



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99803732. X

[45] 授权公告日 2005 年 7 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1211937C

[22] 申请日 1999. 3. 4 [21] 申请号 99803732. X

[30] 优先权

[32] 1998. 3. 6 [33] US [31] 09/035944

[86] 国际申请 PCT/US1999/004783 1999. 3. 4

[87] 国际公布 WO1999/045653 英 1999. 9. 10

[85] 进入国家阶段日期 2000. 9. 6

[71] 专利权人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 J·G·弗雷德

审查员 李 明

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

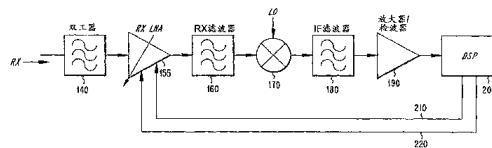
代理人 程天正 李亚非

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称 用于在存在窄带干扰信号时改善接收机动态范围的装置、系统和方法

[57] 摘要

在存在窄带干扰信号时，改善接收机动态范围的装置、系统和方法。计算接收信号的差错率，以及根据该差错率调节接收机的低噪声放大器的输入交叉点。检测发送功率电平，以及根据发送功率电平调节输入交叉点。还检测接收信号强度，以及根据接收信号强度调节低噪声放大器的增益。用这种方式减小交叉调制对接收信号的影响。



1. 用于改善接收机动态范围的装置，包括：  
具有可调节的输入交叉点的低噪声放大器(155)；以及  
用于计算接收信号的差错率并且根据该接收信号的差错率和发  
5 送功率电平来调节该低噪声放大器的输入交叉点的处理器(200)。
2. 权利要求 1 的装置，其特征在于，其中如果发送功率电平是低的以及计算的差错率超过预定的门限值，则该处理器(200)将该低噪声放大器(155)的输入交叉点设置为最大值水平。
3. 权利要求 1 的装置，其特征在于，其中如果发送功率电平是  
10 低的以及计算的差错率没有超过预定的门限值，则该处理器(200)将该低噪声放大器(155)的输入交叉点设置为最小值水平。
4. 权利要求 1 的装置，其特征在于，其中如果发送功率电平是高的，则该处理器(200)将该低噪声放大器(155)的输入交叉点设置为最大值水平。
- 15 5. 权利要求 1 的装置，其特征在于，其中该处理器(200)计算帧擦除率。
6. 权利要求 1 的装置，其特征在于，其中该处理器(200)根据该接收信号的信号强度调节低噪声放大器(155)的增益。
7. 用于接收和发送信号的系统，包括：  
20 发送路径，用于处理要发射的信号；以及  
接收路径，用于处理接收信号，接收路径包括具有可调节的输入交叉点的低噪声放大器(155)以及用于计算接收信号的差错率并且根据该系统计算的差错率和发送功率电平来调节该低噪声放大器(155)的输入交叉点的处理器(200)。
- 25 8. 权利要求 7 的系统，其特征在于，其中如果发送功率电平是低的以及计算的差错率超过预定的门限值，则该处理器(200)将该低噪声放大器(155)的输入交叉点设置为最大值水平。
9. 权利要求 7 的系统，其特征在于，其中如果发送功率电平是低的，以及计算的差错率没有超过预定的门限值，则该处理器(200)  
30 将该低噪声放大器(155)的输入交叉点设置为最小值水平。
10. 权利要求 7 的系统，其特征在于，其中如果发送功率电平是高的，则该处理器(200)将该低噪声放大器(155)的输入交叉点设

置为最大值水平。

11. 权利要求 7 的系统，其特征在于，其中该处理器（200）计算帧擦除率。

12. 权利要求 7 的系统，其特征在于，其中该处理器（200）根据该接收信号的信号强度调节低噪声放大器（155）的增益。

13. 用于改善接收机动态范围的方法，该方法包括以下步骤：

计算接收信号的差错率；

检测发送功率电平；以及

根据计算的差错率和检测的发送功率电平，调节接收机的低噪声放大器（155）的输入交叉点。

14. 权利要求 13 的方法，其特征在于，其中如果检测的发送功率电平是低的，以及计算的差错率超过预定的水平，则输入交叉点被设置为最大值水平。

15. 权利要求 13 的方法，其特征在于，其中如果发送功率电平是低的，以及计算的差错率没有超过预定的门限值，则输入交叉点被设置为最小值水平。

16. 权利要求 13 的方法，其特征在于，其中如果发送功率电平是高的，则输入交叉点被设置为最大值水平。

17. 权利要求 13 的方法，其特征在于，其中计算的差错率是帧擦除率。

18. 权利要求 13 的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

检测接收信号强度；以及

根据检测的接收信号强度，选择低噪声放大器（155）的增益。

用于在存在窄带干扰信号时  
改善接收机动态范围的装置、系统和方法

5 背景

本发明涉及用于改善接收机动态范围的装置、系统和方法。更具体地，本发明涉及用于在有窄带干扰信号时改善接收机动态范围的装置、系统和方法。

10 双工无线系统(例如码分多址(CDMA)双工无线系统)使用扩频全双工传输来发送和接收蜂窝电话呼叫。在依照 IS-95 标准的 CDMA 无线系统中，要被发送的信息通常在 1.23 兆赫(MHz)带宽上被数字化、编码和扩频。典型的 IS-95 用户单元发射机使用交错四相移相键控(QPSK)调制，它包含时变相位和幅度分量。因此，发射机的输出具有调幅(AM)分量，因而不是恒定包络的信号。CDMA 基站使用带有时变相位和幅度分量的四相移相键控(QPSK)调制。在接收端，宽带扩频信号被去扩频、译码和变换回模拟形式。在用户单元中，使用被称为双工器的频率选择滤波器来将发送信号和接收信号组合在一起，以便允许发送和接收器操作的同时进行。

20 图 1 显示了常规的用户单元双工系统。该系统包括发送(TX)通道和接收(RX)通道。TX 通道包括用于放大 QPSK 调制信号的驱动器 110，用于滤波已调制信号的 TX 滤波器 120，以及用于放大已滤波信号的功率放大器(PA)130，以便进行发射。信号被双工器 140 滤波，并通过天线 145 发送到基站。来自基站的信号通过天线 145 接收，该信号被双工器 140 滤波。因为双工器的隔离不是绝对彻底，所以当发射机接通时，发送信号的一部分  $P_{TX-RX}$  可能会出现在接收机的输入端。接收的信号被 RX 低噪声放大器(LNA) 150 放大，被 RX 滤波器 160 滤波，以及在混频器 170 中与本地振荡器(LO)的频率混频。然后接收的信号被馈送到例如 IF 滤波器。

