

第16篇 减速器、变速器

主要撰稿 韩学铨 张辰玲

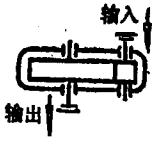
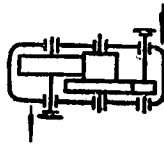
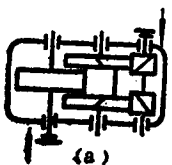
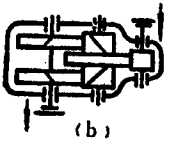
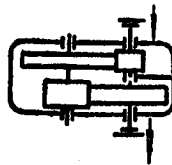
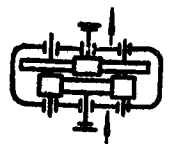
审 稿 王省三 王德夫 刘福祐

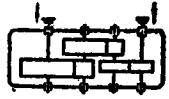
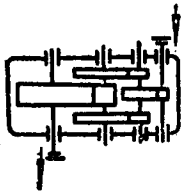
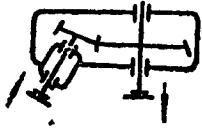
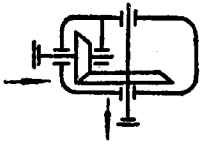
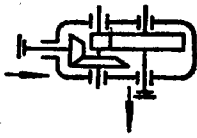
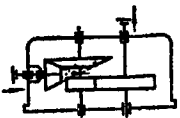
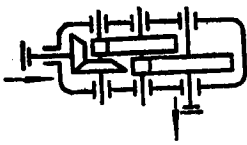
第 1 章 减 速 器

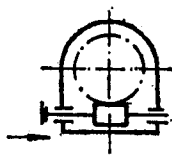
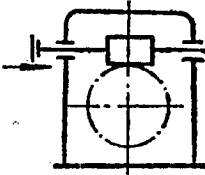

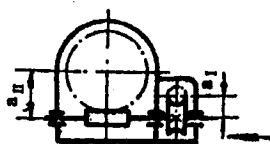
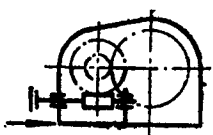
1 减速器设计一般资料

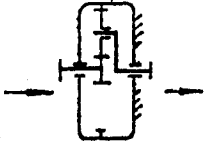
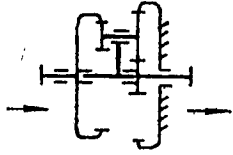
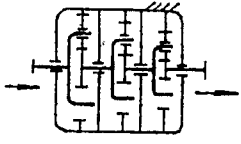
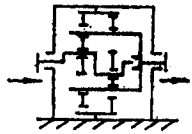
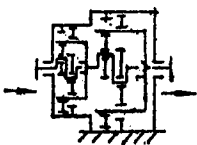
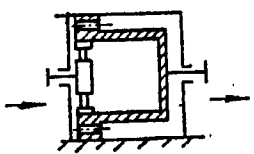
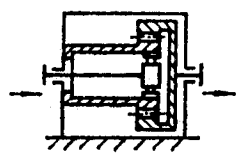
1.1 常用减速器的分类、型式及其应用范围^[1,5]

表 16-1-1

类别	级数	传动简图	推荐传动比范围	特点及应用	
圆柱齿轮减速器	单级		$i \leq 8 \sim 10$	轮齿可制成直齿、斜齿和人字齿。传动轴线平行。结构简单，精度容易保证。应用较广。直齿一般用在圆周速度 $v \leq 8\text{m/s}$ ，轻负荷场合；斜齿、人字齿，用在圆周速度 $v = 25 \sim 50\text{m/s}$ 、重负荷场合，但也用于重载低速。	
	两级	展开式		$i = 8 \sim 60$	是两级减速器中最简单的一种。齿轮相对于轴承位置不对称，当轴产生弯曲变形时，载荷在齿宽上分布不均匀，因此，轴应设计得具有较大的刚度，并尽量使高速级齿轮远离输入端。高速级可制成斜齿，低速级可制成直齿。相对于分流式讲，用于载荷较平稳的场合。
		分流式		$i = 8 \sim 60$	与展开式相比，齿轮与轴承对称布置，因此载荷沿齿宽分布均匀，轴承受载亦平均分配，中间轴危险截面上的扭矩相当于轴所传递扭矩之半。 图a高速级采用人字齿，低速级可制成人字齿或直齿。结构较复杂，用于变载荷场合。 图b高速级采用人字齿，低速级采用两对斜齿，但扭矩较大的低速级其载荷分布不如图a的均匀，因此不宜用于变载荷下工作，且使用不多。
					
		同轴线式		$i = 8 \sim 60$	箱体长度较小，当速比分配适当时，两对齿轮浸入油中深度大致相同。但减速器轴向尺寸和重量较大，高速级齿轮的承载能力难于充分利用。中间轴承润滑困难。中间轴较长，刚性差，载荷沿齿宽分布不匀。由于两伸出轴在同一轴线上，在很多场合能使设备布置更为方便。
同轴分流式		啮合轮齿仅传递全部载荷的一半，输入和输出轴只受扭矩。中间轴只受全部载荷的一半，故与传递同样功率的其它减速器相比，轴径尺寸可缩小。			

