

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04K 1/04

H04K 3/00

## [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98101618.9

[45] 授权公告日 2000 年 10 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1057651C

[22] 申请日 1998.4.22 [24] 颁证日 2000.9.2

[21] 申请号 98101618.9

[73] 专利权人 电子工业部第五十四研究所

地址 050081 河北省石家庄市中山西路 589 号  
电子部第 54 所技术处

[72] 发明人 刘建华

[56] 参考文献

US 5568119 1996.10.22 G08B23/00

审查员 郭凤麟

[74] 专利代理机构 河北省科技专利事务所

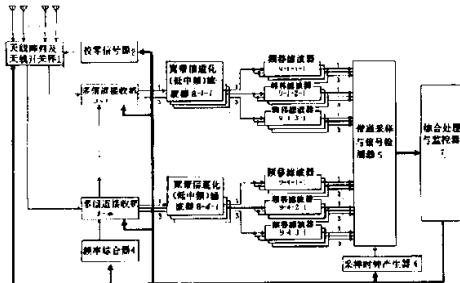
代理人 高锡明

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 基于一阶带通采样的 JTIDS 信号测向与解跳侦收方法

[57] 摘要

本发明公开了一种基于一阶带通采样的 JTIDS 信号测向与解跳侦收方法，根据 JTIDS 信号载频分布的特点，通过设计合适的低中频频率、移频路数及一阶带通采样频率，可以将不同时刻在不同载频上出现的信号频谱搬移到同一频谱位置，这样可以有效地实现 JTIDS 信号的测向与解跳侦收处理。依据该方法制造的 JTIDS 信号的测向与解跳侦收一体化系统具有设备简单、性能好、使用方便等特点，具有推广应用价值。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

1. 一种基于一阶带通采样的联合战术信息分发系统信号测向与解跳侦收方法,利用联合战术信息分发系统信号是时分多址,即每个时间段只有一个信息发布源工作,及跳频点是以3MHz为间隔在969至1008MHz,1052至1065MHz,1113至1206MHz三个频段上均匀分布这两个特征,并使用基于一阶带通采样的跳频信号测向与侦收方法,其特征在于:

- (1) 利用多路移频滤波及一阶带通采样对信号带宽为3.5MHz,信道间隔为3MHz的联合战术信息分发系统信号得到无混迭的同一低中频的信号;
- (2) 仅对联合战术信息分发系统信号测向时,仅接一路宽带低中频滤波器。

2. 根据权利要求1所述的基于一阶带通采样的联合战术信息分发系统信号测向与解跳侦收方法,其特征在于用一阶带通采样对信号带宽为3.5MHz,信道间隔为3MHz的联合战术信息分发系统信号得到无混迭的同一低中频的信号:

- (1) 根据联合战术信息分发系统信号的带宽、信道间隔设计频移滤波器的路数q;
- (2) 根据联合战术信息分发系统信号的带宽、信道间隔、频移滤波器路数,并按一阶带通采样的最佳采样频率选取公式设计不同载频的信号在低中频时的中心频率及采样率。

# 说 明 书

## 基于一阶带通采样的 JTIDS 信号测向与解跳侦收方法

本发明涉及通信侦察领域中的联合战术信息分发系统(简称 JTIDS)信号的测向与解跳侦收方法,特别适用于 JTIDS 信号的高精度测向与全部信息截获侦收。

JTIDS 是美军反电子对抗的通信系统,其特点是时分多址,跳扩结合,具有极强的抗截获、测向、干扰能力。

JTIDS 的跳频点是以 3MHz 为间隔在 969 至 1008MHz,1053M 至 1065MHz,1113 至 1206MHz 三个频段上均匀分布的共有 51 个跳频点。

JTIDS 信号驻留时间为 6.4 微秒,重复周期为 26 微秒,信号带宽约为 3.5MHz。

由于 JTIDS 信号具有极高的跳速,因此利用通常的测向方法难于对其测向,对其解跳侦收则更为困难。而由于其跳频间隔及信号带宽的关系,利用发明人在中国专利、专利号为 98101616.2 的《基于一阶带通采样的跳频信号测向与侦收方法》专利中提出的跳频信号的测向与侦收方法也不能对其测向和解跳侦收。

