

水力振荡器使用说明书

一、技术介绍

水力振荡器通过自身产生的轴向振动来提高钻进过程中钻压传递的有效性，减少BHA与井眼之间的摩阻，水力振荡器适用于所有的钻进模式中，特别是在有螺杆的定向钻进过程中，能够有效改善钻压的传递，减少扭转振动。

随着井眼轨迹越来越复杂，常规钻井模式面临巨大的挑战，水力振荡器通过简单有效的方式解决了这个难题。水力振荡器能够保证平滑稳定的钻压传递，实现在复杂地层中，经过大的扭方位角后，工具面的调整，可以使钻具组合钻达更深目的层，并且在钻进过程中不需要过多的工作来调整钻具，有效提高摆工具面效率，保持工具面稳定，明显提高机械钻速。



图 1 水力振荡器示意图

二、工具结构及工作原理

2.1 工具结构

水力振荡器主要由3部分组成:

- (1) 动力部分
- (2) 阀门与轴承系统
- (3) 振荡短节

工具的动力部分是由 1: 2 的马达组成，流体通过动力部分时驱动心轴转动，由于螺杆的特性，末端在一个平面上做往复运动，称为动阀片。

与动力部分连接的是阀门与轴承系统，主要部件就是耐磨套和固定的阀片，动阀片和定阀片紧密配合，由于转子的转动导致两个阀片相错和重合，造成流体流经工具的截面积周期性的变化。

独特的阀门系统是工具的核心；它将泵

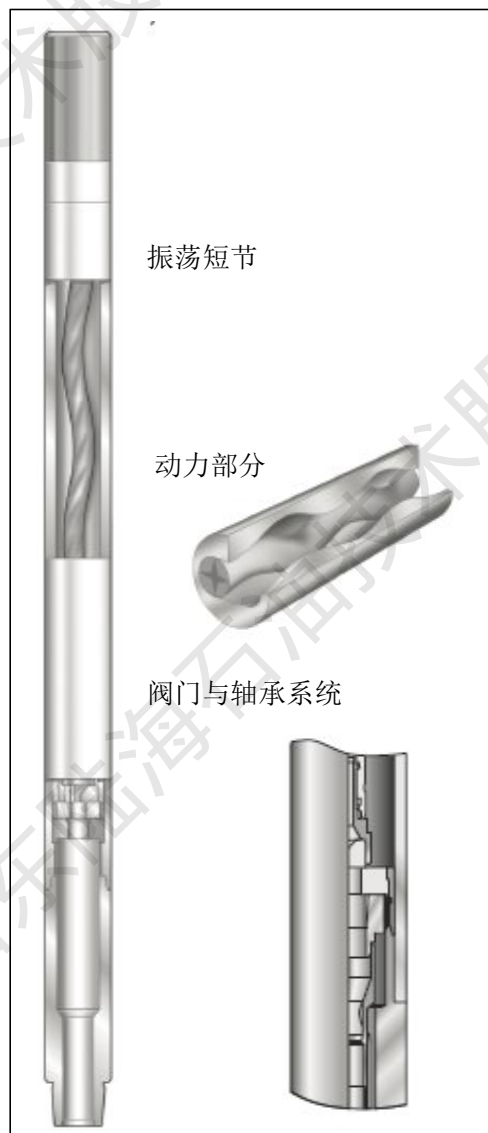
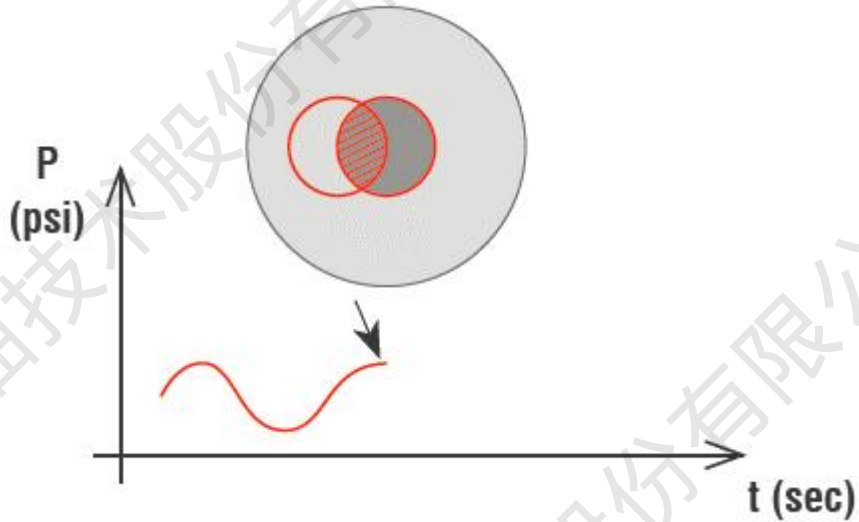


