

齒輪製造

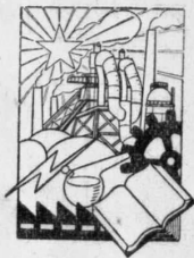
林漢藩 編譯



民智書店出版

齒輪製造

林漢藩編譯



民智書店出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第零肆零號

齒 輪 製 造

• 版權所有 •

編譯者 林 漢 藩

出版者 民智書店

發行者 民智書店

北京西琉璃廠 101 號

電 話：(3)4823 號

電報掛號 7 3 3 6 號

1953 年 6 月發排

1953 年 9 月初版

31×43 1/25

105 印刷頁

字數 149 千字

印數 1—3000

定價 16,400 元

目 次

第一章 緒言

第二章 用銑床銑削齒輪法

2—1 型銑刀.....	(8)
2—2 分度頭及分度法.....	(12)
2—3 正齒輪之銑製.....	(25)
2—4 螺線齒輪之銑製.....	(31)
2—5 直齒傘齒輪之銑製.....	(40)
2—6 蝸輪之銑製.....	(46)
2—7 加工時間之計算.....	(49)

第三章 滾齒機及齒輪滾切法

3—1 滾齒機的基本原理.....	(52)
3—2 532 型滾齒機	(53)
3—3 機床傳動系統.....	(57)
3—4 差動裝置.....	(62)
3—5 正齒輪的加工.....	(65)
3—6 螺旋齒輪的加工.....	(85)
3—7 蝸輪(蝸母輪)的加工.....	(97)
3—8 質數正齒輪的加工.....	(105)
3—9 加工時間的計算.....	(108)

第四章 刨齒機 (插齒機)

4—1 刨齒機的基本原理·····	(111)
4—2 刨齒機機構·····	(114)
4—3 機床的調整·····	(120)
4—4 刨齒機的換輪計算法·····	(121)
4—5 加工時間的計算·····	(133)

第五章 傘齒輪切製法

5—1 傘齒輪切削方法·····	(137)
5—2 傘齒輪創成法的基本原理·····	(137)
5—3 5 2 4 型傘齒輪刨床·····	(144)
5—4 傘齒輪刨床換輪計算法·····	(149)
5—5 蝸旋傘齒輪銑切法·····	(169)

第六章 齒輪的精加工

6—1 齒輪的熱處理和精加工·····	(186)
6—2 磨齒·····	(188)
6—3 研齒·····	(200)
6—4 擠齒·····	(200)
6—5 剃齒·····	(202)

第一章 緒 言

齒輪製造，在機械製造業中佔重要地位。因為齒輪傳動，在機械傳動中應用很廣。而機械的工作情況是否良好，又視齒輪傳動的情形而定。尤其是在高速迴轉的機械，齒輪的良好與否，影響其機械性能很大。因此對於齒輪的精確度，因為傳動速度提高，其要求也就提高。

機械上所用的齒輪，因為其傳動速度不同，對於齒輪表面光滑度的要求也就不同。粗糙的齒輪可直接由鑄工車間鑄造，只用銼鑿等工具，將齒面加以修整，而不將齒面加以切削精製。這種齒輪的製造成本較低，同時因為鑄件表面冷卻較快，如係鑄鐵時，可得較硬表面，並耐磨損。但其最大缺點，為精度不足。近來雖因鑄模及澆注方法不斷的改進，可得較為光滑的表面。但如迴轉速度較高時，仍易發生噪音與振動。因此大部分齒輪，均須切削加工製造。

齒輪毛坯係由鑄工車間鑄造，或由鍛壓車間鍛造而成。如齒輪的尺寸不大時，也可由條料直接加工。毛坯先由車工工段加以車削，然後送交齒輪切削機床上加工。切削加工製造的齒輪，其精度較鑄造齒輪準確。當切削較大周節的齒輪時，為了避免和減輕刀具的發熱及磨損。輪胚的切削，一般分為兩個步驟進行。一為粗切削，由精度較差的刀具及切削機床行之。一為細切削，加工時可達到所要求的精度。

