



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108123750 A

(43)申请公布日 2018.06.05

(21)申请号 201611084034.9

(22)申请日 2016.11.30

(71)申请人 光子瑞利科技(北京)有限公司
地址 100000 北京市丰台区南四环西路128
号院4号楼12层1515-1516(园区)

(72)发明人 刘本刚 魏照 柴军杰 李建彬
魏嘉 刘浩宇

(51)Int.Cl.
H04B 10/07(2013.01)
G08B 13/12(2006.01)

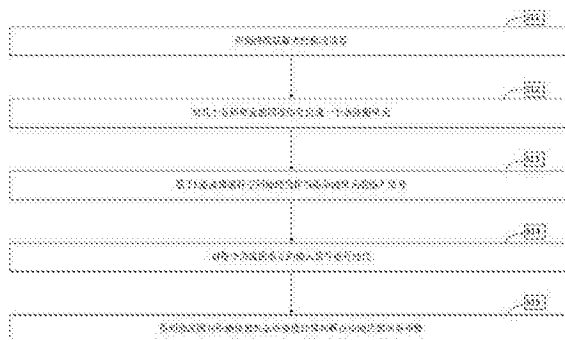
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种利于杂波检测光纤周界预警装置、系统

(57)摘要

本发明公开了一种利于杂波检测光纤周界预警装置、系统。其中,该方法包括:预警终端获取光纤振动信号;对几个分辨单元的回波信号组成一个杂波图单元;基于L滤波器进行空间处理当作当前杂波单元的输入信号;对每个杂波图单元的输入信号进行迭代;得到杂波图对测位置处杂波强度计算以检测目标。通过上述方式,本发明利用了杂波环境时域相对平稳性,将空域与时域相结合,达到检测预警效果,有效剔除干扰,提高预警准确,达到周界入侵准确预警。



1. 一种利用杂波检测光纤周界预警判断的方法,其特征在于,包括:预警终端获取光纤振动信号;采用杂波检测原理结合空域处理和使用处理对所述光纤振动信号进行检测,得到所述光纤振动信号的振源位置和强度对相应位置进行预警。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采用时域和空域结合对所述光纤振动信号进行多次迭代,得到杂波对检测位置处杂波强度进行计算的步骤包括:用M维向量 $x(n)=[X_1(n), \dots, X_M(n)]^T$ 表示第n次采集到杂波回波,M表示邻近分辨单元格式,M表示分辨单元形成的一个杂波单元,对 $x(n)$ 中的元素进行排序得到向量 X_{rn} 。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述将所述光纤振动信号的强度进行有效统计量,并基于L滤波进行线性组合,继续对向量进行有效排序和线性组合运算两步操作即L滤波的处理方式:判断所述光纤振动回波强对的向量有序值以及进行滤波的限行组合统计的处理方式,再将序列 $z(n)$ 输入信号强度为 $h(n)=w(1-W)^n u(n)$ 的线性离散系统中,输出即为杂波强度水平的估计,也就是讲每次采集到的处理值 $z(n)$ 作为一阶离散系统的输入,而 $h(n)=w(1-W)^n u(n)$ 则为改系统的采集强度响应。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述将所述光纤振动信号强度进行多次扫描处理值,并根据结果,继续进行离散系统的输入,也就是讲杂波图的单元回波强度基于L滤波器进行空域处理作为当前光纤采集强度杂波图单元的输入信号步骤还包括:自适应检测预警强度阈值判定,

$x_i(n+1) \xrightarrow{H1} T_h(n) * z(n), i=1 \dots M$, T为阈值因子,根据设定的预警灵敏度来确定,注意 $M=1$ 则杂波检测预警只会依据当前背景强度来判定,对每个杂波图单元信号强度进行迭代,若符合上诉条件,则将所述光纤振动信号的判定为预警信息,反馈到光纤报警系统,判定为有入侵事件。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述将所述光纤振动信号强度在杂波检测后达到设定阈值,并根据达到的杂波强度结果,报警的概率和实际环境需要灵敏度检测有效侵入。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,对M个邻近分辨单元采用L滤波器进行空域处理,再对所得结果进行时域迭代处理,采用L滤波器进行空域处理首先要对M个分辨单元进行排序,再对排序样本进行线性加权组合确定出权向量c的每个分量 c_m 的最优加权值:若所述能量信息熵不符合所述预设能量信息熵,则判断所述光纤振动信号的持续时间是否超过设定时间;若超过,则对所述光纤振动信号进行进行检查线性能曲线;否则,对所述光纤振动信号进行信号对其加权向量强度。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述对所述光纤振动信号进行邻近单元分不同分辨率进行检查的步骤包括:判断所述光纤振动信号是否具有基频且基频周期是否达到设定稳定值;若是,则将所述光纤振动信号的达到检测器检查加权信号强度则判定为强振动;否则,将所述光纤振动信号的单位距离的单振动,不会达到预警信号值。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述对所述光纤振动信号进行信号确定分辨率单元数目 $M=1, 2, 4, 6, 16$,衰减系数 $w=0.2$ 检测器检测到的概率随信噪比成S形增加,邻近分辨单元格式M越多,检测器性能也好,步骤包括:获取所述光纤振动信号的能量稳定性程度;若所述筛除掉邻近单元样本个数r越多,检测器的损失越大,当没有时域迭代处理,筛除掉邻近单元样本多事,检测器损失比采用时域迭代处理混合检测器要大的多,采用混合

