

磨矿机数据集的文档

Kai Goebel (NASA Ames) 和爱丽丝Agogino (加州大学伯克利分校)

这一组中的数据代表了在铣床上在各种操作条件下运行的实验。特别是，研究了刀具的磨损情况 (Goebel, 1996)。采用三种不同类型的传感器 (声发射传感器、振动传感器、电流传感器) 在多个位置进行采样数据。

数据被组织在一个1x167的matlab结构数组中，其字段如下表1所示：

表1：结构化字段名称和说明

字段名称	描述
情况	案例编号 (116)
跑	对每种情况下的实验运行的计数器
vb	侧面磨损，运行后测量；每次运行后不进行VB测量
时间	实验时间 (每种情况下重启)
文件目录	切割深度 (不因每种情况而异)
饲养	饲料 (不因每种情况而变化)
布料	材料 (不因每种情况不同)
smcAC	交流主轴电机电流
smcDC	直流主轴电机电流
vib_table	台式振动
vib_spindle	主轴振动
AE_table	台上的声发射
AE_spindle	主轴声发射

有16个带有不同运行次数的案例。跑步的次数取决于侧翼磨损的程度，在不规则的间隔内达到磨损极限 (有时超过)。侧面磨损并不总是测量，有时没有测量，没有进入。

表2列举了这16例病例

表2：实验条件

切割给料的外壳深度		
1	1.5	0.5 1 -铸铁
2	0.75	0.5 1箱铁
3	0.75	0.25 1 -铸铁
4	1.5	0.25 1 -铸铁
5	1.5	0.5 2 -钢
6	1.5	.250 2 钢
7	0.75	.250 2 钢
8	0.75	0.5 2 -钢
9	1.5	0.5 1 -铸铁
10	1.5	0.25 1 -铸铁
11	0.75	0.25 1 -铸铁
13	0.7	0.2 2钢

12 0.75 0.5 1 -铸铁

13 0.7 0.2 2钢

14	0.75	0.5	2	-钢
15	1.5	0.25	2	-钢
16	1.5	0.5	2	- 钢

实验设置
该实验的设置如图1所示。

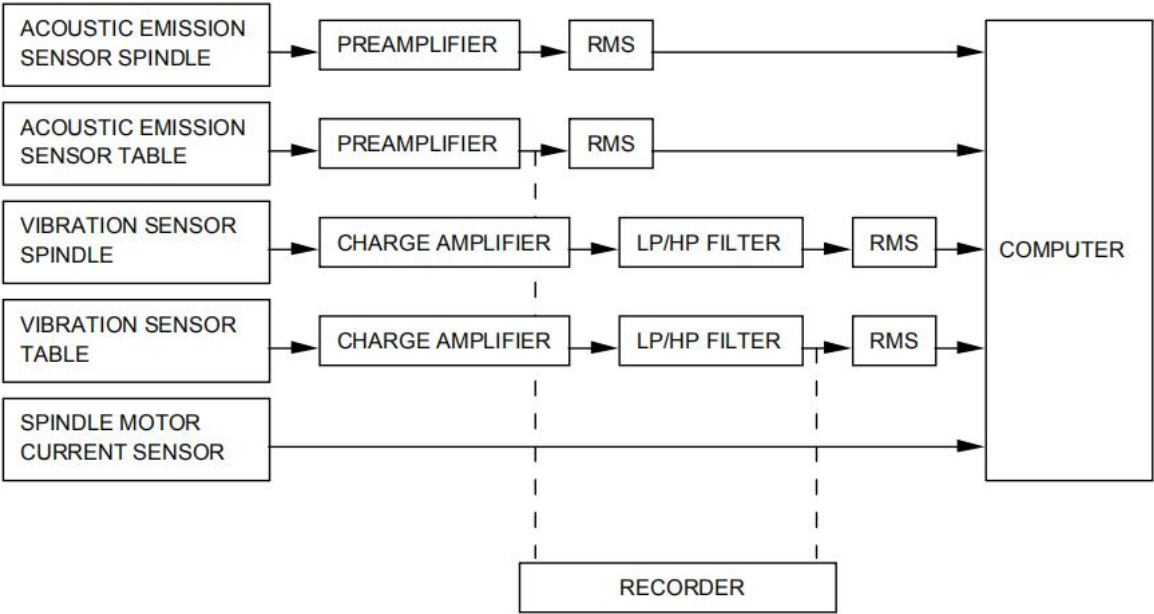


Figure 1 - Experimental Setup

基本设置包括松浦机械加工中心MC-510V的主轴和表。声发射传感器和振动传感器分别安装在加工中心的工作台和主轴上。所有传感器的信号被放大和过滤，然后通过两个均方根，然后进入计算机进行数据采集。来自主轴电机电流传感器的信号被输入计算机，无需进一步处理。

