

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/005 (2006.01)

H04B 7/155 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810003313.7

[43] 公开日 2008年7月16日

[11] 公开号 CN 101222254A

[22] 申请日 2002.11.20

[21] 申请号 200810003313.7

分案原申请号 02827307.9

[30] 优先权

[32] 2001.11.20 [33] US [31] 60/331,943

[71] 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 R·F·迪恩

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

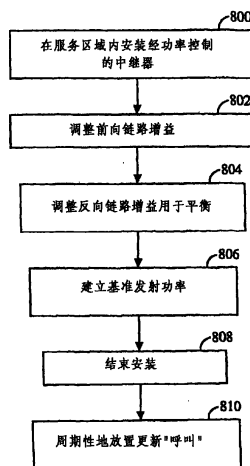
权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 10 页

[54] 发明名称

受反向链路功率控制的中继器

[57] 摘要

本发明提供一种机制，用于通过使用嵌入无线设备的反向链路功率控制，自动设定用于通信系统内的中继器(120)的反向链路增益或功率。通过将无线通信设备(430、630、700)嵌入中继器并将嵌入装置的反向链路注入中继器(124A、124B)的反向链路，可以将中继器的增益维持在相对恒定。嵌入WCD还可以在周期基础上被激活，以进行呼叫并使用反向链路功率控制以校准或重新校准中继器的增益，使得中继器成为经功率控制的中继器。



1. 一种中继器，其特征在于，包括：
RF 电路，用于处理通信信号；
电话，它嵌入在所述中继器中并与所述 RF 电路耦合；以及
用所述电话的闭环功率控制功能来调整由所述中继器使用的传输功率电平的装置；

其中，所述电话在来自闭环功率控制处理的命令的控制下校正发射功率，从而稳定了增益变化和操作点。

2. 如权利要求 1 所述的中继器，其特征在于，由所述中继器处理的通信信号是 CDMA 类型扩频已调通信信号。

3. 如权利要求 1 所述的中继器，其特征在于，
所述 RF 电路包括：

第一天线共用器，其输出端连接到接收链，其输入端连接到发射链；

所述接收链包括耦合器，所述耦合器的输入端连接到所述第一天线共用器的输出端，并且所述耦合器有两个输出端，其中第一输出端与包括一个或多个放大器的第一组放大器串联；

第一固定衰减器，与所述第一组放大器串联；

第二天线共用器，其输入端经连接用以接收来自所述第一组放大器的输出；

组合器，具有两个输入端和一个输出端，其中第一输入端经连接用以接收来自所述第二天线共用器的输出；

包括一个或多个放大器的第二组放大器，与所述组合器的输出端串联；

第二固定衰减器，与所述第二组放大器串联；

数字步长衰减器，与所述第二固定衰减器的输出端串联，而所述第二固定衰减器具有控制输入端以及与所述第一天线共用器的输入端耦合的输出端；

循环器，具有接收输入端、发射输出端和天线输出端，其中所述接收输入端连接到所述耦合器的第二输出端，所述发射输出端连接到所述组合器的

第二输入端；

第三固定衰减器，与所述循环器的接收输入端串联；

第四固定衰减器，与所述循环器的所述发射输出端和所述组合器的第二输入端串联；

其中，嵌入在所述中继器中并与所述 RF 电路耦合的所述电话具有天线输入端，所述天线输入端连接到所述循环器的天线输出端，并且所述电话具有至少一个增益控制输出端、呼叫通知输出端以及拿起/挂下输出端；并且

用所述电话的闭环功率控制功能来调整由所述中继器使用的传输功率电平的所述装置包括微控制器，所述微控制器输出端与所述数字步长衰减器的控制输入端连接，用于发出命令以控制衰减和功率输出，并且所述微控制器具有至少一个增益控制输入端、呼叫通知输入端以及拿起/挂下输入端，其中每个输入端都连接到所述电话的对应输出端。

4. 如权利要求 3 所述的中继器，其特征在于，由所述中继器处理的通信信号使用从 CDMA、WCDMA、TDMA、TD-SCDMA 和 GSM 中选出的一个标准。

受反向链路功率控制的中继器

本申请是申请号为 02827307.9、国际申请日为 2002 年 11 月 20 日、发明名称为“受反向链路功率控制的中继器”的发明专利申请的分案申请。

相关申请的前后参照

本申请受益于待决的美国临时专利申请序列号 60/331943，提交于 2001 年 11 月 20 日，该申请在此引入作为参考。

背景

本发明领域

本发明一般涉及无线通信系统，尤其是用于无线通信系统的中继器，该系统带有嵌入的无线通信设备，该设备能与通过中继器并与之通信的基站交互，以影响中继器增益和输出功率的控制。

相关技术

无线通信系统在最近有很大的发展以及广泛引用。现在有许多不同的无线通信系统类型投入使用，包括蜂窝和个人通信服务(PCS)系统。已知的蜂窝系统的示例包括蜂窝模拟高级移动电话系统(AMPS)以及基于码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、TDMA 的全球移动接入系统(GSM)变体以及使用 TDMA 和 CDMA 技术的更新的混合数字通信系统的数字蜂窝系统。

在多址通信系统内使用 CDMA 技术在美国专利号 4901307 和美国专利号 5103459 内揭示，前者题为“Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or Terrestrial Repeaters”，后者题为“System and Method For Generating Signal Waveforms In A CDMA Cellular Telephone System”，两者被转让给本发明的受让人，并在此引入作为参考。

CDMA 移动通信的方法在美国由电信工业协会/电子工业协会在 TIA/EIA/IS-95-A 内标准化，题为“Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System”，在此被称为 IS-95。在

TIA/EIA 标准 IS-98 内描述了组合的 AMPS&CDMA 系统。其它的通信系统在 IMT-2000/UM 内有描述,即国际移动通信系统 2000/全球移动通信系统,这些标准覆盖了被称为宽带 CDMA(WCDMA)、cdma2000(例如诸如 CDMA 2000 1x 或 3x 标准)或 TD-SCDMA。

在无线通信系统内,移动站或用户终端从固定的基站(又被称为小区站点或小区)接收信号,它能支持基站临近或周围的特定地理区域内的通信链路或服务。为了能帮助提供覆盖,每个小区经常被分割为多个扇区,每个对应更小的服务范围或地理区域。相互相邻的基站阵列或序列形成通信系统,能在更大的区域上服务多个系统用户。

不幸的是,虽然许多无线系统看上去扩展到了整个覆盖区域,但向许多移动站提供服务或覆盖不是没有困难的。系统内基站的部署或定位可能在覆盖区域内留有“间隙”或“空穴”。即基站的安排是由已知的各种系统设计准则、经济性、方便性或本地区域限制决定的,这不允许一些基站的信号覆盖到达甚至临近或为一组基站包围的一定区域。另外,来自地理特征或人为的结构障碍在一些范围内会堵住信号。将基站放置在人口较稀疏或比较乡村的地区会代价较昂贵,使得很大的区域不能被覆盖。当然,不被覆盖的范围或区域对通信系统操作者或服务提供者而言是收入的损失。

中继器可以为电信公司和服务提供商提供一种性价比高的方法,以填充覆盖区域内的空穴或增加覆盖区域。例如,不是安装较昂贵且复杂的基站,可以使用中继器以扩展现存基站的范围。因此,电信公司可以实现空穴填充,并以另外的方式增加给定扇区的覆盖区域,以提供先前没有被覆盖的区域内的容量。空穴填充应用的特点是区域一般由覆盖所环绕,且常常每个扇区还与中继器有通信。增加或移动小区或扇区的覆盖区域会有效地将覆盖区域的位置或形状从扇区移开。该类型应用的一例是提供高速公路覆盖。假设两个扇区覆盖临近一基站的高速公路,使用中继器是为了提供对一区域的覆盖,该区域是超出基站位置来的信号立即“可见”或能到达的区域。特别是对于更加乡村的位置。

使用中继器技术在美国专利号 6108364 内描述,题为“Time Division Duplex Repeater for Use in a CDMA System”,且使用中继器以在城市峡谷内获得信号分集也在美国专利号 5991345 内描述,题为“Method and Apparatus for Diversity Enhancement Using Pseudo-Multipath Signals”,两者在此引入作为参考。

然而,使用中继器本身在一定情况下不是没有问题。如以下将描述的,中继

器不是减噪声设备，且作为通信链路会向基站扇区加入热噪声，在此被称为加入基站的噪声底线。使用中继器的进一步障碍是引起中继器增益波动的环境因素。尤其是，中继器提供的增益受到以下因素的影响，诸如：每日温度变化(± 6 dB)；季节温度变化(一般 ± 3 dB)；由春天和夏天的树叶或树叶变化而引起的衰减；或在基站到中继器路径上遇到的新障碍。

上述的现象会导致基站处的总热噪声量的波动，从而恶化基站和中继器覆盖区域内的服务和覆盖。可以知道希望能保持中继器的增益为常量。因此，期望能检测并定量化改变，将中继器的增益恢复到预定水平。

在此需要的是新的装置或技术，以操控中继器的功率输出，其方式使得它可以增强覆盖，而不向通信系统加入不期望的噪声。这应该以最小的复杂度和最大使用简单性实现。本发明满足该需要。

摘要

本发明提供一种机制，用于通过使用内建的无线设备的反向链路功率控制，自动设定用于通信系统内的中继器的反向链路工作点，该设备可以例如是使用 CDMA 或 WCDMA 标准协议的扩频电话。通过将无线通信设备(WCD)嵌入中继器并将嵌入的 WCD 的反向链路注入中继器的反向链路，可以将中继器的增益维持在相对恒定。嵌入 WCD 还可以在周期基础上被激活，以进行呼叫并使用反向链路功率控制以校准或重新校准中继器的增益。因此，中继器成为受功率控制的中继器。

本发明可以使用一种方法或装置而实现，以控制在无线通信系统内与一个或多个基站和远程站通信的中继器的输出功率，这是通过调整中继器内使用的放大级或元件。本发明还控制向施主基站施加的噪声，该基站与中继器和一个或多个远程站通信。

在一实施例中，该方法包括将要到远程站的施主基站通信信号的预选部分耦合或传输到中继器内的嵌入的无线通信设备，并根据接收到的预选部分建立无线通信设备和施主基站间的通信链路。这可以通过在返回信号路径上发送返回链路信号而完成，该路径与正传送到基站的远程站通信信号基本上共同扩展(co-extensive)，然后接收来自施主基站的功率调整信息，并为调整输出传输功率而生成至少一个功率控制信号。中继器的返回链路增益响应地功率控制信号而被调整。

在其它方面，从施主基站接收发送到远程站的通信信号，而从一个或多个远程站接收通信信号以沿着预定的信道路径发送到基站。一般，通信信号从 CDMA、

WCDMA、TDMA、TD-SCDMA 和 GSM(包括 GPRS 和 EDGE)类型通信信号组中选出。预选信号部分在无线通信设备内经处理以建立前向通信链路,这包括生成为传输到施主基站的反向链路通信信号。反向链路信号与从远程站接收到的信号一起沿着预定信号路径被传输到施主基站。来自施主基站的到无线通信设备的通信信号被接收,且响应于该信号内的信息,生成功率控制信号(诸如自动增益控制信号)或命令。中继器基于该功率控制信号或命令调整返回链路增益。

本发明的其它方面还包括传输放大的远程站通信信号以及通过第一天线共用器接收施主基站通信信号;将施主基站通信信号的预选部分功率耦合到无线通信设备,这可以包括在一些实施例中将信号减少预定量;并发送放大的施主基站通信信号,并通过第二天线共用器接收远程站通信信号。无线通信设备输出的返回链路信号与远程站通信信号组合,在一些实施例中在组合前可能经衰落。

本方法还包括周期性地建立无线通信设备和施主基站间的通信链路,并基于与在通信链路持续期间确定的信号功率相关的信息,生成至少一个功率控制信号。该特征在当开始时设定中继器时特别有用,因为中继器可以有效地“召集”基站,并在没有手工干预情况下建立合适的功率电平。

一种装置,用于控制无线通信系统内与一个或多个施主基站和远程站通信的中继器的输出功率,包括一装置,用于将要到远程站的施主基站通信信号的预选部分耦合或传输到中继器内的嵌入无线通信设备,以及一装置,用于根据预选部分,通过在与传输到基站的远程站通信信号共享的返回信号路径上发送返回链路信号,建立无线通信设备和施主基站间的通信链路。而且,还包括一装置,用于接收来自施主基站的功率调整信息,并生成至少一个功率控制信号以调整输出传输功率,以及一装置,用于基于该功率控制信号调整中继器的返回链路增益。

该装置还包括装置用于接收来自施主基站或远程站的多种通信信号,以及用于放大这些信号并重新发送它们的装置。信号通过天线共用器而被发送到放大级。提供装置,以处理预选部分以建立前向通信链路,并在无线通信设备内生成反向链路通信信号。该装置将反向链路通信信号连同从覆盖的远程站接收到的信号一起从无线通信设备沿着共享的信号路径发送到基站。另外,提供装置,以接收从基站到无线通信设备的通信信号,并生成功率控制信号。可以使用用于在中继器内检测的装置检测功率控制信号,并基于检测到的功率控制信号,返回随后使用调整增益的装置调整的链路增益。

如期望的,来自无线通信设备的输出信号或到其的输入信号可以由一个或多

个用于衰减的装置在传输入或从无线通信设备传输前进行处理。从无线通信设备输出的生成的衰减返回链路信号与远程站通信信号组合。传输入或从无线通信设备传输前的衰减一般只在使用标准产品无线通信设备情况下才是必要的, 如果为该应用设计用户设备, 则可避免衰减。

该设备还进一步包括装置, 用于周期性地建立无线通信设备和施主基站间的通信链路, 使得基于与在通信链路持续时间期间确定的信号功率相关的信息生成至少一个功率控制信号。

