



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115604063 B

(45) 授权公告日 2024.04.30

(21) 申请号 202211233481.1

CN 114866386 A, 2022.08.05

(22) 申请日 2022.10.10

CN 1582557 A, 2005.02.16

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2003179817 A1, 2003.09.25

申请公布号 CN 115604063 A

US 2015222419 A1, 2015.08.06

US 2022078056 A1, 2022.03.10

(43) 申请公布日 2023.01.13

肖波;沈庆宏;丁银亮.一种无锁相环的高精度数字视频彩色解码方案的研究.南京大学学报(自然科学版).2009,(01),全文.

(73) 专利权人 电子科技大学

Li Na.Adaptive detection based on multiple a-priori spectral models for MIMO radar in compound-Gaussian clutter.《2015 IEEE Radar Conference (RadarCon)》.2015,全文.

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)

西源大道2006号

(72) 发明人 杨海宁 徐潜 蔡银基 李廷军

李娜 李阿雅 陈光稳

(74) 专利代理机构 成都虹盛汇泉专利代理有限公司

51268

专利代理师 王伟

(51) Int. Cl.

H04L 27/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101640536 A, 2010.02.03

CN 105122974 B, 2011.02.16

CN 113098808 A, 2021.07.09

CN 114640562 A, 2022.06.17

江海峰.一种高速磁浮列车车地无线通信的调制解调模块设计及实现.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 II 辑》.2019,全文.

漆熙.高速数传系统中调制解调器的实现及数字化研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2013,全文.

胡骥;敬守钊.磁悬浮车地通信中频调制器的设计与实现.现代电子技术.2007,(15),全文.

审查员 曹洋菁

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

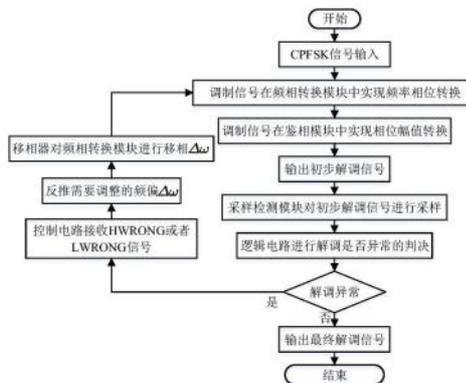
(54) 发明名称

一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法,首先利用频相转换技术对接收到的信号进行处理,将不同码元对应的信号频率差异转换为信号相位上的差异,然后利用鉴相器将不同码元对应的信号相位上的差值转换为电压上的差值,将解调后的信号输入采样检测模块,通过逻辑电路比较判断解调是否出现异常,并通过控制模块控制频相转换网络对异常情况做出适时的调制,完成高速磁悬浮车地通信系统CPFSK信号的解调。本发明的方法实现了CPFSK解调及其检测调节的自动化,降低了系统

的复杂程度和误码率,增强了系统的可靠性,具有高效、精准、快速的优点,保证了磁悬浮列车在运行过程中正确的信息传递。



CN 115604063 B

1. 一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法,具体步骤如下:

S1、CPFSK信号在输入解调装置后,通过频相转换装置和鉴相器,进行初步解调;

S2、通过采样检测模块检测解调系统是否解调正常,并判断是否需要进行调整;

S3、控制模块接收采样检测模块发送的指令和数据,并控制频相转换模块进行调整;

S4、调整频相转换模块后,重复步骤S2、S3,直到控制模块不再接收到需要调整的指令,完成调整过程,输出解调信号;

所述步骤S2中,具体步骤如下:

S21、采样检测模块对鉴相模块输出的解调信号进行采样,得到采样信号,并对解调过程是否异常做进一步判决;

S22、比较某一采样点的采样电平 V_n 与标准电平中值 V_{mid} 的大小,将其划分为低电平采样点和高电平采样点;

首先设置标准电平中值 V_{mid} ,且 $V_{mid}=0.5(V_{1stand}+V_{2stand})$,其中, V_{1stand} 和 V_{2stand} 分别是低电平和高电平的标准值,如果 $V_n < V_{mid}$,则认定该采样点下的采样电平对应低电平;如果 $V_n > V_{mid}$,则认定该采样点下的采样电平对应高电平;向后续检测电路传输用于区分电平类型的信号TYPE,信号TYPE无效则表示低电平,执行步骤S23,比较采样电平 V_n 与低电平一级阈值 V_{1test} 和低电平二级阈值 V_{1max} 的大小;信号TYPE有效则表示高电平,执行步骤S24,比较 V_n 与高电平一级阈值 V_{2test} 和低电平二级阈值 V_{2min} 的大小;

