**面向辽宁流程工业的系统工程课程改革与实践\***

所属范围-课程建设研究

孙亮亮，孙亮，李宇鹏

沈阳建筑大学、110168、

沈阳市浑南区浑南东路9号信息与控制工程学院

手机号：13998111611

**摘要：**面向振兴东北地区老工业基地的工业企业需求，针对现有系统工程课程培养模式与现代工业企业升级改造对人才需求的定位，本文从实践教学内容、日常教学方法以及工程教学改革等方面做出了积极地探索，设计了面向辽宁流程行业的系统工程教学改革方法，并应用到实践教学中。研究成果解决了工程类高校与工业企业用人需求的“代沟”，明确了工科类院校系统工程课程的教学目的和方法；为工程类院校向工业企业输送人才的教学模式奠定了基础。

**关键词：**系统工程、流程工业、人才需求、实践教学

**正文：**

1. 引言

辽宁省作为国家重要的老工业基地，其工业生产技术、能力以及水平对我国经济发展至关重要[1]。2000年以后，东北不断积累发展实力，推进地区经济崛起，在生产设备升级、创新体制改革等方面做了诸多调整，并取得了良好的成果。然而，随着大数据、云计算等信息技术的发展，辽宁省经济增长与[工业化](http://cpro.baidu.com/cpro/ui/uijs.php?adclass=0&app_id=0&c=news&cf=1001&ch=0&di=128&fv=18&is_app=0&jk=1c27e9420d706b12&k=%B9%A4%D2%B5%BB%AF&k0=%B9%A4%D2%B5%BB%AF&kdi0=0&luki=5&mcpm=0&n=10&p=baidu&q=52066088_cpr&rb=0&rs=1&seller_id=1&sid=126b700d42e9271c&ssp2=1&stid=9&t=tpclicked3_hc&td=1847666&tu=u1847666&u=http%3A%2F%2Fwww%2Exzbu%2Ecom%2F3%2Fview%2D5138278%2Ehtm&urlid=0)道路的发展却依旧保留浓厚的传统工业色彩[2]，传统的单体自动化设备升级、企业资源计划层ERP（Enterprise Resource Planning，企业资源计划）与生产过程控制层PCS（Process Control System，过程控制系统）的扁平化管理模式随着生产规模的扩大，生产设备数字化的升级等诸多因素影响，而不能满足合计实际生产需要。从工业企业对人才需求的角度来看[3]，针对工程类高校控制专业学生而言，传统的控制专业系统工程学科内容已经难以满足飞速发展自动化水平建设需求，继而无法保证实际大规模工业生产企业对绿色、高效、低能耗、高质量工业生产的人才要求。故此，如何从系统论的角度出发，通过计算机辅助设计手段，以系统优化为核心研究内容，结合辽宁省信息化工业生产研究背景，提出解决大规模工业生产优化问题的理论，探索工程类高校学生的课程设计改革方法，使得高校人才能够更加适应与时俱进的工业企业生产需求，成为了当今工程类高校研究的重点课题之一。为此，如何科学合理的设计具有辽宁工业特色的系统工程课程改革与实践体系势在必行。

1. 以行业需求为驱动，已解决问题为目标，科学设计教改内容

现有的系统工程教材主要采用北方交通大学出版社出版的《高等学校教材系统工程》。该教材的主要框架是从系统工程的发展历程，详细的介绍了系统工程的基本理论和研究方法[4]。该教材分别从系统工程的基本概念、基本原理、基本思路、分析方法以及相关的优化算法、评价方法和决策技术进行了介绍；然后通过一些实际的工业企业案例对传统系统工程理论在实际问题的应用进行了介绍。但是，随着电子计算机技术的飞速发展，考虑到在实际工程中，过程控制设备自动化水平的提高[5]，实际工业企业，诸如钢铁行业、制药行业、医疗行业等的工业生产瓶颈以及企业难题已经从传统制造行业底层设备控制转到现代制造行业基于大数据、云计算、数字孪生等技术的集成优化管理[6]。造成已有的基础理论和方法不能满足课程教学内容和实际工业生产需求的结合。故此，本课题设计了具有辽宁工业特色的系统工程课程改革与实践方法。基于前期在系统工程及相关支撑基础专业课程教学内容、教案的整理以及试卷分析，梳理系统工程课程难点以及重点，挖掘在系统工程授课过程基础理论的薄弱环节，分析基础理论薄弱环节造成的原因，对应找出支撑基础专业课程的课程内容；以问卷调查、座谈等多种方法，与学生针对课程需求、课程难点进行整理，征集学生对课程提高的建议和意见，找出学生在授课过程的“瓶颈”；梳理系统工程课程主线知识内容，针对辽宁省现有工业企业进行调研，结合最新的工业系统工程优化理论、运筹学基础理论，总结辽宁省现有工业系统工程应用与已开展的《系统工程》课程理论之间的“衔接缺口”，拓展《系统工程》课程框架结构及知识内容。其主要内容包括了构建工业系统科学理论课程设计、系统工程学与工业企业综合应用课程设计以及系统工程计算机仿真实验课程设计三部分改革内容[7]。通过三部分的课程结构设计，可以有效培养控制学科学生的系统工程理论以及应用能力，针对辽宁省工业生产急需的人才需求，有目的的对工科类学生培养进行规划。

