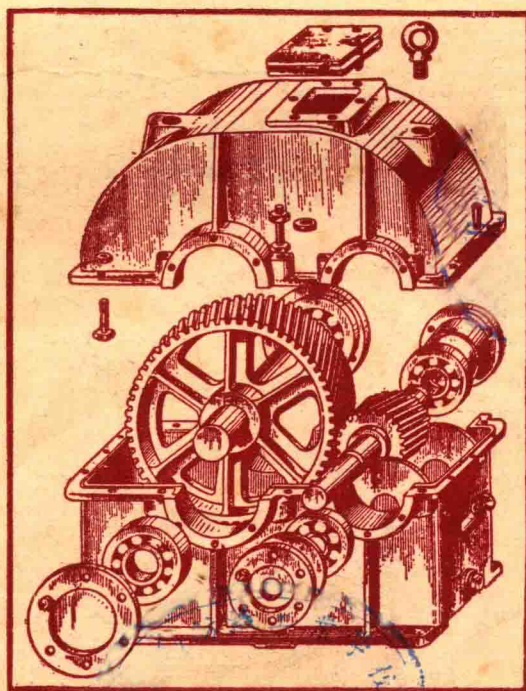
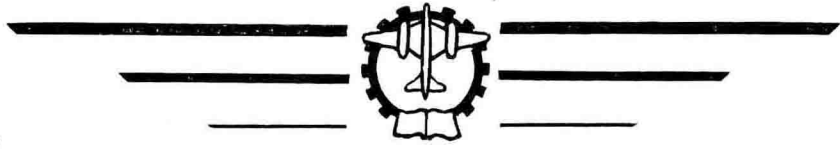


# 機械零件 課程設計參考資料

(二)



1955.8.



機 械 零 件  
課 程 設 計 參 考 資 料

(二)



1955.8.

# 目 錄

- (一) 齒輪減速箱.....1
  - 1. 用途 2. 類型 3. 特點 4. 構造
- (二) 減速箱箱子.....2—7
  - 1. 用途 2. 材料 3. 構造 4. 尺寸 5. 附件
- (三) 傳動的效率.....8—9
  - 1. 齒輪傳動的效率 2. 蝸輪傳動的效率
- (四) 齒輪及蝸輪.....10—18
  - 1. 精度等級 2. 表面加工光潔度 3. 模數規格 4. 最少齒數 5. 齒長係數
  - 6. 人字齒槽溝的寬度 7. 構造型式
- (五) 軸.....19—23
  - 1. 受力圖 2. 兩軸承間中心距離的估計 3. 軸徑的估計
- (六) 滾動軸承.....24—27
  - 1. 特點 2. 選用蝸輪減速箱的滾動軸承的注意點 3. 滾動軸承的號碼
  - 4. 軸及座上台肩的高度 5. 滾珠及滾柱軸承上的圓角 6.  $(nh)^{0.3}$  數值表
- (七) 潤滑.....28—29
  - 1. 目的 2. 潤滑油的選擇 3. 潤滑方法 4. 齒輪浸入油中的深度 5. 油量
  - 6. 滾動軸承的潤滑
- (八) 配合.....30—31
  - 1. 齒輪與軸的配合 2. 軸承與軸及機座的配合
- (九) 圖紙規格.....32
  - 1. 主標題 2. 分標題 3. 另件表

