

# SY

## 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/ T 6050—94

---

### PDC 钻头使用基本规则 和磨损评定方法

1995-01-18 发布

1995-07-01 实施

---

中国石油天然气总公司 发布

标准下载网(www.bzxzw.com)

## PDC 钻头使用基本规则和磨损评定方法

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了 PDC 钻头使用的基本规则和磨损评定方法。

本标准适用于石油天然气全面钻进和取心钻进钻头。

## 2 使用基本规则

## 2.1 钻头选择

## 2.1.1 根据岩性选择钻头

2.1.1.1 PDC 钻头适用范围与地层级别对应关系见表 1。

表 1

|        |           |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                     |           |
|--------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|
| 地层级别   | 一         | 二                  | 三                  | 四                  | 五                  | 六                  | 七                  | 八                  | 九                   | 十         |
| 地层级值   | $<2$      | $2 \leq \cdot < 3$ | $3 \leq \cdot < 4$ | $4 \leq \cdot < 5$ | $5 \leq \cdot < 6$ | $6 \leq \cdot < 7$ | $7 \leq \cdot < 8$ | $8 \leq \cdot < 9$ | $9 \leq \cdot < 10$ | $\geq 10$ |
| 地层分类   | I 软       |                    |                    |                    | II 中               |                    |                    | III 硬              |                     |           |
| PDC 钻头 | 见 2.1.1.2 |                    | 见 2.1.1.3          | 见 2.1.1.4          | —                  |                    |                    |                    |                     |           |

2.1.1.2 地层级别为 1~2 的软地层, 选用排屑空间大、清洗条件好, 复合片直径不小于 19mm 的大复合片 PDC 钻头。

2.1.1.3 地层级别为 3 的软地层, 选用低密度布齿, 排屑空间大的常规复合片 PDC 钻头或相当的大复合片 PDC 钻头。

2.1.1.4 地层级别为 4 的软地层和 5 的中硬地层, 选用中密度或高密度布齿, 排屑空间适中的常规复合片 PDC 钻头。

2.1.1.5 对于含硬夹层的软~中地层, 选用混合齿钻头、马赛克钻头或抗回旋钻头等。

2.1.1.6 对于易缩径地层, 选用双心或偏心 PDC 钻头。

2.1.1.7 含砾石或高研磨性岩石地层, 不宜选用 PDC 钻头。

## 2.1.2 根据钻井工艺要求选择钻头

钻井工艺要求与钻头对应关系见表 2。

表 2

| 序号 | 钻井工艺       | 钻 头            |
|----|------------|----------------|
| 1  | 定向井造斜, 扭方位 | 平底或内凹, 短保径侧钻钻头 |
| 2  | 水平井造斜, 扭方位 |                |
| 3  | 直井纠斜       |                |

续表 2

| 序号 | 钻井工艺       | 钻 头               |
|----|------------|-------------------|
| 4  | 定向井增斜、稳斜钻进 | 保径能力强的钻头          |
| 5  | 水平井段稳斜钻进   | 保径能力强，具有倒划眼切削结构钻头 |
| 6  | 直井井眼加深     | 双心钻头              |
| 7  | 套管开窗侧钻     |                   |
| 8  | 直井钻进       | 常规复合片钻头           |

## 2.2 钻进参数选择

### 2.2.1 钻压

PDC 钻头钻压按图 1、图 2 确定。一般地层越硬，钻压越大，且钻头使用后期随承压面积增大，钻压也增大，PDC 钻头真实钻压计算方法见附录 A（参考件）。若钻头压降大时，应考虑上顶力问题。

