



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 86 1 07997 A

CN 86 1 07997 A

[43] 公开日 1988年6月8日

[21] 申请号 86 1 07997  
 [22] 申请日 86.11.27  
 [71] 申请人 北京航空学院  
 地址 北京市海淀区学院路 37 号科研处  
 [72] 发明人 陈仕贤

[74] 专利代理机构 北京航空学院专利事务所  
 代理人 何玉珠

[54] 发明名称 对称微锥封闭加压式附着传动无声减  
 速机

[57] 摘要

本发明是一种附着传动通用减速机,无齿形啮合件,可实现超低噪声传动,也可广泛用于各种机械装置中作动力传动。

本发明用对称微锥封闭加压的办法,传动轮间形成极大的径向压力,使高压粘特性的油形成油膜,各传动轮之间的压力又自动均衡地封闭,不作用于支承上。受载后,也能分流均载,从而使减速机有较高的传动能力。

本发明给出了设计和制造这种减速机的技术关键,并以工业应用的实例说明其实际效果。噪声为 52dB(A)。

881A03159 / 30-100

- 1、一种用双排光滑圆轮按星状布置的传动轮系，在其中加入高压粘特性的润滑油而构成的附着传动无声减速机，其特征在于其中一排圆轮每一个均作成具有微小锥度的两个轮子，而且作轴向对称配置。
- 2、根据权利要求1所述的附着传动无声减速机，其特征在于其中作成微锥且对称配置的中心轮(15)滑套于浮动中心轴(7)上，但有键限定周向位置。在两半轮之间装有弹簧(19)及调整垫(26)。当轴向压力较大时，弹簧(19)可设计成碟形弹簧如图6之(43)。
- 3、根据权利要求1所述的附着传动无声减速机，其特征在于传动轮系是全浮动的。锥形轮 $g$ 及 $g'$ 与柱形行星轮 $r$ 用榫槽联接装于行星轴(5)上，轴两端各装一滚动轴承，并用轴端压板(B9)固定，构成双联行星轮组件。行星架沿径向开有滑槽并装有滑座(4)，行星轮组件的轴承装于滑座(4)中沿槽可作径向自由滑动。轮 $b$ 直接固定于壳体上，各双联行星轮的径向位置均由 $b$ 限定，而中心轮 $a$ 及 $a'$ 的中心位置则随各双联行星轮的位置而自动定位。输入轴(12)与中心轮 $a$ 及 $a'$ 的浮动中心轴(7)之间用浮动联接。浮动轴(7)的内孔和外圆均作有双键，内外键的位置相错 $90^\circ$ 。双联行星轮组件在滑座(4)中均未轴向固定，可作轴向浮动。只有一组是轴向固定的，所有浮动的双联行星轮组件，连同 $a$ 及 $a'$ 中心轮组件的轴向定位和固定，均由这一组轴向固定的双联行星轮组件来限定。

- 4、根据权利要求 1 所述的附着传动无声减速机，其特征在于锥形轮的角度取为不小于  $2.86^{\circ} \sim 6.84^{\circ}$ 。
- 5、根据权利要求 1 所述的附着传动无声减速机，其特征在于双联行星组件的锥形轮锥角要求一至，而径向尺寸可通过调整锥轮的轴向位置达到一致性。
- 6、根据权利要求 1 所述的附着传动无声减速机，其特征在于呈星状布置的行星轮组件一般用 2—6 组，作周向对称配置。

## 对称微锥封闭加压式附着传动无声减速机

本发明是根据附着传动原理而设计的一种高传动能力，超低噪声的通用减速机，该减速机利用微锥封闭加压的方法，利用轴向不大的弹簧力在光滑的传动轮之间形成极高的接触压力以便利用加于减速机中的高压粘特性的润滑油，在高压下粘度陡增的特性使传动件间形成一层厚度不大而粘滞性极高的油膜来实现主从动轮之间的力和运动的传递。轮系中还使用了多支分流和沿径向和轴向全浮动的结构，使传动轮之间的压紧力能自动而均衡地封闭，不作于支承上，受载后也能自动分流均载，使传动具有较高的承载能力。

