

# 新时代我国工程教育认证毕业能力标准再解读

——基于《CDIO大纲》的思考

赵 万 黄 维 岳峥嵘

华中师范大学经济与工商管理学院 湖北武汉 430079

**摘 要:** 新时代背景下,各新兴产业的出现对我国工程人才质量提出了更高的要求和挑战。工程教育认证作为我国重要的人才质量保障体系,提出的12条毕业能力标准成为高校人才能力培养的“指挥棒”,引导着工程人才的培养模式和方向。本文从12条毕业能力标准入手,对比《CDIO大纲》,分析我国工程教育认证毕业能力标准的不足,并提出建议。

**关键词:** 毕业能力标准;《CDIO大纲》;工程教育认证

## New era of China's engineering education certification graduation ability standard re-interpretation

— based on the CDIO Outline

Wan Zhao, Wei Huang, Zhengrong yue

School of Economics and Business Administration, Central China Normal University, Wuhan, Hubei 430079

**Abstract:** Under the background of the new era, the emergence of emerging industries has put forward higher requirements and challenges to the quality of engineering talents in China. As an important talent quality guarantee system in China, the 12 graduation ability standards have become the “baton” of talent ability training in colleges and universities, guiding the training mode and direction of engineering talents. This paper starts with the 12 graduation ability standards, compares the “CDIO Outline”, analyzes the shortcomings of the Chinese engineering education certification graduation ability standards, and puts forward suggestions.

**Keywords:** Graduation ability standards; “CDIO outline”; engineering education certification

### 引言:

新一轮科技革命和产业变革不断兴起,国家为实施创新驱动发展战略,由制造大国向制造强国转变,提出“中国制造2025”“新工科”等建设目标,而这也意味着

国家和社会对我国工程人才质量提出了更高的要求。为确保高校培养的工程人才能满足社会发展需要,国家建立了以工程教育认证为代表的人才培养质量保障体系,并提出工科人才在毕业时需具备的12项毕业能力标准。高校在能力标准的指导下,开展教学活动,培育符合能力要求的工程人才。因此,毕业能力标准与高校培养的毕业生是否能满足社会、企业的要求息息相关,从毕业能力标准出发探究我国工科人才培养显得十分必要。

### 作者简介:

赵万(1995.2),女,土家族,湖南常德人,学历:硕士研究生,职称:助教,研究方向:大学生思想政治教育研究;

黄维(1992.8),男,壮族,广西宁明人,学历:硕士研究生,职称:助教,研究方向:大学生思想政治教育研究;

岳峥嵘(1995.2),男,汉族,河北邯郸人,学历:硕士研究生,职称:助教,研究方向:大学生思想政治教育研究。

### 一、我国工程教育认证毕业能力标准及《CDIO大纲》主要内容

#### (一)我国工程教育认证毕业能力标准

我国工程教育认证标准于2017年11月修订,其中第四项提出12条工科生毕业能力要求,具体内容为:(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;(2)问题分析:能够将应用

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;(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;(4)研究:能够基于科学原理并采用科学方式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;(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;(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;(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专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响;(8)职业规范:具有人文社会科学素养、具有社会责任感,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;(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;(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;(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;(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。<sup>[1]</sup>

## (二)《CDIO大纲》主要内容

CDIO教学大纲共包含四个层级,笔者主要列出第一级、第二级的相关内容,包括:(1)技术知识和推理,①相关科学知识、②核心工程基础知识、③高级工程基础知识;(2)个人能力、职业能力和态度,①工程推理和解决问题的能力、②实验和发现知识、③系统思维、④个人能力和态度;(3)人际交往能力、团队工作和交流,①多学科团队工作、②交流、③使用外语交流;(4)在企业和社会环境下,系统的构思、设计、实施及运行,①外部和社会背景环境、②企业与商业环境、③系统的构思与工程化、④设计、⑤实施、⑥运行。<sup>[2]</sup>

## 二、我国工程教育认证毕业能力标准与《CDIO大纲》的对比分析

CDIO代表构思-设计-实现-运行(conceive-design-implement-operate),是由麻省理工学院等四所大学通过几年的研究、探索和实践建立的一种先进的工程教育模式。<sup>[3]</sup>它是一种以“能力产出”为导向的教育模式,强调知识、技能和态度的统一。<sup>[4]</sup>《CDIO大纲》列出了一系列

