



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105629269 B

(45)授权公告日 2018.03.23

(21)申请号 201410641821.3

CN 101464507 A,2009.06.24,

(22)申请日 2014.11.06

US 2005/0012664 A1,2005.01.20,

(65)同一申请的已公布的文献号

张军等.ALTBOC信号跟踪性能研究.《全球定位系统》.2012,第37卷(第5期),

申请公布号 CN 105629269 A

Jiawei Ren et al..Unambiguous

(43)申请公布日 2016.06.01

Tracking Method for Alternative Binary Offset Carrier Modulated Signals Based on Dual Estimate Loop.《IEEE COMMUNICATIONS LETTERS》.2012,第16卷(第11期),

(73)专利权人 航天恒星科技有限公司

地址 100086 北京市海淀区知春路82号

任嘉伟等.ALTBOC无模糊双重估计跟踪环路设计.《华中科技大学学报(自然科学版)》.2013,第41卷(第7期),

(72)发明人 张爽娜 王璐 付博 朱静 任奇

王猛 李东俊

(74)专利代理机构 北京智为时代知识产权代理

事务所(普通合伙) 11498

代理人 王加岭 杨静

Nagaraj C Shivaramaiah et al..A Novel Extended Tracking Range DLL for AltBOC Signals.《2009 IEEE 70th Vehicular Technology Conference Fall (VTC 2009-Fall)》.2010,

(51)Int.Cl.

G01S 19/30(2010.01)

审查员 田晓敏

(56)对比文件

CA 2653326 C,2013.12.10,

CN 103439719 A,2013.12.11,

CN 101242195 A,2008.08.13,

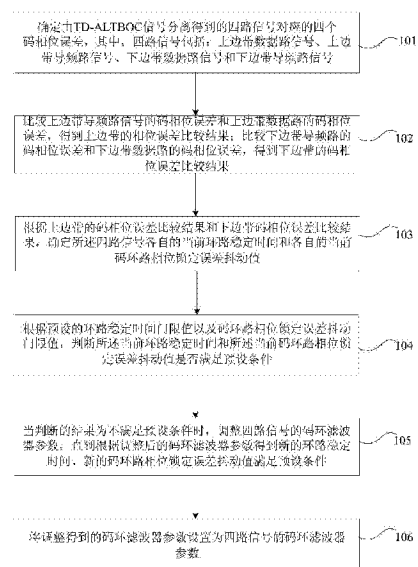
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

TD-ALTBOC信号的跟踪方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种TD-ALTBOC信号的跟踪方法及装置,其中,该方法根据TD-ALTBOC信号的特性,采用对上下边带共四个通道分别建立伪码跟踪环路,并对各个通道的跟踪效果进行判决,将四通道的跟踪结果进行比较,可以得到环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动值,根据环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动值查询码跟踪环路带宽预置表得到跟踪环路的优化参数,反馈到码环滤波器,从而实现智能化跟踪。



1. 一种TD-ALTB OC信号的跟踪方法,其特征在于,包括:

确定由TD-ALTB OC信号分离得到的四路信号对应的四个码相位误差,其中,所述四路信号包括:上边带数据路信号、上边带导频路信号、下边带数据路信号和下边带导频路信号;

比较上边带导频路信号的码相位误差和上边带数据路的码相位误差,得到上边带的相位误差比较结果;比较下边带导频路的码相位误差和下边带数据路的码相位误差,得到下边带的码相位误差比较结果;

根据上边带的码相位误差比较结果和下边带码相位误差比较结果,确定所述四路信号各自的当前环路稳定时间和各自的当前码环路相位锁定误差抖动值;

根据预设的环路稳定时间门限值以及码环路相位锁定误差抖动门限值,判断所述当前环路稳定时间和所述当前码环路相位锁定误差抖动值是否满足预设条件;

当判断的结果为不满足所述预设条件时,调整所述四路信号的码环滤波器参数,直到根据调整后的码环滤波器参数得到新的环路稳定时间、新的码环路相位锁定误差抖动值满足所述预设条件;

将调整得到的码环滤波器参数设置为所述四路信号的码环滤波器参数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述预设条件包括:所述当前的环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值,以及所述当前的码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

每次调整所述四路信号的码环滤波器参数时,累计得到当前调整次数;

在调整所述四路信号的码环滤波器参数之前,判断当前调整次数是否大于预设最大次数;

如果大于所述预设最大次数,则停止调整,并提示跟踪环故障。

4. 一种TD-ALTB OC信号的跟踪装置,其特征在于,包括:

第一确定模块,用于确定由TD-ALTB OC信号分离得到的四路信号对应的四个码相位误差,其中,所述四路信号包括:上边带数据路信号、上边带导频路信号、下边带数据路信号和下边带导频路信号;

比较模块,用于比较上边带导频路信号的码相位误差和上边带数据路的码相位误差,得到上边带的相位误差比较结果;比较下边带导频路的码相位误差和下边带数据路的码相位误差,得到下边带的码相位误差比较结果;

第二确定模块,用于根据上边带的码相位误差比较结果和下边带码相位误差比较结果,确定所述四路信号各自的当前环路稳定时间和各自的当前码环路相位锁定误差抖动值;

判断模块,用于根据预设的环路稳定时间门限值以及码环路相位锁定误差抖动门限值,判断所述当前环路稳定时间和所述当前码环路相位锁定误差抖动值是否满足预设条件;

调整模块,用于当判断的结果为不满足所述预设条件时,调整所述四路信号的码环滤波器参数,直到根据调整后的码环滤波器参数得到新的环路稳定时间、新的码环路相位锁定误差抖动值满足所述预设条件;

设置模块,用于将调整得到的码环滤波器参数设置为所述四路信号的码环滤波器参

数。

5. 根据权利要求4所述的装置,其特征在于,所述预设条件包括:所述当前的环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值,以及所述当前的码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值。

TD-ALTB0C信号的跟踪方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理领域,具体而言,涉及一种TD-ALTB0C信号的跟踪方法及装置。

背景技术

[0002] 北斗二代二期系统拟采用时分-交替二进制偏移载波(Time Division Alternate Binary Offset Carrier,简称为TD-ALTB0C)数据调制方式进行导航信号传输。与传统二进制相移键控(Binary Phase Shift Keying,简称为BPSK)调制方式相比,TD-ALTB0C信号具有双边带的特点,同时其上下边带的关联性,可以同时用两套跟踪环路参数进行处理,从而增强跟踪环路对用户动态的适应性。