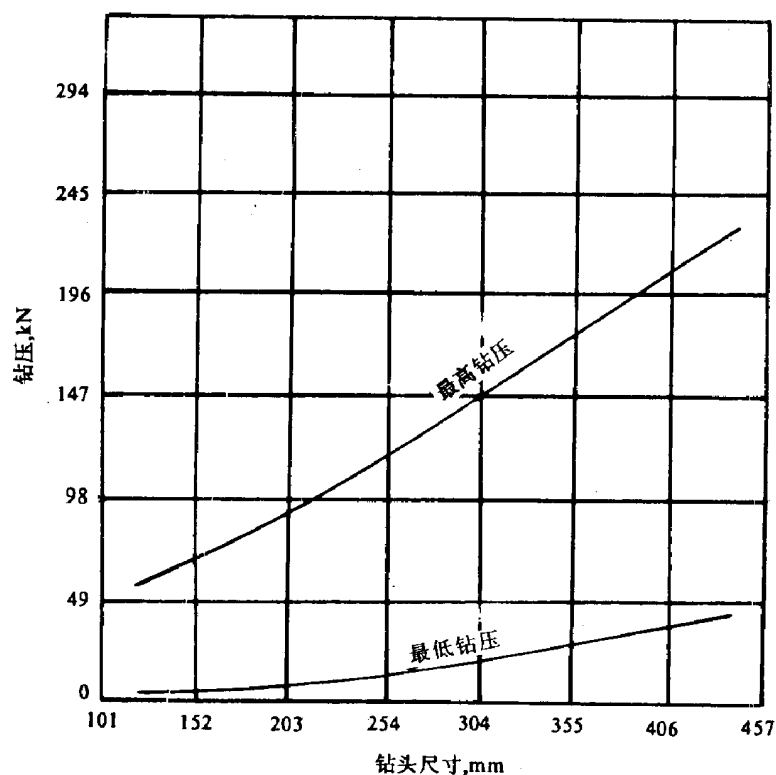


图 1 PDC 全面钻进钻头钻压值

### 2.2.2 转速

PDC 钻头选用最优转速的方法是：在一定地层条件下，调整钻压和转速组合，达到最高钻速时的转速即为该地层的最优转速。

### 2.2.3 流量

流量按图 3 曲线确定。

## 2.3 操作规程

### 2.3.1 下钻前准备工作

2.3.1.1 井底有掉齿、断齿、钳牙等金属落物时应处理干净。

2.3.1.2 用钻头规测量前一只钻头，若起出钻头与下井钻头直径之差大于 3mm，则应考虑通井。

2.3.1.3 填写 PDC 钻头原始记录，格式见表 3

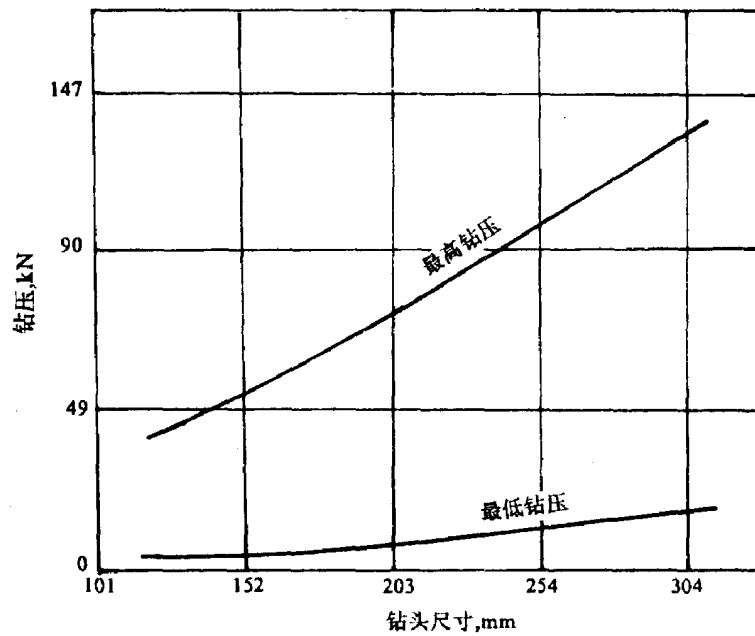


图 2 PDC 取心钻头钻压值

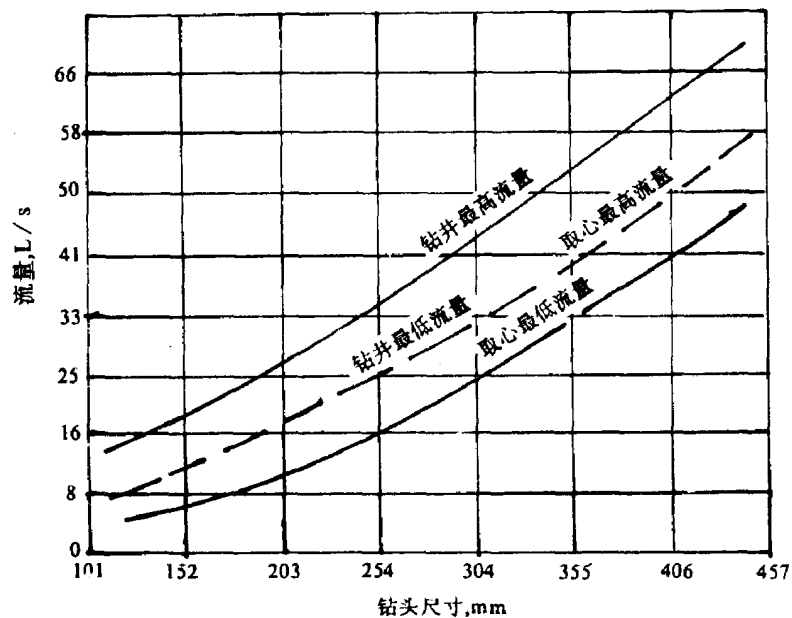


图 3 PDC 钻头流量值

表 3

| 序 号 | 记 录 内 容                  |
|-----|--------------------------|
| 1   | 生产厂商                     |
| 2   | 钻头型号                     |
| 3   | 复合片尺寸                    |
| 4   | IADC <sup>1)</sup> 代号    |
| 5   | 钻头直径 / mm                |
| 6   | 连接螺纹                     |
| 7   | 喷嘴过流面积 / mm <sup>2</sup> |
| 8   | 损坏情况                     |

注: 1) IADC 为国际钻井承包商协会的英文缩写。

