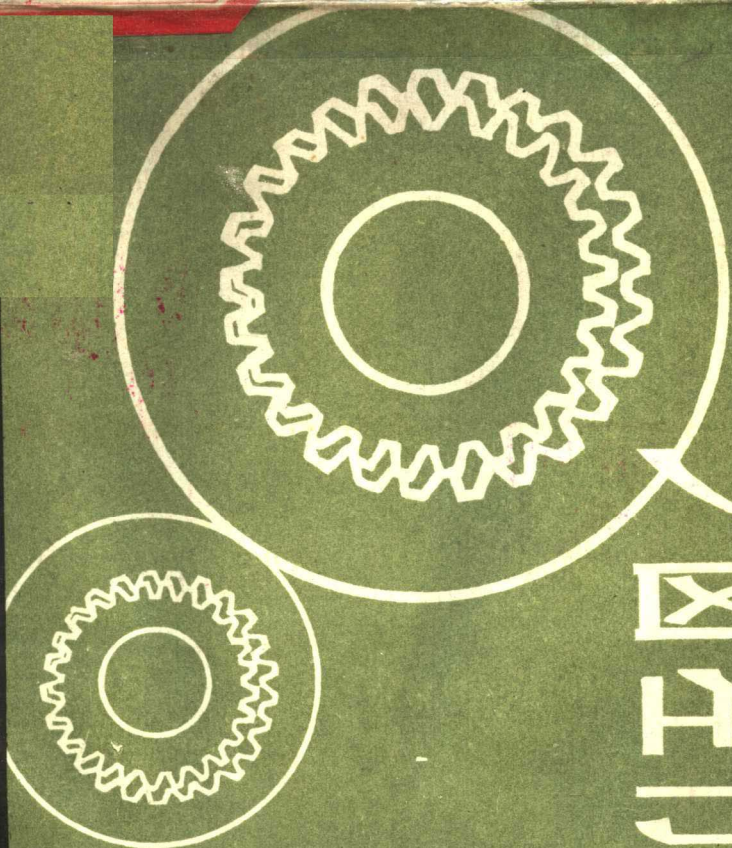


# 少齿差行星齿轮几何参数表



山西人民出版社

少齿差行星齿轮参数表

《少齿差行星齿轮》

何参数编写组



山西人民出版社

**少齿差行星齿轮几何参数表**  
《少齿差行星齿轮几何参数》编写组

山西人民出版社出版 (太原经州路七号)  
山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张:  $10\frac{1}{2}$  字数: 插表: 161面  
1978年5月第1版 1979年2月太原第1次印刷  
印数: 1—3,000册

书号: 15088·89 定价: 1.32元

# 前 言

渐开线少齿差行星齿轮传动装置具有体积小,重量轻,减速比范围大,效率较高,不需要专用设备与特殊刀具就可加工制造等特点,因此在农业机械、国防工业、建筑工程、起重运输、仪表电讯、食品、化工、轻工等许多工业部门已被广泛的采用。这种传动装置还特别适用于各行各业的技术革新与技术改造的机械传动中。随着我国四个现代化的加速发展,应用范围必将越来越广泛。

在设计这种新型传动装置的过程中,为了不使内齿轮副在啮合中发生干涉现象,需要化许多时间来选取合理的几何参数。为了节省设计人员化费在这方面的时间,我们用电子计算机较为精确地、完整地计算了一齿差至三齿差的各种几何参数,并已在生产实践中应用。现整理列成《少齿差行星齿轮几何参数表》一书出版,以供设计人员参考、选用。

参加本书计算、整理、编写工作的有上海交通大学起重运输机械教研组张国瑞同志;上海化工机修二厂张焕武同志和袁宗凡同志;上海水工机械厂张展同志,上海化工局设计室沈不然同志。最后由太原工学院朱景梓教授担任总校核。

由于我们水平有限,不免会有缺点与错误,请同志们指正。

《少齿差行星齿轮几何参数》编写组

一九七七年十二月

# 目 录

## 前 言

一 渐开线少齿差行星齿轮传动装置常用的构造图例.....	1
二 计算公式简介.....	9
三 几何参数说明与查表举例.....	14
四 几何参数表.....	16

# 一 渐开线少齿差行星齿轮传动装置常用的构造图例

渐开线少齿差行星齿轮传动属于K—H—V传动。这种传动装置的构造型式较多，有卧式，立式的，有单级的，双级的，有低速轴输出为减速器型式的，也有内齿轮连同机壳输出为卷扬机型式的。下面提供六张图例，以供参考。