检测器可以对临近参考单元样本进行较多的筛除；若所述能量由多个分辨单元的回拨信号组成的一个杂波单元，对杂波单元内的回波样本基于L滤波器处理后在进行时域迭代处理，这样，就可以通过L滤波器的功能将进入的杂波干扰目标信号剔除掉，这样，就可以有效避免杂波干扰，增加预警的准确性。

9. 根据权利要求1至8任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：确定所述光纤振动信号对应的振源强度所属的通知级别；按照所述通知级别进行对应通知，一种光纤振源预警装置，其特征在于，包括：获取模块，用于获取光纤振动信号；预警判断模块，用于采用杂波检测技术对所述光纤振动信号进行检测，得到所述光纤振动信号的振动预警信号。

10. 一种光纤振源预警系统，其特征在于，包括光纤传感器及预警判断终端；所述光纤传感器用于在一端发出第一光信号，并从所述一端接收由所述第一光信号反射得到的第二光信号；所述预警终端用于确定第二光信号对应的电信号为光纤振动信号时，对所述光纤振动信号进行有效预警，其中，所述预警终端包括权利要求9所述的光纤振源检测装置，将光纤布置在周界，当有翻越围墙等引起光纤针对，以对所述光纤振动信号利用杂波检测进行周界入侵预警。

一种利于杂波检测光纤周界预警装置、系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤通信领域,特别是涉及一种光纤有效振动判断方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 随着光纤处理技术发展,可利用光纤探测周边环境状况,例如是否有物体经过、是否为环境噪声信号干扰等。当检测光纤受到外界干扰影响发生振动时,光纤中传输光的部分特性就会改变,终端对信号进行采集,判断光纤振动信号产生瑞利散射回光,进而可检测出发生振动位置对应的信号波,进而根据该信号波有效判定是否有真实有效入侵。

[0003] 然而,现有光纤周界预警方法通常采用人工差值振动信号与单独门限判断方法,以判断出该振动信号是否属于入侵。现有的判断方式效率低,准确率低,容易受到风扰动等干扰。

发明内容

[0004] 本发明主要解决的技术问题是提供一种光纤有效振动判断方法、装置及系统,能够实现准确的判断入侵事件,提供预警,并且有效的剔除干扰信号。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种光纤振动检测方法,包括:检测终端获取光纤振动信号;采用杂波检测算法对所述光纤振动信号进行判断,得到所述光纤振动信号的振动预警事件。

[0006] 其中,所述采用杂波图检测技术算法对所述光纤振动信号进行预警判断的步骤包括:将所述光纤振动信号的强度进行空域处理和时域处理结果,并将几个分辨单元的振动信号组合成一个杂波图单元,继续对杂波图单元内的样本基于L滤波器进行空域处理作为当前杂波图单元的输入信号;再对杂波图单元的输入信号对以往各次的结果进行迭代,得到的杂波图检测位置处杂波强度得以检测预警。

[0007] 其中,所述将所述时域是真实世界,是惟一实际存在的域。因为我们的经历都是在时域中发展和验证的,已经习惯于事件按时间的先后顺序地发生。通常在时域中进行分析,因为杂波强度最终就是在时域中测量的。

[0008] 其中,所述将空间域为光纤振动信号的强度与对应的光纤长度进行匹配,并根据空域和设定光纤对应长度结合,得到在实际周界部署的已经位置,对时域处理和空域处理主要为:用M维向量 $x(n)=[x_1(n), \dots, x_M(n)]^T$ 表示第n次采集到杂波回波,M表示邻近分辨单元格式,M表示分辨单元形成的一个杂波单元。对 $x(n)$ 中的元素进行排序得到向量 $x_r(n)$ 。

[0009] 其中,得到的向量 $x_r(n)=[x_1(n), \dots, x_M(n)]^T$,其中 $x_j(n)$ 表示 $x_r(n)$ 中第j个有序统计量,对向量 $x_r(n)$ 中的元素基于L率博取进行线性组合,得到统计量 $z(n)=c^T x_r(n)$,其中c表示M的维权值向量。对向量进行有序和线性组合运算操作即为L滤波器的处理方式。

[0010] 其中,再将序列 $z(n)$ 输入信号强度为 $h(n)=w(1-w)^n u(n)$ 的线性离散系统中,输出即为杂波强度水平的估计,也就是讲每次采集到的处理值 $z(n)$ 作为一阶离散系统的输入,而 $h(n)=w(1-w)^n u(n)$ 则为改系统的采集强度响应。

[0011] 其中,所述对所述光纤振动信号进行信号稳定性背景的,振动强度服从高斯分布,对于各个分辨单元间和各次扫描对应的光纤振动强对相互独立。对应检测,当不存在检测单元中 H_0 时候,每n次扫描中第i个距离分辨单元的输出 $q_i(n)$ 的概率密度为

$$f_{q_i(n)}(t) = \frac{1}{u} \exp\left[-\frac{t}{u}\right],$$

当存在单元检测目标为 H_1 时候,每n次扫描中第i个距离分辨单元的输出 $q_i(n)$ 的概率密度为 $f_{q_i(n)}(t) = \frac{1}{u(1+\lambda)} \exp\left[-\frac{t}{u(1+\lambda)}\right],$

其中,所述方法中: u 代表热燥声加杂波的功率水平; λ 是信号对整个干扰的平均信噪比 s_{rc} ;当不存在检测单元中 H_0 时候,当存在单元检测目标为 H_1 时候。

[0012] 为解决上述技术问题,本发明采用的自适应判决准则,纤传感器提供光纤振动强度的在第n+1次扫描中对第k个分辨单元检测概率为

$$P_d = P\{x_k(n+1) \geq T_y(n)\} = E\left\{\exp\left(-\frac{T}{u(1+\lambda)} \sum_{j=1}^n c^T x_k(n-j)\right)\right\};$$

