

# 游梁式抽油机刹车防溜车装置的研制与应用

王仕全 孔祥辉 潘春燕 谭延护 包银祥

中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司孤岛采油厂, 山东 东营 257231

**摘要:**为预防游梁式抽油机刹车溜车,确保在进行抽油机维护保养等作业时人员生命安全和设备安全,有必要弄清目前抽油机溜车现象发生的原因,识别刹车溜车的危害。针对游梁式抽油机刹车常见的溜车现象,根据齿轮啮合传力原理和平面铰链四连杆原理设计了游梁机外抱式刹车防溜装置。当游梁机刹车驴头停靠在需要的位置后,拉紧防溜装置操纵杆并锁止,在铰链四连杆机构力的作用下,锁止摇臂及固定在其上的锁止齿轮随即与固定在刹车轮上的齿盘啮合,依靠锁止齿轮与齿盘的啮合阻止齿盘的转动,阻止刹车轮及减速器输入轴的转动,避免刹车溜车现象的发生。该装置能避免抽油机刹车因刹车摩擦辐意外失效而溜车,消除刹车溜车给人员和设备造成的安全隐患,操作方法简单、使用方便、性能可靠,能降低在抽油机上作业时的安全风险。

**关键词:**游梁式抽油机;刹车;防溜车装置

DOI:10.369/j.issn.1006-5539.2013.05.024

## 0 前言

游梁式抽油机刹车的主要作用是根据工作需要将抽油机驴头锁定在需要停靠的目标位置,然后对抽油机进行维护保养或调整作业。由于摩擦刹车系统本身及人为因素的存在,在对抽油机进行日常维修保养或调整作业中,常发生刹车打滑、溜车现象,存在严重安全隐患。通常的防范措施是在采油井场职工巡回检查或设备检修时,按照要求对抽油机的刹车系统进行检查和维护,保持刹车系统性能良好。随着生产情况的变化,由于油井参数调整、油井作业和维护工作量增加,刹车箍内摩擦片磨损、老化或刹车传力机构机械故障等原因,抽油机刹车溜车现象逐渐显现<sup>[1-2]</sup>。为了避免刹车溜车给人员和设备安全造成隐患,有必要研制一种性能可靠且操作方便的刹车防溜车装置,给抽油机刹车形成双重保险。

## 1 刹车防溜车装置比选

### 1.1 棘轮棘爪式防溜车装置

棘轮棘爪式防溜车装置中棘轮机构在运动开始和结束时速度骤变会产生冲击,不宜用于高速机构和需

要使转动惯量很大的轴作间歇运动场合。该装置进程的变化最少需要1个齿距,其进程的增减是有级的。优点是机械结构简单、运动可靠、操作灵活、控制方便;缺点是传动力小、工作时有冲击和噪声、加工难度大、投资较高。因此,不选择此防溜车装置。

### 1.2 凸键锁扣式防溜车装置

凸键锁扣式防溜车装置是在刹车轮上加工或安装均布的几个凸键,以中轴压盖固定螺栓为支撑所安装的锁扣啮合过程较长,在制止溜车时具有更大的冲击。这种装置进程变化也至少需要1个齿,进程增减也是有级的。优点是结构简单、安装方便、加工容易、投资较少;缺点是可靠性较差、操作不方便、不灵活、需手动拨锁扣爪、工作时冲击及噪声更大。因此,不选择该防溜车装置。

### 1.3 圆柱齿轮外啮合式防溜车装置

圆柱齿轮外啮合式防溜车装置中圆柱齿轮用于平行轴间的动力传动。优点是传动比精确、传动平稳、承载能力大、适用的载荷和速度范围广、传递功率范围大、结构紧凑、效率高、工作可靠且寿命长。缺点是对制造及安

装精度要求较高,当轴间距较大时齿轮传动显得笨重。但由于齿轮制造技术发展迅速,齿轮的应用范围更加扩大了。因此,选择圆柱齿轮外啮合式防溜车装置作为研究方案。圆柱齿轮外啮合式防溜车装置见图1。

