

自动化专业分方向培养模式研究

张凯锋 魏海坤

(东南大学自动化学院,江苏省 南京市 210096)

摘要:近年来,随着自动化学科的涉及领域越来越广,自动化专业学生的就业面也越来越广。此时,传统的不分方向、不灵活分方向的自动化专业培养模式已经难以满足社会需求,也难以满足工程教育专业认证的要求。为此,东南大学自动化专业在制定 2015 级本科生培养方案时,将学生培养模式划分为控制科学、控制工程、智能机器人、智能信息处理四个方向。本文对此进行具体介绍,包括分方向的具体思路和实践过程。

关键词:自动化专业;分方向培养模式;工程教育专业认证

Research on the Separately Oriented Training Mode in the Major of Automation

Kaifeng Zhang, Haikun Wei

(School of Automation, Southeast University, Nanjing 210096, Jiangsu Province, China)

Abstract: Recently, the fields of automation become more and more wide. Meanwhile, the employment categories of the students of the major of automation also become more and more wide. For traditional training mode of automation major seldom considers the need of separately oriented training, it will be hard to meet the requirements of real engineering and that of the engineering education certification. Thus, when designing the training program of 2015, the automation major of Southeast University divides the training mode into four sub-directions, or control science, control engineering, intelligent robot and intelligent information processing. In this paper, this mode will be introduced, including the basic idea and the application details.

Key Words: Major of automation; Separately oriented training model; Engineering education certification

引言

自动化专业是一个具有显著中国特色的专业,在其发展过程中经历了由多个专业(工业自动化、自动控制、飞行器制导与控制、液压传动与控制等)合并为单个专业(自动化),又发展为专业类(自动化类,包括自动化、轨道交通信号与控制等)

的过程^[1]。东南大学的自动化专业始建于 1957 年,是国内最早设立自动化专业的高校之一,在其发展过程中也经历过类似的过程。

近年来,东南大学自动化专业开始思考在自动化专业内部灵活设置多个方向的问题,并具体在 2015 级培养方案中付诸实施。这主要是考虑到随着自动化学科的涉及领域越来越广,自动化专业学生的就业面也越来越广。此时,传统的不分

联系人:张凯锋(1977—),男,博士,教授。

基金项目:自动化类教指委高等教育教学改革研究课题(2015);东南大学教学改革研究项目(2015-45)。

方向或不灵活分方向的自动化专业培养模式已经难以满足社会需求。在当前工程教育专业认证的发展大背景下,也难以满足专业认证的要求。

实际上,在许多专业的发展中,也都探讨过在一个专业中设置多个方向的问题^[2-4]。本文将具体介绍东南大学自动化专业上述改革的有关思路、过程和举措。

1 自动化专业分方向培养情况现状分析

1.1 目前国内自动化大都没有采用分多个方向、灵活分方向的培养模式

近年来,国内高校大都采用“宽口径、重基础、复合型”的人才培养模式。很多高校都不再分方向。有一些高校(例如东南大学前期)分有2个方向,但是方向之间不同的课程很少。也有一些高校分为偏向于自动化和偏向于电气两个方向,严格说来这并非分方向,而是实质上的两个专业在一个专业(自动化)名义下培养。整体上,笔者认为目前大都没有采用分多个方向(例如3个、4个以上方向)、灵活分方向(即根据行业需求灵活设置方向)的培养模式

同时也应该注意到,一些高校由于自身的行业特色、应用特色,其自动化专业的方向又事实上不同于其他高校。例如一些化工类高校的自动化专业偏向于过程控制,一些电力类高校的自动化专业偏向于热工控制,一些无明确行业背景的高校则会偏向于运动控制等。

1.2 自动化专业有分方向教学的需求

由于近年来自动化学科的发展,涉及领域越开越广(如机器人、人工智能、大数据等),随之自动化专业学生在就业面上也越来越广(如越来越多的自动化专业学生从事机器人、IT、人工智能、互联网+等方面的工作)。同时工程教育专业认证和社会、行业也对自动化专业的学生在工程能力、行业背景、专业素质等方面提出了越来越高的要求。相比之下,传统的不分方向教学模式会导致培养的学生“宽而不精”。因此,自动化专业有分方向教学的需求。

1.3 相关专业有分方向教学的先例和实践

在本科教育层面,按照应用领域的发展进行分方向教学的尝试在其他专业已经存在。例如一

些学校在电气工程专业下,就细分为农电方向、工厂供电方向、继电保护方向、电网方向等。上述方向并非严格按照“二级学科”划分,一些方向完全是根据行业需求、学校特色进行灵活设置。

1.4 国外自动化专业有分方向教学的实例

诚然,欧美国家大多没有自动化专业。不过,英国的谢菲尔德大学存在类似的情况,有自动化专业分方向教学的实例,可供我们参考。

谢菲尔德大学是英国著名的“红砖大学”之一,并且是有着英国常春藤之称的英国名校联盟“罗素大学集团”成员,被称为英国的工程帝国,一直具有国际公认的优秀科研和教学水平。谢菲尔德大学的自动控制与系统工程系是英国系统和控制领域规模最大的系,对学生采用“重基础、多方向”的培养模式。其低年级课程强调学生“通才”能力的培养,高年级课程则侧重于专业方向实践能力的培养,即在前面宽口径培养的基础上,还要求学生专精一个特定方向的知识和实践动手能力。该系设置了三个高年级专业培养方向,分别是系统与控制工程、计算机系统工程、机电一体化与机器人工程,学生一般只能选择一个特定方向。

