



新能源与环保技术

NEW ENERGY 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。两个齿轮齿数不同时，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。

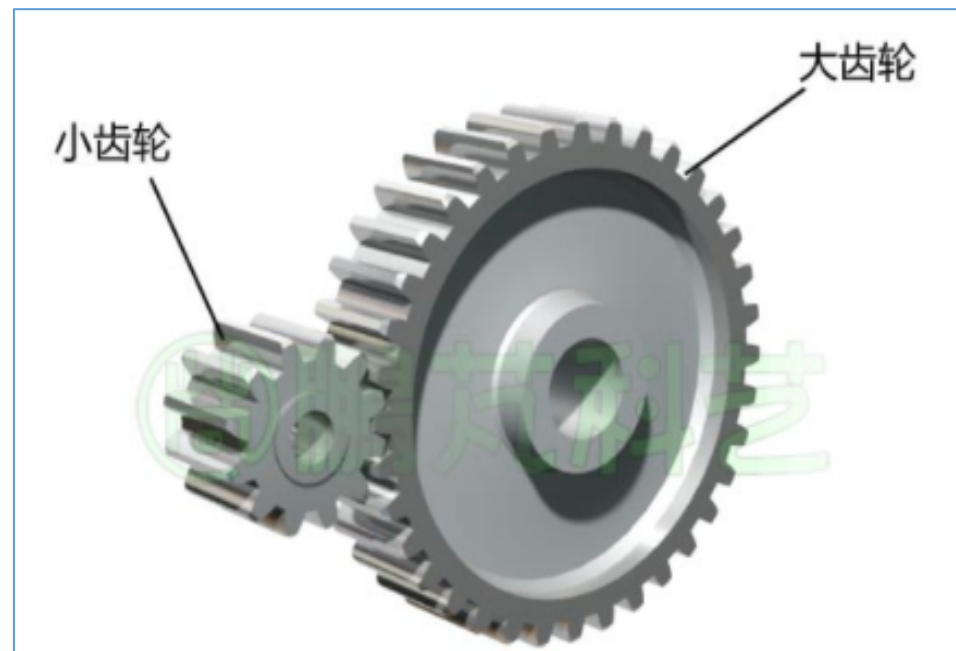


图1--外啮合直齿圆柱齿轮

