

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2016.01.17

钟罩式气体流量标准装置检定系统软件设计

崔宝, 桑培勇, 尚增强

(国防科技工业 4113 计量站, 河南 新乡, 453049)

摘要: 钟罩式气体流量标准装置检定系统(以下简称检定系统)软件是以钟罩式气体流量标准装置为基础,在 Visual Studio 2005 C 语言平台上,使用 Access 数据库开发的一套适用于日常流量计检定的应用程序。检定系统软件采用三层架构(界面层、中间层、数据库层)设计,其易用性、灵活性、扩展性都是较好的。本套软件集成了机械自动控制、装置自动测量、数据自动采集、现场数据记录、各种证书打印等功能,大大降低了检定员的劳动强度,提高了工作效率。

关键词: 流量标准装置; 检定系统; 自动控制; 软件设计; C 语言

中图分类号: TB937

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2016)01-0064-03

Software Design of the Test System in a Bell-type Gas Flow Calibration Facility

CUI Bao, SANG Peiyong, SHANG Zengqiang

(4113 Measurement Center of Science, Technology and National Defense Industry, Xinxian 453049, China)

Abstract: The test system for bell-type gas flow calibration facilities (hereinafter referred to as the test system) is based on a bell-type gas flow calibration facility. The software system was developed using Access database based on Visual Studio 2005. The test system uses a three-tier architecture (interface tier, middle tier, and the database layer), and it is flexible, scalable and easy to use. The software integrates machinery control, automatic measurement, data acquisition, in-situ data records, and certificate printing, and greatly reduces the intensity of verification and improves the work efficiency.

Key words: flow calibration facility; test system; automatic control; software design; C language

0 引言

伴随着工业的发展,需要流量计量的地方越来越多,流量计厂家为了适应各种流量计量环境,开发了各种各样的流量计,这样就给标准流量的计量增加了难度。传统的流量计量标准装置只能检定某几类流量计,许多非标的流量计需要大量的人工进行检定,这不仅增加了检定员的劳动强度和工作难度,还给装置计量引入了很多人为误差。本文介绍的气体流量标准装置检定系统可以解决各种类型的流量计检定的难题。

1 流量检定及装置

日常的流量计检定工作一般是先对流量计的流量范围进行确定,然后根据检定规程^[1]或参考校准规范对要测的流量点进行分布,最后对流量点进行重复性、

稳定性等指标的测试,对流量计线性度、不确定度等指标进行计算。

测试流量计重复性的时候,在相同的工作环境中需要 3 到 10 次的测试;测试流量计稳定性的时候,需要在变化的工作环境中测试 3 到 10 次。人工测试,不仅有人为误差的干扰,还延长了整个检定周期。

钟罩式流量标准装置是检定气体流量计的一种常用装置,但早期的装置大部分是机械化或半自动化的,在做实验的时候需要人工读取和记录原始数据,再根据原始数据计算出误差。本文介绍的检定系统是在钟罩式流量标准装置的外围加一些模拟的传感器,再利用数模电路将模拟信号转换为数字信号,最后传送给计算机,检定软件将传送来的数据保存在数据库中,利用算法可以自动计算流量计的精度,并将计算结果打印出来。

2 检定软件实现

检定系统软件采用三层架构模式,易用,可扩展。

收稿日期: 2015-08-14

作者简介: 崔宝(1984-),男,工程师,主要从事流量计量研究工作。

第一层是用户交互的界面层，采用水晶控件。第二层是数据处理的中间层，用模块的思路将各种流量计检定规程的检定方法用算法实现，用到某个检定方法时，直接调用模块即可。应用 RS232 协议与下位机通讯方式，使用双重校验，不仅数据稳定可靠，而且传输距离较远，方便了大型设备的直接应用。设备控制、数据采集、数据处理、数据输出、数据存储都在中间层完成。第三层是底层的数据库层，数据库不仅存储采集的检定数据，而且还存储了标准流量装置参数和二次仪器仪表参数，方便了软件的移植^[2-5]。

如图 1 所示，检定系统由钟罩式气体流量标准装置、传感器、下位机数字显示仪表、上位机数据处理软件以及外围设备打印机组成。其工作原理是：检定系统软件控制钟罩式气体流量标准装置运行；各种传感器采集实时的物理模拟信号传输到下位机的数字显示仪表；数字显示仪表通过 A/D 转换将采集的模拟信号转换为计算机可以识别的数字信号；通过 RS232 协议将数字显示仪表的数字信号传输给计算机；计算机根据采集的数字信号和设定的标准流量点进行比较；通过比较反馈，检定系统再增大或减小流量来逼近设定的标准流量点，从而实现了标准流量点的检定。检定系统不仅控制标准装置，采集数据，而且同时依据检定规程算法自动处理数据，后续将处理完的数据放入安全的数据库，自动打印现场检定记录及检定证书。

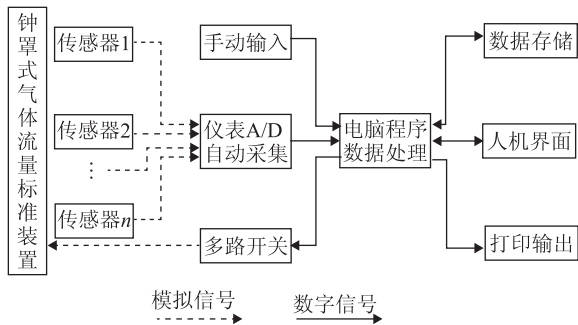


图 1 检定系统软件设计架构图

2.1 界面设计

检定系统采用了模块式的框架，虽然流量计的种类很多，检定方法也很多，但采用模块式的方法，将每一个检定方法写成一个模块，用到某个检定方法就调用相应的检定模块。每个模块相对整个检定系统的代码量降低了一个数量级，不超过一万行。每个模块都是由框架调用，每个模块的控制代码又是相同的，将控制部分的代码直接写入框架中，而不用每个模块都写控制代码，从而避免了代码的冗余。

