

# 中外计算机科学与技术专业课程体系建设差异分析

李艳丽 刘佳 杜亚军 曾晟珂

西华大学计算机与软件工程学院  
成都 610039

周涛

电子科技大学计算机科学与工程学院  
成都 611731

**摘要** 近些年, 计算机领域迎来了技术与产业飞速发展的变革期。高校的计算机发展已呈现出落后于企业的趋势。优化课程体系以培养有用人才并引领社会发展, 是当前高校计算机专业面临的迫切问题。为拓宽计算机专业课程体系建设思路, 本文收集了国内外各 5 所顶尖高校的计算机专业本科教学计划。数据分析表明, 相对于国外, 国内的必修课程数目更多, 课程体系对学生四项专业基本能力覆盖度更高, 不同高校课程体系设置更统一。针对这些差异, 本文建议在课程体系设置上应关注以下四个方面: 四项专业基本能力对应课程的比重设置、高校课程体系的差异性建设、结合市场产业发展和拔尖人才培养需求建设课程体系, 以及课程体系建设的有效性评价, 从而适应日益复杂且充满挑战的现代社会环境。

**关键字** 课程体系, 计算机科学与技术, 中外差异, 专业基本能力

## Analysis of Differences in Curriculum System Construction of Computer Science and Technology between China and Foreign Countries

Yan-Li Lee Jia Liu Yajun Du Shengke Zeng

School of Computer and Software Engineering  
Xihua University  
Chengdu 610039, China  
yanlicomplex@gmail.com

Tao Zhou

School of Computer Science and Engineering  
University of Electronic Science and Technology of China  
Chengdu 611731, China  
zhutou@ustc.edu

**Abstract**— In recent years, the field of computer science has experienced a period of rapid technological and industrial development. Universities are now lagging behind enterprises in the advancement of computer science. Optimizing the curriculum to cultivate useful talents and lead social development is a pressing issue for university computer science departments. To broaden the perspectives on constructing a computer science curriculum, this paper collects the undergraduate teaching plans of the top 5 computer science programs from both domestic and international universities. Data analysis shows that, compared to international universities, domestic universities have more mandatory courses, with their curriculum covering the four fundamental professional competencies more comprehensively, and there is greater uniformity in the curriculum design among different universities. In light of these differences, this paper suggests that the curriculum design should focus on the following four aspects: the proportion of courses corresponding to the four fundamental professional competencies, the construction of differentiated curricula among universities, the integration of market and industry development needs with the requirements for cultivating top-tier talents, and the effectiveness evaluation of curriculum construction. This will help to adapt to the increasingly complex and challenging modern social environment.

**Keywords**— Curriculum System, Computer Science and Technology, Differences Between Domestic and International, Fundamental Professional Competencies

## 1 引言

近十年, 计算机领域出现了众多为社会生活带来巨大变革和经济效益的新技术(如大数据、人工智能、区块链、物联网等), 继而催生了新的业务领域(如精准营销、辅助创作、智能合约、智能农业等)和职业(如数据分析师、AI 产品经理、区块链开发者和 IoT 工程师等)。在迅猛发展的技术浪潮下, 高校计算机专业学生的培养面临着新的机遇和挑战。如何结合新时

代社会产业发展的需求和国家卡脖子技术对高尖端人才的需求, 调整计算机专业学生的课程体系和培养方案成为了当下亟待解决的问题。

当下, 我国计算机专业的学生培养存在的问题日益凸显。如, 教学理念落后、教学目标单一<sup>[1]</sup>, 人才培养目标定位不清晰、应用实践性人才紧缺<sup>[2]</sup>, 理论知识与实践操作和应用方面脱节<sup>[3]</sup>, 课程体系松散<sup>[4]</sup>等。此外, 我们的计算机专业人才培养还面临着国家战略发

