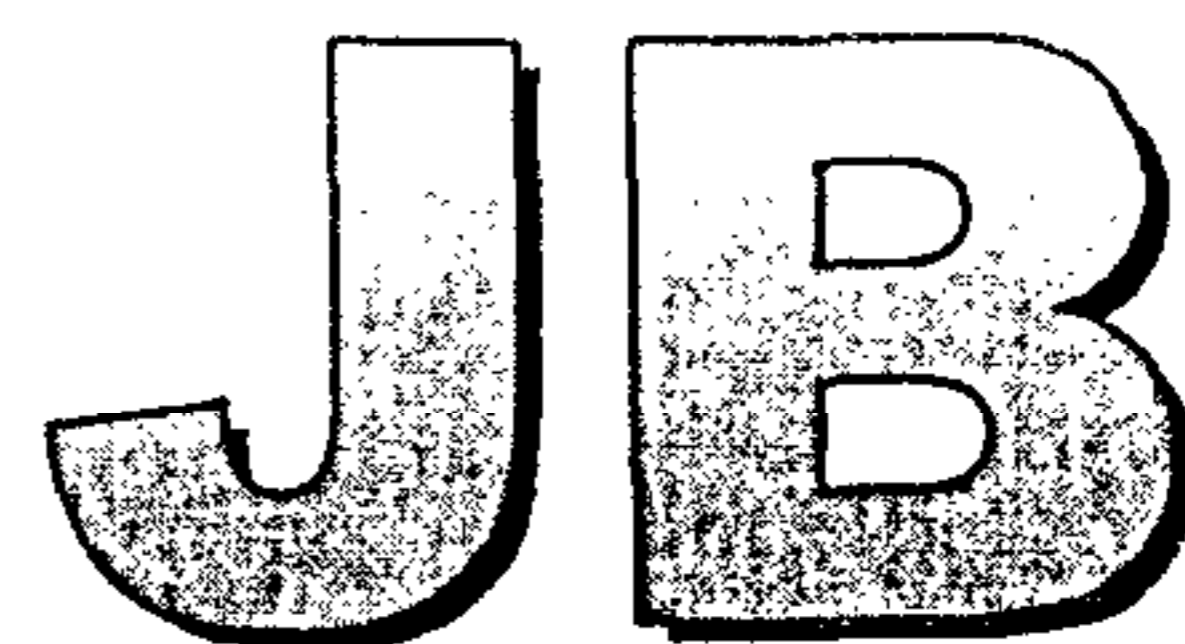


ICS 21.120.99

J 19

备案号: 29478—2010



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 9051—2010

代替 JB/T 9051—1999

平面包络环面蜗杆减速器

Planar enveloping worm gearing reducers



2010-04-22 发布

2010-10-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

平面包络环面蜗杆减速器

1 范围

本标准规定了平面包络环面蜗杆减速器（含平面二次包络环面蜗杆减速器，以下简称减速器）的型式与基本参数，技术要求，试验方法与检验规则，标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于冶金、矿山、起重、运输、建筑、石油、化工、航天、航海设备或精密传动的减速器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 191 包装储运图示标志（GB/T 191—2008，ISO 780：1997，MOD）
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 1176 铸造铜合金技术条件（GB/T 1176—1987，neq ISO 1338：1977）
- GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值（eqv ISO 2768-2：1989）
- GB/T 3077 合金结构钢（GB/T 3077—1999，neq DIN EN 10083-1：1991）
- GB/T 9439—1988 灰铸铁件
- GB/T 10089—1988 圆柱蜗杆、蜗轮精度（neq DIN 3975：1980）
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13819 铜合金铸件
- GB/T 16848—1997 直廓环面蜗杆、蜗轮精度
- GB/T 17107 锻件用结构钢牌号和力学性能
- JB/T 5000.12 重型机械通用技术条件 第12部分：涂装
- JB/T 5558—1991 蜗杆减速器 加载试验方法

3 型式与基本参数

3.1 型式

3.1.1 TPU型—蜗杆在蜗轮之下，见图1、图2。

3.1.2 TPS型—蜗杆在蜗轮之侧，见图3、图4。

3.1.3 TPA型—蜗杆在蜗轮之上，见图5、图6。

3.2 基本参数

3.2.1 减速器的中心距 a 应符合表1的规定。

表1 减速器中心距 a

中心距 a mm														
第一系列	100	125	—	160	—	200	—	250	—	315	—	400	—	500
第二系列	—	—	140	—	180	—	224	—	280	—	355	—	450	—

注：优先选用第一系列，表中第二系列的中心距仅提出型式规格。

3.2.2 减速器的公称传动比 i 应符合表 2 的规定。

表 2 传动比 i

型 号	TPU/TPS/TPA								
第一系列	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	50.0	63.0
第二系列			14.0	18.0	22.4	28.0	35.5	45.0	56.0
注： 优先选用第一系列。									

3.2.3 蜗杆螺旋线方向为右旋。

3.2.4 减速器蜗杆转速不超过 1 500 r/min，减速器的工作环境温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当工作环境温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时，起动前润滑油必须加热到 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上或采用低凝固点的润滑油；当环境温度超过 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，须采取强迫冷却措施。

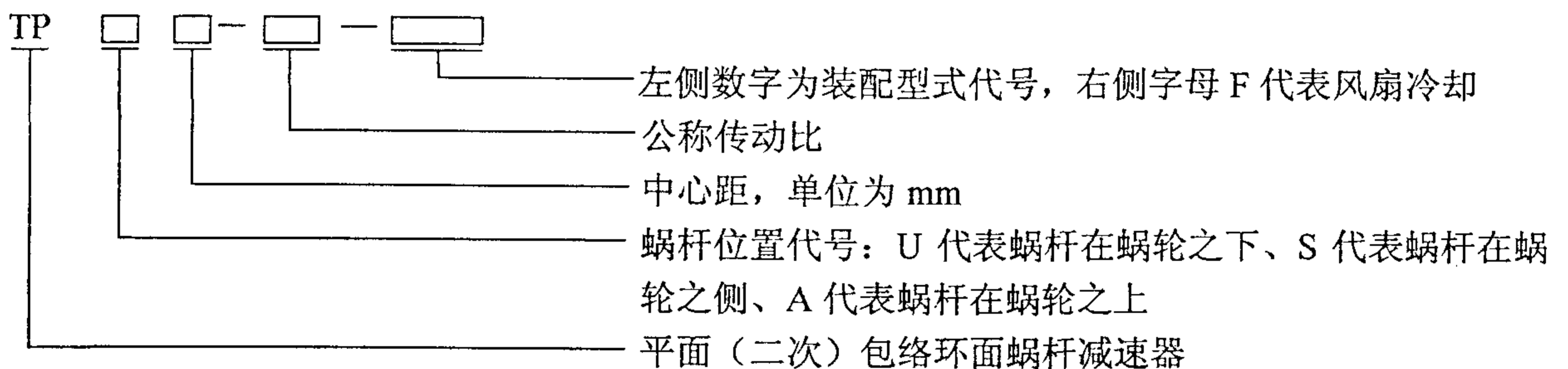
3.2.5 减速器的承载能力及总传动效率见附录 A。

3.2.6 减速器可以承受的短时间峰值负荷为额定转矩的 3 倍。

3.2.7 减速器低速轴（蜗轮轴）许用径向负荷见附录 A 的图 A.1 和表 A.4。

3.3 型号与标记示例

3.3.1 型号



3.3.2 标记示例

示例：蜗杆在蜗轮之下，中心距为 200 mm，公称传动比为 10，第一种装配型式，有风扇冷却的平面包络环面蜗杆减速器：

减速器 TPU 200—10—2F JB/T 9051—2010

3.4 减速器的结构尺寸

3.4.1 TPU 系列蜗杆减速器

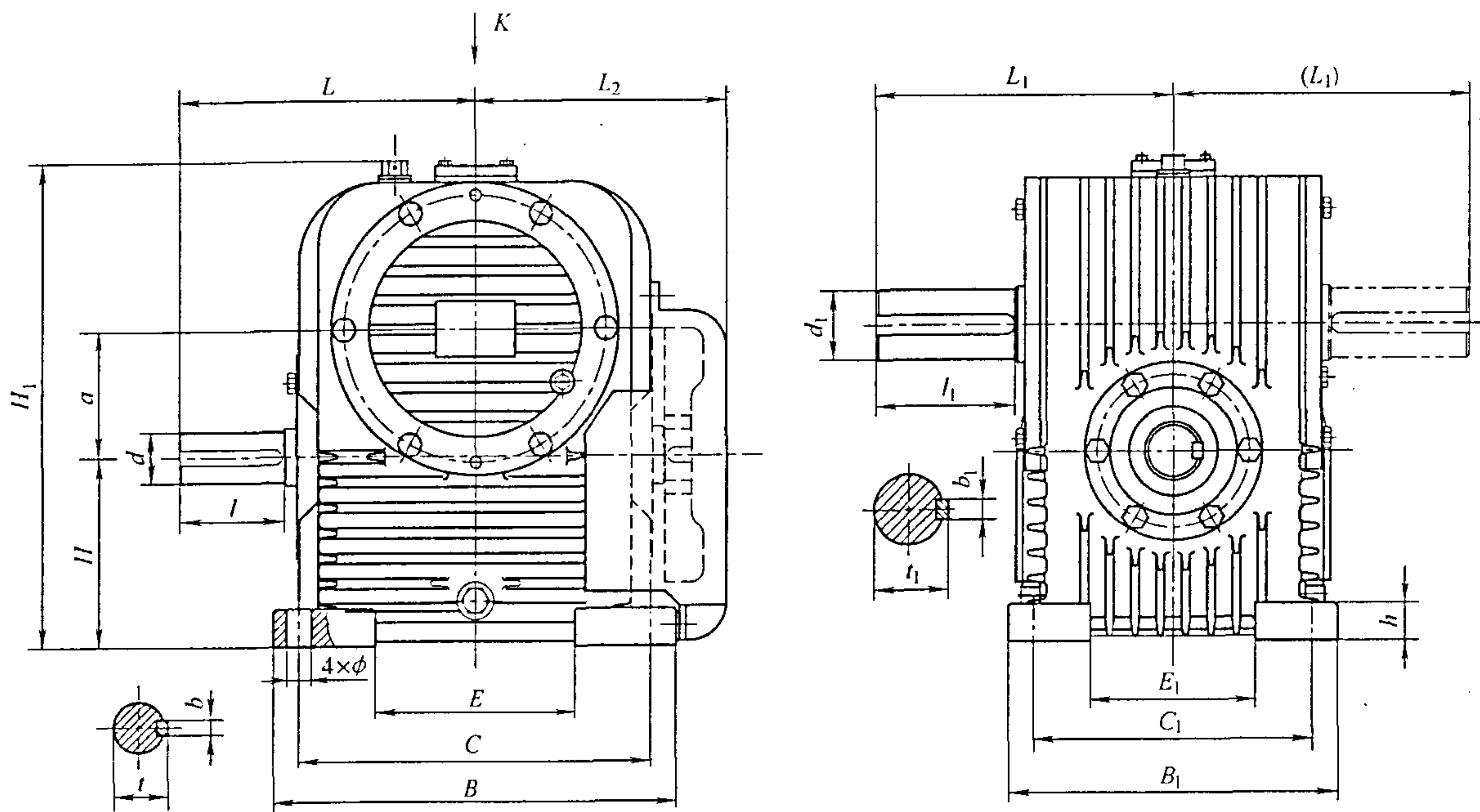
- a) 整体箱体，中心距为 100 mm 的减速器尺寸见图 1、表 3；
- b) 分箱式箱体，中心距为 125 mm~500 mm 的减速器尺寸见图 2、表 4。

3.4.2 TPS 系列蜗杆减速器

- a) 整体箱体，中心距为 100 mm 的减速器尺寸见图 3、表 5；
- b) 分箱式箱体，中心距为 125 mm~500 mm 的减速器尺寸见图 4、表 6。

3.4.3 TPA 系列蜗杆减速器

- a) 整体箱体，中心距为 100 mm 的减速器尺寸见图 5、表 7；
- b) 分箱式箱体，中心距为 125 mm~500 mm 的减速器尺寸见图 6、表 8。



装配型式 (K)
(F为带风扇)

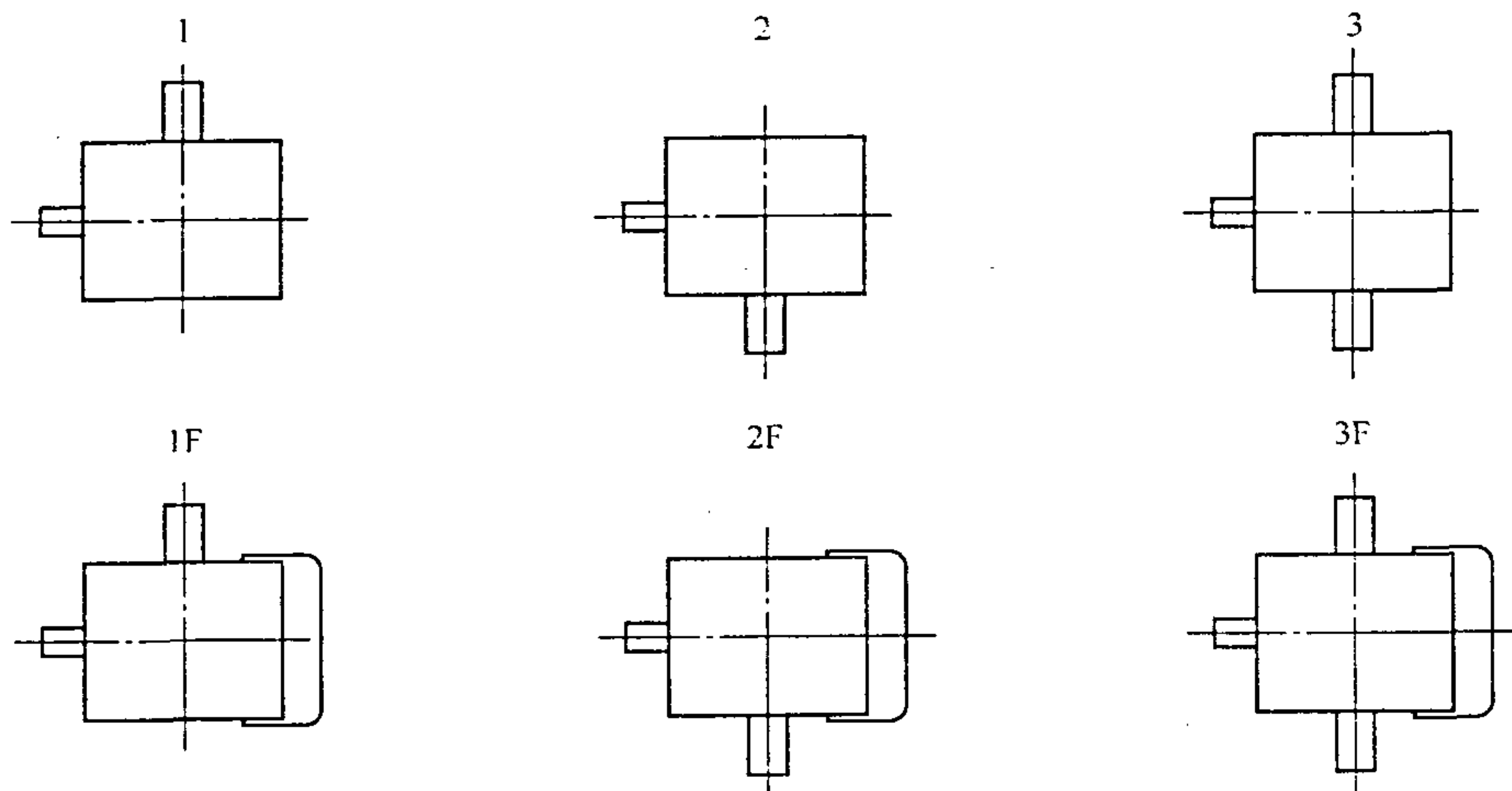


图 1 TPU 型减速器的尺寸图 (整箱式)

表 3 TPU 型减速器的尺寸 (整箱式)

型号	尺寸																				质量 kg		
	mm																						
	a	B	B ₁	C	C ₁	E	E ₁	H	H ₁	L	L ₁	L ₂	l	l ₁	d	d ₁	b	b ₁	t	t ₁	h	φ	
TPU 100	100	320	260	280	220	160	130	150	382	235	237	200	82	110	40	55	12	16	43	59	30	19	88

