

机械设计
(机械设计基础)

课程设计说明书

设计题目 二级闭式减速器设计

机械工程学院

机械工程及其自动化专业

班级 0111072

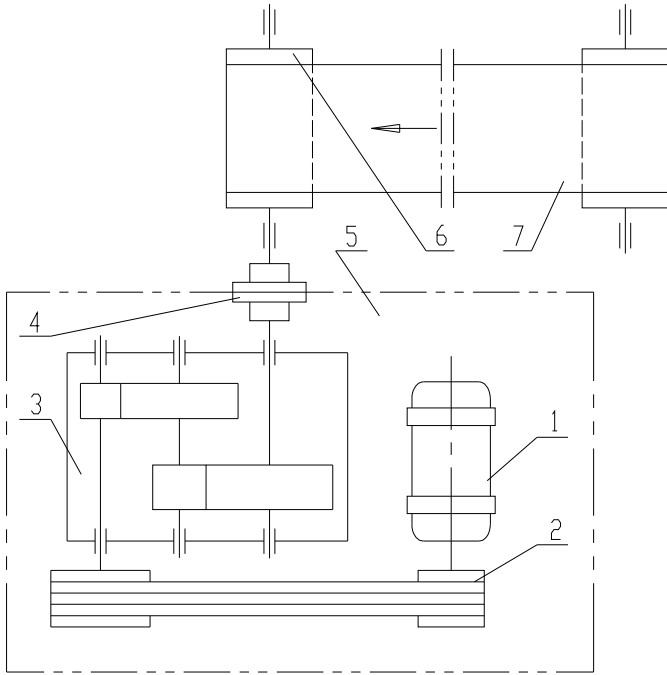
学号 011107207

设计人 蒙卓

指导老师 张永宇

完成日期 2010年1月26号

上海工程技术大学

| 设计计算及说明 | 结果 |
|---|----|
| <p>题目：铸钢车间型砂传送带传送装置设计。</p> <p>1. 任务：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 减速器装配图 (A0) 1 张 2. 低速轴零件图 (A3) 1 张 3. 低速级大齿轮零件图 (A3) 1 张 4. 设计计算说明书..... 1 份 5. 草图 (A0) 1 份 <p>2. 传动方案：</p>  <p style="text-align: center;">图 (1) 传动方案示意图</p> <p>1: 电动机 2: V带传动 3: 展开式双级齿轮减速器 4: 联轴器 5: 减速箱体 6: 鼓轮 7: 传送带</p> | |

3. 设计参数:

1. 传送速度 $V=0.73\text{m/s}$
2. 鼓轮直径 330mm
3. 鼓轮轴扭矩 680Nm
4. 使用年限 8年
5. 其他条件: 工作环境通风不良、单向运转、2班制工作、使用期限为8年、小批量生产。

4. 传动装置总体设计方案:

1. 传动方案介绍

1. 将V带传动设置在高速级是因为: 主要由于V带传动能力小, 把它布置在高速级, 速度快, 转矩小, 有利于结构紧凑; V带在高速级有利于发挥其传动平稳, 吸震缓冲, 减少噪声的作用; V带在高速级更能起到过载保护的作用; V带结构工艺简单, 精度容易保证。

2. 选用两级齿轮传动减速是因为根据工作要求, 采用双级闭式软齿面斜齿圆柱齿轮转动。双级传动工艺简单, 效率高, 精度容易保证。固工作环境有粉尘, 使用闭式传动。斜齿轮承载能力, 传动平衡, 软齿面能简化齿轮的加工工艺。综上所述,

本方案从设计任务书所给定的条件来看具有合理性, 可行性。

2. 电动机选择:

1. 按电动机类型和结构形式选用: 一般用途的电动机——Y (IP44) 小型三相异步电动机。

工业上一般运用三相交流电源, 无特殊要求选三相交流异步电动机。最常用的电动机是Y系列笼型三相异步交流

电动机。其中Y (IP44) 小型三相异步电动机为一般用途笼型封闭自扇冷式电动机, 具有防止灰尘或其他杂物侵入之特点, B级绝缘, 可采用全压式或降压启动。该电动机的工作条件为: 环境温度 -15°C $+40^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不超过90%, 海拔高度不超过1000m, 电源额定电压380V, 频率50HZ, 常用于对起动性能、调速性能及转差率均无特殊要求的机器或设备, 如金属切削机床、水泵、风机、运输机械和农业机械等。

