

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F16H 13/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610104382.8

[43] 公开日 2007年2月28日

[11] 公开号 CN 1920335A

[22] 申请日 2006.8.11

[21] 申请号 200610104382.8

[71] 申请人 汉邦科技股份有限公司

地址 241005 江苏省无锡市安镇胶西路1号

[72] 发明人 沈醒迪

[74] 专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司  
代理人 闫立德

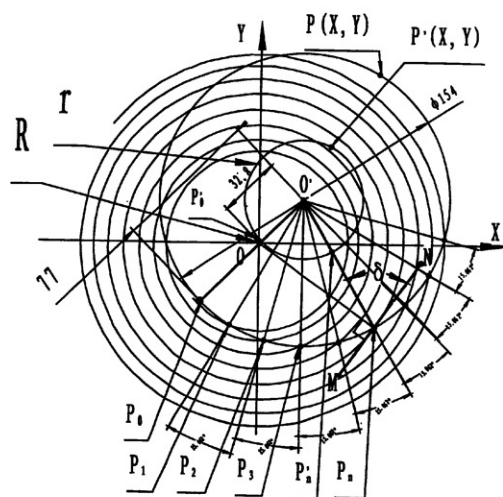
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## [54] 发明名称

摆线蜗盘减速机

## [57] 摘要

本发明属于传动机械。它由摆线盘、滚盘和机架组成；摆线盘由盘体，I轴组成，滚盘由盘身，II轴以及K个滚轮、小轴、小套、锁母组成，机架由机身，左盖、右盖、左压盘、右压盘组成。本发明用简单达单级滚动的运动付，创造出高匀速度、大速比的减速机，使传动刚度、机械效率、高速平稳度及工艺简易性等综合指标，均达近于该领域理论上的最高极限水平，使它能远优于现有各变速器。



1、一种摆线蜗盘减速机，由机架、底板和机身所组成，其特征在于：它由摆线盘，滚盘和机架组成，

摆线盘由盘体，I轴组成，I轴紧固于盘体左侧中心孔内，盘体为圆盘状，它的前侧面为锥形，锥面为“类单叶双曲面”，面上有曲线槽，这曲线为“双匀速摆线”公式为：

$$\begin{cases} X = (R+r)\cos t - \lambda r \cos t(CR/r+1) & t \in (0, \pi r/RC) \\ Y = (R+r)\sin t - \lambda r \sin t(CR/r+1) & C \in (0, 1) \end{cases}$$

其中R取|R|，r取±|r|；曲线槽的法向切面形状及各部份几何参数计算关系的标准化同于齿轮、齿条，或类似于梯形、锯齿螺纹的几何关系；

滚盘由盘身，II轴以及K个滚轮、小轴、小套、锁母组成；盘身为圆盘状，它的中心右侧固定着II轴，盘周有K个斜孔，斜孔内有螺纹配合着小套，小套左端由锁母锁定，小轴右端固定着滚轮，小轴的滚轮左侧及小轴左端有轴承安装于小套内；滚轮为单片锥形圆盘状，它的H侧面为凹锥面或平面，另一J侧面为锥面；滚轮与摆线盘啮合时它的H侧凹锥面与曲线槽的凸侧面相靠，J侧锥面与曲线槽的凹侧面相靠，这H、J两侧面交角d取曲线槽两侧齿形压力角的和；

机架由机身，左盖、右盖、左压盘、右压盘组成；机身是下部有底板的圆筒，底板是四周有安装孔的平板，左盖、右盖均为盘形，它们分别安装于机身的左、右两端面，左盖中心固定有与其中心线有一偏斜角的斜套，斜套孔内用轴承安装着I轴，左压盘固定于斜套左端，它是紧压I轴左端轴承外圈的圆盘，它中心有孔，用密封圈套于I轴左部；右盖中心固定有大套，大套孔内用轴承安装着II轴，右压盘固定于大套右端，它是紧压II轴外端轴承外圈的圆盘，它中心有孔，用密封圈套于II轴右部；I、II轴均伸出机架，两轴中心距为R+r，滚盘一侧的滚轮与摆线盘一侧的曲线槽达正确啮合而另一侧为分离状态。

2、按权利要求1所述的一种摆线蜗盘减速机，其特征在于：所述的摆线盘曲线槽的曲线可取c=1，这时“双匀速摆线”就成为它的特例—变幅摆线：

$$\begin{cases} X = (R+r)\cos t - \lambda r \cos t(R/r+1) \\ Y = (R+r)\sin t - \lambda r \sin t(R/r+1) \end{cases} \quad t \in (0, \pi r/R)$$

其中R取|R|，r取±|r|。

3、按权利要求1所述的一种摆线蜗盘减速机，其特征在于：所述的滚轮的H侧如取凹锥面则它的曲率半径略大于摆线盘外周部曲线槽内凸侧面的曲率半径，滚轮的J侧锥面的曲率半径略小于摆线盘中心部曲线槽内凹侧面的曲率半径，两者均成带状啮合面。

