doi：10.11823/j.issn.1674－5795.2019.05.14

压力计量检定数据管理系统设计与实现

陈文丽，张荣哲，杨懿
（北京航天试验技术研究所，北京 100074）

摘　要：随着压力计量检定任务的增加，原有的压力计量检定数据管理方法已经无法满足对数据的快速查询、有效管理的要求。基于 Visual Basic 平台和 Access 平台建立新的压力计量检定数据管理系统，提高检定数据管理的效率，实现数据精度分析和仪器设备寿命评估功能，保障型号试验压力数据的精度和可靠性。

关键词：压力计量；数据管理；Visual Basic
中图分类号：TB935　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1674－5795(2019)05－0076－05

Design and Implementation of Pressure Calibration Verification Data Management System

CHEN Wenli，ZHANG Rongzhe，YANG Yi
(Beijing Institute of Aerospace Test Technology，Beijing 100074，China)

Abstract：With the increase of the pressure calibration tasks，the existing data management method of the pressure calibration can not meet the requirements of data rapid querying and effective management. The pressure calibration data management system，which is established based on Visual Basic program and ACCESS，could improve the efficiency of verification data management，realize the function of data accuracy analysis and instrument life assessment and guarantee the accuracy and reliability of test pressure data.

Key words：pressure calibrations；data management；Visual Basic

0　引言

近几年来，随着中国航天事业的飞速发展、型号试验任务的持续增加，试验中压力参数的压力计量检定任务也日益增加，对压力计量检定数据管理也提出了更高的要求。目前，北京航天试验技术研究所建有两项(0.02 级和 0.05 级)国防三级压力计量标准，负责本所内部各项军品型号试验中压力仪器仪表(压力传感器，压力变送器，压力表)的检定和维修。2015 年至 2017 年，随着型号试验任务的增加，每年的压力仪器仪表检定数量均达到数千台。计量检定任务和数据量的不断增加，使压力计量检定系统现有的检定数据管理方法已经难以满足计量检定数据管理的需求。

1　传统压力计量检定系统原理构成及数据管理

1.1　传统压力计量检定系统原理构成

传统的压力计量检定系统由活塞压力计、专用砝码、数字多用表、精密直流稳压电源、计算机、测量电缆、采集软件以及相关配套设备组成。

活塞压力计和专用砝码为被检压力仪器加载标准压力值；精密直流稳压电源为压力传感器/变送器提供激励电压；被检压力传感器/变送器输出的电压或者电流信号通过测量电缆传入数字多用表，数字多用表的输出端通过 RS－232 串口与采集计算机相连；采集计算机通过数据采集软件对数据进行采集、存储、分析和处理；采集软件是在视窗环境下采用 Visual Basic 语言开发的，通过 VB 语言中提供的 Microsoft Comm Control 6.0 控件和 RS－232 串口[1－2]与数字多用表进行通讯，采集检定数据，同时完成检定数据误差的计算和异常数据判读[3]。传统压力计量检定系统原理如图 1 所示。

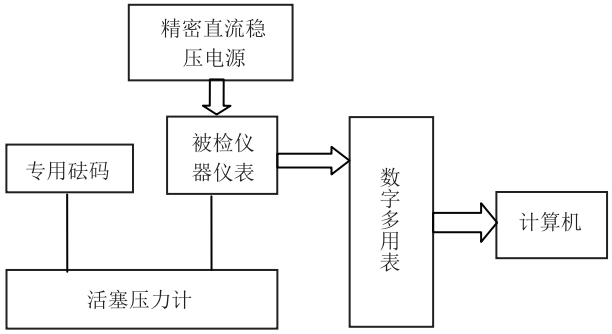

图 1　传统压力传感器检定系统原理图

1.2　传统压力计量检定数据管理的不足

我所原有的压力计量检定数据管理方法主要有纸

质版检定证书保存和电子版检定数据的管理。纸质版检定证书一式两份，由仪器设备使用者和计量检定部门各保留一份。计量检定部门对于纸质版检定证书保留期限为5年[4]。5年以上的纸质版证书经上级管理部门统一销毁。

电子版检定数据由计量检定部门保存，一般由采集软件自动保存在设定的保存路径下的文件夹中。由于日常计量检定任务量大，大量仪器仪表的检定数据未进行数据库管理，不便于根据用户的需求对数据和历次检定证书进行保存、查询以及检索。

