



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110927682 B

(45) 授权公告日 2021.06.18

(21) 申请号 201911191799.6

(22) 申请日 2019.11.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110927682 A

(43) 申请公布日 2020.03.27

(73) 专利权人 航天南湖电子信息技术有限公司

地址 434000 湖北省荆州市沙市区金龙路  
51号

(72) 发明人 许剑锋 夏聪 张弛 杨国景

(74) 专利代理机构 荆州市亚德专利事务所(普通合伙) 42216

代理人 李杰

(51) Int. Cl.

G01S 7/36 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101399595 A, 2009.04.01

US 2004098433 A1, 2004.05.20

CN 101031129 A, 2007.09.05

CN 107367714 A, 2017.11.21

CN 105699949 A, 2016.06.22

CN 102707265 A, 2012.10.03

李奇等. 干扰信号检测技术研究.《信息通信》.2018, (第186期), 全文.

审查员 纪艳华

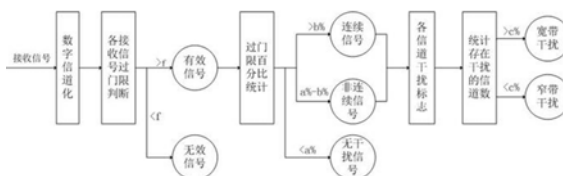
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

一种宽带通道干扰分类识别方法

(57) 摘要

本发明涉及一种宽带通道干扰分类识别方法,属雷达干扰信号识别技术领域。它包括六个步骤,对侦察接收信号进行采样、混频、滤波、抽取、信道化处理,对每个信道输出分别进行检测、分析,根据超过幅度门限的有效信号占总信号数的比值判定干扰信号是否存在和干扰信号是否连续,根据存在干扰的信道数占总信道数的比值来判定干扰信号为宽带或者窄带信号。可对整个距离单元分频域和时域进行数据采集,且可将整个采样频段划分成若干并行信道输出,实现对信号的全概率截获,对干扰信号做出正确判断和分类识别,实施灵活方便,操作简单。解决了现有技术无法正确分类识别干扰信号,不利于雷达后续针对处理,及体系复杂、有限类训练识别误差大的问题。



1. 一种宽带通道干扰分类识别方法,其特征在于:它是通过包括如下步骤实现的:

步骤1、数字信道化处理

- 1) 采样,根据采样定理,对干扰信号进行采样;
- 2) 混频,将需要分析的带内信号频移到基带;
- 3) 滤波,通过低通滤波器滤除镜频;
- 4) 抽取;
- 5) 信道化处理;

步骤2、接收信号有效性判断

预先设置幅度门限值 $f$ ,并设置两个初始值为0的变量 $i$ 和 $j$ ;对于每个信道,若接收的信号幅度超过门限,则将变量 $i$ 和 $j$ 的值同时加1;若接收到的信号幅度值不超过门限值,则保持变量 $i$ 的值不变,将变量 $j$ 的值加1;

步骤3、信道干扰判断

预先产生变量 $m$ ,设置其值为 $a\%$ ,同时产生一个 $1 \times 64$ 的零矩阵;计算变量 $i$ 与 $j$ 的比值,若该比值大于门限值 $a\%$ ,则表示该信道存在干扰信号,通过将矩阵中与该信道号对应的元素置1来产生信道干扰标志;若该比值不大于门限值 $a\%$ ,则表示该信道没有干扰信号,同时保持矩阵中与该信道号对应的元素为0不变,即不产生信道干扰标志;

步骤4、连续干扰与非连续干扰判断

预先产生变量 $n$ ,设置其值为 $b\%$ ,比较存在干扰的信道的 $i$ 、 $j$ 的比值与门限值 $b\%$ 的大小:若比值大于 $b\%$ ,则判定干扰信号为连续干扰信号;若比值不大于 $b\%$ ,则判定干扰信号为非连续干扰信号;

步骤5、宽带干扰与窄带干扰判断

预先产生变量 $k$ ,设置其值为 $c\%$ ,求出上述矩阵各元素之和 $sum$ ,计算存在干扰的信道数量 $sum$ 与总信道数64之间的比值,将该比值与变量 $k$ 值做比较:若该比值大于 $c\%$ ,则判定该干扰信号为宽带干扰信号;若该比值不大于 $c\%$ ,则判定该干扰信号为窄带干扰信号;

步骤6、将步骤2中的幅度门限 $f$ 值设置为0.14,将步骤3中的变量 $a\%$ 的值设置为10%,将步骤4中的变量 $b\%$ 的值设置为80%,将步骤5中的变量 $c\%$ 的值设置为50%。

## 一种宽带通道干扰分类识别方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种宽带通道干扰分类识别方法,属雷达干扰信号识别技术领域。

### 背景技术

[0002] 雷达作为电子对抗的首要针对目标,工作中通常会遭遇电子干扰,严重影响其工作性能,因此必须采取措施应对不同的电子干扰。对抗电子干扰,识别不同的干扰模式至关重要。现有基于神经网络的干扰识别算法、基于决策树理论的干扰识别方法不仅体系复杂,而且只能针对有限类干扰模式进行训练识别,出现误差在所难免,很难满足雷达对各类干扰识别的实际要求。而现有的雷达干扰识别方法一般是对某段回波接收区进行数据采集,采集的结果时常无法反映出整个回波接收区的干扰情况;且雷达干扰信号分为连续或非连续干扰信号、宽带或窄带干扰信号,上述对某段回波接收区进行数据采集的方式无法正确分类识别干扰信号,非常不利于雷达后续进行针对处理。因此,研发一种可对整个回波接收区分频域和时域进行数据采集,且可将整个采样频段划分成若干并行信道输出,实现对信号的全概率截获,普适性强,操作简单的宽带通道干扰分类识别方法是十分有必要的。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于,针对上述现有技术的不足,提供一种宽带通道干扰分类识别方法,可对整个回波接收区分频域和时域进行数据采集,且可将整个采样频段划分成若干并行信道输出,实现对信号的全概率截获,对干扰信号做出正确判断和分类识别,可根据需要设置门限值,实施灵活方便,操作简单。解决现有技术对某段特定回波接收区进行数据采集的方式无法正确分类识别干扰信号,非常不利于雷达后续进行针对处理,及体系复杂、只能有限类训练识别、识别误差大的问题。

[0004] 本发明是通过如下的技术方案来实现上述目的的:

[0005] 一种宽带通道干扰分类识别方法,其特征在于:它是通过包括如下步骤实现的:

[0006] 步骤1、数字信道化处理

[0007] 1) 采样,根据采样定理,对干扰信号进行采样;

[0008] 2) 混频,将需要分析的带内信号频移到基带;

[0009] 3) 滤波,通过低通滤波器滤除镜频;

[0010] 4) 抽取;

[0011] 5) 信道化处理;

[0012] 步骤2、接收信号有效性判断

[0013] 预先设置幅度门限值 $f$ ,并设置两个初始值为0的变量 $i$ 和 $j$ ;对于每个信道,若接收的信号幅度超过门限,则将变量 $i$ 和 $j$ 的值同时加1;若接收到的信号幅度值不超过门限值,则保持变量 $i$ 的值不变,将变量 $j$ 的值加1;

