

基于创新与实践能力培养的“四层次、七模块”实践教学体系研究

张 芮,汪精海,高彦婷

(甘肃农业大学 水利水电工程学院, 甘肃 兰州 730070)

[摘 要]针对我国普通本科院校工科专业实践教学中存在的主要问题,以甘肃农业大学农业水利工程专业为例,按照“认知、求证、探究、创新”渐进式学习原理,探索构建以基础夯实、专业强化、综合提高和应用创新四个层次为目标,基础实验、社会实践、专业实验、课程设计、专业综合实践、自主研究、科技创新等七个模块为内容的“纵向四层次、横向七模块”实践教学体系,通过优化布局实践教学资源,多措并举分类加强校内外实践教学条件建设,为学生工程实践能力和创新能力培养提供平台保障。

[关键词]实践教学体系;工程实践;创新能力;农业水利工程专业

[doi]10.19575/j.cnki.cn42-1892/g4.2017.03.025

[中图分类号]G642.0

[文献标识码]A

[文章编号]2096-3734(2017)03-0118-06

实践教学是高等院校工科专业提高学生创新实践能力的重要环节,也是理论知识综合集成应用和升华提高的关键^[1-2]。近年来,动手能力与创新意识愈加成为用人单位招聘应届本科生所关注的重点,大力开展工程教育、创新教育必将成为普通本科院校工科专业的人才培养的重点方向。然而长期以来,我国的工科专业实践教学一直是薄弱环节,实验内容单一、僵化,缺乏设计性、开发性、综合性的实验;学生拓展思维、培养创新意识和能力的空间有限;缺乏工程实践、社会实践能力、科研能力和科研方法的训练^[3-4];实践教学分散,能力和创新培养不足^[5]等问题依旧突出。

为破解上述实践教学存在的问题,构建适合普通本科专业工程实践与创新教育协同发展理念的实践教学体系,甘肃农业大学农业水利工程专业积极与用人单位负责人和技术人员、近10年毕业校友、在

读高年级学生等群体开展不同层面的座谈交流会,梳理出原有实践教学体系中综合性设计性实验不足,课程设计系统性不强、毕业设计真实化程度不高、缺少创新实践教学环节等问题,依循“认知、求证、探究、创新”渐进式学习原理和“求知、求真、求实、求新”的实践教法,构建了“纵向四层次、横向七模块”的实践教学体系,针对实践教学层次及模块特征,分类加强实践教学平台建设,结合国家级产业技术创新战略联盟和协同创新中心平台,构建了本科“3+1”大禹节水班等创新教育教学模式,提高了学生的科研创新能力。

1 “四层次、七模块”实践教学体系

为了使实践教学在教学过程中真正发挥其承接由理论向实践、由学以致用的桥梁作用,实现其强化学生专业技能、提高工程实践能力、创新能力的培养目标,甘肃农业

[收稿日期]2017-04-20

[基金项目]甘肃省教育科学“十二五”规划课题“普通本科院校实践基地校企共建模式研究与实践”(项目编号:GS[2014]GHB0312)、甘肃省高等学校特色专业建设“甘肃农业大学农业水利工程特色专业建设”(项目编号:GS2014010)、甘肃农业大学专业综合改革项目“农业水利工程专业综合改革”(项目编号:GSAU201302)、甘肃农业大学专业教学团队项目“农业水利工程专业教学团队建设”(项目编号:GSAU201403)。

[作者简介]张 芮(1980-),男,甘肃武威人,甘肃农业大学水利水电工程学院博士,副教授,主要从事节水灌溉与水资源利用教学与研究。

大学农业水利工程专业主动适应现代农业水利工程行业对本科毕业生工程实践能力与创新能力的具体要求,改革构建了以基础夯实、专业强化、综合提高和应用创新四个层次为目标的“纵向四层次、横向七模块”的实践教学体系(见图1),相应地建立了基础实践、专业实践、综合性实践和科技创新实践等四个“层层递进,逐步提高”式教学平台,形成了以基础实验实践模块……、科技创新模块等七个横向实践教学模块为支架,以军训、劳动……、科研助手等20个教学环节为构成要素的系统性实践教学体系。

