

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。所谓“明确”，是指专业应当准确描述本专业的毕业要求，并通过指标点分解明晰毕业要求的内涵。所谓“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。所谓“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）。所谓“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。所谓“覆盖”，是指专业制定的毕业要求在广度上应能完全覆盖标准中 12 条毕业要求所涉及的内容，描述的学生能力和素养在程度上应不低于 12 项标准的基本要求。

在认证实践中，上述“明确、可衡量、覆盖、支撑”的要求，都可以通过专业分解的毕业要求指标点来考查。指标点是经过选择的，能够反映毕业要求内涵，且易于衡量的考查点。通过毕业要求指标点可以判断专业对于通用标准 12 项基本要求的内涵是否真正理解，可以判断专业建立的毕业要求达成评价机制是否具有可操作性和可靠性，也可以判断专业是否根据培养目标设计自身的毕业要求。换言之，就是如果指标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”；如果指标点不可衡量，即使进行了达成度评价，其结果也不能证明达成。

由于毕业要求指标点的达成需要教学活动（以下一般称为课程）的支持，因此衡量也是基于课程来实现的。从可衡量的角度看，技术类毕业要求的指标点分解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，符合由浅入深的教学规律，应按照能力形成的逻辑“纵向”分解。非技术类毕业要求指标点分解的关键是对相关能力和素养的内涵进行清晰表述，只有做到清晰表述才可能纳入教学内容并进行有效评价。非技术类毕业要求可按照“能力和素养要素”进行分解。

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、工程基础和专业知

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) 能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于工程问题的表述；(2) 能针对具体的对象建立数学模型并求解；(3) 能够将相关知

识和数学模型方法用于推演、分析专业工程问题；(4) 能够将相关知识和数学模型方法用于专业工程问题解决方案的比较与综合。

本标准项描述的能力可通过数学、自然科学、工程基础、专业基础和专业类课程的教学来培养和评价。

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，分析过程的影响因素，获得有效结论。

本标准项描述的能力可通过数学、自然科学、工程基础、专业基础类课程的教学来培养和评价。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。

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、全流程的基本设计/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）在设计中能够考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。

本标准项描述的能力可通过设计类专业课程、相关通识课程，以及课程设计、产品或过程设计、毕业设计等实践环节来培养和评价。

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。

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。

本标准项描述的能力可通过相关理论课程、实验课程、实践环节，以及课内外各类专题研究活动来培养和评价。

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。

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）能够针对具体的对象，开发或选用满足特定需求的现代工具，模拟和预测专业问题，并能够分析其局限性。

本标准项描述的能力可通过相关的专业基础课程，专业课程和实践环节来培养和评价。

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的影响，并理解应承担的责任。

本标准项描述的能力可通过相关通识课程，专业课程和实习、实训等实践环节来培养和评价。

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环境和可持续发展的意识，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）知晓和理解环境保护和可持续

发展的理念和内涵；(2)能够站在环境保护和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。

本标准项描述的能力可通过涉及生态环境、经济社会可持续发展知识的相关课程，以及专业课程和实践环节来培养和评价。

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事业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)理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，并能在工程实践中自觉遵守；(3)理解工程师对公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任，能够在工程实践中自觉履行责任。

本标准项描述的能力可通过思想政治、人文艺术、工程伦理、法律、职业规范等课程，以及社会实践、社团活动等实践环节来培养和评价。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）。考核评价应更关注学生的行为表现。

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、生产、市场、服务等也需要不同学科的人员协作，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)能与其他学科的成员有效沟通，合作共事；(2)能够在团队中独立或合作开展工作；(3)能够组织、协调和指挥团队开展工作。

本标准项描述的能力可通过课内外的各种教学活动，通过跨学科团队任务，合作性学习活动来培养和评价，并通过合理的评分标准，评价学生的表现。

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。

本标准项描述的能力可通过相关理论和实践课程、学术交流活动、专题研讨活动来培养。通过合理的评分标准，评价学生的表现。

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”主要是指按照工程项目或产品的**设计和实施**的全周期、全流程进行的过程管理，包括**多任务协调、时间进度控制、相关资源调度，人力资源配备**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。

本标准项描述的能力可通过涉及工程管理和经济决策知识的相关课程，以及设计类、研究类、实习实训类实践环节来培养和评价。

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，学科专业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）能在社会发展的大背景下，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，归纳总结的能力和提出问题的能力等。

本标准项描述的能力可通过具有启发和引导作用的课程教学方法，以及课内外实践环节来培养和评价。

【专业自评和专家考查重点】

（1）**毕业要求：**毕业要求及其指标点的表述及内涵合理性，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：**专业毕业要求及其指标点对 12 条标准要求“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。指标点分解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：**每项专业毕业要求指标点可落实、可评价的理由。指标点是否能够用本科阶段的教学活动来支撑，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，

导致毕业要求难以有效落实。

(2) 直接照抄 12 条标准要求，没有深刻理解标准的内涵，导致指标点分解不能体现标准要求。

(3) 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。

(4) 毕业要求指标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。

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体系合理性评价和课程质量评价。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。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毕业要求指标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”是否达到预期质量标准（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体现学生四年学习成果的相关评估数据（包括课程质量评价数据和学生表现评价数据），并对这些数据进行定性或定量的统计分析和结果解释后，对应届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。