

1.1 实验教学体系及实践教学模式

天津工业大学

机械工程学院

实验教学体系及实践教学模式

机械工程系

2016 年 9 月 24 日

一、实验教学体系构成

(一) 建设目标

根据天津工业大学“十三五”建设的总体思路和纺织机械设计及自动化专业方向的特点,确定本实验室的建设目标是:以纺织机械为特色,以实践意识、创新意识和综合应用能力的培养为核心,以高素质、应用型高级人才的培养为目标,建成与 21 世纪纺织机械设计及自动化专业方向发展相适应的高水平的纺织机械设计及自动化综合实验室,2020 年前争取建成省部级实验教学示范中心、以及国家级“机械基础及纺织装备设计虚拟仿真实验教学中心”。

(二) 建设内容

根据上述实验室的总体发展目标及本科应用型人才培养的目标定位,坚持以提高学生动手能力和综合能力为取向的实验教学指导思想。实验室的建设任务是:①建立以纺织工艺为主线集设计制造、控制、检测为一体的纺织机械综合实践教学平台(后面简称“综合实践平台”),加大对实验室建设的投入力度,使其仪器、设备的先进程度在全国同类专业建设中达到一流水平;②建立完善的实验教学体系,实验教学体系的建设关系到人才培养的质量,为了实现实验教学与理论教学有机结合,以能力培养为核心,体现实验教学注重能力、个性及创新意识培养的基本原则,在实验教学体系建设上根据学生不同学习阶段的实际情况,采用分阶段、模块化实验教学体系,突出分层次、个性化的培养模式,即专业基础性实验教学、专业性实验教学、创新性实验教学、大学生科技竞赛。③建设良好的实验教学环境,加强多媒体课件的研制,实现实验课和多媒体授课。④丰富教学手段,充分发挥学生动手能力的培养,提供每个学生锻炼动手能力的实验平台。⑤师资队伍建设,建设一支由科研型(由主要由教师组成)进行实验平台的搭建,实践型(由主要由教师、硕士、博士组成)进行实验设计、虚拟实验设计、指导,保全型(由主要由工程师和技术工人组成)进行设备维护、保养、使用的师资队伍。⑥运行机制,开放运行机制及管理制度,制定更加完善的质量保证体系与考评办法。

纺织机械实验室依托这个特色学科专业方向,作为实验实践课堂,经过多年的建设,形成较完善的实验教学课程体系,如图 1 所示:

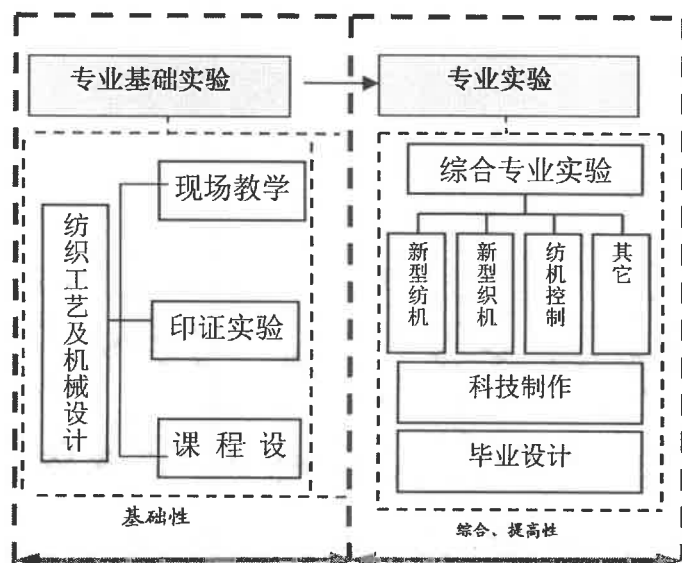


图1 现有的实验教学体系

（三）建设平台

规划期内建设的项目：根据最新修订的天津工业大学纺机专业方向本科2016版教学大纲，建立以纺织工艺为主线集设计制造、控制、检测等技术为一体的纺织机械综合实践教学平台，以及机械基础及纺织装备设计虚拟仿真实验教学中心。是对纺织机械实验室原有设备与功能的补充完善和加强，具体建设内容如图2所示：

