

工程教育认证标准（2024 版）通用标准解读及使用指南

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》（2024 版），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》内容概要

《指南》逐项说明了《工程教育认证标准》（2024 版）中各标准项的内涵要求和执行要点。通过对标准内涵的解读，明确了落实立德树人根本任务相关要求，以服务国家战略；分析了各项毕业要求的内涵，以体现解决复杂工程问题的能力要素；强调了产出导向的主线和底线要求，即专业教育应以支持和保障全体学生达成毕业要求为主线，质量监控应以定期评价和持续改进学生毕业要求达成情况为底线，以确保本科层次工程人才培养的基本质量要求，满足《华盛顿协议》实质等效的要求。

针对每条认证标准，《指南》给出的参考性的解释说明包括三个部分：一是内涵解释；二是专业自评和专家考查重点；三是常见问题。

为帮助专业更好理解认证标准和有关术语，《指南》提供了 2 个附件。附件 1 是术语解释；附件 2 是国际工程联盟 2021 年发布的新版《毕业要求和职业胜任力》，供读者学习、理解和参考。

三、《指南》修订说明

认证协会依据《工程教育认证标准》（2024 版），结合工程教育认证工作发展的要求，对原《指南》的内容进行了更新。在确保符合认证标准基本原则的前提下，对标准的内涵、执行要点进行了细化、补充和完善，确保《指南》能够帮助学校和专家准确理解和执行认证标准。

目 录

1. 学生	1
2. 培养目标	5
3. 毕业要求	7
4. 课程体系	14
5. 师资队伍	20
6. 支持条件	23
7. 持续改进	27
附件 1 术语解释	31
附件 2 国际工程联盟 2021 版《毕业要求和职业胜任力》相关修订 内容.....	33

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”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，在不同专业有不同的标准。

“制度和措施”指学校对专业吸引优秀生源的制度要求和专业采取的措施，包括基于招生数据的专业生源质量分析、结合专业优势和特色的招生宣传、设置专业特有的奖学金、助学金、贷学金等。制度措施应具有稳定性和连续性，有人员、条件保证执行和落实，并通过专业生源质量分析、在校生对专业的认可度的调研等对制度措施的执行效果进行分析和评价，促进制度措施的改进和完善。

【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调查分析，对生源流失没有足够关注，缺乏针对性的改进措施。

1.2 具有学生思政引领、品德培养、学业指导、职业规划、就业指导、心理辅导等方面的制度和措施，并有效落实。

【内涵解释】

专业应坚持立德树人，开展学生思政引领、品德培养、学业指导、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，学生思政引领、品德培养、学业指导是重点，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业指导工作。学业指导应实现以下四个目标：其一，帮助学生树立正确的人生观、价值观，厚植爱国主义情怀，强化工程报国、为民造福的理想教育；其二，帮助学生理解专业毕业要求的内涵，知晓其达成途径；其三，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；其四，为学生课业学习、能力成长和素质养成提供及时的帮助。

品德培养、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) 专业是否明确任课教师在学生学业指导工作中的主体责任，明确学业指导工作的具体要求（内容、频率、方法、覆盖面等），明确学业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) 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) 将思政引领和品德培养简单理解为思政课程的任务，在专业教育中的融合渗透

不够，课程思政缺乏设计，流于形式。

(2) 学生学业指导工作不能围绕课程目标或毕业要求，学生对于课程目标、毕业要求不了解。

(3) 对学生的学业指导、职业规划、就业指导、心理辅导等各项工作之间未能建立联系，相互脱节，甚至互相干扰。

(4) 任课教师不能承担学生学业指导的主要责任。

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，对学生的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) 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。

(3) 对学业有困难的学生预警与帮扶的制度、措施和效果。

(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) 形成性评价机制不完善，教师在教学过程中对学生个体的跟踪与评估措施不全，形成性评价工作中没有发挥作用。

(2) 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缺乏有效措施和相关记录，评价信息未及时用于教学效果的改进。

(3) 预警机制不完善，与预警机制配套的特殊帮扶措施没有发挥作用。

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。所认定“学分”的教学活动应承担对相关毕业要求达成的支撑任务。

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转入本专业前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 and 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) 近三年学分认可的材料，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”的主要依据不明确或不恰当（如：只是学分的“相当”、课程名称的“相同”或相近，甚至是“修学时长”的相当等），无法有效举证“在支撑毕业要求达成”上的等效性。

