

# 立轴式岩心钻机转速检测方法的改进

尹崧宇, 赵大军, 郭威, 孙友宏, 刘华南, 孙梓航

(吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026)

**摘要:**立轴式岩心钻机是岩心钻探工程中应用最广泛的钻机。对立轴式岩心钻机转速检测方法进行改进, 并且研制了以传感器、计数器模块和采集机为核心的钻机转速检测系统。对转速检测系统中的计数器模块进行优化设计, 提高了转速测量的准确性。经漠河盆地天然气水合物钻探试验井的应用, 系统工作准确可靠, 满足使用要求。

**关键词:**立轴式岩心钻机; 转速; 检测; 计数器

**中图分类号:** P634.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)12-0032-04

**Improvement of the Vertical Spindle Speed Detecting Method for Vertical Spindle-type Core Drill/YIN Song-yu, ZHAO Da-jun, GUO Wei, SUN You-hong, LIU Hua-nan, SUN Zi-hang** (College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China)

**Abstract:** Spindle-type core drill is the most popular drill in geological core drilling engineering. This article presents the improvement of the vertical spindle speed detecting method for spindle-type core drill and introduces the development of speed detecting system based on the key technologies of the sensor, counter module and acquisition machine. The counter module design is optimized to improve the accuracy of the speed measurement. The system has been examined by the NGH drilling program in Mohe, which can surely meet the requirement.

**Key words:** spindle-type core drill; vertical spindle speed; detection; counter

立轴式岩心钻机是目前钻探工程中应用最广泛的钻机, 已形成系列化产品, 型号从 XY-1 到 XY-9, 钻孔深度从 100 m 到 4000 m<sup>[1]</sup>。在钻进过程中, 钻进参数的即时检测与监控不仅能随时掌握钻进情况、调整钻进参数, 还可以根据钻进参数总结钻进工艺, 指导钻探工作<sup>[2]</sup>。

转速是钻探原始班报表的重要内容。常用的转速检测方法有 2 种: 一是在钻机立轴上安装感应片, 通过传感器对立轴转速进行直接测量; 二是测量钻机分动箱底部传动轴转速, 经计算间接得出立轴转速。由于钻机正常工作时, 立轴振动强烈, 上下移动频繁, 下管、取心过程中有时会出现泥浆喷溅的现象, 这些客观因素导致采用以上 2 种方法进行转速检测时, 测量不准确, 传感器元件使用寿命短。

针对现状, 提出了通过检测立轴钻机万向轴的转速, 间接检测立轴转速的思路。设计了一套以传感器、计数器模块以及采集机为核心的钻机转速检测系统。

## 1 钻机转速检测方法

### 1.1 转速检测方法

收稿日期: 2013-09-02; 修回日期: 2013-10-30

基金项目: 中国地质调查局项目“漠河盆地冻土区天然气水合物科学钻探”(GZHL20110320; GZHL20110326)

作者简介: 尹崧宇(1989-), 男(汉族), 吉林省吉林市人, 吉林大学硕士研究生在读, 地质工程专业, 从事岩土钻凿工艺及机具的研究工作, 吉林省长春市朝阳区西民主大街 938 号, 15421072@qq.com。

转速信号通常是通过传感器采集的, 得到的是频率信号。相比于电压、电流信号, 频率信号的检测比较困难<sup>[3]</sup>。本文将频率信号转换为电压信号, 再送入 A/D 卡中进行处理<sup>[4]</sup>。针对 XY-8 型钻机, 在钻机的万向轴上安装接近开关传感器的感应片。万向轴转动时, 通过传动箱内的齿轮传动带动立轴转动<sup>[5]</sup>。传感器的感应片每次靠近安装在设备上的接近开关传感器时, 传感器都会返回一个脉冲信号, 记录万向轴的转数并通过数据采集机处理即可得到立轴转速。转速测量原理如图 1 所示。

