

ICS 75.180.99  
E10  
备案号: 8210—2001

**SY**

# 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6510—2000

---

## 稠油油田注蒸汽开发方案设计技术要求

Technical requirement for steam injection development project  
design of heavy oil reservoir

2000 - 12 - 25 发布

2001 - 06 - 01 实施

---

国家石油和化学工业局      发 布

目 次

前 言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 引用标准 ..... 1

3 开发方案设计的原则 ..... 1

4 开发方案设计的内容 ..... 1

5 开发方案报告的编写要求 ..... 4

## 前 言

本标准是根据国家石油和化学工业局 1999 年石油天然气行业标准制修订项目计划编制的。本标准主要引用了 GBn 269—88《石油储量规范》等国家标准和 SY/T 6191—1996《稠油油藏描述技术要求》等行业标准,吸收了国内稠油油田开发方案编制的方法和技术,系统地规定了稠油油田注蒸汽开发方案设计的原则、内容及开发方案报告的编写要求。其目的是使我国稠油油田注蒸汽开发方案设计系统化、规范化和标准化,提高稠油油田注蒸汽开发方案设计水平。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由油气田开发专业标准化委员会归口。

本标准起草单位:中国石油化工股份有限公司河南油田分公司石油勘探开发研究院、中国石油勘探开发研究院。

本标准主要起草人 崔连训 刘尚奇 李爱国 刘新福 张长振 马玉霞 贾玉培

稠油油田注蒸汽开发方案设计技术要求

SY/T 6510—2000

Technical requirement for steam injection development project  
design of heavy oil reservoir

