

[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 200810100658.4

[51] Int. Cl.

G01S 1/02 (2006.01)

G01S 1/04 (2006.01)

G01S 5/02 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 6 月 17 日

[11] 公开号 CN 101458317A

[22] 申请日 2008.5.20

[21] 申请号 200810100658.4

[30] 优先权

[32] 2007.12.14 [33] US [31] 11/956,757

[71] 申请人 联发科技股份有限公司

地址 台湾省新竹市新竹科学工业园区笃行
一路一号

[72] 发明人 李冠仪 游宗桦 陈安邦

[74] 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所（普通
合伙）

代理人 翟 羽

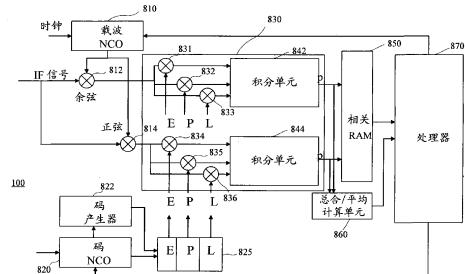
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 8 页

[54] 发明名称

全球导航卫星系统信号处理方法以及相关器

[57] 摘要

一种全球导航卫星系统信号处理方法，包含接收全球导航卫星系统信号；计算特定多普勒频率的多个码片假定的多个相关结果；以及分析相关结果，以决定特定多普勒频率是否被干扰所污染。通过本发明，可以很容易的检查出多普勒频率范围是否被干扰。除此之外，如果确定该多普勒频率范围被干扰，可以通过将信号搜寻临界值提升至一更高值来降低信号峰的错误决定的可能性。



1. 一种全球导航卫星系统信号处理方法，包含：

接收全球导航卫星系统信号；

计算特定多普勒频率的多个码片假定的多个相关结果；以及

分析该多个相关结果，以决定该特定多普勒频率是否被干扰所污染。

2. 根据权利要求 1 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，分析该多个相关结果的步骤包含：

收集该多个相关结果的统计结果以获得统计值；以及

根据该统计值决定该特定多普勒频率是否被干扰所污染。

3. 根据权利要求 2 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，该统计值与参考值进行比较以决定该特定多普勒频率是否被干扰所污染。

4. 根据权利要求 2 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，该统计值可以选自该多个相关结果的平均值，该多个相关结果的总和值以及该多个相关结果的标准差值的任何之一。

5. 根据权利要求 2 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，该多个码片假定包含该特定多普勒频率所有码片假定中的一部分。

6. 根据权利要求 2 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，该多个码片假定包含该特定多普勒频率所有码片假定。

7. 根据权利要求 1 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，分析该多个相关结果的步骤包含：

检查在该多个相关结果中是否存在超过预定数目的峰，并产生检查结果；以及

根据该检查结果以决定该特定多普勒频率是否被干扰所污染，其中当存在超过该预定数目的峰时，决定该特定多普勒频率被干扰污染。

8. 根据权利要求 7 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，被污染的多普勒频率的每两峰之间的差异比预定值要小。

9. 根据权利要求 7 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，被污染的多普勒频率的每两峰之间的比率比预定值要小。

10. 根据权利要求 1 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，更包含：

检查该多个相关结果的最大值是否超过具有初始电平的临界值；以及
如果决定该多普勒频率被干扰污染，则提升该临界值至比该初始电平高的
预定电平。

11. 根据权利要求 1 所述的全球导航卫星系统信号处理方法，其特征在于，
多个特定多普勒频率的码片假定的该多个相关结果同时进行计算。

12. 一种相关器，包含：

积分模块，用以计算特定多普勒频率的多个码片假定的相关结果；以及
处理器，用以分析该多个相关结果，以决定该特定多普勒频率是否被干扰
所污染。

13. 根据权利要求 12 所述的相关器，其特征在于，更包含：计算单元用以
计算该多个相关结果的统计值，其中该处理器通过将该统计值与参考值进行比
较决定该特定多普勒频率是否被干扰所污染。

14. 根据权利要求 13 所述的相关器，其特征在于，该统计值可以选自该多
个相关结果的平均值，该多个相关结果的总和值以及该多个相关结果的标准差
值中之一者。

15. 根据权利要求 13 所述的相关器，其特征在于，该多个假定码片包含该
特定多普勒频率所有码片假定中的一部分。

16. 根据权利要求 13 所述的相关器，其特征在于，该多个假定码片包含该
特定多普勒频率所有码片假定。

17. 根据权利要求 12 所述的相关器，其特征在于，该处理器检查在该多个
相关结果中是否存在超过预定数目的峰，并产生检查结果；以及

根据该检查结果以决定该特定多普勒频率是否被干扰所污染，其中当存在
超过该预定数目的峰时，决定该特定多普勒频率被干扰污染。

18. 根据权利要求 16 所述的相关器，其特征在于，被污染的多普勒频率的
每两峰之间的差异比预定值要小。

19. 根据权利要求 16 所述的相关器，其特征在于，被污染的多普勒频率的
每两峰之间的比率比预定值要小。

20. 根据权利要求 12 所述的相关器，其特征在于，该处理器检查该多个相
关结果的最大值是否超过具有初始电平的临界值；以及

如果判断该多普勒频率被干扰污染，则提升该临界值至比该初始电平高的
升高后的预定电平。

21. 根据权利要求 20 所述的相关器，其特征在于，该处理器检查该多个相关结果的最大值是否超过该升高后的预定电平以决定是否完成获取操作。
22. 根据权利要求 12 所述的相关器，其特征在于，该积分模块同时计算多个特定多普勒频率的码片假定的相关结果。

全球导航卫星系统信号处理方法以及相关器

【技术领域】

本发明有关于全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, 以下简称GNSS), 特别有关于, 用以探测干扰(interference)(包含卫星系统外部的干扰以及来自其它卫星信号的交叉相关干扰), 以及避免在单一峰搜寻(signal peak searching)时的错误决定的冲突处理方法以及实施其方法的相关器(correlator)。

