

摘要

本系统以 PLC 和计算机技术为核心, 利用现代控制方法: 计算机控制、控制器控制技术和串行通信技术, 完成了对原液压万能试验机控制系统的改造和设计, 实现了在一个系统中分别以计算机和 PLC 为控制核心的控制模式。

系统以 PLC、A / D 模块、D / A 模块、Flash Memory、RS232 / 485 转换器、电液比例阀驱动控制器等硬件构成了一整套的控制系统。24 位高精度 A / D 转换器等器件实现了高精度的压力采集, 4M Flash Memory 等。

关键词: 液压万能试验机、PLC、控制系统、驱动器、电液比例阀;

目录

第一章 绪论

1.1 自动化检测技术的作用及其开展

1.2 PLC 技术简介

PLC 技术的开展

PLC 技术的特点与应用领域

1.3 万能实验机检测和控制技术的现状和开展

1.4 液压万能实验机结构简介

机械局部

计算机控制电气与液压

1.5 课题研究的目的和意义

第二章 实验机检测控制系统概述

检测控制系统简介

系统的功能介绍

系统的设计要求及原那么

系统的性能指标

检测控制系统的技术特点

第三章 实验机自动控制系统的硬件

实验机自动检测控制主机的选择

传感器的选择

压力传感器

. 1 压力测量电路的设计

. 2 压力测量原理

. 3 主要元器件简介

位移传感器的选择

驱动器控制信号和压头位置信息电路的设计

驱动器控制信号结构原理

压头位置信息控制工作原理

主要元器件简介

第四章 PLC 控制系统的设计

4.1 PLC 控制系统设计方法

PLC 控制系统设计的根本原则与内容

4.3.1 PLC 的 I/O 接线图

外部信号与 PLC 的 I/O 接点地址的对应

PLC 与输入输出设备的连接

PC 与 PLC 通信的实现

第五章 系统的可靠性

5.1 系统的主要抗干扰措施

5.1.1 硬件抗干扰措施

5.1.2 软件抗干扰设计

第六章 结论

致谢

附录 A-F

参考文献

第一章 绪论

第一节 自动化检测技术的作用和开展

检测是人类认识物质世界，改造物质世界的重要手段。远古时代，人类就知道用自身的指幅，臂长为标准确定其他物体的长度，后来又创造了观察时间的“日晷”

和测定方向的指南针。检测技术的开展标志着人类的进步和人类社会的繁荣。在现代工业，农业，国防医疗，科研等各行业，检测技术的作用越来越大，检测设备就像神经和感官，源源不断地向人们传输各种有用的信息。

在科学实验和工业生产中，为了及时了解工艺过程，生产过程的情况及他们的结果，需要对描述被控对象特征的某些参数进行测量或检测，其目的是为了准确获得表征他们的定量信息，为生产过程的自动化及科研提供可靠的根据。至于检测技术的意义那就更广泛了，包括根据被测对象的特点，选用适宜的测量仪器仪表及实验方法，通过测量及数据处理和误差分析，准确得到被测量的数据，并为提高测量精度，改良实验方法及测量仪表，为生产过程的自动化等提供可靠的依据。

在现代化生产中，为提高劳动生产率和产品质量，改善劳动条件，必须不断的提高生产过程的自动化水平和扩大自动化应用范围。在实现的自动化过程中，所用的检测技术和装置是自动化系统的“感觉器官”。因为只有知道生产过程的状态和工艺参数的条件下才能进行自动控制。

第二节 PLC 技术简介

1.2.1 PLC 技术的开展

在可编程控制器出现前，在工业电气控制领域中，继电器控制占主导地位，应用广泛。但是传统的电器控制系统存在体积大，可靠性低，查找和排除故障困难等缺点，特别是其接线复杂，不易更改，对生产工艺变化的适应性差。

1968 年美国通用汽车为了适应汽车型号的不断更新，生产工艺的不断变化的需要，实现小批量，多品种生产，希望能有一种新型工业控制器，它能做到尽可能减少重新设计和更换电器控制系统及接线，以降低本钱缩短周期。于是就设想将计算机功能强大灵活通用性好等优点与电器控制系统简单易懂价格廉价等优点结合起来，制成一种通用控制装置，而且这种装置采用面向控制过程，面向问题的“自然语言”进行编程，使不熟悉计算机的人也能很快掌握使用。

