



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106330617 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610828266.4

(22)申请日 2016.09.18

(71)申请人 中国科学院上海应用物理研究所
地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路2019号

(72)发明人 冷用斌 赖龙伟 阎映炳 张宁

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 邓琪

(51)Int.Cl.

H04L 12/26(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

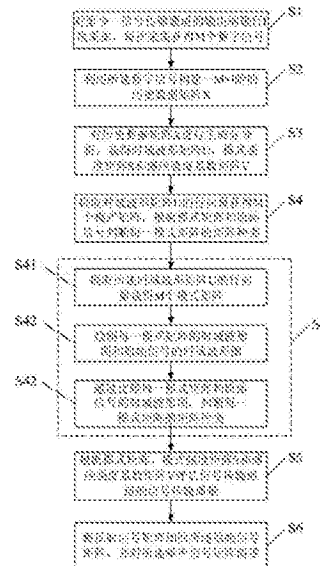
(54)发明名称

基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法

(57)摘要

本发明提供一种信号传输质量诊断方法,包括步骤:S1:对各信号传输通道的输出端进行采集,获得数字信号;S2:利用数字信号构建一M×I阶的历史数据矩阵X;S3:对历史数据矩阵X进行主成分分析,获得一时域波形矩阵U,一模式强度矩阵S和一感应强度系数矩阵V;S4:提取时域波形矩阵U的行向量获得M个模式矩阵,根据模式矩阵和原始信号判断每一模式矩阵的矩阵种类;S5:根据模式矩阵、模式强度矩阵S和感应强度系数矩阵V评估信号传输通道的信号传输质量。本发明的一种信号传输质量诊断方法无需额外设备,即可准确评估信号在整个数据采集处理系统中的传输质量,具有成本低、可对整个数据采集系统进行评估和测量分辨率高的优点。

CN 106330617 A



1. 一种信号传输质量诊断方法,包括步骤:

S1: 在一信号传输通道的输入端输入一原始信号,并对各所述信号传输通道的输出端进行I次采集,每次采集获得M个数字信号,M和I为大于零的自然数;

S2: 利用所述数字信号构建一 $M \times I$ 阶的历史数据矩阵X,第1次至第I次采集的所述数字信号分别构成所述历史数据矩阵X的一列向量;

S3: 对所述历史数据矩阵X进行主成分分析,获得一 $M \times M$ 阶的时域波形矩阵U,一 $I \times I$ 阶的模式强度矩阵S和一 $I \times I$ 阶的感应强度系数矩阵V; $X=U \times S \times V'$;其中V'为感应强度系数矩阵V的转置矩阵;

S4: 提取所述时域波形矩阵U的行向量获得M个模式矩阵,根据所述模式矩阵和所述原始信号判断每一模式矩阵的矩阵种类,所述矩阵种类包括原始信号矩阵、反射信号矩阵和/或噪声信号矩阵;

S5: 根据所述模式矩阵、所述模式强度矩阵S和感应强度系数矩阵V评估所述信号传输通道的信号传输质量。

2. 根据权利要求1所述的基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法,其特征在于,还包括步骤S6:将所述反射信号矩阵加回所述原始信号矩阵,并对所述噪声信号矩阵清零。

3. 根据权利要求1或2所述的基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法,其特征在于,所述步骤S3中所述主成分分析步骤包括:对所述历史数据矩阵X进行奇异值分解。

4. 根据权利要求3所述的基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法,其特征在于,所述步骤S4进一步包括步骤:

S41: 提取所述时域波形矩阵U的行向量获得M个模式矩阵;

S42: 绘制每一模式矩阵的时域波形图和所述原始信号的时域波形图;

S43: 通过比较所述每一模式矩阵的时域波形图和所述原始信号的时域波形图,判断每一模式矩阵的矩阵种类。

5. 根据权利要求4所述的基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法,其特征在于,当所述反射信号矩阵存在时,所述反射信号矩阵所对应的所述信号传输通道的阻抗失配。

6. 根据权利要求5所述的基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法,其特征在于,所述模式强度矩阵S中与所述反射信号矩阵所对应的元素表示所述反射信号矩阵所对应的所述信号传输通道内反射信号的强度。

