

# “四层次、七模块”的实践教学体系及平台建设\*



——以甘肃农业大学农业水利工程专业为例

张 芮 高彦婷 汪精海 王引弟 赵 霞

(甘肃农业大学 水利水电工程学院, 甘肃兰州 730070)

**摘要:** 实践教学对培养工科专业本科生的工程实践能力和创新能力具有重要意义。基于此, 文章以甘肃农业大学农业水利工程专业为例, 构建了“四层次(基础实践教学层、专业实践教学层、综合性实践教学层、科技创新实践教学层)、七模块(基础实验实践模块、社会实践环节、专业实验实践模块、课程设计模块、专业综合性实践模块、自主研究性实践模块、科技创新模块)”的实践教学体系。同时, 文章结合该体系的实践教学模块和各环节特征, 加强实践教学平台分类建设, 取得了较好的应用效果。期待文章的研究, 可实现实践教学校内与校外、课内与课外、应用与创新的有效结合, 并有利于强化学生工程实践能力和创新能力的培养。

**关键词:** 实践教学; 工程实践; 创新能力; 农业水利工程专业

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2017)05—0115—07 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2017.05.017

实践教学是学生深入领会理论知识和锻炼才干的有效途径, 对高等院校工科专业高级工程技术创新人才的培养具有重要支撑作用<sup>[1]</sup>; 它将课程实验、实习实训、社会实践、科学研究等融为一体, 是培养学生工程实践能力、创新意识和团队协作能力的重要平台<sup>[2]</sup>。然而长期以来, 受教育观念和资源投入等因素的限制, 我国工科专业实践教学在目标制定、教学体系设计、教学方法、教学条件等方面存在诸多问题<sup>[3]</sup>。目前, 许多本科院校的实践教学目标仍以验证理论知识、掌握实验方法和技能为主, 缺乏设计性、开发性等综合实验环节, 再加上针对学生创新意识和团队协作精神的培养空间有限<sup>[4]</sup>、科研能力和科研方法的训练欠缺<sup>[5][6]</sup>, 导致学生的工程实践能力和创新能力严重不足。近年来, 随着招聘单位对本科毕业生实践创新能力的要求不断提高, 如何将工程实践教育与创新教育有机结合, 科学构建现代实践教学体系, 加强实践教学平台的实战化建设水平, 成为了我国工科类本科专业亟待研究、解决的重要课题。为此, 本研究以甘肃农业大学农业水利工程专业为例, 构建了“四层次、七模块”的实践教学体系, 并结合该体系的实践教学模块和各环节特征, 加强实践教学平台分类建设, 取得了较好的应用效果。

## 一 “四层次、七模块”的实践教学体系

实践教学体系是依据人才培养方案和实践教学目标的要求, 通过各个实践教学环节科学配置而建立起来的、与理论教学体系相辅相成的整体教学框架体系, 是有序组织开展各类实践教学活动的总的指导文件, 对培养学生的实践创新能力、提升就业竞争力和后续工作潜力至关重要<sup>[7]</sup>。本研究以甘肃农业大学农业水利工程专业为例, 在深刻把握培养该专业人才所需的工程实践能力和创新能力的基础上, 构建了“四层次、七模块”的实践教学体系, 如图1所示。

### 1 “四层次”的教学阶段

按照实践能力培养的客观规律, 本研究将“四层次、七模块”的实践教学体系的教学目标设置为基础夯实、专业强化、综合集成和创新培育等四个方面, 据此, 可从纵向上将教学分解

为基础实践教学层、专业实践教学层、综合性实践教学层和科技创新实践教学层等四个阶段。每个阶段的知识结构分别覆盖了人才培养方案中通识教育、学科门类教育、综合技能教育和创新教育的基本内容，由此实现了理论教学与实践教学的环环相扣、相互促进，进而形成了与理论教学有机结合的完整教学计划体系，贯穿于公共基础→学科基础→专业基础→专业及创新教育的人才培养全过程。

