

铁路中等职业学校工务职工学历教育试用教材



机械基础与养路设备

芜湖铁路高级技术学校 周芷清 编



中国铁道出版社

圆园园源年·北京

内 容 简 介

本书共七章,内容包括:机械传动和液压传动基本知识、内燃机基础知识、常用小型液压养路机械、小型捣固机械、其他机械及大型养路机械。

本书可作为职工学历教育教材,也可作为复退军人岗位培训和职工岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础与养路设备/周芷清编. —北京:中国铁道出版社,2004.3

ISBN 7-113-05742-X

I. 机… II. 周… III. ①机构学—基本知识②铁路养护—养路机械—基本知识 IV. ①TH111②U216.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 013001 号

书 名:机械基础与养路设备

作 者:周芷清 编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:程东海

封面设计:

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:4.75 插页: 字数: 千

版 本:2004 年 月第1版 2004 年 月第1次印刷

印 数:1~ 册

书 号:ISBN 7-113-05742-X/TU·765

定 价:9.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话 (021)73135 发行部电话 (021)73171

前 言

Q i a n Y a n

根据铁道部对职工岗位达标的要求,为适应铁路工务系统职工学历教育的需要,确保教学质量,从全体职工实际水平和状况出发,我们组织编写了《铁路轨道》、《铁路曲线》、《铁路道岔》、《无缝线路》、《工务规章》、《路基与桥隧》和《机械基础与养路设备》等部分专业教材。

本套教材编写主要依据《铁路运输技工学校教学计划》、《铁路职业技能标准》和《铁路职业技能鉴定规范》,遵循“实用、实效、能力培养、易于学习”的原则,并结合现场实际情况,充分考虑职工学习的特点及近年来铁路“四新”知识应用,采用大量的图表及案例,使内容更有渐进性、针对性和有效性,便于职工自学。

本套教材适用于职工学历教育,也可作为复退军人岗位培训和职工岗位培训。

本书由芜湖铁路高级技术学校周芷清编写,共七章,内容包括:机械传动基本知识、液压传动基本知识、内燃机基础知识、常用小型液压养路机械、小型捣固机械、其他机械及大型养路机械知识。

由于铁路发展较快,本教材难免存在不足之处,欢迎读者提出宝贵意见。

上海铁路局教育处
二〇〇四年元月

第一章

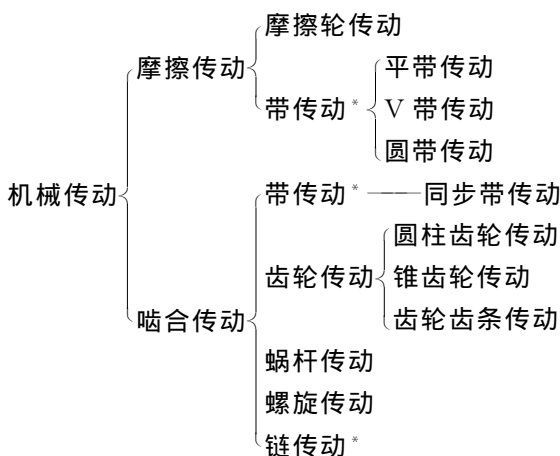
机械传动基本知识

第一节 机械传动的概念

传动装置是一般机器的 3 大组成部分之一,现代工业中主要应用的传动方式有机械传动、液压传动、气动传动和电气传动等 4 种。其中机械传动是一种最基本的传动方式,应用最普遍。

用来传递运动和动力的机械装置叫做机械传动装置。按其传递运动和动力的方式,机械传动可分为摩擦传动和啮合传动两大类。按运动副构件的接触方式可分为直接接触传动和有中间挠性件(带、链等)传动两种。

机械传动的一般分类如下:



注:带 * 号传动属挠性类传动,其余属直接接触类传动。

第二节 常用参数

1. 转速

轮、轴单位时间内旋转的周数称为转速,单位名称:转每分,单位符号:r/min。

2. 传动比

主动轮转速 n_1 与从动轮转速 n_2 的比值称为传动比,用符号 i_{12} 表示,即 $i_{12} = n_1/n_2$ 。

3. 功率

单位时间内所作的功称为功率,单位名称:瓦特,单位符号:W。

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

也常用 kW, $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$

4. 转矩

等同于扭矩的概念,是力与力臂的乘积,单位名称:牛顿·米,单位符号: $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

5. 效率

一个机构、一个装置、一个部件甚至一台机器,其输出功率与输入功率的比值,称为效率,常用符号 η 表示,显然, $\eta < 1$ 。

第三节 带 传 动

一、带传动的工作原理和传动比

带传动是由带和带轮组成传递运动和动力的传动,分摩擦传动和啮合传动两类。

平带传动、V带传动和圆带传动属于摩擦传动类[图 1-1(a)、(b)、(c)],同步带传动属于啮合传动类[图 1-1(d)]。

常用的带传动有 V 带传动和平带传动。

1. 带传动的工作原理

带是中间挠性件,依靠带与带轮之间的摩擦力来传递运动和动力。如图 1-1 所示,把一根或几根环形带张紧在主动轮 D_1 和从动轮 D_2 上,使带与两带轮之间的接触面产生正压力,当主动轮轴 O_1 带动主动轮 D_1 回转时,依靠带与带轮之间的摩擦力,使从动轮 D_2 带动从动轴 O_2 回转,实现两轴间运动和动力的传递。

