

KHK

齒輪 ABC



入門篇



位於岐阜県白川郷の世界遺産－石磨（仍在使用中）

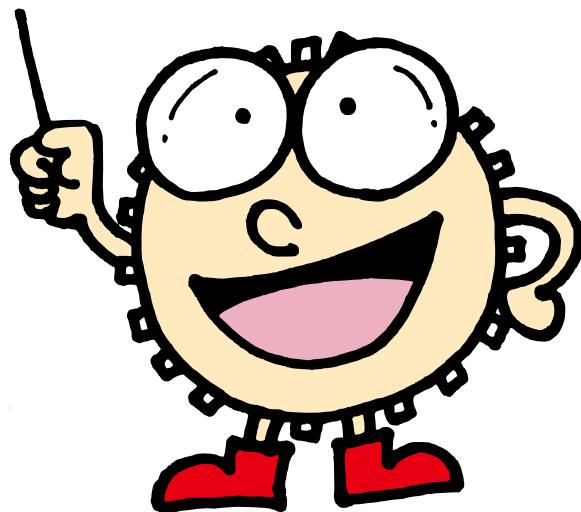


做為藝術設計、造型等題材使用的齒輪（某鍛錶製造商）



端茶娃娃

Contents



初次見面，我是齒輪。

齒輪，作為傳遞旋轉運動的零件，從遙遠的紀元前就很活躍。

為重新介紹這個自古以來就很活躍的齒輪，我們編寫了這套「齒輪ABC」。

齒輪ABC分為A－「入門篇」、B－「基礎篇」、C－「實用篇」等三冊。

在「入門篇」中，簡單地向大家介紹齒輪的作用，製造方法，齒輪的歷史等。

如果你想更詳細地了解齒輪，請接著閱讀「基礎篇」和「實用篇」。

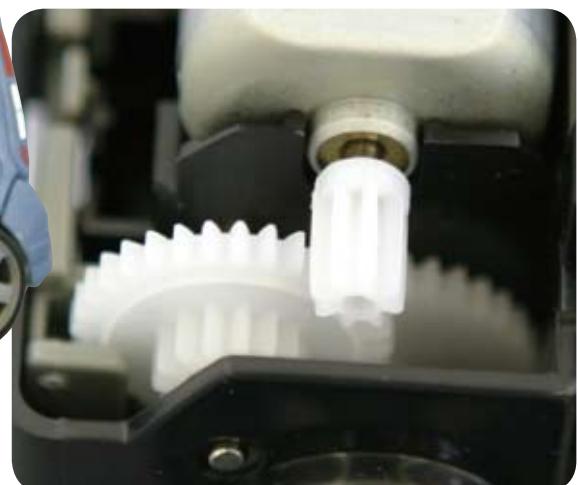
1. 找找齒輪	P2
2. 齒輪的歷史	P4
3. 齒輪是機械零件	P8
4. 齒輪的夥伴們	P10
5. 齒輪的作用	P12
6. 齒輪的分類	P14
7. 齒輪的基本術語	P18
8. 齒輪的材料及熱處理	P22
9. 材料的強度和精度	P24
10. 齒輪的製作方法	P26
11. 這些地方也用到了齒輪	P32

1. 找找齒輪

你看，齒輪用在這些地方！！

在日常生活中，大概很少會直接看到齒輪。其實，在我們小時候所玩的玩具中，使用了大量的齒輪。

■遙控車



■陀螺

由發動機小齒輪轉動車輪



利用齒條傳動帶轉動陀螺

生活中所使用的日用品裡，或許我們從來不曾注意到，其實也大量的使用了齒輪。

■ 咖啡研磨機



搖動手柄轉動磨體

■ 手動攪拌器



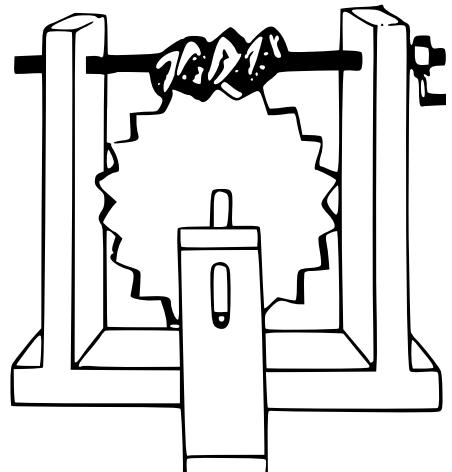
搖動手柄轉動攪拌器

2. 齒輪的歷史

齒輪，到底有多古老？

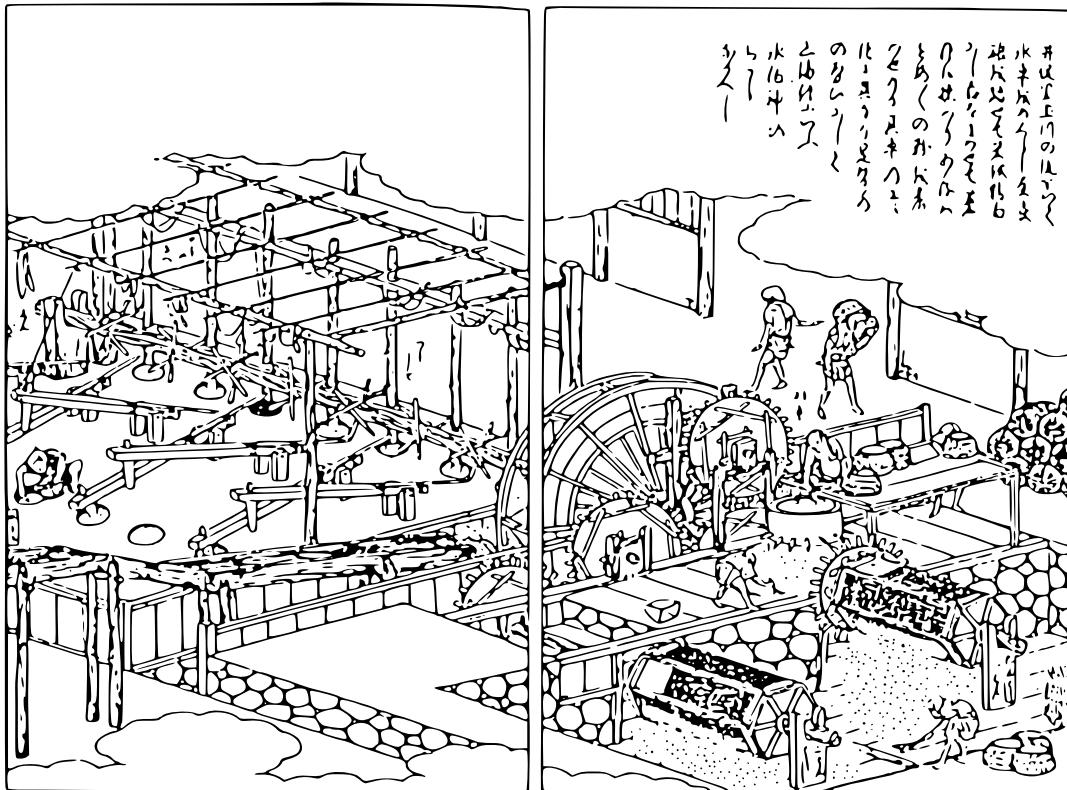
齒輪，早在紀元前 350 年左右（大約 2300 年前）就已被使用。古希臘的哲學家亞里斯多德的文獻中對此便有記錄。

