

测控专业综合创新实验室解决方案

当今科学技术的发展以及智能控制技术的革新，促使了传感器检测技术的不断进步，但是目前高校针对传感器检测技术的教学并没有得到同步的发展。教学模式，实验课程模式，教材体系都还存在一定的滞后，这是高校老师一直都很关注的问题，同时也一直在寻找一种创新的方法来解决这个问题。

测控专业的首要任务是通过传感器进行测量，没有测量数据的反馈，后续的控制无从谈起。如果传感器测量课程没有学好，后面的控制课程就更加困难了。但是，目前国内的传感器课程和控制课程都存在诸多的问题。

传统教学思路的问题

拿一本国内典型的传感器教材来分析。首先我们看一下教材的内容结构。

一、绪论

1. 传感测技术地位、作用
2. 传感器定义、结构、组成
3. 传感器分类、选用
4. 测量仪表与系统的组成原理

二、阻抗型传感器

- 1 电阻式传感器
 - 电位器式传感器工作原理、简单应用
 - 应变式传感器工作原理、结构组成、补偿技术、测量电路及简单应用
 - 压阻式传感器工作原理
 - 热电阻工作原理、分类、应用
 - 热敏电阻工作原理、分类、应用
- 2 电容式传感器
 - 电容式传感器基本原理与结构类型
 - 电容式传感器 输出特性
 - 电容式传感器等效电路分析
- 3 电感式传感器
 - 自感式传感器基本原理与结构类型
 - 互感式传感器（差动变压器）基本原理与结构类型
 - 电涡流式传感器

三、电压型传感器

1. 磁电式传感器
 - 磁电式传感器基本原理与组成
 - 磁电式传感器结构类型
 - 磁电式传感器测量电路
2. 压电式传感器
 - 压电效应及其表达式
 - 压电材料

- 压电元件
- 压电式传感器测量电路
- 3. 热电偶传感器
 - 热电效应
 - 热电偶的材料及结构
 - 热电偶测温方法温度及补偿方法
- 四、光电式传感器
 - 1. 光电器件
 - 2. 光电器件的基本特性
 - 3. 光电式传感器的基本组成和类型
- 五、半导体传感器
 - 1. 霍尔传感器基本工作原理、应用、测量补偿方法
 - 2. 气敏传感器、湿敏传感器基本工作原理
 - 3. 湿敏传感器基本工作原理
- 六、新型传感器
 - 1. 光纤传感器基本工作原理
 - 2. CCD 传感器基本工作原理
 - 3. 激光与红外传感器基本工作原理
 - 4. 超声波与声表面波传感器基本工作原理
 - 5. 核辐射传感器基本工作原理
 - 6. 传感器发展新趋势
- 七、常见物理量检测
 - 1. 几何量：位移、厚度、物位等检测技术
 - 2. 机械量：转速检测技术
 - 3. 热工量：温度检测技术

从上面教材目录我们可看到学习的过程是一个化零为整的过程，一开始就讲定义、原理，分类等。根据目前大学的课时安排，至少需要 50 个学时才能讲完，然而讲完之后我们还必须抛出一个问题：学生学习完该课程掌握了什么本领？从认识逻辑上推理，也许就是知道了有哪些个传感器，然而这个效果并没有达到教学要求。从培养人才的角度出发我们必须教会学生能够解决工程测量等实际问题，这个才是高等教育培养人才的目标。学生必须掌握如何选择合适的传感器去测量不同的物理量！

传感器检测创新教学解决方案

针对以上问题，中科鸥鹏提出了传感器检测教学的创新思路：所有传感器检测的实验都以工程对象为背景，每一个传感器在实验系统中都是为了测量工程对象的物理参数而设计。课程的开课方式首先是给学习者设计工程问题，然后根据问题引入需要的专业知识和专业设备，完成工程问题后再来总结归纳相关专业知识点。提倡由实践开始导入专业理论回到实践解决问题最后再来归纳理论的一个理论联系实际的学习过程。

