

# 半自动翻转弧形筛的设计与计算

韩春胜<sup>1,2</sup> 李小乐<sup>1,2</sup> 孙皆宜<sup>3</sup>

(1. 中国煤炭科工集团唐山研究院有限公司, 河北 唐山 063012;

2. 河北省煤炭洗选工程技术研究中心, 河北 唐山 063012; 3. 唐山学院 基础教学部, 河北 唐山 063000)

**摘要:** 为提高弧形筛翻转效率, 采用电液推杆作为驱动装置对弧形筛进行局部改进, 通过电液推杆的伸长与缩短, 完成弧形筛筛箱的放平与竖起, 最大限度地保留弧形筛原有结构, 减少改造工作量, 实现筛箱自动俯仰功能。通过理论计算和运动学仿真分别得到筛箱俯仰转动过程中所需驱动力的变化曲线。结果表明: 电液推杆驱动力的理论计算曲线与仿真曲线基本吻合, 筛箱俯仰翻转过程中水平姿态启动时所需驱动力最大, 随着筛箱竖起角度  $\alpha$  逐渐变大, 所需电液推杆的驱动力相应减小。考虑计算误差和一定的安全系数, 弧形筛选用电液推杆的额定最大推力  $F_{\max}$  为 15000 N。改造后的弧形筛在人工操作与机械驱动相互配合下实现了半自动翻转, 弥补了传统弧形筛的不足, 翻转过程由原来的 2 h 缩短至 10 min 以内, 有效提高了弧形筛的翻转效率和脱水、脱介效果。

**关键词:** 翻转弧形筛; 电液推杆; 驱动力; 理论计算; 运动仿真

中图分类号: TD452

文献标志码: A

文章编号: 1006-6772(2014)06-0080-03

## Design and calculation of semi-automatic overturning sieve bend

HAN Chunsheng<sup>1,2</sup>, LI Xiaole<sup>1,2</sup>, SUN Jieyi<sup>3</sup>

(1. Tangshan Research Institute, China Coal Technology and Engineering Group, Tangshan 063012, China; 2. Coal Separation Engineering & Technology Research Center of Hebei Province, Tangshan 063012, China; 3. Ministry of Basic Teaching, Tangshan College, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** In order to improve the overturning efficiency of sieve bend, the sieve bend was transformed by adopting the electro-hydraulic putter as driving device. The sieve bend box was ruffled and flatted by changing the length of electro-hydraulic putter. The box realized the automatic pitching function and most of the original structure of sieve bend was preserved. Variation curves of the drive force in the pitching rotation process were obtained through theoretical calculation and simulation. The results showed that the theory curve of electro-hydraulic putter's driving force were consistent with the simulation curve. In the overturning process, the maximum driving force was required to start at level posture, with the screen box erected angle  $\alpha$  becoming larger, the driving force required for electro-hydraulic putter reduced accordingly. Consider the calculation error and a certain safety factor, the rated maximum thrust of the electro-hydraulic putter  $F_{\max}$  was 15000 N. After transformation, the curved screen achieved a semi-automatic overturning as a joint result of manual operation and mechanical drive. The overturning time was shortened from 2 h to 10 min and effectively improved the effects of dehydration, demedium and desliming.

**Key words:** flip curved screen; electro-hydraulic putter; driving force; theoretical calculations; kinematics simulation

## 0 引 言

弧形筛是一种具有一定曲率半径和包角的固定条缝筛, 在选煤设计中用于脱水、脱介、脱泥<sup>[1]</sup>。生产应用中, 筛面磨损严重时, 筛条沿给料方向的切割角磨损成圆滑角, 筛分效果变差<sup>[2]</sup>。为保证弧形筛

的脱水、脱介效果, 需人为将筛面旋转 180°, 甚至更换筛板<sup>[3]</sup>。弧形筛筛面的翻转分为 3 个过程。首先将弧形筛筛箱由工作姿态放倒成水平姿态, 然后将筛箱旋转 180°, 最后将旋转后的筛箱竖起至工作姿态投入使用。弧形筛翻转过程中, 由于筛箱较重 (质量约 2.5 t), 将筛箱放平与竖起需多人协作, 整

收稿日期: 2014-05-08; 责任编辑: 白娅娜 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.06.020

作者简介: 韩春胜 (1985—), 男, 河北唐山人, 助理工程师, 硕士, 从事选煤设备研究与选煤厂设计工作。E-mail: wyrich@yeah.net

引用格式: 韩春胜, 李小乐, 孙皆宜. 半自动翻转弧形筛的设计与计算[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(6): 80-82.

