

声发射技术及其在机械加工特性研究中的应用

陈新全; 孔凡志; 廖家欣

(长沙电力学院 物理与信息工程系, 湖南 长沙 410077)

摘要:为提高机械加工的自动化程度,提高产品质量,对机械加工过程中在线监测技术的研究是十分必要的.实验表明,机械加工过程中含有丰富的声发射信号,利用声发射信号对切、磨、钻等机械加工过程实行在线监测是可行的.

关键词:声发射;机械加工;在线监测

中图分类号: TB 5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7140(2000)04-0070-02

AE Technique and its Application in Characteristic Research of Mechanical Processing

CHEN Xin-quan; KONG Fan-zhi; LIAO Jia-xing

(Dept. of Phy. & Information Eng., Changsha Univ. of Electr. Power, Changsha 410077, China)

Abstract: In order to improve the automatic level of mechanical processes and the quality of the productions, It is essential to study the on-line monitoring technique. It is proved by the test that there are abundant acoustic emission signals produced during mechanical processes, which can be used for the on-line monitoring of cutting, milling, drilling and other procedures of mechanical processes.

Key words: acoustic emission; mechanical process; on-line monitoring

1 声发射技术简介

在力的作用下,材料缺陷地区应力集中,导致该区域能量集中,当材料受力达到一定程度后,使得缺陷地区发生微观屈服变形,于是应力得到松弛,多余的能量以应力波的形式释放出来.这种在材料中传播的应力波就叫做声发射(Acoustic Emission,简称AE),这种现象在固体材料中普遍存在.主要的声发射源有材料的塑性变形、裂纹形成、扩展和断裂,摩

擦磨损,相变及磁畴运动等.

AE技术的特点是可用于动态无损检测.自1950年德国科学家Kaiser对AE现象进行了系统研究之后,日、美、苏等国在AE技术方面进行了大量的研究,我国从70年代初也开展了这方面的研究工作.目前,AE技术用于材料研究、压力容器完整性评价、构件安全监测及岩土工程和地震监测等方面已取得明显的效果,在机械加工中的应用研究也很多.

收稿日期:2000-05-11

作者简介:陈新全(1962-),男,讲师,硕士,湖南常德人,主要从事自动控制方面研究.

2 声发射技术在机械加工中的应用

金属切削过程中会产生丰富的 AE 信号. 金属切削过程中可能的声发射源, 如图 1 所示

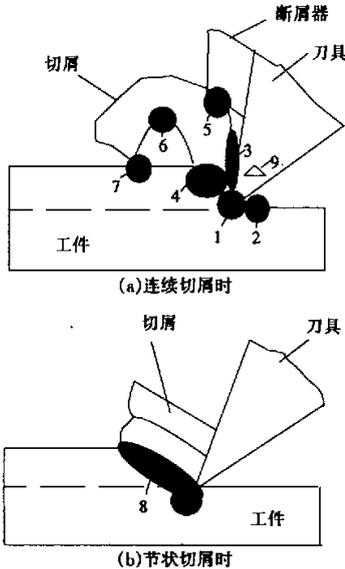


图 1 金属切削过程中的声发射源

可能的 AE 源是:(a) 工件材料的塑性变形(图中 4、2 和 3);(b) 工件材料的开裂(1 和 8);(c) 工件材料、刀具、切屑及断屑之间的摩擦(2、3 和 5);(d) 切屑的折断与撞击(6 和 7);(e) 刀具的开裂、崩刃和断裂(9), 此外, 切削过程中产生的积屑瘤、鳞刺也是强烈的声发射源。

切削过程中的声发射是重要的切削现象之一, 已有人把它与切削力、切削热放在同等重要的位置上进行研究. AE 技术在机械加工中的应用是由刀具磨损和破损的监测而引入的, 目前的应用研究有以下几个方面。

1) 在刀具磨损和破损监测方面的应用. 70 年代后期, 日本神户大学的岩田一明和森胁俊道首先把 AE 技术用于刀具磨损的监测, 开辟了 AE 技术应用的新领域. 实验发现 AE 总计数与刀具后刀面的磨损存在着非常密切的相关性, 刀具破损时 AE 信号比正常切削时大得多, 并且大都有前兆信号, 这也为我们所进行的实验所证实. 因此, 用 AE 监测刀具破损是可行的. 此外, 还有人对陶瓷刀具破损的 AE 监测及高速断续切削时刀具产生的热裂纹的 AE 监测进行了研究。

2) 在研究切削过程中的应用. 日本东京大学 Kunio Uehara 等人研究了切屑形成机理与 AE 信号

之间的关系, 提出了一种挤裂切屑和断续切屑形成的机理, 并能通过检测到的 AE 信号识别积屑瘤存在与否. 日本大阪大学津和秀夫等人用 AE 研究金属切削过程中刀尖前端材料分离过程的研究, 检测了材料的撕裂现象。