展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求的面貌。在此背景下，我国各大高校在教育部的号召下于 2017 年开启了“新工科”建设工作。“新工科”建设的主要目标是培养未来多元化、创新型卓越工程人才，并使其具有战略型、创新性、系统化、开放式的特征<sup>[5]</sup>。此外，根据教育部计算机类教指委研究报告的内容，新时期关于计算机类专业学生的培养上需重视四项专业基本能力，分别为计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力，以及系统能力<sup>[6]</sup>。以上四项专业基本能力被进一步细化为 13 个方面 82 个能力点，其中尤为重要的系统能力的的能力点占 4 个专业基本能力能力点的 75%。

在“新工科”建设以及四大专业基本能力培养的指引下，近些年，我国教育工作者在课程体系构建上提供了多项有益尝试。例如，为培养学生的系统思维能力，清华大学提出了“分层、双向”的课程体系建设新思路。从底层到顶层分别包含 CPU、操作系统/编译系统、网络系统、数据库/软件设计/嵌入式系统、应用等多个层级。自顶向下为编程视角，深入贯通；自底向上为系统视角，综合贯穿，从而让学生具备自主设计和实现一台简单完整计算机的能力<sup>[1]</sup>。为践行“新工科”人才培养政策，韦等人提出了“1+2+X”的

模块化课程体系建设方案<sup>[2]</sup>，其中“1”表示 1 个学科基础模块，由 C 语言、数据库等基础课程构成，适用于计科、软工共同教学需求；“2”表示 2 个专业基础课模块，由面向对象设计、Python 程序设计、网页设计等基础课形成不同专业模块化课程体系，适用于不同专业分级培养教学需求；“X”表示 X 个专业方向课模块，体现不同专业的方向特点，将相关专业的人才培养环节打通。1+2 整合学校资源，X 突出企业优势。为培养学生的计算思维能力，吕等人建议以计算思维为主线设计核心课程、专业方向课程、专业选修课程和课程设计四大模块<sup>[3]</sup>。其中，核心课程设置对其他课程有基础作用且能体现计算思维的课。此外，作者建议构建动静结合的模块化课程体系，静态模块保持稳定性和前瞻性，动态模块根据信息技术和社会人才需求动态调整。为培养学生的实践能力，赵等人提出一个“会懂研创”的课程间螺旋上升学习模型<sup>[7]</sup>，该模型以案列式教学为主线，大一让学生“会”编程；大二安排专业课程使学生“懂”软件基本结构、基本设计方法、基本用途；大三开设软件工程综合实践课程，让学生在融合专业知识的前提下，能够自主研习文献，“研”究解决新问题；大四从教师的纵向科研任务或软件工程项目实践中锻炼学生基本的科研素质与能力，实现从研究中创新的目标。

