

# 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）



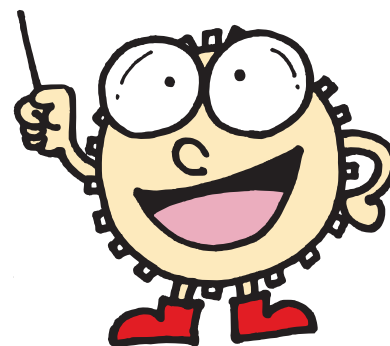
做为艺术设计、造型等题材使用的齿轮（某种钟表结构）



装饰娃娃

## 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



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。

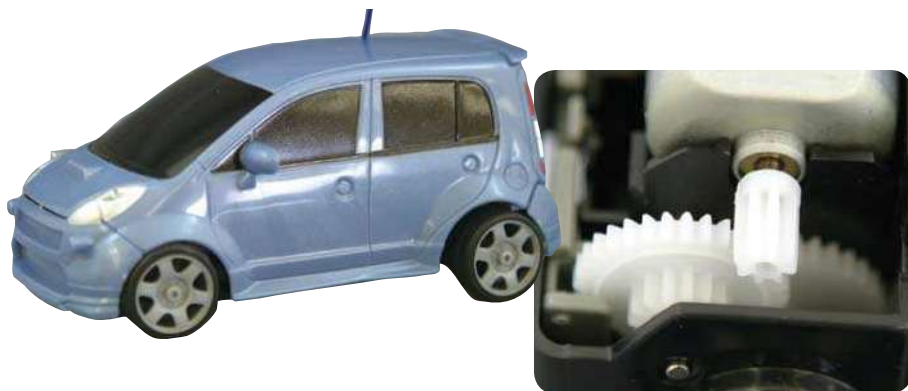
如果你想更详细地了解齿轮，请接下来阅读「基础篇」和「实用篇」。

# 1. 找找齿轮

你看，齿轮用在这样的地方！！

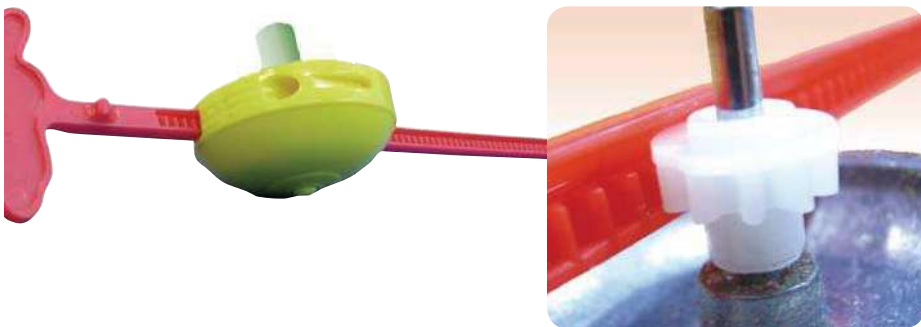
在日常生活中，大概很少会直接看到齿轮。其实，在我们小时候所玩的玩具中，使用有大量的齿轮。

## ■ 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



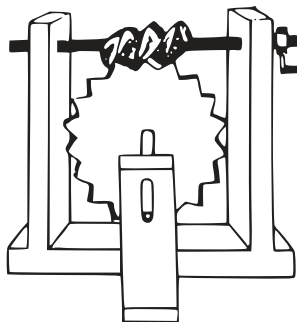
摇动手柄旋转搅拌器

## 2. 齿轮的历史

齿轮，到底有多古老？

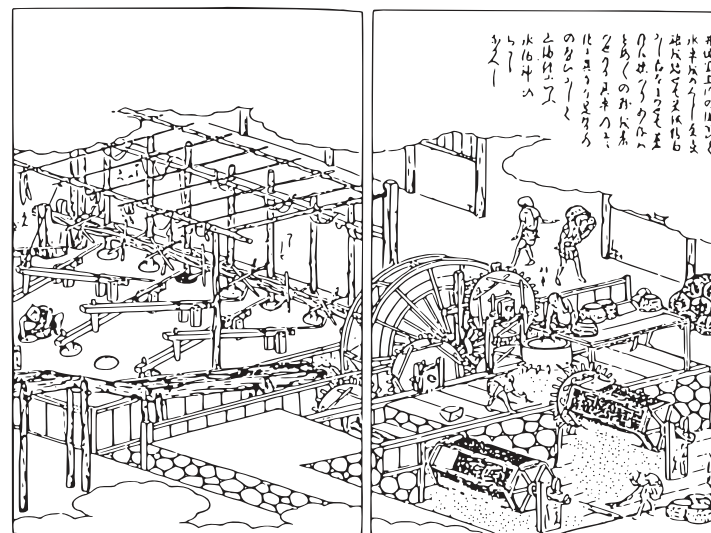
齿轮，早在公元前 350 年左右（大约 2300 年前）就已被使用。古希腊的哲学家亚里士多德的文献中对此做有记录。

