

齿轮及蜗杆、蜗轮的精度

一、渐开线圆柱齿轮的精度（摘自 GB/T10095—1988）

渐开线圆柱齿轮的精度标准 GB/T10095—1988 适用于平行轴传动的渐开线圆柱齿轮及其齿轮副。其法向模数大于或等于 1mm，基本齿廓按 GB1356—2001 的规定。

1. 精度等级及其选择

标准对齿轮及齿轮副的精度规定了 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。

按齿轮各误差项目对传动性能的主要影响，齿轮的各项公差和极限偏差分成三个组，见表 1。根据不同的使用要求，对三个公差组可以选用相同的精度等级，也可以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。

齿轮精度等级的选择，应根据传动的用途、使用条件、传递功率和圆周速度及其它技术要求来确定。表 2 列出了普通减速器齿轮最低精度，供精度选择时参考。

齿轮各项公差及极限偏差的分组

公差组	公差与极限偏差项目		对传动性能的主要影响
I	代号	名称	传递运动的准确性
	F_i'	切向综合公差	
	F_p	齿距累积公差	
	F_{pK}	K 个齿距累积公差	
	F_i''	径向综合公差	
	F_r	径圈径向跳动公差	
	F_w	公法线长度变动公差	
II	f_i'	一齿切向综合公差	传动的平稳性、噪声、 振动
	f_i''	一齿径向综合公差	
	f_f	齿形公差	
	$\pm f_{pt}$	齿距极限偏差	
	$\pm f_{pb}$	基节极限偏差	
	$f_{f\beta}$	螺旋线波度公差	
III	F_β	齿向公差	载荷分布的均匀性
	F_b	接触线公差	
	$\pm F_{px}$	轴向齿距极限偏差	

2. 齿轮检验组的选择

国标对三个公差组分别规定了一些检验组。设计时，应按齿轮副的工作要求和生产规模以及用同一仪器检测较多指标的原则，可在表 3 中选定一个检验组组合和侧隙评定指标来评定和验收齿轮的精度。

表 2 普通减速器齿轮最低精度（摘自 ZBJ19010—1988）

齿轮圆周速度/(m/s)		精度等级（按 GB/T 10095—1988）	
斜齿轮	直齿轮	软或中硬齿面	硬齿面
≤ 8	≤ 3	9—9—7	8—8—6
$>8 \sim 12.5$	$>3 \sim 7$	8—8—7	7—7—6
$>12.5 \sim 18$	$>7 \sim 12$	8—7—7	7—6—6
>18	$>12 \sim 18$	7—6—6	7—6—6

表 3 推荐的圆柱齿轮检验组组合及公差数值

公差组	精度等级					公差或极限偏差值
	6~8	6	6~8	7~8	9	
I	$\Delta F_i'$	ΔF_r 与 ΔF_{pK}	ΔF_r 与 ΔF_W	ΔF_p	ΔF_r 与 ΔF_W	见圆柱齿轮第Ⅱ、Ⅲ公差组及极限偏差值
Ⅱ	$\Delta f_i' \text{ ①}$	Δf_f 与 Δf_{pb} 或 Δf_f 与 Δf_{pt}			Δf_{pt} 与 Δf_{pb}	同上
Ⅲ	ΔF_β					见圆柱齿轮第Ⅲ公差组齿向公差
	$\Delta E_{Wm} \text{ ②}$			ΔE_{Wm} 或 $\Delta E_s \text{ ③}$		见齿厚极限偏差

注：① 需要时可加检 Δf_{pb} ；② ΔE_{Wm} 为公法线平均长度偏差；③ ΔE_s 为齿厚偏差；④ 接触斑点的分布位置 and 大小确有保证时，则此齿轮副中单个齿轮的第 III 公差组项目可不予考核。

3. 齿轮副的检验与侧隙

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，如上述四个方面要求均能满足，则此齿轮副即认为合格。齿轮副的检验项目见表 4。

表 4 齿轮副的检验项目及公差数值

检验项目		公差数值	对传动性能的影响
传动误差	切向综合误差 $\Delta F'_{ic}$	$F'_{ic} = F'_{i1} + F'_{i2}$	影响传递运动的准确性
	一齿切向综合误差 $\Delta f'_{ic}$	$f'_{ic} = f'_{i1} + f'_{i2}$	影响传动的平稳性
	接触斑点	见表 13	影响载荷分布的均匀性
	侧 隙	根据工作条件用 $j_{n\max}$ （或 $j_{t\max}$ ）与 $j_{n\min}$ （或 $j_{t\min}$ ）来规定	保证齿轮传动的正常润滑 避免因热变形、制造及安装误差等使啮合的齿轮被卡住
安装误差	中心距偏差 Δf_a	$\pm f_a$ （见表 13）	影响侧隙及啮合角的大小，影响接触精度