其中, E 代表统计的平均,虚警概率可以由每次扫描的回波独立统计,关键在于排序统计量的线性组合 $c^T x_r(n)$ 处理变量转换。

[0013] 为解决上述技术问题,本发明采用的再一个技术方案是:变量转换是 $c^T x_r(n) = v^T z(j)$,提供种光纤振动检测系统,包括光纤传感器及预警终端;所述光纤传感器用于在一端发出第一光信号,并从所述一端接收由所述第一光信号反射得到的第二光信号;所述终端用于确定第二光信号对应的电信号为光纤振动信号时,对所述的强度向量 $z(j)$ 中的第 m 个分量进行定义,当采集信号为一次时,即 $m=1$ 时 $z_m(j) = Mx(j)$,其中,所述终端采集上述的光纤振动信号次数 $2 \leq m \leq M$ 时候, $z_m(j) = (M+1-m)(x_m(j) - x_{m-1}(j))$ 以对所述光纤振动信号进行分辨单元振动信号进行计算虚警概率。

[0014] 再上述单光纤振动计算通过阈值比较 $x_i(n+1) \stackrel{H1}{>} T_h(n) * z(n), i=1, \dots, M, T$ 为阈值因子,判断振动预警位置,得到周界预警入侵判断。

[0015] 上述方案,预警终端采用杂波检测对光线振动信号进行检测,无需人工参与,实现了对光纤振动入侵自动判定,而且,检测算法把单元进行具体划分滤出噪声,其效果比人工预警判断更快更准确,故提高了预警效率、准确性和实时性。

附图说明

- [0016] 图1是本发明光纤振动周界预警系统一实施方式的流程图;
- 图2是本发明光纤振动周界预警系统一实施方式的结构示意图;
- 图3是本发明光纤振动周界预警系统另一实施方式的流程图;
- 图4是本发明光纤振动周界预警系统结构示意图;
- 图5是本发明光纤周界预警装置再一实施例的部分流程图;
- 图6是本发明光纤周界预警装置一实施方式的结构示意图。

具体实施方式

[0017] 以下描述中,为了说明而不是为了限定,提出了诸如特定系统结构、接口、技术之类的具体细节,以便透彻理解本申请。然而,本领域的技术人员应当清楚,在没有这些具体细节的其它实施方式中也可以实现本申请。在其它情况中,省略装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本申请的描述。

[0018] 请参阅图1,本发明光纤振动预警检测一实施方式的流程图,该方法包括:

S11:预警终端获取光纤振动信号转换为波。

[0019] 其中,所述光纤振动信号为光纤电信号,该光纤电信号由光纤反射的光信号转换得到。

[0020] 请结合图2举例说明,图2示出一光纤振动周界预警系统,该光纤振源预警系统可采用光脉冲调制方式,通过探测背向散射信号的相位变化引起的反射光干涉强度变化,能够同时检测出多个并发振源,从而实现预警和对振源定位。该光纤振源预警系统包括顺序连接的光纤传感器21、光学系统23、光电转换电路24与预警终端22。

[0021] 光纤传感器21设置于需监测的环境中如地下,以监测该环境状况。光纤传感器21可采用普通通信光缆中的一根空闲纤芯作传感单元,进行分布式多点振动测量。其基本原理是当外界的振动作用于通信光缆时,引起光缆中纤芯发生形变,使纤芯长度和折射率发生变化,导致光缆中光的相位发生变化。当光在光缆中传输时,由于光子与纤芯晶格发生作用,不断向后传输瑞利散射光。当外界有振动发生时,背向瑞利散射光的相位随之发生变化,这些携带外界振动信息的信号光,经光学系统23处理,将微弱的相位变化转换为光强变化,再经光电转换电路24的光电转换和相应信号处理后,进入终端22进行数据分析。预警终端22根据分析的结果,判断振动事件的发生,并确认振动地点。

[0022] 具体地,光纤传感器21定时从一端发出第一光信号,该第一光信号可以是一脉冲信号,如为脉冲宽度为10ns的激光,该第一光信号在光缆中各个位置经过瑞利散射形成的第二光信号,并且该第二光信号反射回该光纤传感器21的一端。光纤传感器21从该一端输出该第二光信号。光学系统23对第二光信号进行采样,得到多个采样光信号。其中,该采样间隔可采集光纤每隔设定距离发射的光信号,例如,第一个采样光信号对应为距离光纤一端1米位置反射的光信号,第二个采样光信号对应为距离光纤一端2米位置反射的光信号,以此类推。

[0023] 由于背向散射的光信号及其微弱,且其信噪比较小,在对光信号处理的过程中难度较大、精度较小,因此系统将上述多个采样光信号通过光电转换电路23转换为对应的采样电信号便于信号的处理。这里可以通过一般的光电转换电路23如APD转换得到模拟信号,再通过模数转换器将模拟信号转换成数字信号,并发送至终端22。

[0024] 在其他实施例中,该光电转换、以及模数转换步骤可由检测终端22执行,即检测终端22接收对光纤传感器21反射的第二光信号采集得到的多个采样光信号,并将其转换成多个采样电信号,并将该采样电信号与预设振动信号进行对比分析,若该采样电信号与预设振动信号波形匹配,则直接将该采样电信号确认为光纤振动信号。或者,检测终端获取与预设振动信号匹配的采样电信号后,分析所述第一采样电信号在时域和空域的平稳特性;对应所述采样电信号不同时域和空域的平稳特性,采用不同的检测方式对所述采样电信号进

