

文章编号:1671-251X(2015)08-0116-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.08.029

吴来杰,李亚锋,陈奇,等.液压缸行程内置式测量系统设计[J].工矿自动化,2015,41(8):116-119.

液压缸行程内置式测量系统设计

吴来杰¹, 李亚锋¹, 陈奇², 李学斌¹, 龙晴³

(1.中国地质大学(武汉)机械与电子信息学院,武汉 430074; 2.广州海洋地质调查局,广州 510075; 3.深圳大学机电与控制工程学院,深圳 518060)

摘要:针对现有液压缸行程内置式测量方式存在占用空间大、结构复杂等问题,设计了光电鼠标式和滚轮脉冲式液压缸行程内置式测量系统,介绍了系统的工作原理及软硬件设计。测试结果表明,光电鼠标式测量系统适用于短距离的液压缸行程测量,滚轮脉冲式测量系统适用于长距离的液压缸行程测量。

关键词:液压缸;行程测量;内置式测量;光电鼠标式;滚轮脉冲式

中图分类号:TD679 文献标志码:A 网络出版时间:2015-07-31 15:46

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150731.1546.029.html>

Design of internal measuring system of hydraulic cylinder stroke

WU Laijie¹, LI Yafeng¹, CHEN Qi², LI Xuebin¹, LONG Qing³

(1.Faculty of Mechanical and Electronic Information, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan 430074, China; 2.Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510075, China; 3.College of Mechatronics and Control Engineering, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China)

Abstract: In view of problems of large space occupation and complex structure existed in current internal measuring method of hydraulic cylinder stroke, internal measuring systems of hydraulic cylinder stroke which are respectively based on optical mouse and wheel pulse were designed, work principle and hardware and software design of the systems were introduced. The test results show that the optical mouse mode measuring system is suitable for short stroke of hydraulic cylinder, and the wheel pulse mode measuring system is suitable for long stroke of hydraulic cylinder.

Key words: hydraulic cylinder; stroke measuring; internal measuring; optical mouse mode; wheel pulse mode

0 引言

在工程应用领域,通常在液压缸外部测量液压缸行程。然而在井下、海洋和矿山等特殊环境进行资源勘查和施工时,则只能在液压缸内部采用内置式测量方式,增加了测量的难度。目前,国内外液压缸行程内置式测量采用的位移传感器有光栅尺、磁栅尺、拉线编码器、磁致伸缩式传感器和超声波位移传感器等^[1],但存在占用空间大、结构复杂,难以形

成中空走线通道等问题,给液压缸的加工和安装带来很大困难。液压缸行程内置式测量需要考虑测量精度、液压缸管内结构尺寸和应用场合等多方面条件来选择测量方式。因此,本文设计了光电鼠标式和滚轮脉冲式2种液压缸行程内置式测量系统,可适用于不同场合的液压缸行程测量需要。

1 光电鼠标式测量系统

1.1 工作原理

光电鼠标式测量基于光的反射与干涉原理,是

收稿日期:2015-04-06;修回日期:2015-06-21;责任编辑:盛男。

基金项目:高校实验室开放基金项目(SJ20120221)。

作者简介:吴来杰(1970—),男,江西南昌人,副教授,博士,主要研究方向为机电一体化,E-mail:412546716@qq.com。通信作者:李亚锋(1988—),男,湖南益阳人,硕士研究生,主要研究方向为机电一体化,E-mail:903228568@qq.com。

一种非接触式位移测量方法,其工作原理如图 1 所示。安装在液压缸活塞杆腔内的光电鼠标芯片通过激光头发出光线,光线穿过透镜并经活塞杆内管壁反射后再次穿过透镜,由芯片感光头接收光线,完成 1 次拍照过程。在相对运动过程中,光电鼠标芯片通过连续拍摄反射面的图像帧,并利用 DSP 算法对相邻的图像帧进行处理,从而获得相邻帧位移间隔数^[2-3](其值根据相对运动方向可正可负,用于判断方向),最后通过微处理器计算得出物体运动的位移。

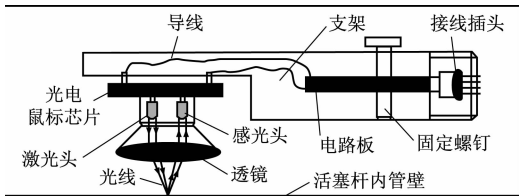


图 1 光电鼠标式测量工作原理

光电鼠标芯片采用高分辨率的 ADNS9500,该芯片自带激光头,内含 DSP 算法,通过对比相邻 2 帧图像得到位移间隔数,每个间隔的位移即测量系统的测量分辨率。光电鼠标芯片分辨率为 5 670 cpi。在液压缸内部活塞杆腔内安装光电鼠标芯片,调整好测量焦距后便可实时测量液压缸的工作位移(单位为 mm):

$$S = \frac{25.4}{5\,670} \sum n_i$$

(1)

