

# 工程教育认证通用标准解读及使用指南

## (2022 版)

为做好工程教育认证工作，中国工程教育专业认证协会（以下简称认证协会）学术委员会组织制定了《工程教育认证通用标准解读及使用指南》（以下简称《指南》），供认证工作中参考使用。现将使用有关注意事项说明如下：

### 一、《指南》的定位

本《指南》仅作为辅助性参考文件，用于帮助专业和专家理解《工程教育认证标准》（T/CEEAA 001—2022），更好举证和查证。《指南》不能替代认证标准，不包括专业必须执行的刚性要求，不作为专家判定是否达成的绝对准则。专业应在充分理解标准要求的基础上，参照本《指南》，根据专业实际情况开展自评自证，专家依据标准判断专业的达标情况。

### 二、《指南》的主要内容

《指南》明确了落实立德树人根本任务有关要求，直观地表述了产出导向理念和认证标准的内涵，突出了以学生学习的产出目标（毕业要求）达成为主线，以产出目标评价机制为底线的认证要求。《指南》明确认证专业人才培养“解决问题”的程度应定位于“复杂工程问题”，确保达到以工程师为培养目标的本科层次工程人才培养要求，确保满足《华盛顿协议》实质等效要求。

《指南》对每条认证标准给出了参考性的解释说明，包括三个部分：一是每条标准的“内涵解释”；二是专业自评和专家考查重点；三是理解和使用中存在的问题。

### 三、《指南》的更新

认证协会根据工作需要，及时对《指南》进行更新。一是在认证标准修订后，相应进行更新；二是根据工程教育认证工作发展要求，或是根据认证工作不断深入和对认证标准理解的不断深化，在确保符合认证标准基本原则的前提下，就有关解释说明进行细化、补充或优化，确保解释和说明更加符合认证要求。

### 四、《指南》附件及使用

为帮助专业更好理解认证标准和有关术语，本《指南》收集了部分术语内涵，包括联合国可持续发展目标等，汇总为附件 1，供理解参考。另，为便于专业更好地理解国际工程联盟 2021 年发布的新版《毕业生要求和职业能力框架》，本指南整理了 2021 版的主要修订内容，供学习参考。

## 1. 学生

### 1.1 具有吸引优秀生源的制度和措施。

#### 【内涵解释】

“优秀生源”不是仅从分数衡量，要包括“质”和“量”。“质”表示生源素质符合专业预期。“量”表示生源的充足性。“优秀生源”是一个相对的概念，受学校、行业和社会背景的影响，在不同专业的表现形式不尽相同。

“制度和措施”重点关注学校对专业的要求和专业采取的措施，通常包括专业生源质量分析、专业自身优势分析、招生宣传、专业特有的奖学金、助学金、贷学金，以及在校专业认可度分析等方面。制度措施应该具有稳定性和连续性，有人员、条件保证执行和落实。此外，还应对制度执行效果进行分析和评价，促进制度改进完善。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 与专业招生有关的管理制度和规定，包括学校管理文件中赋予专业的责任和专业的自主的制度等，特别是专业承担的提高生源质量的责任和落实责任的具体措施，对各项制度和措施效果的分析评价情况。

(2) 专业对生源的期望，以及近三年生源状态和发展趋势分析，包括入学生源状况、在校学生对专业的认知度、认可度以及学习意愿等；

(3) 保障有关工作正常有效进行的机制和执行情况的证明材料。

#### 【常见问题】

(1) 仅列举学校层面招生制度，专业对于吸引优秀生源的责任不明确，没有相应的制度和措施；

(2) 仅列举近年专业新生高考成绩或专业分流学业成绩，并未对生源状况（包括专业分流）的变化等进行分析，并采取相应措施；

(3) 对在校生的专业认可情况没有进行调查分析，更没有针对分析的结果采取措施，甚至对生源流失没有足够关注。

### 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。

#### 【内涵解释】

专业应坚持立德树人，开展学生学习指导、职业规划、就业指导、心理辅导等工作，引导学生树立社会主义核心价值观，帮助学生达成毕业要求，实现学生发展。各项指导活动中，学生学习指导是重点，其它指导活动从不同侧面予以支持。

专业任课教师应在学生能力形成的过程中发挥主力作用，结合课程教学做好学习指导工作。学习指导应实现以下三个目标：其一，帮助学生理解专业的毕业要求，使其知晓达成途径；其二，帮助学生了解专业课程设置对毕业要求达成的支撑关系，了解课程学习对实现相关毕业要求的作用，增强学习主动性和自觉性；其三，为学生课业学习、能力成长和素质养成提供及时的帮助。

职业规划、就业指导、心理辅导等工作应该与学生达成毕业要求相联系，促进学生发展。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业对于引导学生树立正确的价值观是否有明确要求，立德树人工作是否有明确的制度保障并得到落实。

(2) 专业向学生解读培养方案的情况。是否有专门的工作环节向学生全面解读培养方案，帮助学生了解专业培养目标、毕业要求、课程体系及其相互关系。

(3) 专业对任课教师开展学生学习指导的工作要求和政策支持。是否明确任课教师在学生学习指导工作中的主体责任，明确学习指导工作的具体要求（内容、频率、方法、覆盖面等），明确学习指导工作的政策支持（工作条件配备，工作量认可等），是否有证据证明教师知晓上述工作要求并能有效执行。

(4) 学生学习指导与毕业要求的关联度。任课教师是否向学生解释课程教学大纲，说明课程目标与毕业要求的关系，是否有证据证明学生能够参照课程目标或毕业要求评价自己的学习成效，评价教师的教学活动。

(5) 专业的职业规划、就业指导、心理辅导等方面的工作是否有制度、人员和条件保障，指导工作是否能够与学生毕业要求相联系。

#### 【常见问题】

(1) 学生学习指导工作不能围绕毕业要求，学生对于毕业要求，课程目标不了解。

(2) 学生学习指导、职业规划、就业指导、心理辅导等各项工作未能建立联系，相互脱节，甚至互相干扰。

(3) 任课教师不能承担学生学习指导的主要责任，仅依靠学生工作队伍，教书与育人相脱节。

### **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。**

#### **【内涵解释】**

专业需对学生个体的学业情况进行跟踪与评估，为学生的学业进步提供支持和帮助，保证学生毕业时达到毕业要求。

形成性评价是在教学过程中，专业为了解每个学生的学习情况，及时为学生提供学业帮助而开展的过程性评价活动。形成性评价主要体现在两个方面：其一，在课程学习过程中，任课教师能采取有效的方式对每个学生的学习进展进行跟踪，学生能及时反馈学习中的问题，任课教师能根据跟踪/反馈的信息对教学策略进行动态调整，为学生达到毕业要求提供帮助；其二，在本科学习的各个阶段，专业采取了哪些制度性的措施，对学业完成情况进行评估、预警和帮扶，尽可能使学生达到毕业要求，获得学位。

#### **【专业自评和专家考查重点】**

(1) 专业对学生个体的学业情况进行跟踪和评估的制度和措施，包括跟踪和评估的工作方法、责任人等。

(2) 对学业有困难的学生预警与帮扶的制度和措施。

(3) 在课程教学中，围绕课程目标开展形成性评价的制度和措施，包括对教师的工作和要求、条件支持和督促检查等。

(4) 近三年，专业核心课程开展形成性评价工作的证据和效果。

#### **【常见问题】**

(1) 针对学生个体的跟踪与评估措施不健全，或者教师在形成性评价工作中没有发挥作用。

(2) 预警机制不完善，与预警机制配套的特殊帮扶措施没有得到重视。

(3) 只是简单的跟踪学生的课程期末考试成绩，课程学习过程中的形成性评价内容不足，评价结果作用有限。

### **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。**

#### **【内涵解释】**

重点关注专业对转入学生原有学分认可的依据和程序。之所以要“认可”“原有学分”，是因为这些“学分”对应的教学活动承担着为指定的毕业要求达成提供支撑的任

务，而不同学校、不同专业的“教学活动”是各具特色，不尽相同的。

学生获得本专业某门课的学分，表明学生通过该课程的学习，为相关毕业要求的达成提供了相应的支持，因此，专业必须通过判断学生在本专业之外获取的学分在支撑本专业毕业要求方面是否“等价”或“覆盖”来决定是否认可该学分。专业应基于这一原则制定学分认定规定，明确学分认可的依据、责任人和执行程序，并保证认定结果有据可查。

#### 【专业自评和专家考查重点】

- (1) 专业学分认定的规定，包括认定依据、认定程序和责任人等。
- (2) 认定依据是否保证被认可的“学分”对本专业毕业要求支撑的等效性。
- (3) 认可程序、责任人是否合理，是否有证据证明学分认定规定被严格执行。
- (4) 近三年学分认可的案例，是否能证明学分认可的合理性。

#### 【常见问题】

- (1) 未准确理解本标准的要义，大篇幅介绍学校的“转学、转专业规定”，而不是“认定原有学分的规定和认定过程”，学分认定基本原则未能体现 OBE 的基本思想。
- (2) “认可原有学分”的基本原则不清楚，没有体现“在支撑毕业要求的达成上‘等效’的基本要求”；
- (3) “认可原有学分”的基本规定不恰当，只是学分的“相当”、课程名称的“相同”或相近，甚至是“修学时长”的相当；
- (4) “认可原有学分”的过程不够明确，甚至缺乏“在支撑毕业要求的达成上‘等效’的判定过程”。