### 2.3.2 接钻头

在钻头螺纹上涂好螺纹密封脂, 用专用上扣器上扣, 紧扣扭矩应符合表 4 要求。

表 4

| 钻头直径 / mm     | 尺寸代号                               | 连接螺纹                   | 上紧扭矩 / kN·m |
|---------------|------------------------------------|------------------------|-------------|
| 101.60~107.95 | $4 \sim 4\frac{1}{4}$              | $2\frac{3}{8}$ REG 外螺纹 | 4.8         |
| 117.48~120.65 | $4\frac{5}{8} \sim 4\frac{3}{4}$   | $2\frac{7}{8}$ REG 外螺纹 | 7.7         |
| 142.88~171.45 | $5\frac{5}{8} \sim 6\frac{3}{4}$   | $3\frac{1}{2}$ REG 外螺纹 | 12.7        |
| 187.33~228.60 | $7\frac{3}{8} \sim 9$              | $4\frac{1}{2}$ REG 外螺纹 | 28.5        |
| 250.83~301.15 | $9\frac{7}{8} \sim 12\frac{1}{2}$  | $6\frac{5}{8}$ REG 外螺纹 | 69.1        |
| 374.65~444.50 | $14\frac{3}{4} \sim 17\frac{1}{2}$ | $7\frac{5}{8}$ REG 外螺纹 | 108.4       |

