

航空工程创新人才“学-赛-研-创” 培养模式的探究与实践

——以厦门大学航空航天学院为例

殷春平, 董一巍, 尤延铖, 鲁岂榕

(厦门大学 航空航天学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 随着科技的发展和国家战略需求的改变, 我国航空航天、先进制造、人工智能等高端制造领域的创新人才培养面临着新的挑战 and 变革。高校教学和人才培养的核心工作是对学生创新实践能力的培养, 创新实践型人才培养的重要途径有工程教学、学业竞赛、科研项目, 以及创新项目等。本文以厦门大学航空工程学科实践教学改革为例, 阐述航空工程创新人才“学-赛-研-创”培养模式的做法与成果, 以探寻高校建立符合时代发展需求的航空航天人才培养模式。

关键词: 航空工程; 创新人才; 培养模式; 实践教学

中图分类号: G640 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8874(2020)02-0012-06

Exploration and Practice on the “Learn-Competition-Research-Innovation” Training Model for Aviation Engineering Innovative Talents: The Case of Aerospace School of Xiamen University

YIN Chun-ping, DONG Yi-wei, YOU Yan-cheng, LU Qi-rong

(School of Aerospace Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: With the development of science and technology and the needs of national strategy, the cultivation of innovative talents in advanced manufacturing fields, such as aerospace, advanced manufacturing, and artificial intelligence, is facing new challenges and reform. The cultivation of students' innovative and practical ability is one of the key tasks of college teaching and talent cultivation. Engineering teaching, academic competitions, scientific research, and innovative practice have become important ways to cultivate and improve students' innovative and practical talents. Taking as an example the practical teaching reform of Aerospace engineering discipline in Xiamen University in recent years, this article explains the practices and achievements of “Learning-Competition-Research-Innovation” training model, in order to explore and establish a talent training model which meets the needs of current development of aerospace universities.

Key words: aerospace engineering; creative talent; training mode; practical teaching

收稿日期: 2020-04-08

基金项目: 2018年福建省本科高校教育教学改革研究项目(FBJG20180098); 2019年福建省本科高校重大教育教学改革研究项目(FBJG20190142)

作者简介: 殷春平(1987-), 男, 四川南江人。厦门大学航空航天学院工程师, 硕士, 主要从事无人机技术、航空工程实践教学研究。

党的十八大明确提出,要进一步加大对于创新创业人才培养的支持力度。航空装备一直是我国发展战略新兴产业的重要内容,《中国制造2025》《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》和国家科技重大专项(2006—2020)将航空航天装备制造技术列为重点发展内容,将高超声速、大飞机工程、航空发动机与地面燃机、载人航天、探月工程、深空探测等一批项目列入国家重大专项或前沿技术,显示出中央对我国航空航天事业发展的的高度重视^[1]。航空航天国家重大科技工程对我国科技创新和人才培养提出迫切需求^[2]。其次,我国综合性院校已加大了航空工程人才的培养力度与招生规模^[3]。2005年之后,“双一流A类”高校纷纷在各自学科特色的基础上重建或开办航空航天类专业(如图1所示),包括清华大学、上海交通大学、厦门大学,以及中山大学等。高校数量的快速增长预示航空航天事业面临着良好的发展机遇。

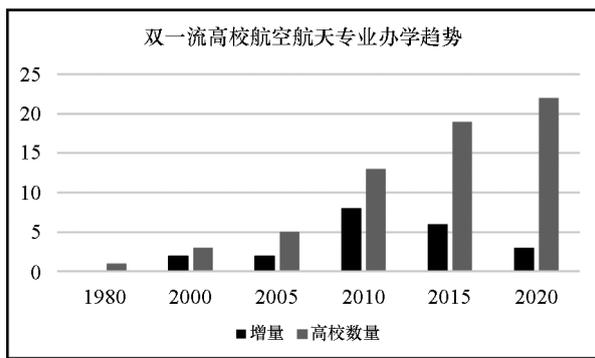


图1 双一流高校航空航天专业办学趋势

随着国民经济和国防事业对航空航天产业新的要求,综合性大学不断加入航空工程人才培养大军。随时代发展的先进技术,如智能制造、人工智能、互联网+等,给航空技术发展带来了新的技术机遇与挑战。因此,如何在具有国家战略的航空领域培养创新型工程人才极具重要意义。作为以人才培养为基本职能的高等院校,创新型人才的培养日益成为高等教育核心竞争力的根本体现和重要标志。近年来,厦门大学不断对其教育观念进行改进,因地制宜开展了一系列教学实践,将创新、实践与研学有机融合,在航空工程创新人才培养方面取得了一系列教育实践成果。

