

基于高阶累积量的特征提取方法研究

马建峰,王信义

(北京理工大学 机械工程与自动化学院,北京 100081)

摘要:提出一种基于高阶累积量和双谱估计的声发射信号特征生成方法,为铣刀的磨损提供新的征兆。实验表明,高阶累积量对铣刀的磨损非常敏感,可以有效地用于铣刀的磨损监测中。双谱估计可以用于铣刀磨损的诊断。

关键词:铣刀磨损;高阶累积量;实时在线监控;声发射

中图分类号:TB52 文献标识码:A 文章编号:1006-0316(2002)01-0030-02

Research on a new feature extraction algorithm based on high-order cumulants and bispectrum on milling

MA Jian-feng, WANG Xin-yi

(School of Mechanical Engineering and Automation, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: This paper develops a new feature extraction algorithm based on high-order cumulants. Experiments show that the 3rd-order cumulant and 4th-order cumulant are very sensitive to the flank wear. These two cumulants of the AE signals can be employed in pattern recognition for tool wear monitoring effectively. Bispectrum analysis can also be employed to monitor the tool state.

Key words: tool wear on milling; high-order cumulant; real-time and on-line monitoring; acoustic emission; feature extraction

在铣刀的磨损监测中,选择合适的特征是至关重要的。如果所选的特征对刀具的状态不敏感,则很难将该特征应用于刀具的状态识别系统。特征生成主要采用的方法有:信号的时域及基于时序建模的特征生成、基于信号的常规谱分析的特征生成、基于小波变换(Wavelet Transform)的特征生成、分形与混沌特征生成^[1]。作者探讨了一种新方法——基于高阶累积量的特征生成法。

从上面三式可知,三阶以下的累积量与矩是等价的,但四阶以上两者是不等的。

零均值高斯随机过程 $X(n)$ 的累积量有以下结论: $C_{1,xx} = 0$; $C_{2,xx} = \sigma^2$; $C_{k,xx} = 0 (k \geq 3)$, 零均值高斯过程三阶以上累积量恒等于零,而它的高阶矩却不恒为零^[2]。高阶累积量有一个重要的性质,即两个累积独立的随机过程之和的累积量等于这两个过程的累积量之和。由于高斯过程三阶以上累积量为零,当信号含有加性高斯噪声时,从理论上高阶累积量可以完全抑制高斯噪声的影响。作者采用三阶和四阶累积量作为抑制噪声、提取刀具磨损信号的方法。

1 高阶累积量与高阶谱^[2]

1.1 高阶累积量

对于具有零均值的实随机变量,其二阶、三阶和四阶累积量为

$$C_{2,xx} = \text{cum}(x_1, x_2) = E[x_1 x_2]$$

$$C_{3,xx} = \text{cum}(x_1, x_2, x_3) = E[x_1 x_2 x_3]$$

$$C_{4,xx} = \text{cum}(x_1, x_2, x_3, x_4) = E[x_1 x_2 x_3 x_4] - E[x_1 x_2] \cdot E[x_3 x_4] - E[x_1, x_3] \cdot E[x_2, x_4] - E[x_1, x_4] \cdot E[x_2, x_3]$$

1.2 高阶谱

设实随机序列 $\{x(n)\}$ 的均值为零, k 阶平稳,其 k 阶谱量 $C_{k,xx}(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{k-1})$ 存在。其 k 阶谱定义为: $S_{k,xx}(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{k-1}) = \sum_{\tau_1} \sum_{\tau_2} \dots \sum_{\tau_{k-1}} C_{k,xx}(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{k-1}) \exp[-j(\omega_1 \tau_1 + \omega_2 \tau_2 + \dots + \omega_{k-1} \tau_{k-1})]$

双谱是高阶谱在 $k=3$ 时的特例

$$S_{3,x}(\omega_1, \omega_2) = \sum_{\tau_1} \sum_{\tau_2} C_{3,x}(\tau_1, \tau_2) \exp[-j(\omega_1 \tau_1 + \omega_2 \tau_2)]$$

通常采用 $B_x(\omega_1, \omega_2)$ 表示双谱, 它是一个二维复函数。双谱的性质见文献 [2]。

作者采用零滞后间接法对信号进行双谱估计, 窗函数采用最佳窗函数 (Optimization Window)。

2 实验分析

对应实验条件为: 直径为 $\Phi 4$ 的高速钢铣刀, 主轴转速为 1120r/min, 进给速度分别为 15.68mm/min, 切深为 4mm, 工件材料为 45 # 调质钢 (HRC22)。信号在采集之前要经过上、下截止频率分别为 400kHz 和 600kHz 带通滤波器 (铣刀磨损声发射信号的频率分布为 400~600kHz)。

