

真空检漏设备数据采集系统的实现

薛长利, 丁勤, 苏文

(航天东方红卫星有限公司, 北京 100094)

摘要: 文章详细介绍了真空检漏设备数据采集系统硬件网络的构建以及软件的开发。着重讲述了采集软件的主要功能设计及其实现方法, 包括: 可扩展串口功能、数据采集控制及处理功能、监视功能、数据备份恢复功能和模板式文件管理功能等。最后对该软件进行了展示。该系统已经在小卫星检漏试验中使用, 并获得了较好的效果。

关键词: 数据采集; 真空检漏; 可扩展; 串口

中图分类号: TP311.52

文献标识码: A

文章编号: 1673-1379(2006)04-0236-05

1 前言

为了满足真空检漏设备对数据采集功能的要求, 需要研制一套用于真空检漏设备的数据采集系统。真空检漏设备所有的仪器均具有串行通讯端口, 通过组建硬件网络及设计一套数据采集软件, 实现对多个仪器设备数据进行自动采集处理。在真空检漏设备数据采集系统的研制中, 为了使其具有较强的通用性, 我们采用可扩展的设计思路, 开发了一套可扩展端口的数据采集系统。

2 系统硬件网络构建

在构建数据采集系统的硬件网络时, 由于计算机本身所具有的串口数量最多只有 2 个, 所以必须扩展其端口数量。目前可供选择的有 PCI-RS232 卡、USB-RS232 集线器, 后者具有热插拔以及更广的适用范围等优点, 一般可以扩展 8 个串口, 所以采用 USB-RS232 集线器。通过串口电缆将这些端口与仪器的端口连接起来, 这样就建立了从仪器到计算机的通讯链路。

硬件网络的构成如图 1 所示。

图中仪器 1 直接连接到计算机的串口, 其他仪器连接到 USB-RS232 集线器, 然后通过 USB 电缆连接到采集终端计算机。通过类似的网络拓扑, 建立数据采集网络。

在真空检漏设备数据采集系统中硬件是 4 台真空计和 1 台检漏仪。

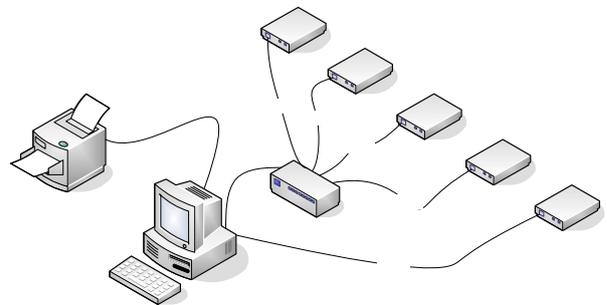


图 1 硬件网络构成
Fig.1 The hardware network

3 数据采集软件研制

3.1 功能要求

根据真空检漏设备数据采集系统的要求, 软件应满足以下要求:

- (1) 支持 RS-232、RS-485 串口通讯协议;
- (2) 可以根据系统的需要扩展仪器的数量, 并对多个仪器的数据采集进行控制, 保存处理数据;
- (3) 具有数据备份及恢复的功能;
- (4) 数据表中的数据可以保存、导出, 打印输出, 并可预览打印效果;
- (5) 具有实时绘图的功能, 以不同的方式监视系统数据。

3.2 功能设计

软件设计的功能如图 2 所示。其主要功能和必要的辅助功能如下:

收稿日期: 2006-03-16; 修回日期: 2006-07-21

作者简介: 薛长利 (1979-), 男, 主要从事卫星检漏和总装工艺工作。E-mail: Xuechangli@sina.com。

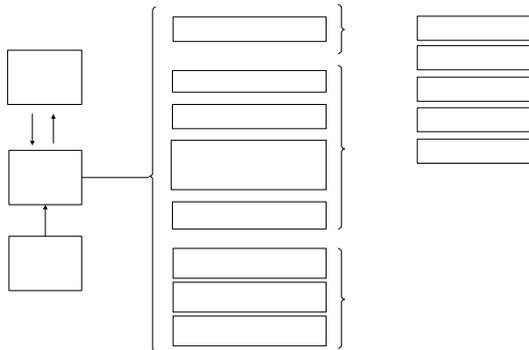


图 2 软件功能框架图

Fig.2 Block diagram of software functions

(1) 文件结构修改功能: 根据不同的硬件组成修改文件结构, 可以扩展仪器的数量及类型;

