

# 刮板输送机行星齿轮减速器的研制

(030006) 煤科总院太原分院 孟建新

**摘要** 介绍了刮板输送机用 400 kW 行星齿轮减速器的技术性能及结构特点,就研制过程中重点考虑的一些问题加以分析,对存在的不足提出了改进措施。

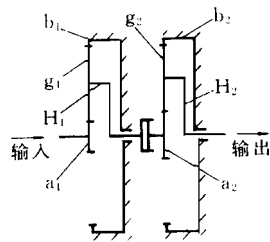
**关键词** 减速器 行星齿轮传动 刮板输送机

## 1 前言

为满足我国高产高效采煤工作面建设和发展的需要,提高综采工作面刮板输送机的运输能力,煤科总院太原分院与西北煤机一厂联合研制了 SGZ880/2×400 中双链交叉侧卸重迭封底工作面刮板输送机。该机配套减速器采用了行星齿轮传动,这是国产刮板输送机上首次采用行星齿轮减速器。根据用户要求和井下布置的需要,研制开发了垂直布置和平行布置两种结构形式的行星齿轮减速器。本文着重介绍垂直布置行星齿轮减速器的结构及其特点,并就其研制过程中重点考虑的一些问题加以分析,对存在的不足提出了改进措施。

## 2 传动原理

垂直布置行星齿轮减速器采用了双级行星齿轮传动。为获得较高的传动效率,行星传动选用 NGW(2K-H 负号机构)的传动形式,如图所示。高速级与低速级均采用 3 个行星轮。



双级行星齿轮传动原理图

## 3 主要技术参数及特点

### 3.1 主要技术参数

	高速级	低速级
模数/mm	7	9
齿数/个	16/43/104	20/29/79
中心距/mm	213.5	225
齿宽/mm	80	170
各级速比	7.5	4.95
总速比		37.1125
电动机功率/kW		400
电动机转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$		1470
减速器输出扭矩/ $\text{N} \cdot \text{m}$		96500
减速器传动效率		0.965
减速器重量/t		3.8

### 3.2 设计方案的确

行星齿轮减速器几何参数的确定,受到很多因素的制约。在合理设计了数学模型和计算程序的基础上,借助计算机进行了大量的计算,从多个方案中确定了最终的技术方案。该方案中所有齿轮的接触强度安全系数均大于 1.2,弯曲强度安全系数均大于 1.8;行星轮轴承计算寿命为 5000 h 以上,其余轴承计算寿命均在 10000 h 以上。

### 3.3 几何参数的特点

(1) 中心距 在行星齿轮减速器中,高速级与低速级都放在一个整体的箱体内。为使两级内齿圈外径差别不大,采用较相近的中心距  $A_1 = 213.5 \text{ mm}$ ,  $A_2 = 225 \text{ mm}$ ,使箱体壁厚均匀。

(2) 齿宽 为满足其强度, 有意加宽了齿宽, 尤其是低速级( $\varphi_2 = 0.76$ ), 这样箱体外形尺寸变化小。

(3) 变位齿轮 在 2K-H 传动中, 当许用接触应力相同时, 内啮合的接触强度较外啮合的接触强度高 2.5 ~ 5 倍, 因此除外啮合选用齿面硬度高于内啮合, 提高其许用接触应力外, 采用角变位使外啮合的啮合角  $\alpha_{\text{e}} = 22^\circ \sim 25^\circ$ , 而使内啮合的啮合角  $\alpha_{\text{e}} = 17^\circ \sim 20^\circ$ , 这样可使外啮合的承载能力显著提高。高速和低速两级行星齿轮传动中, 外啮合均采用角变位, 而内啮合均采用高变位。使内、外啮合副趋向等强度, 提高了减速器的承载能力。

(4) 模数 采用小模数, 大齿数, 可增大齿轮的重合度, 有效提高传动平稳性。

#### 4 减速器结构特点分析

##### 4.1 均载机构 - 浮动机构

行星齿轮减速器的优点及其承载能力能否充分发挥出来, 关键就在于要有合理的均载机构, 使负荷由各行星轮均匀分担, 这也是关系到减速器寿命的主要因素之一。

本行星减速器中, 高速级采用行星架浮动, 低速级采用太阳轮浮动。浮动是借助于鼓形齿联轴器实现的。鼓形齿与直齿相比在相同偏斜角时其反力矩较小, 灵敏度较高, 可以减少联接件所产生的偏斜角对载荷沿齿宽方向分布不均匀的影响。同时, 鼓形齿轮接触精度高, 运转平稳, 噪声小, 能满足均载要求。

##### 4.2 行星架结构

高速级行星架采用了双壁式整体铸造结构, 刚性好, 加工制造简便; 低速级行星架由架体与输出花键轴两部分组成, 架体为双壁式整体铸造结构, 与输出花键轴之间采用过盈配合, 圆周上有 3 个定位销及 6 个螺钉, 使二者牢固的联接在一起。采用这种装配结构, 便于输出花键热处理, 提高输出花键的强度。

##### 4.3 轴向间隙及轴向定位

行星齿轮减速器由于采用了均载的浮动机构, 这就要求浮动件有足够的轴向间隙。浮动件与相邻零件之间设计间隙为 0.5 ~ 1 mm。低速级太阳轮定位基准是在中心线上, 靠中心线上的球面定位。定位接触面小, 调整灵活, 结构合理。

