

采油工程课程设计

2022年6月

课程简介

通过该课程的学习和训练，使学生掌握石油工程领域中常规工程设计的基本内容和方法。通过让学生根据地质条件、工艺技术条件、生产情况等资料，综合运用所学的专业知识，进行抽油井系统设计，培养学生理论联系实际、分析问题、解决问题的能力，充分利用计算机技术进行工程设计的能力。

课程设计内容

一、题目

抽油井系统设计

二、设计主要内容

依据已有的基础数据，利用所学的专业知识，完成抽油井系统从油层到地面的所有相关参数的计算，最终选出抽油泵、抽油杆、抽油机。

- ① 计算出油井温度分布；
- ② 通过回归分析确定原油黏温关系表达式；
- ③ 确定出油井的合理下泵深度；
- ④ 确定合适的冲程、冲次；
- ⑤ 选择合适的抽油泵；
- ⑥ 确定抽油杆直径及组合；
- ⑦ 计算出悬点的最大、最小载荷；
- ⑧ 选出合适的抽油机；

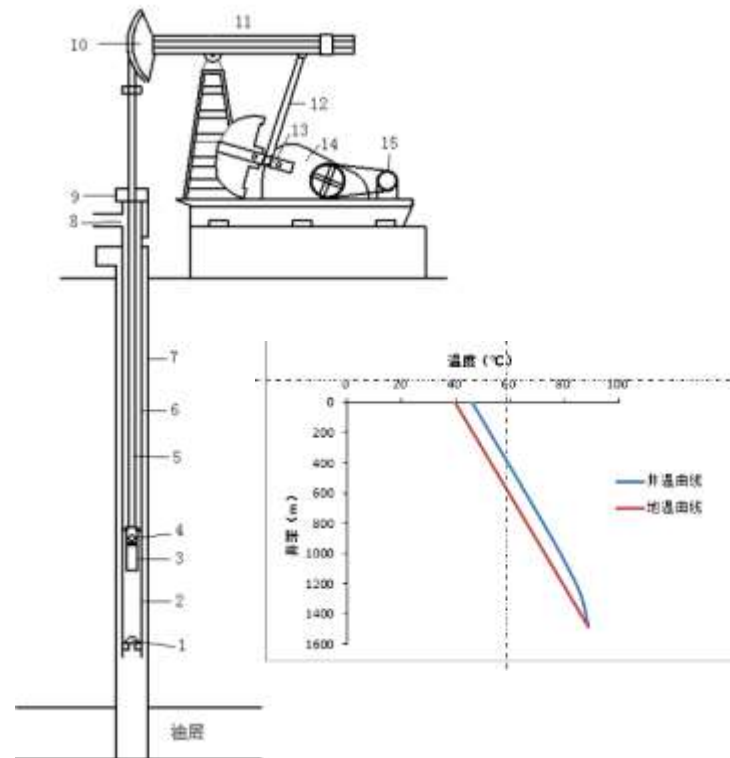


图 2-3 有杆泵抽油井的系统组成

课程设计内容

三、设计基本要求

要求学生选择一组基础数据，在教师的指导下独立地完成设计任务，最终以设计报告的形式完成本专题设计。

设计报告要求图标清晰、语言流畅、书写规范，依据充分、说服力强，达到工程设计的基本要求。

四、主要参考资料

- [1] 张文等. 石油工程课程设计. 北京：石油工业出版社，2013.
- [2] 何岩峰等. 有杆抽油系统.北京：石油工业出版社，2020.
- [3] 陈军等. 抽油机设计理论与方法（上册）.北京：中国石油大学出版社，2016.
- [4] 陈涛平等. 石油工程.石油工业出版社，2000.

时间安排

周	周一	周二	周三	周四	周五
18	理论知识	答疑	答疑	答疑	答疑
19	答疑	答疑	答疑、报告检查	答疑、报告检查	考核

报告上交/考试时间

7月6-7日进行课程设计报告（电子版）初稿的检查。

7月8日进行答辩考核（单人），每人以ppt形式讲解（包括程序运行，设计思路及相关基础知识等）；上交合格的报告。

校友邦系统

- 1、10次课程的系统签到
- 2、两篇周志（字数不少于200字）
- 3、课程设计报告上传

抽油系统设计基本数据

基础生产数据是进行抽油井系统设计的基本条件，它包括油井井身结构、油层物性、流体（油、气、水）物性、油井条件，传热性质以及与油井产能有关的试井参数等，详见表1。

表1 抽油系统设计基本数据

井 号	cy0000	油层深度(m)	1635	油管内径 (mm)	88.9
套管直径(mm)	190	地温梯度 (°C/100m)	3.24	井底温度(°C)	83.4
地层压力(MPa)	10.67	饱和压力 (MPa)	11.2	传热系数 (W/m°C)	2.68
试井产液(m ³ /d)	27.3	试井流压 (MPa)	5.04	体积含水率 (%)	23.5
原油密度(kg/m ³)	957.65	地层水密度 (kg/m ³)	1000	原油比热 (J/kg°C)	2176.17
地层水比热 (J/kg°C)	4365.38	设计沉没度 (m)	216.13	设计排量 (m ³ /d)	26.7

原油黏度温度关系数据

原油黏度是影响摩擦载荷的主要因素，因此原油黏度数据的准确度是影响设计结果合理性的重要参数。

表2 原油黏温关系数据

原油温度(°C)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
黏度(mPa•s)	9292	5573	3528	2333	1599	1130	819	958	707	532