## 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。

#### 【内涵解释】

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，应体现培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的教育方针。专业制定培养目标时必须充分考虑内外部需求，包括学校定位、专业特色、社会需求和利益相关者的期望，能体现社会发展对本领域职业工程师的能力要求等。专业应通过各种方式使利益相关者了解和参与培养目标的制定过程，在培养目标的内涵上达成共识。

专业应有明确的公开渠道公布和解读专业的培养目标，使利益相关者知晓和理解培养目标的含义。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业培养方案中对培养目标的表述是否完整，能否说明学生毕业 5 年左右从业的专业领域、职业特征和所具备的职业能力，是否体现德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的教育方针。

(2) 对培养目标的内涵解释是否合理，能否说明培养目标与学校定位、社会需求等内外部需求的关系。

(3) 培养目标制定过程是否开展了有效的调研及合理的预测，包括针对本校教师、教学管理者的内部调研，针对相关行业企业、校友及其他利益相关者的外部调研，对调研数据的分析，以及根据分析做出的需求预测是否合理有效。

(4) 培养目标是否有明确的公开渠道，不同渠道中培养目标的表述是否一致，是否有助于利益相关者知晓和理解培养目标的含义。

#### 【常见问题】

(1) 专业的培养目标表述针对性不强，不能反映学校的定位和专业的特色。

(2) 培养目标的内容对职业能力的表述不清晰，没有体现职业工程师的能力要求，不能与毕业要求建立对应关系。

(3) 不能合理解释专业培养目标与学校定位、社会需求的关系。

(4) 培养目标的制定纯属闭门造车，缺乏充分有效的内外需求调研与分析，依据不足。

(5) 培养目标公开渠道不明确，不同渠道对培养目标的表述不一致，内涵解释不清晰。

## 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。

#### 【内涵解释】

对培养目标进行合理性评价是修订培养目标的基础工作。所谓合理性是指专业培养目标与学校定位、专业特色、社会需求和利益相关者的期望等内外需求一致。专业应定期开展培养目标合理性评价，了解和分析内外需求的变化，并根据变化情况修订培养目标。要求行业企业专家参与评价修订工作，是为了保证评价和修订工作能够更好的反映

行业企业的人才的需求，使专业的人才培养工作更加符合行业企业的需求。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 定期开展培养目标合理性评价和修订的工作机制是否建立，包括评价周期、评价内容、工作程序、责任人、组织机构、工作要求等。组织机构中是否有相对固定的企业行业专家参与。

(2) 专业对培养目标合理性的含义是否理解，是否根据培养目标合理性评价的需要，开展了有针对性的内外部调研，调研内容是否与学校定位、专业特色、社会需求和利益相关者的期望等内外需求相关，调研对象是否涉及教师、在校生/家长、校友、行业企业及其他利益相关者。

(3) 专业是否对调研结果进行了有效分析，形成培养目标的合理性评价报告，并基于评价结果开展培养目标修订工作。

#### 【常见问题】

(1) 没有建立机制，培养目标合理性评价的内容、方式、要求不明确，工作开展随意性强，仅仅针对认证工作临时开展了调研和分析工作，不可持续。

(2) 针对各类人群的调研内容、调研范围缺乏有效设计，调研内容不能反映内外需求，调研结果的分析不充分，结果简单粗糙。

(3) 原始资料整理不及时不规范，支撑自评的原始资料不足。

(4) 将培养目标的合理性评价与培养目标达成情况分析概念混淆。

(5) 培养目标合理性评价结果未用于培养目标修订。

### 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：

【标准解释】本标准对专业毕业要求提出了“明确、公开、可衡量、支撑、覆盖”的要求。“明确”，是指专业应当清晰描述本专业的毕业要求，并能准确表达毕业要求的内涵。“公开”，是指毕业要求应作为专业培养方案中的重要内容，通过固定渠道予以公开，并通过研讨、宣讲和解读等方式使师生知晓并具有相对一致的理解。“可衡量”，是指学生通过本科阶段的学习能够获得毕业要求所描述的能力和素养（可落实），且该能力和素养可以通过学生的学习成果和表现判定其达成情况（可评价）。“支撑”，是指专

业毕业要求对学生相关能力和素养的描述，应能体现对专业培养目标的支撑。“覆盖”，是指专业制定的毕业要求在广度和深度上应能完全覆盖标准中 12 条毕业要求所涉及的内容，特别关注 12 项标准中对培养学生解决复杂工程问题能力的要求。

本科工程教育的主要任务之一是培养学生解决复杂工程问题的能力，本标准提出的 12 项毕业要求体现了该能力的核心要素，因此，专业毕业要求必须保证与本标准要求实质等效。本标准中提及的“复杂工程问题”必须具备下列特征（1），并同时具备特征（2）-（7）中的部分或全部。

（1）必须运用深入的工程原理经过分析才能得到解决；

（2）涉及广泛的或有冲突的技术和非技术问题（如伦理、可持续性、法律、政治、经济、社会）和对未来要求的考虑；

（3）没有现成的解决方法，需要通过抽象的、创造性和原创性的分析寻求解决方案；

（4）涉及非常见的问题或新问题；

（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）涉及跨工程学科、其他领域和/或具有广泛不同需求的不同利益相关者群体的合作；

（7）具有较高的综合性，包含多个相互关联的子问题，需要系统的解决方案。

毕业要求是学生毕业并获得学位时的能力要求。以下对每一条毕业要求的内涵解释都是从培养的视角，体现了认知过程和学生毕业时能力要求的核心要素，为专业优化课程体系提供指导性依据。如果专业的毕业要求或其观测点不能体现标准的含义，即使专业照抄 12 项通用标准也未必就能证明“覆盖”；如果专业毕业要求或其观测点无法落实和评价，即使进行了达成度评价，其结果也不能证明达成。

专业的毕业要求是否可衡量，是否覆盖标准，可以通过专业的毕业要求或者设置的观测点是否覆盖标准要求的能力要素和能力水平，是否能够得到有效的落实和评价来判断。从可衡量的角度看，专业的毕业要求或其观测点应有利于与学校现行的“基础/专业基础/专业”的课程分类方式对接，可按照“能力要素和能力水平”进行表达。

### **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。

【内涵解释】本标准项对学生的“工程知识”提出了“学以致用”的要求。包括两个方面，其一，学生必须具备解决复杂工程问题所需数学、自然科学、计算、工程基础和专业知

识（包含专业领域相关的社会科学知识），其二，能够将这些知识用于解决复杂工程问题。前者是对知识结构的要求，后者是对知识运用的要求。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能系统理解数学、自然科学、计算、工程科学理论基础并用于本专业领域工程问题的表述；（2）具有本专业领域需要的数据分析能力，能针对具体的对象建立数学模型并利用计算机求解；（3）能够将相关工程专业知识和数学分析方法用于推演、分析专业工程问题；（4）能够利用系统思维的能力，将工程知识用于专业工程问题解决方案的比较与综合，并体现本专业领域先进的技术。

本标准项的要求可通过数学、自然科学、计算、工程基础和专业知

识的学习与应用来达成。

### **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。**

【内涵解释】本标准项对学生“问题分析”能力提出了两方面的要求，其一，学生应学会基于科学原理思考问题，其二，学生应掌握“问题分析”的方法。前者是思维能力培养，后者是方法论教学。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能运用相关科学原理，识别和判断复杂工程问题的关键环节；（2）能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达复杂工程问题（3）能认识到解决问题有多种方案可选择，会通过文献研究寻求可替代的解决方案；（4）能运用基本原理，借助文献研究，并从可持续发展的角度分析工程活动过程的影响因素，获得有效结论。

本标准项的要求可通过数学、自然科学、工程科学原理等知识的学习与应用来达成。教学上应强调“问题分析”的方法论，培养学生的科学思维能力和独立思考能力。

**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。**

【内涵解释】本标准项对学生“设计/开发解决方案”的能力提出了广义和狭义的要求，广义上讲，学生应了解“面向工程设计和产品开发全周期、全流程设计/开发解决方案”的基本方法和技术；狭义上讲，学生应能够针对特定需求，完成单体和系统的设计。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素；（2）能够针对特定需求，完成单元（部件）的设计；（3）能够进行系统或工艺流程设计，在设计中体现创新意识；（4）在设计中能够考虑公共健康与安全、节能减排与环境保护、法律与伦理，以及社会与文化等制约因素。

本标准项的要求可通过工程设计、健康、安全、环保和相关社会科学知识的学习，以及工程设计实践来达成。

**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。**

【内涵解释】本标准项要求学生能够面向复杂工程问题，按照“调研、设计、实施、归纳”的思路开展研究。研究过程中能意识到批判性思维和创造性方法对评价新问题的重要性。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂工程问题的解决方案；（2）能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案；（3）能够根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据；（4）能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。

本标准项的要求可通过本学科学术文献的分析、筛选和研究等相关知识的学习与应用来达成。

**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。**

【内涵解释】本标准对学生“使用现代工具”的能力提出了“开发、选择和使用”的要求。现代工具包括技术、资源、现代工程工具和信息技术工具（包括预测和建模）。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）了解专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性；（2）能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对复杂工程问题进行分析、计算与设计；（3）能够针对具体的工程问题对象，通过组合、选配、改进、二次开发等方式创造性地使用现代工具进行模拟和预测，满足特定需求，并能够分析其局限性。

