

外啮合圆柱齿轮几何计算公式

名称及代号	计算公式及说明	
	直齿轮	斜齿及人字齿轮
模数 m	由强度计算或结构设计确定，并取标准值。	法向模数 m_n 取标准值。 端面模数： $m_t=m_n\cos\beta$
分度圆螺旋角 β	$\beta=0$	两轮螺旋角相等，方向相反
分度圆压力角	$\alpha=20^\circ$	$\alpha_n=20^\circ$ ， $\tan\alpha_t=\tan\alpha_n/\cos\beta$
分度圆直径 d	$d=mz$	$d=m_t z$
标准中心距 a	$a=(d_1+d_2)/2=(z_1+z_2)m/2$	$a=(d_1+d_2)/2=(z_1+z_2)m_n/(2\cos\beta)$
啮合角 α'	情况 I：已知总变位系数(x_1+x_2)时， $\text{inv}\alpha' = 2(x_1+x_2)\tan\alpha/(z_1+z_2)+\text{inv}\alpha$ $\text{inv}\alpha_t' = 2(x_{n1}+x_{n2})\tan\alpha_n/(z_1+z_2)+\text{inv}\alpha_t$ 求出啮合角 α' 后，可求出变位后的中心距 a' ； 情况 II：已知变位后的中心距 a' 时， $\cos\alpha' = a\cos\alpha/a'$ $\cos\alpha_t' = a\cos\alpha_t/a'$ 求出啮合角 α' 后，由上式求(x_1+x_2)值，再进行分配。	
中心距变动系数 y	$y=(a'-a)/m$ $=(z_1+z_2)(\cos\alpha/\cos\alpha' - 1)/2$	$y_n=(a'-a)/m_n$ $=(z_1+z_2)(\cos\alpha_t/\cos\alpha_t' - 1)/(2\cos\beta)$ $y_t=y_n\cos\beta$
变位后的中心距 a'	$a' = a + ym = a\cos\alpha/\cos\alpha'$	$a' = a + y_t m_t = a + y_n m_n = a\cos\alpha_t/\cos\alpha_t'$
齿根圆直径 d_f	$d_f = d - 2(h_a + c - xm)$	$d_f = d - 2(h_{an} + c_n - x_n m_n)$
齿顶圆直径 d_a	$da_1 = 2a' - d_{f2} - 2c$ $da_2 = 2a' - d_{f1} - 2c$	$da_1 = 2a' - d_{f2} - 2c_n$ $da_2 = 2a' - d_{f1} - 2c_n$
齿顶高 h_a	$h_a = (d_a - d)/2$	
齿根高 h_f	$h_f = (d - d_f)/2$	
齿高 h	$h = h_a + h_f$	
基圆直径 d_b	$d_b = d\cos\alpha$	$d_b = d\cos\alpha_t$
节圆直径 d'	$d' = d_b/\cos\alpha'$	$d' = d_b\cos\alpha_t$
分度圆齿距 p	$p = m\pi$	$p_n = m_n\pi$ ， $p_t = m_t\pi$
基圆齿距 p_b	$p_b = p\cos\alpha$	$p_{bt} = p_t\cos\alpha_t$
齿顶压力角 α_a	$\alpha_a = \arccos(d_b/d_a)$	$\alpha_{at} = \arccos(d_b/d_a)$

基圆螺旋角 β_b	$\beta_b=0$	$\tan\beta_b=\tan\beta\cos\alpha_t$ $\cos\beta_b=\cos\beta\cos\alpha_n/\cos\alpha_t$
端面重合度 ϵ_α	$\epsilon_\alpha=[z_1(\tan\alpha_{at1}-\tan\alpha'_t)+z_2(\tan\alpha_{at2}-\tan\alpha'_t)]/(2\pi)$	$\epsilon_\alpha=[z_1(\tan\alpha_{at1}-\tan\alpha'_t)+z_2(\tan\alpha_{at2}-\tan\alpha'_t)]/(2\pi)$
纵向重合度 ϵ_β	$\epsilon_\beta=0$	$\epsilon_\beta=b\sin\beta/(m_n\pi)$, b 为齿轮宽度
总重合度 ϵ_γ	$\epsilon_\gamma=\epsilon_\alpha$	$\epsilon_\gamma=\epsilon_\alpha+\epsilon_\beta$

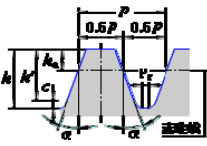
注：角标 n 为法面，t 为端面；1 为小齿轮，2 为大齿轮。

齿轮标准模数 (mm)

圆柱齿轮 (GB12368-90)	第 1 系列	1 1.25 1.5 2 2.5 3 4 5 6 8 10 12 16 20
	第 2 系列	1.75 2.25 2.75 (3.25) 3.5 (3.75) 4.5 5.5 (6.5) 7 9 (11) 14 18
锥齿轮 (GB12368-90)		1 1.125 1.25 1.375 1.5 1.75 2 2.25 2.5 2.75 3 3.25 3.5 3.75 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 8 9 10 11 12 14 16 18 20

注：1. 斜齿轮及人字齿轮取法面模数为标准模数；锥齿轮取大端模数为标准模数。
2. 优先采用第 1 系列，括号内的模数尽可能不用。

渐开线圆柱齿轮的基本齿廓 mm (GB1356—88)

基本齿廓	参数	代号	数值
	齿顶高	h_a	m
	工作齿高	h'	$2m$
	顶隙	c	$0.25m$
	全齿高	h	$2.25m$
	齿距	p	πm
	齿根圆角半径	R_f	$\approx 0.38m$

