低压电弧故障检测的分析与研究

一.成果完成人及所在单位：江永鑫，电气工程与自动化学院　　指导教师：陈丽安

二.成果简介：

以低压串联故障电弧为研究对象，将电路模型仿真和状态方程分析方法相结合，在 Cassie 理论的基础上提出一种改进的阻抗电弧模型，为了有效准确地提取故障特征，以中心频率测度为标准筛选低频和高频段的主要频率点，分别引入低频和高频段对应的高斯窗口系数，形成一种改进的不完全 S 变换（Improvement Incomplete S-transform，IIST）时频分析方法，结果表明改进的模型能更好地体现电弧电流零休阶段、过零前后电流变化率以及高频和低频振荡等故障特征，IIST 能够有效地分离信号的基频和高频的主要频率点，快速提取不同工况下故障电弧的时频域特征。这项研究对低压串联电弧故障检测具有较高的研究意义及实际应用价值。

三. 主要研究内容及创新点：

（1）针对传统电弧模型在电弧电流零休阶段、过零前后电流变化率以及高频和低频振荡的故障特征存在误差，本课题在 Cassie 模型的基础上提出了一种阻抗电弧模型。将电弧在稳定燃烧期间等效为一个时变电导，在电弧熄灭和重新起弧期间等效为含有 RL 振荡与 RC 振荡的时变阻抗。使用 Matlab/Simulink 进行仿真，结果表明改进的 Cassie 模型的故障电弧电流与传统模型的故障电弧电流基本吻合，且能更好体现电弧电流具有零休阶段等故障特征（部分仿真结果见图 1），验证了新模型的故障电弧仿真的可行性和准确性。

（2）针对 S 变换的时频分辨能力不足导致串联故障电弧特征难以准确提取的弊端，本课题以中心频率测度为标准筛选低频和高频段的主要频率点，分别引入低频和高频段对应的高斯窗口系数，形成一种 IIST 时频分析方法（计算流程见图 2）。首先，依据标准搭建串联电弧故障试验采集平台，采集不同负载情况下的电流信号；其次，采用 IIST 对信号进行时频分析并提取基频和高频段的对应特征量，形成特征向量样本集；最后，在此基础上构建故障电弧诊断模型，对样本集进行分类识别。结果表明，该特征提取方法在支持向量机（Support Vector Machine，SVM）中识别准确率达到 98.29%，能有效地提取电流故障特征，通过增设对照实验，探究不同特征提取方法、不同核函数的 SVM 对诊断结果的影响，进一步验证了 IIST 与 SVM 故障诊断方法是正确、有效的。

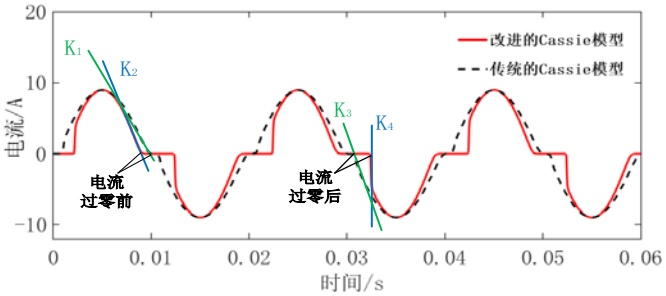


图 1 部分仿真结果对比图

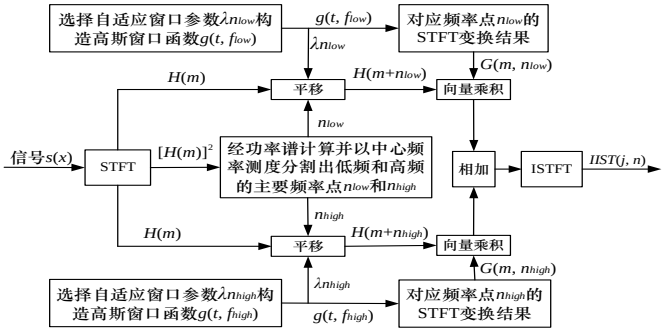


图 2 IIST 的计算流程

四. 主要研究成果及应用情况：

Jiang Y X, Chen L A*. Improved Impedance Arc Model Based On Cassie Theory[C]. IEEE IAS Industrial and Commercial Power System Asia, Shanghai China, 2022.（EI 会议，已发表、待 EI 检索）.

江永鑫，陈丽安. 一种改进阻抗电弧模型的建立方法、装置、设备及其介质[P]. 福建省：CN 114861414 A（发明专利，已公开）.

江永鑫，陈丽安*. 基于 IIST 与 SVM 的串联故障电弧诊断方法的研究[J]. 电力科学与技术学报.（中文核心，外审中）

联系人：江永鑫，　　电　话：15280270592　　Email:1035233874@qq.com