

培养目标与毕业要求达成度评价研究与实践

李现明 杨西侠

(山东大学,山东省 济南市 260061)

摘要:以山东大学自动化专业卓越工程师教育培养计划班为例,阐述了培养目标、毕业要求、课程体系、教学内容等逆向设计、正向实施的基本思路,详细给出了其培养目标达成度与毕业要求达成度的评价方案。

关键词:培养目标;毕业要求;达成度;评价

Research and Practice on Evaluation about Educational Objective Achievement and Graduation Requirement Achievement

Xianming Li, Xixia Yang

(Shandong University, Jinan 250061, Shandong Province, China)

Abstract: Taking “A Plan for Educating and Training Outstanding Engineers” in automation specialty of Shandong University as an example, basic ideas to reverse design and forward implementation about educational objectives, graduation requirements, curriculum system, teaching content and so on are given in this paper. The evaluation program about educational objective achievement and graduation requirement achievement is elaborated.

Key Words: Educational Objectives; graduation requirements; Degree of achievement; Assessment;

引言

山东大学自动化专业于2009年通过工程教育专业认证,有效期3年;2012年通过有效期延长认证,延长有效期3年。在长达8年的过程中,作者深刻认识到:工程教育专业认证确实是一个保障并提高教学质量的科学方案、有效抓手。但是,其“有效”的前提条件是,必须让全体老师而非仅仅部分教学骨干都能深刻理解并自觉的、创造性的按“学生中心、成果导向、持续改进”的理念投入到本科教学工作中。否则,“认证”就会蜕变为“劳民

伤财”的“形象工程”、蜕变为单纯为“通过”而“认证”。恰恰在上述基本点上,“认证”与目前“科研项目为中心、科研经费为导向”的大环境存在强烈冲突,需付出巨大努力去逐步化解,绝非短时间能够完成。为此,山东大学自动化专业决定暂停申请新一轮认证,转而扎扎实实、创造性的按认证要求做好相关基础性工作、提高人才培养质量。如此,将“认证”由“目的”转变为提高教学质量的“手段”,则未来进行认证,细雨无声、水到渠成,而非上下动员、紧张突击。本文以自动化专业卓越工程师教育培养计划班为例(以下简称自动化(卓越)专业),阐述其对培养目标、毕业要求、课程体

联系人:李现明. 第一作者:李现明(1964),男,博士,教授。

基金项目:山东大学专业综合改革——自动化。

系、教学内容等整个培养过程逆向设计、正向实施的基本思路,详细说明其在培养目标达成度、毕业要求达成度评价方面进行的探索与实践。

1 培养目标达成度评价

1.1 培养目标的制定

依据山东大学办学定位、社会经济发展需要、学科支撑条件与专业发展定位、教育部“关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见”文件精神,制定自动化(卓越)专业培养目标:德、智、体、美全面发展,基础知识宽厚、专业知识扎实、具备国际视野、实践能力强、创新意识好、综合素质高的高级工程技术人才。期待学生通过毕业后5年左右的实践锻炼,能够成长为控制理论与控制工程、电力电子与运动控制、自动检测与过程控制、微电子与计算机技术、智能管理与决策等领域的研发、设计工程师。

作为参照,列出山东大学自动化专业(非卓越班)的培养目标如下:本专业培养德、智、体、美全面发展,基础知识宽厚、专业知识扎实、实践能力强、创新意识好、综合素质高的自动化科学与技术人才。期待学生通过毕业后五年左右的实践锻炼,能作为团队负责人或核心成员在控制理论与控制工程、电力电子与运动控制、自动检测与过程控制、微电子与计算机技术、智能管理与决策等领域从事技术研究、技术开发、工程设计、工程实施、工程应用、教育教学等工作。

二者对比,卓越班与非卓越班培养的都是“自动化科学与技术人才”,但卓越班培养目标设定为“研发、设计工程师”,高于非卓越班。这是因为研发、设计工程师是各类工程师的“龙头”。

1.2 培养目标的细化分解

为进一步制定毕业要求、进行培养目标达成度评价,必须对培养目标进行细化分解。上述培养目标具体分解如下:

目标1:针对具体复杂工程项目,能够综合运用控制理论与控制工程、电力电子与电力传动、自动检测与信息处理等相关技术,统筹考虑社会、法律、环境、经济等多种非技术因素,设计出优选解决方案,并能够较好的解决方案实施过程中遇到的关键技术问题;

目标2:能够独立承担或作为团队核心成员承担控制理论与控制工程、电力电子与电力传动、自动检测与信息处理等相关领域技术或产品的研发、设计任务;

目标3:有创新的意识与能力,有终身学习的习惯与能力,努力追踪、学习、研究并积极应用与本职工作相关的前沿技术;

目标4:在工程实践或研究开发中透彻理解并模范遵守法律法规、职业道德、工作规范、技术标准,具备良好的沟通和团队合作能力,包括足够的跨文化背景下的沟通与合作能力,具备较强的工程项目管理与协调能力;

目标5:成长为工作单位技术骨干,具备优先获得中级技术职称的资质和能力。

卓越班培养目标的细化分解高于非卓越班。以目标5为例,非卓越班为“具备获得中级技术职称的资质和能力”,卓越班突出了“优先”二字。

1.3 培养目标达成度评价

山东大学自动化(卓越)专业培养目标达成度评价采用调查表方法,调查对象是校友本人和校友直接领导。对上述培养目标细化分解后的5项子目标,每项赋分20分,制成调查表。请毕业5年左右的校友本人、校友直接领导分别对照子目标打分,最后取所获有效调查表的平均数据作为该届毕业生培养目标达成度。

2 毕业要求达成度评价

2.1 基于培养目标制定毕业要求

根据培养目标及其细化之后的子目标,制定毕业要求。毕业要求必须能够支撑培养目标的达成。山东大学自动化(卓越)毕业要求覆盖工程教育专业认证12项毕业要求、兼容卓越工程师教育培养计划通用标准:

毕业要求1——工程知识:具备从事本专业工程技术工作所需的数学、自然科学、工程基础知识、专业知识、经济管理知识并能将它们用于解决复杂工程实际问题。了解本专业前沿技术、发展趋势、典型生产过程的生产工艺与设备,具有系统的工程实践学习经历特别是企业学习经历。

毕业要求2——问题分析:能够应用所学知识,并通过查阅文献,发现、提出、分析本专业领域

复杂工程实际问题,获得有效结论。

毕业要求 3——设计/开发解决方案:详细了解本专业领域系统设计、集成、开发、工程应用的基本方法。针对本专业领域的复杂工程实际问题,能够具有综合运用理论和技术手段,提出解决方案,设计出满足特定需求的系统,并具有运行、维护能力。在设计过程中,能够综合考虑社会、健康、质量、安全、效益、法律、文化、环境等因素,体现创新意识。

毕业要求 4——研究:能够基于相关科学技术原理、采用相关科学技术方法,对本专业领域的复杂工程实际问题进行研究,包括实验设计、数据分析与解释,通过信息综合得到合理有效的结论。

毕业要求 5——使用现代工具:针对本专业领域复杂工程实际问题,能够选用、开发恰当的技术、资源、工具,进而进行模拟、预测、优化,并能够正确理解其局限性。

毕业要求 6——工程与社会:了解本专业相关行业在生产、设计、研究与开发、环境保护、可持续发展等方面的方针、政策、法律、法规、技术标准,能够合理分析、评价本专业工程实践和复杂问题解决方案对社会、健康、安全、法律、文化的影响,具有应对危机与突发事件的初步能力,并理解应承担的责任。

毕业要求 7——环境和可持续发展:能够合理分析、理解、评价针对复杂问题的专业工程实践对环境和社会可持续发展的影响。

毕业要求 8——职业规范:身心健康,爱岗敬业,精益求精,勇于创新、追求卓越。具有强烈的社会责任感、足够的人文社会科学素养,能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德、规范,履行责任。

毕业要求 9——个人和团队:能够在多学科背景下的团队中依靠自身能力与优势承担个体、团队成员、负责人的角色。

毕业要求 10——沟通:能够就本专业领域复杂工程问题与业界同行、社会公众进行有效沟通与交流,包括撰写设计文件、技术报告、陈述发言、清晰表达或回应指令。熟练使用英语,具备一定国际视野,能够在跨文化背景下进行有效沟通与交流。