由于没有齿形啮合元件，又有粘性油膜的作用，传动件间不发生直接接触，因此传动极其平稳无声，特别适于要求超低噪声的设备中，例如超低噪声的冷却塔和潜水艇等，对于一般机械中不要求精确传动比的场合，也可用作传递运动和动力，还可以设计成通用系列减速机，供一般机械设备配套之用。

附着传动作为一种新型传动原理，七十年代已开始受到人们的重视，从机理和油品上进行了大量研究，并着重开发无级变速的附着传动装置，这方面的现有技术见(F.W Heilich E.shube. )的著作“Traction Drive”一书和May 1974“MACHINE DESIGN”上有专门论述，1981年7月20日出版的。“Aviation Week Space Technology”还介绍了美国NASA所属Louis研究中心曾用附着传动原理设计了航空发动机用的减速机，这种设计在传动方案上采用了功率分

流式的星状定轴轮系，实现了200马力的大功率传动，效果相当于齿轮传动，且传动平稳噪声极小。但是这个减速机的实际结构未公布，特别是在如何实现加压，如何实现功率分流下的浮动均载，以及使用什么材料和工艺来制造承受高接触应力和高精度的传动轮等技术关键均未介绍。

本发明的目的在于设计一种简便有效的实现附着传动的结构，包括：简便有效的加压方法，利用不大的弹簧力在传动件间产生较大的正压力而且此压力仅封闭在传动轮之间而不作用于支承上；为传递较大功率和均衡封闭加压，设计了一种沿轴向和径向均能浮动的全浮动均载结构，使得传动轮在未受载前各轮的压紧力能均衡，受载后，载荷能分流均摊。以此结构来实现一种低噪声，高传动能力的普通传动用的附着传动无声减速机。

本发明的传动型式简图，如图(1)、(2)所示，其中图(1)为双联星轮呈星状排列的定轴轮系；图(2)为双联星轮2K-H负号机构；图(3)和图(4)，分别是它们的结构方案简图。

本发明的结构，对上述两种传动简图都适用，现以后者为例说明本发明的结构，详图如图(5)。结构方案简图如图(4)。

为了功率分流和封闭压紧力，沿周向对称布置了多个双联行星轮，双联行星轮的个数可根据结构大小和所传递的功率来定，一般为2—6个，常用3—4个。为了轴向加压，将轮a和g设计成成对的具有微锥的锥形轮，并分列于轮f的两边，作对称配置，如图3中之a、a'，g<sub>1</sub>、g<sub>1</sub>'，g<sub>2</sub>、g<sub>2</sub>'……锥形轮的锥度应尽可能小，

以利于用不大的轴向力能实现大的正压力，但为了锥形轮能轴向浮动，锥度应以不自锁为条件，即圆锥的斜角应大于 $2.86^{\circ} \sim 6.84^{\circ}$ 。

为了轴向加压在 $a$ 及 $a'$ 两半锥轮之间配置了弹簧(19)和调整垫(26)。弹簧的结构按所需的弹力和允许的空间来定。当结构空间小，又需弹力大时，可用碟形弹簧，如图(6)所示。一般可用成组的圆柱螺旋弹簧，如附图(5)，调整垫的用途是用来调整弹簧的预压量，使达到预期的弹力。轮 $a$ 及 $a'$ 以及弹簧(19)及调整垫(26)均装于浮动中心轴(7)上形成 $a$ 中心轮组件。

