

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：T2020107

## 技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	齒輪的下切
重點	齒輪的下切
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：

貴司有一產品型號為 DS0.5 -60， 上面規格。

節圓 30/齒頂圓 31/M0.5/Z60，我想知道齒底圓為多少，再計算齒底圓後為 28.75(節圓 x 2.5 M)，但發現這數字比基礎圓 28.19 大，這樣是否正確？

答：

DS0.5 -60

M=0.5

z=60

壓力角  $\alpha=20$

齒深  $=0.5 \times 2.25=1.125 = ( ha+hf )$

基準圓 (節圓)  $pcd=0.5 \times 60=30$

基礎圓 =節圓  $\times \cos \alpha =28.19077862$

齒頂圓  $=0.5 \times ( 60+2) =31$

齒底圓 =齒頂圓 - ( 2 x 齒深 )  $=31 -(2 \times 1.125)=31 -2.25=28.75$

在本例中，您的計算是正確的，基礎圓會比齒底圓來得大。

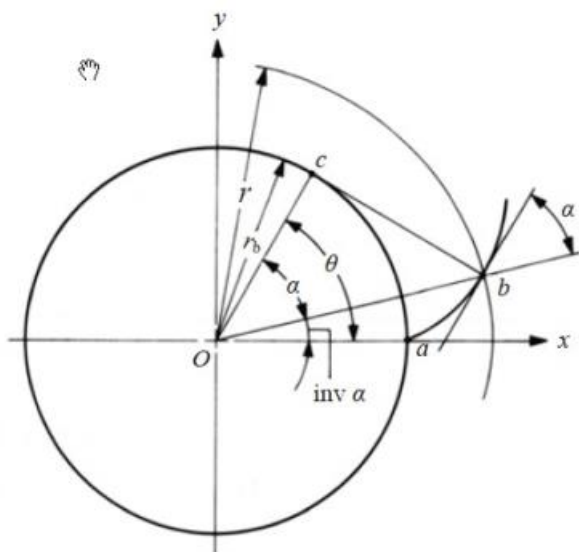
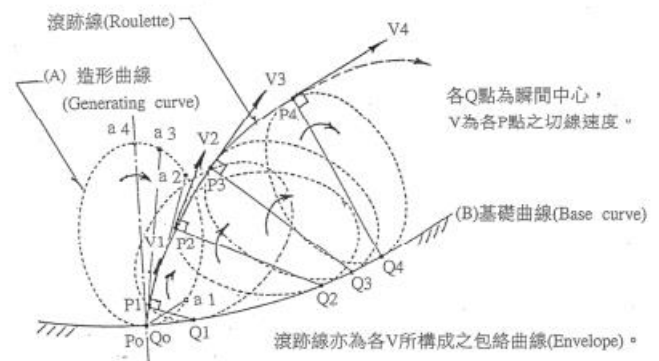