【背景技术】

在卫星通信系统中, 例如GNSS, 接收器探测来自每个卫星的信号, 来自每个卫星的信号可以通过独特的伪随机噪声码(Pseudo random noise Code, 以下简称PRN码)进行区别。接收器更量测每个卫星的时间延迟。接收器为每个卫星产生对应的PRN序列(即本地PRN复制)。通过将接收的卫星PRN序列与本地PRN复制进行相关运算, 接收器便可量测出延迟并计算出与卫星之间的距离。通常的搜寻卫星信号的方法为在码片(code chip)假定以及多普勒(Doppler)搜寻范围内寻找一强峰(strong peak)。一旦找到强峰, 便认为找到了信号, 然后搜寻停止。然而, 在某些环境下, 例如市内峡谷, 信号强度可能会减弱。在一些情况下, 由干扰(jamming)所引起的峰可能会被错误的确定为信号峰, 从而导致错误决定。由本领域的技术人员所知, 有很多不同类型的干扰, 例如: 连续波(continuous wave, 以下简称CW)干扰以及PRN干扰或者其它类型的干扰。PRN干扰也可被认为是来自其它强信号的PRN的交叉相关(cross-correlation), 通常多见于室外环境。一些较强的卫星信号可以引起搜寻其它较弱卫星信号的困难。除此之外, 随着GNSS系统的现代化, 交叉相关的影响也可存在于不同的卫星系统中。

一种避免错误决定的方法为搜寻整个搜寻范围并找出最大峰作为寻获的信号。然而, 当搜寻范围很大或是积分周期很长时, 所需要花费的时间较长。另一种方法是对信号执行快速傅利叶变换(Fast Fourier Transform, 以下简称FFT), 以于进行相关运算前在频域内移除CW干扰。这样的方法通常由硬件实施。但由于中间频率(intermediate frequency, 以下简称IF)信号的高采样率, 所以成本

较高。除此之外，此方法仅对 CW 干扰有效，对 PRN 干扰无效，因为 PRN 干扰只能在相关后进行观察，具体描述详见于后。

为了克服 PRN 干扰，一种方法是复制强卫星 IF 信号，并且当码片延迟，多普勒频率以及当前强信号的功率为已知时，将其从输入信号中扣除掉。然而这样的成本也是很高的。除此之外，这种方法当强信号干扰的估测量为不正确或未知时不适用，因此同样可能造成搜寻其它卫星信号时发生错误决定。

【发明内容】

为了解决以上技术问题，本发明提供一种全球导航卫星系统信号处理方法以及一种相关器。

一种全球导航卫星系统信号处理方法，包含接收全球导航卫星系统信号；计算特定多普勒频率范围的多个码片假定的多个相关结果；以及分析相关结果，以决定特定多普勒频率范围是否被干扰所污染。

一种相关器，包含积分模块，用以计算特定多普勒频率范围的多个码片假定的相关结果；以及处理器，用以分析相关结果，以决定特定多普勒频率范围是否被干扰所污染。

通过本发明，可以很容易的检查出多普勒频率范围是否被干扰。除此之外，如果确定该多普勒频率范围被干扰，可以通过将信号搜寻临界值提升至更高值来降低信号峰的错误决定的可能性。

【附图说明】

图 1A 为信号峰的相关值以及没有被干扰的 GPS 信号的正确的多普勒频率的噪声层。

图 1B 为被干扰的多普勒频率的码片的相关值。

图 2 为进行相关运算后一 GPS 信号的示意图，该 GPS 信号受到连续波干扰。

图 3A 为对以未受污染的多普勒频率的码片假定的相关值的示意图。

图 3B 为受到污染的多普勒频率的码片假定的相关值的示意图。

图 4 为遭遇 CW 干扰的信号解展频前的功率频谱密度图。

图 5 为遭遇 CW 干扰的信号进行相关运算后，在每个多普勒频率的码片假定的平均相关值。

图 6 为根据本发明的 GNSS 信号卫星信号处理方法的流程图。

图 7 为根据本发明的 GNSS 接收器的相关器 100 的方块图。

【具体实施方式】

当信号遭遇了来自另一卫星的干扰(另一 PRN 码)，除了实际的信号峰，还有许多因交叉干扰所引起的子峰出现在特定的多普勒频率上的多重码片中，以全球定位系统 (global positioning system ,以下简称 GPS) 卫星信号为例，这些特定的多普勒频率互相相隔 1kHz。这就是通常所说的“PRN 干扰”。由强的 PRN 干扰所引起的子峰可以比噪声层(noise floor)要高，并且在信号搜寻时导致错误决定或是危害追踪可靠性(jeopardize tracking reliability)。C/A(Course Acquisition Code)码交叉相关能量比自相关(auto-correlation)主峰(main peak)要弱 24dB。当目标卫星的信号能量很弱，而环境中存在很强的卫星信号时，在这种情况下，其它强卫星信号的存在将引起严重的 PRN 干扰，从而导致获取目标信号的困难或是甚至错误的进行获取信号。

图 2 为对一 GPS 信号进行相关运算后的示意图，GPS 信号受到连续波干扰。所谓的 CW 干扰是指由来自其它源，例如移动单元(cellular)/处理器(processor)，敌方源(hostile sources)等的谐波所引起的冲突。CW 干扰引起多个出现在多普勒频率的子峰。对未被干扰的多普勒频率而言，码片假定的相关值如图 3A 所示。对于被干扰的多普勒频率而言，码片假定的相关值出现的子峰明显高出噪声(noise floor)，如图 3B 所示。图 4 为遭遇 CW 干扰的信号展开前的功率频谱密度图。图 5 为每个多普勒频率的码片假定的平均相关值。如图所示，在被干扰的多普勒频率中，码片的平均相关值比在未被干扰的多普勒频率中要高。

