

系统工程专业研究生“四季培养法”初探

李小波, 王维平, 王涛, 朱一凡, 雷永林
(国防科技大学 系统工程学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 系统工程专业具备理论交叉性强、工程实践性强、岗位综合性强等特点, 当前该专业研究生培养存在“不实、不新、不全”等问题。针对这些问题, 提出了面向系统工程专业研究生的“四季培养法”。该方法遵循“学术引领、科研落地、推演升华、修养完善”的原则, 按照每个阶段的工作重点和特色化培养活动, 将每个自然年分成学术季、科研季、推演季和修养季四个培养季, 开展“教学、学术和科研”三位一体的综合性人才培养。通过该方法的初步探索和实践, 建立了“顶层设计-个人计划-过程监控-效果反馈”的前馈式全过程培养机制, 团队研究生培养效果显著改善。

关键词: 四季培养法; 系统工程; 研究生培养; 案例推演

中图分类号: G643 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8874(2018)03-0106-05

A Study on “Four Seasons Cultivation Method” for Postgraduates Majoring in Systems Engineering

LI Xiao-bo, WANG Wei-ping, WANG Tao, ZHU Yi-fan, LEI Yong-lin

(College of Systems Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The major of systems engineering has the characteristics of strong theoretical cross-cutting, strong engineering practice, and strong post comprehensiveness, which brings problems in postgraduate cultivation, such as lack of applicability, novelty and comprehensiveness. To solve these problems, the “four seasons cultivation method” for systems engineering graduate students is proposed. This method follows the principles of “guidance by academic work, implementation by scientific research, sublimation by deduction, and perfection by accomplishment”. According to the work focus and featured training activities at each stage, each natural year is divided into four seasons: academic season, scientific research season, deduction season and cultivation season. During the training season, we will develop a comprehensive talent training system of “teaching, academic work, and scientific research”. Through the initial exploration and practice of this method, the whole-process forward-feeding mechanism of “top-level design, individual planning, process monitoring, and effect feedback” has been established, and the training effect of graduate student teams has been significantly improved.

Key words: four seasons cultivation method; systems engineering; graduate cultivation; case deduction

一、引言

系统工程专业工科研究生培养具备综合性强、交叉性突出等特点, 需要从教学、科研和学术三个方面着力, 使研究生在掌握本专业基础理论知识的基础上, 具备从事本专业学术研究和科研实践的基本素养和能力^[1-2]。从当前的实际情况来看, 很多工科专业研究生培养存在课程教学、科研项目和学术研究三方面脱节、关联性不强的情况^[3]。虽然各学科的培养方案里规定了本学科的课程体系、学术期刊发表范围和人才培养目标, 但是没有说明“教学-科研-学术”三者之间的有机联系, 并且在微观层面难以提供可操作性强的过程培养方法, 尤其缺乏适合本专业特点的“教学-科研-学术”三位一体培养方法。本文从系统工程研究生培养的问题特点出发, 结合团队在本专业人才培养方面的初步探索, 提出了系统工程专业研究生“四季培养法”, 初步建立了“教学、学术和科研”三位一体的综合性研究生培养机制。

二、系统工程专业研究生培养的特点和问题

我校系统工程专业以培养面向复杂工程问题的总体性技术-管理复合人才为主要目标, 要求毕业的研究生能够在针对系统级及其以上层次的工程问题的解决方案设计和实现中, 发挥总体性和主导型作用。根据以上培养目标, 系统工程专业的研究生培养具备以下几个方面的特点^[4]: (1) 理论交叉性强, 系统工程的研究对象一般都属于多个专业领域, 因此系统工程专业学生一般需要较为宽广的知识领域, 在研究生培养的课程体系和学术基础理论教学中要充分考虑。(2) 工程实践性强, 系统工程专业学生的培养仅依靠课堂教学和理论研讨达不到预期目标, 系统工程的问题复杂性和技术(求解)复杂性只有通过工程实践才能够深入体会, 也只有通过工程实践才能有效培养系统工程素养并牢固掌握系统工程技能^[5]。(3) 岗位综合性强, 系统工程既是一个技术过程, 也是一个管理过程, 复杂系统问题的解决依赖于各专业领域人员的通力合作。系统工程是组织协调各专业人员的综合性岗位, 这要求系统工程人

员熟悉相关专业和岗位, 并在相关业务流程和技术过程中做好组织协调工作^[6]。总的来说, 系统工程专业研究生培养具有“硬、软、总”三个方面的要求。硬是指具备宽广深厚的相关专业领域知识结构及其动态更新完善机制; 软是指具备面向复杂系统问题的团队组织和工程管理能力; 总是指具备系统解决方案的顶层架构设计和总体协调能力。

