

# 多绳落地摩擦式提升机天轮快速更换工艺研究

翟学建

平煤神马矿建公司安装处 河南 平顶山 467000

**摘要:** 矿井提升设备在矿山生产工作中占据着较高的地位,其性能就将会直接关系到矿井工作环境的安全稳定性以及实际的生产效率。尤其是在矿山作业强度不断提升的当前环境下,采用多绳落地摩擦式提升机便显得尤为重要,其天轮在长久的使用后会现磨损严重的问题。为此,需要结合运用液压调绳装置,并配合应用汽车吊配技术,切实优化原本的工作流程,显著提升了作业的效率和安全稳定性,也可以切实降低工作人员的劳动强度。本文将针对多绳落地摩擦式提升机天轮快速更换工艺的设计理念以及实施步骤等进行分析,旨在帮助更多矿山处于安全生产的环境,并有效提升工作效率。

**关键词:** 多绳落地摩擦式提升机;天轮更换;工艺优化

## 1 概况

某矿副井井筒 $\phi 7\text{m}$ ,井深700m,采用落地式摩擦轮提升机JKMD-3.5 $\times 4$ (Ⅲ)E,参数如下:

双罐笼提升(GDGK-3/9/2/2型),罐笼自重11.6t;

最大静张力570kN,最大静张力差140kN;

4根首绳 $\phi 36\text{mm}$ ,单位质量4.81kg/m,2根P8 $\times 4 \times 9-163 \times 27\text{mm}$ ,10.5Kg/m,间距300mm;

上天轮中心相对标高: +29m;

下天轮中心相对标高: +24m;

天轮自重16t(不含轴承座)。

因副井下天轮磨损严重,需予以更换。

**2 传统更换工艺方案(多以保持下轴承座不动,拆上端盖):**

2.1 施工工序:新天轮清洗注油、临时设施布置 $\rightarrow$ 锁B容器首绳、提A容器、扒首绳 $\rightarrow$ 拆旧天轮、安装新天轮 $\rightarrow$ 新天轮找正、注油 $\rightarrow$ 首绳入槽,落A容器、拆锁绳器 $\rightarrow$ 临时设施拆除 $\rightarrow$ 试运行、移交

2.2 停井前,将新天轮在地面提前清洗、注油(小吊车配合)。

2.3 停井后,将A容器提至上井口,在立架顶部平台上布置钢梁、锁绳器,锁住B容器侧首绳,在A容器提升间内布置滑轮组/大吨位手拉葫芦/电动葫芦(小绞车配合起吊设备并挂设布置),待更换的天轮后方用绳卡、手拉葫芦溜住首绳,采用稳车/大吨位手拉葫芦/电动葫芦起吊容器以松A容器侧首绳,用手拉葫芦吊起待更换天轮的绳槽内首绳并扒至一边,然后拆除轴承座上端盖、侧端盖<sup>[1]</sup>。大吊车起吊旧天轮落至地面,换吊新天轮起至安装位置就位(可垂直起吊时,大吊车独自起吊;不可垂直起吊时,辅以手拉/电动葫芦配合夺吊就位),操平找正

天轮后注入适量2#复合锂基润滑脂(腔体约2/3),恢复轴承端盖,落首绳入天轮绳槽,拆除手拉葫芦、绳卡,最后落稳车/大吨位手拉葫芦/电动葫芦并摘勾,使A容器自由悬垂在提升间内,启动提升机,落A容器约100mm,使B容器侧锁绳器楔块松弛,拆除锁绳器,更换完毕,最后试运行,合格后移交<sup>[2]</sup>。此种工艺人员劳动强度较大,井架提升间内施工环节多,占用井口时间长,危险因素多,安全管理风险大。

## 3 改进方案

本文探讨一种利用液压调绳装置松弛首绳,大吊车配合起吊更换天轮的施工方法。该液压调绳装置具有上下双排机械手,在B容器侧首绳锁住后,调绳装置上下排机械手能同时卡绳,从而交替提升或下放容器,进而松弛A容器侧首绳,达到能够拆卸天轮条件<sup>[3]</sup>。该装置作业安全性高,作业时间短,能够有效减轻人员劳动强度等优点,装置操作简便,性能可靠,安全可控,能有效提高生产效率<sup>[4]</sup>。

## 4 改进方案实施

本次施工采用锁绳器锁B容器(副罐)首绳,液压调绳装置提松A容器(主罐)首绳后,拆除上天轮上端盖,在井架上布置大吨位电动葫芦起吊上天轮(吊车不能够直接伸臂到位起吊),220t汽车吊夺吊旧上天轮落至地面,再用220t汽车吊起吊新上天轮至检修梁处,利用电动葫芦夺吊天轮就位的施工方案。

