



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580028053.3

[43] 公开日 2007年9月12日

[11] 公开号 CN 101036314A

[22] 申请日 2005.6.7

[21] 申请号 200580028053.3

[30] 优先权

[32] 2004.6.18 [33] US [31] 60/580,819

[32] 2004.7.22 [33] US [31] 10/897,463

[86] 国际申请 PCT/US2005/020092 2005.6.7

[87] 国际公布 WO2006/007318 英 2006.1.19

[85] 进入国家阶段日期 2007.2.16

[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 阿拉克·苏蒂翁

阿维尼施·阿格拉瓦尔

戴维·乔纳森·朱利安

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

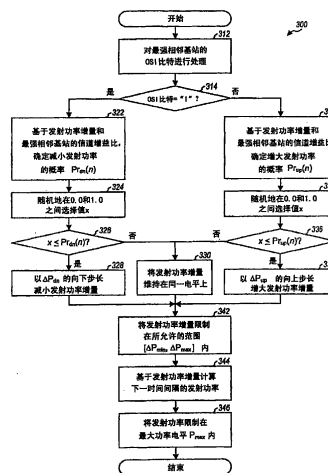
权利要求书 12 页 说明书 26 页 附图 7 页

[54] 发明名称

用于采用正交复用的无线通信系统的功率控制

[57] 摘要

描述了用于对发射功率进行调节以减轻对服务基站的扇区内干扰和对相邻基站的扇区间干扰的技术。可以基于每个相邻基站所观测到的总干扰、服务和相邻基站的信道增益以及当前发射功率电平，对终端可能造成的扇区间干扰量进行粗略地估计。如果相邻基站观测到高干扰，则减小发射功率，否则，增大发射功率。如果终端的位置较接近观测到高干扰的相邻基站和/或如果当前发射功率电平较高，则可以更大量地和/或更频繁地对发射功率进行调节，反之亦然。通过将终端的接收 SNR 限制在所允许的 SNR 范围内，将扇区内干扰维持在可接受的等级内。



1、一种在无线通信系统中对无线终端进行功率控制的方法，包括：

为至少一个基站中的每个基站获得由所述基站观测到的干扰指示，所述至少一个基站中的每个基站是未被指定为接收所述无线终端发送的数据传输的相邻基站或者是被指定为接收所述无线终端发送的所述数据传输的服务基站；以及

基于为所述至少一个基站获得的至少一个指示，调节所述数据传输的发射功率。

2、如权利要求 1 所述的方法，还包括：

将所述数据传输的所述发射功率限制在基于为所述数据传输获得的测量值而确定的范围内。

3、如权利要求 1 所述的方法，还包括：

估计在所述服务基站处所述数据传输的接收信号质量（SNR）；
以及
基于所述数据传输的所估计的接收 SNR，限制所述数据传输的所述发射功率。

4、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述至少一个基站中的每个基站的所述指示包括第一比特，其指示所述基站观测到的所述干扰是高于还是低于第一干扰阈值。

5、如权利要求 4 所述的方法，其中，所述至少一个基站中的每个基站的所述指示还包括第二比特，其指示所述基站观测到的所述干扰是否超过第二干扰阈值，其中所述第二干扰阈值高于所述第一干扰阈值。

6、如权利要求 1 所述的方法，其中，为多个相邻基站获得多个指示，并且其中，基于为单个相邻基站获得的指示调节所述数据传输的所述发射功率，其中所述单个相邻基站选自于所述多个相邻基站。

7、如权利要求 6 所述的方法，其中，所述单个相邻基站是所述多个相邻基站中具有到所述无线终端的最小路径损耗的相邻基站。

8、如权利要求 1 所述的方法，其中，关于对所述数据传输的所述发射功率的调节，仅考虑指定基站组中的基站的干扰指示。

9、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述调节所述数据传输的发射功率的步骤包括：

对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个基站，基于为所述基站获得的所述干扰指示、所述基站的信道增益、所述数据传输的当前发射功率电平、所允许的发射功率增量的范围、所述终端的最大发射功率、峰均回退因子或者其组合，调节所述数据传输的所述发射功率。

10、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述调节所述数据传输的发射功率的步骤包括：

对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个基站，

如果所述基站观测到的所述干扰高于第一干扰阈值，则减小所述发射功率，以及

如果所述基站观测到的所述干扰低于所述第一干扰阈值，则增大所述发射功率。

11、如权利要求 10 所述的方法，其中，所述调节所述数据传输的发射功率的步骤还包括：

对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个基站，

如果所述基站观测到的所述干扰高于第二干扰阈值，则将所

述发射功率设置到预定的低功率电平，其中所述第二干扰阈值高于所述第一干扰阈值。

12、如权利要求 1 所述的方法，还包括：

估计所述服务基站的信道增益；以及

对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个相邻基站，

估计所述相邻基站的信道增益，以及

基于为所述相邻基站获得的指示以及所述相邻和服务基站的所估计的信道增益，调节所述数据传输的所述发射功率。

13、如权利要求 12 所述的方法，其中，分别基于从所述相邻和服务基站接收的导频，估计所述相邻和服务基站的所述信道增益。

14、如权利要求 12 所述的方法，还包括：

对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个相邻基站，

基于所述相邻和服务基站的所述信道增益，确定向上或向下调节所述发射功率的概率，以及

基于为所述相邻基站获得的所述指示以及为所述相邻基站确定的所述概率，调节所述数据传输的所述发射功率。

15、如权利要求 14 所述的方法，其中，还基于所述数据传输的所述发射功率的当前电平来确定所述概率。

16、如权利要求 14 所述的方法，其中，以固定大小的步长并且根据所确定的概率调节所述发射功率。

17、如权利要求 12 所述的方法，还包括：

对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个相邻基站，

基于所述相邻和服务基站的所估计的信道增益，确定调节所述发射功率的步长大小，以及

基于为所述相邻基站获得的所述指示以及为所述相邻基站确定的所述步长大小，调节所述数据传输的所述发射功率。

18、如权利要求 17 所述的方法，其中，还基于所述数据传输的所述发射功率的当前电平来确定所述步长大小。

19、如权利要求 3 所述的方法，其中，通过参考功率电平和发射功率增量来确定所述数据传输的所述发射功率，并且其中，基于为所述至少一个基站获得的所述至少一个指示，调节所述发射功率增量。

20、如权利要求 19 所述的方法，还包括：

调节所述参考功率电平，使得所述无线终端发送到所述服务基站的第二传输的接收 SNR 维持在目标 SNR，并且其中，基于所述第二传输的所述目标 SNR，估计所述数据传输的所述接收 SNR。

21、如权利要求 20 所述的方法，其中，所述第二传输用于由所述终端发送到所述服务基站的控制信道。

22、如权利要求 3 所述的方法，其中，将所述数据传输的所述发射功率限制为使得所述数据传输的所述接收 SNR 位于所述数据传输所允许的接收 SNR 的范围内。

23、如权利要求 3 所述的方法，还包括：

将所述数据传输的所述发射功率限制为等于或低于所述无线终端所允许的最大功率电平。

24、如权利要求 1 所述的方法，其中，由所述无线终端执行获得由所述至少一个基站观测到的所述至少一个干扰指示的步骤以及调节所述数据传输的所述发射功率的步骤。

25、如权利要求 1 所述的方法，其中，由所述服务基站执行获得由所述至少一个基站观测到的所述至少一个干扰指示的步骤以及调节所述数据传输的所述发射功率的步骤。

26、如权利要求 25 所述的方法，其中，经由在所述至少一个基站之间交换的信令，获得所述至少一个指示。

27、如权利要求 25 所述的方法，还包括：

获得对所述无线终端和所述服务基站之间的信道增益的估计；

对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个相邻基站，

获得对所述无线终端和所述相邻基站之间的信道增益的估计，以及

基于为所述相邻基站获得的所述指示以及所述相邻和服务基站的所估计的信道增益，调节所述数据传输的所述发射功率。

28、如权利要求 1 所述的方法，其中，使用混合自动重传(H-ARQ)发送所述数据传输，其中所述混合自动重传允许提前终止对已由被指定为接收所述数据传输的基站正确解码的分组的传输。

29、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述无线通信系统是正交频分多址 (OFDMA) 系统。

30、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述无线通信系统是时分多址 (TDMA) 系统。

31、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述无线通信系统是频分多址 (FDMA) 系统。

32、一种用于在无线通信系统中对无线终端进行功率控制的设备，包括：

处理器,用于为至少一个基站中的每个基站获得由所述基站观测到的干扰指示,所述至少一个基站中的每个基站是未被指定为接收从所述无线终端发送的数据传输的相邻基站或者是被指定为接收从所述无线终端发送的所述数据传输的服务基站; 以及

调节单元,用于基于为所述至少一个基站获得的至少一个指示,调节所述数据传输的发射功率。

33、如权利要求 32 所述的设备,还包括:

计算单元,用于估计在所述服务基站处所述数据传输的接收信号质量(SNR),以及基于所述数据传输的所估计的接收 SNR,限制所述数据传输的所述发射功率。

34、如权利要求 32 所述的设备,其中,所述调节单元用于:对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑到的每个基站,

基于为所述基站获得的指示、所述基站的信道增益、所述数据传输的所述发射功率的当前电平或者其组合,调节所述数据传输的所述发射功率。

35、一种用于在无线通信系统中对无线终端进行功率控制的设备,包括:

用于为至少一个基站中的每个基站获得由所述基站观测到的干扰指示的装置,所述至少一个基站中的每个基站是未被指定为接收所述无线终端发送的数据传输的相邻基站或者是被指定为接收所述无线终端发送的所述数据传输的服务基站; 以及

用于基于为所述至少一个基站获得的至少一个指示来调节所述数据传输的发射功率的装置。

36、如权利要求 35 所述的设备,还包括:

用于估计在被指定为接收所述数据传输的服务基站处所述数据传输的接收信号质量(SNR)的装置; 以及

用于基于所述数据传输的所估计的接收 SNR 来限制所述数据传输的所述发射功率的装置。

37、如权利要求 35 所述的设备，其中，对于将要在调节所述发射功率的过程中所考虑的每个基站，基于为所述基站获得的指示、所述基站的信道增益、被指定为接收所述数据传输的所述服务基站的信道增益、所述发射功率的当前电平或者其组合，调节所述数据传输的所述发射功率。

38、一种在无线通信系统中进行功率控制的方法，包括：

确定第一基站观测到的干扰，其中所述第一基站未被指定为接收由无线终端发送到第二基站的数据传输；

基于所述第一基站观测到的所述干扰，调节所述数据传输的发射功率；以及

限制所述数据传输的所述发射功率，以便将在所述第二基站处由所述数据传输引起的干扰维持在预定等级之下。

39、如权利要求 38 所述的方法，其中，基于由所述第一基站发送的测量报告、用于所述数据传输的所述发射功率的当前电平、到所述第一基站的估计距离或者其组合，确定所述第一基站观测到的所述干扰。

40、如权利要求 38 所述的方法，其中，所述限制所述数据传输的所述发射功率的步骤包括：

估计在所述第二基站处所述数据传输的接收信号质量（SNR），以及

限制所述数据传输的所述发射功率，使得所述数据传输的所述接收 SNR 位于所述数据传输所允许的接收 SNR 的范围内。

41、如权利要求 38 所述的方法，其中，所述第一基站是在至少

一个基站中在所述无线终端处具有最强接收信号的基站，其中所述至少一个基站由所述无线终端进行接收并且未被指定为接收所述数据传输。

42、一种在无线通信系统中对无线终端进行功率控制的方法，包括：

对所述终端在包含至少一个频率子带的第一组子带上发送到被指定为接收第一传输的服务基站的所述第一传输的发射功率进行调节，其中，调节所述第一传输的所述发射功率，以便在所述服务基站处获得所述第一传输的目标接收信号质量（SNR）；以及

对所述终端在包含至少一个频率子带的第二组子带上发送到所述服务基站的第二传输的发射功率进行调节，其中，基于所述第一传输的所述发射功率和发射功率增量，调节所述第二传输的所述发射功率。

43、如权利要求 42 所述的方法，其中，所述第一和第二组子带包括不同的频率子带。

44、如权利要求 43 所述的方法，其中，所述包含至少一个频率子带的第一组子带等于所述包含至少一个频率子带的第二组子带。

45、如权利要求 42 所述的方法，还包括：

为至少一个基站中的每个基站获得由所述基站观测到的干扰指示，并且其中，基于为所述至少一个基站获得的至少一个指示，调节所述第二传输的所述发射功率。

46、如权利要求 45 所述的方法，其中，还基于所述至少一个基站中的每个基站的信道增益、所述第一传输的当前发射功率电平、所允许的发射功率增量范围、所述终端的最大发射功率、峰均回退因子或者其组合，调节所述第二传输的所述发射功率。

