

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.01.025

# 土木工程专业本科教育开设火灾安全性课程必要性与可行性分析

曾翔, 赵联桢, 曹宝珠, 肖天崧, 李兵

(海南大学 土木建筑工程学院, 海口 570228)

**摘要:**随着科学技术和社会的不断发展,土木工程专业人才的知识结构应顺应时代的发展而不断更新,土木工程专业本科教育改革也势在必行,其中课程体系的改革是一个重要方面。文章首先分析了土木工程面临的严峻火灾形势,进而对土木工程专业本科教育开设火灾安全性课程的必要性与可行性进行了深入的阐述,为土木工程专业本科教育课程体系改革提出意见和建议。

**关键词:**土木工程专业;本科教育;火灾安全性课程;课程研究

**中图分类号:**G642.0;TU **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2016)01-0109-05

随着中国经济的迅速发展,土木工程建设进入高速发展时期,社会对土木工程专业人才的需求量也增加很多。据统计,绝大多数院校土木工程专业毕业生就业率都在90%以上,而且根据市场预测,中国土木工程专业毕业生在相当长的时期内就业前景看好。在中国土木工程技术人员学历结构中,本科学历占77%,研究生学历占5%,大专学历占18%,这说明中国土木工程学科本科教育的质量直接影响土木工程建设的质量,进而影响国家的发展进步<sup>[1]</sup>。

随着社会和科学技术的发展,土木工程专业人才的知识结构也应适应时代的发展而不断更新,因此,土木工程专业课程内容和课程体系的改革势在必行。教育要发展,根本靠改革,进行课程体系改革、优化知识结构、增强社会服务能力是《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》提出的要求。在此大背景下,为了培养适应社会主义现代化建设的复合型人才,拓展人才的知识结构,本文对土木工程专业本科教育开设土木工程火灾安全性课程的必要性和可行性进行分析,以引起广大教育工作者对该问题的重视和思考。

## 一、土木工程设施火灾安全形势概述

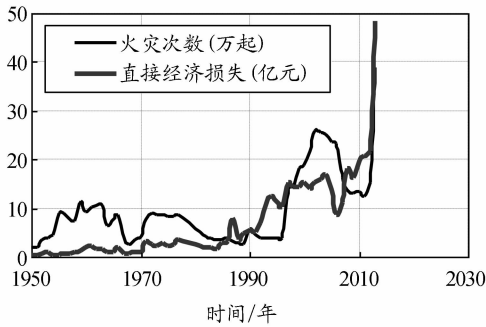
火灾作为发生频度很高的灾害之一,给人类带来了巨大的经济损失和人员伤亡。根据公安部消防局网站发布的统计数据,1950-2013年间(1978-1980年未进行统计)共发生火灾5 902 025起,直接经济损失432亿,死亡人数180 665人,受伤人数324 278人(其中2003-2009年火灾统计不包括森林、草

收稿日期:2015-06-02

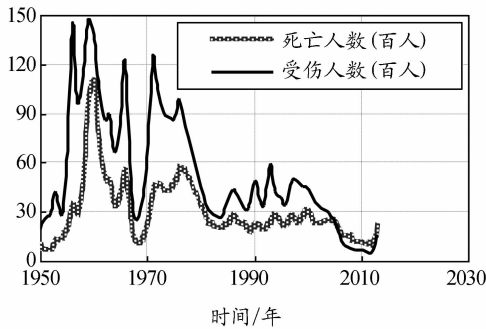
基金项目:海南大学科研启动基金项目(kygd1534;kygd1504)

作者简介:曾翔(1983-),男,海南大学土木工程学院讲师,博士,主要从事结构抗火及防灾研究,  
(E-mail)zengxce@hainu.edu.cn。

原、军队、矿井地下火灾)。图1(a)统计了1950-2013年每年火灾发生次数与直接经济损失的变化趋势,可以看出火灾总体呈上升趋势,2013年出现猛增。图1(b)统计了1950-2013年火灾人员伤亡的变化趋势,可见1970年以后伤亡人数基本呈下降趋势,2003年以后每年死亡人数和受伤人数均分别在



(a) 火灾次数和直接经济损失



(b) 死亡人数和受伤人数

图1 1950-2013年火灾统计

3 000 人以内。图2统计了2009-2013年火灾引起房屋的烧毁面积和受灾户数,其中2009-2012年房屋烧毁面积在960~1 300万平方米之间,受灾户数在35 000~43 000户之间,而2013年则出现了猛增。在上述火灾中,绝大部分的火灾发生在建筑物和构筑物中,建筑火灾是发生次数最多、损失最大的火灾<sup>[2]</sup>。以2013年火灾为例,全国发生火灾共388 821起,直接经济损失484 670.2万元,较大火灾多发生在住宅、商业场所。建筑火灾共发生202 299起(按高层、多层、单层和地下火灾分类统计所得),占总火灾数的52%;直接经济损失376 028.2万元,占总直接经济损失的77%;死亡人数1 962人,占总死亡人数的92%;受伤人数1 448人,占总受伤人数的87%;烧毁建筑7 048 557平方米,受灾户数64 422户。值得注意的是,2013年由于建筑火灾造成的直接经济损失占1950-2013年所统计的火灾直接经济损失总和的8.7%,这一比例相当大<sup>[3]</sup>。由于经济的发展,人们生活水平的提高,对居住环境的