例如“数字式电子秤实验模块”的实验，一开始是要设计一个数字式的电子秤。实验模块要称量物体重量的原理是要测量出物体受到的重力，根据传感器种类选择的应变式力传感器，配合信号调理电路和数据采集最后做信号的分析。这个硬件平台的搭建过程就可以讲到传感器测量原理，信号流等专业知识。与传统教材不同的是引入工程对象的同时就直接引入了工程实际遇到的问题，称重模块在成为称重计之前还必须对传感器进行标定，描绘出传

传感器的特性曲线才能够真正的测量出物体的重量。总而言之：学习的目的就是要学会如何去解决工作中的实际问题，这个才是教书育人的最终目的。

根据以上思路，中科鸥鹏设计了一整套传感器检测教学系统。这套系统具有如下特征：

● 开放性

开放性是所有教学设备所必须具备的特点，传感器检测教学实验系统所有的模块都可以从传感器原件到信号调理电路都可以给学习者自由调整，使得学习者不但从应用还可以从原理，全方位的学习传感器检测技术专业知识。

● 创新性

工程对象的设计，以及实验课程的设计是打破传统教材的逻辑顺序，按照认识的逻辑规律安排实验对象和实验步骤。

● 系统性

每个实验都是一个系统的工程问题，不只是验证性的实验而是一个交叉学科系统的工程体系，这也符合了学科综合应用的教学目的。

● 模块化

实验系统的各个环节都是以模块的形式出现，因此老师还可以根据自身的教学要求来重新设计各个模块的组成，从而设计出更新颖的实验课程。各个模块也可以脱离系统应用到实验室的其他课题中去。

在教学系统的基础上，中科鸥鹏联合华中科技大学、深圳职业技术学院等联合编写一本创新实践教材。教材目录如下：

第1章 传感器概论及应用平台的构建.....	1
现代传感器概论.....	1
任务1 寻找日常生活中常用的传感器.....	1
➢ 冰箱中用的温度传感器.....	1
➢ 数字化温度传感器特性.....	2
➢ 空调中的温度传感器.....	3
➢ 厨房用的燃气泄漏报警传感器.....	4
➢ 安防报警用传感器.....	5
任务2 了解常见工业用传感器.....	5
任务3 探究常见传感器的基本原理.....	6
任务4 构建智能网络传感器技术应用开发平台.....	6
➢ 数据采集模块.....	7
➢ 智能控制和驱动模块.....	9
➢ 多路输出电源模块.....	10
➢ LabView 软件平台.....	10
➢ 开放式传感器电路实验平台.....	12
➢ 智能网络测控平台及其操作.....	14
任务5 认识基于单片机的传感器应用项目开发平台.....	16
➢ BS2 微控制器教学板.....	16
➢ C51/AVR 双单片机教学板.....	17
工程素质和技能归纳.....	17
➢ 什么是传感器.....	17
➢ 使用传感器的基本注意事项.....	18
➢ 测量误差和噪声.....	18
科学精神的培养.....	18

第2章 温度传感器及其应用	19
温度传感器的应用背景	19
任务1 气温测量和数字温度计的制作	19
➤ AD590 集成温度传感器的特性	19
➤ 任务需要的组件和设备	20
➤ 任务操作步骤	21
➤ 数字温度计的制作	25
任务2 体温测量和数字体温计的制作	30
➤ 铂电阻温度传感器的测量原理和特性	30
➤ 任务需要的组件和设备	31
➤ 任务操作步骤	32
➤ 体温的测量	37
任务3 红外数字体温测量仪的制作——远距离测量温度	38
➤ 红外温度传感器进行体温测量的原理	38
工程素质和技能归纳	39
➤ 常用的温度测量传感器	39
第3章 力传感器及其应用	41
力的测量	41
任务1 称重传感器及电子秤的制作	41
➤ 电阻应变式称重传感器的特性	41
➤ 任务需要的组件和设备	42
➤ 任务操作步骤	43
➤ 电子秤的制作	48
任务2 硅压力传感器及其应用	51
➤ 硅压力传感器的特性及原理	51
➤ 任务需要的组件和设备	52
➤ 任务操作步骤	53
任务3 扭矩传感器及其应用	54
工程素质和技能归纳	55
➤ 力的测量原理——转换为其他物理量后的测量	55
➤ 直流电桥的测量原理	55
第4章 环境状况监测及其传感器	59
环境状况监测	59
任务1 光照强度测量及照度计的制作	59
➤ 光电池的原理及特性	59
➤ 任务需要的组件和设备	63
➤ 任务操作步骤	63
➤ 照度计的制作	64
任务2 环境湿度测量及湿度计的制作	67
➤ HM1500 湿度传感器主要特点	68
➤ 任务需要的组件和设备	69
➤ 任务操作步骤	70
➤ 湿度计的制作	71
任务3 CO ₂ 浓度测量及其传感器	73

