

# 第二篇 机械传动

## 一、机器的组成

机器通常由动力机、传动装置和工作机组成

**传动装置定义：**是实现能量传递和运动转换的装置

**功能：**1) 减速或增速

2) 变速：有级变速、无级变速

3) 改变运动形式

4) 分配运动和动力

5) 实现停歇，接合、分离、制动和反转

**工作原理：**机械传动、流体传动、电力传动

**机械传动分类：**1.传力原理

摩擦传动、啮合传动、推压传动

2.传动装置的结构

直接接触传动、中间挠性件的传动(或刚性件)

3.传动比能否改变

定传动比、变传动比



## 二、机械传动装置设计的一般依据

(1)工作要求

(2)工作环境提出的条件

(3)生产条件和使用者的情况

(4)市场的需求情况

(5)技术发展

## 三、机械传动的运动和动力参数计算

主要参数：转速、传动比、机械效率、功率、各轴转矩和调速范围

1. 传动比*i*

$$i = n_1 / n_k \quad i = i_1 i_2 i_3 \cdots i_k$$

2. 机械效率

3. 转矩*T*、圆周速度*v*

$$v = \frac{\pi d n}{60 \times 1000} \quad T = 9.55 \times 10^6 \frac{P}{n}$$



## 4. 功率P

$$\text{工作机械的输出功率 } p_s = \frac{Fv}{1000}$$

$$\text{或 } p_s = \frac{Tn}{9.55 \times 10^6}$$

$$\text{由电动机输出给传动装置的功率为 } p_r = \frac{p_s}{\eta}$$

$\eta$ : 机械传动装置的总效率      由 $P_r$ 查手册选电机型号

## 5. 变速范围 $R_b$

$$R_b = \frac{n_{c \max}}{n_{c \min}} = \frac{i_{\max}}{i_{\min}}$$

**例题4-1** 矿井提升机传动装置如图所示。已知卷筒直径 $D=300\text{mm}$ ，提升重物 $F=5000\text{N}$ ，重物上升速度 $v=1.2\text{m/s}$ 。试计算此传动装置主要的运动和动力参数



## 四、常用机械传动的特点和适用场合

表4-2，表4-3或课程设计p25

## 五、机械系统中常用的部件

1.减速器课程设计p25

2.有级变速器

公比的一般按标准值选取：1.06、1.12、1.26、1.41、1.58、1.78、2

变速范围 $R_b$ 、公比、变速级数 $z$ 之间的关系为：

$$R_b = \phi^{z-1}$$

例题4-2设计一个变速级数 $Z=6$ 的齿轮变速器。已知变速器输入轴 $n_d=1420\text{r/min}$ ，输出轴的转速范围为 $350\sim 1100\text{r/min}$ ，试确定输出轴的各级转速，画出变速器传动的方案简图。