从以上培养特点和目标要求来看, 目前的系统工程专业研究生培养还存在以下问题。(1) 不实。在课程教学中, 以抽象的理论和方法为主, 面向典型系统工程问题的工程化训练重视不够, 导致学生解决实际系统工程问题的能力达不到系统工程专业培养目标的要求。(2) 不新。在学术研究中, 理论创新能力差, 高水平的学术论文发表困难, 集中体现在以往本专业学生博士学位论文开题和毕业时间较晚, 发表论文质量和数量都不够, 培养周期长。(3) 不全。在科研项目方面, 限于学生精力和项目实际情况, 学生往往只参与到某一类项目或者项目的某一个方面, 承担某类特定的岗位和角色的工作, 对于系统工程中涉及的顶层设计能力和总体关键技术掌握不全面, 团队协作意识还有待进一步加强。总的来看, 当前的系统工程专业研究生培养在以上各方面都是“有什么课上什么课、有什么项目做什么项目、哪个概念新就做哪个方向”的随意化、零散化培养模式, 三者之间很难建立有机联系, 并且没有从培养目标的角度, 综合考虑教学、学术和科研三个方面, 对研究生的培养过程和机制进行顶层的综合性设计。

三、系统工程专业研究生“四季培养法”

针对以上问题, 本团队提出了面向系统工程专业研究生的“四季培养法”, 根据培养目标和各项工作的阶段性重点, 遵循“学术引领、科研落地、推演升华、修养完善”的原则, 按照每个阶段的工作重点和特色化培养活动, 将每个自然年分成学术季、科研季、推演季和修养季四个培养季, 开展“教学、学术和科研”三位一体的综合性人才培养。每个培养季实际上都包含了教学、学术和科研三个方面的工作, 但是有各自的培养侧重点。培养季的划分不是绝对的, 相互之间可

以存在部分交叠,在时间上也可以根据实行情况灵活调整(如表1所示),以下详细阐述具体的实施步骤和原则。

(一) 学术季

学术季的时间为每年3—6月,基本上与春季学期对应。学术季的工作重点包括两个方面:一是制定整年的学术、科研和课程学习计划;二是在此基础上集中精力开展学术研究,并形成相关的学术创新成果,包括学术论文、研究生开题报告和学位论文,学术型基金项目申请报告等,以学术成果创新引领全年的研究生培养过程。

学术季是开年之际,首先要召开专题研讨会,根据去年的团队总结报告,在去年的研究基础上

制定团队的年度研究计划,包括团队研究方向与学生选题指南、团队年度学术研究计划(包括本专业方向学术期刊和会议清单)、团队科研项目研究计划、团队课程教学计划。本阶段要突出科研、学术、教学三类计划之间的内在联系,基本原则是以学术创新为主线 and 导向,确定科研项目和课程教学的基本方向和攻关重点,并在此基础上设计综合推演方案,做到“无关的课题不做,关联性不强的课题少做”,并针对学术研究方向调整课程科目设置和教学内容。此外,学术研究要充分考虑到往年的科研项目攻关技术难点和推演季提出的学术创新研究意向,并将其列为团队学术研究的重点。

表1 四季培养法一览表

	学术季(3—6月)	科研季(7—11月)	推演季(12—1月)	修养季(2月)
教学方面	根据科研和学术研究方向确定团队课程教学方案,制定学生课程学习计划。	根据科研项目的需要选学相关课程。	在推演过程中设计综合性案例演练教学环节,包括基础知识培训和角色岗位培训教学,并将成熟案例纳入教学案例库。	无具体任务
学术方面	确定团队研究方向和选题指南,据此制定每个学生的论文发表计划和学位论文研究计划。	根据学术方向选择合适课题,在课题研究中运用和验证学术成果,并提炼新的学术方向。	结合学术创新成果设计推演总体计划,在推演实施中运用该成果,并进行演示验证。	无具体任务
科研方面	以年度推演综合案例为牵引,根据学术研究方向制定全年科研计划,确定科研项目申请方向和重点。	根据项目需要完成关键技术攻关,在项目研发中掌握基本科研技能和系统工程研发工具链,培养系统工程能力,逐渐熟悉模块总师、分系统总师和全系统总师的岗位要求和工作职责。	在科研季主要成果设计的基础上设计推演计划,在演练中完成系统工程科研全过程能力培养和各岗位的综合性训练,尤其培养学生大型项目的团队协作攻关和前沿技术探索能力。	无具体任务
标志性成果	1. 团队研究方向与学生选题指南; 2. 学位论文初稿和提纲; 3. 学术论文和技术报告文集; 4. 专业方向学术期刊和会议清单。	1. 科研项目年度进展报告或者结题报告; 2. 课题研究成果、包括软件工具、算法、案例。	1. 推演总结报告; 2. 团队成果宣讲报告; 3. 毕业生就业协议; 4. 外单位合作研究协议。	1. 个人年度工作总结; 2. 团队年度工作总结。

