

# 安全系统工程教学改革与创新

崔铁军<sup>1</sup> 李莎莎<sup>2</sup>

(1 安全科学与工程学院 辽宁工程技术大学 辽宁阜新 123000; 2 工商管理学院 辽宁工程技术大学 辽宁葫芦岛 125105)

**摘要:** 由于安全系统工程是安全科学与系统科学的交叉领域, 因此安全系统工程与其他安全专业课程有明显区别。其具有理论性强, 综合性强, 需要学生具有系统思维及广泛的数学基础。但由于目前我国安全专业发展现状, 安全系统工程教学内容、形式和目标在不同学校差别较大。作者根据自身在安全系统工程教学和科研中发现的问题和解决方法总结此文。以完善和健全安全系统工程教学过程, 为学生建立未来工作和研究的基础。

**关键字:** 安全系统工程; 课程教学; 存在问题; 改革措施

安全系统工程是安全科学的重要组成部分, 也是安全专业最为重要的核心课之一。安全系统工程具有不同于其他安全工程课程的特点。他是系统科学与安全科学交叉研究领域, 其内容更偏向于系统科学。因此安全系统工程更应该培养学生的系统思维和数学思维。这些特点决定了安全系统工程的教學方法、教学内容和教学目的更偏重于理论研究。但与此矛盾的是学生前期基础知识匮乏, 更有一些学校的安全工程偏向于某一应用背景, 这些要求安全系统工程教学方法、内容和目标都要更接近于实际应用。这种矛盾是安全系统工程课程的理论性与安全专业转向应用专业的矛盾。因此, 如何既保留安全系统工程系统性和数学特征, 又满足安全专业需求是目前安全系统工程教师共同面对的问题。因此作者在长期安全系统工程教学和科研中, 深刻的接触和了解了这些问题, 也提出了一些措施。

## 1 安全系统工程在安全学科中的作用和地位

作者长期从事安全科学研究, 特别是安全科学中的基础理论研究。那么何种理论才称得上是安全科学的基础理论, 目前主要有两种说法。第一种认为安全科学基础理论是各专业领域中与安全相关的理论。这些理论原本属于这些专业领域, 由于在生产生活过程中保障人民生命财产不受损失, 因而被引入到安全科学领域。目前我国的安全科学主要研究领域是矿业工程领域。从教育部学科划分来看, 其一级学科为矿业工程。这是由于我国安全科学的产生与矿业开采活动密不可分。同样, 国家对各行业安全事件的关注, 也使得很多行业对安全的需求成为现实问题。第二种认为安全科学基础理论是以安全原理为核心的理论课程, 包括安全原理、安全系统工程、安全人机工程、安全心理学等。他们分别是借助了系统工程、人机工程和心理学的相关理论, 并将影响系统安全的部分理论纳入到安全科学中。从理论上丰富了安全科学的内容, 但这些也是从其他理论中借鉴而来的。这些理论在安全科学中的运用并不深入, 甚至有些牵强。综上, 安全系统工程在安全专业的本科、硕士和博士阶段都发挥着重要作用。但随着新技术的涌现, 传统的安全系统工程教学内容, 教学方法和教学理念难以满足安全科学的发展, 因此作为安全专业教师应直面这些问题并努力解决。

## 2 安全系统工程教学过程存在的问题

### 2.1 教材内容老旧

目前安全系统工程的教材无论从形式、内容和组成上都大致相同。甚至书中的顺序、实例和解答都是一样的。这些教材虽然出版时间不同, 但千篇一律, 少有发展和特色。安全系统工程是系统科学与安全科学的交叉领域, 之所以成为不同领域高校安全工程的核心必修专业基础课是因为其在系统层面研究安全问题。因此安全系统工程的系统安全分析方法应该具有抽象性, 是一种方法论, 不应

是具体的应用于不同行业的技术。

### 2.2 教学方法缺乏互动性

传统的安全系统工程教学方式是以教师教授为主, 学生接受知识为辅。教师是课程的主体, 而学生是课程的客体。虽然现在有很多方法, 如翻转课堂、学生辩论等教学形式, 但仍缺乏互动性。互动势必影响非互动同学的学习进程, 占用大量课时量, 需要教师和学生非课堂时间进行大量的准备。而且目前的安全系统工程课程是安全知识和系统科学知识的普及教育, 只有极少数知识通过课堂讲解、或者由于第一次接触无法理解。因此教学方式中缺乏互动是一种相对现象, 但进行什么形式、什么程度和何种类型的互动是研究课堂教学方式的重点。