(3) “认可原有学分”的流程不严谨，存在责任人不明确，过程把关不严，缺乏“学分等效性”判定过程等问题。

2.培养目标

2.1 专业应有明确、公开的培养目标。培养目标应符合为党育人、为国育才，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的总要求，适应社会经济发展需要，符合学校人才培养定位。

【内涵解释】

培养目标是对该专业毕业生在毕业后 5 年左右预期达到的职业胜任力的总体描述，应体现为党育人、为国育才，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，能体现社会发展对本领域职业工程师的知识、能力和素养的要求等。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 年左右从业的服务面向、专业领域、职业特征和所具备的职业胜任力，是否体现为党育人、为国育才，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。

(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的要素不完整、针对性不强，不能反映学校定位和专业特色，缺少对服务面向、职业特征的表述。

(2) 培养目标对毕业生职业能力的表述不清晰，没有体现职业工程师的能力要求。

(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) 培养目标描述的毕业生职业能力与毕业要求雷同。

(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 定期调研和分析利益相关方对专业人才培养的需求和期望，评价和修订培养目标，评价与修订过程应有行业或企业专家参与。

【内涵解释】

科学合理的专业培养目标，需要准确了解社会对专业人才的需求和利益相关方对人才在知识、能力和素养等方面的期望，为此，专业应建立机制定期开展内外需求的调研工作，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，充分了解本专业内外需求的变化，并通过调研数据分析做出需求预测，据此评价专业培养目标是否符合国家发展战略、学校人才培养定位、用人单位需求、校友发展需求、专业特色发展的需要，以及各类利益相关方的需求和期望，并依据评价结果修订专业培养目标。为了保证评价和修订工作能够充分反映行业企业对毕业生职业能力的要求，在评价和制定（修订）培养目标工作中应有行业企业专家参加。

【专业自评和专家考查重点】

（1）定期调研和分析利益相关方对专业人才培养的需求和期望的工作机制是否建立，包括周期、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）专业是否理解培养目标评价和修订的主要依据，是否据此开展了有针对性的内外部调研，调研内容是否覆盖国家发展战略、学校人才培养定位、用人单位需求、校友发展需求、专业特色发展的需要，以及各类利益相关者的期望等内容，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，形成分析报告，并基于分析结果开展培养目标的评价与修订工作。

【常见问题】

（1）没有建立机制，调研的内容、方式、要求不明确，工作开展随意，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，针对性不强，调研内容不能反映内外需求，调研结果的分析不充分，尤其是对调研中的短板缺少深入分析。

（3）原始资料不完整。整理不及时不规范。

（4）调研、评价分析的结果未用于培养目标修订。

3.毕业要求

专业应有明确、公开、可衡量的毕业要求。毕业要求应符合培养目标定位和自身特色，支撑培养目标的达成。并完全覆盖以下内容：

【标准解释】

毕业要求是对学生毕业时应该具备的知识、能力和素养的具体描述。本标准对专业的毕业要求提出了“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，并能准确解读毕业要求的内涵。“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”是指学生通过学习能够获得毕业要求所描述的知识、能力和素养（可落实），且该知识、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”是指专业毕业要求中对学生知识、能力和素养的要求应符合专业培养目标的定位和特色，对培养目标的达成形成支撑。“覆盖”是指专业制定的毕业要求应能完全覆盖标准中 11 条毕业要求所涉及的内容，不应遗漏和降低要求。

可从下列角度理解“毕业要求应符合培养目标定位和自身特色”：（1）毕业要求反映学生毕业时的学习成果预期，培养目标反映学生毕业后（约 5 年）的职业胜任力预期。毕业要求符合培养目标定位，体现了二者有发展连续性与内在一致性。（2）专业自身特色的形成源于专业建设实践。专业的毕业要求符合自身特色，是指因专业制宜，将通用标准中的毕业要求具体化，体现专业的特点。（3）毕业要求符合目标定位，是从总体而言的，强调毕业要求对培养目标合乎逻辑的支撑关系；毕业要求符合专业自身特色，是从具体而言的，将专业特色反映在毕业要求表述中，有助于促进毕业要求实现路径的多样化。特色不是口号式的，而是可落实、可评价的。

本科工程教育的重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 11 条毕业要求，在知识、能力、素养的多个方面体现了解决复杂工程问题能力培养的核心要素，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) 没有明确或成熟的解决方案, 必须通过问题抽象、原创性思考, 经过分析建立合适的模型才能解决;

