

计算机科学与技术专业 培养方案编制指南

中国计算机学会 编著



清华大学出版社



计算机科学与技术专业 培养方案编制指南

中国计算机学会 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

每一个学校都有各自的特点,无论是学校历史文化、生源构成,还是毕业生就业去向以及学校对人才培养的定位都不相同,即使同是计算机科学与技术专业,也不宜套用相同的人才培养方案。基于这样的考虑,本书主要目的是帮助专业负责人和专业教师理解人才培养的核心要素、制定人才培养方案的指导思想以及工作流程等;解读培养目标、毕业要求、课程体系、评价与持续改进等环节的内涵和确定方法,并通过一些具体案例来展示培养方案各要素的确定过程。本书并不打算给出一个具体的本科人才培养方案。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学与技术专业培养方案编制指南/中国计算机学会编著. —北京:清华大学出版社,2018 (2018.11 重印)

ISBN 978-7-302-50573-0

I. ①计… II. ①中… III. ①电子计算机—人才培养—研究—中国
IV. ①TP3-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 140494 号

责任编辑:谢 琛
封面设计:何凤霞
责任校对:梁 毅
责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京建宏印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:148mm×210mm 印张:3.875 字 数:71 千字

版 次:2018 年 9 月第 1 版 印 次:2018 年 11 月第 2 次印刷

定 价:38.00 元

产品编号:079904-01

目 录

第 1 章 编写介绍	1
1.1 编写背景	1
1.2 目的与原则	3
1.3 定位	5
1.4 内容与章节编排	8
1.5 几点说明	10
第 2 章 培养目标	12
2.1 制定原则	13
2.2 制定过程	16
2.3 特色化建议	21
2.4 示例	22
第 3 章 毕业要求	24
3.1 毕业要求的作用与内涵	24
3.2 毕业要求制定的基本原则	26

3.3	毕业要求的参考内容	27
3.4	毕业要求与培养目标的支持关系分析	30
3.5	毕业要求与工程教育专业认证标准的 对应关系	32
3.6	毕业要求中的复杂工程问题	33
3.6.1	复杂工程问题的 7 个特征	33
3.6.2	复杂工程问题对教学体系设计 的指导意义	34
3.7	毕业要求中的非技术能力与素质	38
第 4 章	课程体系	40
4.1	课程体系的作用与内涵	40
4.2	课程体系与知识	41
4.3	课程体系与能力	42
4.4	课程体系与素质	43
4.5	课程体系如何支撑毕业要求	44
4.6	课程群的组织	50
4.7	课程体系的建设过程	52
4.8	对不同类型学校专业的个性化建议	53
第 5 章	评价与持续改进	55
5.1	评价与持续改进的要素	55
5.2	培养目标的评价与持续改进	56

5.2.1	培养目标的评价机制	56
5.2.2	培养目标的评价方法与要求	56
5.2.3	培养目标的持续改进	58
5.3	毕业要求的评价与持续改进	58
5.3.1	毕业要求的评价机制	59
5.3.2	毕业要求的评价方法与要求	61
5.3.3	毕业要求的持续改进	66
5.4	课程的评价与持续改进	66
5.4.1	课程的评价机制	67
5.4.2	课程的评价方法与要求	67
5.4.3	课程的持续改进	71
附录 A	培养方案示例	73
附录 B	知识体系的组织	90
B.1	知识体系组织概述	90
B.2	知识领域的设置	92
附录 C	课程示例	100
C.1	示例一	100
C.2	示例二	104
C.3	示例三	108
后记		112

第1章 编写介绍

1.1 编写背景

《计算机科学与技术专业培养方案编制指南》(以下简称《指南》)的编写,源于以下几个因素:

第一,计算机专业的培养方案缺乏公认的标准,导致现有培养方案存在较多的问题。我国的计算机科学与技术专业工程教育认证工作,由中国计算机学会(简称 CCF)承担,至今已经有十多个年头了。认证专家们在参与高校专业认证的过程中,发现在计算机专业人才培养中存在着一些突出的、带有普遍性的问题。比如,培养目标的制定缺乏依据;毕业要求中能力和素质的内涵理解不到位导致教育内容和评价不尽合理;课程体系不能有效支撑毕业要求的达成;将培养方案等同于课程体系等问题。这些问题的存在,不利于高水平合格人才的培养。