本标准项的要求可通过数据分析、统计、信息技术等知识的学习与应用以及工程实践来达成。

**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。**

【内涵解释】本标准项要求学生关注“工程与社会的关系”，理解工程项目的实施不仅要考虑技术可行性，还必须考虑其市场相容性，即是否符合社会、健康、安全、法律以及文化等方面的外部制约因素的要求。标准中提及的“工程相关背景”是指专业工程项目的实际应用场景。标准中所指的“对社会、健康、安全、法律以及文化的影响”不是一个宽泛的概念，是要求学生能够根据工程项目的实施背景，针对性的应用相关知识评价工程项目对这些制约因素的影响，理解应承担的相应责任。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）了解专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响；（2）能分析和评价专业工程实践对社会、健康、安全、法律、文化的影响，以及这些制约因素对项目实践的影响，并理解应承担的责任。

本标准项的要求可通过本专业领域相关的自然科学、社会科学、工程设计等知识的学习与工程实践来达成。

### **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。**

【内涵解释】本标准项要求学生必须建立可持续发展的意识，在工程实践中能够关注、理解和评价环境保护、社会和谐，以及经济可持续、生态可持续、人类社会可持续的问题。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）知晓和理解“联合国可持续发展目标SDG17”（见附件1“术语内涵”）；（2）能够站在环境和社会可持续发展的角度思考专业工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

本标准项的要求可通过涉及生态环境、经济社会可持续发展相关知识的学习与应用来达成。

### **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。**

【内涵解释】本标准项对工科学生的人文社会科学素养、工程职业道德规范和社会责任提出了要求。“人文社会科学素养”主要是指学生应树立和践行社会主义核心价值观，理解个人与社会的关系，了解中国国情，明确个人作为社会主义建设者和接班人所肩负的责任和使命。“工程职业道德和规范”是指工程团体的人员必须共同遵守的道德规范、工程伦理和职业操守，不同工程领域对此有更细化的解读，但其核心要义是相同的，即诚实公正、诚信守则。工程专业的毕业生除了要求具备一定的思想道德修养和社会责任，更应该强调工程职业的道德和规范，尤其是对公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）有正确价值观，理解个人与社会的关系，了解中国国情；（2）恪守工程伦理、理解并遵守工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规；（3）在工程实践中，能自觉履行工程师对公众的安全、健康和福祉社会责任，理解和包容多元化的社会需求。

本标准项的要求可通过思想政治、人文社会科学、工程伦理、法律、职业规范等知识的学习与应用来达成。工程职业道德的培养应落实到学生基本品质的培养，如**诚实公**

正（真实反映学习成果，不隐瞒问题，不夸大或虚构成果等）；**诚信守则**（遵纪、守法、守时、不作弊，尊重知识产权等）。

### **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。**

【内涵解释】本标准要求学生能够在多学科背景下的团队中，承担不同的角色。强调“多学科背景”是因为工程项目的研发和实施通常涉及不同学科领域的知识和人员，即便是某学科或某个人承担的工程创新和产品研发项目，其后续的中试（产品正式投产前的试验）、生产、市场、服务等也需要在多元化和包容性团队中合作共事，因此学生需要具备在多学科背景的团队中工作的能力。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能够在多学科、多样性、多形式（面对面、远程互动）的团队中与其他团队成员进行有效地、包容性地沟通与合作；（2）能够在团队中独立承担任务，合作开展工作，完成工程实践任务；（3）能够组织、协调和指挥团队开展工作。

本标准项的要求可通过工程项目设计、工程实践等跨学科团队任务，合作性学习活动来达成。

### **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。**

【内涵解释】本标准对学生就专业问题进行有效沟通交流的能力，及其国际视野和跨文化交流的能力提出了要求。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能就专业问题，以口头、文稿、图表等方式，准确表达自己的观点，回应质疑，理解并包容与业界同行和社会公众交流的差异性。（2）了解专业领域的国际发展趋势、研究热点，理解和尊重世界不同语言、文化的差异性和多样性；（3）具备跨文化交流的语言和书面表达能力，能就专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流。

本标准项的要求可通过相关理论和实践教学、学术交流活动、专题研讨活动来达成。

### **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。**

【内涵解释】本标准所述的“工程管理原理”主要指按照工程项目或产品的设计和实施的全周期、全流程的过程管理，包括涉及不同学科交叉的多任务协调、时间进度控制、相关资源调度，人力资源配备等内容。“经济决策方法”是指对工程项目或产品的设计和实施的全周期、全流程的成本进行分析和决策的方法。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）掌握工程项目中涉及的管理与经济决策方法；（2）了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；（3）能在多学科环境下（包括模拟环境），在设计开发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。

本标准项的要求可通过涉及工程管理和经济决策知识的学习与应用来达成。

### **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。**

【内涵解释】本标准强调终身学习的能力，是因为学生未来的职业发展将面临新技术、新产业、新业态、新模式的挑战，学科之间的交叉融合将成为社会技术进步的新趋势，所以学生必须建立终身学习的意识，具备终身学习的思维和行动能力。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能在最广泛的技术变革背景下，认识到自主和终身学习的必要性；（2）具有自主学习的能力，包括对技术问题的理解能力、归纳总结的能力、提出问题的能力，批判性思维和创造性能力；（3）能接受和应对新技术、新事物和新问题带来的挑战。

本标准项的要求可通过研究型学习活动，创新性实践活动，以及各类启发学生独立思考，激发学生创造力的自主学习活动来达成。

#### **【专业自评和专家考查重点】**

（1）**毕业要求**：专业毕业要求/观测点的表述及内涵的合理性，毕业要求公开的渠道，师生对毕业要求知晓和理解的情况。

（2）**标准覆盖**：专业毕业要求/观测点对 12 条标准要求“在‘广度’和‘程度’上的

实质性覆盖情况，即在广度是否全覆盖,在程度上是否不低于通用标准的 12 条要求，在理解上是否准确。

(3) **目标支撑**：专业毕业要求对培养目标支撑的解释和描述。专业毕业要求/观测点是否清晰表达了本专业人才的能力特征，描述的能力能否支撑专业培养目标中的毕业生职业能力。

(4) **可衡量性**：每项专业毕业要求/观测点可落实、可评价的理由。毕业要求/观测点描述的能力和素养是否可以通过学生的学习成果和表现判定其达成情况（可评价），达成情况是否可用适当的考核方式来评价。

## 【常见问题】

(1) 毕业要求的制定没有合理的工作机制保证，教师参与度低或根本未参与，甚至直接照抄 12 条通用标准的毕业要求，没有深刻理解标准的内涵，导致毕业要求难以有效落实。

(2) 专业毕业要求制定对培养目标支撑不够，导致专业毕业要求与培养目标定位和特色的关系不明确，甚至完全游离。

(3) 专业毕业要求/观测点对能力的描述缺乏可衡量性。主要表现在：i)能力定位不准确，在本科阶段难以通过教学实现；ii)能力形成的逻辑关系不清，无法与教学环节对接；iii)能力描述不清晰，或使用不恰当的形容词，难以准确评价等。

## 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。**

### 【内涵解释】

本标准项关注两个机制的建立，即教学过程质量监控机制和毕业要求达成情况评价机制。这两个机制的核心是面向产出的课程质量评价。面向产出的课程质量评价是指评价应聚焦学生的学习成效，课程内容、教学方法和考核方式必须与该课程支撑的毕业要

求相匹配。

因为专业毕业要求的达成需要教学活动（以下一般称为课程）的支持，因此课程质量评价是质量监控的核心，也是毕业要求达成评价的依据。课程质量评价的对象包括各类理论和实践课程，评价的目的是客观判定与专业毕业要求/观测点相关的课程目标的达成情况。在课程质量评价的基础上，可以采用定性和定量相结合的方法对毕业要求达成进行评价。

毕业要求达成情况评价机制是检验和判断专业人才培养的“出口质量”是否达到预期（即毕业要求）的重要保障机制，也是专业“持续改进”的基本前提。毕业要求达成情况评价是通过收集和确定最具代表性、最能表征专业毕业要求内涵的学习成果的相关评估数据，并对这些数据进行定性或定量的统计分析和结果解释后，对毕业生达成毕业要求的情况做出的评价。根据评价结果可以判断学生各项能力的长处和短板，为专业教学的持续改进提供依据。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业各主要教学环节的质量要求是否明确，是否与毕业要求相关联，是否体现在课程教学大纲和相关教学管理文件中。

(2) 专业的课程质量评价机制是否建立，评价内容、依据、流程、周期和责任人是否明确。

(3) 课程质量评价的组织是否规范，课程质量评价是否成为课程教学的必备环节，由课程责任教授组织实施。课程质量评价依据与结果的合理性是否有专门的机构把关和审核，该机构一般由熟悉本专业教学工作的专家组成，由专业责任教授负责。

(4) 课程质量评价的内容是否聚焦学生学习成效，专业核心课程的评价数据是否能证明：1) 课程目标与所支撑的专业毕业要求/观测点的对应关系合理；2) 课程内容、教学方法能够有效支持课程目标实现；3) 课程考核方式和评分标准能够反映课程目标的实现情况等。

