

基于分离原理的皮带机流程回煤装置设计与应用

柴天临

(秦皇岛港股份有限公司第六港务分公司 河北 秦皇岛 066000)

摘要: 皮带机是煤三期生产作业流程中的重要组成部分,是连接翻卸作业的中间环节。由于FZ3-3型“O”型翻车机设备结构和原理的限制,配套落料斗和下游皮带机的部分结构均位于地面以下。受限于地下建筑结构封闭、狭小的特点,和周边配套设施的单一性,底层皮带机周边积煤、积尘清理途径单一,清理方式原始,只能通过人工清运积煤至皮带机上,顺皮带机流程排放。同时由于皮带为高速运转设备,为确保清理人员的安全,需要皮带机停止状态下进行清煤作业,这就导致了皮带机周边积煤清理与皮带机设备运转无法同时进行。现有条件下,人工清理积煤时效率低下,这需要占用大量作业时长。本文针对上述问题设计一种安全性能高、结构紧凑、适用性广的回煤装置,来满足现有皮带机周边积煤清理的使用要求。

关键词: 翻车机; 皮带机; 分离原理; 回煤装置

0 引言

根据使用反馈,翻车机底层皮带机周边积煤、积尘的清理主要存在以下几个问题:

(1) 为保证清煤作业的安全性,皮带机运转过程中无法进行周边积煤清理;

(2) 单纯的人工清理效率低下,占用大量的人力资源和作业时长;

(3) 底层皮带机周边建筑结构紧凑,空间狭窄,能够应用的积煤清理手段单一。

本文以解决底层皮带机周边积煤清理过程中存在的实际问题为目的,以底层皮带机空间结构为基础,以保证清煤人员作业安全为前提,设计、制作一种皮带机流程回煤装置。在现有条件下,皮带机运转期间进行周边积煤清理工作时清煤人员存在较大安全隐患,因此,底层积煤清理的主要矛盾集中在生产作业期间无法清理皮带机周边积煤。本文采用分离原理,消除冲突矛盾,从根本上解决现有问题。

1 分离原理简介

分离原理是解决冲突问题的有效方法,主要有以下四种^[1]:

(1) 空间分离:将冲突双方在不同的空间分离,以降低解决问题的难度;

(2) 时间分离:将冲突双方在不同的时间段分离,以降低解决问题的难度;

(3) 基于条件的分离:将冲突双方在不同的条件下分离,以降低解决问题的难度;

(4) 整体与部分的分离:将冲突双方在不同的层次分离,以降低解决问题的难度。

本文所述问题,原有的解决方案采用了时间分离原理,将生产作业与积煤清理在时间维度上分离,只允许在生产作业间隙进行清煤作业,但这种方式存在如下缺点:

(1) 生产作业繁忙时,皮带机停止时间短,积煤无法及时清理;积煤逐渐积累对滚筒、回程皮带造成影响,必须清理时,又需要占用生产作业时长,影响生产作业效率和公司经济效益。

(2) 积煤较多时,皮带机需要多次启动来完成全部的积煤清理。这种清理模式,不仅对皮带机设备产生不必要的磨损,而且产生了大量电能损耗。

为了解决上述问题,通过现场分析,确定了皮带机运转时进行周边积煤清理工作时清理人员存在重大安全隐患是现有问题的根本原因。

分离原理中的空间分离与系统分离解决思路均可用于本文。其中,空间分离原理解决方法就是利用一种技术手段,将积煤清理与皮带机运转从空间上分割,消除皮带机运转给清运人员带来的安全隐患,这样就能解决积煤清理与皮带机运转同时进行的问题;整体与部分的分离原理解决方法是将积煤清理与皮带机运转之间的关联彻底切断,设计一种新型的清理方式,不通过皮带机进行积煤的排放,如在吊