检定系统初始界面友好。检定员可以根据流量计的类型选择检定方法。以速度式流量计检定为例，如图 2 所示，左边为实时采集的数据，右边为需要采集的数据和数据处理后的结果，下边为标准装置控制按钮。将标准装置的切换、标准装置参数的切换，以及



图 2 速度式流量计检定系统检定模块

标准装置的运行状态显示在同一界面，检定员在一次实验中几乎不用选择其它菜单就可以完成检定，大大方便了检定员日常检定工作，提高了效率。

2.2 中间层设计

中间层是整个检定系统的关键层，也是最复杂的一层。从图3可以看出，所有数据处理都是在内存的数据表中进行的，这样就保证了采集的数据能及时得到处理而不影响下一次的数据采集。数据表有三个重要的游标，用指针的形式指向数据表的每一条记录。第一个初始化游标，在开始实验时，检定员选择检定方法，检定系统就用初始化游标初始化一个空的数据表，保证数据表有足够的空间去容纳数据，此外，当检定员需要清空数据表时，也可以用初始化游标清空数据表。第二个显示游标在实验中可以将显示的数据和内存中的数据区别开，在内存中处理数据是以13位有效数字进行的，而显示只有2到5位有效数字，通过显示游标，将实际的13位有效数字以2到5位有效数字的形式显示到界面上。第三个状态游标在实验中指示着检定的状态，此外，在实验结束后发现有些流量点需要调整重新检定时状态游标也大有用处，将状态游标指向某一条需要重新检定的记录，重新采集该流量点的数据即可。

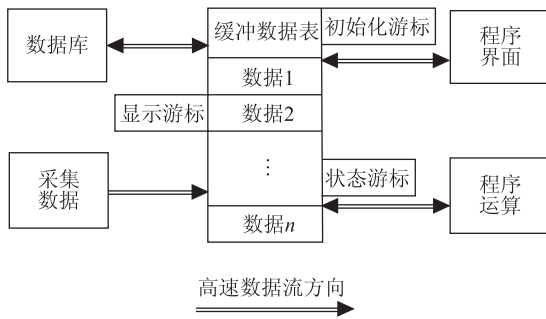


图3 中间层数据处理流程

内存中的缓冲数据表主要和数据库交互。使用缓冲数据表不是将记录一条一条地存入数据库，而是使用表单的形式，直接映射到数据库，这样既能保证数据完整性，也能保证数据的顺序性，而且也加速了内存和硬盘的数据传输。

数据采集的关键是上下位机精准快速的通讯，检定系统采用传统的RS232协议通讯，上下位机都采用了数据校验，信号因受干扰产生的错误数据可以完美过滤掉，保证了采集的数据的精准性。

2.3 数据库设计

如图4所示，数据库采用关系型数据库，表单之

间既有区别又有联系。根据被检定仪表的类型选择不同的检定方法，对应不同的现场记录表，存储现场记录表的字段不同，但被检定仪表的信息、客户信息是相同的，这样就把相同的数据放到统一的表里，用索引指向各个被检定仪表的现场检定记录表和证书表。提取数据库数据的时候，直接调用索引，被检定仪表的所有数据都被提取出来了，方便又高效。

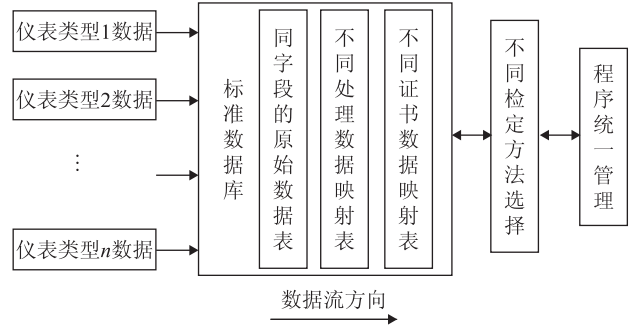


图4 数据库关系表结构

3 结束语

本检定系统减少了大量人工处理数据的重复劳动，将劳动强度降低了一个数量级，将工作效率提高了一个数量级。本检定系统已经应用到气体实验室，能够满足日常检定工作的需要。

参考文献

- [1] 中国计量科学研究院. JJG198-1994 速度式流量计检定规程[S]. 北京: 国家技术监督局, 1994.
- [2] 李律松, 陈少刚, 沈刚, 等. Visual C# 数据库高级教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 64-111.
- [3] 王小科, 梁冰, 吕双, 等. C#全能速查宝典[M]. 天津: 人民邮电出版社, 2009.
- [4] Lars Powers, Mike Snell. Visual Studio 技术大全[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [5] 雷伏容, 张小林, 崔浩, 等. 51单片机常用模块设计查询手册[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.

计量测控微信

微信号: cnjlck

微信名称: 计量测控

计量测控微信公众平台由计测传媒亲情打造, 隶属中航工业北京长城计量测试技术研究所(航空304所), 为广大粉丝推送最热、最新的计量资讯, 提供各种计量检测类信息咨询服务, 教学视频等。