

中国石油大学华东 1999 年研究生入学考试考题

油气储运专业综合考试

一、填空

- 1、当管线某处发生泄漏时，漏点前流量_____，漏点后流量_____，泄漏点前后各站的进、出站压力_____。
- 2、从“泵到泵”方式工作的输油系统的工作特点是：_____，_____，_____。
- 3、当管线系统的工况发生变化时，调节措施可以从两方面考虑，即_____，_____。
- 4、热油管道的启动方法有三种，它们是：_____，_____，_____。
- 5、多元体系的相特性不同于一元体系，其饱和蒸汽压的大小和_____与_____有关，通常把泡点压力称为该多元混合物的_____。
- 6、电脱水只适用于_____型乳状液，且进入电脱水器中的乳状液含水率要求_____，否则易产生_____现象。
- 7、分离器的工艺计算通常应从_____和_____两方面进行计算。
- 8、某气液两相管路分液相折算系数 $\phi_l^2 = 4$ ，分气相折算系数 $\phi_g^2 = 16$ ，试求管路条件下的洛-马参数 $X =$ _____。
- 9、根据《石油库设计规范》(GBJ74-84)的等级划分，总容量为 15000m^3 的油库为_____级油库。
- 10、按照“石油库储存油品的火灾危险性分类”，闭口闪点为 50°C 的油品是_____类油品。
- 11、油罐利用系数是指_____。
- 12、对于共用栈桥的两条铁路作业线，两作业线中心线之间的距离不宜大于_____m。
- 13、在铁路接卸系统中，若采用下卸设施，则可避免上卸系统在夏季接卸汽油时常常出现的_____问题。
- 14、只能用于水平管路上的疏水阀为_____型疏水阀。
- 15、在考虑蒸发损耗问题时涉及到“回逆呼出”问题。“回逆呼出”是指：_____。
- 16、原油罐发生火灾后，若罐内存在水垫层，则很有可能发生宽馏程油品储罐火灾所特有的_____现象。
- 17、为防止感应雷击，避雷针与被保护储罐呼吸阀之间的水平距离应不小于_____米。
- 18、电阻率处于_____范围的油品，比较容易产生静电危害。

二、某 $\phi 325 \times 7$ 的等温输油管，全长 120km，全线建有两座泵站，采用从“泵到泵”方式输油。每座泵站两台同型号的离心泵并联工作，两座泵站运行时，输量为 $470\text{m}^3/\text{h}$ 。已知全线流态为水力光滑区，单台泵的特性方程为： $H = 550 - 10280Q^{1.75}$ 米 (Q 的单位为 m^3/s)，单泵额定流量为 $280\text{m}^3/\text{h}$ ；首站进站压头为 20 米油柱，站内阻力忽略不计；油品计算粘度 $\nu = 4.2 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ；管道纵断面数据如下：

里程 (km)	0	20	40	60	80	105	120
高程 (km)	20	37.5	30	55.6	82.5	140	30.4

如果第二站因故障停运，

- ① 计算管道输量比两座泵站运行时下降多少？

② 为了使泵在高效区工作, 应采取什么措施?

三、一条 $\phi 529 \times 7$ 的埋地热油管道, 最长的加热站间距为 70km, 最短的为 55km, 管道允许的最低进站油温为 30°C , 最高出站油温为 65°C , 油品平均比热 $c=2200\text{J/Kg}^{\circ}\text{C}$, 沿线地温 $T_0=5^{\circ}\text{C}$, 总传热系数 $K=2\text{W/m}^2\text{C}$, 沥青防腐层厚 6mm, 管道中流态为水力光滑区, 不考虑摩擦热的影响。

① 计算该管道的允许最小输量 G_{\min} ;

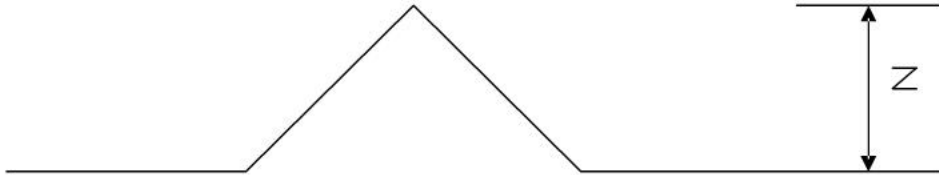
③ 设管道年输量为 800 万吨, 维持进站油温 $T_z=35^{\circ}\text{C}$ 不变运行, 油品平均密度 $\rho=850\text{kg/m}^3$,

油品粘温关系为 $\nu = 5.3 \times 10^{-6} e^{-0.036(T-65)} \text{m}^2/\text{s}$, 年工作天数按 350 天计算。试用平均

