

# KHK

# 齿轮 ABC



## 入门篇



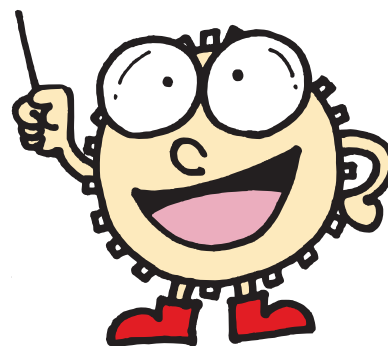
位于岐阜县白川乡的世界遗产—石磨（仍在使用中）



微为艺术设计、造型等题材使用的齿轮（某种表制造商）



歌舞伎屋



初次见面，我是齿轮。

齿轮，作为传递旋转运动的零件，从遥远的纪元前就很活跃。

为重新介绍这个自远古就很活跃的齿轮，我们编写了这套「齿轮ABC」。

齿轮 ABC 分为「入门篇」「基础篇」「实用篇」等三册。

在「入门篇」中，简单地向大家介绍齿轮的作用，制造方法，齿轮的历史等。

如果你想更详细地了解齿轮，请接下来阅读「基础篇」和「实用篇」。

## Contents

- |                |     |
|----------------|-----|
| 1. 找找齿轮        | P2  |
| 2. 齿轮的历史       | P4  |
| 3. 齿轮是机械零件     | P8  |
| 4. 齿轮的伙伴们      | P10 |
| 5. 齿轮的作用       | P12 |
| 6. 齿轮的分类       | P14 |
| 7. 齿轮的基本术语     | P18 |
| 8. 齿轮的材料及热处理   | P22 |
| 9. 材料的强度和精度    | P24 |
| 10. 齿轮的制作方法    | P26 |
| 11. 这样的地方用到了齿轮 | P32 |

# 1. 找找齿轮

你看，齿轮用在这样的地方！！

在日常生活中，大概很少会直接看到齿轮。其实，在我们小时候所玩的玩具中，使用有大量的齿轮。

## ■ 遥控车



由发动机小齿轮旋转车轮

## ■ 陀螺



利用齿条传动带旋转陀螺

生活中所使用的日用品里，或许我们从来不曾注意到，其实也大量的使用了齿轮。

## ■ 咖啡磨



摇动手柄旋转磨体

## ■ 手动搅拌器



摇动手柄旋转搅拌器

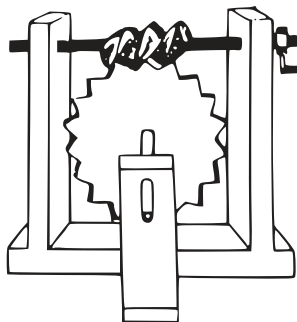


## 2. 齿轮的历史

齿轮，到底有多古老？

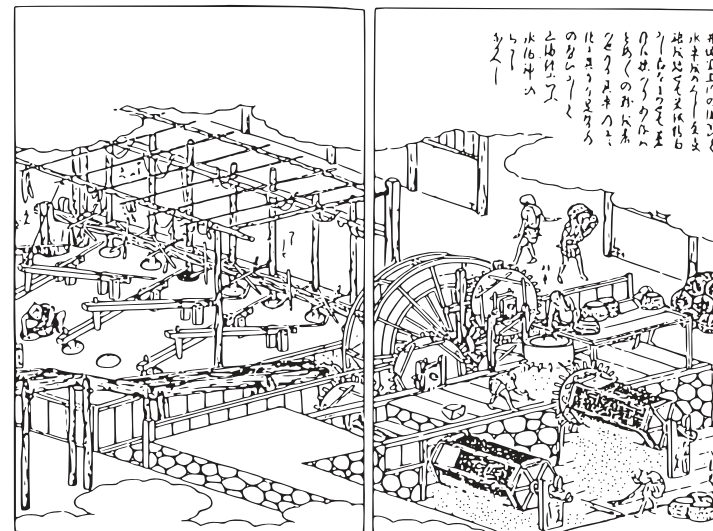
齿轮，早在公元前 350 年左右（大约 2300 年前）就被使用。古希腊的哲学家亚里士多德的文献中对此做有记录。

此后 100 年（公元前 250 年左右）数学家阿基米德也在文献中就使用了蜗杆蜗轮的卷扬机（右图）作了说明。



伊拉克 凯特芬遗址中的纪元前的齿轮

在日本，从江户时代起（1786 年左右），制粉业等开始使用水车做为动力源。水车使用了由榉木和橡木等材料所制造的齿轮。其中最大的直径超过一米以上。

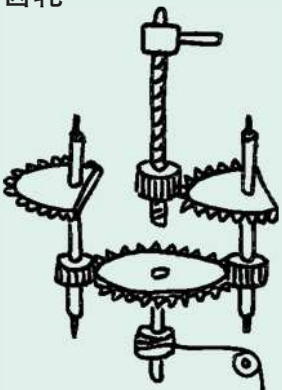
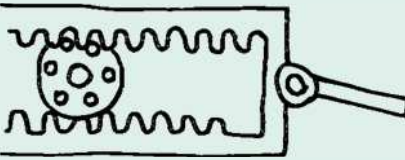
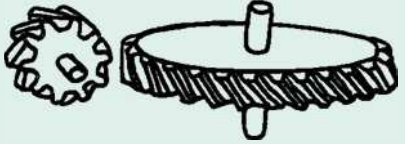


