

JS 163 + 12

纺织机械锥齿轮、蜗杆、蜗轮 精度贯标应用手册

齿轮精度行标工作组



纺织工业部纺织机械研究所

3602

纺织机械锥齿轮、蜗杆、蜗轮 精度贯标应用手册

齿轮精度行标工作组

前 言

圆锥齿轮、蜗杆、蜗轮和齿轮一样是重要的传动基础件,在纺织机械行业中应用较多,为了全面提高纺织机械产品质量,延长产品的使用寿命,并逐步进入国际市场,积极发展国际贸易,积极贯彻和正确应用新国标 GB 10089—88《圆柱蜗杆、蜗轮精度》和 GB11365—89《锥齿轮和准双曲面齿轮精度》对提高锥齿轮和蜗杆、蜗轮设计和制造质量,促进纺机工业的进步将起着重要作用。

纺织工业部纺织机械锥齿轮和蜗杆、蜗轮精度标准制订工作组经过一年多的努力,制订起草了锥齿轮和蜗杆、蜗轮精度标准“送审稿”。由于该两项国标经整顿改为推荐性标准,考虑到目前本行业的加工和测试条件,经行业审查会讨论暂不以标准形式发布,为促进各厂积极贯标,由工作组将标准“送审稿”改编为本贯标应用手册,供行业参考使用。

该手册根据国家标准,结合纺机行业特点和实际,内容简炼,使用方便。主要内容有纺织机械锥齿轮和蜗杆、蜗轮常用精度等级及其选择,常用的误差检验组,锥齿轮副和蜗杆传动的侧隙;锥齿轮和蜗杆、蜗轮表面粗糙度,常用材料及热处理,锥齿轮和蜗杆、蜗轮工作图例,供设计人员参考,同时附上锥齿轮和蜗杆、蜗轮设计计算公式及结合工作图例的设计计算举例,并将常用精度和常用侧隙情况下的锥齿轮齿厚上、下偏差,最大侧隙的制造误差补偿值及蜗杆齿厚偏差值计算列表以备查找。

本手册主要编者:范不凡(锥齿轮)、赵蓉贞(蜗杆、蜗轮)、何其昌、孙彤、周景运。

出版编辑:陈邦英、孙彤

本手册在编写过程中得到了机械电子工业部机械科学研究院历始忠、天津齿轮机床研究所任强、上海机电情报所郭惠中、上海第一机床厂仇天任、无锡纺机研究所陈宪荣、上海第四纺机厂胡超俊等同志的热忱帮助,在此谨表谢意。

由于时间紧迫,编者水平有限,恳请读者对手册中存在的问题给予批评指正。

齿轮精度行标工作组

一九九三年九月

目 录

一 贯彻 GB 11365 锥齿轮精度	(1)
1 精度等级及其选择	(1)
2 齿轮与齿轮副的检验与公差	(1)
3 齿轮副侧隙	(2)
4 图样标注	(3)
5 齿坯公差及齿轮表面粗糙度	(11)
6 齿轮常用材料的选择	(13)
7 锥齿轮的计算公式	(14)
8 锥齿轮应用举例及工作图示例	(18)
9 齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义和代号	(26)
10 锥齿轮模数	(30)
二 贯彻 GB 10089 圆柱蜗杆蜗轮精度	(31)
1 精度等级及其选择	(31)
2 圆柱蜗杆、蜗轮和蜗杆传动的检验与公差	(31)
3 蜗杆传动的侧隙	(32)
4 图样标注	(33)
5 圆柱蜗杆蜗轮的齿坯公差及表面粗糙度	(43)
6 圆柱蜗杆、蜗轮材料	(45)
7 圆柱蜗杆传动的计算公式	(45)
8 圆柱蜗杆传动的设计计算示例	(45)
9 圆柱蜗杆、蜗轮工作图示例	(45)
10 圆柱蜗杆、蜗轮的误差以及传动和侧隙的定义代号	(45)

一、贯彻 GB 11365 锥齿轮精度

本章适用于纺织机械直齿、弧齿锥齿轮(以下简称齿轮),其中点法向模数为 1~16mm,中点分度圆直径至 1600mm。

1 精度等级及其选择

1.1 精度等级范围

纺织机械齿轮及齿轮副常用的精度等级为 GB 11365 中的 5 级~10 级。

1.2 精度等级的选择

精度等级的选择应考虑使用功能要求,如传递功率、圆周速度、传动准确性、平稳性、噪音大小及使用条件等。纺织机械齿轮精度等级的选择见表 1。

表 1

项 目		精 度 等 级					
		5	6	7	8	9	10
线速度 m/s	直齿	—	—	≤ 8	< 5	< 2	< 1
	弧齿	≤ 40	≤ 30	≤ 15	$> 5-10$	—	—
传动比		≤ 7					
传动效率%		~ 98					
工作条件		高速下平稳工作或精密传动,要求噪声小,承载能力大。		中速下平稳地工作	中速下较平稳地工作	低速下传动及一般负荷下传动	低速中载荷或手动操作作用齿轮
应用举例		涤纶短纤维后加工联合机边轴传动减速箱,织机上用高速传动剑轮传动等		织机上用于中速传动剑轮	中速齿轮动力减速器齿轮、细纱机传动	开式传动齿轮平网印花机花边调节齿轮,细纱机卷绕成形传动	一般手动操作齿轮
切齿方法	直齿	—		展成法刨齿、铣齿硬齿面用对研	展成法刨齿铣齿	铣齿	铣齿
	弧齿	铣齿		铣齿硬齿面用对研	铣齿	—	—

