

变电运维设备中电源噪声信号优化检测方法研究

刘俊

(国网苏州供电公司, 江苏 苏州 215000)

摘要 由于电源噪声信号会影响变电运维设备的正常运行, 为此, 本研究提出了变电运维设备中电源噪声信号优化检测方法研究。通过小波变换, 分解了变电运维设备中的电源噪声信号, 引入归一化处理的方法, 提取出电源噪声信号的特征。采用模糊聚类算法, 过滤掉电源噪声信号的异常值。在电源噪声信号检测的约束条件下, 计算了电源噪声信号之间的紧密程度, 得到噪声信号的分布情况, 实现电源噪声信号的检测。结果表明, 采用文中的检测方法, 可以提高对电源噪声信号的检测效率。

关键词 噪声信号; 优化检测; 电源噪声; 变电运维

中图分类号: TM63

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)12-0022-03

随着电子技术和计算机技术的迅猛发展, 很多电子产品已经在航空航天、运输、医学以及电力等行业得到了越来越多的应用^[1]。电源噪声信号优化检测方法是目前国内外变电运维研究领域的热点之一, 也受到了很多学者的关注, 并在很多领域都取得了重大成果^[2]。然而, 随着科学技术的进步, 变电运维设备中的电源电路变得越来越复杂, 不仅电源电路的响应和参数可能会有所不同, 而且还会出现非线性现象以及反馈环路的差异, 这些都使得电源噪声信号的检测变得越来越困难, 检测过程也会更加复杂。

陈建国等人^[3]采用谱校正技术对通信系统中的噪声进行峰值检测。首先, 通过对无线信道中的声源进行定位, 利用线性滤波等方法, 实现含噪目标的准确定位; 然后, 通过对含噪信号的离散光谱进行离散谱的解析, 研究如何利用光谱校正方法, 实现光谱中的“障碍物”“光谱泄露”等现象的修正, 通过调整光谱的空间分布和谱线的幅值, 使变化后的光谱恢复至初始态。试验证明, 该方法运行稳定、检测时间短、检测精度高。

1 电源噪声信号优化检测方法设计

1.1 提取电源噪声信号特征

利用小波变换对变电运维设备中的电源噪声信号特征进行提取时, 存在着信号特征集合过大, 提取精度低等问题^[4], 需要在提取过程中, 合理降低其特征数量, 提取出主要的特征即可, 具体如下。

在 R 级尺度下, 利用小波变换, 分解变电运维设

备的电源噪声信号, 得到一个接近于噪声信号的信号 X_s^R , 将其长度定义为 L , 利用公式 (1) 给出电源噪声信号特征 X 的第 R 维分量 X_R , 即:

$$X_R = \sum_{m=1}^L \frac{|x_{sm}^R|^2}{L} \quad (1)$$

式 (1) 中, x_{sm}^R 表示与噪声信号比较接近的信号 X_s^R 的第 m 个取值情况。

在归一化处理的基础上^[5], 得到电源噪声信号的特征矢量 X' , 利用公式 (2) 提取出电源噪声信号的第 R 维特征分量, 即:

$$X'_R = \frac{X_R}{\sum_{R=1}^K X_R} \quad (2)$$

利用归一化处理, 得到电源噪声信号的特征矢量, 提取出舰船噪声信号特征。

1.2 过滤电源噪声信号的异常值

为了提高变电运维设备电源噪声信号的检测质量, 本文引入模糊聚类算法^[6], 对电源噪声信号进行聚类处理, 通过差分运算, 获取高质量的电源噪声信号, 具体步骤如下:

Step1: 将电源噪声信号的时域特征与频域特征进行乘法运算, 得到含有异常值的电源噪声信号 $y(n) = J+kR$, 选择一个噪声信号的波长作为过滤周期, 在模糊聚类算法下, 对电源噪声信号 $y(n)$ 进行聚类处理, 并将其转换成具有周期特征的聚类信号。

定义 M_{ms} 表示电源噪声信号的生成时间, 在一个波长内, 电源噪声信号的采样值为 Y , 通过收集所有采样值生成一个 Y 点序列。

Step2: 对电源噪声信号的时域特征与频域特征进行循环计算, 得到信号的异常值 Z , 即:

$$Z = \sum_{k=0}^{X-1} skc[(1+\varphi)(th-\tilde{t}_s)] \quad (3)$$

式 (3) 中, φ 表示电源噪声信号的扰动因子, sk 表示模糊聚类算法的输出值, th 表示电源噪声信号的生成通道, t_s 表示电源噪声信号序列的原始时间点, X 表示采样点数量。

