

# 大学计算机基础课程 教学基本要求

教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会 编制

# 大学计算机基础课程教学基本要求

教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会 编制

高等教育出版社·北京

## 图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础课程教学基本要求 / 教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会编制. -- 北京: 高等教育出版社, 2016.1

ISBN 978-7-04-044616-6

I. ①大… II. ①教… III. ①电子计算机-教学研究-高等学校 IV. ①TP3-42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 313798 号

策划编辑 耿芳      责任编辑 耿芳      封面设计 钟雨      版式设计 童丹  
责任印制 刘思涵

---

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街4号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.hepmall.com.cn">http://www.hepmall.com.cn</a>
印 刷	山东省高唐印刷有限责任公司		<a href="http://www.hepmall.com">http://www.hepmall.com</a>
开 本	850mm × 1168mm 1/16		<a href="http://www.hepmall.cn">http://www.hepmall.cn</a>
印 张	10.5	版 次	2016年1月 第1版
字 数	180千字	印 次	2016年1月 第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	30.00元
咨询电话	400-810-0598		

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 44616-00

# 前 言

当前,信息技术革命日新月异,移动通信、物联网、云计算、大数据这些新概念和新技术的出现,在社会经济、人文科学、自然科学的许多领域引发了一系列革命性的突破。信息技术已经融入社会生活的方方面面,深刻改变着人类的思维、生产、生活、学习方式,深刻展示了人类社会发展的前景。

随着这一进程的全面深入,无处不在的计算思维成为人们认识 and 解决问题的能力的基本能力之一。计算思维,不仅是计算机专业学生应该具备的素质和能力,而且也成为所有大学生应该具备的素质和能力。并非每一个学生都要成为计算机科学家,但是我们期望他们能够正确掌握计算思维的基本方式,这对于从事科学研究或者社会实践都是终身有益的;特别的,对于在各自的专业领域熟练应用计算机技术是十分必要的。

在这样历史性的重大使命和责任面前,大学计算机基础教学工作面临着难得的历史发展机遇与挑战。教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会(2013—2017)(以下简称“教指委”)确立了推进课程教学改革的总体目标:明确以计算思维为导向的改革方向、探索多元化的教学方案、推动以在线开放课程为代表的教学模式改革、完善课程教学成效评测方式,从而建设适应时代要求的新的大学计算机基础教学体系。

在围绕这一总体目标开展工作的过程中,我们逐渐认识到:以计算思维为导向的大学计算机基础教学改革,其目的是通过梳理核心知识体系,改革教学内容和教学方法,将计算思维培养建立在知识理解和应用能力培养基础上。在这项改革中,面临的巨大挑战就是:如何在有限的教学学时内合理安排教学内容,从而呈现计算思维的思想。因此,提炼大学计算机基础教学相关知识模块中的涉及计算思维的核心概念,是这一轮课程改革最重要、最基本,同时也是最复杂的任务。

基于这样的认识,本届教指委通盘设计、科学规划,开展了大量研究工作,并最终形成了《大学计算机基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)。《基本要求》借鉴上届教指委制定的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》与《高等学校计算机基础核心课程教学实施方案》的相关内容,吸收有关计算思维理论、体系以及方法论的研究成果,总

结大量教学改革实践与课程实施方案,从而提出了新的历史时期大学计算机基础教学的基本任务和基本要求。

《基本要求》正文分为5章。第1章为“大学计算机基础教学的现状与发展趋势”,指出计算思维能力的培养将成为今后大学计算机基础教学的新常态。第2章为“计算思维与大学计算机基础教学”,总结凝练了计算机基础教学中涉及计算思维的8类42个核心概念及重点。第3章为“大学计算机基础教学目标和内容体系”,建立了大学计算机基础教学内容体系,以及各知识模块涉及的计算思维核心概念,为在相应知识模块的教学中渗透计算思维理解提供了参考。第4章为“大学计算机基础教学课程体系”,提出了由通识型课程(“宽”)、专业型课程(“专”)和交叉型课程(“融”)构成的“宽专融”课程体系,并给出了相应的典型课程。第5章为“教学质量保障体系”,从课程体系、教学环境与资源建设、教学模式与方法、师资队伍建设和教学质量评价等方面提出了对教学质量保障体系的具体要求。

