

计算机领域的创新技术

# 计算机信息周刊

中文版  
Computer  
由 IEEE 出版

2014 年特刊

WWW.COMPUTER.ORG

## 让更多女性 参与科学计算

IT 怎样助力世界杯? p. 52  
带你参观 Wikipedia 的数据中心 p. 64



IEEE  
computer  
society



ISSN 1673-5080  
定价: RMB 29  
国际标准刊号: ISSN 1673-5080  
国内统一刊号: CN 11-5419/G3  
微信号: jisuanren  
9 771673 508001 12

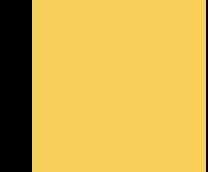
# 云计算

工控机

制造业

电子

嵌入计算



传感器

互联网

## 3D 打印

绿色计算

图形图像

虚拟现实

人工智能

## 互联网金融

### 大数据

芯片

软件架构

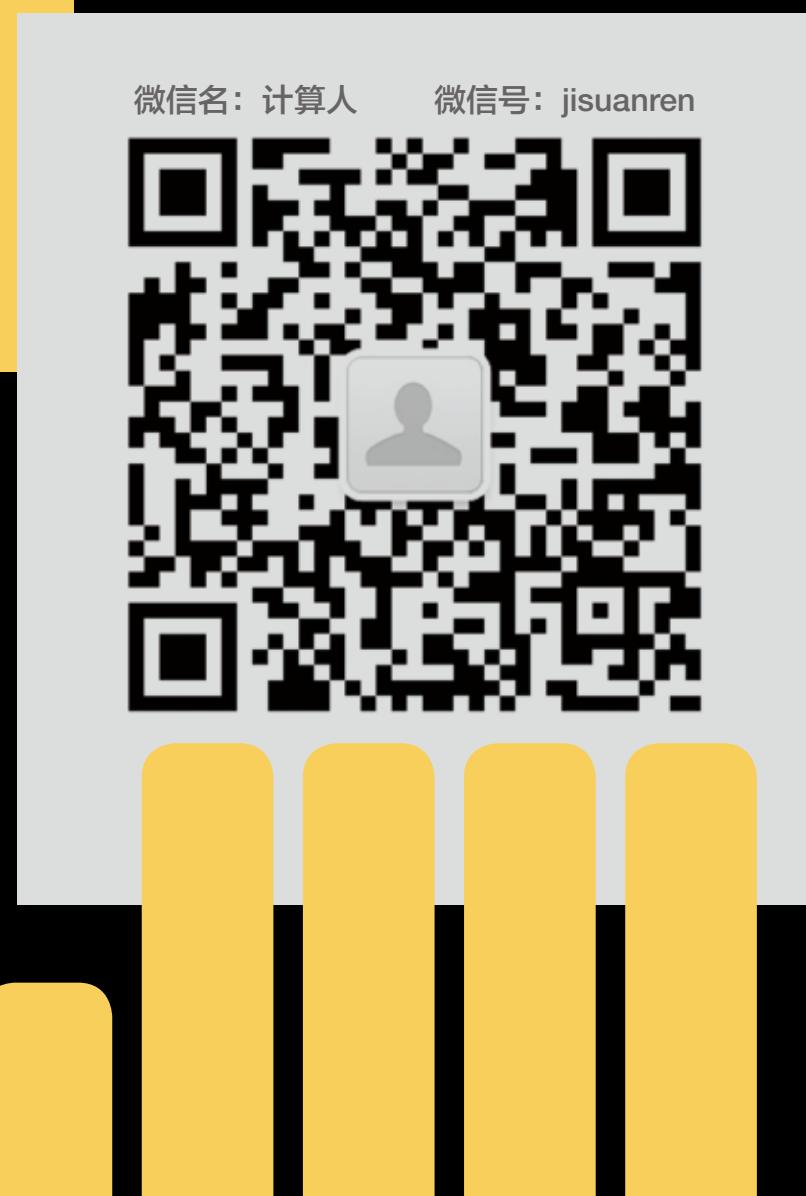
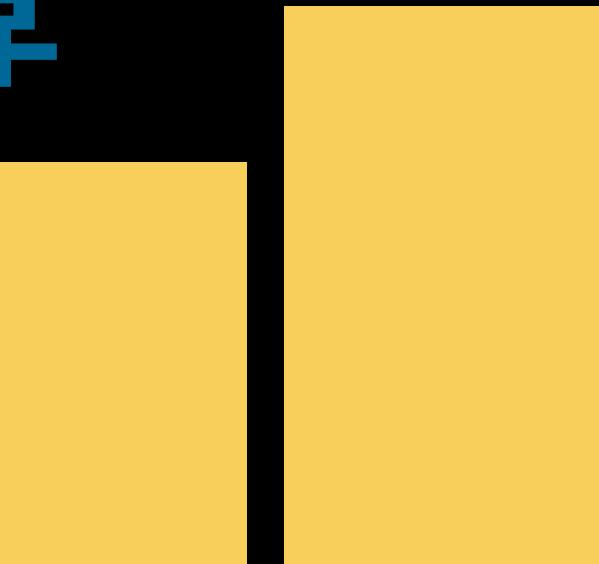
纳米架构

## 人机交互

### 多媒体

### 普适计算 MEMS

微信名：计算人 微信号：jisuanren





**主编**  
Ron Vetter  
北卡罗来纳大学威尔明顿分校  
vetterr@uncw.edu

**副主编, 学术研究**  
Kathleen Swigger  
北得克萨斯大学  
kathy@cs.unt.edu

**计算应用编辑**  
Rohit Kapur  
Synopsys  
rohit.kapur@synopsys.com

**多媒体编辑**  
Charles R. Severance  
csev@umich.edu

**副主编**  
Sumi Helal  
佛罗里达大学  
helal@cise.ufl.edu

**副主编, 特刊**  
Bill N. Schilit  
谷歌公司  
schilit@computer.org

**展望栏目编辑**  
Bob Colwell  
bob.colwell@comcast.net

**2014 年 IEEE 计算机协会主席**  
Dejan S. Milošić  
d.milovicic@computer.org

**行业编辑**  
计算机架构  
David H. Albonesi  
康奈尔大学  
Greg Byrd  
北卡罗莱纳州立大学

**专栏编辑**  
云封面  
San Murugesan  
BRITE Professional Resources

**安全**  
Jeffrey M. Voas  
国家标准技术研究所

**联合出版**  
中国计算机学会  
灵宸传媒  
订阅及联系: subscription@LCMedia.org

**图形和多媒体**  
Oliver Bimber  
奥地利约翰开普勒林茨大学

**计算对话**  
Charles R. Severance  
密歇根大学

**社会计算**  
John Riedl  
明尼苏达大学

**出版人, 执行编辑**  
管心宇 Xinyu Guan

**高性能计算**  
Vladimir Getov  
韦斯特敏斯特大学

**分析**  
Naren Ramakrishnan  
佛吉尼亚理工大学

**软件技术**  
Mike Hinckey  
Lero——爱尔兰软件工程研究中心

**资深编辑**  
马法达 Falda Ma  
刘妍 Yan Liu

**信息和数据管理**  
Naren Ramakrishnan  
弗吉尼亚理工大学

**教育**  
Ann E.K. Sobel  
迈阿密大学

**32/16 年前**  
Neville Holmes  
塔斯马尼亚大学

**特约编辑**  
史彦诚 Yancheng Shi  
刘大明 Daming Liu  
高天羽 Tianyu Gao  
费蛹 Yong Fei  
王璇 Xuan Wang

**互联网计算**  
Simon Shim  
圣何塞州立大学

**顾问委员会**  
Carl K. Chang  
荣誉主编

**绿色 IT**  
Kirk W. Cameron  
佛吉尼亚理工大学

**知识产权声明:**  
IEEE, IEEE Computer, IEEE 中文网  
站的名称和标识, 属于位于美国纽约的电气  
电子工程师学会有限责任公司所有的商标,  
仅通过授权使用。这些材料的一部分由 IEEE  
Computer 英文版翻译而来, 版权归 IEEE 所有,  
并经 IEEE 授权翻译复制。

**多媒体**  
Savitha Srinivasan  
IBM 阿尔玛登研究中心

**识别科学**  
Karl Ricanek  
北卡罗来纳大学威尔明顿分校

**Hal Berghel**  
内华达大学拉斯维加斯分校

**IEEE Computer** 的中文版权, 由美  
国电气电子工程师学会有限责任公司授予上海  
灵宸文化传媒有限公司, 并由本刊独家使用。

**网络**  
Ahmed Helmy  
佛罗里达大学

**研发**  
Chris Huntley  
菲尔费尔德大学

**Doris L. Carver**  
路易斯安那州立大学

**本刊发表的所有文章内容由作者负责, 并  
不代表上海灵宸文化传媒有限公司、美国电气  
电子工程师学会有限责任公司的立场。**

**安全和隐私**  
Rolf Oppiger  
eSECURITY Technology 公司

**无形计算**  
Albrecht Schmidt  
斯图加特大学

**顾问**  
Alf Weaver  
弗吉尼亚大学

**本刊内容未经书面许可, 不得以任何形式  
转载或使用。**

**软件**

Renée Bryce  
北得克萨斯大学

Jean-Marc Jézéquel  
雷恩大学

David M. Weiss  
农阿华州立大学

**带外 ( Out of Band )**

Hal Berghel  
内华达大学拉斯维加斯分校

**Naren Ramakrishnan**  
弗吉尼亚理工大学

**2014 年 12 月**

**刊名: 信息周刊**  
**定价: RMB 29**

**国际标准刊号: ISSN 1673-5080**  
**国内统一刊号: CN 11-5419/G3**

## CONTENTS

## 目 录

## CONTENTS

## 封面报道

**16 培养计算机行业中的性别多样性**

计算和信息技术是美国发展最快的行业之一，采取行动让吸引更多女性进入并留在这个行业，促进行业的性别多样化，将对这些行业满足未来的需求做出重大贡献。

**18 计算机专业的多元化：重要性及其实现方法**

与计算机有关的职业不仅充满乐趣、薪水高、安全、而且非常丰富，可为什么没有更多的女生投身于这个不断开发新技术、对我们的日常生活举足轻重、并且富于创造性的领域呢？

**24 拓宽人才来源：打破计算机行业内的性别壁垒**

当前的文化氛围必须改变，要鼓励女性接受教育，进入计算机科学和工程领域，要欢迎并支持行业、学术界以及政府内的女性技术工作人员。

**32 一条道路：对下一代计算机从业人员的指导意见**

吸引学生到计算机专业，之后在从基础教育到计算机相关职业方面对其进行指导，要求所有计算机专业人员积极参与和投入。

**36 超越性别：提高 K-12 计算机科学教育质量的系统性方法**

在课堂中，经常被忽略的一个问题是公平如何对学生和教师产生影响。因此，必须提供一种在美国的 K-12 计算机科学教育过程中解决上述问题的系统性方法。

**42 拓展参与：为什么和怎么做**

要求在计算机行业内增加女性代表有很多原因，其中最突出的原因是能够通过人才的多样化来提高解决方案的质量。

**46 美国弗吉尼亚大学计算机科学系多元化学学生教育**

在最近 10 年当中，通过课程改革、外展教育计划、以及其他各种举措，美国弗吉尼亚大学计算机专业的女大学生的百分比已经从 8% 上升到了 21%。

**54 计算机行业中的性别差异：个人意见**

为什么一些人会花费大量的时间和精力希望把越来越多的女性带入到计算机行业中。

**54 为目标远大的女性服务**

在计算机科学课程发展过程中，为初期的学习者提供更有吸引力和创造性的内容，这个学科的学习以及相关的实践才更有魅力，才会显示出智力上的迷人之处。

**56 对计算领域性别多元的个人思考**

在 IT 从业者中有一群人正致力推动计算领域的性别多元，他们有的是为了造福社会，还有的是为了给个人谋福利。

**57 回到内心的技术宅：关注计算领域的“社会”动荡**

一段非同寻常的职业道路交织起了计算机科学和社会科学，也引出了一个观察计算领域性别

## 新闻

**06 恶意广告攻击让受害者饱受勒索软件之苦****06 应用程序有望预测埃博拉病毒爆发****06 趋势：可穿戴设备酷似第二层皮肤****07 在美国申请软件专利越来越难****07 据传中国攻击苹果 iCloud****08 研究人员开发出酷似小企鹅的机器人****08 游戏企业强迫封停外挂供应商****09 让恒温箱中的宝宝感受妈妈的心跳****09 新一代以太网络正在研发****10 创业公司研发警用智能枪械技术**

## 绿色 IT

**12 真实的能源效率：为什么数据中心害怕电源管理**

为什么动态电源管理技术，虽然可显著提高数据中心的服务器的能源效率，但却依然未能普及？

## 图片

**64 可擦除可编程式只读存储器**

## 特写

**66 数据科学家应与领域专家紧密合作**

## 科幻小说原型

**72 想象并制造机器人（它还披着斗篷！）**

在 21 世纪机器人计划中，来自英特尔的团队与三位中学生合作，帮助他们设计、制造出独一无二的机器人。

## 社会计算

**76 社交生活网络**

计算机和信息科学家们已经开始关注赛博空间，但在许多新出现的社会问题当中，更加重要的则是真正的空间和时间。社交生活网络将这些因素回归到控制论的基本原则中加以考察。

## 恶意广告攻击让受害者饱受勒索软件之苦

至少有 22 个流行网站被骇客放置了恶意广告，这相继导致这些网站的用户感染了臭名昭著的文件加密勒索软件 CryptoWall。

来自安全公司 Proofpoint 的研究员表示，恶意广告大战已经波及到雅虎财经、AOL 不动产、Match.com、悉尼先驱晨报、阿根廷消息报等高流量网站。

Proofpoint 公司在博客上表示，这场大战每天至少使 300 万用户暴露在攻击下，每天为骇客带来 25000 美元收入。

恶意广告攻击利用在线广告渠道向受信任的网站散布带有恶意软件的、看似合法的广告。访问者只要访问了被感染的网站，就会被感染。

在最近的感染事件中，攻击者通过三家广告网络和交易平台向受害网站散布恶意广告：Rubicon Project、Right Media（现雅虎广告交易平台）以及 OpenX。

这些恶意广告利用 FlashPack 开发工具包攻击用户浏览器中的漏洞，在用户电脑上安装 CryptoWall 2.0。该软件会对用户的硬盘进行高强度加密，使其无法访问。

然后，骇客会要求受害者以虚拟货币比特币支付赎金，才给用户发送解密钥。

Proofpoint 表示，他们是在今年 9 月底首次发现这类恶意活动的，活动规模很小，但当时并没意识到这些事件是一场恶意广告战的一部分，直到最近，这类攻击的数量大幅增加，他们才察觉到这一点。

根据公司的说法，他们随后就开始联系广告网络和网站，后者开始逐步解

决问题。

Proofpoint 公司的研究人员表示，在将来要想阻止这类活动，网站所有者和广告经销商必须在先进工具上投资，这些工具能够在植入式恶意广告进入网站之前将其识别出来。研究人员还表示，用户必须保持对操作系统、浏览器和插件进行安全更新。

## 应用程序有望预测埃博拉病毒爆发

澳大利亚的一位医生开发了一款基于文字短信的系统，可以用来预测致命的埃博拉病毒的爆发，并将病毒的受害者指引到最近的合适的医疗机构中。

该系统的开发者穆罕默德·阿里·特拉德（Mohamad Ali Trad）医生想广泛

应用这一系统，并向世界卫生组织提交了寻求支持的提案。

病人可以使用他的应用来发送文字描述自身的症状（如“发烧”），发送给一个特定的号码，很快就会收到回信，回信中有距离最近的未满员的合适医疗机构的信息。

系统还能根据每组文字发送的地点记录下地理位置，这能够生成关于某些症状集中爆发地点的信息。

这些信息能够说明应该在哪些地区开放新的设施，疾病将在哪里开始爆发，将会如何扩散等。它还可以作为流行病学家、卫生系统官员和医疗机构的早期警报系统。

研究人员还可以对疫情爆发后的信息进行分析，来了解并阻止疫情扩散。

特拉德表示，虽然他的系统使用的移动技术，但在发展中国家的使用效率更高。在供“医生无国界”组织使用的过程中，他发现即使是最贫困的地区



也有蜂窝网络服务，人们也都有手机。

特拉德说，他最开始的想法是用这个应用来缩短澳大利亚的急诊室的等待时间，不过在埃博拉病毒在西非地区流行之后，他改变了最初关注的重点。

他还提到，这套系统可以用于任何传染病。

## 趋势：可穿戴设备酷似第二层皮肤

可穿戴计算正变得越来越流行、越来越重要，随着可以贴在用户皮肤上的计算和通信设备的出现，这一趋势正在发生新的变化。

这项技术和智能手表、谷歌眼镜和电子衣服等传统的可摘除、可穿戴设备都不一样。

这个新式可贴式设备非常薄，具有很高的延展性和可弯曲性。

MC10 公司正在测试一种只有口香糖大小的可贴式生物印章计算设备。该设备包括无线天线，一小块电池以及体温、心律和其他健康相关的传感器。该设备能够读取佩戴者的健康指标，通过无线网络传输给医生，甚至可以为生物计量

学应用程序收集数据。

一家名为 VivaLink 的创业公司开发了一款名为“数字化纹身”的设备。贴在手腕上的贴纸中包括近场通信电路，可以向佩戴者的智能手机发送解锁信号。

东京大学的研究人员正在设计电子皮肤，这是一种薄薄的可贴在真实皮肤上的塑料片，内含多个与健康相关的传感器。

他们同时还在开发一层可穿戴的 LED 灯，能够将皮肤变成显示设备。

一些时尚的设计人员正努力让可穿戴计算设备变得更富吸引力。

支持者表示，可穿戴设备有不少好处，比如可以让用户不用费心记得佩戴健康监测设备。

不过，隐私方面的担忧同样存在，比如骇客就可以获取到可贴式设备收集并发给医生的个人信息。

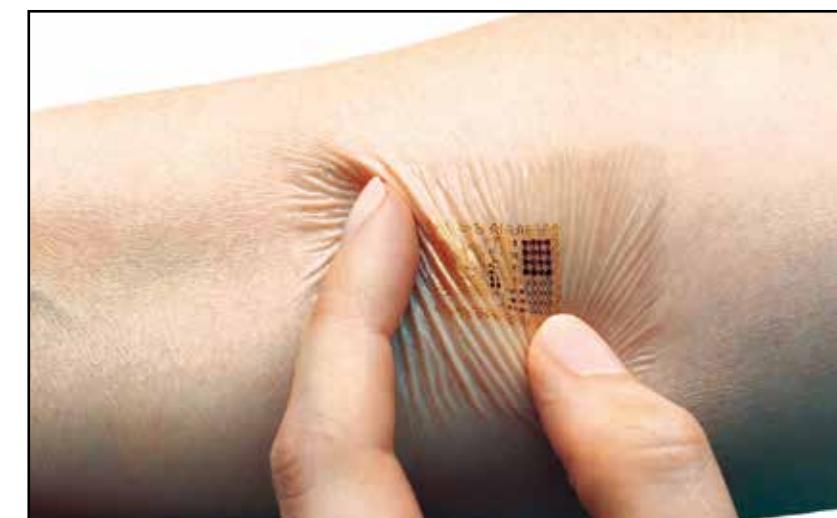
## 在美国申请软件专利越来越难

在美国最高法院做出关于创意专利的指标式判决之后的 4 个月里，美国专利和商标局（USPTO）拒绝将软件专利授予应用程序的案例数量比过去明显增多。

该局甚至取消了一些以前已经授予的专利。

法律分析机构 Lex Machina 发现，2014 年 9 月的专利案件数量比 2013 年 9 月减少了 40%，月度案件数量创 2011 年以来的新低。

这些变化是从 2014 年 6 月最高法院对爱丽丝诉 CLS 一案的做出判决之后开始的。该案中判决抽象创意不能作为专利，在计算机上实现抽象创意不一定会构成专利发明。



MC10 公司的生物印章计算设备可以贴在佩戴者的皮肤上。设备可以为用户或医生读取健康读数，医生可以通过无线网络远程收到结果。该设备内包括心电图、脑电图、肌电图、体温传感器和无线通信设备。

以知识产权案著名的凯拓国际律师事务所（law offices of Kilpatrick Townsend & Stockton）认为，这一判决改变了美国的专利版图。

该所根据专利法第 101 款研究了专利局的决定，该款内容是可被授予专利的技术类别。

该所发现，在 2014 年 1 月，专利局仅拒绝了 24% 的商业方式专利应用的专利申请，这类专利是一种针对频繁出售的软件而设的专利。而到了 2014 年 6 月，这类专利申请被拒的比例提高到了 78%。而与软件无关的专利申请的被拒数量几乎没变。

一些专家认为，商业方式专利更多地是在损害而非促进技术创新，因为专利中表述的概念十分宽泛，一不小心就很容易侵权。这可能导致专利持有者起诉用户，会让使用受保护专利的企业感到气馁。

凯拓国际律师事务所（law offices of Kilpatrick Townsend & Stockton）认为，专利申请被拒几率的升高会在某些情况下危害美国经济，会让企业因担心无法阻止他人使用自己的发明而没有勇

气大胆创新。

长期以来，软件专利一直以来就伴随着争议。

在 1990 年代，联邦上诉法庭审理了大量软件专利案件，从 2000 年开始案件数量的上升将这一问题摆到了最高法院面前，最高法院限制了这类案件的受理数量。

专利支持者认为，软件创新和硬件创新一样，都应同样享有受保护的权利。

反对者则认为，软件不应该被授予专利的原因很多。比如，软件创新不是独立创新，而只是抽象的数学创新，作为计算机的一部分加以运行而已。

## 据传苹果 iCloud 受到攻击

大量的苹果 iCloud 用户正被中间人攻击，然后盗取登录信息和其他个人信息。

尚无国家表示对此知情。一些安全分析人士称，最近的攻击相当容易监测到，因此可能并不是技术大国所为。

## 研究人员开发出酷似小企鹅的机器人



研究人员开发出酷似小企鹅的机器人，帮助他们在更近距离上观察真企鹅

有时候，研究人员想在野外近距离研究动物是很困难的，因为人的出现会给动物造成干扰和压力。有时候动物会逃跑或者难以饲养。

在过去，科学家试过在动物身上放置收集数据的传感器。但研究人员仍必须接近动物，才能获取设备的无线信号并收集信息。为了解决这些问题，由斯特拉斯堡大

学的研究人员领导的团队制造出了外形像企鹅宝宝的小机器人，这样就可以在南极近距离观察企鹅的聚居地了。

斯特拉斯堡大学的团队首先开发出了未经装饰的小型轮式机器人，将它们和南极海岸的珀泽申群岛和南极大陆上的阿黛利地的帝企鹅放在一起。

研究人员发现，这些机器人的出现使企鹅心率加快的程度只相当于人类出现时的四分之一。

而且当机器人靠近时，企鹅仅仅走开8厘米，而人类靠近时，企鹅要走开43厘米。更大的移动距离足以导致聚居地内的领土冲突。

科学家们随后又测试了装饰成企鹅宝宝的机器人，发现它们的干扰性更低。实际上，企鹅们还试着和机器人进行交流，甚至让它们加入自己的群体。

苹果在自己的官方网站上发表声明表示，公司知道针对 iCloud 用户的间歇性攻击，但这些攻击并未危害到 iCloud 服务器。苹果还表示，骇客攻击不会影响使用苹果计算机和移动设备登录服务的用户。

GreatFire.org 表示，攻击者利用国家防火墙将自己安插在用户和 iCloud 服务器之间。然后骇客会将受害者定向至一个以假乱真的 iCloud 页面上。攻击者可以获取用户输入的登录信息和其他信息，随后登录用户的 iCloud 账户。

苹果最近在一些国家发布的 iPhone 6 使用了新的默认加密方式。自从 2014 年 9 月 iOS8 移动操作系统发布以来，骇客（包括那些为政府工作的骇客）不再能够绕过设备内加密来获取文件访问权限。很多国家对此表示担忧，认为

这将损害本国追缉犯罪分子和阻止恐怖分子的行为。

这种中间人攻击会在 360 安全浏览器上自动进行，这是中国最流行的浏览器。不过，在其他浏览器上，如 Chrome、Firefox 和 Safari 上会弹出警告，提示用户正在访问不受信任的网站，给了用户一个断开连接的机会。

### 游戏企业强迫封停外挂供应商

多年来，游戏企业一直抱怨那些使用自动专家级外挂在游戏中获得成功的玩家，这对那些不凭借外部帮助努力赢得竞赛和奖励的玩家来说不公平。

现在，看起来游戏企业在这场斗争中取得了一次胜利。

暴雪娱乐已经成功迫使 Crawlerbots 公司关门大吉。Crawlerbots 开发在暴雪的《炉石传说》(HearthStone Heroes of Warcraft)、《风暴英雄》(Heroes of the Storm) 等游戏中使用的脚本程序。

最近，在机器人外挂活动出现大幅增长后，暴雪开始打击《炉石传说》中的挂机用户。据估计，玩家有大概三分之一的几率匹配到脚本玩家。最近的调查显示，有 10% 的《炉石传说》玩家承认在游戏中使用脚本。

暴雪首先在网站上警告用户，不会再容忍这种状况。暴雪表示“快乐、公平、有竞争力的环境是《炉石传说》游戏体验的核心，在此提醒大家，我们非常重视游戏的公平，使用第三方自动程序进行游戏……是对使用条款的侵犯。被发现使用脚本程序的账号将会受到惩罚，

最高包括永久封停账号。”

在发现对脚本程序的使用继续扩大之后，暴雪表示：“最近我们封停了数千个与使用第三方自动挂机程序进行游戏相关的《炉石传说》账号……这些账号会被封停至 2015 年。”

声明中继续说“从现在起，被发现作弊的账号将会在无警告的情况下被永久关闭。”

Crawlerbots 随后在其网站上宣布决定停止运营。“最近《炉石传说》的一波封号潮波及到了不少用户。在与暴雪进行讨论之后，很明显我们不得不立即撤下我们的产品和服务。”

专家表示，游戏公司必须要继续保持警惕，还有许多其他的自动脚本商还在运营。

### 让恒温箱中的宝宝感受妈妈的心跳

两位研究人员将可穿戴设备和传感器技术相结合，开发出一套设备。它能让保育箱中的新生儿感受到妈妈的心跳和呼吸，就像在子宫里一样，这会让宝宝感到舒适。

这么做可以解决不少病人和医生的担心，他们担心必须在恒温保育箱和新生儿病房中的早产儿或其他婴儿缺乏和人接触的体验。因为这些婴儿的特殊情况，他们很少（有时候甚至完全不可能）和自己的妈妈在一起。

针对这个问题，智利大学(University of Chile) 仿生学教授卡米洛·安德烈·阿纳瓦隆·阿拉莫斯 (Camilo Andrés Anabalón Alamos) 和发明家拉斐尔·P.M.朗 (Raphael P.M. Lang) 设计出了 Babybe 气垫系统。

他们打造出一款质感和人皮肤相似



Babybe 系统的构成包括传感器（左），妈妈将传感器放置在胸口监测心跳和呼吸节奏。控制模块（背景）负责处理传感器数据，将信号发送至一个质感像人的皮肤的气垫上，由信号控制气压泵使气垫运动，让宝宝感觉就像妈妈的心跳和呼吸一样。

