

煤矿水仓清挖泵送机研制

文 | 徐腊儿 北京建工资源循环利用投资有限公司

一、前言

目前,煤矿井下水仓是防止矿井水灾确保煤矿安全生产的重要设施,用于矿井水外排的缓冲储存,暂时容纳矿井在开采过程中所出现的涌水和工程用水,防止排水设备发生故障或突然大量涌水时而发生水灾,同时还能够沉淀水中的固体颗粒,净化水质。一般情况下,矿井的每个水平必须设置内环和外环2个水仓,长度在300~1000m,交替清理和使用,以确保煤矿生产的连续运行。由于水仓内的矿井水中夹杂大量的煤粉、黏土、矸渣和混凝土渣,日积月累促使淤积层不断增厚、胶结。导致水仓有效容积减小,丧失或部分丧失储水功能,造成煤矿生产的安全隐患。

为确保煤矿生产的安全,必须定期对水仓进行清挖。国内煤矿井下水仓大多都是采用由动力机车或是人力或是在水仓内部铺设轨道的方法,将水仓中的煤泥运至水仓口,再用绞车拉上来。该工艺效率非常低,同时存在安全隐患。解决煤矿水仓机械化清理问题的关键,是实现装和运的连续性,而在其他输送行业,输送半流体的设备和工艺已经非常成熟,基于这些原因,提出新型水仓清挖泵送机,实现既能机械提装又能直接将煤泥输运送到水仓上的新型设备。

二、水仓清挖泵送机的功能

煤矿水仓结构和环境较为复杂,水仓口一般有较大坡度(一般为 $16^{\circ}\sim 18^{\circ}$)巷道弯直宽窄不一,地面凹凸不平,并覆盖着大量的淤泥,极易打滑,有的巷道内还安装有铁轨。由于水仓中沉积泥沙主要是由水流淤积成的,其组成和形态呈现出淤积的特征,靠近入口处,淤积层厚,淤积物粒径大,黏度小、泌水性好,随着距入口距离的增大,淤积深度越来

越浅,淤积物粒径越来越小,黏度越来越大、泌水性越来越差。淤积表面还分布着大量的鱼鳞状积水坑,容易在清挖过程中对进行清挖作业的人员和设备构成威胁。

因此,水仓清挖设备须具备以下性能:不粘煤泥、不遗洒、不堵料、防水淹并具有较强的爬坡能力和路面的适应性,能够适应巷道宽度的变化,能进行不同淤积高度的清挖作业,并满足矿井的防爆要求。

三、主要技术参数

水仓清挖泵送机的方案是在许多次调研和搜集以往成功与失败的基础上,结合当前技术发展水平而产生的,其主要技术参数:

(1) 平均生产能力: $10\text{m}^3/\text{h}$ 。

(2) 行走部分:

履带宽度 300mm;

行走速度 150m/h。

(3) 上料装置:

刮板机宽度 460mm;

刮板机输送链速 0.785-1.18 m/s;

刮板机输送倾角 32° ;

刮板机有效长度 1340mm。

(4) 输送装置:

采用单缸球阀泵 $\phi 200\text{mm} \times 500\text{mm}$;

管道收放装置可收放 36000mm。

(5) 电器部分: 防爆电机 45kW 防爆控制开关。

(6) 机器外形尺寸: $5600\text{mm} \times 2766\text{mm} \times 1680\text{mm}$ 。

(7) 机器重量: 4100kg。

四、水仓清挖泵送机的结构

新型水仓清挖泵送机主要包括行走部、螺旋清挖部、刮板上料部、储料斗和泵送部,结构如图1所示。

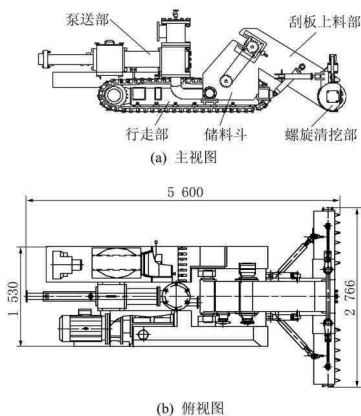


图1 新型水仓清挖泵送机结构示意图

(1) 行走部是水仓清挖输送机的牵引和承载机构,用于承载整机,并在水仓内移动行走,以实现清挖作业的连续推进。行走部采用履带底盘,地面抓附力大、爬坡能力强、牵引力大以及在进出水仓的坡道行走时不打滑,能够适应巷道内复杂的地面环境且不陷坑。

