

# 带式输送机用自移机尾履带驱动装置设计

杨悦文 贾宁

(唐山开滦广汇设备制造有限公司 河北 唐山 063000)

**摘要:** 长期以来, 煤矿掘进装备中的破煤、支护和转运等装备一直存在产品种类单一、革新周期长和技术水平落后等问题, 难以适应复杂多变的掘进作业环境, 严重制约着掘进速度提升。随着近年“煤矿智能化快速掘锚成套装备”的顺利推进, 矿井提高掘进速度与效率, 摆脱“采掘失衡”困境, 迎来了破题之机。通过在带式输送机中对其自移机尾履带的驱动装置进行相应的改善, 能够有效地增强其工作效率, 本文就是在此基础上对带式输送机用自移机尾履带驱动装置进行相应的设计研究, 从而寻求出更为高效的设计方法及技术路线。

**关键词:** 带式输送; 自移机尾履; 履带驱动

## 0 引言

通过研制带遥控控制的履带行走式带式输送机用自移机尾, 能够解决综掘机牵拉皮带机尾作业效率低下、存在安全隐患的问题, 以及迈步式自移机尾对巷道工况的适应性差、操作性差的问题。

### 1 带式输送机用自移机尾的特点

目前, 国内的掘进工作面机尾拉移方式普遍为普通绞车拉移、综掘机拉移, 作业效率低下, 安全隐患大, 严重制约掘进速度, 工况条件好的普遍配套带式输送机自移机尾, 与带式转载机重叠布置, 具有较长的搭接行程, 除了满足与配套带式转载机的物料转载需求外, 还实现了掘进材料承载运输、电缆供电、机尾快速前移等功能, 在提高掘进速度上发挥了重要作用。

#### 1.1 整体结构

迈步式自移机尾主要由机尾组件、过渡段组件、中间段组件、尾部支撑组件等组成(如图1)。机尾组件, 是完成自移功能的基础部件, 改向滚筒安装在机尾组件上, 是整个顺槽胶机的改向装置, 通过胶带与带式输送机联接, 完成物料传输。过渡段组件和中间段组件, 是带式转载机的搭接区段, 根据搭接长度要求, 设置不同数量的中间段组件。两个推移油缸一端连接中间段组件的底部轨道, 另一端连接

机尾组件, 二者互为支点, 通过推移油缸和抬高油缸的交替伸缩, 完成带式输送机机尾的迈步式前移。机尾段、过渡段与中间段的刚性架之间采用销轴铰接, 可实现 $\pm 4^\circ$ 的摆动, 此结构对巷道起伏变化的适应性较差。

#### 1.2 操作性能

迈步式自移机尾的驱动源为液压泵站, 操作方式普遍为手动换向阀控制, 设备前移时, 需要操作人员1人、跟机看护人员至少4人, 占用人员多, 且存在安全隐患。

#### 1.3 动力源

迈步式自移机尾, 液压系统普遍采用乳化液泵站控制, 手动控制换向阀换向, 控制抬高油缸、推移油缸等执行机构伸缩动作, 液压件使用寿命短, 且不能保证推移油缸伸伸缩同步, 在机尾前移时, 不可避免的会存在跑偏问题, 需要采用人工矫正, 费时费力。

## 2 带式输送机用履带式自移机尾的组成

带式输送机用履带式自移机尾, 依靠成熟的履带行走及行走适应性, 提高自移机尾对起伏变坡巷道的适应能力, 替代传统绞车或综掘机拉移机尾等传统工艺, 解决迈步式自移机尾对巷道坡度适应性差的问题, 保障设备在巷道起伏变化较大、运行工况恶劣等条件下正常推进, 履带式自移机尾如图2所示。

