

回转窑双传动液压驱动系统设计的探讨

回转窑双传动液压驱动系统，由两套小齿轮装置带动大齿轮转动。每个小齿轮装置为双出轴，每个出轴端连一个液压马达，共四台液压马达，四台液压泵。要求四台液压马达同步运转。笔者参考 $\phi 6.1 \times 40\text{m}$ 回转窑双传动液压驱动系统的设计参数的选择，探讨回转窑双传动液压驱动系统的设计。

一、 $\phi 6.1 \times 40\text{m}$ 回转窑技术参数

二、 $\phi 6.1 \times 40\text{m}$ 回转窑功率计算

1. 应用经验公式计算

$$W=0.03n0.75Dr3L \quad (1)$$

式中：W——窑驱动功率，kw；

n——窑转速，r/min；

Dr——窑筒体有效内径，m；

L——窑筒体有效长度，m。设窑筒体耐火砖厚度 $\delta=200\text{mm}$ 。则 $Dr=D-2\delta=6.1-2 \times 0.2=5.7\text{m}$

式中：D——窑筒体内径，m。 $W=0.03 \times (0.45 \sim 1.35) 0.75 \times 5.73 \times 40$

$$= (120 \sim 277.78) \text{ kw}$$

2. 应用简易公式计算 $W=KD2.5Ln \quad (2)$

式中：K——系数， $K=0.045 \sim 0.048$ ，取 $K=0.048$ 。 $W=0.48 \times 6.12.5 \times 40 \times (0.45 \sim 1.35)$

$$= (79 \sim 238.2) \text{ kw}$$

三、窑驱动转矩的计算

$$M_{\text{额}}=9550W_{\text{额}}/n \quad (3)$$

式中： $M_{\text{额}}$ ——窑额定转矩，N.m； $W_{\text{额}}$ ——窑额定功率，kw，取公式(1)计算结果的上限， $W_{\text{额}}=277.78\text{kw}$ 。

$M_{\text{额}}=9550 \times 277.78 / 1.0 = 2645350 \text{ N.m}$ 取 n 为正常转速。 $n=1.0\text{r/min}$ 。作用在每个小齿轮装置上的转矩： $M_{\text{小}}$

$$M_{\text{小}}=2645350 / 2 \times 10.667 = 123996 \text{ N.m}。$$

四 液压驱动系统液压马达的参数设计计算

1. 液压马达转矩的计算

每个小齿轮由两个液压马达对称布置驱动，则每个液压马达的转矩为小齿轮转矩一半。 $M_{\text{液}}=M_{\text{小}}/2=123996/2=61998 \text{ N.m}$ 每个液压马达的总转矩： $M=M_{\text{液}}+M_{\text{m}}+M_{\text{b}}+M_{\text{g}} \quad (4)$

式中： $M_{\text{液}}$ ——液压马达的运转转矩，N.m；

M_{m} ——液压马达的磨擦阻力矩，N.m；

M_{b} ——背压阻力矩，N.m；

M_{g} ——惯性阻力矩，N.m。 M_{m} 近似取 $0.1M_{\text{液}}$ ，即 $M_{\text{m}}=0.1 \times 61998=6199.8 \text{ N.m}$ 。 $M_{\text{b}}=1.59 \times P_{\text{b}} \times q \times 10^{-7} \quad (5)$

式中： P_{b} ——液压马达的背压，Pa，取 $P_{\text{b}}=1\text{MP}$ ； q ——液压马达的排量， mmL/r 。 $M_{\text{b}}=1.59 \times 1 \times 106 \times 10^{-7} q = 0.159q$

N.m $M_{\text{g}}=0$ ，因为窑体转数较慢，故惯性忽略。 $M=61998+6199.8+0.159 \times q = 68197.8+0.159 \times q \text{ N.m}$ 。

2. 液压马达工作压力和排量计算

本系统工作压力选用 25MP ，扣除 1MP 的系统阻力损失，因而液压马达工作压力为 24MP 。

由液压马达总转矩计算公式

$$M_{\text{总}}=1.59 \times P \times q \times 10^{-7} \quad (6)$$

式中： $M_{\text{总}}$ ——液压马达工作总转矩，N.m；P——液压马达的工作压力，Pa。得：

$$1.59 \times P \times q \times 10^{-7} = 68197.8 + 0.159 \times q$$

$$0.159 \times 24 \times q = 68197.8 + 0.159 \times q$$

$$q = 68197.8 / 0.159 \times 23 = 18648 \text{ mmL/r}$$

$M_{总}=0.159 \times 24 \times 18648 = 71160.7 \text{ N.m}$

窑的启动转矩为运转转矩的 2.4 倍。则液压马达的最大输出转矩为 $2.4 \times 71160.7 = 170785 \text{ N.m}$ 。

3. 液压马达需油量的计算

液压马达的需油量于液压马达的转速有关。根据要求液压马达最低转速 $N_{min} = 0.45 \times 10.667 = 4.8 \text{ r/min}$ 。最高转速 $N_{max} = 1.35 \times 10.667 = 14.4 \text{ r/min}$ 。液压马达的需油量： $Q = qN$ (7)

式中： Q ——液压马达需油量，L/min； N ——液压马达转速，r/min。液压马达最小需油量： $Q_{min} = 18.648 \times 4.8 = 89.28 \text{ L/min}$ 液压马达最大需油量： $Q_{max} = 18.648 \times 14.4 = 267.84 \text{ L/min}$ 。

五、液压泵有关参数的计算

1 液压泵的供油量： $Q_b = KQ$ (8)

式中： Q_b ——液压泵的供油量，L/min； K ——系数， $K = (1.05 \sim 1.1)$ 。 $Q_{b \min} = 1.05 \times 89.28 = 93.74 \text{ L/min}$ 。 $Q_{b \max} = 1.05 \times 267.84 = 281.23 \text{ L/min}$ 。

2 液压泵功率计算

每台油泵由一台电机带动，则 $N_b = Q_b P_b / 106 \times 60 \times \eta$ (9)

式中： N_b ——液压泵功率，kw； P_b ——泵的工作压力，Pa，取 $P_b = 25 \text{ MP}$ 。 η ——泵的总效率，取 $\eta = 0.8$ 。 $N_{b \min} = 25 \times 106 \times 93.744 / 106 \times 0.8 \times 60 = 48.43 \text{ kw}$ 。 $N_{b \max} = 25 \times 106 \times 281.23 / 106 \times 0.8 \times 60 = 146.47 \text{ kw}$ 。

六、 $\phi 6.1 \times 40 \text{ m}$ 窑液压驱动系统选择参数和笔者计算选择参数对比

七 结论

1. 笔者计算的参数与实际设计的参数多数是贴近的。2. 工作压力的大小与液压系统的转矩，流量，功率成正比，所以在工作压力的选择上应力求切合实际，不能盲目加大，否则系统在运转中是不经济的。