图1为立式少齿差行星齿轮减速器。输出机构为十字滑块式，结构较简单，但摩擦损失较大，效率较低，用于小功率减速装置，目前逐渐被其它型式所代替。

## 齿轮参数

名称	符号	外齿轮	内齿轮
模数	$m$	1	1
齿数	$Z$	99	100
刀具角度	$\alpha_0$	20°	
切齿方法		用G4齿插齿刀插制	
齿顶高系数	$f_0$	0.723	0.716
变位系数	$\xi$	1.3965	2.0117
齿顶圆直径	$D_e$	103.00	101.84
公法线平均长度	$L$	42.196	45.583
跨测变数	$n_1$	13	
跨测齿沟数	$k_2$		15

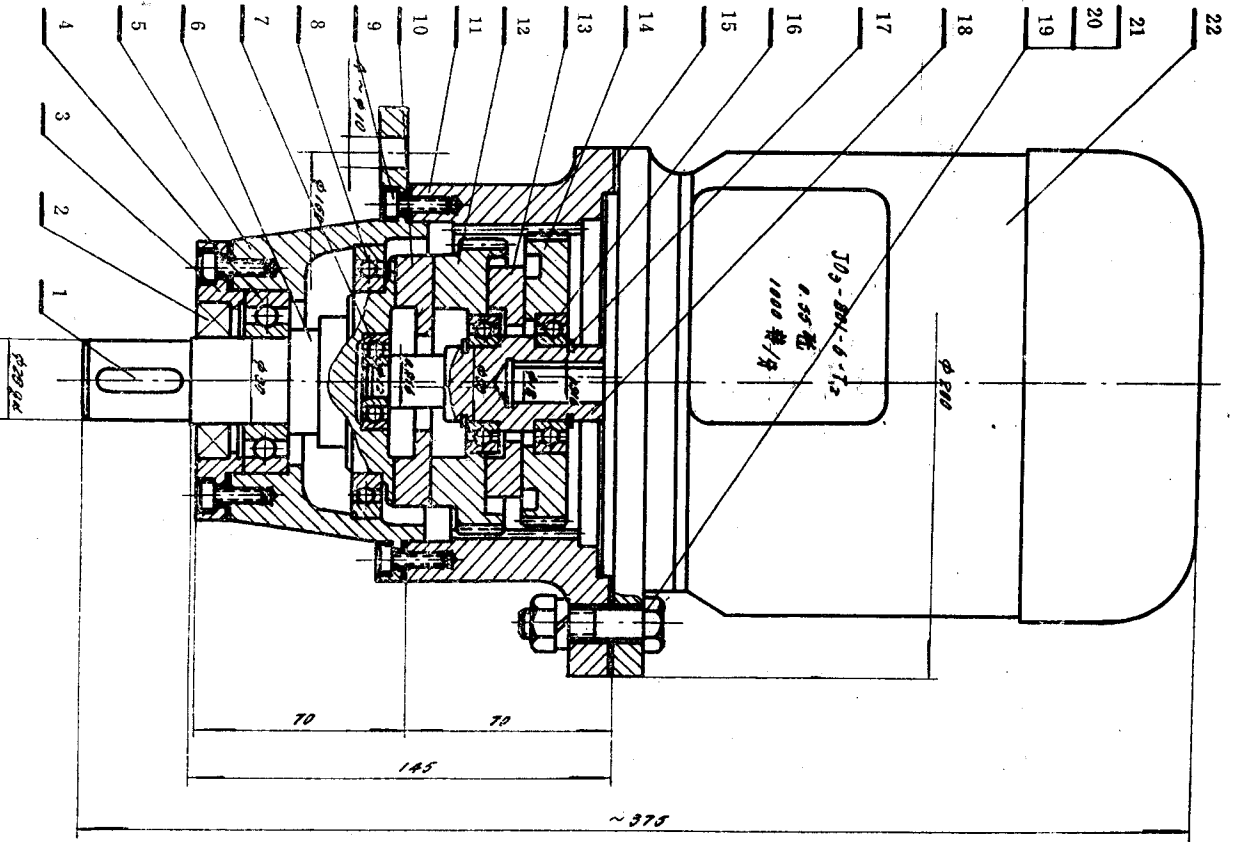


图1 立式少齿差行星齿轮减速器(N=0.55千瓦)

1. 键 2. 橡胶油封 3. 压盖
4. 单列向心球轴承 5. 壳体
6. 低速轴 7. 单列向心球轴承
8. 单列向心球轴承 9. 内六角螺钉 10. 联接滑块 11. 内齿轮
12. 外齿轮 13. 联接滑块
14. 外齿轮 15. 垫片 16. 单列向心球轴承 17. 轴用弹性挡圈
18. 偏心轴 19. 弹簧垫圈 20. 六角螺母 21. 螺栓 22. 电动机