[0014] 步骤3、信道干扰判断

[0015] 预先产生变量 $m$ ,设置其值为 $a\%$ ,同时产生一个 $1 \times 64$ 的零矩阵;计算变量 $i$ 与 $j$ 的比

值,若该比值大于门限值a%,则表示该信道存在干扰信号,通过将矩阵中与该信道号对应的元素置1来产生信道干扰标志;若该比值不大于门限值a%,则表示该信道没有干扰信号,同时保持矩阵中与该信道号对应的元素为0不变,即不产生信道干扰标志;

[0016] 步骤4、连续干扰与非连续干扰判断

[0017] 预先产生变量n,设置其值为b%,比较存在干扰的信道的i、j的比值与门限值b%的大小:若比值大于b%,则判定干扰信号为连续干扰信号;若比值不大于b%,则判定干扰信号为非连续干扰信号;

[0018] 步骤5、宽带干扰与窄带干扰判断

[0019] 预先产生变量k,设置其值为c%,求出上述矩阵各元素之和sum,计算存在干扰的信道数量sum与总信道数64之间的比值,将该比值与变量k值做比较:若该比值大于c%,则判定该干扰信号为宽带干扰信号;若该比值不大于c%,则判定该干扰信号为窄带干扰信号;

[0020] 步骤6、将步骤2中的幅度门限f值设置为0.14,将步骤3中的变量a%的值设置为10%,将步骤4中的变量b%的值设置为80%,将步骤5中的变量c%的值设置为50%。

[0021] 本发明与现有技术相比的有益效果在于:

[0022] 该宽带通道干扰分类识别方法,通过包括六个步骤,将干扰信号在时域和频域上有效分类:在时域上,根据接收信号在一个周期内超过幅度门限的信号的占比情况,将信号分为非干扰信号、非连续干扰信号和连续干扰信号;在频域上,根据存在干扰信道数在整个信道数中的占比情况,将干扰信号分为宽带干扰信号和窄带干扰信号;通过将整个采样频段划分成若干并行信道输出,实现对信号的全概率截获,普适性强,方法操作简单。完善解决了现有雷达对某段特定距离单元进行数据采集的方式无法正确分类识别干扰信号,非常不利于雷达后续进行针对处理,及基于神经网络的干扰识别算法和基于决策树理论的干扰识别方法,不仅体系复杂,而且只能针对有限类干扰模式进行训练识别,出现误差在所难免,很难满足雷达对各类干扰识别的实际要求的问题。

## 附图说明

[0023] 图1为一种宽带通道干扰分类识别方法的工作原理示意图;

[0024] 图2为实例1信号的时域波形图;

[0025] 图3为实例1信号的中心信道干扰信号图;

[0026] 图4为实例1信号的各信道检测分析图;

[0027] 图5为实例2信号的时域波形图;

[0028] 图6为实例2信号的中心信道干扰信号图;

[0029] 图7为实例2信号的各信道检测分析图;

[0030] 图8为实例3信号的时域波形图;

[0031] 图9为实例3信号的中心信道干扰信号图;

[0032] 图10为实例3信号的各信道检测分析图;

[0033] 图11为实例4信号的时域波形图;

[0034] 图12为实例4信号的中心信道干扰信号图;

[0035] 图13为实例4信号的各信道检测分析图;

[0036] 图14为实例5信号的时域波形图;

[0037] 图15为实例5信号的中心信道干扰信号图；

[0038] 图16为实例5信号的各信道检测分析图。

### 具体实施方式

[0039] 本发明申请人的主要设计研发思路是：

[0040] 在现代电子战环境中，信号通常具有密集化、复杂化特点，且占用的频谱越来越宽，采用合适的方法实现对信号的全概率截获，是十分关键的。雷达干扰信号种类多样，分类方式也不尽相同，按照干扰信号的频谱特性，信号可以分为窄带干扰、阻塞式干扰等，此分类方法主要是按照干扰信号在通信频段中的占比来进行分类的，阻塞式干扰是指干扰信号带宽等于目标信号带宽，窄带干扰是指干扰信号带宽仅覆盖了通信频段很小的一部分。按照干扰信号时域是否连续的特性，信号又可以分为连续和非连续型信号等。为了对各种干扰样式进行识别，目前研究较多的方法有：基于神经网络的干扰识别算法、基于决策树理论的干扰识别方法等，但基于这类方法的干扰识别器大多体系复杂，且只能针对有限的几类干扰模式进行训练识别，其结果会出现一定的误差，同时也难以满足雷达对各类干扰识别的实际要求。因此，设计研发一种具有普适性的宽带通道干扰分类识别方法是具有十分重要的意义的。

[0041] 本发明申请人采用数字信道化技术，对侦察接收信号进行采样、混频、滤波、抽取、信道化处理，然后对每个信道输出分别进行检测和分析，根据超过幅度门限的有效信号占总信号数的比值来判定干扰信号是否存在和干扰信号是否连续，根据存在干扰的信道数占总信道数的比值来判定干扰信号为宽带或者窄带信号，实现对信号的全概率截获，普适性强，方法操作简单。同时可以根据需要对门限值进行设置，灵活性强。可通过matlab仿真平台来实现对干扰信号的分类识别。

[0042] 下面结合附图对该宽带通道干扰分类识别方法的实施方式作进一步详细说明（参见图1~16）：

[0043] （图2~16）分别为五种干扰类型的判断实施例。

[0044] 实施例一：

[0045] （参见图1）一种宽带通道干扰分类识别方法，其特征在于：它是通过包括如下步骤实现的：

[0046] 步骤1、数字信道化处理

[0047] 1) 采样，根据采样定理，对干扰信号进行采样；

[0048] 2) 混频，将需要分析的带内信号频移到基带；

[0049] 3) 滤波，通过低通滤波器滤除镜频；

[0050] 4) 抽取，4倍抽取；

[0051] 5) 信道化处理，64信道化处理；

[0052] 步骤2、接收信号有效性判断

[0053] 预先设置幅度门限值 $f$ ，并设置两个初始值为0的变量 $i$ 和 $j$ ；对于每个信道，若接收的信号幅度超过门限，则将变量 $i$ 和 $j$ 的值同时加1；若接收到的信号幅度值不超过门限值，则保持变量 $i$ 的值不变，将变量 $j$ 的值加1；

[0054] 步骤3、信道干扰判断

[0055] 预先产生变量 $m$ ,设置其值为 $a\%$ ,同时产生一个 $1 \times 64$ 的零矩阵;计算变量 $i$ 与 $j$ 的比值,若该比值大于门限值 $a\%$ ,则表示该信道存在干扰信号,通过将矩阵中与该信道号对应的元素置1来产生信道干扰标志;若该比值不大于门限值 $a\%$ ,则表示该信道没有干扰信号,同时保持矩阵中与该信道号对应的元素为0不变,即不产生信道干扰标志;