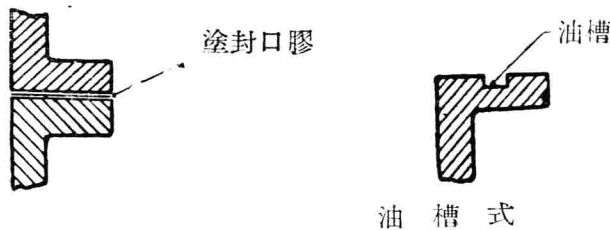
## (一) 齒輪減速箱

1. **用途：**近代的機械傳動，普遍地採用了單獨的傳動，以替代老式的成本高而構造複雜的集體傳動，且提高了傳動效率和生產率。近代化的原動機(如電動機，內燃機，透平機等)均製成高速，但大多數的工作機械，則屬於低速；因而需裝減速箱，用以減速，或變換軸的轉動力矩之大小和方向。減速箱普遍應用在起重運輸機械和各種工作機中，如機床，翻鋼機，軋鋼機，礦山機械，造紙與水泥建築機械等。
2. **類型：**減速箱為一個獨立的動力單位，係機械的重要組成部份之一，由技術成就很高的專門工廠製造之，其類型：
  - A) 按齒形劃分：——
    - (1) 直齒圓柱齒輪減速箱
    - (2) 斜齒圓柱齒輪減速箱
    - (3) 人字齒輪減速箱
    - (4) 圓錐齒輪減速箱
    - (5) 蝸輪減速箱
  - B) 按級數劃分：——即按齒輪的對數劃分，有單級，雙級和多級。
  - B) 按軸的位置劃分：——有平行軸，重合軸，正交軸及交錯軸(二軸空間互成  $90^\circ$ )
3. **特點：**傳遞動力的範圍大(0.1~40000馬力)，傳動比的範圍也廣(1~1728000)，模數小而齒長係數  $\psi = \frac{m}{b}$  則大。傳動上具有一系列的優點如地位緊湊，效率高，耐用，傳動確實可靠和維護簡單等。
4. **構造：**封閉的箱內，裝設齒輪，軸和軸承等主要另件，功率由一軸輸入而由另一軸輸出。箱子上尚有其他附件和另件，如防塵裝置，潤滑裝置等。

## (二) 減速箱箱子

1. 用途：盛裝滑油，裝置軸、齒輪等另件並防止外物侵入。
2. 材料：C415—32, C418—36 灰鑄鐵
3. 構造：為便於鑄造及裝拆另件，一般常用上下剖分式，即箱蓋和箱座兩部份。

箱蓋與箱座的連接處設有凸緣，為防止箱內滑油因飛濺逸出箱外，在裝配前塗以薄層封口膠如洋乾漆，液體玻璃等塗料，以資密封；或在箱座上鑄或銑出油槽，使飛濺之滑油，可沿內壁匯入槽中，流回箱內，或使導入軸承室內，用以潤滑軸承。連接處用螺



釘連接之，加裝彈簧墊圈，以資鎖緊；並可加用圓錐銷，便於定位及承受剪力。在軸承座邊緣處所裝螺釘，對軸線兩邊宜對稱，且愈近中心愈好，以能放下扳手可以扳動螺帽為度。該處要設有搭子，其直徑和厚度，均須酌量加大(直徑比螺釘約大一倍，厚度約為凸緣厚度之二至四倍)，若因裝置螺釘困難，可改用螺柱代之。其他裝置螺釘的地方，可設搭子，也可不設搭子。

箱子外形要簡單，且須設有拔模斜度，以利鑄造。所有轉角處或斷面突變處，均須製成圓角或加過渡部份，以減免鑄造時冷縮內應力之發生。

箱內須設有軸承座位，其寬度較軸承寬度大 10~16 公厘。為保證齒能沿齒寬得到良好嚙合，要能使軸承座一次鏜出。為此對於徑載止推滾動軸承，最好用軸承蓋上所設有的凸緣，以防止軸承外圈的軸向移動，其次或用設有凸緣的軸承襯套(裝置方便且磨損後易於更換)。若將該項凸緣設計在軸承座上，製出台階，也可防止軸承外圈的軸向移動，但製造及裝配，不及前者的簡便。軸承座突出箱外處要設有加強肋，以增加剛性而減少噪音。其端面應較連接處凸緣略有突出或縮進少許，以利加工和軸承蓋的裝置。



輪邊間隙 =  $(0.1 \sim 0.3) b$

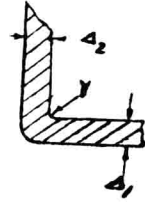
式中  $D$  = 大齒輪節圓直徑

$b$  = 齒輪的寬度

周速大者取係數之較大值

箱壁的轉角處可根據箱壁的厚度 ( $\Delta_1, \Delta_2$ ) 來設計:

(i)  $\Delta_1 < 2 \Delta_2$

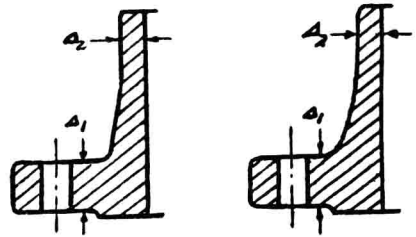


箱壁在轉角處的半徑  $r$

$\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$ (公厘)	12	12~16	16~20	20~27	27~35	35~45	45~60
$r$ (公厘)	6	8	10	12	16	20	25

(ii)  $\Delta_1 > 2 \Delta_2$

要具有一段過渡部份 (見右圖)



### 5. 附件:

軸承防塵蓋: —— 材料用 C412—28 或 C415—32 鑄鐵, 其尺寸依軸承外徑查另件手冊 (或資料 77—83 頁) 用 3, 4, 6 只  $M 6 \sim 10$  的圓頭或埋頭螺絲, 固聯於箱體, 並按置機製紙板墊片, 以防滲漏。軸伸出箱外一端的軸承蓋與軸相接處設有凹槽, 附裝油毛毡圈, 以防滑油漏出箱外和塵埃等進入箱內。

油毛毡圈: 尺寸應較防塵蓋凹槽尺寸略大, 使其在按裝後具有彈性, 壓於軸上而收密封之效。

機製紙板墊片: 用於一般防止滲油之處如軸承蓋, 放油塞等, 其厚取用 0.2, 0.25, 0.3, 或 0.5 公厘, 尺寸查資料 86 頁。

軸環 (止推肩環): 便於安裝齒輪並用以防止齒輪之軸向移動, 材料為 CT3, CT4, CT5, 35 號或 45 號鋼, 尺寸查資料 75 頁。若不合適可自行設計。

軸承襯套: 材料 CT3, CT4

厚度取  $0.1 d + 3$  公厘, 但不小於 7~10 公厘, 因過薄則製造時易生變形。

式中  $d$  = 軸頸直徑

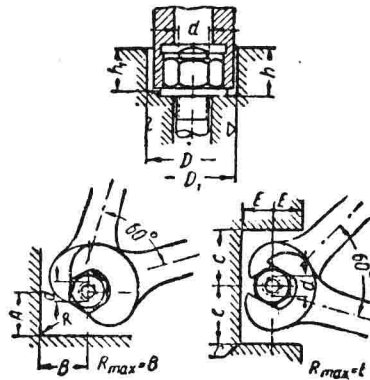
吊環螺釘: 用  $M 12, 16,$  或  $20$  帶環螺釘, 材料為 CT3, 20 號或 25 號鋼, 尺寸查

資料 38 頁。在按裝吊環處可設搭子。

螺釘、螺柱、螺帽：用半精製或精製六角頭者，材料為 CT3, CT4 或 35 號鋼，尺寸查資料 26, 27, 29, 30 及 36 頁。其裝置處應具有足够的扳手空間，其尺寸見下表。

### 扳 手 空 間

(根據 Станкинпром 數據)



尺 寸, 公 厘

d	D	D <sub>1</sub>	A	B	C	E	h	h <sub>1</sub>
6	—	23	15	18	20	10	9.5	8.5
8	—	29	18	20	22	12	11	10
10	38	32	20	22	25	14	14	13
12; 14	45	38	22	28	32	18	18.5	17
16	50	42	28	32	38	20	22	20.5
18; 20	60	55	30	38	45	24	26	24
22; 24	68	60	35	42	50	26	32	30
27	75	65	38	48	55	30	37	35
30	82	72	42	52	60	32	40	38
36	95	85	50	62	70	38	44	41
42	110	95	55	72	82	45	48	45
48	125	110	65	82	95	50	56	52

螺絲：材料為 CT3, CT4 或 35 號鋼，尺寸查資料 31~35 頁。

圓錐銷：材料 CT6 或 45 號鋼

$d_{min} = 5, 6$  或  $8$  公厘 (參看資料 41 頁)