3) 在磨削过程中的应用. 日本宇都宫大学的江田弘等人用 AE 法在线监测磨削裂纹进行了研究, 实验结果表明, 由于磨削裂纹形成而产生的 AE 信号在 600~800 kHz 之间, 而在正常磨削情况下 AE 信号的频率一般在 400 kHz 以下, 这样可以用滤波的方法把由于磨削裂纹形成而产生的 AE 信号提取出来, 从而可以对磨削裂纹的产生进行在线监测. 除此之外, 还有人研究用 AE 信号监测砂轮的钝化、修整及砂轮与工件趋近时的空行程检测等。

4) 在超精密加工中的应用. 对于尺寸精度要求很高的相配合零件, 往往用配车或配磨的方法进行加工. 在这种情况下, 零件精度的保证在很大程度上取决于对刀精度. 利用 AE 信号设计的高精度对刀装置对刀一致性好, 精度高, 既可用于精密加工, 又可用于自动化加工。

5) 切削声发射信号特性的研究. 为了更好地在机械加工中应用 AE 技术, 对切削声发射信号本身的了解是一个重要的问题. 美国加利福尼亚大学在 Dornfeld 教授的领导下, 分别就直角自由切削、铣削和磨削过程中的 AE 信号进行了理论分析和实验研究, 发现了其中的一些规律. 有人对超精密加工中的 AE 信号特性及车削和钻削过程中的 AE 信号特性进行了研究. 这些研究, 对 AE 技术在机械加工中应用具有一定的指导意义。

3 结论

实验证明, 各种机械加工过程都伴有 AE 信号的发生, 利用这种信号, 可以对机械加工过程的状态进行有效的监测. 特别是用于机械加工过程中的刀具破损监测, 效果十分明显. 我国声发射技术的研究工作是从 1973 年开始的, 其特点是首先着眼于应用, 到目前为止, 已生产出几种商品声发射仪器. 声发射技术作为一项新兴的现代化检测技术, 已显示出广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 袁振明, 马羽宽, 何泽云. 声发射技术及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 1985.
- [2] 阳日曜. 金属切削原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.

声发射技术及其在机械加工特性研究中的应用

作者: [陈新全](#), [孔凡志](#), [廖家欣](#)
 作者单位: [长沙电力学院物理与信息工程系, 湖南长沙 410077](#)
 刊名: [长沙电力学院学报\(自然科学版\)](#)
 英文刊名: [JOURNAL OF CHANGSHA UNIVERSITY OF ELECTRIC POWER](#)
 年, 卷(期): 2000, 15(4)
 引用次数: 3次

参考文献(2条)

1. [袁振明](#), [马羽宽](#), [何泽云](#) [声发射技术及其应用](#) 1985
2. [阳日](#) [金融切削原理](#) 1988

相似文献(10条)

1. 会议论文 [戴光](#) [声发射检测技术的研究进展](#) 2009

声发射检测技术是一种动态无损检测技术,具有广泛的应用前景。本文介绍了我国声发射检测技术的发展历程、相关标准、人员培训、仪器和软件的发展概况,综述了我国声发射检测技术在压力容器、常压储罐、压力管道和阀门、转动机械、机械加工、航空航天、大型变压器、复合材料等方面的研究与应用现状。

2. 学位论文 [柏航州](#) [基于声发射的磨削监控系统研究](#) 2008

声发射是固体材料中普遍存在的一种物理现象。声发射作为一种新型无损检测技术已经在机械加工等诸多领域得到了非常广泛的应用。磨削过程是一个非常复杂的过程,在磨削区存在着丰富的声发射信号源,这些信号从不同方面反映了磨削状态的变化。由于声发射检测的灵敏度较高,且可以在不停机的情况下完成监控过程,因此非常适合磨削加工的在线检测。本文基于声发射技术,研制了一套磨削监控系统,进行了相关的磨削监控试验,以探索声发射在磨削监控过程中的具体应用。本文主要研究内容有:

对声发射信号的形成机理作必要的分析,并介绍了声发射信号常用的两种处理技术:参数分析法与波形分析法,为后续的研究工作奠定理论基础。

对基于声发射的磨削监控系统进行了总体设计研究,阐述了系统的组成要素以及系统的工作原理;根据监控系统需满足的要求,进行了系统的硬件设计。

在磨削监控系统总体设计的基础上,利用LabVIEW和VC++语言工具设计开发了声发射磨削监控系统的各软件功能模块,包括信号采集功能模块、信号分析处理功能模块、通讯功能模块、图形显示与数据存储功能模块等。