在一些实施例中, 来自施主基站的通信信号有一第一频率, 且来自一个或多个远程站的通信信号有不同于第一频率的第二频率。

在另一实施例中, 使用多于一个中继器, 用一个直接与基站通信, 而其它的与作为远程站序列的第一个通信或在序列中一个向另一个然后再到第一中继器通信。

附图的简要描述

通过下面提出的结合附图的详细描述, 本发明的特征、性质和优点将变得更加明显, 附图中相同的符号标识相同或功能类似的元件。此外, 参考数字最左边的位指参考数字首次在附图中出现的图。

图 1 使用几个基站和中继器说明一般的无线通信系统;

图 2 说明中继器设计的简化高层视图;

图 3 说明图 1 内的中继器的等价功能模型;

图 4 说明使用本发明的高层中继器设计;

图 5 说明使用本发明的另一高层中继器设计;

图 6 说明一类型的嵌入无线通信设备;

图 7 说明另一类型嵌入的无线通信设备;

图 8 说明部署并操作功率控制的中继器的步骤;

图 9 说明多个功率控制的中继器的其它使用以提供各种区域的覆盖; 以及

图 10 说明不同推入速率的 α 比 γ 值的图示。

本发明实施例的详细描述

I. 引言

本发明是一方法和装置，用于通过在中继器内嵌入无线通信设备电路而控制用于无线通信系统内的中继器的增益和传输功率。无线通信设备是经功率控制或由其通信的基站调整，它们通过与中继器返回链路通信信号共同保持的通信链路上与中继器通信。无线设备生成的一个或多个信号或命令与中继器交互，以使得中继器成为增益，从而功率受到控制。对于相关领域内的技术人员很清楚的是，本发明的概念可以应用于多种类型的通信系统，其中使用功率控制，且希望减少信号干扰或恶化。

以下详细描述本发明的实施例。虽然讨论特定的步骤、配置以及安排，可以理解的是这仅用于说明。对于领域内的技术人员，很明显的是本发明可以在多个不同的硬件、软件、固件和/或附图内说明的元件的许多不用实施例内实现，且也可以使用其它步骤、配置和安排而不偏离本发明的范围。

在开始详细描述本发明的实施例前，了解以下它们可以被有用的实现的示例环境是有帮助的。本发明特别在移动通信系统环境中有用。图 1 说明了该种环境。

II. 示例操作环境

图 1 是一般无线通信系统 100 的图例，诸如蜂窝电话系统。无线通信设备(WCS)100 使用一个或多个控制站 102(有时被称为基站控制器(BSC))以及多个基站 104A、104B 和 104C(有时被称为基站收发机系统(BTS))。基站 104A—104C 分别与远程站或相应地在基站 104A—104C 的服务区域 108A—108C 内的无线通信设备(WCD)106A—106C 通信。即在该情况下，基站 104A 与在服务区域 108A 内的远程站 106A 通信，基站 104B 与在服务区域 108B 内的远程站 106B 通信，基站 104C 与在服务区域 108C 内的远程站 106C 通信。

基站以无线信号的形式通过前向链路或前向链路通信信道向用户终端发送信息，且远程站在反向链路或反向链路通信信道上发送信息。虽然图 1 说明三个基站 104A—104C，还可以使用其它数目的这样元件以获得期望的通信容量和地理范围，如将会知道的。虽然描述的是固定基站，但可以理解，在一些应用中，可以使用可移动基站，或位于可移动平台(诸如火车、游艇、卡车，如期望的)上的站。

控制站 102 可以连接到其它控制基站 102、通信系统 100 的中央系统控制站(未示出)、或其它相连的系统通信系统，诸如公共交换电话网络(PSTN)或因特网。因此，在远程站 106 处的系统用户使用无线系统 100 被提供到其它通信入口的接入。

基站 104A—104C 可以形成基于陆地的通信系统和网络的一部分，这包括多

个 PCS/蜂窝通信小区地点。它们可以与 CDMA 或 TDMA(或混合 CDMA/TDMA) 数字通信系统相关联, 将 CDMA 或 TDMA 类型信号发送到或接收自远程站。信号可以根据 IMT-2000/UMT 标准经格式化, 可以使用 WCDMA、CDMA2000 或 TD-SCDMA 类型信号。在另一方面, 基站 104 可以与基于模拟的通信系统(诸如 AMPS)相关, 并发送基于模拟的通信信号。

远程站 106A-106C 每个有或包括装置或无线通信设备(WCD)诸如但不限于蜂窝电话、无线手机、数据收发机或寻呼或位置确定接收机。另外, 该种远程站可以是如期望的手持的、可移动如装在车辆内(包括轿车、卡车、船、火车和飞机)或固定的。例如, 图 1 说明远程站 106A 作为可移动装载在车辆上的电话或 WCD, 远程站 106B 为手持装置, 远程站 106C 为固定设备。

另外, 本发明的原理可应用于无线设备, 诸如一个或多个数据模块或调制器, 可以用于传输数据和/或语音话务, 且可以使用电缆或其它已知与其它无线链路或连接设备通信, 例如用于传输信息、命令或音频信号。另外, 命令还可以被用于使得调制器或模块以预先协调或相关的方式工作, 以在多个通信信道上发送信息。无线通信设备远程站有时还被称为用户终端、移动站、移动单元、订户单元、移动无线电或无线电电话、无线单元或在一些通信系统内简单地被称为“用户”、“电话”、“终端”或“移动”, 这取决于偏好。

在本示例环境中, 远程站 106A-106C 和基站 104A-104C 使用 CDMA 通信技术与 WCS 100 内其它元件进行无线通信。因此, 在前向(到远程站)和反向(来自远程站)链路上发送的信号传送根据 CDMA 传输标准被编码、扩展和信道化的信号。前向 CDMA 链路包括一导频信道或信道、一同步(sync)信道、几个寻呼信道以及大量话务信道。反向链路包括一接入信道和一定数目的话务信道。导频信号被用于告知移动站关于符合 CDMA 的基站的存在。信号使用带有预定持续时间的数据帧, 诸如 20 毫秒。然而, 为了描述方便, 本发明可能用于使用其它通信技术的系统, 诸如时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)或上述的其它波形或技术, 只要通信系统或网络能将功率控制命令发送到远程站。

在任何情况下, 无线信号需要在足以克服噪声和干扰的功率电平处被发送, 使得信息的传输控制在特定误差率以下。然而, 这些信号必须以一功率电平被发送, 该电平不过度, 使得它们不与涉及其它远程站的通信干扰。面对该挑战, 基站和远程站可以使用动态前向链路功率控制技术以建立合适的前向链路发射功率电平

常规的前向链路功率控制技术涉及闭环方案, 其中用户终端提供给基站反馈,

该反馈规定特定的前向链路发射功率调整,被称为向上/向下指令,因为它们引起功率增加或功率减少。例如,一种该方法涉及用户终端确定接收到的前向链路话务信号的信噪比(SNR)或比特误差率,并请求基站基于该结果增加或减少发送到远程站的话务信号的发射功率。除了发射向上/向下指令外,其它类型的信息可以被周期性地发送到基站,包括各种功率和噪声测量以支持操作,诸如基站间的“切换”。

一般,基站 104A—104C 调整其在 WCS 100 前向链路上发送的信号的功率。该功率(在此被称为前向链路发射功率)可以根据请求和时间而改变,该请求由来自远程站 106A—106C 的参数或信息。该时间改变特征可以在帧和帧的基础上被使用。该功率调整被实现以维持前向链路 BER 或特定要求内的 SNR,减少干扰并保存传输功率。

一般,远程 106A—106C 还调整它们在 WCS 100 的反向链路上发送的信号的功率,这在控制站 102 或基站 104A—104C 的控制下。该功率(在此被称为反向链路发射功率)可以根据来自 BTS 的请求或指令、接收到的信号强度或特征或远程站操作的参数并根据时间而改变。该时变特征可以用于帧与帧的基础上。该种功率调整的实现是为了将反向链路比特误差率(BER)维持在特定要求内,减少干扰并保存传输功率。

用于在该种通信系统内实现功率控制的技术示例在美国专利号 5383219、5396516 以及 5056109 内有描述,第一个题为“Fast Forward Link Power Control In A Code Division Multiple Access System”,第二个专利题为“Method and System For The Dynamic Modification Of Control Parameters In A Transmitter Power Control System”,第三个专利题为“Method and Apparatus For Controlling Transmission Power In a CDMA Cellular Mobile Telephone System”,在此引入作为参考。

III. 服务区域

如上所述,每个基站有服务区域 108(108A—108C),这可以一般被描述为一地理点位置的扩展,远程站 106 在其中可以与基站有效地通信。作为一例,当远程站 106 在服务区域 108 内时,消息可以使用前向链路 110(110A—110C)从控制中心 102 被发送到基站 104(104A—104C),并使用前向链路 112 从基站 104 发送到远程站 106。消息可以从远程站 106 在返回链路 114(114A—114C)上被发送到基站 104。这些消息可以使用一返回链路 116(116A—116C)被发送回控制中心 102。122A 是从中继器 104A 到中继器 120A 的前向链路。124A 是从中继器 120A 到中继器 104A

的返回链路。112R 是从中继器 120A 到远程站 106E 的前向链路。114R 是从远程站 106E 到中继器 120A 的远程站 106E。

基站 104 和控制站 102 间的一些或所有通信可以在其它无线诸如微波、无线电或卫星类型链路或非无线传输机制上被携带,所述非无线传输机制诸如但不限于专用有线服务、光缆或电缆等,所有以线 118 指明,如果需要的话。而且,使用前向链路 110 和 112 发送的消息一般在与在反向链路 114 和 116 上发送的消息不同的频带或调制技术内被调制。分开的前向和反向链路的使用使得能在控制中心 102 和远程站 106 间进行全双工通信。TD-SCDMA 系统使用时分双工以完成前向和反向链路,这样经功率控制的中继器可以使用时分双工或频分双工而实现。

基站的服务区域一般在图 1 内被说明为圆形或椭圆形,为了方便。在实际应用中,本地拓扑、障碍(大楼、山丘等)、信号强度以及来自其它源的干扰决定了由给定基站服务的区域的形状。一般多个覆盖区域 108(108A-108C)至少轻微重叠以提供在较大区域或地区上的连续覆盖或通信。为了提供有效的移动电话或数据服务,许多基站可以使用重叠的服务区域,其中边缘处功率减少。

图 1 内说明的通信系统覆盖的一个方面是未经覆盖的区域 130 的存在,这可以被称为空穴,即在 WCS 100 正常覆盖区域外的未经覆盖区域 132。在覆盖内“空穴”的情况下,有周围或至少临近该覆盖的区域可以由基站提供服务,在此为基站 104A-104C。然而,如上所述,存在多个理由可能在区域 130 或 132 内没有覆盖存在。

例如,基站 104A-104C 的最高性价比放置是将其放置于不允许其信号可靠到达或覆盖区域 130 或 132 的地方。或者,拓扑特征诸如山或山丘 134、人为结构 136 诸如高大楼或在中心城市过道的城市峡谷或植被 138 诸如高树、森林等,每个会部分或完全堵住信号。一些这样特征是暂时的或随时间改变,使得系统安装、布局和使用变得更为复杂。

虽然可能通过增加更多的基站 104 以覆盖附加的地理区域实现扩展蜂窝电话网络 100,有时会很难实现或代价昂贵。不仅基站相对较复杂,且代价较昂贵或站点布置很困难,而且要被覆盖的区域可能有不规则形状,带有不常见的多径或衰落特征,使得使用基站比较困难。该区域还可以是较低通信话务密度的区域,其中预计使用率较低。

在许多情况下,例如,试图覆盖的地域有足够的话务以保证使用中继器 120,而不是基站。更实际的是使用几个中继器以覆盖不规则区域或防止封锁问题。在该情况下,一个或多个中继器 120(120A、120B)接受来自远程站 106(106D)以及基站 104(104A)的传输,并作为两者的中介,实际上作为“弯曲的管道”通信路径而操

作。使用中继器 120，基站 104 的有效范围扩展到覆盖扩展的服务区域 132。

当使用中继器 120 是性价比更高的方法以增加基站的范围或覆盖，它有几点不利。主要不利之处在于增加了服务或使用中继器的基站的噪声。

IV. 中继器概述

图 2 是中继器 200 的简化图。一般的商业中继器可能会有附加组件，包括附加滤波和控制元件以控制频带外发射的噪声，并调节增益。中继器 200 包括用于接收信号的施主天线 202、天线共用器 204、放大器 206 用于放大在施主天线处接收到的信号、第二天线共用器 208 以及用于发送(或中继)中继器 200 接收到的信号的服务器或覆盖天线 212。还包括第二放大器 216，它放大在服务器天线 206 处接收到的信号，并将放大后的信号提供给施主天线。

两个天线共用器(204、208)被用于分离或分开前向和反向链路信号(频率)以提供两者间足够的隔离，使得它们不进入中继器 200 的其它处理链。即为了防止传输进入接收机以至于恶化性能。接收或接收天线共用器(204)被耦合到被称为施主天线(202)的天线，因为它接收其它源“施舍”来的信号，诸如基站来的，又被称为施主小区。施主一般不是小区或小区站点，而是施主基站处理的小区内的扇区。耦合到中继器处理的传输或输出侧(208)的天线共用器的天线被称为输出或覆盖天线(212)。

对于用于蜂窝电话或无线通信系统内的实施例，诸如上述的，选用天线共用器以在被称为 800 MHz 频带内操作。一般这意味着前向链路频率在 882.75 MHz 左右，而反向链路频率为 837.75 MHz 左右。然而，这些频率取决于使用中继器的特定系统，如上所述，且天线共用器会根据已知的而经选择。例如，PCS 系统在 1900 MHz 左右操作，而一般 GSM 系统在 1800 MHz 左右操作，UMTS 在 2100 MHz 左右操作。