[0003] TD-ALTB0C调制方式是用一个复矩形载波信号与基带信号相乘,把信号的频谱搬到频率高的一边,或者搬到频率低的一边。TD-ALTB0C中的频谱可以分为两部分,高频部分TD-ALTB0Ch和TD-ALTB0Cl,当两部分信号被用户接收机单独接收时,TD-ALTB0Ch,TD-ALTB0Cl可以看成不同载波频率的两个分开的BPSK(10)信号。每个BPSK(10)信号由相应的数据分量和导频分量时分复用形成。

[0004] 针对于TD-ALTB0C信号体制的卫星导航接收机,与传统BPSK信号接收机相比,其双边带特性能够支持2组跟踪参数的试运行,从而实现参数优化。目前针对TD-ALTB0C信号的跟踪方法可参考文献2012年12月电光与控制《AltB0C(15,10)信号合成相关函数的无模糊跟踪方法》。

[0005] 上述文献中针对TD-ALTB0C信号的跟踪通过构造新的自相关函数来解决信号跟踪的多峰问题,但算法造成处理复杂度的增加。此外,由于跟踪算法的实时性变差,使得跟踪环路无法适应动态下的信号跟踪。此外,在文献中未提及采用多个通道对TD-ALTB0C信号跟踪方法时,多通道之间的互相辅助问题。最后,相关技术中的文献均未涉及对跟踪效果的判决,因此不能够实现智能化的信号跟踪。

[0006] 针对相关技术中TD-ALTB0C信号的跟踪方法复杂、不智能的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0007] 针对相关技术中TD-ALTB0C信号的跟踪方法复杂、不智能的问题,本发明提供了一种TD-ALTB0C信号的跟踪方法及装置,以至少解决上述问题。

[0008] 根据本发明的一个方面,提供了一种TD-ALTB0C信号的跟踪方法,包括:

[0009] 确定由TD-ALTB0C信号分离得到的四路信号对应的四个码相位误差,其中,所述四路信号包括:上边带数据路信号、上边带导频路信号、下边带数据路信号和下边带导频路信号;

[0010] 比较上边带导频路信号的码相位误差和上边带数据路的码相位误差,得到上边带的相位误差比较结果;比较下边带导频路的码相位误差和下边带数据路的码相位误差,得

到下边带的码相位误差比较结果；

[0011] 根据上边带的码相位误差比较结果和下边带码相位误差比较结果，确定所述四路信号各自的当前环路稳定时间和各自的当前码环路相位锁定误差抖动值；

[0012] 根据预设的环路稳定时间门限值以及码环路相位锁定误差抖动门限值，判断所述当前环路稳定时间和所述当前码环路相位锁定误差抖动值是否满足预设条件；

[0013] 当判断的结果为不满足所述预设条件时，调整所述四路信号的码环滤波器参数，直到根据调整后的码环滤波器参数得到新的环路稳定时间、新的码环路相位锁定误差抖动值满足所述预设条件；

[0014] 将调整得到的码环滤波器参数设置为所述四路信号的码环滤波器参数。

[0015] 可选地，所述预设条件包括：所述当前的环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值，以及所述当前的码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值。

[0016] 可选地，调整所述四路信号对应的码环滤波器参数，包括以下至少之一：

[0017] 当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时，选择所述当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值的一路信号对应的码环滤波器参数作为所述四路信号对应的码环滤波器参数；

[0018] 当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值大于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时，以当前码环路相位锁定误差抖动值最小的一路信号对应的码环滤波器参数为基准，按照预设步长调整所述基准，得到所述四路信号对应的码环滤波器参数，其中，所述四路信号对应的预设步长不同；

[0019] 当四个所述当前环路稳定时间中不存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值时，按照预设码环滤波器参数配置表重置所述四路信号对应的码环滤波器参数，其中，所述预设码环滤波器参数配置表中预先设置有多组码环滤波器参数，每组码环滤波器参数包括四个不同的参数值。

[0020] 可选地，所述预设码环滤波器参数配置表为分组网格式。

[0021] 可选地，选择所述当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值的一路信号对应的码环滤波器参数作为所述四路信号对应的码环滤波器参数，包括：

[0022] 选择所述当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值的各路信号中，当前码环路相位锁定误差抖动值最小的一路信号对应的码环滤波器参数，作为所述四路信号对应的码环滤波器参数。

[0023] 可选地，上述方法还包括：

[0024] 每次调整所述四路信号的码环滤波器参数时，累计得到当前调整次数；

[0025] 在调整所述四路信号的码环滤波器参数之前，判断当前调整次数是否大于预设最大次数；

[0026] 如果大于所述预设最大次数,则停止调整,并提示跟踪环故障。

[0027] 根据本发明的另一个方面,提供了一种TD-ALTB OC信号的跟踪装置,包括:

[0028] 第一确定模块,用于确定由TD-ALTB OC信号分离得到的四路信号对应的四个码相位误差,其中,所述四路信号包括:上边带数据路信号、上边带导频路信号、下边带数据路信号和下边带导频路信号;

[0029] 比较模块,用于比较上边带导频路信号的码相位误差和上边带数据路的码相位误差,得到上边带的相位误差比较结果;比较下边带导频路的码相位误差和下边带数据路的码相位误差,得到下边带的码相位误差比较结果;

[0030] 第二确定模块,用于根据上边带的码相位误差比较结果和下边带码相位误差比较结果,确定所述四路信号各自的当前环路稳定时间和各自的当前码环路相位锁定误差抖动值;

[0031] 判断模块,用于根据预设的环路稳定时间门限值以及码环路相位锁定误差抖动门限值,判断所述当前环路稳定时间和所述当前码环路相位锁定误差抖动值是否满足预设条件;

[0032] 调整模块,用于当判断的结果为不满足所述预设条件时,调整所述四路信号的码环滤波器参数,直到根据调整后的码环滤波器参数得到新的环路稳定时间、新的码环路相位锁定误差抖动值满足所述预设条件;

[0033] 设置模块,用于将调整得到的码环滤波器参数设置为所述四路信号的码环滤波器参数。

[0034] 可选地,所述预设条件包括:所述当前的环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值,以及所述当前的码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值。

[0035] 可选地,所述调整模块包括以下至少之一:

[0036] 第一调整单元,用于当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时,选择所述当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值的一路信号对应的码环滤波器参数作为所述四路信号对应的码环滤波器参数;

[0037] 第二调整单元,用于当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值大于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时,以当前码环路相位锁定误差抖动值最小的一路信号对应的码环滤波器参数为基准,按照预设步长调整所述基准,得到所述四路信号对应的码环滤波器参数,其中,所述四路信号对应的预设步长不同;

[0038] 第二调整单元,用于当四个所述当前环路稳定时间中不存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值时,按照预设码环滤波器参数配置表重置所述四路信号对应的码环滤波器参数,其中,所述预设码环滤波器参数配置表中预先设置有多组码环滤波器参数,每组码环滤波器参数包括四个不同的参数值。

