

ICS 75.020

E 13

备案号: 3122—1999

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6396—1999

丛式井井眼防碰技术要求

Requirements for cluster drilling hole anticollision technology

1999-05-17 发布

1999-12-01 实施

国家石油和化学工业局 发 布

前 言

制定本标准的目的在于规范丛式井组和老区调整井的钻井施工作业，防止密集井网井眼轨迹相碰，达到安全施工，提高丛式井组的整体开发效益。

本标准提出了丛式井组设计、轨道防碰设计、预测方法、最近空间距离的搜索和防碰施工技术等要求。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由石油钻井工程专业标准化委员会归口。

本标准起草单位：江苏石油勘探局信息中心。

本标准主要起草人 刘喜荣 王国祥 黎学年 许秀鑫 陈 波

丛式井井眼防碰技术要求

Requirements for cluster drilling hole anticollision technology

1 范围

本标准规定了丛式井组的设计、轨道防碰设计、轨迹预测、最近空间距离的搜索和井组防碰施工技术要求。

本标准适用于陆上石油、天然气井的钻井防碰施工作业。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

SY/T 5431—1996 井身结构设计方法

SY/T 5505—92 丛式井整体设计方法

SY/T 5949—94 定向井三维轨道设计方法

3 定义

3.1 井组 well group

两口（含两口）以上的井组成井组。井组的井场为丛式井井场。

3.2 防碰 anticollision

丛式井钻井作业中，防止井眼与邻近井眼相碰。

4 井组的设计

井组设计除按 SY/T 5505 的规定执行外，还应考虑以下因素。

4.1 井组的布置

4.1.1 井场尽可能选择在地质构造的低部位，确保井眼轨迹满足从低部位打向高部位的地质要求，以有利于定向施工和轨迹控制。

4.1.2 井组尽量安排在双靶点井的靶点延长线上。两口以上双靶点的井组，井场布置在各井靶点连线的延长线交汇处，或交汇处附近。多靶点井和单靶点井组成的井组应以满足多靶点井为前提，适当考虑单靶点井的施工难度来确定井组位置。

4.1.3 对于井组中的双靶点井，应根据钻井造斜技术能力钻达双靶点确定的井斜所必须的靶前位移来确定井场位置。

4.1.4 井组安排应考虑道路和优化井眼轨迹的需要，多靶点井应考虑靶前位移对施工的影响。在此前提下，按井组钻井总进尺最少来确定井组地面位置。

4.2 井组中各井井眼轨迹的组合原则

4.2.1 应避免井组中的井眼轨迹在空间交叉。

4.2.2 井组中各井的水平位移应长短结合，以便于错开造斜点。

4.2.3 井组可布置成直线型、L型、矩型等。塔式井架的井口原则上采用直线型排列，急于投采的

油井，可采用 L 型井组组合。

4.2.4 井口距一般取 3 ~ 5 m。

4.3 井组的施工顺序

4.3.1 丛式井总体设计时，应对各井排列施工顺序，建议先钻水平位移大、造斜点浅的井，后钻水平位移小、造斜点深的井和直井。

4.3.2 大门方向的确定应以井组中按顺序施工的各井防碰间距最大为原则。在此条件下，为利于井架整拖和避免井眼轨迹的二维或三维绕障，大门方向应指向后实施井。

4.4 井身结构设计要求

井身结构除按 SY/T 5431 的规定执行外，井组中各井的表层套管下深应错开 20m 以上。

5 轨道防碰设计

井眼轨道的设计方法除按 SY/T 5949 的规定执行外，同时考虑下列因素。

5.1 造斜点的选择

5.1.1 造斜点应选择在比较稳定、可钻性较好的地层。

5.1.2 井组中相邻两井的造斜点应错开 50 m 以上。

5.1.3 井组中，邻井之间的直井段尽可能短。

5.1.4 选择造斜点应保证最大井斜角不小于 15°。

5.2 井组轨道防碰设计空间安全距离要求

斜井段设计轨道的空间最小距离要求：垂深 2000m 以内不小于 30m，垂深大于 2000m 不小于 40m。

5.3 剖面类型选择

剖面类型优先选择三段制。

6 轨迹预测

井眼轨迹分以下四种情况预测：

a) 稳斜、稳方位情况：

$$H_i = H_0 + (L_i - L_0) \cdot \cos \alpha_0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$N_i = N_0 + (L_i - L_0) \cdot \sin \alpha_0 \cdot \cos \phi_0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$E_i = E_0 + (L_i - L_0) \cdot \sin \alpha_0 \cdot \sin \phi_0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

b) 变斜、变方位情况：

$$\alpha_i = \alpha_0 + (K_\alpha/30) \cdot (L_i - L_0) \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\phi_i = \phi_0 + 57.3 \cdot (K_\phi/K_\alpha) \cdot (\cos \alpha_0 - \cos \alpha_i) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$H_i = H_0 + [57.3/(K_\alpha/30)] \cdot (\sin \alpha_i - \sin \alpha_0) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$N_i = N_0 + [57.3/(K_\phi/30)] \cdot (\sin \phi_i - \sin \phi_0) \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$E_i = E_0 + [57.3/(K_\phi/30)] \cdot (\cos \phi_0 - \cos \phi_i) \quad \dots\dots\dots(8)$$

c) 变斜、稳方位情况:

