

计算机教育与 可持续竞争力

Computer Education for
Sustainable Competence

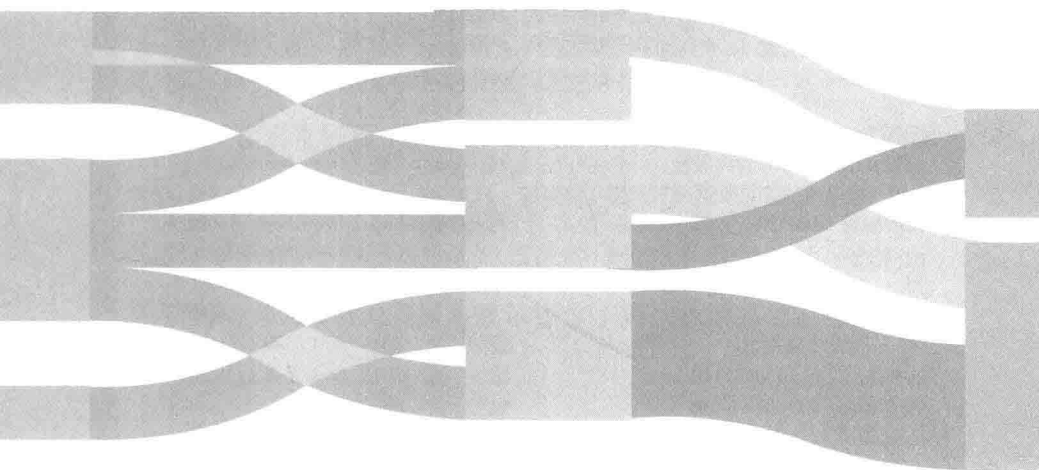
“计算机教育20人论坛”报告编写组

高等教育出版社

计算机教育与 可持续竞争力

Computer Education for
Sustainable Competence

“计算机教育20人论坛”报告编写组



高等教育出版社·北京

内容提要

本书为“计算机教育 20 人论坛”研究成果,从新时代的可持续竞争力培养目标出发,全面阐述可持续竞争力特征与关键要素、敏捷教学的概念与内涵,并重点探讨敏捷教学的教学体系、适应敏捷教学的大学管理与服务支撑体系、面向可持续竞争力的开放教育生态等方面内容。全书共六章,分别为新时代计算机教育的思索、可持续竞争力与计算机教育、面向可持续竞争力的敏捷教学体系、面向可持续竞争力的教育支撑、面向可持续竞争力的开放教育生态、西部高校计算机教育协同发展。

本书是对计算机教育变革的一种探索,还需要高校计算机教育工作者从不同角度及更深层面进行教育教学探索和实践,并不断完善与充实其内涵。

图书在版编目(CIP)数据

计算机教育与可持续竞争力 / “计算机教育 20 人论坛”报告编写组编. --北京:高等教育出版社, 2019. 1

ISBN 978-7-04-051106-2

I. ①计… II. ①计… 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(2018)第 302154 号

策划编辑	倪文慧	责任编辑	倪文慧	封面设计	赵阳	版式设计	张杰
插图绘制	于博	责任校对	吕红颖	责任印制	赵义民		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京中科印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	13	版 次	2019 年 1 月第 1 版
字 数	140 千字	印 次	2019 年 1 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	50.00 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 51106-00

目 录

1	.....	第一章 新时代计算机教育的思索
2	.....	1.1 创新驱动的新时代与可持续竞争力
2	.....	1.1.1 创新驱动的新时代
5	.....	1.1.2 新时代下的人才竞争
7	.....	1.1.3 可持续竞争力:未来计算机教育发展的主题
11	.....	1.1.4 可持续竞争力人才的培养需要有新突破
14	.....	1.2 可持续竞争力的培养
14	.....	1.2.1 可持续竞争力必须面向未来
16	.....	1.2.2 可持续竞争力必须将素质和创新能力放在首位
20	.....	1.2.3 可持续竞争力必须重视核心知识和技术
22	.....	1.2.4 可持续竞争力培养必须成为全体高校的共同使命
24	.....	1.3 面向可持续竞争力的教育探索
24	.....	1.3.1 敏捷教学:面向新时代的教学形态
28	.....	1.3.2 新工科建设与可持续竞争力人才培养
31	.....	1.3.3 一流学科建设与可持续竞争力人才培养
33	.....	参考文献
37	.....	第二章 可持续竞争力与计算机教育
38	.....	2.1 可持续竞争力与大学功能