类别	级数	传动简图	推荐传动比范围	特点及应用
圆柱齿轮减速器	三		$i = 40 \sim 400$	同两级展开式
	级			同两级分流式
圆锥、圆锥-圆柱	单		$i = 8 \sim 10$	轮齿可制成直齿、斜齿、螺旋齿。两轴线垂直相交或成一定角度相交 (大于或小于 90°)。制造安装较复杂, 成本高, 所以仅在设备布置上必要时才应用
	级			
圆柱齿轮减速器	两		直齿圆锥齿轮: $i = 8 \sim 22$ 斜齿及螺旋齿圆锥齿轮: $i = 8 \sim 40$	圆锥-圆柱齿轮减速器特点同单级圆锥齿轮减速器。圆锥齿轮应在高速级, 使齿轮尺寸不至太大, 否则加工困难。圆柱齿轮可制成直齿或斜齿
	级			
	三		$i = 25 \sim 208$	同两级圆锥-圆柱齿轮减速器

类别	级数	传动简图	推荐传动比范围	特点及应用
蜗杆、齿轮—蜗杆减速器	单级	蜗杆下置式 	$i = 8 \sim 80$ 传递功率较大时, $i \leq 30$	蜗杆在蜗轮下边, 啮合处冷却和润滑都较好, 蜗杆轴承润滑也方便, 但当蜗杆圆周速度太大时, 搅油损耗较大。一般用于蜗杆圆周速度 $v < 5 \text{ m/s}$
		蜗杆上置式 		蜗杆在蜗轮上边, 装卸方便, 蜗杆圆周速度可高些, 而且金属屑等杂物掉入啮合处机会少。当蜗杆圆周速度 $v > 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时, 最好采用此型式
		蜗杆侧置式 		蜗杆在旁边, 且蜗轮轴是垂直的, 一般用于水平旋转机构的传动 (如旋转起重机)
	两级	蜗杆—蜗杆 	$i = 43 \sim 3600$	传动比大, 结构紧凑, 但效率较低。为使高速级和低速级传动浸入油中深度大致相等, 应使高速级中心距 a_1 约为低速级中心距 a_2 的 $\frac{1}{2}$ 左右
		齿轮—蜗杆 	$i = 15 \sim 480$	有齿轮传动在高速级和蜗轮传动在高速级两种型式。前者结构紧凑, 后者效率较高

类别	级数	传动简图	推荐传动比范围	特点及应用
行星齿轮减速器	单级		$i=2\sim 12$	传动效率可以很高,单级达96~99%;传动比范围广;传动功率可从12W至50000kW;承载能力大;工作平稳;体积和重量比普通齿轮、蜗杆减速器小得多。结构较复杂,制造精度较高,广泛用于要求结构紧凑的动力传动中
	两级		$i=25\sim 2500$	
	三级		$i=100\sim 1000$	
摆线针轮减速器	单级		$i=11\sim 87$	传动比大;传动效率较高;结构紧凑,相对体积小,重量轻;通用于中、小功率,适用性广,运转平稳,噪音低。结构复杂,制造精度较高,广泛用于动力传动中
	两级		$i=121\sim 7569$	
谐波齿轮减速器	单级		50~500 刚轮固定	传动比大,范围宽;在相同条件下可比一般齿轮减速器的元件少一半,体积和重量可减少20~50%;承载能力大;运动精度高;可采用调整波发生器达到无侧隙啮合;运转平稳;噪音低;可通过密封壁传递运动;传动效率高且传动比大时,效率并不显著下降。主要零件柔轮的制造工艺较复杂。主要用于小功率、大传动比或仪表及控制系统中
			50~500 柔轮固定	

1.2 圆柱齿轮减速器标准中心距(GB10090—88)