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。

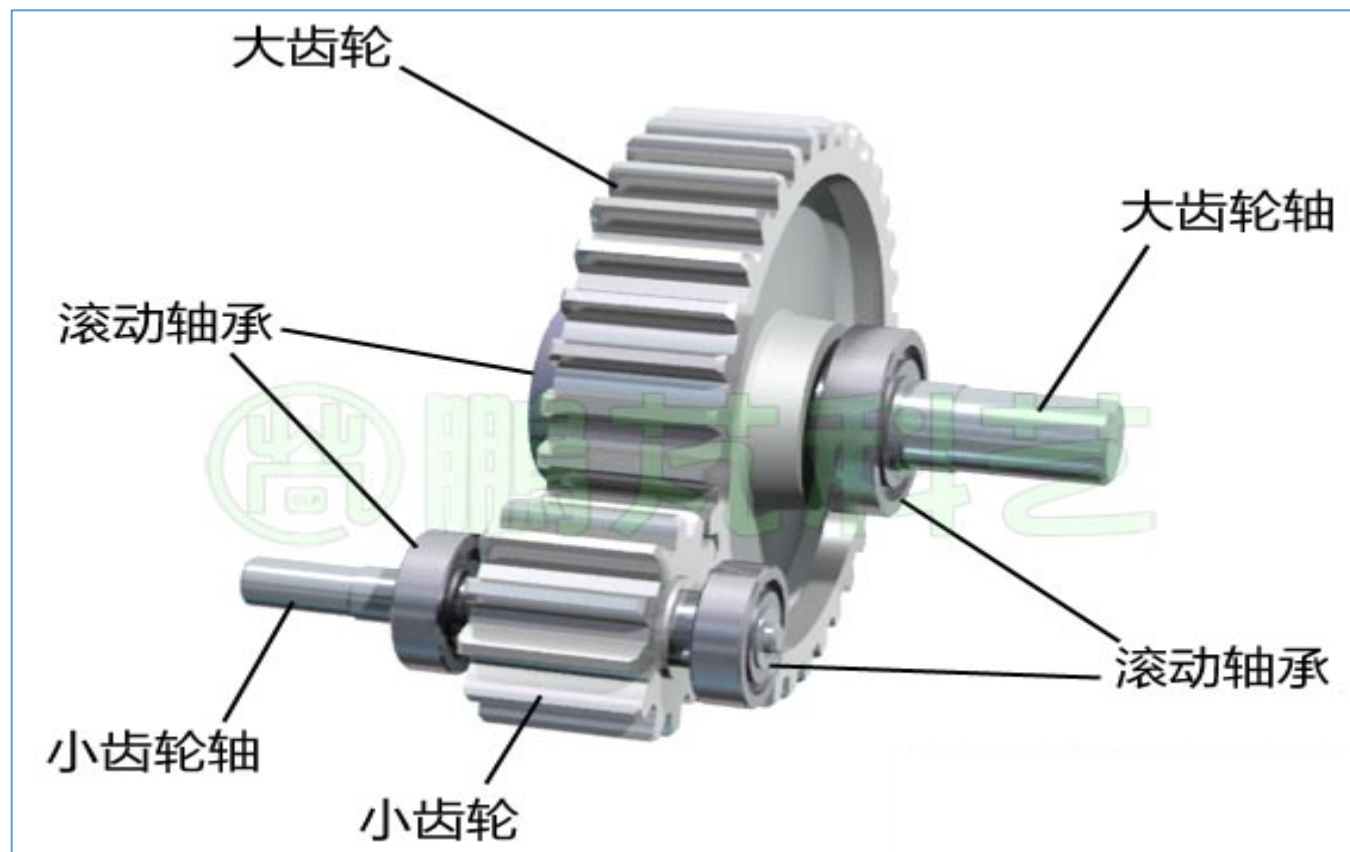


图2--齿轮与轴

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

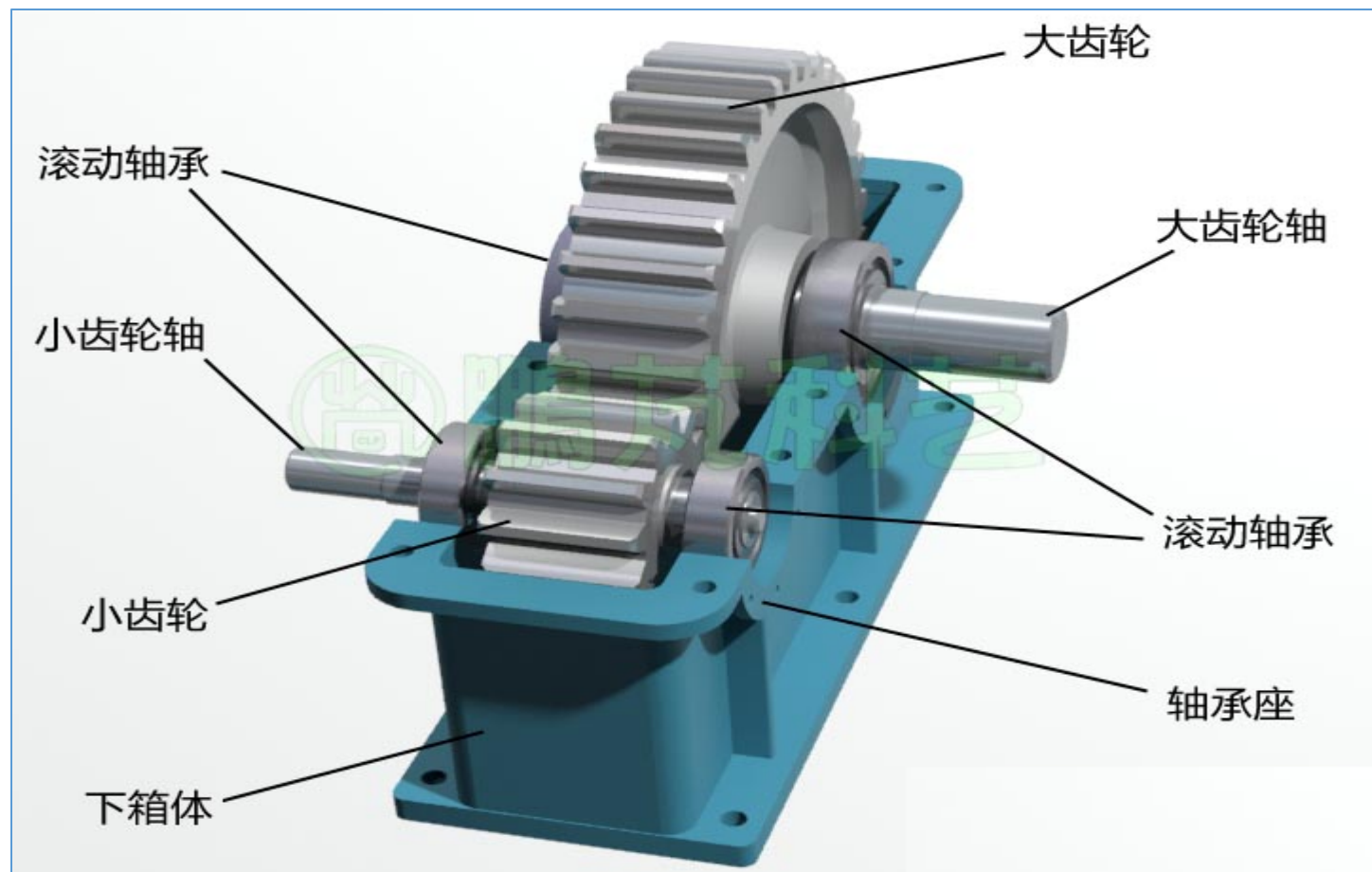


图3--一级圆柱齿轮减速箱(1)