7. 根据权利要求4所述的基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法,其特征在于,所述感应强度系数矩阵V的元素与所述信号传输通道一一对应,用于表示各所述信号传输通道中传输信号的感应强度系数。

基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信号传输领域,尤其涉及一种信号传输质量诊断方法。

背景技术

[0002] 在信号传输时,当信号发送端与传输线、传输线与信号接收端之间存在阻抗不匹配时,会产生反射信号。反射信号的存在会导致信号失真,引入测量误差,影响测量系统性能。由于很难保证阻抗完全匹配,反射信号成为信号传输和处理(特别是对射频信号来说)的主要测量误差源之一。因此研究一种信号传输质量的诊断方法有重要的实际使用价值。

[0003] 当前一般通过TDR(时域反射技术)示波器进行信号传输质量的诊断。TDR示波器向被测设备发送阶跃信号,如果存在阻抗失配,将有部分输入信号被反射,TDR示波器通过检测反射信号可对信号传输质量进行检测。但该方法具有如下缺点:(1)TDR示波器价格昂贵。(2)TDR实际使用时需要断开某一设备后再接入测试,但已经不是真实使用环境,不能完全诊断整个系统的信号传输质量。其只能诊断信号在电缆中的传输质量,但无法测量电缆与数据采集处理器之间的传输质量,因此无法对整个数据采集系统进行评估。

发明内容

[0004] 针对上述现有技术中的不足,本发明提供一种信号传输质量诊断方法,无需额外设备,即可准确评估信号在整个数据采集处理系统中的传输质量,并可在线实时检测信号传输变化,具有成本低、可对整个数据采集系统进行评估和测量分辨率高的优点。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供一种信号传输质量诊断方法,包括步骤:

[0006] S1:在一信号传输通道的输入端输入一原始信号,并对各所述信号传输通道的输出端进行I次采集,每次采集获得M个数字信号,M和I为大于零的自然数;

[0007] S2:利用所述数字信号构建一 $M \times I$ 阶的历史数据矩阵X,第1次至第I次采集的所述数字信号分别构成所述历史数据矩阵X的一列向量;

[0008] S3:对所述历史数据矩阵X进行主成分分析,获得一 $M \times M$ 阶的时域波形矩阵U,一 $I \times I$ 阶的模式强度矩阵S和一 $I \times I$ 阶的感应强度系数矩阵V; $X=U \times S \times V'$;其中V'为感应强度系数矩阵V的转置矩阵;

[0009] S4:提取所述时域波形矩阵U的行向量获得M个模式矩阵,根据所述模式矩阵和所述原始信号判断每一模式矩阵的矩阵种类,所述矩阵种类包括原始信号矩阵、反射信号矩阵和/或噪声信号矩阵;

[0010] S5:根据所述模式矩阵、所述模式强度矩阵S和感应强度系数矩阵V评估所述信号传输通道的信号传输质量。

[0011] 优选地,还包括步骤S6:将所述反射信号矩阵加回所述原始信号矩阵,并对所述噪声信号矩阵清零。

[0012] 优选地,所述步骤S3中所述主成分分析步骤包括:对所述历史数据矩阵X进行奇异值分解。

- [0013] 优选地,所述步骤S4进一步包括步骤:
- [0014] S41:提取所述时域波形矩阵U的行向量获得M个模式矩阵;
- [0015] S42:绘制每一模式矩阵的时域波形图和所述原始信号的时域波形图;
- [0016] S43:通过比较所述每一模式矩阵的时域波形图和所述原始信号的时域波形图,判断每一模式矩阵的矩阵种类。
- [0017] 优选地,当所述反射信号矩阵存在时,所述反射信号矩阵所对应的所述信号传输通道的阻抗失配。
- [0018] 优选地,所述模式强度矩阵S中与所述反射信号矩阵所对应的元素表示所述反射信号矩阵所对应的所述信号传输通道内反射信号的强度。
- [0019] 优选地,所述感应强度系数矩阵V的元素与所述信号传输通道一一对应,用于表示各所述信号传输通道中传输信号的感应强度系数。
- [0020] 本发明由于采用了以上技术方案,使其具有以下有益效果:
- [0021] 通过直接在信号传输网络上采集网络传输信号,并对采集的信号数据进行主成分分析,实现无需断开设备就可对整个网络进行信号传输质量的诊断,无需外接TDR设备,降低了诊断的成本。此外,本发明还可用于消除反射信号等噪声对信号处理的影响,提高测量分辨率。

