

泡沫水泵增压装置实验台的研究

胡志坚, 马广生

(吉林大学 建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 为了进一步改进 BWZ 系列泡沫水泵增压装置的结构和提高其使用水平, 组建了泡沫水泵增压装置实验台, 对其增压性能和容积效率进行实验研究。

关键词: 泡沫钻进 水泵增压装置 实验台

中图分类号: P634.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2004)06-0043-02

Research on Experiment Device for Booster of Foam Pump/HU Zhi-jian, MA Guang-sheng (Jilin University, Chang-chun Jilin 130026, China)

Abstract: As a kind of perfect and advanced drilling technique, foam drilling method is accepted by drilling industry in many other countries, but the high press air-compressor, which has disadvantages of high technical requirement, price and operating cost, extremely limits use and generalization of foam drilling technique; The foam pump booster resolved these problems, which has some advantages of low price, simple structure, handling ease and convenient using, to obtaining optimum structure, we built the experiment equipment for pressure device, and research the increasing capability and the cubage flow rate of it.

Key words: foam drilling technique; booster; experimental research

随着我国西部大开发战略的实施, 对西部地质矿产的勘探与开发显得日益重要。但西部地表干旱缺水, 在这类地区如果利用传统的矿产探采方法, 很显然钻探用水是一大难题。而泡沫钻进技术可作为在干旱缺水、高山供水困难地区、低压漏失和永冻地区钻进的首选方法被各国钻探行业所认可。

但是这一技术存在着一大难题——泡沫的供送问题, 特别是深孔钻进时, 往往要求使用高压空压机高压供送泡沫, 而高压空压机存在着技术要求高、一次性投入大、设备庞大、在交通不便地区运输困难等缺点。正是这些缺点限制了泡沫钻进技术的推广。针对这一问题, 原长春地质学院对泡沫水泵增压装置进行了深入地研究, 经过 3 轮的改进设计研制, 已成功地研制了 BWZ 系列泡沫水泵增压装置(最小为 BWZ-250, 最大为 BWZ-1200 型), 经过河北、甘肃、新疆、宁夏、北京、福建等地野外试验都取得了成功, 证明该装置增压具有原理可行、结构简单、容易加工、操作方便、成本低等优点。

为了完善泡沫水泵增压装置技术的理论研究工作, 有必要组建能对泡沫水泵增压装置及其各个技术参数进行实验研究和检测的实验台。

1 泡沫水泵增压装置机理

泡沫增压装置是在水泵(往复式)基础上增加一套结构简单的装置, 利用往复式水泵提供所需的原动力, 在增压腔内的液体活塞作用下将一定压力的压缩空气与一定压力的泡沫液进行二次压缩增压至原水泵压力, 实现机械能转化为气体的膨胀势能, 形成高压泡沫再注入孔内进行泡沫钻进。增压缸的实质是将原水泵的工作室加长了, 并增加了气体进入通道, 为气体与泡沫液的混合提供了场所。可见, 泡沫水泵增压装置的增压能力直接与水泵压力相关。

2 实验的目的和意义

2.1 实验的目的

(1)能够检测记录增压装置的进液量、进气量、进液压力和进气压力, 以便可以计算出增压装置的容积效率, 对增压装置的增压能力和效果进行分析和研究。

(2)能够随时控制泡沫液的气液比, 以便可以分析研究泡沫液的气液比对增压装置的增压能力和容积效率的影响。

(3)能够通过更换具有不同结构的增压装置, 对具有不同结构的增压装置进行研究, 实现增压装

置的结构优化。

(4)能够对增压装置缸体内的液体流变形式和内部压力进行观察与测试,进一步掌握和了解缸体内液体活塞的工作状况,实现对增压缸内部形状的优化。

(5)安装利用各种消泡原理制成的消泡装置后,对消泡装置进行实验研究,为研制加工具有良好消泡性能的消泡装置提供理论依据。

2.2 实验的意义

组建泡沫水泵增压装置检测实验台对泡沫水泵增压装置技术有着重要的意义:

(1)更深入地研究和理解泡沫水泵增压装置的增压机理;

(2)研究液体活塞运动方式和缸体内部形状对增压效果的影响;

