

# 基于单片机技术的钻井液流量异常报警器

吕万宏, 尹丹, 王娟, 辛志相, 张成志

(黄河勘测规划设计有限公司地质勘探院, 河南 洛阳 471002)

**摘要:** 钻井液在钻进过程中起着至关重要的作用, 进入钻孔的钻井液流量的异常容易引发烧钻、埋钻等孔内事故。介绍了一种基于单片机技术的钻井液流量异常报警装置。

**关键词:** 钻井液; 流量; 报警器; 孔内事故; 单片机

**中图分类号:** P634.7    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2014)01-0063-03

**Alarm for Abnormal Flow Rate of Drilling Fluid Based on MCU Technology/LV Wan-hong, YIN Dan, WANG Juan, XIN Zhi-xiang, ZHANG Cheng-zhi** (Institute of Geological Survey, Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd., Luoyang Henan 471002, China)

**Abstract:** Drilling fluid plays a vital role in drilling process; the abnormal volume of drilling fluid in the borehole is vulnerable to drill bit burning, drill bit burying and other downhole accidents. The paper introduces an alarm set for abnormal flow rate of drilling fluid based on MCU technology.

**Key words:** drilling fluid; accident; warning equipment; single chip microcomputer

## 0 引言

钻井液具有清洗孔底, 携带和悬浮岩屑, 冷却钻头, 润滑钻头和钻具, 保护孔壁等作用。然而由于各种原因, 钻井液有可能没有按照需要的流量进入孔内, 如果进入钻孔的钻井液量很小, 甚至断流, 就会引起烧钻、卡钻、埋钻等孔内事故; 如果进入钻孔的冲洗液量过大, 就会强烈冲蚀岩心和孔壁, 造成取心率降低, 钻孔塌孔等问题。

因此, 研制一种能够测量钻井液流量并进行报警的装置就显得十分必要了。钻井液流量异常报警器(以下简称“报警器”)以单片机技术和传感器技术为依托, 通过软件编程实现了冲洗液量突变时报警的功能。

报警器的研发过程主要包括硬件系统和软件系统的设计。其中硬件系统的设计包括流量传感器的选择和单片机硬件系统的设计。

## 1 硬件系统设计

### 1.1 传感器的选择

流量传感器的作用就是测量报警器中的流量大小, 并转换成电信号。常用的流量传感器有电磁流量计、涡轮流量计、涡街流量计、远传发讯水表等。

报警器对流量传感器的精度要求不高, 能达到 1 L/min 就可以了。测量范围能够满足水利水电钻

探需要即可, 即不超过 100 L。但鉴于钻探工程的物化劳动程度高, 利润低, 因此所选用的设备应尽可能实用且价格合理。远传发讯水表的测量范围和精度能够满足报警器的要求, 而且价格便宜, 结合报警器的工作环境等因素, 最终选择远传发讯水表作为报警器的流量测量设备。其基本参数为:

- (1) 适用温度: 0 ~ 40 ℃。
- (2) 公称压力: 1 MPa。
- (3) 测量范围: 见表 1。

表 1 远传发讯水表测量范围表

过载流量 /(m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )	常用流量 /(m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )	分界流量 /(m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )	最小流量 /(m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )	最小读 数/m <sup>3</sup>	最大读 数/m <sup>3</sup>
7	3.5	0.35	0.14	0.0001	9999.999

(4) 输出信号: 开关信号, 最大允许电流 < 30 mA。

(5) 远传距离: < 1 km。

(6) 示值误差限: 从包括最小流量至不包括分界流量的低区为 5%; 从包括分界流量至包括过载流量的高区为 2%。

(7) 输出信号精度: 与水表指示盘数字对应, 输出信号分辨率为 0.001 m<sup>3</sup>/1 个信号。

根据输出信号参数, 每一个开关量对应 1 L 的流量, 因此采集部分的精度可达到 1 L。则在 1 min

收稿日期: 2013-07-01

作者简介: 吕万宏(1988-), 男(汉族), 河南洛阳人, 黄河勘测规划设计有限公司地质勘探院助理工程师, 测控技术与仪器专业, 从事钻探技术研发工作, 河南省洛阳市启明西路 34 号, 285077863@qq.com。

内的流量为:

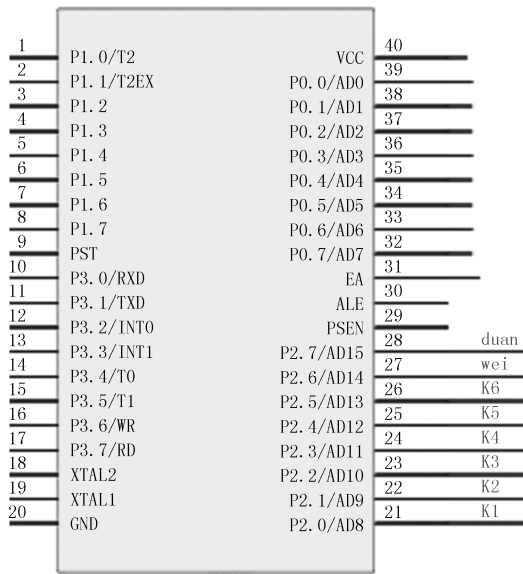
$$q = 1 \times n$$

式中:  $q$  —— 每分钟的流量;  $n$  —— 每分钟的开关数。

### 1.2 单片机硬件系统的设计

本系统要实现数据采集、报警上下限设置、流量显示和报警等功能,因此使用普通单片机即能满足要求。最终选择的是51系列单片机。电路结构有键盘接口电路、显示器接口电路、报警电路等,供电采用蓄电池供电。

#### 1.2.1 键盘接口电路



键盘在单片机应用系统中能实现向单片机输入数据、传送命令等功能,是人工干预单片机的主要手段。常用的键盘接口有独立式键盘接口和行列式键盘接口。独立式键盘接口适用于按键数目比较少的场合,行列式键盘接口适用于按键数目较多的场合。由于本项目中所需的按键数目为6个(启停按键、设置上限按键、设置下限按键、向左移位按键、增加数值按键、禁止/使用蜂鸣器报警按键),数目较少,所以选择独立式键盘接口电路。键盘接口电路如图1所示。

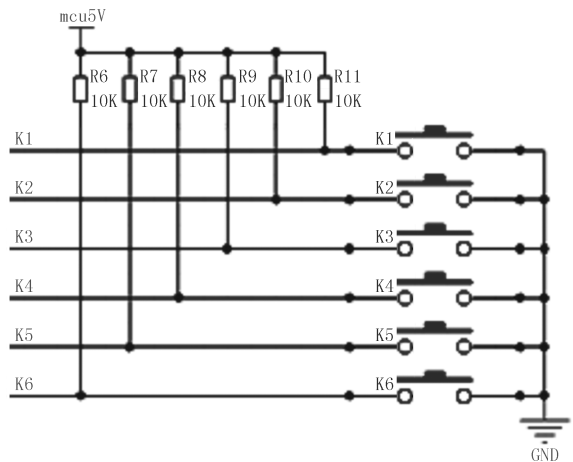


图1 键盘接口电路

#### 1.2.2 显示器接口电路

显示器接口通常有液晶屏(简称LCD)和数码管(简称LED)两种。LED显示器与LCD显示器相比,在亮度、功耗、可视角度和刷新速率等方面都更具优势,且能提供宽达160°的视角,在强光下也可以观看,并且在-40℃的低温条件下也可以使用。由于钻探现场的工作环境比较恶劣,尤其是在夜间作业时屏幕显示需要较高的亮度,所以综合考虑使用LED显示器。

常用的LED显示器为8段,每段对应一个发光二极管。当发光二极管被点亮之后,相应的段位就显示,不同的段位组合在一起就能显示不同的字符。如图2即为8段LED显示器结构,表2为8段LED各段与各位对应表。

在水利水电钻探工程中,钻进时所采用的泵量一般都不大,在每分钟几百升范围以内,结合本课题对流量数据的精度要求不高的特点,精确到小数点后一位即可,所以流量显示需要4位数据,采用4位的