38	2.1.1	人才培养:大学的核心功能
41	2.1.2	教育改革:通识教育与专业教育
43	2.2	可持续竞争力培养的关键要素
44	2.2.1	计算思维:创新能力之基
49	2.2.2	系统能力:专业发展之本
51	2.2.3	核心课程:教育质量依托
55	2.2.4	产学合作:优化教育生态
59	2.3	可持续竞争力培养的国际化能力
62		参考文献
66		第三章 面向可持续竞争力的敏捷教学体系
67	3.1	敏捷教学及其教学体系设计原则
67	3.1.1	教学体系与敏捷教学
69	3.1.2	敏捷化教学体系设计原则
74	3.2	课程体系设计敏捷化
74	3.2.1	课程体系设计现状与趋势
76	3.2.2	课程模块的分类与设计
80	3.2.3	灵活性课程体系设计方法
85	3.3	教学过程敏捷化
86	3.3.1	教学过程的敏捷性
88	3.3.2	教学方法的适应性
92	3.4	教学资源协同化
95		参考文献
97		第四章 面向可持续竞争力的教育支撑
98	4.1	面向敏捷教学的大学管理

99	4.1.1	支撑敏捷教学的教学管理体系
103	4.1.2	支持敏捷教学的大学服务支撑
107	4.2	教学质量保障与可持续改进
109	4.2.1	产出导向的质量保障与可持续改进
113	4.2.2	面向敏捷教学的质量保障体系建设
115	4.3	教师的作用与发展
116	4.3.1	教师在敏捷教学中的角色与作用
119	4.3.2	教师的发展环境
122	4.3.3	基层学术组织建设
127		参考文献
128		第五章 面向可持续竞争力的开放教育生态
129	5.1	开放教育生态与可持续发展
133	5.2	通识教育与多学科交叉融合
133	5.2.1	通识教育与交叉课程建设
136	5.2.2	学生管理的书院模式探索
139	5.2.3	学科交叉融合
141	5.3	产学研合作协同育人
142	5.3.1	推进产学研合作的措施
144	5.3.2	产学研合作方式和新机遇
146	5.4	国际合作开放育人
150	5.5	创新创业实践育人
150	5.5.1	国际创业教育发展趋势
152	5.5.2	创新创业教育生态建设
155	5.5.3	学生创新能力培养

159	.....	参考文献
160	.....	第六章 西部高校计算机教育协同发展
161	.....	6.1 西部经济发展特点与高校定位
165	.....	6.2 西部高校的教育信息化与发展机遇
168	.....	6.3 教师队伍建设与能力提升
170	.....	6.4 东西部协同发展与优质教育资源共享
170	.....	6.4.1 对口支援
172	.....	6.4.2 慕课协同发展
174	.....	参考文献
177	.....	结束语
180	.....	附录 论坛组织及报告出版大事记

第一章 新时代计算机教育的思索

今天，我们比历史上任何时期都更接近、更有信心和能力实现中华民族伟大复兴的目标。

习近平

故立志者，为学之心也；为学者，立志之事也。

王阳明

我们正处在从工业化社会向信息化社会转变的新时代，这是中国历史上最好的发展时期，也是人类历史上最激荡的大发展大变革大调整时期。世界政治格局的多极化、经济发展的全球化、社会形态的信息化，以及文化交融的多元化正在变革我们的社会，以人工智能、云计算、大数据、物联网、移动计算等为代表的新一代信息技术无一不和计算机科学与技术有着千丝万缕的联系，不仅引领了技术交叉和产业发展，也引领了一批新工科专业的蓬勃发展，为前沿技术、颠覆性技术提供了更多创新源泉。在这样的背景下，国家连续出台了一系列重大部署，以科技创新为核心，以人才发展为支撑，塑造更多依靠创新驱动、发挥先发优势的引领型发展^[1]。将发展基点落实到重塑创新体系、激发创新活力、培育新兴业态和公共服务模式，大力拓展信息技术与经济社会各