(2) 模板式的文件管理功能: 通过定义好的 PCT 模板文件生成 PCD 数据采集文件, PCD 数据采集文件也可以转存为 PCT 模板文件;

(3) 数据备份恢复功能: 采集的数据实时存储, 如果计算机突然断电, 先前的数据会通过临时文件的形式保存下来;

(4) 数据采集控制功能: 可对多个仪器的数据采集进行控制;

(5) 数据处理功能: 数据可以打印输出, 并能进行多种打印样式的设置, 还可以打印预览。数据导出格式包括 Microsoft Access (.mdb) 格式, Microsoft Excel (.xls) 以及文本文件 (.txt);

(6) 实时绘图功能: 以不同的方式显示系统数据, 包括: 柱状图、折线图以及实时图;

(7) 数据实时显示功能: 提供一个数据实时更新显示的窗体, 使所显示的文字大小可自动调整, 以适合远处监视数据;

(8) 系统端口监视功能: 用于获得计算机的所有端口的使用信息;

(9) 辅助工具功能: 可以在软件中启动其他的辅助工具;

(10) 系统日志功能: 记录关键的操作信息。

3.3 关键功能的实现

软件使用 Microsoft Visual Basic 6.0^[1]作为开发工具, 以数据库为基础, 利用数据库对数据管理方便快捷的优点, 对数据进行存储和管理, 绘制不同功用的图表, 以及实现其它功能。

3.3.1 数据采集文件的结构

数据采集文件本质上是一个数据库文件。文件结构的设计思路是建立一个数据库架构, 数据库的一个表对应一个仪器, 如图 3 所示。另外定义两个系统级的参数表格, 对数据库文件的结构进行描述。通过数据库文件结构描述的两个表格, 可以定义数据库数据采集文件的结构, 包括仪器的名称、仪器对应的数据表以及仪器采集数据的格式。所有主要功能均通过对数据库进行操作实现。

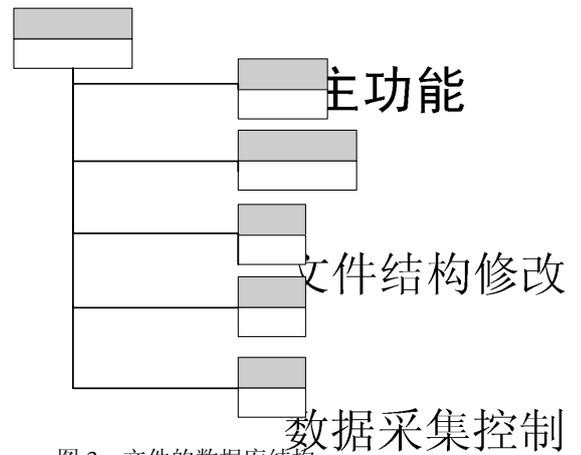


图 3 文件的数据库结构

Fig.3 The file database structure

文件结构信息通过 TreeView 控制以树状图的形式展示出来。

3.3.2 可扩展串口功能的实现 使用 MSComm 控件进行串口数据的发送和接收。因为要进行多个串口控件的控制, 软件采用通过不断查询串口接收缓冲区的大小, 并根据文件结构定义的信息对串口的数据进行采集处理。

因为不同的仪器传送的数据字符串格式并不一样, 这就要求软件可以对不同的仪器传送的字符串进行处理, 以获取有用的数据。在软件内部对不同仪器的处理方法进行定义只能针对已有的仪器, 当仪器类型变化时, 软件将不能再使用, 所以这是不现实的。软件使用 Microsoft Visual Basic 6.0 中的 ScriptControl 控件以提供可以解释执行 Script 代码的功能。Script 语言可以是 VBScript 或者 Jscript 或者其它的适合的语言, 这样就使软件具有了执行代码的扩展功能。通过定