要求也越来越高,室内装饰、家具和电器设备花费巨大,这是导致火灾直接经济损失大幅攀升的重要原因。火灾发生后可能造成工厂停产、水电供应中断等,影响人们的正常生活与工作秩序,从而造成间接经济损失。统计分析表明,火灾所造成的平均间接经济损失是直接经济损失的3倍<sup>[2]</sup>。

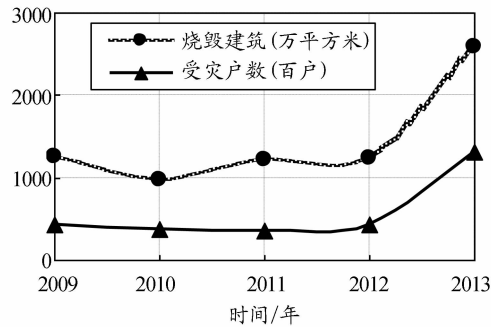


图2 2009-2013年火灾烧毁建筑面积与受灾户数

土木工程领域除了建筑火灾,还有隧道火灾、桥梁火灾等,1903-2008年间国内外发生的18起典型的铁路隧道火灾案例,这18起火灾造成死亡人数超过646人,受伤人数超过1 283人<sup>[4]</sup>。赵峰<sup>[5]</sup>等通过网络、论文等渠道收集了2001-2011年国内103起公路隧道火灾事故的资料,并进行了火灾原因的统计分析。沪渝高速渔泉溪隧道2011年70天内连续发生4起火灾事故,火灾事故频率之高实属罕见<sup>[6]</sup>。随着经济和交通建设的快速发展,穿越桥梁的重型硬脂酸车、苯酚运输车、运油(气)卡车、海上油(气)轮等易燃易爆运输工具增多,桥梁火灾爆炸事件频频发生,引发的火灾对桥梁结构带来严重损害<sup>[7]</sup>。此外其他原因造成的桥梁火灾事故也值得引起重视,如2014年10月29日下午,湖南省郴州市宜章县境内在建的赤石大桥一正在施工的索塔内部起火,导致9根拉绳被烧断,桥面坍塌,严重影响工程进度和桥梁的顺利通车,造成约1亿元损失。另据报道,美国加利福尼亚州 Herperia 15号洲际公路上方一正在施工的立交桥在当地时间2014年5月6日发生火灾,造成约2亿人民币损失。隧道和桥梁建设代价大,又是交通要道,发生火灾事故后除了人员伤亡和直接经济损失外,往往阻断交通,还造成不可估量的间接经济损失。如2008年5月,京珠高速大宝山隧道由于汽车追尾碰撞发生火灾,导致隧道严重受损,封闭维修1个月。

通过上述统计分析可见,火灾是土木工程领域的重要灾害,其造成大量的人员伤亡和经济损失,严

重影响了社会和经济的持续发展。防止土木工程火灾的发生,减少其造成的人员伤亡和经济损失,是土木工程技术人员的重要责任,因此,在高等院校土木工程专业设置土木工程火灾安全性课程十分必要,且意义重大。

## 二、开设火灾安全性课程符合土木工程本科专业人才培养目标

《高等学校土木工程本科指导性专业规范》<sup>[1]</sup>明确土木工程专业人才培养目标是:培养适应国家现代化建设需要,德智体美全面发展,掌握土木工程学科基本原理和基本知识,经过工程师的基本训练,能胜任房屋建筑、道路、桥梁、隧道等各类工程的技术与管理工作,具有扎实的基础理论、宽广的专业知识、较强的实践能力和创新能力,具有一定国际视野,能面向未来的高级专门人才。土木工程专业学生毕业后能够在有关土木工程的勘察、设计、施工、管理、教育、投资和开发、金融与保险等部门从事技术与管理工作。尽管各高校在介绍该专业培养目标时表述方式有所差异,但内涵与《高等学校土木工程本科指导性专业规范》所要求的培养目标是一致的。土木工程领域火灾安全形势严峻,因而使工程人才具备土木工程火灾安全性知识是“适应国家现代化建设需要”的,开设火灾安全性课程使学生具备“宽广的专业知识”,也有利于提高学生的“实践能力和创新能力”,是培养“能面向未来的高级专门人才”的需要。因此,火灾安全性相关课程应成为土木工程本科专业课程体系的组成部分。