	轴线的平行度误差 Δf_x 和 Δf_y	$f_x = F_\beta (F_\beta \text{ 见表 12})$ $f_y = F_\beta / 2$	影响接触斑点面积及齿轮副的载荷分布均匀性，影响侧隙大小
--	---	--	-----------------------------

齿轮副侧隙的要求用选择适当的齿厚极限偏差 E_s （或公法线平均长度极限偏差 E_{W_m} ）和中心距极限偏差 $\pm f_a$ 来保证。标准规定了 14 个齿厚极限偏差的代号，按偏差数值由小到大分别用 C、D、E、F、G、H、J、K、L、M、N、P、R、S 14 个字母表示，每个字母所表示的偏差值是齿距极限偏差 f_{pt} 的若干个整数倍（见表 5 和图 1）。

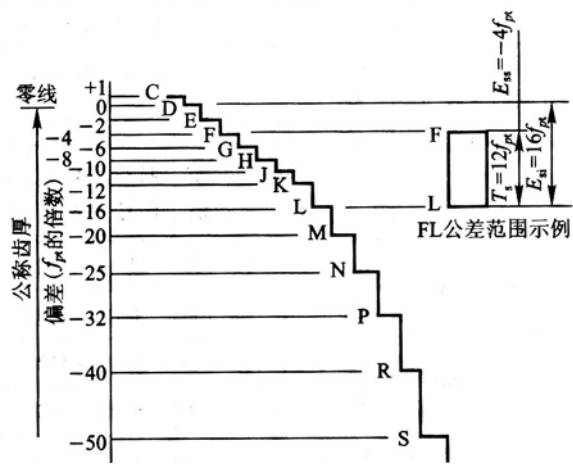


图 1 齿厚极限偏差代号

标准还规定了齿厚极限偏差的上偏差 E_{ss} 和下偏差 E_{si} 分别用两个偏差代号来确定。例如，若上偏差 E_{ss} 选取 F，下偏差 E_{si} 选取 L，则齿厚极限偏差用代号 FL 表示，其实际公差范围为 $12 f_{pt}$ （见图 1 中示例）。 E_{ss} 和 E_{si} 的数值应根据传动的要求，在齿轮设计时进行计算，计算方法可参考有关的文献。为了便于确定齿厚极限偏差 E_s 和公法线平均长度极限偏差 E_{W_m} 的数值，表 6 列出了齿厚极限偏差 E_s 的参考值，表 5 中的“注”给出了公法线平均长度极限偏差及其公差值的计算公式，表 7 至表 9 列出了公法线长度及其修正值，表 10 列出了分度圆弦齿厚的测量值。

表 5 齿厚极限偏差

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

注：对于外啮合齿轮，公法线平均长度极限偏差及公差计算式为：

$$\text{上偏差 } E_{W_{ms}} = E_{ss} \cos \alpha - 0.72 F_r \sin \alpha$$

$$\text{下偏差 } E_{W_{mi}} = E_{si} \cos \alpha + 0.72 F_r \sin \alpha$$

$$\text{公差 } T_{W_m} = T_s \cos \alpha - 1.44 F_r \sin \alpha$$

表 6 齿厚极限偏差 E_s 的参考值 μm

分度圆直径 d/mm	偏差名称	II 组精度 6 级						II 组精度 7 级					
		法面模数/mm						法面模数/mm					
		$\geq 1 \sim 3.5$		$> 3.5 \sim 6.3$		$> 6.3 \sim 10$		$\geq 1 \sim 3.5$		$> 3.5 \sim 6.3$		$> 6.3 \sim 10$	
		偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值
≤ 80	E_{ss}	H	-80	G	-78	G	-84	H	-112	G	-108	G	-120
	E_{si}	K	-120	H	-104	H	-112	K	-168	J	-180	H	-160
$> 80 \sim 125$	E_{ss}	J	-100	H	-104	H	-112	H	-112	G	-108	G	-120
	E_{si}	L	-160	J	-130	J	-140	K	-168	J	-180	H	-160
$> 125 \sim 180$	E_{ss}	J	-110	H	-112	H	-128	H	-128	G	-120	G	-132
	E_{si}	L	-176	K	-168	K	-192	K	-192	J	-200	J	-220
$> 180 \sim 250$	E_{ss}	K	-132	J	-140	H	-128	H	-128	H	-160	G	-132
	E_{si}	L	-176	L	-224	K	-192	K	-192	K	-240	J	-220
$> 250 \sim 315$	E_{ss}	K	-132	J	-140	H	-128	J	-160	H	-160	H	-176
	E_{si}	L	-176	L	-224	K	-192	L	-256	K	-240	K	-264
$> 315 \sim 400$	E_{ss}	L	-176	K	-168	J	-160	K	-192	H	-160	H	-176
	E_{si}	M	-220	L	-224	L	-256	L	-256	K	-240	K	-264
$> 400 \sim 500$	E_{ss}	L	-208	K	-168	J	-180	J	-180	J	-200	H	-200
	E_{si}	M	-260	L	-224	L	-288	L	-288	L	-320	K	-300
$> 500 \sim 630$	E_{ss}	L	-208	L	-224	J	-180	K	-216	J	-200	H	-200
	E_{si}	M	-260	M	-280	L	-288	M	-360	L	-320	K	-300
$> 630 \sim 800$	E_{ss}	L	-208	L	-224	K	-216	K	-216	K	-240	J	-250
	E_{si}	N	-325	M	-280	L	-288	M	-360	L	-320	L	-400

