



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102035568 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201010537589. 0

(22) 申请日 2010. 11. 05

(73) 专利权人 意法·爱立信半导体(北京)有限公司

地址 100082 北京市海淀区西直门北大街
56 号生命人寿大厦六层

(72) 发明人 唐治汛 庄亮

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 许静

(51) Int. Cl.

H04L 25/02 (2006. 01)

H04B 1/7103 (2011. 01)

H04L 25/03 (2006. 01)

审查员 王骥

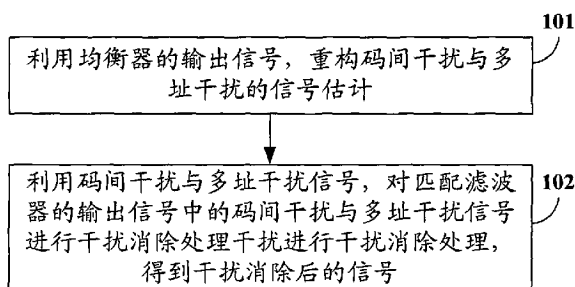
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

移动通信系统中干扰消除的方法及装置

(57) 摘要

本发明提供一种移动通信系统中干扰消除的方法及装置,属于通信技术领域,该方法包括:步骤1、利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$,重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;步骤2、利用所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理,得到干扰消除后的信号估计 $\hat{d}_{JD+IC}$,可有效消除干扰信号的影响,提高了接收机对有用信号的接收性能。



1. 一种移动通信系统中干扰消除的方法,其特征在于,包括:

步骤 1、利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$, 重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;

步骤 2、利用所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$, 对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理, 得到干扰消除后的信号估计 $\hat{d}_{JD+IC}$; 其中,

所述步骤 1 中采用公式 $\hat{d}_{MAI+ISI} = \overline{\text{diag}(A^H A)} \hat{d}_{esb}$, 来重构所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$, 其中, 参数 A 为系统矩阵, 函数 $\overline{\text{diag}(\cdot)}$ 为将对角线元素置 0 后生成的矩阵。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 2 中采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{e}_{MF} - (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{d}_{MAI+ISI}$ 进行干扰消除处理, 其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆, 函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置 0 后生成的矩阵。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 2 中采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1} (\hat{e}_{MF} - \hat{d}_{MAI+ISI})$ 进行干扰消除处理, 其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆, 函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置 0 后生成的矩阵。

4. 一种干扰消除的装置, 其特征在于, 包括

码间干扰与多址干扰重构器, 用于利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$, 重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;

干扰消除器, 用于利用所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$, 对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理, 得到干扰消除后的信号估计 $\hat{d}_{JD+IC}$; 其中,

所述码间干扰与多址干扰重构器采用公式 $\hat{d}_{MAI+ISI} = \overline{\text{diag}(A^H A)} \hat{d}_{esb}$, 来重构所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$, 其中, 参数 A 为系统矩阵, 函数 $\overline{\text{diag}(\cdot)}$ 为将对角线元素置 0 后生成的矩阵。

5. 根据权利要求 4 所述的装置, 其特征在于, 所述干扰消除器采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{e}_{MF} - (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{d}_{MAI+ISI}$ 进行干扰消除处理, 其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆, 函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置 0 后生成的矩阵。

6. 根据权利要求 4 所述的装置, 其特征在于, 所述干扰消除器采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1} (\hat{e}_{MF} - \hat{d}_{MAI+ISI})$ 进行干扰消除处理, 其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆, 函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置 0 后生成的矩阵。

移动通信系统中干扰消除的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于通信技术领域,尤其涉及一种应用于 TD-SCDMA(Time Division Synchronous Code Division Multiple Access,时分同步码分多址)移动通信系统中干扰消除的方法及装置。

背景技术

[0002] 直接扩频码分多址(简称 DS-SS)系统中,采用了码分多址技术,由于不同信号的传播时延不同,以及扰码的存在,造成各个信号所采用的扩频码集并非完全正交,这种由非零互相关系数引起的干扰常被称为多址干扰(Multiple Access Interference,简称 MAI)。