倘齒輪的精度要求很高，則在切削加工之後，還要施行精加

工。爲了增加齒輪的強度，在精加工以前，有時須要施行熱處理。滲炭處理和滲氮處理是使齒輪表面硬化最好的方法。含碳量 0.15~0.2% 的低碳鋼，經過滲炭處理以後，其表面含碳量增加。滲炭深度一般爲 0.5~1.1 公厘，硬度可達 $R_c=55-60$ 度，而滲氮處理表面硬度可達 $R_c 80$ 度，滲氮層深度一般爲 0.5~0.6 公厘。齒輪經過熱處理以後，其精加工的方法，可用磨齒和研齒。此種方法，一方面可以除去齒輪因淬火所生的變形，同時還可以使齒面非常光滑，提高光滑度。齒輪的精加工，如果行之於熱處理之前，則可用擠齒和剃齒的方法。

切削加工製造齒輪的方法，可分爲兩大類，一爲成形法，一爲創成法，如下表所示：

表 1-1 齒輪切削加工方法

切削方法	切 削 刀 具	刀 具 的 運 動 方 式
成形法	V形刀具	刀具運動的軌跡，由模板來決定。而模板的曲線與齒輪的齒形曲線相同。
	型銑刀（型齒刀） 端銑刀	刀具作旋轉運動，沿齒輪齒廓方向進刀。一齒切削完畢後，再切削另一齒。
創成法	滾齒刀（Червячная фреза）	刀具作旋轉運動，連續滾削。
	齒輪形刨齒刀（Долбяк）	刀具作往復運動，並按一定速比旋轉。
	齒條形刨齒刀 （Зуборезная рейка）	刀具作往復運動。
	圓盤形傘齒輪銑刀	刀具作旋轉運動，其所經過的路徑，與平面傘齒輪輪齒面相同。

上述切削齒輪的方法，其中以用型銑刀製造，爲最早的切削齒輪方法。可在銑床（Фрезерный станок）上行之。型銑刀的形狀及其切削輪齒的情形，如圖 1-1 A 所示，刀具爲圓盤形，四周具有切削刃，切削刃的形狀，即爲被切削齒輪齒槽的形狀。但因

通常用同一刀具，可銑數種齒數不同的齒輪。而齒輪的齒形，在同一周節時，因齒數不同而各不相同。因此所銑出的齒形，多為近似的齒形曲線。

圖1—1B 為用端銑刀切削齒輪的情形。此種方法，對於用其他方法不便切削的齒形曲線，可用端銑刀切削之，而普通齒輪則很少用此種方法。

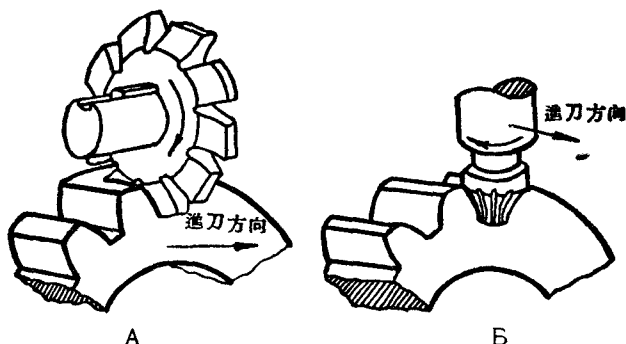


圖 1—1

用型銑刀銑削法及用端銑刀銑削法的缺點，為工作效率低，不適用於大量生產之用，故近年來已為創成法所代替。然在設備較差的機械加工車間及修理車間，仍用此種方法製造齒輪。還有儀表製造工廠切削齒槽較深的擺線齒輪。以及切削速率低而周節大的齒輪，也用此種方法製造。

創成法係利用刀具與輪胚間的相對運動，而切削輪齒的方法。用此種方法所切製的齒輪，齒形精確。適於高速傳動之用。

用成形法銑削齒輪時，係銑完一個齒後，再銑另一個齒。其銑削過程為間歇的。而用創成法中的滾切法切削齒輪時，其切削過程為連續的。其切削情形，如圖1—2A 所示。滾齒刀除作旋轉運動外，並隨刀架作垂直下降運動。而輪胚則隨工作作旋轉運