此後 100 年（紀元前 250 年左右）數學家阿基米德也在文獻中就使用了蝸桿齒輪的捲揚機（右圖）作了說明。

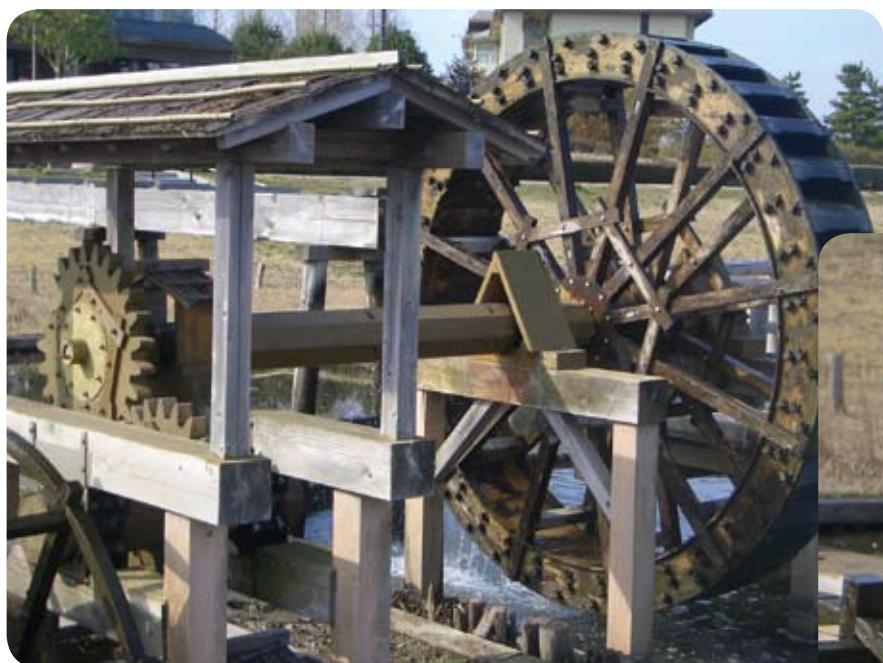


伊拉克 凱特斯芬 (Ctesiphon) 遺址中的紀元前的齒輪

在日本，從江戶時代起（1786 年左右），製粉業等開始使用水車做為動力來源。水車使用了由櫸木和橡木等材料所製造的齒輪。其中最大的直徑超過一米以上。



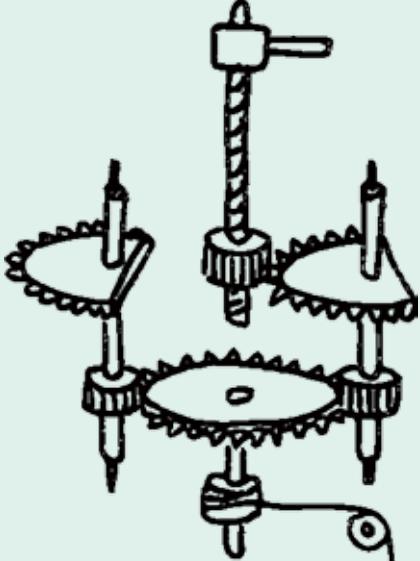
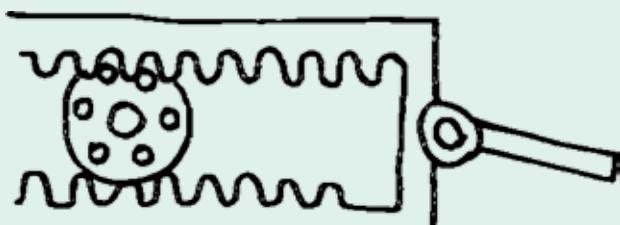
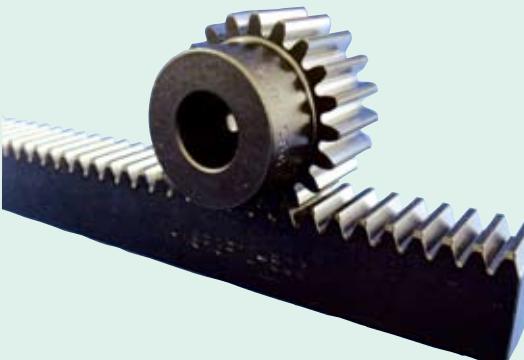
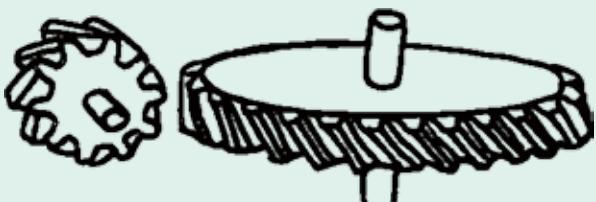
山城國井出玉川的水車〔拾遺都名所繪製 天明6年(1786)〕

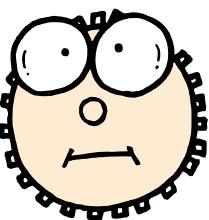


霞浦綜合公園(茨城縣土浦市)的水車



15世紀後半的義大利文藝復興時期，著名的全才李奧納多·達文西（Leonardo da Vinci 1452 ~ 1519），不僅在文化藝術方面，在齒輪技術史上也留下了不可磨滅的功績。經過了500年以上，現在的齒輪仍然保留著當時素描的原型。

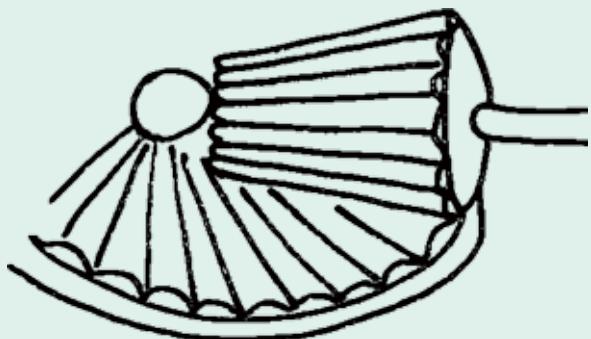
達文西的素描（500年前）	KHK 標準齒輪（現在）
■正齒輪 	
■齒條&小齒輪 	
■交錯軸螺旋齒輪 	



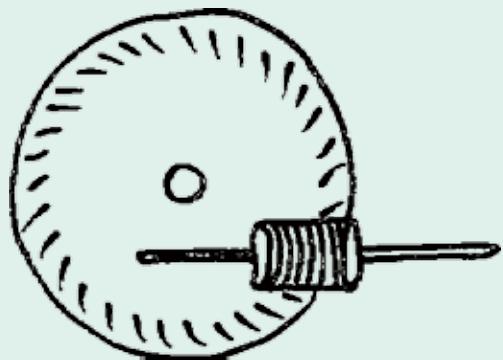
達文西的素描（500 年前）

KHK 標準齒輪（現在）

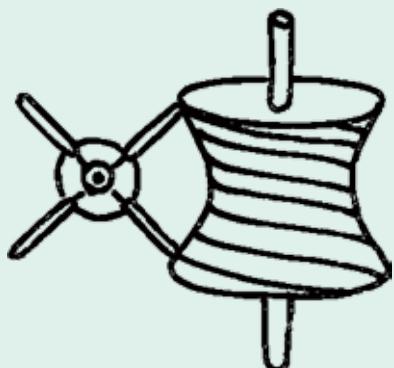
■ 傘形齒輪



■ 高比數載齒輪



■ 蝸桿蝸輪



3. 齒輪是機械零件

機械是由各種不同的零件所組成的！！

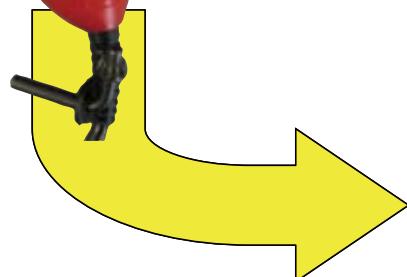
這裡，有一把休假時在家裡扮演木匠活的父親常用的電鑽。旋開 8 個固定螺絲，讓我們打開主體外殼，看一看內部的構造吧！



我們可以看到各種部件。這些部件，大致可按性質分為電器零件（藍）和機械零件（紅）的兩大類。



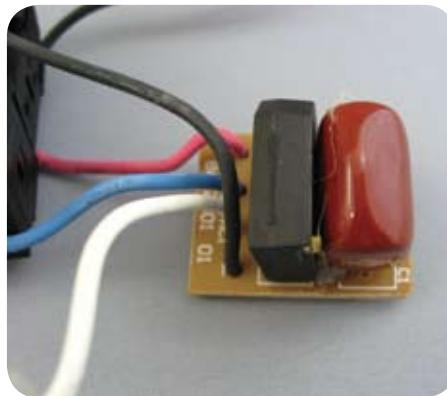
③ 馬達



④ 開關



⑤ 電容器



⑥ 電源線



① 鑽頭夾頭



② 行星齒輪裝置



使用傘形齒輪，鎖緊鑽頭。



使用行星齒輪，做減速運動。利用減速，提高扭矩。

像這樣拆開電鑽後，分解出的齒輪、軸、螺桿（螺絲）等被稱為「機械零件」。除了上述以外，機械零件還有很多。

4. 齒輪的夥伴們

與齒輪有相同功能的夥伴們 .

齒輪是傳達動力和旋轉的機械零件，這裡，我們將向你介紹它的夥伴們 .