47、如权利要求 42 所述的方法，其中，所述第一传输用于在控制信道上发送的信令，并且其中，所述第二传输用于在数据信道上发送的数据。

48、如权利要求 42 所述的方法，其中，以不同的速率调节所述第一传输的所述发射功率和所述第二传输的所述发射功率。

49、一种用于在无线通信系统中对无线终端进行功率控制的方法，包括：

获得与在服务基站处第一传输的目标接收信号质量（SNR）相对应的参考功率电平，其中所述服务基站被指定为从所述终端接收所述第一传输；

基于所述参考功率电平和发射功率增量，设置从所述终端到所述服务基站的第二传输的发射功率；以及

基于至少一个参数调节所述发射功率增量。

50、如权利要求 49 所述的方法，其中，所述至少一个参数包括：由至少一个基站中的每个基站观测到的干扰指示、所述至少一个基站中的每个基站的信道增益、所述第一传输的当前发射功率电平、所允许的发射功率增量范围、所述终端的最大发射功率、峰均回退因子或者其组合。

51、一种用于在无线通信系统中报告干扰的方法，包括：

估计在基站处观测到的干扰；

形成与所估计的干扰相对应的干扰报告；以及

经由无线信道广播所述干扰报告。

52、如权利要求 51 所述的方法，其中，所述干扰将与向所述基站进行发送的终端相对应的所接收的信号功率排除在外。

53、如权利要求 51 所述的方法，还包括：

将所估计的干扰与第一干扰阈值进行比较；以及

基于所估计的干扰是高于还是低于所述第一干扰阈值，设置第一比特，并且其中，所述干扰报告包括所述第一比特。

54、如权利要求 53 所述的方法，还包括：

将所估计的干扰与第二干扰阈值进行比较，其中所述第二干扰阈值高于所述第一干扰阈值；以及

基于所估计的干扰是高于还是低于所述第二干扰阈值，设置第二比特，并且其中，所述干扰报告还包括所述第二比特。

55、如权利要求 51 所述的方法，其中，所述估计在基站处观测到的干扰的步骤包括：

获得对所述基站处多个子带中的每个子带的干扰估计，以及
基于对所述多个子带的多个干扰估计，导出所估计的干扰。

56、如权利要求 55 所述的方法，其中，所估计的干扰是对所述多个子带的所述多个干扰估计的算术平均。

57、如权利要求 55 所述的方法，其中，所估计的干扰是对所述多个子带的所述多个干扰估计的几何平均。

58、如权利要求 55 所述的方法，其中，基于对所述多个子带的所述多个干扰估计的基于容量的平均，获得所估计的干扰。

59、一种用在无线通信系统中的设备，包括：

干扰估计器，用于估计在基站处观测到的干扰；

控制器，用于形成与所估计的干扰相对应的干扰报告；以及

数据处理器，用于处理经由无线信道广播的所述干扰报告。

60、如权利要求 59 所述的设备，其中，所述控制器用于将所估计的干扰与干扰阈值进行比较，以及基于所估计的干扰是高于还是低于所述干扰阈值来设置一个比特，并且其中，所述干扰报告包括所述比特。

61、一种用在无线通信系统中的设备，包括：
用于估计在基站处观测到的干扰的装置；
用于形成与所估计的干扰相对应的干扰报告的装置；以及
用于经由无线信道广播所述干扰报告的装置。

62、如权利要求 61 所述的装置，还包括：
用于将所估计的干扰与干扰阈值进行比较的装置；以及
用于基于所估计的干扰是高于还是低于所述干扰阈值来设置一个比特的装置，并且其中，所述干扰报告包括所述比特。

63、一种用于在无线通信系统中调度数据传输的方法，包括：
在基站处获得无线终端对于发向所述基站的数据传输所支持的发射功率电平，其中，基于由未被指定为接收所述数据传输的至少一个相邻基站中的每个相邻基站观测到的干扰指示，确定所述发射功率电平；以及
基于所述无线终端所支持的所述发射功率电平，调度所述无线终端以进行数据传输。

64、如权利要求 63 所述的方法，还包括：
调节所述无线终端的参考功率电平，以便获得从所述无线终端发送到所述基站的第二传输的目标信号质量 (SNR)，并且其中，还基于所述参考功率电平来确定所述发射功率电平。

65、如权利要求 63 所述的方法，还包括：

在所述基站处获得所述无线终端以所述发射功率电平而支持的特定数量的子带，并且其中，还基于以所述发射功率电平而支持的所述特定数量的子带，调度所述无线终端以进行所述数据传输。

66、一种用在无线通信系统中的设备，包括：

处理器，用于获得无线终端对于发向基站的数据传输所支持的发射功率电平，其中，基于由未被指定为接收所述数据传输的至少一个相邻基站中的每个相邻基站观测到的干扰指示，确定所述发射功率电平；以及

调度器，用于基于所述无线终端所支持的所述发射功率电平，调度所述无线终端以进行所述数据传输。

67、如权利要求 66 所述的设备，还包括：

控制器，用于调节所述无线终端的参考功率电平，以便获得从所述无线终端发送到所述基站的第二传输的目标信号质量（SNR），并且其中，还基于所述参考功率电平来确定所述发射功率电平。

68、一种用在无线通信系统中的设备，包括：

用于获得无线终端对于发向基站的数据传输所支持的发射功率电平的装置，其中，基于由未被指定为接收所述数据传输的至少一个相邻基站中的每个相邻基站观测到的干扰指示，确定所述发射功率电平；以及

用于基于所述无线终端所支持的所述发射功率电平来调度所述无线终端以进行所述数据传输的装置。

69、如权利要求 68 所述的设备，还包括：

用于调节所述无线终端的参考功率电平以便获得从所述无线终端发送到所述基站的第二传输的目标信号质量（SNR）的装置，并且其中，还基于所述参考功率电平来确定所述发射功率电平。

用于采用正交复用的无线通信系统的功率控制

根据 35 U.S.C. §119 要求优先权

本专利申请要求于 2004 年 6 月 18 日提交的、名称为“Reverse-Link Power Control Algorithm”的临时申请 No. 60/580,819 的优先权，该临时申请已转让给本申请的受让人，因而在此以引用的方式并入该临时申请。

对共同未决专利申请的引用

本专利申请涉及下面的共同未决 U.S. 专利申请：

其由 Arak Sutivong 等人于 2004 年 7 月 13 日提交，代理方案号 No. 040404U1，名称为“Robust Erasure Detection and Erasure-Rate-Based Closed Loop Power Control”，该专利申请已转让给本申请的受让人，因而在此以引用的方式并入该专利申请。

技术领域

本发明一般涉及通信，更具体地，涉及用于无线通信系统的功率控制。

背景技术

无线多址通信系统可以同时支持多个无线终端的通信。每个终端经由前向和反向链路上的传输与一个或多个基站进行通信。前向链路（或下行链路）是指从基站到终端的通信链路，而反向链路（或上行链路）是指从终端到基站的通信链路。

多个终端通过将其传输复用为彼此正交，可以同时反向链路上进行发送。所述复用试图在时域、频域和/或码域内，在多个反向链路传输之间实现正交。如果实现了完全正交，则其将导致在接收基站

处来自每个终端的传输不会干扰来自其它终端的传输。然而，由于信道状况、接收机非理想性等因素，通常不能在来自不同终端的传输之间实现完全正交。正交的损失导致每个终端对与同一基站进行通信的其它终端造成一定量的干扰。此外，来自与不同基站进行通信的终端的传输通常彼此不正交。因此，每个终端还可能对与相邻基站进行通信的终端造成干扰。从而，每个终端的性能会由于来自系统中所有其它终端的干扰而降低。

因此，本领域需要能够减轻干扰影响以获得改进的性能的技术。

发明内容

本文描述了用于以减轻“扇区内”干扰和“扇区间”干扰的方式，对来自无线终端的数据传输的发射功率进行控制的技术。对发射功率进行调节，使得终端可能对“服务”基站所造成的扇区内干扰量以及终端可能对“相邻”基站所造成的扇区间干扰量都维持在可接受的等级内。（下文对引号中的术语进行了描述）。可以基于（1）每个相邻基站所观测到的总干扰、（2）服务和相邻基站的信道增益、（3）终端所使用的当前发射功率电平以及（4）其它可能的参数，对终端可能造成的扇区间干扰量进行粗略地估计。每个基站可以对指示该基站所观测到的总干扰的报告（例如，单个比特）进行广播。可以基于从每个基站接收的导频对该基站的信道增益进行估计。可以用随机方式、确定方式或者基于所述各种参数的某些其它方式对发射功率进行调节。

通常，如果相邻基站观测到高干扰，则可以减小发射功率，而如果相邻基站观测到低干扰，则可以增大发射功率。如果（1）终端的位置较接近观测到高干扰的相邻基站和/或（2）当前发射功率电平较高，则也可以更大量地和/或更频繁地对发射功率进行调节。如果（1）终端的位置较接近服务基站和/或（2）当前发射功率电平较低，则可以更小量地和/或较不频繁地对发射功率进行调节。通过将数据传输的接收信号质量（SNR）限制在所允许的 SNR 范围内，将由终端造成的扇区内干扰维持在可接受的等级内。

下文对本发明的各个方案和实施例进行了更详细的描述。

附图说明

通过以下结合附图提出的详细描述，本发明的特征和特性将变得更为清楚，在附图中，相同的参考符号指示相应的内容，其中：

图 1 示出了无线多址通信系统；

图 2 说明了在时间-频率平面上的跳频；

图 3 示出了用于以随机方式对发射功率进行调节的处理；

图 4 示出了用于以确定方式对发射功率进行调节的处理；

图 5 示出了用于数据信道的功率控制机制；

图 6 示出了用于控制信道的功率控制机制；以及

图 7 示出了终端、服务基站和相邻基站。

具体实施方式

词语“示例性的”在本文中用于指“用作实例、例子或例证的”。不应将本文描述为“示例性”的任何实施例或设计理解为优选于或优于其它实施例或设计。

图 1 示出了无线多址通信系统 100。系统 100 包括多个基站 110，其支持多个无线终端 120 的通信。典型地，终端 120 散布在系统中，并且每个终端可以是固定的或者移动的。终端也可以被称为移动台、用户设备 (UE)、无线通信设备或者某些其它术语。基站是用于与终端进行通信的固定站，也可以被称为接入点、节点 B 或者某些其它术语。系统控制器 130 连接到基站 110、为这些基站提供协调和控制并且进一步对由这些基站所服务的终端的数据路由进行控制。

每个基站 110 为各自的地理区域 102 提供通信覆盖。根据术语所使用的上下文，基站和/或其覆盖区域可以被称为“小区”。为了增大容量，可以将每个基站的覆盖区域分割成多个（例如三个）扇区 104。由基站收发机子系统 (BTS) 向每个扇区提供服务。根据术语所使用的上下文，术语“扇区”可以指 BTS 和/或其覆盖区域。对于被扇区化的小区，典型地，该小区的基站包括用于该小区的所有扇区的多个

BTS。为简便起见，在下文的描述中，将术语“基站”一般性地用于向小区提供服务的固定站和向扇区提供服务的固定站。“服务”基站或“服务”扇区是终端与之进行通信的基站或扇区。“相邻”基站或“相邻”扇区是终端未与之进行通信的基站或扇区。为简便起见，下文的描述假定每个终端与一个服务基站进行通信，然而其并非是本文所述技术的必需性限制。

本文所描述的功率控制技术可以用于各种无线通信系统。例如，这些技术可以用于时分多址（TDMA）系统、频分多址（FDMA）系统、正交频分多址（OFDMA）系统等。TDMA 系统使用时分复用（TDM），并且通过在不同的时间间隔内进行发送来使不同终端的传输正交化。FDMA 系统使用频分复用（FDM），并且通过在不同的频率子带内进行发送来使不同终端的传输正交化。TDMA 和 FDMA 系统还可以使用码分复用（CDM）。在这种情况下，即使在相同的时间间隔或频率子带内对多个终端的传输进行发送，也可以使用不同的正交（例如沃尔什）码来使这些传输正交化。OFDMA 系统采用正交频分复用（OFDM），其有效地将整个系统带宽分割成多个（N 个）正交频率子带。这些子带也可被称为音调（tone）、子载波、频段（bin）、频道等。每个子带与各自的可调制有数据的子载波相关联。OFDMA 系统可以使用时分复用、频分复用和/或码分复用的任何组合。为清楚起见，下文针对 OFDMA 系统描述功率控制技术。

对于 OFDMA 系统，可以对多个“业务”信道进行定义，其中，（1）在任意给定时间间隔内每个子带仅用于一个业务信道，以及（2）在每个时间间隔内可以为每个业务信道分配零个、一个或多个子带。业务信道可以包括用于发送业务/分组数据的“数据”信道以及用于发送开销/控制数据的“控制”信道。业务信道也可以被称为物理信道、传输信道或者某些其它术语。

可以将每个扇区的业务信道定义为在时间和频率上互相正交，使得在任意给定时间间隔内没有两个业务信道使用相同的子带。这种正交性避免了在同一扇区内多个业务信道上同时发送的多个传输之间的扇区内干扰。例如，如载波间干扰（ICI）和符号间干扰（ISI）

等各种影响可能导致正交性的某些损失。正交性的损失导致扇区内干扰。还可以将每个扇区的业务信道定义为相对于相邻扇区的业务信道是伪随机的。这使得由一个扇区内的业务信道对相邻扇区内的业务信道所造成的扇区内或“其它扇区”干扰随机化。可以用各种方式实现随机化的扇区内干扰和扇区间干扰。例如，跳频可以提供随机化的扇区内和扇区间干扰以及抑制有害路径影响的频率分集。