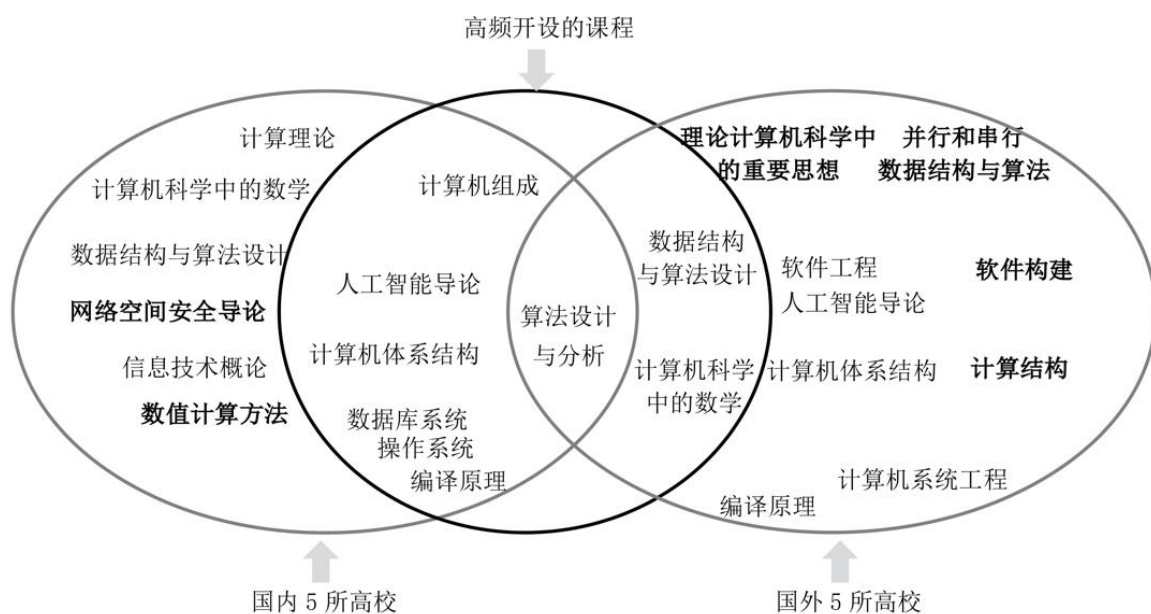


图 1 国内外顶尖大学计算机必修课程体系的构成差异。

左边椭圆展示的为国内 5 所高校开设的课程；右边椭圆展示的为国外 5 所高校开设的课程。中间椭圆展示的是国内和国外开设高校数各超过 3 所的课程（简称高频课程）。黑色加粗课程为仅由国内或国外 5 所顶尖高校之一开设的特有课程。

支撑社会产业发展，培养高精尖人才以突破卡脖子问题是当下高校理工科人才培养的重要任务。除了

各个高校结合自身教学管理实践探索创新课程体系建设方案以外，了解国内外计算机专业顶级高校的课程

体系,理解各自的建设思路和差异,有助于各大高校结合自身实际探索更有效、更适应时代需求的课程体系建设方案。为此,本文拟从国内和全球分别收集5所计算机科学与技术专业顶级名校的课程体系建设方案,聚焦计算机相关必修课程,以我国教指委的四大能力点为理论框架,分析理解国内外顶级高校在计算机科学与技术专业学生的培养思路,课程体系特色和差异。最后结合计算机行业的市场需求,为我国计算机专业课程体系建设提供参考依据。

