

# 专业课习题解析课程

## 第5讲

### 第九章 蜗杆传动

## 9-1 闭式蜗杆传动的设计准则是什么？

解：设计准则

强度失效总是发生在蜗轮上，所以只对蜗轮的轮齿进行承载能力计算。进行齿面接触疲劳强度计算和齿根弯曲疲劳强度计算，通过降低许用应力来考虑胶合、磨损失效的影响。对闭式传动应进行热平衡计算。

## 9-2 减磨性与耐磨性有什么不同？

解：减磨性是指材料副具有低摩擦阻力的性质。

耐磨性是指材料的抗磨力磨损性能。

9-3 为了节约有色金属，将蜗杆、蜗轮都用钢制蜗杆用青铜制造，蜗轮用钢制造，是否可行？

解：不可行。蜗杆和蜗轮的材料不仅要求有足够的强度，而且配副材料要有优良的减磨性和摩擦相容性。所谓减磨性好，是指配对材料相对滑动时摩擦因数小、跑合性好、磨损小、易于形成润滑油膜等。为此，蜗杆、蜗轮的材料应该一硬一软。而且在蜗轮旋转一周时，蜗轮上每个齿啮合一次，而蜗杆上与其相配合的地方要啮合多次。因此，蜗杆材料要比蜗轮材料硬。且钢制蜗杆与青铜蜗轮配合有最佳性能。

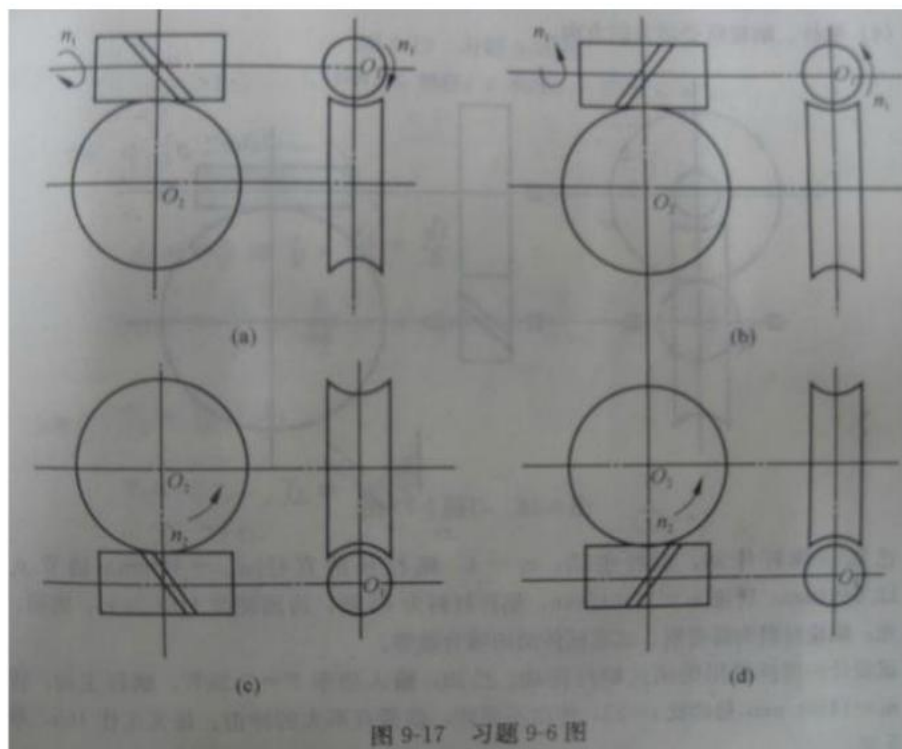
9-4 国家标准为什么规定模数 $m$ 、蜗杆分度圆直径值？

解：为了限制刀具的数目及便于刀具标准化，对每个模数 $m$ 规定了一定数量的蜗杆分度圆直径 $d_1$ 。

9-5 蜗杆头数 $z_1$ 蜗轮齿数 $z_2$ 的一般取值是多少？当 $z_2 > 80$ 时，会导致什么结果？

解：蜗杆头数一般取1、2、4、6。单头蜗杆的传动比较大，但效率较低。多头蜗杆效率高，但头数过多又会给加工带来困难。蜗轮的齿数一般取 $z_2 = 32 \sim 80$ 。当 $z_2 > 80$ 时，若直径不变，则轮齿弯曲强度削弱大；若模数不变，则蜗轮尺寸过大。

9-6 图9-17均是以蜗杆为主动件。试在图上标出蜗杆的转向，蜗轮齿的倾斜方向，蜗杆、蜗轮所受力的方向。



9-7 指出下式中的错误

$$F_{t2} = \frac{2000T_2}{d_2} = \frac{2000iT_1}{d_2} = \frac{2000T_1}{d_1} = F_{t1}$$