在自行改造的数控磨床上进行了相关的实际磨削监控试验;从事了磨削接触可行性试验,通过采集砂轮与工作磨削接触前后声发射信号的变化,确定了磨削接触监控的声发射特征参量阈值,并通过实际磨削试验证实以声发射信号作为磨削接触开关是可行的;从事了砂轮钝化磨削试验,分析了磨削参数对砂轮钝化过程的影响,根据试验结果确定了用于砂轮钝化监控的声发射振铃计数与均方根阈值,最后通过实际的磨削试验证明利用磨削声发射信号进行砂轮钝化状态的监控是可行的。

3. 学位论文 [汤为](#) [基于声发射法的铣刀磨损状态识别研究](#) 2009

刀具磨损的实时监测是先进制造系统的关键技术,是机械加工过程中的一个十分重要的问题。能否实现刀具磨损的自动监测是制约加工质量、生产率和生产自动化水平提高的重要因素,被公认为是自动化加工中的一项关键技术和尚未解决的重要难题。本文在分析刀具状态监测技术研究现状的基础上,从声发射信号入手对刀具磨损状态的监测进行了研究,主要进行了以下工作:

(1) 构建了铣削过程刀具磨损监测试验系统。通过声发射传感器和数据采集卡对铣削过程中不同磨损程度刀具的声发射信号进行检测和采集,对采集的声发射信号进行了统计分析和功率谱分析。发现了声发射信号中存在着与刀具磨损变化相应的特征值,证明了利用声发射信号进行铣刀磨损监测的可行性。

(2) 根据单因素切削实验结果,详细研究了主轴转速、进给速度、切削深度等因素对声发射信号时域、频域的影响。结果表明:切削深度对声发射信号均方根值的影响最为明显,其次是主轴转速,进给速度对其影响较小。

(3) 基于小波对高频信号能进行细分分析的特点,采用了多分辨率小波分解频带能量监测法对声发射信号进行了频段能量统计,提取出能够显著反映刀具磨损状态的频段特征,并以此作为神经网络的输入。

(4) 采用RBF神经网络,建立刀具磨损特征向量与刀具磨损状态之间的非线性映射关系,从而实现对不同刀具磨损状态的有效辨识。

4. 期刊论文 [穆雷](#), [魏杰](#), [李郝林](#), [廖志宏](#) [声发射\(AE\)技术及其特征参数在机械工程领域的研究应用—精密制造与自动化2005,“\(3\)](#)

机械加工过程中含有丰富的声发射(AE)信号,利用这种信号对切、磨、钻等机械加工过程实行在线监测并通过选取适当的特征参数进行分析从而达到提高机械加工的自动化程度,提高产品质量,实验表明是完全可行的。

5. 学位论文 [胡顺](#) [曲轴数控磨削技术的研究与开发](#) 2002

磨削技术在机械加工领域中占有极其重要的位置,数控磨削是磨削技术的主要发展方向之一。数控技术可以提高磨削的自动化程度,实现高速高精度磨削加工。研究曲轴磨削技术,开发具有开放性的曲轴磨削数控系统,对提高中国的磨削制造水平具有重要的意义。该文采用开放式数控系统平台进行曲轴磨削数控系统的开发,并对曲轴数控磨削技术进行了研究,主要做了如下工作:1、结合曲轴磨削的工艺要求,建立了曲轴磨削工艺控制流程;在磨削过程中,采用量仪在线测量以实现磨头进给闭环控制和PID控制方法实现砂轮恒定转速控制,并定期自动完成砂轮的修整。2、尝试采用UML(Unified Modeling Language)对数控系统进行用例分析,并对用例中主要类的逻辑关系进行分析,以实现数控系统柔性化软件开发;探讨磨削过程中的AE(Acoustic Emission)信号在线监测技术,采用小波变换模极大值方法对AE信号的奇异点进行检测,给出了在数控系统上的应用方案。3、该曲轴磨削数控系统在华中I型数控平台上实现。其软件采用模块化结构,具有可扩展性;采用工艺参数式编程方法,具有良好的用户界面和简便的操作方法;系统目前已投入试运行,效果良好。

6. 会议论文 [张华德](#), [李蓓智](#), [杨建国](#), [庞静珠](#) [数控加工过程监测中的信号采集及其预处理方法研究](#) 2004

本文设计了一种基于多传感器的加工过程监测系统,介绍了机床信号采集方法及采集装置的硬件配置,探讨了信号预处理方法及其参数处理。通过采集和分析机床工作时的电流、电压、振动、声发射等信号,提取信号特征值,进而寻找信号的变化规律或趋势,为进一步优化工艺参数、提高生产效率、提高和预测工艺质量,避免机床故障等提供实时可靠的基础数据。

7. 会议论文 [湛淮海](#), [李纯](#), [李承洋](#) [流体式声发射传感器的研制](#) 2004

本文介绍了一种用于机械加工过程中刀具破损状态在线监测的声发射(AE)传感器新技术。它利用液体传递AE信号,提高了声发射传感器的灵敏度和抗

干扰能力,利用对数前置放大器减小波形失真.文章论述了声发射传感器的工作原理、结构设计以及研制中注重解决的几个问题,同时简单的介绍了AE信号处理方法.

