

# 采油工程课程设计

## 课程设计任务书

题 目	有杆泵抽油系统设计				
学生姓名	孟祥虎	学号	200705030102	专业班级	石工0710
设计内容 与要求	<p><b>1. 原始数据</b></p> <p>(1) 基础数据</p> <p>井深2146m, 地层压力17MPa, 油藏温度70℃, 饱和压力12MPa, 套管内径140mm, 油管内径62mm, 油管外径73mm, 地面原油相对密度0.856, 地面产出水相对密度1, 标况下天然气相对密度0.7。</p> <p>(2) 生产动态数据</p> <p>体积含水20%, 井底流压6.26MPa, 产油量6t/d。</p> <p><b>2. 设计任务</b></p> <p>(1) 设计数据</p> <p>体积含水50%, 产油量4t/d, 生产气油比87m<sup>3</sup>/t, 油压0.8MPa, 套压0.2MPa。</p> <p>(2) 任务</p> <p>确定泵效最大的机杆泵及其工作参数。</p> <p><b>3. 设计要求</b></p> <p>(1) 通过文献查阅, 进一步完善确定机杆泵及其工作参数的理论依据;</p> <p>(2) 设计成果用A4纸打印。</p>				
起止时间	2009年6月28日至2009年7月11日				
指导教师签名					年 月 日
系(教研室)主任签名					年 月 日
学生签名	孟祥虎	2010年7月10日			

## 目 录

前 言	4
一、设计内容	5
(一) 基础数据	5
(二) 生产动态数据	5
(三) 设计数据	5
(四) 设计内容与步骤	5
二、流入动态预测	6
(一) 根据原始生产动态数据计算采液指数	6
(二) IPR曲线的绘制	7
(三) 由设计数据和IPR曲线计算井底流压和动液面	8
三、工作参数的确定	10
(一) 作充满程度与下泵深度(沉没度)关系曲线	10
(二) 初选下泵深度	12
(三) 由产液量和下泵深度选择抽油机和泵径	13
(四) 确定冲程和冲次	14
(五) 抽油杆柱设计	14
(六) 计算泵效:	19
(七) 产量校核	21
(八) 抽油机校核	22
(九) 结论	23
四、最优泵效与下泵深度选择	23
(一) 由产液量和下泵深度选择抽油机和泵径	24
(二) 确定冲程和冲次	24
(三) 抽油杆柱设计	25
(五) 计算泵效	29
(六) 产量校核	30
(七) 抽油机校核	31
(八) 结论	32
五、总结	33
参考文献	33

## 前言

采油工程是油田开采过程中根据开发目标通过生产井和注入井对油藏采取的各项技术措施的总称。作为一门综合应用学科，它所研究的是可经济有效地作用于油藏，以提高油井产量和原油采收率的各项工程技术措施的理论、工程设计方法及实施技术。有杆泵采油包括游梁式抽油机井有杆泵采油和地面驱动螺杆泵采油，它们都是用抽油杆将地面动力传递给井下泵。前者是将抽油机悬点的往复运动通过抽油杆传递给井下柱塞泵；后者是将井口驱动头的旋转运动通过抽油杆传递给井下螺杆泵。

有杆抽油系统包括油层、井筒流动、机-杆-泵和地面出油管线到油气分离器。有杆抽油系统设计主要是选择机、杆、泵、管以及抽汲参数，并预测其工况指标，使整个系统高效而安全地工作。设计原则是以油藏供液能力为依据，以油藏与抽油设备的协调为基础，最大限度地发挥设备和油藏潜力，使抽油系统高效而安全地工作。有杆泵抽油系统设计是采油工程中的重要组成部分。

本课程设计的主要目的是通过有杆泵抽油系统的原始生产动态数据和设计数据设计来确定合理的下泵深度和最高的泵效；熟练的掌握设计的主要过程、步骤以及所涉及的各个参数的计算。同时该设计包括制作IPR曲线；计算井底流压和动液面；作充满程度与下泵深度关系曲线；初选下泵深度由下泵深度和产液量初选抽油机和泵径；确定冲程和冲次；抽油杆柱设计；计算泵效；产量校核；计算最大最小载荷、曲柄轴扭矩，抽油机校核；确定机杆泵及其工作参数。

进行此次设计可以培养我们正确的设计思想，理论联系实际的工作作风，严肃认真、实事求是的科学态度和勇于探索的创新精神。加深我们对所学课程的理解和掌握，培养我们综合运用所学知识独立分析和解决问题的初步能力。通过课程设计实践，训练并提高我们在查阅资料、理论计算、结构设计、应用标准与规范及计算机应用等方面的能力，进行课程设计必须制定教学大纲，明确课程设计的目的、要求和内容

# 一、设计内容

## （一）基础数据

井深2146m，地层压力17MPa，油藏温度70℃，饱和压力12MPa，套管内径140mm，油管内径62mm，油管外径73mm，地面原油相对密度0.856，地面产出水相对密度1，标况下天然气相对密度0.7。