1969 年美国数字设备公司根据美国通用汽车公司的这种要求，研制成功了世界上第一台可编程控制器，并在通用汽车公司的自动装配线上使用，取得很好效果，从此这项技术迅速开展起来。

早期的可编程控制器仅有逻辑运算，定时，计数等顺序控制功能，只是用来取代传统的继电器控制，通常称为可编程逻辑控制器。随着微电子技术和计算机计数的开展，20 世

纪 70 年代中期微处理器技术应用到 PLC 中，使 PLC 不仅具有逻辑控制功能，还增加了算术运算，数据传送和数据处理等功能。

20 世纪 80 年代以后，随着大规模超大规模集成电路等微电子技术的开展，16 位和 23 位微处理器应用于 PLC 中，使 PLC 得到迅速开展。PLC 不仅控制功能增强，同时可靠性提高，功耗，体积减小，本钱降低，编程和故障检测更加灵活方便，而且具有通信和联网，数据处理和图像显示等功能，使 PLC 真正成为具有逻辑控制，过程控制，运动控制，数据处理，联网通信等功能的名副其实的多功能控制器。

自从第一台 PLC 出现以后，日本，德国，法国等也相继开始研制 PLC，并得到了迅速的开展。目前，世界上有 200 多家 PLC 厂商，400 多品种的 PLC 产品，按地域可分成美国，欧洲和日本等三个流派产品。各流派 PLC 产品都各具特色，如日本主要开展中小型的 PLC，其小型 PLC 性能先进，结构紧凑，价格廉价，在国际市场上占有重要地位。世界上著名的 PLC 生产厂家主要有美国的 A-B 公司，GE 公司，日本的三菱电动机公司，欧姆龙公司，德国的 AEG 公司，西门子公司，法国的 TE 公司等。

我国的 PLC 研制，生产和应用也开展很快，尤其在应用方面更加突出。在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初，我国随国外成套设备，专用设备引进了不少国外的 PLC。此后，在传统设备改造和新设备设计中，PLC 的应用逐年增多，并取得显著的经济效益，PLC 在我国的应用越来越广，对提高我国工业自动化水平起到了巨大的作用。目前，我国不少科研单位和工厂在研制和生产 PLC，如辽宁无线电 2 厂，无锡华光电子公司，上海香岛电机制造公司，厦门 A-B 公司等。

从近年的统计数据看，在世界范围内 PLC 产品的产量，销量，用量高居工业控制装置榜首，而且市场需求量一直以每年 15% 的比率上升。PLC 已经成为工业自动化控制领域中占主导地位的控制装置。

1.2.2 PLC 的特点与应用领域

1) PLC 的特点

1. 可靠性高，抗干扰能力强
2. 编程简单，使用方便
3. 功能完善，通用性强
4. 设计安装简单，维护方便
5. 体积小，重量轻，能耗低

2) PLC 的应用领域

1. 开关量逻辑控制

利用 PLC 最根本的逻辑运算，定时，计数等功能实现逻辑控制，可以取代传统的继电器控制，用于单机控制，多机群控制，生产自动线控制等，例如：机床，注塑机，印刷机械，装配生产线，电镀流水线及电梯的控制等。这是 PLC 最根本的应用，也是 PLC 最广泛的应用领域。

2. 运动控制

大多数 PLC 都由拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。这以功能广泛用于各种机械设备，如对各种机床，装配机械，机器人等进行运动控制。

3. 过程控制

大，中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能，有的小型 PLC 也具有模拟量输入输出。所以 PLC 可实现模拟量控制，而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制，用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉，反响堆，水处理，酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算，数据传送，转换，排序和查找等功能，可进行数据的采集，分析和处理，同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置，如计算机数值控制 (CNC) 设备，进行处理。