实验选择的参数矩阵由工业适用性和推荐的制造商设置指导。因此，切割速度设置为200 m/min，相当于826转速/min。选择了两种不同的切割深度，即1.5mm和0.75mm。分别取0.5mm/rev和0.25mm/rev，分别转化为413mm/min和206.5mm/min。使用了两种类型的材料，铸铁和不锈钢J45，并且，如前所述，还插入了KC710型。这些选择等于8种不同的设置。所有实验都以相同的参数和第二组插入进行第二次。工件的尺寸为483毫米x178毫米x51毫米。

数据采集与处理

如前一节所述，数据通过高速数据采集板发送，最大采样率为100 KHz。将数据的采样输出用于信号处理软件。LabVIEW®（美国国家仪器公司）用于这项任务。该软件是一个使用图形化语言(G)的通用编程开发系统。对于G，程序是

以方框图的形式创建。所选择的布局允许进行数据采集、存储、表示和处理。数据的存储是为了进行实时模拟和以后的分析。

对多个传感器信号进行了预处理。在大多数情况下，信号被放大以能够满足设备的阈值要求。特别是，考虑到设备的最大允许范围，来自声发射传感器和振动传感器的信号被放大到 $\pm 5V$ 的范围内。信号用高通滤波器进行滤波，振动传感器信号另外用低通滤波器进行滤波。根据在示波器上可以观察到的噪声来选择拐角频率。对主电源的三次谐波所对应的振动信号，在示波器上观察到180Hz的周期性噪声。因此，为低通滤波器选择的转角频率为400Hz。对于高通滤波器，选择了1个kHz。在8 KHz以上，声发射传感器的范围结束。也就是说，超过该频率的读数不能归因于加工过程中发生的任何事件。由于它不必要地杂乱信号，就被过滤掉了。声发射和振动信号通过均方根装置馈电。它的使用使信号平滑，并使其更容易进行信号处理。均方根与信号的能量含量成正比，公式如下：

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{\Delta T} \int_0^{\Delta T} f^2(t) dt}$$

在哪里

ΔT =时间常数

$f(t)$ =信号功能

采样率必须小于时间常数，以确保适当的数据采样。所选参数为：

$\Delta T = 8.00ms$

采样率：250Hz

除预处理数据外，还将桌子的声发射和桌子的振动的原始数据记录在磁带录音机上，以便将来进行比较和评价。对于特征提取来说，拥有没有进行之前选择的数据可能是有意义的；本着同样的精神，能够在神经网络技术或数据聚类算法中使用尚未“损坏”的数据是值得的。主轴电机电流交流和直流部分的典型传感器读数，台上的声发射，台上的振动，主轴上的声发射，主轴上的振动显示在图7-图12附录中

详细设置说明

安装在桌子上的是WD 925型声发射传感器（物理声学组，频率范围高达2MHz）。声发射传感器被粘在一个定制的底座上，然后又连接到夹紧支架上。夹紧装置上的传感器布局如图2所示。