知识、能力和态度的学习效果目标,这些目标是根据当代工程实践的准则推理出来的,全面包含了各种已知的能力,并由众多领域的专家评审而确定。因此,将我国的工程教育认证毕业能力标准与《CDIO大纲》进行对比,对于完善我国工程教育认证毕业能力标准十分重要。

### (一)层次设置

《CDIO大纲》对每一个目标和主题进行了四层次的细化,并依照布鲁姆教育目标分类法的表述方式,将笼统的教育期望和教育愿景转化成可观察到的和可操作的学生表现与行为。<sup>[5]</sup>《CDIO大纲》第一层内容从宏观层面描述对工程师的能力要求,包括知识、职业能力和态度、人际交往能力及在实际企业环境下所需具备的各种能力;下设的三层从微观的角度对一个合格工程师应具备的能力进行了细化分析。高层的目标到可讲授和评估的学习要求,《CDIO大纲》逐渐深入,充分体现了其科学性和精细性。但反观我国的毕业能力标准,从层次设置上来看只有宏观层面的能力要求描述,并未针对该能力在具体的评价过程中如何衡量进行细化,也未将宽泛的能力要求落实到工程教育的课程和教学设计之中。由此可看出,我国的能力标准颗粒度较大且缺乏官方解读,<sup>[6]</sup>层级上的单一也导致我国工程教育认证在对毕业生能力进行评估时缺乏实际指标支撑,很难有效地将毕业要求分解到教学活动,影响人才培养的最终效果。

### (二)能力要求

由于CDIO模式的目的在于培养具有良好技术基础知识、能领导开发与运行并具有社会与历史责任感的工程师。因此在能力要求上着重培养的是学生的系统工程技术能力,尤其是项目的构思、设计、开发和实施能力,自学能力,组织沟通能力和协调能力。其强调的是工程教育实施的过程和方法,培养思路也以无限逼近产业真实需求为标准。<sup>[7]</sup>我国的毕业能力标准大多是在评估或是认证的标准中提出,对毕业生应该掌握的知识和能力进行评定,且倾向于从教学和评估的角度出发。因此主要围绕学生在解决“复杂工程问题”中所需要的知识、分析、设计、研究等能力进行设置。此外,标准中还涉及到一些非技术性指标,如沟通能力、团队合作、工程职业道德等。<sup>[8]</sup>但总体来说,我国的毕业能力标准的覆盖面、实用性与《CDIO大纲》相比还存在一定差距。

### (三)逻辑结构

《CDIO大纲》的表述逻辑参考了布鲁姆的教育目标分类学。修订后的布鲁姆教育目标分类学认为学生需要学习的知识可以分为事实性知识、概念性知识、程序性知识、元认知知识。各知识的认知过程由低级到高级可以分成:记忆、理解、运用、分析、评价、创造。<sup>[9]</sup>

《CDIO大纲》在能力标准细化的过程中体现了布鲁姆目标分类的思想。如在2.1层工程推理和解决问题的能力这一项中,相关指标从问题的发现(记忆、理解)到模型的运用(运用)到数据的分析和评价(分析和评价),再到提出解决方法和建议(创造),完整体现了布鲁姆认知过程的思想。我国毕业能力标准大致遵循知识(原理)+解决“复杂工程问题”+体现某种意识(如创新、环境)+得到何种结论的表达方式,标准的每一小点糅杂了知识、培养目的、培养目标、培养理念及结论多个元素。相较于《CDIO大纲》,我国的能力标准涵盖的东西过于杂且泛,逻辑不够清晰,表述不够明确。

