AE法监测CBN砂轮磨钝过程

邓建平 （机械系）

薄化川 （哈尔滨工业大学机械系）

摘 要

CBN砂轮是一种新型超硬磨料砂轮，用于磨削高硬度黑色金属效果极佳。由于砂轮成本较高，因而研究砂轮的磨钝过程很有必要。本文介绍了利用声发射法监测CBN砂轮磨削冷硬铸铁时磨钝过程的特点。

一、概 述

CBN是继金钢石之后的第二种超硬材料，被广泛地应用于高硬度黑色金属及其合金的磨削中，效果十分显著。然而，由于CBN砂轮价格昂贵，使用成本高，故对它的磨钝过程的研究很有必要。

通常使用的研究方法比较麻烦，而且其结果不理想。在此，我们探讨了一种新的方法：声发射监测法。利用声发射的研究手段，我们监测了CBN砂轮精密磨削高硬度铸铁时的磨削全过程，从而得到整个磨削过程的声发射信号。分析了砂轮磨损、磨削表面粗糙度Ra与声发射信号的相关关系，以此为依据，研究了砂轮磨钝过程的特点。为磨削自动化生产中砂轮状况的监测提供了依据。

二、声发射监测原理和监测装置

声发射，简称AE (Acoustic Emission)，是指材料内部状态发生变化时出现的自发声现象。它是机械加工中发生的基本物理现象之一。在磨削过程中，主要的声发射源有金属的塑性变形、断裂、相变、砂轮接触工件时的冲击和磨粒的崩碎等。这些声发射源传出来的应力波完全可以充分描述整个磨削过程。声发射监测磨削过程正是以此为依据，它为研究砂轮的磨钝状态提供了可靠的保证。

本文于1988年10月18日收到

中国知网 https://www.cnki.net

图1是实验过程的AE信号监测系统图。AE传感器安装在磨床工作台上，监测到的AE信号经增益40dB的前置放大器放大40dB后送至AE400B声发射仪进行滤波（带通宽度范围100k～1MHz），然后放大40dB，再由声发射仪内置的监测电路形成可供测试的AE模拟信号和计数信号。由高速A/D转换将AE信号数字化后，输入到计算机中进行波形分析和功率谱分析。并由CRT显示或打印机打印结果。前放输出信号可以直接用测频毫伏表测量出视频电压有效值V_{RMS}，并用示波器实时观察AE信号。

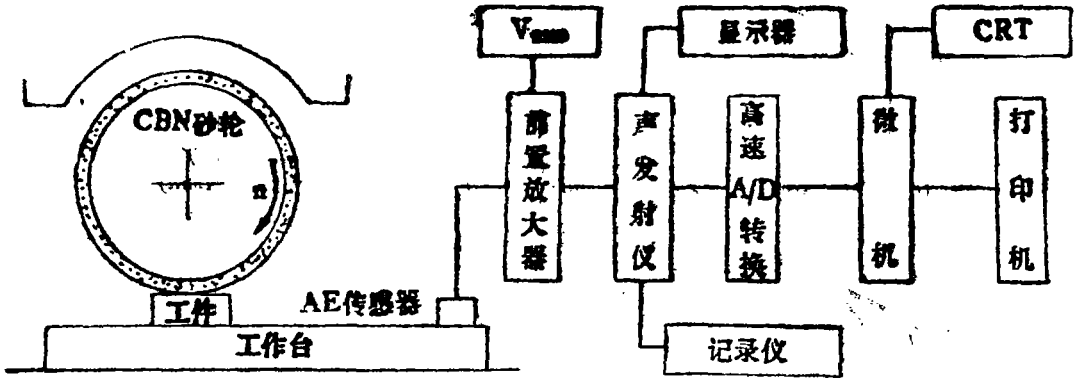

图1　AE信号监测系统

三、磨削试验条件

表1是磨削试验参数，试验是在MM7120A卧轴矩台精密平面磨床上进行的。工件材料为冷硬铸铁，硬度为HRC62—65；砂轮为$1A_1/T_2$ 200×20×75CBN120B100，在实验进行之前，我们对砂轮进行了重新修整。实验中，我们对磨削全过程的AE信号进行了监测和记录，同时记录了V_{RMS}值，并对磨削表面粗糙度Ra和砂轮的磨损情况进行了监测。