■ 時規皮帶輪 / 時規皮帶



■ 鏈輪 / 鏈條

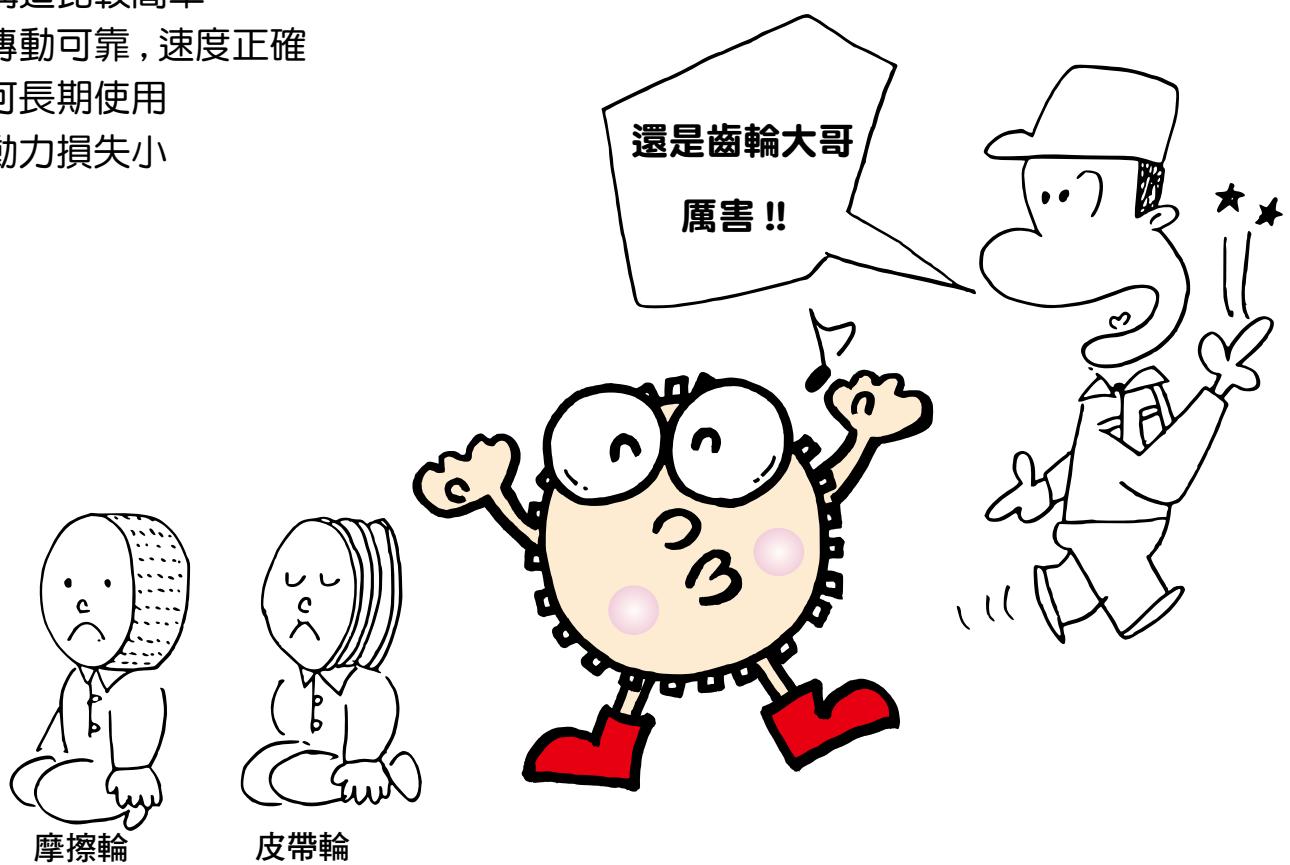


■ V型皮帶輪 / V型皮帶



雖然有這些種的傳動方式，
但是比較起來，齒輪有下列的優點：

- 構造比較簡單
- 傳動可靠，速度正確
- 可長期使用
- 動力損失小

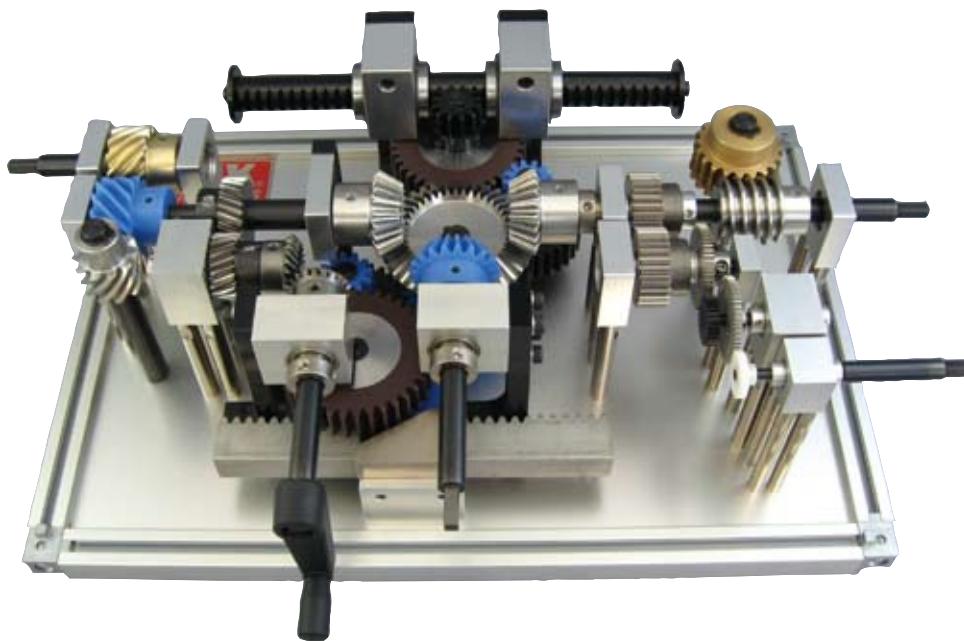


5. 齒輪的作用

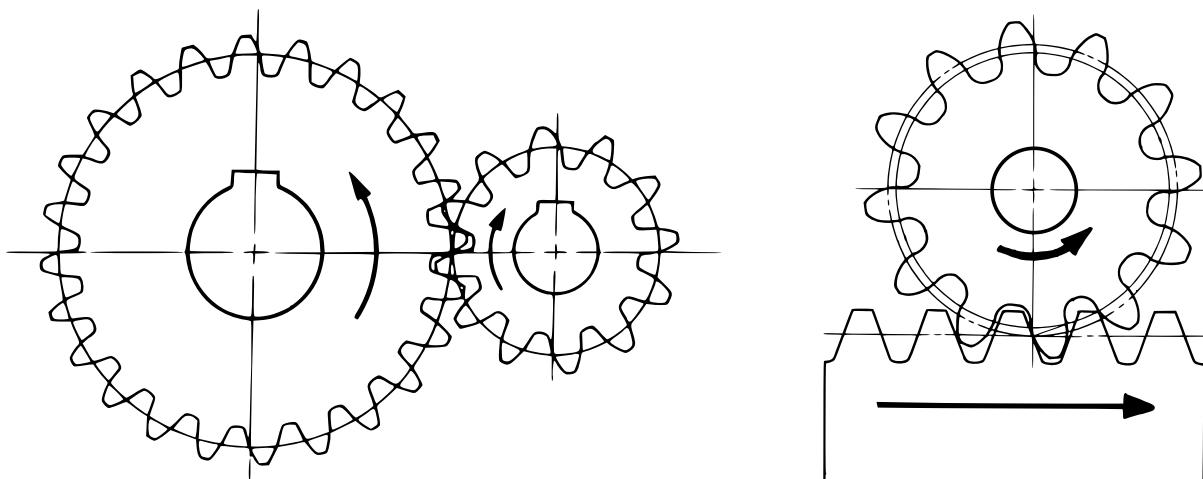
使用齒輪可以達到這樣的目的！！

齒輪是必須成對使用才能運作的機械零件。

■確實地傳達旋轉運動或旋轉力。



■可以改變轉動方向（旋轉方向）及速度。

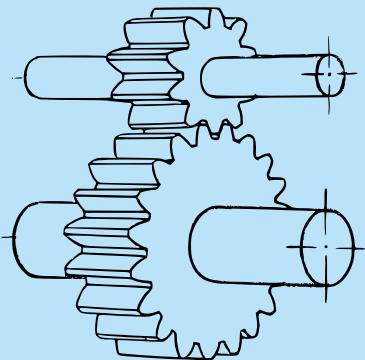


與小齒輪的旋轉速度相比，大齒輪的旋轉是較緩慢的。

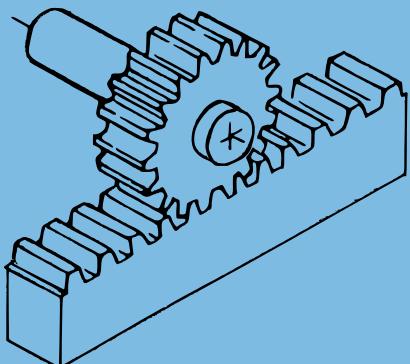
也可以改變旋轉方向。

■ 改變旋轉方向

平行軸

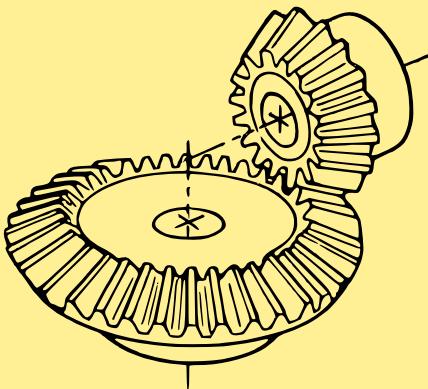


在平行的兩軸間傳遞旋轉和動力。
使用正齒輪 (Spur gears)、螺旋齒輪 (Helical gears)。



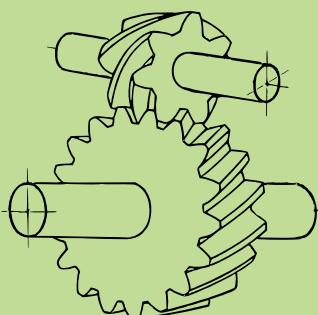
將旋轉運動改變為直線運動。
另外，還可以相反地使用在將直線運動改變為旋轉運動上。
正齒輪 / 齒條 (Racks)、螺旋齒輪 / 螺旋齒條相配合使用。

相交軸



在相交的兩軸之間傳遞旋轉和動力。
相交的兩軸之間的角度（軸角）一般為 90° 。
使用圓錐形狀的直齒傘形齒輪 (Bevel gears) 或彎齒傘形齒輪 (Spiral bevel gears)。

交錯軸

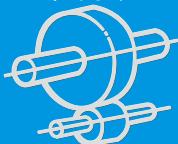


在既不相交，亦不平行的兩軸之間傳遞旋轉和動力。
兩軸之間的角度（軸角）一般為 90° 。
使用交錯螺旋齒輪 (Screw gears) 或蝸桿蝸輪 (Worms and worm gears)。