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。



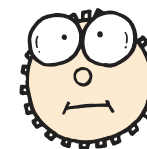
山城国井出玉川的水车〔拾遗都名所绘制 天明6年(1786)〕



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）
<p>■ 正齿轮</p> 	
<p>■ 齿条 &amp; 小齿轮</p> 	
<p>■ 交错轴斜齿齿轮</p> 	



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

### 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。



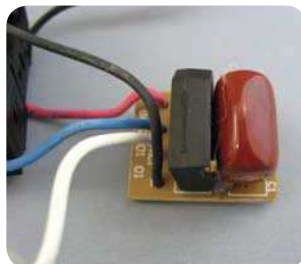
3 电动机



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



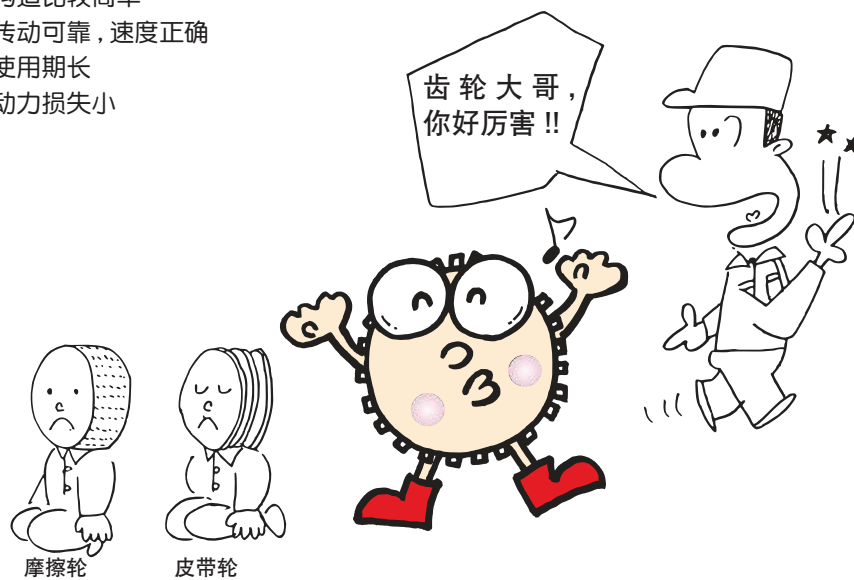
### ■ V型皮带轮 / V型皮带



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



摩擦轮

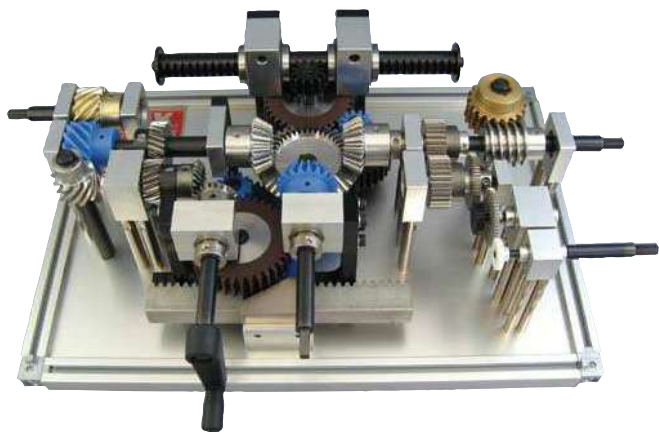
皮带轮

## 5. 齿轮的作用

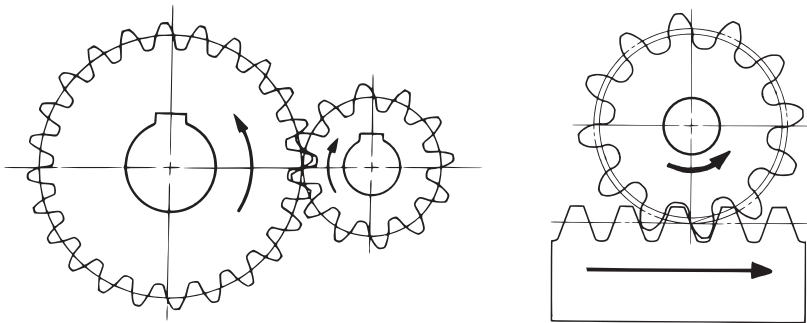
使用齿轮可以达到这样的目的！！

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。

