

◆ 权威看台

文章编号: 1672-5913(2025)10-0001-06

中图分类号: G642

研考计算机学科专业基础科目计算机系统能力相关考查内容改革探析

陈 曦¹, 高小鹏², 谷斌宇³

(1. 教育部教育考试院, 北京 100084;
2. 北京航空航天大学计算机学院, 北京 100191;
3. 上海交通大学软件学院, 上海 200240)

摘要: 在教育强国建设背景下, 分析计算机学科人才培养和选拔对于现代科技发展的作用, 计算机系统能力在计算机学科人才培养中的重要性, 全国硕士研究生招生考试计算机学科专业基础科目在计算机系统能力培养方面已取得的进展, 结合国内开展计算机系统能力培养教育教学情况, 提出全国硕士研究生招生考试计算机学科专业基础科目在计算机系统能力相关考查内容方面改革的实施路径, 以深化该科目对计算机系统能力及实践创新能力的考查。

关键词: 研究生招生考试; 计算机学科专业基础; 计算机系统能力; 考查内容改革

DOI:10.16512/j.cnki.jsjjy.2025.10.013

0 引言

计算机学科已成为当今世界各国构建数字化社会的技术底座, 在推动社会运行效率、重塑人类生活方式、支撑科技创新突破等方面发挥着重要作用。“十四五”规划明确指出, 要以国家战略需求为导向, 加快数字化发展, 聚焦高端芯片、操作系统、人工智能关键算法、传感器等关键领域, 确保数字经济自主权牢牢掌握在自己手里, 在关键领域坚持自主发展, 实现核心技术的安全可控。《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》(以下简称《纲要》)指出, 构建教育科技人才一体统筹推进机制, 强化教育对科技和人才的支撑作用。面对信息产业技术的发展趋势和国家战略导向, 以及我国信息产业核心技术的现状, 计算机类专业人才的培养与选拔面临着新的机遇和挑战。

计算机学科综合性较强, 涵盖了计算机科学、软件工程、人工智能、网络安全、大数据等多个领域。计算机类专业人才应具有扎实的计算思维、系统思维和逻辑思维能力, 并具备强大的问题分析与实践创新能力, 能对复杂问题采用分而治之的方式快速找到解决方案, 同时为了把握计算机相关技术快速发展还要具备良好的终身学习能力, 从而适应各行各业对计算机类专业人才的新需求。全国硕士研究生招生考试(以下简称研考)计算机学科专业基础科目(科目代码408, 以下简称408统考科目)是为高等院校和科研院所招收计算机科学与技术学科硕士研究生设置的全国统一考试科目, 是计算机类高层次人才选拔与培养的重要环节。对于408统考科目而言, 面对新形势新要求, 如何优化设置考查内容, 并在有限的考试时间和考查内容范围内设计考题, 以全面、系统、有效地评价考生的计算机学科专业

基金项目: 教育部教育考试院“十四五”规划支撑专项课题“全国硕士研究生招生考试计算机学科专业基础科目内容改革研究”(NEEA2021024)。

第一作者简介: 陈曦, 男, 副研究员, 研究方向为教育考试测量与评价, chenx@neea.edu.cn。

基础能力，更加科学地服务招生单位选才育人，是一个值得研究的课题。

1 核心概念界定——什么是计算机系统能力

计算机是一个在各类标准规范约定下逐层向上封装而形成的采用软/硬件协同工作方式的层次化系统。所谓计算机系统能力，是指能够站在系统的高度考虑并解决计算机领域问题，具有系统层面的认知与设计能力，包括对软硬件功能进行合理划分，对系统不同层次进行有效的抽象与封装，对系统整体性能进行综合分析与调优，对系统各层面的错误进行快速调试和修正，对用户程序进行准确的性能评估与优化，根据不同的应用要求合理构建系统框架等^[1]。显然，计算机类专业各层面人才的培养，都必须高度重视计算机系统能力。

如今，从人工智能到物联网、从移动应用到云计算，计算机系统的应用无所不在。不管是高端芯片的研制，还是操作系统、编译器等基础系统软件的开发，不管是AI算子库、网络通信库等的构建，还是作业调度器、存储系统和容错系统的设计，包括对算力生态系统极其重要的编程框架构建等，要能很好地完成这些任务，必须对计算机系统层次结构具有深入的理解，能站在系统的高度进行软硬件协同设计与实现。在新的智能化数字时代，对计算机类专业学生的计算机系统能力的培养显得尤为重要。