(4) 涉及非常见的问题或新出现的问题;

(5) 涉及专业工程标准和实践规范未完全包含的问题;

(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方的合作;

(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。

以下从培养的视角对毕业要求的内涵进行解释, 为专业人才培养提供指导性依据。

【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: 专业制定的毕业要求/观测点是否完全覆盖 11 条标准所要求的内容, 是否遗漏和降低要求, 具体表述上是否结合专业自身特色及实际情况。

(3) 目标支撑: 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学生毕业 5 年左右的职业能力。

(4) 可衡量性: 每项专业毕业要求/观测点可落实、可评价的理由是否成立, 是否有证据支撑。

【常见问题】

(1) 专业毕业要求直接照搬 11 条通用标准, 未深刻理解标准的内涵, 也未体现培养目标定位和专业特色, 毕业要求难以支撑培养目标并有效落实。

(2) 毕业要求的制定没有规范科学的工作机制, 仅少部分人参与制订, 没有广泛听取相关人员的意见, 专业教师参与度低。

(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: 1) 能力定位不准确, 在本科阶段难以通过教学实现; 2) 能力形成的逻辑关系不清, 无法与教学环节对接; 3) 能力描述不清晰, 或使用不恰当的形容词, 难以准确评价等。

3.1 工程知识。能够将数学、自然科学、计算、工程基础和专业知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）能够结合工程应用理解算力、算法和数据对解决复杂工程问题的意义和基本方法。其中算法和数据在解决实际工程问题时是与专业内容密切相关的；（3）这里的“计算”，其核心指向不是具体的工具，而是突出计算思维的培养，要求学生能理解算法的基本逻辑，理解合理利用海量数据对工程问题解决的价值，同时理解其局限性；（4）能够将相关工程专业知识和数学分析方法用于推演、分析专业复杂工程问题；（5）能够借助系统思维，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。

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，综合考虑可持续发展的要求，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，学生应学会应用基本原理思考问题，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）能运用相关基本原理，识别和判断复杂工程问题的关键环节，能够运用基本原理对复杂工程问题进行追根溯源、解构分析和合理简化；（2）能基于基本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）在分析复杂工程问题时，能综合考虑可持续发展的要求，获得有效结论。

3.3 设计/开发解决方案。能够针对复杂工程问题设计和开发解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，体现创新性，并从健康、安全与环境、全生命周期成本与净零碳要求、法律与伦理、社会与文化等角度考虑可行性。

【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“面向复杂工程问题的工程设计和产品开发全周期、全流程提出解决方案”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）掌握针对复杂工程问题的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，在设计中体现创新性；（4）在设计中能够考虑健康、安全与环境、全生命周期成本与净零碳要求、法律与伦理、社会与文化等制约因素。

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。

【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。

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。

3.6 工程与可持续发展。在解决复杂工程问题时，能够基于工程相关背景知识，分析和评价工程实践对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响，并理解应承担的责任。

【内涵解释】

本标准项要求学生关注“工程与可持续发展”的关系，理解工程项目的实施不仅要考虑技术可行性，还必须考虑其是否符合健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展等外部非技术制约因素的要求。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“对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响”不是一个宽泛的概念，是要求学生能够根据工程项目的具体实施背景，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，理解应承担的责任。

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（SDG）；（2）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，能理解可持续发展对解决复杂工程问题的影响；（3）能分析和评价专业工程实践对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响，以及这些非技术制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。

3.7 工程伦理和职业规范。有工程报国、为民造福的意识，具有人文社会科学素养和社会责任感，能够理解和践行工程伦理，在工程实践中遵守工程职业道德、规范和相关法律，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、工程伦理、职业道德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。“工程伦理”是工程活动中应遵循的伦理准则，工程伦理通常用于处理工程活动中的价值冲突，例如工程的经济目标与环境保护的冲突，工程专业的毕业生需要了解工程伦理的内容，并在工程实践中基于伦理准则做出负责任的决策。“职业规范”是指工程团体的人员必须共同遵守的道德规范、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（真实反映学习成果，不隐瞒问题，不夸大或虚构成果等）、诚信守法（遵纪、守法、守时、不作弊，尊重知识产权等）。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，更应该强调其工程伦理、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，有工程报国、为民造福的意识；（2）恪守并践行工程伦理准则，理解并遵守工程职业道德和规范，尊重国家和国际通行的法律法规；（3）工程职业道德的培养应落实到学生基本品质的培养；（4）在工程实践中，能自觉履行工程师对公众的安全、健康和福祉的社会责任。