1. 构建工业系统科学理论课程设计改革

在教学内容方面，通过对系统工程课程知识的讲解，包括对系统的组成要素、[组织结构](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%84%E7%BB%87%E7%BB%93%E6%9E%84/9704058)、[信息流](https://baike.baidu.com/item/%E4%BF%A1%E6%81%AF%E6%B5%81/2319006)、[控制机构](https://baike.baidu.com/item/%E6%8E%A7%E5%88%B6%E6%9C%BA%E6%9E%84/5572778)等进行分析研究，继而提出在基础系统论基础上新的系统工程研究方法[8]。重点围绕工业系统工程建模理论、优化方法设计理论、仿真优化方法等内容进行课程设计[9]。让学生对传统系统科学论的知识的掌握的基础上，了解、熟悉并且掌握工业发展最新研究热点、方法及体系；同时，在此基础上，通过课程改革让学生们熟悉工业系统工程的相关概念以及相关设计方法，使得学生们对系统工程的认识不局限于书本的基础理论[10]，认识到课程理论与实际结合的必要性和重要性[11]。使学生掌握最新系统工程理论的发展动态以及研究方法，重点讲述系统工程优化理论在辽宁省工业生产中的应用，包括在工业生产过程控制的优化（控制问题的数学描述、控制问题的模型搭建以及控制问题的解决方法）、工业生产过程故障检测诊断（控制问题的数学模型、故障诊断检测方法），生产流程计划调度问题的优化（管理问题的难点分析、管理问题的模型搭建以及管理问题优化方法的选择），培养学生以典型工业生产为研究背景熟悉的基础上，锻炼学生对工程问题的描述能力、建模能力以及计算设计能力。

1. 系统工程学与工业企业综合应用课程设计改革[12]

在应用设计方面，通过课程实践的设计，带领学生们在工业企业参观、组织工业企业专家讲座的设计形式，介绍现阶段辽宁省工业生产的流程、产业结构、生产特点以及产品特性等信息。在学生们对系统工程基本理论的基础上，从系统工程观念出发，以最优化的思想熟悉工业系统整体的最优综合化组织、管理、技术和方法[13]，继而以辽宁省几个典型的钢铁企业（鞍山钢铁厂、本溪钢铁厂），分析流程工业企业其特有的生产特点、难点。结合在课程讲授过程中的系统工程基础理论、优化方法，以启发式的教学理念锻炼学生们在实际问题中的分析、处理能力及水平[14]。同时，在系统工程课程讲义、课件、实验设计以及实验讲义的设计方面，重点在系统工程学与工业工程优化相结合的授课内容。讲系统工程的基础理论与最新研究方法与工业企业不同时期的需求进行总结和分析，提出现阶段辽宁工业生产切实需求的系统工程理论方法。通过实施案例教学，让学生从传统的理论授课形式转到理论与实践相结合的教学方法中[15]。基于辽宁省工业企业对工程院校的需求，利用辽宁省特有的工业企业优势，通过讲座、教学以及报告等形式，摘取几个特有的工业企业与系统工程理论结合的案例进行授课。

1. 系统工程计算机仿真实验课程设计改革[16]

在计算机实验仿真方面，通过系统工程综合实验的设计，学生不但可以对系统工程课程的基本理论、模型搭建以及算法的准确性进行验证，也可以对在实际工业工程问题的解决方法进行验证[17]。同时，让学生们认识到系统工程课程在对理论、计算机能力以及工业工程背景的了解之间的相互关系。提高学生在系统工程基础理论的能力，锻炼学生们的计算机动手操作能力，熟悉现有工业系统工程领域的计算机软件技术平台开发软件，扩展学生们对系统工程课程在工业系统应用的认识。考虑到系统工程课程属于计算机、控制科学与工程与管理学科的交叉课程[18]。故此，基于不同控制类学科专业学生基础的不同，科学设计在系统工程课程系统工程计算机仿真实验课设计与工业系统科学理论课程设计、系统工程学与工业企业综合应用课程设计两部分衔接内容的研究[19]。保证学生在实验过程对课程理论知识的理解基础上，对以工业生产为应用背景的模型设计、算法开发能够直观的理解，并且对部分优秀的学生需要达到掌握的要求。为后续学生对控制类相关专业课程的学习和科研打下基础[20]。