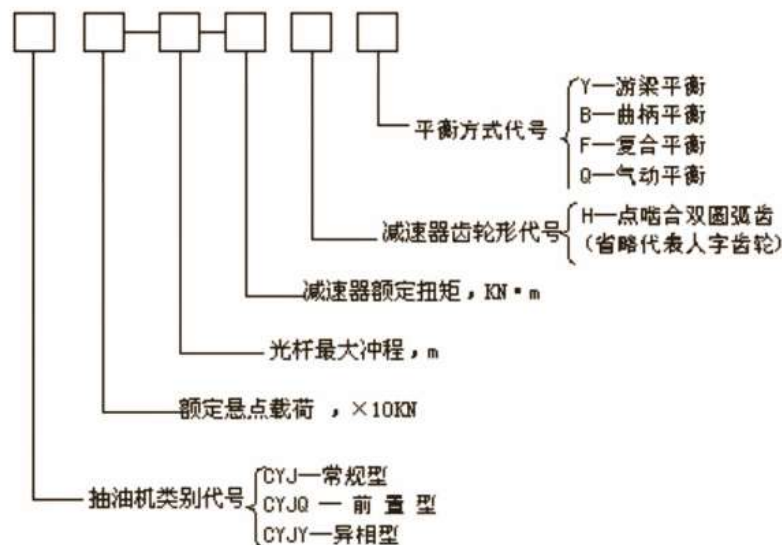
抽油杆基本参数

表3 抽油杆基本参数

许用应力(N/mm²)	杆直径(mm)				
	一级	二级	三级	四级	五级
90	16	19	22	25	29
100	16	19	22	25	29
120	16	19	22	25	29
150	16	19	22	25	29
180	16	19	22	25	29

抽油机基本参数

抽油机参数是指常规型游梁式抽油机的型号、结构参数、可以提供的冲程冲次大小。常规型抽油机，其型号意义如下：



不同型号的抽油机参数可见《采油技术手册》（修订本四）。抽油机型号及基本参数见表4。

表4 抽油机基本参数

序号	抽油机型号	生产厂家	最大 载荷 (kN)	最大 扭矩 (KN·m)	游梁 前臂 (mm)	游梁 后臂 (mm)	连杆 长度 (mm)	曲柄半径/冲程(mm/m)	冲次(1/min)
5	5-1.8-13HF	玉门	50	13	2100	1780	2100	380/0.90,500/1.20,620/1.50,740/1.80	6,9,12
10	5-2.7-26HB	大安	50	26	3210	2100	2137	380/1.10,500/1.50,620/1.90,740/2.30,860/2.70	6,9,12
16	6-2.5-26HB	江汉	60	26	2500	2400	3200	670/1.80,990/2.20,1150/2.50	6,9,12
20	8-3-48B	三机	80	48	3000	2500	3200	858/2.10,1013/2.50,1200/3	6,9,12
26	8-3-53HB	大安	80	53	3450	2580	3160	670/1.80,810/2.20,950/2.60,1090/3	6,9,12
35	10-3-48HB	宝鸡	100	48	3000	2000	3330	570/1.80,745/2.40,895/3	6,9,12
37	10-3-53HB	三机	100	53	3000	2500	3200	858/2.10,1013/2.50,1200/3	6,9,12
47	Y10-3-53HB	大安	100	53	3450	2580	3380	640/1.80,765/2.20,890/2.60,1015/3	6,9,12
53	Y10-3-53HB	兰通	100	53	3000	2200	3200	755/2.10,885/2.50,1045/3	6,9,12
59	11-2.1-26B	宝鸡	110	26	2820	2820	3026	780/1.58,922/1.88,1064/2.18	6,8,12
61	Q12-3.6-53B	宝鸡	120	53	7925	6553	4295	1074/2.85,1227/3.25,1380/3.66	8,12
69	Y12-4.8-73HB	二机	120	73	4800	2840	4200	800/2.80,1060/3.80,1209/4.80	6,8,10
78	Y12-5-74HB	大安	120	74	5600	4000	4640	1000/3,1200/3.60,1400/4.30,1600/5	3,4,6
83	Y14-4.8-73HB	江汉	140	73	4800	3048	3770	990/3.60,1100/4.20,1200/4.80	6,8,10
87	Q14-5-73HQ	烟采	140	73	7150	3100	5780	970/4,1060/5	4,5,6
94	16-30	大安	160	300	1200	800	2100	600/2,700/2.50,800/3	6,9,12

抽油泵设计

- 下泵深度
- 泵径
- 类型

井筒能量方程——井温分布

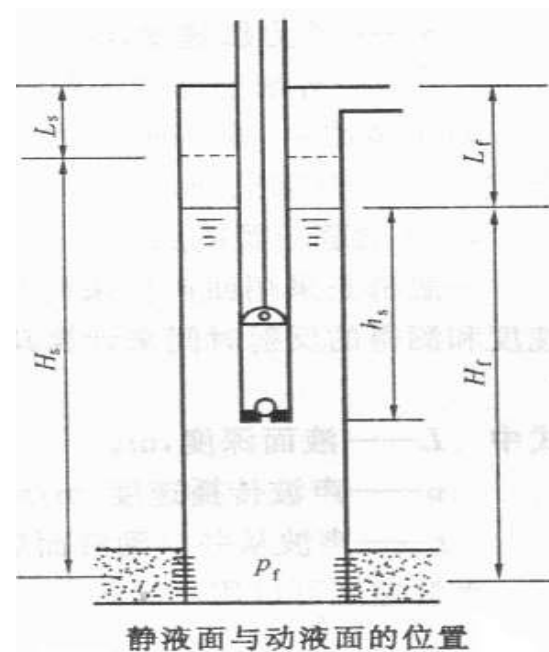
油井产能公式、设计排量——IPR曲线、井底流压

沉没度——泵吸入口压力

井深、井底流压、泵吸入口压力——下泵深度

选择n、s——排量公式——泵径

选择泵的类型——杆式泵、管式泵



井温分布

地温的计算公式为：↵

$$t_{\text{地}} = t'_0 - mL$$

井筒能量方程为：↵

$$\theta = \frac{Wm + q_1}{K_1} \left[1 - \exp\left(-\frac{K_1}{W} L\right) \right] + (t'_0 - mL)$$

