

利用改进 Prony 算法的励磁调节器中 PSS 的设计

付 义,刘觉民,鲁文军

(湖南大学 电气与信息工程学院,湖南 长沙 410082)

摘要: 提出了基于 Prony 分析的电力系统等值线性模型的辨识方法。对传统的 Prony 方法进一步扩充,首先通过小波变换对信号去噪来提高辨识的准确性,然后建立多信号样本函数矩阵来辨识振荡特征,并考虑了输入信号对输出信号的影响,得到了系统的传递函数,采用留数方法对模拟励磁调节器进行了参数的协调配置。在此基础上设计了一种含 PSS 的励磁调节控制器,并在 Matlab 下对单机无穷大系统进行仿真分析,验证其控制的可行性及有效性。将所设计的模拟励磁调节器加入实际系统进行仿真,结果说明利用改进算法设计出的 PSS 效果优于利用传统线性化数学模型设计的 PSS。

关键词: Prony 分析; 电力系统稳定器; 阻尼; 低频振荡; 励磁系统

中图分类号: TM 743

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2011)04-0082-05

0 引言

低频振荡是电力系统稳定分析的一个重要课题,电网互联及电力电子等非线性元件的大量使用,使系统的稳定问题更加突出,同时也给电网的稳定分析带来了一系列新的课题。传统的分析方法(数值仿真法、特征分析法和频域法等)以及非线性(分歧、混沌)分析方法均需掌握较准确完整的系统参数和数学模型,相应的抑制低频振荡的稳定器的设计也依赖于详细的数学模型^[1-2]。

Prony 方法利用降阶模型拟合系统实测数据,直接得到系统的特征根及传递函数留数等信息,便于电力系统稳定器 PSS(Power System Stabilizer)及其他励磁控制器的设计,因此在电力系统分析中得到了较多应用^[3-7]。但 Prony 方法对噪声较敏感,对不同信号进行分析时,可能得到相互冲突的模式和阻尼比,此时很难确定利用哪个信号辨识的结果最为准确;还有模型阶数的选取也是一个问题,一般先取一个较大数,采用最优子集法确定阶数,目前有奇异值-总体最小二乘法 SVD-TLS(Singular Value Decomposed-Total Least Square)和行列式。这 2 种方法耗时多,不适合低频振荡在线分析。

改进信号 Prony 算法能同时辨识出地区模式和系统间模式,提高了辨识的精确性,节省了辨识的时间^[8-9]。同时小波消噪的应用及支流的预处理能够有效消除噪声和直流对于一些弱阻尼模式的影响,

提高辨识的精度^[10-12]。

本文在广域测量系统的基础上,将多信号引入到低频振荡在线辨识的改进 Prony 算法中。首先通过小波变换对信号去噪,然后建立多信号样本函数矩阵,利用 SVD-TLS 确定信号阶数,辨识输出信号的特征^[13]。根据输出特征和已知的输入信号进而分析系统特征,得到系统的传递函数,然后利用留数法设计模拟励磁调节控制器,达到不依赖于详细的数学模型而得到系统的降阶传递函数并进行控制的目的^[14]。

1 Prony 算法的电力系统传递函数辨识

1.1 Prony 算法原理

扩展 Prony 方法只针对等间距采样点,它采用的数学模型为一组具有任意幅值、相位、频率与衰减因子的 p 个指数函数^[15],其离散时间的函数形式为

$$\hat{y}(n) = \sum_{i=1}^p A_i b_i z_i^n \quad n=0, 1, \dots, N-1 \quad (1)$$

将 $\hat{y}(n)$ 作为实际采样点 $y(n)$ 的近似。式(1)中, N 为采样数据点数,假定 b_i 和 z_i 为复数,即

$$b_i = A_i \exp(j\theta_i) \quad (2)$$

$$z_i = \exp[(a_i + j2\pi f_i)\Delta t] \quad (3)$$

其中, A_i 为幅值; θ_i 为相位,单位为 rad; a_i 为衰减因子; f_i 为振荡频率; Δt 为采样间隔。

对于大系统,每个信号表现出的模式数有限,所以为尽可能多地辨识出系统特征,本文采用多信号提取振荡特征,多信号 Prony 算法和单信号的主要区别在于样本函数矩阵的确定和每个信号所包含模式的幅值和初相位的确定^[16-17]。下面是考虑 m 个信号的 Prony 算法的计算步骤。

