

双螺杆挤压机动力箱双输出轴转角误差调整

29

潘天丽¹,任秀学²,王 蓝¹

(1 西北农林科技大学 林产工程学院,陕西 杨陵 712100;2 中陕国际经济技术合作公司,陕西 西安 710061)

[摘 要] 吸收国内外同类机型的动力箱双输出轴先进技术结构方案,结合项目的研制和调试,使其满足双螺杆挤压机的传动动力要求。通过测量双输出轴转角误差值,按理论与计算值确定调整方向和齿数,使其在不增加制造成本的情况下达到高精度转角的要求。经实际应用,调整后可大幅度改善双输出轴偏差值,满足使用要求。

[关键词] 双螺杆挤压机;动力箱双输出轴;转角误差;调整

[中图分类号] TS203

[文献标识码] A

近年来,国内外膨化技术的运用范围不断向纵横两个方向发展,机械多应用双螺杆挤压机^[1]。双螺杆挤压机具有对原料的适应性广、自洁性好、混合充分、生产率高及挤压的食品特性一致等诸多优点,但双螺杆挤压机的结构复杂,制造成本高^[2]。特别是双螺杆挤压机中的动力箱,其结构尺寸小,传递功率大,其运动参数对双输出轴转角同步度要求高。要满足此要求,一是提高制造精度和安装水平,从而增加成本来满足;二是对动力箱双输出轴转角误差进行调整,使其在不增加成本的情况下,达到高精度转角的要求。后者到目前为止还未见报到。本研究结合项目研制和调试,从结构设计、参数分析对比及最后选定,试图找到一条通过测量转角误差,查表确定调整参数,采用简单的调整方法即可补偿由于制造、安装等多种因素带来的积累转角误差。

1 结构方案特点

动力箱结构尺寸受双螺杆中心距(a)小和传递功率(P)大的限制,通过消化吸收国内外同类设备的先进技术结构方案,确定采用双路齿轮传动方案,加补偿调整花键柔性轴,见图1。

如图1所示,动力箱采用了双路齿轮传动方案,其特点是50%功率通过一级减速后直接输出,传动路线为: $n_D \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow n_{A_2}(\text{II})$;另外50%功率由一级减速后分成两路传递给 $n_{A_1}(\text{I})$,传动路线为: $n_D \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A_2 \rightarrow \begin{cases} B_2 \rightarrow \text{II} \rightarrow B_1(\text{上路}) \\ B_2 \rightarrow \text{II} \rightarrow B_1(\text{下路}) \end{cases} \rightarrow A_1 \rightarrow n_{A_1}(\text{I})$,从而实现了小结构尺寸传递大功率的先进双路齿轮传递方案。

[收稿日期] 2000-05-19

[基金项目] 陕西省农办推广项目(双螺杆挤压自熟新工艺的示范应用,编号XIK96-26)

[作者简介] 潘天丽(1964—),女,讲师,在读硕士。

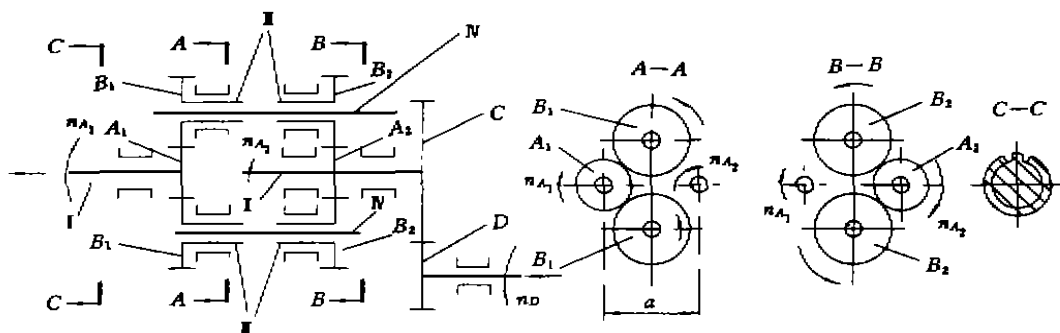


图1 动力箱齿轮传动简图

I, II 为花键轴; III 为内花键; N 为外花键柔性轴; $Z_I = Z_{II} = Z_{III} = Z_N = 24$ 齿; A_1, A_2 为长短齿轮轴,