2 齿轮与齿轮副的检验与公差

2.1 齿轮及齿轮副常用的误差检验组,见表 2。

表 2

精度等级		齿 轮			齿 轮 副		
		5~6	7~8	9~10	5~6	7~8	9~10
公差组	I	$\Delta F'_i$	ΔF_p	ΔF_r	$\Delta F'_{ic}$	—	—
		ΔF_p 与 ΔF_{pk}					
	II	$\Delta f'_i$	Δf_{pr}	$\Delta f'_{ic}$	—	—	
		Δf_{pr} 与 Δf_c					
	III	接触斑点		—	接触斑点		
侧隙	ΔE_{sa} 与 ΔE_{sa}				Jamin		

注:①当两齿轮的齿数比为不大于3的整数,且采用选配时,应将 F'_{ic} 值压缩25%。

②安装精度项目标注在装配图上。

③齿轮接触斑点用于批量、互换性生产。

2.2 根据齿轮的工作要求和生产规模,在各公差组中,任选一个检验组评定和验收齿轮的精度等级。

2.3 齿轮副精度包括 I、II、III 公差组和侧隙四方面要求。当齿轮副安装在实际装置上时,应检验安装误差项目齿圈轴向位移 Δf_{AM} 、齿轮副轴间距偏差 Δf_{a} 和齿轮副轴交角偏差 ΔE_{z} 。

2.4 对 5 级~10 级精度齿轮及齿轮副的各项误差的公差或极限偏差数值,规定如下。

2.4.1 齿距累积公差 F_p 和 K 个齿距累积公差 F_{pk} 值,见表 3。

2.4.2 齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$ 值,见表 4。

2.4.3 齿形相对误差的公差 f_c 值,见表 5。

2.4.4 齿圈跳动公差 F_r 值见表 8,对 5 级、6 级精度的 F_r 值与齿轮几何参数的关系式见表 15。

2.4.5 齿厚公差 T ,见表 9。

2.4.6 齿圈轴向位移 $\pm f_{\text{AM}}$ 见表 11。

2.4.7 齿轮副轴间距偏差 $\pm f_{\text{a}}$ 见表 12。

2.4.8 齿轮副轴交角偏差 $\pm E_{\text{z}}$ 见表 13。

2.4.9 切向综合公差 F'_{i} 的计算,公式如下:

$$F'_{\text{i}} = F_p + 1.15f_c \quad \dots\dots\dots (1)$$

2.4.10 一齿切向综合公差 f'_{i} 的计算,公式如下:

$$f'_{\text{i}} = 0.8(f_{pt} + 1.15f_c) \quad \dots\dots\dots (2)$$

2.4.11 齿轮副切向综合公差 F'_{ic} 的计算,公式如下:

$$F'_{\text{ic}} = F'_{\text{i1}} + F'_{\text{i2}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

2.4.12 齿轮副一齿切向综合公差 f'_{ic} 的计算,公式如下:

$$f'_{\text{ic}} = f'_{\text{i1}} + f'_{\text{i2}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

2.5 接触斑点的规定,见表 14。

接触斑点的形状、位置和大小,由设计者根据齿轮的用途、载荷和轮齿刚性及齿线形状特点等条件,可自行规定。

3 齿轮副侧隙

3.1 纺织机械齿轮副常用的最小法向侧隙种类推荐 GB 11365 中的 a、b、c、d 四种、最小法向侧隙值以 a 为最大,依次收小(如下图所示)。最小法向侧隙种类与精度等级无关。

3.2 纺织机械齿轮副的最小法向侧隙 j_{min} 见表 7。

3.3 根据最小法向侧隙种类,齿厚上偏差 E_{sa} 值见表 6。

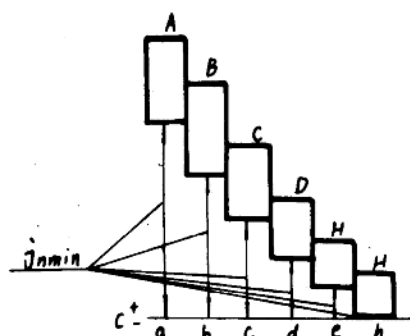
3.4 最大法向侧隙 j_{max} 的计算公式如下:

$$j_{\text{max}} = (|E_{\text{sa1}} + E_{\text{sa2}}| + T_{\text{s1}} + T_{\text{s2}} + E_{\text{sa1}} + E_{\text{sa2}}) \cos \alpha_n$$