表 1 铣削过程中三阶累积量的变化情况

磨损阶段	磨损初期 1	磨损初期 2	正常磨损	磨损后期 1	磨损后期 2
三阶累积量 10^{-3}	0.0173	0.0157	0.0388	-0.0562	-0.0700

表 2 铣削过程中四阶累积量的变化情况

磨损阶段	磨损初期 1	磨损初期 2	正常磨损	磨损后期 1	磨损后期 2
四阶累积量	0.0002	0.0004	0.0011	0.0047	0.0066

从表 1 和表 2 可以看出, 随着铣刀后面磨损量的增加, 铣削信号的三阶累积量呈明显的下降趋势, 而四阶累积量则呈明显的上升趋势。铣削信号呈现明显的非高斯性。

图 1 所示是采用零滞后间接法对得到的 AE 信号进行双谱估计得到的双谱图形。其中 (a)(b)(c)(d) 图对应的刀具磨损值分别为开始铣削时、刀具磨损值为 0.10mm、刀具磨损值为 0.18mm、刀具磨损

值为 0.25mm。可以看出, 随着刀具磨损量的增加, 声发射信号的双谱图形出现明显的尖峰。图中的 f_s 为采样频率。

3 结论

通过以上的数据分析可知, 铣削信号的三阶累积量和四阶累积量对后刀面的磨损非常敏感, 可以作为铣刀磨损的特征应用于刀具磨损的状态识别系统中, 对刀具的磨损状态进行实时监控。随着刀具磨损量的增加, 信号的双谱也表现出明显的变化规律。累积量和双谱的计算迅速 (约 500ms), 高阶累积量和高阶谱分析在刀具磨损监控中大有作为。

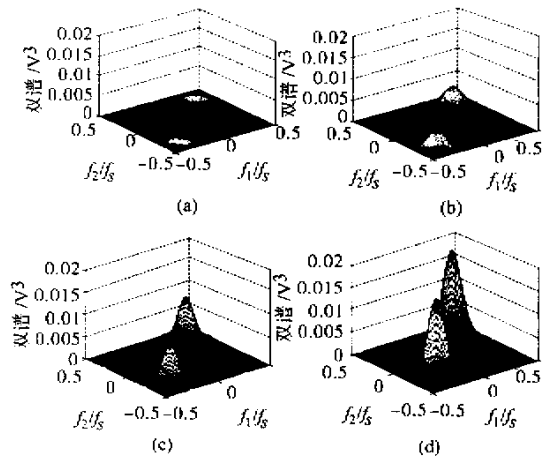


图 1 双谱图形

参考文献:

- [1] 温熙森, 邱静, 胡芑庆. 模糊识别与状态监控 [M]. 合肥: 国防科技大学出版社, 1997.
- [2] 沈民奋, 孙丽莎. 现代随机信号与系统分析 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.

(上接第 29 页)

前气缸 (前挡板) 退回, 后气缸 (后挡板) 前推, 并在主刷毛外边缘力的带动下抛向工作台的前方, 然后小车返回, 完成一个工作周期。所有动作, 均由 PLC 控制实现。

5 结束语

模板清灰机已通过模板协会的鉴定, 并获得几项国家专利。该产品在实际中使用一年多, 效果良好, 现在正在着手产品化工作。

模板清灰机的研制是以机械化作业代替了手工操作, 省时省力, 大大提高了劳动效率、模板的质量和模板的周转利用率, 有利于模板的维护, 因此应用前景十分广泛。

参考文献:

- [1] 赵志绪. 建筑施工 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1994.
- [2] 朱燕, 张玉蓉. 建筑施工——建筑施工技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1994.
- [3] 陈全华. 可编程控制器 (PLC) 应用技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1995.

基于高阶累积量的特征提取方法研究

作者: [马建峰](#), [王信义](#)
作者单位: [北京理工大学, 机械工程与自动化学院, 北京, 100081](#)
刊名: [机械](#)
英文刊名: [MACHINERY](#)
年, 卷(期): 2002, 29(1)
引用次数: 3次

参考文献(2条)

1. [温熙森](#), [邱静](#), [胡芑庆](#) [模糊识别与状态监控](#) 1997
2. [沈民奋](#), [孙丽莎](#) [现代随机信号与系统分析](#) 1998

相似文献(0条)

引证文献(4条)

1. [毕晓君](#), [赵文](#) [基于高阶累积量的文本图像去噪算法](#)[期刊论文]-[应用科技](#) 2007(10)
2. [张园](#), [李力](#) [基于高阶累积量的机械故障诊断方法研究](#)[期刊论文]-[机械工程师](#) 2006(3)
3. [杨定新](#) [微弱特征信号检测的随机共振方法与应用研究](#)[学位论文]博士 2004
4. [陈仲生](#) [直升机旋转部件故障特征提取的高阶统计量方法研究](#)[学位论文]博士 2004

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jx200201012.aspx

下载时间: 2010年5月27日