基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统的概念

长沙理工大学桥梁与结构工程学院　徐飞鸿

［摘　要］ 本文分析国内高校电子万能材料试验机教学现状，提出了基于电子万能材料试验机的材料力学教学实验系统的概念，给出了该实验系统的硬件功能扩展、改进方案及其软件系统的网络多媒体实验教学、网络实验数据处理和实验教学管理等模块的设计思路，论证了基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统的良好应用前景。

一、引言

电子万能材料试验机是一种基于电子控制技术的新型万能材料试验机，它集精密控制与精密测量于一体，具有宽广准确的加载速率和测力范围，有较高的灵敏度，对现代材料力学性能测试的要求有良好的适应性。随着我国经济建设的发展和经济水平的提高，电子万能材料试验机得到了广泛的应用。特别是 21 世纪以来，国内各工科院校力学实验室都将其列为优先配置设备，一批大学实验室率先强力配置、引入教学，服务于人才培养和科学研究，并在已经初步显现出了其良好的社会经济效益，表明选择电子万能材料试验机教学顺应了时代发展的潮流、符合实验教学培养创新人才的要求。由于新型电子万能实验机使材料力学性能测定试验的加载精确、数据采集与处理快捷，有效地缩短了材料力学实验中的一些耗时费力的实验项目所耗费的时间，如轴向拉伸、压缩实验，金属材料弹性模量 E 的测定实验等。从而为更新那些较为单一、简单的验证性实验，使其既能达到大纲中对该类实验的要求，又结合本与学科相关的知识，适当增加其难度、深度、广度，给学生留下独立思考的空间，并且为开发培养学生实践能力、创新意识的“三性”实验项目提供了基本的开发平台。可见，电子万能材料试验机这一现代化的教学设备不应该也绝对不只是传统产品的替代品，其强大的功能应加以充分利用并进一步扩充。因此，如何使电子万能材料试验机成为科研、生产中的“材料检测专家”同时又是实验教学领域的“材料力学实验教学系统”，便成为了当今力学界、材料实验领域及试验机制造行业的专家学者面临的一个新课题。

二、基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统的概念

材料力学实验的基本内容可概括为“材料力学性能测定实验”和“应力应变分析实验”两大类。纵观国内材料力学实验室的教学设备配置不难发现，绝大多数工科院校实验室都是按“试验机+应变仪+小型实验台架”的模式配备的。这有一定的合理性，因为在某种意义上，在特定的经济条件下，配备一些小型的、廉价的仪器设备使之能达到教学的目的也是值得肯定的。但是，我们也不难发现其典型的“初级阶段”特色，它们难免存在技术含量不高、加载性能不良、加工精度不够、功能过分单调、利用率不高等种种问题。显然，如果我们能利用高科技的电子万能材料试验机作为基本平台，适当进行必要的硬件改进和扩充，那么，