$$\alpha_i = \alpha_0 + (K_a/30) \cdot (L_i - L_0) \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$H_i = H_0 + [57.3/(K_a/30)] \cdot (\sin\alpha_i - \sin\alpha_0) \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$N_i = N_0 + [57.3/(K_a/30)] \cdot (\cos\alpha_0 - \cos\alpha_i) \cdot \cos\phi_0 \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$E_i = E_0 + [57.3/(K_a/30)] \cdot (\cos\alpha_0 - \cos\alpha_i) \cdot \sin\phi_0 \quad \dots\dots\dots(12)$$

d) 稳斜、变方位情况:

$$\phi_i = \phi_0 + (K_\phi/30) \cdot (L_i - L_0) \cdot \sin\alpha_0 \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$H_i = H_0 + (L_i - L_0) \cdot \cos\alpha_0 \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$N_i = N_0 + [57.3/(K_\phi/30)] \cdot (\sin\phi_i - \sin\phi_0) \quad \dots\dots\dots(15)$$

$$E_i = E_0 + [57.3/(K_\phi/30)] \cdot (\cos\phi_0 - \cos\phi_i) \quad \dots\dots\dots(16)$$

式中: L_0 ——正钻井当前井底井深, m;

α_0 —— L_0 井深处井斜角, (°);

ϕ_0 —— L_0 井深处井斜方位角, (°);

H_0 —— L_0 井深处垂深, m;

N_0 —— L_0 井深处水平投影南北坐标分量, m;

E_0 —— L_0 井深处水平投影东西坐标分量, m;

L_i ——正钻井待钻达井深, 即预测井深 (第 1 预测点的 L_i 应小于 $L_0 + 30\text{m}$), m;

α_i —— L_i 井深处井斜角, (°);

ϕ_i —— L_i 井深处井斜方位角, (°);

H_i —— L_i 井深处垂深, m;

N_i —— L_i 井深处水平投影南北坐标分量, m;

E_i —— L_i 井深处水平投影东西坐标分量, m。

K_a ——井斜变化率, (°)/30m;

K_ϕ ——方位变化率, (°)/30m;

K_a, K_ϕ 的取值应考虑地层、钻具、已钻井段轨迹、钻井参数等因素。

7 最近空间距离的搜索

推荐采用三维扫描技术 [见附录 A (提示的附录)] 搜索最近空间距离, 也可用平面扫描等技术搜索最近空间距离。

8 井组防碰施工技术要求

8.1 测斜要求

8.1.1 测斜仪器可采用单点和多点测斜仪或陀螺测斜仪、MWD 或有线随钻测斜仪。

8.1.2 直井段的单点测斜间距不大于 100 m; 直井段超过 300m 测多点, 点距不大于 30m。有磁干扰

的井段用陀螺测斜仪测斜。

8.1.3 造斜和降斜井段的测斜间距不大于 30 m；稳斜井段的测斜间距不大于 80m；防碰、绕障井段的测斜间距不大于 30 m，必要时加密测点。

8.2 现场施工

8.2.1 控制直井段与邻井的距离不小于 2 m。

8.2.2 直井段用小钻压、高转速、大钟摆钻具组合钻进。

8.2.3 根据测斜数据及时计算、绘出单井设计与实钻轨迹投影图，并绘出防碰井与邻井在同一坐标系下井眼轨迹水平投影叠加图。

8.2.4 每测一点都要扫描、搜索出正钻井与邻井的最近空间距离，预测出井眼轨迹的发展趋势以及与邻井是否有“相碰”的危险。

8.2.5 两井轨迹水平投影叠加图交叉点的垂直井深差大于 30 m。

8.2.6 两井最近距离在安全区域内，可采用常规的增斜、稳斜和降斜钻具组合，进行轨迹控制。

8.2.7 防碰、绕障井段用造斜工具来控制井眼轨迹。

8.2.8 防碰井段按小半径柱状靶施工，控制轨迹在靶内穿行。

附 录 A

(提示的附录)

三维扫描技术搜索最近空间距离方法

A1 三维空间距离 S_{ij}

$$X_i = E_i \quad \dots\dots\dots(A1)$$

$$Y_i = N_i \quad \dots\dots\dots(A2)$$

$$X_j = (X_2 - X_1) + E_j \quad \dots\dots\dots(A3)$$

$$Y_j = (Y_2 - Y_1) + N_j \quad \dots\dots\dots(A4)$$

$$S_{ij} = [(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2 + (H_i - H_j)^2]^{1/2} \quad \dots\dots\dots(A5)$$

式中: X_1, Y_1 ——正钻井井口大地坐标, m;

X_2, Y_2 ——邻井井口大地坐标, m;

E_i, N_i 和 E_j, N_j ——正钻井 i 处轨迹和邻井 j 处轨迹相对各自井口的 E—N 坐标系下的投影分量, m;

X_i, Y_i ——以正钻井井口为原点的 X—Y 坐标系下, 正钻井 i 处轨迹的坐标, m;

X_j, Y_j ——以正钻井井口为原点的 X—Y 坐标系下, 邻井 j 处轨迹的坐标, m;

H_i, H_j ——正钻井 i 处、邻井 j 处的垂深, m;

S_{ij} ——正钻井 i 处与邻井 j 处的三维空间距离, m。

A2 三维最近空间距离 S_{\min} 的搜索

不断地变化 i 和 j 点可以找到一个最小的 S_{ij} , 即最近的空间距离 S_{\min} 以及 S_{\min} 所在的位置。