式中: E_{sa1} 、 E_{sa2} —为小齿轮、大齿轮齿厚极限上偏差; T_{s1} 、 T_{s2} —为小齿轮、大齿轮齿厚公差; E_{sa1} 、 E_{sa2} —为小齿轮、大齿轮制造误差的补偿部分见表 10; α_n —为中点法向压力角。

3.5 纺织机械齿轮副常用的法向侧隙公差种类推荐 GB 11365 中的 H、D、C、B 四种,法向侧隙公差种类与精度等级有关。允许不同种类的法向侧隙公差和最小法向侧隙组合,如 H—c,

D-b, C-a等。

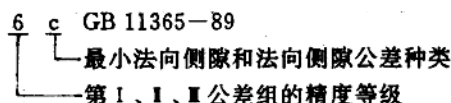


4 图样标注

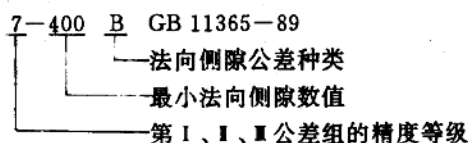
4.1 在齿轮工作图上应标注齿轮的精度等级和最小法向侧隙种类的数字(字母)代号。

4.2 标注示例

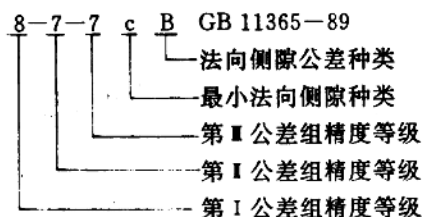
a 齿轮的三个公差组精度同为 6 级, 最小法向侧隙种类为 c, 法向侧隙公差种类为 C:



b 齿轮的三个公差组精度同为 7 级, 最小法向侧隙为 $400\mu\text{m}$, 法向侧隙公差种类为 B:



c 齿轮的第 I 公差组精度为 8 级, 第 II、III 公差组精度为 7 级, 最小法向侧隙种类为 c, 法向侧隙公差种类为 B:



d 齿轮的三个公差组同为 9 级, 最小法向侧隙种类为 b, 法向侧隙公差种类为 C:

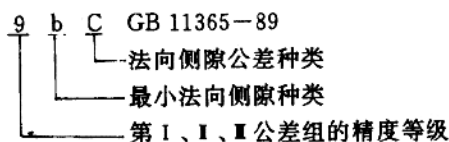


表3 齿距累积公差 F_p 和 K 个齿距累积公差 F_{pk} 值 μm

中点分度圆弧长 L, mm	精度等级					
	5	6	7	8	9	10
≤ 11.2	7	11	16	22	32	45
$> 11.2 \sim 20$	10	16	22	32	45	63
$> 20 \sim 32$	12	20	28	40	56	80
$> 32 \sim 50$	14	22	32	45	63	90
$> 50 \sim 80$	16	25	36	50	71	100
$> 80 \sim 160$	20	32	45	63	90	125
$> 160 \sim 315$	28	45	63	90	125	180
$> 315 \sim 630$	40	63	90	125	180	250
$> 630 \sim 1000$	50	80	112	160	224	315
$> 1000 \sim 1600$	63	100	140	200	280	400

注:查 F_p 时,取 $L = \frac{1}{2} \pi d = \frac{\pi m_n Z}{2 \cos \beta}$ (式中: m_n —法向模数 $m_n = m \cos \beta$, Z —齿数 β —螺旋角)

查 F_{pk} 时,取 $L = \frac{K \pi m_n}{\cos \beta}$ (无特殊要求时, K 值取 $Z/6$ 或最接近的整数)

表4 齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$ 值 μm

中点法向 模数 mm	精度等级																			
	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	5	6
	中点分度圆直径 mm																			
	≤ 125					$> 125 \sim 400$					$> 400 \sim 800$					$> 800 \sim 1600$				
$> 1 \sim 3.5$	6	10	14	20	28	40	7	11	16	22	32	45	8	13	18	25	36	50	—	—
$> 3.5 \sim 6.3$	8	13	18	25	36	50	9	14	20	28	40	56	9	14	20	28	40	56	10	16
$> 6.3 \sim 10$	9	14	20	28	40	56	10	16	22	32	45	63	11	18	25	36	50	71	11	18
$> 10 \sim 16$	11	17	24	34	48	67	11	18	25	36	50	71	12	20	28	40	56	80	13	20

注:①中点法向模数 $m_{mn} = m_n (1 - 0.5 \frac{b}{R}) \cos \beta_n$ (式中: b —齿宽, R —外锥距)

②中点分度圆直径 $d_m = m_n \cdot Z$ 直齿锥齿轮 $d_m = d - b \sin \delta$ (式中: d —分度圆直径, δ —分锥角)