3.8 个人和团队。能够在多样化、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样化、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。“多样化”背景是指除了多学科要求，还要考虑团队成员身份、文化背景和工作场景的多样化要求，比如“面对面、远程和分布式”等环境。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能够在多学科、多样化（例如面对面、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）能够在团队中承担相应的专业角色，包括独立或合作承担任务，完成工程实践任务；（3）能够组织、协调和指挥团队开展工作。

3.9 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；能够在跨文化背景下进行沟通和交流，理解、尊重语言和文化差异。

【内涵解释】

本标准对学生就专业复杂工程问题进行有效沟通交流的能力，以及跨文化交流的能力提出了要求。文中的语言差异，不仅仅是指沟通时“对话语言”的差异，还包括工程师交流时“技术语言”的差异。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能就专业的复杂工程问题，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）理解和尊重世界不同语言、文化的差异性；（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。

3.10 项目管理。理解并掌握与工程项目相关的管理原理与经济决策方法，并能够在多学科环境中应用。

【内涵解释】

本标准所述的“工程项目相关的管理原理”主要指与工程项目或产品的设计和实施有关的管理原理，包括多学科团队组建、多任务协调、时间进度控制、资源调度、人力配备、系统性、目标导向、质量管理等。“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、效益、风险和效率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）了解工程项目及产品全周期、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。

3.11 终身学习。具有自主学习、终身学习和批判性思维的意识 and 能力，能够理解广泛的技术变革对工程和社会的影响，适应新技术变革。

【内涵解释】

本标准强调自主学习和终身学习的能力，是因为学科交叉融合已成为社会技术进步的新趋势，新技术、新产业、新业态、新模式不断涌现，新知识和新技能的学习将贯穿工程职业发展的整个周期，自主学习和终身学习是适应职业要求的必备能力。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能够意识到自主学习、终身学习对个人能力发展的重要性，能通过主动学习获得提出问题、分析问题和解决问题的能力，并逐渐形成批判性思维；（2）能够理解可能超出本专业领域的更广泛的技术变革对工程与社会产生的潜在影响；（3）能够适应新技术变革，应对新问题和新的挑战。

4.课程体系

**4.1 课程设置和教学实施应体现正确的价值导向，体现前沿技术的发展和应
用，支持毕业要求的达成，课程体系制定与修订应有企业或行业专家参与。**

【内涵解释】

本标准项要求专业的课程设置和教学实施能支持毕业要求达成，并注重“两个体现”，其一，体现正确的价值导向，通过思政课程与课程思政的有机结合帮助学生建立正确的价值观，强化工程报国、为民造福的意识，提升工程素养；其二，体现前沿技术的发展和应
用，帮助学生理解广泛的技术变革对工程和社会的影响，适应新技术变革。

课程设置和教学实施能够支持毕业要求的达成是指专业的课程体系能够合理支撑全部毕业要求，每门课程对毕业要求都有明确的支撑任务，支撑任务在课程教学与考核方案的设计与实施中能得到有效落实。

【专业自评和专家考查重点】

（1）专业培养方案能否证明课程体系对专业毕业要求形成了合理支撑，支撑关系没

有“缺项”和“短板”；每门课程在课程体系中任务明确且合理，核心课程（理论&实践）发挥了强支撑的作用。

（2）课程教学大纲能否体现课程在支撑矩阵中的作用，即课程目标能否支撑毕业要求，课程教学内容、方法与考核要求是否针对课程目标设计。

（3）课程教学与考核是否落实了课程教学大纲的要求，即教学内容和方法是否有助于学生能力的提升，体现正确的价值引领和前沿技术的发展；考核方案能否有效检验课程目标的达成情况。

（4）是否有证据证明企业行业专家参与了课程体系制定与修订，并提出了有针对性的意见和建议。

【常见问题】

（1）课程体系对毕业要求的支撑关系缺乏整体设计，只是简单、碎片化的对接。主要表现在：1）支撑矩阵布局不合理，非技术能力支撑不足，专业核心课程和重要实践环节的支撑作用与课程地位不符；2）课程对毕业要求的支撑强度设置比较随意，强支撑课程的设置缺乏依据；3）课程承担的毕业要求或观测点的支撑任务不合理，与课程的教学任务不匹配，支撑任务难以落实。