1.1 “四层次”教学目标和相应教学平台

为适应科技发展和市场对人才需求形势的变化,在对农业工程类专业学生的培

养目标进行科学定位的基础上,按照实践能力培养的客观规律,将实践教学培养目标从纵向上分解为基础夯实、专业强化、综合提高和应用创新四个层次,依次通过基础实践教学平台、专业实践教学平台、综合性实践教学平台和科技创新实践教学平台的教学环节来实现。每个层次的知识结构分别覆盖了人才培养方案的“通识教育、学科门类教育、综合技能教育和创新教育”的基本内容,实现了理论教学与实践教学的环环相扣、相互促进。同一层次内部实践教学知识与能力的培养与理论教学内容高度协同一致,并遵循由易到难、从验证到综合再到设计创新的循序渐进的客观规律。

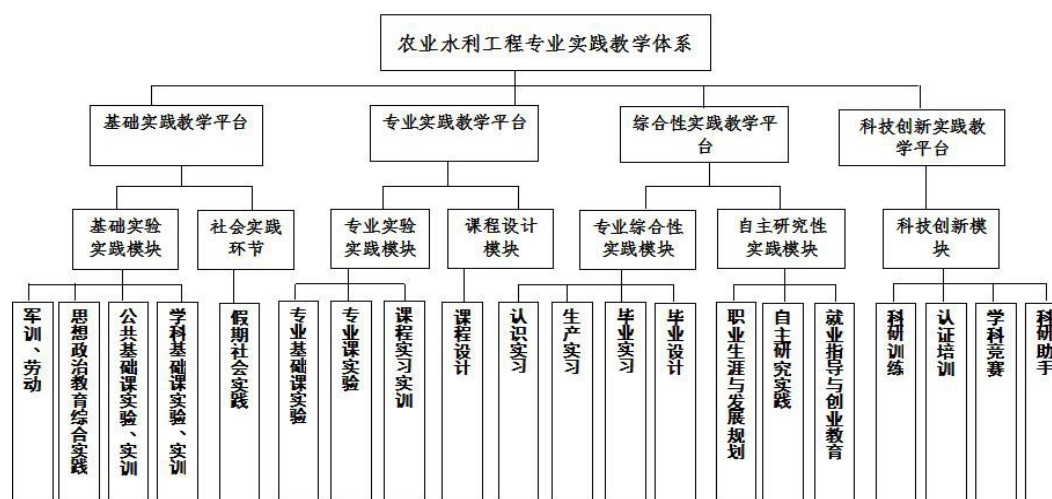


图1 农业水利工程专业“四层次、七模块”实践教学体系

1.2 “七模块”教学环节及所属教学平台

1.2.1 基础实践教学平台

该平台包括基础实验实践模块和社会实践环节,目标是巩固基本知识、提升学生基本技能,为后续实践能力的培养打好基础。

基础实验实践模块:保留必要的验证性试验,满足诸如《普通化学》等基础课程理论教学的需要;加大综合和设计性实验比例,巩固和提升学生基础知识和基本技能;在《大学物理》、《材料力学》等课程中适当设置创新性实验,以便尽早培养学生创新思维和创新意识。创新性实验内容采取开放式,

不完全依附于单一课程,可以直接与学生创新学分挂钩,鼓励学生与大学生挑战杯、力学竞赛等结合,并引导学生进行跨专业交流合作,以利于培养学生基于“厚基础、宽口径”为目标的厚积薄发式创新意识和能力。

社会实践环节:农业水利工程行业大部分为准公益性事业单位,企业数量相对较少,学生单独开展社会实践存在诸多困难。学院积极与地方水务部门、大中型灌区管理局、水库管理处和自来水厂等事业单位建立合作关系,全方位为学生搭建社会实践平台,使学生在具备初步专业知识后