## （二）生产动态数据

体积含水20%，井底流压6.26MPa，产油量6t/d。

## （三）设计数据

体积含水50%，产油量4t/d，生产气油比87m<sup>3</sup>/t，油压0.8MPa，套压0.2MPa。

## （四）设计内容与步骤

1. 根据原始生产动态数据和设计数据作IPR曲线。
2. 又设计数据和IPR曲线计算井底流压和动液面。
3. 作充满程度与下泵深度（沉没度）关系曲线。
4. 初选下泵深度。
5. 由下泵深度和产液量初选抽油机和泵径。
6. 确定冲程和冲次。
7. 抽油杆柱设计。
8. 计算泵效。
9. 产量校核，不满足时调整冲程和冲次返回第6或4步。
10. 计算最大最小载荷、曲柄轴扭矩，抽油机校核，不满足返回第4步
11. 确定机杆泵及其工作参数

## 二、流入动态预测

油井流入动态是指油井产量与井底流动压力的关系，它反映了油藏向该井供油的能力。表示产量与流压关系的曲线称为流入动态曲线（Inflow Performance Relationship Curve），简称IPR曲线。

### （一）根据原始生产动态数据计算采液指数

采油指数是一个反应油层性质、厚度、流体参数、完井条件及泻油面积等与产量之间的关系的综合指标，其数值等于单位生产压差下的油井产油量，有了采油指数就可以在对油井进行系统分析时预测不同产量时的井底流压，另外还可以研究油层参数

已知： $P_r = 17\text{MPa}$ ,  $P_b = 12\text{MPa}$ ,  $P_{wf(test)} = 6.26\text{ MPa}$ ,  $f_w = 0.2$ ,  $Q(test) = 6\text{t/d}$   
 $r_o = 0.856$ ,  $r_g = 0.7$

$$Q_i = Q_i(test) \frac{1}{r_o} \times \frac{1}{1-f_w} = \frac{6\text{ t/d}}{0.856} \times \frac{1}{1-0.2} = \frac{6}{0.856} \times \frac{5}{4} = 8.76\text{ m}^3\text{ d}$$

因为， $P_{wf(test)} = 6.62\text{ MPa} < P_b = 12\text{MPa} < P_r = 17\text{MPa}$ ，所以，由下式

$$Q_{oil} = Q_b + (Q_{o\max} - Q_b) \left[ 1 - 0.2 \left( \frac{P_{wf(test)}}{P_b} \right) - 0.8 \left( \frac{P_{wf(test)}}{P_b} \right)^2 \right]$$

$$Q_{water} = J_1 [P_r - P_{wf(test)}]$$

$$Q_b = J_1 (P_r - P_b)$$

其中：

$$Q_{o\max} = \frac{J_1 P_b}{1.8} + Q_b$$

因此推出采液指数的表达式为：

$$J_1 = \frac{Q_i(test)}{(1-f_w)(P_r - P_b + \frac{P_b \times A}{1.8}) + f_w(P_r - P_{wf(test)})}$$

$$A = 1 - 0.2\left(\frac{P_{wf(test)}}{P_b}\right) - 0.8\left(\frac{P_{wf(test)}}{P_b}\right)^2$$

上式中:

$Q_{t(test)}$  -----对应流压  $P_{wf(test)}$  时的总产液量; (2-1)

(2-2)



$Q_{oil} \text{ --- } P_{wf(test)}$  下纯油IPR曲线的产油量;

$Q_{water} \text{ --- } P_{wf(test)}$  下水IPR曲线的产水量;  
 $f_w \text{ ---}$  含水率;

$$A = 1 - 0.2\left(\frac{6.26}{12}\right) - 0.8\left(\frac{6.26}{12}\right)^2 = 0.68$$

$$J_1 = \frac{8.76}{[(1-0.2)(17-12 + \frac{12}{18} \times 0.68) + 0.2(17-6.26)]} = 0.897 \text{ m}^3 / (d \cdot MPa)$$

$$Q_b = J_1(P_r - P_b) = 0.897 \times (17 - 12) = 4.485 \text{ m}^3 / d$$

$$Q_{o,max} = Q_b + \frac{J_1 P_b}{18} = 4.485 + \frac{0.897 \times 12}{18} = 10.465 \text{ m}^3 / d$$

## (二) IPR曲线的绘制

Petrobras提出了一种计算三相流动IPR曲线的方法，Petrobras方法计算综合IPR曲线的实质是按含水率取纯油IPR曲线和水IPR曲线的加权平均值。当已知测试点计算采液指数时，可按产量加权平均；当预测产量或流压时，可按流压加权平均。