2. 带传动的传动比

传动比记作 i ,定义:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1-1)$$

式中 ω_1 —— 主动轮的角速度;
 n_1 —— 主动轮转速(r/min);
 ω_2 —— 从动轮的角速度;
 n_2 —— 从动轮转速(r/min)。

二、平带传动

平带传动是由平带和带轮组成的摩擦传动。

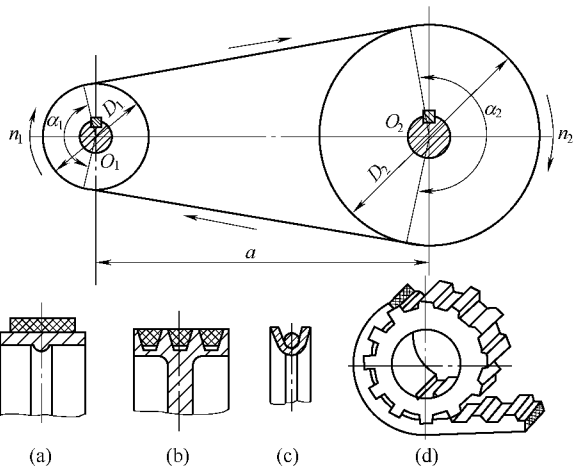


图 1-1 带传动

(a) 平带; (b) V 带; (c) 圆带; (d) 同步带。

1. 平带传动的形式

(1) 开口传动: 两带轮轴线平行, 两轮宽的对称平面重合, 转向相同, 如图 1-2 所示, 这种形式应用最为广泛。

(2) 交叉传动: 两带轮轴线平行, 两轮宽的对称平面重合, 转向相反, 如图 1-3 所示, 这各形式应用也较广泛。

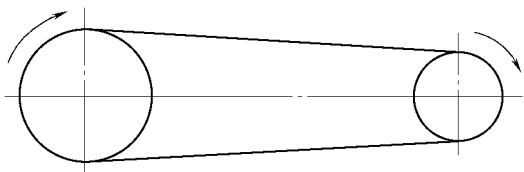


图 1-2 开口传动

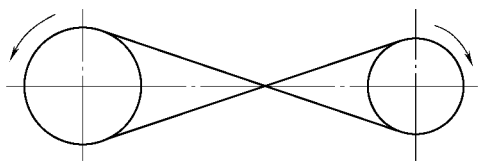


图 1-3 交叉传动

(3) 半交叉传动: 两带轮轴线异面垂直, 如图 1-4 所示。

(4) 角度传动: 两带轮轴线相交, 如图 1-5 所示。

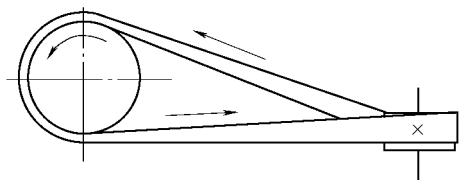


图 1-4 半交叉传动

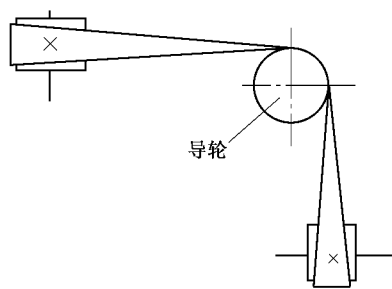


图 1-5 角度传动

2. 平带传动的主要参数

(1) 包角 α : α 是指带与带轮接触弧所对的圆心角, 如图 1-1。包角的大小反映了带与带轮表面间接触弧的长短, 包角越大, 接触弧长越长, 带与带轮间产生的摩擦力总和越大。包角过小, 平带传动的承载能力越小, 一般要求: $\alpha \geq 150^\circ$ 。若两轮直径不一样, 显然大轮包角大于 180° , 因此, 只要验算小轮包角是否满足要求即可。小带轮包角 α_1 的计算方法如下:

$$\text{开口传动} \quad \alpha_1 \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 60^\circ \quad (1-2)$$

式中 D_1 ——小带轮直径(mm);

D_2 ——大带轮直径(mm);

a ——两轴中心距(mm)。

(2) 带长 L : 平带的带长是指带的内周长。

$$\text{开口传动} \quad L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \quad (1-3)$$

(3) 传动比 i

不考虑传动中的弹性滑动时为

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (1-4)$$

一般平带传动 $i \leq 5$ 。

例 1-1 在平带开口传动中,已知主动轮 $D_1=200$ mm,从动轮 $D_2=600$ mm,两轴中心距 $a=1\ 200$ mm。试计算传动比,验算包角,计算带长。

解 (1) 传动比 $i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{600}{200} = 3$

(2) 小带轮包角 $\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 60^\circ = 180^\circ - \frac{600 - 200}{1\ 200} \times 60^\circ = 160^\circ$

(3) 带长

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} = 2 \times 1\ 200 + \frac{3.14}{2}(600 + 200) + \frac{(600 - 200)^2}{4 \times 1\ 200} \approx 3\ 689 \text{ mm}$$