[0039] 通过本发明,对接收信号的上、下边带分别进行滤波,对2个通道的导频信号路与

数据信号路分别进行处理,从而增加了同一时刻信号跟踪的可试验参数量,增加了环路优选的备选方案,提高了优化效率;对于不同通道的伪码环路跟踪效果采用了环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动相结合的方式对伪码环路参数进行优化,避免了调整过度现象,使得环路调整更加智能化;对两个通道的伪码相位误差输出结果进行比对,从而确定伪码相位误差收敛时间及收敛值,双通道的比对缩短了利用单一通道跟踪效果判断的时间,提高了效率。

附图说明

[0040] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0041] 图1是根据发明实施例的TD-ALTB OC信号的跟踪方法的流程图;

[0042] 图2是根据本发明实施例的TD-ALTB OC信号的跟踪装置的结构框图;

[0043] 图3是根据本发明实施例的TD-ALTB OC信号的跟踪方法的示意图;

[0044] 图4是根据本发明实施例的上边带伪码跟踪的示意图;

[0045] 图5是根据本发明实施例的跟踪性能判决的实现示意图;以及

[0046] 图6是根据本发明实施例的伪码跟踪环路带宽预置表的结构图。

具体实施方式

[0047] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0048] 图1是根据发明实施例的TD-ALTB OC信号的跟踪方法的流程图,如图1所示,该方法包括把步骤101至步骤106。

[0049] 步骤101,确定由TD-ALTB OC信号分离得到的四路信号对应的四个码相位误差,其中,所述四路信号包括:上边带数据路信号、上边带导频路信号、下边带数据路信号和下边带导频路信号。

[0050] 步骤102,比较上边带导频路信号的码相位误差和上边带数据路的码相位误差,得到上边带的相位误差比较结果;比较下边带导频路的码相位误差和下边带数据路的码相位误差,得到下边带的码相位误差比较结果。

[0051] 步骤103,根据上边带的码相位误差比较结果和下边带码相位误差比较结果,确定所述四路信号各自的当前环路稳定时间和各自的当前码环路相位锁定误差抖动值。

[0052] 步骤104,根据预设的环路稳定时间门限值以及码环路相位锁定误差抖动门限值,判断所述当前环路稳定时间和所述当前码环路相位锁定误差抖动值是否满足预设条件。

[0053] 步骤105,当判断的结果为不满足所述预设条件时,调整所述四路信号的码环滤波器参数,直到根据调整后的码环滤波器参数得到新的环路稳定时间、新的码环路相位锁定误差抖动值满足所述预设条件。

[0054] 步骤106,将调整得到的码环滤波器参数设置为所述四路信号的码环滤波器参数。

[0055] 在本发明实施例的一个可选实施方式中,上述预设条件包括:当前的环路稳定时间小于等于预设的环路稳定时间门限值,以及当前的码环路相位锁定误差抖动值小于等于预设的码环路相位锁定误差抖动门限值。

[0056] 可选地,上述步骤105中调整所述四路信号对应的码环滤波器参数,可以包括以下至少之一:

[0057] (1)当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时,选择所述当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值的一路信号对应的码环滤波器参数作为所述四路信号对应的码环滤波器参数。

[0058] (2)当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值大于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时,以当前码环路相位锁定误差抖动值最小的一路信号对应的码环滤波器参数为基准,按照预设步长调整所述基准,得到所述四路信号对应的码环滤波器参数,其中,所述四路信号对应的预设步长不同。

[0059] (3)当四个所述当前环路稳定时间中不存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值时,按照预设码环滤波器参数配置表重置所述四路信号对应的码环滤波器参数,其中,所述预设码环滤波器参数配置表中预先设置有多组码环滤波器参数,每组码环滤波器参数包括四个不同的参数值。

[0060] 在本发明实施例中,上述(3)对的预设码环滤波器参数配置表为分组网格式。对于环路带宽范围内采用分组网格式的预置表查询方法进行环路参数的重置优化,可以缩短优化响应时间,从而提高环路在动态情况下的适应性。

[0061] 在本发明实施例中,可选地,上述(1)中选择所述当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值的多路信号中,当前码环路相位锁定误差抖动值最小的一路信号对应的码环滤波器参数,作为所述四路信号对应的码环滤波器参数。

[0062] 在本发明实施例的一个实施方式中,上述方法还可以包括:每次调整四路信号的码环滤波器参数时,累计得到当前调整次数;在调整所述四路信号的码环滤波器参数之前,判断当前调整次数是否大于预设最大次数;如果大于所述预设最大次数,则停止调整,并提示跟踪环故障。

[0063] 图2是根据本发明实施例的TD-ALTB0C信号的跟踪装置的结构框图,如图2所示,该装置包括:

[0064] 第一确定模块210,用于确定由TD-ALTB0C信号分离得到的四路信号对应的四个码相位误差,其中,所述四路信号包括:上边带数据路信号、上边带导频路信号、下边带数据路信号和下边带导频路信号;

[0065] 比较模块220,与第一确定模块210相连接,用于比较上边带导频路信号的码相位误差和上边带数据路的码相位误差,得到上边带的相位误差比较结果;比较下边带导频路的码相位误差和下边带数据路的码相位误差,得到下边带的码相位误差比较结果;

[0066] 第二确定模块230,与比较模块220相连接,用于根据上边带的码相位误差比较结果和下边带码相位误差比较结果,确定所述四路信号各自的当前环路稳定时间和各自的当前码环路相位锁定误差抖动值;

[0067] 判断模块240,与第二确定模块230相连接,用于根据预设的环路稳定时间门限值以及码环路相位锁定误差抖动门限值,判断所述当前环路稳定时间和所述当前码环路相位锁定误差抖动值是否满足预设条件;

[0068] 调整模块250,与判断模块240相连接,用于当判断的结果为不满足所述预设条件时,调整所述四路信号的码环滤波器参数,直到根据调整后的码环滤波器参数得到新的环路稳定时间、新的码环路相位锁定误差抖动值满足所述预设条件;

[0069] 设置模块260,与调整模块相连接,用于将调整得到的码环滤波器参数设置为所述四路信号的码环滤波器参数。

[0070] 在本发明实施例的一个可选实施方式中,上述预设条件可以包括:、当前的环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值,以及所述当前的码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值。

[0071] 可选地,上述调整模块250可以包括以下至少之一:

[0072] 第一调整单元,用于当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时,选择所述当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值小于等于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值的一路信号对应的码环滤波器参数作为所述四路信号对应的码环滤波器参数;