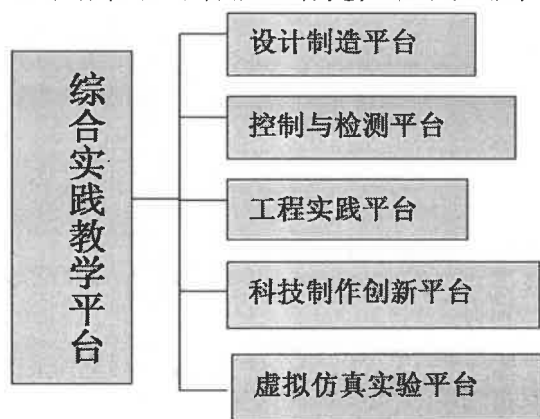


图2 实验平台构架示意图

（1）设计制造平台

纺织机械包括纺纱机械、织造机械、针织机械、非织造布机械、化纤机械和染整机械，如图3所示。以新一代纺织机械整机作为综合实践教学平台，进行印证性实验、创新实验及综合实验。该整机试验平台，可对本专业如下课程：纺织工艺及设备、化纤印染工艺及设备、纺织机械设计原理、现代设计方法、机构分析与设计、机构动力学、纺织机械控制技术、纺织机械检测技术、Pro/E、CAD、气动与液压技术以及课程设计、毕业设计等课程起支撑作用。其上的典

型代表性机构如电子凸轮、引纬机构等均为国外专利产品。通过剖析这些专利，激发学生的创新能力。

针对纺织机械关键零部件的，利用精密测量仪器对其进行测量与分析，求的其原始设计参数和运动规律，通过虚拟设计与现代设计方法进行反求设计，验证工艺参数的正确性，同时利用快速原型技术对关键零件进行虚拟制造。

该平台适用于本科生、硕士研究生、博士生不同层面的研究。

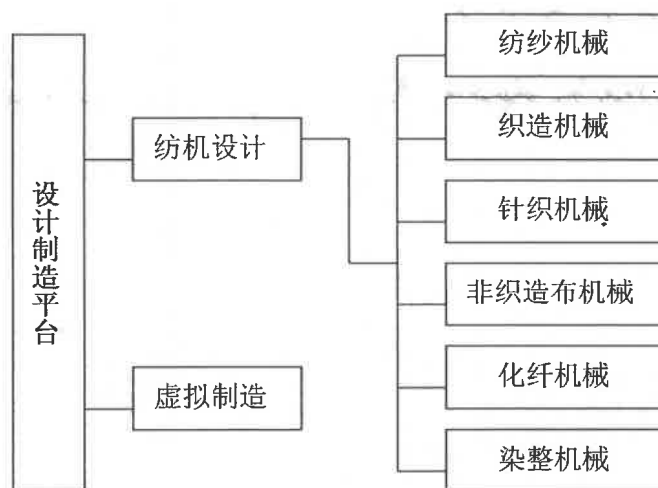


图3 设计制造平台示意图

(2) 控制与检测平台

随着纺织机械向着高速、高产、智能化、连续化的方向发展，对纺织机械进行在线控制、检测、动态性能分析是必不可少的。如图4所示。

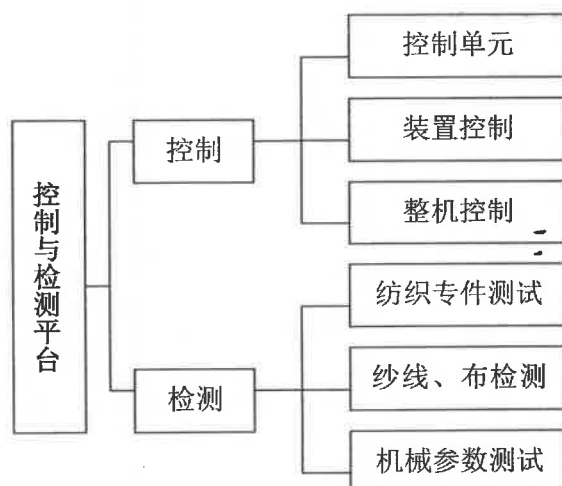
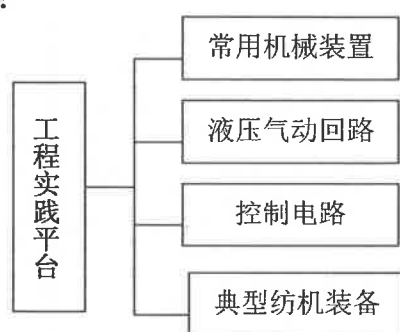


