

等弯矩多柱塞平台的设计

董林福 连永祥
(沈阳化工学院 110021)

多柱塞平台是大型平板硫化机的关键部件,它承受着大型平板硫化机数十吨的重力,因而体积庞大,受力复杂。因此,使多柱塞平台受力合理,对减小其体积、降低制造成本,有着重要意义。本文根据多柱塞平台的受力特点,从各柱塞所受弯矩相等的角度出发,推导出了柱塞间距和悬边长度之间的关系及弯矩的大小。

1 受力分析

平台一般设计成等截面梁,浮动放在各柱塞支座上,泵站所提供的工作液压力作用到每个柱塞上,通过柱塞给平台加压。为使平台上面获得均匀分布的载荷,柱塞一般都设计成等径,各柱塞等间距排列,这样每个柱塞对平台的作用力是相等的,其大小由泵站调节。设每个柱塞对平台的作用力为 p ,平台上面所获得的均匀分布载荷为 q ,则多柱塞平台载荷及其受力简化模型如图 1 和 2 所示。

2 平台的等弯矩布置

平台的等弯矩布置是在不违背平台上面获得均匀分布载荷的前提下进行推导的。

令

$$l/l_1=a \tag{1}$$

现按等弯矩布置推导 a 的值。根据前面的受力分析,因为各柱塞对平台的作用力均为已知,且相等可调,所以平台上面所获得的均匀分布载荷 q 、每个柱塞的作用力 p 及各柱塞支座所对应的弯矩 $M_1, M_2, \dots, M_i$ 分别为:

$$q=\frac{p(n+1)}{2l_1+nl} \tag{2}$$

$$p=\frac{q(2l_1+nl)}{n+1} \tag{3}$$

$$M_1=-\frac{ql_1^2}{2}$$

$$M_2=pl-\frac{q(l_1+l)^2}{2}$$

⋮

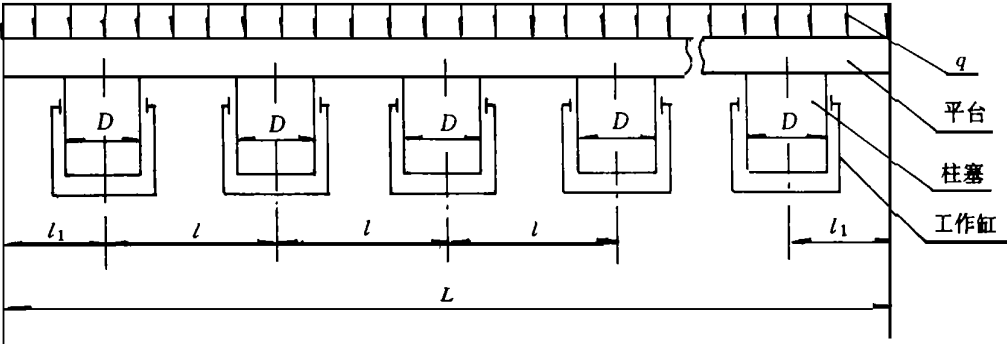


图 1 多柱塞平台载荷图

D —柱塞直径; l —柱塞跨距; l_1 —悬边长度; L —平台总长

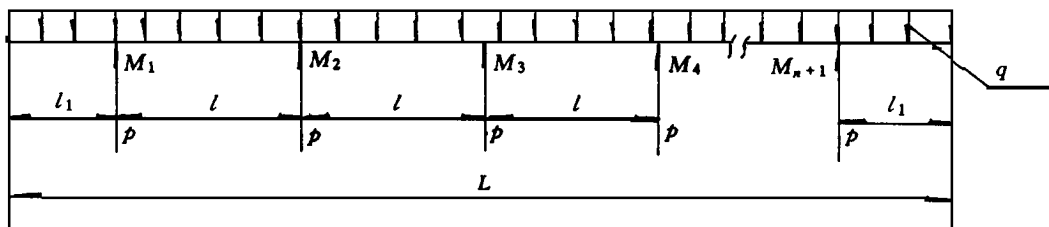


图2 多柱塞平台受力简化模型

 M_i —第 i 个柱塞所受的弯矩

$$M_i = pl[(i-1) + (i-2) + \dots + (i-i)] - \frac{q[l_1 + (i-1)l]^2}{2} \quad (4)$$

式中 n ——柱塞个数; i ——柱塞序号。

将式(1)和(3)代入式(4), 并整理得

$$M_i = \left\{ \frac{2+an}{a(n+1)} [(i-1) + (i-2) + \dots + (i-i)] - \frac{(1+ia-a)^2}{2a^2} \right\} ql^2 = \left[\frac{2+an}{a(n+1)} \cdot \frac{i(i-1)}{2} - \frac{(1+ia-a)^2}{2a^2} \right] ql^2 \quad (5)$$

令

$$k_i = \frac{2+an}{a(n+1)} \cdot \frac{i(i-1)}{2} - \frac{(1+ia-a)^2}{2a^2} \quad (6)$$

则

$$k_{i+1} = \frac{2+an}{a(n+1)} \cdot \frac{(i+1)[(i+1)-1]}{2} - \frac{[1+(i+1)a-a]^2}{2a^2} = \frac{2+an}{a(n+1)} \cdot \frac{i(i+1)}{2} - \frac{(1+ia)^2}{2a^2}$$

得

$$M_i = k_i ql^2$$

$$M_{i+1} = k_{i+1} ql^2 \quad (7)$$

令各柱塞支座所受弯矩相等, 即

$$M_i = M_{i+1}$$

得

$$k_i = k_{i+1}$$

即

$$\frac{2+an}{a(n+1)} \cdot \frac{i(i-1)}{2} - \frac{(1+ia-a)^2}{2a^2} = \frac{2+an}{a(n+1)} \cdot \frac{i(i+1)}{2} - \frac{(1+ia)^2}{2a^2}$$

将此方程整理后, 解方程得

$$a=2$$

将 $a=2$ 代入式(6), 得

$$k_i = \frac{2+2n}{2(n+1)} \cdot \frac{i(i-1)}{2} - \frac{(1+2i-2)^2}{2 \times 2^2} = \frac{i^2-i}{2} - \frac{4i^2-4i+1}{8} = -\frac{1}{8}$$

将 $k_i = -\frac{1}{8}$ 代入式(7), 得

$$M_i = -\frac{1}{8} ql^2 \quad (8)$$

3 结语

由以上推导可知, 任一多柱塞平台, 只要其柱塞等间距布置, 且柱塞间距 l 与悬边长度 l_1 的比值等于 2 时, 则其各柱塞支座所受弯矩相等, 均为 $-\frac{1}{8} ql^2$ 。此结论可供设计多柱塞平台时参考使用。

参考文献

- 1 马占兴, 何月梅. 橡胶机械设计(下册). 北京: 化学工业出版社, 1984. 147~150
- 2 刘鸿文. 材料力学. 北京: 人民教育出版社, 1979. 113~115