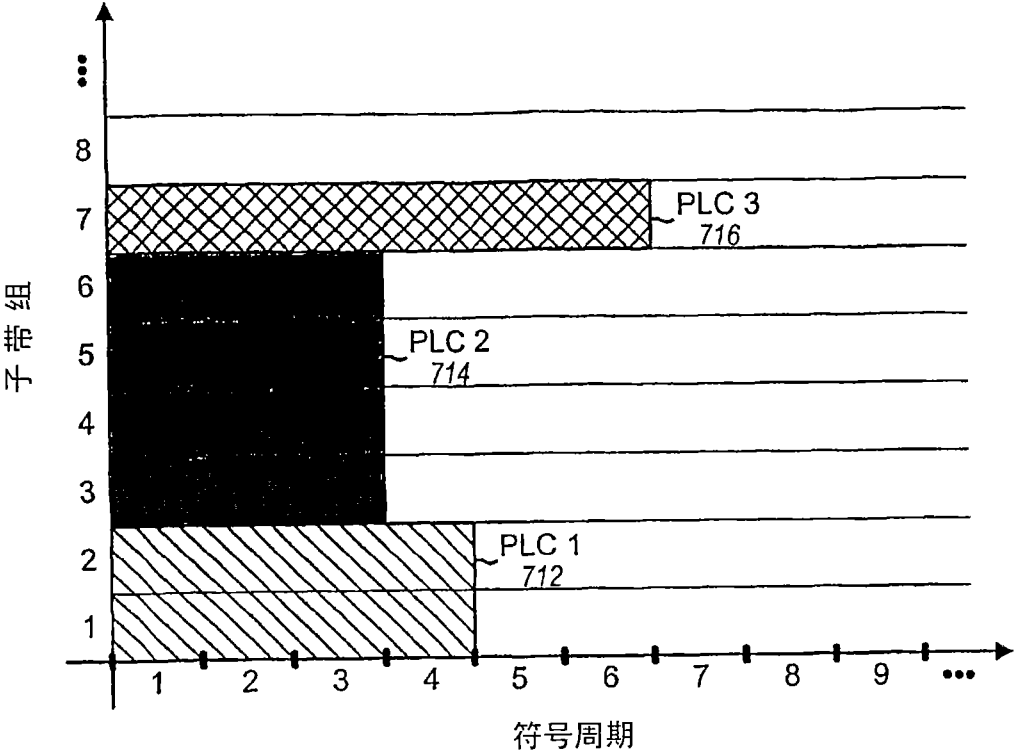


图7A

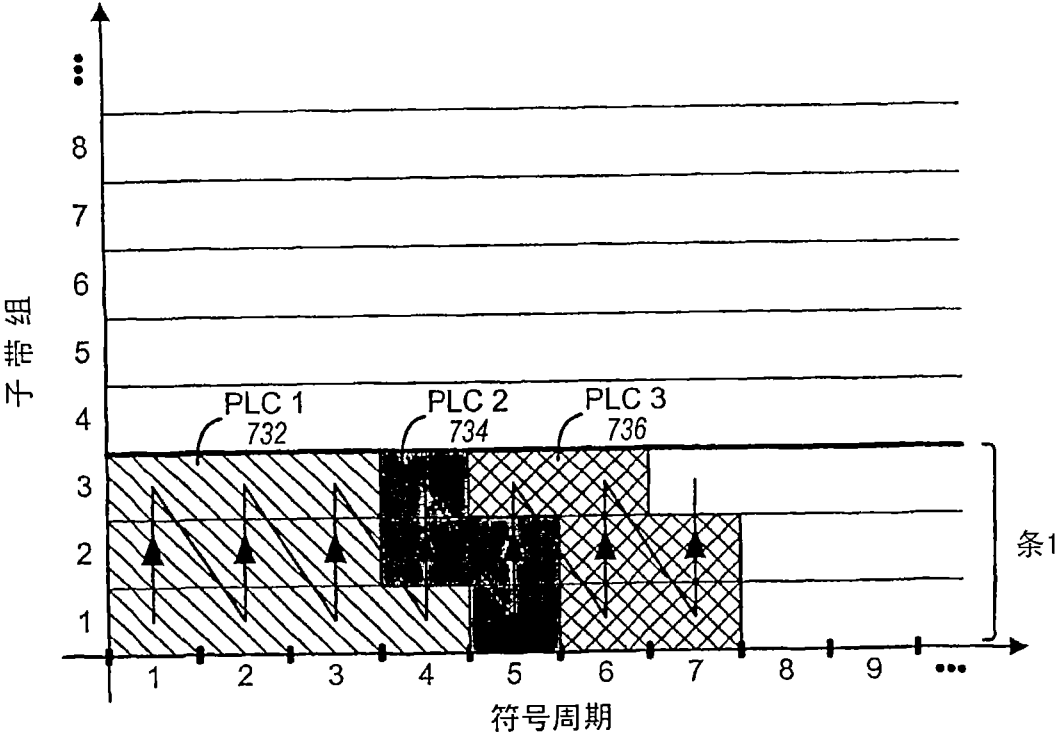