实时数表显示/打印
柱形图显示/打印/设置
折线图显示/打印/设置
实时图显示/设置

义通用的软件与 ScriptControl 的接口,使软件具有对不同的仪器分别定义的功能。这样当更换或者添加不同类型的仪器时,通过简单的编写外部代码,就可以实现扩展软件采集不同仪器数据能力的功能。其工作示意图如图 4 所示。

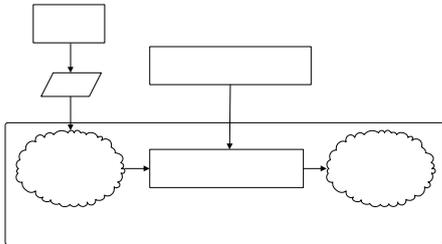


图 4 ScriptControl 控件工作示意图

Fig.4 Sketch of ScriptControl's working process

仪器的数据通过 MSComm 控件被软件获取。仪器数据被传递给 ScriptControl 控件。ScriptControl 控件允许设置文本形式的 Script 语言代码。每个仪器具有与自己相对应的 Script 代码。当仪器数据传递到 ScriptControl 进行处理时,ScriptControl 控件根据其设定的代码分析处理,如果结果是有效的数据,则将有效数据传递给软件处理。Script 代码必须具有特定的格式以适应软件和 ScriptControl 的通用接口。图 5 展示了某个仪器的 Script 代码,代码的语言是 VBScript。软件与 ScriptControl 的接口为 Main()函数。Main()函数将处理的结果传递给软件。

```
Function GetDataFrom(InputStr)
    Dim ForePos
    Dim HindPos
    ForePos = InStr(InputStr, "*")
    GetDataFrom=Mid(InputStr, ForePos + 1, 4)
    GetDataFrom=Mid(GetDataFrom, 1, 1)
End Function

Function Main(SourceString,Parameter)
    Main = "[AutoIncreaseID]" & vbTab
    Dim s
    s = GetDataFrom(SourceString)
    Main = Main & s & vbTab
    s = Now
    Main = Main & s & vbTab
End Function
```

图 5 VBScript 代码示例

Fig.5 Sample code in VBScript

3.3.3 数据采集控制及处理功能的实现

数据通过表格的方式展示在用户操作界面上。在数据表格窗口,使用者可以对采集进行控制,以及对数据进行处理。

对数据的采集控制本质上就是通过 MSComm 控件对串口的控制。当需要采集时,利用 MSComm 控件打开串口端口,查询串口缓冲区的数据,当数据量达到设定的水平时,采集并处理数据,将处理完的数据存放到数据库相关的表格内,然后通过 MSFlexGrid 表格控件将数据显示出来。

对数据的处理包括对数据记录的删减以及数据的导出和打印输出。

对数据记录的删减直接通过对数据库内表格的操作。通过定义一个 Recordset 类型的变量并将其指向所要操作的表格,利用 Recordset 的 Delete 方法删除记录数据,并通过 MSFlexGrid 将数据表的变化展示出来。

将数据导出为其它类型的文件时,使用 SQL 语言的 Select 语句。之所以使用 Select 语句导出数据文件是因为这种方法比直接创建文件目标文件再用循环语句向目标文件写入数据要效率高,尤其在处理数据量很大的数据表时更能显示其优越性。数据导出的格式为文本格式文件(*.txt)、Microsoft Access 格式文件(.mdb)、Microsoft Excel 格式文件(.xls)。

数据表的打印输出和预览均采用编程实现。建立一个数据表的打印模型,包括页眉页脚、表头以及单元格等元素。设计参数设置窗口以设置打印参数。这样能够实现许多需要的功能,而不受限制于某些打印控件。根据不同的设置,实现对数据表的打印。实现的功能主要有:页眉页脚中设置打印的表名称、打印时间日期、页码和总页数以及调整字体样式,设置页面版式、打印样式、分页预览等。

3.3.4 数据可视化功能的实现

图表功能多数采用 ActiveX 控件。使用这些控件不但可以缩短软件的开发时间,而且可以保

证图表在很短的时间内绘制完成，这对于实时显示的功能是很重要的。通过对 ActiveX 控件进行设置和写入数据，就可以完成对图表的绘制，并提供多种定制的数据显示效果，以及打印等功能。

