Guidance of College Students Innovation Experiment Using Systems Engineering

Youtian Niu[1], Xinfa Wang[2], Dongxia Ma[1], Fangfang Wang[1]
1.College of Physics and Information Engineering, Henan Normal University, Xinxiang 453007,China
2. Network Information Center, Henan Institude of Science and Technology, Xinxiang 453003,China
e-mail: niuyt22@sohu.com

Abstract: The plan of national college students innovation experiments is the first project of the engineering about colleges and universities undergraduate teaching qulity and teaching reform of Ministry of Education. In this paper, the systems engineering methods are discussed in the innovation experiments from the tutor layer according to the author's scientific research project experience more than 20 years. The actual methods of the project in the innovation experiments are introduced from two stages of the requisition and the research, aiming at that the tutor gives the guidance at first, the college students study the basic methods of scientific research, regard the course of scientific research, and finish the experiment project by themselves. Through one year effort, the two groups students who are guided by the author not only review the professional knowledge, but also have a rudimentary grasp of the basic scientific research methods, and their experiment projects will finish soon.

Keywords: systems engineering; college students; innovation; experiment

以系统工程方法指导大学生创新性实验

牛有田[1]，王新法[2]，马东霞[1]，王芳芳[1]
1. 河南师范大学物理与信息工程学院，新乡，中国，453007
2. 河南科技学院网络信息中心，新乡，中国，453003
email: niuyt22@sohu.com

【摘要】“国家大学生创新性实验计划”是教育部“高等学校本科教学质量与教学改革工程”首个启动的项目。本文结合作者本人二十多年来从事科研项目的经验，从指导教师的层面，对在大学生创新性实验中运用系统工程的方法进行了探讨，分申请和研发两个阶段详细地介绍了实验项目实施的具体方法，达到“导师指导先行，大学生学习掌握基本的科研方法、重视科研过程、自主完成实验项目”的目的。经过一年多的努力，作者指导的两个小组的学生不仅复习巩固了所学的专业知识，而且已经初步掌握了从事科研工作的基本方法，创新性实验项目已经接近完成。

【关键词】系统工程；大学生；创新；实验

1 引言

2008 年 9 月 24 日，教育部、财政部联合下发《关于批准第二批大学生创新性实验计划项目的通知》（教高函〔 2008 〕16 号），公布了国家大学生创新性实验计划项目实施高校名单，河南师范大学顺利通过评审，成为全国第二批入围的 60 所高校之一。通过两年评审，教育部仅批准了 120 所高校为国家大学生创新性实验计划实施单位，河南省仅有郑州大学和我校名列其中，全国仅有 10 所师范大学入围。“国家大学生创新性实验计划”是教育部“高等学校本科教学质量与教学改革工程”首个启动的项目，其目的是探索并建立以问题和课题为核心的教学模式，倡导以本科学生为主体的创新性实验改革。旨在培养大学生从事科学研究和探索未知的兴趣，激发大学生的创新思维和创新意识，锻炼大学生思考问题、解决问题的能力，培养学生从事科学研究和创造发明的素质。

河南师范大学从学校和各学院领导、教师到学生都十分重视大学生创新性实验计划。根据《河南师范大学“国家大学生创新性实验计划”管理办法(试行)》（校教字[2008]5 号）文件精神，经学生个人（团队）

资助信息：河南师范大学大学生创新性实验计划项目（项目编号：2008413、2008415）

申报、学院组织初审推荐、学校组织专家进行书面评审和答辩评审、校内公示，在 1000 多项报名的项目中，有 35 个项目通过河南师范大学 2008 年国家级大学生创新性实验计划项目评审。另外，评选出校级重点项目 40 项，校级一般项目 400 项。通过教育部资助、学校配套、学院自筹等方式对选出的项目进行资金资助。文献 1 从学校层面介绍了高等学校如何正确组织和引导大学生开展科技创新活动的实践经验。文献 2 从高校课程改革的角度介绍了在科学构建课程体系等方面的思考。文献 3 介绍了在大学生创新性实验项目中应用质量管理体系的经验。本文结合作者本人二十多年来从事科研项目的经验，从指导教师的层面，对在大学生创新性实验项目中运用系统工程（systems engineering）的方法进行了探讨，达到导师指导先行，大学生学习掌握基本的科研方法、重视科研过程、自主完成实验项目的目的。

