

“新工科”理念指导下《安全系统工程》课程系统化实践教学体系的建立

丁慧哲, 李国栋, 郭鑫禾

(河北工程大学 矿业与测绘工程学院, 河北 邯郸 056038)

[摘要]以“新工科”的建设理念为指导,以《安全系统工程》课程的实践教学为对象进行系统化的实践教学体系设计。设计中以知识点和学生的认知规律为基础,以系统化的思想为指导,将每个知识点与实践教学方式精准打结,注重授课内容与多种实践教学方式的最佳匹配。系统化的实践教学体系与课堂授课同步进行,即学生每学到一个知识点就可以同步完成其对应的实践训练环节。实践证明课程结束时学生对课程学习的获得感大大加强,对自身实践能力和工程素养的提升效果显著。

[关键词]安全系统工程; 新工科; 系统化实践教学

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2019.04.025

[中图分类号] G642.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2019)04-120-05

“新工科”是在我国工程教育原有发展方案的基础上,为主动应对全球科技革命的快速发展和国内创新驱动发展的背景下提出来的,在全国高校范围内已成为研究热点。新的工程教育模式更加注重对学生综合工程素养和实践能力的培养,将提高学生的工程设计分析能力放在重要位置,致力于促进学生知识、能力和素质的一体化成长^[1-6]。在“新工科”的建设过程中,人才培养方式、培养过程及课程体系建设都是改革的内容,而课程建设是人才培养的基石,也是“新工科”建设最终的落脚点^[7-9]。本文以安全工程专业的核心课《安全系统工程》为切入点,以“新工科”和“系统化”思想为指导,研究该课程系统化实践教学的设计和实施过程。

该课程的特点是理论知识和方法比较抽象、实践性较强,授课过程中对部分知识点常采用的实践教学方法有项目教学法、案例教学法等,通过实践训练方式达到掌握方法的目的。不论采用何种实践方式,课程中方法在应用时需要学生需要具备一定的工程背景,但这恰恰是学生所缺失的^[10-11],这就容易导致实践教学方法的效果无法真正发挥到位,没有工程背景支撑的方法应用无法使学生真正体会到理论应用实践的获得感。另外,授课过程中发现仅依靠课堂理论讲解和单一实践教学方式很容易让学

生产生一种错误的认知,以为自己已经掌握了理论方法。但由于缺乏适当、足够的训练,虽然看似掌握了,实则距正确使用、熟练掌握与灵活应用还有很大差距^[12-16]。这样对学生工程素养的培养也是不利的。因此授课过程中应结合学生现有的认知设计一套系统化的实践教学体系,由浅入深、循序渐进地切实锻炼、提升学生的实践能力,在过程中潜移默化地培养学生的工程素养。

一、系统化实践教学的设计

当前对《安全系统工程》课程的实践教学多集中于将某一种或几种实践教学方法(如案例分析法、项目教学法等)应用于授课过程中^[17-20],缺乏系统化的精准设计。在此对课程的实践教学以满足“新工科”建设要求为指导,引入系统化理念进行实践教学体系设计。在设计时凝练出“五注重”原则,即注重“新工科”理念的融入,注重不同章节内容与实践方法的优化组合,注重系统思想的潜移默化,注重学生实践能力锻炼的循序渐进,注重学生综合工程素养的培养^[20-22]。

(一) 系统化实践教学的设计思路

以“新工科”建设思路为指引,实践教学体系的设计用实功、出实招、求实效。将梳理出的知识点与实践方法精准打结,然后连点成线,实现多种

[投稿日期] 2019-11-12

[基金项目] 2017年度校级教研一般项目(编号:JG2017012);2017年度校级教研重点项目(编号:JG2017028);2018年河北省高等教育教学改革研究与实践项目(新工科建设背景下人才培养质量保障机制研究)