6. 齒輪的分類

這裡向你介紹齒輪三兄弟和它們的親戚。

平行軸



使用在平行軸的齒輪（用於旋轉運動）

在平行的兩軸間傳遞旋轉和動力的齒輪。

★MSG A 研磨正齒輪



★SS 正齒輪



★PS 塑膠正齒輪



★SUS 不鏽鋼正齒輪



★KHG 研磨螺旋齒輪



★BSS 正齒輪



平行軸

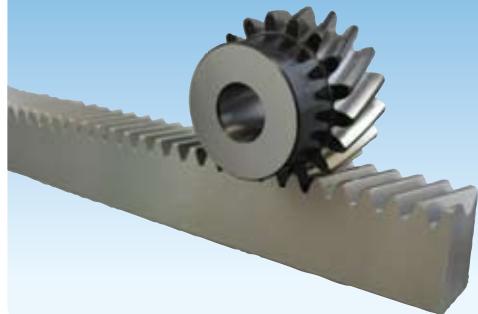
使用在平行軸的齒輪（用於直線運動）

將旋轉運動轉換為直線運動的齒輪。

★SRGF研磨齒條



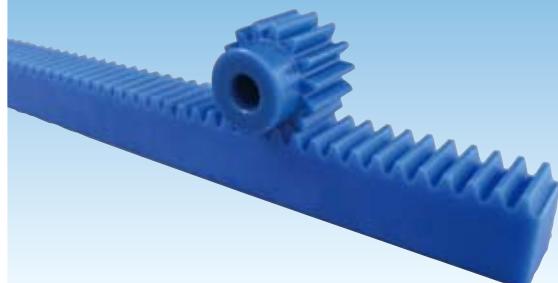
★KRHG研磨螺旋齒條



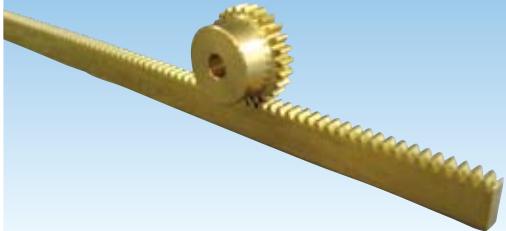
★SR齒條



★PR塑膠齒條



★BSR齒條



★DR射出成型撓性齒條



相交軸



使用在相交軸的齒輪

在相交的兩軸間傳遞旋轉和動力的齒輪。

★SMSG研磨彎齒等比傘形齒輪



★SUM不銹鋼等比傘形齒輪



★SMA完成等比傘形齒輪



★MBSG研磨彎齒傘形齒輪



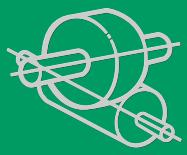
★PB塑膠傘形齒輪



★SB傘形齒輪軸



交錯軸



使用在交錯軸的齒輪

在既不平行，亦不相交的兩軸間傳遞旋轉和動力的齒輪。

★SN交錯軸螺旋齒輪



★SUN不鏽鋼交錯螺旋齒輪



★PN塑膠交錯螺旋齒輪



★KGW · AGF
研磨蝸桿軸 · 蝸輪



★KGDL · AGDL
雙導程蝸桿蝸輪



★SUW · PG蝸桿蝸輪



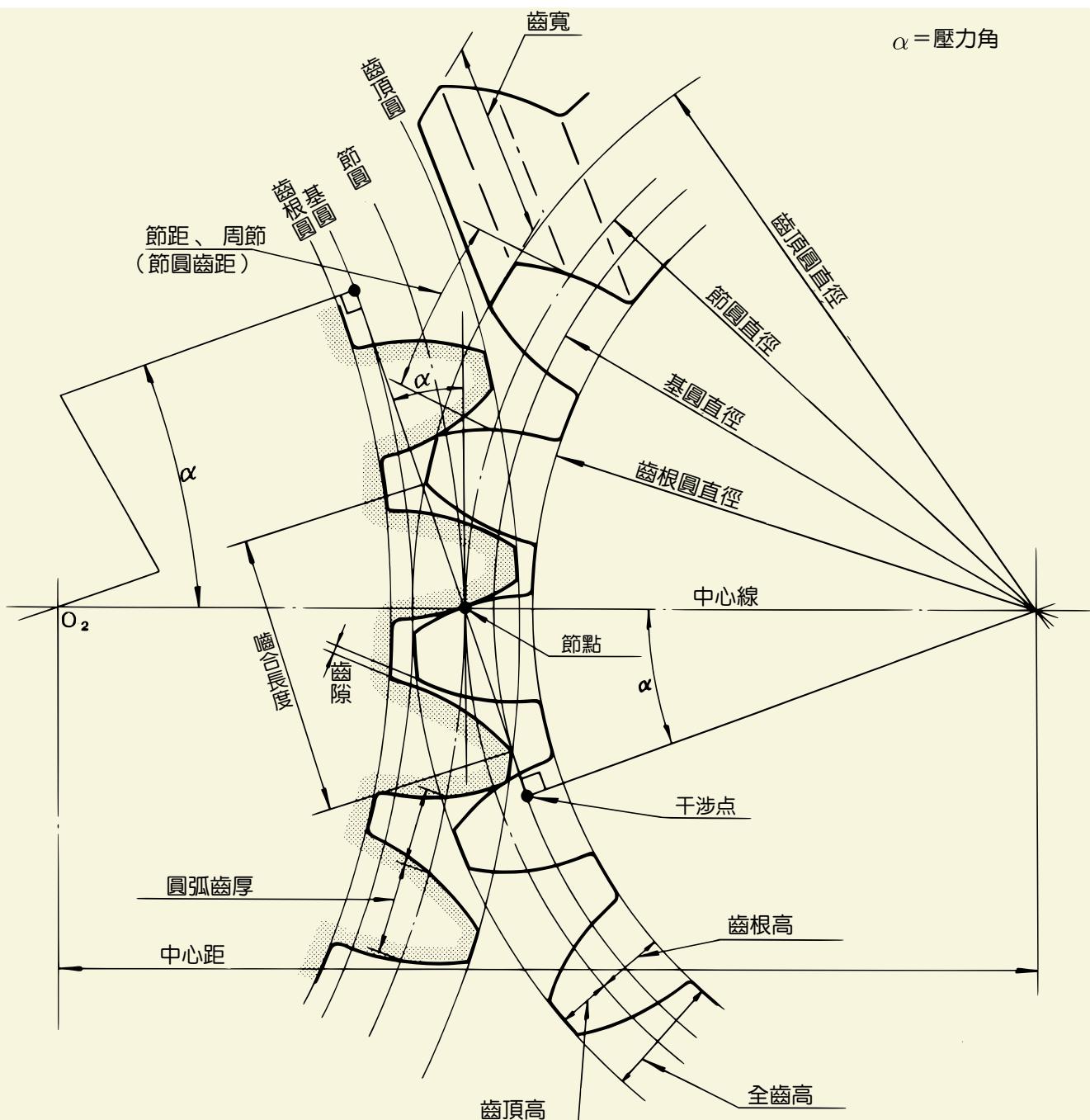
7. 齒輪的基本術語

什麼是模數？什麼是基準節圓直徑？

齒輪有很多特有的術語和表現方法。

為了能更了解齒輪，在此，我們向你介紹一些經常使用的齒輪基本術語。

■ 齒輪各部位的名稱

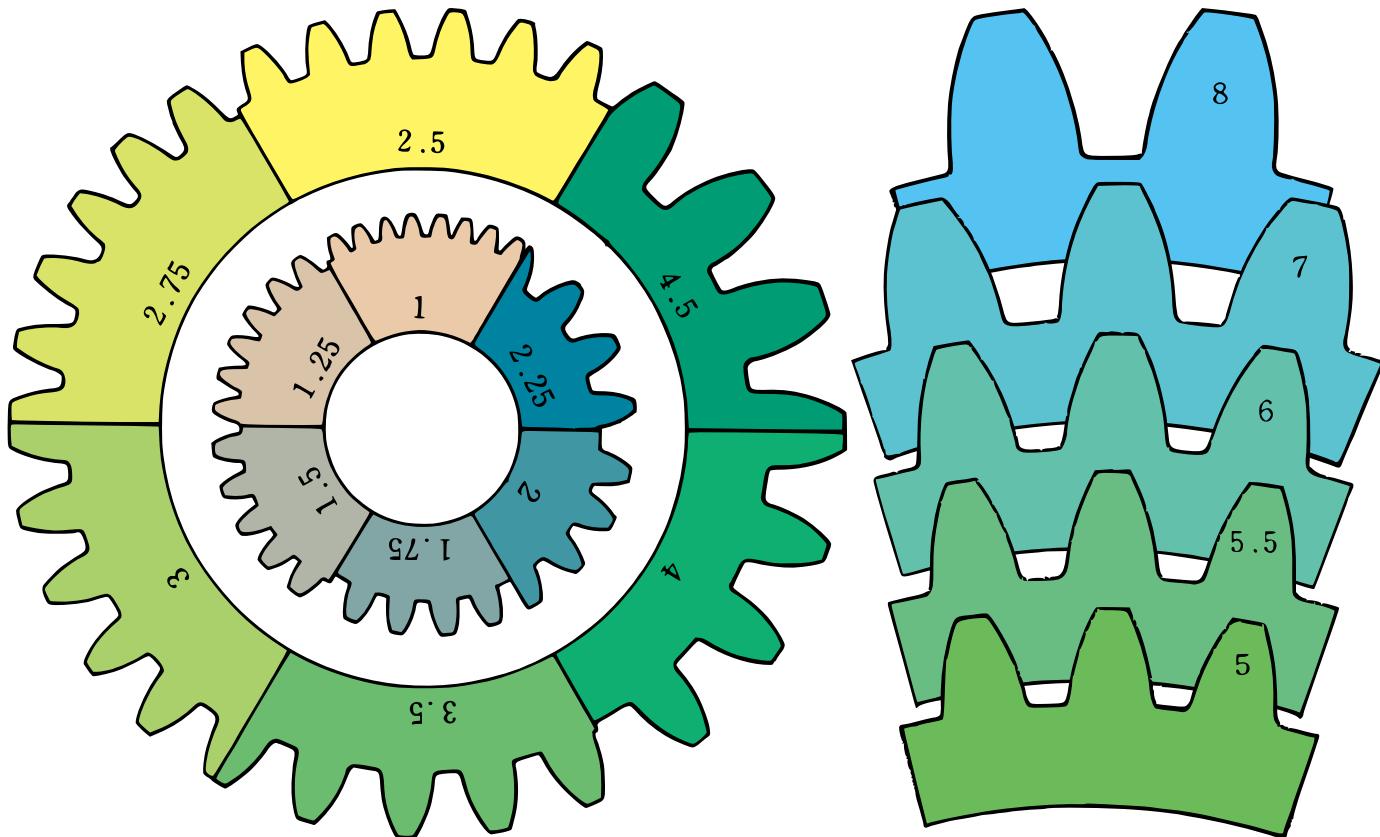


■齒的大小

$m 1$ 、 $m 3$ 、 $m 8$ 、 \dots

稱為模數 1、模數 3、模數 8.

模數是全世界通用的稱呼，使用符號(模數, m)和數字(毫米)來表示齒的大小。數字越大，齒也越大。



另外，在使用英制單位的國家（比如美國），使用符號（徑節，DP）及數字（節圓直徑為 1 英吋時的齒輪的齒數）來表示齒的大小。

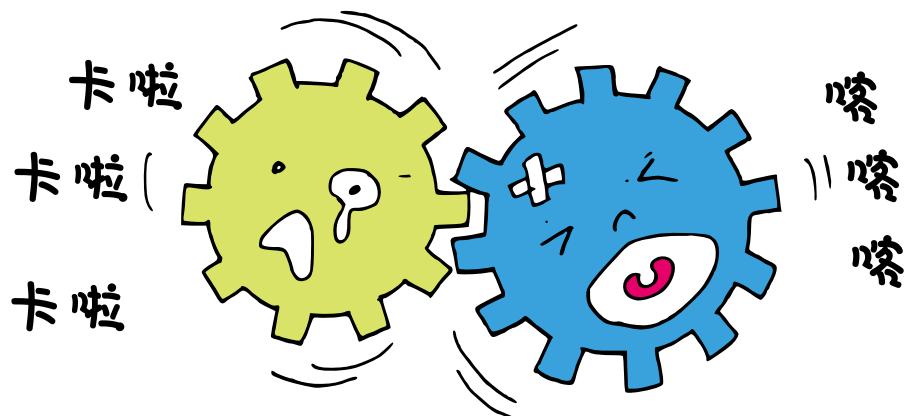
例如：DP 2 4、DP 8、 \dots 等等。

還有使用符號（周節，CP）和數字（毫米）來表示齒大小的稱呼方法。例如 CP 5、CP 10、 \dots

■齒形和壓力角

齒輪的齒形較具代表性的有漸開線齒形和擺線齒形兩種，其中，動力傳動用齒輪，多使用漸開線齒形。

作為動力傳動用的齒輪，如果僅在外周等分地裝上突起物的話……

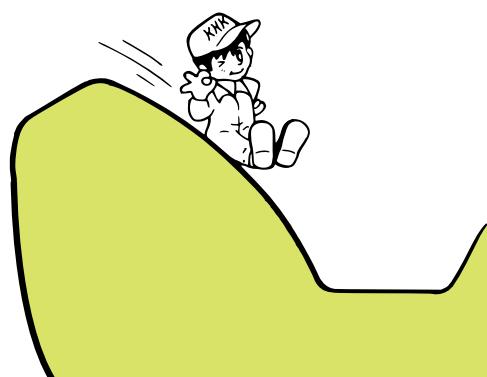


由此，產生了「漸開線齒形」。
漸開線齒形的齒輪有如下優點：



- 即使中心距多少有些誤差，也可以正確的嚙合。
- 比較容易得到正確的齒形，加工也比較容易。
- 因為在曲線上滾動嚙合，所以，可以圓滑地傳遞旋轉運動。
- 只要齒的大小相同，一個刀具便可以加工不同齒數的齒輪。
- 齒根粗壯，強度高。

