

# 伺服系统中联轴器刚性对装置的影响

东方马达中国总公司 朱华

联轴器属于机械通用零部件范畴，用来联接不同机构中的两根轴（主动轴和从动轴）使之共同旋转以传递扭矩的机械零件。在高速重载的动力传动中，有些联轴器还有缓冲、减振和提高轴系动态性能的作用。联轴器由两半部分组成，分别与主动轴和从动轴联接。一般动力机大都借助于联轴器与工作机相联接，是机械产品轴系传动最常用的联接部件。20 世纪后期国内外联轴器产品发展很快，在产品的设计时如何从品种甚多、性能各异的各种联轴器中选用能满足机器要求的联轴器，对多数设计人员来讲，始终是一个困扰的问题。

表示联轴器性能的规格有容许负载、容许转速、扭转弹簧定数、联轴器本身的齿隙的有无、容许偏角（Misalignment）等。想要改善定位特性时，或是想要使用于能够降低振动发生的装置上时，一般都以“刚性高、无齿隙”为首要条件选择联轴器。但是，联轴器的刚性从装置整体的刚性来看，有时影响并不大。这里举一个例子，比较滚珠螺杆驱动时的装置整体硬度与采用 MCS 类的钳口联轴器（一般型联轴器）与刚性较高的波纹型联轴器的不同。（引用自 KTR 公司的技术资料，联轴器的大小与本公司上市的产品不同）。

## ● 实验装置概要

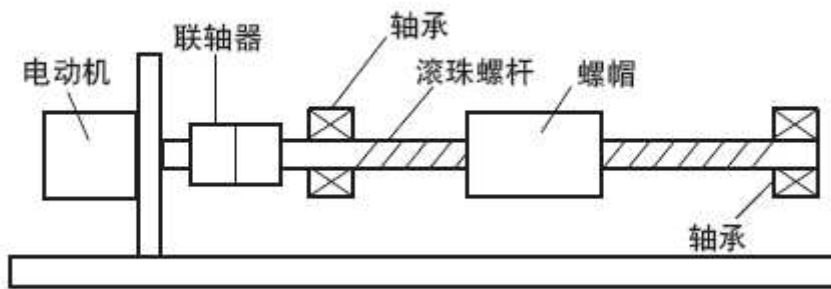


图1 滚珠螺杆驱动设备

### ● 各部分的规格

一般型联轴器的扭转弹簧定数

$$C_j = 21000 \text{ [N.m/rad]}$$

波纹型联轴器 ( bellows coupling ) 的扭转弹簧定数

$$C_b = 116000 \text{ [N.m/rad]}$$

伺服电动机的刚性

$$C_m = 90000 \text{ [N.m/rad]}$$

滚珠螺杆的导程  $h = 10 \text{ [mm]}$

滚珠螺杆的齿底直径  $d = 28.5 \text{ [mm]}$

滚珠螺杆的长度  $L = 800 \text{ [mm]}$

滚珠轴承的轴方向刚性  $R_{brg} = 750 \text{ [N/}\mu\text{m]}$

滚珠螺杆螺帽的轴方向刚性  $R_n = 1060 \text{ [N/}\mu\text{m]}$

滚珠螺杆的弹性系数  $R_f = 165000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

① 求取滚珠螺杆、轴承、螺帽部分的变形刚性。滚珠螺杆的轴方向

刚性  $R_s$  为

$$\begin{aligned}
R_s &= (R_f \times d^2) / L \\
&= (165000 \times 28.52) / 800 \\
&= 167526 \text{ [N/mm]} \\
&= 167.5 \text{ [N/}\mu\text{m]}
\end{aligned}$$

因此，滚珠螺杆、轴承、螺帽部分的合计轴方向刚性  $R_t$  如下。

$$\begin{aligned}
\frac{1}{R_t} &= \frac{1}{2R_{brg}} + \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_n} \\
&= \frac{1}{2 \times 750} + \frac{1}{167.5} + \frac{1}{1060} \\
&= 0.00758 \\
\therefore R_t &= 131.9 \text{ [N/}\mu\text{m]}
\end{aligned}$$

将此轴方向刚性置换成扭转刚性  $C_t$ 。

$$\begin{aligned}
C_t &= R_t \left( \frac{h}{2\pi} \right)^2 \\
&= 131.9 \times 10^6 \times \left( \frac{10 \times 10^{-3}}{2\pi} \right)^2 \\
&= 334.1 \text{ [N}\cdot\text{m/rad]}
\end{aligned}$$

② 求取使用一般型联轴器时装置整体的刚性  $C$ 。

$$\begin{aligned}
\frac{1}{C} &= \frac{1}{C_m} + \frac{1}{C_j} + \frac{1}{C_t} \\
&= \frac{1}{90000} + \frac{1}{21000} + \frac{1}{334.1} \\
&= 0.003052 \\
\therefore C &= 327.7 \text{ [N}\cdot\text{m/rad]}
\end{aligned}$$

③ 求取使用波纹型联轴器时装置整体的刚性  $C$ 。

$$\begin{aligned}\frac{1}{C} &= \frac{1}{C_m} + \frac{1}{C_b} + \frac{1}{C_t} \\ &= \frac{1}{90000} + \frac{1}{116000} + \frac{1}{334.1} \\ &= 0.0030128 \\ \therefore C &= 331.9 \text{ [N}\cdot\text{m/rad]}\end{aligned}$$

#### ④ 计算结果

	联轴器的刚性 [N·m/rad]	装置全体的刚性 [N·m/rad]
使用一般型联轴器时	21000	327.7
使用波纹型联轴器时	116000	331.9

一般型联轴器时的刚性是波纹型联轴器的 1/5，但是装置整体的刚性，差别是 1.2%。