[作者简介] 丁慧哲(1982-),女,河北石家庄人,讲师,硕士研究生,研究方向:安全管理和安全人机工程。

实践方法的优化组合。即某种实践教学方法不是单一存在的,而是依据知识点的特点,设计出最适合的一种或多种实践方法的组合,标准化实践教学过

程,以此锻炼学生综合实践能力,培养多方面的工程素养。在此过程中,以课程的核心——系统思想为针,穿引起实践这条线。

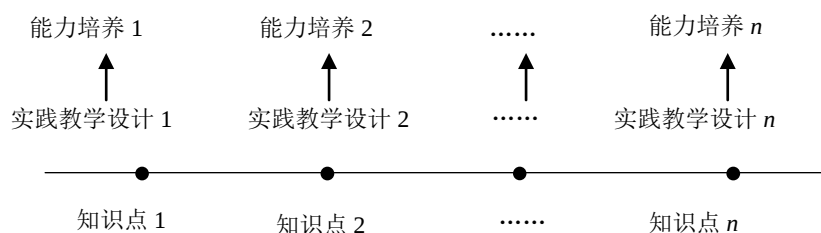


图1 系统化实践教学的设计思路

(二) 系统化实践教学体系

《安全系统工程》课程的主要内容有六章:绪论、系统安全评价及事故的预防和控制^[20]。各章节间的论、事故致因理论、系统安全分析、系统安全预测、知识点列于表1中。

表1 安全系统课程的知识要点

章节	核心	主要内容
1 绪论	3个基本概念	系统、系统工程和安全系统工程。
2 事故致因理论	事故	事故定义、影响因素和分类; 工伤事故认定; 事故模式理论; 事故统计分析
3 系统安全分析	系统安全分析方法	安全检查表法、事件树、事故树、可靠性分析、预先危险性分析、故障类型影响和危险度分析等。
4 系统安全预测	事故预测方法	回归分析法、灰色预测法。
5 系统安全评价	系统安全评价方法	安全评价流程、定量安全评价方法:道化学火灾爆炸指数法、模糊综合评价法等。
6 系统危险控制	危险预防和控制措施	重大危险源辨识、事故预防和控制的原则和一般措施。
7 应急救援管理	应急救援管理	企业应急救援预案编制原则、依据、流程,预案演练。

各个章节之间的知识结构见图2。绪论中的3个基本概念说明了课程的研究对象、使用方法和达到的目的,为学生打开了课程大门。事故致因理论和系统安全预测的核心都是事故,分别从事故原因分析和预测两个角度展开,是课程的基石。系统安全分析和评价是课程整体的重点,涉及危险辨识和定性定量评价。以此为基础,可采取事前预防的危险控制措施,使危险在可控范围内;应急救援是危险一旦失控导致事故发生后采取的应急措施,是从不

同角度实现对危险的有效可控^[21-25]。因此最后两章是系统安全分析和评价结果在实际应用的理论依据。

通过课程知识点和结构的分析可知,该课程不同章节之间的联系比较紧密,涉及的抽象方法较多,加之学生缺乏方法应用的工程背景,不易学懂弄通。为培养学生具备解决复杂工程问题的能力,在此以系统思想为指导,以提高学生实践能力为目的,以授课内容与学生已有的认知为设计出发点,尝试找到实践方法与授课内容的最佳匹配方式。另外,在课程教学过程中将理论教学与实践教学同步开展,而不是采用理论与实践分开设的方式。这样每完成一个知识点的理论讲解,紧接着就采用最恰当的组合实践方式对学生进行训练。通过不间断、持续地进行“做中学”^[12],稳固提高学生的工程实践能力,将“以学生为中心”的理念切实落到实处。具体的系统化实践教学的内容设计见(表2)。

