



**新能源与环保技术**

NEWENERGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY

**国家级职业教育教师教学创新团队共同体**

**风力发电工程技术专业**

**课程拓展资源**

**湖南电气职业技术学院**



在内蒙、甘肃、河北、吉林、新疆、江苏、山东等省区建设大型风电基地



# 基本知识风力发电机 (5)

制作单位：湖南电气职业技术学院

制作时间：2022年9月

# 目录 Contents



PART 01

**风力机基础知识**



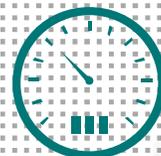
PART 02

**风的测量**



PART 03

**风力机的原理与组成**



PART 04

**叶片的气动特性**



PART 05

**风轮实度**



PART 06

**机舱设备与塔架**



PART 07

**风力机对风装置**



PART 08

**风力机调速方式**



PART 09

**独立变桨距系统**



PART 10

**齿形带传动变桨**



# 目录 Contents



PART 11

[统一变桨驱动机构-1](#)



PART 12

[统一变桨驱动机构-2](#)



PART 13

[直驱式风力发电机](#)



PART 14

[双馈风力发电机组](#)



PART 15

[扩散放大器风力机](#)



PART 16

[高空风筝风力发电机](#)



PART 17

[圆柱齿轮增速箱](#)



PART 18

[行星齿轮增速箱](#)



PART 19

[风力发电机的轴承](#)



PART 20

[水平轴风力机图片](#)





# 风力发电机的齿轮箱

制作单位：湖南电气职业技术学院

制作时间：2022年9月

17

# 圆柱齿轮增速箱

# 圆柱齿轮增速箱 (Wind Turbine Gear(1))

## 概述

**齿轮箱**是风力发电机的重要组成部分，在风力发电机中应用着多个齿轮箱，主要有风力机增速齿轮箱，偏航驱动电机齿轮箱，变桨驱动电机齿轮箱三种。

由于风力机风轮转速较低，小型风力机转速每分钟最多几百转，大中型风力机转速约每分钟几十转甚至十几转。而普通发电机转速高，二极三相交流发电机转速约每分钟3000转，四极三相交流发电机转速约每分钟1500转，六极三相交流发电机转速约每分钟1000转，这么大的转速差别，风轮只有通过齿轮箱增速才能使发电机以额定转速旋转，增速比一般为几十倍至一百多倍。目前大多数风力机采用齿轮箱增速，齿轮箱是风力发电机主轴传动中的主要部件，通常在风力发电机中指的齿轮箱就是主轴增速齿轮箱。

齿轮传动变速主要有两种形式，一种是圆柱齿轮传动，一种是**行星齿轮传动**，虽然行星齿轮也由圆柱齿轮组成，但它们是两种不同的传动形式。行星齿轮传动下节介绍，本节介绍圆柱齿轮传动变速与风力机增速齿轮箱的主要形式。

### 圆柱齿轮传动变速

圆柱齿轮的轮齿均匀分布在一个圆柱面上，圆柱的轴线就是齿轮的轴线。用两个相啮合的齿轮，一个齿轮转动带动另一个齿轮转动。两个齿轮齿数相同时，两齿轮转速相同，旋转方向相反，传动比为1比1。两个齿轮齿数不相同，小齿轮带动大齿轮时，旋转方向相反，大齿轮转速比小齿轮慢，传动比为大齿轮齿数与小齿轮齿数之比，是减速传动；大齿轮带动小齿轮时，旋转方向相反，小齿轮转速比大齿轮快，传动比为小齿轮齿数与大齿轮齿数之比，是增速传动。

图1是两个相啮合的齿数不同的齿轮。两个齿轮的轮齿与齿轮轴线平行、同在一个圆柱面上，称为直齿圆柱齿轮。两齿轮轴线平行，属外啮合齿轮传动。大齿轮齿数为36，小齿轮齿数为12，传动比是1/3或3。