$Z_{A_1} = Z_{A_2} = 13$ 齿; B_1, B_2 为过渡齿轮, $Z_{B_1} = Z_{B_2} = 18$ 齿; C 为输入一级大齿轮,

$Z_C = 36$ 齿; D 为输入一级小齿轮, $Z_D = 17$ 齿; I, II, III 分别与 A_1, A_2, B_1 固联在一起;

n_{A_1}, n_{A_2} 为双输出动力轴头转数, $n_{A_1} = n_{A_2} = 200 \sim 350 \text{ r/min}$;

n_D 为输入轴转数, $n_D = 400 \sim 750 \text{ r/min}$ (可调)

2 转角误差 $\Delta\Phi_1$ 的测定和许用转角误差 $\Delta\Phi_0$

转角误差 ($\pm\Delta\Phi_1$) 是指双输出轴特定位置点 (某花键齿顶中心) 相对误差值的大小; 许用转角误差 ($\pm\Delta\Phi_0$) 是指双输出轴特定位置点相对误差值的极限值。由测量得出 $\pm\Delta\Phi_1$, 一般设计给定许用理论值 $\pm\Delta\Phi_0$, $\pm\Delta\Phi_1$ 与 $\pm\Delta\Phi_0$ 之间存在关系见图 2。当 $|\Delta\Phi_1| \geq |\Delta\Phi_0|$ 时, 转角误差偏大, 需补偿调整; 当 $|\Delta\Phi_1| < |\Delta\Phi_0|$ 时转角误差合格, 无需补偿调整。

测定在特定条件下进行, 步骤如下: 找出 A_1 (或 A_2) 轴头某齿中点, 将 A_1 (或 A_2) 某齿中点旋转至特殊位置, 如图 2 中 A_2 轴头上的 M_0 点 (由于 A_1 和 A_2 受传动齿轮 B_1 和 B_2 约束 (见图 1), 当 A_2 中的 M_0 点确定后, A_1 位置即被限定), 此时 A_1 上对应的 M_0 点位置有 3 种情况, ① M_0 对应的夹角 $|\Delta\Phi_1| = 0$; ② M_0 对应的夹角 $|\Delta\Phi_1| \leq |\Delta\Phi_0|$; ③ M_0 对应的夹角 $|\Delta\Phi_1| > |\Delta\Phi_0|$ 。①、② 转角误差合格; ③ 转角误差偏大, 应进行调整。

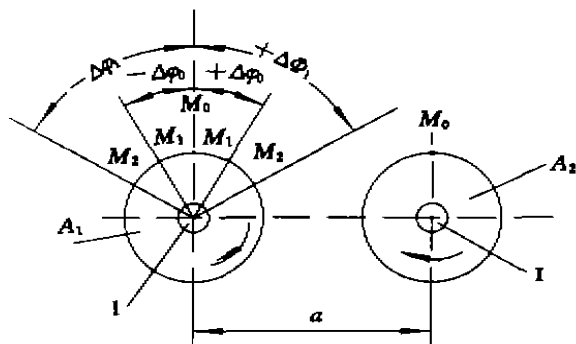


图2 动力箱双输出轴头示意图

I, II 为左右输出轴头, $Z_I = Z_{II} = 24$ 齿;

A_1, A_2 为长短齿轮轴, $Z_{A_1} = Z_{A_2} = 13$ 齿;

a 为两输出轴头中心距;

M_0 为理论特定点 (夹角 $\Phi = 0$);

M_1 为特定点许用极限位置 ($\Phi = \pm\Delta\Phi_0$);

M_2 为实际特定点偏离位置 ($\Phi = \pm\Delta\Phi_1$)