图4 控制与检测平台示意图

通过控制及检测系统软硬件投资,实现纺织机械的测试、控制及性能分析,如细纱机锭子振动的动态测试,织机纱线张力动态检测、整机综合性能测试分析,化纤卷绕头控制测试等。

(3) 工程实践平台

根据特定的纺织机械,实现学生能够对纺织机械进行组装、拆解、平车、工艺参数调整,掌握其工作原理,同时结合纺织综合自动化平台建设,构建典型的纺织机械控制与测量系统,完成各类工艺参数的测量,并能与虚拟设计模块得到的参数进行对比分析,以验证设计参数的正确性,提高工程分析能力。工程实践平台如图5所示:



让每个学生都亲自动手进行工程实践,使学生在机械装置、液压气动、控制电路等方面全方位地进行拆装、调试、运转、维护保养等实际锻炼。该平台适用于本科生实践教学,可分为几人一组。

(4) 科技创新平台

通过购进典型机构、控制单元、典型纺织机械专件,围绕当前本学科发展的前沿,搭建创新平台,开发新开课程实验,提升实验技术水平。同时体现新兴学科、交叉学科科技前沿,进一步丰富实验教学内容,实现教学水平不断提高。

(5) 虚拟仿真实实践教学平台

立足于“能实不虚、虚实结合、以自主研发为主,自主研发与引进相结合”的原则,在专项建设资金的支持下,开发了一批具有专业特色并结合学科前沿的虚拟仿真实验并逐渐构成体系,建立了“机械基础及纺织装备设计虚拟仿真实验教学中心”(下称“中心”),其构成模块如图6所示。

1) 常用机械零件交互认知虚拟仿真实验模块

实体的陈列柜具有位置固定、不便于拆卸、需要定期保养等缺陷。为此，建立了基础虚拟实验平台，仿真了螺栓、键、圆柱齿轮、圆锥齿轮、蜗轮、蜗杆、带、带轮、轴、轴系固定元件和滚动轴承等 48 种常用机械机构三维效果图。