## 三、开设火灾安全性课程为解决工程火灾实际问题提供人才保障

土木工程专业本科人才是土木工程技术人员的主力军,占土木工程技术人员比例达77%<sup>[1]</sup>。土木工程专业本科人才主要承担工程设计、施工、监理等工作,而设计、施工和监理是控制土木工程设施火灾发生的三个重要环节,若能在这三个环节处理好有关火灾的问题,将大大降低设施发生火灾的危险。因此,在本科教育中开设火灾安全性课程,加强本科生防火与抗火意识,使本科生掌握专业的防火与抗火知识,可为解决土木工程设施火灾安全问题提供人才保障。此外,在本科阶段开设土木工程火灾安全性课程,使本科生对该领域有一定的了解,为培养更高层次的人才奠定基础。中国工程院土木、水利与建筑工程学部编写的《土木工程学科发展及前沿

发展方向研究》<sup>[8]</sup>,建议加强土木工程专业本科生结构抗火的理论教育,在大学开设工程结构抗火课程,可作为高年级本科生的选修课程。

## 四、土木工程火灾安全性课程本科教育现状

目前相关学校土木工程专业普遍开设了土木工程概论课程,还有部分学校开设了土木工程防灾减灾概论课程。虽然这些课程有一小节或一章的内容涉及土木工程火灾安全性知识,但毕竟是概论性课程,其内容显得比较单薄,对本科生掌握火灾安全性专业知识提供的帮助十分有限。目前还很少有学校在土木工程专业专门开设一门火灾安全性课程,只有部分学校在研究生层次开设了这方面的课程。如北京工业大学结合城市建筑火灾安全技术和专业发展需求设置了建筑火灾安全技术硕士研究生课程<sup>[9]</sup>。

## 五、火灾安全性课程设置的可行性分析

### (一)课程设置的基础:课程相关内容形成体系

土木工程火灾安全性课程本科生学习的内容可以概括为三部分:火灾动力学基础、土木工程防火和土木工程结构抗火。

火灾动力学是消防及相关专业的课程,土木工程专业学生也需要有一定的了解。火灾动力学以火灾过程为研究对象,主要阐述火灾的发生和发展蔓延过程的机理和规律、烟气的流动规律。目前相关的教材有《火灾安全工程学》,主要参考书有《火灾动力学基础》《火灾过程动力学特性分析》《隧道火灾动力学与防治技术基础》等等。这些教材和参考书为火灾动力学课程教学内容提供了完整的知识体系,可以针对土木工程专业特点进行相关内容的讲解。

建筑防火有两方面的含义,一方面是指“防止火灾”,主要用于制定建筑防火措施,如防火分区、消防设施的布置等;另一方面是指“防火保护”,用于建筑防护的有防火墙、防火门等,用于结构防护的有防火涂料、防火板等。对土木工程防火来说也是如此。对于火灾历来的主张是从预防为主,土木工程防火相关知识和要求早已形成体系。防火设计的主要依据是消防规范,目前中国涉及土木工程的消防规范主要有B50016-2014《建筑设计防火规范》、GB50098-2009《人民防空工程设计防火规范》、WH0502-1996《公共图书馆建筑防火安全技术标准》、CECS200-2006《建筑钢结构防火技术规范》等等。

除了规范体系外,很多相关教材著作可作参考用书,如《结构工程防火》《建筑防火性能化设计》《高层建筑和地下建筑通风与防排烟》《隧道火灾动力学与防治技术基础》等等。

火灾以预防为主,但往往又防不胜防,火灾发生后要求土木工程结构能够抗火。“抗火”主要用于结构,即“结构抗火”。一般对结构构件采取防火保护措施,即设计中要有“结构防火”保护措施,使构件在承受确定的外部荷载条件下,满足“结构耐火”时间要求<sup>[2]</sup>。抗火设计有着重要的意义:一是减轻结构在火灾中的破坏,避免火灾引起局部或整体倒塌,为人员疏散提供足够时间;二是减少火灾后结构的修复费用,缩短灾后结构功能恢复周期,减少间接经济损失。2003年11月3日湖南衡阳“11·3”特大火灾事故,造成房屋倒塌,导致20名消防官兵被埋而壮烈牺牲,这是结构抗火不足的典型案例。正因为土木工程结构抗火意义重大,近几十年来国内很多学者致力于该领域的研究,已有大量的成果积累,形成了相应的理论体系。如《结构抗火安全性设计》一书对土木工程最广泛使用的材料混凝土和钢材在高温下的力学性能进行介绍,并重点介绍了钢结构和混凝土结构、组合结构的抗火设计方法。其他的著作如《预应力混凝土高温性能及抗火设计》《钢—混凝土组合结构抗火设计原理》《中国科技进展丛书:钢结构抗火高等分析与设计(英文版)》等等,均为课程学习必要的参考书。