[0056] 步骤4、连续干扰与非连续干扰判断

[0057] 预先产生变量 $n$ ,设置其值为 $b\%$ ,比较存在干扰的信道的 $i$ 、 $j$ 的比值与门限值 $b\%$ 的大小:若比值大于 $b\%$ ,则判定干扰信号为连续干扰信号;若比值不大于 $b\%$ ,则判定干扰信号为非连续干扰信号;

[0058] 步骤5、宽带干扰与窄带干扰判断

[0059] 预先产生变量 $k$ ,设置其值为 $c\%$ ,求出上述矩阵各元素之和 $sum$ ,计算存在干扰的信道数量 $sum$ 与总信道数64之间的比值,将该比值与变量 $k$ 值做比较:若该比值大于 $c\%$ ,则判定该干扰信号为宽带干扰信号;若该比值不大于 $c\%$ ,则判定该干扰信号为窄带干扰信号;

[0060] 步骤6、将步骤2中的幅度门限 $f$ 值设置为0.14,将步骤3中的变量 $a\%$ 的值设置为10%,将步骤4中的变量 $b\%$ 的值设置为80%,将步骤5中的变量 $c\%$ 的值设置为50%。

[0061] (参见图2)为实施例一的一个噪声信号的时域波形图,对该信号进行采样、混频、滤波、抽取和信道化处理,并对各信道受干扰情况进行检测分析。以中心信道为例,(参见图3)为实施例一的中心信道幅度图,从中可以看出,超过幅度门限的有效信号比例低于10%( $a\%$ ),因此可以判定该信道无干扰信号。同样地,根据上述步骤检测其他新信道受干扰情况,结果如(参见图4)所示,从中可以看出各信道均不存在干扰信号,因此可以判定干扰信号不存在,即该噪声信号不构成干扰信号。

[0062] 实施例二:

[0063] (参见图5)为一个干扰信号的时域波形图,对该信号进行采样、混频、滤波、抽取和信道化处理,并对各信道受干扰情况进行检测分析。以中心信道为例,(参见图6)为中心信道幅度图,从中可以看出,超过幅度门限的有效信号比例高于10%( $a\%$ ),因此可以判定该信道存在信号。同时,超过幅度门限的有效信号比例接近100%,高于80%( $b\%$ ),因此可以判定该信号为连续干扰信号。同样地,根据上述步骤检测其他新信道受干扰情况,结果如(参见图7)所示,从中可以看出存在干扰信号的信道总数占全部信道的比值超过50%( $c\%$ ),因此可以判定干扰信号为宽带干扰信号。综上可以判定该信号为时域连续、频域宽带信号。

[0064] 实施例三:

[0065] (参见图8)为一个干扰信号的时域波形图,对该信号进行采样、混频、滤波、抽取和信道化处理,并对各信道受干扰情况进行检测分析。以中心信道为例,(参见图9)为中心信道幅度图,从中可以看出,超过幅度门限的有效信号比例高于10%( $a\%$ ),因此可以判定该信道存在信号。同时,超过幅度门限的有效信号比例接近75%,低于80%( $b\%$ ),因此可以判定该信号为非连续干扰信号。同样地,根据上述步骤检测其他新信道受干扰情况,结果如(参见图10)所示,从中可以看出存在干扰信号的信道总数占全部信道的比值超过50%( $c\%$ ),因此可以判定干扰信号为宽带干扰信号。综上可以判定该信号为时域非连续、频域宽带信号。

[0066] 实施例四:

[0067] (参见图11)为一个干扰信号的时域波形图,对该信号进行采样、混频、滤波、抽取和信道化处理,并对各信道受干扰情况进行检测分析。以中心信道为例,(参见图12)为中心

信道幅度图,从中可以看出,超过幅度门限的有效信号比例高于10%(a%),因此可以判定该信道存在信号。同时,超过幅度门限的有效信号比例接近100%,高于80%(b%),因此可以判定该信号为连续干扰信号。同样地,根据上述步骤检测其他新信道受干扰情况,结果如(参见图13)所示,从中可以看出存在干扰信号的信道总数占全部信道的比值低于50(c%),因此可以判定干扰信号为窄带干扰信号。综上可以判定该信号为时域连续、频域窄带信号。

[0068] 实施例五:

[0069] (参见图14)为一个干扰信号的时域波形图,对该信号进行采样、混频、滤波、抽取和信道化处理,并对各信道受干扰情况进行检测分析。以中心信道为例,(参见图15)为中心信道幅度图,从中可以看出,超过幅度门限的有效信号比例高于10%(a%),因此可以判定该信道存在信号。同时,超过幅度门限的有效信号比例接近75%,低于80%(b%),因此可以判定该信号为非连续干扰信号。同样地,根据上述步骤检测其他新信道受干扰情况,结果如(参见图16)所示,从中可以看出存在干扰信号的信道总数占全部信道的比值低于50(c%),因此可以判定干扰信号为窄带干扰信号。综上可以判定该信号为时域非连续、频域窄带信号。

[0070] 以上所述只是本发明的较佳实施例而已,上述举例说明不对本发明的实质内容作任何形式上的限制,所属技术领域的普通技术人员在阅读了本说明书后依据本发明的技术实质对以上具体实施方式所作的任何简单修改或变形,以及可能利用上述揭示的技术内容加以变更或修饰为等同变化的等效实施例,均仍属于本发明技术方案的范围内,而不背离本发明的实质和范围。