5. 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC，PLC 与上位计算机，PLC 与其他智能设备之间的通信，PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元，通信转换单元相连构成网络，以实现信息的交换，并可构成“集中管理，分散控制”的多级分布式控制系统，满足工厂自动化开展的需要。

第三节 万能实验机检测和控制技术的现状和开展

本试验机是测试金属材料的力学性能的一个加载测试平台。按照加载方式与控制方式分为三代产品：机械式加载试验机，液压式加载试验机，微机控制的电空式试验机。前两代产品根本上是人控方式，通常称为传统试验机。

- 1) 机械式加载试验机，主要式普通电动机，齿轮，丝杠式传动加载及重锤杠杆式加载。其缺点是调整，控制加载速率十分困难，而且要求试验机承力结构抵抗变形的刚度很大。

- 2) 液压式加载试验机使人工调整，控制加载速率变得较为容易，加载能力也得到极大加强，而且对试验机的结构刚度要求降低，特别是易于实现双向，三向加载，这是机械加载方式难以实现的。
- 3) 微机控制的电控试验机是在普通电动机，齿轮，丝杠式传动加载的根底上改良以采用自动控制的伺服电机，或者在液压加载方式的根底上采用电液伺服阀或比例阀，配上微机的自动控制系统及显示系统，从而构成一个微机控制的电控试验机整体。

材料试验机按照系统的动力源选择不同，主要分为两类：液压式加载试验机，微机控制的电控试验机。其中液压式加载试验机最为常见，其控制系统主要通过液压阀控制液体来实现的。液压式材料试验机能承受的负载大。

第四节 液压万能试验机结构简介

1. 机械局部

等加荷材料试验机的机械局部主要由机架、试验台、上下横梁、油缸、立杆、试样压头等组成。如图 1 所示

原 1000kN 液压万能试验机结构图（图一）

1 一底座、2 一活塞、3 一油缸、4 一试台、5. 6 一上、下横梁、7 一丝杠、8 一立杠、9 一油箱、10 一油泵、11 一电机、12 一测力油缸、” 一摆杆、14 一压板、15 一推杆、16 一表盘、17 一缓冲阀、18 一回油阀、19 一送油阀、20-滋流阀、21 一油箱、22 一主油缸

上横梁通过四个立杠与试台相联形成一个传递负荷框架，该框架与移动横梁下平面形成压缩负荷空间、与移动横梁上部形成拉伸负荷空间。根据式样要求通过电气控制可使移动横梁上下移动来调整实验空间。在横梁和试样压头之间安装压力传感器，以采集试样在试验过程中所受的实际压力数据. 采用机械式卡锁装置，在电气保护装置失效时锁定横梁。

1. 计算机控制电器与液压

A. 电器局部：

1) 传感器

测量力：高精度万能液压传感器

测量位移：光电编码器)

2) PLC

- 3) A/D 转换器 CS5532、D/A 转换器 DAC7512
- 4) 数据存储器
- 5) 接近开关
- 6) 电源模块 LMC7660

注：PCI 卡：数据采集与记录（详见附录 A）

B. 液压局部：

- 1) 电液比例阀
- 2) 电液比例阀驱动器

第五节 课题研究的目的是意义

实验机作为材料力学性能指标测定的主要设备，在各类材料的产品质量检验、生产过程的质量控制、材料科学研究和教学试验中都离不开它，在实际工程中发挥着重要的作用。我系的万能试验机以手动调整进、回油阀的方式运行，其实验手段落后，劳动量大和测试结果不准确等多项缺点。假设对其进行适当的技术改造，那么可充分发挥设备的潜能，提高其技术性能和使用价值。本试验机采用国内先进技术，专业设计的数据采集放大液晶显示系统和微机数据处理系统，设备具备了对各种金属、非金属材料进行拉伸、压缩、弯曲、剪切等多项试验能力。广泛应用于航空航天、冶金、石油化工、机械制造等行业，可根据 GB、JIS、ASTM、DIN、ISO 等标准自动求取最大试验力值、断裂力值、屈服强度、上下屈服强度、抗拉强度、抗压强度、断裂延伸率、拉伸弹性模量、弯曲弹性模量等试验数据；

