

工程教育专业认证

学 习 材 料

2020 年 10 月

目 录

第一部分 工程教育认证标准（2017 版）	1
第二部分 工程教育专业认证基本介绍	5
一、背景	5
二、重要性	6
三、目标	6
四、专家评价的关键点	6
五、核心理念	7
第三部分 工程教育专业认证的意义	8
第四部分 我国开展工程教育专业认证理念	9
一、我国开展工程教育认证目的	9
二、工程教育认证标准的基本内容和框架结构	9
三、工程教育认证的基本理念	9
四、工程教育认证是如何体现以学生为中心	10
五、工程教育认证是如何体现以成果导向	10
六、工程教育认证是如何体现持续改进	10
第五部分 理念解释	11
一、以学生为中心(Student-Centered)	11
二、成果导向(Outcome-Based Education)	11
三、持续改进(Continuous Quality Improvement)	12
四、如何理解以学生为中心	12
五、解析工程教育专业认证的成果导向理念	13
六、如何实施持续改进	21

第一部分 工程教育认证标准

(2017年11月修订)

说明

1. 本标准适用于普通高等学校本科工程教育认证。
2. 本标准由通用标准和专业补充标准组成。
3. 申请认证的专业应当提供足够的证据，证明该专业符合本标准要求。
4. 本标准在使用到以下术语时，其基本涵义是：
 - (1) 培养目标：培养目标是对该专业毕业生在毕业后5年左右能够达到的职业和专业成就的总体描述。
 - (2) 毕业要求：毕业要求是对学生毕业时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知识、技能和素养。
 - (3) 评估：指确定、收集和准备各类文件、数据和证据材料的工作，以便对课程教学、学生培养、毕业要求、培养目标等进行评价。有效的评估需要恰当使用直接的、间接的、量化的、非量化的手段,评估过程可以采用合理的抽样方法。
 - (4) 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，评价结果是提出相应改进措施的依据。
 - (5) 机制：指针对特定目的而制定的一套规范的处理流程，包括目的、相关规定、责任人员、方法和流程等，对流程涉及的相关人员的角色和责任有明确的定义。
5. 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) 涉及多方面的技术、工程和其它因素，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工程实践的标准和规范中;

(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。

通用标准

1 学生

1.1 具有吸引优秀生源的制度和措施。

1.2 具有完善的学生学习指导、职业规划、就业指导、心理辅导等方面的措施并能够很好地执行落实。

1.3 对学生在整个学习过程中的表现进行跟踪与评估, 并通过形成性评价保证学生毕业时达到毕业要求。

1.4 有明确的规定和相应认定过程, 认可转专业、转学学生的原有学分。

2 培养目标

2.1 有公开的、符合学校定位的、适应社会经济发展需要的培养目标。

2.2 定期评价培养目标的合理性并根据评价结果对培养目标进行修订, 评价与修订过程有行业或企业专家参与。

3 毕业要求

专业必须有明确、公开、可衡量的毕业要求, 毕业要求应能支撑培养目标的达成。专业制定的毕业要求应完全覆盖以下内容:

3.1 工程知识: 能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题。

3.2 问题分析: 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题, 以获得有效结论。

3.3 设计/开发解决方案: 能够设计针对复杂工程问题的解决方案, 设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

3.4 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

3.5 使用现代工具：能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

3.6 工程与社会：能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

3.7 环境和可持续发展：能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

3.8 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

3.9 个人和团队：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

3.10 沟通：能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

3.11 项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

3.12 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

4 持续改进

4.1 建立教学过程质量监控机制，各主要教学环节有明确的质量要求，定期开展课程体系设置和课程质量评价。建立毕业要求达成情况评价机制，定期开展毕业要求达成情况评价。

4.2 建立毕业生跟踪反馈机制以及有高等教育系统以外有关各方参与的社会评价机制，对培养目标的达成情况进行定期分析。

4.3. 能证明评价的结果被用于专业的持续改进。

5 课程体系

课程设置能支持毕业要求的达成，课程体系设计有企业或行业专家参与。课程体系必须包括：

5.1 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%）。

5.2 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。

5.3 工程实践与毕业设计（论文）（至少占总学分的 20%）。设置完善的实践教学体系，并与企业合作，开展实习、实训，培养学生的实践能力和创新能力。毕业设计（论文）选题要结合本专业的工程实际问题，培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力。对毕业设计（论文）的指导和考核有企业或行业专家参与。

5.4 人文社会科学类通识教育课程（至少占总学分的 15%），使学生在从事工程设计时能够考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素。

6 师资队伍

6.1 教师数量能满足教学需要，结构合理，并有企业或行业专家作为兼职教师。

6.2 教师具有足够的教学能力、专业水平、工程经验、沟通能力、职业发展能力，并且能够开展工程实践问题研究，参与学术交流。教师的工程背景应能满足专业教学的需要。

6.3 教师有足够时间和精力投入到本科教学和学生指导中，并积极参与教学研究与改革。

6.4 教师为学生提供指导、咨询、服务，并对学生职业生涯规划、职业从业教育有足够的指导。

6.5 教师明确他们在教学质量提升过程中的责任，不断改进工作。

7 支持条件

7.1 教室、实验室及设备在数量和功能上满足教学需要。有良好的管理、维护和更新机制，使得学生能够方便地使用。与企业合作共建实习和实训基地，在教学过程中为学生提供参与工程实践的平台。