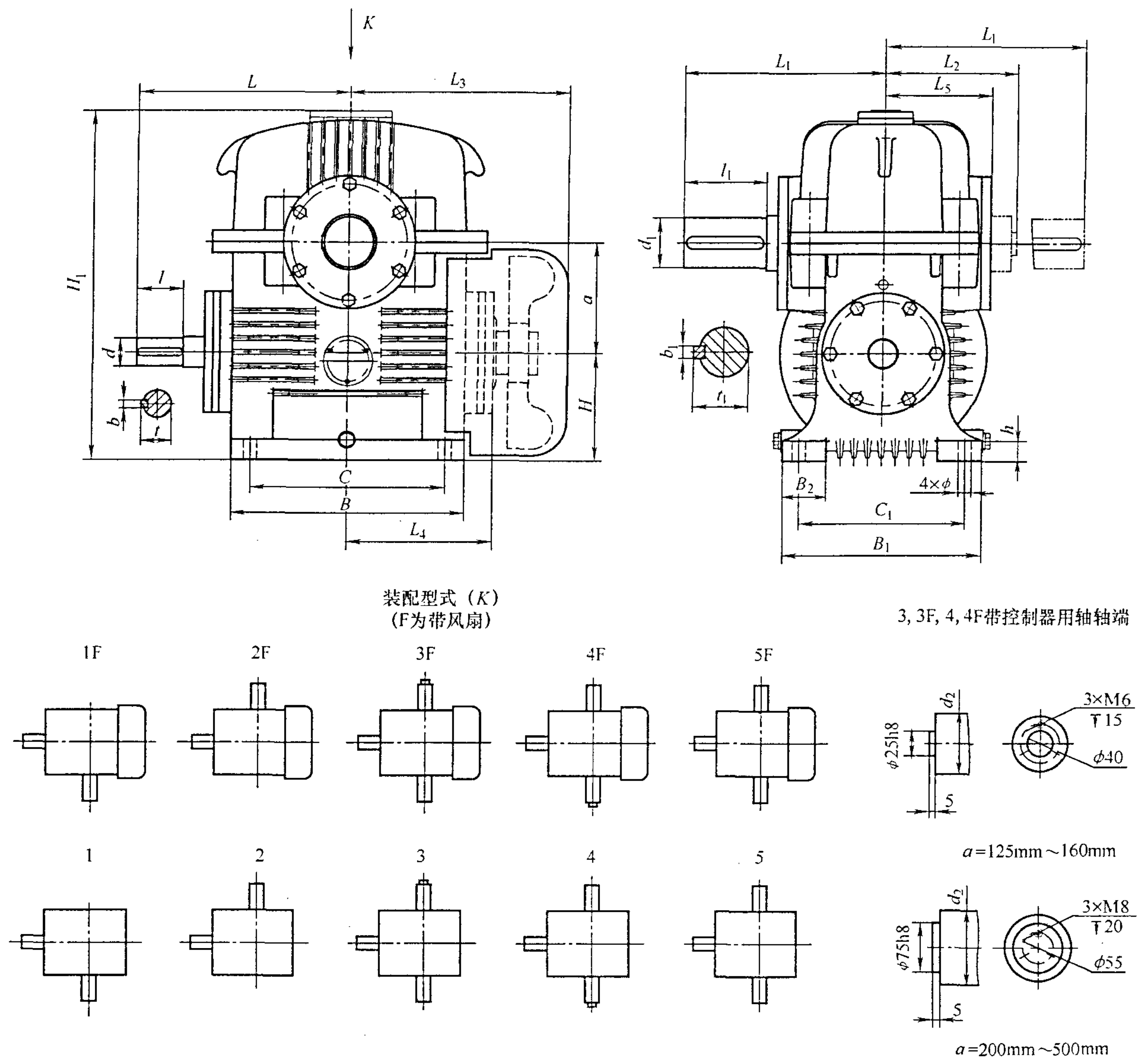
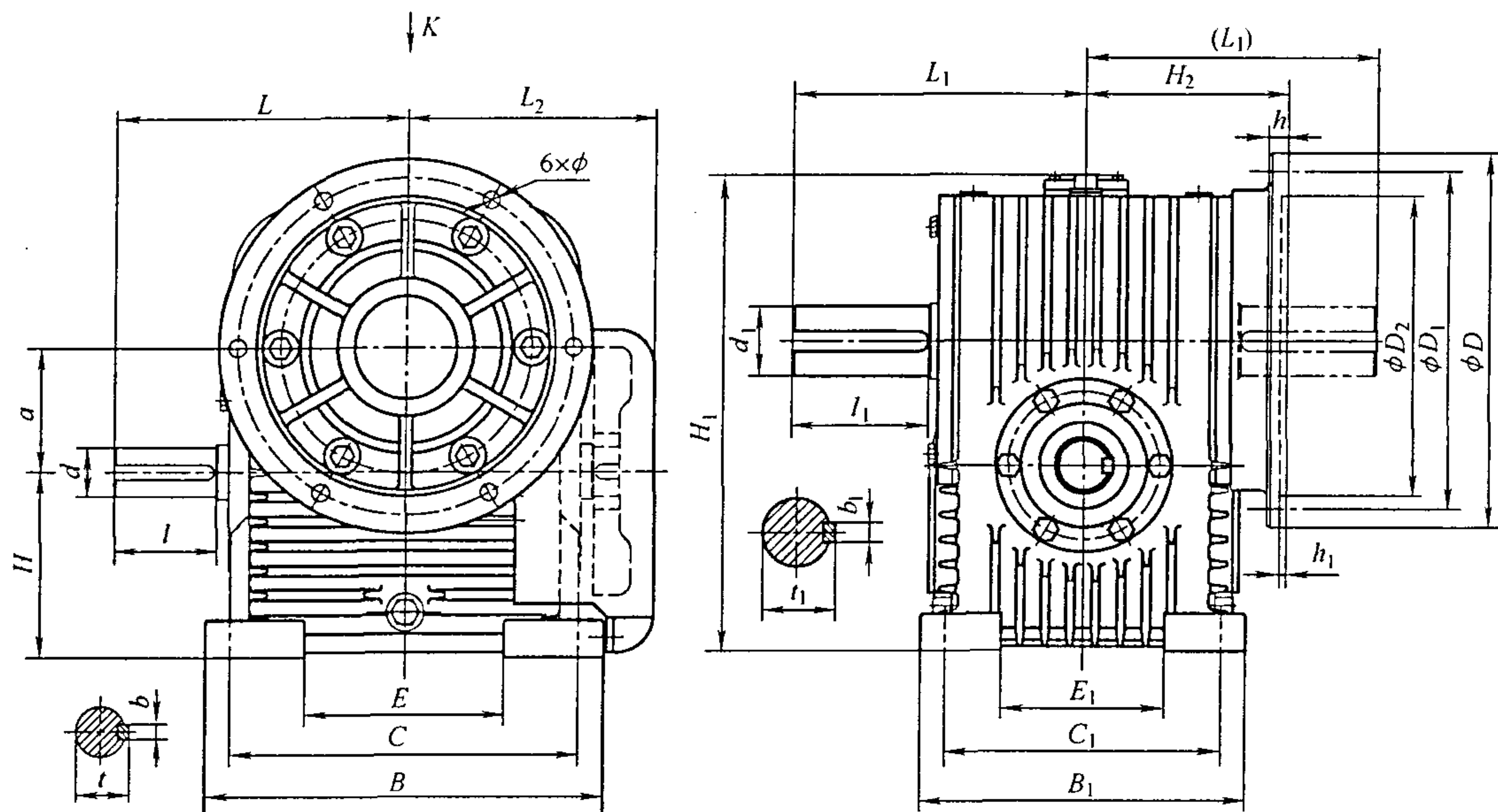


图2 TPU型减速器的尺寸图(分箱式)

表4 TPU型减速器的尺寸(分箱式)

型号	尺寸 mm																								质量 kg	
	a	B	B ₁	B ₂	C	C ₁	H	H ₁	h	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	l	l ₁	d	d ₁	d ₂	b	b ₁	t	t ₁		φ
TPU 125	125	300	300	70	250	250	125	422	30	307	320	185	280	205	175	82	140	40	70	80	12	20	43	74.5	19	157
TPU 160	160	380	375	100	320	310	160	540	40	375	375	210	360	280	192	82	170	50	85	95	14	25	53.5	90	24	258
TPU 200	200	450	450	125	370	370	200	650	40	420	400	235	435	345	228	82	170	55	95	110	16	28	59	101	28	475
TPU 250	250	600	550	150	500	450	225	820	50	530	495	290	520	408	273	110	210	65	120	140	18	32	69	127	35	800
TPU 315	315	720	590	120	630	500	280	990	65	630	600	360	605	492	349	130	250	80	140	160	22	36	85	148	39	1450
TPU 400	400	850	720	160	750	620	320	1200	75	720	720	425	692	558	412	165	300	100	180	200	28	45	106	190	48	2500
TPU 500	500	1060	900	200	920	760	400	1490	90	850	840	495	845	686	497	165	350	110	220	240	28	50	116	231	56	4500



装配型式 (K)
(F为带风扇)

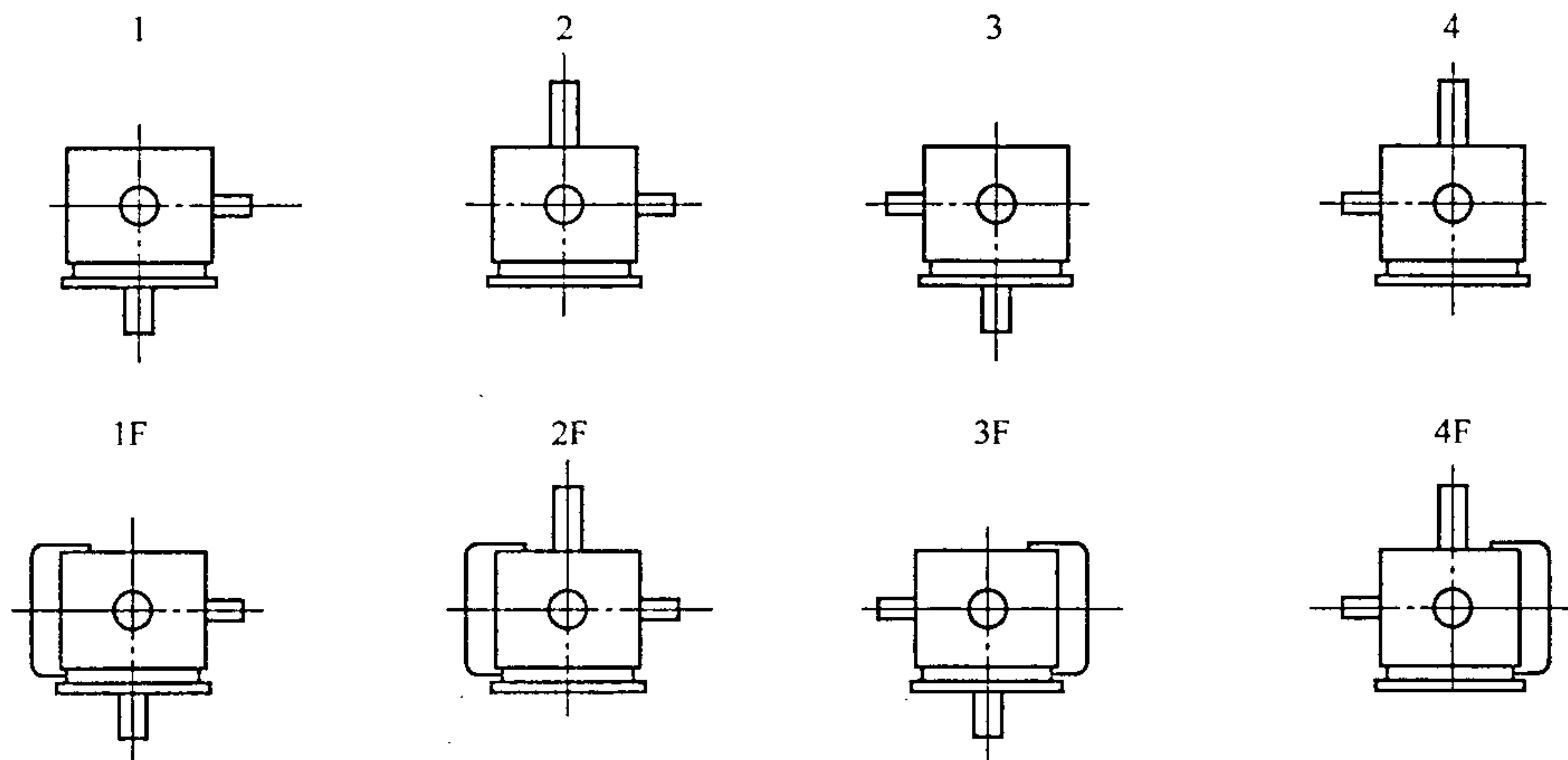


图3 TPS型减速器的尺寸图(整箱式)

表5 TPS型减速器的尺寸(整箱式)

型号	尺寸 mm																									质量 kg	
	a	B	B ₁	C	C ₁	E	E ₁	H	H ₁	L	L ₁	L ₂	l	l ₁	d	d ₁	b	b ₁	t	t ₁	D	D ₁	D ₂	φ	h		h ₁
TPS 100	100	320	260	280	220	160	130	150	382	235	237	200	82	110	40	55	12	16	43	59	300	275	240	19	16	6	90

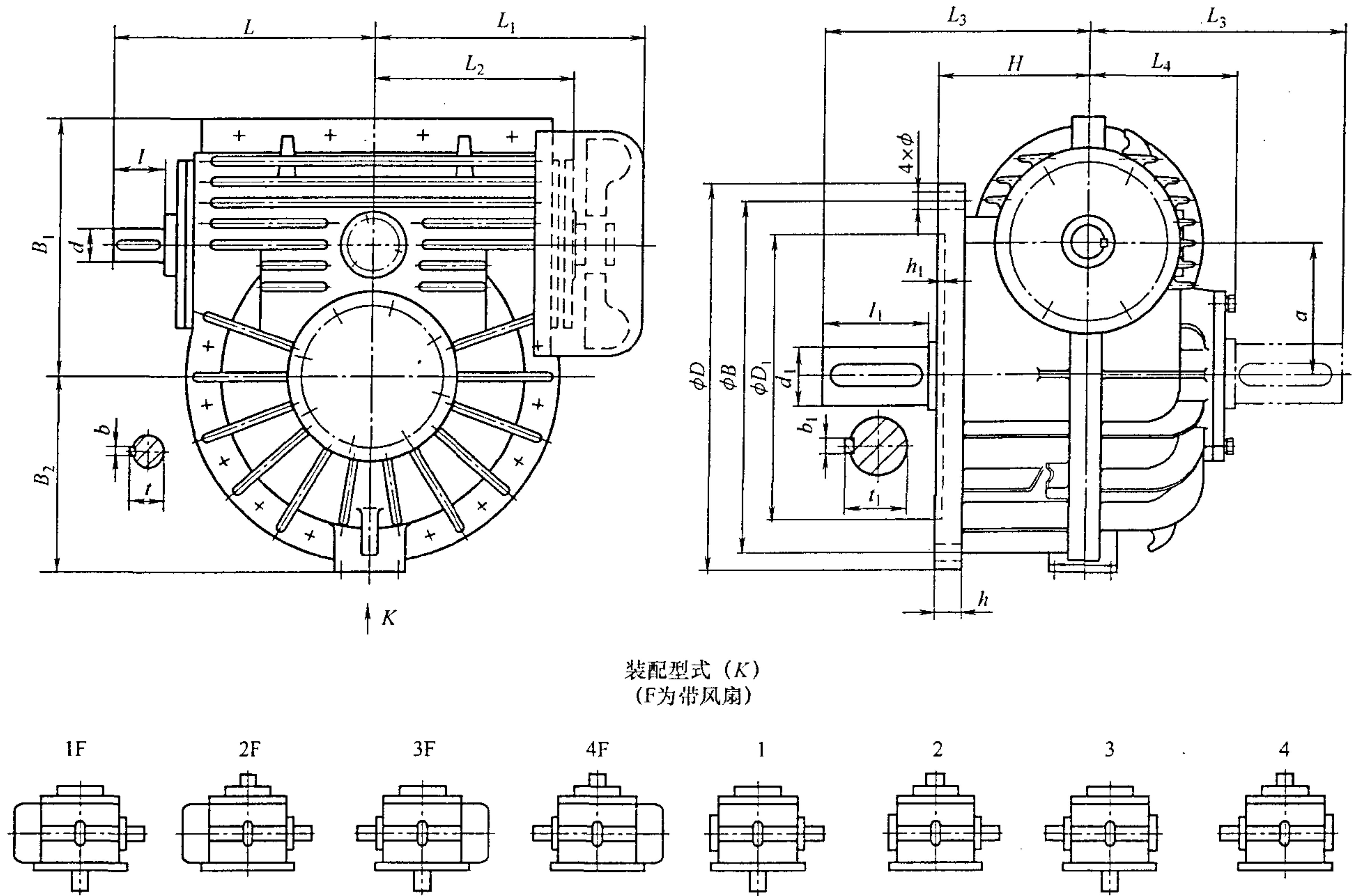
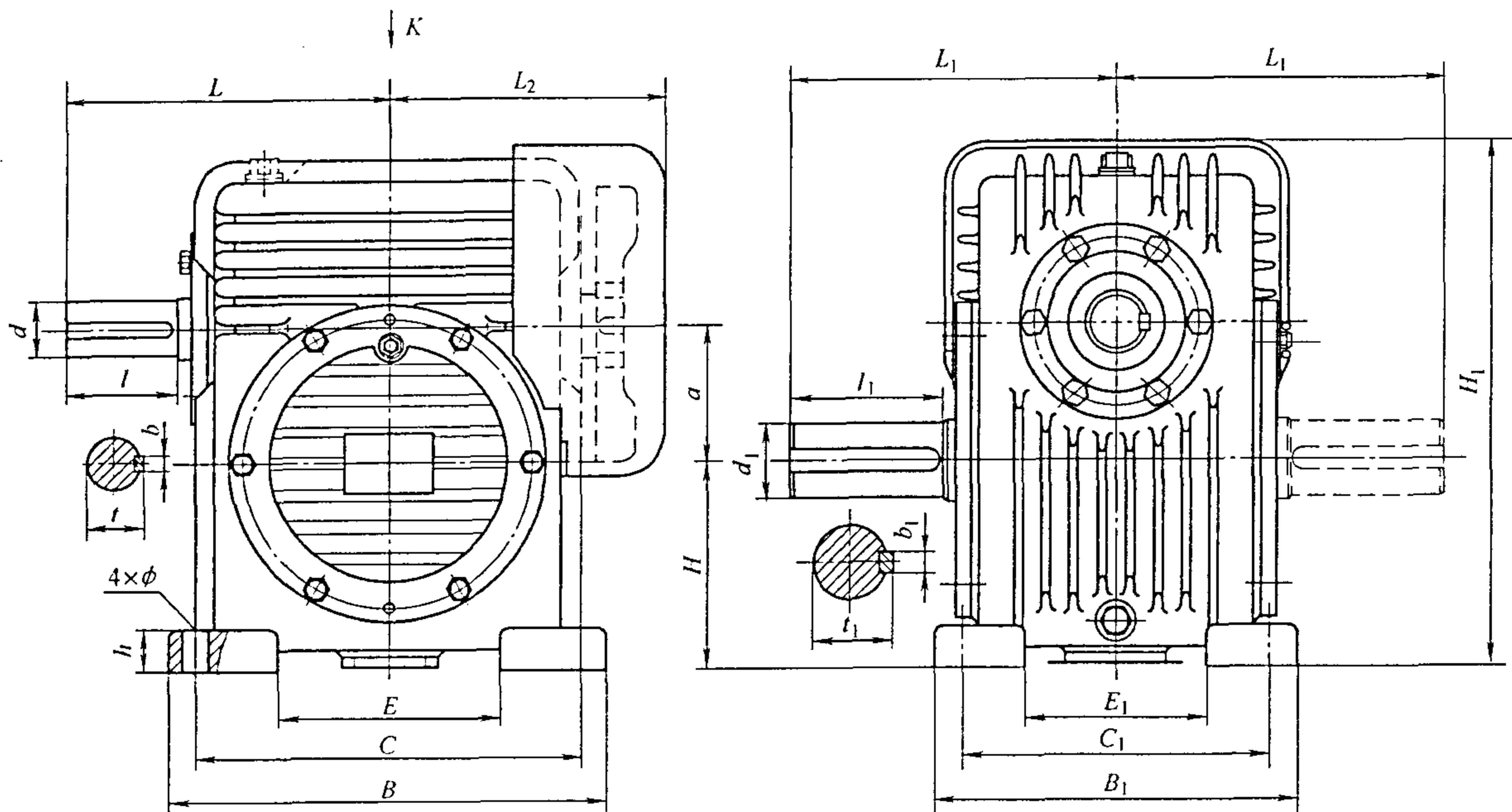


