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、 计算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 题的解决方案。 | 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。  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"，以适合该学科的为准。 |
| 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，对可持续发展进行整体考虑。  (WK1至WK4) | 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。  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。 |
| WA3 设计/开发解决方案：为复杂的工 程问题设计创造性的解决方案，并设计 系统、部件或流程，以满足确定的需求， 同时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。(WK5) | 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。  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。  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。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 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。 |
| WA4 研究：使用研究方法对复杂的工程 问题和系统进行研究，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。(WK8) | 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。  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)。  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。  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。 |
| WA5 工具的使用：创造、选择、应用适 当的技术、资源以及现代工程和信息技 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。(WK2和  WK6) | 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。  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。 |
| 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、法律和环境在解决复杂工  程问题中的影响。(WK1,WK5,WK7) | 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。 )  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。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 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)。  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。 |
| WA7 伦理：运用伦理原则，致力于职业 伦理工程实践和规范；并遵守相关的国 家和国际法律。表现出理解多元化和包 容性的必要性(WK9) | 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。  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。  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。  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。 |
| 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、远程 和分布式的环境中，作为个人、成员或 领导有效地发挥作用。(WK9) | 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。  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。  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。  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 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 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。 |
| 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包容的沟通， 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。 | 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"。  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。 |
| WA10 项目管理和财务：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。 | 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。 |
| WA11 持续的终身学习：认识到需要并  有准备和能力从事：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) | 1)现在指的是学习的连贯性。 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"。  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。  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。 |