➤ TGS4161 二氧化碳传感器的原理及特性	73
➤ 任务需要的组件和设备	75
➤ 任务操作步骤	75
任务 4 环境噪声测量及其传感器	76
➤ 本任务使用的噪声传感器	76
➤ 任务需要的组件和设备	78
➤ 任务操作步骤	78
任务 5 危险气体浓度测量	79
➤ 特定工作环境危险气体检测内容	79
工程素质和技能归纳、拓展	80
➤ 酒精传感器-酒精浓度测量	80
➤ 传感器的标定	82
第 5 章 旋转运动的测量及其传感器技术	83
旋转运动的测量	83
旋转运动测控平台及操作	83
➤ 旋转运动测量的平台构成	84
➤ 转子的工程对象原形	84
➤ 旋转运动的产生——伺服电机的控制	85
➤ 智能控制与伺服驱动模块	86
任务 1 角位移的测量和数字编码器的应用	88
➤ 数字增量编码器	88
➤ 增量编码器的应用方法	89
➤ 任务需要的组件和设备	90
➤ 任务操作步骤	90
任务 2 绝对角度的测量-绝对编码器的使用	90
任务 3 光电传感器测量转速	92
➤ 光电开关传感器	92
➤ 光电开关传感器测速方法	92
➤ 任务需要的组件和设备	93
➤ 任务操作步骤	93
➤ 误差分析	95
任务 4 磁电传感器测量转速	95
➤ 磁电传感器	95
➤ 磁电传感器测速方法	96
➤ 任务需要的组件和设备	97
➤ 任务操作步骤	97
➤ 误差分析	98
任务 5 电涡流传感器测量转速	99
➤ 电涡流传感器	99
➤ 电涡流传感器测速方法	100
➤ 任务需要的组件和设备	100
➤ 任务操作步骤	100
➤ 误差分析	101
工程素质和技能归纳、拓展	101

➤ 光电开关传感器.....	102
➤ 磁电测速传感器.....	102
➤ 电涡流传感器.....	103
第6章 直线位移和速度传感器及其应用.....	105
直线位移和速度测量实验平台及其操作.....	105
➤ 直线位移智能测控模块.....	106
任务1 极限位置测量——限位开关的应用.....	106
➤ 限位开关.....	106
➤ 任务需要的组件和设备.....	107
➤ 任务操作步骤.....	107
任务2 用光栅尺测量直线位移.....	109
➤ 光栅尺原理.....	109
➤ 任务需要的组件和设备.....	110
➤ 任务操作步骤.....	111
任务3 红外传感器测量位移.....	111
➤ 红外传感器.....	111
➤ 红外传感器测量位移方法.....	112
➤ 任务需要的组件和设备.....	112
➤ 任务操作步骤.....	113
任务4 直线电阻尺测量位移.....	114
➤ 直线电阻尺.....	114
➤ 直线电阻尺测量位移方法.....	115
➤ 任务需要的组件和设备.....	115
➤ 任务操作步骤.....	115
任务5 超声波传感器及其应用.....	116
➤ 超声波传感器.....	116
➤ 任务需要的组件和设备.....	117
➤ 任务操作步骤.....	117
工程素质和技能归纳、拓展.....	118
➤ 激光测距仪.....	118
➤ 多普勒测速.....	120
➤ 直线位移传感器的标定.....	121
第7章 振动测量及其传感器.....	123
振动测量.....	123
任务1 振动速度传感器及其应用.....	123
➤ 振动速度传感器.....	123
➤ 振动速度传感器测量振动基频.....	124
➤ 任务需要的组件和设备.....	125
➤ 任务操作步骤.....	125
任务2 振动加速度传感器及其应用.....	126
➤ 振动加速度传感器.....	126
➤ 任务需要的组件和设备.....	127
➤ 任务操作步骤.....	127
任务3 轴心振动轨迹的测量.....	128

