

基于 LabWindows/CVI 的激光跟踪测量系统校准软件设计*

王亚伟^{1,2}, 周维虎², 王中宇¹, 丁蕾²

(1. 北京航空航天大学 仪器科学与光电工程学院, 北京 100191;

2. 中国科学院 光电研究院, 北京 100094)

摘要: 针对自主研制激光跟踪测量系统的校准需求, 基于虚拟仪器软件开发平台 LabWindows/CVI, 设计了面向测量用户的校准软件。该软件能够按要求对测量数据进行分析与处理, 实现了激光跟踪测量系统重要校准项目的自动化。

关键词: LabWindows/CVI; 激光跟踪; 校准软件

中图分类号: TH744.5, TP29

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)24-0008-04

Calibration software for laser tracking measurement system based on LabWindows/CVI

Wang Yawei^{1,2}, Zhou Weihu², Wang Zhongyu¹, Ding Lei²

(1. School of Instrumentation Science & Opto-Electronics Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China;

2. Academy of Opto-electronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract: Calibration software based on virtual instrument software development platform LabWindows/CVI according to the requirements of independent-research laser tracking measurement system is developed for the specific measuring users. This software is able to analyze and deal with the measurement data, which can realize the automated important items calibration of laser tracking measurement system.

Key words: LabWindows/CVI; laser tracking; calibration software

自主研制的激光跟踪测量系统通过激光测距和精密测角实现对空间目标的坐标测量。作为一个精密测角测距仪器, 激光跟踪测量系统在出厂之前需要进行相应的校准, 以获得仪器内部光学系统、机械结构、伺服系统的相关参数, 并对仪器测量精度进行评估。为了使仪器校准过程简捷有效, 开发通用型的校准软件很有必要。LabWindows/CVI 是由美国 NI 公司推出的一种虚拟仪器软件开发工具, 为熟悉 C 语言的技术开发人员在测控领域建立计算机仪器系统-虚拟仪器, 提供了一个理想的软件开发环境。该软件的应用领域极其广泛, 涵盖了军工、电讯、工业生产和航天等各种行业^[1-2]。本文应用虚拟仪器技术, 为自主研制的激光跟踪测量系统开发了基于 LabWindows/CVI 的校准软件。

1 系统组成与校准内容

激光跟踪测量系统的硬件主要包括跟踪测量单元

(包括跟踪头、支架等)、电控单元(包括电控箱、环境传感器等)、主控计算机和测量附件(包括角反射器、标准杆、磁性基座等), 如图 1 所示。其中, 跟踪头是激光跟踪测量系统的核心单元, 其集激光测距仪(干涉测距与绝对测距)和光电经纬仪于一体, 可同时实现测距、测角和跟踪功能。激光跟踪测量系统校准的目的是对影响系统测距、测角精度的误差项进行辨识, 以便进行软件修正。按照系统内部参数周期内变化程度大小可将分为实验室校准和现场自校准。其中实验室校准主要是对 IFM 激光器、大气参数传感装置、测角光栅码盘进行校准; 现场自校准主要是对 Home 基准距离、几何误差、ADM 测距进行校准。由于上述某些校准项目对实验环境要求较高, 故校准软件中只涉及 Home 基准距离、几何误差、ADM 测距、测角光栅码盘等项目的校准, 另测角精度检查和系统精度检测(Bundle test)也将一并放入校准软件。

* 基金项目: 中国科学院科研装备研制项目(YZ200917)

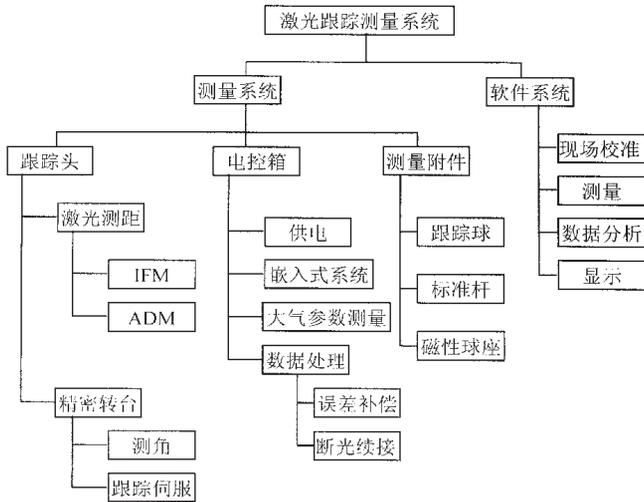


图1 系统组成框图

2 校准软件设计

2.1 校准软件整体设计

校准软件与激光跟踪测量系统之间通过以太网实现 TCP/IP 连接。软件运行时,首先进行设备连接,之后进行校准项目选择,校准子界面弹出后,按照提示进行操作,校准完成后退回主界面进行参数文件生成与发送,成功后退出主界面,从而完成用户自校准。校准软件的操作流程如图 2 所示。