(5) 专业毕业要求达成情况的评价机制。机制是否建立，包括评价方法、依据、流程、周期和责任人是否明确。

(6) 专业是否根据每项毕业要求的特点，采用适当的方法开展评价。评价方法是否合理，是否具有可操作性，是否覆盖全体学生。

(7) 专业已经开展的毕业要求达成情况评价记录是否能证明评价工作能够定期开展，评价依据和方法合理，评价结果能客观反映专业毕业要求的达成情况。

### 【常见问题】

(1) 教学过程质量监控机制没有聚焦毕业要求，监控的方式仍以传统的课堂听课为主，仅仅关注教师的课堂表现，质量监控与毕业要求达成没有明确的关联。

(2) 对面向产出的课程质量评价的理解不到位，评价没有聚焦课程目标的达成以及对相应毕业要求/观测点的支撑。课程质量评价机制不完善，实施效果不佳。

(3) 毕业要求达成评价方法单一，主要采用根据课程考试成绩的算分法。

## 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。

### 【内涵解释】

专业应针对培养目标，制度化地开展毕业生跟踪、用人单位和行业组织等相关利益方的调查工作，并依据跟踪和调查所获得的信息对培养目标达成情况进行分析和评价，形成培养目标达成情况的总体判断。

本标准项强调对培养目标的达成情况进行定期分析，即通过建立毕业生跟踪反馈机制和有关各方参与的社会评价机制，恰当使用直接和间接、定性和定量的手段，采用适当的抽样方法，定期确定和收集培养目标达成情况数据，以便对培养目标的达成情况进行分析。

### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业是否建立针对培养目标达成情况的外部评价机制，定期开展毕业生跟踪和用人单位、行业企业等利益相关方调查。

(2) 跟踪调查拟收集的数据是否合理设计，能够反映培养目标的达成情况。

(3) 毕业生跟踪是否有足够的覆盖面，具有统计意义。用人单位、行业企业的调查是否具有代表性，与毕业生的主要就业去向相一致。

(4) 是否有证据证明专业能依据跟踪和调查的反馈信息，对培养目标的达成情况进行定期分析，分析结果具有说服力，并形成文档记录。

### 【常见问题】

没有机制保证，毕业生跟踪、用人单位、行业企业的调查工作随机性大，结果不可靠。

### 4.3 能证明评价结果被用于持续改进。

#### 【内涵解释】

专业应根据标准项 4.1 和 4.2 中要求的内部和外部评价结果，发现专业培养方案设计和课程教学实施过程中存在的问题，及时反馈给相关责任人，对专业培养目标、专业毕业要求、课程体系设置、课程及教学过程、评估和评价机制、师资配置和支持条件等方面进行科学化、系统化、持续化的改进。

#### 【专业自评和专家考查重点】

- (1) 专业是否有明确的措施保证内外部评价结果及时反馈给相关责任人。
- (2) 是否有证据证明各类评价结果被用于专业持续改进，专业对反馈和改进的情况是否进行跟踪检查。

#### 【常见问题】

- (1) 没有明确的评价结果反馈机制，没有建立稳定的信息反馈渠道。
- (2) 对评价结果没有认真分析，改进工作盲目随意。

## 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。

#### 【内涵解释】

课程是实现毕业要求的基本单元，课程能否有效支持相应毕业要求的达成是衡量课程体系是否满足认证标准要求的主要判据。本标准项的核心内涵是要求专业的课程体系应围绕立德树人根本任务，将思政课程与课程思政有机结合，实现全员全程全方位育人，课程设置能够“支持”毕业要求的达成。所谓“支持”包括两层含义：其一，整个课程体系能够支撑全部毕业要求，即在课程矩阵中，每项毕业要求都有合适的课程支撑，并且对支撑关系能够进行合理的解释。其二，每门课程能够实现其在课程体系中的作用，即课程大纲中明确建立了课程目标与相关毕业要求的对应关系；课程教学内容、教学方法、考核要求能够有效保证课程目标的实现；课程考核的方式、内容和评分标准能够针对课程目标设计，考核结果能够证明课程目标的达成情况。

合理的课程体系设计应以毕业要求为依据，确定课程体系结构，设计课程内容、教学环节与教学基本要求、考核方式。要求企业或行业专家参与课程体系设计过程的目的是保证课程内容及时更新，与行业实际发展相适应。

需要注意的是，通用标准的 12 项毕业要求中特别强调培养学生“解决复杂工程问题的能力”，而课程支持与否是该能力培养是否真正落实的重要判据，因此在课程体系设计时应考虑各类课程在培养学生解决复杂工程问题能力中发挥的作用，支持毕业要求的所有课程都应该将“解决复杂工程问题”的能力培养作为教学的主要目标之一，各类课程应各司其责，共同支撑该能力的达成。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 课程矩阵能否体现课程体系对所有专业毕业要求的合理支撑。专业对矩阵中支撑每项毕业要求的核心课程的设置是否有合理的解释，核心课程是否发挥了强支撑的作用。专业的每项毕业要求是否都有合适的课程支撑。

(2) 课程大纲能否体现课程在支撑矩阵中的作用，即教学大纲中课程支撑的毕业要求是否明确合理，课程目标与毕业要求是否挂钩，课程内容与课程目标是否对接。

(3) 教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计，即内容深度与广度是否与课程目标要求相匹配；教学组织是否能有效保证目标的实现；考核方式、内容和评分标准是否能有效证明课程目标的达成情况。

(4) 针对“解决复杂工程问题”的能力培养，专业是否在课程体系中进行了总体设计，明确了不同类型课程所承担的任务，并在课程大纲中有所体现。例如：工程基础课和专业基础课应加强识别、表达和分析复杂工程问题能力的培养，专业核心课应加强分析/设计/研究能力的培养，综合性实践课应体现综合运用知识解决实际**复杂工程**问题的能力培养。

(5) 是否有证据证明企业行业专家有效参与了课程体系设计。

#### 【常见问题】

(1) 课程体系缺乏系统设计，只是在支撑矩阵表中，简单勾画出课程与毕业要求的对应关系，但经不起推敲，尤其是对于复杂工程问题能力以及非技术性能力的支撑缺乏思考。

(2) 课程体系不能有效支撑全部毕业要求，课程大纲不能体现课程在支撑矩阵中的作用。主要表现在：1) 课程矩阵布局不合理，有的毕业要求的支撑课程密集重叠，有的毕业要求支撑乏力，特别是非技术性能力支撑课程的选择缺乏依据；2) 强支撑课程的设置缺乏依据，比较随意。有的毕业要求没有强支撑课程，有的看似有很多强支撑课程，但这些课程实际仅支撑了该毕业要求中的个别观测点；3) 课程承担的毕业要求或其观测点不合理，与课程内容和教学方法不匹配，无法形成有效支撑；

(3) 课程大纲中课程目标的描述不合理，未体现对学生的能力要求，与毕业要求缺乏对应关系。课程教学内容、教学方法未针对课程目标设计，不能支持课程全部目标的实现。课程考核方式和内容不能覆盖课程全部目标，或者即使有平时过程考核，但由于未针对课程目标设计考核内容和评分标准，过程考核缺乏实质意义，导致考核方式和考试内容不能有效证明课程目标的达成。

(4) 行业企业专家参与课程体系设计和修订的任务不明确，作用不明显。

**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%）。**

### **【内涵解释】**

此类课程涵盖：1) 适用于本专业所属学科的、用于支撑具体分析和建模的数学、数值分析、数据分析、统计学及计算和信息科学等知识；2) 适用于本专业所属学科的**自然科学**的系统化理论的理解和运用。

本项标准是针对数学与自然科学类等基础课程设置提出的要求。内涵包括三个方面，一是该类课程学分比例应不低于 15%；二是课程设置应该符合专业补充标准要求；三是课程的教学内容和效果应该能够支撑相应毕业要求达成。

### **【专业自评和专家考查重点】**

(1) 本专业领域内数学和自然科学类课程的科目和学分规定是否明确合理，学分和涵盖知识领域是否符合通用标准和专业补充标准的要求。是否有制度保证所有学生选课可以达到要求。

(2) 课程大纲能否体现此类课程在支撑矩阵中的作用，教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计。

### **【常见问题】**

(1) 仅计算学分比例，对此类课程设置情况缺乏分析和评价，不能证明对毕业要求的支撑。

(2) 对此类课程在课程矩阵中所承担的任务不明确，不切实际地要求此类课程承担专业能力的培养。

(3) 课程教学大纲不符合要求，对于课程目标、课程内容、教学方法、考核方式、

考核内容的要求不明确。

(4) 专业将此类课程作为毕业要求达成评价的依据，但未进行课程目标达成情况评价。

## **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。**

### **【内涵解释】**

工程基础类课程涵盖：本专业所属工程学科所需的系统化的、基于理论的工程基本原理；

专业基础类课程涵盖：能够为本专业所属学科的公认实践性工作提供理论框架和知识体系，能体现本学科前沿的知识；

专业类课程涵盖：1) 能够为实践工作中的工程设计和操作提供支撑的，包括有效利用资源、环境影响、整个生命周期成本、资源再利用、净零碳和类似概念的知识；2) 专业所属学科当前研究性文献中的有关知识，以及批判性思维和创造性思维的方法论。

本项标准内涵包括三个方面，一是该类课程学分比例不低于 30%；二是课程设置应该符合专业补充标准要求；三是课程的教学内容和效果应该能够支撑其在课程矩阵中的作用，工程基础类和专业基础类课程的教学内容能体现运用数学、自然科学和工程科学原理分析、研究专业领域复杂工程问题的能力培养，专业类课程能体现系统设计和有效实现复杂工程问题解决方案的能力培养。