分度圆直径 d/mm	偏差名称	II 组精度 8 级						II 组精度 9 级					
		法面模数/mm						法面模数/mm					
		$\geq 1 \sim 3.5$		$> 3.5 \sim 6.3$		$> 6.3 \sim 10$		$\geq 1 \sim 3.5$		$> 3.5 \sim 6.3$		$> 6.3 \sim 10$	
		偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值	偏差代号	偏差数值
≤ 80	E_{ss}	G	-120	F	-100	F	-112	F	-112	F	-144	F	-160
	E_{si}	J	-200	G	-150	G	-168	H	-224	G	-216	G	-240
$> 80 \sim 125$	E_{ss}	G	-120	G	-150	F	-112	G	-168	F	-144	F	-160
	E_{si}	J	-200	H	-200	G	-168	J	-280	G	-216	G	-240
$> 125 \sim 180$	E_{ss}	G	-132	G	-168	F	-128	G	-192	F	-160	F	-180
	E_{si}	J	-220	J	-280	H	-256	J	-320	H	-320	G	-270
$> 180 \sim 250$	E_{ss}	H	-176	G	-168	G	-192	G	-192	F	-160	F	-180
	E_{si}	K	-264	J	-280	H	-256	J	-320	H	-320	G	-270

>250~315	E_{ss}	H	-176	G	-168	G	-192	G	-192	G	-240	F	-180
	E_{si}	K	-264	J	-280	H	-256	J	-320	J	-400	G	-270
>315~400	E_{ss}	H	-176	G	-168	G	-192	H	-256	G	-240	G	-270
	E_{si}	K	-264	J	-280	H	-256	K	-384	J	-400	H	-360
>400~500	E_{ss}	H	-200	H	-224	G	-216	H	-288	G	-240	G	-300
	E_{si}	K	-300	K	-336	H	-288	K	-432	J	-400	H	-400
>500~630	E_{ss}	H	-200	H	-224	G	-216	H	-288	G	-240	G	-300
	E_{si}	K	-300	K	-336	J	-360	K	-432	J	-400	H	-400
>630~800	E_{ss}	J	-250	H	-224	H	-288	H	-288	H	-320	G	-300
	E_{si}	L	-400	K	-336	K	-432	K	-432	K	-480	H	-400

注：1.本表不属于 GB/T 10095—1988，仅供参考。

2. 按本表选择齿厚极限偏差时，可以使齿轮副在齿轮和壳体温度为 25℃时不会因发热而卡住。

表 7 公法线长度 $W'(m_n=1\text{mm}, \alpha_n=20^\circ)$

齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'
11	2	4.582 3	20	3	660 4	29	4	738 6	38	5	8168
12	2	596 3	21	3	674 4	30	4	752 6	39	5	8308
13	2	610 3	22	3	688 5	31	4	766 6	40	5	8448
14	2	624 3	23	3	702 5	32	4	780 6	41	5	8588
15	2	638 3	24	3	716 5	33	4	794 6	42	5	8728
16	2	652 3	25	3	730 5	34	4	808 6	43	5	8868
17	2	666 3	26	3	744 5	35	4	822 7	44	5	9008
18	3	7.632 4	27	4	10.710 6	36	5	13.788 8	45	6	16.867 0
19	3	646 4	28	4	724 6	37	5	802 8	46	6	16.881 0