2 408统考科目计算机系统能力相关考查内容改革的背景

目前，408统考科目考查内容包含数据结构、计算机组成原理、操作系统、计算机网络4门传统课程体系中的专业基础课^[2]。囿于时代因素，2008年第一版考试大纲编制时，国内计算机类专业本科生人才培养教学课程体系主要根据PC时代对计算机人才培养的需求而制定。当时设置的课程按计算机系统层次横向划分，因而考纲拟定的考查课程中缺乏纵向贯穿系统核心层的课程。近年来，随着科目内容与形式改革的不断深入，

目前按传统课程体系中的课程设置考查内容的方案在进一步加强计算机系统能力考查方面的局限性愈发明显，如何进一步优化调整408统考科目的考查内容，从而在试题中强化计算机系统能力及实践创新能力的考查，以充分反映新时代计算机学科高层次人才的选育要求，是一项迫在眉睫的任务。

2.1 408统考科目的历史发展沿革

2008年，教育部下发《教育部办公厅关于全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科初试科目调整及命题形式改革的通知》，规定从2009年开始，对计算机科学与技术学科的初试科目进行调整并对命题形式进行改革，设立统一命题科目“计算机学科专业基础综合科目”（注：2022年改名为“计算机学科专业基础”），使用统一考试大纲，各招生单位不再自主命题^[3]。随后的2009—2012年，计算机学科进入了“统考”时代。但是在统考实施过程中，陆续反映出一些问题，部分学科优势不明显的招生单位硕士研究生招生受到一定影响。在调研听取各方面意见后，从2013年开始，教育部对研究生入学考试专业课统考政策进行了调整，对于计算机科学与技术一级学科，由原来的必须选用全国统考试卷调整为由招生单位自主选择使用全国统考试卷或招生单位自命题试卷，自此，计算机学科研究生入学考试进入了“双轨制”阶段^[4-5]，使用408统考科目的招生单位数量和考生人数均受到较大影响。图1为2012—2025年间参加408统考科目的考生人数统计。

从图1中可以看出，在实行“双轨制”后，多数招生单位选择不使用408统考科目试卷，考生人数出现明显下滑，至2016年和2017年到达最低点，仅有5000多人。从2018年起，在招生计划增加、研究生报考人数增加、统考试卷高质量、高区分度优势逐步显现等多因素的影响下，招生单位逐渐回归408统考科目，考生人数开始逐年增加，直到2025年达到约13.4万考生。从招生单位数量上看，2025年全国共150个招生单位使用408统考科目试卷，相比2024年增长了40个。表1给出了按学校级别和计算机科学与技术学科评估分档区分的统计数据。

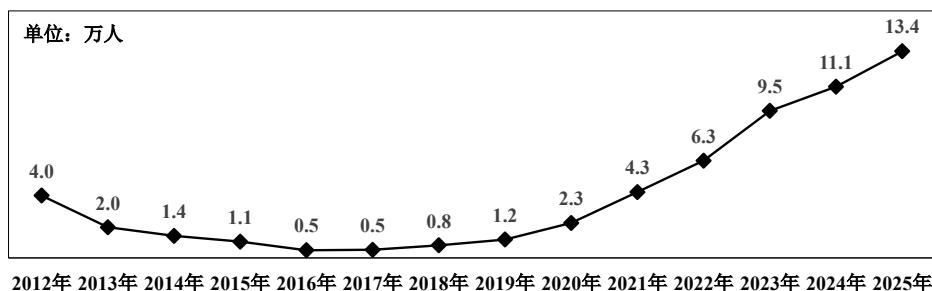


图 1 2012—2025 年参加 408 统考科目的考生人数统计

表 1 2025 年参加 408 统考科目的 150 个招生单位分类统计表 (根据 2024 年 8 月统计数据)

学校类型 / 学科分档	A 级	B 级	C 级	未纳入学科排名	总计
985 学校	11	13	2	0	26
211 学校	2	16	7	23	48
其他招生单位	0	13	20	43	76
总计	13	42	29	66	150

注:“A 级”包括“A+”“A”“A-”3 档,“B 级”包括“B+”“B”“B-”3 档,“C 级”包括“C+”“C”“C-”3 档。

从表 1 中可以看出,其中占比更大的是“其他招生单位”和“未纳入学科排名”的招生单位,分别占 51% 和 44%,可见统考最初几年反映出的“招生受影响”问题已基本消除。此外,2009—2012 年与 2022—2025 年的抽样统计数据中,考分在 60—90 分区间的“中段考生”占比从早年间的不到 30% 增加到了近年的 40% 左右,增幅超 10%,也进一步印证了随着国内计算机类专业人才培养教学改革的不断深入,考生的计算机专业基础综合能力不断提高。同时,408 统考科目的评价功能更加精准,能够更加准确地考查考生计算机专业素养和能力、区分不同能力层次的考生,在计算机专业领域人才选拔培养方面的作用越发突出。