### **【专业自评和专家考查重点】**

(1) 工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程的学分和知识领域是否符合通用标准和专业补充标准的要求，专业核心课程对于毕业要求是否起到了强支撑作用，是否有制度保证选修课程可以支撑全体学生达成毕业要求。

(2) 课程大纲能否体现工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程在课程支撑矩阵中的作用，教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计。

(3) 针对“解决复杂工程问题”，各类课程是否明确其所承担的任务，是否在课程大纲及课程教学过程中体现“解决复杂工程问题”能力的培养。

### 【常见问题】

(1) 仅计算学分比例，而对课程的教学内容和效果能否支撑毕业要求缺乏达成分析，不能证明对毕业要求的支撑。

(2) 该类课程设置的内容和量不足以支持相关毕业要求达成。如工程基础类和专业基础类课程的教学内容对体现运用数学、自然科学和工程科学原理分析研究专业复杂工程问题的能力培养不足；专业类课程在系统设计和有效实现复杂工程问题解决方案的能力培养不足。

(3) 课程教学大纲不符合要求，对于课程目标、课程内容、教学方法、考核方式、考核内容的要求不明确。

(4) 任课教师对学生学习成效的关注度不够，对课程目标实现情况缺乏问题分析。

**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。**

### 【内涵解释】

此类课程涵盖：本专业所属工程学科实践工作中所涉及的工程实践知识和方法，学生综合运用所学知识解决实际问题的实践环节。此类课程应关注本学科工程实践和复杂工程问题中的工程意识。

本项标准是对实践教学环节提出的要求。专业应建立完善的实践教学体系，包括全体学生参与的综合实验项目、实习、实训、课程设计等工程实践和毕业设计（论文）等教学环节，有质量控制标准和管理规范。实践教学环节学分比例不低于 20%，实践训练内容符合专业补充标准要求。实习、实训的过程实施状况和实际效果应能支撑其在课程矩阵中的作用，能体现学生实践能力和创新能力的培养。毕业设计（论文）选题应结合本专业的工程实际问题，能体现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；有企业或行业专家参与毕业设计（论文）的指导和考核。

### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 工程实践课程、毕业设计的学分和内涵是否符合通用标准和专业补充标准的要

求。

(2) 实践教学体系是否符合专业特点，实习、实训和设计的内容能否支持学生掌握本专业工程设计和工程实践所需的知识和能力，是否与企业合作开展实践教学，强化学生的工程意识和实践/创新能力培养，每个学生是否有足够的训练机会，其表现是否得到客观评价。

(3) 课程大纲能否体现工程实践类课程和毕业设计（论文）在课程支撑矩阵中的作用，教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计，是否有明确合理的评分标准用于评价学生的学习成果和表现，其中“及格标准”是否体现了课程目标基本达成的底线。

(4) 针对“解决复杂工程问题”，实践课程是否明确所承担的任务，是否在课程大纲及课程教学过程中体现“解决复杂工程问题”能力的要求。

(5) 支撑非技术类毕业要求的实践环节，是否针对每项毕业要求/观测点设计了明确的课程目标、配套的教学内容、教学方法、考核方式和评分标准，能否保证课程目标得到落实和有效评价。

(6) 毕业设计（论文）选题是否结合专业的工程实际问题；训练过程是否注重学生工程意识、协作精神和沟通交流能力的培养；训练成果能否体现学生综合应用所学知识解决实际问题的能力；考核方式和评分标准能否体现对课程目标和相关毕业要求达成情况的合理评价。

(7) 毕业设计（论文）指导和考核是否有企业或行业专家参与。

#### 【常见问题】

(1) 专业仅计算学分比例，而对工程实践与毕业设计（论文）实施状况和实际效果能否支撑毕业要求达成缺乏分析。

(2) 工程实践和毕业设计（论文）等实践环节内容和量不足以支持相关毕业要求达成，尤其是在工程设计能力培养方面，忽视了对学生在从事工程设计时是否能够有意识的考虑经济、环境、法律、伦理等制约因素的考查与评价。

(3) 对于课程目标评价依据的合理性缺乏判断。实践环节（如实验、实习、课程设计、社会实践等），缺乏考核评分标准，成绩有较大的随意性，直接影响到评价结果的合理性。尤其是毕业设计（论文）通常支撑多个毕业要求/观测点，但其课程目标与毕业要求/观测点的对应关系不明确，评分标准没有针对课程目标设计，考核结果无法证明课程对毕业要求/观测点达成的贡献度。

(4) 课外创新或实践活动所支撑的能力如何保证全体学生达成，缺乏有力证据。

## 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。

### 【内涵解释】

此类课程涵盖：人文社科类知识，职业伦理、社会责任和工程实践规范的知识，以及工程经济、环境及法律方面的知识。

本项标准是针对通识教育课程设置提出的要求。内涵包括三个方面，一是该类课程学分比例不低于 15%；二是课程设置应符合专业补充标准要求；三是课程教学内容和效果应能支撑其在课程体系中的能力培养作用，帮助学生树立正确的价值观，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。

### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 人文社会科学类通识教育课程的科目和学分规定是否明确合理，学分和涵盖的知识领域是否符合通用标准和专业补充标准的要求。是否有制度保证所有学生的选课可以达到要求。

(2) 此类课程的设置能否满足专业非技术性综合能力的培养需求、帮助学生树立正确的价值观，使学生能理解、掌握和运用与工程实践相关的经济、环境、法律、伦理等相关知识，在从事工程设计时能够考虑相关制约因素。

(3) 课程大纲能否体现此类课程在支撑矩阵中的作用，教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计。

### 【常见问题】

(1) 专业仅计算学分比例，而对课程的教学内容和效果能否支撑毕业要求达成缺乏分析。

(2) 选修课所支撑的能力如何保证全体学生达成，缺乏有力证据。

(3) 缺乏针对能力目标设计的考核方式和评分标准，对学生在从事工程设计时考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素的能力缺乏考核与评价。考试成绩有较大的随意性，影响到课程考核结果的合理性。

(4) 任课教师对学生学习成效的关注度不够，对课程目标的实现情况缺乏问题分析。

## 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。

#### 【内涵解释】

本标准项关注的是专业师资队伍的整体情况是否满足工程类专业教育的需要。所谓整体情况，具体指师资数量、队伍结构和兼职教师三个方面。教师的数量是否满足教学需要，主要从在校学生数量、开设课程以及实践教学环节等方面进行评判。师资队伍结构的合理性，主要从年龄结构、职称结构、学历结构、专业结构等方面进行评判。应有企业或行业专家作为兼职教师参与教学，并能够发挥行业背景的优势和特点。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 是否有详实的数据和证明材料说明专职教师的数量、结构和兼职教师的数量、来源以及聘用程序能够满足通用标准和专业补充标准的要求。

(2) 从在校学生数量、开设课程以及实践教学环节等方面进行综合分析，说明或判断教师数量是否满足教学需求。

(3) 专业是否根据年龄结构、职称结构、学历结构、专业结构等信息要素，分析了师资队伍结构的特点、优势与不足。

(4) 是否有证据说明兼职教师承担了有针对性的教学任务，并在教学活动中发挥了行业背景的优势和特点，专业对其教学效果进行了必要的跟踪和评价。

#### 【常见问题】

(1) 对教师数量和结构是否满足教学需求缺乏合理的分析，专业教师界定不清，存在凑数现象，无法支撑专业教学。

(2) 兼职教师承担的教学工作情况介绍不够具体，缺少作用分析。

### 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。

#### 【内涵解释】

本标准项关注的是教师个体的职业能力，具体包括师德师风、教学能力、专业水平、工程经验、沟通能力、职业发展能力等。专业应从保证教学质量的角度给出上述能力和水平的具体描述和要求；说明本专业对教师工程经验与工程背景的具体要求。教师具有的工程背景和工程经验应在教学活动中发挥作用。专业教师除了参与教学工作之外，还应具有工程实践相关研究工作和学术交流的能力与经历。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业对从业教师的师德师风、教学能力、专业水平、工程经验、沟通能力、职业发展能力的具体要求，判断教师是否达到专业自定要求的依据和结论。

(2) 专业对教师工程背景和工程经验的定义，即怎样的工作经历算是具有工程背景和工程经验，专业对教师工程背景和工程经验的基本门槛要求，据此对教师队伍的工程背景基本情况的分析。

(3) 教师工程背景和工程经验在教学中是否发挥作用，特别是在工程性较强的教学环节中的作用。

(4) 教师开展工程实践、工程研究，以及与此相关的学术交流情况。

(5) 教师专业背景、工程能力是否满足补充标准要求。

#### 【常见问题】

(1) 专业没有对教师各项能力、工程背景和工程经验的基本要求，没有相应门槛和判断依据。以至于专业自己都无法明确回答或者确认教师的各项能力和工程背景达到了认证标准。

(2) 专业不能说明教师的工程背景和工程经验在教学活动中发挥了作用。

### **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。**

#### 【内涵解释】

教学工作是教师的主要职责。专业教师应将主要时间和精力投入到本科教学和学生指导工作中，在教学工作中体现立德树人的总要求，同时积极参与教学研究与改革。专业应对教师教学工作时间、以及参与教学研究改革有明确要求和制度保证。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 保证教师时间和精力投入到教学和学生指导的制度和措施。