锥形行星轮 $g$ 及 $g'$ 与柱形行星轮 $f$ 用榫槽连接，装于行星轴(5)上，双联行星轮 $g$ 、 $f$ 组装后，用两个轴承装于行星架(16)上，行星架沿径向开有滑槽，行星轴(5)的轴承装于滑座(4)中，可沿滑槽径向滑动以达到径向浮动的作用，每个双联行星轮连同行星轴及轴承应联成一体，形成双联行星轮组件，并在滑座中可作轴向浮动，多个双联行星轮组件中只有一个在滑座中是沿轴向固定(不可浮动)的，所有其他双联行星轮组件连同 $a$ 中心轮组件的轴向定位及固定均由这一组轴向固定的双联行星轮来限定。

中心轮( $b$ )就是一个圆环，直接用键或紧定螺钉(B26)固定在壳体上，各个双联行星轮的径向位置均由轮( $b$ )限定，而中心轮 $a$ 的中心位置则随各个双联行星轮的位置自动定位，输入轴(42)与中心轮( $a$ )的浮动中心轴(7)之间用浮动套(12)联接，浮动套的内孔和外圆均作有双键，内外键的位置相错 $90^{\circ}$ ，起到十字滑块联轴器的作用，不干涉轮 $a$ 的自动定位。

采用上述结构，所有传动件，除轮b外，径向均是浮动的，各自的中心位置由b限定（各件自身的尺寸精度影响在内）；而所有传动件的轴向位置，除轮b外，均由某一组双联行星轮限定。因此，各轮之间可以实现受载前压紧力均布，受载后载荷分流均摊的目的。这就是全浮动式结构。

在本发明中要使用一种环状脂肪族碳氢化合物为基础的特种润滑油，其特征是：在常压下具有普通合成润滑油的性质，但在高压下其粘度增高极大，使两接触体间的牵引系数高达0.095~0.12。这种油的国产牌号有S—20和S—30；美国牌号有Santotrac 40和50。为了存油，减速机壳体还设计有油池。

除上述核心部分外，该减速机还有普通减速机类似的零部件，以保证正常工作。如透气塞和加油孔（B30）、油标（B12）、输出轴（1）及其支承（B9）、油封（B4）、放油孔及油塞（2）等。对于立式机型或大机型，还必须配用滑油泵（20）。对于立式机型，为了防止漏油，还设计成带有隔套（23）的结构，使滑油完全进不到输出轴的密封处，而输出轴的下轴承另用油脂润滑。

下面介绍实施本发明的几个技术关键：

1、在设计无声减速机时，必须进行弹性流体动压润滑的计算，使满足以下条件

$$\lambda = \frac{h_0}{\sqrt{H_{jf_1}^2 + H_{jf_2}^2}}$$

$H_{jf_1}$ 、 $H_{jf_2}$  — 两传动轮表面的粗糙度；

$h_0$  — 两轮之间的最小油膜厚度；

$\lambda$  — 膜厚比。

要保证  $\lambda > 3$ ，以此条件来选定传动轮表面的粗糙度。

在计算油膜厚度  $h_0$  时，要根据膜厚参数  $\bar{H}$ 、速度参数  $\bar{U}$ 、载荷参数  $\bar{W}$  及材料参数  $\bar{G}$ ，来判断接触区弹变效应与粘压效应的大小，而分别用马丁 (A.M. Martin) 公式、道森 (D. Dowson) 公式、布洛克 (H. Blok) 或赫里布勒 (K. Herrebrugh) 公式计算。

2、必须选用合适的高压粘特性的润滑油。

3、在制造时，同一台减速机中各锥形轮的锥度，应在一次机床调整中加工完成，以保证锥度大小的一致性。其中，中心轮  $a$  及  $a'$  锥角的公差取  $-5'$ ，而行星轮  $g$  及  $g'$  锥角的公差取  $+5'$ 。对于锥形轮测量直径 (大端) 的偏差不必控制太严。