注：1. 本标准适用于模数 $m \geq 1\text{mm}$ ，齿形角 $\alpha=20^\circ$ 的渐开线圆柱齿轮。

2. 允许齿顶修缘。

中心距系列 (推荐使用) mm

第 1 系列	40 50 63 80 100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500
第 2 系列	145 180 225 280 355 450 560 710 900 1120 1400 1800 2240

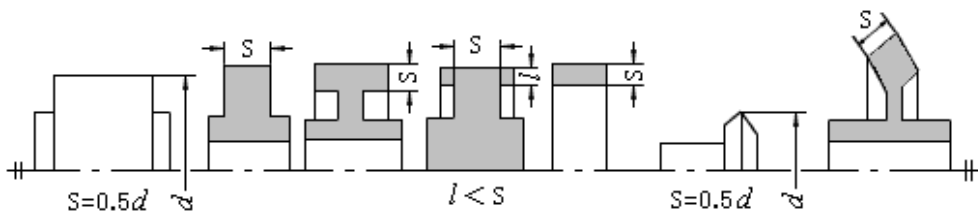
动力齿轮传动的最大圆周速度 m/s

精度等级	圆柱齿轮传动		锥齿轮传动	
	直齿	斜齿	直齿	曲线齿
5 级以上	≥ 15	≥ 30	≥ 12	≥ 20
6 级	< 15	< 30	< 12	< 20

7级	<10	<15	<8	<10
8级	<6	<10	<4	<7
9级	<2	<4	<1.5	<3

齿轮常用材料及其力学性能 图例

材 料	热处理	截面尺寸(mm)		材料力学性能(MPa)		硬 度	
		直径 d	壁厚 S	σ_B	σ_s	HB	HRC(表面硬度)
45	正火	≤ 100	≤ 50	588	294	169~217	40~50
		101~300	51~150	569	284	162~217	
	调质	≤ 100	≤ 50	647	373	229~286	
		101~300	51~150	628	343	217~255	
42SiMn	调质	≤ 100	≤ 50	784	510	229~286	45~55
		101~200	51~100	735	461	217~269	
		201~300	101~150	686	441	217~255	
40MnB	调质	≤ 200	≤ 100	750	500	241~286	45~55
		201~300	101~150	686	441	241~286	
35CrMo	调质	≤ 100	≤ 50	750	550	207~269	40~45
		101~300	51~150	700	500	207~269	
40Cr	调质	≤ 100	≤ 50	750	550	241~286	48~55
		101~300	51~150	700	500	241~286	
20Cr	渗碳淬火 +低温回火	≤ 60	≤ 30	637	392		56~62
20CrMnTi	渗碳淬火 +低温回火	30	15	1079	883		56~62
		≤ 80	≤ 40	981	785		
38CrMoAl	调质、渗氮	30		1000	850	229	渗氮 HV>850
ZG310-570	正火						
ZG340-640	正火						
ZG35CrMnSi	正火、回火			700	350	≤ 217	
	调质			785	588	197~269	
HT300				290		190~240	
HT350				340		210~260	
QT500-7				500	320	170~230	
QT600-3				600	370	190~270	
KTZ550-04				550	340	180~250	
KTZ-650-02				650	430	210~260	



齿轮传动荐用的润滑油运动粘度 ν /40℃

齿轮材料		圆 周 速 度 ν (m/s)						
		<0.5	0.5~1	1~2.5	2.5~5	5~12.5	12.5~25	>25
铸铁、青铜		320	220	150	100	80	60	
钢	$\sigma_B=(450\sim1000)\text{MPa}$	500	320	220	150	100	80	60
	$\sigma_B=(1000\sim1250)\text{MPa}$	500	500	320	220	150	100	80
	$\sigma_B=(1250\sim1600)\text{MPa}$	1000	500	500	320	220	150	100
渗碳、表面淬火		1000	500	500	320	320	150	100

齿轮精度等级、公差的说明

本网络手册中的圆柱齿轮精度摘自（GB10095—88），现将有关规定和定义简要说明如下：

(1) 精度等级

齿轮及齿轮副规定了 12 个精度等级，第 1 级的精度最高，第 12 级的精度最低。齿轮副中两个齿轮的精度等级一般取成相同，也允许取成不相同。

齿轮的各项公差和极限偏差分成三个组（参见）。

根据使用的要求不同，允许各公差组选用不同的精度等级，但在同一公差组内，各项公差与极限偏差应保持相同的精度等级。参见**齿轮传动精度等级选择**

(2) 齿轮检验与公差（参见）

根据齿轮副的使用要求和生产规模，在各公差组中选定检验组来检定和验收齿轮精度。

(3) 齿轮副的检验与公差（参见）

齿轮副的要求包括齿轮副的切向综合误差 $\Delta F_{ic}'$ ，齿轮副的一齿切向综合误差 $\Delta f_{ic}'$ ，齿轮副的接触斑点位置和大小以及侧隙要求，如上述四方面要求均能满足，则此齿轮副即认为合格。

(4) 齿轮侧隙

齿轮副的侧隙要求，应根据工作条件用最大极限侧隙 $j_{n\max}$ (或 j_{\max})与最小极限侧隙 $j_{n\min}$ (或 j_{\min})来规定。

中心距极限偏差($\pm f_a$)按“**中心距极限偏差**”表的规定。

齿厚极限偏差的上偏差 E_{ss} 及下偏差 E_{si} 从**齿厚极限偏差表**来选用。例如上偏差选用 $F(-4f_{rc})$ ，下偏差选用 $L(-16f_{rc})$ ，则齿厚极限偏差用代号 FL 表示。参看图“**齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义和代号**”。