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。

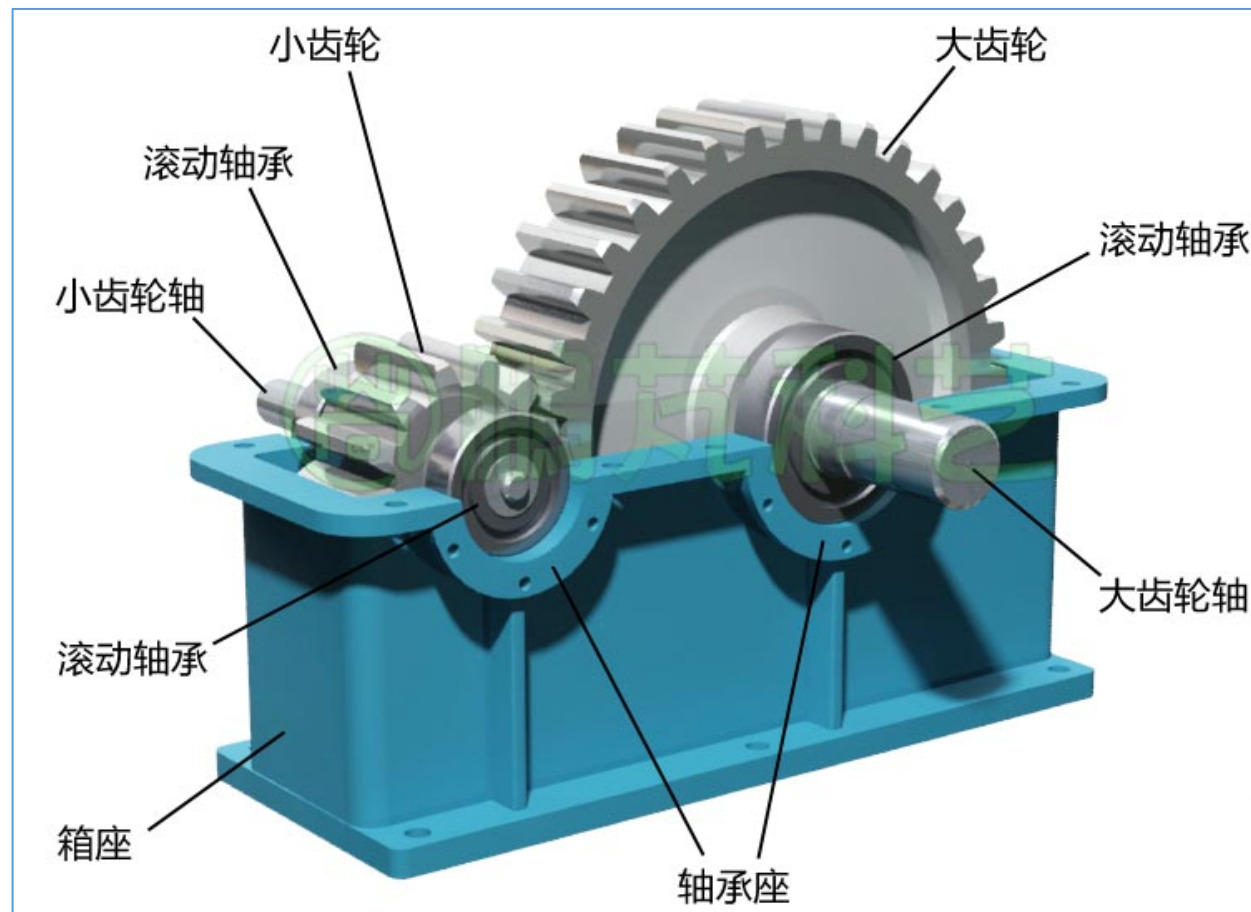