4、按权利要求1所述的一种摆线蜗盘减速机，其特征在于：所述的滚轮可用多片圆盘与同一套管成一整体或多个盘成滑动配合地套于一管上组成多盘型，这两种盘的盘数为 $\geq 2$ 的自然数，这管再用滚动或滑动轴承及小轴装配于滚盘上。

5、按权利要求 1 所述的一种摆线蜗盘减速机，其特征在于：所述的滚轮也可用锥轴来代替，锥轴的锥角取曲线槽两侧齿形压力角的和，锥轴根部由轴承安装于滚盘分度孔内。

6、按权利要求 1 所述的一种摆线蜗盘减速机，其特征在于：所述的机架的机身也可以是无底板的法兰式机架。

7、按权利要求 1 所述的一种摆线蜗盘减速机，其特征在于：所述的减速机中摆线盘和滚盘又可多次重复串联而组成多级机构，成为两级、或多级减速机。

## 摆线蜗盘减速机

### 技术领域

本发明属于传动机械，用于动力机械的变速。

### 背景技术

查考近多年来刚性齿式大速比减变速器的发展，最早只是齿轮及蜗轮式，随之又出现一齿差、行星、谐波诸类型，后来又较大规模地被针轮摆线减变速器所替代。目前尚有三环式、锥齿轮波导式，近来又有大批活齿类在国内外出现，例如德国人迪特尔·波尔曼的无齿传动齿轮（P3801930.2）等等。这些虽然各有优点，但目前为止尚无一个兼备机械效率、传动刚度、高速平稳性等综合性能均极优良，而且结构简单、易造的变速机构问世。

### 发明内容

本发明的目的是设计一种摆线蜗盘减速机，用简单达单级滚动的运动付，创造出高匀速度、大速比的减速机，使传动刚度、机械效率、高速平稳度及工艺简易性等综合指标，均达近于该领域理论上的最高极限水平，使它能远优于现有各变速器。为此，本发明由摆线盘，滚盘和机架组成，

摆线盘由盘体，I轴组成，I轴紧固于盘体左侧中心孔内，盘体为圆盘状，它的前侧面为锥形，锥面为“类单叶双曲面”，面上有曲线槽，这曲线为“双匀速摆线”公式为：

$$\begin{cases} X = (R+r)\cos t - \lambda r \cos t(CR/r+1) & t \in (0, \pi r/RC) \\ Y = (R+r)\sin t - \lambda r \sin t(CR/r+1) & C \in (0, 1) \end{cases}$$

其中R取|R|，r取±|r|；曲线槽的法向切面形状及各部份几何参数计算关系的标准化同于齿轮、齿条，或类似于梯形、锯齿螺纹的几何关系；

滚盘由盘身，II轴以及K个滚轮、小轴、小套、锁母组成；盘身为圆盘状，它的中心右侧固定着II轴，盘周有K个斜孔，斜孔内有螺纹配合着小套，小套左端由锁母锁定，小轴右端固定着滚轮，小轴的滚轮左侧及小轴左端有轴承安装于小套内；滚轮为单片锥形圆盘状，它的H侧面为凹锥面或平面，另一J侧面为锥面；滚轮与摆线盘啮合时它的H侧凹锥面与曲线槽的凸侧面相靠，J侧锥面与曲线槽的凹侧面相靠，这H、J两侧面交角d取曲线槽两侧齿形压力角的和；

机架由机身，左盖、右盖、左压盘、右压盘组成；机身是下部有底板的圆筒，底板是四周有安装孔的平板，左盖、右盖均为盘形，它们分别安装于机身的左、右两端面，左盖中心固定有与其中心线有一偏斜角的斜套，斜套孔内用轴承安装着I轴，左压盘固定于斜套左端，它是紧压I轴左端轴承外圈的圆盘，它中心有孔，用密封圈套于I轴左部；右盖中心固定有大套，大套孔内用轴承安装着II轴，右压盘固定于大套右端，它是紧压II轴外端轴承外圈的圆盘，它中心有孔，用密

封圈套于 II 轴右部; I、II 轴均伸出机架, 两轴中心距为  $R+r$ , 因左盖中心与斜套中心线的偏斜角, 使它两成交叉位置, 可使滚盘一侧的滚轮与摆线盘一侧的曲线槽达正确啮合而另一侧为分离状态。

所述的滚轮的 H 侧如取凹锥面则它的曲率半径略大于摆线盘外周部曲线槽内凸侧面的曲率半径, 滚轮的 J 侧锥面的曲率半径略小于摆线盘中心部曲线槽内凹侧面的曲率半径, 两者均成带状啮合面。

所述的滚轮可用多片圆盘与同一套管成一整体或多个盘成滑动配合地套于一管上组成多盘型, 这两种盘的盘数为  $\geq 2$  的自然数, 这管再用滚动或滑动轴承及小轴装配于滚盘上。

