

大采高工作面刮板输送机中部槽断裂原因分析

许联航¹ 刘混举²

(1. 神华神东煤炭集团有限责任公司 陕西 榆林 719315; 2. 太原理工大学 机械工程学院 山西 太原 030024)

摘要: 针对补连塔煤矿 7 m 大采高工作面刮板输送机中部槽易断裂的问题, 对中部槽的运动轨迹进行分析得到其工况, 按照刮板输送机中部槽的主要工况对应的受力情况对其进行压力试验, 比较中部槽材料成分以及机械性能, 得到中部槽断裂的主要原因。结果表明: 中部槽实际的断裂和变形结果同有限元分析结果相符合, 通过压力试验分析得到中部槽的最大应力位置, 压力增大到 4 330 kN 时中部槽凸头与槽帮过渡部位有开裂趋势, 同时哑铃销座凹头窝中部有开裂趋势, 并对该中部槽断裂部位进行元素分析, 可知 Si、Mn、Cr、P 和 Mo 等元素偏高直接影响了中部槽的硬度, 导致中部槽易于断裂。

关键词: 大采高工作面; 刮板输送机; 中部槽; 失效分析

中图分类号: TD403 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2014)04-0126-03

Analysis on Breaking Causes of Middle Pans of Scraper Conveyor in Fully – Mechanized High Cutting Coal Mining Face

XU Lian-hang¹ LIU Hun-ju²

(1. Shenhua Shendong Coal Group Corporation Limited, Yulin 719315, China;

2. College of Mechanical Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: According to the easy breaking problem of the middle pans in the scraper conveyor of a 7 m high cutting coal mining face in Bulianta Mine, the motion traces of the middle pans were analyzed and the performances were obtained. According to the main performances of the middle pans in the scraper conveyor, a pressure test was conducted on the related stressed conditions, the material composition and mechanical performances of the middle pan were compared and the main breaking causes of the middle pan were obtained. The results showed that the actual breaking and deformation results of the middle pan were fitted to the results of the finite element analysis. The pressure test analysis showed the max stress location of middle pan. When the pressure increased to 4 330 kN, the convex head of the middle pan and the transition part of the pan sidewall would be in a cracking tendency. Meanwhile, the middle part of the concave head in the dumbbell key seat would be in a cracking tendency. An element analysis was conducted on the breaking part of the middle pan. The analysis showed that an overhigh content of Si, Mn, Cr, P, Mo and other element would directly affect the hardness of the middle pan and could cause the easy breaking of the middle pan.

Key words: fully – mechanized high cutting coal mining face; scraper conveyor; middle pan; failure analysis

0 引言

刮板输送机具有结构强度大、适应能力强、便于安装和维护等优点, 是煤矿机械化采煤工作面的主要运输设备^[1-3]。刮板输送机中部槽(以下简称中部槽)作为刮板输送机的主体部分, 它既是采煤机运行的轨道, 同时又作为运料的承载体, 因

而它的工况直接决定了刮板输送机的运行状况, 进而决定了采煤机的工作效率, 影响着企业的经济效益^[4-5]。对于 7 m 大采高工作面的要求更高, 因为 7 m 大采高工作面机械设备均为重型设备, 因此刮板输送机需要有足够的强度, 以保证采煤机的正常运行和煤炭的运输, 同时由于工作面倾角的存在, 刮板输送机还必须具备一定的塑性和

收稿日期: 2014-03-01; 责任编辑: 杨正凯 DOI: 10.13199/j.cnki.est.2014.04.032

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2012AA062203)

作者简介: 许联航(1979—), 男, 陕西咸阳人, 工程师。Tel: 18691999905, E-mail: xlh573@163.com

引用格式: 许联航, 刘混举. 大采高工作面刮板输送机中部槽断裂原因分析[J]. 煤炭科学技术 2014, 42(4): 126-128.

XU Lian-hang, LIU Hun-ju. Analysis on Breaking Causes of Middle Pans of Scraper Conveyor in Fully – Mechanized High Cutting Coal Mining Face [J]. Coal Science and Technology 2014, 42(4): 126-128.

韧性,以防止因相邻中部槽之间、中部槽与液压支架之间以及中部槽与采煤机之间的挤压而导致中部槽发生断裂。中部槽是刮板输送机的关键零部件之一,中部槽在煤炭生产中失效率极高,因此对中部槽进行失效分析,对提高工作面刮板输送机的可靠运行具有重要意义,同时也是提高综采工作面产煤量的重要手段^[6-8]。基于此,笔者以补连塔煤矿7 m大采高工作面刮板输送机为研究对象,对其中部槽破坏的原因进行分析,以期达到防止其再发生破坏的目的。

1 工程概况

补连塔煤矿22303工作面作为神东煤炭集团首个7 m大采高综采工作面,是2⁻²煤层三盘区布置的第3个综采工作面,工作面长为301 m,推进长度为4 966 m,平均煤层厚度为7.31 m,设计采高6.8 m。

