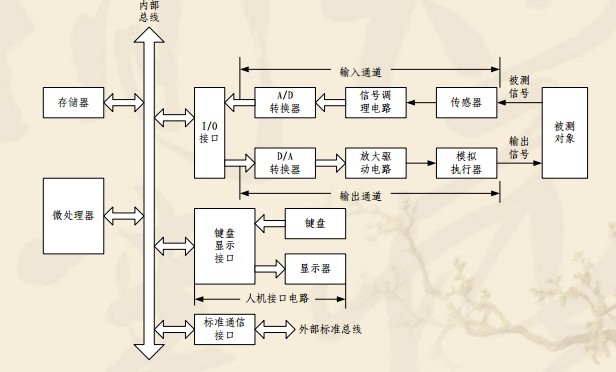
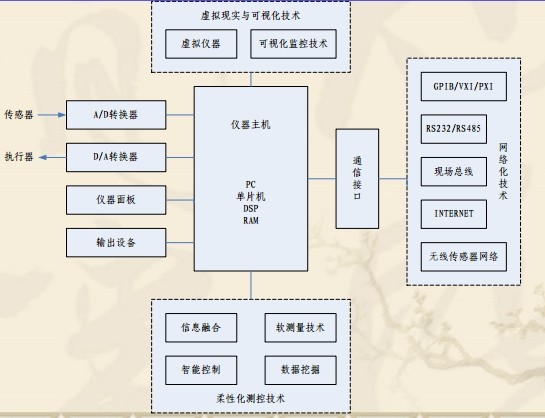
第一讲 仪器软硬件设计

1. 现代仪器结构框图理解





1. 仪器硬件的组成部分

1）处理器电路

2）输入/输出通道电路

3）人机接口电路

4）通信接口电路

3. 仪器硬件设计基本要求

1）达到或超过技术指标：定性的功能与定量的性能指标。

2）尽可能提高性价比：应该在满足性能指标的前提下，追求最

小成本。

3）适应环境，安全可靠：系统所用器件质量的优劣和结构工艺是影响可靠性的重要因素，故应合理地选择元器件和采用极限情况下试验的方法。

4）便于操作和维护。

4. 微处理器选择的基本原则

通用型/低功耗/低成本/汽车级

5. 仪器软件包括内容

1）总流程图

2）程序的功能说明

3）所有参量的定义清单

4）存储器的分配图

5）完整的程序清单和注释

6）测试计划和测试结果说明

6. 存储器分类及任务分配

存储器是存放系统程序和数据的器件，软件设计者必须考虑下列问题：

• 存储器的类型

• 是否采取存储器掉电保护技术

• 如何管理存储器资源，对其工作区域如何划分

对上述问题的考虑和规划，就构成了系统存储器的说明

7. 模块化划分原则

• 模块不宜分得过大或过小。过大的模块往往缺乏一般性，且编写和连接时可能会遇到麻烦；过小的程序模块会增加工作量。通常认为20行到50行的程序段是长度比较合适的模块

• 模块必须保证独立性，即一个模块内部的更改不应影响到其它模块

• 对每一个模块作出具体定义，定义应包括解决某问题的算法，允许的输入输出值范围以及副作用

• 对于一些简单的任务，不必企求模块化。因为在这种情况下，编写和修改整个程序，比起装配和修改模块可能要更加容易一些

• 当系统需要进行多种判定时，最好在一个模块中集中这些判定。这样在某些判定条件改变时，只需修改这个模块即可

8. 软件测试中的黑/白盒测试方法

为了验证编制出来的软件无错，需要花费大量的时间测试，有时测试工作量比编制软件本身所花费的时间还长。测试是“为了发现错误而执行程序”。测试的关键是如何设计测试用例，常用的方法有功能测试法和程序逻辑结构测试法两种。

• 黑盒测试：功能测试法也称为“黑盒测试”，并不关心程序的内部逻辑结构，而只检查软件是否符合它预定的功能要求。因此，用这种方法来设计测试用例时，是完全根据软件的功能来设计的。

• 白盒测试：程序逻辑结构测试法也称“白盒测试”，是根据程序的内部结构来设计测试用例。用这种方法来发现程序中可能存在的所有错误，至少必须使程序中每种可能的路径都被执行一次。