### 新一代以太网络正在研发

先进网络技术的应用已经超出了传统的企业局域网的范围。

目前，对适用于基于云的数据中心和企业无线网络系统的网络技术的需求不断增长，此外网络运营商总是追求更快的主干网络。

为了应对这些问题，网络新技术的支持者们正在讨论能够提交给 IEEE 802.3 工作组讨论的几种新版以太网络，工作组负责制定网络技术的官方标准。

目前面临的关键挑战不仅包括以太网的加速，还要让其能够承担新的任务。

业内联合组织“以太网联盟”正致力于推进 25Gb/s 技术。初看来，这似乎算不上什么进步，因为目前已经有 40Gb 和 100Gb 的技术存在。

但是，以太网联盟是想使用 25Gb 以太网作为构建数据中心的基础设施。服务器可以每秒 25Gb 的速度连接至交换机，交换机将这些连接聚合起来，产生越来越快的上行速度，尤其是在流量增加的时候。



Yardarm 技术公司开发的无线传感器（图示绿色部分）可安装在枪柄的底座内部。传感器为执法机构提供关于警员开枪射击的各种重要数据。

开发 25Gb 以太网相对容易，因为可以使用和现有的组成 100Gb 以太网基本相同的 4 路 25Gb 的技术。

对单路 50Gb 以太网的开发工作也已经开始，该技术可用于连接数据中心的服务器。

以太网联盟正在讨论可能的 2.5Gb 以太网新标准，可以将建筑物内越来越快的 Wi-Fi 连接至有线网络。这比目前的连接方式速度更快，但仍在许多企业使用的 Wi-Fi 网络的以太网线的性能范围内。

还有一个 IEEE 小组在研究 400Gb 以太网，用于运营商主干网加速。

## 创业公司研发警用智能枪械技术

一家创业公司开发出了一种基于云的无线传感器技术，为警用枪械加入了智能成分。

Yardarm 技术公司表示，这种传感器可以安装在枪柄内，能在警员拔枪或开火时，为执法机构提供警告和地理跟踪信息，还能记录下所有开火情况，包

而且，即时的警告信息也会帮助上级警员更好、更迅速地为现场警员提供支持。

此外 Yardarm 还表示，其设备提供的数据能够对犯罪现场调查员有所帮助。

该公司称，这些信息有助于涉及警员开枪的调查。最近几年来，尤其在美国，这类事件变得越来越有争议，在许多案件中，警员都被指控在没有正当缘由的情况下开枪造成人员伤亡。

Yardarm 已经在投资人处筹得约 150 万美元，目前正在加州圣克鲁兹郡警局和德州卡罗尔顿警局试点使用这一技术。

Yardarm 公司同样面对私人保安公司和军方客户。

一些持怀疑态度的人质疑，智能武器是否足够可靠和有效。支持持枪权利的人则表示，采用这一技术可能会导致对不具备该技术的枪支的全面禁止，他们反对的正是这一点。■

编辑：李·加博，《计算机》杂志(Computer)。联系方式 garber@computer.org



# CSP

CCF Certified  
Software Professional

- 进入IT职场的通行证
- 参加认证达到一定水准，可获得企业优先聘用或高校计算机专业考研机考免试的待遇

2014年认证时间：9月21日、11月30日

### 合作企业



### 合作高校



CCF会员享受特别优惠

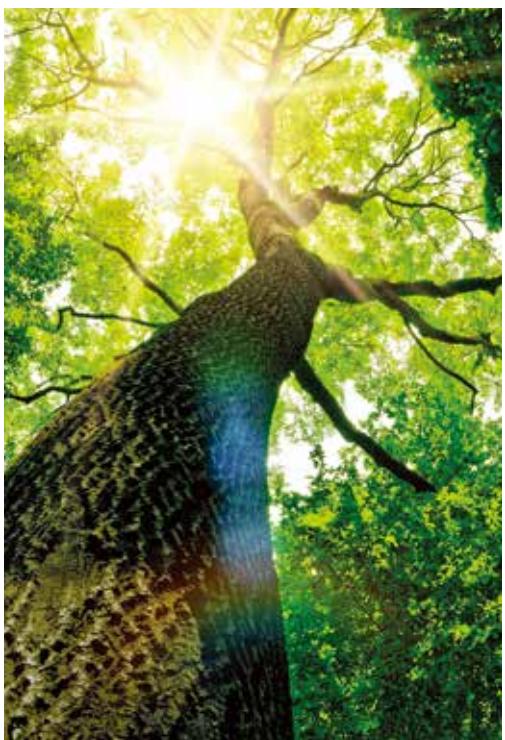
Tel: 010-62562503-17/25  
Email: cspro@ccf.org.cn



登陆http://cspro.org报名参加



立即申请加入CCF



# 真实的能源效率： 为什么数据中心害怕电源管理

柯克·卡梅伦 (Kirk W. Cameron), 弗吉尼亚理工大学 (Virginia Tech)

**为什么动态电源管理技术，虽然可显著提高数据中心的服务器的能源效率，但却依然未能普及？**

**服**务器和数据中心与动态电源管理扯上关系已有十几年了。在这段时间里，我进行过研究，也带领团队开发了实际应用；我走访了世界各地无数的数据中心，还与人合伙创办一个公司，为服务器提供电源管理软件。我认为自己算是这个领域的学术专家和业内资深人士；虽然整个领域仍然处于起步阶段。

但为什么在我的社区之外，我们并没获得更多重视呢？数据中心必须克服什么大挑战，才能让我们充分拥抱电源管理？要回答这些问题，需要考虑我们已经走了多远，以及是什么让我们持续成长。

## 电源管理的进展

尽管学术界和行业内众多研究人员

在积极努力——更不要提行业里的几个创业公司（包括我们在内）的竭力工作——来将动态电源管理技术引入数据中心，以支持当前从 Facebook 到 Dropbox 再到 Twitter 的服务革命，但采纳这一技术的仍然微乎其微。

动态电源管理确实能够显著而动态地提升服务器的能源效率。近年来的文献已经提出了数百个这类解决方案，从算法到硬件设计都有。英特尔、ARM、NVIDIA 等公司不断革新处理器电源管理技术，而内存和硬盘厂商纷纷跟上。

然而，这些技术通常并没有在数据中心环境中得到采纳。我曾经与之对谈过的大多数的数据中心运营商、首席信息官和首席技术官们避免在常见的服务器设备上采用动态电源管理技术——例如英

特尔的 TurboBoost 和其他类似自动电源管理工具；而就是同一群人，甚至对提升这类技术的软件方案更加怀疑。即使是指定于电源管理的负载均衡产品——如 VMware 的 vSphere——已经获得了一些认同，但整体上的发展依然缓慢，市场份额充其量在个位数。

## 风险因素

2006 年曾出现过一丝希望，让行业意识到不能全然忽视动态电源管理解决方案；在 10 年左右的时间里，它们将广泛出现在数据中心中。不断上涨的能源成本，结合以互联网驱动的技术，为这类技术营造出一个巨大的市场——并且让提供这类产品的企业获得丰厚的利润。

随着时间的推移，按照常规判断，世界上最大的服务提供商们将会采用那些被证明是最好的电源管理技术。

然而不幸的是，虽然 CEO 和 CFO 可能对任何减少成本的策略抱持开放态度，但他们很少会否认 CIO 和 CTO 对数据中心运营的责任——而相比于能源使用和费用，CIO 和 CTO 们更担心基础设施运行时的风险。

然而，企业和政府的环保压力，导致了财政方面和减少风险方面的妥协。诸如减少基础设施总碳足迹的目标，迫

**虽然 CEO 和 CFO 可能对任何减少成本的策略抱持开放态度，但他们很少会否认 CIO 和 CTO 对数据中心运营的责任。**

使 CIO 和 CTO 们开始采纳包括数据中心电源管理在内的政策。其中最聪明的人们寻找了在创造绝对最小风险的同时，还能降低成本的解决方案。

## 一场绿色“革命”

因此，CIO 和 CTO 们最常采用的电源管理“方案”有两种，要么把现有的方法重新包装成绿色的，或提供一些间接节省能源的方法，但主要是解决一个不大相关——但对他们更重要——的问题。在许多方面，这两种策略都会获得辉煌的成果，使 CIO 和 CTO 看上去似乎正在为组织的绿色目标做一些贡献，同时将他们设施的风险最小化了；并最终减少了他们失去工作的风险。毕竟，没有 CIO 或 CTO 曾经因为浪费能源而被解雇，但因没能保护好自己的基础设施而被解雇的 CIO 和 CTO 们可是为数众多。

让旧系统退休并替之以新系统，才

是任何数据中心运营商经过实践检验的真正义务。处理器厂商和系统设计师们在设计中的首要考虑，是他们的设计能力和产品整个生命周期的能耗。因此，用新服务器更换旧服务器，一方面是标准操作程序，另一方面也是一个为数据中心提高效率的机会。此外，“更绿的”新服务器处理能力远远超过旧服务器；因而，只需要更少服务器就可以支持相同的基础设施。

在电子商务和软件即服务模式 (SaaS) 激增时，数据中心运营商已经

必须经过培训才能操作所有新设备，你使用的也是之前就有的现成技术。组合这些技术（像那些在数据中心使用的）可能是新的，但实际上只是极小的创新。

即使是虚拟化——它的日益普及预示着很多改变游戏规则的创新，它能够解决电源管理问题，并带来更精简、更高效节能的设计——也远在需要更多能源之前，就做为一个概念存在了几十年；远远早于需要更多高能效的数据中心服务器之前。

当然，虚拟化确实使传统的数据中心无法使用一些环保技术（也许是大部分）。首先，虚拟化系统和服务器为数据中心提供了这样的能力，即当只有少数用户就提前超额购买。由于普及了计算能力密集的多核系统，在从存储器中进出数据所需的延迟将导致更大的性能效率损失。由于可控制超额购买的虚拟服务器能够显著减少完成一些服务的物理服务器数量，而同时对性能只有很小的影响，因此虚拟化间接提高了能源利用效率。

然而，如果没有虚拟化对维护的影响的话，仅仅超额购买很可能不足以推动这一技术获得采纳。大规模的系统维护——保持数据中心系统正常运行——可以说是数据中心最大的运营成本（是的，甚至比能源成本更高）。虚拟化系统可以在物理节点之间迁移的能力，减少了各种管理负担；例如，如果硬件开始出了问题，那么在等待失效系统修复的过程中，虚拟机可以正常迁移到另一个系统。因此，它提供了既能解决数据中心的维护成本，又拥有（通过巧妙的营销）减少能源使用的能力，这让虚拟化技术的风险可以接受，并增长了其市场份额。

## 并非新的创新

尽管用这样的硬件方法来提高数据中心效率，但实际上，减少能源浪费的真正创新与减少家庭能源消耗类似。花钱安装节能窗，增加额外的隔热层，安装太阳能屋顶板，你就会减少能源浪费。但即使安装需要聘请外部专家，就算你

## 面临的巨大挑战

那么，为什么数据中心不广泛采用直接的、动态的电源管理技术，如vSphere和TurboBoost？事实是，开发能明显提升系统能源效率的技术已经相对容易了。作为科学家，在真实系统或模拟器中，我们找出需要改进的度量标准，改进了新技术来提升度量、优化、评估，并且重复这么做。另外，我们在论文中提出了希望能够反映真实世界的理论，并用数学工具证明了我们的技术对旧系统的改进。至少对数据中心运营商来说，真正的问题是，部署在关键的生产环境时，是否值得冒险采用电源管理技术。

问题是，如动态电压、主频调节或硬件支持的虚拟化这些技术，已经在迅速变得日益复杂的系统中开发出来了。例如，经过几十年的研究探索，在对并行系统和应用程序的性能理解上已经有了一些成果。但多核系统的迅速普及，加上它们的最终规模和复杂性，让其中大部分工作已经过时了。另外，改变了并行系统性能特点的电源扩展能力也已经出现了。与此同时，在这些系统中需要持久性和稳健性的软件也在增加，因为在代码和原始硬件之间出现了抽象层和中间件。

综合来看，在并行的多个层次、软件抽象层、中间件和运行时系统、非确定性，以及硬件和软件自主的相互作用，引爆了被称之为“复杂墙”（Complexity Wall）的东西。没有封闭系统模型来描述软件如何在日益复杂的系统中执行，我们今天不可能了解所有相关电源管理技术的潜在副作用。

## 主流观点的真相

在不同的情况下，从不同数据中心运营者——特别是那些身处系统管理第一线的人们那里，我总是持续地收到一条

评论，就是他们不（或者不能）信任电源管理。一些设备已经在使用类似的技术时烧掉了。有些人认为这项技术还需要进一步的审查，才能放心地用在关键环境下（我从来没有见过哪个数据中心管理者说自己的系统不关键）。有的只是天生不信任任何新的东西。每过一段时间，就会有人给我讲个故事，告诉我启用了这样或那样的技术（如TurboBoost），会让性能暴跌。

事实上，我和我的同事在我们的工作中确实观察到一些性能损失的情况，但

**至少对数据中心运营商来说，真正的问题是，部署在关键的生产环境时，是否值得冒险采用电源管理技术。**

认为这些不过是随机的异常，而非系统固有的属性。但是几年前，这种传闻实在太让我困扰，于是我请一个学生开始寻找真实系统的问题，看看是否有任何证据表明，利用动态电源管理可能会导致性能急剧下降。我们的研究结果是一篇即将发表的论文和多篇正在付印的文章。

我们有两个重要的相关发现：

- 当启用电源管理时，可能会有显著的性能损失，以及
- 在观测性能损失的数据点时，在许多情况下，标准偏差超过平均值。

性能损失实际上是可重复的，但确定其根本原因，需要花费巨大的努力。<sup>1</sup>

然而，数据中心的运营者并不怎么关心。在关键时刻的重大性能损失可能会让他被解雇。这样不寻常的系统行为更难以解决、需要花费更多经历在升级和防止安全漏洞、或者替换出故障的硬件。简单地说，数据中心运营者既没有时间

也没有兴趣来处理在其系统中难以分离的性能问题。于是，他们关闭了电源管理。

谁又能责怪他们呢？是的，现状导致了大量能源浪费。但风险对于这些责任人来说太大了。

**我**将这些巨大挑战放在了那些进行能源效率研究的人们面前，来提升我们对能源管理和性能之间更深、更复杂的协作的理解。仅利用一项新技术和测量

能源节约是不够的。当技术部署在那些瞬息万变的系统中时，如果设计师不能解释



CCCF

从2005年3月创刊到2014年8月，CCCF已出版发行102期  
期间我们刊登了  
中国计算机事业创建50周年纪念大会专辑  
中国计算机大会等多个专刊  
云计算、物联网、大数据等几乎所有热点方向的专题  
以及脍炙人口的专栏、人物专访、动态、译文……



CCF会员可免费获得本刊  
欢迎加入中国计算机学会

# 中国计算机学会通讯

《中国计算机学会通讯》(Communications of the CCF, CCCF)是CCF旗舰刊物，2005年创刊，月刊。2014年3月正式推出iPad版。刊物设有：特别报道、专题、专栏、视点、动态、译文等栏目。邀请资深专家撰稿，也欢迎读者投稿。



# 培养计算机行业中的性别多样性

简·朱·普雷 (Jane Chu Prey), 国家科学基金会  
(National Science Foundation)

阿尔弗雷德·C·韦弗 (Alfred C. Weaver), 弗吉尼亚大学  
(University of Virginia)

**计算和信息技术是美国发展最快的行业之一，采取行动让吸引更多女性进入并留在这个行业，促进行业的性别多样化，将对这些行业满足未来的需求做出重大贡献。**

**你** 知道吗？在 2009 年，美国全部学士学位的 57%，数学和科学学位的 52%，生物学学士学位的 59%，数学学士学位的 42% 都授予了女性。与此同时，只有 18% 的计算机和信息科学学士学位授予女性。

## 出了什么问题？

这一现象为何对我们如此重要？计算机和信息科学是美国发展最迅速的行业之一：技术创新在美国和全球经济的各个部门中都发挥着关键性作用，计算机位列 10 大高端行业之一。不过，作为一个国家，我们并没有为吸引并留住满足未来需要的专业人才做好准备。到 2018 年，美国的大学培养的计算机科学学士数量只有 140 万岗位需求数量的 52%。

性别多样化的缺失会阻碍创新能力、生产力和竞争力的提高，计算机行业除了没能吸引和留住新的女性专业人才之外，还在逐

渐失去有经验的、对这一行感兴趣的人才。尽管 74% 的女性专业人才表示“喜欢自己的工作”，但却有 56% 的女性人才在职业生涯的“中期”选择转行，这对公司的损失是最大的。这一转行比例是男性的 2 倍。

## 我们能做些什么？

那么要改善这一情况，你能做什么？这个问题涉及到基础教育、大学本科教育、研究生教育一直到行业内部，并没有简单快速的解决方法，需要在上述每一环节上都重视起来。为了让对计算机行业内的性别多样性危机引起重视，我们编写了本期特刊。我们的目标是向您提出这些引人深思的挑战，希望您从中受到启发，并更加积极地参与应对这个非常重要的问题。

## 本期内容

本期内容包括两篇封面专题文章，分别介绍在推进潜在劳动的性别多样化上居于领先地位的代表性组织，以及如何鼓励人数不足的女生来学习计算机并从事相关职业。

这两篇文章分别是科罗拉多大学博尔德分校国家女性与信息技术中心的温蒂·杜波的《计算机专业的多元化：重要性及其实现方法》以及由安妮塔·博格研究所的特勒·惠特尼、丹尼丝·加默尔、

芭芭拉·吉以及卡罗琳·西马德所作的《拓宽人才来源：打破计算机行业内的性别壁垒》，为目前的形势提供了一个宽广的视角，并给出了由这些组织研究和开发，并可以影响形势变化的策略。

本期内容还包括对向更高级教育的输送渠道的概括。

由 AT&T 实验室的玛丽·费尔南德兹所作的《一条道路：对下一代计算机从业人员的指导意见》阐明了导师指导的力量，记述了“导师网络”组织取得的成功，该组织将科学、技术、工程学和数学界的专业人士与相应专业的本科生和研究生进行匹配，帮助他们成为下一代计算机科学家。在《超越性别：提高 K-12 计算机科学教育质量的系统性方法》一文中，计算机科学教师协会的克里斯·史蒂芬森和在弗吉尼亚州里士满市帕特里克·亨利高中任教的蕾贝卡·多维对实现男女间和各种族间享有平等的计算机科学教育的机会的必要性进行了探索。

以下是来自三所学校的代表撰文记述了成功增加了计算机科学项目中的女生数量而推行的措施。

- 《拓展参与：为什么和怎么做》克里斯托·伊尼、艾德·拉索斯卡、海伦妮·马丁和斯图亚特·雷格斯，华盛顿大学。
- 《美国弗吉尼亚大学计算机科学系多元化学生教育》詹姆斯·柯汉、麦格拉斯·柯汉和玛丽·露·索法，弗吉尼亚大学。
- 《增加计算机专业女性人数》玛丽亚·克拉维，哈维福德学院。

此外，一些积极致力于将女性带入计算机行业的人士也撰文说明了为何要选择投入大量时间和精力到争取女性的事业上。

- 《为目标远大的女性服务》迪帕克·库马尔，布林马尔学院。
- 《对计算机领域内性别多样化的个人思考》罗伯特·施纳贝尔，印第安纳大学布卢明顿分校。
- 《回到内心的技术宅：关注计算领域的“社会”动荡》凯特·塔伯德，华盛顿大学。
- 《直面难题，享受乐趣》安妮·安东，佐治亚理工学院。
- 《追求职业变化》爱丽丝·博诺姆·比亚斯、拉奎尔·罗马诺，谷歌公司。

这些人的故事说明，像你一样的人的努力和热情也可以鼓励更多女性和女生对计算机行业感到兴奋。本期《计算机》的数字版包括上述文章六位作者的采访音频。请访问：[www.computer.org/computer-multimedia](http://www.computer.org/computer-multimedia)。

**在** 你读过了这些发人深省的文章之后，你就可以决定让自己成为推动变革的一部分，和你的女儿、侄女、外甥女、邻居和她们学校的辅导员谈谈下一代计算机专业人才的光明前景，获得更加激动人心的机会来改变世界。你也可以将本期杂志和他人分享，请务必传递下去。

我们面临着巨大的挑战，但只要我们一起努力，就能克服这个挑战。我们必须承认，要成功就必须要有性别多样化的劳动力，我们必须努力实现这一点。■

简·朱·普雷 (Jane Chu Prey) 是国家科学基金会本科教育部的项目负责人，目前在科罗拉多大学博尔德分校休假。她在弗吉尼亚大学获教育技术学博士学位。她有在学术界、计算机业界和政府部门的工作经验，一直积极致力于推进计算机行业内的性别多样化。

阿尔弗雷德·C·韦弗 (Alfred C. Weaver) 是弗吉尼亚大学应用研究所主任，计算机科学教授。他在伊利诺伊大学获得计算机科学博士学位。他努力帮助女性和少数民族裔争取社会平等，在信息技术领域内获得高薪的创新相关的职位。



听听Diomidis Spinellis说什么

播客：“交易工具”

[www.computer.org/toolsofthetrade](http://www.computer.org/toolsofthetrade)

**Software** IEEE Computer Society



# 计算机专业的多元化：重要性及其实现方法

简·朱·普雷 (Wendy M. DuBow), 美国国家女性与信息技术中心 (National Center for Women & Information Technology)

**与计算机有关的职业不仅充满乐趣、薪水高、安全、而且非常丰富，可为什么没有更多的女生投身于这个不断开发新技术、对我们的日常生活举足轻重、并且富于创造性的领域呢？**

尽管女性占到职场人力资源总数的 57%，但却只占到计算机行业人力资源总数的四分之一 ([www.bls.gov/cps/cpsaat11.pdf](http://www.bls.gov/cps/cpsaat11.pdf))。如图一所示，工程行业的女性占有率甚至更低，在最近十年当中一直徘徊在 14% 左右。

据美国劳工统计局的统计数据，在计算机行业中，有色人种的职业女性人数严重短缺，亚裔美籍女性约占到 4%，非裔美籍女性占到 3%，西班牙裔美籍女性占到 1% ([www.bls.gov/opub/ee/2012/cps/annual.htm](http://www.bls.gov/opub/ee/2012/cps/annual.htm))。

计算机与工程行业的职场女性表示，她们往往被赋予执行者的角色而非创造者的角色，因而使得她们失去了亲身参与的勇气。

1 美国的专利数据表明，女性在职场中的创造性工作中的参与度可能正在提高，但依然落后于男性的参与度。例如，由女性所持有的专利数占总数的百分比从二十世纪八十年代的 2% 上升到了

2010 年的 8% ([www.ncwit.org/patentreport](http://www.ncwit.org/patentreport))。

如果我们假定，技术创新是瓦解的产物——即打破常规思维方式的结果，那么，一个技术开发团队就应当由观点和看法迥然不同的各个成员组成。在学术界和业界聘用、留住和晋升更多职业女性和因历史原因而占比不足的其他群体，不仅会能提高创新能力，而且还能有助于创造更大的社会平等，给予他们平等的机会去获取高收入和令人满意的脑力工作。

## 错过的机会

作为一个社会，如果我们没有一个可以全力参与技术创新的多元化员工队伍，我们就会错过潜在的创新机会。2 研究表明，通过正当的培训和管理，多元化团队——从文化、种族和性别角度而言——能够提高创造性、解决问题的能力、以及一些其他的重要成果。比如，一项针对 21 家公司的大型调查表明，成员性别比例为 1:1 的团队更加务实，也更有效率 ([www.london.edu/assets/documents/facultyandresearch/Innovative\\_Potential\\_NOV\\_2007](http://www.london.edu/assets/documents/facultyandresearch/Innovative_Potential_NOV_2007))。

理论上，计算机行业应当吸纳各种各样的人才以获得积极的效益，因为这是一个稳定且不断发展的领域。2009 年，当时美国国内的总失业率为 9.7%，而计算机行业的失业率仅为 5.4%；

而对于这些领域内的职业女性而言，其失业率就更低了，仅为 3.8% ([ftp://ftp.bls.gov/pub/special.requests/lfs/aa2010/pdf/cpsaat25.pdf](http://ftp.bls.gov/pub/special.requests/lfs/aa2010/pdf/cpsaat25.pdf))。由于需要极其宝贵的技能，职场人士们收入颇丰：2010 年，计算机行业的平均年薪为 73720 美元 ([www.bls.gov/oes/current/oes\\_nat.htm](http://www.bls.gov/oes/current/oes_nat.htm))。考虑到计算机技术在我们的日常生活中无处不在，计算机行业的力量很可能会一直保持下去。美国劳工统计局预测，从 2010 年到 2020 年，计算机行业的职位数量将增加 22%，而整个社会的职位数量的增幅为 14% ([www.bls.gov/opub/mlr/2012/01/mlr201201.pdf](http://www.bls.gov/opub/mlr/2012/01/mlr201201.pdf))。

不幸的是，大学生们却不是那么热衷于计算机科学专业，所以没有足够数量的大学毕业生来填补大量计划的职位空缺。2007 年，美国大学委员会对参加美国高考的 160 万中学生进行的一次调查结果发现，仅有 2% 的学生打算主修计算机科学专业，8% 的学生打算主修工程专业 (<http://research.collegeboard.org/content/archived-data>)。四年后，据美国国家教育统计中心的数据统计，美国的学士学位中，仅有 2% 的学位属于计算机的相关领域，而属于计算机科学领域的学士学位则更少 ([https://surveys.nces.ed.gov/ipeds](http://surveys.nces.ed.gov/ipeds))。而关于女性的统计数据则更加令人沮丧：在女性所获得的所有学士学位中，仅有 0.8% 属于计算机科学和信息科学。

如果女性在大学里都不学习计算机技术，那她们也不大可能将其作为一份职业。因此，各所专科学院和大学的计算机系内的教室里的同质化现象也就反映出了业内的分工情况。

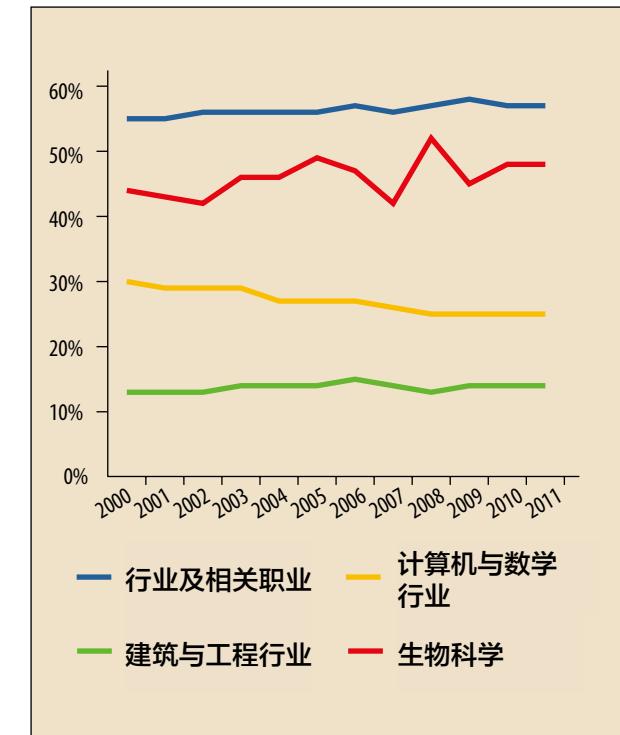
## 当前的现状

改变这种局面就需要更加密切地关注女性从中学到职场的过程中对计算机技术的参与度，找出女性所面临的障碍，并指明各个行业组织进行必要改革所能采取的方式。

## 中学阶段

大多数中学生都没有把计算机技术视为一个研究领域或者一种职业，他们对其也没有什么体会和了解。尤其是女中学生们，她们的父母、老师和辅导员通常都不鼓励她们选择计算机学科或工程学科。此外，各种媒体对这些技术领域的描绘也通常把这些领域的从业人员主要描述为男性，从而造成社会认知的片面性。