表2 8段LED各段与各位对应表

代码位	显示段	代码位	显示段	代码位	显示段
D7	dp	D4	e	D1	b
D6	g	D3	d	D0	a
D5	f	D2	c		

LED显示器即可。在多位LED显示时,为简化硬件电路,通常使用LED动态显示方式。如图3即为4位8段LED动态显示电路。

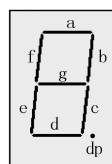


图2 8段LED显示器结构

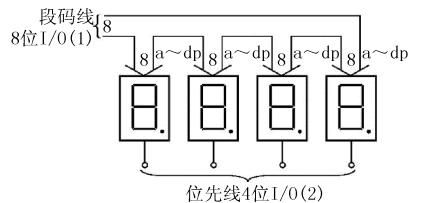


图3 4位8段LED动态显示电路图

#### 1.2.3 报警电路

报警形式采取声光报警,由相应的声音报警电

路和光报警电路组成。其中声音报警电路采用的是蜂鸣器报警,光报警电路是采用发光二极管报警。当流量高于流量上限或者低于流量下限时,使单片

机发出报警信号,也就是使 Alarm = 0, L4 = 0 (Alarm 为蜂鸣器报警控制位, L4 为发光二极管报警控制位)。报警电路如图 4 所示。

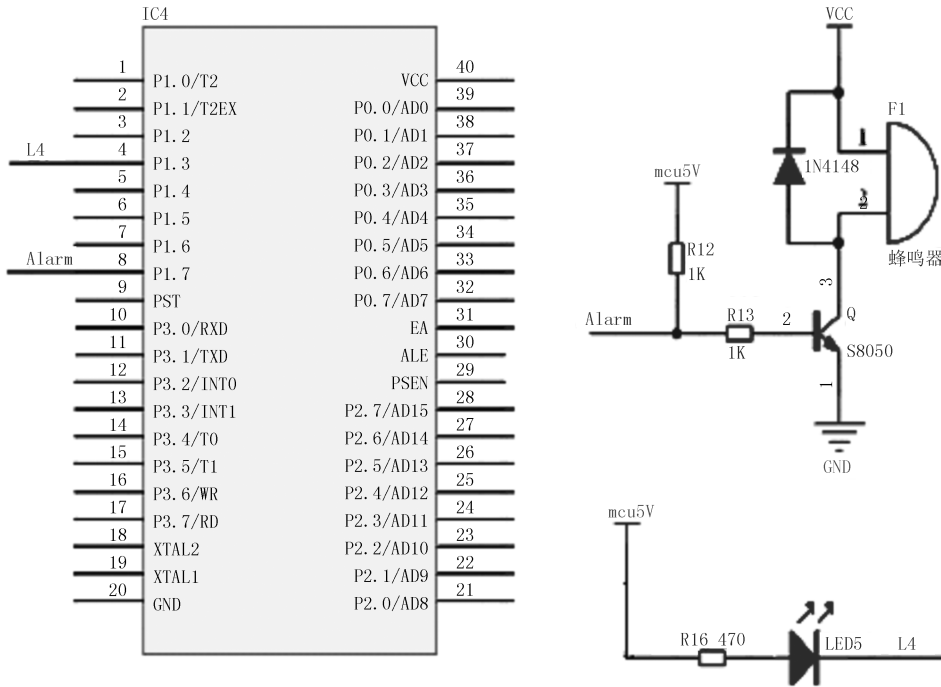


图 4 报警电路图

### 2 软件系统设计

单片机的编程语言有 2 种:汇编语言和 C 语言。

汇编语言是一种用文字助记符来表示机器指令的符号语言,是最接近机器码的一种语言。其主要优点是占用资源少、程序执行效率高。但是不同的 CPU,其汇编语言可能有所差异,所以不易移植。

C 语言是一种编译型程序设计语言,它兼顾了多种高级语言的特点,并具备汇编语言的功能。用 C 语言来编写目标系统软件,会大大缩短开发周期,且明显地增加软件的可读性,便于改进和扩充,从而研制出规模更大、性能更完备的系统。因此,使用 C 语言进行程序设计已成为软件开发的一个主流。

综合考虑着 2 种语言的特点和功能,本项目选择 C 语言作为编程语言。

软件部分包括主程序和多个子程序,主程序设计框图见图 5。

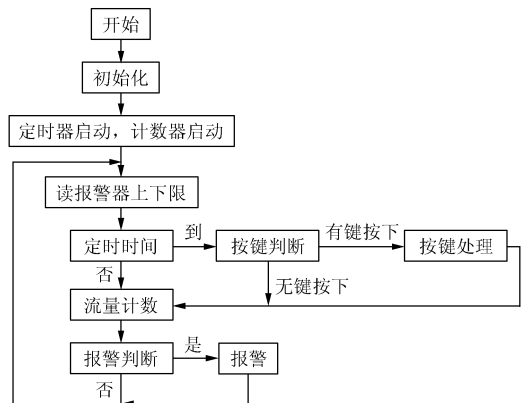


图 5 主程序设计框图

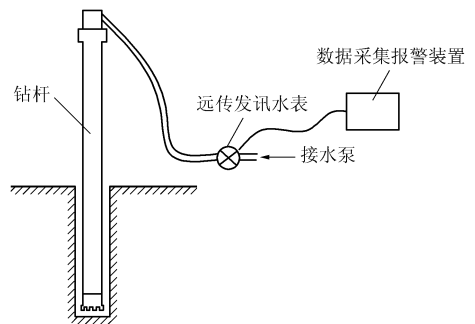


图 6 现场连接图

### 3 现场管路连接及应用

#### 3.1 管理连接

在报警器的现场连接中,远传发讯水表接在进水管路中,其输出端接数据采集报警装置。连接图如图 6 所示。

#### 3.2 现场应用及效果

(下转第 69 页)

