

安全工程教育(本科)专业认证信息表达模型研究

杨振宏¹, 吴超², 许开立³, 钮英建⁴

1. 西安建筑科技大学安全工程研究所, 西安 710055
2. 中南大学资源与安全工程学院, 长沙 410083
3. 东北大学资源与土木工程学院, 沈阳 110006
4. 首都经济贸易大学安全与环境工程学院, 北京 100026

摘要 简述了安全工程教育(本科)专业认证的参考标准,包括通用(共同要求)、专业和其他三部分。在总结 2008 年安全工程教育(本科)专业认证试点工作的基础上,将专业认证对象、专家组看成一个试验系统,以人的行为、物的状态、环境及管理因素为认证信息,实现了各位专家的视觉、感知、识别、判断、确认等信息采集的数学表达和不同标准尺度下的统一信息测度,构建了安全工程专业知识的有向性、多向性集聚传播理论模型和发散传播理论模型等,以分析、判断教师、学生的行为、知识传播方式,提升学生认知水平,测评学生掌握基本理论、训练实践能力、培养创新能力的水平,为安全工程教育(本科)专业认证提供参考。

关键词 安全工程;专业认证;信息测度;集聚传播模型;发散传播模型

中图分类号 X932

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2009)16-0074-04

Study on Expression Models for Professional Accreditation of Safety Engineering Undergraduate Education

YANG Zhenhong¹, WU Chao², XU Kaili³, NIU Yingjian⁴

1. Institute of Safety Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China
2. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China
3. College of Resources and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China
4. College of Safety & Environmental Engineering, Capital University of Economics and Business, Beijing 100026, China

Abstract The standards for professional accreditation of safety engineering undergraduate education, which included general part (common request), professional part and specific part, was described

in brief in this paper. On the basis of summarizing the professional accreditation experimental unit work of safety engineering undergraduate education in 2008, the accreditation work was regarded as a system, which was constituted by the professional accreditation object and the expert group. Behavior of human, states for equipment, environment and management factors for the accreditation information, the mathematical models of information collection, which were based on each expert's sense, apperception, evaluation, judgment and relevant behavior, and unitive information estimation under different standards, were established. Theoretical models of single-directional or multi-directional convergency propagation or volatilization propagation were constructed, in order that both the teachers' and the students' behavior, mode of knowledge propagation could be analyzed and judged, the perceive level of the students could be advanced, and the level of the basic theory, the training-practice ability, and the innovation ability mastered by the students could be appraised, and so that reference sustantation theory could be offered to the professional accreditation of safety engineering undergraduate education. These models make it possible to summarize various opinions of all experts into a combined one. The method is great significant for the professional accreditation of safety engineering undergraduate education.

收稿日期: 2009-02-12

基金项目: 教育部博士学科点专项科研基金项目(20070703009)

作者简介: 杨振宏(中国科协所属全国学会个人会员登记号:E520001038L),教授,研究方向为安全理论、安全技术、爆炸工程,电子信箱:

zhenghongyang@sohu.com

Keywords safety engineering; professional accreditation; information estimation; convergency model; volatilization model

0 引言

安全工程专业主要研究预防事故发生以及事故发生后损失控制的工程技术手段。随着中国高等教育事业的不断发展,越来越多的高等教育院校开设了安全工程专业,旨在为国家培养适应社会主义市场经济发展需要的,掌握安全管理、安全工程技术的基础理论、知识和技能,具备从事安全工程方面的研究、设计、检测、评价、监察和管理等工作的基本能力和素质的专业人才。2006 年引入国际高等工程教育的专业认证方法,2007 年 12 月 20 日,在教育部高教司和高等学校专业认证专家委员会会议上,安全工程专业被新增为专业认证试点。