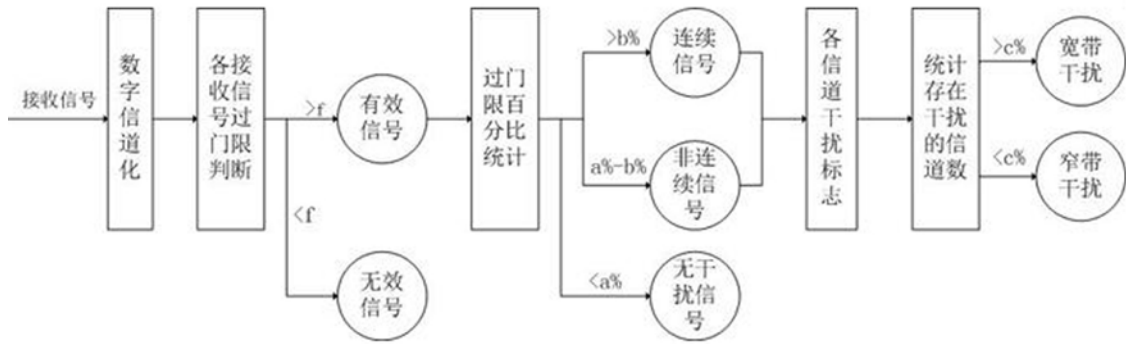


图1

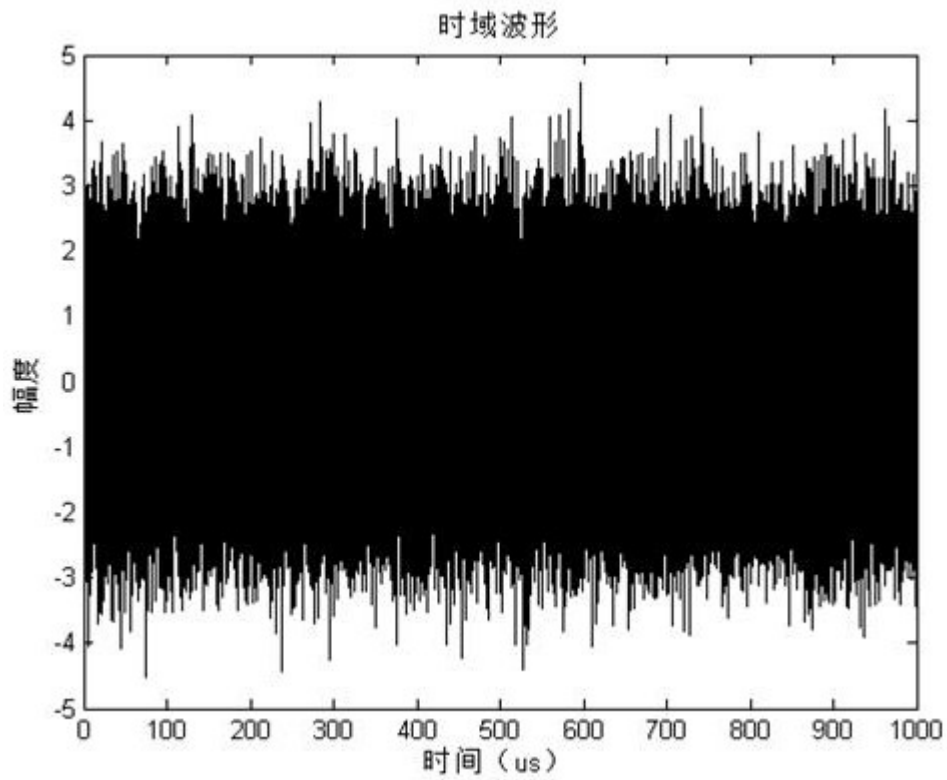


图2



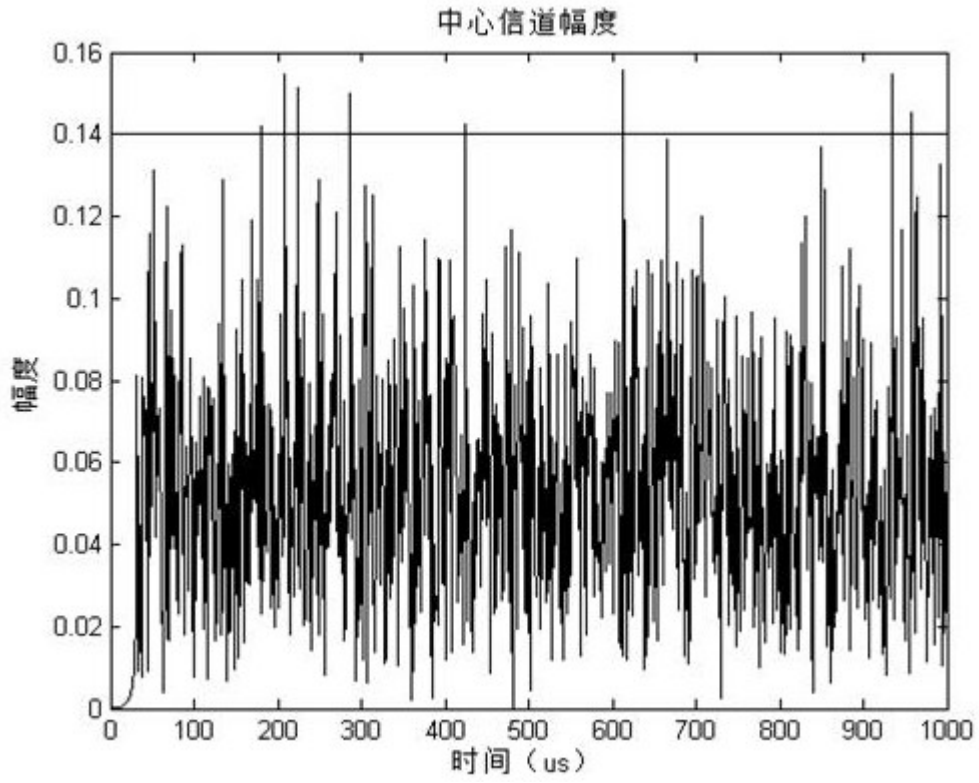


图3