《基本要求》的附录给出了“宽专融”课程体系的“典型课程实施案例”。这些案例从课程总体描述、课程内容与教学要求、课程实践教学、课程考核、计算思维能力培养等5个方面给出了具体实施建议。任课教师可以基于实施案例编制适用于本校的课程教学大纲。需要说明的是,“典型课程实施案例”主要是起示范作用,鼓励任课教师探索更加丰富、更加具有创造性的课程方案。

教指委高度重视《基本要求》的研制工作,组织全体委员开展了大量的调研与研究工作,并以教育部高等教育司“大学计算机课程改革项目”研究为契机,组织近百所高校围绕若干重要问题展开深入研究。在此基础上,于2013年7月成立了《基本要求》起草小组,组长为何钦铭,成员为郝兴伟、黄心渊、李波、卢虹冰、苏中滨、王浩、杨志强、张龙、张铭。在教指委主任委员李廉教授和各位领导的指导下,经过两年的时间,完成了《基本要求》的编制工作。随后在不同范围内征求了高校教师、专家的意见,并进行了多次修订。在《基本要求》付印之际,我们向所有为之做出贡献的各位表示真诚的谢意!

教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会

2015年11月

# 目 录

第 1 章 大学计算机基础教学的现状与发展趋势	1
1.1 大学计算机基础教学的现状	1
1.2 存在的问题	2
1.3 发展趋势	4
第 2 章 计算思维与大学计算机基础教学	6
2.1 科学思维与计算思维	6
2.2 计算思维培养的重要性	7
2.3 计算机基础教学中的计算思维	8
第 3 章 大学计算机基础教学目标和内容体系	11
3.1 教学目标	11
3.2 知识体系	12
3.3 实践能力培养	18
第 4 章 大学计算机基础教学课程体系	20
4.1 课程体系的演变	20
4.2 构建“宽专融”课程体系	21
第 5 章 教学质量保障体系	25
5.1 课程体系建设	25
5.2 教学环境与资源建设	25
5.3 教学模式与方法	27
5.4 师资队伍	27
5.5 教学质量评价	28
附录 典型课程实施案例	31
1 “大学计算机”课程典型教学方案	32
2 “程序设计基础(C 语言)”课程典型教学方案	66
3 “程序设计基础(Visual Basic)”课程典型教学方案	73
4 “程序设计基础(Python 语言)”课程典型教学方案	85
5 “计算机网络技术及应用”课程典型教学方案	92
6 “数据库技术及应用”课程典型教学方案	104

---

7	“多媒体技术及应用”课程典型教学方案 .....	116
8	“网络、群体与市场”课程典型教学方案 .....	128
9	“电子商务”课程典型教学方案 .....	139
10	“生物信息学”课程典型教学方案 .....	144
11	“数字农业技术基础”课程典型教学方案 .....	150

# 第1章 大学计算机基础教学的现状与发展趋势

20世纪中期以来,计算机以及互联网成为人类发明史上具有划时代意义的新事物,一方面传统学科借助计算机技术呈现出崭新的学科形态和精彩的研究成果;另一方面经济社会各个领域与互联网融合发展催生出新领域、新业态,促进了人类社会生活面貌的巨大改变。

计算机科学与技术的发展,不仅仅体现在技术与工具层面,而且逐渐凸显为全新的思维方式。与此相适应,面向全体高校学生的大学计算机基础教学的重要程度逐渐上升,成为我国高等教育内容体系中的重要组成部分。

## 1.1 大学计算机基础教学的现状

在高校中面向全体非计算机专业学生普遍开展大学计算机基础教学始于20世纪70年代末,教学内容主要是计算机程序设计的初步知识,这是大学计算机基础教学的起步创始阶段。

20世纪90年代,大学计算机基础教学进入普及规范阶段,在课程内容以及教学范围上都有迅速的扩展。教育部正式把大学计算机基础课程列为高校重要的必修课,提出了“文化基础—技术基础—应用基础”三个层次的课程体系。在这个阶段,大部分本科院校组建了教师队伍,配备了计算机机房,在教学计划中设置了相关的必修课程,全面深入地推动了大学计算机基础教学的普及工作。