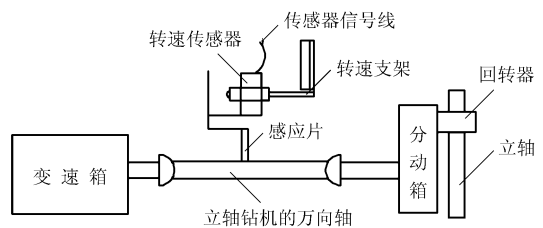


图 1 转速测量原理图

### 1.2 转速检测系统的工作原理

本套钻机检测系统的工作原理为: 首先传感器将信号传递给计数器模块, 计数器模块对信号进行转换、整形以及放大。然后信号进入数据采集机, 进

行 A/D 转换等一系列处理。最后数据采集器将信号整理成可读数据。在显示器上将数据以数字或曲线的形式显示出来<sup>[6]</sup>。此外,所有数据可以通过数据采集机打印,便于用户完整浏览<sup>[7]</sup>。系统的结构框图如图 2。

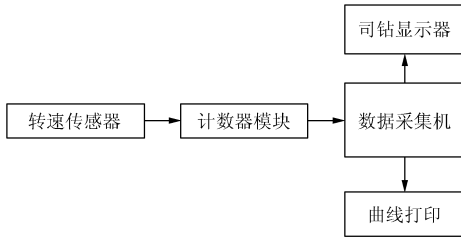


图 2 转速检测系统的结构框图

### 2 钻机转速检测系统的硬件构成

钻机转速检测系统是由传感器、计数器模块、数据采集机和显示器 4 部分构成。采集机和显示器除了可以整理、显示转速以外,还可以同时显示 XY - 8 型钻机在钻进过程中的钻井深度、钻压、钻速、回转扭矩、入井泥浆流量、泥浆泵压力、钻机电功率、出井泥浆温度、入井泥浆温度、泥浆池液位、大钩载荷和孔口可燃气体浓度等参数。

#### 2.1 传感器元件的选择

传感器元件作为信号的接收端,是整个系统的重要组成部分,选择适当型号的传感器是提高系统精确度的关键<sup>[8]</sup>。针对野外恶劣条件,对传感器的选取有以下几点要求:

- (1) 高转速下传感器精度为  $\pm 1$  r/min。
- (2) 针对 XY - 8 型钻机传动比(低挡位 0.255, 高挡位 0.709),传感器的测量范围应为 0 ~ 1450 r/min。
- (3) 适合野外钻探环境,抗干扰能力强。

因此,我们选用了图克尔公司生产的 NI15 - G30 - Y1X 接近传感器。该传感器输出两线制脉冲信号,精度为  $\pm 1$  r/min,测量范围为 0 ~ 1500 r/min,具有一定的抗磁抗震能力。

#### 2.2 计数器模块的设计

计数器模块是整个系统的核心,合理的硬件结构可以减少干扰,提高精度。本系统的计数器模块选取 CD4093、CD4538 以及 LM324 芯片配合相应元件来实现其功能。传感器接收到的频率信号首先进入到 CD4093 芯片中进行整形处理,形成稳定的方波信号;然后输入到 CD4538 芯片中将频率信号转换成电压信号;再输入到 LM324 芯片中进行信号放大;最后输入到上位机(采集机)中。图 3 为计数器模块电路图。