图 2 水力振荡器结构

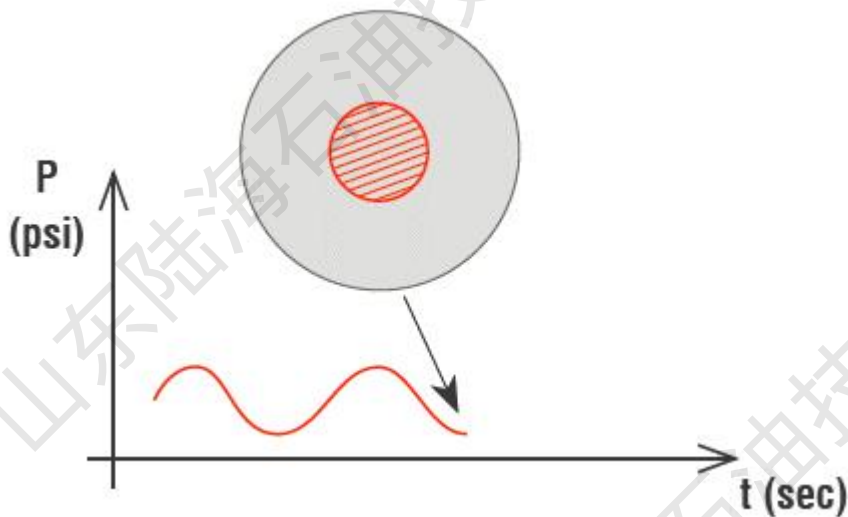
入流体的可利用能量转化为压力波动（压力脉冲）。通过使用一对阀板，造成周期性的限制条件。阀门开启和关闭导致工具的总流通面积（TFA）周期性的从最大到最小变化。在总流通面积最小时，压力最高；在总流通面积最大时，压力最低。