看看下面的统计数据：参加美国高考的男生中有 2% 有主修计算机科学的意向，而参加美国高考的女生中仅有 0.4% 有相同的意向 (<http://research.collegeboard.org/programs/sat/data>)。



在 2011 年参加大学预修课程考试的近 200 百考生中，超过一半的是女生，但在参加计算机科学专业的大学预修课程考试的考生中，却仅有 18% 是女生 (<http://research.collegeboard.org/programs/ap/data/participation/2011>)。尽管这些统计数据只说明了中学阶段的情况，但却有助于了解这个阶段之后的整个行业的性别组成情况。对大学预修课程的研究表明，参加指定专业的大学预修课程考试的学生更加有可能会参加该专业的大学课程 (<http://research.collegeboard.org/publications/content/2012/05/four-years-later-longitudinal-study-advanced-placement-students-college>)。如图 2 所示，从 1999 年起，每一年的计算机科学专业的大学预修课程考试中，女生所占的比例都是所有 37 门大学预修课程考试中最低的，一直徘徊在 18% 左右，甚至更低。

由于在中学阶段接触过计算机技术并对其感兴趣的学生数量较少，因此，进入计算机专业的各个班级的女生会发现自己所在班级内的性别组成情况与其他班级有很大不同。一名女中学生诉说了她曾经反复遇到过的经历：

去年，我是我们高级编程班唯一的女生，因此我每天都会面对这种性别比例失衡的状况。大多数人都没有意识到这种性别比例失衡的现象会如何转化为现实生活，因为一些数字和



图 2 - 1999-2011 年美国大学预修课程考生的性别比例

图表只是在人们的脑海中转瞬即过。

可是我了解这种性别比例现象，我就身在其中。我是我们班的机器人技术小组的四名女生之一，并且真正感受到需要在日常活动中去证明我自己，好像教室里的男生们都在怀疑我的能力似的。

在这种严峻考验中坚持下来的女生可能会表现得更加坚强，可是想想看，有多少优秀而有能力的女生却选择了逃离这样一个不受欢迎的环境啊！

## 高等教育阶段

据美国国家教育统计中心的数据统计，2010 年，女性获得了所有本科学位中 57% 的学位、以及一半的数学与理工科学位 ([www.ncwit.org/scorecard](http://www.ncwit.org/scorecard))。同年，女生却仅仅获得了计算机和信息科学专业 18% 的本科学位。虽然上述百分比从 2007 年起一直保持相对稳定，但图 3 显示，获得计算机专业学位的女性和男性的数量差距从 2000 年起一直在扩大。

目前在美国国内，很多中学内并没有开设严格意义上的计算机班——即使开设有，也没有足够数量的合格教师来为学生授课。因此，女生最终都没有选择在大学里学习计算机或工程专业，因为她们之前几乎没怎么接触或体验过计算机技术，而且也几乎或者完全没有得到过家长和同龄人的鼓励。

目前，也许只有在某一个系内会有极少数的女大学生发现自己是班上唯一的女生、或者是为数不多的几名女生之一。当然，

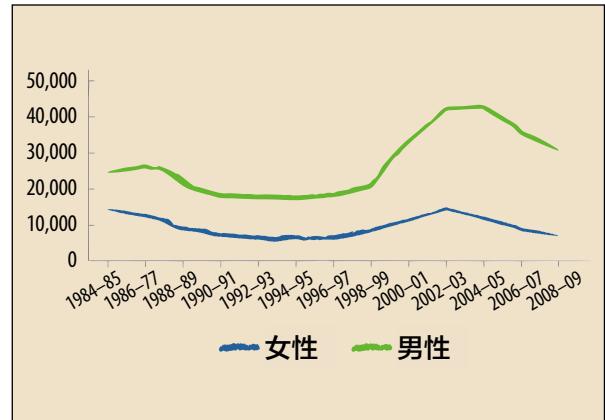


图 3 - 计算机与信息科学领域的学士学位按性别分布的情况：纵向图表。

这种情况还可能会发生改变。

一名年轻女性描述了她以前在一所公立大学的经历：

三年前，作为一名胆大的大一新生，我紧张不安地进入了一所公立大学，发现我是我所就读的大学内第一个攻读计算机科学专业学位的女生。而且，在我的主科课堂内，男生与女生的比例大约是 20:1，与全国的男女生平均比例相比，这一比例明显偏向了男生。不过，单单用统计数据并不能完全描述出我每天走进以男生为主的课堂时的孤独感。更糟糕的是，大一年级，班上的很多男生都不把我当同龄人看待，并且老是把我从他们的集体中排斥出来。如果我当初没有得到任何支持，我相信我肯定会放弃我的计算机科学班，而会选择一门对女生更有亲和力的课程。

这名年轻女性的故事可以说在那些对计算机技术拥有天分和激情、但最终却产生失落感的众多女生中有很强的代表性。

## 行内

作为一名处在以男性为主导的行业里的女性，恐怕会很令人不安。人们往往倾向于通过受成见左右的有色眼镜去看待一个被明显认定为“外来成员”的 [http://anitaborg.org/files/Climbing\\_the\\_Technical\\_Ladder.pdf](http://anitaborg.org/files/Climbing_the_Technical_Ladder.pdf)。在存在一名非常明显的外来成员的时候，最容易出现成见——一名周围全是男性同事的女性会比这个男性团队中的任何男同事更容易成为遭受成见对待的目标，并可能被人认为在技术上处于下风。<sup>3</sup> 近来的研究表明，目前存

在一种把以男性为主导的行业（如计算机行业和工程行业）内的女性视为要么能干、要么可爱、但却不可能同时兼备的趋势，并且发现，这种观念对女性的事业产生了有害身心的不利影响。<sup>4</sup> 女性本身也很容易受到被称为“成见威胁”的境遇，她们会感到自己缺乏工作能力，因为对她们抱有的这种成见在暗示：她们就是缺乏能力，因而她们工作时的实际表现就会真的不尽如人意。这种无意识的偏见在以男性为主导的教室和工作场所都会出现，尽管我们的本意也许是好的。

在工作场所还会出现其他一些偏见。下面一位拥有高级技术职称的女性的故事则说明了为什么一些公司会因为墨守陈规而失去工作努力的女性人才了。

身为一支刚刚起步和快速成长的工程团队中资历最高的女性，我热爱我的工作。取得创作成果时的激动、获得资金的跌宕起伏、行业内的激烈竞争——没有什么能比得上我的团队了。因此，当我做了妈妈的时候，我发誓不要让我的团队失望。早上，我把小孩丢在日间托儿所，八点按时到岗，然后马上开始工作。大约十点到十点半左右，这群单身贵族们才开始一个个露面。

他们会喝着咖啡、吃着早餐，并坐在办公桌旁，浏览自己喜欢的博客和新闻网站。上一会儿班后，就到了午餐时间了；我会坐在我的餐桌前吃午餐，而他们则会出去或者去健身房。到了下午之后，就在我跑着处理工作以便下班后可以接小孩的时候，我的同事们则大多围在一起玩飞盘、桌上足球或者乒乓球。下午五点，我会下班并去接小孩，然后与家人一起吃晚餐。通常我会在九点上线，看看我的同事们对我这一天的工作有什么评价。

不久前，我还在准备升职；凭我的同行评估和我自己的经验，升职是十拿九稳的事。可是我的经理却怀疑我的事业心。他说，“当我晚上九点过来看时是，我看到你的很多同事还坐在办公桌前边吃比萨边工作。我知道你经常上网，但这不是一回事。”我对他说，“当然，他们晚上九点还在办公桌前，他们在那个时候还只工作了六个小时。”然后我被告知我被解雇了。如果我的经理不知道在岗时段和工作效率之间的区别，我就永远得不到我应得的回报。

这个故事证明，不仅适合家庭生活的工作策略对于留住职

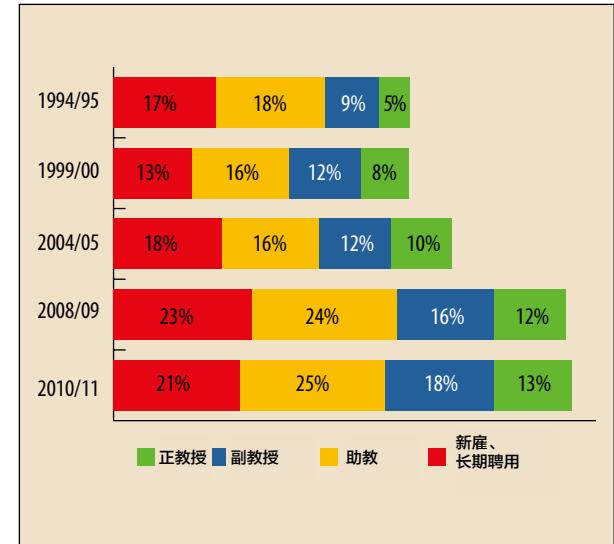


图 4 - 1995-2011 年可授予博士学位的大专院校计算机科学系的女生比例

业女性关系重大，而且认识和评价不同价值和工作风格的道德标准对于能否留住职业女性也会有很大影响 ([www.ncwit.org/supervising](http://www.ncwit.org/supervising))。

## 教育领域

如图 4 所示，大专院校计算机系的所有职位上的女性所占比例从 2002 年起一直在大幅上升。不过，职位等级越高，女性所占比例越小。即使考虑到大专院校聘用和晋升所带来的正教职位人数的缓慢变化，计算机系的女性比例也落后于其他科系，2006 年女性人数占所有正教职位的 20% 到 30%，而五年后的变化也不大。<sup>6</sup>

尽管只占职位总数的一小部分，但拥有计算机专业博士学位的女性一直都是成果显著的论文作者。平均而言，在过去 50 年当中，拥有计算机博士学位的女性比拥有计算机博士学位的男性每年所写的论文多一篇以上。<sup>7</sup> 目前尚不清楚是什么原因促成了这么高的论文作品量，但可以确定的是，拥有计算机博士学位的女性为这一领域积极地贡献着她们富有创造性的才智。

## 采取行动

计算机行业需要更多有创意的思想家和解决问题者。既然实现潜在劳动力的多元化可以解决这一问题，那么现在的问题就是，该怎样做才能激励社会参与度较低的群体中的个人把计算机技术作为一个研究领域或职业呢？这个问题可能看上去很棘手，但计算机大专院校和专业人员却可以采取一些行动来弥补这些群体对

计算机专业的低迷态度。

### 提高中学层面的职业意识

很多大学的计算机系和计算机企业已经制定了针对当地中学的外招计划。派驻代表到中学宣传计算机行业、呼吁中学生们投

### 各种职场必须抛弃狭隘的性别成见才能留住目前任职的那些技术型职业女性。

身计算机事业，不失为一种提高学生职业意识和招聘人才的好办法。美国国家女性与信息技术中心提供各种资料，这些资料在提高高中学生们（尤其是女生们）的职业意识和普及计算机知识方面已经收到了很好的效果。这些免费的资料包括一些可以在教室内进行的计算机实践活动和饶有兴趣的演示材料。

这些资料当中的三个例子包括：计算机科学套装包：放飞你的课堂；外招套装包：信息技术探秘；以及巡回宣传套装包：外招模式的资本化（[www.ncwit.org/resources](http://www.ncwit.org/resources)）。这些计划的使用者在使用后发现，让同辈或同龄人去参与并丰富中学的宣传展示活动很有帮助——大学生或者年轻员工们可以与中学生们建立更牢固的情感纽带。教师们在宣传展示活动之后提供的反馈能够有助于对下一次的外招活动做出改进。

要起到大规模的作用和效果，各所大学或者企业可以在当地甚至在全国范围内开设更为正式的计算机课堂。自告奋勇向您的学校董事会进行宣传展示，或者参加“计算机核心技术”志愿者活动、或者给您的政府或当地负责人写信（[www.computinginthecore.org](http://www.computinginthecore.org)）。“计算机核心技术”提供了一套宣传倡议工具包，里面包含在一个你可以按需定制的信函模板。

### 在大学层面上招生和吸纳人才

大专院校不仅可以从中学招收新生，还可以从他们自己的大学内部招生。针对入学新生、未选定专业的学生和具有数学天赋的学生开展招生工作，就可以招收到那些很有才华、但原本并不打算主修计算机专业的学生。

课程改革能够发挥很大作用——让那些学生一进入计算机系之后就会一心投身于这个专业。很多计算机系，包括印地安纳大学、哈维姆德学院、斯坦福大学、弗吉尼亚理工学院和康奈尔大学的计算机系，都对其基础入门课程进行了调整，以使其更加通俗易懂、有针对性、并且与学生的日常生活休戚相关。一些计

算机系还将主修基础入门课程的学生与不主修基础课程的学生分开，或者将有一定计算机基础的学生与没有基础的学生分开。尽管针对不同学生群体的课程内容还是一样的，但对于计算机基础薄弱的学生而言其效果明显要好得多。<sup>8</sup> 将这些基础课程和进阶课程与生动有趣和引人入胜的职业前景明确地联系在一起，从而激励学生去选择计算机专业。

研究表明，各个教师所采用的教学方法的微妙调整还可以有助于把学生引向专业之路，有关作业和个人进步的前期反馈和特定反馈所起的作用最大。在课堂上属于少数群体的学生可能更容易因为没有归属感而缺乏自信。<sup>9</sup> 大量的研究表明，女生比男生更有可能对自己取得好成绩的能力缺乏信心，即便他们的成绩与男生的成绩一样出色。<sup>10、11</sup> 计算机系内的学生开展经常性的、积极主动的互动活动，能够有助于增强学生对该系的归属感，这样即使课程难度越来越大，学生们也会对这个专业锲而不舍。

美国国家女性与信息技术中心免费提供了各种可供下载的文档资料，其中就包含了有关这些教学方法的信息，例如“大学计算机专业招收女生战略规划：短期内取得成效”、“计算机专业大学生人才保留实务”、以及“计算机专业大学生人才保留十大方法”（[www.ncwit.org/resources](http://www.ncwit.org/resources)）等。

### 对职场环境进行改革

从政策实施到管理者的行为主方式的改变，技术性的职场能够为扩大职业女性及其他少数群体的存在感和调动其积极性提供巨大帮助。积极地将女性和少数群体聘任为实习生和初级员工，能够有助于开辟一条发掘新型人才的渠道。在聘用过程中，在要求具备与职业有关的关键技能的同时对非传统教育或教育背景持开放态度，会很有帮助，并且与为获得应聘者所采用的必要职业技能同样有用。

各种职场必须抛弃狭隘的性别成见才能留住目前任职的那些技术型职业女性。制定、实施和遵守有利于家庭生活的工作作息时间表（包含弹性工作时间和远程办公）能够避免有才能的职业女性（以及男性）在事业中途离职。为技术型职业女性和有色人种人士提供积极资助和职位晋升，有助于营造一种对属于少数群体的员工们关爱体贴的职场氛围（[www.ncwit.org/thefacts](http://www.ncwit.org/thefacts)）。

个别管理者们可以提高企业招聘和留住技术性职业女性的能力，但鲜明的政策声明和管理层的支持对于确保职场文化有利于实现员工多元化也很重要。

这些做法——以及其他一些经实践证明可为计算机行业吸纳和留住更多职业女性的做法——都在美国国家女性与信息技术中

心的资料中进行了说明，尤其是在工作手册《提高女性投身计算机行业的战略规划》、《管理层留住技术型职业女性的十大方法》、以及《企业管理套装系列》等，均可在线获取。

### 周到体贴地开展变革

在中学层面和高等教育层面上消除课堂和作业布置方面的无意识偏见至关重要。即使正确的方法已经落实到位，大专院校计算机系也必须清楚可能会在无意识当中影响招生和人才保留的一些做法。尽管制定和实施各种政策至关重要，但认识和避免招聘、雇用、绩效考核和职位晋升中存在的偏见，对于在职场环境下实现持久的文化观念的转变也十分关键。

即使您成功招聘到多元化人才，您依然可能面临着诸多挑战。必须对多元化团队和课堂进行适当的管理，才能消除因为各种学生和员工聚集到一起所产生的各种偏见、团队内外的各种思想和作风。重点关注当前的工作或难题，可以有助于化解多元化团队成员当中可能出现的各种潜在的冲突。<sup>12</sup> 另外不要想当然地以为某一个人就代表了其整个种族或性别群体，这一点也很重要。

**在** 工作当中的闲暇时段腾出一些时间为实现计算机行业人才多元化而有所行动，无论是审核您的计算机技术专业基础课程、还是与您的人力资源代表畅谈一番、或者是在您当地的中学开展一次宣传展示活动。只要采取行动，您就是在为营造一个更加丰富、更加多元化的计算机专业学者和团队的大环境而尽一份力。■

### 参考文献

1. Center for Work-Life Policy, “The Athena Factor: Reversing the Brain Drain in Science, Engineering, and Technology,” 2008; <http://hbr.org/product/the-athena-factor-reversing-the-brain-drain-in-sci/an/10094-PDF-ENG>.
2. Y. Doz, J. Santos, and P. Williamson, “Diversity: The Key to Innovation Advantage,” European Business Forum, vol. 17, 2004, pp. 25-27.
3. E.A. Mannix and M.A. Neale, “What Differences Make a Difference? The Promise and Reality of Diverse Teams in Organizations,” Psychological Science in the Public Interest, vol. 6, no. 2, 2005, pp. 31-55.

4. M.E. Heilman et al., “Penalties for Success: Reactions to Women Who Succeed at Male Gender-Typed Tasks,” *J. Applied Psychology*, vol. 89, no. 3, 2004, pp. 416-427.
5. J. Aronson et al., “When White Men Can’t Do Math: Necessary and Sufficient Factors in Stereotype Threat,” *J. Experimental Social Psychology*, vol. 35, 1999, pp. 29-46.
6. M. West and J. Curtis, *AAUP Faculty Gender Equity Indicators*, Am. Assoc. University Professors, 2006.
7. J.M. Cohoon, S. Nigai, and J. Kaye, “Gender and Computing Conference Papers,” *Comm. ACM*, 2011, vol. 54, no. 8, pp. 72-80.
8. W.M. DuBow et al., “Implementing Evidence-Based Practices Makes a Difference in Female Undergraduate Enrollments,” *Proc. ACM Technical Symp. Computer Science Education (SIGCSE 12)*, ACM, 2012, pp. 479-480.
9. K. Singh et al., “Women in Computer-Related Majors: A Critical Synthesis of Research and Theory from 1994 to 2005,” *Review of Educational Research*, vol. 77, 2007, pp. 500-533.
10. S. Beyer, “Gender Differences in the Accuracy of Self-Evaluations of Performance,” *J. Personality and Social Psychology*, vol. 59, no. 5, 1990, pp. 960-970.
11. J. Margolis and A. Fisher, *Unlocking the Clubhouse: Women in Computing*, MIT Press, 2002.
12. C.A. O'Reilly, K.Y. Williams, and S.G. Barsade, “Group Demography and Innovation: Does Diversity Help?” *Research on Managing Groups and Teams*, D. Gruenfeld, D. Mannix, and M. Neale, eds., JAI Press, 1998, pp. 183-207.

**温迪·杜波**是美国国家女性与信息技术中心的一位研究员，她在该中心从事有关计算机专业女生招收和职业女性聘用的方案评估与社会科学研究。杜波还规划并实施了各种短期研究项目和长年研究项目，进行各种方法的定量和定性研究，包括公众舆论调查、需求评估和方案评估等。可通过电子邮箱 [dubow@colorado.edu](mailto:dubow@colorado.edu) 与其本人联系。

**CN** 免费阅读计算机协会的文章和专栏：  
<http://ComputingNow.Computer.org>



# 拓宽人才来源： 打破计算机行业 内的性别壁垒

特勒·惠特尼(Telle Whitney)、丹尼丝·加默尔(Denise Gammal)、芭芭拉·吉(Barbara Gee)、乔迪·马霍尼(Jody Mahoney)和卡罗琳·西马德(Caroline Simard)，安妮塔·博格研究所(Anita Borg Institute)

**当前的文化氛围必须改变，要鼓励女性接受教育，进入计算机科学和工程领域，要欢迎并支持行业、学术界以及政府内的女性技术工作人员。**

**计**算机创新是科学研究、医疗保健、教育和消费产品等行业实现重大进步的核心。要实现突破，计算机科学家和工程师们必须从多个角度解决困难的技术问题。的确，有研究显示，在尖端创新方面，实现多维度下的团队多样化要比团队成员的个人能力重要得多。

不过，能否意识到团队多样化的好处，取决于是否有善于鼓励和利用不同观点的积极文化。遗憾的是，女性技术人员的来源越来越窄，已经阻碍了计算和计算机工程领域内的进步。我们在本文中将讨论由于业内女性的稀缺导致的创新机会的丧失，仔细研究导致女性比例不足的原因，并探讨旨在改变这些不良趋势的进步和实践。

## 人才来源渠道上面临的挑战

相关研究清晰地表明，在计算机业内，性别多样化能够极大地促进创新、改善决策和提升股东利益。然而，在人才引进的整个流程中，女性都处于严重短缺的状态，而对于已经进入这一行业的女性来说，也有几个因素阻碍着她们的晋升或继续留在这一行内。

即便是全世界对计算机人才的需求剧增的今天，这一行业内的女性比例仍在稳步下降。在美国，拥有计算机科学学士学位的女性占全部计算机学士学位获得者的比例从1985年的37%的高点大幅下降至2009年的18%。在偏重研究的机构中，女性计算机科学学士的比例由2000-2001年的19%降至2010-2011年的11.7%。对于代表比例不足的少数族裔团体，这一现象更加严重：非洲裔美国人仅有4%获计算机科学学士，拉丁裔美国人仅有不到2%，这两个数字自1985年来一直未变。在计算机科学更高级的教育中，女性的比例也好不了多少：获计算机科学硕士的女性从2000年的34%降至2009年的27%。获计算机科学博士学位的女性则一直停留在22%。

出现这个问题的远不只是美国。在德国获计算机科学和数学学士学位的女性比例是35%，在英国是26%，法国为24%，西班牙为25%，澳大利亚为23%，巴西为22%，而美国为25%。而在另一些国家和地区，女性获得计算机科学学士学位的

比例要高的多，比如印度、罗马尼亚、保加利亚、台湾和菲律宾。但这些国家的女性仍面对同样的职业壁垒，这让大量女性离开这个行业。

## 障碍：入职、坚持和晋升

只有25%的计算机科学家为女性，而且女性在技术行业内的分布呈金字塔结构，越接近顶端，数量越少。男性获取高级别职位的机会是女性的2.3倍，获得升职的女性更多的是管理类职位，而不是创新类。转行的女性计算机科学家比例很高，有一多半在职业生涯的中期离开供职的公司。

造成计算机业内各个层级女性比例持续不足的原因有很多，在高中、大学和研究生阶段以不同方式体现，限制了学生的择业和晋升。

“极客”的陈词滥调。长久以来，计算机业内形成了一套制度化的招聘活动，即偏好那些过去曾接触过计算机的人，严重偏向男性求职者，认为那些具备“计算机专长”的人更可能是反社会的、独立的男性。这种印象已经发展成为一种强烈的“极客”的陈词滥调，阻碍着女性和少数族裔学生考虑进入计算类行业，也降低了女生的父母、老师和辅导员们鼓励她们学习计算类专业的可能性。

这种陈词滥调会危害遭遇偏见的团队中的个人在职场中的表现，最终导致她们退出这一行。同时，对这一行业生活方式的扭曲印象也会让人们避开这一行业。许多女性错误地认为，要想在计算机行业获得成功，就必须在小隔间内工作极长的时间，把全部精力都放在工作上，将朋友、家人、兴趣爱好、个人时间和娱乐完全排除在外。

榜样和导师的稀缺。行业内的榜样能够排解这种陈词滥调的负面效应，在STEM(科学、技术、工程学和数学)专业中尤其如此。然而，对于考虑学计算机专业并从事该行业的女生来说，在业内、政府和学术机构内都没有几个榜样人物，对于比例不足的少数族裔女生来说，榜样就更少了。考虑到榜样的激励和指导是女生留在STEM领域内的重要预测因素，所以榜样稀缺的问题尤其严重。

受到孤立或缺乏有影响力的社交网络。除了缺乏榜样之外，计算机行业内的女性普遍经受过孤立。在规模较小的学校里，年轻女孩在班级中常常感到孤独。这个趋势延续到了她们进入工作岗位之后，女性缺乏对升职至关重要的社交网络资源。人们天生倾向于和自己类似的人建立联系，由于计算机业内占据强有力的比例要高的多，比如印度、罗马尼亚、保加利亚、台湾和菲律宾。但这些国家的女性仍面对同样的职业壁垒，这让大量女性离开这个行业。

职位的女性很少，所以女性更容易被排除在重要的人脉关系之外。

持续性的无意识偏见。进入计算机行业的女性容易经历持续性的无意识的偏见，阻碍她们继续留在业内和升职。研究显示，人们会将技术能力和领导力和男性特质联系起来，这导致在技术行业中存在着有利于男性的隐性偏见。女性工程师被排除在创新过程之外。而遭不尊重的态度或遭受不公正对待，则是导致科学

**只有25%的计算机科学家为女性，而且女性在技术行业内的分布比例呈金字塔结构，越接近顶端，女性越少。**

类专业的女性中途转行的关键原因。

令人泄气的文化。技术行业一般喜欢自信的交流方式，奖励竞争行为和自我推销，追寻与刻板的男性工作特质联系紧密的“英雄”文化。这对女性产生了双重束缚，人们要她们更加自信，但如果她们顺从这种文化规范，又会被打上“有侵略性”的标签。

许多技术公司同样不承认其员工对家庭的责任，并认为那些配偶宅在家里、任何时间都不工作的员工应该获得升职。这进一步阻碍了女性的升职，因为从事计算机行业的女性的配偶是上班族的几率是男性员工的2倍。事实确实如此，研究显示，79%的女性技术员工的配偶是全职上班族，而男性技术员工的这一比例为38%。

## 解决方案：安妮塔·博格研究所

经验表明，除非克服上述障碍，否则性别多样性程度不会提高。作为女性个人必须知晓这些陈词滥调和无意识偏见，展现出领导才能，注意招入、推荐、指导和支持女性同事，并要求更加平等的新的雇佣选择渠道。同时，企业必须为增加性别多样性设立真正的目标，并让企业和经理人员为实现这一进步负起责任。然而，要打破文化上和制度上的阻力是困难的，为实现这一进步，已经有很多组织机构相继成立。

安妮塔·博格研究所(The Anita Borg Institute, ABI)是一家非盈利性慈善机构，旨在全球范围内增强女性在计算机和工程领域的参与度。该机构由计算机科学家安妮塔·博格于1997年创立，与计算机业界、学术界和政府合作，招募、雇佣和提拔女性技术人员，同时建立社区，提供资源和工具来帮助女性技术人员提升职业表现。

该机构每年通过线上和线下的方式与 17000 多人取得联系，社区内参与人数达到 6 万余人。该机构的项目和行动已经使那些愿意改变女性境遇的公司发生了实实在在的变化，并进一步认识到了性别多样化在促进创新和提高自己在整个科技行业内市场占有率上的好处。