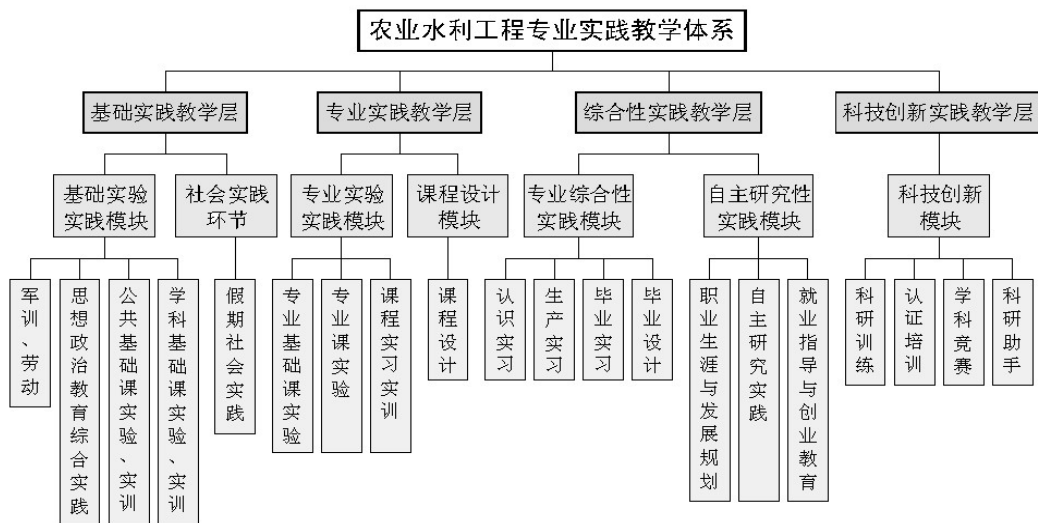


图1 “四层次、七模块”的实践教学体系

## 2 “七模块”所属的实践教学层

### (1) 基础实践教学层

基础实践教学层的目标是夯实学生的基础知识、提升学生的基本技能，并为后续课程的学习和实践能力的培养打好基础，包括——

①基础实验实践模块：在保留“普通化学”、“大学物理”等课程必要的验证性实验基础上，加大综合性、设计性实验比例，实现对学生基础知识和技能的系统培养；同时，适当尝试开设创新性实验，以期尽早启迪学生创新思维。

②社会实践环节：积极建立具有专业特点的基层水务部门社会实践合作平台，以促进学生初步获取基本知识、基本技能后能尽快将理论联系实际。依托该平台和自主组建的节水者协会等学生社团组织，学生分组集中开展社会调查实践活动，了解所修专业相关行业的基本情况，并提升其适应社会发展的基本能力。

### (2) 专业实践教学层

专业实践教学层的目标是帮助学生深入领会专业基本知识，强化专业基本技能，包括——

①专业实验实践模块：针对专业课程实验仍简单依附于理论课程的“一对一”封闭式模式问题，突破课程之间的壁垒，建立专业基础课程、专业课程、专业基础与专业课程之间的系统联系，统筹课程内部及课程之间的实验内容，使涉及基础理论的验证性、设计性、综合性实验实现合理配置。本研究将农业水利工程专业的“土壤学与农作学”、“土壤物理学”、“地下水利用”等专业基础课程的课内实验予以优化整合，单独开设了“专业综合实验 I”课程；同时，将“灌溉排水工程学”、“节水灌溉理论与技术”、“微灌工程设计”等专业课程的课内实验予以

优化整合,单独开设了“专业综合实验Ⅱ”课程。在避免部分课程实验重复设置的同时,这两套课程为学生开展综合性、设计性实验和研究创新性实验提供了更充裕的时间和更专业的平台。

②课程设计模块:是工科类专业工程实践能力训练的重要组成部分,应依据人才培养方案中对学生设计能力的总要求,科学安排课程设计环节,并与相应的专业课程理论教学统筹协调,既要避免与理论课程的教学时间安排等相冲突,又要注重设计环节的相对独立性(如单独设置、独立考核);应理顺不同课程设计之间的衔接关系,注重设计环节的系统性和连续性。本研究探索并安排了“工程水文学—水资源规划及利用—水工建筑物”联合课程设计环节(即从“工程水文学”课程的产流汇流、暴雨计算、设计洪水过程线推求开始,经过“水资源规划及利用”课程的兴利调节、防洪调节及水库特征水位计算,完成“水工建筑物”课程的大坝等建筑物设计),使学生通过参与一个完整的水利工程设计过程,达到实战化课程设计训练的效果。

### (3) 综合性实践教学层

综合性实践教学层的目标是提高学生对专业知识和专业技能的深刻领悟及综合应用,逐步培养学生的创新意识和创新能力,包括——

①专业综合性实践模块:包括大二认识实习、大三生产实习、大四毕业实习等综合实习环节和毕业设计环节。其中,综合实习环节旨在充分发挥校内外两种不同类型的实习资源,将认识实习以校内模型和校外实际工程相结合,实现较低成本培养学生总体工程认知意识的效果;生产实习和毕业实习则突出工程性和综合性,应将学生集中或分组安排在校外实践基地。在此基础上,本研究探索形成了“校内水利模型与校外多类工程感性认知→系里集中与导师分组指导生产实训→定点与兼顾就业的工程实践”等专业综合实践分类实习模式。