第二,CCF 教育工作委员会有责任也有能力开展计算机专业培养方案编制的研究工作,并提出方案编制指南。中国计算机学会教育工作委员会的委员有相当一部分是专

业建设的负责人,他们在回顾自己在编制培养方案过程中遇到的困难时认为:最大的困难是缺乏有效的参考指导,很多时候都是靠自己摸索,走了很多弯路。如果能编制一本指导专业负责人制定科学合理的人才培养方案的指南,将是一件非常有意义的事情。

第三,国外的经验需要参考,但是中国的事情还需要结合中国特色。ACM/IEEE 的计算机课程标准(CC)对我国的计算机教育影响深远,许多高校都参照 CC 设计各自的培养方案。但是,将计算机科学与技术分解为计算机科学(CS)、计算机工程(CE)、软件工程(SE)、信息系统(IS)和信息技术(IT)五类,来分别给出培养方案的做法,并没有被大多数的高校所接受(虽然软件工程从计算机科学与技术专业中分离出去,成为一个独立的专业的现象,似乎是支持这种分裂的佐证)。即使相关专业教学指导委员会也曾力推该模式,鼓励各高校根据自己的特点,选择有所侧重并形成自己的专业特色,但是各高校似乎也没有这么去做。我国最新的计算机科学与技术专业标准,并没有继续沿着这个路子走下去。

在以上因素的综合驱动下,我们深感有必要研究对培养方案的制定过程,梳理出制定培养方案的基本原则、关键要素、工作流程以及设计方法等。我们相信,这对于专业负责人制定培养方案是很有意义的一件事情。

1.2 目的与原则

每一个学校都有各自的特点,无论是学校的历史文化、生源构成,还是毕业生就业去向以及学校对人才培养的定位都不相同,即使同是计算机科学与技术专业,也不宜套用相同的人才培养方案。

基于这样的考虑,本《指南》主要目的是帮助专业负责人和专业教师理解人才培养的核心要素、制定人才培养方案的指导思想以及工作流程等;解读培养目标、毕业要求、课程体系、评价与持续改进等环节的内涵和确定方法,并通过一些具体案例来展示培养方案各要素的确定过程。本《指南》并不打算给出一个具体的本科人才培养方案。

制定人才培养方案的基本原则主要包括以下三点:

① 遵循 OBE 的教育理念。所谓 OBE(Outcome-Based Education),即基于产出的教育,是工程教育中普遍采用的教育理念。OBE 的核心思想是人才培养要从明确培养目标开始。在制定培养方案之前,首先明确我们要培养什么样的人,他们应具备什么样的基本能力和专业素质,能够胜任未来职场上什么类型的工作,也就是要首先做好人才培养的目标设计。人才培养要做到“指哪打哪”。

② 遵循结构化设计方法。结构化设计的核心要求有两

点：一是工作分阶段，将整个设计过程分成若干个阶段，将一个复杂问题分解成若干相对简单一些的问题。二是每个阶段都设置评审的环节，以确保每一阶段的质量并尽量减少返工。因此，结构化设计也称为瀑布型设计。

本《指南》将培养方案的制定划分为培养目标、毕业要求、课程体系、评价改进四个阶段。首先从确定培养目标开始，设计毕业要求，再设计课程体系，最后设计评价和持续改进机制。每个阶段均需要有一个评价的环节，以确保设计的阶段输出能符合质量控制的要求。

学科在发展，社会需求在变化，人才培养是一个过程，没有一成不变的培养方案。同样，过去设定的培养目标也好、知识体系也好，有可能存在不合理的地方，培养方案不可能一蹴而就。因此，与其追求一个完美的培养方案，不如设计一套可操作性强的评价与反馈机制，在过程中持续改进。

③ 遵循以学生为中心的理念，即以学生学到了什么而不是以教师教了什么作为编制培养方案的依据。高等学校的根本价值就是培养合格的人才。在我国就是要培养政治立场过硬、专业技能扎实、素质全面发展的合格社会主义事业建设者。激发每一个学生的潜能、使得每一个学生都能健康成长是教育追求的结果。