一、现阶段创新人才培养模式问题分析

创新型人才是指具有创新素质的人才,能对已知或未知领域中的新知识、新事物、新方法予以发现或发明,并应用到社会生活中产生创新成果,以此推动人类的进步和发展^[4]。创新人才应具备以下四种创新素质:创新意识、创新思维、创新精神和创新能力,拥有这些创新品格的人才通过对人类已知领域的改进和更新、对未知领域的发现和探索,来产生创新成果^[5]。航空工程是一个系统工程,涉及学科高度交叉融合,基础研究和工程问题极为复杂。因此,该领域的创新能力是在深厚的行业背景知识、夯实的基础知识、丰富的工程经历后才能获得的,这要求人才培养必须融入到一个长期、持续并极具创新挑战的教学体系中训练。当前航空工程创新人才培养体系主要存在以下问题:

1. 创新人才培养理念滞后

现有高等工程教育理念相对滞后,培养体系以学科为基础。“以教为中心”的教学型教师,强调专业知识的教授和教学过程的改进,容易忽视对理论知识的工程训练、实验验证及应用创新;“以研为中心”的研究型教师,强调某些特定技术对工程项目的完成,容易忽视学生整个学习周期系统性、专业性、工程性、创新性的统一培养。近年来,随着“双创”“双一流”建设工作的逐步深入开展,各高校逐渐引入学业竞赛和创新创业项目丰富教学方式,加大创新人才的培养力度,初步形成了“教学”“竞赛”“科研”“创新”四种人才培养方式,尽管学生的综合创新能力较以往传统的填鸭式教学已有较大提升,但四种教学方式往往相对独立存在,学生的创新训练随不同阶段教学内容和教师的不同而被中断甚至中止,学生的创新能力开发持续性低^[6]。

2. 创新人才培养模式方向性不强

“教学”“竞赛”“科研”“创新”四种培养方式目前还处于传统发展式板块化发展阶段^[7],教学方式以课堂教学为主,学生按照兴趣选择性地参与竞赛、科研或者创新项目中一项活动,片面认为“竞赛”和“创新”类项目只是日常教学手段的一种补充,高校教学计划还未与创新项目完全有机地结合,以致形成了具有片面性和局限性

的以赛促学、以赛促研这一传统的“赛-学-研”人才培养模式^[8]。其次,各级单位主办或承办的学业竞赛种类琳琅满目、数目众多,尽管不少高校重视并支持竞赛和创新项目,形成的奖状和证书数量较为可观,但不少项目并不具备创新人才培养的驱动能力,参赛具有盲目性,参与学生的创新能力导向性不足,导致比赛项目单纯地为了比赛而比赛,比赛成果无法转化;单纯地为了创新而“创新”,创新成果无法应用^[9-10]。长此以往,学校的创新风气下降,学生的创新意识下滑^[11]。

3. 创新型人才培养方案系统性弱

传统培养方案立足于学生对现有课程基础知识的理解和工程实训的技能训练,教师更多的是对现有知识的一种传承,随着卓越工程师培养理念的普及,新时期的工程教学更多地注重实践。除传统的电气实训、课程设计、企业实习等短期集训方案,各大学逐渐在原有培养体系中补充大学生创新创业项目、竞赛项目来鼓励学生创新,大部分项目以自愿模式或学分制形式开展。学生参与多个工程创新项目后往往收获更多的是技能上的提高,但知识、意识和技能的系统性创新较为欠缺^[12]。由于缺乏系统的创新人才培养方案,使得学生会盲目开展多个没有共性的创新项目,导致将多个项目只是以任务方式完成,最终使得创新训练成为一种经历或者训练,而不能孵化出有价值的工程产品。因此,新工科人才培养方案并非仅仅是将工程创新的项目简单地添加到现有教学培养方案中,应该是一个系统的工程创新人才培养方案。