式中：↵

θ —— 油管中距井底 L 位置处原油温度， $^{\circ}\text{C}$ ；↵

K_1 —— 总传热系数， $\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ；↵

t'_0 —— 井底原油温度， $^{\circ}\text{C}$ ；↵

m —— 地层温度梯度， $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ；↵

q_1 —— 内热源， W/m （对于常规采油来说，可取 $q_1 = 0$ ）。↵

水当量 W 可如下计算：↵

$$W = M_o C_o + M_w C_w$$

式中：↵

M_o —— 地层油的质量流量， kg/s ；↵

M_w —— 地层水的质量流量， kg/s ；↵

C_o —— 地层油的比热， $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ；↵

C_w —— 地层水的比热， $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。↵

温度分布如图 5-1 所示。由图可知：对于 1485m 井深，井底温度为 88.6°C 时，井口温度为 45.98°C 。而按地温计算，井口温度则 39.74°C 。井口处的井温大于地温 6.23°C 。由此可以看出，用地温代替井温，将会给系统设计带来很大的误差。如图所示，也可见两条曲线相距一定距离，故地温与井温有一定差距。←

←

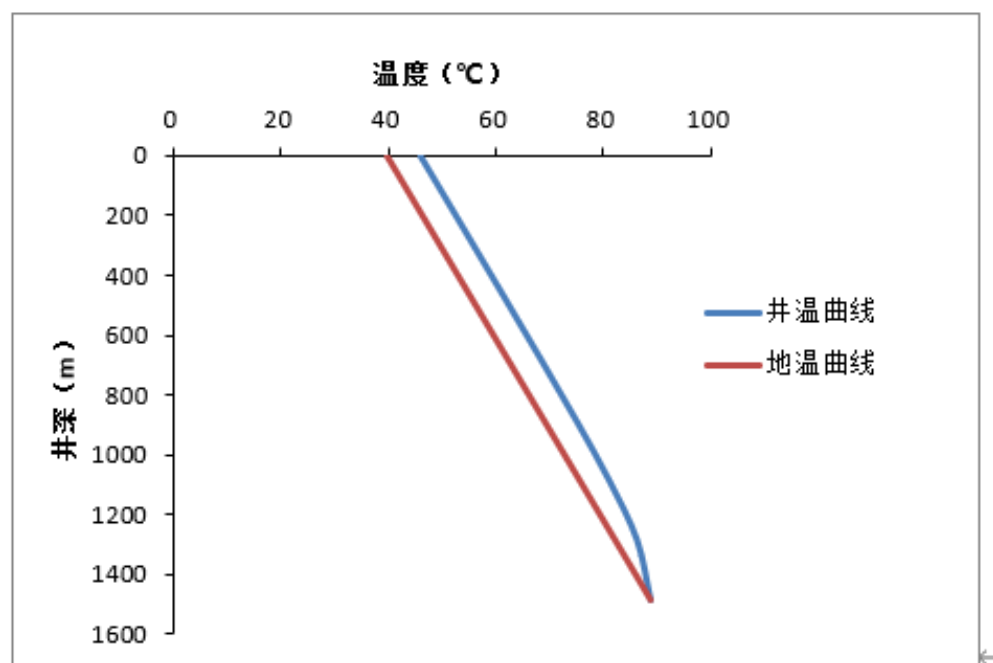


图 5-1 井温分布曲线←

油井产能--IPR曲线、井底流压

(1) 对于单相渗流($p_{wf} > p_b$)，由于各参数随压力变化很小，可忽略这种变化，流入动态曲线则呈现线性关系，即：

$$q_o = J_o \times (\overline{p}_r - p_{wf}) \tag{3-2}$$

(2) 对于两相渗流($p_{wf} < p_b$)，流入动态曲线则呈非线性关系，可由沃格尔(Vogel)方程来描述，即：

$$q_o = q_{o\max} [1 - 0.2 \times \frac{p_{wf}}{p_r} - 0.8 \times (\frac{p_{wf}}{p_r})^2] \tag{3-3}$$

(3) 对于单相与两相组合型($p_{wf} < p_b < \overline{p}_r$)，则流入动态方程为一分段函数，可由如下一组方程表达：

$$q_o = J_o \times (\overline{p}_r - p_{wf}) \tag{3-4}$$

$(p_{wf} > p_b)$

$$q_o = q_b + q_c [1 - 0.2 \times \frac{p_{wf}}{p_b} - 0.8 \times (\frac{p_{wf}}{p_b})^2]$$

$$q_b = J_o \times (\overline{p}_r - p_b)$$

$$q_c = \frac{p_b}{1.8} J_o$$

井 号	cy0000	油层深度(m)	1635	油管内径(mm)	88.9
套管直径(mm)	190	地温梯度(°C/100m)	3.24	井底温度(°C)	83.4
地层压力(MPa)	10.67	饱和压力(MPa)	11.2	传热系数(W/m²°C)	2.68
试井产液(m³/d)	27.3	试井流压(MPa)	5.04	体积含水率(%)	23.5
原油密度(kg/m³)	957.65	地层水密度(kg/m³)	1000	原油比热(J/kg°C)	2176.17
地层水比热(J/kg°C)	4365.38	设计沉没度(m)	216.13	设计排量(m³/d)	26.7