> 轴心振动轨迹.....	128
> 任务需要的组件和设备.....	128
> 任务操作步骤.....	129
任务 4 加速度传感器与悬臂梁的固有频率测量.....	130
> 悬臂梁固有频率测量.....	130
> 任务需要的组件和设备.....	132
> 任务操作步骤.....	132
工程素质技能归纳与拓展.....	133
> 振动加速度传感器的选型.....	133
第 8 章 传感器应用综合案例.....	137
物流分拣和输送线.....	137
任务 1 霍尔开关传感器转速测量.....	138
> 霍尔开关传感器.....	138
> 任务需要的组件和设备.....	138
> 任务操作步骤.....	139
任务 2 光电对射式传感器转速测量.....	140
> 光电对射式传感器.....	140
> 任务需要的组件和设备.....	140
> 任务操作步骤.....	141
任务 3 光电反射式传感器—物件计数.....	142
> 光电反射式传感器.....	142
> 任务需要的组件和设备.....	142
> 任务操作步骤.....	142
任务 4 涡流接近开关传感器—金属物件检测及计数.....	144
> 涡流接近开关传感器.....	144
> 任务需要的组件和设备.....	144
> 任务操作步骤.....	145
任务 5 色标传感器—物件颜色检测.....	146
> 色标传感器.....	146
> 任务需要的组件和设备.....	147
> 任务操作步骤.....	147
智能家居的设计与实现.....	147

根据教材要求和设备特点，中科鸥鹏应用 LabView 软件平台开发了配套的实验软件。

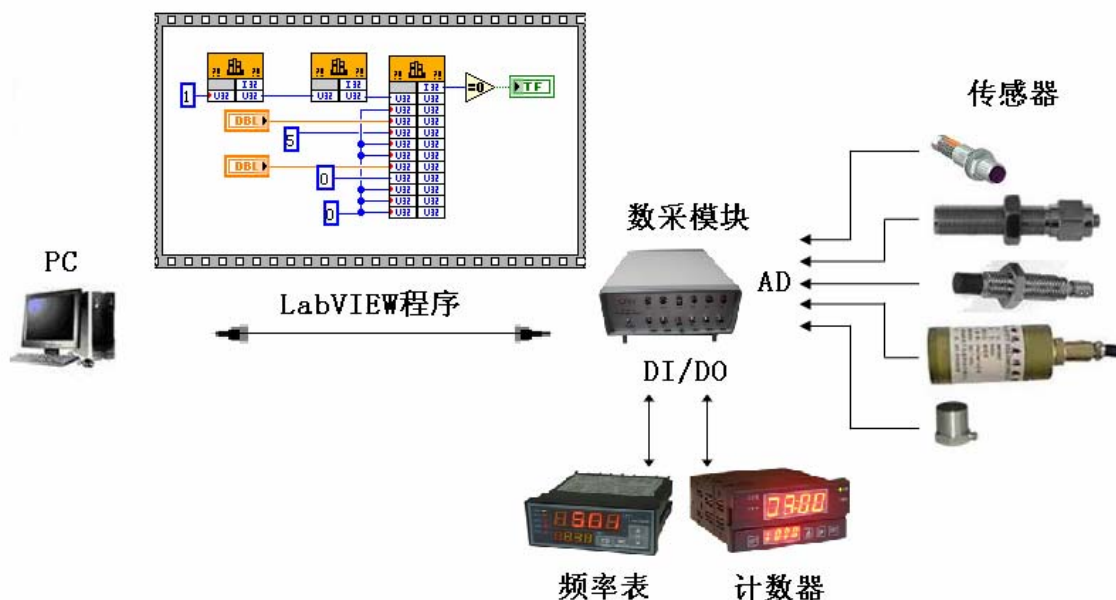
LabVIEW 是一种图形化编程语言，已广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受，并被视为一个标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW 提供了丰富的函数资源，既可以直接调用，又方便修改、打包，具有良好的继承性，极大的缩短了编程序开发周期。此外，LabVIEW 内嵌了便于应用 TCP/IP、ActiveX 等软件标准的库函数，自身的兼容性更加强大，便于在不同软件平台之间的切换、调用。