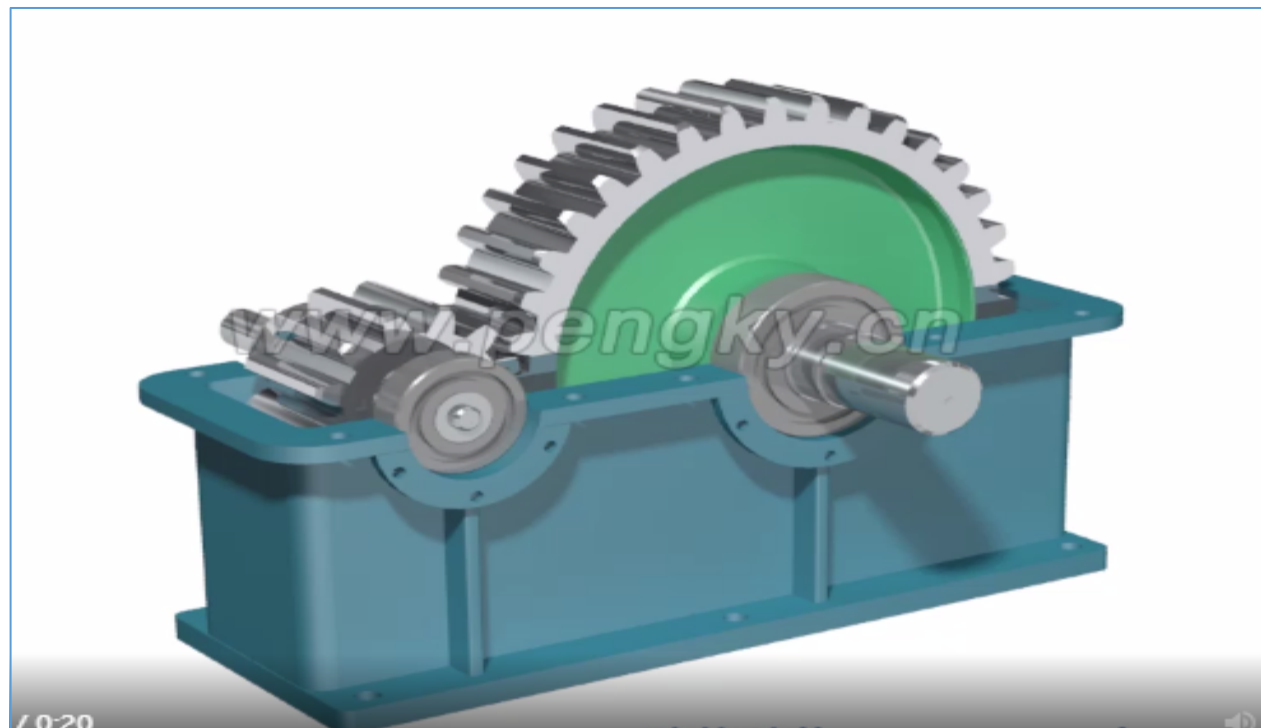


图4--一级圆柱齿轮减速箱 (2)

