

一种高精度角度定位装置

汤文军,熊耀臣,陈先梅,甘俊红,胡斌,张洁琪

(中国船舶工业集团公司第6354研究所,江西九江332000)

摘要:高精度角度定位装置是基于多齿分度技术,通过控制电路对转位电机和升降电机的控制,实现多位置高精度角度定位。该文详细介绍了高精度角度定位装置的结构设计和实现途径。实验结果表明,该装置最大分度误差小且重复定位精度高,可广泛应用于多位置陀螺寻北。

关键词:角度定位;多齿分度台;分度误差;重复定位精度;多位置法寻北;高可靠性

中图分类号:U666 **文献标识码:**A

Study on a High Precision Angle Positioning Device

TANG Wenjun, XIONG Yaochen, CHEN Xianmei, GAN Junhong, HU Bin, ZHANG Jieqi

(6354 Institute of China State Shipbuild Corporation, Jiujiang 332000, China)

Abstract: In a high precision angle positioning device, by using the multi-tooth dividing table, the multi-position high precision angle positioning can be realized by the control circuit which controls the indexing and lifting motors. In this paper, the structure design and the implementation of the high precision angle positioning device are introduced in detail. The experiment verifies that the device has the features of small error of division and high repeat position precision. The proposed device can be applied to the multi-position north-seeking.

Key words: angle position; multi-tooth dividing table; error of division; repeat position precision; multi-position seeking north; high reliability

0 引言

陀螺寻北仪利用陀螺敏感地球自转角速率分量,并由此计算出载体参考轴与真北方向夹角。陀螺寻北仪敏感地球自转角速率分量过程中,根据转位机构的运动方式分类,转位控制方案主要分为连续旋转方式^[1]和多位置方式^[2]。

多位置方式是将陀螺固定在转位机构上,陀螺的敏感轴与水平面平行。在转位机构旋转一定角度并保持静止后,采集陀螺在该位置敏感的地球自转角速率分量信号。经解算,求出陀螺寻北仪基准敏感轴与真北方向的夹角。多位置方式一般采用二、四、八位置等。根据陀螺敏感轴数量及特性、寻北时间、结构实现的难易等因素,选择适当的多位置方式。

转位机构给陀螺提供位置角度基准,具有至关重要的作用,位置角度基准的偏差将直接导致寻北

精度的降低。传统方式的转位机构大多采用旋转编码器或光栅码盘等器件作为位置反馈元件进行定位和采用定位销进行机械定位等方式,这种方式角度定位精度有限且抗冲击、振动等力学试验能力弱,不利于寻北仪的恶劣环境条件使用。基于多齿分度技术的高精度角度定位装置具有最大分度误差小且重复定位精度高的特点,同时装置又具备高可靠性和很强的抗振动冲击能力,这些特性可满足恶劣力学环境条件的使用要求。

1 高精度角度定位装置结构设计

高精度角度定位装置是基于多齿分度技术原理设计实现的,多齿分度技术的主要部件是上、下齿盘,上、下齿盘是由一对直径、齿数、齿形等完全相同的上下端面齿轮组成,齿形为梯形,如图1所示。当两齿盘的齿被迫进入啮合时,他们便自动定心。使用时,下齿盘固定不动,上齿盘抬起与下齿盘脱离啮

收稿日期:2011-06-16

基金项目:船舶工业预研基金资助项目(10J3.8.4)

作者简介:汤文军(1975-),男,江西九江人,高级工程师,主要从事角度计量技术及精密元器件技术的研究。通信作者:熊耀臣,E-mail:xiych@163.com.

合,可相对下齿盘旋转,一经再次啮合,即可根据转过的齿数达到分度目的。

上、下齿盘相邻齿的分度精度不一定很高,但当两齿盘相互做强迫啮合时,可获得很高的分度精度,这是由于多齿分度台在工作位置上,有多个齿参与啮合,具有平均效应,即它的分度误差是多个啮合齿分度误差的平均值。

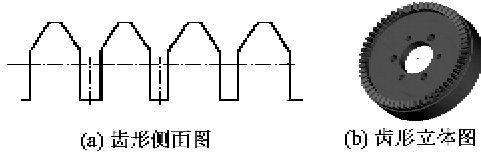


图 1 上、下齿盘齿形结构

高精度角度定位装置的工作原理:首先,升降电机通过传动机构 1,带动装置的上齿盘向上运动,上、下齿盘发生脱离,上齿盘上升到一定位置后,由光电开关反馈到位信息,升降电机停止工作;其次,系统收到上齿盘上升到位信息后,转位电机通过传动机构 2,带动装置的上齿盘做旋转运动,上齿盘转动位置信息通过系统转位反馈系统反馈到控制系统,上齿盘旋转到位后,转位电机停止工作;最后,升降电机通过传动机构 1,带动装置的上齿盘向下运动,上下齿盘齿合,上齿盘齿合到位后,再由光电开关反馈到位信息,升降电机停止工作。角度定位装置结构如图 2 所示。