（2）课程教学大纲在落实毕业要求支撑任务方面的问题：1）课程目标未清晰描述对学生的能力要求，缺乏可衡量性；2）课程目标的要求与毕业要求缺乏对应关系；3）课程教学内容、教学方法未针对课程目标设计，难以支撑学生相关能力的培养；4）课程考核内容、方式和评分标准不能体现课程目标的要求，特别是非试卷考核缺乏考核点明确的评分标准，难以保证评价依据的有效性。

（3）无证据证明行业企业专家参与课程体系制定和修订，或虽有参与，但参与深度不够，意见和建议缺乏针对性。

课程体系必须包括：

4.2 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。内涵包括两个方面，一是该类课程学分比例应不低于 15%；二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）课程教学大纲能否体现此类课程对毕业要求的支撑作用，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说明，不能证明对毕业要求的支撑。

（2）未准确把握对此类课程在学生能力培养中的奠基作用。

（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、考核内容以及评分（评价）标准的要求不明确。

（4）课程目标达成情况分析的资料不完整甚至没有。

4.3 符合本专业毕业要求的计算、工程基础、专业基础和专业类课程。计算、工程基础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的培养，专业类课程能体现系统设计和实现能力的培养。

【内涵解释】

计算类课程涵盖：本专业运用计算机，借助数据、算法和算力解决复杂工程问题所需的相关知识和方法；

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，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。

本项标准要求计算、工程基础、专业基础和专业类课程的教学内容和效果应该能够体现其在毕业要求支撑矩阵中的作用，即计算、工程基础和专业基础类课程能体现运用数学、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) 计算、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，选修课程的设置是否能够多角度支撑全体学生达成相关毕业要求。

(2) 课程教学大纲的设计能否体现计算、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，体现正确的价值引领、前沿技术的发展和解决复杂工程问题能力的培养。课程教学与考核能否有效落实课程大纲的要求。

【常见问题】

(1) 课程的教学内容、方法与考核方式以及评分（评价）标准不足以举证课程目标的达成。

(2) 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、考核内容以及评分（评价）标准的要求不明确。

(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。

4.4 工程实践与毕业设计（论文）（至少占总学分的 20%）。设有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）选题能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。标准明确了各类实践环节对学生能力培养的要求，以及校企合作的要求。

【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）课程教学大纲能否体现工程实践类课程和毕业设计（论文）在培养学生解决复杂工程问题能力方面的重要作用，对非技术能力的培养是否设计了合理有效的教学与考核方案，课程考核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。教学大纲是否得到有效落实。

（4）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。

（5）校企合作开展实习、实训的情况，以及企业或行业专家参与毕业设计（论文）指导和考核工作的情况。

【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。

4.5 人文社会科学类通识教育课程,能支持学生在从事工程设计时考虑经济、环境、法律、伦理、可持续发展等各种制约因素。

【内涵解释】

此类课程涵盖人文社科类知识,工程伦理、法律、社会责任和工程实践规范的知识,以及工程经济、环境及社会可持续发展方面的知识。

本项标准是针对通识教育课程设置提出的要求,要求此类课程的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、伦理和可持续发展等各种制约因素。

【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、伦理和可持续发展等相关知识,在从事工程设计时能够考虑相关制约因素。

(3) 课程教学大纲能否体现此类课程在毕业要求支撑矩阵中的作用,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) 专业对此类课程的教学内容和效果能否支撑相关毕业要求关注不够,特别是用于评价毕业要求达成情况的课程,无法提供有效证据。

(2) 此类课程的设置和教学内容与专业的要求不匹配,对学生在从事工程设计时能够考虑经济、环境、法律、伦理和可持续发展等各种制约因素的支撑作用不足。

(3) 此类课程的课程目标对学生的能力要求不明确,考核评价与目标脱节,难以提供有效证据。

5.师资队伍

5.1 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、开设课程和实践教学环节、学业指导等方面进行评判。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、学缘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、工程背景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、开设课程和实践教学环节、学业指导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实质性地承担了具体的教学任务，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。

5.2 教师应具有良好的师德师风，教师的教学能力、专业水平、工程能力、沟通与合作能力、职业发展能力能够满足专业教学的要求；能够开展工程实践问题研究，参与学术交流。