毕业要求 11——项目管理:理解并掌握工程管理基本原理与经济决策方法,能在多学科环境应用。

毕业要求 12——终身学习:具有自主学习、终身学习意识,具有不断学习、适应发展的能力。

2.2 毕业要求的细化分解

为研制课程体系和进行毕业要求达成度评价,必须对毕业要求进行细化分解。以毕业要求 1、毕业要求 2、毕业要求 3 为例,细化分解如下:

1-1 掌握高等数学、工程数学、大学物理、工程制图、机械工程基础知识,能将其综合用于控制对象的工作原理理解、分析、建模、求解;

1-2 掌握电路、电磁场、模拟与数字电子技术基础知识,能将其综合用于电气、电子装置的建模、分析、综合、设计;

1-3 掌握自动控制理论、信号分析与处理、运筹学基础知识,能将其综合用于控制工程的建模、分析、综合、优化;

1-4 掌握计算机软硬件基础知识,并将其用于控制工程中的软硬件分析与设计;

1-5 掌握自动检测、过程控制、电力电子、运动控制等专业知识,能将其综合用于解决相关复杂工程问题。

1-6 通过系统的工程实践学习经历特别是企业学习经历,了解经济管理基础知识、本专业前沿技术及发展趋势、典型生产过程的生产工艺与设备,增强解决复杂工程实际问题的能力。

2-1 针对具体、实际的复杂工程,能发现、提出,并准确表达其中的控制问题;

2-2 能识别、判断复杂控制工程实际问题中的关键环节与参数;

2-3 面对一个复杂控制工程实际问题,能通过检索、分析文献,寻求有效解决方案;

2-4 能正确表达一个控制工程实际问题的解决方案;

2-5 能应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,综合分析影响控制系统的各种因素,论证所提解决方案的合理性。

3-1 能够根据用户实际需求、工艺要求、被控对象主要参数,确定控制系统的功能、性能、技术指标;

3-2 详细了解自动化专业领域系统设计、集成、开发、应用的基本方法,能够设计出满足工程实际要求的控制系统技术方案;

3-3 能够在安全、环境、法律、规程规范等现

实约束条件下,通过技术经济评价对设计方案进行可行性研究与评价;

3-4 能够通过建模,对实际控制系统进行分析与综合;

3-5 能够通过系统集成,设计实际工程控制系统,体现集成创新;能够安装、调试、运行、维护本人或他人设计的实际工程控制系统;

3-6 能够通过图纸、报告、实物等形式,展示设计/开发成果。

自动化(卓越)专业将上述 12 项毕业要求具体细化分解为 52 条。

2.3 根据毕业要求研制课程体系

根据 12 项、52 条毕业要求,研制了自动化(卓越)课程体系,它由 58 门必修课(含独立课程号的实践环节,共计 150 学分)和若干门选修课(至少选足 10 学分)构成。

2.4 设计课程体系对毕业要求的支撑矩阵

为体现各门课程对毕业要求的具体支撑,设计了 58 门必修课对 12 项、52 条毕业要求的支撑矩阵。一般而言,每门课程重点支撑 52 条毕业要求中的 3 条左右;每条毕业要求,一般由 3 门左右的课程重点支撑,每门课程赋予一定期望值、期望值之和为 1.0。设计支撑矩阵是一项非常艰巨、复杂的任务,我们组织了一个由相关各学科人员组成的专家组,历时 9 个月,方才得到一个相对科学合理的支撑矩阵(该矩阵过分庞大,此处省略)。

由于选修课课程特征各异、对 52 条毕业要求支撑各异,如果将其纳入毕业要求支撑矩阵,则评价工作量倍增。考虑到所谓“毕业要求”乃是基本要求,因此支撑矩阵中只列入必修课,亦即理想情况下所有必修课对毕业要求形成了 100% 的支撑。选修课对毕业要求构成增量支撑,“锦上添花”。

自动化专业卓越班与非卓越班在课程体系方面的主要不同之处在于:卓越班在大一、大二、大三结束后的三个暑期,增加了统一进行、面向企业的工程实践课程;卓越班主要专业核心课程,选用著名的英文原版教材。通过理论、实践两个方面的加强,把卓越班打造成自动化专业的“强化版”。