此外，由于未建立计量数据管理系统，因而难以实施基于对仪器仪表检定数据统计和分析的压力仪器仪表使用寿命评估[5]，无法为产品型号试验客户提供关于仪器仪表使用寿命和精度变化趋势的预判信息[6]。

2　新建压力计量检定数据管理系统

2.1　新建压力计量检定数据管理系统的必要性

原有压力计量检定数据管理模式难以满足计量数据管理与分析的要求，建立一套压力计量检定数据管理系统十分必要。通过建立数据管理系统，能够实现对大量检定数据进行科学管理与检索，提高压力计量检定数据检索与分析的效率与可靠性，为拓展压力计量检定任务打下坚实的基础；其次，该系统的建立能够更加方便地对以往的数据进行查询、对比和分析，有利于计量检定服务业务逐步实现由人工向智能的转化；最后，该系统的研究方法和成果还可推广到其他计量标准的检定工作中或其他试验台的各项试验数据的管理、查询和分析工作中[7]。

2.2　原理组成

新建的压力计量检定数据管理系统主要由活塞压力计、专用砝码、数字多用表、精密直流稳压电源、计算机、测量电缆、采集软件、数据库、数据库软件管理系统、条形码打印系统和条形码扫描系统组成。与原有的压力计量检定系统相比，新系统增加了数据库、数据库软件管理系统、条形码打印系统和条形码扫描系统。

数据库主要存储检定数据；数据库软件管理系统实现数据查询，检索，分析等功能；条形码打印系统生成仪器专用条形码；条形码扫描系统实现扫描条形码的功能。

2.3　设计与实现

2.3.1　建立数据库

新的数据管理系统将 Access 数据库作为存放压力计量检定数据的数据库。Access 提供了表、查询、窗体、报表、页、宏、模块7种用来建立数据库系统的对象，提供了多种向导、生成器、模板，把数据存储、数据查询、界面设计、报表生成等操作规范化。

数据库分别由“T 检定信息”、“T 精度变化”、“T 组别”和“T 用户”4张表组成。

“T 检定信息”用于储存检定过的传感器数据。该表由20个字段构成，包含“传感器编号”、“量程”、“校验日期”、“基本误差”、“所属组”等重要信息，如图2所示。

序号	传感器编号	量程	校验日期	零位输出1	输出2	输出3	输出4	输出5
20	1110787	10.00MPa	20120706	1.0011 V	1.7891 V	2.5781 V	3.3680 V	4.1587 V
21	1110782	10.00MPa	20120706	0.9991 V	1.7896 V	2.5801 V	3.3705 V	4.1620 V
22	1110784	10.00MPa	20120706	0.9990 V	1.7871 V	2.5758 V	3.3649 V	4.1553 V
23	1110793	0.50MPa	20120706	1.0036 V	1.8026 V	2.6005 V	3.3982 V	4.1964 V
24	1110794	0.50MPa	20120706	1.0007 V	1.7997 V	2.5980 V	3.3957 V	4.1939 V
25	PI1740	2.00MPa	20120706	0.9942 V	1.7927 V	2.5926 V	3.3922 V	4.1908 V
26	2211	40.00MPa	20120706	1.0006 V	1.7982 V	2.5955 V	3.3924 V	4.1893 V
27	2213	40.00MPa	20120706	0.9992 V	1.7964 V	2.5933 V	3.3897 V	4.1864 V
28	2212	40.00MPa	20120706	1.0008 V	1.7986 V	2.5958 V	3.3922 V	4.1880 V
29	1204322	0.60MPa	20150107	0.9993 V	1.6606 V	2.3245 V	2.9898 V	3.6549 V
30	1204323	0.60MPa	20150107	1.0001 V	1.6612 V	2.3253 V	2.9904 V	3.6556 V

图2　检定信息图

完成数据表字段设置，通过 VB 语言编写数据导入程序，将压力传感器原始记录中的数据导入到“T 检定信息”中。“T 组别”主要用于储存传感器的所属组信息。在实际操作过程中，可对数据来源单位进行分组，便于传感器的检索与跟踪，能够为相关型号试验提供更加高效的技术支持。分组情况如图3所示。

组ID	组别	备注	单击以添加
1	试验项目一组		
2	试验项目二组		
3	试验项目三组		
4	试验项目四组		
5	试验项目五组		
6	试验项目六组		
7	试验项目七组		
8	电子一组		
9	电子二组		
10	电子三组		
11	电子四组		
12	低温		
13	机电		
14	推进剂		
(新建)			

