

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X200431029

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

便携式通用控制接口信号分析仪
的设计与实现

Design and Implementation of Portable Universal
Control Interface Signal Analyzer

耿 亮

指导教师姓名: 彭 侠 夫 教授
李 梅 高级工程师

专 业 名 称: 控制工程

论文提交日期: 2009-3-28

论文答辩时间: 2009-06-4

学位授予日期:

答辩委员会主席:

评 阅 人:

2009 年 3 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

() 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

() 2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)：

年 月 日

内容摘要

随着嵌入式技术、网络技术和现代测试技术的高速发展，现代测试系统越来越复杂，需要测试的数据量也越来越大，对测试的速度、精度、实时性、数据可信度、完整性以及测试系统的可靠性、智能化、开放性要求也越来越高。因此，开发一种通用的针对多种计算机工业控制接口信号的分析仪已成为工业控制测试领域一个发展的必然趋势。

本课题将计算机技术、传统仪器仪表技术与网络控制系统技术相结合，利用计算机强大的计算处理能力、仪器硬件的测量和控制能力研发出一台便携式通用控制接口信号分析仪，该产品实现对计算机控制总线接口信号的实时采集和存储，进行数据分析、处理与远程的信息中心进行数据交互，形成完整的专家诊断系统。产品具有技术先进、使用方便、快捷、价格便宜等特点，顺应了当代测试控制仪器的发展趋势。随着嵌入式技术和测试技术的进一步发展，该产品将会广泛地应用于各种工程测试分析领域。

信号分析仪充分利用嵌入式系统的设计技术和模块化的设计思想。在硬件方面，采用功能强大、体积小的PC104模块作为系统的核心，通过对其硬件设备进行集成化、模块化的工业设计，并制订出一整套的软、硬件接口标准和数据驱动。在软件方面，依据软件工程的理论，使用面向对象的方法将复杂的系统需求逐一解决，同时建立异构体系结构(B/S与三层C/S混合软件体系结构)、基于TCP/IP协议的网络控制系统理论和Web Service等先进的开发技术，实现现场和远程两种信号采集与分析方式。

全文将从八个章节来介绍整个课题的设计与实现，并重点对控制接口信号分析仪的整体设计、系统软硬设计、异构体系结构的研究与应用、远程数据传输、频谱分析技术(快速傅立叶变换法)在VC#中的实现等方面进行详细说明。

关键字： 信号分析仪；离散傅利叶变换；Web Service；远程数据传输

Abstract

With the embedded technology, network technology and modern high-speed test technology development, the modern test system more complex, need to test the amount of data is also increasing the test speed, accuracy, real-time, data credibility, test system integrity and reliability, intelligent, open, etc. increasingly high. Therefore, the development of a common response to a variety of industrial control computer interface signal analyzer has become a test field of industrial controls an inevitable trend of development.

This topic will be computer technology, traditional instrumentation technology and network control system technology, the use of the computer deal with powerful computing capabilities, equipment measurement and control hardware the ability to develop a portable general-purpose control interface signal analyzer, the products on the computer control bus interface real-time signal acquisition and storage, data analysis, processing, and remote data interactive information center, a complete diagnostic system experts. Products with advanced technology, easy to use, fast, cheap, etc., conform to the test control apparatus of contemporary trends. With the embedded technology and testing technology, further development of the product will be widely used in various engineering fields of test and analysis.

The signal analyzer full use of embedded systems design techniques and modular design. In terms of hardware, the use of powerful, small size of the PC-104 module as the core of the system through its integrated hardware equipment, modular industrial design, and to devise a set of software and hardware interface standards and data-driven. In terms of software, based on the theory of software engineering, the use of object-oriented method to a complex system needs to solve one by one, at the same time set up heterogeneous architecture (B/S with the three-tier C/S mixed-software architecture), based on TCP/IP Protocol for Networked Control Systems Theory and the Web Service, such as the development of advanced technologies, the realization of two-site and remote signal acquisition and analysis methods.

The full text from eight chapters to introduce the whole issue of the Design and Implementation, with an emphasis on the control interface signal analyzer's overall design, system hardware and software design, heterogeneous architecture research and applications, remote data transmission, spectrum analysis techniques (rapid Fourier transform) in the VC # realize such areas in detail.