图 4 TPS 型减速器的尺寸图 (分箱式)

表 6 TPS 型减速器的尺寸 (分箱式)

型号	尺寸 mm																						质量 kg	
	a	D	D ₁	h ₁	B	B ₁	B ₂	H	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	l	l ₁	d	d ₁	b	b ₁	t	t ₁	h		φ
TPS 125	125	380	280	6	330	265	193	180	307	280	209	320	175	82	140	40	70	12	20	43	74.5	25	19	170
TPS 160	160	530	380	10	470	330	265	200	375	365	280	375	192	82	170	50	85	14	25	53.5	90	35	24	290
TPS 200	200	650	480	10	580	400	325	250	420	436	336	400	228	82	170	55	95	16	28	59	101	40	32	530
TPS 250	250	800	600	12	700	495	400	280	530	520	408	495	273	110	210	65	120	18	32	69	127	50	35	930
TPS 315	315	920	710	15	820	625	460	355	630	605	497	600	349	130	250	80	140	22	36	85	148	65	39	1 650
TPS 400	400	1 100	850	15	1 000	740	550	420	720	692	558	720	412	165	300	100	180	28	45	106	190	75	48	2 800
TPS 500	500	1 340	1 060	20	1 200	920	675	530	850	845	686	840	497	165	350	110	220	28	50	116	231	90	56	4 800



装配型式 (K)
(F为带风扇)

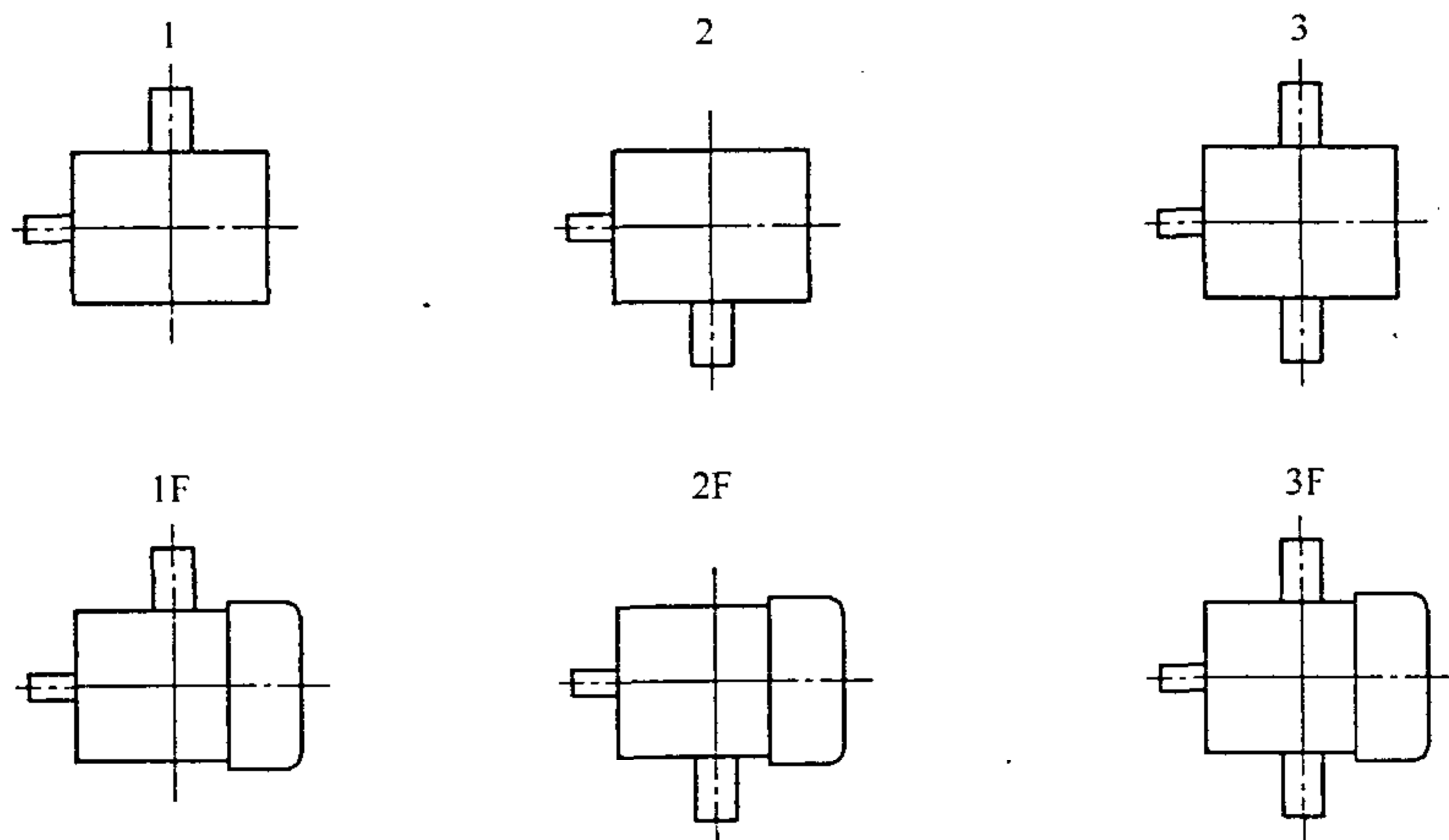
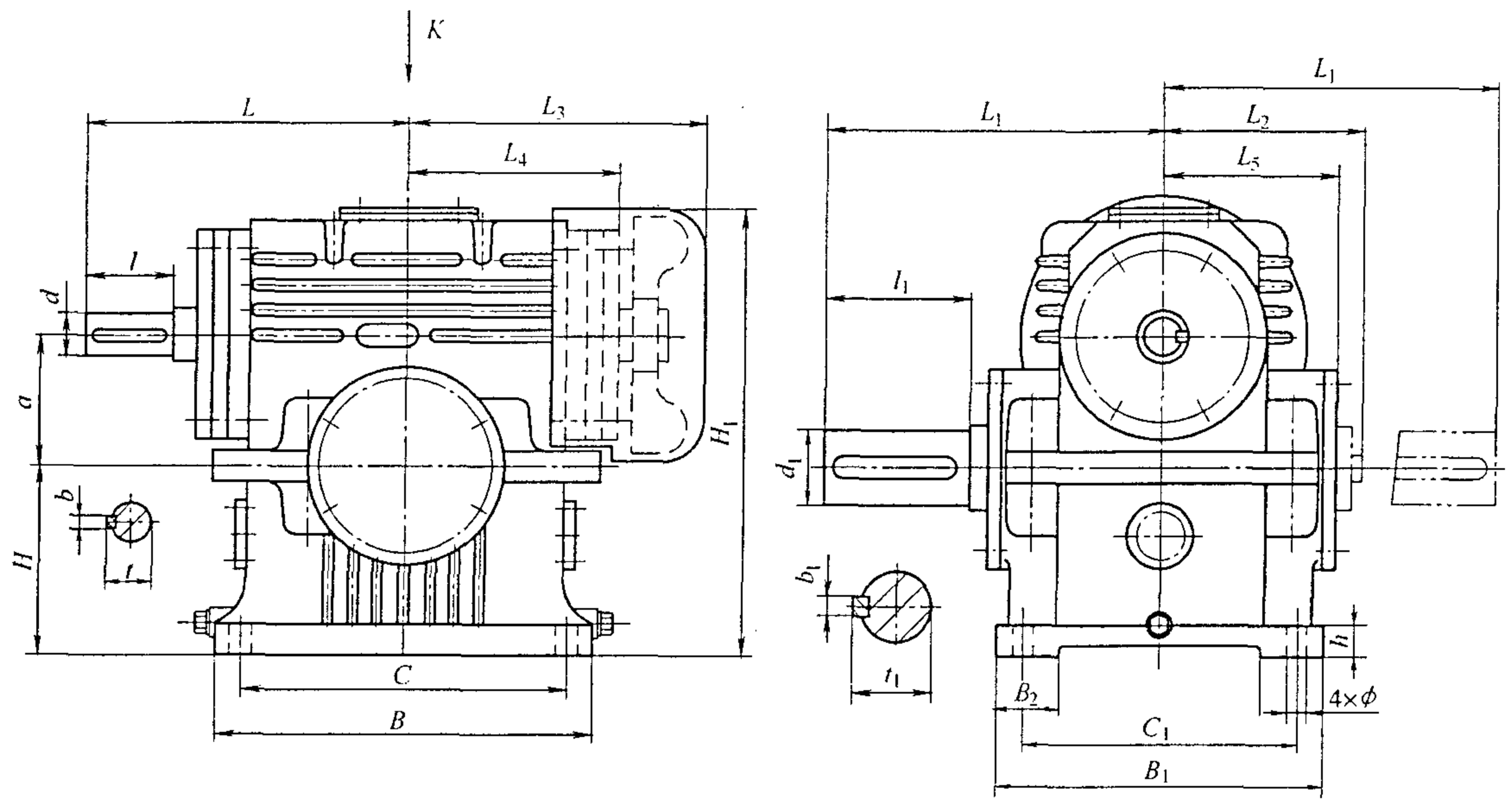


图5 TPA型减速器的尺寸图(整箱式)

表7 TPA型减速器的尺寸(整箱式)

型号	尺寸 mm																						质量 kg
	a	B	B ₁	C	C ₁	E	E ₁	H	H ₁	L	L ₁	L ₂	l	l ₁	d	d ₁	b	b ₁	t	t ₁	h	φ	
TPA 100	100	320	260	280	220	160	130	150	380	235	237	200	82	110	40	55	12	16	43	59	30	19	88



装配型式 (K)
(F为带风扇)

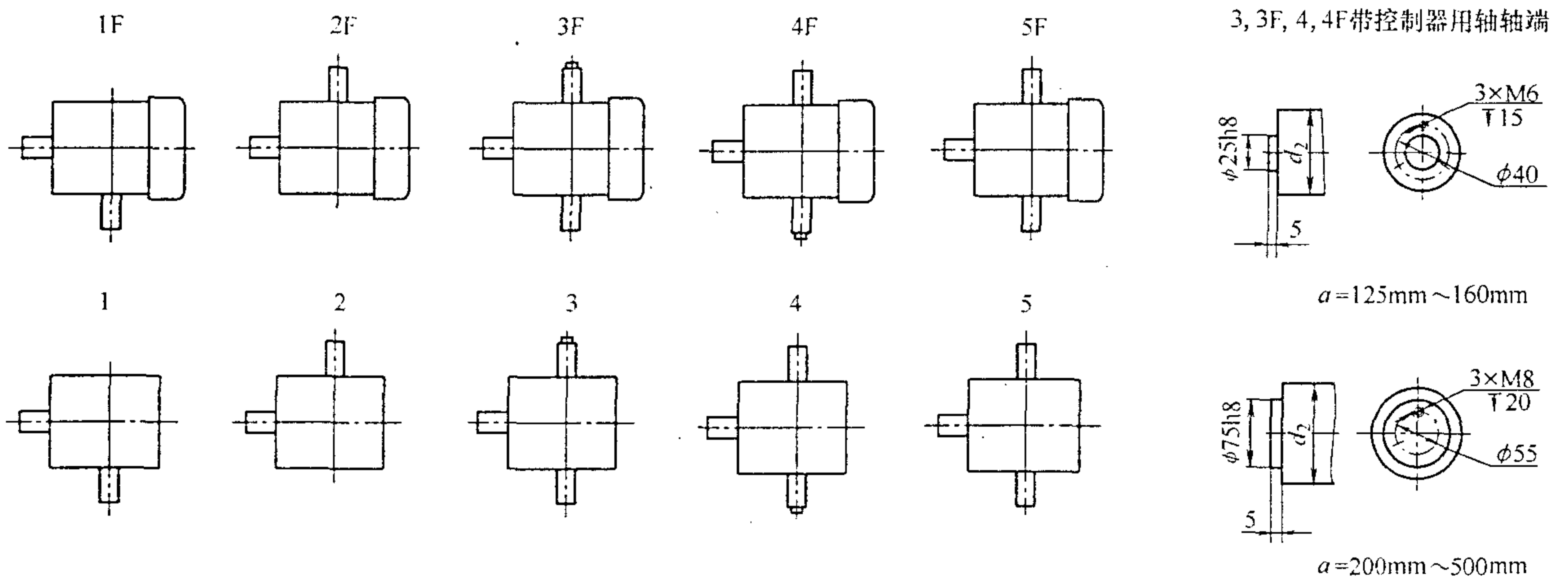


图 6 TPA 型减速器的尺寸图 (分箱式)

表 8 TPA 型减速器的尺寸 (分箱式)

型号	尺寸 mm																							质量 kg		
	a	B	B ₁	B ₂	C	C ₁	H	H ₁	h	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	l	l ₁	d	d ₁	d ₂	b	b ₁	t		t ₁	φ
TPA 125	125	360	300	50	310	250	180	438	30	307	320	185	280	205	175	82	140	40	70	80	12	20	43	74.5	19	165
TPA 160	160	460	320	80	400	260	225	550	40	375	375	210	365	280	190	82	170	50	85	95	14	25	53.5	90	24	285
TPA 200	200	540	400	100	450	320	250	658	40	420	400	235	435	345	228	82	170	55	95	110	16	28	59	101	28	510
TPA 250	250	720	480	120	620	380	315	792	50	530	495	290	520	406	270	110	210	65	120	140	18	32	69	127	35	900
TPA 315	315	850	600	140	750	500	400	1 000	65	630	600	360	605	492	345	130	250	80	140	160	22	36	85	148	39	1 550
TPA 400	400	950	720	170	850	620	500	1 200	75	720	720	425	690	540	410	165	300	100	180	200	28	45	106	190	48	2 650
TPA 500	500	1 180	900	200	1 040	760	630	1 530	90	850	840	495	845	680	488	165	350	110	220	240	28	50	116	231	56	4 700

4 技术要求

4.1 图样规定

减速器应按经规定程序批准的设计图样及技术文件进行制造及检验。

4.2 主要零件

4.2.1 箱体与箱盖

4.2.1.1 减速器箱体可采用整箱式或分箱式，箱体与箱盖材料应符合 GB/T 9439—1988 中的 HT200 或 HT250 的规定，或采用力学性能相当的其他材料。

4.2.1.2 箱体与箱盖不得有夹渣、缩孔、疏松和裂纹等铸造缺陷。

4.2.1.3 箱体与箱盖应进行时效处理。

4.2.1.4 箱体与箱盖合箱后边缘应平齐。相互错位允差，在中心距 $a \leq 250$ mm 时，每边不大于 2 mm；在中心距 $a > 250$ mm 时，每边不大于 3 mm。

4.2.1.5 分箱式箱体与箱盖合箱后，在未紧固螺栓时，用 0.05mm 的塞尺检查分合面的密合性。其塞入长度不得超过分合面宽度的 1/3。

4.2.1.6 轴承孔中心线与箱体、箱盖的分合面应重合，其偏差应不大于 0.2 mm。

4.2.1.7 箱体轴承孔尺寸公差：6 级精度的减速器为 H6；7、8 级精度的减速器不低于 H7。表面粗糙度值不大于 $1.6 \mu\text{m}$ 。

4.2.1.8 箱体和箱盖轴承孔与其端面的垂直度，6 级精度箱体孔，不低于 GB/T 1184—1996 中的 5 级；7 级精度的箱体孔，不低于 GB/T 1184—1996 中的 6 级。