3. 平带的类型和接头方式

(1) 平带的主要类型:皮革平带,帆布芯平带,编织平带,复合平带,其中帆布芯平带应用最广泛。

(2) 平带的接头方式:胶合、缝合、铰链带扣等,如图 1-6 所示。

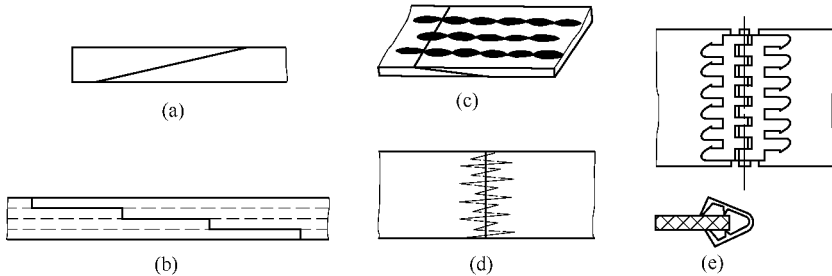


图 1-6 平带常用的接头方式

经胶合或缝合的接头,传动时冲击小,传动速度可高一些,铰链带扣式接头传递功率较大,但传动速度不能太高。

三、V 带传动

V 带传动是由一条或数条 V 带和 V 带轮组成的摩擦传动。V 带安装在相应的 V 带轮轮槽内,只与轮槽的两侧面接触,而不与槽底接触。

1. V 带的结构

V 带是横截面为等腰梯形的传动带,工作面为两侧面。V 带的结构分为帘布结构和线绳结构两种(图 1-7),两种结构均由伸张层、弹力层、压缩层和包布层组成,V 带常采用帘布结构,线绳结构仅适用于小载荷,小直径带轮和转速较高的场合,包布层对 V 带起保护作用,强力层是 V 带的主要承力层。

V 带两侧面之间的夹角(楔角)为 40° 。

2. 普通 V 带传动的主要参数

(1) 普通 V 带的截面尺寸

普通 V 带分 Y、Z、A、B、C、D、E 七种型号,其截面形状如图 1-8。

各型号普通 V 带的截面尺寸见表 1-1,Y 型 V 带的截面积最小,E 型 V 带的截面积最大,V 带的截面积越大,传递功率也越大。访问: www.ertongbook.com

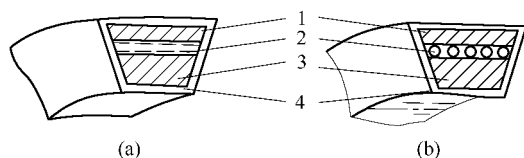


图 1-7 V 带的结构

(a) 帘布结构; (b) 线绳结构。

1—伸张层; 2—强力层; 3—压缩层; 4—包布层。

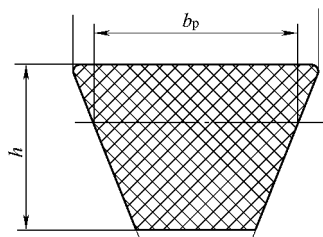


图 1-8 普通 V 带的截面形状

当 V 带垂直其底边弯曲时,在带中保持原长度不变的任意一条周线叫做 V 带的节线。由全部节线构成的面叫做节面。节宽 b_p 就是节面宽度。

(2) V 带轮的轮槽截面

V 带的轮槽截面形状如图 1-9 所示。

表 1-1 普通 V 带的截面尺寸 (单位: mm)

型号	节宽 b_p	顶宽 b	高度 h	楔角 α
Y	5.3	6.0	4.0	40°
Z	8.5	10.0	6.0	
A	11.0	13.0	8.0	
B	14.0	17.0	11.0	
C	19.0	22.0	14.0	
D	27.0	32.0	19.0	
E	32.0	38.0	25.0	

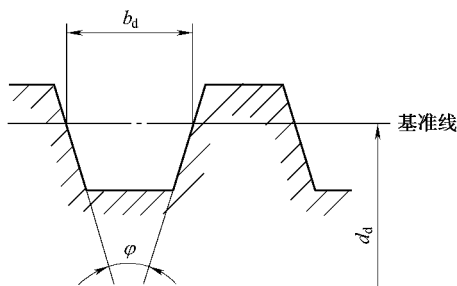


图 1-9 V 带轮的轮槽截面

① 基准宽度 b_d : $b_d = b_p$, 基准宽度等于节宽。

② 基准直径 d_d : 如图 1-9 所示, d_d 即是轮槽基准宽度处带轮的直径。基准直径不能过小, 否则传动带在带轮上弯曲变形严重。 b_d 和 d_{dmin} 见表 1-2。

表 1-2 普通 V 带传动带轮的基准宽度 b_d 和最小基准直径 d_{dmin} (mm)

普通 V 带型号	Y	Z	A	B	C	D	E
带轮基准宽度 b_d	5.3	8.5	11	14	19	27	32
带轮最小基准直径 d_{dmin}	20	50	75	125	200	355	500

③槽角 φ : 轮槽横截面两侧边的夹角。轮槽的槽角 φ 应比 V 带的楔角 α 略小。当 $\alpha=40^\circ$ 时, φ 常取 38° 、 36° 、 34° , 实际应用时, 小带轮上的 φ 应比大带轮上的 φ 要小些。

(3) 传动比

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{d2}}{d_{d1}} \quad (1-5)$$

式中 d_{d1} ——主动带轮的基准直径(mm);

d_{d2} ——从动带轮的基准直径(mm)。

V 带传动的传动比 $i \leq 7$ 。

3. 普通 V 带传动的正确使用

必须注意以下几点:

(1) 选用普通 V 带时, 带的型号和基准长度不要搞错, 以保证 V 带在轮槽中的正确位置。

图 1-10(a) 位置正确, 图 1-10(b)、(c) 位置都不正确。

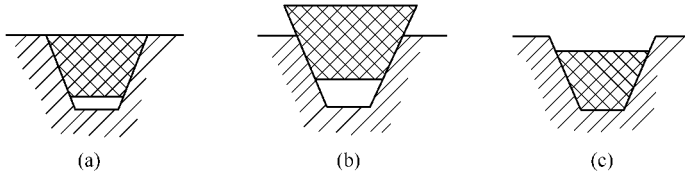


图 1-10 V 带在轮槽中的位置

(2) 安装带轮时(图 1-11): ①两带轮轴应相互平行; ②V 带轮 V 型槽的对称平面应重合。

(3) V 带的松紧程度要适当, 不宜过松和过紧。过松使传动易打滑, 过紧会使磨损加剧, 如图 1-12 所示。

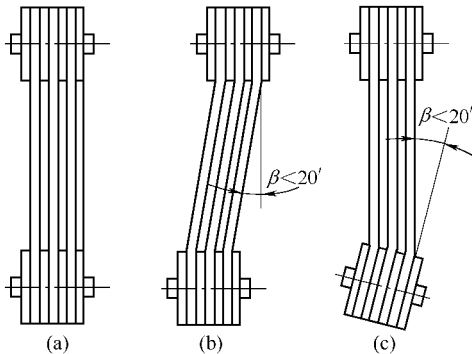


图 1-11 V 带和带轮的安装

(a) 两带轮理想正确位置; (b)、(c) 带轮安装实际位置的允许误差。

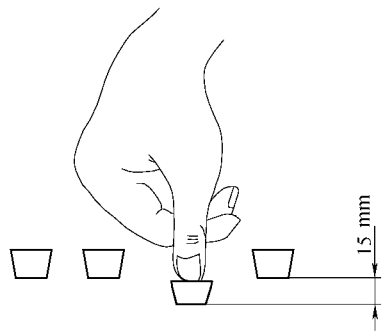


图 1-12 V 带的张紧程度

V 带安装好后, 用大拇指能将带按下 15 mm 左右, 则表明带的松紧程度合适。

(4) 对 V 带传动应定期检查, 对不宜继续使用的 V 带应及时更换。

(5) V 带传动必须安装防护罩。

四、平带传动和 V 带传动的特点

1. 结构简单, 使用维护方便, 适用于两轴中心距较大的场合。

2. 传动带有弹性,能缓冲,吸振,所以带传动平稳,噪音低。
3. 过载时,传动带可在带轮上打滑,完成临时卸载,起安全保护作用。
4. 工作时,带会产生弹性变形,在带与带轮的接触区内弹性滑动是不可避免的,因此,带传动不可能获得准确的传动比,不适用于要求传动准确的场合。
5. 外廓尺寸大,带传动效率低。

五、带传动的张紧装置

带传动,带长期受拉力作用,带会变形伸长,传动带由张紧而变得松弛,影响带传动的正常进行,因此,必须将带张紧,常用的张紧方法有两种。

1. 调整中心距

调整中心距的张紧装置

- ┌ 带的定期张紧
- └ 带的自动张紧

图 1-13 为带的定期张紧装置,图 1-14 为带的自动张紧装置。

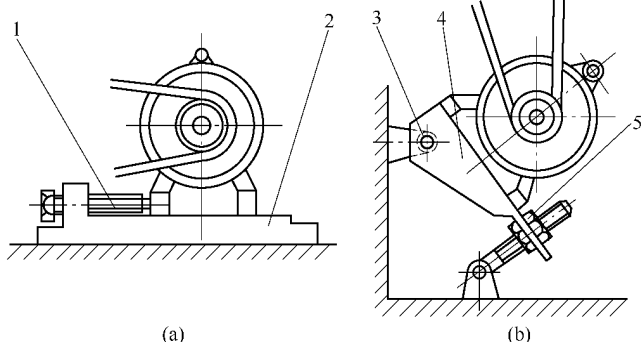


图 1-13 带的定期张紧装置

(a) 水平传动; (b) 垂直传动。

1—调整螺钉; 2—滑槽; 3—固定轴; 4—托架; 5—调节螺母。

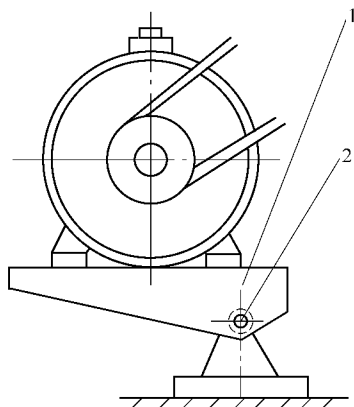


图 1-14 带的重力自动张紧装置

1—摆架; 2—固定轴。

2. 使用张紧轮

(1) 平带张紧如图 1-15 所示。张紧轮应安放在平带松边外侧,且靠近小带轮处,这样可以增大小带轮处的包角,提高传动力。

(2) V 带张紧如图 1-16 所示。张紧轮应安放在 V 带松边内侧且靠近大带轮处。

第四节 齿轮传动的应用特点

1. 传动比

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (1-6)$$

式中 n_1 —— 主动齿轮的转速;

n_2 —— 从动齿轮的转速;

z_1 —— 主动齿轮齿数;