(1) 已知原始生产动态数据： $f_w = 20\%$ ,  $Q_o = 6 \text{ t} / d$

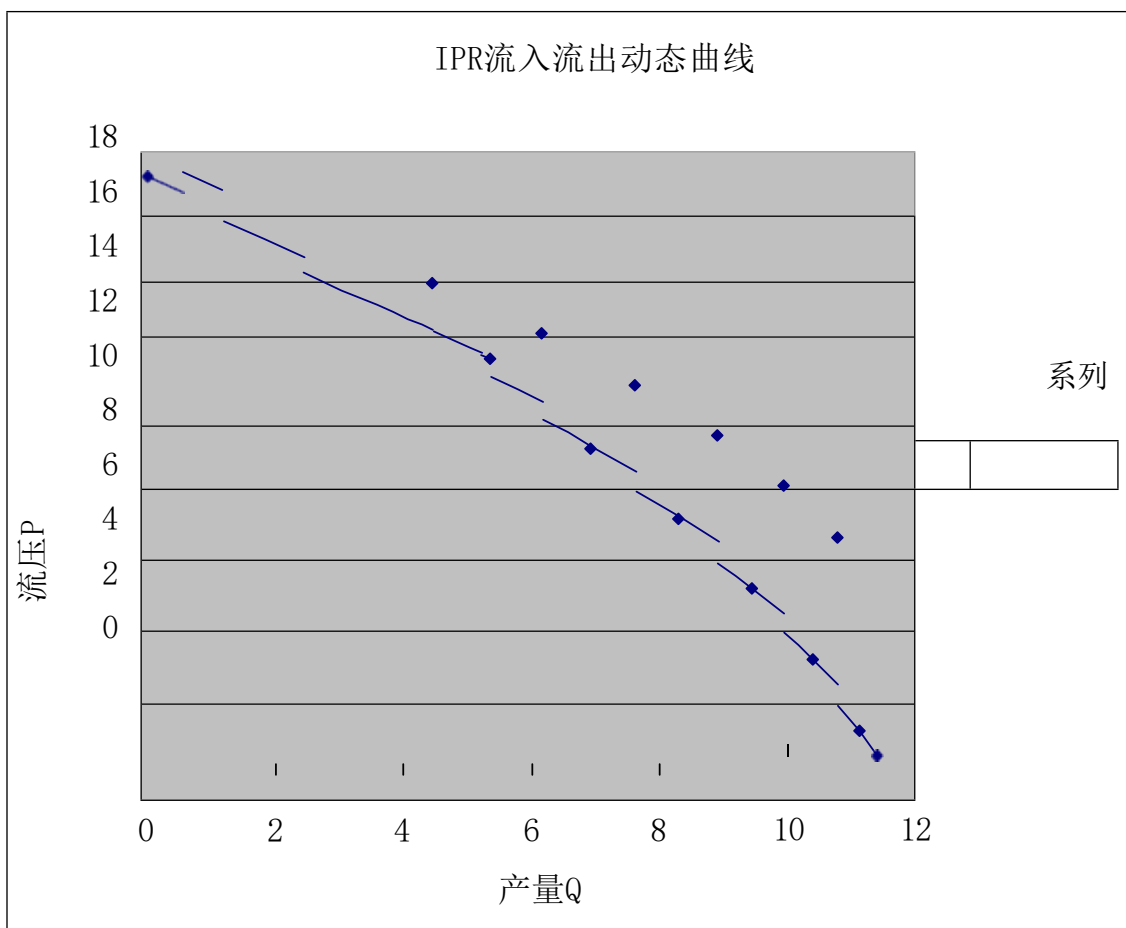
$$\begin{aligned} J_{11} &= \frac{Q_1}{r_o} \times \frac{1}{1-f_{w1}} = \frac{6}{0.856} \times \frac{1}{1-0.20} = 8.76 \text{ m}^3 / d \\ &= 0.897 \text{ m}^3 / (d \cdot MPa) \end{aligned}$$

所以： $q_{t1} = J_{11}(1-f_{w1})(\bar{p}_r - p_b + \frac{p_b}{18} A_1) + J_{12} f_{w2} (\bar{p}_r - p_{wf1})$

$$A_1 = 1 - 0.2\left(\frac{p_{wf1}}{p_b}\right) - 0.8\left(\frac{p_{wf1}}{p_b}\right)^2$$

流压	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	17
产量	11.42	11.14	10.80	10.41	9.96	9.46	8.91	8.31	7.65	6.94	6.17	5.36	4.485	0

产液量与流压的关系曲线



— IPR曲线 (图1) —

(2) 已知设计数据:  $f_w = 50\%$ ,  $Q_o = 4 \text{ t/d}$

所以: 
$$Q_t = \frac{Q_o}{r_o} \times \frac{1}{1-f_w} = \frac{4}{0.856} \times \frac{1}{1-0.50} = 9.35 \text{ m}^3 / \text{d}$$