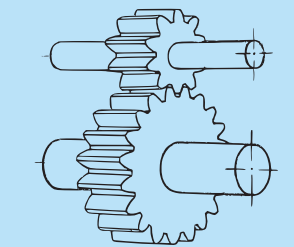
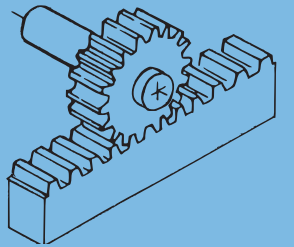
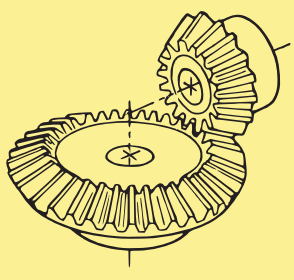
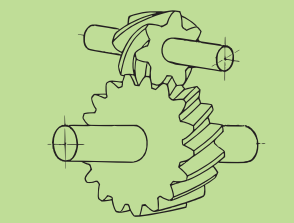


■ 可以改变转动方向（旋转方向）及速度。



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。 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。 另外，还可以相反地使用在将直线运动改变为旋转运动上。 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。 相交的两轴之间的角度（轴角）一般为 <math>90^\circ</math>。 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。 两轴之间的角度（轴角）一般为 <math>90^\circ</math>。 使用交错轴斜齿齿轮或蜗杆蜗轮。</p>

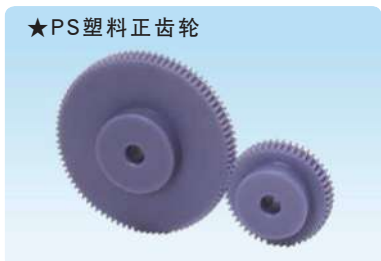
## 6. 齿轮的分类

这里向你介绍齿轮三兄弟和它们的亲戚。



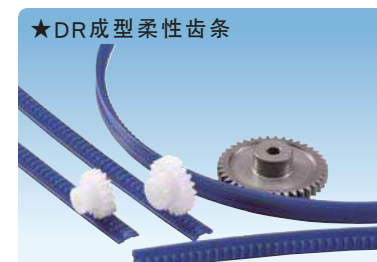
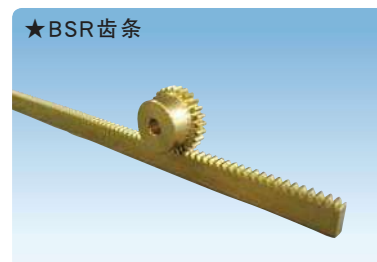
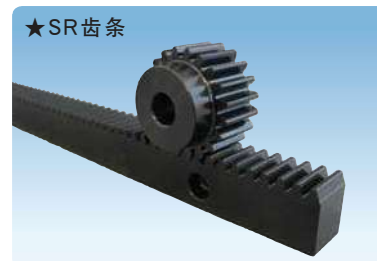
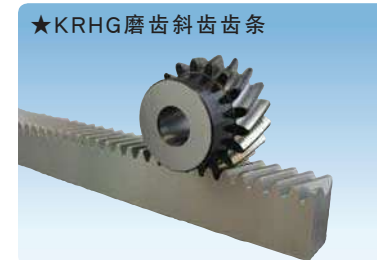
### 使用在平行轴的齿轮（用于旋转运动）