美国著名教育学研究专家斯塔弗尔·比姆曾说过,专业认证最重要的目的不在于证明而在于改进。严肃、规范、公正的认证活动,对于学校确保工程教育专业的先进性、提高工程教育的专业教学质量,培育高水平专业人才,将起到重要的促进作用。因此,要对认证结果进行认真分析,并系统归类建档,以提高其应用价值。经验表明,被认证对象往往容易将注意力集中于应付当前认证而忽视对未来发展的关注,因而不能充分利用认证结果来改进工作,提高教育质量。现代认证理论认为,认证是一个协助认证主体总结工作绩效、分析优缺点、提出改进措施、扬长避短、更有效地实现目标的系统而持续的过程,它不仅注重教育活动的投入、过程及其结果,更注重专业和院校的整体绩效水平,特别是重视可持续发展机制的考核,为长期发展打好基础。让被认证的高校认识认证这一根本作用,将有利于调动它们参与这项关系中国高等教育长远发展的系统工程的积极性^[1-2]。

1 安全工程专业认证参考标准

学科、专业水平是高校水平的集中体现。发展教育的理念和路径不同,环境与条件各异,各个学校的安全工程教育(本科)显示出不同的特色,总结各高校实践经验,对提高办学水平具有积极的参考作用,且有利于不同专业形成不同的发展模式。安全工程教育(本科)专业认证标准以保证与改进教育质量为目标,建立与注册工程师制度相衔接的与国际等效的认证体系,内涵包括培养目标(学生素质、能力和知识结构)、专业设计(课程设计、毕业设计)、专业实践(专业实验、专业实习和社会实践)等栏目,非常重视工程设计能力、实践能力的培养和拓展安全工程教育的发展空间。

安全工程专业认证参考标准包括 3 个部分:A 通用部分(共同要求)、B 专业部分(专业要求)和 C 其他部分。通用部分是各工程教育专业必须达到的基本要求,有 7 个指标;专业部分是在通用部分基础上根据安全工程专业的特点,提出特有的具体要求,有 3 个指标;其他部分体现各高校安全工程专业的特色。安全工程专业认证参考标准如表 1 所示。

表 1 安全工程专业认证参考标准
Table 1 Professional accreditation reference criterion of Safety Engineering

类型	指标	内涵
A 共同要求	A ₁ 专业目标	A ₁₁ 专业设置 A ₁₂ 培养目标及规格
	A ₂ 质量评价	A ₂₁ 内部评价 A ₂₂ 社会评价
	A ₃ 课程体系	A ₃₁ 课程设置 A ₃₂ 实践环节 A ₃₃ 毕业设计或论文
	A ₄ 师资队伍	A ₄₁ 师资数量与结构 A ₄₂ 教师发展
	A ₅ 支持条件	A ₅₁ 教学经费 A ₅₂ 教学设施 A ₅₃ 图书资料 A ₅₄ 产学研结合
	A ₆ 学生发展	A ₆₁ 学生招生 A ₆₂ 学生就业 A ₆₃ 学生指导
	A ₇ 管理制度	A ₇₁ 教学管理 A ₇₂ 质量控制
B 专业要求	B ₁ 培养目标	B ₁₁ 学生素质结构 B ₁₂ 学生能力结构 B ₁₃ 学生知识结构
	B ₂ 专业设计	B ₂₁ 课程设计 B ₂₂ 毕业设计
	B ₃ 专业实践	B ₃₁ 专业实验 B ₃₂ 专业实习 B ₃₃ 社会实践
C 其他	C ₁ 专业特色	C ₁₁ 专业特色
	C ₂ 人才特色	C ₂₁ 人才特色

安全工程专业认证通用部分和专业部分体现中国安全工程专业教育特点,抓重点和核心环节,不求面面俱道,在“人才培养共性规律”中体现“专业个性要求”,培养具备安全科学基础知识、解决安全问题的基本技能,具备各行业安全工程技术基础知识、安全管理科学知识,掌握多种事故预防手段,且具备应用能力,能够有效预防事故、有效进行事故后损失控制(控制事故发生后的损失)的综合型专业人才^[3-4]。

2 安全工程专业认证信息理论

按照安全工程专业认证参考标准,各位专家分析、判断提供的资料信息和实物信息十分重要,若将专业认证对象、专家组看成一个试验系统,以人的行为、物的状态、环境及管理因素为认证信息,可以实现各位专家的视觉、感知、识别、判断、确认等信息采集的数学表达和在不同标准尺度下的统