图 2 说明了对于 OFDMA 系统的在时间-频率平面 200 上的跳频 (FH)。通过跳频, 使每个业务信道与特定的 FH 序列关联, 该特定的 FH 序列指示在每个时间间隔内用于该业务信道的特定子带。每个扇区内用于不同业务信道的 FH 序列是相互正交的, 使得在任意时间间隔内没有两个业务信道使用相同的子带。用于每个扇区的 FH 序列相对于用于相邻扇区的 FH 序列也是伪随机的。当两个扇区内的两个业务信道在相同的时间间隔内使用相同的子带时, 这两个业务信道之间就会出现干扰。然而, 由于用于不同扇区的 FH 序列的伪随机特性, 扇区间干扰被随机化。

可以将数据信道分配给活动终端, 使得在任意给定时间处每个数据信道仅被一个终端所使用。为了节省系统资源, 可以在多个终端之间使用例如码分复用来对控制信道进行共享。如果数据信道仅在频率和时间内 (而不在码内) 是正交复用的, 则与控制信道相比, 数据信道更不易受到由信道状况和接收机非理想性所引起的正交性损失的影响。

因此, 数据信道具有若干与功率控制有关的重要特性。第一, 由于在频率和时间内的正交复用, 数据信道上的小区内干扰非常小。第二, 由于相邻扇区使用不同的 FH 序列, 小区间干扰被随机化。通过 (1) 由给定终端所使用的发射功率电平以及 (2) 该终端相对于相邻基站的位置, 确定由该终端引起的小区间干扰量。

对于数据信道, 可以进行功率控制以使每个终端能够以某一功率电平进行发送, 其中, 在将小区内和小区间干扰维持在可接受等级内的同时所述功率电平尽可能高。由于位置更接近于其服务基站的终端将会对相邻基站造成较少的干扰, 所以可以允许该终端以较高的功率

电平进行发送。反之，由于位置更远离其服务基站且朝向扇区边缘的终端可能对相邻基站造成更多的干扰，所以可以允许该终端以较低的功率电平进行发送。以这种方式对发射功率进行控制可以潜在地减少每个基站所观测到的总干扰，同时使得“有条件的 (qualified)”终端能够获得较高的 SNR 并因此获得较高的数据速率。

可以用各种方式对数据信道进行功率控制，以便实现上文所述的目的。为清楚起见，下文对功率控制的特定实施例进行了描述。对于该实施例，可以将给定终端的数据信道的发射功率表示为：

$$P_{\text{dch}}(n) = P_{\text{ref}}(n) + \Delta P(n), \quad \text{方程 (1)}$$

其中， $P_{\text{dch}}(n)$ 是对应于更新间隔 n 的数据信道的发射功率；

$P_{\text{ref}}(n)$ 是对应于更新间隔 n 的参考功率电平；以及

$\Delta P(n)$ 是对应于更新间隔 n 的发射功率增量。

以分贝 (dB) 为单位给出功率电平 $P_{\text{dch}}(n)$ 和 $P_{\text{ref}}(n)$ 以及发射功率增量 $\Delta P(n)$ 。

参考功率电平是实现指定传输（例如，在控制信道上）的目标信号质量所需的发射功率量。可以通过信号-噪声比、信号-噪声和干扰比等对信号质量（表示为 SNR）进行量化。如下文所述，可以通过功率控制机制对参考功率电平和目标 SNR 进行调节，以便实现指定传输的预期性能等级。如果参考功率电平可以实现目标 SNR，则可将数据信道的接收 SNR 估计为：

$$\text{SNR}_{\text{dch}}(n) = \text{SNR}_{\text{差错}} + \Delta P(n) \quad \text{方程 (2)}$$

方程 (2) 假定数据信道和控制信道具有类似的干扰统计特性。例如，如果来自不同扇区的控制和数据信道互相干扰，则可能发生以上情况。可以如下文所述确定参考功率电平。

可以基于例如 (1) 终端可能对相邻扇区内的其它终端所造成的扇区间干扰量、(2) 终端可能对同一扇区内的其它终端所造成的扇区内干扰量、(3) 终端可用的最大功率电平以及 (4) 其它可能因素等各种因素，对数据信道的发射功率进行设置。下文对这些因素中的每个因素进行描述。

可以用各种方式确定每个终端可能造成的扇区间干扰量。例如，

每个相邻基站可以直接估计每个终端所造成的扇区间干扰量，并且将其发送到该终端，该终端可以接着相应地调节其发射功率。这种个体化的干扰报告可能需要大量的开销信令。为简便起见，可以基于（1）每个相邻基站所观测到的总干扰、（2）服务和相邻基站的信道增益以及（3）终端所使用的发射功率电平，对每个终端可能造成的扇区间干扰量进行粗略估计。下文对量（1）和（2）进行了描述。

每个基站可以对其所观测到的干扰的总量或平均量进行估计。这可以通过对每个子带上的干扰功率进行估计以及基于对单个子带的干扰功率估计来计算平均干扰功率来实现。可以使用例如算数平均、几何平均、基于 SNR 的平均等各种平均技术来获得平均干扰功率。

对于算数平均，可以将平均干扰功率表示为：

$$I_{\text{meas},m}(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N I_m(k,n), \quad \text{方程 (3)}$$

其中， $I_m(k,n)$ 是在时间间隔 n 内在子带 k 上对扇区 m 的干扰功率估计；以及

$I_{\text{meas},m}(n)$ 是在时间间隔 n 内扇区 m 的平均干扰功率。

在方程（3）中，量 $I_m(k,n)$ 和 $I_{\text{meas},m}(n)$ 采用线性单位，但是也可以以分贝（dB）为单位给出。通过算数平均，少量的大干扰功率估计能够使平均干扰功率产生偏差。

对于几何平均，可以将平均干扰功率表示为：

$$I_{\text{meas},m}(n) = \left(\prod_{k=1}^N I_m(k,n) \right)^{1/N}, \quad \text{方程 (4)}$$

几何平均能够抑制少量子带的大干扰功率估计，使得平均干扰功率低于采用算数平均的平均干扰功率。

对于基于 SNR 的平均，可以将平均干扰功率表示为：

$$\log \left(1 + \frac{P_{\text{nom}}}{I_{\text{meas},m}(n)} \right) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N \log \left(1 + \frac{P_{\text{nom}}}{I_m(k,n)} \right), \quad \text{方程 (5)}$$

其中， P_{nom} 表示为每个子带假定的标称接收功率。方程（5）基于标称接收功率确定每个子带的理论容量、计算全部 N 个子带的平均容量以及确定得出该平均容量的平均干扰功率。基于 SNR 的平均（也

可被称为基于容量的平均)也抑制了少量子带的大干扰功率估计。

无论使用哪种平均技术,每个基站都可以对干扰功率估计和/或多个时间间隔上的平均干扰功率进行滤波,以便改进干扰测量值的质量。可以采用有限脉冲响应(FIR)滤波器、无限脉冲响应(IIR)滤波器或者本领域公知的某些其它类型的滤波器来实现上述滤波。因此,在本文的描述中,术语“干扰”可以指已滤波的或未滤波的干扰。

每个基站可以广播其干扰测量值,以供其它扇区中的终端使用。可以用各种方式对干扰测量值进行广播。在一个实施例中,将平均干扰功率(或者“已测”干扰)量化成预定数量的比特,然后经由广播信道对其进行发送。在另一个实施例中,使用单个比特对已测干扰进行广播,所述单个比特指示已测干扰是大于还是小于标称干扰阈值。在另一个实施例中,使用两个比特对已测干扰进行广播。一个比特指示相对于标称干扰阈值的已测干扰。另一个比特可以用作遇险/应急(distress/panic)比特,其指示已测干扰是否超过高干扰阈值。也可以用其它方式发送干扰测量值。

为简便起见,下文的描述假定使用单个其它扇区干扰(OSI)比特来提供干扰信息。每个基站可以对其 OSI 比特(OSIB)进行如下设置:

$$\text{OSIB}(n) = \begin{cases} '1', & I_{\text{meas},m}(n) \geq I_{\text{目标}}, \\ '0', & I_{\text{meas},m}(n) < I_{\text{目标}}, \end{cases} \quad \text{方程 (6)}$$

其中, $I_{\text{目标}}$ 是标称干扰阈值。

可选地,每个基站可以获得已测热干扰(IOT: interference-over-thermal),其是基站所观测到的总干扰功率与热噪声功率之比。可以如上文所述对总干扰功率进行计算。可以通过关闭发射机并且在接收机处对噪声进行测量来估计热噪声功率。可以为系统选择特定的工作点,并且将其表示为 $\text{IOT}_{\text{目标}}$ 。较高的工作点允许终端为数据信道使用较高的发射功率(平均而言)。然而,由于在发射功率的增加不能转变为接收 SNR 的增加的情况下系统可能变为干扰受限,所以非常高的工作点可能是不被期望的。此外,非常高的工作点增加了系统不稳定的可能性。在任何情况下,每个基站可以对其 OSI

比特进行如下设置：

$$\text{OSIB}(n) = \begin{cases} '1', & \text{如果 } \text{IOT}_{\text{meas},m}(n) \geq \text{IOT}_{\text{目标}}, \\ '0', & \text{如果 } \text{IOT}_{\text{meas},m}(n) < \text{IOT}_{\text{目标}}, \end{cases} \quad \text{方程 (7)}$$

其中， $\text{IOT}_{\text{meas},m}(n)$ 是在时间间隔 n 内扇区 m 的已测 IOT；以及 $\text{IOT}_{\text{目标}}$ 是该扇区的期望工作点。

对于这两种情况，可以如下文所述将 OSI 比特用于功率控制。

每个终端可以对每个基站信道增益（或者传播路径增益）进行估计，其中该基站可以对来自终端的反向链路传输进行接收。通过对经由前向链路从基站接收的导频进行处理、对已接收导频的强度/功率进行估计以及在时间上对导频强度估计进行滤波（例如，利用具有几百毫秒时间常数的滤波器）以移除快衰落等的影响，可以对每个基站的信道增益进行估计。如果所有的基站以相同的功率电平发送它们的导频，则每个基站的接收导频强度指示该基站和终端之间的信道增益。终端可以形成信道增益比向量 \mathbf{G} ，如下：

$$\mathbf{G} = [r_1(n) \quad r_2(n) \quad \cdots \quad r_M(n)], \quad \text{方程 (8)}$$

$$\text{其中, } r_i(n) = \frac{g_s(n)}{g_m(n)}, \quad \text{方程 (9)}$$

$g_s(n)$ 是终端和服务基站之间的信道增益；

$g_m(n)$ 是终端和相邻基站 i 之间的信道增益；以及

$r_i(n)$ 是相邻基站 i 的信道增益比。

由于距离与信道增益成反比，所以可将信道增益比 $g_s(n)/g_m(n)$ 视为“相对距离”，其指示相对于到服务基站的距离的、到相邻基站 i 的距离。通常，相邻基站的信道增益比 $r_i(n)$ 随着终端向扇区边缘移动而减小，并且随着终端向更接近服务基站的位置移动而增大。如下文所述，信道增益比向量 \mathbf{G} 可以用于功率控制。

虽然对每个扇区的数据信道进行复用以使其互相正交，但是载波间干扰 (ICI)、符号间干扰 (ISI) 等仍可能造成正交性的部分损失。正交性的这种损失造成扇区内干扰。为了减轻扇区内干扰，可以对每个终端的发射功率进行控制，使得该终端可能对同一扇区内的其它终

端所造成的扇区内干扰量维持在可接受的等级内。例如，这可以通过要求每个终端的数据信道的接收 SNR 处于预定 SNR 范围内来实现，如下：

$$\text{SNR}_{\text{dch}}(n) \in [\text{SNR}_{\text{min}}, \text{SNR}_{\text{max}}], \quad \text{方程 (10)}$$

其中， SNR_{min} 是数据信道所允许的最小接收 SNR；以及 SNR_{max} 是数据信道所允许的最大接收 SNR。

最小接收 SNR 确保所有的终端（尤其是那些位于扇区边缘附近的终端）可以获得最小的性能等级。在没有该约束的情况下，由于位于扇区边缘附近的终端经常引起大量的扇区间干扰，所以其可能被迫以极低的功率电平进行发送。

如果将所有终端的数据信道的接收 SNR 限制在范围 $[\text{SNR}_{\text{min}}, \text{SNR}_{\text{max}}]$ 内，则可以认为每个终端由于正交性损失而造成的扇区内干扰量处于可接受的等级内。通过将接收 SNR 限制在该 SNR 范围内，接收功率谱密度在相邻子带之间仍然可能存在多达 $(\text{SNR}_{\text{max}} - \text{SNR}_{\text{min}})$ dB 的差异（例如，如果控制和数据信道随机地跳跃而使得不同扇区的控制和数据信道可能互相冲突，则事实上假定在子带上观测到相似的扇区间干扰量）。在存在 ICI 和 ISI 的情况下，小的 SNR 范围改进了系统的鲁棒性。人们已经发现 10 dB 的 SNR 范围在大多数工作环境下可以提供良好的性能。也可以使用其它 SNR 范围。

如果按照方程 (1) 所示确定数据信道的发射功率，则通过将发射功率增量 $\Delta P(n)$ 限制在相应的范围内，可以将数据信道的接收 SNR 维持在范围 $[\text{SNR}_{\text{min}}, \text{SNR}_{\text{max}}]$ 内，如下：

$$\Delta P(n) \in [\Delta P_{\text{min}}, \Delta P_{\text{max}}], \quad \text{方程 (11)}$$