S23、分别设置低电平标准值 V_{1stand} 和高电平标准值 V_{2stand} 相应的一级检测阈值 V_{1test} 、 V_{2test} 和二级检测阈值 V_{1max} 、 V_{2min} ,设置低电平异常采样点计数参数A及其上限 A_{max} ,高电平异常采样点计数参数B及其上限 B_{max} ;

如果 $V_n < V_{1test}$,则认为该采样点下的低电平信号正常,不需要发送指令给控制电路控制频相转换模块进行调整,异常采样点计数参数A重置为0,并直接对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果 $V_{1max} > V_n > V_{1test}$,则认为该采样点下的低电平信号异常,低电平异常采样点计数参数A变为A+1,接着判断A与 A_{max} 的大小,如果A的值没超过界限 A_{max} ,认为低电平解调暂时还不会出现误码,对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果A的值超过界限 A_{max} ,则认为解调信号中的低电平马上就会出现误码,向控制模块发送需要调整低电平的信号LWRONG;如果 $V_{1max} < V_n$,则认为采样电平与标准低电平相差很大,马上会出现误码,向控制模块发送需要调整低电平的信号LWRONG;

S24、如果 $V_n > V_{2test}$,则认为该采样点下的高电平信号正常,不需要发送指令给控制电路控制频相转换模块进行调整,异常采样点计数参数B重置为0,并直接对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果 $V_{2test} > V_n > V_{2min}$,则认为该采样点下的高电平信号异常,高电平异常采样点计数参数B变为B+1,接着判断B与 B_{max} 的大小,如果B的值没超过界限 B_{max} ,则认为解调信号中的高电平还有一段时间才会出现误码,仍然不需要发送指令给控制电路控制频相转换模块进行调整,直接对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果B的值超过界限 B_{max} ,则认为解调信号中的高电平马上就会出现误码,向控制模块发送需要调整高电平的信号HWRONG;如果 $V_n < V_{2min}$,则认为采样电平与标准高电平相差很大,马上会出现误码,向控制模块发送需要调整高电平的信号HWRONG。

2. 根据权利要求1所述的一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法,其特征在于,所述步骤S1中,具体步骤如下:

S11、解调装置接收到信号后,输入频相转换模块;

所述频相转换模块由多组可调谐振器构成,对于不同的频率的信号增加不同的相位偏移,频率为 ω_1 的信号增加相位偏移 φ_1 ,频率为 ω_2 的信号增加相位偏移 φ_2 ,将不同的频率区分开;

S12、经过频相转换模块后的输出信号与原信号一同输入鉴相装置;

在鉴相装置中,不同的相位偏移的信号会输出不同的电平,输出信号的电平与两个输入信号相位差成正比,相位偏移为 φ_1 的信号输出的电平为 V_1 ,相位偏移为 φ_2 的信号输出的电平为 V_2 ,根据电平大小提取信号所携带的码元信息,完成解码。

3.根据权利要求1所述的一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法,其特征在于,所述步骤S3中,具体步骤如下:

S31、若控制模块接收到低电平需要调整的指令,控制模块将指令生效时刻采样点的电平值 V_n 与标准低电平值 V_{1stand} 进行比较;

计算出差值 $|V_n - V_{1stand}|$,再通过鉴相器输出电压与输入信号相位差的关系反推出需要调整补偿的相位差 $\Delta\varphi_1$,进一步根据频相转换模块中频相转移特性曲线,反推出需要调整偏移的频率 $\Delta\omega_1$,接着控制频相转换模块发生相应的 $\Delta\omega_1$ 偏移完成补偿;

S32、若控制模块接收到高电平需要调整的指令,控制模块将指令生效时刻采样点的电平值 V_n 与标准高电平值 V_{2stand} 进行比较;

计算出差值 $|V_n - V_{2stand}|$,再通过鉴相器输出电压与输入信号相位差的关系反推出需要调整补偿的相位差 $\Delta\varphi_2$,进一步根据频相转换模块中频相转移特性曲线,反推出需要调整偏移的频率 $\Delta\omega_2$,接着控制频相转换模块发生相应的 $\Delta\omega_2$ 偏移完成补偿。

一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法

技术领域

[0001] 本发明属于数字通信CPFSK信号调制与解调技术领域,具体涉及一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法。