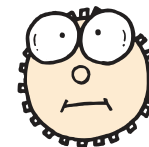
山城国井出玉川的水车（拾遺都名所绘制 天明6年(1786)）

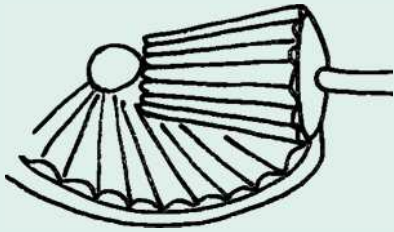
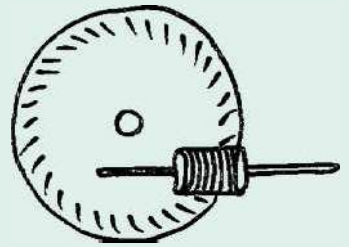
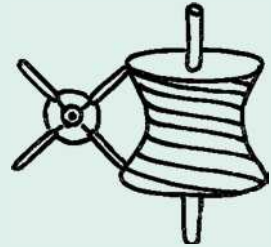


霞浦综合公园(茨城县土浦市)的水车

15 世纪后半的意大利文艺复兴时期，著名的全才列奥纳多·达芬奇（1452～1519），不仅在文化艺术方面，在齿轮技术史上也留下了不可磨灭的功绩。经过了 500 年以上，现在的齿轮仍然保留着当时素描的原型。

| 达芬奇的素描（500 年前）                                                                                              | KHK 标准齿轮（现在）                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>■ 正齿轮</b><br>           |    |
| <b>■ 齿条 &amp; 小齿轮</b><br> |  |
| <b>■ 交错轴斜齿齿轮</b><br>     |  |



| 达芬奇的素描（500 年前）                                                                                                | KHK 标准齿轮（现在）                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>■ 伞形齿轮</b><br>          |    |
| <b>■ 高传动比准双曲面伞形齿轮</b><br> |    |
| <b>■ 蜗杆蜗轮</b><br>        |  |



### 3. 齿轮是机械零件

机械是由各种不同的零部件所组成的！！

这里，有休息时在家里做木匠活的父亲常用的电钻。拧开 8 个固定螺钉，让我们打开主体外壳，看一看内部的构造吧！



我们可以看到各种部件。这些部件，大致可按性质分为电器部件（蓝）和机械部件（红）的两大类。

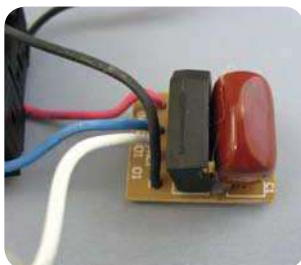
③ 电动机



④ 开关



⑤ 电容器



⑥ 电源线



① 钻头夹头



使用伞形齿轮，锁紧钻头。

② 行星齿轮装置



使用行星齿轮，做减速运动。通过减速，提高扭矩。



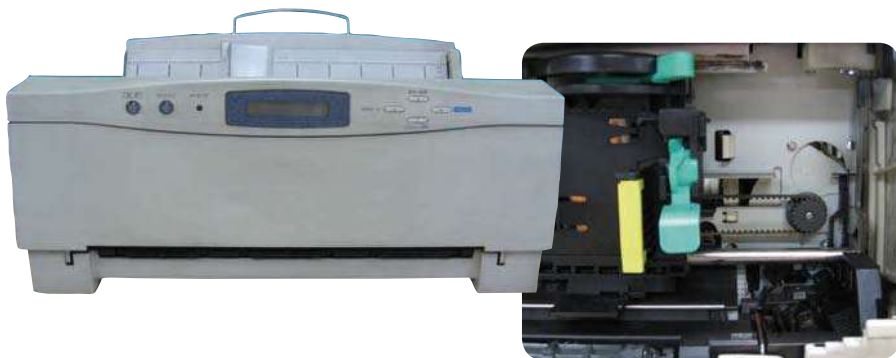
象这样拆开电钻后，分解出的齿轮、轴、螺杆（螺丝）等被称为「机械零件」。除了上述以外，机械零件还有很多。

