

# Thinking and Plan for the Cultivation of Undergraduates' Scientific Research Ability

Shukun Lin, Xuxu Wang, Xucong Lin

College of Chemistry, Fuzhou University, Fuzhou Fujian  
Email: [lsk195625@fzu.edu.cn](mailto:lsk195625@fzu.edu.cn)

Received: Aug. 1<sup>st</sup>, 2015; accepted: Aug. 14<sup>th</sup>, 2015; published: Aug. 20<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

The cultivation of undergraduates' scientific research ability encourages undergraduates to enter the research field as soon as possible, and it is an important way to cultivate undergraduate talents with practice and innovation ability. Based on the process and current situation that undergraduate students carry out research training at home and abroad, through the curriculum system reform, improvement of the research training constitution, and strengthening incentives of participation, a long-term research and training system is built. Research interests and sense of innovation, project establishment and organizational skills, hands-on research, design and research cooperation, academic achievement skills and ability to communicate, constitute the basic content, training and other aspects of the system. At last, a specific implementation plan of research and training for chemistry majors in Fuzhou University is made.

## Keywords

Scientific Awareness, Research Training, Ability Cultivation, Ability Increase

---

# 本科生科研能力培养的思考与方案

林树坤, 王绪绪, 林旭聪

福州大学化学学院, 福建 福州  
Email: [lsk195625@fzu.edu.cn](mailto:lsk195625@fzu.edu.cn)

收稿日期: 2015年8月1日; 录用日期: 2015年8月14日; 发布日期: 2015年8月20日

## 摘要

培养本科生的科研意识,鼓励本科生尽早进入研究领域,是培养具有实践和创新能力本科人才一个十分重要的途径。在对国内外本科生开展科研训练的过程和现状进行详细分析基础上,通过对课程体系改革,完善科研训练章程,强化参与激励机制,构建长效的科研训练体系。以科研兴趣和创新意识,课题立项和组织能力,科研动手、实验操作及科研协作,成果表达能力与学术交流能力等基本内容和训练等环节的设计。制定出福州大学化学专业本科生开展科研训练的具体实施方案。

## 关键词

科研意识, 科研训练, 能力培养, 能力提高

### 1. 本科生科研能力培养的重要意义

本科教育始终是高等院校办学的主体和中心工作。为提高人才培养质量,培养本科生的创新意识和科研能力,使其能够尽早进入科研领域,是培养具有实践和创新能力本科人才一个十分重要的途径[1]。福州大学化学专业依托国家人才培养基金“能力提高”项目,开展以创新思维,科研内涵,实践动手能力等为本本科生科研能力提高的实施计划。

21世纪是创造教育的世纪。制订与探索新的教学模式,开展探究性学习和实施科研训练作为创新人才培养的重要措施已经形成。这种探究性积极的学习以及包括对科学探索与发现在内的人才培养体系是当今创新人才培养的特别需求,也是越来越多的大学把科学研究作为培养创新人才的重要途径和新型大学的全新人才培养模式。

传统人才培养模式因循的是一种由知识到方法,再到科学精神的模式,即向学生传授科学知识之后,再考虑去培养学生的科学方法和科学精神。而面对当今知识经济、社会产业结构和技术结构快速变化的形势,则急需构建一种新的、以创新教育为基础、实施研究型教学的人才培养模式。为此应遵循“科学精神→科学方法→科学知识”的方式来组织教学,即首先着眼于科学精神与科学方法的培养,其次才是科学知识的传授,建立一种以提高大学生创新能力为核心的创新性人才培养模式。

我国《高等教育法》规定,高等教育的任务是培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才。本科教育应当使学生比较系统地掌握本学科、专业必需的理论、基本知识,掌握本专业必要的基本技能、方法和相关知识,并具有从事本专业实际工作和研究工作的初步能力[2]。

