新工科背景下工程案例教学法研究与实践

—以《系统安全评价》课程为例

张飞燕1,2，韩 颖3,4，袁东升1，段振伟1，史广山1

（1. 河南理工大学 安全科学与工程学院，河南 焦作 454000；2. 河南省瓦斯地质与瓦斯治理重点实验室—省部共建国家重点实验室培育基地，河南 焦作 454000；3. 河南理工大学 能源科学与工程学院，河南 焦作 454000；4. 中原经济区煤层（页岩）气河南省协同创新中心，河南 焦作 454000）

**摘 要：**在新工科背景下，传统的“填鸭式”课堂教学方法已无法适应卓越工程科技人才培养的需求，创新工程教育方式与手段、形成以学习者为中心的工程教育模式成为亟待探索与解决的问题。本文以《系统安全评价》课程为例，展开了工程案例教学法研究，并基于工程案例教学过程设计进行了课堂教学实践与教学方式改革。通过工程案例教学，鼓励学生积极参与实践并加入到安全评价各个环节的教学过程中，从而将枯燥的理论课程以多样化、开放式的方法讲授，增加了课程的开放性、趣味性及实践性，有效激发了学生的学习兴趣及主观能动性；课程教学取得了初步成效，达到了预期教学目的。

**关键词：**新工科；工程案例教学法；安全评价；学习小组；考评体系

中图分类号：G642.0 文献标志码：A 文章编号：

2017年2月以来，教育部积极推进新工科建设，先后形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”，并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》、《关于推进新工科研究与实践项目的通知》，全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验，助力高等教育强国建设[1]。2017年4月8日，教育部在天津大学召开新工科建设研讨会，与会代表一致认为，培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才，为我国产业发展和国际竞争提供智力和人才支撑，既是当务之急，也是长远之策。在此大背景下，问学生志趣变方法，创新工程教育方式与手段，改革教学方法和考核方式，形成以学习者为中心的工程教育模式，

**收稿日期： 责任编辑：**

**基金项目：**矿业工程国家级实验教学示范中心（山东科技大学）开放基金资助项目（KYSF20180204）；2019年工程类硕士专业学位研究生教育在线课程建设项目（2019021）；安全科学与工程河南省优势学科本科教学工程与教学改革研究项目（2019YSJG01，2017YSJG03）；河南理工大学教育教学改革研究与实践项目（2019JG071）；河南理工大学研究生教育教学改革基金（2018YJ03）

**作者简介：**张飞燕（1978—），女，山西芮城人，副教授，硕士生导师，博士，主要从事安全技术及工程领域的教学与科研工作。E-mail：yanzi@hpu.edu.cn

**通讯作者：**韩颖（1980—），男，山东济南人，副教授，硕士生导师，博士，主要从事安全技术及工程领域的教学与科研工作。。Email：hyhpu@hpu.edu.cn

成为亟待探索与解决的问题[2]。

作为安全系统工程的重要组成部分，《系统安全评价》课程是安全工程专业学生的主干专业课之一，具有综合性、实践性强等特点。在新工科背景下，传统的“填鸭式”课堂教学方法无法使学生置身其中、真正熟悉并掌握安全评价各个环节要领，无法适应卓越工程科技人才培养的需求。为此，本文以《系统安全评价》课程为例，展开工程案例教学法研究，并付诸于课堂教学实践。

**一、工程案例教学法的涵义**

案例教学（Case Teaching）是指教师基于一定理论，结合某些特定案例，通过各种知识、经验及观点的碰撞，达到启示理论、启迪思维的目的[3,4]。而工程案例教学法是教师在课堂上通过工程案例向学生传授知识，引导和启发学生主动分析、积极思考、共同讨论的一种教学方法[5,6]。

在新工科背景下，为更好地形成以学习者为中心的工程教育模式，将真实工程案例引入课堂教学，让学生将理论知识与工程实践进行有机结合，以达到理论指导实践、实践修正理论的目的，最终培养具有较高综合素质及专业技能的复合型人才。工程案例教学对任课教师提出了更高的要求：任课教师不仅要具有广博的理论知识，还需具备丰富的工程实践经验，方可胜任此类教学任务。

**二、基于《系统安全评价》课程的工程案例教学过程设计**

本文基于《系统安全评价》课程，以安全评价项目的实施流程为主线，展开工程案例教学改革探索，教学过程设计流程如图1所示。

|  |
| --- |
| 图1 |
| **图1 工程案例教学过程设计流程图** |

工程案例教学实施过程中，将不同类型的安全评价项目与课堂专题教学紧密结合，让学生参与评价的所有环节，即从基础资料收集、熟悉被评价项目入手，学习危险及有害因素辨识、评价单元划分、评价方法选择、定性与定量评价，进而提出安全对策，最终得出评价结论并编制评价报告。通过上述教学环节，培养学生综合运用理论知识的能力。总体来说，工程案例教学分为三个阶段，现分述如下：