图7B

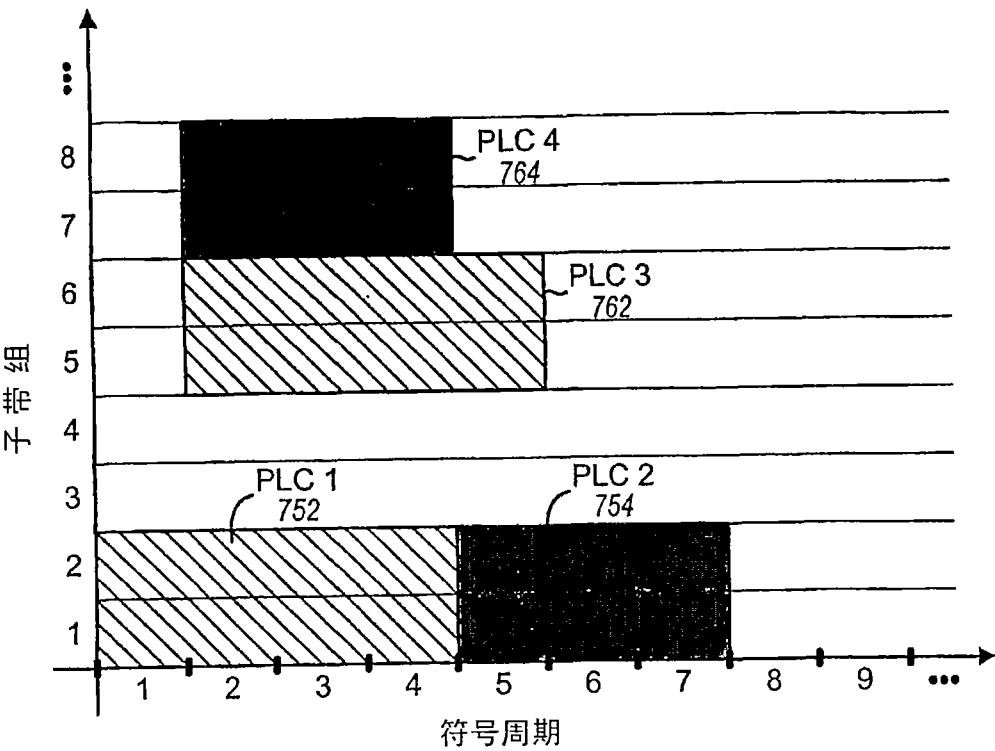


图7C

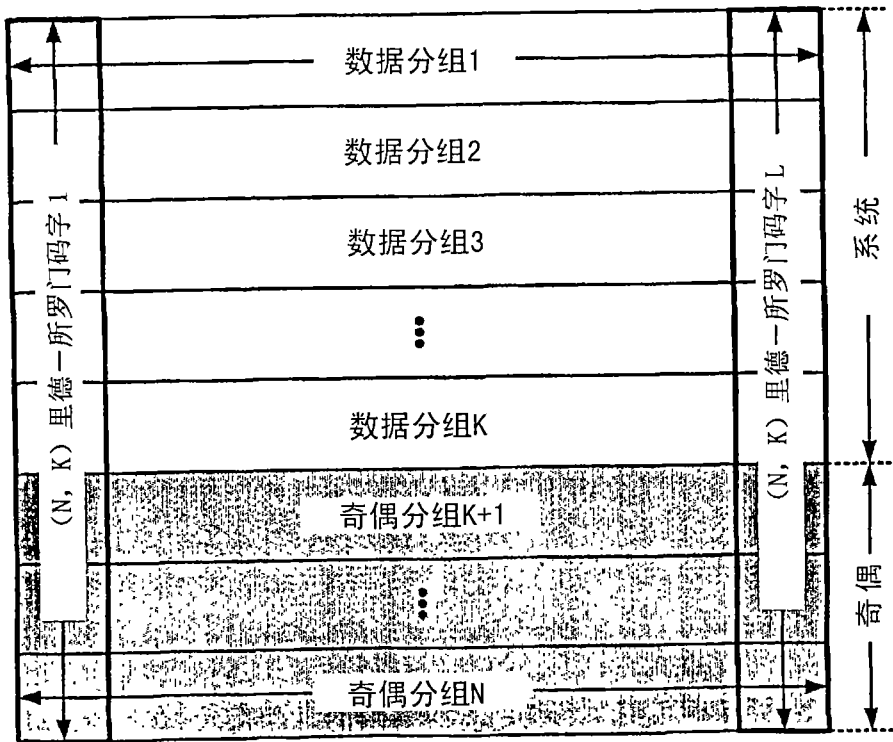