## 2 中外计算机专业课程体系差异一览

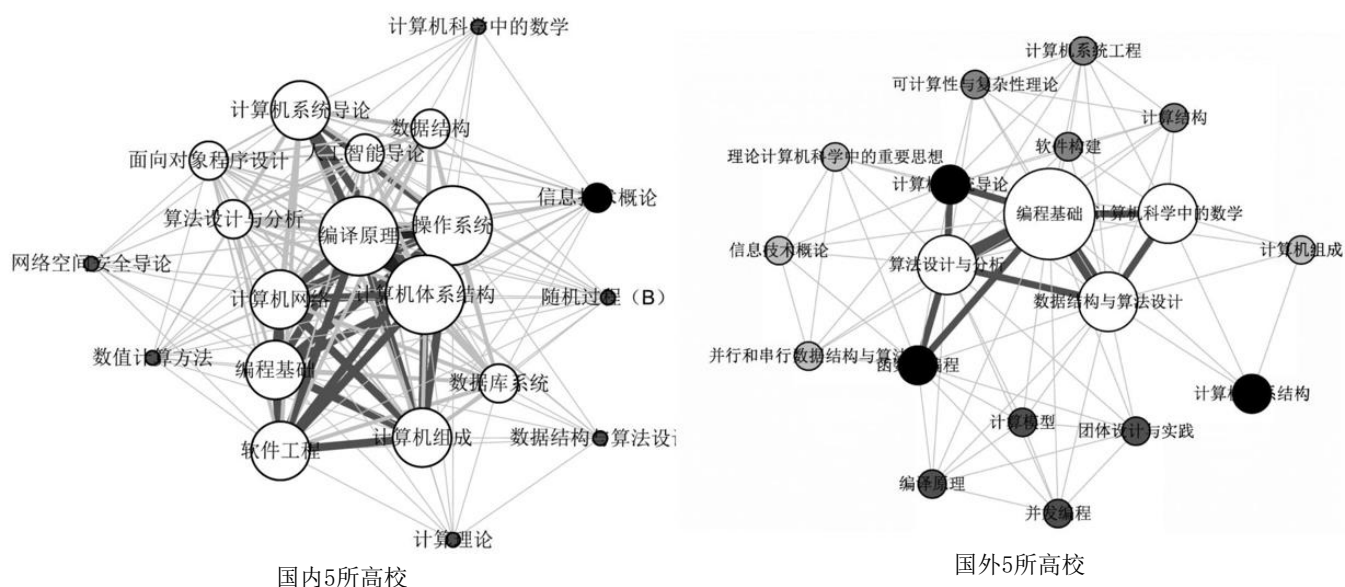


图2 中外计算机专业课程体系对应的课程共现网络的空间结构差异。

节点代表课程,连边代表两门课程被同一所高校开设,连边越粗,开设相应课程的高校越多。空心节点表示被相应高校高频开设的课程;黑色节点表示被相应高校低频开设的课程,即仅被两所高校开设;其他节点表示仅被一所高校开设的课程。节点大小与开设课程的高校数目正相关。

图1展示了国内和国外顶尖大学计算机必修课程体系的构成差异,主要呈现以下特点:(1)国内计算机必修理论课程相对较多。在涉及的10所高校中,国内的平均开课门数接近12门,国外接近8门。(2)国内和国外都重视计算思维能力、算法设计与分析能力和程序设计与实现能力的培养。由图1可知编程基础、算法设计与分析课程是国内外10所高校中大部分高校都高频开设的课程,都体现了前述三种专业基本能力。(3)相对于国外,国内高校普遍更关注系统能力的培养。如,计算机系统导论、计算机组成、计算机网络、计算机体系结构、操作系统、数据库系统等强调系统能力培养的课程在国内被较多的高校同时开设。相比之下,这些课程在国外并没有被作为必修课程广泛开设。(4)国外更强调数学理论知识与实践操作的结合。计算机科学中的数学被国外5所高校作为高频

本研究收集了我国和全球各5所顶尖大学计算机科学本科专业的教学计划(网上可查的最新教学计划)。纳入本研究的课程为与计算机相关的必修课程(选修课程及实验、实践课未参与分析,后文的课程体系均指仅考虑了计算机相关必修课程),其中浙江大学10门,北京大学8门,华中科技大学12门,清华大学13门,中国科学与技术大学15门,牛津大学8门,卡耐基梅隆大学7门,麻省理工学院10门,斯坦福大学6门,南洋理工大学11门。便于分析,本研究对内容相似名字有细微差异的课程进行了统一命名。如,算法与数据结构、数据结构与算法统一被命名为数据结构与算法设计。

开设的课程。例如,在麻省理工学院,该门课程重点介绍计算机科学中有用的数学工具和证明技巧;在斯坦福大学,该门课程重点介绍计算机科学所需的数学基础,包括证明技巧和逻辑运算等。但是在我国数学课程往往和计算机课程独立开设。随着大模型的高速发展,网页制作,基础算法编码等方面的实现门槛大幅降低,甚至简单、常规的机器学习、深度学习算法的实现也变得更加容易。计算机专业学生在未来的竞争力将更多体现在高效率、高质量的算法设计和优化,操作系统、芯片的设计和研发等,这些方向对于数学的基础储备要求都极高。然而当下,困扰大部分计算机学生的瓶颈问题在于如何把学习到的数学知识有效地运用到计算机技术的创造中。