附图说明

- [0022] 图1为本发明实施例的基于主成分分析算法的信号传输质量诊断方法的流程图;
- [0023] 图2为本发明实施例的各电极采集信号的波形对比图;
- [0024] 图3为本发明实施例的电极采集的信号S4所对应的信号传输通道的前三个模式矩阵的时域波形图;
- [0025] 图4为本发明实施例的各模式矩的特征值图;
- [0026] 图5为本发明实施例的四个通道的各电极对不同模式矩阵对应信号的相应幅度。

具体实施方式

- [0027] 下面根据附图1-图5,给出本发明的较佳实施例,并予以详细描述,使能更好地理解本发明的功能、特点。
- [0028] 请参阅图1,利用本发明的一种信号传输质量诊断方法对四个信号传输通道进行诊断时,包括步骤:
- [0029] S1:四个信号传输通道的输入端并分别输入一原始信号,并将一探头的四个电极分别设置在各信号传输通道的输出端并分别进行四次采集,每次采集获得1024个数字信号,各电极采集的信号S01、S02、S03、S04如图2所示。
- [0030] 请返回图1,对各电极采集的信号S01、S02、S03、S04分别进行下列步骤:
- [0031] S2:利用数字信号构建一 1024×4 阶的历史数据矩阵X,第1次至第4次采集的数字信号分别构成历史数据矩阵X的一列向量;
- [0032] S3:对历史数据矩阵X进行主成分分析,即对矩阵X进行矩阵奇异值分解(SVD分解)获得:

[0033]

$$X = U \times S \times V' = U \times \begin{bmatrix} S_{11} & & & \\ & S_{22} & & \\ & & S_{33} & \\ & & & S_{44} \end{bmatrix} \times V' \quad (1);$$

[0034] 式(1)中,U是时域波形矩阵,本实施例中时域波形矩阵U为1024×1024阶,时域波形矩阵U中的元素为时间向量,S为模式强度矩阵,本实施例中模式强度矩阵S为4×4阶的对角线矩阵,S₁₁、S₂₂、S₃₃和S₄₄是模式强度矩阵S中的元素;V'为感应强度系数矩阵V的转置矩阵,感应强度系数矩阵V为4×4阶矩阵,感应强度系数矩阵V的元素为空间向量,代表探头对各探头感应信号的感应强度系数。

[0035] S4:提取时域波形矩阵U的行向量获得1024个模式矩阵,根据模式矩阵和原始信号判断每一模式矩阵的矩阵种类,矩阵种类包括原始信号矩阵、反射信号矩阵和/或噪声信号矩阵。

[0036] 其中,步骤S4进一步包括步骤:

[0037] S41:提取时域波形矩阵U的行向量获得1024个模式矩阵;

[0038] S42:绘制每一模式矩阵的时域波形图和原始信号的时域波形图;

[0039] S43:通过比较每一模式矩阵的时域波形图和原始信号的时域波形图,判断每一模式矩阵的矩阵种类。

[0040] 当模式矩阵的时域波形图与原始信号的时频域波形图的时域一致时,该模式矩阵为反射信号矩阵。

[0041] 本实施例中电极采集的信号S4所对应的通道的前三个模式矩阵的时域波形图请参阅图3,其第一个模式矩阵图像为原始信号,其第二个模式矩阵图像为反射信号,其第三个模式矩阵图像为随机噪声。

[0042] 请参阅图1,S5:根据模式矩阵、模式强度矩阵S和感应强度系数矩阵V评估信号传输通道的信号传输质量。其中,当反射信号矩阵存在时,反射信号矩阵所对应的信号传输通道的阻抗失配。模式强度矩阵S中与反射信号矩阵所对应的元素表示反射信号矩阵所对应的信号传输通道内反射信号的强度。图4是本实施例中,各模式矩的特征值,标示各模式矩阵所对应的信号强度。感应强度系数矩阵V的元素与信号传输通道一一对应,用于表示各信号传输通道中传输信号的感应强度系数。图5是四个通道的空间向量,即各电极对不同模式矩阵对应信号的相应幅度,可见通道四的反射信号幅度最大,存在明显的反射信号,即阻抗不匹配。