47	6	895 0	76	9	157 5	105	12	420 1	134	15	682 6
48	6	909 0	77	9	171 5	106	12	434 1	135	16	47.648 8
49	6	923 0	78	9	185 5	107	12	448 1	136	16	662 8
50	6	937 0	79	9	199 6	108	13	38.414 2	137	16	676 8
51	6	951 0	80	9	213 6	109	13	428 2	138	16	690 8
52	6	966 0	81	10	29.179 7	110	13	442 3	139	16	704 8
53	6	979 0	82	10	193 7	111	13	456 3	140	16	718 8
54	7	19.945 2	83	10	207 7	112	13	470 3	141	16	732 8
55	7	959 2	84	10	221 7	113	13	484 3	142	16	746 8
56	7	973 2	85	10	235 7	114	13	498 3	143	16	760 8
57	7	987 2	86	10	249 7	115	13	512 3	144	17	50.727 0
58	7	20.001 2	87	10	263 7	116	13	38.526 3	145	17	741 0
59	7	015 2	88	10	277 7	117	14	41.492 4	146	17	755 0
60	7	029 2	89	10	291 7	118	14	506 4	147	17	769 0
61	7	043 2	90	11	32.257 9	119	14	520 4	148	17	783 0
62	7	057 2	91	11	271 9	120	14	534 4	149	17	797 0
63	8	23.023 3	92	11	285 9	121	14	548 4	150	17	811 0
64	8	037 3	93	11	299 9	122	14	562 5	151	17	50.825 0
65	8	051 3	94	11	313 9	123	14	576 5	152	17	839 0
66	8	065 4	95	11	327 9	124	14	590 5	153	18	53.805 1
67	8	079 4	96	11	341 9	125	14	604 5	154	18	819 2
68	8	093 4	97	11	355 9	126	15	44.570 6	155	18	833 2
69	8	107 4	98	11	369 9	127	15	584 6	156	18	847 2
70	8	121 4	99	12	35.33 61	128	15	598 6	157	18	861 2
71	8	135 4	100	12	350 1	129	15	612 6	158	18	875 2
72	9	26.101 5	101	12	364 1	130	15	626 6	159	18	889 2
73	9	115 5	102	12	378 1	131	15	640 6	160	18	903 2
74	9	129 5	103	12	392 1	132	15	654 6	161	18	917 2
75	9	143 5	104	12	406 1	133	15	668 6	162	19	56.883 3

齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线 长度 W'
163	19	897 3	169	19	981 4	175	20	017 5	181	21	053 7
164	19	911 3	170	19	995 4	176	20	031 5	182	21	067 7
165	19	925 3	171	20	59.961 5	177	20	045 5	183	21	081 7
166	19	939 4	172	20	975 5	178	20	059 5	184	21	095 7
167	19	953 4	173	20	989 5	179	20	073 6	185	21	109 7
168	19	967 4	174	20	60.003 5	180	21	63.0397			

- 注：1. 对于标准直齿圆柱齿轮，公法线长度 $W = W'm_n$ ，其中 W' 为 $m_n = 1\text{mm}$ 、 $\alpha_n = 20^\circ$ 时的公线法长度，可查本表；跨测齿数 K 可查本表。
2. 对于标准斜齿圆柱齿轮，先由 β 从表 8 查出 K_β 值，计算出 $z' = zK_\beta$ （ z' 取到小数点后两位），再按 z' 的整数部分查表 7 得 W' ，按 z' 的小数部分由表 9 查出对应的 $\Delta W'$ ，则 $W = (W' + \Delta W') m_n$ ； $K = 0.1111z' + 0.5$ ， K 值应四舍五入成整数。
3. 对于变位直齿圆柱齿轮， $W = [2.9521 \times (K - 0.5) + 0.0140z + 0.6840x]m$ ； $K = 0.1111z + 0.5 - 0.2317x$ ， K 值应四舍五入成整数。
4. 本表不属于 GB/T10095—1988。

表 8 当量齿数系数 $K_\beta (\alpha_n = 20^\circ)$

β	K_β	差值	β	K_β	差值	β	K_β	差值	β	K_β	差值
1°	1.000	0.002	9°	1.036	0.009	17°	1.136	0.018	25°	1.323	0.031
2°	1.002	0.002	10°	1.045	0.009	18°	1.154	0.019	26°	1.354	0.034
3°	1.004	0.003	11°	1.054	0.011	19°	1.173	0.021	27°	1.388	0.036
4°	1.007	0.004	12°	1.065	0.012	20°	1.194	0.022	28°	1.424	0.038
5°	1.011	0.005	13°	1.077	0.013	21°	1.216	0.024	29°	1.462	0.042
6°	1.016	0.006	14°	1.090	0.014	22°	1.240	0.026	30°	1.504	0.044
7°	1.022	0.006	15°	1.104	0.015	23°	1.266	0.027	31°	1.548	0.047
8°	1.028	0.008	16°	1.119	0.017	24°	1.293	0.030	32°	1.595	