步骤 1 利用式(4)计算样本函数 $r(i, j)$, 并构造扩展阶的矩阵 R_c :

收稿日期: 2010-08-17; 修回日期: 2011-02-11

基金项目:“中央高校基本科研业务费”能力培养类项目(2009);湖南省科技计划项目(2010CK3016)

Project supported by the Central University Basic Research Operating Expenses Capacity-building Type Projects (2009) and Hunan Science and Technology Project(2010CK3016)

$$r(i, j) = \sum_{k=1}^m \sum_{n=p}^{N-1} x_k(n-j) x_k^*(n-j) \quad (4)$$

$$\mathbf{R}_e = \begin{bmatrix} r(1,0) & r(1,1) & \cdots & r(1,p_e) \\ r(2,0) & r(2,1) & \cdots & r(2,p_e) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r(p_e,0) & r(p_e,1) & \cdots & r(p_e,p_e) \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中, $i, j=0, 1, \dots, p_e$; $x_k(n-j)$ 为第 k 个信号的样本数据; $x_k^*(n-j)$ 为 $x_k(n-j)$ 的共轭; p_e 为线性预测模型阶数, 且 $p_e \gg p$ 。

步骤2 用 SVD-TLS 算法确定矩阵 $\mathbf{R}_e$ 的有效秩 p 以及系数 $a_1, a_2, \dots, a_p$ 的总体最小二乘估计。

步骤3 得到 $a_1, a_2, \dots, a_p$ 后, 即可求出特征多项式(5)的特征根 $z_i (i=1, 2, \dots, p)$, z_i 为 Prony 的极点, 且满足

$$z_i^p + a_1 z_i^{p-1} + \cdots + a_{p-1} z_i + a_p = 0 \quad (6)$$

步骤4 根据式(7)计算参数 $b_{k1} \sim b_{kp}$:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ z_1 & z_2 & \cdots & z_p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_1^{N_k-1} & z_2^{N_k-1} & \cdots & z_p^{N_k-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{k1} \\ b_{k2} \\ \vdots \\ b_{kp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y(1) \\ y(2) \\ \vdots \\ y(N_k) \end{bmatrix} \quad (7)$$

其中, N_k 为第 k 个信号的采样点数, $k=1, \dots, m$ 。

步骤5 利用式(2)(3)计算幅值、相位、频率和衰减因子。

1.2 基于 Prony 辨识的系统传递函数及其留数

对于一个线性时不变系统的输入、输出进行拉普拉斯变换, 则其模型为

$$Y(s) = G(s)I(s) \quad (9)$$

其中, $I(s)$ 、 $Y(s)$ 和 $G(s)$ 分别为系统的输入、输出和传递函数的拉普拉斯变换。

设系统的传递函数为

$$G(s) = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{s - \lambda_i} \quad (10)$$

其中, λ_i 是极点, R_i 是留数。

设 $I(s)$ 由有限项的延迟因子 $c_i (i=0, 1, \dots, k)$ 及同样的特征值 $D_j (j=0, 1, \dots, k)$ 组成, 表示为

$$I(s) = \frac{c_0 + c_1 e^{-sD_1} + c_2 e^{-sD_2} + \cdots + c_k e^{-sD_k}}{s - \lambda_{n+1}} \quad (11)$$

当考虑输入信号 $I(s)$ 的作用后, 该系统的输出 $Y(s)$ 就包含了由输入信号引起的模态和系统固有的模态:

$$Y(s) = (c_0 + c_1 e^{-sD_1} + \cdots + c_k e^{-sD_k}) \times \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(s - \lambda_{n+1})(s - \lambda_i)} \quad (12)$$