4、多个双联行星轮的各锥形轮  $g$  及  $g'$  直径可能不一样，但组装后在同一轴向长度处，两锥轮的直径之和应一样，以保证能同时与中心轮  $a$  及  $a'$  接触。控制尺寸之和一样的办法是：装配时，在每一套行星轮组件中，锥轮  $g$  及  $g'$  与柱轮  $f$  之间留有轴向间隙，然后根据需要进行调整，并按图 7 所示的方法进行检查。将双联行星轮组件中的柱形轮  $f$  支持于 V 形铁上，以两个距离固定死，并与 V 形槽平行的百分表同时测量两行星轮  $g$  及  $g'$ 。要求各组双联行星轮两百分表测得的数值之和应相等，公差  $\pm 0.02$ 。测得尺寸和未达要求时，以最小值为基准，调整行星轮轴端的螺钉，推动锥形轮  $g$  及  $g'$  产生微量轴向移动，使径向尺寸和达到公差范围内。



5、双联行星轮轴(5)必须具有较大刚度,其最大挠度应控制在 $f = (0.0002 \sim 0.0003)L$ 以内。

6、在装配时,中心轮a及a'之间的加压弹簧必须处于压缩状态,当各双联行星轮装配到位后,才能松开弹簧。为此,在中心轮a及a'的浮动中心轴(7)下端,设计有带螺纹的反拉头(3)。装配时,用带上圆垫块的螺栓通过中心轮a及a'将弹簧压紧。装好后再取去螺栓,松开弹簧。

7、中心轮和行星轮应选用杂质少的高接触强度的材料,例如用Gcr15经渗碳淬火,硬度HRC62—65并且要求加工前进行球化退火,硬度控制在HB170—200之间。淬火温度不得高于850℃,淬火后立即回火,温度为150℃—160℃,保温2—3小时。要求其组织为极细的回火马氏体和分布均匀的细粒状碳化物,残余奥氏体少量。精加工完成后,要求进行稳定化处理,以消除磨削应力。

下面以一个实施例说明本发明的工业应用和实际效果。图(5)是用于300%超低噪声冷却塔风机的无声减速机设计图,该机的性能参数:

电机功率	$N = 11 \text{ KW}$
输出轴扭矩	$T = 800 \text{ Nm}$
输出轴转速	$n = 126 \text{ rpm}$
传动比	$= 7.8$
外型尺寸	直径 $\phi 360$ 长686 比原行星齿轮减速机稍小。

冷却塔实测噪声 54 dBA (干塔)比原行星齿轮减速机降低6 dBA, 低于设计标准要求。

温升 未精确测量。长时间满载运行后手测不觉烫手, 估计温升 $< 30^{\circ}\text{C}$ 。

滑动率 满载时 $< 0.04$ 。

造价 与原行星齿轮减速机相当。

该机对称微锥的锥角为 $5^{\circ}$ 。材料Gcr15, 淬火HRC60~63。表面粗糙度为 $\sqrt{0.1}$ 。三组双联行星轮呈 $120^{\circ}$ 对称配置, 使用的油为美国Santotrc50或国产S-30。

补 正 书 附 表

④ 文件名称	页	行	补 正 前	补 正 后
说明书	1	17,18	..... Tracti-on	..... Traction
	2	21	...如图(3)中之a	...如图(4)中之a
	3	2	2.86° ~ 6.84°	2.86° ~ 6.84°
	3	8	...浮动中心轴(7)...	...浮动套(7)
	3	17	...(B26)...	...(B20)...
	3	19	...输入轴(42)	...输入轴(12)
	3	20	与中心轮(a)的浮动中心轴 (7)之间用浮动套(12)联接	与浮动中心轮(a)之间用 浮动套(7)联接
	3	21	套的内孔...	套(7)的内孔
	6	2	...(0.002~0.0003)...	...(0.0002~0.0003)...
	6	5	...浮动中心轴(7)...	...浮动中心套(7)...
	6	14	...磨削...	...磨削...
	6	21	...=7、8	...=7.8
	7	1	54dBA	54dB(A)
	7	2	6dBA	9dB(A)
	权利要求书	1	6	...浮动中心轴(7)...
1		17	...浮动中心轴(7)...	...浮动套(7)...
1		12	(B9)	(B19)
1		18	浮动轴(7)	浮动套(7)