已知数据: $P_b=9.32(\text{MPa})$; $\bar{p}_r=11.38(\text{MPa})$; $P_{wf\text{test}}=4.16(\text{MPa})$; $q_{o\text{test}}=16.9(\text{m}^3/\text{d})$ 。由 $P_{wf\text{test}} < P_b < \bar{p}_r$ 可知, 该井为组合型流动。根据式(3-6)、式(3-7)、式(3-9)可得: \leftarrow

$$q_b = J_o (11.38 - 9.32)$$

$$q_c = J_o \frac{9.32}{1.8}$$

$$16.9 = q_b + q_c \left[1 - 0.2 \times \frac{4.16}{9.32} - 0.8 \times \left(\frac{4.16}{9.32} \right)^2 \right]$$

$$\text{解得 } q_o = 5.851 + 14.706 \left[1 - 0.2 \frac{P_{wf}}{P_b} - 0.8 \left(\frac{P_{wf}}{P_b} \right)^2 \right] \quad \leftarrow$$

设计排量时, 井底流压为 $P_{wf}=3.8\text{MPa}$ \leftarrow

由上式还可以算出各产量下所对应的井底流压, 从而绘制出如表 5-1 所示的数据表以及 IPR 曲线如图 5-4 所示。 \leftarrow

表 5-1 井底流压与产量关系 \leftarrow

井底流压 (MPa) \leftarrow	11 \leftarrow	10 \leftarrow	9 \leftarrow	8 \leftarrow	6 \leftarrow	5 \leftarrow	4 \leftarrow	3 \leftarrow	2 \leftarrow	1 \leftarrow	0 \leftarrow
产量 (m^3/d) \leftarrow	0.70	3.86	6.75	9.36	13.79	15.59	17.13	18.39	19.38	20.11	20.56 \leftarrow

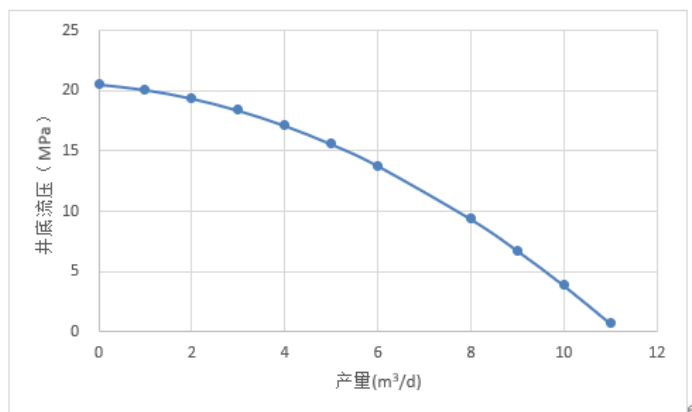


图 5-4 IPR 曲线 \leftarrow

根据以上相应类型的产能计算公式, 便可绘制出油井的流入动态曲线。利用该曲线, 便可确定出**设计排量** (开发方案或调整方案中给出) 所对应的**井底流压**, 以便进一步根据油井条件确定沉没度, 最终**确定下泵深度**。

泵吸入口压力计算

泵吸入口压力是确定下泵深度的重要参数，主要根据设计沉没度来估算。

沉没段油、水混合液的平均密度为：

$$\bar{\rho} = \rho_o(1 - f_w) + \rho_w f_w$$

泵吸入口压力：

$$p_s = \bar{\rho} h_s g$$

式中：

ρ_o ——原油密度， g/cm^3

ρ_w ——地层水密度， g/cm^3

f_w ——体积含水率

h_s ——沉没度， m

沉没度:

泵沉没在动液面以下的深度。

从抽油泵固定阀到油井动液面之间的距离。

动液面:

非自喷井在生产时油管与套管之间环形空间的液面。

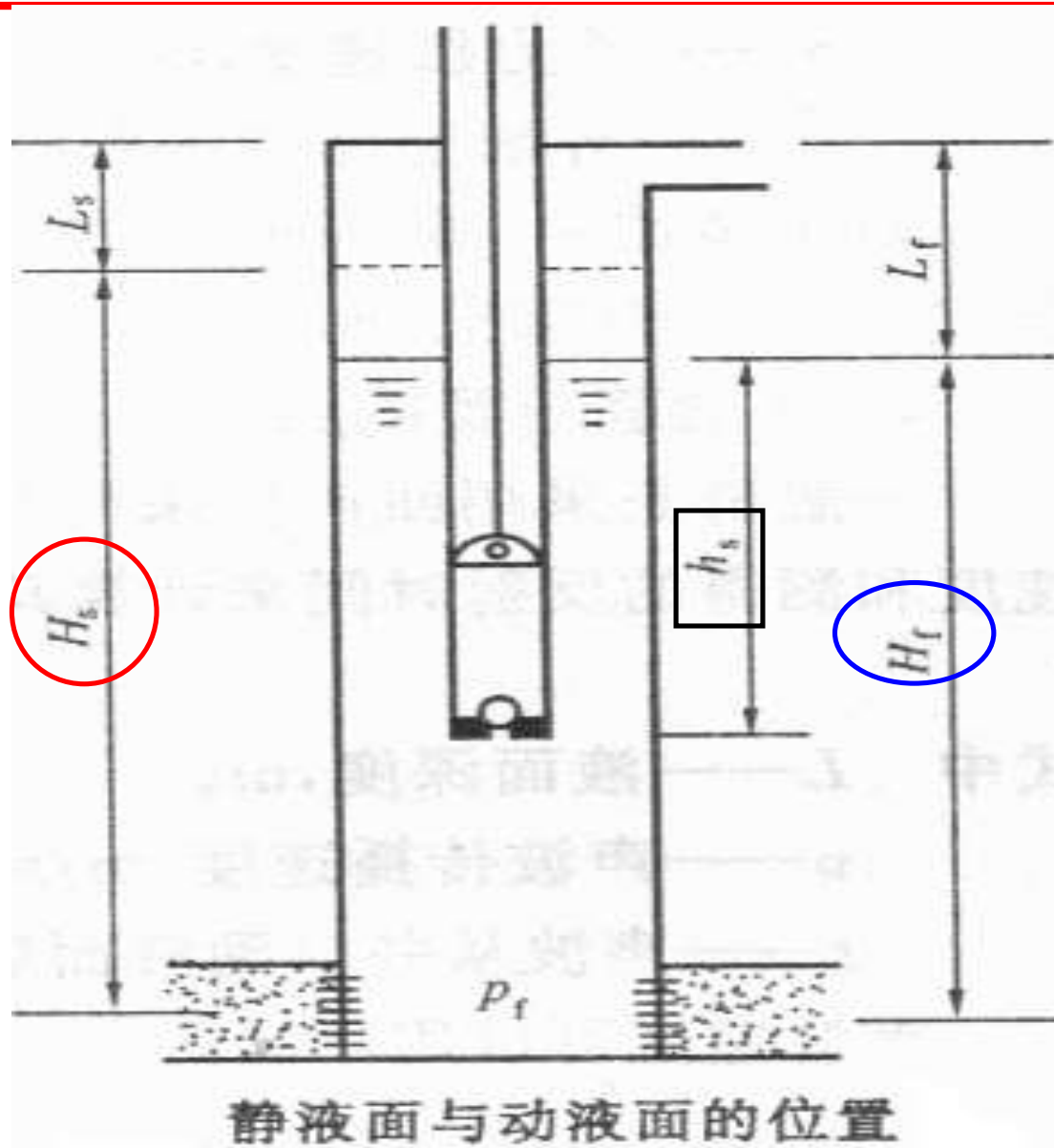
从井口算起深度表示，从油层中部算起高度表示。

静液面:

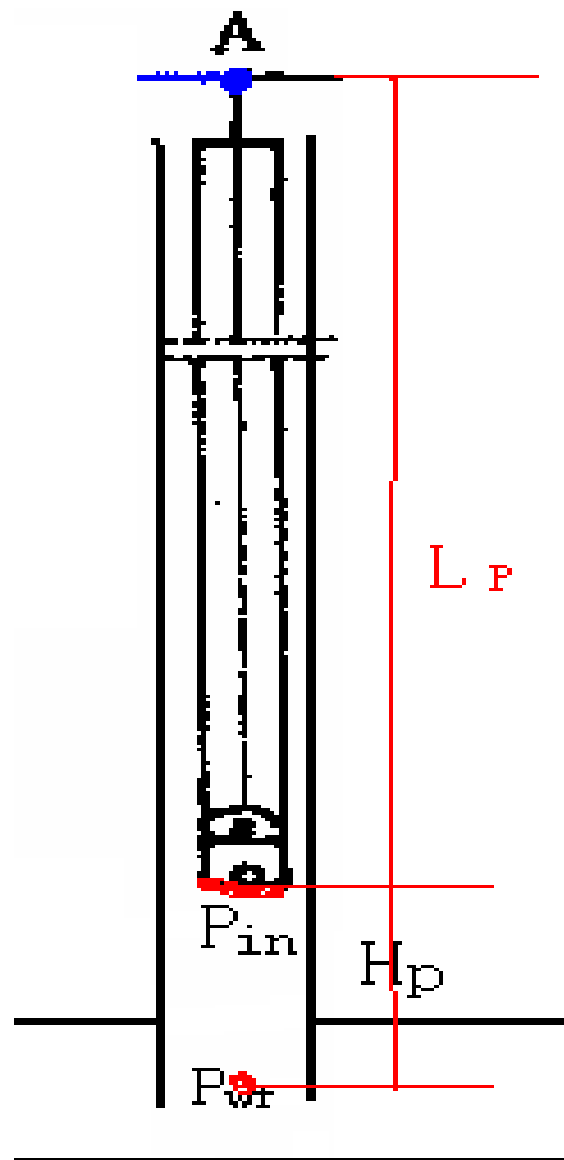
非自喷井关井后井内的稳定液面。

从井口算起深度表示，从油层中部算起高度表示。

沉没度和沉没压力的确定



下泵深度的确定



下泵深度

已知数据: $f_w = 26.5\%$; $\rho_o = 971.52 \text{ kg/m}^3$; $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$; $h_s = 118.82 \text{ m}$
 水混合液的平均密度为: \leftarrow

$$\bar{\rho} = \rho_o (1 - f_w) + \rho_w f_w = 971.52 \times (1 - 0.265) + 1000 \times 0.265 = 979.0672 \text{ kg/m}^3$$

泵吸入口压力: \leftarrow

$$p_s = \bar{\rho} h_s g = 979.0672 \times 9.8 \times 118.82 = 1.14 \text{ (MPa)} \leftarrow$$

自油层中部到泵吸入口之间的压差: \leftarrow

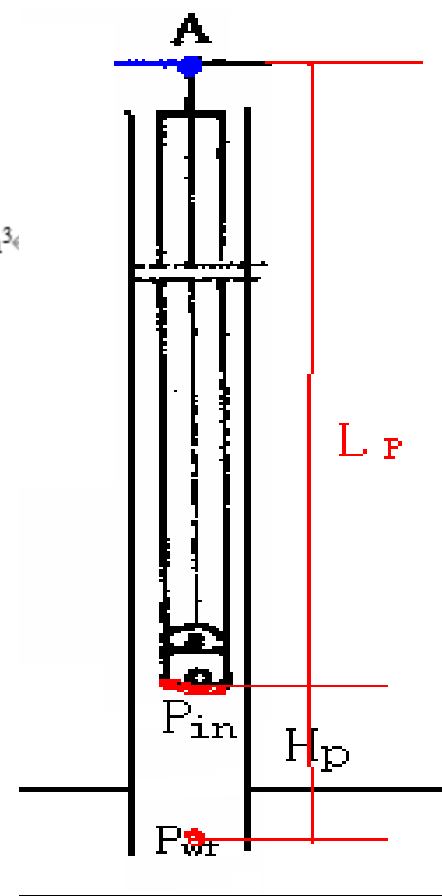
$$\Delta p = p_{wf} - p_s = 3.8 - 1.14 = 2.66 \text{ MPa} \leftarrow$$