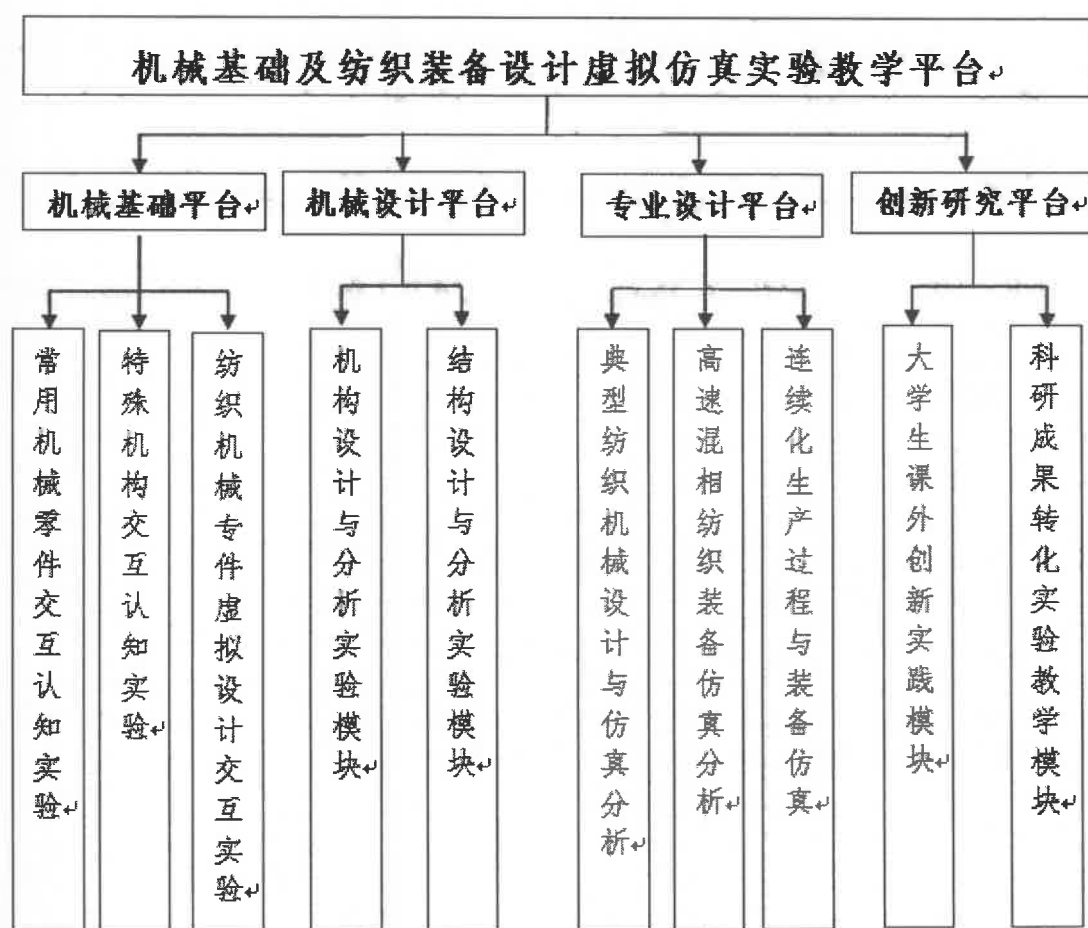


图6 机械基础及纺织装备设计虚拟仿真实验教学平台

2) 特殊机构交互认知虚拟仿真实验模块

它是将机械类专业实验室中特殊的机构，展示连杆机构、凸轮机构、齿轮传动机构等常见的机械机构，供学生在设计、制图时参考及进行交互实验。

3) 纺织装备专件设计虚拟仿真实验模块

通过三维设计开发，建立了纺织装备专件库，开设专件虚拟实验，满足基础认知层次和动手实践装配的能力。

4) 机构设计与分析虚拟仿真实验模块

通过三维设计开发,进行机构运动规律虚拟设计、机构型式虚拟设计与虚拟协调设计,通过机构优化设计、运动学和动力分析,确定满足运动特性和功能要求的机构结构和尺度参数。

5) 结构设计与分析虚拟仿真实验模块

结构设计分析运用 Catia 等 3D 软件设计零部件的结构,应用有限元分析软件计算零部件强度和刚度,确定零部件的结构尺寸,根据运行工况运用 FATIGUE 软件计算零部件的寿命分析,满足学生结构设计训练。

6) 典型纺织装备三维设计虚拟仿真模块

它是以实际纺织机械工程案例为对象,综合应用 Adams 等一流的专业工程软件进行零部件结构设计,进行机械系统设计与性能仿真分析。学生可通过上机实验、网上远程实验完成对软件的基础、综合、高级应用的全方位训练,对工程案例进行系统级的虚拟仿真实验,为复杂产品数字化设计分析打下基础。

7) 纺织产品连续化生产过程与装备虚拟仿真实验模块

选择最新纺织发展前沿技术为研究对象,模拟整机生产纺织品全程,验证整机虚拟设计,以生产实训、实践为卓越工程师培养计划提供支撑;同时,该多元化实践教学平台还可以服务企业,用于新产品研发、试制、实验。在纺织背景的高校、纺织行业起到了重要的示范和辐射作用。

8) 大学生课外科技创新研究实践虚拟仿真实验模块

大学生课外科技创新研究实践模块是以近年来学生的毕业设计、课程设计、大学生创新创业计划项目、机械创新设计大赛、全国 3D 创新设计大赛、机器人对抗赛等竞赛的优秀课题为基础,进行开发而设置的虚拟仿真综合实验平台,旨在培养学生的综合设计分析能力、创新能力、解决复杂问题能力、实验分析能力和动手能力。

