

DOI: 10.16750/j.adge.2020.10.001

# 基于“五链环”野外综合实训平台的“四融合”人才培养模式探索与实践

康绍忠 杜太生 李思恩 佟玲 丁日升 牛俊 毛晓敏  
郝新梅 黄兴法 王凤新

**摘要:**介绍了中国农业大学密切联系生产实际培养应用学科研究生的做法,使研究生既能在野外艰苦条件下进行学习和研究,成果面向国际学科前沿,同时又具备较高的综合素质。团队扎根西北旱区二十余年,将野外实验站-示范基地-田间学校-科技农户-德育基地进行综合集成和链环式布局,以创建8项规则、实施8项举措、设计5个环节、开展8项活动为抓手,系统设计严谨治学态度养成、敏锐洞察力培养、综合视野拓展和高尚精神品德锤炼等素质培养工作,实现了研究生科技创新与自我管理能力、瞄准国际学术前沿与服务中国大地能力、掌握多学科知识与系统解决复杂问题能力、精湛专业技能与家国情怀“四融合”,显著提升了高层次人才培养质量。

**关键词:**中国农业大学;野外综合实训平台;研究生国际化视野;综合素质培养;研究生教育

**作者简介:**康绍忠,中国工程院院士,中国农业大学石羊河实验站站长,中国农业水问题研究中心主任,教授,北京100083;杜太生,中国农业大学水利与土木工程学院院长,石羊河实验站常务副站长,教授,北京100083;李思恩,中国农业大学石羊河实验站副站长,教授,北京100083;佟玲,中国农业大学石羊河实验站副站长,教授,北京100083;丁日升,中国农业大学石羊河实验站副站长,副教授,北京100083;牛俊,中国农业大学水利与土木工程学院水利系主任,教授,北京100083;毛晓敏,中国农业大学NMSU-CAU水科学与工程联合研究中心副主任,教授,北京100083;郝新梅,中国农业大学水利与土木工程学院副教授,北京100083;黄兴法,中国农业大学水利与土木工程学院教授,北京100083;王凤新,中国农业大学水利与土木工程学院教授,北京100083。

农业院校高层次人才培养肩负着服务农业农村现代化的历史使命,但长期以来,由于缺乏国际一流的野外综合实训平台,一方面导致农业院校应用学科研究生的学位论文选题或在实验室内的研究与农业生产实际需求结合不够紧密,影响了研究生解决生产实际问题能力的培养;另一方面虽然研究生能走向野外试验示范基地,但野外试验基地往往地处偏僻艰苦的农村,交通与信息相对闭塞,又缺乏野外一流的试验观测设施,限制了研究生国际化视野和综合素质的培养<sup>[1]</sup>。这是新时代农业院校应用学科高层次人才培养中迫切需要解决的重大教育实践问题。为此,自1997年开始,中国农业大学在西北内陆用水矛盾最突出、具有典型干旱区代表性的

河西走廊石羊河流域创建了以实验站-示范基地-田间学校-科技农户-德育基地“五链环”为特色的国际一流野外综合实训平台<sup>[2]</sup>,在此基础上探索并实践了以“四融合”为特征的研究生培养新模式,对研究生起到了“锤炼品格、学习知识、创新思维、奉献祖国”的引路作用,显著提升了高层次人才培养质量。

## 一、创建国际一流的“五链环”野外综合实训平台

融“实验站-示范基地-田间学校-科技农户-德育基地”为一体的研究生野外综合实训平台是在传统单一野外实验站或科技示范基地基础上的集

成创新（见图1），它既保障了在偏僻野外艰苦环境下高素质人才培养的国际化、先进性、高水平的一流科研条件，又为研究生提供了接近农村和农民、服务三农和培养高尚品德的实践场所，把研究生从事前沿性高水平研究和服务国家需求有机结合，提升了研究生对所从事的科学研究为解决国家实际问题重要性的认识，有效激发了研究生从事科学研究和服务三农的热情。

我们首先建设了具有国际水准和干旱区特色的一流野外实验站，目前实验站有600余亩试验田、2600平方米的日光温室、4600平方米的实验楼和配套用房，建设了植物生理生态、土壤物理化学、作物品质、同位素与色谱分析、灌水新技术、节水制剂与装备等9个实验室，购置了大型称重式蒸渗仪、涡度相关与能量平衡测定系统、作物光合作用测定系统、超高精度液态水和水汽同位素分析仪等80余套先进仪器设备，建设了国际一流水准的农田水热碳氮通量观测系统、大型人工气候室模拟试验系统、土壤水盐试验监测系统、温室节水调质高效灌溉试验系统、田间高效灌溉试验精量控制系统、农田水汽同位素观测系统等8套先进的田间试验观测系