2.2 408 统考科目在推进计算机系统能力考查方面的初步成效

408 统考科目自开考以来一直致力于通过试题帮助考生培养计算机系统能力。例如,2010 年第 44 题、2020 年第 44 题和 2025 年第 43 题均考查了考生软硬贯通的计算机系统能力。从考查内容和考查深度上看,3 道题的考点都包含 cache 组织、映射、替换、命中率、高级语言程序中数

组的 cache 访问过程,但试题的复杂性和综合性逐年提升。2025 年的试题中除了包含与 cache 相关考点外,还涉及虚拟地址和物理地址的划分及相互转换、虚拟存储系统中采用 VIPT 方式进行 cache 行查找、如何判断是否缺页并计算缺页次数等考点,综合考查了从 C 语言程序到指令访存过程中虚拟地址和物理地址的转换、缺页异常检测及 cache 访问过程等。这 3 道题的基本信息及抽样统计数据见表 2。

从表 2 中可以看出,虽然 2010 年、2020 年、2025 年中 3 题涉及的知识点和设计难度均有所提升,但从统计难度上反映出的考生的得分情况却是逐年增加,零分考生占比逐年降低,满分考生占比逐年增加。一方面,考生对该类试题的适应性增强了,对计算机系统的理解以及对相关知识的掌握更加深入;另一方面,通过考试的方式,408 统考科目在潜移默化中起到了培养计算机系统能力的效果,达到了考试评价对教育教学的正向引导作用。同时也说明计算机类专业教指委一直推动的计算机系统能力培养教学改革项目具有很好的成效。

由此可见,408 统考科目的考试内容与形

表 2 2010 年、2020 年、2025 年 3 道计算机系统能力考查试题的基本信息及抽样统计数据表

年份	题号	总分值	小题数	涉及知识点	统计 难度	零分考生 占比 /%	满分考生 占比 /%
2010	44	12	3	cache 组织、映射、替换、命中率、高级语言程序中数组的 cache 访问过程	0.18	31	0.00
2020	44	10	3	cache 组织、映射、替换、命中率(缺失次数)、高级语言程序中数组的 cache 访问过程	0.28	27	0.08
2025	43	12	4	cache 组织、映射、替换、命中率(缺失率)、高级语言程序中数组的 cache 访问过程, 虚拟地址和物理地址的划分以及相互转换, 虚拟存储系统中采用 VIPT 方式进行 cache 行查找, 如何判断是否缺页并计算缺页次数	0.31	22	0.16

式, 对于高校和学生计算机学科专业基础课程的“教”和“学”两方面, 在一定程度上起着“以考促教、以考促学、以考促改”的牵引作用。《纲要》指出要一体推进教育科技人才统筹发展, 408 统考科目作为为高等院校和科研院所招收计算机科学与技术的硕士研究生而设立的、具有选拔性质的全国统一入学考试科目, 其内容及形式改革, 应当顺应计算机学科教育教学发展方向, 进一步强化计算机系统能力和实践创新能力的培养与考查。如果还是沿用为 PC 时代人才培养需求而设定的考查内容, 则一方面无法与时俱进从而继续发挥以考促教的牵引作用, 另一方面对已经实施计算机系统能力培养教学改革而调整了传统课程体系的学校及其考生造成困惑, 因此, 在 408 统考科目中推进计算机系统能力相关考查内容改革十分必要。

