

自动化专业特点

3.1 自动化专业发展历史

我国今天的自动化专业源于 1998 年国家教委颁布的“工科本科专业目录”。目前,自动化专业已发展到全国 200 余所高等院校。

在我国自动化专业的发展历史中,有两条发展主线,分别是“工业自动化”专业与“自动控制”专业,其中“工业自动化”专业最早源于“工业企业电气化”专业。

20 世纪 50 年代,新中国刚成立,百废待兴,学习苏联组建高等教育体制,细分专业。于是,分别对应着国家工业建设中的自动化与国防,军事建设中的自动控制,先后建立了“工业企业电气化”专业与“自动控制”专业,当时在不少学校,“自动控制”专业是保密专业。工业自动化经过多次专业名称的演变,逐步发展成为偏重应用,偏重强电的自动化专业;而后者保持专业名称“自动控制”不变,逐渐发展成为偏重理论,偏重弱电的自动化专业,并于 1998 年走到一起,合并为统一的“自动化”专业。1998 年,国家教育部公布新的“自动化”专业不仅包括原来“工业自动化”专业与“自动控制”专业,还增加了“生产工程自动化”专业、“液压传动与控制”专业(部分)、“电气技术”专业(部分)与“飞行器制造与控制”专业(部分)。2012 年,按照国家教育部公布的最新高等学校本科专业目录,自动化专业成为独立的“自动化类”专业,该专业要求更偏重控制、计算机及电类基础知识。

由此可见,一部自动化专业的发展史,实际是新中国高等教育事业发展史的一个缩影,同时也是新中国工业发展史的一个缩影、一个见证。下面以“工业自动化”专业这条发展主线为例,详细回顾其发展过程中的多次专业名称的改变及其与当时我国工业建设的密切关系,一方面作为自动化专业发展历史的回顾与介绍,另一方面分析、总结我国自动化专业的特点与特色。

现在通行的专业划分大体上是从 19 世纪下半叶到 20 世纪上半叶定型的,就工科来说,基本上是以行业(产品)为对象来划分,被人形象地称为“行业性的专业”或“行业公

会”。目前国际上两大教育体制中,以英、美为代表的教育体制虽未摆脱“行业性的专业”体系,但一直走的是“通才”教育之路、而以前苏联(欧洲接近苏联)为代表的教育体制,一开始实行的就是“专才”教育,专业分得很细,虽经改革,但到目前为止,“行业性的专业”特征仍极为明显。

20 世纪 50 年代,新中国刚成立,一切学苏联,专业分得很细;自 1978 年改革开放以来,逐步向英美为代表的教育体制靠拢,逐渐淡化专业,推行“通才”教育,通过多次的专业调整与合并,虽未摆脱“行业性的专业”的“美名”,但高等学校的许多系中常常只有一个专业,而不是过去的多个专业。

我国的自动化专业最早源于 1952 年全国高校大调整时第一批设立的专业——“工业企业电气化”专业。当时,苏联援助我国兴建 156 个大型工业企业,急需电气自动化方面的技术人才,而培养这类专业技术人才,很符合当时以及随后我国工业建设的需要。到了 20 世纪 60 年代,专业名称改为“工业电气化及自动化”,20 世纪 70 年代恢复招生时又改为“工业电气自动化”专业。这不只是专业名称上的一种变化,而是有其深刻内涵的,反映了我国工业从电气化一步一步向自动化迈进的那段真实的历史与发展趋势,反映了我国自动化专业如何面向国家需求,为国家经济建设服务的那段真实的历史与发展方向。

1993 年,在历经 4 年的全国第 3 次本科专业目录修订工作后,国家教委颁布了称之为“体系完整、比较科学合理、统一规范”的“普通高等学校本科专业目录”。“工业电气自动化”和“生产过程自动化”两专业合并成立属于电工类 0806 的“工业自动化”专业,专业代码为 080604,并由当时的机械工业部归口管理成立高等学校工业自动化教学指导分委员会,负责“工业自动化”专业的教学指导工作。与此同时,“自动控制”专业归类到电子信息类 0807,专业代码为 080711,并由当时的电子工业部归口管理成立高等学校自动控制教学指导分委员会,负责“自动控制”专业的教学指导工作。经过该次专业调整与合并,“工业自动化”与“自动控制”专业的强弱电并重、软硬件兼顾、控制理论和实际系统相结合,面向运动控制、过程控制和其他对象控制,共同特点与培养目标进一步明确,自此“工业自动化”专业偏重强电、偏重应用,“自动控制”专业偏重弱电、偏重理论,专业特点与分工格局也基本确定。

