

对我国工程教育专业认证十年的回顾与反思之二： 我们应该防止和摒弃什么

李志义

摘要：本文主要从认证标准、毕业要求、课程体系、达成度评价以及复杂工程问题等方面，对我国工程教育专业认证十年实践进行了回顾与反思，指出了我国工程教育专业认证应该防止和摒弃什么。这一回顾与反思，不仅对进一步做好专业认证工作，而且对深化工程教育专业教学改革，都是非常必要的。

关键词：工程教育；专业认证；认证标准；认证实践

一、关于认证标准

如何把握专业认证标准的定位和作用，关系到专业认证本身的定位和作用，甚至会影响我国工程教育专业教学改革。我们必须明确：专业认证标准不是专业质量标准，专业认证标准是最低要求，因此专业认证不是专业教学水平评估。换言之，我们要防止用专业认证标准代替专业质量标准、把专业认证当成是专业教学水平评估的倾向。

(1) 认证标准不是专业质量标准。我国专业认证标准是按照《华盛顿协议》要求建立的。2015版《工程教育认证标准》完全采用了《华盛顿协议》最新版本(第三版:2013年6月21日)中《毕业要求与执业能力》的12条框架性要求^[1],其余6项指标与美国工程教育认证协会(ABET)的最新认证标准(2016-2017)《工程专业认证标准》基本一致(将ABET的标准第7项“设施”与第8项“学校支持”合并为“支持条件”)^[2]。

《华盛顿协议》是个学位互认协议，它是建立在实质等效原则基础上的。所谓实质等效是指^[1]：并不要求被认证的专业具有同样的毕业要求与教学内容，而是它的毕业生就业后通过适当培

训和体验式学习，就能满足执业能力要求获得职业资格。《华盛顿协议》还特别指出^[1]：这里所说的毕业生，不是指某种特定类型的学历，而是学位；《华盛顿协议》提出的12条框架性要求，只作为表述具有实质等效的毕业要求的一种参考，它本身不作为认证的“国际标准”；它用以帮助签约成员和预备成员建立基于产出的认证准则；它是构成要素，而不是具体内容；它的表述并没考虑专业设置，只强调了专业教育的产出（毕业要求）实质等效性，因此，学校可以自行决定专业的具体结构、学习途径和教学模式。显然，《华盛顿协议》是一个基于实质等效原则的学位互认协议，它不是认证的“国际标准”，更不是专业质量标准。因此，我们不能用《工程教育认证标准》取代专业质量标准。否则，党的教育方针中“培养德智体美全面发展的社会主义建设者和接班人”在工程类专业教育中如何全面体现？具有我国特色的德育教育体系在工程类专业教育中如何落实？

(2) 认证标准是最低要求。《华盛顿协议》强调^[1]：提出的12条框架性毕业要求具有普适性，它反映《华盛顿协议》成员能接受的最低要求。这是由认证这种评估模式的特性决定的。目

李志义，沈阳化工大学校长，教授。电子邮箱：Lizy@dlut.edu.cn。

前，国际上有影响的高等教育评估模式有三种：认证模式、分等模式和审核模式。认证模式设定一个“最低标准”，判断的是与这个最低标准相比“差不差”和“差多少”，关注的是“差者”（或“差项”）。也就是说，是用“差者”（或“差项”）与最低标准比较，因此其基本取向是向下的。这种模式能驱使“差者”（或“差项”）达标。评估结论为“通过”和“不通过”两种，也可以设有“受限通过”结论。认证模式基本上起到一个“准入”的作用，通过认证后，就可以自由发展，故认证是高等教育的“守门员”。认证模式可以用在专业评估中，也可以用在院校评估中。除了专业认证，我国目前开展的新建本科院校合格评估，采用的就是认证模式。分等模式设定一个“多级标准”，判断的是符合多级标准（例如优、良、中、差）的那一级。关注的不仅是“差者”（或“差项”），还有“优者”（或“优项”），评估结论是分级的。我国首轮普通高等学校本科教学工作水平评估，选用的就是分等评估模式。正是认证模式的这一特性，决定了专业认证要“关注全体学生”、“看差不看优”。

