



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 86 1 02085 A

[43] 公开日 1988年7月20日

[21] 申请号 86 1 02085

[22] 申请日 86.3.26

[71] 申请人 方祖彭

地址 江苏省南京市中央门外汽轮四村 20-19

共同申请人 赵亚芬 方丹 方芳

[72] 发明人 方祖彭 赵亚芬 方丹 方芳

[74] 专利代理机构 江苏省专利服务中心

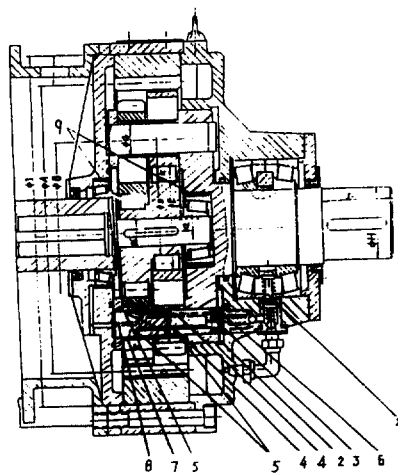
代理人 沈根水 徐冬涛

[54] 发明名称 少齿差行星减速机系列

[57] 摘要

本发明提出的是一种少齿差行星减速机系列,属于通用机械传动技术领域。本发明在 W 输出机构中采用具有节圆尾板的液体静压销轴套,提出了为了在高传动比时避免由于齿形累积误差所产生的齿形干涉现象所需的重叠性干涉系数 G_s ,同时还提出了用于高速动力机械相匹配的高速轴承的开槽式弹性支承。

故具有单级高传动比、高效率及高输入轴转速的动力传动装置。



权 利 要 求 书

1、一种具有同轴型、W型输出机构，双偏心轮输入，转臂轴承为无内外圈滚柱，宽速比的少齿差行星减速机系列，其特征是：

a、悬浮式液体静压销轴套按置在W型输出机构中；

b、机座号为1至16，对应的速比为11、17、23、29、35、43、59、71、87、99、109、129、139、149、159、169、179、机座号和速比所对应的内齿节圆直径mm为：

120	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
140	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
180	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
220	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
270	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
330	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
390	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
450	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
550	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
650	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
750	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
850	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1000	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1200	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1400	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1600	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

c、开槽式弹性支承9位于输入轴两端滚动轴承外圈的外缘。

2、根据权利要求1所述的少齿差行星减速机系列，其特征是在W型输出机构中封闭压力腔2内的各销轴尾部均有厚度为0.3~0.5mm

的节流尾板，销轴内钻有两个油孔4，每个油孔又分别以力偶式的油路5通向销轴套7，节流尾板3与销轴尾部端盖间的间隙为0.1~0.5 mm。

3、根据权利要求1所述的少齿差行星减速机系列，其特征是 $G_S > \frac{F_P i}{m}$ ，其中 F_P ——周节累积误差， m ——模数， i ——是指 F_P 值本身随内齿轮节圆直径加工精度而变。

4、根据权利要求1所述的少齿差行星减速机系列，其特征是开槽式弹性支承9的最大径向变形 $\delta_0 = G_S \times m$ ，并必须满足下式要求：

$$\omega^2 = \frac{2 C_0 C_1}{M (2 C_0 + C_1)} = \frac{g}{G_S \times m} \approx 22500 \text{ 1/sec}^2,$$

其中 C_0 ——开槽式弹性支承9的径向刚度系数 Kg/cm ，

C_1 ——输入轴的抗弯刚度系数 Kg/cm ，

g ——落体加速度 cm/sec^2 ，

M ——输入轴的质量 $\frac{\text{Kg sec}^2}{\text{cm}}$

m ——模数 cm 。

Q ——齿形重叠性干涉系数。

ω ——输入轴的临界转速。

少齿差行星减速机系列

本发明提出的是一种少齿差行星减速机系列，属于通用机械传动技术领域。

在现有技术中，如摆线针轮减速机系列，具有同轴性，它的单级速比是 $11 \sim 87$ ，它的 w 输出机构是采用滑动轴套，故要消耗该机总功率的 $5 \sim 8\%$ 。在速比大于 35 ，针齿直径小于 10 mm 的机座中存在着无销轴套滑动摩擦啮合区，该区域中的传动效率更低，并且结构复杂、另件多。

少齿差行星减速机，具有同轴性、体积小、重量轻、宽传动比、接触应力低、噪音低及线速度低的优点，而且特别适用与高速动力机械相匹配，但因重叠性齿形干涉等干涉因素的影响，目前尚未在高速动力机械上实现。在输出轴中一般采用 w 输出机构，其销轴是滑动式轴承，摩擦系数较大，还没有形成系列化生产。