统；建设了先进的物联网和数据信息管理平台，实现了野外观测数据及人工监测数据的采集、存储、显示和分析；开发了试验数据信息远程传输与视频系统，实现了校本部与野外试验站的互联互通；建设了实验站图书室，可供在站开展工作的教师和研究生随时召开视频会议、查阅和下载所需文献资料。目前，实验站可同时容纳100名研究生、本科生开展试验研究及200名基层技术人员和科技农户进行技术培训与观摩。经过二十多年的努力，实验站先后被批准为农业农村部、教育部、甘肃省野外科学观测研究站，与香港中文大学（CUHK）合作共建节水农业联合实验站，与美国新墨西哥州立大学（NMSU）合作建设水科学与工程联合研究中心，与美国密苏里大学（MU）合作建设水-农业-环境联合研究中心，获批教育部和国家外国专家局“农业高效用水学科创新引智基地”，并被作为国家自然科学基金委员会优秀创新群体野外研究基地。

为了使研究生的科研成果服务于农业生产，先后在全流域建设了大田玉米、制种玉米、小麦、酿酒葡萄、温室作物高效节水技术示范基地，目前已成为水利部绿洲农业高效节水技术推广示范基地并

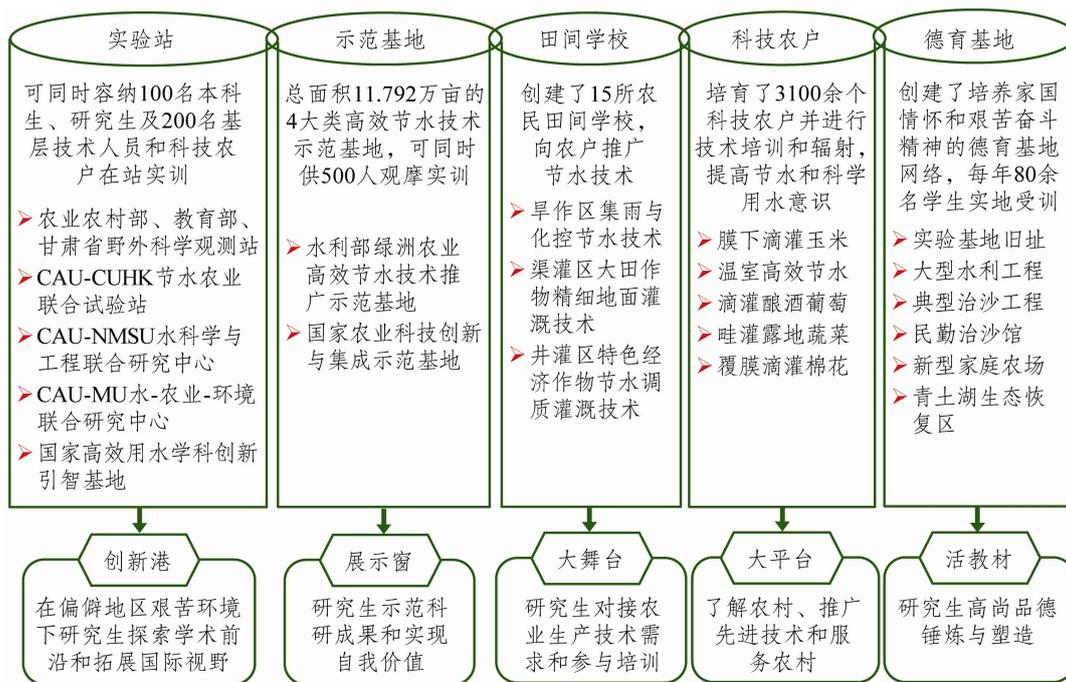


图1 “五链环”研究生野外综合实训平台示意图

首批入选国家农业科技创新与集成示范基地。通过参与技术示范，不仅培养了研究生的综合能力，而且他们看到自己参与的研究成果在生产应用中的成效和在促进当地农业发展中所起的作用时，更加激发了

从事科学研究的热情。为了让研究生从试验站和示范基地走进农村，接近农民，服务农业，先后在甘肃山羊河流域创建了15所农民田间学校，通过这一平台，研究生进行不同典型区农户基线调研，收集基础资

