

自整角机转换模块位置信号的数字化实现

赵锦园¹, 黄兴城^{2*}, 刘智力², 周云水²

(1. 海军驻杭州地区军代室, 浙江 杭州 310012; 2. 浙江工业大学 之江学院, 浙江 杭州 310024)

摘要:为解决各种位置随动控制系统中位置角度的检测,位置角速度、角加速度的反馈并实现其数字化等问题,将 16ZSZ349B-02/4 自整角机转换器应用到实际随动控制系统的位置反馈检测中。开展了自整角机转换器的工作原理、转换性能、电路接口的分析,建立了单片机 MSP430Fe427 与自整角机转换器之间的电路接口关系,提出了用自整角机转换器将角度模拟信号转换成数字信号,通过单片机对数据实时采集,并对采集的数字信号进行数字滤波,最终实现了位置信号的数字化。研究表明:用简易的软件计算代替复杂的硬件设计,节省了成本,提高了产品可靠性。

关键词:自整角机;数字化;位置角;随动控制系统

中图分类号:TP27;TH73

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)08-0938-03

Digitalization of angular position signal of selsyn conversion module

ZHAO Jin-yuan¹, HUANG Xing-cheng², LIU Zhi-li², ZHOU Yun-shui²

(1. Military Affairs Office of Navy in Hangzhou Area, Hangzhou 310012, China;

2. Zhijiang College, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310024, China)

Abstract: In order to solve the problems of detection and digitalization of angular position and feedback and digitalization of angular velocity and angular acceleration in position servo control system, the 116ZSZ349B-02/4 selsyn converter in position feedback detection circuit of servo control system was investigated. After the analysis of selsyn converter working principle, converting capability and circuit interface, the circuit interface relationship between single chip microcomputer MSP430Fe427 and the proposed selsyn converter was established. A method was presented to convert analog angular signal into digital signal with the proposed selsyn converter, which was collected timely and digitally filtered by microcomputer. The results show that reducing cost and improving reliability can be realized with simple software design instead of complex hardware design.

Key words: selsyn; signalization; angular position; servo control system

0 引 言

位置角、位置角速度、角加速度的测量是各种导航系统、大型雷达设施以及一些位置随动控制系统^[1-4]感知自身状态的一种途径。在如今的位置控制系统中,位置角测量一般采用编码器、旋转变压器、自整角机^[5-7]等位置传感器,所使用的传感器适用的环境条件各有优缺点,在一些特定的环境中必须使用自整角机为位置传感器,而自整角机作为角度传感器,其输出是

三相与位置相关的模拟电压,不能被数字化处理设备直接处理,必须对自整角机三相模拟电压进行数字化处理。因此对自整角机信号的数字化问题展开分析,并得出确实可行的解决处理方案,对位置随动控制系统实现数字化处理具有重要的现实意义。

传统的自整角机系统结构中,数字化处理是采用国外产的自整角机—数字转换器(SDC)来完成。通过对自整角机信号进行分析,利用国产 16ZSZ349B-02/4 系列自整角机转换器,通过单片机 MSP430Fe427^[8-10]采样转换器转换之后的数字信号,并通过软件滤波等

收稿日期:2011-02-17

作者简介:赵锦园(1963-),男,浙江绍兴人,高级工程师,主要从事伺服系统方面的研究. E-mail:jinyuanz@163.com

通信联系人:黄兴城,男,高级工程师. E-mail:hz_hxclz@163.com

软件处理,实现了自整角机位置信号的数字化。

1 自整角机转换器工作原理

自整角机转换器工作原理框图如图 1 所示。

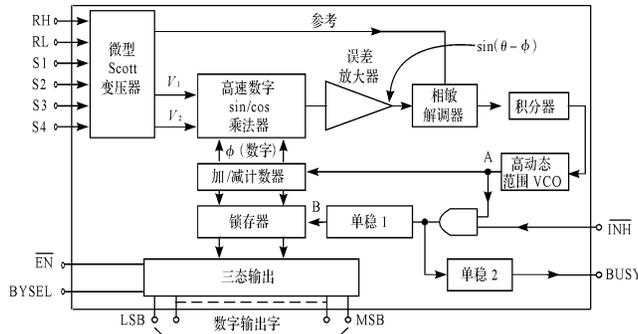


图 1 自整角机转换器工作原理框图

转换器接收自整角机信号(或旋转变压器信号),经内部 Scott 变压器进行隔离、变压处理后,把输入信号转换成正、余弦信号^[11]:

$$V_1 = KE_0 \sin \omega t \sin \theta \tag{1}$$

$$V_2 = KE_0 \sin \omega t \cos \theta \tag{2}$$

式中: θ —信号输入角度。

这两个信号与内部可逆计数器的数字角 ϕ 在高速正余弦乘法器中相乘,即 V_1 乘以 $\cos \phi$ 、 V_2 乘以 $\sin \phi$ 得到:

$$V_1 \cos \phi = KE_0 \sin \omega t \sin \theta \cos \phi \tag{3}$$

$$V_2 \sin \phi = KE_0 \sin \omega t \cos \theta \sin \phi \tag{4}$$

式(3)、式(4)信号经误差放大器相减得到:

$$KE_0 \sin \omega t (\sin \theta \cos \phi - \cos \theta \sin \phi) =$$

$$KE_0 \sin \omega t \sin(\theta - \phi) \tag{5}$$

经相敏解调器、积分器、压控振荡器(VCO)和可逆计数器等组成的一个闭环回路使 $\sin(\theta - \phi)$ 趋近于零。当这一过程完成时,可逆计数器的字状态(ϕ)在转换器的额定精度范围内等于信号输入角度 θ 。