[0073] 第二调整单元,用于当四个所述当前环路稳定时间中存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值、且所述当前码环路相位锁定误差抖动值大于所述预设的码环路相位锁定误差抖动门限值时,以当前码环路相位锁定误差抖动值最小的一路信号对应的码环滤波器参数为基准,按照预设步长调整所述基准,得到所述四路信号对应的码环滤波器参数,其中,所述四路信号对应的预设步长不同;

[0074] 第二调整单元,用于当四个所述当前环路稳定时间中不存在当前环路稳定时间小于等于所述预设的环路稳定时间门限值时,按照预设码环滤波器参数配置表重置所述四路信号对应的码环滤波器参数,其中,所述预设码环滤波器参数配置表中预先设置有多组码环滤波器参数,每组码环滤波器参数包括四个不同的参数值。

[0075] 与本发明实施例上述方法对应的部分,可以参见如图1的描述,在此不再赘述。

[0076] 下面对本发明实施例的可选实施方式进行描述。

[0077] 根据TD-ALTB OC信号的特性,采用对上下边带共四个通道分别建立伪码跟踪环路,并对各个通道的跟踪效果进行判决,将四通道的跟踪结果进行比较,可以得到环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动值,根据环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动值查询码跟踪环路带宽预置表得到跟踪环路的优化参数,反馈到码环滤波器,从而实现智能化跟踪。

[0078] 在本发明实施例的一个可选实施例中,TD-ALTB OC信号的跟踪方法可以包括以下步骤:

[0079] (1) 接收到的去载波的外部输入TD-ALTB OC信号 $S(t)$ 其表达式为,

$$[0080] \quad S(t) = [S_{h_data}(t) + S_{h_pilot}(t)] [SC_{\cos}(t) - jSC_{\sin}(t)] + [S_{l_data}(t) + S_{l_pilot}(t)] [SC_{\cos}(t) + jSC_{\sin}(t)]$$

[0081] 其中, $SC_{\cos}(t)$ 和 $SC_{\sin}(t)$ 分别为余弦子载波和正弦子载波,子载波频率为 f_{sc} , SC_{\cos}

(t) 和 $SC_{\sin}(t)$ 的定义式为:

$$[0082] \quad SC_{\cos}(t) = \text{sign}(\cos(2\pi f_{sc}t))$$

$$[0083] \quad SC_{\sin}(t) = \text{sign}(\sin(2\pi f_{sc}t))$$

[0084] $S_{h_data}(t)$ 和 $S_{l_data}(t)$ 分别为TD-ALTB OC上边带数据支路信号和下边带数据支路信号, $S_{h_pilot}(t)$ 和 $S_{l_pilot}(t)$ 分别为TD-ALTB OC上边带导频支路信号和下边带导频支路信号。导频支路无数据调制, 仅为伪随机PN码, 数据支路由数据与伪随机PN码相乘得到。

$$[0085] \quad S_{h_data}(t) = \text{data}_h(t) PN_{h_data}(t)$$

$$[0086] \quad S_{l_data}(t) = \text{data}_l(t) PN_{l_data}(t)$$

$$[0087] \quad S_{h_pilot}(t) = PN_{h_pilot}(t)$$

$$[0088] \quad S_{l_pilot}(t) = PN_{l_pilot}(t)$$

[0089] 其中 $PN_{h_data}(t)$ 和 $PN_{l_data}(t)$ 分别代表高频和低频信号的数据支路伪码, $PN_{h_pilot}(t)$ 和 $PN_{l_pilot}(t)$ 分别代表上边带和下边带信号的导频支路伪码, $\text{data}_h(t)$ 和 $\text{data}_l(t)$ 分别代表上边带和下边带支路的电文数据;

[0090] (2) 对TD-ALTB OC信号两个边带分别进行滤波, 得到了无副载波的上边带和下边带两路信号, 即 $S_h(t)$ 和 $S_l(t)$, 其表达式为:

$$[0091] \quad S_h(t) = S_{h_data}(t) + S_{h_pilot}(t)$$

$$[0092] \quad S_l(t) = S_{l_data}(t) + S_{l_pilot}(t)$$

[0093] 通过串并转换, 将TD-ALTB OC信号的上下边带信号分别分离出导频路和数据路信号, 共计四路信号;

[0094] (3) 本地码根据码环滤波器的输出分别产生4种本地码 $PN_{h_data}(t)$ 、 $PN_{l_data}(t)$ 、 $PN_{h_pilot}(t)$ 、 $PN_{l_pilot}(t)$, 分别与上边带数据路、上边带导频路、下边带数据路、下边带导频路信号进行码环路相关运算, 而后通过各自的码环鉴相器得到本地码相位误差, 通过码环滤波器得到码相位误差结果分别为 $PE_{h_data}(t)$ 、 $PE_{h_pilot}(t)$ 、 $PE_{l_data}(t)$ 、 $PE_{l_pilot}(t)$;

[0095] (4) 利用步骤(3)中四路码环滤波器的输出结果进行码相位误差比较, 分别得到上下边带的码相位误差比较结果 $PEC_h(t)$ 和 $PEC_l(t)$, 分别对上下边带的码相位误差比较结果进行码环路参数优化得到码环滤波器带宽优化值 $Band_h(n)$ 和 $Band_l(n)$, n 代表优化次数。

[0096] (5) 利用步骤(4)产生的码相位误差比较结果 $PEC_h(t)$ 和 $PEC_l(t)$, 可以分别计算得到环路稳定时间 t_{track} 、码环路相位锁定误差抖动值 e_{track} , 根据预置的码相位跟踪环的跟踪时间 T_{track} 及跟踪误差门限 E_{track} 对码环滤波器参数进行优化。

[0097] 在本发明实施例中, 可以根据码环路是否跟踪上的标志位, 判断是否跟踪上。

[0098] 根据预置的码相位跟踪环的跟踪时间 T_{track} 及跟踪误差门限 E_{track} 对码环滤波器参数进行优化包括:

[0099] (5.1) 根据预置的码相位跟踪环的跟踪时间 T_{track} 及跟踪误差门限 E_{track} , 将步骤(5)中计算得到的环路稳定时间 t_{track} 、码环路相位锁定误差抖动值 e_{track} 进行比较, 得到跟踪环路参数优化结果;

[0100] (A) 当跟踪时间 $t_{\text{track}} > 2T_{\text{track}}$ 时, 判断跟踪环路带宽过窄或过宽(需比较其它四路进行重置);

[0101] (B) 当跟踪时间 $T_{\text{track}} \leq t_{\text{track}} \leq 2T_{\text{track}}$, 判断跟踪环路带宽较窄;

