

文章编号: 1671-251X(2010)01-0037-03

# 基于 Matlab 的纵轴式掘进机截割头 切削过程的模拟研究

史秀宝<sup>1</sup>, 卢米奇<sup>1</sup>, 曹志娟<sup>2</sup>

(1. 辽宁工程技术大学机械工程学院, 辽宁 阜新 123000;

2. 辽宁工程技术大学工商管理学院, 辽宁 葫芦岛 125105)

**摘要:** 介绍了理论截槽以及切屑图的绘制原理, 使用 Matlab 编程实现了截割头切削过程的模拟, 画出了切屑图, 并给出了每一个截齿在不同工况下的切屑面积和偏载荷系数。应用该程序可快速判断截齿排列在给定的截割参数下是否合理, 为截齿排列的设计和检验提供了手段。

**关键词:** 煤矿; 掘进机; 截割头; 切削过程; 切屑图; 截齿; 模拟

**中图分类号:** TD421.5 **文献标识码:** A

## Simulation Research of Cutting Process of Cutting Head of Longitudinal axial roadheader Based on Matlab

SHI Xiubao<sup>1</sup>, LU Miqi<sup>1</sup>, CAO Zhijuan<sup>2</sup>

(1. College of Mechanical Engineering of Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China.

2. College of Business Administration of Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

**Abstract:** Theoretical pick cut and principle of drawing cutting pattern were introduced. Computer program was worked out by Matlab to realize simulation for cutting process of cutting head. The cutting pattern was drawn and cutting area of each pick and its coefficient of bias load were given under different conditions. By the program, the rationality of pick arrangement with certain cutting parameters can be judged quickly and it gives a way to design and test of pick arrangement.

**Key words:** coal mine, roadheader, cutting head, cutting process, cutting pattern, pick, simulation

## 0 引言

纵轴式掘进机是广泛用于矿井建设的机械设备, 截割头是其上破碎煤岩的装置。目前一般采用切屑图来反映截割头的切屑过程。切屑图可用于观察截割头上每一个截齿切削下的煤或岩石块的大小和形状, 进而推断截齿的受力状况。因此, 切屑图被广泛用于截割头的设计过程, 用于检验截齿间的受力是否均匀、同一个截齿上是否有偏载荷等。按纵轴式掘进机的工况, 研究人员将切屑图分为钻进切屑图和摆动切屑图, 分别对其进行程序实现。但只

有将钻进和摆动结合起来的统一的切屑图才能反映截割头的整体切削过程, 然而目前还没有这样的切削图。另外, 以往的切屑图画出来后完全凭肉眼衡量, 未给出每个切削块的定量描述。对此, 本文将给出反映整个切削过程的切屑图, 并可精确得知每一个切削块的几何参数。

## 1 切屑图相关理论

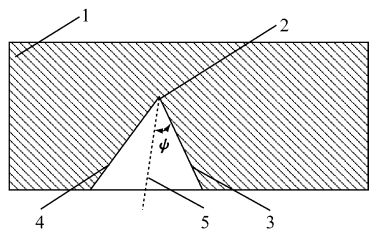
### 1.1 理论截槽

截齿对煤岩体进行截割时, 由于煤岩体的脆性使截槽侧壁出现自由崩落现象, 截槽侧壁并不与截齿侧面贴合, 而且有一定的张开度, 这一张开度称为崩落角, 用  $\phi$  表示。 $\phi$  的大小主要取决于煤岩的性质, 与截齿的具体结构尺寸的关系很小<sup>[1~2]</sup>。如图1所示, 过齿尖打击点所形成的2条崩落线就构成一个理论截槽。称之为理论截槽的原因是其与实

收稿日期: 2009-09-23

作者简介: 史秀宝(1984-), 男, 广东湛江人, 辽宁工程技术大学机械设计及理论专业在读硕士研究生, 研究方向为机械动态设计研究与仿真。E-mail: shixiubao@163.com

实际的截槽有一定出入, 因为  $\psi$  是对煤岩进行试验后的统计结果, 存在一定程度的随机性。此外, 实际的截槽也不会在齿尖打击点处形成一个尖角, 而是有一定的几何形状。尽管与实际截槽有出入, 理论截槽却可在大体上反映实际截槽的形状, 为评价截齿的受力状况提供参考。



