

# Power Equipment State Perception Technology Based on Compressed Sensing

Jiantao Wu

Zhaotong Power Supply Bureau, Yunnan Power Grid Co., Ltd., Zhaotong, Yunnan, 657000, China

## Abstract

In order to effectively solve the problem of data redundancy in the data collection of power equipment status, and to obtain the accuracy of the operation status of the power equipment, it is necessary to introduce compressed sensing into the power equipment status perception. Therefore, the paper discusses the power equipment status of compressed sensing a comprehensive study of perception technology. This research clarifies the importance of state-aware technology for power equipment.

## Keywords

compressed sensing; power equipment status; sensing technology

# 基于压缩感知的电力设备状态感知技术

吴建涛

云南电网有限责任公司昭通供电局, 中国·云南 昭通 657000

## 摘要

为了使电力设备状态数据集中数据冗余问题得到有效解决, 并对电力设备运行状态的精准性获取, 需要在电力设备状态感知中引入压缩感知, 因此, 论文对压缩感知的电力设备状态感知技术进行全面研究。此次研究对电力设备状态感知技术的重要性进行明确。

## 关键词

压缩感知; 电力设备状态; 感知技术

## 1 引言

压缩感知指的是全新采样理论之一, 其对信号的稀疏特性进行有效的开发, 并在远远低于 Nyquist 采样率的基础上, 对随机采样的方式进行应用, 以此来对信号的离散样本进行获取。之后, 在非线性重建算法的基础上, 来对信号进行完美的重建。对电力设备运行状态监测网络进行构建具有重要的意义, 其能够对设备运行故障进行及时的发现, 但由于人们对设备状态参量过度追求, 从而导致数据冗余现象相对严重。因此, 需要在压缩感知的基础上对电力设备状态感知技术进行引入。

## 2 压缩感知技术在电力设备状态感知中的应用

### 2.1 应用原理

在电力设备状态感知中, 压缩感知应用原理和实现过程中所包含的内容有:

第一, 离线学习。从离线学习的角度来讲, 先在电力

设备历史运行数据训练的基础上, 对稀疏字典进行有效获得, 即利用稀疏字典中的少量原子, 来对历史数据的特征进行完整表达。之后, 在稀疏字典数据分布特征的前提下, 对符合 RIP 判决条件的观测矩阵进行构建, 并对稀疏化采样的最大采样间隔进行获取。把观测矩阵压缩所获取的数据向稀疏字典中进行投影, 以此来对投影系数进行获取, 投影系数的分布可以对设备运行数据特征分布进行充分体现。对历史数据的投影系数完成模式聚类, 每一类能够对电力设备的运行模式进行表示, 通过对设备运行数据与标准运行模式两者之间的差异进行分析, 能够获得偏差与时间变化状况图, 即生理健康曲线图。

第二, 在线监测。在观测矩阵提供的最大稀疏化采样间隔基础上, 使得待测信号的实时稀疏化采样得以完成, 将数据在稀疏字典上进行投影, 以此来对其特征分布进行获得。在稀疏化采样数据下, 对正交匹配追踪算法进行应用, 使原始数据得到有效重构。利用聚类算法来对实时特征分布数据进行合理化分类, 并对设备当前运行状态参量的运行模式进行获取, 对设备实施运行状况和标准运行模式之间的偏差进行计算, 使得生理健康曲线图得到有效更新, 全面分析该生

【作者简介】吴建涛(1984-), 男, 中国陕西宝鸡人, 本科, 中级工程师, 从事电力设备运维管理研究。

理曲线,从而使相应的故障检测得以完成<sup>[1]</sup>。

## 2.2 原子数自适应的KSVD算法

构建稀疏字典的方法有两种:一种是傅里叶字典、小波字典等正交基字典;另一种是在历史数据基础上对稀疏字典进行训练,对历史数据的稀疏变换域进行获得,其主要涉及的是k-奇异值分解算法(KSVD)。对傅里叶或小波字典来讲,其在频域或小波变换域上完成稀疏表征信号相对适宜,在监测复杂电力设备状态参量时,无法对有效字典原子数进行采集。对KSVD算法来讲,其能够对复杂信号进行稀疏表征,但是想要对其进行有效实现,KSVD算法需要在经验的前提下,对字典原子数量进行预先设置,当设置缺乏合理性时,就会使字典与观测矩阵之间出现严重的影响。当字典数量不足时,其表达能力欠缺,且特征数量不足,无法完备表征信号。当字典数量相对较多时,对稀疏字典数据分布状况下构建的观测矩阵来讲,其无法得到最大压缩比,并且字典原子数相对冗余,从而使存储或传输字典的系统具有较大的负担<sup>[2]</sup>。此次研究对KSVD算法进行一定的更新改进,使原子数自适应KSVD算法得以实现,其优点为在训练数据的基础上,对字典原子数量进行自动化的调整,这样可以对维度适宜且最大稀疏度的稀疏字典进行获得。