在我国,传统的教育模式主要强调“以课堂为中心,以教师为中心,以教材为中心”;“三个中心”的教育模式忽略了课外,忽略了学生,忽略了实践。从而严重阻碍了学生创造性思维能力的发展。正确组织并引导本科生参与科研,培养其发现问题、分析问题和解决问题的能力,就可以在很大程度上弥补传统教育模式的缺陷。在科研项目训练实施过程中由于情感思想的投入将有助于提高学生的世界观、价值观和人生观;由于用已学过的知识对事物进行调研、考察、实践研究的过程,是新知识、新问题内外融化的过程,学生的智能就可以在这种动态循环中发展起来的;本科生参与科研训练能够激发各种思维方式有机结合并发挥作用,从而使学生思维能力得到锻炼和提升,为他们认识和探索真理打下基础;在科研活动过程中,本科生通过独立思考、奋于实践,可以逐渐培养诸如意志力、观察力以及乐观、独立、社会责任感等方面的人格素养与优良品质[3][4]。

总之,本科生提前进入科研领域有助于创新精神和实践能力的培养[5],有助于本科生的更高层次发

展,有利于增强国家的整体竞争力。现阶段通过人才培养体系的改革和建设,主要是把课程学习、科研项目、实践创新等融为一体,直接带动本科生科研水平的提高,使创新型、创业型、应用型人才培养目标能落到实处。才能使学生发现问题、分析问题、解决问题的能力得以提高,激发其强烈的创新、创业精神,最终转化为学生内在、自觉的科学精神。这对于新世纪创新性人才的培养具有极其深远的意义。

## 2. 国内外本科生科研训练的现状与实施过程

世界各国在高等教育改革过程中,都考虑到将培养创新能力和创新精神作为本科教育的一个重要目标。世界许多一流大学和国内“985”高校都普遍强调培养本科生的独立思考能力、创新能力、交流能力,对外应变能力等。因此,在人才培养方面对本科生科研训练都进行了许多有益的探索和实践[6]。

1) 培养目标和任务。国外很多大学已把本科生科研活动纳入人才培养计划中,通过制定非常明确的本科生科研活动培养目标和任务,来改变各种科研活动的松散状态。从而培养本科生独立地以工作报告、撰写文章、申请专利等形式总结自己研究成果的能力,独立撰写报告和公开讲演交流的能力,参加创造性辩论的能力。大学生通过完成科研工作使自己获得的知识、能力、技巧,在创新性方面得到有益的发展。

2) 增强学生学习自主性。国外大学非常注意促进本科生选修自己所感兴趣的课程,对感兴趣的学科进行更深入的学习和钻研。比如,美国伯克利大学著名的“伯克利模式”,本科毕业学分要求为120个,其中学生可以安排20个以上的学分来进行研究性课程的学习。北京大学作为国内较早实施本科生研究性学习的高校,几次对其学士学分规则进行改革、压缩,从当初的170~180学分减少至150学分。这对减少学生的学分负担,培养他们对专业和学科的钻研精神具有积极的作用。

3) 教学方法的改进。在教学过程中,教师注重为学生创造自由宽松的学习环境,并设计有研究课题鼓励学生独立思考,从而达到培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。哈佛大学在本科教育中常采用的讲授、讨论、辅导、实验、角色扮演、案例研究、独立学习、参与课题研究等教学方法。在研究型大学课程中均设有研讨班(Seminar),并将其纳入正常的教学计划中。这些课程引导学生发表各自独立的思想和见解,与他人进行相关问题的探讨,进而养成独立思考的习惯和研究探索的精神。很多学校在新生一入校就为其配备导师来帮助学生了解学科和专业情况,并制定符合自己兴趣和适合自己发展的研究性学习计划,在学生进行课题研究的过程中也给予专业指导。

4) 本科生科研活动类型多样化。美国研究型大学本科生科研训练可以分为两种形式。一种是学生以助研身份参与到导师的研究课题,在其中担任研究助手,如伯克利大学的“本科生科研学徒计划”;另一种是由学生自己提出项目研究方案,包括研究性项目、创造性设计以及公众服务性项目等,以此向学校提出研究资金申请。英国、加拿大、澳大利亚则采用“合作教育”,帮助学生从课堂走向社会,从事创造性科研活动。

5) 注重设置探究性课程和学生实践环节。为了更好地指导本科生从事科研活动,有的大学开设以科学研究知识为主要内容的讲座课程,使学生掌握一定的从事科研的理论知识,引导他们从事初级的科研尝试。在国外非常重视设置多种形式的实践环节,如基础和专业实验、生产实习、教育实习、毕业实习、毕业设计等教学内容,使学生通过对实践环节的感性接触,掌握理论与实践融合的过程。