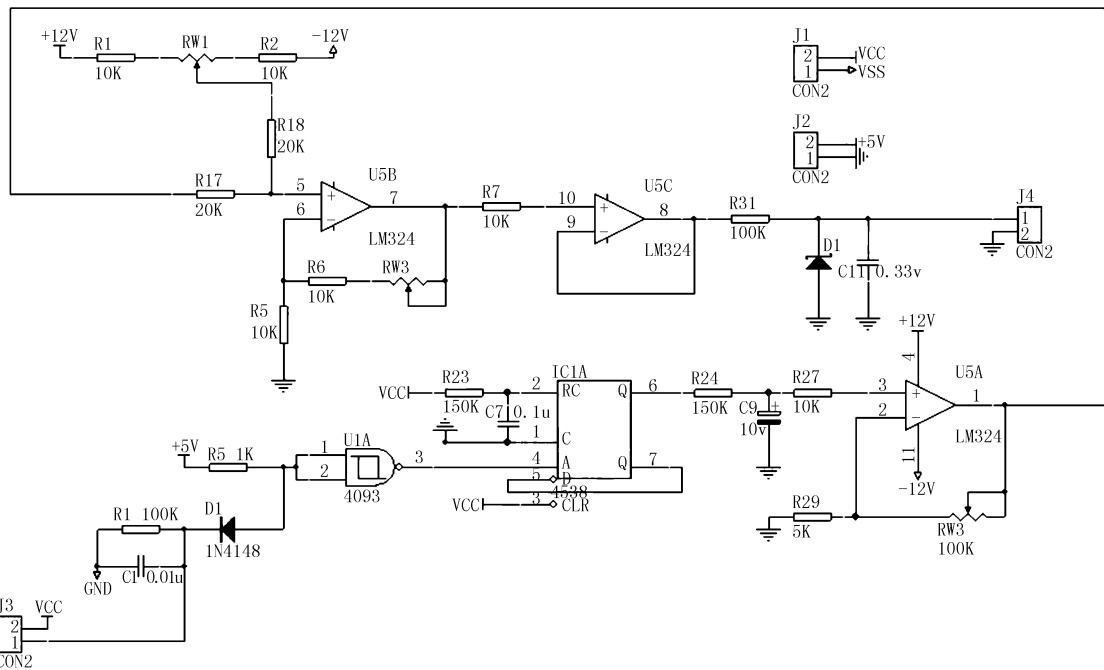


图 3 计数器模块电路

为避免由于供电电压不稳导致检测数据精度不高的问题,在原电路基础上并联一个以 7805 芯片为

主的稳压电路。7805 稳压电路作为经典集成稳压电路的一种,使用起来方便、可靠,在电子制作中经

常被采用<sup>[9,10]</sup>。另外,在7805芯片的输入、输出端并联了2个小电容(图4中的C9和C10),有效地过

滤了旁路电源中的高次谐波,进一步提高了电源电路的稳定性。图4为计数器模块电源部分电路图。

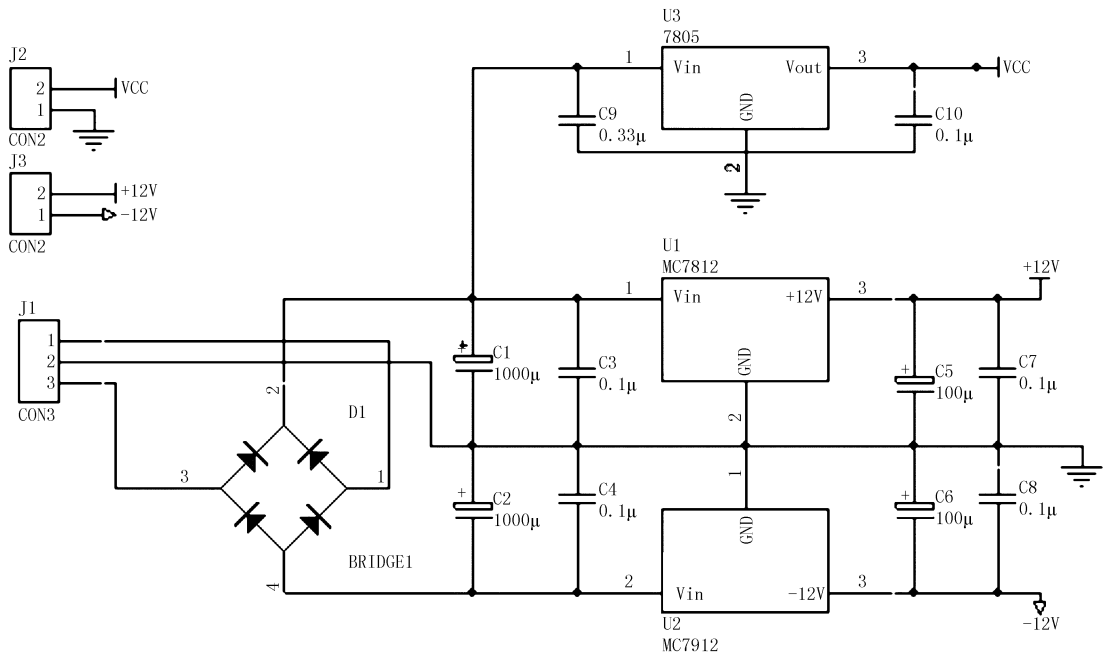


图4 电源电路

### 3 转速检测系统的试验

#### 3.1 试验地点

黑龙江省漠河县漠河乡,漠河盆地冻土区天然气水合物MK-2科学钻探试验井的钻孔施工。地层主要是泥岩、页岩和粉砂岩。

#### 3.2 试验钻机

试验用XY-8型钻机。该钻机共有8级正转,额定转速分别为95、175、250、264、363、487、695、1011 r/min。MK-2科学钻探试验井工程2013年施工任务为钻进施工孔段从1700~2300 m终孔。

因孔深以及地层特性等因素,在施工中采用1级、2级转速辅助过渡,3级转速正常钻进。