30 由于 CDMA 系统被应用于使用当前高级移动电话系统(AMPS)蜂窝电话的频段的系统中，所以在由 IS-95 用户单元发送的宽带扩频信号与共存于同一频段中的相对窄带的 AMPS 信号之间存在潜在的干扰源。如果当发射机接通时，AMPS 信号或任何窄带信号存在于接收机的

RF 通带内，则由于 LNA 150 中的三阶非线性，发送信号的 AM 分量被转移到窄带信号上，这种被称为交叉调制的效应在调幅系统中是熟知的。

5 因为 CDMA 发送信号的带宽相对较大(1.23MHz)，这个宽带 TX 交叉调制信号有可能出现在期望的接收信号的 IF 通带中，这取决于窄带干扰信号相对于期望的 RX 信道所处的位置。事实上，对于任何其中心频率距 RX 中心频率要近于 TX 扩频带宽加上 RX 信道带宽一半的窄带干扰信号，TX 交叉调制的产物将落在 IF 带宽内。在 AMPS/CDMA 系统中，这意味着中心频率处在距 RX 中心频率 1.85MHz 范围内的任何窄带干扰信号在 RX IF 通带内会产生不期望的 TX 调制。这种交叉调制产物的净效应是掩盖了期望的接收信号，因而降低了接收机的灵敏度。这种效应示于图 2A 和 2B。

15 图 2A 显示了 TX 调制信号。图 2B 显示了被转移到窄带干扰信号上的 TX 调制信号。从图 2B 的阴影可以看到，TX 交叉调制落在期望的 RX 带宽内，掩盖了期望的接收信号，并通过实际增加接收机基底噪声而减小了接收机的动态范围。

这种效应也会出现在图 1 所示的混频器 170 中。然而，可以选择混频器 170 的三阶输入交叉点和 RF 滤波器 160 的衰减来充分抑制 TX 信号，以便使混频器 170 不促使任何显著的附加交叉调制产物产生。

20 由于窄带干扰信号而出现的 TX 调制的电平，随着窄带干扰信号的电平和 TX 调制的调制指数(%调制)以及出现在 LNA 输入端的 TX 信号幅度的平方(图 1 的  $P_{TX-RX}$ )而线性地变化，并与 LNA 150 的三阶输入交叉点的平方成反比地变化。因此，促使交叉调制产物产生的因素是 TX 信号和窄带干扰信号的幅度、TX 信号的调制指数以及 LNA 150 的三阶输入交叉点。

25 在促使产生不期望的交叉调制产物的因素中，调制指数是由系统确定的，它不能改变。出现在 LNA 输入端的 TX 信号的幅度可通过规定双工器 140 中更大的 TX-RX 衰减而减小。然而，在小的用户单元中，可以达到的实际隔离限制不足以消除交叉调制产物的产生。想要减小出现在 RX 频带中的窄带干扰信号的幅度也不实际，因为任何这样做的尝试还会减小期望的 RX 信号的电平。

通常，可以改变 LNA 150 的三阶输入交叉点而使得交叉调制产物

的产生最小化。带有可变的三阶输入交叉点的 LNA 的一个例子是由 RF Micro-Devices 公司生产的 RF 9986 集成电路。通常，在发射机以相对较高的功率运行时，LNA 的三阶输入交叉点被设置在最大值水平，然后，在发射机以降低的功率运行时，它被切换到最小值水平。这在一定程度上改善了接收机的动态范围，而且也节省了电流，因为较低

5 的三阶输入交叉点通常仅需要较小的电源电流。除了控制 LNA 的三阶输入交叉点以外，LNA 的增益在强信道内信号的条件通常也被减小，这样有助于改善接收机的动态范围。

虽然传统的方法对于许多情形是有效的，但它在至少一种情形下不能提供适用的接收机的动态范围，例如，当用户单元工作在相对接近基站并且出现窄带信号时的情形。在这种情形下，用户单元发射机以减小的功率运行，并且 LNA 的三阶输入交叉点(它是根据发送功率电平被调节的)被设置在最小水平。如果从与 CDMA 基站在一起的 AMPS 基站、从在较大的 CDMA 小区内的 AMPS 微蜂窝小区、或从另一个源等

10 发起的强 AMPS 信号或其它窄带信号出现在用户单元的 RX 信道周围  $\pm 1.85\text{MHz}$  范围内，则强的窄带干扰信号与用户单元的 TX 信号混频，产生信道内的交叉调制产物。这便造成了 RX 信噪比的降低，并且很可能造成通信的损耗。

因此，并不是仅仅把 LNA 的三阶输入交叉点的控制与发射功率电平相联系便足以获得处理窄带干扰信号的最佳的动态范围，那些窄带干扰信号在实际系统运行中很可能遇到。

20

所以，需要在有窄带干扰信号时用于提高接收机动态范围的方法和系统，它可以克服现有技术的缺点。

#### 概要

25 所以，本发明的一个目的是提供在有窄带干扰信号时用于提高接收机动态范围的装置、系统和方法。

按照示例性实施例，计算接收信号的差错率，以及根据该差错率调节接收机的低噪声放大器的输入交叉点。检测发送功率电平，以及根据发送功率电平调节输入交叉点。如果发射功率电平很低，并且计算的差错率超过预定的门限值，则输入交叉点被设置为最大值水平。如果发射功率电平很低，而计算的差错率没有超过预定的门限值，则

30 输入交叉点被设置为最小值水平。如果发射功率电平很高，则输入交

叉点被设置为最大值水平。还检测接收信号强度，并且根据接收信号强度调节低噪声放大器的增益。

### 附图简述

- 5 现在参照附图更详细地描述本发明的示例性实施例，在图上，相同的说明标号用于指定相同的元件，其中：
- 图 1 显示传统的用户单元双工系统；
- 图 2 显示传统的双工系统的问题；
- 图 3 显示按照本发明的示例性实施例的接收机通道；
- 10 图 4 显示按照本发明的示例性实施例的方法；以及
- 图 5A-5D 显示按照本发明的示例性实施例的仿真。