注：对于 β 为中间值的系数 K_β 和差值可按内插法求出。

表 9 公法线长度的修正值 $\Delta W'$

mm

$\Delta z'$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.000 0	0.000 1	0.000 3	0.000 4	0.000 6	0.000 7	0.000 8	0.001 0	0.001 1	0.001 3
0.1	0.001 4	0.001 5	0.001 7	0.001 8	0.002 0	0.002 1	0.002 2	0.002 4	0.002 5	0.002 7
0.2	0.002 8	0.002 9	0.003 1	0.003 2	0.003 4	0.003 5	0.003 8	0.003 6	0.003 9	0.004 1
0.3	0.004 2	0.004 3	0.004 5	0.004 6	0.004 8	0.004 9	0.005 1	0.005 2	0.005 3	0.005 5
0.4	0.005 6	0.005 7	0.005 9	0.006 0	0.006 1	0.006 3	0.006 4	0.006 6	0.006 7	0.006 9
0.5	0.007 0	0.007 1	0.007 3	0.007 4	0.007 6	0.007 7	0.007 9	0.008 0	0.008 1	0.008 3
0.6	0.008 4	0.008 5	0.008 7	0.008 8	0.008 9	0.009 1	0.009 2	0.009 4	0.009 5	0.009 7
0.7	0.009 8	0.009 9	0.010 1	0.010 2	0.010 4	0.010 5	0.010 6	0.010 8	0.010 9	0.011 1
0.8	0.011 2	0.011 4	0.011 5	0.011 6	0.011 8	0.011 9	0.012 0	0.012 2	0.012 3	0.012 4
0.9	0.012 6	0.012 7	0.012 9	0.013 0	0.013 2	0.013 3	0.013 5	0.013 7	0.013 6	0.013 9

注：查取示例：当 $\Delta z' = 0.65$ 时，由上表查得 $\Delta W' = 0.0091$ 。

表 10 标准外齿轮的分度圆弦齿厚 \bar{S} (或 \bar{S}_n) 和分度圆弦齿高 \bar{h} (或 \bar{h}_n)

($m = m_n = 1, h_a^* = h_{an}^* = 1$)

mm

z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)	z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)	z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)	z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)
8	1.5607	1.0769	30	1.5701	1.0205	52	1.5706	1.0119	74	1.5707	1.0084
9	1.5628	1.0684	31	1.5701	1.0199	53	1.5706	1.0117	75	1.5707	1.0083
10	1.5643	1.0616	32	1.5702	1.0193	54	1.5706	1.0114	76	1.5707	1.0081
11	1.5654	1.0559	33	1.5702	1.0187	55	1.5706	1.0112	77	1.5707	1.0080
12	1.5663	1.0513	34	1.5702	1.0181	56	1.5706	1.0110	78	1.5707	1.0079
13	1.5670	1.0474	35	1.5702	1.0176	57	1.5706	1.0108	79	1.5707	1.0078
14	1.5675	1.0440	36	1.5703	1.0171	58	1.5706	1.0106	80	1.5707	1.0077
15	1.5679	1.0411	37	1.5703	1.0167	59	1.5706	1.0105	81	1.5707	1.0076
16	1.5683	1.0385	38	1.5703	1.0162	60	1.5706	1.0102	82	1.5707	1.0075
17	1.5686	1.0363	39	1.5704	1.0158	61	1.5706	1.0101	83	1.5707	1.0074
18	1.5688	1.0342	40	1.5704	1.0150	62	1.5706	1.0100	84	1.5707	1.0074
19	1.5690	1.0324	41	1.5704	1.0147	63	1.5706	1.0098	85	1.5707	1.0073
20	1.5692	1.0308	42	1.5704	1.0154	64	1.5706	1.0097	86	1.5707	1.0072
21	1.5694	1.0294	43	1.5705	1.0143	65	1.5706	1.0095	87	1.5707	1.0071
22	1.5695	1.0281	44	1.5705	1.0140	66	1.5706	1.0094	88	1.5707	1.0070
23	1.5696	1.0268	45	1.5705	1.0137	67	1.5706	1.0092	89	1.5707	1.0069
24	1.5697	1.0257	46	1.5705	1.0134	68	1.5706	1.0091	90	1.5707	1.0068
25	1.5698	1.0247	47	1.5705	1.0131	69	1.5707	1.0090	91	1.5707	1.0068
26	1.5698	1.0237	48	1.5705	1.0129	70	1.5707	1.0088	92	1.5707	1.0067
27	1.5699	1.0228	49	1.5705	1.0126	71	1.5707	1.0087	93	1.5707	1.0067
28	1.5700	1.0220	50	1.5705	1.0123	72	1.5707	1.0086	94	1.5707	1.0066
29	1.5700	1.0213	51	1.5706	1.0121	73	1.5707	1.0085	95	1.5707	1.0065

