

土方直剪试验数据采集管理系统的设计与实践

郑现磊¹, 贾向新², 张西坤¹, 靳益民¹, 高淑芳¹, 李雪峰², 苏艳科¹

(1. 河北建勘钻探设备有限公司, 河北 石家庄 051134; 2. 河北建设勘察研究院有限公司, 河北 石家庄 050031)

摘要:直剪试验被广泛应用于工程勘察中用来测定土的抗剪强度。针对直剪试验中, 试验持续时间长、产生的测量数据多等特点, 设计了一种基于 VB6.0 与 USB7660 多功能数据采集模块的数据采集与管理系统。详细介绍了系统的设计原理和实现方法, 并对系统各部分的设计思路及实现过程进行了详细说明。实验表明, 该系统基本能够满足在岩土工程勘察土方直剪试验过程中对测量数据采集与分析的要求。

关键词:数据采集管理系统; 直剪试验; 工程勘察; 动态链接库; TeeChart 控件

中图分类号: TP315; TU41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2015)11 - 0050 - 04

Design and Practice of Earthwork Direct Shear Test Data Collection and Management System/ZHENG Xian-lei¹, JIA Xiang-xin², ZHANG Xi-kun¹, JIN Yi-min¹, GAO Shu-fang¹, LI Xue-feng², SU Yan-ke¹ (1. Hebei Jiankan Dringling Equipment Co., Ltd., Shijiazhuang Hebei 051134, China; 2. Hebei Research Institute of Construction and Geotechnical Investigation Co., Ltd., Shijiazhuang Hebei 050031, China)

Abstract: Direct shear test is a basic experiment for geotechnical engineering investigation, which is widely used for measuring the shear strength of soil in engineering investigation for its simple and easy operation. In view of the characteristics of long duration and large amount of measurement data in direct shear test, a data collection and management system based on VB6.0 and USB7660 multifunction data acquisition modules was designed. The paper introduces this system about its design principle and realization method, and details the design ideas and realization process of each module. The experimental results show that this system can meet the requirements of measurement data acquisition and analysis in the earthwork direct shear test for geotechnical engineering investigation.

Key words: data collection and management system; direct shear test; engineering investigation; dynamic link library; TeeChart controls

在建筑桩基工程勘察的现场, 土方直剪试验中需要测量土方剪切时的位移量以及土方被剪断瞬间的应力值, 并将这些数据收集存储起来, 用于得出土的抗剪强度指标粘聚力和摩擦角。通过直剪试验可以估算地基承载力, 评价地基稳定性, 计算挡土墙土压力等^[1]。本文介绍一种基于 Visual Basic 6.0 程序语言和 USB7660 多功能数据采集模块开发的 8 通道模拟数据采集管理系统, 该系统被应用在桩基工程勘察的现场土方直剪试验中位移和应力的数据采集, 具有一定的实用价值。Visual Basic 6.0 程序设计语言以其本身的简单易学、好用高效、低成本和高获利等综合因素, 而成为工程技术人员开发应用程序的最佳选择^[2]。

位机部分是一台 PC, 主要任务是数据的读取、存储和处理; 下位机部分由一块多功能模拟量数据采集板卡 USB7660B、6 支直线位移传感器和 2 个应力传感器组成, 主要负责测量土方试验中位移和应力数据的采集、转换和传输。系统下位机同上位机之间通过一条 USB 数据传输线完成通信和数据传送^[3]。系统的整体设计框架见图 1。

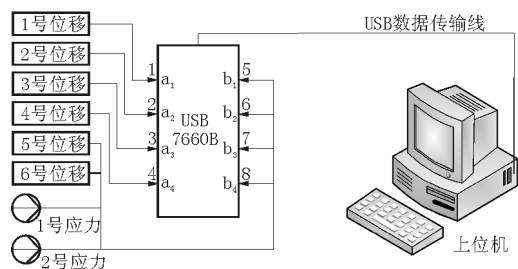


图 1 系统总体设计框图

1 系统的整体设计

系统整体上由上位机与下位机 2 部分组成。上

收稿日期: 2015 - 07 - 10; 修回日期: 2015 - 11 - 09

基金项目: 河北省住房和城乡建设厅立项研究项目“风积沙的工程特性及改良技术研究”(编号: 2013 - 132)