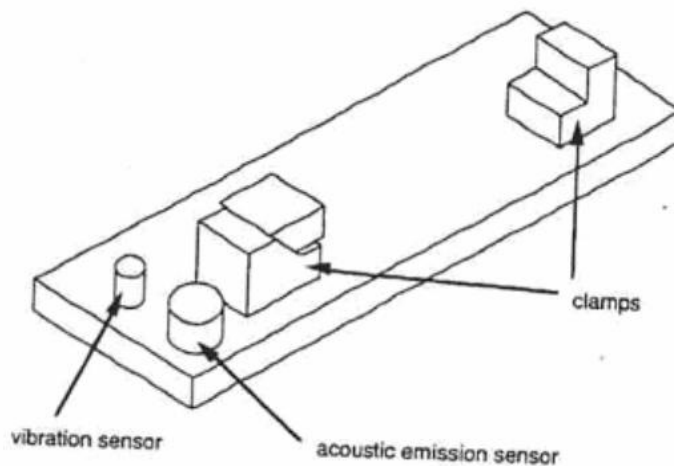


图2-带有已安装的传感器的夹紧装置

来自声发射传感器的信号进入声发射前置放大器(杜尼根 (endevco, 1801型, 集成了50KHZ的高通滤波器)的单端端。然后, 信号由双放大器DE型号302A (杜尼根/endevco)放大。然后, 信号被输入均方根计, 这是由加州大学伯克利分校的LMA制造的定制设备。时间常数设置为8.0 ms。然后, 信号被输入凤凰号触点UMK-SE 11, 25电缆, 该电缆将信号输入MI016高速数据采集板(美国国家仪器公司)。数据采集板安装在IBM PC 486DX/2-66中。

在桌子上的夹紧装置上还安装了一个振动传感器, 一个加速度计(型号720150, 终端机), 其频率范围最高可达13 KHz。它的信号被输入到一个灵敏度为5.71和100mV/g输出的ENDEVCO 104电荷放大器中。然后信号被输入ITHACO 4302双24dB/八频滤波器, 角频率为400 Hz和1 KHz。以下是与前面描述的相同的制造和设置的均方根计。然后, 该信号通过凤凰触点UMK-SE 11, 25电缆连接器进入计算机的高速数据采集板。

安装在工作台上的相同振动传感器也连接在主轴上的一个靠近工具的螺纹孔中。信号的路径与其他振动传感器相同, 只是信号输入凤凰接触电缆连接器。

来自安装在工具旁边主轴上的另一个螺纹孔上的另一个声发射传感器的信号被送到声发射前置放大器模型1801 (杜尼根/终端)的差分端, 然后遵循与其他声发射传感器相同的路径。

一个OMRON K3TB-A1015电流转换器, 由一个HP 6237B三输出电源供电, 提供15V, 将来自一个主轴电机电流相位的信号输入到电缆连接器。

CTA 213型电流传感器。它使用了相同相位的主轴电机电流, 并被输入到电缆连接器中。

端子33 (接地) 和38 (+5V) 与一个开关一起使用, 以触发数据采集。

考虑到工业适用性，我们选择了一个70mm的面磨机（图3）作为工具。插入件KC710是根据粗糙化的建议而选择的（Kennametal, 1985）。KC710依次涂有多层碳化钛、碳氮化钛和氮化钛（TiC/TiC-N/TiN）。这些层保留了碳化钨的韧性，但提高了抗磨损和边缘磨损的能力。同时，它们还具有碳化钛和减少面摩擦的优点。建议用于粗加工。

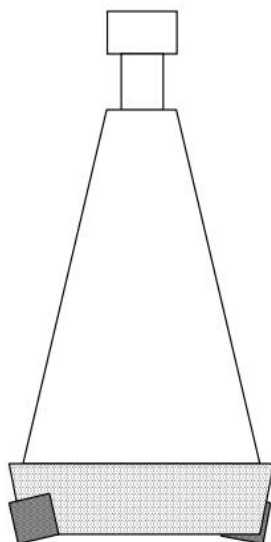


图3：面磨机的刀具和插入件示意图

切割过程

工件和工具的相互作用相当复杂，创造了多种的物理效果，其中一些可以用传感器捕获。刀具在工件上接合时，在剪切区发生塑性变形，形成芯片。能量的释放导致了热量的辐射、切割力、振动和声学的发射。传感器将用于捕获后三个；它们将有更详细的解释。