从目前来看,对 JTIDS 信号测向与解跳侦收较为有效的方法是利用信道化接收技术(需要对 51 个跳频点都连接有一个接收信道),但实现起来硬件极为复杂,成本很高。

本发明的目的在于避免上述背景技术中的不足之处而提供一种将 JTIDS 信号在不同载频上出现的频谱搬移到同一个低频上进行解跳处理,使 JTIDS 信号的全部信息都保留下来的基于一阶带通采样的 JTIDS 信号测向与解跳侦收方法。并本发明还具有与信道化相当的解跳侦收效

果,依据本发明方法实现的 JTIDS 信号一体化测向与解跳侦收系统具有设备组成简单、性能好、使用方便、成本低廉等特点。

本发明的目的是这样实现的,本发明的方法包括以下技术措施:

利用 JTIDS 信号是时分多址,即每个时间段只有一个信息发布源工作,及跳频点是以 3MHz 为间隔在 969 至 1008MHz,1052 至 1065MHz,1113 至 1206MHz 三个频段上均匀分布这两个特征,并使用基于一阶带通采样的跳频信号测向与侦收方法。

本发明的方法还包括技术措施步骤:

- (1) 利用多路频移滤波及一阶带通采样对信号带宽为 3.5MHz,信道间隔为 3MHz 的 JTIDS 信号得到无混迭的同一低中频的信号;
- (2) 仅对 JTIDS 信号测向时,去掉宽带信道化滤波器及频移滤波器,仅接一路宽带低中频滤波器。

本发明的目的还可以通过以下技术措施达到:

用一阶带通采样对信号带宽为 3.5MHz,信道间隔为 3MHz 的 JTIDS 的信号得到无混迭的同一低中频的信号的技术措施步骤:

- (1) 根据 JTIDS 信号的带宽、信道间隔设计频移滤波器的路数 q;
- (2) 根据 JTIDS 信号的带宽、信道间隔、频移滤波器路数,并按一阶带通采样的最佳采样频率选取公式设计不同载频的信号在低中频时的中心频率及采样率。

本发明相比背景技术有如下优点:

- (1) 本发明仅在常规的测向设备(阵列测向设备)中增加宽带低中频信道化滤波器及频移滤波器,即可基于一阶带通采样实现 JTIDS 信号的一体化测向与解跳侦收,因此制作简单、成本低廉。
- (2) 本发明可以实现对 JTIDS 信号每一跳的全信号信息截获,其效果与实现复杂、成本高的信道化设备相当,因此性能好。
- (3) 本发明及基于本发明的设备均使用方便,具有推广应用价值。

以下结合附图和实施例对本发明作进一步详细描述。

图 1 和图 2 分别是本发明的二种实施例的电原理方框图。

参照图 1, 本发明的实施例图 1 由天线阵列及天线开关阵 1、校零信号源 2、多信道接收机 3、频率综合器 4、带通采样与信号检测器 5、采样时钟产生器 6、综合处理与监控器 7、宽带信道化(低中频)滤波器 8、频移滤波器 9 组成。其中实施例多信道接收机 3 由 4 个并接的多信道接收机 3-1 至 3-4 构成, 每个多信道接收机 3-1 至 3-4 连接 3 个分别覆盖 JTIDS 信号三个频段的宽带信道化滤波器 8-1-1、8-1-2、8-1-3 至 8-4-1、8-4-2、8-4-3, 每个宽带信道化滤波器 8-1-1, 8-1-2, 8-1-3 至 8-4-1, 8-4-2, 8-4-3 分别连接 3 个频移滤波器 9-1-1-1、9-1-1-2、9-1-1-3 至 9-4-3-1、9-4-3-2、9-4-3-3, 这些频移滤波器 9 的输出均接至带通采样与信号检测器 5。

参照图 2, 本发明的实施例图 2 的组成是从实施例图 1 的组成简化来的。设备的组成其中去掉了频移滤波器 9, 且每个多信道接收机 3-1 至 3-4 的后级只连接一个带宽为 20MHz 的宽带低中频滤波器 8。实施例图 2 只用于对 JTIDS 信号的测向。

根据发明人在中国专利、专利号为 98101616.2 的《基于一阶带通采样的跳频信号测向与侦收方法》专利中介绍的方法, 实现本发明方法的原理如下: 根据 JTIDS 信号频率点出现的二个特征, 对用于普通跳频信号测向与侦收的信道组成及频谱的搬移进行改进, 然后利用中国专利、专利号为 98101616.2 中的采样频率设计方法设计采样频率, 并采样, 再进行信息处理。