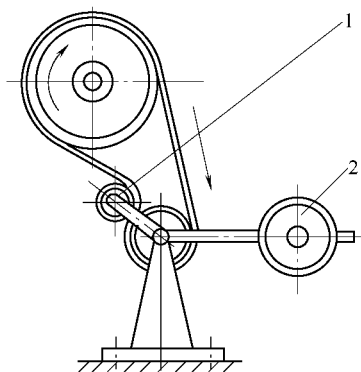


图 1-15 平带传动的张紧轮装置

1—张紧轮;2—平衡重锤。

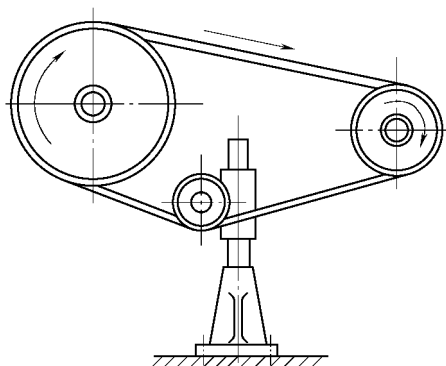


图 1-16 V带传动的张紧轮装置

 z_2 ——从动齿轮齿数。通常圆柱齿轮传动: $i \leq 8$

例 1-2 齿轮传动,主动齿轮 $n_1 = 960 \text{ r/min}$, $z_1 = 20$,从动齿轮 $z_2 = 50$,试计算传动比 i 和从动齿轮 n_2 。

解

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{50}{20} = 2.5$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{960}{2.5} = 384 \text{ r/min}$$

2. 应用特点

齿轮传动有如下特点:

- (1) 能保证瞬时传动比的恒定,传动平稳,传递运动准确可靠。
- (2) 传递的功率和速度范围大。
- (3) 传动效率高,一般 $\eta = 0.94 \sim 0.99$ 。
- (4) 结构紧凑,工作可靠,寿命长。
- (5) 制造和安装精度高,工作时有噪音。
- (6) 不能实现无级变速。
- (7) 不适宜中心距较大的场合应用齿轮传动。

3. 齿轮传动的基本要求

齿轮传动应满足下列两个基本要求：

- (1) 传动要平稳：在齿轮传动过程中应尽量避免或减小传动中的冲击、振动和噪声。
- (2) 承载能力要大：要求齿轮强度高，耐磨性好，使用寿命长。

第五节 渐开线齿廓

一、渐开线的形成

在平面上，一条动直线（发生线）沿着一个固定的圆（基圆）作纯滚动时，此动直线上一点的轨迹，称为圆的渐开线，如图 1-17 所示。

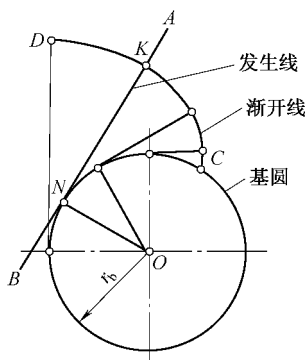


图 1-17 渐开线的形成

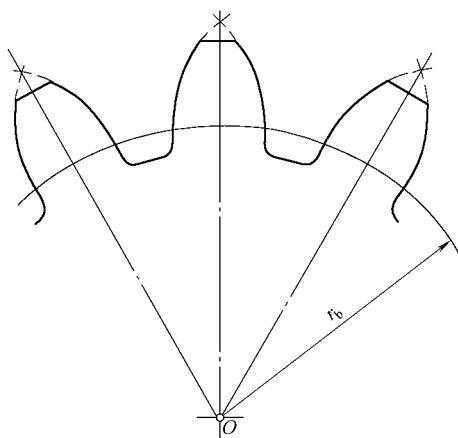


图 1-18 渐开线齿廓的形成
动直线为 AB ，半径为 r_b 的圆为基圆，曲

线 CKD 为基圆的渐开线。以渐开线作为齿廓曲线的齿轮称为渐开线齿轮，如图 1-18 所示。

二、渐开线的性质

(1) 发生线的线段长等于对应基圆的弧长 $NK = \widehat{NC}$ (如图 1-17)。

(2) 渐开线上任意一点的法线必定与基圆相切， KN 即是渐开线上 K 点处曲线的法线， KN 与基圆相切。

(3) 渐开线上各点的曲率半径不相等， K 点离基圆越远，渐开线越趋于平直， K 点离基圆越近，渐开线越弯曲。

(4) 渐开线的形状取决于基圆的大小，基圆越小，渐开线越弯曲，基圆越大，渐开线越趋于平直。

(5) 基圆内无渐开线。

(6) 渐开线上各点处的齿形角不相等，如图 1-19 所示。

图中 α_k 即为渐开线 K 点处的齿形角。

在直角三角形 ONK 中， $\cos\alpha_k = \frac{ON}{OK} = \frac{r_b}{r_k}$ (1-7)

由上式可知， r_b 为常数， K 点离基圆越远， r_k 越大， $\cos\alpha_k$ 越小，则 α_k 越大。

三、渐开线齿廓的啮合特性

1. 能保持传动比恒定

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_{b2}}{r_{b1}} = \text{常量} \quad (1-8)$$

式中, r_{b1} 、 r_{b2} 分别为主动齿轮和从动齿轮基圆半径。

2. 具有传动的可分离性

两基圆半径已确定的齿轮副,其传动比的大小不受两轮安装时中心距误差的影响,这一特性称为渐开线齿轮传动的可分离性。安装时有中心距 a' , 理论中心距 a , 可以有 $a' > a$, 实际上,对 a' 是有误差要求的。