動，當切削正齒輪時，須將滾齒刀斜置 α 角， α 角為滾齒刀的螺旋導角，如圖1—2B所示。用此種方法切削齒輪，應用最廣。近年來各製造工廠多採用之。

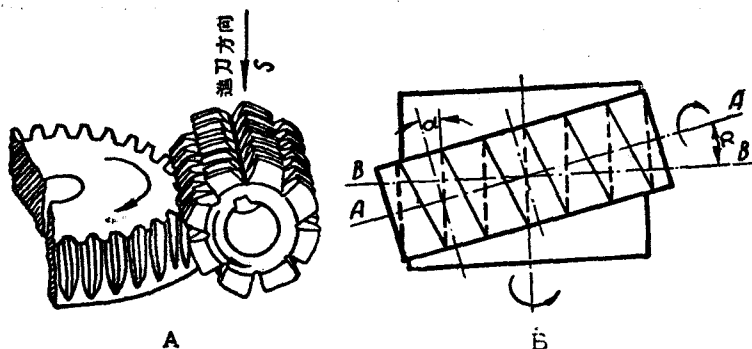


圖 1—2

爲了說明用創成法切削齒輪的原理，可參考圖1—3的試驗情形。圖中1爲齒輪胚，用石臘（Парафин）製成，由軸2與兩個滾筒3相連。輪胚之直徑與滾筒之直徑相等。滾筒用繩繫於平台上，可以沿平台轉動。當滾筒沿平台轉動時，輪胚亦隨之轉動，但不發生滑動（Скольжение）。輪胚係置於鋼製齒條上面。齒條之位置與平台平行，且其高度與平台相等。當齒條加熱，使其溫度昇至與石臘之熔點相等時。然後將滾筒緩緩轉動。則輪胚亦隨之沿齒條滾動。因此在輪胚上刻出輪齒來。

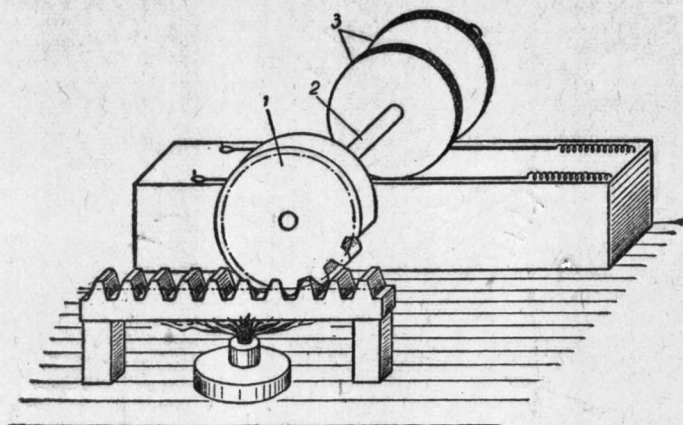
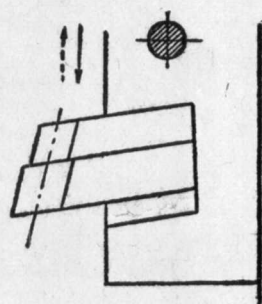


圖 1—3

用齒條形刨齒刀切削齒輪，即係利用齒條形刨齒刀與輪胚間的相對運動。如同齒條與齒輪相嚙合，互相傳動一樣。刀具與輪胚間按一定的速比傳動，同時刀具並作往復運動，於是在輪胚上將齒槽切削出來。馬格式（Maar）鉋齒機即係利用此種原理造成。圖 1—4 為齒條形刨齒刀的形狀，圖 1—5 為用齒條形刨齒刀切削輪胚時，齒形曲線創成的情形。



