

论文输入输出实例

计算机科学与技术 专业

研究生 王哲

指导老师 蒋玉明

摘要

关键词：流体力学，计算机并行，平衡点

1 example

1.1 通用数据

表格 1.1 通用数据

变量	数值
管柱的长度 L	$10000ft$
空气中每单位长度管柱平均重量 w_s	$6.5lbm/ft$
内径 r_i	$1.22in$
外径 r_e	$1.438in$
外力 F	$20000lbf$
管柱内液体密度 ρ_i	$15lbm/gal$
环空内液体密度 ρ_e	$7.31lbm/gal$
管柱内加压 P_{is}	$5000Psi$
环空内加压 P_{es}	$1000Psi$
封隔器通径 r_p	$3.25in$
r_d	$\frac{1}{2}(r_e + r_i)$

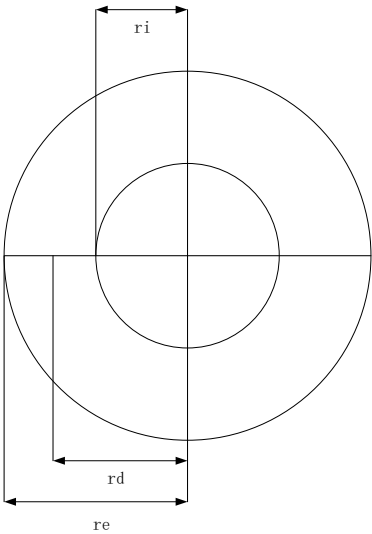


图 1.1 r_i , r_e 和 r_d 示意图

根据表 1.1 可得

$$A_e = \pi r_e^2 = 6.49sq\ in.$$

$$A_i = \pi r_i^2 = 4.68sq\ in.$$

$$A_s = A_e - A_i = 1.81sq\ in.$$

$$A_p = \pi r_p^2 = 8.29sq\ in.$$

表格 1.2 单位转换表

<i>ft</i>	<i>m</i>	$1ft=0.3048m$
<i>in</i>	<i>mm</i>	$1in=25.4mm$
<i>ft</i>	<i>in</i>	$1ft=12in$
lbm^1	<i>kg</i>	$1lbm=0.454kg$
<i>lbf</i>	<i>N</i>	$1lbf=4.45N$
<i>Mpa</i>	<i>Psi</i>	$1Mpa=145Psi$
<i>gal</i>	<i>cu ft.</i>	$1gal=0.1336808cu\ ft.$
<i>Psi</i>	<i>lbs/sq in.</i>	$1Psi=1lbs^2/sq\ in.$

1.2 In the Absence of Fluid and Pressure

轴向应力公式:

$$\sigma_a = \frac{F+F_b-xW_s}{A_s} \quad (1.1)$$

径向应力公式:

$$\sigma_r = -\left[\frac{P_i' r_i^2 - P_e' r_e^2}{r_e^2 - r_i^2}\right] + \left[\frac{P_i' - P_e'}{r_e^2 - r_i^2}\right] \left[\frac{r_e^2 r_i^2}{r_d^2}\right] \quad (1.2)$$

轴向应力公式:

$$\sigma_t = -\left[\frac{P_i' r_i^2 - P_e' r_e^2}{r_e^2 - r_i^2}\right] - \left[\frac{P_i' - P_e'}{r_e^2 - r_i^2}\right] \left[\frac{r_e^2 r_i^2}{r_d^2}\right] \quad (1.3)$$

$$P_i' = P_{is} + \rho_i(L-x) \quad P_e' = P_{es} + \rho_e(L-x)$$

其中, F 为外力, F_b 为浮力, 它们的值都为 0, x 表示到低端的距离。所以, 位于顶部的点 $x=10000ft$, 得出 $\sigma_a = -35912Psi$, $\sigma_r = 0$, $\sigma_t = 0$ 位于底部的点 $x=0$, 得出 $\sigma_a = 0$, $\sigma_r = 0$, $\sigma_t = 0$ 。

