



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103197324 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201310104936. 4

(22) 申请日 2013. 03. 28

(71) 申请人 中国科学院自动化研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村东路 95 号

(72) 发明人 王瑛 葛建 高腾

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.
G01S 19/00 (2010. 01)

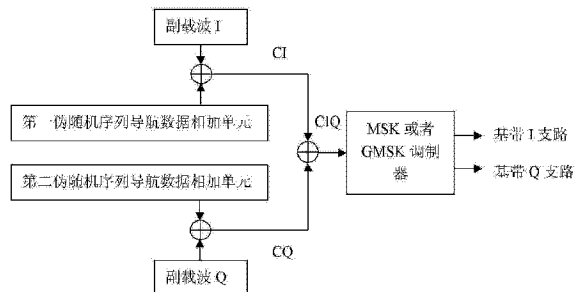
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种使用 MSK 或者 GMSK 调制方式产生卫星导航信号的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 MSK 或者 GMSK 调制方式产生卫星导航信号的系统和方法,所述系统包括:第一伪随机序列导航数据相加单元,第二伪随机序列导航数据相加单元,第一副载波输入单元,第二副载波输入单元,多个模二加单元,MSK 或 GMSK 调制器。所述方法包括:将伪随机序列 I 和导航数据 I 通过模二加组成一个序列后与副载波 I 模二加得到信号 CI;将伪随机序列 Q 和导航数据 Q 通过模二加组成一个序列后与副载波 Q 模二加得到信号 CQ;对信号 CI 和 CQ 模二加后得到的信号 CIQ 进行 MSK 或者 GMSK 调制。本发明保留了 MSK 或 GMSK 功率衰减较快和恒包络的特点,同时可使用普通 BPSK 方式接收机接收,特别适合于带宽受限的导航频段,并且便于卫星使用高功率放大器,且不会大幅增加接收机复杂度。



1. 一种基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生系统,其特征在于,该系统包括:第一伪随机序列导航数据相加单元,第二伪随机序列导航数据相加单元,第一副载波输入单元,第二副载波输入单元,多个模二加单元,MSK 或 GMSK 调制器,其中:

所述第一伪随机序列导航数据相加单元,用于将需要调制到同相部分的伪随机序列 I 和导航数据 I 通过模二加组成一个序列;

所述第二伪随机序列导航数据相加单元,用于将需要调制到正交部分的伪随机序列 Q 和导航数据 Q 通过模二加组成一个序列;

所述第一副载波输入单元,用于输入副载波的同相部分 I;

所述第二副载波输入单元,用于输入副载波的正交部分 Q;

所述多个模二加单元分别用于将所述副载波的同相部分 I 与所述第一伪随机序列导航数据相加单元的输出进行模二相加得到信号 CI、将所述副载波的正交部分 Q 与所述第二伪随机序列导航数据相加单元的输出进行模二相加得到信号 CQ、以及将信号 CI 和 CQ 进行模二相加得到信号 CIQ;

所述 MSK 或者 GMSK 调制器,用于对所述信号 CIQ 进行 MSK 或者 GMSK 调制,从而得到基带同相支路信号和基带正交支路信号。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述需要调制到同相部分的伪随机序列 I 和导航数据 I 为由两个数值组成的序列:由 0 和 1 组成,或者由 1 和 -1 组成;所述序列的速率为 f_{code} bps,初相位为 ζ 度。

3. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述需要调制到正交部分的伪随机序列 Q 和导航数据 Q 为由 0 或者 1 组成的序列;所述序列的速率为 f_{code} bps,相位为 $\zeta+90$ 度。

4. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述副载波的同相部分 I 为方波,频率为 $f_{code}/2\text{Hz}$,初相位为 ζ 度;所述副载波的正交部分 Q 为方波,频率为 $f_{code}/2\text{Hz}$,初相为 $\zeta+180$ 度。

5. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述伪随机序列 I 与导航数据 I 的和序列,与伪随机序列 Q 与导航数据 Q 的和序列的产生时钟满足相差 90 度的相位关系;所述副载波 I 和副载波 Q 的产生时钟满足相差 180 度的相位关系。

6. 一种基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤 1,将需要调制到同相部分的伪随机序列 I 和导航数据 I 通过模二加组成一个序列,并与副载波的同相部分进行模二相加得到信号 CI;

步骤 2,将需要调制到正交部分的伪随机序列 Q 和导航数据 Q 通过模二加组成一个序列,并与副载波的正交部分进行模二相加得到信号 CQ;

步骤 3,将信号 CI 和 CQ 进行模二相加得到信号 CIQ;

步骤 4,对所述信号 CIQ 进行 MSK 或者 GMSK 调制,从而得到基带同相支路信号和基带正交支路信号。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述需要调制到同相部分的伪随机序列 I 和导航数据 I 为由两个数值组成的序列:由 0 和 1 组成,或者由 1 和 -1 组成;所述序列的速率为 f_{code} bps,初相位为 ζ 度。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述需要调制到正交部分的伪随机序列 Q

和导航数据 Q 为由 0 或者 1 组成的序列 ;所述序列的速率为 f_{code} bps,相位为 $\zeta+90$ 度。

9. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述副载波的同相部分 I 为方波,频率为 $f_{code}/2\text{Hz}$,初相位为 ζ 度 ;所述副载波的正交部分 Q 为方波,频率为 $f_{code}/2\text{Hz}$,初相为 $\zeta+180$ 度。

10. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述伪随机序列 I 与导航数据 I 的和序列,与伪随机序列 Q 与导航数据 Q 的和序列的产生时钟满足相差 90 度的相位关系 ;所述副载波 I 和副载波 Q 的产生时钟满足相差 180 度的相位关系。

一种使用 MSK 或者 GMSK 调制方式产生卫星导航信号的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及卫星导航技术领域,是一种使用 MSK 或者 GMSK 调制方式产生卫星导航信号的方法,是 MSK 或者 GMSK 技术在卫星导航信号产生上的应用。

背景技术

[0002] 目前卫星导航领域普遍采用 BPSK(Binary Phase Shift Keying,二相相移键控)、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying,正交相移键控)和 BOC(Binary Offset Carrier,二进制偏移载波)技术实现数据调制和接收,这几种技术都使用方波信号作为基带信号波形,在实际传输中,陡峭的上升沿使得频谱较宽,功率较为分散。

[0003] 在电磁频谱充裕的情况下,这些技术完全满足要求,但随着卫星导航等空间微波系统的增多,频率资源日益紧张,这就需要未来的卫星导航系统减少频谱资源占用,从而不致影响频率相邻的其他微波系统的工作。

[0004] MSK(Minimum Shift Keying,最小频移键控)和 GMSK(Gaussian Filtered Minimum Shift Keying,高斯最小频移键控,一种特殊的 MSK)具有同时承载两路信号的功能,同时具有恒包络属性,可以充分利用卫星功率放大器。但是其直接应用于卫星导航的缺陷是在最后一级,由于基带数字信号携带的信息不具有伪随机序列的自相关特性,因此在卫星导航信号到达地面时极其微弱的情况下,无法利用伪随机序列的相关性检测和跟踪信号,这使得 MSK 和 GMSK 无法直接应用于这种系统。

[0005] 本发明所提供的卫星导航信号产生方法增加了一个比较简单的预处理单元,然后直接使用普通的 MSK 或者 GMSK 调制器获得基带 I、Q 支路(I 支路为复信号的实部,Q 支路为复信号的虚部)信号,再调制到射频进行发射,这样接收基带处理单元就可以充分利用其信号的相关性进行检测和跟踪。

发明内容

[0006] 为了解决上述现有技术所存在的问题,本发明的目的是使 MSK 或者 GMSK 调制器应用于卫星导航信号的产生,以便所产生的卫星导航信号获得较好的幅频衰减特性和恒包络特性。