若所选用的齿厚极限偏差超出**齿厚极限偏差表**所列 14 种代号时，允许自行规定。

(5) 齿轮各项公差的数值表

齿距累积公差 F_p 及 K 个齿距累积公差 F_{pk} 齿向公差 F_{β} 公法线长度变动公差 F_w
 轴线平行度公差 中心距极限偏差($\pm f_a$) 齿厚极限偏差 接触斑点
 齿圈径向跳动公差 F_r 径向综合公差 F_i'' 齿形公差 F_f 齿距极限偏差($\pm f_{pk}$)
 基节极限偏差($\pm f_{pb}$) 一齿径向综合公差 f_i'' 齿坯尺寸和形状公差
 齿坯基准面径向和端面跳动 齿轮的表面粗糙度 R_a 圆柱直齿轮分度圆上弦齿厚及弦齿高

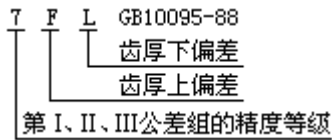
(6) 图样标注

在齿轮零件图上应标注齿轮的精度等级和齿厚极限偏差的字母代号。

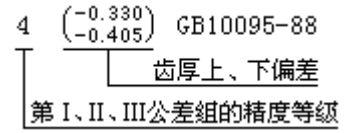
标注示例

- a) 齿轮三个公差组精度 b) 第 I 公差组精度为 7 c) 齿轮的三个公差组精

同为 7 级，其齿厚上偏差为 F，下偏差为 L：



级，第 II、III 公差组精度为 6 级，齿厚上偏-330 μm ，下偏差为-405 μm ：差为 G，齿厚下偏差为 M：



齿轮各项公差和极限偏差的分组

公差组	公差与极限偏差项目	误差特性	对传动性能的主要影响
I	F_i' 、 F_p 、 F_{pk} F_i'' 、 F_r 、 F_w	以齿轮一转为周期的误差	传递运动的准确性
II	f_i' 、 f_i'' 、 f_r $\pm f_{pb}$ 、 $\pm f_{pb}$ 、 f_{fb}	在齿轮一周内，多次周期地重复出现的误差	传动的平稳性，噪声，振动
III	F_b 、 F_b 、 $\pm F_{pk}$	齿向线的误差	载荷分布的均匀性

齿轮传动精度等级的选用

按机器类型选择

按速度、加工、工作条件选择

机器类型	精度等级	机器类型	精度等级
测量齿轮	3~5	一般用途减速器	6~8
透平机用减速器	3~6	载重汽车	6~9
金属切削机床	3~8	拖拉机及轧钢机的小齿轮	6~10
航空发动机	4~7	起重机械	7~10
轻便汽车	5~8	矿山用卷扬机	8~10
内燃机车和电气机车	5~8	农业机械	8~11

注：本表不属 GB10095-88，供参考

齿轮各公差组的检验组及各项误差的公差数值

项 目	公差数值
第 I 公差组的检验	$\Delta F_i'$ ΔF_p 与 ΔF_{pk} $\Delta F_i''$ 与 ΔF_w (当其中有一项超差时，应按 ΔF_p 检定和验收齿轮精度) ΔF_r 与 ΔF_w (当其中有一项超差时，应按 ΔF_p 检定和验收齿轮精度) ΔF_r (用于 10~12 级精度)
	$F_i' = F_p + f_r$ F_p 与 F_{pk} 查本手册相应表 F_r 查本手册相应表 F_i'' 查本手册相应表 F_w 查本手册相应表

组		
第 II 公差组的检验组	$\Delta f_i'$ (需要时, 可加检 Δf_{pb})、 $\Delta f_i''$ (须保证齿形精度) $\Delta f_i'$ 与 Δf_{pb} $\Delta f_i'$ 与 Δf_{pt} Δf_{fb} (用于轴向重合度 ϵ_b 大于 1.25, 6 级及 6 级精度以上的斜齿轮或人字齿轮) Δf_{pt} 与 Δf_{pb} (用于 9~12 级精度) Δf_{pt} 或 Δf_{pb} (用于 10~12 级精度)	$f_i = 0.6(f_{pt} + f_i)$ f_i 查本手册相应表 f_{pt} 查本手册相应表 $f_{fb} = f_i' \cos \beta$, β 为分度圆螺旋角。 f_{pb} 查本手册相应表 f_i'' 查本手册相应表
第 III 公差组的检验组	ΔF_β ΔF_b (仅用于轴向重合度 ϵ_b 等于或小于 1.25, 齿线不作修正的斜齿轮) ΔF_{px} 与 $\Delta f_i'$ (仅用于轴向重合度 ϵ_b 大于 1.25, 齿线不作修正的斜齿轮)	F_β 查本手册相应表 $F_b = F_\beta$ (按接触线长度查本手册相应表) $F_{px} = F_\beta$

- 注: 1. 若齿轮副的接触斑点分布位置和大小确有保证, 则该齿轮副中齿轮的第 III 公差组项目可不考核。
2. 对于切向综合误差记录曲线中, 波长大于或小于一个齿距角的小波纹, 必要时允许有特殊要求, 其公差数值推荐采用一齿切向综合公差 $\Delta f_i'$ 的数值。
3. 当采用设计齿形和设计齿线时, 齿形的修正部分不检验 ΔF_{pb} , 齿线的修正部分不检 ΔF_b 及 ΔF_{px} 。