$$J_{12} = J_{11} = 0.897 \text{ m}^3 / (\text{d} \cdot \text{Mpa})$$

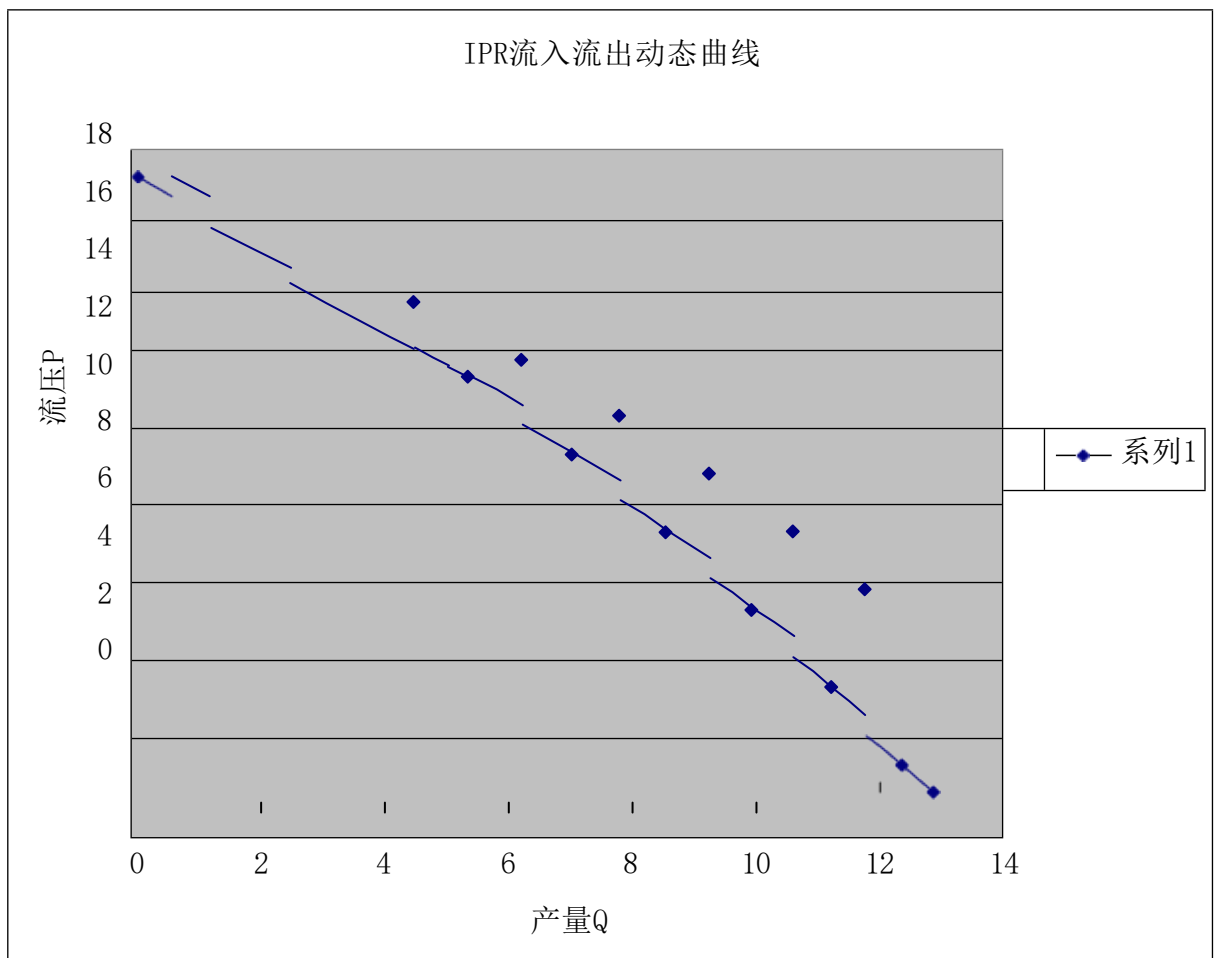
$$q_{i2} = J_{i2} (1 - f_{w2}) (p_r - p_b + \frac{p_b}{18} A_2) + J_{i2} f_{w2} (p_r - p_{wf2})$$

$$A_2 = 1 - 0.2 \left( \frac{p_{wf2}}{p_b} \right) - 0.8 \left( \frac{p_{wf2}}{p_b} \right)^2$$

### 流压与产量的关系

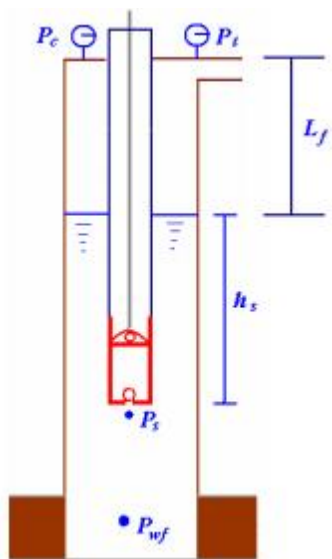
流压	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	17
产量	12.86	12.34	11.79	11.21	10.60	9.95	9.27	8.55	7.81	7.03	6.21	5.37	4.485	0

产液量与流压的关系曲线（图2）



IPR曲线

（三）由设计数据和IPR曲线计算井底流压和动液面



由设计数据:  $f_w = 50\%$ ,  $Q_o = 4 \text{ t/d}$

$$Q_t = \frac{Q_o}{r_o} \times \frac{1}{1-f_w} = \frac{4}{0.856} \times \frac{1}{1-0.50} = 9.35 \text{ m}^3 / \text{d}$$

查IPR流入流出动态曲线图可知:  $P_{wf} = 5.53 \text{ MPa}$ .

也可以有下式求解  $P_{wf}$

当  $Q_b < Q_t < Q_{o \max}$  时, (其中  $Q_b = 4.485, Q_{o \max} = 10.465$ )

$$P_{wf} = (1-f_w) \times P_{wf(oil)} + f_w \times P_{wf(water)}$$

按流压加权平均值计算:

$P_{wf(oil)}$  -- 对应产量  $Q_t$  下纯油IPR曲线上的流压;

$P_{wf(water)}$  -- 对应产量  $Q_t$  下水IPR曲线上的流压。

(2-3)

用组合IPR曲线计算:

$$P_{wf(oil)} = 0.195 \times P_h \left[ 1 + \sqrt{\frac{81-80}{\frac{Q_t}{Q_{o \max}} - \frac{Q_b}{Q_b}}} \right]$$

用恒定的生产指数公式计算  $P_{wf(water)}$  有:

$$P_{wf(water)} = P_r - \frac{Q_t}{J_1}$$

(2-4)

(2-5)

于是有：

$$P_{wf} = f_w \times \left( P_r - \frac{Q_t}{J_1} \right) + 0.125 (1 - f_w) P_b \left[ -1 + \sqrt{81 - 80 \frac{Q_t - Q_b}{Q_{o \max} - Q_b}} \right]$$