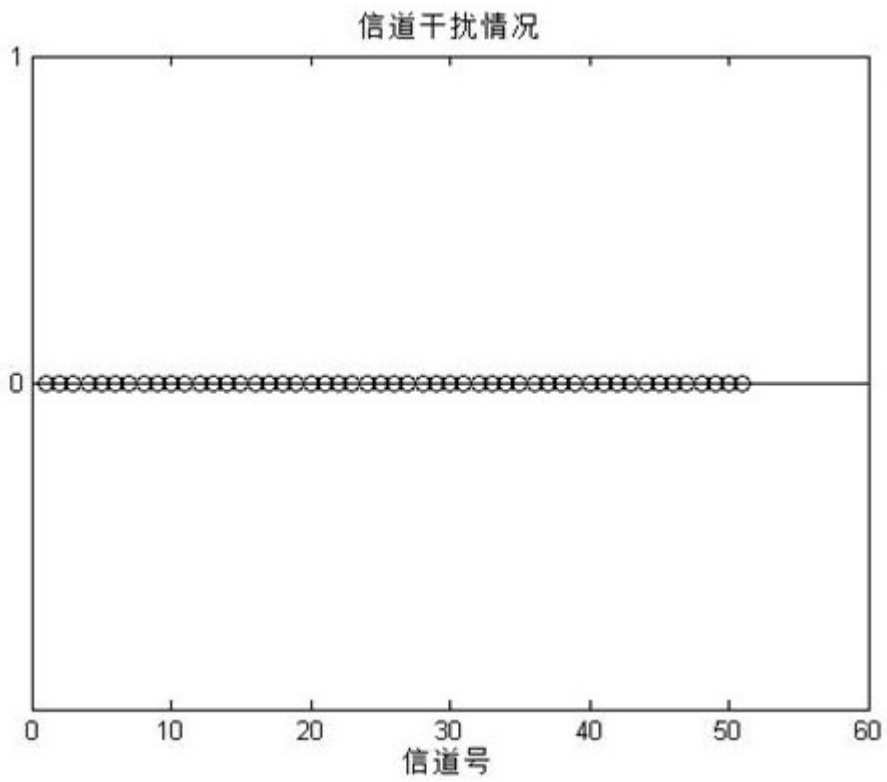


图4

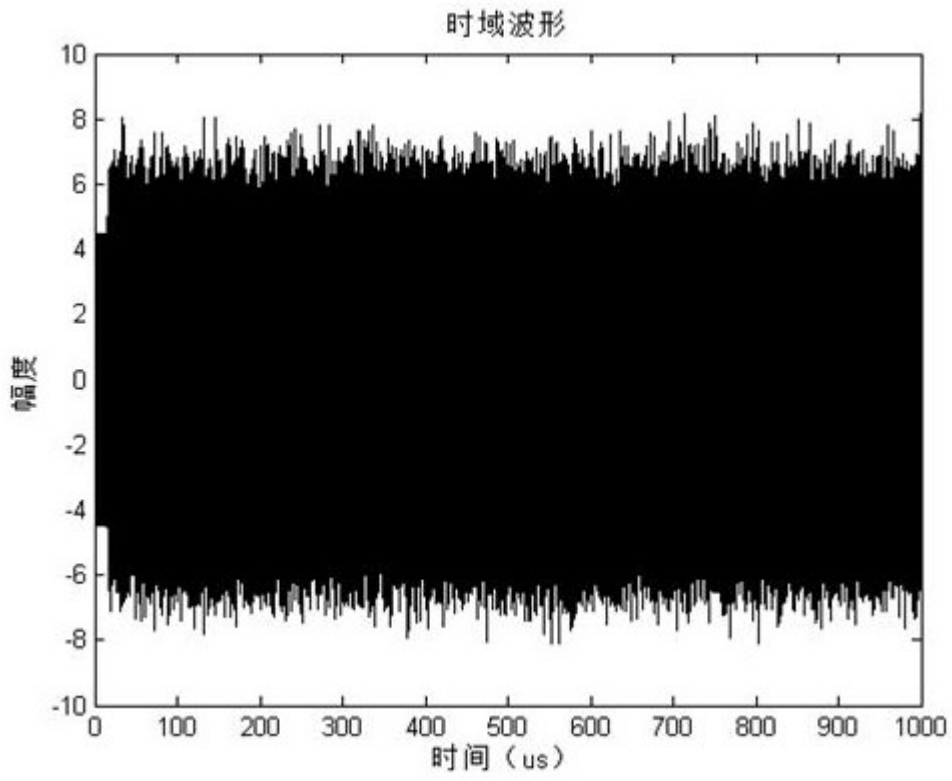


图5

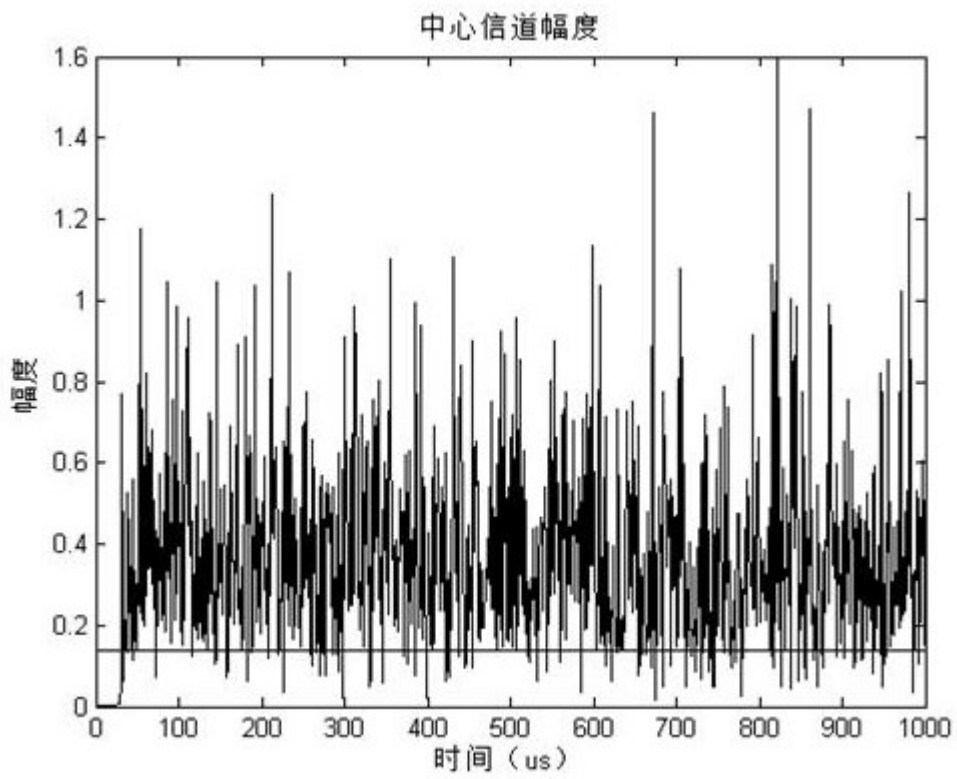


图6