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）。

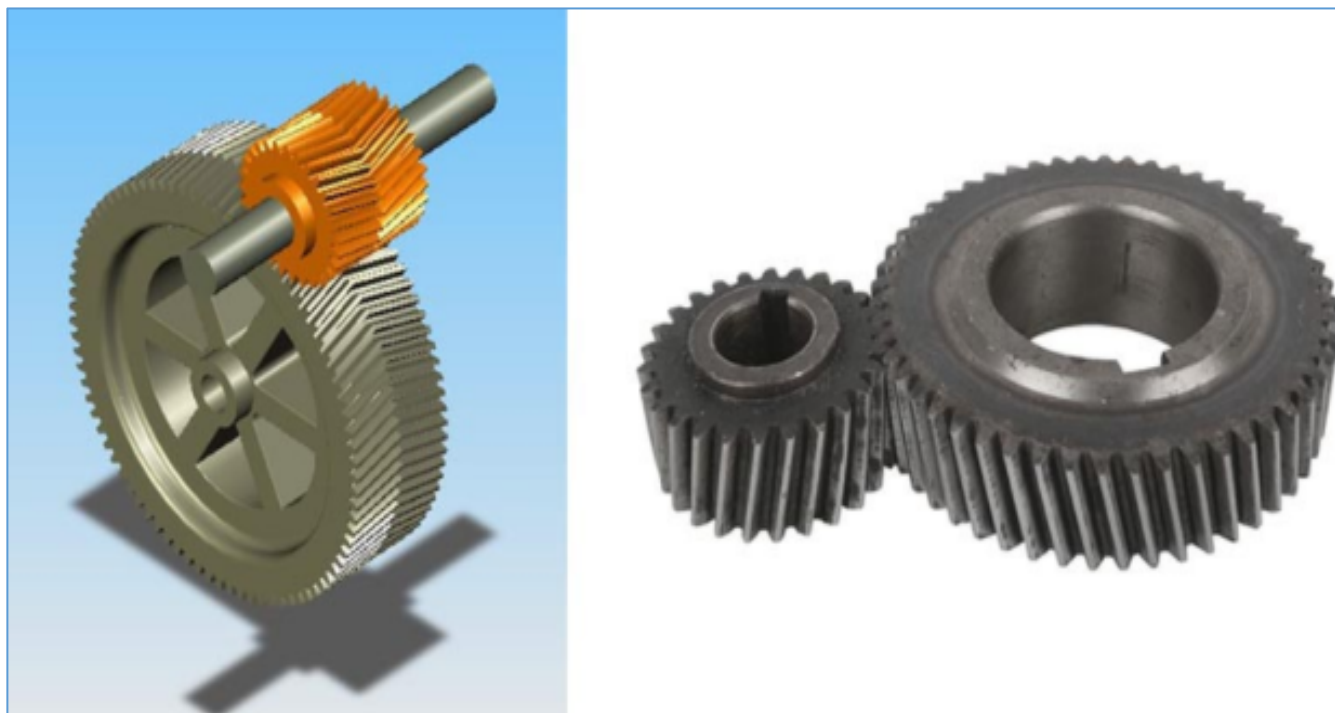


图5--人字形齿轮与斜齿齿轮

齿轮箱基本简图符号