2.5 基于支撑矩阵修订教学大纲

各课程组根据课程体系对毕业要求的支撑矩阵,修订各门课程的教学大纲。除常规意义上的教学大纲内容外,教学大纲还要明确本课程对毕业

要求的具体支撑、教学过程是如何实现这种具体支撑的、考核过程如何评价这种具体支撑的实际达成度,引导任课教师在教学过程中加强与本课程毕业要求具体支撑条目相关的内容并重点考核。

2.6 毕业要求达成度评价方案

毕业要求达成度评价方案设计如下:

(1) 建立课程体系对毕业要求的支撑矩阵:共计 58 门必修课程(含独立设课的实验实践课程)、52 条毕业要求,每门课程重点支撑其中的数条、每条毕业要求由数门课程支撑。对每条毕业要求对应的课程各赋予科学、合理的支撑度期望值,期望值之和为 1.0;

(2) 根据课程考核结果,计算 52 条毕业要求每条的课程达成度。以毕业要求分解指标点 2.5 为例:毕业要求分解指标点 2.5,由电机与拖动基础、运动控制系统、过程控制系统三门课程支撑,它们对指标点 2.5 的支撑度期望值分别赋予为 0.4、0.3、0.3。根据课程考核情况,电机与拖动基础、运动控制系统、过程控制系统实际达成的支撑度分别为 0.36、0.28、0.26,则该届学生毕业要求指标点 2.5 实际达成度为 0.9;

(3) 将 52 条毕业要求的课程达成度合成为 12 项毕业要求每项的课程达成度:设毕业要求 2.1 至 2.5 的课程实际达成度分别为 0.8、0.9、0.8、0.85、0.9,取其平均值,则毕业要求 2 课程达成度为 0.85。如此,可获得毕业要求 1 至 12 的所有毕业要求课程达成度;

(4) 将 12 项毕业要求每项的课程达成度合成为本届毕业生毕业要求达成度课程统计值:取 12 项毕业要求的课程达成度的平均值,作为本届学生毕业要求达成度课程统计值;

(5) 调查并统计毕业要求达成度学生自评值:毕业要求是复杂的,单纯依赖课程考核评价难以获得真实的毕业要求达成情况,为此,引入主观评价因素。“人,贵有自知之明”,不妨让学生自己评价自己。卓越班毕业生全员参加,由学生自评各指标点达成度,得到该生自评毕业要求达成度,计算全班学生自评毕业要求达成度的平均值,作为该班毕业要求达成度学生自评值;

(6) 调查并统计毕业要求达成度教师评价值:“当局者迷,旁观者清”。单纯靠学生自评,也难以片面。对学生实际的毕业要求达成情况,其毕业

设计指导教师应有充分发言权。请该班所有毕业设计导师,评价所指导的学生相对于 52 条毕业要求的达成度并合成为该指导教师对该生的毕业要求达成度主观评价,以所有毕业设计导师对所有学生毕业要求达成度主观评价的平均值,作为该班毕业要求达成度教师评价价值;

(7) 主客观多源数据合成,得到最终的毕业要求达成度:毕业要求达成度课程统计值、学生自评值、教师评价价值各按 0.6、0.2、0.2 权重合成,作为本届学生毕业要求达成度。

将于 2018 年夏季依据本方案,对 2018 届卓越班学生进行毕业要求达成度评价,进而基于评价结果优化培养方案、培养过程,形成持续改进。

3 结论

(1) 以山东大学自动化(卓越)专业为例,阐

述了其对培养目标、毕业要求、课程体系、教学内容等培养过程进行逆向设计、正向实施、反馈优化的基本思路。

(2) 给出了山东大学自动化(卓越)专业培养目标达成度、毕业要求达成度评价方案。

References

- [1] 林健. 卓越工程师培养——工程教育系统性改革研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- [2] 林健. 卓越工程师培养质量保障——基于工程教育认证的视角[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [3] 余晓. 卓越工程师培养: 工程实践教育的理论与实证[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2013.
- [4] 邹晓东等. 打造第四代工程师——工程领导力及创业能力开发[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2014.