图 6 为根据本发明的 GNSS 信号卫星信号处理方法的流程图。图 7 为根据本发明的 GNSS 接收器的相关器 100 的方块图。步骤 710，将收到的信号数据(例如 GPS 信号)与特定的多普勒频率信号(多普勒假定值)进行混合 (mixing)。步骤 720，通过本发明的相关器 100 将信号进行相关运算以得到在此多普勒频率的码片延迟假定(code chip delay hypotheses)的相关结果。通过将信号的余弦相位(cosine-phased)成分以及正弦相位(sine-phased)成分与载波数控振荡器(numerically controlled oscillator, 以下简称 NCO) 810 输出的载波分别由混频器 812 以及 814 进行混合而使 IF 信号被降转换(down convert)。混合结果为具有同

相以及正交成分的复合信号。同相以及正交成分在乘法器 831 至 836 中与由码产生器 822 产生的参考 PRN 码的 E/P/L(Early/Prompt/Late)版本进行混合，其 E/P/L 版本由延迟单元 825 进行延迟以产生解扩散(de-spread)信号。码产生器 822 由码 NCO 820 控制。解扩散信号于积分单元(integrate and dump unit)842 以及 844 中进行积分。为了描述的方便，乘法器 831 至 836 以及积分单元 842 和 844 可以整体看作一个积分模块 830。来自积分模块 830 的积分结果被传送至内存(相关 RAM)850，并被累加。累加结果可以被处理器 870 读取。

于步骤 730，处理器 870 检查相关结果的最大值是否超过一预定侦测临界值。如果没有超过，则表示在多普勒频率中没有出现峰。于步骤 765 此多普勒频率的搜寻便完成，接着便开始另一多普勒频率中的码片延迟的搜寻。如果相关结果的最大值超过预定侦测临界值，则表示找到了一个信号峰。于步骤 740 中，为了防止信号峰的错误确定，执行检查操作。在此实施例中，相关器 100 具有总和/平均计算单元 860。计算单元 860 接收来自积分单元 842 和 844 的积分结果。计算单元 860 计算当前多普勒频率的多个码片假定的平均值，然后再将平均值传送至处理器 870。需要注意的是，多个码片假定可以是当前多普勒频率的一些或者所有码片假定。除此之外，有可能同时搜寻多个多普勒频率。当多个码片假定为当前多普勒频率的所有码片假定的一部分时，可以包含对于当前多普勒频率的所有码片假定的特定范围或是选取的码片假定。被污染或是未被污染的多普勒频率的参考值可以通过收集统计实验数据并预先储存于处理器 870 中而获得。由计算单元 860 计算而得的平均值与参考值通过处理器 870 进行比较，以决定当前的多普勒频率是否被污染。举例来说，如果多普勒频率的相关值的平均值比噪声层高出 2dB，则确定多普勒频率被污染了。需要注意的是，除了平均值，其它统计值如总和或是多个码片假定相位的相关结果的标准差，也可用以确定干扰的存在，如一般的干扰，或是由其它 GNSS 系统或同一 GNSS 系统的不同 PRN 的信号所引起的交叉相关。

在另一实施例中，于步骤 740，检查当前多普勒频率中是否出现一个以上的峰。例如，如果有另一峰不比最大峰小 15dB，则确定多普勒频率中出现了多个峰。相应的多普勒频率可以确定被污染了。

于步骤 740 中，如果确定多普勒频率未被污染，则找到的信号峰可以认为是可靠的。也就是说，已经获取了信号(步骤 770)。然而，如果确定多普勒频率被污染了，为了避免信号峰搜寻的错误决定，根据本发明实施例，于步骤 750，

处理器 870 提高侦测临界值。在临界值被设置为新值后，于步骤 760，再次检查相关结果的最大值是否超过新的临界值。如果超过，则信号已获得。否则完成多普勒频率的搜寻并进入步骤 765。

在决定是否存在干扰时，相关结果的统计值(如平均值)可以自任意，选定的码片，特定范围码片或是当前多普勒频率的所有码片中获得。因此，通过本发明，便可利用有限的成本达到有效以及可靠的信号搜寻。

通过本发明，可以很容易的检查出多普勒频率是否被干扰。除此之外，如果确定多普勒频率被干扰，可以通过将临界值提升至一更高值来降低信号峰的错误决定的可能性。可以将临界值与所找到的峰进行比较以决定是否已经获取到了信号，此可通过处理器 870 内建的程序而实现，其成本也非常低。