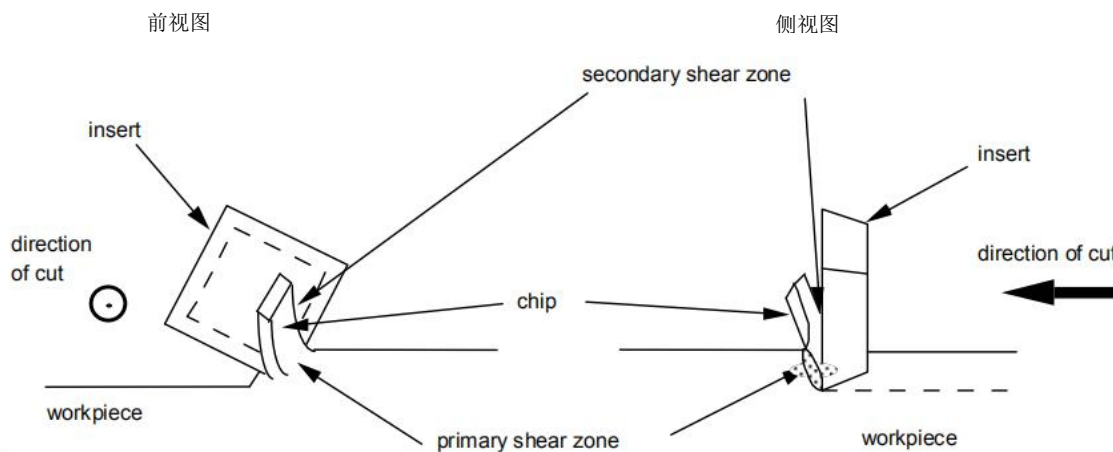


图4：工具/工件界面处的剪切区域

声发射是金属在变形或断裂时自发发生的一种高频振荡。这是由于材料的微观结构重新排列时应变能的释放而引起的。声发射在剪切带产生（图4），也是主要的

作为次要沿芯片/刀具界面，分别通过本体变形和滑动，最后，在刀具侧面/工件界面由于摩擦（Schey, 1977）。虽然声发射的基本信号是正弦的，但由于结构缺陷的反射和散射，它获得了一个随机模式。振荡的范围在50 kHz到几个MHz之间。由于信号随着距离切割区距离的增加而变弱，因此需要将声发射传感器放置在切割过程附近，从而产生正确保护传感器的问题。振动发射是一种低频振荡，这是由于刀具几何形状、芯片形成和建立边缘的周期性变化导致的切割力的动态变化。该信号的作用范围为0-40 kHz。与声发射一样，振动传感器应放置在靠近切割区的地方，因为信号随着距离其源的距离的增加而变得越来越弱。由于松浦村的加工中心非常刚性，振动将明显低于在直立的布里奇波特铣床上进行的实验。然而，它们仍然有助于工具的磨损，因此必须加以考虑。

切割力出现在发生塑性变形的一次和二次剪切带。芯片和刀具、工件和刀具之间的摩擦也有助于切削力。测量切割力的传感器可以直接或间接地捕捉到切割力。直接方法要求在工件下安装力传感器，这可能很繁琐和昂贵。间接法可以测量机器部件的偏度、主轴电机或给电机的电流，以及主轴或给电机的功耗。由于主轴电机电流与转矩成正比，而转矩又与切割力成正比，因此使用该信号是捕获力信号的一种简单方法。虽然可能不如直接测量准确，但这是一种相对便宜的方式，传感器很容易安装。使用馈电电机电流提供关于馈电力的信息，这多少是由主轴电机电流信号重复的。同样地，功耗也与主轴电机的电流直接相关。

刀具磨损

一个高质量的产品通常意味着高质量的表面光洁度和尺寸精度。理想情况下，应该始终保持一个锋利的工具。钝层会使表面变形到更大的深度，并可能撕裂表面，从而降低抗疲劳性。磨损的工具也会导致更多的摩擦，从而导致更高的切割温度。这些温度可能会产生不必要的影响。g. 它可以在可热处理钢中产生未回火的马氏体（Schey, 1977）。因此，必须控制刀具的磨损情况。

工具的磨损有不同的形式。除了刀边直观的圆化外，由于耙面滑动的芯片导致刀面磨损，工具在工件上的摩擦导致侧面磨损。切割速度对磨损率的影响大于其他参数；切割深度和进料率也影响刀具寿命。在我们的实验中，我们测量了侧翼磨损VB，作为评估工具磨损的一个普遍接受的参数（图5）。

