

LabVIEW 的瓦斯监测虚拟仪器的设计

段欢芮 王启宝

(中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院 北京 100083)

摘要: 为了扩大瓦斯监测的测试功能,提高测试精度,将虚拟仪器(VI)技术应用于矿井瓦斯监测系统,利用图形化编程软件LabVIEW开发平台,论述了该装置的工作原理、硬件软件组成及其设计思想。引入混合气体爆炸极限来多方面监测矿井的安全,设计了基于虚拟仪器的矿井瓦斯监测仪器,该仪器具有操作简单、成本较低、有一定的扩展性的优点,有更加强大的数据采集、存储、分析、显示的功能。

关键词: 虚拟仪器、LabVIEW、数据采集、瓦斯浓度、爆炸极限

Design of VI technology in gas monitor system on platform LabVIEW

HuanruiDuan QibaoWang

(College of Chemistry and Environment

China University of Mining& Technology of Beijing Beijing 100083)

Abstract: Virtual instrument (VI) technology is applied to gas monitor system to improve the accuracy of the measure results and extend the area of functions on the graphical programming platform of LabVIEW. The working principle, hardware& software construction, design concept are detailed. Introduce into the equipment with explosive limits of mixture gases to keep mine safe. The operation of this instrument is simple. The price is not high. It has some extendibility and more powerful function of collection of data, storage, analysis and display.

Key words: virtual instrument; LabVIEW ;data acquisition; gas density; explosive limits

一、概述

一直以来,瓦斯爆炸是我国煤矿生产中最常见的灾害事故,不仅造成大量人员伤亡,而且严重摧毁井巷设施,中断生产,甚至引起煤尘爆炸、矿井火灾、井巷垮塌等二次事故,给国家造成了巨大的人员伤亡和财产损失。根据中国煤炭工业劳动保护科学技术学会公布的资料显示,从1981年到2001年全国煤矿事故总计死亡12万多人。重特大事故发生6940起,死亡人数45873人,平均每年死亡2184人。重特大瓦斯事故为4500起,占全国事故的64.85%,死亡33158人,占72.28%,平均每年死亡1579人。而且从趋势上看,瓦斯事故还呈逐年上升的态势^[1]。

本实验开发的基于Labview瓦斯气体成分分析监测虚拟仪器操作简单、成本较低、有一定的扩展性,有更加强大的数据采集、存储、分析、显示的功能,实现数据的实时传输,并且通过最新的瓦斯爆炸的预测方法来监测煤矿安全,更全面考虑各种安全影响因素。通过瓦斯监测系统实现对矿井各个地点的瓦斯进行实时监测,从而使工作及管理人员能够及时获取井下瓦斯的情况,对井下生产状况作出正确及时的判断,当瓦斯浓度超限,对矿井安全构成

威胁时,井上和井下各个部门就能及时采取有效措施加以处理,防止瓦斯事故的发生,确保矿井的正常生产及矿工的生命安全。

二、仪器的总体设计

计算机科学和微电子技术的迅速发展和普及,有力地促进了多年来发展相对缓慢的仪器技术,于是一种新型的仪器——虚拟仪器(VirtualInstrument, VI)出现了。虚拟仪器是一种功能意义上的仪器,其核心是在最少量的硬件模块支持下,用软件实现传统仪器数据采集、存储、分析、显示的功能。一些必要的硬件加上通用计算机,利用丰富的软硬件资源,可以大大突破传统仪器在数据的处理,表示、传递、存储等方面的限制,达到传统仪器无法比拟的效果^[2]。随着网络技术的兴起和发展,使用特定的协议,操作者可以在远端通过网络来监控现场的情况,接收测量数据和进行实时控制。

目前虚拟仪器系统应用软件开发环境主要包括:基于传统的文本语言的平台,如C、VC++、VB、CVI等;基于图形化工程环境的平台,如LaBVIEW。而应用最广泛的则是美国国家仪器公司所开发的图形化编程语言LaBVIEW^[3]。

LaBVIEW通用程序开发系统具有丰富的功能子程序库,还有专用于数据采集、GPIB(通用接口总线)、串行仪器控制、数据分析、数据描述及数据存储等方面的功能库。另外,LaBVIEW软件包给用户设计虚拟仪器的工作环境,包括前面板和流程图。这为不熟悉文本语言编程的设计者在测控领域建立计算机仪器系统提供了一个极为便捷、轻松的图形化设计环境。使用者不必熟悉PCI计算机总线、GPIB总线、VXI总线、串口总线,利用提供的图形化驱动程序就可以驱动上述各种总线的I/O接口设备^[4]。