9) 科研成果转化虚拟仿真实验模块

充分利用我院的学科优势和行业特色,将尖端的科研成果转化为教学案例,通过虚拟仿真的形式展现给学生,开拓其视野、提升其知识结构、培养其勇攀科学高峰的信心、激发其科研创新能力。

(6) 与企业共建教学实验基地

除了前面介绍的几家经纬股份宏公司与我校共建教学实验基地,近年来又建立了常熟市迎阳无纺机械设备有限公司、江苏金龙科技股份有限公司、常州同和纺织机械有限公司、立信染整机械深圳有限公司等 6 家合作单位,作为卓越班学

生“3+1”培养,即最后一年在企业进行3个课程设计、毕业设计的教学实验基地。

(四) 特色

(1) 特色显著

无论从实验室设备、仪器,到开展的实验教学内容,均以围绕纺织机械机械。经过几年的建设,争取成为天津市纺织机械装备重点实验室,最终建设成为国家级纺织机械工程实验教学示范中心、国家级虚拟仿真实验教学中心。

(2) 系统性、综合性强

所谓系统性,实验室建设是以纺织染生产工艺流程(纤维——纱线——布——染色)为主线,购进设备仪器、控制装置及检测装置的;所谓综合性,实验室的平台建设是集设计制造、控制、检测、纺织工艺为一体的纺织机械综合实践教学平台,体现学科交叉、知识融合。

(3) 工程认识、实践及综合性突出

从纺织专件测试实验、控制装置实验到典型纺织装置保全实践均由学生亲自动手搭建测试实验系统、控制实验系统,机械系统装配,锻炼了学生动手能力,培养工程意识。

(4) 构建具有纺织行业特色的“虚实结合”与“3能力+4层次+10模块”的“机械基础及纺织装备设计虚拟仿真”实验教学平台,以及“产学研相结合”学生课外实践和科技创新虚拟实验平台。

(五)、保障与具体措施

硬件环境支撑

(1) 仪器设备

在原有的仪器设备下,通过购进、改进、自制、企业资助等方式保证仪器设备的充足,优化配置,满足教学需要。通过合理安排提高设备使用的效益。激励创新,改进和自制有特色的仪器设备,提高教学效果。通过论证和日常维护保障仪器设备性能指标稳定,故障率低。通过合理安排保证常规设备和专业设备的充足。

(2) 运行和保养

健全仪器设备管理制度,保障仪器设备固定资产帐、物相符。遵守学校或实验室制定的仪器设备管理、使(借)用、维修、丢失损坏赔偿、报废等各项管理制度(办法),保证设备的维护费用投入。

(3) 环境与安全保障

实验用房制定明细表,并满足实验教学任务需要,有温度、湿度要求的实验室,按规定控制温度、湿度,照明、通风符合要求,水、电、暖管道走线和实验设施布局安全、合理,实验室环境良好,符合规定要求,有“三废”(废气、废液、废渣)的实验室有“三废”处理措施,有防火、防爆、防盗、防破坏安全措施,有应急设施和应急措施。完善实验室各种标识,开展广泛的师生安全教育。

完善的管理机制建设

(1) 管理体制

实验室为院级实验教学中心,依托机械电子学院,实施院、系二级管理,采取主任负责制。中心主任由系主任担任,主管实验室的全面工作,负责实验室建设、技术保障、教学改革、课程建设与管理等工作,对院、系二级组织负责。为了提高运行效率,实验室在人员、仪器设备、实验设施、教学安排等方面实行集中管理。此外,还有2名专职实验员负责设备维护保养和开设实验。在建设经费投入方面,学院对实验室实行计划单列,经费投入足额到位,确保了中心的正常平稳运行。

(2) 运行机制

制定实验室开放管理运行办法及开放实施记录,实验室实行开放式运行管理;制定以人为本、以学生为主体的齐全、完善的各项管理制度、办法;制定实验教学考评管理办法,激励改革和创新。制定实验教学运行经费预算和审批制度,建立完善的实验教学质量保证体系。