表5 齿形相对误差的公差 f_t 值 μm

中点法向 模数 mm	精度等级							
	5	6	5	6	5	6	5	6
	中点分度圆直径 mm							
	≤ 125		$> 125 \sim 400$		$> 400 \sim 800$		$> 800 \sim 1600$	
$> 1 \sim 3.5$	4	5	5	7	6	9	—	—
$> 3.5 \sim 6.3$	5	6	6	8	7	10	9	13
$> 6.3 \sim 10$	6	8	7	9	8	11	10	14
$> 10 \sim 16$	7	10	8	11	9	13	11	16

表 6 齿厚上偏差 E_s 值(取负值)

μm

最小 法向 侧隙 种类	中点 法向 模数 mm	中点分 度圆直 径 mm	第 I 公差组精度等级														
			5~6			7			8			9			10		
			分 锥 角 (°)														
			≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45
d	≥1 ~3.5	≤125	36	36	39.6	40	40	44	44	44	48.4	—	—	—	—	—	
		>125~400	50.4	57.6	54	56	64	60	61.6	70.4	66	—	—	—	—	—	
		>400~800	64.8	90	81	72	100	90	79.2	110	99	—	—	—	—	—	
		>800~1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	>3.5 ~6.3	≤125	39.6	39.6	45	44	44	50	48.4	48.4	55	—	—	—	—	—	
		>125~400	57.6	57.6	54	64	64	60	70.4	70.4	66	—	—	—	—	—	
		>400~800	68.4	99	81	76	110	90	83.6	121	99	—	—	—	—	—	
		>800~1600	135	153	144	150	170	160	165	187	176	—	—	—	—	—	
	>6.3 ~10	≤125	45	45	50.4	50	50	56	55	55	61.6	—	—	—	—	—	
		>125~400	64.8	64.8	61.2	72	72	68	79.2	79.2	74.8	—	—	—	—	—	
		>400~800	72	99	90	80	110	100	88	121	110	—	—	—	—	—	
		>800~1600	144	162	153	160	180	170	176	198	187	—	—	—	—	—	
	>10 ~16	≤125	50.4	50.4	54	56	56	60	61.6	61.6	66	—	—	—	—	—	
		>125~400	64.8	68.4	64.8	72	76	72	79.2	83.6	79.2	—	—	—	—	—	
		>400~800	86.4	108	99	96	120	110	105.6	132	121	—	—	—	—	—	
		>800~1600	144	180	153	160	200	170	176	220	187	—	—	—	—	—	
c	≥1 ~3.5	≤125	48	48	52.8	54	54	59.4	60	60	66	64	64	70.4	—	—	
		>125~400	67.2	76.8	72	75.6	86.4	81	84	96	90	89.6	102.4	96	—	—	
		>400~800	86.4	120	108	97.2	135	121.5	108	150	135	115.2	160	144	—	—	
		>800~1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	>3.5 ~6.3	≤125	52.8	52.8	60	59.4	59.4	67.5	66	66	75	70.4	70.4	80	—	—	
		>125~400	76.8	76.8	72	86.4	86.4	81	96	96	90	102.4	102.4	96	—	—	
		>400~800	91.2	132	108	102.6	148.5	121.5	114	165	135	121.6	176	144	—	—	
		>800~1600	180	204	192	202.5	229.5	216	225	255	240	240	272	256	—	—	
	>6.3 ~10	≤125	60	60	67.2	67.5	67.5	75.6	75	75	84	80	80	89.6	—	—	
		>125~400	86.4	86.4	81.6	97.2	97.2	91.8	108	108	102	115.2	115.2	108.8	—	—	
		>400~800	96	132	120	108	148.5	135	120	165	150	128	176	160	—	—	
		>800~1600	192	216	204	216	243	229.5	240	270	255	256	288	272	—	—	
	>10 ~16	≤125	67.2	67.2	72	75.6	75.6	81	84	84	90	89.6	89.6	96	—	—	
		>125~400	86.4	91.2	86.4	97.2	102.6	97.2	108	114	108	115.2	121.6	115.2	—	—	
		>400~800	115.2	144	132	129.6	162	148.5	144	180	165	153.6	192	176	—	—	
		>800~1600	192	240	204	216	270	229.5	240	300	255	256	320	272	—	—	