式中: n_i 为第 i 个相邻帧位移间隔数。

1.2 软硬件设计

光电鼠标式测量系统主要由光电鼠标芯片 ADNS9500、单片机 STC12C5A60S2、RS485 通信接口和数据显示与存储单元等组成,如图 2 所示。光电鼠标芯片的 motion 引脚与单片机外部中断 INT0 引脚相连,有位移发生时 motion 引脚电平被拉低,从而触发单片机产生外部中断并读取光电鼠标芯片中位移寄存器数据;RS485 接口负责单片机与上位机的通信,用于接收上位机命令;液晶显示器则实时显示位移数据;SD 卡数据存储单元负责存储位移数据^[4-5]。

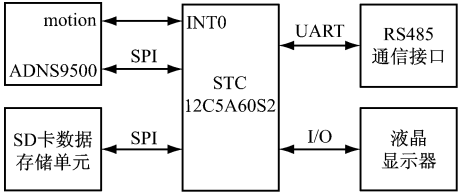


图 2 光电鼠标式测量系统组成

光电鼠标式测量系统主程序流程如图 3 所示。

首先对单片机的外设接口及外围各模块进行初始化,将 3 070 byte 的校准参数固件装载到芯片的 SROM 区,用于芯片自动校正位移数据。ADNS9500 固件装载成功后,开启外部中断,判断是否有位移数据更新触发中断。有中断则读取光电鼠标芯片位移寄存器中数据,对位移数据进行累加,从而得到液压缸的工作位移,然后对其进行存储与显示。

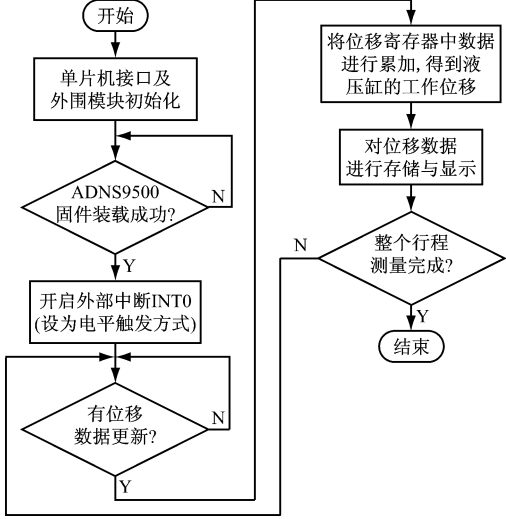


图 3 光电鼠标式测量系统主程序流程

2 滚轮脉冲式测量系统

2.1 工作原理

滚轮脉冲式测量基于脉冲计数原理,是一种接触式位移测量方法,其工作原理如图 4 所示。将滚轮安装在液压缸内部活塞杆腔内,通过拉簧使滚轮压紧管壁,当液压缸以一定的速度推动活塞杆前进时,依靠滚动摩擦力带动滚轮转动,从而通过滚轮上磁石不断靠近干簧管产生脉冲来测量位移。

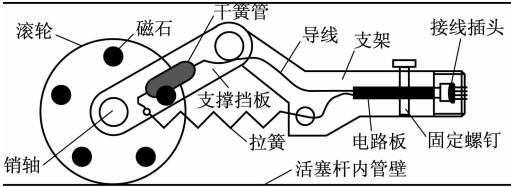


图 4 滚轮脉冲式测量工作原理

在滚轮上沿圆周方向均匀分布 t 个磁石,推进过程中依靠磁石触发干簧管导通来产生脉冲。滚轮转动 1 圈产生 t 个脉冲,设滚轮外径为 D ,则每个脉冲代表的位移为 $\pi D/t$,从而可测量液压缸的工作位移:

$$S = \frac{\pi D}{t} m$$

(2)

式中: m 为累计脉冲数。

2.2 软硬件设计

滚轮脉冲式测量系统主要由磁石滚轮、干簧管、单片机 STC12C5A60S2、脉冲指示器、RS485 通信接口和数据存储单元等组成,如图 5 所示。干簧管与单片机外部中断 INT0 引脚相连,当其感应到滚轮上的磁石时将导通并拉低 INT0 引脚电平,从而触发单片机产生外部中断进行脉冲计数;脉冲指示器用于指示脉冲的宽度;RS485 接口负责上位机与单片机通信,单片机可通过接收上位机软件设置的推进和回收命令来判别运动方向;SD 卡数据存储单元用于存储位移数据。