### 详细说明

15 在本说明中，诸如具体的电路、电路部件、技术等等的特定细节是为了解释而不是限制的目的而被阐述，是为了提供对本发明的透彻的理解。本领域的一个普通技术人员应该理解，本发明可以以不同于这些特定细节的其它实施例来实施。熟知的方法、器件和电路的细节被省略，以免使本发明的描述模糊不清。

20 按照本发明的示例性实施例，在有窄带干扰信号时，通过根据计算的接收信号差错率来调节接收机的低噪声放大器的三阶输入交叉点，而使得接收机的动态范围最大化。

图 3 显示了按照本发明的示例性实施例的接收机通道。为了显示的简明性，图 3 上没有显示发送通道。应该理解，图 3 的接收机通道可以结合任何适当的发送通道(例如如图 1 所示的发送通道)一起使用。

25 在图 3 上，接收通道包括 RX LNA 155，RX 滤波器 160，混频器 170，IF 滤波器 180 和放大器/检波器 190。RX LNA 155 放大从双工器 140 接收的信号。RX 滤波器 160 滤波已放大的信号，以去除噪声和抑制杂散效应，混频器 170 把已滤波的信号与本振频率进行混频，IF 滤波器 180 把信号滤波成中频，以及放大器/检波器 190 放大和检波

30 已滤波的信号，产生可由 DSP 200 处理的数字基带数据。

按照示例性实施例，RX LNA 155 的三阶输入交叉点和增益可根据收发信机的运行状态而调节以使得接收机的动态范围最大化。

RX LNA 155 的三阶输入交叉点可以根据几个因素来选择，例如，系统的发送功率电平、接收信号强度等等。按照示例性实施例，发送功率电平被用来调节三阶交叉点。发送功率电平可以用任何传统的方式检测，例如通过基于检测的接收信号强度的干扰来直接测量发送信号，或者通过参照 DSP 200 中的查找表。为了避免与现有技术相关的问题，在选择三阶输入交叉点时，还使用接收信号的差错率，诸如误码率或帧擦除率 (FER)。为此，DSP 200 处理从放大器/检波器 190 输出的数字基带数据，并且按照传统的方式根据每个数字数据帧内的“检查和”来确定 FER。DSP 200 可以用例如可编程微处理器来实现。

按照 IS-95 标准的收发信机在约 80dB 的范围内动态地改变发射机功率电平。DSP 200 确定检测的发送功率电平是高还是低。如果发送功率电平是高的，例如，在发送功率范围的上限的 10dB 之内，则三阶输入交叉点被设置为最大值水平。如果发送功率电平是低的，例如比最大功率低 10dBm 以上，则 DSP 200 确定是否 FER 超过了预定的门限值，例如 1/2 %。按照示例性实施例，如果 FER 超过预定的门限值以及发送功率电平是低的，则 LNA 155 的三阶输入交叉点被设置为最大值水平。如果发送功率电平是低的，但 FER 没有超过预定的门限值，则三阶输入交叉点被设置为最小值水平。这样，在有窄带干扰信号时，便改善了接收机的动态范围，以及节省了接收机中的电流。

RX LNA 155 的增益也可以根据接收信号强度来选择。按照示例性实施例，接收信号强度可以按照传统方式由例如 DSP 200 选择。

DSP 200 确定检测的信号强度是否超过预定的门限值。如果接收信号强度低于预定的门限值，例如不超过接收机灵敏度之上 30dB，则 RX LNA 155 的增益被设置为最大值水平。如果接收信号强度高于预定的门限值，例如超过接收机灵敏度之上 30dB，则增益被设置为最小值水平。DSP 200 通过例如控制线 210 和 220 发送适当的控制信号以调节 LNA 155 的增益和三阶输入交叉点。虽然在图 3 上为了说明的目的显示了两条控制线，但应当理解，单条控制线或两条以上的控制线都可用于这个目的。控制信号通过例如 LNA 155 中的晶体管开关和/或逻辑来启动增益和三阶输入交叉点的调节。

LNA 155 的三阶输入交叉点和增益的选择根据收发信机的运行状态而变化。收发信机的运行状态可以如下分类：



	<u>状态 1</u>	<u>状态 2</u>
	TX 以高功率运行	TX 以降低的功率运行
	RX 信号强度低于门限值	RX 信号强度低于门限值
5	不使用 FER	FER 低于门限值
	LNA 增益最大	LNA 增益最大
	LNA 输入交叉点最大	LNA 输入交叉点最小
10	<u>状态 3</u>	<u>状态 4</u>
	TX 以降低的功率运行	TX 以降低的功率运行
	RX 信号强度高于门限值	RX 信号强度高于门限值
	FER 低于门限值	FER 高于门限值
15	LNA 增益最小	LNA 增益最小
	LNA 输入交叉点最小	LNA 输入交叉点最大

状态 1 是指用户单元的位置距离 CDMA 基站很远时的情形。在这种情形下，发射机功率电平是高的，因此 LNA 三阶输入交叉点被设置为最大值水平，而不必考虑 FER 比率。另外，RX 信号强度低于门限值，所以 LNA 增益被设置为最大值水平。

状态 2 是指用户单元接近 CDMA 基站时的情形。在这种情形下，发射机功率电平是低的，但 FER 仍旧在可接受的限制内，所以 LNA 三阶输入交叉点被设置为最小值水平。另外，RX 信号强度低于门限值，所以 LNA 增益被设置为最大值水平。

在状态 2 期间，例如，如果用户单元移近 AMPS 电话或 AMPS 蜂窝小区，则 FER 可能增加。如果在状态 2 期间，FER 增加到超过门限值的点，则 LNA 三阶输入交叉点被调节到最大值水平。

状态 3 是指用户单元更加接近 CDMA 基站时的情形。正如在状态 2 中那样，发送功率电平是低的，但 FER 仍旧在可接受的界限内，所以 LNA 三阶输入交叉点被设置为最小值水平。然而，RX 信号强度高于门限值，所以 LNA 增益被设置为最小值水平。