#### 3.3 试验孔段

选用7月2日和7月4日两天钻进的情况进行数据分析。7月2日钻进孔段2103.17~2117.25 m。7月4日钻进孔段2135.31~2153.58 m。2天钻进孔段的地层情况基本相同,以泥岩、砂岩为主,混有少量石英,在孔深2143~2145 m处出现破碎带。

#### 3.4 实验数据和分析

图5为7月4日的转速检测数据曲线。

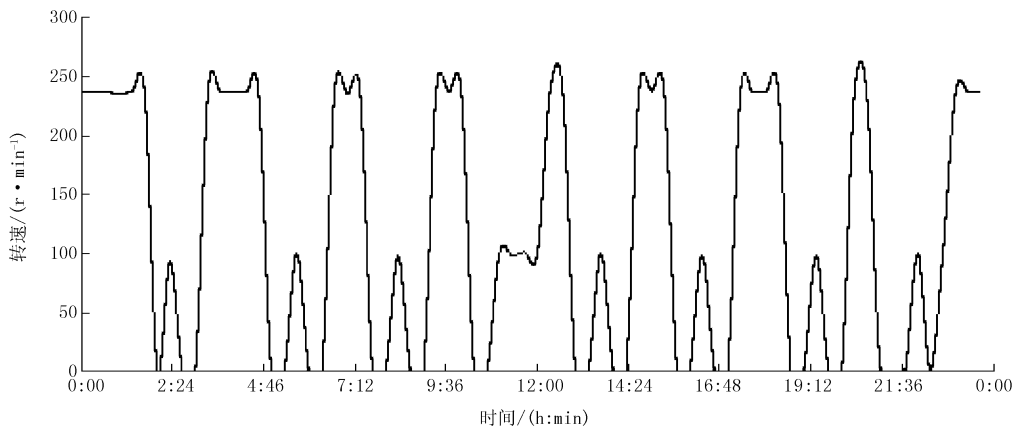


图5 实测转速曲线图

如图5所示,钻机正常钻进时,转速在250 r/min上下浮动。进行取心等辅助工作时,钻机停止工作,转速为0 r/min。取心结束后,为防止孔底残留岩心,破坏钻头,采用1挡进行扫孔,转速在95 r/min上下浮动。在10:40~12:00期间,出现地层破碎带,钻机进尺缓慢,孔内阻力增大,电机电流过大。为此,采用1级转速钻进并在泥浆中加入润滑剂以

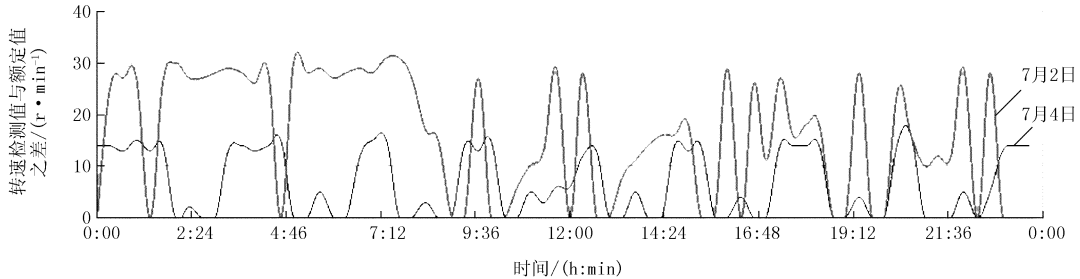


图6 转速检测值与额定值之差的绝对值对比

不稳的情况,重新设计了计数器模块。新的计数器模块于7月3日正式使用。如图6所示,与7月2日的数据曲线相比,7月4日的数据曲线明显更接近钻机立轴额定转速。因此,通过对计数器模块的硬件结构进行优化,加入稳压模块,提高了整套转速检测系统精度。