## 1 范围

本标准规定了稠油油田注蒸汽开发方案的编制方法、设计内容和技术要求。

本标准适用于注蒸汽开发的砂岩、砂砾岩类型稠油油藏的蒸汽吞吐和蒸汽驱开发方案设计，其它类型稠油油藏可参照执行。

## 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为本标准的条文。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。

GBn 269—88 石油储量规范

SY/T 6102—2000 稠油油藏注蒸汽开发动态监测录取资料的内容及要求

SY/T 6169—1995 油藏分类

SY/T 6191—1996 稠油油藏描述技术要求

SY/T 6193—1996 稠油注蒸汽开发可采储量标定方法

## 3 开发方案设计的原则

3.1 遵守国家有关油气资源开发的政策、法规，满足国家对油气资源开发的需要。

3.2 以经济效益为中心，优化开发方案设计，提高稠油资源利用率和采收率。

## 4 开发方案设计的内容

### 4.1 油田概况

#### 4.1.1 地理简况

4.1.1.1 地理位置：包括油田地理位置、海拔高度、地形和地貌特征。

4.1.1.2 交通情况：包括公路、铁路和水运情况。

4.1.1.3 气候特征：包括气候类型、年降水量和温度。

4.1.1.4 地区特征：包括水源、地区的经济发展水平。

#### 4.1.2 勘探简况

发现井的发现时间及构造位置；地震工作量、测线密度及成果；探井和评价井井数、井号及其取心、分析化验评价资料；测井、测井解释成果及地层测试情况。

#### 4.1.3 试油简况

发现井或评价井试井、热力或常规试油及试气情况。

#### 4.2 油藏描述

根据稠油油藏注蒸汽开采特点,油藏描述内容参照 SY/T 6191 执行。

油藏类型划分按 SY/T 6169 执行。

#### 4.3 储量计算

4.3.1 采用容积法计算地质储量。

4.3.2 计算参数确定按 GBn 269 执行。

4.3.3 列出地质储量计算表(含气顶气、溶解气)。

#### 4.4 蒸汽吞吐试采分析

稠油油藏注蒸汽开发之前应进行蒸汽吞吐试采。

4.4.1 依据蒸汽吞吐试采资料,分析周期产油量、日产油量、峰值产油量、单位厚度产油量、含水率、回采水率、压降速度和油汽比的变化规律。

4.4.2 依据蒸汽吞吐试采资料,分析注汽压力、蒸汽干度、注汽强度和焖井时间对试采开发指标的影响。

4.4.3 依据蒸汽吞吐试采资料,分析井筒降粘、举升工艺对试采开发指标的影响。

4.4.4 根据蒸汽吞吐试采情况,评价其油藏地质和工艺技术条件是否适合注蒸汽开发。

#### 4.5 油藏工程设计

##### 4.5.1 开发方式选择

在试油、试采成果的基础上,进行油藏工程分析及物模、数模研究,通过经济技术评价,优选开采方式。

4.5.1.1 对特稠油和超稠油油藏直接采用注蒸汽方式开采。

4.5.1.2 对普通稠油 I-2 类油藏,注蒸汽开发之前可先进行常规降压开采。

4.5.1.3 研究常规降压开采转入注蒸汽开发,蒸汽吞吐转入蒸汽驱开发的条件、时机及技术准备。

##### 4.5.2 开发层系划分与组合原则

4.5.2.1 同一层系内构造形态、油层物性、压力系统以及水动力系统比较接近。

4.5.2.2 一套独立的开发层系所控制的储量应大于经济极限储量。

4.5.2.3 一套独立的开发层系油层厚度及净总厚度比应满足注蒸汽开采的要求。

4.5.2.4 边水驱、底水驱及气顶驱活跃的油藏具备单独开发条件的可作为一套层系开采。

4.5.2.5 层系划分与组合应考虑注入蒸汽热能的充分利用,以提高其开发效果。

##### 4.5.3 井网和井距

###### 4.5.3.1 井网的确定原则:

a) 井网类型应依据构造形态、含油面积、油气水分布及其储层物性、非均质性和要求的注采井数比确定;

b) 井网类别包括垂直井井网、水平井井网和直井与水平井组合井网;

c) 根据油水界面、气油界面、不整合面、断裂位置、油层厚度及产能确定布井的范围;

d) 进行多种布井方案的优化。

###### 4.5.3.2 井距的设计原则:

a) 根据油藏特点和不同的开采方式优化井距;

b) 依据地质沉积相以及油砂体展布特点,分析不同井距对储量的控制程度,合理的井网控制程度一般应达到 80% 以上,形状不规则的条带状油藏也应达到 70% 以上;

c) 单井控制可采储量不低于经济极限值;

d) 井距应满足尽可能提高采油速度、缩短投资回收期、提高注蒸汽开发方案内部收益率的要求。

##### 4.5.4 射孔原则



**4.5.4.1** 垂直井打开程度应根据油层厚度大小、物性差异以及韵律特征，通过物理模拟和数值模拟研究优化确定。对于边水油藏、底水油藏，还应根据油井距边水、底水的距离，确定一定的避射厚度。

**4.5.4.2** 对采用射孔方式完井的水平井，其打开程度和射孔方位通过物理模拟和数值模拟研究优化确定。

#### **4.5.5 注采参数确定**

在计算井筒热损失的前提下，对不同开采方式的注采参数进行优化研究。

##### **4.5.5.1 蒸汽吞吐注采参数包括：**

- a) 优选注汽压力、注汽速度、蒸汽干度、注汽强度和焖井时间；
- b) 优选周期注入蒸汽的递增量；
- c) 优选排液速度；
- d) 优化蒸汽吞吐周期废弃日产油量。

##### **4.5.5.2 蒸汽驱注采参数包括：**

- a) 优选注汽压力、注汽速度、蒸汽干度和井组采注比；
- b) 根据当前原油价格和开发技术水平下原油生产成本计算经济极限油汽比。

#### **4.5.6 开发指标预测**

采用数值模拟法并依据 SY/T 6193 预测稠油注蒸汽开发指标。

##### **4.5.6.1 蒸汽吞吐开发指标：**

- a) 单井蒸汽吞吐周期开发指标包括周期注汽量、生产时间、日产油量、日产水量、周期产油量、周期产水量、累积产油量、累积产水量、周期油汽比、累积油汽比、回采水率和采出程度；
- b) 区块蒸汽吞吐开发指标包括投产井数、生产时间、年注汽量、累积注汽量、日产油量、年产油量、累积产油量、日产水量、年产水量、累积产水量、综合含水率、年度油汽比、累积油汽比、回采水率、采油速度和采出程度。