图3　传感器分组情况

“T 精度变化”包含“校验时间”与“基本误差”两个字段。这个数据表为临时数据表，对于某一编号传感器，可以临时储存其所有的“检定时间”与对应的“基本误差”信息，并在操作界面上显示出来，待关闭窗口时，自动清除数据表中内容。

“T 用户”包含“操作员”与“密码”两个字段。该数

据表主要用于储存本系统的操作员信息，在登录系统以及权限管理中发挥主要作用。

2.3.2 数据库软件管理系统

建立数据库后，通过 Visual Basic 语言建立数据管理系统，编写代码实现数据库管理系统数据的导入、查询以及生成精度变化曲线图等各项功能。Visual Basic 语言拥有图形用户界面、快速应用程序开发系统和强大的数据库管理功能，利用数据控件和数据库管理窗口，可以直接建立或处理 Access 格式的数据库，并提供强大的数据存储和检索功能。数据库软件管理系统功能如图 4 所示。

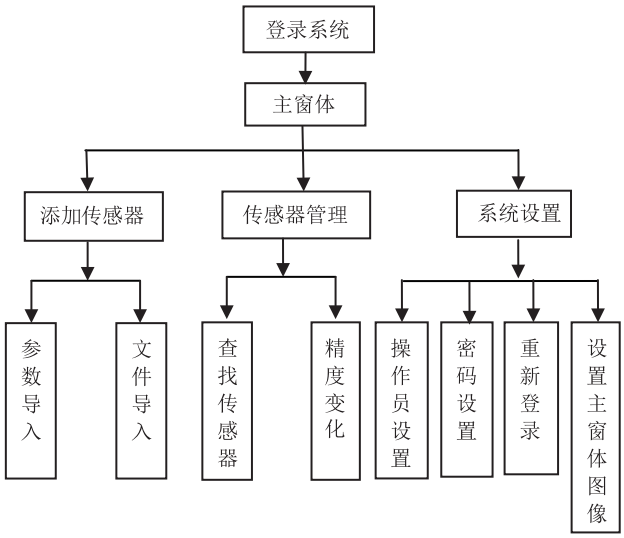

图 4 数据库软件管理系统功能图

1)数据库软件管理系统界面设计

压力计量检定数据库软件管理系统的应用程序打开后，首先弹出系统登录界面，如图 5 所示。输入正确的操作员信息与密码信息，登录系统。

图 5 数据库软件管理系统登录界面

主界面采用菜单编辑器设计有下拉菜单，菜单由“添加传感器”、“传感器管理”和“系统设置”3 项组成。借由“Toolbar”控件可实现添加常用功能，实现传感器信息的导入与查找。

2)主窗体

主窗体除了能够打开各个分窗体之外，还能连接 VB 程序与 Access 数据库。在主窗体界面上添加了三个 Adodc 控件，分别为“Adodc1”，“Adodc2”和“Adodc3”，如图 6 所示。

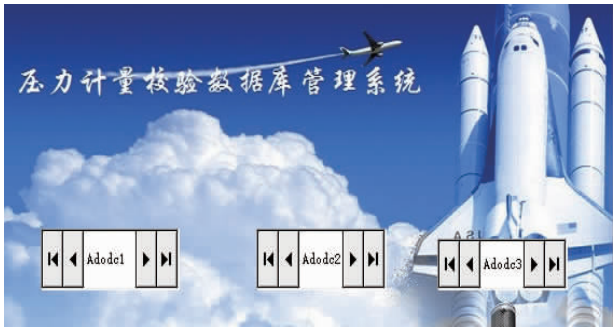

图 6 系统控件添加设置界面

对于 Adodc1，在属性中选择“使用连接字符串”并添加路径，在记录源中将命令文本设置为“select * from T 检定信息”，点击“生成”并测试连接是否成功，如若成功，则 VB 与数据库连接完成。其他两个控件分别设置其记录源为“T 组别”与“T 精度变化”。

3)添加传感器菜单

“添加传感器”包含“参数导入”与“文件导入”两个子菜单。“参数导入”实现将传感器检定信息通过手动输入的方式导入到数据库的功能；“文件导入”则快捷、准确地将用户选择所要导入的原始数据文件进行导入。文件导入窗体可以将原始数据直接导入数据库中，如果导入数据在数据库中存在，则提示出错，保证了数据库数据的准确性与唯一性，也方便对数据库的管理。程序的逻辑关系图如图 7 所示。