2. 所需功率以及额定功率: 为了估计传动装置的总传动比范围, 以便选择合适的传动机构和拟定传动方案, 可先由已知条件计算

1. 传送速度 $V=0.73\text{m/s}$

2. 鼓轮直径 330mm

3. 鼓轮轴扭矩 680Nm

$$n_w = \frac{60 \times 1000 v}{\pi D} = \frac{60 \times 1000 \times 0.73}{\pi \times 330} \approx 42.24 \text{r/min}$$

$$n'_a = n_w \cdot i'_1 \cdot i'_2 = 760 \sim 6082 \text{r/min}$$

可以选取 1000r/min 或 1500r/min 的电机,

$$i_1 \approx 23.67 \quad i_2 \approx 35.5$$

可见第一种方案传动比较适合, 传动装置的尺寸适中, 因此选用: 所以选取 1000r/min

4. 鼓轮输出功率 P_w

$$1. \quad P_w = \frac{Tn}{9550} = \frac{680 \times 42.24}{9550} \approx 3 \text{kW}$$

$$2. \quad P_d = \frac{P_w}{\eta} = 3.76 \text{kW}$$

$$\eta = \eta_1 \eta_2^2 \eta_3^2 \eta_4^2 \eta_5 \approx 0.8$$

$$3. \quad i = \frac{n_m}{n_w} = \frac{960}{42.24} \approx 22.73$$

选取了 Y132M1-6 电机
输出功率 4kW
满载转速 960r/min
质量: 73Kg

5. 各级轴的运动和动力参数

1. 各轴转速

电机 0 轴，输入轴 1，高速轴 2，低速轴 3，鼓轮 4

$$n_0 = 960 \text{ r/min}$$

$$n_1 = \frac{960}{3} = 320 \text{ r/min}$$

$$n_2 = \frac{320}{2.9} = 110.34 \text{ r/min}$$

$$n_3 = \frac{110.34}{2.61} = 42.27 \text{ r/min}$$

2. 各轴功率

- $P_0 = P_{ed} = 4 \text{ kW}$
- $P_1 = P_0 \eta_1 = 4 \times 0.96 = 3.84 \text{ kW}$
- $P_2 = P_1 \eta_2^2 \eta_3 = 3.65 \text{ kW}$
- $P_3 = P_2 \eta_2^2 \eta_3 = 3.47 \text{ kW}$
- $P_4 = P_3 \eta_2^2 \eta_4 \eta_5 = 3.233 \text{ kW}$

3. 各轴转矩

- $T_0 = 9550 \frac{P_0}{n_0} = 39.79 \text{ Nm}$

- $T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 114.6 \text{ Nm}$

- $T_2 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 315.9 \text{ Nm}$

- $T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_3} = 783.97 \text{ Nm}$

- $T_4 = 9550 \frac{P_4}{n_4} = 730.43 \text{ Nm}$

齿轮传动详细设计

高速级齿轮传动

1. 高速级齿轮传动

1. 斜齿轮传动

2. 选用 7 级精度

3. 小齿轮 40Cr (调质) 280HBS

大齿轮 45 (调质) 240HBS

有 40HBS 差值

4. 试选 $Z_1=24, Z_2=24 \times 2.9=70, \beta=15^\circ, \alpha=20^\circ, \phi_d=1$

2. 按齿面接触强度计算

$$d_{1t} \geq \sqrt[3]{\frac{2k_t T}{\phi_d \zeta} \cdot \frac{u+1}{u} \cdot \left(\frac{Z_H Z_e}{[\delta_H]}\right)^2} = 59.74 \text{mm}$$