1. 结束语

面向辽宁流程行业的系统工程课程改革与实践研究将实际工业工程生产需求与工业系统优化理论相结合。在振兴东北老工业基地的背景下，紧密对接辽宁省以钢铁、制药、医疗企业为代表的流程工业产—学—研社会—高校培养对接模式。本文以辽宁省老工业基地的特点和工业系统工程现阶段的热点为切入，深入探索研究了以为钢铁、制药、医疗企业背景的工业系统工程科学理论课程体系的构建方法，实际工业企业综合应用需求与系统工程课程设计内容的逻辑关系以及工业系统工程课程与计算机实践教学结合的科学方法。本文所提方法在国内某高校的教学过程进行了应用验证。通过方法的实施，在加深了学生对基础系统工程理论知识掌握的基础上[21]，有效的培养了相关专业工程类高等院校学生在实际工业企业关键技术问题中系统建模、系统集成优化以及计算机算法程序设计能力，为以相关工业企业与工程类院校高校人才培养模式的研究奠定了理论基础的参考与实践经验的借鉴。

**参考文献：**

1. 杨凤, 贾山亮, 徐飞. 辽宁省产业结构发展现状及存在问题[J]. 经济师, 2014(03): 65-66.
2. 钱正荣. 现代管理方法入门[M]. 北京: 北京工业学院出版社, 1987.
3. 钱吴永, 王育红, 曹文彬. 工业工程课程体系设置优化研究[J].无锡商业职业技术学院学报, 2014, 14(02): 83-86.
4. 张义明. 21世纪大学生综合素质教育新探索[M]. 西安: 西北大学出版社, 2011.
5. 王旭. 案例式教学法在中医临床教学中的应用与探究[A]. 2013: 3.
6. 蔡启仲. 控制系统计算机辅助设计[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2003.
7. 刘勇. “计算机网络实验课程”仿真系统平台的研究与设计[D].兰州理工大学学士学位论文, 2013.
8. 程浩. 计算机综合仿真实验系统的研究与开发[D]. 陕西科技大学学士学位论文, 2013
9. 张金路. 辽宁省装备制造业与信息产业的关联程度分析[D]. 哈尔滨商业大学学士学位论文, 2018.
10. 王加林. 税务与办公自动化[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
11. 杨路明. 电子信息类专业毕业设计(论文)指导教程[M]. 湖南: 中南大学出版社, 2005.
12. 罗继亮, 邵辉, 晏来成. 自动化专业中计算机仿真基础课程教学改革研究[J]. 中国现代教育装备, 2014(9): 55-57.
13. 初铭畅. 推动辽宁省新型工业化进程的对策研究[J]. 辽宁师范大学学报(社会科学版), 2003, 26(6): 21-23.
14. 高利容, 汤胜常. 大学工程训练教程[M]. 上海: 华东理工大学出版社, 2010.
15. 袁媛. VB案例—任务驱动教学模式的应用及VB案例程序库的构建[D]. 西北师范大学学士学位论文, 2007.
16. 尹建新, 赵建民. 基于案例的《大学计算机信息技术》教材编写思考与实践[C], 浙江省高校计算机教学研究会学术年会. 2009.
17. 武星君, 饶艳华. 案例教学法在内科护理学教学中的实践研究[J]. 教育界, 2016(33): 62-63.
18. 张倩. 案例教学在传播学教育中的应用研究[J]. 新闻研究导刊, 2017(05): 289.
19. 唐泳. 基于三维结构体系的《管理系统工程》教材建设[J]. 管理观察, 2015(31): 140-143.
20. 汤琳, 范敏, 洪玲. 基于多学科融合的物联网工程专业建设研究[J]. 绵阳师范学院学报, 2018, 234(08): 118-123.
21. 李水福, 张冬梅, 胡守志. 石油有机化学基础[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2009.

**第一作者简介：**孙亮亮、男、1981年9月生、控制理论与控制工程专业、博士研究生、沈阳建筑大学信息与控制工程学院副院长、国家特种计算机工程计算研究中心沈阳分中心副主任、副教授、辽宁省“兴辽英才计划”青年拔尖人才、辽宁省“百千人人才工程”千人层次、沈阳市科技计划项目评审专家。在理论研究方面，主要从事复杂工业生产过程 (钢铁行业、半导体行业) 计划与调度决策理论算法的研究，运营与物流管理优化方法的研究以及建筑能耗设备集成优化策略的研究。

**基金项目：**沈阳建筑大学第十批教育科学研究项目“具有辽宁工业特色的系统工程课程改革与实践”；国家自然科学基金面上项目(61873174)；国家自然科学基金青年项目(61503259)；住房和城乡建设部科学技术项目(2018-K1-019)；辽宁省“兴辽英才计划”青年拔尖人才项目（XLYC1807115）；2018年教育部产学合作协同育人项目 (201802303006)。