

简论工科研究生创新能力的培养

——兼叙四要素驱动培养模式的基本作法

范红旗

(国防科学技术大学 ATR 重点实验室, 湖南长沙, 410073)

[摘要] 针对研究生创新能力培养这一战略性课题, 结合自身科研经历和人才培养经验, 从分析各阶段人才培养目标入手, 对创新能力培养的内容提出了自己的观点, 并在此基础上提出了一种科研活动四要素驱动的研究生创新能力培养方法。多年实践经验表明, 该方法适用于工科研究生选题、文献阅读、方案制定等各个环节, 可有效提升技术创新的品质。

[关键词] 研究生; 创新能力; 情愫; 知识; 技能; 四要素

[中图分类号] G640; C961

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-893X(2011)06-0045-04

党的十七大报告明确提出, “提高自主创新能力, 建设创新型国家”。按照到 2020 年我国要建设成创新型国家的战略要求, 《国家中长期人才发展规划纲要(2010-2020 年)》明确提出, 到 2020 年, 我国专业技术人员总量要达到 7500 万人; 研发人员总量达到 380 万人, 高层次创新型科技人才总量达到 4 万人左右^[1]。高校作为人才培养的主要基地, 肩负着完成该战略任务的重要使命, 而研究生则是未来创新型人才的生力军。目前, 我国研究生教育在近 10 年来实现了跨越式发展, 到 2010 年, 全国在校研究生已达 140.5 万人, 成为名副其实的研究生培养大国。如何培养研究生的创新能力, 是关系国家人才战略和科技核心竞争力的重要课题。为此, 许多专家学者从自身的科研经验和教育经历出发, 对目前研究生教育的现状, 所存在的问题进行了认真深入的分析, 并提出了许多提升研究生创新能力的培养方法和相关对策^[2-12]。这些分析及相关对策主要涉及导师队伍构建、课程设置、课堂教学方式、招生机制、评价手段、产学研结合模式等宏观层面。本文则根据笔者自身研究生求学的实践经验以及培养研究生的经历, 对研究生创新能力培养提出自己的观点和一种称作四要素驱动的印证法培养模式。

一、各阶段的人才培养目标

根据人才培养目标的不同, 我国的高等教育体系大致可分为本科、硕士研究生以及博士研究生三个阶段。作者认为, 各个阶段的人才培养目标可用表 1 作简单概括。表 1 中, 作者将三个阶段形象的比喻为“爬”“走”“跑”。

表 1 高等教育各阶段培养目标简表

培养目标 培养阶段	爬	走	跑
	知识运用力	解决新问题	发现新问题
本科	√	—	—
硕士	√	√	—
博士	√	√	√

在本科阶段, 目前我国以培养创新型人才为目标的大学, 特别是 211 和 985 院校, 大都实行通才教育, 重在宽广的基础知识传授和多学科的专业技能培训, 并培养学生的创新思维和创新意识, 从而为研究生阶段从事创新型的科研活动打下良好的基础。具体到最后一个培养环节——本科毕业设计, 学生在导师指导下制定方案, 运用所学知识和技能完成相关科研任务, 称之为“爬”的阶段。