能顺利走出象牙塔,了解和适应社会和行业发展动态,尽快熟悉和融入当地水利、农业等相关行业的工作环境等。

1.2.2 专业实践教学平台

该平台是拓展学生专业知识,强化其专业技能的重要保证,包括专业实验实践模块和课程设计模块。

专业实验实践:传统实践教学体系中实验教学完全依附于理论课程,导致实验教学内容缺乏系统性和综合性,实验教学安排灵活度不够,学生缺少连续的系统性实验训练环节。为此,学院专门组织各系部(教研室)进行面对面交流协调,论证课程之间开展综合性、设计性实验的可行性和具体实施方案,保证课程内部实验(实验和理论课一起考核)、课程独立实验(实验单独考核)、课程群综合实验等各类实验环节合理配置。在专业实验探索实践中,将大一学年开设的《画法几何》、《水利工程制图》2门课程合并为《画法几何与水利工程制图》,并将其实验课环节与《AUTO CAD 制图》实验课程相互衔接,形成了一个完整的绘图制图综合训练环节(学时数为32)。将大二学年《土壤学与农作学》、《土壤物理学》、《地下水利用》3门课程的实验优化协调,单独开设《专业综合实验 I》课程(学时数为16);同时将大三学年《灌溉排水工程学》、《节水灌溉理论与技术》实验内容从理论课程分离,组建形成《专业综合实验 II》实验课程(学时数为16),为学生在不同年级开展综合性、设计性实验和研究探索性实验提供更充裕的时间和更专业的平台。

课程设计:农业水利工程专业传统实践教学体系中课程设计环节均采用“一对一”(一门课程设计环节对应一门理论课程)模式,不同课程设计之间题目完全独立,且在题目布置时已知条件给定过多,学生只是利用本课程理论教学内容开展一个虚拟的课程设计训练,导致课程设计模块缺乏连续性和综合性。针对上述问题,实践教学体系改革过程中设置了2项课程群联

合设计环节,具体包括《工程水文学》、《水资源规划及利用》、《水工建筑物》3门课程联合设计,《水利工程概预算》、《水利工程经济》2门课程联合设计。通过上述课程群联合设计训练,使学生从《工程水文学》推求设计洪水过程线开始,经过《水资源规划及利用》兴利调节计算和防洪调节计算,确定出水库特征水位及坝高等参数,最后经过《水工建筑物》课程中坝体结构设计、稳定分析等完成整个工程设计。同时,在水库特征水位计算、坝体设计过程中方案比较等阶段与《水利工程经济》、《水利工程概预算》课程衔接,通过方案之间经济、技术比较分析确定最终参数;设计完成后再开展详细的工程概预算和经济评价联合系统设计训练,使每个学生都能在一项完整的水利工程的设计训练中提升工程实践能力。

1.2.3 综合性实践教学平台

该平台主要依托校内外多种实践教学资源,进一步拓宽学生工程视野,强化其工程综合实践能力,加深对社会、行业的认知水平和融合力,培养独立创新、创业能力。包括专业综合性实践教学和自主研究性学习2个模块组成。

专业综合性实践教学模块由认识实习、生产实习、毕业实习等3个综合实习环节和毕业设计环节组成。其中,综合实习环节设置中形成了校内工程模型认知→校外真实工程认识实习→系上集中与导师分组指导生产实习→毕业实习与毕业设计结合、兼顾就业方向的毕业实习模式,具体实习安排中,生产实习和毕业实习突出真实性、工程性和综合性,主要在校外实践基地进行;认识实习以校内外相互结合方式进行。

毕业设计环节:主要目标是保证学生毕业设计真题真做,即达到真实工程训练效果。积极与甘肃省水利水电勘测设计研究院等校外实践教学基地合作,将“请进来、派出去、接进来”^[6]模式与校内外毕业设计双导师制有机结合,让学生与设计单位一线工程师和校内导师一起“真刀真枪”开展