### 三、《CDIO大纲》对我国工程教育认证毕业能力标准的启示

#### (一) 毕业能力标准层级需细化

《CDIO大纲》最突出的特点在于将宽泛的能力分解成四级具体的、可测量的指标,其所表现出的精细性、科学性和实用性得到了国际工程教育界的认可,这对我国工程教育毕业能力标准具有极大的借鉴意义。我国目前毕业能力标准只有一层,缺乏支撑能力测量的有效指标。因此将毕业能力标准分解成可衡量性、导向性、逻辑性和具有专业特点的指标点是今后建设和思考的重点,并以此引导工程专业课程体系的合理设计、指导教育教学质量持续改进,适应社会需求为导向的高校教学发展,促进工程教育与工业界的联系,促进工程专业建设与人才培养目标的实现。<sup>[10]</sup>

#### (二) 毕业能力标准需具针对性

标准不清晰,内容宽、泛、杂是我国标准存在的通病。我国的毕业能力标准在设置时虽然是以解决复杂工程问题作为核心,具有一定的内在逻辑。但对比层级清晰、针对性强且逻辑更加严密的《CDIO大纲》来说,我国的标准设置还有很大的进步空间。毕业能力标准的模糊,带来的是评估工作不到位、高校人才质量不过关、学生能力定位不清晰等一系列问题。因此,我国能力标准的相关制定者要在充分考察的基础上,根据科学的理论基础制定出反映我国特色和更具有针对性的能力标准,影响我国工程教育人才的质量。

#### (三) 毕业能力标准需反映多方诉求

《CDIO大纲》的制定经历了漫长而艰辛的过程,大纲的每一条内容都反映了来自教师、学生、校友、工业界和工程教育研究者等社会各界的期望与呼声,接受了多方群体的意见和批评。而在我国,标准的制定工作主要由政府部门主导,社会各界群体参与感相对较低,而这也导致了高校所培养的人才与社会需求之间不匹配,我国培养的工程人才难以真正投入到社会建设中等问题。

#### (四) 毕业能力标准需与时俱进

当今,新一轮科技革命对我国工程人才质量提出了更高的要求。2016年,我国加入了工程教育认证联盟《华盛顿协议》。在此之后,越来越多的高校投入到工程教育认证工作中,以工程教育认证标准作为指导教学、课程设计的依据。在此形势下,工程教育认证标准的建设也须跟上时代的步伐,与时俱进,紧扣时代的主题,根据社会需要对毕业能力要求进行及时地更新和调整,形成高校-社会的良性循环,培养出真正能满足时代需要、引领产业发展的领袖和领军人才。

### 四、结束语

目前我国各类新兴产业急需具有全球视野,懂得工程伦理,具备创新和合作意识的工程科技人才填补缺口。《CDIO大纲》作为一份权威性的能力标准,回答了21世纪工科毕业生应具备的知识、技能和素质。而工程教育认证提出的毕业能力标准则体现了我国高等工程教育的基本要求与质量导向,它像一根“指挥棒”,引导着高校的工程人才培养模式和方向。<sup>[11]</sup>因此,参考《CDIO大纲》,制定专业、科学、可操作性强且符合我国国情的毕业能力标准才是提高我国工程人才质量培养的重要手段。

#### 参考文献:

- [1]《中国工程教育认证标准(2017年11月修订)》.
- [2][3]顾佩华,沈民奋,陆小华.重新认识工程教育——国际CDIO培养模式与方法[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [4]刘叶涛,刘蕊,王晶.从逻辑的观点看CDIO教学大纲[J].教学研究,2015,38(4):60-65.
- [5]胡文龙.工程教育如何确定人才培养标准?——《CDIO大纲》开发与修订过程的启示[J].高等理科教育,2013(6):6-12.
- [6][7]杨毅刚,宋庆,唐洁.工程教育专业认证与CDIO模式异同分析与相互借鉴[J].高等工程教育研究,2018(5):45-51.
- [8]顾晓薇,王青,邱景平,等.工程教育认证“毕业要求”达成度的认识与思考[J].教育教学论坛,2016(14):24-26.
- [9]吴红耘.修订的布鲁姆目标分类与加涅和安德森学习结果分类的比较[J].心理科学.2009(4):994-996.
- [10]胡艳丽,王建坤,荆妙蕾,张毅.指标点分解在工程教育教学改革中的作用与思考[J].教育教学论坛.2018(31):107-108.
- [11]曾德伟,沈洁,席海涛.剖析专业认证标准与理念提升工程教育质量[J].实验技术与管理,2013(12):169-171.