Key words: Signal Analyzer; Discrete Fourier Transform; Web Service; Remote Data Transmission

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究的目的地及意义	1
1.2 国外自动化仪器技术的发展历程	2
1.3 我国自动化仪器技术的发展与现状	3
1.4 信号分析仪的发展	3
第 2 章 系统整体设计	5
2.1 系统的整体功能设计	5
2.2 下位机功能设计	5
2.3 上位机功能设计	6
2.4 系统的整体架构图	7
第 3 章 系统的硬件设计	8
3.1 系统硬件的总体设计	8
3.1.1 嵌入式 PC104 主板模块	8
3.1.2 数据采集模块	10
3.1.3 LCD 显示模块和触摸屏输入模块	11
3.1.4 RS-232 接口转 RS-485 接口设计	12
3.2 硬件系统的抗干扰设计	15
3.2.1 干扰的形成	16
3.2.2 系统的抗干扰设计	16
第 4 章 系统的软件设计	18
4.1 软件开发工具的选择	18
4.1.1 下位机开发工具的选择	18
4.1.2 上位机开发工具的选择	19
4.2 软件的体系结构	20
4.3 软件的总体设计	22
4.3.1 下位机软件的总体设计思想	22
4.3.2 上位机软件的总体设计思想	24
4.4 软件的功能实现	24

4.4.1	下位机软件的主界面设计.....	24
4.4.2	下位机的主要模块设计.....	25
4.4.3	上位机软件的主界面设计.....	28
4.4.4	上位机主要模块的设计.....	29
4.5	软件功能测试.....	33
4.5.1	下位机软件测试.....	33
4.5.2	上位机软件测试.....	35
4.5.3	上下位机的连接测试.....	36
第 5 章	系统的数据库设计与应用.....	37
5.1	数据库技术.....	37
5.1.1	数据库概述.....	37
5.1.2	数据库开发工具的选择.....	38
5.1.3	SQL Server 数据库概述.....	38
5.2	系统与数据库的连接实现.....	40
5.2.1	数据库访问方式选择.....	40
5.2.2	上位机程序与服务端数据库的本地连接.....	43
5.2.3	上位机、下位机数据库之间的远程连接.....	46
5.3	数据库设计.....	49
5.3.1	分析数据来源和数据特点.....	49
5.3.2	数据字典设计.....	50
第 6 章	系统的总体调试.....	55
6.1	系统的总体调试.....	55
6.1.1	模拟量采集部分的调试.....	55
6.1.2	D/A 输出模块调试.....	56
6.1.3	串口的数据采集和状态的实时监控调试.....	56
第 7 章	结束语.....	58
	参考文献.....	59
	研究生期间发表的论文.....	61
	致 谢.....	61

Table of contents

The First chapter Introduction	1
1.1 The objectives of the study and significance.....	1
1.2 Foreign automated instrumentation technology developing process	2
1.3 My country automated instrumentation technology development and Current situation.....	3
1.4 The development of signal analyzer.....	3
The Second chapter Overall system design.....	5
2.1 System's overall function design.....	5
2.2 Lower computer's function design	5
2.3 Upper computer's function design	6
2.4 The overall system architecture diagram.....	7
The Third chapter System hardware design.....	8
3.1 Overall design of system hardware.....	8
3.1.1 Embedded PC104 motherboard module.....	8
3.1.2 Data acquisition module.....	10
3.1.3 LCD display module and Touch Panel input module.....	11
3.1.4 RS-232 interface transfers RS-485 Interface Design.....	12
3.2 Hardware system antijamming design.....	15
3.2.1 Disturbance formation.....	16
3.2.2 System antijamming design.....	16
The Fourth chapter System software design.....	18
4.1 The choice of tools for software development.....	18
4.1.1 The choice of tools for Lower computer's software development.....	18
4.1.2 The choice of tools for Upper computer's software development	19
4.2 Software architecture.....	20
4.3 Overall design of Software.....	22
4.3.1 Overall design thought of Lower computer's software.....	22
4.3.2 Overall design thought of Upper computer's software.....	24
4.4 The software function comes true.....	24
4.4.1 Main interface design of Lower computer's software.....	24
4.4.2 Main modules design of Lower computer's software	25
4.4.3 Main interface design of Upper computer's software.....	28

