

新太科技叢書13

齒輪計算表

(改訂版)

永 沢 謙 三 共著
窪 田 雅 男
本 社 編 輯 部 編 譯



發行

齒輪計算表

改訂版

原著者 永澤謙三
改著者 窪田雅男
編譯者 新太出版公司編輯部

新太出版社

新太科技實務叢書13
齒輪計算表

實價新台幣 250元

中華民國73年3月初版
中華民國75年4月3版

發行人 許 浦 章
原著者 永 澤 謙 三
改著者 窪 田 雅 男
編譯者 新太出版社編輯部

出版者 新太出版社出版部

台北市南京東路5段250巷18弄11-1號7F(頂樓)
電話(02) 7696275 • 郵撥第 0017710-9號

北區服務中心 台北市南京東路5段250巷18弄11-1號7F(頂樓)

電話(02) 7696275 • 郵撥第 0017710-1號

南區服務中心 高雄市一心二路54巷9號7樓

電話(07) 3349080 • 郵撥第 0043197-9號

打字 勝新電動打字排版公司

排版 淵明排版印刷公司

印刷者 東良彩色印刷公司

新聞局出版登記證局版臺業字第 0914 號

序

自永澤謙三先生的舊著公諸於世至今，已經過將近卅個年頭。雖然備受衆多人們的垂愛，屢次再版達十九餘次之譜，但隨着技術的進步，齒輪界的情況亦有變化，根據判斷，如照舊著的原貌繼續出版時，必定無法適應潮流，故自一九六二年即成爲絕版書。然而，鑑於讀者對舊著的殷切期望從無間斷之事實，出版社終於在一九六三年委託筆者着手改訂舊著。

爾後雖非毫無類似書籍之出版，然絕大多數均係引用本書舊著之內容而成，其有更甚者，尚有將舊著中的錯誤原封不動的轉載，且依照最近之齒輪技術而言，亦難於承認確已具有令人滿意的內容者。

基於上述情形，姑且接下了改訂的工作，但是由於公務的忙碌，加諸應行改訂事項甚多以至花費較預定爲長的時日，至今纔勉強湊近脫稿的階段。

起先打算保留原著的面貌，再配上新內容。並曾朝此方向進行，再將完稿的內容看過後，仍發現尚有不少未能滿意之點。但在實用上需要且具充分內容的數表，則均予網羅在內。又因篇幅的關係而割愛的詳細數表，擬予最近將出版的姊妹書，拙著「齒輪數值詳表」中發表。

數值的正確性是計算表的生命，雖然原本期望獲得出版社諸賢的協助而達到毫無錯誤的境界，但「校對誠可懼」，說不定還有意想不到的錯誤，如蒙賜正則幸甚。

最後對始終惠予照顧的竹內正隆先生，鈴木大沼先生及中屋敷恭子女士，協助計算的齊藤慶子女士，以及同意改訂的永澤先生遺族，表示由衷的感謝。

一九六七年三月

改著者誌

原序

齒輪在機械上被採用得很多，以致幾乎可以用齒輪來表示機械一語亦不爲過。而且對於從事機械設計，製作機械的人，確有計算齒輪的需要。因爲惟獨這事，沒辦法僅靠大致的推測來決定。

齒輪的計算雖然不難，却也非常費事。若臨設計時，能有計算表的話，將非常方便。何況對於計算不怎麼拿手的人來說，更是不可缺少之物。又，近來因爲使用公制量度的齒輪，爲了計算該類齒輪曾有很多人來請教過，經尋找該類計算表的結果，却無從找着，最後就決定乾脆自行加以計算。

