

NGW 行星齿轮典型机构的均载性能分析

周永韬

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 本文通过对采用浮动构件的行星传动机构与采用非浮动构件的行星传动机构进行对比研究, 利用测定行星齿轮轴的变形情况来推断均载情况的方法, 对比两种结构的均载性能, 并将测得的应变曲线通过 FFT 频谱分析仪进行频谱分析, 得出各阶频谱值, 再把减速器各零件的误差传动频率与之相比较, 从中得出各种因素对均载性能的影响程度, 以便对结构设计提出改进可靠依据。

关键词: 行星齿轮传动; 均载测试

1 引言

国际上, 动力齿轮传动装置正沿着小型化、高速化、标准化方向发展。渐开线行星传动与定轴齿轮传动相比, 具有外廓尺寸小、重量轻、效率高、有同轴性等优点。所以, 目前广泛地应用于国防工业、机械制造、矿山冶金、石油化工、轻工纺织、仪器仪表、医疗器械等各个部门。

渐开线行星齿轮传动的主要优点来源于“功率分流”——功率由几个行星轮分担传递。但是由于制造和安装误差的影响, 使得机构中各行星轮之间的载荷分配不均匀, 因而引起局部载荷增大、产生振动、降低了效率。这样, 行星齿轮机构传动的优点就得不到充分发挥, 为此各国对均载措施进行了很多的研究, 相继出现了很多均载方法及与其对应的结构, 其中采用较多的是基本构件浮动法和油膜浮动法。但不管哪一种方法, 都不能达到完全均载的程度, 又因为以往对均载机构的测试方法研究的很少。因而不能准确地反映出均载机构对行星齿轮传动产生的均载效果。

目前, 对均载机构的测试手段研究的不多, 还不很完善, 一般的均载测试都是在齿根和齿的侧面上测定几个不连续的点的变形量, 以此来推断均载情况, 此种方法具有局限性, 不能完全地反映行星齿轮传动的真实情况。

本文通过对两种行星传动结构均载性能进行对比研究, 从中得出各种因素对均载性能的影响程度。

2 行星齿轮动态均载测试

2.1 测试原理

此次实验采用的是测定行星齿轮轴的变形情况来推断行星传动均载情况的方法。在行星齿轮轴上贴电阻应变片,在行星齿轮传动过程中,各行星齿轮对行星齿轮轴的动态载荷使应变片产生弹性变形,通过导电环将该变形量放大,再输入到记录仪器。这样可得到连续的行星齿轮动态(转动)下的受力情况,并通过对三轴受力情况的分析,可以得出行星齿轮传动的均载情况。

2.2 试验设备及参数

试验是以动力循环方式进行的。动力源是电磁调速异步电动机。经过橡胶联轴节及动力循环齿轮 I、I 将动力传递给两个对装的被测行星齿轮减速器。为了减少动力循环齿轮及其它构件的影响,在减速器轴上安装飞轮。载荷是由加载装置通过齿形联轴节的错位方法来实现的,加载力可通过载荷应变片直接显示。行星轴上应变片的信号则通过导电环接到桥盒,并连接到动态应变仪上。应变仪的信号可由八线示波器记录或磁带记录仪记录下来。然后用 FFT 频谱分析仪进行所需要分析,或者直接用电子计算机进行采样分析。此次试验在测试中采用两种结构不同的太阳轮进行传动,一种结构为太阳轮浮动式传动;另一种结构为太阳轮非浮动式传动。试验用的行星齿轮,太阳轮精度等级分别为 6 级左右。

其中:1. 轴承座;2. 花键联轴节;3. 动力循环齿轮;4. 被测减速器比;5. 飞轮;6. 导电环;7. 橡胶联轴节;8. 电磁调速异步电动机;9. 桥盒;10. 动态应变仪;11. 八线示波器;12. 磁带记录仪;13. FFT 分析仪;14. 记录仪;15. 电子计算机