工程设计,即保证了学生毕业设计的真题真做率,又加深和巩固了校企合作关系。

为进一步启迪和提升学生创新思维和能力,实践教学体系改革研究中新增了自主研究性学习模块。学校于2015年率先单独设立创新创业学院,并将图书馆西侧教学楼全部交付创新创业学院,用于学生全天候开展创新研究;同时,学院也将灌溉排水实验室、节水灌溉等专业基础和专业实验室作为开放性实验室,为学生自主研究提供相应的条件。

1.2.4 科技创新实践教学平台

该平台包括科研训练、学科竞赛、技能认证、科研助手等环节。为尽早培养学生的创新意识和能力,学院率先启动了本科生导师制,从大二开始学生可根据自己研究兴趣选择相关领域的老师作为创新研究指导老师,并进入导师研究团队开展相关领域的研究,学校及学院在绩效津贴管理体系中对本科生导师给予适当倾斜,以保证导师和学生双方创新研究的积极性。同时,学校积极为学生搭建各类创新平台,构建了国家级、校级、导师项目结合等三个级别的大学生科研训练计划(SRTP)体系,从经费保障、导师配备、实验室免费开放等层面为学生开展SRTP训练提供保障。同时,学校及学院每年设立专项经费,组织学生参加数学建模、测量、“挑战杯”课外作品、力学结构设计、电工电子、BIM设计、全国水利大学生创新设计大赛等竞赛活动,并利用暑期等空余时间与相关企业组织开展测量认证、CAD制图认证培训,提升学生测绘制图基本技能,逐步形成了“以赛促学,以学促创”的创新研究局面。

同时,鼓励各科研项目团队为学生提供科研助手岗位,学校将部分勤工助学岗位与科研助手岗位相结合,拓宽了以往勤工助学主要从事后勤管理、公寓管理、学生管理的范畴,使一些家庭贫困的学生也能抽出更多时间开展与专业相关的创新研究,提升自身的专业自信和科研创新能力。

2 多措并举加强实践教学平台建设

在系统分析实践教学体系中不同横向实践教学模块特点及对教学硬件条件要求的基础上,从以下几个方面分类加强实践教学硬件条件的建设。

2.1 优化校内资源,加强基础实践教学平台建设

近年来,甘肃农业大学采取“循序渐进、分步实施”的方针,多渠道筹措资金用于基础实验室建设。2013—2016年,学校在西校区筹资新建基础实验教学中心(建筑面积7万m²),成立校级基础实验教学管理中心,对分散于各学院的基础实验室统一集中管理,并面向全校各相关专业有序开放,实现了教学资源的优化利用,保证了学生基础实践教学能力的培养。

2.2 多措并举,提高专业实践教学平台服务能力

2.2.1 整合院内实践教学资源,成立水利土木实验教学中心

将分散于水利水电工程学院各专业的水力学、土工、建材、测绘、水工、力学、CAD、电工、结构、灌排、节水灌溉等实验室,进行优化整合,成立院级水利土木实验教学中心,实现了专业基础和专业实验室统筹管理、统一调配,为校内专业实践教学的高效开展提供了有力的保障。

2.2.2 转变思路,大力推进实验室校企联合共建

学校和企业培养创新人才方面具有各自的天然互补优势,掌握研究前沿的一流师资队伍和充足的实验场地是学校培养创新人才理想摇篮,先进生产线和雄厚的资金是企业的利剑。学校和企业的资源互补特性,使得校企双方互利合作成为了可能。基于上述认识,与新三板公司合作成立了甘肃农业大学——新三板联合力学实验室,依托新三板雄厚的技术和设备实力,将力学实验室建设成设备功能齐全、性能优越,能开展多项力学实验的开放性实验室,为培养高级人才和进行科学研究创造了良好的条件。在此基础上,农业水利工程专业与甘肃大禹节水股份有限公司筹资共建了灌溉排水实验室,在满足公司滴灌产