### 2.3 学生前期掌握的基础知识不足

安全系统工程是安全科学与系统科学的交叉领域研究。即使是最基本的安全系统工程内容也要涉及到系统论、布尔代数、图论、微积分及各种预测和评价的数学模型。这对大三和大本本科生而言是极大挑战。他们的前期知识不足以支撑安全系统工程学习。特别是安全系统工程中含有大量的系统科学基本方法, 而系统科学更偏重于数学。因为只有数学才能将事物抽象到系统层面上, 才能用系统方法进行解决。而这些正是学生所缺乏的。

### 2.4 缺乏因材施教

安全专业学生的起点、兴趣、爱好和将来的志向有很大差异。在课堂中由于教学资源的匮乏导致不同水平的学生接受着相同的教育内容和教育模式。那么就安全系统工程课程而言, 课程内容和课程系统都偏重于理论讲解, 对于未来考研和继续研究深造有重要作用; 而对于想早日参加工作的学生则是作用不大。这些学生更应该把精力放在与实际生产密切相关的课程。

### 2.5 缺乏与资格考试相结合

安全工程相关专业学生参加工作后主要需要考取注册安全工程师和安全评价师, 其中注册安全工程师最为重要。对于工作的学生, 注册安全工程师是毕业后三年内需要通过的必要考试。在安全工程学科教学目标中明确提出本科生毕业三年后能获得注册安全工程师资格。但教学过程中, 并未专门针对注册安全工程师考试特点进行教学安排和讲解, 实际的课程与考试内容脱钩。

### 2.6 缺乏国际视野

安全系统工程的核心内容是系统安全分析。系统安全分析的方法很多, 现有大纲和教材只列出了最基本的方法。这些方法虽然在各自领域中发挥着积极作用, 但在国际范围内, 特别是随着系统的不断复杂, 系统安全分析方法已有长足发展。目前的安全系统工程, 无论从教学内容、教学形式和教学方法上都缺乏行之有效的、与国际接轨的视野。导致我们教育出来的学生缺乏了解国际先进安全系

统工程理念的途径、方法和渠道,与国际最新研究成果脱节。这严重限制了毕业生出国工作的机会,同时也影响了他们出国深造考取国外研究生的机会。

### 2.7 缺乏融合智能、大数据及互联网+

上述的种种不足最终造成了安全系统工程教学任务的失败。那么安全系统工程的教学任务是什么,他如何支撑安全科学的发展和人才培养。安全系统工程的核心是系统安全分析,系统安全分析的核心是分析系统可靠性。而对系统可靠性的研究基础是系统故障数据及对数据的处理方法,包括收集、预处理、分析、推理、预测等等方法和技术。那么现在和未来的安全系统工程与传统系统工程的最主要区别就是其存在于智能、大数据及互联网+的时代。

## 3 安全系统工程教学改革方向和措施

### 3.1 开阔国际视野与国际接轨[8]

《华盛顿协议》是世界上签署时间最早、缔约方最多、最具影响力的国际本科工程学位互认协议,其宗旨是通过多边认可工程教育资格及工程人员执业资格,促进工程技术人员跨国执业。2013年6月加入《华盛顿协议》是提高我国工程教育水平、促进我国按国际标准培养工程师、提高我国工程技术人才培养质量的重要举措,对我国工程技术人才培养目标与世界接轨具有深远意义。安全系统工程的教学应具有国际化视野。作为安全工程毕业生,应具有华盛顿协议要求的毕业目标,因此在国际范围内得到同行认可。

另外关注国内外最近的安全理论和技术发展,通过阅读《中国安全科学学报》、《安全与环境学报》等国内期刊,《Safety Science》、《Reliability Engineering and System Safety》等国际期刊,以开阔学生国际化视野。定期组织讨论和翻译相关文献,培养学生自主研究和解决问题的能力。

### 3.2 突出课程核心内容

将安全系统工程中与其他课程的重复内容简化,突出核心的系统安全分析内容;充实系统安全分析方法内容;补充系统论内容和必要的基础知识。传统系统安全分析方法作为基础成为学生必须掌握的内容。目前流行的系统安全分析方法作为课程与时俱进的内容,要求学生了解并掌握。这些方法将为学生进一步深造提供基础科研能力和方法。目前正在发展之中的系统安全分析方法作为学术前沿要求学生了解。从而使学生洞察未来的发展趋势和研究切入点。