图2为内齿轮连同机壳输出的卷扬机型式。平行轴间联轴器采用销轴式的，并且销轴为筒支式的，有的销轴采用悬臂式的，或悬臂端加均载环型式的。从销轴受力情况来看，加均载环的比悬臂式的好，筒支的比悬臂式的或加均载环的都要好。销轴式的结构，承载能力大，效率较高，但加工零件数多，加工精度要求稍高。目前较为广泛的被采用着。

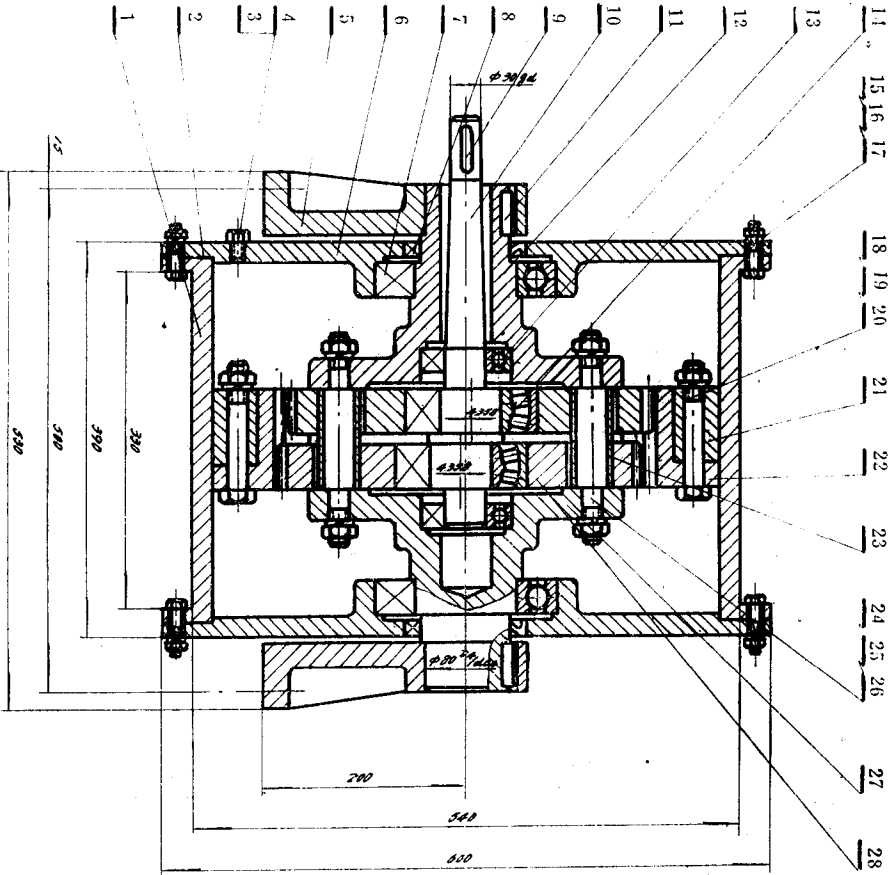


图2 少齿差卷扬装置

- 1. 卷筒 2. 垫片 3. 螺钉 4. 垫圈 5. 轴承座 6. 端盖 7. 单列向心球轴承 8. 橡胶油封 9. 键 10. 输入轴 11. 键 12. 法兰 13. 单列向心球轴承
- 14. 双列向心球面滚子轴承 15. 螺栓 16. 六角螺母 17. 弹簧垫圈 18. 螺栓 19. 六角螺母 20. 弹簧垫圈 21. 圆环 22. 内齿轮 23. 销套 24. 销轴
- 25. 六角螺母 26. 弹簧垫圈 27. 法兰 28. 行星齿轮

# 齿轮参数

名称	符号	外 齿 轮	内 齿 轮
模 数	$m$	3.5	
齿 数	$Z$	98	100
刀 具 角	$\alpha_0$	20°	
啮 合 角	$\alpha$	41°	
齿顶高系数	$f_0$	0.8	
变位系数	$\xi_1$	1.7	2.0817
切齿方法		滚 齿	插 齿
插齿刀齿数	$Z_c$	28	
中 心 距	$A$	4.358	
齿顶圆直径	$D_0$	359.422	358.016
跨测齿数	$n, K$	$n = 14$	$K = 13$
圆棒直径	$d_p$	5.5	
公法线长度	$L_{max}$ $L_{min}$	148.13 148.04	
跨 棒 距	$M_{max}$ $M_{min}$		357.42 357.21