所述的滚轮也可用锥轴来代替, 锥轴的锥角取曲线槽两侧齿形压力角的和, 锥轴根部由轴承安装于滚盘分度孔内。

所述的机架的机身也可以是无底板的法兰式机架。所述的减速机中摆线盘和滚盘又可多次重复串联而组成多级机构, 成为两级、或多级减速机。

本发明结构简单, 它仅为两盘 (摆线盘和滚盘) 单级滚动付传动机构, 是其它同类无法比似的, 本发明成功地运用了运动学等基础性设定研究, 首创了“双匀速摆线”函数理论, 从而产生的高匀速度、大速比刚性单级滚动付传动机构, 它成功地革除了多年来诸大速比减速器所无法摆脱的齿差原理, 从而出色地避免了目前同类的诸多基本缺点, 经样机等实践证明它在机械效率, 高速平稳性、输出匀速性和工艺简单度和实现大功率传动上均优于目前行星式、谐波式、针轮摆线式、活齿式以及三环式等各类减速器等, 预计它将成为目前减速器行业的理想产品。

## 附图说明

图 1 本发明结构及其 A-A 剖面示意图

图 2 为图 1 的 G 部放大和 K-K 剖切面图

图 3 本发明的多盘型滚轮局部示意图

图 4 本发明的多盘型滚轮局部示意图

图 5 本发明的锥轴滚轮摆线盘啮合状态示意图

图 6 本发明的“双匀速摆线”设定生成基础示意图

图 7 本发明的是“双匀速摆线”特征示意图

## 具体实施方式

如图 1 至图 7 所示, 本发明由 (见图 1) 摆线盘(1), 滚盘(2)和机架(3)组成; 摆线盘由盘体(6), I 轴(4)组成; I 轴紧固于盘体左侧中心孔内, 盘体为圆盘状, 它的前侧面为锥形, 锥面“类单叶双曲面” (这“类单叶双曲面”和“双匀速摆线”下面专有说明), 这曲面上有曲线槽, 这曲线为“双匀速摆线”公式为:

$$\begin{cases} X = (R+r)\cos t - \lambda r \cos t(CR/r+1) & t \in (0, \pi r/RC) \\ Y = (R+r)\sin t - \lambda r \sin t(CR/r+1) & C \in (0, 1) \end{cases}$$

其中 R 取  $|R|$ , r 取  $\pm|r|$ ;

为了简化应用,所述的摆线盘曲线槽的曲线也可取  $c=1$ , 这“双匀速摆线”就成为它的特例——变幅摆线:

$$\begin{cases} X = (R+r)\cos t - \lambda r \cos t(R/r+1) \\ Y = (R+r)\sin t - \lambda r \sin t(R/r+1) \end{cases} \quad t \in (0, \pi r/R)$$

其中  $R$  取  $|R|$ ,  $r$  取  $\pm|r|$ , (取“+”为变幅外摆线, 取“-”为变幅内摆线) 用它们来作曲线槽效果类同, 更为方便。曲线槽的法向切面形状及各部份几何参数计算关系等标准化同于的齿轮、齿条或类似于梯形、锯齿螺纹等。

滚盘由盘身(6), II轴(9)以及  $K$  个滚轮(10)、小轴(11)、小套(12)、锁母(13)等组成; 盘身为圆盘状, 它的中心右侧固定着 II 轴, 盘周有  $K$  个斜孔, 斜孔内有螺纹配合着小套, 小套左端由锁母锁定, 小轴右端固定着滚轮, 小轴的滚轮右侧及小轴左端有轴承(或压力轴承)安装于小套(见图 1 G 局部, 及图 2 G 部放大); 滚轮(见图 2)为单片锥形圆盘状, 它的 H 侧面为凹锥面或平面, 如取凹锥面则它的曲率半径应略大于摆线盘外周部曲线槽内凸侧面的曲率半径, 另一侧 J 面为锥面, 这锥面的曲率半径略小于摆线盘中心部曲线槽内凹侧面的曲率半径, 两者均成带状啮合面。滚轮与摆线盘啮合时 H 侧面与曲线槽的凸侧面相靠, J 侧锥面与曲线槽的凹侧面相靠, 这 H、J 两侧面交角  $d$  取曲线槽两侧齿形压力角的和, 可在  $25^\circ \sim 50^\circ$  范围 (常用为  $40^\circ$ 、 $30^\circ$ ), 这时滚轮中心轴应有相应的倾角  $e$  以保证它与曲线槽良好啮合; 从图 2 的 K-K 切面中, 滚轮的 H 侧凹锥面和 J 侧锥面, 被切出的两条线是二次曲线顶点部位段, 这两顶点段均有较大曲率半径, 它们可与曲线槽各侧面产生较宽的重合段, 使滚轮两侧与曲线槽啮合时形成宽带形的面接触, 极大地提高接触强度和耐磨性。滚轮(10a)也可以(见图 3)用多片圆盘与同一套管(22)成一整体或多个盘(见图 4)成滑动配合地套于一管(23)上等组成多盘型, 这两种盘的盘数可以为: 2、3、4、5、6、7……等, 这管再用滚动或滑动轴承(最佳为压力轴承)及小轴等装配于滚盘上。滚轮切向线与滚盘径向线的夹角  $\angle\delta_1$  (图 1), 等于滚轮与摆线盘曲线槽啮合时能使两者相切的角度  $\angle\delta$  (即图 7 中“双匀速摆线”曲线的切线 MN 与滚盘径向线 O'P 的夹角)。滚轮也可以采用锥轴(20) (图 5) 来代替, 锥轴的锥角取曲线槽两侧齿形压力角的和, 这时滚盘(6<sub>a</sub>)上无小轴和斜孔, 斜孔由分度孔(21)来替代, 锥轴根部有轴承安装于滚盘分度孔内。