9. 测试用例构成：测试用例应由输入信息、预期处理结果与实际测试结果三部分组成

10. • 离线下载：烧片器离线烧片

• 离线调试：盲调

• 在线下载与调试：JTAG

课后作业

1. 在ATMEL公司的单片机芯片MEGA8内部，有8K字节的Flash，512字节E2PROM，并有1K字节内部SRAM，如果用它作为仪器的MCU，请分配一下这些存储器各自的工作任务。

第二讲 仪器输入/输出接口设计

1. 传感器输出信号类型：按输出信号的形式分：模拟传感器、数字传感器和开关传感器。
2. 模拟多路开关：模拟多路开关（MUX）也称为多路转换器，主要用于信号的切换，是输入通道的重要元件之一。当系统中有多个变化较为缓慢的模拟量输入时，常利用模拟多路开关将各路模拟量分时与放大器、A/D转换器等接通。这种利用一片A/D转换器可完成多个模拟输入信号的依次转换，提高硬件电路的利用率，节省成本。

将完成多到一的转换器称为多路开关，将完成一到多的转换器称为多路分配器，模拟多路开关包括多到一和一到多的转换功能。

1. 信号调理电路作用：传感器输出的信号不可避免地包含杂波信号，幅度也不一定适合直接进行A/D转换，需要将传感器输出的信号进行调理。信号调理电路一般由放大器、滤波器等组成，调理后的信号经采样/保持电路和模数转换电路转换为数字信号后可送入微处理器进行处理。
2. 采样定律的作用：采样是对模拟信号周期性地抽取样值，使模拟信号变成时间上离散的脉冲串，采样值的大小取决于采样时间内输入模拟信号的大小。**采样脉冲的频率即采样频率越高，采样越密，采样值越多，采样信号的包络线越接近输入信号的波形。**理论上采样频率越大越好，但也不能无限制地提高采样频率，因为将每个采样值转换为数字量需要一定的时间，采样频率越高，转换速度相应地也要求越快。
3. A/D转换器分辨率：

• 分辨率：ADC的分辨率是衡量ADC能够分辨的输入模拟量的最小变化量的技术指标，是数字量变化一个最小量时对应的模拟信号的变化量。

• 量化误差：凡不足以引起一个最小数字量变化的模拟量形成的误差称为量化误差。

• 分辨率常以二进制或十进制的位数表示。

BCD码：分辨率为3.5位，分辨率为1/1999（三位半，三位9，半位即1）（二进制10位精度）

1. A/D选用原则：

1）根据测试系统的总误差要求，确定A/D转换器的精度及分辨率。

2）根据系统应用范围、被测信号的变化率以及转换精度，确定A/D转换器的转换时间。（采样定律）

3）根据计算机接口电路的特征，选择A/D转换器输出状态：并行式、串行式、一体式。

4）根据A/D转换器的工作条件来选择芯片的一些环境参数。

5）要综合考虑成本、资源及芯片的来源等因素。

7. D/A主要性能指标：

1）转换精度

• 分辨率：当输入数字发生单位数码变化时所对应的输出模拟量的变化量（理论转换精度）

• 转换误差：实际输出的模拟电压与理想值之间的最大偏差，一般是增益误差、漂移误差和非线性误差的综合指标（实际转换精度）

2）转换速度：一般由建立时间决定，指输入的数字量变化时，输出电压进入与稳定值相差±1/2LSB范围内的时间。

D/A应用：

1）矩形波发生器：如果送入DAC的数字周期性地进行两个状态变化，则将输出矩形波。方波是一种特殊的矩形波。

2）锯齿波发生器：当阶梯波发生器的阶梯长度和高度很小时，可将阶梯波近似看为一条直线，直线循环发生，可输出锯齿波。

3）三角波发生器：将正向锯齿波和负向锯齿波组合起来可输出三角波。

4）正弦波发生器：基于微处理器和DAC利用软件控制的方法产生正弦波。

8. 驱动电路概念：

1）小功率驱动接口电路

常用于小功率负载，如发光二极管、LED显示器、小功率继电器等元件或装置，一般要求系统具有10∽40mA的驱动能力，通常采用小功率三极管（如9012、9013、8050、8550等）和集成电路（如75451，74LS245等）作为驱动电路。

2) 中功率驱动接口电路

常用于驱动功率较大的继电器和电磁开关等控制对象，一般要求具有50∽500mA的驱动能力 。可采用达林顿管（如MC1412，MC1413，MC1416等）或中功率三极管来驱动。