# 说明书附图

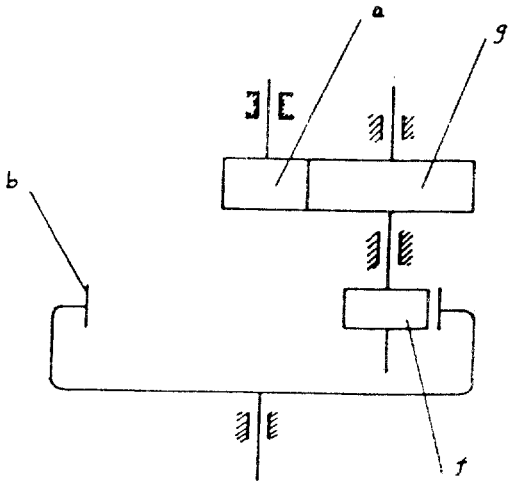


图 1

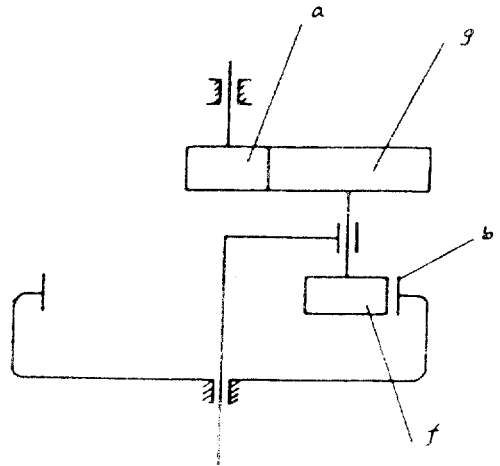


图 2