齒輪有「壓力角」。即齒的傾斜角。
壓力角一般採用 20° 。但是，也有使用 14.5° 、 15° 、 17.5° 的齒輪。



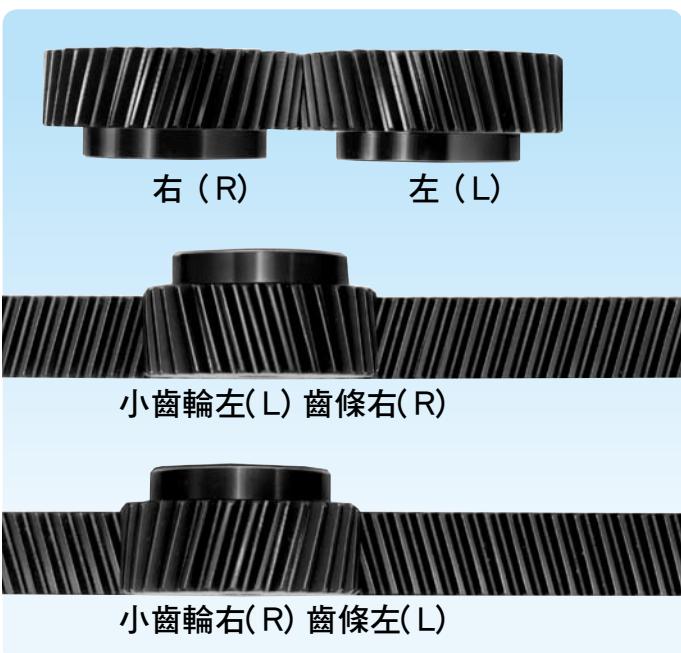
■螺旋方向與配合

螺旋齒輪、彎齒傘形齒輪等，齒呈螺旋狀的齒輪，螺旋方向和配合是一定的。

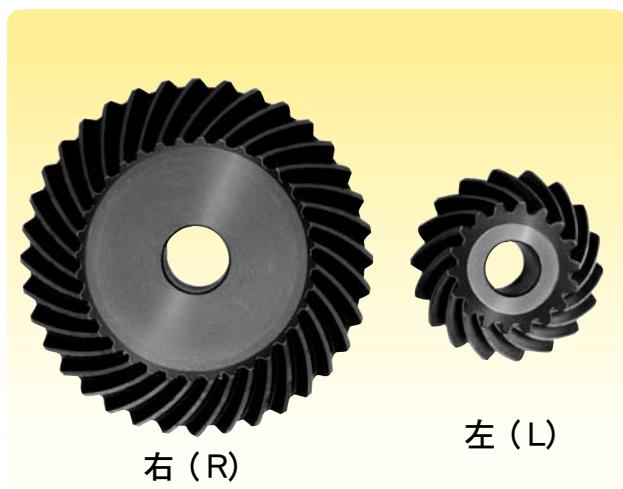
螺旋方向是指當齒輪的中心軸指向上下時，從正面看去，齒的方向指向右上的是「右旋」，左上的是「左旋」。

各種齒輪的配合如下所示。

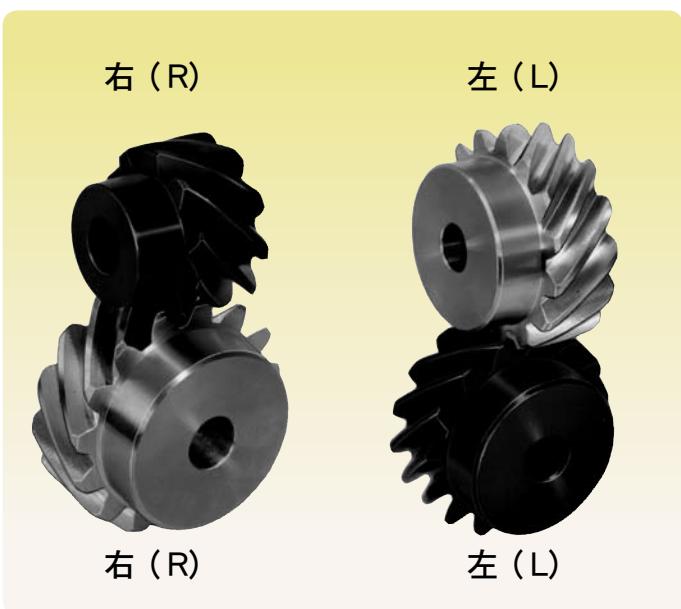
●螺旋齒輪



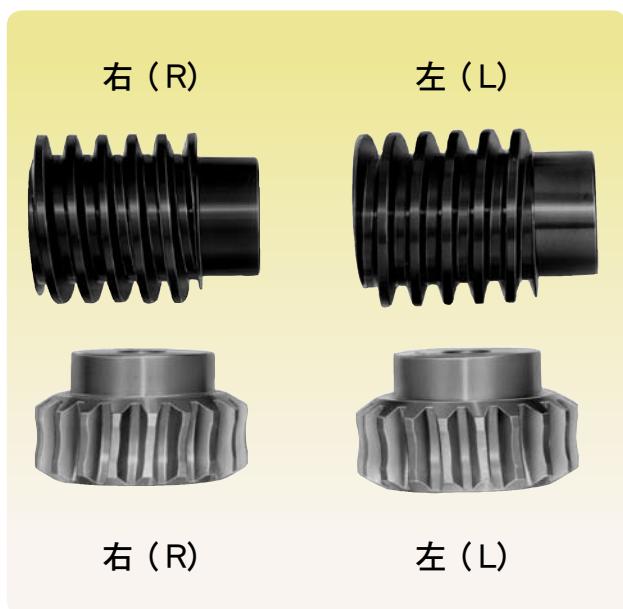
●彎齒傘形齒輪



●交錯軸螺旋齒輪



●蝸桿蝸輪



8. 齒輪的材料及熱處理

高強度、不生銹、重量輕。根據需要，齒輪由各種不同的材料製成。

各種類型的齒輪，是根據所使用的場所、用途的不同選擇材料的。

在這裡，我們向你介紹製作齒輪的材料以及其特長、熱處理等等。

不同的材料有著各種不同的特點。比如：強度高、重量輕、不易生銹等。

■材料的種類及特長

製作齒輪所使用的材料有很多。如下所示，大致可以分為三大類。

●黑色金屬材料

動力傳動用的齒輪中最常用的材料。

例如，像 S45C 中碳鋼、SCM415 合金鋼等，強度高，市場的流通範圍廣，取得容易。



圓鋼・方鋼

●有色金屬材料

主要用於製作蝸輪產品的鋁或銅合金。

因為一般的生產方式是鑄造後再切齒加工，所以生產費時，成本高。

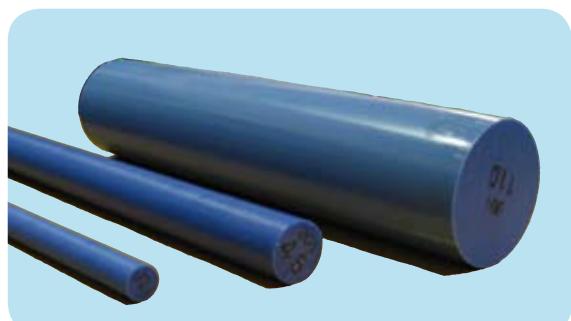


鋁青銅鑄造材 内鑄鐵材

●塑膠材

大多使用在忌諱潤滑油的場合。

與金屬材料相比重量輕，可以使用模具擠壓成型。較常被使用在辦公機器等上面。



塑膠棒材

■ 热處理

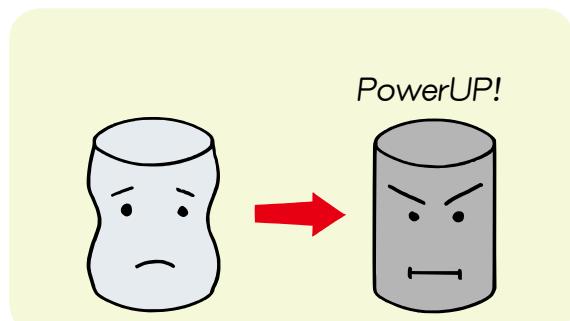
金屬借用熱處理，使之成為內部金相組織安定的好材料。

自古以來以鋒利及造型優美著稱的日本刀，其製作工藝複雜。而使日本刀變得非常強韌、鋒利的重要工序是淬火熱處理。



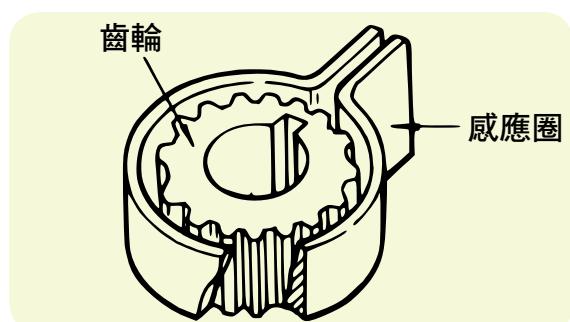
● 調質處理

調質處理是使鋼的結晶粒子細緻化，調整鋼質，增加強度的熱處理。



● 高周波淬火處理

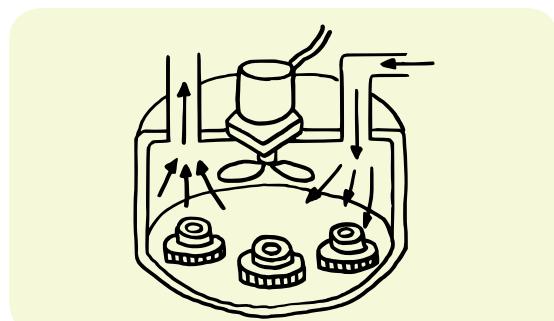
在高周波磁場的作用下，材料產生高溫（約 800°C ），然後，加以快速冷卻，得到高硬度。淬火後，對硬度過高的材料施加回火處理以增強材料的韌性。



