

# 新工科和工程教育认证背景下“建筑绿色施工与智慧安全管理”课程教学改革研究

——以湖南工学院为例

彭斌<sup>1</sup>, 胡鸿<sup>1</sup>, 李理<sup>2</sup>, 蒋复量<sup>1</sup>, 郭胜利<sup>1</sup>, 张一夫<sup>1</sup>

(湖南工学院 1.安全与管理工程学院; 2.教务处, 湖南 衡阳 421002)

**摘要:**新工科背景下,课程教学改革是培养具有持续性创新综合能力、符合工程教育认证毕业要求人才的关键环节。以安全工程专业“建筑绿色施工与智慧安全管理”课程为例,分析教学改革的必要性和教学中存在的问题,并且从课程知识图谱、授课方式、虚拟实训、工程设计能力训练以及考核方式等方面探讨改革思路。研究结果有助于任课教师更好地开展该门课程的综合性教学,提升教学效果。

**关键词:**新工科;工程教育认证;安全工程;“建筑绿色施工与智慧安全管理”;课程教学改革

**中图分类号:**G643

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-5884(2024)02-0041-06

随着第四次工业革命的到来,我国实施了国家创新驱动发展、“中国制造2025”、“一带一路”、“互联网+”等重大战略,促进新经济蓬勃发展<sup>[1]</sup>。与此同时,我国工程技术人才教育与新兴产业经济发展存在一定程度的脱节。为推动工程教育改革创新,教育部于2017年开展了一系列关于“新工科”建设的战略研讨<sup>[1-2]</sup>,并对工程技术人才培养要求形成共识:不仅要有扎实的专业知识,还要求具有全球视野、工程伦理意识、创新意识、合作意识、发展意识、服务意识和跨界创新能力<sup>[3]</sup>。工程教育专业认证遵循“学生中心、产出导向、持续改进”的基本理念<sup>[4-6]</sup>,对毕业生提出的12条毕业要求中,涵盖专业能力、通用能力和工程态度三个方面。因此,新工科与工程教育专业认证在人才培养目标和培养理念上是一致的。

在新工科和专业认证背景下,安全工程专业人才培养体系需要根据新工科人才能力要求以及

专业认证要求进行优化,以培养出能够满足社会经济发展需求的新型工程技术人才。其中,课程教学改革是达成双背景下工程技术人才能力要求的关键环节<sup>[7]</sup>。本文结合安全工程专业“建筑绿色施工与智慧安全管理”课程教学中存在的问题,探讨新工科、工程教育专业认证双背景下该课程教学改革方案,以期为我国建筑行业安全发展培养出高素质工程技术人才。

## 1 课程改革的必要性

### 1.1 建筑施工安全生产形势分析

由于建筑生产具有一次性、复杂性、露天高处作业多、劳动力密集等特点,因此一直是高危行业,建筑领域的安全事故频繁发生,伤亡人数居高不下,而且发生次数和死亡人数逐年上升,给国家和人民群众的生命财产带来巨大损失<sup>[8-10]</sup>。由图1可以看出,建筑施工事故在2003—2015年得到

收稿日期:2023-09-06

基金项目:湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-2021-0227);湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-2021-0224);湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-2022-0333);湖南省普通高等学校教学改革研究一般项目(HNJG-2021-1102)