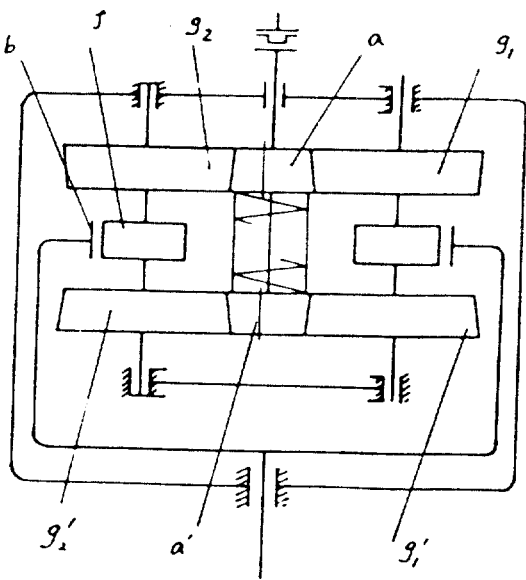


图 3

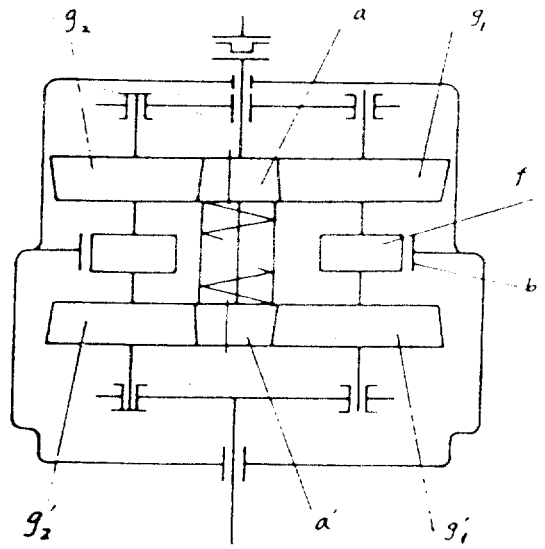


图 4

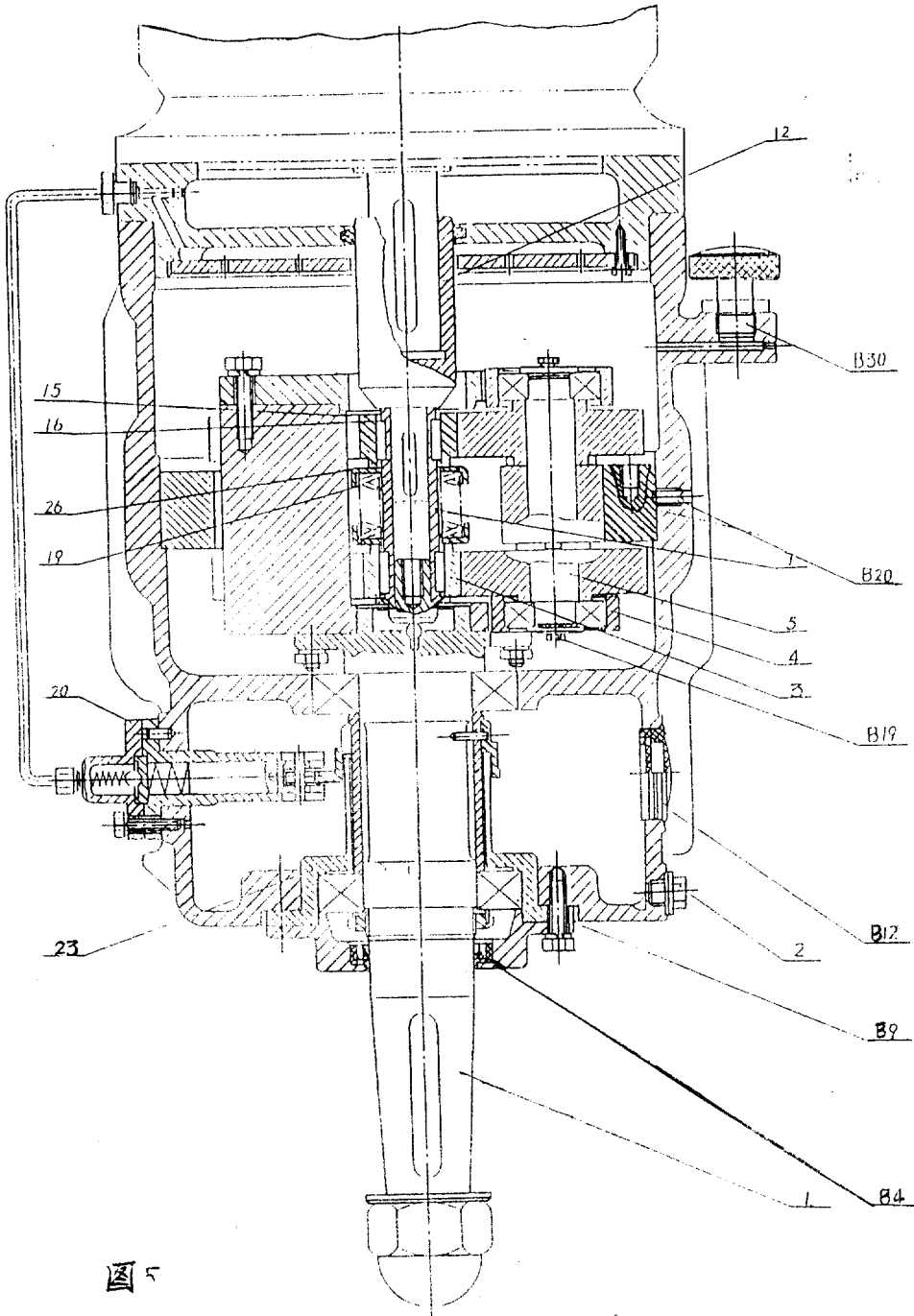