4.4.4 Main modules design of Upper computer's software.....	29
4.5 The software function testing.....	34
4.5.1 Testing of Lower computer's software.....	34
4.5.2 Testing of Upper computer's software.....	35
4.5.3 Connection Testing of the Lower and Upper computer's software.....	36
The fifth chapter Database system design and application.....	37
5.1 Database technology.....	37
5.1.1 Database overview	37
5.1.2 The choice of database development tools.....	38
5.1.3 SQL Server database overview.....	39
5.2 System and database connection implementation	40
5.2.1 The choice of Database access	40
5.2.2 Local connection of application and service database	43
5.2.3 Remote connection of Lower computer and Upper computer database	47
5.3 Database design	49
5.3.1 Analysis of data sources and data characteristics	49
5.3.2 Design of Data dictionary	50
The sixth chapter Overall system debugging.....	56
6.1 Overall system debugging	56
6.1.1 Analog part of the debugging Acquisition.....	56
6.1.2 D/A output module debugging	57
6.1.3 Serial data acquisition and real-time monitoring of the state debugging.....	57
The seventh chapter concluding remarks.....	58
Reference.....	59
During the Post-Graduate Papers.....	61
Acknowledgements.....	62

第1章 绪论

1.1 研究的目的及意义

工业控制接口信号测试有多种手段,传统测试手段是使用各类专用的信号测试仪对各类接口进行测试,这种方法无论在测试自动化、还是数据处理自动化方面都不能达到现代测试要求;在检修接口方面的故障时,通常要求外围设备工作正常,如果每次检修都要开启外围设备,缩短了外围设备的寿命。课题研究的便携式控制接口信号分析仪,可从根本上解决上述问题,使对设备的维修更加合理化、规范化、极大的提高维修的可靠性、大大缩短维修周期,并通过强大的网络进行数据传输,可以远程进行信号采集与分析。随着计算机硬件技术、网络技术的迅速发展,开发一种通用的针对各类计算机工业控制接口信号的分析仪已成为工业控制测试领域一个发展的必然趋势。

众所周知,单片机系统已被广泛应用于研制开发各类专用信号测试仪,但是这类信号测试仪不但接口信号单一,而且大部分产品还停留在对接口信号进行简单的测试层面上,无法完成对接口信号进行深入分析和远程控制等功能。随着数字信号处理技术和计算机技术的迅速发展,利用计算机强大的计算处理能力和仪器硬件的测量、控制能力研制一种通用控制接口信号分析仪已成为可能。

目前最常用信号分析仪的方式是在上位机ISA或PCI总线插槽上安装数据采集卡;或者是采用单片机采集数据,通过某种类型的通讯接口上传给PC机进行处理和显示。前者可扩展性较差,在一些电磁干扰较强的测试现场,无法专门对其进行电磁屏蔽,导致采集的数据失真;后者对PC机依赖性强,而且开发技术难度较大。嵌入式系统技术是当今最流行的技术,其应用领域已经远远超过各种通用计算机,特别适合便携式系统的设计。

本课题设计的便携式通用控制接口信号分析仪,充分利用嵌入式系统的设计技术结合模块化的设计思想,采用功能强大、体积小的PC104模块作为系统的硬件核心,使得系统既易于扩展;同时充分利用了计算机强大的控制和处理功能,在软件设计中引入异构体系结构,采用层次化、模块化的设计方法,提供统一的

软、硬件接口和数据驱动能力，大大节约分析仪器成本和体积。该产品既有先进的技术，顺应了当代测试仪器的发展趋势；也有较优良的性能价格比和使用方便的特点。随着嵌入式技术和测试技术的进一步发展，该产品将会广泛地应用于各种工程测试分析领域。

1.2 国外自动化仪器技术的发展历程

在自动化仪器技术的早期发展阶段，仪器系统指的是“纯粹”的模拟测量设备，例如：EEG记录系统或示波器。作为一种完全封闭的专用系统，它们包括电源、传感器、模拟至数字转换器和显示器等，并需要手动设置以将数据显示到标度盘或者采取将数据打印在纸张上等各种形式。在那个时候，如果要进一步使用数据，需要操作人员将数据复写到纸上。由于所有工作都必须人工去操作，所以对实际采集到的数据进行深入分析、或者集成复杂的/自动化的测试步骤几乎是不可能完成的工作。