装口进行积煤清理排放。但考虑到现有底层空间结构、排放成本和清运效率等方面,本文采用空间分离原理的解决思路,设计了一种回煤装置来解决现有问题。

2 装置原理选择

本文设计一种皮带机流程回煤装置,能够辅助人工进行积煤清运,并且消除原有安全隐患,通过原理查询可知,有三种形式的传输原理能够满足现场使用,分别是带式原理、管式原理和斗式原理。

(1) 带式原理:带式原理是利用连续运动且具有挠性的输送带输送物料。这类输送系统主要由金属机架、输送带、驱动装置、滚筒、托辊和张紧装置等组成,其结构如图 1 所示。

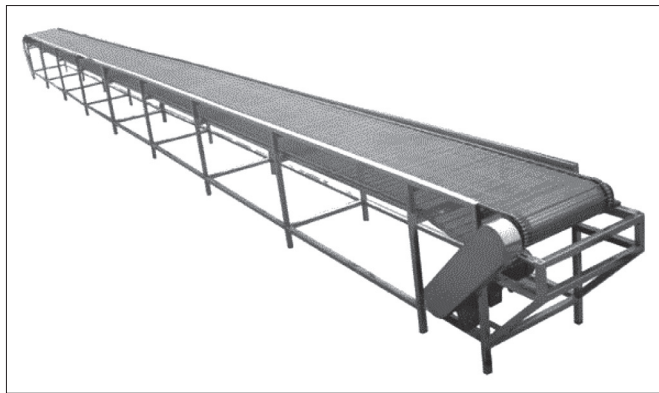


图 1 带式原理示意图

(2) 管式原理:管式运输的原理多种多样,可以通过气动、链条、绞笼和圆形带等方式实现,不论使用哪种方式,管式原理具有安全性高、运输效率高特点,如图 2 所示。



图 2 管式原理示意图

(3) 斗式原理:主要包括驱动装置(含逆止装置)、壳体(包括水平段、改向段、垂直段),以及位于壳体内部的牵引链、料斗、头轮和尾轮,在壳体的两端设有加料段和卸料段,料斗的两侧通过联接环分别与两根平行的牵引链相联接。它的主要缺点有:输送物料的种类受到限制;对过载敏感性强;要求均匀给料等。其示意图如图 3 所示。



图 3 斗式原理示意图

本文所需回煤装置存在如下限制条件:

(1) 为了提高清运效率,最大程度地减少二次撒漏,回煤装置的落料口位于皮带机中心线;

(2) 由于底层皮带机周边环境限制,其煤炭含水率差异较大,回煤装置需满足各种含水率的积煤清理工作;

(3) 设备安全性能是重中之重,本文主要目的是解决皮带机运转期间周边煤炭清理工作存在的安全隐患,不能在解决问题的过程中引入新的安全隐患。

综合分析可知,斗式原理在清运含税率高的煤炭时效率低下,无法满足现场使用要求。带式原理的主要结构为开放式,转动部件大部分裸露在外,清理人员在使用过程中存在磕碰、摩擦等危险因素,引入带式回煤装置会增加新的安全隐患。根据限制条件,排除了斗式运输和带式运输,最终选择管式原理中安全系数较高的螺旋传动方式作为皮带机流程回煤装置的原理方案。

3 装置参数确定

根据上述限制条件,选择螺旋传动为本文回煤装置的设计原理,在此基础上确定详细参数,本文研究的回煤装置应满足如下条件:

(1) 回煤装置的驱动单元根据实际需求,选择置于回煤装置上端。为了便于煤炭的清运,在回煤装置下方设置了入料口。该入料口高度与底层清运手推车高度一致,积煤可由手推车直接翻卸至入料口,从而进一步提高清理效率。