### 2.3.3 下钻

**2.3.3.1** 扶正钻柱, 使钻头缓慢通过转盘、防喷器, 钻头通过井眼中的台阶、“狗腿”、缩径段、套管鞋时, 应放慢下钻速度。

**2.3.3.2** 若必须在缩径段扩眼, 应上提方钻杆, 以约 50~60r/min 转速, 15~20kN 钻压和尽可能大的流量划眼, 缓慢通过缩径井段。

**2.3.3.3** 下最后一个单根时, 开泵逐渐加大流量, 以 50~60r/min 转速缓慢下放, 冲洗井底。

**2.3.3.4** 钻头接触井底后, 将钻柱上提 0.15~0.3m, 大流量循环, 以 50~60r/min 转速旋转 5~10min。

### 2.3.4 井底造型

以 50~60r/min 的转速, 15~20kN 的钻压钻进 0.3~0.5m, 完成井底造型。造型过程中, 不得急于增加钻压, 以免损坏钻头。

### 2.3.5 钻进

**2.3.5.1 钻速试验:** 在允许的参数范围内, 选用不同转速—钻压组合, 进行试钻, 以求得最高的机械钻速。

**2.3.5.2 根据扭矩判定 PDC 钻头是否适应所钻地层。** PDC 钻头随钻压增大, 扭矩也随之增大。否则说明钻头不适于该地层, 应起钻。

### 2.3.6 接单根

接单根后, 以 50~60r/min 的转速和最大流量慢放钻头至井底, 再提高转速到原选定值, 并逐渐加钻压, 但不得猛放, 以防钻头受损。

### 2.3.7 起钻

钻头使用后期, 如出现钻速和扭矩下降, 立管压力增加现象, 应即时起钻。钻头起出后应认真检查, 记录钻头使用和磨损情况。

### 2.3.8 钻头泥包和水眼堵塞的处理

**2.3.8.1** 如钻速明显降低, 扭矩变小, 即使加大钻压扭矩也不增加, 说明钻头泥包。应将钻头提离井底, 在高转速、大流量下, 上下活动钻具 10~15min。

**2.3.8.2** 喷嘴堵塞的迹象是立管压力大幅度增加, 此时应起钻。

## 3 PDC 钻头磨损类别、分级及描述

### 3.1 切削齿磨损

#### 3.1.1 单齿磨损测量及计算

PDC 钻头的切削齿, 主要是指复合片。用复合片被磨去的高度值作为定级依据。并按式 (1) 计算:

$$M = h_0 - h_1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $M$  ——复合片累计磨损量, mm;

$h_0$  ——新钻头复合片高度, mm;

$h_1$  ——磨损后复合片高度, mm。

切削齿齿高磨损量测量方法: 用游标卡尺测量, 方法是将主尺刀口固定在与复合片磨损处相对应的完好处, 移动副尺, 紧贴齿顶, 读出的数即为磨损后的齿高。

#### 3.1.2 内外区齿磨损量的计算

切削齿分内区齿和外区齿。内区齿是指从钻头中心至 2/3 半径区域内的齿; 外区齿是指钻头外侧 1/3 半径区域内的齿。

内外区齿的磨损量分别按式 (2) 及式 (3) 计算出的算术平均值表示。

$$M_i = \frac{M_{i1} + M_{i2} + \dots + M_{in}}{n_i} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $M_i$  ——内区齿平均磨损量, mm;

$M_{i1}$  ——内区 1 号齿磨损量, mm;

$M_{i2}$  ——内区 2 号齿磨损量, mm;

$M_{in}$  ——内区  $n$  号齿磨损量, mm;

$n_i$  ——内区切削齿总数。

$$M_o = \frac{M_{o1} + M_{o2} + \dots + M_{on}}{n_o} \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $M_o$  ——外区齿平均磨损量, mm;  
 $M_{o1}$  ——外区1号齿磨损量, mm;  
 $M_{o2}$  ——外区2号齿磨损量, mm;  
 $M_{on}$  ——外区 $n$ 号齿磨损量, mm;  
 $n_o$  ——外区切削齿总数。

### 3.1.3 内外区齿磨损分级

根据式(2)、(3)计算出的  $M_i$  或  $M_o$ , 按表5对内外区齿进行磨损分级。

### 3.2 钻头直径磨损的测量与计算

用钻头直径磨损量的整数值表示, 单位为 mm。

0 表示直径无磨损; 磨损量在两个相邻整数值之间时, 应取数值大的整数。

表 5

| 复合片磨损量<br>$M_i$ 或 $M_o$ | $0 < \cdot \leq \frac{1}{8} h_o$ | $\frac{1}{8} h_o < \cdot \leq \frac{1}{4} h_o$ | $\frac{1}{4} h_o < \cdot \leq \frac{3}{8} h_o$ | $\frac{3}{8} h_o < \cdot \leq \frac{1}{2} h_o$ | $\frac{1}{2} h_o < \cdot \leq \frac{5}{8} h_o$ | $\frac{5}{8} h_o < \cdot \leq \frac{3}{4} h_o$ | $\frac{3}{4} h_o < \cdot \leq \frac{7}{8} h_o$ | $\frac{7}{8} h_o < \cdot \leq h_o$ |
|-------------------------|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|------------------------------------|
| 磨损等级                    | 1                                | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8                                  |