根据静液柱估算, 该压差对应的高度: \leftarrow

$$H_p = \frac{\Delta p}{\rho g} = \frac{2.66 \times 10^6}{979.0672 \times 9.8} = 277.232 \text{ (m)} \leftarrow$$

因此, 下泵深度则为: \leftarrow

$$L_p = H - H_p = 1485 - 277.232 = 1207.768 \text{ m} \leftarrow$$



泵径的确定、类型选择

- 初选 n 、 s

←

根据设计排量，及上一步确定的冲程、冲次，按照泵的实际排量公式来确定。←

$$Q = 1440 \frac{\pi D_p^2}{4} S n \eta \quad (3-16) \leftarrow$$

式中：←

Q —— 泵的实际排量， m^3/d ；←

D_p —— 泵径， m ；←

S —— 光杆冲程， m ；←

n —— 冲次， $1/\text{min}$ ；←

η —— 泵效，小数，取 0.7。←

抽油杆组合

几级杆、杆径、长度

原油黏度分布、悬点载荷计算
强度校核

原油黏温关系

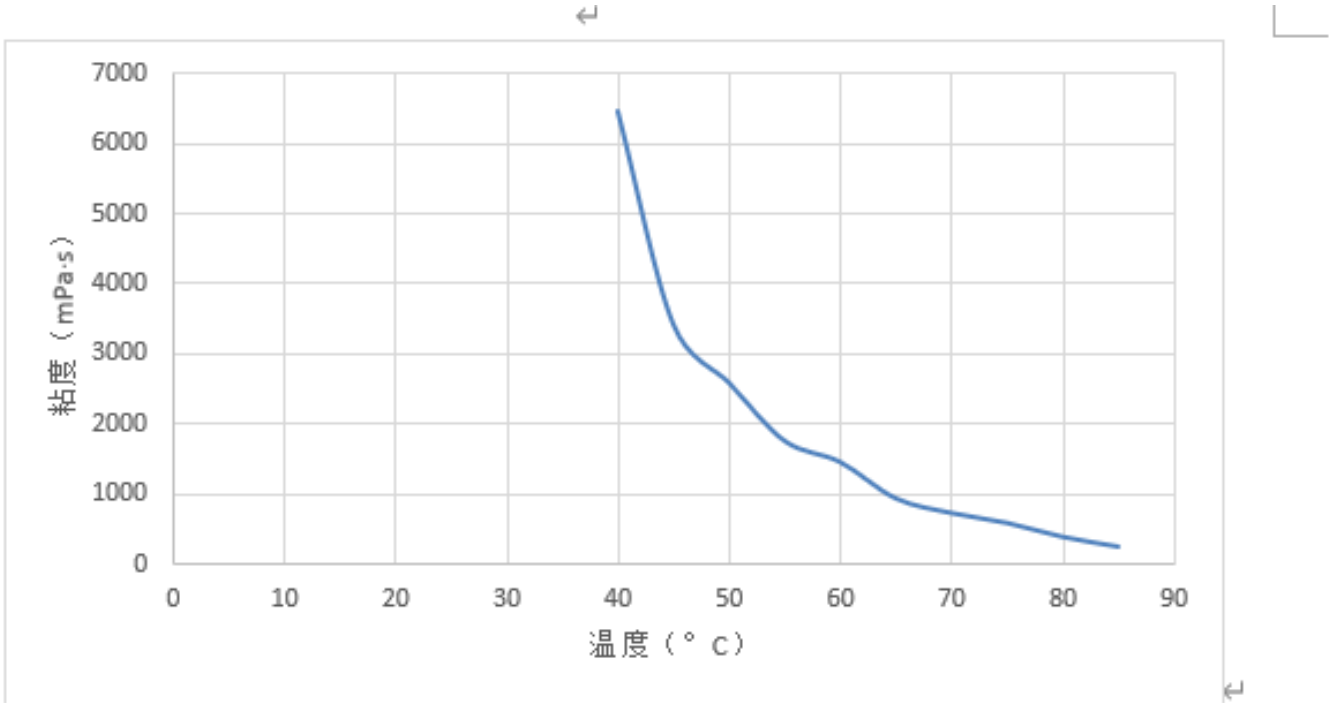


图 5-2 原油黏温关系曲线

原油黏温关系拟合： $\mu = \frac{10^a}{t^b}$

两边同时取对数为 $\lg \mu = -b \lg t + a$ ，经拟合计算确定， $a=10.18$ ， $b=3.9818$ 。

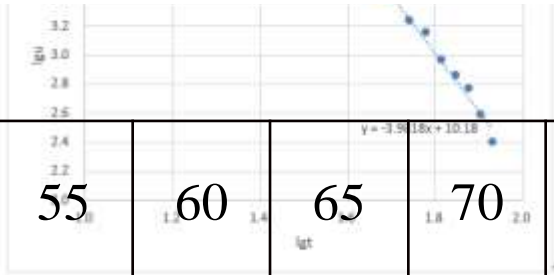


图 5-3 原油黏温拟合曲线

原油温度(°C)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
黏度(mPa•s)	9292	5573	3528	2333	1599	1130	819	958	707	532