22303工作面配套设备技术水平先进,创造了世界最大采高的综采工作面,该工作面共使用了152台液压支架,工作面中部使用ZY16800/32/70型143台,两端头使用ZY12000/28/55型7台,两端过渡支架使用侧护板加长改造的ZY12000/28/63型2台;采煤机由7LS7型采煤机改造而成,工作面采用3×1 000 kW型刮板输送机,其中部槽宽1.2 m;使用配套功率均为522 kW的破碎机、转载机,泵站为S375型泵站,工作面巷道的带式输送机带宽1.6 m,总功率6×500 kW。补连塔煤矿22303工作面于2010年1月1日投产至2010年8月26日,带式输送机过煤量达到753万t,中部槽共损坏9节,其中3节是从铲板侧凹头下链道斜面处断裂,1节从挡板侧凹头下链道斜面处断裂,1节从挡板侧下链道斜面处槽帮长度方向的中间裂开。随着设备过煤量的增加,溜槽损坏严重,给工作面组织生产、设备检修和更换带来了巨大困难,严重影响了工作面的生产效率。

2 中部槽断裂理论分析

2.1 刮板输送机整体平移时的运动分析

刮板输送机的水平移动主要有推移刮板输送机和拉架2个过程,推移刮板输送机是指采煤机在完成1个采煤循环后,通过油缸的伸出,推移刮板输送机使其前移到指定位置,然后油缸缩回,带动液压支架前移,完成一个循环推移刮板输送机,

通常将拉动支架前移的过程简称为拉架^[9-11]。推移刮板输送机时其水平弯曲段如图1所示,1—10号中部槽是刮板输送机的水平弯曲段,采煤机的运行方向朝着弯曲段相反的方向。



图1 推移刮板输送机时其水平弯曲段示意

2.2 中部槽受力分析

1) 推移刮板输送机工况下中部槽受力。推移刮板输送机时液压支架对中部槽水平段的推力方向与中部槽移动方向是一致的,但是弯曲段的中部槽各有一定的转角,在弯曲段中部槽受推力和自身的偏转角度密切相关。设图1中1—5节中部槽偏转角度分别为 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$,其中 $\alpha_{i+1} = \alpha_i + 1^\circ$ ($i = 1, 2, 3, 4$)。6—10节中部槽形态和前半段的形态是反对称形状,那么1号中部槽和10号中部槽的受力一样,2号中部槽和9号中部槽的受力一样,以此类推^[12]。推移刮板输送机工况下中部槽受推移刮板输送机力 F_r 作用如图2a所示,其中 F_1, F_2 是中部槽受到的阻力。

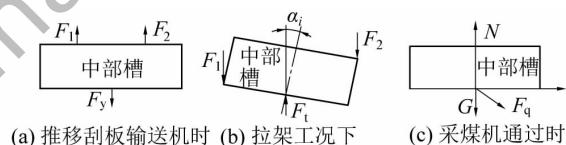


图2 推移刮板输送机工况下中部槽受推移刮板输送机力作用

2) 拉架工况下中部槽受力。拉架工况下,中部槽受支架的拉架力作用,此时受拉架力的所有中部槽都已处于同一直线上,故受力情况一样。拉架工况下中部槽水平受力 F_r ,如图2b所示。

3) 采煤机通过时中部槽受力。当采煤机处于中部槽上切割煤时的中部槽纵向受力 F_q 如图2c所示^[3],其中: G 为采煤机和中部槽重力; f 为采煤机对中部槽水平摩擦力; N 是地面支持力。

推移刮板输送机和拉架工况下,中部槽主要受水平力作用。拉架时刮板输送机各中部槽处于同一工作面上,而推移刮板输送机时“S”段各中部槽都有不同的转角,故中部槽凹凸头处在推移刮板输送机工况下的应力集中较拉架工况下严重。采煤机经过时中部槽主要受纵向力作用,尤其当采煤机支撑滑靴压在凹凸头处的铲板上时,凹凸头处应力集中比较严重。

3 中部槽断裂试验分析

3.1 中部槽受力试验分析

当采煤机通过中部槽的连接处时,由于工作面底板起伏不平,在哑铃座处应力集中严重。如果设计不合理或选材不当,哑铃座处材料将屈服,产生裂纹,随后产生疲劳腐蚀^[8~10]。文献[11]通过建立中部槽有限元分析三维模型得出槽帮应力云图,模拟中均对槽帮凸头铲板外侧和槽帮凹头窝下表面施加4 330 kN的作用力,分析发现凸头与槽帮过渡部位有开裂趋势,哑铃销座凹头窝中部有开裂趋势。为得到中部槽受力破坏状态,笔者设计3个试验方案。

方案1:当采煤机的支撑滑靴压在中部槽间凸头处的铲煤板时,即取2段连接的中部槽煤壁侧槽帮固定在试验台上,将与支撑滑靴同材料的金属块放于中部槽间凸头处的铲煤板上,并在金属块正上方施加压力,压力由2 000 kN增加到4 330 kN时,凸头断裂,凹头有微小变形,试验结果与文献[11]相符。