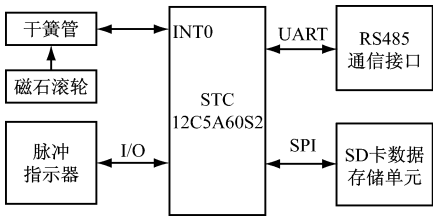


图 5 滚轮脉冲式测量系统组成

滚轮脉冲式测量系统主程序流程如图 6 所示。首先对单片机外设接口及外围各模块进行初始化,然后开启外部中断并设置中断方式为下降沿触发。如果干簧管导通产生脉冲触发外部中断,则在中断函数里置位脉冲计数标志位,此时脉冲计数加 1,并将其转换为位移数据,然后对数据进行存储与显示。

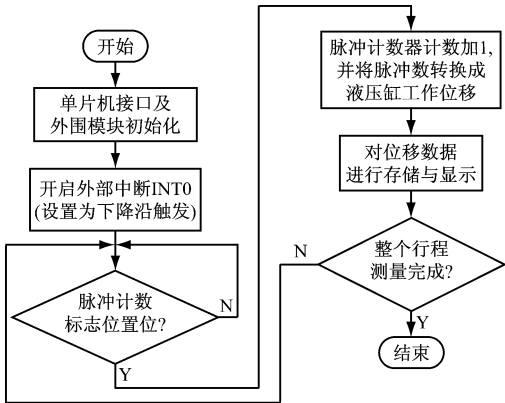


图 6 滚轮脉冲式测量系统主程序流程

3 测试与结果分析

测试条件:液压缸活塞杆总行程为 2 020 mm,活塞杆内管直径为 20 mm,液压缸以 2 cm/s 左右的速度进行水平推进。

光电鼠标式测量系统对于透镜与反射面的焦距很敏感,焦距不稳定会直接影响测量的准确性。测量时,要求尽量减少由安装、对焦误差和活塞杆振

动、偏心等因素带来的影响,以提高数据的准确性和可重复性。光电鼠标式测量系统在不同测量距离时各 4 次测试的平均测量结果见表 1,可看出短距离测量时误差小,而长距离测量时误差变大,准确性变差,这是因为起始段液压缸的工作状态比较稳定,而长距离时由于活塞杆受到工作阻力和自重的影响,引起的振动和偏心将变大,增大了累计误差。

表 1 光电鼠标式测量系统测量结果 mm

S	正向推进 位移	反向回收 位移	正向推进 误差	反向回收 误差
100	98.6	98.3	-1.4	-1.7
200	196.4	195.6	-3.6	-4.4
300	294.1	293.3	-5.9	-6.7
400	390.5	389.2	-9.5	-10.8
500	486.7	485.1	-13.3	-14.9
1 000	971.3	968.7	-28.7	-31.3
1 500	1452.5	1446.2	-47.5	-53.8
2 000	1925.9	1917.4	-74.1	-82.6

在滚轮沿圆周方向均匀分布 5 个磁石,滚轮转动 1 圈产生 5 个脉冲,滚轮周长为 5 cm,即液压缸每推进 1 cm 产生 1 个脉冲。滚轮脉冲式测量系统在不同测量距离时各 20 次测试的平均测量结果见表 2,可看出在各距离段液压缸的正向推进与反向回收过程测得的脉冲数基本一致,与实际距离平均误差较小,测量的准确性较好。但滚轮脉冲式测量分辨率主要由滚轮的外径和安装磁石的数量决定,而滚轮的外径不能加工得太小,磁石的安装数量也有限,以致测量分辨率较低,因此更适合长距离的液压缸行程测量。

表 2 滚轮脉冲式测量系统测量结果

S/cm	正向推进 脉冲数	反向回收 脉冲数	正向推进 误差/cm	反向回收 误差/cm
50	50.03	50.02	0.03	0.02
100	100.05	100.06	0.05	0.06
150	150.07	150.05	0.07	0.05
200	200.04	200.05	0.04	0.05

4 结语

设计了光电鼠标式和滚轮脉冲式 2 种液压缸行程内置式测量系统。光电鼠标式测量系统具有自辨方向功能,对于短距离的位移测量其准确性较好,测量时要求液压缸工作行程范围内状态稳定,适用于

液压缸短行程测量场合;滚轮脉冲式测量系统不具辨向功能,需要其他辅助方式才能辨别运动方向,且由于加工工艺和结构的限制,决定了其测量分辨率不高,适用于液压缸长行程测量场合。这 2 种测量系统体积较小,结构简单,便于应用在液压缸行程内置式测量中。

参考文献:

[1] 潘峰,丁凡,殷建利,等. 液压缸行程测量国内外现状和

发展趋势[J]. 工程机械,2001,32(4):27-29.

[2] 廖飞,汪涛,袁雪莉. 基于激光鼠标传感芯片组的机床位移测量仪[J]. 仪表技术与传感器,2009(3):32-33.

[3] 张洪伟,姬升红,杨德清. 光电鼠标芯片在无接触测距中的应用[J]. 中国电子商务,2009(8):89.

[4] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京:清华大学出版社,1996.

[5] 来清民. 传感器与单片机接口及实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008:131-139.