齒條形刨齒刀

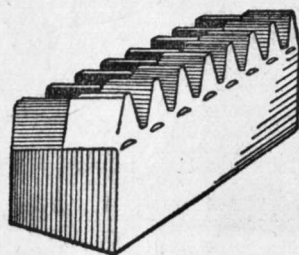
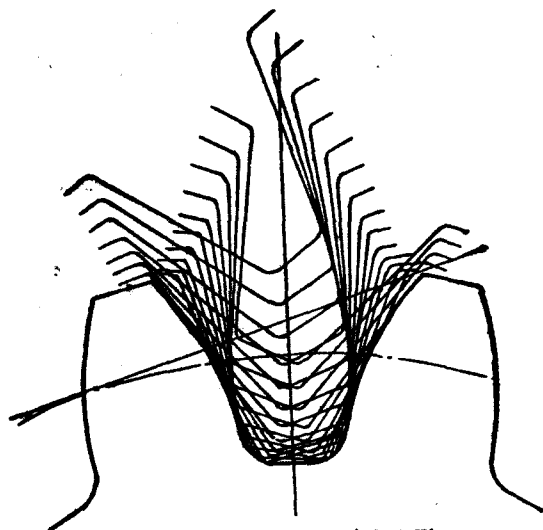


圖 1—4



用齒條形刨齒刀刨成之齒形

圖 1—5

刀具同時輪胚
與刀具離開

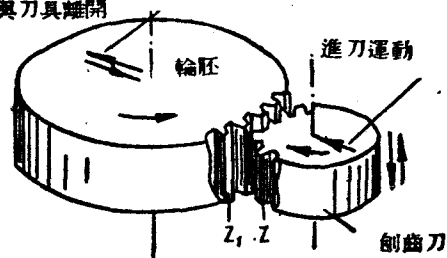


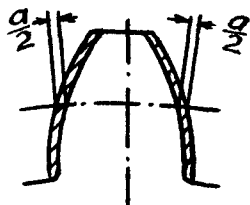
圖 1—6

當兩個模數或徑節相同的齒輪，互相接合，便可轉動。現將一個齒輪作為切削刀具，叫做齒輪形刨齒刀，簡稱刨齒刀（Дол-бязк）。而其他一個齒輪，則成為被切削的輪胚。當兩者間按一定的速比轉動，刀具並沿軸線方向作上下往復運動，便可在輪胚上

將齒槽切削出來。如圖 1—6 所示。利用此種原理所製成的切削齒輪機床，叫做刨齒機（插齒機）（Зубодолбежный станок）。當大量製造正齒輪時，多用此種機床。

齒輪切削加工方法，上面已作綜合性的敘述。齒輪齒厚加工的加工餘量，如下表所示：

表 1—2 齒輪齒厚的加工餘量（根據·蘇聯 PTM388）



齒輪模數 (公厘)	齒厚的加工餘量 a (以公厘計)							
	細 切 削 (經粗切削後)		磨 齒		刨齒(插齒)		剃 齒	
	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大
2 以下	—	—	0.2	0.3	—	—	0.03	0.05
2~3	0.4	0.5	0.35	0.55	0.4	0.5	0.05	0.08
3~5	0.5	0.6	0.3	0.4	0.5	0.6	0.08	0.12
5~7	0.6	0.7	0.3	0.4	0.6	0.7	0.10	0.20
7~10	0.7	0.8	0.4	0.4	0.7	0.8	0.15	0.25

第二章 用銑床銑削齒輪法

當工廠中缺乏專門切削齒輪機床時，可用成形刀具，如型銑刀及端銑刀，在銑床上銑削齒輪。除此以外，有時爲了保持專門切削齒輪機床之精度，亦有利用銑床做粗切削工作者。現將在銑床上切削齒輪方法，於以下各節分述之。

2-1 型銑刀

在銑床上銑削齒輪時，普通都用漸開線型銑刀，又稱爲模數圓片銑刀（Фасонные модульные фрезы），一般簡稱爲銑刀。銑刀爲圓盤形，具有切削刃之齒形，與所切削的齒輪之齒槽一致，如圖 2-1 所示。

用型銑刀銑製齒輪時，每一模數（或徑節）有一組銑刀。通

常一組銑刀有八把，由 1 號至 8 號。其形狀如圖 2-2 所示。爲使輪齒更近於精確，將一組銑刀之數目增至 15 把。在蘇聯爲銑製更精密的齒輪，將一組銑刀特製成 26 把。表 2-1 爲 8 把銑刀所銑