作者简介: 郑现磊, 男, 汉族, 1987 年生, 助理工程师, 电气工程及其自动化专业, 硕士, 从事石油水井地质勘查钻探设备及其自动化的研究与设计工作, 河北省石家庄市建华南大街 58 号河北建设勘察研究院有限公司(050031), zhengshii1987@sina.com。

2 下位机部分概述

下位机的核心组成部分是一块多功能模入模出数据采集模块 USB7660B/2,它是一款基于 USB2.0 总线接口技术的多功能数据采集设备,拥有模拟量输入、模拟量输出、数字量输入、数字量输出、计数、测频等功能,可以测量工业现场的电压、电流、频率、基于桥路的传感器等信号。在数据传输方面该模块采用了 USB2.0 技术,实现了真正意义上的即插即用和热插拔的特性,且具有安装简便、价格低廉、可扩展性强等特点^[4],适用于多种高级编程语言所编制的信息采集分析软件。

在本系统中需用到 USB7660B/2 多功能数据采集接口卡 8 个模拟量输入通道,分别对应着 6 支直线位移传感器和 2 个应力传感器,通过采集这些传感器的模拟电压信号,并将模拟量转换为相应的数字量,然后通过 USB 串行数据线传给上位机。下位机设计框图见图 2。



图 2 下位机设计框图

3 上位机部分功能简介

上位机系统的程序设计使用 Visual Basic 6.0 开发语言来完成。它是在 Windows 平台上的一种十分强大和有生命力的高级编程语言之一,能够快速方便地开发出友好的用户界面^[5]。VB6.0 编程简单,它还可以调用操作系统中丰富的动态链接库,扩展自身功能、充分发挥 Windows 系统的性能^[6]。

本数据采集管理系统的上位机要求实现数据接收、数据显示、数据存储、动态曲线绘制、历史数据回放等 5 个具体功能。

(1)数据接收:通过调用数据采集模块自带动态链接库中的功能函数去读取由下位机采集到的位移和应力数据。

(2)数据显示:在系统应用程序界面上通过文本框实时显示从各个通道采集来的数据记录。

(3)动态曲线绘制:在系统界面上通过使用 Tchart 图表控件将各个传感器测量数据的实时变化情况通过动态曲线展现出来。

(4)数据存储:最后将接收到的数据记录存储到系统指定的文件中,以备查询。

(5)历史数据回放:系统中的历史数据回放,为用户提供了一个方便查询历史数据的功能,通过 Tchart 控件实现的数据曲线回放,用户可以很容易的找到位移数据发生巨变的时间点和变化值。

4 系统的设计与实现

本数据采集管理系统的主要任务是由下位机采集传感器测量到的模拟量信号,并将其转换为数字量信号,然后通过 USB 数据传输线将测量数据传送到上位机;上位机接收下位机传输过来的数据,将数据存储到指定的文件中,并做到将数据实时的显示出来以及完成实时数据动态曲线绘制。本系统硬件由一台计算机和一块多功能数据采集模块组成;8 个传感器对应连接于多功能数据采集板的 8 个模拟量输入通道上,数据采集模块按一定的频率采集传感器传回的模拟电压信号,并将其转换为数字信号,传输到计算机,由计算机来完成测量数据的存储、实时显示等,以供现场试验人员查看。

4.1 数据采集模块的动态链接库

动态链接库(DLL)是一个包含有若干功能函数的可执行文件,程序设计人员可在 VB 应用程序中调用这些动态链接库中的函数,通过这些函数来管理使用 Windows 系统环境及硬件环境。这样可以提高编程效率和多任务环境下的程序执行效率,还可以在 Windows 应用程序中实现代码和资源共享。通过 DLL 控制数据采集卡时,其流程见图 3,通过层层转译,程序中的指令到达数据采集模块,同时数据采集模块中的测量数据被返回到程序中^[7]。

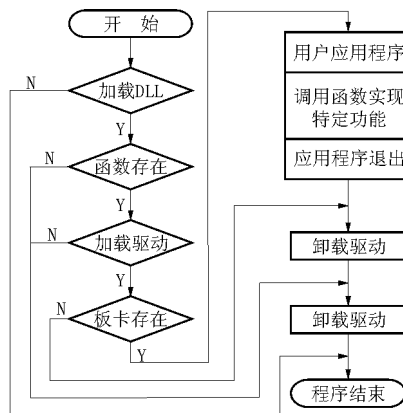


图 3 DLL 文件工作流程图

对于 VB 编写的程序而言,动态链接库中的这些功能函数都属于是外部过程。为了调用这些

函数,在程序中必须先对相应的功能函数进行声明,声明中所包含的信息有: DLL 文件的位置、相应的调用参数以及返回值的数据类型等。在完成声明之后,VB 才可以把相应的 API 函数作为自己的函数来使用。在调用函数时,VB 将根据声明来确定参数的个数,并对它们进行类型检查。