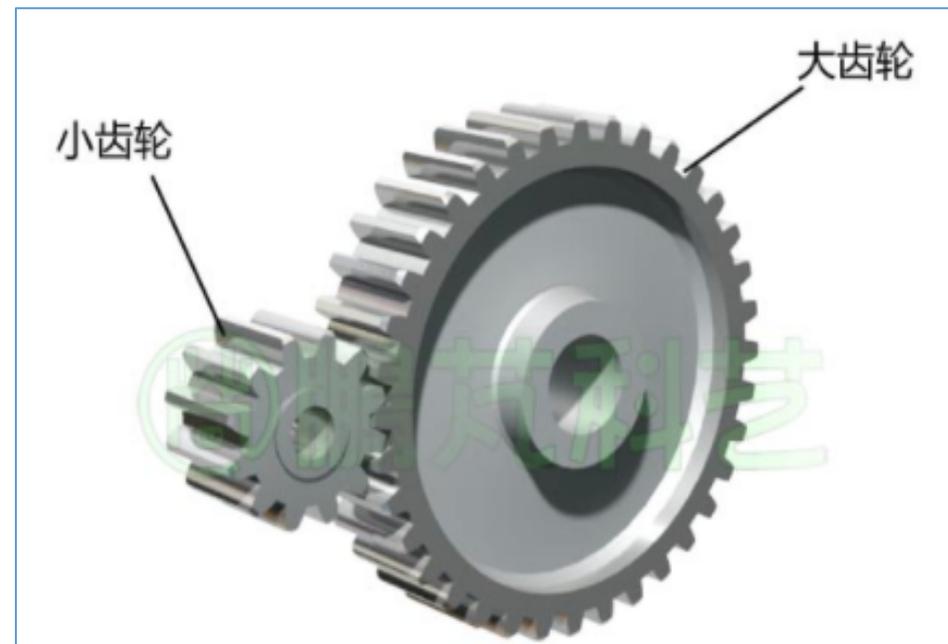


图1--外啮合直齿圆柱齿轮

### 圆柱齿轮传动变速

齿轮固定安装在转轴上，轴两端安装滚动轴承，见图2。

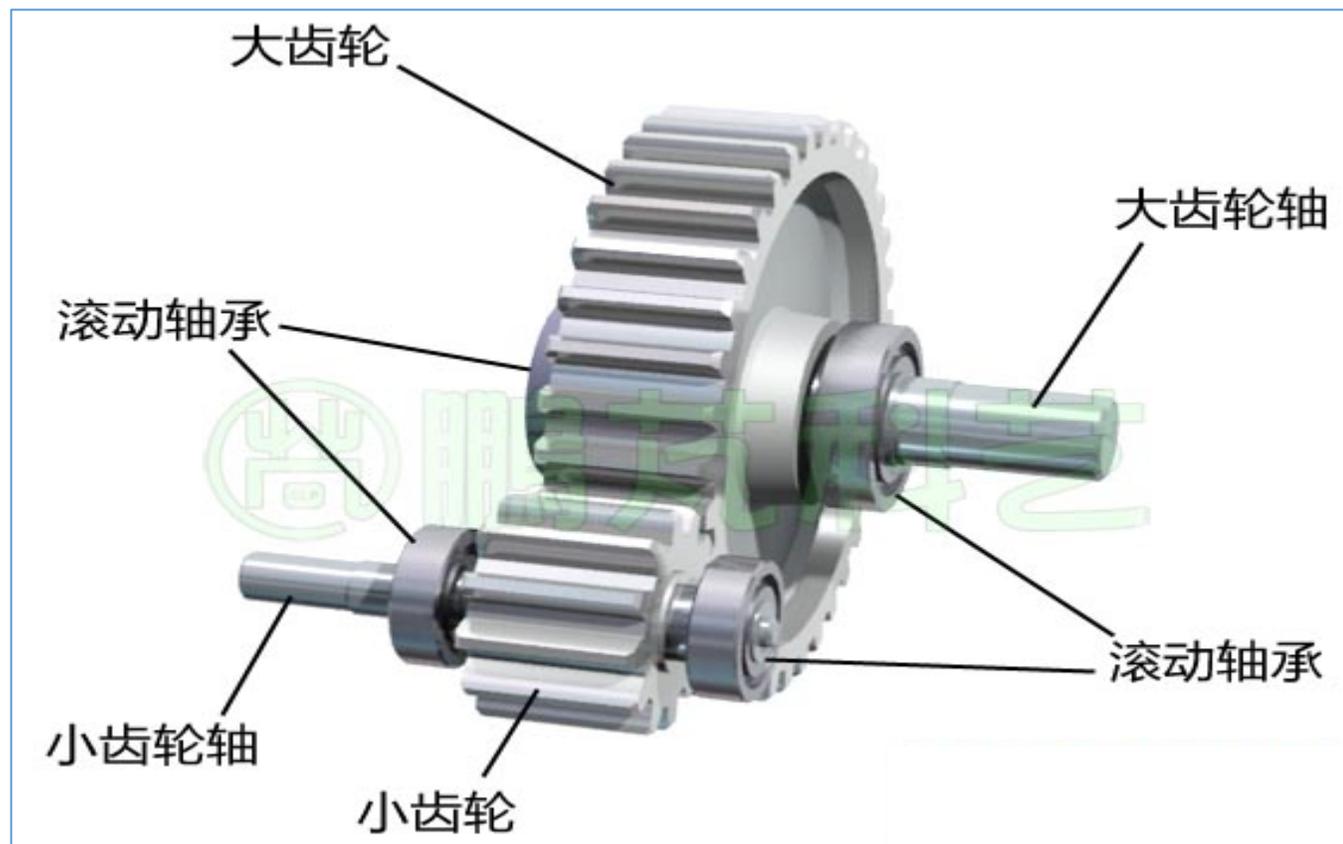


图2--齿轮与轴

