

# 钻井液加重材料实时回收控制研究

李俊<sup>1</sup> 吴朝晖<sup>1</sup> 倪学莉<sup>1</sup> 张晓东<sup>2</sup>

(1. 海洋石油工程股份有限公司, 天津 塘沽 300451; 2. 西南石油大学 机电工程学院, 四川 成都 610500)

**摘要:**针对油田加重材料不能及时回收,造成资源浪费的问题,设计了一套全自动闭环控制系统,设计了上位机的可视化界面,建立了上位机与下位机的串口通信,实现了上位机与下位机的数据交换、检测信号显示、工作参数的图形显示等,达到了实时控制。同时,设计了一套回收高密度钻井液加重材料的新型装置。现场试验表明,在控制系统与新型装置的配套使用下,对回收加重材料的含量进行采样,分析结果说明已达到高效回收的目标。

**关键词:**钻井液;加重材料;回收装置;计算机控制系统;离心机;串行通信

**中图分类号:**TP273<sup>+</sup>.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0890(2010)01-0063-04

国内外对废弃钻井液的处理有许多方法,如机械脱水法、焚烧法、喷雾干燥法、回收循环利用、MTC技术、安全土地掩埋法、土地耕作法、注入安全地层或环行空间、微生物法、化学强化固液分离技术以及固化法等<sup>[1-3]</sup>。但这些典型方法的应用均受到限制,并且共同特点都是“事后”处理,而加重材料包含在废弃钻井液中,如在钻井过程中不对加重材料进行分离、回收再用,就会造成效率不高、成本增加、环境污染等问题。

笔者的设计,是希望能够根据钻井液性能及离心机性能参数的改变,经传感器检测后输入控制系统,控制系统根据信号值相应给出合理回收高密度加重材料时离心机的工作转速及处理量,要追求准确、实时回收,必须通过计算机去控制,精确达到设计要求,真正“实时”作出判断并给出回收加重材料合理的工作参数值。

## 1 钻井液加重材料回收控制系统

### 1.1 影响钻井液加重材料回收的因素

对影响钻井液加重材料回收的因素进行了分析,得知影响回收加重材料的因素包括钻井液性能和离心机的工作参数。其中钻井液的性能包括黏度、密度等;离心机的工作参数主要有离心机的进料量、离心机的转速、离心机轴承的扭矩、离心机轴承的振动等。

### 1.2 钻井液加重材料回收控制系统模型的建立

针对影响加重材料回收的因素及对微型计算机控制系统的类型分析,笔者选用监督计算机控制(supervisory computer control, SCC)系统作为加重材料回收的控制系统模型,并建立了回收高密度加重材料全自动闭环控制系统<sup>[4]</sup>,如图1所示。

加重材料回收控制系统流程:通过传感器检测钻井液的性能参数→A/D转化→信号输入MCS-51单片机→传入上位计算机→根据程序对比分析→程序输出调节变频器的频率及电磁比例阀→调整离心机的转速及离心机的进料量→再通过传感器检测离心机进料及转速等性能参数反馈给计算机→进行反馈调节→达到预期的理论离心机进料值及转速→回收加重材料。