代入： $P_r = 17\text{MPa}$ ,  $f_w = 50\%$ ;  $P_b = 12\text{MPa}$ ,  $Q_t = 9.35\text{m}^3/\text{d}$ ;  $Q_b = 4.485\text{m}^3/\text{d}$ ,  $Q_{\text{omax}} = 10.465\text{m}^3/\text{d}$ ;  $J_1 = 0.897\text{ m}^3/\text{MPa}$ ;

解得： $P_{\text{wf}} = 5.53\text{MPa}$

计算动液面

由井底流压与沉没度的关系得：含水井正常抽油时，泵吸入口以上的油套环形空间流体不会发生流动。因此，油水由于密度差而发生重力分异，使泵吸入口以上的环形空间的液柱中不含水，而在吸入口以下为油水混合物。

$$P_f = [(H - L)\pi_{lg}g + h_s\pi_o g] \times 10^{-6} + P_c \quad (2-6)$$

式中： $P_f$ ——流压，MPa;

$H$ ——油层中部深度，m;

$L$ ——泵挂深度，m;

$h_s$ ——沉没度，m;

$g$ ——重力加速度， $\text{m/s}^2$ ;

$\pi_o$ ——吸入口以上环形空间的油柱平均密度， $\text{kg/m}^3$ ;

$P_c$ ——套压，MPa;

$\pi_{lg}$ ——井内气液平均密度， $\text{kg/c}$ 。

$$\pi_l = \pi_o(1 - f_w) + \pi_w f_w = 0.928$$

假设  $h_s = 600\text{m}$ ,

代入： $P_f = 5.53\text{MPa}$ ,  $H = 2146\text{m}$ ,  $\pi_{lg} = 0.928 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ ,  $\pi_o = 0.856 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9.81\text{kg/m}^3$ ,  $P_c = 0.2\text{MPa}$ 。

解得： $L = 2114\text{m}$ 。

所以：

动液面深度为： $L_f = 1514\text{m}$ 或 $H_f = 632\text{m}$ 。



### 三、工作参数的确定

#### (一) 作充满程度与下泵深度（沉没度）关系曲线

由摘自采油技术手册（第三版）公式：

$$\eta = \frac{9.81K(P+1)(1+Q)}{0.25(R_{go} - aP)F + P + 1} \quad (3-1)$$

$\eta$ -----充满系数，

$K$ -----弹性变形影响， $K=0.1$ ；

$Q$ -----余隙体积百分数， $Q=0.1$ ；

$P$ -----沉没压力， $Mpa$ ；

$R_{go}$ -----生产汽油比， $m^3 / m^3$ ；

$a$ -----天然气溶解系数， $m^3 / m^3 \cdot Mpa$ ；

$0.25F/$ -----天然气进泵系数， $F/ = \frac{A_p}{A_c} + \frac{A_p}{A_c A_t}$ ；

$A_p$ -----泵径面积；

$A_c$ -----套管内圆面积；

$A_t$ -----油管外圆面积；

如(图3)所示，将 $P_f$ 等效到泵吸入口压力时：

$$P = h_s \rho_o g \times 10^{-3} + P_c$$

将(3-2)式代入(3-1)式中：

(3-2)

$$\eta = \frac{9.81K(h_s \rho_o g \times 10^{-3} + P_c + 1)(1+Q)}{0.25[R_{go} - a(h_s \rho_o g \times 10^{-3} + P_c)]F' + h_s \rho_o g \times 10^{-3} + P_c + 1}$$

(3-3)

假设泵径选择 $28\text{mm}^2$ 时:

$$A_p = \frac{\pi}{4} \times 28^2 = 615.8\text{mm}^2;$$

$$A_c = \frac{\pi}{4} \times 140^2 = 15386\text{mm}^2;$$

$$A_t = \frac{\pi}{4} \times 73^2 = 4183 \text{ mm}^2;$$

$$\frac{A_p}{A_c} + \frac{A_p}{A_t}$$

$$0.25F' = 0.25 \times (A_c - A_t)$$

$$= 0.25 \times \left( \frac{615.8}{153.86} + \frac{615.8}{153.86 \cdot 4183} \right)$$

$$= 0.25 \times 0.095$$

取:  $Q$  (空隙体积百分数) 为 0.1,

考虑弹性形变影响  $k = 0.1$

由油藏物理性质可知:

$$\frac{m^3}{m^3}$$

$$R_g = 87 \times 0.856 = 74.47 \text{ m}^3$$

$$R_s = 2.277 \times 10^4 \times (P/10^6)^{24}$$

$$a = 0.00091\theta - 0.0125D$$

$$\theta = 1.8 \times (T - 273) + 32;$$

$$D = \frac{141.5}{r_0} - 131.5$$

$$r_0$$

$r_g$  ..... 天然气相对密度

$T$  ..... 原油温度

$P$  ..... 油藏压力

代入数据计算:

$$r_g = 0.7$$

$$\theta = 1.8(343 - 273) + 32 = 158$$

$$a = 0.00091 \times 158 - 0.0125 \times 33.8 = -0.28$$

$$D = \frac{141.5}{0.856} - 131.5 = 33.8$$

根据沉没度与充满程度的关系得:

$$\eta = \frac{9.81K(h_s \rho_g \times 10^{-3} + 0.2 + 1)(1 + 0.1)}{0.25(74.47 + 0.28(h_s \rho_g \times 10^{-3} + 0.2))0.095 + h_s \rho_g \times 10^{-3} + 0.2 + 1}$$

$$\rho_o$$

(3-4)