机架由机身(14), 左盖(17)、右盖(15)、左压盘(19)、右压盘(8)组成; 机身是下部有底板(16)的圆筒, 底板是四周有安装孔的平板, 左盖、右盖均为圆盘形, 它们分别安装于机身的左、右两端面, 左盖中心固定有与其中心线有一偏斜角的斜套(18), 斜套孔内用轴承安装着 I 轴(4), 左压盘固定于斜套左端, 它是紧压 I 轴左端轴承外圈的圆盘, 它中心有孔, 用密封圈套于 I 轴左部, 右盖中心固定有大套(7), 大套孔内用轴承安装着 II 轴(9), 右压盘固定于大套右端, 它是紧压 II 轴外端轴承外圈的圆盘, 它中心有孔, 用密封圈套于 II 轴右部; I、II 轴均伸出机架, 分别成为输入、输出轴; 两轴中心距为:  $R+r$ , 因左盖中心与斜套中心线的偏斜角, 使它两成交叉位置, 可使滚盘一侧的滚轮与摆线盘一侧的曲线槽达正确啮合

而另一侧为分离状态。为了得到更大的速比，又可将这两盘多次重复、串联而组成多级机构，成为两级、叁级……等多级减速机。机架(见图 1)的机身(14)也可以是无底板的法兰式。

经长期深层次的机构及运动学、数学等研究,发现行星机构(图 6)中如设  $\varphi t'$  定行星臂  $OO'$  以定值的角速度  $\varphi$  转动, 太阳轮也以 (相对于行星臂  $OO'$ ) 定角速度  $\beta$  转动,  $\beta \in (0, \varphi)$ , 则两速比  $\beta/\varphi=C$  为常数值, 速比  $C$  可取  $(0 \sim 1)$  内的连续值, 即  $C \in (0, 1)$ 。又设变幅半径  $O'P=\lambda r$  ( $\lambda$  为变幅系数),  $R$ 、 $r$  分别为太阳、行星齿轮的两分度圆半径,  $t'$  为时间,  $\theta$  为行星轮  $O'$  相对于行星臂的转速, 则可求出行星轮  $O'$  上任意点  $P(x,y)$  点的轨迹曲线, 因两轮为外啮合运动, 所以有:  $FP'=FA$  (指长度相等),  $\beta t'R=FA=FP'=\theta t'r, \therefore \theta=\beta R/r=C\varphi R/r$ , 又  $\because \alpha=\pi/2-(\theta+\varphi)t'=\pi/2-\varphi t'(CR/r+1)$ ,

$$X = OD = OE - DE = OE - PG = (R+r) \cos \varphi t' - \lambda r \cos \varphi t' (CR/r+1)$$

$$Y = PD = EO' - O'G = (R+r) \sin \varphi t' - \lambda r \sin \varphi t' (CR/r+1) \quad \text{设 } \varphi t' = t$$

$$\text{即: } \begin{cases} X = (R+r) \cos t - \lambda r \cos t (CR/r+1) \\ Y = (R+r) \sin t - \lambda r \sin t (CR/r+1) \end{cases}$$

$$C \in (0, 1)$$

这是太阳及行星两齿轮外啮合时, 太阳齿轮与行星臂均作匀速转动而行星齿轮上的动点  $P$  产生的轨迹曲线, 同理可求它们内啮合时的轨迹曲线, 研究结果只需将以上函数中的  $r$  改取负值 (即  $r$  取  $-|r|$ ), 其它均不变。为了方便不妨称这轨迹曲线为“双匀速摆线”。为了使这函数能包括内、外两类啮合产生的轨迹曲线, 设  $R$  取  $|R|$ ,  $r$  取  $\pm|r|$ , 其中  $r$  取“+”为“双匀速外摆线”, 取“-”为“双匀速内摆线”, 统称为“双匀速摆线”。这是周期性曲线, 周期为  $\varphi t \in (0, 2\pi r/CR)$ , 因为是对称图形可只取其半周段  $t \in (0, \pi r/CR)$  来应用。

