

卸船机物料转载系统优化设计

崔瑞洪

(沧州黄骅港矿石港务有限公司 河北 沧州 061100)

摘要: 文章对实际接卸矿石过程中卸船机物料转载系统存在的主要问题进行分析,对料斗斗门、振动给料器、溜槽调料板、调料板手摇推杆等进行了优化设计,有效地减少了卸船机接卸物料过程中的设备停时,提高了设备的安全性能,保证了设备的安全平稳运行,也节省了维修和清料的人力物力,提高了接卸效率。

关键词: 卸船机; 物料转载系统; 优化设计

0 引言

沧州矿石公司续建项目卸船机使用的是上海振华设计的四卷筒差动补偿牵引小车桥式抓斗卸船机,可沿码头轨道作工作或非工作性运行,有效工作运行距离为 $\pm 420\text{m}$,用于卸载矿石(矿石容重为 $2.0 \sim 2.7\text{t/m}^3$),卸矿能力为 2500t/h ,最大卸矿能力为 2750t/h 。矿石经25万吨级运输船运至码头,由抓斗将矿石卸进料斗,然后,矿石由振动给料器从料斗卸出,再经由移动三叉漏斗有选择地送到安装在码头上的三条皮带机中的其中一条上,再将矿石输送到其他皮带机到堆场或转运装车。

1 卸船机物料转载系统现状分析

矿石在卸船机内进行输送的时候,途径料斗、振动给料器、移动溜槽、斜溜槽及导料槽到达皮带^[1]。在实际接卸矿石的过程中,由于所接卸矿石的粒度、含水量和粘性等指标远超出设计参数,因此,经常出现一些影响生产和安全的问题,制约了卸船机的生产效率。主要问题如下:

(1) 卸船机接卸物料时,物料从料斗经过振动给料器向下游输送,就要受到斗门控制,由斗门的开度控制物料的流量。在接卸部分物料的过程中,由于斗门滑道是通体向内突出并一直延伸到振动给料器,物料的流动受到斗门滑道的阻碍,造成物料流动不畅,使得振动给料器运行不稳,多次出现振动给料器憋停、振动不稳等现象。

(2) 振动给料器是物料输送过程中的主要动力部件,能够确保物料顺利由料斗中转运出来,但在输送粘料和水料的过程中,振动给料器后方和侧方会产生严重的冒料情况,物料从振动给料器四周落下,造成振动给料器弹性振动块振动频率不足;移动溜槽小车驱动站和轨道积料,移动溜槽小车不能正常移动、对线;负一层平台出大量积料,使负一层平台出现钢结构变形。对卸船机

的钢结构和正常生产造成不良影响。

(3) 物料由溜槽落到皮带上时,需要靠溜槽调料板来调节物料在皮带上的位置,保证皮带不会跑偏。振华设计的调料板在溜槽下部一侧,当物料冲击过来时,只能从该侧进行调节,部分物料的落料点较调料板高,调料板不能很好的起到调料作用,造成皮带跑偏而无法调节的情况。

(4) 溜槽调料板的手摇推杆设计在负一层格栅下方,需要从皮带机廊道上进行调节,由于卸船机调料板调节皮带跑偏都是在作业过程中进行调节,这时卸船机会存在大车走行的情况,调节调料板存在较大的安全隐患,而且由于需要皮带巡视来调节手摇推杆,BM皮带较长,往往皮带巡视需要较长时间才能到达需要调节的位置,耽误了生产作业效率。

2 卸船机物料转载系统优化设计

针对卸船机物料转载系统中出现的问题,进行了系统的优化改造。

2.1 改进料斗斗门结构

料斗斗门原来为全包围式滑道,整个斗门由两侧各4个,共计8个滚轮在滑道内运行^[2]。当斗门开度为0时,斗门最下端的滚轮距离滑道下端有320mm的余量,这部分滑道不影响斗门的正常开闭,但是会影响料斗物料的下料速度,造成物料在该处卡滞。去掉这部分斗门滑道,可以增加物料在斗门处的通过效果。

原斗门宽度 $b_1=1900\text{mm}$,斗门滑道宽度 $b_2=170\text{mm}$ 。斗门开度30时,相同物料的流速为 v ,斗门高度为 h ,原斗门处流量:

$$Q_1 = Sv = b_1 hv$$

改造后斗门处流量:

$$Q_2 = Sv = (b_1 + 2b_2) hv$$

改造后流量增加:

$$\Delta Q = (Q_2 - Q_1) / Q_1 = 17.9\%$$

经过计算,斗门滑道改造后流量可以增加17.9%,并且物料的流动状态贴近于流体力学中的紊流状态,且流速较慢,因此可以用上述公式进行表述。

将斗门滑道内部这一部分去掉后,为保证斗门滑道的强度,在外侧法兰连接处进行了段焊加固。

实际使用过程中,该处斗门滑道不仅影响物料流量,由于物料存在一定的黏性,滑道处积料会随着时间的增长而增加,最后造成下料不畅,使得振动给料器运行不平稳,最后憋停,经过对振动给料器的多次启动监测,查出振动给料器和斗门积料存在相应的关系,振动给料器运行受到积料影响较大。