[0007] 根据本发明的一方面,提出一种基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生系统,该系统包括:第一伪随机序列导航数据相加单元,第二伪随机序列导航数据相加单元,第一副载波输入单元,第二副载波输入单元,多个模二加单元,MSK 或 GMSK 调制器,其中:

[0008] 所述第一伪随机序列导航数据相加单元,用于将需要调制到同相部分的伪随机序列 I 和导航数据 I 通过模二加组成一个序列;

[0009] 所述第二伪随机序列导航数据相加单元,用于将需要调制到正交部分的伪随机序列 Q 和导航数据 Q 通过模二加组成一个序列;

[0010] 所述第一副载波输入单元,用于输入副载波的同相部分 I;

[0011] 所述第二副载波输入单元,用于输入副载波的正交部分 Q;

[0012] 所述多个模二加单元分别用于将所述副载波的同相部分 I 与所述第一伪随机序列导航数据相加单元的输出生进行模二相加得到信号 CI、将所述副载波的正交部分 Q 与所述第二伪随机序列导航数据相加单元的输出生进行模二相加得到信号 CQ、以及将信号 CI 和 CQ 进行模二相加得到信号 CIQ;

[0013] 所述 MSK 或者 GMSK 调制器,用于对所述信号 CIQ 进行 MSK 或者 GMSK 调制,从而得到基带同相支路信号和基带正交支路信号。

[0014] 根据本发明的另一方面,还提出一种基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生方法,该方法包括以下步骤:

[0015] 步骤 1,将需要调制到同相部分的伪随机序列 I 和导航数据 I 通过模二加组成一个序列,并与副载波的同相部分进行模二相加得到信号 CI;

[0016] 步骤 2,将需要调制到正交部分的伪随机序列 Q 和导航数据 Q 通过模二加组成一个序列,并与副载波的正交部分进行模二相加得到信号 CQ;

[0017] 步骤 3,将信号 CI 和 CQ 进行模二相加得到信号 CIQ;

[0018] 步骤 4,对所述信号 CIQ 进行 MSK 或者 GMSK 调制,从而得到基带同相支路信号和基带正交支路信号。

[0019] 本发明保留了 MSK 或者 GMSK 功率衰减较快和恒包络的特点,同时可以使用普通 BPSK 方式接收机接收,因此特别适合于带宽受限的导航频段,例如 C 波段的 5010 ~ 5030MHz,并且便于卫星使用高功率放大器,而且不会大幅增加接收机复杂度。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生系统结构图。

[0021] 图 2 是本发明中各信号的信息相位对应关系示意图。

[0022] 图 3 是本发明基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生方法流程图。

[0023] 图 4 是根据本发明一实施例所产生的卫星导航信号的功率谱密度对比示意图。

[0024] 图 5 是根据本发明一实施例所产生的卫星导航信号的恒包络属性示意图。

具体实施方式

[0025] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0026] 图 1 是本发明基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生系统结构图,如图 1 所示,所述卫星导航信号产生系统包括:第一伪随机序列导航数据相加单元,第二伪随机序列导航数据相加单元,第一副载波输入单元,第二副载波输入单元,多个模二加单元,MSK 或 GMSK 调制器,信号沿着图 1 中所示的箭头方向流动,其中:

[0027] 所述第一伪随机序列导航数据相加单元,用于将需要调制到同相部分的伪随机序列(记为伪随机序列 I)和导航数据(记为导航数据 I)通过模二加组成一个序列,所述需要调制到同相部分的伪随机序列和导航数据为由两个数值组成的序列:由 0 和 1 组成,或者由 1 和 -1 组成,该序列的速率记为 f_{code} (单位为 bps),初相位记为 ζ (单位为度);