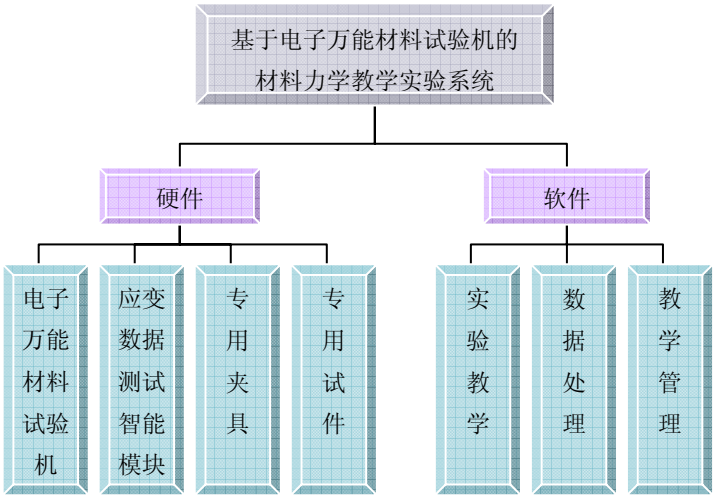
本文版权归新三思集团公司及作者本人所有，转载必究。

电子万能材料试验机不仅能完成“材料力学性能测定实验”而且还能完成“应力应变分析实验”，特别是若能给“改进”后的电子万能材料试验机配备网络多媒体教学软件，电子万能试验机将成为一个高效的材料力学实验教学系统。“基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统”是以电子万能试验机为工作平台，利用其先进技术和强大功能，配置符合材料力学实验项目要求的专用夹具、专用试样等辅助实验装置，具备先进的应变数据采集处理功能，并配具有网络多媒体教学、数据处理和管理功能的材料力学教学专用实验系统，它能支撑常规材料力学实验（或绝大部分实验）的现代化教学，它可以取代（或部分取代）那些具有典型的“初级阶段”特色的、孤立的、分散的各类“演示教具型”或“玩具式”的实验台架。“基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统”不再是某些人眼中的一台价格“昂贵”的试验机，而是一个极富开发价值的、基本完备的材料力学 “教学实验室”。

三、基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统的设计思想

3.1 系统的构成

“基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统”当然包含硬件和软件两大部分（如图一所示）。硬件即配备了“应变数据测试智能模块”的先进的电子万能材料试验机（例如，深圳市新三思计量技术有限公司的产品等）及各类相关的专用夹具、专用试样等辅助实验装置；软件除包含试验测试（驱动）软件外，则根据材料力学实验的各环节要求和实施主体与对象，至少应有以下三大功能模块：网络多媒体实验教学模块、网络数据处理模块和教学管理模块。



图一　基于电子万能材料试验机的材料力学教学实验系统构成

3.2 系统硬件的改进

由图一可知，“基于电子万能试验机的材料力学教学实验系统”的硬件应在高性能电子万能材料试验机的基础上适当增加测试和处理功能、配置各类相关的材料力学实验装置。

（1）应变数据测试智能模块　具有多个测试通道（一般为 10 通道左右），配合试验机的

本文版权归新三思集团公司及作者本人所有，转载必究。

计算机系统能完成单点或多点静态电阻应变（位移）测量（注：这一工作新三思公司已经完成了），并进一步实现应变计（位移计）的参数设置、电桥自动初始平衡、多点自动扫描测量、定时测量、贮存、数据处理及打印等操作的计算机控制，达到无机械触点信号切换、噪声自动滤除、高速高位模数变换等技术及测量结果的高速、高精度、高重复性的性能；通过优化 *A/D* 性能，提高数据采样速率，使应变测量模块应变（位移）测试智能模块还具有动态应变仪的功能；此外，选配优质高效的电磁式非接触式激振器（50*g*），以变实现动应力、应变实验。

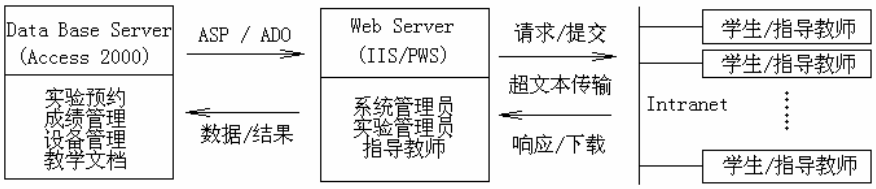
（2）设计、配置各类实验专用夹具、专用试件　例如：配置弯曲梁，利用应变数据测试智能模块，在电子万能试验机上完成“正应力电测实验”；开发弯-扭联合作用薄壁圆筒固定夹具，在电子万能材料试验机上完成“主应力实验测量”，等等。

（3）完善、改进压杆稳定实验装置、电阻应变式传感器设计实验、桁架应力分布实验，不断开发“三性”实验，由专业厂家提供相应的、加工精良的、严格合乎行业规范标准的辅助实验装置，保证实验精度和实验效果。

（4）开展万能试验机的力学分析及设计研究　为了加深对机器结构的进一步理解，同时对试验机结构受力状况和运行状态进行有效监测，以电子万能材料试验机本身为研究讨象，对试验机在拉伸、压缩、弯曲实验时立柱、横梁等受力情况进行分析和监测，并画出力学简图，分别计算立柱（横梁）的强度、刚度及稳定性。通过长期的监测、分析、计算，讨论并提出新的优化设计方案，使万能材料力学试验机的力学分析及设计研究在教学活动中常规化、长期化。

