

文章编号 1004-924X(2008)11-2235-04

船体变形测量的新技术

李岩^{1,2}, 张尧禹¹, 岳俊华^{1,2,3}

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033;
2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039; 3. 吉林建筑工程学院, 吉林 长春 130021)

摘要:提出了一种基于图像网络传输技术的船体变形测量系统设计方法,并对该方法进行了理论和实际应用验证。介绍了船体变形测量系统,对分布处理式变形测量系统与集中处理式变形测量系统的特点进行了对比,指出了新型变形测量系统的技术优势。对系统的时间特性进行了分析,论证了该系统在技术上的可行性。该变形测量系统对于16路测量传感器的一次采集处理时间少于15 ms,能够满足船体变形测量系统的数据采集需求。

关键词:变形测量;网络图像传输;时间特性

中图分类号:U674.82;TB92;TP391.4 **文献标识码:**A

New technology of ship distortion measurement

LI Yan^{1,2}, ZHANG Yao-yu¹, YUE Jun-hua^{1,2,3}

(1. *Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China*; 2. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*; 3. *Jilin Architectural and Civil Engineering Institute, Changchun 130021, China*)

Abstract: A new ship distortion measurement method based on image network transmitting technology was presented and the theory and the actual application of the new method were validated. The distortion measurement system of the ship was introduced, the characteristics of aggregative processing system were compared with that of distributed processing system. The comparison indicates that proposed new system has the technology advantage. The time characteristic of the new system was analyzed and system technology feasibility was demonstrated. Experimental results show that the system can expend 15 ms to complete an image capturing and processing for a measuring sensor with 16 channels, which can meet the requirement for data capturing of the measuring system for a ship.

Key words: distortion measurement; image network transmitting; time characteristic

1 引言

大型测量船在进行海上作业时,由于船体在载荷变化以及日照、海浪等自然环境的作用下会

发生变形,而船上各测量设备间在布局上又不可避免地具有一定的距离,因此需要测出各测量设备由于船体变形引起的相对于基准平台的三自由度相对角变化量,以修正各测量设备的测量值,提高测量精度。

国内外提出的船体变形测量方法有多种,其中可实施全天候实时精确测量的方法包括偏振光能量测量法、光学准直测量法、光栅测量法以及惯性测量匹配法等。其中,偏振光能量测量法是为了解决横扭变形量测量而采用的方法,而光栅测量法和惯性测量匹配法由于技术原因,目前国内还没有实现高精度测量的实例。我国大型测量船的船体变形测量系统均采用了光学准直测量法。

光学准直测量法通过在各设备与基准平台间建立精密的光学联系,利用线阵 CCD 对光学狭缝成像,通过像位移量获得平台间相对变形量。

由于船上测量设备具有数量多、位置分散的特点,因此如何获得各测点的相对变形数据,是采用光学准直测量法的船体变形测量系统需要解决的关键问题之一。

2 变形测量系统的组成与工作原理

变形测量系统一般布置在桥楼甲板上,由基准平台吊筒、设备平台吊筒、测量光管等组成。由

于各测量设备及基准平台设备间的距离很远,为实现其间的相对角变形精确测量,还需要建立设备间的过渡组件。过渡组件一方面为船纵挠和艏挠方向变形角测量提供光通道,以消除气流抖动对于远距离光学精密测量的影响;另一方面也做为横扭角测量的基准平台。图 1 为变形测量系统光机系统的布局图。船体变形测量系统利用光学准直测角原理实现设备间相对变形角度的测量。在能够表征设备甲板坐标系的刚性连接构件(吊筒)上分别安装发射光管、接收光管以及测扭光管,其中与横扭光管对应的反射镜,安装在过渡组件的大光管端部。变形角的测量,就是通过发射光管(横扭测量是采用自准直方式)透过光学狭缝发出平行光,由接收光管接收(横扭光管通过反射镜折返接收),并使狭缝正交成像在接收光管内的 CCD 像元靶面,当表征不同设备基础坐标的两个光管(横扭光管与反射镜)发生相对角位移时,CCD 靶面对狭缝成像的位置也会发生偏移,从而量化获得设备间的偏转角度。