本发明的目的是在现有技术的输出机构中，在不增加径向尺寸的前题下，将滑动轴套的无用功降低到最低限度，从而使整机效率提高 $5 \sim 8\%$ ，同时应使单级高速比特别在 $i = 87 \sim 179$ 之间不致因各种不同加工精度等级而出现齿形重叠性干涉现象，并在使具有与高速动力机械相匹配，具有与同类产品所不具备的线速度低，噪音低及齿接触应力低先天优越性的少齿差行星减速机，当它们采用了弹性支承时，不致因弹性支承的径向变形而导致重叠性干涉现象的出现。

本发明 16 个机座各 18 档速比的有关参数见附表 2 、 3 、 4 。

本发明的内容：

a 悬浮式液体静压销轴套：

在输出轴的两个圆锥轴承的中部按设一个柱塞式油泵1，压力油由柱塞式油泵通向输出轴根部的封闭压力腔2内，位于封闭压力油腔2内的各销轴尾部均带有厚度为 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ 的节流尾板3，销轴内钻有两个油孔4，每个油孔又分别以力偶式油路5通向销轴套7，销轴尾部端盖6是以紧固结在销轴尾部，节流尾板3与销轴尾部端盖6间的进油间隙为 $0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。节流尾板与销轴的尾部采用焊接，并位于两油孔4的中间。销轴中有一个具有顶孔8用以润滑左端高速轴承（立式时）。本项发明亦可用于摆线针轮减速机的W型输出机构中。

b 避免由于齿形的周节累积误差所引起的齿形重叠性干涉系数 G_s 的确定：在现有技术中孤立地规定齿形重叠性干涉系数 $(G_s) = 0.03 \sim 0.05$ ；这样并不能满足1~16机座中速比 $I = 11 \sim 179$ 及一般7级精度及其以下的周节累积误差的要求而将导致重叠性齿形干涉现象的出现。令重叠性干涉系数 $G_s > \frac{F_P I}{m}$ ； F_P ——周节累积误差； m ——模数； I ——是指 F_P 值本身随内齿轮节圆直径，加工精度而变。它在七级精度的各机座中的范围为 $G_s = 0.04 \sim 0.09$ 之间（见说明书附表1）。

c 用于高速动力机械相匹配的（输入轴转速 $n = 5000 \sim 15000 \text{ R、P、M}$ ）高速轴承的开槽式弹性支承9。

本发明是使一阶临界转速降低到 150 1/sec 以下，可以使动负荷降低到 $1/10$ 左右并通过开槽式弹性支承9来实现，同时亦

不致由于支承的弹性变形而导致齿形干涉的条件为：

$$\omega^2 = \frac{2 C_0 C_1}{M (2 C_0 + C_1) G_s m} = \frac{g}{G_s m} \approx 22500 \text{ 1/sec}^2$$