**（一）准备阶段**

根据《安全评价通则》的要求，第一阶段为准备阶段，主要工作是明确被评价对象和范围，收集国内外相关法律法规、技术标准及工程、系统的技术资料[7]。

在课堂教学过程中，需将不同类型的评价对象作为案例引入课程。学生可以在接触不同类型项目安全评价的过程中，学习、实操评价准备阶段的工作，最终形成完整的评价工作思路。

**（二）评价阶段**

（1）危险、有害因素辨识。根据被评价的工程、系统情况，辨识和分析危险、有害因素，确定危险、有害因素存在部位、存在方式、事故发生途径及其变化规律。课堂教学过程中，学生需结合具体案例，应用《企业职工伤亡事故分类标准》、《生产过程危险和有害因素分类与代码》等标准[8,9]进行危险、有害因素的辨识与分析。

（2）评价单元划分。在危险、有害因素辨识与分析的基础上，划分评价单元。评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点、特征与危险有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可根据评价需要将一个评价单元划分为若干子单元[10]。评价单元划分应考虑安全预评价的特点，以自然条件、基本工艺条件、危险有害因素分布及状况、便于实施评价为原则进行，应符合科学、合理的原则[11]。课堂教学过程中，任课教师应根据上述方法与原则，指导学生合理划分评价单元。

（3）评价方法选择。目前，评价方法按量化程度分为定性、定量两种。对影响系统、操作、产品或人身安全的全部因素，进行非数学方法的研究与分析，或对事件只给定“0”或“1”的分析程序，称为定性分析，如：安全检查表、预先危险性分析、故障模式及影响分析、危险性与可操作性研究、鱼刺图分析等方法；在定性分析的基础上，运用数学方法与计算工具，分析事故、故障及其影响因素之间的数量关系和数量变化规律，称为定量分析，如：事故树分析、事件树分析等方法。在课堂教学过程中，学生需结合具体案例，选用相应评价方法。

（4）定性、定量评价。针对相应评价单元，选用合理评价方法，对工程、系统发生事故的可能性及严重程度进行定性或定量评价。

（5）提出安全对策、措施及建议。根据评价结果，提出消除或减弱危险、有害因素的技术与管理对策、措施及建议。

**（三）总结阶段**

简要列出主要危险、有害因素的评价结果，指出工程、系统应重点防范的重大危险因素，明确生产经营者应重视的安全技术措施，并最终编制安全评价报告。

**三、基于课堂教学实践的教学方式改革**

**（一）学习小组组建方法改革**

根据上述教学规划，教学过程以小组+团队的形式进行。笔者曾在文献[12]中提出了学习小组组建的方法，并付诸于教学实践，初期效果较好，但在后续教学过程中，发现该方法存在以下弊端：①个别学习小组的组长不负责任；②小组组建过程中，经常出现扎堆现象，即成绩好的同学扎堆、成绩不好的同学也扎堆，这就导致学习小组整体水平参差不齐；③极少数同学滥竽充数、不作为。

针对上述弊端，笔者对学习小组组建方法进行了改革：①开课前，由班长及学习委员推荐班内责任心较强的同学，并征得本人同意后，由其担任小组长，负责本小组学习任务分配以及学习情况反馈；②小组成员根据学习成绩平均分配，分成若干学习小组，确保各小组之间水平均衡；③在工程案例教学实施过程中，将安全评价的整个过程任务在小组内分配，确保每个同学都有相应任务，合理分工、协同作战，杜绝滥竽充数、不作为现象；④对各学习小组组长实行动态管理制度，即根据教学任务分块情况，使小组内每位同学均有担任小组长的机会。

**（二）课程考评体系改革**

为有效提高工程案例教学法的课堂实践效果，更加全面、科学地考评学生的学习情况，笔者对课程考评体系进行了改革。总体改革思路为：弱化理论课堂，摒弃“唯试卷论”，突出学生自主学习及工程实践能力。

课程考评依据学生在教学过程中的学习态度、知识掌握程度、分析解决问题能力以及合作学习能力等进行，始终遵循过程考核的原则，全方位、全过程考查学生对安全评价各阶段知识掌握情况和实际运用能力。考评内容主要包括五个部分：课程参与度、学生在各个教学模块中的表现、安全评价报告编写内容及质量、课程总结及心得体会、期末考试卷面成绩；第一部分由各小组长进行评分，占总成绩的30%；第二、三、四部分由任课教师客观、公正地给出综合评定成绩，占比40%；第五部分根据卷面成绩给定，占比30%。