行检测;若所述检测通过,则将所述采样电信号确认为光纤振动信号。

[0025] 其中,该预警系统实时采集光纤振动信号,该采集间隔可根据实际情况进行调整,通常,该采集间隔为 $10\mu\text{s}$ - $100\mu\text{s}$ 之间,如 $40\mu\text{s}$ 、 $10\mu\text{s}$ 、 $100\mu\text{s}$ 等。预警终端22可实时对光纤振动信号进行处理,或者定时进行信号处理,例如,预警终端22将每1024个振动信号分为一帧 $\{x_1, x_2, \dots, x_{1024}\}$,光纤振动信号进行数据处理。

[0026] S12:预警终端采用杂波图检测算法对所述光纤振动信号进行预警信号判断,得到所述光纤振动信号的周界预警。

[0027] 光纤振动的回光信号经过平方率检波得到回波包络信号 $q_i(n)$,它按照边扫描边估计的方法来进行杂波强度估计的更新。假定终端在扫描过程中发射了M个激光,首先对来自某一距离分辨单元的M个回波脉冲回波信号 $q_i(n)$ 进行非相干积累:

$q(n) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M q_i(n)$,式中, $q_i(n)$ ($i=1, \dots, M$)表示在第n次扫描过程中来自某个距离分辨单元第i个脉冲的回波信号; $q(n)$ 表示脉冲积累的结果。然后, $q(n)$ 乘以一个加权因子 α 并加上上一次杂波背景强度的估计值 $p(n-1)$ 的 $(1-\alpha)$ 倍,得到当前杂波背景强度新的估计值 $p(n)$

本实施例中,背景服从韦布尔分布,且来自每个距离分辨单元的回波信号在脉冲之间和扫描之间统计独立,经平方律检波后杂波样本 $q_i(n)$ ($i=1, \dots, M$)的概率密度函数(PDF) $f(t)$ 和累积分布函数(CDF) $F(t)$ 分别。

$$P_d = A\{x_i(n+1) \geq T_p(n)\} = E\{\exp(-\frac{T}{u(1+\lambda)} \sum_{i=1}^M c^{\lambda} x_i(n))\}$$

[0028] 对检测器给定的虚警概率 P_{fa} ,检测门限 T 由式(13)、(14)来确定,它取决于杂波的形状参数 c 和采用的二进制积累准则(K/M)。分别给出了 $c=2.0$ 、 $c=1.4$ 和 $c=0.8$ 时,基于非相干积累的杂波图检测方法的检测概率随信杂比(SCR)的变化曲线,加权因子取 $\alpha=1/8$ [8],虚警概率设定为 $P_{fa}=10^{-6}$ 。注“1/8”、“1/8”、...、“8/8”分别对应不同的二进制积累情况。作为比较,也给出了经典的Nitzberg杂波图的检测性能曲线,标注为“CM”。在 $c=2.0$ (相应于瑞利分布)和 $P_d=0.8$ 时,可看出最佳的检测性能由二进制积累准则(2/8)获得,二进制积累(2/8)、(3/8)、(4/8)检测性能较为接近,最差的检测性能由二进制积累(8/8)获得。但是,它们均比经典的Nitzberg杂波图检测方式“CM”有较大提高。在 $c=1.4$ 时,从图2(b)中可看出最佳的检测性能由积累准则(4/8)获得,二进制积累(3/8)、(4/8)、(5/8)检测性能较为接近。在 $c=0.8$ 时,可看出最佳的检测性能由积累准则(6/8)获得,最差的检测性能由二进制积累(1/8)获得。可见,对于采用8个积累脉冲的杂波图检测来说,不同积累准则方法间的差别较大,它们相比经典的杂波图的检测性能都有较大的改善,其实质在于本文方法采用了二进制非相干积累方式,使得杂波图的检测性能得到较大提高,能够满足杂波图检测技术在实际应用中的性能需求。可以看出,对于杂波形状参数 c 较小也就是杂波分布的拖尾越重的情况,应该采用较高二进制积累门限K(K/M)来抑制较“尖锐”的杂波,从而获得较好的雷达目标检测性能。值得指出的是,本文中假定杂波的形状参数是已知的,在实际中可采取最大似然估计方法进行估计本实施例中,预警终端采用杂波图检测技术对光线振动信号进行检测,无需人工参与,实现了对光纤振源的预警检测,

请参阅图3,图3是本发明光纤振源预警的方法一实施例的流程图。本实施例中,:

首先是匹配滤波器是为了输出信号的信噪比最大,数学原理就是利用输出信号的功率

比上噪声功率,输出信号是滤波器响应与输入信号的时域卷积,然后利用不等式得出一个最大信号瞬时功率与噪声平均功率之比,再反解出滤波器响应。

[0029] 匹配滤波器脉冲响应 $h_u(t) = cu^*(t_0 - t)$, 显然, $h(t)$ 与 $u(t)$ 关于 $t = t_0/2$ 互成镜像关系, 这里 $t_0 = 17.5 \mu s$ 。另外, 要构成因果系统, 输入信号 $u(t)$ 必须在 t_0 时刻前结束, 否则显然滤波器无法得到全部输入能量, 也就不可能使信噪比达到最大, 所以 t_0 的最小值为信号结束的时间, 因为一般系统都不希望在信号结束很久以后再进行检测, 所以一般都取信号结束时刻。滤波器仍然在输入波形结束时刻得到了一个峰值, 这就验证了波形不变情况下匹配滤波器的时间适应性。