在平行的两轴间传递旋转和动力的齿轮。



### 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。





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

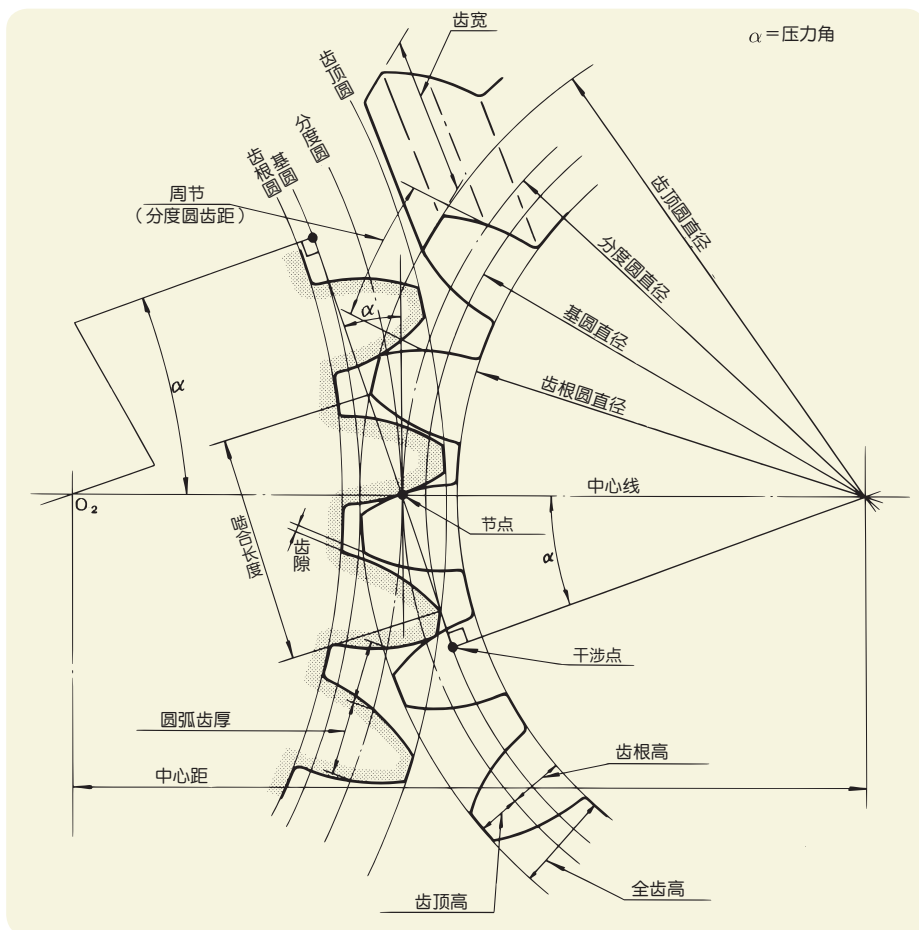


# 7. 齿轮的基本术语

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

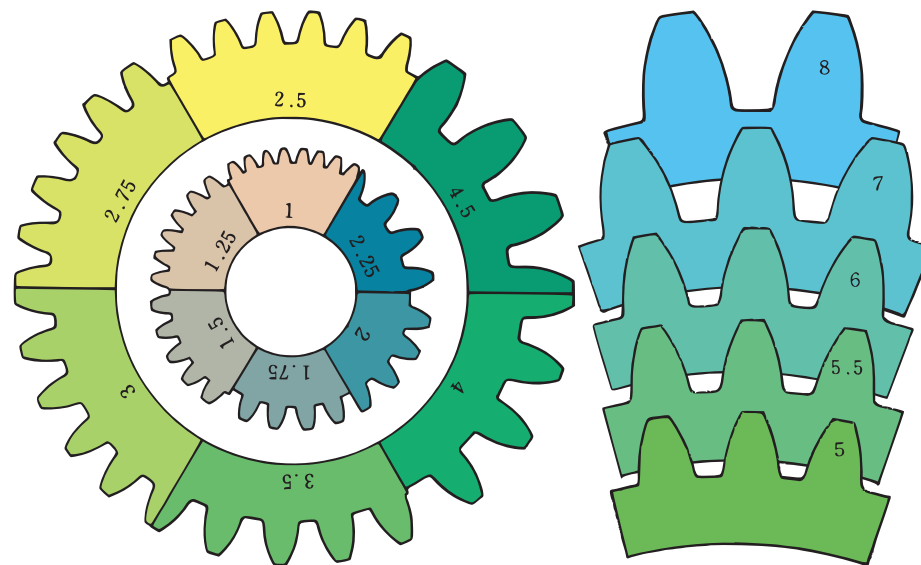


## ■ 齿的大小

$m_1$ 、 $m_3$ 、 $m_8$ 、...