2 东南大学自动化专业分方向培养的实践情况

2.1 实践过程概述

东南大学自动化专业在2015年之前在分方向方面存在过2种情况:不分方向和简单地分两个方向。其中即便是分2个方向,互相之间的区别也很少。

在制定2015级本科生培养方案时,出于上述分方向培养的必要性,同时也借鉴了国内外其他学校、专业的分方向培养经验,决定分方向培养,并制定相应的培养方案。

具体地,分方向后东南大学自动化专业学生的培养模式被划分为控制科学、控制工程、智能机器人、智能信息处理四个方向。设置这四个方向的主要依据有:本学科近年来的重要发展方向(智能机器人);行业的重大需求以及学生的主要就业行业(智能机器人、智能信息处理、控制工程);本校此学科的传统优势(有控制理论与控制工程国家重点学科)。

2.2 基于分方向培养模式的培养方案

具体地,东南大学自动化专业分方向培养方

案中,自动化专业学生 1-2 年级的课程相同,从 3 年级开始,所有学生分 4 个方向培养(每个学生必须也只能选择一个方向)。

从三年级开始,4 个方向的教学环节有一些仍相同,如电力电子技术、形势与政策、数字信号处理、自动化元件、自动检测技术、毕业设计(当然选题不同)、科研与工程实践等。但是其中也有明显的不同,具体的不同部分如图 1 所示。

课程名称	学分	授课学年	授课学期	备注
非线性与自适应控制	2	三	3	方向 1
网络化控制	2	三	3	
智能控制概论	2	四	2	
控制系统建模与分析	2.5	三	4	
综合设计		四	1	
多机器人系统建模与分析(研讨课)	1.5	四	2	
现代控制系统设计(研讨课)	1.5	四	2	2 选 1
自动化仪表	2	三	2	方向 2
复杂系统与过程控制(双语)	2	三	3	
系统辨识与建模	2	三	3	
控制工程系统综合设计	2.5	三	4	
		四	1	
实时优化与先进控制(研讨课)	1.5	四	2	
现代交流调速技术(研讨课)	1.5	四	2	2 选 1
机器人学	2	三	2	方向 3
机器人控制	2	三	3	
工业机器人系统	2	三	3	
智能机器人系统综合设计	2.5	三	4	
		四	1	
特种机器人(研讨课)	1.5	四	2	
服务机器人(研讨课)	1.5	四	2	2 选
数据统计分析	2	三	2	方向 4
模式识别与机器学习	2	四	2	
数字图像处理(双语)	2	三	3	
数字图像处理系统综合设计	2.5	三	4	
		四	1	
机器视觉(研讨课)	1.5	三	3	
数据挖掘(全英文)	1.5	三	3	2 选 1

图 1 各方向不同课程示意图

Fig. 1 Different courses in various directions

在此需要说明的是,在三年级最后一个长学期(东南大学为第三学期)开设的《自动控制原理 II》

课程(一些学校也成为《现代控制理论》),又从分方向的不同需要出发分为《自动控制原理 II(a)》和《自动控制原理 II(b)》,其中(a)面向控制科学方向,难度偏高,(b)面向其他方向。

可见,上述方案真正实现了分方向培养,即各方向之间的差别很明显,不是简单地个别课程有差别,而是充分根据各方向的需求进行了多门课程的专门设计。

2.3 基于课程组的教学组织与管理

东南大学自动化专业在“东南大学自动控制系统”时代有相应的教研室,并以教研室的形式开展教研活动。但是自动化学院成立后,撤销教研室,成立了若干个研究所。其结果是整个专业的课程隶属于不同的研究所,研究所之间基本不会因教学问题进行定期交流。同时,即便若干课程的主讲教师是在同一个研究所,但由于缺乏明确的、有效的组织形式,也很难充分开展教研工作。在目前的课程管理状况下,教师之间缺乏交流,造成部分教师不了解其主讲的课程在后续课程中的应用,只负责单门课程的教学,无法引导学生进行更深层、后续的学习,造成课程教学的孤立性,难以形成科学的、符合工程教育专业认证的教学体系。

归根到底,笔者认为上述情况的产生在很大程度上是由于研究所的设置大都是以学科为纽带,而非以本科教学为纽带。为此,在分方向培养的背景下,如何进行有效的教学组织与管理,便很急迫。在此方面,东南大学自动化专业总的解决思路是“设立课程组”。具体的:

(1) 四个方向各成立一个方向课程组,即控制科学课程组、控制工程课程组、智能机器人课程组、智能信息处理课程组。

(2) 还成立几个平台类课程组,包括:专业基础课程组、软件课程组、硬件课程组。

(3) 一些课程虽然是平台类课程,但是由于和某一方向课程组关系密切,所以也并入方向课程组。例如,《电力电子技术》是平台类课程(所有学生的必修课),并非某一方向课程,但是由于它和控制工程课程组关系密切,所以也纳入控制工程课程组的管理。