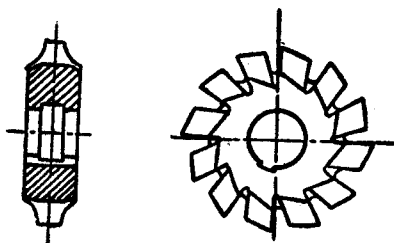


圖 2-1 銑 刀

的齒輪齒數，表 2-2 爲 15 把銑刀所銑的齒輪齒數，表 2-3 爲 26 把銑刀所銑的齒數。

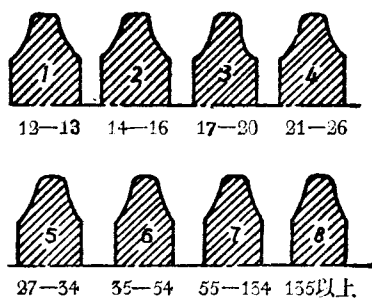


圖 2—2 一組銑刀斷面圖

表 2—1 一組 8 把銑刀所銑之齒輪齒數

銑刀號數	所銑齒輪齒數	銑刀號數	所銑齒輪齒數
№ 1	13齒至13齒	№ 5	27齒至34齒
№ 2	14齒至16齒	№ 6	35齒至54齒
№ 3	17齒至20齒	№ 7	55齒至134齒
№ 4	21齒至26齒	№ 8	135齒至齒條

表 2—2 一組15把銑刀所銑之齒輪齒數

銑刀號數	所銑齒輪齒數	銑刀號數	所銑齒輪齒數
№ 1	13齒	№ 5	36齒至 39齒
№ 1 $\frac{1}{2}$	13齒	№ 5 $\frac{1}{2}$	30齒至 54齒
№ 2	14齒	№ 6	35齒至 41齒
№ 2 $\frac{1}{2}$	15齒至16齒	№ 6 $\frac{1}{2}$	43齒至 54齒
№ 3	17齒至18齒	№ 7	55齒至 79齒
№ 3 $\frac{1}{2}$	19齒至30齒	№ 7 $\frac{1}{2}$	80齒至134齒
№ 4	21齒至23齒	№ 8	135齒至齒條
№ 4 $\frac{1}{2}$	23齒至25齒		

表 2—3 一組26把銑刀所銑之齒輪齒數

銑刀號數	所銑齒輪齒數	銑刀號數	所銑齒輪齒數	銑刀號數	所銑齒輪齒數
№ 1	12齒	№ 4	21齒	$6\frac{1}{4}$	38至41
$1\frac{1}{2}$	13	$4\frac{1}{4}$	22	$6\frac{1}{2}$	42至46
2	14	$4\frac{1}{2}$	23	$6\frac{3}{4}$	47至54
$2\frac{1}{4}$	15	$4\frac{3}{4}$	24至25	7	55至65
$2\frac{1}{2}$	16	5	26至27	$7\frac{1}{4}$	66至79
3	17	$5\frac{1}{4}$	28至29	$7\frac{1}{2}$	80至102
$3\frac{1}{4}$	18	$5\frac{1}{2}$	30至31	$7\frac{3}{4}$	103至134
$3\frac{1}{2}$	19	$5\frac{3}{4}$	32至34	8	135至齒條
$3\frac{3}{4}$	20	6	35至57		

由上表可知，一個銑刀所銑之齒輪齒數，大部分並非一個齒數。而且在這範圍以內的齒數，皆用一個銑刀銑製。由理論上講，一個銑刀的曲線，僅能適合於這範圍內某一齒數的齒形。所以其他齒數的齒形，用此銑刀所銑出者，僅為近似的齒形。