7.2 计算机、网络以及图书资料资源能够满足学生的学习以及教师的日常教学和科研所需。资源管理规范、共享程度高。

7.3 教学经费有保证，总量能满足教学需要。

7.4 学校能够有效地支持教师队伍建设，吸引与稳定合格的教师，并支持教师本身的专业发展，包括对青年教师的指导和培养。

7.5 学校能够提供达成毕业要求所必需的基础设施，包括为学生的实践活动、创新活动提供有效支持。

7.6 学校的教学管理与服务规范，能有效地支持专业毕业要求的达成。

三、专业补充标准

专业必须满足相应的专业补充标准。专业补充标准规定了相应专业在课程体系、师资队伍和支持条件方面的特殊要求（略）。

第二部分 工程教育专业认证基本介绍

认证(Accreditation)是高等教育为了教育质量保证和教育质量改进而详细考察高等院校或专业的外部质量评估过程。——CHEA（美国高等教育认证机构）

一、背景

1. 华盛顿协议

《华盛顿协议》是国际工程师互认体系的六个协议（《华盛顿协议》、《悉尼协议》、《都柏林协议》、《工程师流动论坛协议》、《亚太工程师计划》、《工程技术员流动论坛协议》）中最具权威性，国际化程度较高，体系较为完整的“协议”，是加入其他相关协议的门槛和基础。

《华盛顿协议》于1989年由来自3大洲的美国、英国、加拿大、爱尔兰、澳大利亚、新西兰6个国家发起和签署。该协议主要针对国际上本科学历（一般为四年）资格互认。目前《华盛顿协议》有正式会员15个，分别为美国、英国、加拿大、爱尔兰、澳大利亚、新西兰、新加坡、中国香港、南非、日本、韩国、土耳其、俄罗斯、马来西亚和中华台北；预备会员5个，分别为德国、印度、巴基斯坦、斯里兰卡和孟加拉国。

中国已于2012年12月正式提出加入华盛顿协议的申请，英国-澳大利亚的相应组织作为正式提名单位。

2013年6月，中国成为预备成员。2016年6月我国成为华盛顿协议正式成员国。

协议的核心内容——可比性和等效性

可比性：用于工程教育专业认证体系具有可比性。

等效性：经认证的专业培养的毕业生获得的能力是等效的。

二、重要性

教育部《关于普通高等学校本科教学评估工作的意见》要求“建立健全以学校自我评估为基础，以院校评估、专业认证及评估、国际评估和教学基本状态数据常态监测为主要内容，政府、学校、专门机构和社会多元评价相结合，与中国特色现代高等教育体系相适应的教学评估制度”。

工程教育认证是“五位一体”的高等教育教学评估体系的重要组成部分。做好工程教育认证工作、提高工程教育质量，对于提高高等教育质量具有全局性、战略性意义。

三、目标

1. 促进我国工程教育的改革，加强工程实践教育，进一步提高工程教育的质量；
2. 吸引工业界的广泛参与，进一步密切工程教育与工业界的联系，提高工程教育人才培养对工业产业的适应性；
3. 建立与注册工程师制度相衔接的工程教育专业认证体系；
4. 促进我国工程教育参与国际交流，实现国际互认。

四、专家评价的关键点

1. 实质等效的原则

华盛顿协议各成员国遵循“实质等效的原则”(the principle of substantial equivalence)，实质等效的两个方面：

“形”可以有差别：即同等层次（就是大学本科，培养目标工程师）的内容可以不完全一样，出口要求描述也可以不完全一样。

“实”必须等价：即各自培养的毕业生应该能够进入工程行业就业，或者能够通过进一步

培训或者经验性学习获得专业能力与资质。

2. 关键点

中国工程教育认证标准是符合实质等效的要求的。

合理的目标、明确的出口要求、完备的内容覆盖、足够的条件支撑、可靠的实施效果。

五、核心理念

1. 以学生为中心

目标围绕学生的培养。

内容根据对学生的期望而设计。

判断师资与其它支撑条件的原则是：是否有利于学生达成预期目标？

评价的焦点是对学生表现的评价。

必须考虑全体学生。

2. 成果导向

分别表述培养目标与毕业要求有利于对目标的达成度进行评价，也能更好的体现国际实质等效的要求。

毕业要求的达成支撑培养目标的达成。被认证专业必须通过举证，证明可以期望每个合格毕业生达成目标要求。

培养目标与毕业要求必须对日常教学活动起导向作用，并有利于每个承担教学任务的人明确责任。

对毕业要求与培养目标达成度的评价必须分解为学生整个学习过程中的全程跟踪与进程式评估。

3. 持续改进

教学管理制度的建立是为了持续改进。

常态性的评估与评价是改进的基础。

对每一个常规教学活动进行评估。

持续改进的实现有赖于有效的质量监控与反馈机制。

每个教师在持续改进中均承担责任。

持续改进的效果是通过学生表现来体现的。

第三部分 工程教育专业认证的意义

2016年6月，中国科协代表我国正式加入《华盛顿协议》，成为第18个会员国。通过认证专业的毕业生在相关国家申请工程师执业资格时，将享有与本国毕业生同等待遇。

加入《华盛顿协议》将对我国工程类后备人才培养起到重要作用。“大学工程类本科教育培养出来的大部分人应该是当工程师，少部分是做科学研究的。所以衡量工程类的学生大学本科阶段是否得到了充分的锻炼和培养，需要引入国际标准。有了这个标准之后，学生按照这个标准来学习，老师也按照一定标准的导向和要求去授课，学校要根据要求安排工程类实践的环节来提高人才培养质量。这样的人才培养模式对解决我国工程实际应用方面的需求问题将起到很好的作用。”

