



17 齒輪機構

下面我們將介紹為了實現結構緊實、大減速比等特別目的而使用的齒輪機構。行星齒輪機構、少齒差行星齒輪機構、封閉行星齒輪機構。

17.1 行星齒輪機構

最基本的行星齒輪機構如圖 17.1 所示。太陽齒輪 A、行星齒輪 B、內齒輪 C、支架 D 這四個基本要素所組成。

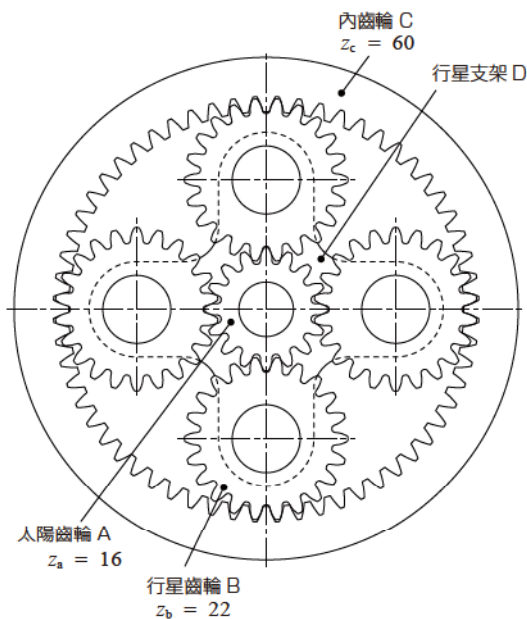


圖 17.1 行星齒輪機構的構造

這種行星齒輪機構有，入力軸與出力軸可以配置在同一軸線上，使用二個（或以上）行星齒輪以分擔負荷等好處，因而可以使整個裝置結構緊實，這些都是它的優點。

但是另一方面，會有構造比較複雜，內齒輪的干涉等，較難應付的問題發生。圖 17.1 的行星齒輪機構中，太陽齒輪 A 及內齒輪 C 及支架 D 擁有相同的中心軸線。

(1) 行星齒輪機構的齒數條件

此機構中太陽齒輪 A (z_a)、行星齒輪 B (z_b)、內齒輪 C (z_c) 的齒數和行星齒輪的個數 N 之間要滿足下列的三個條件。

$$\text{條件 1} \quad z_c = z_a + 2z_b \quad (17.1)$$

這是維持中心距離相等的必要條件，稱為中心距離條件。

此條件是針對標準齒輪而言，如果採用轉位齒輪，其咬合中心距離 a 能予以調整，亦可選擇不滿足此條件齒數的齒輪。

也就是說，太陽齒輪 A 和行星齒輪 B 與內齒輪 C 的中心距 a_1, a_2 必須相等。

$$a_1 = a_2 \quad (17.2)$$

$$\text{條件 2} \quad \frac{z_a + z_c}{N} = \text{整數} \quad (17.3)$$

此為行星齒輪等配在太陽齒輪與內齒輪之間時的必要條件（拘束咬合條件）。而當行星齒輪 B 不為等配（平均分配）時，則必須滿足 (17.4) 式的條件。

一般地說，行星齒輪 B 只要滿足下面的拘束咬合條件，就可以安裝。

$$\frac{(z_a + z_c)\theta}{180} = \text{整數} \quad (17.4)$$

其中 θ ：相鄰行星齒輪所對應圓心角的一半 ($^\circ$)

