# 翻车机系统的优化改造

陈东东，郑延涛

（内蒙古包钢钢联股份有限公司焦化厂，内蒙古 包头 014010）

**摘 要**：运用机械设计理论，经过理论验算，结合现场实际情况，通过对翻车机系统一系列的改造优化，从而降低翻车机系统故障率，达到提升翻车效率。经过实践表明，改造后的翻车机系统，更加能够稳定高效的运行。

**关键词**：减速机设计；破碎头；销齿；上料系统

**中图分类号**：TH237⁺.3 **文献标识码**：B **文章编号**：1009－5438(2018)01－0016－04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.01.006

# Optimization and Modification of the Car Dumper System

*CHEN Dong－dong, ZHENG Yan－tao*

(*Coking Plant of Inner Mongolia Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

**Abstract**: Based on the theory of mechanical design, after theoretical calculation, combined with actual situation of the site, through a series of optimization and modification for car dumper system, the failure rate of car dumper system is reduced and the turnover efficiency is improved. The practice shows that the transformed car dumper system can be more stable and efficient.

**Key words**: reducer design; crushing head; pin tooth; feeding system

翻车机是一种用来翻卸铁路敞车的大型机械设备。它适用于大型火力发电厂、港口、化工厂和冶金企业的烧结厂、焦化厂，以及煤炭行业的洗煤厂，用来翻卸装载原煤、精煤、焦碳、矿石、粮食等散类货物的高边敞车、煤车或专用敞车。翻车机卸车线是提高生产效率，节约劳动力，改善劳动条件以及使卸车作业完全实现机械化和自动化的途径，也是现代企业的需要[1]。包钢焦化厂2#、3#翻车机系统设计卸车能力为15车/h，采用的是FZ1—4型O型翻车机可翻卸C50—C65、C70高边铁路敞车所装载的散粒物料[2]。该系统设备由1台翻车机、1台拨车机、1台迁车台、1台铁牛推车装置、1台夹轮器、1台清篦机组成。系统由PLC控制，可实现全线自动控制、集中计算机操作和机旁手动操作3种操作方式。

## 1 翻车机系统存在的问题

由于受历史条件的限制，加之近些年的连续运行，焦化厂在设备检修及操作存在较大安全隐患，翻车机大回转减速机频繁发生事故，三年内共计损坏了5台减速机，致使翻车总数不及平时的60%～70%，大大降低了翻车效率；而清篦机投入使用以来使传统的人工打块工作变成了机械化作业，从而提高翻车效率，减轻了工人的劳动强度，但是由于现场环境差，来煤中石头及杂物比较多，致使设备暴露出一些问题，如破碎头易脱落、行走传动系统销齿易折断等问题，且通过调研翻车机的工艺操作效率，发现

* **收稿日期**：2017－10－12

**作者简介**：陈东东(1986－)，男，内蒙古乌兰察布市人，助理工程师，现从事企业管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

翻车机附属系统如皮带系统倒料也存在长时间等待现象。但总体来说,降低了翻车效率,为提高卸车生产效率和设备安全,决定对其进行大修改造,包括翻车机减速机的改造、清篦机的优化、皮带上料系统的优化等工作。

## 2　翻车机减速机的改造

### 2.1　减速机损坏部件分析

5 台减速机损坏部位不同,其中 2 台减速机是一段齿轴,二段齿轮打齿、啃齿破坏;1 台是二段、三段齿轮打齿、啃齿破坏;1 台是一段齿轴从轴承的轴肩处整体断裂;1 台是减速机上盖在二段轴承盖外沿处断裂。

分析结果:减速机损坏部位的多样性,意味着并不是减速机局部有设计薄弱环节或加工安装缺陷,这样,大致可判断是由于整台减速机强度不够或受到较大的外力冲击造成损坏。

### 2.2　减速机技术校核

#### 2.2.1　减速机强度校核

电动机型号为 YZRW280M,功率 45 kW,转速 $n_1$ 为 560 r/min,通过对运转中观察电动机启动电流,启动声音,电动机功率选择是比较恰当的,故可参照电动机功率来校核减速机功率[3]。