正如在状态 2 中那样，在状态 3 期间，FER 可增加到它超过门限值的点。在这种情况下，LNA 三阶输入交叉点被调节到最大值水平。

状态 4 是指用户单元接近窄带基站，例如 AMPS 基站时的情形。在这种情形下，正如在状态 3 中那样，RX 信号强度高于门限值，所以 LNA 增益被设置为最小值水平。然而，发送功率电平是低的，并且 FER 超过了门限值，所以 LNA 三阶输入交叉点被设置为最大值水平。

按照本发明，为了响应增加的 FER 比率和减小的发送功率电平，所以增加 LNA 的三阶输入交叉点，从而扩展接收机的动态范围。因为不期望的 TX 交叉调制产物与 LNA 三阶输入交叉点的平方成反比地变化，所以三阶输入交叉点的小的增加会导致 TX 交叉调制产物较大的减小。例如，三阶输入交叉点的 1dB 的增加可以导致 TX 交叉调制产物的 2dB 的减小。因此，通过增加 LNA 三阶输入交叉点来响应高于预定门限值的 FER 和低的发送功率电平，实际上增加了降低 FER 所需要的干扰信号的电平，因此使得用于处理干扰信号的动态范围最佳化。

图 4 显示了按照本发明的示例性实施例，用于改善接收机动态范围的方法。该方法从步骤 400 开始，在此步骤，检测接收信号的接收信号强度和发送功率电平。

在步骤 410，由 DSP 200 执行接收信号强度是否低于预定门限值的判决。如果接收信号强度低于预定的门限值，则在步骤 420，LNA 155 的增益被设置为最大值水平。如果接收信号强度不低于预定的门限值，则在步骤 430，LNA 155 的增益被设置为最小值水平。

在步骤 440，由 DSP 200 执行发送功率电平是否为高的判决。如果发送功率电平是高的，则在步骤 470，LNA 155 的三阶输入交叉点被设置为最大值水平。如果发送功率电平不是高的，则在步骤 450 计算 FER。

DSP 200 从步骤 450 开始判决 FER 是否高于预定的门限值，例如 1/2%。如果 FER 高于预定的门限值，则在步骤 470，三阶输入交叉点被设置为最大值水平。如果 FER 没有超过预定的门限值，则在步骤 480，三阶输入交叉点被设置为最小值水平。应当理解，步骤 410-430 和步骤 440-480 的顺序可以交换，即，增益可以与三阶输入交叉点同时、在它之前或在它之后进行调节。

图 5A-5D 显示了按照本发明的系统在不同运行状态下的仿真。用

于 IS-95 CDMA 滤波器和增益级的典型参量被用于仿真中。此外，系统带宽被设置为 1250 千赫 (kHz)，每比特的能量与噪声的比值 ( $E_b/N_0$ ) 被设置为 4.5dB，处理增益被设置为 21.07dB，以及业务信道偏移被设置为 -15.60dB。

5        在表示状态 1 的图 5A 上，发射机以高功率运行，并且接收信号强度低于门限值。在这种状态下，LNA 增益被设置为最大值水平 15dB，LNA 三阶输入交叉点被设置为最大值 15dB。正如从图 5A 看到的，在这些条件下，接收机噪声系数 (NF) 是 7.26dB，接收机输入交叉点 ( $IP_1$ ) 是 -5dBm，接收机灵敏度是 -106.32dBm，以及接收机增益是 62.2dB。

10        在表示状态 2 的仿真的图 5B 上，发送功率电平是低的，以及接收信号强度低于门限值。在这种状态下，LNA 三阶输入交叉点被减小 10dB，达到 5dB 的最小值水平，但 LNA 增益保持在最大值水平。正如从图 5B 看到的，接收机的总体系统性能与状态 1 相比只有最小改变，唯一的改变是接收机的  $IP_1$  减小到 -5.13dBm。

15        在表示状态 3 的仿真的图 5C 上，发送功率电平是低的，以及接收信号强度高于门限值。LNA 155 的增益减小 -20dB，达到 -5dB，但 LNA 三阶输入交叉点保持在最小值水平。正如从图 5C 看到的，尽管 LNA 155 是运行在减小的三阶输入交叉点上，但是减小 LNA 155 的增益，提高了总的系统输入交叉点。另外，LNA NF (噪声系数) 从 2dB 到 22dB 的  
20        增加是由于减小 LNA 增益造成的。在这些条件下，系统 NF 从 7.65dB 增加到 27.6dB，接收机  $IP_1$  增加到 8.65dBm，接收机灵敏度降低到 -86.323dBm，以及接收机增益降低到 42.2dB。

25        在表示状态 4 的仿真的图 5D 上，发送功率电平是低的，以及接收信号强度高于门限值。LNA 155 的增益保持在最小值水平，但是为了响应超过门限值的 FER，LNA 三阶输入交叉点增加 10dB，达到 15dB。正如从图 5D 看到的，除了接收机  $IP_1$  从 8.65dBm 增加到 13.7dBm 外保持了与状态 3 相同的系统性能。在实际运行时，这种接收机输入交叉点的增加转换为强处理能力的提高。另外，假定 RX 滤波器 160 足以阻止来自混频器 170 的任何重大的交叉调制，则 LNA 三阶输入交叉  
30        点的 10dB 的增加相应于不期望的交叉调制产物的 20dB 的减小，这便有效地提高了接收机对于这类干扰的动态范围。

应当理解，本发明并不限于以上描述和显示的具体实施例。例

---

如，虽然上述的实施例是针对 CDMA 蜂窝电话网，但本发明也可应用于其它类型的无线电话系统。技术要求允许处于以下权利要求定义的本发明的范围内的任何的和所有的修改。