[0028] 所述第二伪随机序列导航数据相加单元,用于将需要调制到正交部分的伪随机序

列（记为伪随机序列 Q）和导航数据（记为导航数据 Q）通过模二加组成一个序列，所述需要调制到正交部分的伪随机序列和导航数据为由 0 或者 1 组成的序列，该序列的速率等于 f_{code} （单位为 bps），相位为 $\zeta+90$ 度；

[0029] 所述第一副载波输入单元，用于输入副载波的同相部分（记为副载波 I），该部分为方波，频率等于 $f_{code}/2$ （单位为 Hz），初相位为 ζ 度；

[0030] 所述第二副载波输入单元，用于输入副载波的正交部分（记为副载波 Q），该部分为方波，频率等于 $f_{code}/2$ （单位为 Hz），初相为 $\zeta+180$ 度；

[0031] 所述多个模二加单元分别用于将所述副载波的同相部分与所述第一伪随机序列导航数据相加单元的输出生成信号 CI、将所述副载波的正交部分与所述第二伪随机序列导航数据相加单元的输出生成信号 CQ、将信号 CI 和 CQ 进行模二相加得到信号 CIQ；

[0032] 所述 MSK 或者 GMSK 调制器，用于对所述信号 CIQ 进行 MSK 或者 GMSK 调制，从而得到基带同相支路信号（I 支路信号）和基带正交支路信号（Q 支路信号）。

[0033] 其中，模二加单元的工作原理为：0 模二加 0 等于 0，1 模二加 1 等于 0，1 模二加 0 等于 1，0 模二加 1 等于 1，这在电路上等同于异或；如果将 0 变换为 1，将 1 变换为 -1，则等同于相乘。

[0034] 整个系统在工作前，需要保证伪随机序列 I 与导航数据 I 的和序列、伪随机序列 Q 与导航数据 Q 的和序列的产生时钟满足相差 90 度的相位关系，比如如图 2(a) 和 (b) 所示的 90 度相位关系，而副载波 I 和副载波 Q 也需满足相差 180 度的相位关系，比如如图 2(c) 和 (d) 所示的 180 度相位关系，这样所产生的信号 CI、信号 CQ、信号 CIQ、基带同相支路信号和基带正交支路信号的相位示意图如图 2(e)、(f)、(g)、(h)、(i) 所示。

[0035] 另外，如图 2 所示，本发明系统在工作时将在时钟的驱动下逐点输入各路数据，并逐点输出基带 I 支路和基带 Q 支路的信号，这两个支路信号在时域和输入的伪随机序列 + 导航数据有着严格的对应关系，因此几乎不丧失信号在捕获和跟踪时的相关特性。

[0036] 图 3 是本发明基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生方法流程图，如图 3 所示，所述基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生方法包括以下步骤：

[0037] 步骤 1，将需要调制到同相部分的伪随机序列和导航数据（伪随机序列 I 和导航数据 I）通过模二加组成一个序列，并与副载波的同相部分进行模二相加得到信号 CI；

[0038] 步骤 2，将需要调制到正交部分的伪随机序列和导航数据（伪随机序列 Q 和导航数据 Q）通过模二加组成一个序列，并与副载波的正交部分进行模二相加得到信号 CQ；

[0039] 步骤 3，将信号 CI 和 CQ 进行模二相加得到信号 CIQ；

[0040] 步骤 4，对所述信号 CIQ 进行 MSK 或者 GMSK 调制，从而得到基带同相支路信号（I 支路信号）和基带正交支路信号（Q 支路信号）。

[0041] 利用本发明上述基于 MSK 或者 GMSK 调制方式的卫星导航信号产生系统和方法所产生的卫星导航信号能够获得很好的幅频衰减特性和恒包络特性，而且可以使用 BPSK 卫星导航接收机进行接收，特别适合于 C 波段 5010 ~ 5030MHz 的卫星导航频段使用。