● 滲碳淬火處理

金屬材料的表面滲入碳份，形成高含碳層後再行淬火處理。

與高周波淬火相同，淬火後，予以回火處理調整材料硬度，增強材料韌性。



9. 齒輪的強度和精度

高精度的齒輪，不但強度高而且安靜。

各種不同形狀的齒輪，使用各種不同的材料製作。下面，讓我們來看一看什麼樣的齒輪才是理想的齒輪。

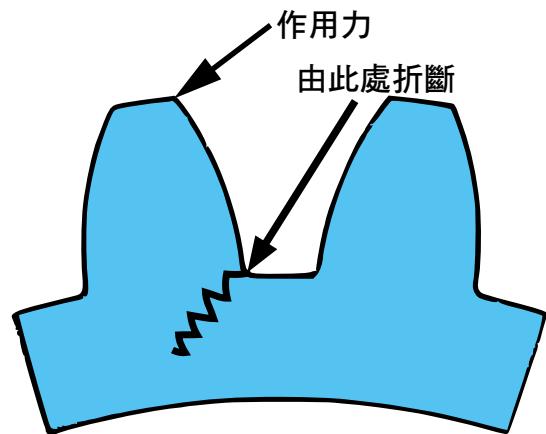
- ①體積小・重量輕
- ②能傳遞大動力
- ③運轉安靜
- ④耐久，不易損壞。

■齒輪的強度

說起齒輪的強度，最重要的指標是彎曲（抗折）強度和面壓（摩耗）強度。

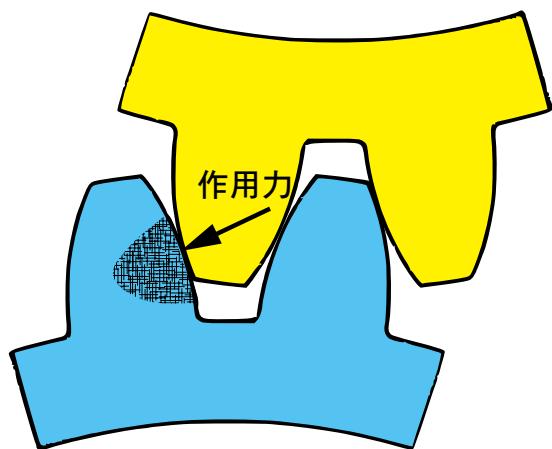
對齒部施加超過承受極限值的力時，會發生如下現象：

- 齒部由齒根處折斷
- 齒輪齒面產生磨損



要想得到高強度的齒輪，最為重要的是選擇材料和熱處理。

加工精度優良的齒輪強度會較加工精度不良的齒輪來得高。

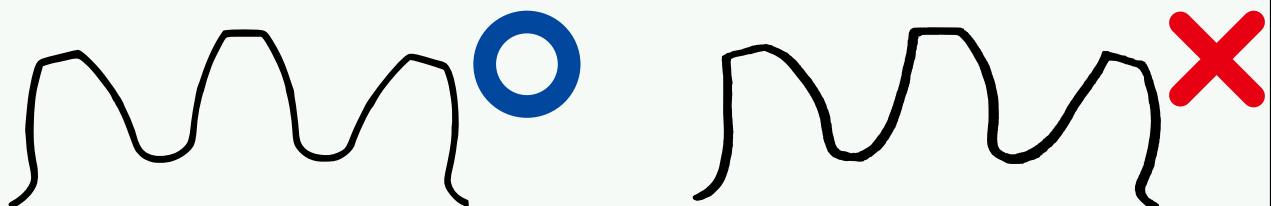


■高精度齒輪

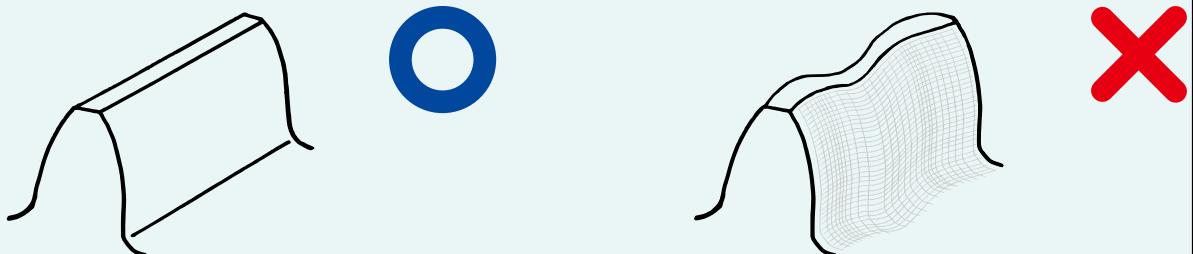
好齒輪的條件是靜音嚙合。但是，對於透過旋轉來傳遞動力的齒輪來說，完全不發生噪音是不可能的。問題是如何將噪音降到最低。

齒輪的精度越高齒輪的旋轉就越安靜。

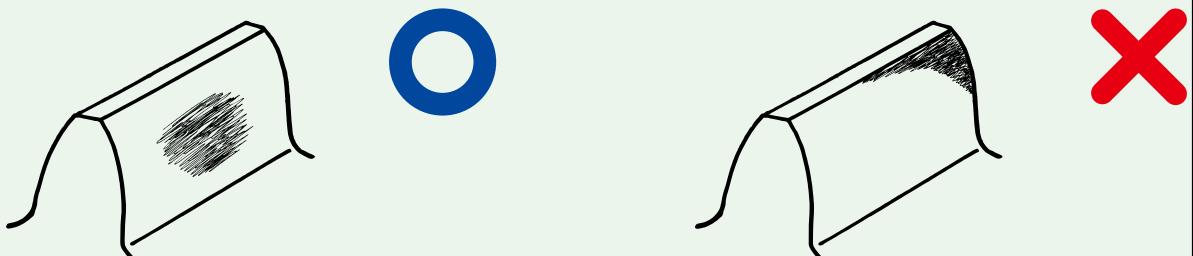
① 輪齒要有正確的漸開線齒形



② 齒線要沒有誤差



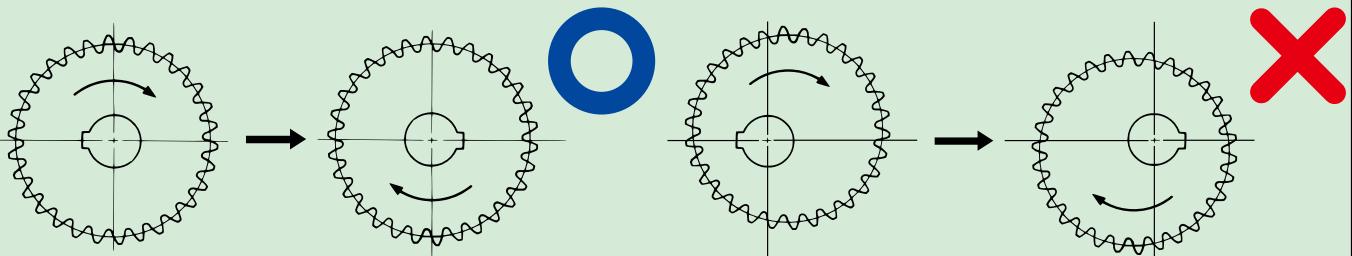
③ 輪齒要接觸良好



④ 節距要誤差小



⑤ 齒輪要沒有偏心。理想的狀況是：(內孔中心 = 齒輪中心)