其中， ΔP_{min} 是数据信道所允许的最小发射功率增量，以及 ΔP_{max} 是数据信道所允许的最大发射功率增量。

特别地， $\Delta P_{\text{min}} = \text{SNR}_{\text{min}} - \text{SNR}_{\text{目标}}$ 并且 $\Delta P_{\text{max}} = \text{SNR}_{\text{max}} - \text{SNR}_{\text{目标}}$ 。在另一个实施例中，可以将发射功率 $P_{\text{dch}}(n)$ 限制在例如基于数据信道的接收信号功率而确定的范围内。例如，如果干扰功率在多个子带之间具有统计性的差异，则可以使用该实施例。

然后，可以基于下列参数对每个终端的数据信道的发射功率进行

调节:

每个基站所广播的 OSI 比特;

终端所计算的信道增益比向量 $\underline{\mathbf{G}}$;

数据信道所允许的接收 SNR 的范围 $[\text{SNR}_{\min}, \text{SNR}_{\max}]$, 或者等效地, 所允许的发射功率增量的范围 $[\Delta P_{\min}, \Delta P_{\max}]$; 以及

终端所允许的最大功率电平 P_{\max} , 其可由系统或终端内的功率放大器进行设置。

参数 1) 和 2) 涉及终端所造成的扇区间干扰。参数 3) 涉及终端所造成的扇区内干扰。

通常, 位于报告高干扰的相邻扇区附近的终端可以用较低的发射功率增量进行发送, 使得其接收 SNR 更接近 SNR_{\min} 。相反地, 位于其服务基站附近的终端可以用较高的发射功率增量进行发送, 使得其接收 SNR 更接近 SNR_{\max} 。可以基于系统中的终端接近服务基站的程度, 观测这些终端的接收 SNR 的等级。每个基站处的调度器可以利用接收 SNR 的分布来实现高吞吐量并同时确保对终端的公平性。

可以基于上述的四个参数, 以各种方式调节数据信道的发射功率。功率控制机制不需要为所有的终端都维持相等的 SNR, 特别是在类似 OFDMA 系统的正交系统中, 在该系统中, 较接近基站的终端可以用较高的功率电平进行发送而不会对其它终端引起过多问题。为清楚起见, 下文描述了用于对发射功率进行调节的特定实施例。对于该实施例, 每个终端对由相邻基站广播的 OSI 比特进行监控, 并且仅对最强相邻基站的 OSI 比特作出响应, 其中该基站在向量 $\underline{\mathbf{G}}$ 中具有最小信道增益比。如果将给定基站的 OSI 比特设置为“1”(由于基站观测到比标称扇区间干扰高的扇区间干扰), 则可以向下调节将该基站作为其最强相邻基站的终端的发射功率。相反地, 如果将 OSI 比特设置为“0”, 则可以向上调节将该基站作为其最强相邻基站的终端的发射功率。对于其它实施例, 每个终端可以基于对一个或多个基站(例如服务和/或相邻基站)所获得的一个或多个 OSI 比特来对其发射功率进行调节。

因此, OSI 比特决定了对发射功率进行调节的方向。每个终端的

发射功率调节量可以取决于：(1) 终端的当前发射功率电平（或当前发射功率增量）；以及 (2) 最强相邻基站的信道增益比。表 1 列出了基于发射功率增量和最强基站的信道增益比对发射功率进行调节的某些一般规则。

表 1

OSI 比特	发射功率调节
“1” (高干扰等级)	与对于发送 OSI 比特的基站具有较大信道增益比的终端（因而其更加远离该基站）相比，对于该基站具有较小信道增益比的终端（因而其更加接近该基站）通常更大量地减小其发射功率增量。
	与对于该基站具有相似信道增益比但具有较小发射功率增量的终端相比，具有较大发射功率增量的终端通常更大量地减小其发射功率增量。
“0” (低干扰等级)	与对于发送 OSI 比特的基站具有较小信道增益比的终端（因而其更加接近该基站）相比，对于该基站具有较大信道增益比的终端（因而其更加远离该基站）通常更大量地增大其发射功率增量。
	与对于该基站具有相似信道增益比但具有较大发射功率增量的终端相比，具有较小发射功率增量的终端通常更大量地增大其发射功率增量。

可以用确定方式、随机方式或者某些其它方式对发射功率进行调节。对于确定调节，基于相关参数以预先定义的方式对发射功率进行调节。对于随机调节，对发射功率的调节具有某种由相关参数确定的概率。下文对示例性的确定和随机调节方案进行描述。

图 3 示出了用于以随机方式对发射功率进行调节的处理 300 的流程图。可以在发送 OSI 比特的每个时间间隔内，由每个终端执行处理 300。首先，终端对最强相邻基站的 OSI 比特进行处理（方框 312）。然后，终端确定 OSI 比特是“1”还是“0”（方框 314）。

如果 OSI 比特为“1”，其中“1”指示比标称干扰等级高的干扰等级，则终端确定减小发射功率的概率 $P_{r_{dn}}(n)$ （方框 322）。如下文所

述，可以基于当前发射功率增量 $\Delta P(n)$ 和最强相邻基站的信道增益比 $r_{osib}(n)$ 对 $Pr_{dn}(n)$ 进行计算。然后，终端随机地在 0.0 和 1.0 之间选择值 x （方框 324）。特别地， x 是均匀分布在 0.0 和 1.0 之间的随机变量。如方框 326 中所确定的，如果随机选择的值 x 小于或等于概率 $Pr_{dn}(n)$ ，则终端以 ΔP_{dn} 的向下步长减小其发射功率增量（方框 328），如下：

$$\Delta P(n+1) = \Delta P(n) - \Delta P_{dn} \quad \text{方程 (12)}$$

否则，如果 x 大于 $Pr_{dn}(n)$ ，则终端将发射功率增量维持在当前电平上（方框 330）。处理从方框 328 和 330 继续进行到方框 342。

如果在方框 314 中 OSI 比特为“0”，其中“0”指示比标称干扰等级低的干扰等级，则如下文所述，终端基于例如 $\Delta P(n)$ 和 $r_{osib}(n)$ 确定增大发射功率的概率 $Pr_{up}(n)$ （方框 332）。然后，终端可以随机地在 0.0 和 1.0 之间选择值 x （方框 334）。如方框 336 中所确定的，如果随机选择的值 x 小于或等于概率 $Pr_{up}(n)$ ，则终端以 ΔP_{up} 的向上步长增大其发射功率增量（方框 338），如下：

$$\Delta P(n+1) = \Delta P(n) + \Delta P_{up} \quad \text{方程 (13)}$$

可以将 ΔP_{up} 和 ΔP_{dn} 的步长大小都设置为同一个恰当的值（例如 0.25 dB、0.5 dB、1.0 dB 等）。如果在方框 336 中 x 大于 $Pr_{up}(n)$ ，则终端将发射功率增量维持在相同的电平上（方框 330）。处理从方框 330 和 338 继续进行到方框 342。

在方框 342 中，终端将发射功率增量 $\Delta P(n+1)$ 限制在所允许的范围 $[\Delta P_{min}, \Delta P_{max}]$ 内。然后，如方程 (1) 中所示，终端基于下一时间间隔的发射功率增量 $\Delta P(n+1)$ 和参考功率电平 $P_{ref}(n+1)$ 对下一时间间隔的发射功率 $P_{dch}(n+1)$ 进行计算（方框 344）。然后，终端将发射功率 $P_{dch}(n+1)$ 限制在最大功率电平内（方框 346），如下：

$$P_{dch}(n+1) = \begin{cases} P_{dch}(n+1), & \text{如果 } P_{dch}(n+1) \leq P_{max}, \\ P_{max}, & \text{否则} \end{cases} \quad \text{方程 (14)}$$

终端在下一时间间隔使用发射功率 $P_{dch}(n+1)$ 。

概率 $Pr_{dn}(n)$ 和 $Pr_{up}(n)$ 可以是发射功率增量 $\Delta P(n)$ 和最强相邻基站的信道增益比 $r_{osib}(n)$ 的函数。可以为 $Pr_{dn}(n)$ 和 $Pr_{up}(n)$ 使用各种函数。每个函数可以对各种功率控制特性施加不同的影响，所述功率控制特

性例如对应于系统中的终端的(1)发射功率调节的收敛速率以及(2)发射功率增量的分布。

在实施例中, 将概率 $\text{Pr}_{\text{dn}}(n)$ 和 $\text{Pr}_{\text{up}}(n)$ 定义如下:

$$\text{Pr}_{\text{up}}(n) = \max(\text{Pr}_{\text{up},\text{min}}, [1 - \text{Pr}_{\Delta P}(n)] \cdot [1 - \text{Pr}_{\text{增益}}(n)]), \text{ 以及} \quad \text{方程(15a)}$$

$$\text{Pr}_{\text{dn}}(n) = \max(\text{Pr}_{\text{dn},\text{min}}, \text{Pr}_{\Delta P}(n) \cdot \text{Pr}_{\text{增益}}(n)), \quad \text{方程(15b)}$$

$$\text{其中, } \text{Pr}_{\Delta P}(n) = \frac{\min(\Delta P(n), \Delta \tilde{P}_{\text{max}}) - \Delta \tilde{P}_{\text{min}}}{\Delta \tilde{P}_{\text{max}} - \Delta \tilde{P}_{\text{min}}}, \quad \text{方程(15c)}$$

$$\text{Pr}_{\text{增益}}(n) = \frac{\min(r_{\text{osib}}(n), r_{\text{max}}) - r_{\text{min}}}{r_{\text{max}} - r_{\text{min}}}, \quad \text{方程(15d)}$$

$\text{Pr}_{\Delta P}(n)$ 是关于发射功率电平的概率;

$\text{Pr}_{\text{增益}}(n)$ 是关于最强相邻基站的信道增益比的概率;

$\Delta \tilde{P}_{\text{max}}$ 、 $\Delta \tilde{P}_{\text{min}}$ 、 r_{max} 和 r_{min} 是选择用于获得所期望的功率控制特性的标准化常量;

$\text{Pr}_{\text{up},\text{min}}$ 是向上调节发射功率的最小概率; 以及

$\text{Pr}_{\text{dn},\text{min}}$ 是向下调节发射功率的最小概率。

对于方程组(15)所示的实施例, $\text{Pr}_{\text{dn}}(n)$ 和 $\text{Pr}_{\text{up}}(n)$ 是由发射功率电平和最强相邻基站的信道增益比所确定的联合概率。最小概率 $\text{Pr}_{\text{up},\text{min}}$ 和 $\text{Pr}_{\text{dn},\text{min}}$ 改进了稳定状态特性并且促进了点在极端中 (in the extremes) 的某些移动 (例如非常高或非常低的信道增益值)。根据方程组(15)中所示导出的概率 $\text{Pr}_{\text{dn}}(n)$ 和 $\text{Pr}_{\text{up}}(n)$ 符合表1中给出的一般发射功率调节规则。也可以利用某些其它函数导出概率 $\text{Pr}_{\text{dn}}(n)$ 和 $\text{Pr}_{\text{up}}(n)$, 其将落入本发明的范围内。

图4示出了用于以确定方式对发射功率进行调节的处理400的流程图。可以在发送 OSI 比特的每个时间间隔内由每个终端执行处理400。终端对最强相邻基站的 OSI 比特进行处理 (方框412), 并且确定 OSI 比特是“1”还是“0” (方框414)。如果 OSI 比特为“1”, 则终端确定在下一时间间隔发射功率的减小量 $\Delta P_{\text{dn}}(n+1)$ (方框422)。可以基于当前发射功率增量 $\Delta P(n)$ 和最强基站的信道增益比 $r_{\text{osib}}(n)$ 确定可变向下步长大小。然后, 终端将发射功率增量减小 $\Delta P_{\text{dn}}(n+1)$ (方

框 424)。否则, 如果 OSI 比特为“0”, 则终端基于例如 $\Delta P(n)$ 和 $r_{osib}(n)$ 确定在下一时间间隔发射功率的增大量 $\Delta P_{up}(n+1)$ (方框 432)。然后, 终端将发射功率增量增大 $\Delta P_{up}(n+1)$ (方框 434)。在方框 424 和 434 之后, 终端将下一时间间隔的发射功率增量 $\Delta P(n+1)$ 限制在所允许的范围 $[\Delta P_{min}, \Delta P_{max}]$ 内 (方框 442), 并且进一步对下一时间间隔的发射功率进行计算, 并将其限制在最大功率电平内 (方框 444 和 446)。

可以基于 $\Delta P(n)$ 和 $r_{osib}(n)$ 的预定函数 (例如类似于方程组 (15) 所表示的函数) 确定可变步长大小 $\Delta P_{dn}(n+1)$ 和 $\Delta P_{up}(n+1)$ 。可以将可变步长大小定义为与 $\Delta P(n)$ 成正比并且与 $r_{osib}(n)$ 成反比。还可以基于查找表或者通过某些其它方式来确定调节概率和可变步长大小, 其中所述查找表包含对应于不同 $\Delta P(n)$ 和 $r_{osib}(n)$ 值的不同概率和步长大小值。

