

## 第 3 章

# “卓越工程师教育培养计划” 质量要求与工程教育认证

---

**【本章导读】** 工程教育认证对于“卓越计划”质量评价具有一定的借鉴意义。找出“卓越计划”质量要求与工程教育认证之间的关联性和差异性,是研究和制定具有包容性的“卓越计划”质量评价体系所必须的。本章首先分析“卓越计划”重点任务的目的与工程教育认证的作用,找出二者之间的包容性;其次按照工程教育认证通用标准的构成顺序,分别将工程教育认证标准中关于学生、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的要求与“卓越计划”的相关要求进行比较和分析,找出二者之间的相似和共同之处,以及存在的差异和区别;再次,理出“卓越计划”有别于工程教育认证的专门要求;最后,从将工程教育认证与“卓越计划”质量评价相衔接的角度提出在开展“卓越计划”质量评价时需要深入思考并解决的一些重要问题。

在分析研究工程教育认证与“卓越计划”质量评价的差异性、关联性和兼容性时必须注意到二者的产生背景、主要宗旨和完善过程。在我国加入《华

《华盛顿协议》的进程中,工程教育认证近年来不断完善,尤其在毕业要求上与“卓越计划”本科层次通用标准的主要条目趋于相互重叠,表现出二者对工程人才必须具备的关键能力上认识的一致性,这在一定程度上进一步支持了二者的衔接。

“卓越工程师教育培养计划”(“卓越计划”)自2010年6月启动以来已经取得了长足的进展,对我国工程教育乃至整个高等教育的改革与发展都起到了重要的示范、引领和推动作用<sup>[1][2]</sup>。作为继续深入实施“卓越计划”的一项重要工作,需要着手对各类工程学科试点专业毕业生的质量进行评价,以衡量“卓越计划”的培养标准和主要目标是否实现。因此,制订什么样的“卓越计划”质量评价标准以及如何开展“卓越计划”质量评价就成为推动“卓越计划”深入实施和保障卓越工程师培养质量的一项极其重要的任务。

值得庆贺的是,2013年6月19日在韩国首尔召开的国际工程联盟大会(International Engineering Alliance Meetings)一致通过接纳我国加入《华盛顿协议》,我国成为该协议的预备会员。《华盛顿协议》是世界上最具有影响力的工程教育本科专业认证国际互认协议,1989年,由美国、英国、加拿大、爱尔兰、澳大利亚、新西兰6个英语国家的工程专业团体发起成立,旨在通过工程教育认证体系和工程教育标准的互认实现工程学位互认,为工程师资格国际互认奠定了基础。目前该协议组织共有15个正式成员、7个预备成员,我国是第21个成员。

《华盛顿协议》要求各正式成员采用实质等效的工程专业认证标准、政策和程序,这对促进我国按照国际标准培养工程师、提高工程人才培养质量、推进工程师资格国际互认、提升工程教育的国际竞争力具有重要意义。《华盛顿协议》强调的工程学位国际互认与“卓越计划”主要目标之一追求的面向世界培养卓越工程师之间是一致的;“卓越计划”与我国按照《华盛顿协议》要求进行的工程教育认证均是以提高工程人才培养质量为核心目标;“卓越计划”本科通用标准对工程教育专业认证标准具有高度的包容性。因此,比较与分析“卓越计划”质量要求与工程教育认证之间的相似和共同之处,找出与厘清二者之间存在的差异和区别,参考与借鉴工程教育认证的规范性和可操作性,对于研究和制订目标明确、行之有效和具有包容性的“卓越计划”质量评价指标、评价标准和评价程序具有重要的意义。

本章首先分析“卓越计划”重点任务的目的与工程教育认证的作用,找出二者之间的包容性;然后依次按照工程教育认证通用标准的构成顺序,分别将工程教育认证标准中关于学生、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的要求与“卓越计划”的相关要求进行比较和分析,找出二者之间的相似和共同之处,以及存在的差异和区别;在此基础上理出“卓越计划”有别于工程教育认证的专门要求;最后从将工程教育认证与“卓越计划”质量评价结

合的角度提出需要深入思考并解决的问题。

本章的比较分析一方面主要基于中国工程教育认证协会秘书处编印的《工程教育认证工作指南》(2015版)(《工作指南》)与《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》,(教高[2011]1号)(《若干意见》);另一方面结合“卓越计划”实施过程中的具体要求和做法。

需要说明的是,《若干意见》的内涵和“卓越计划”主体框架的设计是在2010年完成的,其后只是对实施的具体细节和内涵进行完善。与2009年版的《工作指南》相比,2015年版的《工作指南》是在逐年修订的基础上不断完善的结果。

### 3.1 “卓越计划”重点任务与工程教育认证的作用

通过分析比较“卓越计划”的重点任务的目的与工程教育认证的作用,有利于从整体角度清晰“卓越计划”质量要求与工程教育认证之间的相容性和差异性,找到二者之间的结合点和包容性。