3. 齿廓间具有相对滑动

传动中齿廓之间存在相对滑动,这种滑动必然会引起齿轮的磨损。

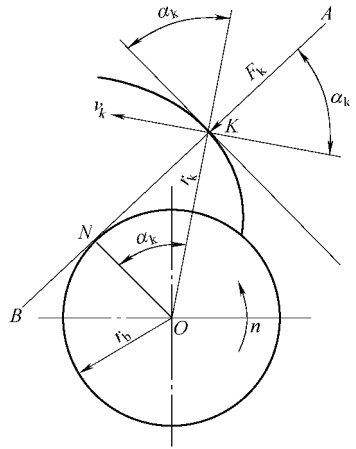


图 1-19 渐开线齿廓上的齿形角

第六节 直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸

一、直齿圆柱齿轮几何要素的名称和代号

直齿圆柱齿轮的几何要素如图 1-20 所示。

- (1) 端平面: 圆柱齿轮上, 垂直于齿轮轴线的表面。
- (2) 齿顶圆: 齿顶圆柱与端平面的交线, 叫作齿顶圆, 齿顶圆直径代号为 d_a 。
- (3) 齿根圆: 齿根圆柱面与端平面的交线, 叫作齿根圆, 齿根圆直径代号为 d_f 。
- (4) 分度圆: 直径代号为 d 。

(5) 齿宽: 轮齿沿齿轮轴线方向的宽度称为齿宽, 齿宽代号为 b 。

(6) 端面齿距: 两个相邻而同侧的端面齿廓之间的分度圆弧长, 简称齿距, 齿距代号为 p 。

(7) 齿厚: 一个齿的两侧端面齿廓之间的分度圆弧长简称齿厚, 代号为 s 。

(8) 齿槽宽: 一个齿槽的两侧齿廓之间的分度圆弧长, 简称槽宽, 代号为 e 。

(9) 齿顶高: 齿顶圆与分度圆之间的径向的距离称为齿顶高, 代号为 h_a 。

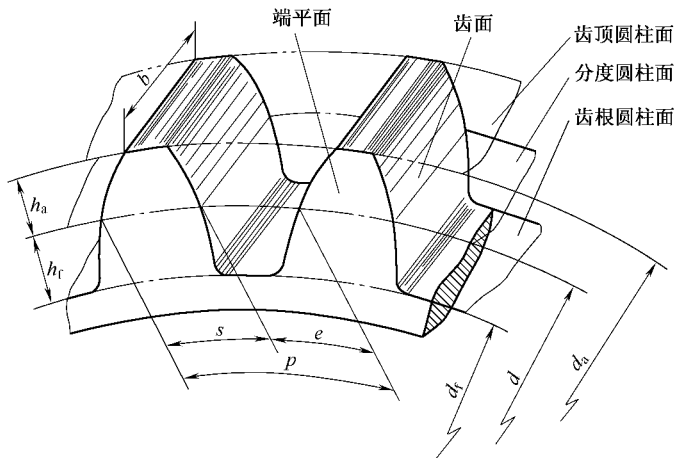


图 1-20 直齿圆柱齿轮的几何要素

(10) 齿根高: 齿根圆与分度圆之间的径向距离称为齿根高, 代号为 h_f 。

二、直齿圆柱齿轮的基本参数

基本参数有齿数 z 、模数 m 、齿形角 α 、齿顶高系数 h_a^* 、顶隙系数 c^* 。

1. 齿数 z

一个齿轮的轮齿总数叫做齿数, 用代号 z 表示。

2. 模数 m

$m = p/\pi$, 模数的单位为 mm。

齿距与齿数的乘积等于分度圆周长 $p \cdot z = \pi d$

可得
$$d = m \cdot z \quad (1-9)$$

国家标准规定了渐开线圆柱齿轮的模数系列, 见表 1-3。

表 1-3 渐开线圆柱齿轮模数

单位: mm

第一系列	第二系列	第一系列	第二系列	第一系列	第二系列	第一系列	第二系列	第一系列	第二系列
0.1			0.7		2.75		(6.5)	20	
0.12		0.8		3			7		22
0.15			0.9		(3.25)	8		25	
0.2		1			3.5		9		28
0.25		1.25			(3.75)	10		32	
0.3		1.5		4			(11)		36
	0.35		1.75		4.5	12		40	
0.4		2		5			14		45
0.5			2.25		5.5	16		50	
0.6		2.5		6			18		