**4.5.6.2 蒸汽驱开发指标：**包括投产井数、注汽井数、采油井数、生产时间、单井日注汽量、单井日产油量、单井日产水量、日注汽量、年注汽量、累积注汽量、日产油量、年产油量、累积产油量、日产水量、年产水量、累积产水量、综合含水率、瞬时油汽比、年油汽比、累积油汽比、采注比、采油速度和采出程度。

#### **4.5.7 监测系统**

监测内容及要求按 SY/T 6102 执行。

#### **4.6 钻采工程设计主要内容及要求**

##### **4.6.1 钻井和完井工程设计**

**4.6.1.1** 根据设计井性质和地层情况设计合理的井身结构、套管程序、钢级、螺纹类型、尺寸及完井方式。

**4.6.1.2** 合理设计钻井液性质、钻开油层方式和油层保护技术。

**4.6.1.3** 采用加砂水泥和预应力固井，固井质量要确保封隔地下油气水层，以免发生管外窜槽，水泥返至地面。

**4.6.1.4** 根据试采井出砂情况设计套管内沉砂口袋。

**4.6.1.5** 根据油藏地质和钻井液特点确定测井系列。

**4.6.1.6** 采用射孔方式完井时还应合理选择枪型、射孔弹类型、射孔密度及完井液。

**4.6.1.7** 具体到一个开发单元，应一次性布井、钻井和完井。

**4.6.1.8** 在具有多套层系的老区钻井过程中，周围注汽井停注要求。

##### **4.6.2 采油工程设计**

**4.6.2.1** 井口装置确定：包括耐高温条件和压力等级以及测试井等特殊类型井口装置的确定。

- 4.6.2.2 抽油设备选型：包括抽油机、抽油杆、泵的型号、泵的类型及泵挂深度等的确定。
- 4.6.2.3 管柱结构的优化。
- 4.6.2.4 注汽前油层预处理和解堵工艺技术要求。
- 4.6.2.5 井筒隔热技术要求：包括隔热方式和井筒隔热管柱的要求。
- 4.6.2.6 井筒降粘技术要求。
- 4.6.2.7 防砂工艺要求：包括先期防砂和后期防砂的工艺要求。
- 4.6.2.8 改善注汽效果工艺技术要求。
- 4.6.2.9 储层保护技术要求。
- 4.7 地面工程设计主要内容及要求
  - 4.7.1 注汽系统要求：包括注汽锅炉、注汽站、配注站、管网流程、保温措施、绝缘和防腐的要求。
  - 4.7.2 注汽井蒸汽计量、分配及汽水分离工艺要求。
  - 4.7.3 单井油气水计量方法。
  - 4.7.4 油气水集输处理要求：包括产出液的冷却、分离、脱水、污水处理及再利用、清砂和保温措施的要求。
  - 4.7.5 环境保护要求。
  - 4.7.6 供水、供电、道路和通信要求。
- 4.8 经济评价
  - 4.8.1 经济评价的原则与要求

经济评价必须符合国家经济发展的产业政策、投资方针和有关法规；以开发方案产能预测为基础，使用石油天然气行业规定的经济分析参数，遵守费用与效益的计算具有可比基础的原则，确保评价的客观性与公正性。
  - 4.8.2 投资及成本预测
    - 4.8.2.1 总投资预测（包括勘探投资、开发投资、地面建设投资、系统工程投资和流动资金）。
    - 4.8.2.2 采油成本预测。
    - 4.8.2.3 其它费用预测。
    - 4.8.2.4 销售收入与税金计算。
  - 4.8.3 经济评价指标体系

经济评价指标体系包括投资利润率、投资利税率、投资回收期、净现值和内部收益率。
  - 4.8.4 不确定性分析
    - 4.8.4.1 盈亏平衡分析。
    - 4.8.4.2 敏感性分析。
    - 4.8.4.3 风险分析。
- 4.9 方案对比与优选