### 4.1 施工前准备

1) 施工前应对设备安装尺寸及技术参数进行校核,检查到货设备尺寸等是否符合设计要求,新天轮就地打开两端轴承盖用煤油清洗干净内部<sup>[5]</sup>。

2) 联系矿方确定临时用电点。

## 4.2 临时设施布置

1) 提前1天利用矿方检修时间, 220t汽车吊在井口房西南角空位处站位, 并将4台10t电动葫芦吊放于井架顶部的两根I50工字钢起重大梁(中间、东侧各1根)上布置好的 $\phi 28\text{mm}$ 钢丝绳扣上, 用于夺拉天轮就位用, 接通电源并调试好待用。



井架10t电动葫芦挂设布置

2) 利用220t汽车吊、 $\phi 24\text{mm}$ 钢丝绳扣, 将调绳装置(上、下双机械手)吊放在井架主罐侧下天轮平台I40C工字钢框架梁上, 用手拉葫芦调整好方向后, 将其中间连接梁螺栓固定, 再用电焊机将调绳装置底座梁与I40C工字钢框架梁点焊固定, 并接通电源、油管调试好调绳装置。



调绳装置安装布置

4.3 信号联系采用无线对讲机联系。

4.4 地面打开新天轮轴承端盖, 检查并煤油清洗后用彩条布包裹好, 用注油器对轮毂轴承注油, 最后对照好固定轮、游动轮起吊时朝向牢靠放置。

## 5 施工步骤:

施工工序:

施工前准备→临时设施布置→锁B容器(副罐)首绳、调绳装置提A容器(主罐笼)、扒首绳→拆旧天轮、安装新天轮→操平找正、注油→落A容器(主罐笼)、首绳入槽, 拆锁绳器、调绳装置→试运行→临时设施拆除→试运行、移交

5.1 锁副罐首绳, 提主罐松首绳、扒首绳

井口交予我方后, 拉好井口警戒线, 启动提升机, 将主罐笼提至上井口以下10m位置停车, 首先在天轮下平台利用4台锁绳器将副罐笼首绳锁紧<sup>[6]</sup>。分别在上天轮西

侧依次将2副 $\phi 36\text{mm}$ 绳卡、1根 $\phi 12\text{mm}$ 钢丝绳扣装在4根上弦绳上(南侧2根为1组, 北侧2根为一组), 再用2台2t手拉葫芦分别将南、北两组上弦绳临时锁在井架上, 防止其褪绳。

启动调绳装置, 调绳装置上机械手卡住主罐4根首绳, 向上提4根主罐首绳500mm后, 下机械手卡住主罐4根首绳, 然后上机械手再次卡住主罐4根首绳后松开下机械手, 上机械手将主罐首绳向上提500mm, 依次方法向上提4根主罐首绳, 直到4根首绳松弛量足以保证能从上天轮顺利扒出绳槽且不影响天轮吊装为止, 下机械手卡住4根首绳<sup>[7]</sup>。人力将4根首绳从上天轮绳槽里扒出, 2根1组分别摆在轴承座两边, 专人观察, 防止施工机具挤压、砸伤首绳。

## 5.2 旧天轮的拆除

由施工人员用扳手将上天轮两侧的轴承座上盖、端盖螺栓松开, 各用1台2t倒链将其吊至一边, 擦去轴承座油污, 在轴承座上用锯条标记出旧轴承两端在轴承座内位置, 轴承下底座及地脚螺栓保持原状, 然后开始上天轮的起吊。利用中间2台10t电动葫芦起吊上天轮脱离轴承座约100mm, 用事先准备好的帆布块和12#铁线将轴承绑扎好, 防止起吊过程中轴承滚珠脱落, 220t汽车吊挂钩配合向西夺吊旧天轮, 当220t汽车吊钩头完全受力后摘掉中间2台10t电动葫芦钩头, 220t汽车吊缓慢将旧天轮吊放至地面支架上。同时用锯条、破布清理轴承座内旧油脂并集中存放。

## 5.3 新天轮的吊装就位

220t吨汽车吊起吊地面新天轮, 缓慢将新天轮吊至上天轮平台处, 同时中间2台10t电动葫芦向东夺拉使其就位, 东侧2台10t电动葫芦辅助夺拉, 4台电动葫芦完全承担天轮重量后, 220t吨汽车吊摘钩, 4台电动葫芦配合调整天轮位置, 直至天轮对正轴承座正上方, 同落电动葫芦, 使新天轮落入轴承座内, 轴承两端对正原标记位置, 并进一步操平找正, 倒链摘钩, 盖上两个轴承上盖, 注入适量润滑脂后, 盖上2端轴承端盖, 人力盘动天轮观察, 确保转动灵活无卡阻。