禁止信号 $\overline{\text{INH}}$ 内部有上拉电阻连接到 +5 V 电源,当禁止信号 $\overline{\text{INH}}$ 是逻辑高电平时,允许可逆计数器的数字刷新锁存器数字;当禁止信号 $\overline{\text{INH}}$ 是逻辑低电平时,禁止可逆计数器的数字进入锁存器。

自整角机转换器控制信号通过选择使能信号 $\overline{\text{EN}}$ 及字节选择信号 BYSEL 进行控制,使能信号 $\overline{\text{EN}}$ 及字节选择信号 BYSEL 上都有上拉电阻连接到 +5 V 电源。当使能信号 $\overline{\text{EN}}$ 为逻辑高电平时,输出为高阻状态;当使能信号 $\overline{\text{EN}}$ 为逻辑低电平时,输出数字角 ϕ 。字节选择信号 BYSEL 为逻辑高电平时,1~8 位输出数字角 D1~D8,9~16 位输出数字角 D9~D16;当字节选择信号 BYSEL 为逻辑低电平时,1~8 位输出数

字角 D9~D16。如果计算机需录取 16 位字,字节选择信号接高电平或悬空,此时计算机录取的数据 D1~D16 位数据;如果计算机需录取 8 位字节,首先字节选择信号接高电平,1~8 位输出数据是 D1~D8 高 8 位数据,然后,字节选择信号接低电平,1~8 位输出的数据是 D9~D16 低 8 位,因此,通过控制字节选择信号很容易实现 16 位字或 8 位字节的传输。

2 数据采集与转换

2.1 数据采集

转换器的数据采集有两种常用方法:

(1)检测“忙”(BUSY)信号。

如图 2 所示,当单片机要读取数据时,可对 BUSY 进行检测,若 BUSY 为“1”,数据正在变化,不能录取数据;若 BUSY 为“0”,数据稳定,可以录取数据。

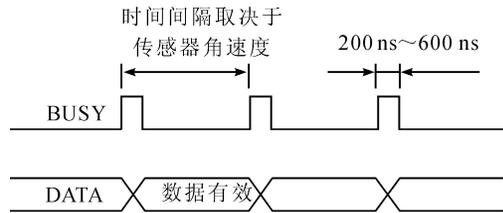


图 2 检测“忙”信号实现数据采集

(2)施加“禁止”($\overline{\text{INH}}$)信号。

当需进行数据传输时,单片机可向 $\overline{\text{INH}}$ 发一个逻辑低电平,从而阻止了锁存器的刷新。

当 $\overline{\text{INH}}$ 端被置于低电平并延迟 600 ns 后,数据稳定,可读取数据,录取完数据,释放 $\overline{\text{INH}}$,使其为高电平,刷新锁存器数据。

2.2 多通道模数转换

在多通道传送时,计算机控制信号通过选择使能信号 $\overline{\text{EN}}$ 、字节选择 BYSEL 进行控制的转换器,可以把每个转换器的 $\overline{\text{INH}}$ 与单片机地址信号相连,单片机读信号与地址信号相与作为 $\overline{\text{EN}}$ 信号,从三态输出线上读取数据。时序图如图 3 所示,线路框图如图 4 所示。这样可以实现多路自整角机信号的数字化,可用于各种采用自整角机精粗组合实现高精度控制的随动控制系统。