品的研发、改进和检测的同时,为本专业学生提供了科学实验和实习的平台。

2.3 分环节加强校外实践基地建设,提升综合性实践教学平台服务水平

针对农业水利工程专业认识实习、生产实习、毕业实习、毕业设计等综合实践教学环节的特点,分类加强校外实践基地建设。合作建立了刘家峡水电站、景泰电力提灌工程等建筑形象具体、典型的实践基地,用于认识实习,帮助学生加深对水利工程运行管理、水利枢纽组成、各种枢纽建筑物形态及功能的感性认识;建立了甘肃省水利水电勘测设计研究院、甘肃陇原工程建设监理有限公司等在内的多个专业特征明显、生产氛围浓厚的实践基地,用于学生生产实习、毕业实习和毕业设计。与张掖水务局国家重点试验站等单位合作,共建了实践教学科研创新基地,用以强化学生综合实践能力。学生通过直接参与工程施工、监理,或在企业项目负责人的指导下参与工程项目的设计等工作,亲历工程实施过程,拓展了学生的创新思维,提升其创新能力,为实现学生由学校向社会的无缝对接搭建桥梁,并实现了理论知识解决工程技术问题的产学转变,也为进一步进入创新实践基地的教学打好基础。

2.4 广泛利用社会资源,协同构建科技创新实践教学平台

2.4.1 建立“节水灌溉产业技术创新战略联盟”和“节水灌溉院士专家工作站”

2013年1月,由甘肃大禹节水集团股份有限公司负责统筹,甘肃农业大学、中国水利水电科学研究院、西北农林科技大学等23家单位参与成立了节水灌溉产业技术创新战略联盟和院士专家工作站。基于该创新战略联盟平台,农水专业教师申报立项了国家科技支撑计划“干旱内陆区(疏勒河)大型灌区节水技术集成与示范”1项,国家自然科学基金5项,甘肃省科技重大专项1项。目前有40位本科生结合上述项目完成了科研训练计划,20位同学完成了毕业论文研究工作。

2.4.2 集聚社会众创资源,成立校级创新创业中心

1)优化学生创新创业课程体系建设。依托“慕课”等网络课程平台,在丰富《职业生涯与发展规划》、《就业指导与创业教育》等通识类课程内容的基础上,以创新创业讲座沙龙,KAB、SYB、GYB等形式,建立了个性化创新创业课程,构建了通识教育与个性化教育相结合的创新创业课程体系。

2)创客空间和创业苗圃稳步推进。按照构建众创、众包、众扶、众筹平台的理念,打造配套支持全程化,创新服务个性化,创业辅导专业化的、具有鲜明农业特色的众创空间。目前,已争取教育厅大学生就业创业专项项目2项,企业投资创客空间项目3项。

3)试点建设创新创业实验班。建设创业实验班(宣人班),对具有创业强烈愿望的学生,通过创业培训,组建创业团队,参加创业大赛,开展创业训练和创业实践。建设创新实验班(彤笙班),对于科技创新具有浓厚兴趣的学生,选派指导教师,依托校企各类科研平台及科研项目,以立项资助的方式,开展创新实践活动。

4)拓展校外创新创业服务资源。与船说创业咖啡等省级众创空间建立合作关系,对接社会专业化、服务化的创业一站式服务平台资源,开展专业孵化服务;与KAB,北森,智慧树等网络课程公司建立合作关系,对接企业线上课程资源,联合开展创新创业课程服务;依托校企合作资源,与相关农业企业建立合作关系,联合开展创新创业人才培养和服务。

2.4.3 探索形成“本科3+1”校企联合办学模式,强化化学节水灌溉工程实践能力培养

针对我国水资源紧缺及农田水利建设滞后等“制约瓶颈”和“最大硬伤”问题,在甘肃农业大学和甘肃大禹节水集团股份有限公司长期合作的基础上,发挥两家不同的教育环境和资源优势,实行校企资源共享、优势互补,拓宽办学途径,探索农业水利工程人才培养模式的改革,创新实践了“本科3+1”大禹节水班合作办学模式(3个学年在