[0102] (C) 当跟踪时间 $t_{\text{track}} < T_{\text{track}}$, 判断跟踪环路带宽合格, 此时进一步比较码环路相位

锁定误差 e_{track} 和 E_{track} ,当 $e_{\text{track}} < E_{\text{track}}$ 时,判断跟踪环路带宽合适,当 $e_{\text{track}} \geq E_{\text{track}}$ 时,判断跟踪环路带宽较宽;

[0103] (5.2) 根据上下边带共四路伪码环路中环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动的测量结果对码环带宽参数进行优化配置。 B_{step} 表示码跟踪环路带宽预置表中的带宽采样间隔, N_{team} 表示码跟踪环路带宽预置表中的参数的总组数,其计算关系如下:

$$[0104] \quad B_{\text{step}} = \frac{B_{\text{max}} - B_{\text{min}}}{4N_{\text{team}}}$$

[0105] (A) 当上下边带共四路伪码环路中存在环路稳定时间 $t_{\text{track}} < T_{\text{track}}$ 且码环路相位锁定误差抖动 $e_{\text{track}} < E_{\text{track}}$ 的支路时,优选 e_{track} 最小的一路参数,对其余3个支路参数进行配置。

[0106] (B) 当上下边带共四路伪码环路中存在环路稳定时间 $t_{\text{track}} < T_{\text{track}}$,但不存在码环路相位锁定误差抖动 $e_{\text{track}} < E_{\text{track}}$ 的支路时,优选 e_{track} 最小的一路参数,对码环参数进行微调,以 B_{step} 为步进量,假设支路码环路带宽的在码跟踪环路带宽为 B ,那么将四路信号带宽分别配置为 $B+B_{\text{step}}, B+2B_{\text{step}}, B+3B_{\text{step}}, B+4B_{\text{step}}$ 。

[0107] (C) 当上下边带共四路伪码环路中不存在环路稳定时间 $t_{\text{track}} < T_{\text{track}}$ 的支路时,根据码跟踪环路带宽预置表对四路伪码环路带宽进行重置。

[0108] 所述步骤(5.2)中进行伪码环路带宽重置的方法为:记录当前四通道码环路带宽的在码跟踪环路带宽预置表组序号 n ,重置为第 $n + \frac{N_{\text{team}}}{2}$ 组的环路带宽参数。

[0109] (6) 根据重新配置的环路带宽,重新进行步骤(3)~(5),直至出现步骤(5.2)中的状态(A)。当循环次数超过预期门限,则停止搜索,显示跟踪环故障。

[0110] 在本发明实施例的另一个可选实施方式中,结合附图描述如下:

[0111] 如图3所示,为本发明实施例一种TD-ALTB OC信号的智能跟踪算法的总体原理框图,接收到的去载波的外部输入TD-ALTB OC信号 $S(t)$ 表达式如下:

$$[0112] \quad S(t) = [S_{h_data}(t) + S_{h_pilot}(t)] [SC_{\cos}(t) - jSC_{\sin}(t)] + [S_{l_data}(t) + S_{l_pilot}(t)] [SC_{\cos}(t) + jSC_{\sin}(t)]$$

[0113] 其中, $SC_{\cos}(t)$ 和 $SC_{\sin}(t)$ 分别为余弦子载波和正弦子载波,子载波频率为 f_{sc} , $SC_{\cos}(t)$ 和 $SC_{\sin}(t)$ 的定义式为:

$$[0114] \quad SC_{\cos}(t) = \text{sign}(\cos(2\pi f_{sc}t))$$

$$[0115] \quad SC_{\sin}(t) = \text{sign}(\sin(2\pi f_{sc}t))$$

[0116] $S_{h_data}(t)$ 和 $S_{l_data}(t)$ 分别为TD-ALTB OC上边带数据支路信号和下边带数据支路信号, $S_{h_pilot}(t)$ 和 $S_{l_pilot}(t)$ 分别为TD-ALTB OC上边带导频支路信号和下边带导频支路信号。导频支路无数据调制,仅为伪随机PN码,数据支路由数据与伪随机PN码相乘得到。

$$[0117] \quad S_{h_data}(t) = \text{data}_h(t) \text{PN}_{h_data}(t)$$

$$[0118] \quad S_{l_data}(t) = \text{data}_l(t) \text{PN}_{l_data}(t)$$

$$[0119] \quad S_{h_pilot}(t) = \text{PN}_{h_pilot}(t)$$

$$[0120] \quad S_{l_pilot}(t) = \text{PN}_{l_pilot}(t)$$

[0121] 其中 $\text{PN}_{h_data}(t)$ 和 $\text{PN}_{l_data}(t)$ 分别代表高频和低频信号的数据支路伪码, $\text{PN}_{h_pilot}(t)$ 和 $\text{PN}_{l_pilot}(t)$ 分别代表上边带和下边带信号的导频支路伪码, $\text{data}_h(t)$ 和 $\text{data}_l(t)$ 分别

代表上边带和下边带支路的电文数据；

[0122] 利用滤波器在频域上对TD-ALTRBOC信号两个边带分别进行滤波,得到了无副载波的上边带和下边带两路信号,即 $S_h(t)$ 和 $S_l(t)$,其表达式为:

$$[0123] \quad S_h(t) = S_{h_data}(t) + S_{h_pilot}(t)$$

$$[0124] \quad S_l(t) = S_{l_data}(t) + S_{l_pilot}(t)$$

[0125] 通过串并转换,将TD-ALTRBOC信号的上下边带信号分别分离出导频路和数据路信号,共计四路信号,利用统一的时钟在本地根据码环滤波器的输出分别产生4种本地伪随机码 $PN_{h_data}(t)$ 、 $PN_{l_data}(t)$ 、 $PN_{h_pilot}(t)$ 、 $PN_{l_pilot}(t)$ 。每一路信号的伪码跟踪环路结构如图4所示,产生的四种本地伪随机码分别与上边带数据路、上边带导频路、下边带数据路、下边带导频路信号进行超前、即时、滞后三路相关运算,而后通过各自的码环鉴相器得到本地码相位误差,通过码环滤波器得到码相位误差结果分别为 $PE_{h_data}(t)$ 、 $PE_{h_pilot}(t)$ 、 $PE_{l_data}(t)$ 、 $PE_{l_pilot}(t)$ 。

[0126] 之后,将四路码环滤波器的输出结果 $PE_{h_data}(t)$ 、 $PE_{h_pilot}(t)$ 、 $PE_{l_data}(t)$ 、 $PE_{l_pilot}(t)$,进行码相位误差比较,分别得到上下边带的码相位误差比较结果 $PEC_h(t)$ 和 $PEC_l(t)$ 。具体的跟踪效果判决原理如图5所示,首先记录 $PEC_h(t)$ 和 $PEC_l(t)$ 收敛后的误差值,将 $PE_{h_data}(t)$ 、 $PE_{h_pilot}(t)$ 分别与 $PEC_h(t)$ 比较,得到上边带数据路和导频路的环路环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动值,用相同的方法可以得到下边带数据路和导频路的相应参数结果,并能够得到码环路是否跟踪上的标志位。