## 安妮塔·博格研究所每年通过线上和线下 的方式与 17000 多人取得联系，社区内 参与人数达到 6 万余人。

### 个人项目

安妮塔·博格研究所的项目直接解决女性技术员工在入行渠道的每个阶段所面对的问题。该计划以研究结果为基础，使参与人认识到陈词滥调和无意识偏见的存在，并提供技术知识和职业技能提升方法，使女性完全认识到自己在工作岗位上的潜力。

**格蕾丝·霍普女性计算大会 (Grace Hopper Celebration of Women in Computing, 简称 GHC)** 始创于 1994 年的这一盛会是世界最大的女性技术人员的聚会。仅在过去的 5 年中，这一 ABI 署名的活动已经为来自 40 多个国家的 11600 多位参与者提供了服务，其中大约 40% 是大学生，其余参与者有来自计算机业内、学术界和政府的各级人士，此外还有男性支持者。几百名会议领导人、委员会成员，奖学金申请评审人员和发言人全部是来自全球社区内的志愿者，社区旨在为有孤立感的女性技术人员提供更多机会，让她们到氛围积极、资源丰富的网络上参与活动。

GHC 的项目专为解决计算机业内的性别壁垒问题而设计，项目内容包括：

- 由包括 Facebook 首席运营官，首位董事会成员谢丽尔·桑德伯格 (Sheryl Sandberg)，以及哈维姆德学院主席玛利亚·克拉维 (Maria Klawe) 在内的主题发言人来启发、鼓励和示范领导力。
- 受邀的发言人和会议环节会探索计算领域内的进步，并突出表现技术职业选择。
- 职业发展环节让女性凭借技术提升自己的职业表现。
- 高层女性峰会，帮助高层职业女性拓展人脉。
- 举办一场招聘会，为招聘者和求职者提供一个动态的市场

和简历数据库，共有 100 多家对女性技术人员感兴趣的企业和高校参加。

- 图片讨论环节，有 200 多位女性技术人员展示她们的研究，这成为向美国计算机协会学生研究竞赛 (ACM Student Research Competition) 提交成果的最大来源。
- 通过领导力、社会影响力、教育和支持等方式为全世界促进女性技术人员的进步做出重大贡献的个人和团队颁奖。
- 为参与者提供机会拓展人脉，与导师建立联系。
- 开源日活动。女性在软件开发项目上彼此合作，造福社会。

GHC 的活动由美国国家科学基金会、计算机业界和学术界共同赞助，每年约有 300 名女性学生受助参加。参与这项盛会对于学生有多个层次的独特促进作用 ---- 她们彼此互相联系，和行业内的领袖、教师和榜样人物会面，学习了解计算机行业。本文中的插文框《导师的力量》就是一个例子，讲述了 GHC 大会如何改变了一位学生的生活。

安妮塔·博格研究所对所有参会人员和国家科学基金会资助的长达三年的纵向研究资助基金的申请人进行评估，这表明 GHC 可以激励女性学生选择计算机专业，激励她们从事技术类职业，并坚持下去。

- 几乎所有参加 GHC 大会的学员在参会 20 个月之后仍在从事 STEM 领域的工作。
- 参加 GHC 大会的学员可以了解到在技术领域中的职业和学术方面的机遇，并获得有助于在职业上成功的工具。
- 大约五分之一的 GHC 学员在参会期间获得了入职机会。
- GHC 学员表示在融入大会环境很长时间后，对从事技术行业感到精力充沛、信心十足。
- 在参会 20 个月之后，有 40% 的学员仍然与会上见面的业内专家和教师保持着联系。

- 61% 的学员开始在自身的领域内为他人提供指导意见，49% 的学员到高中去探访，鼓励更多的女孩从事计算行业。

**格蕾丝·霍普印度分会 (Grace Hopper India)**。2010 年，安妮塔·博格研究所将 GHC 活动的福利带到了印度，开始在班加罗尔举办一年一度的印度 GHC 大会，来解决全球范围内的性别多样性壁垒，这一问题在印度尤其突出。在印度这样的发展中国家，经常存在着根深蒂固的观念，认为女性的主要责任是照顾家庭。与西方国家相比，从事技术行业的女性一般要面对更大的阻

力。在过去的三年里，印度 GHC 大会为将近 2700 名女性提供了服务，她们大多来自印度本国。

**格蕾丝·霍普区域联盟 (Grace Hopper Regional Consortium)** 该组织由美国计算机协会女性计算委员会 (ACM-W) 领导，与安妮塔·博格研究所和国家女性和信息技术中心 (NCWIT) 合作，举办一至两天的地区性主题会议，形式与 GHC 类似。由指定地区的大学计算机科学专业的教职员每年举办 10-12 次会议，每次会议有 100-150 名本地学生参加。

这些会议加强了女性技术人员的社区建设，与导师建立了联系并鼓励她们参与计算机相关职业。

**ABI 远见女性奖 (ABI Women of Vision Awards)** 每年会有 800 多人齐聚一堂，表彰在技术领袖、创新和社会影响力领域作出重大贡献的 3 位女性。这个励志的奖项展示了取得成就的榜样女性人物的个人事迹，并为参会人员建立人脉提供了机会。

**Systers 及安妮塔·博格研究所** 建立的其他社区。安妮塔·博格研究所建立了许多旨在打破隔离，建立社交关系网的社区。Systers 建立于 1987 年，是建立最早、也是最大的女性技术人员在线社区。社区提供安全保密的环境，有 4000 多位志趣相投的女性讨论着她们面临的敏感挑战，参与技术和职业方面的讨论，互相帮助学习新的技术。安妮塔·博格研究所还提供大量的社交媒体工具来培育更多的网络，为这些网络提供新闻和资源，惠及 180 多个国家的 6 万多人。

### 行动起来 改变目前的文化

帮助女性个人取得成功是至关重要的，但仅凭这一点还无法改变计算机业内的性别失调问题。在每个企业都渴望获得高端技术人才的时代，有越来越多的企业领导人认识到改变企业制度性文化的重要性，正在积极采取行动对熟练的女性技术人员进行招募、挽留和晋升。安妮塔·博格研究所实施了数项举措来促进这些目标的实现。

**ABI 研究会** ABI 将最优秀的学术研究转化为实用的、可操作的解决方案。比如，由 ABI 的研究人员和斯坦福大学克莱曼性别研究所合作的影响重大的报告：《攀登技术的天梯：中层女性面临的障碍及解决方案》就是唯一关注技术行业内性别多样性的大型研究。ABI 还收录新出现的最佳实践，并作出推荐，供个人、经理人和企业领袖实施，改变行业内的工作状况。

**安妮塔·博格技术女性顶级企业奖 (Anita Borg Top Company for Technical Women Award)** 要实现成功的改变需

## 导师的力量

**萨拉·卢斯 (Sarah Loos)** 正在卡内基梅隆大学攻读计算机科学博士学位，她讲述了参加 GHC 地区大会是如何改变了她的职业走向的。

我第一次见到弗朗西丝·阿伦 (Fran Allen) 是在 2007 年，那时我 19 岁，刚上大三。弗兰在会上作了一次计算机科学研究的主题演讲，然后就听了听几位大学生的展示报告，其中就包括我做的关于施特拉森 -- 维诺格拉德矩阵乘法的改进算法的报告。会议结束后，她走过来对我说，我的研究很有意思，说她回到 IBM 之后要和西姆尔聊聊这事。我问西姆尔是谁，然后弗兰对我说了他的全名：西姆尔·维诺格拉德 (Shmuel Winograd)。对于一个数学专业背景的学生，所有著名的名字 --- 拉格朗日、高斯、欧拉、费马 --- 都是几百年前提就去世的人，听到维诺格拉德仍然在 IBM 做研究，我真的被震惊了，我甚至不能想象出他竟然要看我的暑期研究报告。

2006 年，弗朗西丝·阿伦成为第一个获得图灵奖的女性，这是计算机科学领域的最高荣誉。作为一个女性同行，能够见到弗兰·阿伦这样的人，并让自己的成果和所从事领域内的另一位顶尖榜样人物有所联系，其价值是不可估量的。弗兰在随后的几次会上继续和萨拉保持着联系，并支持她作为首位学生成员加入安妮塔·博格研究所的受托人董事会。

萨拉表示：“GHC 地区大会及其他 ABI 项目为我提供了一个能够建立起这种联系的社区 ..... 从认识你的导师那里获得鼓励真的帮助很大。”

要衡量标准和承担责任，而这个年度奖项就是颁发给在所有级别的女性技术人员取得出色表现和巨大进步的企业的，评奖标准是高度成熟的业内数据和同行数据。2011 年的获奖者是 IBM，2012 年是美国运通，2013 年是英特尔。获奖企业和其他致力于改善性别多样性问题的企业一起参加研讨会。在会上，企业领袖和经理人会一起分享彼此的经验和理念。

**技术高管论坛。**这个仅限受邀参加的计划让技术高管们举办秘密和私人聚会，参与者在会上进行坦诚的讨论，彼此交流最佳的管理实践，并在努力建立更加欢迎女性员工的企业文化的技术高管中建立一个社区。现在，每年都有 40 多家公司的领导人齐聚一堂，聆听新的研究成果，互相学习并提倡变革。

**ABI 的合作伙伴。**ABI 与 200 多家公司和政府机构合作，促进性别多样化，帮助女性技术人员在其行业内取得进步。合作伙伴包括谷歌、微软、惠普、思科、汤森路透、亚马逊、英特尔、财捷、瞻博网络、洛克希德·马丁、漫威、国家科学基金会、国

# 招收并留住女性技术人员

**许** 多顶级企业都为招收和留住女性技术人员做出了不懈努力。以下实例选自《招收女性员工解决方案》(C·西马德、D·L·甘默尔, 安妮塔·博格研究所, 2012年)

## 留住女性员工的计划会促进招聘

近年来, 英特尔公司在“工作与生活”计划上投入大量资金, 努力招入并留住非新手的女性员工。

这些计划的要点包括:

- 对美国和加拿大的员工, 每七年工龄给予八周的带薪休假。
- 压缩工作周数, 提供兼职工作选项和远程办公权限。
- 家庭支持计划, 比如对员工子女的家庭作业和课业辅导提供帮助。
- 带薪产假以及“新父母重新上岗计划”, 允许员工逐渐恢复全职工作。

结果: 2004年至2010年间, 英特尔的中高层女性技术人员增加了24%。

## 企业可以利用网络

IBM将其内部网络作为招收女员工的基础。公司积极鼓励女性技术人员推荐女性同行来IBM供职。

其要点包括:

- 利用员工的人脉来进行更加个人化的招聘。

家安全局、思爱普、赛门铁克、博通、EMC、施乐和雅虎等公司和机构。

这些机构开发出透明化的技术追踪方式, 对公开的职位空缺要求性别多样化的职位人选, 建立培训和支持网络来解决性别方面的壁垒, 设立明确的内部或公开的目标来增加各个级别上女性员工的比例。本文中的《招收并留住女性技术人员》的插文提供了一些范例。

## 你能做些什么?

对计算机领域更广泛的参与能够激发创新, 产生技术解决方案, 可以改善世界, 提高企业的净利润。尽管ABI和其他类似的组织付出了十多年的努力, 但在业内的性别壁垒仍然存在。选择

- 提供奖金等激励来鼓励员工推荐女性同行, 不同国家的奖金数额不同。
- 提供强大的基础设施来支持公司内的女性技术人员, 使现有的员工更愿意推荐其他人来供职。
- 密切监视推荐成功率。

结果: 据IBM估计, 公司利用员工的人脉在全世界招收了其30%的女性技术员工。

## 一位经理就能改变思维定势

不管公司以前是不是在性别多样性上有所规定, 公司领导人都可以通过优先招收符合要求的女性, 这可以产生重大影响力。财捷公司一位女性工程主管认为需要在印度培养一支团队, 最初的团队成员都是男性, 这位女性努力招入多位女性, 极大地提高了在印度的团队中的女性比例。

要点包括:

- 管理人员作出承诺, 确保职位应聘者中的女性占据相当的比例。
- 设立目标来指导经理人。
- 教育经理人, 让其认识到雇佣性别多样化的团队的价值。
- 提高招聘力度, 吸引更多符合要求的女性应聘者。

结果: 通过一位领导的一个承诺就发生了改变, 使该公司的女性员工比例在六个月内从0升至20%。

计算机领域的女性数量仍然相对较少, 而已选择这一行的女性的转行几率也高于男性。

当前的文化氛围必须改变, 要鼓励女性通过接受教育进入计算机科学和工程领域, 要欢迎并支持业界、学术界以及政府内的女性技术人员。要想触发这种转变, 致力于推进性别多样化的企业领袖们必须采取大规模的行动。

有些解决方案对资源的消耗相对较大, 比如修改雇佣和升职的流程, 或者对过去的计划进行改进。而另外一些解决方案, 则只需要个人的意志就能很容易地实行。

如果你是一位技术人员:

- 自己为自己打气, 主动寻找导师和支持者, 与你的同行联系, 寻求机会展示自己的领导才干或争取升职。

- 积极支持女性技术人员, 利用你的人脉推荐她们升职或推荐给开放职位, 并参加面试小组。
- 做女性技术人员的导师、支持者或榜样, 这不需要什么正式的计划, 而你的收获不会你的同事少, 甚至还会超过他们。

如果你是一位经理:

- 确保为每个升职或开放职位的候选者中都有一位符合要求的女性技术人员。
- 指导并支持潜力巨大的女性, 在你的团队或业务范围内给她们出任领导角色的机会。
- 鼓励灵活而亲切的职场文化, 缓和团队中对女性的无意识偏见。

如果你是一位致力于推进组织化变革的公司高管:

- 了解公司内员工比例和升职的数据, 让你的经理们在解决招聘、留人和升职的难点问题上负起责任。
- 开发雇员的资源团队、导师计划, 灵活的实践活动以及透明化的技术职业追踪。
- 将女性技术人员提拔至管理团队和董事会中, 自上而下地做出性别多样化的示范。

努力减少在人才来源渠道上每个阶段的漏洞, 无论是对于满足对熟练技术人员日益增长的需求, 还是确保各方面因素都有利于创新的出现来说, 都是至关重要的。不管是男是女, 职位高低, 都来参加ABI、NCWIT、ACW-M和IEEE工程学女性协会(WIE)、计算研究领域女性地位委员会(CRA-W)和女性工程师协会(SWE)等组织的活动吧, 这里的资源和才能帮助你和你的公司改变计算机业界的文化, 以欢迎的态度对待女性, 以满足这个行业未来的需求。C

## 参考文献

1. S.E. Page, *The Difference: How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies*, Princeton Univ. Press, 2007.

2. C. Herring, “Does Diversity Pay? Race, Gender, and the Business Case for Diversity,” *Am. Sociological Rev.*, vol. 74, no. 2, 2009, pp. 208-224.
3. Nat'l Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering: 2011, special report NSF 11-309, 2011; [www.nsf.gov/statistics/wmpd](http://www.nsf.gov/statistics/wmpd).
4. J. Vegso, “CRA Taulbee Trends: Female Students & Faculty,” 17 June 2008, Computing Research Assoc.; <http://archive.cra.org/info/taulbee/women.html>.
5. S. Zweben, Computing Degree and Enrollment Trends from the 2010-2011 CRA Taulbee Survey, Computing Research Assoc., 2011; [http://cra.org/uploads/documents/resources/taulbee/CS\\_Degree\\_and\\_Enrollment\\_Trends\\_2010-11.pdf](http://cra.org/uploads/documents/resources/taulbee/CS_Degree_and_Enrollment_Trends_2010-11.pdf).
6. C. Simard et al., *Climbing the Technical Ladder: Obstacles and Solutions for Mid-Level Women in Technology*, Anita Borg Inst., 2008.
7. S.A. Hewlett et al., *The Athena Factor: Reversing the Brain Drain in Science, Engineering, and Technology*, Center for Work-Life Policy, 2008.
8. N.L. Ensmenger, *The Computer Boys Take Over: Computers, Programmers, and the Politics of Expertise*, MIT Press, 2010.
9. C.M. Steele, “A Threat in the Air: How Stereotypes Shape Intellectual Identity and Performance,” *Am. Psychologist*, vol. 52, no. 6, 1997, pp. 613-629.
10. S. Cheryan et al., “Ambient Belonging: How Stereotypical Cues Impact Gender Participation in Computer Science,” *J. Personality and Social Psychology*, vol. 97, no. 6, 2009, pp. 1045-1060.
11. D. Cole and A. Espinoza, “The Post-Baccalaureate Goals of College Women in STEM,” *New Directions for Institutional Research*, no. 152, 2011, pp. 51-58.
12. B.A. Nosek et al., “National Differences in Gender-Science Stereotypes Predict National Sex Differences in Science and Math Achievement,” *Proc. Nat'l Academy of Sciences*, vol. 106, no. 26, 2009, pp. 10593-10597.
13. N.A. Fouad and R. Singh, *Stemming the Tide: Why Women Leave Engineering*, Univ. of Wisconsin-Milwaukee, 2011.
14. A.H. Eagly and L.L. Carli, *Through the Labyrinth: The Truth*

about How Women Become Leaders, Harvard Business School Press, 2007. 15. S.K. Gilmartin, "Grace Hopper Celebration Scholarship Program," unpublished external evaluation report, Anita Borg Inst., 2012.

**特勒·惠特尼 (Telle Whitney)** 是安妮塔·博格研究所 (ABI) 的主席兼 CEO, 也是格蕾丝·霍普女性计算大会的联合创始人。她于加州理工大学获计算机科学博士学位。

**丹尼丝·甘默尔 (Denise Gammal)** 是安妮塔·博格研究所研究会负责人, 也是该机构的法人合伙人之一, 负责领导制定 ABI 的研究计划。她在英国剑桥大学获社会与政治学博士学位。

**芭芭拉·吉 (Barbara Gee)** 是安妮塔·博格研究所负责项目的副主席。她在加州大学伯克利分校获电子工

程和计算机工程学士学位, 在麻省理工学院斯隆管理学院获硕士学位。

**乔迪·马霍尼 (Jody Mahoney)** 是安妮塔·博格研究所负责业务扩展的副主席。她在安提亚克学院获美术学士学位, 在沃伦威尔逊学院获美术硕士学位。  
**卡罗琳·西马德 (Caroline Simard)** 是斯坦福大学医学院多样化与领导力学院副主任。她从斯坦福大学获通讯研究博士学位。

**cn** 免费阅读计算机协会的文章和专栏:  
<http://ComputingNow.Computer.org>.



## CALL FOR ARTICLES

*IT Professional* seeks original submissions on technology solutions for the enterprise. Topics include

- emerging technologies,
- cloud computing,
- Web 2.0 and services,
- cybersecurity,
- mobile computing,
- green IT,
- RFID,
- social software,
- data management and mining,
- systems integration,
- communication networks,
- data center operations,
- IT asset management, and
- health information technology.

We welcome articles accompanied by Web-based demos.  
For more information, see our author guidelines at  
[www.computer.org/itpro/author.htm](http://www.computer.org/itpro/author.htm).

**WWW.COMPUTER.ORG/ITPRO**



# 搜索你的工作机会

**IEEE Computer Society 招聘**可以帮你轻松找到IT、软件开发、计算机工程、研发、编程、架构、云计算、咨询、数据库很多其他计算机相关领域的的新工作。

**新功能:** 找出那些建议或要求拥有IEEE CS CSDA或CSDP认证的工作!

点击[www.computer.org/jobs](http://www.computer.org/jobs),  
从全世界的雇主那里搜索技术工作岗位和实习机会。

**<http://www.computer.org/jobs>**

**IEEE computer society | JOBS**

IEEE计算机协会是AIP Career Network的合作伙伴。其他合作伙伴包括《今日物理》杂志 (Physics Today), 美国医学物理协会 (American Association of Physicists in Medicine), 美国物理教师协会 (American Association of Physics Teachers), 美国物理学会 (American Physical Society), AVS科学和技术学会 (AVS Science and Technology), 物理学生协会 (Society of Physics Students) 和Sigma Pi Sigma。



# 一个方法：对下一代计算机从业人员的指导意见

玛丽·费尔南德兹 (Mary Fernández), AT&T实验室 (AT&T Labs)

**吸引学生到计算机专业，之后在从基础教育到计算机相关职业方面对其进行指导，要求所有计算机专业人员积极参与和投入。**

**在** 美国，在科学、技术、工程、数学，尤其是计算机领域入学、毕业和工作的人数日益增加，这是全国范围内出现的趋势。在未来十年内，超过一半的科学、技术、工程和数学 ( Science, Technology, Engineering and Math, 简称 STEM ) 领域的就业岗位空缺都将来自计算机行业，而美国国内的计算机专业毕业生数量预计还不到每年计算机行业就业岗位（约 15 万个）数量的一半。

计算机专业人才的短缺已经导致雇主的招聘和雇佣成本增加。更重要的是，这样的人才短缺会对美国的经济和国家安全产生不利影响，因为这两个领域都要求具有良好教育背景的计算机专业劳动力。

幸运的是，解决这类计算人才短缺问题的方法已经有了。而且事实上，解决问题的方案就在我们手中。我在 Mentor-Net ([www.mentornet.org](http://www.mentornet.org)，一个负责将 STEM 专业本科生和研究生与工作中的专业人员匹配的在线计划，让他们建立八个月的一对一指导关系) 工作了 15 年。我的工作经验表明，这样的方法可以让下一代科学家的组成更多样化，还能帮助培养他们。

你可以成为一名导师，在完成工作的同时还能在职业和人格方面得到成长（虽然这并不一定有趣）。

## 艾琳的故事

在 2008 年 1 月，我开始和艾琳交流。艾琳是我通过 MentorNet 认识的博士生。在五个月的时间里，我们定期联系，让她和其他被指导者讨论研究生面临的一些挑战和问题，例如：如何获得时间非常紧张的导师的注意；在实验失败时、论文被拒时、以及毕业论文迟迟无法完成时应该如何应对；以及如何为漫长的求职过程作准备。这些研究生通常都有配偶甚至小孩。

6 月，艾琳向我咨询在研究生院上学时当上妈妈应该怎么办。因为我的第一个女儿就是在我研究生学习过程的最后一年出生的，所以我有一些直接的经验。艾琳向我解释说，她必须尽快得到建议，因为她的女儿将在八月份到来。我很吃惊，因为之前一直不知道艾琳怀孕，我怎么能够忽略这么重要的细节呢？

我很激动地恭喜她。但很快艾琳向我澄清，她有一个四岁的女儿，正生活在加纳的家庭中。两年前，艾琳和她的丈夫将女儿送回加纳，这样他们两人就能集中精力在研究生阶段的学习上。他们在附近没有可以帮忙照顾女儿的家人，他们担心自己的教育受到影响，因此只能狠心接受这种暂时的分离。

艾琳和我分享了她的经历。我对她这种追求更高教育水平而做出的牺牲感到敬畏和自叹不如。但艾琳并不为此感到苦恼，只是简单地希望知道如何让她的女儿能够睡着，让她可以有机会继续学习。

## STEM 专业学生面临的挑战

尽管艾琳的故事比较特殊，但我在担任她导师的过程中面临的问题却具有共性。

首先，在指导关系方面，最重要和最困难的问题通常出现在几个月之后。此时被指导者和导师之间已经建立了信任关系，可以安全地进一步讨论更加紧迫和更加深层次的问题。

第二，和艾琳一样，很多被指导者都怀着追求更高教育水平的信念，具有改善自身和家人未来经济条件的共同目标和责任，所以做出了很多重要的牺牲。很多人都离开了自己所爱的人，包括配偶和子女，来到千里之外，在很多年内没有再见过所爱的人。

最后，很多 STEM 学生在追求更高教育水平的过程中，都面临着文化差异、性别差异、以及社会经济障碍等问题。这些学生是最需要获得支持的人，但是不幸的是，他们同时也是被关注最少的群体。

艾琳的困难也是很多 STEM 学生面临的共同困难，尤其是女性、代表性不足的少数族裔、以及第一代大学生，这些人都必须经历从大学入学到开始职业生活的历程。对于这些群体而言，他们前行路上最大的障碍通常不是出现在学术方面，而是出现在心理方面，即对于自己能在特殊的环境下完成任务信心不足。对于艾琳而言，她担心的是在她承担母亲角色的同时无法达到其学术目标。

当学生有和他们类似的成功榜样和模范时（例如在性别、种族、社会经济条件或其它生活环境方面类似），他们的自信心会增加。但是当缺少这种榜样和模范的时候，他们更倾向于将这些障碍视为无法克服的困难，单独奋斗，最终只能退出。

## 成为导师

作为导师，我觉得帮助艾琳那样的学生完成学习生涯不只是一种利他主义的消遣方式，而且对于这个计算机这个专业的未来也非常重要。

我之所以会担任导师，是因为我之前曾经是被指导者。1989 年，在 AT&T 贝尔实验室女研究生指导计划中，我有幸获得了一名导师，布莱恩·克宁汉 ( Brian Kernighan )。在研究生学习过程中，我遇到了很多当时的年轻研究生共同面临的挑战和问题。我预先选定的导师离开了普林斯顿大学，这让我必须寻找一名新导师并改变研究领域。我结婚生子，这使我不得不考虑生活 - 工作平衡的问题。

在面临每个新的挑战时，我都会面临信心危机，我都会自

问承担这些压力换取博士学位是否值得。布莱恩提醒我学历能为我打开一扇甚至我自己都不知道的门（他是对的），因此我必须坚持下去。如果没有布莱恩的支持，我是无法获得博士学位的，我知道对他最好的报答是自己也担任导师。在 1998 年，我获得学位之后的三年后，我加入了 MentorNet。现在，我依然是 MentorNet 的导师，同时也是理事会的主席。

## MENTORNET

MentorNet 是一个 STEM 学生干预计划，从字面意思上看，是指在学术和职业之间的一条通道。3 名 STEM 行业的从业者将向被指导者分享自己的人生经验，知道他们前进的方向，并以此向他们展示这条通道在哪里。导师希望可以帮助被指导者进入职业世界。

从 1998 年开始，MentorNet 已经帮助了超过 31,500 名被指导者找到导师，并在帮助他们毕业和就业方面取得了长足的进展。这个数据是让人信服的：超过 90% 的被指导者都在 STEM 专业获得至少一项学位（从学士学位到博士学位）；在和 MentorNet 建立联系之后，超过 90% 的被指导者至少在 STEM 从业三年。

这个计划一开始的目标仅限于少数的女学生，之后逐渐扩展到不具有代表性的少数族裔，之后继续扩展到所有的 STEM 学生。今天，MentorNet 帮助女性和少数族裔的初始目标已经基本达到，在被指导者中，67% 的为女性、12.7% 的为西班牙裔、13.8% 的为非洲裔美国人。相比之下，在美国的 STEM 学生中，只有 24% 的女性、6.7% 的西班牙裔、以及 6.7% 的非洲裔美国人。

## 导师和被指导者的匹配

MentorNet 可以让被指导者和导师快速、舒适地建立联系，

**当学生有和他们类似的成功榜样和模范时，他们的自信心会增加。**

并向他们提供成功匹配的工具。在这个计划中，要求被指导者和导师提供约 100 项数据，其中包括身份、性别、种族、指导的主要领域和主题，之后再使用一对一匹配算法进行匹配。我们通常为被指导者提供多名候选导师，让其从中选择一位。这种不对称性是故意设计的：让被指导者选择导师，但导师不能选择被指导