图 3 和图 4 分别示出了用于以随机和确定方式对发射功率进行调节的示例性实施例。对于图 3 中所示的随机实施例, 基于参数 $\Delta P(n)$ 和 $r_{osib}(n)$ 确定调节概率, 并且将固定大小的向上和向下步长用于发射功率的调节。对于图 4 中所示的确定实施例, 将调节概率固定在 1.0, 并且基于参数 $\Delta P(n)$ 和 $r_{osib}(n)$ 确定向上和向下步长大小。也可以对这些实施例进行各种修改。例如, 还可以将可变向上和向下步长大小用于随机实施例。作为另一个实例, 可以将固定大小的向上和向下步长用于确定实施例。

如上文所述, 可以基于 OSI 比特、信道增益、前一功率增量 $\Delta P(n-1)$ 、所允许的功率增量范围以及终端的最大功率电平, 对数据信道的功率增量 $\Delta P(n)$ 进行调节。通常, 可以基于任何一个参数或者参数的任意组合对功率增量 $\Delta P(n)$ 进行调节。可用于调节 $\Delta P(n)$ 的其它参数包括当前发射功率 $P_{dch}(n)$ 、峰均回退因子 (peak-to-average backoff factor) ΔP_{bo} 、“指定”基站组等, 其中所述“指定”基站组可能观测到来自终端的高干扰。可以利用终端为进行传输而使用的子带的数量来确定峰均回退因子, 并且如果将更多的子带用于传输, 则可以将更大的值用于 ΔP_{bo} 。可以将数据信道的发射功率限制为小于 P_{max} 减去该回退因子, 或者 $P_{dch}(n) \leq (P_{max} - \Delta P_{bo})$ 。

也可以基于由多个基站 (例如服务和/或相邻基站) 发送的 OSI

比特对终端的发射功率进行调节。对于服务基站和相邻基站，可以用相同或不同的方式对发射功率进行调节。终端可以与正在同服务基站进行通信的其它终端是正交的，但是如果如果没有实现完全正交，则仍可能对所述其它终端造成某些干扰。如果将服务基站的 OSI 比特设置为“1”，则可以将终端的发射功率调节为较低。可以基于计算机仿真、实验测量等来确定由来自服务基站的 OSI 比特引起的发射功率调节量，以便获得良好的性能。

也可以基于其它参数、标准和信息对终端的发射功率进行调节。例如，终端可以仅考虑来自所述指定组中的基站的 OSI 比特。终端还可以基于给定基站的信道增益和/或其它参数，在发射功率的调节中考虑或不考虑该基站。终端还可以基于在发射功率的调节中所考虑的基站的所有可用信息，以不同的量和/或不同的方式对发射功率进行调节。

图 5 示出了可以用于对系统 100 中的终端 120x 的发射功率进行调节的功率控制机制 500。终端 120x 与服务基站 110x 进行通信，并且可能对相邻基站 110a 到 110m 造成干扰（尽管以不同的量）。功率控制机制 500 包括参考环路 510 和第二环路 520。参考环路 510 在终端 120x 与服务基站 110x 之间工作。第二环路 520 在终端 120x 与相邻基站 110a 到 110m 以及可能的服务基站 110x 之间工作。为简便起见，图 5 仅示出了驻留在终端 120x 处的环路 510 和 520 部分。

参考环路 510 对控制信道（或者某些其它业务信道）的发射功率进行调节，并且试图将该控制信道的（在服务基站 110x 处测量到的）接收 SNR 维持在尽可能接近于目标 SNR 处。如下文所述，对于参考环路 510，服务基站 110x 对控制信道的接收 SNR 进行估计，将接收 SNR 与目标 SNR 进行比较，并且基于比较结果生成发射功率控制（TPC）命令。每个 TPC 命令可以是（1）指示增大控制信道的发射功率的 UP 命令或者（2）指示减小发射功率的 DOWN 命令。服务基站 110x 在前向链路（云状图 570）上将 TPC 命令发送到终端 120x。

终端 120x 对来自服务基站 110x 的前向链路传输进行接收和处理，并且将“已接收” TPC 命令提供给 TPC 命令处理器 542。每个

已接收 TPC 命令是由服务基站 110x 发送的 TPC 命令的有噪声版本。处理器 542 对每个已接收 TPC 命令进行检测,并且获得“TPC 判决”,其可以是:(1)如果认为已接收 TPC 命令是 UP 命令,则为 UP 判决,或者(2)如果认为已接收 TPC 命令是 DOWN 命令,则为 DOWN 判决。控制信道发射(TX)功率调节单元 544 基于来自 TPC 命令处理器 542 的 TPC 判决,对控制信道的发射功率 $P_{\text{cch}}(n)$ 进行调节。例如,对于每个 UP 判决,单元 544 可以以 $\Delta P_{\text{cch,up}}$ 的向上步长增大 $P_{\text{cch}}(n)$,并且对于每个 DOWN 判决,单元 544 可以以 $\Delta P_{\text{cch,dn}}$ 的向下步长减小 $P_{\text{cch}}(n)$ 。TX 数据处理器/调制器 560 将控制信道的发射功率设置为由单元 544 所指示的 $P_{\text{cch}}(n)$ 电平。将控制信道上的传输发送到服务基站 110x。

由于反向链路(云状图 540)上的路径损耗、衰落和多径效应,控制信道的接收 SNR 不断地波动,其中,典型地,所述路径损耗、衰落和多径效应随着时间而改变,特别是对于移动终端尤为如此。当反向链路信道状况发生变化时,参考环路 510 试图将接收 SNR 维持在目标 SNR 处或者接近目标 SNR。

第二环路 520 对数据信道(或者某些其它业务信道)的发射功率进行调节,以便将尽可能高的功率电平用于数据信道,并且同时将扇区间和扇区内干扰维持在可接受的等级内。对于第二环路 520,OSI 比特处理器 552 对由相邻基站 110a 到 110m 以及可能的服务基站 110x 所广播的 OSI 比特进行接收和处理。OSI 比特处理器 552 将来自基站的已检测 OSI 比特提供给发射功率增量调节单元 556。信道估计器 554 对来自服务和相邻基站的导频进行接收、对每个基站的信道增益进行估计并且将所有基站的所估计的信道增益提供给单元 556。单元 556 确定相邻基站的信道增益比,并且识别最强的相邻基站。如上文所述,单元 556 还基于已检测 OSI 比特和最强相邻基站的信道增益比,对数据信道的发射功率增量 $\Delta P(n)$ 进行调节。单元 556 可以执行处理 300 或 400,并且可以用随机或确定方式对 $\Delta P(n)$ 进行调节。通常,单元 556 可以基于任意数量的基站的已检测 OSI 比特和/或其它相关信息,调节发射功率增量 $\Delta P(n)$,其中所述任意数量的基站可以包括服务和/

或相邻基站。

数据信道发射功率计算单元 558 接收控制信道发射功率 $P_{\text{cch}}(n)$ 和发射功率增量 $\Delta P(n)$ ，其中 $P_{\text{cch}}(n)$ 被用作参考功率电平 $P_{\text{ref}}(n)$ 。单元 558 基于 $P_{\text{cch}}(n)$ 和 $\Delta P(n)$ 对数据信道的发射功率 $P_{\text{dch}}(n)$ 进行计算。单元 560 将数据信道的发射功率设置为由单元 558 所指示的 $P_{\text{dch}}(n)$ 电平。将数据信道上的传输发送到服务基站 110x。数据和控制信道上的传输可能对相邻基站 110a 到 110m 造成干扰。

每个基站 110 在反向链路上对来自终端的传输进行接收、对该基站所观测到的干扰进行估计、将已测干扰与标称干扰阈值进行比较、基于比较结果对 OSI 比特进行相应地设置并且在前向链路上广播 OSI 比特。

参考环路 510 和第二环路 520 可以同时工作，但是可以用不同的速率进行更新，其中，环路 510 是比环路 520 的更快的环路。可以对两个环路的更新速率进行选择，以便获得所期望的功率控制性能。作为一个实例，可以用例如每秒 150 次的速率对参考环路 510 进行更新，并且可以用例如每秒 10 到 20 次的速率对第二环路进行更新。参考环路 510 和第二环路 520 可以分别在控制信道和数据信道所发送的传输上工作。如图 2 所示，可以在每个跳跃周期内为控制和数据信道分配不同的子带。在这种情况下，参考环路 510 和第二环路 520 可以同时在不同子带所发送的传输上工作。还可以将控制信道与数据信道进行复用（例如，使用 TDM 和/或 CDM），并且在相同的子带上进行发送。

图 6 示出了可以用于控制信道的功率控制机制 600。功率控制机制 600（可以用于图 5 中的参考环路 510）包括内环路 610、外环路 620 以及第三环路 630。内环路 610 试图将控制信道的接收 SNR 维持为尽可能地接近目标 SNR。对于内环路 610，服务基站 110x 处的 SNR 估计器 642 对控制信道的接收 SNR 进行估计，并且将接收 SNR 提供给 TPC 命令生成器 644。生成器 644 将接收 SNR 与目标 SNR 进行比较，并且基于比较结果生成 TPC 命令。服务基站 110x 在前向链路（云状图 570）上将 TPC 命令发送到终端 120x。如上文对图 5 的描述，终端 120x 对来自服务基站 110x 的 TPC 命令进行接收和处理，并且

对控制信道的发射功率进行调节。

可以在控制信道上的块内发送数据，并且可以利用块编码对每个数据块进行编码以便获得相应的码字（或者编码数据块）。可以不对控制信道使用差错检测码。在这种情况下，服务基站可以为每个已接收码字进行擦除检测，以便确定该码字是擦除的（erased）还是非擦除的（non-erased）。可以认为擦除码字是不可靠的，并可进行相应处理（例如丢弃）。可以通过计算每个已接收码字的度量、将所计算的度量与擦除阈值进行比较以及基于比较结果宣布已接收码字是擦除的还是非擦除的，来进行擦除检测。

外环路 620 对目标 SNR 进行调节，以便为控制信道获得目标擦除速率 $Pr_{\text{擦除}}$ 。目标擦除速率指示宣布已接收码字为擦除的预期概率（例如 10%）。度量计算单元 652 计算每个已接收码字的度量。擦除检测器 654 基于其计算的度量和擦除阈值对每个已接收码字进行擦除检测，并且将已接收码字的状态（擦除的或非擦除的）提供给目标 SNR 调节单元 656。然后，单元 656 对控制信道的目标 SNR 进行调节，如下：

$$SNR_{\text{目标}}(k+1) = \begin{cases} SNR_{\text{目标}}(k) + \Delta SNR_{\text{up}}, & \text{对于擦除码字} \\ SNR_{\text{目标}}(k) - \Delta SNR_{\text{dn}}, & \text{对于非擦除码字} \end{cases} \quad \text{方程 (16)}$$

其中， $SNR_{\text{目标}}(k)$ 是对应于外环路更新间隔 k 的目标 SNR；

ΔSNR_{up} 是目标 SNR 的向上步长大小；以及

ΔSNR_{dn} 是目标 SNR 的向下步长大小。

可以基于以下方程对 ΔSNR_{up} 和 ΔSNR_{dn} 步长大小进行设置：

$$\Delta SNR_{\text{up}} = \Delta SNR_{\text{dn}} \cdot \left(\frac{1 - Pr_{\text{擦除}}}{Pr_{\text{擦除}}} \right) \quad \text{方程 (17)}$$

第三环路 630 对擦除阈值进行调节，以便为控制信道获得目标条件差错率 $Pr_{\text{差错}}$ 。目标条件差错率指示当认为已接收码字为非擦除时，已接收码字被错误解码的预期概率。小的 $Pr_{\text{差错}}$ （例如 1%）对应于在非擦除码字的解码结果中的高可信度。终端 110x 和/或其它与服务基站 110x 进行通信的终端可以周期性地或者在被触发时在控制信道上发送已知码字。单元 652 和 654 以与对已接收码字所采用的方式相同

的方式对每个已接收已知码字进行擦除检测。对于每个被认为是非擦除的已接收已知码字，解码器 662 对已接收已知码字进行解码，并且确定已解码数据块是正确的还是错误的。解码器 662 提供每个已接收已知码字（其可能是擦除的）的状态，即“好”或“坏”。好的码字是被认为是非擦除的且被正确解码的已接收已知码字。坏的码字是被认为是非擦除的但被错误解码的已接收已知码字。擦除阈值调节单元 664 基于每个已接收已知码字的状态，对擦除阈值进行调节，如下：

$$TH_{\text{擦除}}(\ell+1) = \begin{cases} TH_{\text{擦除}}(\ell) + \Delta TH_{\text{up}}, & \text{对于好的码字} \\ TH_{\text{擦除}}(\ell) - \Delta TH_{\text{dn}}, & \text{对于坏的码字} \\ TH_{\text{擦除}}(\ell), & \text{对于擦除码字} \end{cases} \quad \text{方程 (18)}$$

其中， $TH_{\text{擦除}}(\ell)$ 是对应于第三环路更新间隔 ℓ 的擦除阈值；

ΔTH_{up} 是擦除阈值的向上步长大小；以及

ΔTH_{dn} 是擦除阈值的向下步长大小。

方程 (18) 假定较低的擦除阈值增大了已接收码字被宣布为是擦除的可能性。

可以基于以下方程对 ΔTH_{up} 和 ΔTH_{dn} 步长大小进行设置：

$$\Delta TH_{\text{dn}} = \Delta TH_{\text{up}} \cdot \left(\frac{1 - Pr_{\text{差错}}}{Pr_{\text{差错}}} \right) \quad \text{方程 (19)}$$

