

# Application of Hall Position Locator on Electric Actuator

Dandan Zhang

Shanghai Lianggong Valve Factory Co., Ltd., Shanghai, 201901, China

## Abstract

Hall sensor is a kind of magnetic field sensor based on Hall effect. The Hall effect is a kind of magnetoelectric effect. The Hall coefficient measured by the Hall effect experiment can determine important parameters such as conductivity type, carrier concentration and carrier mobility of semiconductor materials.

Widely used in industrial automation technology, detection technology and information processing. At present, the position feedback mechanism of the intelligent valve positioner mostly adopts a mechanical structure, and has the disadvantages of large wear, low precision, and short life. Based on Hall sensor technology and new piezo valve control technology, a new Chinese-made Hall-type intelligent valve positioner was developed to achieve contactless and accurate measurement. At the same time, the product has many advantages such as no mechanical wear, small hysteresis, simple and reliable structure, long operating life and high precision. In the design, a linear displacement Hall sensor is developed. The ultra-low power technology is applied in the hardware circuit, and the intelligent control technology such as fuzzy control is applied in the control algorithm. Product positioning accuracy and other performance have been significantly improved.

## Keywords

intelligent electric equipment; valve position monitoring; Hall valve position locator; absolute value sensor; embedded technology

## 关于霍尔阀位定位器在电动执行器上的应用

张丹丹

上海良工阀门厂有限公司, 中国·上海 201901

## 摘要

霍尔传感器是根据霍尔效应制作的一种磁场传感器。霍尔效应是磁电效应的一种,通过霍尔效应实验测定的霍尔系数,能够判断半导体材料的导电类型、载流子浓度及载流子迁移率等重要参数。广泛地应用于工业自动化技术、检测技术及信息处理等方面。目前,智能阀门定位器的位置反馈机构,多采用机械结构,存在磨损大、精度低、寿命短等缺点。基于霍尔传感器技术和新型压电阀控制技术,研制了一款中国国产新型霍尔式智能阀门定位器,实现了无接触精确测量。同时,该产品具有无机械磨损、滞后小、结构简单可靠、运行寿命长、精度高等诸多优点。设计中,研制了线性位移霍尔传感器,硬件电路中应用了超低功耗技术,控制算法中应用了模糊控制等智能控制技术。产品定位精度等性能得到了显著提升。

## 关键词

智能电装; 阀位监测; 霍尔阀位定位器; 绝对值传感器; 嵌入式技术

## 1 设计参考

世界各国阀门用的智能电动控制装置(简称电装)的阀门位置(简称阀位)的确定基本上采用提供连续电压信号的连轴电位器(如德国西门子公司)或是采用提供离散脉冲信号的霍尔开关元件+干簧管组合的旋转磁电感应器(如英国罗托克公司),更有高端产品采用提供数字信号的高精度绝对值传感器。所谓“智能电动控制装置”是指采用嵌入式技术的电动控制设备。

在上述阀位定位方式中,以罗托克方式性价比最高,对于中国广泛使用的开关型电装最为合适。但是采用罗托克方

式会增加电装控制器中的MCU编程难度以及运行可靠性,所以设想设计一种经济实用型的“霍尔阀位定位器”,运用低成本的嵌入式技术将信号采集与数据处理一并解决,并利用内部锂电池节电管理技术和MCU睡眠模式使阀位定位器在失电时具备阀位变化的监测、记忆能力,以简易的串行数字通信方式和简单的电路结构实现昂贵、复杂的绝对值传感器的功能。<sup>[1]</sup>

## 2 硬件设计

- (1) 信号取样通过霍尔开关电路和干簧管获取;
- (2) 采用异步串行通信方式与电装控制器进行数字信息

交互（主从式半双工 RS485）；

（3）选用美国微晶公司出品的工业级 PIC16F688 MCU 为控制器；

（4）采用可充电锂电池作为后备电源，并由 MCU 进行电源监测与管理。

### 3 功能设计

（1）由正交定位的霍尔开关电路产生两相旋转脉冲，根据相位关系确定阀杆的旋转方向；根据旋转脉冲的周期（或频率）确定阀杆的旋转速度。<sup>[1]</sup>

（2）由于阀杆与定位器轴的传动比为 1：4，所以阀杆每转一圈，霍尔开关电路输出 12 个脉冲，而干簧管动作 24 次，由此可确定理论上的绝对定位精度为 15°（阀杆行程为 360° × N 圈），而相对定位精度则需根据阀杆行程的实际圈数而定。