以学生为中心的教育模式的根本目的是促使不同素

质、不同特长的学生扬长补短、各得其所。实现这一目的的有效途径是因材施教,关键在于学生的潜能是否得到适当地、充分地开发,是否有益于他们身心的健康发展。千万不能用标准化的指标去评价他们,抹杀学生的个性,压制学生的冒尖倾向。因此,培养方案一定不能脱离学校的具体情况来制定,不应存在千篇一律的教学计划和教学方案。同样,并非在课程中包括越多越难的知识点,方案就高大上了。判断一个培养方案是否科学的唯一标准应该是接受该方案教育的学生是否通过合理训练成长为合格的毕业生。

1.3 定位

关于人才培养方案,各专业学会和教学指导委员会都做了大量的工作。CCF 教育工作委员会做这件事情,不可避免地要回答与它们之间的关系是什么。我们通过阐明与这些工作之间的异同来刻画本《指南》的不同定位。

首先,与其他有关工作类似,都是关于计算机本科专业培养方案的内容。其总目标是一样的,都是为了制定出好的培养方案。这既是共同点,又是出发点。因此就不可避免地存在某些内容相同或者相似。

其次,与其他有关工作也有明显的不同,主要表现在以

下方面。

1. 与 ACM/IEEE 计算机课程标准(CC)之间的关系

ACM/IEEE 的计算类课程标准(CC),包括计算机科学(CS)、计算机工程(CE)、软件工程(SE)、信息系统(IS)和信息技术(IT)等标准,是关于计算机科学与技术专业相关的最有代表性的专业规范。尽管这套方案有很多可取之处,ACM/IEEE 已经在全球推行这套体系很多年,我国相关专业教学指导委员会也曾积极推广该体系,但事实上,似乎还没有一家计算机科学与技术专业声称自己是按照 CS 或者 CE 来培养的。可见其现实可行性不高,不太符合中国的实际情况。CC 的重点在专业的知识体系(body of knowledge)的梳理上,其归纳形成的知识领域对于我们组织课程有重要的指导作用。本《指南》在设计专业的知识体系上主要参考了 ACM/IEEE 的知识体系分类。

本《指南》以指导计算机科学与技术专业的教学负责人制定培养方案为目的,是以培养目标和毕业要求为牵引,强调从用人单位的毕业生能力需求角度去设计培养目标和毕业要求。在此牵引下,指导设计课程体系,强调课程对于毕业要求的支撑作用。因此,从目的、内容和侧重点都不同。

2. 与教育部高等学校计算机类教学指导委员会制定的专业标准的关系

教育部高等学校计算机类教学指导委员会作为我国高校计算机专业人才培养的最高学术机构,制定专业标准是政府赋予他们的职责。该机构也先后出台了《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)2006》《计算机类专业教学质量国家标准(征求意见稿)2015》等十几个相关规范,并积极进行宣讲推广。这些内容对于各学校制定计算机专业的人才培养方案具有重要的参考价值。但是,这些专业规范与 ACM/IEEE CC 类似,是从学科体系出发,重点介绍专业相关的知识体系。与本《指南》的目的与内容有显著不同。

3. 与计算机类工程教育专业认证的关系

工程教育专业认证的基本理念是 OBE,即首先回答我们要培养什么样的人的问题,描述清楚对人才的要求;然后回答如何培养;最后,强调以学生为中心,进行目标导向的评价,从评价教师教得怎么样,转变为评价学生学得怎么样。为此,工程教育专业认证要求明确学生的培养目标,面向培养目标明确学生的毕业要求,以培养目标和毕业要求为导向,确定课程体系,并因此明确师资队伍和支撑条件需

求。对于每位毕业生,要根据其考核情况,定量评价是否达成了毕业要求。

本《指南》对培养目标和毕业要求进行剖析,涵盖课程体系、评估与持续改进,提供知识体系、课程和培养方案的案例。从体系和目标上看,与工程教育专业认证是一致的,按照本《指南》编制培养方案并有效地执行,能够有效指导计算机科学与技术专业更好地达到工程教育认证规范要求。本《指南》可作为专业准备、专业认证的参考手册。

