

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2013.04.008

工程教育专业认证背景下本科毕业生基本要求分析与衡量

——以欧美国家的本科毕业生基本要求为鉴

李良军^a, 严兴春^a, 易树平^b, 陈兵奎^a

(重庆大学 a. 机械工程学院; b. 教务处, 重庆 400030)

摘要:文章以重庆大学机械设计制造及其自动化专业为例,分析本科毕业生基本要求,提出了符合中国工程教育专业认证标准,满足学生发展及社会需求的本科人才培养目标及毕业生必须具备的知识、能力和素质。最后以用人单位及校友、大四学生和教师为调查对象,对毕业生基本要求的科学合理性进行了评估。

关键词:培养目标;毕业生基本要求;专业认证;工程教育

中图分类号:G40-059.3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2013)04-0027-07

近年来,中国高等工程教育有了长足发展,基本适应国内经济社会发展的需要,其规模已经达到世界最大^[1]。提高教育质量已成为今后高等工程教育的首要任务。专业认证是高等教育评估体系的重要组成部分,是保障和提高教育质量的重要方法和途径。通过专业认证,对达到或超过既定教育质量标准的高校或专业给予认可,既可以协助院校改进工作,进一步提高教育质量,也可以使公众、学校和学生的利益得到基本保障。工程教育专业认证在国际上得到了越来越多国家的重视。

工程教育专业认证的核心是认证标准,认证标准既是专业认证思想和理念的体现,又是专业认证制度实施的根本。国内的工程教育专业认证通用标准包含学生、培养目标、毕业要求、持续改进能力、课程体系、师资队伍和支持条件7个方面的认证指标,其中人才培养目标和毕业生基本要求(培养规格)是社会需求的集中反映,是整个高等教育工作的核心,是制定教育计划和实施教育活动的依据。

一、毕业生必须具备的基本要求分析

(一)人才培养理念

人才培养目标和毕业生基本要求是教育者在观念上预先建立的关于未来人才的主观形象,体现的是教育者的高等教育思想和理念^[2]。现阶段对制定本

收稿日期:2013-04-30

基金项目:重庆市高等教育教学改革研究项目“基于工程教育专业认证标准的机械设计制造及其自动化专业建设的研究与实践”(113006)

作者简介:李良军(1970-),男,重庆大学机械工程学院副教授,主要从事机械设计及理论和高等工程教育研究,(E-mail)chncqlj@sina.com。

科人才培养目标产生重要影响的高等教育理念主要有以人为本教育理念、全人教育理念和终身教育理念等^[3-4]。

1. 以人为本教育理念

以人为本,是科学发展观的核心,也是高等教育的基本理念。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》就指出教育要坚持以人为本。“以人为本”和“全面实施素质教育”是教育发展的战略主题,是贯彻党的教育方针的时代要求,其核心是解决好培养什么人,怎样培养人的重大问题,重点是面向全体学生,促进学生全面发展,着力提高学生服务国家服务人民的社会责任感、勇于探索的创新精神和善于解决问题的实践能力。

2. 全人教育理念

教学时了解学生的心理需求、能力、经验、性格、意愿等主观条件,并配合之来进行教学活动,从而激发学生的求知欲和学习动机,快乐学习。全人教育的核心观念是推动学生知识与能力的共同增长,综合素质、思想道德、心理素质的共同提高,最终促进学生知识、兴趣、能力等方面的全面发展。

3. 终身教育理念

1996年,国际21世纪教育委员会在其向联合国教科文组织(UNESCO)提交的《Learning: the Treasure Within》(教育:财富蕴藏其中)报告指出,终身教育是与生命有共同外延并已扩展到社会各个方面的连续性教育。终身教育除重视工作和职业需求外,还重视铸造人格、发展个性,使个人潜在才干和能力得到充分发展。

报告同时还提出了终身学习的四大支柱:学会认知(Learning to know)、学会做事(Learning to do)、学会共同生活(Learning to live together)和学会生存(Learning to be)。学会认知,即获得理解的手段,其途径是将掌握足够广泛的普通知识与深入研究少数学科结合起来。这也就是说要学会学习,以便从终身教育提供的种种机会中受益。学会做事,即能对自己所处的环境产生影响,以便不仅获得专业资格,而且从更广泛的意义上说,获得能够应付许多情况和集体工作的能力。学会共同生活,即要学会与他人一道参加活动并在活动中进行合作。其途径是通过尊重多元性、相互了解及平等价值观的精神,在开展共同项目和学习管理冲突的过程中,增进对他人的了解和对相互依存问题的认识。学会生存,即充