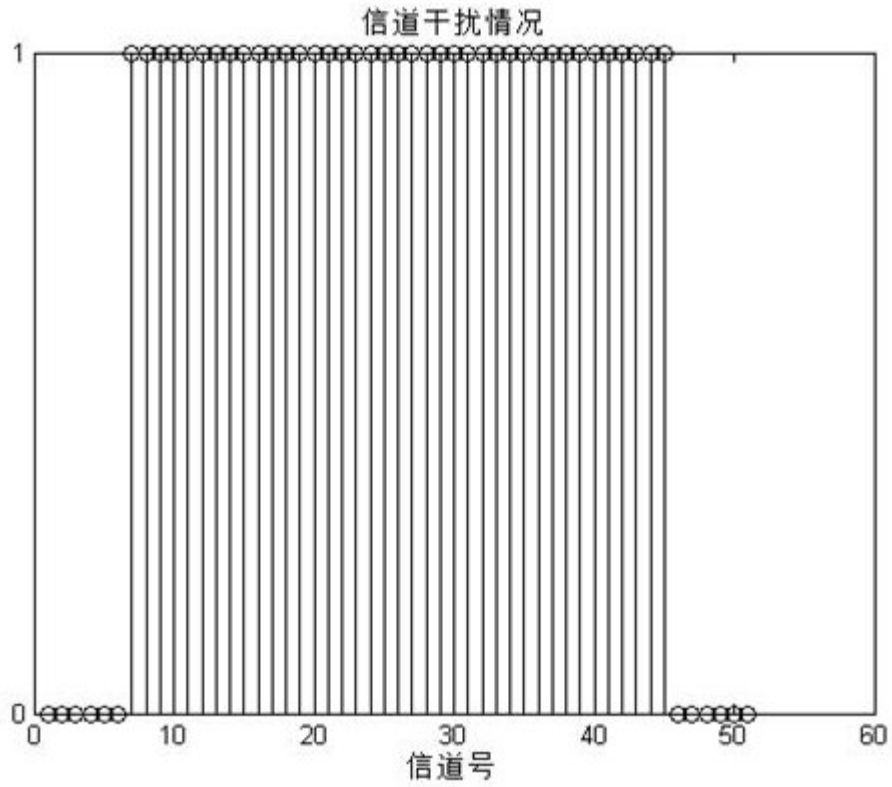


图7

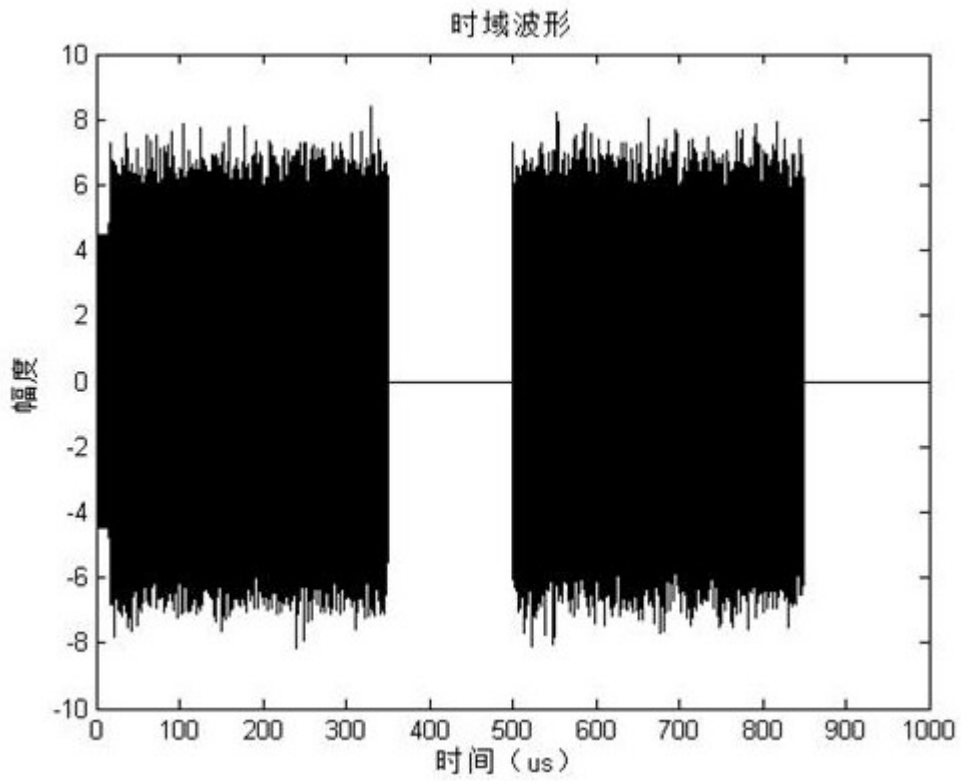


图8

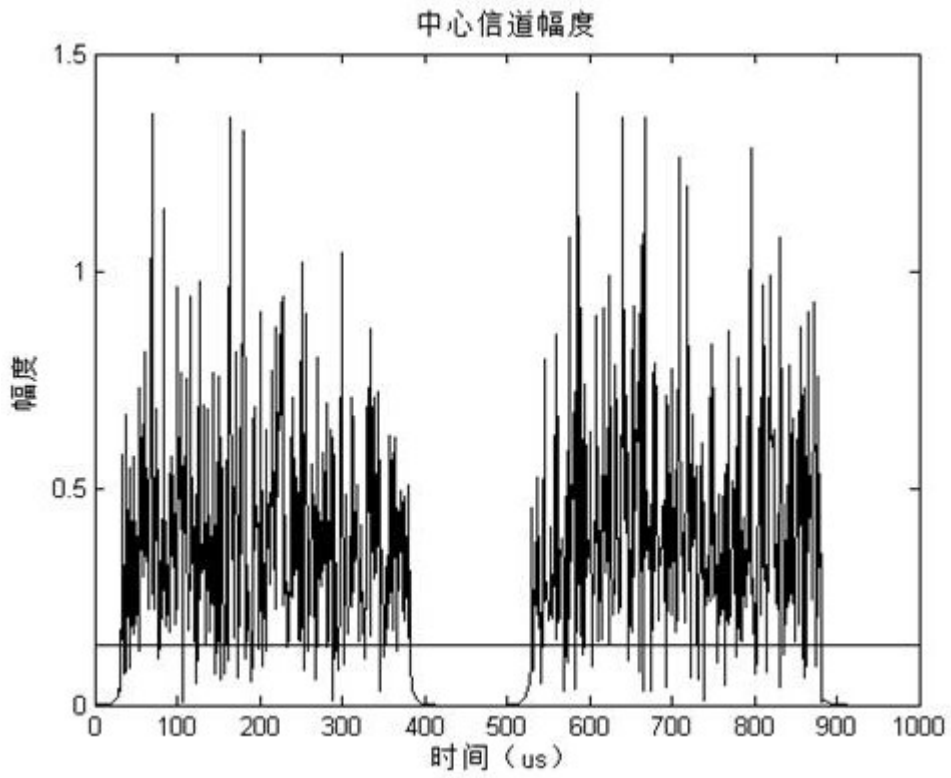


图9

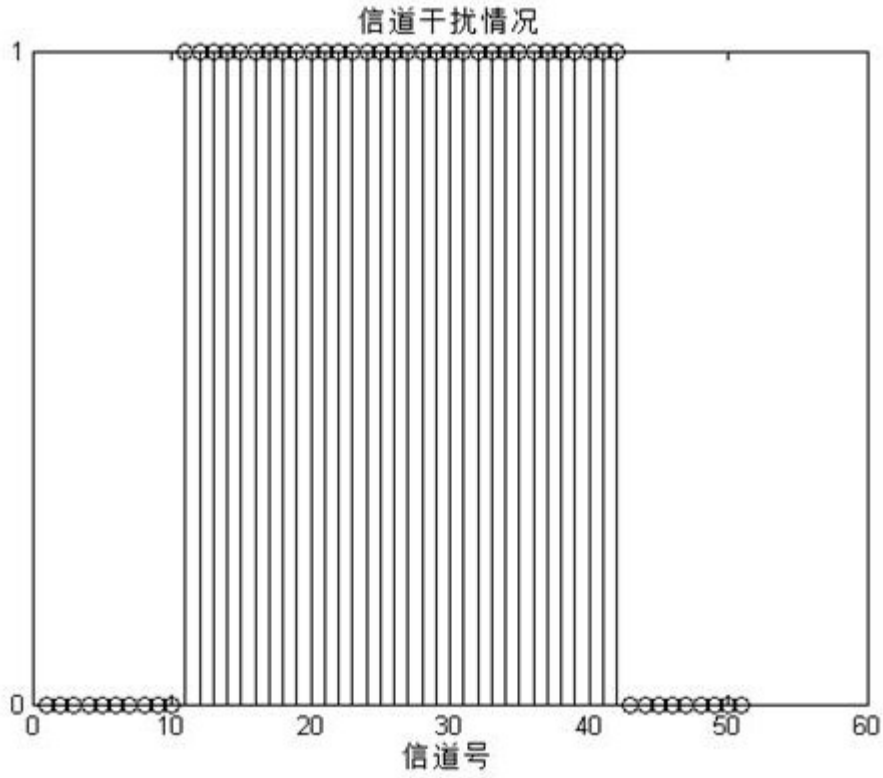