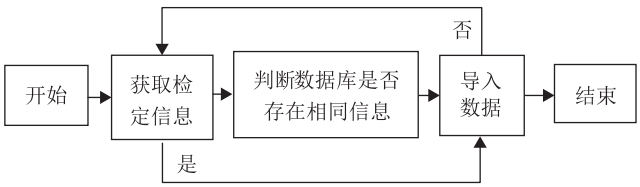

图 7 导入数据程序逻辑关系图

4)传感器管理菜单

传感器管理菜单包含“查找传感器”和“精度变化”两个子菜单。打开“查找传感器”窗体，可以通过传感器编号、量程、校验日期、所属组等字段进行查询。查询为模糊查询，且设置 Text_ Change 事件，查询结

果随着文本框中内容而变化。“精度变化”窗体由“查找传感器”窗体中“精度变化”命令按钮打开。“查找传感器”窗体如图 8 所示，例如：输入“520”之后，编号包含有“520”字样的传感器信息便都显示在了窗体中。

图 8　查找传感器界面显示图

输入完整的传感器编号“5201128”并点击“精度变化”按钮，则弹出“精度变化”窗体，如图 9 所示。

借助 MSChart 控件，此窗体显示了该传感器以往的检定时间与对应的基本误差，并以曲线图的形式展现出来，能够直观看到传感器精度的变化，同时也能够看出该传感器以往是否有延误检定、过期使用的情况，非常便于管理。

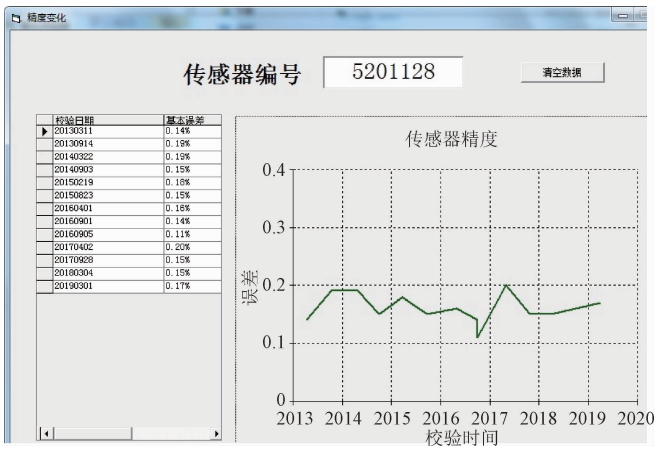

图 9　传感器精度变化显示图

2.3.3　条形码打印系统

本系统中选取的条形码类型为 Code－93 码。Code－93 码具有条码密度及安全性较高、无码位限制，可直接将传感器编号设为其条码信息，便于条码粘贴与区分等优点。

通过条形码设计软件，设计好条码格式与内容，以编号为“E1119”的传感器为例，生成的条形码如图 10 所示。

2.3.4　扫描查询系统的建立

条形码扫描查询系统所使用的扫描枪可以识别 5 mm 大小的条码。打开查找传感器窗口，在代码中加入

图 10　传感器条形码生成图

回车即可触发“精度变化”命令按钮的事件，此时操作扫描条形码，即能显示条码对应编号传感器的历次检定记录以及精度变化。

3　结论

通过建立压力计量检定数据管理系统，满足了我所对大量检定数据进行科学管理、检索的要求，大大提高了压力计量数据统计与管理工作的效率与可靠性，为后续更好地应对日益增加的压力计量检定任务打下了坚实的基础。在该系统上建立的压力仪器仪表使用寿命评估与精度变化趋势功能为产品型号试验中压力参数数据的有效获取提供了有力的保障。该研究方法和成果也可推广到其他计量标准的检定或其他试验台的各项试验数据的管理、查询和分析工作中。该系统的建立能够更加方便地对以往的试验数据进行查询、对比和分析，实现人工向智能的转化，并为后续计量和产品型号试验数据管理领域建立更大更先进的综合数据库管理系统打下了一定的基础。

参 考 文 献

[1] 段兴. Visual Basic6.0 实用程序 100 例[M]. 北京：人民邮电出版社，2004.

[2] 黄淼云. Visual Basic 6.0 程序设计[M]. 北京：北京希望电子出版社，2002.

[3] 陈伯乐. 压力传感器校准问题的探讨[J]. 山东科学，1991，4(4)：1－7.

[4] 国家质量监督检验检疫总局. JJG860－2015 压力传感器静态校准规程[S]. 北京：中国质检出版社，2015.