2.2 校准软件模块化设计

2.2.1 主界面设计

校准主界面设计以简洁实用为原则,主要功能是实现设备连通、校准项目选择、参数文件生成、连接状态显

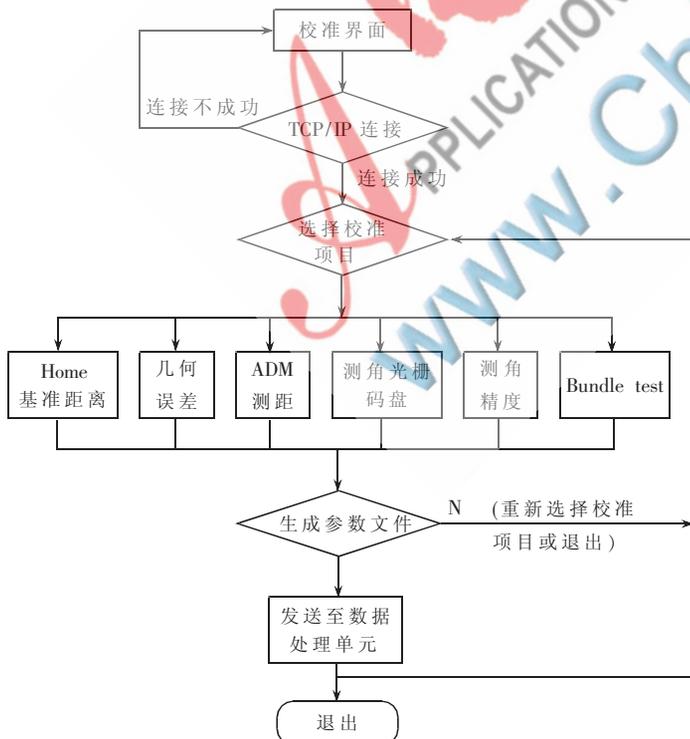


图2 校准软件操作流程

示、实时测量数据显示,如图 3 所示。在未实现设备连接时,主界面上除了连接和退出按钮,其他按钮是锁定的,只有点击了连接按钮并且电控箱和客户机的状态灯变成绿色时,其他按钮可用。测量系统有数据输出时,数据显示区的方位角、俯仰角和距离显示将同步变化。点击某个校准项目按钮时,将弹出校准项目子界面,用户只需按照子界面上的提示进行操作即可,整个过程中其他校准项目按钮将锁定直到用户退出当前校准项目。



图3 校准软件主界面

(1) TCP/IP 连接

校准软件与设备之间的通信是通过以太网实现的。LabWindow/CVI 提供有用于实现设备间 TCP/IP 通信的函数,按照服务对象不同,大致可以分为三类:服务器函数、客户函数和支持函数^[3]。校准软件在激光跟踪测量系统中扮演的是客户端的角色,它不但要接收来自跟踪测量系统数据采集处理单元(服务器端)发送过来的数据,还要进行响应,向服务器端发送数据。TCP/IP 连接按钮完成的功能是启动连接程序后,根据设定好的服务器端口号和 IP 地址进行连接,接收服务器端发送的数据并解算显示。连接成功后,电控箱和客户机指示灯会变成绿色,如果服务器端有数据,则方位、俯仰、距离值将不间断的刷新显示,刷新频率 ≤ 1000 Hz。TCP/IP 校准软件(客户机)与数据采集处理单元(服务器)的连接过程如图 4 所示。

(2) 校准项目选择

校准软件有 6 个项目,分别是 ADM 测距校准、

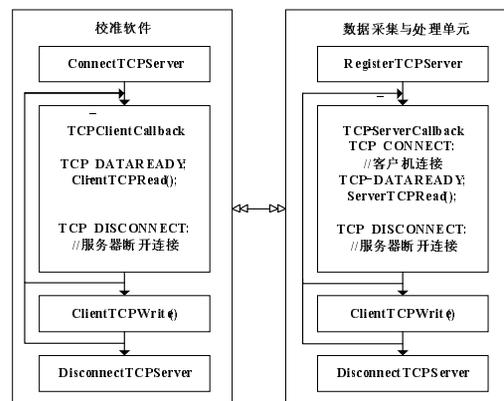


图4 客户机与数据采集处理单元连接过程

软件天地 Software Technology

HOME 距离校准、测角误差检查、GEC 几何误差校准、测角码盘校准和 Bundle test 系统精度检测。校准项目按钮之间是互锁关系,即点击任何一个按钮,其他项目按钮将处于不可用状态直到退出当前校准项目。