$$1. \quad k_t = 1.6, Z_H = 2.45, Z_E = 189.9 \sqrt{\text{MPa}}$$

$$2. \quad \zeta_{\alpha 1} = 0.765, \zeta_{\alpha 2} = 0.86, \zeta_{\alpha} = 1.625$$

$$3. \quad N_1 = 60n_1 j L_h = 60 \times 320 \times 1 \times (2 \times 8 \times 300 \times 8) = 7.37 \times 10^8$$

$$N_2 = \frac{N_1}{2.9} = 2.54 \times 10^8$$

$$K_{HN1} = 0.98, K_{HN2} = 0.95$$

失效 1%, S=1

$$[\delta_H]_1 = \frac{0.98 \times 600}{1} = 588 \text{MPa}, [\delta_H]_2 = \frac{0.95 \times 550}{1} = 522.5 \text{MPa}$$

$$[\delta_H] = \frac{[\delta_H]_1 + [\delta_H]_2}{2} = \frac{588 + 522.5}{2} = 555 \text{MPa}$$

$$4. \quad \text{计算圆周速度 } v = \frac{\pi \times 59.74 \times 320}{60000} = 1 \text{m/s}$$

$$5. \quad \text{齿宽 } b = 59.74 \text{mm}$$

$$6. \quad \text{模数 } m_{nt} = \frac{59.74 \times \cos 15^\circ}{24} = 2.40 \text{mm}$$

7. 齿高 $h=2.25m_{nt}=5.41\text{mm}$

8. 齿宽高比 $\frac{b}{h}=\frac{59.74}{5.41}=11.043$

9. $\zeta_{\beta}=0.318\delta_d Z_1 \tan\beta=2.045$

3. k 的计算:

$$k_a=1, v=1\text{m/s}, 7\text{级精度}, k_v=1.05, k_{H\beta}=1.42, k_{F\beta}=1.38,$$

$$k_{H\alpha}=k_{F\alpha}=1.4$$

$$k=k_A k_v k_{H\alpha} k_{H\beta}=1 \times 1.05 \times 1.4 \times 1.42=2.0874$$

$$d_1=d_{1t} \sqrt[3]{\frac{k}{k_t}}=65.277\text{mm}$$

$$m_n=\frac{d_1 \cos\beta}{Z_1}=2.627\text{mm}$$

4. 按齿根弯曲强度计算

$$m_n \geq \sqrt[3]{\frac{2kT y_{\beta} \cos^2\beta}{\delta_d Z_1^2 \zeta_{\alpha}} \cdot \frac{Y_{Fa} Y_{sa}}{[\delta_F]}}=1.810\text{mm}$$

1. $k=1 \times 1.05 \times 1.38 \times 1.4=2.0286$

2. $\zeta_{\beta}=1.903, y_{\beta}=0.875$

3. 当量齿数

$$Z_{v1}=\frac{Z_1}{\cos^2\beta}=26.63, Z_{v2}=\frac{Z_2}{\cos^2\beta}=77.67$$

$$Y_{Fa1}=2.57, Y_{sa1}=1.60, Y_{fa2}=2.22, Y_{sa2}=1.77$$

$$K_{FN1}=0.96, K_{FN2}=0.99$$

$$[\delta_F]_1=\frac{K_{FN1} \delta_{FE1}}{S}=342.9\text{MPa}$$

$$[\delta_F]_2=\frac{K_{FN2} \delta_{FE2}}{S}=268.7\text{MPa}$$

$$\frac{Y_{Fa1} Y_{sa1}}{[\delta_F]_1}=0.01199, \frac{Y_{Fa2} Y_{sa2}}{[\delta_F]_2}=0.01462$$

5. 最终确定计算, 因为齿根小于齿面, 所以

1. $m_n=2$

$$Z_1 = \frac{d_1 \cos \beta}{m_n} = 28.85 \Rightarrow 29, Z_2 = \frac{d_2 \cos \beta}{m_n} = 84.1 \Rightarrow 84$$

2. 计算中心距

$$a = (Z_1 + Z_2) \frac{m}{2 \cos \beta} = 116.986 \text{mm} \Rightarrow 117 \text{mm}$$