加入《华盛顿协议》只是我国工程人才国际化的第一步，是仅仅就教育的一个国际互认，后续我们还有很多事情要做，最终的目标是要实现职业工程师的国际互认。“中国是世界第二大经济体，正在往创新型国家发展，但我们的工业化进程并没有完成，在这个时候强调工程教育的认证和国际的互认意义显著。我们想在国际上发出声音，就要走出去，也要引进来，相互之间建立一些规则，这方面发达国家有很多好的经验供我们参考，我们有好的经验也可以贡献到国际上去。今后我们有了话语权，就可以参与制定规则，这对中国未来的发展将起到重要的推动作用。”

加入《华盛顿协议》，随着中国实施更加开放的人才政策，工程技术人才国际交流合作日益频繁。此次顺利加入《华盛顿协议》是提高中国工程教育质量、促进中国工程师按照国际标准培养、提高中国工程技术人才培养质量的重要举措，是推进工程师资格国际互认的基础和关键，对中国工程技术领域应对国际竞争、走向世界具有重要意义。

“正式加入《华盛顿协议》，标志着我国高等教育对外开放向前迈出了一大步，我国工程

教育质量实现了国际实质等效，工程教育质量保障体系得到了国际认可，工程教育质量达到了国际标准，中国高等教育真正成为了国际规则的制定者，与美国、英国、加拿大、日本等高等教育发达国家平起平坐，实现从国际高等教育发展趋势的跟随者向领跑者转变。”教育部高等教育教学评估中心主任吴岩表示，今后，我国将全面参与《华盛顿协议》的各项标准和规则制定，在各项事务中发挥更加积极主动的作用，工程教育认证的中国标准、方法和技术也将影响世界。

第四部分 我国开展工程教育专业认证理念

一、我国开展工程教育认证目的

我国开展工程教育认证的目的主要包括：

1. 构建工程教育质量监控体系，推进工程教育改革，进一步提高工程教育质量。
2. 建立与工程师制度相衔接的工程教育认证体系，促进工程教育与工业界的联系，增强工程教育人才培养对产业发展的适应性。
3. 促进中国工程教育的国际互认，提升我国工程技术人才的国际竞争力。

二、工程教育认证标准的基本内容和框架结构

我国的工程教育认证标准由通用标准和专业补充标准两部分构成，内容覆盖了《华盛顿协议》提出的毕业生素质要求，具有国际实质等效性。其中，通用标准规定了专业在“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”等七个方面的要求；专业补充标准在“课程体系”、“师资队伍”和“支持条件”等三个方面拟规定了相应专业类的特殊要求。认证标准各项指标的逻辑关系为：以学生为中心，以培养目标和毕业要求为导向，通过足够的师资队伍和完备的支持条件保证各类课程教学的有效实施，并通过完善的内外部质量保障机制保证质量的持续改进和提升，最终使学生培养质量满足要求。

三、工程教育认证的基本理念

我国工程教育认证主要倡导三个基本理念：

1. 学生中心理念。强调以学生为中心，围绕培养目标和全体学生毕业要求的达成进行资

源配置和教学安排，并将学生和用人单位满意度作为专业评价的重要参考依据。

2. 产出导向理念。强调专业教学设计和教学实施以学生接受教育后所取得的学习成果为导向，并对照毕业生核心能力和要求，评价专业教育的有效性。

3. 持续改进理念。强调专业必须建立有效的质量监控和持续改进的机制，能持续跟踪改进效果并用于推动专业人才培养质量不断提升。

四、工程教育认证标准如何体现以学生为中心

工程教育认证标准要求以学生为中心，不仅仅体现在“学生”这一个指标项上，也体现在其他六个指标项中。以学生为中心，就是把培养目标和全体学生的毕业要求达成情况作为评价的核心；培养目标应围绕毕业时的要求以及毕业后一段时间所具备的职业能力设定；课程体系设置、师资队伍和支持条件配备要以有利于学生达到培养目标和毕业要求为导向；各种质量保障制度和措施的目的是推进专业质量的持续改进和提高，最终目的是保证学生培养质量满足从事相应职业的要求。

五、工程教育认证标准如何体现成果导向

成果导向是国际工程教育提倡的一种先进理念，也是工程教育认证的核心理念，我国的工程教育认证标准正是按照这一理念来设计和制定的。

成果导向强调工程教育认证应关注“教育产出”（学生学到什么），而非“教育输入”（教师教了什么）。要求专业按照“反向设计，正向施工”的基本思路，以培育目标和毕业要求为出发点，设计科学合理的培养方案和课程大纲，采用匹配的教学内容和教学方法，配置足够的软硬件资源，并要求每个教师明确自己的责任，对学生是否达成毕业要求进行合理考核，最终还要评价课程和毕业要求的达成情况，并进行相应的持续改进。

六、工程教育认证标准如何体现持续改进

工程教育认证的一大重要特点就是要求专业建立持续改进的质量文化，认证标准同样贯穿了质量持续改进的理念。认证标准要求专业必须有明确可行的改进机制和措施，能持续跟踪改进效果并收集信息用于下一步改进，形成“评价—改进—再评价”的闭环管理，这是一种质量持续不断提高的循环式上升过程。标准的七个指标项全部贯穿了持续改进的理念，标准要求专业应该具有的各种机制、制度和措施，最终都要落实到执行、跟踪、评价与改进上。

第五部分 理念解释

工程教育专业认证理念包括：以学生为中心的教育理念；成果导向的教育取向；持续改进的质量文化。

一、以学生为中心(Student-Centered)

以学生为中心不是学生想怎么样就怎么样,也不是说学生的地位要高于教师的地位。其实,以谁为中心谁就忙。以学生为中心不是以少数优秀学生为中心,也不是以多数学生为中心,而是以全体学生为中心。