上式中： ω ——输入轴的临界转速 $1/\text{sec}$ 。

C_0 ——开槽式弹性支承 9 的径向刚度系数 Kg/cm

C_1 ——输入轴的抗弯刚度系数 Kg/cm 。

g ——落体加速度 cm/sec^2 。

M ——输入轴的质量 $\text{Kg} \cdot \text{sec}^2/\text{cm}$ 。

$G_s m$ ——弹性支承 9 的最大变形 cm 。

m ——模数 cm 。

附图 1 为本发明的传动装置剖面图。

附图 2 为本发明的立式按装图。

附图 3 为本发明卧式按装图。

附图 4 为开槽式弹性支承。

附图 1 中：1 为柱塞式油泵。

2 为封闭压力油腔。

3 为节流尾板。

4 为油孔。

5 为力偶式油路。

6 为销轴尾部端盖。

7 为销轴套。

8 为顶孔。

θ 为开槽式弹性支承。

$\varnothing A$ 为内齿轮节圆直径。

a 为最大中心距。

m 为最大模数。

$\varnothing B$ 为销轴中心圆直径。

$\varnothing C$ 为输入轴直径。

$\varnothing D$ 为双偏心轮外径。

$\varnothing E$ 为外齿轮轴承孔径。

$\varnothing G$ 为销轴直径。

$\varnothing H$ 为输出轴直径。

$\varnothing I$ 为内齿轮外圈直径。

$\varnothing K$ 为滚柱直径。

l_1 为输出轴长度。

l_2 为外齿轮宽度。

l_3 为内齿轮宽度。

附图 2 中： d_0 为地脚螺钉孔径。

l_4 为地脚螺钉中心圆直径。

D_0 为法兰外缘直径。

附图 3 中： l_5 为输出轴端到底座前端距离。

l_6 为地脚螺钉孔至底座前缘尺寸。

l_7 为地脚螺钉纵向跨距。

l_8 为地脚板纵向长度。

附图4中：a— a 为弹性开槽式支承轴向剖面图。

下面结合附图给出本发明的实施例：

悬浮式液体静销轴套中，输出轴的两个圆锥轴承的中部按置一个柱塞式油泵1，压力油由柱塞油泵1通向输出轴根部的封闭压力腔2内，位于封闭压力腔2内的各销轴尾部均带有厚度为0.3~0.5 mm的节流尾板3，销轴内钻有两个油孔4，每个油孔又分别以力偶式油路5通向销轴套7，销轴尾部端盖6是紧固在销轴尾部，节流尾板3与销轴尾部端盖6之间的进油间隙为0.1~0.5 mm。节流尾板与销轴的端部采用焊接或压配合，位于两孔4的中间。

齿形重叠性系数的确定，从而避免了由于齿形的周节累积误差所引起的齿形重叠现象。假如机座号为1，单级速比 $I = 179$ 时，则内齿轮节圆直径为126 mm，其模数为0.7 mm。若选用7级精度时，其周节累积误差则为 $F_P = 0.045$ mm， $G_S > \frac{F_P I}{m} = \frac{0.045}{0.7} = 0.064$ ；若选用8级精度时，则 $F_P = 0.063$ mm，这时 $G_S > \frac{F_P I}{m} = \frac{0.063}{0.7} = 0.09$ 。

用于与高速动力机械相匹配的(输入轴转速 $n = 5000 \sim 15000$ R、P、M)高速轴承的开槽式弹性支承9的确定：

在转速处于 $n = 5000 \sim 15000$ R、P、M状态时，须要采用弹性支承来降低临界转速，从而避免在高转速时所出现的振动现象。在少齿差传动系统中亦应当避免由于弹性支承的变形过大而带来齿廓重叠性干涉现象。在选用模数为7时，根据：

$$\omega^2 = \frac{2 C_0 C_1}{M (2 C_0 + C_1)} = \frac{g}{G_S m} = 22500 \text{ 1/sec}^2 \text{ 可求}$$

出 $G_S = 0.06$ ，这时输入轴的临界转速 $\omega^2 = \frac{g}{G_S m} = \frac{981}{0.06 \times 0.7}$

$= 22357 \text{ 1/sec}^2$ ，同时根据机座号即可确定 C_1 ，这时开槽式弹性支承的径向刚度系数 C_0 只须满足：

$$\omega^2 = \frac{2 C_0 C_1}{M (2 C_0 + C_1)} = 23357 \text{ 1/sec}^2 \text{ 公式的要求即}$$

可求得 C_0 值。在求出 C_0 值以后，即可设计出开槽式弹性支承 9，这里所述的开槽式弹性支承 9，它既能满足输入轴临界转速 ω 不大于 150 1/sec ，并且又不致于出现齿廓重叠性干涉现象。

本发明的主要零件材料和热处理是：输入轴 $40 C_r$ ，调质处理硬度 $H B 220 \sim 250$ ，输出轴材料 45 ，调质处理 $H B 220 \sim 250$ ，销轴及销轴套材料 $G C_r 15$ ，淬火硬度 $H B C 58 \sim 62$ 。滚柱材料 $G C_r 15$ ，淬火硬度 $H R C 58 \sim 62$ 。外齿轮材料 $20 C_r$ 渗碳淬火 $H R C 58 \sim 62$ 。内齿轮材料 $40 C_r$ ，淬火硬度 $H R C 50 \sim 55$ 。

说明书附表1 少齿差行星减速机系列齿形干涉系数(αs)表

齿 比	1117	2329	3543	5971	87	99	109	119	129	139	149	159	169	179
1 120					0.05	0.06	0.06	0.065	0.065	0.065	0.07	0.08	0.08	0.085
2 140							0.06	0.065	0.065	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
3 180									0.06	0.06	0.06	0.065	0.065	0.065
4 220								0.055	0.06	0.06	0.06	0.075	0.075	0.075
5 270									0.055	0.055	0.055	0.055	0.06	0.06
6 330										0.055	0.055	0.06	0.06	0.06
7 390											0.055	0.055	0.06	0.06
8 450													0.055	0.055
9 550														
10 650														
11 750														
12 850														
13 1000														
14 1200														
15 1400														
16 1600														

注: 空格内均为 0.05

说明书附表 2

少齿差行星减速机系列.

