

关于砂轮表面形貌的研究

郁倩 徐文宽

(盐城工学院机械工程系,盐城 224003)

摘要 针对砂轮表面形貌的特征,就砂轮表面形貌本身与磨削输出量之间的关系进行了具体研究,提出表征砂轮形貌的基本参数,着重分析了砂轮形貌的基本参数在磨削过程中的变化与磨削效果的关系,得出砂轮修整的方法。

关键词 砂轮 形貌 修整

分类号 G642

为了进一步提高磨削加工质量和磨削生产率,国内外对磨削机理进行了广泛深入的研究,以搞清磨削加工中的一些规律,解决磨削加工中的一系列实际问题。尽管如此,由于磨削加工的复杂性及砂轮形貌瞬息多变的特征,至今还存在着许多有待解决的问题。

面对这一现状,国内外学者对磨削用量与磨削输出量之间的关系进行了较为广泛的研究,而对砂轮表面形貌(地形)本身与磨削输出量之间的关系在国内外虽有研究,但不很成熟。毫无疑问,用以切削的砂轮表面的形貌对磨削质量及生产效率有着重要的影响,本文拟对此问题进行探讨。

1 砂轮的表面形貌

砂轮表面上磨粒的分布,每个磨粒的几何形状,特别是每个磨粒显露出来的切削刃以及这些切削刃所处的高度等等,构成了砂轮的表面形貌,见图1(用触针式轮廓仪取得)。

从形貌图可以看出,各磨粒的切削刃所处的高度是很不一致的,其分布处于随机状态,因此,磨削时只有少数较高的切削刃切削工件,这些切削刃称为有效切削刃;而多数切削刃则是切不到工件的,这些切削刃称为无效切削刃。有资料表明,有效切削刃只占切削刃总数的5%~12%。不过,那些无效切削刃之中,在砂轮修整后,有一部分可转化为有效切削刃。

2 表征砂轮形貌的基本参数

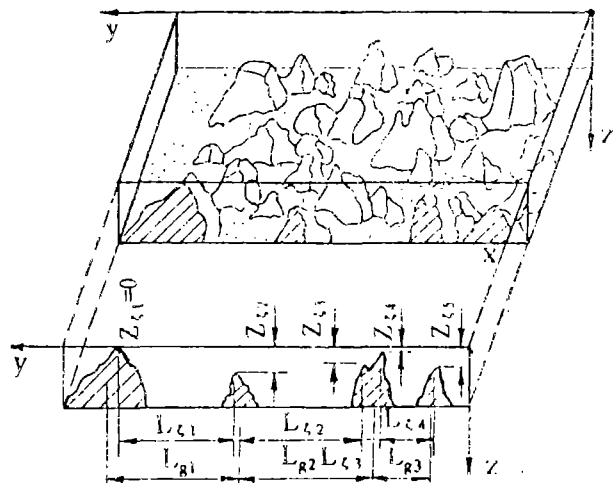


图1 砂轮表面形貌图

目前国际上对如何更好地表征砂轮形貌,尚未取得一致的看法。笔者认为,形貌的特征参数应该以磨粒在磨削过程中起的作用来评定。因此,笔者通过采用不同方法修整WA46KV6砂轮,并在不同阶段分别测量砂轮形貌的各种特征参数与磨削力、磨削温度的变化,获得了大量的数据。对实验数据采用逐步回归的数学“筛选”处理,最后发现砂轮表面形貌可由以下两个参数来判定:(1)单粒长度的切削刃数(n_p);(2)磨粒的平均磨损棱长(l_w)。

3 砂轮形貌参数与磨削效果的关系

砂轮表面形貌检测装置示意图如图2所示。分别对砂轮圆周方向形貌与轴向形貌检测。每脉冲信号测量头相对移动分别为 $2\mu\text{m}$ 与 $10\mu\text{m}$ 。采用金刚石测量头,形状为锥形与刀口式两种。通过