背景技术

[0002] 高速磁悬浮车地通信系统中,地面固定基站和车载移动基站通过无线毫米波信号进行数据交互。该通信系统对传输延时、误码率和系统可靠性等性能有较高要求,而无线信号的调制解调对通信性能有较大影响。

[0003] 磁悬浮列车在正常运行的过程中,地面固定基站接收车载移动设备发送的运行信息,将其传输到地面分区控制系统,地面控制中心再将控制信息返回至车载移动设备,地面控制中心与车载之间是通过无线信道交互数据的,因此信号的调制解调至关重要。

[0004] CPFSK信号是目前高速磁悬浮车地通信系统的调制方式,有着相位连续变化,对多普勒效应引起的频率偏差不敏感的特点,目前国内与国际上研究磁悬浮车地通信系统中CPFSK信号解调的方法比较少,存在复杂度高、频谱利用率低、误码率高、延时高等问题。

[0005] 现有的CPFSK信号的解调方法中,相干解调法将接收信号与载波信号相乘,使信号频率上的信息转移到信号的幅值上,但是这种方法需要在系统的接收端提供一个与接收的已调信号严格同步的本地相干载波,实现起来会增加解调部分的复杂度;非相干解调法,即包络检波法,这种方法将CPFSK信号看成两个ASK信号的叠加,分成两路后分别利用包络检波进行判别,包络检波器通常有全波整流器和低通滤波器组成,虽然此方法不需要本地相干载波,但是解调效果对输入信号的信噪比较敏感,存在门限效应,并且此方式解调时受信道影响较大,会导致解调过程的误码率较高;过零检测法,这种方法通过检测过零点的数目从而区分两种不同频率的信号码元,此种方法较依赖过零检测电路的性能,并且容易受干扰,另外为了保证过零检测法的误码率达到要求,需要使用的信道带宽比较大,故频谱利用率低。

发明内容

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提出了一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法。

[0007] 本发明采用的技术方案为:一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法,具体步骤如下:

[0008] S1、CPFSK信号在输入解调装置后,通过频相转换装置和鉴相器,进行初步解调;

[0009] S2、通过采样检测模块检测解调系统是否解调正常,并判断是否需要进行调整;

[0010] S3、控制模块接收采样检测模块发送的指令和数据,并控制频相转换模块进行调整;

[0011] S4、调整频相转换模块后,重复步骤S2、S3,直到控制模块不再接收到需要调整的指令,完成调整过程,输出解调信号。

[0012] 进一步地,所述步骤S1中,具体如下:

[0013] S11、解调装置接收到信号后,输入频相转换模块;

[0014] 所述频相转换模块由多组可调谐振器构成,对于不同的频率的信号会增加不同的相位偏移,频率为 ω_1 的信号增加相位偏移 φ_1 ,频率为 ω_2 的信号增加相位偏移 φ_2 ,从而将不同的频率区分开。

[0015] S12、经过频相转换模块后的输出信号与原信号一同输入鉴相装置;

[0016] 在鉴相装置中,不同的相位偏移的信号会输出不同的电平,输出信号的电平与两个输入信号相位差成正比,相位偏移为 φ_1 的信号输出的电平为 V_1 ,相位偏移为 φ_2 的信号输出的电平为 V_2 ,两种电平相差较大,根据电平大小提取信号所携带的码元信息,完成解码。

[0017] 进一步地,所述步骤S2中,具体如下:

[0018] S21、采样检测模块对鉴相模块输出的解调信号进行采样,得到采样信号,并对解调过程是否异常做进一步判决;

[0019] S22、比较某一采样点的采样电平 V_n 与标准电平中值 V_{mid} 的大小,将其划分为低电平采样点和高电平采样点;

[0020] 首先设置标准电平中值 V_{mid} ,且 $V_{mid} = 0.5(V_{1stand} + V_{2stand})$,其中, V_{1stand} 和 V_{2stand} 分别是低电平和高电平的标准值,如果 $V_n < V_{mid}$,则认定该采样点下的采样电平对应低电平;如果 $V_n > V_{mid}$,则认定该采样点下的采样电平对应高电平。向后续检测电路传输用于区分电平类型的信号TYPE,信号TYPE无效则表示低电平,执行步骤S23;比较采样电平 V_n 与低电平一级阈值 V_{1test} 和低电平二级阈值 V_{1max} 的大小,信号TYPE有效则表示高电平,执行步骤S24,比较 V_n 与高电平一级阈值 V_{2test} 和低电平二级阈值 V_{2min} 的大小。