项 目 机座号	输出轴力矩 kg - M	内齿轮节 圆直径 ΦA	最大中 心距 a mm	最大模 数 m mm	ΦB mm	ΦC 最小 mm	~ ΦD mm	ΦE mm
1	20	120	4.92	3	75	20	31, 848	51, 848
2	32	140	6.56	4	88	20	38	64
3	55	180	8.2	5	112	20	47	81
4	75	220	9.84	6	142	25	63, 5	93, 5
5	160	270	13.12	8	170	30	75	103
6	300	330	14.76	9	210	35	85	121
7	490	390	16.4	10	250	40	107	147
8	860	450	19.68	12	310	45	118	162
9	1600	550	24.6	15	300	50	129	177
10	2400	650	29.52	18	430	60	166	218
11	3400	750	32.8	20	480	70	170	230
12	5000	850	39.36	24	540	80	192	262
13	7000	1000	45.92	28	600	85	205	269
14	12000	1200	52.48	32	700	90	218	286
15	16000	1400	59.04	36	800	95	231	330
16	20000	1600	73.8	45	900	100	256	332

说明书附表 3

少齿差行星减速机系列

∅0	∅H mm	∅I mm	∅K mm	11 mm	12 mm	13 mm	15 mm
10	45	160	10	85	15	30	84
13	45	160	8	80	17	34	179.5
13	55	230	10	80	22	44	200
18	60	270	12	82	30	60	230
24	70	330	14	95	32	64	245
30	85	390	18	120	38	76	270
32	95	450	20	150	43	86	300
35	105	510	22	160	50	100	310
45	125	620	24	180	55	110	330
55	150	720	26	200	60	120	350
60	170	820	28	220	65	130	370
70	190	820	30	240	70	140	390
75	215	1070	32	260	75	150	410
80	250	1280	34	280	80	160	430
85	270	1490	36	300	85	170	450
90	290	1690	38	320	90	180	470

说明书附表 4 少齿差行星减速器系列

16 mm	17 mm	18 mm	19 mm	d_0 mm	D_0 mm	h_{ax} mm
27, 6	140	195	200	16	230	100
25	155	205	200	16	230	112
25	165	215	230	18	260	132
25	180	230	310	20	340	160
25	220	270	360	22	400	200
25	275	325	450	22	495	250
25	300	430	520	24	580	290
25	400	530	590	24	650	325
25	500	550	700	27	880	420
25	550	600	800	27	1000	490
25	600	650	900	33	1100	540
25	650	700	1000	33	1200	590
25	700	750	1150	36	1350	665
25	730	780	1360	36	1560	770
30	760	820	1590	40	1790	980
30	790	880	1790	40	1990	980