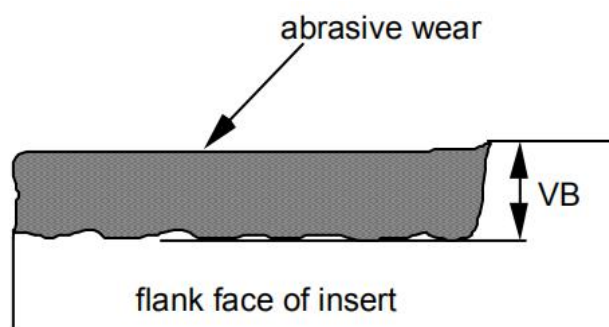


图5-在插入件上看到的工具磨损VB

侧面磨损VB是为刀具侧面的磨料磨损末端的距离。在实验过程中观察到了侧翼的磨损情况。将插入物从工具中取出，用显微镜测量磨损情况。其中一个实验的结果如图6所示。

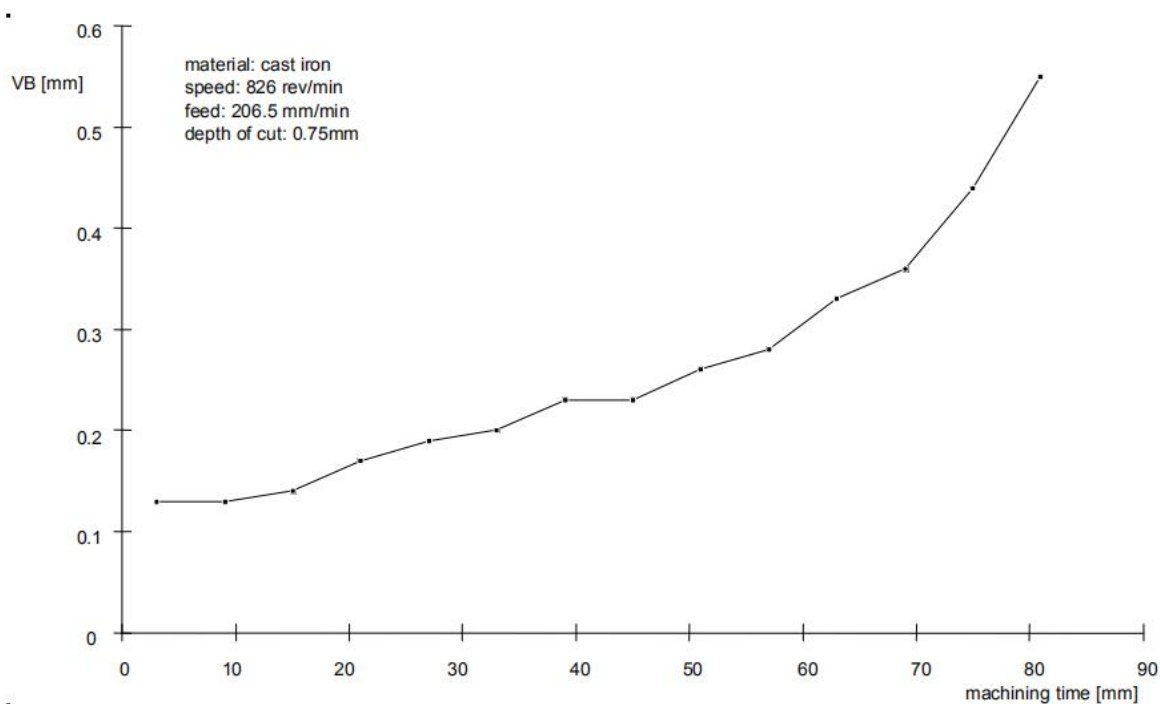


图6-刀具随时间的推移而磨损VB

最后，切割和断裂是由不连续加工、材料中的夹杂物和工具超载造成的其他形式的工具磨损（Schey，1977）。逐渐磨损的数学函数试图描述工具的磨损，例如泰勒公式：

$$T = C_v v^k$$

在哪里

T=工具寿命

v_c =切割速度

k=泰勒指数

C_v =常数与1 min刀具寿命相关

k 和 C_v 是工具和工件材料组合的特点。这种方法的局限性是，由于饲料的影响，不同的材料和磨损不能被解释。除此之外，工具磨损的一般问题是，它可能不是很能预测的；在看似相同的设置下，轻微的变化会使工具的寿命有很大的变化。这些变化是流形的。一种是相同的材料可以有不同的强度，这通常是铸铁。但这种变化也可以是局部的包裹体形式。当它们移除大块的插入物时，它们可能会增加磨损。即使磨损程度较小，插入物的几何形状也会发生变化，i。e.，插入件变得不那么锋利，因此工具必须以更大的力，更多的摩擦，因此，更大的刀具磨损。其他的变化是用于控制切削过程的温度的冷却剂的量。切割过程中产生的三分之二通过芯片和工具去除。改变这个温度可能会对化学过程产生影响，因为它允许合金元素扩散到工件中，从而削弱插入物的结构。此外，切割的深度可能不稳定，特别是在第一次加工新的粗糙表面时。所有这些影响可能都很小，但它们可以在机械加工期间累积起来，在预先预测刀具寿命时造成相当大的不确定性。