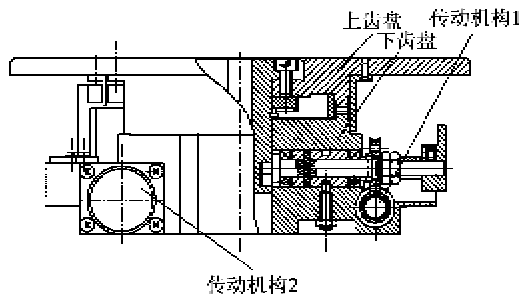


图 2 角度定位装置结构设计示意图

由于上、下齿盘发生啮合时,具有自动定心和高精度定位的特性,因此,上齿盘转动到位的精度可不用很高,只要达到分级即可,这大大的减小了控制和机械结构的实现难度。

2 高精度角度定位控制

角度定位装置的控制通过软件实现,电气原理框图如图 3 所示。采用单片机电路^[9],通过 RS232 接口与上位机通讯,接收上位机指令,驱动机械台体进行相应转位,并返回台体的状态信息。转位控制的实现:接收来自升降、转位电机的位置反馈信号,

对反馈信号进行处理,并给出电机驱动电路的控制信号。升降、转位电机采用具有高效率的空心杯直流电机,24 V 单电源驱动。其软件控制流程图如图 4 所示。

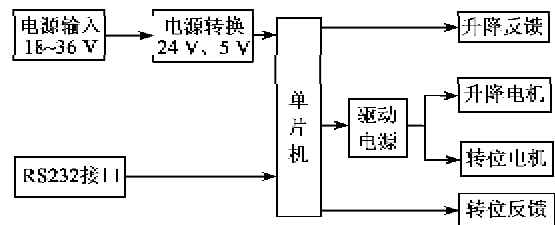


图 3 电气原理框图

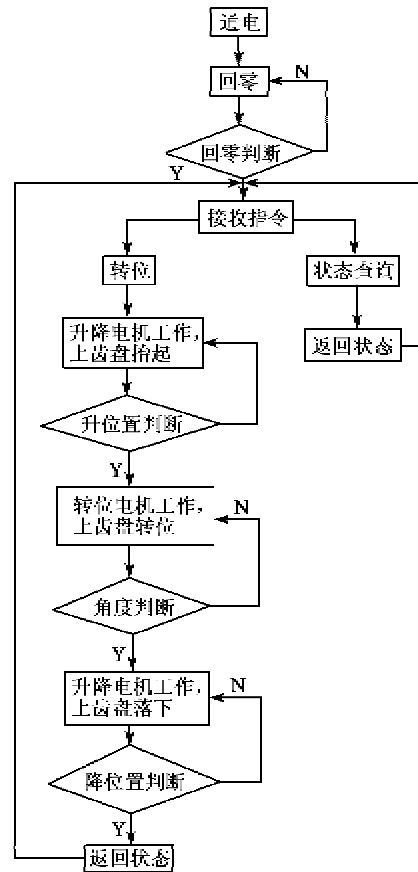


图 4 角度定位装置软件控制流程图

3 实验及结果分析

高精度角度定位装置可在多个位置进行角度定位,这里我们以 0°、90°、180°、270° 4 个位置,对高精度角度定位装置的最大分度误差和重复定位精度进行测试。最大分度误差的计算:以 0° 平均值为基准值,90°、180°、270° 各位置的平均值减去 0° 基准值为各位置平均值偏差,取最大偏差作为最大分度误差。重复定位精度的计算:按贝塞尔公式计算各位置的重复精度,取各位置的最大值作为重复定位精度。

按照以上实验方法,分别对 0° 、 90° 、 180° 、 270° 进行 10 次测试,得到的数据如表 1 所示。

表 1 角度定位装置精度测试结果

测量位置	0°	90°	180°	270°
最大分度误差/ (\prime)	0	1.56	1.28	2.09
重复定位精度/ (\prime)	0.78	0.64	0.71	0.45

由表 1 可看出,基于多齿分度技术的角度定位装置具有很高的重复定位精度和很小的分度误差,其精度优于普通转台精度,通过尺寸优化设计,可应用于陀螺寻北^[4]。

4 结束语

本文介绍了高精度角度定位装置的结构设计及其控制。工程化样机的实验结果表明,高精度角度定位装置具有最大分度误差小和重复定位精度高的特点,可广泛应用于多位置陀螺寻北,目前已研制成工程化样机并进行小批量生产。

参考文献:

- [1] 刘东波,刘建业,赖际舟. 基于光纤陀螺的单周快速动态寻北算法研究[J]. 传感器与微系统, 2007, 26(11): 61-64.

