

单排单级行星齿轮机构

二、单排单级行星齿轮机构

单排单级行星齿轮机构由三元件——太阳齿轮、内齿圈和装有行星齿轮的行星齿轮架组成，如图 1 所示。

三个元件可绕同一传动轴心线旋转，可以将其中任意一个锁定，用另外两个中的任意一个做主动。另一个做从动，如图 2 所示，就构成一种特定的传动比。

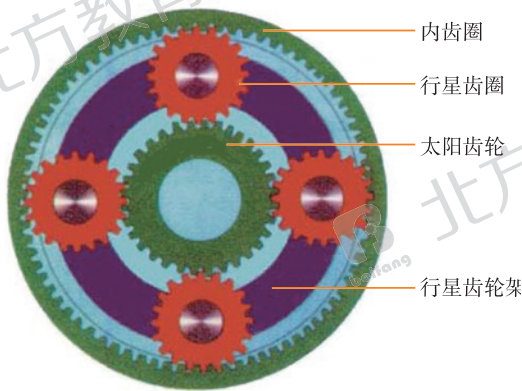


图 1

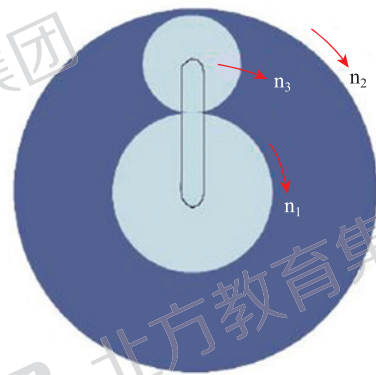


图 2

行星齿轮组的所有齿轮永远处于啮合的状态，因此当将齿轮组上的一个部件被固定，另一个部件作为主动部件输入时，第三个部件则作为从动部件输出。通过固定不同的部件，令不同的部件作为主动件，就可以使行星齿轮组的状态发生变化，同时传动比也在发生变化。行星齿轮组具备多种组合的状态，见表 1。

表 1 行星齿轮组合传动状态

方案	固定件	主动件	从动件	速度状态	旋转方向
1	齿圈	太阳轮	行星架	减速	同向
2		行星架	太阳轮	增速	
3	太阳轮	齿圈	行星架	减速	同向
4		行星架	齿圈	增速	
5	行星架	太阳轮	齿圈	减速	反向
6		齿圈	太阳轮	增速	
7	任意两个元件连成一体			直接档	
8	任意元件都自由转动			空挡（无动力传递）	

下面来研究一下行星齿轮的传动方式与档位的关系，行星齿轮机构按不同的组合形式可有 8 种传动

方式。因 1、3、5 方案不能确定旋转方向没有研究意义。现研究其他方案如下：

1. 锁定内齿圈

锁定内齿圈后，可以有两种传动方式：

一是以太阳齿轮为主动。行星齿轮架为从动。

二是以行星齿轮架为主动，太阳齿轮为从动。

显然这两种方式的传动比互为倒数。锁定内齿圈时，行星齿轮既绕太阳齿轮公转，同时也自转，并且公转与自转方向相反。

(1) 当太阳齿轮按顺时针方向旋转时，行星齿轮则按逆时针方向旋转，并试图使内齿圈也按逆时针方向旋转，但因内齿圈被锁定，故使得行星齿轮架按顺时针方向旋转，如图 3a 所示。

• 提示：内齿圈锁定，太阳轮输入，行星架输出（减速增扭传动）。

(2) 当行星齿轮架按顺时针方向旋转时，行星齿轮试图带动内齿圈和太阳齿轮一起做顺时针转动，但由于内齿圈已锁定，所以行星齿轮开始逆时针旋转，结果使得太阳齿轮按顺时针方向旋转，如图 3b 所示。

• 提示：内齿圈锁定，行星架输入，太阳轮输出（减扭增速传动）

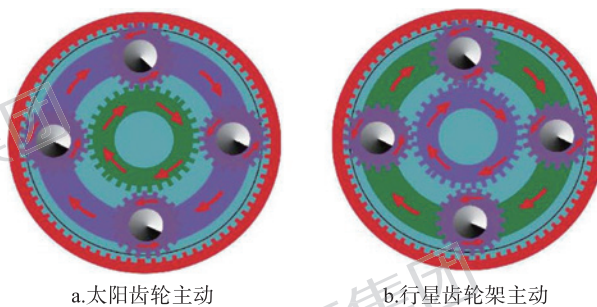


图 3

2. 锁定太阳齿轮

锁定太阳齿轮后，也可以有两种传动方式。

一是内齿圈为主动，行星齿轮架为从动。

二是以行星齿轮架为主动，内齿圈为从动。

锁定太阳齿轮后，行星齿轮既绕太阳齿轮公转同时也自转，并且公转与自转方向相同。

(1) 当内齿圈按顺时针方向旋转时，行星齿轮也按顺时针方向转动，并试图使太阳齿轮按逆时针方向转动，但因太阳齿轮已被锁定，故使得行星齿轮架按顺时针方向旋转，如图 4a 所示。

• 提示：太阳轮锁定，内齿圈输入，行星架输出（降速增扭）

(2) 当行星齿轮架按顺时针方向旋转时，行星齿轮试图带动内齿圈和太阳齿轮一起做顺时针转动，但由于太阳齿轮已锁定，所以行星齿轮顺时针旋转，结果使内齿圈也按顺时针方向旋转，如图 4b 所示。