图8

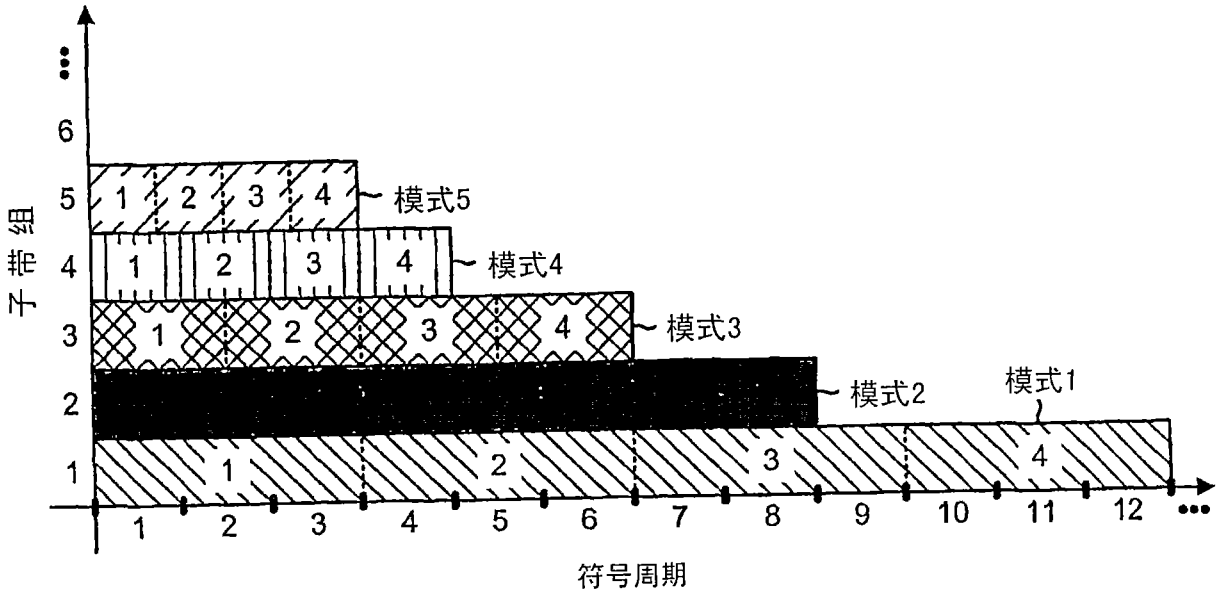


图9A