錐度 =  $\frac{1}{50}$

只數：二只或三只



彈簧墊圈：材料為 65Γ 鋼，尺寸查資料 40 頁。

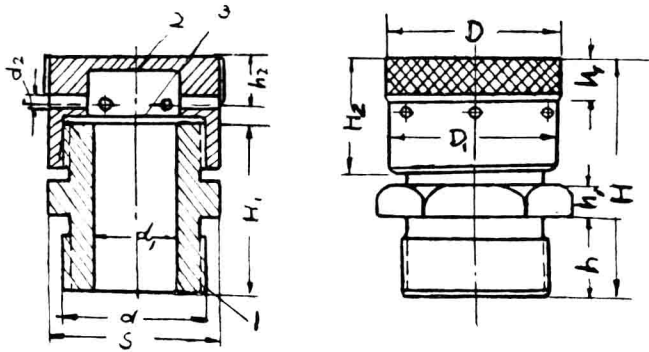
鎖緊螺帽：用以鎖緊滾動軸承內圈於軸上，材料為 CT3, CT4 或 15 號鋼，尺寸查資料 76 頁。

鎖緊墊圈：材料 CT3，形式見資料 74 頁。

止推套管：用於由一軸承傳遞軸向力與另一軸承，材料為 CT3, CT4，厚度  $\pm 0.1d$  公厘。

加油裝置：若採用最簡單形式者，可用 M20, 27 或 33 的油塞頭，材料為 CT3 或 35 號鋼，尺寸查資料 85—86 頁。或採用通氣蓋，其構造和尺寸如附圖附表。

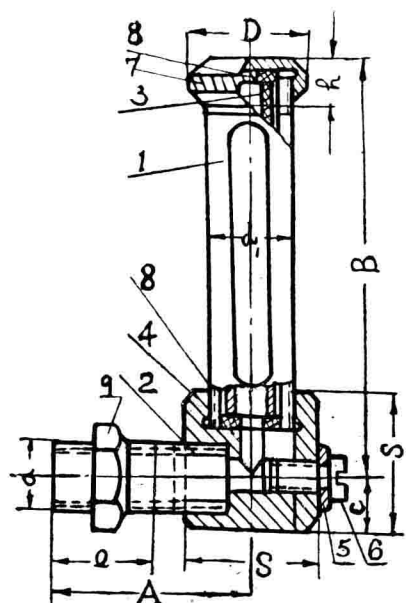
通 氣 蓋



尺 寸 以 公 厘 計											
螺 紋 $d$	$D$	$D_1$	$d_1$	$d_2$	$H$ 最 大	$H_1$	$H_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$S$
27×2	35	32	15	3	45	32	22	15	6	8	32
48×3	60	55	30		70	52	32	25	10	13	55

放油裝置：用 M12, 14 或 16 的油塞頭，設於箱座最低處，使盛油儘可能全部放光。材料為 CT3 或 35 號鋼，尺寸查資料 85—86 頁。

油面指示器：設於箱座傍邊低處，以窺測箱內盛油油面之高度（簡單設計中，此裝置亦可省去）。



管形油面指示器

管形油面指示器各部分名稱和材料

號數	名 稱	材 料
1	防 護 管	C T . 3
2	油 管	C T . 3
3	示 表 玻 璃	玻 璃
4	丁 字 形 三 通 管	C T . 0
5	墊 圈	厚 紙
6	阻 塞 螺 釘	C T . 0
7	蓋 子	C T . 0
8	墊 圈	皮 革
9	鎖 緊 螺 帽	可 鍛 鑄 鐵

管形油面指示器各部分尺寸 (公厘)

油面指示器的號數	A	B	C	S	d	d <sub>1</sub>	e	D	h
1	40	83	10	27	$\frac{1}{4}$ "管	$\frac{3}{8}$ "管	20	23	9
2	50	103	10	27	$\frac{1}{4}$ "管	$\frac{3}{8}$ "管	25	23	9
3	82	155	12	32	$\frac{3}{8}$ "管	$\frac{1}{2}$ "管	30	28	12
4	102	207	15	36	$\frac{1}{2}$ "管	$\frac{3}{4}$ "管	35	35	12