为了更立体地展示国内外5所高校课程体系的构成及课程之间的联系,本研究构建了课程的共现网络。同

一所高校开设的课程会形成一个全连通网络，代表相应高校所培养的计算机专业人才具备的知识结构。由图 2 可以发现，国内和国外高校的课程共现网络呈现显著差异。具体为，国内高校的课程体系建设比较统一，国外的课程体系建设更个性。例如，在我国，有 13 门高频开设的必修课程（空心节点），覆盖四大专业能力点。换句话说，本文涉及的 5 所高校大部分必修课程都相同，只有少数课程为个别高校独自开设的课程。如，中国科学与技术大学单独开设了随机过程和数值计算方法（计算方法（B））；浙江大学单独开设了计算理论；清华大学单独开设了网络空间安全导论。在国外，高频开设课程只有 4 门，且已开设课程未关注系统能力。这些高校开设了相当比例的其他特色必修课程，且各有侧重。如，卡耐基梅隆大学单独开设了理论计算机科学中的重要思想、信息技术概论（新生入学课程），以及并行和串行数据结构与算法课程，同样未关注系统能力培养；麻省理工学院单独开设了计算机系统工程、计算结构、可计算性与复杂理论和软件构件，并增添了对系统能力培养的课程。整体而言，国外高校更侧重计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力的培养，我国在四

个方面能力点的培养面面俱到。

### 3 课程体系构建的几点思考

前文分析表明我国和国外顶尖高校在计算机必修课程设置上呈现两大区别：我国的平均必修课程数较多；我国当前的课程设置对四个能力点面面俱到都有覆盖，国外则更关注四个能力点中的计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力。系统能力更多被作为选修课程开设。基于以上差异，本文针对“新工科”背景下的计算机课程体系建设提出以下四点思考：

(1) 如何调节四大专业能力点对应课程的比重。计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力，以及系统能力是我国当下计算机课程体系建设的重要依据。对四大能力进行面面俱到的覆盖固然是最理想的课程体系建设思路，然而需要考虑课程输入和学生吸收之间的最佳平衡点。此外，不同课程难度不同，学生吸收水平强依赖于先修课程的掌握水平。过难、市场需求量小、但对于解决卡脖子问题至关重要的课程作为必修课程面向全部学生开设是否合适。

表 1 我国和全球相关机构 2024 年发布的计算机行业高需求职位和高薪职位表一览（国内高需求职位排名不分先后）

序号	国内		国外	
	高需求职位	高薪职位	高需求职位	高薪职位
1	人工智能工程师	ChatGPT研究员	系统安全经理	IT总监
2	芯片工程师	数字前端工程师	网络/云架构师	网络安全工程师
3	软件研发工程师	模拟芯片设计	应用程序架构师	ERP集成经理
4	通信与硬件研发总监	AI/ML算法工程师	IT总监	网络/云架构师
5	数据工程师	集成电路IC设计	ERP集成经理	高级网页开发人员
6	前端开发工程师	算法研究员	大数据工程师	软件工程师
7	JAVA工程师	架构师	数据安全分析师	网络/云工程师
8	嵌入式软件/硬件开发工	数据架构师	数据科学家	数据库开发人员
9	图像算法工程师	人工智能工程师	DevOps工程师	帮助台支持经理
10	运维工程师	数字后端工程师	网络安全工程师	数据安全分析师

(2) 各个高校课程体系建设是否要在必修课程上体现差异性。国外5所高校中除了都很关注编程基础和算法设计能力外，不同高校都有各自的侧重点：有的侧重计算机系统组成，有的侧重用计算机理论解决计算科学中问题的能力，有的侧重编程能力。而我国5所顶尖高校中的必修课程设置较为统一，且对四大专业能力覆盖面面俱到。过于追求专业能力全面覆盖导致必修课程繁多，学生的学习时间被严重压缩，不利于学生打下坚实的基础，存在事倍功半的风险。

(3) 课程体系如何设置既能够支撑市场产业的发展，又能提供拔尖人才培养的土壤。学生培养的终极目标是服务社会。结合国家、社会需求动态地制定<sup>[8,9]</sup>、更新课程体系是实现该目标的重要途径。换句话说，