本系统下位机中所用到的多功能数据采集板卡 USB7660B 自带了一个板卡驱动程序动态链接库“USB7660. DLL”。系统中上位机对下位机的很多操作都是通过调用这个动态链接库中的 API 函数来完成的。

4.2 TeeChart 控件

TeeChart 是由 Steema Software 公司开发的图表图形控件^[8],它提供了众多的图形风格和 20 余种用于图表操作的工具,非常适用于 VB、VC++、ASP 等系统平台,为应用软件设计人员提供了一个直观高效的编程接口^[9]。TChart 是 TeeChart 组件中的主要类,也是在本系统中主要应用到的图表控件,TChart 包括多个元素,如坐标轴、序列、图例、标题和画布等,其中动态曲线的绘制则主要由 TChart 控件的 Series(序列)来完成^[10]。在完成 TChart 控件的初始设置之后,通过应用软件中的循环程序不断地将新采集到的测量数据赋值给各个序列 Series(i),随着数据的增加即可以得到动态的测量数据曲线图。

4.3 系统具体实现

本数据采集管理系统主要包括数据采集转换、数据接收、数据显示、动态曲线绘制、数据存储、历史数据回放 6 个部分。

4.3.1 数据采集转换

利用下位机多功能数据采集模块 USB7660B 的模拟量输入功能,将 8 个传感器所测量到的位移和应力变化信号通过导线采集到 USB7660B 中,并对其 A/D 转换。

4.3.2 数据接收

在系统程序中,通过 Timer 控件循环调用动态数据库文件“USB7660. DLL”中的 API 函数,读取转换之后的测量数据。数据采集过程中系统函数调用流程见图 4。

4.3.3 数据显示

将从下位机处读取到的测量数据按着通道 1 到通道 8 的顺序赋值到系统界面的 TextBox 控件上,以达到测量数据的实时显示功能。

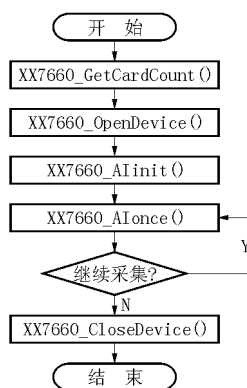


图 4 数据采集流程图

4.3.4 动态曲线绘制

系统软件界面上的 Tchart 控件可以动态显示各个通道测量数据变化情况。在应用程序中通过将各个通道接收过来的数据赋值到 Tchart 控件的 8 个 Series 序列,就可以实现动态曲线绘制功能;利用动态曲线可以非常直观地展现出所测数据的实时变化情况,方便用户实时地监测现场位移、应力的变化情况。

4.3.5 数据存储

利用 VB 的 Print 指令将从下位机处接收到的测量数据按着从通道 1 到通道 8 的顺序存储到事先创建的文件“yyyy 年 mm 月 dd 日 hh 时 mm 分 ss 秒. csv”中。

4.3.6 历史数据回放

软件重新读取由“数据存储”得到的 CSV 文件中的数据记录,然后利用 Tchart 控件的快速曲线绘制功能,来实现历史数据的回放。

5 系统的功能测试

系统搭建完成之后,按着系统功能要求对整个系统进行测试,来观察上位机部分是否可以准确无误地将下位机传来的数据进行接收和存储,因为土方剪切试验需要进行长时间测量,所以对试验数据的接收和存储是本系统的关键任务。

土方直剪试验的现场设备安放见图 5,试验中所需的垂直压应力和剪应力均有液压系统提供。按照要求把固定好的传感器连接到下位机数据采集模块上,并将连接下位机的 USB 数据线插到 PC 机接口上。测试中首先打开上位机的数据采集管理系统软件,查看上位机程序与下位机设备之间的连接状况是否良好。在“AD 初始化参数”栏中通过下拉列表进行相应参数的设置,然后勾选“辅助操作与