HAN Chunsheng, LI Xiaole, SUN Jieyi et al. Design and calculation of semi-automatic overturning sieve bend[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(6): 80-82.

个翻转过程需要 2 h 左右,且存在较大安全隐患。鉴于此,笔者提出了弧形筛半自动翻转改造方案。采用机械装置驱动完成筛箱的放平与竖起,筛箱旋转仍由人工完成,以期提高弧形筛翻转效率,降低劳动强度,节省改造投入,增加选煤厂经济效益<sup>[4-5]</sup>。

### 1 电液推杆的设计

筛箱放平与竖起通常采用齿轮转动或丝杠、液压缸等直线运动单元驱动。目前,以液压缸为运动输出主体的电液推杆以其结构简单、紧凑,可靠性高,输出功率大等特点,在工业生产中广泛应用<sup>[6]</sup>。因此,采用电液推杆作为实现筛箱俯仰转动的驱动装置,通过电液推杆的伸长与缩短,完成筛箱的放平与竖起,最大限度地保留筛箱原有结构,减少改造工作量,实现筛箱自动俯仰的功能。改造后弧形筛结构示意如图 1 所示。

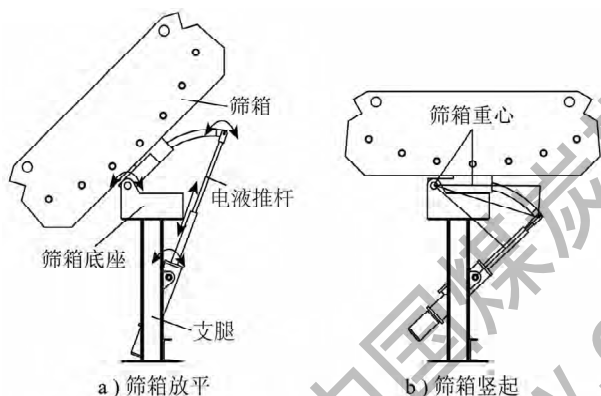


图 1 改造后弧形筛结构示意

将电液推杆安装在弧形筛支腿上,为防止筛箱翻转过程中推杆杆体与筛箱底座发生干涉,在筛箱下焊接支架与电液推杆连接。电液推杆具有完全自锁功能<sup>[7]</sup>,既能用于支撑筛箱,又能调整筛箱倾角,可使筛箱在其角度行程内保持任一倾角,安全可靠。对于 ZH2420 弧形筛,所需电液推杆的有效行程为 600 mm,在最大和最小行程处设置限位开关<sup>[8]</sup>,防止筛箱的俯仰转动超过极限角度。

### 2 电液推杆驱动力的计算

筛箱俯仰转动过程中的放平与竖起互为逆过程,所需电液推杆的驱动力相等。因此,只计算弧形筛翻转后筛箱竖起时所需电液推杆驱动力的变化。利用 Pro/Engineer 三维建模软件按照 1:1 的比例建立弧形筛及其翻转机构各部件的模型<sup>[9]</sup>,将筛箱重心与各转轴相对位置尺寸投影到平面上。筛箱重