领域融合的广度和深度,进一步发挥其在拓展新空间和培育新动力中的牵引作用。

为了积极响应国家未来发展的核心目标与重大举措,教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会、软件工程专业教学指导委员会和大学计算机课程教学指导委员会邀请 20 余位专家,于 2017 年和 2018 年先后两次在海口市召开了“计算机教育发展海南论坛”(后更名为“计算机教育 20 人论坛”)。在激烈讨论和认真分析的基础上,建议将“**可持续竞争力**”作为今后一段时期计算机教育发展和改革的主题,并为此提供了一个具有总体逻辑性、相对稳定、结构灵活的建设性指导意见。积极开拓计算机教育的新局面,构建与国家发展阶段相适应的计算机人才培养体系。

1.1 创新驱动的新时代与可持续竞争力

1.1.1 创新驱动的新时代

从 20 世纪末开始的互联网浪潮,把整个社会推进了信息化时代浪潮,所有的社会部门、经济产业、教育科技都与计算机发生了深刻的联系,并且引起了翻天覆地的变化。毫无疑问,信息技术是当前发展最活跃、应用最广泛、辐射带动作用最显著的技术创新领域,计算机科学和工程中的关键技术必然是未来的核心领域,是国家实力与技术竞争的制高点。

人才是发展的第一资源。为了保持领先地位,谋划抢占未来信息产业制高点和工业发展领先地位,世界主要发达国家都发布了工

程教育改革前瞻性战略报告,积极创新工程教育,抢占以新概念、新技术和新产业为特征的技术高地。我国也在近期推动新工科建设,主动调整高等教育结构、发展新兴前沿学科专业,推动国家和区域人力资本结构转变,实现传统经济向数字经济的迁移,在世界新一轮工程教育改革中发挥全球影响力。在这场波及各个领域的改革发展浪潮中,经济模式和社会运行的数字化与智能化是必然趋势,不仅促进了计算机科学自身的发展,也创新和推动了一批新兴工业领域和经济形态的蓬勃发展,因此计算机教育改革在新工科建设中具有全局性、基础性和先导性的作用。

根据《世界互联网发展报告 2017》的数据,目前全球经济总量的 22%与数字经济紧密相关,数字技术的应用到 2020 年将使全球经济实现增加值 2 万亿美元,到 2025 年,全球经济总值增量的一半来自数字经济^[2]。2017 年我国数字经济产值 27.2 万亿元,占 GDP 比重达到 32.9%。2017 年我国数字经济对 GDP 的贡献为 55%,接近甚至超越了某些发达国家水平。到 2030 年,数字经济的 GDP 占比将超过 50%,全面步入数字经济时代^[3]。信息技术已经对当今的经济模式和社会结构产生了根本性的影响,基于互联网的服务业、金融业、制造业、零售业,以及新媒体、数字金融、智慧城市等新业态和新模式都在颠覆传统的社会运行体制,快速改变着我们的生活方式和社会结构,人类社会的发展由此而呈现全新的状态。但是我们今天能够感受和体会的所有这些,还远远不是未来 15 年那个未知的信息社会的全部,至多只是其中的迹象和端倪。我们相信,许多更具震撼力的新技术现在还没有出现。