表 16-1-2

一级减速器和二级同轴式减速器														
63	(67)	71	(75)	80	(85)	90	(95)	100	(106)	112	(118)	125	(132)	140
(150)	160	(170)	180	(190)	200	(212)	224	(236)	250	(265)	280	(300)	315	(335)
355	(375)	400	(425)	450	(475)	500	(530)	560	(600)	630	(670)	710	(750)	800
(850)	900	(950)	1000	(1060)	1120	(1180)	1250	(1320)	1400	(1500)				
二级减速器														
低速级 a_{II}	100	(106)	112	(118)	125	(132)	140	(150)	160	(170)	180	(190)	200	
高速级 a_I	71	(75)	80	(85)	90	(95)	100	(106)	112	(118)	125	(132)	140	
总中心距 a	171	(181)	192	(203)	215	(227)	240	(256)	272	(288)	305	(322)	340	
低速级 a_{II}	(212)	224	(236)	250	(265)	280	(300)	315	(335)	355	(375)	400	(425)	
高速级 a_I	(150)	160	(170)	180	(190)	200	(212)	224	(236)	250	(265)	280	(300)	
总中心距 a	(362)	384	(406)	430	(455)	480	(512)	539	(571)	605	(640)	680	(725)	
低速级 a_{II}	450	(475)	500	(530)	560	(600)	630	(670)	710	(750)	800	(850)	900	
高速级 a_I	315	(335)	355	(375)	400	(425)	450	(475)	500	(530)	560	(600)	630	
总中心距 a	765	(810)	855	(905)	960	(1025)	1080	(1145)	1210	(1280)	1360	(1450)	1530	
低速级 a_{II}	(950)	1000	(1060)	1120	(1180)	1250	(1320)	1400						
高速级 a_I	(670)	710	(750)	800	(850)	900	(950)	1000						
总中心距 a	(1620)	1710	(1810)	1920	(2030)	2150	(2270)	2400						
三级减速器														
低速级 a_{III}	140	(150)	160	(170)	180	(190)	200	(212)	224	(236)	250	(265)		
中速级 a_{II}	100	(106)	112	(118)	125	(132)	140	(150)	160	(170)	180	(190)		
高速级 a_I	71	(75)	80	(85)	90	(95)	100	(106)	112	(118)	125	(132)		
总中心距 a	311	(331)	352	(373)	395	(417)	440	(468)	496	(524)	555	(587)		
低速级 a_{III}	280	(300)	315	(335)	355	(375)	400	(425)	450	(475)	500	(530)		
中速级 a_{II}	200	(212)	224	(236)	250	(265)	280	(300)	315	(335)	355	(375)		
高速级 a_I	140	(150)	160	(170)	180	(190)	200	(212)	224	(236)	250	(265)		
总中心距 a	620	(662)	699	(741)	785	(830)	880	(937)	989	(1046)	1105	(1170)		
低速级 a_{III}	560	(600)	630	(670)	710	(750)	800	(850)	900	(950)	1000	(1060)		
中速级 a_{II}	400	(425)	450	(475)	500	(530)	560	(600)	630	(670)	710	(750)		
高速级 a_I	280	(300)	315	(335)	355	(375)	400	(425)	450	(475)	500	(530)		
总中心距 a	1240	(1325)	1395	(1480)	1565	(1655)	1760	(1875)	1980	(2095)	2210	(2340)		
低速级 a_{III}	1120	(1180)	1250	(1320)	1400									
中速级 a_{II}	800	(850)	900	(950)	1000									
低速级 a_I	560	(600)	630	(670)	710									
总中心距 a	2480	(2630)	2780	(2940)	3110									

注：无括号的数值为第1系列，括号中数值为第2系列，应优先选用第1系列。

1.3 减速器传动比的分配及计算

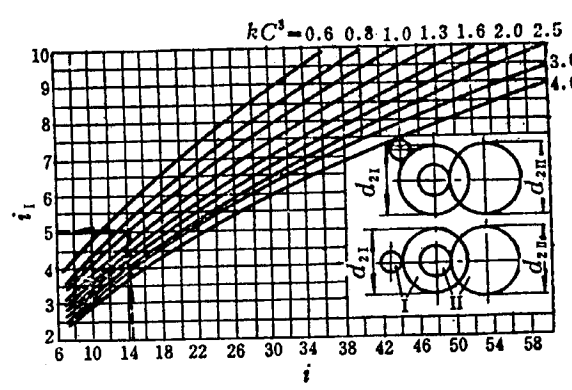
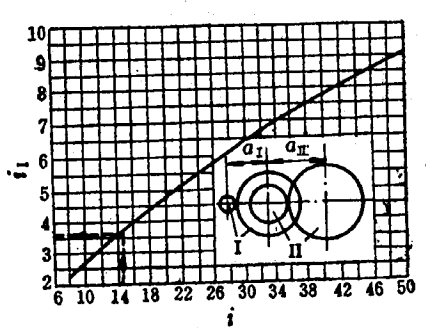
分配原则：

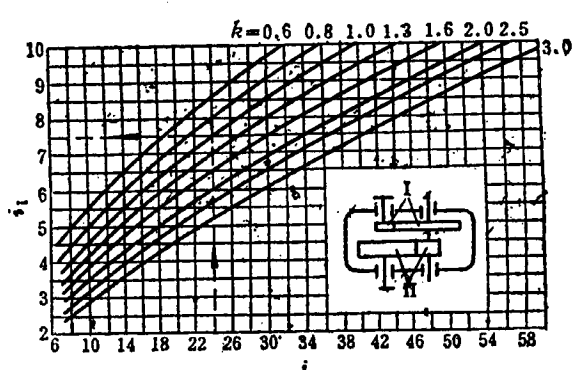
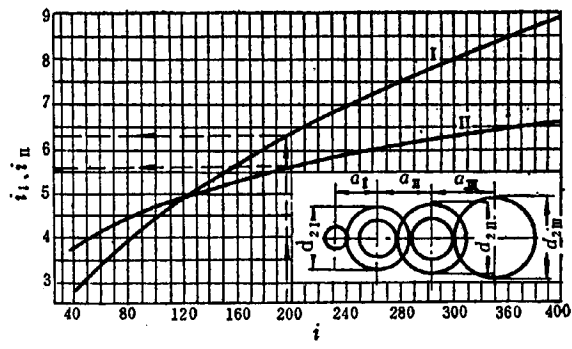
1. 使各级传动的承载能力大致相等（齿面接触强度大致相等）；
2. 使减速器能获得最小外形尺寸和重量；
3. 使各级传动中大齿轮的浸油深度大致相等，润滑最为简便。