可持续的管理人才和专业人才培养

制定实验队伍的建设规划,完善实验队伍建设、管理的规定、办法;适时引进高水平的实验人才,引导和激励高水平师资积极投入实验教学。重视实验队伍的建设、管理改革,在设岗、聘任、聘职评审中按照国家和学校的有关规定体现激励机制和政策。建立实验队伍培训培养的制度(办法),每年制定培训计划,针对不同层次人员的特点,组织安排培训,强化现有教学人员的实验素质。根据实验工作特点,制定各类人员具体考核办法。发扬传帮带精神,保证实验队伍结构合理,符合实际,与理论教学队伍互通,核心骨干相对稳定,形成动态平衡机制。搭建平台鼓励实验人员积极参加教学改革、科学研究、广泛参与国内外同行交流。实验教学队伍,相对稳定,教风优良,治学严谨,勇于探索和创新。

充足的资金投入支持

积极开拓创新，通过自筹、企业赞助、横向联合、纵向申请项目等多种方式保证资金的持续投入；实验室适当向企业和其他院校科研院所开放，落实维护费用。

二、实验教学模式

(一) 围绕专业培养目标, 成立新型纺织机械机电研发中心, 作为校企合作的结合点

该中心作为校企合作办学的平台, 教学改革物质基础, 人才培养的中心, 并且是扩大本专业的社会影响力和广泛服务于纺机行业的重要纽带。通过该平台的建设, 一方面, 可以充分利用企业先进的制造设备、先进的仪器、先进的管理、最新的科研成果充实我们的教学, 使我们培养的学生能紧跟时代的发展; 另一方面, 企业依托我们雄厚的师资、先进的实验测试手段、人才培养能力和基础理论研究特长为他们服务, 本着共同发展、实现双赢的原则, 搭建好了合作办学的平台。本中心的服务对象是本科生、研究生和纺机行业的工程技术人员, 如图 7 所示:

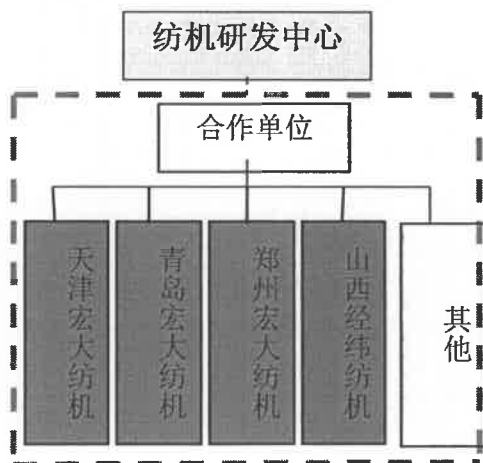


图 7 已建立的机电研发中心

(二) 建立稳定的实习、实践、实验基地, 开辟课程设计、毕业设计第二课堂

已建立了青岛宏大纺织纺织机械股份有限公司等 8 家实习、实训基地, 能使学生在生产一线真实的工程、技术环境氛围中受到熏陶和感染。

(三) 开展产学研合作, 提高学生动手能力和创新能力

双方以中心为平台, 以项目为载体, 开展全方位技术创新活动: 共同申报并承担国家及省、市项目, 共同确立研发项目, 共同承担其他纺织企业的研发项目。

利用中央与地方共建、卓越工程师培养投资购进先进仪器和设备, 根据教育部提出的本科实验教学目标, 进一步开展教学改革, 在教学模式、课程体系、教学方法和实验教学等方面进行综合改革, 进一步突出实验实的设计性、综合性和创造性实验, 从而培养学生的实践能力、综合应用能力和创新能力。同时, 利用

中央与地方共建实验室,为学生科技竞赛提供平台,在“全国三维数字化创新设计大赛”、“大学生“挑战杯”竞赛”、“机械设计大赛”等大学生竞赛,多次获奖;丰富了学生的知识面、开拓学生眼界,通过积极参与竞技,在短时间内提升学生专业能力的同时培养其乐观向上、勇于拼搏的生活态度。也为教师科研提供有力的支撑。