分发展自己的人格,并能以不断增强的自主性、判断力和个人责任感来指导行动。显然,终身教育强调终身学习能力的培养。

总之,这些教育理念强调培养学生服务国家、服务人民的社会责任感,强调学生知识与能力的共同增长,强调学生综合素质和终身学习意识的共同提高。大学教育是人生中的重要阶段,这些理念应反映在本科人才培养目标及毕业生必须具备的知识、能力和素质基本要求中。

(二) 欧美国家的本科毕业生基本要求分析

国际上影响广泛的华盛顿协议的毕业生属性概要、美国工程技术认证委员会(ABET)的EC2000认证标准和欧洲工程教育认证联盟(ENAE)的EUR-ACE认证标准都有关于本科毕业生基本要求的描述。

1. 华盛顿协议的毕业生属性概要

华盛顿协议中的毕业生属性概要^[5]是由一组独立的、可评估的毕业生基本要求组成,每项要求表示的是接受教育人员必须具备的素质和潜在技能。对毕业后期望成为工程师的学生来讲,毕业生属性概要共涉及如下12个方面:(1)工程知识。具有解决复杂工程问题的数学、科学、工程基础和工程专业知识;(2)问题分析。能发现、阐明、分析复杂工程问题和研究相关文献,能运用数学、自然科学和工程科学基本原理得出重要结论;(3)解决方案的设计、开发。能提出解决复杂工程问题的设计方案,能设计系统、系统组成或过程以满足特殊需要,并适当考虑公共健康、安全、文化、社会和环境等因素;(4)调查研究。能应用合适的研究方法对复杂工程问题进行研究并得到有效结论,研究方法包括实验设计、数据分析与解释、信息综合等;(5)现代工具的应用。能在复杂工程活动中创建、选择并应用合适的技术、资源、现代工程与IT工具,包括预测和建模,同时还要了解这些工具的局限性;(6)工程师与社会。能应用广博的知识对社会、健康、安全、法律和文化等问题以及对与工程实践相关的社会责任作出分析评价;(7)环境与可持续性。理解工程方案对社会环境的影响,并证明工程方案能促进可持续发展;(8)职业道德。理解并遵守职业道德、伦理责任以及工程实践的规范;(9)独立工作与团队工作。作为个人、团队成员或领导能在不同团队或多学科环境中有效地发挥作用;(10)沟通与交流。在复杂工程活动中,能与工程

界和社会有效地沟通,比如能理解并起草可实施的报告和设计文件,进行有效陈述并能给予和接受指导;(11)项目管理与财务。证明具有工程管理知识并能应用于工作中,作为团队成员或领导在多学科环境下进行项目管理;(12)终身学习。认识终身学习的必要性,并有准备、有能力在广泛的技术领域里不断学习。

2. ABET 的 EC 2000 认证标准

美国工程教育专业认证现行认证标准是 2001 年开始全面推行的 EC 2000 认证标准^[6],标准中第三项准则指出申请认证的工程专业必须证明其学生毕业时应具备以下 11 个方面的基本要求:(1)数学、自然科学和工程学知识的应用能力;(2)设计和进行实验操作,以及分析和处理数据的能力;(3)在实际约束条件下,设计一个系统、组件或过程以满足预期要求的能力;(4)在多学科团队中发挥作用的能力;(5)发现问题和解决工程问题的能力;(6)对职业道德和伦理责任的认知;(7)有效的交流能力;(8)知识面宽广,能够认识到工程问题对经济、环境、社会乃至世界的影响;(9)认识到终身教育的必要性,以及终身学习能力;(10)对当今社会问题具有一定的认识;(11)工程实践中运用各种技术、技能和现代工程工具的能力。