在模數較大或徑節較粗的齒輪，銑削時可分兩個步驟進行。一為粗銑、一為細銑。粗銑時將大部分金屬切去，僅留下少部份金屬，俟細銑時切去。粗銑刀之形狀，如圖2—3所示。

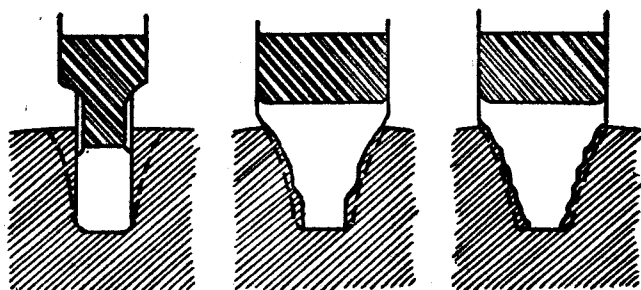


圖 2—3 粗 銑 刀 形 狀

模数圆片铣刀的尺寸，如表2—4所示：——

表 2—4 模数圆片铣刀尺寸表

模数，公厘	D×d，公厘	齒數，Z	模数，公厘	D×d，公厘	齒數，Z
0.3~0.8	40×16	26~16	6	100×33	11
1~1.25	50×16	16~14	6.5~7	105×32	11
1.5	55×22	14	8	110×32	11
1.75~2.25	60×22	13	9	115×32	10
2.5	65×27	12	10	120×32	10
3	70×37	12	11	135×40	10
3.5	75×37	12	12	145×40	10
4	80×37	12	13	155×40	10
4.5	85×37	11	14	160×40	10
5	90×33	11	15	165×40	10
5.5	95×33	11	16	170×40	10

註 D=圓片铣刀的外徑

d=圓片铣刀中心孔直徑

Z=圓片铣刀的齒數

按照蘇聯標準，模數铣刀的標準模數如下：——

0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1.25
1.5	1.75	2	2.25	2.5	(2.75)	3	(3.25)
3.5	(3.75)	4	(4.25)	4.5	5	5.5	6
6.5	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	18	20	22	24	26
28	30	33	36	39	42	45	50

上列各模數中，有用括號者表示已不常用。

2-2 分度頭及分度法

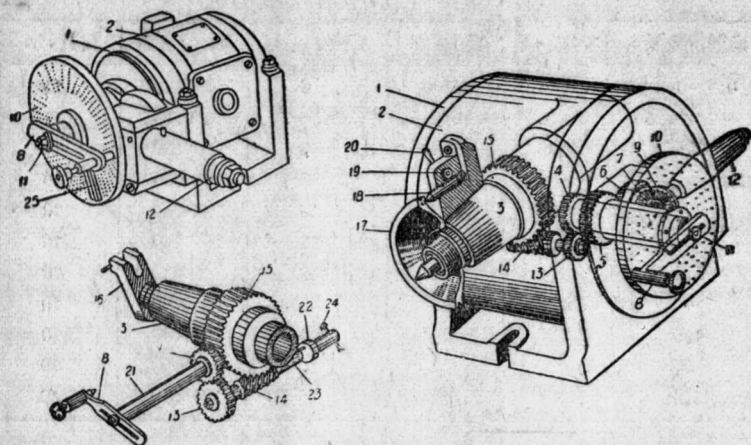


圖 2-4

當在萬能銑床上切銑齒輪時，分齒須用分度頭（Делительные головки）。分度頭之構造，如圖2-4所示。此種分度頭係蘇聯 ГЗФС 型。其主要部份為：安裝夾盤及輪胚之主軸3，在主軸3上裝有蝸輪15，故又名蝸輪軸。蝸輪與蝸桿14相銜接，蝸桿一般都是單頭螺線。蝸桿之一端裝有齒輪13，齒輪13與齒輪4互相銜接，兩輪之齒數相等，齒輪4係裝於曲柄軸21上，而曲柄8則連於此軸之頂端。其傳動情形如下：——

曲柄轉動→軸(21)→齒輪 $\frac{Z_4}{Z_{13}}$ →蝸桿軸(23)→蝸桿
及蝸輪 $\frac{Z_{14}}{Z_{15}}$ →蝸輪軸(3)轉動。

由上面所講的傳動關係，可知由於曲柄8之轉動，即可使主軸迴轉，進行分齒工作。在曲柄8之後，裝有分度板(分度孔盤)