者。通过这种方式可以让被指导者产生拥有感，还让他们产生这样一种感觉：自己要对自己的职业生涯负责。

### 对指导关系的提示

在被指导者和导师匹配之后，MentorNet 将会以电子邮件的方式发送关于指导关系的建议和“提示”。这些提示信息将会定

**从 1998 年开始，MentorNet 已经帮助了超过 31,500 名被指导者找到导师，并在帮助他们毕业和就业方面取得了长足的进展。**

期同时发送给被指导者和导师，大约每个月发两次，持续八个月时间。

在该计划中，将会根据不同的被指导者 - 导师的配对情况提供不同的提示，在提示过程中会考虑被指导者的教育水平（副学士、学士、硕士、博士、博士后、或者只是大三学生）以及导师的职业情况（学术问题或者隐私问题）。这些提示的主题包括下列内容：

- 认识彼此；
- 设定目标和期望；
- 人际网络构建；
- 差异的重要性；
- 面临的重要问题；
- 持久；
- 克服障碍；
- 简历编制；
- 专业在线身份管理；
- 工作 - 生活平衡；
- 团队工作和合作；以及
- 申请实习机会和工作。

这些提示信息能够帮助被指导者和导师准备下一次的讨论主题，指出一些在性别或文化差异方面需要注意的问题，同时还能够提供一些额外的资源。这种在线指导模式不需要导师提前进行培训，考虑到导师繁忙的职业生涯，这种方式能够降低成为导师的壁垒。

### 维持沟通

一对一指导这种方式只需要有限的时间。根据对超过 30,000 对的被指导者 - 导师配对的调查结果，绝大多数人在每周的交流沟通中所花的时间只有约 15 分钟。高效率的原因有两个：双方都可以选择在方便的时候做出回应，以及双方都关注具体的讨论主题。另一方面，导师和被指导者都指出，这种方式能够让双方有时间思考：在发送电子邮件或者打电话的间歇期内，双方都可以思考他们接收到的信息，并准备相应的回应内容。

除了被指导者之外，这种积极的沟通方式还能让导师受益，这些益处包括帮助别人的满足感、职业生涯的人际交流能力和指导能力、对相关行业和雇主的了解、以及自我反省和更新的机会。

### 学到的经验

我认为我从自己的被指导者身上学到了很多东西，在我们共处的时间中，我比他们学到了更多东西，也获得了更好的成长。担任导师对我现在担任的研究组领导等职业任务至关重要。

更具体地说，被指导者提出的问题要求我对我自己的选择进行重新评估。在我导师生涯的早期，一名被指导者问我如何在养育两个小孩的同时还能够有效管理研究职业生涯。我的答案是我不能有效管理。过度疲劳使我有患上慢性病的趋势，而且完全看不到未来。这名被指导者的问题迫使我面对现实，在不久之后，我和我的丈夫共同决定将家搬到离我办公室更近的地方，从而大大减轻了我每天的压力。

指导别人也让我知道在职业生活中维持透明、诚实的沟通的重要性。这个过程可能不是那么舒服，但对于维持健康的组织机构的功能而言是非常重要的。

担任导师的经验也让我意识到美国的移民和教育政策对于 STEM 专业学生和他们未来雇主的影响。在我的 17 名被指导者中，有十名的出生于阿尔及利亚、中国、哥伦比亚、加纳、印度、伊朗、马来西亚、波兰和罗马尼亚。这些学生为了追求更高的教育水平和更好的经济前景做出了很大的牺牲，但在获得稳定的工作、成为美国永久居民方面较高的成本以及繁琐的手续和流程很让人失望。能够从学生和雇主两方面近距离考虑这些问题，可以让我在招聘和雇佣员工的过程中更加了解现实情况。

最后，尽管我的被指导者大部分都是研究生，但担任导师的经验增加了我对整个计算机专业教育体系的兴趣。因此，我参与了西班牙裔学生绩效和成就激励计划 ([www.hispa.org](http://www.hispa.org))，这是一个针对新泽西州拉丁裔中学生的教育干预计划。

HISPA 的模范人物会访问拉丁裔群体集中的学校，分享他们的人生故事，开展互动活动，向学生介绍自己的 STEM 职业情况。对这些学生而言，绝大部分父母都是教育水平有限的移民，HISPA 是他们首次接触到 STEM 专业和相关的职业领域。

将我的组织机构开展的计算机研究转化为可以在互动活动中展示的素材很有挑战，也非常有趣。一个很受欢迎的活动叫做“如果你喜欢 Lady Gaga，那么你是否也喜欢猫王？”在这项活动中，学生将音乐数据制作成了 2.5D 的可视化文件，他们可以使用微软 Kinect 设备进行浏览。

在 HISPA 计划中，模范人物还会讲述他们在追求教育的过程中面临的障碍和困难，教会学生敢于提出问题并寻求帮助是聪明（而不是软弱）表现，这类似于我向我在 MentorNet 上的被指导者以及教育体系中其他被指导者传递的信息。有时候，即使很简单的问题也会给人很大启发。在一次 HISPA 活动之后，一个小女孩走到我面前，用西班牙语问我：“你喜欢你的工作吗？”我告诉她的是，我很喜欢我的工作，这也是我来到这里和她分享经验的原因。她回答说她希望有一天她也能够喜欢自己的工作。

**吸**引学生到计算机专业，然后在他们从基础教育到计算机职业的道路上指导他们，这要求所有计算机专业人员积极参与和投入。因为这对于我们的公司、我们的经济、以及我们的安全的未来都非常重要。

请找到一项适合你的兴趣和时间安排的模范指导计划。我可以向你保证，当你尝试之后会发现自己非常喜欢这种经历，甚至根本停不下来。当我在工作和家庭两方面都面临严重障碍时，我曾经想到过放弃担任导师。但是之后，我收到一封 Mentor-Net 发来的电子邮件，提醒我“有人在等着你呢”。之后我再次登录，接受和我匹配的被指导者，再次开始帮助寻求“中间的道路”方面支持和指导的、充满希望的学生。■

### 致谢

感谢 MentorNet 首席执行官大卫·博鲁什，感谢他对 MentorNet 专注而充满热情的管理工作。感谢 MentorNet 理事会过去和现在的员工。最重要的是，感谢我的 17 名被指导者，是他们丰富了我的个人和职业生活。

### 参考文献

## 致力于变革的组织

**指**导和榜样示范只是由支持下一代计算专业人才的组织所开发的性别多样化项目中采用的多种学生参与模式中的两种。国家女性与信息技术中心对外提供指导和榜样示范方面的资源，包括“盒子项目”以及对初创项目的指导等。美国计算机研究协会女性计算研究人员状态委员会开设了大量的项目来鼓励计算领域的女性本科生进一步深造，并为女性研究生提供支持。多样化计算联盟是由美国计算机协会、美国计算机研究协会和 IEEE 计算机协会设立的联合组织，该组织开设项目支持人数不足的少数族裔计算人才。每一位积极参与这些组织的人都认为，从初等教育到走上工作岗位之间的每个发展阶段，都有必要利用一系列不同的参与模式，而在每种模式中您都能出一份力。此外，有不少大学设立了校友 - 学生指导项目，根据学术和专业兴趣和经验实现配对指导。您可以和您母校的校友事务办公室取得联系，看看开设了哪些项目。

1. ACM, K-12 Computer Science Education: Unlocking the Future of Students, slide presentation, Aug. 2012; [www.acm.org/public-policy/2012\\_CS\\_Slides\\_Aug.pptx](http://www.acm.org/public-policy/2012_CS_Slides_Aug.pptx).
2. L.L. Bakken et al., “Effects of an Educational Intervention on Female Biomedical Scientists’ Research Self-Efficacy,” *Advances in Health Science Education*, vol. 15, no. 2, 2010, pp. 167-183.
3. MentorNet, *The MentorNet Intervention: A Scalable E-mentoring Program to Support Degree Completion and Provide a Pathway from College to Career*, 30 Apr. 2012; <http://tinyurl.com/9p2fb52>.

**玛丽·费尔南德兹**是 AT&T 实验室信息与软件系统研究的助理副主任，负责为对信息系统和分布式系统进行前沿设计和开发的科学家和工程师提供支持，现任 MentorNet 董事会主席。她在普林斯顿大学获计算机科学博士学位。她是美国计算机学会专家会员，并在计算机研究协会董事会任职。



# 超越性别：提高K-12计算机科学教育质量的系统性方法

**克里斯·史蒂芬森 (Chris Stephenson)**, 计算机科学教师协会 (Computer Science Teachers Association)  
**雷贝卡·多维 (Rebecca Dovi)**, 帕特里克·亨利高中, 里奇蒙德, 弗吉尼亚州 (Patrick Henry High School, Richmond, Virginia)

**在课堂中, 经常被忽略的一个问题是公平如何对学生和教师产生影响。因此, 必须提供一种在美国的 K-12 计算机科学教育过程中解决上述问题的系统性方法。**

**从**计算机科学教师协会 (CSTA) 的角度看, 计算机科学教育中的公平问题不可避免地要提到下面两部具有开创性的作品:《解锁俱乐部》(Unlocking the Clubhouse) 和《停留在浅端: 教育、种族和计算机》(Stuck in the Shallow End: Education, Race, and Computing)。这些作品中描述的那种不公平的程度是我们不接受这种现象的原因和投入努力的热情来源。

有效地思考这些问题必须超越性别, 甚至需要超越公平, 系统性地思考是谁在教授什么内容, 谁负责教学, 以及在 K-12 教育中如何就这些问题作决策。更加深刻的问题也许是, 真正的公平是指在教室中, 在教师和学生每天做出决策时, 在促进或者贬损让计算机科学不再是一种特权信息方面都各自有哪些因素。

## 为什么公平如此重要

在《解锁俱乐部》一书中, 简·马格里斯 (Jane Margolis) 和阿兰·费舍尔 (Allan Fisher) 系统地展示了女性在计算机行业

内缺乏代表性的问题。占人口总数一半的女性缺乏参与, 这让计算机科学现在和未来都是“男生俱乐部”。

六年后, 《停留在浅端: 教育、种族和计算机》一书中提供了一些让人头脑清醒的现实情况。这本书中描述了洛杉矶联合学区中的学生在接受计算机科学教育方面存在的不平等现象。作者在书中写道, 种族主义、态度、财务、以及官僚主义作风等恶性因素的结合, 让来自少数族裔或者贫困家庭的学生几乎没有机会接触到计算机科学课程。计算机科学以及其提供的机会只是为有钱的白人学生保留的特权知识。

民权领袖和代数学项目 (Algebra Project) 总裁鲍勃·摩西 (Bob Moses) 指出, 在接触具体类型知识的机会和公平之间存在着紧密的关系, 他提醒现在的教育让学生成为工具的使用者而不是工具制作者。有大量的证据表明, 当前采取的解决这种机会不平等问题的措施, 对于女性和少数族裔学生而言依然不够充分。在 2012 年, 在所有参与大学预修课程 (AP) 考试的学生中, 女生的数量占了将近 55%, 而参与大学预修计算机科学课程的学生中, 女生仅占约 20%。从种族的角度看, 这个结果依然让人震惊: 在所有 AP 考试参与者中, 非洲裔美国人的比例为 9%, 但在计算机科学 AP 考试中只占 4.9%; 在所有 AP 考试参与者中, 西班牙裔的比例为 17%, 但在计算机科学 AP 考试中只占 8.4%; 在所有 AP 考试参与者中, 美国印第安人或者阿拉斯加土著的比例为 0.6%, 但在计算机科学 AP 考试中只占 0.3%。

正如雪莉·马尔科姆 (Shirley Malcolm) 在《停留在浅端: 教育、种族和计算机》的前言中所说的那样: “答案就在我们之中, 在

我们讲真话的意愿里。我们决不能允许不公平的现象发生在任何一个孩子的身上, 我们必须负责让我们的民主理念落入实处。不论这些学生从哪里起步, 我们都不能让他们的抱负死在游泳池的浅端。”

## 为什么需要系统性的方法

公共教育是一个复杂且充满政治因素的环境。在我们的教育界中, 决策过程牵涉到大量的权力掮客、复杂的议程, 以及外部的倡导团体, 所有这些因素都试图操纵或是搁浅教育改革。

在这个环境中, 规则制定者和监管者包括联邦政府 (通过诸如《初级和中级教育法案》等法律)、州政府 (通过标准和标准化测试的实施)、州教育委员会或者学校董事 (设定毕业要求)、地区级别的行政官员 (设定本地的学分和毕业要求), 以及校长 (决定学校开始的课程以及负责教学的教师)。在这个权力金字塔的底部是课堂中的教师, 他们最终控制教室里的所有学生所在的学习环境。

## 学分、课程和证书

在 K-12 体系中, 计算机科学不属于“核心”课程的一部分, 产生了很广泛的影响。

在 2011 年, CSTA 和 ACM 进行了一项严格的不同州之间的学习标准分析, 包括了不同的学科。研究结果表明, 只有九个州允许将计算机科学课程计入到数学或者科学的毕业学分中。另外, 没有任何一个州将计算机科学课程列为学生毕业的必修课, 尽管全国范围的教育研究结果表明需要所有学生都在中学阶段学习一些计算机科学课程。

研究结果还发现各州的标准中严格的计算机科学教育很缺乏。各州的教学标准都主要集中关注一些计算机技能方面的知识。几乎没有任何一个州设定了计算机科学概念方面的学习标准, 而这些概念方面的知识是学生在计算机领域进行创新和深入研究的基础。报告还揭露了各州内部在计算机教育方面巨大的思想混乱, 不知道如何将技术教育、读写能力、流利度、信息技术教育和计算机科学合并为一门学科, 甚至不知道该如何区分这些因素。

在高中阶段, 计算机科学家教育同样受到上述教师培训和认证的不利影响。CSTA 题为《保证关键学科的示范教育》(Ensuring Exemplary Teaching in an Essential Discipline) 的报告指出, 在各州负责设定和实施教师认证要求的工作人员层面上, 对计算机科学究竟是什么依然无法达成统一意见。即使教师认证和执业许可存在, 他们也经常会和学科的实际教学要求完全脱离。除此

之外, 在部分情况下, 有的条款 (例如: 在 1-6 年级讲授过一门计算机科学课程) 让教师根本无法满足的教师认证要求。

尽管聚焦于全面平等的努力 (比如回答有多少年轻女性或少数民族学生修习计算机课程等问题) 很有吸引力, 但现实情况是, 在解决上述政策问题之前, 计算机科学的教育机会永远不会真正平等。而解决上述问题对于所有学生都有好处, 包括代弱势的少数民族学生。

## 说到做到: 国家政策和州政策

从 2005 年被 ACM 成立开始, CSTA 就开始致力于建立一个富有活力的国际组织, 当前该组织已经拥有 123 个国家的 12,000 名成员。这个组织也成为了变革的主要驱动力, 在所有层面上参与解决会影响学生选修计算机科学课程的问题, 并关注学生的学习体验。在美国, CSTA 实际上负责制定 K-12 计算机科学教育的标准, 为全国范围内的教师设计和主办职业开发活动, 识别并支持教师领袖, 以及推动政策和提供资源, 以确保所有学生都有机会选择计算机科学课程。

CSTA 还参与了新的大学预科课程的设计。州级别的政策制定者将大学预科课程视为高级学术成就的指标; 学校校长也以相同理由表示支持。学生们喜欢预科课程, 是因为这些课程能够提升他们进入顶级大学的竞争力, 家长们喜欢这些课程是因为这些可能能够降低高等教育的成本。预科课程当然不是在所有方面都很完美, 但却是全国范围内参与度最高的计算机科学课程。

与此同时, 部分教育工作者认为随着预科课程和考试成为入学的“看门人”, 会使计算机科学课程的参与度变低, 尤其是对于弱势的少数民族和女性学生而言。为了解决这个问题, 国家科学基金会、学院理事会和 CSTA 开始合作开发“计算机科学原理 (Computer Science Principle)” 课程, 这是一门参与度更高

**即使教师认证和执业许可存在, 他们也经常会和学科的实际教学要求完全脱离。**

的计算机科学课程。

上述课程在 2011 年开始测试, 当时有一小部分重点大学参与 (加州大学伯克利分校、北卡罗来纳大学夏洛特分校、加州大学圣迭戈分校、丹佛州立大都会学院, 以及华盛顿大学)。到现在为止, 在全国范围内已经有很多的大学和高中选择开设这门课程 ([www.csprinciples.org/home/pilot-sites](http://www.csprinciples.org/home/pilot-sites))。除了这些正式的

测试之外，在行业试点和其他一些学校中也开始了独立测试。尽管测试尚未开发完毕，且该门课程可能无法在 2016 年之前正式开设，但这些测试结果和早期的课程文件已经获得了计算机科学教育界的广泛支持。

尽管人们对计算机科学预科课程的兴趣日益增加，但还是需要在所有层面上持续做出努力，以确保在地区和地方层面上促

## CSTA 一直在构建多层次的合作关系，以确保教师和学生在课堂中做出的创新能够落到实处。

进和维持这些改进。CSTA 领导力组织计划（CSTA Leadership Cohort, [http://csta.acm.org/Advocacy\\_Outreach/sub/LeadershipCohort.html](http://csta.acm.org/Advocacy_Outreach/sub/LeadershipCohort.html)）的主要目的在于在各个州识别潜在的教师领袖，为他们提供职业开发机会，提升他们的领导能力，并未他们提供州和地区层面上推动计算机科学教育改进的工具。在成立之后的三年内，该组织的很多成员都已经取得了可喜的进展，包括学校开设的计算机科学课程有所增加，修改地区法规让计算机科学课程成为必修课，以及各州的政策制定者合作将计算机科学课程的成绩纳入到州标准中，帮助提高各州开设的计算机科学课程的严格性和精确性。

同样，CSTA 一直在构建多层次的合作关系，以确保教师和学生在课堂中做出的创新能够落到实处（<http://csta.acm.org/About/sub/CSTAChapters.html>）。使用谷歌提供的种子基金，CSAT 根据地方的实际需求，负责组织和主办了多场研讨会和培训会（通常和学院及大学合作）（<http://csta.acm.org/ProfessionalDevelopment/sub/TeacherWorkshops.html>）。这些研讨会有利于促进持续学习型社区建设，能够鼓励、支持和维持在职业开发结束之后取得的进展。

CSTA 相信，这些计划对于促进学校中计算机科学教育的公平性是有利的。但是要达到预计的效果，必须将这些改变纳入到实际的计算机科学课堂中。课堂是教师和学生共同努力的场所，但也面临很多复杂的问题，是每名学生每天都必须直面公平性问题的场所。

### 说到做到：课堂

政策变更很关键，但同样重要的是在课堂中采用何种教学方法。教师必须用能鼓励多数学生参与的方式开展教学。

当我（作者蕾贝卡·多维）在 15 年前开始教学工作时，计算机科学是一门专门针对极客书呆子的课程。当时普遍的观念是，这门课程会教你如何制作暴力游戏。在极客文化中包括下列三个核心因素：白人、笨拙，以及男性。尽管如此，在我所属的学区内，情况却不太一样：该学期内开始了专门的计算机科学课程，同时每所高中都配备了全职的专职计算机科学教师。我们没有提供计算机科学预科课程，但是开设了《计算机科学导论》课程，这门课程对于我们的毕业生进入最好的大学的计算机系是有帮助的。

在我的职业生涯中，计算机科学在社会上的地位发生了重大变化。计算机科学不再是一种只针对少数人的技能。为了在职业生涯中获得成功，学生们必须对计算机具有更加深入的了解。尽管他们在未来的职业生涯中不会投入全部时间编写代码，但他们一定需要计算机科学课程传授的解决问题和算法思维的技能。

简单地讲，计算机科学已经快速成为了有产者和无产者之间的分割线。但悲哀的是，在中学教育计算，计算机科学课程的状况却没有相应地变化。拥有全职计算机科学教师的学校依然很少，全国范围内还有很多学校甚至没有开设计算机科学课程。在电影和流行文化中塑造的计算机书呆子形象依然占统治地位。

很明显的一点是，我们必须改变这种印象。所有学生都应该有机会学习这些课程，而不仅仅是生活在不顾当前公共教育模式而开始计算机课程的学区内的学生。作为教师，我的职责是在计算机科学教育的前线上准备和展示这门课程。更具体地说，我需要考虑我要招募谁，以及在和我共处的时候我要做些什么。因为我对所有的学生都有所承诺，我必须负责管理和鼓励学生的多样化和差异化，打破长期存在的这种不鼓励学生学习计算机课程的印象和习气。

我的多样化尝试超越了种族和性别。我的很多学生都很贫穷，不论其种族背景如何，都缺乏接触技术的机会。即使他们从来没有学习过计算机科学课程，但在学习之后都能获得经验，在和在社会经济条件较差的地方成长起来的同龄人相比具有优势。每年，我都有几名在家里无法访问互联网的学生。实际上，我有几名学生家里甚至都没有电和抽水马桶。尽管我不能假设他们的经验，但这些学生肯定没有接触到多少数字设备，因此计算机课堂对他们而言可能是个充满恐惧的地方。我必须留意我对学生的期望。为了满足他们的要求，我必须确保我的课程内容能够让所有学生参与。

我还能在课堂上让学生分成不同的合作小组，以打破存在已久的彼此之间的壁垒和障碍。我发现打破壁垒最简单的方式是让非传统计算机科学学生觉得在课堂上有机会发表意见，同时能

在小团体中找到具有类似经历的同学。例如，在我的一个班上有 26 名学生，其中有两名女学生。我在每次分组讨论时都把她们分到一个组，这样她们就不会过于害羞，在参与活动的过程中也有更强的安全感。

高中教师都知道每年班上都会有几个“那种学生”：他们会在到浴室的路上迷路、舔胶水、在不管什么活动中总是躲在别人背后。在面对这些棘手的学生时，课程具有更大的组织性让这些学生不会感到太困难。但是，如果组织性过于高就会导致学习过程丧失体验感，让材料不那么易懂和易记。

今年，作为《计算机科学原理》预科课程的实验教师，我为课堂中的学生介绍了如何使用杯子和线来传递信息。这种活动模拟了互联网的物理结构，帮助学生理解非常复杂的概念，从而帮助他们克服障碍。我给每个学生小组发了一套塑料杯子、一卷纱线、几把剪刀和一组莫尔斯代码表，之后要求他们使用这种方式来传输信息。

在这种类型的课程中，我倾向于降低课程设计的组织性，让学生可以自由发言和提问。在他们工作的过程中，我会在不同小组之间走动，问他们一些问题，例如“你是否必须提前决定发送一个点还是一根虚线？”、“你怎么知道自己的消息已经成功发送？”等。另外，还有其他一些问题可以加强学生对全球互联网基础的理解。这些小组也会提出一些自己的问题。其中一个小组想知道在一个令牌环网设置中，可以将多少个杯子连接到纱线上。另一个小组想知道在能够传递信息的情况下，纱线最远可以延伸多远，而我不得不在他们走出大楼前门走进街道之前制止他们。

从表面上看，杯子和纱线的这种活动可能和计算机科学无关。

### 打破壁垒最简单的方式是让非传统计算机科学学生感觉到在课堂上能够有机会发表意见，同时能够在小团体中找到具有类似经历的同学。

但通过这种方式可以让学生接触到互联网的核心内容。很多高中生之前从来没有接触过这个问题，因此向他们讲述优先级和路由器不过是白费时间。而通过这种活动可以让他们了解互联网的基础概念，之后就可以接受更深入的课程内容。

那么，在这种活动中，“那种学生”在哪里呢？我只能说他也没有失望。在我转身的时候，他试图把半卷纱线塞在嘴里。在多次发牢骚和洗手之后，他的小组终于成功地构建了网络并发出

了一个简单的信息。我自己的信息也顺利发出，在课程结束时，“那种学生”已经掌握了 Scratch，并开始使用 C++ 编程。

我们不能想当然地认为“那种学生”不能学习，或者只有父母有钱、或者会整个通宵玩《魔兽世界》的学生才会对计算机科学感兴趣。我的工作是重新建立这种中断已久的联系，为整个学校的学生打开计算机课程的大门，向这些学生展示计算机科学可以做的很多很酷的事情。

## 在美国，计算机科学是一种特权知识，如果我们不能努力改善在接触这门课程时存在的性别和种族不平等现象，只会使有产者和无产者之间的鸿沟更加固化。解决这个问题需要多层次的努力，包括国家和州层面的政策的调整，以及在课堂上的意识、决定以及创新。这要求我们每个人和社区都投入努力，确保所有学生都能够有学习计算机科学课程的机会。■

## 参考文献

1. J. Margolis and A. Fisher, *Unlocking the Clubhouse: Women in Computing*, MIT Press, 2002.
2. J. Margolis et al., *Stuck in the Shallow End: Education, Race, and Computing*, MIT Press, 2008.
3. R. Moses and C. Cobb, *Radical Equations: Civil Rights from Mississippi to the Algebra Project*, Beacon Press, 2001.
4. College Board, “8th Annual Report to the Nation: Subject Supplement, AP Computer Science AB,” 2012.
5. C. Wilson et al., “Running on Empty: The Failure to Teach Computer Science in the Digital Age,” ACM and Computer Science Teachers Assoc., 2011.
6. B. Ericson et al., “Ensuring Exemplary Teaching in an Essential Discipline: Addressing the Crises in Computer Science Teacher Certification,” Computer Science Teachers Assoc., 2008.
7. R. Inos and M. Quigley, “Synthesis of the Research on Educational Change, Part 4: The Teacher’s Role,” Pacific
8. J. Nagel, “Becoming Active Participants in Teacher Learning Communities,” J. New England League of Middle School

克里斯·史蒂芬森是计算机科学教师协会（Computer

Science Teachers Association, 这是一个由致力于改进中小学计算机教学的教师组成的协会）。他的研究兴趣是计算机科学教育。史蒂芬森还是 ACM 的会员。联系方式：cstephenson@csta.acm.org。

蕾贝卡·多维是弗吉尼亚州里奇蒙德市帕特里克·亨利高中的教师。在那里，她已经教授了 15 年的计算机课学课。她还为弗吉尼亚“先进学习战略”（Virginia

Advanced Studies Strategies）工作，这个组织是美国数学科学计划（National Math Science Initiative）在弗吉尼亚的分部。多维是计算机科学的协调人。联系方式：dovimath@gmail.com。

**Call for Articles** 投稿

《IEEE软件杂志》希望刊登实用且值得一读的文章，可以吸引专业和非专业人士的兴趣。这本杂志的目标是把可靠、有用和前沿的信息传递给软件开法师、工程师和管理人员，帮助他们站立在技术浪潮之巅。文章主题包括需求、设计、构造、工具、项目管理、过程改进、维护、测试、教育和培训、质量、标准等等。

投稿指南：  
[www.computer.org/software/author.htm](http://www.computer.org/software/author.htm)  
更多细节：[software@computer.org](mailto:software@computer.org)

**IEEE Software**

# 会议就在你的手中

IEEE计算机协会的会议发布服务（CPS）现在可以提供组织会议的移动应用了！让会议的日程、会议信息和论文列表在你的与会者手中的设备上显示。

会议的移动应用可在[安卓设备](#)、[iPhone](#)、[iPad](#)和[Kindle Fire](#)上运行。

欲知更多信息，请联系[cps@computer.org](mailto:cps@computer.org)

**IEEE** **IEEE computer society** **CPS**



# 拓展参与：为什么和怎么做

克里斯托·伊尼(Crystal Eney)、艾德·拉索斯卡(Ed Lazowska)、海伦妮·马丁(Hélène Martin,)和斯图亚特·雷格斯(Stuart Reges),华盛顿大学(University of Washington)