## 4. 齿轮的伙伴们

与齿轮有相同功能的伙伴们。

齿轮是传达动力和旋转的机械零件，这里，我们将向你介绍它的伙伴们。

### ■同步皮带轮 / 同步皮带



### ■链轮 / 滚子链条



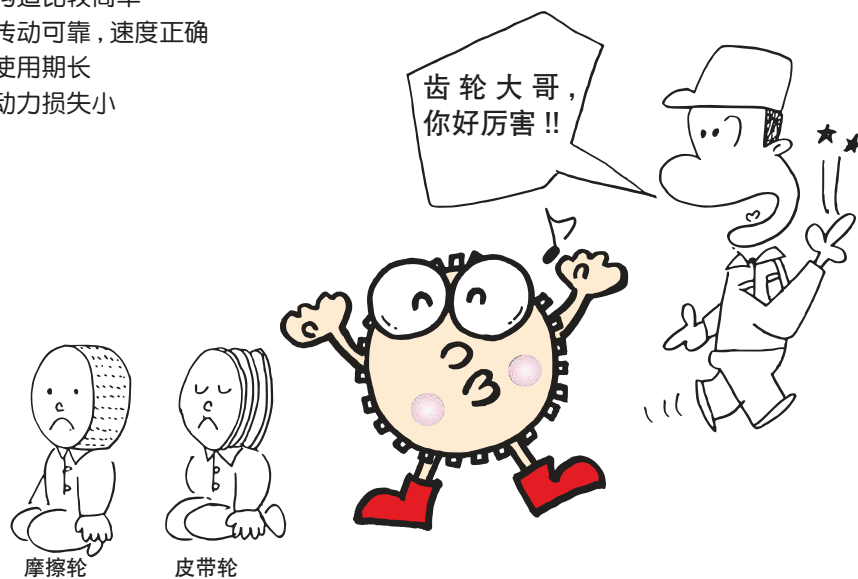
### ■V型皮带轮 / V型皮带



如上所示，传动方式多种多样。

但与其伙伴们相比，齿轮有如下的优点：

- 构造比较简单
- 传动可靠，速度正确
- 使用期长
- 动力损失小

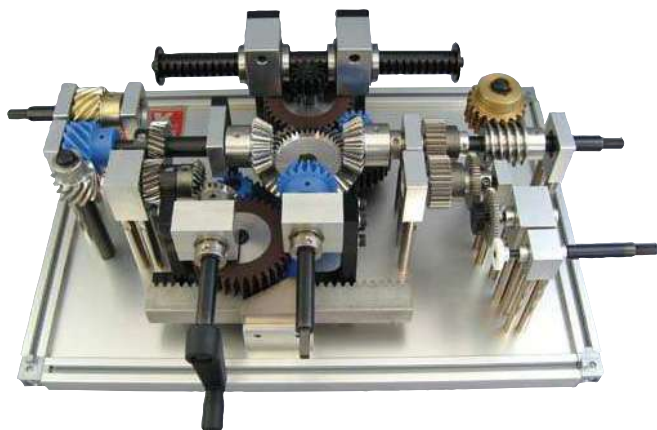


## 5. 齿轮的作用

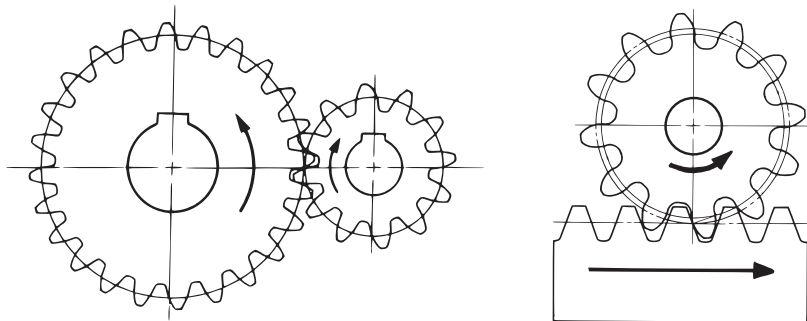
使用齿轮可以达到这样的目的！！

齿轮是必须成对使用才能起到作用的机械零件。

■ 确实地传达旋转运动或旋转力。

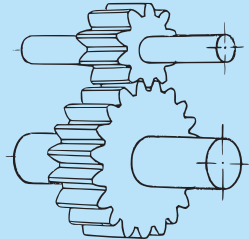
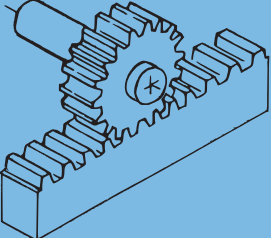
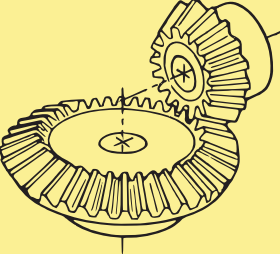
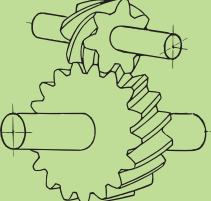


■ 可以改变转动方向（旋转方向）及速度。



与小齿轮的旋转速度相比，大齿轮的旋转是慢悠悠的。  
旋转方向也相反。

■ 改变旋转方向

|                                                                                                  |                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>平行轴</p>    | <p>在平行的两轴间传递旋转和动力。<br/>使用正齿轮（Spur gear）、斜齿齿轮（Helical gear）。</p>                                |
|               | <p>将旋转运动改变为直线运动。<br/>另外，还可以相反地使用在将直线运动改变为旋转运动上。<br/>正齿轮 / 齿条、斜齿齿轮 / 斜齿齿条相配合使用。</p>             |
| <p>相交轴</p>   | <p>在相交的两轴之间传递旋转和动力。<br/>相交的两轴之间的角度（轴角）一般为 <math>90^\circ</math>。<br/>使用圆锥形状的直齿伞形齿轮或弧齿伞形齿轮。</p> |
| <p>交错轴</p>  | <p>在既不相交，亦不平行的两轴之间传递旋转和动力。<br/>两轴之间的角度（轴角）一般为 <math>90^\circ</math>。<br/>使用交错轴斜齿齿轮或蜗杆蜗轮。</p>   |