经分析振动斗门积料后振动给料器憋停的电流,此时振动给料器的振动受到斗门积料的影响,振动幅度变小,振动电增大,物料的下落速度也变慢,直至给料器断路开关跳闸。

分析合闸后振动给料器启动的电流发现,振达马达启动后,其电流一直保持在较高点,超出振动给料器设计的正常运行电流,且振动频率小,下料效果差,运行一段时间后,再次停机。

经测量振动给料器正常启动时的电流,可以得出,振动给料器在正常启动运行时,振打马达瞬时电流增大,随后在一两秒内迅速降低到低于设计额定电流的水平,振动幅度大,振动平稳,下料迅速。

斗门结构优化设计后,振动给料器的憋停问题得到很大改善,不需要再频繁地清理斗门滑道,跳闸合闸,运行平稳,下料顺畅。

2.2 振动给料器增加防溢料装置

当物料含水量较大时,由于振动给料器的振动频率较高,振动给料器外沿和料斗斗壁之间受到振动影响,会造成物料的积聚,从振动给料器的后方和侧方三边缝隙中溢出。这些积料会积聚在振动给料器四周、下方的移动溜槽小车及负一层平台,造成设备损害和生产停滞。

振动给料器四周冒料是接卸这些物料的必然情况,因此需要从外部解决该问题,在不改变振动给料器的运行情况下,在其四周需要增加能将冒出的料挡住,且能沿着振动给料器输送到下方的溜槽的置,防止物料的下落。

本卸船机使用的是JOST旗下FUFB系列振动给料器,额定卸载能力2500t/h,最大卸载能力3125t/h,整机长3.3m,宽3.4m,高1.7m。实际振动给料器簸斗长3.1m,宽2.25m,要在此基础上增加外部空间,使得外溢的物料跟随振动给料器振动向下,这样,物料冒出后,先留存在护板内部,然后跟随振动给料器的振动,向下输送到下游的溜槽中,相当于对振动给料器进行了外延的扩大,增加了溢料的输送途径。由于振动给料器处的料斗斗壁上安装了耐磨衬板,需要定期进行检查和更换,

护板就需要流出相应的空间,并且制作成可以拆卸的活动护板,采用了螺栓固定,方便后续的衬板检查和更换。

初步拟定改造方案,护板向左右各延伸 $b_1=200\text{mm}$,护板高度 $h_1=300\text{mm}$,向后延伸 $b_2=150\text{mm}$,高度 $h_2=300\text{mm}$ 。其改造长度和宽度与振动给料器簸斗尺寸一致,长度 $b=3.1\text{m}$,宽度 $a=2.25\text{m}$,因此可以扩展振动给料器空间:

$$V=2b b_1 h_1 + ab_2 h_2 = 0.47325 \text{ (m}^3\text{)}$$

矿石容重为 $2.0 \sim 2.7\text{t/m}^3$,按照平均数 $\rho=2.35\text{t/m}^3$ 计算,新增加的外部空间可容纳物料:

$$M = \rho V = 1.11 \text{ (t)}$$

按照冒料最多的时候计算,每小时约冒料5t,振动给料器容积为:

$$V_1 = 2.23 \text{ (m}^3\text{)}$$

振动给料器额定效率 $e=2500\text{t/h}$,增加护板处空间的下料效率为:

$$e_1 = (V/V_1) e = 530 \text{ (t/h)}$$

由于增加护板位置受料斗外壁和防尘罩大小等影响,其效率约为正常效率的20%,因此,护板空间的下料实际效率约为:

$$e_2 = 20\% e_1 = 112 \text{ (t/h)}$$

经计算可知,改造后每小时下料效率超出了每小时冒料速率,可以及时将给料器冒出的物料及时排到下部溜槽中。

在后续的使用中,振动给料器护板受到较长时间的振动,出现了螺栓松动现象,为此,将固定的普通螺母更换为尼龙放松螺母,解决了螺栓松动问题。受到振动给料器的长期振动,8mm厚钢板制作的护板又出现了开裂现象,又在原有的基础上,对护板增加了筋板,确保了护板的强度。

2.3 溜槽调料板结构优化设计

由于本港所接卸物料的比重较大,皮带的跑偏情况完全取决于上方溜槽调料板的调节效果,而振华设计的调料板只在溜槽下部一边,作业过程中调料效果不良,下方皮带无法达到跑偏效果,造成生产停滞。为使调料板增加调料效果,经过现场实际测量,在溜槽上部增加一处新的调料板,位于原调料板的对侧上方,称为上调料板,原来的调料板称为下调料板。