计算机硬件、软件系统日新月异的发展使得基于 PC 的 LabVIEW 软件不断的推陈出新，引领技术的潮流，却又保持着代码易于理解、编程快速省时的传统。鸥鹏科技主张知行合一，作为一名合格的工程师，就是要在最短的时间内，将储备丰富的技术知识迁移到开发实践中来，鸥鹏的通用模块化设备提供了一个可重复使用的、高效率、高质量的硬件平台、使工程师在开发中可靠的、反复的实践自己的设计。鸥鹏科技采用 LabVIEW 作为测量软件，将硬

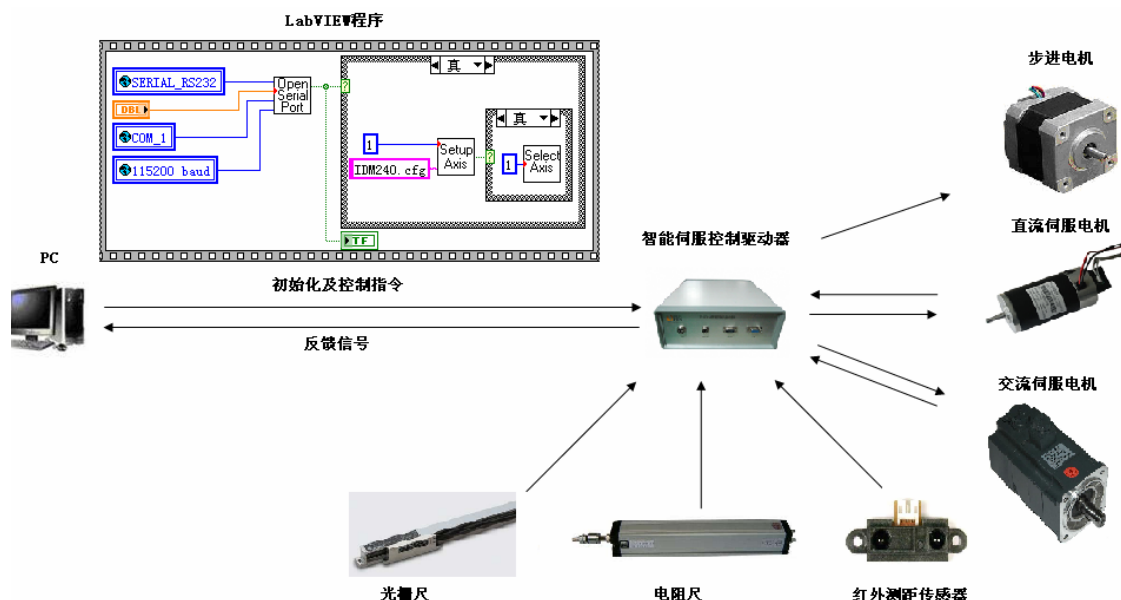
件的可靠性与 LabVIEW 软件的通用、高效结合起来，打造出的是一个高水准的虚拟仪器测量平台。