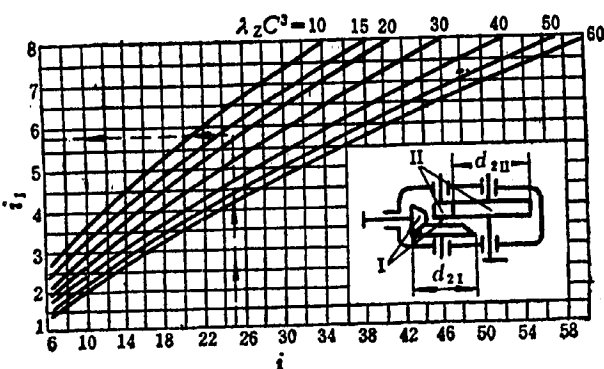
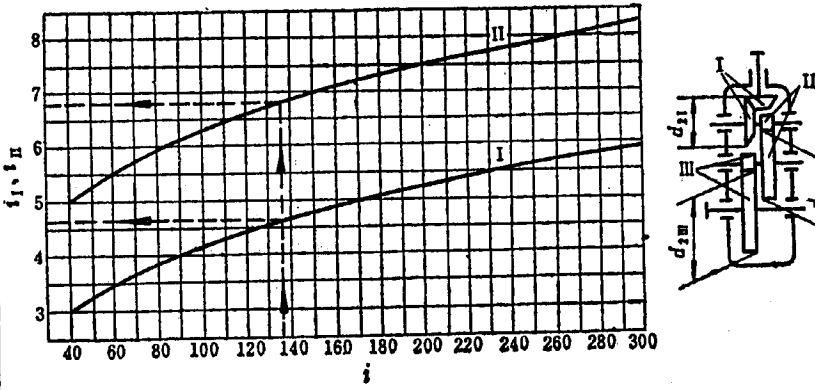
根据此原则不同类型减速器传动比的分配见表16-1-3。

表 16-1-3

传动比分配计算

减速器类型	计 算 公 式	说 明
圆 柱 展 开 式 与 分 流 式 减 速 器	<p>1. 按齿面接触强度相等、减速器具有最小的外形尺寸和较有利的润滑条件的原则,总传动比<i>i</i>与高速级传动比<i>i</i>_I由下式计算或按图a确定:</p> $kC^3 \cdot \frac{(i_I + 1)i_I^4}{(i + i_I)i^2} = 1$ <p>式中:</p> $k = \frac{\varphi_{d2}}{\varphi_{d1}} \cdot \frac{d_{H11mI}^2}{d_{H11mI}^2}; C = \frac{d_{2I}}{d_{2I}}$ <p>(一般取<i>C</i>=1~1.3; <i>C</i>>1,高速级大齿轮不接触齿面;则可减少润滑油的搅动损失; <i>C</i>=1,则减速器的外形尺寸最小,两大齿轮将以相同深度浸入油池)</p>  <p>(a)</p>	<p><i>i</i>——总传动比; <i>i</i>_I——高速级传动比; <i>i</i>_{II}——低速级传动比; $\varphi_{d1}, \varphi_{d2}$——高、低速级齿宽系数(减速器具有最小外形时), $\varphi_d = \frac{b}{a_1}$; <i>d</i>₁——小齿轮直径; $\varphi_{d1}, \varphi_{d2}$——高、低速级齿宽系数(减速器具有标准中心距时), $\varphi_d = \frac{b}{a}$; <i>b</i>——齿宽; <i>a</i>——中心距; $\sigma_{H11mI}, \sigma_{H11mII}$——高、低速级齿轮的接触疲劳极限; <i>d</i>_{2I}, <i>d</i>_{2II}——高、低速级大齿轮分度圆直径}</p>
	<p>2. 按齿面接触强度相等,减速器具有标准中心距系列时,减速器传动比的分配按下列公式计算:</p> $i_I = \frac{i - \frac{a_{II}}{a_I} \sqrt[3]{k_I}}{\frac{a_{II}}{a_I} \sqrt[3]{k_I} - 1}$ <p>式中 $k = \frac{\varphi_{d2}}{\varphi_{d1}} \cdot \frac{C_{H11mI}^2}{\sigma_{H11mI}^2}$</p> <p>推荐 $\frac{a_{II}}{a_I} = 1.56 \sim 1.6$; 当 $\frac{a_{II}}{a_I} = 1.58, k = 1$ 时,传动比分配可由图b查得</p>  <p>(b)</p> <p>2. 按齿面接触强度相等,并具有最小传动中心距<i>a</i>_{m1n}时,减速器传动比的分配按下式计算:</p> $i_{II} = 2 \frac{\sqrt[3]{i^2 + i} \sqrt[3]{k}}{\sqrt[3]{i_2} + \sqrt[3]{k}}$ <p>式中 <i>k</i>——同上式</p>	