料,实地了解农户种植和收入情况,进行节水与生态环境教育,与农户一起制定试验方案,实地采集第一手试验数据资料。针对西北内陆干旱区制种玉米、设施蔬菜、酿酒葡萄和棉花等重点产业,组织研究生对3100多名文化程度较高的科技农户进行节水技术示范培训。研究生参与研发的一批实用节水技术从实验站内走向大田,不仅提高了农民节约用水、科学用水的意识,而且促进了当地农业生产方式由广种薄收、大水漫灌向以水定产、以水定规模转变。

立德树人是高校人才培养的根本任务,为了将德育贯穿于科研、示范和社会实践全过程,我们创建了包括不同年代研究生实验旧址—红崖山水库与民勤调水工程等大型水利工程—巴丹吉林与腾格里沙漠及老虎口防沙治沙点等典型治沙工程—民勤治沙纪念馆和古浪八步沙六老汉治沙纪念馆—新型家庭农场—青土湖生态恢复区的德育基地网络。每年暑期定期组织研究生全程参加该德育基地网络的活动,让他们实地了解不同年代师生艰苦创业的历史和奉献精神,感受当前科研环境来之不易;参观亚洲第一大沙漠水库,感受自己的专业对人类和国家绿色发展的重大意义;了解多种治沙造林模式的聪明智慧与绿色发展理念;了解民勤和古浪劳动人民为了治理沙漠化、改善生态环境,与自然斗争的英勇献身精神;了解现代土地流转和新型现代家庭农场的发展及对高效节水和水肥一体化技术的迫切需求;了解流域水资源科学配置和高效利用技术推广应用使下游青土湖的生态得以恢复,重回碧波荡漾的重大作用,极大地开阔了视野;同时,也使研究生认识到自己所从事的研究在综合解决石羊河流域水与生态问题中的位置和作用,更加明白自己是解决国家干旱区流域水问题这台大机器中的一颗螺丝钉,激发研究生的研究潜力和工作热情。

## 二、基于野外综合实训平台的“四融合”高素质人才培养模式探索与实践

依托野外综合实训平台,在单项实践创新能力培养的基础上,我们重点加强了研究生科技创新与组织管理能力、瞄准国际学术前沿与服务中国大地能力、掌握多学科知识与系统解决复杂问题能力、精湛专业技能与家国情怀等四个方面的有机融合,培养研究生严谨的治学态度、敏锐的洞察能力、系统综合的视野和高尚的精神品德,创新并实践了基于野外综合实训平台的“四融合”高素质人才培养的“8858”模式(见图2)。

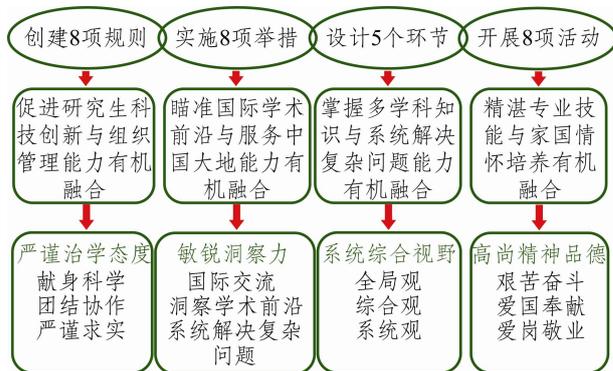


图2 基于野外综合实训平台的“四融合”高素质人才培养的“8858”模式

### 1.创建“8项规则”,促进研究生科技创新与自我管理能力有机融合及严谨治学态度的养成

管理与科技创新不同,它不是个人行为,而是一种组织行为,为了促进研究生科技创新与自我管理能力的有机融合,同时加强远离校园的野外实训平台管理力量,我们创建并实施了“8项规则”,即每人开展1项试验研究,每周举办1次学术交流,每年举办1次科研评比活动,每年组建1支自我管理团队,每人参与1项实验室管理工作,每人负责1台大型仪器设备,每月组织1次文体活动,每年实行1套食堂和公共事务协管制度。实验站在管理编制有限的条件下,为了锻炼研究生的组织管理能力,每年实验开始前组建1支研究生自我管理团队,实行民主管理,在野外实训平台的研究生通过无记名投票方式产生管理团队人选,每两周定期召开试验站学生管理团队协调会议。例如,研究生自我管理食堂、宿舍、学习室,设计了别具一格以实验站各种试验场景和仪器设备为背景的食堂饭票,建立了食堂民主评议和改进协商制度,实行了实训平台综合实验大楼公共区域卫生和公共实验室轮流值日制度。使研究生组织管理、团队协调和自我约束能力显著增强,同时也培养了研究生献身科学、团结协作和严谨求实的治学态度,实现了研究生科技创新能力与自我管理能力的有机融合。