图10

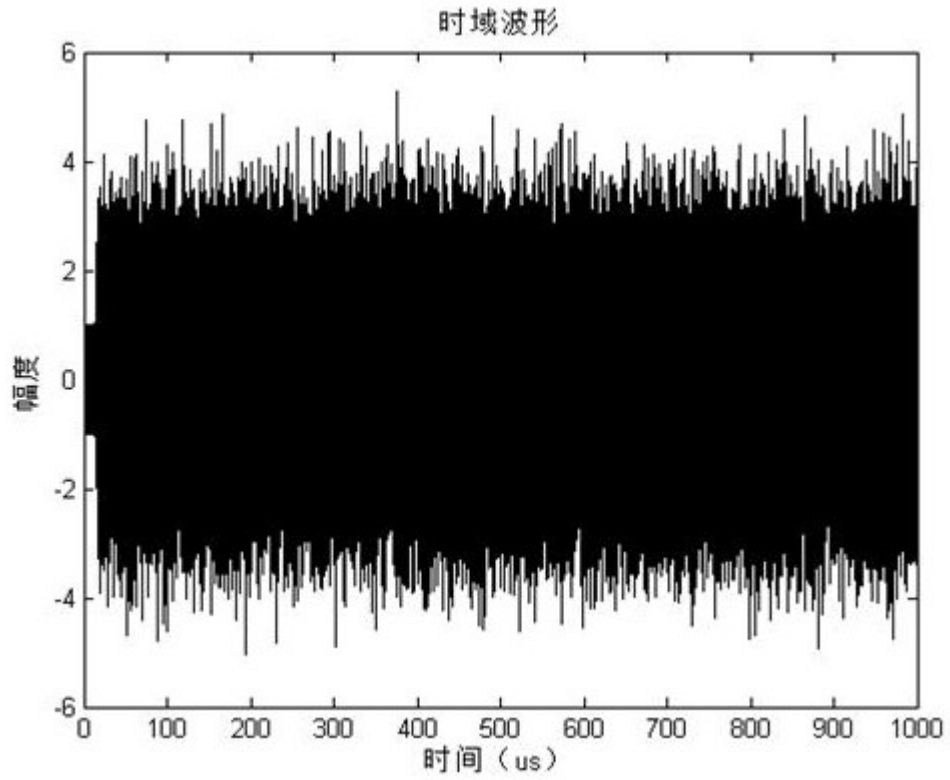


图11

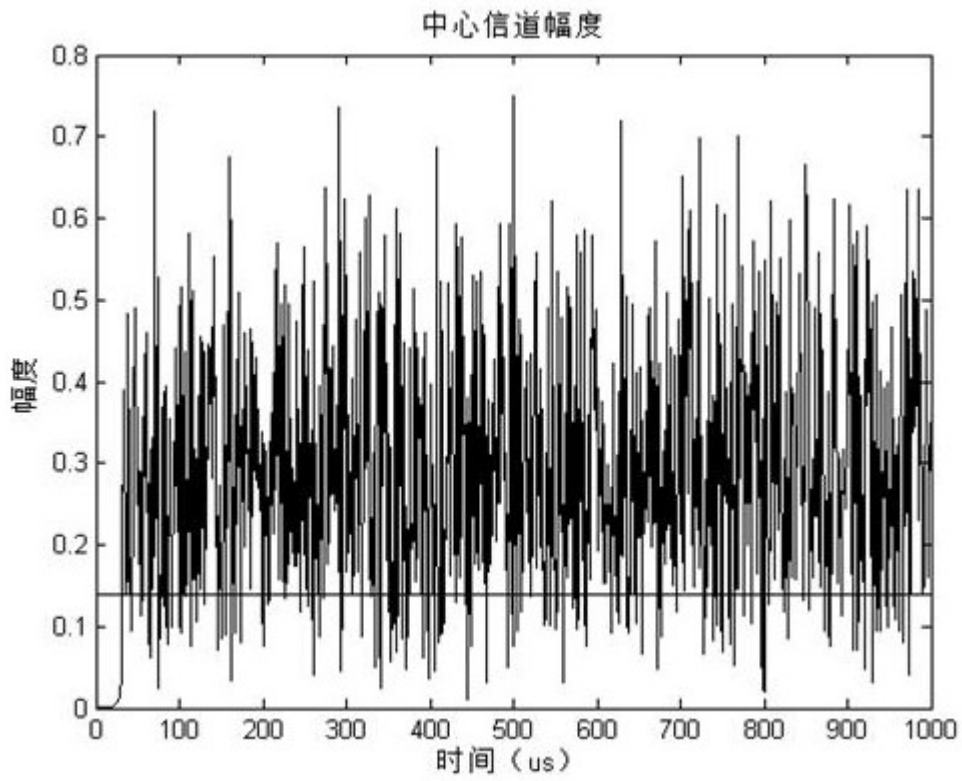


图12

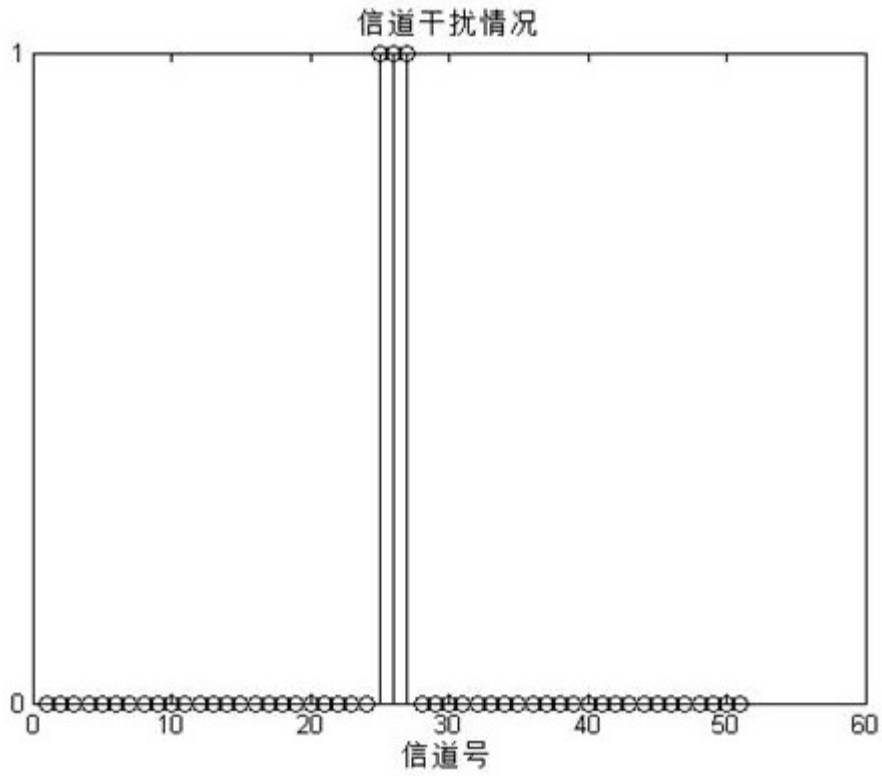