到了研究生阶段, 除了知识运用能力外, 创新能力的培养就成了该阶段的重点, 这点从研究生学位论文和小论文对创新性的要求可以得到充分的

[收稿日期] 2011-11-03

[作者简介] 范红旗(1978-), 男, 陕西合阳人, 博士, IEEE 会员, 国防科技大学讲师, 主要研究方向: 目标识别与模糊工程, 制导雷达信号处理。

体现。但是，硕士、博士这两个不同阶段的培养目标又不尽相同。在硕士阶段，由于学制、知识体系完备性等方面还存在一定的欠缺，难以在短时间内建立对相关领域和研究方向的全面深刻的认识，因此该阶段主要是在导师的指导下完成选题，运用所学知识和技能独立的制定研究方案完成相关设计任务。不像本科阶段“爬”的阶段，除了选题阶段，在研究方案制定和具体实施过程中，学生为这一系列活动的主体，导师更应起到一种引导、讨论、启发的作用，称为“走”的阶段。而在博士阶段，由于经过本科、研究生（甚至多年工作）的学习和训练，学生在所在学科、方向已经积累了丰富的专业知识，对相关领域和研究方向已经逐渐建立起一种模糊的全景图，因而该阶段的培养目标在导师的协助下不断完善自己的知识体系和结构，建立对在领域及相关交叉领域的清晰的全景图，进而能够独立的发现新问题并解决它。伽利略说过，“所有真理一旦被发现有容易理解的，关键是发现它们”。可见，博士阶段所强调的发现问题能力的培养是创新之源和最高要求，而这则是建立在对相关领域深刻认识和洞察之上。经过此阶段训练，学生具备了完备的知识体系，独立发现问题和解决问题的能力，可以真正的在科学研究的创新之路上飞“跑”了。

厘清人才培养各个阶段的目标，有助于认识导师和学生各阶段创新活动中所扮演的角色和任务，进而提升人才培养质量。例如，许多学者在文献[1][3]中分析到——现阶段我国研究生的论文选题普遍缺乏前瞻性和创新性，并将之归结为导师责任，这其实是不太全面的。

二、创新能力培养的三个方面

科技创新是一项运用知识和技能发现或解决问题，并在此过程中创造新理论、发明新技术、设计新系统的长期艰苦的智力活动。这一活动的主体是广大科技工作者，他们的创新能力的高低直接决定了科技创新的质量。新时期研究生教育的目标就是培养创新型人才，创新能力则是创新型人才最重要的基本素质。根据科技创新活动的定义和特质，创新能力的培养必须面向应用与问题，建立在情愫、知识和技能培养和训练的基础之上，其内涵如图1所示。

创新能培养的第一项内容便是情愫的培养，具体

讲就是让研究生建立创新意识，包括探索欲、求知欲、好奇心、进取心等心理品质，而兴趣、动机、情感、意志、气质、性格等心理因素，是成才的决定因素。第二项即知识的学习，从本科的基础理论、专业基础到研究生阶段的前沿理论与技术的系统学习，最终到博士阶段构建起关于所在领域的全面的知识体系，形成每个创新者独特的知识结构，而且随着技术发展，每个创新者都必须不断的通过学习修正和完善自己的知识结构，从而可为创新活动提供源源不断的思想。“问渠哪得清如许，为有源头活水来”，说的就是这个道理。第三项内容则是技能的培训，根据所从事研究和不同的创新活动的类型，技能的内涵与外延也有差异。以理论创新型的博士生研究生为例，从事科研创新活动的基本技能至少应该包括：信息检索及其分析技能、仿真工具运用技能、科技写作与交流能力等。“工欲善其事，必先利其器”，工具的熟练运用是人类与动物的本质区别。同样，在网络信息时代，有效利用各种信息资源、熟练运用各类研究工具和交流平台，可起到事半功倍的效果，是优秀创新者所应该具备的基本能力。

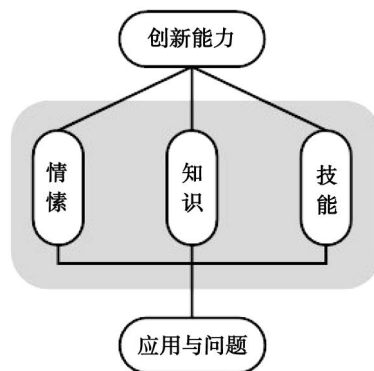


图1 创新能力的内涵

不应忽视的一点就是，对于工科类研究生，上述培养内容不能脱离实际应用与问题，图1特意强调了这一点。那么，如何结合应用与实际问题，培养研究生的创新能力呢？下面一节将以作者自身的科研和多年人才培养经验来介绍一种“四要素驱动的创新培养模式”。