[0030] 如上述, 本实施例中的光纤类型包括触摸光缆振源。匹配滤波器的作用之一是对输入信号中较强的频率成分进行较大的加权, 对较小的成分进行小的加权, 这显然是滤除均匀功率谱的白噪声的最有效方式。而相位谱互补保证了输出信号的线性相位, 使得在信号结束时刻得到峰值, 简而言之, 匹配滤波可以使非线性相位谱的信号能量聚集, 而对于噪声由于其固有的随机性, 匹配滤波的相频特性不会对它发生任何影响, 从而得到最大信噪比的特性。

[0031] 预警终端将所述光纤振动信号的振动信号进行匹配滤波器, 然后进行滤波, 筛除背景噪音。

[0032] 将振动信号结果几各分部单元的回波信号组成一个杂波单元, 对杂波单元进行处理, 用 M 维向量 $x(n) = [x_1(n), \dots, x_M(n)]^T$, 表示了第 n 次得到的向量 $x_r(n) = [x_1(n), \dots, x_M(n)]^T$, 其中 $x_j(n)$ 表示 $x_r(n)$ 中第 j 个有序统计量, 对向量 $x_r(n)$ 中的元素基于 L 率博取进行线性组合, 得到统计量 $z(n) = c^T x_r(n)$, 其中 c 表示 M 的维权值向量。

[0033] 预警终端将采集到的信号统计量存入 c 中, 振动信号峰值反映的是振动波形的最大振幅, 因为这一类出现时强烈振动与预警点会发生强烈的振动致使信号发生突变产生短时间内的大幅值信号

对向量进行排序和线性组合的方式运算两步操作, 采用快速排序方式, 将原问题分解为若干个规模更小但结构与原问题相似的子问题。递归地解这些子问题, 然后将这些子问题的解组合为原问题的解。快速排序的具体过程如下: 第一步, 在待排序的 n 个记录中任取一个记录, 以该记录的排序码为准, 将所有记录分成两组, 第 1 组各记录的排序码都小于等于该排序码, 第 2 组各记录的排序码都大于该排序码, 并把该记录排在这两组中间。第二步, 采用同样的方法, 对左边的组和右边的组进行排序, 直到所有记录都排到相应的位置为止。

[0034] 如上所述, 对排序后的光纤振动信号进行下一步滤波, 滤波器后得到的数据为 $z(n) = c^T x_1(n)$, 序列 $z(n)$ 为得到的光纤振动强度是对杂波图单元内的干扰目标信号进行剔除, 对处理后的序列再进行时域迭代处理。

[0035] 从第 $n+1$ 次采集周期起, 第 N_i 个预警目标进入杂波图单元中并持续 L 个扫描周期, 各个预警目标的回光信号再扫描周期中是不相关的, 且具有相同的振动强度。第 k 个距离单元在第 $(n+L+k)$ 次采集的检测概率为:

$$P(q_i(n+L+1) \geq T)(n+L) | H_1 = E\left\{\exp\left(-\frac{T}{u(1+\lambda)} \sum_{j=0}^{n+L} c^j x_j(n+L-j)\right)\right\}$$

(j) 来自于干扰目标和噪声样本的两个母体分布, 将一种情况进行极限, 假定干扰目标的强度足够强大, 干扰目标的总体占有序统计量前 N_i 个最大样本位置。对所述的强度向量 $z(j)$ 中的第 m 个分量进行定义, 当采集信号为一次时, 即 $m=1$ 时 $z_m(j) = Mx_1(j)$, 其中, 所述终端采集上述的光纤振动信号次数 $2 \leq m \leq M$ 时候, $z_m(j) = (M+1-m)(x_m(j) - x_{m-1}(j))$ 以对所述光纤振动信号进行分辨单元振动信号进行计算

其中, 再将序列 $z(n)$ 输入信号强度为 $h(n) = w(1-w)^n u(n)$ 的线性离散系统中, 输出即为杂波强度水平的估计, 也就是讲每次采集到的处理值 $z(n)$ 作为一阶离散系统的输入, 而 $h(n) = w(1-w)^n u(n)$ 则为改系统的采集强度响应。

[0036] 如上述, 本实施例中的光纤振动预警删除干扰噪音。预警终端可预先对光纤对应位置产生的振动信号进行滤波, 以该振动信号的强度的特征建立能量信号时序, 并以时序队列判断是否有振动。

[0037] 由上可知, 处理终端预警出入侵信号的采样信号才能判断出其环境状况, 故对信号的准确采样极其重要。本发明处理终端采用滑窗方式每次采样时仅滑动小于采样信号长度的时间距离, 使得采样信号更丰富, 相邻的采样信号间仅补入一小段新数据, 容易采集到包含足够预警所需数据的信号, 也即容易每个分辨单元预警位置进行处理, 故利于精确预警, 提高了预警判断的准确率, 即提高了光纤环境状况的周界预警的准确度。

[0038] 参阅图5, 本发明光纤信号处理装置一实施方式的结构示意图, 该装置包括:

获取模块51, 用于获取光纤振动信号。

[0039] 预警模块52, 用于采用光纤信号杂波算法对所述光纤振动信号进行判断, 检测出光纤振动周界预警。

[0040] 可选的, 该预警模块52具体用于将所述光纤振动信号的强度进行运算处理, 并根据得到结果, 每个分辨单元预警位置进行处理。

[0041] 可选地, 该预警模块52包括第一判断单元, 用于对回光强度进行有效滤波, 信号杂波通过统计分布会背离高斯分布而呈现非高斯分布, 通过检测器的处理方法又用到非高斯背景局部-尺度分布中。对其两参数局部-尺度分布(位置和尺度参数)的估计采用最优线性无偏估计。