3 自整角机位置信号数字化的软件流程

自整角机位置信号数字化软件共分 3 部分:BUSY 信号引起的中断程序、每次数据采集结束后的中断程序以及主程序。其工作流程为:主程序完成对单片机

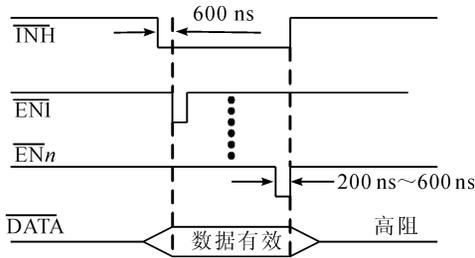


图 3 施加“禁止”信号实现数据采集

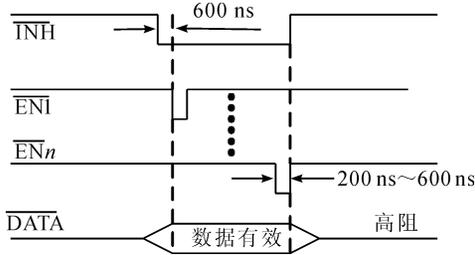


图 4 多路自整角机转换线路框图

的初始化;多次读取自整角机转换器的转换数据,取平均值作为本次采样的角度值,供主程序校正;软件滤波;将 θ 值保存在一个约定的存储区中。在主程序工作中,单片机 I/O 口连接 BUSY 信号。该信号的下降沿引起单片机中断。主程序启动数据采集模块对自整角机角度进行读取,开 BUSY 中断。中断程序结束后自整角机转换器开始工作,每次自整角机转换器转换结束后,进入 BUSY 信号的中断程序。

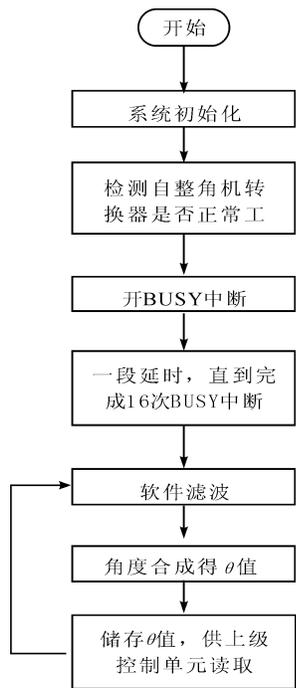


图 5 主程序流程图

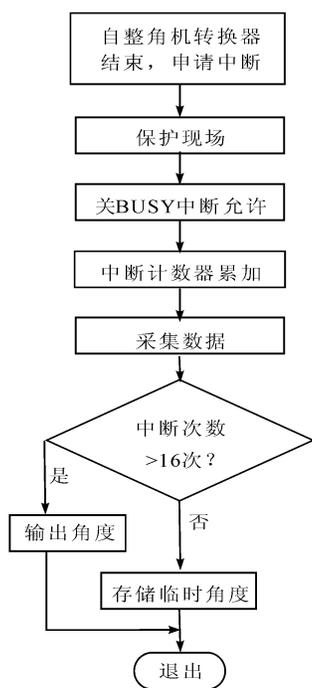


图 6 中断程序流程图

这里需要解释的是:采用 BUSY 信号进行中断,可以确保得到最快的转换速率,及最节省的单片机的软

件运行时间。在多通道采集中,可以将多个 BUSY 信号通过与非门和寄存器可以与单片机连接,采用与非门的作用是将多路 BUSY 信号转换之后供单片机中断,这样可以节省单片机的硬件资源。采用寄存器的作用是在单片机中断之后查询到是由哪一路发生的中断,从而读取相应的自整角机数据。

综上所述,主程序的流程图如图 5 所示,中断程序的流程图如图 6 所示。

4 结束语

通过对自整角机输出信号及 16ZSZ349B - 02/4 系列自整角机转换器的分析,得出采用自整角机转换器能够实现自整角机位置相关的模拟电压到角位置数字信号的转换;采用单片机 MSP430Fe427 对自整角机转换器转换之后的数字信号进行采集、数字滤波,最终实现了自整角机信号的数字化。

研究表明,该研究为自整角机位置传感器的数字化设计提供了一条切实可行且成本低廉、可靠性较高的设计方法。同时该研究在工程应用上具有一定的指导意义。

参考文献 (References) :

- [1] 郭庆鼎,王成元. 交流伺服系统 [M]. 北京:机械工业出版社,1994.
- [2] 陶国良,王宣银,杨华勇. 气动比例伺服位置系统扰动观测补偿控制的研究[J]. 机电工程,2000,17(5):41-44.
- [3] 章小红,钱志良. 模糊控制在小功率位置控制系统中应用[J]. 机电工程,2006,23(8):58-60.
- [4] 左彬,祝长生. 主动电磁轴承智能积分型自适应模糊控制器[J]. 机电工程,2008,25(12):1-4.
- [5] 李常伟,高连才,杨立睿. 自整角机角位移信号采集方法研究[J]. 自动化仪表,2009,30(10):55-57.
- [6] 刘小虎,张天浩,吴岩华,等. 采用 TMS320LF2407 的自整角机轴角信号测量系统[J]. 微特电机,2009,37(6):26-28.
- [7] 徐大林,李云飞,程蜀炜,等. 一种高精度全数字跟踪型轴角—数字转换系统[J]. 微电机,2009,42(1):32-35.
- [8] 胡大可. MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与运用 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000.
- [9] Texas Instruments. MSP430CEI Module User's Guide [M]. Texas Instruments,2009.
- [10] 李晓斌,张辉,等. 利用 DSP 实现无刷直流电机的位置控制[J]. 机电工程,2005,22(3):8-10.
- [11] 洋煜. 多轴数字式船用伺服控制系统 [D]. 杭州:浙江大学电气工程学院,2005. [编辑:李辉]