### 2.实施“8项举措”,促进研究生瞄准国际学术前沿与服务中国大地能力有机融合及敏锐洞察力的形成

农业院校应用学科的野外实验站一般地理位置比较偏僻,研究生在完成课程学习后直接进入野外实验站,没有更多的机会培养他们的国际化视野,针对此问题,我们将培养研究生瞄准国际学术前沿与服务中国大地能力有机融合,使研究生在野外实验站开展科学研究的同时,有更多的机会参与国际

学术交流, 拓宽国际视野。为此, 以野外综合实训平台为依托, 创新并实施了 8 项举措, 即建设 1 支国际化和校地结合的教师队伍, 每年 1 次国际学术论坛, 每年 1 期暑期学校, 每年 1 期短期课程班, 每年 1 批优秀研究生赴海外联合培养, 每年 1 次地方经济发展报告会, 每年 1 次实验站农民开放日, 每人 1 次技术示范推广活动。例如, 依托野外综合实训平台, 我们建设了一支包括中国工程院院士、澳大利亚科学院院士、澳大利亚工程院院士、美国工程院院士等 4 名院士、4 名长江学者、3 名杰青、3 名青年长江学者、4 名优青、1 名青千以及 6 名来自地方农科院、水务局、水利技术推广中心、农业技术推广中心等基层单位的农业水利、作物学专业的教授级高级工程师和研究员的“国际化、多学科交叉、校地结合”的高水平指导教师队伍, 为在西北干旱区、偏远农村培养出具有国际视野、多学科知识综合和较强的解决生产实际问题能力的高素质研究生提供了良好的师资条件。进一步增强了研究生英语口语水平、国际交流能力和服务“三农”意识, 同时也提升了研究生洞察学术前沿问题和生产实际问题的能力, 实现了研究生瞄准国际学术前沿与服务中国大地能力的有机融合。

3. 设计“5 个环节”, 促进研究生掌握多学科知识与系统解决复杂问题能力的有机融合及综合视野的拓展

农业高效用水与水肥一体化及流域水资源科学配置和现代农业绿色发展研究涉及多个学科, 需要研究生掌握多学科知识并具有系统解决复杂问题的能力。为此, 我们在研究生培养过程中设计并实施了“5 个环节”, 即导师每年为研究生讲授 1 次典型流域现实案例, 每年组织 1 次典型流域水资源管理与农业节水实地考察, 每年举办 1 次研究生个人研究作用座谈会, 每年举办 1 次交叉学科进展报告, 每人设计 1 套典型流域水问题综合解决方案。例如, 为了使研究生对干旱区典型流域水与生态问题有较全面客观的认识, 我们每年组织野外综合实训平台师生到干旱区典型流域考察 1 次, 请流域管理局技术人员现场讲述通过多学科交叉和综合技术措施, 系统解决流域水与生态问题的案例, 邀请不同学科专家到综合实训平台讲述相关交叉学科的进展, 通过聆听这些工农相融、多学科交叉的最新进展报告, 促进研究生对水—土—作物基础和专业的深度掌握, 促进了研究生掌握多学科知识与系统解决复杂问题能力的有机融合, 提升了研究生运用多学科知识解决实际问题的全局观、综合观和系统观。

4. 开展“8 项活动”, 促进研究生精湛专业技能与家国情怀有机融合及高尚品德的锤炼

高等教育的最终目标是培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人, 在培养研究生精湛专业技能的同时, 更应注重高尚品德的锤炼。为此, 我们依托野外综合实训平台组织开展了“8 项活动”, 即每名研究生经历 1 次野外艰苦环境试验过程锻炼, 每年完成 1 次社会实践, 流动党支部每两周开展 1 次组织生活, 每年举办 1 次优秀毕业生回站进行艰苦奋斗教育宣讲活动, 教师每年讲述 1 次实验站创业史, 党员教师每年讲 1 次党课, 每年举办 1 次地方技术人员扎根基层艰苦创业报告会, 每年组织 1 次研究生到德育基地网络实训活动。如研究生每年 3—4 月份到实验站, 9—10 月份回学校, 在野外实验站连续生活和工作 6—7 个月, 以前的甘肃民勤邓马营湖、小坝口和薛百等实验站环境十分艰苦, 当时冬季在实验站做设施蔬菜节水调质的部分研究生, 还要经历宿舍没有暖气自己生炉子取暖、自己用架子车拉水做实验的艰苦锻炼, 在野外综合实训平台的所有研究生均需经过从开挖土壤剖面取样、布置田间试验、灌溉施肥、打土钻取样、测定各种指标、作物收获考种等全过程, 培养了研究生艰苦奋斗和吃苦耐劳的优良品质。经学院党委批准, 依托野外综合实训平台组建了石羊河实验站流动党支部, 每 2 周过 1 次组织生活, 展开多层次的学习与主题党日活动, 将理想信念教育贯穿到科研过程和社会实践中。每年邀请曾在实验站长期开展试验研究工作的优秀毕业生回到实验站开展“艰苦奋斗, 创新奉献——难忘的石羊河岁月”系列报告会, 通过这些活动, 促进了精湛专业技能训练与家国情怀培养的有机融合, 培养了研究生艰苦奋斗、爱国奉献、爱岗敬业、与时俱进的高尚品德。