#### 3.1.1 “卓越计划”的重点任务

“卓越计划”的重点任务有以下五项<sup>[3]</sup>:

##### 1. 创立高校与行业企业联合培养人才的新机制

建立多部门实施卓越工程师教育培养计划的协调机制。建立行业指导、校企联合的卓越工程师教育培养计划实施机制。建立卓越工程师教育培养计划校企合作人才培养机制。研究制定相关政策,探索建立中国特色社会主义市场经济条件下的高校学生实习制度。

这项任务的目的在于将高校与行业企业的供需关系转变为合作关系,强调工程人才培养的针对性和适应性,建立高校和行业企业间的制度化联系。

##### 2. 创新工程教育的人才培养模式

遵循工程的集成与创新特征,大力推进工程教育的人才培养模式改革。学生的学习包括在校内学习和在企业学习两个阶段。在校内学习阶段,高校要以强化工程实践能力、工程设计能力与工程创新能力为核心,重构课程体系和教学内容,加强跨专业、跨学科的复合型人才培养,着力推动基于问题的学习、基于项目的学习、基于案例的学习等多种研究性学习方法,加强学生创新能力训

练。在企业学习阶段主要是学习企业的先进技术和先进企业文化,深入开展工程实践活动,结合生产实际做毕业设计,参与企业技术创新和工程开发,培养学生的职业精神和职业道德。

这项任务的目的在于改变目前高校人才培养过程中学生的学习状况,推行研究性学习,变被动学习为主动学习;强化实践教育环节,要求学生到企业学习一年左右的时间;面向工程实践完成本科毕业设计或研究生学位论文,提高学生的实践能力和创新能力。

### 3. 建设高水平工程教育教师队伍

“卓越计划”参与高校要建设一支具有一定工程经历的高水平专、兼职教师队伍。专职教师要具备工程实践经历,有计划地参与企业实际工程项目或研发项目,其中部分教师要具备一定年限的企业工作经历。兼职教师要从企业聘请具有丰富工程实践经验的工程技术人员和管理者担任。

这项任务的目的在于改变高校教师队伍工程实践经验不足的状况,通过提高专职教师的工程经验,建设由企业高级工程技术人员组成的兼职教师队伍,提高工程教育教师队伍的整体素质。

### 4. 扩大工程教育的对外开放(或:提升工程教育的国际化水平)

加强与国际工程教育界的交流合作。拓展学生的国际视野,提升学生跨文化交流、合作的能力和参与国际竞争的能力。培养能够适应企业“走出去”战略需要的工程型人才。扩大来华接受工程教育的留学生规模。

这项任务的目的在于学习和借鉴国外在人才培养上的成功经验,为适应企业“走出去”的战略需要,培养一批具有跨文化交流、合作和参与国际竞争能力的工程技术人员。

### 5. 制订“卓越计划”人才培养标准

为满足国际化、工业界和未来经济社会对工程技术人员职业资格要求,遵循工程技术人才培养规律,制定“卓越计划”的人才培养标准。国家层面的标准为通用标准,行业层面的标准为行业专业标准。

这项任务的目的在于从面向工业界、面向世界和面向未来的角度,建立衡量卓越工程师培养质量的依据和准则。

对照“卓越计划”的总体目标,以上5项任务之间具有有机的联系。高校和行业企业联合培养人才的新机制是前提;制订培养标准则是基础;创新工程教育人才培养模式是核心;建设高水平工程教育教师队伍是关键;扩大工程教育的对外开放是支撑。

综上所述,“卓越计划”的总体思路是:“在总结我国工程教育历史成就和借鉴先进国家成功经验的基础上,以走中国特色新型工业化道路为契机,以行业企业需求为导向,以工程实际为背景,以工程技术为主线,通过密切高校和行业企业的密切合作、制定人才培养标准、改革人才培养模式、建设高水平工程教育师资队伍、扩大对外开放,着力提升学生的工程素养,着力培养学生的工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力,构建具有中国特色工程教育模式。”

### 3.1.2 工程教育认证的作用

工程教育认证的作用有以下几点:

#### 1. 完善工程人才培养体系,提高工程教育的质量

工程教育认证着重从工程人才培养过程中的核心要素:培养目标、毕业标准、质量改进、课程体系、教师队伍、支持条件等方面对拟申请认证的专业提出清晰的标准和基本要求,旨在促进高校与相关专业制订符合自身定位和社会需求的培养目标,制订以学生为中心的毕业标准,建立过程监控、跟踪反馈和持续改进的质量标准机制,构建支持培养目标达成的课程体系,建设满足工程教育需要的教师队伍,保证教学投入并改善教学条件,从而建立和完善该专业的工程人才体系,达到最终提高工程教育质量的目的。这点作用与“卓越计划”第2、3项重点任务的目的有着较大的关联性。