实测,再经过数据处理,可得到砂轮形貌特征的丰富信息^[1]。

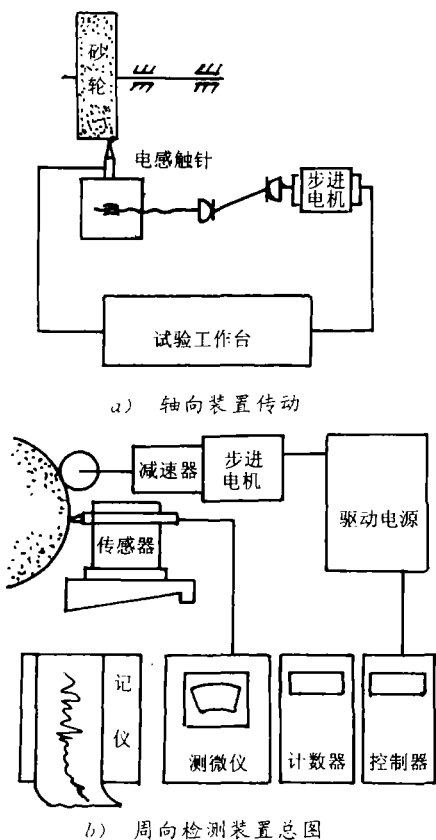


图 2 砂轮表面形貌检测装置示意图

实验表明:

(1)磨削力(F_n)与 n_p 、 l_w ,如图 3 所示。由回归直线可计算得到砂轮磨粒与工件接触面的平均压强并计算得到试验条件下的磨擦系数。

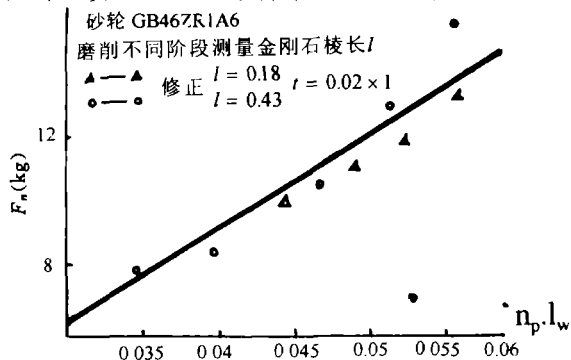


图 3 地形参数 $n_p \cdot l_w$ 与法向磨削力 F_n 的关系

(2)磨削温度(T)与 n_p 、 l_w 的关系

在实验条件下的磨削温度的回归方程 $T = 6n_p^{0.4} n_p^{0.2} l_w^{1.0}$ 。理论分析认为, n_p 因子显著影响磨削力中切削力的大小, l_w 因子显著影响磨削切向力中摩擦力的大小。经过分析计算,摩擦力功耗产生的热量几乎是全部传给工件,而切削力产生的热量,其 50%~60%传入工件,因此肯定了上述方

程的结论,即因子 l_w 比因子 n_p 对于工件接触区的磨削温度影响更大。

(3)工件表面粗糙度与形貌 $\bar{x}/n$ 关系

在砂轮切削刃等高性良好的情况下,高度分布可用指数分布来近似代替。这用概率论知识对工件表面成型的模型(图 4)进行数学表达,得到工件表面廓形应该是砂轮轴向廓形高度分布随机变量 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的最小值。

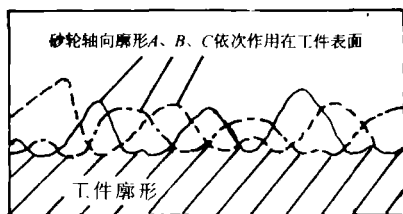


图 4 工件表面成型模型

随机变量的动态切削刃数,可通过对图 5 的分析得到 $n = n_a \times \frac{V_s}{V_w} (D_s a_p)^{\frac{1}{2}}$,式中 n_a 为单位长度的动态切削刃数。工件表面粗糙度 R_a 可用工件廓形坐标与均值差的绝对值之期望来表示,经过推导可计算得到

$$R_a = 0.386 \cdot \frac{\bar{x}}{n_a} \cdot \frac{V_w}{V_s} (D_s a_p)^{-\frac{1}{2}}$$

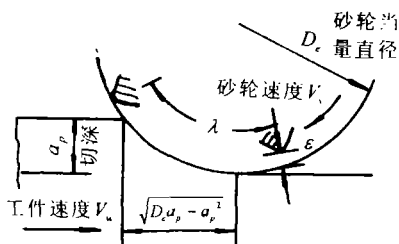


图 5 磨粒在磨削中的几何关系

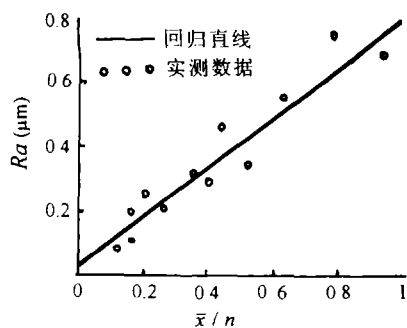
公式表示,工件表面粗糙度与砂轮表面的平整性、切削刃的等高性 $\bar{x}$ 成正比,与砂轮表面的动态切削刃数(n_a)成反比。