(2) 教师时间和精力投入情况及判断依据。

(3) 鼓励教师参与教学研究和改革的制度和措施，教师参与情况以及取得成果情况。

**【常见问题】**

专业不能说明如何保证教师在教学工作上的时间和精力投入。

## **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。**

**【内涵解释】**

专业不仅要为在校学生提供教学环境，还有责任为学生提供全方位的指导，包括帮助学生树立正确的价值观，以及职业生涯规划、职业从业教育。专业教师应当在学生指导工作中承担重要责任。因此，专业必须明确规定教师为学生提供指导、咨询、服务、职业生涯规划、职业从业教育等指导的工作范围、具体内容和工作要求，并用制度加以保证。

**【专业自评和专家考查重点】**

(1) 专业对教师各类指导工作的要求，包括工作范围、具体内容和工作要求，相应的制度和保障措施。

(2) 教师为学生提供的各类指导工作的实际情况和相关数据。

**【常见问题】**

专业对教师指导工作的要求不够明确，缺乏制度性保障。

## **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。**

**【内涵解释】**

作为教学工作的具体执行者，教师的责任意识是影响教学质量的重要因素，因此必须明确并自觉承担提高教学质量的责任。本标准所说的“明确责任”，主要是指教师应知晓、理解并认同其教学工作对学生毕业要求达成所承担的责任，并自觉改进教学工作，履行责任。

**【专业自评和专家考查重点】**

(1) 保证教师明确质量责任的制度和措施，重点是促进教师理解 OBE 理念并履行责任的制度和措施。

(2) 督促和判断教师履行责任的主要办法和依据，对教学质量问题的问责机制，执

行情况及效果。

(3) 教师是否明确本人的教学工作及改进提高的责任，是否理解并在本人的教学工作中贯彻 OBE 教学理念，自觉评价和改进自己的工作。

#### 【常见问题】

专业对教师的要求比较笼统，缺乏评价判断和制度保障。

## 7.支撑条件

**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。**

#### 【内涵解释】

本标准项所指支撑条件主要是教室及相关设施、实验室及实验设备、实习和实训基地。关注的是这些教学设施的数量、功能和管理能否满足教学需求，支持学生毕业要求的达成。要求这些教学设施：(1) 数量和功能上能满足专业课程教学和实践育人的需要；(2) 有良好的管理、维护和更新机制，保证教学设施的运行状态，更新频率和管理模式能够方便学生使用；(3) 有与企业合作共建的实习和实训基地，基地的条件设施和教学内容能够为学生提供真实的工程实践的平台。(4) 在教学要求、人员配备、安全管理等方面满足专业补充标准。

#### 【专业自评和专家考查重点】

(1) 教室、实验室的场地和设备配备在空间、数量和功能上能否满足专业课程教学和实践育人的需求。

(2) 实验室和实习实训基地承担教学任务的情况，包括指导教师配备、学生覆盖面，以及实验组织情况等。

(3) 实验室管理、维护和更新机制的建立和实施情况，包括人员配备、日常管理、安全规范、学生使用，设备运行和维护更新情况等。

(4) 校外合作实习和实训基地的运行情况，包括条件设施、教学任务、人员配备、学生受益面、教学方式等，是否有助于强化学生的工程实践能力。

(5) 上述(1)-(4)的内容是否满足专业补充标准的要求。

### 【常见问题】

- (1) 实验室的场地及设备数量和功能与专业教学需求不匹配，管理模式不方便学生使用。
- (2) 实验室安全管理不规范，安全、环保隐患多，措施不完善。
- (3) 实习实训基地的选择不合理，基地的实习内容和条件设施无法支撑专业教学要求。
- (4) 实习和实训的教学内容和方式，未充分利用企业资源，学生仅仅是走马观花的参观，不是参与工程实践。

## 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。

### 【内涵解释】

本标准项所指支撑条件主要是计算机、网络、图书和电子资料等公共资源。要求这些公共资源：(1) 数量充足，种类丰富，及时更新，信息化程度高，方便师生使用；(2) 能够满足学生的学习需求，支撑学生达成相关毕业要求（如获取信息、现代工具、创新活动、自主学习、国际视野等）；(3) 能满足教师教学科研需求，支持教学改革和教师职业发展；(4) 资源管理规范，共享程度和使用效率高。

### 【专业自评和专家考查重点】

- (1) 专业教学和科研对计算机、网络、图书和电子资料的需求情况。
- (2) 与专业相关的计算机、网络以及图书和电子资料的配备和管理情况。
- (3) 教师和学生需要利用公共资源开展哪些与毕业要求相关的教学和学习活动，公共资源是否满足需求。
- (4) 相关资源管理制度和措施，以及共享使用情况。

### 【常见问题】

- (1) 只是简单提供学校计算机、网络、图书资源的总体配备情况，未说明这些资源被专业教师和学生利用的情况。
- (2) 未清晰说明专业哪些教学活动对这些公共资源有需求，这些需求是否能满足。

### **7.3 教学经费有保证，总量能满足教学需要。**

#### **【内涵解释】**

本标准项所指支撑条件是教学经费的投入。要求教学经费的投入：（1）有投入标准和制度保证；（2）日常教学经费的总量满足教学运行需求，包括实验设备维护与更新费、生均实验、实习和毕业设计费等，（3）专项经费的投入有助于专业持续改进，包括教改，实验室建设、师资培训等。

#### **【专业自评和专家考查重点】**

（1）教学经费预算、下拨和使用的相关制度、规定和标准。

（2）教学经费是否满足教学需要，特别是实践教学经费（实验运行费、实习经费和毕业环节经费）的生均拨款和使用情况。

（3）近三年用于教学的专项经费情况。

#### **【常见问题】**

（1）只有教学经费数量情况，没有教学经费预算、下拨和使用的相关制度、规定和标准。

（2）惠及所有学生的生均实验、实习和毕业论文经费投入不明确，不稳定。

### **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。**

#### **【内涵解释】**

本标准项所指支撑条件是学校支持专业师资队伍建设的政策、措施和效果。要求学校（1）要建立吸引优秀教师、保证师资队伍的稳定、促进教师的职业发展、帮助青年教师成长的制度性机制与措施；（2）政策措施制度要切实有效；（3）政策措施制度要明确、公开。

#### **【专业自评和专家考查重点】**

（1）学校支持教师队伍建设的制度性政策和措施。

（2）近三年学校支持本专业教师专业发展、提高教学能力的具体效果。

（3）近三年学校支持本专业青年教师在教学和工程实践能力培养的具体效果。

（4）教师是否了解和认可以上制度和措施。

#### **【常见问题】**

(1) 专业对本标准项的理解不清晰，提供的证据和信息与标准 6 师资队伍的相关内容重复或混淆。标准 6 关注的是现有教师队伍能否满足学生培养的要求，本标准项指的是学校和院系的政策、制度与措施保证师资队伍的稳定与健康发展的情况，不仅关注制度，更要关注效果。

(2) 对学校和院系的政策和措施是否被教师了解，以及产生积极作用情况提供的材料相对比较含糊。

## **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。**

### **【内涵解释】**

本标准项所指支撑条件是学校为学生达成毕业要求提供的各类必要基础设施，包括：适宜的学习生活环境，完善的文体设施，良好的开展课外活动、社会实践、创新实践的平台条件等。

### **【专业自评和专家考查重点】**

- (1) 为帮助学生达成毕业要求，专业对学校的各类基础设施需求情况。
- (2) 学校的基础设施是否为学生课余实践活动、社团活动提供支持。
- (3) 学校的基础设施是否为学生创新实践活动提供支持。
- (4) 学校的基础设施是否为学生提供适宜的生活学习环境。

### **【常见问题】**

对于学生开展各种活动实际支持效果和受益面提供的材料不足。

## **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。**

### **【内涵解释】**

本标准项要求学校的教学管理与服务能支持专业教学质量的持续改进，能支持全体学生毕业要求的达成。管理与服务规范要求既有制度文件规定，也能有效执行文件取得效果。

### **【专业自评和专家考查重点】**

- (1) 学校和专业的教务、学生、教师、财务等管理与服务机构与职能。
- (2) 学校教务和学生管理与服务能否为专业教学和学生发展提供支持。

(3) 学校人事和财务管理与服务能否为专业持续改进提供有效支持。

**【常见问题】**

对服务情况和效果的说明不足。

**附件：**1. 术语内涵

2. 国际工程联盟 2021 版《毕业生要求和职业能力框架》相关修订内容

附件 1:

## 术语内涵

1. **联合国可持续发展目标**——2015 年 9 月 25 日联合国大会 193 个成员国正式通过 17 个可持续发展目标，旨在 2000-2015 年千年发展目标到期后继续指导 2015-2030 年全球发展工作，以综合方式彻底解决社会、经济和环境三个维度的发展问题转向可持续发展道路，呼吁所有国家（不论该国是贫穷、富裕还是中等收入）行动起来，在促进经济繁荣的同时保护地球。具体 17 个可持续发展目标如下：