3 在 408 统考科目中深化计算机系统能力考查的实施路径

3.1 在 408 统考科目中深化计算机系统能力考核的总体思路

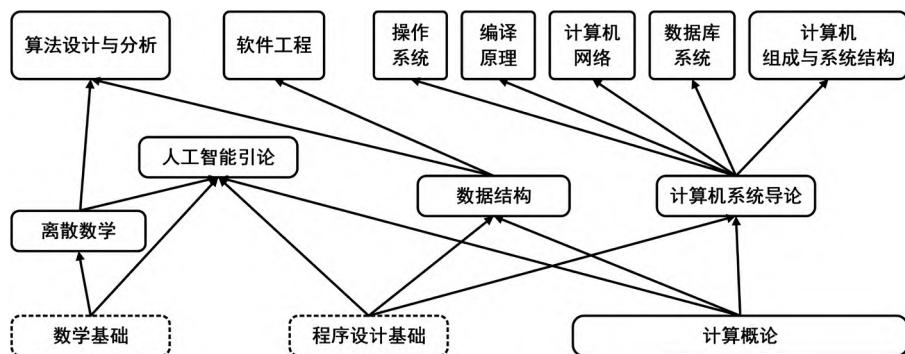
(1) 参考计算机类专业教学指导委员会加强计算机系统能力的改革思路。计算机类教指委一直致力于推动国内计算机类专业的系统能力培养教学改革, 国内各高校计算机类专业本科人才培养教学课程体系也在不断改进并完善。2013 年以来, 国内已有百余所高校申请成为系统能力培养试点学校, 通过开设计算机系统导论等系统基础类课程和强化系统能力实践等措施进行本科生

人才培养教学改革。

(2) 参考教育部“101 计划”计算机领域本科教育教学的改革方向。计算机领域本科教育教学改革项目作为教育部“101 计划”第一个试点项目, 目前已在 33 所计算机类基础学科拔尖学生培养基地建设高校开展, 并正在国内其他高校分步进行推广。如图 2 所示, 其规划建设的 12 门核心课程中, 计算机系统类课程占比超 50%, 除了传统课程体系中的操作系统、编译原理、计算机组成与系统结构等 5 门系统类核心课程外, 还包括新的计算机系统导论课程, 以夯实系统能力培养的基础, 并增强系统能力培养的普适性。

(3) 参照国内外学校在计算机系统能力培养教育教学的实践。国外 CMU、Stanford、UC Berkley 等学校, 国内北京大学、清华大学、北京航空航天大学、南京大学、国防科技大学、上海交通大学、浙江大学、中国科学技术大学、西北工业大学等学校先后开展了计算机系统能力培养教育教学改革的尝试实践。目前, 国内主要的 4 种模式^[7] 通过在传统课程体系中加入新的系统基础类课程, 并根据计算机系统构造的内在逻辑关系, 梳理课程群知识体系, 重构各课程的知识分布及其衔接关系, 构建相应的系统设计型实验来强化系统实践能力, 以实施系统能力培养。

从以上 3 个层面可以看出, 计算机类教指委的改革思路、教育部“101 计划”计算机领域本科教育教学的改革方向以及国内外高校的实践均指向从“计算机系统”知识体系的角度进行知识模块设置, 也为 408 统考科目深化计算机系统能力考查的总体思路提供了借鉴, 即从知识体系角

图 2 “101 计划”重点建设的 12 门核心课程^[6]

度出发,突破现有课程限制,将原考查内容“计算机组成原理”改为“计算机系统”,以提升 408 统考科目在计算机系统能力考查的深度和广度,将程序的编译、汇编、链接、加载和运行过程中涉及的计算机系统核心层相关重要概念和知识模块作为考核内容。

3.2 在 408 统考科目中深化计算机系统能力考核的方案建议

(1) 从“计算机系统”知识体系角度,合理调整设置知识模块。在国际上, ACM/IEEE 组织为进一步突出计算机系统能力培养,在 ACM/IEEE CS2013 中对原有 14 个知识模块进行适度调整的同时,还增加了 4 个新的系统级内容知识模块。同样的,408 统考科目在从“计算机系统”知识体系角度调整设置知识模块时,可以在对原有的“计算机组成原理” 6 个知识模块进行适度调整的基础上,增加“程序的机器级表示”“程序的链接”“进程和异常控制流”“计算机系统结构”等系统层知识模块,从而向上拓展程序转换与加载相关知识,向下拓展系统架构相关知识,将两者与原有的指令集体系结构和微体系架构相关知识融合,以形成完整的计算机系统全栈知识体系。

(2) 明晰新设定知识模块与原有知识模块之间的关系,准确划定界限。例如,对于新设定的考查内容“计算机系统”与原有考查内容“操作系统”,两者之间具有密切的关联关系,可按照“程序在用户态所进行的转换与加载执行相关知识点属于计算机系统范围,进程控制及在内核态进行处理的相关知识点属于操作系统范围”的原则,合理划分好两个考查内容之间的界限。对

于 CPU 特权级、特权级之间的切换、异常和中断、系统调用、虚拟存储器等界面上的重要知识点,由于具有承上启下的关键作用,因此两边都可以包含。这也体现了计算机的软硬件协同工作的重要特征。