续表 6

μm

最小 法向 侧隙 种类	中点 法向 模数 mm	中点分 度圆直 径 mm	第 I 公差组精度等级															
			5~6			7			8			9			10			
			分 锥 角 (°)															
			≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	
b	≥1 ~3.5	≤125	68	68	74.8	76	76	83.4	84	84	92.4	92	92	101.2	98	98	107.8	
		>125~400	95.2	108.8	102	106.4	121.6	114	117.6	134.4	126	128.8	147.2	138	137.2	156.8	147	
		>400~800	122.4	170	153	136.8	190	171	151.2	210	189	165.6	230	207	176.4	245	220.5	
		>800~1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	>3.5 ~6.3	≤125	74.8	74.8	85	83.6	83.6	95	92.4	92.4	105	101.2	101.2	115	107.8	107.8	122.5	
		>125~400	108.8	108.8	102	121.6	121.6	114	134.4	134.4	126	147.2	147.2	138	156.8	156.8	147	
		>400~800	129.2	187	153	144.4	209	171	159.6	231	189	174.8	253	207	186.2	269.5	220.5	
		>800~1600	255	289	272	285	323	304	315	357	336	345	391	368	367.5	416.5	392	
	>6.3 ~10	≤125	85	85	95.2	95	95	106.4	105	105	117.6	115	115	128.8	122.5	122.5	137.2	
		>125~400	122.4	122.4	115.6	136.8	136.8	129.2	151.2	151.2	142.8	165.6	165.6	156.4	176.4	176.4	166.6	
		>400~800	136	187	170	152	209	190	168	231	210	184	253	230	196	269.5	245	
		>800~1600	272	306	289	304	342	323	336	378	357	368	414	391	392	441	416.5	
	>10 ~16	≤125	95.2	95.2	102	106.4	106.4	114	117.6	117.6	126	128.8	128.8	138	137.2	137.2	147	
		>125~400	122.4	129.2	122.4	136.8	144.4	136.8	151.2	159.6	151.2	165.6	174.8	165.6	176.4	186.2	176.4	
		>400~800	163.2	204	187	182.4	228	209	201.6	252	231	220.8	276	253	235.2	294	269.5	
		>800~1600	272	340	289	304	380	323	336	420	357	368	460	391	392	490	416.5	
a	≥1 ~3.5	≤125	100	100	110	110	110	121	120	120	132	132	132	145.2	140	140	154	
		>125~400	140	160	150	154	176	165	168	192	180	184.8	211.2	198	196	224	210	
		>400~800	180	250	225	198	275	247.5	216	300	270	237.6	330	297	252	350	315	
		>800~1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	>3.5 ~6.3	≤125	110	110	125	121	121	137.5	132	132	150	145.2	145.2	165	154	154	175	
		>125~400	160	160	150	176	176	165	192	192	180	211.2	211.2	198	224	224	210	
		>400~800	190	275	225	209	302.5	247.5	228	330	270	250.8	363	297	266	385	315	
		>800~1600	375	425	400	412.5	467.5	440	450	510	480	495	561	528	525	595	560	
	>6.3 ~10	≤125	125	125	140	137.5	137.5	154	150	150	168	165	165	184.8	175	175	196	
		>125~400	180	180	170	198	198	187	216	216	204	237.6	237.6	224.4	252	252	238	
		>400~800	200	275	250	220	302.5	275	240	330	300	264	363	330	280	385	350	
		>800~1600	400	450	425	440	495	467.5	480	540	510	528	594	561	560	630	595	
	>10 ~16	≤125	140	140	150	154	154	165	168	168	180	184.8	184.8	198	196	196	210	
		>125~400	180	190	180	198	209	198	216	228	216	237.6	250.8	237.6	252	266	252	
		>400~800	240	300	275	264	330	302.5	288	360	330	316.8	396	363	336	420	385	
		>800~1600	400	500	425	440	550	467.5	480	600	510	528	660	561	560	700	595	

表7 最小法向侧隙 $j_{\min}$ 值 μm

最小法向侧隙种类	小轮分锥角 $\delta_1(^{\circ})$	中点锥距 R_m mm					
		≤ 50	$>50 \sim 100$	$>100 \sim 200$	$>200 \sim 400$	$>400 \sim 800$	$>800 \sim 1600$
d	$\leq 15^{\circ}$	22	33	39	46	63	81
	$>15^{\circ} \sim 25^{\circ}$	33	39	54	72	89	125
	$>25^{\circ}$	39	46	63	81	110	165
c	$\leq 15^{\circ}$	36	52	62	74	100	130
	$>15^{\circ} \sim 25^{\circ}$	52	62	87	115	140	200
	$>25^{\circ}$	62	74	100	130	175	260
b	$\leq 15^{\circ}$	58	84	100	120	160	210
	$>15^{\circ} \sim 25^{\circ}$	84	100	140	185	230	320
	$>25^{\circ}$	100	120	160	210	280	420
a	$\leq 15^{\circ}$	90	130	160	190	250	320
	$>15^{\circ} \sim 25^{\circ}$	130	160	220	290	360	500
	$>25^{\circ}$	160	190	250	320	440	660

注:正交齿轮副按中点锥距 $R_m = R - \frac{b}{2}$, 非正交齿轮副按 $R'_m = \frac{R}{2}(\sin 2\delta_1 + \sin 2\delta_2)$ 查表