[0127] 每一路的环路环路稳定时间 t_{track} 、码环路相位锁定误差抖动值 e_{track} ,根据预置的码相位跟踪环的跟踪时间 T_{track} 及跟踪误差门限 E_{track} 对码环滤波器参数进行比较,得到每一路伪码环路的跟踪效果。比较方法如下:

[0128] (A) 当跟踪时间 $t_{track} > 2T_{track}$ 时,判断跟踪环路带宽过窄或过宽(需比较其它四路进行重置);

[0129] (B) 当跟踪时间 $T_{track} \leq t_{track} \leq 2T_{track}$,判断跟踪环路带宽较窄;

[0130] (C) 当跟踪时间 $t_{track} < T_{track}$,判断跟踪环路带宽合格,此时进一步比较码环路相位锁定误差 e_{track} 和 E_{track} ,当 $e_{track} < E_{track}$ 时,判断跟踪环路带宽合适,当 $e_{track} \geq E_{track}$ 时,判断跟踪环路带宽较宽;

[0131] 之后,根据四通道的跟踪效果进行上下边带跟踪参数优化,优化过程需要利用伪码跟踪环路带宽预置表,表结构如图6所示。伪码跟踪环路带宽预置表数据包含的组数可扩展,每组包含四个参数,分别对应四个通道的码环滤波器,参数排列如图中标识的从小到大的顺序,跟踪环路预置的最小值与最大值根据用户动态范围预先设定。

[0132] 用 B_{step} 表示码跟踪环路带宽预置表中的带宽采样间隔, N_{team} 表示码跟踪环路带宽预置表中的参数的总组数,则其计算关系如下:

$$[0133] \quad B_{step} = \frac{B_{max} - B_{min}}{4N_{team}}$$

[0134] 根据四通道的跟踪效果进行上下边带跟踪参数优化的过程如下:

[0135] (A) 当上下边带共四路伪码环路中存在环路稳定时间 $t_{track} < T_{track}$ 且码环路相位锁定误差抖动 $e_{track} < E_{track}$ 的支路时,优选 e_{track} 最小的一路参数,对其余3个支路参数进行配置。

[0136] (B) 当上下边带共四路伪码环路中存在环路稳定时间 $t_{\text{track}} < T_{\text{track}}$, 但不存在码环路相位锁定误差抖动 $e_{\text{track}} < E_{\text{track}}$ 的支路时, 优选 e_{track} 最小的一路参数, 对码环参数进行微调, 以 B_{step} 为步进量, 假设支路码环路带宽的在码跟踪环路带宽为 B , 那么将四路信号带宽分别配置为 $B+B_{\text{step}}, B+2B_{\text{step}}, B+3B_{\text{step}}, B+4B_{\text{step}}$ 。

[0137] (C) 当上下边带共四路伪码环路中不存在环路稳定时间 $t_{\text{track}} < T_{\text{track}}$ 的支路时, 根据码跟踪环路带宽预置表对四路伪码环路带宽进行重置。伪码环路带宽重置的方法为: 记录当前四通道码环路带宽的在码跟踪环路带宽预置表组序号 n , 重置为第 $n + \frac{N_{\text{team}}}{2}$ 组的环路带宽参数。

[0138] 根据重新配置的环路带宽, 重新计算四路伪码跟踪环路效果, 直至出现环路稳定时间 $t_{\text{track}} < T_{\text{track}}$ 且码环路相位锁定误差抖动 $e_{\text{track}} < E_{\text{track}}$ 的情况。当循环次数超过预期门限, 则停止搜索, 显示跟踪环故障, 这时需要根据动态情况重新配置伪码跟踪环路带宽预置表。

[0139] 从以上的描述中, 可以看出, 本发明实现了如下技术效果:

[0140] (1) 采用了对接收信号的上、下边带分别进行滤波, 对 2 个通道的导频信号路与数据信号路分别进行处理, 从而增加了同一时刻信号跟踪的可试验参数量, 增加了环路优选的备选方案, 提高了优化效率;

[0141] (2) 对于不同通道的伪码环路跟踪效果采用了环路稳定时间和码环路相位锁定误差抖动相结合的方式对伪码环路参数进行优化, 避免了调整过度现象, 使得环路调整更加智能化;

[0142] (3) 对于环路带宽范围内采用分组网格的预置表查询方法进行环路参数的重置优化, 缩短了优化响应时间, 从而提高了环路在动态情况下的适应性;

[0143] (4) 在跟踪效果判决阶段, 对两个通道的伪码相位误差输出结果进行比对, 从而确定伪码相位误差收敛时间及收敛值, 双通道的比对缩短了利用单一通道跟踪效果判断的时间, 提高了效率。

[0144] 显然, 本领域的技术人员应该明白, 上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现, 它们可以集中在单个的计算装置上, 或者分布在多个计算装置所组成的网络上, 可选地, 它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现, 从而, 可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行, 并且在某些情况下, 可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤, 或者将它们分别制作成各个集成电路模块, 或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样, 本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0145] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