基于 LabVIEW 的实验软件具有如下特点：

1. LabVIEW 调用多通道数据采集模块动态链接库，使用户可以忽略采集模块的底层驱动，直接对采样模式进行软件定制，专注于传感器选型、调试及数字信号处理。

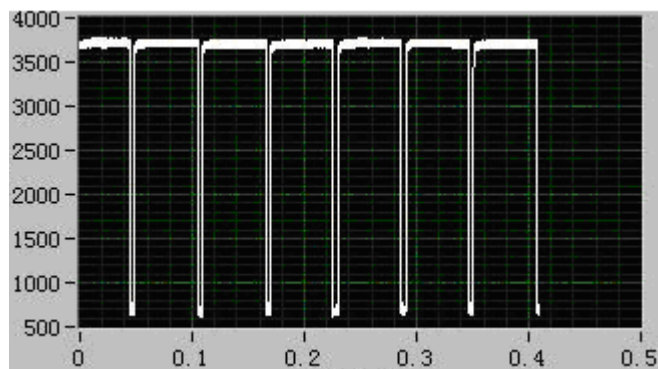


2. LabVIEW 调用智能控制与数字伺服驱动模块动态链接库，可以检测各类电机参数，发送电机运动控制指令，读取编码器、旋转变压器、I/O 通道、AD 通道的反馈，轻松实现电机的开环、半闭环、全闭环控制以及相关信号检测。

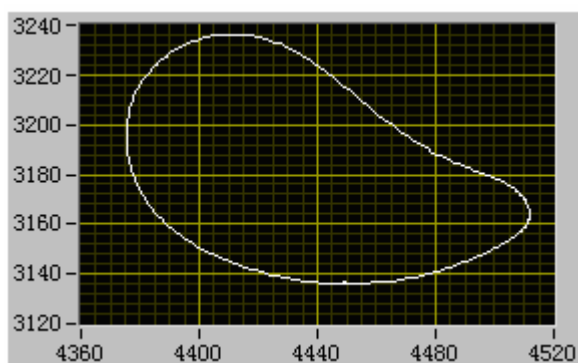


3. 丰富的信号处理模块，能够快速、准确地创建波形、滤波、分析频谱、提取频率、分析相关性、计算脉宽、并能对批量数据进行线性拟合、非线性拟合，此外提供仿真信号处