3. 修正 β

$$\beta = \arccos \frac{(Z_1 + Z_2) m_n}{2a} = 15^\circ 1' 30''$$

4. 计算 d_1, d_2

$$d_1 = \frac{m_n Z_1}{\cos \beta} = 60.05 \text{mm}, d_2 = \frac{m_n Z_2}{\cos \beta} = 173.95 \text{mm}$$

5. 计算其他参数

$$B_2 = \delta_d d_1 = 1 \times 60.05 = 60.05 \text{mm} \Rightarrow 61 \text{mm} \Rightarrow B_1 = 66 \text{mm}$$

$$m_n = 2$$

$$\beta = 15^\circ 1' 30''$$

$$\phi_d = 1$$

$$Z_1 = 29, Z_2 = 84$$

$$d_1 = 60.05 \text{mm}$$

$$d_2 = 173.95 \text{mm}$$

$$B_1 = 66 \text{mm}$$

$$B_2 = 61 \text{mm}$$

低速级齿轮传动

1. 低速级齿轮传动

6. 斜齿轮传动

7. 选用 7 级精度

8. 小齿轮 35CrA1A(调质、氮化) 310HBS

大齿轮 40Cr(调质) 280HBS

有 30HBS 差值

9. 试选 $Z_1=25, Z_2=25 \times 2.61=65.25, \beta=15^\circ$

$$\alpha=20^\circ, \phi_d=0.91$$

6. 按齿面接触强度计算

$$d_{1t} \geq \sqrt[3]{\frac{2k_t T}{\phi_d \zeta} \cdot \frac{u+1}{u} \cdot \left(\frac{Z_H Z_e}{[\delta_H]}\right)^2} = 79.898 \text{mm}$$

$$1. \quad k_t=2, Z_H=2.43, Z_E=189.9 \sqrt{\text{MPa}}$$

$$2. \quad \zeta_{\alpha 1}=0.78, \zeta_{\alpha 2}=0.85, \zeta_{\alpha}=1.63$$

$$3. \quad N_1=60n_1 j L_h=60 \times 110.4 \times 1 \times (2 \times 8 \times 300 \times 8)=2.54 \times 10^8$$

$$N_2=\frac{N_1}{2.61}=9.74 \times 10^7$$

$$K_{HN1}=0.95, K_{HN2}=0.99$$

失效 1%, S=1

$$[\delta_H]_1=\frac{0.95 \times 600}{1}=950 \text{MPa}, [\delta_H]_2=\frac{0.95 \times 600}{1}=570 \text{MPa}$$

$$[\delta_H]=1.23[\delta_H]_2=701.1 \text{MPa}$$

$$4. \quad \text{计算圆周速度 } v=\frac{\pi \times 79.898 \times 110.4}{60000}=0.4616 \text{m/s}$$

$$5. \quad \text{齿宽 } b=79.898 \times 0.91=72.0718 \text{mm}$$

$$6. \quad \text{模数 } m_{nt}=\frac{79.898 \times \cos 15^\circ}{25}=3.08 \text{mm}$$

$$7. \quad \text{齿高 } h=2.25m_{nt}=6.945 \text{mm}$$

$$8. \quad \text{齿宽高比 } \frac{b}{h}=\frac{72.0718}{6.945}=10.376$$

$$9. \quad \zeta_{\beta} = 0.318 \delta_d Z_1 \tan \beta = 1.938$$

7. k 的计算:

$$k_a = 1, v = 1 \text{ m/s}, 7 \text{ 级精度}, k_v = 1.06, k_{H\beta} = 1.409, k_{F\beta} = 1.32,$$

$$k_{H\alpha} = k_{F\alpha} = 1.4$$

$$k = k_A k_v k_{H\alpha} k_{H\beta} = 1 \times 1.06 \times 1.409 \times 1.4 = 2.090956$$

$$d_1 = d_{1t} \sqrt[3]{\frac{k}{k_t}} = 84.2897 \text{ mm}$$

$$m_n = \frac{d_1 \cos \beta}{Z_1} = 3.256 \text{ mm}$$

8. 按齿根弯曲强度计算

$$m_n \geq \sqrt[3]{\frac{2kT y_{\beta} \cos^2 \beta}{\delta_d Z_1^2 \zeta_{\alpha}} \cdot \frac{Y_{Fa} Y_{sa}}{[\delta_F]}} = 2.3 \text{ mm}$$