进入21世纪,大学计算机基础教学进入深化提高阶段,通过科学、系统地构建“能力体系—知识体系—课程体系”,从而加大了大学计算机基础教学的深度与广度。这一时期的主要进展如下。

### 1. 总体框架的确立

在广泛总结各个高校大学计算机基础教学发展经验的基础上,经过研究与实践,上一届教指委(教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会)在2006年发布了《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求(试行)》(简称白皮书),明确提出了大学计算机基础教学的“4个领域×3个层次”的总体框架,4个领域即计算机系统与平台、计算机程序设计



基础、数据分析与信息处理、应用系统开发;3个层次即概念性基础、技术与方法、应用技能。在这一总体框架下,高校根据各自人才培养定位与学科专业特色,形成了“1+X”的课程设置方案,即“大学计算机基础+若干必修/选修课程”。既体现了总体框架的统一要求,也充分展现了高校的办学特色,取得了良好的教学效果和广泛好评。

## 2. 教学体系的规范

在确立总体框架后,建立规范的教学体系成为大学计算机基础教学取得的新成果,体现在:第一,基于“4个领域×3个层次”的知识结构,构建了蕴含“知识领域—知识单元—知识点”的知识体系;第二,将实验教学提高到必要的高度,同样构建了蕴含“实验领域—实验单元—技能点”的实验体系;第三,围绕核心课程设计了若干种典型实施方案。这些成果标志着大学计算机基础教学体系的不断规范化与科学化。

## 3. 教学内容的提升

大学计算机基础教学在稳步发展过程中逐渐迎来了重大的转折期。2010年,部分高校开始敏锐地跟踪到国内外关于计算思维能力培养的动向,国内9所高校聚会西安,经过认真讨论,提出了“以计算思维为核心的大学计算机基础课程教学改革”的联合声明,就此标志着我国大学计算机基础教学进入了新阶段。表现在:第一,进一步确立了“大学计算机”作为大学通识型(基础类)课程的地位,促进了课程教学内容在新时代的改革与深化;第二,确立了以计算思维培养为导向的课程教学内容的总体目标。自此,以计算思维为导向的新一轮教学改革在各高校逐步推进,开始了在互联网时代对于大学计算机基础教学内容的深入思考和大胆实践。在此基础上,教育部高等教育司设立了“大学计算机课程改革项目”,十余所高校在承担项目研究任务的基础上提出了“大学计算机”课程的改革方案,并在近百所高校进行了试点,普遍取得了良好效果,提供了宝贵的经验。

# 1.2 存在的问题

## 1. 对于“大学计算机”作为通识型(基础类)课程的地位认识不足

“大学计算机”作为通识型(基础类)课程的观点逐步得到教育行政部门与高校的重视,其教学内容也正在实现由“基于知识的技能传授”向“基于应用的思维能力培养”的转变过程中。但是就目前情况看,相当一部分高校对于“大学计算机”的课程定位认识模糊,出于惯性的作用,课程教学目标更多地侧重于软

件工具的操作培训。在教学中注重计算机所具有的工具属性,在一段时间内、一定程度上、特定范围内有效解决了学生技能培养的需求,但过分倚重课程内容的工具性必将导致学生对计算(Computing)的正确认知和计算思维能力培养的不足。尤其在计算机操作技能的普及程度逐步提高、中小学信息技术教育逐渐铺开的情况下,以软件工具操作为主要教学内容的“大学计算机”课程必然遭受质疑。

## 2. “大学计算机”课程内容的稳定性有待提高

“大学计算机”作为大多数高校大学计算机基础教学的第一门课程,其内容体系备受关注。我们的共识是应该在该课程中讲授一些“计算学科中不变的东西”、“利用计算机解决各学科问题的一般方法”。在这个转折期,部分高校的课程内容仍没有跳出操作技能培养的窠臼(例如,从 Office 软件一般操作改为办公软件高级应用);也有部分高校在改革方案中引入了大量的计算机学科知识,在课程内容中存在大量的术语、概念和细节,加大了学生(尤其是非理工科学生)的学习难度。所以,综合考虑思维能力培养、学科知识传授和应用技能训练三者之间的关系,合理解决第一门课的多样和统一、变和不变的关系,兼顾课程内容的适用性和稳定性,成为“大学计算机”课程教学改革的紧迫任务。