3）固态继电器输出接口电路

a. 固态继电器（SSR）是一种全部由固态电子元件组成的新型无触点功率型电子开关。SSR利用光电隔离技术实现了控制端（输入端）与负载回路（输出端）之间的电气隔离，同时又能控制电子开关的动作。

b. SSR可达到无触点、无火花地接通和断开电路的目的，因此又被称为“无触点火花”。SSR具有开关速度快、体积小、质量轻、寿命长、工作可靠等优点，特点适合控制大功率设备的场合。

课后作业

1. 描述一个基于DAC的多功能波形发生器的设计思路。

第三讲 仪器人机交互接口设计

1. 键盘去抖原理

按键的去抖处理：按键从最初按下到可靠接触要经过数毫秒的抖动过程，按键松开时也存在同样问题。抖动可能导致计算机将一次按键操作误判为多次操作。因此，按键操作必须进行去抖动处理，去抖动通常有硬件和软件两种方法。

• 硬件处理：利用RS触发器的互锁功能去抖动，可以得到理想的按键输出波形，一般只用于按键数目较少的场合。

• 软件处理：当CPU首次检测到按键按下或松开信息时，延时一段时间后，再次判断按键的状态，读取这一次的信息，确定是否按下。

1. 段码式LED静态/动态显示区别：

• 静态显示方式：亮度高，控制程序简单，显示稳定可靠；功耗大，当显示的位数较多时，占用的I/O端口较多。

优点：亮度高、控制程序简单、显示稳定可靠

缺点：功耗大，占用的I/O端口较多

• 动态显示方式：任何时刻只能有一个LED显示器的共阳（或共阴）端接通，若有两个LED显示器的共阳（或共阴）端同时接通，则该两个LED显示的内容要相互干扰；每个LED显示器的显示内容要有一定保留时间；在最长20ms内，一个显示端口所驱动的LED必须都分别刷新一次。

任何时刻只能有一个LED显示器的共阳（或共阴）端接通；

每个LED显示器的现实内容要有一定的保留时间；

在最长20ms内，一个现实端口所驱动的LED必须都分别刷新一次

1. 点阵式LED：点阵式LED显示器是以点阵格式进行显示的，其优点是显示的符号比较逼真，更易识别，不足之处是接口电路及控制程序比较复杂。

VFD显示：真空荧光显示屏，用电子撞击荧光粉，使荧光粉发光，是一种自身发光显示器件。由于它可以做多色彩显示，亮度高，又可以用低电压来驱动，易与集成电路配套，所以被广泛应用在家用电器、办公自动化设备、工业仪器仪表及汽车等各种领域

LCD显示：LCD是一种借助外界光线照射液晶材料而实现显示的被动显示器件，它利用液晶分子排列结构的可极化性和旋光特性进行工作

分为断码式和点阵式

128\*64的点阵式LCD最多可以显示多少个汉字？

图形式LCD

• TFT屏：TFT（Thin Film Transistor）即薄膜场效应晶体管 ，TFT液晶显示屏的特点是亮度好、对比度高、层次感强、颜色鲜艳，但也存在着比较耗电和成本较高的不足。

• STN（Super Twisted Nematic）屏幕，又称为超扭曲向列型液晶显示屏幕。STN屏幕属于反射式LCD，它的好处是功耗小，但在比较暗的环境中清晰度较差。

• TFD（Thin Film Diode）屏幕，又称为薄膜二极管半透式液晶显示屏。它是TFT和STN的折中，比STN的亮度和色彩饱和度更好，也比TFT省电。最大特点是无论在关闭背光（反射模式）或打开背光（透射模式）条件下都能提供高画质、易观看的显示，并具有低功耗、高画质、高反应速度等优点。

• UFB LCD是三星公司推出的手机屏，UFB液晶显示屏的对比度是STN液晶显示屏的两倍，在65536色时亮度与TFT显示屏不相上下，而耗电量比TFT显示屏少，并且售价与STN显示屏差不多，可说是结合这两种现有产品的优点于一身。

1. 微打概念：微型打印机广泛使用在各个行业，比如仪器仪表、超级市场、便利店、邮政、银行、烟草专卖、公用事业抄表、移动警务系统、移动政务系统等等。现在市面上有很多中微型打印机，各自都有自己的适用范围。