#### (二) 开设课程的人才保障:师资力量

近年来土木工程火灾研究领域已有一大批博士人才。同济大学、中国科学技术大学、华南理工大学、清华大学、哈尔滨工业大学、中国建筑科学研究院、湖南大学、青岛理工大学等土木工程专业均有从事结构抗火和防火研究的教授级人才和研究团队,他们培养出一批批博士毕业人才在各个院校和企业工作,为开设土木工程火灾安全性课程储备了较强的师资力量,为课程的开设提供了充分的人才保障。

#### (三) 课程设置的重要条件:课程内容适合本科教育

工程教育永远要面向工程实践<sup>[10]</sup>,因此火灾安全性本科课程内容的设置也应主要面向工程应用,强化防火抗火意识,注重知识内容的广泛性和实用性,以概念性和应用性的内容为主,不涉及艰深的理论,课程设置内容在本科生能理解接受的范围内。

课程设置还应符合《普通高等学校本科专业目录》对土木工程专业的指导性要求,以“厚基础、宽口径、强能力、高素质”为人才培养目标。

#### (四) 国家推行教育改革是课程设置的驱动力

国家近年来一直致力于教育改革,其中课程内容和体系是改革的重要内容。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》要求,今后土木工程专业人才培养的一个重要任务是满足行业企业对土木工程高级专门人才的需求,这就意味着工程教育必须与行业发展要求相适应。面对新的需求,课程改革重在更新知识体系,开拓新的课程内容。土木工程专业新增火灾安全性课程,培养具有土木工程专业火灾安全性知识的人才,适应社会发展的需要,符合《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》的要求。

#### 六、结语

土木工程火灾造成严重的经济损失和人员伤亡,土木工程火灾安全形势严峻,因此,非常有必要对未来土木工程技术人员的中坚力量土木工程专业本科生进行火灾安全性教育。本文对土木工程专业本科教育开设火灾安全性课程的必要性与可行性进行了分析,提出了土木工程专业课程体系改革的思考,旨在进一步推进和完善土木工程专业本科教学。

#### 参考文献:

- [1] 高等学校土木工程学科专业指导委员会. 高等学校土木工程本科指导性专业规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [2] 李国强,韩林海,姜国彪,等. 钢结构及钢—混凝土组合结构抗火设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [3] 公安部消防局. 中国消防年鉴(2014)[M]. 昆明:云南人民出版社,2014.
- [4] 赵东平,王峰,余颜丽,等. 铁路隧道火灾事故及其规模研究综述[J]. 隧道建设,2015,35(3):227-231.
- [5] 赵峰,夏永旭,谢涛. 公路隧道运营事故统计分析研究[J]. 公路,2014(6):280-287.
- [6] 曾磊,王少飞,林志,等. 公路隧道火灾事故调查分析[J]. 现代隧道技术,2012,49(3):41-48.
- [7] 马瑞,张岗. 桥梁抗火之始——火灾下桥梁结构灾变机理及安全性评估与加固技术研究[EB/OL]. [2014-12-03]. [http://www.glx.gov.cn/dongtaixx/xiangmudt/201412/t20141203\\_1737040.html](http://www.glx.gov.cn/dongtaixx/xiangmudt/201412/t20141203_1737040.html).
- [8] 中国工程院土木、水利与建筑工程学部. 土木工程学科发展及前沿发展方向研究[M]. 北京:人民交通出版

社,2012.

23(5):80-82.

[9] 李炎锋, 侯昱晟, 李俊梅, 等. 土木工程学科开设建筑火灾安全技术研究生课程的探索[J]. 高等建筑教育, 2014,

[10] 姜嘉乐. 工程教育永远要面向工程实践——万钢校长访谈录[J]. 高等工程教育研究, 2006(4): 1-7.

## Necessity and feasibility analysis of fire safety course setting of undergraduate education in civil engineering

ZENG Xiang, ZHAO Lianzhen, CAO Baozhu, XIAO Tianyin, LI Bing

(College of Civil Engineering and Architecture, Hainan University, Haikou 570228, P. R. China)

**Abstract:** With the continuous development of science and technology and society, it's very necessary for civil engineering talents to improve the knowledge structure to follow the development trend of the world. So the reform of civil engineering undergraduate education is inevitable requirement under the new situation, and the reform of course system is an important aspect. In the paper, the severe situation of fire safety in civil engineering is introduced firstly, then the necessity and feasibility of course setting for civil engineering education are elaborated to provide a reference for the reform of the course system.

**Keywords:** civil engineering; undergraduate education; fire safety course; course research

(编辑 王 宣)