利用部分分式法可将式(12)转化为

$$Y(s) = (c_0 + c_1 e^{-sD_1} + \cdots + c_k e^{-sD_k}) \times \left(\frac{Q_{n+1}}{s - \lambda_{n+1}} + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{s - \lambda_i} \right) \quad (13)$$

$$Q_i = \frac{R_i}{\lambda_i - \lambda_{n+1}}, \quad Q_{n+1} = -\sum_{i=1}^n Q_i$$

对 $Y(s)$ 进行拉普拉斯反变换, 则

$$y(t) = c_0 \left(Q_{n+1} e^{\lambda_{n+1}t} + \sum_{i=1}^n Q_i e^{\lambda_i t} \right) u(t) +$$

$$c_1 \left[Q_{n+1} e^{\lambda_{n+1}(t-D_1)} + \sum_{i=1}^n Q_i e^{\lambda_i(t-D_1)} \right] u(t-D_1) + \cdots + c_k \left[Q_{n+1} e^{\lambda_{n+1}(t-D_k)} + \sum_{i=1}^n Q_i e^{\lambda_i(t-D_k)} \right] u(t-D_k) \quad (14)$$

如果 $t \geq D_k$, 则式(14)可以变换为

$$y(t) = Q_1 \left(\sum_{i=0}^k c_i e^{-\lambda_i D_i} \right) e^{\lambda_1 t} + Q_2 \left(\sum_{i=0}^k c_i e^{-\lambda_2 D_i} \right) e^{\lambda_2 t} + \cdots + Q_{n+1} \left(\sum_{i=0}^k c_i e^{-\lambda_{n+1} D_i} \right) e^{\lambda_{n+1} t} \quad (15)$$

其中, $D_0=0$ 。

对式(15)不能直接进行 Prony 分析, 由于 t 必须大于最大的延时因子 D_k , 因此设 $\tau = t - D_k$, 则式(15)变换为

$$v(\tau) = \sum_{j=1}^{n+1} B_j e^{\lambda_j \tau} \quad (16)$$

$$B_j = Q_j \left[\sum_{i=0}^k c_i e^{\lambda_j(D_k - D_i)} \right] \quad j=1, 2, \dots, n+1$$

将式(16)代入式(13), 可得传递函数的留数为

$$R_j = \frac{B_j(\lambda_j - \lambda_{n+1})}{\sum_{i=0}^k c_i e^{\lambda_j(D_k - D_i)}} \quad (17)$$

式(17)中的 B_j 和 λ_j 可以通过对式(13)进行 Prony 分析得到, c_i 、 D_i 和 λ_{n+1} 可以根据输入得到。因此, 如果将式(10)形式下的输入应用于系统, 就可以通过对 Prony 分析结果的进一步计算得到系统的传递函数。

2 模拟励磁调节器的设计

2.1 模拟励磁调节器的结构

模拟励磁调节器作为电力系统动态仿真的一个重要环节, 其基本任务是维持发电机的机端电压恒定, 通过合理的调差设置来保证并列运行的机组间无功功率的合理分配, 通过快速的励磁响应以提高电力系统的暂态稳定和静态稳定。

同步发电机模拟励磁系统由励磁功率单元、励磁调节器和负阻器 3 个部分组成^[18]。其结构构造如图 1 所示。

本控制器的控制量是由基本的增量式 PID 控制器产生的, 其结构简单, 易于实现, 特别是其比例环节在系统产生误差时可以马上动作, 速度较快, 其微分环节可以加快系统动作, 减少调节时间, 其次增量式 PID 控制器的鲁棒性较好。经过改进型 Prony 分析, 得到传递函数的特征根。 $k_p=30$; $k_i=0.1$; $k_d=10$; 对无穷大系统在 Matlab 下仿真, 在 0 s 时加入一个阶跃信号, 输出波形如图 2 所示(图中 u_{out} 为标么值)。从图中可以看出增量 PID 响应较快, 振荡小, 比较适合在线控制, 能满足电力系统稳定器快速动作的要求。实际系统的 PID 控制器能够快速响应, 超调较小, 满足励磁控制器的要求。