减速器类型	计 算 公 式	说 明
两 同 轴 线 式 级 式 柱 齿 轮 减 速 器	<p>1. 要求齿面接触强度相等总传动比<i>i</i>与高速级传动比<i>i</i>_I按下式计算或按图选取:</p> $k \left(\frac{i_I + 1}{i + i_I} \right)^4 \cdot i \cdot i_I = 1$ <p>式中 <i>k</i>——同上式</p>  <p>2. 要求高、低速级的大齿轮浸入油中深度大致相近时, 则推荐按下式计算:</p> $i_I = \sqrt{i} - (0.01 \sim 0.05) i$	
三 级 柱 齿 轮 减 速 器	<p>按等强度条件, 并获得较小的外形尺寸和重量时, 传动比分配可按图选取:</p>  <p>例: 试分配 $i = 196$ 的三级圆柱齿轮减速器的传动比。由图查得 $i_I = 6.3$, $i_{II} = 5.6$, 则低速级传动比 i_{III} 为:</p> $i_{III} = \frac{i}{i_I \cdot i_{II}} = \frac{196}{6.3 \times 5.6} = 5.55$	

减速器类型	计算公式	说明
圆锥圆柱齿轮	<p>1. 按等强度条件, 并获得最小的外形尺寸, 传动比分配按下式计算或按图选取:</p> $\lambda_z C^3 \frac{i_1^4}{i^2(i+i_1)} = 1$ <p>式中 $\lambda_z = \frac{2.25\varphi_a\sigma_H^2 i_{1m} II}{(1-\varphi_R)\varphi_R\sigma_H^2 i_{1m} I}$ (λ_z值必须给定)</p> $C = \frac{d_{2II}}{d_{2I}} \text{ (一般取 } C=1\sim 1.4, \text{ 为使减速器尺寸最小, 取 } C=1\sim 1.1)$  <p>2. 为了避免圆锥齿轮过大, 制造困难, 推荐 $i_1 \approx 0.25i$, 且 $i_1 \leq 3$; 当要求浸入油池中的深度相近时, 可取 $i_1 \approx 3.5\sim 4$</p>	<p>φ_a——圆柱齿轮齿宽系数 $(\varphi_a = \frac{b}{a})$; φ_R——圆锥齿轮齿宽系数 $(\varphi_R = \frac{b}{R})$; b——齿宽, R——锥距); d_{2I}, d_{2II}——圆锥、圆柱齿轮副中大齿轮直径</p>
三级	<p>按等强度条件, 并获得最小外形尺寸和重量, 传动比分配可按图选取:</p>  <p>例: 分配 $i = 135$ 减速器的传动比。由图 $i_I = 4.6, i_{II} = 6.8$,</p> $\text{则 } i_{III} = \frac{i}{i_I \cdot i_{II}} = \frac{13.5}{4.6 \times 6.8} = 4.32$	
蜗杆减速器	<p>为满足两级中心距符合 $a_I \approx \frac{a_{II}}{2}$ 的关系, 通常取:</p> $i_I = i_{II} = \sqrt{i}$	

减速器类型	计算公式	说明
齿杆 轮减 速器 两级	因齿轮传动布置在高速级, 为获得紧凑的箱体结构和便于润滑, 通常取其中齿轮传动比 $i_I \leq 2 \sim 2.5$ 。如要求 $i_I > 2.5$ 时, 则齿轮副应采用淬硬齿轮, $i_{II} = 8 \sim 80$	
蜗轮 杆减 速器 两级	因齿轮传动布置在低速级, 为使蜗杆传动有较高的效率, 应取 $i_{II} = (0.03 \sim 0.06)i$	

表 16-1-4

公称传动比(GB10090-88)

一级减速器	1.25	1.4	1.6	1.8	2	2.24	2.5	2.8	3.15	3.55	4	4.5
	5	5.6	6.3	7.1								
二级减速器	6.3	7.1	8	9	10	11.2	12.5	14	16	18	20	22.4
	25	28	31.5	35.5	40	45	50	56				
三级减速器	22.4	25	28	31.5	35.5	40	45	50	56	63	71	80
	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	31.5

注: 减速器的实际传动比与公称传动比的相对偏差 Δi , 一级减速器 $|\Delta i| \leq 3\%$; 二级减速器 $|\Delta i| \leq 4\%$; 三级减速器 $|\Delta i| \leq 5\%$ 。

