

基于单片机控制的电动载人载物绞车智能 减速报警装置的研制

范 飞, 王小磊, 韩欣洲, 顾 旺, 刘贤荣

(中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司, 陕西 西安 710021)

摘要: 电动载人载物绞车对比气动绞车, 其在提升能力、提升速度、能耗比、噪声以及安全性能等方面均有较大的优势, 尤其是载人载物一体的功能给钻井现场带来很大的便利, 目前广泛应用于钻井现场, 进行接甩钻具等载物吊装作业以及井架内高空载人作业。但是电动绞车能耗制动特性会造成手柄回零后有一定的减速距离, 电动绞车运行在高位时人员不便于观察旋转吊钩位置, 不能提前减速, 会造成吊钩擦挂二层台猴台等事故隐患。为解决上述问题, 笔者研制出一种智能减速报警装置, 该装置利用双向霍尔检测计数技术检测滚筒转动圈数, 实现对吊钩运行高度的检测。当吊物上升至预设的减速高度时, 系统会自动降低电机转速, 并触发声光报警提醒操作人员注意防碰。现场实验结果表明, 该装置具有测量精度高、响应速度快、高度可以预设、速度可以调节等优点, 具有广泛的应用前景。

关键词: 电动绞车; 预设高度; 减速报警; 单片机

中图分类号: TE928

文章编号: 1000 - 0682 (2026) 02 - 0044 - 04

文献标识码: A

DOI: 10. 19950/j. cnki. CN61 - 1121/TH. 2026. 02. 009

Design and development of intelligent deceleration alarm device for electric winch based on micro controller

FAN Fei, WANG Xiaolei, HAN Xinzhou, GU Wang, LIU Xianrong

(Changqing Drilling Company, Ccde, Cnpc, Shaanxi Xi'an 710021, China)

Abstract: Compared with the pneumatic winch, the electric winch has a significant advantage in lifting capacity, lifting speed, energy consumption ratio, and safety performance, especially the function of carrying people and goods together brings great convenience to the drilling site. At present, it is widely used in drilling sites for cargo lifting operations as connecting and throwing drilling tools and for manned operations at high altitude inside the derrick. However, the energy consumption braking characteristics of the electric winch will cause a certain deceleration distance after the handle returns to zero, and it is inconvenient for the personnel to observe the position of the rotating lifting hook when the electric winch is running at a high position. It cannot be decelerated in advance, which will cause accidents such as the lifting hook rubbing against the second - floor platform and the monkey platform. In order to solve the above, the author has developed an intelligent deceleration alarm device. This device uses a bidirectional Hall detection and counting technology to detect the number of revolutions of the drum, so as realize the detection of the running height of the lifting hook. When the lifted object rises to the preset deceleration height, the system will automatically reduce the motor speed and trigger an and optical alarm to remind the operator to pay attention to collision prevention. The field experimental results show that the device has the advantages of high measurement accuracy, fast response speed, preset, and adjustable speed, and has broad application prospects.

Keywords: electric winch; preset height; deceleration alarm; single - chip microcomputer

收稿日期: 2025 - 09 - 29

第一作者: 范飞 (1990 -), 男, 陕西蓝田人, 本科, 机械高级工程师, 主要从事钻井装备技术工作。

0 引言

电动载人载物绞车的能耗制动特性会造成手柄回零后有一定的减速距离,运行在高位时人员不便于观察旋转吊钩位置,不能提前减速,会造成吊钩擦挂二层台猴台等事故隐患。综合考虑钻井现场因素,采用到达预设高度自动减速的思路解决上述问题,提前减速,缩减减速距离。

1 总体方案

该装置采用 CHE2-10N11-H710 型霍尔元传感器、基于 AT89C51 单片机的数显式计数控制模块为核心,构建了一个由数据采集、核心控制、执行驱动和报警提醒四大模块组成的完整系统。

高度检测与控制模块:采用双向霍尔计数的方式进行高度检测。双向霍尔传感器即带方向的双向计数,两个霍尔传感器空间错开 90°电角度。通过分析两路信号(A/B)的,通过边沿检测法判断旋转方向。由安装在电动绞车链条上的磁片和安装在侧方的霍尔传感器构成。霍尔传感器感应磁片并发出脉冲信号,作为计数继电器的输入。