4. 创新特色课程体系缺乏

在大众创新万众创业的时代背景下,不少高校通过各种渠道、手段、形式实施创新创业的课程。例如,思政老师通过在课程阶段植入创新案例、学工口老师在组织上带领开展创新活动课外实践,专业课程教师在教学过程引入某一领域的创新思想。做得较好的高校往往还会开展创新创业选修课程,或邀请优秀企业家开展现场教学与讲座^[13]。目前,创新课程已在形式上引起了高校教学和管理者的重视,学生也有了对课程学习的初步意识,但普遍问题是在于创新课程仍不构成完整性、系统性及延续性,也未形成一定的创新创业体系教材,创新活动质量或教学效果无法被有效评估。

因此,教学改革的难点主要体现在以下几方面:一是如何建立以创新实践为目标的教学方法与课程框架。二是如何整合学校创新保障资源,如设置大学生创新实践项目、创新性强的学业竞赛项目、激励措施和考核制度等,为创新提供资源体系支撑。三是如何以创新为导向,以创新与创业结合、理论与实践结合、教学与科研结合为基础,构建适应各学科特点的,既有宽度又有广度的科研体系和创新实践教学。四是如何充分借助社会与市场力量,探索产学研结合的新模式,完善制定产学研合作的相关机制,顺利实现高校成果转化以服务于社会和市场。

二、“学-赛-研-创”培养新模式实践

随着双一流建设进入全面落实阶段,高等教育资源的重新布局将考验学校的办学质量、创新能力、人力培养水平和战略规划执行能力。新时代航空工程类创新人才的培养要切实转变思想,锐意改革进取,勇于担当和突破。厦门大学进一步加强教学模式的顶层规划,加快“赛-学-研-创”工程人才培养新模式改革向纵深推进,强化服务国家战略需求和服务地方经济使命的引领地位。

厦门大学航空工程教育积极改革现有教学手段,重视“教学”“竞赛”“科研”“创新”四种创新手段,多措并举,培养具备创新素质高的航空工程人才,主要从以下四个举措开展改革。

1. 探索“学-赛-研-创”递进式人才培养模式

学院打破传统片面的以赛促学、以赛促研的“赛-学-研”人才培养模式,“实践教学”“竞赛”“科研”不再以单独形式存在,更加重视“工程创新”手段融入到整个培养环节。根据学生从低年级至高年级的培养过程,由“教学”过渡到“竞赛”,再由“科研”递进到“创新”,最终实现独立系统的创新工作。

实践教学方面,定期组织教师梳理竞赛项目、科研项目、国际热点或前沿技术中创新价值高的教学内容,修订到现有课程与实践教学中,内容上不断迭代,递进知识深度,使学生持续学习最新技术。在学业竞赛方面,重新定义竞赛的技术创新等级,凝练工程挑战意义大、综合性强、创

新度高且行业影响力大的校外知名学业竞赛,舍弃一般性竞赛。通过竞赛培养科研创新所需要的系统工程创新能力。在科研方面,鼓励创新活力强的导师开展行业热点技术的实践类项目,精准激发和培养解决行业难点、痛点的创造性思维。在工程创新方面,引导已在教学、竞赛、科研方面得到充分训练的同学进一步独立或以团队形式开展自主性更强、团队更大、项目目标更大的创新或创业项目,深化工程研制能力培养,以形成独立的创新发明、创新管理和创业意识。通过“教学”“竞赛”“科研”“创新”四种手段形式上环环相扣,项目深度和内容难度上逐步递进,最终服务学生创新素质和能力的提升。

2. 深度构建“学-赛-研-创”视角的AKS-CDIO创新人才培养理念

在近二十年的航空特色办学中,厦门大学创立了与国际工程教育理念CDIO接轨的AKS-CDIO人才培养模式(AKS代表态度Attitude、知识Knowledge、技能Skill;CDIO代表构思Conceive、设计Design、实现Implement和运作Operate)。飞行器动力工程专业不仅成为福建省高等教育特色专业建设点,还入选了教育部卓越工程师培养示范点。“学-赛-研-创”人才培养模式也深度符合航空专业AKS-CDIO人才培养理念。学校逐年加大校外高新企业实践创新项目的教学投入,加强以“互联网+”“挑战杯”科技竞赛、无人机创新设计大赛、国际空中机器人大赛、中国国际飞行器设计挑战赛、中国研究生未来飞行器设计大赛、大学生创新创业训练计划等航空科技活动为主线的大学生科研创新训练,对“学-赛-研-创”项目充分放权,项目管理、技术和财务上充分放手,导师更侧重于总体把关和咨询工作。让学生及团队更独立、自由地完成产品或项目的构思、设计、实现和运作。促进学生以端正的态度、深厚的知识以及娴熟的专业技能,主动地、实践地、有机联系地学习和创新,达成个人、人际、产品(创新)建造三方面的学习成果,潜移默化地激发学生在航空领域的创新精神。