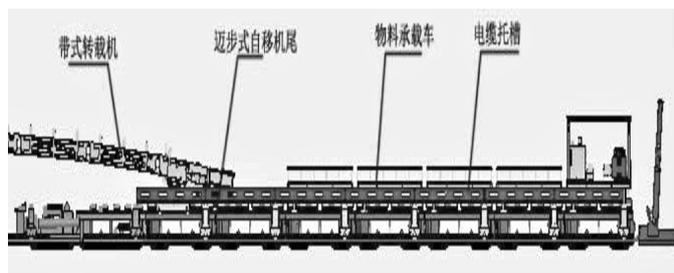


图1 整体结构及各段的连接

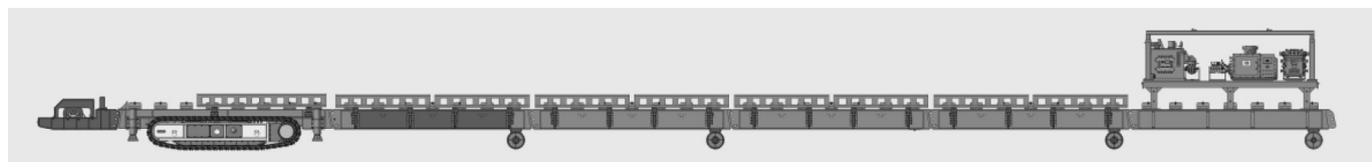
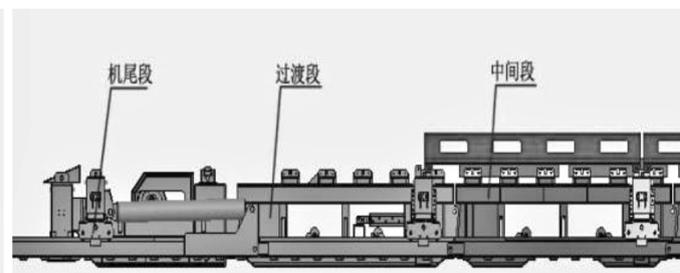


图2 履带式自移机尾

带式输送机用履带式自移机尾,由机尾段、履带驱动段、中间段、支撑轮组和液压泵站等组成,具体如图 3 所示。

通轴结构,滑动轴承支撑,浮动油封密封,确保支撑轮在多尘、涉水环境下运转灵活。

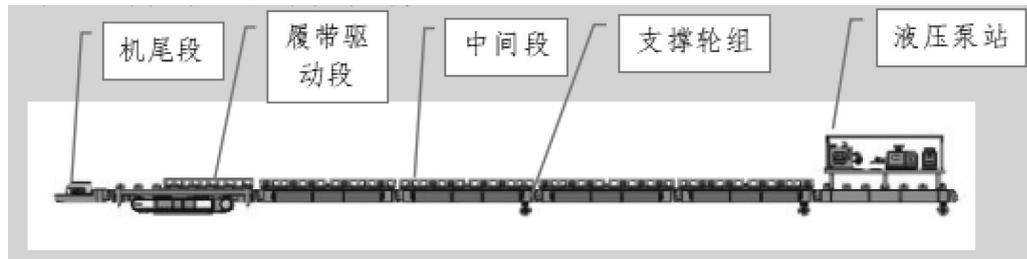


图 3 自移机尾组成

液压泵站,包括液压油箱、液压泵组、油泵电机、防爆电磁换向阀组等液压元部件,以及可编程控制箱、隔爆兼本安电磁起动器(660/1140V)、127V 照明综保、油温传感器、油位传感器、压力传感器和车载遥控接收器等电气元部件。

机尾段(如图 4 所示),包括机尾架、改向滚筒、轴座、滚筒护罩等,机尾架为组焊件,通过铰接孔与履带驱动段连接。机尾段前端安装超声波传感器,行走到位后自动停车。

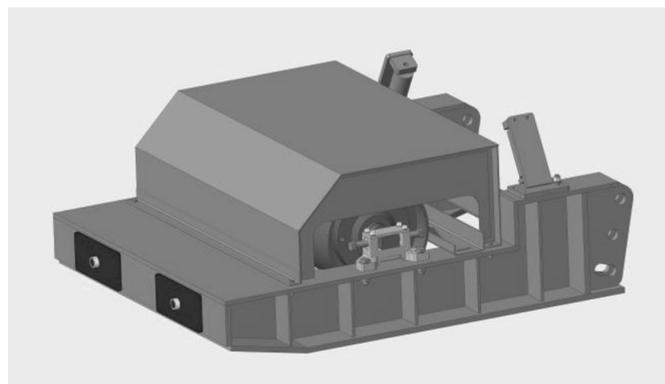


图 4 机尾段

履带驱动段,长 4 米,包括履带传动机构、驱动架、4 个支撑油缸、左右水平油缸、液压马达、GFT 减速器、缓冲托辊、平托辊、侧挡辊和清扫器等,驱动架为组焊件,通过前后铰接孔与其余各段连接。

