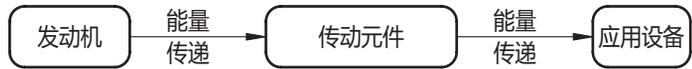


1. 传动介绍	2
2. 传动元件	2
2.1 齿	2
2.2 正齿轮	3
2.3 齿条	4
3. 技术说明	4
3.1 联动	4
3.2 齿轮中心距	4
3.3 润滑	5
3.4 加工	5
3.5 材料	5
4. 应用	5
术语表	6

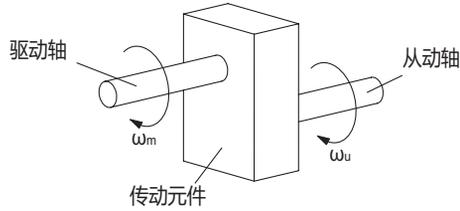


1. 传动介绍

机械传动指的是在一个机械系统中机械组件按要求传递功率,并在特定时间段内将能从发动机传递到应用设备。



通常通过传动轴从发动机传递功率到传动装置,通过从动轴将该功率从传动装置传递给应用设备。



使用方的输入功率永远不可能等于发动机的输出功率。事实上,在传输过程中,部分功率会因摩擦或热能消散。为了评估发动机产生的功率有多少转化为可用的功率,需引入效率值 η :

$$\eta = \frac{P_u}{P_m} = \frac{M_r \cdot \omega_u}{M_m \cdot \omega_m} < 1$$

其中:

- 驱动功率 (P_m)=有效功率 (P_u)+损耗功率 (P_d)。
- M_m 和 M_r 分别是驱动力矩和阻力矩。
- ω_m 和 ω_u 分别是驱动轴的角速度和从动轴的角速度。

驱动功率一般表示为:

$$P_m [W] = M_m [Nm] \cdot \omega_m \left[\frac{\text{rad}}{s} \right] = \frac{M_m [Nm] \cdot n_m [\text{rpm}]}{9.55} \quad \text{其中} \quad \omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

其中 n_m 为轴的转数,以每分钟转数 (rpm) 表示,9.55为将每秒弧度转换为每分钟转数的转换系数。传动装置的特性参数为 $|\tau|$ (传动比 $|\tau|$),即驱动轴与从动轴的角速度之比:

$$\tau = \frac{\omega_m}{\omega_u} = \frac{n_m}{n_u}$$

$\tau > 1$: 减速传动
 $\tau = 1$: 无变速传动

2. 传动元件

为了实现前文所述的传输动作,需要特殊的机械部件。齿轮是一种将运动和机械力矩从一个物体传递到另一个物体的机械元件。通常它由两个或多个齿轮组成,每个齿轮可以有相同或不同的尺寸。在两个齿轮中,一个用于传递运动(驱动齿轮),另一个用于接收运动(从动齿轮)。从动齿轮与驱动齿轮旋转方向相反。任何相配齿轮之最小齿轮被称为最小齿轮,较大之齿轮则称为齿轮。

齿轮有很多种类型,最常见的有:直齿轮,螺旋齿轮,锥齿轮,齿条,小齿轮和蜗轮。每种类型的齿轮都允许在不同位置的轴之间传输运动。

2.1

齿轮通过齿面逐渐接触的相互作用进行刚性体之间的动力传递。两个齿轮之间发生接触的节点的轨迹圆称为**节圆**。2个配对齿轮的节圆中心之间的距离称为**传动中心距**。齿轮有多种类型的齿形。最普遍的齿形为**渐开线型**。一条动直线沿着一个基圆作滚动的过程中,此直线上任意一点的轨迹,称为此基圆的一条渐开线。

通常，齿横跨在分度曲面上并沿径向展开。分度圆和齿顶圆之间的面定义为齿顶面，分度圆与齿根圆之间的称为槽底面。每个齿的侧表面称为齿面。齿面以分度曲面为基准分为两部分：齿顶圆面与分度曲面之间的齿面称为**上齿面**，齿根圆面与分度曲面之间的齿面称为**下齿面**。

图1中的齿廓可划分为2部分：**分度圆(d)**到|b|齿顶圆(da) (da)|bb|的径向距离定义为|b|齿顶高(ha)|bb|，分度圆到|b|齿根圆(df)|bb|的径向距离为|b|齿根高(hf)|bb|，齿根高界定了齿根的位置。齿顶高与齿根高的合即为**齿高(h)**。