而在毕业设计环节,应强化对学生选题的要求和指导,突出设计题目的实战性和工程性,尽可能地进行设计题目与校外设计单位工程设计的结合、与指导教师科研项目的结合、与SRTP(Student Research Training Program,大学生科研训练计划)的结合、与学科专业竞赛活动的结合,并主动与校外实践基地共建单位(如相关设计院)合作。在此基础上,本研究探索形成了三种合作模式:第一种,“请进来”——针对工程设计任务集中、学生需求多的工程项目,应采取“请进来”模式,即学校邀请合作单位工程师和其所负责的工程项目双双进校,校方根据项目需求配备相应数量的学生,让学生在工程师和校内指导老师的共同指导下同步完成项目设计和毕业设计(即“毕业设计双导师制”);第二种,“派出去”——针对设计战线长、学生需求分散的设计项目,宜采取“派出去”模式,即学校分阶段、分批次适时将学生派往设计单位,依托设计单位提供的场所和设备条件,在工程师的独立指导下开展设计工作(即“校外导师制”);第三种,“接进来”——在校企双方已进行大量工程设计项目合作的基础上,学校积极争取承接部分测绘、描图、数据整理等基础任务重、学生需求多的工程项目或部分设计任务,对此宜采取“接进来”模式,即由校内拥有丰富工程设计经验的教师直接负责设计工作和学生指导工作,原设计单位适时派工程师进行审核督导。

②自主研究性实践模块:主要目标是在学生具备一定专业知识积累和动手实践能力的基础上,进一步提升学生的创新、实践能力。为支撑该模块内容的开展,农业水利工程专业的所有专业基础及专业实验室都面向学生开放,并专门设置了实验室管理勤工助学岗位,招聘学生(以研究生为主)直接负责实验室开放工作的管理,切实将开放工作(负责场所保证、开放时间保证)落到实处。同时,结合本科生导师制工作,由导师针对学生在自主研究领域遇到的问题

提供必要指导，并及时掌握进展情况，进一步引导、启发学生的创新意识和创新思维培养。

#### (4) 科技创新实践教学层

科技创新实践教学层的目的是为学生提供更综合、更专业的实战化科技创新能力培养平台，涉及科技创新模块，该模块由以下环节组成——

①科研训练：以学生为创新研究主体，构建了以“国家级为引领、校级为主体、导师资助为补充”的三级 SRTP 体系。鼓励学生根据在已有创新实践中发现的科学问题，自主组织团队（一般包括 3~5 名学生和 1 名指导教师）选题，并申报国家和学校 SRTP 项目；也可直接与教师科研项目相结合，由导师指导并直接提供经费开展创新研究。

②认证培训：针对行业的特点和能力要求，将教学、培训、认证相结合，与相关企业联合开展 CAD 资格和工程测量资格的认证培训项目，并通过最新前沿培训、赴企业学习先进设备操作和感受创新研发氛围等，提升学生实际操作的技能 and 适应市场需求的能力。

③学科竞赛：构建了由数学建模、力学结构设计、挑战杯、水利创新设计等组成的分阶段的竞赛活动体系，力求实现“以赛促能、以赛创新”的目的。

④科研助手：设立科研助手与勤工助学相结合的本科生助研岗位，由学校勤工助学办和科研项目主持老师共同协调招聘学生并定期发放助研补贴，在导师、研究生等的指导下开展项目研究工作，达到勤工助学与专业对口、科研能力迅速提升的效果。

## 二 加强实践教学平台分类建设

优良的教学硬件条件对提高教学质量和激发学生的学习兴趣至关重要。本研究针对“四层次、七模块”的实践教学体系的实践教学模块和各环节特征，加强实践教学平台分类建设，为学生提供了较为完善的硬件实践教学平台资源，如图 2 所示。