图3为浮动盘输出机构的少齿差行星齿轮减速器。这种输出机构，结构较简单，零件数较少，加工方便，但浮动盘在运动过程中有动力问题需要加以考虑。目前也广泛的被采用着。

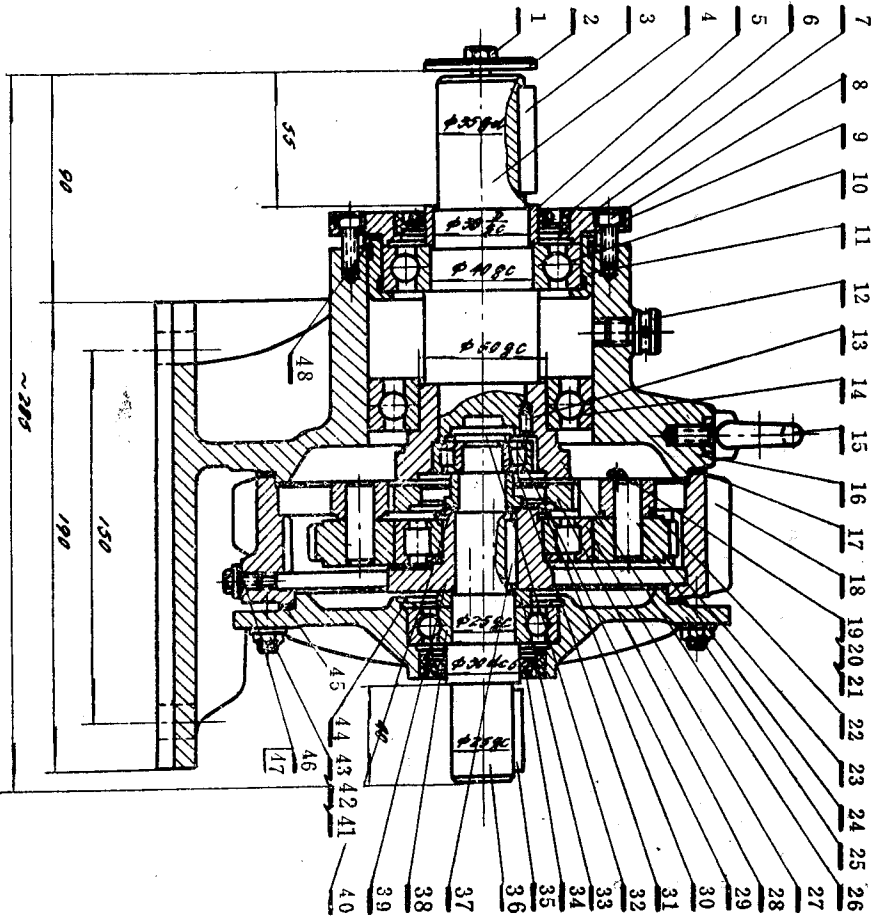


图3 JW-1型少齿差行星齿轮减速器

齿 轮 参 数

名 称	符 号	外 齿 轮	内 齿 轮
模 数	$m$	1.75	
齿 数	$Z$	86	88
齿 形 角	$\alpha$		20°
加 工 方 法		滚	用 $Z_g=50$ 插齿刀插齿
齿顶高系数	$f_0$		0.8
变 位 系 数	$\xi$	1.000	1.3526
齿顶圆直径	$D_0$	156.48	155.50
公法线平均长度	$L$	57.550	63.188
跨 测 齿 数	$n$		11
跨 测 齿 沟 数	$k$		12
中 心 距	$A$		2.15

- 1.螺栓 2.挡板 3.键 4.输出轴 5.可换轴套 6.橡胶油封 7.压盖 8.内六角螺钉 9.垫片 10.单列向心球轴承 11.轴承座 12.透气塞 13.圆柱销 14.单列向心球轴承 15.吊环螺钉 16.壳体 17.垫片 18.内齿轮 19.半圆头螺钉 20.弹簧垫圈 21.挡板 22.滚抽套 23.滚抽 24.外齿轮 25.机盖 26.转臂 27.单列向心球轴承 28.浮动盘 29.单列向心球轴承 30.轴用弹性挡圈 31.轴端挡圈 32.沉头螺钉 33.定距圈 34.橡胶油封 35.键 36.输入轴 37.键 38.单列向心球轴承 39.偏心套 40.定位圈 41.六角螺母 42.双头螺栓 43.弹簧垫圈 44.孔用弹性挡圈 45.垫片 46.螺塞 47.垫片 48.垫片