## 3. 大学计算机基础教学的基础支撑作用体现得不够充分

近年来,移动通信、普适计算、物联网、云计算、大数据这些新概念和新技术的出现,在社会经济、人文科学、自然科学的许多领域中引发了一系列革命性的突破,极大改变了人们对于计算和计算机的认识。随着各种事务(无论是自然的还是人工的、经济的还是社会的)都被数字化而成为计算机处理的对象,信息处理已经成为人们日常工作和生活的基本手段,也成为改造传统行业 and 经济发展方式的重要手段,甚至还是重构人际交往和社会组织方式的重要手段。从这个意义上讲,大学计算机基础教学已经不仅是个人能力提升的问题,而且是影响到国家的发展战略和安全的一件严重而急迫的大事。但目前的大学计算机基础教学在课程内容上还不能满足信息社会对大学生的基本要求,在如何支撑专业应用与社会应用等方面仍然存在很多不足和亟待改进的地方。

## 4. 大学计算机基础教学水平的质量评价体系有待改进

目前,对于大学计算机基础教学的评价方式主要有学校自行组织的课程考试、国家或省级教育行政部门组织的计算机等级考试等方式。这些方式侧重于对知识技能的评测,难以准确评价学生对于计算机应用以及计算思维能力的掌握情况;其次,评价标准和手段缺乏科学和量化标准,缺乏客观性与可比性;第三,没有支撑教学水平评价的统一技术平台,不能有效支持评估服务,缺乏相应

的数据积累。为了促进大学计算机基础教学的进一步深入发展,继续提高教育行政部门和高校管理部门对于大学计算机基础课程的重视程度,同时也为了给一线教师提供检测教学效果的有效手段,亟待通过顶层设计,建设课程教学成效评测系统。

### 1.3 发展趋势

大学计算机基础教学的发展既要符合学科发展的自身规律,也要主动适应国家经济社会发展的需求。我国信息化建设已经有了显著成就,成了网络大国,目前正处在加强自主创新研究、迈向网络强国的历史发展阶段。将计算机与信息技术深度融合到经济社会各领域中,形成以互联网为基础设施和实现环境的经济发展新形态,既是国家的宏观战略,也是每一个大学生走入社会应该具备的基本视野。

处于这样一个历史时期的大学计算机基础教学,面临着广阔的发展机遇:将担负起培养作为科学思维三大支柱之一的计算思维能力的主要任务;将为计算机学科与其他学科的交叉融合做好必要的知识和应用能力铺垫;将培养具有计算思维素养、熟悉计算机应用的信息社会公民。因此,大学计算机基础教学在未来十年的发展趋势,必将呈现出更为显著的特点。

#### 1. 课程定位将在通识教育的框架下进一步明确

我国高校近些年根据办学定位及人才培养目标开展了通识教育的设计与实践,并在通识教育的框架下全面规划和统筹本科生的知识结构和能力要求,系统地设计了通识教育的课程体系。大学计算机基础教学将顺应这一发展趋势,在研究“计算思维特质性”的基础上,确立大学计算机基础教学在通识教育中不可替代的重要地位;同时,系统化地从通识教育角度出发构建课程知识及能力结构;考虑人才培养定位和高校类型的差异,“分类分层次”落实通识教育的培养目标。

#### 2. 教学内容将围绕计算思维能力培养目标进行重组

目前对于计算思维能力培养的认识,一定程度上还停留在对国外思想的吸收和消化阶段。从教学研究的角度,需要清晰梳理计算思维的科学内涵,着手完成具体的、典型的计算思维培养内容的抽取、凝练和总结工作,完成“理论”的落地;从教学实施的角度,需要将典型计算思维培养方法转化为教学案例和教材,建成一批可行的教学方案,为高校教师提供具体的教学载体和教学方法,完成“实践”的落地。在两个落地的基础上,大学计算机基础课程将会呈现出丰富多