作者简介:彭斌(1983—),男,湖南株洲人,副教授,博士,主要从事建筑施工安全、工业通风方面的研究。

有效控制,但是2016—2021年建筑施工事故呈现反弹趋势,这表明建筑施工领域的安全生产面临

着新的挑战,对建筑施工安全管理人员队伍的工程素质提出新的要求。

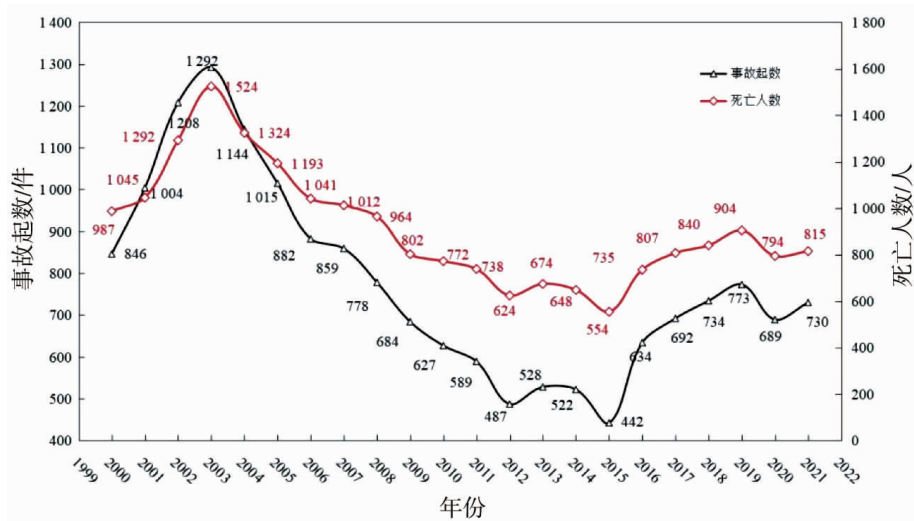


图1 建筑施工事故统计

## 1.2 毕业生就业统计分析

从图2可以看出,近十年来,湖南工学院安全工程专业历届毕业生在建筑施工领域从业率均在20%以上,平均从业率达到42.4%,这也说明建筑

施工领域对该校安全工程技术人才整体需求量比较大。因此,进一步提高建筑安全方向课程的教学质量,对学生从事建筑施工安全工作将大有裨益。

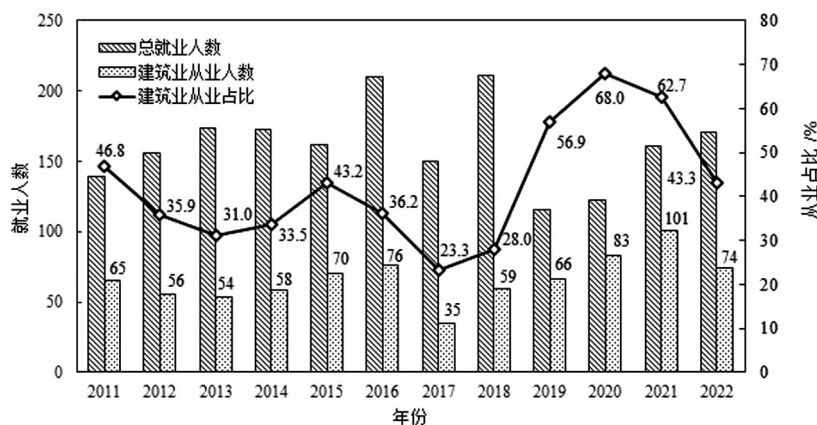


图2 湖南工学院毕业生建筑业从业情况

## 2 课程教学中存在的问题

“建筑绿色施工与智慧安全管理”是安全工程专业中一门重要的职业素养课,理论性强且具有很强的实用性。该课程重在培养学生对建筑工程绿色施工和安全施工的管控能力——依据施工项目的分部分项工程,提出绿色施工和安全施工方案,并能够设计相应的安全防护系统。该课程在教学中主要存在以下问题。

### (1) 学生存在的问题

课程理论性很强,大部分学生反映难以很好

把握课程内容体系。由于湖南工学院安全工程专业围绕大安全制定课程体系且总学分受限,因此未系统地开设建筑工程类基础课程,导致学生缺少与建筑工程相关的基础理论知识储备,对建筑施工技术实践认知较为薄弱,学习积极性不高。另外,在进行建筑施工的分项工程安全设计时,需要有较好的土力学、材料力学、建筑消防工程、电气安全等知识为基础且涉及大量计算,学生反应难以理解一些基本概念和计算。

### (2) 教学方法存在的问题

首先,传统“填鸭式”教育难以满足学生工程能力的培养要求。其次,单一授课方式难以全面呈现信息:采用板书教学,学生能够较好地把握各个章节的重点,但对建筑施工安全设备及系统难以有形象的认识;采用多媒体方式,能够通过图片展示和视频演示的方式让学生加强对建筑施工工艺的感性认识,但是零散的图片与视频素材展示难以支撑课程全过程教学<sup>[11]</sup>。

### (3) 考核环节存在的不足

考核环节包括理论教学和课程设计,这两个考核环节的考核成绩分别单列。在传统考核方式中,理论教学一般采取期末考试成绩与平时成绩相结合的方式,而课程设计通常依据设计说明书及图纸打分。这种考核方式便于维护教学秩序,但不利于培养学生的实践能力和创新能力<sup>[12]</sup>。