## 6. 齿轮的分类

这里向你介绍齿轮三兄弟和它们的亲戚。



使用在平行轴的齿轮（用于旋转运动）

在平行的两轴间传递旋转和动力的齿轮。

★MSGA磨齿正齿轮



★SS正齿轮



★PS塑料正齿轮



★SUS不锈钢正齿轮



★KHG磨齿斜齿齿轮



★BSS正齿轮



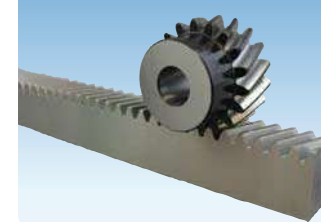
使用在平行轴的齿轮（用于直线运动）

将旋转运动转换为直线运动的齿轮。

★SRGF磨齿齿条



★KRHG磨齿斜齿齿条



★SR齿条



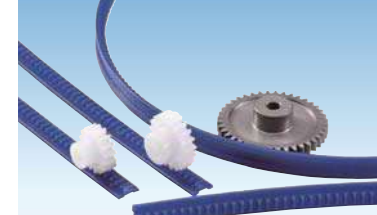
★PR塑料齿条



★BSR齿条



★DR成型柔性齿条





相交轴



## 使用在相交轴的齿轮

在相交的两轴间传递旋转和动力的齿轮。

★SMSG磨齿弧齿等比伞形齿轮



★SUM不锈钢等比伞形齿轮



★SMA成品等比伞形齿轮



★MBSG磨齿弧齿伞形齿轮



★PB塑料伞形齿轮



★SB伞形齿轮轴



交错轴



## 使用在交错轴的齿轮

在既不平行，亦不相交的两轴间传递旋转和动力的齿轮。

★SN交错轴斜齿轮



★SUN不锈钢交错轴斜齿轮



★PN塑料交错轴斜齿轮



★KWG · AGF  
磨齿蜗杆轴 · 蜗轮



★KWGDL · AGDL  
双导程蜗杆蜗轮



★SUW · PG蜗杆蜗轮



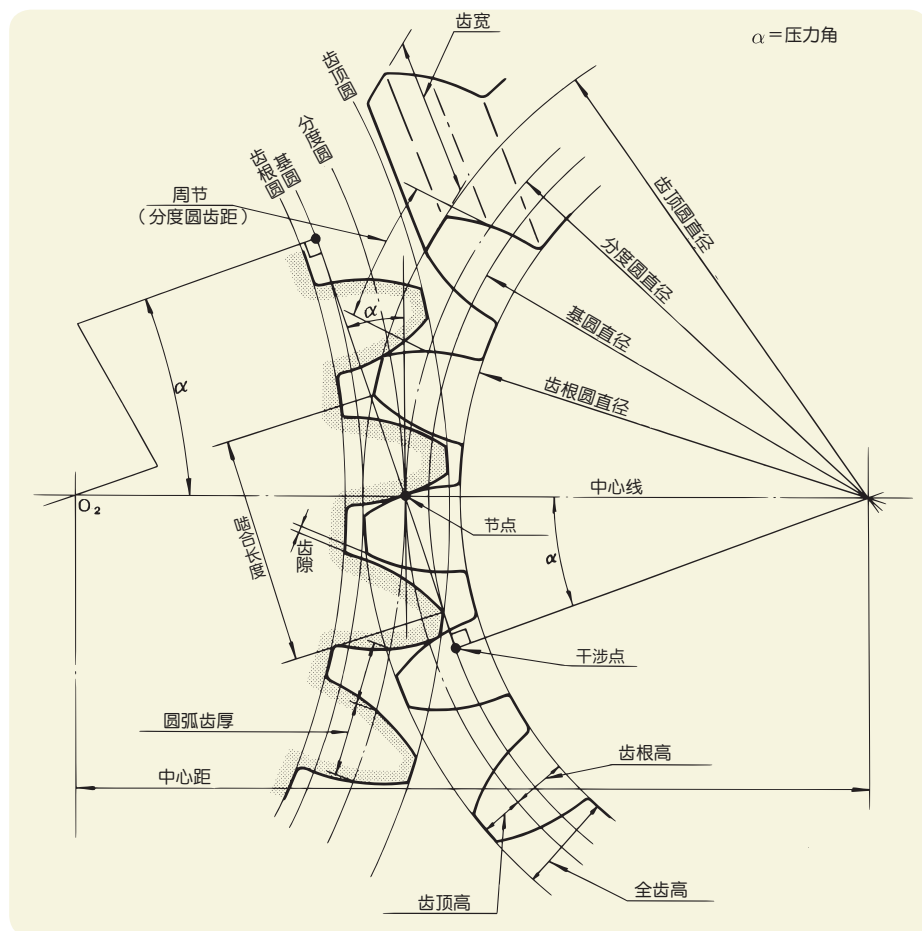
## 7. 齿轮的基本术语

什么是模数？什么是分度圆直径？

齿轮有很多齿轮所特有的术语和表现方法。

为了使你能更多的了解齿轮，在此，我们向你介绍一些经常使用的齿轮基本术语。

### ■ 齿轮各部位的名称

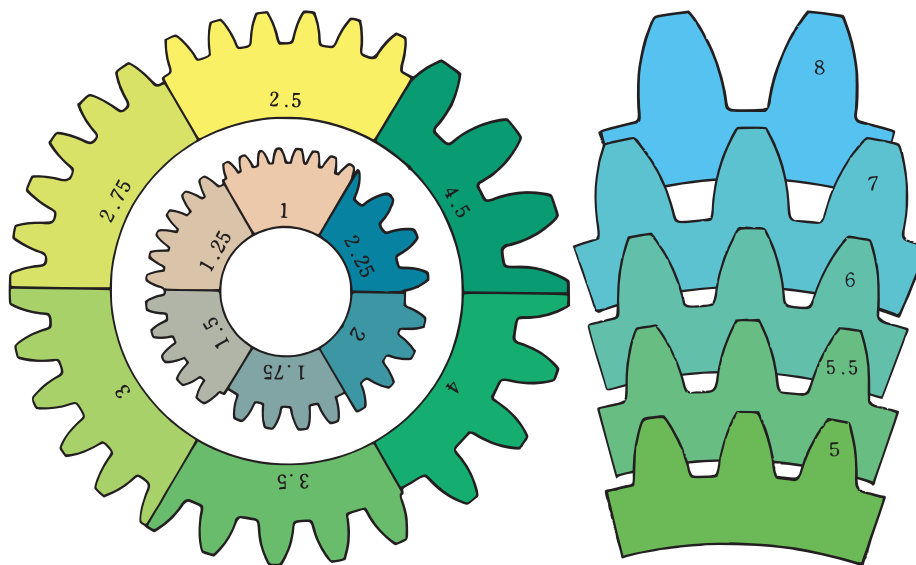


### ■ 齿的大小

$m_1$ 、 $m_3$ 、 $m_8$ 、...

被称为模数 1、模数 3、模数 8。

模数是全世界通用的称呼，使用符号（模数）和数字（毫米）来表示轮齿的大小。数字越大，轮齿也越大。



另外，在使用英制单位的国家（比如美国），使用符号（径节）及数字（分度圆直径为 1 英吋时的齿轮的轮齿数）来表示轮齿的大小。

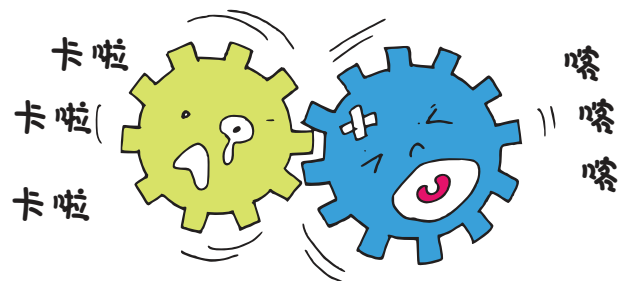
比如：DP 24、DP 8、... 等等。

还有使用符号（周节）和数字（毫米）来表示轮齿大小的比较特殊的称呼方法。比如 CP 5、CP 10、...