6) 制定和组建卓有成效的研究计划和科研训练组织机构。国外许多大学为了给本科生创造更多参与科研实践的机会,制定了各种本科生研究计划,并给予一定的学分和奖励。麻省理工学院创设了“本科生研究机会计划”(UROP),该计划资助本科生参与教师的研究项目。加州理工大学、纽约州立大学等推出“夏季大学生研究计划(SURF)”、“大学生研究和创造活动”等,使本科生有机会参加研究活动。德国颁布了“大学生科研津贴制度”,鼓励和支持大学生参加科研活动。加州大学洛杉矶分校(UCLA)设立

了“本科生研究中心”。斯坦福大学和加州伯克利大学专门成立了本科生科研活动办公室，组织本科生科研活动并提供帮助或服务。

7) 对学生各种科研活动提供基金支持。资金的筹措是本科生科研活动能正常开展的基本物质保证。北京大学的“君政基金”和“泰兆奖助金”是聚集社会力量设立基金的成功案例。清华大学建立了“课外科技活动指导中心”，设立了“火花基金”等四项基金，国内许多“985”和“211”工程建设高校均设立各种类型的政府、社会、个人的“本科生科研训练项目”(SRTP)或“能力提高”研究基金，以专项基金资助大学生课外科技活动。

### 3. 福州大学化学专业(基地班)本科生科研训练方案的设计

通过创新科研训练的思路、完善和强化人才培养的体系和机制，探索一条通过科研训练环节，提高学生对科学探索兴趣、创新意识、化学化工科技研发能力的人才培养模式，创建一条适合本科化学后备科技人才培养的可行有效途径，切实推动化学专业(基地班)人才建设向更高水平发展。

#### 3.1. 学科基础

福州大学是福建省唯一省属“211工程”重点建设的大学。学校化学学院前身是由我国著名化学家卢嘉锡院士在福州大学成立之初亲手创建。学院的物理化学学科是国家重点学科。化学学科为一级学科博士学位授权点，并涵盖16个二级学科博士点。学院有2个国家工程中心：1个国家重点实验室；5个省部级科研机构；还有科技部省部共建光催化重点实验室培育基地、教育部食品安全分析与检测技术重点实验室、福建省光催化工程研究中心。

学院近年来教学水平和质量不断提高，形成了从本科到硕士和博士研究生完整的人才培养链。化学专业为国家级特色专业点；“福州大学化学化工实验教学中心”为国家级实验教学示范中心建设单位；“光催化基础与应用”科研团队入选教育部长江学者和创新发展团队；“化学理科基地教学团队”入选国家级教学团队；“结构化学”课程入选国家级精品资源共享课程。

福州大学化学学院这些优良的科研平台、先进的研究条件、高水平的师资力量和研究水平，为进一步提升化学专业本科的教学水平，全面带动化学专业本科生教育质量的提升，为本科生实施科研训练与创新能力的培养提供了扎实优良的学科基础。

#### 3.2. 本科生科研训练实施过程中的主要内容和基本思路

为我国的化学科技事业培养高水平创新性研究的后备人才是化学理科基地建设和发展的根本任务和目标。通过扎实探究型的课堂教学打好学生的基础；采取丰富多样课外活动培养学生的科研兴趣和求知欲；创造灵活多样的机会使学生了解学科前沿和化学在社会发展中重要性以激发学生的科研热情；提供自由探索的时间和空间，创造更多的机会以启迪学生创新思维和意识；提供良好的氛围和实践条件使学生提前进入科研训练以修炼他们的科研素养和发现问题、提出问题、解决问题的能力；这些都是培养创新性研究人才的基本途径和要素。基于化学科学实验性强的特征，强化实践能力训练，突出科研实践环节尤其重要。近年来，化学学院将在国家人才培养基金经费的支持下，通过完善基地人才培养体制，创新科研训练思路，探索灵活多样的形式，创造各种可能的实践机会，强化本科生一研究生之间的教学衔接，以强化科研意识和科研训练为主要内容，以培养学生的科研素质和创新能力为目标，探索具有自己特色的适合化学后备人才培养的新机制。

紧紧围绕实施目标和内容，采用一个保障、两个基地、三个环节、四种形式、五项措施的“12345”的基本过程，进行项目的组织实施。一个保障是组织保障；二个基地指院内和院外两个科研训练基地；