齿轮分度圆周上所测得的相邻两齿同侧齿廓间的弧长定义为**齿距(p)**。两相邻齿之间的分度圆弧长定义为**齿槽宽(e)**。齿两侧齿廓间分度圆弧线长度定义为**齿厚(s)**。最后，齿在轴向上的长度定义为**齿宽(b)**。

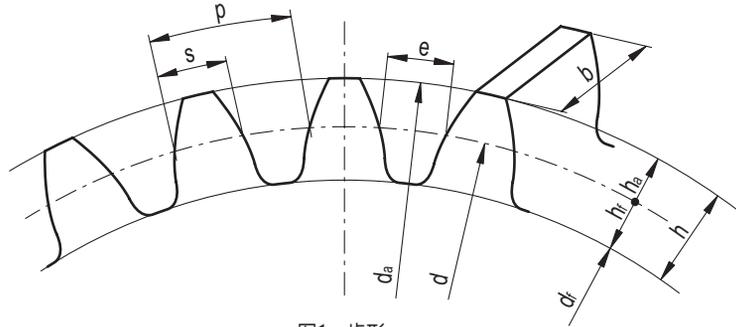


图1: 齿形

为了正确啮合，节圆半径为 r_1 和 r_2 两个齿轮应具有相同的齿距 p 。因此，齿距与节圆的关系如下：

$$2\pi \cdot r_1 = p \cdot z_1 \quad \text{and} \quad 2\pi \cdot r_2 = p \cdot z_2$$

其中 z 是齿轮的齿数。在此，引入齿轮应用中的一个基本参数：**模数 m** ：

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d_1}{z_1} = \frac{d_2}{z_2}$$

为了彼此正确啮合，两个齿轮必须具有相同的齿距 p ，因此它们也必须具有相同的模数 m 。齿数与传动比 τ 的关系见下述公式：

$$\tau = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

两个齿轮啮合的另一个必要条件是它们具有相同的齿形角。力 F 从驱动齿轮的齿轴向从动轮的齿，该力的方向与两齿轮所相对的节圆的共同的切线形成压力角 α 。为确保整个齿廓具有渐开线形状，压力角 α 的值影响着齿数的最小值。ELESA传动元件的压力角为 20° 。

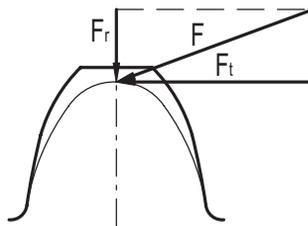
2.2 直齿轮

直齿轮是最常见的齿轮，它们的齿在齿轮的外表面或内表面上。特别是，直齿轮用于传递两个平行轴之间的旋转运动。

技术参数表中显示的最大扭矩数据是理论计算与实验室数据的交集。

理论计算基于Lewis公式。根据该公式，齿轮上的齿为自楔面，齿受到齿轮传递的静力 F 时不产生形变。这个理论基于以下假设：

- 在齿上的总应力 F 的应力被认为是施加到齿尖上
- 力 F 分解在径向上的力为 F_r ，为作用在齿尖的压缩应力，这个力被认为是可以忽略的；因此，作用在齿尖上的弯曲应力 F 是唯一需要考虑的因素，并且为了简单起见，在节圆上该力的大小等同于切向力 F_t 。
- 计算中应考虑单齿对啮合（最不利情况）



力 F_t ，节圆直径，扭矩 M 之间的关系如下：

$$M = F_t \cdot \frac{d}{2}$$

我们通过实验测试测得数据，然后参考VDI2736聚合物齿轮设计标准，采用软件校核数据。实验测试时标定组件以100-150rpm的速度连续工作，同时没有任何润滑，以模拟最恶劣的工况。技术数据表中提供了扭矩值的基本信息，该数值并不适用于所有的应用工况。运行条件（转速，工作温度，与不同材料的传动元件的连接，润滑或干燥的条件，运行系数等）都会显著影响齿轮的实际性能。设计工程师必须根据实验室环境与现场工况的差异，综合分析现场的实际使用工况。