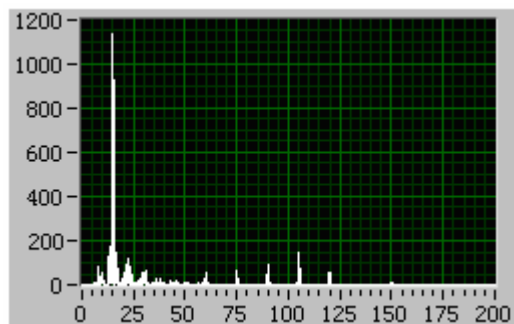
理模块。



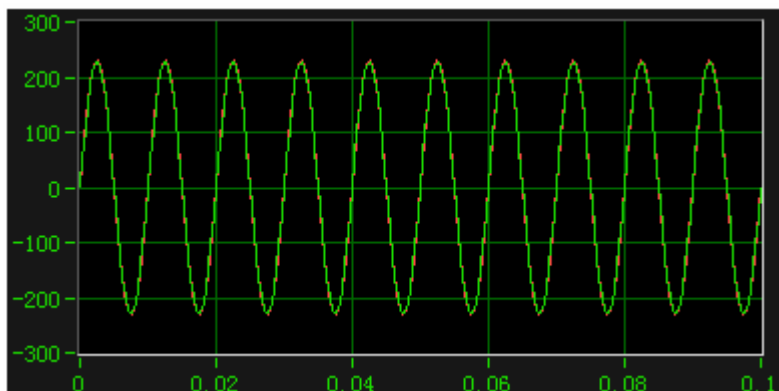
创建波形



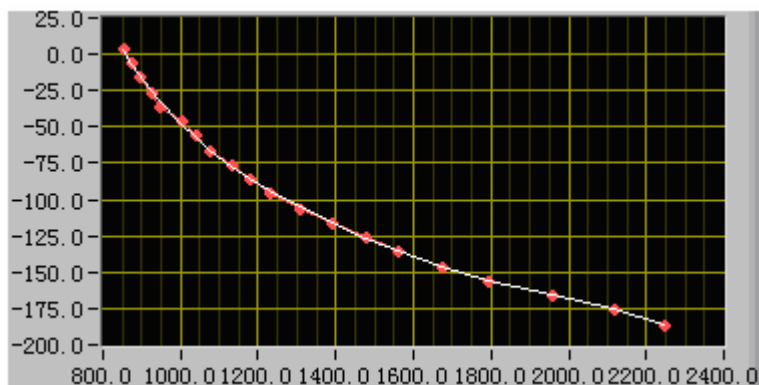
滤波



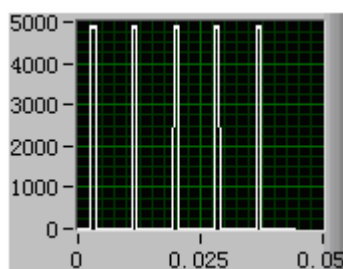
频谱分析



信号仿真



拟合



计算脉宽

4. 灵活实现适于过程控制的 PID 等算法。

双容水箱液位PID控制实验系统

传感器1标定

泵水1 液位1电压 观察液位1 录入数据1
 开 0 mV 239 mm 录入
 关 拟合公式1 拟合1
 $y=401.268697x-192.834087$