温度法计算站间距为 70km 的加热站间的摩阻损失。

四、一次分离分出的天然气所含重组分较多级分离分出的天然气所含重组分得多, 但多级分离所得原油的密度反而较一次分离小。试解释原因。

五、如图某油气混输管道高差 $Z=1.0\text{m}$, 在管路平均温度和压力下 $\rho_0=860\text{kg/m}^3$, $\rho_g=6.3\text{kg/m}^3$ 。上坡段 $\beta=0.6$, $H_f=0.7$, 下坡段 $\beta=0.2$, $H_f=0.1$ 。试求爬坡管路断的静压损失及下坡段所回收的能量。



六、某中转兼分配油库经营多种油品, 其中 70#车用汽油的年度周转量为 70000 吨。油品密度为 0.73, 油品饱和蒸汽压为 375mmHg, 油品粘度为 $4.5 \times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ 。油库周转系数取 8, 油罐利用系数取 0.95。试确定:

(1) 若只有 3000m^3 的拱顶罐 (理论容量为 3300m^3) 可供选用, 那么应当为 70#车用汽油设置几个油罐?

(2) 该油库采用离心泵将铁路油罐车内的汽油接卸到储油罐内, 泵样本上给出的该泵的允许吸入真空度为 6m。若当地大气压为 750mmHg; 油罐车内最高液位标高 7.6m, 油罐车罐底标高为 3.0m; 储油罐可能出现的最高、最低液位标高分别为 32m、20m; 那么, 泵的允许最大安装标高 Z_0 是多少?(吸入最困难工况下, 泵入口流速为 3m/s, 吸入管路摩阻为 4m。)

七、某油库有且仅有 5000m^3 拱顶罐 (直径为 23m) 4 座, 储存 93#汽油。拟定采用固定式泡沫灭火系统, 以及采用固定式环形冷却管冷却系统。经计算得知, 若某一油罐着火, 则另外三座油罐均需按照邻近罐考虑进行冷却。

已知: 泡沫供给强度为 $8 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{sm}^2$, 着火罐及邻近罐冷却水供给强度均为 $5 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{sm}^2$; 一次灭火泡沫连续供给时间为 30 分钟, 着火罐及邻近罐冷却时间按 6 小时计; 泡沫液为 6% 型低倍数泡沫液。试确定:

(1) 每个储罐需配置 PC16 型泡沫产生器 (泡沫产生能力为 $0.1\text{m}^3/\text{s}$, 混合液流量 $1.6 \times 10^{-2}\text{m}^3/\text{s}$) 多少个? 该油库需配置 PH32 型比例混合器 (混和液最大输出量 $3.2 \times 10^{-2}\text{m}^3/\text{s}$) 多少个?

(2) 上述配置中, 不考虑扑救流散火焰, 则一次扑灭战斗需要清水多少立方米?

1999 年参考答案

一、填空题答案

1、增大、减小、降低; 2、各站的输量相等、各站的进出口压力相互直接影响; 3、改变泵站工作特性、改变管路工作特性; 4、冷管直接启动、预热启动、加稀释剂或降凝剂启动; 5、温度、汽化率、真实蒸汽压; 6、油包水或 W/O、小于 30%、电分散; 7、气体

中分出油滴、从原油中分出气泡；8、2；9、二；10、乙；11、油罐储存容量与计算容量（或称理论容量、名义容量）的比值；12、6；13、汽阻断流；14、机械；15、油罐发油后，由于吸入的空气被油蒸气饱和而引起的向罐外呼气现象；16、沸溢；17、3；18、 $10^{10} \sim 10^{12} \Omega \cdot m$ 。

二、解：①管道内径为： $d = 325 - 2 \times 7 = 311 \text{ mm} = 0.311 \text{ m}$ ；

单位输量的水力坡降为： $f = 0.0246 \frac{v^{0.25}}{d^{4.75}} = \frac{(4.2 \times 10^{-6})^{0.25}}{0.311^{4.75}} = 0.2858$ ；

泵站特性为： $H_c = A - BQ^{1.75} = 550 - \frac{10280}{2^{1.75}} Q^{1.75} = 550 - 3056.3Q^{1.75}$ ；

根据管道纵断面数据，第二站停运后，只有 105km 处可能是翻越点，因此，应首先判别管道有无翻越点。翻越点可采用两种方法判别。

方法一：分别按终点和 105km 处计算管道输量，若前者大于后者，则 105km 处为翻越点，否则无翻越点。两个输量中的最小者即为管道输量。

按终点计算输量：

$$Q_1 = \sqrt[1.75]{\frac{A + H_{s1} - \Delta Z}{B + fL}} = \sqrt[1.75]{\frac{550 + 20 - (30.4 - 20)}{3056.3 + 0.2858 \times 120 \times 10^3}} = 0.09067 \text{ m}^3 / \text{s} = 326.4 \text{ m}^3 / \text{h} ;$$