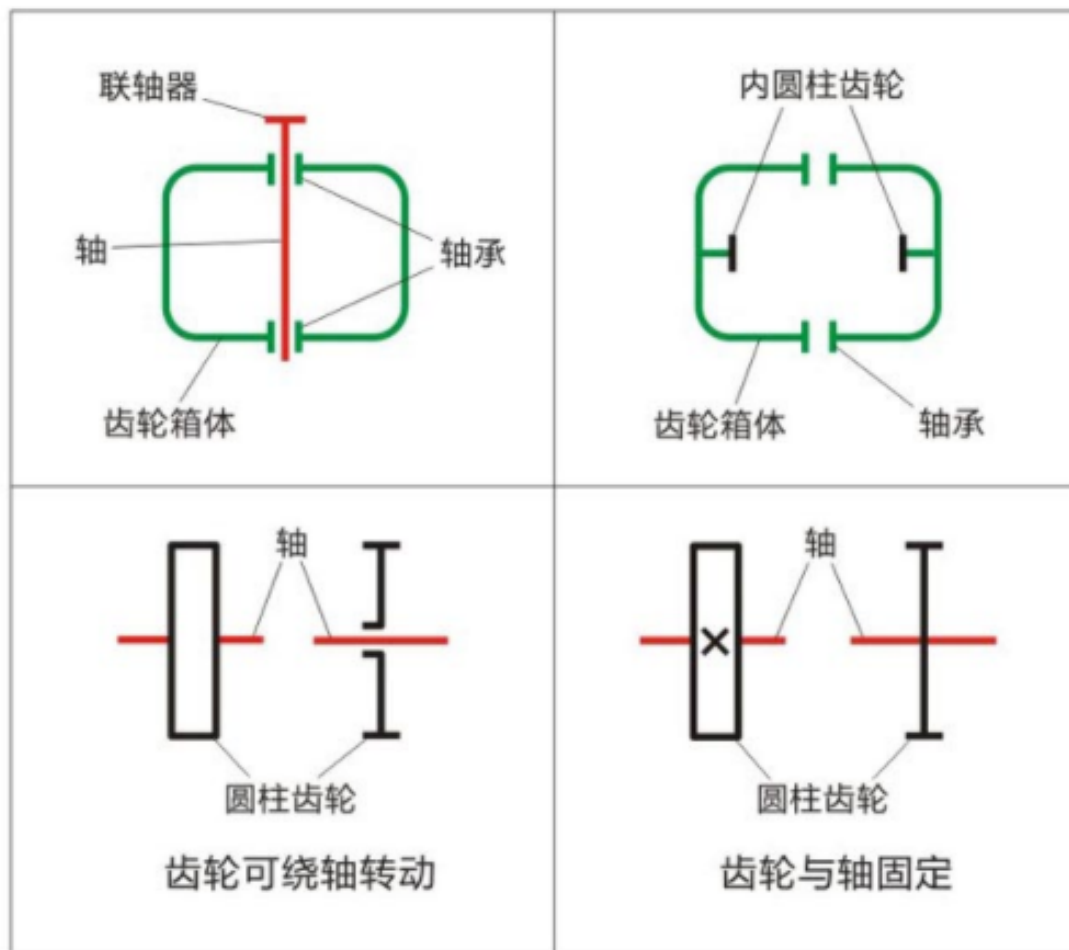


图6--圆柱齿轮传动机构基本简图符号

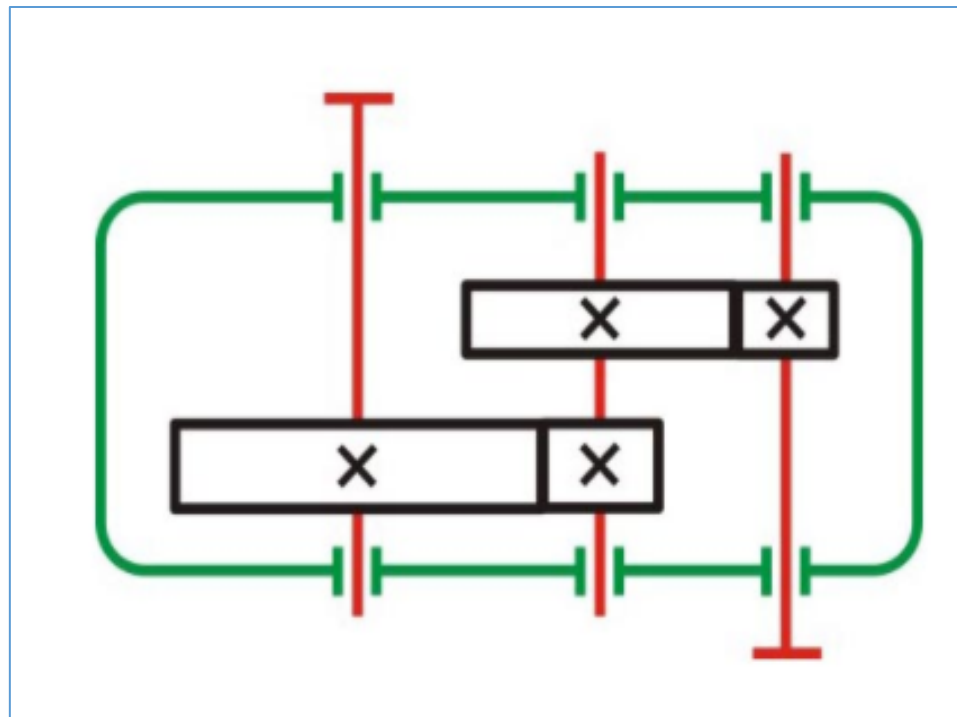
圆柱齿轮风力机增速齿轮箱的主要形式

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