## 圆柱齿轮增速箱 (*Wind Turbine Gear(1)*)

**圆柱齿轮传动变速** 把齿轮安装在箱座（下箱体）内，各轴承安装在对应的轴承座内，见图3

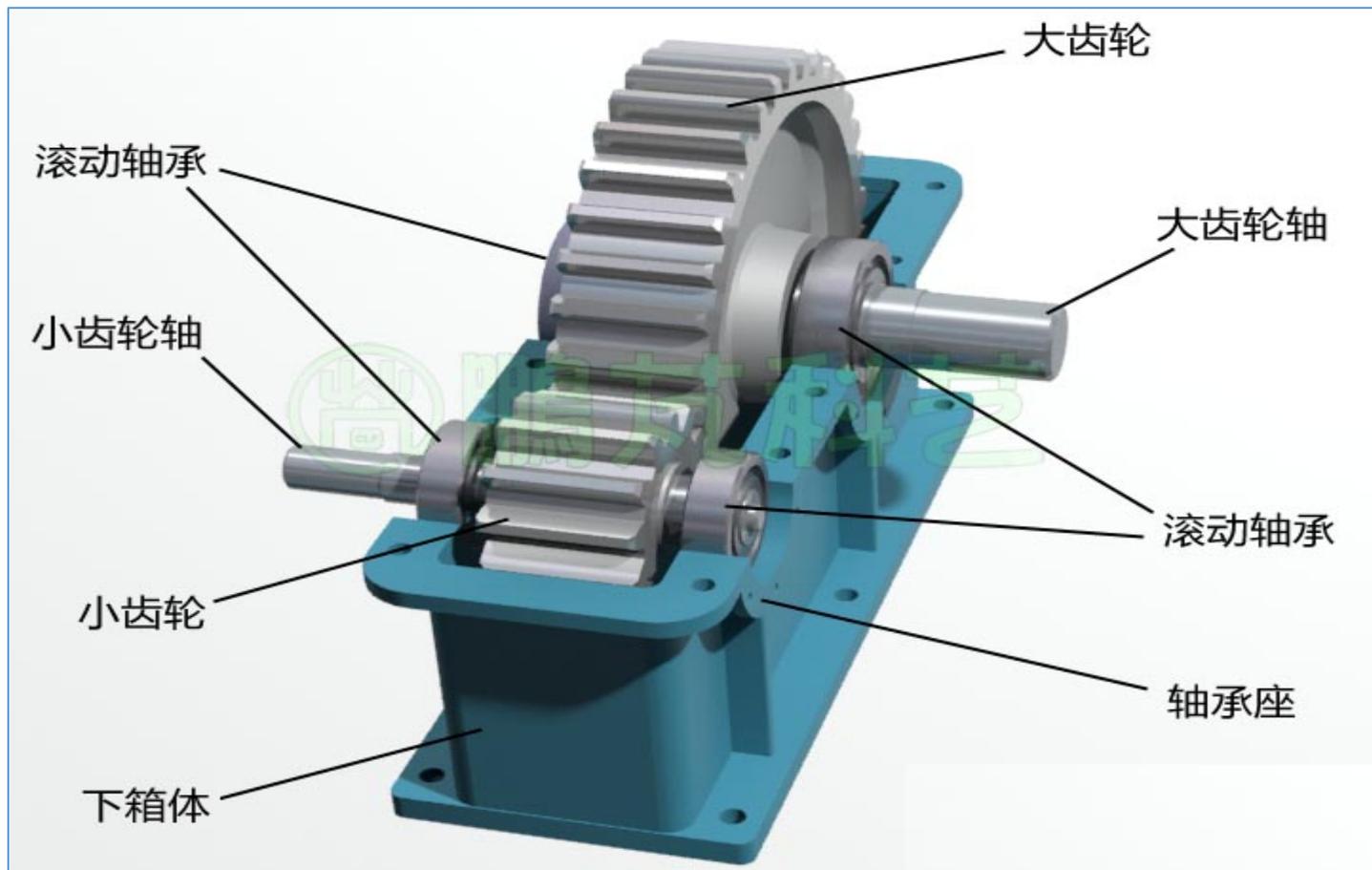


图3--一级圆柱齿轮减速箱(1)