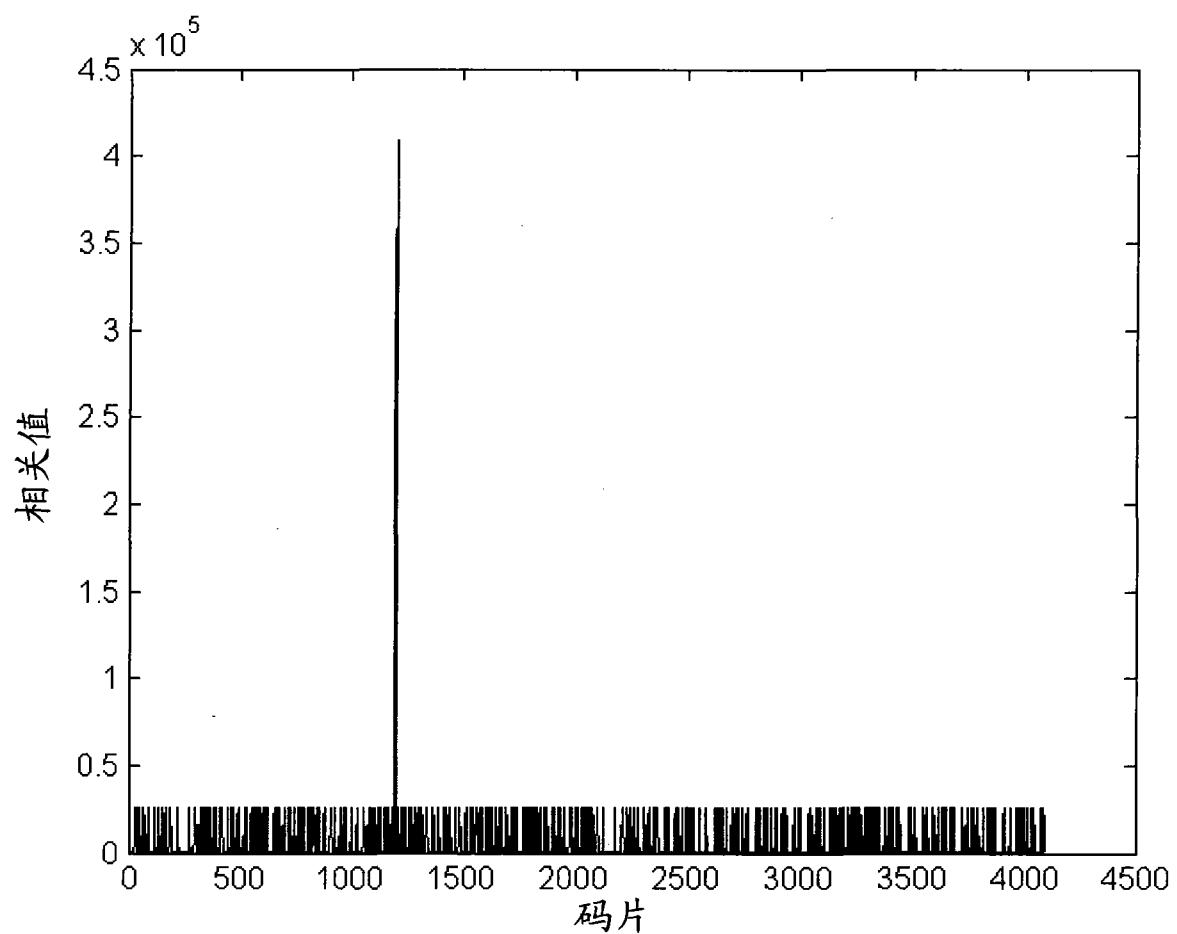


图 1A

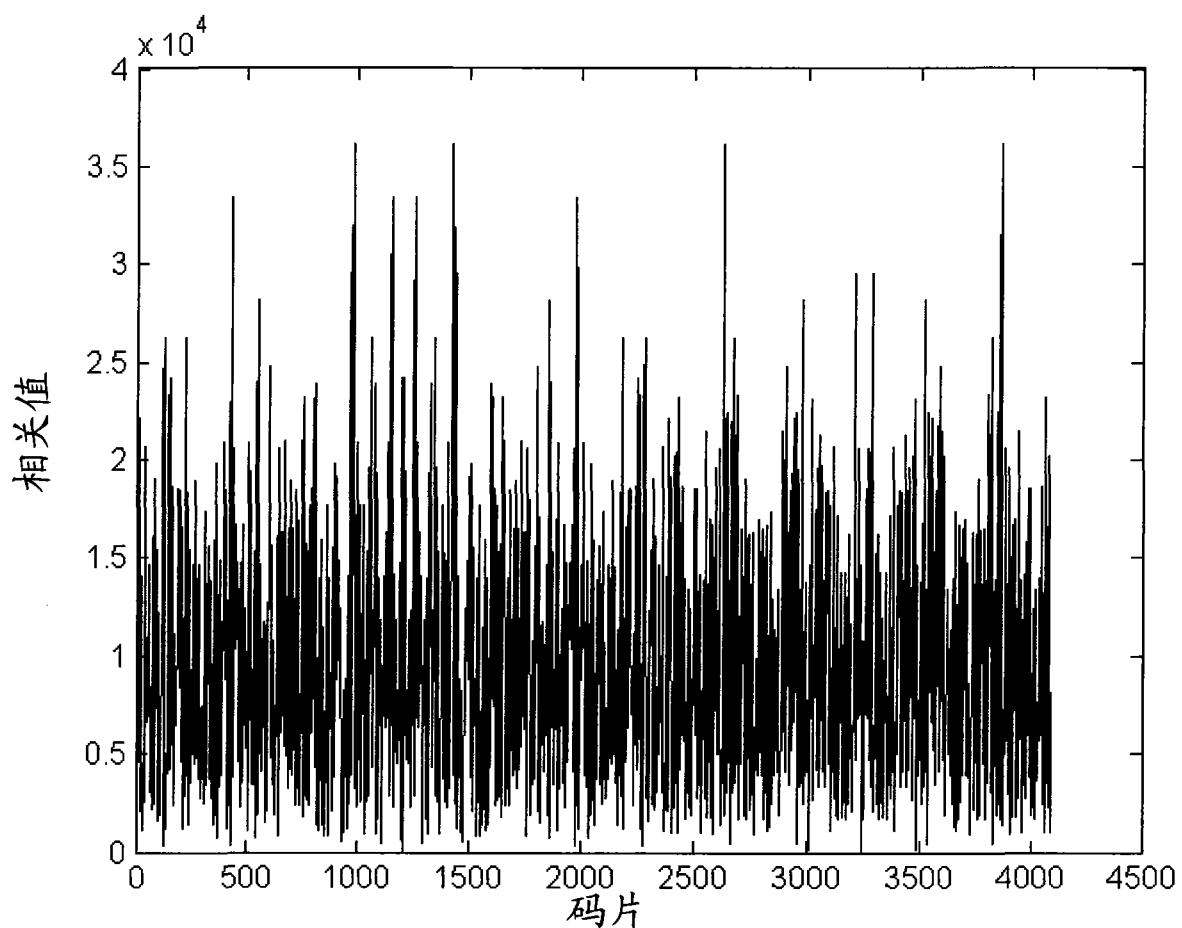