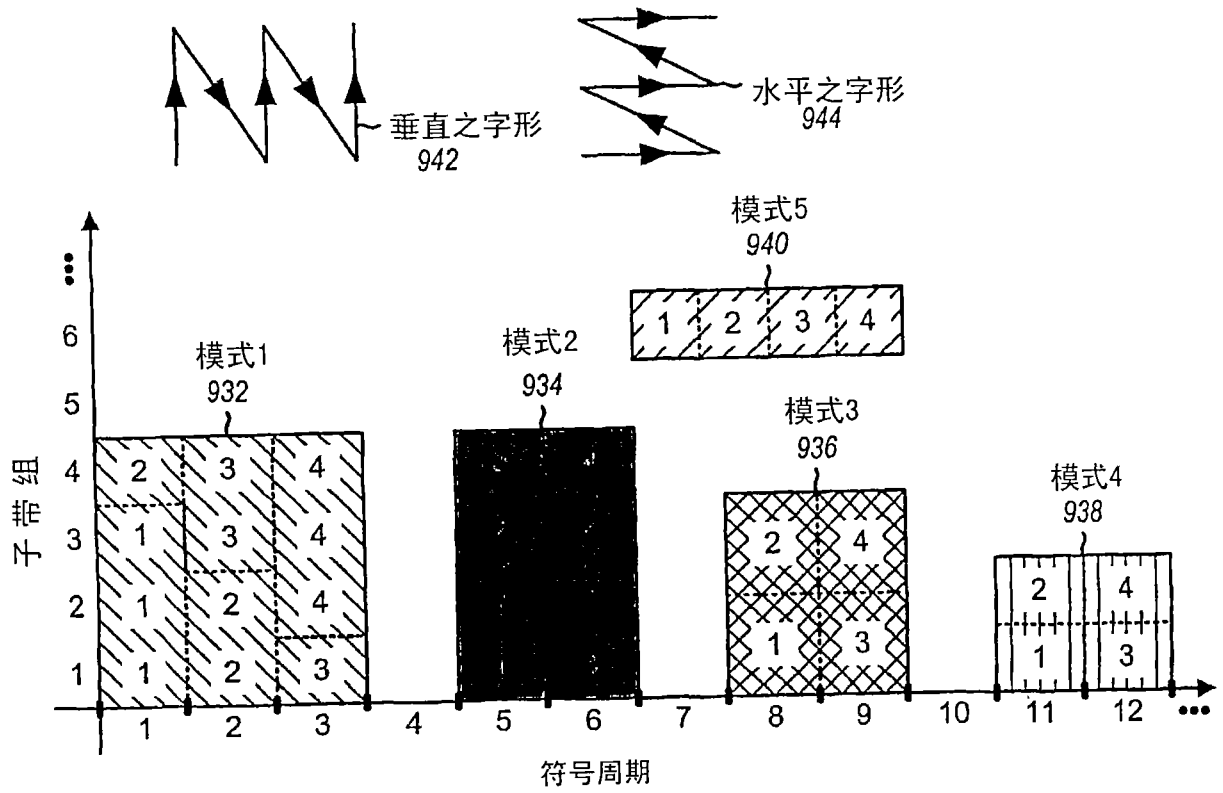


图9B

在码块内进行分组交织

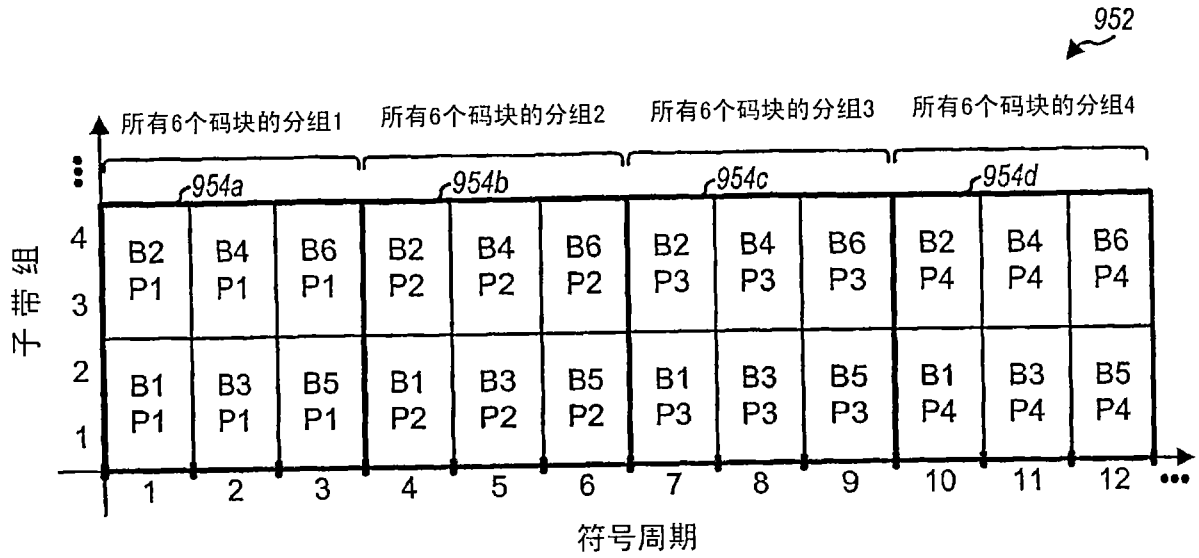