#### 5 齿轮加工及热处理

##### 5.1 太阳轮、行星轮

该行星齿轮减速器中, 太阳轮、行星轮均采用了 18Cr2Ni4WA 高合金钢。加工时, 采用大圆角凸头留磨量滚刀加工, 加大了齿根圆角及径向间隙, 使磨齿后齿根不留台痕, 大大减少了齿根应力集中, 杜绝断齿现象。同时, 减少了磨削工作量, 提高了磨齿效率, 降低了成本; 又不至于使得齿面实际渗碳层深度减少, 表面硬度降低, 磨削应力增大。

采用渗碳淬火处理, 齿面硬度 HRC58 ~ 62。为了提高弯曲疲劳强度, 使渗碳层深度和芯部硬度等渗碳参数尽量满足弯曲强度的要求, 然后再考虑满足接触强度的要求。因此在设计中规定芯部硬度为 HRC36 ~ 42, 这样既满足了提高弯曲强度的要求也比较有利于接触强度的提高。热处理后, 进行了喷丸处理。喷丸处理不但起了清洁齿面的作用, 而且使齿根产生压应力, 大大提高了齿轮的疲劳强度。

由于采用渗碳淬火加喷丸处理, 并合理控制渗碳参数, 大大提高了齿轮的弯曲强度和接触强度, 满足了设计和使用要求。经过试验室性能试验及 1 000 h 耐久试验, 该行星齿轮减速器的齿轮没有发现任何疲劳缺陷。

##### 5.2 内齿圈

内齿圈采用了适用于氮化处理的 42CrMo 材料, 调质硬度 HB  $\geq$  330, 采用硼化刀具加工, 齿面进行氮化处理, 进而保证内齿圈齿面及芯部的承载能力。

由于采用直齿行星传动, 简化了齿轮加工工艺, 提高了齿轮加工精度, 太阳轮、行星轮精度达到 6 级, 内齿圈精度达到 7 级, 有效的提高了减速器的使用寿命。

# 螺旋滚筒选煤机的研制及应用

(150001) 黑龙江省煤矿机电设备厂 刘佩霞

(150001) 黑龙江省煤炭工业管理局 张维正 刘梦林

**摘要** 介绍螺旋滚筒选煤机主要特征、工艺过程、技术改进及应用效果。

**关键词** 螺旋滚筒 选煤机

## 1 前言

目前我国普遍采用重介、跳汰、洗水槽、斜槽及水力旋流等洗煤方法。近几年来,一种新型选煤成套设备已经问世。这种选煤机主要优点:主机结构及工艺流程简单;耗水耗电少,自生介质,选煤成本低;它既可洗选比重较轻的烟煤,也可洗选比重较重的无烟煤;既适用于原煤,也适用于矸石混煤的洗选。对易选煤与中等易选煤都能满足洗选的要求,非常适用于中小型矿井及小井群选煤厂。为提高煤炭加工利用能力,研制了LXM-1640型螺旋滚筒选煤机。

## 2 LXM-1640 选煤机的研制

### 2.1 主要技术参数

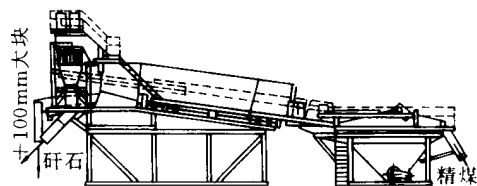
LXM-1640型螺旋滚筒选煤机主要技术参数:

洗选粒度 /mm	0.5 ~ 100
----------	-----------

圆筒直径 /mm	1 640
处理能力 / $t \cdot h^{-1}$	40 ~ 60
转速 / $r \cdot min^{-1}$	12 ~ 20
整机功率 /kW	85
总重 /t	36

### 2.2 主要工艺流程

(1) 分选圆筒安装与水平成 $8^\circ$ 的倾角。原煤给到圆筒的中间位置,煤及矸石在水流的作用下,密度低的往前运动成为精煤,密度高的沉到底部,在螺旋翼片的作用下排出筒外,成为矸石(见附图)。



LXM-1640型选煤机结构简图

(2) 在分选中,由 $0 \sim 0.5 \text{ mm}$ 以下煤泥

## 6 不足及改进

(1) 该行星齿轮减速器采用铸造新工艺,在箱体壁上设置冷却水腔结构,从根本上消除了水、油混合的事故隐患,同时,在箱体的外表面增加了筋的数量和长度,从而改善了冷却效果,增强了箱体的刚性。

(2) 该行星齿轮减速器比国外同类产品重量和体积约大15%,从计算和试验表明其承载裕量过大。应进一步改进结构,合理选择参数,降低减速器重量,减小体积。

(3) 造成该行星齿轮减速器重量和体积偏大的另一个原因,是受轴承尤其是行星轮轴承的限制。设计中采用了进口的标准双列球面向心滚子轴承,由于标准轴承的径向尺寸大,造成减速器径向尺寸增大。为解决这一问题,应开发新型的专用轴承。

### 参 考 文 献

1. 机械设计手册(第二版). 化学工业出版社,1987
2. 孙桓主编. 机械原理. 高等教育出版社
3. 大功率行星齿轮传动综述. 矿山机械,1990,(10)

(收稿日期:1998-04-07)