

文章编号 1000-5013(2002) 04-0399-03

单颗金刚石磨粒切削面积的推导

张 桂 全

(华侨大学机电及自动化学院, 泉州 362011)

摘要 引进运动学中的点速度合成定理, 求解单颗金刚石磨粒切削面积. 通过详细的理论推导, 推出单颗金刚石磨粒锯切速度方程、锯切运动方程和切削面积的计算公式. 结果表明, 金刚石磨粒锯切面积与前一颗金刚石磨粒所夹的圆心角成正比, 并与进给速度、锯切深度成正比, 也与金刚石圆锯片的转速成反比.

关键词 金刚石磨粒, 锯切速度, 运动方程, 切削面积

中图分类号 TG 371.02 **文献标识码** A

金刚石圆锯片是石材加工中广泛采用的高效切割刀具^[0,2]. 目前, 对金刚石圆锯片锯切石材的加工机理的研究尚未完善. 本文通过详细的理论^[6,4]推导, 推出了单颗金刚石磨粒切削面积的计算公式. 它为更深入地研究金刚石圆锯片锯切石材的加工机理提供理论基础, 为进一步提高金刚石圆片的制造质量提供参考.

1 逆时针单颗金刚石磨粒锯切面积的推导

1.1 单颗金刚石磨粒锯切速度的推导

由点的速度合成定理, 可知 $V_a = V_e + V_r$. 由点的速度向直角坐标轴投影, 得 $V_{ax} = V_{ex} + V_{rx}$, $V_{ay} = V_{ey} + V_{ry}$. 整理后, 可得到单颗金刚石磨粒锯切速度方程 $V_{ax} = \omega r \cos \omega + V_f$, $V_{ay} = \omega r \sin \omega$, 其中 r 为金刚石圆锯片的半径. 单颗金刚石磨粒锯切速度的推导, 如图 1 所示.

1.2 单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动方程的推导

由 $V_{amx} = \frac{dx_m}{dt}$, $V_{amy} = \frac{dy_m}{dt}$, 可得

$$dx_m = V_{amx} dt, dy_m = V_{amy} dt.$$

对上式进行积分, 得

$$\int_0^{x_m} dx_m = \int_0^t V_{amx} dt, \int_0^{y_m} dy_m = \int_0^t V_{amy} dt.$$

整理得单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动参数方程为

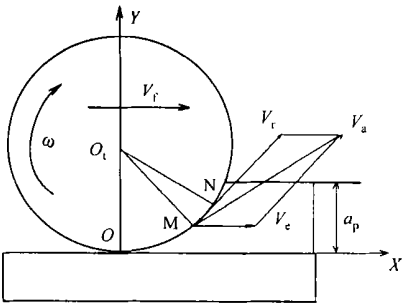


图 1 单颗金刚石磨粒锯切速度图

$$x_m = r \sin \omega + V_f t, \quad y_m = r - r \cos \omega.$$

单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动方程为

$$x_m = \frac{V_f}{\omega} \cos \frac{r - y_m}{r} + \sqrt{r^2 - (r - y_m)^2}.$$

1.3 单颗金刚石磨粒 N 的锯切运动方程的推导

由单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动参数方程, 可直接推得单颗金刚石磨粒 N 的锯切运动参数方程为

$$x_n = r \sin \omega + V_f \left(t - \frac{\theta_{mn}}{\omega} \right), \quad y_n = r - r \cos \omega,$$

其中 θ_{mn} 为金刚石磨粒 M 和 N 之间所夹的圆心角. 单颗金刚石磨粒 N 的锯切运动方程为

$$x_n = \frac{V_f}{\omega} \arccos \frac{r - y_n}{r} + \sqrt{r^2 - (r - y_n)^2} - V_f \frac{\theta_{nn}}{\omega}.$$

1.4 单颗金刚石磨粒 M 锯切面积的推导

由于 $dS_m = x dy = x(y(t)) dy(t)$, 对此式进行积分, 可得

$$\int_0^{S_m} dS_m = \int_0^{t_1} x_m(t) \frac{dy_m(t)}{dt} dt - \int_0^{t_1} x_n(t) \frac{dy_n(t)}{dt} dt.$$

t_1 满足方程 $y = a_p = r - r \cos \omega_1$, 其中 a_p 为金刚石圆锯片的锯切深度. 整理后, 得单颗金刚石磨粒 M 锯切面积 $S_m = \frac{\theta_{mn}}{\omega} V_f a_p$.

2 顺切时单颗金刚石磨粒锯切面积的推导

2.1 单颗金刚石磨粒锯切速度的推导

由点的速度合成定理, 可知 $V_a = V_e + V_r$. 由点的速度向直角坐标轴投影, 得 $V_{ax} = V_{ex} + V_{rx}$, $V_{ay} = V_{ey} + V_{ry}$. 整理后, 得单颗金刚石磨粒锯切速度方程 (图 2). 即

$$V_{ax} = V_f - \omega r \sin(\omega + \alpha),$$

$$V_{ay} = -\omega r \cos(\omega + \alpha),$$

其中 α 满足方程 $r - a_p = r \sin \alpha$.