Step3: 对于后期输入的电源噪声信号, 重复操作 Step1 和 Step2, 将循环计算的结果代入模糊聚类算法中, 经过聚类处理之后, 得到如公式 (4) 的聚类结果 U :

$$U = \sum_{k=0}^{X-1} Z \sin[2\pi(\gamma_f + \gamma_d) + v_R] \quad (4)$$

公式 (4) 中, γ_f 表示电源噪声信号的聚类输出值, γ_d 表示电源噪声信号经过聚类处理之后的输入值, v_R 表示聚类系数。

Step4: 在聚类结果 U 中, 如果电源噪声信号的最大峰值大于阈值, 说明电源噪声信号的异常值过滤成功, 否则需要重新搜索。

在过滤电源噪声信号的异常值过程中, 先设置一个过滤步长 $\Delta\lambda$, 在该步长下, 构建电源噪声信号的二次曲线模型 a_i , 表示为:

$$a_i = B\tau_i^2 + c\tau_i + \phi \quad (5)$$

式 (5) 中, τ_i 表示电源噪声信号的聚类值, B 、 c 和 ϕ 表示聚类因子。

根据电源噪声信号的二次曲线特征, 得到电源噪声信号的频移 ∂_{\min} , 即:

$$\partial_{\min} = \frac{c}{2B} \quad (6)$$

将 Step4 中成功过滤的电源噪声信号异常值与公式 (6) 的频移进行叠加, 实现电源噪声信号异常值的快速过滤, 即:

$$h(y) = \sum_{i=1}^n \log(1 + \partial_{\min} U) \quad (7)$$

按照以上步骤, 过滤了电源噪声信号的异常值, 接下来通过设计电源噪声信号检测算法, 实现电源噪声信号的检测。

1.3 设计电源噪声信号检测算法

过滤掉电源噪声信号的异常值之后, 对变电运维

设备的电源噪声信号进行检测。假设 b_i 表示电源噪声信号 x_i 的类别, 将 b_i 中前 p 个样本作为正类样本, 其余的样本都作为负类样本, 利用公式 (8) 给出电源噪声信号检测的约束条件为:

$$\min_{\xi} \frac{1}{2} C^+ s_i^+ \xi^2 + C^- s_i^- \xi^2 t_i (\Phi(x_i) + b) \leq 1 - \xi \quad (8)$$

式 (8) 中, ξ 表示噪声信号检测的松弛变量, C^+ 和 C^- 表示正、负电源噪声信号样本的惩罚因子, s_i^+ 和 s_i^- 表示信号检测的隶属度函数, $\Phi(x_i)$ 表示变电运维设备电源噪声信号的非线性映射形式。

利用 K 近邻算法确定电源噪声信号的聚类中心^[7], 选择电源噪声信号样本与聚类中心之间的距离为评价指标, 利用公式 (9) 计算出正样本 x_i 周围的紧密程度 δ_i^+ , 即:

$$\delta_i^+ = \frac{1}{K} \sum_{x_j \in N_K^+(x_i)} \|x_i - x_j\| \quad (9)$$

式 (9) 中, K 表示 K 近邻算法的系数, $N_K^+(x_i)$ 表示电源噪声信号正样本集合。

而对于负样本 x_j 而言, 其在近邻区域内的紧密程度 δ_i^- 为:

$$\delta_i^- = \frac{1}{K} \sum_{x_j \in N_K^-(x_i)} \|x_i - x_j\| \quad (10)$$

式 (10) 中, $N_K^-(x_j)$ 表示电源噪声信号负样本集合。根据公式 (9) 和公式 (10) 可知, 当 δ_i^+ 或 δ_i^- 的取值比较小时, 说明电源噪声信号样本的分布比较密集, 反之则稀疏, 从此也就证明该点有很大可能是电源噪声^[8]。

综上所述, 在电源噪声信号检测的约束条件下, 计算了电源噪声信号样本的紧密程度, 根据信号样本的分布, 实现电源噪声信号的检测。

2 实例分析

2.1 实验环境

为了验证文中方法在变电运维设备电源噪声信号检测中的可行性, 选择一台变电运维设备为研究对象, 实验需要保证服务器具有强大的性能, 那么具体的实验环境为:

服务器型号: Inter (R) Core (TM) i9-8400HQ CPU

服务器频率: 3.8 GHz

内存: 5TG

显卡: 12G 的 NVIDIA RTX 2080Ti

代码编写软件: Python5.0

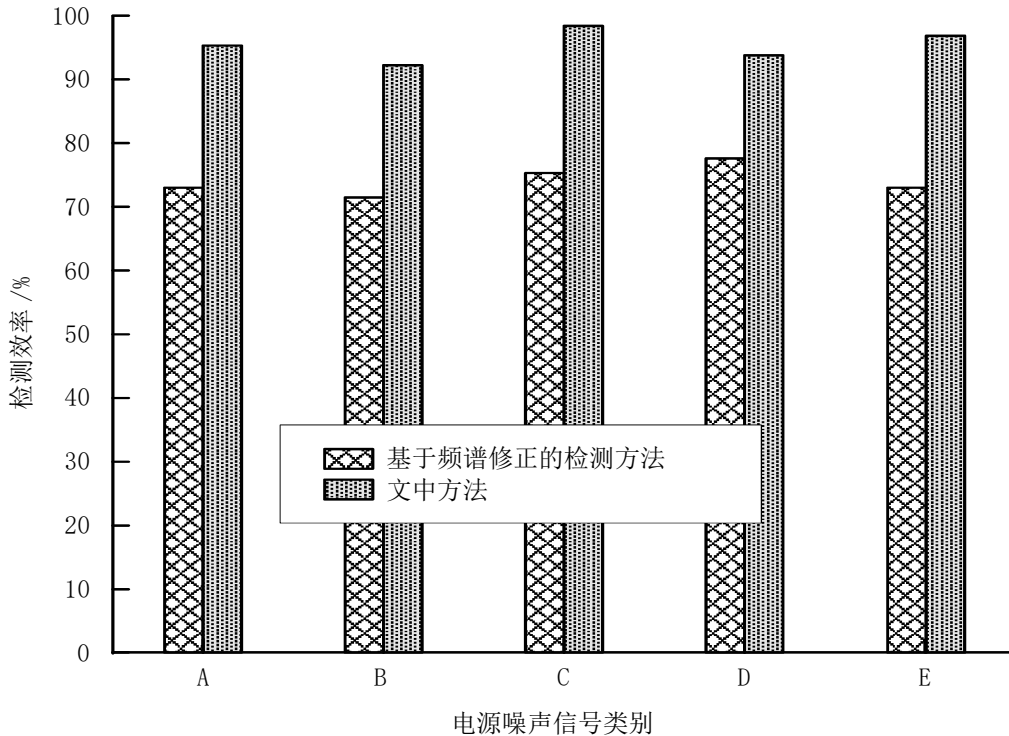


图1 电源噪声信号的检测效率

操作系统: Windows7

2.2 电源噪声信号检测测试

在2.1的实验环境下,引入基于频谱修正的检测方法作对比,对5类电源噪声信号进行检测,测试了电源噪声信号的检测效率,结果如图1所示。

从图1的结果可以看出,采用基于频谱修正的检测方法时,对电源噪声信号的检测效率较低,均在80%以下,原因是经频谱修正之后,电源噪声信号仍然存在异常值,导致检测效率偏低。而采用文中方法时,根据提取出的电源噪声信号特征,可以将噪声信号的异常值过滤,从而将电源噪声信号的检测效率提高到90%以上。

3 结语

本文提出了变电运维设备中电源噪声信号优化检测方法研究,通过提取电源噪声信号特征,过滤掉噪声信号的异常值,结合噪声信号检测算法设计,实现变电运维设备电源噪声信号的检测。经过实例分析发现,该方法通过过滤噪声信号的异常值,大大提高了检测效率。本文的研究虽然取得了一定成果,但是由于时间有限,还存在很多不足,在今后的研究中,希

望可以考虑到变电运维设备在运行过程中,环境噪声对电源噪声信号检测结果的影响,提高检测的准确性。

参考文献:

- [1] 朱秀娥.关于交流电路电源噪声信号优化检测仿真[J].计算机仿真,2018,35(03):440-444.
- [2] 陈浩,张九根,吕伟.电源噪声对PLL输出特性影响分析[J].电子器件,2018,41(05):1280-1285.
- [3] 陈建国,黄宇,严南.基于频谱修正的通信噪声信号峰值检测系统[J].科技通报,2021,37(04):33-36,41.
- [4] 王鹏,芦浩,王子元,等.新型折线形共面EBG电源层结构的噪声抑制特性验证与分析[J].北京理工大学学报,2019,39(05):514-519.
- [5] 张冬阳,皇甫喜梅,陈雪松,等.低噪声红外焦平面探测器物理信号快速生成方法[J].电子器件,2023,46(01):79-84.
- [6] 孙伟,李晓春,毛军发.基于WLP-FDTD的带隙电源地平面噪声时域分析[J].上海交通大学学报,2019,53(05):569-574.
- [7] 高成振,马永飞,孙战先,等.基于预布去耦电容的片上电源噪声抑制策略[J].计算机工程,2018,44(11):56-61.
- [8] 樊欣欣,杨连营,陈秀国,等.电力场效应管随机电报信号噪声的检测与分析[J].电子技术应用,2018,44(08):44-46.