## ■ 齿形和压力角

具有代表性的齿轮的齿形有渐开线齿形和摆线齿形两种，其中，动力传动用齿轮，多使用渐开线齿形。

作为动力传动用的齿轮，如果仅在外周等分地装上突起的话...



由此，诞生了「渐开线齿形」。  
渐开线齿形的齿轮有如下优点：



- 即使中心距多少有些误差，也可以正确的啮合。
- 比较容易得到正确的齿形，加工也比较容易。
- 因为在曲线上滚动啮合，所以，可以圆滑地传递旋转运动。
- 只要轮齿的大小相同，一个刀具可以加工齿数不同的齿轮。
- 齿根粗壮，强度高。

齿轮有「压力角」，即轮齿的倾斜角。  
压力角一般采用  $20^\circ$ 。但是，也有使用  $14.5^\circ$ 、 $15^\circ$ 、 $17.5^\circ$  的齿轮。



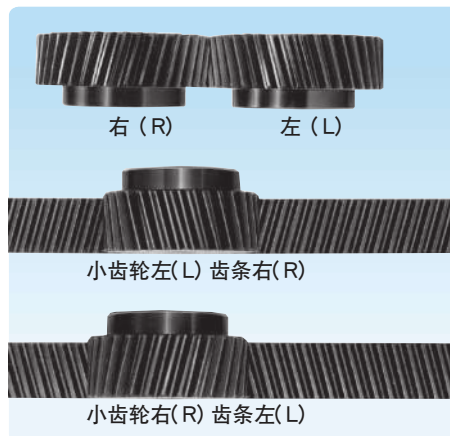
## ■ 螺旋方向与配合

斜齿齿轮、弧齿伞形齿轮等，轮齿呈螺旋状的齿轮，螺旋方向和配合是一定的。

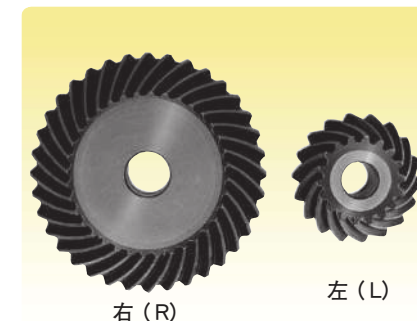
螺旋方向是指当齿轮的中心轴指向上下，从正面看上去时，轮齿的方向指向右上的是「右旋」，左上的是「左旋」。

各种齿轮的配合如下所示。

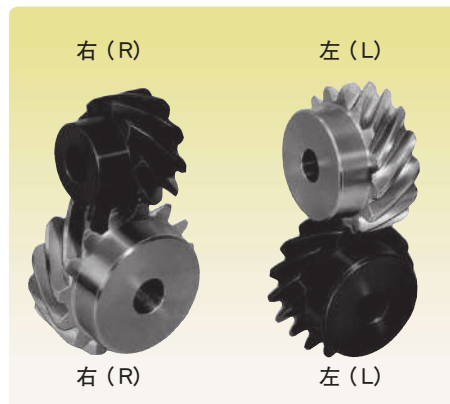
### ● 斜齿齿轮



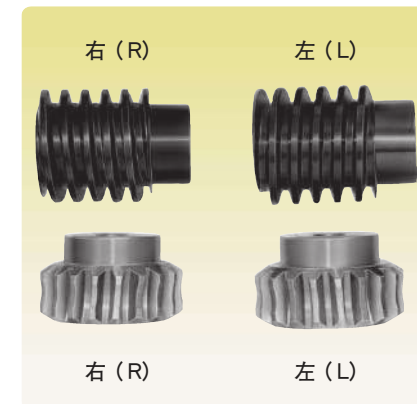
### ● 弧齿伞形齿轮



### ● 交错轴斜齿齿轮



### ● 蜗杆蜗轮





## 8. 齿轮的材料及热处理

高强度、不生锈、重量轻。根据需要，齿轮由各种不同的材料制成。

各种类型的齿轮，根据所使用的场所、用途等选择不同的材料。  
在这里，我们向你介绍制作齿轮的材料以及其特长、热处理等等。  
不同的材料有着各种不同的特点。比如：强度高、重量轻、不易生锈等。

### ■材料的种类及特长

制作齿轮所使用的材料有很多。如下所示，大致可以分为三大类。

#### ●黑色金属材料

动力传动用的齿轮中最常用的材料。  
例如，象 S45C 碳素钢、SCM415 合金钢等，强度高，市场的流通范围广，进货容易。



圆钢·方钢

#### ●有色金属材料

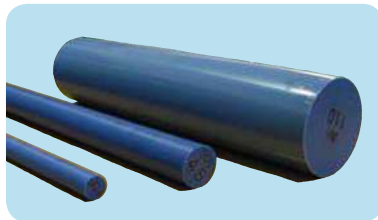
主要用于制作蜗轮产品的铝或铜合金。  
因为一般的生产手段是采用铸造，所以生产周期长，成本高。