#### 4 结论

对立轴钻机转速检测系统进行了改进,并经漠河水合物钻探施工的成功应用,得出以下结论:

(1)通过检测立轴式钻机万向轴的转速间接检测立轴转速的方法是可靠的。

(2)以传感器、计数器模块以及采集机为核心研发了钻机转速检测系统,实现对钻机立轴转速的测量,检测数据准确。

(3)优化了计数器模块电源结构,加入7805稳压模块,提高了整套检测系统的精确性。

本套系统虽然是针对XY-8型钻机设计的,但其原理适用于常规立轴式钻机。通过选取合适测量

降低电机电流,钻机转速在95 r/min上下浮动。钻机工作状态可以在转速数据曲线图中清晰的反映出来,转速数据围绕XY-8型钻机额定转速上下波动,表明了该系统可以实现测量立轴转速的功能。

图6为2013年7月2日与7月4日转速检测值与额定值之差的绝对值的对比图。

在前文已经提到,由于计数器模块出现了电压

范围的传感器,调整系统的软件程序、硬件结构,本套系统完全可以应用于其他型号的立轴式钻机。

#### 参考文献:

- [1] 郑书雄.立轴式钻机智能化的思考[J].福建质量管理,2012,(9):59.
- [2] 夏阳,胡郁乐,张恒春.科学深钻立轴式钻机上余尺检测方法研究[J].工程地球物理学报,2010,(6):719-722.
- [3] 陈旭东,刘和平,刘峰,等.频率信号监测电路的设计与实现[J].计量与测试技术,2011,(10):21-23.
- [4] 郝维来,祝恩国.煤田钻机立轴转速测量的研究[J].煤矿机电,2007,(2):1-3.
- [5] 何宗常,宋海燕,张士勇,等.XY-8钻机的研制与使用情况[J].地质装备,2012,(6):11-13.
- [6] 朱庆豪,黄鹤松,薛琳.无线传输钻井参数仪的设计[J].电子技术应用,2005,(10):36-38.
- [7] 李士斌,张立刚,荆玲.钻井参数优选新方法[J].石油钻探技术,2007,35(4):9-11.
- [8] 王君,凌振宝.传感器原理及检测技术[M].吉林长春:吉林大学出版社,2003.
- [9] 田智文.一种带有保护电路的直流稳压电源的设计[D].陕西西安:西安电子科技大学,2011.
- [10] 佟鑫,陈永真.稳压电源的动态响应与稳压原理[J].辽宁工学院学报,1997,17(4):36-39.

## 西安探矿机械厂新型履带式全液压岩心钻机面市

本刊讯 由西安探矿机械厂自主研发的新产品XDL-1200型履带式全液压岩心钻机如期面市。

XDL-1200型钻机是该厂在对比国内外同类设备优缺点的基础上,针对绳索取心的工艺特点,自主研发的一种适用于中深孔取心钻探的岩心钻机,适用于地质、冶金、煤炭、石油、天然气等领域。该钻机包含了多项技术创新亮点:一是采用恒压钻进控制系统,手自一体设定钻压,延长钻头寿

命,保证成孔质量,提高了钻进效率;二是自动测深系统,可使操作者随时了解钻深;三是采用动态参数显示系统,使用者能够及时掌控发动机转速、油压、水温等各项参数,方便调控钻进。该钻机与国内外同类钻机相比,自身优势集中体现在孔底压力控制、钻进参数显示和控制等方面,成为山区丘陵地带固体矿藏勘探取心作业的又一款利器。