2.2 PSS 模型

为了抑制系统的低频振荡, 现在大多数励磁系

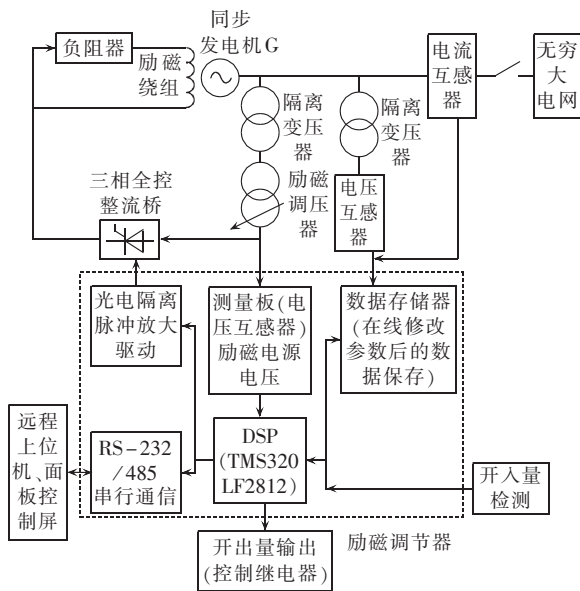


图 1 同步发电机模拟励磁系统框图

Fig.1 Block diagram of analog excitation system for synchronous generator

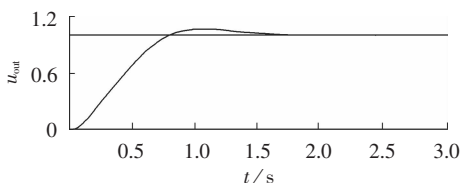


图 2 增量式 PID 阶跃响应

Fig.2 Step response of incremental PID

统都具备 PSS 功能,所以 PSS 在线辨识显得非常重要。本文 PSS 采用改进型 PSS-2A 模型,其输入信号为电功率 P 和角速度信号 ω ,模型框图如图 3 所示。图中, τ_{w1} 、 τ_{w2} 为隔直环节时间常数, τ_1 、 τ_2 、 τ_3 、 τ_4 为超前滞后时间常数, τ_5 、 τ_6 、 τ_7 为惯性时间常数, τ_8 、 τ_9 为陷波器时间常数。

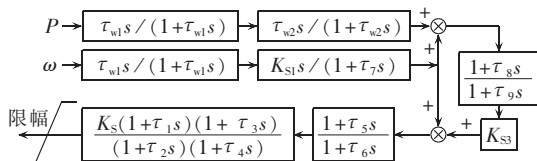


图 3 PSS-2A 模型

Fig.3 Model of PSS-2A

2.3 励磁附加控制器中 PSS 传递函数辨识

所设计的 PSS 工作流程如图 4 所示。PSS 通过测量环节,对 $\Delta\omega$ 、 P 采样,取得 $\Delta\omega$ 、 P 等状态变量的测量值;通过式(18)计算 E'_q :

$$E'_q = U_q + X_d' i_d + r i_q \quad (18)$$

计算 E'_q 后,PSS 的测量分析单元通过 PSS 方法分析,识别系统机电振荡模式。当判断出本机处于振荡状态后,确定主导振荡模式及阻尼比。如果阻尼水平不满足要求,PSS 进入阻尼单元。在主导振荡模式下,以 $\Delta\omega$ 的方向作为参考方向,得到相应模式下的 E'_q 分量向量 E'_{q0} 。同时加入一个强制的阻