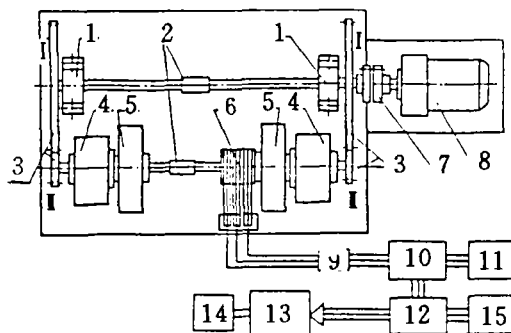


图 1 试验装置示意图

被测行星齿轮减速器的主要参数:

减速比: $I=8.83$

模数 $m=1.25$

齿数:太阳齿轮 $z_s=18$

行星齿轮 $z_p=59$

内齿轮 $z_i=141$

2.3 均载系数的计算

根据应变曲线最大和最小幅值,及对各轴的压力与变形的标定值,以及记录仪器的放大倍数,求出各行星轴的均载系数,如下式所示:

$$r_i = \bar{N}_i / \bar{N}_s$$

$$\bar{N}_i = \alpha_i * \beta_i * K_n (H_{max} - H_{min})$$

$$\bar{N}_s = \sum_{i=1}^3 \bar{N}_i / 3$$

式中: r_i —某轴上的荷分配率

\bar{N}_i —某轴上的平均压力

α_i —应变与压力的换算系数

β_i —记录仪每一刻度对应的应变值

K_n —第 n 次测量,记录仪放大(或缩小)倍数

H_{max}, H_{min} —应变曲线的最大和最小幅值

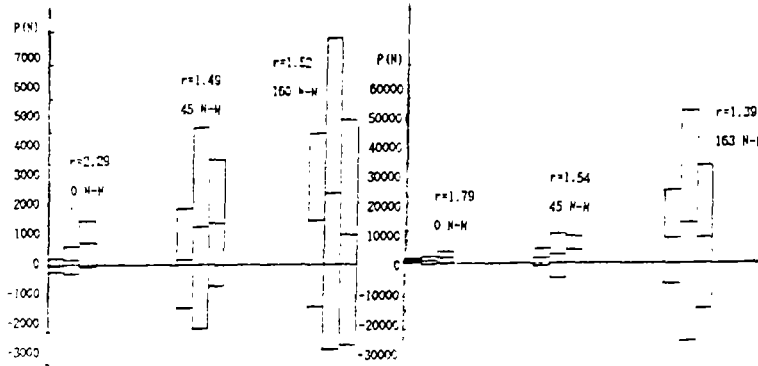


图2 浮动式行星传动载荷分配率与外加大矩的关系(900rpm)

图3 非浮动式行星传动载荷分配率与外加大矩的关系(900rpm)

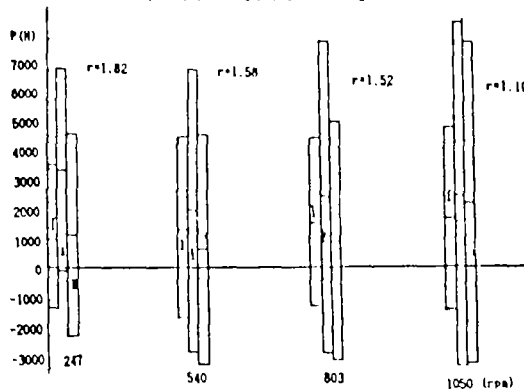


图4 浮动式行星传动加载 160N—M) 转速与分配率的关系

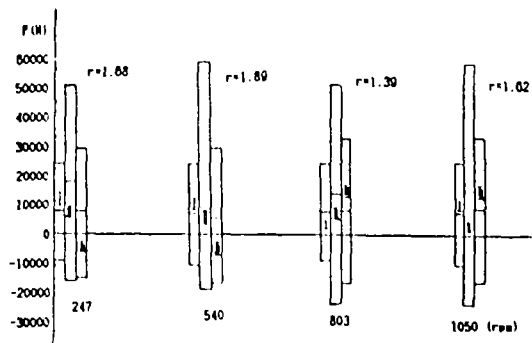


图5 非浮动式行星传动加载(160N—M) 转速与分配率的关系

根据上面的计算公式,可以计算出在各种载荷及装配情况下转速与载荷分配率的关系。由这种计算,可以绘出如图 2、3 的在一定转速下载荷分配率与外加大矩的关系图。图 2 为浮动式的关系图,图 3 为非浮动式的关系图。以及如图 4、图 5 浮动与非浮动两种结构的在一定载荷下转速与载荷分配率的关系图。