(式中 δ_1 和 δ_2 分别为小轮大轮的分锥角, R 为锥距、 b 为齿宽)。

表8 齿圈跳动公差 F_r 值 μm

中点法向模数 mm	精度等级															
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
	中点分度圆直径 mm															
	≤ 125				$>125 \sim 400$				$>400 \sim 800$				$>800 \sim 1600$			
$\geq 1 \sim 3.5$	36	45	56	71	50	63	80	100	63	80	100	125	—	—	—	—
$>3.5 \sim 6.3$	40	50	63	80	56	71	90	112	71	90	112	140	80	100	125	160
$>6.3 \sim 10$	45	56	71	90	63	80	100	125	80	100	125	160	90	112	140	180
$>10 \sim 16$	50	63	80	100	71	90	112	140	90	112	140	180	100	125	160	200

注:对高于7级精度的 F_r 值按表15的规定

表9 齿厚公差 T₁值 μm

齿圈跳动公差 F _r	法向侧隙公差种类			
	H	D	C	B
>10~12	24	30	36	48
>12~16	26	32	40	52
>16~20	28	36	45	58
>20~25	32	42	52	65
>25~32	38	48	60	75
>32~40	42	55	70	85
>40~50	50	66	80	100
>50~60	60	75	95	120
>60~80	70	90	110	130
>80~100	90	110	140	170
>100~125	110	130	170	200
>125~160	130	160	200	250
>160~200	160	200	260	320

表10 最大法向侧隙(j_{max})的制造误差补偿部分 E_Δ值 μm

第 I 公差组 精度等级	中点法向模数 mm	中 点 分 度 圆 直 径 mm											
		≤125			>125~400			>400~800			>800~1600		
		分 锥 角 (°)											
		≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45
5 ~6	≥1~3.5	18	18	20	25	28	28	32	45	40	—	—	—
	>3.5~6.3	20	20	22	28	28	28	34	50	40	67	75	72
	>6.3~10	22	22	25	32	32	30	36	50	45	72	80	75
	>10~16	25	25	28	32	34	32	45	55	50	72	90	75
7	≥1~3.5	20	20	22	28	32	30	36	50	45	—	—	—
	>3.5~6.3	22	22	25	32	32	30	38	55	45	75	85	80
	>6.3~10	25	25	28	36	36	34	40	55	50	80	90	85
	>10~16	28	28	30	36	38	36	48	60	55	80	100	85
8	≥1~3.5	22	22	24	30	36	32	40	55	50	—	—	—
	>3.5~6.3	24	24	28	36	36	32	42	60	50	80	90	85
	>6.3~10	28	28	30	40	40	38	45	60	55	85	100	95
	>10~16	30	30	32	40	42	40	55	65	60	85	110	95
9	≥1~3.5	24	24	25	32	38	36	45	65	55	—	—	—
	>3.5~6.3	25	25	30	38	38	36	45	65	55	90	100	95
	>6.3~10	30	30	32	45	45	40	48	65	60	95	110	100
	>10~16	32	32	36	45	45	45	48	70	65	95	120	100
10	≥1~3.5	25	25	28	36	42	40	48	65	60	—	—	—
	>3.5~6.3	28	28	32	42	42	40	50	70	60	95	110	105
	>6.3~10	32	32	36	48	48	45	50	70	65	105	115	110
	>10~16	36	36	40	48	50	48	60	80	70	105	130	110

表 11 安装距极限偏差 f_{AM} 值 μm

精度 等级	中点 法向 模数 mm	中 点 锥 距 mm																			
		≤50		>50~100		>100~200		>200~400		>400~800		>800~1600									
		分 锥 角 (°)																			
		≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20
		≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20	≤20	>20
5	≥1~3.5	9	7.5	3	30	25	10.5	60	50	21	130	110	48	300	250	105	—	—	—	—	
	>3.5~6.3	5	4.2	1.7	16	14	6	36	50	13	80	67	28	180	160	63	—	—	—	—	
	>6.3~10	—	—	—	11	9	3.8	24	20	8.5	53	45	18	110	95	40	250	—	—	—	
	>10~16	—	—	—	8	7.1	3	16	14	5.6	36	30	12	75	63	26	160	140	60	—	
6	≥1~3.5	14	12	5	48	40	17	105	90	38	240	200	85	530	450	190	—	—	—	—	
	>3.5~6.3	8	6.7	2.8	26	22	9.5	60	50	21	130	105	45	280	240	100	—	—	—	—	
	>6.3~10	—	—	—	17	15	6	38	32	13	85	71	30	180	150	63	380	—	—	—	
	>10~16	—	—	—	13	11	45	28	24	10	60	50	21	130	110	45	280	240	100	—	
7	≥1~3.5	20	17	71	67	56	24	150	130	53	340	280	120	750	630	270	—	—	—	—	
	>3.5~6.3	11	95	4	38	32	13	80	71	30	180	150	63	400	340	140	—	—	—	—	
	>6.3~10	—	—	—	24	21	85	53	45	19	120	100	40	250	210	90	560	—	—	—	
	>10~16	—	—	—	18	16	67	40	34	14	85	71	30	180	160	67	400	340	140	—	
8	≥1~3.5	28	24	10	95	80	34	200	180	75	480	400	170	1050	900	380	—	—	—	—	
	>3.5~6.3	16	13	5.6	53	45	17	120	100	40	250	210	90	560	480	200	—	—	—	—	
	>6.3~10	—	—	—	34	30	12	75	63	26	170	140	60	360	300	125	750	—	—	—	
	>10~16	—	—	—	26	22	9	56	48	20	120	100	42	260	220	90	560	480	200	—	
9	≥1~3.5	40	34	14	140	120	48	300	260	105	670	560	240	1500	1300	530	—	—	—	—	
	>3.5~6.3	22	19	8	75	65	26	160	140	60	360	300	130	800	670	280	—	—	—	—	
	>6.3~10	—	—	—	50	42	17	105	90	38	240	200	85	500	440	180	1100	—	—	—	
	>10~16	—	—	—	38	30	13	80	67	28	170	150	60	380	300	130	800	670	280	—	
10	≥1~3.5	56	48	20	190	160	67	420	360	150	950	800	340	2100	1700	750	—	—	—	—	
	>3.5~6.3	32	26	11	105	90	38	240	190	80	500	420	180	1100	950	400	—	—	—	—	
	>6.3~10	—	—	—	71	60	24	150	130	53	320	280	120	710	600	250	1500	—	—	—	
	>10~16	—	—	—	50	45	18	110	95	40	240	200	85	500	400	180	1100	950	400	—	