齿距累积公差(F_p)及 K 个齿距累积公差(F_{pk})值 μm

L (mm)		精度等级					
大于	到	5	6	7	8	9	10
—	11.2	7	11	16	22	32	45
11.2	20	10	16	22	32	45	63
20	32	12	20	28	40	56	80
32	50	14	22	32	45	63	90
50	80	16	25	36	50	71	100
80	160	20	32	45	63	90	125
160	315	28	45	63	90	125	180
315	630	40	63	90	125	180	250
630	1000	50	80	112	160	224	315
1000	1600	63	100	140	200	280	400
1600	2500	71	112	160	224	315	450

注: 1. F_p 和 F_{pk} 按分度圆弧长 L 查表:

查 F_p 时, 取 $L = \pi d/2 = \pi m_n z/2 \cos \beta$; 查 F_{pk} 时, 取 $L = K \pi m_n / \cos \beta$ (K 为 2 到小于 $z/2$ 的整数)。

2. 一般对于 F_{pk} , K 值规定取为小于 $z/6$ (或 $z/8$) 的最大整数。

齿圈径向跳动公差(F_r)值 μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	精度等级					
大于	到		5	6	7	8	9	10
—	125	1~3.5	16	25	36	45	71	100
		>3.5~6.3	18	28	40	50	80	125
		>6.3~10	20	32	45	56	90	140
125	400	1~3.5	22	36	50	63	80	112
		>3.5~6.3	25	40	56	71	100	140
		>6.3~10	28	45	63	80	112	160
		>10~16	32	50	71	90	125	180
400	800	1~3.5	28	45	63	80	100	125
		>3.5~6.3	32	50	71	90	112	140
		>6.3~10	36	56	80	100	125	160
		>10~16	40	63	90	112	160	200
800	1600	1~3.5	32	50	71	90	112	140
		>3.5~6.3	36	56	80	100	125	160
		>6.3~10	40	63	90	112	140	180
		>10~16	45	71	100	125	160	200

公法线长度变动公差(F_w)值 μm

分度圆直径 (mm)		精度等级					
大于	到	5	6	7	8	9	10
—	125	12	20	28	40	56	80
125	400	16	25	36	50	71	100
400	800	20	32	45	63	90	125
800	1600	25	40	56	80	112	160

齿形公差(F_f)值 μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	精度等级					
大于	到		5	6	7	8	9	10
—	125	1~3.5	6	8	11	14	22	36
		>3.5~6.3	7	10	14	20	32	50
		>6.3~10	8	12	17	22	36	56
125	400	1~3.5	7	9	13	18	28	45
		>3.5~6.3	8	11	16	22	36	56
		>6.3~10	9	13	19	28	45	71
		>10~16	11	16	22	32	50	80
400	800	1~3.5	9	12	17	25	40	63
		>3.5~6.3	10	14	20	28	45	71
		>6.3~10	11	16	24	36	56	90
		>10~16	13	18	26	40	63	100
800	1600	1~3.5	11	17	24	36	56	90

		>3.5~6.3	13	18	28	40	63	100
		>6.3~10	14	20	30	45	71	112
		>10~16	15	22	34	50	80	125

齿距极限偏差($\pm f_{pt}$)值 μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	精度等级					
大于	到		5	6	7	8	9	10
—	125	1~3.5	6	10	14	20	28	40
		>3.5~6.3	8	13	18	25	36	50
		>6.3~10	9	14	20	28	40	56
125	400	1~3.5	7	11	16	22	32	45
		>3.5~6.3	9	14	20	28	40	56
		>6.3~10	10	16	22	32	45	63
		>10~16	11	18	25	36	50	71
400	800	1~3.5	8	13	18	25	36	50
		>3.5~6.3	9	14	20	28	40	56
		>6.3~10	11	18	25	36	50	71
		>10~16	13	20	28	40	56	80
800	1600	1~3.5	9	14	20	28	40	56
		>3.5~6.3	10	16	22	32	45	63
		>6.3~10	11	18	25	36	50	71
		>10~16	13	20	28	40	56	80

基节极限偏差($\pm f_{pb}$)值 μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	精度等级					
大于	到		5	6	7	8	9	10
—	125	1~3.5	5	9	13	18	25	36
		>3.5~6.3	7	11	16	22	32	45
		>6.3~10	8	13	18	25	36	50
125	400	1~3.5	6	10	14	20	30	40
		>3.5~6.3	8	13	18	25	36	50
		>6.3~10	9	14	20	30	40	60
		>10~16	10	16	22	32	45	63
400	800	1~3.5	7	11	16	22	32	45
		>3.5~6.3	8	13	18	25	36	50
		>6.3~10	10	16	22	32	45	63
		>10~16	11	18	25	36	50	71
800	1600	1~3.5	8	13	18	25	36	50
		>3.5~6.3	9	14	20	30	40	60
		>6.3~10	10	16	22	32	45	67
		>10~16	11	18	25	36	50	71

齿径向综合公差 f_i'' 值 μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	精度等级					
大于	到		5	6	7	8	9	10
—	125	1~3.5	10	14	20	28	36	45
		>3.5~6.3	13	18	25	36	45	56
		>6.3~10	14	20	28	40	50	63
125	400	1~3.5	11	16	22	32	40	50
		>3.5~6.3	14	20	28	40	50	63
		>6.3~10	16	22	32	45	56	71
		>10~16	18	25	36	50	63	80
400	800	1~3.5	13	18	25	36	45	56
		>3.5~6.3	14	20	28	40	50	63
		>6.3~10	16	22	32	45	56	71
		>10~16	20	28	40	56	71	90
800	1600	1~3.5	14	20	28	40	50	63
		>3.5~6.3	16	22	32	45	56	71
		>6.3~10	18	25	36	50	63	80
		>10~16	20	28	40	56	71	90

