

带式输送机重段清扫器清扫效果分析与改进设计

武 熙, 梁宝英, 武维承

(山西大同大学 煤矿机电技术研究所, 山西 大同 037003)

摘要:为解决带式输送机重段清扫器清扫效果不稳定、清扫力调节不方便和使用寿命低等问题,首先对现有清扫器的工作原理进行了分析,确立了影响清扫效果的主要因素及清扫器的设计准则,从原理上对清扫器进行了改进,设计了新型的可调节式恒力矩重段清扫器,在清扫器工作特性分析的基础上对新型清扫器的工作性能进行了评价,并在大同煤矿集团公司井下进行了工业性试验,试验结果表明,该清扫器维护简单,运行状态稳定,清扫效果和可调节性好,使用寿命长,为清扫技术的不断完善奠定了基础。

关键词:带式输送机;可调节;恒力矩;重段清扫器

中图分类号:TH222;TH237;TH122;TD528.1

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)10-0055-03

Analyses of the load segment sweeper of the belt-conveyor sweeping effect and its revised design

WU Xi, LIANG Bao-ying, WU Wei-cheng

(Graduate School of Coal Mine Machine and Electricity Technology, Shanxi Datong University, Datong 037003, China)

Abstract: In order to solve the problems of the load segment sweeper of the belt-conveyor sweeping effect instability, sweeping strength adjusting discommodiousness and low using life, the work theory of the existing sweeper was analyzed, the primary factor of influencing the sweeping effect and the design rule of sweepers were established. The sweeper was improved on the theory. The new adjustable constant torque load segment sweeper was designed. On the basis of the sweeper work trait analysis, the work capability of the new sweeper was evaluated, and the industrial experiment was put up in the well of Datong Coal Mine Group Corporation. The results show that the running state of the sweeper is steady, the sweeping effect and adjustability are good, the using life is long, and it is a basis of improving sweeping technique.

Key words: belt-conveyor; adjustable; constant torque; load segment sweeper

0 引 言

重段清扫器是带式输送机中不可缺少的辅助装置,主要用于清理输送带上的粘结物,防止粘结物进入驱动滚筒与胶带之间的摩擦副,以提高传动效率,避免胶带打滑、跑偏或损伤胶带等故障的发生^[1-3]。

针对现有清扫器存在的清扫效果不稳定、清扫力调节不方便、对不同带速和不同规格输送机的适应性差、使用寿命低等缺点^[4],笔者进行了立项研究即山西省大同市 2008 年度工业攻关科研项目(项目编号:08108),设计并制造了一种新型的可调节式恒力矩清扫器(专利号:200920158877.8)和与之配套的整体浇

注骨架式清扫块(专利号:200920158875.9)。

1 重段清扫器工作原理

带式输送机重段清扫器也叫头部清扫器,分为重锤式和弹簧式两大类。弹簧式清扫器的结构简图如图 1 所示,重段清扫器通过作用于 C 端的弹簧力 ΔP (重锤式清扫器为重锤重力)迫使清扫块与胶带接触并压紧胶带,在 A 点产生对胶带的径向作用力,即压紧力 F_n ,当胶带沿顺时针方向作圆周运动时,在 A 点对胶带的切向作用力,即清扫力 F_t 。随着清扫块逐渐被磨损, O_1A 的长度逐渐减小,接触点逐渐靠近极限点 B,直至清扫块磨损到一定程度后,停机进行更换。

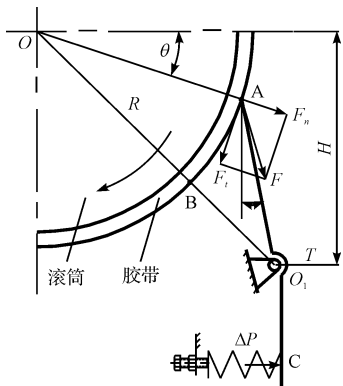


图 1 弹簧式清扫器结构简图

在输送机运行过程中,由于清扫块连续磨损后所产生的间隙依靠弹簧作用使机构绕轴心 O_1 旋转来补偿,因而,弹簧逐渐伸长,其作用力 ΔP 逐渐减小, F_n 和 F_t 的大小和方向随之发生变化,清扫器的工作状态不稳定和清扫效果有较大幅度的变化。实际生产过程中,往往通过经常地调节弹簧的作用力来保证压紧力和清扫力满足清扫要求。另外,当输送机规格不同和带速不同时,也是通过调整弹簧力来满足清扫要求的^[5-7]。显然,仅依靠人工的这种定期或不定期调节,难以达到理想的清扫效果。