显示”一栏中的“save”单选钮。首先,点击“开始采集”按钮,系统即会在本应用程序所在的文件夹内创建一个依据本机时间为名称的 CSV 文件,并对该文件的表头进行设置,之后系统程序开始通过不断调用动态数据链接库“USB7660. DLL”中的 ZT7660_Aionce 函数,ZT7660_Aionce 函数的返回值就是模拟量输入通道的对应电压值,以此来实现对相应通道测量数据的采集和读取,系统每秒钟从每个模拟量输入通道采集 4 个测量值。



图 5 土方直剪试验设备

采集回来的数据通过赋值的方法实时地显示在系统界面的 8 个文本框内,并在 Tchart 图标控件上利用对曲线的不断消隐重绘实现测量数据实时动态曲线绘制。最后利用 Print 指令将这 8 个数据存储到上述创建的 CVS 文件中,完成测量数据的存储。上位机中数据采集管理系统的运行效果见图 6。

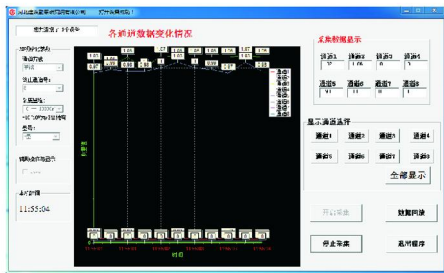


图 6 数据采集管理系统

待试验数据采集存储完成之后,用户可以通过历史数据回放来看实验过程当中测量数据的变化情况。点击“数据回放”按钮,打开历史数据回放功能,通过选择所要查看的存储文件,然后控制滚动条来看试验数据的变化情况,点击“通道选择”栏中的按钮,实现单一通道数据的查看,避免由于图表中数据过多产生的混杂,提高历史曲线图的阅读效率。历史数据回放功能运行界面见图 7。

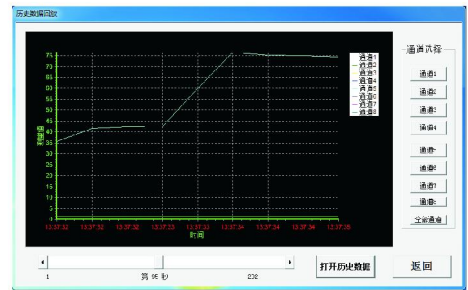


图 7 历史数据回放界面

线来完成上位机与下位机之间的通信,实现了多通道数据采集、显示、存储、动态曲线绘制以及历史数据回放的功能,并为程序生成了安装包,使得用户可以直接在 PC 机安装并运行可执行文件即可进行数据的采集。在实际工程中的应用表明,该数据采集管理系统具有操作简单、使用方便、运行成本低、实用功能强等特点;相比于传统的土方试验测量方法,系统实现了测量数据的全程自动记录、显示、存储等功能,这大大提高了土方试验的成功率以及实验数据的可信度。

经测试,该系统基本可以满足建筑桩基工程勘察现场土方直剪试验对数据采集、显示、存储的需求。且系统本身良好的灵活性和可移植性,使得用户可在本系统的基础上通过改变或增加软件程序,轻松实现改变或者扩展系统功能的目的。

参考文献:

- [1] 刘利平,刘晶晶,张鹏,等. 土钉和桩锚组合式支护体系受力和变形的数值模拟[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(8):53-57.
- [2] 刘炳文,Visual Basic 程序设计教程[M]. 北京:清华大学出版社,2009.
- [3] 陈文俊,刘一民,周策,等. BH-1 型崩滑体多参数自动化监测仪的研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(2):51-55.
- [4] 李扬,黄磊博,郭启锋,等. 基于导电塑料传感器的连续测角系统设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(7):103-106.
- [5] 俞磊,等. Visual Basic 完全自学手册[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [6] 魏东平,郑立垠,梁玉环. Visual Basic 程序设计教程[M]. 山东东营:石油大学出版社,2003.
- [7] 孙卓辉,王振波,刘仁桓. 基于 DLL 和 USB7660 的数据采集系统实现[J]. 软件导刊,2013,(2):109-111.
- [8] 廖琪梅,屈景辉,李传伟,等. TeeChart 组件快速实现测井曲线显示[J]. 测井技术,2008,12(3):260-262.
- [9] 屈景辉. TeeChart 应用技术详解[M]. 北京:中国水利水电出版社,2008.
- [10] 罗光强,胡郁乐. 基于 LabVIEW 大钩高程监控系统设计与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(5):53-56.

6 结论

笔者设计的数据采集管理系统利用 USB 数据