图 1B

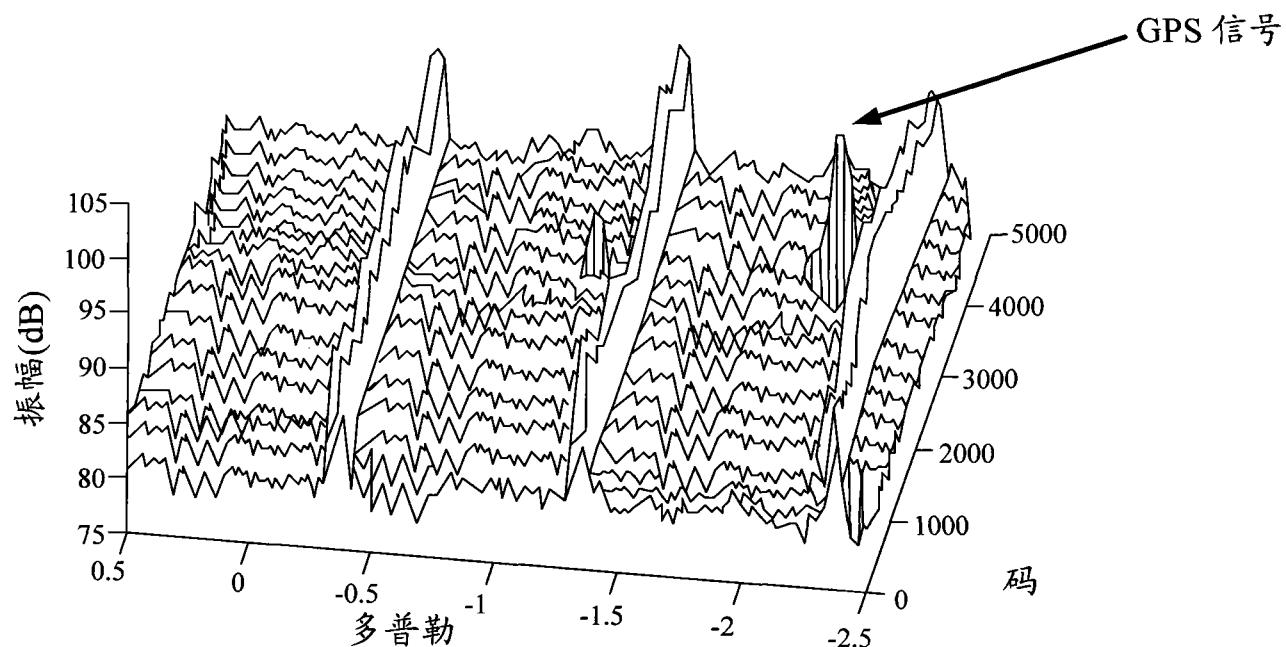


图2

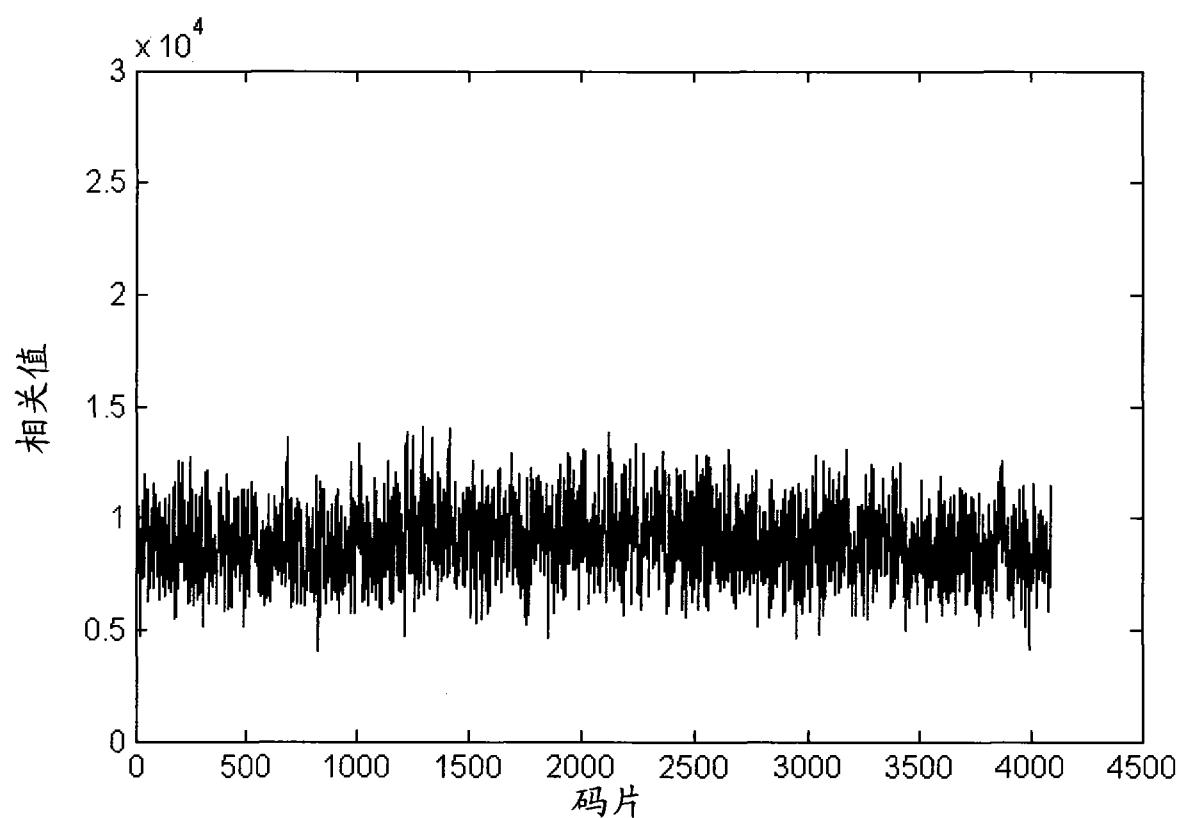