3.3.5 数据备份恢复功能的实现

数据备份恢复功能通过创建临时文件的方式来实现。在打开或者创建一个数据采集文件时，软件在后台建立一个临时文件并打开。之后所有的操作都是对临时文件进行的。如果过程中发生意外，原文件并没有变化，而临时文件则记录着发生意外之前的所有数据。将临时文件保存起来，就可以得到所有的数据。

3.3.6 模板式文件管理功能的实现

为了简化操作，减少不必要的重复操作，软件采用了模板文件的管理方式。将已经定义好的空白数据采集文件保存为模板文件，在下次建立相同的数据采集文件时通过模板文件创建，这样就实现了模板式的文件管理功能。

3.4 软件展示

软件的主界面如图 6 所示。主要包括菜单栏、工具栏、结构树形图以及工作区。结构树形图是采集文件结构的直观显示。通过左侧的结构树形图，可以看到仪器设备的名称、对应的端口名以及对应表格名称。工作区在右侧，主要用来显示数据表以及图表等窗体。

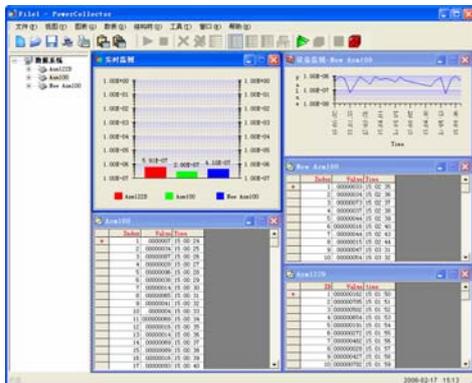


图 6 软件主界面
Fig.6 Main interface of software

在某些情况下，尤其是最开始使用时，需要定义数据采集文件的结构。文件结构定义窗体如图 7 所示。

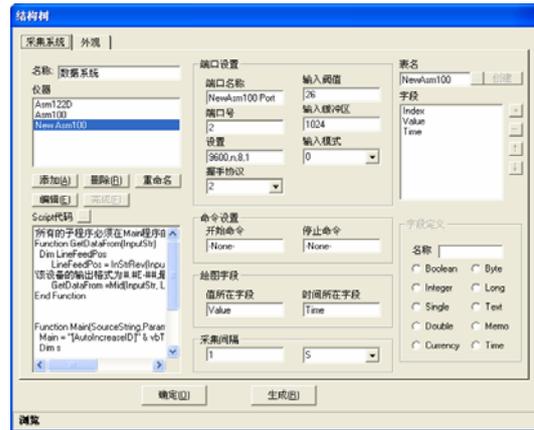


图 7 文件结构定义窗体
Fig.7 File structure definition window

在此窗体内，可以定义采集系统的名称，采集系统内的仪器所需的所有参数，例如串口设置、命令设置、绘图设置以及存储数据的表格定义等。

正常打开或者创建数据采集文件后，打开数据表，如图 8 所示。数据表根据已定义的表的结构显示，最简单的表包括第一列的计数字段，第二列的数值字段以及第三列的时间字段。可以根据需要在采集文件中定义其它的字段，只是对于绘图来说，只能设置一个绘图字段以及一个时间字段。在该窗体中，可以对数据采集进行控制（开始或者停止采集），也可以删除一些不重要的数据行。

ID	Value	time
1	000000925	14:09:07
2	000000803	14:09:08
3	.00000044	14:09:09
4	000000783	14:09:10
5	000000686	14:09:11
6	000000673	14:09:12
7	000000873	14:09:13
8	000000286	14:09:14
9	000000723	14:09:15
10	000000255	14:09:16
11	000000283	14:09:17
12	000000619	14:09:18

图 8 数据表
Fig.8 Data sheet

根据数据表内的数据，绘制不同功用的图表。例如，绘制多仪器的柱状监视图（图 9）来实时监视多个仪器的最新数据，或者绘制单个仪器的数据折线图（图 10），或者打开实时 Led 监视图（图 11）对特定的仪器单独进行监视。所有的图表都可以进行设置以满足个性化的需要。除 Led 监视图外所有的图表均可以打印输出。

