

声发射技术在磨削接触状态检测中的应用研究

张甲英¹ 呼小元² 胡仲翔² 腾家绪²

(1 装备再制造技术国防科技重点实验室 北京 100072;

2 装甲兵工程学院再制造工程系 北京 100072)

摘要 磨削过程中砂轮与工件的接触状态影响着最终的磨削质量,而磨削过程中伴随的声发射现象与砂轮的接触状态有关。本文在研究砂轮与工件接触前后声发射信号变化的基础上,设计了一种监测砂轮与工件接触状态的接触检测仪。通过对声发射信号的时频信号分析,可及时准确地检测出砂轮与工件接触的特性。实验表明:此检测仪检测到砂轮与工件的接触需要0.5~1毫秒,它不仅提高了灵敏度和响应速度,而且检验结果直观方便。

关键词 声发射 磨削状态 有效值 频率分析

Research on the Grinding Contact State Based on Acoustic Emission Signal

Zhang Jiaying Hu Xiaoyuan Hu Zhongxiang Teng Jiayu

(National Defense Key Laboratory for Remanufacturing Technology,

Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract This paper designs a grinding contact probe unit for detecting the variation of AE at the moment of contact between the grinding wheel and work piece. It can monitor in time and accurately the characteristics of the contact through the changes of RMS (Root-Mean-Square) and the responding frequency. The experiment shows that the contact process needs 0.5~1.5 μ s; the probe unit can increase sensitivity and response speed, the test result is convenient and direct-viewing.

Key words AE (acoustic emission); grinding contact; RMS; Frequency

1 引言

磨削过程中砂轮与工件的接触状态最终影响着磨削质量,传统的利用功率、力、扭矩、振动、加速度等技术来监测接触状态的方法在灵敏度、响应速度等方面都存在着一定的不足,而磨削过程中伴随的声发射现象可为监测磨削接触状态提供较好的解决途径。声发射是指材料在外力或内力作用下,局部源快速释放能量而产生瞬态弹性波的一种现象,利用仪器检测、记录、分析声发射信号和利用声发射信号推断声发射源的技术称为声发射技术^[1]。本文采用虚拟仪器技术,设计了基于AE信号的虚拟接触检测仪,分析声发射信号的时域、频域信号的特征,用于磨削接触状态预报和接触过程信号特性的研究。

2 基于声发射信号的磨削接触状态检测系统

2.1 系统硬件组成

在磨削加工中,当砂轮与工件接触时,由于砂轮与工件摩擦和金属变形剥落产生强烈的高频声发射信号,其频率在50KHz~1MHz,信号的时域和频域结构与砂轮和工件的状态、砂轮表面形貌和磨削过程有关。各种各样的源信号例如磨削力、温度、超声以及声发射等都可以作为监测磨削过程的手段。在这些方法之中,声发射是最敏感的信号,而且它的信号频率范围远远超过机械振动并避开了电气的高频噪声,从而易于滤掉噪声而得到有用信号,使得信号处理方便^[2]。系统组成如图1所示。传感器固定在磁力工作台上,AE信号经前置放大

器放大后,通过数据采集卡传输到计算机中通过虚拟仪器面板进行分析处理,为监测接触状态提供依据,并可根据需要并可根据需要将所需的信号保存,以便进行离线分析。

磨削试验是在平面数控磨床 ZMZ-40A 上进行的,工件材料为 45# 钢;砂轮材料为碳化硅,宽 25mm,直径 40mm;6%的乳化冷却液;声耦合剂为黄油,用于增强声发射信号的传输效果;采样率为 2×10^6 ,采样点数为 1000 点;数据采集卡模拟输入分辨率为 12 位,最大采样率为 20MHz;前置放大器的增益为 60dB;传感器为 SRW 型,频率带宽为 50~800kHz,灵敏度 > -53dB。砂轮转速为 15~30m/s,进给速度为 50~110mm/min,切削深度为 0.02~0.06mm。