图3A

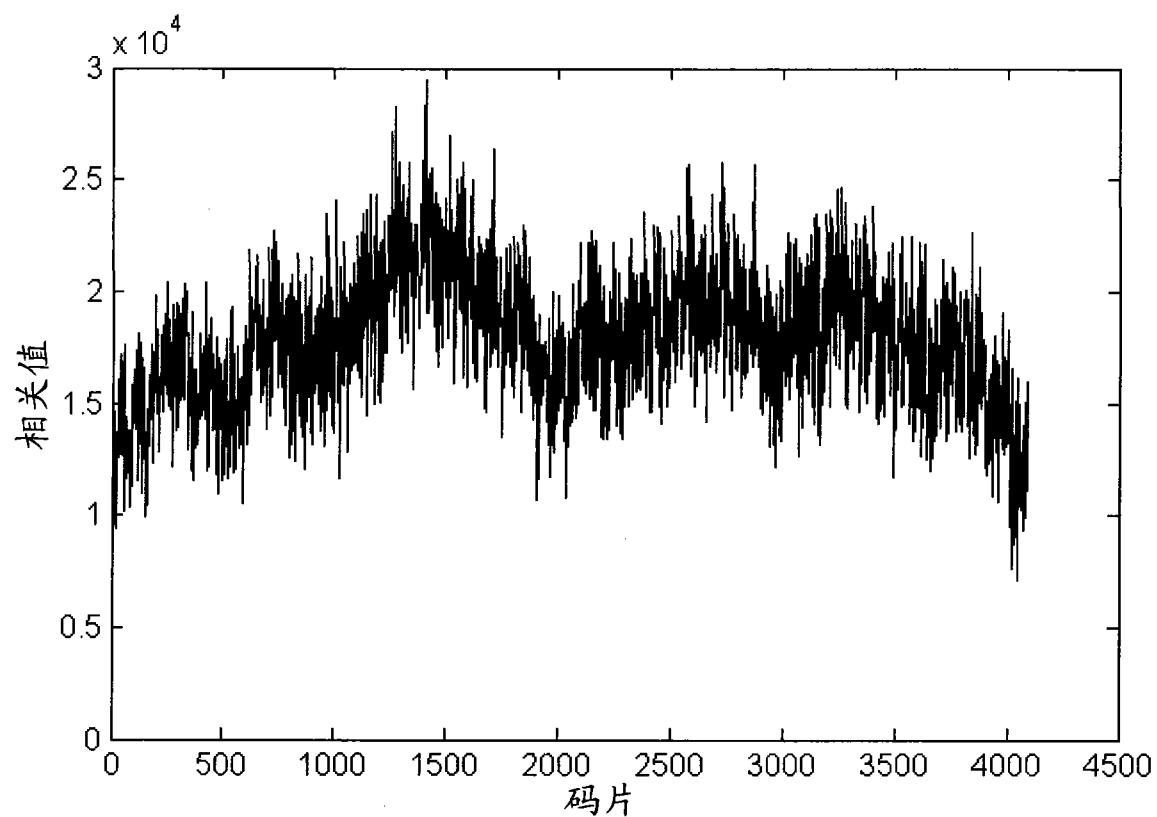


图3B