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。

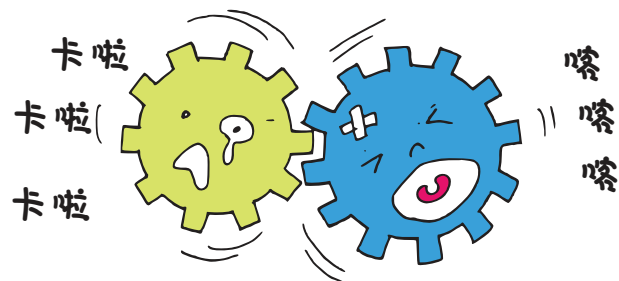
比如：DP 24、DP 8、...等等。

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……

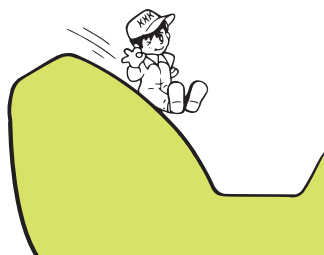


由此，诞生了「渐开线齿形」。  
渐开线齿形的齿轮有如下优点：



- 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。

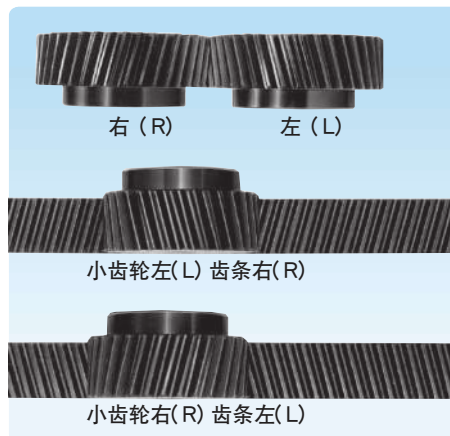


## ■ 螺旋方向与配合

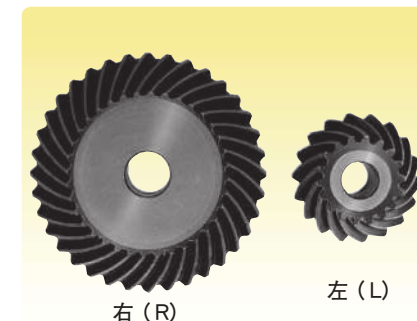
斜齿齿轮、弧齿伞形齿轮等，轮齿呈螺旋状的齿轮，螺旋方向和配合是一定的。  
螺旋方向是指当齿轮的中心轴指向上下，从正面看上去时，轮齿的方向指向右上的是「右旋」，左上的是「左旋」。

各种齿轮的配合如下所示。

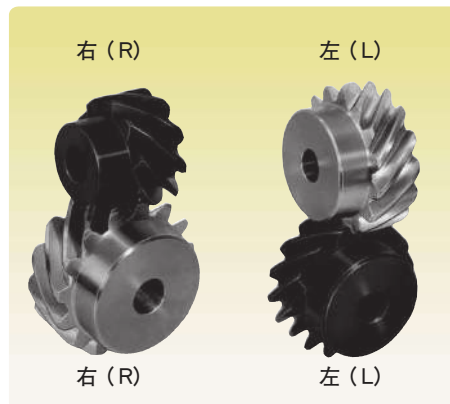
### ● 斜齿齿轮



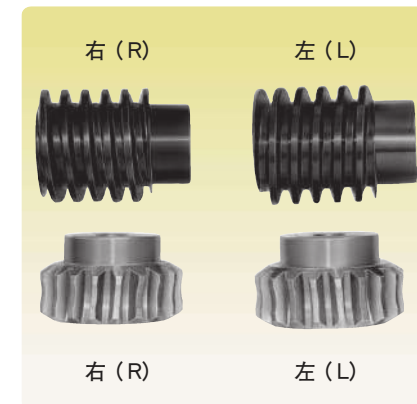
### ● 弧齿伞形齿轮



### ● 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。

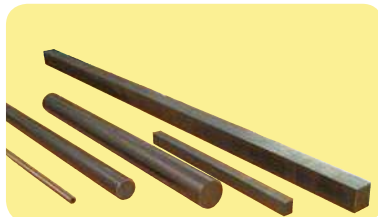
各种类型的齿轮，根据所使用的场所、用途等选择不同的材料。在这里，我们向你介绍制作齿轮的材料以及其特长、热处理等等。不同的材料有着各种不同的特点，比如：强度高、重量轻、不易生锈等。

### ■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

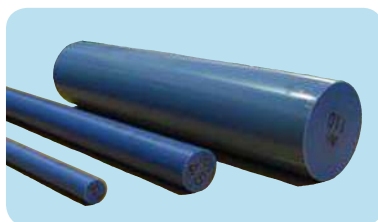
主要用于制作蜗轮产品的铝或铜合金。因为一般的生产手段是采用铸造，所以生产周期长，成本高。