典型地，以不同的速率对内环路 610、外环路 620 以及第三环路 630 进行更新。内环路 610 是三个环路中最快的环路，并且可以用特定的速率（例如每秒 150 次）对控制信道的发射功率进行更新。外环路 620 是第二快的环路，并且无论何时在控制信道上接收到码字，都可以对目标 SNR 进行更新。第三环路 630 是最慢的环路，并且无论何时在控制信道上接收到已知码字，都可以对擦除阈值进行更新。可以对三个环路的更新速率进行选择，以便实现擦除检测和控制信道的功率控制的预期性能。在 2004 年 7 月 13 日提交的、名称为“Robust Erasure Detection and Erasure-Rate-Based Closed Loop Power Control”的共同转让的 U.S. 专利申请 No. [代理方案号 No.040404 U1] 中对功率控制机制 600 进行了进一步描述。

为清楚起见，上文已经针对功率控制的各个方面描述了特定实施

例。也可以基于本文所提供的描述导出许多其它实施例。下面给出了一些实例。

可以将同一范围的所允许的发射功率增量 $[\Delta P_{\min}, \Delta P_{\max}]$ 用于系统中的所有终端。也可以例如根据不同终端的位置，将不同的范围 $[\Delta P_{\min}, \Delta P_{\max}]$ 用于所述不同终端。例如，对于最强相邻基站具有较小信道增益比的终端可以使用比位置更接近服务基站的终端更小的发射功率增量范围（例如， ΔP_{\min} 相同但是 ΔP_{\max} 较小）。

如上文所述，可以将用于导出数据信道发射功率 $P_{\text{dch}}(n)$ 的参考功率电平 $P_{\text{ref}}(n)$ 设置为另一个功率受控信道的发射功率。也可以用例如基于服务基站的信道增益进行估计等其它方式来获得参考功率电平。还可以直接对数据信道发射功率进行调节，而不是经由发射功率增量进行调节。服务基站可以提供反馈，以便通知终端数据信道发射功率是否在所允许的范围之内。

如上文所述，终端可以仅对最强相邻基站的 OSI 比特作出响应。终端也可以基于多个相邻基站的 OSI 比特对其发射功率进行调节。例如，终端可以每次一个基站地对 S 个最强相邻基站执行处理 300 或 400，其中， $S > 1$ 。在调节概率（对于处理 300）或者可变步长大小（对于处理 400）中可以考虑每个相邻基站的信道增益比。

如上文所述，可以使用单个 OSI 比特来指示每个基站所观测到的干扰。还可以使用多个比特来对干扰进行报告。这可以允许终端更快和/或更有效地对其发射功率进行调节。从而，可以改进整个系统的稳定性和性能。例如，每个基站可以对关于已测干扰距离标称干扰阈值“多远”的信息作出报告。作为另一个实例，每个基站可以广播附加比特（遇险/应急比特），该比特可以在干扰等级超过高干扰阈值时设置为“1”。所述高阈值可能明显地比标称阈值高（例如高出 2 到 3 个标准偏差）。快速上升或者不经常的高干扰等级通常是系统变得不稳定的征兆。当观测到应急比特设置时，每个终端可以简单地将其发射功率增量设置为最小值 ΔP_{\min} ，并且可以维持在该发射功率电平直到应急比特被复位为“0”为止。结合对控制信道的功率控制，该机制在确保系统稳定性中可能是很有效的。

如果利用例如跳频对基站所观测到的干扰进行随机化,则每个基站可以将其干扰信息广播到所有终端。如果基站具有更多的特定干扰信息,则可以用利用该信息的方式对终端的发射功率进行调节。例如,可以为每个终端分配一个或多个特定子带以用于数据传输(不采用跳频)。从而,基站可能在不同子带上观测到不同量的干扰。可以基于为造成大量干扰的终端所分配的子带来对这些终端进行具体地识别,并且可以相应地减小这些终端的发射功率。

可以利用数据信道的接收 SNR 来确定每个终端所支持的数据速率。对于上文所描述的实施例,该接收 SNR 取决于(1)与参考功率电平相关的目标 SNR 以及(2)终端所使用的发射功率增量 $\Delta P(n)$ 。如上文所述,终端无需来自服务基站的任何输入就可以自动地对发射功率增量进行调节。终端可以将发射功率增量、数据信道的接收 SNR、数据信道所支持的数据速率或者等效的信息发送到服务基站。终端还可以发送其在当前发射功率增量、预期服务质量(QoS)、缓冲器大小等上可以支持的最大子带数量 $N_{sb,max}(n)$ 。为了减少信令的数量,终端可以经由数据信道上的带内信令等,在每几个更新间隔上发送 $\Delta P(n)$ 和 $N_{sb,max}(n)$ 。

在服务基站处的/用于服务基站的调度器可以使用终端所报告的所有信息,来将资源分配给终端并且在反向链路上调度终端以进行数据传输。调度器可以将 $N_{sb,max}(n)$ 个子带、少于 $N_{sb,max}(n)$ 个子带或者多于 $N_{sb,max}(n)$ 个子带分配给终端。如果调度器分配多于 $N_{sb,max}(n)$ 个子带,则终端可以相应地按比例缩小发射功率增量。例如,如果分配了 $2N_{sb,max}(n)$ 个子带,则可以用因子二对 $\Delta P(n)$ 进行按比例缩小。

如上文所述,每个终端可以基于其从服务基站和相邻基站获得的各种信息进行功率控制。每个基站还可以对与其进行通信的所有终端进行功率控制。例如,每个基站可以经由例如多个基站之间的信令或来自终端的多个传输,获得每个相邻基站的干扰报告(例如 OSI 比特)。每个基站还可以获得每个终端对服务和相邻基站所确定的信道增益。然后,每个基站可以基于干扰报告和可用于每个终端的信道增益计算该终端的发射功率增量,并且可以将发射功率增量发送到该终

端。然后，每个终端可以使用从其服务基站接收的发射功率增量对其发射功率进行调节。可选地，每个基站可以计算并发送每个终端的发射功率。对与每个基站进行通信的所有终端的发射功率增量的提供可以加速对终端的调度。

本文所描述的功率控制技术可以用于各种类型的无线通信系统。这些技术特别适用于例如 OFDMA、TDMA 和 FDMA 系统的、具有小的扇区内干扰的系统。

本文所描述的技术可以用于对各种类型业务信道（例如数据和控制信道）的功率控制。这些技术也非常适用于混合自动重传（H-ARQ）方案。通过 H-ARQ，将每个编码分组分割成多个（ N_{b1} 个）子块，并且对于编码分组每次发送一个子块。当经由反向链路接收到给定编码分组的每个子块时，服务基站试图基于至此已针对该分组而接收到的所有子块，对该分组进行解码和恢复。由于子块包含冗余信息（当接收 SNR 较低时冗余信息对解码有用，但是当接收 SNR 较高时可能并不需要冗余信息），所以服务基站可以基于部分传输对分组进行恢复。如果对分组进行了正确解码，则服务基站发送确认（ACK），并且终端可以在接收到 ACK 时提前终止该分组的传输。

通过 H-ARQ，可以在可变的时间量内对每个编码分组进行发送，直到正确地对其进行解码为止。传统的功率控制机制基于分组差错率（PER）对数据信道的接收 SNR 进行调节，该机制会将数据信道的发射功率减小到低电平，以便对于为每个编码分组所发送的所有 N_{b1} 个子块都能获得目标 PER。这可能严重地减少系统吞吐量。即使对于 H-ARQ 所支持的可变持续时间传输，本文所描述的技术也允许使用高的发射功率电平。

图 7 示出了终端 120x、服务基站 110x 以及相邻基站 110a 的实施例的方框图。在反向链路上，在终端 120x 处，TX 数据处理器 710 对反向链路（RL）业务数据进行处理（例如编码、交织和调制），并且提供业务数据的调制符号。TX 数据处理器 710 还对来自控制器 720 的控制数据（例如信道质量指示器）进行处理，并且提供控制数据的调制符号。调制器（MOD）712 对业务和控制数据的调制符号以及导

频符号进行处理，并且提供复值码片序列。由 TX 数据处理器 710 和调制器 712 所进行的处理取决于系统。如果系统采用 OFDM，则调制器 712 进行 OFDM 调制。发射机单元 (TMTR) 714 对码片序列进行调整 (例如转换到模拟、放大、滤波和上变频)，并且生成反向链路信号，该反向链路信号通过双工器 (D) 716 进行路由并且经由天线 718 进行发送。

在服务基站 110x 处，来自终端 120x 的反向链路信号由天线 752x 进行接收、通过双工器 754x 进行路由并且被提供给接收机单元 (RCVR) 756x。接收机单元 756x 对已接收信号进行调整 (例如滤波、放大和下变频)，并且进一步使已调整信号数字化以便获得数据采样流。解调器 (DEMOD) 758x 对数据采样进行处理，以便获得符号估计。然后，接收 (RX) 数据处理器 760x 对符号估计进行处理 (例如解交织和解码)，以便获得终端 120x 的解码数据。RX 数据处理器 760x 还进行擦除检测，并且将用于功率控制的每个已接收码字的状态提供给控制器 770x。解调器 758x 和 RX 数据处理器 760x 所进行的处理分别与调制器 712 和 TX 数据处理器 710 所进行的处理互补。

可以类似于上文对反向链路的描述进行对前向链路传输的处理。典型地，由系统指定对前向和反向链路上的传输的处理。

对于反向链路功率控制，在服务基站 110x 处，SNR 估计器 774x 对终端 120x 的接收 SNR 进行估计，并且将接收 SNR 提供给 TPC 命令 (cmd) 生成器 776x。生成器 776x 还对目标 SNR 进行接收，并且为终端 120x 生成 TPC 命令。TPC 命令由 TX 数据处理器 782x 和调制器 784x 进行处理、由发射机单元 786x 进行调整、通过双工器 754x 进行路由并且经由天线 752x 发送到终端 120x。在相邻基站 110a 处，干扰估计器 774a 对基站所观测到的干扰进行估计，并且将已测干扰提供给 OSI 比特生成器 776a。生成器 776a 还对标称干扰阈值进行接收，并且生成基站 110a 的 OSI 比特。OSI 比特被处理并广播到系统中的终端。生成器 776a 还可以生成应急比特或者某些其它类型的干扰报告。

在终端 120x 处，由天线 718 对来自服务和相邻基站的前向链路

信号进行接收。已接收信号通过双工器 716 进行路由、由接收机单元 740 进行调整和数字化并且由解调器 742 和 RX 数据处理器 744 进行处理，以便获得已接收 TPC 命令和已接收 OSI 比特。解调器 742 内的信道估计器对每个基站信道增益进行估计。TPC 处理器 724 对已接收 TPC 命令进行检测，以便获得 TPC 判决，其可用于对控制信道的发射功率进行更新。如上文所述，TPC 处理器 724 还基于相邻基站的已接收 OSI 比特、服务和相邻基站信道增益以及数据和控制信道的发射功率，对数据信道的发射功率进行调节。TPC 处理器 724（或者控制器 720）可以执行图 3 中的处理 300 或者图 4 中的处理 400。TPC 处理器 724 提供对控制和数据信道的发射功率调节控制。处理器 710 和/或调制器 712 对来自 TPC 处理器 724 的控制进行接收，并且对控制和数据信道的发射功率进行调节。