详细方法如下: 假设带通信号的中心频率为  $\omega_c$ , 带宽为  $2\omega_B$ , 则在  $[0, \omega_c - \omega_B]$  内最多可以放置

$$m = \left\lfloor \frac{\omega_c - \omega_B}{4\omega_B} \right\rfloor \quad (1)$$

个信号正频谱, 其中  $\lfloor X \rfloor$  表示不超过  $X$  的最大整数, 当选取频率搬移系数

$n$  满足  $0 \leq n \leq m$  时, 可得最佳采样频率  $\omega_0$  为

$$\omega_0 = \frac{4\omega_c}{4n + 1}。 \quad (2)$$

设计时考虑一阶带通采样的反问题, 即如何确定各信号的中心频率, 才能由一个相同的采样频率把不同中心频率上出现的信号都搬到同一个频率。由式(2)可知, 选择中心频率

$$\omega_c = (n + \frac{1}{4})\omega_0 \quad (3)$$

即可。由于 JTIDS 信号的带宽为  $3.5\text{MHz}$ , 信道间隔为  $3\text{MHz}$ , 因此不存在一个  $\omega_0$ , 使得利用一路采样即得到无混迭的同一低中频信号输出, 并满足(3)式。为了既满足(3)式, 又保证无采样混迭, 则进行如下改进。具体方法是在每个宽带信道化滤波器 8 后使用相同的  $q$  个频移滤波器 9, 通过使用频率综合器 4 输出不同的本振频率对 JTIDS 信号进行移频, 使同一个信号在这  $q$  个频移滤波器 9 的输出信号频率依次低  $3\text{MHz}$ , 然后利用最佳采样频率  $3q\text{MHz}$  分别对  $q$  个频移滤波器 9 的输出信号采样, 这样可以保证在  $q$  路采样信号中必有一路输出是无混迭的。

实施例图 1 中根据信号带宽为  $3.5\text{MHz}$ , 信道间隔为  $3\text{MHz}$  选取  $q=3$ , 此时最佳带通采样频率为  $\omega_0=9\text{MHz}$ , 由式(3)知, 无混迭的一路信号的中心频率应为  $2.25\text{MHz}$ 、 $11.25\text{MHz}$ 、 $20.25\text{MHz}$ …, 此时采样后的信号被搬到中心频率为  $2.25\text{MHz}$  的低频上。由于实施例图 1 可以得到一路无混迭的信号, 而 JTIDS 信号是时分工作的, 每个时间段只有一个信号, 因此测向处理可以使用传统的干涉仪处理方法或时差方法, 实施例使用现代的阵列测向方法。为了得到具有较高信噪比的解跳侦察信号, 需要利用实现较为简单的无约束波束形成方法。

实施例图 2 中由于没有采取移频措施, 不能保证得到无混迭的信号, 因此测向处理实施例使用具有多信号处理能力的阵列测向方法。

本发明实施例图 1 与例图 2 中天线阵列及天线开关阵 1 用 4 个位于空间不同位置的天线阵元对空间传播的 JTIDS 信号进行接收,输入到多信道接收机 3,多信道接收机 3 对信号变频与放大后送至宽带信道化滤波器 8 及频移滤波器 9(在实施例图 2 中没有频移滤波器 9),经滤波后输入带通采样与信号检测器 5 中,用一阶带通采样搬移到同一低频,并检测出无混迭的那一路信号。

校零信号源 2 其作用是产生所需的测向频率上的校准信号,通过天线阵列及天线开关阵 1 选择输入到多信道接收机 3 的各个信道,以校准信道的幅度和相位不一致性。频率综合器 4 用于提供多信道接收机 3 的本振源频率信号,为了便于信道数目的扩展,本振源信号采用分路串接的方式,即第 N—1 个信道的本振源信号是由第 N 个信道的本振信号提供,并使宽带信道化滤波器 8 覆盖相应的跳频带宽。

实施例中宽带信道化滤波器 8 的作用是分频段覆盖整个跳频带宽,使得既能获取全部的跳频点,又能降低干扰和噪声对测向与侦收的影响。频移滤波器 9 的作用是得到一路无混迭的信号用于解跳侦收。