能够達成這樣麻煩的工作，主要是靠方便的所謂計算機的機器和小林登喜夫君非常的努力與相田正一君，柴田俊夫君等之支援。是故對於校對方面亦曾刻意使其臻善。

在此謹對該等諸賢表示感謝之誌。

一九三七年一月八日

著者

目 錄

1 齒輪記號

1.1 直線上尺寸及圓周上尺寸	1
1.2 角度尺寸	2
1.3 數與比率	2
1.4 精確度	3

2 齒 形

2.1 漸開線齒輪齒形	4
2.2 模數和節距比較表	7
2.3 齒形圖(與實物一般大)	9

3 正齒輪的計算

3.1 正齒輪的記號	13
3.2 標準正齒輪的計算式	13
3.3 標準內齒輪的計算式	15
3.4 轉位(齒形修正)正齒輪的計算式 (已知轉位(齒形修正)係數 x_1 , x_2 之條件下)	16
3.5 轉位(齒形修正)正齒輪的計算式 (已知中心距離 a 之條件下)	18
3.6 轉位(齒形修正)內齒輪的計算式	18
3.7 模數系標準正齒輪各部尺寸表	20
3.8 徑節系標準正齒輪各部尺寸表	23
3.9 標準齒輪的弦線齒厚($m=1$, 齒數 $=6\sim182$)	24
3.10 弦線齒厚表(各種模數, 徑節)	26
3.11 模數系標準直齒正齒輪之節圓直徑及齒頂圓直徑(外徑)	31
3.12 徑節系標準直齒正齒輪之節圓直徑及外徑	98
3.13 轉位(齒形修正)齒輪計算數表	174

4 螺旋齒輪之計算

4.1 法線橫斷方式標準螺旋正齒輪之計算式	182
4.2 法線橫斷方式轉位(齒形修正)螺旋正齒輪之計算式	183

4.3	螺旋正齒輪之直徑係數	185
5	斜齒輪之計算	
5.1	斜齒輪之記號	202
5.2	標準全齒斜齒輪之計算式	203
5.3	格理遜 (Gleason) 全齒斜齒輪之計算式	204
5.4	斜交軸相齧斜齒輪之計算式	207
5.5	求標準斜齒輪外徑之表	209
5.6	求標準斜齒輪齒數與角度間關係之表	215
6	蝸輪之計算	
6.1	蝸輪各部之尺寸	272
6.2	蝸輪計算式	272
6.3	決定蝸輪外徑的數表 (mm 及 in——公釐及英吋)	274
6.4	蝸桿螺紋各部之比例	275
6.5	蝸輪之節圓直徑	276
7	漸開線函數表	294
8	三角函數表	296
9	其他附表	302
9.1	角度、分、秒之弧度換算表	302
9.2	等值 (或相當) 正齒輪換算表	303

1 齒輪符號 (JIS B 0121-1961)

添 字 表

關 連 事 項	添 字	順 序	關 連 事 項	添 字	順 序
節 圓 關 係	○(零)或 無添字	1	法線橫斷方式關係	n	2
基 圓 關 係	g	1	軸線橫斷方式, 正面關係	s	2
齒冠或齒面關係	k	1	軸線橫斷方式, 軸平面外 端關係	a	2
齒根或齒腹關係	f	1	內端關係	i	2
齒 根 關 係	r	1	刀具、切削關係	c	3
啮 合 關 係	b	1	數字添字	1, 2, ……	4
工作深度尺寸關係	e	1	其他添字		1

1.1 直線上尺寸與圓周上尺寸

名 稱	符 號	名 稱	符 號
中心距	a	餘 隙	c_k
周節	t	圓周方向齒隙	c_0
基準節距	t_0 或 t	法線方向齒隙	c_n
正面節距	t_s	齒面寬	b
齒直角節距	t_n	工作齒深之齒面寬	b_s
軸方向節距	t_a	全齒深之齒面寬	b_i
法距	t_s	導 程	L
正面法距	t_{ss}	輪齒之螺旋量	q
齒直角法距	t_{en}	直 徑	d
全齒深	h	節圓直徑	d_0 或 d
齒冠深	h_k	齧合節圓直徑	d_b
齒根深	h_f	齒頂圓直徑	d_k
卡尺齒深	h_j	基圓直徑	d_g
工作齒深	h_o	齒根圓直徑	d_r
弧線齒厚(1)	s	半 徑	r
弧線齒厚(2)	s_0	節圓半徑	r_0 或 r
基圓弧線齒厚	s_g	齧合節圓半徑	r_b
弦線齒厚	s_j	齒頂圓半徑	r_k
齒間寬	w	基圓半徑	r_g

名 稱	符 號	名 稱	符 號
齒根圓半徑	r_r	內端圓錐距	R_i
曲率半徑	ρ	後圓錐距	R_o
圓錐距	R	後面距	A
外端圓錐距	R_o	組合距	A_h
平均圓錐距	R_m	偏位	E