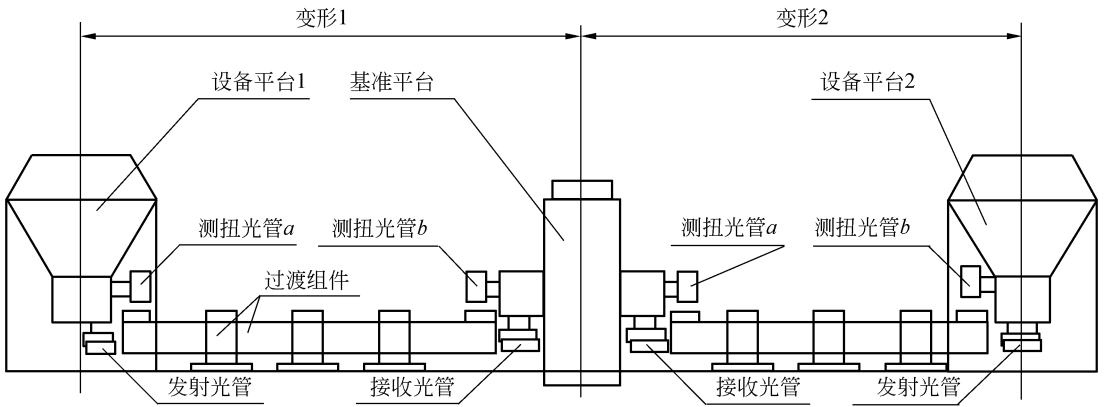


图 1 变形测量系统光机系统组成示意图

Fig. 1 Composition of system

3 新变形测量系统的设计

船体雷测设备、光测设备以及惯导设备沿艏艉线走向顺序排列,由图 1 可知,当有多台设备布置时,各设备间距离将会很远,从而使船体变形测量光管的布设十分分散。

原有远望测量船变形测量系统采用分散处理,结果集中的方式获得变形测量数据,其原理如

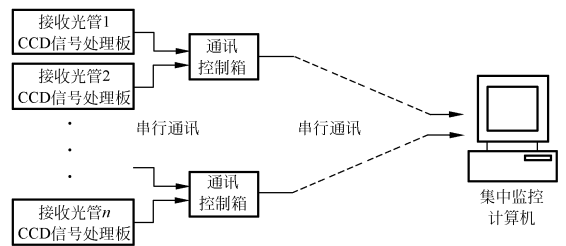


图 2 分布式变形测量系统原理框图

Fig. 2 Schematic diagram of distributed processing mode

图 2 所示。

分散处理法在当时的技术条件下很好地避免了大数据量传输问题。但是由于采用现场 CCD 图像采集与处理,需要进行大量处理电路与通讯电路的设计,自制模块的增多一方面大大增加了研发成本,另一方面必然带来系统可靠性的降低。同时,由于各光管参数各异,使得硬件模块的互换性与维护性大大降低。

科学技术的进步,尤其网络传输技术的迅猛发展,很好地解决了大数据量传输问题,为开发基于网络传输技术的新型变形测量系统提供了可能。新变形测量系统采用图像数据分散采集,集中处理的方式工作,其原理如图 3 所示。

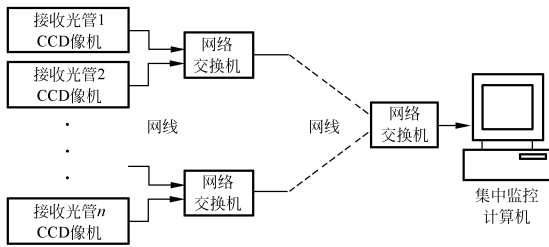


图 3 集中处理式变形测量系统原理框图

Fig. 3 Schematic diagram of aggregative processing mode

新变形测量系统与原系统相比具有如下几个显著特点:

(a) 由于现场不处理图像,因此可采用成品 CCD 相机获取图像数据,并利用网络交换机完成数据的传输,大大降低了独立开发设计的质量风险,缩减了系统设计周期;

(b) 利用网络传输数据具有自检测的功能,保证了数据发送的可靠性;

(c) 利用网络管理 CCD 相机,增加了图像采集过程的可控性,利于系统管理;

(d) 图像集中处理,便于系统修正参数的管理,使数据处理过程可控,提高了系统功能扩展性与可维护性,彻底实现了远端设备的模块化设计。

4 性能分析

对于采用新变形测量系统而言,其主要性能影响在于数据传输过程对于测量指标的影响。

系统一个采样周期的运行时间主要包括以下

几个部分:CCD 积分时间、图像采集与传输控制时间、数据处理时间。

(a) CCD 积分时间:假设 CCD 工作最大积分时间为 3 ms;

(b) 图像采集与传输控制时间:图像采集与传输控制时间由 4 部分组成:数据读取、LAN 准备、LAN 传输、系统管理。本系统采用 DALSA 公司的 NetLink 像机远程控制模块,其单路 CCD 数据的采集控制时间如下:

* 数据读取:68.8 μ s

* LAN 准备:31.2 μ s

* LAN 传输:33.3 μ s

* 系统管理:6.4 μ s

总时间:139.7 μ s

考虑到网络数据交换过程中其它因素(本系统故障因子选为 3)导致的可能发生的数据重发时间,单路总的图像采集与传输控制时间可以估算为 420 μ s。

(c) 数据处理时间:对于 16 路线阵 CCD 相机(4 096 \times 1)获得的图像,狭缝像宽 <120 pixel,采用滑窗处理方法进行处理,数据处理时间约为 8 ms。

综合计算可知,系统总耗时 <17.7 ms,能够满足系统 20 ms 内给出测量结果的指标要求。实际应用当中,系统一次测算耗时平均为 14 ms,优于估计耗时。

新变形测量系统的工作时序如图 4 所示。

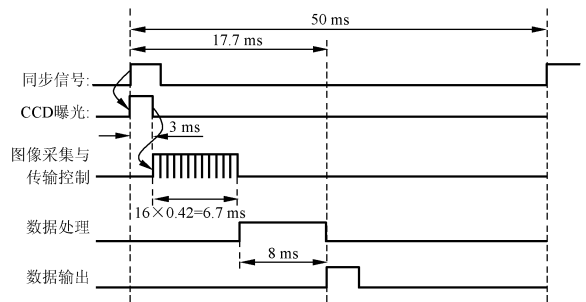


图 4 新变形测量系统时序图

Fig. 4 Timing diagram of new measuring system

5 结 论

本文采用网络传输技术构建的新测量船变形测量系统,通过图像的集中处理,实现了远端设备

的完全模块化设计。实际应用中,实测图像传输与处理时间(16 路 CCD 像机)平均约为 14 ms。新技术的应用缩短了研制与调试周期,提高了系

统可靠性和可维修性,现场调试便捷,自动化水平提升。目前该系统已成功应用于实际船体变形测量系统当中。

参考文献:

- [1] 王建军,王颖.光栅法在船体横扭角测量中的应用[J].光学精密工程,2005,13(3):371-375.
WANG J J, WANG Y. Application of raster metering to hull transverse twist measurement [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2005,13(3):371-375. (in Chinese)
- [2] 张尧禹,张明慧,乔彦峰.一种高精度非接触位置测量系统[J].光学精密工程,2002,10(1):41-44.
ZHANG Y Y, ZHANG M H, QIAO Y F. One advanced precision contactless position measure system [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2002,10(1):41-44. (in Chinese)
- [3] ZHANG Y Y, ZHANG M H, QIAO Y F. The research of CCD laser collimation system[C]. *ISIST'2002 the international symposium on pre-precision mechanical measurements, Hefei, China*, 2002:124-127. (in Chinese)
- [4] 王建军,张光明.测量船体横扭角测量的双频偏振法[J].光学精密工程,1999,7(3):118-123.
WANG J J, ZHANG G M. Two-frequency polarization method for metering of instrumentation ship's hull twist[J]. *Opt. Precision Eng.*, 1999,7(3):118-123. (in Chinese)
- [5] 朱昀昭,汪顺亭,缪玲娟,等.船体变形测量技术综述[J].船舶工程,2007,29(3):58-61.
ZHU Y ZH, WANG SH T, MIAO L J, et al.. Review of measuring technique for ship deformation[J]. *Ship engineering*, 2007,29(3):58-61.

作者简介:李岩(1970—),男,吉林舒兰人,副研究员,博士研究生,主要研究方向为光电对抗 C3I 系统建模、仿真与算法。
E-mail: liyan@ciomp. ac. cn

●下期预告

超声电机定子的非线性振动研究

曾劲松¹,罗文华¹,赵淳生²

(1. 郑州大学 机械工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 南京航空航天大学 精密驱动研究所, 江苏 南京 210016)

超声电机定、转子间接触力的非线性特性会引起旋转型行波超声电机(TWUM)定子的非线性振动。以此为基础建立了 TWUM 定子的非线性振动模型,并用 KBM 法对其进行了求解,求解结果表明定子的振动是非线性的,定子的振动会产生非线性的跳跃和迟滞现象,定子的非线性振动会使得 TWUM 输出的堵转力矩也出现跳跃现象。根据试验测试的 TRUM 空载转速的跳跃对定子的非线性振动加以了验证。在此基础上,对影响定、转子间接触力的几个因素进行了分析,分析结果表明:定子上的激励电压越高,施加在定、转子间的预压力越小,定、转子间相对滑动的摩擦系数越小,定子齿越短,摩擦材料越软,定子振动的非线性现象就越不明显, TWUM 的运行稳定性就越好, TWUM 的工作频带也就越宽。