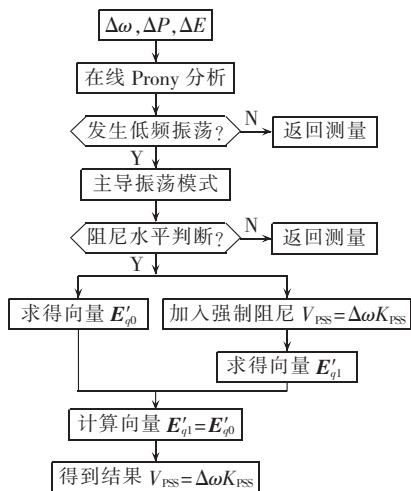


图 4 PSS 流程图

Fig.4 Flowchart of PSS

尼,即 PSS 输出一个同 $\Delta\omega$ 同相的 V_{PSS} 。这就是在这个实际的振荡模式下 PSS 的相位补偿环节所需要补偿的角度。根据所得到的角度及实际的主导振荡频率,可以得出对应的 PSS 所需的参数,即 $V_{PSS} = K_{PSS}(s)\Delta\omega$,从而完成了 PSS 的自适应调节过程。

从上述分析可知,从振荡发生到 PSS 完成自适应过程,所需时间大约等于 Prony 分析出结果的时间,一般为 4~6 个振荡周期。

3 实际仿真结果

以 IEEE 4 机 11 节点系统为例。在 0.5~1.0 s 给 1 号发电机的励磁参考电压 3% 的冲击扰动,提取角速度信号 ω (第 i 台发电机的角速度) 进行分析。每个信号辨识的时间为 0.14 s。由文献[9]可知,采用改进多信号 Prony 方法对多信号一次性辨识比利用单信号 Prony 方法对每个信号单独辨识再综合分析得出所有振荡模式的计算量小,能够节省大量时间。算例辨识也说明了此问题,若想辨识出所有模式,采用单信号时至少需要每个区域内采用一个信号,即至少需要 0.28 s 的时间,而采用多信号仅需 0.2 s 的时间。

利用上文所述的传递函数辨识方法,辨识出系统的传递函数为 10 阶,辨识结果如下:

$$G(s) = \frac{-0.00377 - j0.064}{s - (-0.06375 + j6.99)} + \frac{-0.00377 + j0.064}{s - (-0.06375 - j6.99)} + \frac{0.007 - j0.0116}{s - (0.106 + j4.02)} + \frac{0.007 + j0.0116}{s - (0.106 - j4.02)} + \frac{-0.002 + j0.007}{s - (-0.748 - j8.05)} + \frac{-0.002 - j0.007}{s - (-0.75 + j8.05)} + \frac{0.2007 + j0.1217}{s + (14.91 + j9.03)} + \frac{0.2007 - j0.1217}{s - (-14.91 + j9.03)} + \frac{0.013 - j0.0012}{s - (-0.227 + j0.394)} + \frac{0.013 + j0.0012}{s - (-0.227 - j0.394)}$$

利用极点配置法将主导模式的阻尼比提高 0.1, 即将极点配置到 $-0.5 \pm j4.5$ 的位置, 得出 PSS 的幅值和相位角为 20.39 和 12.73° 。若 PSS 的传递函数已知, 首先根据相位算出 T_1 , 然后再依据幅值求得 K_{PSS} , 最后得出 PSS 的传递函数为

$$G(s) = \frac{1}{1+0.015s} \times 19.189 \times \frac{10s}{1+10s} \times \left(\frac{1+0.077s}{1+0.05s} \right)^2$$

将 PSS 代入实际系统仿真, 由仿真结果可知, 不加控制器时系统是不稳定的, 微小的扰动会导致系统发生低频振荡而失去稳定, 结果见图 5。

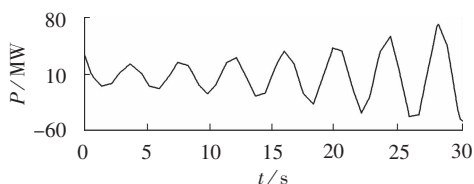


图 5 不带 PSS 时动模试验波形图

Fig.5 Waveform of dynamic test without PSS

加入控制器后, 系统低频振荡平息很快。而且基于改进多信号 Prony 算法设计的 PSS 抑制低频振荡的效果要优于传统的基于线性化模型设计的 PSS^[4]。

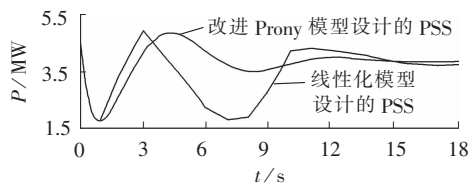


图 6 加 PSS 动模试验对比图

Fig.6 Waveforms of dynamic test with PSS

4 结论

a. 改进多信号 Prony 算法能够同时辨识出地区模式和系统间模式, 提高了辨识的精确性, 节省了辨识所有模式需要的时间, 适合于低频振荡的在线分析, 但是选取用于辨识出所有模式的最小信号集需要进一步研究。