[0003] CDMA 系统中通常采用匹配滤波器(Matched Filter,简称 MF,传统的 Rake 接收机就符合 MF 原理)或者多用户检测装置(Multi-User Detector,简称 MUD)恢复扩频和加扰前的数据。传统的 MF 装置无法有效抑制多址干扰,而多用户检测则可以较好的消除 MAI 带来的影响。

[0004] 在 TD-SS 系统中,多用户检测装置采用的是联合检测(Joint Detector,简称 JD)。它是一种线性多用户检测装置,由于需要完成系统矩阵求逆的操作,当 CDMA 系统采用的扩频因子(spread Factor,简称 SF)较大、扰码长度较长或者干扰用户的数量太多时,系统矩阵的维数将增加,矩阵求逆的运算量将变得无法接受。

[0005] 由于,现有的多用户检测不能有效消除干扰信号,因此需要对现有的多用户检测技术进行改进和完善。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明的目的是提供一种移动通信系统中干扰消除的方法及装置,可有效消除干扰信号的影响,提高了接收机对有用信号的接收性能。

[0007] 为了达到上述目的,本发明提供一种移动通信系统中干扰消除的方法,包括:

[0008] 步骤 1、利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$,重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;

[0009] 步骤 2、利用所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理,得到干扰消除后的信号估计 $\hat{d}_{JD+IC}$ 。

[0010] 优选的,所述步骤 1 中采用公式 $\hat{d}_{MAI+ISI} = \overline{\text{diag}(A^H A)} \hat{d}_{esb}$,来重构所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,其中,参数 A 为系统矩阵,函数 $\overline{\text{diag}(\cdot)}$ 为将对角线元素置 0 后生成的矩阵。

[0011] 优选的,所述步骤 2 中采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{e}_{MF} - (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{d}_{MAI+ISI}$,进行干扰消除处理,其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆,函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置 0 后生成的矩阵。

[0012] 优选的,所述步骤2中采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1}(\hat{e}_{MF} - \hat{d}_{MAI+ISI})$ 进行干扰消除处理,其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆,函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置0后生成的矩阵。

[0013] 本发明还提供一种干扰消除的装置,包括

[0014] 码间干扰与多址干扰重构器,用于利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$,重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;

[0015] 干扰消除器,用于利用所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理,得到干扰消除后的信号估计 $\hat{d}_{JD+IC}$ 。

[0016] 优选的,所述码间干扰与多址干扰重构器采用公式 $\hat{d}_{MAI+ISI} = \overline{\text{diag}(A^H A)}\hat{d}_{esb}$,来重构所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,其中,参数A为系统矩阵,函数 $\overline{\text{diag}(\cdot)}$ 为将非对角线元素置0后生成的矩阵。

[0017] 优选的,所述干扰消除器采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1}\hat{e}_{MF} - (\text{diag}(A^H A))^{-1}\hat{d}_{MAI+ISI}$,进行干扰消除处理,其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆,函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置0后生成的矩阵。

[0018] 优选的,所述干扰消除器采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1}(\hat{e}_{MF} - \hat{d}_{MAI+ISI})$ 进行干扰消除处理,其中函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆,函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置0后生成的矩阵。

[0019] 由上述技术方案可知,本发明的实施例具有如下有益效果:首先利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$,重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;然后利用码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理,得到干扰消除后的信号估计 $\hat{d}_{JD+IC}$,上述技术方案是一种非线性多用户检测,在没有大幅度增加原有联合检测方法的复杂度基础上,可以很好的抑制码间干扰与多址干扰对有用信号的影响,提高了接收机对有用信号的接收性能。

附图说明

[0020] 图1为本发明的实施例中干扰消除的方法流程图;

[0021] 图2为本发明的实施例中仿真平台的结构框图;

[0022] 图3为本发明的实施例中仿真结果示意图一;

[0023] 图4为本发明的实施例中仿真结果示意图二;

[0024] 图5为本发明的实施例中干扰消除的装置结构示意图。

具体实施方式

[0025] 为了使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明实施例做进一步详细地说明。在此,本发明的示意性实施例及说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0026] 本实施例不仅可以应用于TD-SCDMA系统中,当然也可应用于DS-SSMA系统中,为了便于理解下面仅以应用在TD-SCDMA系统为例进行说明。该TD-SCDMA系统的参数见表1:

[0027]

小区数	1
Midamble(训练序列)号	1
调制方式	QPSK(四相相移键控)
发送天线个数	1
接收天线个数	1
码道数	16

[0028]

码道号	1~16
时隙数	1

[0029] 参见图 1,为本发明的实施例中干扰消除的方法流程图,具体步骤如下:

[0030] 步骤 101、利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$,重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;

[0031] 在本步骤中,码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$ 的重构方法可采用如下公式 (1) 进行:

$$[0032] \quad \hat{d}_{MAI+ISI} = \overline{\text{diag}(A^H A)} \hat{d}_{esb} \quad (1)$$

[0033] 其中,参数 A 为系统矩阵,函数 $\overline{\text{diag}(\cdot)}$ 为将对角线元素置 0 后生成的矩阵。

[0034] 在本实施例中,假设 $\hat{d}_{esb} = \{d_1^1 d_1^1 \dots d_1^{K_{vru}} d_2^1 \dots d_2^{K_{vru}} d_3^1 \dots d_3^{K_{vru}} \dots d_{22}^1 \dots d_{22}^{K_{vru}}\}$, 其中 $K_{vru} = 16$, 为虚拟码道数。

$$[0035] \quad A^H A = R = \begin{bmatrix} R_0 & R_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ R_1^H & R_0 & R_1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & R_1^H & R_0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & R_1^H & R_0 & R_1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & R_1^H & R_0 \end{bmatrix}$$

$$[0036] \quad \text{此时, } \hat{d}_{MAI+ISI} = \overline{\text{diag}} \begin{bmatrix} R_0 & R_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ R_1^H & R_0 & R_1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & R_1^H & R_0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & R_1^H & R_0 & R_1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & R_1^H & R_0 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} d_1^1 \\ \vdots \\ d_{21}^{K_{vru}} \\ d_{22}^1 \\ \vdots \\ d_{22}^{K_{vru}} \end{pmatrix}$$

$$[0037] \quad \text{进一步, } \hat{d}_{MAI+ISI}(i) = \left[\sum_{j=0, j \neq i}^{22K_{vru}-1} R(i, j) d_{\left\lceil \frac{i}{K_{vru}} \right\rceil + 1}^{(i \bmod K_{vru})+1} \right], \quad i=0, 1, \dots, 703;$$

[0038] 步骤 102、利用码间干扰与多址干扰信号 $\hat{d}_{MAI+ISI}$ ，对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理，得到干扰消除后的信号 $\hat{d}_{JD+IC}$ 。

[0039] 在本实施例中，可采用公式 (2) 或者公式 (3) 来进行干扰消除处理，其中，

$$[0040] \quad \hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{e}_{MF} - (\text{diag}(A^H A))^{-1} \hat{d}_{MAI+ISI} \text{ 公式 (2)}$$

$$[0041] \quad \hat{d}_{JD+IC} = (\text{diag}(A^H A))^{-1} (\hat{e}_{MF} - \hat{d}_{MAI+ISI}) \text{ 公式 (3)}$$

[0042] 其中，函数 $(\cdot)^{-1}$ 为矩阵求逆，函数 $\text{diag}(\cdot)$ 为将非对角线元素置 0 后生成的矩阵。

[0043] 在上述步骤中，假设 $R'_{0,i} = 1/R_{0,i}$ ，那么

$$[0044] \quad \hat{d}_{JD+IC}(i) = R'_{0,i \% 16, i \% 16} \times \hat{e}_{MF}(i) - R'_{0,i \% 16, i \% 16} \times \hat{d}_{MAI+ISI}(i), \quad i=0, 1, \dots, 703, \text{ 或者}$$

$$[0045] \quad \hat{d}_{JD+IC}(i) = R'_{0,i \% 16, i \% 16} \times (\hat{e}_{MF}(i) - \hat{d}_{MAI+ISI}(i)), \quad i=0, 1, \dots, 703, \text{ 其中 \% 为求余运算。}$$

[0046] 干扰消除的装置在联合检测中的位置为均衡器之后，解调之前，装置的输入信号有均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$ 和匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ ，装置的输出信号为干扰消除后的信号 $\hat{d}_{JD+IC}$ 。