4.2.2 蜗杆、蜗轮和蜗轮轴

4.2.2.1 蜗杆采用锻件，材料牌号可为 40Cr、35CrMo、42CrMo、38CrMoAl，其化学成分和力学性能应符合 GB/T 17107 的规定；蜗杆也可采用圆钢，材料牌号可为 40Cr、35CrMo、42CrMo、38CrMoAl，其化学成分和力学性能应符合 GB/T 3077 的规定。允许采用力学性能相当或较高的其他材料，或按用户要求选用。

4.2.2.2 蜗杆齿面应进行硬化处理，齿面硬度应大于或等于 500 HV5。

4.2.2.3 蜗杆齿面表面粗糙度 Ra 不大于 $0.8 \mu\text{m}$ 。

4.2.2.4 蜗轮轮缘材料采用铸造锡青铜 ZCuSn10P1，采用离心或金属模浇铸。应符合 GB/T 13819 铜合金铸件的要求，其材料的化学成分和力学性能应符合 GB/T 1176 的规定；当滑动速度小于 5 m/s 时，可以采用 GB/T 1176 中规定的铸造铝青铜 ZCuAl10Fe3；允许采用力学性能相当的其他材料。

4.2.2.5 蜗轮齿面表面粗糙度 Ra 不大于 $1.6 \mu\text{m}$ 。

4.2.2.6 蜗轮轴采用 45 钢或力学性能相当的其他材料，其化学成分和力学性能应符合 GB/T 699 的规定。

4.2.2.7 平面包络环面蜗杆、蜗轮精度见附录 B。

4.2.2.8 蜗杆、蜗轮齿坯尺寸公差和形位公差应符合表 B.2 的规定。

4.2.2.9 蜗杆、蜗轮的切齿精度，应按照要求的精度等级选用表 B.3～表 B.6 中相应精度等级的精度值。

4.2.2.10 传动轴交角极限偏差 $\pm f_{\Sigma}$ 应符合表 B.8 的规定。

4.2.2.11 传动中心距极限偏差 $\pm f_a$ 应符合表 B.9 的规定。

4.3 装配

4.3.1 蜗杆传动的侧隙，应根据工作条件和使用要求确定侧隙种类代号，最小法向侧隙 J_{min} 值应符合表 B.12 的规定。

最大法向侧隙可按公式 $j_{\text{max}} = j_{\text{min}} + E_{\Delta s}$ 计算得出。

4.3.2 装配时，蜗轮中间平面极限偏差 $\pm f_{x2}$ 、蜗杆喉部平面极限偏差 $\pm f_{x1}$ 应符合表 B.10 和表 B.11 的规定。

4.3.3 减速器蜗杆、蜗轮轴承轴向间隙应符合表 9 的规定，高精度取较小值。

4.3.4 轴承必须紧贴轴肩，用 0.02 mm 塞尺不得塞入。

4.3.5 减速器外购件应有合格证明，并经检验部门复检合格后方可进行装配。

表 9 轴承轴向间隙

轴承内径 d mm	轴向间隙 μm	
	蜗杆轴承	蜗轮轴承
$\geq 30 \sim 50$	15~50	15~60
$> 50 \sim 80$	20~70	20~70
$> 80 \sim 120$	30~100	30~100
$> 120 \sim 180$	40~150	40~150
$> 180 \sim 260$	50~170	50~180
$> 260 \sim 400$	80~200	80~210

4.3.6 减速器外表面应光洁、平整。各连接件、紧固件不得有松动现象。

4.3.7 传动中蜗杆、蜗轮齿面接触斑点应符合表 B.7 的规定。

4.4 整机技术要求

4.4.1 减速器密封处、结合处不得有渗漏油现象。

4.4.2 减速器涂装应符合 JB/T 5000.12 的规定。

4.4.3 减速器输入轴用手转动时，必须轻松平稳，无卡阻现象。

4.4.4 在额定负载和额定转速下，减速器的噪声应不大于 75 dB (A) (高精度不大于 57 dB (A))。温升不超过 70 K，最高油温不超过 100 °C。

4.4.5 减速器的选用方法和润滑见附录 C。

4.4.6 减速器的安装、使用和维护见附录 D。

5 试验方法与验收规则

5.1 试验方法

出厂减速器均应进行空载试验，试验方法应按 JB/T 5558 的规定。

- 允许用工业产品调试试车阶段代替空载试验和跑合试验；
- 允许用工业应用试验代替负载试验。

5.2 检验规则

5.2.1 减速器交货前均应进行出厂检验，检验项目应符合表 10 的规定。

5.2.2 当出现下述情况之一时，应进行减速器的型式检验：

- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时；
- 产品结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 重大的新产品的试制定型鉴定时。

5.2.3 型式检验的检验项目见表 10。

表 10 出厂试验和型式检验项目

检验项目	检验类别		技术要求	检 验 方 法
	出厂检验	型式检验		
基本参数	—	+	3.2	直接测量
结构尺寸	+	+	3.4	
主要零件精度	—	+	4.2	蜗杆用三坐标测量机检测；蜗轮用蜗杆、蜗轮啮合检查仪控制
主要零件材料	—	+	4.2	物理试验
密封	+	+	4.4.1	目 测
涂装	+	+	4.4.2	目 测
转动平稳性	+	+	4.4.3	直接测量
噪声及温升	—	+	4.4.4	直接测量
空载试验	+	+	JB/T 5558	出厂试验可根据合同要求执行
负载试验	—	+	—	JB/T 5558

注：“—”为免检项目，“+”为必检项目。

5.2.4 减速器型式检验时的抽样方案和判定规则应按照提出型式检验单位的要求进行。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

每台减速器应在明显位置上固定标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。其标注内容如下：

- a) 产品名称和型号；
- b) 生产企业名称和地址；
- c) 产品的主要技术参数，如：输入功率、输入转速等；
- d) 出厂编号。

6.2 包装、运输

6.2.1 减速器的包装、储运应符合 GB/T 13384、GB/T 191 的规定。

6.2.2 减速器轴伸应带键，外表涂防锈油脂，并捆绑牢靠。

6.2.3 减速器应牢固地固定于包装箱内，不得在运输中发生窜动。

6.2.4 包装箱内应放置装箱单、产品质量检验合格证和使用说明书，在使用说明书中，应明确标明产品标准代号。

6.3 贮存

减速器应存放在通风和干燥的仓库内，码放整齐，妥善保管。

附录 A
(规范性附录)

减速器的承载能力及传动效率

A.1 额定输入功率 P_1

减速器的额定输入功率 P_1 见表 A.1。

表 A.1 额定输入功率 P_1

中心距 a mm	传动比 i	输入轴转速 n_1 r/min				
		500	600	750	1 000	1 500
		额定输入功率 P_1 kW				
100	10.0	7.34	8.17	9.25	10.64	11.73
	12.5	5.79	6.53	7.53	8.90	10.30
	16.0	4.94	5.58	6.42	7.56	8.71
	20.0	4.05	4.60	5.32	6.30	7.33
	25.0	3.29	3.75	4.34	5.16	6.03
	31.5	2.74	3.10	3.58	4.22	4.87
	40.0	2.12	2.42	2.82	3.37	3.98
	50.0	1.77	2.02	2.33	2.77	3.22
	63.0	1.44	1.69	1.99	2.31	2.60
125	10.0	12.55	13.97	15.81	18.20	20.09
	12.5	9.86	11.17	12.89	15.23	17.63
	16.0	8.46	9.55	10.99	12.94	14.89
	20.0	6.93	7.86	9.09	10.77	12.55
	25.0	5.64	6.41	7.43	8.82	10.30
	31.5	4.70	5.32	6.13	7.23	8.34
	40.0	3.64	4.16	4.84	5.77	6.81
	50.0	3.05	3.46	4.00	4.74	5.52
	63.0	2.47	2.91	3.41	3.96	4.47
160	10.0	22.85	25.41	28.75	33.06	36.41
	12.5	17.95	20.32	23.42	27.63	31.93
	16.0	15.30	17.30	19.92	23.46	27.03
	20.0	12.55	14.26	16.50	19.58	22.85
	25.0	10.20	11.61	13.46	16.01	18.77
	31.5	8.53	9.64	11.11	13.09	15.10
	40.0	6.61	7.54	8.77	10.47	12.34
	50.0	5.53	6.28	7.26	8.60	10.02
	63.0	4.48	5.28	6.19	7.18	8.10

表 A.1 额定输入功率 P_1 (续)

中心距 a mm	传动比 i	输入轴转速 n_1				
		r/min				
		500	600	750	1 000	1 500
额定输入功率 P_1						
kW						
200	10.0	39.07	43.75	49.20	56.60	62.42
	12.5	30.70	34.75	40.10	47.34	54.77
	16.0	26.32	29.74	34.23	40.31	46.41
	20.0	21.52	24.44	28.28	33.52	39.07
	25.0	17.54	19.95	23.12	27.47	32.13
	31.5	14.59	16.50	19.02	22.43	25.91
	40.0	11.32	12.93	15.04	17.97	21.22
	50.0	9.50	10.77	12.45	14.74	17.14
	63.0	7.67	9.04	10.60	12.31	13.87
250	10.0	67.01	74.57	84.41	97.11	107.10
	12.5	52.53	59.49	68.64	81.06	93.84
	16.0	45.08	50.95	58.64	69.03	79.46
	20.0	36.92	41.93	48.51	57.51	67.01
	25.0	30.92	34.22	39.65	47.10	55.08
	31.5	24.99	28.29	32.61	38.48	44.47
	40.0	19.38	22.13	25.74	30.75	36.31
	50.0	16.32	18.51	21.38	25.30	29.38
	63.0	13.16	15.50	18.18	21.09	23.77
315	10.0	117.30	130.45	148.10	169.58	187.20
	12.5	99.96	108.20	120.00	141.78	164.22
	16.0	83.90	91.88	102.80	120.54	138.77
	20.0	65.10	73.23	84.76	100.55	117.30
	25.0	53.45	59.74	69.22	82.24	96.19
	31.5	44.94	49.50	57.04	67.25	77.62
	40.0	33.86	38.66	44.98	53.73	63.44
	50.0	28.46	32.29	37.33	44.20	51.41
	63.0	23.63	27.04	31.72	36.82	41.51
400	10.0	222.20	257.40	276.90	311.00	359.90
	12.5	193.20	215.30	236.30	262.50	304.50
	16.0	170.00	183.80	203.70	230.00	264.60
	20.0	131.30	141.80	156.50	177.50	200.60
	25.0	105.00	114.50	128.10	144.90	164.90
	31.5	88.52	96.92	107.10	121.80	138.60
	40.0	66.57	72.24	80.85	91.98	104.70
	50.0	53.55	58.70	65.21	74.03	84.11
	63.0	46.41	51.14	56.70	64.37	73.19

表 A.1 额定输入功率 P_1 (续)

中心距 a mm	传动比 i	输入轴转速 n_1 r/min				
		500	600	750	1 000	1 500
		额定输入功率 P_1 kW				
500	10.0	393.90	424.40	462.50	511.50	582.50
	12.5	329.70	361.20	395.90	432.60	486.20
	16.0	286.70	306.60	340.20	382.20	431.60
	20.0	218.40	240.50	263.60	293.00	326.60
	25.0	180.60	198.50	219.50	243.60	278.30
	31.5	152.30	164.90	183.80	206.90	233.10
	40.0	114.50	126.00	138.60	154.40	176.40
	50.0	92.82	101.40	112.40	123.90	141.80
	63.0	80.85	88.31	97.34	108.20	122.90

注 1: P_1 系在每日工作 10 h, 每小时起动不超过一次, 工作平稳, 无冲击振动。起动转矩为额定转矩 3 倍, 小时负荷率 $J_c=100\%$, 环境温度为 20 °C, 采用合成润滑油浸油润滑, 风扇冷却, 制造精度 7 级, 并经充分跑合条件下制定的。

注 2: P_1 按下式计算:

$$P_1 = T_2 n_2 / (9\,550 \eta)$$

式中:

P_1 ——额定输入功率, 单位为 kW;

T_2 ——额定输出转矩, 单位为 N·m;

n_2 ——输出轴转速, 单位为 r/min;

η ——总传动效率 (见表 A.3), (%)。

A.2 额定输出转矩 T_2

减速器的额定输出转矩 T_2 见表 A.2。

表 A.2 额定输出转矩 T_2

中心距 a mm	传动比 i	输入轴转速 n_1 r/min				
		500	600	750	1 000	1 500
		额定输出转矩 T_2 N·m				
100	10.0	1 262	1 171	1 083	945	695
	12.5	1 225	1 156	1 091	977	754
	16.0	1 313	1 250	1 178	1 052	807
	20.0	1 315	1 259	1 165	1 047	822
	25.0	1 306	1 252	1 188	1 071	835
	31.5	1 271	1 214	1 176	1 053	830
	40.0	1 199	1 157	1 120	1 056	841
	50.0	1 203	1 171	1 114	1 071	841
	63.0	1 213	1 220	1 197	1 112	834

表 A.2 额定输出转矩 T_2 (续)

中心距 a mm	传动比 i	输入轴转速 n_1				
		r/min				
		500	600	750	1 000	1 500
额定输出转矩 T_2						
N·m						
125	10.0	2 157	2 001	1 852	1 617	1 190
	12.5	2 096	1 979	1 868	1 673	1 292
	16.0	2 248	2 141	2 016	1 800	1 380
	20.0	2 250	2 152	1 991	1 790	1 406
	25.0	2 236	2 143	2 033	1 831	1 427
	31.5	2 178	2 080	2 016	1 805	1 422
	40.0	2 059	1 985	1 921	1 807	1 439
	50.0	2 068	2 011	1 911	1 833	1 441
	63.0	2 081	2 101	2 052	1 906	1 434
160	10.0	3 928	3 641	3 368	2 936	2 156
	12.5	3 815	3 598	3 392	3 035	2 338
	16.0	4 069	3 876	3 652	3 262	2 506
	20.0	4 075	3 904	3 614	3 253	2 560
	25.0	4 043	3 881	3 686	3 326	2 599
	31.5	3 950	3 771	3 653	3 269	2 574
	40.0	3 737	3 601	3 484	3 280	2 608
	50.0	3 749	3 646	3 466	3 326	2 616
	63.0	3 774	3 812	3 724	3 456	2 599
200	10.0	6 715	6 227	5 764	5 027	3 696
	12.5	6 254	6 156	5 808	5 199	4 010
	16.0	6 997	6 665	6 277	5 605	4 302
	20.0	6 988	6 691	6 194	5 570	4 377
	25.0	6 953	6 669	6 330	5 706	4 449
	31.5	6 757	6 454	6 256	5 602	4 417
	40.0	6 401	6 173	5 975	5 629	4 485
	50.0	6 439	6 259	5 945	5 701	4 474
	63.0	6 461	6 527	6 377	5 925	4 451
250	10.0	11 776	10 920	10 103	8 810	6 478
	12.5	11 413	10 772	10 160	9 096	7 020
	16.0	12 262	11 677	10 991	9 810	7 528
	20.0	12 271	11 746	10 871	9 776	7 680
	25.0	12 213	11 710	11 107	10 008	7 803
	31.5	11 878	11 345	10 987	9 839	7 581
	40.0	11 253	10 847	10 490	9 516	7 490
	50.0	11 377	11 046	10 481	9 421	7 294
	63.0	11 083	11 034	10 791	9 518	7 149

表 A.2 额定输出转矩 T_2 (续)

中心距 a mm	传动比 i	输入轴转速 n_1				
		r/min				
		500	600	750	1 000	1 500
额定输出转矩 T_2						
N·m						
315	10.0	20 612	19 102	17 727	15 385	11 322
	12.5	21 718	19 590	17 763	15 909	12 285
	16.0	22 819	21 059	19 268	17 130	13 142
	20.0	21 635	20 516	18 996	17 093	13 443
	25.0	21 694	20 444	19 391	17 474	13 626
	31.5	21 360	19 855	19 217	17 197	13 232
	40.0	19 260	18 954	18 330	16 626	13 087
	50.0	19 839	19 273	18 298	16 463	12 765
	63.0	19 904	19 522	19 084	16 615	12 488
400	10.0	39 045	37 692	33 143	28 215	21 768
	12.5	41 975	38 981	34 978	29 456	22 779
	16.0	46 237	42 127	38 180	32 684	25 067
	20.0	44 137	40 174	35 471	30 512	23 244
	25.0	43 118	39 638	36 293	31 135	23 622
	31.5	42 606	39 360	36 514	31 511	23 905
	40.0	39 161	35 874	33 355	28 812	21 846
	50.0	37 843	35 504	32 383	27 926	21 955
	63.0	39 650	36 922	34 114	29 433	22 311
500	10.0	69 216	62 146	55 358	46 406	35 232
	12.5	71 631	65 396	58 603	48 543	36 372
	16.0	77 978	70 273	63 765	54 312	40 888
	20.0	73 417	68 137	59 746	50 367	37 844
	25.0	74 163	68 718	62 188	52 344	39 866
	31.5	73 305	66 968	62 664	53 527	40 203
	40.0	67 358	62 571	57 181	48 364	36 837
	50.0	65 595	61 330	55 818	46 738	35 660
	63.0	69 074	63 758	58 565	49 475	37 464

注： T_2 系在每日工作 10h，每小时起动不超过一次，工作平稳，无冲击振动，起动转矩为额定转矩的 3 倍，小时负荷率 $J_C=100\%$ 。环境温度为 20℃，采用合成润滑油浸油润滑，风扇冷却，制造精度 7 级，并经充分跑合条件下制定的。