悬点载荷计算

强度校核

在下泵深度及沉没度不是很大，井口回压及冲次不是很高的油井内，在计算最大和最小载荷时，通常可以忽略振动、沉没压力、井口回压、液柱惯性产生的悬点载荷，此时，悬点最大和最小载荷可表示为：↵

$$P_{\max} = W_r + W_l + I_u + F_u \quad (3-17) \quad \leftarrow$$

$$P_{\min} = W_{rl} - I_d - F_d \quad (3-18) \quad \leftarrow$$

式中：↵

P_{\max} 、 P_{\min} ——悬点承受的最大和最小载荷，kN；↵

W_r ——上冲程中抽油杆柱所受的重力，kN；↵

W_l ——上冲程中液柱所受的重力，kN；↵

W_{rl} ——下冲程中液柱的重力与对抽油杆的浮力产生的载荷，kN；↵

I_u 、 I_d ——上、下冲程中抽油杆产生的最大惯性载荷，kN；↵

F_u 、 F_d ——上、下冲程中的最大摩擦载荷，kN。↵

当下泵深度确定后，抽油杆的总长度便确定下来。下面将进一步确定抽油杆的直径及组合。抽油杆的直径及组合是抽油井系统选择设计的核心内容，确定的具体步骤如下：↵

- ① 以抽油泵为起点，其高度为 $H_0 = H_p$ ；给抽油杆直径变量数组 $dr0$ 赋值；给定最下一级抽油杆直径 dr （最小直径）；假定一个液柱载荷 W_{10} （可用中等直径抽油杆进行估算）；↵
- ② 最大和最小载荷分别赋值为↵

$$P_{max} = W_{10} + \text{上冲程载荷常量}, P_{min} = \text{下冲程载荷常量}; \leftarrow$$

- ③ 假设计算段长度 ΔH ，则计算段的起点高度为 H_0 ，末点高度为 $H_1 = H_0 + \Delta H$ 。如果 $H_1 > H$ 时，则令 $H_1 = H$ ，该段的长度则为 $\Delta H = H - H_0$ ；↵
- ④ 计算段的平均高度为 $\bar{H} = H_0 + \Delta H/2$ ，计算该平均高度下对应的温度，并计算原油的粘度及混合物的粘度；↵
- ⑤ 分别计算该计算段 最大载荷 dP_{max} 与最小载荷 dP_{min} ；↵
- ⑥ 分别计算累积最大和最小载荷：↵

$$P_{max} = P_{max} + dP_{max} \leftarrow$$

$$P_{min} = P_{min} + dP_{min} \leftarrow$$

- ⑦ 计算抽油杆的折算应力 σ_c ，进行该段抽油杆强度校核；↵
- ⑧ 如不满足强度要，则换次一级抽油杆直径，返回到步骤 ③ 重新计算；如满足强度要求，则以 H_1 作为下一计算段的起点 H_0 ，进行下一段计算；↵
- ⑨ 当 $H_0 = H$ 时则结束，否则返回到 ③ 继续计算，直到 $H_0 = H$ 为止。↵
- ⑩ 最后应检验假定的液柱载荷 W_1 。如与计算值不相等，则重新假设并计算。↵

许用应力取 $[\sigma_{-1}] = 90 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ↵

表 5-2 抽油杆组合↵

项 目↵	一级杆↵	二级杆↵	三级杆↵
直径(mm)↵	16.00↵	19.00↵	22.00↵
长度(m)↵	559↵	468↵	143↵

许用应力(N/mm²)	杆直径(mm)				
	一级	二级	三级	四级	五级
90	16	19	22	25	29
100	16	19	22	25	29
120	16	19	22	25	29
150	16	19	22	25	29
180	16	19	22	25	29

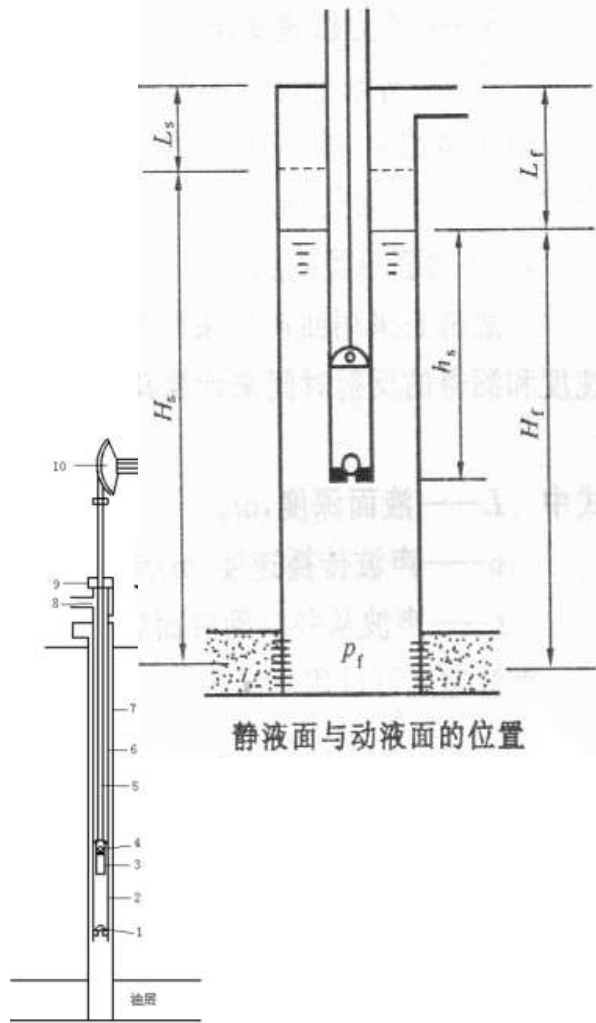


图 2-3 有杆泵抽油井的系统组成

抽油机选择

许用载荷、最大扭矩、最大电动机功率

设备投资概算

HSE

结论

心得体会

参考文献（至少1页，日期新）

Form1

基础数据

井号

cy0060

套管直径(mm)