(2) 受限于底层皮带机空间结构,回煤装置只能安装在皮带机尾滚筒附近,当尾滚筒需要进行更换维修时,可将回煤装置拆卸、移动至其他区域,避免与维修发生干涉。

(3) 回煤装置出料口位于皮带机中心线,避免落料偏移造成二次撒漏。

(4) 安全系数高,入料口设置拦截网,其余机构全封闭,无裸露的转动部件,不产生新的安全隐患。

本文提到的回煤装置是参考 JB/T 679-95《螺旋输送机》标准进行设计制造的。结合现场使用要求,确定如下关键参数:

①长度 L : 通过皮带机架与底层钢结构分析,确定回煤装置主体长度为 4000mm,底层空间示意图如图 4 所示。

②直径 D : 现场积煤主要为煤尘,大颗粒煤块较少,这种情况下回煤装置直径一般为颗粒物最大边长的 4 倍。由翻车机给料器护罩间隙与皮带机导料

槽间隙决定,底层撒漏煤块的最大直径为 60mm,确定装置主体直径为 300mm。

③螺距 S : 根据设计标准螺距与螺旋直径间存在比例关系,本装置螺距为 240mm。

$$S=0.8D$$

④轴转速 n : 轴转速对输送量有很大影响。一般说来,轴转速越快,物料输送能力越高,但是转速存在极限值,转速过高时会因为离心力过大而降低输送能力,因此需要对转速进行一定限制。

$$n_{\max}=A/\sqrt{D}$$

式中: A —物料综合特性,查询可知煤炭的 A 值为 50;

D —直径,本方案中为 300mm,经计算 $n_{\max}=91.29$ 。

⑤轴直径 d : 轴直径与螺距有关,一般轴直径的计算公式为:

$$d=(0.2\sim0.35)D$$

本文中,取中间值 0.28 计算, d 为 84mm。

⑥输送量 Q : 根据实际情况分析可知,煤三期底层空间配有 8 名清理人员,每小时可倒运积煤 8t。皮带机流程回煤装置的运输量要大于清理人员的倒运量,才能满足现场使用要求。输送量 Q 的计算公式为:

$$Q=47D^2\cdot S\cdot n\cdot\psi\cdot\rho\cdot C$$

式中: Q —输送量 (t/h);

S —螺距 (m);

D —直径 (m);

n —轴转速 (r/min);

ρ —物料单位容积质量 (t/m^3);