• 提示：太阳轮锁定，行星架输入，齿圈输出（增速降扭）。

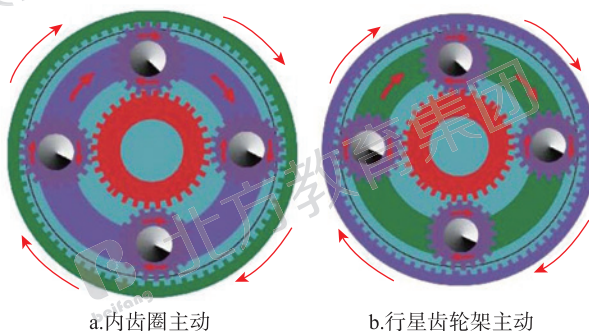


图 4

3. 锁定行星齿轮架

锁定行星齿轮架后，同样可以有两种传动方式：一是太阳齿轮为主动，内齿圈为从动；二是以内齿圈为主动，太阳齿轮为从动。这两种方式传动比不仅互为倒数，而且旋转方向相反。锁定行星齿轮架时，行星齿轮只有自转没有公转。

(1) 当太阳齿轮按逆时针方向转动时，因行星齿轮架被锁定，行星齿轮顺时针旋转，进而带动内齿圈也顺时针转动，如图 5 所示。

- 提示：行星架锁定，太阳轮输入，内齿圈输出（降速增扭）。

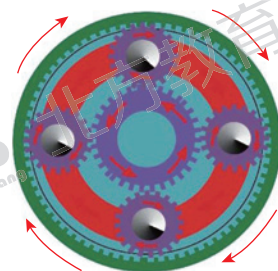
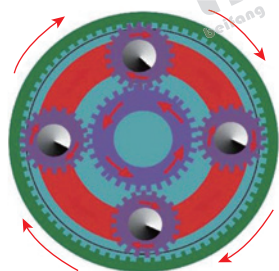


图 5 行星齿轮架锁定时的传动方式（太阳齿轮主动） 图 6 行星齿轮架锁定时的传动方式（内齿圈主动）

(2) 当内齿圈按顺时针方向旋转时，因行星齿轮架被锁定，行星齿轮按顺时针方向转动。并带动太阳齿轮逆时针方向旋转，如图 6 所示。

- 提示：行星架锁定，内齿圈输入，太阳轮输出（增速降扭）

4. 将任意两元件连接在一起

连接任意两元件，就会使得行星齿轮不再有自转，此时三元件合为一体，三元件之间的传动比均为 1，即为直接档传动。

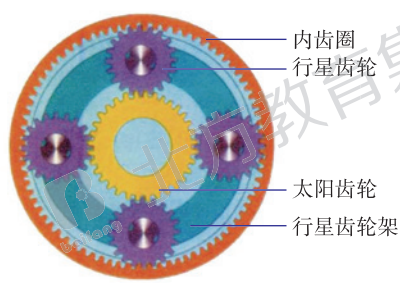
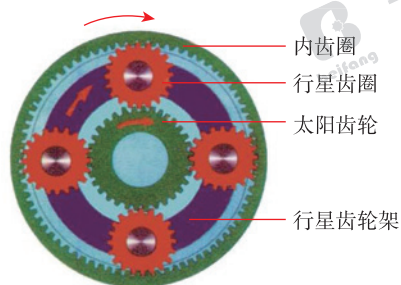


图 7 任意两元件锁在一起的传动方式

图 8 空档时的传动方式

例：当太阳齿轮与内齿圈连接在一起成为一体时，如图 7 所示，并做为主动件，按顺时针方向转动，此时因行星齿轮上下两边受到相同方向的力，所以不能转动。因而就带动行星齿轮架一起按顺时针方向转动，传动比等于 1，且同方向。

5. 不锁定任何元件

不锁定任何元件时，三元件可以随意转动，此时为空档，如图 8 所示。因所有元件都不受约束，可以自由转动，则不论从哪一元件输入动力，都不会有动力输出。

行星齿轮组中，传动比 = 从动轮齿数 / 主动轮齿数。可是行星架没有齿。在计算传动比时，当行星齿轮组中的一个部件被固定，另一个部件作为主动件时，行星架的齿数假定为太阳轮齿数加上齿圈的齿数和，即行星架的齿数是最多的。传动比 $(i) = \text{从动件齿数} / \text{主动件齿数}$ 。

所以，行星齿轮组的传动比是由行星架、齿圈及太阳轮的齿数决定的。由于行星架并非齿轮，没有轮齿，故其齿数 (Z) 是虚拟的。根据三元件齿数的多少，太阳轮齿数 (Z_s) 、齿圈齿数 (Z_r) 、行星架 (Z_c) 三者的大小关系即被确定。

$$Z_c = Z_s + Z_r$$

例：设太阳轮齿数（ Z_s ）为 24、齿圈齿数（ Z_r ）为 56，当太阳轮被固定，齿圈作为主动件工作时，行星齿轮机构的传动比为：

$$i = \frac{\text{从动件齿数}}{\text{主动件齿数}} = \frac{\text{行星架齿数}}{\text{齿圈齿数}} = \frac{Z_c}{Z_r} = \frac{Z_s + Z_r}{Z_r} = \frac{24 + 56}{56} = 1.429$$