(1) 根据减速机选用公式须满足式(1)

$$P_{2m} = P_2 \times f_1 \leqslant P_1 \quad (1)$$

式中:$P_{2m}$—— 减速机计算功率,kW;

$P_2$—— 负载功率(电动机功率),取45 kW;

$f_1$—— 工况系数,普通带式输送机负荷为中等冲击,$f_1 = 1.5$;翻车机是频繁往复启动,运转中又有变化较大的偏心重力矩,考虑其安全性,应选强冲击载荷 $f_1 = 2$。

$P_{2m} = P_2 \times f_1 = 45 \times 2 = 90$ kW

(2) 确定公称输入功率 $P_1$

ZSY315 – 40 减速机,当 $n_1 = 750$ r/min 时,$P_1 = 80$ kW,而目前驱动电机 $n_1 = 560$ r/min,折算公称功率:

$P_1 = 80 \times 560/750 = 59.7$ kW

(3) 校核强度

$P_{2m} = P_2 \times f_1 = 45 \times 2 = 90$ kW > 59.7 kW。

由于 $P_{2m} < P_1$,减速机选用不合格。

#### 2.2.2　制动器的强度校核

制动器强度校核采用同最大启动转矩比较的方法。

(1) 确定电动机额定转矩 $T_d$,运用公式(2)

$$T_d = 9\,550 \times P_d/n_1 = 9\,550 \times 45/560 = 767.4 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (2)$$

式中:$P_d$—— 额定功率,kW。

(2) 确定电机最大转矩

电动机为断续定额电机,其最大转矩为额定转矩的 2 倍,因此最大转矩 = 767.4 × 2 = 1 534.8 N·m。

(3) 强度校核

制动器型号为 YWZ400/90 – 10,制动器转矩为 160 kg·m = 1 568 N·m

故制动器转矩大于电动机最大转矩。说明在制动时减速机将承担比启动时更大的载荷,原减速机同样不能满足制动产生的载荷。

#### 2.2.3　环境温度分析

ZSY 硬齿面减速机,减速机工作环境温度为 –40 ~ 45 ℃,低于 0 ℃时,启动前润滑油应预热。车间厂房工作环境温度在冬季时为 0 ℃以下,但无预热措施,减速机损坏也大多发生在冬季,环境温度的影响也是不可忽视的。

#### 2.2.4　振动分析

翻车机运行时,减速机和基础楼板振动较为剧烈,这严重影响了减速机的使用寿命,对基础楼板也是较大的隐患,其主要原因经分析有两个,一个是减速机整体强度较偏小,又承受较大的冲击载荷,造成振动,另一个原因是支撑减速机楼板下两钢筋混凝支柱相隔较远有 6 m 左右。

### 2.3　改造方案设计

#### 2.3.1　选定减速机校核

选用 ZSY450 – 40 型减速机

#### 2.3.2　减速机强度考核

ZSY450 – 40 减速器,当 $n_1 = 750$ r/min 时,$P_1 = 235$ kW 目前驱动电机 $n_1 = 560$ r/min,折算公称输入功率 $P_1$:

$P_1 = 235 \times 560/750 = 175.5$ kW

$P_{2m} = P_2 \times f_1 = 45 \times 2 = 90$ kW < 175.5 kW

由于 $P_{2m} < P_1$,故可选用。

#### 2.3.3　制动器校核

采用制动器制动力矩换算成功率进行比较。

$P_d = T_d \times n_1/9\,550 = 1\,568 \times 560/9\,550 = 91.9$ kW < 175.5 kW

同样 $P_d < P_1$,满足条件,说明该型减速机能够

中国知网　https://www.cnki.net

承受制动载荷。

2.3.4 热平衡功率 $P_{2t}$ 校核

$$P_{2t} = P_2 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \leqslant P_{G1} \quad (3)$$