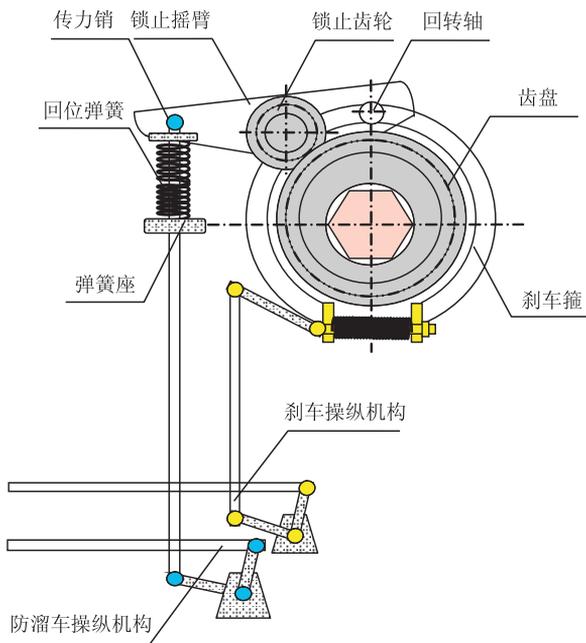


图1 圆柱齿轮外啮合式防溜车装置

## 2 圆柱齿轮外啮合式防溜车装置研制

### 2.1 方案研究与设计

#### 2.1.1 方案细化

根据游梁机外抱式刹车的结构特点和工作方式,选择采用研制圆柱齿轮外啮合式防溜车装置为实施方案,该装置加工工艺简单,成本低,而且可靠性和灵活性很高。圆柱齿轮外啮合式防溜车装置中圆柱齿轮用于平行轴间的动力传动,其承载能力大、结构紧凑、工作可靠且寿命长。

#### 2.1.2 方案设计

以1套全新的刹车操纵传力机构做为防溜车装置的锁紧力传力机构,并与刹车操纵机构并排安装在抽油机底座上;设计1个齿盘安装在刹车轮上,齿盘依靠刹车轮上均布的4个传力销与刹车轮刚性联接,依靠锁紧大螺帽轴向固定齿盘和刹车轮;设计1根锁止摇臂,该锁止摇臂以刹车轴及锁止摇臂的回转轴为回转中心,上面安装1个较小的锁止齿轮,锁止齿轮轴端焊接在锁止摇臂上;防溜车装置操纵机构与抽油机刹车操纵机构的结构和原理相同;加工1个回位弹簧座,将其固定在减速箱上盖的螺栓上,回位弹簧在锁止摇臂与齿盘分离时起回位作用,确保抽油机正常运转时锁止齿轮与齿盘完全分离;防溜车装置操纵机构的拉力(锁止时)或推力(解锁时)通过锁止摇臂传力销传递给锁止摇臂,实现锁止齿

轮与齿盘的啮合或分离<sup>[3-4]</sup>。

### 2.2 关键技术及解决办法

#### 2.2.1 关键技术

齿盘设计与输入轴的联接方式、锁止齿轮设计与锁止摇臂的联接方式、锁止摇臂的设计是圆柱齿轮外啮合式防溜车装置研制的关键技术。

#### 2.2.2 解决办法

##### 2.2.2.1 圆柱齿盘与锁止齿轮设计

圆柱齿盘与锁止齿轮的啮合是在刹车后,当刹车具有溜车趋势时,齿盘承受的是由抽油机反向传递给减速器的静扭矩力。锁止齿轮材料选用45钢,调质,硬度220 HBS;圆柱齿盘选用45钢,调质,硬度260 HBS。测量该机型刹车轮外径 $\Phi=400$  mm,为了锁止齿轮与齿盘容易啮合,啮合面较大以传递较大扭矩,选择齿盘与齿轮模数 $m=10$  mm,齿盘齿数 $z_1=28$ ,锁止齿轮齿数 $z_2=12$ ,齿盘宽度 $b_1=14$  mm,锁止齿轮宽度 $b_2=20$  mm,则齿盘齿顶圆(最大外径) $Da_1=m(z_1+2)=300$  mm;锁止齿轮齿顶圆 $Da_2=m(z_2+2)=140$  mm。12型抽油机悬点最大载荷 $120$  kN·m,减速比约30,传递给输入轴的反向扭矩 $T_1=12$  kN·m/30=0.4 kN·m=4 000 N·m。锁止齿轮承受的扭矩 $T_2=4 000 \times (28/12)=9 333$  N·m,齿轮载荷平稳取载荷系数 $K=1.35$ 。齿轮齿盘强度校核:查应力表得许用应力 $[\sigma_F]_1=140+0.2$  HBS=140+0.2×220=184 MPa,  $[\sigma_F]_2=140+0.2$  HBS=140+0.2×260=192 MPa,查齿形系数表得 $Y_{F1}=2.56, Y_{F2}=3.46, Y_{F1}/[\sigma_F]_1=2.56/184=0.0139; Y_{F2}/[\sigma_F]_2=3.46/192=0.018, Y_{F1}/[\sigma_F]_1 < Y_{F2}/[\sigma_F]_2$ ,所以应验算锁止齿轮的强度。验算弯曲应力 $\sigma_{F1}=(2K \cdot T_2 \cdot Y_{F2})/(b_2 \cdot z_2 \cdot 102)=(2 \times 1.35 \times 9 333 \times 3.46)/(20 \times 12 \times 102)=3.633$  MPa  $\ll 192$  MPa,所以,设计的齿盘与锁止齿轮的强度是安全的。

##### 2.2.2.2 齿盘与输入轴的联接方式

在刹车轮断面加工4个均布的孔,孔内安装4个传力销;齿盘上有均布的4个传力孔与传力销配合,锁紧大螺母和齿盘端面,齿盘依靠传力销、锁紧螺母实现与刹车轮和减速器输入轴的刚性、同步联接。

