



文件序號：T2020112

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	如何以一般螺旋齒輪齒條代替螺旋 CP 齒輪齒條
重點	如何以一般螺旋齒輪齒條代替螺旋 CP 齒輪齒條
產出日期	2020/02/19
資料來源	日本 KHK/台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

現有的螺旋 CP 齒輪齒條機構不敷使用。要如何以一般螺旋齒輪齒條代替現有的螺旋 CP 齒輪齒條？

現有條件：原本有用於定位的 $Mn=3$ ，螺旋角 = (未知)，齒輪 (18T，CP = 10mm) 與齒條，齒條全高 = 30.08mm，馬達為伺服馬達 (或步進馬達)。

如何代之以 $Mn=3$ ，螺旋角 = 15° ，齒條全高 = 30.55mm 的一般螺旋齒輪齒條，俾便日後維護。

答：

一、 CP 齒輪齒條原理概說

為利用齒條達成準確定位的目的，我們在控制上通常會採用 CP 齒輪與 CP 齒條的配合。CP 是正面圓弧節距(CircularPitch)的縮寫。

模數齒輪的 $CP = Mt\pi$ (其中 Mt ：正面模數)。由於 π 的存在，這個數值必然是無窮小數。例如：M3 齒輪的節距 = $3\pi = 9.424777961\dots\text{mm}$ 。若將模數齒輪運用在定位上，將會十分不便。

而 CP 齒輪齒條的正面圓弧節距通常會是一個整數的距離，如：2.5mm、5mm、10mm、15mm、20mm 等。意即我們將 CP 齒輪齒條的正面模數設計為一個小數，使它在乘以 π 之後，剛好成為整數值。例如：CP10 齒輪的節距 = 10mm。這就是 CP 齒輪的特點。

9.424777961mm (模數 3 齒輪齒條上的節距) 和 10mm (CP10 齒輪齒條上的節距) 的差，運用在「以角度控制距離」的機構上就會產生誤差。

若非要用模數齒輪齒條不可時，我們必須要做額外「補償」。而 CP 齒輪齒條則很簡單地就可以將伺服馬達或步進馬達的角度轉為直線距離，這就是為麼 CP 齒輪齒條在定位的控制上受歡迎的原因了。

CP 齒輪齒條常見兩個系統：正齒輪及螺旋齒輪。

他們的正面圓弧節距都是：正面模數 $Mt\pi$

1. CP 正齒輪齒條，在製造上採用可吸收 π 的特殊的模數刀具來進行切削。因為是正齒輪，它的正面模數 $Mt = \text{刀具模數 } Mc$ 。
2. CP 螺旋齒輪齒條，則是以一般的模數刀具，並以特殊的螺旋角來進行切



削，如此可使其正面節距維持整數。又因為是螺旋齒輪，其正面模數 $M_t =$ 刀具模數 $M_c / \cos(\beta)$ ，而它的法向模數 $M_n =$ 刀具模數 M_c 。

不管是用哪一種系統，為了使用者的方便，製造者可是下足了功夫呢！

KHK 的 CP 齒輪齒條是屬於第 1 種 CP 正齒輪齒條：採用特殊的模數刀具，因為是正齒輪，所以 $M_c = M_t = M_n$

例如：CP2.5 ($M_c = 0.7958$)，CP5 ($M_c = 1.5915$)，CP10 ($M_c = 3.1831$)，CP15 ($M_c = 4.7746$)，CP20 ($M_c = 6.3662$)

以下說明第 2 種 CP 螺旋齒輪齒條。

$M_n = 3$ ，18T，CP = 10mm 螺旋齒輪與齒條，

$M_c = M_n = 3$ ，CP = 10，

$M_t = M_c / \cos(\beta)$ ，CP = $M_t \times \pi$

則 $M_t \times \pi = 10$ ， $M_c / \cos(\beta) \times \pi = 10$ ，

$3 / \cos(\beta) \times \pi = 10$

$\cos(\beta) = 3 / 10 \times \pi = 0.942477796$

$\beta = 19.52807776^\circ = 19^\circ 31' 41.08''$ ， $M_t = 3.1831$ ，CP = $3.1831 \times \pi = 10\text{mm}$

節圓直徑 = $M_c / \cos(\beta) \times Z = 3.1831 \times 18 = 57.2958\text{mm}$

節圓周長 = 節圓直徑 $\times \pi = 180\text{mm}$

二、 如何以 $M_n = 3$ ，螺旋角 = 15° 的一般螺旋齒輪達成原有 CP10 ($M_c = 3.1831$) 齒輪齒條的作用

1. 為了使裝配距離保持在原先位置不變，必須對 $M_n 3-18T$ 螺旋齒輪實施正轉位，才能將齒輪的中心提高到原位置。

以 KHK 計算軟體查核原有 CP10-18T 之螺旋齒輪資料：齒條全高 = 30.08mm，齒條節線高 = $30.08 - 3 = 27.08$

小齒輪之節圓直徑 = 57.29578，小齒輪之節圓半徑 = 28.64789

裝配距離（小齒輪距離齒條底部之高度） = $27.08 + 28.64789 = 55.72789$



小齒輪&齒條之轉位計算(齒直角模式)