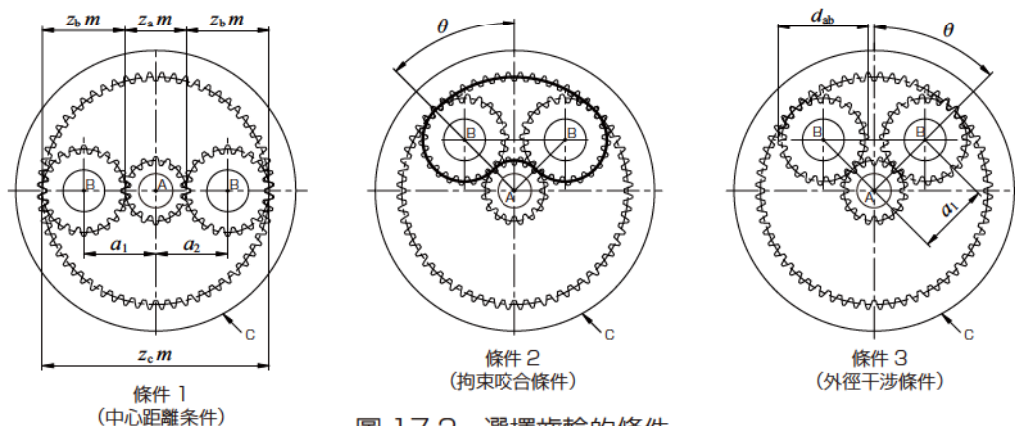


圖 17.2 選擇齒輪的條件



條件 3
$$z_b + 2 < (z_a + z_b) \sin \frac{180^\circ}{N} \quad (17.5)$$

這是在使用標準齒輪 (全高齒) 等配時, 保證行星齒輪間不至於相互碰撞的必要條件 (外徑干涉條件)。

若在其他的情況下, 則需要滿足以下的條件。

$$d_{ab} < 2a_1 \sin \theta \quad (17.6)$$

其中 d_{ab} : 行星齒輪的齒頂圓直徑

a_1 : 太陽齒輪和行星齒輪的中心距離

除了滿足了上述三個條件外, 還要考慮行星齒輪 B 與內齒輪 C 的咬合時所產生的干涉問題。

關於內齒輪的干涉問題, 在內齒輪的計算 (P515 ~ 517) 中已經做了說明, 也就是說, 不能滿足所有的這些條件, 行星機構就不能成立。

(2) 行星齒輪機構的轉速比

在行星機構中, 若將固定元件改變, 就能改變機構的轉速比及旋轉方向, 如圖 17.3 所示。

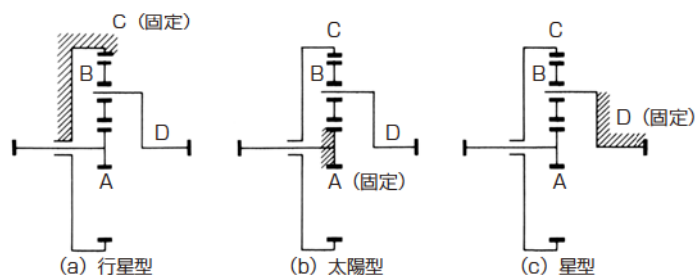


圖 17.3 行星齒輪機構的類型

(a) 行星型

行星型是內齒輪 C 為固定的行星機構。

在這個類型中, 以太陽齒輪 A 為入力軸, 支架 D 為出力軸。轉速比可根據數表法求出。如下所示。

表 17.1 行星型的轉速比計算

No.	說明	太陽齒輪 A z_a	行星齒輪 B z_b	內齒輪 C z_c	行星支架 D
1	將支架 D 固定後, 太陽齒輪 A 旋轉一周	+1	$-\frac{z_a}{z_b}$	$-\frac{z_a}{z_c}$	0
2	全體膠黏一體後, 轉動 $+\frac{z_a}{z_c}$ 周	$+\frac{z_a}{z_c}$	$+\frac{z_a}{z_c}$	$+\frac{z_a}{z_c}$	$+\frac{z_a}{z_c}$
3	合計 (1) + (2)	$1 + \frac{z_a}{z_c}$	$\frac{z_a}{z_c} - \frac{z_a}{z_b}$	0 (固定)	$+\frac{z_a}{z_c}$

$$\text{轉速比} = \frac{1 + \frac{z_a}{z_c}}{\frac{z_a}{z_c}} = \frac{z_c}{z_a} + 1 \quad (17.7)$$

入力軸與出力軸回轉方向一致 (轉速比為正值)。

例如: $z_a = 16$ 、 $z_b = 16$ 、 $z_c = 48$ 的話, 轉速比為 4。

(b) 太陽型

太陽型是太陽齒輪 A 為固定的行星機構。

當輸入軸為內齒輪 C, 輸出軸為支架 D 時, 轉速比求法如表 17.2 所示。

表 17.2 太陽型的轉速比計算

No.	說明	太陽齒輪 A z_a	行星齒輪 B z_b	內齒輪 C z_c	行星支架 D
1	將支架 D 固定後, 太陽齒輪 A 旋轉一周	+1	$-\frac{z_a}{z_b}$	$-\frac{z_a}{z_c}$	0
2	全體上膠後, 旋轉一周	-1	-1	-1	-1
3	(1) + (2) 的合計	0 (固定)	$-\frac{z_a}{z_b} - 1$	$-\frac{z_a}{z_c} - 1$	-1

$$\text{轉速比} = \frac{-\frac{z_a}{z_b} - 1}{-1} = \frac{z_a}{z_c} + 1 \quad (17.8)$$

入力軸與出力軸的旋轉方向相同 (轉速比為正值)。

例如, 當 $z_a = 16$ 、 $z_b = 16$ 、 $z_c = 48$ 時, 傳動比為 1.33333。

(c) 星型

星型是支架 D 為固定的行星機構。

在星型機構中, 行星齒輪有自轉沒有公轉。嚴格說來, 星型行星齒輪機構不能說是行星機構。

當入力軸為太陽齒輪 A, 出力軸為內齒輪 C 時的轉速比為

$$\text{轉速比} = -\frac{z_c}{z_a} \quad (17.9)$$

也就是說, 行星齒輪做為惰輪 (空轉輪) 使用, 對轉速比不產生影響。

入力軸與出力軸的旋轉方向相反 (轉速比為負值)。

例如, 當 $z_a = 16$ 、 $z_b = 16$ 、 $z_c = 48$ 時, 轉速比為 -3。