3 理论转角误差分布值

在结构设计时已考虑到,补偿调整应简便易行、直观反映实际转角误差值 $\pm\Delta\Phi_1$ 与理论调整值之间的关系,内花键Ⅱ上具有 Z_1 个理论转角误差调整值 $\Delta\Phi_1'$ 。从图3选取调整段 $I \rightarrow A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow B_2 \rightarrow A_2 \rightarrow I$ 传动路线,对 $I \rightarrow A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow I$ 相对 B_2 旋转 $\pm\Delta\Phi_1'$,假设 $B_2 \rightarrow A_2 \rightarrow I$ 固定, $+\Delta\Phi_1'$ 表示应逆时针调整; $-\Delta\Phi_1'$ 则顺时针调整。目的使 $\pm\Delta\Phi_1'$ 与 $\pm\Delta\Phi_1$ 相互抵消,达到补偿效果。由 $I \rightarrow A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow I$ 调整段传动路线(见图4)推导出参数值见表1。

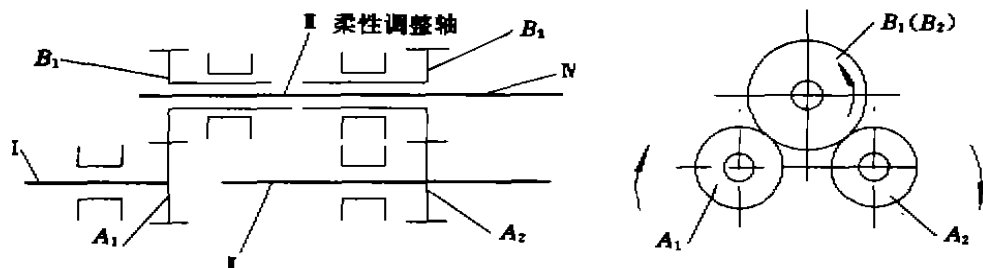


图3 单路传动简图

表1 内花键Ⅱ上的不同齿号对应的花键轴Ⅰ的理论转角误差

(°)

齿号(n)	Ⅱ转角(Φ_1)	I转角(Φ_1)	理论转角 误差值($\Delta\Phi_1'$)	齿号(n)	Ⅱ转角(Φ_1)	I转角(Φ_1)	理论转角 误差值($\Delta\Phi_1'$)
0	0	0	0	13	195	270	0
1	15	20.77	5.77	14	210	290.77	5.77
2	30	41.54	-3.46	15	225	311.54	-3.46
3	45	62.31	2.31	16	240	332.31	2.31
4	60	83.08	-6.92	17	255	353.08	-6.92
5	75	103.85	-1.15	18	270	373.85	-1.15
6	90	124.62	4.62	19	285	394.62	4.62
7	105	145.38	-4.62	20	300	415.39	-4.62
8	120	166.15	1.15	21	315	436.15	1.15
9	135	186.92	6.92	22	330	456.92	6.92
10	150	207.69	-2.31	23	345	477.69	-2.31
11	165	228.46	3.46	24	360	498.46	3.46
12	180	249.23	-5.77				

注:理论转角误差值($\Delta\Phi_1'$)指从I转角减去 $\frac{360^\circ \cdot n}{Z_1}$ 后值应小于 $\frac{180^\circ}{Z_1}$ 为止。

调整段中Ⅱ和 B_1 是同一构件,I和 A_1 也是同一构件,当Ⅱ转动时, B_1 和 A_1 啮合(增速)带动I转动,调整Ⅱ应按整数齿($\frac{360^\circ \cdot n}{Z_1}$)旋转,而I将不是整数齿($\frac{360^\circ}{Z_1} \cdot n \cdot \frac{Z_{B_1}}{Z_{A_1}}$)转角。不是整数齿的小数部分经处理即认为是理论转角误差值,齿与齿之间最大偏差为

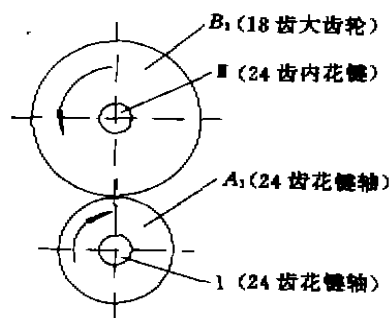


图4 调整段传动简图

$\frac{1}{2} \cdot \frac{360^\circ}{Z_1}$, $\mathbb{I}$ 上有 24 个整数齿位置, 对应 I (或 $\mathbb{I}$) 也有 24 个 (减去整数倍) $|\pm\Delta\Phi_1| < \frac{180^\circ}{Z_1}$ 理论转角误差值。从表 1 可以看出 $\pm\Delta\Phi_1$ 变化具有周期性, 齿号 0~12 为 1 个周期。