[0021] S23、分别设置低电平标准值 V_{1stand} 和高电平标准值 V_{2stand} 相应的一级检测阈值 V_{1test} 、 V_{2test} 和二级检测阈值 V_{1max} 、 V_{2min} ,设置低电平异常采样点计数参数A及其上限 A_{max} ,高电平异常采样点计数参数B及其上限 B_{max} 。

[0022] 如果 $V_n < V_{1test}$,则认为该采样点下的低电平信号正常,不需要发送指令给控制电路控制频相转换模块进行调整,异常采样点计数参数A重置为0,并直接对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果 $V_{1max} > V_n > V_{1test}$,则认为该采样点下的低电平信号异常,低电平异常采样点计数参数A变为A+1,接着判断A与 A_{max} 的大小,如果A的值没超过界限 A_{max} ,认为低电平解调暂时还不会出现误码,对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果A的值超过界限 A_{max} ,则认为解调信号中的低电平马上就会出现误码,向控制模块发送需要调整低电平的信号LWRONG;如果 $V_{1max} < V_n$,则认为采样电平与标准低电平相差很大,马上会出现误码,向控制模块发送需要调整低电平的信号LWRONG。

[0023] S24、如果 $V_n > V_{2test}$,则认为该采样点下的高电平信号正常,不需要发送指令给控制电路控制频相转换模块进行调整,异常采样点计数参数B重置为0,并直接对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果 $V_{2test} > V_n > V_{2min}$,则认为该采样点下的高电平信号异常,高电平异常采样点计数参数B变为B+1,接着判断B与 B_{max} 的大小,如果B的值没超过界限 B_{max} ,则认为解调信号中的高电平还有一段时间才会出现误码,仍然不需要发送指令给控制电路控制频相转换模块进行调整,直接对下一个采样点的采样电平 V_{n+1} 进行相同的判断;如果B的值超过界限 B_{max} ,则认为解调信号中的高电平马上就会出现误码,向控制模块发送需要调整高电平的信号HWRONG;如果 $V_n < V_{2min}$,则认为采样电平与标准高电平相差很大,马

上会出现误码,向控制模块发送需要调整高电平的信号HWRONG。

[0024] 进一步地,所述步骤S3中,具体如下:

[0025] S31、若控制模块接收到低电平需要调整的指令,控制模块将指令生效时刻采样点的电平值 V_n 与标准低电平值 V_{1stand} 进行比较;

[0026] 计算出差值 $|V_n - V_{1stand}|$,再通过鉴相器输出电压与输入信号相位差的关系反推出需要调整补偿的相位差 $\Delta\varphi_1$,进一步根据频相转换模块中频相转移特性曲线,反推出需要调整偏移的频率 $\Delta\omega_1$,接着控制频相转换模块发生相应的 $\Delta\omega_1$ 偏移完成补偿。

[0027] S32、若控制模块接收到高电平需要调整的指令,控制模块将指令生效时刻采样点的电平值 V_n 与标准高电平值 V_{2stand} 进行比较;

[0028] 计算出差值 $|V_n - V_{2stand}|$,再通过鉴相器输出电压与输入信号相位差的关系反推出需要调整补偿的相位差 $\Delta\varphi_2$,进一步根据频相转换模块中频相转移特性曲线,反推出需要调整偏移的频率 $\Delta\omega_2$,接着控制频相转换模块发生相应的 $\Delta\omega_2$ 偏移完成补偿。

[0029] 本发明的有益效果:本发明的方法首先利用频相转换技术对接收到的信号进行处理,将不同码元对应的信号频率差异转换为信号相位上的差异,然后利用鉴相器将不同码元对应的信号相位上的差值转换为电压上的差值,由于磁悬浮车地通信系统在运行时不可避免的受到环境误差和系统误差的影响,解调的结果可能会逐渐偏离预期值,要求对系统做出及时调整,将解调后的信号输入采样检测模块,通过逻辑电路比较判断解调是否出现异常,并通过控制模块控制频相转换网络对异常情况做出适时的调制,完成高速磁悬浮车地通信系统CPFSK信号的解调。本发明的方法实现了CPFSK解调及其检测调节的自动化,降低了系统的复杂程度和误码率,增强了系统的可靠性,具有高效、精准、快速的优点,保证了磁悬浮列车在运行过程中正确的信息传递。