A.3 传动效率 η

减速器的总传动效率 η 见表 A.3。

表 A.3 传动效率 η

中心距 a mm	传动比 i	输入轴转速 n_1				
		r/min				
		500	600	750	1 000	1 500
效率 η %						
100~200	10.0	90	90	92	93	93
	12.5	89	89	91	92	92
	16.0	87	88	90	91	91
	20.0	85	86	86	87	88
	25.0	83	84	86	87	87
	31.5	77	78	82	83	85
	40.0	74	75	78	82	83
	50.0	71	73	75	81	82
	63.0	70	72	75	80	80
250~315	10.0	92	92	94	95	95
	12.5	91	91	93	94	94
	16.0	89	90	92	93	93
	20.0	87	88	88	89	90
	25.0	85	86	88	89	89
	31.5	79	80	84	85	85
	40.0	76	77	80	81	81
	50.0	73	75	77	78	78
	63.0	70	71	74	75	75
400~500	10.0	92	92	94	95	95
	12.5	91	91	93	94	94
	16.0	89	90	92	93	93
	20.0	88	89	89	90	91
	25.0	86	87	89	90	90
	31.5	80	81	85	86	86
	40.0	77	78	81	82	82
	50.0	74	76	78	79	79
	63.0	71	72	75	76	76

A.4 蜗轮轴轴端许用径向负荷

减速器低速（蜗轮）轴端许用径向负荷按图 A.1 和表 A.4。

表 A.4 蜗轮轴轴端许用径向负荷

中心距 a mm	100	125	160	200	250	315	400	500
负荷 F_r N	7 000	13 000	20 000	24 000	40 000	49 000	70 000	100 000

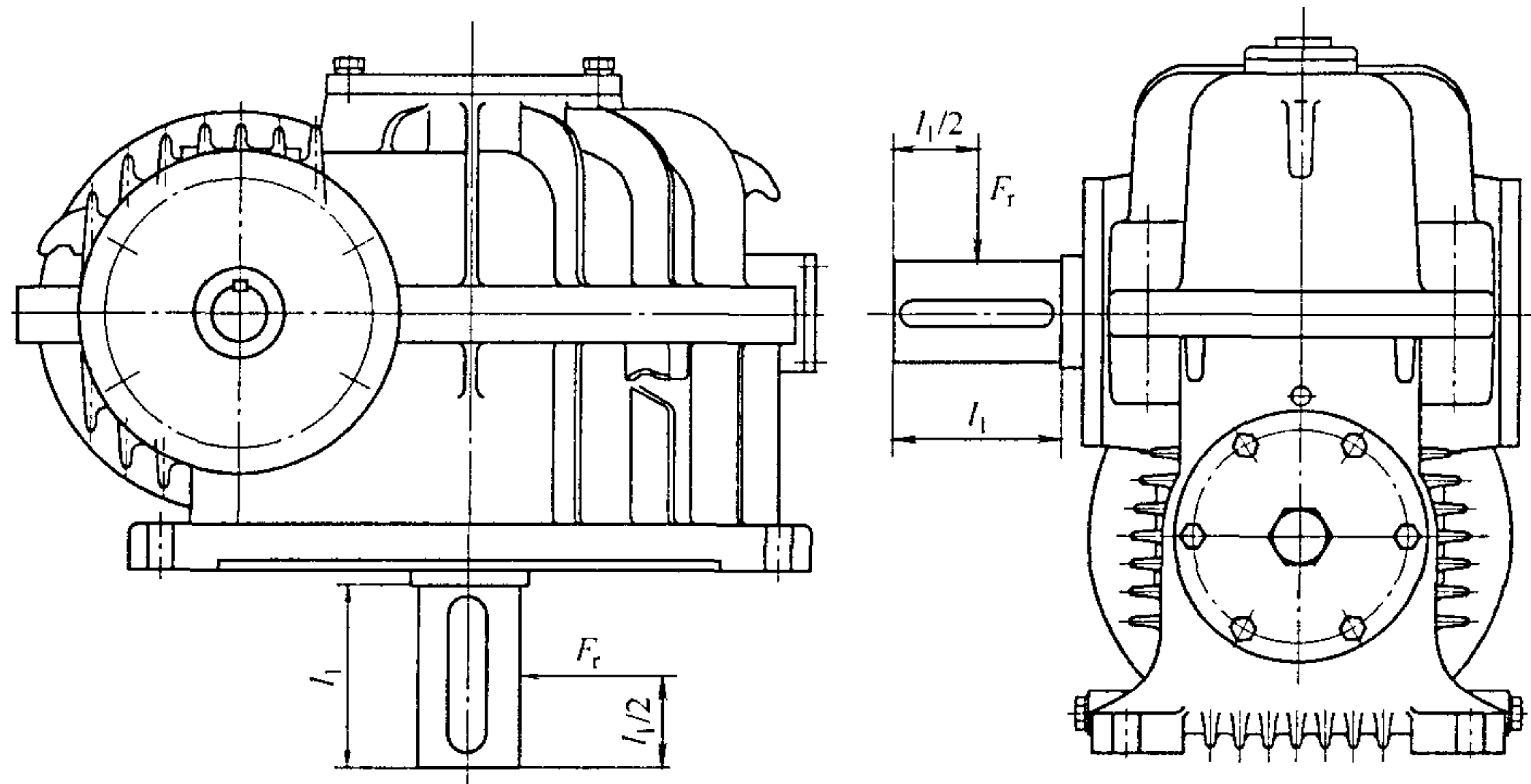


图 A.1 蜗轮轴轴端受力图

A.5 蜗杆喉平面分度圆滑动速度 v

减速器蜗杆喉平面分度圆滑动速度 v 见表 A.5。

表 A.5 滑动速度

输入轴转速 n_1 r/min	传动比 i	中心距 a mm							
		100	125	160	200	250	315	400	500
		滑动速度 v m/s							
500	10.0	1.2	1.5	1.9	2.4	3.1	3.8	4.8	6.0
	12.5	1.2	1.5	1.9	2.4	3.1	3.8	4.9	6.0
	16.0	1.0	1.2	1.6	2.0	2.4	3.1	3.8	4.9
	20.0	1.0	1.3	1.6	2.0	2.4	3.0	3.7	4.7
	25.0	1.1	1.3	1.7	2.1	2.4	3.0	3.8	4.8
	31.5	1.0	1.2	1.6	1.9	2.5	3.1	3.8	4.9
	40.0	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.9	3.6	4.6
	50.0	1.1	1.3	1.7	2.0	2.4	3.0	3.7	4.7
	63.0	1.1	1.3	1.7	2.1	2.4	3.0	3.8	4.8
750	10.0	1.8	2.3	2.8	3.6	4.6	5.7	7.3	9.1
	12.5	1.8	2.3	2.9	3.6	4.6	5.7	7.3	9.0
	16.0	1.5	1.9	2.4	3.0	3.7	4.6	5.8	7.3
	20.0	1.6	1.9	2.4	3.1	3.5	4.4	5.5	7.0
	25.0	1.6	1.9	2.5	3.1	3.6	4.5	5.7	7.1
	31.5	1.5	1.8	2.3	2.9	3.7	4.6	5.8	7.3
	40.0	1.5	1.9	2.4	3.0	3.5	4.3	5.4	6.8
	50.0	1.6	1.9	2.5	3.1	3.6	4.5	5.6	7.1
	63.0	1.6	2.0	2.5	3.1	3.7	4.6	5.7	7.8

表 A.5 滑动速度 (续)

输入轴转速 n_1 r/min	传动比 i	中心距 a mm							
		100	125	160	200	250	315	400	500
		滑动速度 v m/s							
1 000	10.0	2.4	3.1	3.8	4.7	6.1	7.6	9.7	12.1
	12.5	2.4	3.1	3.8	4.8	6.2	7.6	9.7	12.1
	16.0	2.1	2.5	3.2	4.0	4.9	6.2	7.7	9.7
	20.0	2.1	2.6	3.3	4.1	4.7	5.9	7.4	9.3
	25.0	2.2	2.6	3.3	4.1	4.8	6.1	7.6	9.5
	31.5	2.0	2.4	3.1	3.9	4.9	6.1	7.7	9.7
	40.0	2.1	2.5	3.2	4.0	4.6	5.8	7.2	9.1
	50.0	2.2	2.6	3.3	4.1	4.8	6.0	7.5	9.4
	63.0	2.2	2.7	3.4	4.2	4.9	6.1	7.6	9.7
1 500	10.0	3.6	4.6	5.7	7.1	9.2	11.4	14.5	18.1
	12.5	3.6	4.6	5.7	7.2	9.2	11.5	14.6	18.1
	16.0	3.1	3.7	4.8	6.0	7.3	9.2	11.5	14.6
	20.0	3.1	3.9	4.9	6.1	7.1	8.9	11.1	14.0
	25.0	3.3	3.9	5.0	6.2	7.3	9.1	11.3	14.3
	31.5	3.0	3.6	4.7	5.8	7.4	9.2	11.5	14.6
	40.0	3.1	3.8	4.8	6.0	7.0	8.7	10.8	13.7
	50.0	3.2	3.9	5.0	6.1	7.2	9.0	11.2	14.1
	63.0	3.2	4.0	5.0	6.3	7.3	9.1	11.4	14.5

附录 B

(规范性附录)

平面包络环面蜗杆、蜗轮精度

B.1 术语、定义及代号

蜗杆、蜗轮的误差以及蜗杆传动和侧隙的名称、代号和定义，引自 GB/T 10089 和 GB/T 16848，为使用方便，将所引用的名称、代号及在 GB/T 10089—1988 中表 1 和在 GB/T 16848—1997 中表 1 中的相应序号列于表 B.1。

表 B.1 蜗杆、蜗轮和蜗杆副公差名称和代号

分类	序号	名称	代号	在 GB/T 10089—1988 表 1 中或在 GB/T 16848—1997 表 1 中的序号
蜗杆	1	蜗杆螺旋线公差	f_{HL}	1*
	2	蜗杆一转螺旋线公差	f_h	2*
	3	蜗杆分度公差 ^a	f_{ZL}	3*
	4	蜗杆齿形公差	f_{Ω}	5
	5	蜗杆齿槽径向跳动公差	f_r	6
	6	蜗杆齿厚极限偏差 上偏差 下偏差 蜗杆齿厚公差	E_{ss1} E_{si1} T_{s1}	7
蜗轮	7	蜗轮切向综合公差	F'_1	8
	8	蜗轮一齿切向综合公差	f'_1	9
	9	蜗轮齿距累积公差	F_p	12
	10	蜗轮齿距极限偏差	$\pm f_{pt}$	15
	11	蜗轮齿圈径向跳动公差	F_r	14
	12	蜗轮齿厚公差 蜗轮齿厚极限偏差 上偏差 下偏差	T_{s2} E_{ss2} E_{si2}	17
蜗杆副	13	蜗杆副的切向综合公差	F'_{ic}	18
	14	蜗杆副的一齿切向综合公差	f'_{ic}	19
	15	蜗杆副的接触斑点		20
	16	蜗杆副的中心距极限偏差 上偏差 下偏差	$+f_a$ $-f_a$	21
	17	蜗杆副的蜗杆喉平面极限偏差 上偏差 下偏差	$\pm f_{x1}$	18*
	18	蜗杆副的蜗轮中间平面极限偏差 上偏差 下偏差	$\pm f_{x2}$	19*
	19	蜗杆副的轴交角极限偏差 ^b 上偏差 下偏差	$\pm f_z$	23
	20	蜗杆副的侧隙 最小圆周侧隙 最大圆周侧隙 最小法向侧隙 最大法向侧隙	J_{tmin} J_{tmax} J_{nmin} J_{nmax}	24

注：所有标注*的名称、定义和代号，引自 GB/T 16848—1997，未注*的引自 GB/T 10089—1988。

^a 蜗杆分度公差实质上是指在蜗杆喉部截面分度圆上，蜗杆相邻两同侧螺旋齿面间所夹弧长相对于设计值之差，乘以该点导程角正切函数，该乘积作为蜗杆分度误差。

^b 蜗杆副的轴交角极限偏差的偏差值以[角]秒(")表示，此点与国标原定义不同。

B.2 精度等级

B.2.1 本标准对平面包络环面蜗杆、蜗轮和蜗杆传动规定了 5、6、7、8 四个精度等级。

B.2.2 按照公差的特性对传动性能的主要保证作用，将蜗杆、蜗轮和蜗杆传动的公差（或极限偏差）分成三个公差组：

第 I 公差组：蜗杆：——

蜗轮： F_i' , F_p , F_r ;

传动： F_{ic}' 。

第 II 公差组：蜗杆： f_h , f_{hL} , f_{zL} , f_r ;

蜗轮： f_i' , f_{pt} ;

传动： f_{ic}' 。

第 III 公差组：蜗杆： f_{fi} （当检测接触斑点时， f_{fi} 可不检测）；

蜗轮：——沿齿高接触斑点；

传动：接触斑点， f_a , f_{Σ} , f_{x1} , f_{x2} 。

B.2.3 根据使用要求不同，允许各公差组选用不同的精度等级组合，但在同一公差组中，各项公差与极限偏差应保持相同的精度等级。

B.2.4 蜗杆和配对蜗轮的精度等级一般取成相同，也允许取成不相同。

B.3 齿坯要求

B.3.1 蜗杆、蜗轮在加工、检验、安装时的径向、轴向基准面应尽可能一致，并在相应的零件工作图上予以标注。

B.3.2 蜗杆、蜗轮的齿坯公差包括轴、孔的尺寸、形状和位置公差，以及基准面的跳动。各项公差值，推荐采用表 B.2 的规定。

表 B.2 蜗杆、蜗轮齿坯尺寸公差和形位公差

序号	名称	产品精度等级			
		5 级	6 级	7 级	8 级
		公差精度等级			
1	蜗杆喉部直径公差	h7	h7	h9	h9
2	蜗杆喉部径向圆跳动公差	6 级	6 级	7 级	7 级
3	蜗杆基准端面跳动公差	5 级	5 级	6 级	6 级
4	蜗杆安装轴承部位同轴度公差	5 级	5 级	6 级	6 级
5	蜗轮基准端面跳动公差	5 级	5 级	6 级	6 级
6	蜗轮齿坯外径与轴孔径向圆跳动公差	5 级	5 级	6 级	6 级
7	蜗轮轴孔的圆柱度公差	5 级	6 级	7 级	8 级

B.4 蜗杆、蜗轮的检验与公差

B.4.1 根据蜗杆传动的工作要求和生产规模，在公差组中选定一个检验组来评定和验收蜗杆、蜗轮的精度。当检验组中有两项或两项以上的误差时，应以检验组中最低的一项精度来评定蜗杆、蜗轮的精度等级。

第 I 公差组的检验组：

蜗杆：——

蜗轮： F_i' ；

F_p (用于5~8级)。当检测 F'_{ic} 时, 蜗轮可不检测。

第II公差组的检验组:

蜗杆: f_h, f_{hL} (用于单头蜗杆);

f_{zL}, f_h, f_{hL} 或 f_r, f_h, f_{hL} (用于多头蜗杆);

蜗轮: f'_i, f_{pt} 当检测 f'_{ic} 时, 蜗杆、蜗轮可不检测。

第III公差组的检验组:

蜗杆: f_{f1} ;

蜗轮: ——沿齿高方向接触斑点, $f_a, f_{\Sigma}, f_{x1}, f_{x2}$ 。

当检测接触斑点时, 蜗杆蜗轮的齿形误差 f_{f1}, f_{f2} 可不进行检验。

蜗杆和配对蜗轮, 可只考核传动公差, 即在各公差组中只考虑 F'_{ic}, f'_{ic} , 接触斑点。

$f_a, f_{\Sigma}, f_{x1}, f_{x2}$ 。若制造厂与定货者双方有专门协议时, 应按协议的规定进行。

B.4.2 对于各精度等级, 蜗杆、蜗轮各精度检验项目 $f_h, f_{zL}, f_{pt}, F_p, F_r, F'_i, f'_i, f_{f1}, f_{hL}$ 的公差和极限偏差的数值按5、6、7、8四个精度级分列于表B.3、表B.4、表B.5和表B.6。

表B.3~表B.6使用说明如下:

表中分度圆直径 d_m 系指蜗杆和蜗轮的分度圆直径 d_1 和 d_2 。当需查蜗杆公差时, 按 d_1 值查找对应的 d_m 及表中蜗杆各项公差值; 当需查蜗轮公差时, 按蜗轮分度圆直径 d_2 查找对应的 d_m 及表中各项公差值。

B.4.3 本标准规定的公差值是以蜗杆、蜗轮的工作轴线为测量的基准轴线。当实际测量基准不符合本规定时, 应从测量结果中消除基准不同所带来的影响。

表B.3 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 $f_h, f_{zL}, f_{pt}, F_p, F_r, F'_i, f'_i, f_{f1}, f_{hL}$ 5级精度

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_h 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
$\geq 0.5 \sim 2.0$	5.5	f_h	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0	10.0
		f_{zL} 或 f_{pt}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0
		F_p	13.0	17.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0
		F_r	9.0	11.0	12.0	14.0	16.0	18.0	19.0
		F'_i	15.0	18.0	21.0	24.0	26.0	29.0	31.0
		f'_i	7.0	7.5	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
$> 2.0 \sim 3.6$	7.5	f_h	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0	9.5	11.0
		f_{zL} 或 f_{pt}	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.5
		F_p	16.0	20.0	24.0	28.0	31.0	35.0	38.0
		F_r	11.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0
		F'_i	18.0	22.0	25.0	28.0	31.0	34.0	37.0
		f'_i	9.0	9.0	9.5	10.0	10.0	11.0	11.0
$> 3.6 \sim 6.0$	9.5	f_h	7.5	7.5	8.0	9.0	9.5	10.0	11.0
		f_{zL} 或 f_{pt}	6.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.5	9.0
		F_p	17.0	22.0	26.0	30.0	34.0	38.0	41.0
		F_r	13.0	16.0	18.0	20.0	23.0	25.0	27.0
		F'_i	21.0	25.0	28.0	31.0	35.0	38.0	41.0
		f'_i	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	13.0	13.0

