

麗台國際有限公司

Lead Taiwan International Corporation

台中市台灣大道二段 285 號 20F

TEL : 886-423232026 , Website : www.ltic.com.tw ,

Email : salestw@ltic.com.tw



文件序號：T2020054

## 技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	典型內齒輪機構
重點	典型內齒輪機構
產出日期	2020/02/12
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



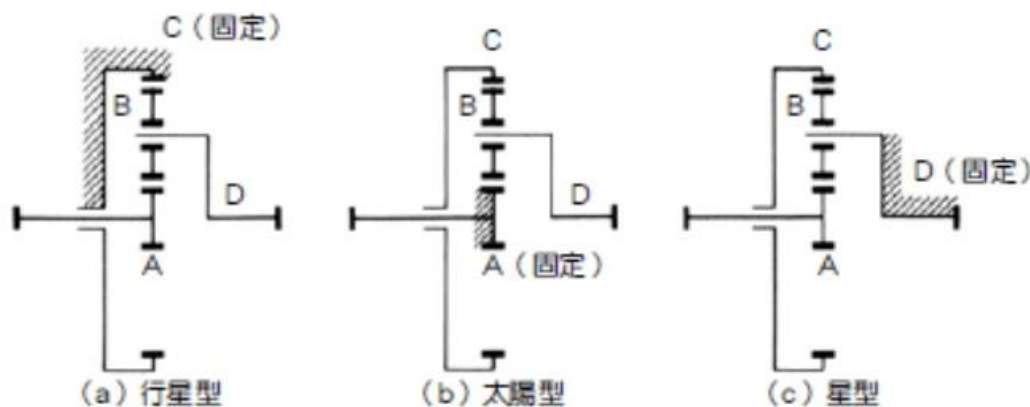
在內齒輪機構中，減速比要如何計算，可以在增速的需求下使用嗎？

### 典型內齒輪機構（常以行星齒輪機構來代表）

最基本的行星齒輪機構，由太陽齒輪 A，行星齒輪 B，內齒輪 C，支架 D 這四個基本要素所組成（行星型）。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以及使用二個(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，則會有構造比較複雜，內齒輪的干涉等問題必須同時考量及克服。

行星齒輪機構，以固定元件來區分可分成有三個基本類型：

行星型行星齒輪機構，太陽型行星齒輪機構，星型行星齒輪機構（簡示如下圖）



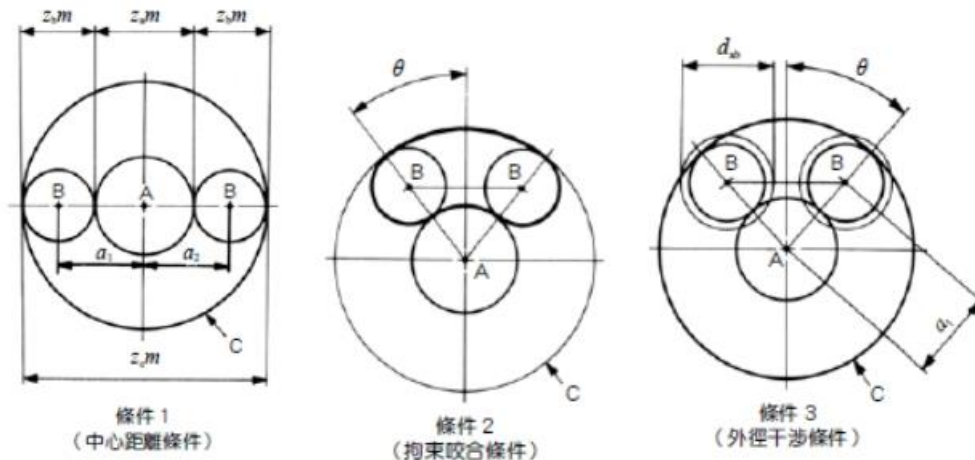
行星齒輪機構的齒數條件

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

條件 1(中心距離條件)  $z_c = z_a + 2z_b$  (1)

條件 2(拘束咬合條件)  $\frac{z_a+z_c}{N} = \text{整數}$  (3)

條件 3(外徑干涉條件)  $z_b + 2 < (z_a + z_b) \sin \frac{180^\circ}{N}$  (5)



條件 1 (中心距離條件)      條件 2 (拘束咬合條件)      條件 3 (外徑干涉條件)  
 選用齒輪的條件

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，即：

- 漸開線干涉(involute interference) ，
- 滾跡線干涉(trochoid interference) ，
- 脫離干涉(trimming interference) 。