心绕筛箱转轴转动的几何半径  $r = 495 \text{ mm}$ ,筛箱处于初始姿态(水平姿态)时,其重心和转轴的连线与水平呈  $45^\circ$  夹角。电液推杆移动轴铰链中心绕筛箱转轴转动的几何半径  $R = 991 \text{ mm}$ ,电液推杆固定轴铰链中心至筛箱转轴中心的距离  $L = 910 \text{ mm}$ 。筛箱转轴与电液推杆的固定铰链中心和移动铰链中心构成一个三角形。当电液推杆收缩至最短行程时,其对角即以筛箱转轴为顶点的角为  $49^\circ$ ;在筛箱竖起过程中,电液推杆逐渐伸长,当筛箱转动至  $\alpha$  ( $\alpha \in [0, 45^\circ]$ ) 角度时,其对角变为  $(49^\circ + \alpha)$ ,筛箱重心和转轴的连线与水平呈  $(45^\circ + \alpha)$  夹角。筛箱平放、竖起时各转轴点相对位置尺寸如图 2 所示。

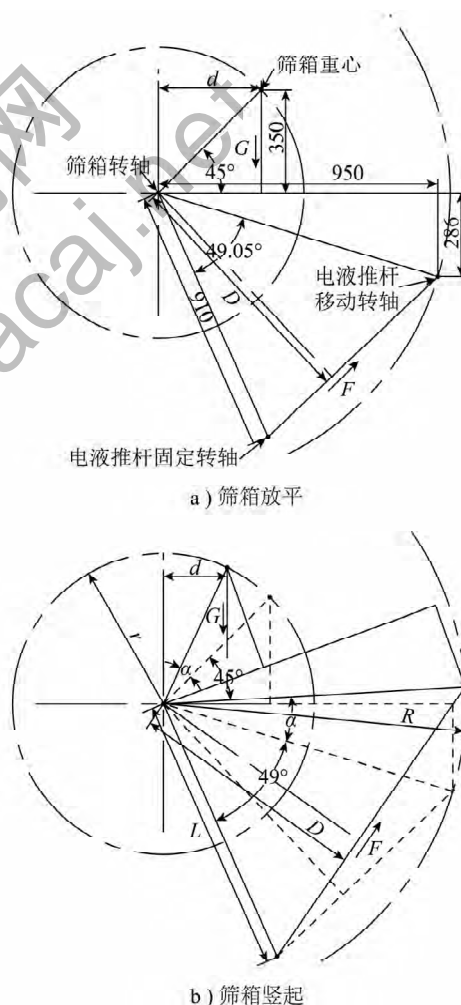


图 2 筛箱放平、竖起时各转轴点相对位置尺寸

筛箱竖起过程中,筛箱自身重力  $G$  与电液推杆推力  $F$  构成力矩平衡<sup>[10]</sup>

$$F \times D = G \times d$$

$$\text{则 } F = G \times d / D$$

式中  $G = 25000 \text{ N}$ ;  $D$ 、 $d$  分别为电液推杆推力和筛箱

重力的力臂,筛箱水平放置时,筛箱重力力臂  $d = 350$  mm。

根据三角形计算公式<sup>[11]</sup>,筛箱转动  $\alpha$  角度后, $D$  和  $d$  分别为

$$D = LR\sin(49^\circ + \alpha) / \sqrt{L^2 + R^2 - 2LR\cos(49^\circ + \alpha)}$$

$$d = r\cos(45^\circ + \alpha)$$

根据上面理论公式利用 Matlab 编程计算<sup>[12]</sup>得到筛箱竖起过程中,电液推杆驱动力的变化如图3所示。由图3可知,电液推杆驱动力的理论计算值  $F_{\max} = 10180$  N。将利用 Pro/Engineer 建立的三维模型导入运动学仿真软件 Adams<sup>[13]</sup>进行运动仿真,得到电液推杆的驱动力仿真曲线如图4所示。由图4可知,电液推杆驱动力仿真值  $F_{\max} = 10105.2$  N。对比图3、图4可知,电液推杆驱动力的理论计算曲线与仿真曲线基本吻合,筛箱俯仰翻转过程中水平姿态启动时所需驱动力最大,随着筛箱竖起角度  $\alpha$  逐渐变大,所需电液推杆的驱动力相应减小。考虑计算误差和一定的安全系数<sup>[14]</sup>,ZH2420 弧形筛选用电液推杆的额定最大推力  $F_{\max} = 15000$  N。