(3)研究不同内部结构对增压装置的增压效果的影响。

基于以上目的和意义,我们组建了BWZ系列泡沫水泵增压装置检测实验台。

3 实验台的设计与组建

泡沫水泵增压装置的容积效率计算公式:

$$\eta = Q_1 / Q$$

式中: Q_1 ——泡沫水泵增压装置的实测进风量; Q ——泡沫水泵增压装置的理论排风量。

而

$$Q = \frac{(P_{\text{进}} + P_0)}{P_0} g(Q_{\text{泵}} - Q_{\text{注}})$$

式中: $P_{\text{进}}$ ——空压机的进气压力; P_0 ——标准大气压力; $Q_{\text{泵}}$ ——泥浆泵的排量; $Q_{\text{注}}$ ——泡沫液灌注量。

所以必须测定泡沫液注入泵的流量 $Q_{\text{注}}$ 与压力 $P_{\text{液}}$,在泡沫液输送管道上安装了流量传感器和压力传感器,它们直接接显示器可直接读出泡沫液供送的流量(总流量或者瞬时流量)和压力;同样为了测定空压机供风的压力 $P_{\text{风}}$ 和流量 $Q_{\text{风}}$,在供风管道上安装了压力传感器和流量传感器。为了实现随时控制泡沫的气液比,在泡沫注入泵的驱动电机上安装了变频器,通过改变其功率,改变泡沫液量。为了使输出的泡沫产生背压,在管路终端接上了截流阀,控制背压大小。另外,为了能够实现对不同内部结构的增压装置进行实验,实验台必需拆卸方便,所以在组建实验台时,各个联接处尽可能的采用管接头。

在此基础上,参考泡沫钻进地表灌注系统图,设计了如图1所布置的实验台。

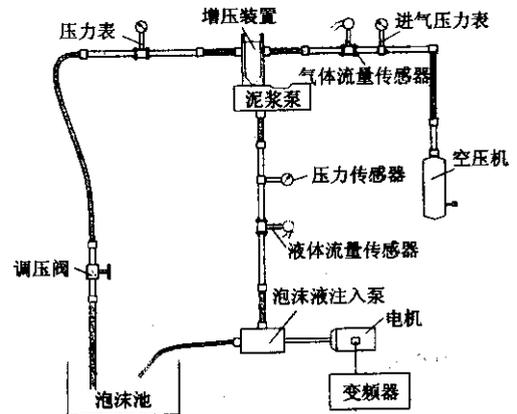


图1 泡沫水泵增压装置实验台组装图

4 实验结果分析

为了研究在各种气液比下泡沫水泵增压装置的增压效果,在水泵的各个挡位各种气液比情况下泡沫水泵增压装置的增压效果实验数据见表1。

表1 增压效果实验数据表

泥浆泵排量 ($L \cdot \min^{-1}$)	组别	泡沫泵转速 ($r \cdot \min^{-1}$)	进气量 ($L \cdot \min^{-1}$)	进液量 ($L \cdot \min^{-1}$)	气液比	进气压力 /MPa	进液压力 /MPa	容积效率 /%	增压值 /MPa	增压时间 /s
180	1	1300	1280	18	71.1	0.70	0.75	98.8	4.0	88
	2	1200	1250	16	78.1	0.70	0.65	95.8	3.0	72
	3	1000	1310	12.5	104.8	0.70	0.60	98.1	4.1	48
	4	800	1270	10	127.0	0.70	0.65	93.3	5.1	70
	5	700	1310	9	145.6	0.70	0.60	96.1	4.1	75
127	1	1300	830	18	47.2	0.70	0.70	95.2	5.0	85
	2	1200	860	16	53.8	0.70	0.65	96.8	4.0	102
	3	1000	870	12.5	71.2	0.72	0.60	92.7	5.0	43
	4	800	880	10	88.0	0.70	0.60	94.0	4.0	50
	5	700	890	9	98.9	0.70	0.60	94.4	4.8	65

实验数据表明(1)与空压机相比,该增压装置增压效果显著且稳定(2)增压装置内部结构设计

较合理,结构死区小,容积效率得到大幅度提高;

(下转第53页)

缸套,这样不仅能保证钻进需求,而且可以节省用水,达到了延长钻进时间的目的。

2.3 优化钻具组合

经过现场观察、分析研究,我们认为钻具组合也存在严重问题。原因是工人一方面担心发生事故,不愿意使用钻铤;另一方面又想提高进尺,盲目加压。结果导致钻具弯曲,进一步加剧了对原本就不稳定地层的人为破坏,使坍塌、掉块现象频繁出现。