8. 学位论文 [罗兵 精密磨削与钻削加工刀具监测技术研究](#) 1996

航空技术的发展需要一种新型的非圆轴承,然而这种非圆轴承的加工一直是一个没有解决的问题.该文提出了一种加工这类非圆轴承的新方法,在改造后的精密坐标镗铁床上采用了精密磨削技术加工出了非圆轴承.测试结果表明,工件是合格的.在机械加工中,要提高自动化加工水平,刀具状态的监测十分重要.该文对钻削加工进行了深入的研究,提出了预防钻头磨损的新方法,并对声发射监测刀具磨损进行了理论分析,对刀具磨损对声发射信号的影响给出了理论解释.

9. 学位论文 [管涛 制造车间的设备状态和产品质量信息集成与分析诊断](#) 2007

制造领域的加工质量问题不仅关系着企业本身的生死存亡,同时也对其他相关行业的发展有着直接的影响.本文着眼于机械加工质量控制,对加工设备状态监测与统计过程控制的某些关键技术进行了深入研究,提出了两者集成的策略,在此研究基础上建立了面向车间的网络监控系统,并在某企业进行了试验与应用.论文的主要研究工作如下:

以磨削过程为监测对象,提出了基于加速度传感器、声发射传感器以及电流互感器的多传感器监测方案;通过小波包分解和人工神经网络技术对磨削振动异常进行预警和诊断,改善了传统方法对未知模式振动异常无法判别的弱点;对金钢笔钝化的识别进行深入研究,引入支持向量机技术进行钝化程度的判别;此外还提出了通过声发射信号辅助对刀的方法,以解决磨削加工中对刀精度难以保证的问题.

对统计过程控制工具中的控制图、直方图识别的关键技术进行研究,以提高质量控制的自动化水平.使用人工神经网络进行控制图异常模式识别时,提出了基于AR谱的频域数据编码方法,克服了时域编码难以降低数据复杂程度的缺点;利用Fuzzy ARTMAP人工神经网络识别控制图、直方图异常比传统方法具有很大的优越性.提出了合理的直方图模式仿真方案,在直方图模式识别等相关研究领域有重要的价值.

通过对比设备状态监测和统计过程控制在质量保证中的优缺点,对两者集成的必要性和可行性进行了说明,提出了将状态监测与统计过程控制技术进行集成与融合以保证加工质量的方法.与传统的单独使用其中某一种技术相比,两者的加工过程和质量信息进行共享、互补、融合,可以使有效信息得到最大程度的利用,为制造企业提供了新的质量保证方案.

将企业网作为信息交换共享的平台,通过虚拟仪器技术开发了车间级状态监测与质量控制系统MoniSysOnline.该系统采用服务器-客户端-现场监测仪的架构,良好的扩展性保证了可以方便添加新的分析诊断方式,底层消息机制、数据存储机制、网络传输机制等关键技术的实现是保证系统的稳定高效运行.

根据企业的实际需求,开发了现场监测仪,远程诊断模块,历史加工状态查询分析模块,控制图、直方图、过程能力指数分析诊断模块以及磨削知识库模块等加工质量保证工具,为系统进一步应用推广奠定了基础.

10. 期刊论文 [刘贵杰, 巩亚东, 王宛山 声发射技术在磨削加工监测中的应用](#) -《机械工程师》2001, "" (12)

近十几年来,声发射技术在机械加工方面获得了普遍的关注,其理论与方法已成为现代制造系统用来监测加工过程状态的一个重要的研究领域.文中概述了声发射(AE)技术的基本原理,讨论了磨削过程中的声发射源产生机理,介绍了声发射技术在磨削加工监测方面的研究进展,简要指出了研究中存在的主要问题和发展方向.

引证文献(3条)

1. [穆雷, 魏杰, 李郝林, 廖志宏 声发射\(AE\)技术及其特征参数在机械工程领域的研究应用](#)[期刊论文]-[精密制造与自动化](#) 2005(3)
2. [刘俊 爆破产生声发射信号特征研究](#)[学位论文]硕士 2005
3. [李银文 钛合金气瓶和岩石声发射信号特征研究](#)[学位论文]硕士 2005

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_csdlyxyb200004021.aspx

下载时间: 2010年5月27日