

# 掘进机液压执行元件的爬行研究

李海锋, 熊筠

(煤炭科学研究总院 太原研究院, 太原 030006)

**摘要:**为了改善悬臂式掘进机执行元件的爬行现象,增强掘进机的系统稳定,文章以回转液压缸为代表实例进行受力分析,得到了导致回转液压缸爬行现象产生的因素,通过改变系统可变参数,解决了回转液压缸产生爬行的问题,通过此实例可以解决掘进机液压系统中执行元件的类似爬行现象。

**关键词:**液压冲击; 爬行; 回转液压缸

中图分类号:TD52

文献标识码:A

文章编号:1008-8725(2010)08-0015-02

## TBM Hydraulic Actuators Crawling Research

LI Hai-feng, XIONG Yun

(Taiyuan Branch, China coal Research Institute, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** In order to improve the implementation of components of roadheader crawling phenomenon of enhanced tunneling machine system stability, this paper, rotary hydraulic cylinder, represented by examples mechanical analysis, has been led to rotary hydraulic cylinder crawling phenomenon of factors, by changing the system can be variable parameters, solve the rotary hydraulic cylinder produces crawling problems can be resolved through this example to perform boring machines hydraulic system components similar to the crawling phenomenon.

**Key words:**hydraulic shock; reptiles; rotary hydraulic cylinder

### 0 引言

随着我国煤矿采掘机械化的全面推行,悬臂式掘进机的研制和应用从20世纪60年代以切割功率为30~50 kW的小功率掘进机为主已经发展到目前的切割功率为300 kW以上的大功率掘进机,其掘进机体积也越来越大,自重由以前的20~30 t已经扩展到现在的100 t以上。由于掘进机的重量增加,各回转部件连接处的摩擦运动副在掘进机运转中的影响也日趋明显,小型掘进机上未能体现的执行元件爬行现象在大型掘进机上显现出来<sup>[1]</sup>。

### 1 爬行定义及影响

在液压系统中,当液压缸或液压马达在低速运转时,产生时断时续速度不均匀的运动现象,这种现象称为爬行。悬臂式掘进机执行元件的爬行是一种十分有害的现象,曾发生执行元件的爬行对液压系统产生很大的液压冲击,引起液压软管的爆裂、多路换向阀的损坏和液压泵及马达的损坏。执行元件的爬行现象如不能及时有效的得到解决,还会对悬臂段产生巨大的冲击,使得机架变形、断裂。

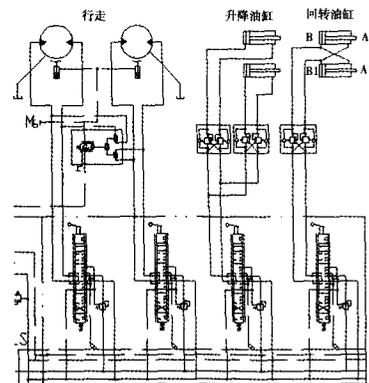


图1 掘进机执行元件图

### 2 掘进机执行元件的爬行分析

以悬臂式掘进机回转油缸(图1)为例分析其爬行的原因。当回转液压缸A腔、B1腔进入液压油时,由于活塞密封的摩擦力、活塞杆摩擦力及所铰接的掘进机悬臂段回转台所产生的摩擦力不会立即运动,在不考虑工作负载的情况下必须克服各个运动副的静摩擦力后右液压缸缩回,左液压缸伸出才能带动回转台及悬臂段右旋。在A腔、B1腔的压力逐渐上升过程中,A腔、B1腔液压油及其中的微小空气泡被不断压缩并积蓄能量,直到两回转液压缸活

收稿日期:2010-06-12;修订日期:2010-07-14

作者简介:李海锋(1982-),男,甘肃嘉峪关人,助理工程师,2005年毕业于兰州理工大学流体传动与控制学院,现在煤炭科学研究总院太原研究院测试中心从事煤矿采掘机械的检测检验工作,E-mail:lh626@sina.com。