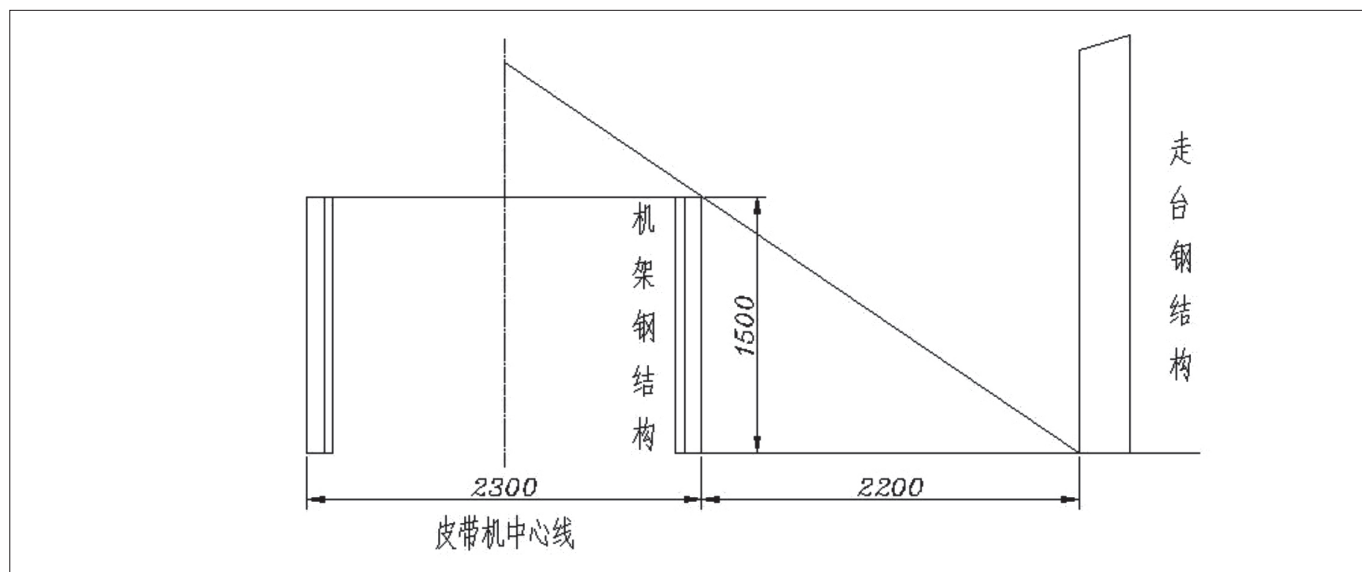


图4 底层皮带机空间示意图

ψ —填充系数。

对于流动的几乎没有磨损的物料(如面粉、谷物),取 $\psi =0.45$;

对于有少数磨损,且为颗粒状的物料(如食盐、砂、煤尘),取 $\psi =0.33$;

对于磨损性和侵蚀性很大的,且松散密度大的物料(如矿渣、矿石),取 $\psi =0.15$ 。

在转速为 80r/min 的情况下,根据公式计算回煤装置的运输量为 5.03t/h,由于煤三期底层有两条皮带线,安装两天台回煤装置,总输送量为 10.06t/h,满足现场需求。

⑦电机功率 P :

$$P=P_0/\eta$$
$$P_0=Q\left(\lambda\times L+H\right)/367+D\times L/20$$

计算 P 最小值为 1.01kW,由于计算结果为理想状态,考虑到积煤含水率与杂质含量差异大等因素,首次选用 5.5kW 电动机试用失败后,最终选择 7.5kW 电动机。

⑧其余驱动:选定电机后,根据轴转速确定联轴器及配套轴承。

⑨由于底层环境相对封闭,环境潮湿,回煤装置

表 1 回煤装置部分零件明细表

序号	名称	数量	材质	备注
1	摆线针轮立式减速机	1		IP55/F
2	联轴器轴	2	45#	
3	联轴器盘	1	45#	
4	头轴座	1	45#	
5	头部 - 轴	1	45#	
6	轴承 $\phi 130\phi 85-22$	2		
7	三相异步电动机	1		
8	头部轴承座盖	2	Q235	
9	外管体	1	304 不锈钢	
10	扇叶轴	1	304 不锈钢	
11	尾部轴	1	45#	
12	尾轴座	1	45#	