基于我系实验室建设和改革,“十二五”期间我系教师共主持各级教改项目8项;获中国纺织工业联合会教学成果奖4项;校级优秀课程1门;发表教改论文12篇;出版教材2部,其中“十二五”纺织高等教育规划教材1部;依托校企合作项目,培养了多名优秀生,有5名硕士研究生及60多本科生均已毕业,2名硕士研究生及2名本科生获得校级优秀论文,其中一名硕士研究生2012年获天津市优秀论文。期间发表论文12篇,申报的12项发明专利和18项实用新型专利国家专利局均已受理,其中6项发明专利、12项实用新型专利已获授权。

(四) 实验教学队伍

建设一支高素质、结构合理、人员相对稳定的实验技术人员队伍是实验室建设的关键、也是学校发展规划中的重要组成部分。根据学校人事制度改革文件精神,我系设置了专门的实验教师岗位,真正将实验课程从辅助地位上升到教学主体。实验教师与理论课教师具有同等的地位,主要完成实验课程的教学任务。该岗位既接受理论课教师的申请,也接受实验人员的申请,实现了理论教学队伍与实验教学队伍的互通,迅速提高实验队伍的整体水平。同时量化实验室建设和管理工作,并纳入年度绩效考核的条例中。为了进一步提升实验教学人员的实践能力,我系专门制订相关的培训计划和进修计划,同时通过参加科研项目、与理论课教师共同指导课程设计和毕业设计,以及参加职业技术培训等完成实验技术人员业务水平的提高。由此,有效地吸引高水平教师参与实验室的建设和实验教学活 动,形成高学术水平的实验核心骨干力量,增强实验室的创新能力。

在学校和学院一系列政策和制度的指引下,我系实验室队伍由专、兼职组成,专、兼职人员8人,其中具有博士学位6人占75%,副高级以上职称4人占50%。

(五) 开设的实验课程主要有

(1) 开设实体实验主要有:

《纺纱工艺及设备工程实践》、《织造工艺及设备工程实践》、《化纤工艺及设备工程实践》、《印染工艺及设备工程实践》、《针织工艺及设备工程实践》、

《非织造工艺及设备工程实践》、《新型纺织机械技术专题实践》、《工业造型课程设计专题实践》、《典型纺织机械保全工程实践》、《大学生创新设计专题实践》、《纺织机械专业概论现场教学》、《细纱机牵伸系统测试实验》、《细纱机成型系统测试实验》、《钢领板运动测试实验》、《PLC 控制自调匀整条干测试实验》、《自动络筒机空间机构测试实验》、《加捻、卷绕成型系统成型规律检测实验》、《粗纱锭翼刚度检测实验》、《粗纱锭翼动平衡检测实验》、《压花罗拉刚度检测实验》、《细纱机锭子振动检测实验》、《钢领摩擦、磨损检测实验》。

(2) 开设的虚拟仿真实验课程主要有:

主要纺织机械整机的虚拟样机实验有 16 种:《常见机械机构虚拟零件库》、《常见的纺织机械专件虚拟零件库》、《高速、混相装置的动态性能分析仿真模块》、《长丝卷绕机性能参数检测虚拟实验》《开松机整机装配虚拟设计》、《新型碳纤维整经机虚拟设计与仿真实验》、《缠绕式过滤管成型机虚拟设计与仿真实验》、《超声波非织造布切边机虚拟设计与仿真实验》、《碳纤维导筒机虚拟设计与仿真实验》、《新型非织造布立式压力式成网机虚拟设计与仿真实验》、《原棉异纤在线检测装置虚拟设计与仿真实验》、《特种纤维梳理机虚拟设计与仿真实验》、《全自动理管机虚拟设计与仿真实验》、《气流成网机虚拟设计与仿真实验》、《多功能卷绕机虚拟设计与仿真实验》、《非织造布熔喷成网机虚拟设计与仿真实验》, 以及《基于 LabVIEW 细纱锭子性能参数测试系统软件》、《粗纱锭翼性能参数测试软件》等。同时, 还承担学生的课外科技活动指导及竞赛培训。