[5] 许屹晖，樊玉富，薛长生. 压力传感器(静态)自动校准装置[J]. 航天器环境工程，2005，22(3)：175－176.

[6] 胡向东，刘京诚，余成波. 传感器与检测技术[M]. 北京：机械工业出版社，2009.

[7] 付永杰，白旭. 压力传感器自动检定系统设计[J]. 舰船电子工程，2008，28(12)：127－130.

收稿日期：2019－05－13；**修回日期**：2019－08－16

作 者 简 介

陈文丽(1987 –),女,工程师,硕士,主要研究方向为液体火箭发动机测试技术及计量标准维护。

2013 年毕业于北京邮电大学通信与信息系统,同年到北京航天试验技术研究所工作至今。参与了多项国家级基础类、预研类、型号类项目研究,发表论文 10 余篇。

张荣哲(1990 –),男,工程师,硕士,主要从事液体火箭发动机试验工作以及测控技术研究。2014 年于英国诺丁汉大学获得硕士学位,同年到北京航天试验技术研究所工作至今。全面负责各项型号、预研的液体火箭发动机试验的测控工作,获院级科技奖 2 项,授权发明专利 1 项,发表论文 10 余篇。

(广告)

欢迎订阅《化学分析计量》

邮发代号 24 – 138

《化学分析计量》为国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大 16 开本,单月 20 日出版。国际刊号:ISSN 1008 – 6145,国内刊号:CN37 – 1315/O6。《化学分析计量》是中国科技核心期刊、美国《化学文摘》(CA)千种表收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊,中国石油和化工行业优秀期刊、中国兵器工业优秀期刊、山东省优秀期刊。您可通过邮局或银行汇款向《化学分析计量》杂志社办理订阅手续,欲订阅过刊或合订本、合订本光盘的读者直接向杂志社订阅。

地址:山东省济南市 108 信箱杂志社 邮编:250031 电话:(0531)85878132,85878224,85878148

E – mail:anameter@ 126. com 投稿网址:www. cam1992. net

《化学分析计量》2019 年第 5 期目次

标准物质

锰纯度定值及其单元素溶液标准物质的研制

核燃料分析用多元素混合标准溶液的研制

分析测试

连续流动快速分析仪测定食品中的蛋白质

电感耦合等离子体质谱法测定土壤中有效态镉

高效液相色谱 – 电感耦合等离子体质谱法测定印刷油墨中可迁移 Cr(Ⅲ)和 Cr(Ⅵ)

气相色谱法测定可吸收缝线降解产物中的乙醇酸

自动电位滴定法测定高纯氯化铵的纯度

硫酸沉淀分离 – 电感耦合等离子体质谱法测定钡矿石中微量锌

电感耦合等离子体发射光谱法测定锂离子电池硅/碳复合负极材料中的杂质

硫酸亚铁铵滴定法测定低品位石煤钒矿中的五氧化二钒

区带流动分析技术测定水中的总磷

气相色谱 – 质谱法测定木材中的五氯苯酚

气相色谱法测定丁二烯中微量乙腈、4 – 乙烯基环己烯、甲苯、叔丁基邻苯二酚

顶空气相色谱 – 质谱法测定土壤和地下水中的甲基叔丁基醚

电感耦合等离子体串联质谱法测定实验室纯水中痕量硅

火焰原子吸收法测定锌冶炼渣中的痕量铟

电感耦合等离子体发射光谱法测定化妆品中可溶性钡与镍

电感耦合等离子体原子发射光谱法测定牙科修复体产品中的铍、镉

电感耦合等离子体原子发射光谱法测定压水反应堆硼酸介质中的铬、镍、钴

高温燃烧碘量法测定萤石中的总硫

电感耦合等离子体发射光谱法测定不锈钢中的铬、镍、锰、铜、钛、铝

高效液相色谱法测定复合调味料中的姜黄素

碲化铜中碲含量测定方法的精密度

样品处理

均匀设计和正交设计联用优化 ICP 法测定铅锌矿石中锌、铜、砷、铁的微波消解条件

计量技术

微量进样器校准方法

化学需氧量在线自动监测仪强检工作问题及对策

仪器设备

基于风险和机遇思维的检测实验室人员档案管理

综述

大气中二氧化氮含量的测定方法

应用于天然产物研究与开发的代谢组学数据库

海水中羟胺分析研究进展

化学比色法检测爆炸物的研究进展