图13

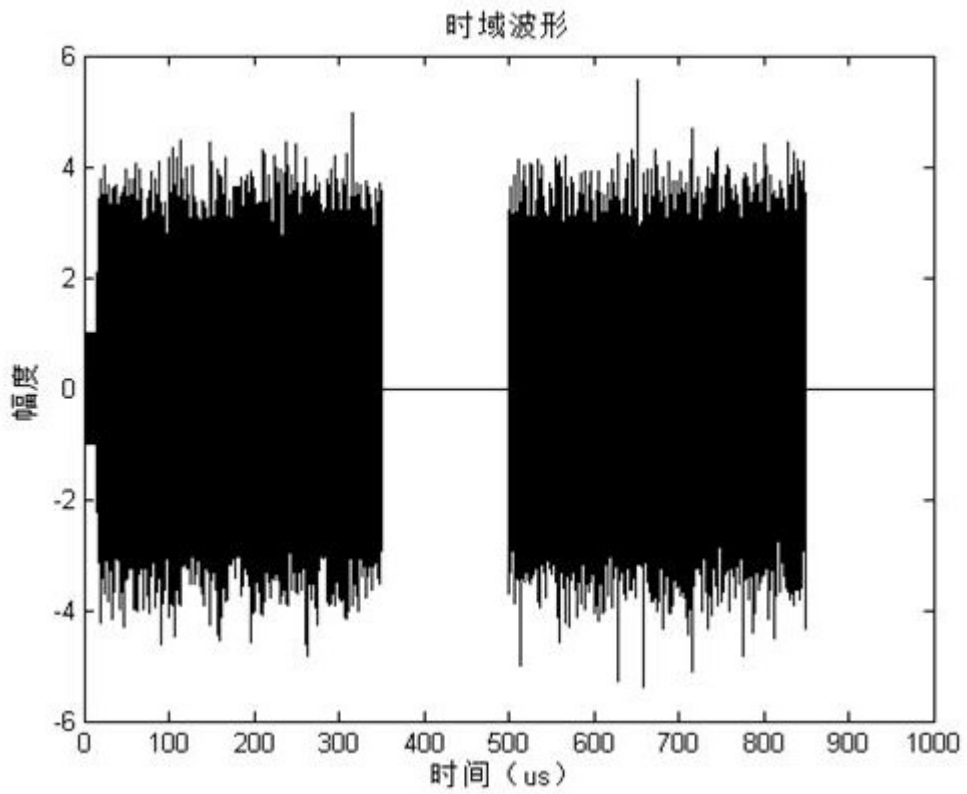


图14

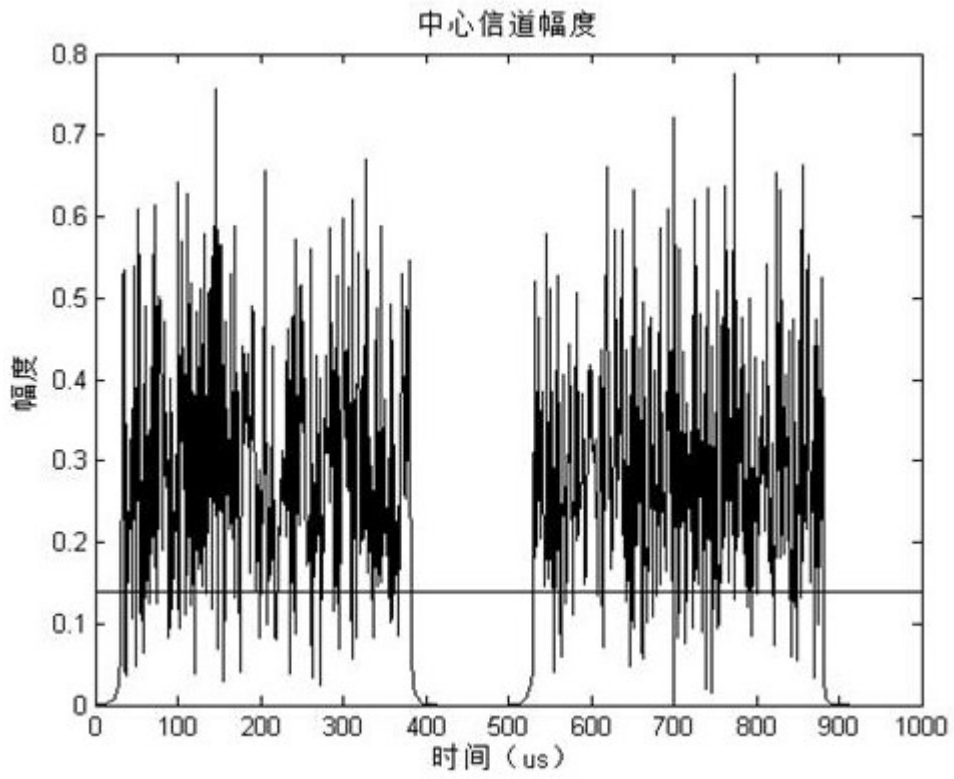


图15

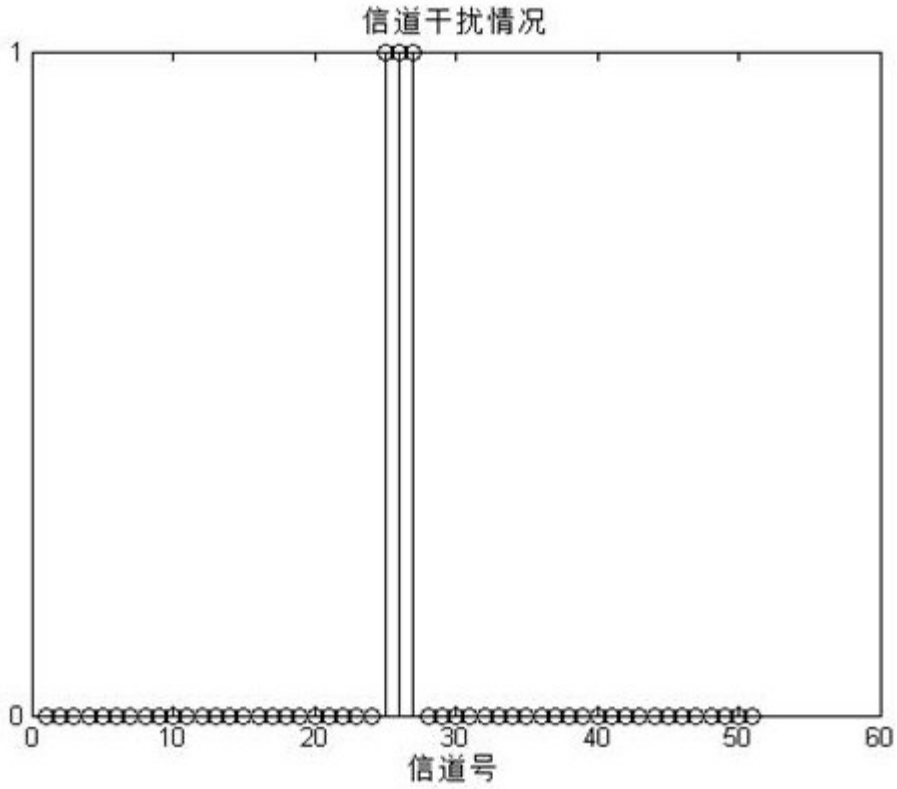


图16