10. 齒輪的製作方法

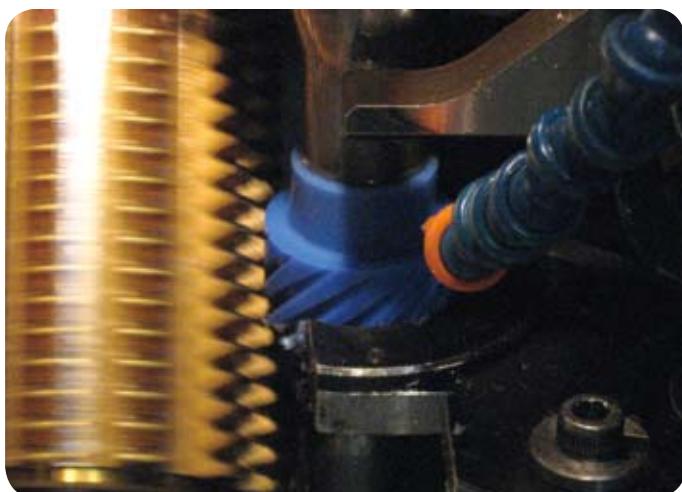
齒輪的齒是怎樣加工成型的？

■ 使用滾齒刀切削螺旋齒輪

滾齒刀呈螺紋狀。

滾齒刀與螺旋齒輪邊做嚙合旋轉，邊連續切削。

正齒輪及蝸輪也同樣可以使用滾齒刀切削。



滾齒刀

■ 使用齒條銑刀切削齒條

下圖為正在切削中的齒條。螺旋齒條也同樣可使用齒條刀具切齒。可同時校切削多個齒。



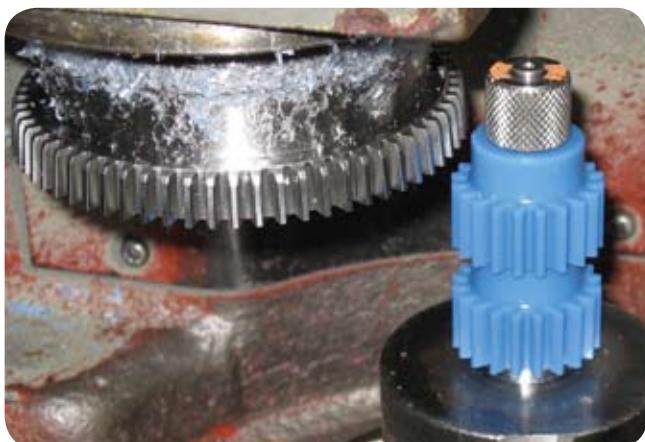
齒條銑刀

■ 使用小齒輪刨齒刀切削正齒輪

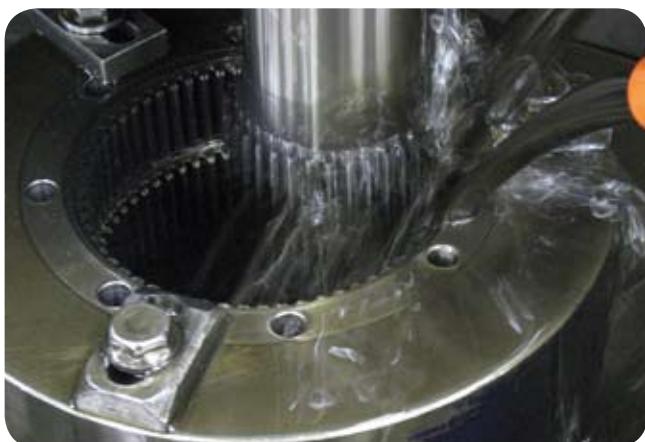
小齒輪刨齒刀的形狀與正齒輪相同。

小齒輪刨齒刀切齒時，與正齒輪邊做嚙合旋轉，邊連續切削。

內齒輪也使用小齒輪刨齒刀切削。



小齒輪刨齒刀



■ 使用蝸桿刀具切削蝸桿

下圖為正在切齒中的蝸桿。蝸桿刀具是普通的銑刀。與其他的齒輪相比，加工時間長。



蝸桿銑刀

■ 使用 CONIFLEX 刀具切削直齒傘形齒輪

上下二片一組的 CONIFLEX 刀具邊旋轉，邊切齒。

右邊的照片中的刀具是一組刀具中的下片。

可以製作出嚙合度高、噪音低的齒輪。



CONIFLEX 刀具

■ 使用彎齒傘形齒輪刀具切削彎齒傘形齒輪

加工右旋彎齒傘形齒輪的照片。

刀具為王冠型。



彎齒傘形齒輪刀具

■ 使用螺紋狀砂輪研磨螺旋齒輪

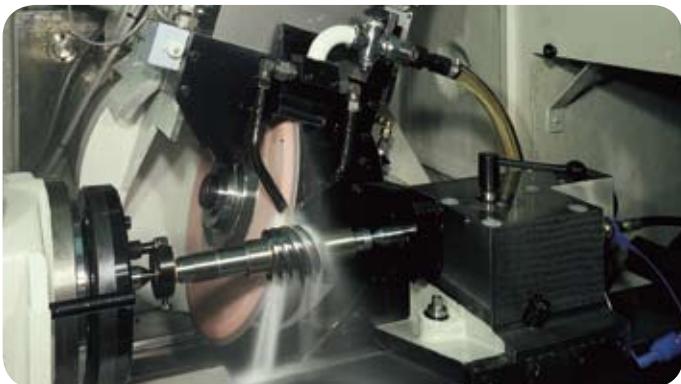
正齒輪也可使用同樣方法磨製。
因為螺紋非常多，所以加工效率高。



螺紋狀砂輪

■ 使用薄型圓盤狀砂輪研磨蝸桿

砂輪高速旋轉，磨製出高精度的蝸桿。



圓盤狀砂輪

■ 使用砂輪研磨齒條

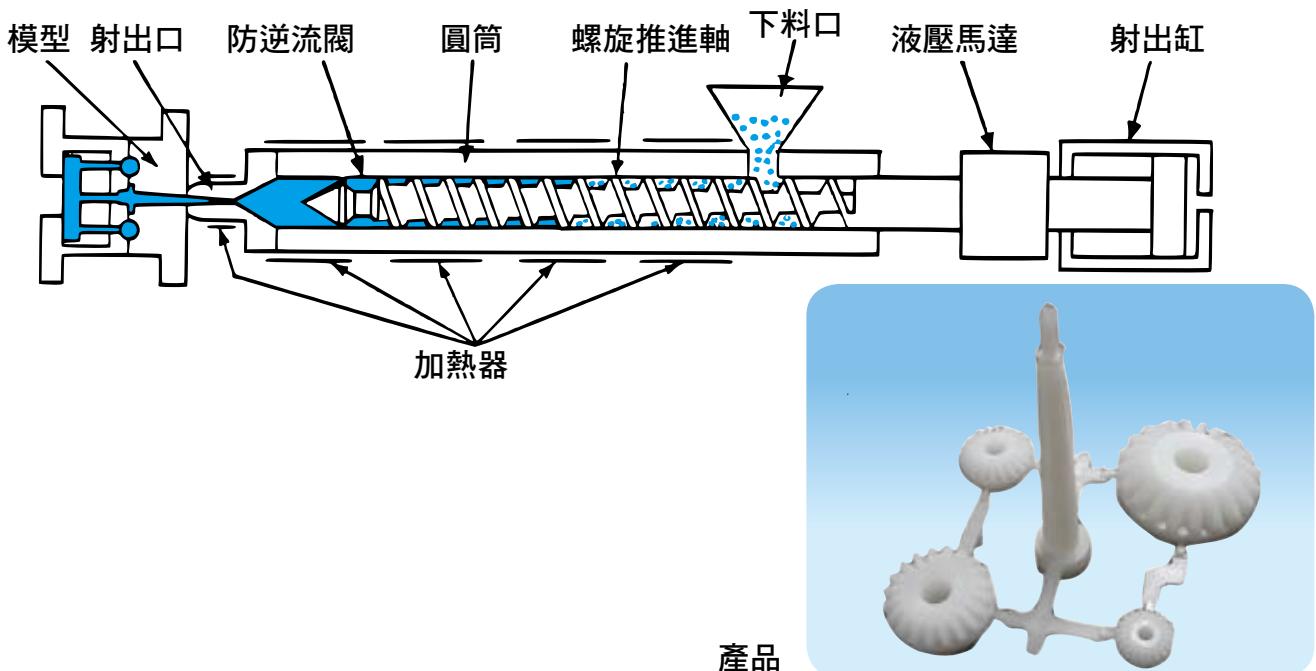
齒條的磨齒加工，在一年中室溫保持在 20° 的恆溫室中進行。
砂輪的形狀為圓盤狀。
製作高精度的研磨齒條，需要高水準的技術和經驗。



砂輪

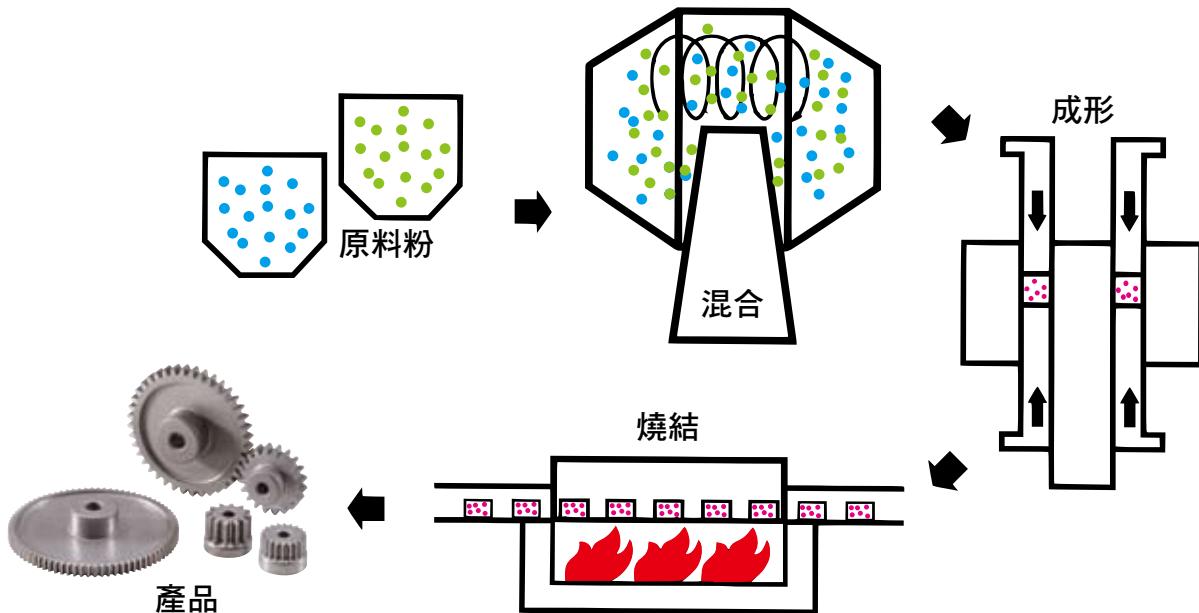
■射出成型

將經過加熱的塑膠材料注入到精密的齒輪模具中成型的加工方法. 大量生產的話，可以降低成本. 但因為模具的造價高，所以不適合少量生產.
在 KHK, 小模數的 DS 正齒輪、 DM 等比傘形齒輪使用射出成型方法加工.



■燒結

在金屬模具中將金屬粉末壓縮、成型、燒結、硬化的加工方法.
大量生產時，可以降低成本. 但因為模具的造價高，所以，少量生產時，與射出成型相同，總成本過高.
在 KHK, 小模數的 LS 正齒輪、 LM 等比傘形齒輪使用燒結法加工.



■ 轉造

使用一對（2個）轉造輪 .

將原材料夾在兩個轉造輪之間，邊施加外力邊旋轉原材，使原材的表面變形形成齒形 .

在 KHK, SW 蝸桿系列中的一部分產品使用轉造製造 . 齒面很光潔 .



■ 沖壓（分類：塑性加工）

對板材及棒材施加衝力，使之變形後製成的產品 .

產品的加工週期短，但是，所使用的模具造價高 .