1995 年,国家教委颁布了“(高等学校)工科本科引导性专业目录”,将电工类 0806 的“工业自动化”专业 080604 与原电子信息类 0807 的“自动控制”专业 080711 合并为新电子信息类 3807 的“自动化”专业,专业代码为 380701。由于这是引导性专业目录,不属于强制执行,再加上将“工业自动化”这一强弱电并重的专业“并入”属于弱电专业类的电子信息类(3807)不利于专业的发展,因而许多学校仍然保持“工业自动化”专业与“自动控制”专业并存的局面。更由于 1996 年,国家教育部再次委托机械工业部与电子工业部分别成立新的一届(第二届)归口管理的高等学校教学指导分委员会,使得这一引导性专业并未得到有效的实行,而执行了引导性专业目录并设置了合一的“自动化”专业的学校也

是“一仆二主”，一个专业对应着两个教学指导分委员会。

1998年,为适应国家经济建设对宽口径高等教育人才培养的需要,进一步合并专业、与国际“通才”教育接轨,国家教育部公布了经第4次修订的最新“普通高等学校本科专业目录”沿用至今,专业总数从第3次修订后的504种大幅度减少到了249种,原目录中属于强电专业类的电工类0806与属于弱电专业类的电子信息类0807合并为强弱电合一的电气信息类0806,同时将原属于电工类0806的“工业自动化”专业与属于电子信息类0807的“自动控制”专业正式合并,再加上“液压传动与控制”专业(部分)“电气技术”专业(部分)与“飞行器制导与控制”专业(部分),组成新的(强制执行的)属于电气信息类0806的“自动化”专业,专业代码080602。据统计,到目前为止全国已有197所学校设立了该“自动化”专业。

2012年,为了适应当今世界科技发展的新趋势,适应创新性国家和人力资源强国建设需要,满足复合型、应用型、创新型人才需求,按照科学规范、主动适应、继承发展的原则,教育部公布了《普通高等学校本科专业目录和专业介绍(2012年)》。新目录分设哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、工学、农学、医学、管理学、艺术学12个门类,专业类由原来的73个增加到92个。取消原0806“电气信息类”下的080602“自动化”专业,设立新的0808“自动化类”专业,下设080801“自动化”专业。

回顾自动化专业的发展历史,并结合相应时期我国国民经济建设对自动化人才的需求和我国自动化事业的发展,不难看出:

(1) 我国的自动化专业不仅有比较悠久的历史(1952年全国高校大调整时第一批设立的专业),而且从自动化专业成立的第一天起,就一直是国家急需的专业之一,也因而一直是招生人数最多和分配最受用人单位欢迎的专业之一。

(2) 我国的自动化专业是伴随着我国工业从电气化一步一步向自动化发展的,专业方向与主要内容也从最初的突出电气化的“工业企业电气化”一步步发展为电气化与自动化并重的“工业电气化及自动化”、突出电气自动化的“工业电气自动化”和突出自动化的“工业自动化”,进而在合并专业的教育改革与“自动控制”专业合并成范围更广的“自动化”专业。从中可看出,我国的自动化专业虽然最初是在学习苏联教育体制的大环境下建立的,但在发展中没有照搬苏联或美英的办学模式,而是结合我国的国情(以满足国家需求为主要目的)创新发展出来的具有“跨行业的专业”特征的专业,这包括:

- 在专业方向与内容上,始终抓住了国家经济建设与国防建设中的最主要的发展问题,伴随国家不同发展阶段的需求不断调整,走“跨行业”的专业发展之路。
- 在专业培养目标上,一开始就不是行业性的,逐步拓宽专业口径发展到目前宽口径的“通才”。