b. 改进多信号 Prony 算法能够快速准确辨识出系统的降阶传递函数, 这些传递函数在一定程度上考虑了系统中控制环节的相互作用, 包括了线性化模型不能考虑的一些环节。

c. 基于实测数据辨识出传递函数并设计出励磁调节器 PSS 在一定程度上包含了协调因素, 在实际的系统中能够发挥较好的作用。

d. 由于实测数据的传递函数辨识阶数较少, 需要的时间较短, 所以控制器的设计相对简单。

本文所提出的方法为现代大规模电力系统的分析和控制提供了一个新的思路。

由此可见, 在广域测量技术的基础上, 基于改进多信号 Prony 算法的传递函数辨识和控制器的设计能够满足电力系统稳定的要求, 有着广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 王锡凡, 方万良, 杜正春. 现代电力系统分析[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 311-317.
- [2] 王铁强, 贺仁睦, 徐东杰, 等. 电力系统低频振荡机理的研究[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(2): 21-25.
WANG Tieqiang, HE Renmu, XU Dongjie, et al. The mechanism study of low frequency oscillation in power system[J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22(2): 21-25.
- [3] 徐东杰, 贺仁睦, 高海龙. 基于迭代 Prony 算法的传递函数辨识[J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(6): 40-43.
XU Dongjie, HE Renmu, GAO Hailong. Transfer function identification using iterative method[J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24(6): 40-43.
- [4] 李鹏, 余贻鑫, 孙强, 等. 基于 Prony 分析的多机系统电磁转矩系数计算[J]. 电网技术, 2006, 30(10): 39-44.
LI Peng, YU Yixin, SUN Qiang, et al. Computation of electric torque coefficients in multimachine power systems based on Prony analysis[J]. Power System Technology, 2006, 30(10): 39-44.
- [5] 李一泉, 何奔腾. 基于 Prony 算法的电容式电压互感器暂态基波辨识[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(14): 30-34.
LI Yiquan, HE Benteng. Identification of fundamental wave in CVT transient process based on expanded Prony algorithm[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(14): 30-34.
- [6] 郑超, 周孝信. 基于普罗尼辨识的 VSC-HVDC 附加阻尼控制器设计[J]. 电网技术, 2006, 30(17): 25-30.
ZHENG Chao, ZHOU Xiaoxin. Design of additional damping controller for VSC based HVDC transmission system by use of Prony identification method[J]. Power System Technology, 2006, 30(17): 25-30.
- [7] 刘红超, 李兴源. 基于 Prony 算法的 HVDC 输电系统模型辨识[J]. 四川大学学报, 2004, 36(2): 86-89.
LIU Hongchao, LI Xingyuan. A model identification method of HVDC transmission systems based on Prony analysis[J]. Journal of Sichuan University, 2004, 36(2): 86-89.
- [8] 马燕峰, 赵书强, 刘森, 等. 基于改进多信号 Prony 算法的低频振荡在线辨识[J]. 电网技术, 2007, 31(15): 45-49.
MA Yanfeng, ZHAO Shuqiang, LIU Sen, et al. Online identification of low-frequency oscillations based on improved multi-signal Prony algorithm[J]. Power System Technology, 2007, 31(15): 45-49.
- [9] 马燕峰, 赵书强, 顾雪平. 基于改进多信号 Prony 算法的低频振荡传递函数降阶辨识及 PSS 的设计[J]. 电网技术, 2007, 31(17): 16-20.
MA Yanfeng, ZHAO Shuqiang, GU Xueping. Reduced order identification of low-frequency oscillation transfer function and PSS design based on improved multi-signal Prony algorithm[J]. Power System Technology, 2007, 31(17): 16-20.
- [10] 李大虎. 基于广域测量的电力系统在线安全分析若干关键问题的研究[D]. 武汉: 华中科技大学电气与电子工程学院, 2006.
LI Dahu. Wide-area measurement based on-line security analysis of power systems of a number of key issues[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2006.
- [11] 李大虎, 曹一家. 基于模糊滤波和 Prony 算法的低频振荡模式在线辨识方法[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(1): 14-19.
LI Dahu, CAO Yijia. An online identification method for power system low-frequency oscillation based on fuzzy filtering and Prony algorithm[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(1): 14-19.
- [12] 石敏, 吴正国, 尹为民. 基于多信号分类法和普罗尼法的间谐波参数估计[J]. 电网技术, 2005, 29(15): 81-84.
SHI Min, WU Zhengguo, YIN Weimin. Inter-harmonic parameter estimation based on multi-signal classification and Prony method[J]. Power System Technology, 2005, 29(15): 81-84.
- [13] 芦晶晶, 郭剑, 田芳, 等. 基于 Prony 方法的电力系统振荡模式分析及 PSS 参数设计[J]. 电网技术, 2004, 28(15): 31-34.