### 圆柱齿轮传动变速

这是一个一级齿轮传动机构，盖上箱盖（上箱体），就是一个齿轮箱，小齿轮轴输入大齿轮轴输出就是单级圆柱齿轮减速器，传动比为3；大齿轮轴输入小齿轮轴输出就是单级圆柱齿轮增速器，传动比为1/3。单级圆柱齿轮最大传动比为10，一般为4左右。

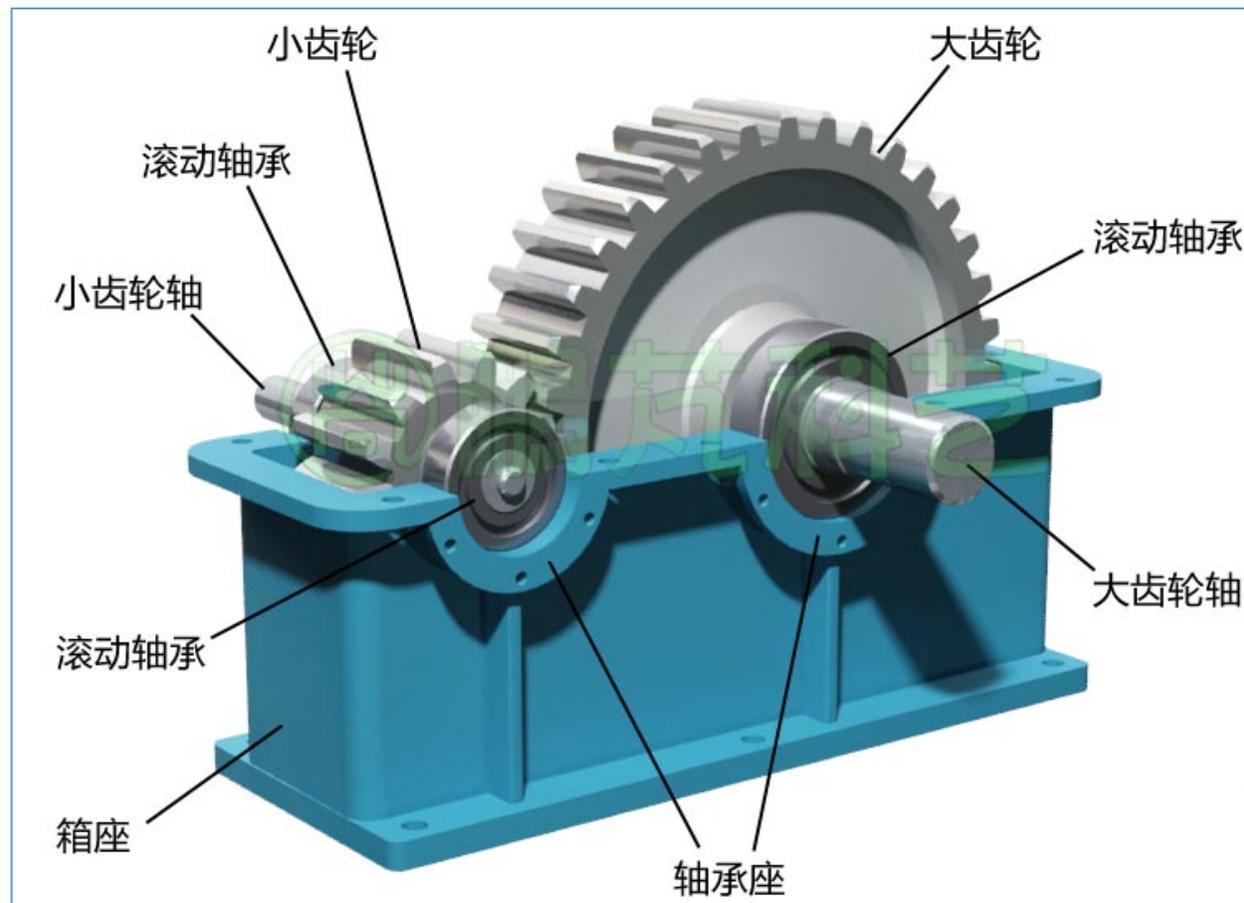


图4--一级圆柱齿轮减速箱 (2)

## 圆柱齿轮传动变速

齿轮箱的运转动画



一级圆柱齿轮减速箱动画

### 圆柱齿轮传动变速

由于齿轮传动在绝大多数应用中都是作减速使用，所以通常把齿轮传动机构都称为齿轮减速器，但在风力机主传动中是作增速使用的。圆柱齿轮还有斜齿齿轮与人字形齿轮，图5左图是人字形齿轮，右图是斜齿齿轮（图片来自网络）。