2 系统工程方法简介

系统思想的发展经历了三个阶段，即："只见森林"（朴素的系统思想）阶段—"只见树木"阶段—"先见森林，后见树木"（科学的系统思想）阶段。在国外，1940 年，美国 Bell 电话公司开发微波通讯系统时，首次正式使用系统工程一词。上世纪 40 年代美国研制原子弹的"曼哈顿计划"，运用系统工程方法，并推动了其发展。1961-1972 年，美国实施"阿波罗"登月计划，使用了多种系统工程方法，其成功极大地提高了系统工程的地位。国外应用系统工程方法成功完成的系统还有很多，在此不做详细介绍。

上世纪 50 至 60 年代，我国的一些研究机构和著名学者为系统工程的研究与应用作了理论上的探讨、应用上的偿试和技术方法上的准备。其主要标志和集中代表是钱学森的《工程控制论》、华罗庚的《统筹法》和许国志的《运筹学》。我国大规模地研究与应用系统工程是从 70 年代末、80 年代初开始的。1978 年 9 月 27 日，钱学森等在《文汇报》发表题为"组织管理的技术——系统工程"的长篇文章。70 年代末以来，应用系统工程理论和方法来研究与解决我国的重大现实问题，在许多领域和方面取得了较好的效果，如：人口问题的定量研究及应用、军事系统工程、全国和地区能源规划等。上世纪 90 年代以来，系统工程在与企业发展结合、与现代信息技术结合、与实施可持续发展战略结合、与思维科学结合等方面已具有初步结果和强劲势头[4]。我国的长江三峡工程与载人航天工程就是系统工程方法成功运用的杰作。

系统工程是组织、管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法，是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法。系统工程不仅是技术，是方法，而且它本身正在成为一种普遍适用的科学方法论，即用系统的观点考虑问题(尤其是复杂系统、复杂巨系统的问题)，用工程的方法来研究和解决问题。这种方法论不但可以为工程技术人员和管理人员所掌握和使用，也可以为从中央到地方的各级领导人所掌握和推广使用[5]。

3 大学生创新性实验的系统工程化方法

大学生创新性实验最好安排在大学 2-3 年级来进行，项目研究期限一般为 1-2 年，最迟在大学生毕业前完成。大学生在此阶段进行了基础课和部分专业课的学习，具备了一定的专业知识，但是还不够系统和全面，特别是对如何进行科研工作缺乏了解，往往不知道如何着手开展实验项目。下面，我们应用系统工程的思想分两个阶段来具体说明如何实施大学生创新性实验项目。

3.1 申请阶段

大学生具有旺盛的精力和非常强烈的求知欲，对大学生创新性实验项目有着特别浓厚的兴趣。只要教师指导得当，就可以调动学生的积极性，系统地复习总结和学习一下相关的专业知识和技能，进行知识的储备。在此阶段，我们一般按"想法->调研->申请"三个步骤来进行。

（1）想法。大学生思维活跃，提出问题非常踊跃，一个 3-5 人的团队往往提出好几个想法或方案。这些想法或方案有的非常新颖和独特，但一个团队一次只能申报一个项目，如何从这些方案中选出一个呢？指导教师应先进行一些调研，结合自己的专业知识和经验以及当前的实验条件等对学生提出的方案逐个进行分析比较，选出一个可行性较高的项目，对其他想法或方案不轻易否定，鼓励学生以后条件成熟后再考虑进行实施。一般情况下，提出想法或方案的学生做该项目的负责人，其他学生为研发项目团队成员。

（2）调研。实验项目确定后，指导学生充分利用图书馆、校园网络资源和互联网进行一些调研。对部分不熟悉数字化图书馆的学生，教会他们利用中英文

978-1-935068-09-9 © 2010 SciRes.