图9C

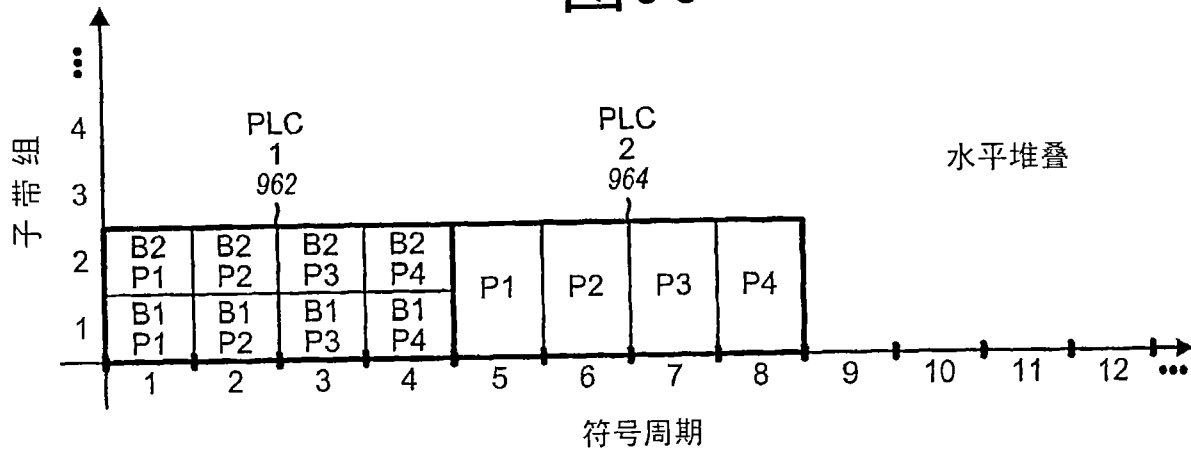


图9D

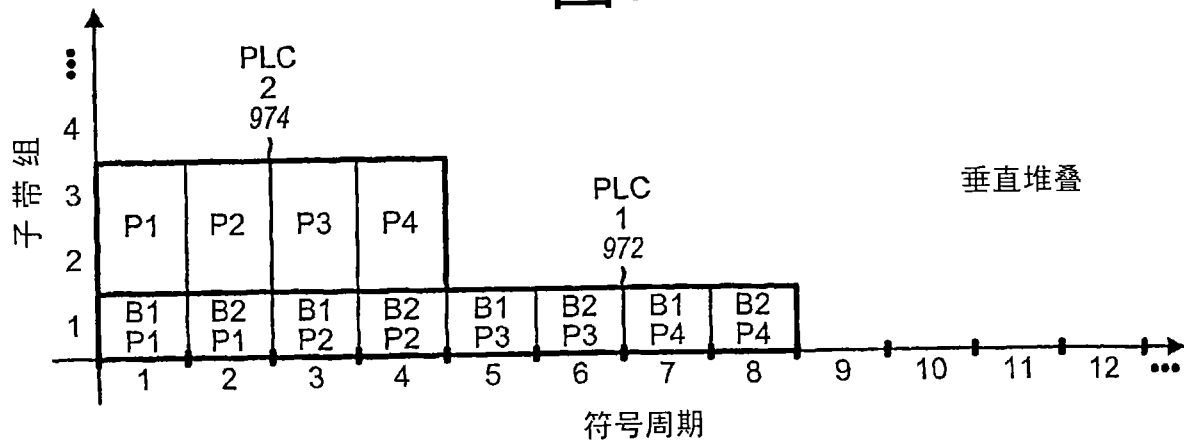