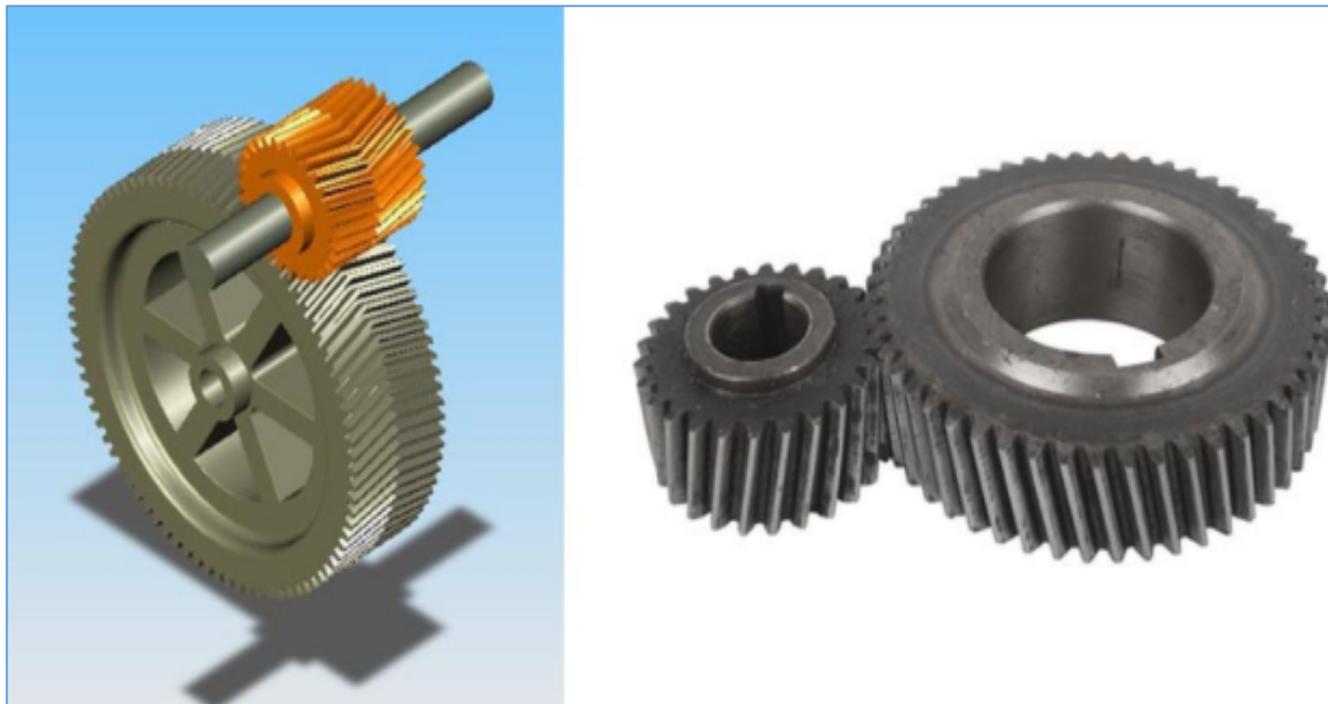


图5--人字形齿轮与斜齿齿轮

## 齿轮箱基本简图符号

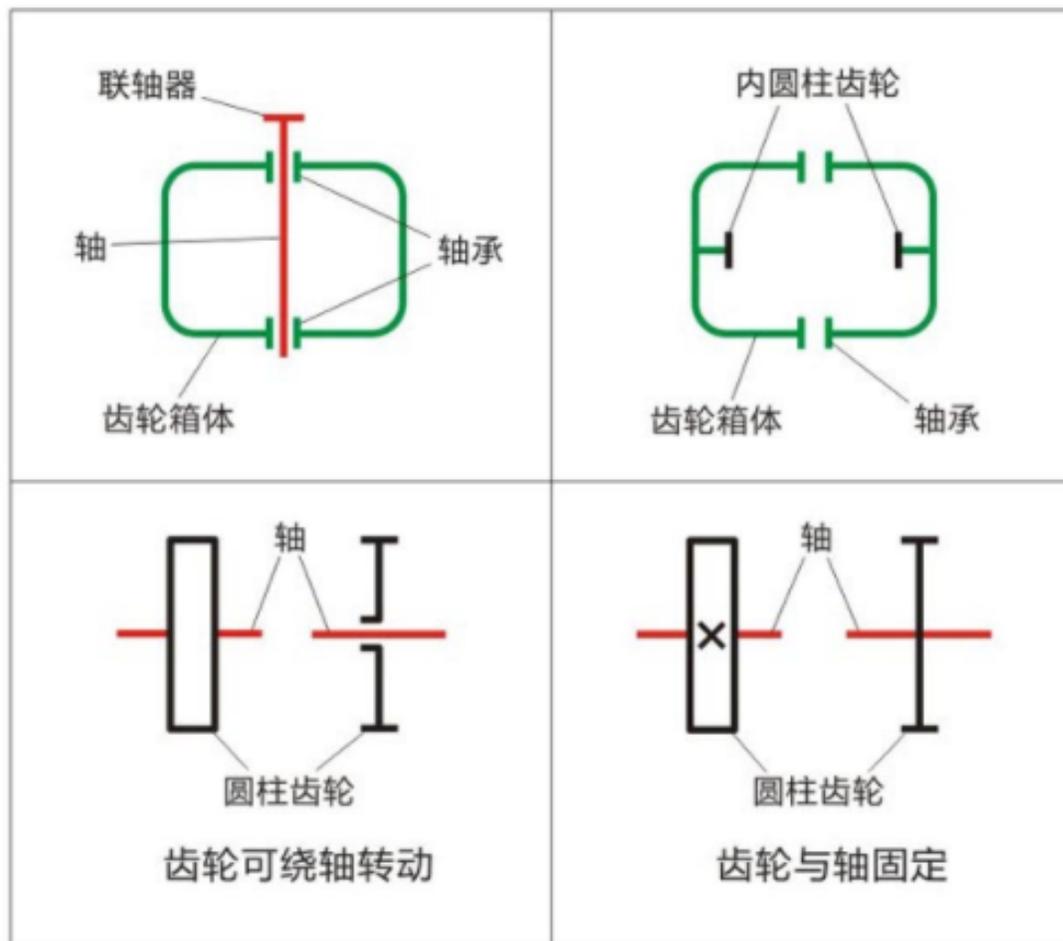


图6--圆柱齿轮传动机构基本简图符号

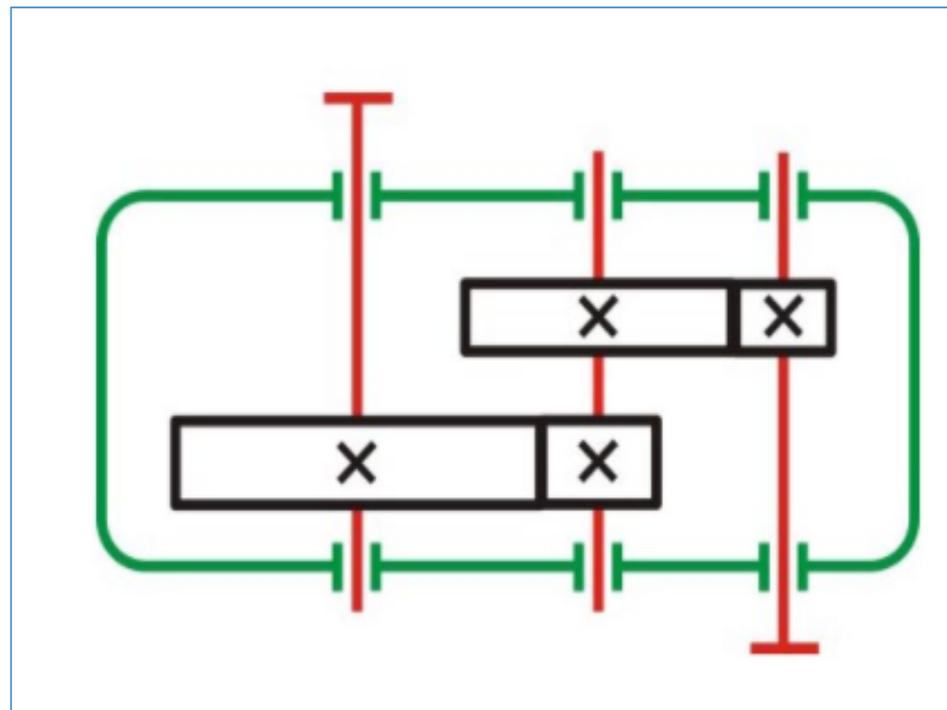
### 圆柱齿轮风力机增速齿轮箱的主要形式

#### 两级圆柱齿轮传动

结构简单，但齿轮相对于轴承的位置不对称，因此要求轴有较大的刚度。