基于 AT89C51 单片机的数显式计数控制模块负责接收霍尔传感器的脉冲信号,进行累加计数;与预设的脉冲数值进行比较并输出控制信号,具体结构见图 1。

执行驱动模块:由变频调速电位器和中间继电器组成。调速电位器通过改变输出电压来控制变频器的输出频率,从而实现电机转速的调节;中间继电器则根据计数继电器的信号来控制电路的通断。

报警模块:由中间继电器和蜂鸣器/报警器构成。当达到预设的报警条件时,中间继电器动作,接通报警电路,实现声光报警功能。

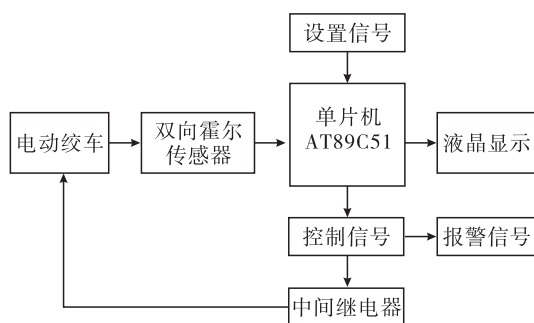


图1 高度检测与控制模块结构图

2 关键技术分析

2.1 脉冲计数与高度计算原理

该装置采用了双向霍尔计数技术,将小型强磁片固定在电动绞车的链条上,链条随电动绞车滚筒转动,带动磁片经过霍尔传感器。

当磁片顺时针经过霍尔传感器时,传感器便产生一个正脉冲信号,该信号被送入数显式计数继电器进行累加。当磁片逆时针经过霍尔传感器时,传感器便产生一个负脉冲信号,该信号被送入数显式计数继电器进行求和。通过测量链条转动一圈的位移,可以计算出每经过一次脉冲所代表的起升高度。假设磁片随链条转动一个脉冲位移为 S ,则电动绞车起升高度 H 与脉冲计数 N 的关系为:

$$H = N \times S$$

这种基于脉冲计数的方案,其精度取决于安装的磁钢数量。

2.2 智能减速原理

电动绞车操作盒手柄控制绞车以变频调速方式载物,控制绞车电控系统(变频器)给电机提供变频电源,对电机进行速度设定,电机驱动减速机带动滚筒转动。手柄的输出 $-10\text{ V} \sim 10\text{ V}$ 直流电压信号,其控制输入电压越高,输出频率越高,电机转速越快。

减速原理采用一个具有三个接线端子的可调电位器。其一端接电动绞车的手柄信号输出端,另一端接地(GND),中间的滑动端则接变频器的模拟量输入端。通过旋转电位器的旋钮,可以改变滑动端与接地端的电阻值,从而改变手柄输出电压信号,具体原理见图 2。

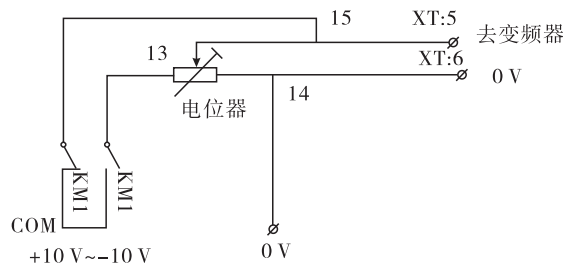


图2 电位器分压原理电路图

3 高度检测与控制模块设计

3.1 硬件设计

以 AT89C51 单片机为控制核心,负责处理传感器信号、逻辑判断及外设控制,具体电路如图 2 所示。输入模块中,P1.0 和 P1.1 引脚分别连接霍尔

传感器,用于采集计数信号;P3.2 引脚接 SET 按键, P2.6 和 P2.7 引脚分别连接 UP 键与 DOWN 键,构成参数调节交互单元。显示模块采用 LM016L 液晶屏,由 P0 引脚提供 8 位数据输入,P2.0、P2.1、P2.2 引脚分别控制其读写、使能及寄存器选择,实现双行显示功能。输出模块中,P1.7 引脚连接继电器驱动电路,用于触发警报信号。装置可通过霍尔传感器信号的先后顺序判断正反转,并实时统计计数。