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

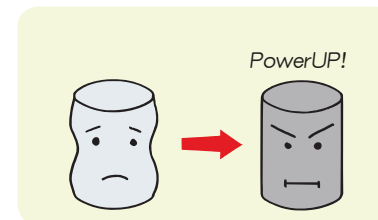
金属通过施加热处理，内部金相组织变得安定。

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。



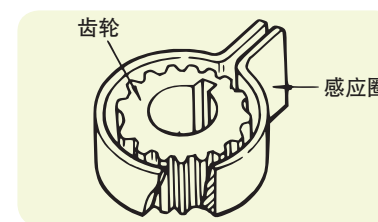
#### ●调质处理

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

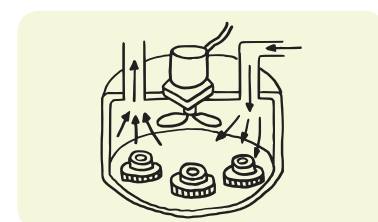
在高频磁场的作用下，材料产生高温（约 800℃），然后，通过快速冷却，得到高硬度。淬火后，对硬度过高的材料施加回火处理以增强材料的韧性。



#### ●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。

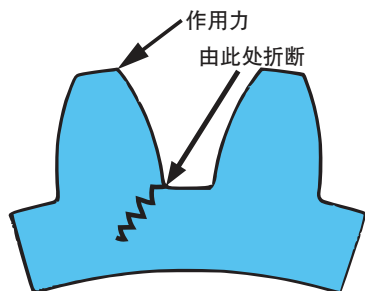
- ①体积小·重量轻
- ②能传递大动力
- ③运转安静
- ④耐久，不易损坏。

