



机加工实验教学示范中心信息化建设的探索与实践

[摘要] 在调研和分析国内各大高校实验教学示范中心信息化建设情况的基础上, 结合信息化建设评价指标及燕山大学的客观条件, 进行了燕山大学机电液一体化国家级实验教学示范中心信息化建设的探索和实践。分别从实验管理信息化、实验资源信息化、实验手段信息化三个方面阐述了中心信息化建设的具体内容 and 应用效果, 并探讨了更深层次的建设规划。

引言

国家教育部于 2005 年 5 月启动了高等学校实验教学示范中心建设和评审工作, 旨在推动高等学校加快实验教学改革, 加强实验室建设, 培养大学生的实践能力和创新精神, 提高高等教育质量, 更好地满足我国经济社会发展和建设创新型国家的需要。经过 6 年的建设, 现已有国家级实验教学示范中心 500 余个, 涵盖物理、化学、生物、力学、机械、电子、计算机、医学、经济管理、传媒和综合性工程训练中心等 19 个学科类别。燕山大学机电液一体化实验教学示范中心(以下简称实验中心)于 2008 年通过教育部评审, 批准为国家级实验教学示范中心机械类建设单位。

随着信息技术的发展, 并受教育部大力建设实验教学示范中心且将信息化手段的应用作为其评定的重要指标等多方面影响, 各高校在实验教学中竞相引入各类信息化手段。目前, 国家级实验教学示范中心信息化建设的评价指标主要包含三方面的内容: 建成网络化实验教学和实验室管理信息平台; 具有丰富的网络实验教学资源; 实现网上辅助教学和网络化、智能化管理。上述三个方面的建设内容可以概括为实验管理、实验资源和实验手段(方法)三个方面的信息化实现。

在充分调研和分析了国内各大高校国家级实验教学示范中心信息化建设成果的基础上, 实验中心从实验管理、实验资源和实验手段三个方面逐步开展信息化建设工作。同时, 充分考虑了燕山大学目前的实验教学软硬件设施、实验学时分配、指导教师层次以及校园网平台配置等多方面客观因素, 探索出了一条适合学校校情的具体建设路线。

经过近 5 年的发展, 实验中心目前的信息化建设工作已经取得了显著的成果, 基本实现了实验管理、实验资源和实验手段的信息化, 初步构建了三个方面相互渗透、互为补充、相辅相成的集成化信息平台, 该平台在实际应用中取得了良好的效果。

1 国内实验示范中心信息化建设现状

国家级实验教学示范中心项目的实施, 带动了国内各高校积极开展实验教学改革, 加大对实验教学的投入和建设力度。信息化建设作为中心建设的评价指标之一, 同时也是一种推动实验教学体系和管理模式改革创新的有效途径, 受到了各高校的普遍重视。现对国内各高校实验教学示范中心的信息化建设作简单介绍。

在实验管理方面, 部分实力雄厚的重点高校发挥自身优势, 开发了集成多种功能的实验教学综合管理系统。清华大学开发了一套全校范围的集实验教学管理、网上预约、实验教学教务管理为一体的实验课选课系统; 四川大学开发的实验室与实践教学综合管理系统是一套基于全校的实验教学选课系统, 可以将全校的实践类课程统一管理, 在多年的实践中该系统已经推广到国内多所高校。

在实验资源方面, 开放式的学习资源库是各大高校的重点建设内容, 包括实验方法的介绍、实验仪器的使用说明、实验过程的图文及视频展示、相关知识的拓展讲解等。上海交通大学国家级物理实验教学中心从 2004 年开发了一套基于 XML 的开放式学习系统, 包括了近 200 项物理实验, 实验项目的开放为学生预习及课外学习提供了便利Ⅲ。

在实验手段方面, 实验辅助系统、虚拟实验系统、远程实验等先进的信息化产品也在国内高校中得到了应用。教学辅助平台有卓越提供的课程中心、赛尔网络提供的 BlackBoard 等; 中国科学技术大学物理系研发的“大学物理虚拟实验”在国内高校得到广泛的应用; 华南师范大学、大连理工大学、上海交通大学等高校都先后开设了远程实验Ⅲ。

2 实验中心信息化建设

2.1 网络化基础平台搭建

燕山大学的网络环境和基础服务体系为实验中心的网络化基础平台搭建提供了必要的基础和条件。硬件方面，学校建设了高速光纤传输网，建立了由核心层、汇聚层和接入层所组成的三层架构的大型校园网络，校园网络主干带宽万兆。基础服务软件方面，校园网提供包括邮件服务、域名服务、目录服务和透明 IP 服务、WWW 服务等基础服务功能，同时逐步健全了防火墙、行为管理和网络监控、病毒查杀多层面的网络安全防范体系。