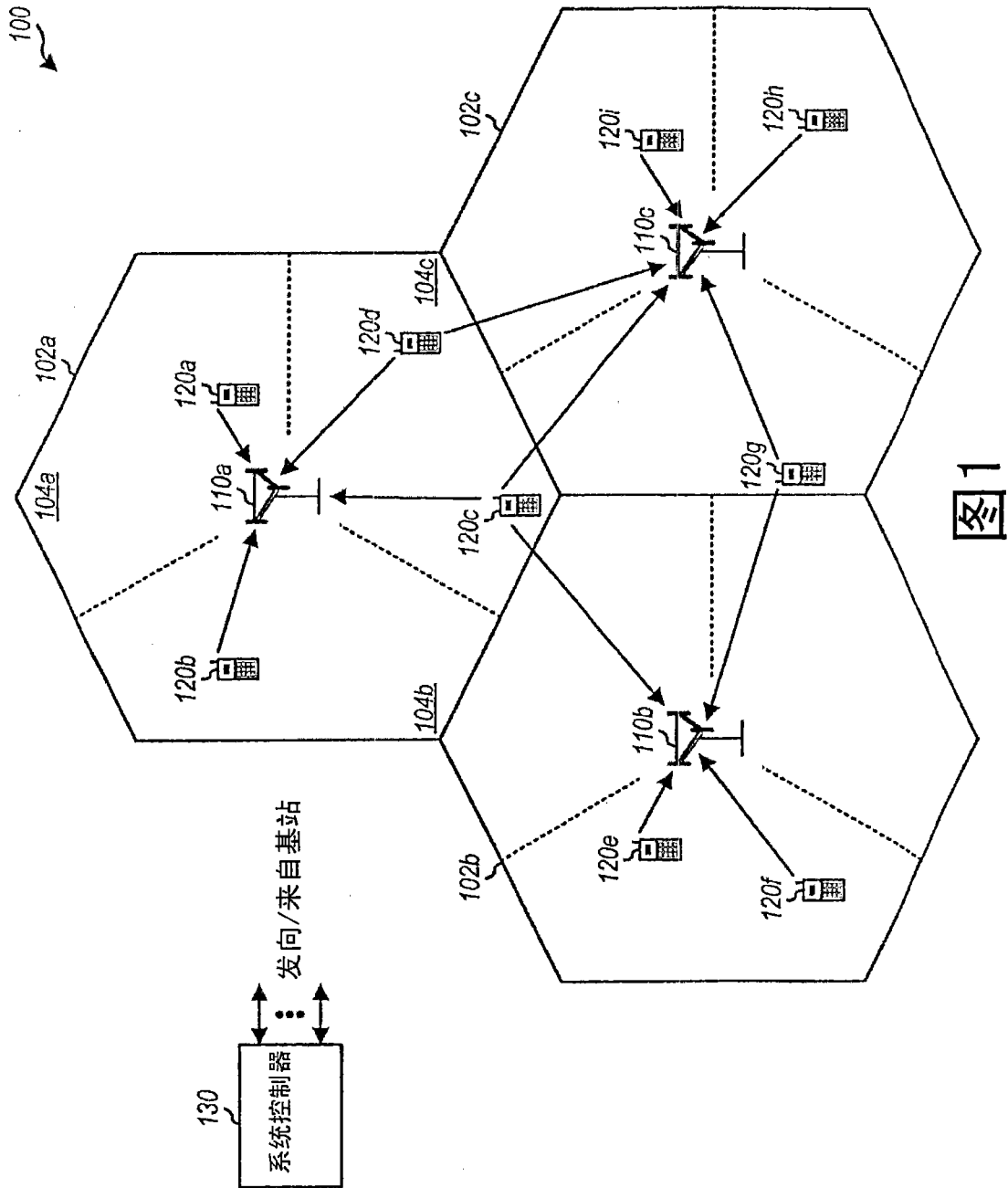
控制器 720、770x 和 770a 分别指示终端 120x 以及基站 110x 和 110a 内的各个处理单元的操作。这些控制器还可以实现用于反向链路的功率控制的各种功能。例如，控制器 720 和 770x 可以分别为终端 120x 和基站 110x 实现图 5 和图 6 中所示的处理单元。存储器单元 722、772x 和 772a 分别存储用于控制器 720、770x 和 770a 的数据和程序代码。调度器 780x 对终端进行调度，以进行发向/来自服务基站 110x 的数据传输。

可以通过各种方式实现本文所描述的功率控制技术。例如，可以用硬件、软件或者其组合来实现这些技术。对于硬件实现，可以在一个或多个专用集成电路（ASIC）、数字信号处理器（DSP）、数字信号处理设备（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、其它设计为实现本文所述功能的电子单元或者其组合内，实现用于进行功率控制的单元。

对于软件实现，可以利用执行本文所述功能的模块（例如程序、函数等）来实现功率控制技术。软件代码可以存储在存储器单元（例如图 7 中的存储器单元 722）中并由处理器（例如控制器 720）执行。可以在处理器内部或者处理器外部实现存储器单元，在存储器单元实

现在处理器外部的情况下,可以通过本领域公知的各种方式将存储器单元可通信地连接到处理器。

提供了对公开实施例的上述说明,以使本领域的任何技术人员都能够实现或使用本发明。对这些实施例的各种修改对于本领域的技术人员来说将是显而易见的,并且在不脱离本发明的精神或范围的情况下,可以将本文定义的一般原理应用到其它实施例。因此,本发明并不旨在限制于本文所示的实施例,而应给予与本文所公开的原理和新颖特征相一致的最宽范围。