(註) (1)在任意半徑圓柱體上時。

(2)在節圓柱體上時。

1.2 角 度

名 稱	符 號	名 稱	符 號
壓力角	α	導 角	γ
標準壓力角	α_0 或 α	節圓柱體導角	γ_0 或 γ
嚙合壓力角	α_b	齒頂圓柱體導角	γ_h
工具壓力角	α_c	基圓柱體導角	γ_g
正面壓力角	α_s	軸 角	Σ
齒直角壓力角	α_n	圓錐角	δ
軸平面壓力角	α_n	節圓錐角	δ_0 或 δ
螺旋角	β	齒頂圓錐角	δ_h
節圓柱體螺旋角	β_0 或 β	基圓錐角	δ_r
齒頂圓柱體螺旋角	β_h	齒 冠 角	θ_h
基圓柱體螺旋角	β_g	齒 腹 角	θ_f

1.3 數目及比率

名 稱	符 號	名 稱	符 號
齒 數	z	嚙 合 率	ϵ
等值正齒輪齒數	z_v	滑 動 率	σ
支 數	z_w	角 速	ω
齒 數 比	i	線 速	v
速 比	u	轉 速	n
模 數	m	轉位(或齒形修正)係數	x
徑 節	P		

1.4 精 度

名 稱	符 號	名 稱	符 號
單節距誤差	f_s	齒形誤差	f_p
隣接節距誤差	f_{in}	齒間偏差	f_r
累積節距誤差	F_s	齒間方向誤差	f_q
法線節距誤差	f_{in}		

2. 齒 形

2.1 漸開線齒輪齒形 (JIS B 1701-1963)

1. 適用範圍 本規格係對一般使用的漸開線正齒輪以及螺旋齒輪之齒形所做之規定者。

備註：人字齒輪係當做配成雙之螺旋齒輪而適用於本規格。

2. 術語之意義 本規格內所使用術語之意義係以 JIS B0102 (齒輪術語) 為依據。

表 1. 標準模數之值

單位 mm

第 1 系列	第 2 系列	第 3 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 3 系列
0.1			3		3.25
0.15				3.5	
0.2					3.75
0.25			4		
0.3	0.35			4.5	
0.4	0.45		5	5.5	
0.5	0.55		6		6.5
0.6		0.65	8	7	
	0.7			9	
		0.75	10		
0.8	0.9		12	11	
1					13
1.25				14	
1.5					15
	1.75		16		
2	2.25		20	18	
			22		
2.5	2.75		25		

備註：第 2 系列與第 3 系列之數值，以盡可能不使用為宜。

3. 齒之大小 若欲表示齒之大小，均以基準模數 m (1) 爲之。基準模數之值如表 1 所示。

(注) (1) 螺旋齒輪之基準模數，以 m_n 表示法線模數，而以 m_n 表示正面模數。

4. 漸開線正齒輪齒形 正齒輪之齒形曲線，係定爲在基準節圓上具有壓力角 α 。爲 20° 之漸開線，其齒形依表 2 所列者。但有關齒形之修正事項則在此不予規定。

基準齒條，係指具有依照本規格所定標準齒輪之大小，齒形，全齒深，齒冠及齒厚之齒條者，如圖所示。

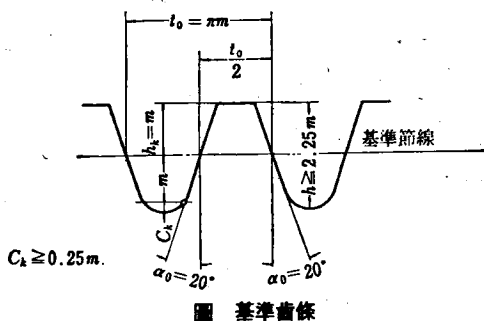


圖 基準齒條

5. 漸開線螺旋齒輪之齒形 螺旋齒輪之齒形曲線，係以漸開線曲線爲其正面，其齒形之表示法有如下兩種方式。

(1) 法線方式 將基準壓力角之法線壓力角之 α_n 定爲 20° ，而將法線模數 m_n 定爲表 1 之標準值，並依照表 2 所示者。

備註 於法線方式螺旋齒輪及正面方式螺旋齒輪中，其在法線平面以及正面平面上齒條之齒形，分別與 4. 中所示基準齒條相一致。

解釋：關於表 2 之注 (2)

