

直齿轮设计步骤

已知：传动功率 P ，转速 n_1 、 n_2 (或传动比 i ，齿数比 u)； 齿轮的布置情况、载荷情况，每天工作小时数，使用年限等。

设计：齿轮的材料、热处理及主要尺寸等

步骤：

- 1、选择齿轮材料：大小齿轮材料、热处理、硬度（查表 7—8）、选择精度等级（一般 6~9 级）

说明： 根据设计要求，可以取软齿面，也可以取硬齿面。

软齿面是指： $HBW_1, HBW_2 \leq 350$ ，或 $HBW_1 > 350, HBW_2 < 350$

注意： $HBW_1 = HBW_2 + (30 \sim 50)$ （1 为小齿轮、2 为大齿轮）

硬齿面是指： HRC_1 可以等于 HRC_2 ，也可以 $HRC_1 > HRC_2$ ，即 $HBW_1, HBW_2 > 350 HBW$

选择小齿轮的齿数： $Z_1 = 20 \sim 40$ （闭式传动） $Z_1 = 17 \sim 20$ （开式传动）

- 2、确定许用应力

1) 许用接触应力 式 (7—24)
$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb}}{S_H} K_{HL}$$

①由表 7-8 查 σ_{Hlimb1} 、 σ_{Hlimb1} ，并取二者之间的小值计算 $[\sigma_H]$

②取安全系数 S_H ，（课本： P_{145} ）

③计算应力循环次数 $N_H = 60nt$ ，（ n 是与 $[\sigma_H]$ 相对应的齿轮转速）

④根据硬度由图 7-35 查循环基数 N_{H0}

⑤计算
$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{H0}}{N_H}}$$

当 $N_H > N_{H0}$ 时，取 $K_{HL} = 1$

⑥计算 $[\sigma_H]$

2) 许用弯曲应力 式 (7-30)
$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}}{S_F} K_{FC} K_{FL}$$

①由表 7-9 查 σ_{Flimb1} ， σ_{Flimb2}

②取安全系数 S_F （课本： P_{148} ）

③取 K_{FC} （课本： P_{148} ）

④计算 K_{FL} $N_{FV} = N_H$ ， $N_{F0} = 4 \times 10^6$

计算
$$K_{FL} = \sqrt[6]{\frac{N_{F0}}{N_{FV}}} \geq 1 \text{ 但 } \leq 2 \quad (\text{课本： } P_{148})$$

⑤计算 $[\sigma_{F1}]$ ， $[\sigma_{F2}]$

3、计算工作转矩 $T_1 = 9.55 \times 10^6 \frac{P_1}{n_1}$ （单位： P_1 :KW; n_1 :rpm; T_1 : Nmm。有时 T_1 是已知

的不用计算)

4、根据接触强度，试求小齿轮分度圆直径 d_{1t} (说明：下标 t 表示 test，即试算)

$$\text{式 (7-23)} \quad d_{1t} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 K_\beta}{\psi_d [\sigma_H]^2} \frac{u+1}{u}}$$

初步计算时，取 $K_d = 84 \sqrt[3]{\frac{N}{\text{mm}^2}}$ ；由表 7-7 查 ψ_d ；由图 7-32 查 K_β

求出 d_{1t} (因为是试算，所以不用圆整，直接使用)。

5、精确计算小齿轮分度圆直径

$$\text{取 } z_H = 1.76, \quad z_\varepsilon = 1 \quad z_E = 271 \sqrt{\frac{N}{\text{mm}^2}}$$

计算圆周速度 $v = \frac{\pi d_{1t} n_1}{60 \times 1000} \text{ m/s}$ ；依据精确等级和圆周速度 v 由图 7-33 查 K_v

计算 $K_d = \sqrt[3]{2(Z_H Z_E Z_\varepsilon)^2 K_v}$ ，代入式 (7-23) 求出 d_1 。

$b = \psi_d \cdot d_1$ 圆整后作为 b_2 ， $b_1 = b_2 + (5 \sim 10)$

6、根据弯曲疲劳强度，计算齿轮的模数 m

$$\text{式 (7-29)} \quad m \geq K_m \sqrt[3]{\frac{T_1 K_\beta}{Z_1^2 \psi_d [\sigma_F]} \frac{Y_F}{[\sigma_F]}} \quad \text{mm}$$

其中： $K_m = \sqrt[3]{K_v}$ 。(因为： $Y_\varepsilon = Y_\beta = \cos^2 \beta = 1$)

由 Z_1 、 Z_2 查图 7-38 得到 Y_{F1} 、 Y_{F2} ，公式 (7-29) 中代入 $\frac{Y_{F1}}{[\sigma_{F1}]}$ 、 $\frac{Y_{F2}}{[\sigma_{F2}]}$

中的大值，求出 m 后，最终确定的标准值 m 要大于计算出的值。

7、计算几何尺寸

修正小齿轮的齿数： $z_1 = \frac{d_1}{m}$ ，(此处 d_1 为根据接触强度计算的值) 并取大于该数的

整数(不四舍五入)作为小齿轮的齿数，并计算 $Z_2 = uZ_1$ ，并取整数。

依据表 7-2 计算齿轮的参数，包括 d_1 (即根据取整后的 z_1 计算)、 d_2 、 d_{a1} 、 d_{a2} 、 d_{f1} 、 d_{f2} 、 a 、 b_1 、 b_2 等

8、结构设计 画出大小齿轮零件图

小齿轮分度圆直径的理论值

得到大齿轮的齿宽，进而求得小齿轮的齿宽

模数理论值 对照标准确定模数

小齿轮齿数的理论值 取整后确定小齿轮齿数

由传动比算得大齿轮齿数

齿数和模数确定，其它一系列参数均可通过公式计算得到