三个环节指专业思想、科研兴趣和科研意识、科研训练和实践环节；四种形式指四种课题方式：即自主探索课题、规定方向的导向性课题、学生与导师联合课题、导师招标课题等参与科研训练的形式；五项措施是指导师制、条件保障、经费资助、成果交流和检查评比等运作措施。其基本思路见图 1。

1) 成立学院本科生科研训练指导组，遴选一批学术造诣高的知名教授和中青年研究生导师作为科研训练的指导教师。为本科生开设科研前沿讲座课程和化学科研动态讲座，吸纳本科生参与到国家和地方科研课题研究作为项目训练的重要环节。并制定相关导师的教学聘任和职称晋升的鼓励政策，从人员上保障本科生科研能力和素质提高的有效进行。

2) 依托学院内各个国家级、省部级重点科研平台，以及联合中国科学院福建物质结构研究所部分科研资源构建院内外本科生科研训练基地。从组织上保证本科生科研训练的实施。

3) 根据课程体系及科研训练思路，按学生年级特点段，采用多种形式调动和培养学生从事化学科学研究的兴趣。鼓励学生自主组成兴趣小组，提炼感兴趣的科研问题，制定研究方案并进行交流。

4) 采用科研立项及实践研究具体实施过程，培养学生发现问题、提出问题并解决问题的实际科研能力。针对不同年级的学生，设立形式多样的科研训练课题，提供经费和创造条件，给学生提供自主探索和实验研究的机会和条件，让学生体验课题从立项到实施、从研究到成果表达的全过程，激励从事化学问题探索的热情，强化科研兴趣和获得科研能力。并采取相应措施，保证基地班学生全员参加科研训练的导师和项目运作的经费。

5) 通过本科生指导教师的科研训练报告会和科研学术交流会的形式，促进指导教师经验积累和相互间的交流，改进与提高指导方法；促进学生间的学术交流和相互学习，提高创新意识，增强学生科研能动性。通过检查评比奖励机制，调动老师和学生的积极性，不断推动科研训练质量的不断提高。

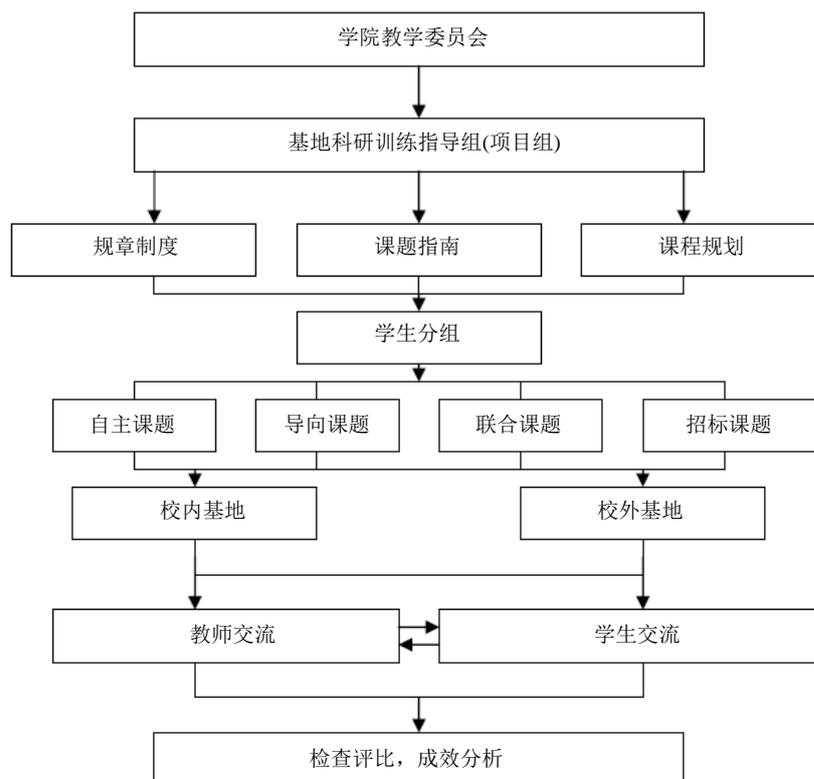


Figure 1. Basic train of thought of the undergraduate research and training process  
图 1. 本科生科研训练过程基本思路图