铝青铜铸造材 内冷铁材

#### ●塑料材

大多使用在忌讳润滑油的场合。  
与金属材料相比重量轻，可以使用模具挤压成型。较多地使用在办公机器等上面。



塑料棒材

### ■热处理

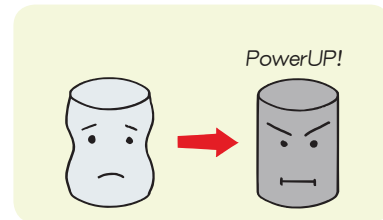
金属通过施加热处理，内部金相组织变得安定。

自古以来以锋利及造型优美著称的日本刀，其制作工艺复杂。使日本刀变得非常强韧、锋利的重要工序是淬火。



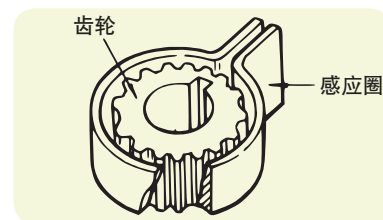
#### ●调质处理

调质处理是使钢的结晶粒子细化，调整钢质，增加强度的热处理。



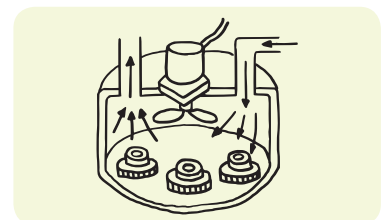
#### ●高频淬火处理

在高频磁场的作用下，材料产生高温（约 800℃），然后，通过快速冷却，得到高硬度。  
淬火后，对硬度过高的材料施加回火处理以增强材料的韧性。



#### ●渗碳淬火

金属材料的表面渗入碳素，形成高含碳层后淬火。  
与高频淬火相同，淬火后，施加回火处理调整材料硬度，增强材料韧性。



## 9. 齿轮的强度和精度

高精度的齿轮，不但强度高而且安静。

各种不同形状的齿轮，使用各种不同的材料制作。下面，让我们来看一看什么样的齿轮才是理想的齿轮。

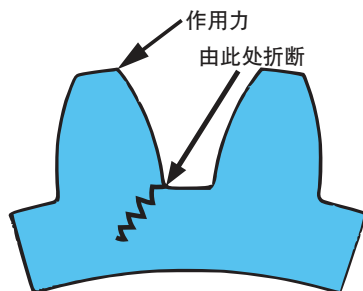
- ①体积小·重量轻
- ②能传递大动力
- ③运转安静
- ④耐久，不易损坏。

### ■ 齿轮的强度

说起齿轮的强度，最重要的指标是弯曲强度和齿面（耐磨）强度。

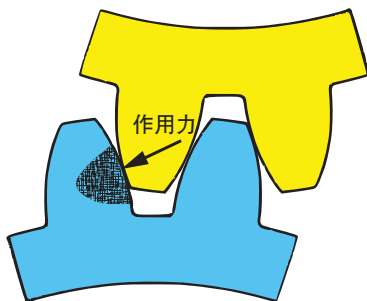
对轮齿施加超过承受极限值的力时，会发生如下现象：

- 轮齿由齿根处折断
- 轮齿齿面产生磨损



要想得到高强度的齿轮，最为重要的是选择材料和热处理（淬火）工艺。

齿轮的加工精度越高，齿轮的强度就越高。



### ■ 高精度齿轮

好齿轮的条件是静音啮合。但是，对于通过旋转来传递动力的齿轮来说，完全不发生噪音是不可能的。问题是如何将噪音降到最低限。

齿轮的精度越高齿轮的旋转就越安静。

#### ① 轮齿有正确的渐开线齿形



#### ② 齿线没有误差



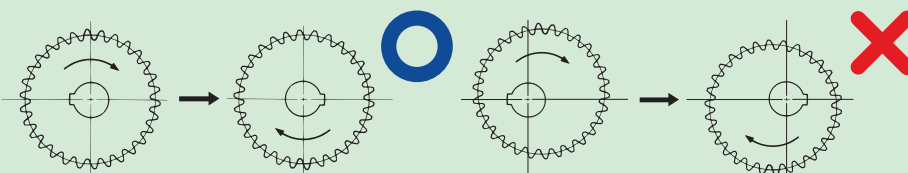
#### ③ 轮齿接触良好



#### ④ 齿距误差小



#### ⑤ 齿轮没有偏心。理想的状况是：（内孔中心 = 齿轮中心）



## 10. 齿轮的制作方法

齿轮的轮齿是怎样加工成型的？

### ■使用滚刀切削斜齿齿轮的轮齿

滚刀呈螺旋状。

滚刀与斜齿齿轮边做啮合旋转，边连续切削。

正齿轮及蜗轮也同样可以使用滚刀进行切削。



滚刀

### ■使用齿条铣刀加工齿条的轮齿

下图为正在切削中的齿条。斜齿齿条也同样可使用齿条刀具切齿，可同时切削多个轮齿。



齿条铣刀

### ■使用小齿轮型刨齿刀切削正齿轮的轮齿

小齿轮刨齿刀的形状与正齿轮相同。

小齿轮刨齿刀切齿时，与正齿轮边做啮合旋转，边连续切削。

内齿轮也使用小齿轮刨齿刀切削。



小齿轮刨齿刀



### ■使用蜗杆刀具切削蜗杆的轮齿

下图为正在切齿中的蜗杆。蜗杆刀具是普通的铣刀。与其他的齿轮相比，加工时间长。



蜗杆铣刀

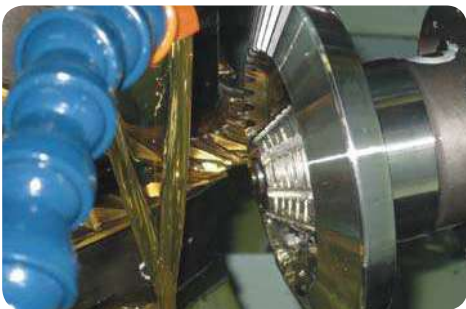


## ■使用 CONIFLEX 刀具加工直齿伞形齿轮的轮齿

上下二片一组的 CONIFLEX 刀具边旋转，边切齿。

右边的照片中的刀具是一组刀具中的下片。

可以制作出重合度高、噪音低的齿轮。



CONIFLEX 刀具

## ■使用弧齿伞形齿轮刀具切削弧齿伞形齿轮的轮齿

加工右旋弧齿伞形齿轮的轮齿时的照片。

刀具为王冠型。

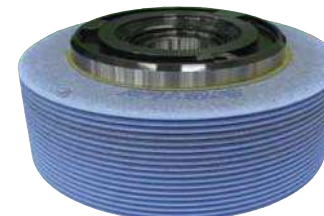
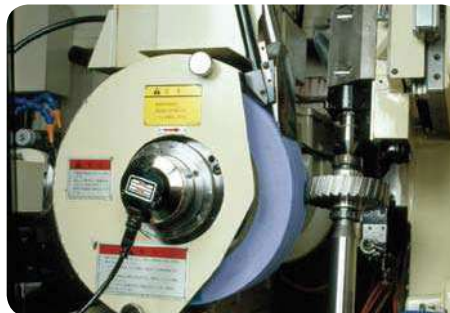