3. ENAEE 的 EUR - ACE 认证标准

EUR - ACE 认证标准^[7]中规定的本科毕业生应具备的基本要求有 6 个方面内容:(1)数学、科学和工程基础知识方面,要求学生了解和掌握一定的数学、科学和工程基础知识;(2)工程分析方面,要求学生能够解决与其知识水平相当的工程问题以及专业领域之外的一些问题;(3)工程设计方面,要求学生能够与他人一起从事工程设计;(4)调查研究方面,要求学生能够采用适当的方法从事研究,或对相应技术问题进行详细调查;(5)工程实践方面,要求学生能够应用所学知识不断提高解决工程问题的实践能力;(6)可迁移技能方面,主要包括独立工作能力、团队工作能力,沟通交流的能力、社会责任感、职业道德、项目管理能力和商业意识,认识到工程方案对社会环境和可持续发展的影响,认识到终身教育的必要性,并具备终身学习的能力。

工程教育专业认证呈国际化趋势发展,且采取的标准和实施的制度也越来越相近,已形成了许多共识,认证标准所陈述的知识、能力和素质需求反映

了当前全球、国家和社会发展对工程教育的需求,内容程序规范和可操作性强。华盛顿协议、ABET、ENAEE 的本科毕业生属性要求规定毕业生必须掌握一定的数学、科学、工程基础和工程专业知识,强调具备解决复杂工程问题以及设计复杂工程系统的潜在能力。同时还要求毕业生必须富有社会责任感,意识到工程与环境及可持续性之间的重要性,具有良好的职业道德,具有团队工作能力、沟通交流能力、项目管理能力和商业意识、自主学习能力和终身学习意识等,体现了社会发展对人才知识、能力和素质的普遍要求,是与当前社会需求及学生发展相适应,可为制定工科人才培养方案和本科培养标准提供借鉴和启示。

以制定工程类专业目标为例,主要的借鉴和启示有以下 4 个方面:(1)按学科要求而提出的本科人才培养目标和毕业生基本要求更侧重于专业知识和一系列相对独立的技术单元,还没有真正上升到工程的高度。以学生发展与社会需求制定专业目标符合当前的工程教育发展趋势。(2)习惯采用综合方式来描述专业人才培养目标与培养规格要求,独立性、可评估性较差,难以将各项规格要求细化到每一门课程及其教学环节中,不易衡量各门课程对专业目标的贡献率。规格要求务必细化,独立性、可评估性好。(3)教师对工程教育与通识教育相融性认识不足。工程不仅仅是各种专门技术的综合应用,而且与自然科学、社会科学、人文科学及艺术密切相关,学生通过通识教育课程的学习可以更好地促进专业能力养成。工程教育与通识教育融合,培养具备扎实的专业基础知识和过硬的工程实践能力,同时又具有博雅精神和优美情感的高素质专门人才。(4)社会责任意识、职业道德、终身学习意识等素质要求不是一门或两门课程就能实现的,且有些短时间内还难以评估。素质要求的实现过程隐含在学生接受高等教育的全过程里,体现在师生之间、学生之间的互动过程中,教师的一言一行都会对学生潜移默化地产生影响。

二、本科人才培养目标与毕业生基本要求

(一)重庆大学的本科人才培养目标

全面贯彻党的教育方针,深入贯彻和实践科学发展观,坚持育人为本、改革创新、提高质量、分类培养、打造特色的思路,促进有重庆大学特色的研究型大学本科教育教学体系建设。学校着力构建通识教

育模式下宽口径专业教育人才培养模式,探索“因材施教,分类培养”的多元化人才培养。通过优化人才培养方案,加强文、理与工程技术的交叉融合,进一步提高人才培养质量,打造各类精英人才,实现“厚基础、宽口径、强能力、高素质、国际化”的人才培养目标,培养“科学理论的探索者,工程技术的创新者,社会文明的传播者,建设事业的管理者”,即能够驾驭和应对未来的人。

(二)机械类专业本科人才培养目标

专业的本科人才培养目标应与学校的人才培养目标保持一致,是学校人才培养目标的细化和延伸。此外,人才培养目标还应和专业的办学历史、师资力量、实验条件、教学设施等办学条件相适应,与学生发展和社会需求相适应。基于此,重庆大学机械设计制造及其自动化专业制定的本科人才培养目标如下。