1、硬件构成

该仪器的硬件组成部分主要由监测传感器、信号调理、数据采集卡和装有虚拟仪器开发环境的计算机。其中,传感器是将被测试的物理量转换为电量的最基础环节,数据采集则将模拟信号转换成数字信号供计算机进行分析处理,而信号调理是两者之间的桥梁,负责将传感器的输出信号和数据采集模块可以接受的信号类型联系起来。最后由计算机对所有信息进行分析和处理。SCXI(Signal Conditioning eXtensions for Instrumentation)是NI公司的仪器信号调理板卡,是LaBVIEW软件直接支持的一种信号调理模块,在LaBVIEW环境中调用非常方便。信号调理可选用SCXI-1122型,此模块采用多路复用方式,即所有输入通道的信号都从一个输出通道输出到数据采集板卡。数据采集板卡可选用PXI-6052E,16通道数,便于以后扩充。

2、软件设计

1) 前面板设计

前面板的设计用于模拟真实仪器的前面板,如图1(LaBVIEW构建的虚拟仪器前面板)所示。在上面可以清楚地看到各种气体浓度的显示,以及风速、压力、湿度和温度,通过警示灯的亮灭和警铃来提示危险,一旦气体浓度或爆炸极限到达就发出警报。并且将那些记录保存起来,显示了文件的路径和名字,可以通过此文件察看历史记录^[5]。

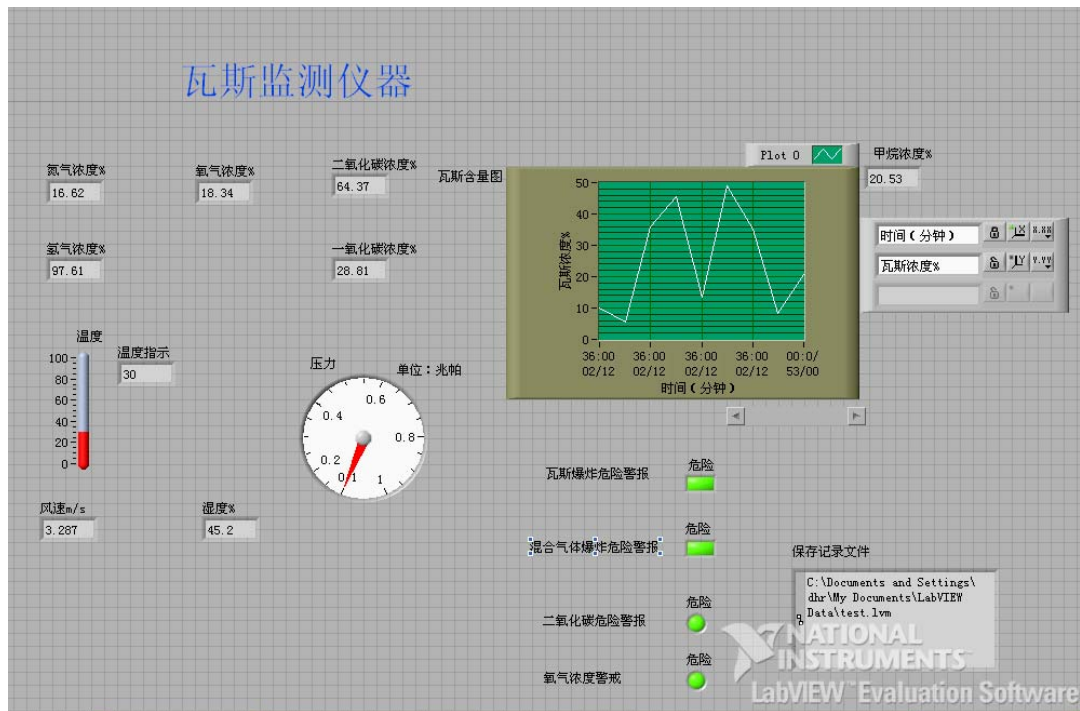


图1 LabVIEW 构建的虚拟仪器前面板
(中国矿业大学监制)

2) 后面板

以瓦斯的浓度监测为例的后面板的程序框图设计如图2 (LabVIEW构建的虚拟仪器程序框图) 所示。LabVIEW 的基本编程单元是框图，框图以图形软件绘制，用端点来表示程序的设计，直观简单，通过在流程图对信号数据的输入和输出进行指定，完成VI 所具有的信号采集、分析和处理等功能^[6]。