此乃因爲將齒冠尺寸定爲 $(1+x)m$ 時其餘隙就變小，故欲確保足夠餘隙所需之 C_k 量而爲者。若以 $\triangle h_k$ 表示將齒冠變成較 $(1+x)m$ 爲小之量時

$$\triangle h_k = \{ (x_1 + x_2) - y \} m$$

但， ym 爲標準齒輪對轉位（齒形修正）齒輪之中心距增加量。

此種關係，即如參考圖所示然，當 $z_1 + z_2$ 恆小，而 $x_1 + x_2$ 恆大時，可知有考慮 $\triangle h_k$ 之必要。

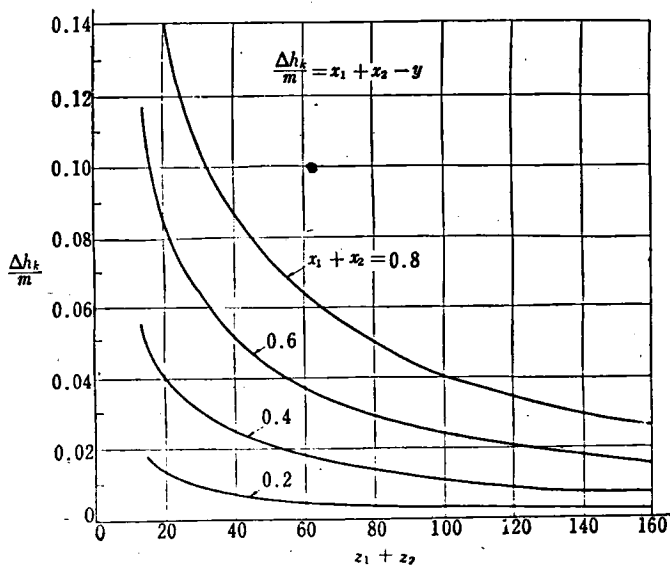
表 2 漸開線正齒輪與螺旋齒輪之齒形

項 目	正 齒 輪		螺旋齒輪			
			齒直角方式		軸直角方式	
	標準	轉位(齒形修正)	標準	轉位(齒形修正)	標準	轉位(齒形修正)
基準模數	m		齒直角模數 m_n		正面模數 m_s	
基準壓力角	$\alpha_0=20^\circ$		齒直角壓力角 $\alpha_n=20^\circ$		正面壓力角 $\alpha_s=20^\circ$	
基準節圓直徑	zm		$zm_n/\cos\beta_0$		zm_s	
全 齒 深(2)	2.25 m 以上		2.25 m_n 以上		2.25 m_s 以上	
轉位(齒形修正)量	0	xm	0	$x_n m_n$	0	$x_s m_s$
齒冠	m	$(1+x)m$	m_n	$(1+x_n)m_n$	m_s	$(1+x_s)m_s$
正面弧線齒厚(3)	$\frac{\pi m}{2}$	$\left(\frac{\pi}{2}+2x \tan \alpha_0\right) \times m$	$\frac{\pi m_n}{2 \cos \beta_0}$	$\left(\frac{\pi}{2}+2x_n \tan \alpha_n\right) \times \frac{m_n}{\cos \beta_0}$	$\frac{\pi m_s}{2}$	$\left(\frac{\pi}{2}+2x_s \tan \alpha_s\right) \times m_s$