[0042] 可选地, 该分类模块52包括第二判断单元, 用于在检测信号有序统计量分布, 用 M 维向量表示采集到的信号, 进行空域和时域的结合, 通过时域处理可以有效的多次检测, 其中 n 增加的形式获取到每次采集结果, 在时间上组成采集向量, 在空域方面结合, 采用同样的 M 维向量方式, 用有序统计, 形成一个杂波平面。

[0043] 可选地, 该预警模块52包括第三判断单元, 对信号进行 L 滤波器处理, 采用频域检测器, 平方律检波采用时域上的卷积等于频域上的乘积。所以将采集到的信号和滤波器通过算法变换到频域后, 直接将他们相乘, 然后再变换回时域(也就是信号的空域)。

[0044] 可选地, 该预警模块52包括第四判断单元, 用于在光纤振动信号的采集处理后得到 $z(n) = c^T x_r(n)$, 对所述光纤振动信号进行排序和线性组合运算, 再将序列 $z(n)$ 输入信号

进行转换, $h(n) = w(1-w)^n u(n)$ 线性离散系统中, 输出 $y(n)$ 为杂波处理信号水平估计, $y(n) = h(n) * z(n)$, 在 n 次扫描结果中获取杂波图概率。

[0045] 具体地, 该第四判断单元为计算序列 $z(n)$ 输入信号强度计算得到 $h(n)$, 就是两个变量成正比关系, 离散即不连续, 说的专业的就是数字的, 连续的信号是模拟的。线性定常和线性时变系统是根据系统随时间的变化与否分的, $h(n) = w(1-w)^n u(n)$ 。

[0046] 可选地, 该分类模块52包括第五判断单元, 通过阈值因子 T , 确定虚警概率, 在权向量 \mathbf{C} 为 $\mathbf{C} = [c_1, \dots, c_M, 0, \dots, 0]^T$, 其中, r 为将向量 $x_r(n)$ 从高端起删除样本个数。通过自适应判断准则为:

$$\frac{H_1}{H_0} x_i(n+1) \underset{H_0}{\overset{H_1}{>}} \frac{T h(n) * z(n) = T y(n), i = 1, \dots, M$$

具体地, 该第五判断单元具体用于获取所述光纤振动信号的能量稳定性程度; 若所述能量稳定性程度超过第一程度, 则将所述光纤振动信号的判断为预警。

[0047] 可选地, 所述装置还包括通知模块, 用于判断所述光纤振动信号对应的振源类型所属的通知级别; 按照所述通知级别进行对应通知。

[0048] 其中, 该预警终端的上述模块分别用于执行上述方法实施例中的相应步骤, 具体执行过程如上方法实施例说明, 在此不作赘述。

[0049] 参阅图6, 本发明光纤振动入侵预警装置另一实施方式的结构示意图, 该装置60包括处理器61、存储器62、接收器63及总线64。其中, 处理器61、存储器62、接收器63均可以是一个或多个, 图6中仅以一个为例。

[0050] 接收器63用于接收外部设备发送的信息。例如, 接收光纤信号, 如光纤传感器发送的光信号、经光电转换后的电信号、或经确定为光纤振动产生的信号的光纤振动信号。

[0051] 存储器62用于存储计算机程序, 并向处理器61提供所述计算机程序, 且可存储处理器61处理的数据, 例如接收器63接收到的光纤信号灯。其中, 存储器62可以包括只读存储器、随机存取存储器和非易失性随机存取存储器(NVRAM)中的至少一种。

[0052] 存储器62存储的计算机程序包括如下的元素, 可执行模块或者数据结构, 或者它们的子集, 或者它们的扩展集:

操作指令: 包括各种操作指令, 用于实现各种操作。

[0053] 操作系统: 包括各种系统程序, 用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

[0054] 在本发明实施例中, 处理器61通过调用存储器62存储的操作指令(该操作指令可存储在操作系统中), 来执行下面操作。

[0055] 具体, 处理器61可执行存储器62中的计算机程序, 用于:

预警终端获取光纤振动信号;

采用杂波图技术对所述光纤振动信号进行预警, 得到所述光纤振动信号的周界入侵事件。

[0056] 可选地, 处理器61执行所述采用杂波原理算法对所述光纤振动信号进行分类包括: 将所述光纤振动信号的时域与空域处理理想结合, 并分辨信号处理单元, 通过 L 滤波器进

行滤波处理操作,继续进行有序向量运算,得到分辨距离单元格式,形成一个杂波单元。

[0057] 可选地,处理器61执行所述将所述光纤振动信号的杂波进行滤波处理,并对结果进行时域和空域的处理相结合,继续对分辨单元的回波信号组合成的一个杂波图单元,对杂波图单元回波样本基于L滤波器进行空域处理作为当前杂波图的信号输入,再对每个杂波图单元的输入信号对以往各次的结果进行迭代,步骤包括:用M维向量表示采集到的信号,进行空域和时域的结合,通过时域处理可以有效的多次检测,其中n增加的形式获取到每次采集结果,在时间上组成采集向量,在空域方面结合,采用同样的M维向量方式,用有序统计,形成一个杂波平面。

[0058] 可选地,处理器61还用于:对信号进行L滤波器处理,采用频域检测器,平方律检波采用时域上的卷积等于频域上的乘积。所以将采集到的信号和滤波器通过算法变换到频域后,直接将他们相乘,然后再变换回时域(也就是信号的空域)。