#### 2. 强化工业界参与工程教育,增强毕业生对行业企业的适应性

《工作指南》规定:行业企业专家应该参加培养目标的评价和修订以及课程体系的设计;要聘请行业或企业专家作为兼职教师;高校要与企业合作共建实习和实训基地;行业企业的技术专家要作为认证专家参与工程教育认证工作。这些规定一方面要求行业企业参与工程人才培养的主要环节;另一方面使得行业企业对工程人才培养的目标和质量要求能够得到充分体现,从而更好地发挥行业企业在工程人才培养上的作用,增强毕业生对行业企业的适应性。这点作用在一定程度上达到“卓越计划”第1项重点任务的目的。

#### 3. 促进工程教育的国际化,提高人才培养质量的国际认可度

成为《华盛顿协议》正式成员之后的工程教育认证具有国际实质等效性,即通过认证的工程专业的质量和学位在成员国之间可以相互衡量与相互认可。为此,中国工程教育认证协会对我国工程教育认证文件体系进行了整体修订完善,以期逐步形成具有国际实质等效性和中国特色的工程教育认证体系。如

表 3.1 所示是新修订的我国的工程教育认证标准框架与美国 ABET 标准框架的比较。

**表 3.1 我国工程教育认证标准框架 vs 美国 ABET 标准框架**

| 序号 | 我国工程教育认证标准框架 | 美国 ABET 的标准框架                  |
|----|--------------|--------------------------------|
| 1  | 学生           | Students                       |
| 2  | 培养目标         | Program Educational Objectives |
| 3  | 毕业要求         | Student Outcomes               |
| 4  | 持续改进         | Continuous Improvement         |
| 5  | 课程体系         | Curriculum                     |
| 6  | 师资队伍         | Faculty                        |
| 7  | 支持条件         | Facilities                     |
| 8  |              | Institutional Support          |

工程教育认证的国际实质等效性将促进拟申请认证的专业重新确立面向世界的工程人才培养定位、构建国际化的课程体系、采用国际化的教学方式、建立国际化的教师队伍、加强工程教育的国际交流与合作,从而提高工程人才培养的国际认可度和竞争力。这点作用与“卓越计划”第 4 项重点任务的目的是是一致的。

### 3.2 工程教育认证标准—学生 VS “卓越计划”关于学生的要求

工程教育认证和“卓越计划”均对学生有一定的要求,前者注重在生源的吸引,对学生学习的指导、跟踪和评估;后者除了生源吸引外,规定了培养层次和类型,以及吸引学生的政策。

#### 3.2.1 表格对照

表 3.2 将对工程教育认证标准和“卓越计划”关于学生的要求进行对比分析。

表 3.2 工程教育认证标准和“卓越计划”对学生的要求

| 工程教育认证标准—学生 <sup>①</sup>  | “卓越计划”关于学生的要求 <sup>②</sup>   |
|---|--|
| <p>1. 具有吸引优秀生源的制度和措施。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> | <p>4. 实施领域*</p> <p>“卓越计划”实施的层次包括工科的本科生、硕士研究生、博士研究生三个层次,培养现场工程师、设计开发工程师和研究型工程师等多种类型的工程师后备人才。</p> <p>14. 鼓励“卓越计划”学生来源的多样性。参与卓越计划的学生,可从校内各专业、各年级中遴选,举办普通专科起点升本科教育的参与高校也可少量招收基础扎实、实践能力强的高职学生。</p> <p>24. 我部对具有开展推免生工作资格的高校,在推荐生名额安排上重点支持专业学位的发展。各有关高等学校要向工程硕士专业倾斜,优先保证实施“卓越计划”所需的优秀生源。卓越计划高校可实行灵活的学籍管理,获得免试推荐研究生资格的学生可以保留入学资格 1~2 年,到企业实习或就业,再继续研究生阶段学习。</p> |

### 3.2.2 比较分析

#### 1. 人才培养层次

“卓越计划”的实施层次包括本科生、硕士生和博士生层次,而工程教育认证仅限于本科层次。

#### 2. 吸引优质生源

工程教育认证仅简要地提出专业应具有吸引优秀生源的制度和措施。“卓越计划”不仅鼓励参与高校在遴选学生时注重来源的多样性,而且要求参与高校做好“卓越计划”的宣传介绍,向社会公布参与专业的培养目标、培养标准和

\* 此编号为引用文件中原文标号,后多处。

培养方案,并通过具体的配套政策措施,如扩大奖学金和助学贷款的覆盖面、优先获得参与各种教育活动和国际交流机会等,吸引优质生源选择参与专业。<sup>[4]</sup>

### 3. 教学管理

工程教育认证提出必须对学生在整个学习过程中的表现进行跟踪与评估。“卓越计划”的要求主要有4个方面:

- 一是重视对实践教学的管理;
- 二是构建校企共管的教学管理机制;
- 三是加强对本科生毕业设计和研究生学位论文的评价检查;
- 四是建立健全教学质量保障体系。<sup>[4]</sup>

### 4. 学籍管理

工程教育认证提出必须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。“卓越计划”的要求主要有3个方面:一是采取校内学习和企业学习分阶段的学籍管理办法;二是对研究生层次的学籍管理应采取灵活的方式,以鼓励学生在企业学习阶段获得更多的工程实践经历以及以保留学籍的方式到企业工作一段时间;三是建立学生的淘汰和推出机制,以保证卓越工程师培养质量。<sup>[4]</sup>

结论:

(1) 工程教育认证仅限于本科层次,而“卓越计划”则包括本科、硕士和博士层次;

(2) 工程教育认证标准和“卓越计划”均对吸引优质生源、教学管理和学籍管理上提出要求,二者主要的区别在于“卓越计划”的要求不仅更为具体和翔实,而且教育部在相关政策上也给予了必要的支持。

## 3.3 工程教育认证标准—培养目标 VS “卓越计划”主要目标和对培养标准的要求

培养目标是任何人才培养工作首先要明确的,决定着人才培养的方向。

### 3.3.1 表格对照

表3.3将对工程教育认证标准中的培养目标和“卓越计划”的主要目标和对培养标准的要求进行对比分析。

表 3.3 工程教育认证标准—培养目标与“卓越计划”主要目标和对培养标准的要求

| 工程教育认证标准—培养目标 <sup>③</sup>   | “卓越计划”主要目标和对培养标准的要求 <sup>④</sup>  |
|--|---|
| <p>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。</p> <p>2. 培养目标能反映学生毕业后 5 年左右在社会与专业领域预期能够取得的成就。</p> <p>3. 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。</p> | <p>2. 主要目标</p> <p>面向工业界、面向世界、面向未来,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,为建设创新型国家、实现工业化和现代化奠定坚实的人力资源优势,增强我国的核心竞争力和综合国力。</p> <p>以“实施卓越”计划为突破口,促进工程教育改革创新,全面提高我国工程教育人才培养质量,努力建设具有世界先进水平、中国特色的社会主义现代高等工程教育体系,促进我国从工程教育大国走向工程教育强国。</p> <p>9. 制定“卓越计划”培养标准。为满足工业界对工程人员职业资格要求,遵循工程型人才培养规律,制定“卓越计划”人才培养标准。培养标准分为通用标准和行业专业标准。其中,通用标准规定各类工程型人才培养都应达到的基本要求;行业专业标准依据通用标准的要求制定,规定行业领域内具体专业的工程型人才培养应达到的基本要求。培养标准要有利于促进学生的全面发展,促进创新精神和实践能力的培养,促进工程型人才人文素质的养成。</p> <p>13. 高校制订“卓越计划”的本校标准体系。“卓越计划”高校结合本校的办学定位、人才培养目标、服务面向和办学优势与特色等,选择本校参加“卓越计划”的专业领域和人才培养层次,并按照通用标准和行业专业标准,建立本校的培养标准体系。“卓越计划”高校应制订本校工程型人才培养学位授予实施细则。</p> |

### 3.3.2 比较分析

#### 1. 培养目标

工程教育认证要求从学校定位和社会经济发展需要制订专业培养目标。“卓越计划”的主要目标则是从人才培养和工程教育改革两方面提出。在人才培养方面，“卓越计划”从“三个面向”和服务国家战略的高度提出参与高校卓越工程师培养的总体目标；在工程教育改革方面，“卓越计划”是以建设具有世界先进水平的工程教育体系和工程教育强国为努力方向。

#### 2. 培养标准体系

培养目标需要通过相应的培养标准来落实。“卓越计划”明确要求分别从国家、行业和学校层面制订卓越工程师培养标准,形成由通用标准、行业标准和学校标准构成的“卓越计划”培养标准体系,以全面系统地落实卓越工程师培养目标<sup>[5]</sup>。

#### 3. “卓越计划”通用标准<sup>[5]</sup>

“卓越计划”通用标准作为卓越工程师培养的国家标准,是国家对各行各业各种类型卓越工程师培养宏观上提出的基本质量要求。工程教育认证提出培养目标应包括学生毕业时的要求,从本文下节可知,工程教育认证标准的通用标准中的毕业要求与“卓越计划”提出的本科层次的通用标准的性质相同。

#### 4. “卓越计划”行业标准<sup>[5]</sup>

“卓越计划”行业标准是各行业主体专业领域卓越工程师培养必须达到的中观要求,是通用标准的具体化,体现了专业特点和行业要求。工程教育认证中的专业补充标准是在工程教育认证的通用标准的基础上进一步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。由此可见,“卓越计划”的行业标准不等同于工程教育认证标准中的通用标准+专业补充标准。