塞所受推力大于静摩擦阻力时,回转液压缸才能带动回转台及悬臂段进行向右回转运动,此时静摩擦力变为动摩擦力,由于动摩擦力低于静摩擦力,在活塞所受推力与动摩擦力之差的作用下,活塞突然被加速,带动悬臂段回转台快速回转,A腔、B1腔的油压也随之降低,混入油液中的压缩空气由于油压降低而迅速释放能量,加速了悬臂段回转台的快速回转;由于悬臂段及回转台质量很大,快速回转的惯性导致了B腔、A1腔油液排油阻力加大,同时B腔、A1腔油液中小气泡空气突然压缩,使得悬臂段又被制动,待A腔、B1腔工作压力上升,推动活塞的力又大于静摩擦力时悬臂段再次回转,重复的发生悬臂段加速旋转和停滞,即产生了回转油缸的爬行现象<sup>[2]</sup>。

由于油液的体积弹性模量,使分析系统的爬行现象变得复杂。为方便分析,可以先假设进入回转液压缸的液压油是理想状态下连续均匀的,且单位时间内进入液压缸的油液体积 $\Delta V$ 为定值,由于活塞的面积为定值,液压缸活塞的平均速度 $v$ 与单位时间内进入液压缸的油液体积 $\Delta V$ 成正比,则

$$\Delta V = KAvt_0 \quad (1)$$

式中  $\Delta V$ ——在 $t_1$ 时间内进入油缸的油液体积;

$K$ ——比例系数;

$A$ ——回转油缸有杆腔活塞面积与无杆腔活塞面积之和;

$V$ ——油缸活塞运动速度;

$t_0$ ——相邻两次悬臂段回转前冲间的停顿时间;

在液压推力与动摩擦力之差的作用下,启动悬臂段回转就会有一个压力增量 $\Delta p$ ,则

$$\Delta p = \Delta F/A \quad (2)$$

式中  $\Delta p$ ——压力增量;

$\Delta F$ ——液压推力与动摩擦力之差;

$A$ ——回转油缸有杆腔活塞面积与无杆腔活塞面积之和;

该压力增量 $\Delta p$ 一部分能量用来压缩油液中的空气,另一部分用来消耗在A1腔、B腔油液背压 $p_b$ 上,则

$$\Delta p = k(\Delta V/LA) + p_b \quad (3)$$

式中  $\Delta p$ ——压力增量;

$\Delta V$ ——在 $t_1$ 时间内进入油缸的油液体积;

$k$ ——比例系数;

$A$ ——回转油缸有杆腔活塞面积与无杆腔活塞面积之和;

$L$ ——回转油缸进油腔长度;

$p_b$ ——回转油缸回转腔背压。

由(1)、(2)、(3)式联立可得

$$t_0 = (\Delta F - p_b A) L / KAkv \quad (4)$$

从式(4)中可以分析得到,爬行现象的产生与动、静摩擦力差值、执行元件的系统背压、执行元件的活塞面积、执行元件的移动速度及执行元件的长度均有密切的关系。

### 3 爬行现象的消除

消除液压执行元件掘进机爬行现象,即使其 $t_0$ 减小。根据悬臂式掘进机井下掘进巷道、掘进速度及掘进端面的要求,执行元件的活塞面积、执行元件的移动速度及执行元件的长度为定值,不能随意更改。因此可采取以下3种方式消除爬行现象:

(1)加入液压油前先将液压油静置,减少油液中的微小空气泡;加完液压油后使各液压执行元件充分运动,尽量排尽各液压执行元件中的空气。

(2)缩小回转轴承的动、静摩擦力差值,提高掘进机的装配质量和定期为回转台轴承补油润滑,当回转台轴承中油膜建立完好,将极大降低动静摩擦力的差值,并可使静、动摩擦力曲线下降区消失,消除回转油缸的爬行现象。

(3)在执行元件后增加背压阀,但提高背压会增加有功功率的消耗,产生热量,这些都对掘进机的性能影响很大,所以要根据不同掘进机型的回转特性进行分析,找出与之匹配的的系统背压来解决和消除爬行现象。

### 4 结束语

通过对掘进机悬臂段回转液压缸爬行现象的分析,可以扩展到掘进机的其他液压执行元件,通过以上方式对掘进机各个液压执行元件进行分析,减少掘进机液压执行元件的爬行现象,增强掘进机液压系统的稳定性,提高掘进机的性能指标。

#### 参考文献:

- [1] 管忠范, 液压传动系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 1992.
- [2] 王文斌, 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

(责任编辑 王秀丽)