(1)具有健全人格、高尚情操、健康体魄和良好科学素质,具有终身学习能力和团队精神的复合型、创新型优秀人才。

(2)熟悉机械科学技术,扎实掌握机械工程及自动化技术的基础理论和专业知识,具有国际视野和

出色的工程实践能力,具有一定的创新能力和科学研究能力。

(3)能在国内外的机械工程领域从事设计制造、研究开发、生产组织与管理等工作或进入研究生阶段继续深造。

(三)机械类专业本科毕业生基本要求

根据专业本科人才培养目标、社会需求以及重庆大学机械工程学科近80年的人才培养经验,考虑中国当前社会政治、经济、科技、文化等因素,提出了现阶段机械类专业毕业生必须具备的独立、可评估的知识、能力和素质基本要求(表1~表3)。知识是学生将来从事机械及其相关领域工作所必备的基础,能力是学生运用所学知识完成科学研究、工程设计、企业管理等工作所需的要素,素质是影响学生未来发展,使学生成为具有远大理想和抱负并对社会有所担当的栋梁之材所应当具备的潜质。这三方面基本要求是实现机械类专业本科人才培养目标的三大支柱。高素质专门人才和拔尖创新人才尤其要在沟通与交流能力、独立思考和判断能力、分析问题与解决问题能力、终身学习能力方面具备很高的水平。

表1 知识基本要求

知识属性	知识基本要求描述
K1 数学与自然科学	具有从事工程工作所需的相关数学、自然科学知识
K2 机械工程基础理论	掌握扎实的机械学科的基本理论、机械工程基础知识
K3 机械工程专业知识及学科前沿发展趋势	掌握机械工程专业知识,具有设计机械系统、部件和过程的能力,具有对机械工程专业问题进行系统表达、建立模型、分析求解和论证的能力,了解专业的前沿发展现状和趋势
K4 实验与工程实践	具有制订实验方案、进行实验、分析和解释数据的能力,具有在机械工程实践中初步掌握并使用各种技术、技能的能力
K5 人文社会科学	了解一定的人文社会科学知识,对中国传统文化和人类文化精髓具有一定理解
K6 经济管理与法律法规	具有一定的经济管理知识。了解与专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发的法律、法规,熟悉环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规,能正确认识工程对客观世界和社会的影响

表2 能力基本要求

能力属性	能力基本要求描述
A1 领导和团队协作	具有一定的组织管理能力,在团队中能发挥作用
A2 沟通与交流	较强的表达能力和人际交往能力,能考虑他人的尊严、权利和需要
A3 分析问题与解决问题	在学习和工作中,具有分析问题与解决问题的能力,在参与工程设计、产品开发过程中,具备影响因素分析、评估和选择完成工程任务所需的技术、工艺和方法,确定解决方案的能力
A4 独立思考和判断	在学习、工作和生活中具备独立思考并作出判断的能力
A5 综合运用多学科理论、各种技术和现代工程工具	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,具有综合运用科学理论、技术手段和现代工程工具分析并解决工程问题的基本能力
A6 国际视野和跨文化交流	学生具有国际视野和跨文化的交流、竞争与合作能力

表3 素质基本要求

素质属性	素质基本要求描述
Q1 坚定信念和健全人格	热爱党、热爱社会主义、坚持科学发展观,具有“耐劳苦、尚俭朴、勤学业、爱国家”的重庆大学精神
Q2 健康体魄	认识到健康体魄的重要性,具有健康的体魄和良好的生活习惯
Q3 人文素养和社会责任感	具有较好的人文社会科学素养、较强的社会责任感;知识面宽广,具有对现代社会问题的认知,进而认识机械工程对世界和社会的影响
Q4 职业道德	具有良好的职业道德和现代工业社会的价值观念
Q5 创新精神	具有批判性思维和创新意识,以及对新产品、新工艺、新技术和新设备进行研究、开发和设计的初步能力
Q6 终身学习	具有适应发展的能力以及对终身学习的正确认识和学习能力

三、毕业生基本要求的衡量

(一)毕业生基本要求与认证通用标准要求之间的覆盖关系

将机械类专业提出的毕业生必须具备的知识、能力和素质基本要求与中国工程教育专业认证标准对照表明该要求覆盖了专业认证通用标准和机械类专业补充标准规定的基本要求。此外,基本要求还强调了健康体魄是学生未来发展的基础,明确了沟通与交流能力、独立思考和判断能力、分析问题与解决问题能力、终身学习能力是高素质专门人才和拔尖创新人才应当具备的重要属性。