因此,安全系统工程的核心安全系统分析应成为整个教学过程的核心和重点。应夯实基础系统安全分析方法,推广目前流行的系统安全分析方法,了解前沿的系统安全分析方法。因此安全系统工程的教学应围绕这三个层次的分析方法作为课程主体,以从系统层面研究安全问题。而目前教材中的其余部分,多数与安全专业其余课程存在重复,可在这些相关课程中讲解。已留出更多学时完成安全系统工程核心内容的讲解。

### 3.3 加入最新的系统安全分析方法

系统安全分析是安全科学的核心内容,目标是保证系统有足够的可靠性。那么分析系统可靠性和安全性的方法有很多,在本科期间应掌握最基本的分析方法。除现有安全系统工程教学内容提到的方法外,还应包括:层次分析法、灰度理论、神经网络、模糊数学、集对分析、可拓理论、因素空间理论、分形理论等等目前较为流行的理论。这些理论不但可以定量分析系统可靠性,更能定性的分析因素与可靠性之间的因果关系。不但开阔了本科生科技视野,也为他们将来从事科学研究工作奠定扎实基础。

引入最新的系统安全分析方面两个重要问题。一是学生的基

础知识不足;二是方法的具体实现困难。对于基础知识,由于安全专业学生低年级只开设高等数学、线性代数、概率统计等课程。对于新方法的学习和吸收确实存在困难,更缺乏系统思维和数学思维。算法的实现目前主要使用MATLAB进行。首选要求学生了解算法基本思想,然后通过已有数学模型了解算法过程,通过MATLAB实现算法,最终将安全问题通过算法进行分析。当然这一过程对本科生而言过于困难,但对于他们特别是未来考研深造的学生而言是难得的学习过程和机会。纵观安全专业设置的课程,能实现上述过程的只有安全系统工程一科。因此安全系统工程课程内容和教学应该承担起这项任务。

### 3.4 采取差异化教学方式

针对不同本科生将来发展方向,研究不同的教学内容、方法和模式,做到因材施教。对具有工作意向的本科生偏重于实际应用和实际问题的解决能力。对具有继续研究意向的学生偏重于理论教学,使他们具有敏锐的洞察力,对实际问题具有分析、抽象、建模和解决能力,为从事科学研究奠定基础。

对于目标工作的学生,建议教学大纲仍沿用已有大纲。将安全系统工程分为系统安全分析、系统安全评价、系统故障防治技术和事故案例分析。这种大纲的设定理论较为简单,适合理论与实际相结合的本科教育。可为将来实际现场安全分析提供理论和实践支持。

对于目标考研的同学,建议教学大纲修改为基础安全分析方法、现代系统安全分析方法和前沿系统安全分析方法三部分。建立学生的系统思维和数学思维,为将来进一步进行研究工作奠定理论基础。

### 3.5 综合评价的考核体系

根据差异化教学方法,研究制定考核体系。将结果评价转换为过程评价。具体地,课堂出勤、上课回答问题、课堂表现应记入平时成绩;安全系统工程案例分析和课程论文记入课外成绩,这些成绩与期末考试成绩组成总成绩。期末考试成绩比重不超过50%。重视学生的过程培养,淡化最终考核成绩。

对于目标工作的学生,建议多参加现场作业,从而了解现场工作流程和安全注意事项。因此这类学生的成绩应包括相当比重的现场实习经历。

对于目标考研的同学,建议培养数学、计算机和英语能力,培养数学思维和系统思维。这类学生的成绩应包括数学模型建立与实现,论文写作和专业英语能力。

综上,安全系统工程是安全科学的核心课程,而安全系统工程的核心是系统可靠性。而可靠性是系统工程的核心,因此安全系统工程更要偏重于理论讲解和普及,使学生具有系统思维能力及安全问题抽象能力。当然也应因材施教,制定不同的教学大纲、不同的教学方式、不同的知识特点和不同的考核方式。针对学生不同的目标进行培养,最终达到人尽其才物尽其用的最优化状态,使安全系统工程在学生未来的工作和学习中发挥更大作用。

## 4 结论

论文首先论证了安全系统工程在安全科学中的重要性,以及安全系统工程在安全专业课程体系中的作用。安全系统工程是安全科学与系统科学的交叉领域,课程的内容和方法与其他安全专业课程有较大区别。安全系统工程应培养学生系统思维和数学思维,这是其他课程难以胜任的。因此广大教学人员应发挥安全系统工程课程优势,为学生未来科研和就业之路奠定理论和创新基础。