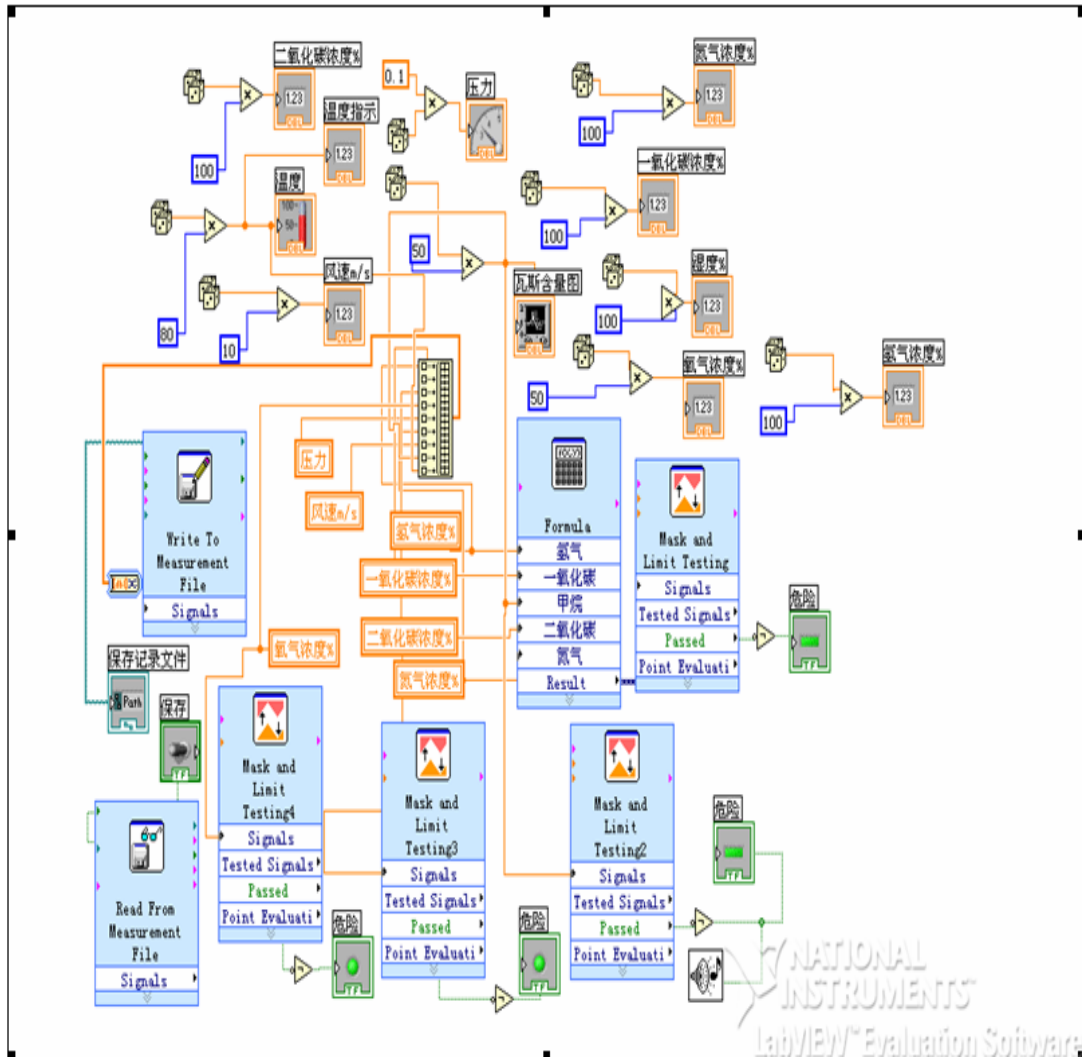


图2 LaBVIEW 构建的虚拟仪器程序框图
(中国矿业大学监制)

三、仪器的主要功能

该系统监测瓦斯浓度、瓦斯突出、风速、压力、湿度、一氧化碳浓度、混和气体各个浓度以及爆炸限度、温度等，并把数据及时保存，便于随时查询。通过网络对数据实时传输，实现远程监控。远程监控方式直接利用Windows系统的远程桌面，简单地说，远程桌面监控就是连接到远程计算机的桌面，操作远程的计算机进行监控，就像实际操作那台计算机一样。只要有正确的用户名和相对应的密码就可以了。