续表

z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)	z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)	z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)	z (或 z_n)	\bar{S} (或 \bar{S}_n)	\bar{h} (或 \bar{h}_n)
96	1.5707	1.0064	108	1.5707	1.0057	120	1.5707	1.0052	132	1.5708	1.0047
97	1.5707	1.0064	109	1.5707	1.0057	121	1.5707	1.0051	133	1.5708	1.0047
98	1.5707	1.0063	110	1.5707	1.0056	122	1.5707	1.0051	134	1.5708	1.0046
99	1.5707	1.0062	111	1.5707	1.0056	123	1.5707	1.0050	135	1.5708	1.0046
100	1.5707	1.0061	112	1.5707	1.0055	124	1.5707	1.0050	140	1.5708	1.0044
101	1.5707	1.0061	113	1.5707	1.0055	125	1.5707	1.0049	145	1.5708	1.0042
102	1.5707	1.0060	114	1.5707	1.0054	126	1.5707	1.0049	150	1.5708	1.0041
103	1.5707	1.0060	115	1.5707	1.0054	127	1.5707	1.0049	200	1.5708	1.0031
104	1.5707	1.0059	116	1.5707	1.0053	128	1.5707	1.0048	∞	1.5708	1.0000
105	1.5707	1.0059	117	1.5707	1.0053	129	1.5707	1.0048			
106	1.5707	1.0058	118	1.5707	1.0053	130	1.5707	1.0047			
107	1.5707	1.0058	119	1.5707	1.0052	131	1.5708	1.0047			

- 注：1. 当模数 m (或 m_n) $\neq 1$ 时，应将查得的结果乘以 m (或 m_n)，对于直齿锥齿轮，乘以中点模数 m_m 。
2. 当 h_a^* (或 h_{an}^*) $\neq 1$ 时，应将查得的弦齿高减去 $(1-h_a^*)$ 或 $(1-h_{an}^*)$ ，弦齿厚不变。
3. 对斜齿圆柱齿轮和直齿圆锥齿轮，用当量齿数 z_v 查表， z_v 有小数时，按插值法计算。
4. 本表不属于 GB/T10095—1988。

表 11 圆柱齿轮第 I、II 公差组各项公差及极限偏差值

 μm

公差组	I						II						
项目	分度圆直径 d/mm	法向模数 m_n / mm	精度等级				项目	分度圆直径 d/mm	法向模数 m_n /mm	精度等级			
			6	7	8	9				6	7	8	9
齿圆径向跳动公差 F_r	≤ 125	$\geq 1 \sim 3.5$	25	36	45	71	齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$	≤ 125	$\geq 1 \sim 3.5$	10	14	20	28
		$> 3.5 \sim 6.3$	28	40	50	80			$> 3.5 \sim 6.3$	13	18	25	36
		$> 6.3 \sim 10$	32	45	56	90			$> 6.3 \sim 10$	14	20	28	40
	$> 125 \sim 400$	$\geq 1 \sim 3.5$	36	50	63	80		$> 125 \sim 400$	$\geq 1 \sim 3.5$	11	16	22	32
		$> 3.5 \sim 6.3$	40	56	71	100			$> 3.5 \sim 6.3$	14	20	28	40
		$> 6.3 \sim 10$	45	63	86	112			$> 6.3 \sim 10$	16	22	32	45

(续表)