为此,我们将钻具组合进行了调整,在原 3 根 $6\frac{1}{4}$ in ($\varnothing 159$ mm) 钻铤的基础上,新加 3 根 7 in ($\varnothing 178$ mm) 钻铤,钻压为钻铤重力的 75% ~ 85%,使钻具中和点落在了钻铤上。其钻具组合如下:钻头 + 3 根 7 in 钻铤(其中最下 1 根带 3 组扶正器) + 3 根 $6\frac{1}{4}$ in 钻铤 + $\varnothing 89$ mm 钻杆。

2.4 严格控制井下岩粉

由于采用清水钻进且全部漏失,所以井底的岩粉很多。针对这种情况,要求井底岩粉不得超过 2 m。每个钻进回次结束,要专门测岩粉高度,只要超过 2 m 就要停止钻进,专门捞取岩粉,尤其是在上马家沟组的施工中,由于其上部地层中充填很多砂砾,更要严格控制井下岩粉。通过专门捞取岩粉,不仅有效地避免了重复破碎,节约了钻头,降低了成

(上接第 44 页)

(3) 气液比对增压装置的容积效率和增压效果的影响不明显 (4) 增压装置的容积效率随着增压值的增大而降低 (5) 功率消耗小,可比高压空压机减少一半。

另外,我们还在福建龙岩东中煤矿区进行泡沫水泵增压装置的野外生产试验,获得了第一手资料并发现了一些问题:首先,泡沫水泵增压装置是坐在水泵卸掉排出阀的阀座上的,利用泵连接盘的锥度与阀座配合进行密封,所以泵连接盘的锥度、长度和直径的设计都要以所用水泵排出阀的阀座为参考,否则就会出现开启压力配合不好的问题,造成增压效果下降;另外,在实验过程中,发现一旦增压装置排出阀工作不正常,会造成缸体过热,从而影响使用,因此应当设法保证排出阀工作的可靠性;最后,在利用泡沫钻进技术进行作业时,还必须解决孔口密封以及消泡等问题,以便有利于该项技术的推广和使用。

本,而且还消除了突然停电带来的事故隐患。

为了防止坍塌、掉块造成卡钻,我们在最上一组扶正器上端焊接了一个高度为 0.1 ~ 0.2 m 的捞砂管,以达到收集坍塌物、防止卡钻的目的。

3 坍塌、掉块造成卡钻事故的处理

在石灰岩地层中,一旦发生卡钻事故,一般在短时间内水泵都能继续送水。如果强行提拔无效,我们立即采用“震”、“砸”和“灌酸”等方法进行处理,实践证明其效果很好。如果盲目采用“反”和“扫”等方法进行处理,会很容易使事故复杂化,造成损失。

4 施工效果

阳泉、古交、娄烦三地实践施工证明:采用分段多次下套管,封闭奥陶系不稳定地层,增大蓄水池,降低水泵排量,以便延长纯钻进时间;增加钻铤数量,用钻铤加压,优化钻进参数等技术措施,是利用常规的钻进方法完成复杂地层钻孔施工任务的最有效的技术方法,它不仅提高了钻进效率,加快了施工进度,而且也节约了大量的财力物力,得到了甲方的好评。

5 结语

今后,将进一步完善实验台设计,提高实验水平,以便在实验研究的基础上对增压装置进行结构优化设计,进一步完善增压装置的工作性能。另外,通过充分和深入地研究了解泡沫的流变特性,为发展和完善各种地质条件下泡沫钻进的工艺和方法以及相关技术奠定基础。可以预见,随着泡沫增压装置的推广使用,将进一步促进泡沫钻进技术的发展,尤其是在西部干旱缺水地区该技术将有着广阔的发展空间,并为国家的西部开发战略提供有利的支持。

参考文献:

- [1] 张祖培,孙友宏. BWZ-250 型泡沫水泵增压器[J]. 探矿工程, 1997 (6).
- [2] 刘志明,孙友宏. 干旱缺水地区深水井泡沫钻进技术研究[J]. 长春科技大学学报, 2000 (3).
- [3] 耿瑞伦,陈星庆. 多工艺空气钻探[M]. 北京:地质出版社, 1995.