

将 $\lambda = \frac{A}{R_e^m}$ $Re = \frac{4Q}{\pi Dv}$ $v = \frac{4Q}{\pi D^2}$ 代入得到列宾宗公式:

$$h_L = \frac{8A}{4^m \pi^{2-m} g} \frac{Q^{2-m} v^m}{D^{5-m}} L$$

令 $\beta = \frac{8A}{4^m \pi^{2-m} g}$, 则得到:

$$h_L = \beta \frac{Q^{2-m} v^m}{D^{5-m}} L$$

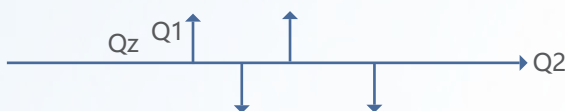
以上两式中, Q 为管线流量, 单位是 m^3/s , v 为油品粘度, 单位是 m^2/s , D 为管线直径, 单位是 m , A, m, β 需要根据不同流态进行确定。由于机坪供油管网油品流态处于水力光滑区, 故 $\beta = 0.0246, m = 0.25$, 机坪供油管网沿程摩阻可简化为:

$$h_L = 0.0246 \frac{Q^{1.75} v^{0.25}}{D^{4.75}} L$$

根据上式可知, 机坪供油管网管线的压降大小与流量 Q 、粘度 v 、管径 D 、长度 L 有关。

4.1.3 机坪流量的分配及压降分析

由于机坪供油管网流量和压力时刻处于动态变化中, 沿途既有通过加油栓分输流量 Q_1 , 也有管网中主管流淌的流量 Q_2 。如图所示:



令 $Q = \alpha Q_1 + Q_2$ 假设每一个加油栓输出流量均相等, 则有 $= nq$ 。

对于管网的第 n 段流量, 有:

$$Q_n = Q_z - (n-1)q$$

根据列宾宗公式, 对于任一段的管路压降, 有:

$$h_{Ln} = 0.0246 \frac{v^{0.25}}{D^{4.75}} l (Q_z - (n-1)q)^{1.75}$$

令 $0.0246 \frac{v^{0.25}}{D^{4.75}} = K$, 则有:

$$h_L = kl \sum_{i=1}^n [Q_z - (n-1)q]^{1.75}$$

令 $x = Q_1/Q_z$, 则有:

$$h_L = kQ_z^{1.75} l \sum_{i=1}^n [1 - (n-1)x/n]^{1.75}$$

将上式进行展开, 取前三项, 并将 n 式相加, 则得:

$$\sum_{i=1}^n \left[1 - \frac{(n-1)x}{n} \right]^{1.75} = \left[1 - \frac{0.88(n-1)x}{n} + \frac{0.11(n-1)(2n-1)x^2}{n^2} \right]$$

管路总压降为:

$$h_L = kQ_z^{1.75} L \left[1 - \frac{0.88(n-1)x}{n} + \frac{0.11(n-1)(2n-1)x^2}{n^2} \right]$$

以 $\alpha Q_1 + Q_2$ 为计算流量时, 有:

$$h_L = k(\alpha Q_1 + Q_2)^{1.75} L = kQ_z^{1.75} L (1 - x + \alpha x)^{1.75}$$

上述两式联立求得:

$$\alpha = \frac{\left[1 - \frac{0.88(n-1)x}{n} + \frac{0.11(n-1)(2n-1)x^2}{n^2} \right]^{1.75} - 1 + x}{x}$$

又知 α 的值在 0.92~1 之间变化, 故有:

$$k(\alpha Q_1 + Q_2)^{1.75} L \leq k(Q_1 + Q_2)^{1.75} L = kQ_z^{1.75} L$$

因此, 确定了主管的最大流量和最远端加油机位, 便可确定机坪供油管网最极端的压降情况。

4.2 计算压降

4.2.1. 管网最大流量的确定和压降计算

一方面, T1 航站楼近机位 74 个、远机位 22 个, T2 航站楼 (含东四、西四指廊) 近机位 82 个、远机位 10 个, 考虑到机场高峰期各航站楼离岗情况较为均衡, 按照机位比例 20% 分配各区域高峰小时流量, 认为 T1、T2 航站楼及周边机位高峰小时加油量各为 1000m³/h, 即东西机坪主管出现的最大流量各为 1000m³/h。

另一方面, 利用 python 程序语言, 对历史加油数据进行处理, 得到历史最高瞬时加油流量及架次分别为 1343.46m³/h, 20 架次。分布在东西机坪, 低于最不利工况下的区域高峰加油量。

为此, 东西机坪供油管网主管最大流量各为 1000m³/h 为最不利情况下的管网流量值。