由于表 1 中 $\pm\Delta\Phi_1$ 值时正时负, 为便于使用, 将表 1 中 $\pm\Delta\Phi_1$ 值从大到小排列, 数值见表 2, 从整理后的表 2 可以看出, 补偿转角误差前后项之差为一常数 $K (K=1.15^\circ)$ 。

表 2 内花键 $\mathbb{I}$ 上的旋转调整齿数对应的补偿转角误差值

(°)

上旋转调整齿数(n)	转角(Φ_1)	I 转角(Φ_1)	补偿转角误差值($\Delta\Phi_1$)	前项 $\Delta\Phi_1$ 减去后项 $\Delta\Phi_1$
9	135	186.92	6.92	1.15
1	15	20.77	5.77	1.15
6	90	124.62	4.62	1.15
11	165	228.46	3.46	1.15
3	45	62.31	2.31	1.15
8	120	166.15	1.15	1.15
0	0	0	0	1.15
5	75	103.85	-1.15	1.15
10	150	207.69	-2.31	1.15
2	30	41.54	-3.46	1.15
7	105	145.38	-4.62	1.15
12	180	249.23	-5.77	1.15
4	60	83.08	-6.92	1.15

注: $+\Delta\Phi_1$ 值表示顺时针转角误差; $-\Delta\Phi_1$ 值表示逆时针转角误差。

4 调整步骤和误差分析

调整方法比较简单, 以实际调整为例简述。如某动力箱经测量后得出其转角误差值 $\Delta\Phi_1 = -1.36^\circ$, 首先从表 2 查出与其符号相反最接近的 $\Delta\Phi_1 = 1.15^\circ$, 对应的齿号为 8; 将柔性轴与 B_2 的内花键 $\mathbb{I}$ 脱开, 顺时针旋转 B_1 (连同 $\mathbb{I}$) 过 8 个齿, 再将柔性轴与 B_2 的内花键 $\mathbb{I}$ 结合, 调整结束。其调整后的误差为 $\Delta\Phi_1 + \Delta\Phi_1' = -1.36^\circ + 1.15^\circ = -0.21^\circ$ 。调整前转角误差相对周角为 $|\frac{-1.36^\circ}{360^\circ}| = 0.38\%$, 调整后为 $|\frac{-0.21^\circ}{360^\circ}| = 0.058\%$ 。实际应用转角误差值小于 0.16% 即可满足使用精度要求。

5 结束语

本研究提出的花键柔性轴新方法, 通过实际应用, 补偿效果非常明显, 上列数值即为实际调整例之一, 不但对制造和安装等因素带来的转角误差能够补偿调整, 而且对大修后动力箱转角补偿调整更为有利。

[参考文献]

- [1] 中国食品和包装机械工业协会专家委员会. 未来十年中国食品和包装机械发展趋势[M]. 北京: 中国轻工出版社, 1998.
- [2] 李诗龙. 双螺杆挤压机结构改进设计[J]. 食品与机械, 1999, (3): 36—37.

[3] 梁德本,叶玉驹.机械制图手册[M].北京:机械工业出版社,1990.

The adjustment of rotation angle error of power box twin export axles of twin screw extruder

PAN Tian-li¹, REN Xiu-xue², WANG Lan¹

(1 College of Forest Products and Engineering, Northwest Science and Technology University of
Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100; 2 China Shaanxi Corp. For International
Economic and Technical Cooperation, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: Based on absorption of the advanced design patterns on the same kinds of twin screw extruder, the transmitting power of twin screw extruder was satisfied. Under the circumstances of not increasing manufacture cost, a high precision rotation angle was obtained by means of measuring the rotation angle errors of twin export axles, determining adjustment direction and gear numbers, according to the theoretical value and calculation. By way of practical application, the rotation angle errors of twin export axles were improved greatly after the adjustment, which better satisfied the need of application.

Key words: twin screw extruder; power box twin export axles; rotation angle error; adjustment