附加参数 s 的使用： i 在泰勒公式中得到

$$T = C_v v_s^k i$$

试着纳入这些影响，但只取得了适度的成功。这些缺点再次激发了非数学技术的使用。

附录

附录显示了来自不同传感器的一些典型签名

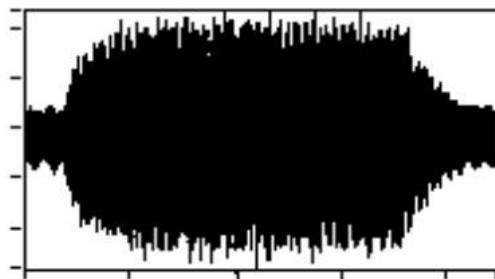


Figure 7 - Spindle motor current (AC)

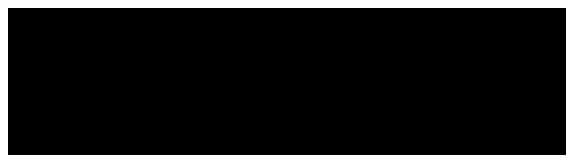
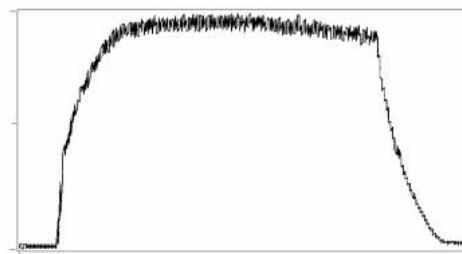


图8-主轴电机电流（直流部分）

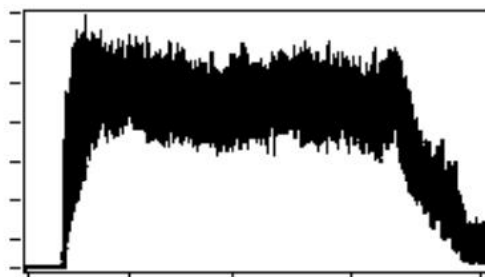


Figure 9 -Acoustic emission (table)

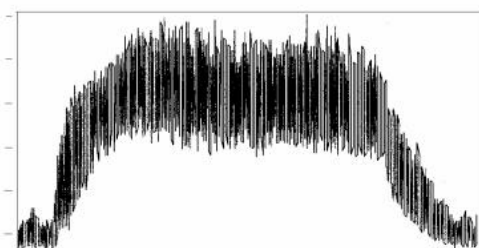


Figure 10 - Acoustic emission (spindle)



图11： 振动情况（表）

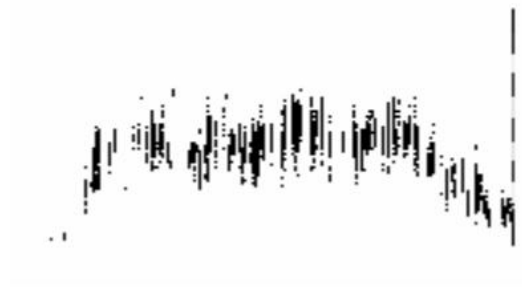


Figure 12 - Vibration (spindle)

参考文献

- K. 利用软计算技术管理传感器验证、传感器融合和机械系统诊断中的不确定性，博士论文。D. 论文，加州大学伯克利分校机械工程系，1996年。