又已知  $\rho = 0.856 \text{ g/cm}^3$ ,  $K=0.1$  即有:

$$\eta = \frac{9.81(h_s \times 0.856 \times 10^3 \times 9.81 \times 10^{-6} + 0.2 + 1)(1 + 0.1)}{K \cdot 0.25[74.47 + 0.28 (h_s \times 0.856 \times 10^3 \times 9.81 \times 10^{-6} + 0.2)] \times 0.095 + h_s \times 0.856 \times 10^3 \times 9.81 \times 10^{-6} + 0.2 + 1}$$

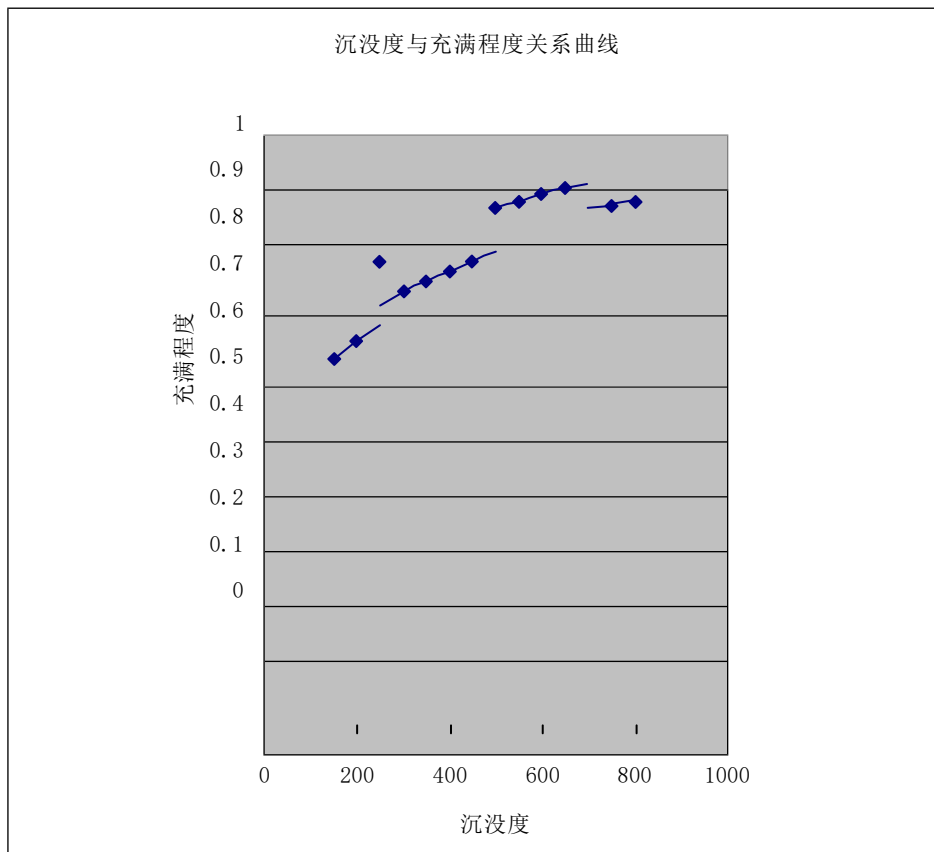
$$= \frac{90.62 \times 10^{-3} h_s + 12.95}{8.45 \times 10^{-3} h_s + 2.97}$$

$$\eta = \frac{9.062 \times 10^{-3} h_s + 1.295}{8.45 \times 10^{-3} h_s + 2.97}$$

充满程度与沉没度的关系

沉没度 (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
充满程度	0.63	0.67	0.70	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.864	0.87