根据爆炸条件监测瓦斯浓度、氧气浓度和温度，超过安全上下限时发出危险提示，对瓦斯突出也具有监测作用，瓦斯突出通常都伴有温度和瓦斯浓度异常。另外还加入对混合气体的监测，混合气体主要包括氢气、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、氧气、氮气。在可燃性混和气体爆炸特性的研究中，浓度爆炸极限是重要的危险性参数，也是制定政策、危险性评估的依据。对于多元可燃性混和气体，主要采用 LeChatelier 经验公式或对其进行改进后的公式进行估算。这里采用将 LeChatelier 经验方程和 H₂、CO、CH₄ 与 N₂、CO₂ 的二元混和气体实测爆炸极限图结合起来,通过将可燃性组分与惰性组分组合在一起来计算多元混和气体的爆炸极限。在大量爆炸极限实验数据的基础上,通过专业统计分析软件 SPSS 对此混合气体爆炸极限与其浓度的关系,进而能找到一种新的预测其爆炸极限的方法。通过有关的统计方法将

其转化为一般的线性回归方程,得:

$$U(\text{上限})=56.32+0.2899*V_{H_2}\%+0.3658*V_{CO}\%-3.348*V_{CH_4}\%-0.7808*V_{CO_2}\%-0.1972*V_{N_2}\%$$

$$L(\text{下限})=8.330-0.1165*V_{H_2}\%+0.1059*V_{CO}\%-0.1406*V_{CH_4}\%-0.02521*V_{CO_2}\%-0.04991*V_{N_2}\%$$

利用主成分回归方程拟和实验与实测值的平均相对标准误差,上限为 2.01%,下限为 1.43%,上限最大相对误差 3.56%,下限为-2.69%,而用文献方法拟合的实验结果与实测值相比较,平均相对标准误差,上限为 11.8%,下限为 4.75%,上限最大相对误差 24.0%,下限为 9.34%,误差较大^[7]。

四、仪器的特点

虽然已经有许多关于监测煤矿安全的仪器,但本论文设计的基于LaBVIEW的瓦斯监测虚拟仪器的独特之处在于不仅考虑单纯的有害气体浓度,还结合混合气体爆炸极限来确保煤矿安全,并且具有虚拟仪器的特点,具体有以下几点:

- 1) 打破了传统仪器的“万能”功能概念,将信号的分析、显示、存储、打印和其它管理集中交由计算机来处理。由于充分利用计算机技术,完善了数据的传输、交换等性能,使得组建系统变得更加灵活和简单。
- 2) 强调“软件就是仪器”的新概念,软件在仪器中充当了以往由硬件甚至整机实现的角色,从而使系统的测量精度、测量速度和可重复性都大大提高。
- 3) 改变了传统仪器由厂家定义、用户无法改变的模式,虚拟仪器由用户自己定义,系统的功能、规模等均可通过软件修改、增减,可方便地同外设、网络及其它应用连接,故虚拟仪器可当作许多仪器设备来使用。
- 4) 虚拟仪器的开放性和功能软件的模块化,使资源的可重复利用率提高,系统组建时间缩短,功能易于扩展,管理规范,生产、维护和开发的费用降低,在工程应用和社会经济效益方面具有突出优势。
- 5) 可利用网络实现远程监控。数据传输快捷,易于管理,方便灵活及时掌握现场情况,可在最快的时间里做出相应的措施,有效预防危害。

五、结束语

基于 LaBVIEW 的瓦斯监测虚拟仪器具有灵活、方便、性价比高、可扩展等特点。针对我国目前煤矿井的安全监测提出了新的仪器的设计,采用了先进的虚拟仪器技术和最新的气体爆炸极限理论,将其改进为更加完善。对仪器的改进将对煤矿安全和人员安全保证,减少国家财产的损失,对经济发展有着重要的意义。

参考文献

- [1]罗海珠.中国煤矿瓦斯事故趋势及对策[C].重庆:中国职业安全健康协会首届年会, 2004
- [2]裘伟廷.基于LabVIEW的虚拟仪器和虚拟实验.现代科学仪器.2002, 3:20-23
- [3]朱治国, 郑建荣, 刘小平, 顾秀兰.虚拟仪器及其常用开发软件.现代仪器, 2004(1):28-31
- [4]同长虹, 李建政, 刘经华.虚拟仪器的开发和应用.信息技术, 2005, 34(2):26-27
- [5] LabVIEW User Manual[Z]. National Instruments Corporation,2003.
- [6]Gary W. Johnson,Richard Jennings. LabVIEW 图形编程[M]. 北京: 北京大学出版社, 2002.
- [7]魏永生,周邦智,郑敏燕.水煤气-空气混合气体爆炸极限与浓度关系的统计分析.计算机与应用化学,2004,21(5):709-714