历史表明,我国自动化专业的发展,不但符合我国国情,而且具有中国的特色,中国的创新。

(3) 我国从 2002 年起建立独立的“自动化”专业,不仅完全符合世界范围内拓宽专业面、打破“行业性的专业”设置的旧体系、实行“通才”教育发展总趋势,完全符合我国现阶段信息化带动工业化、走新兴工业化道路的国情,而且本科自动化专业和自动化科学与技术学科名称相一致,有利于同步发展我国的自动化科学与技术学科和本科自动化专业,为国家输送更多的自动化人才。

3.2 自动化专业人才培养目标

根据 2012 年国家教育部公布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍(2012 年)》,自动化专业对学生的业务培养目标是:培养知识、能力、素质各方面全面发展,掌握自动化领域的基本理论、基本知识和专业技能、并能在工业企业、科研院所等部门从事有关运动控制、过程控制、制造系统自动化、自动化仪表和设备、机器人控制、智能监控系统、智能交通、智能建筑、物联网等方面的工程设计、技术开发、系统运行管理与维护、企业管理与决策、科学研究和教学等工作的宽口径、高素质、复合型的自动化工程科技人才。本专业的学生主要学习自动化领域的基本理论和基本知识,接受自动化领域的基本方法及其解决实际工程问题等方面的基本训练,具有自动化工程设计与研究方面的基本能力。

自动化专业的毕业生应获得以下几方面的知识和能力:

(1) 熟悉党和国家的各项方针和政策,具有较强的人文素质、社会服务意识和责任感,具有较高的道德修养并遵守学术道德规范和保证职业诚信。

(2) 掌握从事自动化领域工作所需的数学、物理等自然科学知识,以及电子电气、计算机与通信等技术基础知识,具有初步的工程经济、管理、社会学、法律、环境保护等人文与社会学的知识。

(3) 掌握本专业中“信息、控制和系统”的基本原理,掌握信息处理的基本方法和优化设计的基本原理,了解自动化领域的前沿和发展动态。

(4) 掌握工程控制系统分析和设计的一般方法,具有较熟练地解决工程现场一般控制系统问题的能力,具有能够独立从事工程实际中控制系统的运行、管理与维护的基本能力。

(5) 具有对自动化系统或产品中的技术进行分析、改进、优化和独立设计的能力。

(6) 具有创新意识和对自动化新产品、新工艺、新技术和新设备进行研究、开发和设计的初步能力。

(7) 了解自动化专业领域技术标准和相关法律法规。

(8) 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。

(9) 具有较强的交流沟通、环境适应和团队合作的能力。

(10) 具有一定的国际视野,至少掌握一门外语,能熟练阅读本专业外文文献资料,可进行跨文化环境下的沟通和交流。

3.3 自动化专业的知识结构与体系

面向高等科学工程教育的自动化学科与专业,其知识体系由3层知识结构构成,包括8个知识领域,如图3.1所示。3层知识结构分别是:

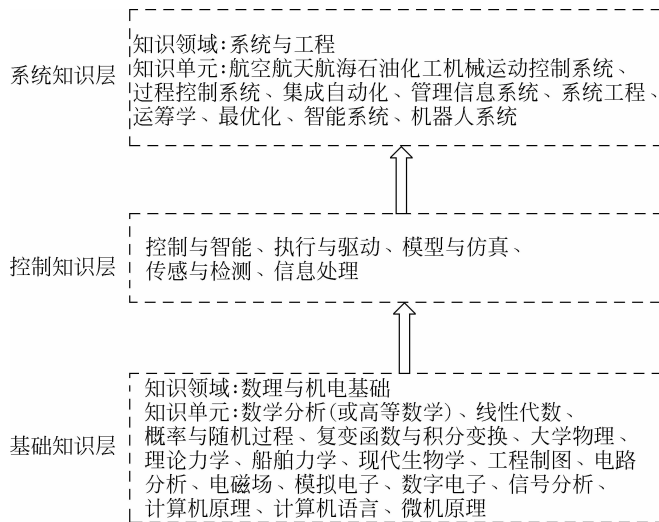


图 3.1 自动化学科与专业的 3 层知识结构

(1) 基础知识层: 含知识领域——数学、物理、力学与机电基础。

(2) 控制知识层: 含知识领域, 传感与检测(或信息获取), 通信与网络(或信息传输), 信息处理, 智能控制(或信息控制), 执行与驱动(或信息应用)、模型与仿真。

