

# 新型液动射流冲击器实验\*

熊青山<sup>1,2</sup> 黄志强<sup>1,2</sup> 殷琨<sup>3</sup> 田海<sup>1</sup>

(1.湖北省油气钻采工程重点实验室·长江大学 2.长江大学石油工程学院 3.吉林大学建设工程学院)

熊青山等.新型液动射流冲击器实验.天然气工业,2008,28(12):65-67.

**摘要** 针对天然气深井、超深井钻井中难度大,时效低,钻头寿命短等问题,提出在深井、超深井钻井中采用新型液动冲击回转钻井技术。新型液动射流冲击器包括肺形阀式射流冲击器、盖板流阀式射流冲击器、连体阀式射流冲击器、麻雀型阀式射流冲击器,其工作原理与传统射流冲击器类似。实验包括凹劈、凸劈、尖劈、平劈实验。实验结果表明:通过改变劈形,增加阀等措施,除麻雀型阀式射流冲击器外,均可实现正常冲击。但连体式射流冲击器中的阀及尖劈极易损坏。为了实现深井钻井,建议采用加大喷嘴过流断面面积、改变劈形等措施来解决新型液动阀式射流冲击器易损坏的问题。

**关键词** 天然气 深井 超深井 钻头 喷射钻井 射流冲击器

## 一、前言

石油天然气钻井中采用传统的牙轮钻头喷射钻井技术在不太深的井段钻井时,工期较短,效率较高;随着井深的增加,钻井难度加大,时效大幅度降低。在结晶岩石中钻进,也存在钻井时效低、钻头寿命短等问题。针对上述问题,提出采用液动冲击回转钻井技术来解决钻井难题。而射流冲击器在高压釜内进行模拟试验时显示出了极大的潜力<sup>[1]</sup>,其在野外实验及生产中一方面大幅度提高了钻井效率<sup>[2-6]</sup>,但与此同时,也出现了核心部件(射流元件)较易损坏、寿命较短等不足<sup>[3-6]</sup>,其重要原因是由于原有射流元件结构设计局部存在不足<sup>[7]</sup>。因此,提出了研制系列新型阀式射流冲击器。

## 二、系列新型液动射流冲击器结构改变原因分析

针对已有射流冲击器在深井钻井时所出现的问题,可采取加大喷嘴过流断面面积、改变劈形等措施来解决<sup>[8]</sup>。增大喷嘴过流断面面积,会对射流切换、射流元件对活塞上下运动的控制能力及整体可行性产生影响。但大量模拟试验证明:加大喷嘴过流断面,调整相关结构参数,射流完全能够实现切换<sup>[9]</sup>。

而喷嘴过流断面的改变,导致劈等发生改变。为实现切换,可需加一控制阀。故本次设计的系列液动阀式射流冲击器均有较大的过流断面及不同的劈形。

## 三、系列新型液动射流冲击器类型

系列新型液动射流冲击器主要包括肺形射流冲击器、盖板流射流冲击器、连体式射流冲击器、麻雀形射流冲击器。

### 1.肺形射流冲击器

肺形射流冲击器结构如图1所示。工作原理如下:

泥浆泵输出的高压水经钻柱输入到阀式射流元件S,从射流元件喷嘴1喷出,射流产生附壁作用。假设先附壁于右侧,高压水经右输出道A输出,关闭右阀G,打开左阀H,再进入缸体2的上腔,推动活塞3下行,与活塞连接的冲锤4便冲向砧子5,砧子5通过螺纹与钻头6连接,冲击力便传至钻头6实现钻井;当活塞运行到下死点后,水击压力反馈信号经信号道E传至控制道C,在控制流的作用下,射流由右输出道A切换到左输出道B输出,与此同时,关闭左阀H,打开右阀G,流体经元件对应的受流口及缸体上的水道进入内缸2的下腔,然后推动活塞向上作返回动作。

\* 本文受到国土资源部科学深钻射流式液动锤研制项目(编号:CCSD2000-03-02)的资助。

**作者简介:**熊青山,1972年生,副教授,博士;从事多工艺冲击回转钻井技术方面的研究工作。地址:(434023)湖北省荆州市南环路1号。电话:(0716)8060457,15927768565。E-mail:xiongqingshan@sina.com

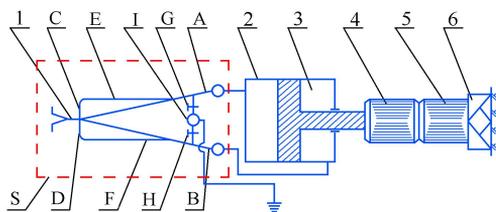


图1 肺形阀式射流冲击器结构示意图

注:A.右输出道;B.左输出道;C.右控制道;D.左控制道;E.右信号道;F.左信号道;G.右阀;H.左阀;I.排空孔;1.元件喷嘴;2.内缸;3.活塞;4.冲锤;5.砧子;6.钻头

同样,当活塞运行到上死点后,水击压力反馈信号经左信号道 F 传到左控制道 D,在控制流作用下射流又切换到右输出道 A 输出,如此往返实现冲程动作。上下缸的回水,则通过输出道 A 或 B 返到排空孔 I,再经与排空孔 I 连接的水道、过水接头、砧子、钻头内孔道流入孔底,冲洗孔底后经钻杆与孔壁之间的环间隙返回到地表。在结构上,与传统射流冲击器相比,肺形阀式射流冲击器创新设计如下:

- (1)加大喷嘴过流断面面积。
- (2)增设阀。
- (3)排空孔合二为一。
- (4)信号孔挪至中板,与控制道一体化。
- (5)分流劈由原来的凹劈变成了凸劈。