校内学习,1个学年到公司实践),更好地培养社会急需的农业水利工程专业“节水灌溉”方向高层次复合应用创新型人才。

3 应用效果

通过改革与实践,农业水利工程专业综合性、研究探索实验数量增加30%,目前二类实验比例达到了80%以上;学生毕业设计结合工程实际项目和教师科研项目的比例达到95%以上。近年来,农业水利工程专业本科生平均每年申报国家级、校级大学生科研训练计划(SRTP)项目20余项,比改革前增加50%以上;学生依托SRTP项目研发作品申报专利8项,发表科技论文9篇,学生创新实践能力不断提高。近五年,学生先后获美国大学生数学建模竞赛一等奖1项、三等奖1项;在全国大学生数学竞赛中获得国家级一等奖2项、二等奖2项、三等奖2项;在全国周培源大学生力学竞赛甘肃赛区省级一等奖3项。2015年度,学生研发设计的“温室灌溉增温设备”、“基于屋面优化设计的全自动雨水初期弃流装置”在全国大学生水利创新设计大赛中获得二等奖1项、优胜奖1项;研制的地下滴灌增温加气设备等作品先后获得甘肃省大学生“挑战杯”科技作品竞赛一等奖1项、二等奖1项。

同时,实践教学体系的成功应用,推动了农业水利工程专业建设和学科的发展。

2013—2014年,该专业先后获批甘肃农业大学首批专业综合改革试点专业和甘肃省特色本科教学专业;2014年该专业所属一级学科农业工程学科申报获得北方旱区作物生产装备工程二级学科博士学位授予权;同年,获得学校本科教学专业教学团队建设资助。另一方面,通过综合创新实验、课程群联合设计、工程实训与创新研究训练等环节锻炼,学生工程实践能力与创新能力明显提高,受到用人单位的高度认可,学生就业考研率均超过94%;与此同时,第一志愿报考学生人数也逐年增加,录取与报考比达到1:5,连续五年成为学校招生就业最热门的本科专业之一。

[参考文献]

- [1]何小溪,仲伟峰,周威.创新人才培养实践教学体系的探索与构建[J].黑龙江教育,2014,(1).
- [2]邓婉玲,马晓玉,黄伟英,等.电子信息类专业实践性创新人才培养体系的研究和探索[J].武汉大学学报(理学版),2012,58(2).
- [3]李书国,陈辉等.食品科学与工程专业人才培养新模式和课程体系改革的研究[J].化工高等教育,2002,(4).
- [4]李书国,陈辉,李雪梅,等.食品质量与安全本科专业知识结构和课程体系的构建[J].高等农业教育,2004,(3).
- [5]王亚军,刘佳佳,王丹.工科高素质创新性人才培养中实践教学模式的研究[J].经济师,2015,(6).
- [6]张 芮,成自勇,汪精海,等.地方本科院校工程实践教学中心校企共建模式研究[J].陇东学院学报,2014,(3).

【编校:胡军福】

The Practice Teaching System of Four Teaching Levels & Seven Learning Modules Based on the Engineering Practice and Innovation

ZHANG—Rui, WANG Jing—hai, GAO Yan—ting

(School of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The agricultural water conservancy engineering practice teaching system was established in accordance with the cognitive, verification, exploration, innovation principle of incremental learning, which includes four teaching platform levels (such as foundation strengthening, professional strengthening, comprehensive improvement and application innovation) and seven learning modules (basic experiment, social practice, professional experiment, curriculum design, professional comprehensive practice, independent research, scientific and technological innovation), so as to solve the main problems in the practice teaching of engineering specialty. The teaching resources were optimized, and a variety of comprehensive measures was used to improve the practical teaching platform service capabilities. Through practice, students' engineering practical ability was strengthened, the innovation consciousness and ability was fostered and improved.

Key words: practice teaching system; practice engineering; innovation ability; agricultural water conservancy engineering