1.4 减速器的结构尺寸

减速器的基本结构

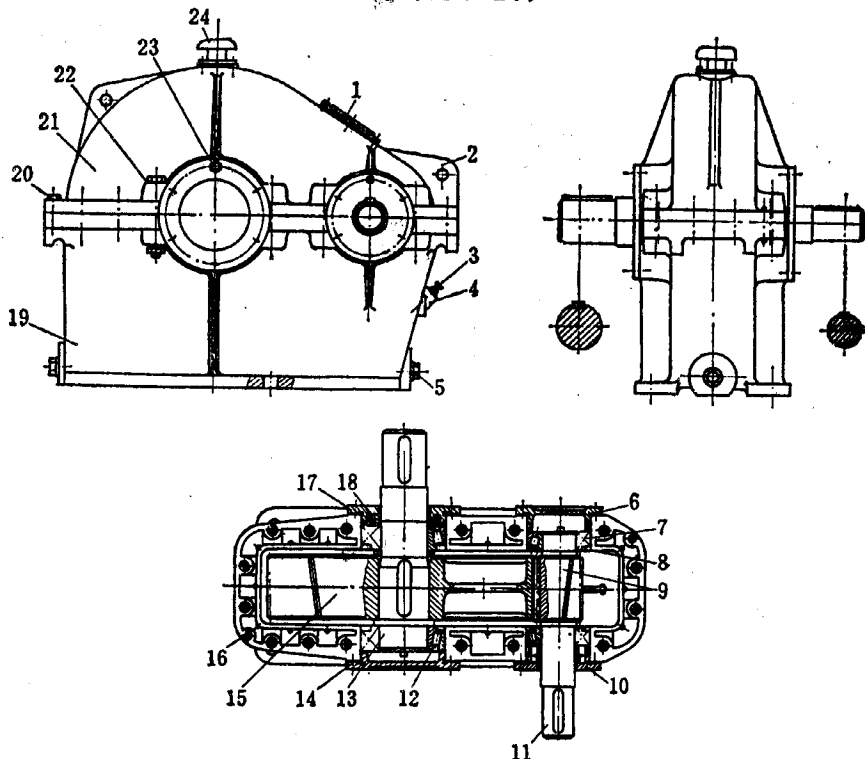


图 16-1-1 减速器的结构

1—视孔盖; 2—吊环; 3—油尺; 4—油尺套; 5—螺塞; 6—端盖; 7—轴承; 8—挡油环; 9—高速级齿轮;
10—端盖; 11—高速轴; 12—轴承; 13—低速轴; 14—端盖; 15—低速级齿轮; 16—定位销; 17—端盖;
18—甩油盘; 19—底座; 20—底座与箱盖连接螺栓; 21—箱盖; 22—轴承座连接螺栓; 23—轴承盖螺钉;
24—通气罩

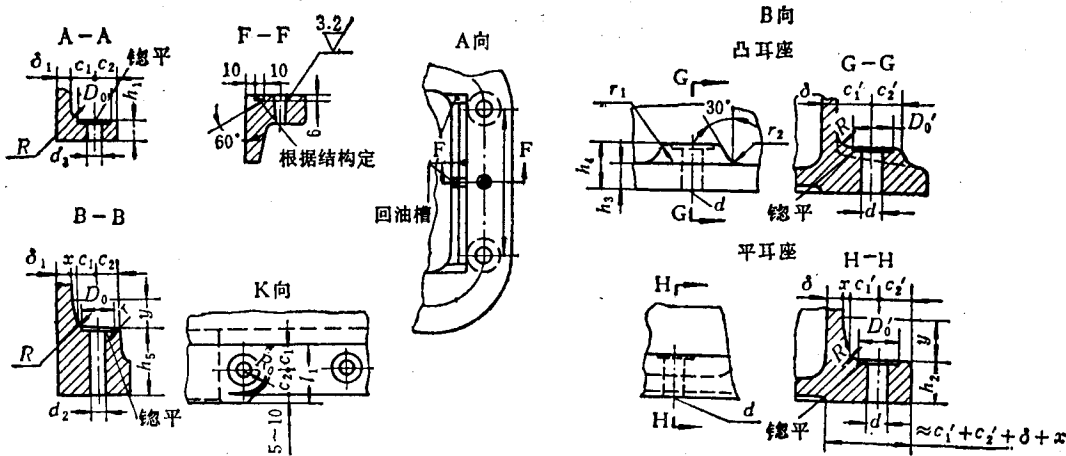


表 16-1-5

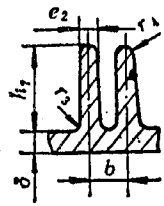
名 称	尺 寸, mm	
	齿轮减速器箱体	蜗杆减速器箱体
底座壁厚 δ	级数 1 $0.025a + 1 \geq 7.5$ 2 $0.025a + 3 \geq 8$ 3 $0.025a + 5$	$0.04a + (2 \sim 3) \geq 8$ a 值对圆柱齿轮传动为低速级中心距; 对圆锥齿轮传动为大小齿轮平均节圆半径之和; 对蜗轮为中心距
箱盖壁厚 δ_1	$(0.8 \sim 0.85)\delta > 8$	蜗杆上置式 $\delta_1 = \delta$ 蜗杆下置式 $(0.8 \sim 0.85)\delta \geq 8$
底座上部凸缘厚度 h_0	$(1.5 \sim 1.75)\delta$	
箱盖凸缘厚度 h_1	$(1.5 \sim 1.75)\delta_1$	$(1.5 \sim 1.75)\delta$
底座下部凸缘厚度 h_2, h_3, h_4	平耳座 凸耳座	$(2.25 \sim 2.75)\delta$ 1.5δ $(1.75 \sim 2)h_3$
轴承座连接螺栓凸缘厚度 h_5	$(3 \sim 4)$ 轴承座连接螺栓孔径, 根据结构确定	
吊环螺栓凸缘高度 h_6	吊环螺栓孔深 + $(10 \sim 15)$	
底座加强筋厚度 e	$(0.8 \sim 1)\delta$	
箱盖加强筋厚度 e_1	$(0.8 \sim 0.85)\delta_1$	$(0.8 \sim 0.85)\delta$
地脚螺栓直径 d	$(1.5 \sim 2)\delta$ 或按表 16-1-9 选取	
地脚螺栓数目 n	按表 16-1-9 选取	
轴承座连接螺栓直径 d_2	$0.75d$	
底座与箱盖连接螺栓直径 d_3	$(0.5 \sim 0.6)d$	
轴承盖固定螺栓直径 d_4	按表 16-1-10 选取	
视孔盖固定螺栓直径 d_5	$(0.3 \sim 0.4)d$	
吊环螺钉直径 d_6	$0.8d$ 或按减速器重量确定	