#### 5. “卓越计划”学校标准<sup>[5]</sup>

“卓越计划”学校标准是参与高校在通用标准指导下,以行业标准为基础制订的本校试点专业卓越工程师培养的标准。“卓越计划”强调参与高校要结合本校的办学定位、人才培养目标、服务面向和办学优势与特色等,制订“卓越计划”本校标准。工程专业认证标准没有要求学校制订本校各专业工程人才培养标准。

结论:

(1) “卓越计划”提出的卓越工程师培养的的总体目标要高于工程专业认证标准要求的培养目标,而且“卓越计划”在工程教育改革上负有重任;

(2) “卓越计划”有由国家、行业和学校层面标准构成的标准体系;

(3) “卓越计划”的行业标准不等同于工程教育认证标准中的通用标准 + 专业补充标准;

(4) “卓越计划”的学校标准是工程教育认证所没有要求的。

### 3.4 工程教育认证标准—毕业要求 VS “卓越计划”本科通用标准

人才培养质量标准是人才培养各项工作的纲领。“卓越计划”通用标准是以实现“卓越计划”的主要目标为根本,遵循服务国家战略、追求质量卓越、满足国家要求和发挥宏观指导等四项原则制订的<sup>[5]</sup>。“卓越计划”本科层次通用标准的制订,一方面以我国工程教育认证标准中的毕业要求作为参照基础;另一方面从工程教育面向世界和本科工程学历国际互认的角度,参考借鉴了发达国家对工程专业毕业生必备的能力要求<sup>[5]</sup>。

#### 3.4.1 表格对照

如表 3.4 所示分别列出了工程教育认证标准中的毕业要求与“卓越计划”本科层次工程师培养通用标准进行对比分析。

**表 3.4 工程教育认证标准—毕业要求与“卓越计划”本科通用标准**

| 工程专业认证标准—毕业要求 <sup>⑤</sup>               | “卓越计划”本科通用标准 <sup>⑥</sup>                                  |
|--|--|
| 1. 具有人文社会科学素养、社会责任感和工程职业道德。              | 1. 【基本素质】具有良好的工程职业道德、追求卓越的态度、爱国敬业和艰苦奋斗精神、较强的社会责任感和较好的人文素养。 |
| 5. (续)设计过程中能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素。 | 2. 【现代工程意识】具有良好的质量、安全、效益、环境、职业健康和服务意识。                     |

续表

| 工程专业认证标准—毕业要求 <sup>⑤</sup>   | “卓越计划”本科通用标准 <sup>⑥</sup>  |
|--|--|
| 2. 具有运用工程工作所需的相关数学、自然科学以及经济和管理知识的能力。   | 3. 【基础知识】具有从事工程工作所需的相关数学、自然科学知识以及一定的经济管理等人文与社会科学知识。                              |
| 3. 具有运用工程基础知识和本专业的基本理论知识解决问题的能力,具有系统的工程实践学习经历;了解本专业的前沿发展现状和趋势。               | 4. 【专业知识】掌握扎实的工程基础知识和本专业的基本理论知识,了解生产工艺、设备与制造系统,了解本专业的发展现状和趋势。                    |
| 7. 了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规,能正确认识工程对于客观世界和社会的影响。 | 5. 【技术标准和政策法规】了解本专业领域技术标准,相关行业的政策、法律和法规。   |
| 6. 掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法。  |  |
| 9. 对终身学习有正确认识,具有不断学习和适应发展的能力。  | 6. 【学习能力】具有信息获取和职业发展学习能力。  |
| 4. 具备设计和实施工程实验的能力,并能够对实验结果进行分析。  | 7. 【分析解决问题能力】具有综合运用所学科学理论、分析与解决问题的方法和技术手法,解决工程实际问题的能力,能够参与生产及运作系统的设计,并具有运行和维护能力。 |
| 5. 掌握基本的创新方法,具有追求创新的态度和意识;具有综合运用理论和技术手段设计系统和过程的能力。                           | 8. 【创新意识和开发设计能力】具有较强的创新意识和进行产品开发和设计、技术改造与创新的初步能力。                                |
| 8. 具有一定的组织管理能力、表达能力和人际交往能力以及在团队中发挥作用的能力。                                     | 9. 【管理与沟通合作能力】具有较好的组织管理能力、较强的交流沟通、环境适应和团队合作的能力。                                  |
|  | 10. 【危机处理能力】具有应对危机与突发事件的初步能力。  |
| 10. 具有国际视野和跨文化的交流、竞争与合作能力。   | 11. 【国际交流合作能力】具有一定的国际视野和跨文化环境下的交流、竞争与合作的初步能力。                                    |