$$1. \quad k = 1 \times 1.05 \times 1.38 \times 1.4 = 1.9589$$

$$2. \quad \zeta_{\beta} = 1.903, y_{\beta} = 0.875$$

3. 当量齿数

$$Z_{v1} = \frac{Z_1}{\cos^2 \beta} = 25.8, Z_{v2} = \frac{Z_2}{\cos^2 \beta} = 67.29$$

$$Y_{Fa1} = 2.60, Y_{sa1} = 1.595, Y_{Fa2} = 2.27, Y_{sa2} = 1.74$$

$$K_{FN1} = 0.96, K_{FN2} = 0.99$$

$$[\delta_F]_1 = \frac{K_{FN1} \delta_{FE1}}{S} = 488.57 \text{ MPa}$$

$$[\delta_F]_2 = \frac{K_{FN2} \delta_{FE2}}{S} = 350 \text{ MPa}$$

$$\frac{Y_{Fa1} Y_{sa1}}{[\delta_F]_1} = 8 \times 10^{-3}, \frac{Y_{Fa2} Y_{sa2}}{[\delta_F]_2} = 0.011285$$

9. 最终确定计算, 因为齿根小于齿面, 所以

$$1. \quad m_n = 2.5$$

$$Z_1 = \frac{d_1 \cos \beta}{m_n} = 30.87 \Rightarrow 31, Z_2 = \frac{d_2 \cos \beta}{m_n} = 81.2 \Rightarrow 81$$

2. 计算中心距

$$a = (Z_1 + Z_2) \frac{m}{2 \cos \beta} = 144.9 \text{mm} \Rightarrow 145 \text{mm}$$

3. 修正 β

$$\beta = \arccos \frac{(Z_1 + Z_2) m_n}{2a} = 15^\circ 5' 25''$$

4. 计算 d_1, d_2

$$d_1 = \frac{m_n Z_1}{\cos \beta} = 80.26 \text{mm}, d_2 = \frac{m_n Z_2}{\cos \beta} = 209.73 \text{mm}$$

5. 计算其他参数

$$B_2 = \delta_d d_1 = 0.91 \times 80.26 = 73.066 \text{mm} \Rightarrow 74 \text{mm} \Rightarrow B_1 = 80 \text{mm}$$

$m_n = 2.5$
 $\beta = 15^\circ 5' 25''$
 $\phi_d = 0.91$
 $Z_1 = 31, Z_2 = 81$
 $d_1 = 80.26 \text{mm}$
 $d_2 = 209.73 \text{mm}$
 $B_1 = 80 \text{mm}$
 $B_2 = 74 \text{mm}$

表 1. 各个齿轮汇总表 (单位 mm)

| 级别 | Z1 | Z2 | m_n | m_t | β | α_n | d | B |
|-----|----|----|-------|-------|--------------------|------------|--------|----|
| 高速主 | 29 | 84 | 2 | 2.07 | $15^\circ 1' 30''$ | 20° | 60.05 | 66 |
| 高速从 | | | | | | | 173.95 | 61 |
| 低速主 | 31 | 81 | 2.5 | 2.59 | $15^\circ 5' 25''$ | 20° | 80.26 | 80 |
| 低速从 | | | | | | | 209.73 | 74 |

V 带部分设计

1. 设计参数 $P_{ed}=4\text{kW}$, $i=3$, $n=960\text{r/min}$

2. 试选 A 型带

3. 初选 $d_{d1}=85\text{mm}$

$$v = \frac{\pi \times 85 \times 960}{60000} = 4.27 \text{ m/s} < 5 \text{ m/s}, \text{ 不适合, 重选}$$

$$d_{d1}=100\text{mm}, v=5.026 \text{ m/s}, d_{d2}=300\text{mm} \Rightarrow 315\text{mm}$$