# 齿 轮 参 数

名 称	符 号	少 齿 差 齿 轮		零 齿 差 齿 轮	
		外 齿 轮	内 齿 轮	外 齿 轮	内 齿 轮
模 数	$m$	1.25		2.5	
齿 数	$Z$	60	62	29	29
齿 形 角	$\alpha_0$	20°		20°	
齿 顶 高 系 数	$f_0$	0.8		0.8	
切 齿 方 法		滚	用 $Z_c=20$ 的 插齿刀插齿	滚	插 齿
齿 顶 圆 直 径	$D_e$	39.734	39.388	77.313	72.000
径 向 变 位 系 数	$\xi$	1.0996	1.4149	0.1625	0.7
第 一 次 量 测	公法线平均长度	33.358	33.663	27.125	26.170
	跨 测 齿 数	9		4	
切 向 变 位 系 数	跨 测 齿 沟 数		9		5
	变 位 系 数	$\xi_r$		-0.4027	-0.5222
第 二 次 量 测	公法线平均长度			26.180	36.651
	跨 测 齿 数			4	
中 心 距	$A$	1.51		1.51	

图5为双级齿差式行星齿轮减速器。输出机构为销轴式的。适用于大减速比。

齿轮参数

名称	符号	第一级传动		第二级传动	
		外齿轮	内齿轮	外齿轮	内齿轮
模数	$m$	2		4	
齿数	$Z$	65	66	63	66
齿形角	$\alpha$	20°		20°	
切齿方法		滚刀插齿 用 $Z_g=38$ 的插齿刀插齿		滚刀插齿 用 $Z_g=31$ 的插齿刀插齿	
齿顶高系数	$f$	0.8		0.8	
变位系数	$\xi$	1.3	1.9368	1.3	1.4348
齿顶圆直径	$D_a$	137.84	135.30	267.00	268.88
公法线平均长度	$L$	59.69	66.49	119.27	131.61
跨测齿数	$n_1$	10		10	
跨测齿数	$k_2$		11		11
中心距	$A$	1.65		6.44	