受实验条件限制,课程中没有设置实验环节,学生的实践能力未得到全面培养。

## 3 课程教学改革

### 3.1 课程知识图谱构建

#### (1) 知识点图谱

根据课程教学大纲的教学内容,基于智慧树平台构建课程知识点图谱(见图3),使得各个知识点之间的上下位、前后序关系更加合理,形成知识导航模式。此外,以课程知识概念及其间关系为核心的知识图谱还可以链接大量的教学视频、文章、习题等,从而实现课程资源的有效管理,帮助学生系统地把握课程内容的脉络体系,提高学生的学习效率。

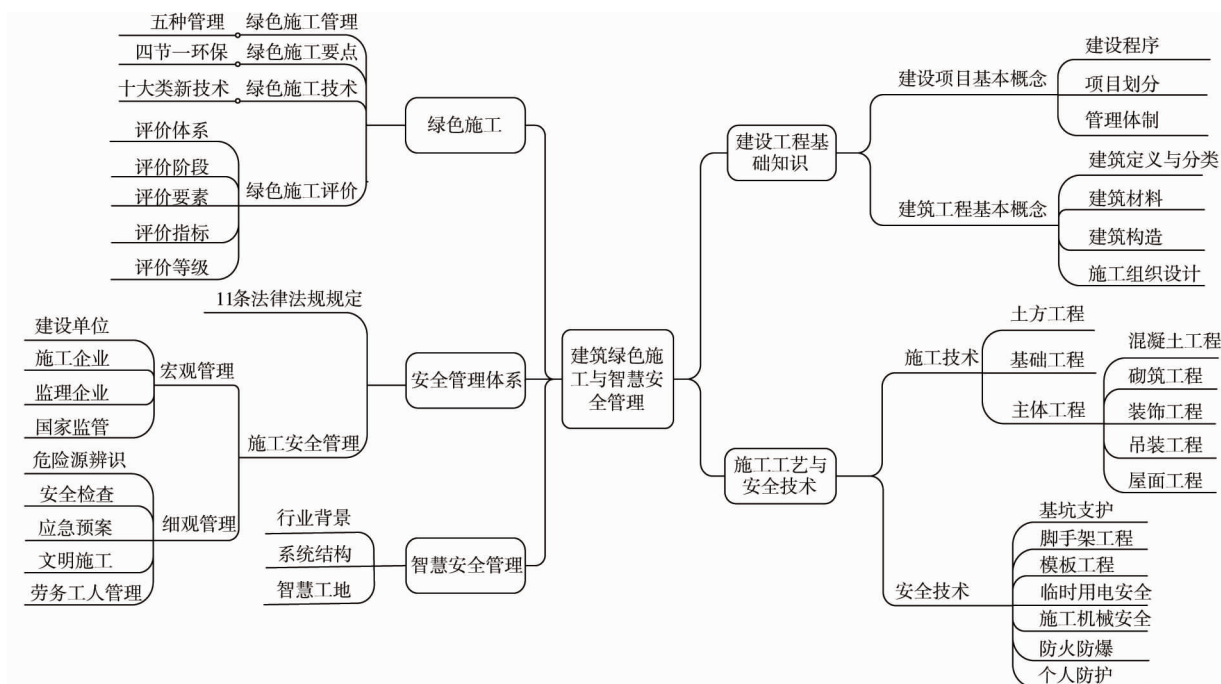


图3 课程知识点图谱

#### (2) 问题图谱

问题是知识内化和能力培养之间的桥梁,有效的学习往往发生在真实的情境问题解决过程中。从课程全局层面、概念层面、过程方法层面分解教学内容并设置问题,根据各层面问题的关联性构建问题图谱(见图4),能够帮助学生梳理核心知识点,提高学生的问题分析能力。

### 3.2 课程基础知识拓展

鉴于学生缺少建筑工程理论知识储备,任课教师可以对原教学内容体系中涉及建筑工程

基础理论的知识点进行适当拓展。基于知识点图谱对“建设工程基础知识”和“施工技术”进行细化分解,在智慧树平台的自建翻转课堂中引用关联度高的优质线上课程资源,同时建立基础知识题库,督促学生在开课前提前利用线上课程资源提前自学基础知识,完成相应的知识点测试。对自学过程中遇到的疑问,学生可通过智慧树问答讨论模块、线上交流软件或面对面形式与任课教师互动交流。通过预先学习,学生能够拓展课程基础知识面,提高自学能力和自我管理能力。