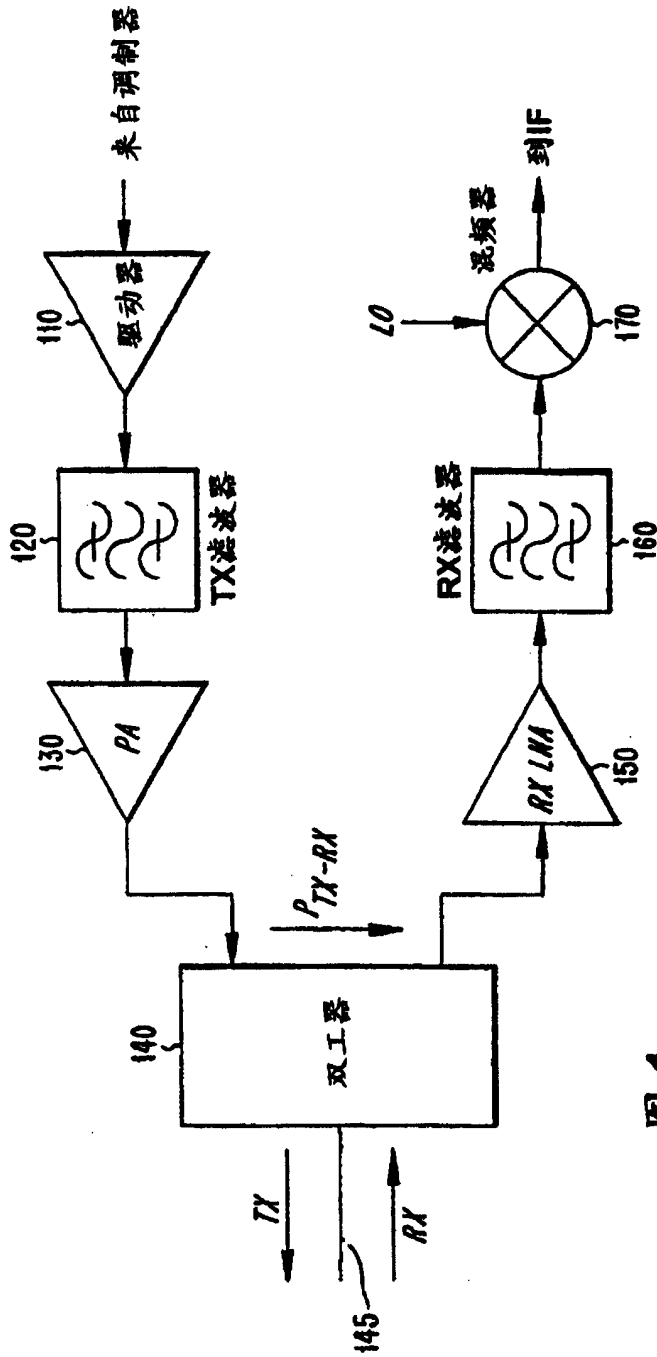


图 1  
现有技术

TX调制

图 2A  
现有技术

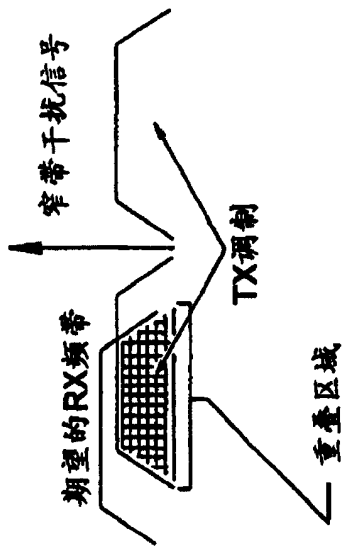