[0043] 请参阅图1,S6:将反射信号矩阵加回原始信号矩阵,并对噪声信号矩阵清零,可提高测量分辨率。

[0044] 其中,对噪声信号矩阵清零通过将模式强度矩阵S中与噪声信号矩阵对应的元素清零实现,此时,有公式(2)

[0045]

$$X_0 = U \times \begin{bmatrix} S_{11} & & & \\ & S_{22} & & \\ & & 0 & \\ & & & 0 \end{bmatrix} \times V' \quad (2);$$

[0046] X_0 为修改后的历史数据矩阵。

[0047] 由于采用了本发明的一种信号传输质量诊断方法,实现了充分利用多次测量的历史数据构建矩阵进行诊断,类似机器学习的过程,通过主成分分析法对这些数据进行处理,如果存在阻抗不匹配时可分离出反射信号,从而诊断出阻抗不匹配问题。反射信号与原始信号的时频域保持一致,如果不一致可诊断为其他干扰信号。

[0048] 本发明基于对测量系统数据进行算法分析,相较于价格昂贵的TDR设备无其他费用支出,成本低,实用性高,且无需断开设备,是对整个系统进行诊断。同时可将提取出的噪声信号消除,提高测量分辨率。

[0049] 以上的,仅为本发明的较佳实施例,并非用以限定本发明的范围,本发明的上述实施例还可以做出各种变化。即凡是依据本发明申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰,皆落入本发明专利的权利要求保护范围。