(2) 螺旋清挖部用于清挖、收集水仓内的淤积物并将其送入上料刮板内,其通过旋转螺旋刮削堆积的煤泥并向中间的刮板上料部推送,螺旋清挖部包括左右两个相同结构的清挖螺旋,分别铰接安装在刮板上料部的底部入料口的两侧,两个清挖螺旋的螺旋轴与刮板上料部的改向链轮轴通过万向联轴器相联,使之能与改链轮同步转动,并可进行左右摆动,以改变清扫幅度,适应巷道宽度的变化和转弯的要求。

(3) 刮板上料部用于淤积物的提升上料,其通过上料刮板在中部槽中的移动推送和抛射淤积物,使之进入储料斗。刮板上料部的上端与储料斗联成一体,并铰接于行走部的机架上,刮板上料部可在升降油缸的作用下,上下摆动,带动螺旋清挖部进行升降,使之即能满足各种淤积厚度的清挖要求,又可在通过进出水仓入口的坡道时抬升,以防和地面碰撞。

(4) 储料斗安装在刮板上料部上端,并与刮板中部槽形成封闭的箱体,储料斗上设有泵送吸料口,并通过泵送吸料口与输送泵相接。储料斗中还设有搅拌轴,用于防止物料沉淀板结,这是由于水仓淤积物中颗粒成分多,泌水性好,极易沉降板结,而一旦发生板结,不仅储料斗的有效容积会

大幅降低,而且还会堵塞泵送吸料口。搅拌轴与刮板上料部的主链轮轴通过链传动相联接,并由液压马达驱动。

(5) 泵送部为液压驱动的柱塞泵,出料压力大,能够满足大型水仓清挖的长距离输送需求。当然泵送部也可采用渣浆泵等泵送设备,其目的是将储料斗中的淤泥通过管道泵出水仓或者装车,以便进行下一步的处置,例如,通过固液分离机脱水后用于充填或通过矿车提升到地面,或者通过二级高压泵送设备泵送至地面等。

五、工艺流程图

工艺流程图如图2所示。

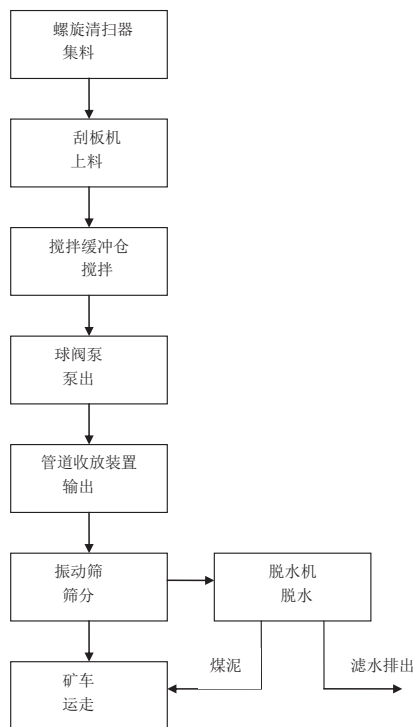


图2 工艺流程图

六、创新技术

新型水仓清挖泵送机借鉴了现有水仓清理技术与清理机的研究和应用成果,克服了现有水仓清理机的不足和缺陷,主要研发或采用了以下创新技术。

(1) 无轴螺旋不沾料清挖技术。由于淤积特性的原因,水仓中不同位置淤积物的粒度和黏度有很大差别,靠近水仓入口处,粒度大、黏度小及不易粘料,而在水仓深处;淤积物的黏度很大、极易粘料。现有设备的清挖螺旋多采用有轴

形式,淤积物极易粘结在螺旋轴上,增加清挖部的工作负荷,影响清挖效果,严重时甚至粘结形成一个煤泥圆柱体,使之失去清挖和集料作用,而无轴螺旋彻底避免粘轴并具有良好的自清洁性能,能够适应水仓中不同部位淤积物的清理。