2.2 工作原理

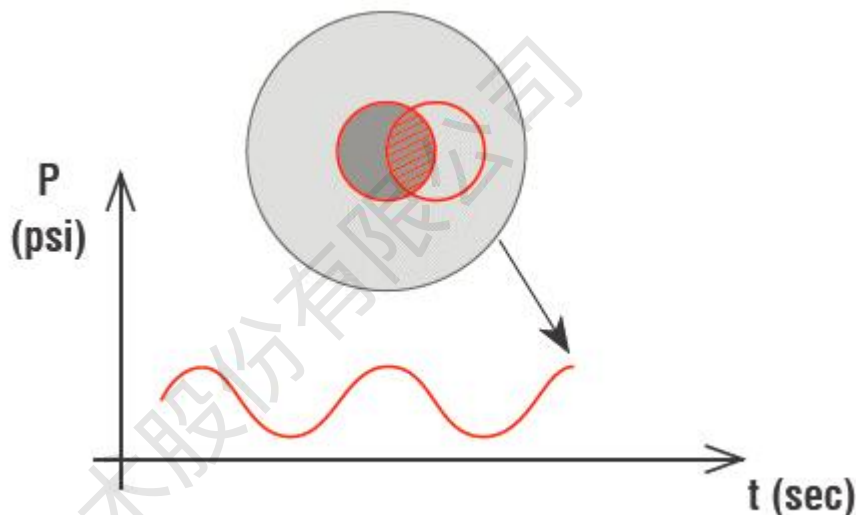


备注：P=闸板压降；t=时间；

(1) 阀门移动到总流量面积的最小值=压力峰值



(2) 阀门移动到总流量面积的最大值处=压力谷值



(3) 阀门移动到总流量面积的最小值=压力峰值

图 3 动阀片与静阀片相对位置关系图

通过短节流体的压力周期性变化，作用在短节内在的碟簧，短节的活塞在压力和弹簧的双重作用下轴向往复运动，这就带动与工具连接的其他钻井工具在轴向上的往复运动。由于弹簧的压缩是消耗能量的，所以当能量释放时 75%的作用力向下，指向钻头的方向，其余 25%作用力向上，钻头的背向。

水力振荡器使上下的钻具在井眼产生纵向的往复运动，这样钻具在井底的静摩擦变成动摩擦，摩擦阻力大大降低，所以工具可以有效的减少因井眼轨迹而产生的钻具托压现象，保证有效的钻压。

水力振荡器振动的频率和通过工具的流量是线性关系，频率范围：16-17HZ。工具的瞬间冲击的加速度范围 1-3 倍的重力加速度。

2.3 工具参数

表 1 水力振荡器技术参数

工具外径	工作排量 L/s	额定压降 Mpa	工作频率 Hz	最高工作温度 °C	最大抗拉KN	最大抗扭KN	震荡力t	振幅mm	适用井眼尺寸
8"	31~63	3.0~4.0	9~18	160	2980	107	5-6t	5-10mm	10-5/8"~13-1/2" 269.9~342.9mm
6-3/4" 171.5mm	25~38	2.0~4.0	13~19	160	2637	73	5-6t	5-10mm	8-3/8"~9-7/8" 212.7~250.8mm
4-3/4" 120.7mm	9~17	2.0~4.0	11~20	160	1590	23	3-5t	3-10mm	5-7/8"~7-7/8" 149.2~200mm



三、作业前准备工作

3.1 运行参数

为保证工具正确设置，填写作业前信息收集表，包含以下数据：

- 泵排量
- 泥浆重量和类型
- 水力振荡器压降
- 井下温度
- 井斜方位
- 钻井计划和井别
- 计划下部钻具结构

3.2 钻井/完井液

钻井/完井液信息需要确保橡胶和转子与工作环境相兼容：

- 品牌与制造商
- 类型/成分
- 氯化物浓度
- PH 值
- 泥浆-油/水比 (%)
- 所有完井液和添加剂的材料安全数据表

井下作业温度也会影响动力部分。

四、工具应用范围

工具应用位置：

- 马达和 MWD 之上
- 垂直钻井组合
- 测斜工具可调扶正器组合
- 钻杆中
- 双水力振荡器组合
- 套管钻井
- 连续油管钻井



五、工具操作流程

5.1 地面测试

(1) 组合钻具，不可在水力振荡器动力部分施加外力，包括坐卡瓦，安全卡瓦，上/卸扣等。

(2) 振荡短节安装在动力短节本体上部。

(3) 振荡短节和动力短节需要做地面测试，以测试工具振幅。

(4) 振荡短节的振动频率与排量成正比。在地面测试过程中，平台可能有明显振动，可采用相对低的排量测试工具以减小振荡短节的振动。

(5) 在地面测试过程中，水力振荡器振荡短节会有明显振幅。

(6) 低温环境中的测试：如果环境温度低于-10℃，就不能在地面进行功能测试，否则会对定子的橡胶造成永久的损害。

(7) 高温环境中的测试：工具的橡胶中需添加特殊的材料，确保工具在超高温的环境中正常运行。所以工具在低温环境中，定子的橡胶没有膨胀，但在高温测试中通过工具的压降要高些。