从 2017 年全国科技工作会议获悉,2017 年我国科技进步贡献

率达 57.5%，社会研发(R&D)经费达到 1.76 万亿元，占 GDP 比重为 2.15%，超过欧盟 15 国 2.1% 的平均水平；2017 年国际科技论文总量及被引用量首次超过德国、英国，国家创新能力排名从 2012 年的第 20 位上升至 2017 年的第 17 位；近 200 位中国科学家担任重要国际科技组织领导职务^[4]。这些数据表明，我们的社会正在进入以科技创新为主要驱动力的创新型国家，虽然真正达到创新型国家仍有一定的距离，但是这个历史的趋势已经不可阻挡。

人类进入 21 世纪以后，以信息技术主导的经济革命正在各个领域广泛深入展开，科技创新进入空前密集活跃的时期，新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构。未来的经济发展和社会进步是创新驱动模式，而创新驱动的实质是人才驱动，只有广泛积聚具有创新创业能力的各类人才，才是事业发展的根本保证，仅仅靠人力和资本优势是远远不够的。因此必须不断提升高校办学水平，创新人才发展环境、激发人才创造活力，大力培养造就一大批具有全球视野和国际水平的战略科技人才、科技领军人才、青年科技人才和高水平创新团队^[5]。所有这些我们能够预见和未能预见的变革，都向计算机教育提出了一个严肃而深刻的命题，如何适应未来发展和社会变革，为国家强盛和民族复兴提供源源不断的优秀人才。

在这样一个飞速发展的新时代，我们不能停留于当前的计算机教育，更要关心未来 15 年左右计算机教育应该是什么样的，以及计算机学科培养的人才应该具有怎样的综合素质和知识能力。在这样的目标指引下，我们提出以可持续竞争力作为人才培养主题，着眼于教育思想的深刻变革，塑造计算机教育教学新形态，凝练当前

计算机教育的最新经验和丰富实践,推动中国计算机教育实现历史性、整体性和格局性的重大变化;到 2035 年前后,完成计算机教育体系从工业化社会向信息化社会的转型。

1.1.2 新时代下的人才竞争

2006 年 1 月 31 日,美国公布了《美国竞争力计划》(American Competitiveness Initiative),提出知识经济时代教育目标之一是培养具有 STEM(即科学、技术、工程和数学)素养的人才,并称其为全球竞争力的关键^[6]。2015 年 10 月 21 日,美国发布新版《美国创新战略》,旨在确保经济增长与繁荣,提出美国未来的经济增长和国际竞争力取决于其创新能力,要继续推进高质量 STEM 教育,投资培养明天的工程师、科学家以支撑未来的经济竞争力^[7]。2017 年 6 月 2 日,日本内阁会议出台了《科学技术创新综合战略 2017》,提出为了构建面向创造创新人才、知识、资金良好循环的创新机制,首先需要优化产学研协作以推进开放式创新。报告还指出,企业、大学、公共研究机构在提升各自竞争力的同时,还需要强大人才、知识和资金的流动性,营造易于创新的环境,集结政产学的资源,形成有机合作、协同创新的阵地^[8]。从这里可以看出,世界各国无不把人才作为面向未来发展的最重要的战略资源。

2017 年 2 月 18 日在上海召开的“综合性高校工程教育发展战略研讨会”上透露,到 2020 年,我国新一代信息技术产业、电力装备、高档数控机床和机器人、新材料将成为人才缺口最大的几个专业,其中新一代信息技术产业人才缺口将会达到 750 万人。到 2025

年,新一代信息技术产业人才缺口将达到 950 万人,电力装备的人才缺口也将达到 900 多万人。我国拥有世界上最大规模的工程教育,2016 年工科本科在校生 538 万人,毕业生 123 万人,专业布点 17 037 个,工科在校生约占高等教育在校生总数的三分之一。但是,“我国工科人才培养的目标定位不清晰,工科教学理科化,对于通识教育与工程教育、实践教育与实验教学之间的关系和区别存在模糊认识,工程教育与行业企业实际脱节太大,工科学生存在综合素质与知识结构方面的缺陷”^[9]。总而言之,我国人才培养体制机制还不完善,激发人才创新创造活力的措施还不健全,顶尖人才和团队比较缺乏。