## 2.3 设备状态生理曲线的建立与故障诊断

对设备设计工作状态参量的稀疏采样数据进行获取,并将其在构建完成的稀疏字典中进行投影,在聚类方法的辅助下,来完成投影系数模式识别工作,从而获得不同时刻设备运行状态的标准模式。对设备运行数据和标准模式之间的差异性进行计算,并对生理健康曲线图进行绘制,这样可以及时发现设备的异常状况,使设备故障预警的目的得以实现。具体方式为:对k均值聚类算法进行应用,划分历史数据的字典投影系数,使其成为多个种类,每个种类对一种电力设备运行模式进行表示,论文对两个信号差值的二范数进行应用,来对两个信号之间的距离进行衡量,并在相关公式下,来对历史数据和实时数据样本与聚类中心之间的距离来进行合理计算,对数据样本距离最近的聚类序号进行选择,并将其当成样本运行模式。把每个聚类中心当成一种标准运行模式,把验证样本和聚类中心两者之间的最短距离进行获得,并将其当成验证样本和标准模式之间的偏差,对各个时间段采集的数据进行计算,以此来对设备运行状态的生理曲线进行绘制<sup>[3]</sup>。

## 3 实验结果与分析

论文采用的检测数据为某500kV变电站电抗器A相与B相的油温实测值,来对论文内容进行验证。两个参量数据

采集时间长度大约为一个半月,采样时间间隔为5min,每个参量采样点数大约为12952个。

### 3.1 构建稀疏字典

训练数据以前一个月采样数据为主,验证数据以后半个月采样数据为主,每天训练样本采样总时长需要达到24h,采样时间间隔为5min,采样点数大约为290个。利用原子数自适应KSVD算法分别对A、B相油温训练稀疏字典,以此来对最大稀疏化表征信号的稀疏字典进行获取。从相关结果中可知,训练所得字典中都含有15个原子,每个原子对训练样本中的数据变化特征进行代表,每个原子时长与训练样本长度保持一致性。

### 3.2 数据重构效果

在相关指示下,对油温进行稀疏化采样,想要使稀疏化采样数据能够对原始数据特征表达的完备性进行证明,对稀疏化采样数据进行应用,并在OMP算法的基础上,使得原始数据集重构得以实现。但须注意的是,要对重构信号和原始信号之间的差异性进行比较。从相关比较结果中可知,重构图能够对原始数据变化趋势进行反映,使得原始数据的良好重构得以实现,即稀疏化采样数据能够对原始数据特征进行完整的表征。

### 3.3 故障检测

运行模式偏差指的是设备当日运行状况与聚类分析所得的标准运行模式之间的偏差,当偏差远大,说明设备运行与标准模式之间差异性越大。当在正常情况下,运行模式偏差需要明显低于设定的阈值,当其大于设定阈值时,说明异常状况存在于设备运行之中,如设备停电检查所致或注油前未遵守相关规定的排气所致。

## 4 结语

从论文的论述中可知,基于压缩感知的电力设备状态感知技术,可以在设备状态信息得到完整保存的基础上,来对生理曲线进行构建和分析,从而能够对设备故障进行有效预警。简言之,论文研究对电力设备状态参量采集过程中的数据冗余现象以及设备故障预警精准性的提升等方面具有一定的意义。

### 参考文献

- [1] 丁晖,赵海丞,刘家强,等.基于压缩感知的电力设备状态感知技术[J].高电压技术,2020,31(6):30-38.
- [2] 刘树吉,刘颖,刘为,等.基于稀疏表示的电力设备图像识别方法[J].电子设计工程,2019,27(22):162-165.
- [3] 李冉.电力设备状态检修和运维一体化技术探究[J].水电水利,2021,5(3):85-86.