齿向公差(F_b)值 μm

有效齿宽 (mm)		精度等级					
大于	到	5	6	7	8	9	10
—	40	7	9	11	18	28	45
40	100	10	12	16	25	40	63
100	160	12	16	20	32	50	80
160	250	16	19	24	38	60	105
250	400	18	24	28	45	75	120
400	630	22	28	34	55	90	140

齿轮副各公差组的检验组及各项误差的公差数值

	检验项目	检验方法	公差数值
1	$\Delta F_{ic}'$	装配后实测	<p>齿轮副的切向综合公差$\Delta F_{ic}'$等于两齿轮的切向综合公差$\Delta F_i'$之和, 即: $\Delta F_{ic}' = \Delta F_{i1}' + \Delta F_{i2}'$</p> <p>当两齿轮的齿数比为不大于3的整数, 且采用选配时, $\Delta F_{ic}'$可比计算值小25%或更多。</p>
2	$\Delta f_{ic}'$	装配后实测	<p>齿轮副的一齿切向综合公差$\Delta f_{ic}'$等于两齿轮的一齿切向综合公差$\Delta f_i'$之和, 即: $\Delta f_{ic}' = \Delta f_{i1}' + \Delta f_{i2}'$。</p>
3	接触斑点	装配后实测	<p>一般齿轮副的接触斑点要求按表“接触斑点”规定。接触斑点的分布位置应趋近齿面中部, 齿顶和齿端部棱边不允许接触。</p>
4	侧隙		<p>根据j_{\max}、j_{\min}来规定, 由中心距极限偏差($\pm f_c$)和齿厚极限偏差来保证。</p>
5	f_x 、 f_y		<p>按表“轴线平行度公差”规定。</p>

接 触 斑 点

接触斑点	精度等级					
	5	6	7	8	9	10
按高度不小于%	55 (45)	50 (40)	45 (35)	40 (30)	30	25
按长度不小于%	80	70	60	50	40	30

中心距极限偏差($\pm f_a$)值 μm

第 II 公差组精度等级		5~6	7~8	9~10
齿轮副的中心距 mm		f_a		
大于	到	IT7	IT8	IT9
6	10	7.5	11	18
10	18	9	13.5	21.5
18	30	10.5	16.5	26
30	50	12.5	19.5	31
50	80	15	23	37
80	120	17.5	27	43.5
120	180	20	31.5	50
180	250	23	36	57.5
250	315	26	40.5	65
315	400	28.5	44.5	70
400	500	31.5	48.5	77.5
500	630	35	55	87
630	800	40	62	100
800	1000	45	70	115
1000	1250	52	82	130
1250	1600	62	97	150

齿 厚 极 限 偏 差

$C=+1f_{Pt}$	$G=-6f_{Pt}$	$L=-16f_{Pt}$	$R=-40f_{Pt}$
$D=0$	$H=-8f_{Pt}$	$M=-20f_{Pt}$	$S=-50f_{Pt}$
$E=-2f_{Pt}$	$J=-10f_{Pt}$	$N=-25f_{Pt}$	
$F=-4f_{Pt}$	$K=-12f_{Pt}$	$P=-32f_{Pt}$	

注：对外啮合齿轮，公法线平均长度上偏差 $E_{wms}=E_{ss}\cos\alpha-0.72F_s\sin\alpha$

公法线平均长度下偏差 $E_{wmi}=E_{si}\cos\alpha+0.72F_s\sin\alpha$

公法线平均长度公差 $E_{wm}=T_s\cos\alpha-1.44F_s\sin\alpha$

轴 线 平 行 度 公 差

x 方向轴线平行度公差 $f_x=F_\beta$	F_β 见表“齿向公差 F_β 值”
y 方向轴线平行度公差 $f_y=0.5F_\beta$	

径向综合公差值 (F_i'') μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	精度等级					
大于	到		5	6	7	8	9	10
—	125	1~3.5	22	36	50	63	90	140
		>3.5~6.3	25	40	56	71	112	180
		>6.3~10	28	45	63	80	125	200
125	400	1~3.5	32	50	71	90	112	160
		>3.5~6.3	36	56	80	100	140	200
		>6.3~10	40	63	90	112	160	224
		>10~16	45	71	100	125	180	250
400	800	1~3.5	40	63	90	112	140	180
		>3.5~6.3	45	71	100	125	160	200
		>6.3~10	50	80	112	140	180	224
		>10~16	56	90	125	160	224	280
800	1600	1~3.5	45	71	100	125	160	200
		>3.5~6.3	50	80	112	140	180	224
		>6.3~10	56	90	125	160	200	250
		>10~16	63	100	140	180	224	280

齿坯尺寸和形状公差

齿轮精度等级①		5	6	7	8	9	10
孔	尺寸公差 形状公差	1T5	1T6	1T7		1T8	
轴	尺寸公差 形状公差	1T5		1T6		1T7	
顶圆直径②		1T7	1T8		1T9		

注：① 当三个公差组的精度等级不同时，按最高的精度等级确定公差值。

② 若顶圆不作测量齿厚的基准，尺寸公差按 1T11 给定，但不大于 $0.1m_n$ (1T11 查表“标准公差数值”)。

齿坯基准面径向跳动* 和端面圆跳动公差 μm

分度圆直径 (mm)		精度等级		
大于	到	5、6	7、8	9、10
—	125	11	18	28
125	400	14	22	36
400	800	20	32	50
800	1600	28	45	71