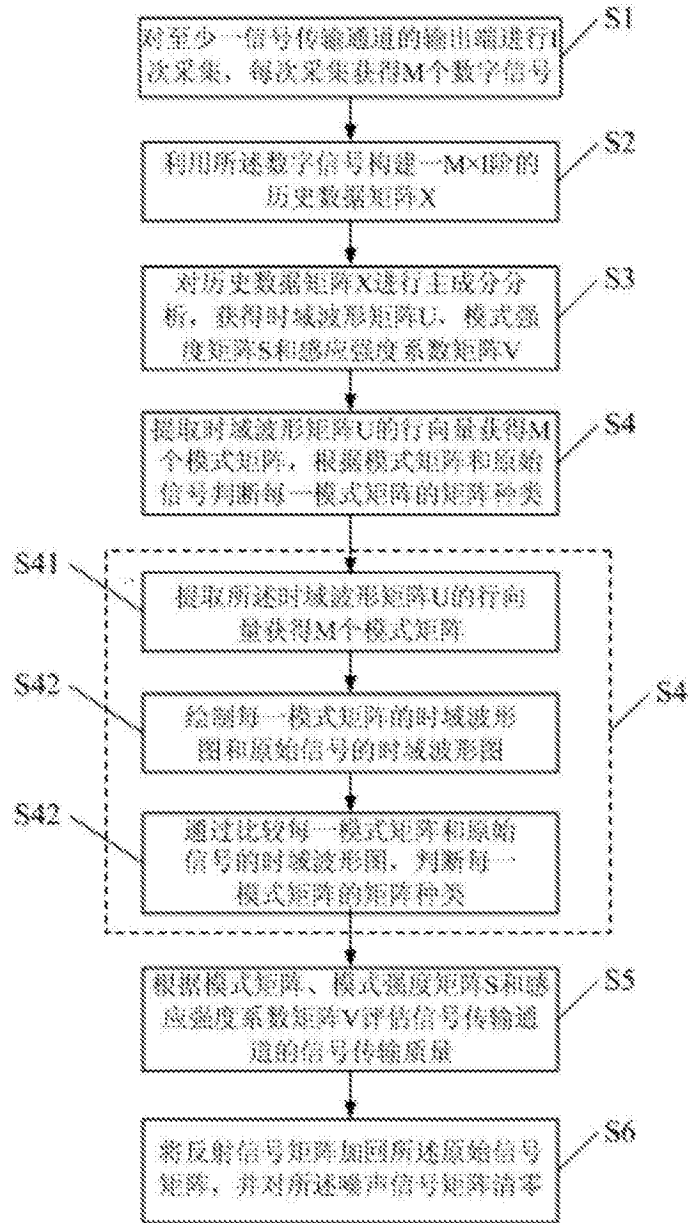


图1

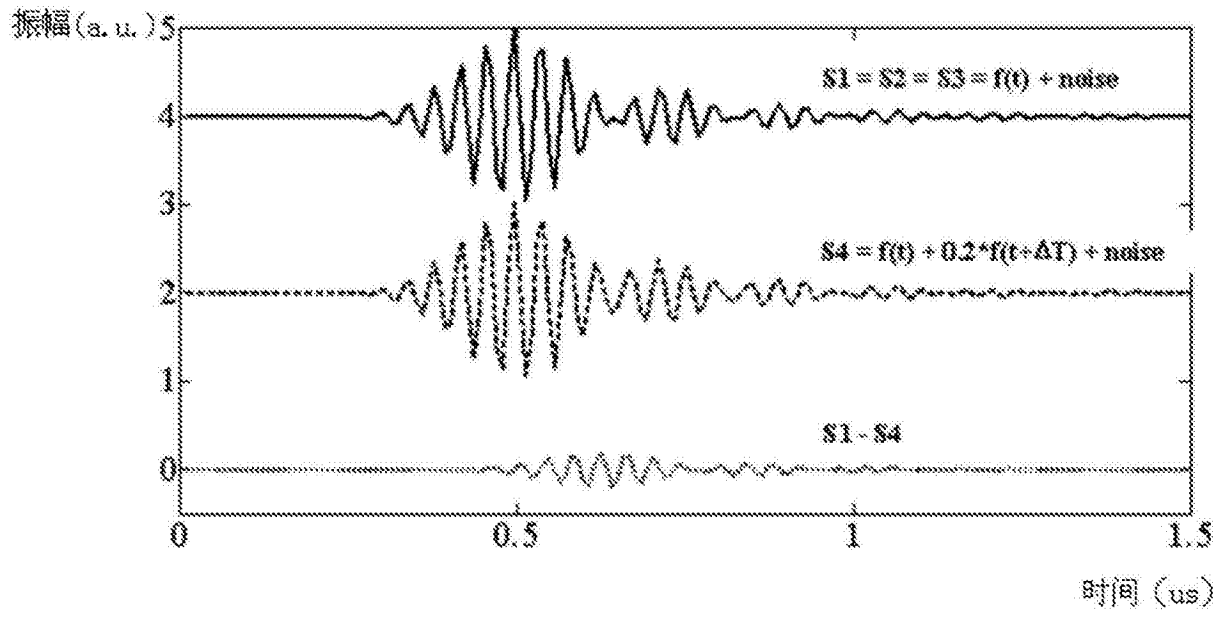


图2

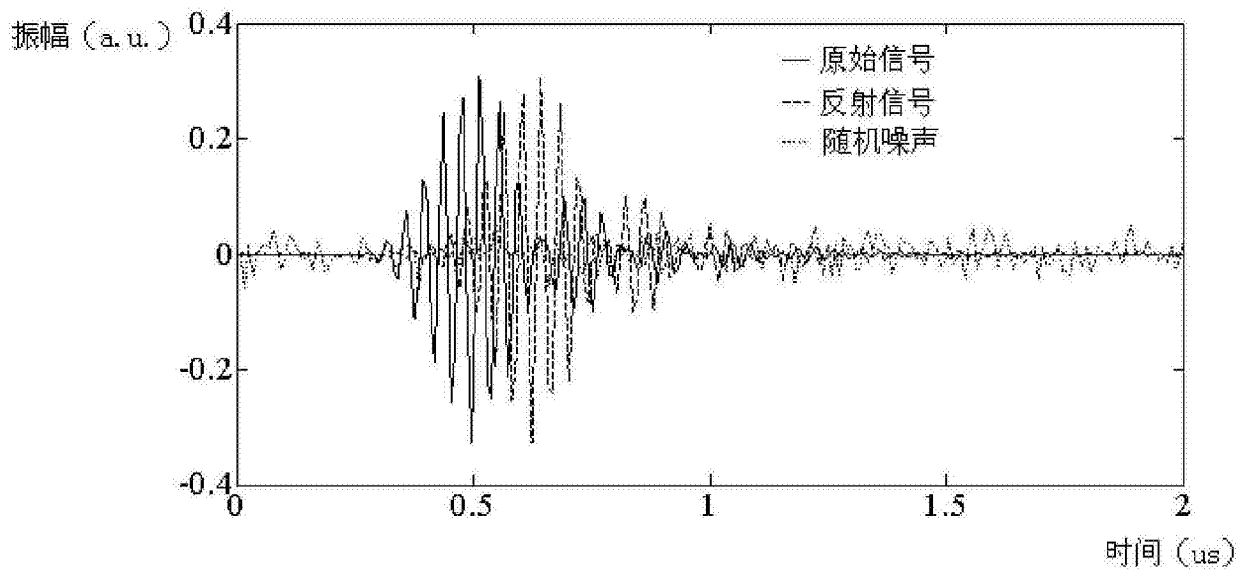