### 1.3 卧式螺旋离心机的结构与工作原理

**主要结构** 卧式螺旋卸料沉降离心机的主要构

**收稿日期:**2009-03-23;**改回日期:**2009-12-08

**基金项目:**四川省教育厅重点科研项目“高密度钻井液加重材料回收利用自适应控制研究”(编号:07ZA141)和省部共建“石油天然气装备”教育部重点实验室项目(编号:2006STS02)联合资助

**作者简介:**李俊(1981—),男,江西南昌人,2005年毕业于江西理工大学电气工程及其自动化专业,2008年获西南石油大学机械电子工程专业硕士学位,主要从事仪表选型及控制系统设计方向的研究工作。

**联系方式:**(022)66909121, lijun@mail. cooec. com. cn

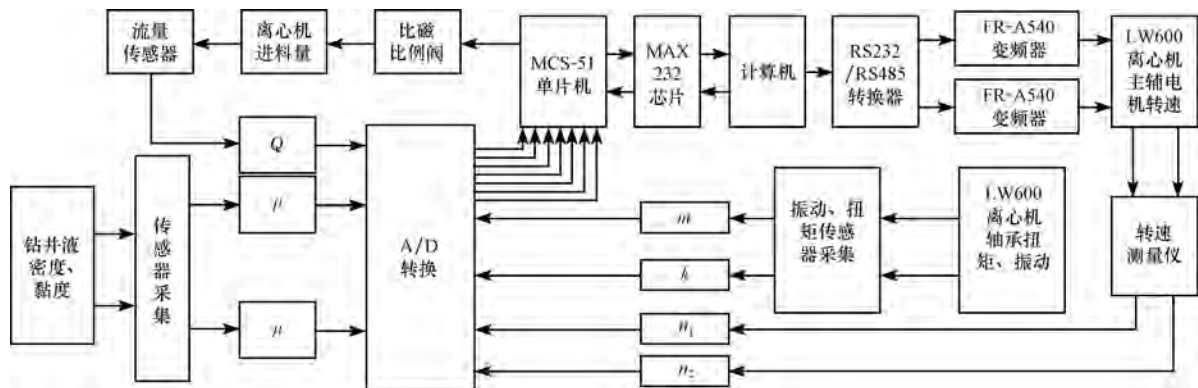
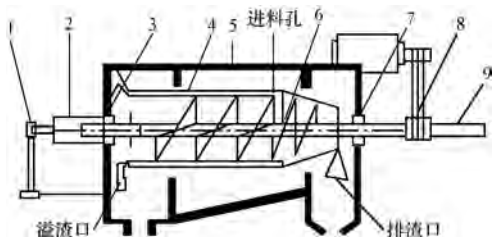


图 1 加重材料回收控制系统流程

件有转鼓、螺旋推进器、差速器、过载保护装置和卸载装置<sup>[5-6]</sup>,如图 2 所示。



1. 过载保护装置;2. 行星差速器;3. 左轴承;4. 转鼓;  
5. 机壳;6. 螺旋输送机;7. 右轴承;8. 三角皮带轮;9. 进料管;

图 2 卧式螺旋卸料沉降离心机结构

**工作原理** 机壳内有两个装在左右轴承上的同心回转部件,外面是无孔转鼓,里面是螺旋叶片输送机。主电动机通过三角皮带轮带动转鼓旋转。转鼓通过左轴承处的空心轴与行星差速器的外壳相连接,行星差速器的输出轴带动螺旋输送机与转鼓作同向转动,但转速不同,其转差率一般为转鼓转速的 0.2%~3.0%。钻井液从右端的中心加料管连续送入机内,经过螺旋输送器的内筒加料隔仓的进料孔进到转鼓内。在离心力的作用下,转鼓内形成了一个环形液池,固体粒子离心沉降到转鼓内表面上而形成沉渣,由于螺旋叶片与转鼓的相对运动,沉渣被螺旋叶片推送到转鼓小端的干燥区,从排渣口甩出。在转鼓大端盖上开设有若干溢流口,澄清液便从此处流出,经机壳的排液室排出。

通过调节溢流口挡板的位置、机器转速、转鼓与螺旋输送器的转差、进料速度,可改变离心机的固相清除率和沉渣的含湿量。

#### 1.4 控制系统的工作原理

根据钻井液性能通过改变离心机的进料量与主辅电机的转速,达到回收钻井液加重材料的目的。闭环控制系统的工作原理是:

1) 单片机的管脚 P0 口分别作为流量  $Q$ 、密度  $\rho$ 、黏度  $\mu$ 、振动  $k$ 、扭矩  $I$ 、角速度  $\omega_1$  和  $\omega_2$  的传感器经变送器后经 A/D 转换器的输入端,将 7 个采集的信号经 A/D 转换器分时编程传送给单片机的存储区,当 7 个检测信号全部存储完毕后,单片机端口 P3 口将信号通过串口通信传送给计算机,计算机根据传送的信号,分析对比,确定对应输出变频器的频率和进入离心机的流量,通过变频器与计算机的串口通信发出指令,控制变频器,改变主、辅电机的转速;单片机 P1 口作为电磁比例阀的控制输出端,改变进入离心机的供料量;

2) 针对不同的振动、扭矩和黏度等参数,计算机采用 VB 程序语言进行分段编程;

3) 用钻井液密度传感器、黏度传感器,及振动传感器、扭矩传感器,分别测量出进入控制系统的工作数据;

4) 将传感器采集的数据进行 A/D 转换,并输入到单片机中,单片机将检测信号输入给计算机,计算机根据采集的数据,经已编制程序的判断,控制系统发出相应的输出处理指令。

## 2 控制系统中基于 VB 的串行数据通信

### 2.1 基于 VB 的 PC 机与单片机间的串行数据通信

目前,通过计算机与单片机互连,构成主从分布式控制系统,从机(单片机)进行数据采集或实时控制,主机(PC 机)进行数据处理和中央控制。笔者利用 VB 来实现钻井液加重材料回收实时控制系统的主机(PC)与从机(单片机)的串行通信,构成主从分布式控制系统,实现上位机与下位机的数据交换、检测信号显示、工作参数的图形显示等<sup>[7-8]</sup>。

### 2.2 基于 VB 的 PC 机与变频器的串行数据通信

一台 PC 机的串口可以连接一台变频器,也可以

连接多台变频器,如采用三菱TSUBISHIFR-A500变频器最多可以连接 32 台。通用的计算机一般只具有RS-232接口,而变频器采用RS-485接口,为了实现两者之间的通信,需要一个接口转换器,来实现RS-232与RS-485之间的转换。RS232/RS485 转换器把变频器、计算机、离心机三者连接在一起(见图 3),控制系统根据检测信号变化发出相应指令,通过改变输出变频器的运行频率,来改变离心机的转速。

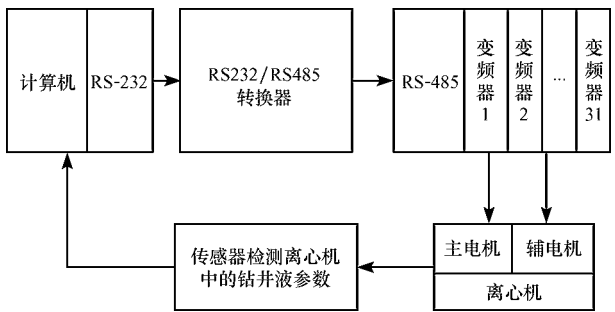


图 3 变频器、RS232/RS485 转换器和微机的硬件连接

笔者采用 VB6.0 提供的串行通信控件 MScComm,编写通信软件,建立变频器与计算机的串口通信<sup>[9-10]</sup>。计算机发出指令给变频器,使变频器改变运行频率,离心机根据变频器频率变化改变自己主辅电机的转速,达到改变离心机工作参数实时回收加重材料的目的。笔者设计的钻井液加重材料回收计算机与变频器的串行通信界面,如图 4 所示。