目前高等学校都在宣传以学生为中心,但鲜见以学生为中心的可操作方案。所以在具体操作中还是以教师为中心。高校以教师为中心有许多具体的做法,如:严格的教学督导制度、学生评教系统、定期的教师授课竞赛、教学进度管理等。大学里教师很忙,学生很轻松。为什么我们的学校出现不了像哈佛大学图书馆那样凌晨四点灯火通明的景象?因为没有以学生为中心,教学主要是老师的事,学生是要把各门课程考及格就行了,所以学生是忙不起来的。教师很忙,但忙的不一定是教育,而是忙于填各种表格,忙于应付各种检查,因为学校把以教师为中心落到了实处。

工程教育专业认证提出了以学生为中心的具体的可操作的方案:教育目标围绕学生的培养;教学设计聚焦学生的能力培养;师资与教育资源满足学生学习效果的达成;评价的焦点是对学生效果的评价。以学生为中心不是只让学生忙,老师不忙。而是老师还是很忙,只不过老师们忙的是真正的教育。这样就让在空中飘着的教育落地了。

二、成果导向(Outcome-Based Education)

传统的教学设计是以课程为导向(Course-Based Education)的,从通识基础课、学科基础课、专业基础课到专业课。教师只要讲授完课程,学生只要每门课程考试合格,就达到毕业要求。在这种设计中,教师的授课进度和授课质量就成了主要事情,以教师为中心是自然而然的。

工程教育专业认证提出的成果导向的教育取向完整的说明了学校定位、培养目标、毕业要求、课程体系、教学活动、师资及教学资源之间的关系:利益相关各方(学生、家长、学校、企业等)的需求决定学校的定位(这个与我们通常所说的以就业为导向不同);学校定位决定专业培养目标;专业培养目标决定学生毕业要求;毕业要求决定课程体系;课程体系决定教学活动设计、师资及教学资源配置。这是一个由上向下设计,由下向上支撑的过程。

三、持续改进(Continuous Quality Improvement)

学校目前有很多的评估、评比、检查，目的是为了改进教学，由于不具操作性，多半变成了奖励的依据、分级的依据。

工程教育专业认证提出的持续改进的质量文化包括：建立常态性评价机制并不断改进；培养目标、毕业要求、教学环节都要进行评价；每个教师在持续改进中均承担责任；持续改进的效果通过学生的表现来体现。

持续改进为我们提供了可操作的评价方法，持续改进告诉我们，评价的唯一目的是改进。

四、如何理解以学生为中心

专业认证核心理念必然是以学生为中心的，因为未来从业者——学生的学习成果是证明专业教育有效性最为有力和直接的证据。工程教育专业认证亦然。

高等工程教育专业认证制度发端于美国，经历 90 余年的发展历程，如今已经成为高等工程教育质量保障的重要机制。

从上世纪 90 年代初，我国高等教育研究工作者开始大量介绍工程教育专业认证制度。1992 年，土木类和建筑类专业开始实施专业认证；2006 年起，教育部组织试点开展工程教育专业认证工作；2013 年 6 月，我国成为规模最大、影响力最广的国际工程教育互认协议——《华盛顿协议》的预备会员。工程教育专业认证制度在我国快速发展，是伴随着高等教育大众化的步伐，社会对高等教育质量高度关注的必然结果，也是我国大力推进工业化进程，建设创新型国家，培养大量高素质、创新型科技人才的必然选择，更是在全球化浪潮和经济一体化的发展趋势下，我国推进高等工程教育改革，构建与国际接轨、实质等效的高等工程教育新模式的必由之路。

专业认证有别于院校评估。院校评估是对高校整体教育教学质量的全面评价，而专业认证则立足于高度专门化的职业资格制度。职业资格制度要求从业者必须接受过完整、规范的专业教育和训练，具有一定的从业实践经历，能够通过相应资格考试等等。专业认证正是对未来从业者所受专业教育的规范性和有效性的综合评价，从而为其未来从业提供基本的质量担保。显然，专业认证的核心理念必然是以学生为中心的，因为未来从业者——学生的学习成果是证明专业教育有效性最为有力和直接的证据。工程教育专业认证亦然。

工程教育专业认证强调以学生学习为中心，但有别于学生是消费者的理念。把学生视作消费者或者是顾客，往往使学生更加关注“我得到了什么”，关注经济投入和学习投入后谋得的职位和薪酬的等价性，使学生的学习极富功利色彩，教育的价值和意义都面临挑战，高校人才培养工作也因此陷入两难境地，教师教学工作也越来越无所适从。而工程教育专业认证所突出强调的学生学习成果，却是聚焦于学生“应该得到什么”。在各国工程教育认证标准中都明确列出毕业生的基本知识、能力和素质的要求。美国工程教育认证委员会 ABET 在 2014~2015 年的工程认证标准中，列出十一项学生学习成果。在我国工程教育专业认证的一般标准中，明确提出工程教育专业的毕业生应具备人文社会科学素养、社会责任感和工程职业道德、专业基本理论知识、创新态度和意识、能正确认识工程对于客观世界和社会的影响、一定的组织管理能力、表达能力和人际交往能力、终身学习能力、国际视野和跨文化的交流、竞争与合作的能力等十项基本能力和素质。这些能力和素质既充分反映当代工程实践对工程师素质的基本要求，也考虑学生作为个体“人”的发展需要。

考虑学生作为个体“人”的发展需要，就要充分考虑每一个学生的个体差异，就要给所有学生以平等的机会来达成学习成果。工程教育专业认证不是发掘某些优秀学生的卓越品质，以此来昭示专业建设的成就和专业人才培养的突出业绩，而是通过评价所有学生学习成果的达成度来评价专业办学的有效性。《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）》明确提出：“关心每个学生，促进每个学生主动地、生动活泼地发展，尊重教育规律和学生身心发展规律，为每个学生提供适合的教育。”大力倡导以学生为中心的工程教育专业认证为实现这一目标提供了可借鉴的框架体系和具体操作模式。