3.3　软件系统的设计

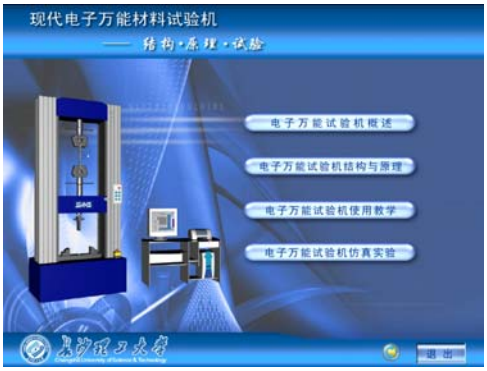
软件系统采用基于 *WWW* 的 *Browser Sever* 工作模式的分布式结构和以 *TCPIP* 为基础的 *Intranet* 技术，数据传输遵循 *HTTP* 协议，通过 *ASP/ADO* 技术实现对网络数据库的操作。系统管理员（开发者、实验室管理教师）设置于 *Web Server* 端，以便进行系统开发和管理；实验数据处理表格、多媒体教学内容、学生实验预约和成绩查询等通过 *Web Server* 以网页或表单形式下载，提供给分布于校园网络的各客户端（学生）；将实验数据及处理结果、实验成绩、实验设备管理、教学文档等以数据库形式存放于 *Web Server* 后台的 *Data Base Server*；教师可通过任意客户结点或 *Web Server* 端完成实验指导。系统成员组成结构、网络数据传输原理和系统软件配置及其相互关系，图二所示。



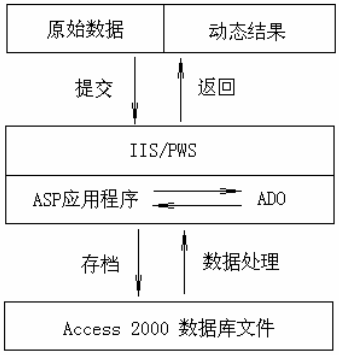
图二　系统软件的原理

本文版权归新三思集团公司及作者本人所有，转载必究。

（1）网络多媒体实验教学模块　多媒体实验教学模块为包括实验项目、实验指导、仪器设备结构等内容，重点在于基本原理、实验场景介绍、实验动态模拟演示与训练、实验性能曲线等。基于 *Web* 的多媒体网络教学课件具有较多的优越性，例如：多用户、多元化、信息交流双向化、易升级和统一的 *GUI* 界面等等。发展多媒体网络教学辅助手段改进教学方法、更新教学手段，开发以学生为主体兼知识获取与知识应用以及带有一定创新性质的课程实验教学多媒体课件，并引入实验教学，使之成为现代实验教学的一部分。这一模块可在长沙理工大学与新三思公司联合开发的单机版多媒体课件（如图三）的基础上改进，开发可通过校内网络在任何地方进行阅览的课件，从而突破时间和空间的限制，实现开放式教学和教学资源和教学方法的共享。



图三　系统软件的多媒体实验教学模块



图四　实验数据处理操作流程

（2）网络实验数据处理模块　实验数据处理模块主要进行实验数据的实时处理与后期处理。在实验中，经常需要进行现场数据处理供实验后续部分利用或进行最终实验数据的处理和分析，通过网络实现快速数据处理是一条有效的途径。而且，从教学的角度，能及时发现学生实验中的问题、解决问题；对于在实验中不能及时处理或解决的问题，学生通过 Internet 可以和指导教师进行课外实时或非实时的交流与探讨，从而加深对实验的了解，为深层次研究、开发和创新打下基础。此外，附加最小二乘拟合等应用工具软件，可提高其对实验数据处理的效率和处理能力，也是必要的。因此，设计时不仅要考虑数据处理速度快捷、计算结果准确的要求，而且要保留完整的原始数据。实验数据处理操作流程如图四所示。学生在客户端浏览器将实验原始数据填入 *ASP* 表单，检查后提交，通过 *Web Server* 存入 *Data Base Server* 中的 *Access* 数据库；然后，*ASP* 应用程序结合 *ADO* 技术读取刚存入 *Access* 数据库中的实验数据并进行处理；最后以 *HTML* 网页形式将实验处理的动态结果返回至客户端浏览器，供实验分析。