两个频率间的隔离一般大于 100 dB，这足以维持中继器的稳定性。每个链路的带宽一般是 5 MHz 的量级。更小的带宽可以去除来自 FM、GSM 或其它 CDMA 载波的信号的潜在干扰。然而，为了获得更小的带宽，一般需要 SAW 滤波器，这不是期望的，所以如需要的可以在许多实施例中避免。

虽然基本中继器显然可以作为弯曲管道并来回传输信号，如上所述有一与中继器热噪声相关的问题，在此在 BTS 处被称为“推入(push)”，且中继器增益的波动会对推入有负面影响。可以简单地示出不期望在 BTS 处有可变量的热噪声，且

本发明的实施例允许中继器内新类型的反向链路功率控制，该控制可以维持 BTS 处基本恒定的中继器热噪声推入。

V. 中继器反向链路分析

在零负载条件下的中继器和 BTS 的有效噪声因子可以被用于推导中继器热噪声推入关系。定量化中继器热噪声推入，则可以建立为维持在 BTS 处的恒定中继器热噪声推入的关系。为了完成该分析，可以开始于图 3 示出的 WCS 模型 300，这示出两个远程或移动站 306A 和 306B，两者相应地在建模的通信系统 300 内通过基站 304 和中继器 320 通信。即在 WCS 内实现的基于函数和参数的操作复本。其中在模型内使用的一些参数在表格 I 内示出

表格 I

参数	定义
	一般
T_{0l}	基准温度等于 290°K
K	波兹曼常量即 1.38×10^{-23} 焦耳每开尔文
W	信号的带宽。在本例中 $W = 1.228$ MHz
	中继器
T_{ar}	中继器覆盖天线的天线温度
S_c	在中继器覆盖天线连接器处的信号功率
N_c	在中继器覆盖/服务器天线连接器处的噪声功率密度
G_R	中继器增益
N_R	中继器加性噪声功率密度 $N_R = k T_{eR} G_R$
F_R	中继器噪声因子 $F_R = 1 + T_{eR} / T_o$
T_{eR}	中继器有效噪声温度, $T_{eR} = (F_R - 1) T_o$
G_d	中继器施主天线增益
	BTS 和中继器间的路径损失
L_p	中继器施主天线和 BTS 天线间的路径损失

	基站
G_a	BTS 天线增益
T_{aB}	BTS 天线温度
S_a	BTS 天线连接器信号功率
N_a	BTS 天线连接器噪声功率密度
G_B	BTS 增益
S_o	BTS 输出信号功率
N_o	BTS 输出处的噪声功率密度
N_B	BTS 的附加噪声功率密度, $N_B = kT_{eB} G_B$
F_B	基站的噪声因子, $F_B = 1 + T_{eB}/T_o$
T_{eB}	BTS 的有效噪声温度, $T_{eB} = (F_B - 1)T_o$
G_T	BTS—中继器链路增益, $G_T = G_R G_B L_p G_a$ (假设可忽略电缆损失, 这可以被加入)

1. 中继器的有效噪声因子

在零负载条件下, 首先确定中继器的有效噪声因子 $E F_R$ 是很有用的。看图 3 示出的系统模型内, 从中继器施主天线释放的热噪声密度可以给出为:

$$N_{repeater} = k(T_{aR} + T_{eR})G_R G_d \quad (1)$$

且来自中继器的在 BTS 输出处的热噪声贡献为:

$$N_{repeater}^{@BTS} = N_{repeater} L_p G_a G_B \quad (2)$$

在基站覆盖区域内没有中继器时, BTS 输出处的标称热噪声密度给出为:

$$N_o^{nom} = k(T_{aB} + T_{eB})G_B \quad (3)$$

在 BTS 覆盖区域内附加中继器, 在 BTS 输出处的总热噪声密度的模型可以定义为来自中继器的贡献(等式 2)和标称情况(等式 3)的和, 因此得到:

$$N_o = N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom} \quad (4)$$

这成为:

$$\begin{aligned} N_o &= N_{repeater} L_p G_a G_B + k(T_{aB} + T_{eB})G_B \\ &= k(T_{aR} + T_{eR})G_R G_d L_p G_a G_B + k(T_{aB} + T_{eB})G_B, \\ &= k(T_{aR} + T_{eR})G_T G_B + k(T_{aB} + T_{eB})G_B \end{aligned} \quad (5)$$

从该关系式中，可以知道当中继器和 BTS 间的路径损失 L_p 增加时，且 G_T 接近零，中继器信号完全从 BTS 被封锁住或中继器被关闭时，BTS 输出处的总热噪声密度转化到标称的情况。

从该 BTS 输出处的总热噪声密度模型，中继器的有效噪声因子 EF_R 被定义为中继器覆盖天线连接器处的信噪比比上基站输出处的信噪比，即：

$$EF_R = \frac{S_c / N_c W}{S_o / N_o W} = \frac{S_c N_o}{S_o N_c}, \quad \text{比较} \quad (6)$$

$$EF_R = \frac{k(T_{ar} + T_{er})G_T G_B + k(T_{ab} + T_{eb})G_B}{kT_{ar}G_T G_B} \quad (7)$$

如果 T_{ar} 被设定为等于 T_o ，则中继器的有效噪声因子的表达式成为：

$$EF_R = \frac{k(T_o + T_{er})G_T G_B + k(T_o + T_{eb})G_B}{kT_o G_T G_B}, \quad \text{以及} \quad (8)$$

$$EF_R = F_R + \frac{F_B}{G_T} \quad (9)$$

由于存在 BTS 天线，等式 8 不同于常规噪声增益模块集合的等式，因为从 BTS 天线和中继器来的噪声存在于 BTS 的输入。在存在 BTS 天线时，中继器的有效噪声因子为：

$$EF_R = F_R + \frac{F_B - 1}{G_T} \quad (10)$$

如果将等式 8 的分子和分母乘以 BTS 处的标称热噪声密度，则可以将其重新安排得到：

$$EF_R = \frac{k(T_o + T_{er})G_T G_B + k(T_o + T_{eb})G_B}{k(T_o + T_{eb})G_B} \frac{k(T_o + T_{eb})G_B}{kT_o G_B} \frac{1}{G_T} \quad (11)$$

等式 11 的第一项是 BTS 处标称热噪声密度上由中继器实施的推入，而第二项仅仅是 BTS 的标称噪声因子。因此，如果将 $P_{thermal}$ 定义为 BTS 处的中继器热噪声推入，则得到：

$$P_{thermal} = \frac{k(T_o + T_{er})G_T G_B + k(T_o + T_{eb})G_B}{k(T_o + T_{eb})G_B}, \quad \text{以及} \quad (12)$$

$$EF_R = P_{thermal} \frac{F_B}{G_T} \quad (13)$$

2. BTS 的有效噪声因子

在计算 BTS 的有效噪声因子中, 在零负载条件下, 来自中继器的热噪声 EF_B 的模型为 BTS 输出处的加性噪声源。因此, BTS 的有效噪声因子的表达式为:

$$EF_B = \frac{k(T_{aR} + T_{cR})G_T G_B + k(T_{aB} + T_{cB})G_B}{kT_{aB}G_B} \quad (14)$$

代入 $T_{aB} = T_{cB} = T_o = 290\text{p}19^\circ\text{K}$, 得到:

$$EF_B = F_R G_T + F_B \quad (15)$$

很明显有效中继器噪声因子和有效 BTS 噪声因子通过 BTS—中继器链路增益相关,

$$EF_B = EF_R G_T \quad (16)$$

且因此, 有效 BTS 噪声系数和有效中继器噪声系数之差等于 G_T , 单位为 dB, 这是 BTS—中继器链路增益。上述的关系示出随着 G_T 增加, 有效中继器噪声因子会接近标称中继器噪声因子。在另一方面, 当 G_T 减少时, 有效 BTS 噪声因子会接近标称 BTS 噪声因子。

3. 中继器热噪声推入

可以为在 BTS 处的中继器热噪声推入以标称 BTS 噪声因子 F_B 、标称中继器噪声因子 F_R 以及 BTS—中继器链路增益 G_T 的项而生成。尤其是, 从等式 9 到 13 可见:

$$EF_R = P_{thermal} \frac{F_B}{G_T} = F_R + \frac{F_B}{G_T}, \quad \text{以及}$$

$$P_{thermal} = \frac{F_R}{F_B} G_T + 1 \quad (17)$$

等式 17 表示中继器热噪声推入等式, 这示出在 BTS 处的中继器热噪声推入与 BTS—中继器链路增益成线性。而且, $P_{thermal}$ 与 G_T 的斜率是标称中继器噪声因子与标称 BTS 噪声因子之比。然而, 等式 4 和 12 提供中继器热噪声推入的另一方面, 因为:

$$P_{thermal} = \frac{k(T_o + T_{cR})G_T G_B + k(T_o + T_{cB})G_B}{k(T_o + T_{cB})G_B} = \frac{N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom}}{N_o^{nom}} = \frac{N_{repeater}^{@BTS}}{N_o^{nom}} + 1 \quad (18)$$

这可以用于帮助生成有效过程或用于操作经功率控制的中继器的算法, 如下所述。

VI. 中继器内的功率控制概览

上述描述了发生在 BTS 处的热噪声电平的上升，这是由 BTS 覆盖区域内的增加的中继器引起的。如上所述的该现象会导致 BTS 处的总热噪声量的波动，会负面影响覆盖和 BTS 和中继器覆盖区域内的服务。对于在其覆盖区域内带有中继器的 BTS，示出有效中继器噪声因子以及有效 BTS 噪声值与 BTS—中继器链路增益相关。从有效中继器噪声因子，可见中继器热噪声推入与 BTS—中继器链路增益成线性，且斜率是由标称中继器噪声因子与标称 BTS 噪声因子之比给出。

如上所述的该现象会导致 BTS 处的热噪声的总量的波动，且负面影响 BTS 和中继器覆盖区域内的服务。因此，期望能有能力检测并定量化改变，并将中继器的增益恢复为预定电平。即期望将中继器的增益保持相对恒定。

可以发现这可以经济地实现，通过在中继器的操作结构内部嵌入无线通信设备或等效的电路或能力以及通过将嵌入的 WCD 的反向链路信号输出注入中继器的反向链路而使得复杂度较低。使用公共反向链路，WCD 反向链路功率控制可以被用于校准中继器的增益。这提供了通过使用内建的 WCD 的反向链路功率控制自动设定中继器反向链路工作点，这生成了经功率控制的中继器，它连同反向链路功率控制一起，可以维持 BTS 处的中继器热噪声推入基本恒定或较低的波动，并改善中继器性能。

具有嵌入的 WCD，可以建立中继器和基站间的周期呼叫或通信对话，并使用 WCD 的反向链路功率控制以校准或重新校准中继器的增益。这可以总体改善中继器性能，并允许中继器在中继器安装时可以自动拨入，以通过使用时段建立并维持期望的操作点，该时段可以是 zd 的有用期。这有效地补偿了会恶化中继器反向链路的中继器到 BTS 路径损失的变化、环境条件、放大器老化和用户负载的改变。

经功率控制的中继器还稳定了反向链路操作点、基本保持中继器覆盖区域内的远程站与 BTS 的通信功率不过高也过低。

VII. 经功率控制的中继器

图 4 示出一示例经功率控制的中继器的实施例框图，且以用于实现中继器前向和反向链路的基本元件描述。在图 4 中，中继器 400 被示出带有施主天线 402 和覆盖区域 414。中继器的前向链路有两个天线共用器 404 和 412、两个放大器 406 和 410、耦合器 408 以及固定的衰减器。然而，固定的衰减器 416 不是实现所有实施例必要的。

中继器 400 还被示出有反向链路，它使用两个天线共用器 404 和 412、组合器

418、放大器 420、可调整或可变放大器 422 以及固定的衰减器 424。可变放大器 422 还可以使用可变衰减器实现。无线设备或电路 430 被示出在两个链路间耦合(前向和反向), 具有至少一个连接到处理器或控制器 432 的输出, 示出为反向链路的一部分。

两个天线共用器 404 和 412 被用于分离或分隔前向和反向链路信号, 如上所述, 而组合器 418 被用于将嵌入中继器内的无线设备 430 的输出即发射信号加入中继器反向链路路径。这使得无线设备能与至少一个且一般仅一个基站通信。用于蜂窝通信频率的示例天线共用器由 Celwave 在部件号 5034-8-3 下生产。

组合器位于反向链路放大器链的输入处, 主要用于维持中继器的稳定性, 虽然这不是对于每个实施例严格必要的。由于在该位置处, 反向链路信号电平最小, 则最小化了通过中继器无线设备环路耦合到中继器前向链路的反向链路功率量。用于实现该实施例的示例组合器是 Minicircuits 在部件号 ZFSC-2-2 下生产的。

耦合器或功率耦合器 408 被用于将一些前向链路功率耦合到嵌入在中继器 400 结构内的无线设备 430 的输入, 这在以下讨论。用于耦合到无线设备的信号功率选定的一般值为 20 dB, 该值一般被认为足够低, 而不会恶化前向链路性能。然而, 取决于剩余的中继器组件的设计, 本领域内的技术人员可以使用不同的耦合系数, 如需要的。用于实现实施例的示例耦合器是在 Narda 部件号 4242-20 下生产的。

对于到移动电话 430 的中继器前向链路信号, 使用天线 402、天线共用器 404、放大器 406 以及固定衰减器 416。

固定衰减器 416 用于在该实施例中设定前向链路增益。前向链路增益为不同的中继器到 BTS 路径损失以及不同的 BTS 发射功率电平设定的。调整可以简单地通过手动插入不同的同轴衰减器而完成, 或使用一些本领域内已知的更自动的方法。移动单元 430 应该能为选定的无线电技术实现功率控制算法。对于一般的 CDMA 移动, 前向链路功率确定了反向链路传输电平的开环估计, 所以该设计对于在应用到移动单元的前向链路信号的功率电平以及衰减器 426 的值应该满足该准则。