註：在特殊情況下，油管的長度可以根據需要增長或縮短，而其他部分尺寸保持不變。

### (三) 傳動的效率

#### 1. 齒輪傳動的效率:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2$$

- 1)  $\eta_1 = 1 - 0.2 f$  ..... 齒間摩擦的效率
- $\eta_1$
- 磨光齒 ..... 0.99
- 精細切削齒 ..... 0.98
- 精度較差的切削齒 ..... 0.975
- 非加工齒 (鑄造或滾壓製造者) ..... 0.96

(以上均在潤滑下)

$\eta_1$	閉 式			開 式
	1 級 精 度	2 級 精 度	3 級 精 度	
圓 柱 齒 輪	0.99	0.98	0.95~0.98	0.94~0.96
圓 錐 齒 輪	0.98	0.97	0.94~0.97	0.92~0.95

- 2)  $\eta_2$  ..... 軸承摩擦的效率
- 滑動軸承
- $\eta_2$
- 簡單整體軸承 ..... 0.95
- 鑄鐵軸承襯 ..... 0.96~0.97
- 青銅軸承襯 ..... 0.97~0.98
- 巴氏合金軸承襯 ..... 0.98~0.99
- 滾動軸承 ..... 0.99~0.995

#### 2. 蝸輪傳動的效率:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$$

- 1)  $\eta_1 = 1 - 0.2 f$  ..... 齒間摩擦的效率
- 2)  $\eta_2 = 0.95 \sim 0.99$  ..... 軸承摩擦的效率

3)  $\eta_3 = \frac{\tan \beta}{\tan(\beta + \rho')}$  ..... 螺紋摩擦的效率

$$\rho' = \tan^{-1} \frac{f}{\cos \alpha}$$

$f$  的實驗數據:

- ( i ) 未經切削加工的鑄鐵蝸輪，但已跑合過且在良好潤滑下  $f = 0.15$
- ( ii ) 鋼蝸桿與磷青銅齒冠的蝸輪，在良好潤滑下  $f = 0.05 \sim 0.04$
- ( iii ) 鋼蝸桿與磷青銅齒冠的蝸輪，精密加工且用油池潤滑  $f = 0.03 \sim 0.01$
- ( iv ) 非常合理的潤滑下，仔細製造的蝸輪傳動  $f = 0.01 \sim 0.005$

$\alpha = 20^\circ$  時螺紋摩擦的效率  $\eta_3$

$f \backslash \eta_3 \backslash \beta$	$5^\circ$	$10^\circ$	$15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$	$40^\circ$
0.01	0.897	0.945	0.961	0.970	0.974	0.980
0.03	0.743	0.850	0.892	0.914	0.927	0.941
0.05	0.634	0.772	0.831	0.863	0.882	0.904
0.10	0.463	0.627	0.709	0.756	0.785	0.819