2 影响清扫效果的主要因素与清扫器的设计准则

经过对重锤式清扫器和弹簧式清扫器工作原理和应用状况的分析研究,其结果证明,清扫效果的好坏及清扫器工作性能的稳定性与清扫器的初始安装角 θ 、清扫块的结构、清扫块的材料等多个方面的因素相关^[8-10],但关键取决于清扫器的结构设计,要想达到理想的清扫目的,设计中应遵循以下基本准则。

2.1 合理确定清扫块与胶带接触点的位置

合理确定清扫器的初始安装角,即确定清扫块与胶带接触点 A 的位置,它与安装初期的清扫效果和刮削物的排出两个方面的因素相关,设计应使 A 点的位置易于粘结物的刮削及其排出,并尽量保证工作过程中 A 点的位置相对固定。

2.2 结构设计应保证合理的压紧力与清扫力及其特性

清扫力的大小取决于压紧力的大小,压紧力的大小与弹簧力(或重锤重力)的大小相关,压紧力太大,容易加剧清扫块和胶带的磨损,而压紧力太小,又会使清扫效果降低,因而,合理的设计应使压紧力可调并在运行过程中始终保持恒定,以保证整个工作过程中清扫效果的稳定性。

2.3 清扫块结构设计与材料的选择要合理

清扫块是易损件,清扫块的材料既要具有一定的强度和硬度,又要具有一定的韧性,才能保证清扫块的正常工作,并有较长的使用寿命,还要防止胶带或滚筒包胶受到严重磨损或损伤,因此,在设计时,本研究充分考虑了以上因素,选择了性能较好的聚氨酯材料,并设计了新型结构的骨架式清扫块。

2.4 清扫器结构设计应满足可调节性与适应性的要求

首先,清扫器的合理设计应使清扫块磨损后产生的间隙能及时得到补偿;其次,当遇到胶带凸起或坚硬粘结物不能刮掉时,其工作机构可反向摆动,避免出现卡死现象;另外,整体结构设计还应满足初始安装压紧力和逐渐磨损后压紧力的可调节性,以及在不同带速条件下的可调节性,还要考虑不同规格输送机配套使用的适应性,以降低生产制造成本,便于产品系列化。

3 可调节式恒力矩清扫器的结构设计和工作特性

基于以上分析,为了彻底改善清扫器的工作性能,本研究设计了新型的可调节式恒力矩清扫器,该清扫器结构端面视图如图 2 所示。从图 2 可以看出,清扫器由固定架、清扫块组件、旋转机构、滑轮组和配重装置组成,属重锤式清扫器。清扫器的两个固定架 1 通过螺栓或焊接方式安装于两侧的机头罩或专用支撑架上,配重 11 的重力通过钢丝绳 12、定滑轮 10、动滑轮 9 作用于拉杆 7 上,带动旋转臂 5 和托架 4 旋转一定的角度,迫使安装于托架上的清扫块 3 始终压紧胶带,实现对胶带粘结物的清扫功能。

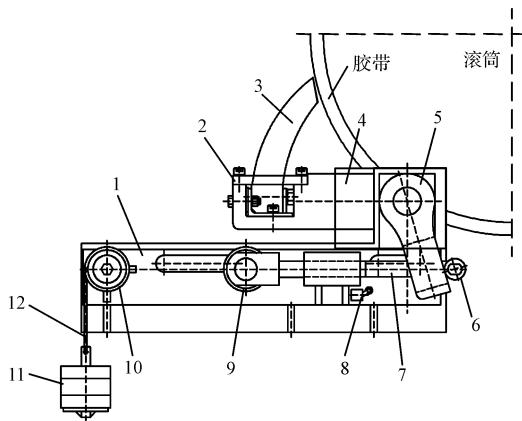


图 2 可调节式恒力矩清扫器结构图

- 1—固定架;2—盖板;3—清扫块;4—托架;5—旋转臂;
- 6—辊子;7—拉杆;8—行程开关;9—动滑轮;10—定滑轮;
- 11—配重;12—钢丝绳

如图 3 所示,因为工作机构摆动的速度非常慢,其旋转速度可以视为零,因而,工作机构始终处于重锤重力 P 、压紧力 F_n 和清扫力 F_t 的作用下的静平衡状态,忽略机构本身重力的影响,则可建立如下的力矩平衡方程:

$$P_n \cdot l_1 - F_n \cdot l_2 - F_t \cdot l_3 = 0 \quad (1)$$

式中 P_n —为重锤重力 P 作用于机构旋转臂上的分力, $P_n = P \cos \alpha$; F_n —为清扫块作用于胶带上的压紧力的反力; F_t —为清扫块作用于胶带上的清扫力的反力,根据库仑摩擦定律 $F_t = F_n \cdot \mu$ 得出,其中 μ 为清扫块与胶带之间的摩擦系数; l_1 、 l_2 、 l_3 —分别为上述作用力的力臂。