[0042] 图 4 和图 5 展示了基于 MSK 或者 GMSK 调制方式所产生的卫星导航信号的优良的频谱特性和恒包络特性。

[0043] 以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详

细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

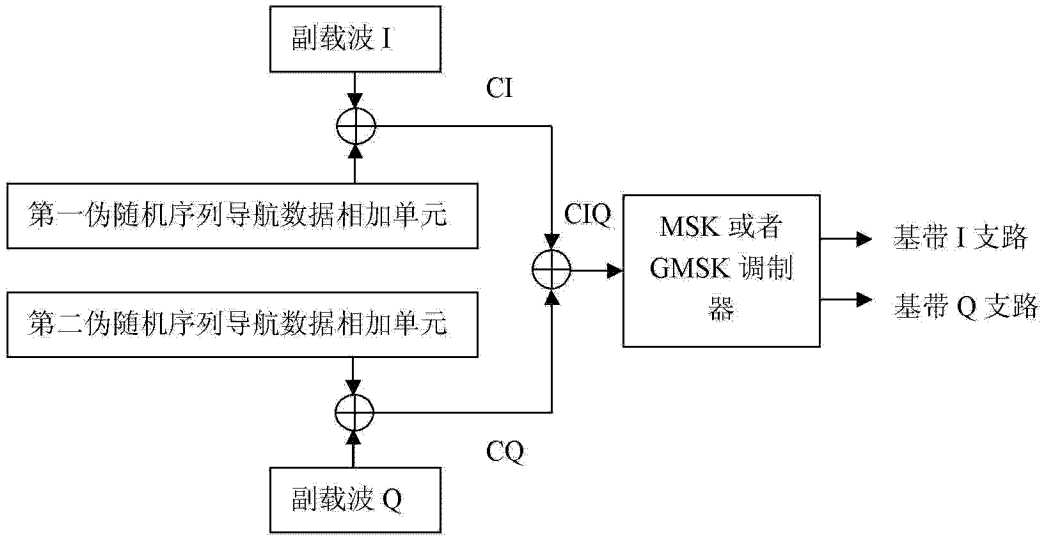
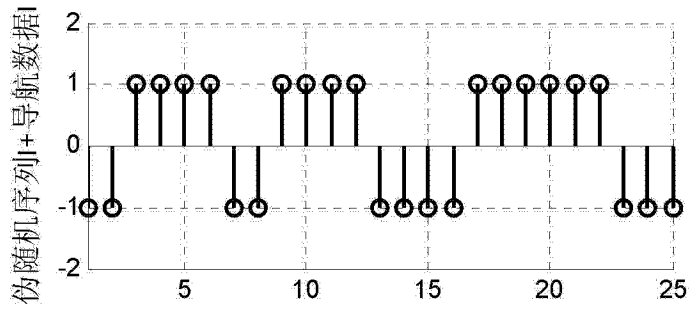
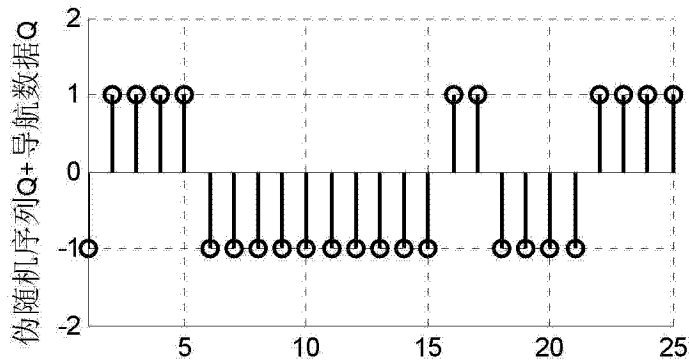