在此基础之上，实验中心购置多台高配置品牌服务器，以门户网站建设为切入点，逐步进行信息化建设的各项工作。服务器是各网络系统的运行载体，门户网站则是各系统的入口和宣传窗口，两者共同构成了实验中心网络化基础平台。

实验中心的门户网站（<http://mec.ysu.edu.cn/mehlab/>）基于 NET 平台，使用 ASP、NET 和 C# 语言来开发，并结合 HTML、CSS、Java Script 等技术实现。WEB 服务器采用微软 IIS6.0，数据库为 SQL Server 2005。网站经过不断完善和改进，目前已经建立起由中心概况、新闻通知、教学队伍、管理运行、实验教学、实验资源、成果荣誉、信息平台、实践创新等栏目组成的宣传性网络系统。

实验中心的管理系统、实验资源系统以及实验辅助系统等模块都是由门户网站拓展出来的，图 1 为实验中心信息化平台示意图。实验中心门户网站通过设置登录界面或者超级链接的方式将各个系统有机地结合起来，各系统的数据库数据可以实现实时共享。

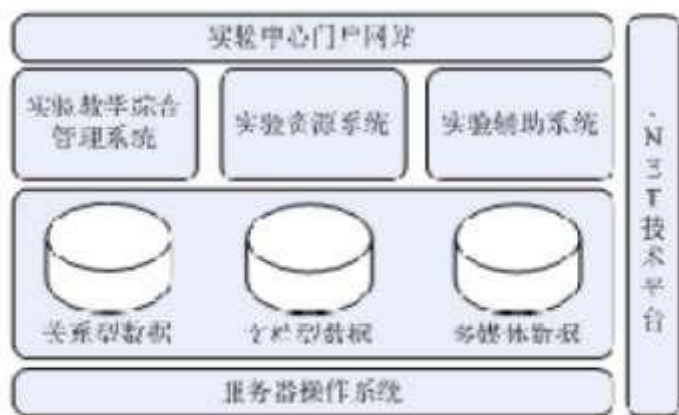


图 1 实验中心信息化平台示意图

2.2 实验教学综合管理系统

在实际的教学过程中，由于实验班级数、学生人数多，并呈现不断上升的趋势，实验指导教师除保证教学一线的正常教学外，还要耗费相当大的精力进行实验课程安排、时间地点调整、班级实验变更等诸多业务性的工作上。因此，迫切需要运用现代化、科学化、规范化的管理手段来提高工作效率，使得实验教师能全身心的投入到教学一线的工作中。

实验中心开发了一种基于 WEB 的实验教学综合管理系统，包括实验课程（项目）管理、实验预约等具体功能。系统采用 B/S 模式，开发语言和数据库等技术与门户网站相同，这样可以使两者实现有机结合。下面就管理系统的关键功能模块作简要介绍。

1) 以实验项目为核心的基础数据库。数据库建设是本系统的基础性工作，系统各个对象的关系如图 2 所示，实验项目是整个系统的核心，起着链接各个对象的作用。理论教学以专业划分，不同专业的理论课在学时分配上有所区别，所进行的实验项目和学时分配有直接关系，这样就建立起了“学生—班级—专业—理论课程—实验项目”的左侧关系链。实验中心目前分为几个实验组，建立起“实验组—实验教师—实验项目”的右侧关系链。