附图说明

[0030] 图1为本发明的一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法的流程图。

[0031] 图2为本发明的一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法的系统结构框图。

[0032] 图3为本发明实施例中CPFSK信号频相转移曲线和压相转移曲线示意图。

[0033] 图4为本发明实施例中CPFSK信号采样检测判决调整流程图。

[0034] 图5为本发明实施例中CPFSK信号调整补偿示意图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明的实施例做进一步的说明。

[0036] 如图1所示,本发明的一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法流程图,具体步骤如下:

[0037] 本实施例中所述系统结构框图如图2所示,包括以下组成部分:频相转换模块、鉴相模块、采样检测模块、控制模块。

[0038] 本实施例中,磁悬浮车地通信系统解调装置接收频率分别为 ω_1 和 ω_2 的CPFSK信号: $M \cos(\omega_1 t + \varphi)$ 或 $M \cos(\omega_2 t + \varphi)$,其中, M 是待解调CPFSK信号的幅值, t 为时间变量, φ 为

待解调CPFSK信号的初始相位,在解调过程中对解调结果进行实时的检测,调整解调系统,保证解调的顺利进行。

[0039] S1、CPFSK信号在输入解调装置后,通过频相转换装置和鉴相器,进行初步解调;

[0040] S2、通过采样检测模块检测解调系统是否解调正常,并判断是否需要进行调整;

[0041] S3、控制模块接收采样检测电路传输的信号,并根据信号类型控制频相转换模块进行调整;

[0042] S4、调整频相转换模块后,重复步骤S2、S3,直到控制模块不再接收到LWRONG或者HWRONG信号,重新输出解调信号。

[0043] 在本实施例中,所述步骤S1中,具体如下:

[0044] S11、解调装置接收到CPFSK信号后,输入频相转换模块;

[0045] 频相转换模块由多组可调谐振器构成,两个不同频率的信号在频率转移模块产生不同的相位偏移,从而将不同的频率区分开,输出的信号为 $M\cos(\omega_1t + \varphi + \varphi_1)$ 或 $M\cos(\omega_2t + \varphi + \varphi_2)$ 。

[0046] S12、经过频相转移模块后的输出信号 $M\cos(\omega_{1或2}t + \varphi + \varphi_{1或2})$ 与原信号 $M\cos(\omega_{1或2}t + \varphi)$ 一同输入鉴相装置;

[0047] 在鉴相装置中,不同的相位偏移的信号会输出不同的电平,输出信号的电平与两个输入信号相位差成正比,当频率为 ω_1 时,相位差为 φ_1 ,电平为 V_1 ,当频率为 ω_2 时,相位差为 φ_2 ,电平为 V_2 ,如图3所示,电平 V_1 、 V_2 相差较大,根据电平大小提取信号所携带的码元信息,完成解码。

[0048] 在本实施例中,所述步骤S2中,流程图如图4所示,具体如下:

[0049] S21、采样检测模块对鉴相装置输出的解调信号进行采样,得到 n 个采样点的电平 V_{t1} 、 V_{t2} 、 V_{t3} 、...、 V_{tn-1} 、 V_{tn} ,并对解调过程是否异常做进一步判决;

[0050] S22、比较每一个采样点电平 V_{ti} ($i=1,2,3\cdots n$) 与标准电平中值 V_{mid} 的大小,将其划分为低电平采样点和高电平采样点;

[0051] 其中,标准电平中值 $V_{mid} = 0.5(V_{1stand} + V_{2stand})$,如果 $V_{ti} > V_{mid}$,则认为第 i 个采样电平为高电平;如果 $V_{ti} < V_{mid}$,则认为第 i 个采样电平为低电平。向后续检测电路传输用于区分电平类型的信号TYPE,信号TYPE无效则表示低电平,执行步骤S23;比较采样电平 V_{ti} 与低电平一级阈值 V_{1test} 和低电平二级阈值 V_{1max} 的大小,信号TYPE有效则表示高电平,执行步骤S24,比较 V_{ti} 与高电平一级阈值 V_{2test} 和低电平二级阈值 V_{2min} 的大小。

[0052] S23、分别设置低电平标准值 V_{1stand} 和高电平标准值 V_{2stand} 相应的一级检测阈值 V_{1test} 、 V_{2test} 和二级检测阈值 V_{1max} 、 V_{2min} ,设置低电平异常采样点计数参数A及其上限 A_{max} ,高电平异常采样点计数参数B及其上限 B_{max} 。