工程教育专业认证还有一个非常重要的理念就是持续改进。“持续”是连续的时间概念，显而易见，改进不仅仅在认证之后，更应在认证之前实现教育教学以及管理理念的转变，从便于管理到便于促进学生的发展；同时更应该在认证过程中，促进教育教学改革的持续深化，设计课程体系，改进课程教学，转变管理模式，为学生多样化发展提供合适的舞台。

五、解析工程教育专业认证的成果导向理念

(大连理工大学 李志义)

2013 年 6 月，我国加入了《华盛顿协议》、成为该协议签约成员，这标志着具有国际实质等效的工程教育专业认证的帷幕在我国已经拉开。工程教育专业认证遵循三个基本理念：成

果导向、以学生为中心、持续改进。这些理念对引导和促进专业建设与教学改革、保障和提高工程教育人才培养质量至关重要。成果导向教育已成为美国、英国、加拿大等国家教育改革的主流理念，被工程教育专业认证完全采纳。用成果导向教育理念引导我国工程教育改革，具有现实意义。

1. 成果导向的教育理念

成果导向教育(Outcome based education, 简称 OBE, 亦称能力导向教育、目标导向教育或需求导向教育)作为一种先进的教育理念, 于 1981 年由 Spady 等人提出后, 很快得到了人们的重视与认可, 并已成为美国、英国、加拿大等国家教育改革的主流理念。美国工程教育认证协会(A-BET)全面接受了 OBE 的理念, 并将其贯穿于工程教育认证标准的始终。2013 年 6 月, 我国被接纳为《华盛顿协议》签约成员。

OBE 是指教学设计和教学实施的目标是学生通过教育过程最后所取得的学习成果

(Learning outcomes), OBE 强调如下 4 个问题: 我们想让学生取得的学习成果是什么? 为什么要让学生取得这样的学习成果? 如何有效地帮助学生取得这些学习成果? 如何知道学生已经取得了这些学习成果?

这里所说的成果是学生最终取得的学习结果, 是学生通过某一阶段学习后所能达到的最大能力。它具有如下 6 个特点: 成果并非先前学习结果的累计或平均, 而是学生完成所有学习过程后获得的最终结果; 成果不只是学生相信、感觉、记得、知道和了解, 更不是学习的暂时表现, 而是学生内化到其心灵深处的过程历程; 成果不仅是学生所知、所了解的内容, 还包括能应用于实际的能力, 以及可能涉及的价值观或其他情感因素; 成果越接近“学生真实学习经验”, 越可能持久存在, 尤其是经过学生长期、广泛实践的成果, 其存续性更高; 成果应兼顾生活的重要内容和技能, 并注重其实用性, 否则会变成易忘记的信息和片面的知识; “最终成果”并不是不顾学习过程中的结果, 学校应根据最后取得的顶峰成果, 按照反向设计原则设计课程, 并分阶段对阶段成果进行评价。

OBE 的实施要点, 或者说关键性步骤有如下 5 个:

确定学习成果。最终学习成果（顶峰成果）既是 OBE 的终点，也是其起点，学习成果应该可清楚表述和直接或间接测评，因此往往要将其转换成绩效指标。确定学习成果要充分考虑教育利益相关者的要求与期望，这些利益相关者既包括政府、学校和用人单位，也包括学生、教师和学生家长等。

构建课程体系。学习成果代表了一种能力结构，这种能力主要通过课程教学来实现。因此，课程体系构建对达成学习成果尤为重要。能力结构与课程体系结构应有一种清晰的映射关系，能力结构中的每一种能力要有明确的课程来支撑，换句话说，课程体系的每门课程要对实现能力结构有确定的贡献。课程体系与能力结构的这种映射关系，要求学生完成课程体系的学习后就能具备预期的能力结构（学习成果）。

确定教学策略。OBE 特别强调学生学到了什么而不是老师教了什么，特别强调教学过程的输出而不是其输入，特别强调研究型教学模式而不是灌输型教学模式，特别强调个性化教学而不是“车厢”式教学。个性化教学要求老师准确把握每名学生的学习轨迹，及时把握每个人的目标、基础和进程。按照不同的要求，制定不同的教学方案，提供不同的学习机会。

自我参照评价。OBE 的教学评价聚焦在学习成果上，而不是在教学内容以及学习时间、学习方式上。采用多元和梯次的评价标准，评价强调达成学习成果的内涵和个人的学习进步，不强调学生之间的比较。根据每个学生能达到教育要求的程度，赋予从不熟练到优秀不同评定等级，进行针对性评价，通过对学生学习状态的明确掌握，为学校和老师改进教学提供参考。

逐级达到顶峰。将学生的学习进程划分成不同的阶段，并确定出每阶段的学习目标，这些学习目标是从初级到高级，最终达成顶峰成果。这将意味着，具有不同学习能力的学生将用不同时间、通过不同途径和方式，达到同一目标。

2. 成果导向的教学设计

传统教育是学科导向的，它遵循专业设置按学科划分的原则，教育模式倾向于解决确定的、线性的、静止封闭问题的科学模式，知识结构强调学科知识体系的系统性和完备性，教学设计更加注重学科的需要，而在一定程度上忽视了专业的需求。成果导向教育遵循的是反向设计原