充满程度与沉没度的关系曲线



(二) 初选下泵深度

由（图 5）充满程度和沉没度的关系可知：

当 $\eta = 0.84$  时，沉没度 $h_s = 600m$ ,

由设计数据得： $p_{wf} = 5.53\text{Mpa}$  ,  $Q_t = 9.35 (\text{m}^3 / \text{d})$

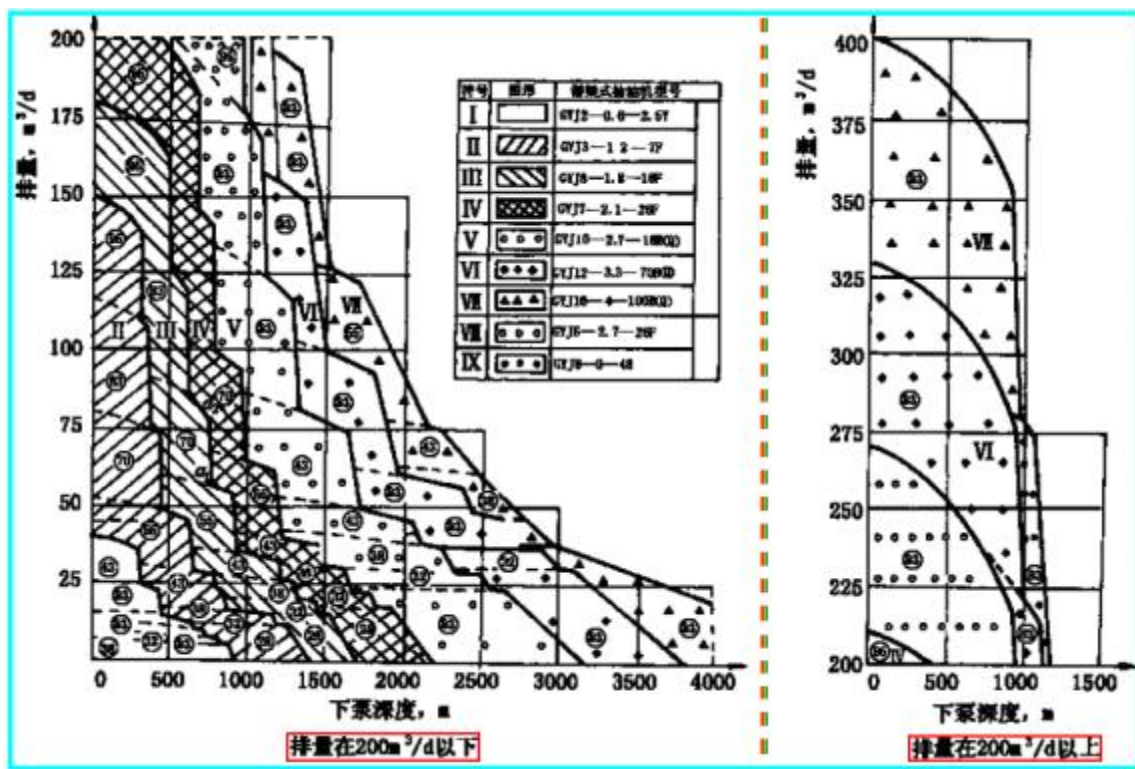
$$P_f = [(H - L)\rho_{lg}g + h_s\rho_o g] \times 10^{-6} + P_c$$

代入数据即：5.53 = [ (2146 - L<sub>p</sub>) × 0.928 × 9.81 + 600 × 0.856 × 9.81 ] × 10<sup>-3</sup>

+ 0.2

得：L<sub>p</sub> = 2114m

由产液量和下泵深度选择抽油机和泵径



沉没度和下泵深度与抽油机选取关系图

各类抽油机参数表

泵 径 m m	杆 a m m	油梁式抽油机，抽油泵选择抽油杆，油管尺寸						
		CYJ2-- 0.6 --2.5Y	CYJ-1.2 --1.2 --7F	CYJ5— --1.8 --18F	CYJ7 --2.1 --26F	CYJ10— --2.7 48B(Q)	CYJ12— --3.3 --70B(Q)	CYJ16 — -- 4— 100B( Q)
28	抽 油 杆	16	16	22*19 (0.28*0.7 2)	25*22*19 (0.20*0.23*0.57 )	25*22*19 (0.20*0.23*0.5 7)	25*22*19 (0.20*0.23*0.5 7)	25*22* 19 (0.20*0. 23*0.5 7)
	油 管	38.1	38.1	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
32	抽 油 杆	16	16	22*19 (0.31*0.6 9)	25*22*19 (0.23*0.26*0.51 )	25*22*19 (0.23*0.26*0.5 1)	25*22*19 (0.23*0.26*0.5 1)	25*22* 19 (0.23*0. 26*0.5 1)
	油 管	38.1	50.8	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
38	抽 油 杆	16	16	22*19 (0.36*0.6 4)	25*22*19 (0.26*0.30*0.44 )	25*22*19 (0.26*0.30*0.4 4)	25*22*19 (0.26*0.30*0.4 4)	25*22* 19 (0.26*0. .30*0.4 4)
	油 管	50.8	50.8	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
43	抽 油 杆	16	16	22*19 (0.41*0.5 9)	25*22*19 (0.31*0.35*0.34 )	25*22*19 (0.31*0.35*0.3 4)	25*22*19 (0.31*0.35*0.3 4)	25*22* 19 (0.31*0. .35*0.3 4)
	油 管	50.8	50.8	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5

已知:

$$L_p = 2114\text{m}$$

$$Q_t = 9.35 (\text{m}^3 / \text{d})$$



在《游梁式抽油机（短冲程中）选择图解》中由  $L_p = 2114\text{m}$ ,  $Q_t = 9.35 (\text{m}^3 / \text{d})$  得交点 a, 由 a 所在区域选用抽油机为: CYJ7-2.1-26F

选定抽油机型号参数

抽油机型号	悬点最大载荷	悬点最大冲次	悬点最大冲程	减速器额定扭矩
CYJ7— 2.1— 26F	P=70KN	n=12 次/min	S=2.1m	M=13kN·m

所对应的抽油机选择泵径：  $D_p=28\text{mm}$ 。选择抽油杆柱组合：  $25\text{mm}\times 22\text{mm}\times 19\text{mm}$ ，  
油管直径  $73\text{mm}$