[0053] 如果 $V_{ti} < V_{1test}$,认为此采样点的采样电平正常, $i = i + 1$,低电平异常采样点计数参数A重置 $A = 0$,进行下一个采样点的采样电平的判断;如果 $V_{1max} > V_{ti} > V_{1test}$,则认为此采样点的采样电平异常,低电平异常采样点计数参数 $A = A + 1$,接着判断A与 A_{max} 的大小,如果A没有超出其上限,认为解调信号中的低电平还有一段时间才会出现误码,仍然不需要发送指令给控制电路控制频相转换模块进行调整,继续对第 $i + 1$ 个采样点进行检测;如果A超出其上限,认为解调信号中的低电平较长一段时间持续出现异常电平,解调信号中的低电平马上就会出现误码,向控制模块发送需要调整低电平的信号LWRONG;如果 $V_{ti} > V_{1max}$,认为此

采样点的采样电平与准低电平相差较大,马上会出现误码,直接向控制模块发送需要调整低电平的信号LWRONG。

[0054] S24、如果 $V_{ti} > V_{2test}$,认为此采样点的采样电平正常, $i = i + 1$,高电平异常采样点计数参数B重置 $B = 0$,进行下一个采样点的采样电平的判断;如果 $V_{2test} > V_{ti} > V_{2min}$,则认为此采样点的采样电平异常,高电平异常采样点计数参数 $B = B + 1$,接着判断B与 B_{max} 的大小,如果B没有超出其上限,认为高电平解调暂时还不会出现误码,继续对第 $i + 1$ 个采样点进行检测;如果B超出其上限,认为解调信号中的高电平较长一段时间持续出现异常电平,解调信号中的高电平马上就会出现误码,向控制模块发送需要调整高电平的信号HWRONG;如果 $V_{ti} < V_{2min}$,认为此采样点的采样电平与标准高电平相差较大,马上会出现误码,直接向控制模块发送需要调整高电平的信号HWRONG。

[0055] 在本实施例中,所述步骤S3中,具体如下:

[0056] S31、当控制模块接收到信号LWRONG时,计算此时的采样点电平 V_{1fin} 与低电平标准电平 V_{1stand} 的差值 $\Delta V_1 = |V_{1fin} - V_{1stand}|$;

[0057] 如图5所示,根据鉴相器中相压转移特性曲线,反推出需要调整补偿的相位差 $\Delta\varphi_1$,进一步根据频相转换模块中频相转移特性曲线,反推出需要调整偏移的频率 $\Delta\omega_1$,最后调整频相转换模块,使其频相转移特性曲线发生的 $\Delta\omega_1$ 的频率偏移完成补偿,其中, φ'_1 为采样电平 V_{1fin} 根据相压转移特性曲线对应的相位偏移, ω'_1 为 φ'_1 根据频相转移特性曲线对应的信号频率。

[0058] S32、当控制模块接收到信号HWRONG时,计算此时的采样点电平 V_{2fin} 与高电平标准电平 V_{2stand} 的差值 $\Delta V_2 = |V_{2fin} - V_{2stand}|$;

[0059] 如图5所示,根据鉴相器中相压转移特性曲线,反推出需要调整补偿的相位差 $\Delta\varphi_2$,进一步根据频相转换模块中频相转移特性曲线,反推出需要调整偏移的频率 $\Delta\omega_2$,最后调整频相转换模块,使其频相转移特性曲线发生的 $\Delta\omega_2$ 的频率偏移完成补偿,其中, φ'_2 为采样电平 V_{2fin} 根据相压转移特性曲线对应的相位偏移, ω'_2 为 φ'_2 根据频相转移特性曲线对应的信号频率。

[0060] 在经过检测模块和控制模块对频相转换模块进行调整后重新输出的解调信号,更加趋近与标准解调信号,使解调信号更稳定、更精准,提高了解调系统的性能。

[0061] 综上所述,本发明的方法关键在于使用频相转换技术进行解调,并且通过采样检测和控制电路对解调结果进行检测并自动做出调整,运用本发明的方法来完成高速磁悬浮车地通信系统CPFSK信号的解调,本发明的方法实现了CPFSK解调及其检测调节的自动化,降低了系统的复杂程度,增强了系统的可靠性,没有占用过多的频谱,具有高效、精准、快速的优点,同样的,本发明的一种基于频相转换的高速磁悬浮列车通信系统解调方法不仅仅局限于使用高速磁悬浮车地通信系统上,在任何需要对CPFSK信号进行解调,并且对可靠性、延时和频谱利用率要求较高时,都可以运用此方法和技术进行处理。