1- 煤岩体; 2- 齿尖打击点; 3, 4- 崩落线; 5- 截齿轴线投影

图 1 理论截槽图

## 1.2 切屑图的绘制

切屑图的绘制就是在过截割头轴线的一个平面上将每一个截齿打击至该平面时所形成的理论截槽记录下来。在绘制每一个理论截槽时, 首先计算出齿尖打击点的位置, 然后根据截齿轴线投影的位置和崩落角画出崩落线, 崩落线需延伸至煤岩体表面。

### (1) 钻进工况齿尖打击点位置的确定

将切屑图的记录平面置于平面坐标系  $Z-X$  中, 令截割头轴线与  $Z$  轴重合, 每一个齿尖打击至平面的点的  $X$  坐标即为该截齿的回转半径,  $Z$  坐标的确定如式(1)所示:

$$z = \frac{30\varphi}{\pi n} v_z + z_s - H \quad (1)$$

式中:  $\varphi$  为齿尖所在半径与记录平面所成角度;  $n$  为截割头转速;  $v_z$  为截割头钻进速度;  $z_s$  为齿尖距截割头底面距离;  $H$  为截割头长度。

### (2) 摆动工况齿尖打击点位置的确定

待截割头整体钻进煤岩壁后, 截割头即进行横向摆动截割。此时, 各个齿尖的  $Z$  轴坐标不变,  $X$  坐标的确定如式(2)所示:

$$x = \frac{30\varphi}{\pi n} v_x + r \quad (2)$$

式中:  $\varphi$ 、 $n$  含义同式(1);  $v_x$  为截割头摆动速度;  $r$  为截齿的回转半径。

## 2 程序示例

依据切屑图的相关理论, 使用 Matlab 编制程序, 实现了对截割头切削过程的模拟<sup>[3~5]</sup>。根据所画出的切屑图, 程序可计算出每一个截齿截下切屑的面积以及该截齿的偏载荷系数  $\alpha$ 。 $\alpha$  是通过比较 2 条崩落线的长度得到的, 本程序对偏载荷系数的

定义如式(3)所示:

$$\alpha = \frac{|a - b|}{\min(a, b)} \quad (3)$$

式中:  $a$ 、 $b$  为 2 条崩落线的长度。

对于如图 2 所示的截齿排列, 在给定钻进速度  $v_z = 1.5 \text{ m/min}$ 、摆动速度  $v_s = 2 \text{ m/min}$ 、截割头转速  $n = 50 \text{ r/min}$ 、煤岩崩落角  $\psi = 45^\circ$  下对截割头的切削过程进行模拟(截割头完全钻入煤岩后横向摆动旋转 5 周), 得到如图 3 所示的切屑图。各个截齿的切屑面积曲线、偏载荷系数分别如图 4、图 5 所示, 其中“过渡”指从钻进工况到摆动工况的过渡, 亦为摆动第一圈的截割。