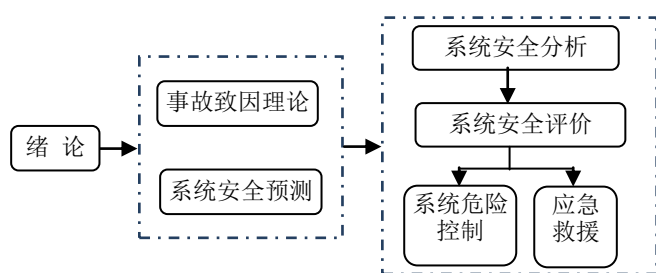


图2 安全系统工程课程知识结构图

表2 系统化实践教学体系设计及其对应的能力培养

序号	章节	实践教学方式	预期目标	能力培养	拓展
1	绪论	1) 观看视频 2) 小组讨论	1)通过观看视频帮助学生快速了解不同生产安全领域基本情况;理解高度抽象的课程研究对象及其内容。 2)通过小组讨论加深对课程的基石——系统工程与安全学科交叉的理解。	抽象能力:从复杂的工程案例中抽取系统要素的能力。	理解学科交叉:系统工程与安全学科的交叉,理解安全学科的综合性和交叉性特点。
2	事故致因理论	观看视频 案例教学 小组讨论	3 种方式组合使学生由浅入深地了解事故及其影响因素;工伤事故认定常见的争议;小组讨论工伤事故认定的要素、不同行业领域存在的典型事故类型;用事故模式理论分析真实的事故案例,体会其内涵和局限性。	1) 分析能力:事故类型的确定,选择一种合适的事故模式理论分析实际发生事故的能力,事故统计分析能力; 2) 解决能力:工伤事故纠纷的认定、事故原因调查能力; 3) 理解能力:以事故法则为出发点,理解事故的小概率属性,理解事故发生频率与其后果的关系; 4) 繁杂的事故资料中抽取关键信息的能力; 5) 信息检索能力; 6) 自主学习能力。	1) 学科交叉:概率论与事故统计分析; 2) 其他事故致因理论; 3) 工商事故认定的法律依据。
3	系统安全分析	项目教学 课程设计 案例教学 小组讨论 实践作品	根据学生的认知规律采用多种实践方法组合,掌握重点章节的内容,并能将系统安全分析方法合理、正确使用。案例选择按照由简单到复杂的系统练习方法。针对案例小组讨论每种方法的应用过程,在讨论中加深认知。	1) 分析能力:方法选择; 2) 解决能力:方法的正确使用; 3) 沟通协商能力; 4) 自主学习能力。	1) 学科交叉:系统工程方法与安全学科; 2) 其他系统安全分析方法的引入; 3) 系统安全分析法的程序化实现。
4	系统安全预测	案例教学 小组讨论	收集真实的生产企业历史事故数据进行预测,并对预测结果进行分析说明。以此帮助学生不仅掌握方法,还要掌握的实际价值。小组讨论两种预测方法的适用条件,深刻理解其应用前提。	1)分析能力:分析历史数据,分析预测结果; 2)解决能力:方法的正确使用; 3)自主学习能力:新的预测方法; 4)沟通协商能力。	应用 SPSS 软件进行回归分析;自己编程实现灰色预测计算。
5	系统安全评价	观看视频 项目教学 案例教学 小组讨论	选取难度适中、真实发生的近几年的项目或案例来使用评价方法,帮助学生掌握并熟练运用。此外,还应体会到不同评价方法的适用条件。小组讨论不同评价方法的使用注意事项,做到方法的彻底掌握。	1)分析能力:评价方法选择; 2)解决能力:评价方法使用; 3)自主学习能力:新的评价方法; 4)沟通协商能力。	一级、二级和三级安全评价师的工作及其资格考试内容简介。
6	系统危险控制	案例教学 课程设计 视频观看 小组讨论	1)对真实的、有争议点的案例进行重大危险源辨识; 2)以实际中的企业为对象进行事故预案的编制;观看视频了解预案演练的流程及场景; 3)小组讨论重大危险源的单元确定和辨识过程,指出应急预案的不足之处,加深认知。	1) 分析能力:防控措施、应急救援能力分析; 2) 解决能力:重大危险源辨识、应急预案编制; 3) 信息检索能力; 4) 沟通协商能力。	非危险化学品重要危险源的辨识;事故应急救援预案编制的常见问题。
7	应急救援管理	案例分析 视频观看 小组讨论	1)选取真实的企业应急预案案例分析其存在的问题; 2)视频观看应急救援演练过程,体会演练的重要性; 3)小组讨论应急管理各环节的要点。	1) 分析能力:企业真实应急预案存在问题; 2) 解决问题能力:预案编制过程中常见问题的解决; 3) 自学能力:应急预案编制法规依据。	1) 企业编制应急预案的法规依据; 2) 我国的应急管理体系。