齒直角模數	3	
齒直角壓力角	20° 0' 0"	
螺旋角	19°31'41"	
【正面模數】	3.1831	
【正面壓力角】	21° 6'57"	
	小齒輪	齒條
齒數	18	. . . .
齒直角轉位係數	0	【0】
正面咬合壓力角	21° 6'57"	
裝配距離	55.72789	
基準節圓直徑	57.29578	27.08
咬合節圓直徑	57.29578	. . . .
齒冠高	3	3
齒根高	3.75	3.75
全齒高	6.75	6.75
齒頂隙	0.75	0.75
基圓直徑	53.44862	. . . .
齒頂圓直徑	63.29578	30.08
齒底圓直徑	49.79578	23.33
咬合開始徑	53.59705	24.69066
導程	507.51378	. . . .
正面咬合率	1.60366	
齒直角齒厚	4.71239	4.71239
正面齒厚	5	5
正面齒頂圓齒厚	2.26929	2.68289
弦齒厚	4.7082	4.71239
弦齒高	3.08603	3
跨齒數	3	. . . .
跨齒厚	23.03633	. . . .
理想梢(球)直徑	5.16125	5.01482
使用梢(球)直徑	5.16125	5.01482
跨梢(球)徑	64.40009	30.44499



經計算，Mn3-18T 之螺旋齒輪必須要符合的資料：

齒條全高 = 30.55mm，齒條節線高 = 30.55 - 3 = 27.55

裝配距離（小齒輪軸心距離齒條底部之高度） = 27.55 + R = 55.72789

則，小齒輪之節圓半徑 R = 28.17789，小齒輪之節圓直徑應為 = 56.35578

小齒輪之齒頂圓直徑應為 = 62.35578

以上述資料來做轉位計算，得出：

小齒輪 & 齒條之轉位計算（齒直角模式）

齒直角模數	3	
齒直角壓力角	20° 0' 0"	
螺旋角	15° 0' 0"	
【正面模數】	3.10583	
【正面壓力角】	20° 38' 49"	
	小齒輪	齒條
齒數	18	. . . .
齒直角轉位係數	0.07514	【 0】
正面咬合壓力角	20° 38' 49"	
裝配距離	55.72789	
基準節圓直徑	55.90491	27.55
咬合節圓直徑	55.90491	. . . .
齒冠高	3.22543	3
齒根高	3.52457	3.75
全齒高	6.75	6.75
齒頂隙	0.75	0.75
基圓直徑	52.31421	. . . .
齒頂圓直徑	62.35578	30.55
齒底圓直徑	48.85578	23.8
咬合開始徑	52.46502	25.26826
導程	655.46182	. . . .
正面咬合率	1.64055	



齒直角齒厚	4.87649	4.71239
正面齒厚	5.04851	4.87862
正面齒頂圓齒厚	2.09118	2.61777
弦齒厚	4.87111	4.71239
弦齒高	3.3246	3
跨齒數	3	. . . .
跨齒厚	23.13009	. . . .
理想梢(球)直徑	5.26672	5.01482
使用梢(球)直徑	5.26672	5.01482
跨梢(球)徑	63.7165	30.91499

KHK GCSW

2. 在控制上馬達應該要有的角度或 PULS 的補償倍數

由於 Mn315°齒輪齒條，其正面節距 $CP = 3.10583 \times \pi \doteq 9.757244697\text{mm}$

因此，角度或 PULS 的補償倍數 = $10/9.757244697 \doteq 1.024879$

或者，角度或 PULS 的補償倍數 = $3.1831/3.10583 \doteq 1.024879$

三、 結論

1. Mn3 -18T， HA = 15°之轉位小齒輪應有的製造數據：

齒直角模數	3
齒直角壓力角	20° 0' 0"
螺旋角	15° 0' 0"
【正面模數】	3.10583
【正面壓力角】	20°38'49"
齒數	18
齒直角轉位係數	0.07514
正面咬合壓力角	20°38'49"
基準節圓直徑	55.90491
咬合節圓直徑	55.90491
齒冠高	3.22543
齒根高	3.52457
全齒高	6.75
齒頂隙	0.75
基圓直徑	52.31421
齒頂圓直徑	62.35578

麗台國際有限公司

LeadTaiwanInternationalCorporation

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



齒底圓直徑	48.85578
導程	655.46182
跨齒數	3
跨齒厚	23.13009

2. 在控制上馬達應該要有的角度或 PULS 的補償倍數為 1.024879 倍。