其次,团队的学生根据团队研究方向与学生选题指南确定本年度的个人工作计划,包括课程学习、学术研究和科研实践。一是要制定学位论文研究计划,在导师组的指导下确定自身需要完

成的方向选定、开题和学位论文撰写等关键节点事件;二是要根据学位论文研究需要制定科研项目研究计划,确定自身参与的项目及其具体工作;三是根据学位论文研究的基础理论需求和科研项

目的专业技能要求,按照培养方案的相关规定制定课程学习计划。

再次,根据团队计划和个人计划开展学术研究,一是开展以课题组为核心的团队协作学术研究,团队按照学术方向和科研项目需要划分了若干课题组,课题组的师生围绕该方向共同开展学术研究;二是定期召开主题学术例会,每次会议学生轮流确定一个研讨主题,采用技术报告或者拟投稿学术论文讨论的形式进行主题报告,团队所有课题组围绕该主题开展学术研讨;二是开展对外学术交流,学术研究中包括了参加学术会议参会计划,团队成员按照计划积极投稿并参加国内外的学术会议。

最后,在学术季末期召开专题学术研讨会,每位成员对学术季的研究工作进行总结,并形成书面报告,团队对照学术研究计划检查整个团队的学术研究进展,并将学术论文和技术报告等学术成果进行汇总整理成文集。最后,对照科研项目的研究需要明确哪些学术问题亟须下一步解决,在此基础上制定本年度后续学术研究计划。

(二) 科研季

科研季的时间为每年7—11月,基本上与夏季学期和秋季学期前半部分对应。科研季的工作重点是科研项目的关键技术攻关,最终形成科研项目年度进展报告或者结题报告、专利、软件著作权、科研项目相关的软件平台、应用案例等成果,并为推演季提供案例素材和工具支撑。

学生要在科研季中充分锻炼自身的实践技能和系统工程素养,具体来说科研季的工作包括以下几个方面:一是利用学术成果和基础理论完成所负责项目的关键技术攻关;二是掌握科研项目文档撰写、程序开发、结果汇报等基本技能;三是培养需求分析、方案设计、模型开发、系统实现和实验分析等基本系统工程能力,并掌握系统工程工具链;四是在项目实践中逐渐熟悉模块总师、分系统总师和全系统总师的岗位要求和工作职责,不断提升自身的系统工程素养。

在科研季的学生培养中要始终遵循教学-科研-学术一体化培养的原则,一方面要学以致用,着重培养学生综合利用所学的课程理论知识和创新学术成果解决实际问题的能力;另一方面要善于引导学生从现实系统工程问题中提炼总结新的科学问题和学术创新方向,从而实现系统工程研究“从现实问题中来,到现实问题中去”的闭环。

(三) 推演季

推演季在已有的理论成果和科研项目的基础上,根据重大应用需求选取典型系统工程案例进行推演,充分展示已有的理论方法和工具手段,用推演的方法解决重大系统工程问题,并召开作战实验推演研讨会邀请国内相关单位和专家进行观摩研讨,时间为11月到次年1月。推演结束后要及时总结推演过程和结果,并准备好推演总结宣讲材料,赴外单位进行成果宣介和应用推广,促进产学研结合,与相关单位建立合作机制和合作计划,并向有关单位推荐拟就业的毕业生。

首先,推演季的选题是保证推演效果的关键,推演的选题要具有一定的综合性、前瞻性,既能覆盖前面两季已有的主要工作成果,又不是已有工作的简单总结,而是要能够着眼重大现实需求和未来发展方向,瞄准具备一定挑战性的前沿系统工程问题,通过推演提炼、升华已有的研究成果,发现尚待解决的关键问题并探索可能的技术路径,明确后续工作重点。

其次,推演过程是一个科研、学术和教学有机融合的三位一体过程,要在推演方案设置中综合考虑以上三个方面的要素。首先,通过主题推演解决重大科研问题,为科研能力培养和条件建设奠定基础;其次,要在实际问题中运用已有的学术季成果,并在工程实践中发现和提炼新的学术问题;最后,要在推演过程中始终注意人才培养,探索案例教学演练等新模式,尤其注意在推演中积累新的成熟案例用于后续教学活动。

再次,推演季的推演实施要根据人才培养的要求进行科学组织、统筹实施。制定好合理的角色分工和推演流程,综合运用学术报告、课题实验、仿真推演、外场演练、成果教学等多种手段,划分问题领域专家、软件工程师、建模仿真师、系统工程师、体系工程师、数据分析师多个岗位,并鼓励学生在不同岗位之间的换位思考和轮换运作;在实施过程中采取团队头脑风暴、小组集体攻关、专家授课指导等多种形式,挖掘学生的研究潜力,提高学生的协作攻关能力。