需要特别说明的是在上表中对第3章的案例选择,根据学生的认知规律先选取学校系统(如教学楼、实验楼、食堂和学生宿舍等)为分析对象,帮助学生初步掌握方法;再收集实践中的若干相对简单或复杂的项目资料,全面训练。在此特意选择加油加气站、某个化工典型生产工艺单元、建筑施工、煤矿某个工作面等分属不同行业领域的项目为分析对象,拓宽学生应用面,体会方法的普适性。案例选择的由易到难,通过多次锻炼强化方法的习得。对第4、5章的案例和项目分析法均采用此思路,逐步引导学生掌握、内化方法。除此之外还可鼓励学生动手制作生产场景的实体模型进行辨识危险。通过分阶段的训练让学生逐步发现不同系统安全分析方法在使用过程中的问题,再去解决问题,以此切实提高学生理论方法的综合实践应用能力。

课程最后选择若干个实际的工程案例或在课程实习环节由学生自行收集对象的资料,综合运用系统安全分析、预测和评价等理论方法。此时还应注意引导学生领悟课程核心——系统思想,这样就可让学生在大量的理论和实践锻炼过程后顺其自然地体会到系统思想。

二、系统化实践教学的实施和检验

该系统化实践教学体系的实施多是伴随理论授课同步进行的,强调理论与实践并重,过程训练的循序渐进和流程的规范化实施。经过以下四个环节的训练,帮助学生完成从理论理解到综合应用的能力升华,一步步夯实学生的实践应用能力。另外,在实施过程中潜移默化地培养学生的分析问题、解决问题、信息检索、自主学习和团队协作等工程能力和素养,在最后综合应用阶段有意识地引导学生理解课程的指导思想——系统思想。

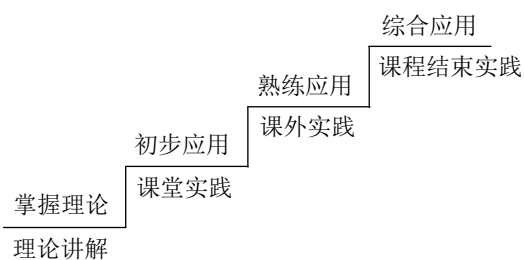


图3 系统化实践教学体系的实施过程及阶段任务

在此需要强调,在每一个环节的末尾,可通过课堂习题课、课后讨论的方式将本阶段学生出现的问题集中充分讨论、解决,能吸引学生的关注,激发学生求知欲,效果较好。另外,由于课程的学时所限,将部分内容(如小组讨论的初步小结、案例资料的发布、视频资料的观看等)借助手机APP在课下完成。这样通过线上、线下内容的合理分配,充分发挥各自的优势,还能最大限度地保障每位学生的全程参与度。

本文介绍的系统化实践教学系统已在2014、2015、2016级学生中实施,课后通过调查问卷的方式了解实施效果。分别有85.34%、89.67%和89.78%的学生认为此种方式对自身实践能力培养非常有效,得到了学生的普遍认可。

表3 系统化实践教学实施效果学生调查问卷结果(单位:%)

年级	非常有效	比较有效	一般	效果不明显	无效果
2014级	85.34	7.61	7.05	0	0
2015级	89.67	5.33	4.96	0.04	0
2016级	89.78	5.47	4.65	0.01	0

三、结论

实践证明《安全系统工程》课程系统化实践教学体系的设计和实施,按照学生的认知规律,能逐步强化学生的实践能力,使学生在完成课程学习后即可同步完成实践能力和工程素养的培养,将“新工科”的理念落到实处。学生结束课程学习后能真正体会到理论应用于实践会遇到的难题,感受到工程背景的重要性,初步感受就业后的工作性质和内容,逐步培养其工程职业素养,使其毕业后能快速启动,完成角色转换,适应工作岗位的要求。另外,线上、线下相结合的半开放式教学模式,顺应了当前网络时代背景,吸引学生全部参与到实践教学的每个环节,提升了学生全员参与实践教学的投入度,在工程实践能力提升和工程素养养成方面切实提高了学生“获得感”。

参考文献:

- [1] 佟瑞鹏,张严伟等.新工科背景下安全工程学科建设发展研究[J].中国安全科学学报,2019,29(7):150-155.
- [2] 任振华,曾宪桃.“新工科”背景下应用型大学土木工程专业人才培养的改革与探索[J].西部素质教育,2017,3(17):1-3.

