

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5505—92

丛式井整体设计作法

1992-11-03发布

1993-04-01实施

中华人民共和国能源部 发布

丛式井整体设计作法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了丛式井开发平台设置总体规划方法、单平台丛式井设计方法和丛式井组中各单井井身剖面的设计原则与方法。

本标准适用于陆上油田丛式井的开发。海上油田可参照使用。

2 引用标准

SY/T 5435 二维常规定向井轨道设计和轨迹绘图作法

3 平台设置总体规划

3.1 数学模型

$$\begin{cases} \min z = \sum_{j=1}^{n_p} \sum_{i=1}^{n_w} t_{ij} \cdot f_1(S_{ij}, h_i) + \sum_{i=1}^k C_i & \dots\dots\dots (1) \\ \sum_{j=1}^{n_p} t_{ij} = 1 \quad (i=1, 2, \dots, n_w) & \dots\dots\dots (2) \\ \sum_{i=1}^{n_w} t_{ij} = n_j \leq n_{j0} \quad (j=1, 2, \dots, n_p) & \dots\dots\dots (3) \end{cases}$$

式中： z ——与丛式井开发相关的投资总值，万元；
 n_p ——在区块开发中布置的平台个数，个；
 n_w ——丛式井开发区块总的井数，口；
 t_{ij} ——0—1变量
 $t_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{第 } i \text{ 口井分配在第 } j \text{ 号平台上钻进,} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 口井不在第 } j \text{ 号平台上钻进,} \end{cases}$
 S_{ij} ——第 i 号平台上第 j 号井的水平位移，m；
 $h_i (i=1, 2, \dots, n_w)$ ——第 i 口井目标点的垂深，m；
 $f_1(S_{ij}, h_i)$ ——定向井钻井费用函数；
 $C_i (i=1, 2, \dots, k)$ ——除钻井费用以外的第 i 项投资费用，万元；
 k ——除钻井费用以外与丛式井开发相关的其他费用之总项数；
 $n_j (j=1, 2, \dots, n_p)$ ——在 j 号平台上所钻的井数，口；
 n_{j0} ——第 j 号平台上能钻井数的最大值，口。

$$S_{ij} = [(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

式中： $(x_i, y_i) (i=1, 2, \dots, n_w)$ ——第 i 口井的井位坐标，m；
 $(x_j, y_j) (j=1, 2, \dots, n_p)$ ——第 j 号平台的地理坐标，m。

3.2 数学模型求解

3.2.1 根据已钻定向井的资料用统计方法求出 $f_1(S_{ij}, h_i)$ 。

3.2.2 在模式中平台个数 n_p 为上标变量,可根据具体情况给出 n_p 的最小值和最大值。

3.2.3 当平台个数 n_p 给定一可能的值以后,可以将公式(1)分解成两个部分进行求解,即先以钻井总费用最低确定平台位置和井位划分,然后再以总费用最低求解其余部分。

3.2.4 当 n_p 给定以后,求解钻井总费用最低的问题属于“选址—分配”问题。根据一个平台控制一定区域内井位的特点,可将该问题分解成“选址”和“分配”两个子问题叠代求解。

3.2.5 在求解了钻井总费用最低的问题以后,可根据具体情况求解公式(1)中剩余部分的优化与计算问题,即 $\sum_{i=1}^k C_i$ 的计算。

3.2.5.1 平台建设费用的计算

平台建设费用主要取决于平台单位面积的建设费用和平台总面积。单位面积建设费用主要与所征用土地的价格以及所需土方费用有关,当开发区块地理情况变化不大时,可认为该项费用在该地区等于已知常数 μ_1 ,平台总面积在一般情况下可认为与该平台上所钻的井数呈线性关系,其计算式为:

$$C_1 = \sum_{j=1}^{n_p} \mu_1 [a_0 + b_0(n_j - 1)] \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: C_1 ——平台建设费用, 万元;

μ_1 ——平台单位面积的建设费用, 万元/ m^2 ;

a_0, b_0 ——系数, m^2 。

在一些地理环境比较复杂的地区(如长庆安塞油田, 山大沟深), 随着井数的增加, 平台建设费用随井数呈指数规律增加, 则 C_1 可用下式表示:

$$C_1 = \sum_{j=1}^{n_p} \mu_1 w^{(m_j - 1)} [a_0 + b_0(n_j - 1)] \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: w ——与地形有关的常数, 无量纲。

若由于地理情况变化, 在同一区块内平台单位面积建设费用与平台所在位置有关, 则 μ_1 应根据具体情况选用一定的模式来求解

3.2.5.2 公路和输电线路费用的计算

公路的铺设, 一般分为主干路、支干路和井场路三种等级, 其原则为每个平台必须有公路通过。在设计时除了考虑已有的公路、村庄、河流等条件以外, 还需符合国家有关公路铺设的规范。输电线路一般是沿公路铺设的, 只要公路铺设的方案确定以后, 输电线路也就确定了, 其计算式为:

$$C_2 = \mu_{21}L_1 + \mu_{22}L_2 + \mu_{23}L_3 + \mu_{24}(L_1 + L_2 + L_3) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: C_2 ——公路与输电线路费用, 万元;

μ_{21} ——主干路单位长度修建费用, 万元/km;

μ_{22} ——支干路单位长度修建费用, 万元/km;

μ_{23} ——井场路单位长度修建费用, 万元/km;

μ_{24} ——输电线路单位长度架设费用, 万元/km;

L_1 ——主干路长度, km;

L_2 ——支干路长度, km;

L_3 ——井场路长度, km。

关于 L_1, L_2, L_3 的求解, 在平台的地理坐标确定以后, 根据每个平台必须有公路相通的原则, 可采用图论中Kruskal算法, 先求出通向每个井场公路的总长度为最短的初步方案, 在计算中可采用特殊的点, 给边加不同权重的方法来处理已有的公路、河流、村庄以及地理环境限制。在求得初步方