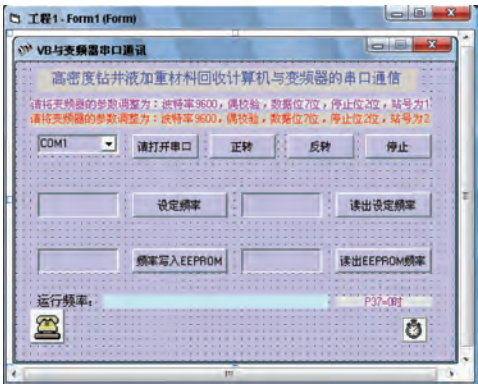


图 4 高密度钻井液加重材料回收计算机与变频器的串行通信界面

### 3 钻井液加重材料回收工艺流程

钻井液加重材料实时新型回收装置由相应传感器(如流量、密度和黏度等传感器)、变频器、流量计、电磁比例阀等组成,如图 5 所示。

**回收方案** 利用传感器检测钻井液黏度、密度信号,振动仪、扭矩仪、速度检测仪检测离心机的信号和流量计检测离心机进料量信号,将上述检测信号经 A/D 转换器传入单片机和计算机,计算机将反馈信号传给单片机与变频器,改变变频器的频率和电磁阀的开度,达到改变离心机转速与离心机进料量的目的。

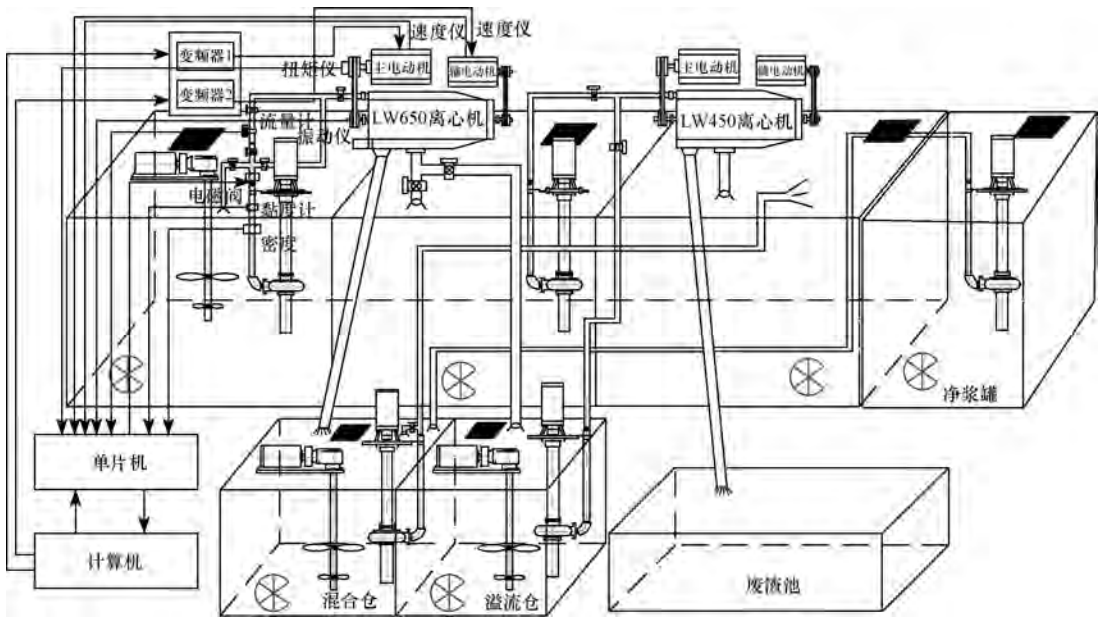


图 5 高密度钻井液加重材料回收装置工艺流程

**回收工艺流程运行模式** 设计一个由混合仓与溢流仓组成的中储罐,其中混合仓用来储存一部分原浆和 LW600 离心机分离后含有加重材料的底

流,溢流仓用来储存第一台离心机的溢流,便于第二台离心机清除有害固相。控制系统根据检测信号调整 LW600 离心机的转速与进料量,将加重材料分



离到混合仓中进行回收,通过泵输送到钻井泵里面,进入循环系统。有害固相分离到溢流仓用泵泵入到 LW450 离心机进行清除。

4 应用效果

在油田现场试验中,对混合仓进行了采样,使用 MS-MICROPLMS 激光粒度分析仪,进行了粒度分析,结果见表 1。

| 表 1 不同转速下离心机底流的粒度分布            |          |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|
| 转鼓转速/<br>r · min <sup>-1</sup> | 粒径/μm    |          |          |
|                                | 累积含量 10% | 累积含量 50% | 累积含量 90% |
| 1 355                          | 0.49     | 12.41    | 39.89    |
| 1 295                          | 0.97     | 18.01    | 54.23    |
| 1 255                          | 1.09     | 19.60    | 53.62    |
| 1 215                          | 1.81     | 25.32    | 56.88    |
| 进 浆                            | 0.36     | 7.63     | 45.10    |