反向链路增益链的增益用于设定中继器的反向链路增益, 该链包括放大器 420、衰减器 426 以及可调整放大器 422。作为该过程的一部分, 几个参数很重要。中继器噪声系数的设定使得它能最小化中继器热噪声在基站热噪声底线上的推入。这首先通过将固定的衰减器 426 和可调整放大器 422 放置在输出处完成。放大器的

增益设定足够高，使得能最小化衰减器对于中继器噪声系数的影响。

固定衰减器 426 被用于设定功率电平，中继器覆盖内的远程站在此功率处将信号发送到基站。该衰减器的设定描述如下。可调整增益 422 被用于调整期望的中继器的反向链路增益，在领域内被称为“纠正”到中继器在现场操作中的工作点。该设定是由被称为中继器 WCD 或电话环路控制的，这在以下将详述。

中继器电话环路包括中继器电话或 WCD、微控制器以及反向链路(422)上的可调整增益元件，以及可能的固定衰减器(426)。当在 CDMA 类型的通信系统内使用中继器 400 时，为该实施例选用的中继器电话是 IS-95 CDMA、CDMA20001X、CDMA2000 1X/EV 或 WCDMA 类型无线设备，这取决于使用的通信协议。一典型的 WCD 430 在以下进一步讨论。然而，其它设备类型还与其它信号协议一起使用，诸如如上所述可以理解的。

WCD 或电话 430 被用于与 BTS 通信，接收呼叫、解释 BTS 功率控制指令并发送数据。基本上，它如同通信系统或网络内的其它 CDMA 电话。与典型的 CDMA 远程站相比，中继器电话的一个重要区别是中继器反向链路放大器链被用作中继器电话发射放大器。中继器电话的功率控制功能由该放大器链实现，而不是由内部 WCD 或电话发射放大器实现。这使得中继器电话能对中继器的反向链路增益进行功率控制。

在一实施例中，这是通过截断或中断在中继器 WCD 或电话内生成的内部自动增益控制(AGC)实现的。基本上，WCD 内的 AGC 线在发射放大器输入处被中断，并在传送通过微控制器后被路由到可调整增益放大器 422(G4)处。这可以简单地通过对该功能的 WCD 重新设计而完成，或甚至通过简单地修改电路连接以将 AGC 信号线耦合到连接器以进一步连接到中继器内电路而反向适应(retro-fitting)设备。本领域内的技术人员可以理解如何实现该种修改。内部中继器 WCD 发射放大器然后被用作到中继器反向链路放大器链的“固定增益”预放大器，因为 AGC 信号不再调整其输出功率。在一 CDMA 实施例中，中继器 WCD 发射放大器的增益被设定为在 WCD 发射输出端口以 -50 dBm 左右发射，该端口一般是天线输出。该发射功率电平一般是中继器 WCD 的最小发射功率电平，为中继器的稳定性而选择。

当中继器位于或非常接近 BTS 小区覆盖边缘时，需要至少放大器 422 的放大器输出被选为相对较高。一个实施例将放大器设定在期望峰值以下 10 dB 处，该峰值为使得中继器在 BTS 覆盖边缘处被安装但仍能有 10 dB 上下(swing)以补偿诸如温度偏移和中继器放大器老化的一般最大值。该放大器增益的 10 dB 的最小衰减是

保守估计，这足以保证好的中继器功能。

微控制器 432 用于获得几个由 WCD 用户或自动系统提供的 WCD 操作或操控。例如，微控制器 432 与 WCD 或电话 430 通信以在有进入“呼叫”时回答或试图开通通信链路，以将功率控制指令从 WCD 430 通过呼叫发送到放大器 422，以在功率控制稳定时对放大器输出电平实现锁定，然后当不再需要链路或链路不再适用时，“挂起电话”或中止服务或中断呼叫。

微控制器 432 可以主要用硬件方式被实现，这可以使用例如软件控制的处理器或控制器被编程以执行这里所述的功能、多个可编程电子设备或计算机、微处理器、一个或多个数字信号处理器(DSP)、专用功能电路模块以及硬件元件诸如应用专用集成电路(ASIC)或可编程门阵列(PGA)经编程以实现上述功能。在此使用硬件状态机的实现以实现上述功能对于领域内的技术人员是显然的。如果 WCD 有充分的处理功率，则如以下讨论的微控制器 432 可以在 WCD 内被实现以节省硬件。微处理器 432 在 400 内被示出以说明功能，且可以在 WCD 430 外部或在 WCD 内部。

在实施例用软件实现时，软件可以被存储在计算机程序产品内，并使用可移动存储驱动、存储器芯片或通信接口加载入系统。控制逻辑(软件)在被执行时，使得控制器实现上述一定的功能。

微控制器从 WCD 430 接收反向链路增益控制指令，这将指令减缓到 800 dB 每秒的速率，并将指令输出到放大器 422。功率控制指令的减缓的完成以防止中继器覆盖区域内的远程站的功率控制与 WCD 430 的功率控制冲突。

由于中继器覆盖区域内的远程站被传递到中继器反向链路，中继器反向链路内的任何改变会使得 BTS 将功率控制指令发送到这些远程站以进行补偿。如果 WCD 430 在处理用功率控制改变中继器的反向链路增益，则中继器覆盖内的远程站的发射功率还未稳定下来，则这些远程站会在 BTS 处导致附加的干扰。这些干扰引起附加功率控制命令发布到所有远程站，包括 WCD 430，这有不稳定的影响。

该潜在的不稳定性可以通过让 WCD 430 以比覆盖区域内的远程站的功率控制低很多的速率控制中继器 400 的反向链路增益而被稳定。基本上，在中继器反向链路增益调整间有充分的时间，以使得远程站能稳定它们子集的功率控制值。

在一实施例中，中继器反向链路增益的功率控制速率被设定在大致 80 dB 每秒，这比中继器覆盖内的一般 CDMA 类型远程站经历的功率控制速率要慢十倍。这是足以维持功率控制稳定的保守估计。对于其它类型的通信信号标准，诸如基于 GSM 或 TDMA 的，功率控制速率一般甚至更慢，则这些系统的功率控制速率需要

以合适的值或速率被设计。

一般，呼叫是从另一电话、调制器或 WCD(如在 BTS 内)到 WCD 430，且该呼叫应被维持一最少时间量。该时间窗应足够使得微控制器 432 能调整放大器 422 的增益，且在呼叫结束前将反向链路增益稳定到其正确的工作点。这假设 BTS 为维持该呼叫至少 30 秒钟，且中继器微控制器会在大约 20 秒窗口内进行放大调整。这是保守估计，应足以能合理地保证一般中继器设定内好的功能，且可以相应地被改变。

在商业中继器内，微控制器还可以用于中继器警报监控以及其它功能，如需要的。

如上所述，固定衰减器 426 用于设定中继器覆盖内的远程站的功率电平如何到达 BTS。需要中继器覆盖内的远程站开始时以低于需要的 E_b/N_t 大致 5 dB 的功率电平到达 BTS。这确保在中继器复盖区内的远程站在用过度的功率到达 BTS 时不产生附加的干扰。在一实施例中，为衰减器 426 选择的值使得中继器覆盖内的远程站的发送功率水平以低于需要的 E_b/N_t 大致 5 dB 处到达 BTS。该值被选为闭环调整因子。中继器覆盖内的远程站会在闭环功率控制工作和稳定之后达到需要的 E_b/N_t 。假设中继器覆盖内的远程站需要的 E_b/N_t 为 6 dB 左右，且该 E_b/N_t 对应于由 BTS 一般要求的大致 1%左右的帧误差率，虽然如期望的可以使用其它率。这些值被选为开始点，且可以在收集了经验数据后改变，因为可以理解需要的 E_b/N_t 可以根据网络或通信系统内的条件而改变。

对于远程站在中继器覆盖内的情况所要求的，可能期望 WCD 430 在开始时以低于其要求的 E_b/N_t 的功率电平到达 BTS，以保证 WCD 不会导致 BTS 处的附加干扰。因此，可变增益放大器的设定使得中继器电话发送的功率电平以低于其要求的 E_b/N_t 10 dB 电平或达到 10 dB 的闭环调整因子到达 BTS。这 10 dB 值被选为包括 10dB 最小需要的衰减或先前讨论的余量。如果放大器的最小余量被降低，如根据收集经验数据或系统测试或之后可能发生的，可以将闭环纠正因子下降相同的量。

虽然图 4 内示出可变增益放大器 422，本领域内技术人员可以理解，还可以有其它技术用于有效地控制输出功率。例如，使用与输入串行放置的是可变衰减器，固定增益放大器可以替代放大器 422 而被使用以通过如上所述调整输入信号功率电平而调整信号增益量。这在图 5 内说明，其中中继器 500 被示出使用许多与中继器 400 相同的元件，其所作改变是包含对于 WCD 的另外的信号处理以及信号耦合。

在图 5 内，步长衰减器 522 与固定放大器 524 而不是与可变增益放大器 422

一起使用。来自微控制器 432 的控制信号或命令用于改变步长衰减器 522 输入的值以通过调整输入信号功率电平来调整信号增益量。可以使用诸如 Weinschel 在模型号 3206-1 下的步长衰减器用于该功能。

另外，图 5 的中继器用于与 WCD 交互，该 WCD 操作更类似于独立的电话，这会包括通过天线驱动或传输信号的电路。在此，通过使用支架或该种设备以保证电话位于原位且提供到中继器内的外部电路的相互连接，更完整的或实际的电话可以用于中继器。在该情况下，虽然不是必要的，很可能使用分开的微控制器 432。还可能使用其它的方法将信号耦合入或耦合出电话。

在这一备用配置中，信号可以使用循环器 514 以耦合入或耦合出电话以将信号传输到或发送来自中继器电话 530 天线或天线连接器或类似的输入/输出。可以为该功能使用诸如 Ute Microwave 在模型号 CT-1058-0 下的循环器。循环器 514。该循环器用于分离中继器电话接收和发射的信号，并提供两种信号间的分隔。为该设计选择的循环器一般有 20 dB 的隔离，足以保证中继器的稳定性。

两个衰减器 516 和 526 在图 5 内示出。相应地如上述的衰减器 416 和 426 的方式，衰减器 516 可以用于调整发送到循环器 514 的功率量，而衰减器 526 用于调整发送到组合器 418 的功率量。

VIII. 一般无线通信设备

图 6 和 7 内示出用于实现 WCD 430 的两个一般无线通信设备。

在图 6 内，中继器电话 630 示出有：调制器 602，它接收从模拟或数字来的输入信号；信号接收机 604，它接着连到从固定衰减器 416 来的接收输入信号，如上所述。示例调制器可以是几个已知移动站调制器(MSM)的一种，如用于 CDMA 电话高通公司在模型号诸如 MSM3100、MSM5xxx(5050、5100、5200、5500 等)或 6xxx(6050、6100、6200、6500 等)下生产的。中继器电话 630 还有一般通过 RC 滤波器 606 到传输功率放大器 608 的 AGC 输出。AGC 信号沿着 AGC 控制线 610 被发送。控制线 610 在图 6 内示出作为断线 612，这是使电话可用于嵌入中继器 400 而实现的改变的标记。AGC 线重新导向以形成 AGC 输出 616，该输出被传送到微控制器 432，如上所述。一般，为了将传输电路或放大器设定到期望最小输出水平，用于 AGC 信号的输入可以连到地电平点 614。

值得注意的是如果中继器电话的处理功效有充分能力，则微控制器 432 可以与中继器电话 630 分离，或包含作为中继器电话 630 的一部分。例如，一般 CDMA

无线设备使用一个或多个集成电路,它们使用很强大的嵌入式处理器以及一定量的相关存储器或程序存储。例如,一些实施例可以包括嵌入 ARM 类型处理器等。该种元件可以被用于实现与微控制器 432 相关的功能,并提供连接或信号输出以控制可变增益放大器或信号衰减器的操作。由于该原因,虚线 632 被用于指示微控制器 432 的功能和操作包含在使用的通信设备内。

图 6 还示出输出/输入线 618,它们连接到与调制解调器 602 相关或在其中的电路,提供呼叫通知,诸如电话在响,虽然在该应用中响铃一般没有用,并用于在电话的“拿起”或“挂下”时将信号提供给调制器。该输入从微处理器被提供,因为不再有电话用户按下一系列键以进行选择。

另外,虽然调制解调器 602 可以包含控制器和内部存储器以包含上述的命令和操作,一个或多个分离或附加的存储器或存储元件 620 还可以被包括在中继器电话 630 内以提供位置用于存储命令、数据、指令等,如期望的。存储器指任何处理器可读媒质,包括但不限于 RAM、ROM、EPROM、PROM、EEPROM、盘、软盘、CD-ROM、DVD 或类似的,在其上可以存储处理器执行的一系列指令。

在图 7 内,示出一般的扩频无线用户终端 700,它使用模拟接收机 704 以接收、下变频、放大并数字化接收到的信号。模拟接收机 704 输出的数字通信信号被发送到至少一个数字数据接收机 706A 以及至少一个搜索器接收机 708。附加的数字数据接收机 706B—706N 可以被用于获得信号分集的期望水平,这取决于单元复杂度的可接受水平,如对领域内的技术人员很明显的。

至少一个控制处理器 720 沿着搜索器接收机 718 耦合到数字数据接收机 216A—216N,以提供除了其它功能外的基本信号处理、定时、功率和切换控制或协调。由控制处理器 720 实现的另一基本控制功能是选择和操控用于处理 CDMA 通信信号波形的 PN 码序列或正交函数。控制处理器 720 信号处理可以包括相对信号强度的确定和各个相关信号参数的计算,这可以包括使用诸如接收到信号强度指示符 (RSSI)714 的附加或分离电路。