(注) (2) 在一對齒輪中，其轉位（或齒形修正）係數之和甚大的情形下，有時亦須將此值定得較小。

(3) 對齒隙不加以規定。

備 註 z ：齒數 β_0 ：基準節圓柱體上之螺旋角



參 考 圖

2.2 模數與節距比較表

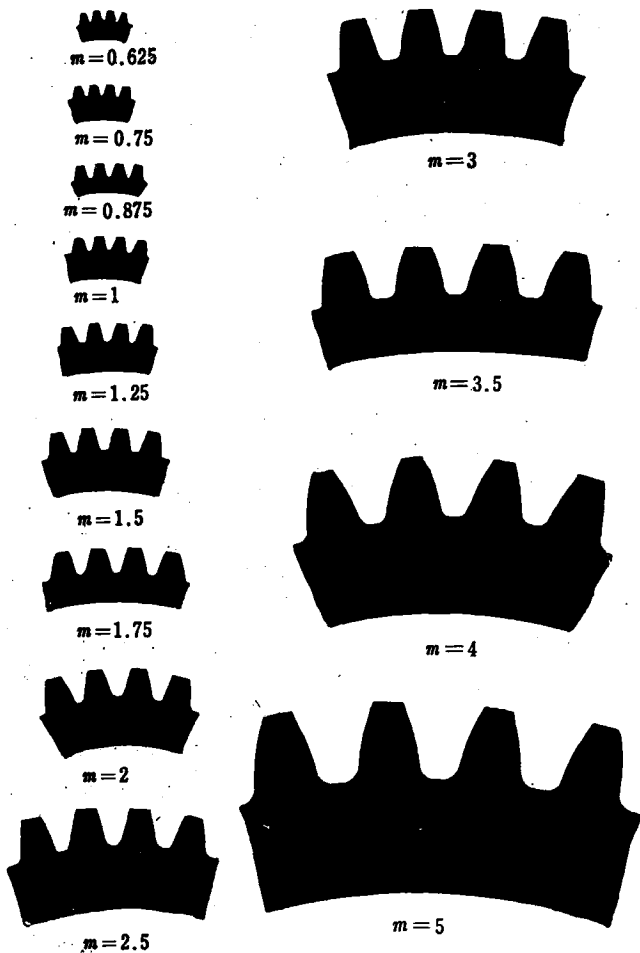
模數 m mm	徑 節 P	周 節 t_0 mm	法 節 t_e ($\alpha=20^\circ$) mm
1. 000000	25. 400000	3. 141593	2. 952131
1. 058333	24. 000000	3. 324852	3. 124339
1. 125000	22. 577778	3. 534292	3. 321148
1. 154545	22. 000000	3. 627112	3. 408370
1. 250000	20. 320000	3. 926991	3. 690164
1. 270000	20. 000000	3. 989823	3. 749207
1. 375000	18. 472727	4. 319690	4. 059181
1. 411111	18. 000000	4. 433136	4. 165785
1. 500000	16. 933333	4. 712389	4. 428197
1. 587500	16. 000000	4. 987278	4. 686509
1. 750000	14. 514286	5. 497787	5. 166230
1. 814286	14. 000000	5. 699747	5. 356010
1. 953846	13. 000000	6. 138189	5. 768011
2. 000000	12. 700000	6. 283185	5. 904263
2. 116667	12. 000000	6. 649704	6. 248678
2. 250000	11. 288889	7. 068583	6. 642296
2. 309091	11. 000000	7. 254223	6. 816740
2. 500000	10. 160000	7. 853982	7. 380329
2. 540000	10. 000000	7. 979615	7. 498414
2. 750000	9. 236364	8. 639380	8. 118861
2. 822222	9. 000000	8. 866273	8. 331571
3. 000000	8. 466667	9. 424778	8. 856394
3. 175000	8. 000000	9. 974557	9. 373017
3. 250000	7. 815385	10. 210176	9. 594427
3. 500000	7. 257143	10. 995574	10. 332460
3. 628571	7. 000000	11. 399493	10. 712020
3. 750000	6. 773333	11. 780972	11. 070493
4. 000000	6. 350000	12. 566371	11. 808526
4. 233333	6. 000000	13. 299409	12. 497358
4. 250000	5. 976471	13. 351769	12. 546559
4. 500000	5. 644444	14. 137167	13. 284591
4. 618182	5. 500000	14. 508446	13. 633480
4. 750000	5. 347368	14. 922565	14. 022624
5. 000000	5. 080000	15. 707963	14. 760657
5. 080000	5. 000000	15. 959291	14. 996828
5. 250000	4. 838095	16. 493361	15. 498690
5. 500000	4. 618182	17. 278760	16. 236723
5. 644444	4. 500000	17. 732515	16. 663142
5. 750000	4. 417391	18. 061158	16. 974756
6. 000000	4. 233333	18. 849556	17. 712789
6. 250000	4. 064000	19. 634954	18. 450821
6. 350000	4. 000000	19. 919113	18. 746036
6. 500000	3. 907692	20. 42135	19. 18885
6. 750000	3. 762963	21. 20575	19. 92689
7. 000000	3. 628571	21. 99115	20. 66492