### 3.4.2 比较分析

如果将 2010 版的工程教育认证标准—毕业要求与同期制订的“卓越计划”本科层次工程师培养通用标准逐条地进行比较,二者之间的区别概括起来有 8 个方面:一是后者新增了第 2 条【现代工程意识】和第 10 条【危机处理能力】两条标准;二是在后者第 1 条【基本素质】中增加了“追求卓越的态度、爱国敬业和艰苦奋斗精神”;三是将前者第 1 条中的“人文社会科学素养”进一步准确表达为“人文素养”;四是在前者第 2 条的基础上增加了“等人文与社会科学知识”,形成了后者的第 3 条【基础知识】;五是将前者的第 5 和第 9 条合并成后者的第 6 条【学习能力】;六是将前者的第 4 条拓展为后者的第 7 条,增加了“分析与解决问题的方法”与“能够参与生产及运作系统的设计,并具有运行和维护能力”;七是后者的第 9 条中按照现代社会的要求突出强调了“较强的交流沟通、环境适应和团队合作的能力”;八是在后者其余条目的内容和内涵上均较前者有较大程度的拓展和充实。

较 2010 版而言,2014 版的工程教育认证标准——毕业要求的突出变化有两个方面:一是将知识掌握通过知识运用能力来体现;二是在第 5 条中增加了现代工程意识的要素。

结论:“卓越计划”本科层次通用标准与工程教育认证标准—毕业要求的关系有三个方面:一是前者涵盖了后者的全部内涵;二是前者在较大程度上拓展和强化了后者的各项要求;三是前者增加了【现代工程意识】和【危机处理能力】两条标准。

与工程教育认证标准—毕业要求不同的是,“卓越计划”通用标准不仅包含本科层次通用标准,而且还包含硕士和博士层次的通用标准。

## 3.5 工程教育认证标准—持续改进 VS “卓越计划”质量监控

重视人才培养质量是工程教育认证和“卓越计划”的共同要求。

### 3.5.1 表格对照

如表 3.5 所示,分别对工程教育认证标准中的持续改进和“卓越计划”关于质量监控的要求进行了对比分析。

表 3.5 工程教育认证标准—持续改进与“卓越计划”质量监控

| 工程教育认证标准—持续改进 <sup>⑦</sup>  | “卓越计划”质量监控 <sup>⑧</sup>   |
|---|---|
| <p>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,通过课程教学和评价方法促进达成培养目标;定期进行课程体系设置和教学质量的评价。</p> <p>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,对培养目标是否达成进行定期评价。</p> <p>3. 能证明评价的结果被用于专业的持续改进。</p> | <p>“卓越计划”强调在参与专业培养方案中要有相应的质量保障措施。</p> <p>11. 开展“卓越计划”质量评价。“卓越计划”高校的培养标准和培养方案要主动向社会公开,面向社会提供信息服务并接受社会监督。我部联合行业部门或行业协(学)会,对“卓越计划”高校的培养方案和实施过程进行指导和检查。建立“卓越计划”质量评价体系,参照国际通行做法,按照国际标准对参与专业进行质量评价。评价不合格的专业要退出“卓越计划”。</p> <p>16. 创立高校和企业联合培养机制。高校和企业联合培养人才机制的内涵是共同制定培养目标、共同建设课程体系和教学内容、共同实施培养过程、共同评价培养质量。</p> |

### 3.5.2 比较分析

#### 1. 培养过程监控

过程监控是保障人才培养质量的核心,关系到培养标准的落实。工程教育认证要求建立教学过程监控机制,包括通过课程教学、定期评价课程体系和教学质量等方面达成培养目标。“卓越计划”则强调通过将学校标准的细化为知识能力大纲、重构课程体系、更新教学内容、改革教学方式、构建学校标准实现矩阵、拟定教学计划与课程教学大纲、最后实施教学这样的连续过程,将学校标准的具体内涵落实到课程体系,并通过有效的教学组织形式和教学方法实现培养目标。此外,“卓越计划”通过创立高校与企业联合培养机制,将实施培养过程和评价培养质量作为二者共同的责任。

卓越工程师培养的过程监控有五个环节<sup>[6]</sup>,即选定质量监控点、评价监控点质量、比较质量评价结果、分析质量问题原因、纠正偏差及改进质量。其中质量监控点的选择是过程监控的关键,要基于三个方面的考虑<sup>[6]</sup>:一是监控点在

整个卓越工程师培养过程中是重要且不可或缺的教育教学活动；二是监控点的质量直接影响到卓越工程师培养过程中其他教育教学活动的质量；三是监控点的质量具有代表性，能够在一定程度上反映出其他相关教育教学活动的质量问题。

## 2. 外部监督评价

人才培养质量保障不仅需要学校内部的努力，还需要外部组织机构和相关人士更为客观、公正和准确的评价。工程教育认证要求建立毕业生跟踪和社会评价机制，以评价培养目标是否达成。“卓越计划”则建立起外部全过程参与卓越工程师培养质量保障机制，包括行业部门和行业协会制订行业标准、行业专家参与专业培养方案的评审、学校向社会公布培养标准和培养方案、在企业建立工程实践教育中心、企业全程参与卓越工程师培养过程、以及行业部门和协会对“卓越计划”实施过程进行检查和指导等。