（3）教学管理模块　该模块对实验预约、学生资料、实验报告、实验成绩、实验设备及系统维护等进行有序管理，提供学生根据课程进程、自身学习特点和要求，进行实验预约、安排实验进程、查询相关资料(如已约实验、实验成绩)等的平台。同时，指导教师也可通过该

本文版权归新三思集团公司及作者本人所有，转载必究。

模块掌握学生实验进程动态、浏览学生实验报告、发布学生实验成绩以及进行教学内容、学生资料、实验设备和内部资料的维护与完善，新建教学文档与实验设备的添加、修改和删除等工作。作为这一模块的雏形，长沙理工大学-新三思联合力学实验室的“实验预约管理系统”可供参考（如图五所示）。其中，设定了 3 类用户：实验室管理教师(系统管理员) 、指导教师和学生。考虑安全性，各类用户的访问权限是不同的，因此每一类成员都必须经过注册登录才能行使相应权限。例如：学生在客户端只能预约实验，完成或修改自己的实验报告，查询实验成绩等；指导教师在客户端或服务器中则可以查看学生资料和实验报告，给出实验成绩，解答学生提出的疑问；实验室管理教师主要完成对实验进程的总体安排、设备管理与使用统计、学生资料、实验报告和成绩管理、教学文档与设备的增删和修改。实验教学管理模块中设计的对象：学生资料、实验报告、实验成绩、实验设备、考虑安全性的用户权限设定等均存放于 *Access* 数据库表中，表中的字段对应设计对象的属性，其连接关系可通过 *ASP/ADO* 技术实现。

图五　网络实验教学管理模块

四、结语

现代高等教育已经提出了越来越高的创新人才培养目标，要求改革传统的模式，更新那些较为单一、简单的验证性实验，增加其难度、深度、广度，提高“三性”实验开出比率，使其达到大纲要求，培养学生实践能力、创新意识。基于电子万能材料试验机的材料力学教学实验系统能很好地满足这样的要求。它不仅提供完成实验的精良设备，使几乎所有的现行材料力学实验都移植到该“系统”上，取代过去分散、凌乱且技术含量低、占地、浪费资源、效率相对较低的“试验机+应变仪+小型实验台架”的设备配置模式，使材料力学教学实验仪器设备实现规范化、标准化。而且，提供了现代化的多媒体教学手段和现代化网络教学管理的平台，将给现代材料力学实验教学带来质的飞跃。从高校实验室建设的需求情况看，老式试验机逐渐老化，随着电子万能材料试验机的推广普及，高校配置电子万能试验机的高潮即将到来。虽然，配置基于电子万能材料试验机的材料力学教学实验系统，一次性投入成本可观，但其开发应用价值是无法估量的，而且引进的毕竟是一个“实验室”。

本文版权归新三思集团公司及作者本人所有，转载必究。

参考文献：

[1] 徐飞鸿，韦成龙，材料力学实验，长沙：湖南教育出版社，2004。

[2] 薛元昀，顾佳英，网页数据库设计与发布[M]。北京：清华大学出版社，1999。

[3] 吴晓超，明明白白学网页制作——FrontPage2000 中文版[M]：北京，科学出版社，2000。

[4] 黄凯涛，吴华中，徐奇智，Access2000 学习教程[M]，北京：北京大学出版社，2001。

[5] 韦成龙，李学罡,徐飞鸿，材料力学教学内容改革的研究与实践， [J].力学与实践，2002-24。

[6] 宋固全，兰志文，电子万能试验机上实验项目的开发，[J].新三思通讯.200503。

本文版权归新三思集团公司及作者本人所有，转载必究。