**要求在计算机行业内增加女性代表有很多原因，其中最突出的原因是能够通过人才的多样化来提高解决方案的质量。**

我们有幸获邀在一所研究性公共大学内讲述我们自己的经验，以解决“如何”拓展计算机行业的参与度的问题。但一开始，我们首先讲述的是“为什么”要这么做，因为具有正确的动机是非常重要的。正如 15 年前杰出的计算机科学家比尔·伍尔夫(Bill Wulf)在其担任国家工程院院长时提到的那样：

很多人从公平的角度来要求多样化。我们美国人对于公平问题非常敏感，但这不是我的出发点。其它的论点主要是基于简单的数学问题，即：男性高加索人在 21 世纪将成为少数，因此为了满足工程师要求，我们必须吸引女性和不具有代表性的少数民族。上述论点也是正确的，但也不是我的出发点。

我认为在我们要求多样化的劳动力后面，有着更加深层次的原因。让我先概述一下自己的论点，之后我将更加仔细地论述。

首先，工程是一个非常需要创造力的职业。人们通常并不这么看待工程，但我一直认为工程是非常具有创造力的，并为此感到骄傲。第二，对于任何创造性职业而言，最终的成果都和参与这个职业的人的个人经历密切相关。最后，在没有

多样化和差异化的情况下，我们将只有有限的人生经验可以利用，从而不得不为机会成本买单，包括未构建的产品成本、未考虑的设计成本、不了解的限制因素成本、未发明的工艺成本等等。

每次当我们和白种男性组成的团队讨论工程问题时，我们可能无法获得最佳的解决方案。我们可能不了解其它的设计方式，也不知道如何评估解决方案的限制因素。我们可能甚至不能理解问题的具体影响范围。

换句话说，要求在计算机行业内增加女性专业人才有很多原因，其中最自私的原因也是最重要的原因：提出解决方案的人越多样，解决方案的质量也越好。

在引述了伍尔夫从一个独特角度考虑问题的论据之后，我们现在可以关注总金额个适用广泛但不太明显的问题，描述一下我们在华盛顿大学做了些什么。

华盛顿大学是一所大型的研究性公共大学，位于美国软件行业最富有活力的地区。华盛顿大学拥有 28,000 名本科生，每名研究生都有各种各样的兴趣和能力，他们可以选择各种和技术相关的专业。这种环境和更小、更加精英化的组织机构完全不同。在这种环境中，我们认为我们做得不错，但还没有好到我们预期的那种程度：在计算机科学的本科生和研究生中，女性只占约 25% 的比例。

## 复制我们的努力

我们的工作中有三个重要因素，分别是：向 K-12 教师和学

生宣讲，强化我们的基础入门课程，以及社区建设，以便让我们的计划能够让所有学生都更加欢迎。

### 向 K-12 宣讲

我们的 K-12 宣讲计划 DawgBytes ([www.cs.washington.edu/dawgbytes](http://www.cs.washington.edu/dawgbytes)) 同时向教师和学生介绍计算机科学。非常重要的是，绝大多数大学和学院（包括华盛顿大学）都具有很多来自不同地区的学生，因此在数量相对较少的 K-12 学校改变计算机行业的从业人员结构，会对这些广泛的学生群体产生重要影响。

回溯历史可以发现，我们的宣讲工作以教师为目标的原因是教师能够影响很多代的学生。我们为教师提供各种职业发展机会，包括 CS4HS（高中计算机科学课程）和谷歌赞助的夏令营活动。在夏令营中，数学和科学教师可以学习将计算机科学融入到其教学过程中的具体方法，还包括为高级计算机科学教师提供的活动。所有我们这些职业开发机会都能够吸引并留住女性学生。

让那些提供优秀学生的教师获得承认，这可以帮助我们找到更多的学生。当学生加入我们的计划时，我们将要求他们指定一名在之前学校（中学或者社区大学）里给他们启发的教师。之后我们将邀请这些教师、他们的合作伙伴、以及他们指定的学生一起晚餐。在晚餐中他们重新见面，还能学到一点点计算机知识。由于年轻的女性更加喜欢指定教师，这种活动能提供机会，让我们接触到启发了女性学生的教师。数年之后，我们听说之前参加过活动的教师鼓励他们的新学生加入我们的计划。

我们以学生为目标的计划的主要目的是增加行业的多样化和差异化，重点关注是让年轻女性尽早接触计算机科学。我们办法了华盛顿州国家妇女和信息技术中心(NCWIT) 计算机志向奖，以奖励高中阶段获得计算机相关成就、或者对计算机有兴趣的年轻女性。在颁奖活动过程中，我们将给获奖者介绍从事相关研究的华盛顿大学学生，并为他们提供亲自动手的机会。去年两名获奖者都进入了华盛顿大学，并选择计算机专业。

我们还举办了“STEM Out!”活动。在这项活动中，女生可以学习到和科学、计划、工程和数学(STEM)职业相关的知识。这项活动是和我们在当地的计算机科学教师协会、以及亚马逊霍普斯女性工程师研究组(Amazon's Hoppers group of women engineers)合作举办的。除此之外，在 2012 年夏季，我们还为中学生举办了一次为期三周的夏令营活动，由于我们的宣传的主要目标是女生，在这些活动中女生都占了大多数。我们还针对这些学生组织学年跟踪活动，让他们能够持续接触到计算机科学，这些活动部分在华盛顿大学举行，部分在当地的计算机相关公司

举行。

### 课程加强

我们提供的两学期的基础入门课程能够起到很多作用，其中包括吸引学生加入我们的专业（绝大多数华盛顿大学的学生入学时都不选择专业，而是在满足了一些前提条件之后再选择专业）。我们认为这是一种很好、很方便的方式：在我看来，只要教学的方式正确，所有人都会喜欢编程的。

在互联网泡沫事件之后，选修我们的基础入门课程的人越来越少，最少的时候一级课程只有 1,200 名学生参加，二级课程只有 650 名学生参加。我们后来对课程进行了重新设计，现在选修的学生数量又恢复到了之前的最高水平，一级课程有超过 2,000 名学生参加，二级课程有 1,300 名学生参加（增幅分别超过了 65% 和 100%）。同时，对于一级课程和二级课程而言，女性学生所占的百分比例分别增加了 120% 和 180%（在最近一个学年中，选修一级课程的女生为 600 人，选修二级课程的为 300 人）。

在吸引女生方面取得的这种成功主要是由于我们在课程设计过程中重点关注的下列三个因素：树立信心、强调社区参与、以及展示计算机科学应用领域的广度。

绝大多数选修我们基础入门课程的年轻女生在高中阶段都没有机会接触计算机科学。因此，当她们听到男生谈论她们闻所未闻的计算机科学时会感到害怕，这也会让她们产生自己已经落后的印象。我们通过提供完整的课程资源（教材、讲座、讨论、笔记、在线实践、视频），挑战智商的作业，以及精心设计的课程结构，可以扭转这种偏见。最后，女生会了解到在这门课程和这个行业内获得成功的重要因素是努力工作和合作精神，而不是当前流行技术的秘传知识或者天赋。

我们通过多种方式强调社区参与。我们组织让同时选修基础入门课程的学生可以参与的研讨会，讨论女性在计算机行业中的

**通过让提出解决方案的人具有差异化和多样性，可以提高解决方案的质量。**

重要作用。我们组织小规模的奖项，奖励那些和计算机系学生互动紧密，能够深度探索计算机科学问题的学生。我们还组织了由 40 到 50 名本科生助教组成的小组，负责讲述我们的基础入门课程。其中 TA 社区的基础入门社区参与做得非常好，每个位置都有 5 到 10 名申请人竞争。其中本科生中的女生占到了 40%，尽

管我们在招募时并没有特别优选女生。

我们发现，要“搞定”并吸引富有天赋的年轻女生选择计算机专业，我们必须利用每一个机会来展示计算机行业的广度。在女生研讨会上，她们有机会参观微软公司，亲自了解计算机行业相关职业不是只有编程而已。在编程作业中，她们可能希望看到计算机科学在语言学和生物学中的应用。在颁奖阶段，她们能够

**在吸引女生方面取得的这种成功主要是由于我们在课程设计过程中重点关注的下列三个因素：树立信心、强调社区参与、以及展示计算机科学应用领域的广度。**

深度讨论计算机科学的跨学科性质，以及其和数学、统计学、语言学、哲学、生物学、化学以及其它学科之间的联系。我们最近加入了一系列的可选修的探索课程，在其中基础入门课程的学生可以学习到计算机科学的具体应用，我们发现选修这门课程的女生数量超过男生。

## 构建社区

华盛顿大学设置了一个 ACM-W 计划，为女生提供支持。ACM-W 计划会主办各种社会、学术、以及职业导向的活动，鼓励女生和其它学生、其它系、以及其它行业建立人际关系。ACM-W 计划还聘用女生担任官员，为其提供展示领导力的机会。在我们的所有学生中间，参与了 ACM-W 计划的学生具有更强的社区感。

我们定期向葛丽斯·霍普女性计算机科学家会议派遣 15 到 20 名本科生，在会议上她们能够和同行、以及来自其它国家的从事计算机相关职业的女性建立人际关系。这种经验能够增加他们的信心，提供示范作用，让女生了解计算机行业，并鼓励他们选择计算机科学专业。

我们有幸生活在一个拥有很多领先的技术公司的地区，这些公司对于增加行业中女性数量都具有较强的兴趣。其中最突出的是微软公司和谷歌公司，这两家公司每年都会针对女生举办很多活动。

## 时间

我们经常听到很多最终选择计算机专业的女生说，如果不是

选修了基础入门课程，她们是不会选择计算机专业的。相比之下，较为有趣的是在一级基础入门课程开始时对学生进行的调研结果。在调研过程中发现，在现在选择了计算机专业的女生中，当时只有 40% 的人确定说有意选择计算机专业。其余大部分女生当时都说“不确定 / 未决定”是否会选择计算机专业。还有 24% 的女生提供了否定的答案，说她们不会选择计算机专业，而是有选择其它专业的计划。

我们发现很多最近对计算机科学感兴趣的大二和大三女生经常会认为她们无法做出改换专业这种重大变化，这让我们感到沮丧。这些学生总是说她们希望自己能够早点了解计算机科学，这样就能够选择计算机为专业了。这就是我们最近投入很大努力，让 K-12 学生或者大一学生尽早了解计算机科学的原因。

## 成本

我们在拓展参与度方面投入了很多的资源，也得到了很多毕业生、朋友和公司的慷慨支持。我们不希望低估这一点的重要性。尽管如此，我们引入的很多变更都非常昂贵，同时非常需要帮助和支持：关注至少和资金同样重要。

例如，我们和卡内基·梅隆大学以及加州大学洛杉矶分校的同事们发起的 CS4HS 活动，而现在谷歌公司已经在超过 100 所的大学和学院中投资支持这一活动。主办 NCWIT 活动需要较强的组织能力，但在和 NCWIT 合作之后，这一切都变得很容易。我们就曾经计划提供一次夏令营活动，但发现这些活动不能够在稳定状态下自我维持，而转化为向本科生提供基础入门课程将会节省很多的钱。在课程的颁奖阶段需要额外的教学时间，我们很多老师都是自愿进行教学的，这是因为他们喜欢在具有较强东西的学生小团体中工作。对于计算机科学有兴趣的本科生也在相关课程中鼓励和促进他们的年轻同学。为参加葛丽斯·霍普会议的学生提供经费等。简而言之，只要有希望，就一定会有出路。



盛顿大学和整个计算机行业所采取的这些措施都不是最终措施，但我们一直在努力达到最终的目标。我们希望本文中所述的一些经验能够供你在你自己的机构中借鉴和应用。

没有什么万能高招。有的时候，每次只有一名女生和导师、教师、本科生同学建立联系，或者被颁奖活动、女生研讨课、很酷的作业、或者很好的讨论课吸引。我们通过多重努力获得进展，每个微小的进展都是重要的。

最后，请记住我们努力的目的：为了公平，是的；为了劳动，是的。但是，最重要的是，通过让提出解决方案的人具有差异化和多样化，可以提高解决方案的质量。■

## 参考文献

1. W.A. Wulf, "Diversity in Engineering," *The Bridge*, vol. 28, no. 4, Winter 1998; [www.nae.edu/Publications/Bridge/CompetitiveMaterialsandSolutions/DiversityinEngineering.aspx](http://www.nae.edu/Publications/Bridge/CompetitiveMaterialsandSolutions/DiversityinEngineering.aspx).
2. S. Reges, "Using Undergraduates as Teaching Assistants at a State University," Proc. 34th SIGCSE Tech. Symp. Computer Science Education (SIGSE 03), ACM, 2003; <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=611892.611943>.

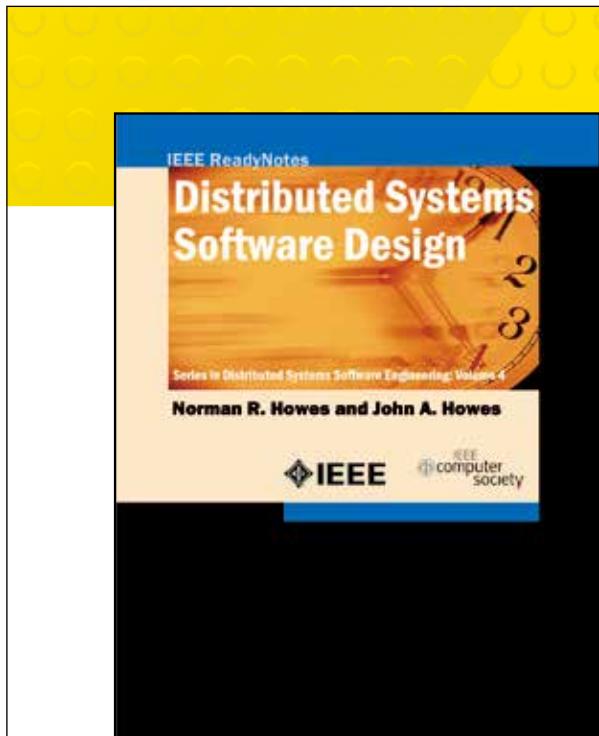
克里斯托·伊尼是华盛顿大学计算机科学和工程系的首席本科生顾问。联系方式：[ceney@cs.washington.edu](mailto:ceney@cs.washington.edu)。

艾德·拉索斯卡是华盛顿大学计算机科学和工程系的比尔与美琳达·盖茨系主任 (Bill & Melinda Gates Chair)。联系方式：[lazowska@cs.washington.edu](mailto:lazowska@cs.washington.edu)。

海伦妮·马丁是华盛顿大学计算机科学和工程系的讲师。联系方式：[ln@cs.washington.edu](mailto:ln@cs.washington.edu)。

斯图亚特·雷格斯华盛顿大学计算机科学和工程系的首席讲师。联系方式：[reges@cs.washington.edu](mailto:reges@cs.washington.edu)。

**CN** 免费阅读计算机协会的文章和专栏：  
<http://ComputingNow.Computer.org>



**NEW from  IEEE CS Press**

## DISTRIBUTED SYSTEMS SOFTWARE DESIGN

by Norman R. Howes and John A. Howes

Volume 4 in the Series in Distributed Systems Software Engineering. Discusses how to design certain types of distributed systems and how to specify these designs both informally and formally. Essential reading for all designers of safety-critical systems.

Product ID RN0000023 • .PDF exclusive • 117 pp.

Order .PDF (\$19):  
<http://bit.ly/12xaghg>

Order other .PDF volumes in this series:  
<http://webstore.computer.org>



# 美国弗吉尼亚大学计算机科学系多元化学生教育

詹姆斯·P·科汉(James P. Cohoon)、J·麦格拉斯·科汉(J. McGrath Cohoon)和玛丽·露·索法(Mary Lou Soffa),美国弗吉尼亚大学(University of Virginia)

**在最近 10 年当中,通过课程改革、外展教育计划、以及其他各种举措,美国弗吉尼亚大学计算机专业的女大学生的百分比已经从 8% 上升到了 21%。**

尽管计算机被喻为推动 21 世纪经济的引擎,但取得计算机科学专业学位的学生数量一直不能满足劳动力市场的预期需求。据美国国家教育统计中心(<http://nces.ed.gov>)和美国劳工部劳工统计局([www.bls.gov](http://www.bls.gov))的数据显示,美国内目前的计算机科学专业的大学毕业生的人数远远不能填补美国计算机行业的职位空缺。

只有从所有合格的大学生中去发掘人才,才有可能满足这一需要。在计算机科学专业,女性、非裔美国人、拉丁裔美国人和美洲印第安人的比例都很小,而他们的加入则能够极大地弥补人才资源的不足。

为了从这些群体中吸纳学生,美国弗吉尼亚大学计算机科学系进行了课程改革,实施了外展教育计划,并与外部组织开展多种合作。因此,在最近 10 年当中,弗吉尼亚大学报考计算机科学专业学位的女性人数增加了 45%,而在计算机科学专业的本科生中,女学生的占有率为 8% 上升至 21%。

尽管这一数字离我们的目标还相去甚远,但一年一度的托比调查表明,美国内可授予博士学位的各个学科系当中,获得计

算机科学专业学位的女性的平均占有率为 12%,因而上述增长趋势无疑是令人满意的。<sup>1</sup>

我们计算机科学系可以为工程与应用科学学院的学生提供计算机科学理工学士学位。另外,该系还可联合电气与计算机工程系,共同为工程与应用科学学院的学生提供计算机工程专业的理工学士学位。通过文理学院,该系还可提供计算机科学专业的文学学士学位。此外,我们还协助心理学系为认知心理学专业提供对跨学科文学士学位的计算思维跟踪。这些教育计划能够激发学生去获取计算机专业学位或者与计算机科学有关的学位。

在此,我们主要是想尽一切努力来提升女性在这两种理工学士大学课程中的占有率。

## 更上一层楼

通过在弗吉尼亚大学选择一门专业,结合我校计算机专业入门课程“计算机科学(一)”的报名学生的组成结构,能够为激发学生们对计算机专业的兴趣提供独特的机会。在我们学院,学生们不是在入学时就选修一门专业。工程学院和文理学院的学生们可以分别在第一学年和第二学年结束时再选择自己的专业。

工程学院所有一年级的学生都要选修“计算机科学(一)”,该门课程是一门以 Java 编程为主的实用性课程,而非计算机专业本身的基础入门课程。计算机科学系的教师们教授三个计算机专业班的目的不仅是要打造弗吉尼亚大学计算机科学专门的典范,同时也是为了与更多报考学生(与“计算机科学(一)”仅

仅针对计算机科学专业的情况相比)进行互动交流并从中招收优秀学生。

这种方法的价值在调查结果中体现得很明显,因为有调查表明,大多数主修计算机科学的大学生当初在进入大学时都没有确定修专业或者原本是打算选修其他专业的。

我们相信,与工程学院的一年级学生进行交流并提供计算机科学的文学士学位,可以让我们系避免出现像二十世纪初普遍出现的计算机科学专业选修人数下滑的现象。在过去十年当中,随着工程与应用科学学院的发展壮大,选修“计算机科学(一)”课程的学生人数增加了两倍多,从 557 人飙升到了 1242 人。选修的学生人数越多,就意味着计算机专业的吸引力越大。

## 选课学生的人口分布发生变化

弗吉尼亚大学的学生选修计算机专业的主要原因是可以在其第一门课程上获得积极的体验。在过去,“计算机科学(一)”很少能激发女大学生和人口数量偏少的少数民族学生的兴趣。

教员们认识到,出现这些问题是由大学生们入学前对程序设计的认识水平各有不同。这种认识水平的差异很大——有的学生几乎从未使用过计算机,而有的学生则接受过数年的程序设计教育,而女生和少数民族学生则比主要民族的男生更加对计算机缺乏认识。因此,女生和人口数量偏少的少数民族学生在学习“计算机科学(一)”课程时,所处的情况与其他的学生是不同的。<sup>2</sup> 对女性和技术性专业所抱有的负面文化成见也是产生性别差异的一大原因,这种文化成见也让女生比男生更加缺乏自信<sup>3</sup> 和归属感<sup>4</sup>。

为了避免认识水平的差异、缺乏信心和情感孤立对学生们产生的不利影响,我们对基础入门课程的结构进行了改革,把文化和教育背景相似的学生们集中到一起。

我们首先新增了一门基础性的计算机课程“计算机科学(一)E 系列”,主要针对有一定编程基础的学生。在选修“计算机科学(一)E 系列”课程的大约 90 名学生中,女生的人数通常占到了 16%。而通用型基础课程“计算机科学(一)G 系列”则是一门公开招生的课程,而不只是适合于有一定编程基础的学生。在选修“计算机科学(一)G 系列”课程的大约 190 名学生中,女生的人数通常占到了 29%。

“计算机科学(一)E 系列”和“计算机科学(一)G 系列”课程的作业、考试内容和学分都相同。不过,选修“计算机科学(一)E 系列”课程的学生可以随时进行公开的实验练习。这样安排的目的是为了让有一定编程基础的学生不去选修“计算机科

学(一) G 系列”课程。

课程结业时的调查表明,将“计算机科学(一)”课程划分为“计算机科学(一) E 系列”和“计算机科学(一) G 系列”增强了学生对计算机科学的兴趣,并促进了计算机科学专业内的人口分布的多样化。不过,弗吉尼亚大学计算机科学专业的女生数量依然严重偏低。

我们系做了进一步努力,开设了第二门计算机基础课程“计算机科学(一) X 系列”,该课程是专门针对没有任何编程基础的学生而设计的。“计算机科学(一) X 系列”每学期开设一个班,学生人数约为 90 人。选修“计算机科学(一) X 系列”的学生当中通常有 55% 是女生,而整个工程学院的学生有 30% 为女生。女生选修“计算机科学(一) X 系列”课程的高比率也表明,该门课程切实为女生们提供了一个舒适的计算机教育环境,而不会对她们有任何的文化成见。

## 创造一种有效而独具魅力的教学方法

教育基础薄弱的学生往往对教学质量更为敏感,基于这一理念,“计算机科学(一) X 系列”课程融合了教育研究所倡导的各种教学方法。例如,主动式学习就是一项主要的内容。同样,该门课程也通过尊重、包容和成就感来激发学生对该学科的兴趣和投入度。其核心是解决问题;Java 是作为一种解决问题和提出方案的编程语言而出现的。

“计算机科学(一) X 系列”是一门不对外招生的课程,教

**通过在弗吉尼亚大学选择一门专业,结合我校计算机专业入门课程“计算机科学(一)”的报名学生的组成结构,能够为激发学生们对计算机专业的兴趣提供独特的机会。**

师会对所有报名的学生进行面试。它与研究生和本科生教学助理对每一个班级积极开展助教的普通大学课程有所不同。教学助理可以回答学生的提问并在整堂课中提供个人帮助。教学助理会参与一般性讨论——发表看法、提出建议、或者要求学生进一步说明和举例。

该门课程把讲课与实验室练习和幻灯演示等教学方法有机结合在了一起。不过,“计算机科学(一) X 系列”依靠的是主动

# 锦绣研讨会

**在**美国国家科学基金会的支持下，我们开设了锦绣研讨会<sup>1,2</sup>来扩大计算机专业预科班的招生名额和选修计算机科学专业的学生数量。

该研讨会是全国性的，并有希望扩大和改进其课程的中学计算机教师和教育工作者参加。

该研讨会主要有三个目的：

- 一是向社会各界展示有关计算机教育的有效教学方法；
- 二是引入能够激发学生、尤其是女生和少数民族学生选修计算机课程的招生策略；
- 三是为与会者提供有用的信息，以便鼓励其学校开设优质的计算机课程。

对学生多元化和生源扩大的重视，使得锦绣研讨会与侧重于传达计算机教学内容的专业课程开发研讨会有所不同。

在过去两年当中，美国弗吉尼亚大学和其他七所大学都举办了多期锦绣研讨会。2012年，有大约150位中学教师参加了研讨会。而今年，大学预修计算机专业的报名学生将达到2000名。

弗吉尼亚大学的评估结果显示，与会者积极地招收学生并采纳了更具亲和力和包容力的教学方法。在后续调查当中，有94%的受访教师表示招收的学生人数增多了，有89%的教师表示招收的女生和少数民族学生人数增多了。

## 参考文献

1. J. Cohoon, J.M. Cohoon, and M.L. Soffa, "Focusing High School Teachers on Attracting Diverse Students to Computer Science and Engineering," Proc. 2011 Frontiers in Education Conf. (FIE 11), IEEE CS, pp. F2H1-F2H5.
2. A. Siraj, M.J. Kosa, and S.-M. Olmstead, "Weaving a Tapestry: Creating a Satellite Workshop to Support HS CS Teachers in Attracting and Engaging Students," Proc. 43rd ACM SIGCSE Technical Symp. Computer Science Education (SIGCSE 12), ACM, 2012, pp. 493-498.

式学习而非冗长的讲课来传授知识。每堂课约有三分之二的时间是由教师讲解概念和策略，然后由学生们进行讨论、检查并修改已经编写好的程序。

另外还经常穿插对各种难题的讨论和攻克计算难关的奖励。学生们在课堂中剩下的三分之一时间里会编写出新的程序。有关

课堂程序和作业的一些示例可通过登陆我校网站 [www.cs1x.org](http://www.cs1x.org) 查看。

计算机技术是一门必须通过实践才能掌握的技术。因此，“计算机科学（一）X系列”课程的教学法采用教学范例来进行阶梯式的学习，然后通过进一步的教学扩展来引导和提高学生们动手实践的能力。在整门课程修习期间，学生们通常要检查大约150份课堂程序，并完成大约50份编程作业。

教师根据对70种可能存在问题的应用环境来选择主要的样例和布置作业。尽管对学生的应用程序开发兴趣的调查显示出巨大的性别差异，但也存在一些共同点。教师通常会采用男生和女生都感兴趣的应用环境来吸引更多的学生参与。

“计算机科学（一）X系列”课程能够有效地为教育基础薄弱的学生们为后面的课程打好基础。一位“计算机科学（一）X系列”课程的教师发现，在第一次考试中，“计算机科学（一）X系列”的学生的平均成绩要优于“计算机科学（一）G系列”和“计算机科学（一）E系列”的学生。专项调查的结果也表明个别学生通过该课程取得了很大进步。证明该门课程成功之处的其他证据还包括，选择计算机专业的“计算机科学（一）X系列”学生中，有90%以上在毕业时都获得了其预期的学位。

## 招收原本对计算机专业没有兴趣的学生

从“计算机科学（一）X系列”课程的学生中招收计算机专业的学生是一大挑战，因为这些学生在进入弗吉尼亚大学时没有什么编程基础，也不想成为计算机专业生。然而，有证据表明，“计算机科学（一）X系列”课程招收的学生的性别比例几乎接近于“计算机科学（一）G系列”课程。

从2006年开设该门课程以来，选修“计算机科学（一）X系列”课程的大约510名女生中的7.5%和420名男生中的12%都选择了计算机科学专业。这两个比例基本接近于同一时期选修“计算机科学（一）G系列”课程的1750名女生和4220名男生中的比例。尽管选修“计算机科学（一）”课程的女生比例仅为男生比例的60%，但却是实行“计算机科学（一）”课程改革之前的比例的两倍。

## 网络与管道工程

我们系还与外部组织进行合作，致力于提高学术界、行业和

政府部门的计算机专业人员的性别多元化。例如，我们通过计算机研究协会的计算机技术研究领域女性地位委员会提供了各种指导工作。前系主任玛丽·露·索法是计算机研究协会的计算机技术研究领域女性地位委员会的创办人之一，目前也是其一年一度的毕业生校友研讨会的出资人，参加该研讨会的有同样毕业的女大学生和高级研究人员。我们还是国家女性与信息技术中心、及其扩展服务和示范工程的会员。

提高弗吉尼亚大学计算机科学系专业生的数量和多元化还需要从中学层面上扩大生源。我们系每年都会几项大型的外招工作，包括开放参观日、中学生编程大赛、大学升学咨询会、以及“锦绣”研讨会（在锦绣研讨会专栏有详细说明）等。外招活动通常都是从长远角度出发——致力于提高学生、学生家长和学校行政管理方对计算机技术专业的认识和了解。

**弗**吉尼亚大学计算机科学专业的本科女大学生的比例要高于美国国内可授予博士学位的各个学科系的女生平均比例。这一成果要归因于计算机课程结构和基础入门课程的改革、针对中学计算机教师的专业课程开发计划、指导工作和其他各种举措。

## 致谢

本文作者感谢美国国家科学基金会为开设“计算机科学（一）X系列”课程和锦绣研讨会而划拨的0739254号与1042452号专款的支持。

## 参考文献

1. S. Zweben, Computing Degree and Enrollment Trends from the 2010-2011 CRA Taulbee Survey, Computing Research Assoc., 2012; [http://cra.org/uploads/documents/resources/taulbee/CS\\_Degree\\_and\\_Enrollment\\_Trends\\_2010-11.pdf](http://cra.org/uploads/documents/resources/taulbee/CS_Degree_and_Enrollment_Trends_2010-11.pdf).
2. J.P. Cohoon and L.A. Tychonievich, "Analysis of a CS1 Approach for Attracting Diverse and Inexperienced Students to Computing Majors," Proc. 42nd ACM SIGCSE Technical Symp. Computer Science Education (SIGCSE 11), ACM, 2011, pp. 165-170.
3. S. Beyer et al., "Gender Differences in Computer Science Students," Proc. 34th ACM SIGCSE Technical Symp. Computer

Science Education (SIGCSE 03), ACM, 2003, pp. 49-53.