## 3. 质量持续改进

持续改进人才培养质量是在人才培养过程中必须始终坚持的一项重要任务。持续改进是一种经常性的质量改进活动，可以发生在人才培养过程中的任何环节，每项持续改进活动大致是由发现改进机会、寻找改进措施和实现质量改进三个环节构成的循环<sup>[7]</sup>。工程专业认证强调内外部质量评价的结果要能够用于质量持续改进。卓越工程师培养质量的持续改进则需要全校上下和全体教职员工的共同参与，使得不同层面、不同环节的质量改进活动环环相扣、环环相套，实现卓越工程师培养质量的持续提升<sup>[7]</sup>。

## 4. 评价结论使用

工程教育认证的结论有三种，一是通过认证，有效期6年；二是通过认证，有效期3年；三是不通过认证，允许一年后重新申请认证。“卓越计划”安排在试点专业第一届学生毕业后一年内，参照工程教育认证的程序，按照“卓越计划”的质量标准对试点专业进行评价，要求评价不合格的专业退出“卓越计划”。

结论：

(1) 人才培养质量过程监控均得到工程教育认证和“卓越计划”的重视，但是“卓越计划”所采用的一体化实现学校培养标准的方式，能够更有效地在培养过程中落实人才培养质量并最终实现培养目标；

(2) “卓越计划”较工程教育认证建立起更全面的人才培养质量外部监控评价机制；

(3) 工程教育认证允许不通过的专业重新申请，而评价不合格的试点专业

将失去继续实施“卓越计划”的机会。

### 3.6 工程教育认证标准—课程体系 VS “卓越计划”对课程体系的要求

课程体系是人才培养的主要载体,是人才培养目标得以实现的桥梁。工程教育认证与“卓越计划”虽然对课程体系高度重视,但侧重点不同。

#### 3.6.1 表格对照

下面分别对工程教育认证标准中的课程体系和“卓越计划”关于课程体系的要求进行对比分析,如表3.6所示。

**表 3.6 工程教育认证标准—课程体系与“卓越计划”对课程体系的要求**

| 工程教育认证标准—课程体系 <sup>①</sup>   | “卓越计划”对课程体系的要求 <sup>②</sup>   |
|--|---|
| <p>课程设置应能支持培养目标的达成,课程体系设计应有企业或行业专家参与。课程体系必须包括:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 与本专业培养目标相适应的数学与自然科学类课程(至少占总学分的15%)。</li> <li>2. 符合本专业培养目标的工程基础类课程、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应能体现数学和自然科学在本专业应用能力培养,专业类课程应能体现系统设计和实现能力的培养。</li> <li>3. 工程实践与毕业设计(论文)(至少占总学分的20%)。应设置完善的实践教学体系,应与企业合作,开展实习、实训,培养学生的动手能力和创新能力。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)的指导和考核应有企业或行业专家参与。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>15. 大力改革课程体系和教学形式。依据本校“卓越计划”培养标准,遵循工程的集成与创新特征,以强化工程实践能力、工程设计能力与工程创新能力为核心,重构课程体系和教学内容。加强跨专业、跨学科的复合型人才培养。着力推行基于问题的学习、基于项目的学习、基于案例的学习等多种研究性学习方法,加强学生创新能力训练,“真刀真枪”做毕业设计。</li> <li>16. 创立高校和企业联合培养机制。高校和企业联合培养人才机制的内涵是共同制定培养目标、共同建设课程体系和教学内容、共同实施培养过程、共同评价培养质量。本科及以上学历学生要有一年左右的时间在企业学习,学习企业的先进技术和先进企业文化,深入开展工程实践活动,参与企业技术创新和工程开发,培养学生的职业精神和职业道德。</li> </ol> |

续表

| 工程教育认证标准—课程体系 <sup>⑨</sup>                                      | “卓越计划”对课程体系的要求 <sup>⑩</sup> |
|---|-----------------------------|
| 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。 |                             |

### 3.6.2 比较分析

#### 1. 课程类型

工程教育认证将课程类型分为人文社会科学类通识教育课程、数学与自然科学类课程、工程基础类课程、专业基础类课程、专业类课程、工程实践与毕业设计(论文)等6种类型,明确规定了各类课程占总学分的比例以及各类课程的性质和作用。显然,这6种课程类型的划分不仅不符合当代知识融合和学科交叉的特征,而且与现代课程体系设计思想不相适应。“卓越计划”从宏观的层面强调依据学校标准,遵循工程特征,以强化工程能力为核心,重构课程体系和教学内容;要求高校与企业联合共同制定培养目标、共同建设课程体系和教学内容、共同实施培养过程、共同评价培养质量。

