

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/ T 6193—1996

稠油注蒸汽开发可采储量标定方法

1996-11-15 发布

1997-06-01 实施

中国石油天然气总公司 发布

目 次

前言

1 范围	(1)
2 术语	(1)
3 可采储量标定方法	(1)

前 言

本标准是根据中国石油天然气总公司 1995 年标准制修订项目计划编制的。其目的是规范全国稠油油藏注蒸汽开发的可采储量标定方法，以便较精确地确定稠油油藏注蒸汽开发的可采储量，提高油藏管理水平，增加稠油油藏注蒸汽开发的经济效益。

本标准所推荐的 4 种方法，是从国内外现有方法调查和这次研究的油藏参数法共 27 种方法中，经大量试算，对比筛选出来的。应用这些方法，基本可满足蒸汽吞吐和蒸汽驱及其不同开发阶段稠油注蒸汽开发的可采储量评估。

本标准中所用参数符号和单位均采用 SY/T 5895—93《石油工业常用量和单位 勘探开发部分》所规定的符号和单位。本标准只对一些热采专用参数加以规定。

本标准由油气田开发专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：石油勘探开发科学研究院热力采油研究所负责起草。

本标准起草人 李平科 岳清山 张侠

稠油注蒸汽开发可采储量标定方法

1 范围

本标准规定了稠油油藏注蒸汽开发可采储量的标定方法。

本标准适用于注蒸汽开发的稠油油藏。

2 术语

2.1 蒸汽吞吐

是稠油油藏注蒸汽开发的一种方式。其过程是向油井注入一定数量的蒸汽后关井数天，然后开井生产。

2.2 蒸汽驱

是稠油油藏注蒸汽开发的另一种方式。它是按一定的注采井网，从注入井连续注入蒸汽，将油驱向采油井采出。

2.3 油汽比

是指注蒸汽采油中采出油量与注入蒸汽量（冷水当量）的体积比。

2.4 净总厚度比

是指注蒸汽开采层段中的有效油层厚度与开采层段的总厚度之比。

开采层段总厚度指从开采层段顶界到开采层段底界的距离；有效油层厚度指开采层段内各小层的有效厚度之和。

3 可采储量标定方法

3.1 注采关系法

3.1.1 原理及方法

在一定条件下注蒸汽开发的稠油油藏，在蒸汽吞吐阶段或蒸汽驱阶段，其累积产油量与累积注汽量之间，在半对数坐标系中具有如下关系：

$$\lg N_s = A + BN_p \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中： N_s ——累积注汽量（冷水当量体积数）， 10^4m^3 ；

N_p ——累积产油量， 10^4m^3 ；

A ——直线在 N_s 轴上的截距， 10^4m^3 ；

B ——直线斜率。

在半对数坐标纸上作如图 1 和图 2 所示的 N_s-N_p 关系图，即可求得 A 和 B 。

将（1）式对时间求导可得：

$$N_s = \frac{1}{2.30B} [(dN_s / dt) / (dN_p / dt)] \quad \dots\dots\dots(2)$$

令 $dN_s / dt = Q_s$, $dN_p / dt = Q_o$, $Q_o / Q_s = R_{os}$, 得:

$$N_s = \frac{1}{2.30BR_{os}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: R_{os} ——瞬时油汽比。

将 (3) 式代入 (1) 式得:

$$N_p = \frac{\lg[1 / (2.30BR_{os})] - A}{B} \quad \dots\dots\dots(4)$$

对蒸汽吞吐, 取极限瞬时油汽比 0.25, 则蒸汽吞吐阶段的可采储量 N_{R1} :

$$N_{R1} = \frac{\lg[1 / (0.58B)] - A}{B} \quad \dots\dots\dots(5)$$

对蒸汽驱, 取极限瞬时油汽比 0.15, 则汽驱阶段的可采储量 N_{R2} :

$$N_{R2} = \frac{\lg[1 / (0.35B)] - A}{B} \quad \dots\dots\dots(6)$$

注蒸汽开发的总可采储量 N_R :

$$N_R = N_{R1} + N_{R2} \quad \dots\dots\dots(7)$$

总采收率 E_R :

$$E_R = N_{R1} / N + N_{R2} / N = N_R / N \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中: N ——原始储量, $10^4 m^3$ 。