不同国家社会需求不同，技术瓶颈也不同。根据Robert Half 2024年发布的全球薪资和趋势报告，以及聚仕2024年发布的人才市场展望与薪酬指南中的数据（见表1），人工智能、芯片设计相关职业在我国既是高需求职位也是高薪职位。而在全球，项目管理人员、安全相关的职业为高需求职位和高薪职位。这两类职位一定程度上代表了市场产业对计算机专业人员和拔尖人才的需求类型。将社会广泛需求的职位对应的关键课程作为高频必修课程设置的依据，将卡脖子技术对应的关键课程作为个性化必修课程设置的依据更为合理。

(4) 如何评价课程体系建设的有效性。当前文献中展示的课程体系评价方式包括能力点达成度、专家

经验、课程成绩提升度、学生满意度等。然而，成绩的影响因素太多，影响以上评价方式的可靠性和有效性。例如，不同老师、不同试卷、不同考核方式等都会影响最终的成绩。笔者认为，课程体系的建设效果可以从以下两个方面进行补充：一方面，要与毕业生在市场上的贡献表现密切结合。例如，不同课程体系下毕业生的就业率，毕业后毕业生的薪资、职位、社会贡献等等；另一方面，优化成绩评定方式，例如当下高校施行的过程性考核，在成绩维度上进行了更多样化的设置<sup>[10]</sup>。例如解决实际问题的能力、动手实践能力等。但该种方式需要教务人员的配合，避免为教师创造过于忙碌的环境，使得一线教师无法分散精力用于课程考核方式的创新实践。

## 4 结束语

计算机专业课程体系建设是当下高校面临的迫切问题。本文通过对中外计算机科学与技术专业课程体系建设差异的分析，发现两者开设的计算机专业相关的必修课程存在显著差异：在数目上，我国的平均开设课程数目比国外多4门；在课程设置风格上，我国课程体系设置更统一，国外课程体系设置更灵活；在专业能力培养上，我国倾向于面面俱到，国外倾向于各有侧重；在高频开设课程的差异上，我国开设的高频必修课程关注系统能力培养，国外则强调数学理论与实践操作相结合。

基于以上差异，本文提出了四点思考，囊括了四大专业能力点对应课程的比重调节、高校课程体系差异性建设的必要性、课程体系建设如何对市场产业发

展和拔尖人才培养提供支撑，以及课程体系建设有效性评价。这些问题相互关联、相互影响。总之，中外计算机科学与技术专业课程体系建设的差异既体现了各自的教育传统和文化背景，也反映了不同的发展需求和目标。在未来的教育改革中，如何有效整合中外优质教育资源，培养具有全球视野和创新能力的计算机科学人才，将是一个持续的重要课题。

## 参考文献

- [1] 郑邦民. 计算机专业大学生的系统能力培养[J]. 中国大学教学, 2021, (05): 19-23.
- [2] 韦灵, 李明, 卢光云. 新工科背景下计算机类专业课程体系构建与实践[J]. 计算机教育, 2023, (12): 319-324.
- [3] 吕腾, 闫萍. 基于计算思维的大学计算机课程体系设计原则[J]. 集宁师范学院学报, 2017, 39(03): 97-100.
- [4] 丛伟, 李鸿艳. 新工科背景下的计算机科学与技术专业人才培养方案修订[J]. 计算机教育, 2023, (02): 202-205.
- [5] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017, (03): 1-6.
- [6] 教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会. 高等学校计算机科学与技术专业人才培养能力构成与培养[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010: 16-21.
- [7] 赵小林, 薛静锋, 王勇, 等. 多维实践构建的计算机实践教学螺旋学习模型[J]. 计算机教育, 2024, (02): 150-154.
- [8] 旷怡, 段斌, 龚立娇. 基于反事实推理的培养方案修订方法研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(5): 33-40.
- [9] 郑晖阁, 刘向荣, 陈中贵, 舒继武. 探索深化产学研融合的新途径, 提升人才培养质量—福建省计算机教育和人才培养高端论坛学术评析[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(4): 42-46.
- [10] 程宝雷, 樊建席, 张广泉. 高质量创新型本科人才的培养实践研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(4): 5-9.