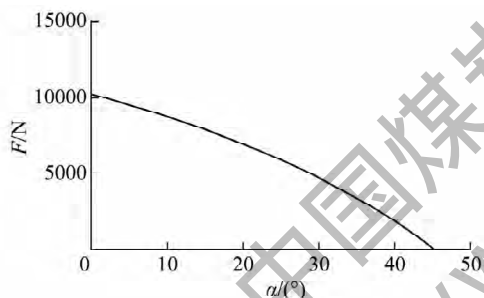


图3 Matlab 计算驱动力变化

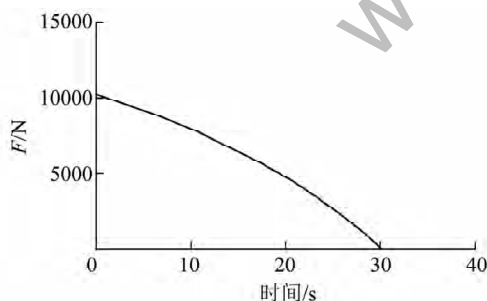


图4 Adams 仿真驱动力变化

### 3 结 语

引入电液推杆后,ZH2420 弧形筛在人工操作与推杆驱动的相互配合下实现了筛箱的半自动翻转,整个翻转过程由 2 h 缩短到 10 min 以内,有效提高了弧形筛的翻转效率。每台弧形筛每周需要翻转 1

次,按照生产系统处理量 200 t/h 计算,每年可多入选原煤 19067 t,增加了企业经济效益。改造后的半自动翻转弧形筛结构简单,操作方便,可靠性高,改造成本低,弥补了传统弧形筛在筛箱翻转上的不足,提高了脱水、脱介效果,减少了重介质损失,降低了工人的劳动强度,减少了安全隐患,具有较好的推广应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 刘 军. 弧形筛在哈拉沟洗煤厂的作用及存在问题的研究[J]. 中国新技术新产品, 2008(14): 102.
- [2] 王正书. 安家岭选煤厂末排研系统平衡及降低介耗的途径[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(2): 17-19, 26.
- [3] 程志红, 王建波. 开拓选煤厂弧形筛的改造[J]. 煤炭加工与综合利用, 2010(3): 21-22.
- [4] 杭胜伟. ZFXHY 系列自动翻转弧形筛在选煤厂的应用[J]. 安徽科技, 2010(9): 42-43.
- [5] 马士忠, 陈建平, 刘新国, 等. 济三选煤厂降低介耗生产实践[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 16-19.
- [6] 杜宝邦, 范建军. 电液推杆在放煤筒上的改进和应用[J]. 煤炭技术, 2007, 26(3): 17-18.
- [7] 范金明. 电液推杆的应用研究与生产实践[J]. 现代矿业, 2010(1): 135-137.
- [8] 马龙鹏, 曹常贞, 郭敦朋. 一种带接近开关液压缸研究设计[J]. 液压气动与密封, 2012(11): 27-28.
- [9] 李爱红, 陈玉瑜. 浅谈机械翻转装置的建模和动力学分析[J]. 常州工学院学报, 2009, 22(6): 14-17.
- [10] 哈尔滨工业大学理论力学教研室. 理论力学[M]. 6 版. 北京: 高等教育出版社, 2007: 27-28.
- [11] 代 银. 三角形的一个面积计算公式[J]. 数学通讯, 2007(5): 24.
- [12] 赵书兰. MATLAB 编程与最优化设计应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.
- [13] 刘晋霞. ADAMS 2012 虚拟样机从入门到精通[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.
- [14] 牟致忠. 机械零件可靠性设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.

### 征 订 启 事

2015 年《洁净煤技术》杂志定价: 20 元/册, 全年 6 期共 120 元(含邮费)。可直接向本编辑部索取订单并办理订购业务, 欢迎随时订阅。

汇款地址: 北京市和平里青年沟路 5 号煤炭科学研究总院《洁净煤技术》编辑部(100013)

联系电话: (010) 84262927-12

传 真: (010) 84262926-8010

电子信箱: jjmjs@263.net QQ 群: 309163437

网 址: www.jjmjs.com.cn