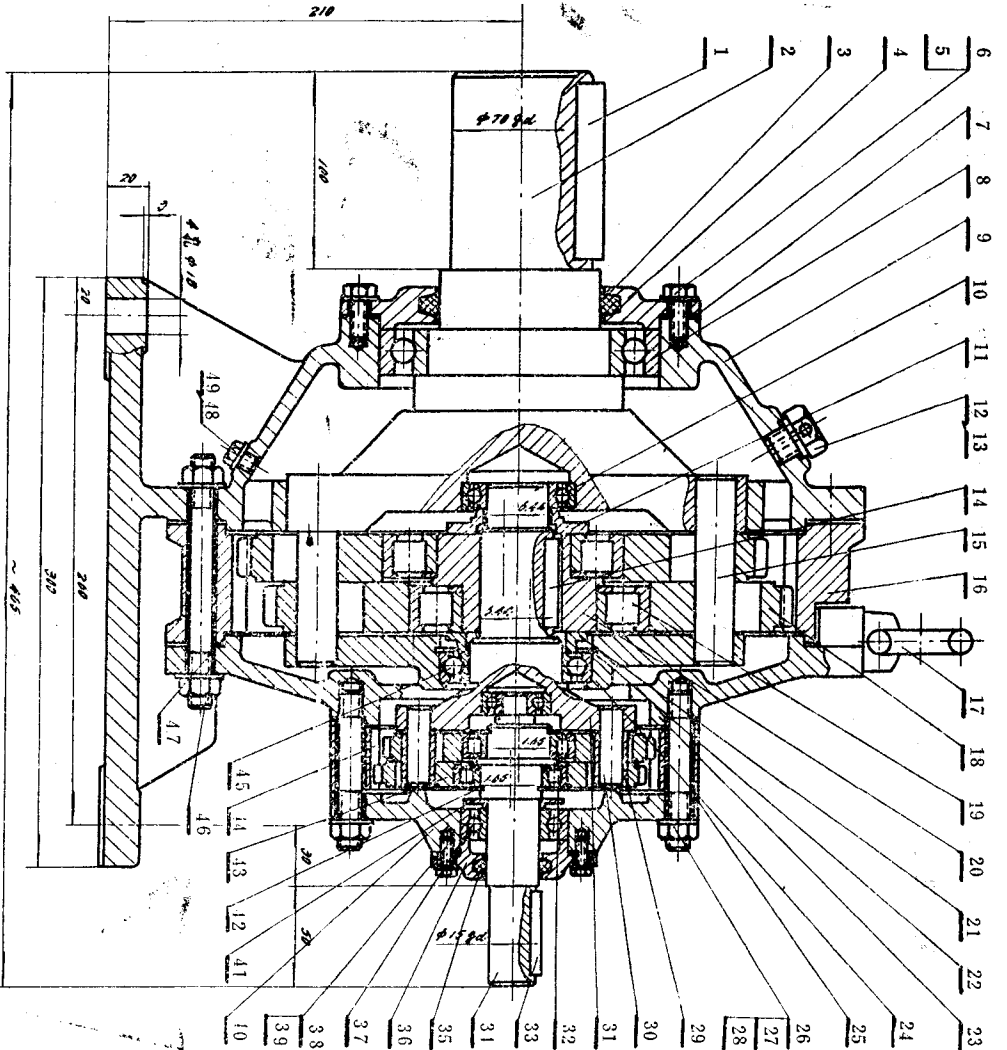


图5 双级齿差式行星齿轮减速器 ( $i=1365$ ,  $N=1.1$ 千瓦)

- 1.键 2.低速轴 3.密封油圈 4.压盖 5.螺栓 6.弹簧垫圈 7.垫片 8.单列向心球轴承 9.机壳 10.单列向心球轴承 11.定位圈 12.透气塞 13.垫片 14.键
- 15.销轴 16.内齿圈 17.吊环螺钉 18.外齿圈 19.单列向心球轴承 20.偏心套 21.定距套 22.孔用弹性挡圈 23.中间连接壳体 24.支承盘 25.垫片 26.六角螺母 27.弹簧垫圈 28.双头螺栓 29.销套 30.销轴 31.中间轴 32.单列向心球轴承 33.键 34.高速轴 35.密封油圈 36.压盖 37.单列向心球轴承 38.螺栓 39.弹簧垫圈 40.外端壳体 41.挡油圈 42.轴用弹性挡圈 43.外齿圈 44.内齿圈 45.单列向心球轴承 46.双头螺栓 47.垫片 48.螺栓 49.垫片

图 6 为双内啮合行星齿轮减速器。它有两对少齿差内齿轮副，已不属于 K—H—V 传动，而属于 2K—H 少齿差行星传动。它省去了专门的输出机构，加工也不难，并且其传动比可以有很大的范围，例如从十几到几千。但是这种传动装置效率较低。

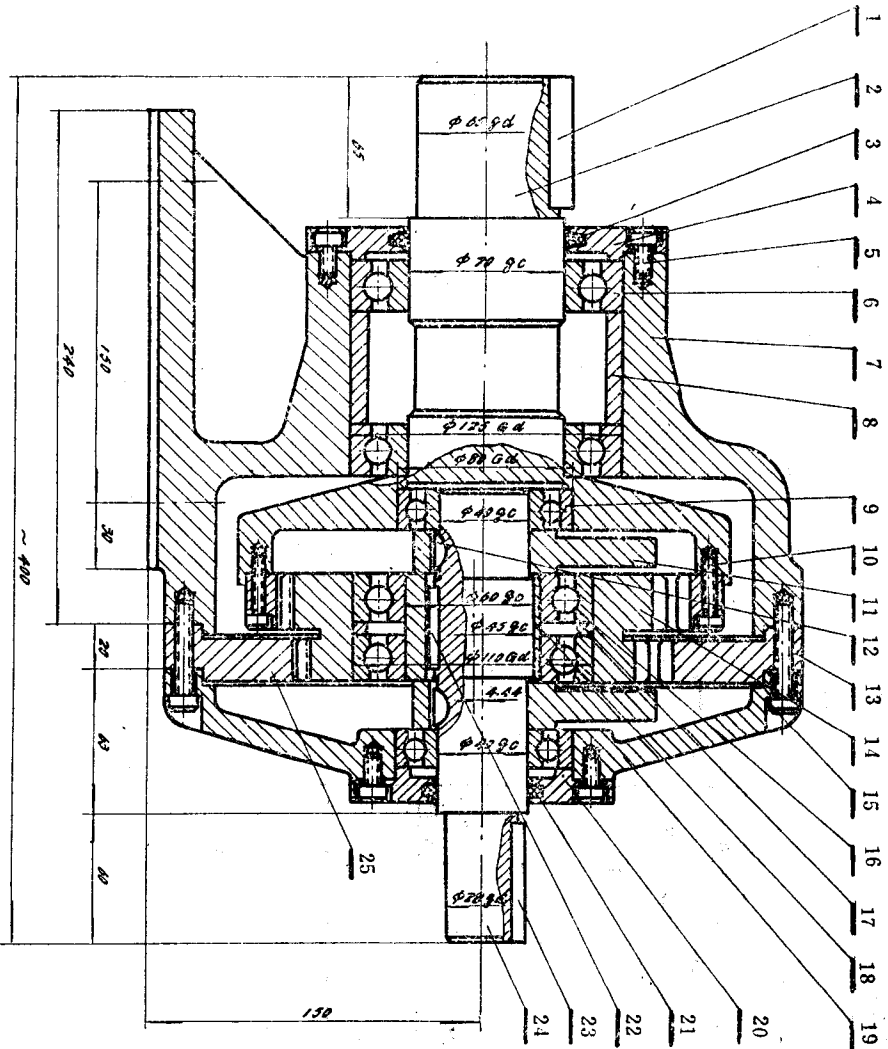


图 6 双内啮合行星齿轮减速器 ( $i = 224.4$ ,  $N = 3/2$ , 2 千瓦)