一信息测度问题。

在大量的认证资料信息和实物信息中,若考虑一个认证抽象试验 X ,它具有 N 种可能的结果 $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ 。专家组把 X 取某种具有可能结果 x_i 的可能性、机会或程度,称为 x_i 的肯定度,记做 $c_i, i=1, 2, \dots, N$ 。肯定度的集合 $c_i (i=1, 2, \dots, N)$ 称为肯定度分布,记为 C 。可以看出当 X 为概率型实验时, c_i 就是 p_i ,即 x_i 发生的概率;当 X 为偶发型实验时, c_i 就是 x_i 发生的可能度 q_i ;当 X 为模糊型实验时, c_i 就是 x_i 的隶属度 f_{i0} 。同时第 1 个问题的起始状态就是总问题的起始状态;最末的第 M 个问题的目标状态就是总问题的目标状态;中间第 m 个问题的目标状态就直接转移到第 $m+1$ 个问题的起始状态,其中, $m=1, 2, \dots, M-1$ [5-6]。

如果把专业认证看作为由认证对象和专家组构成的一个系统,记为 $(X, C, C^*; R)$,其中 R 为专家, (X, C, C^*) 为认证过程, C 是专家 R 关于 X 的先验可能度分布, C^* 是专家 R 关于 X 的后验可能度分布,则专家 R 从认证系统 (X, C, C^*) 中得到的信息量 $(C, C^*; R)$ 为

$$(C, C^*; R) = (C^*; R) - (C; R)$$

$$= \begin{cases} \sum_{i=1}^N c_i^* \lg c_i^* - \sum_{i=1}^N c_i \lg c_i & X \text{ 为概率型实验或偶发型实验} \\ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [c_i^* \lg c_i^* + (1-c_i^*) \lg (1-c_i^*)] - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [c_i \lg c_i + (1-c_i) \lg (1-c_i)] & X \text{ 为模糊型实验} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \sum_{n=1}^N c_i^* \lg c_i^* - \sum_{n=1}^N c_n \lg c_n & (C=P) \cup (C=Q) \\ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [c_i^* \lg c_i^* + (1-c_i^*) \lg (1-c_i^*)] & \\ -\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [c_n \lg c_n + (1-c_n) \lg (1-c_n)] & C=F \end{cases} \quad (1)$$

式中, P 为概率分布, Q 为可能度分布, F 为隶属度分布。

3 安全工程专业认证理论模型

在高校的教学过程中,以学生为中心,提升认知水平、掌握基本理论、训练实践能力、培养创新能力,构建合理教学模块和国际化教学体系,必须关注人(教师、学生)的行为,表现为教师与学生之间的知识传播关系、传播方式、传播过程。同时关注物的状态、环境及管理因素,表现为知识传播方式(1对1传播、1对多传播和多对1传播)及传播效率等。

3.1 有向集聚型(有向发散型)传播理论模型

认证考察专家组对被认证学校进行考察时,重要内容之一是对其人才培养体系进行分析、对教学条件进行调研,对专业教师与教学情况进行了解,从而判断能否满足培养社会和企业需要的专业人才。例如,了解教师授课质量的主要观察信息在于有向性、传播性,分析专业知识的传播源、集聚过程和聚集源。

若多传播源为各门课程 (c 为基础课和专业基础课, b 为专业课),集聚过程为教学过程(箭头方向),聚集源为学生

(a),各课程有向集聚于学生,符合有向集聚型传播规律,如图1所示。主要特征为传播量级是逐级增大、或由多到少、或由弱到强、或由面到点的传播态势,典型的形成过程,如“河水”汇合、“货物”集聚、信息传播、“设备”能力递增、体育竞赛和课程知识等传播过程。