图9E

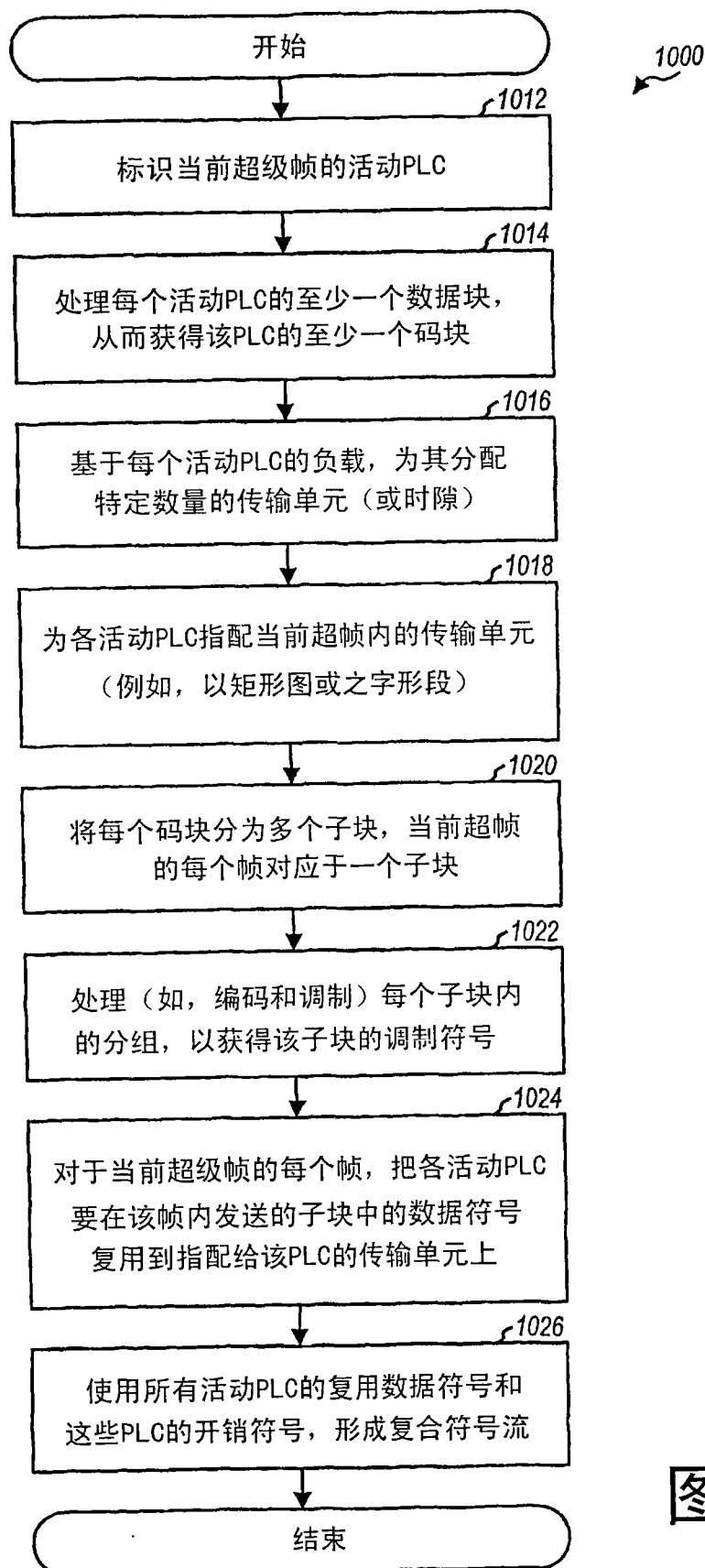


图10