(2) 可调清挖幅度摆动螺旋技术。由于巷道内各处的宽度不同,而且还有转弯。现在水仓清理设备,通常采用单轴长螺旋作为清挖部,为了能够在巷道内通行,螺旋的长度必须小于巷道的最小宽度,一般要比最小宽度小500~1 000mm,使水仓一次行程的清理率大幅降低,影响了清理效果。而该机的两个清挖螺旋可在水平面内进行摆动,改变清挖幅度,以适应巷道的宽度变化和弯道行进的需求,减少一次清理的残留,提高清理效率改善清理效果。

(3) 防泄漏抛物上料刮板输送技术。现有的刮板上料水仓清理设备,上料刮板的输送距离长,刮板和中部槽之间存在较大缝隙,返流和漏料严重,上料效率极低,当淤积物较稀时甚至无法上料。该机通过以下技术,解决了上料的效率问题:一是加快刮板的运行速度,形成对淤积物的抛射,(能够将淤积物象泼水一样泼入储料斗),即使在没有中部槽的情况下,也能将淤积物抛入储料斗中;二是在刮板上安装橡胶防漏板,提高刮板与中部槽的密封效果,减少泄漏量。

(4) 低阻拦并列链轮传动技术。现有的上料刮板输送机都是采用两侧链轮的双链传动结构,在清挖螺旋向中间上料刮板输送机的推送淤积物时,两侧的链轮成为阻挡淤积物进入提升刮板的障碍,影响了清挖螺旋的输送喂料效果和刮板的提升效率。该机将两侧链轮合成一个双链轮,并置于刮板中间,使淤积物能够无阻碍地进入上料刮板,改善了清挖和上料效果。

(5) 高压柱塞泵逻辑型全液压控制技术。由于水仓中通风条件较为恶劣,对设备的防爆要求较高,而液压元件和控制系统是主要爆源。液压逻辑控制传动系统主要包括行走部分、螺旋清挖机构摆动及升降部分、刮板机驱动部分和泵送部分。其中,泵送部分液压系统采用逻辑液压回路,通过逻辑阀拾取液压缸位置信号,当活塞运动到一端时,装在液压缸该端的逻辑阀阀芯开启,逻辑控制口油压升高,并作用于液控两位四通换向阀上,使液压缸换向,省略了电磁换向阀和电控系统,满足了井下的防爆要求。

七、试验及过程

在河北矾山磷矿-400水仓内、济宁许厂煤矿-430清淤

巷内进行了工业试验,现场水仓设有内、外两个仓(有的兼有第三个仓),仓的高度为2.5~3m,宽度为3~3.5m,如图3所示,入仓口下坡斜度 $16^{\circ}\sim 18^{\circ}$,如图4所示,在水仓引巷入口及水仓坡道一侧,有宽为0.6~0.9m,深0.7~1.0m的入水槽,在整个巷道内铺有宽度为900mm钢轨,钢轨超出地面0~100mm不等,水泥地面个别路段变形鼓起,钢轨外侧鼓裂有时高出钢轨,其他个别路段无水泥地面,轨道及枕木高出地面200~300mm。其中一个仓内有约 $60^{\circ}\sim 100^{\circ}$ 拐弯。仓内一侧1.6m高处有 $\Phi 300\text{mm}$ 的排水管道,如图5所示。

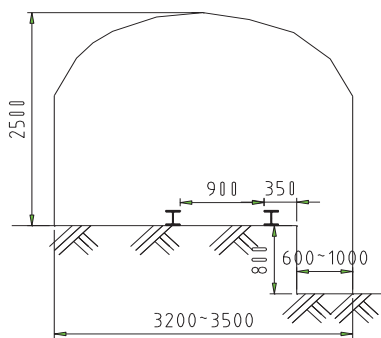


图3 水仓尺寸图

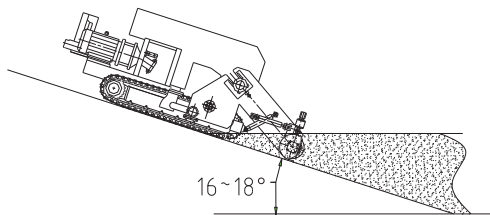


图4 入仓口下坡斜度图

设备运行情况:

(1) 集料螺旋及刮板机

螺旋及刮板机共用一个液压马达进行驱动,运行时能够正常运转。螺旋机在巷道内对于可堆积的物料有很好的集料效果,对流动性好(不可堆积)的物料(由于物料自然的流动性)不易集料;刮板机输送效率较高,刮板与壳体的密封效果良好,在二分钟内充满集料斗(容积 0.15m^3);刮板机输送 $28\text{m}^3/\text{h}$ (理论计算)。

(2) 升降油缸和摆动油缸

升降油缸安装于底盘总成前部,缸径 $\Phi 63\text{mm}$,可将集料螺旋及刮板机整体升降,运行平稳;摆动油缸安装于刮板机两侧,与左右螺旋相连接,实现向前摆动,运行平稳。

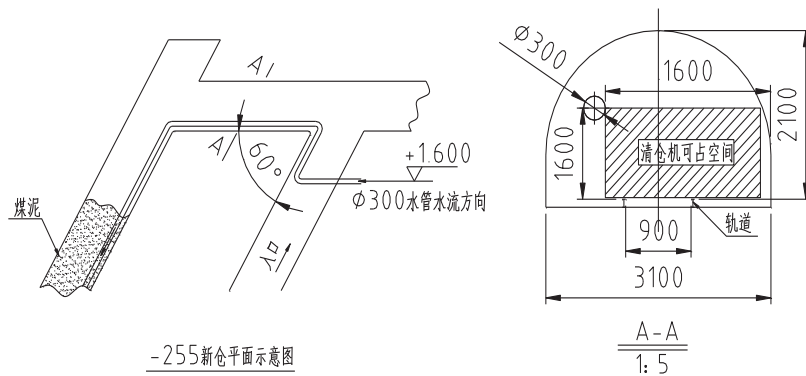


图 5 排水管位置图

(3) 行走机构

由两条履带（含液压马达）及连接架组成，履带宽度 300mm，底盘整机宽度 1500mm，能够进行直线和转弯的正常行走，行走速度 830m/h（理论计算）。

(4) 球阀泵

球阀泵即单缸柱塞泵，安装于底盘的中上部，入料口通过弯管与刮板集料斗连接，通过 $\Phi 102\text{mm}$ 内径的钢丝橡胶软管，能够输送沙泥（磷矿）及煤泥（煤矿）。

(5) 运行数据

◎ 刮板机油泵出口压力 11 MPa，转速 45 r/min，线速 0.58m/s

- ◎ 集料螺旋，转速 45 r/min。
- ◎ 料缸往复频率 10 次 /min。
- ◎ 推料时油泵出口压力 11 MPa。
- ◎ 输送距离 82m，高度 5~6m。
- ◎ 履带，行走马达液压压力 17MPa，可调，行走正常。

八、存在的问题和改善措施

现场存在的问题有：

- (1) 液压系统温升较快，受结构限制，油箱难以做大，影响散热。
- (2) 设备外形尺寸偏大。
- (3) 履带轨道内行走时，受轨道高度的影响，不易转弯，铺垫木板至轨道高时可转弯。
- (4) 在不平路面，地面易碰触底盘。

水仓清理泵送机改进计划：

- (1) 完善液压系统设计优化配置。
- (2) 为了适应在水仓坡道（一侧有入水沟）及洞内不同宽度位置行走，对设备作如下改进：
 - ◎ 缩小履带底盘宽度。
 - ◎ 缩小刮板机宽度，减小过多输送余量。
 - ◎ 缩短螺旋长度，满足不同洞宽的物料收集。
- (3) 配套具有较强爬坡能力的履带底盘，提高刚度和可靠性。
- (4) 提高设备的整机性能。

九、结论

通过上述工业试验，该机能够适应水仓复杂的地面状况，行走平稳。清挖幅度与水仓两侧壁间距小，清理残留少，上料无遗洒和输送无泄漏，避免了对水仓的二次污染，管道输送距离远，可直接将淤积物泵出水仓。■