则，其“反向”是相对于传统教育的“正向”而言的。反向设计是从需求（包括内部需求和外部需求）开始，由需求决定培养目标，由培养目标决定毕业要求，再由毕业要求决定课程体系。正向设计是从课程体系开始，逆反向过程到毕业要求，到培养目标，再到需求。然而，这时的需求一般只能满足内部需求，而不一定能满足外部需求，因为它是教育的结果而不是教育的目标。因此，传统教育对国家、社会和行业、用人单位等外部需求只能“适应”，而很难做到“满足”。而成果导向教育则不然，它是反向设计、正向实施，这时“需求”既是起点又是终点，从而最大程度上保证了教育目标与结果的一致性。

成果导向的教学设计的重点是确定 4 个对应关系：

内外需求与培养目标的对应关系。内外需求是确定培养目标的依据，培养目标要与内外需求相适应。前已述及，按照成果导向教育反向设计原则，教学设计是从“需求”开始的。其中，内部需求取决于教育教学规律、学校的办学思想和办学定位（包括人才培养定位）以及教学主体的需要等，这些需求是传统教育教学设计的主要依据。然而，外部需求（需求主体为国家、社会和行业、用人单位等）往往是传统教育教学设计容易忽视的。国家与社会的需求为宏观需求，是制定学校人才培养总目标的主要依据；行业与用人单位的需求为微观需求，是制定专业人才培养目标的主要依据。国家与社会的需求包括政治、经济、科技、文化等多方面的需求，这种需求具有多变性、多样性的特点。人才培养目标的确立，应考虑当前需求与长远需求相协调，多样性的需求与学校办学和人才培养定位相匹配。行业与用人单位的需求是构建专业教育知识、能力和素质结构的重要依据。在确定培养目标时，要正确处理这种需求的功利追求与价值理性，及其专业性追求与专业适应性之间的矛盾。

培养目标与毕业要求的对应关系。培养目标是确定毕业要求的依据，毕业要求是达成培养目标的支撑。培养目标是毕业生在毕业后 5 年左右能够达到的职业和专业成就的总体描述。它是专业人才培养的总纲，是构建专业知识、能力、素质结构，形成课程体系和开展教学活动的基本依据。毕业要求是对学生毕业时所应该掌握的知识能力的具体描述，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。尽管毕业要求

包含知识、能力、境界三个层面，即知、能、信，但掌握知识的目的是应用和创造知识，而应用和创造知识需要技能和创造力，归根到底还是一种能力。境界是一种心灵认识，是心灵对各种现象领悟的程度或觉悟的高度，也可以说是一种驾驭精神世界的能力。因此，毕业要求也称毕业生能力。培养目标更加关注的是学生“能做什么”，而毕业要求更加关注的是学生“能有什么”，能做什么主要取决于能有什么。从这种意义上讲，毕业要求是培养目标的前提，培养目标是毕业要求的结果。制定培养目标的参与人员主要是：毕业生，用人单位，学校管理者，教师和学生。制定毕业要求的参与人员主要是：教师，学生，学校管理者和毕业生。培养目标一般用4~6条来表述，毕业要求一般用4~15条来表述。毕业要求的条款数目，取决于是否将毕业要求进一步细化为能力指标。所谓能力指标是指，将毕业要求（毕业生能力）细化为更易落实在具体教学环节中，并且能对其进行定量或定性评价的条款。当然，上述对培养目标和毕业要求条款数的约定，只是一个相对的概念，并不是一般性规定。

毕业要求与课程体系的对应关系。毕业要求是构建课程体系的依据，课程体系是达到毕业要求的支撑。毕业要求实际上是对毕业生应具备的知识、能力、素质结构提出了具体要求，这种要求必须通过与之相对应的课程体系才能在教学中实现。也就是说，毕业要求必须逐条地落实到每一门具体课程中。毕业要求与课程体系之间的对应关系一般要求用矩阵形式表达，通常被称之为课程矩阵。它能一目了然地表明每门课程教学对达到毕业要求中的贡献，还可以用作研究课程与课程之间的关系。通过课程矩阵可以分析各门课程知识点之间是互补、深化关系，还是简单重复关系，从而为重组和优化课程教学内容提供依据。在构建课程体系时，要注意知识、能力、素质结构的纵向和横向关系。横向，在同一层次课程间建立课程平台；纵向，在不同层次课程间建立课程串。同时，还要特别注意正确处理好如下几个关系：其一，各类课之间的关系。要合理确定各类课之间的学分比例，在保证学生具备完整知识结构的前提下尽量增大选修课比例。要对选修课程进行认真梳理，形成课程模块，防止知识的零碎与割裂。其二，课内与课外的关系。要转变教学观念，改革教学方法，正确处理课堂讲授与课外学习的关系。大力推进研究型教学模式，将知识课堂变成学问课堂，将句号课堂变成问号课堂，将教学内容在

时间和空间上从课内向课外延伸，让学生真正成为学习的主人。其三，显性课程与隐性课程的关系。“显性课程”指的是传统课程，是由教师、学生和固定场所等要素组成，在规定时间内、空间内完成规定教学内容的有目的、有计划的教学实践活动。“隐性课程”是指除此之外的，能对学生的知识、情感、态度、信念和价值观等的形成起到潜移默化影响的教育因素。“第二课堂”是目前隐性课程的一种重要载体。要充分重视第二课堂的育人功能，紧紧围绕培养目标和培养要求，规划形式、内容与载体。要像重视第一课堂建设一样重视第二课堂建设，提升第二课堂建设水平，增强第二课堂育人效果。