2.3 齿条

齿条可以被认为具有无限半径的齿轮。它用于将旋转运动转换为平移运动，反之亦然。与齿条啮合的齿轮被称为小齿轮。

与直齿齿轮不同，由于不会在齿条类传动元件上施加转矩，因此齿条最重要的机械参数是单齿可被施加的最大应力。

数据表中报告的最大应力值是实验室测试值，在实验中持续增加齿条上齿的受力，直到齿断裂，测得该值。数据表中报告的最大应力值显示了单齿啮合时的最大许用应力。

啮合齿数量与最大许用应力为非线性关系，因为在啮合齿中只有一个齿处于最佳工况。

3. 技术说明

3.1 联动

高科技聚合物传动元件可与高科技聚合物或金属齿轮配对。在与金属齿轮联结时，金属材质的导热率较高，在工作期间积聚的热量能被更快地散发。在金属齿轮与高科技聚合物齿轮联结的工况下，金属小齿轮和高科技聚合物齿轮是最好的搭配，这样高科技聚合物齿轮的磨损较低。

3.2 齿轮中心距

两个互相啮合的齿轮所在轴的圆心距称为齿轮中心距 l ，公式如下：

$$l = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

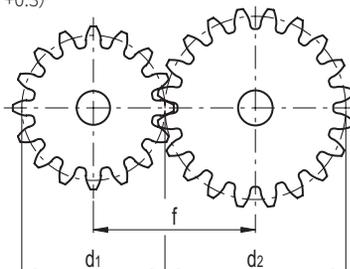
其中 d_1 和 d_2 是齿轮的节圆直径。

为了获得两个齿轮之间的最佳啮合，齿轮轴中心距的侧隙值须为正值：齿轮轴的有效中心距离应略大于操作距离 l 。

$$f = \frac{d_1 + d_2}{2} + t$$

为了获得两个齿轮之间的最佳啮合，齿轮轴中心距的侧隙值须为正值：齿轮轴的有效中心距离应略大于操作距离 l 。齿轮啮合时，如果侧隙为零或负值，齿间的摩擦会上升，从而增加工作温度，齿轮磨损和应力。为了避免这些问题，对于ELESA齿轮，建议使用以下公差值：

- 当齿轮模数为0.5 - 1.0 - 1.5时，公差值取(+0.03 +0.1)
- 模数更大时，公差值取(+0.08 +0.3)



3.3 润滑

由于聚合体的固有特性，无需润滑油是增强型高科技聚合物齿轮的一个主要优点。条件允许时，我们建议使用润滑油以进一步减少摩擦和磨损，从而延长产品的使用寿命。对于Elesa齿轮，建议使用基于锂皂基润滑脂和合成润滑油。

在相同的转速和扭矩下，相比无润滑工况，使用润滑脂可显著延长齿轮的使用寿命。

3.4 加工

为了高科技聚合物直齿轮的功能正常，如图3所示，对齿轮进行机加工时必须使用夹具在齿上定位。夹具的直径必须参照实际的齿尖位置进行调节。

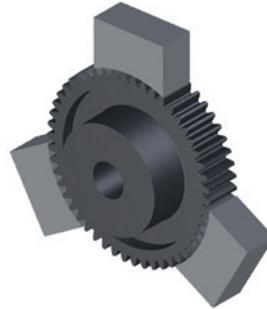


图3：齿轮加工

3.5 材料

ELESA直齿轮和齿条由玻纤维增强聚酰胺基高科技聚合体制成。这种材料的主要机械特性是：

- 高抗扭强度和抗拉强度 (约比乙缩醛树脂高三倍)；
- 良好的抗高温性能；
- 相比钢材，摩擦系数低。因此，高科技聚合物齿轮可用于没有润滑条件的场合。
- 比重低，高科技聚合物齿轮相比金属齿轮重量大幅下降；
- 尺寸稳定性高，耐磨性，抗扭性好，耐化学试剂。

4. 应用

增强型聚酰胺基高科技聚合体的传动元件是金属传动元件的有效替代，并可用于需要降噪或润滑条件受限的各类应用。高科技聚合物传动元件材质更轻，适用于需要控制整机重量的应用场景。此外，高科技聚合物对化学试剂有着良好的耐受性，在侵蚀性环境中不易被腐蚀。