数字数据接收机 706A—706N 的输出耦合到订户单元内的数字基带电路 712。用户数字基带电路 712 一般使用处理和表示元件以将信息传输自或发送到终端用户,诸如信号或诸如瞬时或长期的数字存储器的数据存储元件;诸如显示屏、扬声器、键盘终端和手机的输入和输出设备。这些元件在本申请中不是必要的,除了对于现场服务等。还包括的有 A/D 元件、声编器和其它语音和模拟信号处理元件,所有的都来自本领域内已知的元件的终端基带电路的部分。如果使用分集信号处

理, 用户数字基带电路 712 还可以包括分集组合器和解码器。一些这样的元件还可以在控制处理器 710 的控制下或与控制器 710 通信。

另外, 虽然基带电路 712 一般包含存储器以包含在此描述的命令和操作, 还可以在中继器电话 700 内包括一个或多个分离或附加的存储器或存储元件 722(诸如如上讨论的)以提供位置存储命令、数据、指令等, 如需要的。

当准备语音或其它数据作为输出消息或订户单元发起的通信信号, 用户数字基带电路 712 用于接收、存储、处理以及准备用于传输的数据。在本申请中, 该种数据是最小的, 被简单地用于建立通信链路或指明检测到的信号强度。基带电路 712 将该数据提供给发射调制器 716, 该调制器在控制处理器 710 的控制下操作, 该处理器有连接到数字发射功率控制器 718 的输出, 控制器 718 经由滤波器 732 提供到最终传输的模拟发射功率放大器 720 的输出功率控制。接收到的通信信号或一个或多个共享的资源信号的测量的信号强度的信息可以使用本领域内已知的各种技术被发送到基站, 例如通过将信息附加到基站电路 712 准备的其它消息。或者, 信息可以在控制处理器 710 的控制下作为预定控制比特被插入。

模拟接收机 704 可以提供一输出, 指明接收信号内的功率或能量。或者, 接收到信号强度指示元件 714 可以通过对模拟接收机 704 的输出进行采样并实现本领域内已知的处理而确定该值。在正常使用中, 该信息可以为发射功率放大器 720 或发射功率控制器 718 直接用于调整发送信号的功率。该信息还可以由控制处理器 710 用于为这些其它元件建立 AGC 控制信号 730。

数字接收机 706A-N 以及搜索器接收机 708 用信号相关元件配置以解调并跟踪特定信号。搜索器接收机 708 用于搜索导频信号, 而数字接收机 706A-N 被用于解调其它与检测到的导频信号相关的其它信号(话务)。因此, 这些单元的输出可以经监控以确定导频信号或其它共享的源信号内的能量。在此, 使用信号强度指示元件 714 或控制处理器 710 完成。

如图 4 和 5 指出的, 图 6 和 7 内的 WCD 示出的元件可以形成简单的控制模块或设备的一部分, 而不是较完整的“电话”。在该情况下, 如先前所述, 设备可以被设计成接受一定功率范围或幅度或定时内的信号, 且可能不使用衰减器 416 或 426 或两者。

对于本发明, 能从 BTS 接收信号、操作或响应这些信号, 并生成或使用合适的功率命令或信号, 这可以包括功率上升/下降指令, 这对嵌入的 WCD 的操作很重要。因此, 除了由 WCD 430 实现的功率控制功能外, 处理其它信号的外部元件

诸如显示屏、响铃声、音乐、视频等对于该功能不是必要的。另外，当使用一种较不复杂的模块方法设计 WCD 430 时，WCD 430 内使用的处理器或控制器更可能有足够甚至过度的功率或处理周期，用于实现 WCD 430 和微处理器 432 的功能，这可以减少费用和复杂度。另外，用于存储与其它操作相关的信息的存储器和其它元件还可以不用处理功率控制功能。

IX. 经功率控制的中继器的操作分析

在 BTS 覆盖区域内的中继器，在一致的负载条件下，且在没有任何干扰发射台时，在完美功率控制情况下，对于远程站的反向链路 E_b/N_o 等式为：

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} S + (N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom})} \frac{1}{R}, \quad (19)$$

其中 S 为远程站的接收到信号功率，M 为用户数， ν 为语音活动因子，且 i 是来自其它扇区的干扰比。

如果 S_r 被定义为嵌入 WCD 的发射功率，则经功率控制的中继器内的嵌入的 WCD 的 E_b/N_o 为：

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_r G_T G_B}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} S_r G_T G_B + (N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom})} \frac{1}{R} \quad (20)$$

其中以中继器热噪声推入表示， $P_{thermal}$ 为：

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_r G_T G_B}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} S_r G_T G_B + N_o^{nom} P_{thermal}} \frac{1}{R} \quad (21)$$

在中继器反向链路增益中有 γ 干扰(图 4 中的 G3 和 G4)情况下，BTS—中继器链路增益和 BTS 处的中继器热噪声也会受到 γ 干扰。如果反向链路闭环功率控制请求在嵌入的 WCD 的发射功率中有 α 的改变，以获得如在等式 20 内相同的 E_b/N_o ，则：

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{(\alpha S_r)(\gamma G_T) G_B}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} (\alpha S_r)(\gamma G_T) G_B + (\gamma N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom})} \frac{1}{R} \quad (22)$$

从上述等式，可以描述在 BTS 处的中继器热噪声推入中的改变，这对应于中继器反向链路增益的干扰。尤其是，如果 ρ 为 BTS 处的中继器热噪声推入内的改变，则：

$$N_o^{nom}(P_{thermal} \rho) = \gamma N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom}, \quad (23)$$

$$P_{thermal} \rho = \frac{\gamma N_{repeater}^{@BTS} + N_O^{nom}}{N_O^{nom}} = \frac{N_{repeater}^{@BTS}}{N_O^{nom}} \gamma + 1 = (P_{thermal} - 1) \gamma + 1, \quad (24)$$

$$\rho = \frac{(P_{thermal} - 1) \gamma + 1}{P_{thermal}} \quad (25)$$

进行上述替换，可以得到：

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_R G_T G_B (\alpha \gamma)}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} S_R G_T G_B (\alpha \gamma) + N_O^{nom} P_{thermal} (\rho)} \frac{1}{R}. \quad (26)$$

从等式 26，为了获得在完美功率控制下的先前表达式内相同的 E_b/N_o ，则很明显 $\alpha \gamma = \rho$ 。则：

$$\alpha \gamma = \rho = \frac{(P_{thermal} - 1) \gamma + 1}{P_{thermal}}, \text{ 以及 } \gamma = \frac{1}{P_{thermal} (\alpha - 1) + 1} \quad (27)$$

从等式 27，给出 BTS 处的标称中继器热噪声推入，可以从嵌入的 WCD 的发射功率内的改变估计并偏移中继器反向链路增益内的改变，从而维持 BTS 处基本恒定的中继器热噪声推入。BTS 处中继器热噪声推入的 γ 和 α 间的关系相应地在图 10 内以线 1002、1004 和 1006 示出，其推入值为 1、2 和 3 dB。

X. 经功率控制的中继器的设计

在设计给定系统的经功率控制的中继器时，使用通信系统要用的已知的特征和参数时要考虑几点。这涉及中继器内的前向链路功率放大器输出、中继器增益、前向链路上的增益分布、反向链路上的增益分布、中继器的标称噪声因子以及嵌入无线通信设备的增益分布。

1. 前向链路功率放大器输出

前向链路功率放大器输出的设计参数主要是考虑期望的地理覆盖或服务区域的大小。该输出一般以最大平均功率项 W_R 表示。然而，由于中继器的前向链路上的瞬时功率基本上高于 W_R ，实施例选择或将前向链路功率放大器输出能力设定在中继器的最大瞬时功率处。虽然不是严格要求的，但应该避免饱和，且最大瞬时功率与 CDMA 网络内的峰均比的最大平均功率相关。

2. 中继器增益

在计算中继器的增益时,可以假设前向链路增益 G_F 和反向链路增益 G_R 基本相同。BTS—中继器链路增益 G_T 简单地是目标前向链路功率放大器输出 W_R 与 BTS 的功率放大器输出 W_B 之比,这具有典型值为 25 W。

为了导出中继器的增益 G_B ,将 G_T 除以中继器施主天线的增益 G_d 、中继器施主天线和基站天线间的目标路径损失 L_p 以及基站天线的天线增益 G_a 。因此, G_R 可以表示为:

$$G_R = \frac{G_T}{G_d L_p G_a} = \frac{W_R}{W_B} \frac{1}{G_d L_p G_a} \quad (28)$$

3. 中继器前向链路的增益分布

从图 4 中,经功率控制的中继器的前向链路增益(以 db 表示)可以分解为:

$$G_R = G1 + G2 + \text{Coupler Loss} + 2(\text{Duplexer Loss}) \quad (29)$$

在为放大器 406、与嵌入的 WCD 耦合的前向链路耦合器(408)以及用于嵌入的 WCD 前向链路衰减器(426)选择值 G1 时,很重要的是保证嵌入 WCD 接收到足够量的前向链路开销信道功率(为诸如 CDMA 系统内的导频、寻呼和同步信号使用),且为完成这点的最低要求对于 CDMA 类型通信系统一般为 -85 dBm 量级,其它类型的系统或协议可以有不同值。

4. 反向链路上的中继器增益分布

由于可以安全地假设前向链路和反向链路增益基本相同(或足够使关系成立)、且经功率控制的中继器的反向链路增益也为 G_R ,且从图 4,可见以 dB 为单位它可以被分解为:

$$G_R = G3 + G4 + \text{Combiner Loss} + 2(\text{Duplexer Loss}) \quad (30)$$

从以上,WCD 430 正要调整放大器 422 的值 G4 以维持 BTS 处基本恒定中继器热噪声推入。理论上,改变 G4 会改变中继器的标称噪声因子 F_R 。然而,可以安全地假设 F_R 是恒定的,可以通过在放大器 420 内分配足够的增益而保证 F_R 基本恒定。

特别是,从 G4 内预计的改变(每 WCD)以及放大器 422 预计的噪声因子(G4),可以计算增益 G3 值应超过标称 G4 值多少 dB 以使得 F_R 比预定量改变要小。例如,如果预计 G4 会改变 10 dB,且从 G4 的预计噪声因子,可以得到结论 G3 应超出标

称 G_4 大致 40 dB 以使得 F_R 变化小于 1%，则有一限制：

$$G_3 = G_4 + 10 \text{ dB} + 40 \text{ dB} = G_4 + 50 \text{ dB} \quad (31)$$

这意味着 G_R 以 dB 为单位的表达式成为：

$$G_R = (G_4 + 50 \text{ dB}) + G_4 + \text{组合器损失} + 2(\text{天线共用器损失}), \text{ 以及}$$

$$G_4 = 0.5(G_R - \text{组合器损失} - 2(\text{天线共用器损失}) - 50 \text{ dB}).$$

因此，一旦确定增益 G_4 的值，增益 G_3 可以从等式 31 中获得，值得注意的是会使用增益(G_4)内的其它改变值或对于给定变化百分比(F_R)一个增益超出另一(G_3 、 G_4)多少的量，如期望或需要的。

5. 中继器的标称噪声因子

中继器的标称噪声因子 F_R 可以从开环反转(turn around)常量 k 施加的限制中导出。在 CDMA 通信系统中，由于一些原因，开环反转常量 k 在无线通信设备内出于已知原因为“硬连线”的，且其前三项为：

$$k = (pt)_C - 134 + (NF)_C + \dots,$$

其中

$$(pt)_C = 10 \log_{10}(W_B) = \text{最大 BTS 功率放大器输出(dBm)},$$

以及

$$(NF)_C = 10 \log_{10}(F_B) = \text{BTS 噪声值(dB)}$$

对于中继器覆盖区域内的远程站， $(pt)_C$ 应是中继器的前向链路功率放大器输出 $10 \log_{10}(W_R)$ 。另外， $(NF)_C$ 应能传递中继器的有效噪声系数。然而，由于 k 在远程站内是硬连线的，则可以将 $(NF)_C$ 设定以偏移 $(pt)_C$ 内的改变。尤其是，对于中继器覆盖区域内的远程站，有 $(NF)_C^{\text{repeater}}$ ，且

$$(NF)_C^{\text{repeater}} = 10 \log_{10}(F_B) + [10 \log_{10}(W_B) - 10 \log_{10}(W_R)] = 10 \log_{10}\left(F_B \frac{W_B}{W_R}\right) \text{ (dB)}$$

因此，为了保持“硬连线”的开环反转常量 k 从中继器覆盖区域内的远程站的角度是有效的，可以考虑如下的有效中继器噪声因子：

$$EF_R = F_B \frac{W_B}{W_R} \quad (33)$$

这成为：

$$EF_R = F_R + \frac{F_B}{G_T}$$

由于 BTS—中继器链路增益(G_T)被设定为中继器前向链路功率放大器输出与 BTS 功率放大器输出之比, 这生成:

$$EF_R = F_R + \frac{F_B}{\frac{W_R}{W_B}} = F_R + F_B \frac{W_B}{W_R} \quad (34)$$

从这些关系式可以得到, 等式 33 内声明的条件不能完全满足, 但应能建立接近期望值的有效中继器噪声因子, 如果:

$$F_R \ll F_B \frac{W_B}{W_R}$$

6. 嵌入 WCD 的增益分布

对于嵌入 WCD, 中继器内的前向链路路径的增益应等于中继器内反向链路路径的增益。尤其是, 嵌入 WCD 430 的反向链路衰减器(426)ATT2 可以经设定使得:

$$G1 + \text{耦合器损失} + \text{ATT1} = \text{ATT2} + \text{组合器损失} + G3 + G4 \quad (35)$$