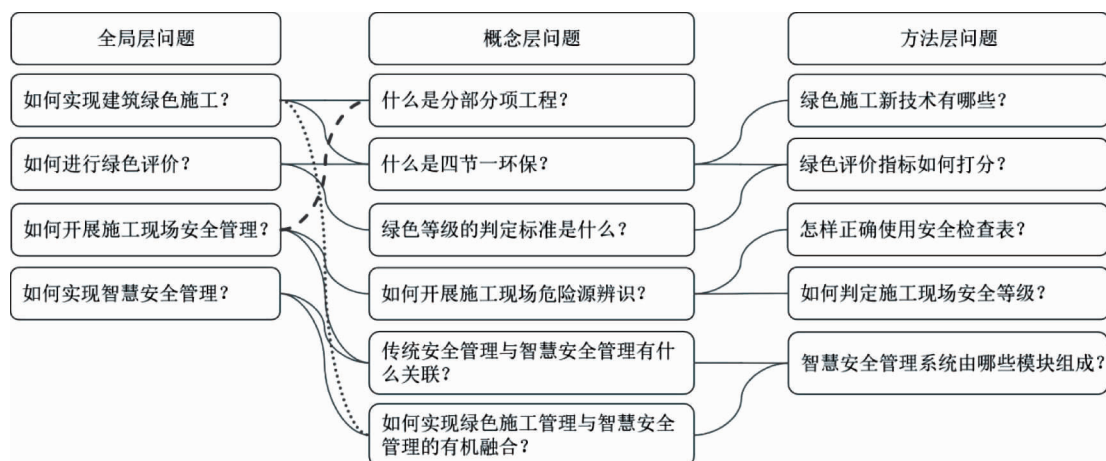


图4 课程问题图谱

对分项工程安全设计中涉及土力学、材料力学等工程计算的基础知识,可以通过线上和线下相结合的方式教学。一方面,任课教师可以在自建翻转课堂中引用已有的教学资源,与此同时,任课教师也可以自行录制典型设计计算案例的讲解视频,并上传至自建翻转课堂以供学生反复观看。另一方面,任课教师在线下授课中根据学生反馈的共性问题开展点拨式教学,帮助学生快速地吸收相关知识。

### 3.3 教学模式转变

#### 3.3.1 授课方式

##### (1) 以板书和多媒体相结合的授课方式

根据教学内容的性质采用不同的授课方式。“建筑绿色施工与智慧安全管理”是一门将建筑施工技术与安全管理紧密结合的课程,它需要较深厚的行业背景,才能将安全管理的基本原理融入其中。例如,运用多媒体演示建筑分部分项工程的基本流程,通过对学生视觉的直观刺激,生动展示其施工过程;通过板书罗列每堂课的知识逻辑图,让学生清晰地了解课堂的知识脉络。

##### (2) 采用引导式教学方法

在教学过程中,采用以问题、案例以及项目为载体的引导式教学方法,吸引学生注意力,提高其学习参与积极性<sup>[13]</sup>,培养学生分析问题的能力。例如,在介绍课程时,以实习现场为案例,采用问题引导式教学方式引导学生思考:“在认识实习和生产实习中,同学们去过建筑施工现场,了解到建筑施工包括哪些工程?这些工程是怎么分类的?不同类型工程中涉及哪些绿色施工技术和施工安全技术?如何从技术层面和管理层面保障各

工程的绿色施工和安全施工?”然后,针对前述问题,组织学生采取独立或分组的形式进行讨论、分析和总结。然后,任课老师结合图3所示知识图谱对前述问题进行剖析解答,帮助学生从整体上把握课程的知识脉络。在后续各章节的教学过程中均可沿用这种递进式提问的方式开展引导式教学。

##### (3) 嵌入仿真模拟动画动态展现施工过程

结合建筑信息模型实现建筑施工全过程的动态描述,以引起学生兴趣并培养其工程实践的基本思想。结合授课内容,实现不同环节的动态描述,如基坑施工、脚手架施工、模板工程、主体工程、屋面工程、装饰工程等。

##### (4) 开展线上线下混合式教学

线下面对面教学32学时,不能满足课程教学学时需求。引入信息化课堂就可以很好地解决这个问题<sup>[14]</sup>。根据课程内容知识模块,将部分教学内容制作成网络教学资源,供学生在课外在线自学。在课堂上,教师则通过讲授或讨论的模式,帮助学生剖析重难点。这种线上线下相结合的教学模式,不仅有利于翻转课堂的实施,而且可以培养学生的自我学习能力,提高教学效率与学习效果。