## (四) 齒輪及蝸輪

1. 精度等級：依工作要求即周速，功率，傳動平穩及有無噪聲等選定之。

### 1) 圓柱齒輪

1 級精度：用於精密機械，或

直齒：周速  $V > 15$  公尺/秒

斜齒：周速  $V > 18$  公尺/秒

在細削時用範成法（滾齒法）切製，最後經過磨，研磨或其他精密加工。

2 級精度：用於正常精度的傳動如大齒輪及正常級別減速器的齒輪。

直齒：周速  $V$  可達 15 公尺/秒

斜齒：周速  $V$  可達 18 公尺/秒

先用範成法切齒，最後使一對齒在跑合機上互相跑合。

傳動功率可達 5000 馬力。

3 級精度：用於精度等級較低的傳動，如一般機械製造用的齒輪，粗糙機器的減速器及容許有不大噪聲的機器。

直齒：周速  $V$  可達 6 公尺/秒

斜齒：周速  $V$  可達 8 公尺/秒

用範成法切齒，最後把齒輪裝在變速箱內或成對地裝在機床上加載荷而精製。

傳動功率可達 1500 馬力。

4 級精度：用於粗糙的工作和容許有不大噪音及衝擊情況的傳動及開式傳動。

直齒：周速  $V < 2$  公尺/秒

斜齒：周速  $V < 3$  公尺/秒

用範成法切製或銑製。

傳動功率可達 800 馬力。

### 2) 圓錐齒輪

在  $\theta = 90^\circ$ ， $D_{cp} = 40 \sim 1200$  公厘

和  $m = 1 \sim 20$  公厘 的情況下,

2 級精度: 用於正常精度的傳動。

直齒: 周速  $V$  可達 5 公尺/秒

斜齒: 周速  $V$  可達 10 公尺/秒

用滾齒法切削

3 級精度: 用於較低精度的傳動, 容許有輕微衝擊和不大的噪音。

直齒: 周速  $V$  可達 2 公尺/秒

斜齒: 周速  $V$  可達 5 公尺/秒

用滾齒法或型銑法切削。

4 級精度: 用於低精度的傳動。

直齒及斜齒: 周速  $V < 1$  公尺/秒

可用任何切削方法製造。

### 3) 蝸輪蝸桿

1 級精度: 用於精密的傳動如分度機構, 或

工作速度  $V > 6$  公尺/秒

2 級精度: 用於正常精度的傳動。

工作速度  $V = 2 \sim 6$  公尺/秒

蝸桿——淬火或表面滲炭後精磨

蝸輪——滾刀切削

3 級精度: 用於較低精度的傳動, 如粗糙機械的減速箱, 工作時容許有噪音和衝擊。

工作速度  $V < 2$  公尺/秒

蝸桿——表面淬火或精製加工後精磨 (不淬火者, 不必精磨)

蝸輪——滾刀切削

4 級精度: 用於最低精度的傳動, 如粗糙而工作很少的機械之減速箱, 或不重要的且載荷較小的低速傳動。

減速箱中一般採用 2 級或 3 級精度 (1 級不採用), 多級減速箱中第一級用較高精度, 其餘各級則根據嚙合性質可用較低精度。

2. 表面加工光潔度:

精度等級	齒輪, 蝸輪	蝸桿
1	▽▽▽8~9 或 △△△9 以上	▽▽▽9 或 ▽▽▽▽10
2	▽▽6~▽▽▽7	▽▽▽7
3	▽▽5~6	▽▽6
4	▽3~▽▽4	▽▽6

3. 模數規格:

圓柱齒輪減速箱的  $m$  或  $m_n$  (公厘)

(OCT 1597)

1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7
8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26

蝸輪的  $m_s$  (公厘) (ГОСТ 2144—43)

$m_s$	(2)	(2.5)	3	(3.5)	4	(4.5)	5	6	7	8
q	13	12	12	12	11	11	10 (12)	9 (11)	9 (11)	8 (11)
$m_s$	(9)	10	12	(14)	16	(18)	20	24	(30)	
q	8 (11)	8 (11)	8 (11)	9	9	8	8	8	8	

註: 括弧中的數值, 如無必要, 儘可能不用。

4. 最少齒數: 增加齒數, 可使傳動平穩, 齒嚙合時磨損減小, 壽命增長, 但尺寸則較大。許可的話, 齒數不妨選取大一些。

1) 小齒輪

直齒輪: 未修正齒  $Z_{min} \geq 17 \sim 19$

平穩不重要的低速傳動  $Z_{min} \geq 14$

修正齒  $Z_{min} \geq 10 \sim 12$

斜齒輪:  $Z_{min斜} = Z_{min直} \cdot \cos^3\beta$

圓錐齒輪：

$$Z_{min錐} = Z_{min直} \cdot \cos \delta$$

2) 大齒輪——為防止週期性強制振動計，在高速傳動中及帶有循環負荷的傳動中，大齒輪的齒數不要選成爲小齒輪齒數的整倍數。

### 5. 齒長係數：

1) 直齒圓柱齒輪

鑄齒： $\psi = \frac{b}{m} = 5 \sim 8$

銑齒： $\psi = 10 \sim 25$

2) 斜齒圓柱齒輪  $\psi = \frac{b}{m_n} = 16 \sim 35$

若圓柱齒輪的  $\psi$  過大，則  $b$  過大，不僅影響負荷沿齒寬分佈的均勻性，也可能使選擇有足夠壽命的軸承或有足夠強度的軸，發生困難（因  $b$  大，圓周力也大），且切削齒輪的機床及其他製造上的設備的容量也可能不夠。反之若  $\psi$  過小，則徑向尺寸將過大。