XI. 经功率控制的中继器的部署

图 8 内示出经功率控制的中继器的部署, 这非常类似于常规中继器的部署, 但步骤多一步。该多余的步骤是将呼叫放置到嵌入 WCD 上以建立与 BTS 处的标称中继器热噪声贡献匹配的基准发射功率。否则, 如图 8 示出, 在步骤 800 内, 为了部署经功率控制的中继器, 首先要物理安装, 或位于期望的服务区域内, 然后在步骤 802 内调整中继器的前向链路增益, 以获得目标前向链路功率放大器输出, 在步骤 804 处调整中继器或 BTS 的反向链路增益, 以平衡前向链路和反向链路, 且在步骤 806 内建立嵌入 WCD 的基准发射功率。安装过程在步骤 808 完成, 在步骤 810 内周期性地将一“呼叫”放置到 BTS, 以基于路径特征等的改变更新中继器设定。

1. 设定中继器前向链路功率放大器输出

如上所述, 目标中继器前向链路功率放大器输出 w_R 由期望的覆盖区域的大小所驱动。为了符合 w_R , 图 4 内调整放大器 410 的 G2 值, 因为放大器 406 的增益

G1 被选择以将充分的前向链路开销信道功率提供给嵌入 WCD 430。

2. 平衡前向链路和反向链路

用经功率控制的中继器集合的前向链路增益，下一步骤是平衡 BTS 和中继器覆盖区域内的前向链路和反向链路。BTS 的反向链路增益经调整以完成该任务，因为调整中继器的反向链路增益是会使得 BTS 覆盖区域的前向链路和反向链路不平衡。

然而，如果一般不可能调整 BTS 的反向链路增益，则图 4 内的放大器的增益 G3 可以经调整以平衡链路，因为应该保持 G4 值内的中继器的反向链路增益的大部分。

一旦平衡了前向链路和反向链路，则也设定了在 BTS 的标称中继器热噪声推入。

3. 建立嵌入订户单元的基准发射功率

从先前的部分，在平衡了前向和反向链路后设定 BTS 处的标准中继器热噪声推入。标称推入正常后，部署的最后一步是建立嵌入电话或 WCD 上的呼叫以建立与标称推入匹配的基准发射功率。

在部署后，可以在嵌入的 WCD 上进行周期性呼叫，以检测、估计并偏移中继器的反向链路增益内的改变。

XII. 多频率中继器

虽然以上揭示的实施例示出使用经功率控制的中继器可以获得在与中继器通信或通过中继器通信的基站内较低的噪声电平，可以通过使用多个频率中继器实现附加优势。即中继器能在两个或多个频率 f_1 和 f_2 上通信。

以上讨论为在基站和中继器间传输的信号使用单个中心频率 f_1 ，该频率与用于在中继器和远程站间传输信号使用的频率相同。即除了潜在地将前向和反向链路成分开的信道，远程站被配置为在同一频率与中继器交互或通信，它们使用该频率与基站通信。

这是中继器如何经配置，且在假设远程站移入或移出小区或扇区是有意义的，远程站可以不时与基站而不是与中继器通信。期望维持与远程站的操作一致，使得基站和中继器不需要附加的复杂度以处理通信。另外，需要了解通信设备可适应，

而不需要向其加入的不需要的改变或复杂度。

然而，如果中继器与远程站或基站以第二频率 f_2 通信，则通信系统可以获得改善的负载或附加的容量，因为中继器处理的远程站以及中继器本身对 BTS 和远程站的干扰较少。

通过选择一中继器结构，该结构为中继器到基站链路使用的频率(f_2)与为中继器到远程站链路(f_1)的频率不同，嵌入 WCD 可以在第二频率 f_2 操作，而 WCD 的功率控制指令可以引起 f_1 和 f_2 增益级改变其相应的增益以满足功率控制。或者，功率控制调整可以经配置，使得 WCD 使用只在 f_1 或在 f_2 处或两个频率的一些组合的信号提供所有增益控制。

在不同实施例中，如果通信系统为容量或负载使用多于一个频率，则中继器性质上可以是宽带，并从基站将多个频率信号发送到远程站，并从远程单元接收多个频率(信道)，并将它们发送回基站。在该配置中，中继器内的 WCD 的功率控制指令可以来自一个信道，且该信道使得所有信道的增益以相同方式改变，或 WCD 可以在不同信道上输入呼叫，并在这些信道上处理功率控制指令，并使得所有信道的增益以相同方式改变，或 WCD 可以在不同信道上输入呼叫，并使得增益只为该信道改变。

XIII. 多个中继器

本发明可以有利地扩展到达通信系统的另一方式是通过使用相互通信的多于一个中继器或中继器链。即一个中继器与基站通信或与其建立通信链路，但附加中继器建立与第一中继器的通信链路，必须类似于远程站做的。图 9 说明通信系统的配置，其中多个中继器相互通信。

如图 9 示出，该概念可以经扩展，使得一个中继器可以服务一个或多个中继器以解决基站到达范围之外更广区域的覆盖或一区域带有需要附加资源的不正常形状。这示出为中继器 902，其服务区域 910 与一个或多个中继器 904、906 和 908 通信，每个相应地具有服务区域 914、916、918，以提供更复杂形状的覆盖区域或更大的覆盖区域。

或者，一系列中继器可以以“成行”或线性方式使用，每个与下一个通信以在更长的距离上扩展覆盖，但相对而言该距离潜在地被较窄地限制在一维内(宽度)。这在图 9 内示出，中继器 902 与中继器 906 通信，中继器 906 通过其服务区域 916 与中继器 920 通信，中继器 920 与服务区域 930 内的中继器 922 通信，中继

器 922 使用服务区域 932 与中继器 924 通信，依此类推。该后一种技术可以被用于更有效地解决长窄传输过道上的需要，例如那些至少在一定峰值时段可能集中话务的情况，或解决在遥远或乡间区域，而不需要覆盖附近较低使用率的区域。

然而，如中继器 904 和服务区域 914 示出，中继器线可以通过同时服务两个或更多的中继器如期望的再次被“拓宽”，而不是每次沿着线服务一个。或者，如过去的情况，其它的中继器线可以接到另一方向。因此，一旦清楚一区域不再需要被覆盖或很难被覆盖或不可能被覆盖，则服务区域覆盖扩展或经重新导向。

还可以链接两个相距一定距离的基站，这通过使得链内的最后中继器与该基站通信，并在两者间传递一些控制或定时信息，而中继器还解决其相邻的区域的通信需要。还可能将其与上述的多个频率分配方案以沿着中继器链或区域改变在一个或多个点的频率，或按需要符合其它干扰需要或遇到的模式。到远程站的通信信号可以有其相应生成的信号或在一频率操作的信号，而嵌入的 WCD 可以使用在第二频率甚至第三、第四频率等操作的信号，取决于使用多少中继器。

在任何情况下，可以理解对这些多个中继器配置，本发明实施例允许如期望而使得每个中继器是经功率控制或不经功率控制的。经功率控制的中继器利用嵌入 WCD，并且信号从一个中继器传送到下一中继器以如上所述调整功率。

XIV. 结论

上述实施例的先前描述被提供以使得领域内的技术人员可以使用该发明。虽然本发明被特定示出且参考其实施例被描述，本领域内的技术人员可以理解可以进行形式和细节的各种改变，而不偏离本发明的范围。

本发明以上用功能构建模块经描述，这些模块说明特定功能的性能和它们之间的关系。这些功能构建模块的界限在此经任意定义，为了描述方便。只要特定功能与其关系被合适地实现，可以定义其它的界限。任何该种界限因此在本发明的范围和原理内。本领域内的技术人员可以理解功能构建模块可以由离散元件、专用集成电路、执行合适软件的处理器以及类似的许多组合而实现。因此，本发明的范围不应由任何上述的示例实施例定义，而只应由以下权利要求书及其等价体定义。