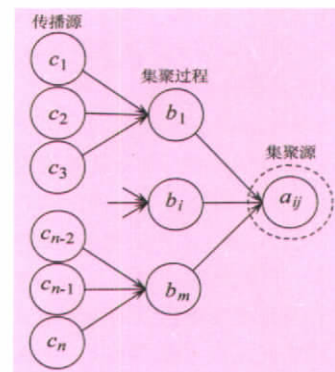


图1 有向集聚型传播

Fig. 1 Model of directional convergence

若传播源为教师(a),发散过程为教学过程(箭头方向),发散源为学生(b 为低年级, c 为高年级),各教师授课有向发散于学生,符合有向发散型传播规律,如图2所示。主要特征表现为传播量级是逐级减少、或由少到多、或由大到小、或由强到弱、或由点到面的传播态势,典型的形成过程,如“河水”分叉、“货物”发放、信息传播、技术推广、知识教育等传播过程。

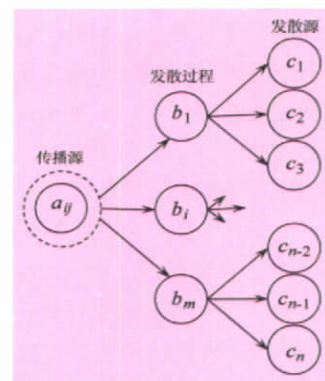


图2 有向发散型传播

Fig. 2 Model of directional volatilization dissemination

无论是有向集聚型,还是有向发散型,对学生专业知识传播都具有方向性、继承性和多层次性,其传播效果受人的行为、物的状态、环境以及管理等因素影响。有向集聚型(有向发散型)传播理论模型为

$$\begin{cases} a_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \alpha_{ij} & i \neq j \\ b_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} \beta_{ij} & i \neq j \end{cases} \quad (2)$$

式中, a_{ij} 、 b_{ij} 、 c_{ij} 互为有向传播的对象, α_{ij} 、 β_{ij} 为有向传播效率。

3.2 多向集聚型(多向发散型)传播理论模型

认证考察专家组对被认证学校进行考察时,重要内容之

一是对学生的实践能力进行调研,与学生交谈,关注企业对学生的评价,从而判断能否满足培养社会和企业需要的专业人才,其主要观察信息在于有向性、多源性、传播性。若多传播源为知识群(理论知识为 b , 实践知识为 c), 集聚过程为教学过程(箭头方向), 聚集源为学生(a), 各种技能从多向集聚于学生, 符合多向集聚型传播规律, 如图 3 所示。主要特征为多传播源从各点或各层面按多个方向的周围或深部逐渐延伸的链式关系, 其具备的集聚条件是有时空区域或层面。多向集聚型传播为传播量级呈现出剧增、或由面到点的传播态势。典型的传播过程, a 表示学生对象, b 表示知识群中的理论知识, c 表示知识群中的实践知识等传播过程。

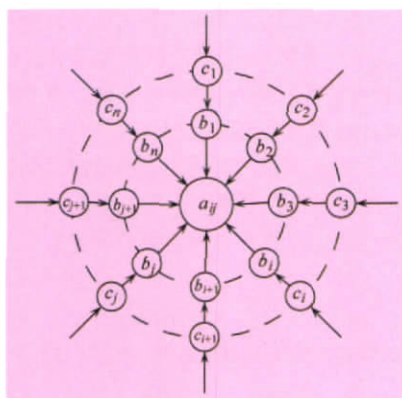


图 3 多向集聚型传播

Fig. 3 Dissemination model of multidirectional convergence

若发散源为学生(a), 集聚过程为教学过程(箭头方向), 多聚集源为企业群(b 和 c), 专业人才满足社会和企业的需要, 符合多向发散型传播规律, 如图 4 所示。主要特征为从一个点或一个层面按多个方向的周围或深部逐渐延伸的链式关系, 或由点到面的传播态势。典型的传播过程, a 表示学生对象, b 表示生产实习企业, c 表示认识实习企业等传播过程。