減速箱中，一般取用較大的  $\psi$  值，平常設計可取  $\frac{b}{d} < 1.5 \sim 2.5$  (最好  $\gt 1.2 \sim 1.4$ )

$$d = \text{軸徑}$$

又  $\frac{b}{A} = 0.2 \sim 0.4$  (人字齒除外)

$= 0.1 \sim 0.2$  (用於較小傳動寬度)  $A = \text{二軸中心距}$

常取小齒輪的  $b$  比大齒輪寬 5~10 公厘，便於裝配及避免將軟齒（一般大齒輪均較軟）壓起凹痕。

3) 圓錐齒輪

鑄齒： $\psi = \frac{Z}{7 \sin \delta}$

切削齒： $\psi = \frac{Z}{5 \sin \delta}$

4) 蝸輪  $\psi = 5 \sim 9$

6. 人字齒槽溝的寬度：用滾齒刀切製的人字齒輪應留出退刀槽，其寬度如下表：

單位：公厘

$m$	$\beta = 25^\circ$	$30^\circ$	$35^\circ$
1.5	30	33	37
2.0	34	38	42
2.5	37	41	46



## 7. 構造型式:

1) 軸齒輪: 即軸與齒輪製成一個整體, 當齒輪直徑與軸徑相差很小時用之。重要者鍛製(成批製造時用模鍛), 次要者則軋壓製。

2) 裝配齒輪: 即齒輪用鍵套裝於軸上, 當齒輪直徑與軸徑相差較大時用之。

A.  $D < 600$  公厘——重要的齒輪係鍛製或壓製, 非重要的齒輪用軋製圓鋼切削製造或鑄製。直徑較大者輻板上酌鑽減輕孔。

B.  $D > 600$  公厘

(i) 鑄製:  $D < 1800 \sim 2500$  公厘——整體鑄造  $b < \frac{D}{12}$  時, 常用單幅板或橢圓形輪輻。 $b$  較大時採用輪輻; 在  $d < 1000$  公厘,  $b = 100 \sim 200$  公厘時用十字形輪輻, 其他情況用  $H$  字形(鑄造殘留內力小故多用之)或工字形(易於鑄造)輪輻。 $b > 300$  公厘者採用雙列輪輻。如  $d > 100$  公厘,  $L_0 \geq d$ , 為便於製造裝配或減輕重量, 在輪轂孔內可製出一凹溝, 其長為  $(\frac{L_0}{2} - 12)$  公厘。

$D$  更大者——剖分鑄造(僅沿輪轂剖分或整個剖分)再用螺栓連接固定之。

(ii) 鑲裝式: 鍛製或軋製鋼齒冠, 熱套或冷壓在鑄鐵(常用 C412—28 或 C415—32)或鑄鋼輪體上。對  $b$  不大的直齒或人字齒輪, ( $b \leq 250$  公厘)且  $D < 1600 \sim 1800$  公厘, 輪體可用單幅板式結構, 輻板厚為輪體緣厚的一倍至二倍(隨  $b$  而增大)。有時為了節省合金鋼, 當  $D < 500$  公厘時, 也可採用本式構造。

輪體尺寸, 可按鑄造齒輪的尺寸選取, 輪體與齒冠接合處, 兩面各裝 3~6 個定位螺絲, 其直徑為  $(0.5 \sim 0.6)$  輪緣厚度, 其長等於其直徑。

(iii) 螺釘連接式: 鍛製鋼齒冠與鑄製輪體之間, 在輻板處用螺釘連接固定之。

(iv) 銲製式: 輻板處用銲接方法固定在齒冠和輪轂上。限用於非重要的傳動或對齒輪材料的機械性質要求不高的傳動。

3) 蝸輪: 將青銅齒冠熱套或冷壓鑲裝在鑄製輪體上, 並用定位螺絲固定之。

4) 構造尺寸圖:

為便於裝拆, 輪之軸孔兩端應製成  $45^\circ$  之倒角。