（3）专业认证不是专业教学水平评估。如前所述，认证模式设定的是最低标准，而分等模式设定的是分级标准，故不能将专业认证看成是水平评估。也就是说，专业认证只能评“差不差”，而不能评“好不好”。因此，有两点必须注意：一是专业认证不是对专业教育质量的全面评估，二是专业认证的结果不可以用于专业教育质量的比较。专业认证的唯一依据就是认证标准，认证工作要紧密围绕标准要求进行，认证过程中的任何判断应该与认证标准的某项要求相关，不应该涉及与认证标准达成判定无关的内容。目前，在认证实践中，个别认证专家凭自己的经验，或用其他学校的做法作为评价和判断的依据，主观认为专业应该如何做、达到什么效果，这种做法是不妥当的。在认证实践中，还有一种往往容易出现的偏差是“预设结论”。有两种情况：一是不同学校相同专业，二是同一学校的不同专业。由于印象中专业A比专业B水平高，因此专业A的认证结论要比专业B好。例如，专业

B有3个Pc项，专业A一定要少于3个Pc项，否则结果就很难被接受。如前所述，专业认证只是判定标准要求是否达成，不进行任何水平评价与横向比较。例如，一所高水平研究型大学某一工程类专业的师资队伍，半数以上为院士或入选“千人计划”“长江学者”“杰青”等的高端人才，学术水平非常高，然而其中一些人缺乏工程背景，因此，根据认证标准师资队伍应该是一个Pc项；另一所教学型普通高校的另一专业，师资队伍中没有上述高端人才，但都有工程背景，且其他方面刚好满足认证标准要求，因此，师资队伍的认证结果应该是P项。这两个结果能有可比性吗？此外，认证中的Pc与Pw项，它们的数量累加没有意义，不能以此作为对被认证专业进行“水平”判定的依据，更不能据此对被认证专业进行“水平”比较。

二、关于毕业要求

我国2015版的《工程教育认证标准》共有7项，依次是学生、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍和支持条件，其设置充分体现了目标导向、学生中心和持续改进的理念：学生是中心项，其他项都是围绕着使学生达到毕业要求、进而达成培养目标设置的。其中课程体系、师资队伍和支持条件是3个输入性项，持续改进是保障性项。在目前的专业认证实践中，有时过分强调毕业要求而忽视了其他项，而且对毕业要求的理解也存在一定偏差。

（1）毕业要求不是统一的学习产出。专业认证标准给出的毕业要求，是毕业生能力结构框架，而不是毕业生学习产出。《华盛顿协议》强调^[1]：毕业要求“是表明毕业生能够获得执业能力的一些要素”。“并不要求被认证专业的毕业生具有相同的学习产出和学习内容”。因此，认证标准给出的毕业要求，是毕业生学习产出的“轮廓”，而不是“画像”。也就是说，它仅仅给出了毕业生学习产出必须具备的要素（例如，应该具备鼻子、眼睛、耳朵……五官等），并没对要素提出具体要求（例如，鼻子、眼睛、耳朵……五官等

各自应该长多大)。被认证的专业应该根据自己的培养目标,将毕业要求具体化,形成毕业生的学习产出。目前,在认证实践中,无论是被认证的学校还是认证专家,都把认证标准给出的毕业要求当成了毕业生的学习产出,这将错误引导高校同质化办学。由于毕业要求相同,按照支撑关系推出的培养目标和课程体系理论上是相同的。其后果是,不管各高校的办学定位和办学条件如何,都用相同的培养目标、毕业要求和课程体系培养人,显然这不符合人才培养规律和人才培养多样化的要求。《华盛顿协议》指出^[1]:专业应该根据认证标准的毕业要求框架,制定出自己的毕业要求,这个毕业要求“是可评价的学习产出,它由不同程度的具体描述来支撑”。例如,认证标准12条的毕业要求的第1条“能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决复杂工程问题”,只强调“能够将知识用于解决工程问题”,至于知识有“多深”、范围“多广”、工程问题有“多复杂”、解决到“什么程度”,并没有做出规定性要求。这就需要专业结合自身的培养定位和培养目标做出具体描述,这个具体描述过程就是将认证标准的毕业要求转化为“可评价的学习产出”的过程。其实,这是教学设计的一个关键性环节,但往往被忽略。

(2) 毕业要求与培养目标、培养定位的关系。广义地讲,毕业要求与培养目标都是专业教育的“成果”,但培养目标是专业教育的终极成果。所谓目标导向,是指培养目标导向。习惯上称专业具体化后的毕业要求为毕业生的学习产出(或称学习成果),称培养目标为专业教育产出(或称教育成果)^[3]。培养目标是针对毕业生在毕业后5年左右能够达到的职业和专业成就的总体描述。毕业要求是对学生毕业时所应该掌握的知识和能力的具体描述,包括学生通过本专业学习所掌握的技能、知识和能力,是学生完成学业时应该取得的学习成果。培养定位强调的是“能干什么”,而培养目标和毕业以其突出的是“能有什么”。培养目标是毕业生在毕业后5年左右“能有什么”,而毕业要求是毕业生毕业时“能有什么”。“能干什么”主要取决于“能有什么”。如果将培养定位理