表 B.3 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 f_h 、 f_{ZL} 、 f_{pt} 、 F_p 、 F_r 、 F'_i 、 f'_i 、 f_{fl} 、 f_{hL} 5 级精度 (续)

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_h 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
>6.0~10.0	12.0	f_h	3.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0	13.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	7.0	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	44.0
		F_p	18.0	23.0	28.0	32.0	36.0	41.0	30.0
		F_r	15.0	18.0	20.0	23.0	25.0	28.0	45.0
		F'_i	24.0	28.0	32.0	35.0	39.0	42.0	15.0
		f'_i	13.0	13.0	14.0	14.0	14.0	15.0	15.0
>10.0~16.0	16.0	f_h	11.0	11.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	8.5	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0
		F_p	19.0	25.0	30.0	34.0	39.0	43.0	48.0
		F_r	17.0	20.0	23.0	26.0	28.0	31.0	34.0
		F'_i	25.0	33.0	37.0	40.0	44.0	48.0	51.0
		f'_i	17.0	17.0	18.0	18.0	18.0	19.0	20.0
>16.0~25.0	20.0	f_h	13.0	14.0	14.0	15.0	16.0	17.0	17.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	13.0	14.0
		F_p	21.0	27.0	32.0	37.0	42.0	46.0	51.0
		F_r	20.0	23.0	25.0	29.0	32.0	34.0	37.0
		F'_i	33.0	37.0	41.0	45.0	49.0	53.0	57.0
		f'_i	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	23.0	24.0
>25.0~40.0	27.0	f_h	18.0	19.0	19.0	20.0	20.0	21.0	22.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	14.0	15.0	15.0	16.0	16.0	17.0	17.0
		F_p	22.0	28.0	34.0	39.0	45.0	50.0	54.0
		F_r	23.0	26.0	29.0	32.0	35.0	38.0	41.0
		F'_i	39.0	44.0	49.0	53.0	57.0	61.0	65.0
		f'_i	29.0	29.0	29.0	30.0	30.0	31.0	31.0
f_{hL}									
模数 m mm		$\geq 0.5 \sim 2.0$	$> 2.0 \sim 3.6$	$> 3.6 \sim 6.0$	$> 6.0 \sim 10.0$	$> 10.0 \sim 16.0$	$> 16.0 \sim 25.0$	$> 25.0 \sim 40.0$	
蜗杆头数 Z_1	1~2	5.5	7.0	9.0	12.0	15.0	19.0	23.0	
	3~4	6.5	8.5	11.0	14.0	17.0	22.0	27.0	
	>4	8.5	10.0	13.0	16.0	21.0	26.0	31.0	

表 B.4 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 f_h 、 f_{ZL} 、 f_{pt} 、 F_p 、 F_r 、 F'_i 、 f'_i 、 f_{fl} 、 f_{hL} 6 级精度

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_h 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
≥0.5~2.0	7.5	f_h	8.0	9.5	9.5	10.0	11.0	13.0	14.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	6.5	7.0	7.0	9.0	9.0	10.0	11.0
		F_p	19.0	24.0	29.0	34.0	38.0	42.0	46.0
		F_r	12.0	15.0	17.0	20.0	22.0	25.0	27.0
		F'_i	21.0	25.0	29.0	33.0	37.0	40.0	43.0
		f'_i	10.0	10.0	11.0	11.0	12.0	12.0	13.0
>2.0~3.6	11.0	f_h	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0	13.0	15.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	7.0	8.0	8.5	9.0	10.0	11.0	12.0
		F_p	22.0	28.0	33.0	39.0	44.0	49.0	53.0
		F_r	16.0	19.0	22.0	25.0	28.0	31.0	34.0
		F'_i	25.0	31.0	35.0	39.0	43.0	47.0	51.0
		f'_i	12.0	13.0	13.0	14.0	14.0	15.0	16.0
>3.6~6.0	13.0	f_h	10.0	11.0	11.0	12.0	13.0	15.0	16.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	8.0	8.5	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
		F_p	24.0	30.0	36.0	42.0	47.0	53.0	58.0
		F_r	18.0	22.0	25.0	28.0	32.0	35.0	38.0
		F'_i	29.0	35.0	39.0	44.0	49.0	53.0	57.0
		f'_i	15.0	15.0	16.0	16.0	17.0	18.0	18.0
>6.0~10.0	16.0	f_h	12.0	13.0	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	9.5	10.0	11.0	11.0	12.0	13.0	14.0
		F_p	25.0	33.0	39.0	45.0	51.0	57.0	62.0
		F_r	21.0	25.0	28.0	32.0	35.0	39.0	42.0
		F'_i	34.0	40.0	44.0	49.0	54.0	59.0	63.0
		f'_i	19.0	19.0	19.0	20.0	20.0	21.0	22.2
>10.0~16.0	22.0	f_h	15.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	12.0	12.0	13.0	13.0	14.0	15.0	16.0
		F_p	27.0	35.0	42.0	48.0	55.0	61.0	67.0
		F_r	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	43.0	47.0
		F'_i	40.0	48.0	51.0	57.0	62.0	67.0	71.0
		f'_i	24.0	24.0	24.0	25.0	25.0	26.0	27.0
>16.0~25.0	28.0	f_h	19.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	15.0	15.0	16.0	17.0	17.0	18.0	19.0
		F_p	29.0	37.0	44.0	52.0	58.0	65.0	71.0
		F_r	28.0	32.0	36.0	40.0	44.0	48.0	52.0
		F'_i	46.0	52.0	58.0	64.0	69.0	74.0	79.0
		f'_i	30.0	30.0	30.0	31.0	31.0	32.0	33.0

表 B.4 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 f_h 、 f_{ZL} 、 f_{pt} 、 F_p 、 F_r 、 F'_i 、 f'_i 、 f_{fl} 、 f_{hl} 6 级精度 (续)

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_{fl} 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
>25.0~40.0	37.0	f_h	25.0	25.0	27.0	27.0	29.0	30.0	31.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	20.0	21.0	21.0	22.0	23.0	23.0	24.0
		F_p	31.0	40.0	47.0	55.0	52.0	69.0	76.0
		F_r	32.0	37.0	41.0	45.0	50.0	54.0	58.0
		F'_i	55.0	62.0	68.0	74.0	80.0	86.0	91.0
		f'_i	40.0	41.0	41.0	42.0	42.0	43.0	43.0
			f_{hl}						
模数 m mm			$\geq 0.5\sim 2.0$	$> 2.0\sim 3.6$	$> 3.6\sim 6.0$	$> 6.0\sim 10.0$	$> 10.0\sim 16.0$	$> 16.0\sim 25.0$	$> 25.0\sim 40.0$
蜗杆头数 Z_1	1~2		8.0	10.0	13.0	16.0	21.0	26.0	32.0
	3~4		9.5	12.0	15.0	19.0	24.0	30.0	37.0
	>4		12.0	14.0	18.0	23.0	29.0	36.0	44.0

表 B.5 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 f_h 、 f_{ZL} 、 f_{pt} 、 F_p 、 F_r 、 F'_i 、 f'_i 、 f_{fl} 、 f_{hl} 7 级精度

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_{fl} 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
$\geq 0.5\sim 2.0$	10.0	f_h	12.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	19.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
		F_p	26.0	34.0	40.0	47.0	53.0	59.0	65.0
		F_r	17.0	21.0	24.0	28.0	31.0	34.0	38.0
		F'_i	30.0	36.0	41.0	46.0	51.0	56.0	61.0
		f'_i	14.0	14.0	15.0	16.0	16.0	17.0	19.0
>2.0~3.6	15.0	f_h	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	19.0	21.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0
		F_p	30.0	39.0	47.0	54.0	61.0	68.0	75.0
		F_r	22.0	27.0	31.0	35.0	39.0	43.0	47.0
		F'_i	36.0	43.0	49.0	55.0	61.0	66.0	72.0
		f'_i	17.0	18.0	19.0	19.0	20.0	21.0	22.0
>3.6~6.0	18.0	f_h	14.0	15.0	16.0	17.0	19.0	20.0	22.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0
		F_p	33.0	42.0	50.0	58.0	66.0	74.0	81.0
		F_r	26.0	31.0	35.0	40.0	44.0	49.0	53.0
		F'_i	41.0	49.0	55.0	62.0	68.0	74.0	80.0
		f'_i	21.0	21.0	22.0	23.0	23.0	25.0	25.0

表 B.5 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 f_h 、 f_{ZL} 、 f_{pt} 、 F_p 、 F_r 、 F'_i 、 f'_i 、 f_{Π} 、 f_{hL} 7 级精度 (续)

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_{Π} 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
>6.0~10.0	23.0	f_h	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	23.0	25.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0
		F_p	35.0	46.0	54.0	63.0	72.0	79.0	87.0
		F_r	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	59.0
		F'_i	47.0	55.0	62.0	69.0	76.0	82.0	88.0
		f'_i	26.0	26.0	27.0	27.0	28.0	29.0	30.0
>10.0~16.0	30.0	f_h	21.0	21.0	22.0	24.0	25.0	27.0	28.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	23.0
		F_p	38.0	49.0	58.0	68.0	77.0	85.0	93.0
		F_r	34.0	40.0	45.0	50.0	56.0	61.0	68.0
		F'_i	55.0	64.0	72.0	79.0	86.0	93.0	100.0
		f'_i	34.0	34.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0
>16.0~25.0	40.0	f_h	26.0	27.0	28.0	29.0	31.0	32.0	34.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	21.0	22.0	22.0	23.0	24.0	26.0	27.0
		F_p	41.0	52.0	62.0	72.0	82.0	91.0	100.0
		F_r	39.0	45.0	50.0	56.0	62.0	68.0	73.0
		F'_i	64.0	73.0	81.0	89.0	97.0	104.0	111.0
		f'_i	43.0	43.0	43.0	44.0	44.0	45.0	47.0
>25.0~40.0	52.0	f_h	36.0	36.0	37.0	38.0	40.0	42.0	43.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	28.0	29.0	29.0	30.0	32.0	33.0	34.0
		F_p	43.0	56.0	66.0	77.0	87.0	97.0	106.0
		F_r	45.0	51.0	57.0	63.0	69.0	75.0	81.0
		F'_i	77.0	87.0	95.0	104.0	112.0	120.0	127.0
		f'_i	56.0	58.0	58.0	59.0	59.0	60.0	60.0
f_{hL}									
模数 m mm			>0.5~2.0	>2.0~3.6	>3.6~6.0	>6.0~10.0	>10.0~16.0	>16.0~25.0	>25.0~40.0
蜗杆头数 Z_1		1~2	11.0	14.0	18.0	23.0	29.0	36.0	45.0
		3~4	13.0	16.0	21.0	27.0	34.0	42.0	52.0
		>4	16.0	20.0	25.0	32.0	40.0	50.0	61.0

表 B.6 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 f_h 、 f_{ZL} 、 f_{pt} 、 F_p 、 F_r 、 F_i' 、 f_i' 、 f_{fl} 、 f_{hl} 8 级精度

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_h 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
$\geq 0.5 \sim 2.0$	15.0	f_h	16.0	17.0	19.0	20.0	22.0	25.0	27.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0	20.0	22.0
		F_p	37.0	48.0	57.0	66.0	75.0	83.0	91.0
		F_r	24.0	29.0	34.0	39.0	44.0	48.0	53.0
		F_i'	42.0	50.0	57.0	65.0	72.0	78.0	85.0
		f_i'	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0
$> 2.0 \sim 3.6$	21.0	f_h	18.0	19.0	20.0	22.0	24.0	25.0	29.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	14.0	15.0	16.0	18.0	19.0	21.0	23.0
		F_p	43.0	55.0	65.0	76.0	86.0	95.0	105.0
		F_r	31.0	37.0	43.0	49.0	55.0	60.0	66.0
		F_i'	51.0	60.0	69.0	77.0	85.0	93.0	100.0
		f_i'	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	31.0
$> 3.6 \sim 6.0$	26.0	f_h	20.0	21.0	23.0	24.0	26.0	29.0	31.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	16.0	17.0	18.0	19.0	21.0	23.0	25.0
		F_p	46.0	59.0	70.0	82.0	93.0	103.0	113.0
		F_r	36.0	43.0	49.0	55.0	62.0	68.0	74.0
		F_i'	58.0	68.0	77.0	86.0	95.0	103.0	111.0
		f_i'	30.0	30.0	31.0	32.0	33.0	35.0	36.0
$> 6.0 \sim 10.0$	32.0	f_h	24.0	25.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	19.0	20.0	21.0	22.0	24.0	25.0	27.0
		F_p	50.0	64.0	76.0	88.0	100.0	111.0	122.0
		F_r	41.0	49.0	55.0	62.0	70.0	76.0	83.0
		F_i'	66.0	77.0	87.0	97.0	106.0	115.0	124.0
		f_i'	36.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	42.0
$> 10.0 \sim 16.0$	43.0	f_h	29.0	30.0	31.0	33.0	35.0	37.0	40.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	23.0	24.0	25.0	26.0	28.0	30.0	32.0
		F_p	53.0	69.0	81.0	95.0	107.0	119.0	131.0
		F_r	48.0	56.0	63.0	70.0	78.0	85.0	92.0
		F_i'	78.0	90.0	100.0	111.0	121.0	131.0	140.0
		f_i'	47.0	47.0	48.0	49.0	50.0	52.0	54.0
$> 16.0 \sim 25.0$	56.0	f_h	37.0	38.0	39.0	41.0	43.0	45.0	48.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	29.0	30.0	31.0	33.0	34.0	36.0	38.0
		F_p	57.0	73.0	87.0	101.0	115.0	127.0	140.0
		F_r	54.0	63.0	71.0	79.0	87.0	95.0	102.0
		F_i'	89.0	102.0	113.0	125.0	136.0	146.0	156.0
		f_i'	60.0	60.0	60.0	61.0	61.0	63.0	65.0

表 B.6 蜗杆、蜗轮公差和极限偏差 f_h 、 f_{ZL} 、 f_{pt} 、 F_p 、 F_r 、 F_i' 、 f_i' 、 f_{fl} 、 f_{hL} 8 级精度 (续)

模数 m mm	公差 μm		分度圆直径 d_m mm						
	f_{fl} 值	公差代号	>10~50	>50~125	>125~280	>280~560	>560~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500
>25.0~40.0	73.0	f_h	50.0	51.0	52.0	54.0	56.0	58.0	61.0
		f_{ZL} 或 f_{pt}	39.0	40.0	41.0	43.0	44.0	46.0	48.0
		F_p	61.0	78.0	93.0	108.0	122.0	136.0	149.0
		F_r	63.0	72.0	80.0	88.0	97.0	105.0	113.0
		F_i'	108.0	122.0	133.0	145.0	157.0	168.0	178.0
		f_i'	79.0	81.0	81.0	83.0	83.0	85.0	85.0
			f_{hL}						
模数 m mm			>0.5~2.0	>2.0~3.6	>3.6~6.0	>6.0~10.0	>10.0~16.0	>16.0~25.0	>25.0~40.0
蜗杆头数 Z_1	1~2		16.0	19.0	25.0	32.0	41.0	51.0	62.0
	3~4		18.0	23.0	29.0	38.0	48.0	59.0	73.0
	>4		23.0	28.0	35.0	45.0	57.0	70.0	88.0

B.5 传动的检验与公差

B.5.1 蜗杆副精度检测项目及控制方法

B.5.1.1 蜗杆传动的精度主要以蜗杆副的切向综合误差 $\Delta F_{ic}'$ 、传动的一齿切向综合误差 $\Delta f_{ic}'$ 和传动接触斑点的形状、分布位置和面积大小来评定。它们系配对的蜗杆、蜗轮在精确的安装条件下 (即在蜗杆副单面啮合综合检查仪上), 测量所获得的结果。

蜗杆副切向综合公差、蜗杆副一齿切向综合公差分别按 F_i' 、 f_i' 确定。

B.5.1.2 对于各精度等级, 蜗杆传动各检验项目的公差或极限偏差的数值规定如下:

F_{ic}' 、 f_{ic}' 值按式 (B.1)、式 (B.2) 计算确定:

$$F_{ic}' = \sqrt{F_{i1}'^2 + F_{i2}'^2} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$f_{ic}' = \sqrt{f_{i1}'^2 + f_{i2}'^2} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中的 F_{i1}' 、 F_{i2}' 、 f_{i1}' 、 f_{i2}' 均按蜗杆、蜗轮分度圆直径在表 B.3~表 B.6 中查找对应的 F_i' 、 f_i' 数值。其中, 蜗杆的公差项目 F_{i1}' 和 f_{i1}' 系指蜗杆与标准蜗轮进行啮合检查的公差项目, 我们没有进行定义, 但应使用此值来计算 F_{ic}' 和 f_{ic}' 值。

B.5.1.3 蜗杆副的接触斑点及啮合检查应在蜗杆副正确啮合位置检验, 当蜗杆副为单向啮合传动时, 非接触齿面不进行考核, 接触斑点要求应符合表 B.7 的规定。