综合评价各开发方案的技术、经济指标，筛选出推荐方案。
- 4.10 方案实施要求
  - 4.10.1 提出开发区块钻井、投产、投注顺序。
  - 4.10.2 提出开发试验安排及要求。
  - 4.10.3 提出取资料要求。

## 5 开发方案报告的编写要求

### 5.1 主要内容

- 5.1.1 油田概况。
- 5.1.2 油藏描述。

5.1.3 储量计算。

5.1.4 蒸汽吞吐试采分析。

5.1.5 油藏工程设计。

5.1.6 钻采工程设计主要内容及要求。

5.1.7 地面工程设计主要内容及要求。

5.1.8 经济评价。

5.1.9 方案对比与优选。

5.1.10 方案实施要求。

## 5.2 附图及附表

5.2.1 油藏地质附图及附表。

5.2.1.1 附图包括：

- a) 油田地理位置图；
- b) 油田地貌图；
- c) 油田区域地质构造图；
- d) 勘探成果图；
- e) 试井曲线；
- f) 试采曲线；
- g) 油藏综合柱状图；
- h) 含油面积图；
- i) 油藏剖面图；
- j) 油层连通图；
- k) 沉积相研究成果图；
- l) 小层平面图；
- m) 油层厚度、有效厚度、孔隙度、渗透率、含油饱和度等值图；
- n) 油层  $kh$  等值图；
- o) 流体参数平面等值图；
- p) 油层顶、底隔层及油层内夹层等值图；
- q) 毛细管压力曲线；
- r) 原油粘温曲线；
- s) 高温相对渗透率曲线；
- t) 驱油效率与注入倍数关系曲线；
- u) 原始地层压力与海拔深度关系曲线；
- v) 原始地层温度与井深关系曲线；
- w) 油藏地质模型图。

5.2.1.2 附表包括：

- a) 油、气、水性质分析表；
- b) 油层测温、测压资料表；
- c) 油层试井、试油成果表；
- d) 试采成果表；
- e) 岩性分析表；
- f) 储量计算表。

5.2.2 油藏工程设计附图及附表。

5.2.2.1 附图包括：



- a) 单井（或井组）蒸汽吞吐生产动态历史拟合曲线；
- b) 注采参数与注蒸汽开发效果关系曲线；
- c) 蒸汽吞吐转蒸汽驱前油层温度、压力和含油饱和度分布图；
- d) 蒸汽驱不同时期油层温度、压力和含油饱和度分布图；
- e) 各开发方案的动态特征预测曲线；
- f) 推荐方案的开发指标预测曲线；
- g) 推荐方案经济效益分析曲线；
- h) 推荐方案开发井位部署图；
- i) 监测系统部署图。

#### 5.2.2.2 附表包括：

- a) 数值模拟主要油藏参数和流体参数表；
- b) 注采参数对注蒸汽开采效果对比表；
- c) 推荐开发方案指标预测表；
- d) 经济效益分析表。

#### 5.2.3 钻采工程设计附图及附表。

##### 5.2.3.1 附图包括：

- a) 井身结构图；
- b) 井口装置图；
- c) 管柱结构图。

##### 5.2.3.2 附表包括：

- a) 井身结构数据表；
- b) 钻井液性能数据表；
- c) 完井液性能数据表；
- d) 钻井参数表；
- e) 完井数据表；
- f) 井身质量要求数据表；
- g) 举升工艺参数表；
- h) 注采参数表。

#### 5.2.4 地面工程设计附图及附表。

##### 5.2.4.1 附图包括：

- a) 注汽系统工艺流程图；
- b) 集输系统工艺流程图。

##### 5.2.4.2 附表包括：

- a) 注汽锅炉参数表；
- b) 地面工程其它主要专用设施技术参数表。

#### 5.3 封面及扉页要求

##### 5.3.1 封面注明开发方案名称、编号、编制单位和日期，并在其左上角标示密级、年限。

##### 5.3.2 扉页注明开发方案负责人、编写人、参加人、审核人、复核人、批准人及批准日期。