三、四要素驱动的创新培养模式

作者在多年的研究生培养过程中，认为可将研究生的创新活动分为理论创新和工程创新两种类型，而无论哪种类型，在具体的科研创新活动中必须紧抓理论、技术、系统、应用四个要素，方可取

得真正意义的创新。这几者的关系大致如图 2 所示。

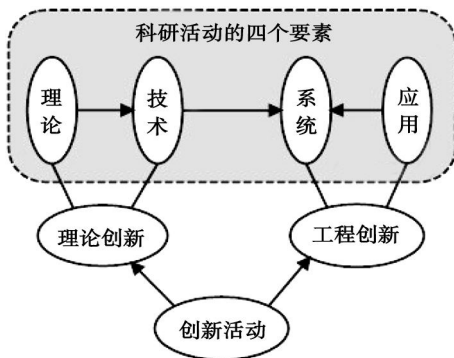


图 2 科研活动四个要素与创新类型关系图

图 2 中，理论、技术、系统、应用构成科研创新活动中的四个必备要素，四个为一个有机整体，密不可分，忽略任何一个要素，则创新品质都会大大降低。以技术创新为例，当我们在从事某个技术方向的研究时，我们一定要问：①该技术相关的基础理论是什么？②该技术隶属于或将应用与什么系统？③这类系统的主要应用环境以及应用中的主要问题是什么？只有理清这些关系，我们才能真正的选择关键的技术突破点，所做研究才更有针对性，研究结果的实用程度和创新性才有可能更强。久而久之，方可掌握技术领域的核心关键技术。总之，技术创新的目的就是为了应用，忽略应用的任何研究将导致所谓的创新流于形式而不解决实际问题，这正是许多专家学者所分析的当前研究生学位论文创新性不足的主要原因之一。

图 3 是作者所从事的目标跟踪与信息融合方向的科研要素示意图。

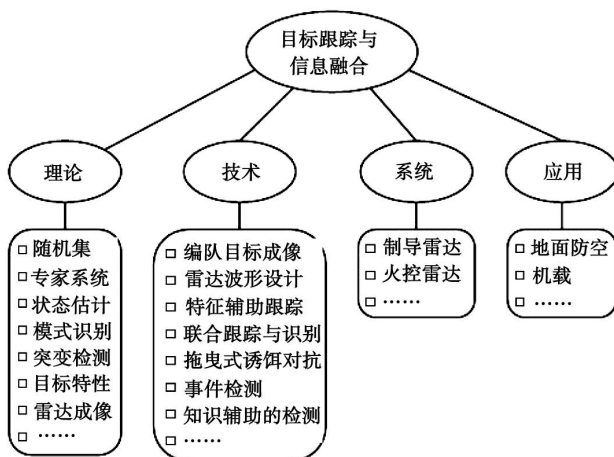


图 3 某科研方向要素分解示意图

例如，该技术方向近年来比较热门的技术如“雷达特征辅助的跟踪”。某研究生培养中，我们一定要让其紧抓理论、技术、系统、应用四个要素，进行有针对性的信息分析、理论学习与科研攻关。这是因为：同为“雷达特征辅助的跟踪”技术，制导雷达和火控雷达对跟踪器的性能需求和作用范围是不同的；即使面向同一系统，如火控雷达，在地面防空应用和机载应用中，他们关心的目标模型、平台运动、环境特性又存在很大的差异。只有搞清楚这些问题才能锁定技术突破点，在深厚的理论支撑以及其他研究人员类似技术思想的启发下，必定会形成有应用特色技术方案。上面主要谈的是选题方面，由于博士和硕士阶段培养目标不同，导师在上述过程中所起的作用就应该有所区别。对于硕士研究生，导师应该帮他建立系统和应用方面的知识背景，梳理技术路线并锁定要面向的系统和待解决的问题，然后让其独立完成研究方案和技术途径的选择。对于博士研究生，导师只需明确相应的技术方向和大致的系统应用需求，而由博士生为主，完成技术路线梳理和技术突破的方向、知识体系的完善、研究方案和技术途径的选择。