通用接口总线（GPIB，IEEE 488）的出现标志着“自动化测试”概念的诞生，它作为一种连接仪器和计算机的标准方式，可以将原始数据传输到计算机处理器、执行分析功能并显示结果。可以说，相对于传统仪器的封闭，这种“打开测量系统、允许用于自定义分析算法并配置数据的现实方式”的概念就是“虚拟仪器技术”。

近年来，随着虚拟仪器技术被广泛的应用，虚拟仪器已经成为电子技术、测量技术和计算机技术共同发展的产物。仪器和计算机技术的前所未有的融合，越来越多的仪器选用以Windows 软件和Intel 芯片为开发平台，象Dactron和Nicolet公司的动态信号分析仪都采用了最新的技术，一般都是采集处理系统再配合PC机的上层管理软件，PC机一般都工作在Windows操作系统，使用简单，功能强大。如：美国Dactron公司：Photon便携式动态信号分析仪、SpectraBook动态信号分析仪、Focus实时动态信号分析仪。Nicolet公司：Horizon/Compass动态信号分析仪。NI公司的产品硬件是一块动态信号采集板，上层软件则是使用Visual Studio或LabVIEW编程软件进行开发。

1.3 我国自动化仪器技术的发展与现状

我国自动化仪器技术自新中国建国初期开始起步，在156项重大工程中有12项是测量仪器工程，占总项目的7.7%。中国经济经过改革开放近30年的发展，国内自行研发的信号分析仪逐渐迅速发展起来，并以其价格优势占据市场的主导地位。目前，生产信号分析仪的厂家很多，多以高校或研究院为寄托，但大部分未形成规模，如：西北工业大学、大连理工大学等，都有信号分析仪的开发及销售。但是这些信号分析仪多采用Intel151或Intel196系列CPU，而较少的采用DSP芯片作为系统的CPU。因而在许多性能指标与国外同类产品相比还有较大差距，主要表现在：运算能力差，速度慢，精度低，尤其是浮点运算能力限制了技术指标的进一步提高；存储容量小，受CPU本身特性的限制，对存储容量的增加缺乏有效的手段，数据存储直接影响信号分析仪的功能扩展；分辨率低，细化功能差，主要受采样频率、分析点数等的限制；液晶点阵数低，图形显示粗糙，无法满足频谱分析的要求。因此国内的产品到目前还没有占有有一定市场的产品。

1.4 信号分析仪的发展

信号分析仪主要是以微处理机为中心，由硬件或软件来实现信号分析目的的一种仪器。它用数字化方法的信号处理技术，对动态随机信号进行实时采样、处理和显示。数字处理技术的数学基础是概率论和傅里叶分析，它能对信号进行幅值域分析、时域分析和频域分析，当然还包括系统的传递特性的分析等。

信号分析仪最早由国外厂家推出，并于八十年代后期开始进入我国市场，经过二十多年的不断发展，已形成多品种、多档次的信号分析产品系列。最初的信号分析仪以八位单片机为核心，随着微电子技术的不断发展，新型单片机的相继问世，准十六位、十六位、三十二位单片机也为信号分析仪生产厂家所采用。近期，采用具有DSP功能芯片的信号分析仪已投入市场。伴随着高性能单片机的采用及用户技术要求的不断提高，信号分析仪的功能也越来越完善。

信号分析仪功能的发展主要体现在以下几个方面：

第一，采样通道逐渐增多，采样频率分辨率、精度逐步提高，为分析功能的加强提供了前提条件。

第二，分析功能已由简单的振动分析发展到较完善的信号分析系统，时域分析、频谱分析、传函分析、相关分析等分析手段为信号分析提供了丰富的数据，目前，厂家正在积极开发具有实时功能的信号分析仪，这将使信号分析仪的技术水平有一个新提高。

第三，频率分辨率越来越高，细化功能越来越强，信号分析的结果越来越精确。

第四，显示能力进一步加强。信号分析仪通常采用液晶显示，液晶显示器已由单一的数字显示过渡到图形显示，液晶显示器的点阵数也不断提高，显示越来越清晰美观，可操作性更好。