解为能从事某种职业、将培养目标理解为毕业生的执业能力、将毕业要求理解为毕业生的毕业能力的话,那么培养定位、培养目标和毕业要求的关系可以描述如下:培养目标是培养定位的缘由,即:培养目标是“为什么”能从事这种职业,因为具备了这种职业能力;毕业要求是培养目标的缘由,即:毕业要求为“为什么”能具备这种职业能力,因为具备了这种毕业能力。然而,目前专业培养目标的表述几乎成了八股文:“本专业培养具备……的,能在……领域从事……的高级工程技术人才。”这种表述存在两个问题:一是培养目标与培养定位概念混淆;二是条理不清,难以分解和评价。

(3) 毕业要求要表达准确。前面我们强调,认证标准给出的毕业要求是毕业生能力结构框架,而不是毕业生的学习产出。专业应该根据认证标准给出的毕业要求,确定出“可评价的学习产出”并使“它由不同程度的具体描述来支撑”。由于专业确定的毕业要求要完全覆盖认证标准的12条,一种推荐的做法是,专业可以将认证标准的12条作为自己的毕业要求,但必须通过指标点将其具体化和准确表达。确定指标点应遵循2个原则:一是关联性,二是准确性。关联性包括对应性、不可逆性及不可复制性。对应性是指,指标点与毕业要求应有明确的对应关系。一般一条毕业要求要分解成若干个指标点(例如3个左右)。不可逆性是指,毕业要求与指标点的对应关系是不可逆的,即一条毕业要求可分解为数个指标点,但一个指标点不应对应多条毕业要求。不可复制性是指,指标点不应直接复制毕业要求,指标点应以更具体、明确、可评价的方式表述。准确性是指,指标点呼应毕业要求的精准度,这在很大程度上取决于表述指标点所用的动词。Bloom将认知分成记忆、理解、应用、分析、评价、创造等6个(依次递增)层次。应按照培养目标,准确表述认知层次,尽量不用低层次的“记忆”来表述。例如,“了解解决工程问题所需的科学概念”属于“记忆”层次,“能够运用科学概念分析工程问题”属于“分析”层次,“能够运用科学概念评价工程问题”属于“评价”层次,“能够运用科学概念解决工程问题”属于“创造”

层次。所以，指标点设置时用好动词，是毕业要求能不能表达准确的关键。表达 Bloom 6 个认知层次的动词可举例如下：第一层次，可用了解、认识、界定、复述、重复、描述等动词；第二层次，可用掌握、比较、推论、解释、论证、预测等动词；第三层次，可用应用、执行、实施、开展、推动、操作等动词；第四层次，可用分析、辨别、解构、重构、整合、选择等动词；第五层次，可用评价、检查、判断、批判、鉴赏、协调等动词；第六层次，可用开发、建立、制定、解决、设计、规划等动词。用不同的动词，表达程度上的差异，这样不同专业虽然都采用了认证标准的 12 条毕业要求，但由于这种差异，导致培养目标与课程体系不会相同。

三、关于课程体系

课程（包括所有教学环节）是专业教育的基本载体，专业教育目标的达成，主要是靠课程教学目标的达成而实现的。目前，在课程体系构建方面有时还存在偏离成果导向教育的情况。

(1) 课程体系要反向设计。成果导向教育的实施要坚持三大原则：反向设计、学生中心和持续改进。反向设计是相对传统的正向设计而言的。正向设计是课程导向的，教学设计从构建课程体系入手，以确定达到课程教学目标的適切性。而反向设计是成果导向的，课程设计从顶峰成果（培养目标）入手，以确定所有迈向顶峰成果的教学的適切性。反向设计过程及主要步骤如下^[4]：第一步，根据需求确定培养目标。首先要准确定义需求，包括外部需求和内部需求。内外需求与培养目标的对应关系是：前者是确定后者的依据，后者要与前者相适应。第二步，根据培养目标确定毕业要求。培养目标与毕业要求的关系是：前者是确定后者的依据，后者支撑前者的达成。第三步，根据毕业要求确定指标点。毕业要求与指标点的关系是：前者决定后者，后者覆盖前者。第四步，根据指标点确定课程体系。指标点与课程体系的关系是：前者是构建后者的依据，后者支撑前者的达到。第五步，根据课程体系确定教学要求。毕业要求与教学要求的关系是：前者决