注:表中数值用于 $\alpha=20^{\circ}$ 的齿轮,对 $\alpha \neq 20^{\circ}$ 的齿轮,表中数值要乘以 $\sin 20^{\circ} / \sin \alpha$ 。表 12 轴间距极限偏差 $\pm f$ 值 μm

精度等级	中点锥距 mm					
	≤ 50	$>50 \sim 100$	$>100 \sim 200$	$>200 \sim 400$	$>400 \sim 800$	$>800 \sim 1600$
5	10	12	15	18	25	36
6	12	15	18	25	30	40
7	18	20	25	30	36	50
8	28	30	36	45	60	85
9	36	45	55	75	90	130
10	67	75	90	120	150	200

表 13 轴交角极限偏差 $\pm E_z$ 值 μm

最小法向 侧隙种类	小轮分锥角 (°)	中 点 锥 距 mm					
		≤ 50	$>50 \sim 100$	$>100 \sim 200$	$>200 \sim 400$	$>400 \sim 800$	$>800 \sim 1600$
d	≤ 15	11	16	19	22	32	40
	$>15 \sim 25$	16	19	26	36	45	63
	>25	19	22	32	40	56	85
c	≤ 15	18	26	30	32	50	63
	$>15 \sim 25$	26	30	45	56	71	100
	>25	30	32	50	63	85	130
b	≤ 15	30	42	50	60	80	100
	$>15 \sim 25$	42	50	71	90	110	160
	>25	50	60	80	100	140	210
a	≤ 15	45	63	80	95	125	160
	$>15 \sim 25$	63	80	110	140	180	250
	>25	80	95	125	160	220	320

注:① $\pm E_z$ 的公差带位置相对于零线,可以不对称或取在一侧。

②表中数值用于正交齿轮副,对非正交齿轮副的 $\pm E_z$ 值规定为 $\pm j_{\text{min}}/2$ 。

③表中数值用于 $\alpha=20^\circ$ 的齿轮副,对 $\alpha \neq 20^\circ$ 的齿轮副表中的 $\pm E_z$ 值要乘以 $\sin 20^\circ / \sin \alpha$ 。

表 14 接触斑点

接触斑点	精 度 等 级			
	5	6~7	8~9	10
沿齿长方向	60%~80%	50%~70%	35%~65%	25%~55%
沿齿高方向	65%~85%	55%~75%	40%~70%	30%~60%

注:表中数值范围用于齿面修形的齿轮,对齿面不作修形的齿轮,其接触斑点大小不小于其平均值。

表 15 F_r 值与齿轮几何参数的关系式

附

齿圈跳 动公差	关 系 式	系数	精 度 等 级	
			5	6
F_r	1. $A m_{\text{an}} + B \sqrt{d_m} + C$; $B=0.25A$	A	1.4	2.24
		C	18	38
	2. $A m_{\text{an}} + B \sqrt{d_m} + C$; $B=1.4A$	A	0.63	1
		C	7.5	12