目标 1：消除贫困——在全世界消除一切形式的贫困；

目标 2：消除饥饿——消除饥饿，实现粮食安全，改善营养状况和促进可持续农业；

目标 3：良好健康与福祉——确保健康的生活方式，促进各年龄段人群的福祉；

目标 4：优质教育——确保包容和公平的优质教育，让全民终身享有学习机会；

目标 5：性别平等——实现性别平等，增强所有妇女和女童的权能；

目标 6：清洁饮水与卫生设施——为所有人提供水和环境卫生并对其进行可持续管理；

目标 7：廉价和清洁能源——确保人人获得负担得起的、可靠和可持续的现代能源；

目标 8：体面工作和经济增长——促进持久、包容和可持续经济增长，促进充分的生产性就业和人人获得体面工作；

目标 9：工业、创新和基础设施——建造具备抵御灾害能力的基础设施，促进具有包容性的可持续工业化，推动创新；

目标 10：缩小差距——减少国家内部和国家之间的不平；

目标 11：可持续城市和社区——建设包容、安全、有抵御灾害能力和可持续的城市和人类住区；

目标 12：负责任的消费和生产——采用可持续的消费和生产模式；

目标 13：气候行动——采取紧急行动应对气候变化及其影响；

目标 14：水下生物——保护和可持续利用海洋和海洋资源以促进可持续发展；

目标 15：陆地生物——保护、恢复和促进可持续利用陆地生态系统，可持续管

理森林，防治荒漠化，制止和扭转土地退化，遏制生物多样性的丧失；

目标 16: 和平、正义与强大机构——创建和平、包容的社会以促进可持续发展，让所有人都能诉诸司法，在各级建立有效、负责和包容的机构；

目标 17: 促进目标实现的伙伴关系——加强执行手段，重振可持续发展全球伙伴关系。

2. **工程设计**——工程设计是一个设计系统、组件或过程的过程，以满足约束条件下的预期需求和规范。这是一个迭代的、创造性的决策过程，在此过程中，基础科学、数学和工程科学被应用于将资源转化为解决方案。工程设计包括识别机会、开发需求、执行分析和综合、生成多个解决方案、根据需求评估解决方案、考虑风险并进行权衡，以便在给定情况下获得高质量的解决方案。仅出于说明目的，可能约束的示例包括可访问性、美学、规范、可施工性、成本、人体工程学、可扩展性、功能性、互操作性、法律考虑、可维护性、可制造性、可销售性、政策、法规、时间表、标准、可持续性或可用性。

3. **工程科学**——工程科学以数学和基础科学为基础，但将知识进一步带向解决工程问题所需的创造性应用。这些研究在数学和基础科学与工程实践之间架起了一座桥梁。

4. **工程管理**——工程管理是计划、组织、领导和控制的一般管理职能，与工程知识一起应用于项目管理、建设、实施、维护、质量、风险、变化和业务管理等过程环节。

5. **多样性**——是人类差异的范围，包括使一个人或群体与另一个人或群体不同的特征。多样性包括但不限于以下特征：种族、族裔、文化、性别认同和表达、年龄、民族血统、宗教信仰、工作部门、体能、性取向、社会经济地位、教育、婚姻状况、语言、外貌和认知差异。

6. **包容性**——是指所有成员尊重、支持和重视他人的有意、主动和持续的努力和实践。一个包容性的环境提供了公平的机会和资源，使每个人都能平等参与，并在言行上尊重所有人。

附件 2:

## 国际工程联盟 2021 版《毕业生要求和职业能力框架》相关修订内容

国际工程联盟制定的《毕业生要求和职业能力框架》是包括《华盛顿协议》在内各互认协议成员组织制定认证标准的框架和参考，不能替代认证标准。

2021 版《毕业生要求和职业能力框架》中，对《华盛顿协议》认证专业的知识和态度、毕业要求以及复杂工程问题做了如下表述和解释（有下划线的文字属于 21 版修订内容）：

表 1 知识和态度

知识和态度概述	说明
WK1：对适用于本学科的 <b>自然科学</b> 有系统的、以理论为基础的理解， <u>并对相关的社会科学有认识</u> 。	1) “相关”是指“在本学科的工程问题需要的范围内”。 2) “认识”小于“知识”，大于“熟识”或“熟悉”。一个针对“社会科学”的实施例子可以用来区分“知识”和“意识”的使用：将社会科学选修课限制在与本学科相关的课程库中。对于认识来说，证据可能是每个学生都成功完成了这些选修课。对于知识的展示（如果需要的话），这些课程应该是必修课，高等院校必须展示主要学科知识学习的额外学生作品。 3) 这一行可以被认为是“支持性科学”的一行。物理学（作为一门自然科学）支持电子工程和机械工程。同样，（作为社会科学）社会学和心理学可以支持计算机和工业工程；经济支持所有传统工程学科。

<p>WK2 : 基于概念的<b>数学</b>、数字分析和<b>数据分析</b>、统计以及计算机和信息科学的形式方面，以支持适用于本学科的具体研究和建模。</p>	<p>数据分析，有时被建议定义为分析原始数据的科学，因此不是独立的学科。建议增加“数据分析”的小字。</p>
<p>WK3 : 系统的、基于理论的<b>工程</b>学科所需的<b>工程基础知识</b>的表述。</p>	
<p>WK4 : <b>工程专业知识</b>，为工程学科中公认的实践领域提供理论框架和知识体系；很多内容处于学科的前沿。</p>	
<p>WK5 : <u>包括有效利用资源、最小化废物和环境影响、整个生命周期成本、资源再利用、净零碳和类似概念的知识</u>，支持实践领域的<b>工程设计和操作</b>。</p>	<p>有一种反复出现的观点认为，列举限制了范围，要求最好用一般的术语来说明，把选择权留给课程设计者。在这里，与设计相关的知识是科目，而设计是主要的工程活动。那些明确列出的与设计相关的内容是在我们的考查中被广泛提及的内容。</p>
<p>WK6 : 工程学科实践领域的<b>工程实践</b>（技术）知识。</p>	
<p>WK7 : 工程在社会中的作用的<b>知识</b>，以及在工程实践中发现的问题：<u>诸如工程师对公共安全和可持续发展的职业责任。</u></p>	<p>1) 增加“可持续发展”并在脚注中提及联合国可持续发展目标，是为了确保工程项目在其课程中关注可持续发展问题时，是在联合国可持续发展目标的框架内进行的；即使他们的学科只是与其中的某些目标有切身的关系。</p> <p>2) 有效的实施在很大程度上取决于具体的学科：考虑到化学和计算机工程，差异是很容易想象的。</p>

<p><b>WK8</b> :参与本学科当前<b>研究文献</b>中的具体知识; <u>认识到批判性思维和创造性方法的力量,以评估新问题。</u></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 批判性思维和创造性方法可能不是知识要素,它们可能更多地被算作是“态度”。它们很难教,但课程可以帮助学生获得它们。</li> <li>2) “意识”比“知识”要少,比“熟识”或“熟悉”要多。</li> <li>3) 实施的例子: i) 在每项作业中鼓励独特的解决方案,推广它们。ii) 每年给“最有创意的顶点设计”颁奖。iii) 在每个主要的学生作业中加入批判性思维和创造力的评估项目。这可能有助于怀疑论者知道,大学教授经常要判断他们为之写推荐信的每个学生的“创造力”。</li> </ol>
<p><b>WK9</b> : <u>伦理态度,包容的行为。了解对职业伦理、责任和工程实践规范的承诺。积极意识到因种族、性别、年龄、身体能力等原因而产生的多样性,并相互理解和尊重,以及包容性的态度。</u></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 作为一种性情或态度,伦理(专业或不专业)和包容是同一类的。</li> <li>2) 多样性的需要是在“意识”层面上,而不是在知识层面上,因为教育过程中的教学手段比在工作场所的教学手段更为有限。</li> </ol>

表 2 毕业要求

毕业要求概述	说明
<p><b>WA1 工程知识：</b>运用数学、自然科学、<u>计算和工程基础知识</u>以及WK1 至WK4 中规定的工程专业知识，制定复杂工程问题的<u>解决方案</u>。</p>	<p>1) 诚然，“知识”的每一个组成部分都需要在 4 年的课程中包括一些完整的学期课程（通常，许多课程在前两年）。一些工程认证标准（EAC）规定，必须有 30 个学期的学分（大约相当于总共 10 门课程）才能同时满足数学和自然科学。</p> <p>2) 这里增加的“计算”（“知识行”）与下面第 5 行的“工具使用”不同，本处是指“计算基础知识”，包括“算法、数值分析、基本优化方法”，以适合该学科为准。</p>
<p><b>WA2 问题分析：</b>利用数学、自然科学和工程科学的第一原理，识别、制定、研究并分析复杂的工程问题，得出有根据的结论，对<u>可持续发展进行整体考虑</u>。（WK1 至 WK4）</p>	<p>1) 这里出现的“研究”一词不应该被过度解释。它只是要求学生学会如何掌握与具体问题相关的教科书文献中积累的知识。</p> <p>2) 可持续发展考虑的部分可以通过在顶点设计经验中的实施来获得，如下一行所示。然而，这还不够。可持续发展的结果也必须在问题定义和问题分析阶段加以考虑。为了能够做到这一点，学生必须首先意识到这些考虑因素是什么，并学习如何识别那些与分析中的具体问题相关的考虑因素。</p>
<p><b>WA3 设计/开发解决方案：</b>为复杂的工程问题设计<u>创造性的</u>解决方案，并设计系统、部件或流程，以满足<u>确定的</u>需求，同时<u>适当考虑公共健康和安全、整个生命周期的成本、净零碳以及资源、文化、社会和环境因素</u>。（WK5）</p>	<p>1) 解决方案是否是一个设计解决方案，是由它所解决的问题来区分的：i) 这个问题是不完全定义的，不能用演绎法来解决，需要一个创新的或创造性的方法；ii) 这个问题允许不同的、同样可以接受的解决方案。</p> <p>2) 许多 EAC 要求，在最后一年开设一门顶点设计课程（通常长达两个学期），并规定所解决的设计问题必须要求在课程的前几年获得的技能和知识。</p> <p>3) 这里的“适当的考虑”不是指设计规格，它可能已经存在于问题定义中。这指的是所提出的解决方案与环境和社会的互动所产生的环境要求。</p>