LM016L 液晶屏第一行显示设定数值,第二行动态显示实际检测值,实现数据可视化对比。当实际值大于设定值时,P1.7 引脚自动输出低电平,控制继电器吸合发出警报。参数调节设计为:短按 SET 键后,设定值的两位数值进入闪烁状态,此时按 UP 键可使设定值加一,按 DOWN 键可使设定值减一,再次按 SET 键即可保存设置。

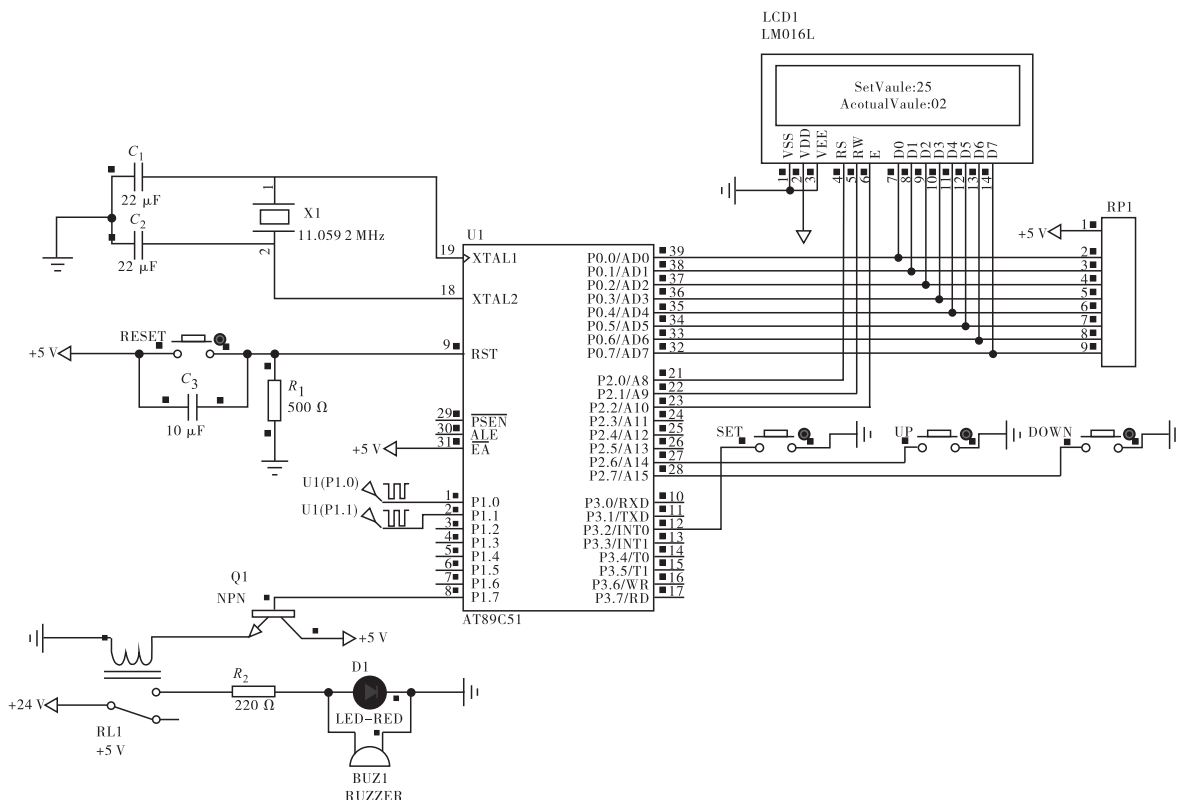


图 3 高度检测与控制模块电路图

3.2 软件程序流程

系统上电后,将电动小绞车吊钩放置钻台面进行“零”位标定,设置好高位减速报警位置(即调节旋钮位置)。当电动绞车开始工作时,其链条上的磁片随滚筒转动。霍尔传感器每次感应到磁片时,便向计数继电器发送一个脉冲信号,计数器进行累加。当吊物上升至预设的减速阈值高度(接近钻机二层台位置)时,触发预设的减速点,此时单片机发出控制信号给执行驱动模块。