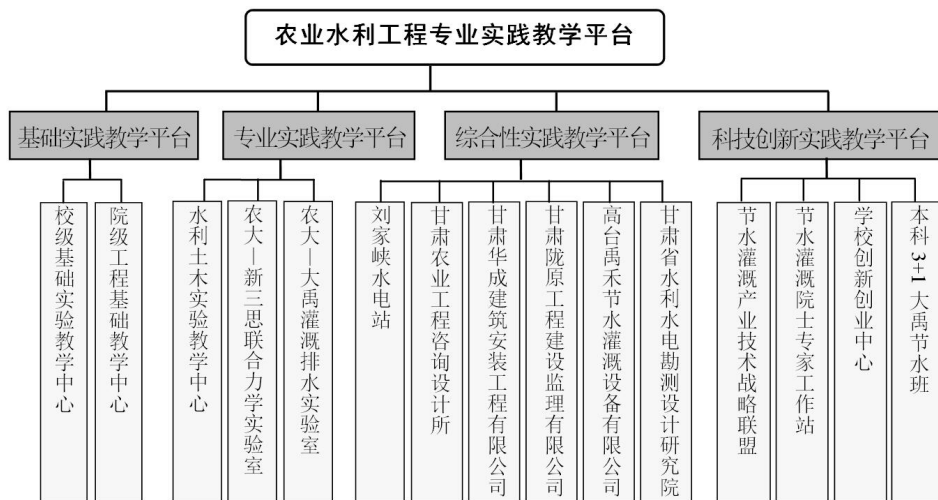


图 2 实践教学平台分类建设

### 1 优化校内资源，加强基础实践教学平台的建设

近年来，甘肃农业大学（下文简称“学校”）采取“循序渐进、分步实施”的方针，逐步加大资金投入力度，改善基础实验教学条件。以新建基础实验教学中心为契机，学校成立了校级

基础实验教学中心,对分散于各学院的公共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 多措并举,提高专业实践教学平台的服务能力

### (1) 整合院内实践教学资源,成立院级工程基础教学中心和水利土木实验教学中心

学校将分散于学院各专业的测绘、制图、CAD、力学等实验室进行整合,设立了院级工程基础教学中心;同时,将水力学、土工、建材、水工、结构、灌排、节水灌溉等实验室进行优化整合,建立了水利土木实验教学中心。两大中心的成立,实现了专业基础和专业实验室的统筹管理、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) 转变思路,大力推进实验室与校企的联合共建

学校和企业人才培养、科技创新、产品研发等方面拥有各自的资源优势,如何将学校充裕的场地、雄厚的师资力量与企业先进的设备、市场化的产品研发环境相结合,构建集“研发—生产—检测—学生实习实践”于一体的校企共建实验室,对提升学生的实践能力极为重要。基于上述认识,学校积极与大三思公司、甘肃大禹节水集团公司合作,先后共建了农大一新三思联合力学实验室和农大一禹灌溉排水实验室,实现了公司产品研发、检测与学生创新研究的有机结合。

## 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的服务水平

针对认识实习、生产实习、毕业实习、毕业设计等综合实践教学环节的特点,学校分环节加强校外实践基地建设,与国网甘肃刘家峡水电厂、甘肃景电管理局等单位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;同时,与甘肃省水利水电勘测设计研究院、甘肃农业工程咨询设计所、甘肃华成建筑安装工程有限公司等单位合作建立了多个专业特征明显且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。此外,学校还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,用以强化学生的综合实践能力培养。

## 4 广泛利用社会资源,协同构建科技创新实践教学平台

### (1) 参与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,由甘肃大禹节水集团股份有限公司负责统筹,有甘肃农业大学、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节水灌溉院士专家工作站。依托此联盟和工作站,学校农业水利工程专业的教师与甘肃大禹节水集团公司的科研人员联合申报了国家科技支撑计划1项、国家自然科学基金5项、甘肃省科技重大专项1项,并指导40余名本科生结合上述项目完成了科研训练和毕业论文研究工作。

### (2) 集聚社会众创资源,成立学校创新创业中心

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“职业生涯规划”、“就业指导与创业教育”等通识类课程内容的基础上,学校采用创新创业讲座沙龙、KAB(Know About Business)、SYB(Start Your Business)、GYB(Generate Your Business Idea)等形式,开发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稳步推进创客空间和创业苗圃。按照构建众创、众包、众扶、众筹平台的理念,学校致力于打造具有配套支持全程化、创新服务个性化、创业辅导专业化等特点且具有鲜明农业特色

的众创空间。目前,学校已成功申请到甘肃省教育厅大学生就业创业专项项目 2 项和企业投资创客空间项目 3 项。

③试点建设创新创业实验班。学校进行了创业实验班(宣人班)和创新实验班(彤笙班)的试点建设——前者针对有强烈创业愿望的学生而开设,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;后者则针对有浓厚科技创新兴趣的学生而开设,通过选派指导教师,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,联合开展专业孵化服务;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服务。