实验结果证明理论公式得到的结论是正确的,如图 6 所示。

4 砂轮表面形貌在磨削过程中的变化

通过改变修深与导程,并采用不同的磨损棱长的金刚石修整砂轮,进行了磨削力、磨削温度、工件表面粗糙度以及砂轮形貌研究的综合试验,并根据试验结果得出以下几点看法:

(1)在磨削用量不变的情况下,在砂轮磨损的

图6 工件表面粗糙度与地形 $\bar{x}/n$ 关系

稳定阶段,磨削力与磨削温度主要随磨粒平均的磨损棱面的增大而增大。在磨损过程中,平均磨损棱长一般从几十微米增大至一百多微米,磨削力增大 1.5~2.3 倍,温度(磨削区)升高 1.4~1.8

倍。而单位长度的切削刃数变化不大,并使工件表面粗糙度基本保证稳定。说明磨粒的磨耗磨损是砂轮在此阶段的主要磨损形式。

(2)修整导程的几何效应对磨削效果产生显著影响,但经过初期磨损阶段后这种影响明显减弱,表现在不同导程的试验中得到的表面粗糙度与磨削力曲线随磨削过程的进行而趋于接近(见图 7a)。

(3)金刚石对砂轮磨粒与粘结剂切削挤压的有效性对砂轮形貌的影响较大。实测形貌发现,金刚石平秃容易在修整中产生磨粒的钝化,而尖锐金刚石能使粘结剂得到有效的破碎。试验发现,它们的磨削力曲线有着明显的差别(见图 7b)。

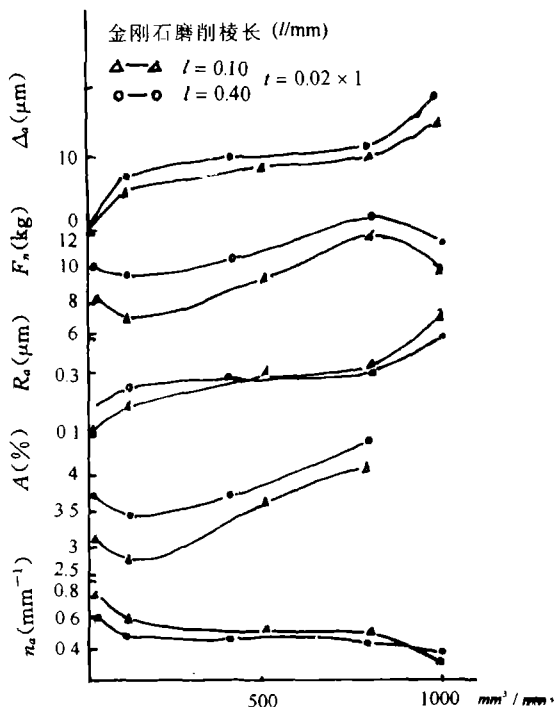
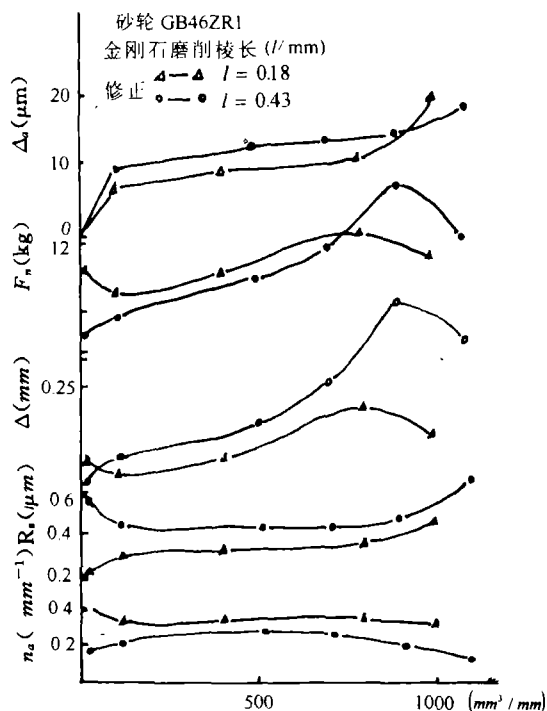