与传统的课程考核方式相比，上述考评体系增加了过程考核所占比例，可以更加真实地反映学生在课程学习全过程中的综合表现，最终实现工程案例教学的全过程控制。

**四、工程案例教学效果考察**

在《系统安全评价》课程教学过程中，通过不断实践、总结与完善，工程案例教学法取得了良好的教学效果。

（1）实现了理论知识与工程实践的良好衔接。通过采用工程案例教学法，将安全评价工程案例与课堂理论教学有机结合，为学生提供了接触、了解工程实例的机会，有效激发了学生的学习兴趣及主观能动性，确保学生带着问题与要求进课堂，并在课堂上即时将理论知识应用于工程实践，从而实现了缩小学生所学与社会需求之间的差距、培养新工科背景下应用型人才的目标。

（2）小组合作学习有助于培养学生的团队协作意识。工程案例教学法要求学生在安全评价不同阶段，进行合理分工与协同作战。安全评价教学的任一环节，均要求学生与他人紧密协作、相互探讨，最终确定评价内容。通过交流、协作及师生间的广泛讨论，开阔了学生视野，保证了课程教学内容的系统性与完整性。

（3）该方法有助于学生综合素质的稳步提高。通过《系统安全评价》课程教学，学生分析及解决问题的能力、PPT制作水平、演讲水平等，较之以往均有大幅提升。

**五、结语**

通过工程案例教学，鼓励学生积极参与实践，加入到安全评价各个环节的教学任务中，从而将枯燥的理论课程以多样化、开放式的工程案例教学方法讲授，增加了课程的开放性、趣味性及实践性，有效激发了学生的学习兴趣及主观能动性；课程教学取得了初步成效，达到了预期教学目的。

在今后的教学工作中，笔者将继续坚持以提高学生的学习能力、实践能力及知识应用能力为着眼点，以培养应用型人才为目标，紧密结合教学实践，积极探索新工科背景下的工程教育模式。

**参考文献：**

[1] 新工科[EB/OL]. 2018-09-21. https://baike.baidu.com/item/%E6%96%B0%E5%B7%A5%E7%A7%91/20597803?fr=aladdin.

[2] 教育部高教司. “新工科”建设行动路线（“天大行动”）[EB/OL]. 2017-04-08. http://www.moe.edu.cn/s78/A08/moe\_745/201704/t20170412\_302427.html.

[3] 何菁，丛杭青. 工程伦理案例教学的价值设计—兼论场景叙事法的课堂引入[J]. 高等工程教育研究，2019（2）：188-193.

[4] 孙俊三，王兵. 案例教学：一种有价值追求的自由教育[J]. 中国教育学刊，2015（9）：77-82.

[5] 赵洋，胡亚伟. 工程案例教学法在“PLC原理及应用”的教学实践[J]. 实验技术与管理，2017，34（12）：222-225.

[6] 王红星，盖晓龙，刘伯潭. 化工仪表及自动化课程的工程案例教学实践[J]. 教育教学论坛，2018（44）：144-146.

[7] 国家安全生产监督管理总局. AQ8001-2007，安全评价通则[S].

[8] 国家标准局. GB6441-86，企业职工伤亡事故分类[S]. 北京：中国标准出版社，1986.

[9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会. GB/T 13861-2009，生产过程危险和有害因素分类与代码[S]. 北京：中国标准出版社，2009.

[10] 景国勋，施式亮. 系统安全评价与预测[M]. 徐州：中国矿业大学出版社，2009.

[11] 国家安全生产监督管理总局. AQ8002-2007，安全预评价导则[S].

[12] 韩颖，张飞燕，段振伟. 翻转课堂-角色互换-启发式案例教学研究. 黑龙江教育（高教研究与评估），2018（1）：32-34.

**Research and practice of engineering case teaching method under the background of new engineering science**

**-taking the “system safety evaluation” course as an example**

ZHANG Feiyan1,2, HAN Ying3,4, YUAN Dongsheng1, DUAN Zhenwei1, SHI Guangshan1

(1. *College of Safety Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo* 454000*, China;* 2. *State Key Laboratory Cultivation Base for Gas Geology and Gas Control (Henan Polytechnic University), Jiaozuo* 454000*, China;* 3. *School of Energy Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo*  454000*, China;* 4. *Collaborative Innovation Center of Coalbed Methane and Shale Gas for Central Plains Economic Region (Henan Province), Jiaozuo* 454000*, China* )

**Abstract：**Under the new engineering background, the traditional "spoon-fed" classroom teaching methods can’t meet the engineering excellence of scientific and technological personnel training needs, innovative ways and means of engineering education, engineering education model form learner-centered become a serious exploration and resolution. Taking the "System Security Evaluation" course as an example, this paper starts the research of engineering case teaching method, and carries out the reform of classroom teaching practice and teaching mode based on the design of engineering case teaching process. Through engineering case teaching, students are encouraged to actively participate in the practice and join the teaching process in all aspects of safety evaluation, so that the boring theoretical courses are taught in a diversified and open way, which increases the openness, fun and practicality of the course. It effectively stimulated students' interest in learning and subjective initiative; the course teaching achieved initial results and achieved the expected teaching goals.

**Key words:** new engineering science; engineering case teaching method; safety evaluation; learning group; evaluation system