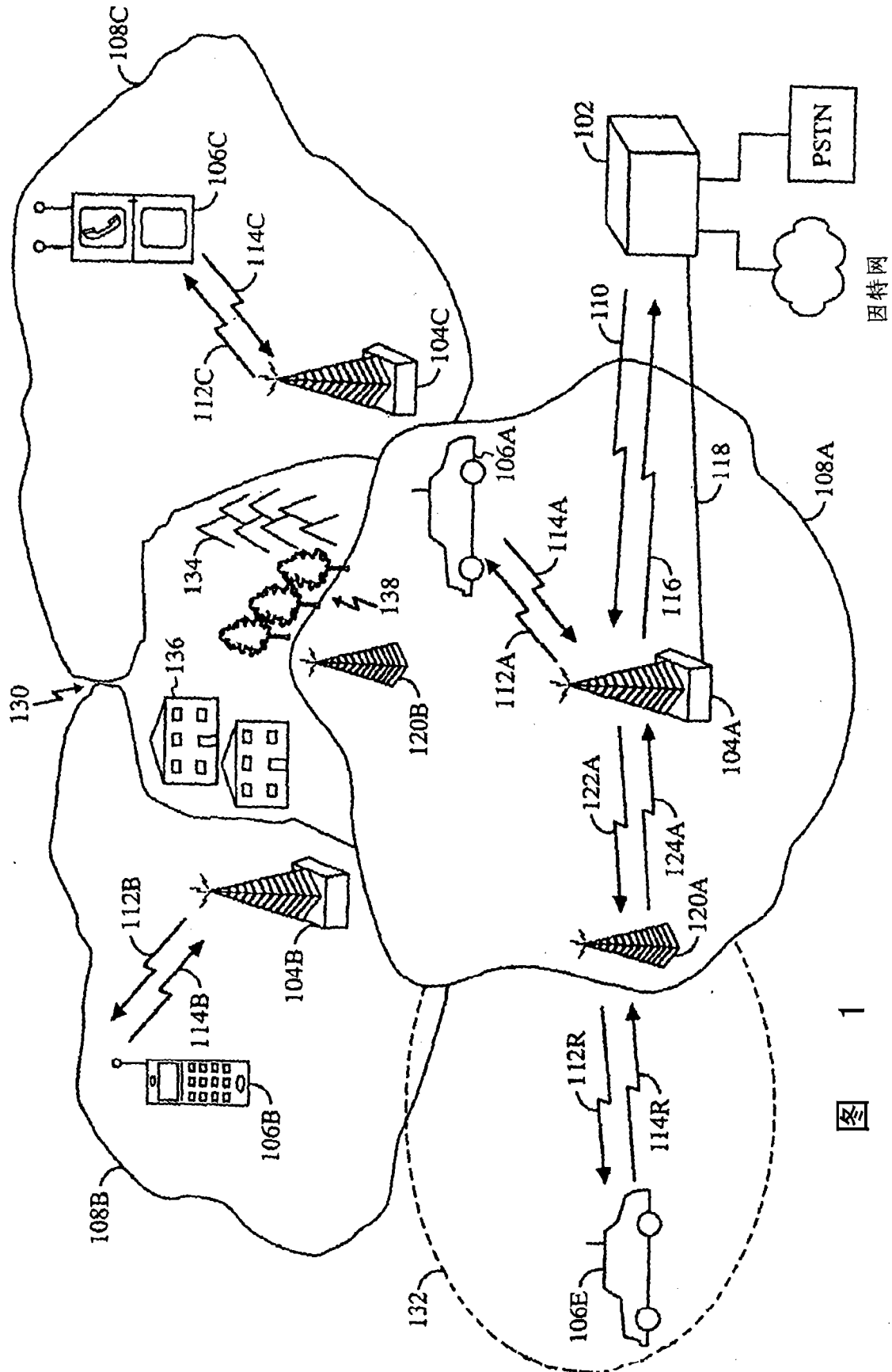


图 1

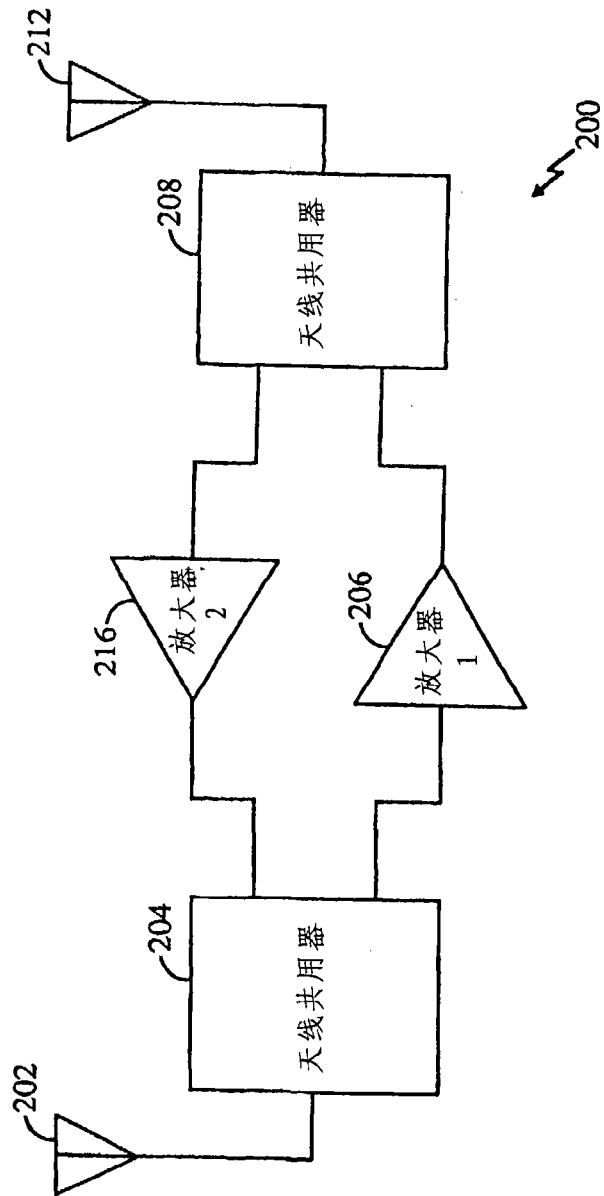


图 2

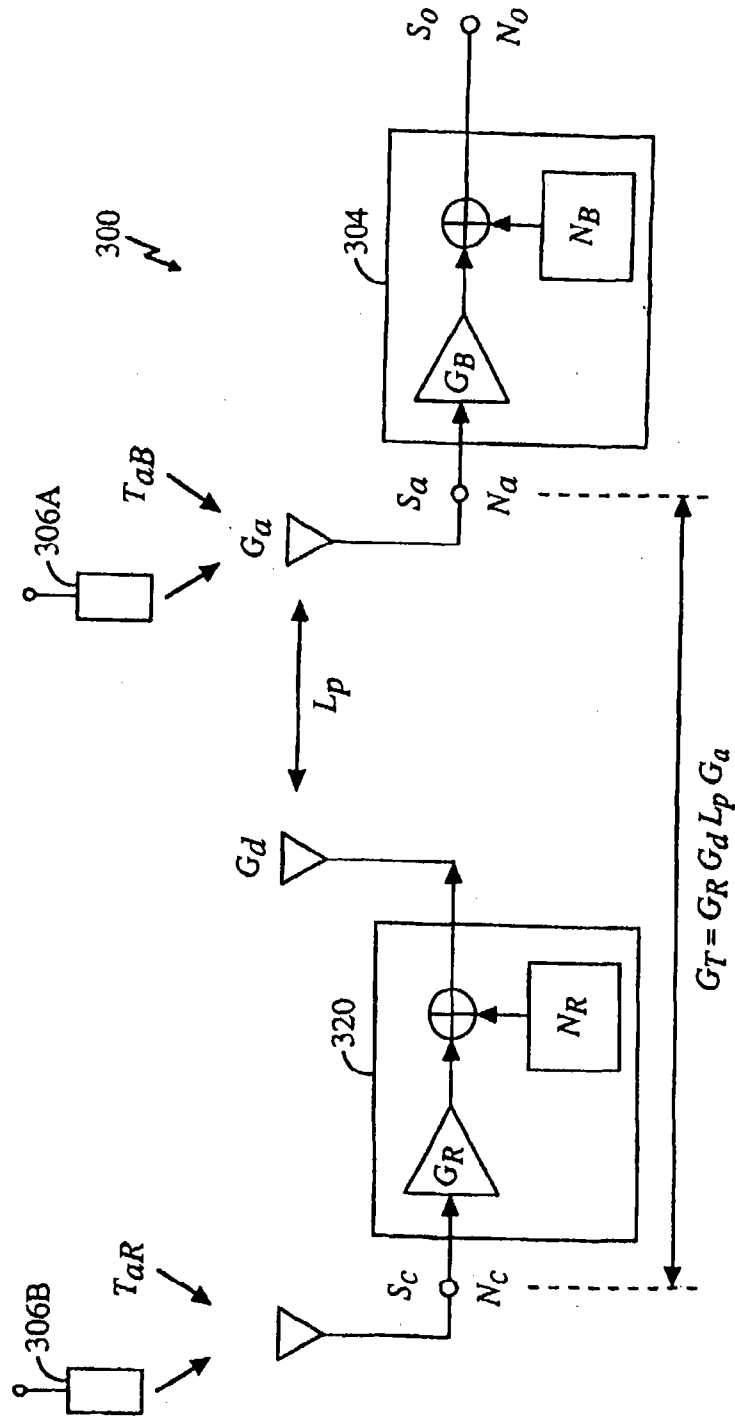


图 3

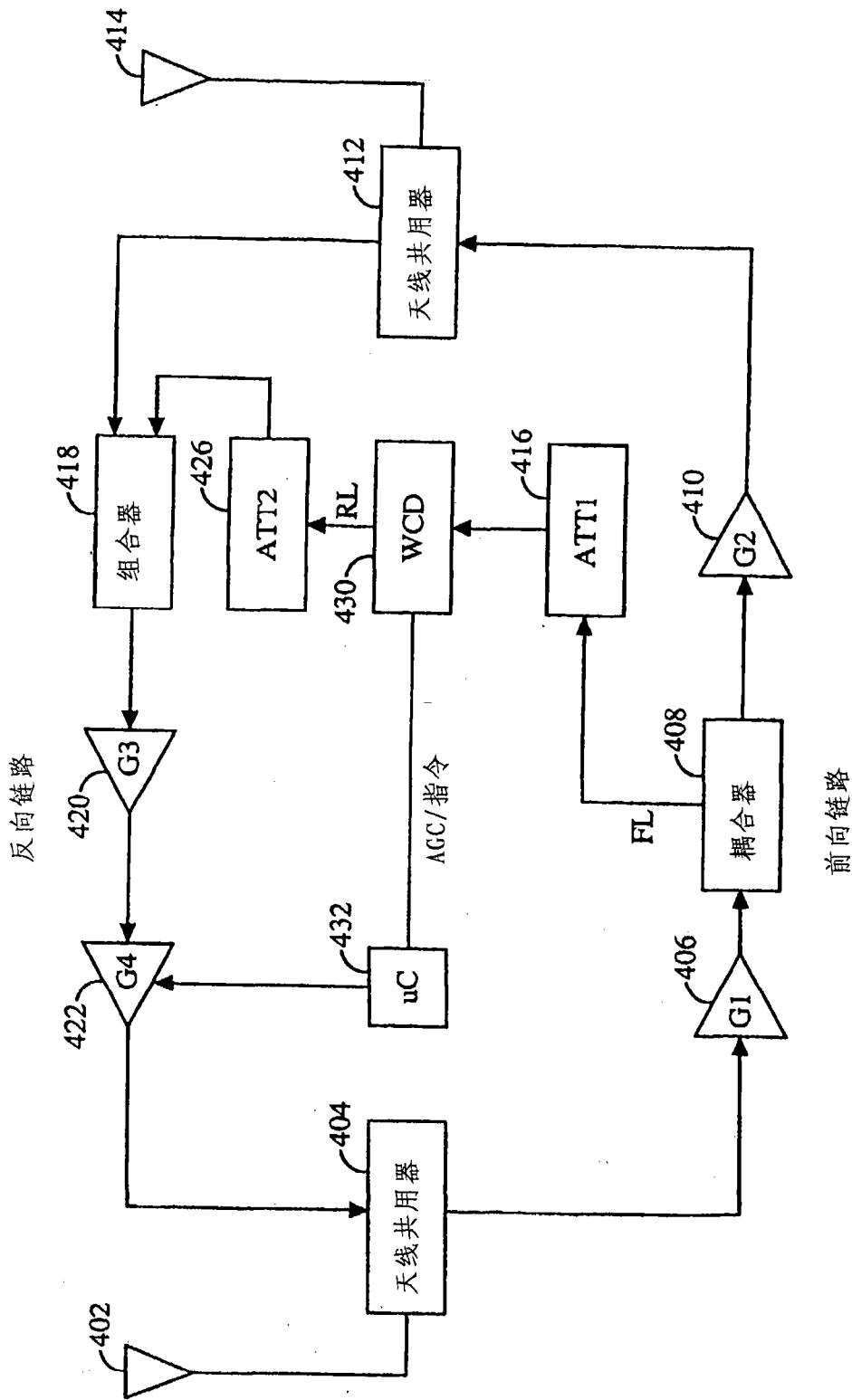


图 4

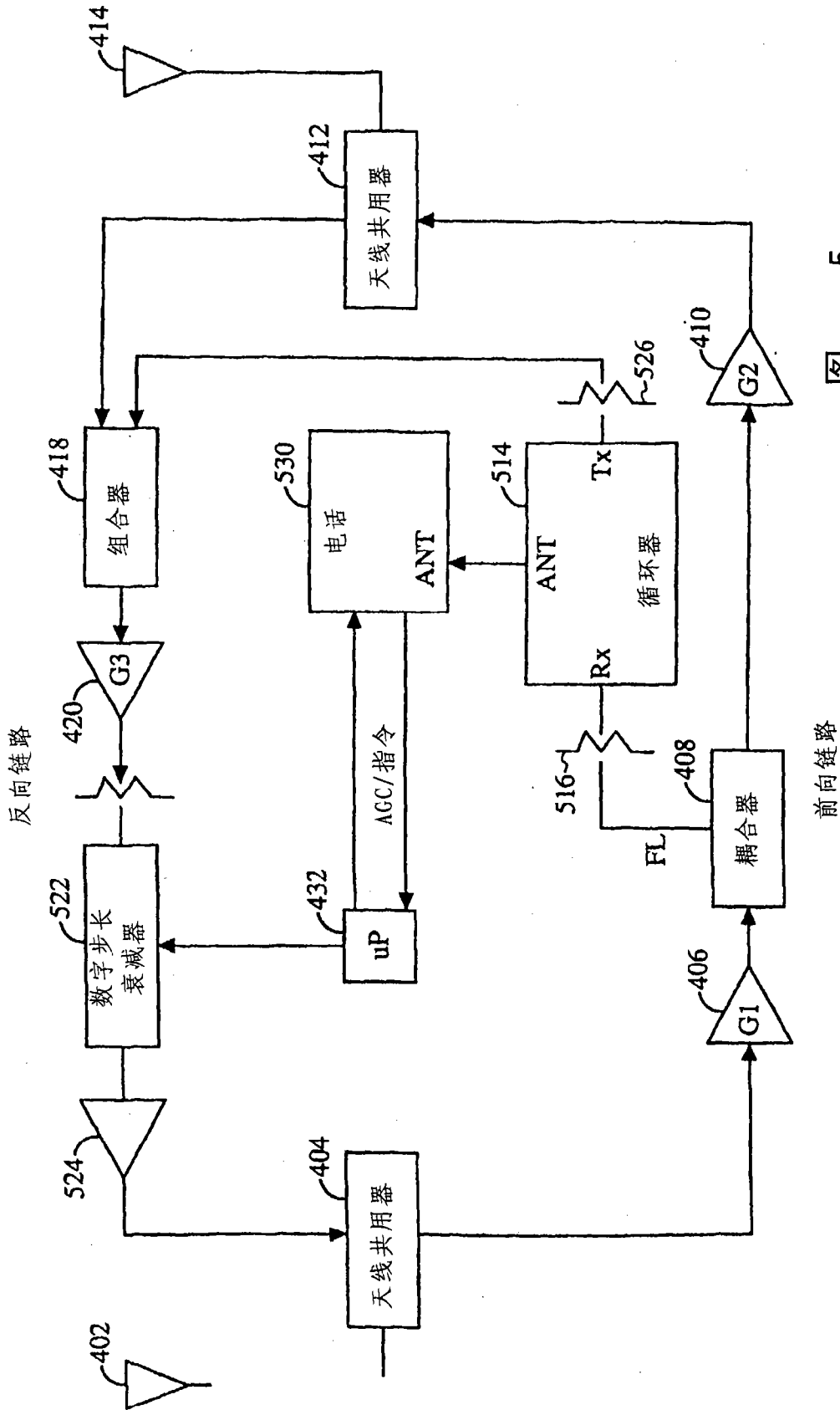


图 5