方案2:为了模拟采煤机的支撑滑靴压在中部槽间凹头处的铲煤板时,得到中部槽受力情况,将与支撑滑靴同材料的金属块放于中部槽间凸头处的铲煤板上,并在金属块正上方施加压力,压力由2 000 kN增加到5 330 kN时,凸头断裂,凹头窝中部断裂,槽帮上部边缘断裂,裂纹与中部槽下部边缘裂纹基本对称,试验结果与文献[11]中相符。

方案3:为了得到推移刮板输送机工况下中部槽的受力情况,即取2段中部槽按照实际安装情况固定在试验台上,并在其中1节中部槽上安装2个液压缸来模拟实现液压支架在推移刮板输送机中的作用。在试验压力为1 627、2 500、3 000、3 200 kN时,单个液压缸受力分别为815、1 252、1 503、1 603 kN,哑铃销受拉力分别为2 065、3 173、3 807、4 061 kN,在试验过程中槽帮凸、凹头始终未发生变形,哑铃销只有在试验压力为3 200 kN时变形1.1 mm,在其他压力条件下均未变形。由此可知,槽帮凸、凹头断裂时无变形,属于脆性断裂,断裂的主要原因可能是由于材料硬度过高导致的,因此还需要进行材料元素测试。

3.2 中部槽的材料元素测试

由压力试验可知,压力增大到4 330 kN时中部槽凸头与槽帮过渡部位有开裂趋势,同时哑铃销座凹头窝中部有开裂趋势,笔者取中部槽断裂部位的

试样进行元素测试,测试发现中部槽含Si、Mn、Cr、P和Mo等元素偏高,所以容易脆断。然后检测中部槽的性能,测试结果表明其抗拉强度、屈服强度分别为980、745 MPa,延伸率为1.2%,硬度为330~370,说明该中部槽的硬度超过了其硬度限制范围(248~327),由于硬度偏高,容易发生疲劳断裂。

4 结语

通过对7 m大采高工作面刮板输送机中部槽的断裂原因进行分析,发现中部槽含Si、Mn、Cr、P和Mo等元素偏高直接影响了中部槽的硬度,因此在冶炼过程中应该严格控制。由于中部槽硬度较低,不能承受采煤机施加的疲劳载荷,容易发生疲劳断裂,在中部槽锻造、焊接过程中需要改进工艺,部分结构需进行重新设计或加厚。

参考文献:

- [1] 王淑平,杨兆建,王学文.刮板输送机驱动链轮磨损与啮合力学行为[J].煤炭学报,2014,39(1):166~171.
- [2] 任进贤,张卫华.刮板输送机推移漂溜和啃底分析[J].煤矿机械,2002,23(10):32~33.
- [3] 李德军,闵令江,万旭,等.刮板输送机槽间联接受力分析[J].煤矿机电,2011(3):70~71.
- [4] 贾会军.刮板输送机中部槽的研究现状及发展趋势[J].矿山机械,2010,38(5):13~15.
- [5] 刘鸣放,张兵权,马宗彬.手持式等离子熔覆刮板输送机中部槽的研究[J].煤炭科学技术,2011,39(6):52~54.
- [6] MAO Jun. Dynamic Modeling and Simulation of Heavy Scraper Conveyor[J]. Journal of the China Coal Society,2008,33(1):103~106.
- [7] 董霞,高彤,李琦,等.矿用车驱动半轴早期断裂失效分析[J].金属热处理,2010,35(2):87~90.
- [8] 张晓慧,杨兆建,王学文,等.刮板输送机沉浸式虚拟装配系统设计[J].煤炭科学技术,2013,41(12):76~79.
- [9] 高爱红.摆动式刮板输送机补偿凸轮轮廓曲线精细设计[J].煤炭科学技术,2013,41(12):89~91.
- [10] 胡元哲.刮板输送机中部槽磨损失效分析与抗磨措施[J].矿山机械,2009,37(1):33~35.
- [11] 吴乐平,杨兆建,王学文.基于ANSYS的刮板输送机中部槽参数化设计研究[J].煤矿机电,2012(3):54~56.
- [12] 白晓辉,任中全,刘海燕.刮板输送机中部槽弯曲角度设计计算[J].煤矿机电,2011(6):21~23.
- [13] 温欢欢,刘混举.刮板输送机中部槽的磨损失效及报废条件探讨[J].煤矿机械,2012,33(7):99~100.
- [14] 陈志强,徐春江,齐正义,等.刮板运行速度对浅槽重介分选机流场的影响[J].煤炭科学技术,2014,42(2):117~119.
- [15] 焦宏章,杨兆建,王淑平.刮板输送机链轮传动系统接触动力学仿真分析[J].煤炭学报,2012,37(S1):494~498.