第五，以DSP为核心的信号分析仪集高速数据采集、传输、存储、实时处理于一体，自动完成时域、频域等的测试，进行相关分析、波形分析、模态分析、谱估计，以及其他指定的数学模型的分析与估计。它精度高、可靠性好、用户界面友好，极大地改善了分析仪的处理能力，有着广阔的应用前景。

第 2 章 系统整体设计

2.1 系统的整体功能设计

系统整体功能有上位机(PC 机或笔记本电脑) 和下位机组成。下位机不仅具备数据的采集、存储、分析等功能, 而且还具有设备的实时监控; 上位机通过网络接口与下位机连接, 实现更加详细的信号分析, 远程设备监控及故障诊断等功能。以往的信号分析系统是 PC 机实现信号的处理, 下位机仅能完成信号的采集功能, 这样系统实时性差和处理功能低, 也不具备设备的监控和故障诊断功能。

2.2 下位机功能设计

在进行下位机设计时需要考虑以下方面的内容:

(1)、系统便携式和通用性的要求;

(2)、系统的可扩展性, 即考虑到系统内部的功能单元和外围接口, 在不能满足应用系统的要求时, 必须在片外进行扩展, 选择适当的芯片, 设计相应的电路。

(3)、系统的配置, 即按照系统的功能要求配置外围设备, 如键盘、显示器、采集卡、A/D、D/A 转换器等, 设计合适的接口电路。

基于以上考虑, 下位机硬件选择结构紧凑、接口丰富、非常适合嵌入式设计的 PC-104 主板、具有 PC104 总线的采集卡、CPLD 和单片机组成, 主要功能模块有:

(1)、嵌入式 PC-104 主板模块, 选用研祥公司的 EC3-1621 主板模块, 具有体积小、性能稳定等优点。

(2)、信号采集模块, 选用具有 PC-104 总线接口的多功能采集卡 PM511P 和数字采集卡 PM530, 实现 16 路模拟量采集和 48 路开关量的输入输出功能。

(3)、串口采集模块, 通过 RS485、RS232 接口配合智能仪表和 PLC 来实现对设备状态信号的采集和监控。

2.3 上位机功能设计

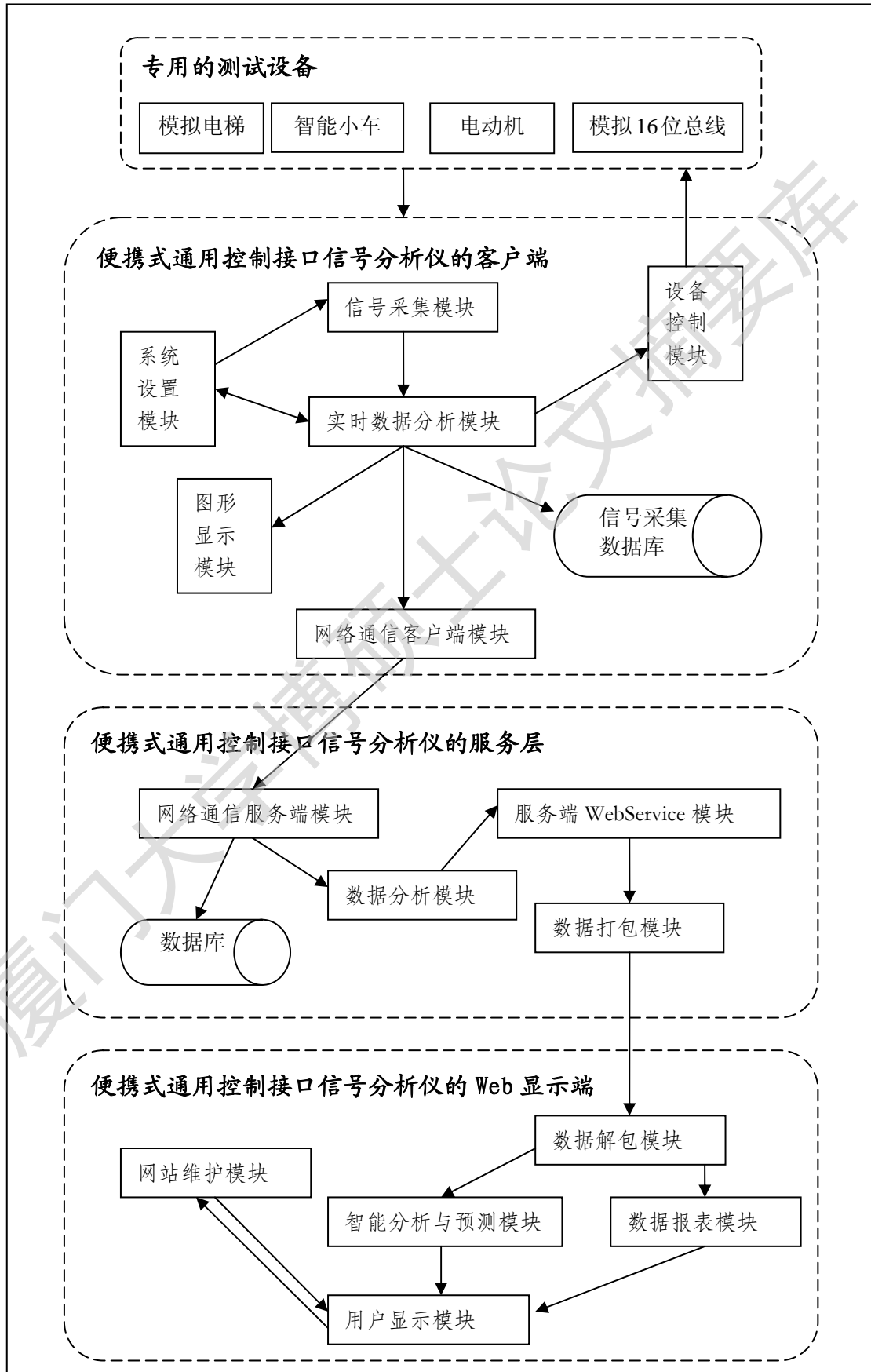
根据目前现代分析仪的发展方向，通过 TCP/IP 协议将网络技术来实现上下位机的通讯，大大提高了数据传输、数据交换的速度和性能。本课题上位机主要完成对信号更详细地分析、远程监控和设备故障检测的功能