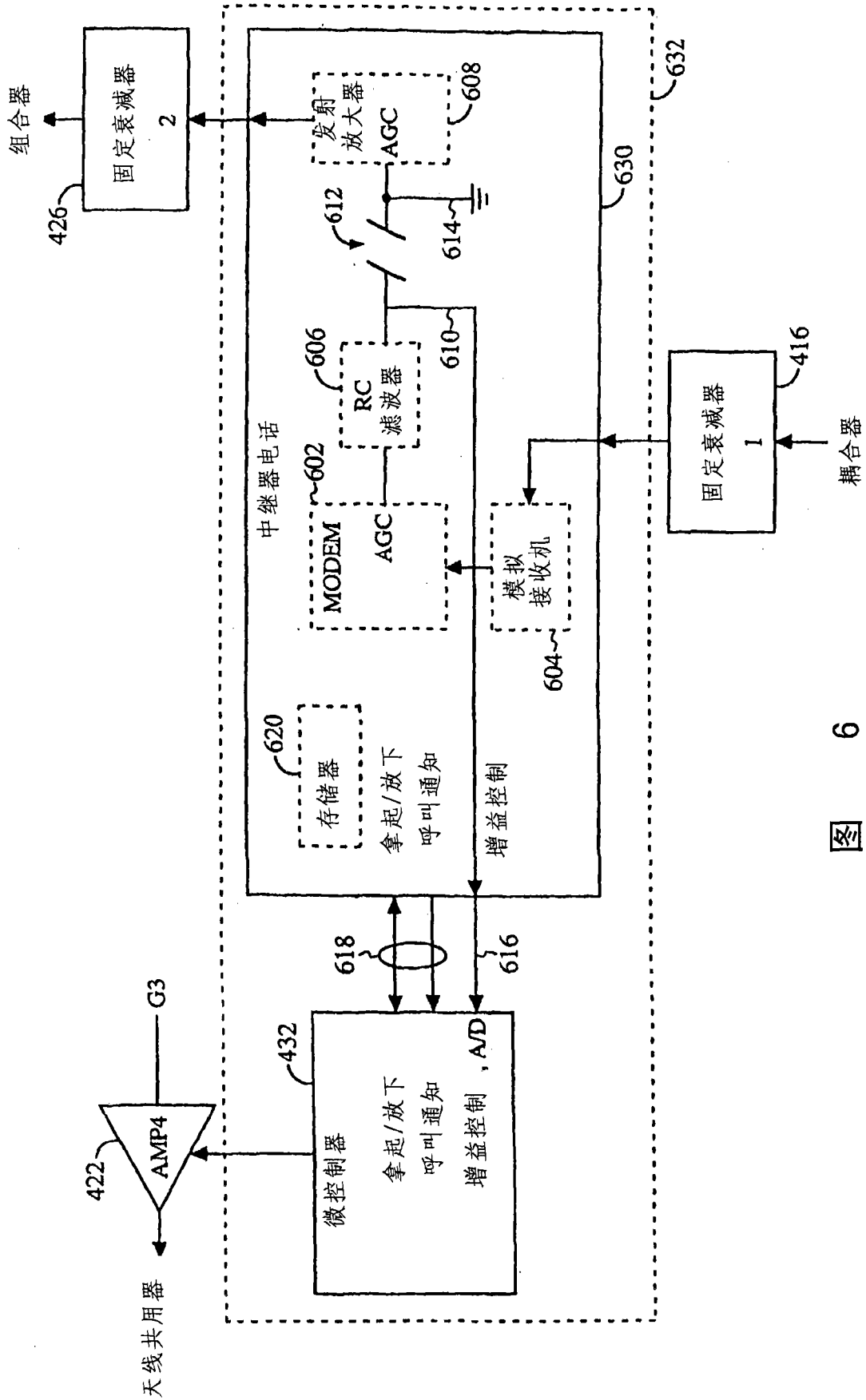


图 6

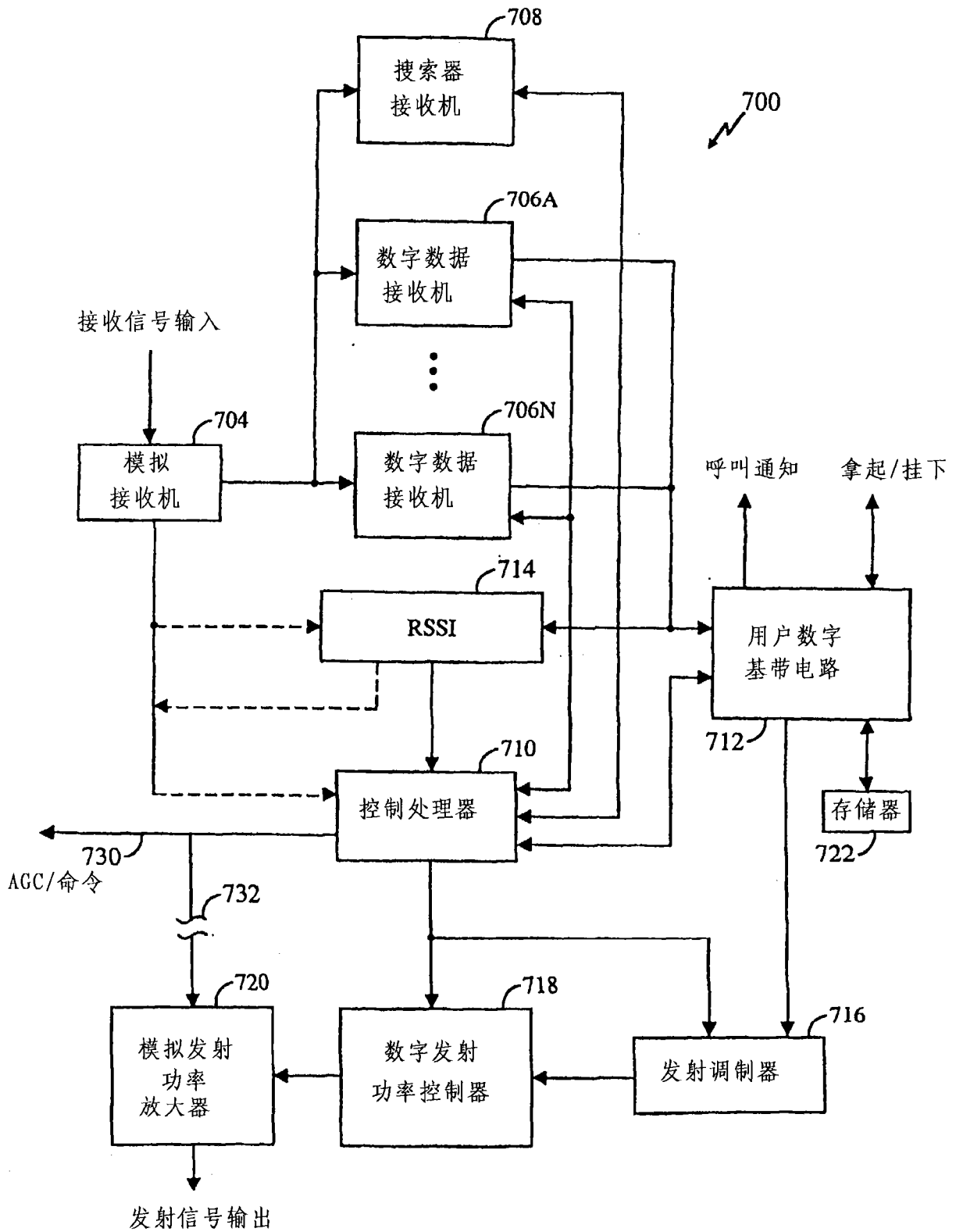


图 7

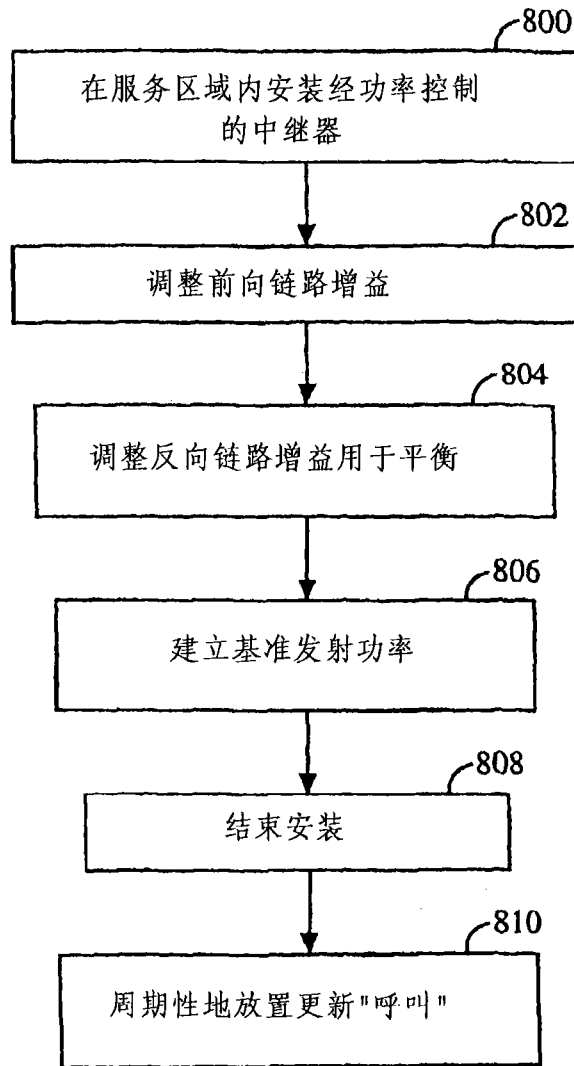


图 8

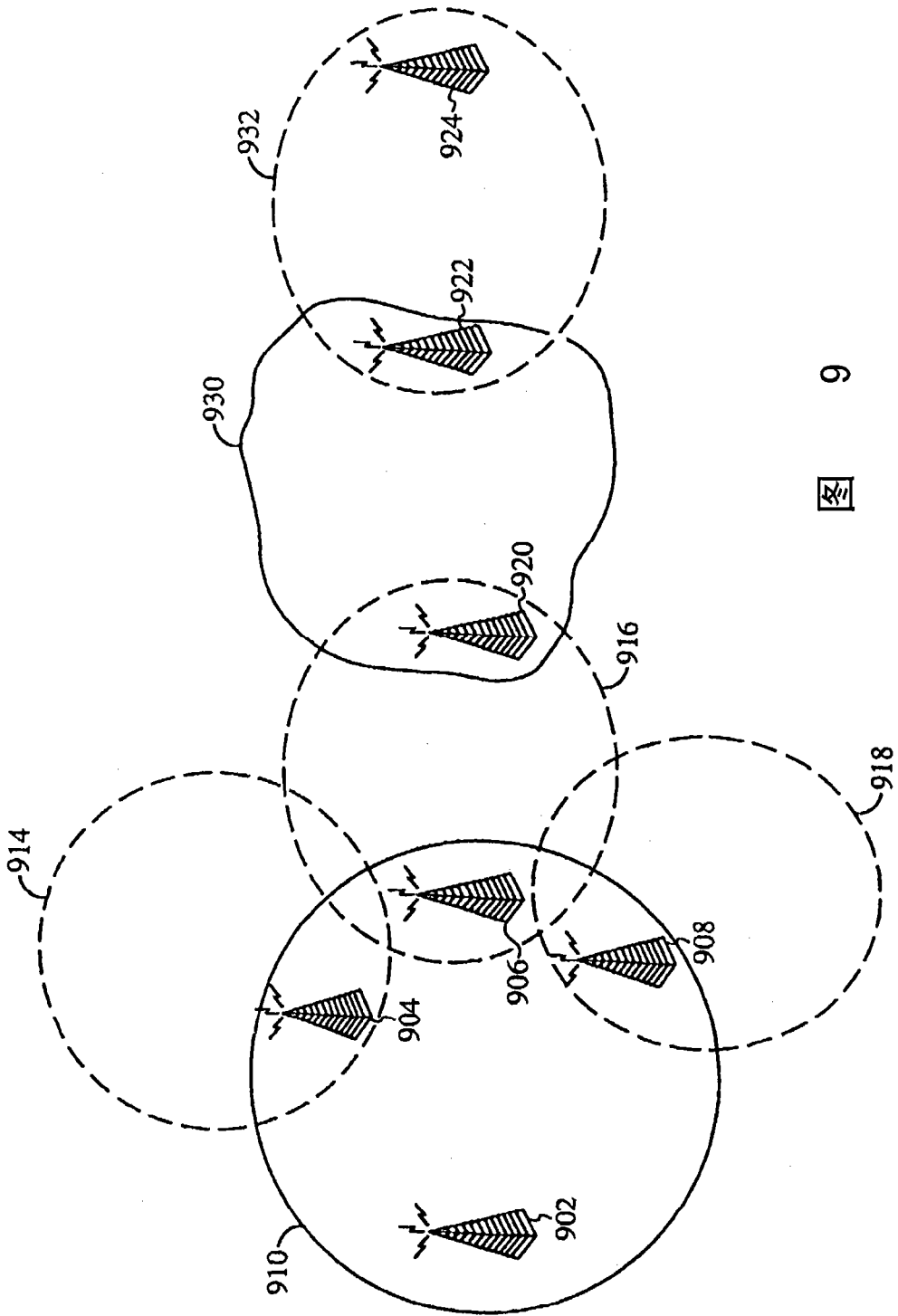


图 9

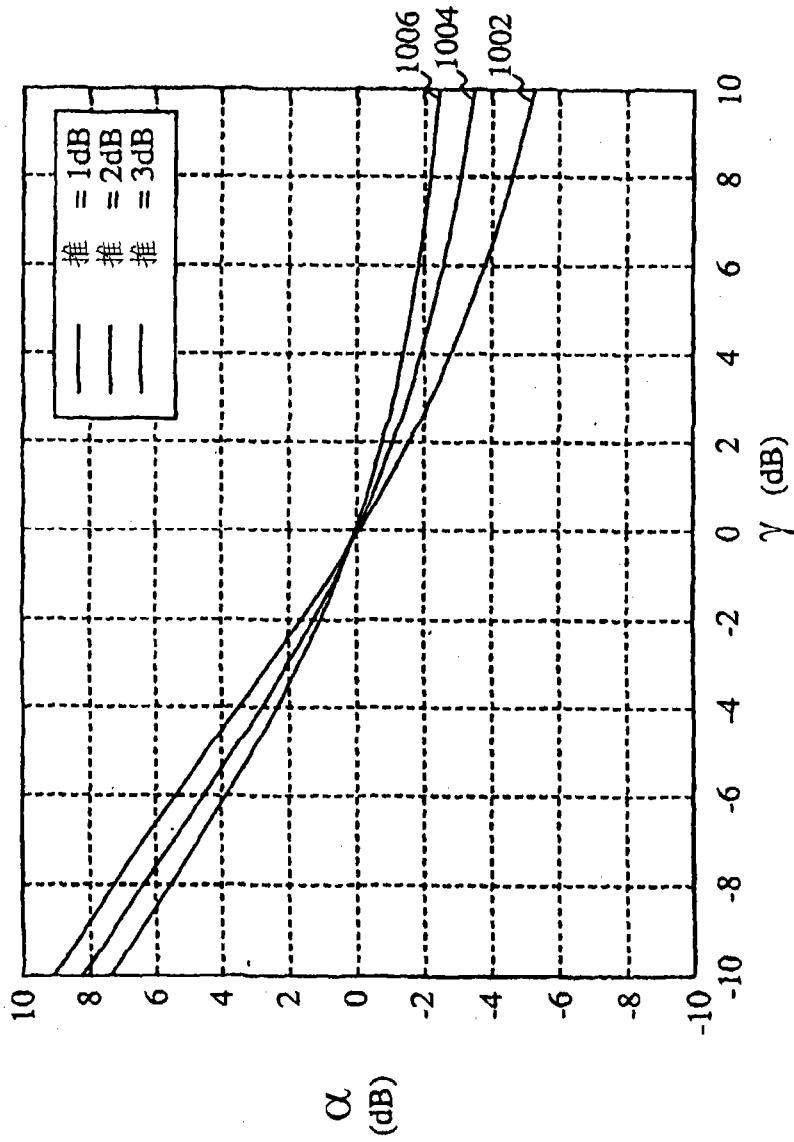


图 10