为了简化应用, 令太阳轮为静止得:  $\omega t'=0$ ,  $\beta t'=\varphi t'$ ,  $c=1$ , 这“双匀速摆线”就成为它的特例——变幅摆线:

$$\begin{cases} X = (R+r) \cos t - \lambda r \cos t (R/r+1) \\ Y = (R+r) \sin t - \lambda r \sin t (R/r+1) \end{cases}$$

$$t \in (0, \pi r/R)$$

其中  $R$  取  $|R|$ ,  $r$  取  $\pm|r|$  (其中  $r$  取“+”为变幅外摆线, 取“-”为变幅内摆线), 用它来作曲线槽效果类同, 较更为简单方便。

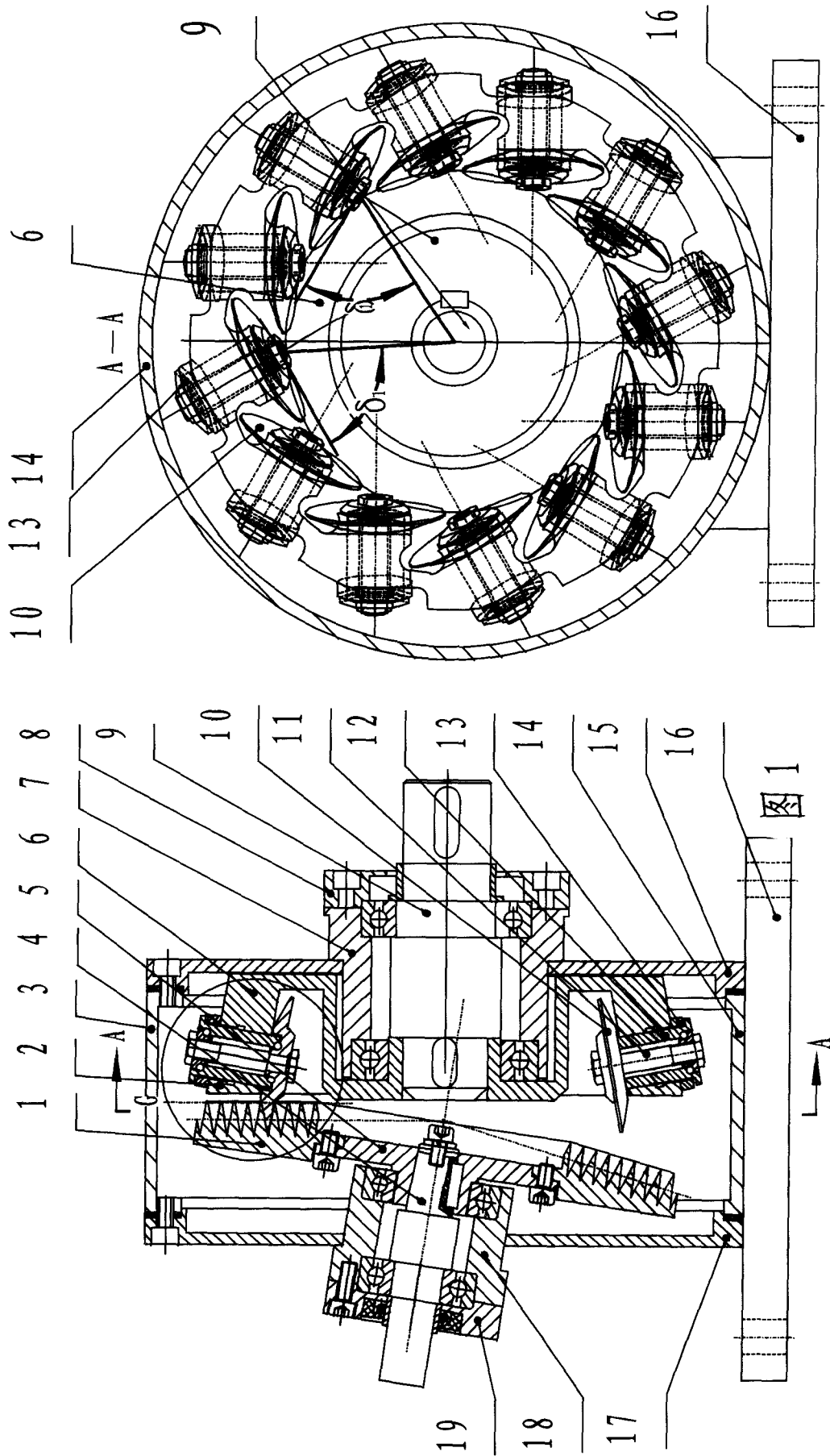
因为“双匀速摆线”是太阳齿轮  $R$  与行星齿轮  $r$  啮合后, 太阳轮和行星臂又各作匀速转动 (太阳轮与行星轮瞬时的转动均为定比值) 时而行星齿轮上的动点  $P$  (变幅半径  $O'P$  端点) 形成的轨迹。反之用这轨迹曲线作为齿槽来啮合这以  $O'$  为圆心的  $P$  点的轨迹圆 (以下称  $P$  圆) 上的诸对应点, 必定会产生与太阳齿轮和行星齿轮相啮合时相等效果的刚性匀速 (即瞬时定比) 传动, 而且可使传动比远大于齿轮的范围 (单级齿轮传动比小于 1:8), 如果固定行星臂 (即设定为静止参照系), 则本机构便可成为极为优良的大速比减速机。这种运动学的设定和逆推反设定原理, 形成本发明坚实理论基础和设计方法, 例如: 图 7 是速比  $V=r/R=24$ ,  $c=1$ ,  $\lambda=2.445376$ ,  $r=31.488$ ,  $R=1.312$  时这“双匀速摆线”函数曲线为:

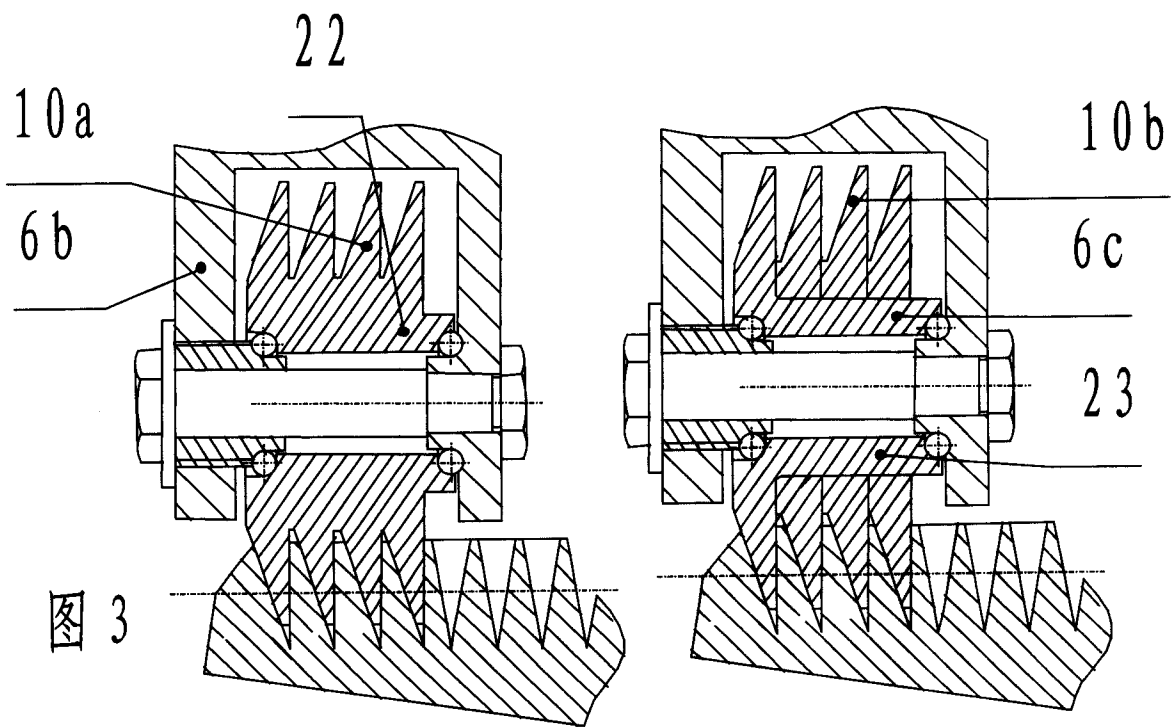
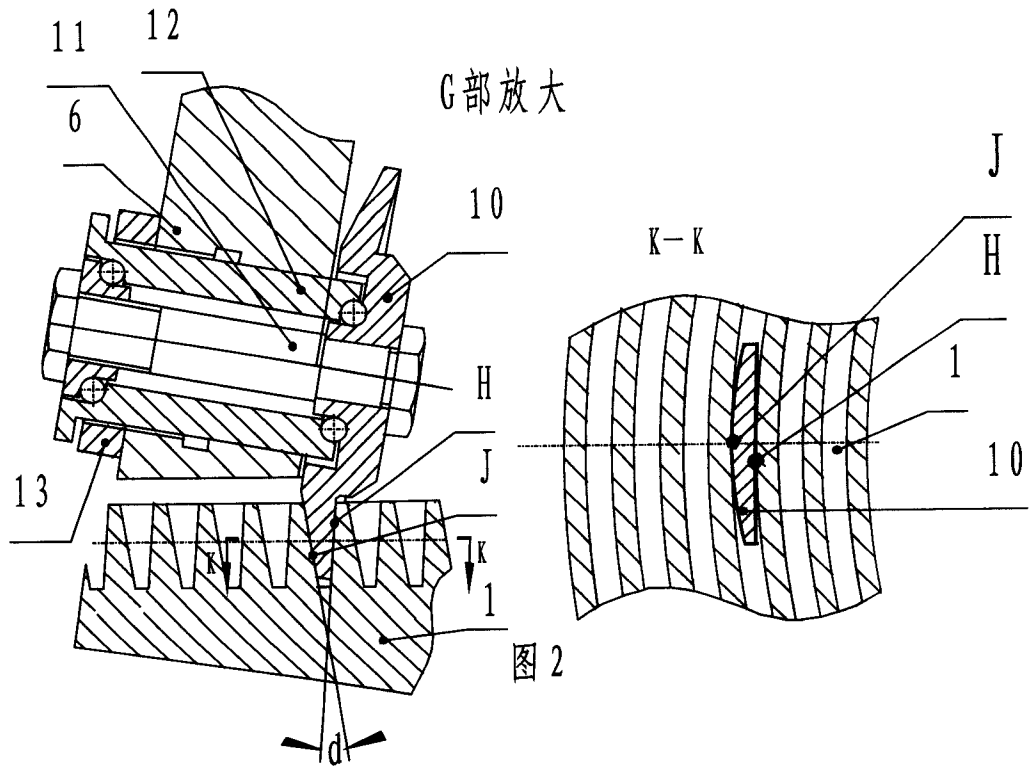
$$\begin{cases} x=32.8\cos(t)-77\cos(1.0418388t) \\ y=32.8\sin(t)-77\sin(1.0418388t) \end{cases} \quad t \in (0, 24\pi)$$