	<p>4) 一些高校提出了可能的考虑因素的清单，作为顶点设计项目的组成部分，以保证解决方案考虑到这些因素的一个适当的子集。在这个清单中提到联合国可持续发展目标，或者直接在此基础上形成一个清单，这可能是一个好的做法。</p>
<p><b>WA4 研究：</b>使用研究方法对复杂的工程问题和系统进行研究，<u>包括基于研究的知识、设计实验、分析和解释数据，以及综合信息以提供有效结论。</u>(WK8)</p>	<p>1) 许多 EAC 给出了“复杂问题”的详细定义。主要任务是划定其边界，使其与技术专家或技术人员领域的那种问题区分开来。</p> <p>2) 这里的“研究方法”包括学习如何找出关于某个具体问题的已知信息（对于四年制课程来说，比这更多的东西都是不现实的）。</p> <p>3) “实验设计”的教学显然取决于工程学科的情况。计算机工程中的“寻找代码中的错误”，机械工程中的“测量弹性”，电气工程中的“通过测量确定带宽”，等等。“设计”一词必须由一个学生（或一组学生）单独设计出适合的实验。</p> <p>4) 实验的设计、数据的分析和解释、信息的综合都是研究的方法，可以作为合适的课程的一部分来实施，而不是开设单独的课程。</p>
<p><b>WA5 工具的使用：</b>创造、选择、<u>应用适当的技术、资源以及现代工程和信息科学技术工具，包括预测和建模，认识其局限性，以解决复杂的工程问题。</u>(WK2 和 WK6)</p>	<p>1) 要求是能够从最近（现代）技术提供的工具中选择和应用适当的工具；并且，在无法选择时，能够创造一个工具，因为现有的工具都不能满足当前的需要。</p> <p>2) 不仅要求学生面对需要选择工具的问题，而且还要面对一些需要创造新工具的问题。期待一个全面的创造（一个新的软件）是不现实的；给现有的软件增加一个功能，综合两个单独可用的工具，改变现有的模型（从线性到非线性，从时变到慢时变，从多项式到指数等等），都是可以在四年的课程中引入的例子。</p>
<p><b>WA6 工程师与世界：</b>分析和评估可持续发展的成果，社会、经济、可持续性和健康与安全、<u>法律和环境影响在解决复杂工程问题中的影响。</u>(WK1, WK5, WK7)</p>	<p>1) 如上所述，这一要求可以通过在顶点设计经验中的实施而部分获得。然而，这还不够。在问题定义和问题分析阶段也必须考虑可持续发展的结果。（这就是为什么必须为它单独划出一行的原因。）</p> <p>2) 知识概况的第 1、5、7 行指出了如何将这个要求的基础纳入课程。</p>

	<p>3) 对社会科学的认识是达到这一要求的一个要求。在课程中实施的一个例子是将社会科学选修课限制在与该学科相关的有限课程库中。（社会学和心理学可以支持计算机和工业工程；经济学支持所有传统的工程学科，等等）。</p> <p>4) 在某些学科中，可能有必要在这一行中为某一具体方面专门开设一门完整的 3 学期学分的课程。例如，化学工程中的健康和<span>安全</span>等等。）否则，在每个主要的学生分析和设计工作中遵守这些方面就足够了。</p>
<p><b>WA7 伦理</b>：运用伦理原则，致力于职业伦理工程实践和规范；并遵守相关的国家和国际法律。<u>表现出理解多元化和包容性的必要性</u> (WK9)</p>	<p>1) 这一行关于理解和实践伦理。增加的内容是详细说明伦理规范包括哪些方面。“态度”在很大程度上是伦理的一部分。团队工作是很重要的一个例子。</p> <p>2) 如果开设专门的伦理课程是不可行的，那么在课程中实施这一要求的最佳方式是设计一些案例作为适当课程的一部分。</p> <p>3) 展示作为一种“态度”的实施例子，“关于非歧视的工作场所伦理问题”，可以设计一到两个（这样的）案例研究。</p> <p>4) 职业伦理不仅仅是“不在产品的规格上作弊”，它更全面，包括这一行中所指出的所有方面。不过为了强调，这些方面还是被列出来了。</p>
<p><b>WA8 个人和协作的团队工作</b>：在多元化和包容性的团队中，以及多学科、<u>远程和分布式的环境中</u>，作为个人、成员或领导有效地发挥作用。(WK9)</p>	<p>1) 在行标题中加入“协作”，是为了表明一群有或没有领导但有不同技能的学生聚在一起完成一个项目。许多人认为，仅仅是“团队”并不说明这一点。</p> <p>2) 该要求中的“包容”一词引起了人们的注意，即团队成员必须学会与不同背景 and 不同学习水平的个人一起协作，等等。课程中的一个实施方案是在学生中随机组成任何实验室或项目团队，这是一个原则。</p> <p>3) 团队合作要求，特别是多学科合作，是任何工程学科实施的主要挑战，不仅要实现，而且在开始后要维持。然而，这几乎是每个工程师的雇主在“必须的清单”上最重要的一个要求。</p> <p>4) “远程和分布式设置”的部分在去年显然已经获得了重要性。然而，人们一致认为，这并不是这种暂时状态的结果，它将继续成为任何团体共同工作的主要环境。因此，学生必须学会适</p>

	<p>应它。一个实施的例子可能是（另外）要求将学生的会议或演讲也传送给观众，并对其效果进行评估。</p>
<p><b>WA9 沟通：</b>在复杂的工程活动中与工程界和整个社会进行有效和包容的沟通，<u>包括撰写和理解有效的报告和设计文件，并进行有效的介绍；考虑到文化、语言和学习差异。</u></p>	<p>1) 这一要求有许多重要的组成部分，其中一些在上一版本中已经明确提到，如“给予和接受明确的指示”。选择取决于一个由头脑中的具体情景形成的优先事项清单。目前的优先事项是在“报告和文件”和“语言和学习差异”。</p> <p>2) 实施时要求每个学生不仅要写一份全面的报告，做一次正式的演讲，在教育期间至少面对一次不同的听众，而且所有这些活动都要由教师使用适当的绩效标准进行评估，并向学生提供反馈，而且“重复”是一个可行的选择。</p>
<p><b>WA10 项目管理和财务：</b><u>应用对工程管理原则和经济决策的知识和理解，并将其应用于自己的工作，作为团队的成员和领导者，管理项目和多学科环境。</u></p>	<p>许多 EACs 通过加入一门必修课或选修课来实现这一要求，尽管这既不充分也不必要。正确的实施方案在很大程度上取决于工程学科以及项目的教育目标。一个可能的解决方案是把顶点设计经验设计成一个主要的合作项目，这需要管理和经济层面。</p>
<p><b>WA11 持续的终身学习：</b>认识到需要并有准备和能力从事：<u>i)独立和终身学习 ii) 适应新技术和新兴技术，以及 iii) 在最广泛的技术变革背景下进行批判性思考。(WK8)</u></p>	<p>1) 现在指的是学习的连贯性。</p> <p>2) 批判性思维可以被理解为“积极的、逻辑的和质疑的接受事实或信念的过程”。</p> <p>3) 对(i)和(ii)的一个实施例子：学生参加(并可提交其证明)一到两节课或研讨会，在其中听取与专业和知识界接触的重要性，从知识和标准中学习，以及这在工程生涯中如何有助于适应性和进步。</p> <p>4) 教授批判性思维可能是困难的。但是，它是可以学习的。在课程中实施的一个例子可能是在任何综合学生作业的评价标准中增加一个项目，以评估学生在做出假设和决定时是否应用了质疑和逻辑过程。</p>

表 3 复杂工程问题

要求	复杂工程问题（具有 WP1 和 WP2 至 WP7 的部分或全部特征）
知识深度的要求	WP1: 如果没有 WK3、WK4、WK5、WK6 或 WK8 中的一个或多个深入工程知识，就无法解决这个问题，因为这样可以采用基于基本原理的第一原理分析方法。
冲突范围的要求	WP2: 涉及广泛的或冲突的技术和非技术问题（如伦理、可持续性、法律、政治、经济、社会），并考虑未来的要求。
分析深度的要求	WP3: 没有明显的解决方案，需要抽象思维、 <u>创造性</u> 和独创性。在分析中制定出合适的模型。
对问题的熟悉程度	WP4: 涉及不常遇到的问题或 <u>新问题</u> 。
适用法规的范围	WP5: 专业工程的标准和规范中 <u>没有包括</u> 的问题。
利益相关者参与的程度和相互冲突的要求	WP6: 涉及 <u>跨工程学科和其他领域的合作</u> ，以及具有广泛不同需求的不同利益相关者群体
相互依赖性	WP7: <u>解决许多部件或子问题高层次问题</u> ， <u>这些问题可能需要一个系统方法</u> 。