注: ①表中模数对于斜齿轮是指法向模数。

②选取时, 优先采用第一系列, 括号内的模数尽可能不用。

3. 齿形角 α

齿形角指分度圆上的齿形角。国家标准规定分度圆上的齿形角 $\alpha = 20^\circ$ 。

4. 齿顶高系数 h_a^*

$$h_a = h_a^* \cdot m \quad (1-10)$$

标准圆柱直齿轮

$$h_a^* = 1$$

5. 顶隙系数 c^*

$$c = c^* \cdot m \quad (1-11)$$

标准直齿圆柱齿轮

$$c^* = 0.25$$

$$h_f = h_a + c = (h_a^* + c^*) \cdot m = 1.25m \quad (1-12)$$

三、标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算

标准直齿轮: 采用标准 $m, \alpha = 20^\circ, h_a^* = 1, c^* = 0.25, s = e$ 。

标准直齿轮几何要素的名称、代号、定义和计算公式见表 1-4。

表 1-4 标准直齿圆柱齿轮几何要素的名称、代号、定义和计算公式

名称	代号	定义	计算公式
----	----	----	------

模数	m	齿距除以圆周率 π 所得到的商	$m = p/\pi = d/z$, 取标准值
齿形角	α	基本齿条的法向压力角	$\alpha = 20^\circ$
齿数	z	齿轮的轮齿的总数	由传动比计算确定, 一般 z_1 约为 20
分度圆直径	d	分度圆柱面和分度圆的直径	$d = mz$
齿顶圆直径	d_a	齿顶圆柱面和齿顶圆的直径	$d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$
齿根圆直径	d_f	齿根圆柱面和齿根圆的直径	$d_f = d - 2h_f = m(z - 2.5)$
基圆直径	d_b	基圆柱面和基圆的直径	$d_b = d \cos \alpha = mz \cos \alpha$
齿距	p	两个相邻而同侧的端面齿廓之间的分度圆弧长	$p = \pi m$
齿厚	s	一个齿的两侧端面齿廓之间的分度圆弧长	$s = p/2 = \pi m/2$
槽宽	e	一个齿槽的两侧端面齿廓之间的分度圆弧长	$e = p/2 = \pi m/2 = s$
齿顶高	h_a	齿顶圆与分度圆之间的径向距离	$h_a = h_a^* m = m$
齿根高	h_f	齿根圆与分度圆之间的径向距离	$h_f = (h_a^* + c^*) m = 1.25m$
齿高	h	齿顶圆与齿根圆之间的径向距离	$h = h_a + h_f = 2.25m$
齿宽	b	齿轮的有齿部位沿分度圆柱面直母线方向量度的宽度	$b = (6 \sim 10)m$
中心距	a	齿轮副的两轴线之间的最短距离	$a = d_1/2 + d_2/2 = m(z_1 + z_2)/2$

例 1-3 一对相啮合的标准直齿圆柱齿轮 $z_1 = 24, z_2 = 40, m = 5 \text{ mm}$, 试计算 $d, d_a, d_f, d_b, p, s, h_a, h_f, h$, 中心距 a 。

解题指示 (1) 运用表 1-4 的公式进行计算;

(2) 两齿轮的 d, d_a, d_f, d_b 是不同的;

(3) 两齿轮的 p, s, h_a, h_f, h 是完全相同的。

例 1-4 已知: $z = 36, d_a = 304 \text{ mm}$, 试计算 d, d_f, p, h 。

解

$$m = \frac{d_a}{z + 2} = \frac{304}{36 + 2} = 8 \text{ mm}$$

$$d = m \cdot z = 8 \times 36 = 288 \text{ mm}$$

$$d_f = m(z - 2.5) = 8 \times (36 - 2.5) = 268 \text{ mm}$$

$$p = \pi \cdot m = 3.14 \times 8 = 25.12 \text{ mm}$$

$$h = 2.25m = 2.25 \times 8 = 18 \text{ mm}$$

从以上计算可以看出, 先算出 m 是很重要的。

例 1-5 已知齿轮副 $i = 3, n_1 = 750 \text{ r/min}, a = 240 \text{ mm}, m = 5 \text{ mm}$, 试求 n_2, z_1, z_2 。

解

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{750}{3} = 250 \text{ r/min}$$

$$a = \frac{m}{z} (z_1 + z_2), z_1 + z_2 = \frac{2a}{m} = \frac{2 \times 240}{5} = 96$$

解得

$$\frac{z_2}{z_1} = i = 3$$

$$\begin{cases} z_2 = 3 \\ z_1 \\ z_1 + z_2 = 96 \end{cases}$$

解得 $z_1 = 24$

$$z_2 = 72$$

四、齿轮副的正确啮合条件

由于模数 m 和齿形角 α 均已标准化,所以齿轮副的正确啮合条件如下:

- (1) 两齿轮的模数必须相等,即 $m_1 = m_2$ 。
- (2) 两齿轮分度圆上的齿形角必须相等,即 $\alpha_1 = \alpha_2$ 。

第七节 蜗杆传动

一、蜗杆、蜗轮及传动

1. 蜗杆、蜗轮、蜗杆副等

(1) 蜗杆:一个齿轮,当它只具有一个或几个螺旋齿,并且与蜗轮啮合而组成交错轴齿轮副时,称为蜗杆。

(2) 蜗轮:一个齿轮,它作为交错轴齿轮副中的大轮而与配对蜗杆相啮合时,称为蜗轮。

(3) 蜗杆副:由蜗杆及其配对蜗轮组成的交错轴齿轮副称为蜗杆副。

(4) 圆柱蜗杆:分度曲面为圆柱面的蜗杆称为圆柱蜗杆。

(5) 圆柱蜗杆副:由圆柱蜗杆及其配对蜗轮组成交错轴齿轮副称为圆柱蜗杆副。

2. 圆柱蜗杆

阿基米德蜗杆又称 Z_A 蜗杆,是齿面为阿基米德螺旋面的圆柱蜗杆,其端面齿廓是阿基米德螺旋线,轴齿廓是直线,所以又称轴向直廓蜗杆(图 1-21)。

阿基米德蜗杆的加工方法与车削梯形螺纹方法类似,工艺性能较好,制造和测量较方便,是应用最为广泛的一种圆柱蜗杆。

3. 蜗杆传动

(1) 蜗杆传动的组成。蜗杆传动是利用蜗杆副传递运动和动力的一种机械传动。蜗杆与蜗轮的轴线在空间互相垂直交错成 90° 。一般蜗杆是主动件,蜗轮是从动件,如图 1-22 所示。