表 B.7 传动接触斑点要求

精度等级	接触面积的百分比 (%)		接 触 位 置	
	沿齿高方向	沿齿长方向	蜗 杆	蜗 轮
5	≥ 75	≥ 65	从入口开始接触到喉部附近结束, 出口不得接触	不允许偏重入口和齿根
6	≥ 75	≥ 65		
7	≥ 60	≥ 60		允许偏重入口和齿根
8	≥ 55	≥ 50		

注 1: 蜗杆沿齿长方向接触斑点, 不包括倒坡区。

注 2: 蜗轮沿齿长方向接触斑点, 对于特殊要求的蜗杆副, 允许不少于 20%。

B.5.1.4 传动轴交角极限偏差 $\pm f_{\Sigma}$ 的值见表 B.8。

表 B.8 传动轴交角极限偏差 $\pm f_{\Sigma}$

蜗轮齿宽 B_2 mm	精度等级			
	5	6	7	8
	传动轴交角极限偏差[角]秒 (")			
≤ 30	± 28	± 34	± 41	± 58
$> 30 \sim 50$	± 19	± 23	± 29	± 39
$> 50 \sim 80$	± 13	± 17	± 21	± 28
$> 80 \sim 120$	± 10	± 13	± 16	± 21
$> 120 \sim 180$	± 8	± 10	± 13	± 16
$> 180 \sim 250$	± 7	± 8	± 10	± 13
> 250	± 7	± 8	± 10	± 13

B.5.1.5 蜗杆副传动中心距极限偏差 $\pm f_a$ 列于表 B.9。

表 B.9 传动中心距极限偏差 $+f_a$ 、 $-f_a$

传动中心距 a mm	精度等级	
	5、6	7、8
	传动中心距极限偏差 $+f_a$ μm	
≤ 80	+30	+46
$> 80 \sim 120$	+35	+54
$> 120 \sim 180$	+40	+63
$> 180 \sim 250$	+46	+72
$> 250 \sim 315$	+63	+97
$> 315 \sim 400$	+70	+110
$> 400 \sim 500$	+80	+125
$> 500 \sim 630$	+90	+140
$> 630 \sim 800$	+105	+165
$> 800 \sim 1\ 000$	+125	+195
$> 1\ 000 \sim 1\ 250$	+140	+230

注： $-f_a=0$ 。

B.5.1.6 蜗轮中间平面极限偏差 f_{x2} 列于表 B.10。

表 B.10 蜗轮中间平面极限偏差 $\pm f_{x2}$

精度等级	传动中心距 a mm									
	≥ 80 ~ 120	> 120 ~ 180	> 180 ~ 250	> 250 ~ 315	> 315 ~ 400	> 400 ~ 500	> 500 ~ 630	> 630 ~ 800	> 800 $\sim 1\ 000$	$> 1\ 000$ $\sim 1\ 250$
	蜗轮中间平面极限偏差 $\pm f_{x2}$ μm									
5、6	32	36	40	44	50	56	66	78	90	100
7、8	52	56	63	70	80	92	105	125	140	160

B.5.1.7 蜗杆喉平面极限偏差 f_{x1} 列于表 B.11。

表 B.11 蜗杆喉平面极限偏差±f_{x1}

精度等级	传动中心距 a									
	mm									
	≥80 ~120	>120 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1 000	>1 000 ~1 250
	蜗杆喉平面极限偏差±f _{x1}									
	μm									
5、6	36	40	47	52	56	63	70	80	92	105
7、8	56	64	74	85	92	100	112	130	145	170

B.5.1.8 蜗杆传动侧隙规定:

a) 本标准按蜗杆传动的最小法向侧隙大小, 将侧隙种类分为八种: K8、K7、K6、K5、K4、K3、K2 和 K1。法向侧隙以 K8 为最大, 其他依次减小, K1 为零, 如图 B.1 所示。侧隙种类与精度等级无关。

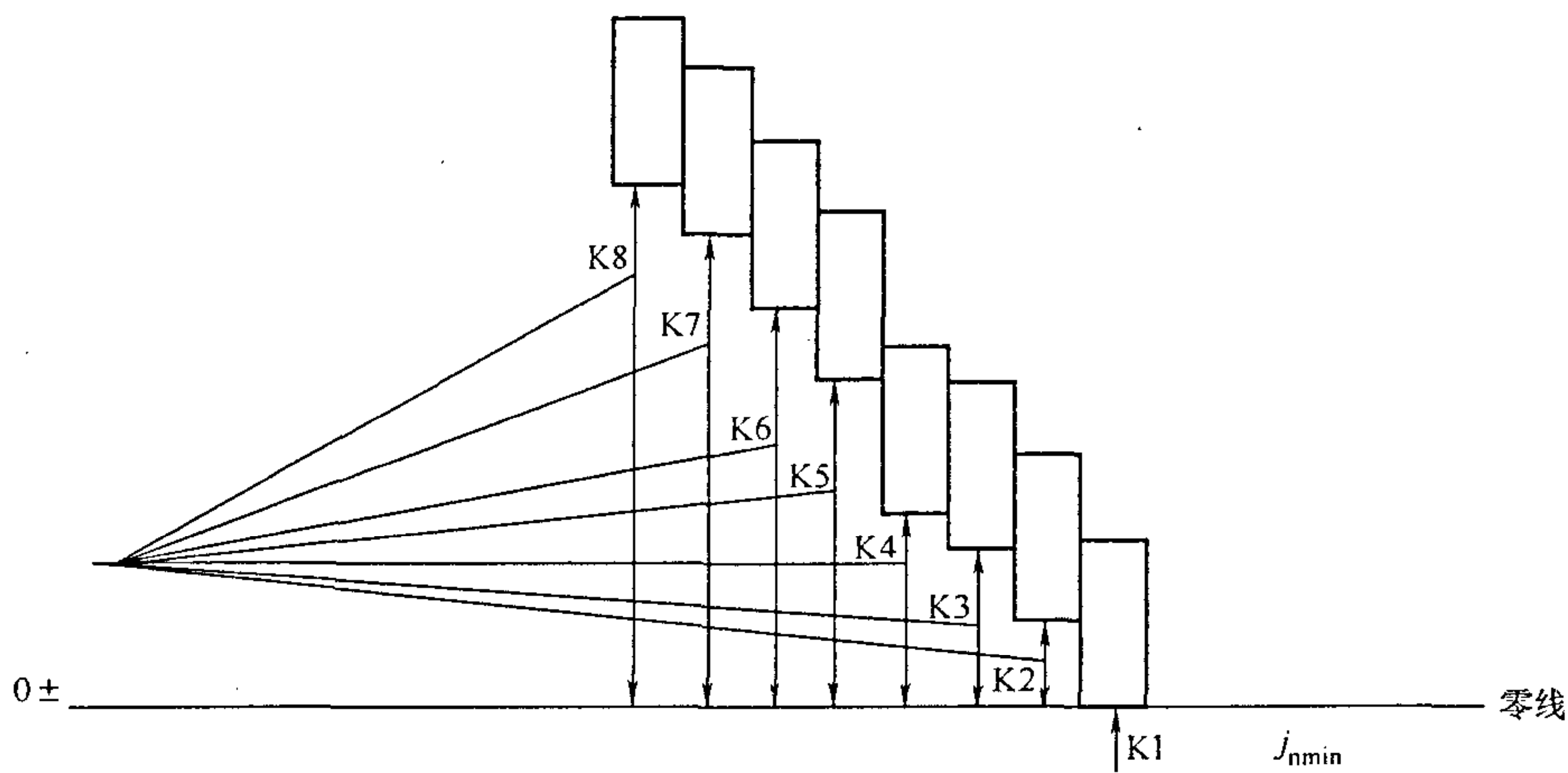


图 B.1 侧隙种类代号

b) 蜗杆传动的侧隙要求, 应根据工作条件和使用要求, 用侧隙种类的代号 (字母) 表示。各种侧隙的最小法向侧隙 J_{nmin} 值, 按表 B.12 的规定。

表 B.12 传动的最小法向侧隙 j_{nmin} 值

传动中心距 a mm	侧隙种类							
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
	传动的最小法向侧隙 j _{nmin} μm							
≤30	0	9	13	21	33	52	84	130
>30~50	0	11	16	25	39	62	100	160
>50~80	0	13	19	30	46	74	120	190
>80~120	0	15	22	35	54	87	140	220
>120~180	0	18	25	40	63	100	160	250
>180~250	0	20	29	46	72	115	185	290
>250~315	0	23	32	52	81	130	210	320
>315~400	0	25	36	57	89	140	230	360
>400~500	0	27	40	63	97	155	250	400
>500~630	0	30	44	70	110	175	280	440
>630~800	0	35	50	80	125	200	320	500
>800~1 000	0	40	56	90	140	230	360	560
>1 000~1 250	0	46	66	105	165	260	420	660

注: 传动的最小圆周侧隙 $j_{tmin} \approx j_{nmin} / \cos \gamma_x \cos \alpha_n$
 式中: γ_x ——蜗杆喉部分度圆导程角; α_n ——蜗杆法向齿形角。

c) 传动的最小法向侧隙由蜗杆齿厚的减薄量来保证, 即取蜗杆齿厚上偏差 $E_{ss1} = -(j_{nmin}/\cos\alpha_n + E_{s\Delta})$, 齿厚下偏差 $E_{si1} = E_{ss1} - T_{s1}$ 。 $E_{s\Delta}$ 为制造误差的补偿部分。最大法向侧隙由蜗杆、蜗轮齿厚公差 T_{s1} 、 T_{s2} 确定。蜗轮齿厚上偏差 $E_{ss2} = 0$, 下偏差 $E_{si2} = -T_{s2}$, 即传动的最大法向侧隙 $j_{nmax} = j_{nmin} + T_{s1} + T_{s2} + E_{s\Delta}$ 。

d) 对各种侧隙种类的侧隙规范数值系蜗杆传动在 20 °C 时的情况。未计入传动发热和传动弹性变形的影响。

B.5.1.9 蜗杆齿厚公差 T_{s1} 按 GB/T 10089 取值, 列于表 B.13。

B.5.1.10 蜗轮齿厚公差 T_{s2} 按 GB/T 10089 取值, 列于表 B.14。

B.5.1.11 蜗杆齿厚上偏差 E_{ss1} 中的误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 按 GB/T 10089 取值, 列于表 B.15 当需要区分齿面时, 面对标记面, 按齿顶在下, 齿根在上的状态观察, 轮齿右侧称为右齿面, 左侧称为左齿面。

表 B.13 蜗杆齿厚公差 T_{s1} 值

模数 m mm	精度等级		
	5~6	7	8
	蜗杆齿厚公差 T_{s1} μm		
$\geq 1 \sim 3.5$	36	45	53
$> 3.5 \sim 6.3$	45	56	71
$> 6.3 \sim 10$	60	71	90
$> 10 \sim 16$	80	95	120
$> 16 \sim 25$	110	130	160

注: 对传动最大法向侧隙 j_{nmax} 无要求时, 允许蜗杆齿厚公差 T_{s1} 增大, 最大不超过两倍。

表 B.14 蜗轮齿厚公差 T_{s2} 值

分度圆直径 d_2 mm	模数 m mm	精度等级		
		5~6	7	8
		蜗轮齿厚公差 T_{s2} μm		
≤ 125	$> 1 \sim 3.5$	71	90	110
	$> 3.5 \sim 6.3$	85	110	130
	$> 6.3 \sim 10$	90	120	140
$> 125 \sim 400$	$> 1 \sim 3.5$	80	100	120
	$> 3.5 \sim 6.3$	90	120	140
	$> 6.3 \sim 10$	100	130	160
	$> 10 \sim 16$	110	140	170
	$> 16 \sim 25$	130	170	210
$> 400 \sim 800$	$> 1 \sim 3.5$	85	110	130
	$> 3.5 \sim 6.3$	90	120	140
	$> 6.3 \sim 10$	100	130	160
	$> 10 \sim 16$	120	160	190
	$> 16 \sim 25$	140	190	230

表 B.14 蜗轮齿厚公差 T_{s2} 值 (续)

分度圆直径 d_2 mm	模数 m mm	精度等级		
		5~6	7	8
		蜗轮齿厚公差 T_{s2} μm		
>800~1 600	>1~3.5	90	120	140
	>3.5~6.3	100	130	160
	>6.3~10	110	140	170
	>10~16	120	160	190
	>16~25	140	190	230
>1 600~2 500	>1~3.5	100	130	160
	>3.5~6.3	110	140	170
	>6.3~10	120	160	190
	>10~16	130	170	210
	>16~25	160	210	260

表 B.15 蜗杆齿厚上偏差 (E_{ss1}) 中的误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值

精度等级	模数 m mm	传动中心距 a mm										
		≥ 50 ~80	>80 ~120	>120 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1 000	>1 000 ~1 250
		误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ μm										
5~6	>1~3.5	32	36	40	45	48	50	56	60	65	75	85
	>3.5~6.3	38	40	45	48	50	56	60	63	70	75	90
	>6.3~10	45	48	50	52	56	60	63	68	75	80	90
	>10~16	—	58	60	63	65	68	71	75	80	85	95
	>16~25	—	—	75	78	80	85	85	90	95	100	110
7	>1~3.5	50	56	60	71	75	80	85	95	105	120	135
	>3.5~6.3	58	63	68	75	80	85	90	100	110	125	140
	>6.3~10	65	71	75	80	85	90	95	105	115	130	140
	>10~16	—	80	85	90	95	100	105	110	125	135	150
	>16~25	—	—	115	120	120	125	130	135	145	155	165
8	>1~3.5	58	63	68	75	80	85	90	100	110	125	140
	>3.5~6.3	75	78	80	85	90	95	100	110	120	130	145
	>6.3~10	90	90	95	100	100	105	110	120	130	140	150
	>10~16	—	110	115	115	120	125	130	135	140	155	165
	>16~25	—	—	150	155	155	160	160	170	175	180	190
9	>1~3.5	90	95	100	110	120	130	140	155	170	190	220
	>3.5~6.3	100	105	110	120	130	140	150	160	180	200	225
	>6.3~10	120	125	130	140	145	155	160	170	190	210	235
	>10~16	—	160	165	170	180	185	190	200	220	230	255
	>16~25	—	—	215	220	225	230	235	245	255	270	290

B.6 图样标注

B.6.1 蜗杆、蜗轮工作图上，应分别标注其精度等级，齿厚极限偏差或相应的侧隙种类代号（或法向弦齿厚偏差）和本标准代号。标注示例如下。

B.6.1.1 蜗杆精度等级为 5 级，法向弦齿厚为标准值、侧隙取 K3 类，标注为：

蜗杆 5 K3 JB/T 9051—2010

B.6.1.2 若蜗杆制造等级为 6 级，但法向弦齿厚为非标准值，如：上偏差为-0.15，下偏差为-0.3；

则标注为：蜗杆 6 $\begin{matrix} -0.15 \\ -0.30 \end{matrix}$ JB/T 9051—2010

B.6.1.3 蜗轮标注方法与蜗杆相同。

B.6.2 蜗杆副应标注出相应的精度等级，侧隙种类代号和本标准代号。

标注示例：

蜗杆副的第一、第二公差组为 8 级，第三公差组为 7 级，最小侧隙为 K6 类。标注为：

蜗杆副 8—8—7 K6 JB/T 9051—2010

蜗杆副三个公差组的精度同为 7 级，侧隙为非标准值，最小侧隙为 0.10，最大侧隙为 0.20，标注为：

蜗杆副 7 $\begin{matrix} +0.20 \\ +0.10 \end{matrix}$ JB/T 9051—2010

附录 C
(资料性附录)
减速器的选用方法和润滑

C.1 减速器的选用条件

选用减速器应知如下条件:

- a) 原动机类型;
- b) 工作机类型;
- c) 负荷性质;
- d) 额定输入功率 P_1 , 单位为 kW 或额定输入转矩 T_1 , 单位为 $N \cdot m$;
- e) 输入转速 n_1 , 单位为 r/min;
- f) 最大输出转矩 T_{2max} , 单位为 $N \cdot m$;
- g) 传动比 i ;
- h) 输入、输出轴相对位置;
- i) 输入、输出轴转向及装配型式;
- j) 每日平均运转时间, 单位为 h;
- k) 每小时启动次数 (启动频率);
- l) 环境温度, 单位为 $^{\circ}C$;
- m) 小时负荷率 J_c , (%);
- n) 输出轴轴端附加载荷, 单位为 N。

C.2 减速器的选用方法

C.2.1 表 A.1 中的额定输入功率 P_1 及表 A.2 中的额定输出转矩 T_2 是在减速器工作载荷平稳, 每日工作 10 h, 每小时启动频率不大于 1 次, 均匀负荷, 无冲击振动, 小时负荷率 100%, 环境温度 $20^{\circ}C$, 浸油润滑, 制造精度 7 级, 风扇冷却, 减速器经过充分跑合的前提下制定的。

C.2.2 已知条件与 C.2.1 规定的工作条件相同时, 可直接由表 A.1 选取所需减速器的规格。

C.2.3 已知条件与 C.2.1 规定的工作条件不同时, 应由式 (C.1) ~ 式 (C.4) 进行修正计算, 再由计算结果中较大的值与表 A.1 或表 A.2 比较选取承载能力相符或偏大的减速器。即用减速器实际输入功率 P_{1w} , 或减速器实际输出转矩 T_{2w} , 乘以工作状态系数进行修正 (见表 C.1~表 C.5), 再与表 A.1、表 A.2 比较进行选用。