注：*当以顶圆作基准面时，本栏就指顶圆的径向跳动。

齿轮的表面粗糙度(R_a)推荐值 μm							
第 II 公差组精度等级		5	6	7	8	9	10
R_a	齿面	0.4	0.4, 0.8	0.8, 1.6	1.6	3.2	6.3
	齿顶圆柱面	0.8	1.6	1.6, 3.2	3.2	6.3	12.5
	基准端面	0.8	1.6	1.6, 3.2	3.2	3.2	6.3
	基准孔或轴	0.2, 0.4	0.8	0.8, 1.6	1.6	3.2	3.2

注：本表不属 GB10095-88，供参考。

非变位直齿圆柱齿轮分度圆上弦齿厚及弦齿高

$$(\alpha_0=20^\circ, h_a^*=1)$$

弦齿厚 $s_x=K_1m$; 弦齿高 $h_x=K_2m$								
齿数 z	K_1	K_2	齿数 z	K_1	K_2	齿数 z	K_1	K_2
10	1.5643	1.0616	52		1.0119	96		1.0064
11	1.5655	1.0560	53		1.0117	97		1.0064
12	1.5663	1.0514	54		1.0114	98		1.0063
13	1.5670	1.0474	55		1.0112	99		1.0062
14	1.5675	1.0440	56		1.0110	100		1.0061
15	1.5679	1.0411	57		1.0108	101		1.0061
16	1.5683	1.0385	58		1.0106	102		1.0060
17	1.5686	1.0362	59		1.0105	103	1.5707	1.0060
18	1.5688	1.0342	60	1.5706	1.0102	104		1.0059
19	1.5690	1.0324	61		1.0101	105		1.0059
20	1.5692	1.0308	62		1.0100	106		1.0058
21	1.5694	1.0294	63		1.0098	107		1.0058
22	1.5695	1.0281	64		1.0097	108		1.0057
23	1.5696	1.0268	65		1.0095	109		1.0057
24	1.5697	1.0257	66		1.0094	110		1.0056
25		1.0247	67		1.0092	111		1.0056
26	1.5698	1.0237	68		1.0091	112		1.0055
27		1.0228	69	1.5707	1.0090	113		1.0055
28	1.5699	1.0220	70		1.0088	114		1.0054
29	1.5700	1.0213	71		1.0087	115		1.0054
30		1.0205	72		1.0086	116		1.0053
31	1.5701	1.0199	73		1.0085	117		1.0053
32		1.0193	74		1.0084	118		1.0053
33	1.5702	1.0187	75		1.0083	119		1.0052
34		1.0181	76		1.0081	120		1.0052
35		1.0176	77		1.0080	121		1.0051
36	1.5703	1.0171	78		1.0079	122		1.0051
37		1.0167	79		1.0078	123		1.0050
38		1.0162	80		1.0077	124		1.0050
39	1.5704	1.0158	81		1.0076	125		1.0049
40		1.0154	82		1.0075	126		1.0049
			83		1.0074	127		1.0049

41	1.5704	1.0150	84		1.0074	128		1.0048	
42		1.0147	85		1.0073	129		1.0048	
43		1.0143	86		1.0072	130		1.0047	
44	1.5705	1.0140	87		1.0071	131	1.5708	1.0047	
45		1.0137	88		1.0070			132	1.0047
46		1.0134	90		1.0068			133	1.0047
47		1.0131	91		1.0068	134		1.0046	
48		1.0128	92		1.0067	135		1.0046	
49		1.0126	93		1.0067	140		1.0044	
50		1.0123	94		1.0066	145		1.0042	
51		1.0121	95		1.0065	150		1.0041	
								齿条	

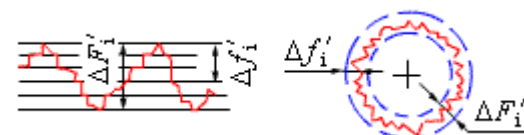
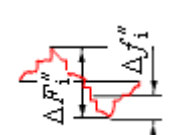
- 注：1. 用成形铣刀加工齿轮时，标注和测量分度圆弦齿厚和弦齿高；
用范成法加工时，可以标注或测量固定弦厚和弦齿高。
2. 对于斜齿圆柱齿轮和圆锥齿轮，使用本表时，应以当量齿数 z_d 代替 z (斜齿轮： $z_d = z / \cos 3\beta_b$ ；
锥齿轮： $z_d = z / \cos \delta$)。 z_d 非整数时，可用插值法求出。
3. 本表不属 GB10095-88，供参考。

不同机器中所应用的齿轮精度等级

机器类别	精度等级	机器类别	精度等级
测量齿轮	3~5	航空发动机	4~7
涡轮减速器	3~6	一般减速器	6~8
金属切削机床	3~8	内燃机车、电气机车	5~8
轻型汽车	5~8	起重机械	7~10
重型汽车	6~9	矿用绞车	8~10
拖拉机、轧钢设备的小齿轮	6~10	农用机械	8~11