物料从溜槽下落,经由下调料板进行调节,确保物料落在皮带的位置,但由于该调料板只在一侧,相当一部分物料不能经过调料板的调节,直接落在皮带上,此时调料板失去了调节作用,造成皮带跑偏。

而增加了上调料板后,物料从溜槽下落的过程中,先经过上调料板的一次调节,继续下落,再经过下调料板的二次调节,这样两侧调节后可以准确的落在皮带的中间位置,确保了皮带跑偏的可调节性。

物料先经过上调料板,当物料为块料等流速较快的物料,此时上调料板处于原始位置,物料冲击在下调料板上,由下调料板进行调节物料落在皮带上的位置,达到跑偏效果。当物料为粉料、粘料等流速较慢的物料时,物料不能冲击至下调料板,直接落在皮带上,造成皮带跑偏,此时就需要调节上调料板,使物料在上调料板处抛起,可以落在下调料板上,进行二次调节,确保物料在皮带上的位置,起到调偏效果。

此外,增加了上调料板后,使得物料最少经过一次调料板的调节,不会直接落到皮带上,减少了物料对皮带的冲击力,对下方的皮带运行起到了一定的保护作用,防止由于长时间的直接冲击造成的皮带架变形等问题。

2.4 调料板手摇推杆形式改进

振华卸船机的溜槽调料板的手摇推杆设计在负一层格栅下方,要从皮带机廊道上进行调节,由于卸船机调料板调节皮带跑偏都是在作业过程中进行调节,这时卸船机会存在大车走行的情况,调节调料板存在较大的安全隐患,而且由于需要皮带巡视来调节手摇推杆,而BM皮带较长,约有1300m,往往皮带巡视需要较长时间才能到达需要调节的位置,耽误了生产作业效率。这就需要将手摇推杆调节从皮带机廊道上进行调节改为可以从卸船机负一层上方进行调节,这样卸船机监护就能随时调节溜槽调料板,解决这个问题。

为此,在不破坏大的结构的情况下,只能从手摇推杆自身出发,进行改造。经过现场调研,在不影响推杆效果的情况下,将原有的一字型手摇推杆改为L型手摇推杆。

新设计的推杆支撑点和连接U型槽采用和原一字型推杆相同的设计,可以省却在卸船机结构上再进行改造,节省改造资金,并且不需要重新设计钢结构,节省改造时间。更改后L型手摇推杆的摇柄由原来的横向转动调节,更改为向上增长至600mm,在负一层格栅上开孔,使摇柄伸至负一层上方,将摇柄的转动调节设置在负一层上方。这样,调料板的推杆调节可以从由皮带机巡视在皮带走廊调节改为由卸船机监护在卸船机负一层调节。

同时,对推杆的相应的参数也进行了优化:

原有推杆的推进速度为 $v_1=0.53\text{mm/r}$,行程为 $L_1=250\text{mm}$;

改型推杆的推进速度为 $v_2=1\text{mm/r}$,行程为 $L_2=350\text{mm}$ 。

改型后,推杆的行程和调节效果和效率也有了一定提升。

根据推杆调节同样行程 L_0 的情况下,新推杆较旧推杆的调节时间节省 Δt :

旧推杆调节所需时间 $t_1=L_0/v_1$,

新推杆调节所需时间 $t_2=L_0/v_2$,

$$\Delta t=t_1-t_2=L_0/v_1-L_0/v_2=L_0(v_2-v_1)/v_1v_2$$

即单位行程下调节效率提升:

$$E=\Delta t/t_1=L_0(v_2-v_1)/L_0/v_1=(v_2-v_1)/v_2=47\%$$

由此可见,更换新推杆后,单个推杆不仅行程增加了100mm,增大了调节范围,而且单位距离的调节效率也增加了47%,节省了调节时间。

3 结语

卸船机物料转载系统优化设计均在六台卸船机上实施应用,效果良好,有效地减少了卸船机接卸物料过程中的设备停时,提高了设备的安全性能,保证了设备的安全平稳运行,也节省了维修和清料的人力物力,提高了公司的接卸效率,赢得了良好的口碑,吸引了更多的客源。同时减少了卸船机接卸过程中的冒料散料问题,提升了卸船机的环保能力,为所在地区的环保提升贡献一份力量。

参考文献:

- [1] 王东升,李建华,顾伟峰.卸船机卸料系统整体优化[J].港口装卸,2016(4):28-30.
- [2] 邵海林.链斗卸船机卸料头上部卸料轨迹设计与分析[J].港口装卸,2021(03):13-16.

作者简介:崔瑞洪(1988.08-),男,汉族,河北邯郸人,本科,工程师,研究方向:卸船机管理与维护。