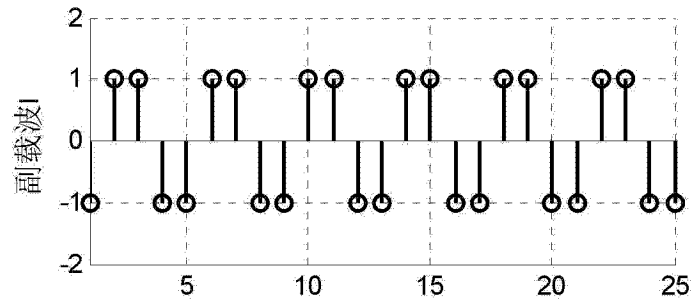
图 1



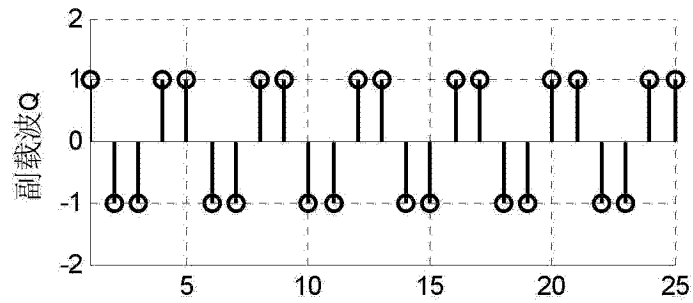
(a)



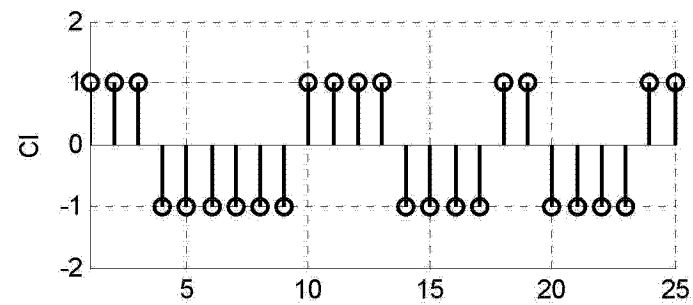
(b)



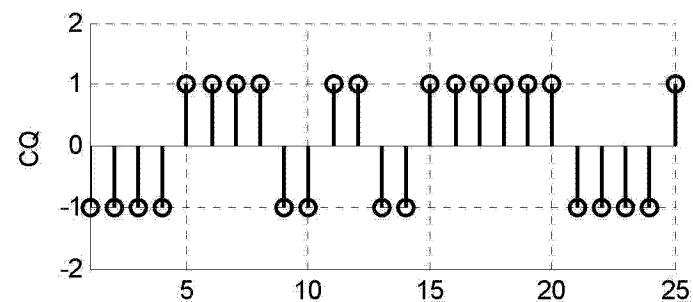
(c)



(d)



(e)



(f)