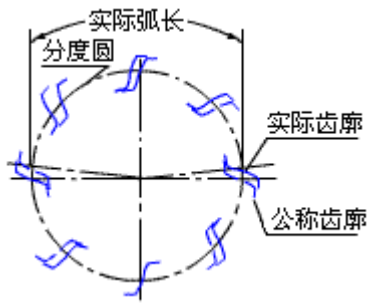
注：本表不属 GB10095-88，供参考

齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义和代号

<p>$\Delta F_i'$ ——切向综合误差</p>  <p>F_i' ——切向综合误差。定义：被测齿轮与理想精确的测量齿轮单面啮合时，被测齿轮一转内，实际转角与公称转角之差的总幅度值，以分度圆弧长计值。</p>	<p>$\Delta f_i'$ ——一齿切向综合误差</p> <p>f_i' ——一齿切向综合公差。定义：被测齿轮与理想精确的测量齿轮单面啮合时，在被测齿轮一齿距角内，实际转角与公称转角之差的总幅度值，以分度圆弧长计值。</p>
<p>$\Delta F_i''$ ——径向综合误差</p>  <p>F_i'' ——径向综合公差。定义：被测齿轮与理想</p>	<p>$\Delta f_i''$ ——一齿径向综合误差</p> <p>f_i'' ——一齿径向综合公差。定义：被测齿轮与理想精确的测量齿轮双面啮合时，在被测齿轮一齿距角内，双啮中心距的最大变动量。</p>

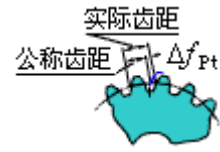
精确的测量齿轮双面啮合时，在被测齿轮一转内，双啮中心距的最大变动量。

ΔF_p ——齿距累积误差



F_p ——齿距累积公差。定义：在分度圆上任意两个同侧齿面间的实际弧长与公称弧长之差的最大绝对值。

Δf_{pt} ——齿距偏差



f_{pt} ——齿距极限偏差。

定义：在分度圆上，实际齿距与公称齿距之差。

公称齿距是指所有实际齿距的平均值。

ΔF_{pk} ——K个齿距累积误差



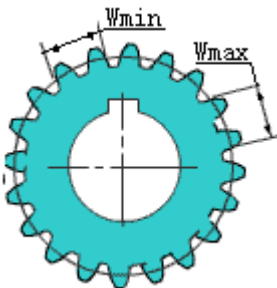
F_{pk} ——K个齿距累积公差。定义：在分度圆上，K个齿距的实际弧长与公称弧长之差的最大绝对值，K为2到小于 $z/2$ 的整数。

ΔF_r ——齿圈径向跳动



F_r ——齿圈径向跳动公差。定义：在齿轮一转范围内，测头在齿槽内于齿高中部双面接触，测头相对于齿轮轴线的最大变动量。

ΔF_w ——公法线长度变动

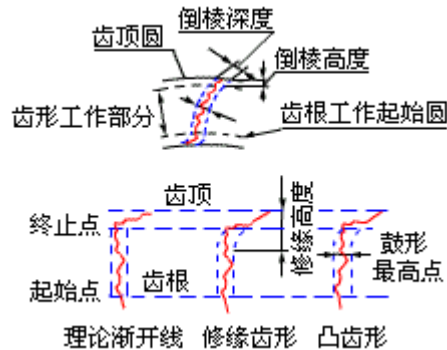


F_w ——公法线长度变动公差。

定义：在齿轮一周范围内，实际公法线长度最大值与最小值之差。

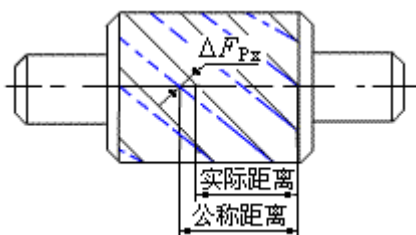
$$\Delta F_w = W_{\max} - W_{\min}$$

Δf_r ——齿形误差



f_r ——齿形公差。定义：在端截面上，齿形工作部分内（齿顶倒棱部分除外），包容实际齿形且距离为最小的两条设计齿形间的法向距离。设计齿形可以是修正的理论渐开线，包括修缘齿形、凸齿形等。

ΔF_{px} ——轴向齿距偏差



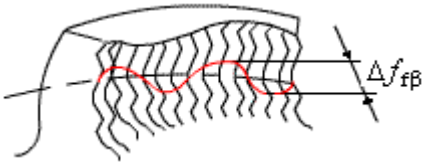
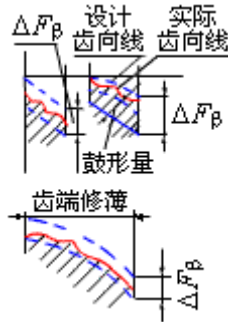
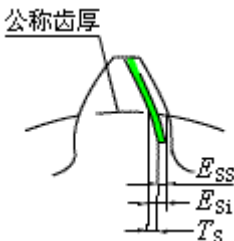
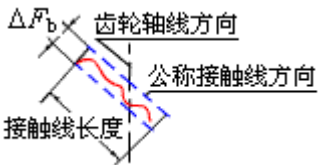
F_{px} ——轴向齿距极限偏差。定义：在与齿轮基准轴线平行面大约通过齿高中部的一条直线上，任意两个同侧齿面间的实际距离与公称距离之差。沿齿面法线方向计值。