## 5.4 首绳及主罐笼复位, 临时设施拆除及试运转

将4根首绳放入各自对应的新天轮绳槽内, 启动调绳装置, 松开下机械手释放4根首绳, 落上机械手至其油缸行程收完, 下机械手卡住4根首绳, 升上机械手至其油缸全行程伸出并卡住4根首绳, 松开下机械手释放4根首绳, 落上机械手至其油缸行程收完, 依此循环, 直到4根首绳松弛量基本下放完时, 保留一定松绳幅度拆除溜绳保险绳卡、手拉葫芦后继续下放主罐笼, 直至其在提升

间处于自然状态,松开调绳装置上、下机械手<sup>[8]</sup>。启动绞车,提升副罐笼约100mm高度后停止,拆除副罐笼侧锁绳器、锁绳梁等临时设施,用气割将调绳装置底座临时焊点割除,220t汽车吊将其吊离井架放至地面,拆除电动葫芦、钢丝绳扣等机具,用汽车吊吊至地面。检查井架、天轮平台,确认安全后进行试运转,合格后移交矿方,最后进行机具回收。

### 5.5 校核计算

5.5.1 本次吊装最重件为天轮本体,净重16t,起吊采用三一220t汽车吊,查三一220t汽车吊性能表,知其全配重作业工况下,工作幅度20m,臂长35.4m时,起吊能力31.5t > 16t,满足起吊使用要求。

井架上4台10t电动葫芦,两两1组,2台主吊,2台辅助夺吊,两台主吊时,起吊能力20t > 16t,满足起吊使用要求。

#### 5.5.2 钢丝绳扣校核

吊车起吊天轮均使用6\*19-1670-Ø28mm钢丝绳扣,双根使用,4根有效绳承重,单根破断拉力432KN,约43.2t,

$$\text{安全系数}K = (43.2 \times 4) / 16 = 10.8 > 6$$

满足安全规程要求。

挂设电动葫芦使用6\*19-1670-Ø28mm钢丝绳扣,2根有效绳承重,单根破断拉力432KN,约43.2t,

$$\text{安全系数}K = (43.2 \times 2) / 8 = 10.8 > 6$$

满足安全规程要求。

#### 5.5.3 工字钢抗弯校核

下天轮平台锁首绳梁为2根I40C工字钢梁,跨度2m,锁首绳时,需承担井筒悬垂4根首绳重量+副罐重量,

首绳:4根 6V\*37s+FC-φ36mm,4.81Kg/m,悬垂高度700m,

$$\text{罐笼自重}11.6t = 11600kg$$

$$4\text{根悬垂首绳} + \text{罐笼重} = 4 \times 4.81 \times 700 + 11600 = 25068kg \approx 250.7KN$$

$$\text{根据工字钢抗弯计算公式} \sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$$

$\sigma$  —— 工作应力

$M_{\max}$  —— 最大弯矩

$W_x$  —— 受力面抗弯系数

$[\sigma]$  —— 许用应力 Q235钢 取215MPa

$$M_{\max} = \frac{PL}{4}$$

查表知I40C工字钢  $W_x = 1190cm^3$

$$\text{则单根梁} M_{\max} = PL/4 = (250.7 \times 2) / 4 = 125.3KN \cdot m$$

$$\sigma = M_{\max} / W_x = 125.34 \times 10^6 / 1190 \times 10^3 = 105.3MPa$$

此处双根并用,  $\sigma$  应为:  $105.3 \div 2 = 52.7MPa < 215MPa$ , 满足使用。

通过本方案的实施,最终用时8h完成更换工作,试运转正常,该工艺比传统工艺快24h,为矿井提升争取宝贵时间,充分体现出了该工艺省时、省力、安全系数高的特点,产生了较大的经济效益和社会效益,具有较高的适用性和推广价值。

### 参考文献

- [1]黄荣庆.落地式多绳摩擦提升机天轮更换方案及实施[J].现代矿业,2021,37(3):189-190.
- [2]栾绍慧,王春雷,贾晓鹏.落地式多绳摩擦提升机首尾绳更换工艺[J].中国金属通报,2021(8):281-282.
- [3]王建华.落地式多绳摩擦提升机辅助制动器与主制动器制动不同步的改善[J].矿山机械,2008,36(10):70-70.
- [4]蒋剑飞.落地式多绳摩擦提升机换绳新方案[J].矿山机械,2008,36(10):70-71.
- [5]杨正有.一种安全、高效的落地式多绳摩擦提升机换绳方法[J].矿山机械,2006,34(11):131.
- [6]宋伟.弦长分力对落地式多绳摩擦提升系统防滑计算结果的影响[J].河南理工大学学报(自然科学版),2016,35(z2):169-171.
- [7]李加春,刘轶.落地式多绳摩擦轮提升机高效换绳工艺技术研究[J].中国机械,2019(10):68-69.