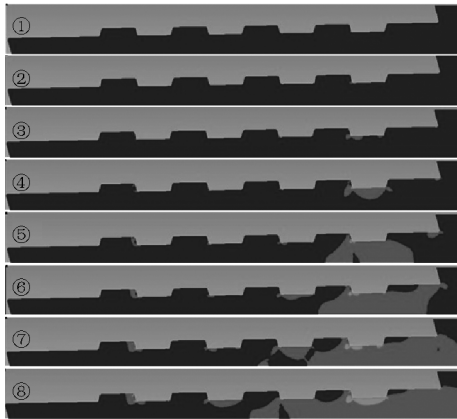


图 14 钻杆管体螺纹等效应力分布随时间轴渐变图(①~⑧)

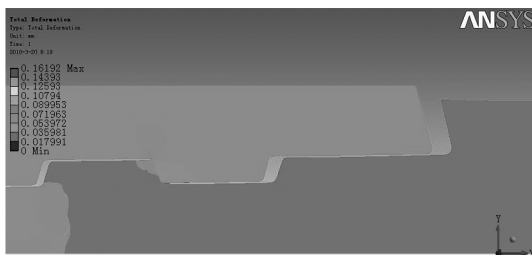


图 15 钻杆连接丝扣处公母扣变形细节图  
(显示放大 54 倍但实际值不变)

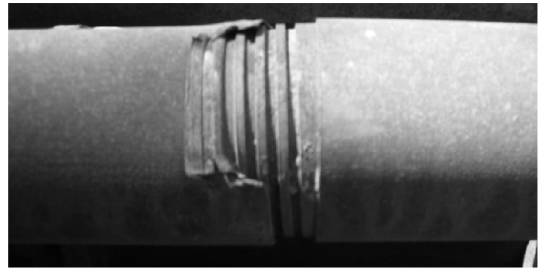


图 16 钻杆接头母扣膨胀变形破坏

可极大地方便工程设计人员对连接丝扣处结构内部的应力分布及变形情况作较直观、准确的分析,该手段的运用加深了对绳索取心钻杆失效破坏机理的认识,大大地缩短了研究周期,降低了设计成本。如果能进一步结合实际需要,完全能够有针对性地对绳索取心钻杆丝扣结构参数的改进和优化工作进行指导,同时,这也进一步表明本文所采用的研究手段和方法是切实可行的。

参考文献:

- [1] 王国强. 实用工程数值模拟技术及其在 ANSYS 上的实践 [M]. 陕西西安:西北工业大学出版社,1999. 1-3.
- [2] 李皓月,周田朋,刘相新. ANSYS 工程计算应用教程 [M]. 北京:中国铁道出版社,2003. 1-5.
- [3] 许明财. ANSYS Workbench 10.0 中文培训资料 [Z]. 北京:ANSYS-CHINA 北京办事处,2006. 3-12.
- [4] 黄麟森. 基于 ANSYS 的钻杆螺纹结构形式分析 [J]. 煤矿机械,2009,30(7):3-5.
- [5] 申昭熙. 材料形变强化和摩擦系数对圆螺纹接头滑脱性能的影响 [J]. 应用力学学报,2008, 25(2): 293-296.

4 结语

研究表明,借助现代计算机辅助设计(CAE)技术,运用 CAD 建模和有限元分析软件 ANSYS 对绳索取心钻杆丝扣连接部分进行结构力学仿真分析,

(上接第 65 页)

报警器在古贤水利枢纽工程的勘探工作中应用,现场应用情况良好。

试验孔的地层以砂岩为主,钻探设备采用 XY-2 型钻机,BW250 型泥浆泵,钻进工艺采用金刚石双管钻进。报警器的报警阈值设置为 28~50 L/min,即当流量小于 28 L/min 或大于 50 L/min 时,报警器报警。

从现场应用来看,当流量出现异常状况时,报警器能够提前报警,提醒现场操作人员及时采取措施,防止钻探事故的发生。

报警器的应用取得了良好的效果,既降低了操作人员的劳动强度,又有效避免了钻进事故的发生。从长远角度来看,报警器的应用可以有效地提高钻进质量和劳动效率,节约成本。

4 结论

报警器的研制与应用取得了多方面的技术成果,它将电子技术成功应用到传统的水利水电钻探工作中,促进了钻探技术的信息化和自动化发展,改善了钻机操作过程中依靠人为经验判断流量的落后状况,为钻机操作人员提供了真实的流量数据,降低了工人劳动强度。也能更好地避免因孔内流量突变引起的事故,进而提高工作质量和效率、降低成本。

参考文献:

- [1] 张毅刚. 单片机原理及应用 [M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [2] 黄晓君,周志斌. 浅谈远传水表系统 [J]. 科技信息,2008, (16).
- [3] 黄宝森,孔昭育,景永芳,等. 电磁流量计 [M]. 北京:原子能出版社,1981.
- [4] 刘克林. 浅析烧钻事故的发生及处理 [J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(5).
- [5] 赵玉刚,邱东. 传感器基础 [M]. 北京:北京大学出版社、中国林业出版社,2006.