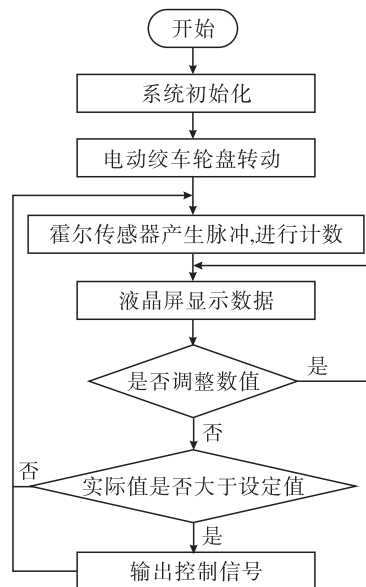


图 4 软件程序流程图

4 现场试验

4.1 实物安装

(1)设计300 mm×300 mm 隔爆型防爆控制箱:内部安装熔断器、高度检测与控制模块、中间继电器、指示灯、防撞释放按钮、接线端子排等控制元件。控制箱外部留有电源输入、传感器输入、变频器控制输出和报警输出等接口,见图5。

(2)调速电位器:该电位器安装在控制箱的面板上(见图5),方便操作人员根据需要手动调节限制速度。

霍尔传感器及磁钢安装。霍尔传感器通过定制的支架固定在电动绞车,磁片则固定在侧面链轮上,磁钢与传感器间隙在1 cm以内,计数准确。

防撞释放:防撞释放功能是吊钩起吊完成后在预设高度以上位置正常下放时,吊钩能正常全速下放,保证了现场效率,操作简单。



图5 防爆箱实物设计图

4.2 现场试验

该装置在川庆钻探50272队现场进行了功能测试,通过多次实验,该装置的精度、响应时间和稳定性等各项性能指标均满足现场要求,已经在44部电动载人载物绞车上应用。

(1)精度测试:通过对霍尔传感器计数的校准,该装置的高度测量精度取决于磁片间距的均匀性及安装数量,安装20枚磁钢,单个脉冲电动绞车的位移5.8 cm,精度满足要求。

(2)调速测试:当计数达到设定值时,绞车吊钩接近二层台时,系统发出信号给中间继电器,电动绞车速度通过电位器调节,在0~35 m/min范围内任

意调节。

(3)稳定性测试:在现场各种工况(带载或空载)和不同运行速度的情况下,该装置均能稳定的工作,0.5 s内发出执行信号,未出现减速不及时或者不报警的现象。

5 结论

试验结果表明,笔者设计的基于AT89C51单片机和CHE2-10N11-H710型霍尔元传感器控制的电动载人载物绞车智能减速报警装置显著提升电动绞车在钻井现场载物作业中的安全性能,而且该系统成本低廉、结构简单、易于安装和维护。尤其是基于AT89C51单片机和双向霍尔检测技术的高度监测和控制模块在高度及位移监测控制等领域具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 王亚鹏,廖恒伟,李勇. DJB-5/50×35-R型载人载物电动绞车的研制[J]. 石油机械, 2022, 50(4): 32-37.
- [2] 邱亚玲,周新志,李世斌,等. 基于单片机和PC串口通信的钻机游车监测系统[J]. 石油机械, 2013, 41(07): 33-37.
- [3] 孙艳萍,钟功祥,梁政,等. 采油车自动监控系统硬件设计[J]. 石油机械, 2005(04): 30-31+33-77.
- [4] 丁红军,贾强,何淑英,等. 多功能智能防撞监控系统的设计[J]. 石油机械, 2009, 37(06): 33-34+94-95.
- [5] 谷志珉,曾现敏,苏婕. 液压绞车、电动绞车和气动绞车的不同功用解析[J]. 中国科技博览, 2014(34): 351.
- [6] 孔永超,夏辉,罗磊,等. 石油钻机集成控制系统技术研究[J]. 石油机械, 2023, 51(09): 34-40.
- [7] 贺舒裕. 单片机应用系统断电时的数据保护方法[J]. 云南大学学报, 2007, 29(增刊1): 135-138.
- [8] 杨杰. 关于液压绞车、电动绞车和气动绞车的研究与分析[J]. 中国设备工程, 2018(09): 220-221.
- [9] 袁友祥,刘佳,要建东. 基于C8051F021单片机的多通道气体检测仪的设计[J]. 石油机械, 2011, 39(9): 41-43.
- [10] 张文锦. 测控系统的掉电保护设计[J]. 电子工程师, 2002, 28(12): 26-29.