圖 3.3 漸開線曲線



我們猜想，您要問的是：這會不會發生下切？

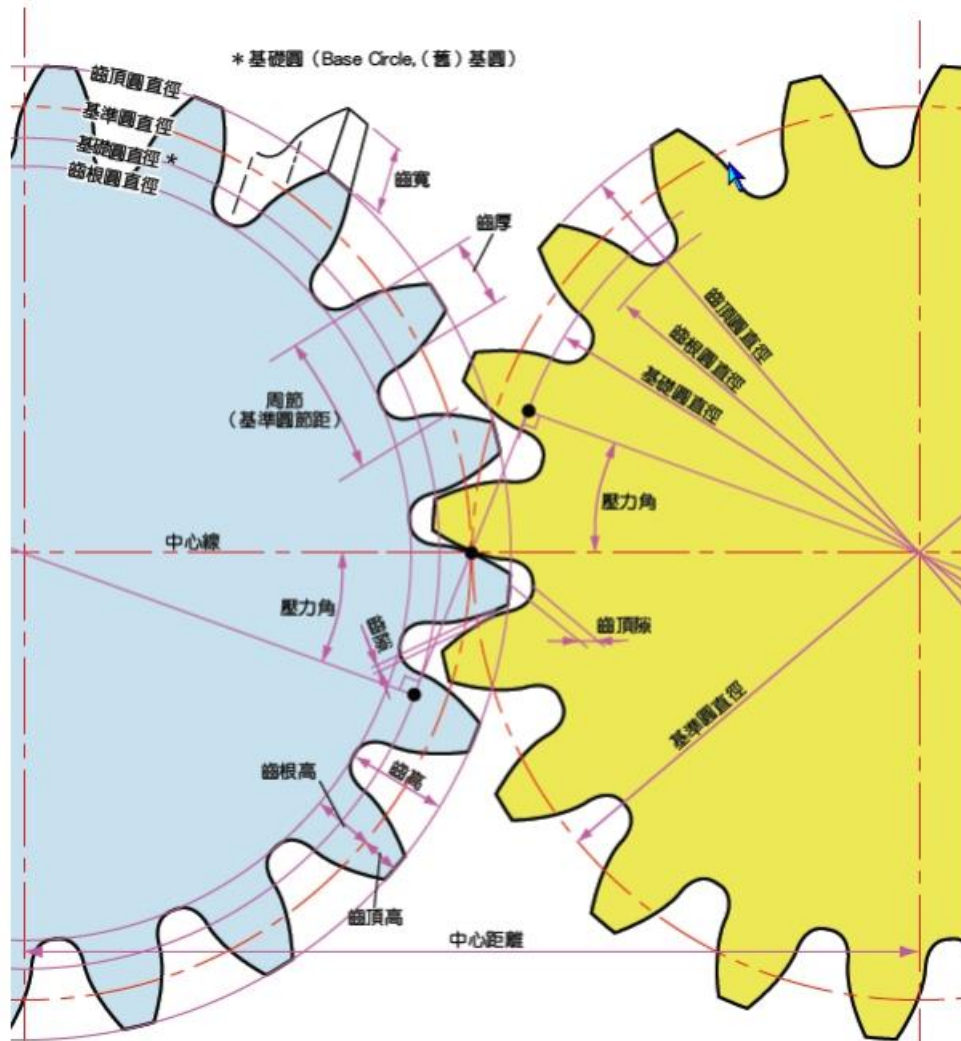
在基圓的下方，漸開線是不存在的，取而代之的是滾跡線。

若滾跡線發生的地方是落在「齒頂隙」的範圍內時，是不影響咬合的。

在現前一般的使用中，齒深係數多數為 2.25



而齒輪咬合的工作深度 (hw)係數是 2  
剩下來的 0.25 就是齒頂隙係數。



當  $\text{節圓} - (2 \times M) < \text{基礎圓}$  時，就會發生運行的漸開線被侵蝕不吻合的情形，使齒輪運轉中有一部份不是以漸開線的接觸在運行的，我們稱之為下切 (Under Cut)。

實際上，齒輪是以切削加工製造的，在齒輪切削時如果有輕微的下切發生時，工作物上受干涉的部分會被刀具削除，不至於在實際運轉中發生卡卡的現象。

但是如果有大量的下切發生，致使齒輪在切削加工時，齒輪根部被削去一大凹，就會發生運轉不順，齒輪強度降低的現象。這時的齒輪就要避免使用。



先不探究切削理論，單就簡單的齒輪幾何關係來說，  
 在 20°壓力角系統中，當 節圓 - ( 2 x M ) < 基礎圓 就會發生下切  
 若要不發生下切，那就必須滿足：節圓 - ( 2 x M ) ≥ 基礎圓 之不等式  
 亦即，  $M \times (z - 2) \geq M \times z \times \cos\alpha$

→  $z - 2 \geq z \times \cos\alpha$

→  $z \geq 2 / (1 - \cos\alpha)$

解不等式，理論上在齒數 z 大於 33 齒時就不會發生下切，齒數 z 小於 33 齒時就會發生下切。

若站在刀具切削的立場精密來說，設避免發生下切的最小齒數為 Zg，則  $Zg = 2 / (\sin^2\alpha_c)$ 。當  $\alpha_c = 20^\circ$  時， $Zg \doteq 17$

實務上，齒數可以降到 14 齒、甚至是 12 齒 還是可以運行無礙的。

若要避免下切，有兩個方式可採用

1. 改以螺旋 (helical) 齒輪的方式
2. 以正轉位齒輪的方式 (如下計算例)

表 4.3 轉位正齒輪的計算 (1)

序號	計算項目	代號	計算公式	計算例	
				小齒輪 (1)	大齒輪 (2)
1	模數	$m$	設定值	3	
2	壓力角	$\alpha$		20°	
3	齒數	$z$		12	24
4	轉位係數	$x$		0.6	0.36
5	$\alpha_w$ 的漸開線函數	$\text{inv } \alpha_w$	$2 \tan \alpha \left( \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} \right) + \text{inv } \alpha$	0.034316	
6	咬合壓力角	$\alpha_w$	查閱漸開線函數表	26.0886°	
7	中心距離修正係數	$y$	$\frac{z_1 + z_2}{2} \left( \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w} - 1 \right)$	0.83329	
8	中心距離離	$a$	$\left( \frac{z_1 + z_2}{2} + y \right) m$	56.4999	
9	標準圓直徑	$d$	$zm$	36.000	72.000
10	基圓直徑	$d_b$	$d \cos \alpha$	33.8289	67.6579
11	咬合節徑	$d_w$	$\frac{d_b}{\cos \alpha_w}$	37.667	75.333
12	齒冠高	$h_{a1}$ $h_{a2}$	$(1 + y - x_2) m$ $(1 + y - x_1) m$	4.420	3.700
13	全齒深	$h$	$\{ 2.25 + y - (x_1 + x_2) \} m$	6.370	
14	齒頂圓直徑	$d_a$	$d + 2h_a$	44.840	79.400
15	齒底圓直徑	$d_f$	$d_a - 2h$	32.100	66.660

轉位齒輪的計算中，將  $x_1 = x_2 = 0$  時，即為標準齒輪的計算式。