按 105km 处计算输量：

$$Q_2 = \sqrt[1.75]{\frac{A + H_{s1} - \Delta Z}{B + fL}} = \sqrt[1.75]{\frac{550 + 20 - (140 - 20)}{3056.3 + 0.2858 \times 105 \times 10^3}} = 0.08527 \text{ m}^3 / \text{s} = 309.0 \text{ m}^3 / \text{h} ;$$

$Q_1 > Q_2$ ，所以，105km 处为翻越点，管道输量为 $309.0 \text{ m}^3 / \text{h}$ 。

方法二：先按终点计算输量，然后分别计算从起点到终点和到 105km 处所需的总压头，通过比较总压头确定翻越点。

按终点计算输量：

$$Q_1 = \sqrt[1.75]{\frac{A + H_{s1} - \Delta Z}{B + fL}} = \sqrt[1.75]{\frac{550 + 20 - (30.4 - 20)}{3056.3 + 0.2858 \times 120 \times 10^3}} = 0.09067 \text{ m}^3 / \text{s} = 326.4 \text{ m}^3 / \text{h} ;$$

水力坡降为：

$$i = 0.0246 \frac{Q_1^{1.75} v^{0.25}}{d^{4.75}} = 0.0246 \frac{0.09067^{1.75} \times (4.2 \times 10^{-6})^{0.25}}{0.311^{4.75}} = 0.00428 \text{ m} / \text{m} = 4.28 \text{ m} / \text{km} ;$$

从起点到终点所需的总压头为： $H_1 = iL + \Delta Z = 4.28 \times 120 + (30.4 - 20) = 524 \text{ m}$ ；

从起点到 105km 处所需的总压头为： $H_2 = iL + \Delta Z = 4.28 \times 105 + (140 - 20) = 569.4 \text{ m}$ ；

$H_2 > H_1$ ，所以 105km 处为翻越点，应按该点计算管道流量。

管道输量为：

$$Q = \sqrt[1.75]{\frac{A + H_{s1} - \Delta Z}{B + fL}} = \sqrt[1.75]{\frac{550 + 20 - (140 - 20)}{3056.3 + 0.2858 \times 105 \times 10^3}} = 0.08527 \text{ m}^3 / \text{s} = 309.0 \text{ m}^3 / \text{h} ;$$

则第二站停运后，管道输量下降的百分数为： $\frac{470-309.0}{470} = 0.343 = 34.3\%$ 。

②由于管道输量降为 $309\text{m}^3/\text{h}$ ，而单台泵的额定流量为 $280\text{m}^3/\text{h}$ ，所以为了使泵在高效区工作，首站应停开一台输油泵。

三、解：①由于沿线地温和总传热系数相同，故站间距最长的站间的允许最小输量即为管道的允许最小输量。管道的计算外径为 $D=529+2\times6=541\text{mm}=0.541\text{m}$ ；

管道允许的最小输量为：

$$G_{\min} = \frac{K\pi DL_{R\max}}{C \ln \frac{T_{R\max} - T_0}{T_{Z\min} - T_0}} = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.541 \times 70 \times 10^3}{2200 \ln \frac{65-5}{30-5}} = 123.54 \text{kg/s} = 444.7 \text{t/h} ;$$

$$\text{②管道质量流量为：} G = \frac{800 \times 10^7}{350 \times 24 \times 3600} = 264.6 \text{kg/s} ;$$

管道的体积流量为： $Q = G / \rho = 264.6 / 850 = 0.3112 \text{m}^3 / \text{s} ;$

加热站出站油温为：

$$T_R = T_0 + (T_Z - T_0) \exp\left(\frac{K\pi D}{GC} L_R\right) = 5 + (35 - 5) \exp\left(\frac{2 \times 3.1416 \times 0.541}{264.6 \times 2200} \times 70 \times 10^3\right) = 50.1^\circ\text{C} ;$$

$$\text{站间平均油温为：} T_{pj} = \frac{1}{3} (T_R + 2T_Z) = \frac{1}{3} (50.1 + 2 \times 35) = 40.0^\circ\text{C} ;$$

$$\text{油品平均粘度为：} \nu = 5.3 \times 10^{-6} e^{-0.036(T_{pj}-65)} = 5.3 \times 10^{-6} e^{-0.036(40-65)} = 13.04 \times 10^{-6} \text{m}^2 / \text{s} ;$$

管道内径为： $d=529-2\times7=515\text{mm}=0.515\text{m}$ ；

70km 长的站间的摩阻为：

$$H_R = 0.0246 \frac{Q_1^{1.75} \nu^{0.25}}{d^{4.75}} L_R = 0.0246 \frac{0.3112^{1.75} \times (13.04 \times 10^{-6})^{0.25}}{0.515^{4.75}} \times 70 \times 10^3 = 313.8 \text{m 油柱}。$$