4. S. Cheryan et al., "Ambient Belonging: How Stereotypical Cues Impact Gender Participation in Computer Science," J. Personality and Social Psychology, vol. 97, no. 6, 2009, pp. 1045-1060.

**詹姆斯·P·科汉**是美国弗吉尼亚大学计算机科学系副教授。其研究对象包括算法、计算机科学教育、多元化与教育、集群及超大规模集成电路设计。科汉获得过明尼苏达州大学授予的计算机科学博士学位。他是电气与电子工程师协会成员、电气与电子工程师协会下属计算机协会成员、计算机协会下属的计算机与社会专家组、计算机设计自动化专家组、计算机教育专家组成员。可通过电子邮箱 [jpc@virginia.edu](mailto:jpc@virginia.edu) 与其本人联系。

**科汉麦格·拉斯**是美国弗吉尼亚大学工程与社会系副教授、国家女性与信息技术中心高级研究员。她在弗吉尼亚大学的工作包括在全国范围内对性别与计算机技术的实证研究，主要研究女性在IT领域的参与劣势和高等教育领域的性别隔离现象，而她在国家女性与信息技术中心的工作则是通过研究工作的实施、翻译、应用、宣传和评估等工作来提供性别与计算机技术教育的最佳范例。科汉获得过美国弗吉尼亚大学社会学博士学位。她目前是计算机研究协会下属计算机技术研究领域女性地位委员会的董事会成员。可通过电子邮箱 [jmccohon@virginia.edu](mailto:jmccohon@virginia.edu) 与其本人联系。

**玛丽·露·索法**是美国弗吉尼亚大学计算机科学系的欧文·R·奇塔姆教授。其研究工作包括优化编译程序、虚拟执行环境、软件测试、程序分析、软件安全、指令级并行性、以及多核心架构。索法获得过匹兹堡大学授予的计算机科学博士学位。她是电气与电子工程师协会和计算机协会成员、电气与电子工程师协会成员、计算机协会操作系统专业组和软件工程专业组成员。可通过电子邮箱 [soffa@virginia.edu](mailto:soffa@virginia.edu) 与其本人联系。

**CN** 免费阅读计算机协会的文章和专栏：  
<http://ComputingNow.Computer.org>



# 增加计算机专业女性人数：哈维穆德学院的经验

**玛丽亚·克拉韦 (Maria Klawe)**, 哈维穆德学院 (Arvey Mudd College)

**在过去的 4 年中，哈维穆德学院实施了三项改革措施，显著地提升了计算机专业的女生数量。而这些措施可供其他院校方便地复制借鉴。**

**有** 个关键问题一直在妨碍美国的技术进步，那就是从高等院校毕业的软件开发人员、计算机科学家和计算机工程师很短缺。因为人才不足，大科技公司和创业公司正在激烈地争夺计算机专业的优秀毕业生。而对有计算机学位的女性的争夺甚至更为激烈。虽然有大把的工作机会，但计算机专业的女生人数比例已经降到了 30 年以来的最低点。

在过去 4 年中，哈维穆德学院 (Harvey Mudd College, HMC) 大幅度提升了计算机专业的女生数量。其他高等院校可以复制哈维穆德学院所采用的一些措施，我们热切盼望可以帮助这些院校取得成功。

在 20 世纪 80 年代的技术爆炸时期，计算机专业毕业生数量充足，在获得计算机专业学士学位的人中，有三分之一是女生。而仅过了 10 年，计算机专业的女生比例就下降到了 20%，现在则一直徘徊在 14% 左右 (<http://archive.cra.org/info/taulbee/women.html>)。

2001 年互联网泡沫的破灭令男女学生都对计算机专业失去了兴趣，但过去的 10 年中，计算机专业女生人数减少量是男生的近 2 倍。根据 Taulbee 年度调查 (<http://cra.org/resources/>

taulbee ) 的结果显示，在研究型院校中获得计算机学士学位的男生数量减少了 35%，从 2001 年的 10903 下降到 2009 年的 7039，而女生数量则减少了 67%，从 2679 下降到了 892。

在过去的几年中，随着美国进入一个新的技术爆炸时期，计算机专业学生的总数又开始增多了。但是，计算机专业的女生比例仍大幅度落后于男生。显然，社会不仅需要男性，同样也需要女性在计算机领域做出贡献，于是哈维穆德学院挺身而出，迎接这一挑战。

## 扭转局势

在 2005 年，哈维穆德学院计算机科学系开始采取三项革新措施来吸引女性学习计算机学科。效果非常显著：计算机专业的女生比例从 2005 年的 10% 提高到了 2006 年的 20%。现在，计算机系女生的年平均比例达到了 37%~50%。哈维穆德学院把计算机系的女生比例提高到超过原来的 3 倍，也使得性别比例达到了全国平均水平的 3 倍。而且，与此同时哈维穆德学院计算机专业学生总数也大约提升了 1 倍，这意味着计算机专业女生数量上的增长远不止 3 倍。

从 CS70 的选课情况可以看出哈维穆德学院的变化有多大，这门课是计算机专业的第三门课程，被学生们成为“编程新兵营”。在 2007 年之前的 5 年间，选了 CS70 的女生在最多的时候只有 2 人；在 2011 年秋季，57 名选了 CS70 课的学生中有 23 名女生。

据我们所知，我们的成果是全美国最好的。这不仅是意志坚定、学识渊博的计算机系教职员的功劳，也离不开全校师生对

改革措施的支持。

## 三项创新

此前的研究确认，有三个关键问题导致女性不愿选择计算机专业：她们觉得计算机无趣，认为自己不能在计算机专业取得好成绩，对计算机文化感到不舒服。哈维穆德学院的改革着眼于同时解决这三个问题，不但要增强有意选择计算机专业的女生的兴趣，还要帮她们提升自信，并培养归属感。

### 计算机入门课程改革

计算机系的第一步就是设立了一门富有创意并饶有趣味的入门课程 CS5。这门课会探索计算机科学的范围和能力，以及它对社会的影响 (<http://www.cs.hmc.edu/twiki/bin/view/ModularCS1>)。

CS5 不像典型的计算机入门课程那样把主要精力放在学习编程上，而是强调用计算手段来解决问题。这门课让大一新生对计算机科学有了更广泛的认识，展示了这个学科的广博，并且迅速地让学生沉浸在各种核心问题和活动中。学生仍要编写大量的计算机程序，实际上新课程的编程量更大了。但他们编程用的是 Python，这是一种比传统的 JAVA 更灵活，兼容性更好的计算机语言。除此之外，他们编写的程序是用来解决在学习哈维穆德学院其他学科的课程时遇到的计算问题的，例如工程、数学、物理、化学和生物等。

编程课题的广泛性不但吸引男生，也吸引了女生。学生们发现，计算机科学远比自己想象的更加有趣，更有价值，这令他们感到十分兴奋和惊讶。

为了解决自信问题，选 CS5 课的学生会根据此前的经验被分为几组。那些只有一点或没有编程经验的学生会被分到 CS5 “金色” 组，那些有一定编程经验的则被分到 CS5 “黑色” 组。经验更丰富的学生则会被安排去上 CS42 课，这是一门把 CS5 的内容和下一门计算机系课程 CS60 结合起来的课。

在所有的计算机入门课程中，教师会注意防止经验丰富的学生炫耀知识，以免其他同学气馁。消除了这种“大男子主义”效应后，哈维穆德学院所有计算机课程的课堂文化都获得了明显的改善，结果让学习环境变得对所有人都更加友好。

### 介绍女生参加霍普会议

为了进一步增强女生对计算机科学的兴趣。在哈维穆德学

## 了解更多

**关** 于哈维穆德学院为增加计算机专业女生人数而采取的有效措施，以下材料可以提供更多信息。

- C. Alvarado and Z. Dodds, “Women in CS: An Evaluation of Three Promising Practices,” Proc. 41st ACM Technical Symp. Computer Science Education (SIGCSE 10), ACM, 2010, pp. 57-61; [www.cs.hmc.edu/~alvarado/papers/fp068-alvarado.pdf](http://www.cs.hmc.edu/~alvarado/papers/fp068-alvarado.pdf).
- Z. Dodds et al., “Evaluating a Breadth-First CS 1 for Scientists,” Proc. 39th ACM Technical Symp. Computer Science Education (SIGCSE 08), ACM, 2008, pp. 266-270; [www.cs.hmc.edu/~dodds/sigcse08FinalWNames.pdf](http://www.cs.hmc.edu/~dodds/sigcse08FinalWNames.pdf).

其他地方为促使女性学习计算机科学而进行的努力的信息，可见以下链接：

- V. Chan et al., “Gender Differences in Vancouver Secondary Students: Interests Related to Information Technology Careers,” Women, Work and Computerization: Charting a Course to the Future, E. Balka and R. Smith, eds., Kluwer Academic, 2000, pp. 58-69.
- A. Forte, and M. Guzdial, “Motivation and Nonmajors in Computer Science: Identifying Discrete Audiences for Introductory Courses,” IEEE Trans. Education, vol. 48, no. 2, 2005, pp. 248-253.
- R. Davies et al., “Virtual Family: Including Girls in the World of Programming,” Proc. 12th Ann. World Conf. Educational Multimedia, Hypermedia, & Telecommunications (EdMedia 00), Assoc. Advancement of Computing in Education, 2000.
- M. Klawe et al., “ARC: A Computer Science Post-Baccalaureate Diploma Program that Appeals to Women,” Women, Work and Computerization: Charting a Course to the Future, E. Balka and R. Smith, eds., Kluwer Academic, 2000, pp. 94-101.
- J. Margolis and A. Fisher, Unlocking the Clubhouse: Women in Computing, MIT Press, 2003.

院，每个大一女生，不论计划选择什么专业，都会得到参加葛丽丝·霍普女性计算科学大会 (Grace Hopper Celebration of Women in Computing) 的机会。这是全世界规模最大的女性

计算机科学家的会议，由安妮塔·博格女性与科技研究所 (Anita Borg Institute for Women and Technology) 和计算机协会 (ACM) 赞助。霍普大提供了对热门技术话题的介绍，让学生意识到这个学科领域中有各种各样的工作可供选择。会议也展示了处于职业生涯各阶段的活生生的例子，还创造出了活跃和友好的文化氛围。

2006 年，8 个大一女生入学后即参加了霍普会议之旅。到了 2012 年，人数变成了 45，另外还有 10 名高年级女生。事实证明，霍普会议有利地增强了女生的信心，鼓励她们选修更多计算机课程，并吸引了更多的女生加入计算机系。

### 提供暑期科研机会

大量研究表明，对于女性本科生来说，科研经历可以鼓励她们留在本专业的，也会增加她们进入研究生院的可能性。对于想在假期积累有价值的工作经验的大学生来说，大一结束的暑假是最难找到机会。因此，我们计算机系的教职员专门为有一到两年计算机课程学习经验的学生设立了一个研究项目。这为大一学生提供了运用自己所学知识的机会，增强他们的自信，并加深了他们对该学科的兴趣。

女生们拥抱这一机会，加入为期 10 周的高强度、富有挑战性的暑期研究项目，研究的课题涉及人工智能、机器人和教育视频游戏等。她们发现自己可以很好地进行计算机科学研究，而且在其中获得了乐趣。

### 分享成功

2010 年，国家科学基金会 (NSF) 发现了哈维穆德学院开展的突破性工作，并为计算机系提供了 80 万美元经费，鼓励它把极为成功的 CS5 课程推广出去。巴克内尔大学和西北大学完整采用了 CS5 课程，在学生和教师中取得了很好的反响。他们告诉我们，这是他们长久以来一直希望能为学生提供的课程。

我们学校的计算机科学教授为加州大学河滨分校设计了精简版的 CS5 课程，并在那里教授这门课，在克莱蒙研究生大学则是研究生版本的 CS5 课。他们还为中小学教师发起成立了一个研讨会，研究如何实施大学预科版的 CS5 课程，结果有几个地区的高中已经成功开始上这门课了。

最近哈维穆德学院又在国家科学基金会获得了一大笔经费，用于设计基于 CS5 的中学课程。计算机系的教职员也设计了以生物学为主题的版本，“绿色” CS5，这门课在哈维穆德学院非常受欢迎。他们现在正与加州大学圣迭戈分校的教师合作，计

划把某个版本的绿色 CS5 课引入该校。

当其他计算机系的教职员听说哈维穆德学院的转变时，他们有时会怀疑我们的创新是否适用于他们的院校。他们注意到我们学校规模较小，学生质量很高，教师致力于教学，与公立大型院校比起来更容易获得资源。他们还指出，哈维穆德学院的每个大一学生都要选计算机课，这使得我们可以把计算带来的兴奋和乐趣分享给每个人。虽然学校间的确存在着差异，但事实是，从 20 世纪 90 年代中期的卡内基梅隆大学和不列颠哥伦比亚大学开始，每个认真采取措施并长期致力于增加女生数量的学校都取得了相当的成功。

例如，在不列颠哥伦比亚大学，自然科学专业不需要选计算机课。但采取了几个革新措施后，选了标准计算机入门课程的女生增加到了约 40%。最初的第一步就是鼓励计算机文化课成绩较好的学生（选这门课的人中约 60% 是女生）继续选常规的计算机科学入门课程。另一个措施就是让教生物学入门课程的教师鼓励他们的学生选计算机课，因为在生物学中计算所起的作用越来越大。最近不列颠哥伦比亚大学还推出了计算机科学“辅修班”，这个班可以帮助非计算机专业的学生获得人本计算和社会计算、科学计算、软件开发等领域的经验。

**计**算机入门课程，霍普大会和低年级暑期研究项目共同发挥作用，鼓励哈维穆德学院的女生选择计算机科学。CS5 让学生从更广阔的视角认识计算机科学到底是什么，从而激发了她们的兴趣。霍普大会向学生们展示她们可以成为什么。而为期 10 周的高强度暑期研究帮助她们认识到自己可以从事计算机科学家的工作。

与过去的入门课程相比，新计算机课程没有提高成本，也没有提高教学的难度。消除“大男子主义”效应需要教师付出一些额外时间，但收获非常大。每个学生参加霍普大会的花销大约是 750 美元，具体金额取决于会议地点。我们发现从个人和公司筹集必要的资助相对比较容易，因为技术产业对增加相关专业的女性数量真的非常感兴趣。现在有几个地区的霍普会议，这使得参加会议的花销更容易承担了。最后，许多基金会愿意为本科生的暑期研究项目提供资助。■

**玛丽亚·克拉韦 (Maria Klawe)** 是哈维穆德学院校长。她为数学和计算机科学若干领域的研究做出过贡献，包括泛函分析、离散数学、理论计算机科学、人机交互、信息技术领域的性别问题和数学教育的互动媒

体。克拉韦在艾伯塔大学取得数学博士学位。她是微软公司、Broadcom 公司和非营利组织美国数学 (Math for America) 的董事会成员，计算机协会会员和美国艺术与科学院院士，也是加拿大信息技术处理协会 (Canadian Information Processing Society) 的创始会员。她还是数学科学研究院 (Mathematical Sciences Research Institute) 的

理事，也是斯坦福工程顾问委员会和计算机科学教师协会顾问委员会的成员。联系方式：kлавe@hmc.edu。



免费阅读计算机协会的文章和专栏：  
<http://ComputingNow.Computer.org>



《IEEE 软件杂志》为软件从业者提供了前沿观点，专家分析和深刻的洞察，让他们跟上日新月异的技术变迁。这本杂志还为软件理论转化为应用提供了权威观点。

[www.computer.org/  
software/subscribe](http://www.computer.org/software/subscribe)

**SUBSCRIBE TODAY**



# 计算机行业中的性别差异： 个人意见

**为什么一些人会花费大量的时间和精力希望把越来越多的女性带入到计算机行业中。**

**这**一组文章都是来自于一些大学的教员人员，他们对在计算机行业中努力促进性别多样性这一议题提供了个人的看法。这些专家来自于布林茅尔学院，印第安纳大学，华盛顿大学和佐治亚理工学院，还有两名作者来自于谷歌公司

## 为目标远大的女性服务

**迪帕克·库马尔 (Deepak Kumar)**, 布林茅尔学院 (Brynn Mawr College)

**在计算机科学课程发展过程中，为初期的学习者提供更有吸引力和创造性的内容，这个学科的学习以及相关的实践才更有魅力，才会显示出智力上的迷人之处。**

**1** 25 年前建立的布林茅尔学院宗旨就是为女性提供世界上最好的高等教育。在这所学校毕业的女性都有强烈的求知欲，人生明确的愿景以及为世界做出自己贡献

这些作者都描述了最开始他们是怎么进入到计算机这个领域，什么吸引了他们，哪些人或事影响了他们的选择，谁在早期教授，帮助他们，以及现在为什么他们为计算机行业中的性别多样性鼓与呼。

的信念。学校每年都有 35% 的毕业生属于科学、技术、工程和数学四大学科 (STEM)。

当我 1993 年来到布林茅尔学院任教时，我最大的挑战就是要设计一个新的计算机科学课程。唯有如此才能与学校在 STEM 学科上卓越的成就相匹配。当时的计算机专业也急切需要这样的一个课程，而我幸运的抓住了这个机会。在某种意义上说，我重温了学校创建者曾经面临的挑战，只是这次是帮助女性进入计算机科学。

### 一个新观点

计算机科学已经是一个非常传统的课程了，或许是因为进入到计算机行业太久了，我一直以来并没有对计算机行业中的女性问题想太多。但是我已经强烈的感觉到选修计算机科学的女性数量在不断下降。当我 80 年代中期考上研究生的时候，仍然有 35% 的女性选择计算机专业，而当我拿到博士学位时，这个比例已经下降到了 20%。计算机科学在吸引女性学生的表现上实在是不怎么样。

然而，当我环顾四周，观察在科学学科上任教的同事时，我就释然了。但是我也发现了和其它理科不同的是，计算机科学有其固有和奇怪的性别偏见。

例如，在计算机行业中，最基本的要求是速度和效率。有一种非常微妙的想法，认为只有特定思维习惯的人才可以迅速有效的建构一个产品，并且这种思维习惯是与生俱来的。这样的想法会打击那些刚刚开始学习计算机科学的人。

在学院 20 多年的教学研究中，我遇到了许多学生，他们高中的辅导员大都会建议她们最好远离数学和计算机。升入大学后，只有那些足够幸运的学生发现了计算机科学的魅力，然后通过不断学习，变成这方面的专家或者研究者。为初期的学习者提供更有吸引力和创造性的内容，这个学科的学习以及相关的实践才更有魅力，才会显示出智力上的迷人之处。

### 课程再聚焦

尽管速度和精确性是计算机学科的中心内容，但是往往会觉得不及，例如在传统的教学中，过早的向初学者强调此类内容，好像只是把重点放在培养专业的软件工程师一样。

聚焦最近的计算机专业的课程改进，其实更重要的是课程的改进必须和学校的宗旨相符合，即为那些有明确目标，并且强烈希望为社会做出贡献的女性服务。而这一理念也产生了一个新的，激动人心的计算机科学课程。

我们的课程设计鼓励各个专业的学生都来听课，每年大约有 10% 的学生会选修我们的计算机入门课程，在这些课程里，学生会在富有创意的环境中学习计算机相关的知识，例如在教学中学生可以制作个人机器人或者制作自己的计算机艺术品。

计算机专业在选择课程上给学生提供很大的灵活性。我们也会提供非常有趣和新颖的选修课程，包括认知科学，安卓系统设计与实践，计算语言学，涌现计算学，信息学，计算可持续学和计算几何学。

为初期的学习者提供更有吸引力和创造性的内容，这个学科

的学习以及相关的实践才更有魅力，才会显示出智力上的迷人之处。

另外，我们用计算方法开设了一个真正独一无二的副修科目。任何学科的学生都可以根据本学科的学习来进行调整和适应。这

**我遇到了许多学生，他们高中的辅导员建议她们最好远离数学和计算机。只有那些足够幸运的学生发现了计算机科学的魅力。**

也为那些不同学科的老师最大限度的使用计算机提供了一个友好的接口。而这一设计可能会冒出许多和计算机交叉研究的学科，例如数位人文学研究。

20 年来，布林茅尔学院的计算机科学系声名显赫，那些激动人心，与时俱进的课程功不可没。这些课程仍然在不断的改进，它们与传统的计算机科学课程已经完全不同了。

**在** 现代社会中，人们经常对那些专注于女性教育的机构，例如布林茅尔学院表示不理解。确实，女性在社会文化方面有了巨大的进步，但是如果一个女性被任命为一家技术公司的 CEO，我们还是会认为这是一个大新闻。2013 年，在所有的技术公司中，只有不到 5% 的女性获得所谓的“核心”工程师岗位。我一直认为，如果计算机行业中的性别比例平均的话，我们现在对计算机的概念与现在完全由男性所创造的概念会完全不同。

我认为计算机学科中人才多样性和性别平等是学科创新和壮大的关键。我也相信那些和布林茅尔学院一样，提供多样化的计算机课程可以让计算机科学更加迷人，吸引更多的学生学习。■

**迪帕克·库马尔 (Deepak Kumar)** 是布林茅尔学院计算机科学教授，美国国家科学基金会科学与技术中心，信息科学中心教育与多样化副主任，他的研究领域包括人工智能，信息科学，数据可视化，创意计算机学和计算机科学教育。在布法罗大学获得计算机科学博士学位，是美国计算机协会会员，联系邮箱：dkumar@brynmawr.edu。

**CN** 免费阅读计算机协会的文章和专栏：  
<http://ComputingNow.Computer.org>

# 对计算领域性别多元的个人思考

罗伯特·B·施纳贝尔 (Robert B. Schnabel), 印第安纳大学 (Indiana University)

**在 IT 业者中有一群人正致力推动计算领域的性别多元，他们有的是为了造福社会，还有的是为了给个人谋福利。**

**此**项事业效力的人常常要回答这样的问题：“计算机领域的性别多元对社会有什么重要意义？”此外还有一个较少有人问到的问题：“你为什么认同计算领域的性别多元，又为什么在这项事业里投入了这么多时间精力？”

第一个问题，我已经在不同场合回答过，其中既有一对一的交谈，也有面向国会的讲话。我的回答一般包括三点：为了社会平等，为了信息技术 (IT) 领域能有充足的人手，也为了激发创新。这三点的重要性是渐次递增的。具体来说，第一，人人都应该有

**我们国家需要各色人等投入 IT 行业，以满足它巨大且不断增长的人才需求。**

机会投身 IT 产业，并且在智力、社会和收入上取得回报。第二，我们国家需要各色人等投入 IT 行业，以满足它巨大且不断增长的人才需求。第三点尤为重要：最成功的创新活动，一般都要在创造过程中接纳来自不同背景的团队。

相比之下，第二个问题就很少有人问我，我也很少会想起它。即便想起，往往也是出于自私的考虑：我喜欢周围有各式各样的人——不同的性别、种族、民族、地区、国籍、宗教信仰、政治派别，有差异才有趣味。因为对性别和 IT 议题的关注，我的职业生涯里多了一些性别均衡，我也希望这能对整个行业有所帮助。

## 影响因素

那么，我这种对于性别多元的喜爱、对于一切多元的喜爱，又是如何产生的呢？主要的原因有两个：一是我生长的地方，二是我的家境。

对于这个问题我不想多说什么——尤其因为我是一个喜欢小镇、喜欢串门的人——但还是说两句吧：我是在纽约长大的，在皇后区上的中学，我的口音不像纽约人，也不像我的父母——否则我就会带上浓重的德国腔。我父母都是成年以后逃难来美国的，他们在船只靠岸的地方定居了下来——那地方就是纽约。

我在皇后区的一个中产阶级小康社区里长大，上的是那里的公立学校，那段经历使我认识了各式各样的人，其中自然有不同的性别，也有不同的种族、民族、国籍、宗教信仰和政治观点。我在多年以后才认识到，这不仅使我善于和多元的人群交往，也培养了我对多元的喜爱。

我的有些同事是在截然相反的环境里长大的：他们的故乡是中西部或西部的某个小镇，在大多数方面都十分的单一。在他们看来，和不同背景的人交往并不简单，但是他们也觉得那很值得向往。我记得几十年前我去一所历来只收黑人的大学访问，一位同事问我身为会议和活动中唯一的白人会不会感到紧张。我倒是从来没这么觉得过——这兴许是因为我念中学的时候参加了太多场篮球比赛、而在场的始终只有我一个白人的缘故。

我之所以对性别多元感到轻松和喜爱，我认为家庭背景也是一个原因：在我成长的那个小家庭里的，最亲近的几位女性都是了不起的人物。家庭聚会上也是女性远多于男性。

这其中包括我的姐姐（我只有一个姐姐，没有其他兄弟）、我唯一的表姐、以及一直和我们姐弟十分亲密的阿姨。我们的外婆是一位富有才华的艺术家和裁缝，她的艺术才能全部遗传给了我那位同样富于才华的姐姐。我们的母亲是一位勤劳的家庭主妇，她做事干练，并忠实地支持着我们社区的许多活动。我们的阿姨今年 91 岁，是我们在纽约市的唯一一位近亲，她十分的聪明有趣，至今还在曼哈顿和人一起经营着一家成功的画廊。

这样的家境产生了两个重要影响，继而也促成了我多年后对性别与计算机议题的广泛参与。第一，它使我认识到了女性在职

场上的非凡才华。第二，它使我在女性主导的环境中也能十分自在。虽然每个男人都有母亲，但并非人都是在我家这样女性主导的环境中长大的，这个分别非常重要。

## 令人为难的多元

谈到多元，我讨论的都是多元的优点，但是我也要强调一点：多元可以带来困难与挑战。通常的情况是，工作效率不论，我们往往更容易和来自同样背景、具有同样想法的人交流共事。我们的舒适水平越高，人就越觉得自在。同事们来自相同的背景，互相就不必做太多适应；具有相同的想法，彼此就不容易产生分歧。