4. 定型设计

初定 $a_0=560\text{mm}$

$$L_{d0} = 2a_0 + \frac{\pi}{2}(d_{d1} + d_{d2}) + \left(\frac{d_{d2} - d_{d1}}{4a_0}\right)^2 \Rightarrow L_{d0} = 1772\text{mm}$$

选 $L_d = 1800\text{mm}$

$$a \approx a_0 + \frac{L_d - L_{d0}}{2} = 560 + \frac{1800 - 1772}{2} = 574\text{mm}$$

5. 包角 $\alpha \approx 180 - (d_{d2} - d_{d1}) \frac{57.3}{a} = 158.54 \geq 90$

6. $P_r = (p_0 + \delta P_0) K_\alpha K_L = 1.006364\text{kW}$

$$P_0 = 0.95\text{kW}, \delta P_0 = 0.11\text{kW}, K_\alpha = 0.94, K_L = 1.01$$

$$Z = \frac{P_{ed}}{P_r} = 4.3721 \Rightarrow 5$$

7. $q = 0.1\text{kg/m}$

$$(F_0)_{\min} = \frac{500 \times (2.5 - 0.94) \times 4.4}{0.94 \times 5 \times 5.026} + 0.1 \times 5.026^2 = 147.8\text{N} \approx 148\text{N}$$

8. $(F_p)_{\min} = 2Z(F_0)_{\min} \sin \frac{\alpha_1}{2} = 1454.1\text{N}$

Z=5
小带轮=100mm
大带轮=315mm

联轴器

$T=783\text{Nm}$, $n=42.27\text{r/min}$, 根据最小轴径等数据, 得出弹性柱销联轴器(GB5014-85), 轴孔直径 50mm, 轴孔长度 142mm, HL5 型联轴器最合适。

L=142mm
d=50mm
HL=5

轴的设计

因 45 号钢满足此次设计，因此轴均选用 45 号钢，齿轮轴除外。

1. 输入轴最小直径 $d_{\min} = 112 \sqrt[3]{\frac{3.84}{320}} = 25.64\text{mm}$

考虑到轴承、毛毡圈均为标准件，而 V 带轮是推荐直径，所以最小轴段直径为 28mm 以配合毛毡圈，第二轴段为轴承接触轴段需要为 35mm，第三轴段因为齿轮无法直接套入，所以取为齿轮轴。详见装配图。

2. 高速轴最小直径 $d_{\min} = 112 \sqrt[3]{\frac{3.65}{110.4}} = 36\text{mm}$

此轴全轴无露出箱体部分，所以只需配合轴承，即可，所以最小轴段取 40mm。

3. 低速轴最小直径 $d_{\min} = 112 \sqrt[3]{\frac{3.47}{42.27}} = 48.67\text{mm}$

此轴转速低，扭矩大，而联轴器、轴承、毛毡圈为标准件，因此最小轴径取 50mm。这样节约材料，又可以符合要求。

轴承的设计

轴承为标准件，只需挑选合适的参数的轴承即可，因此减速器的轴段有轴向力与径向力，所以选用角接触球轴承。轻窄型均能承受 10kN 级别以上的额定动载荷，而本减速器的最大动载荷仅为 1kN，因此可以随意挑选轴承的型号。根据轴的设计得出挑选的轴承。正装均可满足要求，所以选择正装角接触球轴承。

表 2.角接触球轴承（摘自 GB292-83）

| 轴段 | 原标准 | 新标准 | d | D | B | 额定动载荷 |
|-----|-------|-------|----|-----|----|--------|
| 输入轴 | 36207 | 7207C | 35 | 72 | 17 | 22.5kN |
| 高速轴 | 36208 | 7208C | 40 | 80 | 18 | 25.8kN |
| 低速轴 | 36212 | 7212C | 60 | 110 | 22 | 42.8kN |