图 2B  
现有技术

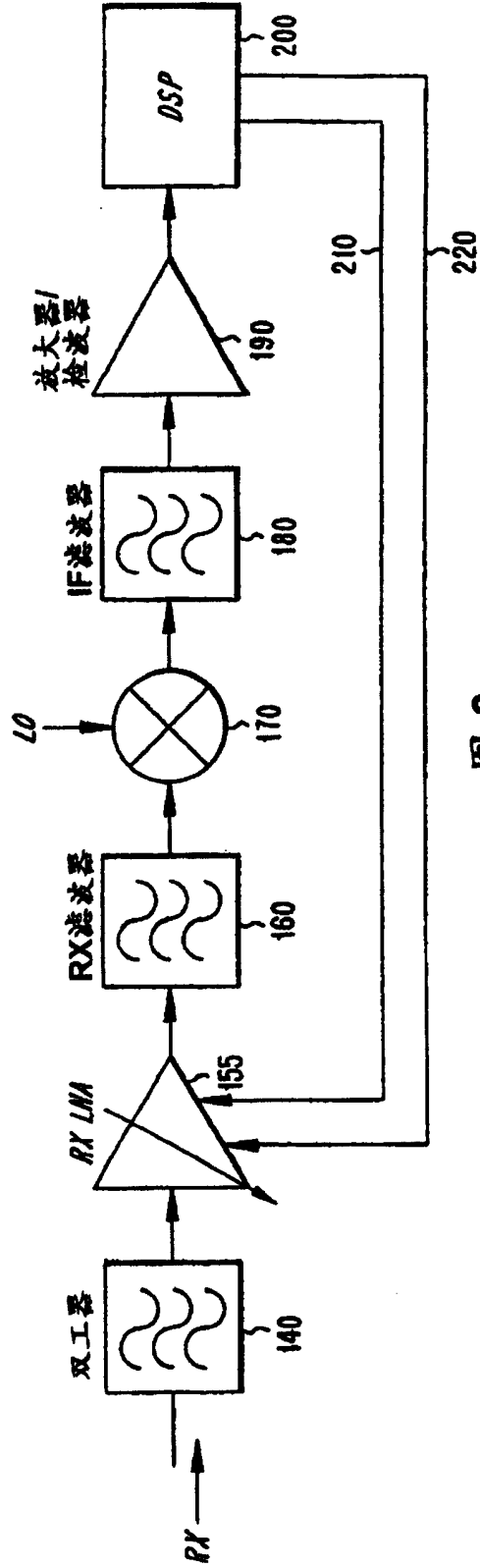


图 3

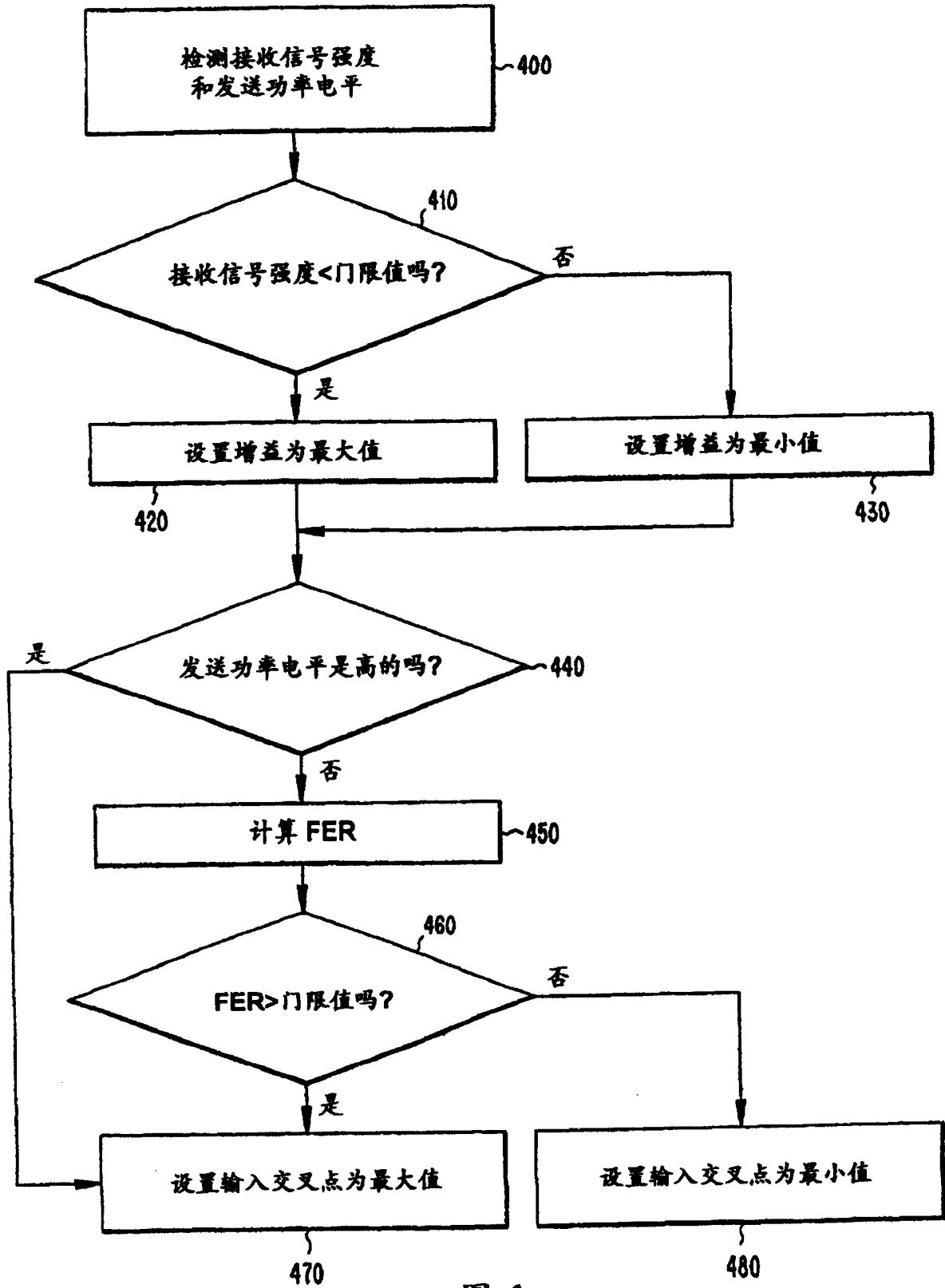