- [3] 陆国栋. “新工科”建设的五个突破与初步探索[J]. 中国大学教学, 2017, (05): 38-41.
- [4] “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J/OL]. 高等工程教育研究. 2017(2017-04-21). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1026.G4.20170421.1739.010.html>.
- [5] 沈建新, 陆勇. “新工科”理念下的地方本科高校校本课程开发[J]. 盐城师范学院学报(人文社会科学版), 2017, 37(04): 116-119.
- [6] 王庆环. “新工科”新在哪儿[N]. 光明日报, 2017-04-03(005).
- [7] 陈晗, 向楷雄, 夏志美. 新工科的核心能力与创新教学模式初探[J]. 科技展望, 2017, 27(29): 154-155.
- [8] 周开发, 曾玉珍. 新工科的核心能力与教学模式探索[J]. 重庆高教研究, 2017, 5(03): 22-35.
- [9] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017, (03): 1-6.
- [10] 蒋娇莲, 罗琳, 卢丽丽. “安全系统工程”课程教学探讨[J]. 中国电力教育, 2014, 21: 64-65.
- [11] 杨丽颖, 董小平, 庞艳荣, 周伟. 《安全系统工程》课程立体化教学初探[J]. 广州化工, 2014, 44, 7: 190-191.
- [12] 邓奇根, 牛国庆. “安全系统工程”课程的教与学探讨[J]. 中国电力教育, 2010, 18: 100-101-102.
- [13] 王超, 谢贤平, 刘磊. “安全系统工程”课程双课堂混合式教学模式探索及实践[J]. 大学教育, 2015, 3: 142-143.
- [14] 王超, 谢贤平, 张成良. “安全系统工程”课程网络教学平台建设[J]. 大学教育, 2015, 2: 154-155.
- [15] 孙忠强, 郑艳敏, 张金锋. 《安全系统工程》课程教学改革的研究[J]. 科技视界, : 55-97.
- [16] 江丙友, 施书磊. 安全工程专业《安全系统工程》课程教学改革研究[J]. 考试周刊, 2016, 29: 9.
- [17] 李银艳, 白贵臻等. 安全系统工程课程改革[J]. 广东化工, 2016, 13: 297-300.
- [18] 曹青. 安全工程专业综合课程建设方案初探[J]. 广州化工, 2014, 16: 190.
- [19] 赵哥雨, 孙莉, 王睿. 安全系统工程课程建设方法研究[J]. 安全专业教学研究, 2015, 1: 9-10-11.
- [20] 丁厚成, 刘海英. 安全系统工程课程教学内容与教学方法研究[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2011, 28, 3: 108-109.
- [21] 魏春荣, 徐锋等. 案例教学法在“安全系统工程”课程中的应用探讨[J]. 教改教法, 2015-7: 54, 55.
- [22] 王丽敏, 宋欣, 刘伟锋. 基于工作过程开发安全系统工程课程的研究[J]. 湖北科技学院学报, 2014, 34, 1: 10-11.
- [23] 钱小平. 浅析安全工程专业《安全系统工程》教学改革[J]. 科教纵横, 2012, 6(上): 266.
- [24] 许兰娟. 项目教学法在安全工程专业课教学中的应用研究[J]. 广州化工, 2015, 43, 16: 217-218-219.
- [25] 阳富强, 沈斐敏, 陈伯辉. 基于CDIO理念的安全工程专业人才培养模式探索[J]. 化工高等教育, 2013, (05): 16-20.

[责任编辑 王云江]

Research on systematic practical teaching to the course of safety system engineering under guidance of new engineering

DING Hui-zhe, LI Guo-dong, GUO Xin-he

(School of Mining and Geomatics, Hebei University of Engineering Handan 056038, China)

Abstract: Practical teaching to the course of Safety System Engineering was designed systematically under the guidance of New Engineering. Every knowledge point was connected closely with practical teaching methods on the basis of knowledge points and students' cognitive states. Systematic practical teaching emphasized matching between teaching content and the practice teaching methods. The systematic practice teaching system and the classroom teaching synchronously was carried on. Each student learns knowledge point and at the same time to complete its corresponding practice training. At the end of the course, students' sense of acquisition by course learning, their practical ability and engineering literacy have been greatly improved.

Key words: safety system engineering; new engineering; systematic and practical teaching