履带传动机构包括动力部分(液压马达与 GFT 减速器)、履带驱动架、精铸履带板、支重轮、从动轮、驱动轮、摩擦板、张紧机构和护罩等。履带驱动段如图 5 所示。

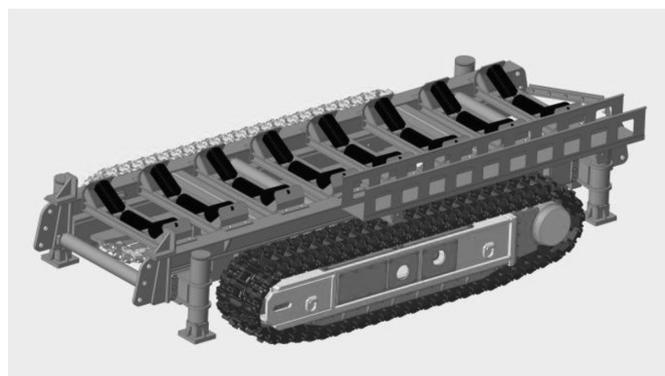


图 5 履带驱动段

中间段,单节长 4 米,架体组焊,强度高,包括中间架、电缆槽、缓冲托辊、平托辊和侧挡辊等,机尾架通过铰接孔与其余各段连接。支撑轮组用于支撑设备重量,支撑轮组为

### 3 带式输送机用自移机尾履带驱动装置结构构成及其基本功能

根据对自移机尾的优缺点分析,研制履带驱动方式的自移机尾,具体需求包括如下几方面。

#### 3.1 履带驱动

自移机尾在液压马达、减速器等关键件的选型设计上和履带底盘技术参数的设计取值上,要贴合设备的实际使用需求,具备足够的牵引能力,满足 1000 米以上的主运皮带拉移、 $\pm 15^\circ$  坡度下的正常推进,为适应松软底板,平均接地比压小于 0.14MPa,履带驱动段的重量适中,确保行走附着力与牵引力的合理匹配,防止上坡抬头,或履带板打滑现象;

#### 3.2 行走速度

自移机尾的推进速度适宜,要与主运输皮带的储带仓释放皮带的速度相匹配,可参考综掘机行走速度小于 7m/s 即可。

#### 3.3 结构尺寸

机尾长度:自移机尾作为带式转载机的行走轨道,且可作为除尘装置、电缆储缆平台所用。矿方生产班会依靠带式转载机与自移机尾的搭接重叠长度正常掘进,检修班移动机尾,因此自移机尾轨道长度等于掘进作业圆班内掘进长度加电缆平台长度尺寸加除尘装置长度尺寸,经调研,目前掘进速度为 10 米/圆班,因此自移机尾的行走轨道长度为 20 米可满足使用要求;

整机最大尺寸:设备安装前,最大不可拆卸尺寸,与矿方运输方式、运输设备的技术参数相关,钱家营矿为立井运输,罐笼在长度方向上最大尺寸为 4.8 米,高度最大尺寸为 2 米,宽度最大尺寸为 1.6 米,因此在产品的设计时,设备的最大不可拆卸尺寸应按此设计;设备安装后,设备的最大宽度、高度、轨道高度等,与矿方的掘进断面尺寸相关,要尽可能的在确保正产使用时,减小对设备巷道断面的占用,钱家营矿巷道为锚网支护,巷道宽度为 4.5 米,高度为 2.6 米。

#### 3.4 整机强度

设备使用地点是掘进面巷道,底板坑洼不平,要求驱动履带板、履带架、刚性架、支撑轮等结构强度大,满足单侧悬空时的承载强度,支撑轮结构上要采用可靠的防水防尘结构,确保恶劣环境下转动灵活。

### 3.5 液压电气控制

#### 3.5.1 液压控制

履带行走机构由左右马达回转带动减速器实现履带行走,要求液压驱动部分具备调速功能、可实现机尾遥控控制,且液压泵选用工程重载泵,适应履带行走时的液压冲击,液压系统设计上除满足牵引行走外,需考虑检修、应急调偏等辅助液压回路及相应执行机构。

#### 3.5.2 电气控制

配套隔爆兼本安型可编程控制装置,设计遥控控制和手动控制两种控制模式,可实现对设备的集中控制,行走速度无极调节,配置隔爆型液位传感器、隔爆型液温传感器、隔爆型轴编码器、电机定子埋设PT100热敏电阻等,可实时采集电机温度、油温、油压、行走距离等数据,并实现油温、油位、电机温度的超限报警、闭锁与现场数据显示。

履带式自移机尾具备自动行走功能,即一键操控遥控装置的“自动行走”功能按键,实现设备自动移动,但必须加装传感装置,确保移机到位后保护停机。传感装置要求开关量输出,一切障碍物均可触发,非接触式,检测距离大于1.5米,抗污能力强,满足煤矿井下多尘、含水等恶劣工况下的信号可靠传输。

在具体的使用过程中,带式输送机用自移机尾履带驱动装置结构的基本功能包含以下几个方面:

(1) 行走与制动:特殊设计的低矮型重型履带驱动段及高履齿防滑履带板,宽度450mm,增加履带附着系数,设备上坡不打滑;GFT减速器,三级行星轮传动,输出扭矩36000Nm,减速器高速轴内置多片湿式停车制动器,制动力达额定牵引力的2倍以上,设备停车后能可靠制动。