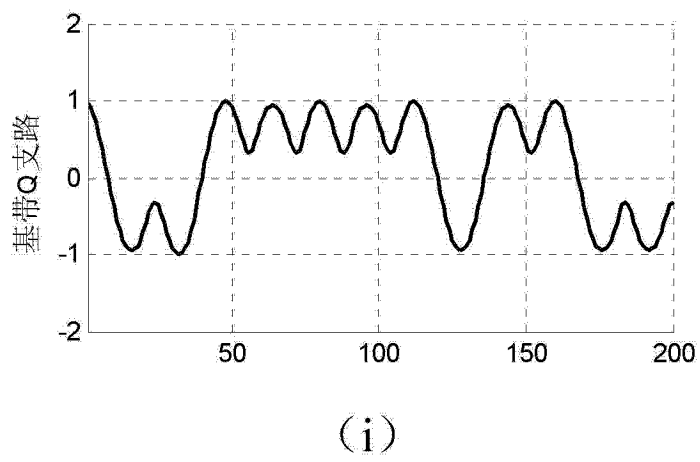
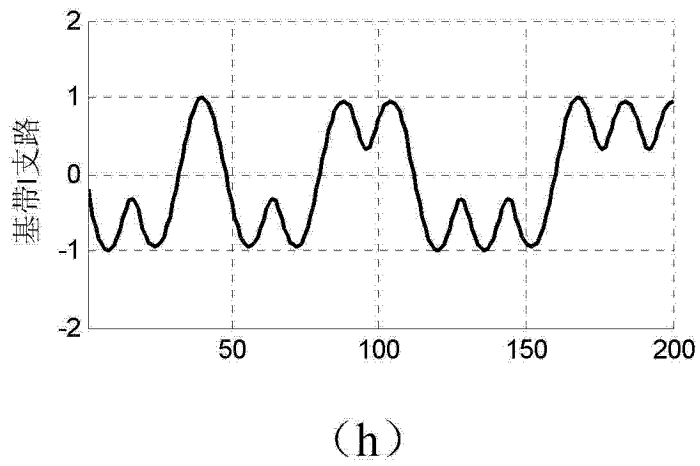
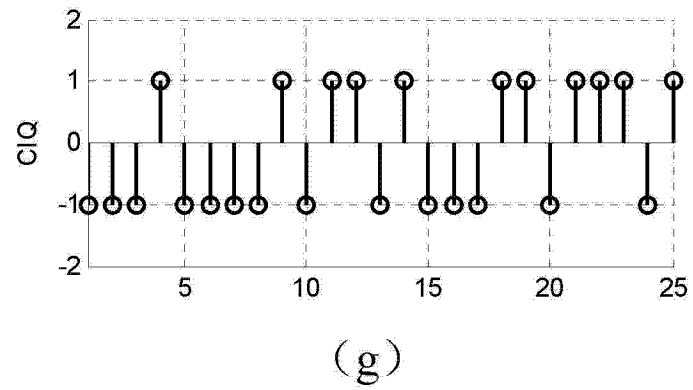