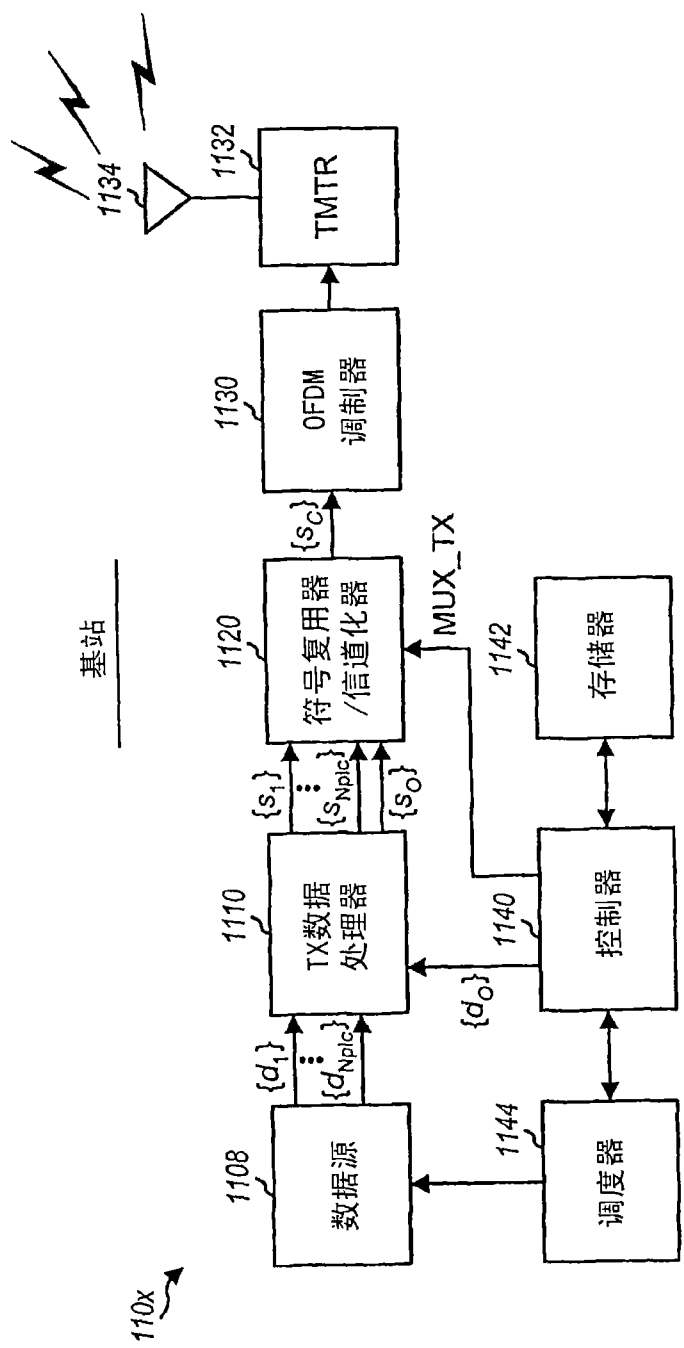


图11

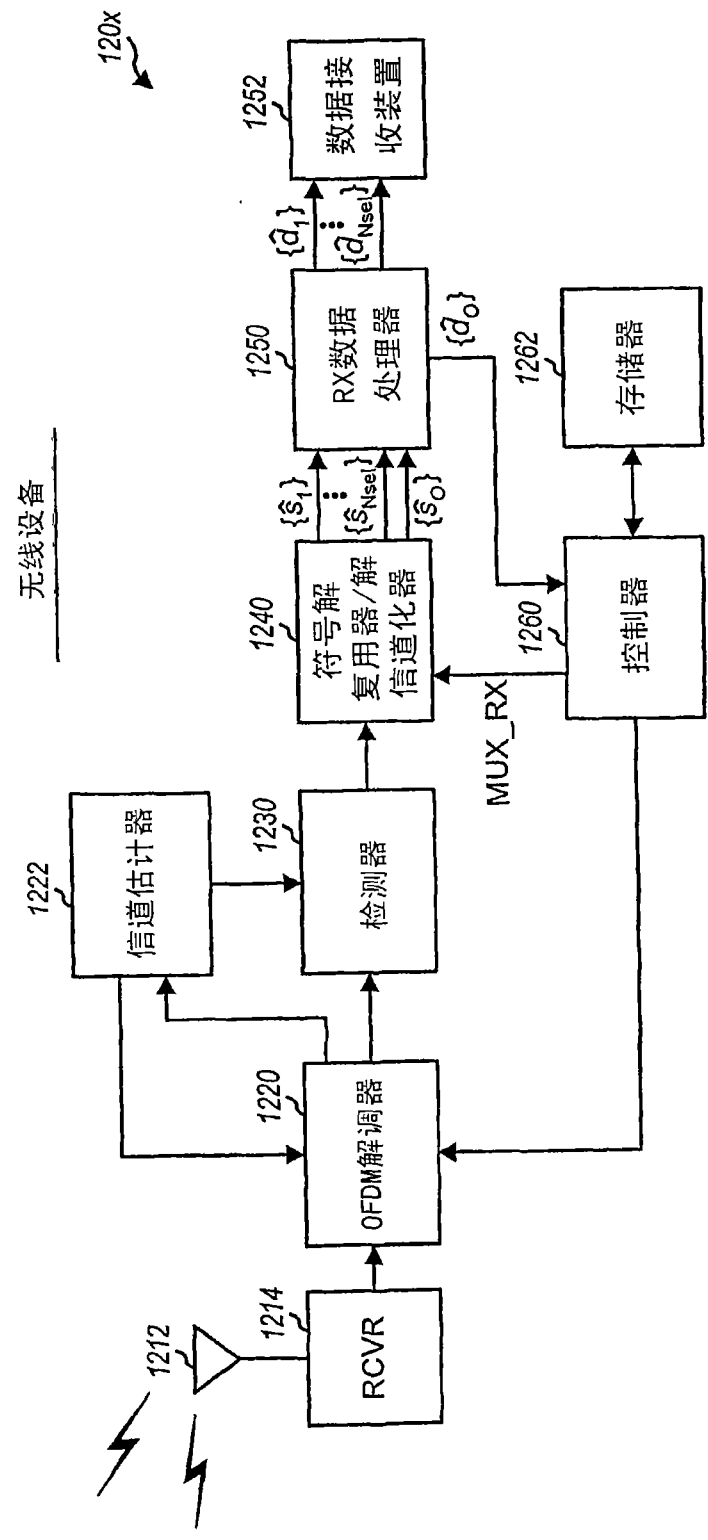


图12