(2) 设备调偏:依靠电比例控制阀控制左右马达的无极调速,设备可左右微调;履带底盘安装了左右水平油缸,活塞杆伸出后支顶巷道壁,实现应急调偏。

(3) 安装维护:履带底盘为分体结构,安拆便利,履带底盘设置4个支撑油缸,方便设备维修;整体式重载刚性架设计,长度为4米/架,架间采用销轴连接,确保 $\pm 5^\circ$ 的回转自由度;液压系统采用硬管设计,架间为软管连接,采用H型接头密封形式,密封性好,安全可靠。

#### 4 带式输送机用自移机尾履带驱动装置的经济效益

履带行走式自移机尾,属掘进工作面配套设备,替代传统的综掘机牵拉移机尾带来的占用人员多、工作效率低的问题,解决了迈步式自移机尾适应巷道工况差的弊端,是现有掘进配套设备的升级替代产品。

按照掘进工作面每掘进10米需移动一次机尾计算:采用综掘机牵拉移机尾至少需要司机1人和辅助人员5人协同作业2小时才能实现机尾牵拉前移,约占用 $2 \times 6 = 12$ 个工时;迈步式自移机尾至少需要4人协同作业1小时以上才能实现机尾牵拉前移,约占用 $1 \times 4 = 4$ 个工时;履带式自移机尾仅

需1人通过遥控就可以实现机尾前移,仅需0.5个工时,约占用 $0.5 \times 1 = 0.5$ 个工时。按掘进2000米巷道,需移动机尾200次,井下每工费用500元计算:

#### 4.1 减少作业所需人员产生的经济效益

综掘机牵拉共需占用 $12 \times 200 = 2400$ 工时,约合 $2400/6 = 400$ 个井下用工,合 $500 \text{元} \times 400 = 200000$ 元。

迈步式自移机尾共需占用 $4 \times 200 = 800$ 工时,约合 $800/6 = 133$ 个井下用工,合 $500 \text{元} \times 133 = 66500$ 元。

采用履带式自移机尾共需占用 $0.5 \times 200 = 100$ 工时,约合 $100/6 = 17$ 个井下用工,合 $500 \text{元} \times 17 = 8500$ 元。

按一个掘进区队全年掘进4000米计,则一个掘进区队单从人员人工费用上可节省 $(200000 - 8500) \times 2 = 383000$ 元。

#### 4.2 提升工作效率产生的经济效益

煤矿作业为三班制,生产班为两班,每班掘进进尺长度为10米,平均每小时进尺量为 $10/6 = 1.6$ 米,检修班为一班。

综掘机牵拉机尾时,机尾前移用时2小时,检修班不掘进作业,全天掘进进尺长度约20米。

迈步式自移机尾时,机尾前移用时1小时,相比综掘机牵拉机尾节约1小时,全天可增加掘进进尺长度为 $1 \times 1.6 = 1.6$ 米,全月可增加掘进进尺长度为 $1.6 \times 30 = 48$ 米,全月效益增长 $2000 \text{元} \times 48 = 96000$ 元,全年效益增长 $96000 \text{元} \times 12 = 1152000$ 元。

履带式自移机尾时,机尾前移用时0.5小时,相比综掘机牵拉机尾节约1.5小时,全天可增加掘进进尺长度为 $1.5 \times 1.6 = 2.4$ 米,全月可增加掘进进尺长度为 $2.4 \times 30 = 72$ 米,全月效益增长 $2000 \text{元} \times 72 = 144000$ 元,全年效益增长 $144000 \text{元} \times 12 = 1728000$ 元。

采用履带式自移机尾,一个掘进区队全年可创造经济效益为 $383000 + 1728000 = 2111000$ 元。

### 5 结语

综上,本文提出对带式输送机用自移机尾履带驱动装置进行相应的设计研究,从而寻求出更为高效的设计方法及技术路线,既有效地增强其工作效率,又带来了不错的经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 任文元. 煤矿带式输送机节能降耗控制系统的改造[J]. 内蒙古煤炭经济. 2019(22),171-172.
- [2] 边永梅. 煤矿井下可乘人运料带式输送机的关键技术[J]. 煤矿机电. 2016(02),15-18.
- [3] 郭峰,李贝,许晓曦. 煤矿带式输送机发展趋势[J]. 科技信息. 2012(21),91.
- [4] 于岩,朱路群,梁兆正. 井下弯曲带式输送机的设计与应用[J]. 煤矿机电. 1992(04),9-11+62-63.

作者简介:杨悦文(1974.11-),男,汉族,河北唐山人,本科,研究方向:机械设计及其自动化。