。

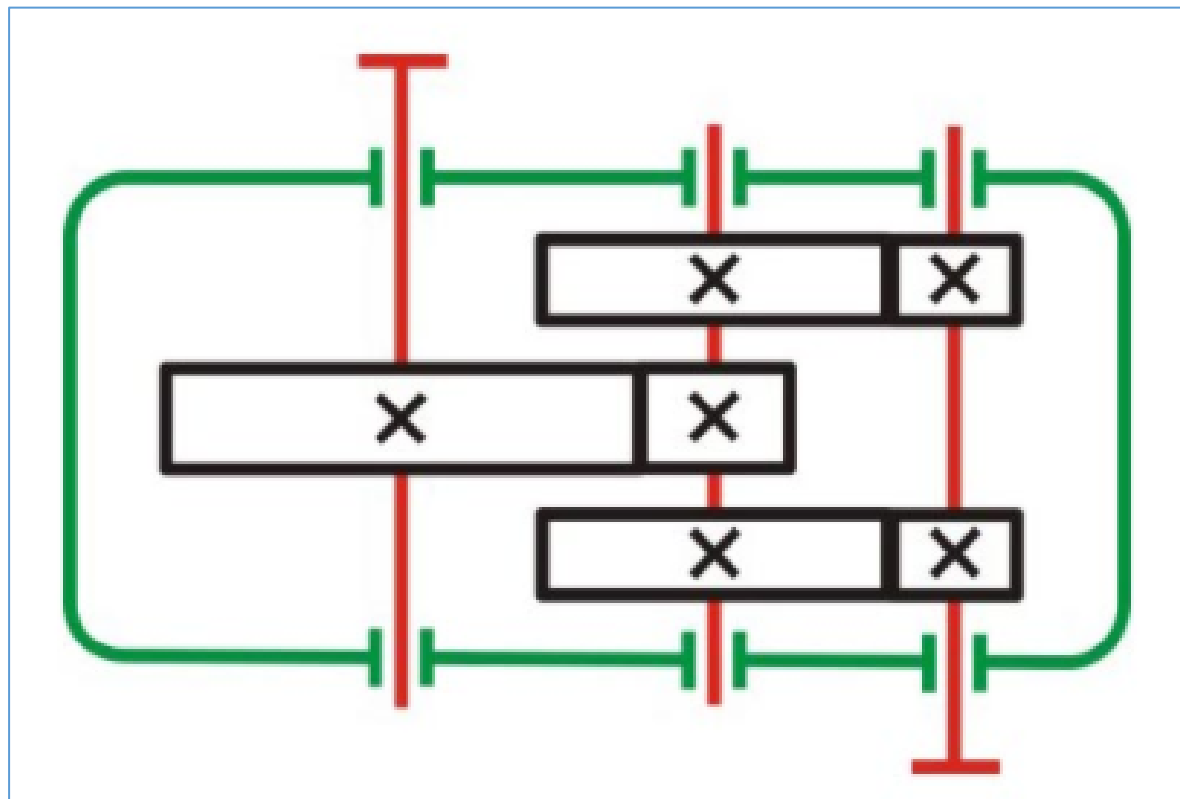
推荐传动比8~40，最大60。



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)