课后作业

1. 描述一个带128\*64分辨率的点阵式液晶屏的手持测温仪设计思路。

第四讲 仪器通信接口设计—有线通信

1. 内总线：各模块的设计可通用化；具有互换性，损坏一部分时只需更换该部分即可

；只要留有足够的插口，就可随时扩展系统的功能；改变其中一些模块可以改变仪器的功能

包括总线和SPI总线

1. 总线和SPI总线区别：的数据输入输出用的是一根线，SPI则分别为datain和dataout。所以，采用时cpu的端口占用少，SPI多一根。但是由于的数据线是双向的，所以隔离比较复杂，SPI则比较容易。所以系统内部通信可用，若要与外部通信则最好用SPI（可一提高抗干扰能力）。
2. 并行通信总线：GPIB，VXI，PXI
3. 串行通信总线：RS232，RS422，RS485和通用串行总线区别：

RS422与RS232不兼容，双端平衡输出驱动，双端差分接收，由于差分信号及其有关电路具有对共模干扰的抑制能力，RS422可达到比RS232更远的传输距离和更高的传输速率。

RS485与RS422的不同之处在于：在两个设备相连时，RS422为全双工，RS485为半双工；对于RS422，数据信号线上只能连接一个发送驱动器，而RS485却可以连接多个，但某一时刻只能有一个发送驱动器发送数据。因此RS485的发送电路必须由使能端加以控制。

1. RS232

RS232标准定义了数据通信设备（DCE）与数据终端设备（DTE）之间进行串行数据传输的接口消息，规定了接口的电气信号和接插件的机械要求。RS232是采用负逻辑来定义逻辑电平的，其对信号开关电平规定如下：

驱动器的输出电平为：逻辑“0”：+5V～+15V，逻辑“1”：-5V～-15V

接收器的输入检测电平为：逻辑“0”：＞+3V，逻辑“1”：＜-3V

RS232串行通信参数：波特率，数据位，停止位，校验方式

1. USB供电方式：总线供电与自供电方式

课后作业：

1. 描述一个带有液晶显示界面的手持式测温仪设计思路，该测温仪可以通过串行接口与计算机进行数据通讯，上传测温结果，并下载设置参数。要求画出该测温仪的设计目标、功能与性能指标、系统框图、硬件模块图与软件流程图。

第五讲 仪器通信接口设计—无线通信

1. 红外通信基本原理：红外通讯技术利用红外线来传递数据，是无线通讯技术的一种。

由于红外线的直射特性，红外通讯技术不适合传输障碍较多的地方。红外通讯技术多数情况下传输距离短、传输速率不高。红外通信过程主要由**红外发射和红外接收**两个过程，首先将数字信号送给红外发射电路，经该电路的调制转变成红外光信号在空中传输，然后红外接收电路收到该红外光信号，经过该电路的解调，将此红外光信号还原成可被单片机处理的信号，由单片机内部处理得到原来的数据编码。

1. ZIGBEE技术：近距离、低复杂度、低功耗、低速率、低成本的双向无线通讯技术。主要用于距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间进行数据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和低反应时间数据传输的应用。

主要是为工业现场自动化控制数据传输而建立，因而，它必须具有简单，使用方便，工作可靠，价格低的特点。

特点：低功耗，成本低，时延短，网络容量大，可靠，安全

1. 简要描述通过蓝牙模块智能手机通信过程：
2. 进行手机蓝牙功能测试的大致过程：开启手机蓝牙功能—>搜索蓝牙设备/被动搜索—>主动认证/被动认证—>蓝牙各个功能测试—>关掉手机蓝牙。
3. 手机与蓝牙设备的认证:主动认证和被动认证，即发起配对请求和接受配对请求。
4. 当手机处于蓝牙开启的状态时，可以进行蓝牙设备搜索，搜索到的设备会显示在列表中。测试者可以选择自己需要进行对抗测试的设备，蓝牙设备可以是小巧的耳机,也可以是手机或者其他蓝牙设备。
5. 手机与蓝牙设备进行认证操作时，一般设备的匹配密码都是四个零，有个别的耳机会有区别。当耳机匹配密码为四个零时，手机与其建立连接无需认证，直接配对即可。
6. 当手机蓝牙开启并处于被搜索的状态，且手机设定为“一直可见”的话，其它蓝牙设备可以来找寻手机，这种方式就属于被动认证。主动发起搜索，搜索其他蓝牙设备的过程为主动认证。
7. 短信收发一般过程及限制条件：GSM标准中定义的点-点短消息服务使得短消息能在移动台和短消息服务中心之间传递。这些服务中心是通过称为SMS。目的地为GSM用户的短消息必须首先先从发送方路由至短消息服务中心，然后再被路由至实际地址。（字幅限制）
8. GPRS: 与GSM相比，连接建立时间极短，很快可以访问到相关请求；对于费用而言，GSM是按连接时间计费的，而GPRS只需要按数据流量计费；GPRS对于网络资源的利用率而相对远远高于GSM 。