5.2 钻井过程技术要求

钻压：

水力振荡器在较小钻压钻进的过程中，可有效的消除钻具重量在井壁某段的聚集效应；如果使用过大钻压钻进，振荡短节的弹簧将受到压缩，这样就会降低工具的使用效果。

安放位置：

在井眼弯曲严重或通过计算摩阻较大的井段，建议水力振荡器安装在钻杆靠上位置更有利。

工作效率：

水力振荡器的效果主要是由流经的排量来决定的，每件工具都是依具体应用条件设定的，施工中，排量尽量与设定工具的排量一致，工具的使用效果才能最大化。另外，在选择排量的过程中，尽量选择设定工具所参考的最大排量，大的排量就意味着较大的压降，高频率，从而带来更好的工作效果。

5.3 工具储存运输及维保

低温储存准则：

动力部分的定子应保存在 0°C 之上， 0°C 以下短暂的运输或者现场待命对定子不会造成影响，但如果时间长的话，工具应保存在 0°C 以上的环境中，另外组装的工具在 -10°C 的环境下，保存不能超过7天。

高温储存准则：

高温环境中，定子不能放在阳光直射到的地方，如果必须在室外存放时，可以在工具的表面覆盖帆布或者其他遮光材料。

工具维保：

先用清水冲洗工具，然后用洗涤剂冲洗。动力部分不能用外力旋转；垂直悬挂工具（公扣向下），从母扣端将溶液倒入，流过动力部分，或者通过泵入清水。

六、常见故障及解决方案

6.1 工具运行状态

如工具工作异常，应考虑如下的因素：

- (1) 钻井液比重和排量与设定工具是否一致；
- (2) 工具在钻具中的位置，调整工具在井下钻具中的位置，或另外引入第2套工具；
- (3) 实际的温度和钻井液性能；
- (4) 工具入井时间；
- (5) 是否有堵漏剂：钻井液中较大的固相颗粒可以堵塞工具。

6.2 定子橡胶

与马达不同，水力振荡器不需要产生扭矩，因此压力更小，失效的可能性也 smaller。水力振荡器的动力部分是两头的（1:2），而大多数的马达是多头的。因此通过对定子橡胶的观察判断出是水力振荡器还是马达。