2) 以班级为单位的智能筛选实验、预约实验。通过数据库的链接关系，系统可智能的为某个班级筛选出自



已班级所需开设的实验项目列表。列表可以展示每个实验项目的学时、实验地点、预约起始周及预约状态等，这些都使得每个班级能够直观地查看本班级的实验预约情况。

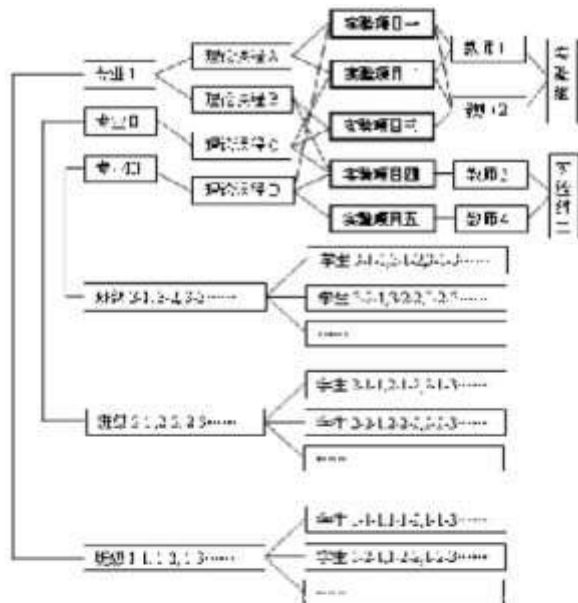


图 2 数据关系对应示意图

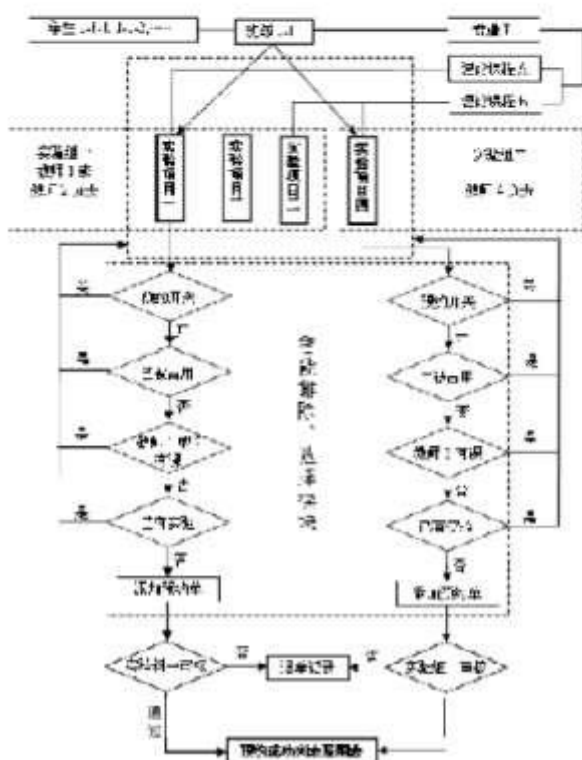


图 3 预约流程示意图

本系统的关键功能之一在于其预约流程的“智能”性，流程示意图如图 3 所示。

以图 2 中的班级 1-1 为例，实验预约需要经过以下几个主要流程：（1）“班级—项目”智能匹配。根据班级所属专业获取班级 1-1 所修的理论课程，由各门理论课获取所需开设的实验项目列表；（2）“项目—教师—实验组”智能匹配。每个实验项目分别由一位或多位教师负责指导，指导教师又组成不同的实验小组；（3）“智

能排除、选择”模块。该部分是本系统的核心模块，将实现各项目预约时间节点的排除和选择。本系统预约模块以教学周为单元，以两个标准课时为节点，节点的预约状态决定班级是否可进行预约操作。图4所示为某一个实验项目在某一教学周（单元）内的预约情况图表。一周共有35个时间节点，各节点分别通过读取数据库记录来判断该节点的预约状态。



图4 实验项目在教学周内的预约状态图表

3) 以实验组为范围的预约审批与管理。本系统提出了实验组“容量”的概念，即某实验组在同一个时间节点所允许预约的实验项目的最大数量，这是为了解决某些实验组的指导教师数量不足而设置的参数。基于以上考虑，实验预约记录的审批和管理是在实验组范围内进行的，实验组管理员根据本组指导教师的具体情况进行实验项目的编排、实验组“容量”的设置、预约单的审批管理等。通过本系统的“智能排除、选择模块”添加的预约记录，没有任何客观时间或实验项目的冲突，如果教师或班级没有个别的主观因素，实验组管理员只需要点击批准通过即可生成预约成功记录，班级或学生可随时查询自己的预约记录是否通过，从而根据预约记录安排学习计划；否则可退单并注明退单的原因。

2.3 实验资源系统

实验资源建设可以归结为教学资源中的空间资源（物力资源）系统的开发，分为硬件资源和软件资源两部分。硬件资源以实验室及实验设备查询系统为核心，提供实验室信息查询功能和仪器设备信息查询功能。软件资源以实验项目库为核心，提供实验前预习和实验后总结的可学习资源。

实验中心的实验资源系统建立在门户网站的平台基础之上，开发语言和数据库与管理系统保持一致。其中，仪器设备数据库已基本覆盖实验中心所有的实验教学设备（仪器），主要字段包括设备编号、设备名称、设备类型、仪器型号、用途简介、主要技术指标等，查询系统可以提供多参数的高级检索功能。

实验资源系统的实验项目库建设是与管理系统同时进行的，实验项目使得两个系统衔接起来。管理系统侧重于实验项目的所属和分类，通过实验项目把不同的对象链接起来；而资源系统更侧重于实验项目的具体内容，向学生提供与实验相关的学习资源。目前，实验中心的实验项目库覆盖本科生开设的所有实验，主要字段有实验名称、所属理论课程、实验目的、实验基本描述、涉及主要仪器设备、实验教材（指导书）、教学课件、特色资源链接等。其中，特色资源链接可以访问与该实验项目相关的精品课程资源、课外科技活动信息、教师科研项目信息等，使得学生除了学习了解实验项目本身之外，还能够拓展知识面，提高学生对实验的认识水平和准备能力。