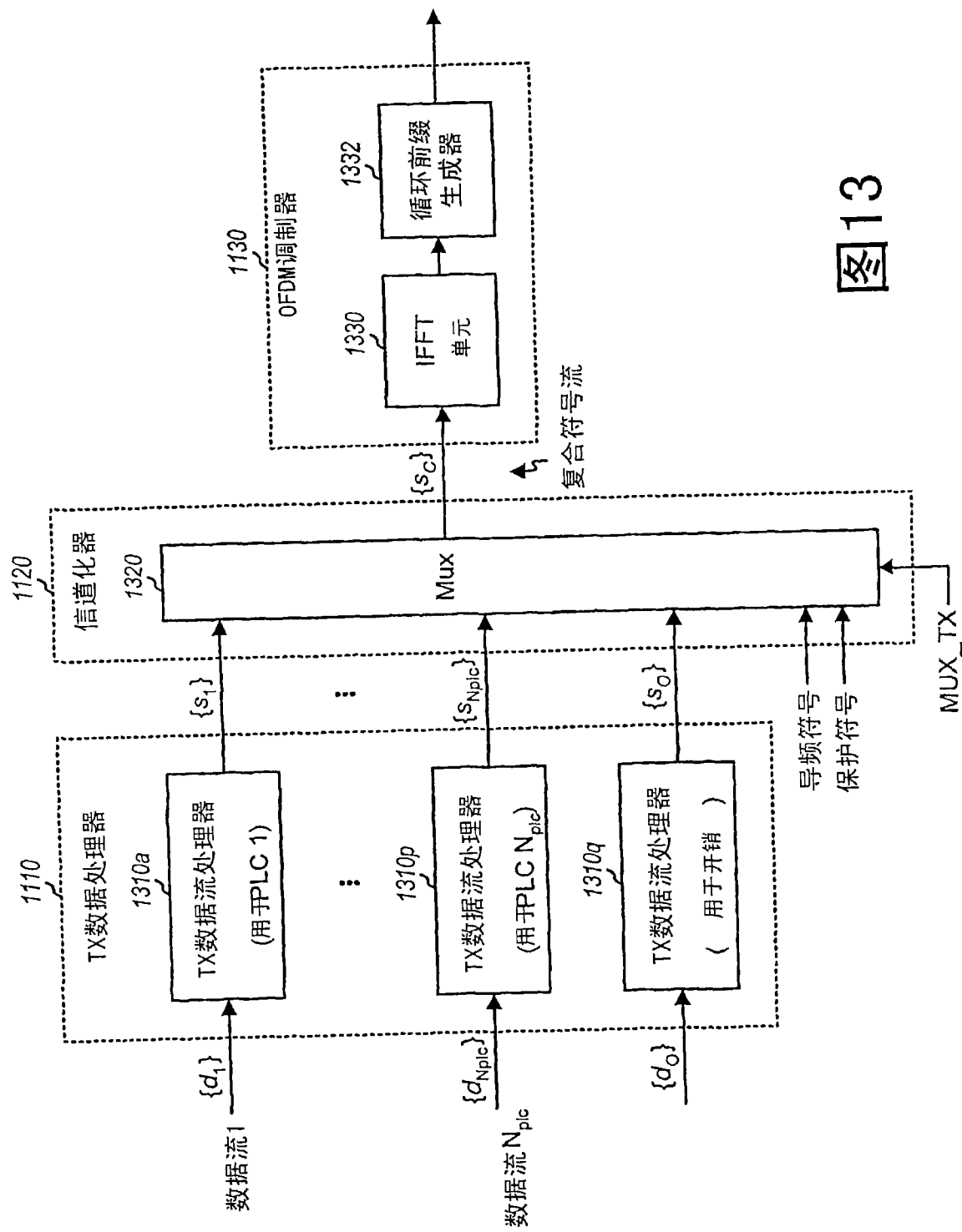


图13

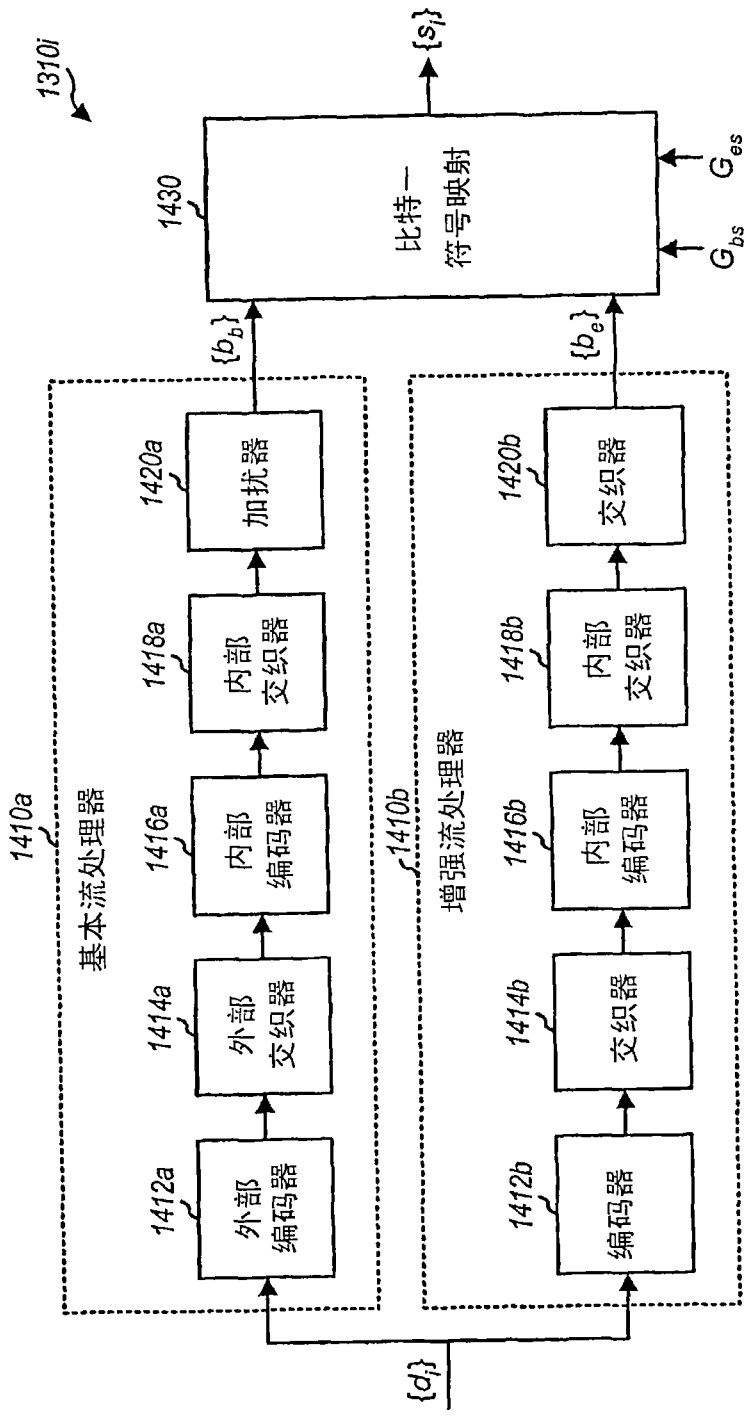


图14