注:① F_r 值,取表中关系式1和关系式2计算所得的较小值。

②符号含义: d_m ——中点分度圆直径, m_{an} ——中点法向模数。

5 齿坯公差及齿轮表面粗糙度

5.1 齿轮的齿坯公差

5.1.1 齿轮在加工、检验和安装时的定位基准应尽量一致,其尺寸及形位公差标注见图 1、图 2。

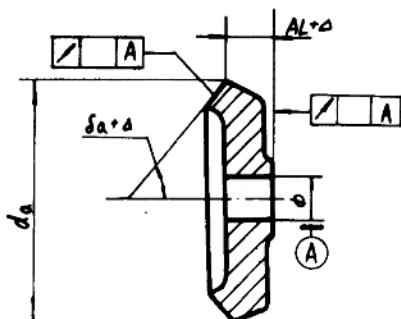


图 1

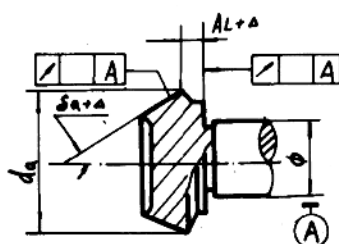


图 2

5.1.2 齿坯公差值

a 齿坯尺寸公差,见表 16

表 16

公差或偏差	精度等级		
	5~6	7~8	9~10
轴径尺寸公差	IT5	IT6	IT7
孔径尺寸公差	IT6	IT7	IT8
外径尺寸极限偏差	$\begin{matrix} 0 \\ -IT8 \end{matrix}$		$\begin{matrix} 0 \\ -IT9 \end{matrix}$

注:当三个公差组精度等级不同时,公差值按最高的精度等级查取。

b 顶锥母线和基准端面跳动公差,见表 17。

表 17

μm

公 差	直 径 mm		精 度 等 级		
			5~6	7~8	9~10
顶锥母线 跳动公差	外圆 直径	~30	15	25	50
		>30~50	20	30	60
		>50~120	25	40	80
		>120~250	30	50	100
		>250~500	40	60	120
		>500~800	50	80	150
		>800~1250	60	100	200
		>1250~2000	80	120	250

续表 17

公差	直径 mm	精度等级		
		5~6	7~8	9~10
基准端面 跳动公差	基准 端面 直径	~30	6	10
		>30~50	8	12
		>50~120	10	15
		>120~250	12	20
		>250~500	15	25
		>500~800	20	30
		>800~1250	25	40
		>1250~1600	30	50

注:当三个公差组精度等级不同时,公差值按最高的精度等级查取。

c 轮冠距(AL)和顶锥角(δ)的极限偏差值 Δ ,见表 18

表 18

中点法向模数, mm	轮冠距极限偏差 $\Delta, \mu\text{m}$	顶锥角极限偏差 $\Delta, (')$
≤ 1.2	0 -50	+15 0
$> 1.2 \sim 10$	0 -75	+8 0
> 10	0 -100	+8 0

5.2 齿轮的表面粗糙度,见表 19。

表 19

名称	精度等级					
	5	6	7	8	9	10
孔	0.8/ ▽	0.8/ ▽	1.6/ ▽	3.2/ ▽	6.3/ ▽	6.3/ ▽
轴	0.4/ ▽	0.4/ ▽	0.8/ ▽	1.6/ ▽	3.2/ ▽	6.3/ ▽
顶锥面	1.6/ ▽	3.2/ ▽	6.3/ ▽	6.3/ ▽	12.5/ ▽	12.5/ ▽
工作齿面	0.4/ ▽	0.8/ ▽	1.6/ ▽	3.2/ ▽	6.3/ ▽	12.5/ ▽
基准端面	0.4/ ▽	0.8/ ▽	1.6/ ▽	3.2/ ▽	6.3/ ▽	12.5/ ▽

注:齿根圆的粗糙度可与齿面粗糙度相同或低一级。

6 齿轮常用材料的选择,见表 20、21。

表 20

材 料	热处理要求示例	工作条件
HT200 QT400-15 QT400-15、45	HB170~269 淬火并回火 HRC45~50 淬火并回火	一般齿轮,中速、中载齿轮,要求耐磨
40Cr 20Cr	齿面高频淬火处理硬度 HRC45~50 m=2~3 渗碳深度:0.6~1.0 4~6 0.8~1.2 6~10 1.1~1.5 齿面硬度 HRC58~65,心部硬度 HRC32~48	中速、中载并有一定冲击变速齿轮,表面耐磨
38Cr MoAl	氮化、渗氮层深度 0.2~0.35 硬度 HRC 56~62, 锻件调质硬度 HB=241~285	高速,载荷较大,要求较高的齿轮
25MnTiBR 37SiMn2MoV	渗碳层深 1.1~1.5,齿面硬度 HRC57~63,心部硬度 HRC32~48,调质、表面淬火 HRC56~62	低速,重载大齿轮,承受载荷大,并要求有足够韧性的重要齿轮

表 21

齿面硬度	热处理		工作齿面硬度举例	
	小齿轮	大齿轮	小齿轮	大齿轮
软齿面 (HB $\leq$ 350)	调质	正火 调质	HB240~270 HB260~290 HB270~300	HB160~190 HB180~210 HB200~230
软、硬齿面组合 HB ₁ >350 HB ₂ $\leq$ 350	表面 淬火	调质	HRC 45~50	HB 270~300 HB 200~230
	渗氮 渗碳	调质	HRC 56~62	HB270~300 HB200~230
硬齿面 HB>350	表面淬火		HRC 45~60	
	渗氮 渗碳	渗碳	HRC 56~62	

注:HB₁ 和 HB₂ 分别表示小齿轮和大齿轮的硬度。