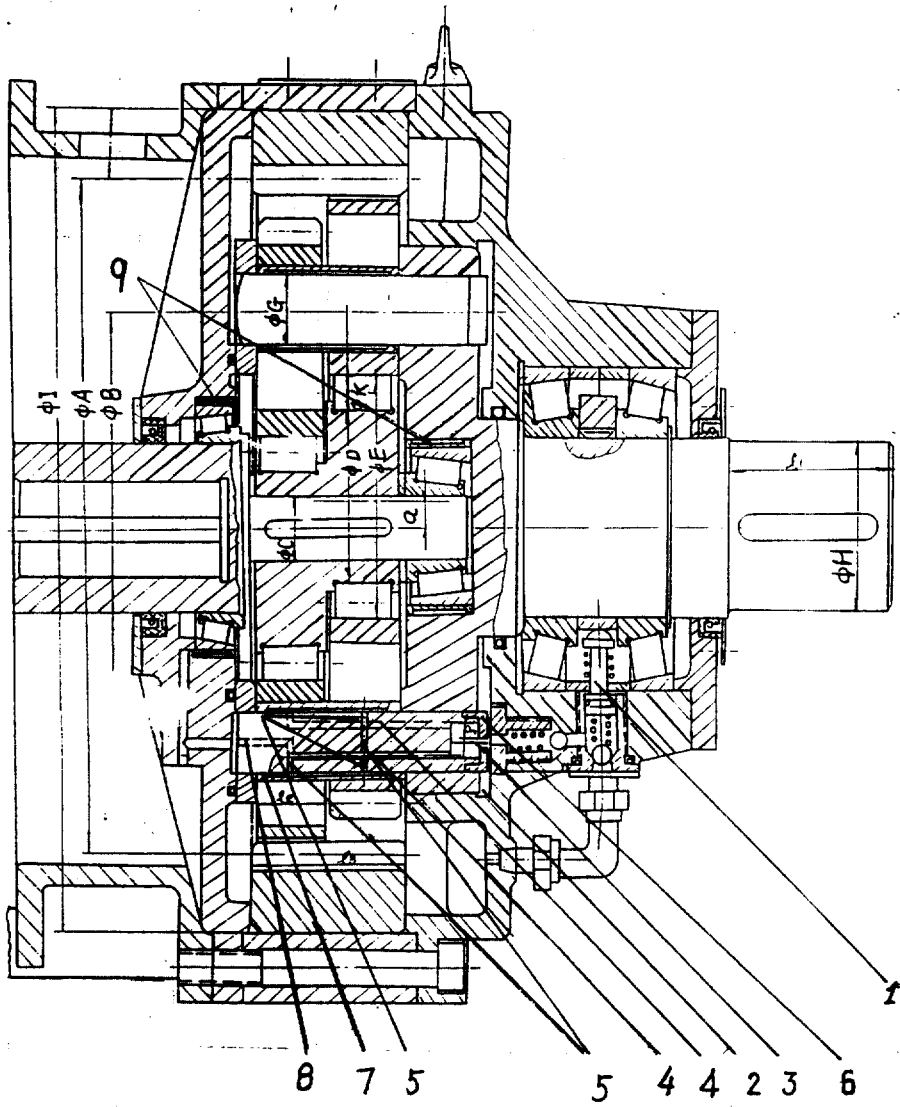


图 1

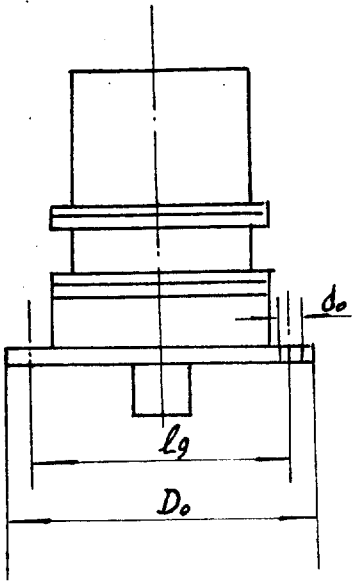


图 2

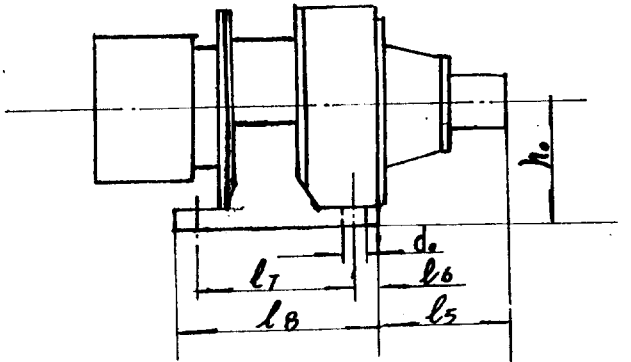


图 3

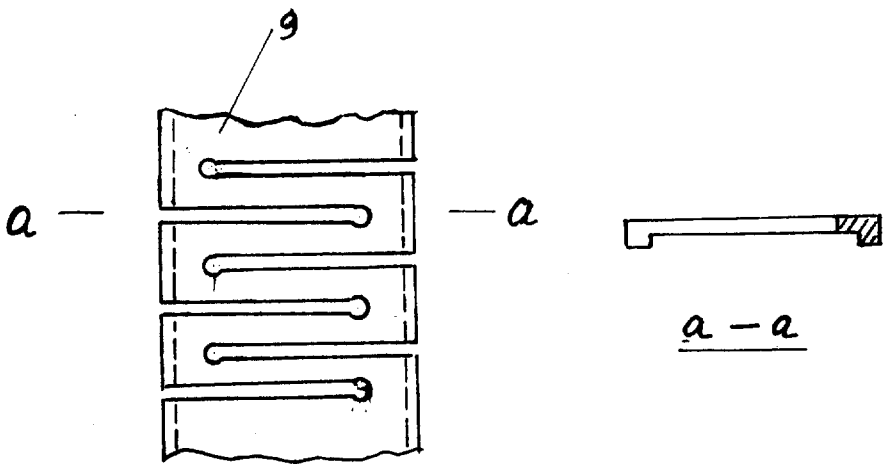


图 4