[0047] 本实施例可以在联合检测算法的基础上更好的抑制 MAI 对有用信号的影响，从而提高接收机的性能，下面用 TD-SCDMA 系统如图 2 所示的仿真平台进行仿真，其中仿真参数见表 2。

[0048]

通信系统	TD-SCDMA
小区数	1
Midamble 号	1
调制方式	QPSK
发送天线个数	1
接收天线个数	1
扩频因子	16
Kcell	8
时隙数	1
仿真码道配置	12.2K、64K 标准配置
有用信号, 干扰信号功率比	1

衰落信道	Case1
------	-------

[0049] 在上述的仿真配置与信道环境下,仿真结果参见图3和图4所示,其中图3为仿真码道为12.2K,图4为仿真码道为64K。基于本实施例的干扰消除方法(带圆点的折线),以较低的算法复杂度,获得了比传统算法更优异的性能,而这种性能优势在干扰信号更恶劣的情况下更加明显。图3和图4中横坐标中的 I_{or}/I_{oc} 为“发射信号总功率(包括用户信号与干扰信号)与加性高斯白噪声功率之比(dB值)”,纵坐标中的 raw_BER 是“误比特率”。

[0050] 参见图5,为本发明的实施例中干扰消除的装置结构示意图,该装置包括:

[0051] 码间干扰与多址干扰重构器51,用于利用均衡器的输出信号 $\hat{d}_{esb}$,重构码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$;

[0052] 干扰消除器52,用于利用所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,对匹配滤波器的输出信号 $\hat{e}_{MF}$ 中的码间干扰与多址干扰进行干扰消除处理,得到干扰消除后的信号估计 $\hat{d}_{JD+IC}$ 。

[0053] 在本实施例中,上述码间干扰与多址干扰重构器51可采用公式 $\hat{d}_{MAI+ISI} = \overline{diag(A^H A)} \hat{d}_{esb}$,来重构所述码间干扰与多址干扰的信号估计 $\hat{d}_{MAI+ISI}$,其中,参数A为系统矩阵,函数 $\overline{diag(.)}$ 为将对角线元素置0后生成的矩阵。

[0054] 在本发明的实施例中,上述干扰消除器52可采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (diag(A^H A))^{-1} \hat{e}_{MF} - (diag(A^H A))^{-1} \hat{d}_{MAI+ISI}$,进行干扰消除处理,其中函数 $(.)^{-1}$ 为矩阵求逆,函数 $diag(.)$ 为将非对角线元素置0后生成的矩阵。

[0055] 在本发明的实施例中,上述干扰消除器52可采用公式 $\hat{d}_{JD+IC} = (diag(A^H A))^{-1} (\hat{e}_{MF} - \hat{d}_{MAI+ISI})$ 进行干扰消除处理,其中函数 $(.)^{-1}$ 为矩阵求逆,函数 $diag(.)$ 为将非对角线元素置0后生成的矩阵。