解：应改为：

$$F_{t2} = \frac{2000T_2}{d_2} = \frac{2000iT_1\eta}{d_2} = F_{a1}$$

9-8 蜗杆传动的自锁是怎样一回事？自锁条件是什么？蜗杆主动时会发生自锁吗？

解：从而从动件蜗杆不能转动，及为蜗杆传动的自锁。

自锁条件：蜗杆螺旋线的 导程角不大于当量摩擦角。

当蜗杆为主动件时不会发生

自锁，因为：

$$\eta_1 = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \phi_v)}$$



9-9 进行蜗杆传动的强度计算时，为什么只需强度？

解：因为蜗杆传动中，蜗杆的强度高于蜗轮，所以一般只对蜗轮轮齿进行强度计算。

9-10 影响蜗杆传动效率的主要因素和参数有哪些？为什么传递大功率时很少用蜗杆传动？

解：1. 蜗杆的传动效率受蜗杆螺旋线导程角和当量摩擦角的影响。

$$\eta_1 = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \phi_v)}$$

2. 由于蜗杆传动的效率低，因此传递大功率时，功率损失大，且发热量大。因此不适合大功率传递。

9-11 为什么蜗杆传动在传递运动时常用单头蜗杆，而在传递转矩时常用多头蜗杆？

解：因为单头蜗杆的传动比大，传动效率低，因此适合用传递运动时用；多头蜗杆的传动效率高，转矩损失小，因此适合传递转矩用。

9-12 传动效率最高时的导程角  $\gamma$  值是多大？通常为什么不采用这样大的  $\gamma$  值？

解： $44^\circ$ 。通常不采用这么大的导程角是因为导程角的值从  $44^\circ$  降到  $26^\circ \sim 30^\circ$  时，效率降低很少，但是却能大大简化蜗杆和蜗轮的制造工艺。



9-13 为什么由齿轮传动和蜗杆传动组成的多级

蜗杆传动放在高速级？  $v_s \uparrow \rightarrow \phi_v \downarrow \Rightarrow \eta_1 \uparrow$

解：将蜗杆传动放在高速级是为了提高传动效率。而且，这样布置由于转速高，在传递功率不变的情况下，蜗杆传动的轮齿受力小，因而结构尺寸小，可节省有色金属；能充分发挥蜗杆传动运转平稳的特点。

9-14 在蜗杆传动中，为何有时蜗杆下置、有时蜗杆上置？

解：这是考虑到蜗杆传动的搅油损失时的效率。当蜗杆下置时，若蜗杆圆周速度较大、浸油较深，则搅油会消耗过大的功率，导程角大时损失越大。此时，蜗杆浸油深度不宜超过

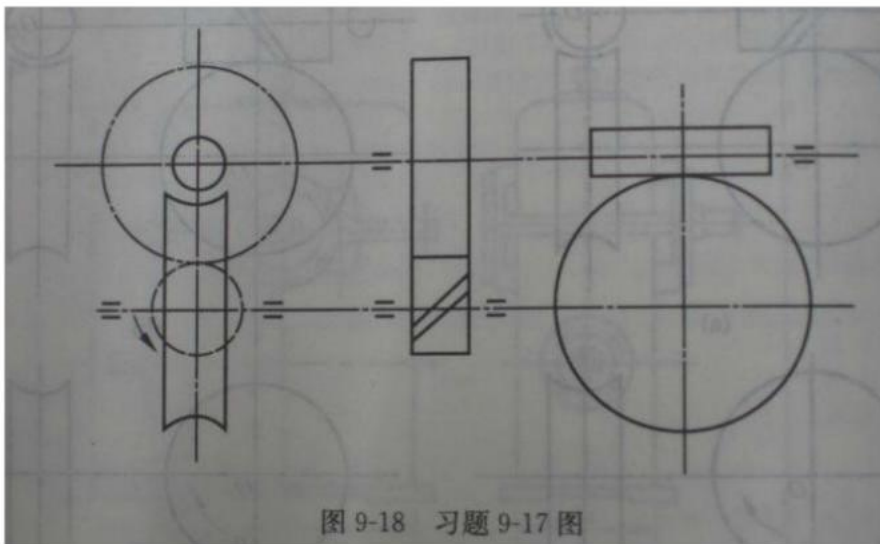
一个齿高。当蜗杆圆周速度 $v_1 > 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时，即 $v_1$ 超过一个齿高，搅油消耗的功率仍然很大，此时，可将蜗杆上置。

9-15 为什么齿轮传动一般不需要进行热平衡计算，而蜗杆传动却需要进行此项计算？

解：由于蜗杆传动效率较低，对于长期运转的蜗杆传动，会产生较大的热量。如果产生的热量不能及时散去，则系统的热平衡温度将过高，就会破坏润滑状态，从而导致系统进一步恶化，因此需要进行热平衡计算。而齿轮传动的效率很高，发热量也少，因此不需要进行热平衡计算。

9-16 图9-18所示为斜齿圆柱齿轮——蜗杆传动，其转向及轮齿旋向如图所示。试在图上标出：

- (1) 大齿轮的转向及轮齿旋向；
- (2) 蜗杆螺旋线的合理旋向（即使蜗杆所受的轴向力能与大齿轮所受的轴向力相互部分抵消的旋向）；
- (3) 蜗轮的转向及轮齿的旋向；
- (4) 蜗杆、蜗轮所受诸力的方向。



9-17 手动绞车的简图如图9-19所示。手柄1与蜗轮3与卷筒4固接。已知  $m = 80\text{mm}$ 、 $z_1 = 1$ 、 $d_1 = 63\text{mm}$ 、 $z_2 = 50$ ，蜗杆蜗轮齿面间的当量摩擦因数  $f_v = 0.2$ ，手柄1的臂长  $L = 320\text{mm}$ ，卷筒4直径  $d_4 = 200\text{mm}$ ，重物  $W = 1000\text{N}$ 。求：

- (1) 在图上画出重物上升时蜗杆的转向及蜗杆、蜗轮齿上所  
受各分力的方向；
- (2) 蜗杆传动的啮合效率；
- (3) 若不考虑轴承的效率，欲使重物匀速上升，手柄上应施  
加多大的力？
- (4) 说明该传动是否具有自锁性？