定后者，后者覆盖前者。第六步，根据教学要求确定教学内容。教学要求和教学内容的关系是：前者是选择后者的依据，后者支撑前者的达到。由于正向设计是从课程体系开始，再到毕业要求、再到培养目标、再到需求，教育结果一般很难满足需求。而成果导向教育则不然，它是反向设计、正向实施，这时“需求”既起点又是终点，从而最大程度上保证了教育结果与需求的一致性。

(2) 知识结构不相应于课程导向。知识结构是课程配置的总纲，是构建课程体系基本依据。《华盛顿协议》要求的知识结构见表 1^[1]：

表 1 《华盛顿协议》《悉尼协议》要求的知识结构

《华盛顿协议》	《悉尼协议》
WP1: 对用于本学科的系统的基础理论知识的理解。	SK1: 对用于本二级学科的系统的基础理论知识的理解。
WP2: 用于本学科与分析建模相关的数学、数值分析、数理统计以及计算机和信息科学知识。	SK2: 用于本二级学科与分析建模相关的数学、数值分析、数理统计以及计算机和信息科学知识。
WP3: 本工程学科所需的系统的工程理论基础知识。	SK3: 本工程二级学科所需的系统的工程理论基础知识。
WP4: 为本工程学科工程实践提供理论支撑的工程专门知识，多是本学科前沿知识。	SK4: 为本工程二级学科工程实践提供理论支撑的工程专门知识，
WP5: 在实践领域为工程设计实践提供支撑的知识。	SK5: 在技术实践领域为工程设计实践提供支撑的知识。
WP6: 为本学科工程实践提供支撑的知识。	SK6: 为本二级学科工程实践提供支撑的知识。
WP7: 在本学科工程实践中对社会以及给定问题的工程角色的理解；工程师的伦理与公共安全职业责任；工程活动的影响；经济、社会、文化、环境和可持续发展。	SK7: 在应用工程技术对社会以及给定问题的技术角色的理解；伦理与影响；经济、社会、环境和可持续发展。
WP8: 在本学科的研究文献中选择知识。	SK9: 在本学科的技术文献中选择知识。
构建这种知识结构并建立下表所列毕业要求的专业的典型修读年限为4-5年，这取决于学生入学时的水平。	构建这种知识结构并建立下表所列毕业要求的专业的典型修读年限为4-5年，这取决于学生入学时的水平。

显然，这是一个成果导向的知识结构，它与 12 条毕业要求直接关联。我国 2015 版《工程教育认证标准》对知识结构提出如下要求：①与本专业毕业要求相适应的数学与自然科学类课程（至少占总学分的 15%）。②符合本专业毕业要求的工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程（至少占总学分的 30%）。工程基础类课程和专业基础类课程能体现数学和自然科学在本专业应用能力培养，专业类课程能体现系统设计和实现能力的培养。③工程实践与毕业设计（论文）（至少占总学分的 20%）。这是一个课程导向的知识结构，是以传统的“自然科学基础—学科（专业）基础—专业”三级课程体系结构（典型的科学教育课程体系结构）为基础的，它与 12 条毕业要求缺乏直接关联。有两种情况必须彻底摒弃：一是“换汤不换药”，将原来的用学科知识逻辑结构构建的课程体系硬往 12 条毕业要求上“贴”，而不是用 12 条毕业要求反向重构课程体系；二是机械地强调“课程对应”，机械地将 12 条毕业要求的所有内容都与一门门具体课程相对应，原来没有的设新课，原来包含在其他课程中的拿出来单独设课。这两种情况都是课程导向的后果。

四、关于达成度评价

持续改进是工程教育专业认证的基本理念之一，持续改进的前提是评估与评价。目前，我们对评估与评价的目的、对象及方法等无论在认识层面还是在实践层面都存在一些偏差，这会影响到我们对专业认证方向的正确把握。

(1) 达成度评价不应等同或代替达成评价。我国 2015 版的《工程教育认证标准》对评估和评价分别作了特别定义：评估是指确定、收集和准备所需资料和数据的过程，以便对毕业要求和培养目标是否达成进行评价。评价是对评估过程中所收集到的资料和证据进行解释的过程。评价过程判定毕业要求与培养目标的达成度，并提出相应的改进措施。显然，评估是指