一般用于载荷比较平稳的场合。高速级一般做成斜齿，低速级可做成直齿。

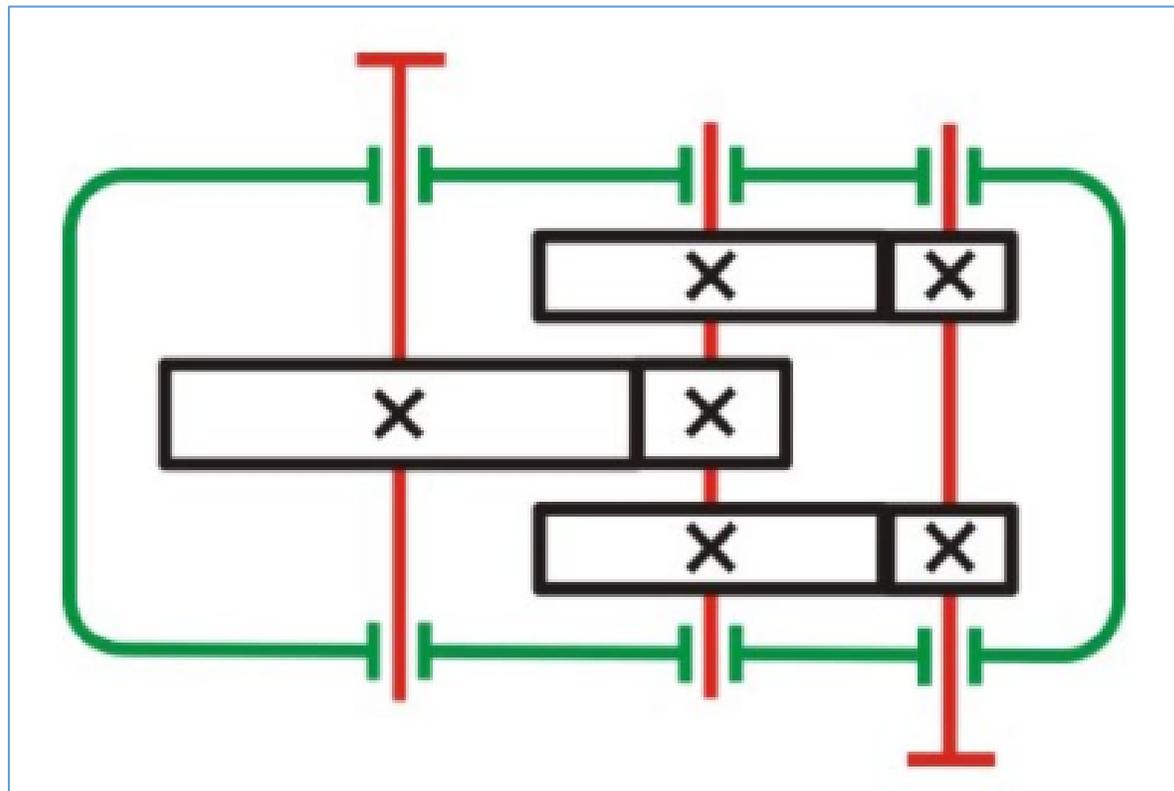
推荐传动比8~40，最大60。



### 圆柱齿轮风力机增速齿轮箱的主要形式

#### 两级圆柱齿轮传动 (分流式)

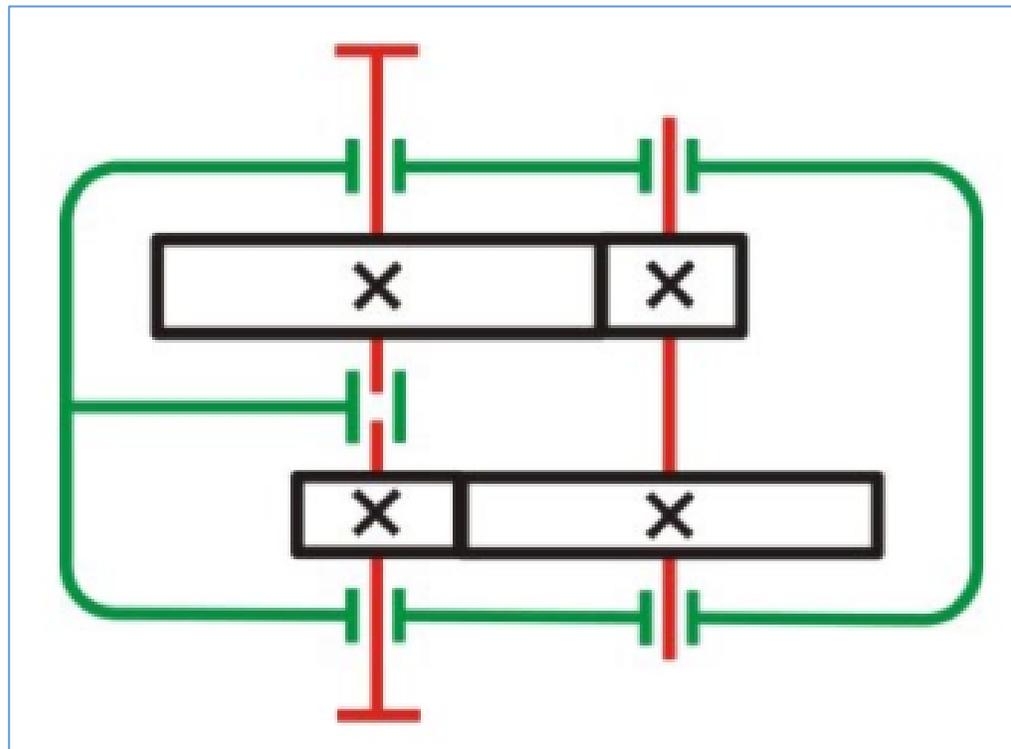
结构复杂，但由于齿轮相对于轴承对称布置，与展开式相比载荷沿齿宽分布均匀、轴承受载较均匀，适用于变载荷的场合。高速级一般用斜齿，低速级可用直齿或人字齿。推荐传动比8~40，最大60。