中立点公式如下:

$$n = \frac{F}{W_s} \quad (1.4)$$

由于 F 为 0, 所以中立点为 0。

如果 $F=20000lbf$, 此时根据公式 (1.1)(1.2)(1.3), 可得顶端 $\sigma_a = -24862Psi$, $\sigma_r = 0$, $\sigma_t = 0$ 底端 $\sigma_a = 11049.7$, $\sigma_r = 0$, $\sigma_t = 0$ 。根据公式(1.4)可得, $n=3077ft$ 。

1.3 In Fluid Without Pressure

此时液体的密度 $\rho = 9.63lbm/gal$

$$n = \frac{F}{W_s - \rho A_s} \quad (1.5)$$

¹英制重量单位, 一般 lb 是表示力的单位--磅, 也有时表示压力、质量, 通用。为了区别起见, lbm 专门表示质量, lbf 专门表示力。

² lb 的复数是 lbs

$$W = W_s - \rho A_s \quad (1.6)$$

$$F_b = \rho L A_s \quad (1.7)$$

根据上述公式可得 $W=5.595lbm/ft$, $F_b=9050lbf$, $F=0$, 所以 $n=0$, 根据公式 (1.1)(1.2)(1.3), 可得在顶部 $x=10000ft$, $F=0$, $\sigma_a = -30912Psi$, $\sigma_r = 0$, $\sigma_t = 0$ 在底部 $x=0$, $F=0$, $\sigma_a = 5000Psi$, $\sigma_r = 5002.6Psi$, $\sigma_t = 5002.6Psi$ 。

如果 $F=20000lbf$, 此时根据公式 (1.1)(1.2)(1.3), 可得顶端 $\sigma_a = -19862Psi$, $\sigma_r = 0$, $\sigma_t = 0$ 底端 $\sigma_a = 16050Psi$, $\sigma_r = 5002.6Psi$, $\sigma_t = 5002.6Psi$ 。根据公式(1.4)可得, $n=3575ft$ 。

1.4 Sealed in a Packer With Fluid

$\rho_i = 15lbm/gal$, $\rho_e = 7.31lbm/gal$, $A_p = 8.29sq\ in.$

$$F_a = (A_p - A_i)P_i - (A_p - A_e)P_e \quad (1.8)$$

$$W = W_s + \rho_i A_i - \rho_e A_e \quad (1.9)$$

$$F_f = A_p(P_i - P_e) \quad (1.10)$$

公式(1.10)中 F_f 不是一种真正的力, 而是由可以通过公式(1.9)计算出单位长度质量的虚拟单轴系统产生的机械力等效换算而来, Lubinski称之为虚力, 且通过公式(1.10)表示。

$$P_i = P_{is} + \rho_i L \quad P_e = P_{es} + \rho_e L \quad (1.11)$$

$$n = \frac{F_f}{W} \quad (1.12)$$

$$\sigma_a = \frac{F_a - xW_s}{A_s} \quad (1.13)$$

如果管柱密封在一个封隔器中, 允许管柱的摩擦运动, 管柱的内部和外部存放不同的液体或者承受不同的压力。这种浓缩的力量需要一个更广义的方程来计算。这种力量是由Lubinski等人指出的, 被称为实力并且用公式(1.8)来描述。 F_a 并不是浮力, 而是由于压力产生的一种自下而上的实际存在的力。所以在公式(1.1)中用 F_a 来取代浮力计算轴向应力, 变为公式(1.13)。公式(1.13)用来计算没有井底压力限制的封隔器—油管装置的轴向应力。