彩的面貌。

### 3. 实施方案将结合不同高校的定位呈现多样化形态

由于高校办学目标和人才培养定位的差异,在统一目标下的大学计算机基础教学课程体系将呈现出多样化的实施方案。例如,作为第一门课程的“大学计算机”在体现计算思维的前提下至少可以有两种内容组织方法:强调对问题求解方法的理解,突出如何将实际问题转化为算法和程序设计等基本内容;强调对计算系统和环境的理解,突出计算机技术与专业技术领域的深度融合。在面对不同的人才培养目标时,课程实施方案应按照适用、有效的原则,主动调整教学内容、改革教学模式。

### 4. 教学手段适应大规模开放在线课程(MOOC)的挑战和机遇

MOOC的兴起是高校课程教学改革的一大契机,不但对于促进大学高水平课堂建设具有明显的作用,同时对于促进优质教育资源开发和共享具有重要意义。大学计算机基础教学应大力引入MOOC的理念和方法,进行教学改革试验。其意义,一方面在于借助MOOC开展“翻转课堂”和“混合教学”的实践,改革传统的课程教学模式,提高计算机基础课程的吸引力和教学效果;另一方面,借助MOOC平台开设一批高水平、体现改革方向的课程,这是普及课程改革理念、提高任课教师教学水平、惠及高校学生和社会学习者的高效途径。

### 5. 教学成效评测将在大数据分析的基础上更为准确与科学

为落实大学计算机基础教学的改革目标,应建立大学计算机课程教学成效的评测体系。评测工作将根据大学计算机课程的基本要求,科学客观地评价培养学生计算机基础应用能力和思维能力方面的教学成效。这种评测,既不同于校内课程的结业考试,也不同于社会上的计算机等级考试;通过评测工作积累的大量基础数据,可以对各高校计算机基础课程的开设质量进行基于数据的准确分析与科学评价,从而促进高校根据评测结果及时改进课程教学效果。

## 第2章 计算思维与大学计算机基础教学

计算思维和实证思维、逻辑思维一样,是人类认识世界和改造世界的三种基本科学思维方式。计算思维可通过计算机科学基本知识和应用能力的学习而得以理解和掌握。在大学计算机基础教学中需要了解所涉及的计算思维核心概念,通过良好的教学案例设计、教学内容组织和实践内容安排,有重点地体现计算思维的核心思想和方法。

### 2.1 科学思维与计算思维

科学思维(Scientific Thinking)是指理性认识及其过程,即经过感性阶段获取的大量材料,通过整理和改造,形成概念、判断和推理,以便反映事物的本质和规律。简而言之,科学思维是大脑对科学信息的加工活动。

如果从人类认识世界和改造世界的思维方式出发,科学思维又可分为实证思维、逻辑思维和计算思维三种。

实证思维(Positivism Thinking)又称经验思维,是通过观察和实验获取自然规律法则的一种思维方法。它以实证和实验来检验结论正确性为特征,以物理学科为代表。与逻辑思维不同,实证思维需要借助某种特定的设备来获取客观世界的的数据,以便进行分析。

逻辑思维(Logical Thinking)又称理论思维,是指通过抽象概括,建立描述事物本质的概念,应用逻辑的方法探寻概念之间联系的一种思维方法。它以推理和演绎为特征,以数学学科为代表。逻辑源于人类最早的思维活动,逻辑思维支撑着所有的学科领域。

计算思维(Computational Thinking)又称构造思维,是指从具体的算法设计规范入手,通过算法过程的构造与实施来解决给定问题的一种思维方法。它以设计和构造为特征,以计算机学科为代表。计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类行为的一系列思维活动。

实证思维、逻辑思维和计算思维的一般过程都是对客观世界的现象进行分析和概括而得到认识论意义上的结论,根据分析与概括方式的不同,可以是观察和归纳、推理和演绎,也可以是设计和构造。计算思维与实证思维、逻辑思维的