CDMA: 又称码分多址，许所有使用者同时使用全部频带，通话品质比目前GSM好，且可把用户对话时周围环境噪音降低，使通话更清晰。就安全性能而言，CDMA不但有良好的认证体制，更因其传输特性，用码来区分用户，防止被人盗听的能力大大增强。

3G: 3G与2G的主要区别是在传输声音和数据的速度上的提升，它能够在全球范围内更好地实现无线漫游，并处理图像、音乐、视频流等多种媒体形式，提供包括网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息服务，同时也要考虑与已有第二代系统的良好兼容性。

WIFI：较广的局域网覆盖范围，传输速度快，无需布线，健康安全。更倾向于对有线局域网的替代, 同时可以在一定范围内达到对3G网络的补充, 承载低移动性的高速

数据业务。

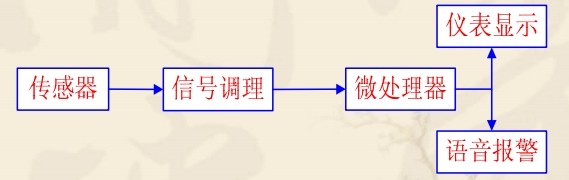
课后作业：

1. 查询蓝牙模块相关资料，给出一个蓝牙模块与智能手机数据通讯的手持仪设计方案。

第六讲 汽车组合仪表

1. 汽车组合仪表一般构成：汽车里程表，汽车转速表，汽车燃油表，汽车水温表，发动机转速表，汽车电流表，机油压力表
2. 车速里程表
3. 转速表
4. 燃油表
5. 水温表

组合仪表包括传感器、信号调理单元、微处理器、仪表显示电路及语音报警电路



汽车的发动机电子控制单元（ECU）

1. CAN总线在汽车中运用的优点: 控制器局域网

1）数据共享，减少了数据的重复处理

2）减少车身布线

3）硬件方案的软件化实现，简化设计

4）提升了系统升级灵活性

3. 设计组合仪表类似的汽车产品

课后作业：

1. 查询汽车行驶记录仪相关资料，给出一个总体设计方案。

第七讲 现代仪器新技术

1. 软测量技术原理及简单应用（说出主导变量，辅助变量，自定义变量）

软测量技术的关键问题是建立软测量模型以实现辅助变量对主导变量的最佳估计，这类数学模型及相应的计算机软件也被称为软测量器或“软仪表”。

软测量技术主要包括四个方面：

• 辅助变量的选择

• 数据处理

• 软测量模型的建立

• 软测量模型的在线校正

如：污水监测仪

主导变量：污水水质

辅助变量：

1）生化需氧量(BOD)

2）化学需氧量(COD)

3）溶解氧(DO)

4）污泥浓度(MLSS)

5）浊度

6）PH值

7）氧化还原电位(ORP)

8）进水的总氮(T-N)

9）进水的总磷(T-P)

1. 星型网络：各站点通过点到点的链路与中心站相连。

环形网络：各站点通过通信介质连成一个封闭的环。

总线型网络：网络中所有的站点共享一条数据通道。

1. 网络化仪器的两种组建模式：
2. C/S模式（Client/Server，客户机/服务器）

是基于企业内部网络的应用系统。在于功能的分布，一些功能放在前端机（即客户机）上执行，另一些功能放在后端机（即服务器）上执行。功能的分布在于减少计算机系统的各种瓶颈问题。

1. B/S模式（Browser/Server，浏览器/服务器）

是在英特网上实现的模式。它是对C/S模式应用的扩展。用户工作界面是通过IE浏览器来实现的。B/S模式最大的好处是运行维护比较简便，能实现不同的人员，从不同的地点，以不同的接入方式访问和操作共同的数据。

1. 虚拟仪器定义：

1）虚拟仪器=智能仪器+计算机

2）虚拟仪器的定义：所谓虚拟仪器，就是在通用的计算机平台上定义和设计仪器的功能，用户操作计算机的同时就是在使用一台专门的电子仪器。虚拟仪器以计算机为核心，充分利用计算机强大的图形界面和数据处理能力，提供对测量数据的分析和显示