如果, $P_{is}=0$, $P_{es}=0$ 根据上述公式及公式(1.3), 可得, $w=7.681lbm/ft$, $p_i = 7792Psi$, $P_e = 3797Psi$, $F_a = 21256lbf$, $F_f = 33157lbf$, $n=4317ft$, 在顶端 $x=10000ft$, $P'_i = 0$, $P'_e = 0$, $\sigma_a=-24168Psi$, $\sigma_r = 0$, $\sigma_t = 0$, 在底端 $x=0$, $P'_i = 7792Psi$, $P'_e = 3797Psi$, $\sigma_a=11744Psi$, $\sigma_r = 5550Psi$, $\sigma_t = -18616Psi$ 。

如果 $P_{is}=5000Psi$, $P_{es}=1000Psi$ 。根据上述公式可得 $p_i = 12792Psi$, $P_e = 4797Psi$, $F_a = 37624lbf$, $F_f = 66277lbf$, $n=8630ft$, 在顶端 $x=10000ft$, $P'_i = 5000Psi$, $P'_e = 1000Psi$, $\sigma_a=-15127Psi$, $\sigma_r = 2753Psi$, $\sigma_t = -21439Psi$ 在底端 $x=0$, $P'_i = 12792Psi$, $P'_e = 4797Psi$, $\sigma_a=20787Psi$, $\sigma_r = 8303Psi$, $\sigma_t = -40053Psi$ 。

术语:

σ_a = axial stress, psi (Pa) 轴向应力

σ_r = radial stress, psi (Pa) 径向应力

σ_t = tangential stress, psi (Pa) 切向应力

F = externally applied force (positive if a compression), lbf (N) 施加的外力

F_b = force of buoyancy, lbf (N) 浮力

W_s = average weight in air of the tube per unit length, lbf/in. (g/mm) 空气中的每单位长度的管平均重量

x = distance from the lower end, in. (mm) 到底端的距离

A_s = cross-sectional area of the tubing wall, sq in. (mm²) 管壁的横截面积

P_e = pressure outside the tube at the lower end, psi (Pa) 管柱下端外压

P_i = pressure inside the tube at the lower end, psi (Pa) 管柱下端内压

P'_e = pressure outside the tube at the desired depth, psi (Pa) 管柱期望深度的外压

P'_i = pressure inside the tube at the desired depth, psi (Pa) 管柱期望深度的内压

A_p = area corresponding to packer bore ID, sq in. (mm²)

A_i = area corresponding to tubing ID, sq in. (mm²)

A_e = area corresponding to tubing OD, sq in. (mm²)

F_f = fictitious force in presence of no restraint in the packer, lbf

F_a = actually existing pressure force at the lower end of the tubing subjected to no restraint in the packer, lbf

P_{is} = surface tubing pressure, Psi

P_{es} = surface annulus pressure, Psi

参考文献

[1] DJ Hammerlindl. Basic Fluid and Pressure Forces on Oilwell Tubulars. Journal of Petroleum Technology, 1980, 32(1):153-159

附录

1 公式单位批注

公式(1.1)中 F 和 F_b 单位为 lbf , x 单位为 ft , W_s 单位为 lbm/ft , A_s 的单位应为 $sq\ in$.

公式(1.4)的单位为 lbf , W_s 的单位为 lbm/ft .

公式(1.5)、(1.6)与(1.7)中, F 和 F_b 单位为 lbf , W_s 单位为 lbm/ft , ρ 的单位应该由 lbm/gal 转化为 $lbm/cu\ ft$, A_s 的单位应由 $sq\ in$ 转化为 $sq\ ft$.

公式(1.8), (1.10)中, A_p 、 A_i 、 A_e 的单位为 $sq\ in$. P_i 、 P_e 的单位为 Psi .

公式(1.9)中, W_s 的单位为 lbm/ft , ρ_i 和 ρ_e 的单位应该由 lbm/gal 转化为 $lbm/cu\ ft$, A_i 、 A_e 的单位由 $sq\ in$ 转化为 $sq\ ft$.

公式(1.11)中, P_{is} 和 P_{es} 的单位为 Psi , ρ_i 和 ρ_e 的单位应该由 lbm/gal 转化为 $lbm/cu\ in$. L 的单位应该由 ft 转化为 in .