第二章 试验机检测控制系统概述

等加荷材料试验机的材料拉身实验自动检测过程如下：先将被测试件按要求放在实验平台上，翻开控制器电源开关，选择试验控制模式，进入实验状态后，设定本次试验的加荷速率。按启动键，系统进入程控试验状态，控制器控制电液比例阀以完成试验。压头先以高速向下运行，同时读取提前触电状态荷压力传感器的压力值，如果提前触电闭合或压力传感器的压力值超过程序设定值，压头进入工进速度状态。当试验压头接触试件后，控制器控制电液比例阀的流量，试验压头上的压力传感器采集实时压力，并将采集的数据传到显示器显示实时压力值，并将采集到的数据进行保存。压头的负载力通过压力传感器检测并转换为反响信号，反响给试验控制器，再经试验控制器内部控制算法运算，得出下一周期液压比例阀的流量控制信号。

第一节 检测控制系统简介

本检测控制系统专门用来测量各种设备关键零部件的拉、压等实验数据。仪器外壳拟采用密封结构，能够在室温环境中使用，防水防潮，采用内置电源方式工作。为了到达对工件精确的测量，要求设计的数据采集系统能对工件相联的所有传感器采集并保存于数据存储器中；测量完毕后，通过上、下位机通讯软件将采集的数据通过串行通讯接口载入计算机中，绘制载荷曲线、保存数据，并进行相应的分析。用本系统进行载荷描绘能准确监控工件在通过受力加载时工件的真实变形失效形式，从而可以立刻发现问题，确保设备在最正确工况状态下运行，节省能源和提高效率。本系统具有操作简单、精度高、省电、性能价格比好等优点。本检测系统与所有计算机系统一样，由硬件和软件两大局部组成。

系统的功能介绍

- 1) 换档：根据负荷或变形大小换到适当的量程，以确保测量数据的准确性；
- 2) 条件存盘：试验控制数据和试样条件可制成模块，方便了批量试验的进行；
- 3) 自动标定：系统可自动实现示值准确度的标定；
- 4) 自动保存：试验结束，试验数据和曲线自动保存；
- 5) 过程实现：试验过程、测量、显示和分析等均由微机完成；
- 6) 批量试验：对相同参数的试样，一次设定后顺次完成；
- 7) 试验软件：中文 WINDOWS 界面，菜单提示，鼠标操作；
- 8) 显示方式：数据和曲线随试验过程动态显示；
- 9) 曲线遍历：试验完成后，可对曲线进行再分析，用鼠标可找到曲线上任一点所对应的试验数据；
- 10) 曲线选择：可根据需要选择应力-应变、力-位移、力-时间、位移-时间等曲线进行显示和打印；
- 11) 限位保护：具有程控和机械两级限位保护；
- 12) 过载保护：当负荷超过各档最大值的 3~5% 时，自动停机；

自动和人工两种模式求取试验结果，自动形成报表。

第二节 系统的设计要求及原那么

智能实验机自动检测控制系统主要包括力的自动检测和载荷变形通讯及分析软件两大局部。要求设计力的自动检测能对载荷及实验机上直接与工件相连的传感器的力和变形进行收集并保存于仪器中，系统采用力传感器和位移或变形传感器将被测载荷和变形转换成电量，经过信号处理后，由模数转换器将模拟量转换成数字量，再与 PLC 接口，测量结果可通过 PLC 与上位机之间的通信在上位机上显示，绘制出载荷曲线，并进行相应的分析。由于系统要求采样间隔能在 1 秒至 5 分钟可调，故采用上位机实现对检测仪的采样间隔设定。具体设计要求归纳如下；

主要的技术指标：

- 1) 最大试验力：2000kN；
- 2) 试验力分档：×1、×2、×5、×10；
- 3) 试验力准确测量范围：6kN~1000 kN；
- 4) 试验力测量准确度：±1%；
- 5) 变形测量范围：0~25mm；
- 6) 变形分档：×1、×2、×5、×10；
- 7) 变形测量准确度：±0.5%；
- 8) 拉伸试验最大空间：550mm；
- 9) 压缩试验空间：0~500mm；
- 10) 圆试样夹持直径：Φ10~Φ60mm；
- 11) 扁试样夹持宽度：70mm；
- 12) 扁试样夹持厚度：0~40mm；
- 13) 上下压板直径：Φ120mm；
- 14) 供电电源功率：，380V，50Hz；
- 15) 重量：2T。