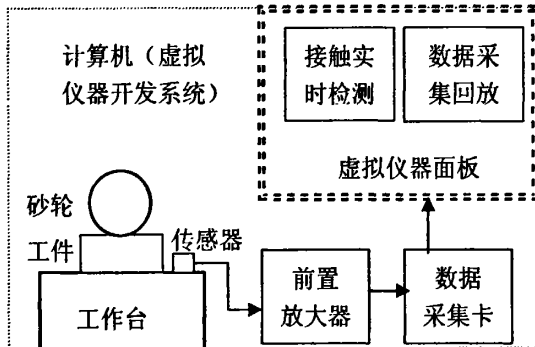


图 1 声发射监测磨削状态系统组成原理框图

2.2 数据分析方法

声发射含有非常丰富的信息,通过对其分析和处理,可以得到材料结构内声发射源的大量信息,目前,采集和处理声发射信号的方法可分为两大类,一个是以多个简化的波形特征参数来表示声发射信号的特征,然后对其进行分析和处理;另一类为存储和记录声发射信号的波形,对波形进行频谱分析^[5]。针对不同的研究对象可采用不同的分析方法。

本文从时域和频域两个方面对磨削时的声发射信号进行了简单的分析,试图从最简的分析情况入手,实时地分析出磨削时的接触状态信号。有效值是统计学中的一个概念,用于计算输入序列的均方根^[3]。在本实验中每 1000 个采样点转换成有一个有效值数值,则每一个有效值点所代表的采样时间为

$1000 (\text{采样点数}) \times 5 \times 10^{-7} (\text{采样率的倒数}) = 0.5$ 毫秒。

3 试验结果分析与讨论

3.1、系统未切削时的性能测试

在监测砂轮与工件接触状态之前,首先要对整个机床系统的声发射信号进行测试分析,分析此条

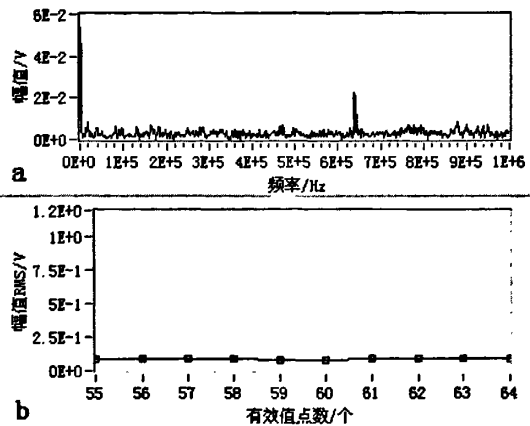


图 2 机床系统频域、有效值信号图

件下该信号时域的幅值大小、频域的分布范围、有无周期性信号、是否存在异常信号等,为下一步判断砂轮与工件接触状态做参考。图 2 是砂轮与工件未接触时测得的某一时刻的 AE 信号图:图 2.a 为信号频谱图,横坐标为频率(Hz),图 2.b 为信号有效值(RMS)图,横坐标采样信号的有效值点数(每点间隔 0.5 毫秒)。有效值图显示了砂轮与工件在未接触时有效值的分布情况,频谱图则表明了砂轮与工件未接触时的信号频谱特性。图 2.a 表明系统没有幅值波动人的信号,系统处在稳定的状态。在图 2.b 中可以看到:信号在很低的频段和 640kHz 附近频段出现了较大的幅值。低频段是由机械噪声引起的,而 640kHz 则是由于在加工环境周围存在着发射该频率的电磁波发射塔。电磁波经过数据采集的闭环电路传到系统中,造成了此幅值较大的尖端信号。因此要将该信号滤掉。

3.2 磨削接触状态分析

图 3 为砂轮与工件逐渐接触时对应的频谱图(横、纵坐标意义同上)。从图中可看出,78 点之

前的信号特征与砂轮和工件未接触时的信号特征一致,表明此时砂轮还未与工件接触。到79点时,信号有效值发生了变化,80点达到了峰值,而在相对应的频率图中,79点的频率在100kHz~250kHz之间也发生了变化,80点的频率所对应幅值达到了最大值。有研究表明^[4]:由塑性变形引起的AE信