将钻头工作端向上, 用钻头规套在保径段处, 并保持水平, 调节开口大小, 使钻头规内径紧贴在保径段, 即可读出该钻头直径。新旧钻头直径之差值为钻头直径磨损值。

### 3.3 磨损特征及代号

磨损特征是指使用后的钻头外观上有明显变化, 这些变化又影响钻头的使用性能。磨损特征及代号见表6。切削齿磨损特征示意图见图4, 钻头磨出圆槽示意图见图5。

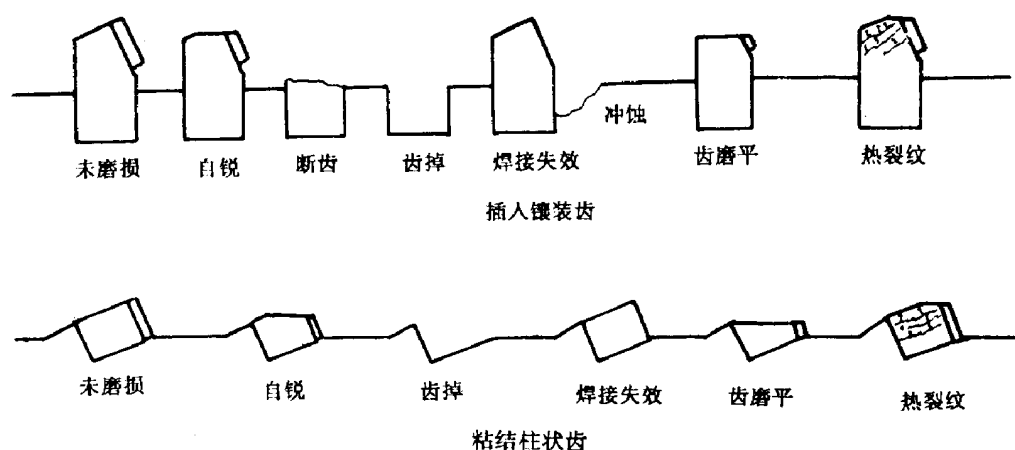


图 4 切削齿磨损特征示意图

表 6

| 序号   | 1    | 2   | 3    | 4    | 5    | 6  | 7      | 8    | 9     |
|------|------|-----|------|------|------|----|--------|------|-------|
| 磨损特征 | 联接失效 | 断齿  | 齿掉   | 齿磨平  | 热裂纹  | 泥包 | 冲蚀     | 自锐   | 冲坏    |
| 代号   | LS   | DC  | CD   | MP   | RL   | NB | CS     | ZR   | CH    |
| 序号   | 10   | 11  | 12   | 13   | 14   | 15 | 16     | 17   | 18    |
| 磨损特征 | 喷嘴脱落 | 喷嘴堵 | 中心磨损 | 外侧磨损 | 磨出圆槽 | 偏磨 | 钻头直径磨小 | 完整保径 | 无磨损特征 |
| 代号   | PL   | PD  | XM   | WM   | MC   | PM | MX     | WB   | WT    |

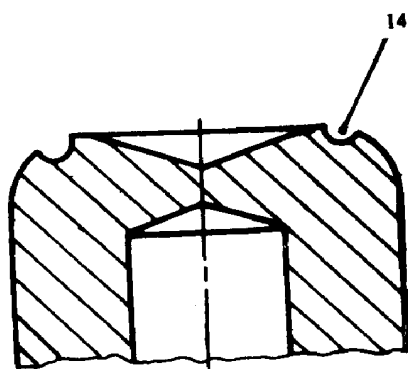
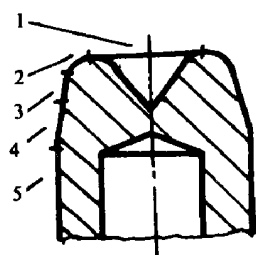


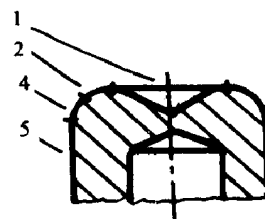
图 5 钻头磨出圆槽示意图

### 3.4 磨损位置及代号

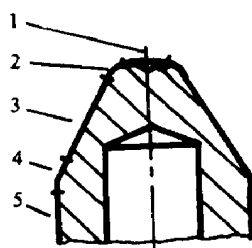
磨损位置描述见图 6，磨损位置代号见表 7



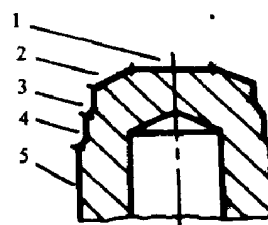
(a)双锥形



(b)浅锥形



(c)长锥形



(d)阶梯形

图 6 PDC 钻头外形及各部位名称



表 7

| 序号 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   |
|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 位置 | 内锥 | 鼻部 | 外锥 | 台肩 | 保径 | 全部齿 | 中间齿 | 外齿圈 |
| 代号 | NZ | BB | WZ | TJ | BJ | QC  | ZC  | WQ  |