- 1. 键 2. 低速轴 3. 密封油圈 4. 压盖 5. 内六角螺钉 6. 单列向心球轴承 7. 机架 8. 整圆 9. 单列向心球轴承 10. 内六角螺钉 11. 平衡块
- 12. 半圆键 13. 内齿轮 14. 双联外齿轮 15. 内六角螺钉 16. 单列向心球轴承 17. 挂圈 18. 偏心轴 19. 端盖 20. 压盖 21. 密封油圈 22. 键
- 23. 键 24. 高速轴 25. 固定内齿轮

齿 轮 参 数

名 称	符 号	第一副齿轮		第二副齿轮	
		外 齿 轮	内 齿 轮	外 齿 轮	内 齿 轮
模 数	$m$	3.5			
齿 数	$Z$	44	46	49	51
齿 形 角	$\alpha_0$	20°			
切 齿 方 法		均采用 $Z_g = 22$ 的插齿刀插制			
齿 顶 高 系 数	$f_0$	0.8			
变 位 系 数	$\xi$	0.68647	1.1153	1.2167	1.6456
齿 顶 圆 直 径	$D_e$	164.06	161.78	184.32	182.48
公 法 线 平 均 长 度	$L$	70.96	82.42	82.81	94.22
跨 测 齿 数	$n_1$	7		8	
跨 测 齿 沟 数	$k_2$		8		9
中 心 距	$A$	4.44			

注：1. 齿轮参数按复算尺寸标注和原图纸略有出入。

2. 第一副齿轮系指固定内齿轮及和它啮合的外齿轮，另一副齿轮则称第二副齿轮。

## 二 计算公式简介

对于渐开线少齿差行星齿轮传动，要选取较为合理的几何参数是一项较为繁复的计算工作。若要进行系统的几何参数计算，用笔算、手动或电动计算机计算，不但费时间，而且容易产生差错。由于电子计算机的广泛应用，为我们系统地计算少齿差内齿轮副的几何参数创造了有利的条件，精确度可提高以及各种复杂的因素都可加以考虑。为此，在用电子计算机计算几何参数时，引进了插齿刀

的齿数  $Z_c$  这一参数，使计算数据更符合于实际情况。在给出了用假想齿条刀具切削内齿轮时的变位系数  $\xi_2$  的同时，为了便于加工制造，又计算了插制内齿轮时的中心分离系数  $\lambda c_2$ 。

计算几何参数是以齿廓不发生干涉，即  $G_s > 0$  为条件的，但又不希望  $G_s$  过大，因  $G_s$  过大也没有好处，在啮合角一定时，反而会重合系数  $e$  降低。因此先给定  $G_s$  一个很小的值，取  $G_s = 0.05$ ，然后解出重合系数  $e$ ，这样做较为合理。

《少齿差行星齿轮几何参数表》的计算范围及共同参数如下：

参数项目	齿数差		
	一齿差	二齿差	三齿差
插齿刀齿数 $Z_c$	13, 17, 20, 25, 28, 34, 40, 50, 60, 68, 76, 100.		
外齿轮齿数 $Z_1$	25~126	30~161	51~179
测量元棒直径 $d_p$	1.8	1.7	1.6
刀具压力角 $\alpha_0$	20°		
齿轮啮合角 $\alpha$	55°59'59"	39°2'57"	28°14'29"
齿顶高系数 $f_0$	0.8		
径向间隙系数 $C_0$	0.3		
插齿刀变位系数 $\xi_0$	0		
模数 $m = 1$ 时的中心距 $A$	0.84	1.21	1.60

用电子计算机计算几何参数的步骤及公式

1. 由下列各式解出  $\lambda c_2$ ;

$$Z_{2,1} = Z_2 - Z_1 = 1, \text{ 或 } 2, \text{ 或 } 3;$$

式中  $Z_{2,1}$ —内外齿轮齿数差;

$Z_1$ —外齿轮齿数;