公差组		I					II								
项目	分度圆直径 d/mm	法向模数 m_n / mm	精度等级				项目	分度圆直径 d/mm	法向模数 m_n /mm	精度等级					
			6	7	8	9				6	7	8	9		
齿圈径向跳动公差 F_r	>400 ~ 800	$\geq 1 \sim 3.5$	45	63	80	100	齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$	>400 ~ 800	$\geq 1 \sim 3.5$	13	18	25	36		
		$>3.5 \sim 6.3$	50	71	90	112			$>3.5 \sim 6.3$	14	20	28	40		
		$>6.3 \sim 10$	56	80	100	125			$>6.3 \sim 10$	18	25	36	50		
公法线长度变动公差 F_w	分度圆直径 d/mm		6	7	8	9	基节极限偏差 $\pm f_{pb}$	≥ 125	$\geq 1 \sim 3.5$	9	13	18	25		
	≤ 125		20	28	40	56			$>3.5 \sim 6.3$	11	16	22	32		
	$>125 \sim 400$		25	36	50	71			$>6.3 \sim 10$	13	18	25	36		
	$>400 \sim 800$		32	45	63	90		>125 ~ 400	$\geq 1 \sim 3.5$	10	14	20	30		
分度圆弧长 L/mm		6	7	8	9	$>3.5 \sim 6.3$			13	18	25	36			
≤ 11.2		11	16	22	32	$>6.3 \sim 10$			14	20	30	40			
齿距累积公差 F_p 及 K 个齿距累积公差 F_{pK}	$11.2 \sim 20$		16	22	32	45		>400 ~ 800	$\geq 1 \sim 3.5$	11	16	22	32		
	$>20 \sim 32$		20	28	40	56				$>3.5 \sim 6.3$	13	18	25	36	
	$>32 \sim 50$		22	32	45	63					$>6.3 \sim 10$	16	22	32	45
	$>50 \sim 80$		25	36	50	71			≤ 125			$\geq 1 \sim 3.5$	8	11	14
	$>80 \sim 160$		32	45	63	90				$>3.5 \sim 6.3$		10	14	20	32
	$>160 \sim 315$		45	63	90	125					$>6.3 \sim 10$	12	17	22	36
	$>315 \sim 630$		63	90	125	180	>125 ~ 400		$\geq 1 \sim 3.5$			9	13	18	28
	注：① 当 F_p 时，取 $L = \frac{\pi}{2}d = \frac{\pi m_n z}{2 \cos \beta}$ ，查 F_{pK} 时，取 $L = \frac{k \pi m_n}{\cos \beta}$ ， K 为 2 到 $\frac{z}{2}$ 的整数。								$>3.5 \sim 6.3$	11		16	22	36	
										$>6.3 \sim 10$	13	19	28	45	
	②对 F_{pK} ， K 值规定取为 $\frac{z}{6}$ (或 $\frac{z}{8}$) 的最大整数。						>400 ~ 800	$\geq 1 \sim 3.5$	12		17	25	40		
$>3.5 \sim 6.3$								14	20	28	45				
								$>6.3 \sim 10$	16	24	36	56			

注：一齿切向综合公差 $f_i' = 0.6(f_{pt} + f_f)$ ；切向综合公差 $F_i' = F_p + f_f$ 。

表 12 圆柱齿轮第Ⅲ公差组齿向公差 F_β 值

μm

精度等级	有效齿宽/mm					
	≤ 40	$>40 \sim 100$	$>100 \sim 160$	$>160 \sim 250$	$>250 \sim 400$	$>400 \sim 630$
6	9	12	16	19	24	28
7	11	16	20	24	28	34
8	18	25	32	38	45	55
9	28	40	50	60	75	90

表 13 圆柱齿轮副有关项目的公差或极限偏差值

μm

项 目			精度等级			
			6	7	8	9
接触斑点/(%)	按高度不小于		50(40)	45(35)	40(30)	30
	按长度不小于		70	60	50	40
中心距极限偏差 $\pm f_\alpha$	齿轮副的中心距 /mm	$>50 \sim 80$	15	23		37
		$>80 \sim 120$	17.5	27		43.5
		$>120 \sim 180$	20	31.5		50
		$>180 \sim 250$	23	36		57.5
		$>250 \sim 315$	26	40.5		65
		$>315 \sim 400$	28.5	44.5		70
		$>400 \sim 500$	31.5	48.5		77.5
		$>500 \sim 630$	35	55		87

注：1. 括号内的数值用于轴向重合度 $\varepsilon_\beta > 0.8$ 的斜齿轮。

2. “中心距极限偏差 $\pm f_\alpha$ ” 一栏中的精度等级为第Ⅱ级公差组的精度等级。

3. 齿轮副实际的最小极限侧隙为

$$j_{n \min} = |E_{ss1} + E_{ss2}| \cos \alpha_n - f_a 2 \sin \alpha_n - J_n$$

式中,
$$J_n = \sqrt{f_{pb1}^2 + f_{pb2}^2 + (1.25 \cos^2 \alpha_n + 1) F_\beta^2}$$