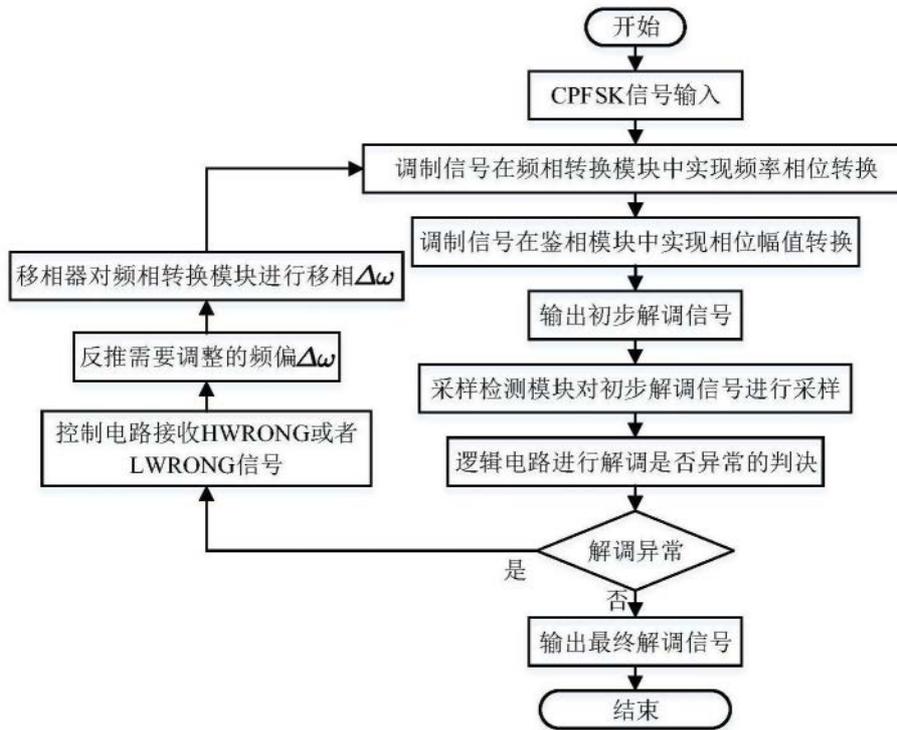


图1

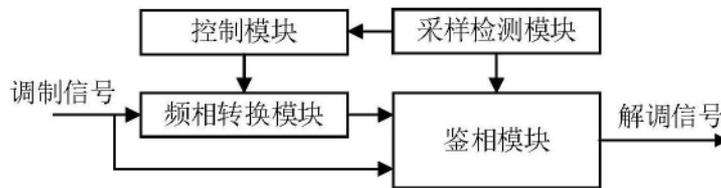


图2

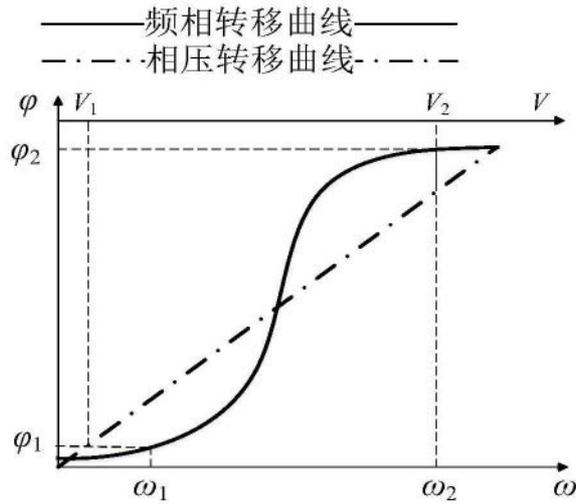