弧齿伞形齿轮刀具

## ■使用螺纹状砂轮研磨斜齿齿轮的轮齿

正齿轮也可使用同样方法磨制。

因为螺纹非常多，所以加工效率高。



螺纹状砂轮

## ■使用薄型圆盘状砂轮研磨蜗杆

砂轮高速旋转，磨制出高精度的蜗杆。



圆盘状砂轮

## ■使用砂轮研磨齿条

齿条的磨齿加工，在一年中室温保持在 20° 的恒温室中进行。

砂轮的形状为圆盘状。

制作高精度的研磨齿条，需要高水准的技术和经验。

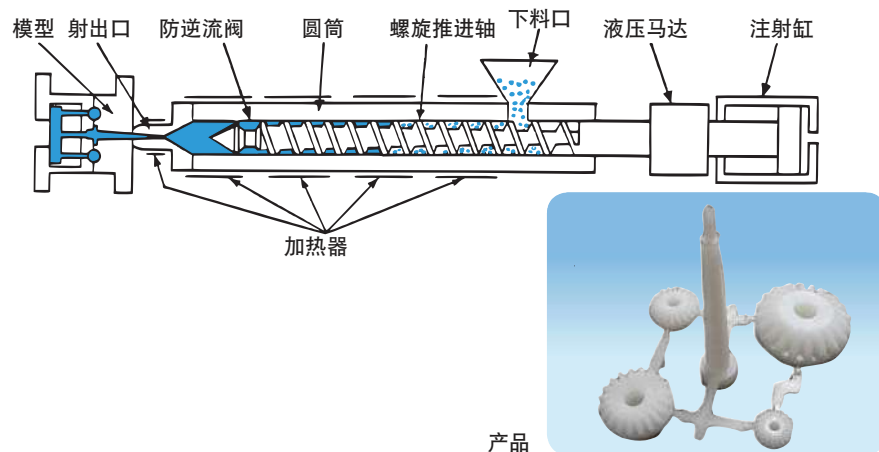


砂轮

## ■ 注塑成型

将经过加热的塑料材注入到精密的齿轮模具中成型的加工方法。大批量生产的话，可以降低成本。因为模具的造价高，所以不适合小批量生产。

在 KHK，小模数的 DS 正齿轮、DM 等比伞形齿轮使用注塑成型方法加工。

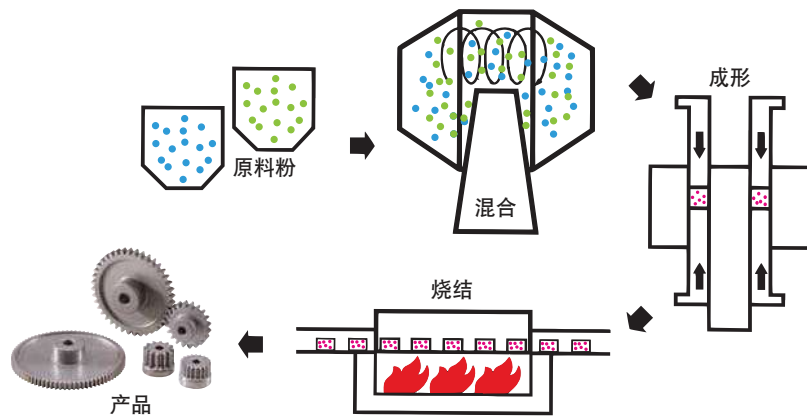


## ■ 烧结

在金属模具中将金属粉末压缩、成型、烧结、硬化的加工方法。

大批量生产时，可以降低成本。因为模具的造价高，所以，小批量生产时，与注塑成型相同，总成本过高。

在 KHK，小模数的 LS 正齿轮、LM 等比伞形齿轮使用烧结法加工。



## ■ 滚压

使用一对（2个）滚丝轮。

将原材料夹在两个滚丝轮之间，边施加外力边旋转原材，使原材的表面变形形成齿形。

在 KHK，SW 蜗杆系列中的一部分产品使用滚压制造。齿面很光洁。



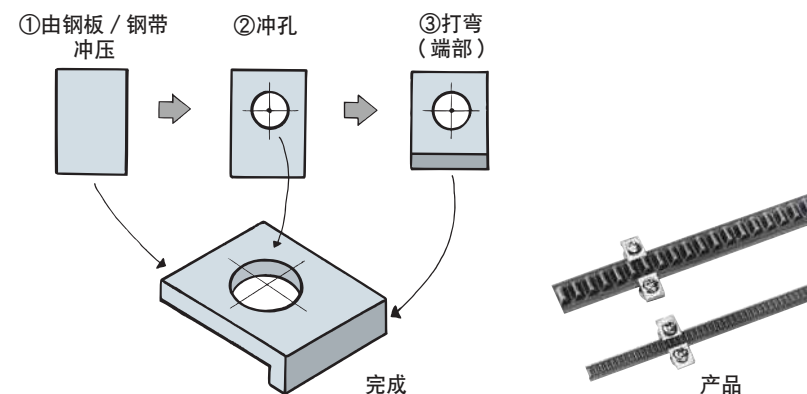
## ■ 冲压（分类：塑性加工）

对板材及棒材施加冲力，使之变形后制成的产品。

产品的加工周期短，但是，所使用的模具造价高。

在 KHK 标准齿轮产品中，没有冲压齿轮产品。

采用冲压加工的产品是 DR 成形柔性齿条的装配用 L 型夹具。



# 11. 这样的地方使用了齿轮

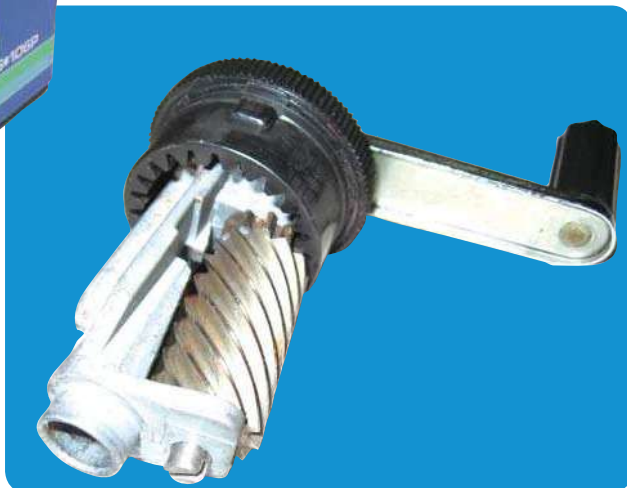
大家来看一看，我活跃在你所意想不到的地方！！

在办公室、在家庭、在工厂、在我们所意想不到的各个地方，大量的使用着齿轮。让我们来看一看吧。

## ■削铅笔机



使用的是正齿轮和内齿轮。  
正齿轮边旋转边绕内齿轮做公转，安装在此轴上的刀具切削夹在铅笔筒内的铅笔。

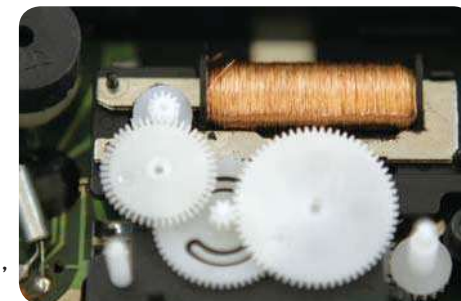