#### 3.3.2 虚拟实训环节

由于受实训场地和时间的限制,学生难以在现场全面了解建筑施工工艺的全过程。利用建筑信息模型(BIM)和虚拟现实技术(VR),可以采用交互式的虚拟仿真方式开展教学,该教学方式具有很强的情境性、系统性和交互性,能使学生更好地理解各类建筑的分项分部工程施工工艺特点以及安全技术要点,从而达到良好的教学效果<sup>[15]</sup>。围绕课程的核心内容设计相应的虚拟仿真实验项



目,对提高学生的实践动手能力和解决实际问题的能力有非常大的帮助。从长远来看,不仅可以节约实践教学资源,同时也规避了学生现场实习的安全风险。

#### (1) 施工全过程虚拟仿真实训

利用 BIM 技术搭建实际工程全过程虚拟现实场景,通过工程建造与实施过程中各岗位角色和任务的设置,让学生了解并实践施工过程中各个角色的工作内容,确保学生在掌握整个工程项目进程的基础上,具备工程建设全过程的综合能力。

#### (2) 建筑质量通病 VR 虚拟仿真实训

学生能以第一人称的视角显示在建筑工程虚拟场景中,并且通过实际走动和手柄传送在场景中漫游,在漫游过程中寻找建筑物存在的质量通病,用手柄点击查看通病点,选择形成原因和预防措施,回答正确后修复质量缺陷点,这样可以加深学习印象。

#### (3) 安全隐患排查整改 VR 虚拟仿真实训

以真实工程的现场作业环境为背景,让学生在课堂内身临其境地进入工程施工项目现场,并以安全管理人员的角度对建设工程项目施工过程中的安全隐患进行查找,引导学生主动学习。

#### (4) 施工安全 VR 体验项目

该项目包括房建预留洞口坠落、房建脚手架临边坠落、电焊机操作触电、基坑坍塌、承重支撑架坍塌等安全事故体验场景。

#### 3.3.3 工程设计能力训练

采用项目教学法能够充分发掘学生的创造潜能,提高学生解决实际问题的综合能力,培养学生的职业行为能力,具有很好的可操作性和实践性<sup>[16]</sup>。根据课程能力培养指标体系,以工程实际案例为原型,对课程中分散的知识点进行综合,设计一个或多个学生能用所学技能和知识解决的能力训练项目,见表 1。

表 1 能力训练项目

项目名称	主要内容
基坑开挖支护方案设计	支护方案比选,支护结构内力计算和基坑稳定性分析
模板支撑体系方案设计	施工方案确定,安全施工措施制定,模板设计计算书
脚手架施工方案设计	脚手架方案选择,脚手架计算书,脚手架安全防护设计
重力式挡土墙设计	挡土墙构造方案比选,挡土墙断面设计,挡土墙稳定性验算
施工现场临时用电设计	施工用电负荷计算,施工配电系统设计,安全用电技术措施
建筑施工现场安全评价	现场重大危险源辨识,评价单元的定性、定量评价

### 3.4 考核方式改革

根据安全工程专业毕业要求,以能力培养为目标,围绕理论教学环节和工程实践环节制定综合考核体系。理论教学环节包括课堂表现、课后表现、综合能力测试,工程实践环节包括问题分析能力训练和工程设计能力训练。确定各环节的评分指标体系及其权重,确定合理的评分方案。课程的综合考核从以下五个方面开展。

(1) 课堂表现考核。考核环节包括投票、头脑风暴、抢答、随堂测验等互动环节的参与度,课程笔记完整度。

(2) 课后表现考核。考核环节包括课后作业、自学章节测试、网络课程资源自学、问答讨论。

(3) 综合能力测试。在期末考试环节适当增加综合分析题的分值比例,增加课程思政元素试题。

(4) 问题分析能力考核。以虚拟实训为载体,考核学生分析建筑工程质量和安全隐患问题的能力。

(5) 工程设计能力考核。以实际建筑施工项目为基础,开展工程设计能力和绘图能力考核。

## 4 结论

(1) 课堂教学中存在学生对知识内容体系认识不全面、学习积极性不高等现象,传统的教学方式也制约了工程能力的培养。为此,可以通过知识图谱导航,促进学生全面认识课程内容体系,采用引导式、案例式以及项目式等教学方式提高学生的学习积极性。此外,还可以结合 BIM 虚拟仿真视频、现场视频以及网络课程资源,为学生打造一个立体学习氛围。