表1　磨削试验参数

砂轮速度	$V_s=20m/s$
工作台速度	$V_t=3m/min$
磨削深度	$A_p=0.015mm$
进给量	$F_a=60mm/min$
磨削条件	干磨

四、实验结果与分析

1、视频电压有效值与磨削时间的关系：

图2是视频电压有效值V_{RMS}与磨削时间T的对应关系。背景噪音为5mv。砂轮开始磨削时，V_{RMS}的值最小，随T增加，V_{RMS}值也增大。从T=50到100分钟，V_{RMS}值增加较快，从T=100到450分钟，V_{RMS}趋于稳定，当T超过550分钟时，V_{RMS}值上升较大，而600分钟时的V_{RMS}值竟为开始磨削时的3倍。图3是不同磨削时间记录下来的AE信号，很明显，随T的增

中国知网 https://www.cnki.net

加，AE信号的幅值也增大。

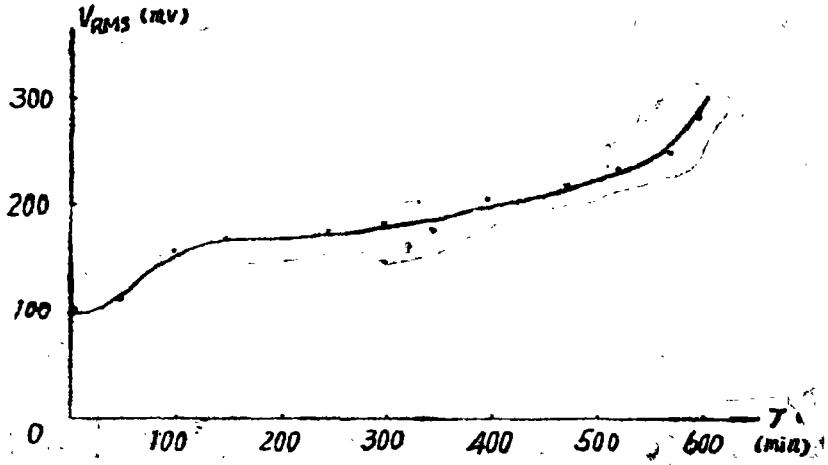

图 2　T—V_{RMS}曲线

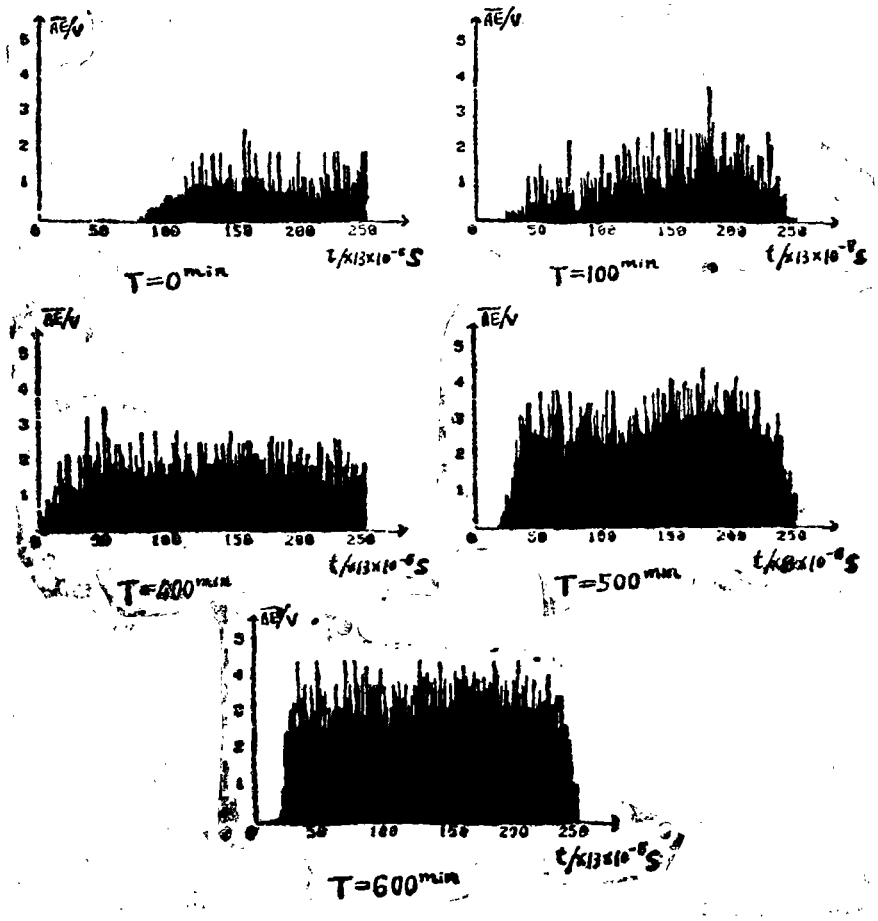

图 3　AE信号幅值