正齿轮和内齿轮啮合旋转带动刀具转动

## ■闹钟

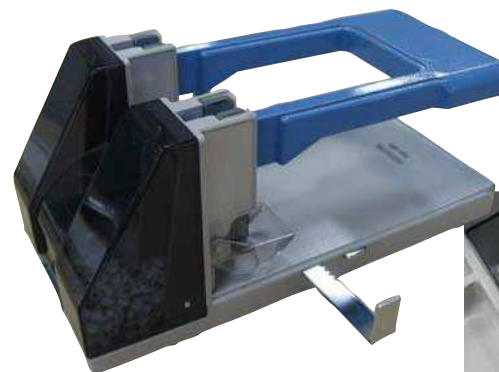


为了使表针走动使用了齿轮。拆开内部，分离出各种尺寸不同的正齿轮。



带动长针 / 短针 / 秒针转动的齿轮

## ■打孔机



为了定出纸面的中心，量规使用了正齿轮和齿条。

正齿轮的左右分别与二根齿条啮合，齿条根据纸面尺寸拉出、推进……



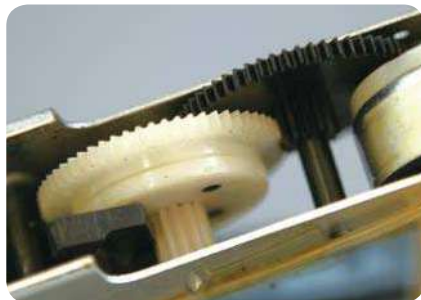
左右齿条之间夹有正齿轮



## ■小型发电照明灯



为了启动发电用的发动机，使用了正齿轮。  
齿轮经过三级增速启动发电机，点亮照明灯。



可以看到四个增速用齿轮（白・黑）

## ■照相机用三脚架



圆形齿条的上面可以看到小齿轮

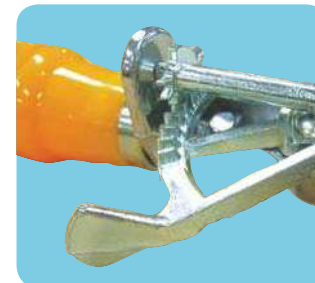
摇动手柄，齿条上下移动。  
在圆形齿条的顶端部，装有固定相机方向的部件。拆卸后，可以看到与齿条相啮合的小齿轮。

## ■雪糕球制作器



握紧控制杆后

- ①控制杆上的齿轮移动
- ②与齿轮啮合的小齿轮旋转
- ③半圆型刮条旋转，制成雪糕球。



控制杆上的齿轮和小齿轮

## ■八音盒



这是手摇式八音盒。  
摇动手柄，按蜗杆→蜗轮→音乐筒的顺序转动，  
奏出动听的音乐。



蜗杆副  
(看不到蜗轮)



## 小原齒車工業株式会社

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](mailto:kohara@khkgears.co.jp)

- 本书受著作权法的保护。未经允许，不得使用任何方法对本书的一部分或全部复写或复制。
- 本书是为了 KHK 集团内部的员工教育及一般客户初步了解齿轮的知识而编。是公司的宣传工具之一。
- 因本书而造成使用者的任何直接或间接的损害，小原齿轮工业株式会社将不承担任何责任，不做任何赔偿。
- 本书所记载的内容等，可不经预告加以更改。

---

# 齿轮 ABC 入门篇

2006 年 11 月 1 日 第 1 版第 1 刷发行

著作／制作：小原齒車工業株式会社

发 行 人 小原敏治

发 行 所 小原齿轮工业株式会社

〒 332-0022 埼玉県川口市仲町13-17

编辑制作 齿轮 ABC 编写组

監 修 後藤特許事務所 律師 藤井正弘