2.2 单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动方程的推导

由 $V_{amx} = \frac{dx_m}{dt}$, $V_{amy} = \frac{dy_m}{dt}$, 得 $dx_m = V_{amx} dt$, $dy_m = V_{amy} dt$. 对此式进行积分, 得

$$\int_{x_0}^{x_m} dx_m = \int_0^t V_{amx} dt, \quad \int_{y_0}^{y_m} dy_m = \int_0^t V_{amy} dt,$$

其中 x_0, y_0 满足方程 $x_0 = r \cos \alpha$, $y_0 = a_p$. 整理得单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动参数方程为

$$x_m = r \cos(\omega + \alpha) + V_f t, \quad y_m = r - r \sin(\omega + \alpha).$$

单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动方程为

$$x_m = \frac{V_f}{\omega} \left(\arcsin \frac{r - y_m}{r} - \arcsin \frac{r - a_p}{r} \right) + \sqrt{r^2 - (r - y_m)^2}.$$

2.3 单颗金刚石磨粒 N 的锯切运动方程的推导

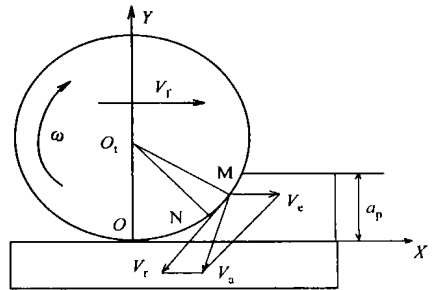


图 2 单颗金刚石磨粒锯切速度图

由单颗金刚石磨粒 M 的锯切运动参数方程, 可直接推得单颗金刚石磨粒 N 的锯切运动参数方程 $x_n = r \cos(\omega t + \alpha) + V_f(t - \frac{\theta_{mn}}{\omega})$, $y_n = r - r \sin(\omega t + \alpha)$. 单颗金刚石磨粒 N 的锯切运动方程为 $x_n = \frac{V_f}{\omega} (\arcsin \frac{r - y_n}{r} - \arcsin \frac{r - a_p}{r}) + \sqrt{r^2 - (r - y_n)^2} - V_f \frac{\theta_{mn}}{\omega}$.

2.4 单颗金刚石磨粒 M 锯切面积的推导

$dS_m = x dy = x(y(t)) dy(t)$. 对此式进行积分, 得

$$\int_0^{S_m} dx_m = \int_{t_1}^0 x_m(t) \frac{dy_m(t)}{dt} dt - \int_{t_1}^0 x_n(t) \frac{dy_n(t)}{dt} dt,$$

其中 t_1 满足方程 $y = 0 = r - r \sin(\omega t + \alpha)$. 经整理后, 可以得到单颗金刚石磨粒 M 锯切面积为

$$S_m = \frac{\theta_{mn}}{\omega} V_f a_p.$$

3 结束语

(1) 金刚石圆锯片以等角速度做顺时针或逆时针旋转的同时, 以匀速度做进给运动的条件下, 单颗金刚石磨粒锯切面积的公式相同. (2) 金刚石磨粒锯切面积与前一颗金刚石磨粒所夹的圆心角成正比, 与进给速度成正比, 而与锯切深度成正比, 并与金刚石圆锯片的转速成反比. (3) 根据单颗金刚石磨粒锯切面积的公式, 在一定的金刚石圆锯片的经济耐用度下, 对硬质石材采用较小的转速、较小的进给速度、较大的切削深度和金刚石密度较大的锯片. 对软质石材采用较大的转速、较大的进给速度、较大的切削深度和金刚石密度较小的锯片.

参 考 文 献

- 1 陈日曜. 金属切削原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000. 135 ~ 136
- 2 吴瑞尊, 徐西鹏, 何江川. 基于 BP 神经网络的金刚石锯片寿命预测[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2000, 21(1): 57 ~ 60
- 3 中国矿业学院数学教研室编. 数学手册[M]. 北京: 科学出版社, 1980. 73 ~ 138
- 4 哈尔滨工业大学理论力学教研室编. 理论力学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1982. 252 ~ 285

Derivation of the Cutting Area of Single Diamond Grit

Zhang Guiquan

(College of Electromech. Eng. & Auto., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract The composition of velocity law of the points in kinematics is led into the solving of the cutting area of single diamond grit. The formulas for calculating equation of saw cutting speed and kinematic equation of saw cutting and cutting area are derived through theoretical derivation in detail. As indicated by results, saw cutting area of diamond grit is proportional to central angle forming by it with previous one diamond grit, and it is also proportional to feed speed and to the depth of saw cutting, however, it is inversely proportional to the rotational speed of diamond circular sawweb.

Keywords diamond grit, saw cutting speed, kinematic equation, cutting area