3.1.2 应用条件

只有在油藏全面投入某种开发方式, 没有重大调整, 累积注汽量和累积产油量数据在半对数坐标系中出现较长的直线段时才能应用该方法; 此法预测的最终产油量和采收率是油藏目前操作条件下可能取得的值。

3.1.3 适用范围

可用于蒸汽吞吐和蒸汽驱开发方式。

3.2 经验公式

3.2.1 计算公式

$$E_{R1} = 21.14 + 17.95h_r - 0.0033D + 0.028h_o + 0.1366\lg K - 3.067\lg\mu_o \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中: E_{R1} ——蒸汽吞吐的采收率, 小数;

h_r ——净总厚度比, 小数;

D ——油藏中部深度, m;

h_o ——有效厚度, m;

K ——油层平均渗透率, $10^{-3}\mu\text{m}^2$;

μ_o ——油藏温度下脱气油粘度, $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

3.2.2 应用条件

用于预测油藏蒸汽吞吐的采收率。参数适用范围: h_r : 0.3~0.74; D : 170~1700; h_o : 5.0~42.0; K : 400~5000; μ_o : 500~50000; 井距 100~200m。

3.2.3 适用范围

蒸汽吞吐开发方式。

3.3 油藏参数法

3.3.1 计算公式

$$E_{R2} = 8.97 + 2.82h_o - 0.044h_o^2 + 3.59\lg\mu_o - 1.41\lg^2\mu_o + 62.04S_o \\ + 5.56V_{DP} - 39.52V_{DP}^2 - 131.48\lg^2h_r - 0.026D \dots\dots\dots(10)$$

式中: E_{R2} ——蒸汽驱的采收率, %;

S_o ——初始含油饱和度, 小数;

V_{DP} ——渗透率变异系数, 小数。

3.3.2 应用条件

用于中、高孔渗、边底水不太活跃油藏蒸汽驱的采收率预测。此法预测的结果为油藏条件可达到的采收率。蒸汽驱操作条件要满足: 注汽速度大于 $2.0 \times 10^{-4} \text{m}^3 / (\text{d} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m})$, 采注比大于 1.2, 蒸汽干度一般要大于 40%。油藏参数适用范围: $h_o > 7$; $\mu_o < 20000$; $S_o > 0.45$; $V_{DP} < 0.8$; $h_r > 0.4$; $300\text{m} \leq D < 1400\text{m}$ 。

注: 注汽速度计算中的厚度为有效厚度。

3.3.3 适用范围

蒸汽驱开发方式。

3.4 油藏数值模拟法

3.4.1 方法

根据油藏地质特点, 建立油藏模型, 选择热采数值模拟软件来预测可采储量和采收率。随着对油藏认识程度的加深, 应修改油藏模型, 提高预测精度。

在应用数值模拟法计算蒸汽驱可采储量时, 其操作条件要满足: 注汽速度大于 $2.0 \times 10^{-4} \text{m}^3 / (\text{d} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m})$, 采注比大于 1.2, 蒸汽干度一般要大于 40% (如果油藏过深, 蒸汽干度达不到 40%, 要按实际可达到的最大蒸汽干度计算), 结束条件瞬时油汽比等于 0.15。