毕业要求与教学内容的对应关系。毕业要求是确定教学内容的依据，教学内容是达到毕业要求的支撑。毕业要求与教学内容的对应关系与毕业要求与课程体系的对应关系的不同在于，前者是局部的，是某一条或某几条毕业要求与某一门或某几门课程的对应关系，而后者是整体的。也就是说，要把毕业要求逐条地落实到每一门课程的教学大纲中去，从而明确某门具体课程的教学内容对达到毕业要求的贡献。传统教育的课程教学大纲，实际上是对教材所规定的教学内容按照章、节顺序对讲授时间做出的安排。它规定了每一章、每一节的讲授学时以及每堂课的讲授内容，至于每一章、每一节、每堂课的教学内容与毕业要求是什么关系、对达到毕业要求有什么贡献却无人问津，以至于老师“教不明白”、学生“学不明白”。成果导向的教学设计要求教学大纲的编写，必须首先明确本门课程对达到毕业要求的哪几条有贡献，然后对这几条毕业要求逐条确定与之相对应的教学内容，再后确定完成这些教学内容所需的教学时数。显然，成果导向教学设计的教学大纲，是按所涉及的毕业要求的条目（而不是按教材的章节）编写的。这样，对于每一堂课，无论是老师还是学生都会十分清楚，自己所教或所学对达到毕业要求的贡献，故而使老师教得明白、学生学得明白。毕业要求与教学内容的对应关系，为确定课程的教学内容和教学时数提供了依据。传统教育的课程教学内容和教学时数，是依据教材确定的。按学科需求构建的专业知识结构，被课程割裂成一个个独立的知识体系，并被固化在一本本“教材”之中。每门课程都强调自己的知识体系的系统性、完整性和连续性，以致课程教学内容越来越多，教材越来越厚，课时越来越大。对于一些主要课程，还推出了“统编教材”，

甚至贴上了“国家规划教材”的“权威”标签。教学靠教材、老师讲教材、学生学教材，离开了教材老师就不知道怎么教、学生就不知道怎么办，走进了教学局限于教书、教书局限于课程、课程局限于课堂、课堂局限于讲授、讲授局限于教材的怪圈。成果导向教育打破了课程之间的壁垒，弱化了课程本身的系统性、完整性和连续性，强化了课程之间的联系性。以达成某一条或某几条毕业要求为主线，形成课程串（纵向）和课程群（横向），在课程串和课程群内按照对毕业要求的“贡献度”确定每门课程的教学内容和教学时数。这样，某门课程的知识体系可能会“碎片化”，但总体知识结构却更加合理、更加完整。我们的大学课堂仍然按照中学“循序渐进”的原则进行着“填鸭式”教学，遏制了学生的“觅食”能力。大学课堂教学应该是“间断性”和“阶跃式”的，要让学生会自己修补一个个“间断点”、跨上一个个“台阶”。

3. 成果导向的教学实施

课堂是教学实施的主要形式，课堂教学是使学生能够达到毕业要求、达成培养目标的基础，但目前的课堂教学尚未摆脱科学教育方式的羁绊。为了适应成果导向教育的要求，至少要实现如下5个转变：从灌输课堂向对话课堂转变、从封闭课堂向开放课堂转变、从知识课堂向能力课堂转变、从重学轻思向学思结合转变、从重教轻学向教重于学转变。

传统课堂是“填鸭式”的灌输课堂，知识主宰着课堂，老师成了知识的权威，学生成了知识的“容器”，教学过程成了“复制”知识的过程。对话课堂要达到知识的对话、思维的对话和心灵的对话。知识的对话需要将单向灌输转变为多向交流，使知识在师生、生生之间传递、交流与互动；思维的对话需要将“句号”课堂转变为“问号”课堂，老师要善于引导学生形成“问号”，学生要善于为自己的“问号”画上“句号”；情感对话需要将知识课堂转化为情感课堂，只有倾注了感情，才能使學生感受知识的生命、领悟知识的美，激发学生的学习热情。

传统的课堂是封闭的，即在固定的地方、固定的时间内完成固定的教学内容。在这种封闭模式下，教学活动围着老师、教室和教材三个中心转。开放课堂就是要突破这三个中心，实现时间、空间和内容上的开放。时间上从课内向课外延伸，空间上从教室向图书馆和实验室拓展，内容上从教材向参考资料扩充。这就需要课堂上用“吊胃口”代替“喂食”。所谓“吊胃口”

就是，老师讲课就像介绍一桌丰盛的大餐，告诉学生每道菜有多么好吃、营养多么丰富、对身体多么有益，使学生垂涎三尺，食欲顿起；再告诉学生每道菜应如何制作、如何调配，使学生摩拳擦掌，跃跃欲试；下课后，学生会迫不及待地一头扎进图书馆和实验室，为自己准备这顿大餐。

传统课堂由知识主宰，讲的是知识，学的是知识，考的是知识。老师要做的是将教材写成教案，再将教案“背”给学生。或者将教材制成PPT，再将PPT“读”给学生。学生要做的是聆听、理解和记忆。这种课堂扼杀了学生的高阶能力。美国著名心理学家、教育家布卢姆(Bloom)将认知过程分为记忆、理解、应用、分析、评价和创造6个层次，前三个属于低阶层次，后三个属于高阶层次。高阶层次的认知活动（高层次教学活动）发展的是高阶能力，低阶层次的认知活动（低层次教学活动）发展的是低阶能力。低层次的教学活动形成的是低阶知识，高层次的教学活动形成的是高阶知识。低阶知识主要是陈述性知识，高阶知识主要是程序性知识和策略性知识。要实现从知识课堂向能力课堂的转变，需要在教学目标、教学方式、学习方式和评价方式等方面进行变革。