[0059] 可选地,处理器61还用于:若所述能量信息熵特征不符合所述预设能量信息熵模型,则判断所述光纤振动信号的持续时间是否超过设定时间;若超过,则对所述光纤振动信号进行基频周期模型的匹配;否则,对所述光纤振动信号进行信号稳定性模型的匹配。

[0060] 可选地,处理器61执行所述用于在光纤振动信号的采集处理后得到 $z(n) = c^T x_r(n)$,对所述光纤振动信号进行排序和线性组合运算,再将序列z(n)输入信号进行转换, $h(n) = w(1-w)^n u(n)$ 线性离散系统中,输出y(n)为杂波处理信号水平估计, $y(n) = h(n) * z(n)$,在n次扫描结果中获取杂波图概率。

[0061] 可选地,处理器61执行所述计算序列z(n)输入信号强度计算得到h(n),就是两个变量成正比关系,离散即不连续,说的专业的就是数字的,连续的信号是模拟的。线性定常和线性时变系统是根据系统随时间的变化与否分的, $h(n) = w(1-w)^n u(n)$ 。

[0062] 可选地,处理器61还用于:通过阈值因子T,确定虚警概率,在权向量c为 $c = [c_1, \dots, c_M, 0, \dots, 0]^T$,其中,r为将向量 $x_r(n)$ 从高端起删除样本个数。通过自适应判断准则为:

$$\frac{H_1}{x_i(n+1) \underset{H_0}{\gtrless} \sum_{i=1}^M T h(n) * z(n) = T_i(n), i = 1, \dots, M}$$

具体地,该第五判断单元具体用于获取所述光纤振动信号的能量稳定性程度;若所述能量稳定性程度超过第一程度,则将所述光纤振动信号的判断为预警。

[0063] 上述处理器61还可以称为CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)。具体的应用中,终端的各个组件通过总线64耦合在一起,其中总线64除包括数据总线之外,还可以包括电源总线、控制总线和状态信号总线等。但是为了清楚说明起见,在图中将各种总线都标为总线64。

[0064] 上述本发明实施方式揭示的方法也可以应用于处理器61中,或者由处理器61实现。处理器61可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器61中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器61可以是通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现成可编程门阵列

(FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器62,处理器61读取相应存储器中的信息,结合其硬件完成上述方法的步骤。

[0065] 上述方案中,预警终端采用信号杂波图技术对光线振动信号进行预警,无需人工参与,实现了对光纤振动预警判定,而且,采用分段杂波预警处理算法可对时域和空域的处理多个甚至上万个节点进行预警判断,其效果比人工预警更快更准确,故提高了预警效率和准确性。另外,由于杂波处理结构简单清楚且易于实现,能够简化预警过程。

[0066] 在本发明所提供的几个实施方式中,应该理解到,所揭露的方法以及装置,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施方式仅仅是示意性的,例如,所述模块或单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0067] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施方式方案的目的。

[0068] 另外,在本发明各个实施方式中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0069] 上述其他实施方式中的集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)或处理器(processor)执行本发明各个实施方式所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0070] 以上所述仅为本发明的实施方式,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