190

地层压力(MPa)

10.65

试井产液(m3/d)

24.1

原油密度(kg/m3)

970.84

地层水比热(J/kg° C)

4192.16

a

11.882

油层深度(m)

1795

地温梯度(° C/100m)

3.07

饱和压力(MPa)

10.1

试井流压(MPa)

5.68

地层水密度(kg/m3)

1000

设计沉没度(m)

210.28

b

4.9826

油管内径(mm)

88.9

井底温度(° C)

89.8

传热系数(W/m° C)

2.74

体积含水率(%)

39.5

原油比热(J/kg° C)

2308.76

设计排量(m3/d)

25.1

井底流压(MPa)

5.39501480249487

下泵深度(m)

1444.8618534377

最大扭矩(N)

43391.6407633152

一级杆长度(m)

175

二级杆长度(m)

810

三级杆长度(m)

460

四级杆长度(m)

0

五级杆长度(m)

0

最大载荷(N)

67617.1338992066

最小载荷(N)

9761.61288145302

校核强度

满足要求

校核扭矩

满足要求

电机功率(kW)

30.2940208491746

宝鸡 10-3-48HB

确定

公称直径(mm)

44

抽油机详细参数

最大载荷(kN)

100

最大扭矩(N)

48

连杆长度(mm)

3330

曲柄半径(mm)

895

冲程(m)

3

冲次(1/min)

6

计算泵径(mm)

41.96871

基本泵型

杆式泵

公称直径(mm)

44

基本直径(mm)

44.5

接油管外径(mm)

73.0

柱塞冲程范围(mm)

1.2~6

理论排量(m3/d)

27~138

联接抽油杆螺纹直径(mm)

26.988

采油工程课程设计成绩评价表

设计名称	抽油井系统设计						
学生姓名		学号		指导教师姓名		职称	
评审项目	评分标准					权重	得分
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分			
课程目标1: 针对采油工程中抽油井系统设计这一复杂工程问题,完成抽油泵、抽油杆、抽油机选型设计。支撑毕业要求3-2。	运用所学石油工程领域相关知识,很好地完成抽油泵、抽油杆、抽油机选型设计,知识运用能力强。	运用所学石油工程领域相关知识,较好地成抽油泵、抽油杆、抽油机选型设计,知识运用能力较强。	运用所学石油工程领域相关知识,完成抽油泵、抽油杆、抽油机选型设计,知识运用能力一般。	运用所学石油工程领域相关知识,不能完成抽油泵、抽油杆、抽油机选型设计,知识运用能力差。	0.13		
课程目标2: 能够就抽油井系统设计这一复杂工程问题,系统性地设计逻辑结构,准确表达自己的观点,体现创新意识。支撑毕业要求3-3。	根据课程设计的研究内容,能够就抽油井系统设计这一复杂工程问题,系统性地设计逻辑结构,准确表达自己的观点,体现创新意识。	根据课程设计的研究内容,能够就抽油井系统设计这一复杂工程问题,系统性地设计逻辑结构,较准确表达自己的观点。	根据课程设计的研究内容,能够就抽油井系统设计这一复杂工程问题,系统性地设计逻辑结构,基本准确表达自己的观点。	根据课程设计的研究内容,能够就抽油井系统设计这一复杂工程问题,缺乏系统性地设计逻辑结构,不能表达自己的观点。	0.13		
课程目标3: 能够选择与使用合适的信息资源和计算机语言,对抽油井系统设计这一复杂油藏工程问题进行分析、计算和设计。支撑毕业要求5-2。	能够根据课程设计内容,选择与使用合适的信息资源和计算机语言,很好地完成复杂工程问题的分析、计算与设计,分析、选择和判断能力强。	能够根据课程设计内容,选择与使用合适的信息资源和计算机语言,较好地完成复杂工程问题的分析、计算与设计,分析、选择和判断能力较强。	结合课程设计内容,选择与使用合适的信息资源和计算机语言,完成复杂工程问题的分析、计算与设计,分析、选择和判断能力一般。	结合课程设计内容,选择与使用合适的信息资源和计算机语言,基本完成复杂工程问题的分析、计算与设计,分析、选择和判断能力差。	0.24		

<p>课程目标4：能够针对抽油井系统设计问题，开发计算机程序，完成抽油井系统设计，撰写课程设计报告。支撑毕业要求5-3。</p>	<p>能够根据课程设计要求，开发计算机程序，很好地完成抽油井系统设计；课程设计报告内容符合撰写要求、规范，条理清晰，文理通顺。</p>	<p>能够根据课程设计要求，开发计算机程序，较好地完成抽油井系统设计；课程设计报告内容符合撰写要求、规范，条理较清晰，文理较通顺。</p>	<p>结合课程设计要求，开发计算机程序，基本完成抽油井系统设计；课程设计报告内容撰写基本规范，条理较清晰，文理较通顺。</p>	<p>结合课程设计要求，开发计算机程序，不能完成抽油井系统设计；课程设计报告内容撰写不规范，条理不清晰，文理不通顺。</p>	0.34	
<p>课程目标5：能够针对抽油井系统设计这一复杂工程问题，面对提问，能够准确表达自己的观点，理解与业界同行和社会公众交流的差异性，培养学生表达与沟通能力。支撑毕业要求10-1。</p>	<p>设计思路清晰，表达能力强，能够全面、准确地回答全部问题，表达与沟通能力强。</p>	<p>设计思路清晰，表达能力较强，能够正确回答问题的80%以上，表达与沟通能力较强。</p>	<p>设计思路较清晰，表达能力一般，能够正确回答问题的60%以上，表达与沟通能力一般。</p>	<p>设计思路混乱，表达能力差，只能回答少部分问题，表达与沟通能力差。</p>	0.16	
总分						