3.无级变速器



## 五、机械传动装置设计的一般原则

### 1、合理选择传动型式

小功率传动：在满足工作性能的条件下，选用结构简单，初始费用低的传动：带、链、普通精度的齿轮传动

大功率传动：特别是长期连续工作：选用传动效率高的传动。如高精度的齿轮传动

尺寸紧凑：齿轮传动、蜗杆传动、行星传动、谐波传动

噪声：带传动、蜗杆传动、摩擦传动、螺旋传动

传动比有要求：齿轮传动、蜗杆传动、同步带传动、链传动，不能用摩擦传动

### 2、传动链尽可能短，结构尽可能简单

累积误差、构件数目少，降低制造费用







### 3、安排好各级传动或机构的先后次序

带传动安排在始端、斜齿一直齿圆柱齿轮传动：斜齿在高速级。锥齿轮在低速级

对闭式、开式齿轮传动：闭式在高速级。开式齿轮传动在低速级。摩擦传动在低速级。

但摩擦式无级变速器应在高速级

转变运动形式的传动或机构：安排在末端，靠近执行构件

### 4、合理分配传动比

1)满足各传动的范围，一级传动比大时可分成二级或多级减速

2) 多级时，按照“前小后大”的原则

3) 多级时，应使传动装置尺寸协调、结构匀称、不发生干涉（课设p35）

4) 双级圆柱齿轮减速器，应尽量使高速级与低速级按等强度分配传动比



5、满足润滑简单，高速级与低速级的大齿轮浸油深度大致相同

6、保证机器安全运转

7、考虑经济性要求

8、机、电、液、气传动机构结合与机电一体化

## 六、双级圆柱齿轮减速器的分配方法（课设p35）

### 1）、等强度分配

按齿面接触强度相等

$$i_1 = \frac{i - \frac{a_2}{a_1}}{\frac{a_2}{a_1} \sqrt[3]{ki} - 1} \sqrt[3]{ki}$$

标号1为高速级，2为低速级，

$$i_2 = \frac{i}{i_1}$$

$\phi_{a1}, \phi_{a2}$  为高、低速级齿宽系数

$$k = \frac{\phi_{a2}}{\phi_{a1}} \frac{\sigma_{H \lim 2}^2}{\sigma_{H \lim 1}^2}$$

表3—5



## 2) 按等浸油深度分配

展开式双级圆柱齿轮：大齿轮直径相等：

$$i_1 = \sqrt{(1.3 \sim 1.4)i}, \quad i_2 = \frac{i}{i_1}$$

同轴式双级圆柱齿轮

$$i_1 = i_2 = \sqrt{i}$$

## 2) 按减速器体积最小分配

$$i_1 = 0.8(i\sigma_{Hlim1}/\sigma_{Hlim2})^{\frac{2}{3}}, \quad i_2 = \frac{i}{i_1}$$

对于圆锥—圆柱齿轮

为了便于加工，高速级锥齿轮传动比 $i_1=0.25i$ ，且使 $i_1 \leq 3$

对于蜗杆—圆柱齿轮

为使传动效率高，低速级圆柱齿轮传动比 $i_2=(0.03 \sim 0.06)i$





## 双级蜗杆减速器

为使结构紧凑取  $i_1 = i_2 = \sqrt{i}$

例题4-3运输机的传动方案如图所示，试分析传动方案中各级传动安排有何不合理之处，并画出正确传动方案图

例题4-4设计绕线机的传动装置。已知电机转速 $n_d = 960\text{rpm}$ ，绕线轴有效长度 $L = 75\text{mm}$ ，线径 $d = 0.6\text{mm}$ ，要求每分钟绕线4层，均匀布线。试拟定机械传动方案并计算传动参数

### 1、运动分析

分析：一台原动机带动绕线的布线两种运动，运动应准确地协调配合

电动机——传动系统——线轴匀速回转（绕线）

导线匀速往复运动（布线）

线轴转速：一层线需要 $L/d = 75/0.6 = 125\text{r}$

每分钟4层，线轴转速 $n_1 = 125 \times 4 = 500\text{rpm}$

布线速度：因每分钟4层，布线往复速度为2次/min



## 2、拟定机械传动方案

电动机与线轴间的传动比：

$i_{01}=n_d/n_1=960/500=1.92$ ，因传动比不大，可用一级传动

选用齿轮

电动机与布线机构间有减速和回转变往复运动两个功能，考虑布线均匀要求，排除了连杆机构的方案而选凸轮机构

电动机至凸轮机构的传动比： $i_{02}=n_d/n_3=960/2=480$

由于传动比较大，采用齿轮与蜗杆传动组合实现

传动方案为图示



### 3、传动参数计算

取齿轮 $i_{01}=1.92, Z_1=25, Z_2=48$

$i_{12}=4, Z_3=20, Z_4=80$

$i_{23}=i_{03}/i_{01}i_{12}=480/1.92 \times 4=62.5$

蜗杆传动 $Z_5=2, Z_6=125$