基于课程组的教学组织和管理方式可实现各个课程教学的有效联系及教学活动的连续性与一

致性,可形成一套以课程体系为组织单位的,以构建系统为目标的新的课程管理与教研体系。

2.4 按照工程教育专业认证标准安排各方向的综合课程设计

近年来随着国内工程教育专业认证工作的开展,如何通过培养方案改革满足工程教育专业认证要求也受到了很大重视。东南大学自动化专业于2014年开始关注和考虑认证事宜,专家于2017年6月进校考查。因此在制定分方向的2015级培养方案时也认真考虑了如何符合工程教育专业认证要求的问题。

在2015版工程教育专业认证标准中,“复杂工程问题”可以认为是最核心的内容^[5]。上述分方向的培养模式,应该可以更加有利于使得学生具有解决复杂工程问题的能力。在具体实施方面,业内还没有统一的、成熟的认识,东南大学自动化专业的一些计划和想法有:

(1) 在复杂工程问题的具体实现载体方面,计划通过每个方向的大型综合性设计课程达成。具体地,在本专业的2015培养方案中,各方向分别设置了“控制系统建模与分析综合设计”、“控制工程系统综合设计”、“智能机器人系统综合设计”、“数字图像处理系统综合设计”。上述课程均为研讨课,2.5个学分,从三年级第三学期(即春季长学期)到四年级第一学期(即短学期)。

(2) 大型综合性设计课程要求组织学生进行具体的项目开发,包括系统的硬件设计、软件开发、控制算法研究、系统仿真和系统调试。对学生设计的工程项目需要进行验收、答辩,学生需要提交设计报告,教师根据项目完成情况、答辩情况和撰写的报告给出成绩。

(3) 计划每个方向都建立若干个典型的复杂自动化工程问题(形成项目库)。这些复杂工程问题都应该符合工程教育专业认证的要求。进一步,也应该设置不同的难度,满足不同的等级评价要求。

下面以设计“交流异步电机变频调速系统”为例,阐述复杂工程问题的设计。具体的设计任务为:设计构建一个交流调速系统,实现异步电机的调速。在同一任务的要求下,给出不同的设计要求:

I. 掌握调速系统的基本构成,包括电力电子

变换电路、各种信号的检测电路、控制电路和被控对象。自主设计控制电路,主要包括信号的采集,信息显示、通信和按键处理电路,采用的微处理器不限型号,DSP、MCU、FPGA都可以。对设计的控制电路进行调试,并和给定的主电路、驱动电路连接,构建系统硬件平台,在此基础上,实现基本的恒 v/f 的SPWM控制,电机空载运行。如果该项目实现,成绩为合格。

II. 在I的基础上,对控制算法进行研究、实现交流异步电机的VC控制,电机空载运行,在对系统进行matlab仿真的基础上,编写软件,在实际系统中进行调试。如果任务完成,成绩为中等。

III. 在II的基础上,改变负载大小和特性,对系统的控制精度和相应时间提出指标要求。如果任务完成,成绩为良好。

IV. 在III的基础上,自主开发电力电子主电路与驱动电路,即自主开发整套系统所需的硬件电路,搭建硬件平台,对所做系统进行算法仿真,控制时考虑负载的多样性。如果任务完成,成绩为优秀。

5 结论

(1) 随着自动化学科的涉及领域越来越广,自动化专业学生的就业面也越来越广,自动化专业有明显的需要分方向培养的必要性。

(2) 不同学校需要根据不同的行业需求、学校特色、发展阶段制定灵活的、有针对性的分方向培养方案。

(3) 东南大学自动化专业制定的2015级本科生培养方案中,将学生培养模式划分为控制科学、控制工程、智能机器人、智能信息处理四个方向。目前该方案正在有序执行,其中“智能机器人”这个方向已经在2016年发展为一个单独的专业“机器人工程”。这是国内获批的首个机器人本科专业。这也可以在一定程度上说明分方向培养,包括设置“智能机器人”方向的正确性。

此外,笔者需要强调说明的是,东南大学自动化专业的分方向培养方案还刚开始实施,至目前还没有完整的一届毕业生。因此,具体的、深入的利弊分析还有赖于进一步考察、分析和讨论。

References

- [1] 戴先中. 我国自动化专业的特色、特点分析与发展前景初探[J]. 电气电子教学学报, 2004, (3), 1-5.
- [2] 靖增群. 本科旅游管理专业分层次分方向培养模式的探索[J]. 海南师范大学学报(社会科学版), 2012, (3), 145-149.
- [3] 张丽, 郝玉玲. 分方向培养模式对专升本护生学习投入及专业态度的影响[J]. 中国高等医学教育, 2014, (3), 50, 83.
- [4] 张钢. 计算机科学与技术专业分方向人才培养模式[J]. 计算机教育, 2011, (7), 7-10.
- [5] 中国工程教育专业认证协会秘书处. 工程教育专业认证工作指南(2016 版).