图3

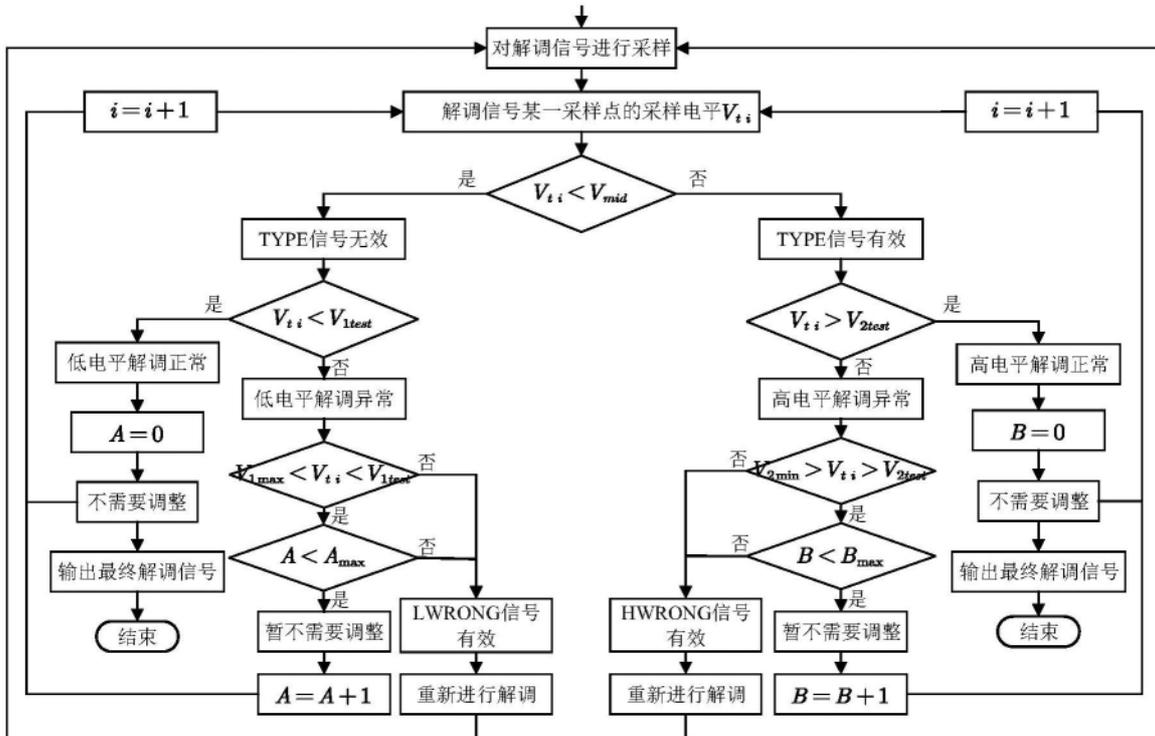


图4

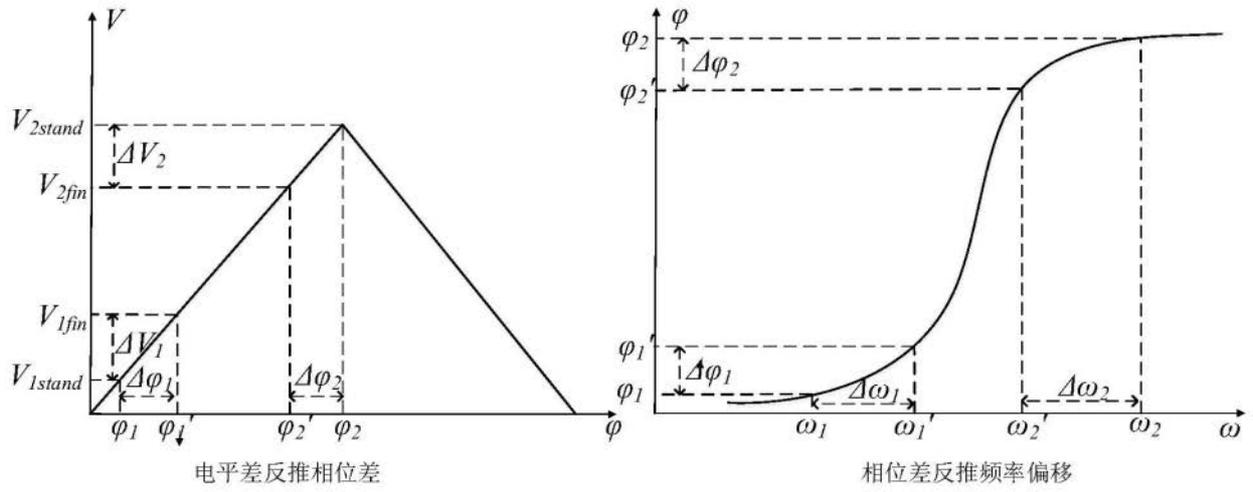


图5