关系是相互补充、相互促进的。计算思维相对于实证思维和逻辑思维,在工程技术领域尤其具有独特的意义。

计算思维的本质是抽象和自动化,它虽然具有计算机科学的许多特征,但是计算思维本身并不是计算机科学的专属。实际上,即使没有计算机,计算思维也会逐步发展。但是,正是由于计算机的出现,给计算思维的研究和发展带来了根本性的变化。什么是计算?什么是可计算?什么是可行计算?计算的复杂性是对人类智力的巨大挑战。这些计算机科学的根本问题的研究不仅推进了计算机的发展,也推进了计算思维本身的发展。在这个研究过程中,一些属于计算思维的特点被逐步揭示出来,计算思维与实证思维、逻辑思维的差别越来越清晰化。计算思维的概念、结构和格式等变得越来越明确,计算思维的内容得到不断丰富和发展。计算机的出现丰富了人类改造世界的手段,同时也强化了原本存在于人类思维中的计算思维的意义和作用。

## 2.2 计算思维培养的重要性

### 1. 计算思维能力是信息社会公民的基本素质

随着智能信息处理设备及无处不在网络的发展,当代社会的每个人不知不觉地融入信息世界中。各种事务,无论是自然的、人工的、经济的,还是社会的,都被数字化而成为计算机处理的对象时,信息处理已经成为人们日常工作和生活的基本手段。这种现象的根本原因是计算思维广泛地、客观地存在于自然界、人类社会及人自身。由于计算机对于信息和符号的快速处理能力,使得许多原本只是理论可以实现的过程变成了实际可以实现的过程。当计算思维真正融入人类活动的整体时,它作为一个问题解决的有效工具,人人都应当掌握,处处都会被使用。

### 2. 计算思维能力培养是大学教育的重要组成部分

教育的目标是为了人的发展,而人的科学思维能力培养是教育的核心内容。虽然计算思维是无处不在的,但计算思维能力的培养是需要系统化的学习和精心的设计。大学计算机基础课程应承担起培养大学生计算思维能力的任务,与大学数学、大学物理成为训练大学生三大基本科学思维的通识型(基础类)课程,从而在创新人才的全面素质教育和能力培养中承担起更重要的职责。

### 3. 计算思维能力是学科融合与创新的需要

大学计算机基础课程除了独立的课程内容外,还与其他学科与专业课程有着密不可分的关系,多学科不同思维方式的交融对于学科的发展具有革命性的

促进。例如,经济学和计算思维的结合可以对群体智能、博弈、决策、市场和社会模型进行定量的分析和研究;将计算思维拓展到其他学科,形成了基于计算思维的计算社会学、计算经济学和计算生物学等新兴学科。

以计算思维能力培养为核心的大学计算机基础教学,具有量大面广的特点,可以使各专业的学生广泛接受计算思维方法的训练,对普遍提升大学生的创新思维能力,具备复合交叉的知识结构,进而提升我国未来在科技与教育领域的核心竞争力具有重要的意义。高校应认识到大学计算机课程在人才培养的必要性,进一步明确大学计算机基础教学在培养方案中的重要地位。

## 2.3 计算机基础教学中的计算思维

推动以计算思维能力培养为核心的大学计算机基础教学改革,教师需要理解计算学科最本质的思想和方法,以便在课程内容和教学过程中有重点地渗透这些思想和方法。

### 1. 计算思维核心概念与分类

计算思维能力可通过熟练地掌握计算机科学的基础概念而得到提高。这些基础概念可用外延的形式给出,如约简、递归、并行、抽象、分解、建模、冗余、容错等。由 ACM 和 IEEE 联合制定的 CC 1991 也给出了计算机科学领域里重复出现的 12 个核心概念:绑定、大问题的复杂性、概念模型和形式模型、一致性和完备性、效率、演化、抽象层次、按空间排序、按时间排序、重用、安全性、折中与结论。CC 1991 的这 12 个核心概念试图用罗列概念的方式来表述计算机学科领域中最基本的思想和方法。

ACM 前主席 Denning 教授则更系统地总结了计算的 7 类原理,即计算、通信、协调、记忆、自动化、评估和设计 7 个类别。每个类别都从一个独特的视角去看待计算本身,并且在计算领域里具有“普遍性”、“复现性”和“广泛影响性”,它们构建起一个理解计算内涵的框架。