图 2

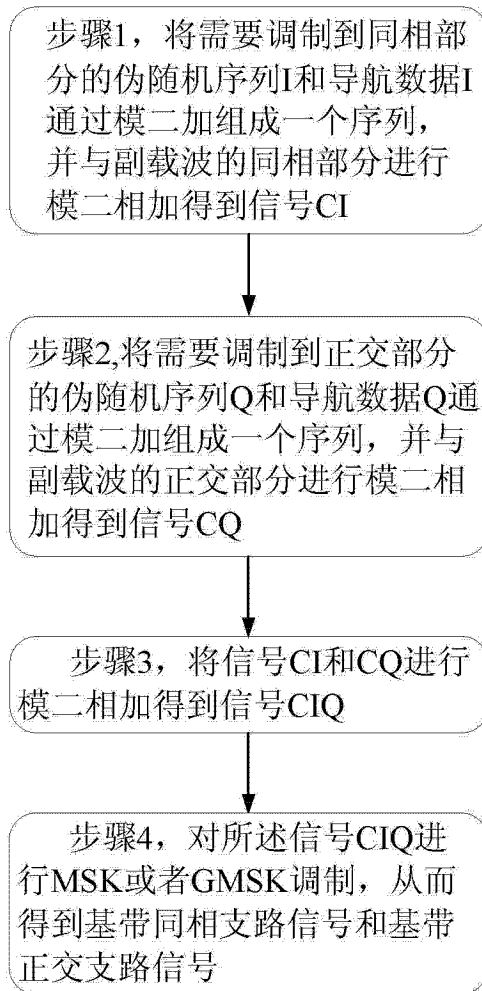


图 3

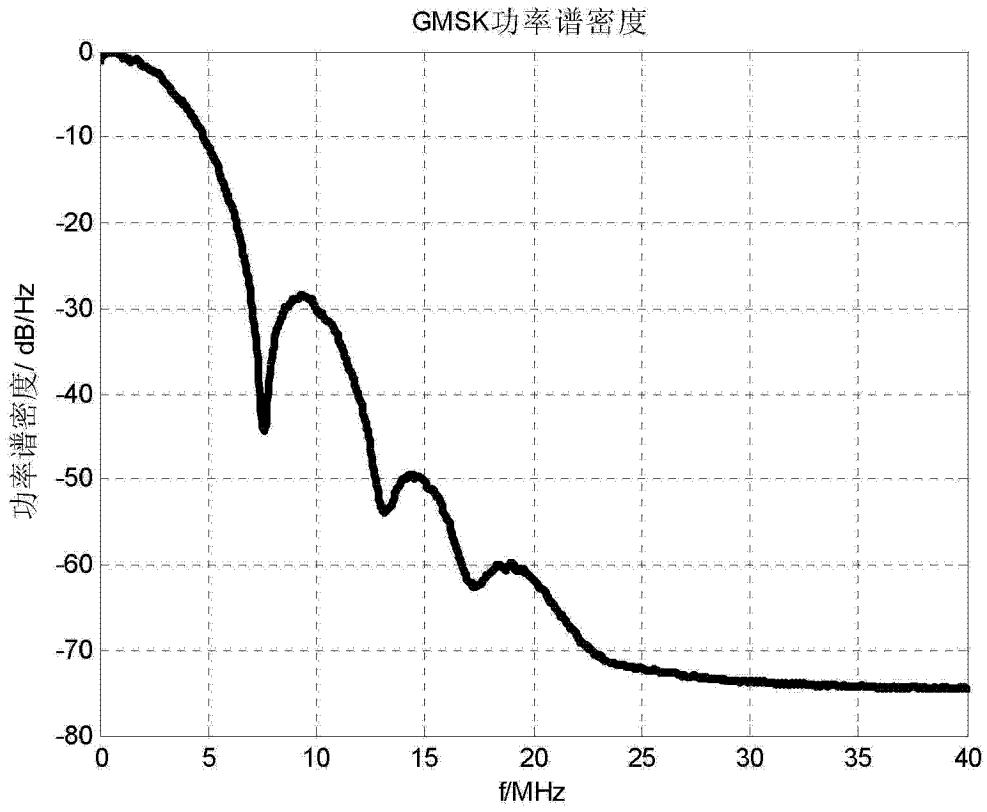


图 4

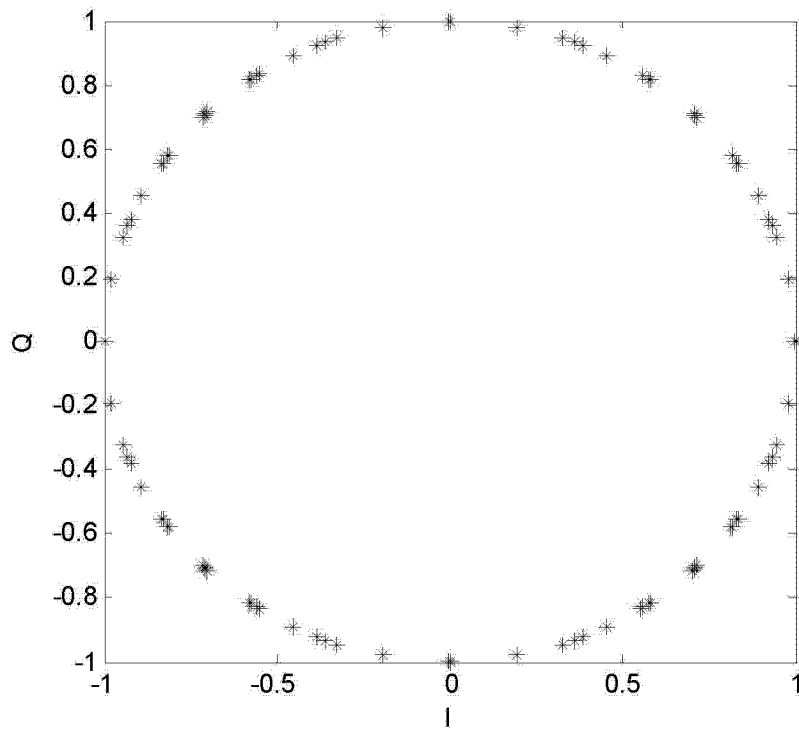


图 5