（3）输出阀位数据以总行程的百分数给出，四位 BCD 码，数据精度为一位有效小数，即 0.1% ~ 99.9%。无需电装控制器再进行数据处理。

（4）霍尔阀位定位器本身没有机械上的固定起点和终点，所以在配置阀门后必须通过外部控制器的串行控制命令设置起点与终点（也即整定后方能使用）。

（5）接口设置 5 个端子：外部供电端 Vex、公共端 GND、通信正端 SC+、通信负端 SC-、干簧管信号 SW（用于备用输出，OC 形式）。外部供电端提供 5V 工作电源，并为 3.6V 锂电池补充电能。MCU 由锂电池直接、不间断供电。

（6）在外部供电中断时，如果此时阀杆静止，MCU 将关闭外围电路电源，进入睡眠模式。如果此时阀杆动作（手轮操作），导致干簧管状态发生变化，通过下降沿唤醒 MCU 恢复外围电路供电，跟踪并记录阀位数据的变化，一旦阀杆动作停止，则 MCU 将重回睡眠状态，直到外部供电恢复。

（7）由于霍尔阀位定位器是电装的一个独立部件，故内部的锂电池后备电源只负责提供内部电路使用。受结构空间制约，锂电池的容量不能选得大，因而必须精打细算，让有限的电量使用足够长的时间。

如果要求在停电状态下手动阀杆时能从电装的液晶屏上观察到当前阀位，则可利用定位器提供的干簧管信号启动外部控制器的后备电源为控制器的显示电路供电（前提是有外

部后备电源及相应的管理电路）。

（8）定位器内部使用 3.3V 电源工作，由外部电源降压产生。外部电源断电时，由 MCU 根据需要选择地向除 MCU 以外的电路提供后备电源。

（9）为了使锂电池的电能不会无谓损耗，可通过串行通信方式发送启用或休眠命令，让定位器处于不同的状态之下。如接到休眠命令后，在外部失电时无论阀位是否变化都不进行阀位监测，以保证锂电池的电能能维持 MCU 长期休眠（大于一年）。启用或休眠命令应在失电前下达，失电后执行。<sup>[1]</sup>

（10）电装控制器可发送以下命令：

启用命令——外部失电时处于监测状态，收到命令后回送原命令作为回执；

休眠命令——外部失电时处于静默状态，收到命令后回送原命令作为回执；

方向命令——通知当前运动方向（关阀或开阀方向），收到命令后回送原命令作为回执；

上限命令——确认当前位置为开阀限位位置，收到命令后回送原命令作为回执；

下限命令——确认当前位置为关阀限位位置，收到命令后回送原命令作为回执；

取值命令——要求发送当前阀位数据，收到命令后立即执行；

重置命令——要求重新设置上限与下限，收到命令后回送原命令作为回执；

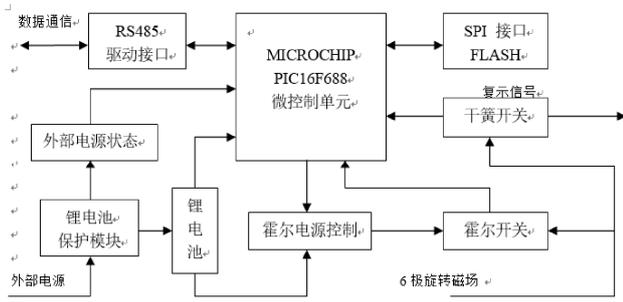
确认命令——确认整定设置完成，收到命令后回送原命令作为回执

休眠命令一般在出厂前或电装长期闲置前通过操作界面设置，电装投入使用前可通过操作界面用启用命令撤销休眠命令。

重置、方向、上限、下限、确认等命令用于电装的整定操作，与电装的高级设置配合使用。重置命令为整定操作的起始，确认命令为整定操作的结束，期间可反复设置方向、上限和下限，但不能出现逻辑错误，否则定位器将回送出错信息。

取值命令为电装正常运行时的常态命令，电装控制器通过定时收发命令和数据确认并显示当前阀位数据，同时向远端用户输出与阀位数据匹配的电流（4 ~ 20mA）。

## 4 电路框图



霍尔磁效应编码器具有更高的精度和可靠性、无需电池即可在掉电时进行手轮动作跟踪等，与传统的绝对编码器相

比具有无接触、无磨损以及寿命长等优点、特别是成本上降低很多；因此，我们的阀位测量系统具有更高的可靠性、精确性以及抗干扰能力。

## 参考文献

- [1] 林培豪,王兴奎,张一新,等.低磁感应温度系数铝镍钴永磁合金的研究[J].电工合金,1994(3):6-12.
- [2] 林惠.智能电气阀门定位器的研究开发[D].天津大学,2003.
- [3] 魏小龙.MSP430系列单片机接口技术及系统设计实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.