最后,推演季的成果要及时总结、推广,并固化成年度研究总结报告,及时更新团队的知识体系和成果库,为人才输出、产学研结合和对外交流合作提供有益支撑。研究团队要在此基础上进一步凝练研究方向;团队成员通过推演明确自身在研究团队中的学术、科研定位和贡献率,培

养大型课题的全局视野和总体管理能力。

(四) 修养季

修养季主要进行课外阅读和社会实践,开阔视野,提高自身的系统工程修养,时间为次年2月,一般与寒假相对应。修养季不安排具体的学术、科研和学习任务,而是让学生多陪家人和参与社会实践,阅读感兴趣的书籍(例如《埃隆马斯克传》)。本季的主要目标是研究生能够在休养生息的放松状态下回顾一年来的工作、学习和生活,对照自己年度的计划总结前三季的经验教训,并根据系统工程人员“系统智商、整体建模、数据预见、快速学习、角色运作”的系统工程修养要求和科学、技术、工程、学术(STEM)培养模式来查漏补缺^[7-8],为来年的工作积蓄力量。在本季结束后学生上交个人年度总结报告,团队要在此基础上形成团队年度总结报告。

四、初步实践与成果体会

本团队自2014年开始在本专业的硕士和博士研究生培养中实行四季培养法,在三年多的初步实践中摸索出了以下配套措施。

1. 跨领域导师组负责制。本团队有系统工程、建模仿真、军事装备学等方向博士生导师4名,硕士生导师3名,针对每名研究生成立由2—3名导师组成的硕士生导师组或者3—4名导师组成的博士生导师组,对学生进行团队式指导。导师组针对学生的兴趣和特点因材施教,为其量身定制专门化的培养方案,并在选课、开题、项目研究、论文撰写等环节进行全程指导。导师组成员根据自身的专业特长明确培养分工,专门负责学生某一方面的具体指导(例如系统工程技术、建模仿真应用开发、问题领域知识等)。

2. 工作和学术双例会制度。为了贯彻过程培养原则,团队设立了两类例会制度,一是每周召开一次的工作例会,由团队负责人组织召开,全员参与,团队成员汇报近期的工作进展和需协调解决的问题;二是2—3周召开一次的学术例会,由学生轮流主持,团队成员自愿参加,以学生采用主题汇报的方式研讨学术研究进展,为学生学术论文撰写、投稿和修改以及学位论文提供团队指导。

3. 产学研结合培养制度。联合与本团队由密切合作的军队相关部门、国防工业部门和高科技

企业合作^[9],对学生进行产学研结合培养,每年将学生送到这些单位进行1—2个月的项目合作开发或者联合培养,使得学生能够对于系统工程研究的问题需求、学术创新和产品研发等各方面有一线的认识,对产学研如何一体化有直观的感受,提高学生的“敢于创意—善于创新—勇于创业”的系统工程“三创”能力^[10]。

通过三年多的四季培养法实践,团队初步形成了“顶层设计—个人计划—过程监控—效果反馈”的系统工程人才过程培养机制,实现了人才培养模式由反馈式培养到前馈式培养的转变,并且建设了团队研究指南、团队工具链、硕士、博士必读文献列表,团队推演案例库等人才培养的“基础设施”。通过推行四季培养法,人才培养取得了初步成效,具体成果有:实现了硕士研究生SCI检索论文零的突破,有两位硕士生在读期间发表了SCI检索论文;博士生毕业周期平均缩短了一年左右,人均SCI数量提高了50%;多名研究生在国内外学术会议上获得优秀论文奖;学生在校期间申请专利和软件著作权实现了零的突破,并呈不断上升趋势;地方研究生就业率100%,签约单位多为腾讯、华为等国内知名单位,薪酬呈递增趋势;多名学生因学习成绩优秀和学术创新能力强,被学校派遣到海外国际知名高校联合培养或攻读博士学位。

需要说明的是,四季培养法旨在通过四个培养季为系统工程专业研究生提供一个“教学—科研—学术”三位一体培养的参考框架,在方法的措施选择、具体实施顺序和时间段等方面不必落于窠臼,可根据学生的特点和团队的研究基础与进度灵活调整。此外,由于硕士研究生和博士研究生的培养要求不同,后续工作将针对具体的培养要求,差异化制定针对硕士生和博士生每个培养季的相应具体培养措施和指标要求。

参考文献:

- [1] 雷永林,王维平,朱一凡,等.以小导师为核心的研究生培养模式初探[J].学位与研究生教育,2010(4):17-21.
- [2] 杨峰,曹星平,王维平,等.系统工程专业研究生培养模式创新研究[J].高等教育研究,2006(4):67-69.