[0056] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

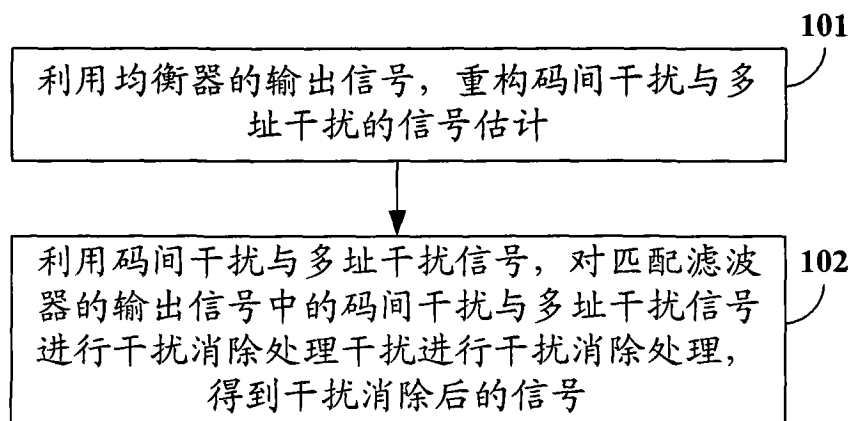


图 1

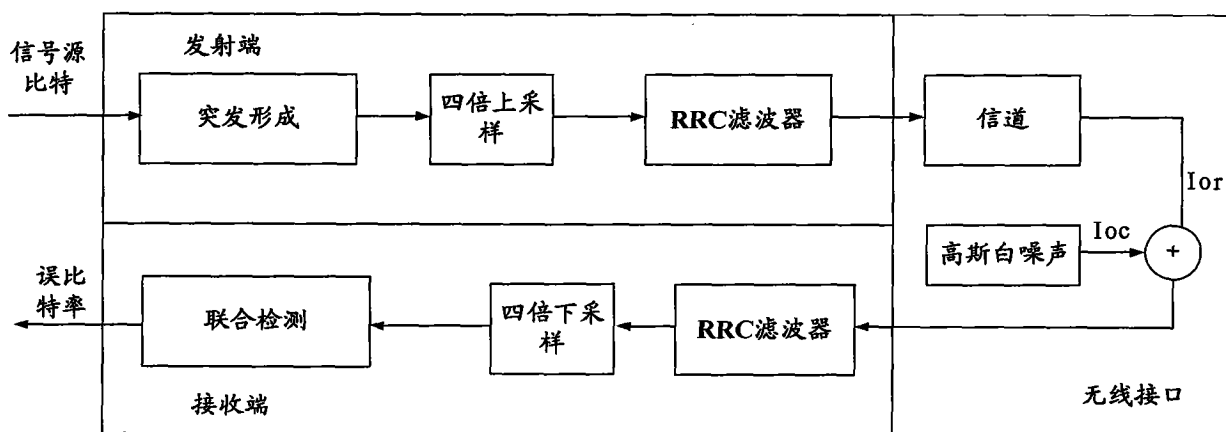