(二)毕业生基本要求调查评估

为了进一步分析机械类专业毕业生必须具备的基本要求是否科学合理,是否满足学生发展及社会需求,还需要通过调查研究,才能给出比较确切的答案。调查对象是用人单位、校友、大四学生和教师。

在2011年,采用李克特量表,调查用人单位、校友(毕业3~10年的骨干)、大四学生和教师对本科人才培养目标的态度和看法。该表由18条毕业生基本要求组成,采用5级量表形式,5种备选评语答案是“低”“比较低”“中”“比较高”“高”,分别表示各项基本要求的重要程度等级,并用1~5分别为5

种答案计分,调查表总分最高分为90分,最低分为18分。重要程度是指各项基本要求对毕业生今后的生存和发展的重要性。

向中国第二重型机械集团公司、重庆长安汽车股份有限公司、重庆机床(集团)有限责任公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司等十多家单位的青年骨干发放问卷,共收回有效问卷74份,调查统计结果如图1所示。用人单位及校友的调查统计结果显示平均分为74.75分,标准偏差为7.31分,可信度和有效度都非常高,其他具体分项数据如表4所示。收回的有效学生问卷141份和有效教师问卷32份,调查统计结果与用人单位及校友很相似。用人单位及校友、大四学生和教师的调查统计结果比较如图2所示。

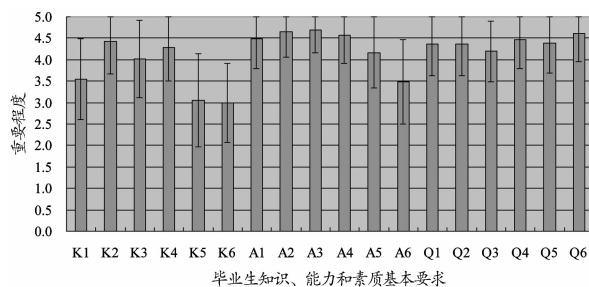


图1 用人单位及校友的调查统计结果(2011年)

表4 2011年用人单位及校友的部分调查统计结果

分项平均分最高的4项	分项平均分最低的4项
A4 独立思考和判断 4.56分	K6 经济管理与法律法规 2.99分
Q6 终身学习 4.61分	K5 人文社会科学 3.06分
A2 沟通与交流 4.65分	A6 国际视野和跨文化交流 3.49分
A3 分析与解决问题 4.69分	K1 数学与自然科学 3.55分
分项标准偏差最小的2项:	分项标准偏差最大的2项:
A3 分析与解决问题 0.52分	A6 国际视野和跨文化交流 0.98分
A2 沟通与交流 0.59分	K5 人文社会科学 1.08分

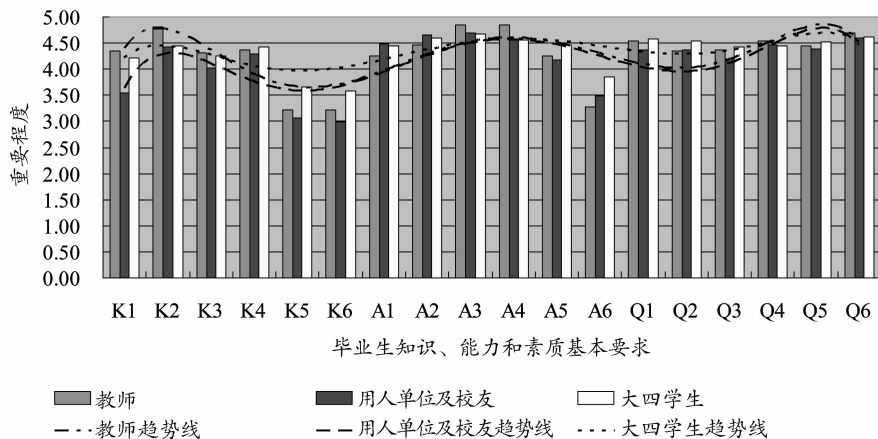


图2 用人单位及校友、大四学生和教师的调查统计结果比较和趋势线(2011年)