按照“卓越计划”的要求,满足卓越工程师培养需要的课程体系应该具备四方面的价值取向:满足培养目标需要的根本价值,体系学科专业领域整体的继承和发展价值,反映参与高校人才培养独有的特色价值以及体系学生主体发展的最终价值<sup>[8]</sup>。“卓越计划”课程体系应具有独特性、权变性、系统性和多样性的特征<sup>[8]</sup>。适应卓越工程师培养的课程体系应该采取模块化的结构形式<sup>[8]</sup>。

#### 2. 教学形式

在重构课程体系和改革教学内容的同时,要注重与之相匹配的课程教学组织形式和教学方法的改革,只有这样才能有效地实现培养目标。工程教育认证对课程的教学组织形式和教学方法没有提出要求。“卓越计划”则明确提出要着力推行基于问题的探究式学习、基于案例的讨论式学习和基于项目的参与式学习等多种研究性学习方法<sup>[9]</sup>。研究性学习具有四个方面的作用机理:知识的获取、应用和创新,工程能力的培养和提高,社会能力的培养和提高以及综合素质的养成和提升<sup>[9]</sup>。

### 3. 工程实践和校企合作

实践是工程的灵魂与根本,不论何种类型工程人才的培养,均离不开实践,而校企合作是加强工程实践的最佳途径。工程教育认证提出应设置完善的实践教学体系,与企业合作开展实习和实训,培养学生的动手能力和创新能力。“卓越计划”将实践作为工程教育的本质要求,将创立高校和企业联合培养机制作为首要任务,明确提出本科及以上层次学生要有一年左右的时间在企业学习,要求企业落实学生在企业学习的各项教学安排、提供师资、场所和设备,使学生能够多角度全方位地学习先进技术与企业文化、参与各种工程活动和培养工程职业素质。

### 4. 毕业设计

本科毕业设计是十分重要的实践教学环节,是对学生的一次全面系统的综合性训练。工程教育认证提出毕业设计(论文)选题要结合本专业的工程实际问题,允许以毕业论文的形式完成。“卓越计划”不仅要求毕业设计选题要源于企业的实际问题,要真题真做,即“真刀真枪”做毕业设计,而且不允许以毕业论文的形式完成。

结论:

(1) 注重课程体系的价值取向和特征,采取模块化的课程体系结构更适合众多不同类型的“卓越计划”参与高校构建出满足本校的培养定位和培养目标的课程体系;

(2) 重视课程体系与教学形式的结合,大力推行研究性学习是“卓越计划”与工程教育认证的显著区别之一;

(3) 创立高校和企业联合培养机制并赋予实质内涵是“卓越计划”与工程教育认证的另一显著区别;

(4) “卓越计划”在毕业设计的内容和形式上的要求均高于工程教育认证。

## 3.7 工程教育认证标准—师资队伍 VS “卓越计划”对师资队伍的要求

能否培养出高质量的工程人才关键在于有一支胜任的教师队伍。工程教育认证与“卓越计划”均对教师队伍提出要求,但二者之间仍然存在着一定的差异。

### 3.7.1 表格对照

下面分别对工程教育认证标准中的师资队伍和“卓越计划”关于师资队伍的要求进行对比分析,如表 3.7 所示。

**表 3.7 工程教育认证标准—师资队伍与“卓越计划”对师资队伍的要求**

| 工程教育认证标准—师资队伍 <sup>①</sup>   | “卓越计划”对师资队伍的要求 <sup>②</sup>  |
|--|--|
| <p>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。</p> <p>2. 教师应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。</p> <p>3. 教师应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。</p> <p>4. 教师应为学生提供指导、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。</p> <p>5. 教师必须明确他们在教学质量提升过程中的责任,不断改进工作,满足培养目标要求。</p> | <p>17. 建设高水平工程教育师资队伍。“卓越计划”高校要建设一支具有一定工程经历的高水平专、兼职教师队伍。专职教师要具备工程实践经历,其中部分教师要具备一定年限的企业工作经历。“卓越计划”高校要有计划地选送教师到企业工程岗位工作 1—2 年,积累工程实践经验。要从企业聘请具有丰富工程实践经验的工程技术人员和管理人员担任兼职教师,承担专业课程教学任务;或担任本科生、研究生的联合导师,承担培养学生、指导毕业设计等任务。改革教师职务聘任、考核和培训制度,对工程类学科专业教师的职务聘任与考核从侧重评价理论研究和发表论文为主,转向评价工程项目设计、专利、产学合作和技术服务等方面为主。</p> <p>25. 我部支持高校按照实施“卓越计划”的需求,改革工程类学科专业教师入职标准及职务聘任、考核和培训的相关办法。</p> |

### 3.7.2 比较分析

#### 1. 教师的能力要求

工程教育认证对教师胜任工程教育工作所应具备的能力提出具体的要求。