传统的信号分析仪的系统结构只是单独的一个简单的显示被测设备当前信号量的装置，多数采用客户端/服务端(C/S)体系结构，虽然 C/S 体系结构具有强大的数据操作和事务处理能力，模型思想简单等特点。但随着信号分析系统的需求和规模日益扩大，软件的复杂程度不断提高，传统的二层 C/S 结构存在难扩展、软硬件组合集成能力有限、难于进行大量数据的分析、建模以及建立强大的专家智能库等需求，因此本系统在上位机部分在设计上，引用了异构体系结构。

所谓异构体系结构是 B/S 与 C/S 相混合的软件体系结构，其中 B/S 软件体系结构，即 Browser/Server（浏览器/服务器）结构，是随着 Internet 技术兴起的，系统建立起 Web Service 服务平台，实现跨平台跨系统间的数据交互与整合，用户只需要通过万维网浏览器实现在线查询各类设备的信号数据标准数据和故障类型分析等功能，节约了开发成本，同时 B/S 结构真正达到了“零客户端”的功能，所有的数据逻辑，系统安装、升级和维护都是在上位机（WebService 中）解决。然而 B/S 体系结构在数据动态、查询数据效率方面还是存在不足，因此在上位机与下位机之间使用了 C/S 体系机构来实现信号数据收集、数据控制与被测设备的监控等功能，即可以满足当今检测控制系统的需求，同时异构体系结构还提供了异种机、异种网、异种应用服务的联机、联网、统一服务的最现实的开放性基础，大大的提高了系统的兼容性和扩展性。

上位机管理系统是在 Visual Studio .NET 2.0 的框架下，采用 Web Service 服务进行开发的，所使用的语言是 C#。Microsoft C# 是一种全新的编程语言，它是生成运行在 Visual Studio .NET Framework (2.0) 上的、为企业级应用程序而设计的。C# 从 Microsoft C 和 Microsoft C++ 演变而来，它是一种简单、现代、类型安全和面向对象的语言。C# 代码被作为托管代码编译，这意味着它能够从公共语言运行库的服务中受益。在数据通讯方面使用 TCP/IP 与 HTTP 协议，在数据传输与数据交换的速度和性能上有了很大的提高。

2.4 系统的整体架构图



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库