主体采用不锈钢材质加工制作。

在确定关键参数后,可根据技术标准和使用经验选定回煤装置其他参数,完成整体设计与选型^[2]。回煤装置部分零件清单如表 1 所示,设计图如图 5 所示。

4 应用

根据设计方案加工制作、采购备件、现场安装和调试改造,现场实物如图 6 所示。

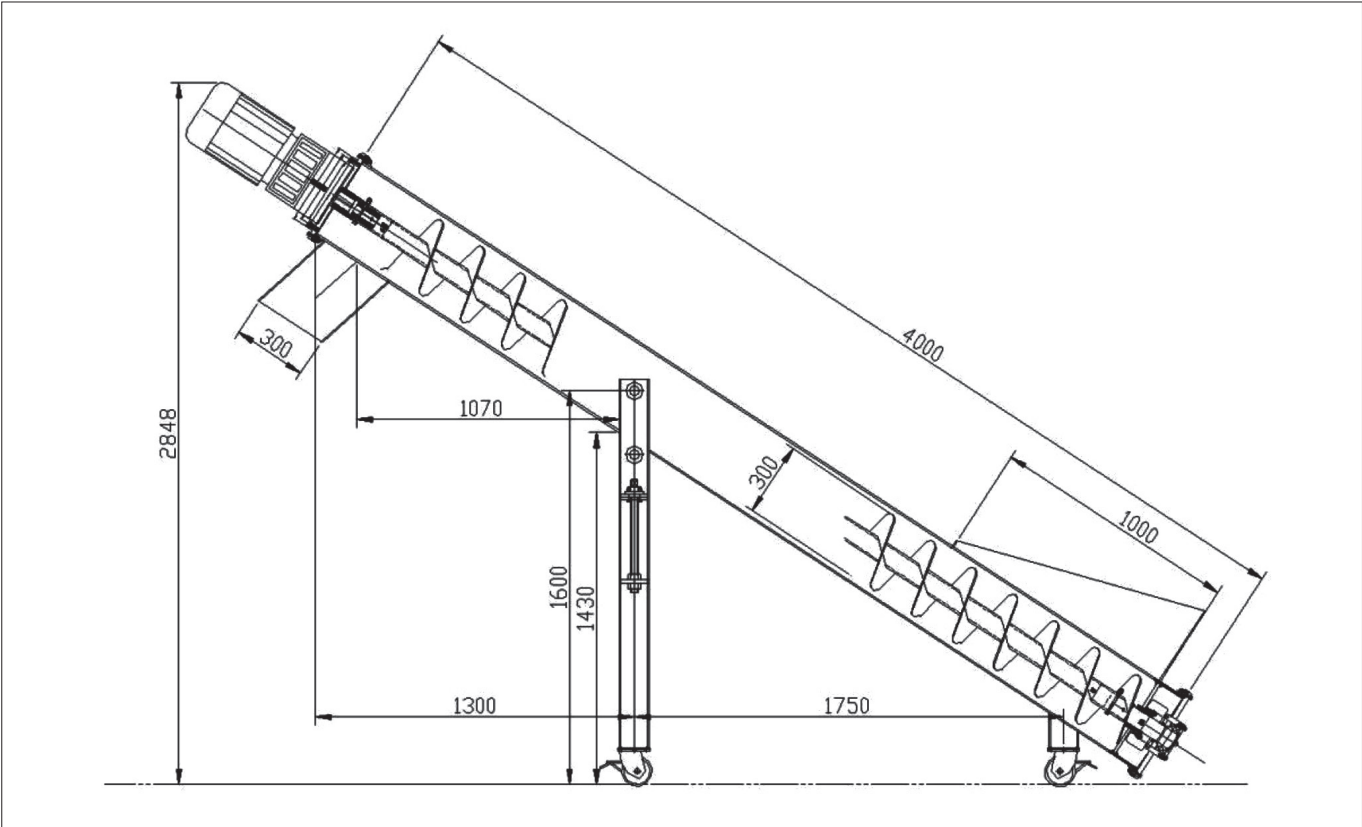


图 5 皮带机流程回煤装置设计图

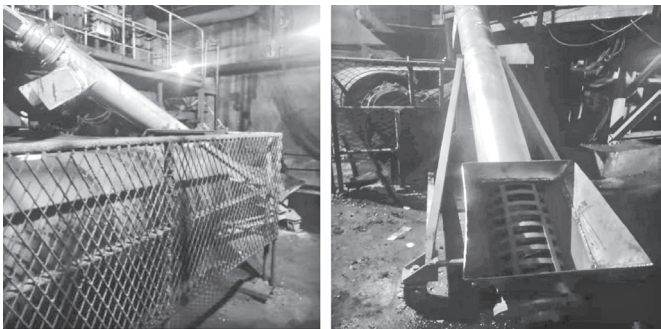


图 6 皮带机流程回煤装置图

5 结语

本文设计制造了一种皮带机流程回煤装置，使积煤清理作业时人员远离皮带机，消除了皮带机运转过程中清煤作业人员与皮带机因距离过近造成的安全隐患，在保证清理作业安全性的基础上，为生产作业创造大