第三节 系统的性能指标

系统的性能特点:本试验机采用液压控制,PLC 以及传感器的连接,专业设计的数据采集系统和微机数据处理系统,设备具备了对各种金属、非金属材料进行拉伸、压缩、弯曲、剪切等多项试验能力。可自动求取最大试验力值、断裂力值、屈服强度、上下屈服强度、抗拉强度、抗压强度、断裂延伸率、拉伸弹性模量、弯曲弹性模量等试验数据；

注:弹性模量 $\sigma = E \varepsilon$ (式中 E: 即为弹性模量)

第二章 实验机自动检测控制系统的硬件

系统硬件电路设计的优劣直接影响到系统的可靠性和稳定性，这也是软件编程的根底。

本系统的硬件电路采用 PLC 结构，以扫描工作方式进行工作（串行工作方式），主微处理器采用实时处理的方

式负责试验的主要任务,它能够控制系统总线,占有系统资源;位置信息报告及电液比例阀动作命令的执行等工作。

等加荷材料试验机控制系统的组成框图见图 2 所示

等加荷材料试验机控制系统的组成框图(图 2)

主处理器(FX0S-14MR-D)通过串行数据总线(SPI)与模数转换器 CS5532 相连,同时还负责 FLASH 存储器、显示器、通信转换模块的控制。

外加定时器 C1161 (WatchDogTimer)作为系统故障监控子模块,该模块在程序出现“死机”或“跑飞”时,使系统自动复位。该系统硬件结构如图 3 所示

系统硬件结构(图三)

第一节 实验机自动检测控制主机的选择

拉、压实验自动检测与控制属于计算机检测控制系统的一种。计算机检测控制系统是由包括微型计算机在内的一些模块组成,由于集成度很高,模块不至于很多,因此结构紧凑,可靠性高。由于采用硬件与软件相结合的技术,系统具有相当的通用性,性能指标也可到达令人满意的程度。计算机检测控制系统的信息处理核心是主机,获取检测信息进行初步处理的是分机。中、大型自动检测控制系统的主机可以是 PC 机或工控机,特大型自动检测控制系统的主机可以是巨型机,而小型自动检测控制系统那么可以选择单片机系统为核心。

工控机属于 PC 机的一种。工控机一方面继承了个人计算机丰富的软件资源,使其软件开发更加方便;另一方面又具有可靠性高、抗干扰能力强等优点,但其价格偏高。对于中等规模的控制系统,为了加快系统的开发速度,尽量选用现成的工控机。一般说来,军用和其他重要部门使用的自动检测系统,选用工控机作为系统的主机,普通民用自动检测系统可选用 IBM, COMPAQ, HP 等国际品牌 PC 机作为自动检测系统的主机,以 PLC 作为信息处理核心构成分机。PLC 是微机技术和控制技术相结合的产物,是一种以微处理器为核心的用于控制的特殊计算机,因此 PLC 的根本组成与一般的微机系统类似,具有以下特点:

(1) 可靠性高,抗干扰能力强

可靠性高,抗干扰能力强是 PLC 最重要的特点之一。PLC 的平均无故障的时间可达几十万个小时,之所以有这么高的可靠性,是由于他采用了一系列的硬件和软件的抗干扰措施:

1) 硬件方面

I/O 通道采用光电隔离，有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响；对供电电源及线路采用多种形式的滤波，从而消除或抑制了高频的干扰；对 CPU 等重要部件采用良好的导电，导磁材料进行屏蔽，以减少空间电磁干扰；对有些模块设置了连锁保护，自诊断电路等。

- 1) 软件方面 PLC 采用扫描工作方式，减少了由于外界环境干扰引起故障；在 PLC 系统程序中设有故障检测和自诊断程序，能对系统硬件电路等故障实现检测和判断；当由外界干扰引起故障时，能立即将当前重要信息加以封锁，禁止任何不稳定的读写操作，一旦外界环境正常后，便可恢复到故障发生前的状态，继续原来的工作。