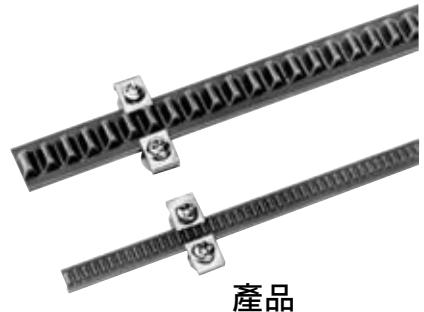
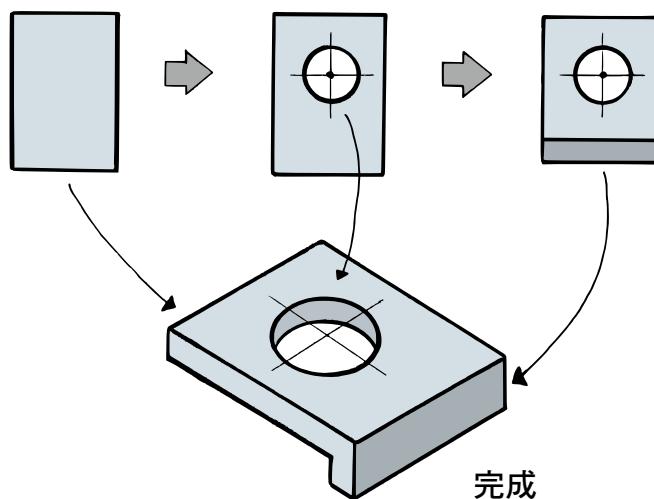
在 KHK 標準齒輪產品中，沒有沖壓齒輪產品 .

採用沖壓加工的產品是 DR 射出成形可撓性齒條的裝配用 L 型夾具 .

①由鋼板 / 鋼帶
沖壓

②沖孔

③打彎
(端部)



11. 這些地方也用到了齒輪

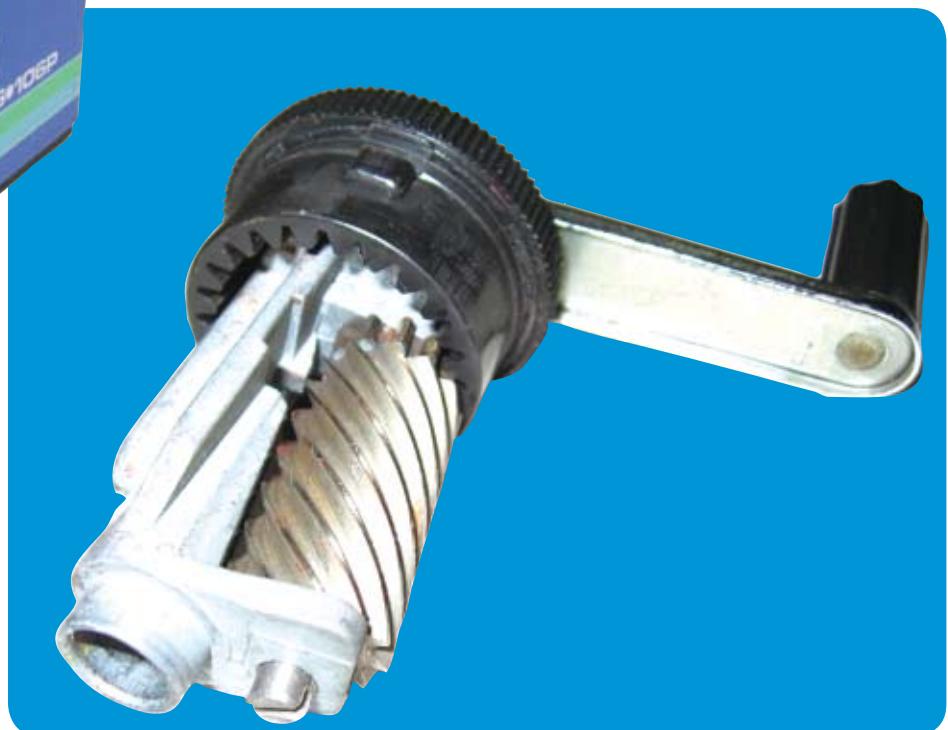
大家來看一看，我活躍在你所意想不到的地方！！

在辦公室、家庭、工廠、在我們所意想不到的各個地方，大量的使用著齒輪。讓我們來看一看吧。

■削鉛筆機

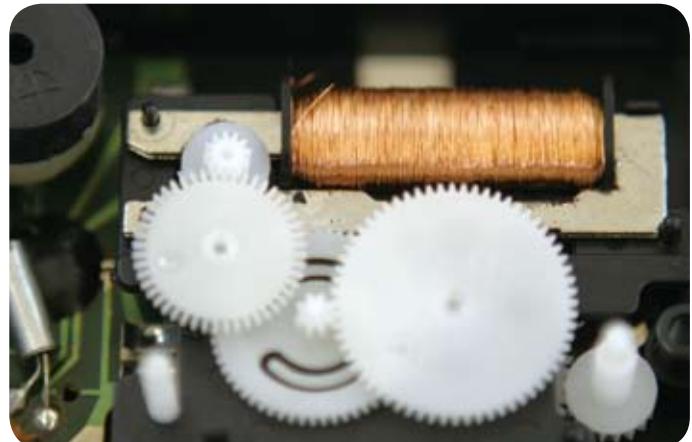
使用的是正齒輪和內齒輪。

正齒輪邊旋轉邊繞內齒輪做公轉，安裝在此軸上的刀具切削夾在鉛筆筒內的鉛筆。



正齒輪與內齒輪嚙合轉動刀具

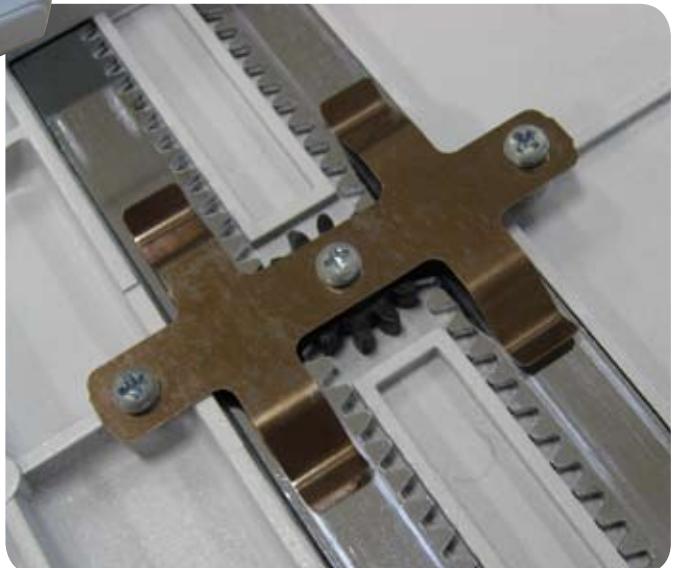
■ 鬧鐘



為了使指針走動使用了齒輪。拆開內部，分解出各種尺寸不同的正齒輪。

帶動長針 / 短針 / 秒針轉動的齒輪

■ 打孔機



為了定出紙面的中心，量規使用了正齒輪和齒條。

正齒輪的左右分別與二根齒條嚙合，齒條根據紙面尺寸拉出、推進・・・

左右齒條之間夾著正齒輪

■ 小型發電照明燈



為了轉動發電用的發電馬達，使用了正齒輪。
齒輪經過三段增速轉動發電馬達，點亮照明
燈。



可以看到四個增速度用齒輪（白・黑）

■ 照相機用三腳架

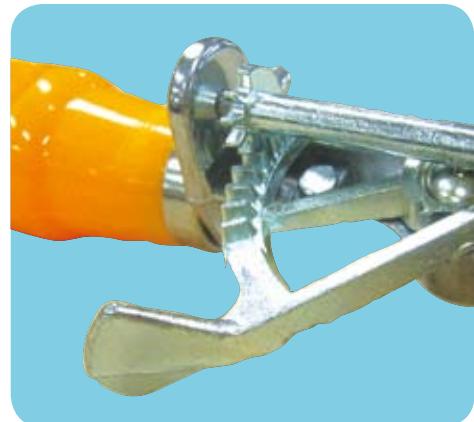


圓形齒條的上面可以看到小齒輪

搖動手柄，齒條上下移動。

在圓形齒條的頂端部，裝有固定相機方向的零件。拆卸後，可以看到與齒條相啮合的小齒輪。

■冰淇淋球製作器



握緊控制桿後

- ①控制桿上的齒輪移動
- ②與齒輪啮合的小齒輪旋轉
- ③半圓型刮條旋轉，製成冰淇淋球 .

控制桿上的齒輪和小齒輪

■音樂盒



這是手搖式音樂盒 .

搖動手柄，按鈕→鈕輪→音樂筒的順序轉動，
奏出動聽的音樂 .



鈕輪組
(看不到鈕輪)

- 本書受著作權法的保護.未經允許,不得使用任何方法對本書的一部分或全部複寫或複製.
- 本書是為了 KHK 集團內部的員工教育及一般客戶初步了解齒輪的知識而編.是本公司的宣傳用工具之一.
- 因本書而造成使用者任何直接或間接的損害,小原齒車工業株式會社將不承擔任何責任,不做任何賠償.
- 本書所記載的內容等,得不經預告加以更改.

齒輪 ABC 入門篇

2006年11月1日 第1版第1刷發行

著作／製作：小原齒車工業株式會社

發行人 小原敏治

發行所 小原齒車工業株式會社

〒332-0022 埼玉県川口市仲町13-17

編輯製作 齒輪 ABC 編寫組

監修 後藤特許事務所 律師 藤井正弘



小原歯車工業株式会社

本 社 〒 332-0022 埼玉県川口市仲町 13-17 TEL:048-255-4871(代) FAX:048-256-2269

大阪 営 業 所 〒 540-0012 大阪市中央区谷町 5-6-32 谷町優越館ビル 4F TEL:06-6763-0641 FAX:06-6764-7445

名古屋 営 業 所 〒 465-0093 名古屋市名東区一社 3-96 ルーブルビル 6F 603 TEL:052-704-1681 FAX:052-704-1803

URL <http://www.khkgears.co.jp/> E-mail kohara@khkgears.co.jp