Δf_{pb} ——基节偏差

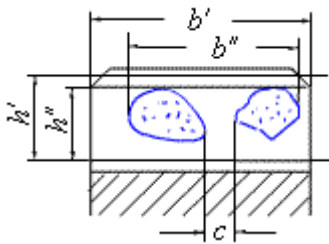


f_{pb} ——基节极限偏差。定义：实际基节与公称基节之差。

实际基节是指基圆柱切平面所截两相邻同侧齿面的交线之间的法向距离。

<p>$\Delta f_{r\beta}$——螺旋线波度误差</p>  <p>$f_{r\beta}$——螺旋线波度公差。定义：宽斜齿轮齿高中部实际齿线波形的最大波幅，沿齿面法线方向计值。</p>	<p>ΔF_{β}——齿向误差</p>  <p>F_{β}——齿向公差。定义：在分度圆柱面上，齿宽有效部分范围内（端部倒角部分除外），包容实际齿线且距离为最小的两条设计齿线之间的端面距离。</p> <p>设计齿线可以是修正的圆柱螺旋线，包括鼓形线，齿端修薄及其它修形曲线。</p>
<p>ΔE_s——齿厚偏差</p>  <p>齿厚极限偏差(上偏差 E_{ss}、下偏差 E_{si}、T_s 公差)。定义：分度圆柱面上齿厚实际值与公称值之差。对于斜齿轮，指法向齿厚。</p>	<p>ΔF_b——接触线误差</p>  <p>F_b——接触线公差。定义：在基圆柱的切平面内，平行于公称接触线并包容实际接触线的两条直线间的法向距离。</p>
<p>$\Delta F_{ic}'$ ——齿轮副的切向综合误差</p> <p>F_{ic}' ——齿轮副的切向综合公差。定义：安装好的齿轮副，在啮合转动足够多的转数内，一个齿轮相对于另一个齿轮的实际转角与公称转角之差的总幅度值。以分度圆弧长计值。</p>	<p>$\Delta f_{ic}'$ ——齿轮副的一齿切向综合误差</p> <p>f_{ic}' ——齿轮副的一齿切向综合公差。定义：安装好的齿轮副，在啮合足够多的转数内，一个齿轮相对于另一个齿轮的一个齿距的实际转角与公称转角之差的最大幅度值。以分度圆弧长计值。</p>
<p>Δf_a——齿轮副的中心距偏差</p> <p>齿轮副的中心距极限偏差($\pm f_a$)。定义：在齿轮副的齿宽中间平面内，实际中心距与公称中心距与公称中心距之差。</p>	<p>ΔE_{wm}——公法线平均长度偏差</p> <p>公法线平均长度极限偏差(上偏差 E_{wms}、下偏差 E_{wmi}、公差 T_{wm})。定义：在齿轮一周内，公法线长度平均值与公称值之差。</p>

齿轮副接触斑点



装配好的齿轮副，在轻微的制动下，运转后齿面上分布的接触擦亮痕迹。

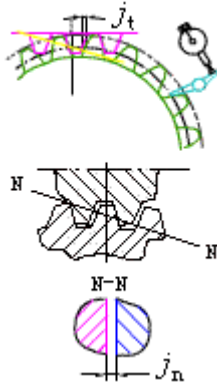
接触痕迹的大小在齿面展开图上用百分数计算。

沿齿长方向：接触良迹的长度 b'' (扣除超过模数值的断开部分 c) 与工作长度 b' 之比的百分数，即

$$\frac{b'' - c}{b'} \times 100\%$$

沿齿高方向：接触痕迹的平均高度 h'' 与工作高度 h' 之比的百分数，即 $\frac{h''}{h'} \times 100\%$ 。

j 、 j_n ——齿轮副的侧隙



j_{\max} 、 $j_{n\max}$ ——最大极限侧隙

j_{\min} 、 $j_{n\min}$ ——最小极限侧隙

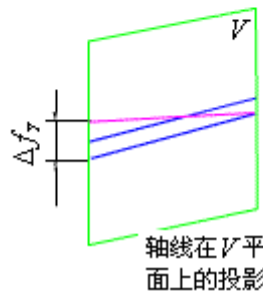
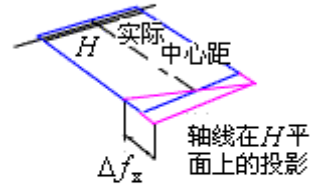
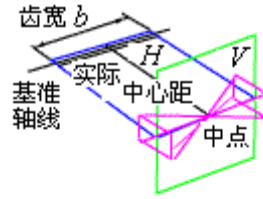
定义：装配好的齿轮副，当一个齿轮固定时，另一个齿轮的圆周晃动量。以分度圆上弧长计值。

装配好的齿轮副，当工作齿面接触时，非工作齿面之间的最小距离为 $j_n = j \cos \beta_b \cdot \cos \alpha$ 这里， β_b 为基圆螺旋角

轴线的平行度误差

Δf_x ——x 方向轴线的平行度误差

Δf_y ——y 方向轴线的平行度误差



f_x ——x 方向轴线的平行度公差

f_y ——y 方向轴线的平行度公差

定义：齿轮的轴线在其基准平面(H)上投影的平行度误差。

在等于齿宽的长度上测量。

一对齿轮的轴线，在垂直于基准平面，并且平行于基准轴线的平面(V)上投影的平行度误差。

在等于齿宽的长度上测量。

注：包含基准轴线，并通过由另一轴线与齿宽中间平面相交的点所形成的平面。称为基准平面。两条轴线中任何一条轴线都可作为基准轴线。

注：① 允许用齿条蜗杆测头等测量元件代替测量齿轮；

② ΔF_p (ΔF_{pk}) 允许在齿高中部测量，但仍按分度圆上计值；

③ 允许用检查被测齿轮和测量蜗杆啮合时齿轮面上的接触迹线(可称为“啮合齿形”)代替，但应按基圆切线方向计值；

④ 允许在齿高中部测量，但仍按分度圆上计值。