不能滿足上述條件，行星機構就或許無法成立。

關於內齒輪的干涉問題，請參閱：

#### 內齒輪的干涉

<http://www.amx.com.tw/blog.php?mode=parts&no=282>

或者是

#### KHK 齒輪技術資料

[http://www.khkgears.co.jp/tw/gear\\_technology/pdf/3010gearguide\\_tw.pdf](http://www.khkgears.co.jp/tw/gear_technology/pdf/3010gearguide_tw.pdf)

齒輪入門篇 4.2，內齒輪的計算中的說明。

#### 典型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。

#### 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。



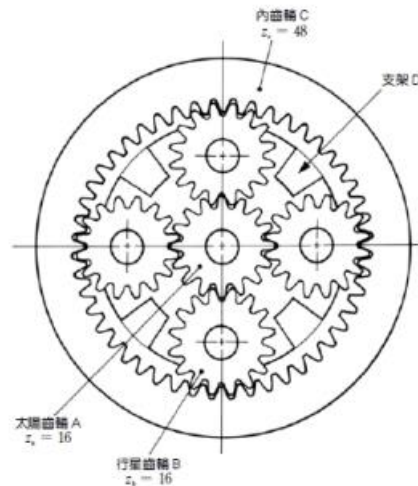
行星型的轉速比計算

序號	說明	太陽齒輪 A $z_a$	行星齒輪 B $z_b$	內齒輪 C $z_c$	支架 D
1	支架 D 固定, 太陽齒輪 A 旋轉一周	+1	$-\frac{z_a}{z_b}$	$-\frac{z_a}{z_c}$	0
2	全體膠粘一體後,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	$+\frac{z_a}{z_c}$
	減速情形	輸入		(固定)	輸出
	增速情形	輸出		(固定)	輸入

序號 2 的作用是為了抵銷內齒輪 C 的轉速，讓其最後結果為 0(內齒輪 C 為固定)。

$$\text{減速轉速比} = \frac{\frac{z_a}{z_c}}{1 + \frac{z_a}{z_c}} = \frac{1}{\frac{z_c + 1}{z_a}} = 1 : (\frac{z_c}{z_a} + 1)$$

$$\text{增速轉速比} = \frac{1 + \frac{z_a}{z_c}}{\frac{z_a}{z_c}} = \frac{z_c + 1}{1} = (\frac{z_c}{z_a} + 1) : 1$$



入力軸與出力軸旋轉方向一致(轉速比為正值)。

例如： $z_a = 16, z_b = 16, z_c = 48,$

減速轉速比為 1 : 4。

減速轉速比為 4 : 1。

太陽型

太陽型是太陽齒輪 A 為固定的行星機構。

當入力軸為內齒輪 C，出力軸為支架 D 時，轉速比求法如下表所示。

太陽型的轉速比計算



序號	說明	太陽齒輪 A $z_a$	行星齒輪 B $z_b$	內齒輪 C $z_c$	支架 D
1	支架 D 固定, 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,轉動一周	-1	-1	-1	-1
3	合計(1)+(2)	0	$-\frac{z_a}{z_b}-1$	$-\frac{z_a}{z_c}-1$	-1
	減速情形	(固定)		輸入	輸出
	增速情形	(固定)		輸出	輸入

序號 2 的作用是為了抵銷太陽齒輪 A 的轉速，讓其最後結果為 0(太陽齒輪 A 為固定)。

$$\text{減速轉速比} = \frac{-1}{-\frac{z_a}{z_c}-1} = \frac{1}{\frac{z_a}{z_c}+1} = 1 : \left(\frac{z_a}{z_c}+1\right)$$

$$\text{增速轉速比} = \frac{-\frac{z_a}{z_c}-1}{-1} = \frac{\frac{z_a}{z_c}+1}{1} = \left(\frac{z_a}{z_c}+1\right) : 1$$

入力軸與出力軸的旋轉方向相同(轉速比為正值)。

例如，當  $z_a = 16, z_b = 16, z_c = 48$ ,

減速轉速比為 1 : 1.3333

增速轉速比為 1.33333 : 1

### 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：

$$\text{減速轉速比} = -\frac{z_a}{z_c}$$

$$\text{增速轉速比} = -\frac{z_c}{z_a}$$

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  $z_a = 16, z_b = 16, z_c = 48,$

減速轉速比為  $-1 : 3$

增速轉速比為  $-3 : 1$

上述的典型三型行星齒輪機構，若欲作為增速使用，只需將輸入與輸出方對調即可達成增速的目的。如果不想改變輸入與輸出的位置（維持減速狀態時，輸入輸出的位置）是無法達成增速的目的。