中国知网　https://www.cnki.net

2、 加工表面粗糙度与磨削时间的关系：

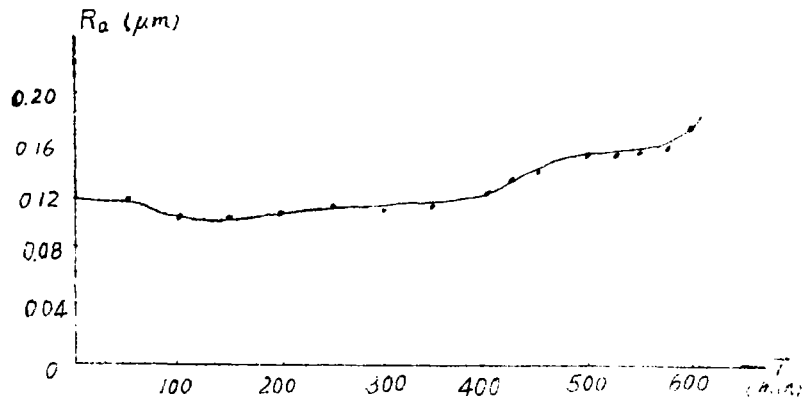

图 4　磨削表面粗糙度的变化规律

图 4 是试验中监测的磨削表面粗糙度Ra与磨削时间的关系。从曲线的变化趋势来看，在T = 0～100分钟的范围内，Ra值是呈减少趋势，这是砂轮自身的“跑合”作用引起的。砂轮修整后，磨粒的情况复杂，修整后的磨粒会出现破损和崩裂，存在不稳定状态的磨粒，因而Ra值大。在进一步磨削的过程中，砂轮状态逐渐趋于稳定，这时Ra值也趋于稳定。

稳定状态从T = 100分钟持续400到分钟，在这一阶段，磨粒逐渐磨损，Ra值缓慢上升。

当磨削时间超过400分钟后，Ra值较快增大，一直到500分钟，这说明砂轮已开始钝化，砂轮钝化时间较长，说明CBN砂轮具有良好的耐磨性能。

当继续磨削时，磨削表面粗糙度Ra值急剧增大，这是由于砂轮磨钝，引起磨削力极大增加，使砂轮随机床主轴一起振动，工件表面产生明显的振动波纹所致。这时，砂轮已不属于正常工作状态，需要进行修整。