4. 此侧隙计算公式不属于 GB/T 10095—1998，仅供参考。

5. 齿坯的要求与公差

齿坯的加工精度对齿轮的加工、检验及安装精度影响很大。因此，应控制齿坯的精度，

以保证齿轮的精度。齿轮在加工、检验和安装时的径向基准面和轴向辅助基准面应尽可能一致，并在零件图上予以标注。

表 14 齿坯公差

齿轮精度等级 ^①			6	7 和 8	9
孔	尺寸公差		IT6	IT7 ^③	IT8
	形状公差				
轴	尺寸公差		IT5	IT6	IT7
	形状公差				
顶圆直径	作测量基准		IT8		IT9
	不作测量基准		按 IT11 给定，但不大于 $0.1m_n$		
基准面的径向圆跳动 ^② 和端面圆跳动/ $\mu\text{ m}$	分度圆直径/mm	≤ 125	11	18	28
		$>125\sim 400$	14	22	36
		$>400\sim 800$	20	32	50

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 当以顶圆作基准面时，基准面的径向圆跳动就指顶圆的径向跳动；

③ 表中 IT 为标准公差。

6. 标注示例

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。例如：

（1）齿轮第 I 公差组精度为 7 级，第 II、III 公差组精度为 6 级，齿厚上偏差为 G，齿厚下偏差为 M 时，其标注为：



（2）三个公差组的精度同为 7 级，齿厚上偏差为 F，齿厚下偏差为 L，其标注为：
 $7 FL \text{ GB/T} 10095-1988$ （其中，第一个数字表示第 I、II、III 公差组的精度同为 7 级）

（3）若三个公差组的精度同为 7 级，齿厚上偏差的 $-120 \mu m$ ，齿厚下偏差为 $-200 \mu m$ ，则可直接用上、下偏差的数值表示，其标注为：

$$7 \begin{pmatrix} -0.120 \\ -0.200 \end{pmatrix} \text{GB/T} 10095-1988$$

锥齿轮的精度（摘自 GB/T 11365—1989）

锥齿轮精度标准 GB/T 11365—1989 适用于齿宽中点法向模数 $m_{mn} \geq 1 \text{ mm}$ 的直齿、斜

齿、曲线齿锥齿轮和准双曲面齿轮（以下简称齿轮）。

1. 精度等级及其选择

标准对齿轮及其齿轮副规定了 12 个精度等级，第 1 级的精度最高，其余的依次降低。这里仅介绍课程设计中常用的 7、8、9 级精度。

按照误差特性及其对传动性能的影响，将锥齿轮及其齿轮副的公差项目分成三个公差组（见表 9-15）。选择精度时，应考虑圆周速度、使用条件及其它技术要求等有关因素。选择时，允许各公差组选择相同或不同的精度等级。但对齿轮副中大、小齿轮的同一公差组，应规定相同的精度等级。

锥齿轮第 II 公差组的精度等级主要根据圆周速度的大小进行选择（见表 9-56）。

表 15 齿轮和齿轮副各项公差与极限偏差分组

类别	公差组	公差与极限偏差项目		类别	公差组	公差与极限偏差项目	
		代号	名称			代号	名称
齿 轮 副	I	F'_i	切向综合公差	齿 轮 副	I	F'_{ic}	齿轮副切向综合公差
		$F''_{i\sum}$	轴交角综合公差			$F''_{i\sum c}$	齿轮副轴交角综合公差
		F_p	齿距累积公差			F_{vj}	齿轮副侧隙变动公差
		F_{pK}	K 个齿距累积公差		II	f'_{ic}	齿轮副一齿切向综合公差
		F_r	齿圈跳动公差			$f''_{i\sum c}$	齿轮副一齿轴交角综合公差
	II	f'_i	一齿切向综合公差			f'_{zKc}	齿轮副周期误差的公差
		$f''_{i\sum}$	一齿轴交角综合公差			$f'_{z\sum c}$	齿轮副齿频周期误差的公差
		f'_{zK}	周期误差的公差			$\pm f_{AM}$	齿圈轴向位移极限偏差
		$\pm f_{pt}$	齿距极限偏差		III	$\pm f_a$	齿轮副轴间距极限偏差
		f_c	齿形相对误差的公差				接触斑点
	III		接触斑点			$\pm E_\Sigma$	齿轮副轴交角极限偏差

表 16 齿轮第 II 公差组精度等级与圆周速度的关系

类别	齿面硬度 HBS	第Ⅱ公差组精度等级			备 注
		7	8	9	
		圆周速度≤m/s			
直齿	≤350	7	4	3	1. 圆周速度按齿宽中点分度圆直径计算 2. 此表不属于国标，仅供参考
	>350	6	3	2.5	
非直齿	≤350	16	9	6	
	>350	13	7	5	

2. 齿轮和齿轮副的检验与公差