按蜗杆轮齿的旋向不同,蜗杆有右旋和左旋之分,常用的为右旋蜗杆。蜗杆轮齿的总数称为蜗杆头数 z_1 。若 $z_1 = 1$,称为单头蜗杆,还有多头蜗杆($z_1 = 2 \sim 4$)。

(2) 蜗杆传动的传动比

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (1-13)$$

式中 z_1 —— 主动蜗杆的头数;

z_2 —— 从动蜗轮齿数。

蜗杆传动用于动力传动时,一般取 $z_1 = 2 \sim 3$,传递大功率时, $z_1 = 4$ 。

(3) 蜗杆传动回旋方向的判定

蜗轮的回转方向取决于蜗杆的回转方向和蜗杆轮齿的螺旋方向。蜗轮回转方向的判定方法:蜗杆右旋时用右手,左旋时用左手,半握拳,四指指向蜗杆回转方向,蜗轮

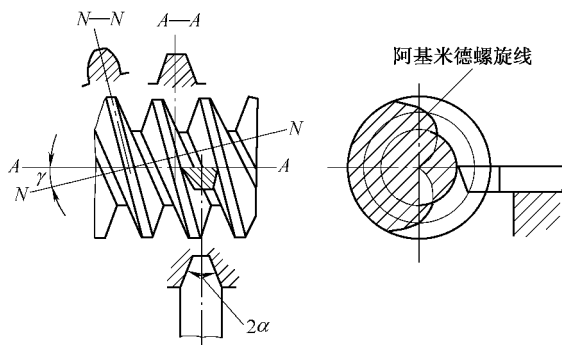


图 1-21 阿基米德蜗杆

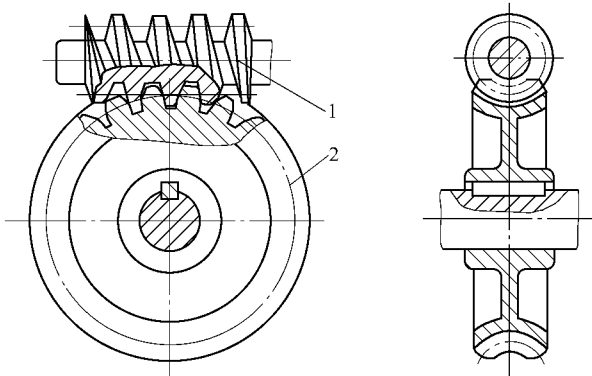


图 1-22 蜗杆传动

1—蜗杆;2—蜗轮。

的回转方向与大拇指反向,如图 1-23 所示。

二、蜗杆传动的特点

1. 传动比大

蜗杆传动,传动比准确,而且可以有很大的传动比。从公式 $i = \frac{z_2}{z_1}$ ($z_1 = 1 \sim 4$) 很容易得到上述结论,在传动比较大时,蜗杆传动结构紧凑。

2. 传动平稳、噪声小

蜗杆传动比齿轮传动平稳,没有冲

击,噪声小。

3. 容易实现自锁

一般情况下,蜗杆传动中,只能由蜗杆带动蜗轮而不能由蜗轮带动蜗杆,这一特性常用于起重设备中,能起安全保护作用,单头蜗杆大多具有自锁性,而多头蜗杆不一定具有自锁性能。

4. 承载能力大

5. 传动效率高

一般地, $\eta = 0.7 \sim 0.8$, 具有自锁性能的蜗杆传动 $\eta < 0.5$, 一般蜗杆传动的功率小于 50 kW。

蜗杆传动摩擦严重,当减小摩擦,传动中应具有良好的润滑和冷却。另外,蜗轮常采用青铜材料制造,因而成本较高。

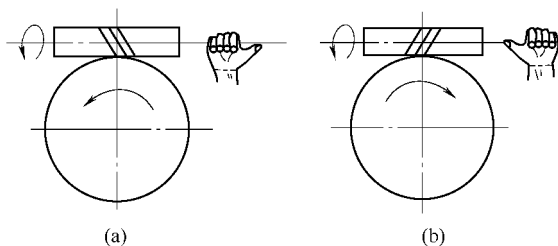


图 1-23 蜗杆传动中蜗轮回转方向的判定

(a)右旋蜗杆传动;(b)左旋蜗杆传动。

第八节 轮 系

一、轮系及其应用特点

1. 轮系

由一系列相互啮合的齿轮组成的传动系统称为轮系。

2. 轮系的应用特点

(1)可以获得很大的传动比,以满足低速工作的要求。

(2)可作较远距离的传动,要进行远距离传动又要获得较大的传动比,采用轮系传动,可使结构紧凑。

(3)可实现变速要求,如采用滑移齿轮变速机构可改变传动比,实现多级变

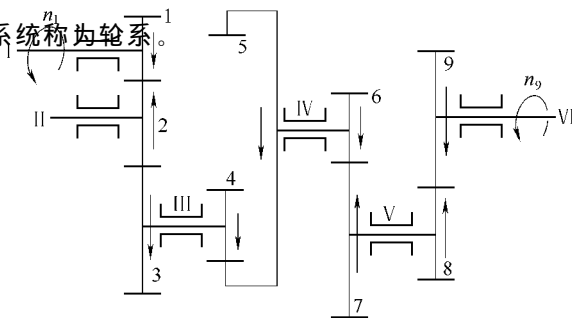


图 1-24 定轴轮系的传动比计算