触过程的有效值信号曲线,在曲线前半部分,是砂轮与工件未接触时的状态,表现为幅度较小的背景噪声,这些背景噪声主要来自液压系统的紊流、冲击、空穴和磨床传动系统中的摩擦、冲击产生的声发射信号和电路噪声。当砂轮与工件发生接触后,产生强烈的声发射信号,信号有效值幅值明显增加。当砂轮与工件分离后,信号则又回到曲线前半部分相同的幅值水平。这种信号变化程度无论从程序上进行报警设计还是从时域幅值判断,都可以做到方便直观,因此可以作为检测砂轮与工件接触的标志。

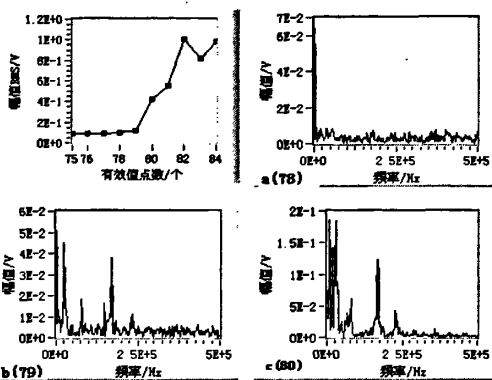


图3 砂轮与工件从即将接触到离开的全过程

号的频带主要分布在100kHz~300kHz,切削液和砂轮堵塞引起的噪声主要分布于100kHz以下,电气噪声频带则高于1000kHz。根据资料和本文的分析,因此在本试验中,在80点处,砂轮开始与工件发生接触。由此可由时域和频域相结合的方法来监测砂轮与工件的接触。

图3中砂轮与工件从未接触到接触经历了1~2个有效值采样点,也就是砂轮与工件从未接触到接触这个过程的时间为0.5~1个毫秒。与传统的利用功率、力、扭矩、振动、加速度等技术来监测接触状态相比,声发射监测具有更高的响应速度。

图4是利用虚拟仪器检测仪检测到的砂轮与工件接

4 结论

本文利用AE检测技术,研究了平面数控磨床加工时砂轮与工件接触前后声发射信号的有效值与频率变化情况,并设计了一种虚拟检测仪,得出以下结论:

砂轮与工件接触时产生的突变信号从开始到达到突变后较为稳定的状态,经历时间很短,大约在0.5~1毫秒。

本文研制的声发射接触检测仪可为自动化加工时的对刀、砂轮修整、削除空程提供可靠的参考依据,提高自动加工水平。

参考文献

- [1] Hang Weigong, Tool Monitoring by Acoustic Emission and Pattern Recognition[J]. 四川工业出版社. 2000, 19 (2): 31~34
- [2] H.Y.Kim, S.R.Kim, J.H.Ahn, S.H.Kim. Process Monitoring of Centerless Grinding using Acoustic Emission[J]. Journal of Materials Processing Technology. 2001, 111: 273~278
- [3] 杨乐平, 李海涛, 赵勇, 杨磊, 安雪滢. LabVIEW 高级程序设计[M]. 清华大学出版社, 2003: 262
- [4] 穆玉海, 张国雄, 袁哲俊. 高精度磨削加工用声发射对刀仪的研制[J]. 天津大学学报. 1996, 29(6): 981~986
- [5] 沈功田, 耿荣生, 刘时风. 声发射信号的参数分析方法[J]. 无损检测. 2002, 24(2), pp72~77

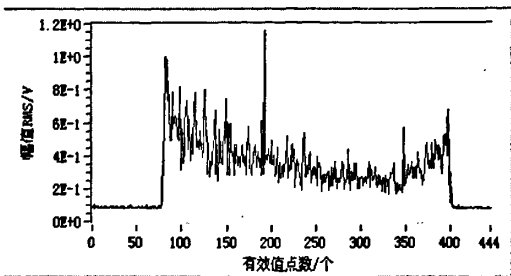


图4 待接触状态时域、频域逐点对应图

声发射技术在磨削接触状态检测中的应用研究

作者: 张甲英, 呼小元, 胡仲翔, 腾家绪

作者单位: 张甲英(装备再制造技术国防科技重点实验室, 北京, 100072), 呼小元, 胡仲翔, 腾家绪(装甲兵工程学院再制造工程系, 北京, 100072)

相似文献(0条)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6811071.aspx

下载时间: 2010年5月27日