式中:$f_2$——环境温度系数,选取1.15(当环境温度为30 ℃时);

$f_3$——小时负荷持续率系数,选取1(每日24 $h$);

$f_4$——功率利用系数,根据$P_2/P_1 = 45/175.5 = 25.6\%$,故$f_4$选取1.5;

$P_{G1}$——热平衡临界功率,$P_{G1}$ = 230 kW(条件:较大车间)。

$P_{2t} = 45 \times 1.15 \times 1 \times 1.5 = 77.5$ kW < 230 kW,满足热平衡许用功率条件。

### 2.4 改造方案实施

2.4.1 减速机底座设计

改造后减速机尺寸,基础地脚尺寸均发生较大变化,需重新设计减速机底座,以驱动小齿轮中心线为基准设计满足减速机标高,地脚螺栓位置配位设计减速机底座并在减速机底座内设置蒸汽、采暖管道来满足润滑油冬季启动温度。

2.4.2 高低速轴联轴器选择

原减速机高速轴轴径为48 mm,改型减速机轴径为60 mm,经测算将原YWZ400/90-10联轴器扩孔为60 mm许用转矩仍能满足要求。

低速联轴器,根据改型减速机轴径和转矩,选用GⅡCLn型鼓形齿式联轴器[3],经校核满足转动要求。

2.4.3 减速机下楼板加固

在减速机楼板下振动较为严重的地方,重新浇注混凝土支柱一根,尺寸为500 mm×600 mm,用来增加减速机底座楼板的强度,从而减小的基础楼板的振动,提高了减速机的稳固性。

## 3 清篦机的优化改造

### 3.1 清篦机破碎头易脱落的改造

在使用过程中,由于来煤有石头杂物,与冻块混淆,不易分辨,清篦机在破切冻块时,锤头经常敲击在石头上,造成锤头与固定支座连接部分由于卡槽较浅,在剪切力作用下,造成固定螺栓被剪断,致使锤头脱落,每两天平均要掉落一个,严重影响清篦效果。

根据这种现象,对固定支座进行了重新设计更新,整个锤头铸造成一体,将固定支座的卡槽加深,连接螺栓直径由原来M16加大到M18,采用挡板固定,使锤头在固定支座内更加牢固,避免了锤头缺损,提高破块能力,结构见图1。

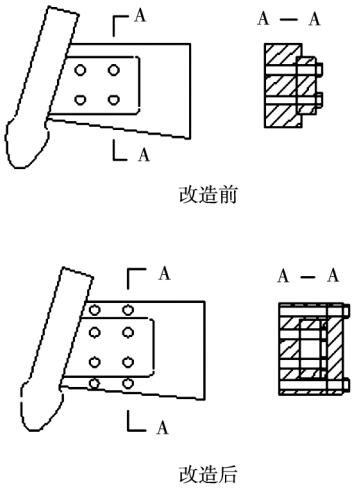



图1 清篦机破碎头改造示意图

### 3.2 走行传动系统销齿易折断的改造

走行传动系统销齿原设计采用双列单侧驱动,由于冬季冻块较多,在破切时车体受力较大,经常造成销齿折断,直接影响清篦机正常行走,造成车体扭斜。据此现象,将原双列单侧驱动改造为双列双侧销齿传动,增加了清篦机销轮和销齿的啮合对数,减少了销齿的受力,大大提高了清篦机的走行传动系统稳定性[4],见图2。

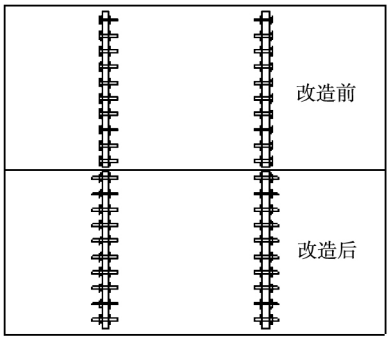



图2 清篦机走行改造示意图

### 3.3 破碎转子减速机改造

冬季由于冻块较大、较硬,清篦机在破切冻块时产生较大的转动惯量,经常使转子减速机发生啃齿,轴承损坏和齿轴断裂。经过现场分析,原设计转子减速机由于选型偏小,不能满足现场需求,是造成减