(3) 系统知识层: 含知识领域——航空、航天、航海、石油、化工、机械, 其中控制与智能, 模型与仿真, 系统与工程等知识领域是自动化专业知识体系中的核心知识, 也是自动化专业与其他专业的最大区别。

8 个知识领域分别是:

(1) “数理力学与机电基础”知识领域, 包含的知识单元有数学分析(或高等数学)、线性代数、概率与随机过程、复变函数与积分变换、大学物理、理论力学、船舶力学、工程制图、电路分析、电磁场、模拟电子、数字电子、信号分析、计算机原理、计算机语言、微机原理等。

(2) “传感与检测”知识领域, 包含的知识单元有传感器、检测技术、测量信号处理等。

(3) “通信与网络”知识领域, 包含的知识单元有通信原理、计算机网络等。

(4) “信息处理”知识领域, 包含的知识单元有数字信号处理、模式识别、数据结构、智能算法等。

(5) “控制与智能”知识领域, 包含的知识单元有: 经典控制理论、最优控制、自适应控制智能控制, 现代控制等。

(6) “执行与驱动”知识领域, 包含的知识单元有: 电机控制、电机原理与传动、机械原理与结构、自动化仪表、电力电子、液压传动与控制、气动控制等。

(7) “模型与仿真”知识领域, 包含的知识单元有: 系统辨识、建模技术、仿真技术、机器人原理、航空航天航海等空间运动体数字模型和各种生产工程数字模型。

(8) “系统与工程”知识领域, 包含的知识单元有: 运动控制系统、过程控制系统、集成自动化系统、管理信息系统、系统工程、运筹学、智能系统、机器人系统等。

自动化专业特有的核心知识领域包含 6 个, 如图 3.2 所示。

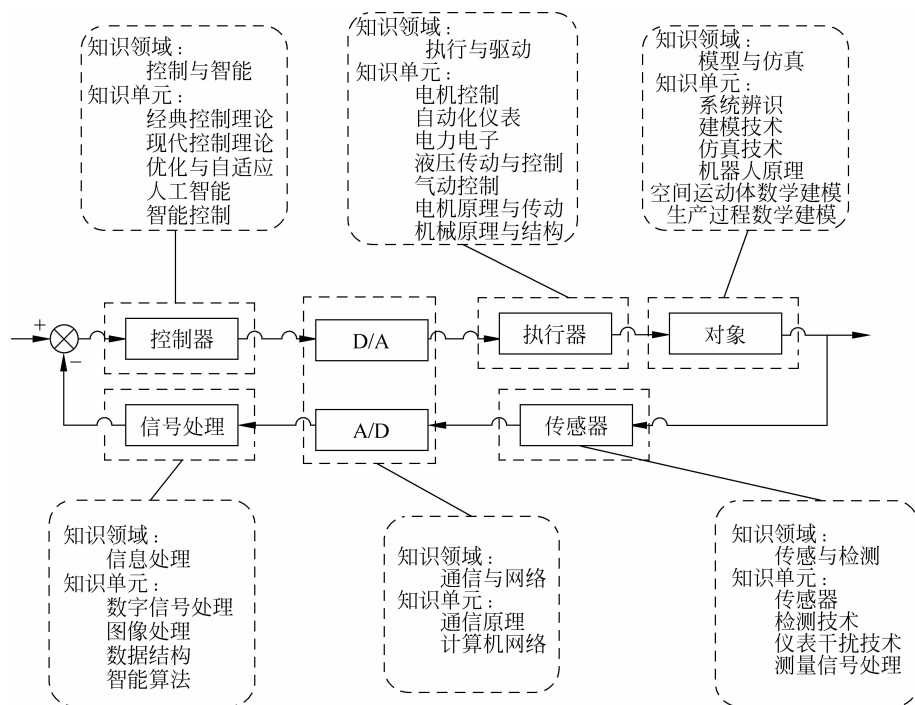


图 3.2 自动化专业的 6 个核心知识领域

3.4 自动化专业的特点

我国的自动化专业是伴随着我国经济与国防建设,一步一步从最初的突出电气化、到电气化与自动化并重、再到突出自动化发展过来的,因而具有中国的特色,中国的创新,并在发展中形成了自动化专业一些鲜明的特点,主要有:

- (1) 具有多学科交叉、内涵丰富、外延宽广的特点,因而利于培养宽口径、综合复合型人才;
- (2) 具有方法论性质的科学方法、科学思想,思路更加开阔,也更有深度,非常利于培养具有创新能力的人才;
- (3) 突出系统与集成的思维方法,有利于培养“将才”与“帅才”。

3.4.1 多学科交叉的特点——利于培养宽口径人才

自动化技术是当代高技术的集中体现与应用,自动化科学是一门多学科交叉的高科技学科,自动化学科的覆盖面非常宽广,并且在自动化学科的结构体系中还包含了其他学科的一些交叉分支。

为了适应自动化学科内涵丰富、外延宽广、综合交叉性的学科特点,要求自动化学科与专业的知识面要宽、基础要扎实,这无疑有利于培养宽口径、多面手、综合复合型人才;符合淡化专业,通才教育的教育改革方向,也使得自动化专业的学生需要学习的知识要明显得多。学习自动化专业需要的数学知识最多,需要的计算机知识仅次于计算机专业。

由于自动化专业学生需要学习的知识多、知识面宽、基础扎实,因此毕业生工作的适应面宽,且工作易取得成功,自动化专业长期以来一直是招生人数多和就业受用人单位欢迎的专业之一。

自动化专业学生学习的知识多、基础知识面宽、适应面宽,也常被人戏称为“万金油”。这既是宽口径专业的长处、也是短处。实际上,高等学校工程教育中的“通才”培养与“专才”培养是一对矛盾,“通”了可能不“专”,“专”了可能不“通”。自动化学科与专业要发展,一方面要坚持基础扎实和知识面宽、适应面宽的发展方向;另一方面更要突出自动化学科与专业的特色——信息、控制、系统与集成。此外,根据各个学校不同培养对象、不同的培养目标设置,不同的服务面向,应设有自己的特色专业课程体系。

3.4.2 突出的方法论特点——利于培养创新人才

自动化学科与专业具有方法论性质的科学方法是:

- (1) 反馈的方法——利用偏差进行控制的方法。

(2) 黑箱的方法——考察输入和输出特性,从整体上把握系统的方法。

(3) 功能模拟方法——不考虑具体形态,只考虑不同系统在行为功能或数学上的等效性与相似性。

(4) 系统的方法——从系统及其组成部分以及系统与环境的相互作用中,综合考察对象,以达到综合最优的处理问题方法。

(5) 稳定性与鲁棒性概念——稳定是系统正常工作的基本条件。全局稳定,渐进稳定,稳定边界、稳定裕量等概念。

(6) 分层分级控制、自适应,自学习、自组织控制的思想。

这些科学方法与科学思想不仅对自动化科学的发展起了极其重要的推动作用,使自动化科学成为最具方法论性质的学科之一,也深刻地影响了学习自动化科学技术的学生,使学习自动化专业的学生潜移默化地受到科学思想、科学方法论的熏陶,思路更开阔,思维更活跃,也更有深度,非常有利于培养具有创新能力的人才。

3.4.3 系统、集成的特点——利于培养“将才、帅才”

自动化的核心是控制与系统。我们知道控制的最基本问题是如何对系统施加控制作用使其表现出预定的行为,维纳(Wiener)用原意为“舵手”与“统治者”的英文名词Cybernetics来命名他的《控制论》,而系统指的是由若干相互依存和相互作用的子系统为达到某些特定功能所组成的完整综合体。系统的性能主要取决于各子系统间的配合与协调,依赖于环境与系统的相互作用。

因此,从事自动化领域工作特别需要具有以下几方面的能力:

(1) 从工程实际中抽象出系统问题的分析与综合能力。

(2) 综合集成(分析、建模、控制和优化)解决系统问题的能力。

(3) 理解许多其他学科与专业技术的能力,与其他许多不同领域专家有效沟通的能力。

(4) 组织管理、系统协调的能力、担当“系统集成者”的能力。无疑,对自动化专业学生上述能力的培养,有利于培养出具有“将才”、“帅才”素质的复合型人才。

综上所述,自动化专业培养的人才应具有如下的思维、意识、素质、能力,即:

具有顾全大局,团队协作的系统思维;

具有自我校正,追求卓越的反馈意识;

具有抵制诱惑,挑战极限的鲁棒素质;

具有与时俱进,最佳决策的驾驭能力。