(2) 能力培养是新工科、专业认证的核心内容。根据专业定位以及行业需求确定课程的能力培养体系,设置实训、工程设计项目,着力提升学生发现和解决工程实际问题的能力。

(3) 加强过程考核,学习效果评价指标多元化。从学生课堂表现、课后表现、综合能力、设计的

能力、问题分析能力等五个方面来开展全过程考核,着力提升其学习能力和实战能力。

#### 参考文献:

- [1] 梁礼明,林元璋,吴健,等.“新工科”背景下地方本科院校改革发展路径探析[J].江西理工大学学报,2017(6):60-64.
- [2] 张海生.我国高校“新工科”建设的实践探索与分类发展[J].重庆高教研究,2018(1):41-55.
- [3] 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(3):22-35.
- [4] 徐锋,朱丽华,沈斌,等.专业认证背景下安全工程专业人才培养体系[J].中国安全科学学报,2021(5):45-51.
- [5] 郭志国,王蓉,支学艺,等.基于OBE理念安全工程专业人才培养体系构建[J].教育教学论坛,2021(43):13-16.
- [6] 时或,毛征宇,李会强.基于工程教育专业认证和“新工科”理念的地方高校新型育人模式探索与实践[J].当代教育理论与实践,2022(1):88-92.
- [7] 徐赢颖,施晓秋.传统专业课程新工科改造的路径、方法与实践[J].高等工程教育研究,2023(3):46-52.
- [8] 刘伟涛,陈锴.国内外建筑施工安全事故现状对比研究[J].黑龙江科技信息,2009(32):281,236.
- [9] 李润求,吴莹莹,伍爱友.安全工程专业《建筑安全技术与管理》课程教学改革与实践[J].教育现代化,2017(3):26-29.
- [10] 马亮,曹东强,查伊卿,等.多视角下我国房屋建筑施工事故统计特征分析及变化[J].工业安全与环保,2023(6):28-33.
- [11] 高伟红.基于全过程教学的建筑施工技术课程改革与实践[J].课程教育研究,2016(5):236-237.
- [12] 易灿南,胡鸿,刘美英,等.新工科、工程教育专业认证双背景下课程教学改革研究——以《工业通风》为例[J].安全,2019(2):43-46.
- [13] 倪冠华,程卫民,刘伟韬,等.教学案例库在安全工程专业课程中的探讨与实践[J].教育现代化,2018(13):128-129.
- [14] 苏远平,余秋明,杨蓓.智能制造2025背景下新工科核心课程教学新模式探索[J].教育教学论坛,2019(52):146-147.
- [15] 唐捷.建筑工程虚拟仿真实实践教学体系探索[J].丽水学院学报,2020(2):117-124.
- [16] 陈萍,吕明凯,辛程鹏,等.应用型本科院校建筑安全课程项目教学改革初探[J].贵州工程应用技术学院学报,2019(3):140-144.

## Teaching Reform of “Green Construction and Smart Safety Management of Building” under the Background of Emerging Engineering Education and Engineering Education Accreditation: Taking Hunan Institute of Technology as an Example

PENG Bin<sup>1</sup>, HU Hong<sup>1</sup>, LI Li<sup>2</sup>, JIANG Fuliang<sup>1</sup>, GUO Shengli<sup>1</sup>, ZHANG Yifu<sup>1</sup>

(1. School of Safety and Management Engineering; 2. Academic Affairs Office, Hunan Institute of Technology, Hengyang 421002, China)

**Abstract:** In the context of the emerging engineering education, curriculum teaching reform is a key link to cultivate the talents who have comprehensive ability of continuous innovation and meet the graduation requirements of engineering education accreditation. The course “Green Construction and Smart Safety Management of Building” is chosen as a case of teaching reform. Necessity of teaching reform and main problems are analyzed. Reform thoughts are discussed from five aspects, such as knowledge map, teaching mode, virtual training, engineering design ability training and assessment method. The research results are helpful for teachers to better carry out comprehensive teaching of this course and improve teaching effectiveness.

**Key words:** emerging engineering education; engineering education accreditation; safety engineering; “Green Construction and Smart Safety Management of Building”; teaching reform

(责任校对 朱正余)