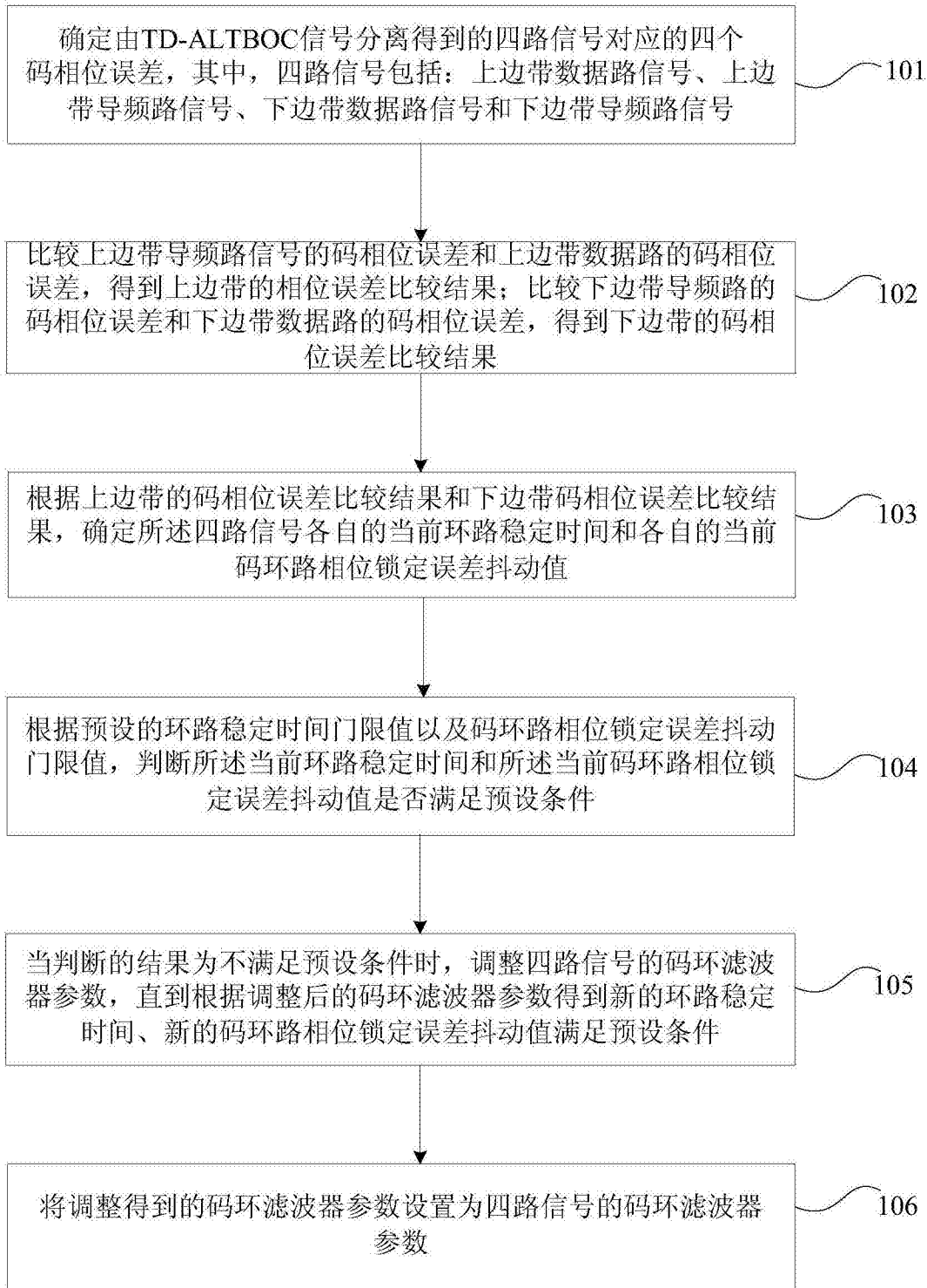


图1

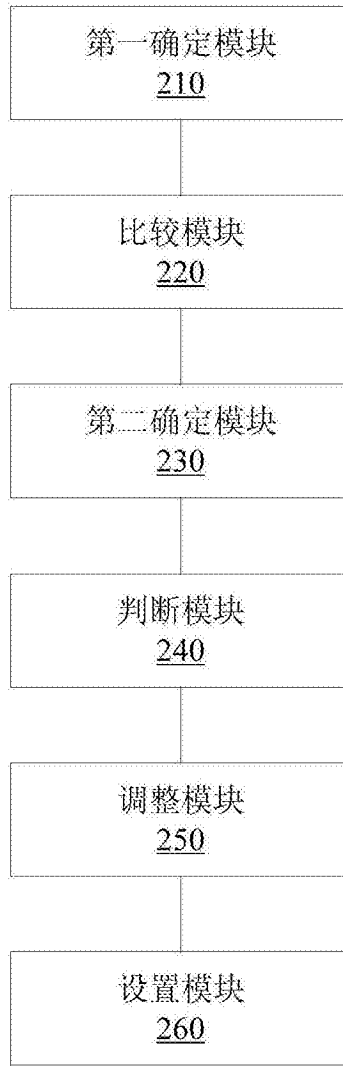


图2

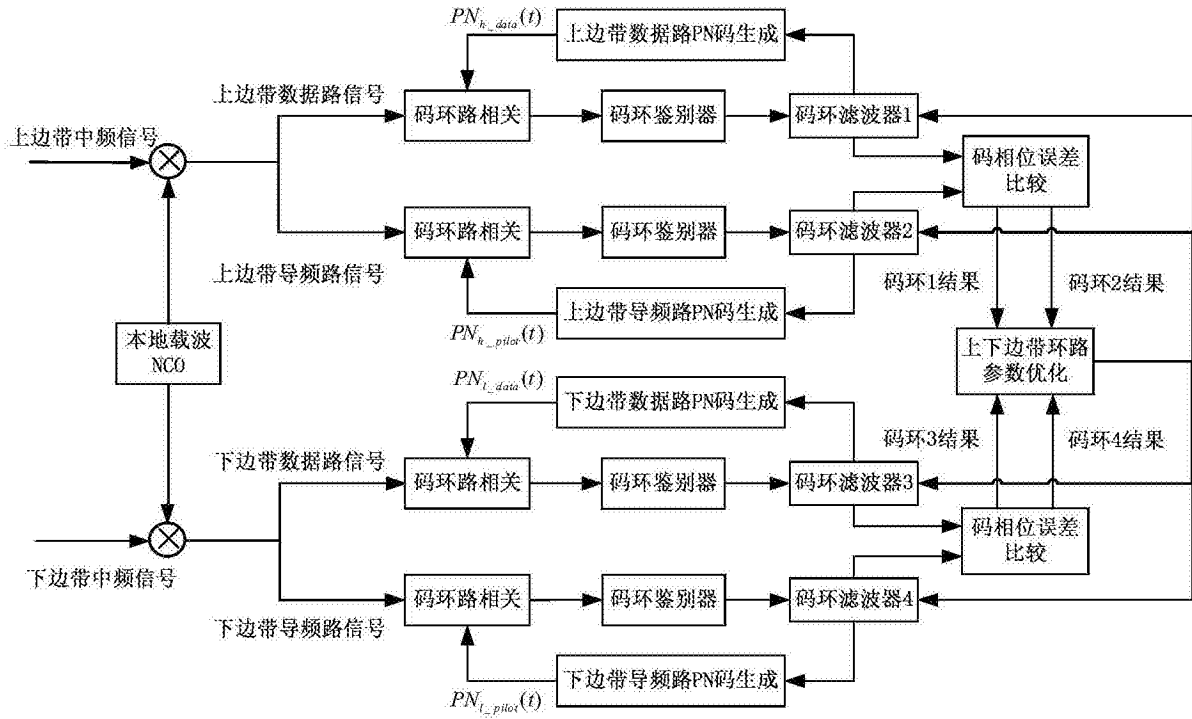


图3

