

上海大学

一、原始数据

输送机方案 F3 主要设计参数:

运输带工作拉力 $F = 6500 \text{ N}$

运输带工作速度 $V = 0.87 \text{ m/s}$

滚筒直径 $D = 350 \text{ mm}$

二、电动机的选择

查机械设计课程设计手册 第2版 从附录表 1-16 得: 效率 $\eta = 0.96$

$\eta_{\text{轴}} = 0.95$, $\eta_{\text{带}} = 0.99$, $\eta_{\text{总}} = 0.97$, $\eta_{\text{取}} = 0.992$

$\eta_{\text{总}} = \eta_{\text{轴}} \cdot \eta_{\text{带}} \cdot \eta_{\text{取}} = 0.992$

$= 0.95 \times (0.97) \times 0.992 \times (0.99) \times 0.96 = 0.912$

所需功率: $P_d = \frac{P_n}{\eta_{\text{总}}} = \frac{F \cdot V}{1000 \times 0.912} = 6.75 \text{ kW}$

滚筒转速 $n_d = \frac{60 \times 1000 \times V}{\pi D} = \frac{60 \times 1000 \times 0.87}{\pi \times 350} = 46.38 \text{ r/min}$

按表 1-9 推荐的传动比常用范围, 取 V 带传动比 $i_{\text{带}} = 2 \sim 4$, 两级圆柱齿轮传动比 $i_{\text{总}} = 3 \sim 5$, 总传动比范围为 $i_{\text{总}} = i_{\text{带}} \cdot i_{\text{齿}} = 6 \sim 20$

电动机转速 $n_d = i_{\text{总}} \cdot n_d = (6 \sim 20) \times 46.38 = 278.08 \sim 927.6 \text{ r/min}$

符合这一范围的电动机同步转速有 1000 r/min , 1500 r/min 查表 2-1 得 1000 r/min , 1500 r/min 两种方案比较

上海大学

表 1 电动机数据对比表

方案	电动机型号	额定功率 P_n (kW)	额定转速 n_n (r/min)	同步转速 n_s (r/min)	总传动比 $i_{\text{总}}$
1	Y160M-6	7.5	970	1000	5.129
2	Y160M-4	7.5	1440	1500	8.0

综合考虑电动机价格和传动装置尺寸及环境条件, 现选方案 2, 其满载转速 $n_n = 1440 \text{ r/min}$, 额定功率 $P_n = 7.5 \text{ kW}$

由表 2-3 查得: 电动机的机座中心高: $H = 132 \text{ mm}$

电动机的轴伸直径: $D = 78 \text{ mm}$

电动机的轴伸长度: $E = 80 \text{ mm}$

三、传动比的计算

总传动比: $i_{\text{总}} = \frac{n_s}{n_n} = \frac{1500}{1440} = 1.042$

若取 $i_{\text{带}} = 3$, 则取圆柱齿轮传动比 $i_{\text{齿}} = 2$, 则总传动比 $i_{\text{总}} = 6$

$i_{\text{带}} = \frac{n_s}{n_n} = \frac{1500}{1440} = 1.042$

为使两级圆柱齿轮减速装置采用油浸式, 并使两对大齿轮直径相近, 取

高速级传动比 $i_{12} = \sqrt[3]{i_{\text{齿}}} = \sqrt[3]{2} = 1.26$

低速级传动比 $i_{23} = \frac{i_{\text{齿}}}{i_{12}} = \frac{2}{1.26} = 1.587$

传动系统各传动比分别为:

$i_{12} = 1.26$, $i_{23} = 1.587$, $i_{\text{带}} = 3$, $i_{\text{总}} = 6$

上海大学

四、传动装置运动及动力参数的计算

4.1 计算各轴转速

取电动机轴为 0 轴, 减速器高速轴为 1 轴, 中间轴为 2 轴, 低速轴为 3 轴, 带式输送机滚筒轴为 4 轴

各轴转速: $n_0 = n_n = 1440 \text{ r/min}$

$n_1 = \frac{n_0}{i_{\text{带}}} = \frac{1440}{3} = 480 \text{ r/min}$

$n_2 = \frac{n_1}{i_{12}} = \frac{480}{1.26} = 380.95 \text{ r/min}$

$n_3 = \frac{n_2}{i_{23}} = \frac{380.95}{1.587} = 240.05 \text{ r/min}$

$n_4 = n_3 = 240.05 \text{ r/min}$

4.2 计算各轴功率

$P_0 = P_d = 6.75 \text{ kW}$

$P_1 = P_0 \cdot \eta_{\text{带}} = 6.75 \times 0.99 = 6.68 \text{ kW}$

$P_2 = P_1 \cdot \eta_{12} = 6.68 \times 0.99 \times 0.97 = 6.41 \text{ kW}$

$P_3 = P_2 \cdot \eta_{23} = 6.41 \times 0.99 \times 0.97 = 6.22 \text{ kW}$

$P_4 = P_3 \cdot \eta_{\text{取}} = 6.22 \times 0.99 \times 0.992 = 6.18 \text{ kW}$

4.3 计算各轴转矩

$T_0 = 9550 \times \frac{P_0}{n_0} = 9550 \times \frac{6.75}{1440} = 44.77 \text{ N·m}$

$T_1 = 9550 \times \frac{P_1}{n_1} = 9550 \times \frac{6.68}{480} = 130.07 \text{ N·m}$

$T_2 = 9550 \times \frac{P_2}{n_2} = 9550 \times \frac{6.41}{380.95} = 155.12 \text{ N·m}$