$Z_2$ —内齿轮齿数;

$$Z_2 = Z_1 + Z_{2,1};$$

$$Z_{2,c} = Z_2 - Z_c;$$

(1)

(2)

(3)

式中  $Z_2, c$ —内齿轮与插齿刀齿数差;

$Z_c$ —插齿刀齿数;

$$\xi_1 = \frac{Z_2 c \left[ \operatorname{inv} \cos^{-1} \left( \frac{\cos \alpha_0}{2\lambda c_2 + 1} \right) - \operatorname{inv} \alpha_0 \right] - Z_{21} (\operatorname{inv} \alpha - \operatorname{inv} \alpha_0)}{2 \tan \alpha_0} \quad (4)$$

式中  $\xi_1$ —用滚刀切削外齿轮时的变位系数;

$\lambda c_2$ —用插齿刀切削内齿轮的分离系数;

$\alpha_0$ —刀具压力角;

$\alpha$ —啮合角;

$$A = \frac{0.5 Z_{21} \cdot \cos \alpha_0}{\cos \alpha} \quad (5)$$

式中  $A$ —中心距;

$$\lambda = A - 0.5 Z_{21} \quad (6)$$

式中  $\lambda$ —中心距分离系数;

$$\sigma = \lambda - \lambda c_2 - \xi_1 \quad (7)$$

式中  $\sigma$ —齿顶缩短系数;

$$h' = f_0 + \xi_1 - \sigma \quad (8)$$

式中  $h_1'$ —外齿轮齿顶高;

$f_0$ —齿顶高系数;

$$h_2' = f_0 - \lambda c_2 - \sigma \quad (9)$$

式中  $h_2'$ —内齿轮齿顶高;

$$Re_1 = 0.5 Z_1 + h_1' \quad (10)$$

式中  $Re_1$ —外齿轮齿顶圆半径;

$$Re_2 = 0.5 Z_2 - h_2' \quad (11)$$

式中  $Re_2$ —内齿轮齿顶圆半径;

$$\alpha_{e1} = \arccos \left( \frac{Z_1 \cdot \cos \alpha_0}{Z_1 + 2h_1'} \right) \quad (12)$$

式中  $\alpha_{e1}$ —外齿轮齿顶圆压力角;



$$\alpha_{c2} = \arccos \left( \frac{Z_2 \cdot \cos \alpha_0}{Z_2 - 2h_2'} \right) \quad (13)$$

式中  $\alpha_{c2}$ —内齿轮齿顶圆压力角；

$$\delta_1 = \arccos \left( \frac{Re_2^2 - A^2 - Re_1^2}{2ARe_1} \right) \quad (14)$$

$$\delta_2 = \arccos \left( \frac{Re_2^2 + A^2 - Re_1^2}{2ARe_2} \right) \quad (15)$$

$$Gs = Z_1 (\text{inv} \alpha_{c1} + \delta_1) - Z_2 (\text{inv} \alpha_{c2} + \delta_2) + Z_2 \text{inv} \alpha \quad (16)$$

$$Gs - 0.05 = 0 \quad (17)$$

解出  $\lambda c_2$ 。

2. 依次算出下列各参数

$$\xi_1 = \frac{Z_2 c \left[ \text{inv} \cos^{-1} \left( \frac{\cos \alpha_0}{2\lambda c_2 + 1} \right) - \text{inv} \alpha_0 \right] - Z_1 i (\text{inv} \alpha - \text{inv} \alpha_0)}{2 \tan \alpha_0} \quad (18)$$

$$\sigma = \lambda - \lambda c_2 + \xi_1 \quad (19)$$

$$h_1' = f_0 + \xi_1 - \sigma \quad (20)$$

$$h_2' = f_0 - \lambda c_2 - \sigma \quad (21)$$

$$h_1'' = f_0 + c_0 - \xi_1 \quad (22)$$

$h_1''$ —外齿轮齿根高；

$c_0$ —径向间隙系数；

$$h_2'' = f_0 + c_0 + \lambda c_2 \quad (23)$$

$h_2''$ —内齿轮齿根高；

$$Re_1 = 0.5Z_1 + h_1' \quad (24)$$

$$Re_2 = 0.5Z_2 - h_2' \quad (25)$$

$$R_{i1} = 0.5Z_1 - h_1'' \quad (26)$$

$R_{i1}$ —外齿轮齿根圆半径；

$$R_{i2} = 0.5Z_2 + h_2'' \quad (27)$$

$R_{i2}$ —内齿轮齿根圆半径；

式中

$$\alpha_{c1} = \arccos \left( \frac{Z_1 \cos \alpha_0}{Z_1 + 2h_1'} \right) \quad (28)$$