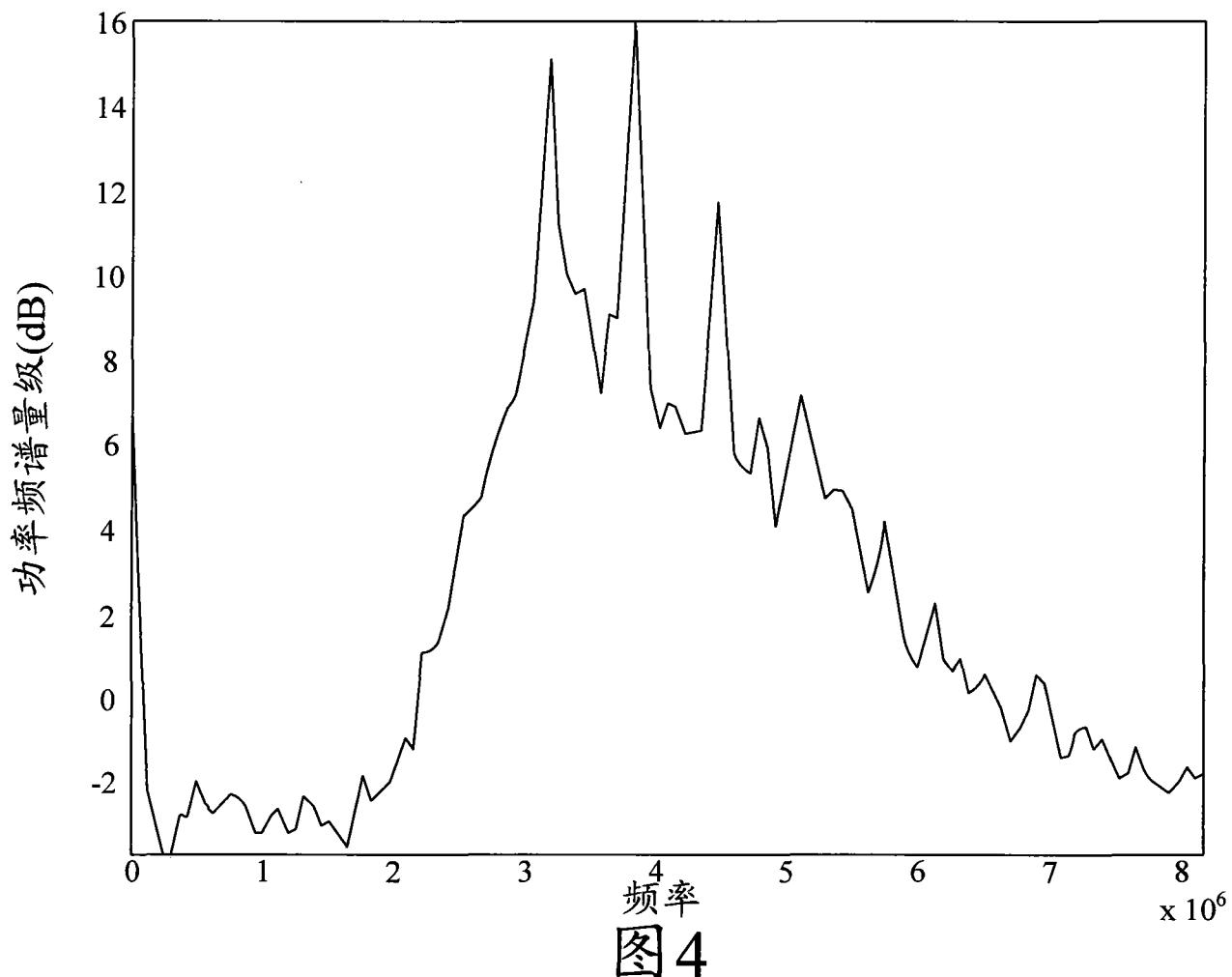


图 4

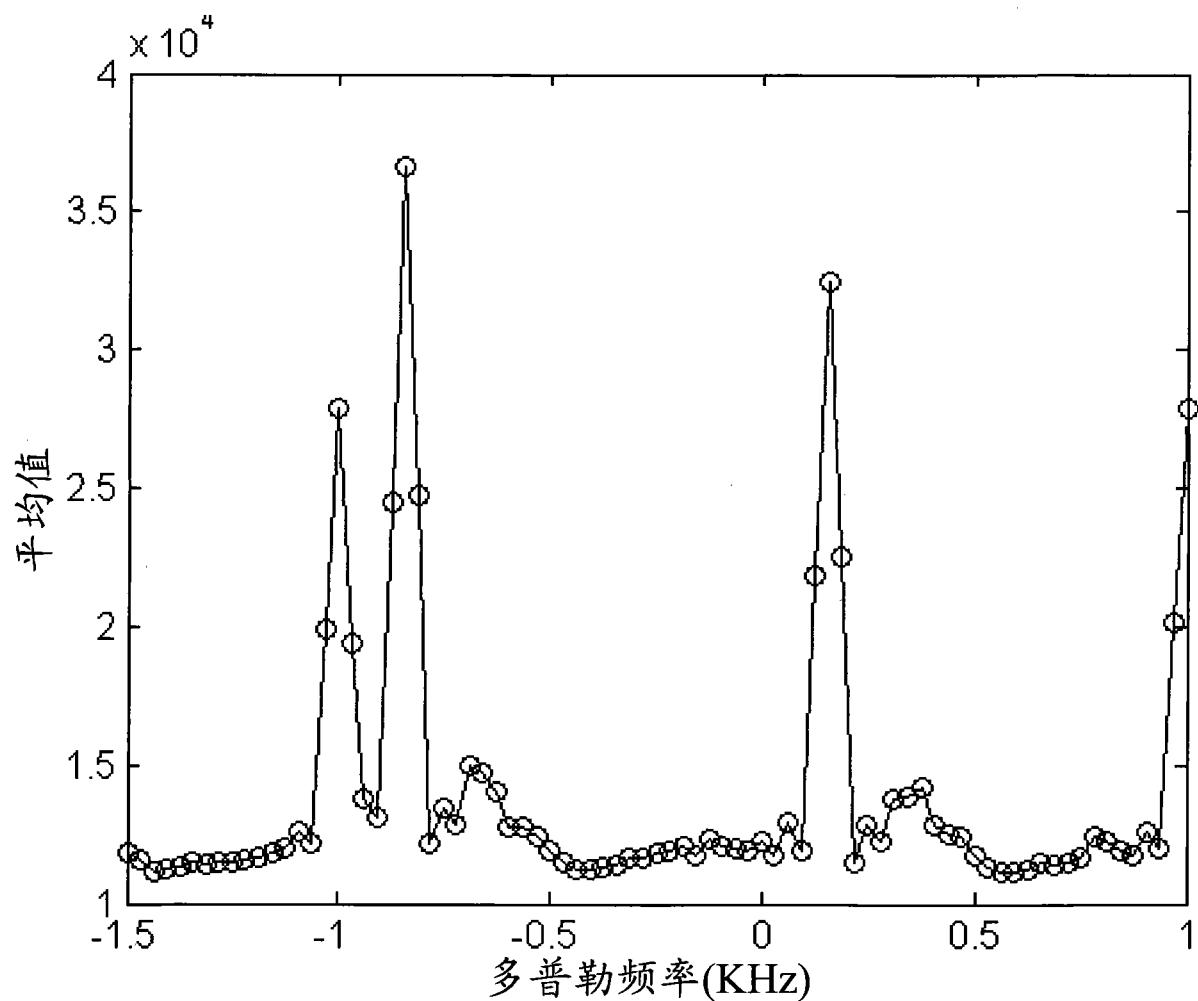


图 5