我们在参考国内外已有的研究成果基础上,总结凝练了大学计算机基础教学涉及的计算学科的 42 个主要核心概念。同时,借鉴 Denning 的分类方法,将这些核心概念进行分类(为了便于说明教学内容之间的关系,增加了“抽象”这一分类),提出了基于 8 个类别的计算思维表达体系,即计算,抽象,自动化,设计,评估,通信,协调,记忆。

(1) 计算(Computation)是经过一系列状态转换的运算或信息处理的过程。可计算性、计算复杂性是计算的核心。

(2) 抽象( Abstraction)是计算的“思维”工具,也是计算思维的特征之一。抽象隐藏了计算过程的细节,抽取共同、本质性的特征。由于抽象最终要服务于计算,因此存在不同层次的抽象。

(3) 自动化( Automation)是计算在计算机系统中运行过程的表现形式。什么能被(有效地)自动化以及怎么被自动化是计算机学科的根本问题。

(4) 设计( Design)是对一个系统、程序或者对象等利用抽象、模块化、复合、分解方法进行组织,一般包括体系结构设计和处理过程设计。一个系统的体系结构可以划分为组件以及组件之间的交互活动和它们的布局;处理过程意味着根据一系列步骤来构建一个体系结构。

(5) 评估( Evaluation)是对计算系统的可用性、系统性能的分析 and 评价,以便确定最佳的设计方案,或者发现影响系统性能的问题以进行优化。

(6) 通信( Communication)是指信息从一个过程或者对象可靠地传输到另一个过程或者对象。

(7) 协调( Coordination)为确保多方参与的计算过程最终能够得到确切的结果而对整个过程中各步骤序列先后顺序进行的时序与交互控制。

(8) 记忆( Recollection)是指对数据进行有效组织。

## 2. 大学计算机基础教学中的计算思维核心概念与掌握重点

下表给出了与大学计算机基础教学相关的部分核心概念及相应重点。需要说明的是,这些核心概念的培养需要通过大学计算机基础教学的多门课程来落实。“第3章 大学计算机基础教学目标和内容体系”将详细说明各个知识模块中需要关注哪些核心概念及相应重点。“附录 典型课程实施案例”也将给出相应课程的计算思维能力培养重点和方法。

表 计算思维核心概念及相应重点

分类 (概念个数)	关注点	核心概念	相应重点
计算(3)	可计算性和计算复杂性	计算模型、可计算性、计算复杂性	了解计算发展的历史;了解图灵机、可计算性、计算复杂性等基本概念
抽象(4)	关注对象的本质特征	抽象、抽象层次、概念模型、实现模型	理解抽象及其过程;了解概念模型与实现模型;掌握利用概念模型对问题进行分析 and 建模;了解抽象层次及虚拟机概念



续表

分类 (概念个数)	关注点	核心概念	相应重点
自动化(7)	信息处理的算法设计	算法、程序,迭代、递归,启发式策略、随机策略,智能	理解算法、程序概念;掌握迭代、递归等基本方法;了解典型问题算法求解策略
设计(6)	可靠和可信系统的构建	分解、复合、折中,可靠性、安全性、重用性	了解分解、复合、试错、折中等设计系统的基本方法;了解信息封装、接口、原型系统等概念;了解实现重用性、安全性、可靠性的思想
评估(5)	复杂系统的性能评价	评价指标与基准、瓶颈、冗余、容错、性能仿真	了解度量系统性能的指标和常见方法;理解瓶颈、冗余、容错的概念;了解可视化建模与仿真
通信(7)	不同过程和对象间的可靠信息传递	信息及其表示、信息量(熵)、编码与解码、信息压缩、信息加密、校验与纠错、协议	理解信息编码思想;理解信息在计算机内的表示与存储方式;掌握基本编码方法;了解通信可靠性保障的基本思想
协调(5)	多个自主计算实体间的有效配合和时序控制	同步、并发、并行、事件、服务	理解并发、并行、同步、死锁、事件、服务的概念;了解常见的协同策略与机制
记忆(5)	信息的表示、存储和检索	数据类型、数据结构、数据组织、检索与索引、局部性与缓存	理解常用数据类型和数据结构的概念;了解数据类型、数据结构与算法和程序的相互关系;掌握选择数据类型和数据结构的方法;了解提高数据管理、访问效率的常用方法