模數 m mm	徑 節 P	周 節 t_0 mm	法 節 t_n ($\alpha=20^\circ$) mm
7.257143	3.500000	22.79899	21.42404
7.500000	3.386667	23.56194	22.14099
8.000000	3.175000	25.13274	23.61705
8.466667	3.000000	26.59882	24.99471
8.500000	2.988235	26.70354	25.09312
9.000000	2.822222	28.27433	26.56918
9.236364	2.750000	29.01689	27.26696
9.500000	2.673684	29.84513	28.04525
10.000000	2.540000	31.41593	29.52131
10.160000	2.500000	31.91858	29.99366
11.000000	2.309091	34.55752	32.47345
11.288889	2.250000	35.46509	33.32628
12.000000	2.116667	37.69911	35.42558
12.700000	2.000000	39.89823	37.49207
13.000000	1.953846	40.84070	38.37771
14.000000	1.814285	43.98230	41.32984
14.514286	1.750000	45.59797	42.84808
15.000000	1.693333	47.12389	44.28197
16.000000	1.587000	50.26548	47.23410
16.933333	1.500000	53.19764	49.98943
18.000000	1.411111	56.54867	53.13837
20.000000	1.270000	62.83185	59.04263
20.320000	1.250000	63.83716	59.98731
22.000000	1.154545	69.11504	64.94689
24.000000	1.058333	75.39822	70.85115
25.000000	1.016000	78.53982	73.80329
25.400000	1.000000	79.79645	74.98414
27.000000	0.940741	84.82300	79.70755
28.000000	0.907143	87.96459	82.65968
29.028571	0.875000	91.19595	85.69616
30.000000	0.846667	94.24778	88.56394
32.000000	0.793750	100.53096	94.46821
33.866667	0.750000	106.39527	99.97885
36.000000	0.705556	113.09734	106.27673
40.000000	0.635000	125.66371	118.08526
40.640000	0.625000	127.67432	119.97462
45.000000	0.564444	141.37167	132.84591
50.000000	0.508000	157.07963	147.60657
50.800000	0.500000	159.59291	149.96828

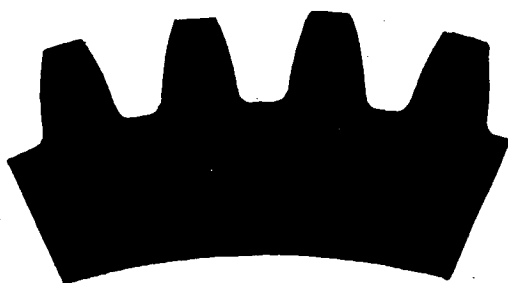
(注) 粗字體表示在J I S 第1系列中具有模數值1以上之者

2.3 齒形圖 (實際尺寸)

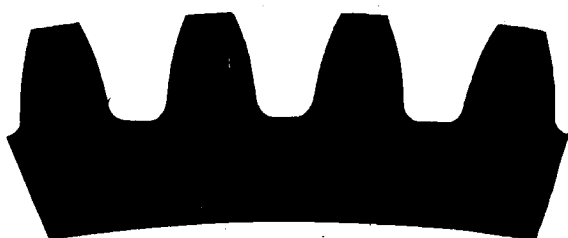
a. 模數系齒形



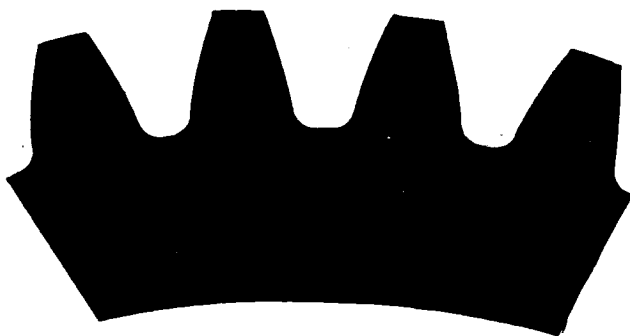
模数系齿形



$m=6$



$m=7$



$m=8$