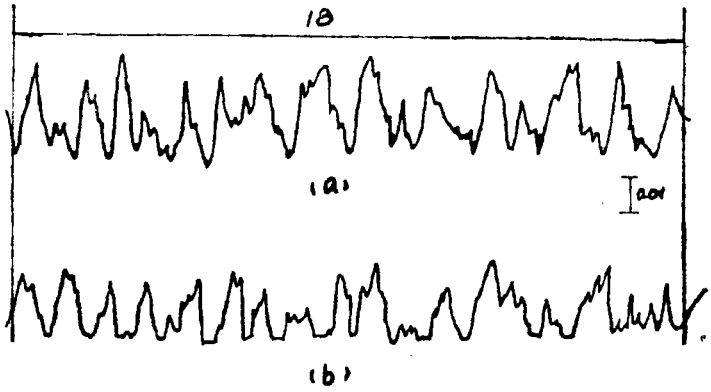

图 5　砂轮表面轮廓波形图

图 5 是用电感测微仪检测到的修整后砂轮表面轮廓波形图，(a)是磨削时间T = 0时所测，(b)是T = 550分钟时所测，刚开始磨削时，磨粒的突出量分明，而后者的磨粒磨损程度明显。

中国知网 https://www.cnki.net

3、V_{RMS}与Ra之间的对应关系。

根据图2和图4的对应关系，我们把CBN砂轮磨削冷硬铸铁的整个磨削过程分为四个阶段：

第一阶段：磨削时间从0到100分钟，其特点是V_{RMS}随T增加而增加，Ra值却随T增加而减少。显然这一阶段是任何磨削过程所共有的，其时间的长短除受磨削条件和砂轮耐磨性能影响以外，主要受砂轮修整条件的影响，修整条件越合理，时间越短。

第二阶段：磨削时间从100分钟到450分钟，该区域内V_{RMS}和Ra值均随T增加而缓慢增大，该阶段是一个理想磨削区域，在此，工件表面质量和尺寸稳定性极好。

第三阶段：磨削时间从450分钟到550分钟，该阶段已属“非稳定磨削区”。在此，V_{RMS}和Ra值随T增加而幅度明显加快。工件质量和尺寸稳定性不好。由于这段时间很长，因而对该区域的研究显得十分必要，对于昂贵的超硬磨料砂轮，将本阶段用于生产具有十分重要的技术经济意义。

第四阶段：磨削时间超过550分钟，该区域内砂轮磨损严重，磨削力增大，磨削温度上升，表面质量下降，V_{RMS}和Ra值随T增加而急剧地增大，该区域已属非正常磨削，磨削应避免在该区域内进行。

五、结　　论

根据实验结果的分析和研究，我们得到如下结论：

① CBN砂轮精密磨削冷硬铸铁时，AE信号与砂轮磨损，磨削表面粗糙度有密切关系，故可以把AE信号作为合理确定砂轮磨钝状态的依据。

② 在本条件下，砂轮耐用度在500分钟以内，可以保证磨削表面粗糙度$Ra<0.16\mu m$，超过该时间砂轮磨粒钝化，砂轮表面状态恶化，加工质量下降。

③ 自动磨削时，以V_{RMS}信号为依据，设入门槛电压值，可以自动完成对砂轮的修整或更换砂轮。

参　考　文　献

〔1〕 薄化川等：CBN砂轮的修整　第二届中日超精加工技术研讨会论文集　1988.5

〔2〕 邓建平等：CBN砂轮耐用度的声发射确定法
中国高校金属切削研究会东北分会第六届学术年会宣读论文，1988.8

〔3〕 朱铭铨等：机械加工领域中的声发射研究　西北工业大学科技资料，1985

〔4〕 付杰才：磨削原理与工艺　湖南大学出版社，1986.3

〔5〕 （日）稻崎一朗：声发射在监视加工过程中的应用　精密机械　1980.5

中国知网 https://www.cnki.net