三、基于野外综合实训平台的“四融合”高素质人才培养模式的应用成效

依托综合实训平台, 先后有国内 16 所大学和科研机构的 96 名教师员工、5 名博士后以及 20 届博士生 109 人、硕士生 276 人开展研究工作与学位论文试验, 181 名本科生完成毕业设计、111 名本科生进行 URP (本科生科研项目, Undergraduate Research Project) 和国家级本科生创新创业训练计划以及北京市本科生创新创业训练计划项目, 200 多名本科生进行社会实践; 来自美国俄勒冈州立大学、密苏里大学、西密歇根大学、英国兰卡斯特大学等国际知名院校的 31 名研究生在实训平台完成学位论文、参加暑期学校和进行社会实践。来自朝鲜、格鲁吉亚、津巴布韦等 18 个发展中国家的 40

名学员在本平台接受实训。培养的研究生毕业后分布于国外7个国家和国内27个省(自治区、直辖市)。实训基层技术人员和农民累计1.2万余人次。培养的研究生中,2人获全国优秀博士学位论文奖,1人获全国优秀博士学位论文提名奖;3人获省级优秀博士学位论文奖,14人获中国农业大学百篇本科生优秀论文奖;22人获北京市优秀毕业生等省市级优秀毕业生称号。依托本平台培养的研究生毕业后,2人入选长江学者,1人获国家杰出青年基金,4人获国家优秀青年基金,2人入选青年长江学者;1人获中国青年科技奖,1人入选科技部中青年科技创新领军人才,1人入选国家“万人计划”科技创新领军人才,1人获国务院政府特殊津贴,14人入选省级人才计划,9人被评为省级先进工作者,42人获国家自然科学基金,28人晋升教授(研究员、教授级高级工程师)与博士生导师。

依托综合实训平台培养的研究生发表学术论文400余篇,其中SCI收录260篇,Ei收录140篇,有6篇论文被列入ESI高被引论文或热点论文。如研究生2008年发表在Journal of Hydrology上的“Simulation the impacts of climate change and human activity on runoff of the Shiyang river basin in an arid region of Northwest China”论文已被Web of Science引用200余次,文章发表后一直被选为ESI高被引论文,得到了国际专家同行的高度评价。研究

生参与撰写的著作入选国家“三个一百”原创图书出版工程,获国家优秀科技图书三等奖1项。研究生参与完成的成果获国家科技进步一等奖1项,国家科技进步二等奖3项,国家自然科学基金二等奖1项,省部级科技一等奖4项、二等奖2项,获授权发明专利20件、实用新型专利12件、软件著作权4项。研究生参与研发的节水调质高效灌溉技术在民勤棉花种植中应用,节水20%以上,霜前花产量提高了10.6%,改善了皮棉品质;参与提出的石羊河流域考虑生态的水资源科学配置理论与调控模式在生产中发挥了重要作用,与当地政府联合推广应用后,全流域450多万亩农田的灌溉水利用率从49.7%提高到54.5%,单方净灌溉水产粮数由1.21kg/m<sup>3</sup>提高到1.42kg/m<sup>3</sup>,下游地下水位逐渐回升,实现了流域整体节水、粮食增产、农民增益和生态环境改善。

基于“五链环”野外综合实训平台的“四融合”人才培养模式探索与实践也得到了国际知名专家、国家领导人和相关部门的高度评价及社会各界的广泛关注。先后有美、英、法、澳、以色列等12国的31所大学和研究机构的专家300余人次以及国内102所大学和科研机构的专家学者2000余人次来此考察学习并给予高度评价。澳大利亚科学院原副院长、美国科学院外籍院士、澳大利亚国立大学功勋教授Graham Farquhar,澳大利亚工程院院士、墨尔本