【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、工程能力、沟通与合作能力、职业发展能力等。专业应从保证教学质量的角度给出对专业教师上述能力和水平的具体描述和要求，有关内容应满足专业补充标准要求，说明本专业对教师工程能力的具体情况和专业教师教学的具体情况，以及专业教师参加的与职业能力提升的相关学习培训等具体情况。专业教师应具有工程实践相关研究工作和学术交流的能力与经历；教师开展工程实践问题研究和学术交流的成果应体现在教学活动中。

【专业自评和专家考查重点】

（1）专业要明确对从业教师在师德师风、教学能力、专业水平、工程能力、沟通与合作能力、职业发展能力等方面的具体要求，判断教师是否达到专业补充标准或自定要求，并提供判定依据和结论。

（2）专业要依据专业教学要求，明确对教师工程能力的定义，即怎样的工作经历算是具有工程能力，明确对教师工程能力的基本门槛要求，据此对教师队伍的工程能力是否达到专业自定要求进行分析。

（3）教师开展工程实践问题研究，以及与此相关的学术交流情况。

（4）教师的工程经验、开展工程实践问题研究和相关学术交流的成果在教学活动中应发挥作用，特别是在工程性较强的教学环节中。

（5）教师专业背景、工程背景、工程能力是否满足补充标准要求。

【常见问题】

（1）专业没有明确对教师师德师风、各项能力、工程能力的基本要求，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经验、开展工程实践问题研究和相关学术交流的成果在教学活动中发挥了作用。

5.3 教师对提升教学质量具有责任意识, 有足够的时间和精力投入本科教学, 能为学生的学习和个人发展需求提供指导、咨询和服务, 并积极参与教学研究与改革, 落实持续改进任务。

【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。教师对提升教学质量具有责任意识, 在教学工作中体现立德树人的总要求, 帮助学生树立正确的价值观, 同时积极参与教学研究与改革, 落实持续改进任务。教师应当在学生指导工作中承担重要责任, 对学生的学习以及职业生涯规划、个人发展提供指导、咨询和服务。专业应对教师承担教学工作、学生指导的时间和责任、以及参与教学研究改革、落实持续改进任务有明确要求和制度保证。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业要有保证教师有足够的时间和精力投入到教学中, 鼓励教师参与教学研究和改革的制度和措施。

(2) 专业要有明确教师关于提升教学质量责任、落实持续改进任务的制度和措施。

(3) 专业要明确教师对学生学习和个人发展等方面指导工作的要求, 包括工作范围、具体内容和工作要求, 要有相应的制度和措施。

(4) 教师在教学、学生指导等方面时间和精力的投入情况及判断依据。教师参与教学研究和改革的情况以及取得的成果情况。

(5) 专业有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。

(6) 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】

(1) 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。

(2) 专业对教师为学生开展学习和个人发展指导工作的要求不够明确, 缺乏制度保障。

(3) 专业对教师在提升教学质量方面的责任和落实持续改进任务的要求比较笼统, 缺乏评价判断和制度保障。

6.支持条件

6.1 专业配备的实验室及设备在面积、数量和功能上能满足专业教学需要；有安全运行、管理维护和设备更新机制，学生能够安全方便地使用；有与企业合作共建的实习和实训基地，能够支撑学生工程能力的培养。

【内涵解释】

本标准项所指支持条件主要是实验室及实验设备、实习和实训基地。关注的是这些教学设施的面积、安全、数量、功能和管理以及设备更新等能否满足教学需求，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，能够支撑学生工程能力的培养；（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）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能力的培养。

（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、面积和功能与专业教学需求不匹配，管理模式不方便学生安全使用。

（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,难以培养学生的工程能力。

6.2 学校能为学生达成毕业要求提供必要的学习条件和基础设施,包括教室、计算机、网络、数据、计算软件、图书资料资源,以及学生创新实践活动平台等;条件设施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教室、网络、计算机、数据、计算软件、图书和电子资料等公共资源以及学校为学生达成毕业要求提供的各类必要基础设施。要求这些公共资源和基础设施:(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、现代工具与计算软件、创新活动、自主学习、国际视野等);(3)能够为学生提供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;(4)能满足教师教学科研需求,支持教学改革和教师职业发展;(5)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) 专业教学和科研对教室、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、现代工具与计算机软件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) 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。