### 3.3. 实施方案和措施

#### 3.3.1. 强化组织管理，保障科研训练基地的落实

在学院教学指导委员会下，成立学院本科生科研训练指导组来组织本项目的执行。指导组具体负责项目的规划、资源协调、组织任务的落实。依托院内各个重点科研平台，从各个研究单位遴选出部分优秀研究生导师，按照优势科研方向分别成立本科生科研训练小组。同时构建由学院联合中国科学院福建物质结构研究所的“结构化学国家重点实验室”、“国家光电子晶体材料工程技术中心”部分导师成立校外本科生科研训练小组。

#### 3.3.2. 通过教学环节，提高学生的科研兴趣和创新意识

分三个阶段按照循序渐进的方式，逐步培养学生的科研兴趣，激发学生的创新意识。

第一阶段(一年级): 重点加强化学基础知识教学, 重点培养学生树立专业思想, 通过安排科研能力强经验丰富的老师从事课堂教学。把在教学和科研方面成就突出的教师充实到课堂教学第一线, 以加强基础化学课程的教学。突出化学基础和化学发展最新成果的传授, 给学生灌输化学科学的最新知识。拟开设科研技能理论课程等。

第二阶段(二年级上): 逐步开设与从事科研工作密切相关的实践课程, 如文献检索、高等化学实验和实验设计类课程, 为学生从事科研打下扎实的实验技能基础。

第三阶段(二年级下): 组织院内学术水平高的研究生导师, 有计划地逐步开设化学前沿和发展动态课程。开设化学学科发展动态、化学基础理论进展以及化学材料研发、环境科学技术、新能源开发等前沿系列讲座; 邀请若干国内著名学者做命题学术报告。并且针对学院的专业特色, 每学年邀请若干国内著名学者以做命题学术报告的形式, 介绍相关化学科学前沿和与社会经济发展密切相关的化学问题、化学材料研发和化学过程研究的思路与方法以及学者在科研工作的心得体会等, 激发学生从事化学问题研究探索的兴趣。同时, 鼓励学生自主组成兴趣小组, 提炼感兴趣的科研问题, 查文献, 提方案, 找对策, 并进行交流。

#### 3.3.3. 通过科研课题立项, 培养学生提出问题和思考问题能力

从第二学年开始, 利用本项目提供的经费支持, 设立四种不同形式的课题, 以多种方式组织学生参与科学研究过程, 培养学生提出问题和解决问题, 特别是科研思维和实践能力。设立的课题形式是:

自主探索课题。由科研训练指导委员会确定资助的范围、要求、经费额度和资助数量, 由学生自由组成兴趣小组, 提出感兴趣的化学问题, 撰写包括立题依据, 研究内容和目标, 拟定研究方案和技术路线等内容的项目申请书, 培养学生掌握获得科研立项的基本程序。项目申请书由科研训练指导委员会组织评审后择优全额资助, 并遴选专门导师指导和利用本科生科研训练基地和学科测试平台提供的基本实验条件, 指导学生根据指南要求和项目任务在一个有限目标下进行探索性科研训练研究。

规定研究方向的自由申请课题。重点瞄准目前国际特别是我国和福建省地方化学化工领域的科技发展规划, 以及化学化工学院的优势科研方向和化肥催化剂国家工程研究中心、环境光催化国家工程技术研究中心、结构化学国家重点实验室、国家光电子晶体材料工程技术中心、科技部光催化技术重点实验室、教育部食品安全分析与检测技术重点实验室、福建省功能材料研究中心和福建省固体材料重点实验室等科研机构的研究方向, 由科研训练指导委员会提出一些重要的科学技术问题, 由学生组成课题组自由选题并提出立项要求, 并通过评议提供全额经费资助, 选择导师并在导师的课题实验室开展探索研究。

学生与指导老师联合申请课题。目前学院每年有近 30 多位教师主持有国家级项目, 有 20 多位老师获得福建省各类科研课题, 还有一部分老师获得横向开发课题。每年在申请课题时向学生发布信息, 鼓

励学生与老师联合申请相关的课题。由学生与指导老师共同讨论，提出有限研究目标的科技问题，与导师共同提交申请书，由科研训练指导委员会组织评审通过后，提供部分研究经费，由导师提供试验设备和条件，支持学生进行科学研究。以通过课题的研究提前介入导师的相关研究。