传统课堂在很大程度上忽视了思维在认识世界和创造世界中的作用。孔子说：“学而不思则罔，思而不学则殆”。思能深化，思能超越，思能创造。批判性思维是高阶思维的核心。思考是创新的关键。只有独立思考，才能融会贯通，才能由多而少、由博而一、由现象到本质、由无序到规律；只有独立思考，才能生动活泼、千姿百态，才可解放思想、向传统挑战，才能不安所学、不溺所闻，才能有创新、有发展。爱因斯坦曾言：“学习知识要善于思考、思考、再思考，我就是靠这个方法成为科学家的。”思考从质疑开始，经过疑惑或质疑后，才可达到深信无疑；经过疑惑或质疑后，才可以达到深刻理解。

重视老师的教、轻视学生的学，是传统教学理念下形成的病疾，至今仍然主导着课堂教学。教与学的问题实际上是两方面的：一是教什么、怎么教和教得怎么样；二是学什么，怎么学和学得怎么样。传统课堂教学主要强调前者而忽视了后者。要改变重教轻学现象，必须解决三个问题：教学本质、教学理念和教学原则。教学本质是对教学是什么的追问。传统的认识是，教

学是“教师把知识、技能传授给学生的过程”。成果导向的教学认为：教学就是“教学生学”，教学生“乐学”、“会学”、“学会”。其中“会学”是核心，要会自己学、会做中学、会思中学。教学理念是对教学为什么的追问。传统的认识是：“教”是为了“教会”，“学”是为了“学会”。成果导向的教学主张的教学理念是：“教为不教、学为学会”。“教为不教”有两层含义：“教”的目的是“不教”，“教”的方法是“大教”。“教，是为了不教”是我国当代著名教育家叶圣陶先生的名言。这种“教”是教学生“学”，这种“大教”是“善教”。成果导向的教学主张的教学原则是：“教重于学”。教重于学在于：教之主体在于学，教之目的在于学，教之效果在于学。“教之主体在于学”就是教学要以学生为主体，这是教重于学的核心。“教之目的在于学”即前述的教学为什么，它有三层含义：一是为了“乐学”、二是为了“会学”、三是为了“学会”。“教之效果在于学”是如何评价教学。要放弃传统的“以教论教”，坚持“以学论教”评价原则。也就是说，“教得怎么样”要通过“学得怎么样”来评价。

六、如何实施持续改进

工程教育专业认证的过程，就是一个持续改进的过程。它要求被认证的专业要建立一种有效的持续改进机制。从而实现如下功能：改进培养目标，以保障其始终与内、外部需求相符合；能够持续地改进毕业要求，以保障其始终与培养目标相符合；能够持续地改进教学活动，以保障其始终与毕业要求相符合。

我国高校目前的专业教学质量，还只停留在对教学环节进行质量监控的初级阶段，初步具备了监督、调控功能，但缺乏改进功能。一个具有完善功能的质量管理体系应该具备“闭环”特征，即通过监督功能发现偏差，通过调控功能纠正这些偏差，再通过改进功能分析产生这些偏差的原因，并对系统进行改进。也就是说，这三个功能是首尾搭接，互为输入和输出的关系。

1. 持续改进模式

美国工程与技术认证协会 ABET 的工程准则 EC2000 提出了一个“双循环”持续改进模式。这个改进模式包括校内、校外两个循环：校内循环主要是对毕业要求的改进，是通过适时评价毕业要求的达成度与符合度，从而不断改进教学活动，修正毕业要求，以实现毕业要求的持

续改进；校外循环主要是对培养目标的改进，是通过适时评价培养目标的达成度与符合度，从而不断改进毕业要求、调整培养目标，以实现培养目标的持续改进。

2004年 Rogers 提出了一个持续改进模式。该模型也包含了内、外两个循环，但其特点是清楚的给出了各要素之间的影响关系，这种关系包括：（1）学校办学宗旨直接影响培养目标与毕业要求；（2）培养目标受办学宗旨、评估/评价、持续改进回馈、毕业要求的直接影响，且直接影响毕业要求；（3）结合外部利益相关者的评估/评价直接影响培养目标，但不直接影响毕业要求；（4）能力指标受毕业要求、持续改进回馈的直接影响，且直接影响教学活动；（5）教学活动受能力指标和持续改进回馈的直接影响，且直接影响形成证据的评价；（6）形成证据的评价受教学活动的直接影响，且直接影响持续改进回馈；（7）持续改进回馈受形成证据的评价以及解释证据的评价的直接影响，且直接影响培养目标、毕业要求、能力指标、教学活动。

台湾学者李坤崇提出了“三个循环”持续改进模式。这种持续改进模式清楚的给出了实现持续改进3种功能的途径。其中，外循环是对培养目标的持续改进，内循环是对毕业要求的持续改进，成果循环是对教学活动的持续改进。

2. 持续改进要点

持续改进体系的要点，包括1个目标、2条主线和3个改进：1个目标是保障质量，2条主线包括培养目标的符合度与达成度和毕业要求的符合度与达成度，3个改进为培养目标的持续改进、毕业要求的持续改进和教学活动的持续改进。这3个改进，通过前述台湾学者李坤崇提出的持续改进模式中的三个循环来实现。也就是说，通过外循环持续改进培养目标，通过内循环持续改进毕业要求，通过成果循环持续改进教学活动。其中每循环中的要素之间的逻辑关系，由前述的 Rogers 持续改进模型确定。培养目标和毕业要求的符合度与达成度这两条主线，是对其符合度和达成度的评价与改进过程。首先，评价毕业要求(培养目标)是否与培养目标(内外需要)相符合，如果不符合，就要改进毕业要求(培养目标)；然后，评价毕业要求(培养目标)是否达成，如果没有达成，就要改进教学活动(毕业要求)。教学活动的改进包括课程体系、师资队伍、支持条件、学生的学习机会、教学过程和教学评价等。教学活动的改进对毕业要求达成度来说是直接的，但对培养目标达成度来说是间接的。