图 5

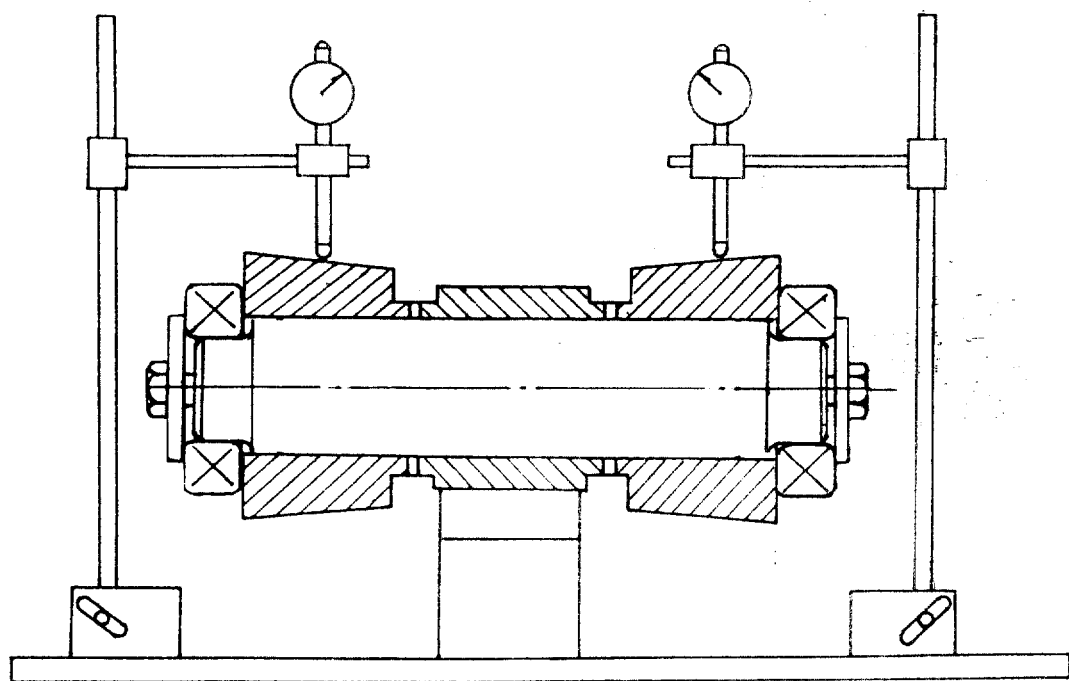


图 7

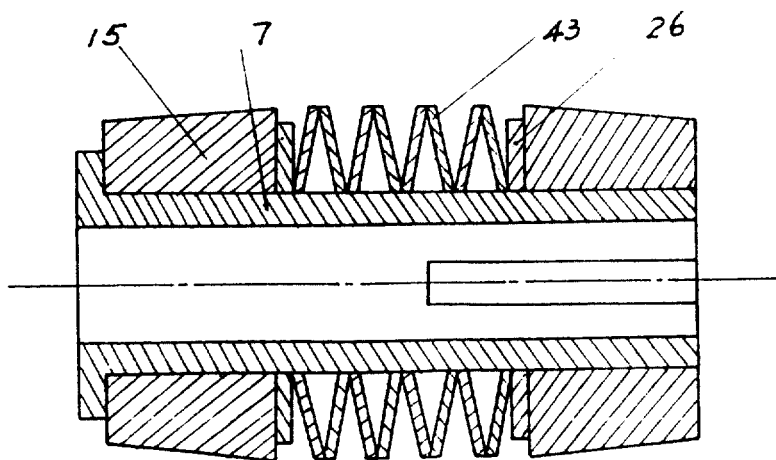


图 6