科研单位招标课题。鼓励和要求承担有重大课题的老师提供部分招标课题，通过学术报告的形式介绍和发布课题信息，提出具体要求，资助部分经费，供学生申请，让学生通过介入项目的科学研究，在完成老师科研任务的同时，强化科研兴趣并提高科研能力。

#### 3.3.4. 通过项目实施，培养学生提出问题、解决问题的能力和科学素养与合作精神

借鉴研究生的培养程序，通过开题报告，实验具体方案的设计，实验的开展和论文的撰写，使学生感受科研环节的全过程，包括项目研究过程中相互讨论、彼此合作精神的锻炼，查阅和设计不同方案及提出问题和解决问题能力的训练。学院将制定相关条例，保障上述每个环节的有效实施。

#### 3.3.5. 通过多种形式的交流，调动教师和学生参与的积极性

每年举行一次本科生指导教师科研实践活动经验交流会，不断总结实施经验，改进指导方法，保证科研训练质量的不断提高。每年分不同年级各举行一场本科生科研学术交流会，由学生独立撰写学术报告，交流从事科研的体会，通过互相交流学习，激励参与科研的积极性和能动性。达到鼓励先进，激励后进结果。

#### 3.3.6. 通过完善的规章条例，加强科研训练的成效

建立完善的课题管理程序，包括项目课题申请指南，立项评审遴选程序，经费使用章程等。建立严格的中期考核和结题验收制度。

建立基地本科生科研训练条例，从二年级开始，把全部学生纳入培养计划范围，保证所有学生都能参与科研训练计划。

学院将把指导本科生科研能力训练纳入教师业绩考核范围，把学生参与科研训练纳入奖学金评定内容，从而确保科研训练工作的有序和高成效。

### 4. 科研训练课题的设置

科研训练项目内容设置、立项过程与实施过程是整个科研训练的最重要环节。课题组将根据学院导师科研方向的分布，确定“自主探索”、“规定方向的自由探索”、“学生与导师联合课题”、“导师招标课题”等四种科研训练的课题形式的比例，从而分配各类资助项目的数量和经费额度。通过发布项目指南使学生有足够的自由度进行选择，以发挥学生的能动性。同时，在学院在研的省部科研课题和学校的 SRTTP 项目中增设科研训练的立项项目数。这样，确保基地本科学子科研训练的丰富性、多样性和足够参与的机会。

### 5. 结束语

大学本科科研素质和创新能力的培养对于大学生本科阶段的学习、今后的就业和继续深造，对于教师完成科研基金项目 and 选拔研究生，对于高校提高教师的整体素质和办学地位都有非常重要的意义。同时，教育工作者和相关职能部门也要充分认识到大学本科科研素质和创新能力的培养是一个长期而艰巨的过程。目前，在培养工作方面还存在一些问题。为此，正努力制定并积极尝试通过学校和教师的不断努力，不断突破教学与科研的边界，将提升本科生科研素质和创新能力纳入到整个教学体系中，不断为本科生搭建科研素质与创新能力提升的平台，健全管理制度，在培养具有扎实基础知识的大学本科生的同时，全面提升他们的科研素质和创新能力。

## 致 谢

本项目获得国家人才培养基金“能力提高”项目(项目编号: J1103303)和“福州大学第七批教育改革质量工程”项目的资助, 借此表示感谢。

## 参考文献 (References)

- [1] 王新华 (2007) 对大学生参加科研活动的思考. *华东交通大学学报*, **3**, 72-75.
- [2] 季诚钧, 黄昌财 (2003) 高校本科生科研的意义、现状与措施. *研究与发展管理*, **2**, 95-98.
- [3] 王书润 (2005) 高校要加强学生科研能力的培养. *前沿*, **4**, 143-146.
- [4] 王汉清, 况志华 (2005) 大学生创新能力总体状况调查分析. *高等研究教育*, **9**, 88-93.
- [5] 姚本先 (2003) 论大学生科学研究活动. *中国高等教育*, **10**, 85-86.
- [6] 杨慧, 俞安平, 恢光平, 等 (2003) 国内外本科生科研训练比较研究. *高等工程教育研究*, **5**, 65-68.