量的可利用时长。
皮带机流程回煤装置安装完成后，为底层皮带机周边清煤作业提供了安全的工作环境，消除了皮带机周边积煤清理作业存在的安全隐患，同时提高了清理效率，为底层环境水平的提升提供了良好的设备基础。同时，这种设计思路可以广泛应用于其他皮带机周边积煤清理，为皮带机周边环境水平提升提供了设备基础，并节省了大量人力资源。

参考文献：

[1] 谭润华. TRIZ 及应用：技术创新过程与方法 [M]. 北京：高等教育出版社，2010:215-220.
[2] 中华人民共和国机械工业部. 螺旋输送机：JB/T 7679-95[S]. 机械工业部机械标准化研究所，1996.

(上接第 63 页)

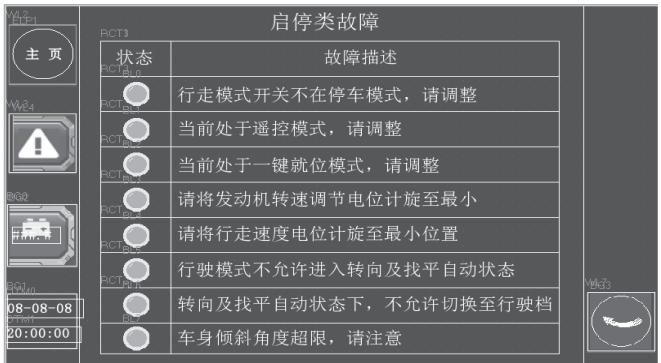


图 9 启停类故障查询界面

一种矿用巷道滑模摊铺机，完成了摊铺机行走系统、液压系统及电控箱的设计。为了提高摊铺机智能化、优化人机交互界面，完成了摊铺机操作箱的主界面、信息查询界面及故障查询界面的设计，不仅使作业人员能够更加方便地实时查看摊铺机工作状态,有效提高工作效率，也对提升企业生产效益具有一定的推广价值。

参考文献：

[1] 黎培杰. 履带式摊铺机行驶控制系统设计分析 [J]. 电气元件与信息技术, 2021, 5(09):82-83.
[2] 谷峰. 履带式摊铺机行走转向系统工作原理及故障排除方法 [J]. 工程机械与维修, 2019(02):78-81.
[3] 赵东明. 沥青混凝土摊铺机行走液压系统的智能控制应用与分析 [J]. 科技风, 2018(28):114.

表 2 常见故障处理方法

序号	常见故障	处理方法
1	操作箱显示器不亮	查线、更换大电源继电器
2	按下报警器，声光报警器不响	检查声光报警器接线并紧固
3	前进模式下，车辆无法前进	将行走电位计旋至最小刻度后再选择前进模式
4	自动转向或自动找平按钮按下后，指示灯不亮	检查档位是否选择了兔子档模式，将档位切换开关旋至乌龟档
5	电瓶不充电	更换电压调节器
6	行驶过程中车速时有时无，车轮打滑严重	查看车轮电动机转速传感器是否损坏，损坏需更换传感器
7	自动回中状态下，轮胎回不了中位	中位标定偏差，重新标定中位
8	电瓶不充电	电压调节器至电瓶连接线松动，重新检查紧固

[4] 蔡梦奇, 贾莉, 赵素素, 等. 专家系统模糊 PID 在摊铺机液压行驶系统上的应用 [J]. 筑路机械与施工机械化, 2016, 33(03):98-101.
[5] 霍富强, 代帅威. 巷道水泥摊铺机液压系统设计与仿真 [J]. 现代机械, 2022(01):49-51.
[6] 刘少华. 双层摊铺机修筑改性沥青混凝土路面施工技术 [J]. 工程机械与维修, 2022(01):224-225.

作者简介: 袁博(1984.11-), 男, 汉族, 陕西西安人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 矿井提升类产品, 采煤机截割滚筒, 巷道运输类、矿井摊铺工艺产品等。