作者所提出的四要素驱动创新模式，不仅适用于科研选题阶段，甚至可适用于科研活动的各个环节。例如，在论文阅读和方案形成阶段，作者在研究生培养过程中，就提出了一种四要素驱动的印证法创新模式。目前，文献阅读是研究生进行科研创新活动中所必不可少的环节。在明确了初步的方向后，搜集了大量这方面的问献，如何尽快消化吸收成为一个现实的问题。印证法创新模式要求我们在读每篇文献时一定要做好读书笔记，首先梳理出每篇文献的四要素，即基于何种理论、面向何种系统、解决什么应用问题而设计或发展了什么技术。然后再思考，如果自己要解决同样的系统或应用问题，会采取什么样的思路或技术途径。最后，比较自己与文献作者技术思路的异同。通过这种印证法，可获得如下几个方面的益处：首先，这种方法有利于快速把握文献的中心提升阅读速度，并不是每篇文章都需要精读，只有与自己所研究问题四要素的某个维度上有一定重合度的，才有可能精读；然后，通过这种训练的反复印证，有利于锻炼研究者的思维模式并强化创新意识，因为这是与一些高水平的同行研究人员进行文字上的思维交流；其次，有利

于培养创新者自信的培养,经过一段时间和一定数量的专业文献阅读后,很多学生都会形成这样一种观点,即我的想法和文献作者越来越相似了,只要早几年,可能这个“idea”就属于自己了,这正说明了创新者对相关技术的认识和领悟已经逐渐成熟,突破是迟早的事,因为不同研究人员的知识结构、面向的系统和要解决的问题都不尽相同,这些都决定了技术特色和途径的差异。

四、小结

笔者通过自身研究经验和多年培养研究生的经历,从分析各阶段人才培养目标入手,对研究生创新能力培养的三个方面进行了分析,同时提出了一种科研活动四要素驱动的研究生创新能力培养方法。多年的实践经验表明,该方法适用于工科研究生选题、文献阅读、方案制定等各个环节,可有效提升技术创新的实用性和品质。然而,研究生创新能力培养是一个长期的战略性课题,需要在实践中与时俱进,不断改进培养模式和培养方法,这是我们广大高校科技教育工作者应共同努力的方向。

参考文献:

- [1] 马德秀. 研究生教育战略转型期的挑战与思考[J]. 中国高等教育, 2011(8): 4-6.
- [2] 吴菲, 张红. 产学研合作与研究生创新能力培养[J]. 中国高校科技, 2011(7): 34-35.
- [3] 张秋根, 颜流水. 创新型研究生导师队伍建设途径[J]. 江西化工, 2011(2): 16-19.
- [4] 刘颖, 孙诚. 改善创新人才培养教育环境的若干思考[J]. 中国行政管理, 2011(6): 32-36.
- [5] 魏佳丹. 工科院校研究生培养过程的若干问题研究[J]. 南昌教育学院学报, 2011, 26(7): 55-56.
- [6] 黄勇荣. 论基于科研项目为核心的研究生创新能力的培养[J]. 广西大学学报, 2011, 33(3): 118-120.
- [7] 元鸣, 丁琳, 黄寒冰. 浅析研究生创新能力培养[J]. 黑龙江科技信息, 2011(19): 191-192.
- [8] 杨志坚. 强化创新型指导, 提高研究生创新能力[J]. 西北工业大学学报, 2011, 31(2): 92-95.
- [9] 唐进元, 刘光平. 批判精神与创新型大学[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2008, 14(6): 874-878.
- [10] 付永民. 高等工科创新教育模式初探[J]. 创新与创业教育, 2010, 1(1): 84-87.
- [11] 李玉兰, 彭青青, 何仁斌. 影响研究生创新能力培养的关键因素分析[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(3): 35-38.
- [12] 王倩. 有关研究生课程教学中研讨式教学模式的探讨[J]. 高校理科研究, 2011(16): 499-500.

[编辑: 汪晓]