向毕业要求和培养目标的达成的，而评价是指向毕业要求和培养目标的达成度的。而且，评估的对象是毕业生，即通过适当的评估方式，来判断毕业生是否能够达到毕业要求和培养目标；评价的对象是课程体系，即利用评估的结果，来判断课程体系支撑毕业要求和培养目标达成的程度。另外，评估的目的是为了证明学生达到了毕业要求，评价的目的是为了对课程体系设计和课程教学进行持续改进。ABET《工程专业认证标准》曾要求同时评价毕业要求和培养目标的达成度，但考虑到培养目标的达成度很难用直接和量化的方式进行评价，同时培养目标除了专业教育成果外，还反映了社会或岗位再教育的成果，因此，后来的达成度评价只强调针对毕业要求进行。在我国专业认证实践中，有时不注意区别“达成”和“达成度”，甚至错误地用“达成度”评价代替“达成”评估，过分强调毕业要求的达成度评价，而忽视了毕业生达成评估。另外，我国目前评估方式比较单一，以直接、定量的考试与作业为主，这不利于对学生毕业要求达成的全面评估；在学生毕业要求达成评估中有一个误区，即要求支撑毕业要求达成的教学内容必须全部在考试中体现。这种“全覆盖”实际上是很难做到的。为此，认证标准特别规定：“评估过程中可以包括适当的抽样方法。”也就是说，考试内容可以是样本空间（课程教学全部内容）的代表，不一定是全部。

(2) 达成度评价只能用于持续改进。ABET 最新认证标准（2016 - 2017）指出^[2]：“专业必须采用适当的文件化过程，对毕业要求的达成度进行定期评估。评估结果作为输入应系统地用于持续改进。”而在我国专业认证实践中，毕业要求达成度评价放在“毕业要求”项而不是“持续改进”项，由此会产生这样悖论：如果毕业生的毕业要求达成度为 90%，那至少说明还有 10% 还没达成；既然毕业要求没有完全达到，为什么所有毕业生都毕业了？问题的关键在于：针对毕业生评估的应该是“达成”，其结果用于判断学生是否达到毕业标准（要求）；

针对课程体系评价的应该是“达成度”，其结果用于对课程体系设计和课程教学进行持续改进。我国专业认证中，对毕业要求达成度评价的方式也比较单一，大都基于毕业生在某门课程考试中的平均成绩。尽管对不同的课程考虑了不同的权重，但由于每门课程考题的难易程度不同所造成的平均分的不可比性也是显然存在的。有的专业将达成度评价的合格标准定为70%、有的为75%、有的为65%，其实这个数基本上是没有意义的，重要的是课程达成度的相对值，由此可以判断课程体系中每门课程对毕业要求达成的贡献情况，据此可以对课程体系设计和课程教学进行持续改进。

五、关于复杂工程问题

“复杂工程问题”是专业认证的一个老问题，也是一个“新”问题。《华盛顿协议》对它早有明确定义与界定，但我国2015版的《工程教育认证标准》却将它作为一个特别强调的“新”问题，这可能是由于认识上的一些偏差造成的。

(1) 复杂工程问题的核心问题是教育层次。我国2015版的《工程教育认证标准》对“复杂工程问题”作了特别定义：本标准中所提到的“复杂工程问题”必须具备下述特征①，同时具备下述特征②—⑦的部分或全部：①必须运用深入的工程原理经过分析才可能得到解决；②需求涉及多方面的技术、工程和其他因素，并可能相互有一定冲突；③需要通过建立合适的抽象模型才能解决，在建模过程中需要体现出创造性；④不是仅靠常用方法就可以完全解决的；⑤问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业标准和规范中；⑥问题相关各方利益不完全一致；⑦具有较高的综合性，包含多个相互关联的子问题。本定义虽然引自《华盛顿协议》^[1]，但在引用时忽略了3个重要前提：一是它的前提为表1给出的知识结构（原表中还包括了《都柏林协议》知识结构要求）；二是本定义中对“①必须运用深入的工程原理经过分析才可能得到