- LU Jingjing, GUO Jian, TIAN Fang, et al. System oscillation mode analysis and parameter determination of PSS based on Prony method[J]. Power System Technology, 2004, 28(15): 31-34.
- [14] 李顺昕, 马进, 贺仁睦. 基于 Prony 辨识的自适应 PSS 的设计与研究[J]. 现代电力, 2006, 23(1): 1-4.
- LI Shunxin, MA Jin, HE Renmu. Self-tuning PSS design using Prony analysis[J]. Modern Electric Power, 2006, 23(1): 1-4.
- [15] 张贤达. 现代信号处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002: 185-201.
- [16] 刘应梅, 高玉洁. 基于 Prony 法的暂态扰动信号分析[J]. 电网技术, 2006, 30(4): 26-30.
- LIU Yingmei, GAO Yujie. Transient disturbance signal analysis based on Prony method[J]. Power System Technology, 2006, 30(4): 26-30.
- [17] 肖晋宇, 谢小荣, 胡志祥, 等. 电力系统低频振荡在线辨识的改进 Prony 算法[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2004, 44(7): 883-887.

XIAO Jinyu, XIE Xiaorong, HU Zhixiang, et al. Improved Prony method for online identification of low-frequency oscillations in power systems[J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology, 2004, 44(7): 883-887.

- [18] 李基成. 现代同步发电机励磁系统设计与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002: 104-126.

(实习编辑: 李 莉)

作者简介:

付 义(1983-), 男, 湖南岳阳人, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统自动化(E-mail: fuchujie@126.com);

刘觉民(1950-), 男, 湖南长沙人, 教授, 主要研究方向为电力系统自动化和电力系统可靠性;

鲁文军(1971-), 男, 湖南浏阳人, 讲师, 博士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护。

Design of PSS for excitation regulator with improved Prony algorithm

FU Yi, LIU Juemin, LU Wenjun

(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: The identification of equivalent linear model for power system is proposed based on Prony analysis. Signals are denoised by wavelet transform to improve the accuracy of identification and a multi-signal sample function matrix is then built to identify the oscillation characteristics. The system transfer function is obtained while the influence of input signal on output signal is the considered. Residue method is applied to coordinate the parameters of analog excitation regulator, based on which, an excitation regulator with PSS (Power System Stabilizer) is designed. Simulation with Matlab is carried out for one-machine infinity power system to verify its feasibility and effectiveness. Simulations for actual system with the designed analog excitation regulator show that, the performance of PSS designed with improved Prony algorithm is better than that by traditional linear mathematical model.

Key words: Prony analysis; power system stabilizer; damping; low frequency oscillation; excitation system