(3)探索形成“本科 3+1”校企联合办学模式,强化学生节水灌溉工程实践能力的培养

针对我国水资源紧缺及农田水利建设滞后等瓶颈问题,学校在农业水利工程本科专业办学的基础上,又增设了节水灌溉培养方向,并和甘肃大禹节水集团股份有限公司合作开设了大禹节水班,实行“本科 3+1”办学模式(即 3 个学年在校内学习,1 个学年到公司实践)。该模式强化了学生在节水灌溉工程设计、施工和运行管理方面的能力培养,为行业和企业培养社会急需的、从事农业水利工程专业“节水灌溉”方向工作的高层次复合应用型人才做出了贡献。

### 三 应用效果

经过“四层次、七模块”的实践教学体系及实践教学平台分类建设,学校农业水利工程专业中的综合性、设计性和创新性实验的比例稳步增长——这三类实验的总比例由 2011 年的 50% 增长到 2015 年的 85%,学生毕业设计结合工程实际项目和教师科研项目的比例由 49% 增长到 95% 以上。与此同时,“四层次、七模块”的实践教学体系及平台的建设,也推动了专业和学科的快速发展——2013 年,农业水利工程专业成为学校首批综合改革试点专业;2014 年,农业水利工程专业教学团队得到学校重点立项培育,同年,该专业获批为甘肃省高等学校本科特色专业。

“四层次、七模块”的实践教学体系及平台通过 5 年多的实践,在甘肃农业大学农业水利工程专业中已经取得了较好的应用效果:① 2011~2016 年,农业水利工程专业累计申报立项 SRTP 项目 105 项、研发的作品申报专利 8 项、发表科技论文 9 篇。② 相关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,在全国第九届周培源大学生力学竞赛中获得甘肃赛区省级一等奖 3 项,在甘肃省大学生“创新杯”计算机应用能力竞赛中获得特等奖 3 项、一等奖 2 项、二等奖 2 项、三等奖 2 项,在第七届全国信息技术应用水平大赛 CAD 设计本科及以上组竞赛中获得全国二等奖 1 项。③ 2015 年,该专业学生研发设计的“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”作品代表学校首次参加全国大学生水利创新设计大赛,并分别获得二等奖和优胜奖;同年,该专业学生研制的“地下滴灌增温加气设备”作品获得甘肃省大学生“挑战杯”科技作品一等奖。④ 农业水利工程专业的毕业生也受到了用人单位的广泛好评,且连续 5 年的就业率、考研率均超过 94%。

## 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(高教研究与评估),2014,(1):75-76.
- [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,(S2):41-46.
- [3]李培根,许晓东,陈国松.我国本科工程教育实践教学问题与原因探析[J].高等工程教育研究,2012,(3):1-6.
- [4]温武,李鹏,郭四稳,等.基于人才联盟的“实验室+企业”网络工程实践教学基地构建[J].高等工程教育研究,2017,(1):55-60.
- [5]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):69-71.
- [6]王亚军,刘佳佳,王丹,等.工科高素质创新性人才培养中实践教学模式的研究——以地质工程(煤及煤层气)实践教学改革为例[J].经济师,2015,(6):246-247.
- [7]张洪.基于应用型创新人才培养的实践教学改革探究[J].现代教育技术,2015,(10):119-125.

### Practical Teaching System and Platform Construction based on “Four Levels, Seven Modules”

——Taking the Major of Agricultural Water Conservancy Engineering in Gansu Agricultural University as an Example

ZHANG Rui    GAO Yan-ting    WANG Jing-hai    WANG Yin-di    ZHAO Xia

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

**Abstract:** The practical teaching is of great significance to cultivate the engineering practice and innovation ability of engineering students. Taking the agricultural water conservancy engineering major in Gansu Agricultural University as the example, this paper constructed the practical teaching system which includes four levels (based practice teaching, professional practice teaching, comprehensive practice teaching, science and technology innovation practice teaching) and seven modules (based experiment practice, social practice, professional experiment practice, curriculum design, professionally comprehensive practice, independent research practice, science and technology innovation). Furthermore, this paper strengthened the classification construction of the practice teaching platform combining with the practice teaching modules and the characteristics of each chain, and the application effect was proved to be good. The results in this paper could realize the effective intergration of practical teaching inside school and outside school, in-class and after-class, the application and innovation of practical teaching, in which the engineering practice and innovation ability of students was also intensified.

**Keywords:** practice teaching; practice engineering; innovation ability; the major of agricultural water conservancy engineering

\*基金项目: 本文受甘肃省教育科学“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)资助。

作者简介: 张芮, 副教授, 博士, 研究方向为节水灌溉和水资源利用的教学与研究, 邮箱为 zhr\_1029@163.com.

收稿日期: 2016年7月6日

编辑: 小米