在现实应用工况中，钢制齿轮往往尺寸过大。此时高科技聚合物齿轮是一个出色的替代方案，可在确保良好的机械性能的同时节约成本。

高科技聚合物齿轮可广泛用于各行各业：

- 包装和输送机械
- 工业清洁设备
- 玻璃和陶瓷加工机械
- 餐饮设备
- 印刷业
- 农业机械
- 化学和制药工业
- 家用设备



9

机械操作件

术语表

1 齿顶高: 齿顶的高度, 即分度圆和齿顶圆之间的齿高。

齿顶圆: 齿顶所在的圆。

2 侧隙: 两齿啮合时, 齿面与齿面之间的距离。侧隙还可以被认为是齿轮轴中心距实际值与齿轮中心距(两齿节圆中心距)的差值。实际距离小于齿轮中心距时侧隙为负值时, 会使齿轮上的齿间隙过小, 导致齿轮之间的接触面过大, 齿存在咬死的风险, 传动装置中运转更困难。侧隙为正值则会降低齿轮咬死的风险。但是, 如果侧隙过大, 齿轮之间的接触面过小, 从而限制了扭矩传递, 降低传动效率。

3 底部平面: 位于节圆下方的齿部分。

4 齿距: 分度圆上相邻两齿同侧齿廓之间的弧线长度。齿距可用于计算齿轮模数, 它是齿轮的基本参数, 齿轮啮合的必要条件之一是两个齿轮必须具有相同的齿距。

5 齿根: 齿底部的高度, 即齿根与圆节之间的部分。

6 从动轴: 用于传导驱动轴或传动齿轮运动的圆柱形传动元件。轴长, 厚度有多种选择。

7 驱动轴: 受到机器所施加的驱动力并传递其运动和动力的圆柱形传动元件。轴长, 厚度有多种选择。

8 上齿面: 齿顶圆面与分度圆曲面之间的齿面。

9 分度圆齿厚: 单个轮齿两侧齿廓之间的分度圆弧长

10 下齿面: 齿根圆面与分度圆曲面之间的齿面

11 摩擦: 相互接触的两个物体在相对运动中时会产生阻碍运动的摩擦力。正因为存在摩擦, 物体相对运动时部分机械能被转换成热能。

12 齿轮: 齿轮是最常用的在轴间传递运动上的机械元件。齿轮组通常由两个或多个齿轮组成, 它们可以具有相同或不同的尺寸。

13 润滑剂: 一种通常为液体的介质, 用于最大限度减少两个紧贴表面之间的摩擦并减缓机械零件之间的磨损。对于Elesa齿轮, 建议使用基于锂皂基润滑脂和合成润滑油。

14 模数: 齿轮分度圆直径与齿轮齿数之比。它是齿轮的基本参数, 齿轮啮合的必要条件之一是两个齿轮必须具有相同的模数。

15 齿轮中心距: 齿轮啮合时轮轴间的理论中心距。它由两个齿轮的节圆半径之和。

16 小齿轮: 在一对齿轮中, 直径较小的齿轮称为小齿轮。齿条可被视为半径无限轮齿, 与其啮合的齿轮也可称为小齿轮。齿条传动能将齿轮的旋转运动通过齿条转变为直线运动, 反之亦然。

17 节圆: 一对齿轮啮合时, 两齿轮接触点的轨迹

18 压力角: 过端面齿廓与分度圆的交点的径向线与过该点的齿廓基线所夹的锐角。齿轮啮合的基本条件是两齿轮压力角相等

19 齿条: 齿条是线性齿轮(半径无限的齿轮), 与齿轮一起被称为线轴或小齿轮, 用于将旋转运动转换为连续线性运动, 反之亦然。

20 齿根圆: 槽底所在的圆。

21 齿槽宽: 两个连续齿廓之间的分度圆弧长。它代表了两齿之间的齿槽空间。

22 直齿轮: 齿向与轴线平行的齿轮, 可用于在两个平行轴之间传递运动。

23 齿: 从齿根圆的外部或内部突出的元件, 并且通过与第二个传动元件上的另一个齿接触, 允许在两个不同的传动元件之间传递转矩或力。

24 齿宽: 齿的轴向尺寸。

25 齿顶面: 分度圆和齿顶圆之间的面定义为齿顶面。

26 磨损: 与其他材料摩擦而导致的材料损耗。