#### 4 使用后钻头磨损特征描述及记录

钻头的磨损情况及位置记录表格式见表 8。第 1, 2 格分别填写内外区齿磨损等级。钻头主要磨损特征是指对钻头使用性能起主导作用的特征, 指出相应位置, 分别填入第 3, 4 两格内。第 5 格填写钻头直径磨损量。将其他磨损特征作为第二磨损特征填入第 6 格内, 钻头起钻原因见附录 B (参考件), 起钻原因填入第 7 格。

表 8 钻头磨损情况及位置记录表格式

| 切削结构    |         |        |      | 钻头直径      | 注 释    |      |
|---------|---------|--------|------|-----------|--------|------|
| 内区齿磨损等级 | 外区齿磨损等级 | 主要磨损特征 | 磨损位置 | 磨损量<br>mm | 第二磨损特征 | 起钻原因 |
|         |         |        |      |           |        |      |

# 附录 A

## PDC 钻头真实钻压的计算方法

(参 考 件)

### A1 PDC 钻头上顶力计算公式

$$F_h = F_{do} - F_{ob} \quad \cdots \cdots \cdots (A1)$$

式中:  $F_h$  ——钻头上顶力, kN;  
 $F_{do}$  ——钻头刚钻到无钻压时大钩载荷, kN;  
 $F_{ob}$  ——钻头离开井底时大钩载荷, kN。

### A2 PDC 钻头压降计算公式

$$\Delta p_b = p_{do} - p_{ob} \quad \cdots \cdots \cdots (A2)$$

式中:  $\Delta p_b$  ——钻头压降, MPa;  
 $p_{do}$  ——钻头刚钻到无钻压时立管压力, MPa;  
 $p_{ob}$  ——钻头离开井底时立管压力, MPa。

### A3 PDC 钻头上顶面积计算公式

$$A_{do} = 10 F_{do} / p_{do} \quad \cdots \cdots \cdots (A3)$$

式中:  $A_{do}$  ——钻头上顶面积,  $\text{cm}^2$ 。

### A4 钻进时钻头压降计算公式

$$\Delta p_{bd} = p_d - p_{ob} \quad \cdots \cdots \cdots (A4)$$

式中:  $\Delta p_{bd}$  ——钻进时钻头压降, MPa;  
 $p_d$  ——钻进时立管压力, MPa。

### A5 钻进时钻头上顶力计算公式

$$F_{hd} = 0.1 \Delta p_{bd} \cdot A_{do} \quad \cdots \cdots \cdots (A5)$$

式中:  $F_{hd}$  ——钻头上顶力, kN。

### A6 PDC 钻头钻进时真实钻压计算公式

$$W_b = F_d - F_{hd} \quad \cdots \cdots \cdots (A6)$$

式中:  $W_b$  ——钻头钻进时真实钻压, kN;  
 $F_d$  ——指重表指示钻压值, kN。

**附 录 B**  
**起钻原因及代号**  
(参 考 件)

**B1 PDC 钻头起钻原因及代号见表 B1。**

表 B1

| 序号   | 1       | 2      | 3       | 4    | 5      | 6       | 7    | 8     | 9    | 10   |
|------|---------|--------|---------|------|--------|---------|------|-------|------|------|
| 起钻原因 | 换下部钻具组合 | 井底马达失效 | 钻柱损坏    | 中途测试 | 井下工具失效 | 测井      | 机修   | 调整钻井液 | 取心点  | 钻具堵塞 |
| 代号   |         |        |         |      |        |         |      |       |      |      |
| 序号   | 11      | 12     | 13      | 14   | 15     | 16      | 17   | 18    | 19   | 20   |
| 起钻原因 | 地层变化    | 井下复杂情况 | 钻头使用时间到 | 泵压异常 | 钻速异常   | 完钻或下套管深 | 扭矩异常 | 断钻具   | 天气异常 | 钻具刺漏 |
| 代号   | DB      | JK     | SD      | BY Y | ZSY    | WZ      | NJY  | DZJ   | TQY  | IL   |

**附加说明:**

本标准由石油钻井工程专业标准化委员会提出并归口。

本标准由胜利石油管理局钻井工艺研究院负责起草。

本标准主要起草人周光荣、解巧云、李开荣。