计算机显示的函数曲线如图 7,  $P'(X,Y)$  为行星轮分度圆  $r$  的任意点,  $P'_0$  为太阳轮度圆  $R$  与行星轮度圆  $r$  的啮合点,  $P(x,y)$  为变幅(变幅半径  $\lambda r=77$ )圆  $p$  上任意点, 则这  $P$  圆被上述的“双匀速外摆线”分割成等弧, 即:  $P_1 P_2 = P_2 P_3 = P_3 P_4 \dots = P_{n-1} P_n = \dots$  (这些弧的中心角均为  $15.062^\circ$ ), 这等分的原因是源于“双匀速摆线”的基本特性, 这说明用曲线槽盘替代太阳齿轮,  $P$  圆(即滚盘位置)上均匀地选取适当少量的啮合滚动点(即滚轮)代替行星齿轮, 滚动点与槽相约束组成运动付, 可产生太阳、行星轮同样效果的刚性匀速传动, 并可实现更大的速比。适当选取变幅系数入的值时, 可发现各  $P$  圆与曲线槽各交点的切线与变幅半径交角, 近似于恒定值。(例如图 7 中切线  $MN$  与  $O'P_n$  的交角  $\angle\delta$  在  $P$  点变动时能近于不变值), 如用这角度作滚轮切面与滚盘的径向线的交角(图 1 中  $AA$  剖面  $\angle\delta_1$ ), 则减速机在很长的多点的啮合区域内具有极为良好动力传递特性。有了这个长啮合区, 便可设置多个滚轮, 实现较高的传动平稳性和极大的机械强度, 也可设置少量滚轮来降低耗能, 以大幅度提高机械效率。为使滚轮与盘体锥面的曲线槽良好地啮合, 这盘体锥表面采用滚轮啮合区段圆弧(即  $P$  圆啮合弧段)沿摆线盘轴心旋转所形成的曲面。因线段与异面的轴心旋转而形成曲面为“单叶双曲面”, 则这个  $P$  圆啮合弧段沿一轴线旋转的曲面应很类似, 本发明不妨称它为“类单叶双曲面”。本发明结构简单, 它仅为两盘(摆线盘和滚盘)单级滚动付传动机构, 是其它同类无法比似的。

本发明成功地运用了运动学等基础性设定研究, 首创了“双匀速摆线”函数理论, 从而产生的高匀速度、大速比刚性单级滚动付传动机构, 它成功地革除了多年来诸大速比减速器所无法摆脱的齿差原理, 从而出色地避免了目前同类的诸多基本缺点, 经样机等实践证明它在机械效率, 高速平稳性、输出匀速性和工艺简单度和实现大功率传动上均优于目前行星式、谐波式、针轮摆线式、活齿式以及三环式等各类减速器等, 预计它将成为目前减速器行业的理想产品。