中国知网 https://www.cnki.net

速机损坏的主要原因。现将原转子减速机 ZLY224－11.2—ⅠX 升级为 ZLY250－11.2—ⅠX 减速机[5]，经过一年多的运转，没有在发生以上类似情况。

## 4　皮带上料系统的改造

### 4.1　上料系统存在的问题

翻车机物料输料线由于走向单一，实际生产中需要反复倒换料线，需要翻车机停车等待，通过对翻车机输料皮带去筒仓数量统计，只有一套皮带料线才能去筒仓由于料线缺少，2 台翻车机不能够同时作业，生产中需要反复倒换料线，每次倒换料线最短时间约为 30 min，频繁操作导致作业时间严重延长，见图 3。

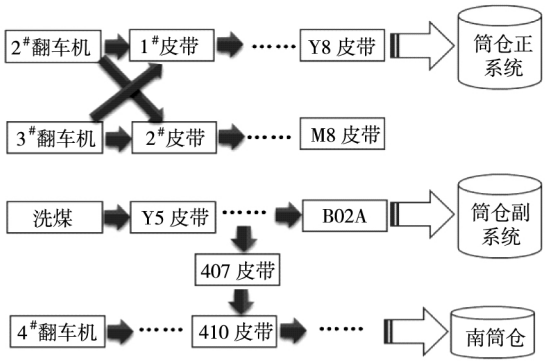



图 3　上料系统示意图

### 4.2　上料系统的改造

通过缩短 4#皮带通 Y5 皮带实现翻车机双料线作业，使得 4#皮带走 Y5 皮带，通往筒仓副系统，2 台翻车机实现同时作业。

将 Y8 通廊东侧在付 C1 通廊处开口制作溜槽，2#、3#翻车机到筒仓即可实现双料线上煤。

由于 4#翻车机只负责南筒仓作业任务，作业任务量小，停用 4#翻车机，依托 2#、3#翻车机作业能够同时南北筒仓同时运煤，见图 4。

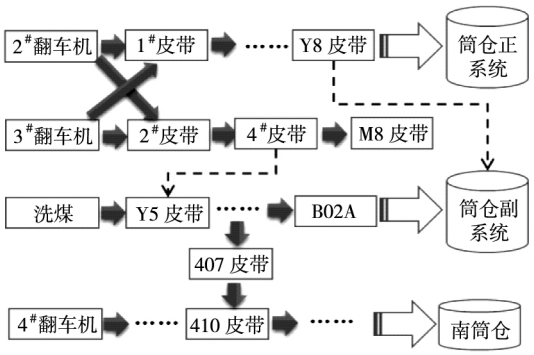



图 4　上料系统改造示意图

## 5　结论

(1) 翻车机系统改进后，通过 2 年的生产使用，翻车机系统故障率明显降低，由原来的 24% 降低至 15%。

(2) 清篦机锤头和销齿损坏数量降低了 83%。

(3) 通过皮带系统改造，可以实现双料线翻车，提高翻车机卸车效率，翻车效率比现在提高一倍，特别是存在检修影响翻车作业时，可以较好的协调，生产柔性水平得到明显提升。

### 参　考　文　献

[1] 杜勇. 翻车机系统研究及优化设计[D]. 武汉: 武汉大学,2004.

[2] 师惠清,耿敬刚. FZ1－4“O”型翻车机的改造[J]. 包钢科技,2009,(3):44－45.

[3] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社,1997.

[4] 濮良贵,纪名刚. 机械设计(第七版)[M]. 北京: 高等教育出版社,2001.

[5] 詹启贤. 自动机械设计[M]. 北京: 中国轻工出版社,1994.

中国知网　https://www.cnki.net