面对全球信息化浪潮席卷之势,以及国家信息技术战略的迫切要求,我们必须抓住机遇,借助国家推动创新驱动发展的重大部署,加快计算机教育的转型发展,这是摆在我们面前重大而急迫的改革任务。这项改革任务必然涉及现有教学目标的重新定位,教育体系的重新制定,教学内容的重新审视,以及教学生态的重新设计。在这个过程中,计算机教育要完成从经验到科学,从粗放到精细的蜕变。我们的教育不是让学生在 schools 就储备好毕业后需要的知识和技能,而是在技术发展动荡、市场充满变数的背景下,着眼于学生的素质和能力的培养,成为能够主动适应未来世界各种变化和竞争的优秀人才。

今天,中国已经是计算机科技的用户数最多的应用市场。中国的计算机教育已经为社会提供了大量人才。到 2035 年,中国的经济总量很可能会跃居世界第一,与此对应,中国也应成为全球计算机科技的最大应用市场,以及世界计算机科技的主要贡献者之一。

2020~2035年的计算机教育要瞄准这两个趋势提前布局,为中国经济社会提供足够的高质量应用型人才,为世界计算机科学提供一批理论人才,以及为全球软件和硬件的开源社区提供一大批核心志愿者。

未来的技术之争必然汇聚到人才之争,这种竞争必然会表现在教育体系和人才培养观念的重大变革。只有面向未来的新的教育形态和教学形态,才能培养出未来社会中具有竞争力的人才。而此时的我们正站在这个教育改革洪流的历史关口,必须勇于担起责任,乘势而为,在这场关系国家未来命运的人才竞争中赢得先机。

1.1.3 可持续竞争力:未来计算机教育发展的主题

“可持续竞争力”是一种面对未来社会变化和竞争的适应能力,一种基于使命和技术的创新能力,一种致力于推动社会发展与科技进步的行动能力。

信息社会中知识生产的速度远远地超过了传统的学习速度,因此必须具有适应社会变革,应对挑战和抢抓机遇的能力,由“储备式”教育转变为“适应性”教育,着力培养自主学习和终身学习的能力,始终站在技术发展的前沿,不断开拓和进取,适应社会发展的各种挑战和竞争;具有可持续竞争力的人才必须具有远大的理想和奉献精神,有发自内心的变革动力和对于知识与技术的充分自信,勇于弄潮涛头,击水中流,将理想和愿望付诸实际的创新激情;具有可持续竞争力的人才必须具有为了国家强盛和民族复兴,将个人发展

与国家目标紧密融合,探索不辍,奋斗不已,想干事、能干事、能干成事的实践作为。

可持续竞争力是时代使命。尽管在未来的发展中,和平与合作是主流,但是“中华民族实现伟大复兴的梦想不可能一帆风顺。我们越是发展壮大,面临的阻力和压力就会越大,遇到的风险和挑战就会越多,这是我们绕不过去的门槛、回避不了的挑战。^[10]”未来的社会是一个创新引领的社会,仅靠知识的积累和技术能力的掌握是远远不够的,更重要的是对于新技术、新市场和新业态的敏锐感悟。无论是在和平发展环境,还是在对抗冲突环境,都需要具备应对未来复杂变化的竞争能力。国务院发展研究中心副主任王一鸣认为,中国经济高质量发展根本在于经济的活力、创新力和竞争力。科技创新和技术扩散为高质量发展提供了技术支撑,全球价值链的变化为高质量发展提供了机遇^[11]。我们必须瞄准计算机与信息技术这个未来战略必争领域,做好新时代人才培养的前瞻性布局。