功能。

1. 虚拟仪器的组成：虚拟仪器包括硬件系统与软件系统

虚拟仪器硬件系统包括虚拟仪器采集与控制硬件、接口硬件与计算机硬件平台三部分。

虚拟仪器软件系统：I/O接口软件；仪器驱动程序；应用软件

课后作业：

1. 利用软测量技术，描述一个汽车驾驶员疲劳状态监测系统设计思路。

第八讲 虚拟仪器硬件设计与固件设计

1. 灵活运用虚拟仪器固件/硬件设计的一般思路

第九讲 虚拟仪器驱动程序与应用软件设计

1. 虚拟仪器驱动程序设计原则：（说出大概）

• 所有仪器函数必须包含一个返回状态值。

• 所有仪器函数名不能超过31个字符。

• 尽量避免引出全局变量，避免声明大型数组结构，避免声明复杂的数据类型（如类、结构、联合等），不采用键盘/屏幕标准输入/输出方式。

• 仪器函数应避免包括高级的、复杂的数学分析与运算函数，而将复杂的运算与分析工作交与上层应用程序来完成。

• 仪器函数应具有较强的内聚力，尽量做到一个仪器函数完成一个独立的仪器功能，实现有效的功能分配。

• 仪器驱动程序中各函数之间尽量提高各自的独立性，减少彼此的耦合度。函数之间必要的耦合采用数据耦合方式，而尽量避免采用功能耦合方式，从而有效地控制仪器函数个数与规模。

1. GUI软件设计原则（说出大概，不大考）
2. 虚拟仪器应用程序开发环境：

自动测试系统应用程序开发环境可以选择传统文本形式的语言环境，如BC、VC、VB、Delphi或LabWindows/CVI等，也可以选择图形化的软件开发环境。

1. 图形化编程特点：

• 提供多种适合仪器使用的数据类型

• 提供复杂的数学分析能力

• 提供丰富的数据显示方式

• 易于生成数据报表

• 提供虚拟仪器接口

1. 虚拟仪器软面板设计方法：虚拟仪器软面板与仪器驱动程序一样，是一个独立的软件模块，它作为一个独立运行的可执行文件运行，开发环境可以选择具有良好可视化用户界面的VB、VC、Delphi语言开发平台等，也可以选择LabVIEW等图形化平台
2. 虚拟仪器一般设计方法与应用软件设计

课后作业：

1. 请基于虚拟仪器技术，描述一个虚拟示波器的设计思路。

拓展：

1. 请查阅资料，讨论将智能手机作为虚拟仪器一部分的设计思想。

第十讲

第十一讲 虚拟仪器系统设计方法

1. 系统定义：组成元件；元件与元件之间的联系

计算机系统：是一个遵循一定信息处理的预定义目标的元件集组合。

1. 虚拟仪器系统的构成：虚拟仪器系统由系统硬件结构与软件结构两部分组成，各种接口技术为这两者之间提供了融合与交互，系统硬件结构具有更明确的规范性，而软件结构的设计在体现整个系统的性能与灵活性作用更大。
2. 虚拟仪器系统集成步骤及应用：

1）首先对问题进行识别，提出所集成的系统总的设计目标，列举出系统的功能要求与具体技术性能指标，给出系统运行的环境限制要求，并提出系统可靠性要求、安全性要求、用户界面需求、资源使用需求、成本消耗与开发进度需求等。

2）第二步是进行问题分析与方案综合，分析员逐步细化系统的功能与性能指标，将虚拟仪器系统分解为硬件结构与软件结构，赋予硬件结构与软件结构的各自作用范围，提出结构之间及结构内部的接口模式，找出系统各元素之间的联系、接口特性和设计上的限制，最终综合成系统的解决方案，给出目标系统的基本模型。在这个过程中，分析和综合工作反复进行，直到系统设计人员可以正确把握系统结构模型为止。

3）第三步是编制系统分析的文档，并对系统作进一步分析。

4）最后一步是对系统分析进行评审，对系统的功能与性能的正确性、完整性和清晰性等需求进行评价。

第十二讲 虚拟仪器系统设计实例—局域网

传感器综合实验系统

智能家居

第十三讲 虚拟仪器系统设计实例—广域网

燃气公司的综合信息监测系统

面向智能家庭的远程医疗系统