图3

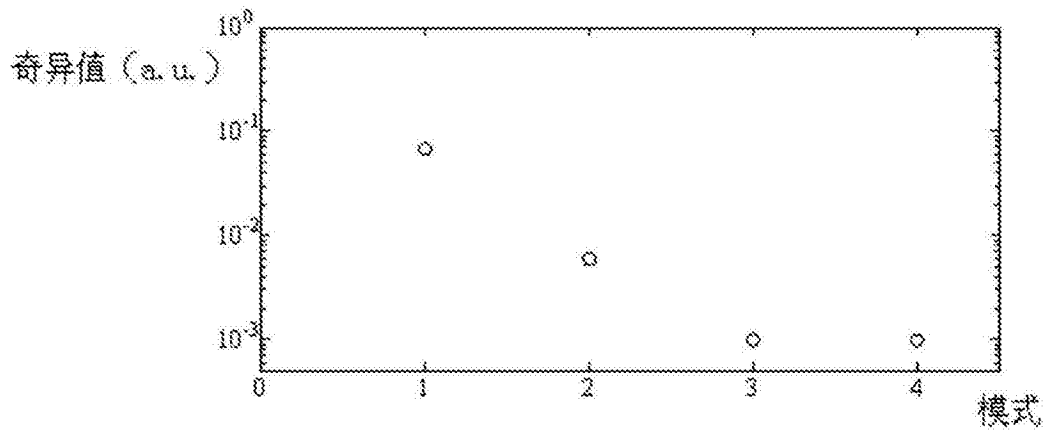


图4

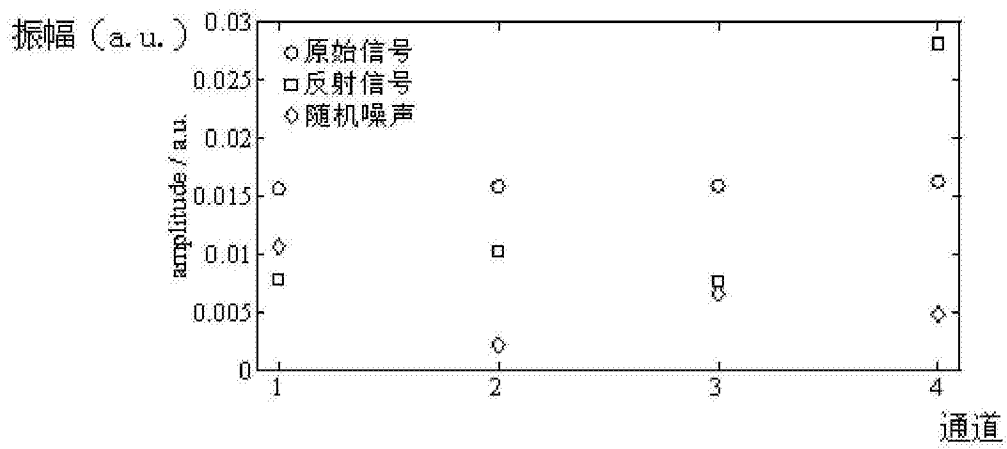


图5