3. 凝练“学-赛-研-创”特色的创新人才培养方案

强化学生的工程实践和创新能力,一直以来都是人才培养方案的重点。强调培养方案由未来前沿科技的主导,由国家前沿科技探索行业专家指导,高新科技企业和院所参与定制。

培养方案中调整或新增工程竞赛、实践教学、科研项目或创新创业内容,新增内容必须要服务于航空领域创新技术的发展趋势或行业人才需求。“学-赛-研-创”特色创新人才培养方案中加强了跨学科课程和实践教学的学分比重。例如,新增传统实践课以外的创新特色实践课程,包括“航模设计与制作”“多旋翼无人机实践课”“航空工程大型通用软件实践”“流体力学基础实验”“实验空气动力学技术”“工热流体实验”“飞行器结构实验技术”“电路设计软件”“飞行控制综合实验”“创业基础”“创新实践”等。根据不同实践课程,结合当下正在参研的“学-赛-研-创”项目,学生可得到行业实战经验更丰富导师的技术指导。通过创新工具类、认知类、设计类、管理类课程实践,拓展学生的创新视野、创新技能和创新信心。

在学分设置上,新增创新学分设置,学生可通过竞赛获奖、发明、科研论文等途径获得创新学分。特别地,毕业设计强调创新质量提升,学生结合自身的技能、特长和兴趣选择合适的校企合作科研项目开展创新实践,以解决工程问题为导向,以兴趣为基础,以任务为驱动,以工程试件或试验为考核目标,引领学生创造性地完成企业和社会需要的航空课题,构建学生的创新能力。

4. 梳理出服务于创新能力建设的“学-赛-研-创”特色课程体系

课程体系建设方案遵循“基础服务专业、专业服务行业、实践服务于创新”的原则设置课程,使其理论体系既符合本行业需求,又能较好地体现综合应用能力。50%以上的专业课程采用基于企业工程或校企科研项目以及创新案例的教学方法,以“基础扎实、知识面宽、应用能力强”的准则来指导学生进行理论学习。在实践课程体系设计方面,把实践创新能力作为培养核心,结合实际工程需要,构建工程实训、综合设计、项目研发为一体的任务驱动型综合化项目体系,使其真正做到面向工程实际。明确项目训练内容与评价标准的规范要求,训练学生的知识运用、独立工作、沟通交流、实践创新、分析解决问题等综合能力。

三、“学-赛-研-创”培养模式的实践效果

1. 以“学”为基础,丰富“学-赛-研-创”

链式人才培养模式理念及其内涵

该模式更加强调将“以人为本,以学生为中心”的教育理念融入工程教育,关注学生的兴趣及其学习与研究的内在动力,并突出兴趣的引导作用,认同兴趣是学生学习动力中最活跃的基因,使之成为自主性学习的动力源。同时,有助于提升学生分析问题的能力,养成良好的责任感、有毅力等素养。

厦门大学航空工程借鉴麻省理工学院的“5-4-3-1”创新教学体系办学思路,梳理了服务于创新能力建设的“学-赛-研-创”特色课程体系^[14-16],建立了宽广兼备的五层教学体系,构造了以通识课程、拓展课程、选修课程、专业课程、研究课程为支撑的全面框架,针对知识融合的科技发展趋势设置课程,既保证其宽度又强调其深度。同时,建立完善创新教育体系的四种结合手段。在课程实施上,学分与学年制结合;在教学方式上,理论与实践结合;在教学理念上,科研与教学结合;在教学生态建设上,创新与创业结合。经过多年的探索与发展,以创新驱动的教学体系拓展出大量特色课程,并取得良好教学效果(如图2所示)。