1.4 内容与章节编排

一个完整的培养方案,通常由培养目标、毕业要求、课程体系以及评价与持续改进等内容构成。因此,本《指南》将这些要素作为制定人才培养方案的核心要素,内容聚焦在这些要素的设计方法上。至于其他诸如师资队伍和支撑条件等内容,尽管事关方案的可实施性,也很重要,但是本《指南》不做重点阐述。

本《指南》包括编写介绍、培养目标、毕业要求、课程体系、评价与持续改进以及附录六个部分,从方法论角度阐述了在编制培养方案时需要关注的关键要素,提供了可以参考的编制方法。《指南》提供了知识体系、课程案例、培养方案案例等多个附录,供读者作为编制培养方案时的参考

样例。

第1章 编写介绍。主要介绍《指南》的编写背景、主要内容和特色、基本原则、工程教育专业认证以及与教学指导委员会专业规范等的关系,以及本《指南》的定位等。

第2章 培养目标。从专业培养目标内涵、制定原则、制定过程、特色化建议等方面,阐述了培养目标的编制方法,并给出一个示例。

第3章 毕业要求。首先分析了毕业要求的作用、内涵及制定的基本原则,从知识、能力、素质三个方面给出了毕业要求的一种参考方案,然后分析了毕业要求对培养目标的支撑关系及其与工程教育专业认证12条标准的对应关系,解读和分析了复杂工程问题及其对教学体系设计的指导意义,最后简单论述了毕业要求中设置非技术能力与素质条款的必要性。

第4章 课程体系。首先介绍了课程体系的作用与内涵,课程体系与知识、能力、素质的关系,然后介绍课程体系如何支撑毕业要求、课程群的组织、课程体系的建设过程,最后对不同类型学校、专业提出课程体系建设的个性化建议。

第5章 评价与持续改进。评价现有培养方案是制定新的培养方案的起点,从评价的机制、评价的要求与方法、评价结果如何用于改进等三个部分,介绍了培养目标、毕业要

求和课程体系的评价机制与方法,用于判定培养目标是否合理,毕业要求是否达成,课程是否能支撑毕业要求。

附录 A 介绍了两个计算机科学与技术专业的培养方案案例。

附录 B 介绍了知识体系的组织和示例。

附录 C 介绍了若干大学计算机科学与技术专业的典型课程案例。

1.5 几点说明

第一,这是培养方案的编写《指南》而不是培养方案本身。我们一再强调,培养方案没有一个普适的本子。它应该有着强烈的学校特色,与学校的文化背景、生源构成、就业传统、师资条件以及学校的整体环境等都有关系。因此,专业负责人应在全面了解这些因素后,提出独具特色的培养方案。

第二,这是汇聚众多一线专家智慧和经验的总结,指导性和可操作性比较强。参与《指南》编写的核心专家都是国内重点高校一线负责专业建设的领导或专家。他们从自身的经历中找出痛点和难点,在激烈的争论中逐步达成共识。尽管表达上可能不尽如人意,但是读者可以从中感受到其内容是“有血有肉有灵魂”的。

第三,面对 ACM/IEEE 将计算机科学与技术专业区分为计算机科学(CS)、计算机工程(CE)、软件工程(SE)、信息系统(IS)和信息技术(IT)五个类别的做法,我们一度也陷入其中而不能自拔。经过长时间的思考和讨论,我们提出了知识集群(knowledge cluster)的概念,将全部知识领域按照计算平台、问题求解、数据科学和特色集群划分为多个知识集群。我们认为计算机科学与技术专业应该掌握这些知识集群的基本部分,同时应根据各自学校的特点,对不同的知识集群有不同的要求,从而体现出各自的风格和特点。这种灵活的组装方式,让我们走出了分类的“魔咒”。

第四,将“数据科学”作为计算机科学与技术专业的核心知识集群是本《指南》的一个创新。相比于计算平台和问题求解这两个知识集群,将数据科学作为专业的共同知识集群可能会引起争论。教育工作委员会内部在讨论和征求意见时,有委员提出不同意见,有些希望谨慎对待,有些还相当激烈。但是,鉴于眼下的大数据与云计算,还有深度学习与计算智能的热火朝天,我们有足够的理由相信,数据科学的有关知识对于计算机本科专业的学生是非常重要的。