(上接第 361 页)

参考文献:

- [1] 谈振藩,张勤拓. MEMS 陀螺误差辨识和补偿[J]. 传感器与微系统, 2010, 29(3): 39-41.
TAN Zhenfan, ZHANG Qintuo. Error identification and compensation of MEMS gyroscope[J]. Chinese Journal of Transducer and Microsystem Technologies, 2010, 29(3): 39-41.
- [2] 章瑜,胡永胜,陶韬. 压电陀螺信号处理与滤波技术研究[J]. 压电与声光, 2009, 31(4): 464-466.
ZHANG Yu, Hu Yongsheng, TAO Tao. Study on signal processing and filtering for piezoelectric gyroscope[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2009, 31(4): 464-466.
- [3] 张婉琳,郭栓运,尹剑. 一种改进的 MEMS 陀螺信号去噪方法研究[J]. 应用光学, 2009, 30(6): 1012-1015.
ZHANG Wanlin, GUO Shuanyun, YIN Jian. Wavelet threshold denoising for MEMS gyro[J]. Chinese Journal of Applied Optics, 2009, 30(6): 1012-1015.
- [4] 苏丽,周雪梅. 改进小波阈值法在 MEMS 陀螺信号去噪中的应用[J]. 中国惯性技术学报, 2009, 17(2): 231-235.
SU Li, ZHOU Xuemei. Application of improved wavelet thresholding method for de-noising gyro signal[J].

LIU Dongbo, LIU Jianye, LAI Jizhou. Study of single-cycle fast dynamic north-seeking Algorithm based on fiber-optic gyroscope[J]. Transducer and Microsystem Technologies, 2007, 26(11): 61-64.

- [2] 卜继军,魏贵玲,李勇健,等. 陀螺寻北仪二位置寻北方案[J]. 中国惯性技术学报, 2002, 3(6): 46-49.
BU Jijun, WEI Guiling, LI Yongjian, et al. Two-position detecting scheme for gyro-based north seeker[J]. Journal of Chinese Inertial Technology, 2002, 3(6): 46-49.
- [3] 吴刚,甘俊红. 用单片机实现多齿分度台自动控制[J]. 中国测试技术, 2007, 33(1): 128-129.
WU Gang, GAN Junhong. Realization of multi-tooth dividing table control with monolithic integrated circuit [J]. China Measurement Technology, 2007, 33(1): 128-129.
- [4] 李刚,黄勇,周静梅,等. 光纤陀螺寻北仪四位置转位机构设计及其控制[J]. 压电与声光, 2010, 32(4): 558-560.
LI Gang, HUANG Yong, ZHOU Jingmei, et al. Design and controlling of the four-position turning mechanism of FOG North seeker[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2010, 32(4): 558-560.

Journal of Chinese Inertial Technology, 2009, 17(2): 231-235.

- [5] 陈渊. 基于改进阈值函数的提升小波变换超声信号去噪研究[J]. 控制与检测, 2010, 48(9): 48-51.
CHEN Yuan. Study on ultrasonic signal de-noising based on lifting wavelet transform with improved threshold function[J]. Chinese Journal of Control and Detection, 2010, 9: 48-51.
- [6] 刘欣平,张杏娟,杨艳霞. 提升小波变换在振动信号去噪中的应用[J]. 设计与研究, 2009, 36(1): 8-10.
LIU Xinping, ZHANG Xingjuan, YANG Yanxia. Wavelet transform based on lifting scheme and its application in signal de-noising [J]. Chinese Journal of Design and Research, 2009, 1: 8-10.
- [7] 栗鸣,郭东敏,权建峰. 基于提升小波的改进半软阈值降噪方法[J]. 探测与控制学报, 2009, 31(4): 54-57.
LI Ming, GUO Dongmin, QUAN Jianfeng. Improved half-soft threshold denoising based lifting wavelet[J]. Chinese Journal of Control and Detection, 2009, 31(4): 54-57.
- [8] 李杰,曲芸,刘俊. 模平方小波阈值在 MEMS 陀螺信号降噪中的应用[J]. 中国惯性技术学报, 2008, 16(2): 236-239.
LI Jie, QU Yun, LIU Jun. Application of modular square wavelet threshold for denoising MEMS-based gyros signal[J]. Journal of Chinese Inertial Technology, 2008, 16(2): 236-239.