2.4 多媒体演示实验系统

我国传统的演示实验来源于实验科普宣传资料及橱窗，随着多媒体技术的发展，通过视频采集设备对实验过程进行记录或制作Flash动画的形式展示实验过程成为现实。目前，视频或动画形式的演示实验在国内高校的



应用已经非常普遍。

实验中心的多媒体演示实验系统开发从基本素材的采集入手。选取典型实验案例，一方面通过视频采集和后期处理制作成 WEB 页面可以浏览的视频压缩文件，另一方面将某些实验细节（如机构传动、齿轮啮合等内容）制作成 Flash 动画，更加生动逼真地展示实验过程。图 5 所示为齿轮常见的传动方式动画 WEB 页面截图。

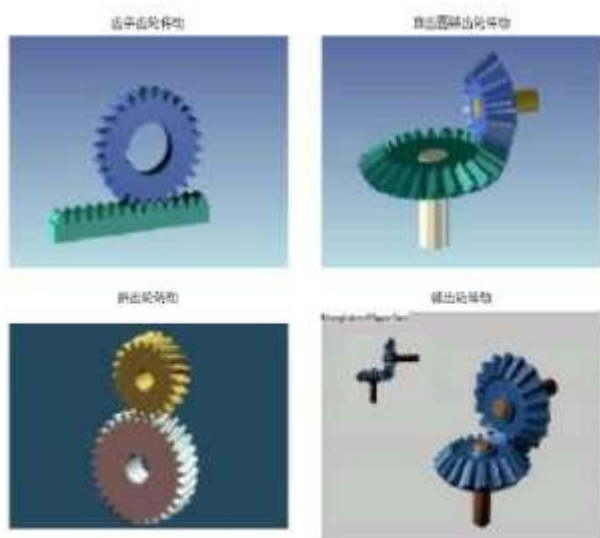


图 5 齿轮传动的动画展示

使用与管理系统、资源系统相同的开发技术可以将这些多媒体素材和数据库中对应实验项目联系起来，再借助网络平台发布，这些素材就能被学生访问，同时具备高级检索功能。

3 信息化建设成效与展望

实验中心的信息化网络平台经过几年的建设和完善，其稳定性和安全性已经在实际的运行使用过程中得到了检验，完全能够满足中心实验教学及管理工作的具体要求。表 1 列举了信息化平台部分运行指标的统计数据，可以看出，平台目前拥有较高的访问量和利用率，实验教学资源丰富。

表 1 信息化平台运行数据统计（截至 2012 年 10 月）

序	主要运行指标名称	单位	数量
1	门户网站访问量	次	215546
2	实验项目记录数	条	125
3	学期内实验预约记录数	条/学期	平均 1200
4	实验仪器设备记录数	条	3754
5	实验教学资源总容量 (含学习资料、演示视频等)	GB	约 40

笔者就实验中心信息化平台应用的效果评价进行了问卷调查。学生用户普遍反映该平台的 WEB 页面制作精良，学习资源非常丰富，预约系统操作简便且互动性强。平台的应用拓宽了学生获取知识的空间，激发了学生自主学习的积极性；教师用户认为平台的应用极大地减轻了实验指导教师的日常工作负担，各个系统操作简单易用，老师们可以有更多的精力投入到一线的教学工作中去。同时也为教师素质与能力的提高和实验室的可持续发展提供了空间；学校教务部门也对实验中心信息化平台的整体水平和构思给予了较高地评价。

随着网络技术的发展及各高校校园网建设的进一步完善，实验中心的信息化建设还应不断地深入下去，做到与时俱进，扩大实验中心的辐射范围、丰富实验辅助手段是下一步的主要工作。实验中心的信息化平台的辐射范围目前主要还仅限于校园内部，作为国家级教学示范中心，应该定位于全国范围，增强与教育部门和兄弟院校



的交流与合作，增加信息来源的途径，扩大实验中心在国内的影响力，逐步建成高度信息化、立体化、开放化的机械类实验教学示范中心。另外，实验中心将丰富实验教学辅助手段，开发或引进虚拟实验、远程实验、网络实验等先进的辅助教学系统。

4 结束语

实验教学是实践教学的重要组成部分和基础性环节，在高等教育教学改革中受到了高度关注。实验教学示范中心拥有优质的实验教学资源，是高校深化教学改革，推进[素质教育](#)，培养学生的创新意识、创新能力和实践能力，全面提高学生的综合素质的主要阵地。燕山大学机电液一体化实验教学示范中心在信息化建设方面从功能定位及建设内容上作了前瞻性的规划与设计并付诸实施，从科学实验管理、充实实验资源、丰富实验手段等方面开展针对性的建设工作，初步建成了一个功能齐备、性能稳定、可持续性强的信息化网络平台。平台的应用取得了良好的效果，实现了教与学的双赢。