



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

蜗杆传动
蜗杆传动的效率、润滑和
热平衡计算

主讲：李杰

目录



在线开放课程

一、蜗杆传动的效率

二、蜗杆传动的润滑

三、蜗杆传动的热平衡计算

四、小结

一、蜗杆传动的效率

蜗杆传动的效率 $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$

η_1 ——传动啮合效率；

η_2 ——油的搅动和飞溅损耗时的效率；

η_3 ——轴承效率。

考虑到齿面间相对滑动的功率损失，啮合效率可近似地按螺旋幅地效率计算：

$$\text{蜗杆主动: } \eta_1 = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \varphi_v)}; \quad \text{蜗轮主动: } \eta_1 = \frac{\tan(\gamma - \varphi_v)}{\tan \gamma}$$

滑动速度按下式计算：

$$v_s = v_1 / \cos \gamma$$

一、蜗杆传动的效率

——油的搅动和飞溅损耗时的效率

这部分的功耗和蜗轮或蜗杆的浸油深度和速度、油的粘度以及箱体的内部结构有关。一般地，这部分功耗不大， η_2 可取0.99。

——轴承效率

蜗杆传动中，多数用滚动轴承，故 η_3 可取0.99；若采用滑动轴承 η_3 可取0.98~0.99。

由以上分析可见，蜗杆传动的效率主要时是传动的啮合效率，影响啮合效率的因素中，导程角起着主导作用。

二、蜗杆传动的润滑

润滑油粘度和润滑方法

为提高蜗杆传动的抗胶合性能，宜选用粘度较高的润滑油。在矿物油中适当加些油性添加剂，有利于提高油膜厚度，减轻胶合危险。用青铜制造的蜗轮，则不允许采用活性大的极压添加剂以免腐蚀青铜。采用聚乙二醇、聚醚合成油时，摩擦系数较小，有利于提高传动效率，承受较高的工作温度，减少磨损。

蜗杆传动推荐使用的润滑油粘度和润滑方法见表11.7。
喷油润滑时的供油量可参考表11.8。

二、蜗杆传动的润滑

蜗杆布置与润滑方式

采用油池润滑时，蜗杆最好布置在下方。蜗杆浸入油中的深度至少能浸入螺旋的牙高，且油面不应超过滚动轴承最低滚动体的中心。油池容量宜适当大些，以免蜗杆工作时泛起箱内沉淀物和油很快老化。只有在不得已的情况下，蜗杆才布置在上方。这时，浸入油池的蜗轮深度允许达到蜗轮半径的 $1/6 \sim 1/3$ 。若速度高于 10m/s ，必须采用压力喷油润滑，由喷油嘴向传动的啮合区供油。为增强冷却效果，喷油嘴宜放在啮出侧，双向转动的应布置在双侧。

三、蜗杆传动的热平衡计算

蜗杆传动的热平衡计算

蜗杆传动效率一般比齿轮传动和其他几种机械传动都要低，工作时会产生较多的热量。闭式箱体若散热条件不足，则易于造成润滑油工作温度过高而导致使用寿命降低，甚至有使蜗杆副发生胶合的危险。因此对蜗杆传动有必要进行温度计算。

热平衡：单位时间内，摩擦产生的热量等与散发的热量。

$$1000P(1-\eta) = \alpha_d s(t_0 - t_a)$$

此处 P_1 ——蜗杆功率； A ——箱体的散热面积； t_1 ——箱体的工作温度； t_0 ——工作环境温度，通常取 20°C ；

α_d ——表面传热系数，系单位箱体面积、单位温度差时由箱体传给大气的热量。

三、蜗杆传动的热平衡计算

润滑油的工作温度：

$$t_0 = t_a + \frac{1000 P (1 - \eta)}{\alpha_d S} \leq 80^\circ$$

箱体的散热面积：

$$S = \frac{1000 P (1 - \eta)}{\alpha_d (t_0 - t_a)}$$

三、蜗杆传动的热平衡计算

润滑油工作温度

$$t_0 = t_a + \frac{1000 P (1 - \eta)}{\alpha_d S} \leq 80^\circ$$

上式计算时，应取单位： P_1 ——kW； A —— m^2 ；
 t_0 、 t_1 —— $^\circ C$ ； α_d —— $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 。一般工况下可取
 $\alpha_d = 12 \sim 18$ 。

油池的润滑油工作温度一般要比箱体温度高 $15^\circ C$ 左右。油温的最高温度不宜超过 $100^\circ C$ ，故 t_1 最好低于 $80^\circ C$ 。如果忽略油温与箱体温度之差，则上式 t_1 可作为润滑油工作温度的计算公式。

三、蜗杆传动的热平衡计算

$$\text{箱体的散热面积 } S = \frac{1000P(1-\eta)}{\alpha_d(t_0-t_a)}$$

散热面积系指箱体能被空气冷却，而内壁又能被油飞溅到的外壁面积。有散热肋的箱体，则散热肋以及联接用凸缘的外表面积均按50%计算。对于散热肋布置良好的固定式蜗杆减速器，其散热面积可用下式估算

$$A = 9 \times 10^{-5} a^{1.88} \quad \text{m}_2$$

式中 a 为传动中心距，mm。

若蜗杆为上置，则因飞溅冷却作用较差，故表面传热系数 α_w 应乘以0.8。上式适用于蜗杆主动的情况。若蜗轮主动，则式中 P_1 应代以蜗轮输入功率 P_2 ， η 应代以 η' （ $= \eta'_1 \eta_2 \eta_3$ ）。

三、蜗杆传动的热平衡计算

冷却方法和计算

若油温过高，则首先考虑在不增大箱体尺寸的前提下，设法增加散热面积。若仍未能满足要求，则可采用下列强制冷却的措施以增大其散热能力：

蜗杆传动的散热方式

增加散热面积

安装风扇

冷却水管

压力喷油润滑



四、小结



在线开放课程

- 1、蜗杆传动的效率
- 2、蜗杆传动的润滑
- 3、蜗杆传动的热平衡计算