地址: 上大路 99 号

邮编: 200444

上海大学

$T_3 = 9550 \times \frac{P_3}{n_3} = 9550 \times \frac{6.22}{240.05} = 247.5 \text{ N·m}$

$T_4 = 9550 \times \frac{P_4}{n_4} = 9550 \times \frac{6.18}{240.05} = 244.8 \text{ N·m}$

表 2 各轴的传动及动力参数

轴号	功率 P (kW)	转速 n (r/min)	转矩 T (N·m)	传动比 i	效率 η
0	6.75	1440	44.77	3	0.99
I	6.68	480	130.07	4.172	0.96
II	6.41	380.95	155.12	3.172	0.96
III	6.22	240.05	247.5	1	0.99
IV	6.18	240.05	244.8		

五、减速器外传动零件的设计——带传动的设计计算

5.1 计算设计功率 P_{ca}

由于载荷变动较大, 每天两班制工作, 查表 5-1, 取使用系数 $K_A = 1.2$

$P_{ca} = K_A P_d = 1.2 \times 6.75 = 8.1 \text{ kW}$

5.2 选择 V 带的型号

根据 $P_{ca} = 8.1 \text{ kW}$, $n_1 = 480 \text{ r/min}$, 查图 5-1, 选用 A 型 V 带

5.3 确定带轮的基准直径 d_d 及计算带速

由表 5-2 查 5-4 并查图 5-1, 取小带轮的基准直径 $d_{d1} = 125 \text{ mm}$

计算带速 $v = \frac{\pi d_{d1} n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 125 \times 480}{60 \times 1000} = 3.14 \text{ m/s}$

$v < 5 \text{ m/s}$ 属低速带传动

地址: 上大路 99 号

邮编: 200444

上海大学

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = K_A K_V K_{11P} = 1 \times 1.0 \times 1.529 = 1.529$
 (1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$ 与 \$K_{11P}\$ 的分度图
 (2) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$ 与 \$K_{11P}\$ 的分度图

$d_{11} = d_{11} \sqrt{K_{11}} = \frac{1.529}{1.71} \sqrt{1.529} = 1.03$
 $d_{11} = 1.03$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

6.3 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

地址：上大路 99 号 邮编：200444

上海大学

① 计算 \$Y_{11} K_{11}\$
 $Y_{11} K_{11} = \frac{2.51 \times 1.529}{1.71} = 2.217$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

地址：上大路 99 号 邮编：200444

上海大学

$M_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$
 $M_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$
 $M_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

地址：上大路 99 号 邮编：200444

上海大学

$K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

(1) 计算实际荷载作用数 \$K_{11}\$
 $K_{11} = \frac{1.529}{1.71} = 0.894$

地址：上大路 99 号 邮编：200444

上海大学

轴测图投影法

 $\pi = 3.14$

6.4 几何作图

(1) 计算点坐标

$$\begin{aligned} d_1 &= 2r_1 = 2 \times 25 = 50 \text{ mm} \\ d_2 &= 2r_2 = 2 \times 25 = 50 \text{ mm} \\ r_1 &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

(2) 计算中心距

$$\begin{aligned} a &= \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{50 + 50}{2} = 50 \text{ mm} \\ a &= \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{50 + 50}{2} = 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

将中心距调整为 100 mm

(3) 按图 6.4.1 中各点坐标作图

$$\beta = \arccos \frac{d_2 \cos \alpha}{a} = \arccos \frac{50 \cos 30^\circ}{100} = 11.25^\circ$$

因 11 度角太小, 故改用 15 度角作图

(4) 计算点坐标

$$d_1 = 2r_1 = 2 \times 25 = 50 \text{ mm}$$

$$d_2 = 66 \text{ mm}, \text{ 而 } d_2 = (2r_2 + d_1) = 71 \text{ mm}, \text{ 故 } d_2 = 66 \text{ mm}$$

(5) 计算点坐标

$$d_{01} = d_1 + 2r_1 = (25 + 25) \times 2 = 100 \text{ mm}$$

$$d_{02} = d_2 + 2r_2 = (66 + 25) \times 2 = 202 \text{ mm}$$

17

上海大学

(1) 计算点坐标 $d_1 = (2r_1 + d_2) \times 2 = (25 + 66) \times 2 = 182 \text{ mm}$ (2) 计算点坐标 $d_2 = \frac{d_1}{2} = \frac{182}{2} = 91 \text{ mm}$ (3) 计算点坐标 $d_3 = d_2 + d_1 = 91 + 91 = 182 \text{ mm}$ (4) 计算点坐标 $d_4 = (d_2 + d_1) \times 2 = (91 + 91) \times 2 = 364 \text{ mm}$

(5) 计算点坐标

$$d_1 = d_2 + d_3 = 91 + 91 = 182 \text{ mm}$$

$$d_2 = d_1 - d_3 = 182 - 91 = 91 \text{ mm}$$

6.5 主要设计结论

总长 $L = 120 \text{ mm}$, 总宽 $B = 20 \text{ mm}$, 总高 $H = 15 \text{ mm}$

中: $r_1 = 25 \text{ mm}$, $r_2 = 25 \text{ mm}$, $r_3 = 25 \text{ mm}$, 本图按图 6.4.1 中各点坐标作图, 大齿轮用 11 度角, 小齿轮用 15 度角, 在轮齿根部用 15 度角, 所以采用 15 度角作图, 大齿轮用 15 度角作图。