图 4

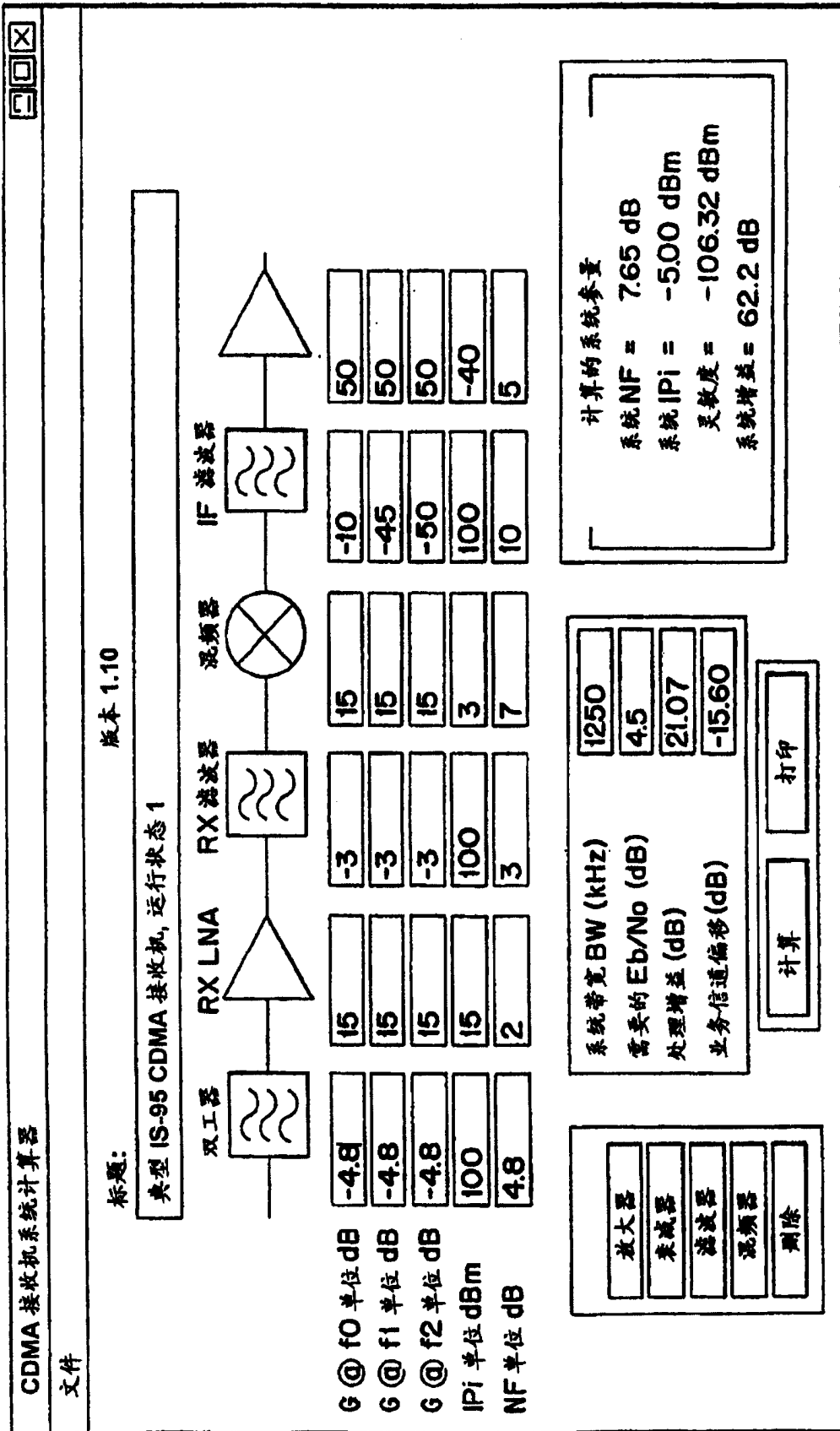


图 5A



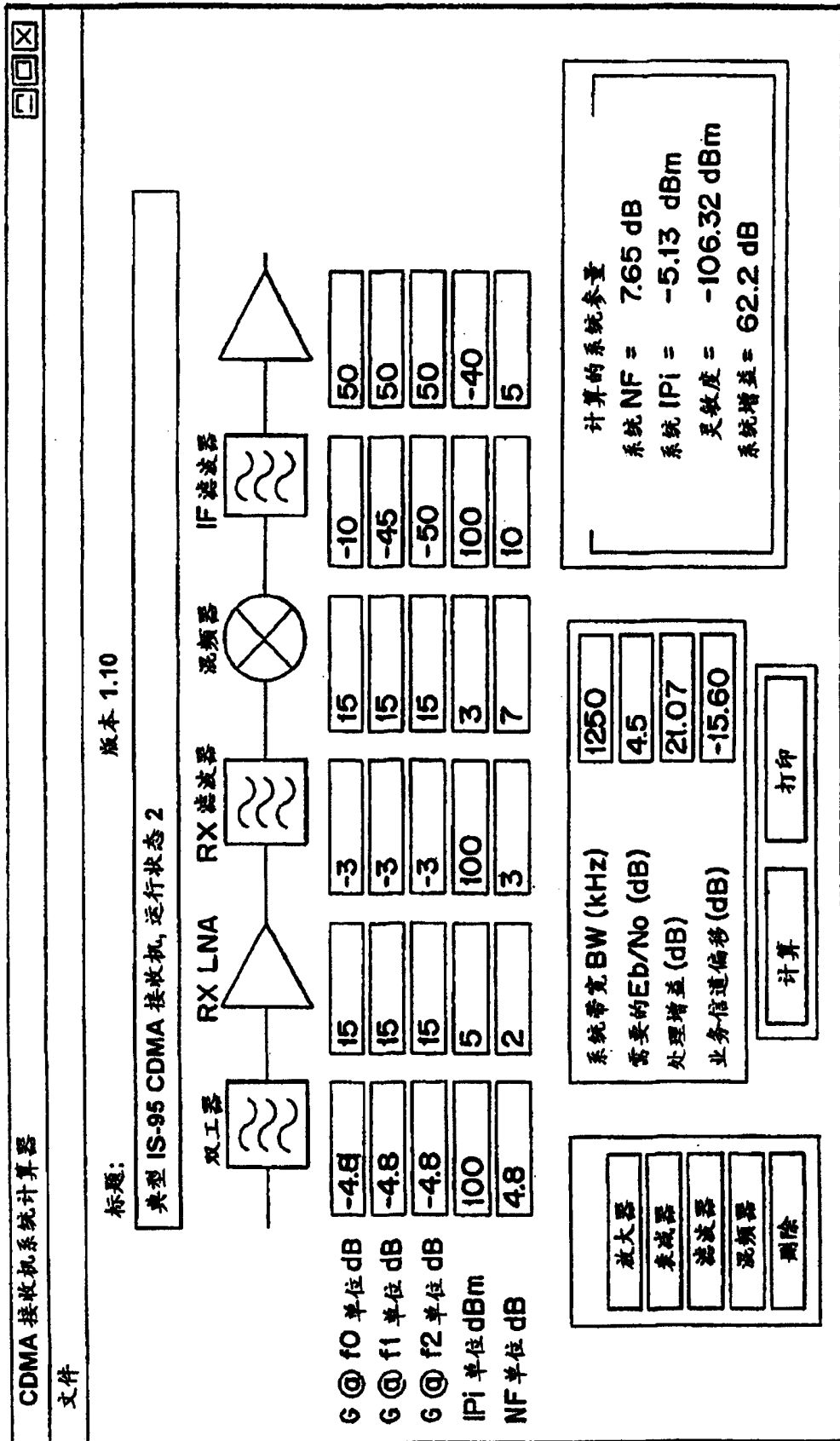