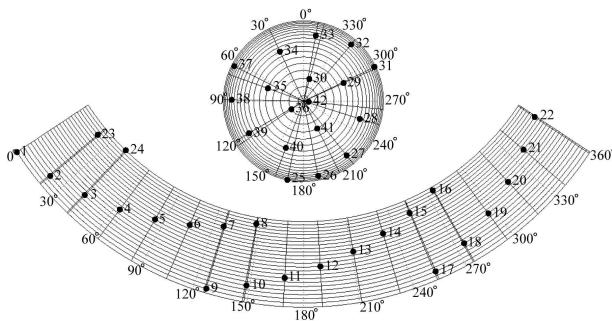


图 2 截齿排列图

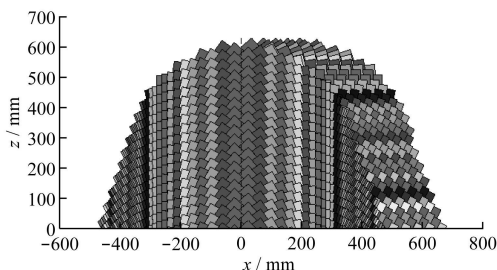


图 3 切屑图

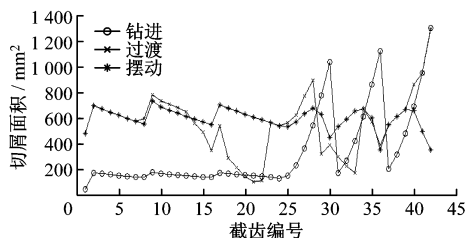


图 4 各个截齿的切屑面积曲线

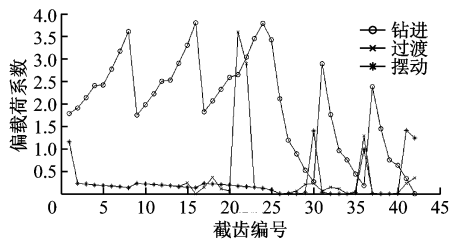


图 5 各个截齿的偏载荷系数曲线

从图 4、图 5 可看出, 该截割头主切削段截齿在钻进工况中的偏载荷系数大, 但所形成的切屑面积

文章编号: 1671- 251X( 2010) 01- 0039- 05

# 无速度传感器直接转矩控制系统仿真研究\*

姬宣德<sup>1</sup>, 薛亚宾<sup>2</sup>, 辛伊波<sup>1</sup>

(1. 洛阳理工学院电气工程与自动化系, 2. 洛阳理工学院现代教育中心, 河南 洛阳 471023)

**摘要:** 在直接转矩控制系统中, 采用传统的纯积分器( U- I 模型) 作为磁链观测器存在低速时定子磁链难以准确观测的问题, 采用速度传感器测量转速存在增加系统的复杂性、降低系统可靠性和鲁棒性并增加系统成本和维护要求的问题。文章提出了利用闭环磁链观测器取代传统的纯积分器来观测定子磁链、依据模型参考自适应理论( MRAS) 构造速度观测器来实现速度估计的方法。应用该方法, 在 Matlab 仿真工具中构建了异步电动机无速度传感器直接转矩控制系统的仿真模型, 仿真结果证明了该方法的合理性和有效性。

**关键词:** 异步电动机; 直接转矩控制; 无速度传感器; 磁链观测器; 速度估计器; 系统仿真

**中图分类号:** TD614; TM291 **文献标识码:** A

## Simulation Research of Direct Torque Control System with Speed sensorless

JI Xuande<sup>1</sup>, XUE Yabin<sup>2</sup>, XIN Yibo<sup>1</sup>

(1. Dept. of Electrical Engineering and Automation of Luoyang Institute of Science and Technology, Luoyang 471023, China. 2. Modern Education Center of Luoyang Institute of Science and Technology, Luoyang 471023, China)

**Abstract:** In direct torque control system, stator flux can not be accurately observed at low speed if traditional pure integrator (U-I model) is taken as a flux observer, and using speed sensors to measure rotor speed will increase complexity, cost and maintenance requirements and reduce reliability and

收稿日期: 2009- 09- 10

\* 基金项目: 河南省教育厅自然科学基金项目( 2007510014)

作者简介: 姬宣德( 1980- ), 男, 河南洛阳人, 硕士, 讲师, 主要研究方向为电力电子与电力传动。E-mail: jxd\_031477@sohu.com

很小, 对截齿影响不大; 主切削段截齿在摆动工况中偏载荷系数小, 切屑面积亦较均匀, 截齿受力较好。该截割头过渡段截齿在钻进工况中切屑面积沿截割头小端递增, 偏载荷系数则相反, 说明靠近小端的过渡段截齿受力较好; 过渡段截齿在摆动工况中切屑面积有一定差异, 偏载荷系数除个别截齿比较高外, 其余较小。在过渡工况中截割头截齿的切屑面积和偏载荷系数都不稳定, 截齿间差异较大。

### 3 结论

(1) 本文采用 Matlab 编程实现了反映截割头整个切削过程的切屑图绘制。由于程序使用一种颜色填充同一个截齿截割下的切屑, 因而可直观地从切屑图中看出截割头从钻进到摆动切割的过程, 追踪每一个截齿的截割轨迹。

(2) 程序给出了分别在钻进、钻进到摆动的过渡、摆动阶段截齿截割下的截齿切屑面积和偏载荷系数, 为精细地评价截齿排列的优劣提供了依据。

### 参考文献:

- [1] 李晓豁. 掘进机截割头的关键技术研究[ M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [2] 李晓豁. 掘进机截割头设计与研究[ M]. 北京: 中国华侨出版社, 1997.
- [3] 李晓豁, 程东棠. 掘进机截割头的计算机辅助设计[ J]. 煤矿机械, 1990( 3): 17- 20.
- [4] 李晓豁, 丛日永. 不同钻进参数掘进机切屑图的模拟研究[ J]. 矿山机械, 2007, 35( 2): 28- 29.
- [5] 李晓豁, 隗金文, 刘利, 等. 横向截割头摆动截割时切屑图的模拟研究[ J]. 辽宁工程技术大学学报, 2002, 21( 1): 76- 78.