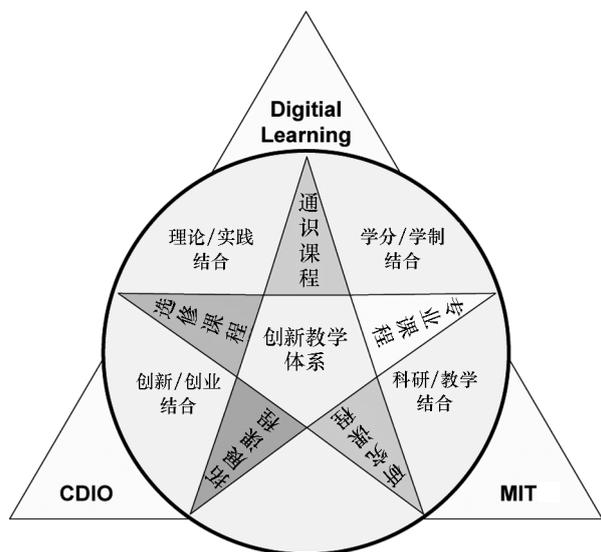


图2 创新型人才培养的“5-4-3-1”教学体系^[17]

特色课程强调以理论和实践操作相结合,课程训练内容必须具备三个特点:100%工程实践、创新且足够开放。一些航空特色实践课程主要有多旋翼无人机实践课、航模制作课、无人机编程课程、飞行仿真实验、实验流体力学、CAD/CAM设计等。例如,多旋翼无人机实践课中,学生自

主完成飞行器的设计、搭建、实验以及试飞活动,最终按照自己的方式完成创新目标。学生通过实践过程、效果和结果对比互相启发,老师仅做简单的技术引导。大量开放性的实践训练,使学生系统掌握了飞行器设计、自动控制原理、空气动力学、飞行控制、航空仪表、单片机原理、导航与制导等知识的理论和具体应用。同时,建立了一套涵盖飞行器气动、结构、控制和动力的系统性思维,激发了学生工程实践的兴趣和创新创业的信心。该课程自开课后,连续四届受到广大师生的响应和好评。

2. 以“赛”为媒介,推动“学-赛-研-创”培养模式的运用

学院大力支持学科竞赛的开展,用专业学科竞赛推动创新教学改革。院系致力于建立健全竞赛机制,引导学生积极主动地参加学科竞赛,培养学生自主创新的思维能力。通过建立学生科技活动兴趣小组的模式,推动竞赛机制的形成,如成立无人机社、航模社,以学生社团为主体,采取自主学习、自主管理的方式运行实验室科创项目。通过高、中、低三层级学生,“老带新”方式组织培训管理,建立学生课外科技活动梯队,分为学生课外科技活动普及层、提高层、科研创新层。普及层针对大一新生,主要培养学生对于科技动手的兴趣和能力,参加校级竞赛;提高层以普及层作为基础,以专业水平较高的学生为主体建立科创兴趣小组,参加省级以上科技竞赛;科研创新层作为“精英式”的培养,加入重点实验室课题组或参加国家级以上更具创新度的竞赛。学科竞赛已经形成了“厦门大学小型无人机技术创新赛”“福建省航模竞赛”“中国研究生未来飞行器创新大赛”,以及“国际空中机器人大赛”等难度和创新层次鲜明的竞赛群。2016—2018年,获得国际空中机器人大赛一等奖、全球亚军奖励^[18]。2019年,无人机社团孵化的创新作品中,有15项获国家级以上竞赛奖励。

通过专业学科竞赛的开展,学生能够将专业知识转化为解决实际问题的工具。专业学科竞赛侧重于考察学生创新能力,学生自主进行查询资料、设计实验、数据处理等工作,完成了从理论知识到实际解决问题的质变。同时,学院不断地分析竞赛中出现的问题,随时对教学过程中不足之处进行补充,持续优化完善教学体系。专业学科竞赛与实践教学的紧密结合,促进了教学改革