传感器2标定

泵水2 液位2电压 观察液位2 录入数据2
 开 0 mV 130 mm 录入
 关 拟合公式2 拟合2
 $y=383.639437x-189.387324$

液位设定

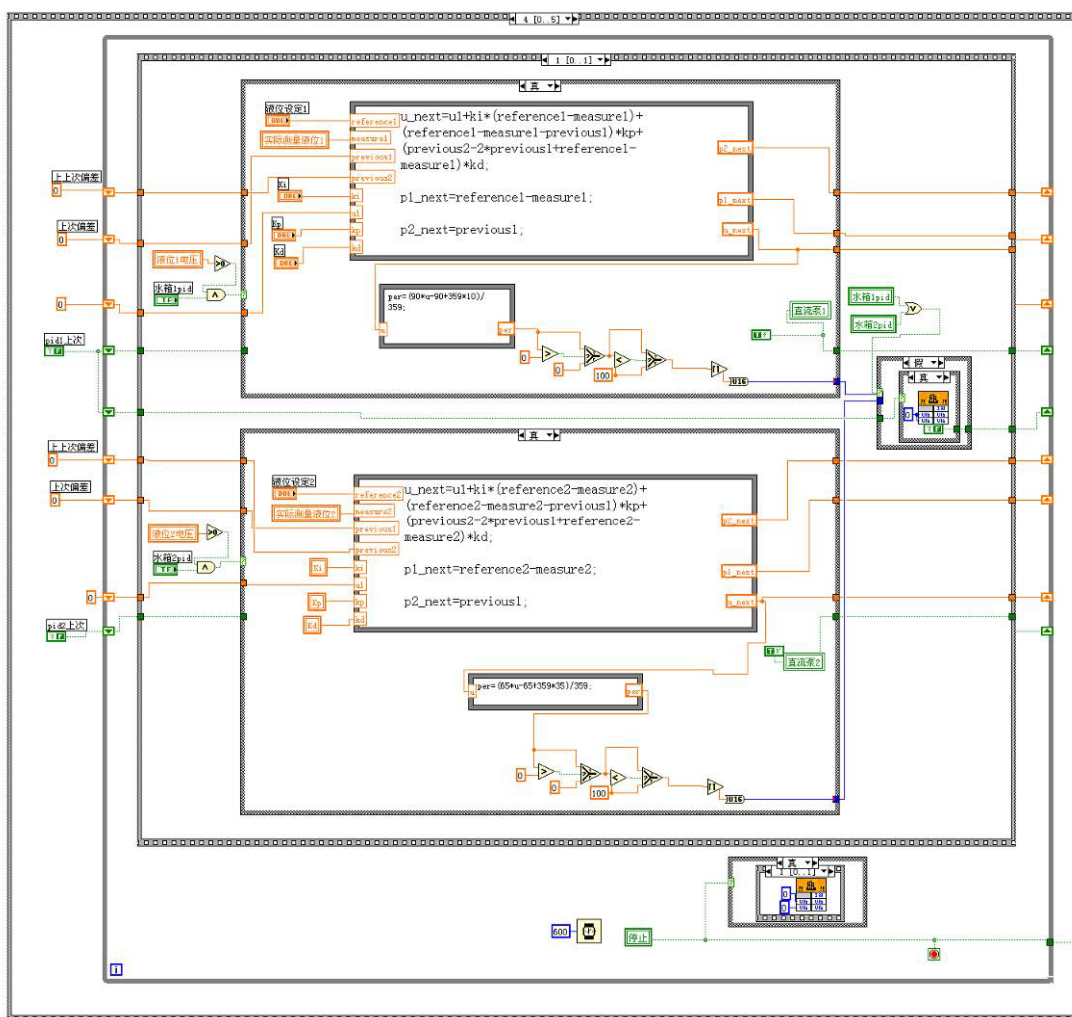
液位设定1 161.8 mm 液位设定2 151.8 mm

PID控制

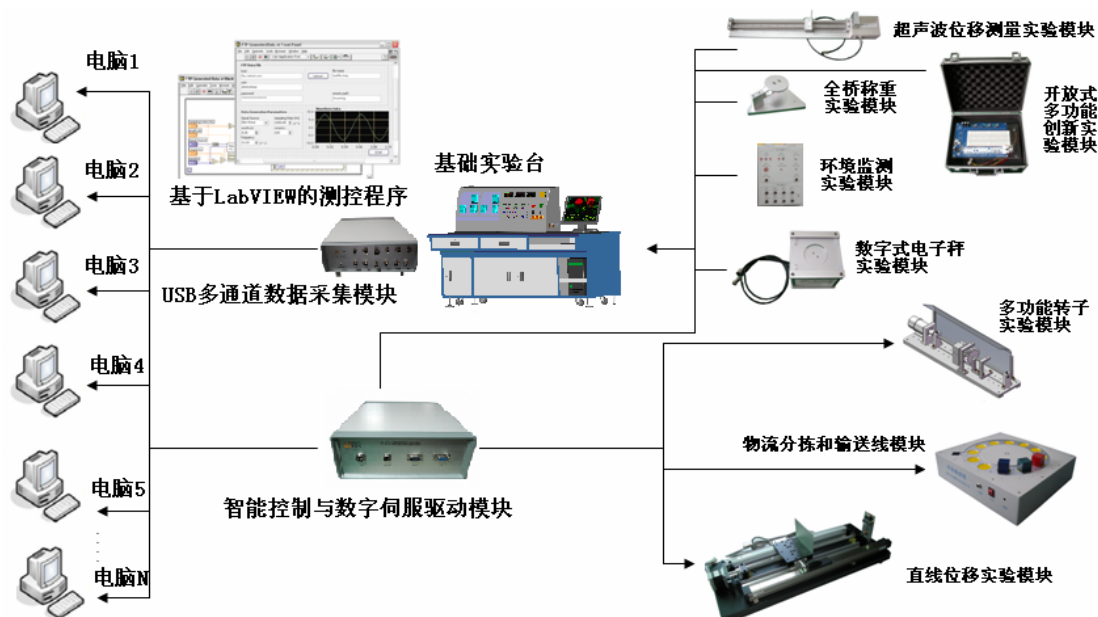
K_p 3 K_i 0.01 K_d 2

水箱1pid pid 水箱2pid pid

停止



5. 组建智能测控传感器局域网，完成 8 个以上 PC 节点的数据共享，服务器与所有传感器及仪器设备兼容。



LabVIEW 组网框图



基于 LabVIEW 的服务器界面