### 2. 盖板流阀式射流冲击器

与肺形射流冲击器相比,盖板流阀式射流冲击器在结构上最大不同在于射流元件中的控制流不是通过中板,而是通过上下盖板。其工作原理与肺形射流冲击器类似。

### 3. 连体式射流冲击器

与肺形射流冲击器相比,连体式射流冲击器在结构上最大不同在于:阀劈连成一体,控制流经上下盖板流至控制道。其工作原理与肺形射流冲击器类似。

### 4. 麻雀形射流冲击器

与肺形射流冲击器相比,麻雀形射流冲击器在结构上最大不同在于:阀呈麻雀形,位于分流劈以上而不是在其下,且尺寸较小,工作时阀与劈相互接触,控制流通过上下盖板信号道流至控制道。麻雀形射流元件总体尺寸最小,其工作原理与肺形射流冲击器类似。

## 四、系列新型射流冲击器试验

### 1. 实验设备

试验所用主要设备如下:

泥浆泵为 BW-320 型,泵量分为四档;钻机为 GY-100 型;高压胶管为泥浆泵附带;钻杆为  $\varnothing 50$  mm;水箱为  $1 \text{ m}^3$ ;压力表量程为 16 MPa、6 MPa 各一只。

附件为微机、麦克风等。

### 2. 实验主要内容

按图 2(功能简化后的试验装置图)所示进行试验前准备;其后开泵送水,驱动冲击器工作。实验主要针对不同劈形进行。劈形分凹劈、凸劈、平劈、三角劈,如图 3 所示。

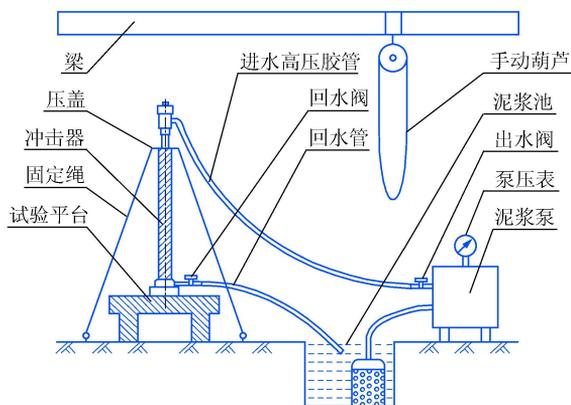


图2 试验装置简图

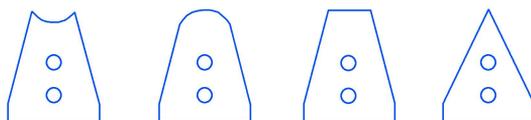


图3 分流劈示意图

### 3. 试验结果

(1)对于肺形射流冲击器,试验结果如下:①采用凹劈时,要使肺形冲击器正常工作,凹劈需有更大的曲率半径。②对凸劈及平劈而言,肺形射流冲击器能否工作取决于阀与内腔侧壁的距离。当阀与内腔侧壁存在一定的间距时,冲击器工作;否则不工作。③三角劈肺形射流冲击器也能工作,但劈尖易损坏。

(2)对于盖板流阀式射流冲击器,试验结果在凸劈条件下,冲击器能够进行工作。

(3)对于连体式射流冲击器,试验结果采用圆弧阀无法进行工作,而三角阀、大凹阀、大凸阀均能工作,但阀极易损坏。

(4)对于麻雀形射流冲击器,试验结果在改变阀型及控制道宽度的情况下,冲击器几乎不工作。从其零星的工作情况来看,需要重新进行设计,使其正常工作。

## 五、结论与认识

(1)系列新型射流冲击器可通过改变劈形及加阀实现冲击。

(2)冲击器的性能可通过调节相关结构参数实现。

(3)阀是小幅度活动件,由合金制成,其寿命能否与钻头寿命相匹配有待实际生产中检验。

(4)上述实验验证了新型射流冲击器具有可行性,但还需进行大量的研究。三角劈易断裂,实际设计时要考虑其强度问题。

### 参 考 文 献

- [1] 蒋荣庆,庞友同,栾桂林.液动射流式冲击器应用于超深井的模拟试验[J].长春地质学院学报,1990,20(3):251-258.
- [2] 文平,陈波,雷巨鹏,等.液动冲击回转钻井技术在玉门青西油井的应用[J].天然气工业,2004,24(9):64-67.
- [3] 朴成哲,殷琨,蒋荣庆,等.KSC-127型液动射流式冲击器应用于大陆科学深钻的试验研究[J].世界地质,2000,19(3):295-298.
- [4] 李传武,李发东,任海军,等.液动锤在科钻一井先导孔钻井中的应用[J].石油钻探技术,2002,30(5):12-14.
- [5] 何运晏.大冲击功液动冲击器的实验研究与微机模拟电算[D].长春:长春科技大学,1999,38-39.
- [6] 菅志军,殷琨,蒋荣庆,等.油气勘探钻井液动射流式冲击器的研究与应用[J].世界地质,1998,17(4):88-92.
- [7] 熊青山,彭振斌,殷琨,等.射流元件损坏机理试验研究及分析[J].水文地质与工程地质,2004,31(5):97-100.
- [8] 熊青山,王越之,殷琨,等.阀式液动射流冲击器的研制[J].石油钻探技术,2007,35(3):63-65.
- [9] 熊青山,彭振斌,刘静.喷嘴宽度对射流元件切换性能影响的模拟试验研究[J].凿岩机械气动工具,2005(1):35-39.

(收稿日期 2008-10-19 编辑 钟水清)