2.4 结 论

从以上各图中可以看出以下的一些情况:

1. 对同一结构减速器,载荷波动范围越大,行星传动均载性能越好,太阳轮浮动式与非浮动式两种行星传动结构都呈现出这种规律。

2. 在同种加载与转速情况下对太阳轮浮动式的行星齿轮减速器,各种行星齿轮所受载荷要比非浮动式行星传动减速器所受载荷小。这样浮动式的减速器与非浮动式的减速器相比,由于其均载性能好,所以各个齿轮传动时受载较均匀且小,提高了齿轮的运动寿命减少了传动噪声。

3. 在同一加载情况下,转速的变化对均载的影响不是很明显。但还有一些,随着转速增加,载荷分配越均匀,从图上可以看出浮动式行星传动在这方面比较明显,而非浮动式行星传

动不很明显。

3 浮动与非浮动行星传动的频谱分析

在试验中,通过磁带记录仪记录减速器传动中的信息,然后用频谱仪进行分析,得出在各种转速,载荷及安装变化下的频谱,从频谱分析中可以看出:

(1)在浮动式行星传动与非浮动式行星传动中,低频误差频率幅值与其它误差的频谱幅值比较是很大的,说明了行星架传动误差对行星齿轮传动的均载性能起着相当大的影响,即行星架上的制造误差影响很大。

当转速、加载、安装情况相同时,非浮动式行星传动在这个误差频率的频谱幅值要比浮动式行星传动的频谱幅值大。这是因为浮动式行星传动由于存在着浮动部件,所以降低了各行星轴的载荷不均匀程度,使各个行星轮轴受力趋于平衡,即浮动式行星传动能够减少一些非浮动式行星传动所具有的误差,如太阳齿轮轴由于制造和安装时产生的偏心差等,使齿轮啮合时间隙分布更加均匀,减少了不均载的影响。

(2)对于高频误差频率,以传动过程中,行星齿轮的齿形误差同时转入到两个中心轮的齿形误差内,所以两个中心轮齿形误差有基本相同的特点。在理论上,齿形误差都较小,所以频谱值也较低但由于振动,转速不均、啮合冲击等因素影响使频谱值增大,非浮动式行星传动由于其结构特点,其冲击,振动等因素更大些,所以其频谱值大于浮动式行星传动的频谱值。

4 结 束 语

由以上的实验分析可以看出非浮动式行星齿轮传动,在各种试验条件下,其均载性能大大低于浮动式行星齿轮传动。这说明了非浮动式行星传动在传动中,其各构件所受载荷要大些,且载荷分配不均。所以,通过试验选择行星齿轮传动的合理结构,特别是选择保证能使载荷均匀分布的传动机构,这是行星齿轮减速器结构设计中要首先解决的一个问题,这也是行星齿轮减速器性能好坏的一个关键因素。

参 考 文 献

- [1] 李元燮,行星齿轮装置的动态载荷平衡的测定方法及有关问题的探讨. 光学机械,1985,(5)
- [2] 李元燮、郑敬德、高云国,行星齿轮减速器动态载荷分配率测试研究. 研究报告,1989
- [3] 张少名,行星传动,陕西科技出版社. 1988

Analysis of Dynamic Load Sharing Condition About Typical NGW—Planet Gear Transmission

Zhou Yongtao

*(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)*

Abstract

In this paper, we study the differences between planet gear transmission with buoyant components and planet gear transmission without buoyant components get two kinds of even load condition by measuring and comparing the values of the bending deformation on each shaft of the planet gears; conduct the frequency analysis of the dynamic load fluctuation curves of the planet gears through FT. Finally, we can find the affect levels of all kind errors for the even load of the planet gears. This analysis is helpfule for designing and manufacturing the planet gears.

Key words: Planet gear transimission, Even load test