〔2〕编程简单，使用方便

目前，大多数 PLC 采用的编程语言是梯形图语言，它是一种面向生产、面向用户的编程语言。梯形图与电器控制线路图相似，形象、直观，不需要掌握计算机知识，很容易让广阔工程技术人员掌握。当生产流程需要改变时，可以现场改变程序，使用方便、灵活。同时，PLC 编程器的操作和使用也很简单。这也是 PLC 获得普及和推广的主要原因之一。

许多 PLC 还针对具体问题，设计了各种专用编程指令及编程方法，进一步简化了编程。

〔3〕功能完善，通用性强

现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能，而且还具有 A/D 和 D/A 转换、数值运算、数据处理、PID 控制、通信联网等许多功能，同时，由于 PLC 产品的系列化、模块化，有品种齐全的各种硬件装置供用户选用，可以组成满足各种要求的控制系统。

〔4〕设计安装简单、维护方便

由于 PLC 用软件代替了传统电器控制系统的硬件，控制柜的设计、安装接线工作量大为减少。PLC 的用户程序大局部可在实验室进行模拟调试，缩短了应用设计和调试周期。在维修方面，由于 PLC 的故障率极低，维修工作量很小；而且 PLC 具有很强的自诊断功能，如果出现故障，可根据 PLC 上的指示或编程器上提供的故障信息，迅速查明原因，维修极为方便。

〔5〕体积小、重量轻、能耗低

由于 PLC 采用了集成电路，其结构紧凑、体积小、能耗低，因而是实现机电一体化的

理想控制设备。

PLC 有较强的管理功能，本系统用 PLC 对整个测量电路进行管理和控制，使得整个系统智能化、体积小、功耗低、使用电子元件较少，内部配线少，本钱低，制造、安装、调试及维修方便。因本系统为小型的自动检测控制系统，具有结构简单、价格低、测量参数少、功能相对简单等特点，要求在生产现场使用，环境控制功能不很复杂，本钱有一定的限制。所以对原液压实验机的改造是一种小型的可靠性要求较高的应用系统。基于以上对几种主机的比拟，并结合控制器的设计要求，决定选用功能符合系统设计要求的 PLC 作为原旧液压拉伸试验机自动检测与控制系统改造的主机。

第二节 传感器的选择

在现代检测技术中，传感器技术和计算机技术是必不可少的两个方面。主机对数据有很强的处理能力，但对非电量和模拟信号是无能为力的。如果没有各种精确可靠的传感器去检测非电量和模拟信号并提供真实的信息，那么计算机也无法发挥其应有的作用。传感器把非电量转换为电量，经过放大处理后，转换为数字量输入计算机，由计算机对信号进行分析处理。从而传感器技术与计算机技术结合起来，对自动化和信息化发挥了重要的作用。其特点有：

(1) 提高劳动生产率:采用带有微机的仪器、仪表进行自动化检测与控制，可以提高劳动生产率。

(2) 提高产品质量:采用各种传感器和微处理技术可以对各种工业参数及工业产品进行测控及检验，准确测量产品性能，及时发现隐患。为提高产品质量、改良产品性能，防止事故发生提供必要的信息和更可靠的数据。由于系统对测量要求比拟高，所以本系统关键问题之一是对压力传感器确实定。

压力测量电路的设计

压力测量电路主要完成压力信号的采集、放大，再经过 A/D 模块转换成数字信号发送到 PLC。这局部电路主要由压力传感器、仪表放大器 AD623 及 A/D 模块 CS5532 组成。压力测量电路图如 4 所示

压力测量电路图〔图 4〕

压力测量原理

压力测量电路中，传感器采集到实际压力信号，经仪表放大器 AD623 将信号放大调理，再以电压差动方式输入 24 位高精度 A/D 转换器 CS5532, 将其模拟信号变成数字信号，再经 SPI 串行总线送入主微处理器进行数据标定及相关处理，得到实际压力值。

主要元器件简介

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/866024124000010140>