从统计结果可以看出:用人单位及校友对知识、能力和素质评价指标总体是很认同的。其中,“独立思考 and 判断”“终身学习”“沟通与交流”和“分析问题与解决问题”这4项要求被认可程度高,“分析问题与解决问题”“沟通与交流”这2项的偏差最小,认识更趋一致。而“经济管理与法律法规”“人文社会科学”“国际视野和跨文化交流”和“数学与自然科学”这4项要求认可度低些,但也高于平均水平。“国际视野和跨文化交流”“人文社会科学”这2项的偏差最大,说明人们对这2项的意见比较分散。总之,说明已制定的机械类专业本科人才培养目标及毕业生基本要求总体满足了毕业生发展和用人单位的需求。

四、结语

将人才培养目标细化成本科毕业生必须具备的基本要求后,即可根据这些基本要求制定培养方案和教学计划。然后,将每一项基本要求分解到每一门课程及其教学环节中,制定每门课程的教学大纲和课程目标。最后,各门课程通过精心设计教学环节、教学活动和课外环节,辅之以完善的教学质量监控体系和保障体系,保证课程目标的实现。但这并不说明培养方案完美无缺,笔者从上述调查中也发现一些问题。

(1)如图2所示,用人单位及校友和教师所对应的趋势线大部分非常接近,但在起始段却有比较大的差异,体现了用人单位及校友与教师之间对数学、自然科学和工程知识的重要性看法不一:用人单位及校友认为这些知识相比之下不是最重要的,而教师则认为很重要。这也是长期以来高校教师“重知

识、轻能力”的一个体现。

(2)调查显示这3个群体认为数学与自然科学、人文社会科学、经济管理与法律法规、国际视野和跨文化交流的重要程度最低,而这些要求主要涉及一些通识课程。因此,说明人们对通识教育的重要性认识不足,体现了师生的意识形态或价值观与学校的教育思想、定位存在差异。

(3)对大四学生,除了调查毕业生基本要求的重要程度外,还调查了这些基本要求的实现程度,实现程度是指通过大学4年学习后学生对各项指标掌握或提高的程度。结果显示基本要求的重要程度与实现程度差距较大。这固然有调查的可信度问题,但也说明各项工作还不够好,与学生的期望值还有差距,还要继续努力不断完善各项工作,提高教师综合素质和能力。

参考文献:

- [1] 吴启迪. 我国工程教育的改革与发展[J]. 中国高等教育评估, 2007(4): 3-7.
- [2] 薛天祥. 高等教育管理学[M]. 广西: 广西师范大学出版社, 2001.
- [3] 王孙禺, 乔东. 经济全球化条件下我国高校人才培养的目标与理念更新[J]. 清华大学教育研究, 2006, 27(1): 10-15.
- [4] 联合国科教文组织总部中文科译. 教育——财富蕴藏其中: 国际21世纪教育委员会报告[M]. 北京: 教育科学出版社, 1996.
- [5] Graduate Attributes and Professional Competencies [R]. International Engineering Alliance, 2009.
- [6] Engineering Accreditation Commission. Criteria for Accredi-

- ting Engineering Programs [R]. ABET, 2010.
- [7] ENAEE Administrative Council. EUR - ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmers [R]. ENAEE, 2008.
- [8] 吴昌林. 认真开展专业认证培养创新型机械工程科技人才[J]. 中国高等教育, 2008(18):19-21.
- [9] 张有声. 关于我国工程教育培养目标的思考[J]. 清华大学教育研究, 2003, 24(4):104-107.
- [10] 查建中. 工程教育宏观控制模型与培养目标和教育评估[J]. 高等工程教育研究, 2009(3):7-14.

Analysis and assessment of basic standard for graduates based on professional accreditation of engineering education: learning from basic standard for graduates in Occident

LI Liangjun^a, YAN Xingchun^a, YI Shuping^b, CHEN Bingkui^a

(a. College of Mechanical Engineering; b. Office of Academic Affairs, Chongqing University, Chongqing 400030, P. R. China)

Abstract: Taking mechanical design, manufacturing and automation specialty in Chongqing University as an example, the paper analyzed the basic standard for graduate, put forward the talent training objective based on engineering education accreditation criterion, meet the students' development and social needs, point out the knowledge, abilities and qualities that the graduates must have. In the last, the paper assessed the scientificity of basic standard for graduate, with the surveys of employer, alumni, senior student and teachers.

Keywords: training objective; basic standard for graduates; professional accreditation; engineering education

(编辑 周沫)