(3) 建立更加合理的 408 统考科目内容调整机制以发挥统考科目的引导作用。进入本世纪以来,作为计算机教育改革的关键内容之一,先后有四届教育部计算机类专业教学指导委员会主导并组织了两个研究小组,开展计算机专业学生系统能力培养研究与实施^[7]。目前,新一届计算机类专业教学指导委员会继续确认计算机系统能力培养为其工作重点,通过在国内高校广泛宣传、教师导教培训、实践内容推广等手段继续推进新一轮“计算机系统能力培养”新工科项目实施,并广泛深入地开展系统能力培养系列大赛,目前该大赛已经列入教育部重点推荐名单^[8]。相比于计算机类专业教学指导委员会的快节奏,研考 408 统考科目在推进计算机系统能力培养的新举措略显不足。应结合研考选拔性考试的特点,争取大纲修订的契机,根据计算机学科发展及教育教学情况,适时适当地吸纳反映当前计算机科学技术发展方向的内容(例如并行处理架构、智能系统架构等),稳慎更新考试大纲,以反映时代对计算机学科人才培养的要求,增强研考 408 统考科目对计算机专业教育教学的正向引导作用。

4 结语

研考的性质决定了其各科目特别是统考科目考试大纲“以纲定考”的功能。对于 408 统考科

目而言,随着越来越多的招生单位选择使用408统考试卷,其在计算机类专业人才培养和选拔方面“以纲促教、以纲促学、以纲促改”的功能越发突显。在408统考科目深化计算机系统能力培养,可以在考试评价的框架范畴下,以考试大纲内容调整为基础,以学科发展方向和国家对计算

机类专业人才的需求为导向,与教育部计算机类专业教学指导委员会、中国计算机学会(CCF)等各相关组织开展更加紧密的合作,有效推进“考教融合”,实现“考教相长”,共同引领和推动计算机学科的教育教学发展,选拔并培养出更多满足国家发展战略需求的计算机学科优秀人才。

参考文献:

- [1] 袁春风,王帅.大学计算机专业教育应重视“系统观”培养[J].中国大学教育,2013(12): 41-46.
- [2] 教育部教育考试院.2026年全国硕士研究生招生考试计算机学科专业基础考试大纲[M].北京:人民教育出版社,2025.
- [3] 教育部.教育部办公厅关于全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科初试科目调整及命题形式改革的通知[J].中华人民共和国教育部公报,2008(9): 30-31.
- [4] 李骐,陈朔鹰.研究生入学考试专业课统考与自主命题“双轨制”政策的实效分析:以计算机科学与技术专业为例[J].学位与研究生教育,2015(9): 38-42.
- [5] 中华人民共和国教育部.教育部关于做好2013年全国硕士学位研究生招生工作的通知 [EB/OL]. (2012-08-23) [2025-08-11]. http://www.moe.gov.cn/sccsite/A15/moe_778/s3113/201208/t20120823_142007.html.
- [6] 计算机领域本科教育教学改革试点工作组.高等学校计算机类专业人才培养战略研究报告暨核心课程体系[M].北京:高等教育出版社,2023.
- [7] 言十.计算机系统能力培养的回顾与前瞻[J].计算机教育,2024(4): 1-6.
- [8] 中国高等教育学会.《2022全国普通高校大学生竞赛分析报告》发布 [EB/OL]. (2023-03-21) [2025-04-30]. <https://www.cahe.edu.cn/site/content/16011.html>.

(编辑:赵原)

Analysis on the reform of the examination content related to computer system capability for the fundamental subjects of computer science in the graduate entrance examination

Xi Chen¹, Xiaopeng Gao², and Binyu Zang³

- (1. National Education Examinations Authority, Beijing 100084, China;
2. School of Computer Science and Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China;
3. School of Software, Shanghai JiaoTong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: Under the background of building a leading country in education, the role of talent training and selection for computer science in modern scientific and technological development, the importance of computer system capabilities in talent training for computer science, the progress of fundamental subjects of computer science of graduate entrance examination in the cultivation of computer system capabilities are under consideration. The implementation path for the reform of the examination content related to computer system capabilities in fundamental subjects of computer science of graduate entrance examination is proposed, by combining the domestic situation of computer system capability cultivation education and teaching, so as to deepen the examination of computer system capabilities and practical innovation capabilities in this subject.

Key words: graduate entrance examination; fundamental subjects of computer science; computer system capability; reform of the examination content.