带通采样与信号检测器 5 的作用是对相应的频移滤波器 9 的输出进行带通采样,并检测出无混迭的那一路信号。采样时钟产生器 6 的作用是根据系统的需要,产生所需的采样时钟信号。经带通采样与信号检测器 5 处理的结果,输入至综合处理与监控器 7 进行测向处理,并形成数字波束,对 JTIDS 信号进行解跳侦收处理,该单元还用于整个设备的监控和 AGC 的设置。

实施例图 2 中的宽带低中频滤波器 8 用于抑制干扰和噪声对测向的影响,并保证有一定的 JTIDS 信号落入处理带宽内。

# 说 明 书

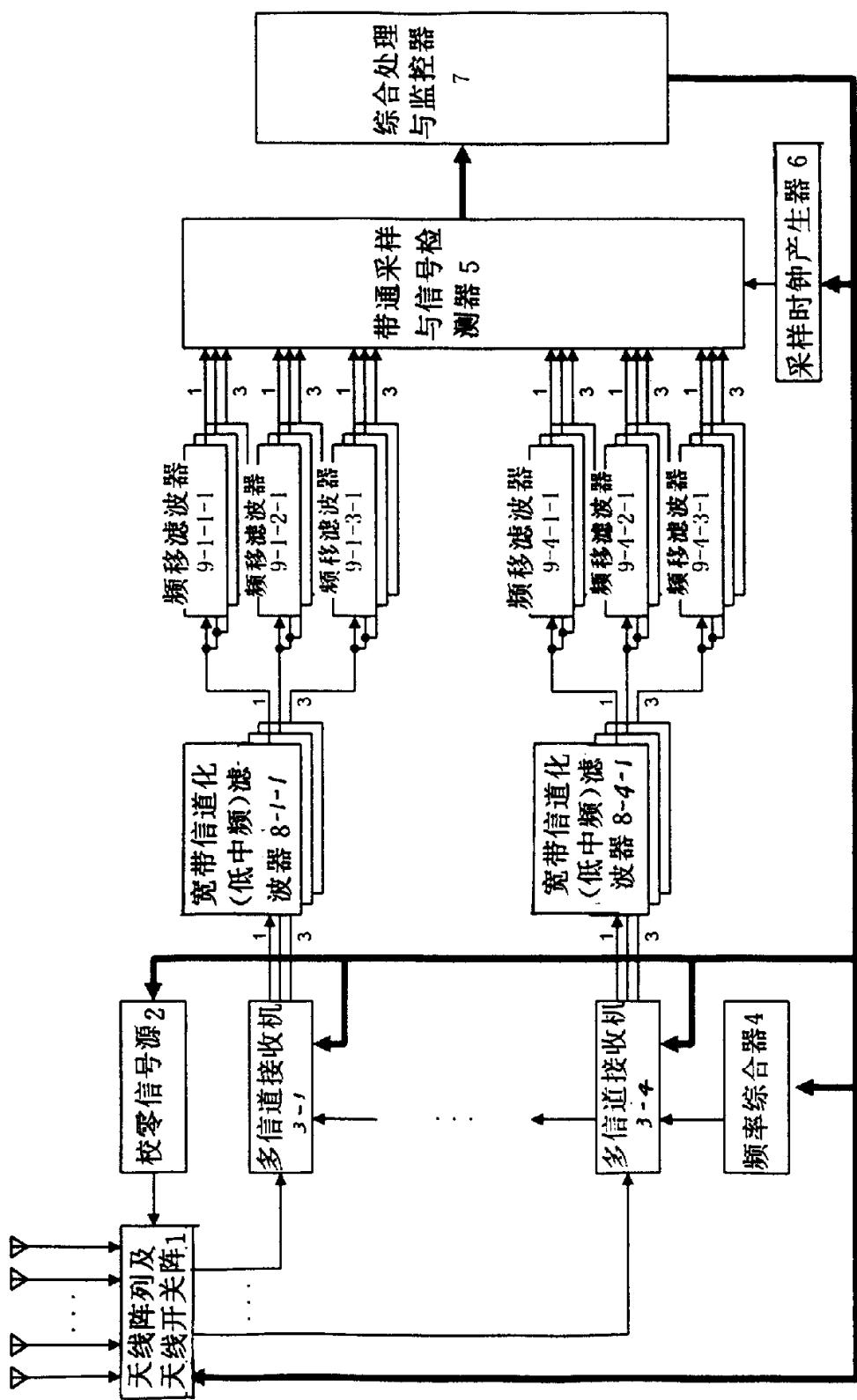


图 1

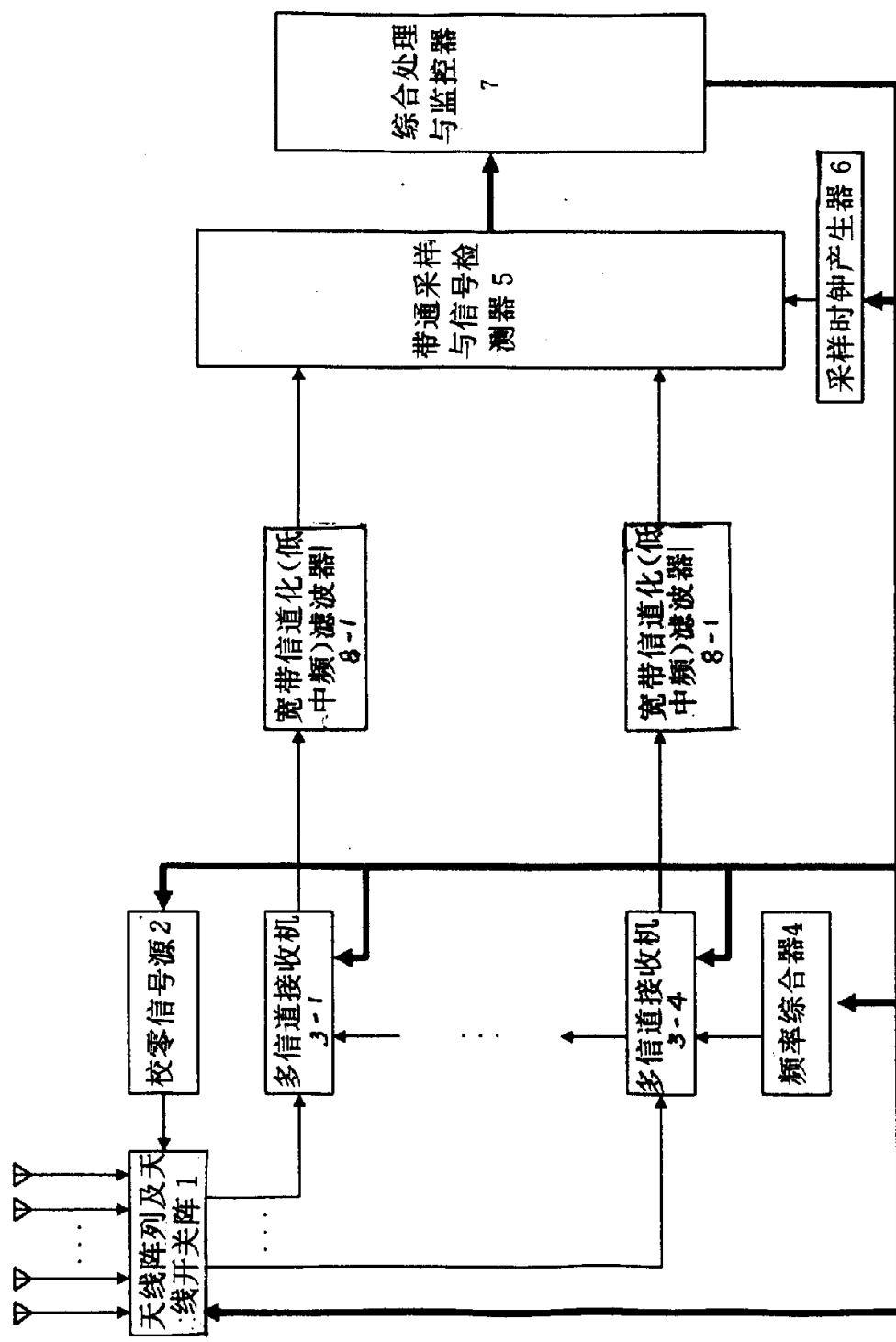


图 2