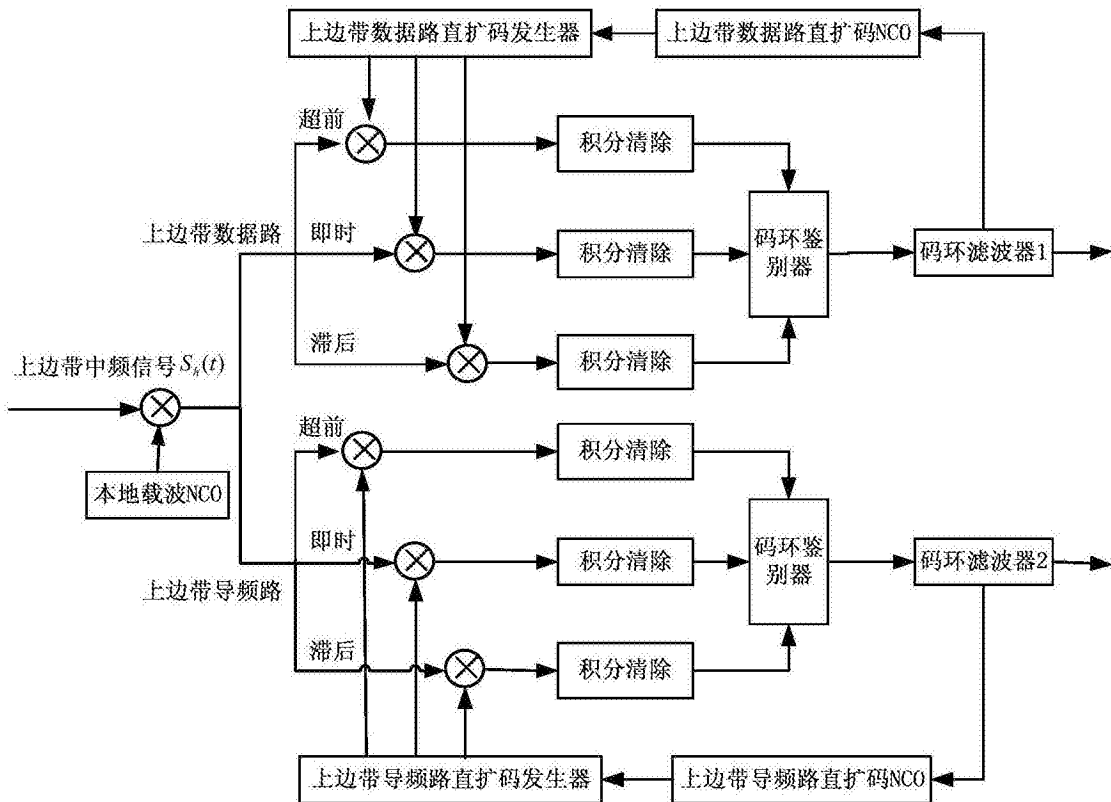


图4

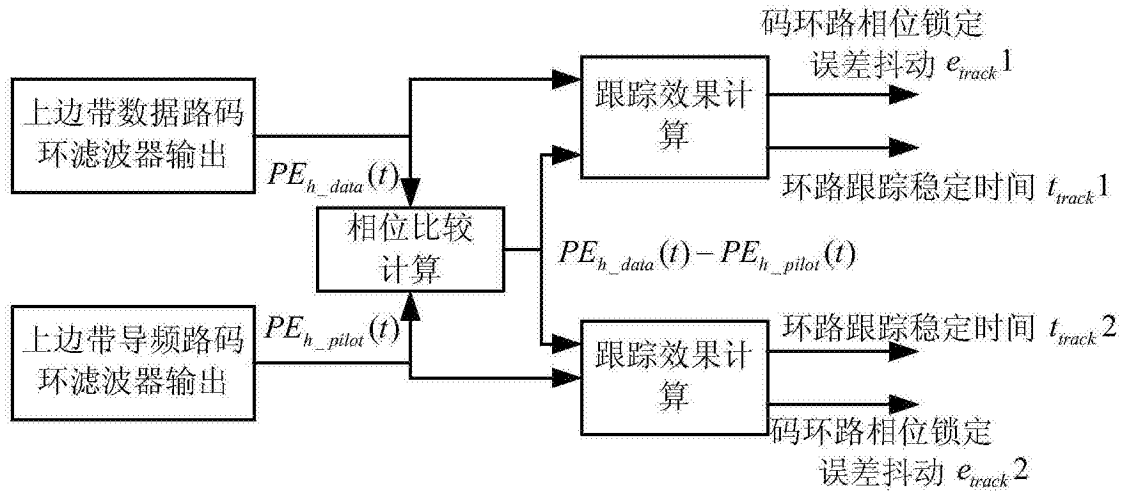


图5

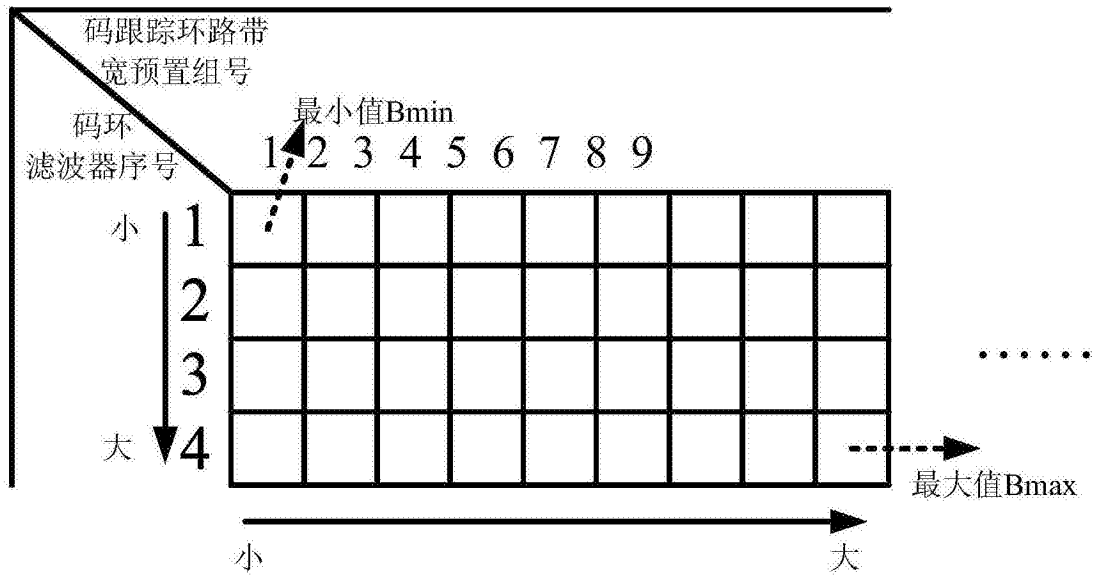


图6