网络数据库进行检索的基本方法，算是来个短时培训吧。

（3）申请。调研完成后，指导学生认真填写“大学生创新性实验计划项目申请表”，及时上交，并做好答辩准备工作。在学校评审通过后，为保证大学生创新性实验计划的正常实施，确保项目经费的有效使用，需要签订《河南师范大学大学生创新性实验计划项目合同书》。该合同书写明了项目编号、级别和名称以及研究期限、预期成果，标明了研究经费总数，规定了研究条件（项目负责人所在学院负责为项目研究免费提供实验场地和仪器设备（包括学院计算机房），免费开放使用图书资料；指导教师保证精心安排、认真指导）、经费的使用范围、中期检查和项目结题的时间节点、提交的内容及罚则等。

3.2 研发阶段

大学生创新性实验计划项目立项后，即进入了研发阶段。随着课题经费的划拨到账，学生可以购置一些必需的实验器材。在此阶段，我们一般按“详细调研->系统方案设计->方案评审->中期检查->实验->设计（报告）->设计评审->元器件的选购->印制板的设计与制作->样机的安装与调试->研究报告的撰写->论文的撰写->申请专利->项目验收（项目结题）”等步骤来进行。在此阶段，指导教师对学生指出要特别注意两个重要的时间节点：中期检查和项目验收（项目结题）。课题中期检查时，需要提交中期检查报告及研究工作日志，各个学校检查的内容可能不尽相同，但是目的都是为了检查课题是否已经开展和课题进展状态，作为是否划拨余下课题经费的依据。项目验收（项目结题）时，学校需要审查该实验项目最后提交的成果是否与合同书中规定的预期成果相符，以及完成的质量等。这两个时间节点是制定其他时间节点的依据；其他节点的内容按时完成，这两个节点的内容也就水到渠成。在整个科研过程中，指导教师应要求学生注重文档和研究工作日志的撰写，做到有据可查，保证科研工作的连续性。

(1) 详细调研。项目立项后，指导学生在前期调研的基础上再进行详细的调研，对本课题涉及到的知识内容做进一步的了解，学习相关的专业知识和技能，学习和熟悉将要用到的软件和硬件平台。鼓励学生在有条件的情况下多深入工厂、科研院所、电子市场等进行调研，开阔眼界。

(2) 系统方案设计。在详细调研的基础上，指导学生进行课题系统方案的设计，建议学生采用自顶向下的工程化设计思想，充分利用参考文献资料，尽量采用成熟的技术，以保证整个系统的可靠性。最后，要求学生写出系统方案设计报告。如果系统包含软件，那么要对软件进行需求分析，并写出相应的文档。

(3) 方案评审。可以邀请本专业的其他教师和高年级的学生组成“专家评审组”，对方案设计报告进行方案评审，指出方案设计中存在的问题和错误，便于及时修改方案设计。学生从此过程中可以体会到，实际的科研活动是严谨和科学的。

(4) 中期检查。如果大学生创新性实验计划项目的研究期限为 2 年，那么在项目立项后的 1 年后，学校将进行“中期检查”。检查合格后，学校将会划拨余下的课题经费到账，实验项目继续进行；否则，给予撤销项目处理，并且项目结题情况将与下一年度学院分配指标挂钩。指导教师在中期检查前应检查督促学生准备好相关的文档材料。学生从此过程中可以体会到实际的科研活动的严肃性。

(5) 实验。学生用课题科研经费购置一些必需的元器件和器材，可以有效利用学院的实验室做一些验证性的实验，为下一步的设计做准备。

(6) 设计（报告）。在方案设计的基础上，指导学生进行系统电路的设计，并要求学生写出设计报告。如果系统包含软件，那么要对软件进行概要设计和详细设计，并写出相应的文档。