实践。

3. 以“研”为平台,凝练“学-赛-研-创”特色的创新人才培养机制

为了实践这一理念,航空学院从实验室、仪器设备及创新项目三个方面构筑学生研究和创新活动的硬件保障。学院将1个国家级工程实践教育中心、1个国家级电子信息实验教学中心、1个国家级虚拟仿真实验教学中心和6个校级实践基地纳入创新人才培养平台。平台所属仪器设备实现联网共享,24小时开放,可实现即约即用。学院整合创新项目,并纳入到各教学型工程创新中心实施计划,创新项目由师生共研共创进行先期孵化,孵化的创新成果可通过科研项目或学业竞赛来检验其创新应用价值。研究型项目由自由探索项目、竞赛课题、校企合作项目、省部级重点实验室项目和国家级攻关项目等逐级构成。

通过以赛育人、项目培育的方式,多名受创新项目或竞赛项目训练的同学参加了多个国家级重大项目。比如,多名经过“学-赛-研-创”培养体系下成长的本科生和研究生参与了2019年4月厦门大学“嘉庚一号”火箭的研制和发射任务^[19]。

4. 以“创”为目的,提升“学-赛-研-创”的成果转化

厦门大学航空学院从组织、制度、师资三个方面构筑了完备的创业教育保障体系。在学院层面上,形成了一个由科研创新领导组、科研创新导师组、院团委科技部、院科技创新社团构成的“四位一体”的多元培养模式主体。通过加强校企交流,践行“创新创业”的理念,建立航空实训基地虚实一体化教学模式,实现了“教、学、研”一体化教学的改革目标。学院积极拓展合作空间和领域,积极组织“大团队、大攻关、大创新”的大项目。除搭设学校和科研导师对接企业项目的同时,还构建了学生社团与企业之间的合作和创新,由企业提供资金和设备用于开展竞赛,学生完成工程挑战项目。这一方式不仅立足于航空企业的生产经营活动,更增强了专业教学日常与航空生产的关联度,并构筑了校企人才培养新体系。例如,学校无人机社团积极和深圳大疆创新科技公司及福建科德电子科技有限公司等航空企业保持良好的合作和人才交流机制,取得了一系列竞赛和教学成果。2019年,该社团孵化了18件创新作品并申请了专利。社团部分同学毕业即投

入到企业产品创新攻关环节或自主创业,还有一部分学生加入省先进空天动力工程研究团队,与近百人的科研团队协同工作,出色地完成多款无人机电机设计、研制及试验过程中的创新工作。

四、结语

在学科高度融合的背景下,厦门大学主动作为,以创新人才培养为目的,通过实践教学、学业竞赛、科研项目、创新创业训练四种教学方式有机结合,调动了学生学习兴趣,激发了学生的创新意识、充分发挥了学生的主观能动性和创造力,构建了航空工程“学-赛-研-创”人才培养新模式。这种教学模式普遍受到学生欢迎,极大地丰富了实践教学手段并取得了显著成效。该培养模式打破了传统实践教育的局限性,将为全国高校全面培养更多的创新创业人才起到先导作用。

参考文献:

- [1] 杜作娟,王春齐,岳建岭,等. 航空航天学科创新型人才培养教育课程体系对比研究[J]. 文化创新比较研究,2018(7):136-139.
- [2] 吴庆宪. 坚持创新驱动 促进人才培养质量提升——南京航空航天大学本科教学改革的实践成效及人才培养思路[J]. 南京航空航天大学学报:社会科学版,2012(3):8-12,24.
- [3] 严景宁. 航空类高校工程管理专业创新创业人才培养模式研究——基于产学研结合视角[J]. 价值工程,2017(32):176-179.
- [4] 王悦,冯秀娟,马齐爽. 研究生创新基地建设的实践与探索——以北京航空航天大学为例[J]. 学位与研究生教育,2012(1):16-20.
- [5] 王丽明,黄士安. 创新与创业型人才培养的探索与实践——以南昌航空大学为例[J]. 南昌航空大学学报:社会科学版,2013(2):119-124.
- [6] 陈薇娜,陈乐平,熊祝伟,等. 大学生科技创新团队“三位一体”模式激励机制的探索——以南昌航空大学为例[J]. 企业导报,2012(24):214-215.
- [7] 杨凤田,吴宏元. 兴趣引导、平台支撑与项目牵引——沈阳航空航天大学创新人才培养模式[J]. 高等工程教育研究,2014(1):6-11.
- [8] 胡志伟,张丽,徐超. 构建理工科大学生科技创新活动长效机制探究——以南昌航空大学信息工程学院为例[J]. 科教导刊:上旬刊,2011(3):142-143,172.