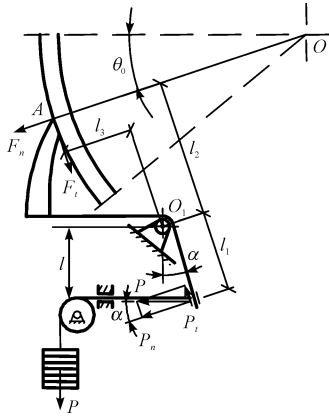


图 3 清扫器工作机构受力图

将上式整理可得:

$$P \cdot l_1 \cdot \cos \alpha - \frac{F_t}{\mu} \cdot l_2 - F_t \cdot l_3 = 0 \quad (2)$$

即可求出清扫力为:

$$F_t = \frac{P \cdot \mu \cdot l_1 \cos \alpha}{l_2 + \mu \cdot l_3} = \frac{P \cdot \mu \cdot l}{l_2 + \mu \cdot l_3} = \text{const} \quad (3)$$

也就是说,当结构设计的几何参数确定,且重锤重力调整合适后,清扫力的大小即为恒定值,清扫器的工作性能将保持稳定的状态,其工作特性表现为:

(1) 在清扫器工作过程中,重锤重力的作用使得清扫块始终压紧胶带,使磨损瞬间产生的间隙得以及时补偿;对胶带凸起或牢固粘着物通过时的反弹性能好。

(2) 通过调整重锤配重量的大小,可以改变压紧力 F_n ,使其适应输送带不同运行速度对清扫力 F_t 的需求,而且,一旦调节到理想的状态,作用于胶带上的清扫力 F_t 即可保持恒定不变。

(3) 在结构设计中,清扫块随托架和旋转臂绕固定轴转动,可保持清扫块与胶带的接触位置始终基本不变,如图 3 中的 A 点,确保了稳定的工作状态和持续良好的清扫效果。

(4) 结构设计充分考虑了清扫器与各种不同规格带式输送机配套的特点,将清扫器两侧固定端设计为通用部件,使清扫器固定端能与各种不同规格输送机

(带宽 1.2 m ~ 2.0 m) 配套使用,极大地提高了其通用性和适应性。

(5) 该清扫器还设计安装了行程开关 8,当清扫块磨损到极限位置时,旋转臂 5 的末端触动行程开关拨杆使其动作,实现安全报警功能或使输送机自动停机,可有效地避免重大设备事故的发生。

4 结束语

2010 年 4 月,该清扫器在同煤集团四老沟矿井下主运输巷 1070 皮带上进行了安装调试和工业性试验,各项技术指标符合设计要求,达到了预期目的。试验结果表明,该清扫器安装方便、维护简单,具有工作性能可靠、运行状态稳定,清扫效果良好,可调节性好、使用寿命长等优点,尤其是具备了安全保护功能,属国内首创、国际先进的技术产品。

改进设计后,清扫块的使用寿命可达到 60 ~ 90 天,比原来延长 2 ~ 3 倍;清扫块的有效磨损量占到清扫块高度的 60% 以上,与现在的清扫块相比增加了 45% 左右,显著地提高了材料利用率;另外,新型清扫器可实现清扫块快速更换,每更换一次的时间不超过 15 分钟,大幅度地减少了停机时间。根据对不同地区多个矿井清扫器使用情况调查的结果对比分析可知,使用该清扫器,从节约材料、减少停机时间和延长使用寿命的角度讲,一个年产 200 万吨的矿井,每年可节约生产成本不低于 100 万元,因而,该清扫器具有较大的推广价值和极其广阔的市场前景。

参考文献 (References):

- [1] 彭传圣. 带式输送机清扫器的性能[J]. 起重运输机械, 2007(9):85.
- [2] 朱绍文,张 军. 带式输送机的技术改造[J]. 山东煤炭科技, 2008(5):35-36.
- [3] 徐亲成,丁 好. 一种新型清扫装置在胶带卸载点的应用[J]. 矿山机械, 2007, 35(12):151.
- [4] 唱荣鹏. 配重式聚氨酯清扫器在煤码头装卸系统中的应用[J]. 矿山机械, 2009, 37(21):107-108.
- [5] 陈 昭. 输煤机械[M]. 哈尔滨:哈尔滨电力学校出版社, 1991.
- [6] 刘 兴. 普通带式输送机清扫装置使用分析[J]. 煤矿机械, 2002(11):56-57.
- [7] 袁道幸. 管状带式输送机的应用[J]. 江西冶金, 2009, 29(2):25-27.
- [8] 熊心志. 一种胶带运输机清扫器:中国, CN97240862, 2 [P]. 1997-05-27.
- [9] 陆洪兴. 带式输送机的清扫装置:中国, 201250016 [P]. 2009-06-03.
- [10] 关文建,李克新. 可调式皮带机清扫器:中国, 2487707 [P]. 2002-04-24. [编辑:张 翔]