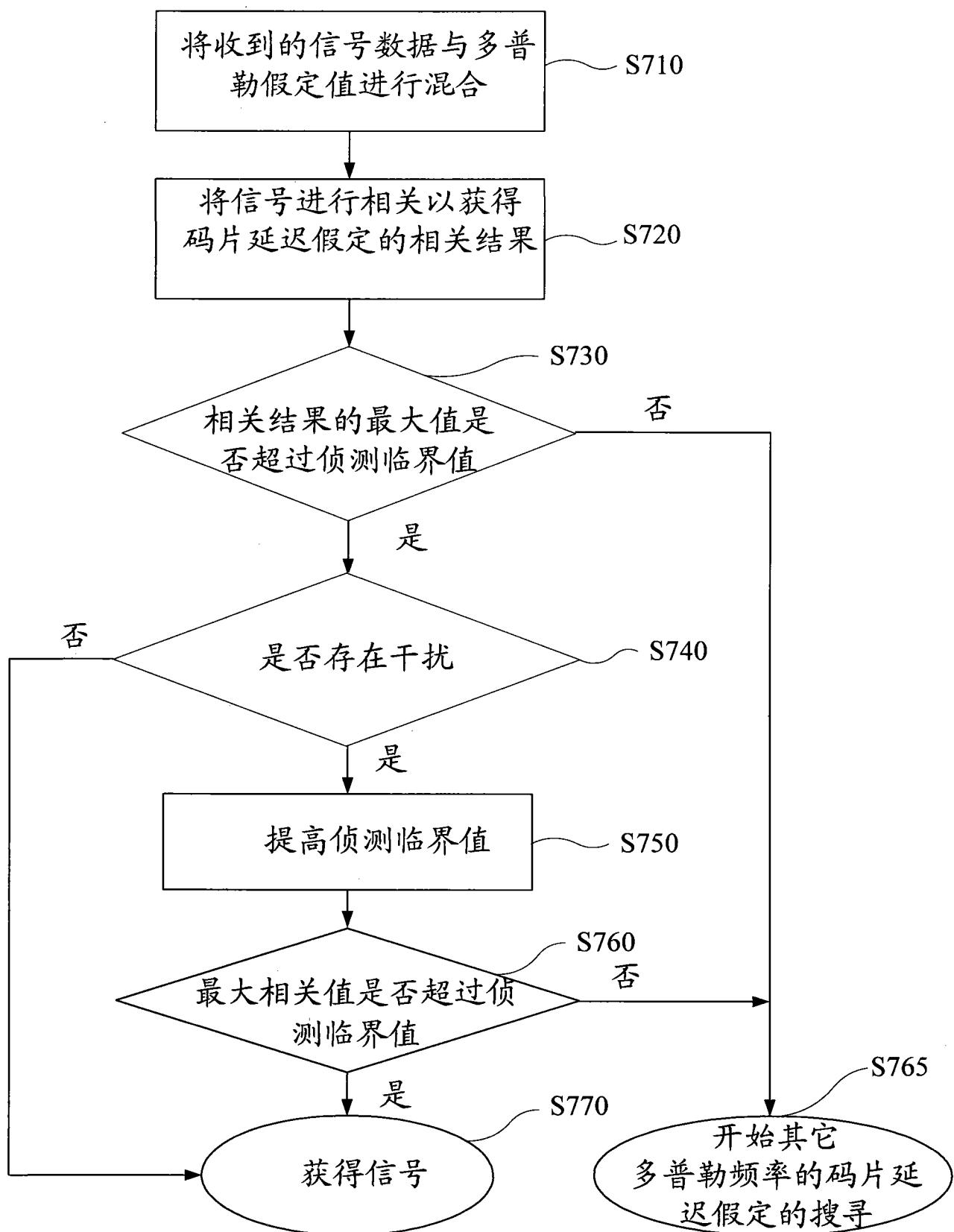


图6

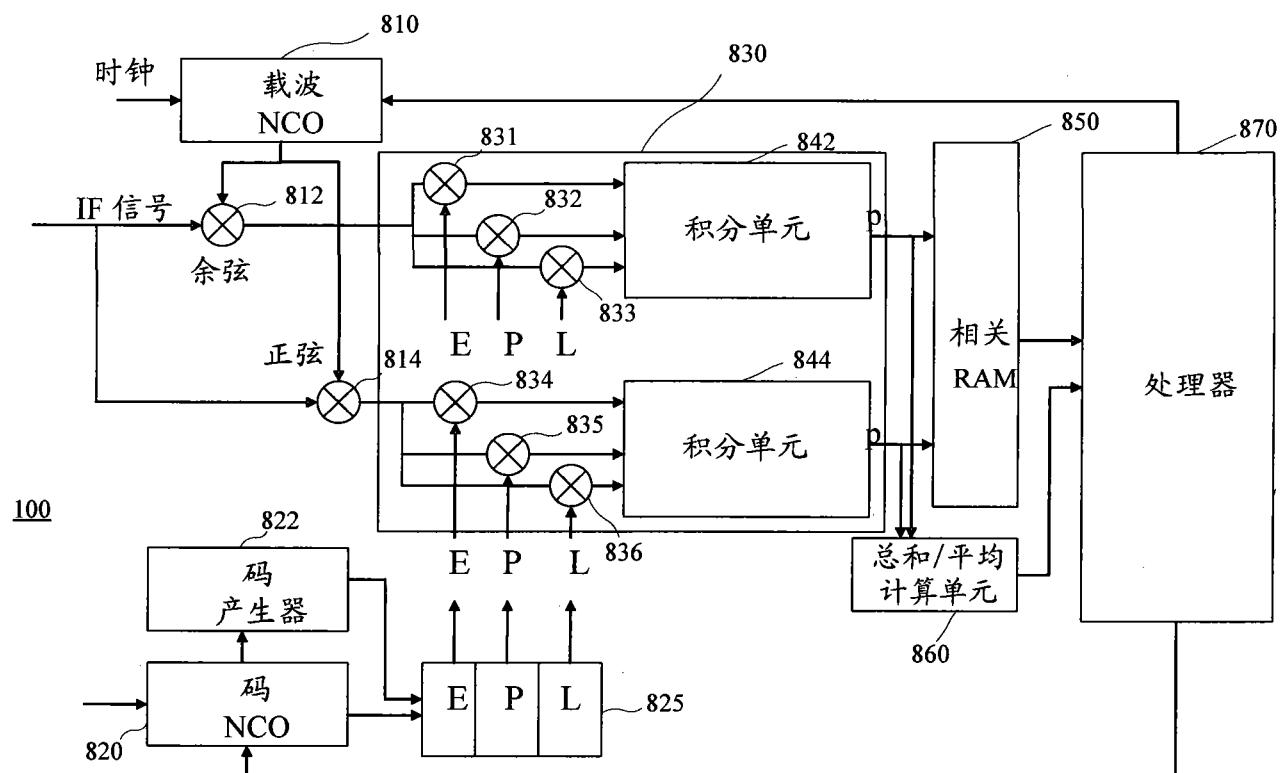


图 7