(3) 参数文件生成

在执行某些校准项目后,点击参数文件生成按钮会进入新参数文件生成流程:载入原始参数文件-根据校准项目的执行情况计算相应校准参数-生成新的参数文件-发送新的参数文件至数据采集处理单元-保存原始测量数据-退出参数文件生成程序。

2.2.2 校准项目子界面设计

由于校准项目较多,仅以 ADM 测距校准为例说明子界面的设计。在用户测量现场,激光跟踪测量系统启动后,将靶标放置在合适位置,观察 ADM 与 IFM 测距值,如果两者相差较多且变化不稳定,则需进行 ADM 测距校准。采用的方法是与激光跟踪测量系统自带的 IFM 测距进行比对,使用三次样条函数进行误差曲线拟合。为保证测量精度,要求测量点数不低于 6 点,全长最多 36 点,测量点间隔以 1 m 为宜。当角度、距离数据符合设定测量点要求时,测量数据变成绿色,提示操作人员该点可以采集,点击采集按钮,当前数据被保存并弹出下一步的操作提示。图 5 是 ADM 测距校准子界面和弹出操作提示,其他校准项目子界面设计与 ADM 校准子界面相似。



(a) 子界面 (b) 弹出提示

图 5 ADM 校准子界面和弹出操作提示

2.2.3 校准软件参数文件设计

参数文件是激光跟踪测量系统中用来保存伺服控制参数、误差修正与校准参数和其他重要参数(如激光器校准波长等)的文件。系统在出厂前会给出一个默认的参数文件,用于误差修正。在系统使用过程中,为了保证系统在现场工作时适应环境的稳定性和可靠性,参数文件中的某些数据允许用户根据需要通过校准软件进行校准后刷新。参数文件按照内容分为三部分:参数区、参数说明区和校准历史记录区。用户进行校准后,参数文件被改动的部分是参数区和校准历史区。参数文件的保存格式为文本文件(*.txt)。图 6 为参数文件示意图。

3 校准软件联调实验

在现有激光跟踪测量系统已研制设备的基础上,开展校准软件和数据采集处理单元的联调实验。所需设备有:计算机两台,数据采集与处理单元和连接线若干,其《微型机与应用》2011年 第30卷 第24期



图 6 校准参数文件示意图

中一台作为上位机(校准软件),通过网线和数据采集与处理单元连接,另外一台作为数据采集与处理单元的程序刷新设备。实验内容为数据连通实验,指令传输实验和参数文件刷新实验。数据连通实验是指设备间的 TCP/IP 连通和测量数据解算显示实验;指令传输实验是指校准软件中的控制指令传输与执行成功回传实验;参数文件刷新实验是指校准软件对数据采集与处理单元参数文件区的刷新操作实验。

设备连通后,电控箱和客户机状态灯变成绿色,校准软件主界面上除了连接按钮不可用外,其他按钮均可进行操作,如图 7 所示。当选择其中某一项校准项目后,弹出该项目的操作子界面,此时主界面上其他按钮不可用(退出按钮除外),直到退出当前子界面,如图 8 所示。用户执行所需要的校准项目后,即可点击参数文件生成按钮进行新参数文件的生成、存储和发送。图 9 为点击参数文件生成后软件操作过程。



图 7 设备连通后的校准软件主界面



图 8 校准软件操作示意图



图9 参数文件生成操作

针对自主研发激光跟踪测量系统的校准需求,设计了基于 LabWindows/CVI 的面向测量用户的校准软件。测量用户在激光跟踪测量系统启动后,通过校准软件自动检查测距测角误差,以确定是否需要进行相关项目的校准。本软件以人性化的设计为原则,在校准过程中自动指导用户完成相应项目的校准,并可对原始测量数据、校准参数进行显示、存储等操作,实现了整个校准过程的自动化和虚拟化。

参考文献

- [1] 张毅刚, 乔立岩. 虚拟仪器软件开发环境 LabWindows/CVI6.0 编程指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 王浩, 齐建宇. 基于 Labwindows/CVI 的捷联惯导测试软件设计[J]. 航天控制, 2011, 29(2):56-60.
- [3] 王建新, 杨世凤, 隋美丽. LabWindows/CVI 测试技术及工程应用[M]. 化学工业出版社, 2006.

(收稿日期: 2001-07-22)

作者简介:

王亚伟, 男, 1983 年生, 博士研究生, 主要研究方向: 光电测量技术研究。

周维虎, 男, 1962 年生, 研究员, 主要研究方向: 光电测量系统总体技术研究。

王中宇, 男, 1963 年生, 博士生导师, 主要研究方向: 光电检测技术研究。