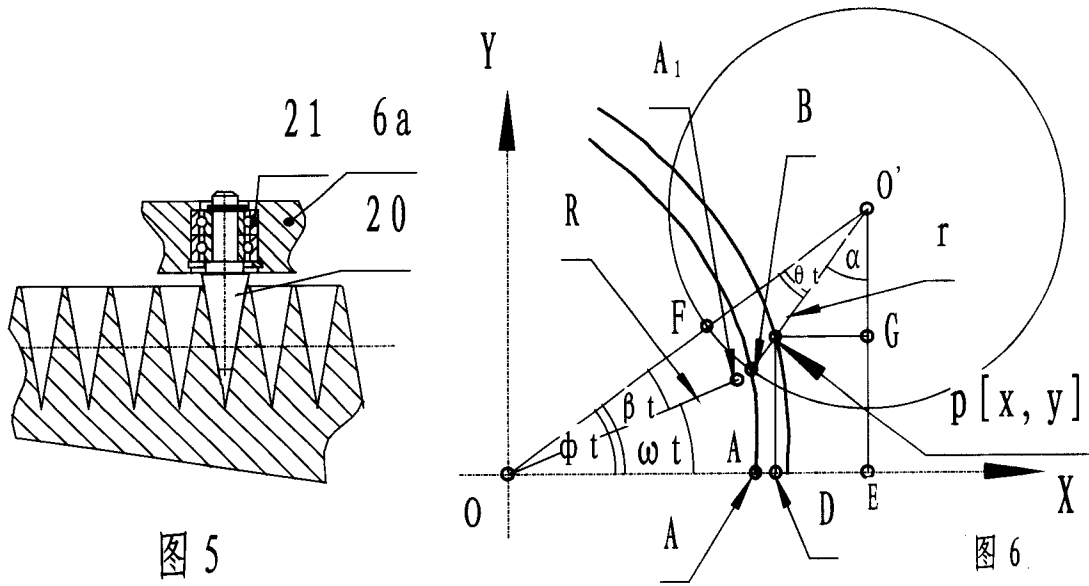


图 5

图 6

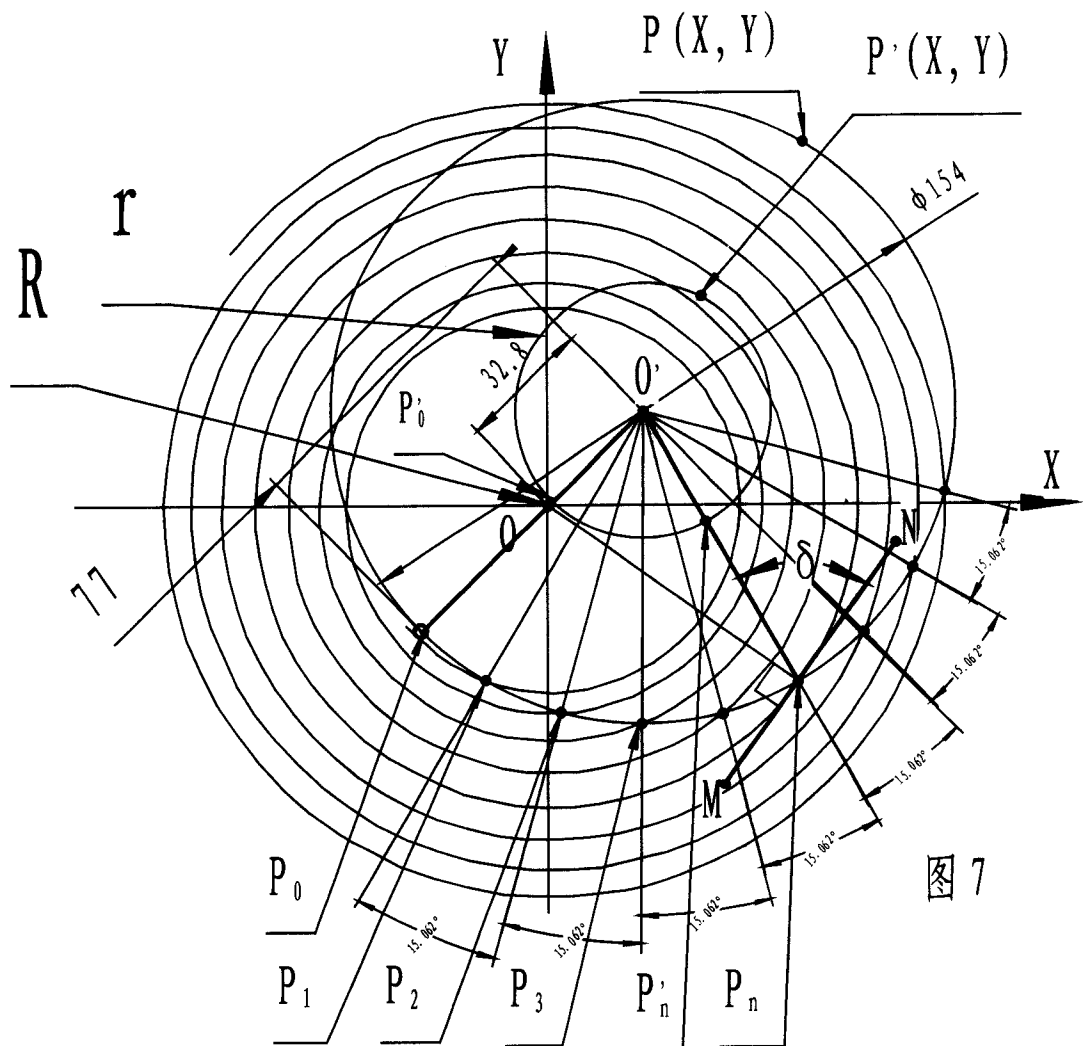


图 7