软扭矩算法

1. 计算钻柱系统等效运动方程



设钻台面顶驱给定速度为（恒定值），钻头转速为，钻柱刚性系数为 ，阻尼系数为 ，顶驱扭矩为，则钻柱的平均转速为：

根据材料力学和工程力学相关知识，将钻柱系统转换为扭转摆力学模型进行受力分析，得到以下受力平衡公式：

不考虑转动惯量，则上式简化为：

)+(+

其中，平均扭矩，则上式：

其中，扭矩变化量，

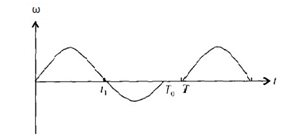


图1 钻头角速度随时间变化曲线图

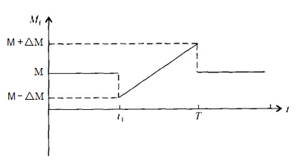


图2 钻头所受摩擦扭矩随时间变化

将上式转换为一阶微分方程，两边同时求导得：

为了化简，令（均为常数），则：

两边同时积分：

将代入上式，最终得到：

1. 计算钻柱系统等效扭转刚度和阻尼系数

钻杆扭转刚度为：

钻铤扭转刚度为：

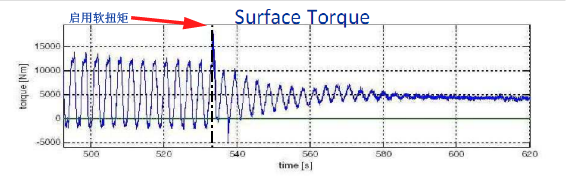
系统扭转刚度为：

上式中的G1、G2为钻杆钻铤的弹性模量；D为钻杆外径；d为钻杆内径；以上参数均由材料参数直接提供。

由于钻井过程中的粘滑振动受到地质情况、泥浆液性质、钻柱和钻头材料等影响，系统的阻尼系数难以量化计算，因此只能根据实际情况校正设置。前期可在实验室测得其大致范围，现场再根据实际情况细化校正。

1. 计算扭矩变化值
2. 计算平均扭矩

根据现场实际情况，很难使用数学公式测出粘滑振动周期。



因此考虑采用极值法计算扭矩平均值，对变频器采集到的电机扭矩进行滤波处理后，通过计算扭矩的极值得出粘滑振动的扭矩平均值。为了达到一定的采样精度，固定采样周期为100ms，通过比较法采集10s内的最大值和最小值，得到这10s内的平均值，然后清零和，计算下个10s的和，得到这10s内的平均值，以此类推，算出2min中内的，这个即我们之前推到公式里的，则扭矩变化为扭矩实时值和平均值之差：

1. 计算调节时间t

由上面分析可知，系统需要在>0时开始调节，当再次过零时t清零并重新开始计时。