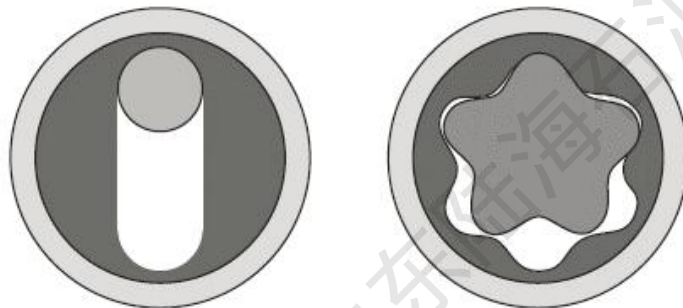


图4 水力振荡器定子与马达定子对比

6.3 故障分析

1、使用 MWD 监测水力振荡器的振动频率：

水力振荡器的振动频率可以在 MWD 的波形图中显示。通常水力振荡器的工作频率会在波形上显示有明显高峰，通过高峰数量来验证工具工作状态。

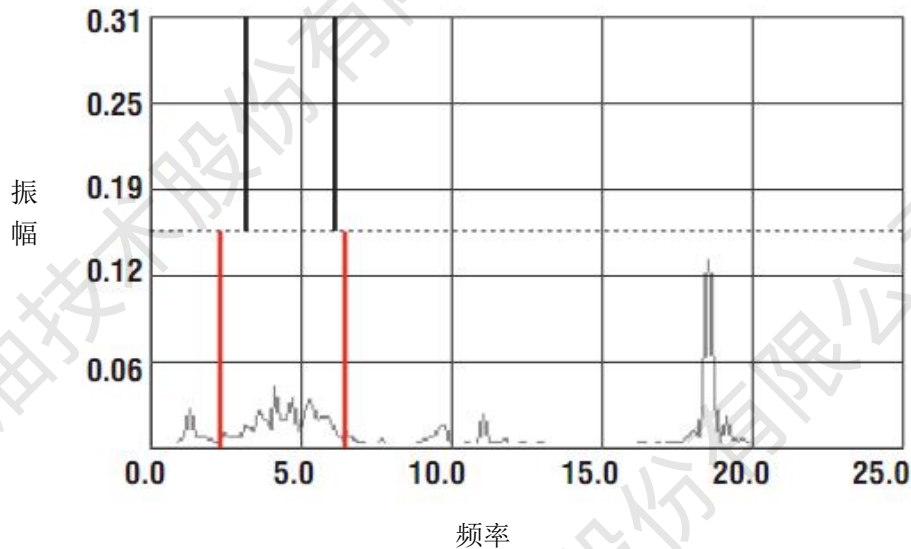


图 5 MWD 脉冲曲线

备注：图中显示水力振荡器工作频率在 17Hz。

工作频率在不同工具之间差异最大可达 2Hz，因此如果工作频率与计算频率不完全相同也不必担心。温度的变化也会影响工具频率。

2、信号损失

水力振荡器会持续工作即使信号减少甚至丢失。我们应该关心是否伴随着大的压力变化。信号损失的原因：

谐波

衰减

如果是谐波引起的信号损失，信号强度与时深曲线有关。如果是衰减引起的，一般与深度有关。

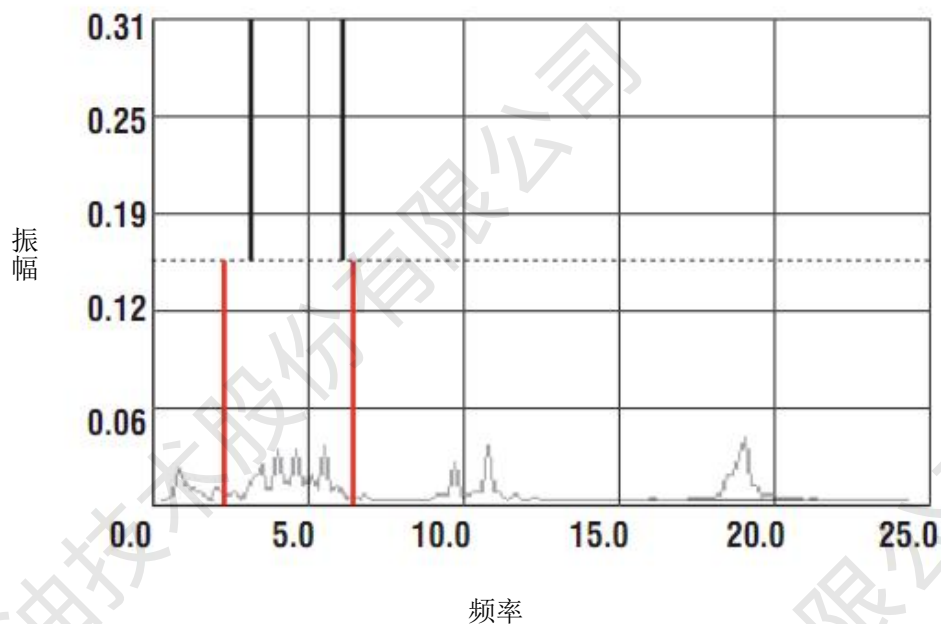


图 6 MWD 脉冲曲线

7 工具失效判断方法

发生现象	隐患	排除因素	处理方式
泵压下降 1MPa 以上	工具刺漏	螺杆脱胶	检查地面管线或起钻检查
		钻柱刺漏	
		泥浆性能发生改变	
		工具密封失效	
		泥浆泵上水	
泵压升高 1MPa 以上	工具损坏	地面管线	检查泥浆、振荡筛返砂或起钻检查
		泥浆性能发生变化	
		钻井液携砂差	
		工具片阀损坏	
		工具碟簧损坏	
MWD 信号异常	工具落物	单螺杆橡胶脱胶	检查地面设备或起钻检查
		MWD 堵塞	
		泥浆泵上水差	
		工具刺漏	
		MWD 工具失效	
		钻柱刺漏	