解决”的描述忽略了其中一些重要内容，完整的描述应该是：“①必须运用深入的工程知识、基于基本原理经过分析才可能得到解决，这些工程知识要达到知识结构WK3, WK4, WK5, WK6 或 WK8 的要求（参见表1）”；三是相应于这种知识结构的修业年限为4—5年。目前，关于工程教育认证的协议比较有影响的有三个，即《华盛顿协议》《悉尼协议》《都柏林协议》。《华盛顿协议》主要针对本科工程学位（一般为四年）教育及“工程师”培养的认证；而《悉尼协议》则是针对“工程技术专家”培养（一般是三年制，相当于我国的高职高专教育）的认证。《华盛顿协议》《悉尼协议》《都柏林协议》的毕业要求分别基于其不同的知识结构（见表1），而不同的知识结构又分别基于其不同的解决工程问题的范围。《华盛顿协议》、《悉尼协议》和《都柏林协议》解决工程问题的范围分别是^[1]：复杂工程问题（Complex Engineering Problems）、宽泛工程问题（Broadly-defined Engineering Problems）和限定工程问题（Well-defined Engineering Problems）。解决工程问题的范围主要取决于教育层次，教育层次主要取决于修业年限与知识的深度与广度，知识的深度主要取决于基于自然科学（满足《华盛顿协议》要求）还是基于技术科学（满足《悉尼协议》要求），知识的广度主要取决于基于一级学科（满足《华盛顿协议》要求）还是基于二级学科（满足《悉尼协议》要求）。我国的大学本科教育的修业年限为4年，考虑到我国基础教育水平，这个修业年限是完全满足《华盛顿协议》的要求。我国的大学本科教育以自然科学为基础，学科范围由二级学科拓展到了一级学科，构筑了自然科学、一级学科、二级学科和专业四层次知识结构，无论知识的深度还是广度都完全满足《华盛顿协议》的要求。因此，我们应该很自信地认为，我国大学本科教育解决问题的范围就是复杂工程问题，而不必在《工程教育认证标准》作特别强调。

(2) 复杂工程问题不是教学内容。由于没有准确把握复杂工程问题的实质，在专业认

证实践中，把复杂工程问题当成了教学内容，专业追求或要求专业要有解决复杂工程问题的专门教学环节。应该强调的是，要将改进教学方法（例如增加问题的复杂性、强调解的不确定性等）与“增加解决复杂工程问题的教学内容”区分开来。复杂工程问题是教育背景而不是教学内容，在学校只能培养学生具有解决复杂工程问题的知识基础、意识和初步能力，而解决复杂工程问题的能力需要在职业实践中不断提高与完善。正如 W.L. 埃弗雷特早在 1944 年发表的“长生鸟——对工程教育的挑战”一文中指出的那样：工程师完整的教育过程包括大学里的阶段和工业部门中的阶段。一些东西在大学里教最好，另一些则最适于到工业部门去学。大学里教学必然地将更多地倾向于必须要教授的分析方面，而综合的方面将在工业中学习。

六、结束语

我国工程教育专业认证十年取得的成就令人鼓舞。然而，认真回顾与反思这十年的认证实践中我们应该防止和摒弃什么，对再一个十年取得更辉煌的成就很必要。例如：专业认证标准不是专业质量标准而是一个学位互认标准，因此不能用认证结果评价专业教育水平；专业认证标准是最低要求，因此不能将认证结果用于专业教育质量的比较；专业认证不是专业教学水平评估，因此认证工作应紧密围绕标准要求，不应涉及与认证标准达成判定无关的内容。工程教育专业认证标准给出的毕业要求，

是毕业生能力结构框架，不应该将其看成是毕业生的学习产出；要正确处理毕业要求、培养目标和培养定位三者的关系，防止专业教育同质化倾向。课程体系应坚持反向设计，知识结构不应课程导向，一方面要防止将现有的课程体系硬往毕业要求上“贴”，另一方面要防止将毕业要求的所有内容都机械地与一门门具体课程对应。达成度评价不应等同或代替达成评价，达成度评价只能用于持续改进。复杂工程问题的核心问题是教育层次，我们应该很自信地认为，我国大学本科教育解决问题的范围就是复杂工程问题。复杂工程问题不是教学内容而是教育背景，专业不应追求或不应要求专业设置解决复杂工程问题的专门教学环节。

参考文献：

[1] International Engineering Alliance(IEA). Graduate Attributes and Professional Competencies[EB/OL]. Version 3: 21 June 2013. available through the IEA website: <http://www.ieagrements.org>.

[2] Accreditation Board for Engineering and Technology(ABET). Criteria For Accrediting Engineering Programs (2016 – 2017) [EB/OL]. available through the ABET website: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/>.

[3] 李志义. 适应认证要求 推进工程教育教学改革 [J]. 中国大学教学, 2014 (6) : 9-16.

[4] 李志义. 成果导向的教学设计 [J]. 中国大学教学, 2015 (3) : 32-39.

[责任编辑：李文玲]