##### 2.2.2.3 锁止齿轮与锁止摇臂的联接

为减少机械加工工艺,降低加工成本,锁止齿轮与齿轮轴为一体,齿轮轴与锁止摇臂上的安装孔静配合安装,然后将轴端焊接在锁止摇臂上,与锁止摇臂融为一体。

##### 2.2.2.4 锁止摇臂设计

锁止摇臂材料采用45钢,一端加工出的圆孔围绕刹车轴回转轴回转,另一端加工出的圆孔为摇臂与摇臂控制机构的传力销孔<sup>[5]</sup>,中间凸起部分加工出的圆孔为齿轮与齿轴的安装孔。考虑到齿轮的制作工艺和加工精度相对较高,将锁止齿轮设计成单齿状,与锁止摇臂加

工成一整体,锁止摇臂见图 2。防溜车装置操纵机构选择与刹车操纵机构完全相同的成品配件,其它配件材料选择 45 钢。



图 2 锁止摇臂

### 2.3 工作原理

当游梁式抽油机刹车并使驴头停靠在需要的位置后,拉紧防溜车装置操纵杆并锁止,在铰链四连杆机构力的作用下,锁止摇臂及固定其上面的锁止齿轮随即与固定在刹车轮上的齿盘啮合,依靠锁止齿轮与齿盘的啮合阻止齿盘的转动,从而阻止刹车轮及减速器输入轴的转动,避免刹车溜车现象的发生。

## 3 现场应用

### 3.1 应用效果

游梁式抽油机刹车防溜车装置制作完成后进行了安装应用,现场应用表明:当游梁机停机拉紧刹车后,随手拉紧并排安装的防溜车装置把手,刹车摇臂向下转动,上面的齿状部位立即与安装在刹车轮上的齿盘啮合,圆满实现刹车的防溜功能。该装置的操纵机构采用与抽油机刹车完全相同的装置,与抽油机刹车并排安装在底座上,它是游梁式抽油机刹车的一种辅助装置,绝不能替代抽油机刹车,因此,必须在安全可靠的基础上进行操作。圆柱齿轮啮合式刹车防溜车装置应用见图 3。



图 3 圆柱齿轮啮合式刹车防溜车装置应用

### 3.2 操作方法

游梁式抽油机刹车防溜车装置的具体操作方法是断电、停抽、拉紧刹车,使抽油机停止在目标位置;防溜车装置操作手柄必须拉紧、锁死,确保锁止齿轮与齿盘完全啮合;开启抽油机前,必须先将防溜车装置操作手柄完全松开,使锁止齿轮与齿盘彻底脱离啮合后再将刹车手柄松开,使刹车轮和减速器输入轴处于自由状态。游梁式抽油机啮合式刹车防溜车装置的作用是避免抽油机刹车因刹车摩擦辐意外失效而溜车,消除刹车溜车给人员和设备造成的安全隐患,该装置不可直接进行抽油机刹车操作,不能替代抽油机原有的刹车系统。

## 4 结论

游梁式抽油机刹车防溜车装置能避免抽油机刹车因刹车摩擦辐意外失效而溜车,消除刹车溜车给人员和设备造成的安全隐患,操作方法简单、性能可靠,能降低在抽油机上作业时的安全风险,具有一定的参考价值。

### 参考文献:

- [1] 刘志荣,余忠仁,钟小木,等.井口安全系统的应用[J].天然气与石油,2009,27(4):86-87.  
Liu Zhirong Yu Zhongren, Zhong Xiaomu, et al. Application of Wellhead Safety System [J]. Natural Gas and Oil, 2009, 27(4): 86-87.
- [2] 李伟,李绍奇,董宏宇.抽油机刹车装置故障分析及解决方案[J].石油矿场机械,2009,38(3):88-91.  
Li Wei, Li Shaoqi, Dong Hongyu. Fault Analysis and Solution for Pumping Unit Brake Gear [J]. Oil Field Machinery, 2009, 38(3): 88-91.
- [3] 徐广生,王毅.游梁抽油机齿盘式刹车保险装置[P].中国专利:CN200920311832.X,2010-06-16.  
Xu Guangsheng, Wang Yi. Beam Pumping Unit Gear Disc Brake Safety Device [P]. Chinese Patent: CN200920311832.X, 2010-06-16.
- [4] 车煜全,李纲要,吴东林,等.抽油机刹车安全保护装置[P].中国专利:CN200620158606.9,2007-12-05.  
Che Yuquan, Li Gangyao, Wu Donglin, et al. The Pumping Unit Brake Safety Protection Device [P]. Chinese Patent: CN2006-20158606.9, 2007-12-05.
- [5] 吴宗泽.机械设计师手册[M].北京:机械工业出版社,2010.  
Wu Zongze. Mechanical Designer Manual [M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2010.