(5) 学校的基础设施是否为学生创新实践活动、课余实践活动、社团活动提供支持。

(6) 学校的基础设施是否为学生提供适宜的生活学习环境。

(7) 相关资源管理制度和措施,以及共享使用情况。

【常见问题】

(1) 只是简单提供学校教室、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。
- (3) 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。
- (4) 未清晰说明能否满足教师教学科研需求，支持教学改革和教师职业发展。

6.3 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。

6.4 学校能够有效地支持专业教师队伍建设，吸引与稳定合格的教师，有政策和激励机制保障教师投入本科教学，支持专业教师的职业发展，为教师工程能力的提升创造条件并提供政策支持。

【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、保障教师投入本科教学，帮助青年教师成长的制度性机制与措施；(2) 建立提升教师（特别是青年教师）工程能力的政策措施；(3) 政策措施制度要切实有效、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，应包括教师工程能力提升。
- (2) 近三年学校支持本专业教师专业发展、提高教学能力和工程能力的具体效果。
- (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) 近三年教师投入本科教学的情况。
- (5) 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 5 师资队伍的相关内容重复或混淆。标准 5 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以及教师投入本科的情况，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。

(3) 教师工程能力的提升缺少明确的制度要求，效果不明显。

6.5 学校的教学管理与服务规范，能有效地支持专业建设和学生毕业要求达成。

【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建设和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建设、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。

7.持续改进

7.1 建立了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，质量监控能关注学生的学习体验与成效，提供毕业要求达成证据；建立了以课程目标达成评价为主要依据的毕业要求达成情况评价机制，定期开展课程目标、毕业要求达成情况评价。质量监控与评价结果能用于专业持续改进。

【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，即基于学生的学习成果对课程目标达成情况开展的评价，因课程目标与其支撑的毕业要求相关联，其评价依据和结果是相关毕业要求达成评价的主要证据。

为确保学生达成毕业要求，专业对主要教学环节应当有明确的质量标准（如课程教学大纲等），以确保质量监控有据可依。教学质量监控的关注点应从“评教”转向“评学”，高度关注学生的学习体验与成效，特别是支撑毕业要求达成的各类教学活动（以下简称：课程）的学习成果，通过严格的过程管理和有效的监控机制，确保课程学习成果能够反映课程目标的各项能力要求，为课程目标、毕业要求达成评价提供证据。

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。专业应建立以课程目标达成评价为主要依据的毕业要求达成情况评价机制并定期开展评价工作，通过收集和选择具代表性、能表征专业毕业要求内涵的课程评价数据，以及其他来源的评价信息，在审核和判定评价数据与信息有效性（即数据与学生能力的相关性）的基础上，采取定性或定量的评价方法，对毕业要求的达成情况做出评价。并通过对评价的结果的分析，判断学生能力达成的成效和短板，为持续改进提供依据。

本标准关注持续改进工作的落实，即专业应建立面向产出的教学质量监控闭环机制，通过监控、评价、反馈和持续改进，提升教学质量。教学过程质量监控的结果应能跟踪学生的学习状态，促进“教”与“学”的及时改进；毕业要求、课程目标达成评价结果应能发现学生能力的短板，为课程设置、课程教学、师资队伍、支持条件的持续改进提

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) 专业的教学过程质量监控机制是否建立，质量监控的措施和关注点是否聚焦学生的学习体验与成效，对主要教学环节的考核方法、考核内容、学习成果是否建有审核把关制度，对教师在教学过程中收集学生的学习成果，在课程结束后提供完整的课程评价证据是否有明确要求。

(3) 课程目标达成情况评价是否定期开展，组织流程是否规范严谨，评价依据与评价结果的合理性是否经过审核把关。专业提交的课程评价资料能否证明：1) 课程考核方式、考核内容和评分标准能够反映课程目标要求的学生能力；2) 对学生学习成果的考核评分客观合理；3) 依据考核结果对课程目标达成情况做出的定性或定量评价有说服力。

(4) 专业是否建立以课程目标达成情况评价结果为主要依据的毕业要求达成情况评价机制并定期实施（机制应包括评价方法、依据、流程、周期和责任人）。专业提交的毕业要求达成评价证据能否证明：1) 针对每项毕业要求所选择的评价课程具有代表性，课程提供的或其他来源的评价数据能够表征毕业要求的内涵，反映学生能力的达成情况；2) 毕业要求达成情况的定性或定量方法合理有效；3) 除了依据课程评价结果之外，专业根据每项毕业要求的特点采取的其他评价方法中，评价依据合理，评价人具有代表性，评价对象覆盖全体学生。