四、解：携带效应：指液相中动量大的轻组分分子撞击动量小的重组分分子，使重组分分子获得能量进入气相的现象。

在一次分离中分离压力低，携带效应产生的机率高，使得一次分离分出的天然气含有较多的重组分分子，所得天然气量多，原油组成不合理，密度大。

在多级分离中，一次分离压力高，不易产生携带效应，重组分分子难以进入气相；在后续的分离过程中，由于体系中轻组分分子大大减少，携带效应发生的机率减小，重组分多留在液相中，多级分离分出的天然气量相对一次分离为少，原油组成更为合理，原油密度小。

五、解：上坡段静压损失：

$$[\rho_0 H_l + \rho_g (1 - H_l)] gz = [860 \times 0.7 + 6.3 \times (1 - 0.7)] \times 9.8 \times 1 = 5918.1 (\text{Pa}) ;$$

下坡段回收能量：

$$[\rho_0 H_l' + \rho_g (1 - H_l')] gz = [860 \times 0.1 + 6.3 \times (1 - 0.1)] \times 9.8 \times 1 = 898.4 (\text{Pa}) 。$$

六、解：(1) 汽油的设计储存量 V_s ：

$$V_s = G / (K \rho \eta) = 70000 / (8 \times 0.73 \times 0.95) = 12617.2 (\text{m}^3) ;$$

今只能选用 3000m^3 的储罐，故： $n = V_s / 3300 = 12617.2 / 3300 = 3.8$ （个）

所以，应当为 70# 车用汽油设置储罐个数 $N=4$ 个。

$$(2) \text{ 当地大气压: } P_d = \rho gh = 13.6 \times 9.8 \times 750 = 1.0 \times 10^5 (P_a);$$

油品饱和蒸汽压 $P_1 = 13.6 \times 9.8 \times 375 = 0.50 \times 10^5 (P_a)$ ；由于油品粘度为 $4.5 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ ，小于 $5.0 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ ，故可用下式将泵样本上给出的泵的允许吸入真空度换算到实际输油工况时的允许吸入真空度：

泵输油时的允许吸入真空度：

$$[H_s]_y = [H_s]_{sh} + (P_d - P_1) / (\rho_y \times g) - 10 = 6 + (1 - 0.5) \times 10^5 / (730 \times 9.8) - 10 = 3.0(m);$$

考虑吸入最困难工况，泵的最大允许安装高度：

$$[H_j] = [H_s]_y - V_1^2 / (2g) - h = 3 - 3^2 / (2 \times 9.8) - 4 = -1.5(m);$$

即，泵入口中心的最大安装标高 Z_0 为：

$$Z_0 = [H_j] + Z_1 = -1.5 + 3 = 1.5(m), \quad (Z_1 \text{ 为泵吸入液面的标高})。$$

七、解：(1) A、泡沫计算耗量： $Q_p = Z_p F = 8 \times 10^{-4} \times 3.14 \times 23^2 / 4 = 0.332(\text{m}^3 / \text{s})$ ；

每个罐所需 PC16 型泡沫产生器数量： $N_c = Q_p / q_c = 0.332 / 0.1 = 3.32 = 4$ （个）；

B、灭火时，着火罐所需泡沫混合液流量为： $Q_h = N_c q_{ch} = 4 \times 0.016 = 0.064(\text{m}^3 / \text{s})$ ；

油库所需 PH32 型比例混合器数量： $N_b = Q_h / q_b = 0.064 / 0.032 = 2$ （个）；

$$(2) \text{ 一次灭火战斗清水用量为 } Q_s: Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3}$$

其中，配置泡沫混合液用水量 Q_{s1} ：

$$Q_{s1} = (1 - m)tQ_h = (1 - 6\%) \times 30 \times 60 \times 0.064 = 108.3(\text{m}^3);$$

冷却着火罐用水量 Q_{s2} ：

采用圆环冷却管，则冷却范围长度 L_1 ： $L_1 = \pi D = 3.14 \times 23 = 72.2(m)$ ；

$$Q_{s2} = Z_s L_1 t_1 = 5 \times 10^{-4} \times 72.2 \times 6 \times 3600 = 779.8(\text{m}^3);$$

冷却邻近罐用水量 Q_{s3} ：

$$Q_{s3} = \sum Z_s L_2 t_1; \text{ 由题设条件可知: } Q_{s3} = 3Q_{s2} = 2339.4(\text{m}^3);$$

故，总用水量为： $Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} = 3227.5(\text{m}^3)$ 。