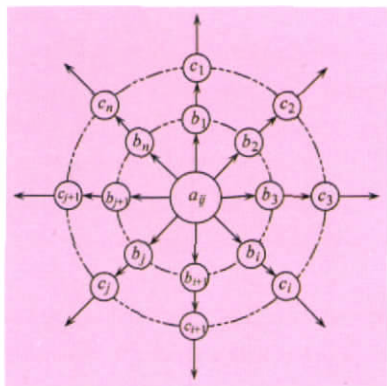


图 4 多向发散型传播

Fig. 4 Multidirectional volatilization model

多向集聚型(发散型)传播关系不是以线状或带状形式出现, 而是在线之间、环与环之间呈时空连续分布, 形成互相渗透和相互影响的整体空间, 集聚或蔓延的强弱程度与途径将取决于时空物质条件的不断提供与交换。多向集聚型(发散型)传播理论模型为

$$\begin{cases} a_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \alpha_{ij} & i \neq j \\ b_{ij} = c_{ij} \beta_{ij} & i \neq j \end{cases} \quad (3)$$

式中, a_{ij} 、 b_{ij} 、 c_{ij} 互有向传播的对象, α_{ij} 、 β_{ij} 为有向传播效率。

总之, 有向(多向)集聚型(发散型)传播理论模型用于分析、判断教师、学生的行为、知识传播方式, 目的是提升学生认知水平, 测评学生掌握基本理论、训练实践能力、培养创新能力。

4 结论

1) 由教育界与企业界专家共同组成专业认证专家组, 把专业认证对象、专家组看成一个试验系统, 以人的行为、物的状态、环境及管理因素为认证信息, 可以实现各位专家的视觉、感知、识别、判断、确认等信息采集的数学表达和不同标准尺度下的统一信息测度问题。

2) 构建专业知识的有向(多向)集聚型(发散型)传播理论模型, 可以测评学生的认知水平、基本理论的掌握、实践能力的训练、创新能力的培养状况, 可以完善合理教学模块, 满足国际化教学体系, 形成了安全工程教育(本科)专业认证的支撑理论。

3) 安全工程是一个综合学科, 需要具备国际发展的眼光, 开拓国际视野, 加强与国际工程专业认证组织的联系, 及时了解本专业的国际发展动态, 学习和借鉴西方发达国家先进的工程教育理念, 为中国的工程专业人士提供更高的就业平台, 力争在国际工程教育中争取更多的话语权。

参考文献 (References)

- [1] 宋守信, 杨书宏, 傅贵, 等. 安全工程本科教育专业认证的方法与实践[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(8): 49-57.
Song Shouxin, Yang Shuhong, Fu Gui, et al. China Safety Science Journal, 2008, 18(8): 49-57.
- [2] 刘潜. 中国高校创立“安全工程”本科专业的回顾[J]. 安全, 2005, 26(4): 65-69.
Liu Qian. Safety, 2005, 26(4): 65-69.
- [3] 傅贵, 陈大伟, 杨甲文. 论安全学科的内涵与本科教育课程体系建设[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(1): 63-66.
Fu Gui, Chen Dawei, Yang Jiawen. China Safety Science Journal, 2005, 15(1): 63-66.
- [4] 王孙禹, 孔钢城, 雷环. 《华盛顿协议》及其对我国工程教育的借鉴意义[J]. 高等工程教育研究, 2007(1): 10-15.
Wang Sunyu, Kong Gangcheng, Lei Huan. Reserches in Advanced Engineering Education, 2007(1): 10-15.
- [5] 杨振宏, 王祥尧, 张旭华. 高校安全工程专业课程体系成熟度评估模型[J]. 安全与环境学报, 2006, 6(3): 9-11.
Yang Zhenhong, Wang Xiangyao, Zhang Xuhua. Journal of Safety and Environment, 2006, 6(3): 9-11.
- [6] 杨振宏, 王祥尧, 张旭华, 等. 天然气储罐区 RIPC 预控与 SWOT 减灾技术矩阵[C]. //中国工程院化工、冶金与材料工程学部第五届学术年会文集. 北京: 中国石化出版社, 2005: 406-410.
Yang Zhenhong, Wang Xiangyao, Zhang Xuhua, et al. SWOT and REID exattation matrix of Safety Science and Technology discipline in the natural gas tank[C]. //5th Annual Meeting of Chemical, Metallurgical and Materials Engineering. Beijing: China Petrochemical Press 2005: 406-410.

(责任编辑 代丽)