见左表

轴承盖的设计

轴承盖的用途是固定轴承的轴向位置，需要调整垫片来调整，根据计算可以得出轴承间的固定螺栓为 4-M8、4-M10。受力情况均符合安全要求。

润滑和密封设计

因为

1. $dn_1 = 11200$
2. $dn_2 = 4413.6$
3. $dn_3 = 2536.2$

$\min[dn] < 16 \times 10^4$ 所以选取脂润滑

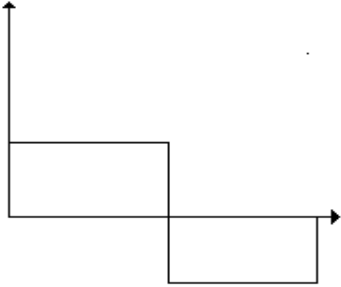
箱体设计

$\delta = 8, \delta_1 = 8, b = 12, b_1 = 12, b_2 = 20, m = 6.8, m = 6.8, n = 6, d_1 = 16, d_2 = 10, d_3 = 8$

$n = 4, D_2 = 160, d_4 = 6, C_1 = 22\text{mm}, C_2 = 20\text{mm}, R_1 = 20, l_1 = 48\text{mm}$

低速轴的校核

轴的弯矩图 T



$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \times 783.97}{209.73} = 7.475 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F_r = \frac{F_t \tan \alpha_n}{\cos \beta} = 2816 \text{ N}$$

$$F_a = F_t \tan \beta = 2003 \text{ N}$$

$$M_v = F_r \times d = 1144 \text{ Nm}$$

$$M_h = F_a \times d = 813 \text{ Nm}$$

$$M = \sqrt{M_v^2 + M_h^2} = 1403 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{ca} = \sqrt{\left(\frac{M}{W}\right)^2 + 4\left(\frac{\alpha T}{2W}\right)^2} = \sqrt{\frac{M^2 + (\alpha T)^2}{W}} \leq [\sigma_{-1}]$$

$$\sigma_{ca} = \sqrt{\frac{1403^2 + (20 \times 783.97)^2}{0.1 \times 0.063^3}} = 2583133 \text{ Pa} \approx 2.5 \text{ MPa} < 60 \text{ MPa}$$

合格

键的校核

1. 低速轴——联轴器键

$$\delta_p = \frac{2T \times 10^3}{kld} \leq [\delta_p]$$

$$\delta_p = \frac{2 \times 783.97 \times 10^3}{3.8 \times 10^{-3} \times 80 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-3}} = 103 \text{ MPa} < 120 \text{ MPa}$$

2. 低速轴——齿轮轴

合格

$$\delta_p = \frac{2 \times 783.97 \times 10^3}{4.4 \times 10^{-3} \times 56 \times 10^{-3} \times 63 \times 10^{-3}} = 101 \text{MPa} < 120 \text{MPa}$$

轴承的校核

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{5.233}{35.5} = 0.1474$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{5233}{7361} = 0.71 > e$$

$$P = 1.2(0.44 \times 2816 + 1.47 \times 2003) = 5020 \text{N}$$

$$L_h = \frac{10^6}{60n_m} \cdot \left(\frac{C}{P_m}\right)^\epsilon = \frac{10^6}{60 \times 43} \cdot \left(\frac{35.5}{5.020}\right)^3 = 137073 \text{H} \Rightarrow 28 \text{年} > 8 \text{年}$$

油面校核

最大浸油深度 > 低速齿 $\frac{1}{6}$

合格

合格

个人心得

这次的机械设计我学到了很多以前在书本没有学到的东西，知识有了较大的提升，特别是各种标准件之间的配合和迁就。真用铅笔来做图真的很困难，怪不得大家都喜欢 CAD。以前我小看了合作教育的减速机厂的各位员工和工程师，我真觉得羞愧。

参看书目

1. 机械设计. [机械设计] 濮良贵, 纪名刚主编
高等教育出版社 2006 年第 8 版
2. 课程设计. [机械设计, 机械设计基础课程设计] 王昆, 何小柏, 汪信远主编
高等教育出版社 1995 年 12 月第 1 版
3. [机械设计课程设计图册] 潘桂义, 潘沛霖, 陈秀, 严国良编
高等教育出版社 1989 年 5 月第 3 版
4. [机械原理 机械设计实验和课程设计] 郑康元编
上海工程技术大学