### 圆柱齿轮风力机增速齿轮箱的主要形式

#### 两级圆柱齿轮传动 (同轴式)

增速器横向尺寸较小，两对齿轮浸入油中深度大致相同，但轴向尺寸和重量较大，输入输出级圆柱齿轮传动同轴。推荐传动比8~40，最大60。

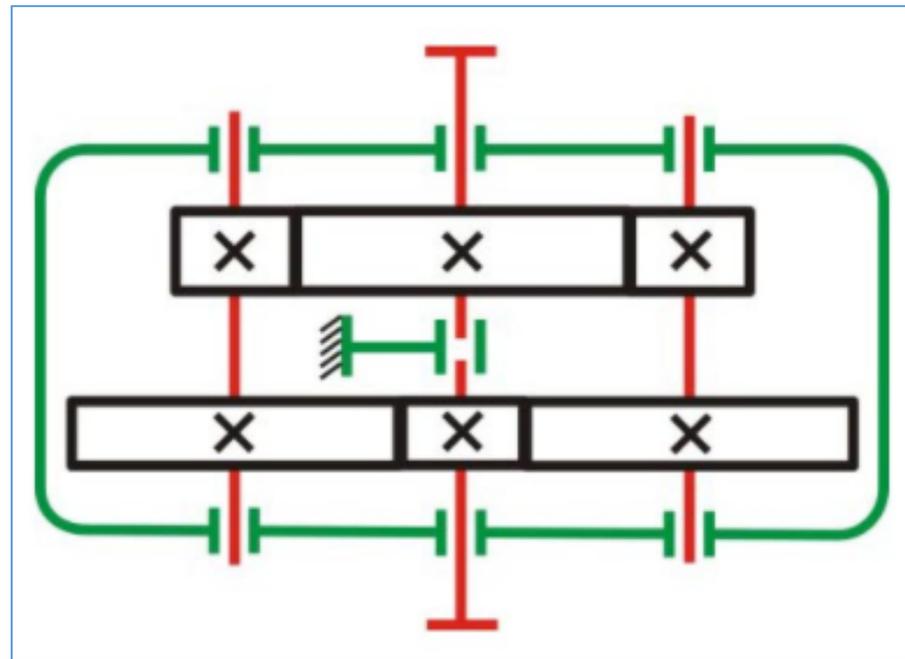


### 圆柱齿轮风力机增速齿轮箱的主要形式

#### 两级圆柱齿轮传动

##### (同轴分流式)

每对啮合齿轮仅传递全部载荷的一半，输入轴和输出轴只承受扭矩，中间轴只受全部载荷的一半，故与传递同样功率的其他减速器相比，轴颈尺寸可以缩小。推荐传动比8~40，最大60。



以上是较常用的4种结构，对于大型风力机的转速较慢，增速比大于100，一般用3级圆柱齿轮增速器，其中每级独立增速比为3至5，实际应用中更多采用[行星齿轮与圆柱齿轮组合传动](#)。



# 水平轴风力机 (*Horizontal Axis Wind Turbine Picture*)

离心力调整桨距角的下风式水平轴风力发电机



# 本课程结束

制作单位：湖南电气职业技术学院