可持续竞争力是国际召唤。在现代社会,任何一个国家都是国际秩序和国际经济格局中的一个节点,因此我们所说的可持续竞争力也是国际视野下的竞争力。在信息化社会,没有哪个国际事务是与国家利益无关的,大洋彼岸一个家庭主妇对于卷心菜的抱怨,经过某种机制的发酵和扩散,可能影响另一个国家农产品的出口。中国的发展必然受制于全球的发展,同时也会影响全球的发展。信息社会是全球一体化的社会,无孔不入的市场经济会渗透到社会的所有角落,必须以开放的心态和格局推进技术开发和产业发展,才能保持国家的竞争力是可持续的。

概括而言,可持续竞争力培养需要从理想和人格、知识和能力、视野和胸怀三个方面展开。

竞争能力必须基于对崇高理想和完美人格的追求。虽然学生每天都在接触各种媒体,但是树立人生理想和社会主义核心价值观需要通过系统的课程进行培养,仅靠碎片化、零散的,甚至不严肃的“鸡汤式”文章并不能帮助学生建立科学的理想。不了解中国的革命史和社会主义建设历程,就不能理解新的工业革命和世界格局变化对于国家的意义和机遇,因此也就无从建立宏伟的奋斗目标和强烈的使命感。尽管学校教育不能覆盖人生理想和品格形成的所有方面,但是学校是学生形成理想和人格最重要的阶段,具有不可替代的作用,学校应该把最主要的课程和教师精力用于学生的思想教育。一个人如果缺乏责任感和人生目标,他所具有的知识和能力有可能成为社会的负能量而更加有害。因此,在学生人格形成的时期,必须充分重视理想、道德、情操的培养。人的适应能力,无论是社会适应能力还是人际适应能力,都来源于内在的知识修养和自信,对于目标始终不渝的追求和事业的恪守。没有这些内涵,个人的发展就会与社会和他人难以相容,这种人一般被礼貌地称为“个性强”,实际上并不被社会所认可,我们也不希望学校培养这样的人才。“一个全面发展的人,应该是良善之人,道德品质源于人的本性向理想目标的历练。最终的至善是将自我奉献给一个高于自身的理想,即献身于真理和他人。”^[12]例如,科技志愿者社区在计算机行业中发挥着越来越重要的作用,Linux 和 WWW 等开源软件社区已经造福数十亿人群,同时体现了坚韧不拔、服务社会、杜绝功利的精神力量,引导学生积极参与类似的社区活动和交流互动,有利于培

养良好素质和优秀品格。

每个人都具有天赋的潜在能力,但是这些未经开发的能力是孤立的和相互割裂的,如果没有知识的黏合,没有对于事业的追求,这些自发的能力将因没有目标而碌碌无为。学校的任务就是将这些孤立的和不完整的能力改造成为系统的和全面的,并且在未来社会展现的力量。能力是一个复杂的综合表现,不仅取决于知识和技能的学习,也需要有好奇心和使命感的驱动,甚至包括充沛的精力和健康的身体。因此,学校对于能力的培养是全方位和多层次的,课堂以外的各种活动(包括体育锻炼)对于能力的培养具有同等重要的意义。在教学中只是讲授那些成功的案例并没有多大好处,还需要给学生分析那些失败的或者不成功的案例,以此才能使得到真正的能力训练。除了课堂的教学外,通过实验和实践性课程让学生亲身感受失败和不成功是必需的环节,经过挫折和困厄的磨炼才会有深切感悟,从而形成执着专注和百折不挠的干事能力。知识和能力是一个事情的两个方面,不可能分开来单独培养,没有能力的知识将会很快枯萎,而没有知识的能力也将是空中楼阁而无所作为。当前大学计算机教育不乏停留在布鲁姆教育目标分类(Bloom's Taxonomy)的最低两个层次的情况,即“记忆”和“理解”。面向可持续竞争力的计算机教育应该向更高层次提升,依次达到“应用”“分析”“评价”层次,并最终实现“创造”层次。学校的责任是在各种具体的知识和能力中识别出最重要的基本要素,并将它作为制定教学活动的出发点,将面向知识的学术标准和面向社会的能力标准统一起来,而不是形成相互隔离的两种标准,以此实现知识和能力的水乳结合。