### ■ 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。

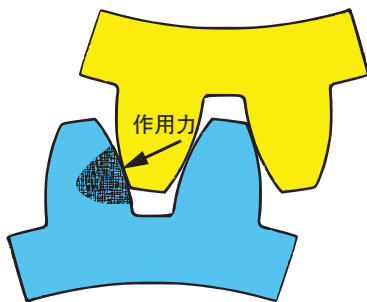
对轮齿施加超过承受极限值的力时，会发生如下现象：

- 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。

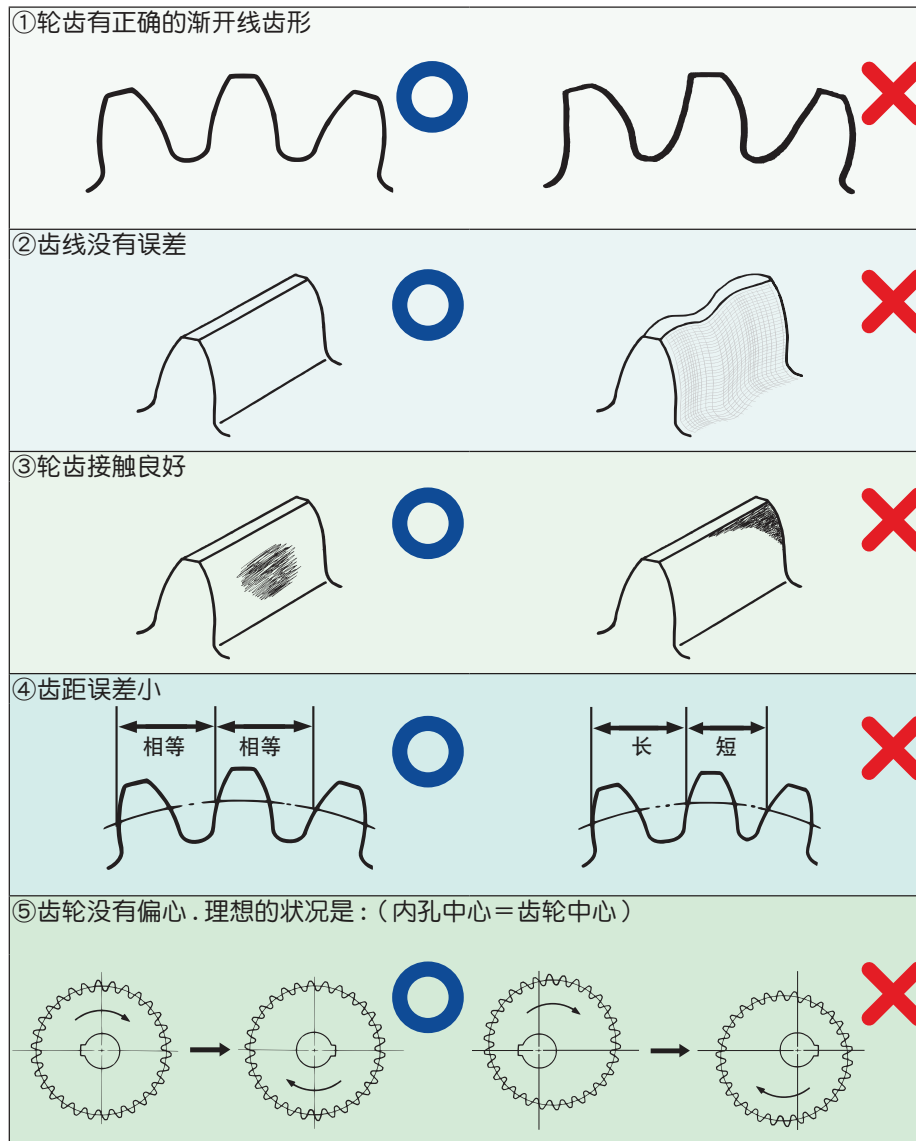
齿轮的加工精度越高，齿轮的强度就越高。



### ■ 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。



# 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。

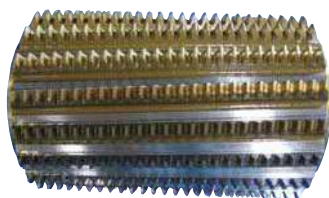
正齿轮及蜗轮也同样可以使用滚刀进行切削。



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。

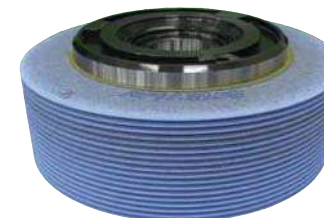


弧齿伞形齿轮刀具

### ■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。

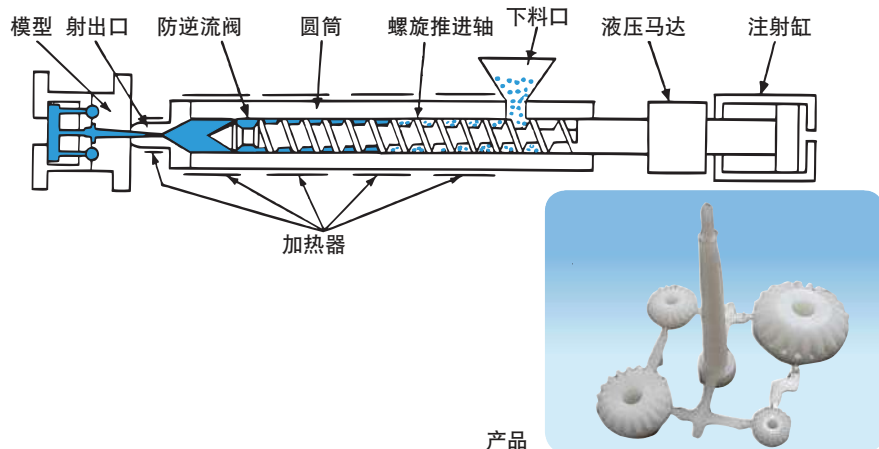


砂轮

### ■ 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。

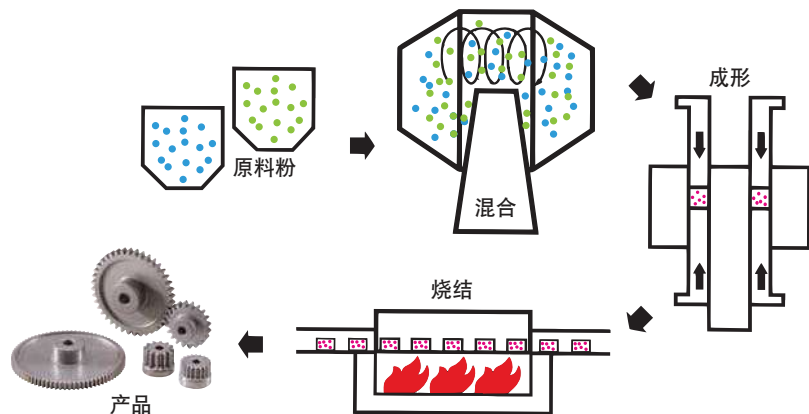


### ■ 烧结

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。