3.4.2 应用条件

油藏参数齐全, 如有经动态历史拟合的油藏模型, 其结果更可靠。此法预测的结果为油藏条件可达到的采收率。

3.4.3 适用范围

蒸汽吞吐和蒸汽驱开发方式。

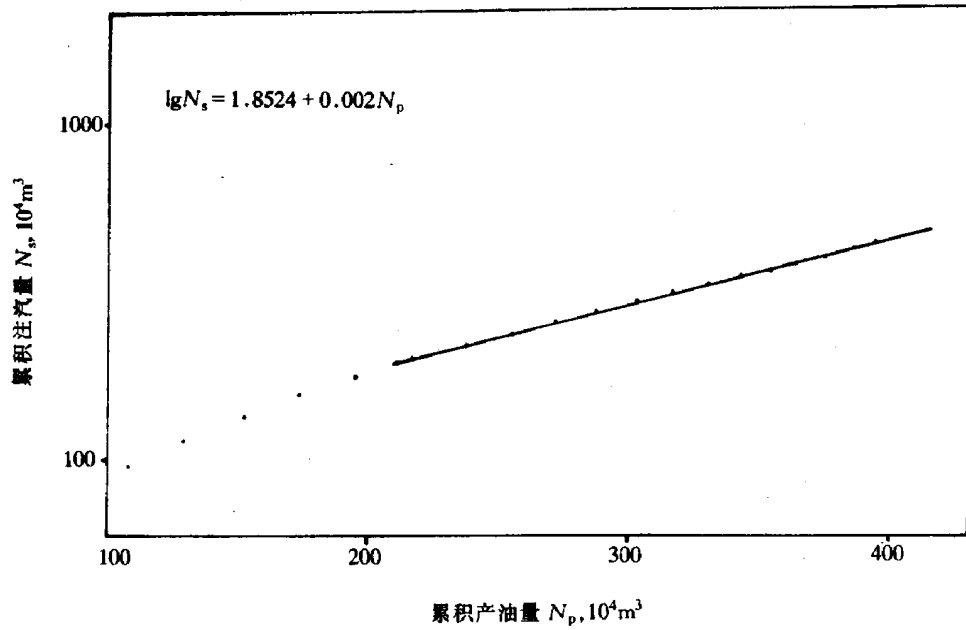


图 1 蒸汽吞吐的累积注汽量与累积产油量的关系曲线

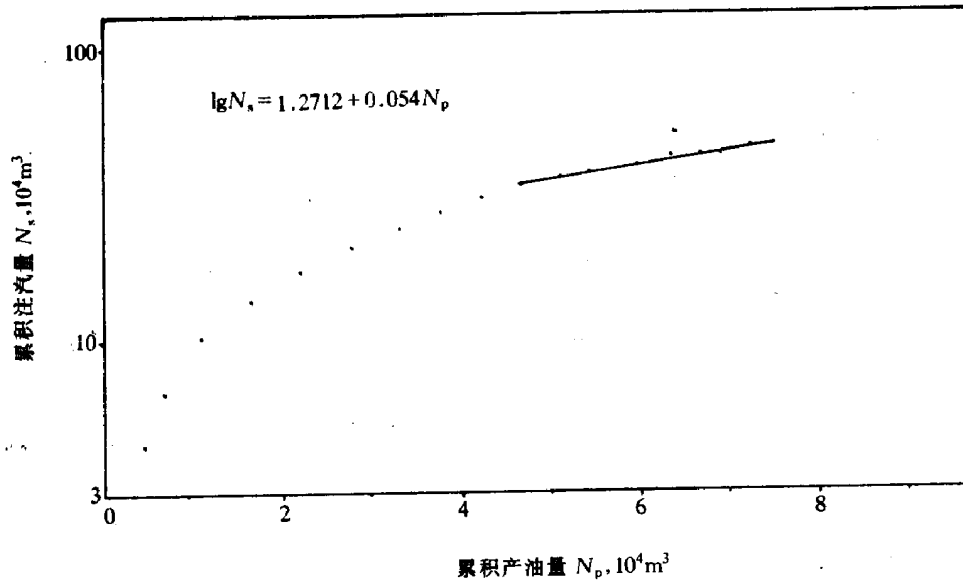


图 2 蒸汽驱的累积注汽量与累积产油量的关系曲线