计算输入机械功率

$$P_{1w} \geq P_1 w f_2 \dots \dots \dots (C.1)$$

计算输出机械转矩

$$T_{2w} \geq T_2 w f_2 \dots \dots \dots (C.2)$$

计算输入热功率

$$P_{1R} \geq P_1 w f_3 f_4 f_5 \dots \dots \dots (C.3)$$

计算输出热转矩

$$T_{2R} \geq T_2 w f_3 f_4 f_5 \dots \dots \dots (C.4)$$

式中:

P_{1w} ——减速器实际输入功率;

T_{2w} ——减速器实际输出转矩；

f_1 ——使用系数（见表 C.1）；

f_2 ——起动频率系数（见表 C.2）；

f_3 ——环境温度修正系数（见表 C.3）；

f_4 ——减速器安装型式系数（见表 C.4）；

f_5 ——散热能力系数（见表 C.5）。

式 (C.1) 和式 (C.2) 属于机械强度计算，式 (C.3) 和式 (C.4) 属于油温为 100 °C 时的热极限强度计算。如果采用强制的冷却措施（循环油或循环水冷却），使温升限制在允许的范围内，则不需再按式 (C.3) 和式 (C.4) 进行计算。

C.2.4 式 (C.1) ~ 式 (C.4) 中的工作状态系数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 和 f_5 分别列于表 C.1 ~ 表 C.5。

C.2.4.1 表 (C.6) 为减速器的载荷分类。减速器的机器载荷特性，以字母 U、M、H 分别代表均匀负荷、中等冲击负荷、重度冲击负荷。确定载荷特性属性 U、M、H 后再依表 C.1 每日运转小时数，选取使用系数 f_1 。

表 C.1 使用系数 f_1

原动机	每天运行时间 h/d	载 荷 特 性		
		均匀负荷 U	中等冲击负荷 M	重度冲击负荷 H
电动机	间歇 2	0.90	1.00	1.20
汽轮机	≤10	1.00	1.20	1.30
液压马达	≤24	1.20	1.30	1.50

C.2.4.2 由每小时起动频率得到起动频率系数 f_2 ，应符合表 C.2 的规定。

表 C.2 起动频率系数 f_2

每小时起动次数	≤1	2~4	5~9	>10
起动频率系数 f_2	1.0	1.07	1.13	1.18

C.2.4.3 由于环境温度影响而得到一个温度修正系数 f_3 ，应符合表 C.3 的规定。

表 C.3 环境温度修正系数 f_3

环境温度 °C	0~10	>10~20	>20~30	>30~40	>40~50
环境温度修正系数 f_3	0.85	1.0	1.14	1.33	1.6

C.2.4.4 因蜗杆安装位置而影响输入功率的减速器型式系数 f_4 ，应符合表 C.4 的规定。

表 C.4 减速器安装型式系数 f_4

减速器中心距 a mm	减速器安装型式系数 f_4		
	TPU	TPS	TPA
100~250	1.0	1.0	1.2
315~500	1.0	1.0	1.2

C.2.4.5 无风扇的散热能力系数 f_5 ，应符合表 C.5 的规定。

表 C.5 散热能力系数 f_5

无风扇冷却	蜗杆转速 n_1 r/min			
	1 500	1 000	750	500
减速器中心距 a mm	系数 f_5			
100~200	1.59	1.54	1.37	1.33
250~500	1.85	1.80	1.70	1.51

注：有风扇时， $f_5=1$ 。

C.2.4.6 输入转速低于 500 r/min 时，计算输出转矩按 $n_1=500$ r/min 的额定输出转矩选用。

C.2.4.7 当蜗轮轴是两端出轴时，按两端转矩之和选用减速器。

表 C.6 减速器的载荷分类

工作机类型	载荷特性代号	工作机类型	载荷特性代号	工作机类型	载荷特性代号
搅拌机类		重载输送机		货梯	M
纯液体	U	非均匀装料类	M	载人电梯	M
可变密度液体	M	帷裙式	M	施工升降机	M
液固混合物	M	组合式	M	挖塑机	
鼓风机类		带式	M	塑料薄膜	U
离心式	U	多斗式	M	塑料板	U
罗茨	M	刮板式	M	塑料棒	U
叶片式	U	烘箱式	M	塑料管	U
酿造与蒸馏		往复式	H	塑料轮管	U
装瓶机	U	螺旋式	M	吹塑	M
酿造釜（持续负载）	U	振动式	H	预增塑剂	M
蒸煮器	U	起重机类		风机类	
磨碎槽（持续负载）	U	主卷扬	U	离心式	U
磅秤斗料（频繁起动）	M	小车行走	*	冷却塔吹风机	*
罐装机类	U	大车行走	*	吸风机	M
制糖机		干坞起重机		大型（矿山等使用）	M
甘蔗刀	1.5	主卷扬	1.00	大型（工业用）	M
粉碎机	1.5	辅助卷扬	1.00	轻型（小直径）	U
轧糖机	2.0	船舱（俯仰式）	1.00	送料机	
自卸车	H	回转（摆动）	1.25	帷裙式	M
汽车拆卸器	M	轨道行走（驱动轮）	1.50	带式	M
制陶机械		破碎机		盘式	U
压砖机	H	矿石	H	往复式	H
制坯机	H	石头	H	螺旋式	M
制陶机	M	糖	1.50	食品工业	
和泥磨	M	挖泥机		带式切片机	M
压缩机		电缆卷筒	M	谷物蒸煮器	U
离心式	U	输送机	M	和面机	M
罗茨	M	刀头驱动	H	磨肉机	M
往复式（多缸）	M	簸筛驱动	H	发电机（非电焊机）	U
往复式（单缸）	H	机动绞车	M	锤磨机	H
均载输送机		泵	H	洗衣房	
装料		网筛驱动	M	洗衣机	M
帷裙式	U	码垛机	M	滚筒式	M
组合式	U	通用绞车	M	天轴	
带式	U	升降机		驱动加工设备	M
多斗式	U	斗式（均载）	U	轻型	U
链条式	U	斗式（重载）	M	其他天轴	U
刮板式	U	斗式（持续）	U	木材工业	*
烘箱式	U	离心卸料	U	机床	
螺旋式	U	自动扶梯	U	弯板机	M

表 C.6 减速器的载荷分类 (续)

工作机类型	载荷特性代号	工作机类型	载荷特性代号	工作机类型	载荷特性代号
冲床 (齿轮驱动)	M	造纸厂 (见注)		锤式粉碎机	H
切口冲床 (带驱动)	H	搅拌机	M	回转窑	H
刨床	*	纯液搅拌机	U	筒形磨机	H
攻丝机		剥离鼓	H	木材加工机械	
其他机床		机械剥离鼓	H	剥皮机	H
主驱动	M	打浆机	M	刨床	M
辅助驱动	U	碎料叠垛	U	锯床	M
金属轧制		碾光机	U	木材加工机床	U
拔丝机拖架和主驱动	M	破碎机	H	碾光机	1.50
夹送辊、干料辊、洗	*	碎料输送机	M	挤光机	1.50
涤辊		覆膜滚压	U	a) 变速驱动	1.50
逆转纵切机	M	干燥机		b) 恒速驱动	1.75
台式输送机非逆转		造纸机	U	印刷机	*
成组驱动	M	输送机式	U	泵机	
单独驱动	H	窑驱动	M	离心泵	U
拔丝机和平整机	M	碎浆机	2.00	定量泵	M
绕丝机	M	筛滤机		往复泵	
冷轧机	H	碎料	M	三缸式多缸单作用泵	M
连铸成套设备	H	旋转式	M	两缸式多缸双作用泵	M
冷床	M	浓缩机		回转泵	
棒料剪切机	H	(交流电动机)	M	齿轮泵	U
重型和中型板轧机	H	(直流电动机)	U	叶片泵、滑片泵	U
钢坯初轧机	H	塑料工业		橡胶工业	
钢坯剪切机	H	转筒式内搅拌站		转筒式内搅拌	
钢坯转运机械	H	a) 分批搅拌机	1.75	a) 分批搅拌机	1.75
推钢机	H	b) 连续搅拌机	1.50	b) 连续搅拌机	1.50
推床	H	连续给料、存料、混	1.25	搅拌磨—2 平辊	1.50
剪板机	H	料磨		(如果用瓦楞辊, 则使用	
辊式矫直机	M	多仓磨	1.25	和碾碎机、热炼机相同的工	
辊道 (重型)	H	回转式磨机类		况系数)	
辊道 (轻型)	M	球磨机和锤磨机	2.00	分批加料磨—2 平辊	1.50
薄板轧机	H	直齿齿圈传动	2.50	碾碎机—2 平辊; 1 瓦	1.75
焊管机	H	斜齿齿圈传动	1.50	楞辊	
轧辊调整装置	M	直联	2.00	碾碎机 1 瓦楞辊	2.00
焊接机	M	水泥窑	M	混料磨—2 辊	1.25
线材拉拔机	M	转筒	H	均料机—2 辊	1.50
建筑机械		石料、瓷土料加工机床		金属加工机床	
卷扬机	M	球磨机	H	剪床	M
混凝土搅拌机	M	挤压粉碎机	H	薄板弯板机	M
路面建筑机械	M	破碎机	M	压力机床	H
回转窑	M	压砖机	H	冲床	H

表 C.6 减速器的载荷分类 (续)

工作机类型	载荷特性代号	工作机类型	载荷特性代号	工作机类型	载荷特性代号
钢板矫直机床	H	螺旋脱水器	M	漂染	M
金属刨削机床	H	浮渣破碎器	M	传送运输机类	
机床主要传动装置	M	快/慢搅拌器	M	平板输送机	M
机床辅助装置	U	浓缩器	M	平衡块升降	M
锻锤	H	真空过滤器	M	槽式输送机	M
锻造压力机	H	筛子		带式输送机 (散装)	U
动力轴	U	气洗筛	U	带式输送机 (大件)	M
石油工业机械		转石	M	筒式面粉输送机	U
旋转钻井设备	H	进水滤网	U	链式输送机	M
输油管油泵	M	板坯推料机	M	环式输送机	M
挖泥机		炉排加炼机	U	货物升降机	M
筒式输送机	H	纺织工业		卷扬机	M
筒式转向轮	H	配料器	M	连杆式输送机	M
挖泥机	H	碾光机	M	载人升降机	M
行走齿轮传动装置 (铁轨)	M	梳理机	M	螺旋式输送机	M
碾光机	1.50	干桶	M	绞车	M
混砂机	M	烘干机	M	钢带式输送机	M
污水处理设备		染布机	M	链式槽型输送机	M
篦子筛	U	针织机	*	水处理设备	
化学输液器	U	织布机	M	通风器	M
集液器	U	轧布机	M	螺杆泵	M
		拉毛机	M		

注: U: 均匀载荷; M: 中等冲击载荷; H: 严重冲击载荷; *为向工厂了解现场工况。

C.3 校验减速器输出轴轴伸悬臂负荷

C.3.1 减速器输出轴轴伸装有齿轮、链轮、V带轮或平带轮时, 则需校验轴伸悬臂负荷。按式 (C.5) 计算轴伸悬臂负荷:

$$F_{RC} \leq \frac{2T_{2w}f_1}{D} f_7 \dots \dots \dots (C.5)$$

式中:

F_{RC} ——轴伸悬臂负荷, 单位为牛 (N);

T_{2w} ——减速器实际输出转矩, 单位为牛·米 (N·m);

f_1 ——工况系数, (见表 C.1: 先由表 C.6 确定载荷特性代号 U、M、H, 再按表 C.1 每日运转小时数, 确定使用系数 f_1);

D ——齿轮、链轮、V带轮或平带轮节圆直径, 单位为米 (m);

f_7 ——悬臂负荷系数 (见表 C.7)。

表 C.7 悬臂负荷系数 f_7

连接型式	悬臂系数 f_7
链轮 (单排)	1.00
链轮 (双排)	1.25
齿轮	1.25
V带轮	1.50
平带轮	2.50

C.3.2 校验轴伸悬臂负荷:

$$F_{RC} \leq F_r \dots\dots\dots (C.6)$$

式中:

F_r ——许用轴伸悬臂负荷 (见表 A.4)。

C.3.3 选用示例:

已知: 需要一台 TPU 蜗杆减速器驱动卷扬机, 减速器为标准型式, 风扇冷却, 原动机为电动机, 输入转速 n_1 为 1 000 r/min, 公称传动比 $i=20$, 最大输出转矩 $T_{2max}=4\ 950\ N \cdot m$, 输入功率 $P_1=15\ kW$, 输出轴轴伸悬臂负荷 $F_{RC}=5\ 520\ N$, 每天工作 8 h, 每小时起动 15 次, 有冲击负荷, 双向运动, 每次运转时间 3 min, 环境温度 20 °C, 制造精度 7 级。

由表 C.1: 每天工作 8 h, 有冲击, 使用系数 $f_1=1.2$ 。

由表 C.2: 每小时起动 15 次, 起动频率系数 $f_2=1.18$ 。

由表 C.3: 环境温度修正系数 $f_3=1$ 。

由表 C.4: 减速器安装型式系数 $f_4=1$ 。

由表 C.5: 散热能力系数 $f_5=1$ 。

按式 (C.1) 进行计算得 $P_{11} \geq P_{1w} f_1 f_2 = 15\ kW \times 1 \times 1.18 = 17.7\ kW$ 。

按式 (C.3) 进行计算得 $P_{1R} \geq P_{1w} f_3 f_4 f_5 = 15\ kW \times 1 \times 1 \times 1 = 15\ kW$ 。

由表 A.1 查出减速器为 $\alpha=160$; $i=20$; $n_1=1\ 000\ r/min$; $P_1=19.58\ kW$, 略大于计算值, 符合要求。

由表 A.4 查出 $F_r=20\ 000\ N$, 大于要求值, 符合要求。

由表 A.2 查出 $T_2=3\ 253\ N \cdot m$ 。

$T_{2max}=T_2 \times 3 = 3\ 253\ N \cdot m \times 3 = 9\ 759\ N \cdot m > 4\ 950\ N \cdot m$, 符合要求。

选型结果: 减速器 TPU 160—20—1F JB/T 9051—2010

C.4 减速器的润滑

C.4.1 蜗杆、蜗轮啮合一般采用浸油润滑。对于 TPS、TPA 两种型式, 液面与蜗杆轴线重合。TPU 型式油面到达蜗轮轴轴承下部滚柱部位。当啮合滑动速度 $v > 10\ m/s$ 时, 采用喷油润滑, 润滑油牌号推荐采用 N320 及 N460 合成蜗轮蜗杆油。 v 值可从表 A.5 中查取。

C.4.2 在通常情况下, 可根据滑动速度的大小, 按表 C.8 选择润滑油牌号。

表 C.8 润滑油

适用滑动速度 m/s	蜗 轮 油 牌 号	粘 度 cSt/40°C
>1.0~2.5	N460 蜗轮油	506~414
>2.5~5.0	N320 蜗轮油	352~288
>5.0~10.0	N320 蜗轮油	352~288
>10.0	N320 蜗轮油	352~288

C.4.3 润滑油不允许采用极压齿轮油, 以免浸蚀铜轮缘。

C.4.4 减速器的润滑油量按油标中心线注入。

C.4.5 对由于结构原因或转速较低而无法采用稀油润滑的轴承应采用锂基润滑脂润滑。

附录 D
(资料性附录)
减速器的安装、使用和维护

D.1 减速器的安装

D.1.1 减速器输入轴直接与原动机连接时,推荐采用弹性联轴器,减速器输出轴直接与工作机连接时,推荐采用齿式联轴器,安装时不能用锤击。

D.1.2 减速器应牢固地安装在稳定的基础上,加油和排油方便,且空气流畅。

D.1.3 减速器和原动机、工作机之间必须仔细对中,其误差不得大于所用联轴器的允许值。

D.1.4 减速器安装完毕后,用手转动必须灵活,无卡死现象。

D.1.5 安装时,应检查蜗轮齿面的接触斑点,必须满足表 B.7 传动接触斑点的要求,如发现故障应及时排除。

D.1.6 安装好的减速器在正式使用之前,应进行空载跑合和逐级加载跑合,按额定载荷的 25%、50%、75%和 100%逐级加载,每级载荷运转时间不少于 2 h,确认一切正常后方可正常使用。

D.1.7 减速器正常使用时,润滑油的最高油温不得超过 100 ℃。

D.1.8 减速器润滑油的注油量以油标中心线为界。

D.2 减速器润滑油的更换期

D.2.1 新减速器(或更换新蜗杆副)第一次使用时,当运转 7 d~14 d 后,必须更换新润滑油;在以后的使用过程中应定期检查油的质量,对于含有杂质或已老化的变质油,必须及时更换。

一般情况下,长期连续工作的减速器,运行一年应换一次油。而每天工作时间不超过 8h 的减速器,可两年更换一次。

D.2.2 更换的新油必须和原来的油牌号相同,不应把不同牌号和不同类型的油相混合。

D.2.3 注入新油之前,把和运转时所使用的相同型号的油加热,然后用它将蜗轮、蜗杆和减速器内清洗洁净。

D.2.4 减速器在运转过程中如发现油温超过 100 ℃以及产生不正常的噪声等现象时,应停止使用并检查、分析原因。如因齿面胶合等原因所致,必须排除故障,更换润滑油后,方可继续使用。

D.3 减速器的维护

D.3.1 减速器应定期检修,发现擦伤、胶合及显著磨损,必须采取有效措施制止。备件必须按标准要求制造,保证质量。更换的蜗杆副必须经过跑合和负荷试车后再正式投入使用。

D.3.2 使用单位应制定合理的使用维护规章制度,对减速器的运转情况和检验中发现的问题应作详细记录。