图 2

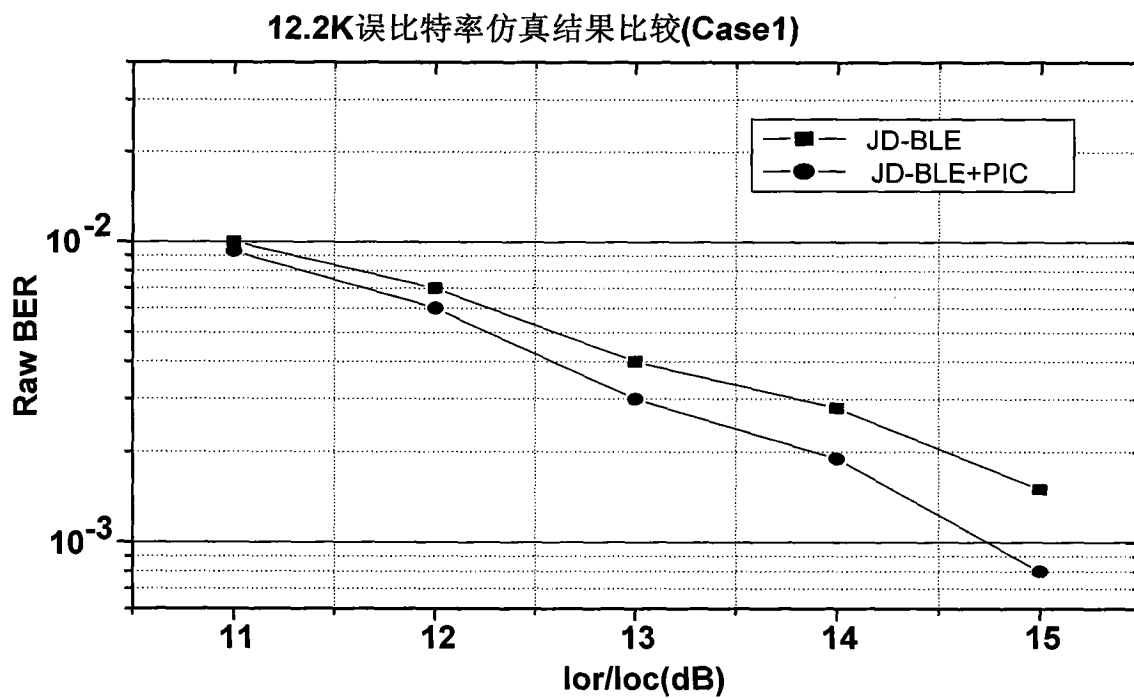


图 3

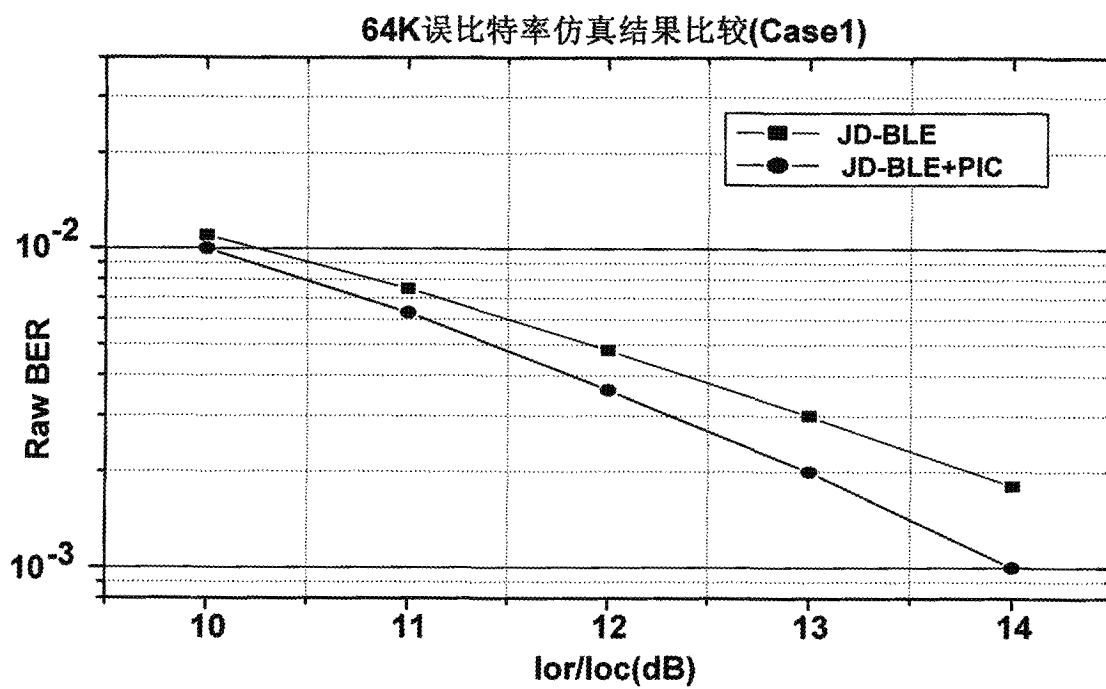


图 4

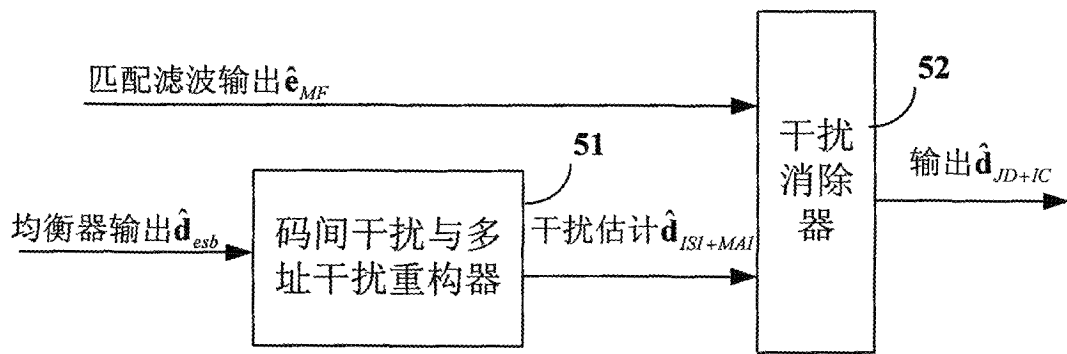


图 5