图7 工件磨削量与砂轮径向磨损、法向磨削力、工件表面粗糙度、切削刃比、切削刃数的关系

5 砂轮形貌的修整

通过对砂轮表面形貌在磨削过程中变化的研究,笔者认为,在砂轮修整中注意保持金刚石的锋利,通过合适的修整温度和修整系数来提高修整强度,将使磨粒的平均磨损棱长 l_w 减小而保持一定数量的有效切削刃,使工件的表面的粗糙度与金属磨损率均得到满意的效果。具体讲,修整砂轮的合理工艺条件是:

(1)选用较小的修整导程:修整导程的大小主要取决于磨粒的尺度。磨粒的平均直径(d_g)可按下式计算:

$$d_g = 0.7 \times 25.4/h$$

式中: d_g ——磨粒的平均直径,mm;

h ——磨粒的粒度号。

修整的导程小于或等于砂轮磨粒的平均直径时,砂轮的每颗磨粒都能与修整器的金刚石相碰而被切削,从而产生较多的有效切削刃,使砂轮有较好的切削性能。另外,从砂轮的磨损量来看,用小导程修整比用大导程修整的磨损量要小一些。因为小导程修整的表面有效磨粒数多,在同样磨削条件下每个磨粒的平均负荷小,所以磨损量小。

(2)选用适宜的修整深度

修整深度的影响除与导致的影响有相似之处

外,它还直接影响砂轮的使用寿命。如修整深度太大,磨粒将会随着结合剂大量地脱落或折断,这样,不仅砂轮损耗大,且不易将砂轮修整平整,从而影响磨削表面质量。如修整深度太小,去除不掉外层已钝化的磨粒及已被磨屑堵塞了的一层磨

粒,使新的磨粒显露不出来,二是砂轮修整面的有效切削刃太少,从而影响磨削表面质量。所以修整深度应大于 0.04 mm 或者小于磨粒平均直径(d_g)。

参 考 文 献

- 1 周华. 金属切削原理. 第 2 版. 上海:上海科学技术出版社,1996. 254

Study of the configuration of the grinding-wheel surface

Yu Qian Xu Wenkuan

(Department of Mechanical Engineering of Yancheng
Institute of Technology, Yancheng 224003, PRC)

Abstract Considering the features of the configuration of the grinding-wheel surface, and the relation between the grinding-wheel itself and the grinding output, this paper researched and set some basic parameters. Further its particularly analyzed the relation between the parameters of grinding-wheel surface and the effect the grinding and then got the method of grinding wheel dressing.

Keywords grinding-wheel; configuration; grinding-wheel dressign

(上接第 23 页)

式。设计合适的 k_{1r} 、 k_{2r} 、 m_2 近似满足该等式,乃最优化方案,不但经济,而且 $A_1 \rightarrow 0$, A_2 亦很小。据笔者了解,目前仅有 5% 左右的用户偶然在该区域内工作。离心式选粉机的基础设计若参考此理论必将从根本上解决离心式选粉机及其基础振动

问题。

当然,从隔振角度来看,可采用防振橡胶安装在离心式选粉机与地基之间来隔离离心式选粉机及其厂房的振动,将使其振动量再一次下降,从而较完美地解决这一工程问题。

参 考 文 献

- 1 王健群,谷剑峰. 建材机械设备管理与安装修理技术. 武汉:武汉工业大学出版社,1991
- 2 张维屏. 机械振动学. 北京:冶金工业出版社,1983
- 3 武汉建筑材料工业学院. 建筑材料机械及设备. 北京:中国建筑工业出版社,1980
- 4 殷振为. 离心式选粉机引起球磨机房晃动的原因及其解决措施. 水泥,1998(3):44

Studies on the damping to centrifugal air separator and its woudshop

Liu Pingcheng

(Department of Mechanical Engineering of Yancheng
Institute of Technology, Yancheng 224003, PRC)

Abstract The author gives the suitble working area, which provides damping theorical basis for the design of centrifugal air separator and its workshop, according to the regular frequency, steady solution and the Amplifier-Frequency reponding chart by simplifing the mechanics modeling and building the movement direction of the system of centrifugal air separator and its workshop with vibration analysis and damping theory.

Keywords centrifugal air separator; mechanics modeling; closed grinding system; open grinding system