名 称	尺 寸, mm	
	齿轮减速器箱体	蜗杆减速器箱体
轴承盖螺栓分布圆直径 D_1	$D + 2.5d_s$ 或按表 16-1-10 选取	
轴承座凸缘端面直径 D_2	$D_1 + 2.5d_s$ 或按表 16-1-10 选取	
螺栓孔凸缘的配置尺寸 C_1, C_2, r, D_0	按表 16-1-6 选取	
地脚螺栓孔凸缘的配置尺寸 C_1', C_2', D_0'	按表 16-1-7 选取	
铸造壁相交部分的尺寸 X, Y, R	按表 16-1-8 选取	
箱体内壁和齿顶的间隙 Δ	$\geq 1.2\delta$	
箱体内壁与齿轮端面的间隙 Δ_1	最小值一般可取为 10~15	
底座深度 H	$0.5d_a + (30 \sim 50)$ d_a 为齿顶圆直径	
底座高度 H_1	$H_1 \approx a$ 多级减速器 $H_1 \approx a_{最大}$	
箱盖高度 H_2	$\geq \frac{d_{a2}}{2} + \Delta + \delta_2$ d_{a2} 为蜗轮最大直径	
箱盖和箱盖凸缘宽度 l_1	$C_1 + C_2 + (5 \sim 10)$	
轴承盖固定螺栓孔深度 l_2, l_3	查表 5-1-38	
轴承座连接螺栓间的距离 L	$L \approx D_2$	
箱体内壁横向宽度 L_1	按结构确定	$\approx D$
其它圆角 R_0, r_1, r_2	$R_0 = C_2$ $r_1 = 0.25h_3$ $r_2 = h_3$	

注：1. 箱体材料为灰铸铁。

2. 对于焊接的减速器箱体，其参数可参考本表，但壁厚可减少 30~40%。

3. 本表所列尺寸关系同样适合于带有散热片的蜗杆减速器。散热片的尺寸按下列经验公式确定：



$$h_7 = (4 \sim 5)\delta$$

$$e_2 = \delta$$

$$r_3 = 0.5\delta$$

$$r_4 = 0.25\delta$$

$$b = 2\delta$$

表 16-1-6

凸缘螺栓的配置尺寸

mm

代 号	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M22 M24	M27	M30
C_{1min}	12	15	18	22	26	30	36	40	42
C_{7min}	10	13	14	18	21	26	30	34	36
D_0	15	20	25	30	40	45	48	55	60
r_{max}	3	3	4	4	5	5	8	8	8

减速器附件

减速器附件及其用途

名称	用途	
油标和油尺	油标可随时方便地观察油面高度。油标结构形式有圆形、长形、管状,都有国标(见第2卷第10篇)。油尺构造简单,但在工作时不能随时观察油面高度,不如油标方便	
透气塞和通气罩	减速器工作时温度的升高,使箱内空气膨胀,为防止箱体的剖分面和轴的密封处漏油,必须使箱内热空气能通入罩或透气塞排出箱外,相反也可使冷空气进入箱内。透气塞一般适用小尺寸及发热较小的减速器,并且环境比较干净。通气罩一般用在较大的减速器	
螺塞	螺塞用于底座下部放油孔。此油孔专为排放减速器内润滑油用(螺塞尺寸见第2卷表16-1-14或JB/ZQ4450-86)	
视孔	为检查齿轮啮合情况及向箱内注入润滑油之用,所以位置应在两齿轮啮合处的上方。平时视孔用视孔盖盖严	
甩油盘和甩油环	起密封作用。防止轴承中的油从轴孔泄漏。设置在低速轴上为甩油盘,在高速轴上为甩油环	
挡油环	为防止过多的润滑油(由轴承附近的斜齿小齿轮啮合时排挤出来的多余油)流入高速轴轴承中,以免因轴承中油过量而从轴孔泄漏。对用油脂润滑轴承,可防止油脂向机体内泄漏及机体内润滑油进入轴承内将油脂带走	
润滑附件	油嘴	在润滑油压力循环系统中,用油嘴将油喷向齿轮的啮合处。油嘴的结构应能使油沿齿宽均匀地分配(油嘴尺寸见第2卷表16-1-13b)
	惰轮和油环	在多级和混合式的减速器中,有时不能做到所有的齿轮都浸入油中,在这种情况下,可采用辅助的惰轮或油环来润滑