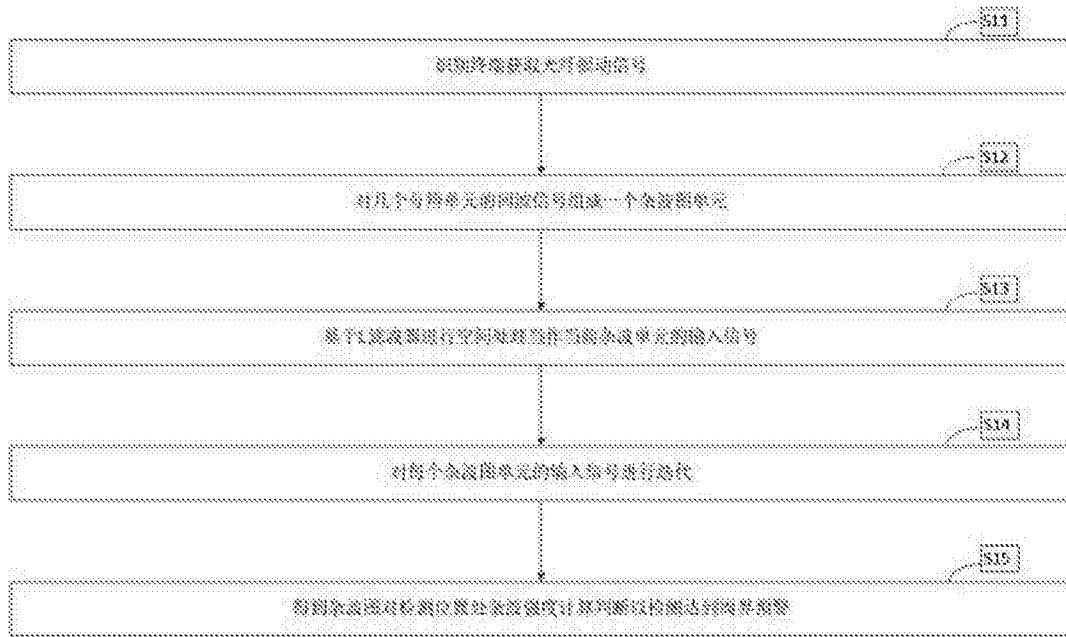


图1

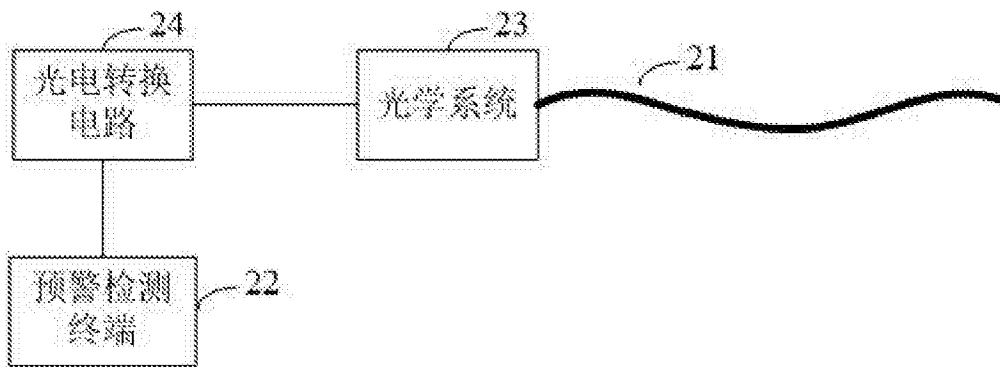


图2

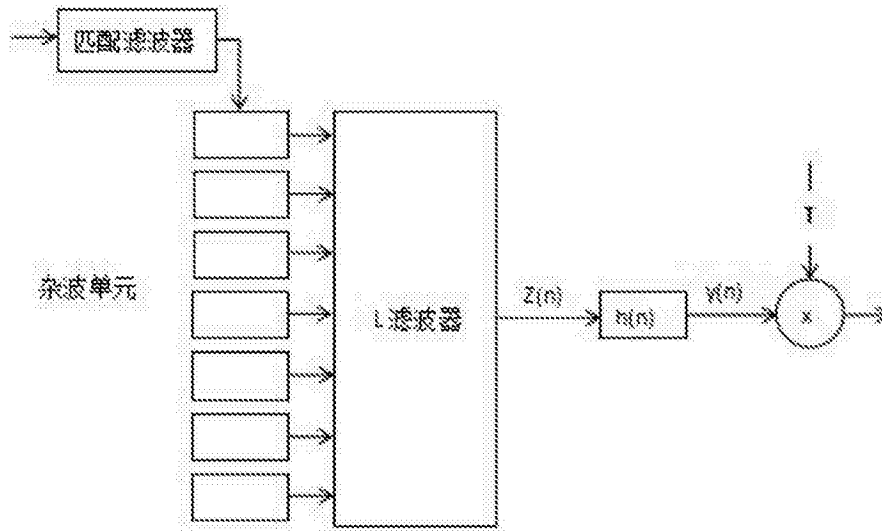


图3

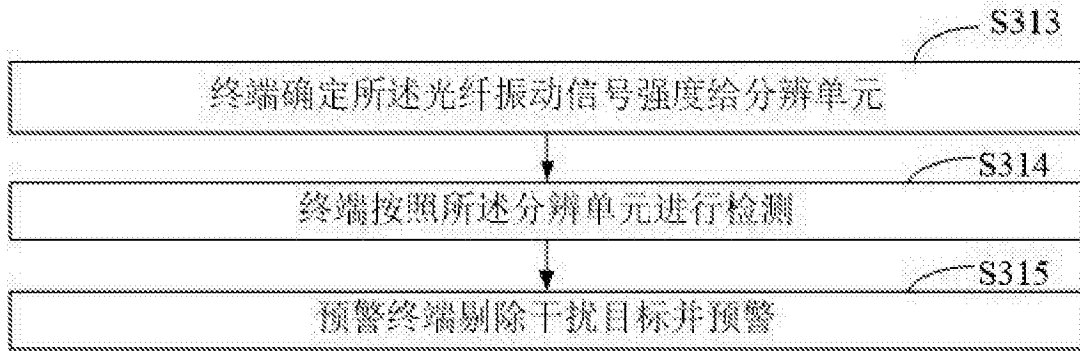


图4

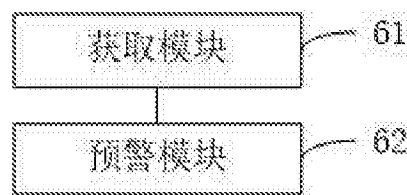


图5

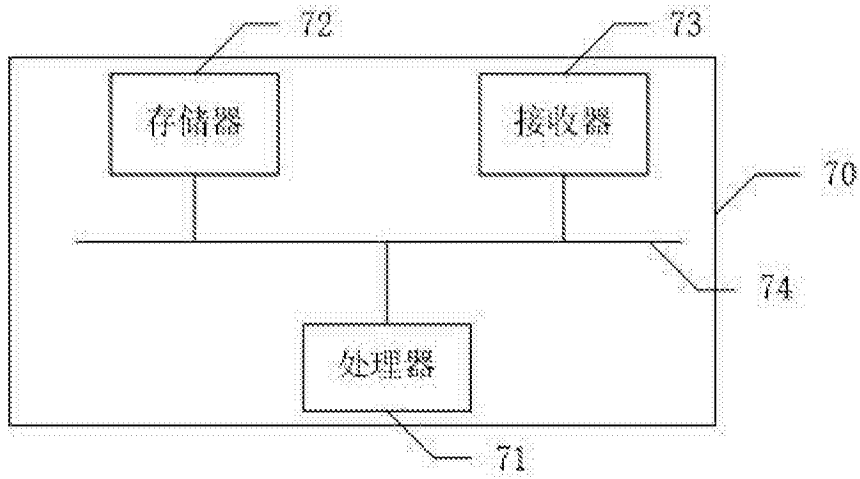


图6