图 5B

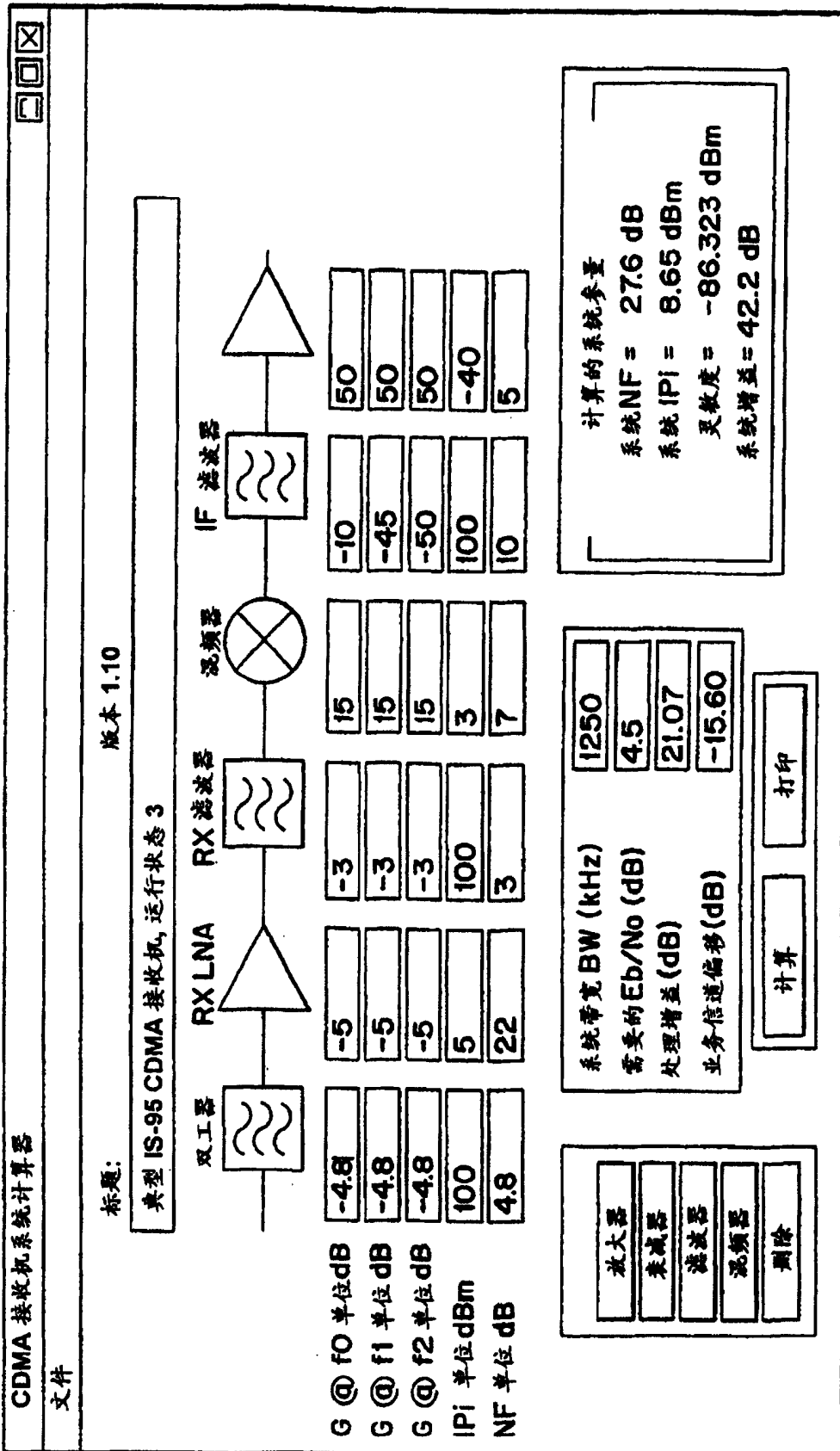


图 5C

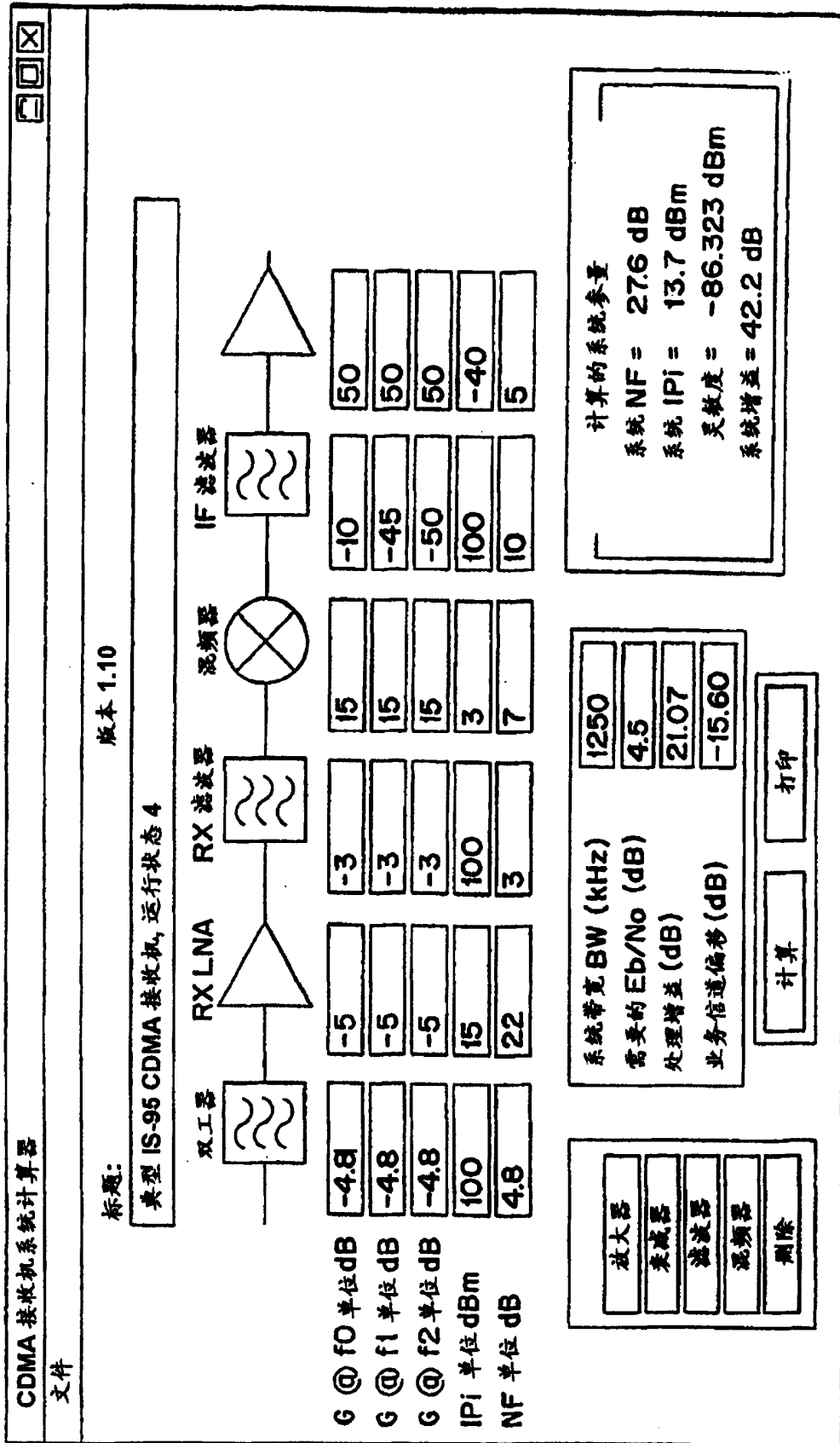


图 5D