油尺和油尺套

其余 6.3/√

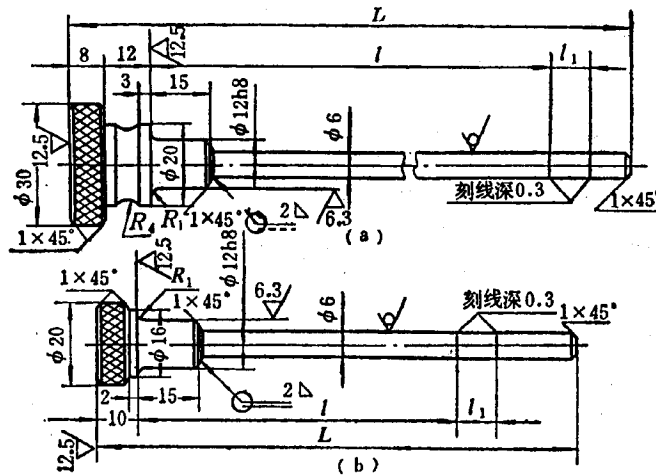


图 16-1-2 油尺

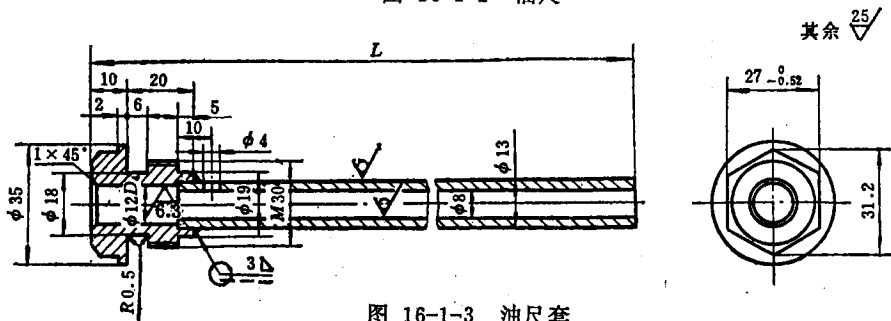


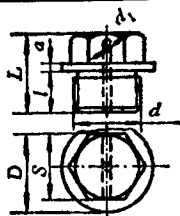
图 16-1-3 油尺套

注: 1. 长度-由设计者根据结构决定;
2. 材料: Q235A·F

表 16-1-12

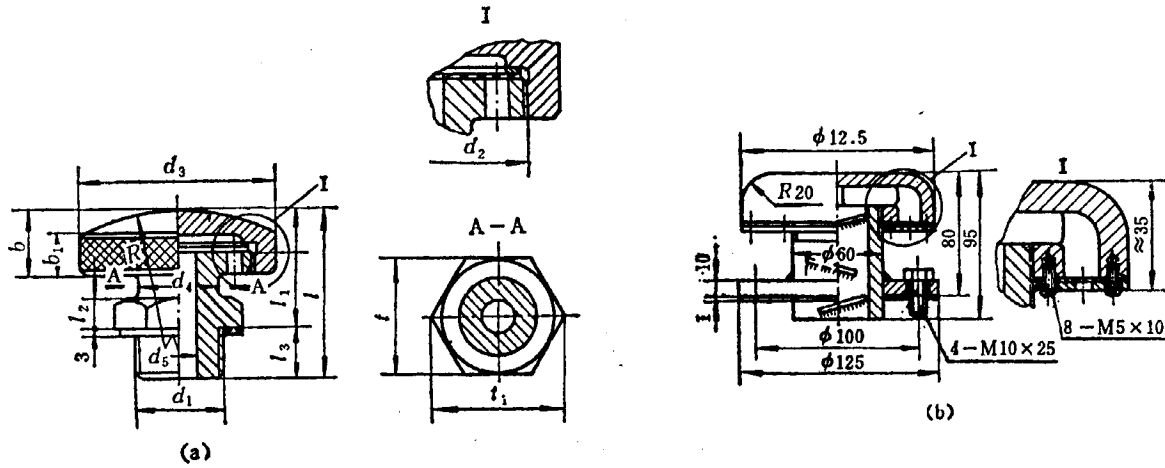
透气塞

mm

	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>d</i> ₁	<i>a</i>	<i>S</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>d</i> ₁	<i>a</i>	<i>S</i>
	M10×1	13	16	8	3	2	14	M27×2	38	34	18	7	4	27
M12×1.25	16	19	10	4	2	17	M30×2	42	36	18	8	4	32	
M16×1.5	22	23	12	5	2	22	M33×2	45	38	20	8	4	32	
M20×1.5	30	28	15	6	4	22	M36×3	50	46	25	8	5	36	
M22×1.5	32	29	15	7	4	22								

注：材料：Q235A·F。

通气罩



扁槽油嘴

表 16-1-13a

mm

型式	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>d</i> ₄	<i>d</i> ₅	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>l</i> ₃	<i>b</i>	<i>b</i> ₁	<i>t</i> ₁	<i>t</i>	<i>R</i>	重量 kg
图(a)	M24	M48×1.5	55	22	12	55	40	8	15	20	16	41.6	36	85	0.45
	M36	M64×2	75	30	20	60	40	12	20	20	16	57.7	50	160	0.9
图(b)	尺寸见图														2.6

表 16-1-13b

公称直径 DN	<i>d</i>	尺寸, mm								重量 kg
		<i>L</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>B</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	
		8	R1/4	60	22	13	14	2.5	5	
10	R3/8	25	14		18	2.5	5	0.5	12	0.06
15	R1/2	90	33	17.5	22	2.5	5	0.7	18	0.10
20	R3/4		40	19.5	28	3	6	0.8	22	0.17
25	R1	90	50	22	34	3	6	1	28	0.25

注：材料：无缝钢管20。