(5) 质量监控与评价结果是否用于专业持续改进。专业提交的课程目标、毕业要求达成评价报告能否证明：1) 评价结果能展示学生能力的长处和短板；2) 能深入分析未达标学生的学习问题，判断导致能力短板的原因；3) 针对短板提出了具体可行的改进措施；4) 能够追踪改进效果，持续调整改进措施，留下持续改进的轨迹。

【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。对评价结果缺少深入的分析，甚至年复一年的相同。

(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。对评价结果缺少深入的分析，只为证明“达成”，而忽略查找问题和持续改进。

7.2 建立了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，定期调研分析毕业生职业发展状态，结果能用于专业持续改进。

【内涵解释】

本标准项要求专业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毕业生的职业发展状态进行分析和评价，作为专业持续改进的依据。

专业应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，定期调查和收集毕业生的职业发展信息，包括职业领域、岗位性质、薪资情况、职务职称、职业能力、发展能力等客观数据，以及毕业生自我评价和用人单位评价等主观数据，据此分析和判断本专业毕业生职业发展的强项、弱项和需求，并将评价结果用于专业毕业要求、课程设置、课程教学、师资队伍和支持条件持续改进。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业是否建立了利益相关者参与的外部评价机制，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针对不同的调研对象合理设计，能够反映毕业生的职业发展状态和用人单位的意见，评价对象是否重点关注进入职场五年左右的毕业生。

(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，对毕业生职业发展状态进行定期分析，分析结果具有说服力，并用于专业持续改进。

【常见问题】

(1) 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。

(2) 外部评价的问卷缺乏针对性设计，反馈结果缺乏针对性和有效性，难以准确判断毕业生的职业发展状态，无法用于持续改进。

附件：1. 术语解释

2. 国际工程联盟 2021 版《毕业要求和职业胜任力》相关修订内容

附件 1:

术语解释

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. **多元化**——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。多元化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《毕业要求和职业胜任力》相关修订内容

国际工程联盟制定的《毕业要求和职业胜任力》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《毕业要求和职业胜任力》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 <u>自然科学</u> 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> 。	<p>1) “相关”是指“在本学科的工程问题需要的范围内”。</p> <p>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。</p> <p>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 数学 、数字分析和 数据分析 、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 <u>具体研究</u> 和建模。	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。
WK3: 系统的、基于理论的 工程 学科所需的 工程基础知识 的表述。	
WK4: 工程 专业知识 ，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。	
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 工程设计和操作 。	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。
WK6: 工程学科实践领域的 工程实践 （技术）知识。	
WK7: 工程在社会中的作用的 知识 ，以及在工程实践中发现的问题： <u>诸如</u> 工程师对 公共安全和可持续发展的职业责任 。	<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>WK8: 参与本学科<u>当前研究文献</u>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>	<p>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。</p> <p>2) “意识”比“知识”要少, 比“熟识”或“熟悉”要多。</p> <p>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”。</p>
<p>WK9: 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元化, 并相互理解和尊重, 以及包容性的态度。</p>	<p>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。</p> <p>2) 多元化的需要是在“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。</p>

表 2 毕业要求

毕业要求概述	说明
WA1 工程知识: 运用数学、自然科学、 <u>计算</u> 和工程基础知识以及 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>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>
WA2 问题分析: 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>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>
WA3 设计/开发解决方案: 为复杂的工程问题设计 <u>创造性</u> 的解决方案, 并设计系统、部件或流程, 以满足 <u>确定的需求</u> , 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>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>WA4 研究: 使用<u>研究方法对复杂的工程问题和系统</u>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</u>以提供有效结论。(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>WA5 工具的使用: 创造、选择、<u>应用适当的技术、资源以及现代工程和信息</u>技术工具, <u>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>WA6 工程师与世界: 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安全等等。) 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>WA7 伦理: 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<u>国家和国际法律。表现出理解多元化和包容性的必要性 (WK9)</u></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>WA8 个人和协作的团队工作: 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和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>WA9 沟通：在复杂的工程活动中与工程界和整个社会进行有效和<u>包容</u>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>WA10 项目管理和财务：<u>应用</u>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。</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>WA11 持续的终身学习：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 and 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 <u>非技术问题</u> （如伦理、可持续性、法律、政治、经济、社会）， <u>并考虑未来的要求。</u>
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</u> 高层次问题， <u>这些问题可能需要一个系统方法。</u>