(7) 设计评审。“专家评审组”对设计报告进行设计评审。项目组根据评审结果对设计进行修改，同时也要修改设计报告，做到文图物一致。

(8) 元器件的选购。根据设计中的元器件清单，进行元器件的采购。

(9) 印制板的设计与制作。根据电路原理图，设计印制板电路，仔细检查合格后，交给印制板制作厂家进行印制板的制作。

(10) 样机的安装与调试。印制板电路经检查合格后，进行元器件的焊接、样机的安装与调试。

(11) 研究报告的撰写。研究报告是对大学生创新性实验项目整个过程进行总结，是大学生创新性实验项目必须具备的成果。指导学生在整个课题运行过程中注意积累材料，及时写出最终的研究报告。

(12) 论文的撰写。指导学生把项目中的创新点进行总结，撰写学术论文进行投稿发表。

(13) 申请专利。如果实验项目的系统样机是独创性的，或者具有创新点，那么就可以申请专利。

(14) 项目验收（项目结题）。指导学生在项目研究期限到来之前，提早做好项目验收（项目结题）的各项准备。

4 结束语

本文从科研的角度和指导教师的层面简单地分析了大学生创新性实验计划项目需要经过的一些基本步骤和实施方法，欠妥之处请指正。河南师范大学的大学生创新性实验计划项目已经全面启动。教务处代表学校大学生创新性实验计划领导小组与获得立项的项目负责人、指导教师、项目负责人所在学院订立了《河南师范大学大学生创新性实验计划项目合同书》，合同书一式四份。每个实验项目都设立了一个资金账号，资金总额的一半已经划拨到账。一年多来，作者按本文所介绍的方法，指导两个小组的学生一步一步开展创新性实验，这两个小组均已顺利通过中期检查，正接近完成全部的创新性实验任务。学生不但复习巩固了所学的专业知识，而且已经初步掌握了从事科研工作的基本方法，培养了科研能力和创新性素质。入围国家大学生创新性实验计划项目实施高校是对我校多年来大学生创新教育工作的一次全面检阅，也是对我校创新人才培养体系的充分肯定，此项工作的开展必将对我校进一步优化创新人才培养模式、提高人才培养质量起到重要作用。在学校、学院、指导教师和参加实验项目学生的共同努力下，大学生创新性实验计划项目一定能圆满实现既定的目标。

致谢

感谢学校和学院对大学生创新性实验计划项目的大力支持。

References (参考文献)

[1] CHEN Yang; YAN Da-yuan; MING Dao-fu. Practice and Thoughts on the Implementation of the National College Students Innovation Experiment Program[J]. Journal of Beijing Institute of Technology(Social Sciences Edition), 2009,11(2), P93-95 (Ch).
陈洋, 闫达远, 明道福. 国家大学生创新性实验计划实施的实践与思考[J].北京理工大学学报(社会科学版), 2009, 11(2), P93-95.

[2] Zhao Xiwen, Li Dan, Zhu Ning. The Plan of College Students Innovation Experiment and the Reformation of University Courses [J]. CHINA UNIVERSITY TEACHING,2008,(12):8-10.
赵希文, 李旦, 朱宁. 大学生创新性实验计划与高校课程改革[J].中国大学教学,2008,(12):8-10.

[3] Niu Youtian. Research of college students innovative experiment implementing quality management systems[J]. SCIENCE FANS(Education and Teaching Edition), 2009, (3), P3-4.
牛有田. 大学生创新性实验中实施质量管理体系初探[J]. 理科爱好者(教育教学版), 2009, (3), P3-4.

[4] Huang Guanhong, Fang Gang. Systems Engineering Methods and Application[M]. Ji Nan University Press, 2005.
黄贯虹, 方刚. 系统工程方法与应用[M].暨南大学出版社, 2005.

[5] Sun Dongchuan, Lin Fuyong. Introduction to Systems Engineering(the Second Edition)[M]. Tsinghua University Press, 2009.
孙东川, 林福永. 系统工程引论(第 2 版)[M].清华大学出版社, 2009.

978-1-935068-09-9 © 2010 SciRes.