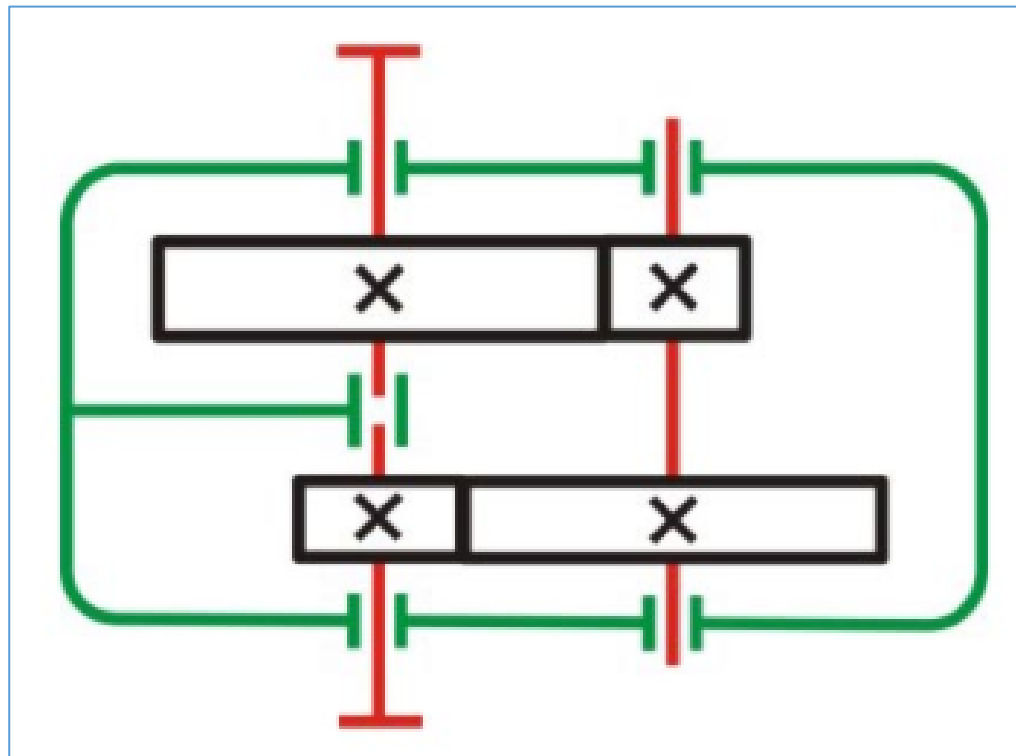
结构复杂，但由于齿轮相对于轴承对称布置，与展开式相比载荷沿齿宽分布均匀、轴承受载较均匀，适用于变载荷的场合。高速级一般用斜齿，低速级可用直齿或人字齿。推荐传动比8~40，最大60。



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。

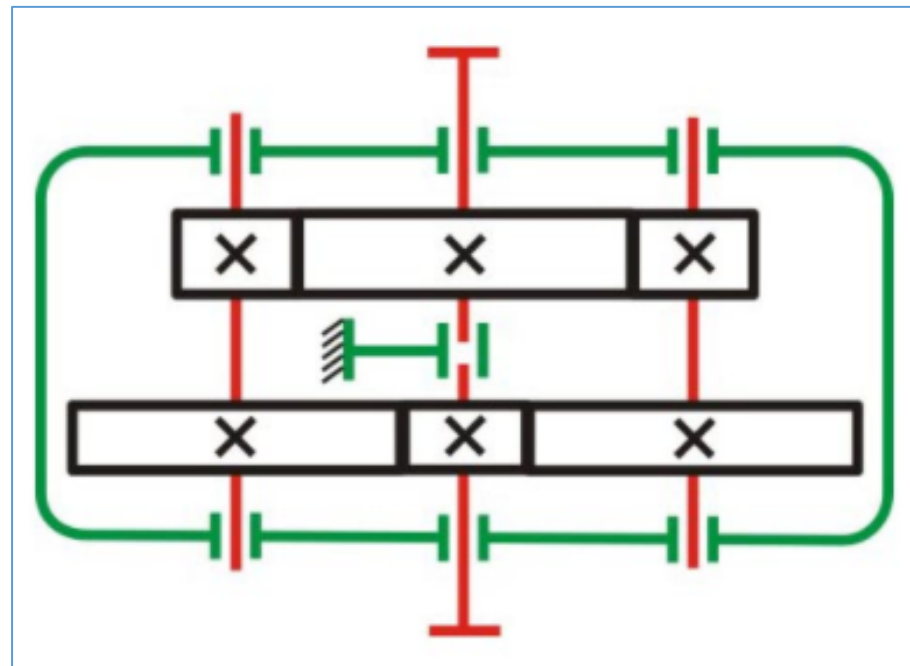


圆柱齿轮风力机增速齿轮箱的主要形式

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