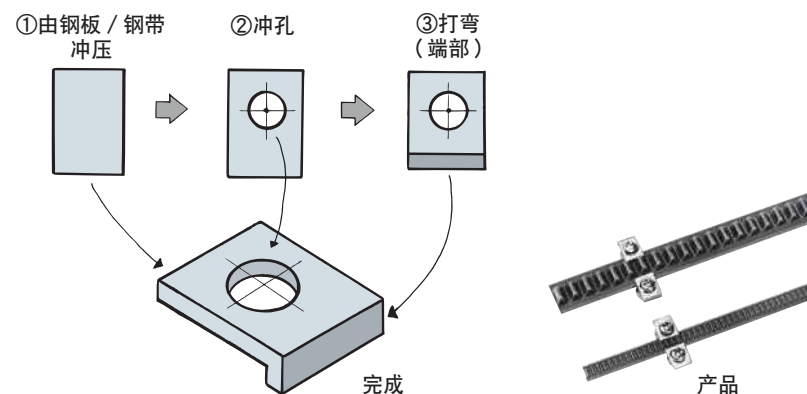
### ■ 冲压（分类：塑性加工）

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。

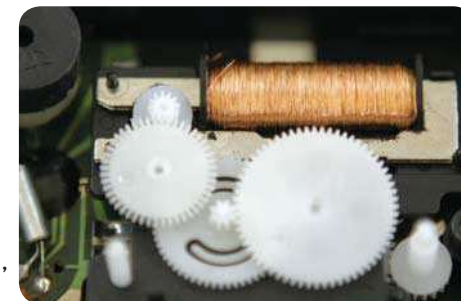


正齿轮和内齿轮啮合旋转带动刀具转动

## ■ 闹钟

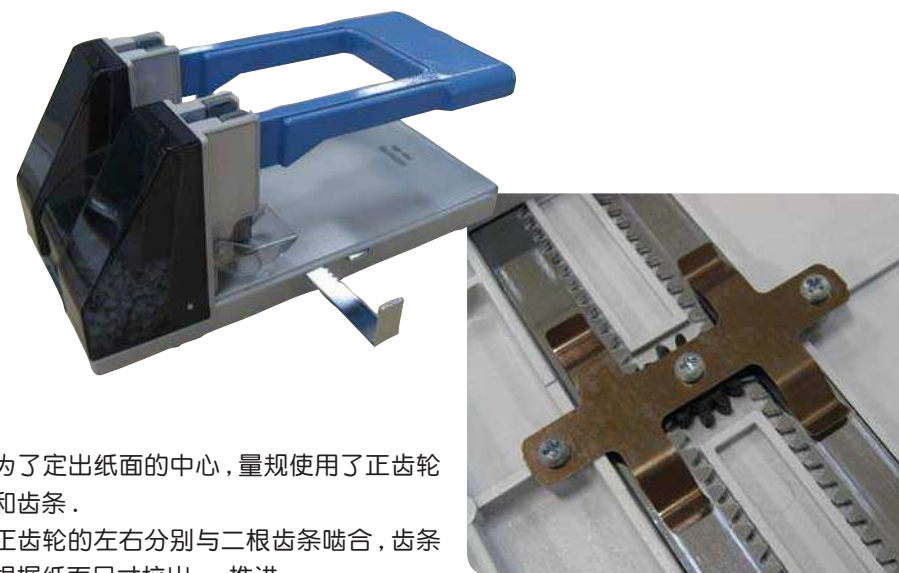


为了使表针走动使用了齿轮。拆开内部，分离出各种尺寸不同的正齿轮。



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



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。



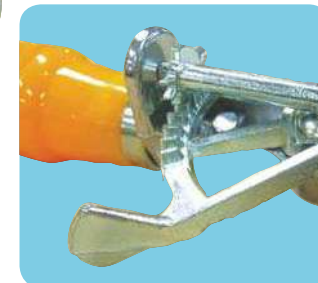
圆形齿条的上面可以看到小齿轮

### ■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。



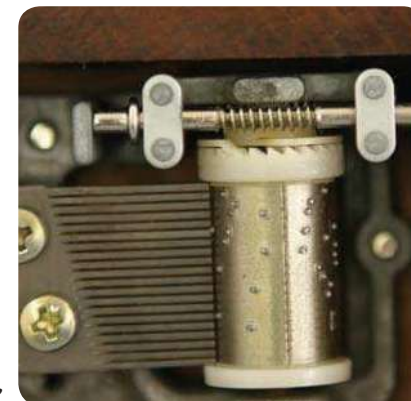
控制杆上的齿轮和小齿轮

### ■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)

**KHK**<sup>®</sup>  
小原齒車工業株式会社

- 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。是本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



日本KHK小原齒輪工業株式會社中國代理店

**北京日泰和機械有限公司**

010-63021589/63023589