### (三) 确定冲程和冲次

由加速因子公式  $C = \frac{SN^2}{1790}$  得：

条件：选择冲程和冲次时，应保证加速因子  $C < 0.225$ 。

取抽油机的悬点最大冲程：  $S = 2.1\text{m}$ 。

$$N < \frac{\sqrt{1790 \times 0.225}}{2.1} = 13.8$$

初选冲次为：  $N = 5.3 \text{次}/\text{min}$

### (四) 抽油杆柱设计

表 3-4 抽油杆强度级别和对应的抗拉强度表

抽油杆强度级别	C	D	K
抽油杆最低抗拉强度 (Mpa)	620~794	794~965	588~794

#### (1) 抽油杆柱下部加重杆设计方法及步骤

1) 计算泵筒与柱塞间半干摩擦力

$$P_M = 0.94 \left( \frac{D_p}{\delta} \right) - 140 = 386.4N$$

(间隙 $\delta$ 为0.02 ~ 0.07)查《采油技术手册》

此处 $\delta$ 取0.05

2) 计算液体通过排出阀的水力阻力所产生的对柱塞底部向上推力

计算雷诺数

$$R_e = 52.63 \cdot n \cdot s \cdot \rho_L \cdot D_p^2 / (d_o \cdot \mu_o)$$

$d_o$  ---- 排出阀座孔直径, ( $d_o = \frac{1}{3} D_p$ ), m;

$\mu_o$  ---- 抽汲液体动力粘度, ( $\mu_o = 2.53$ ), mpa · s;

$$\begin{aligned} R_e &= 52.63 \cdot n \cdot s \cdot \rho_L \cdot D_p^2 / (d_o \cdot \mu_o) \\ &= 52.63 \times 5.3 \times 2.1 \times 928 \times 28^2 \times 10^{-6} / (28 \times 10^{-3} \times \frac{1}{3} \times 2.53) \\ &= 18048 \end{aligned}$$

$$\mu = 0.37 \lg R_e - 1.38 \text{ (当 } R_e < 30000 \text{ 时)}$$

$$: \mu = 0.19$$

$\mu$  ---- 为流量系数

3) 计算液体通过排出阀的水力阻力所产生对柱塞底部的向上推力

$$P_l = \frac{1.5 \cdot n \cdot \frac{A^3 (1 + \frac{A_o}{A})}{p \cdot A} \cdot s}{729 \mu^2 \cdot \frac{A_o^2 \cdot p}{A^2} \cdot (\frac{1}{n}) \cdot \rho_L}$$

$$A_p = \left( \frac{\pi}{4} \right) \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \times (28 \times 10^{-3})^2 = 6.15 \times 10^{-4} m^2$$

$$A_o = \left( \frac{\pi}{4} \right) \cdot d^2 = \frac{\pi}{4} \times \left( \frac{28}{3} \times 10^{-3} \right)^2 = 68.38 \times 10^{-6} m^2$$

$$\begin{aligned} \text{代入数据: } P_l &= \frac{1.5 \times 2}{729 \times (0.248)^2} \times \frac{6.15^3 \times 10^{-12} (1 + \frac{68.38}{615})}{(68.38)^2 \times 10^{-12}} \cdot \left( \frac{2.1}{5.3} \right)^2 \cdot 928 \\ &= 0.5389N \end{aligned}$$

目前现场所用的抽油泵中游动阀1个或2个，此处 $n_k = 2$

4) 计算作用抽油杆柱底部液体上浮力

$$P_f = A_{r1} \cdot h_s \cdot \rho_l \cdot g = 2.00 \times 10^{-4} m^2 \times 600 \times 928 kg/m^3 \times 9.81 N/kg = 1092 N$$

计算下冲程时抽油杆柱底部所受的总下行阻力

$$P_w = P_w + P_M + P_f + P_l = 386.4 + 1092 + 0.5389 = 1478.94N$$

5) 计算需配加重杆长度

选择所用的加重杆的直径为 32mm, 则

$$L_w = \frac{P_w}{A_w \cdot \rho_r \cdot g} = \frac{1478.94}{\frac{\pi}{4} \times 32^2 \times 10^{-6} \times 7850 \times 9.81} = 23.9m$$

(2) 加重杆上部抽油杆柱组合设计与步骤

1) 计算各级抽油杆柱长度

$$\text{抽油杆长度 } L = L_p - L_w = 2114 - 23.9 = 2090.1 (m)$$

### 抽油杆组合参数

直径 d/mm	截面积 $f_r / cm^2$	空气中每米抽油杆质量 $q_r / (kg \cdot m^{-1})$
16	2.00	1.64
19	2.85	2.30
22	3.80	3.07
25	3.91	3.17

$$X_1 = \frac{W_{\max}}{B} \times \frac{d_1^2 - d_2^2}{d_1 d_2}$$

$$X_2 = \frac{W_{\max}}{B} \times \frac{d_2^2 - d_3^2}{d_2 d_3}$$

$$X = 1 - X_1 - X_2$$

$$W_{\max}^3 = 70KN$$

$$B = 0.0065878L(1 - 0.128P_1 + 0.225)$$

$$B = 0.0065878 \times 2090.1 \times (1 - 0.128 \times 0.928 + 0.225) = 15.2$$

$$X_1 = \frac{7}{15.2} \times \frac{25^2 - 22^2}{25 \times 22} = 0.118$$

$$X_2 = \frac{7}{15} \times \frac{22-19}{22 \times 19} = 0.136$$

$$X_3 = 1 - 0.118 - 0.136 = 0.746$$

$$L_1 = 2090.1 \times 0.118 = 246.6m$$

$$L_2 = 2090.1 \times 0.136 = 284.3m$$

$$L_3 = 2090.1 - 246.6 - 284.3 = 1559.2m$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/898131001017006056>