从表 1 可以看出,根据检测到的钻井液性能参数,在新型回收控制系统控制下,调整离心机进料量的情况下,随着离心机转鼓转速的降低,离心机底流中细粒子的含量减少,中粗颗粒的含量增加,离心机的分离粒度增大,加重材料的含量增加。这说明在控制系统与新型装置流程下,可高效回收加重材料。

5 结 论

1) 设计出了一套高密度钻井液加重材料回收控制系统,通过编制控制系统程序代码,建立了上位机(PC)与下位机(单片机)的串口通信,实现了采集数据及信号的有效传输。

2) 通过 RS232/RS485 转换器,把变频器、计算机、离心机三者有效地结合在一起,实现了随检测信号变化控制系统实时发出相应指令,通过改变变频器的运行频率,来改变离心机的转速。

3) 设计了新型回收钻井液加重材料的装置,在钻井过程中,这套闭环控制系统高效、实时检测钻井液与离心机的性能变化,发出相应指令改变离心机的转速及处理量。在新型装置流程运行下达到了“实时”分离、回收加重材料的最佳效果。

参 考 文 献

[1] Richards M, Monkman B, Comeau P, et al. Solids control and waste management for SAGD[R]. SPE 97670, 2005.

[2] Richards M, Monkman B, Comeau P, et al. Smart centrifuge for solid answers to solids control[R]. SPE 39378, 1998.

[3] Ardrey W E, Nix G L, Wright J P. Automation of solids control systems[R]. SPE 14751, 1986.

[4] 张晓东,李俊,张斌,等. 高密度钻井液加重剂回收技术[J]. 天然气工业, 2007, 27(9): 48-50.

[5] 孙启才,金鼎五. 离心机原理结构与设计计算[M]. 北京:机械工业出版社, 1986.

[6] 张晓东,李俊. 变频器对卧螺离心机的高效控制应用研究[J]. 工矿自动化, 2008, 5(10): 122-125.

[7] 范逸之,陈立元. Visual Basic 与 RS232 串行通信控制[M]. 北京:清华大学出版社, 2002.

[8] 周子琛,申振宁. 用 VB 实现计算机与单片机的串行通信[J]. 半导体技术, 2002, 27(1): 42-44.

[9] 张智杰,王新江. 基于 VB 的变频器与微机的串行通信[J]. 自动化仪表, 2003, 24(4): 55-57.

[10] 葛新锋,董永强. 串口通信数据传输及其在变频器控制中的应用[J]. 继电器, 2007, 35(17): 72-75.

[审稿 屈文涛]

Research on Real Time Reclaiming Drilling Fluid's Weight Material

Li Jun<sup>1</sup> Wu Zhaohui<sup>1</sup> Ni Xueli<sup>1</sup> Zhang Xiaodong<sup>2</sup>

(1. Offshore Oil Engineering Co., Ltd., Tanggu, Tianjin, 300451, China; 2. School of Electromechanical Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu, Sichuan, 610500, China)

**Abstract:** Considering the problem of not being able to reclaim weight material in time, an automatic control system and a visual window were designed. The connection between host and client computer were build. The data exchange, detected signal display and graphic display of working parameters for real-time control were achieved. A new device to reclaim high density drilling fluid's weight material was designed. Field application shows that the sampling analysis of reclaimed weight material indicates that the objective of effective reclaim was achieved by using the control system and the new device.

**Key words:** drilling fluid; weighting material; recovery systems; computer control system; centrifuge; serial communication