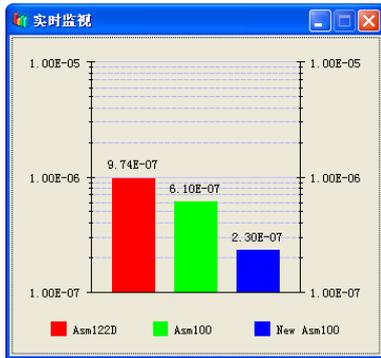


图9 多仪器柱状监视图
Fig.9 Bar graph for multiple apparatus

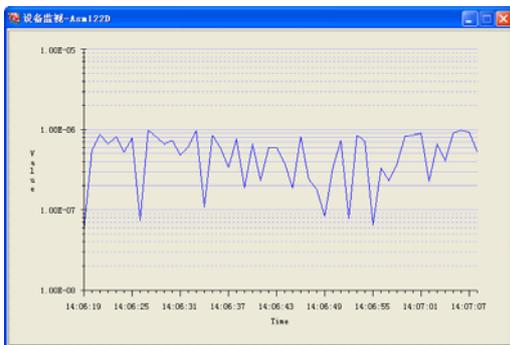


图10 单仪器折线图
Fig.10 Line graph of single apparatus

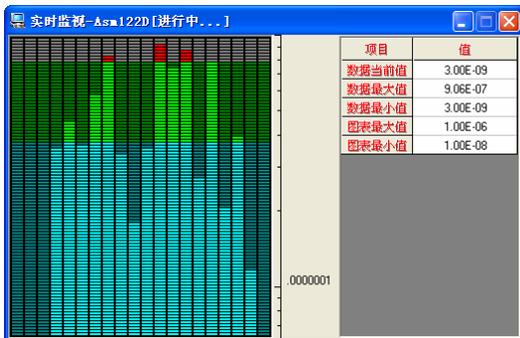


图11 实时Led监视图
Fig.11 Led bar graph of single apparatus

打印数据时打开打印预览窗口，在窗口中可以分别预览各页数据，如图12所示。在该窗口中，可以进行打印选项的设置，例如页眉页脚的设置、页面版式的设置、表格外观的设置等。

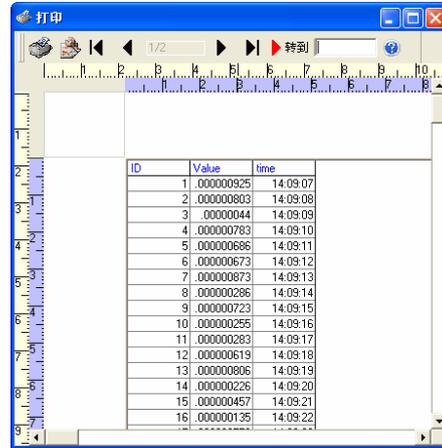


图12 打印预览
Fig.12 Print preview

4 结论

数据采集系统完全实现了可扩展串口的功能，具有很强的可扩展性和通用性。经过在调试试验中的完善，其功能已经满足了试验的实际需要，现在该系统已经应用于真空检漏试验中对真空度进行监视以及采集检漏仪数据，取得了较好的效果。同时，数据采集软件还用在正压检漏试验中，采集不同检漏仪的漏率数据信号，并利用获得的数据分析和计算被检件的总漏率。

参考文献 (References)

- [1] Evangelos Petroustos . Visual Basic 6 从入门到精通[Z]. 邱仲潘, 等, 译. 电子工业出版社.1999[Evangelos Petroustos. Visual Basic 6[Z]. Qiu Zhongpan, et al. Publishing House of Electronics Industry. 1999]

The Data Acquisition System of Vacuum Leak Equipment

XUE Changli, DING Qin, SU Wen
(DFH Satellite Co., Ltd, Beijing 100094, China)

Abstract: The paper describes in detail the hardware network of the vacuum leak test system and the data acquisition software. The main functions of the software include the serial port-expandable function, the control and processing function for data acquisition, the monitoring function, the data backup and restoration function, and the file template management function. The system has been used in the vacuum leak test for a small satellite, and the results show that the functions of the system can well meet the test requirements.

Key words: data aquisition; vacuum leak; expandable; serial port