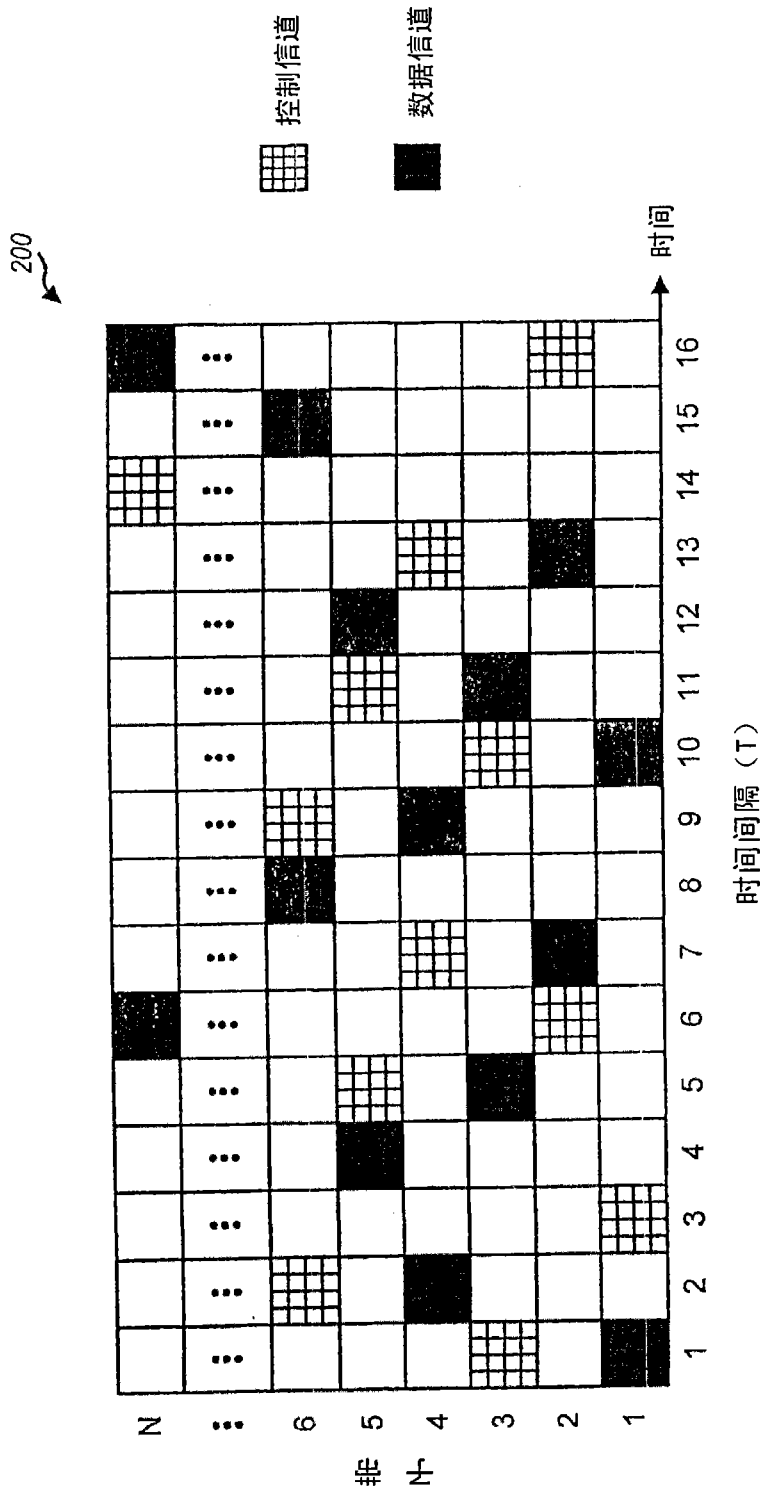


图2

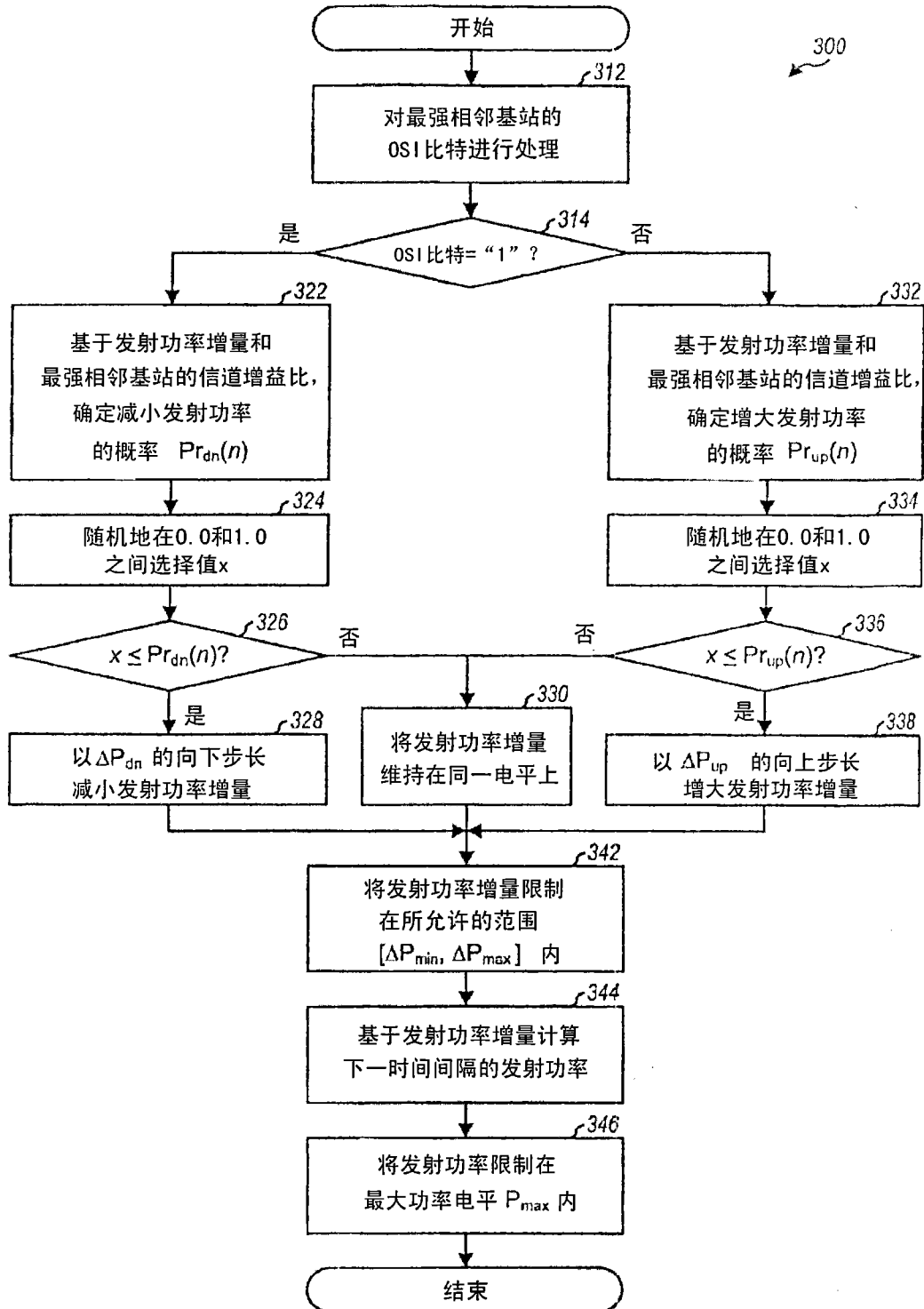


图3

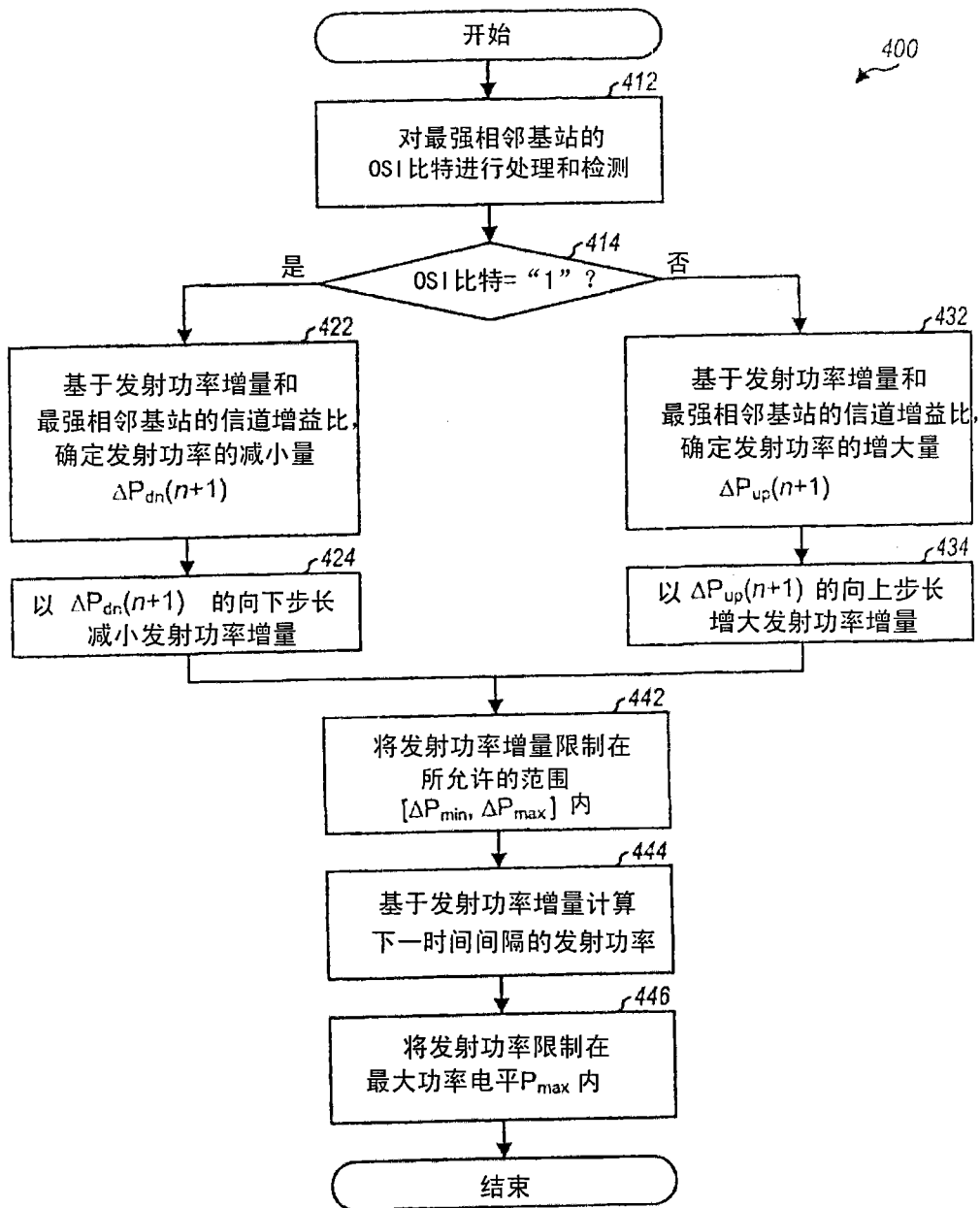


图4

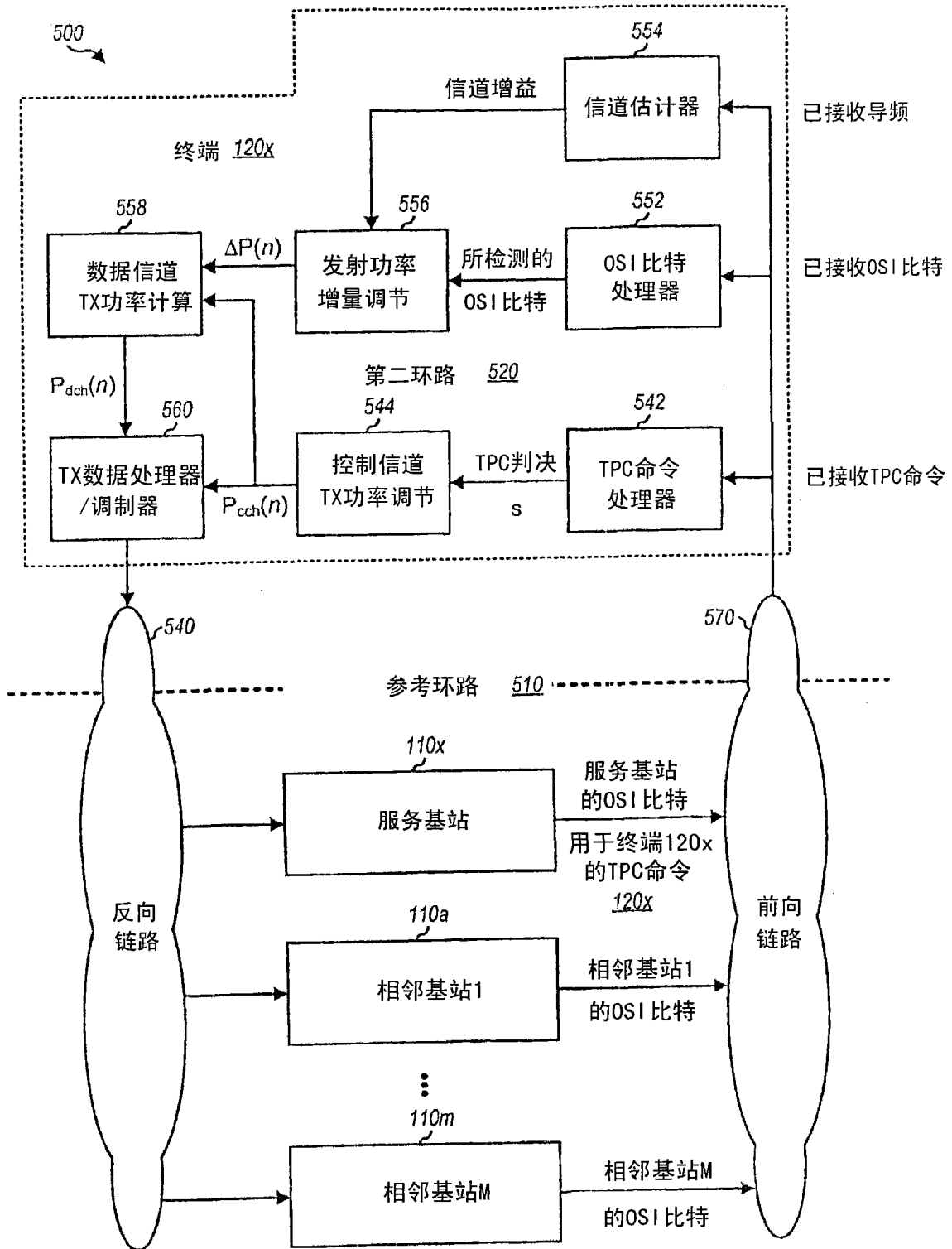


图5

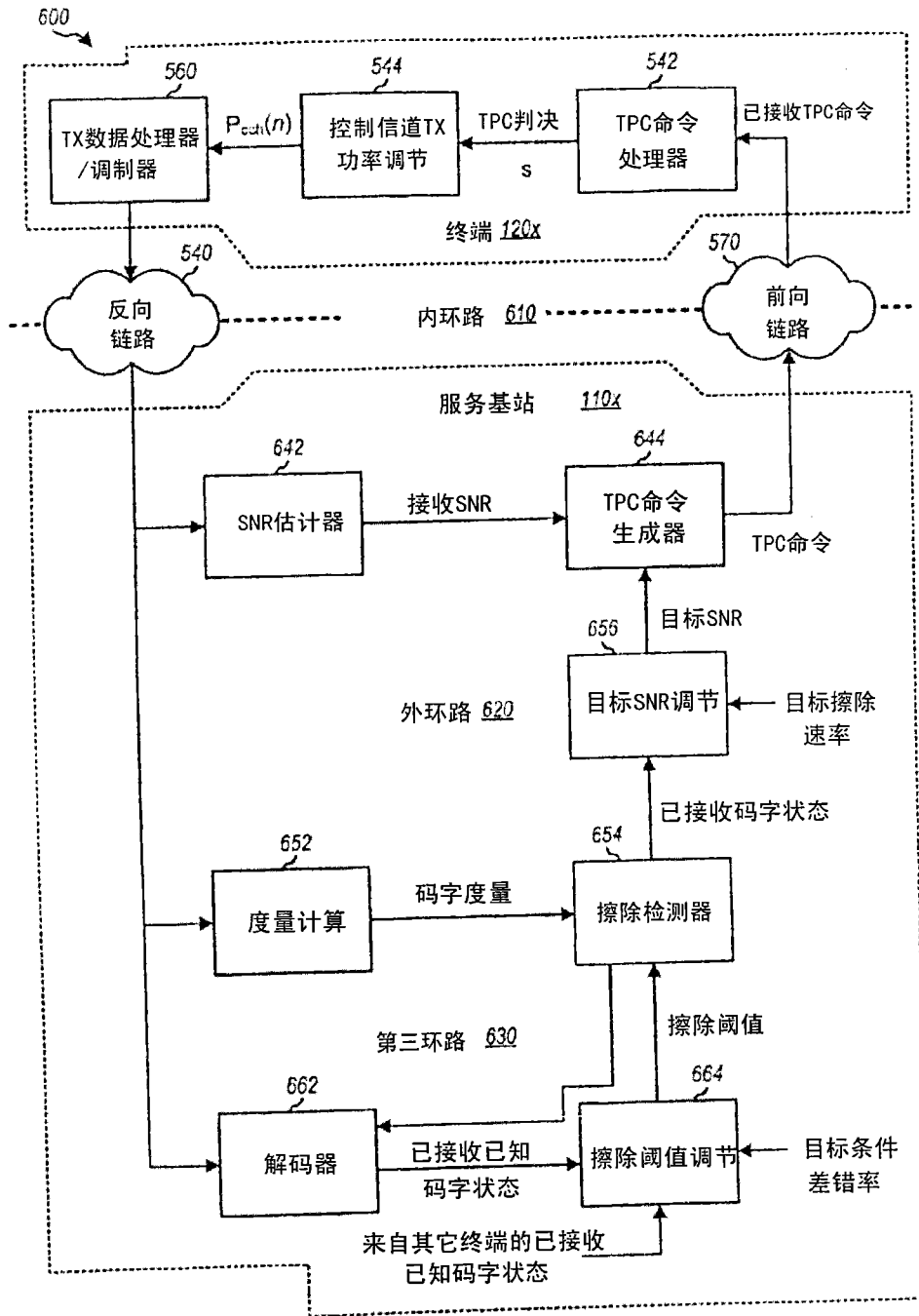


图6

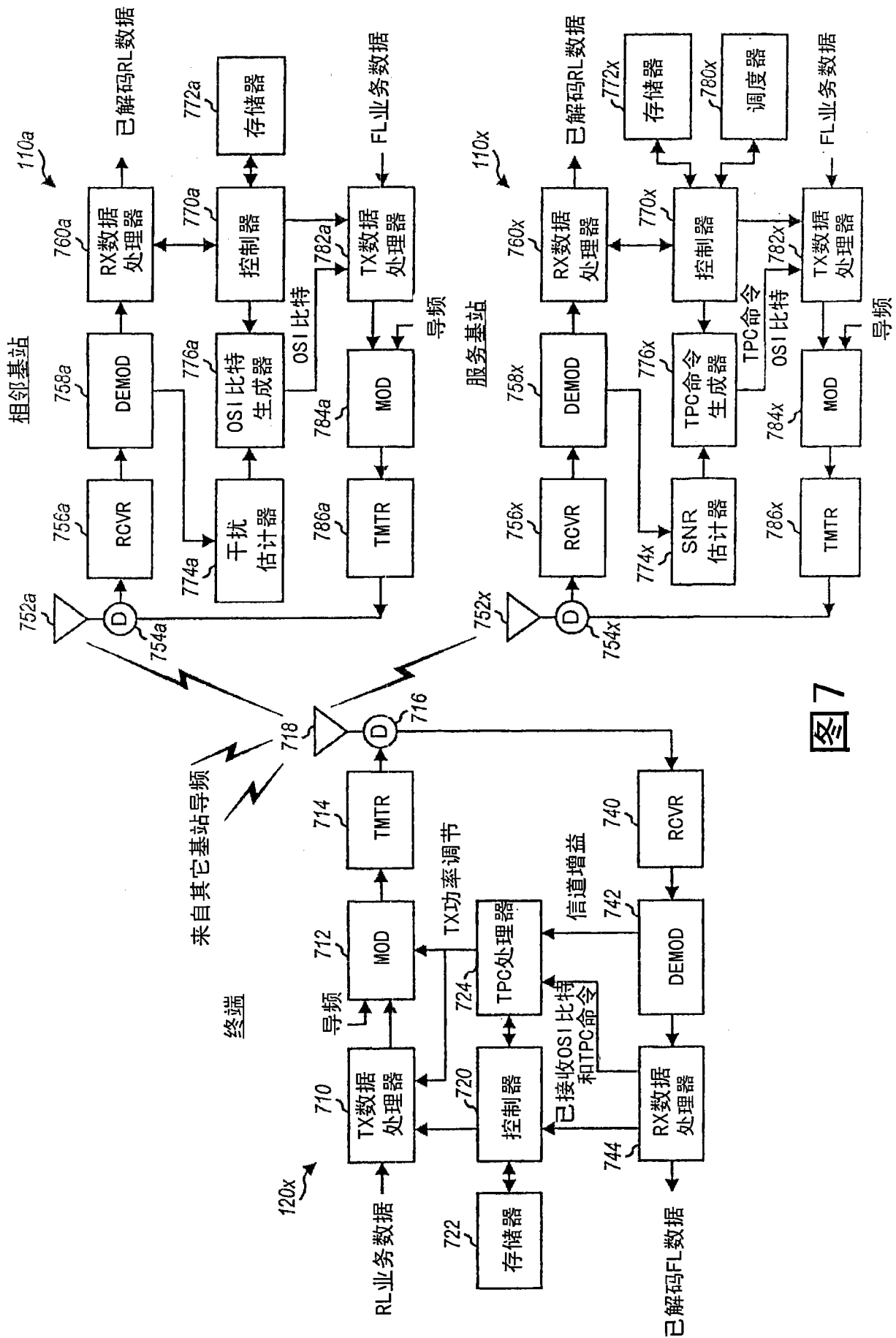


图7