那么，一个同质的集体，是否就一定相处得更好呢？一些研究和我们的常识都指出事实并非如此。不过反过来，我也根据自己的经历明白了一个道理，那就是有些人因为他们的成长经历，会觉得融入多元环境尤其困难。我们在和不同的团体交往时，应

该对这一点有所认识和理解。

**至**于我个人，除了要感谢那些在性别多元和计算问题上和我分享宝贵经验的男男女女，我还要感谢我的家人，尤其是家里的那一位位富有才华的女性。

**罗伯特·施纳贝尔 (Robert B. Schnabel)** 是印第安纳大学信息学院的院长。他的教学和研究兴趣包括科学和并行计算以及多样性。施纳贝尔早年在康奈尔大学获得计算机科学的博士学位。他与人共同建立了全国女性与信息技术研究中心 (National Center for Women & Information Technology) 并成为管理团队的一员。他还是 ACM 及 SIAM 的成员。他的联系方式为：schnabel@indiana.edu。

# 回到内心的技术宅：关注计算领域的“社会”动荡

凯特·斯塔伯德 (Kate Starbird), 华盛顿大学 (University of Washington)

**一段非同寻常的职业道路交织起了计算机科学和社会科学，也引出了一个观察计算领域性别多元的新视角。**

**每**当有人要我谈谈计算领域的性别多元，我都常常会觉得无话可说。我毕竟获得过计算机科学的理学士学位，算是个过来人吧。但实际上，我不记得在本科的时候体会过什么“性别鸿沟”了，即便有的话，我也肯定没往心里去。

在当时，我的学生运动员身份才是令我格格不入的心事，因为训练的约束，我无法熬夜在计算机实验室里参加集体项目。我

是斯坦福大学女子篮球队的一员，我们球队在国内名列前茅，而我又一直是队里的主要得分手，所以我关心的事可能和计算机学系的其他同学不太一样。

使我感到幸运的是，球队并没有敦促我主修别的学科。我的确听说过其他学校的运动员被迫更换专业的事，好在我的教练和队友都很支持我的选择。不过他们也明确地告诉我：运动员选择计算机科学这样“宅”的专业，是很奇怪的事。随队采访的记者也注意到了我这个异类，并在撰文时多次提到了我这个“电脑宅”。

有一位队友甚至送了一件印着“我是技术宅”的 T 恤衫给我，我穿在身上，倍感自豪。

## 两个爱好，两种追求

我向来很喜欢计算机，九岁就开始编程了，当时用的是一台

已经过气的奥斯本（Osborne）电脑，是一位家长传给我的。我哥哥教会了我 Basic 语言的基本知识，我就这样上路了。他还教会了我如何在篮球场上带球上篮，就是他在我心中播下了计算机和篮球的种子，这两样爱好占据了我的少女生活，也使我成了同龄人中的一个谜。

大学毕业之后，我决定继续追求不那么宅的那个爱好。于是当我的计算机学系同学们纷纷加入硅谷的新兴公司时，我却投入了职业篮球界，我的运动生涯横跨 12 个赛季，前后 9 年。有几年，我还在参加完 WNBA 的夏赛季后飞到海外、去欧洲加入球会打冬季比赛，我在奥地利、法国和西班牙的球会都效力过。

也是在那些海外岁月里，我对文化产生了浓厚的兴趣——我说的不是教堂、广场、或咖啡馆式的文化，虽然我也很喜欢出入那些场所，我说的是塑造人类行为的不成文法规。因为那些海外合约的关系，我常常要登上飞机、踏上一段段为期六个月的旅程，然而往往在登机之前的几天，我才有机会知道自己将在哪支球队、哪座城市、甚至哪个国家效力。有时候，我只能在飞机上学习一些目的地的语言和文化。有一些重要的知识，我都是在碰了壁之后学到的，比如怎么恰当地和一位店主打招呼，又怎么在团队训练中表现得很卖力或表现得很不卖力。

这些潜规则曾经是我视而不见的社会基础，但那时，它们却一下子呈现在了我的眼前。于是每年的那几个月里，我都会成为人类行为孜孜不倦的观察者。

## 职业新方向

当冰水浴和布洛芬的使用变得愈加频繁时，我的篮球生涯终于要画上句号了。我不得不考虑起了下一步该怎么走的问题。

那时我离开计算机领域已经十年，重新投身技术并不在我的考虑之列。我已经不记得当时身在何处了——也许正在前去训练的路上、乘着地铁在马德里的腹地穿行；也可能是深夜打完了比赛，正在伊比沙岛上倚着阳台欣赏地中海的美景。无论我人在何处，有一件事是决定了的：我将与计算机告别，成为一名人类学家。

## 一次偶遇

说到这里，我的故事里才终于出现了计算机和性别多元的议题，我能够回归计算领域，这个议题起到了关键作用，虽然其中颇有一些曲折。

2006 年中，就在我退出篮坛、准备向大学的人类学系寄出申请的时候，我收到了一封陌生人发来的电子邮件，邀请我去参

加一场午餐会。餐会的主办方是美国女性及信息技术研究中心（NCWIT），一个旨在促成女性多多参与技术和计算机行业的组织（[www.ncwit.org](http://www.ncwit.org)）。

餐会上，坐在我身边的正是鲍比·施纳贝尔（Bobby Schnabel）。他当时在科罗拉多大学波尔得分校供职，是该校技术、学习和社会联合研究所（ATLAS）的所长。鲍比问我退役之后有何打算。想到餐会的主题，我不由惭愧起来，告诉他自己准备重返校园，去学习一个与计算机无关的学科。不料鲍比立刻对我说道，他的 ATLAS 是一个涵盖技术、媒体和社会的跨学科博士项目，参加者可以在人类行为和计算科学之间开展交叉研究。他觉得这个项目很适合我。

鲍比说对了。说来也怪，那时的我还从来没想过将自己的两个爱好联系起来；不过我也有我的原因：之前的十年，我几乎就是在另外一颗星球上度过的。两小时的餐会结束之后，我答应鲍比一定申请他的项目。后来 ATLAS 录取了我，我随之前去报道。

## 人机交互研究

在 ATLAS，我对莱莎·佩林（Leysia Palen）领导的研究组产生了兴趣，她的专业是人机交互（HCI）。当时这个领域正在为新兴的危机信息学（crisis informatics）奠定基础。

佩林后来成为了我的导师，我的论文主题是社交媒体在灾难和其他群体突发事件中的运用，我着重分析了相隔遥远却彼此联系的群众是如何借助网络志愿行动和其他众包活动救灾拯难的。

2012 年，我接受了华盛顿大学的聘书，到该校的人类中心设计与工程系担任助理教授，和一群充满活力的人机交互研究者成为了同事。眼下，我研究的题目主要是对众包的支持和运用，即依靠大众的参与来解决灾难和其他场合的复杂问题。我的研究方法包括对大量社交媒体数据做定性分析（和人类学相去不远），我还运用了一些计算机方法，例如设计机器学习方案、利用群体行为来过滤和分类信息。

**对**于人类行为和计算机的交叉研究来说，这真是一个激动人心的时代，因为计算机技术已经无处不在，社交媒体账户也可能成为社交活动的必须，计算的重要性已经变得前所未有的。同样重要的是将男女两性的声音和观点在数字设计表和实现空间里表达出来，并使得由此产生的技术成为我们生活的重要成分。

当我想到计算领域的多元——不仅是性别多元，也是其他一切方面的多元——我有一个希望，那就是技术和人类行为之间的

这种日益重要日益明显的交互，也就是将我带回计算领域的变化，也会在计算相关的行业和学科引起动荡，因为改变的时候到了。

## 参考文献

1. T. Groeschen, "NCAA Women/Final Four—Starbird Nerd at Heart, Star on Court," Cincinnati Enquirer, 27 Mar. 1997; <http://community.seattletimes.nwsource.com/archive/?date=19970327&slug=2530970>.

2. L. Palen et al., "A Vision for Technology-Mediated Support for Public Participation and Assistance in Mass Emergencies and Disasters," Proc. ACM-BCS Conf. Visions of Computer

Science (VCS 10), British Computer Soc., 2010, pp. 1-12.

3. K. Starbird, "Crowdwork, Crisis and Convergence: How the Connected Crowd Organizes Information during Mass Disruption Event," doctoral thesis, ATLAS Inst., Univ. Colorado Boulder, 2012.

**凯特·斯塔伯德（Kate Starbird）**是华盛顿大学人类中心设计和工程系的助理教授。她的专业是人机交互和计算机支持的协同工作，主要研究社交媒体和其他线上工具所支持和塑造的互动及协作行为。她目前的研究重点是将群众提供信息和组织信息的能力同应急人员的需求联系起来。斯塔伯德在科罗拉多大学波尔得分校的 ATLAS 研究所取得博士学位，她的研究方向是技术、媒体和社会。她的联系方式为：[kstarbi@uw.edu](mailto:kstarbi@uw.edu)。

## 直面难题，享受乐趣

**安妮·安东（Annie I. Antón）**, 乔治亚理工学院(Georgia Institute of Technology)

**对 15 年职业生涯的反思显示，追随你的情感和理智，就能保证你在教育和职业上始终处在正确的位置。**

**我**对计算机的兴趣是大学本科的时候真正发展起来的，那个时候，我的班上常常连我在内只有二到五个女生，有时更是只有我一个女生。不过，我与计算机的缘分却早在我上公立小学的时候就开始了：当时我母亲给我报了一个计算机的课外班。

那是为期一周的课程，我们在课上学习了调制解调器的使用方法：把电话听筒倒转过来放到电话机上。我们还学习了如何用打孔的卡片制作标语。我下一次接触计算机是在中学高年级，那时的我常在午餐时间去新落成的苹果电脑实验室里玩三连棋之类的游戏，我是那里唯一的女生。

上了莫瑟尔大学（Mercer University）之后，我修读了一门

Basic 编程课，并且喜欢上了编程。接着我又读了另一门计算机课，课上的作业是设计一个界面。我的设计是一块面包板，上面有八个 LED 灯泡，当你按下苹果 IIe 键盘上的某一个键，表示那个键的二进制代码就会被灯光照亮。

那门课的教授汤姆·哈尔（Tom Hall）敦促我把专业换成计算机科学，并且转到乔治亚理工学院读书。哈尔博士是第一位对我产生重大影响的教师，是他的建议彻底改变了我人生道路和事业轨迹。我后来花了 18 年时间才重新找到了他，并对他表示感谢。

## 确认决定

在乔治亚理工，我十分享受编程课的乐趣，记忆中有两本书籍在我心底燃起了熊熊烈火、也坚定了我在计算机领域深造就职的决心。它们是杰拉德·温伯格（Gerald Weinberg）的《计算机编程心理学》（The Psychology of Computer Programming, Dorset House, 1998）和弗雷德·布鲁克斯（Fred Brooks）的《人月神话》（The Mythical Man-Month, Addison-Wesley Professional, 1995）。温伯格探讨的是编程中个人和团队的角色，

布鲁克斯则着重软加开发团队和项目管理的重要作用。

这两本书籍使我认识到人在软件工程中扮演着关键角色，顺畅的沟通对于任何软件项目的成功均至关重要——其中既有开发者之间的沟通，也有开发者和终端用户之间的沟通。在这两本著作的启发之下，我又辅修了一个技术与商业传播的学位，因为我认识到，有了良好的沟通技巧，我就能事业成功、或许还能比别人略高一筹——乔治亚理工有许多优秀的程序员，要想出人头地，光靠技术是不够的。

高年级时，我有幸参加了一个本科研究项目，并萌生了继续攻读硕士学位的想法。在那时，我已经认清了自己的兴趣，那就是研究人类和计算机系统的交互，无论那个人类是终端用户、还是开发软件系统的软件工程师。

## 职业选择

我后来有了两次成功的项目管理经验，又去面试了几个硕士后的职位，最后觉得还是继续从事研究和助教比较有趣。乔治亚计算学院的创始人及院长彼得·弗里曼（Peter Freeman）和我的硕士生导师迈克·迈克拉肯（Mike McCracken）也鼓励了我，使我下定决心，继续攻读博士学位。

都说学士、硕士和博士学位不要在一个学校读，我却不以为然，因为在我看来，当年的乔治亚理工对于修习计算机的女性始终十分照顾，我也很感激乔治亚理工的校长为我颁发了面向少数民族裔的研究生奖金。

我的博士生导师有两位，彼得·弗里曼和科林·波茨（Colin Potts），都以需求工程（requirement engineering）方面的研究为人所知。有了他们的专业知识，再加上我之前就喜欢和终端用

户、和软件开发团队沟通，使我确定了博士论文的主题，我不仅当时就对这个主题十分热衷，而且直到现在，我在需求工程和隐私及安全规范的合规性方面的研究，也都是那篇论文打下的坚实基础。

**现** 在我身为教授已经 15 年了，15 年来的职业生涯充实、有趣、富于挑战，这都是因为我和学生们选择了正确的研究课题。

回顾这些年的变化，大到整个计算领域，小到我的班级，今天的多元程度已经远远超出了我念本科的时候，我对这个变化非常高兴。对于为我拓宽天地的那一位位导师，我也觉得十分感激，特别是吉恩·斯帕福德（Gene Spafford），是他在普渡大学的信息保障及安全研究教育中心（CERIAS）接待了我，使我度过了一个富于成效的休假年。我在北卡罗来纳州立大学组建过一支队伍，研究我们这个国家、这个世界面临的重要问题，建树之丰，已经不仅仅是令我高兴这么简单了。我还曾在计算研究协会的女性地位委员会供职、在分布式导师项目指导年轻女性，将提倡多元的精神传播了出去。2013 年，在离开母校 15 年后，我回到乔治亚理工担任互动计算学院的院长。谁说好马不吃回头草？谁说在同一所学校获得三个学位有损职业生涯？一派胡言。

在求学和工作的日子里，我一直追随着自己的情感和理智。如果你每天都能从解决难题中得到乐趣，那么你就找到了自己的位置。我本人就从解决难题中得到了乐趣，因为在乔治亚理工互动计算学院，我领导着全国最优秀最多元教职员和学生。

**安妮·安东**（Annie I. Antón）是乔治亚理工学院互动计算学院的院长，她的联系方式为：aianton@cc.gatech.edu。

## 追求职业变化

**爱丽丝·博诺姆-比亚斯**（Alice Bonhomme-Biais）、**拉奎尔·罗马诺**（Raquel Romano），谷歌危机救援组（Google Crisis Response）

和一群女性同事的经历使得两位谷歌软件工程师在职业上做出重要转变，他们将个人兴趣和职业追求合二为一、提高了自己的领导和演说能力、也获得了更大的职业满足。

**在** 职场上谋求改变的时候，我们一般会和尊敬的同行或同事商议，再决定要不要改变方向、承担风险。我们最近一次决定转职，动力就来自我们对工作的热情、以及一干受人尊敬的女性同行的认可。

我们现在都是谷歌危机救援团队的软件工程师，这组人马的使命是在自然灾害发生之前、之时和之后向人们提供关键信息（请访问 [www.google.org/crisisresponse](http://www.google.org/crisisresponse)）。我们两人都获得过计算机科学的博士学位、都在博士毕业后从事过博士后研究、其后不久又都加入了谷歌公司。

虽然在博士毕业之前，我们对性别多元的议题没有多加考虑，但是在参加工作之后，我们却都加入了为女性在计算行业争取权利的活动，比如为计算行业的女性成立的葛丽斯霍普论坛（Grace Hopper Celebration for Women in Computing，网 址：<http://gracehopper.org>）

我们两人是在谷歌的员工联谊会“谷歌女工程师”（Google Women Engineers）上相识的。这类涵盖同一领域不同专业的团体，对于个人圈子和职业圈子都能起到拓展和丰富的作用。

在我们看来，与出身各个专业的干练女性相识相交，对我们自身的职业前景会产生缓慢而确凿的影响。首先，我们喜欢和这样的女性为伴——她们的存在会打破我们习以为常的性别比例，并使性别成为我们身上最不显眼的特征。其次，即使人不在场，她们的存在和成功也会赋予我们力量。和她们交往之后，我们在一大群同事中发言和提问时便觉得更有底气，我们迫不及待地参加以前害怕参加的社交活动，在向着职业生涯的新方向进发时，也觉得更有灵感、更有勇气了。

### 爱丽丝·博诺姆-比亚斯

我在法国出生，先在那里学习了数学和社会学，后来又转到计算机科学，并在分布式系统领域获得了硕士和博士学位。2004 年，我来到纽约，成为了谷歌公司的一名软件工程师。

2008 年，我开始在谷歌地图的搜索质量部带领一支队伍。与此同时，我也热切地希望能为海地的技术进步贡献一份力量。我常去海地旅行、与那里的技术人员交谈，并试着将自己对社会公益的追求和掌握的技术合并成一个项目。然而那并非我的专业，因而我较为谨慎，并没有立即行动，而是等待了两年。

但是到 2009 年底，我的态度发生了变化。当时我参加了葛丽斯·霍普论坛，在论坛上见识了发展中国家的一些令人赞叹的项目，它们的领导者都是来自世界各地的女性。我因此大受启发，

终于将自己不成熟的想法拿出来与谷歌的其他同事分享，结果出乎意料：我得到了许多人的支持。

几个月后的 2010 年，一场大地震袭击了海地。当我眼看着友人们在地震的余波中挣扎求生的时候，我在职业上的种种考虑一下子变得无关紧要了。在接下来的 24 小时里，我参加了谷歌对这次地震的救援行动（<http://googleblog.blogspot.com/2010/01/staying-connected-in-post-earthquake.html>）。我在 30 部安卓手机里装载了尚在测试的谷歌地图移动版，并将它们运往海地，好让救援者将援助送到灾民手中。

**许多人正致力于“用技术服务社会公益”，这方面已经积累了许多工作，但是还有更多工作有待完成。**

几个月后，我放弃了管理职位，第一批加入了谷歌新成立的危机救援团队。从那以后，除了完成谷歌公众警报的技术工作（[www.google.org/crisisresponse/publicalerts](http://www.google.org/crisisresponse/publicalerts)），我还对许多听众宣讲了技术在危机救援中的作用，这不仅使我自己受到启发，可能也启发了其他人在职业中将智力追求和个人兴趣合二为一的做法。

### 拉奎尔·罗马诺

我的童年是在墨西哥和美国两个国家度过的。我本科念的是数学，硕士和博士转到了计算机科学。2007 年，我加入了谷歌的光学字符识别团队，研究如何用机器学习和计算机视觉在图像中寻找并识读文字。

自研究生起，我就参加了许多志愿性质的兼职工作，以帮助收入微薄的移民群体。我辅导过拉丁裔学生，为非盈利的社区组织开发过软件，还借助谷歌的 Thread 项目向负责看管的员工传授过技能（见 [www.google.com/diversity/thread](http://www.google.com/diversity/thread)）。

我的专业技能在计算机视觉和机器学习方面，所应用的领域和我的志愿工作相去甚远，而我在全职工作中也已经得到了智力上的满足，因此，不同的兴趣虽然不能调和，我却并未感到有什么不妥。直到 2010 年底，一个关键的事件使我将自己的几项志趣融合了起来。当时我在休产假，无法参加葛丽斯·霍普论坛的会议。但我又不想错过会上的活力和兴奋，于是开始在推特上追踪各个议程。我远程“参加”了会议召开之前的研修班，它的主

题是冒险，参加者探讨了应该在什么时候、以什么方式尝试职业风险，使得我大开眼界。我接着又关注了几项议程，主题都是用技术来解决社会问题、以及用开源项目来帮助有需要的人群。我意识到许多人正致力于“用技术服务社会公益”，这方面已经积累了许多工作，但是还有更多工作有待完成。

从那时起，我开始将不同的线条编织起来。2010年3月，我在网上得知纽约的熟人爱丽丝·博诺姆-比亚斯将要访问我们的加州山景校园，我于是邀请她出席为“谷歌女工程师”举办的一次午餐会。当天的议题是谷歌内部各个团队之间的工作调动，我在餐会上得知，因为爱丽丝在海地地震之后的工作，谷歌新成立了一支灾难救援团队。我请爱丽丝帮忙联系了那个团队的领导，几个月后，我就加入了她的工程师队伍。眼下我供职于谷歌的灾难地图项目（<http://support.google.com/crisismaps>），研究技术和人道救援之间的交叉问题，我感觉这个领域在智力上富于挑战，从个人角度也值得参与。

**受** 人尊敬的同行和同事会对我们的职业选择施加重大影响，尤其是在大多数职业变动都围绕着种种不确定的情况之下。计算机科学和其他领域一样，内部

都存在着大家心知肚明的声誉等级，比如纯粹的理论研究较应用研究为高，核心的计算机科学又胜过与人文沾边的“软”课题。

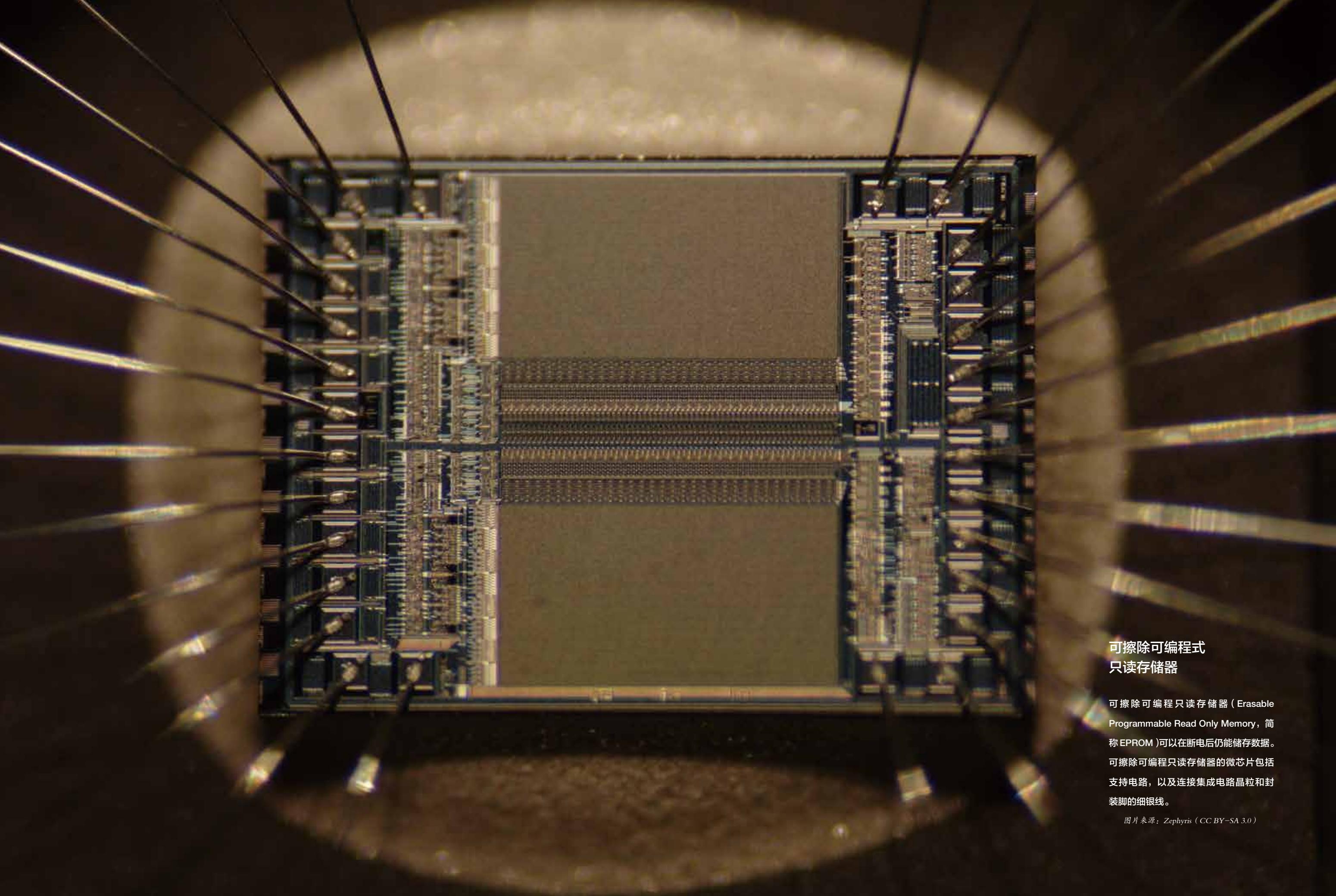
假如我们始终将职业人脉局限在各自狭窄的专业领域里，我们在转换职业方向时就未必会受到同行的认可，也不会有勇气促成技术在非盈利领域的应用。正是周围那些女性计算机科学家的影响，使我们将原本的业余爱好转变成了全职工作，并为那些兼具技术深度与个人意义的问题奉献了心血。

**爱丽丝·博诺姆-比亚斯**（Alice Bonhomme-Biais）是谷歌危机救援团队的一名软件工程师。她曾在法国里昂高师获得分布式系统的博士学位。她的联系方式：[www.linkedin.com/in/bonhommebias](http://www.linkedin.com/in/bonhommebias)。

**拉奎尔·罗马诺**（Raquel Romano），谷歌危机救援团队高级软件工程师，曾在麻省理工学院获得计算机科学博士学位。她的联系方式：[www.linkedin.com/in/romano](http://www.linkedin.com/in/romano)。

**cn** 免费阅读计算机协会的文章和专栏：  
<http://ComputingNow.Computer.org>





### 可擦除可编程 只读存储器

可擦除可编程只读存储器 (Erasable Programmable Read Only Memory, 简称EPROM)可以在断电后仍能储存数据。可擦除可编程只读存储器的微芯片包括支持电路, 以及连接集成电路晶粒和封装脚的细银线。

图片来源: Zephyris (CC BY-SA 3.0)



# 数据科学家应与领域专家紧密合作

斯泰恩·维安纳 (Stijn Viaene), ( Vlerick Business School & KU Leuven)

“数据科学”已经出现很久了，但最近这个词再次让人着迷。亚马逊、谷歌和领英 (LinkedIn) 等大数据公司的专家普及了这个概念，而“数据科学”的再次出现也标志着我们又向曾被称为“商业分析学 (business analytics)”的未来迈进了一步。基于数据的决策已经变成了参与竞争的必需品，<sup>1</sup> 而托马斯·达文波特 (Thomas H. Davenport) 和 D. 帕蒂尔 (D.J. Patil) 则为对数据科学的兴趣火上加油，他们表示数据科学家是“21世纪最性感的工作”。<sup>2</sup>

尽管从学术上说，数据科学并不是一个学科，也还没完全形成一个职业分类（到目前为止），但是科学家、技术专家、工程师、统计学家和数学家们正加入大数据公司，创造出新的领域。留给那些富有激情，想法也很好的业余者的时间已经不多了。数据科学现在已经被拿来和那些信息时代技术精湛的专家所做出的工作进行比较，这些专业人士可以用科学方法从数据中发现知识，从而获得巨大的经济效益。

但是，因为对数据科学的过度炒作，人们对它的期望也变得不切实际。想让数

据科学发挥作用，你需要一个多工种的团队（不仅仅只有数据科学家）和多层次的项目（不仅仅只有数据实验）。此外，要产生商业价值，你需要对接数据科学家的世界和领域专家的世界。

## 对接两个世界

在最近的一次采访中，沃尔玛的著名架构师迪格维贾伊·兰巴 (Digvijay Lamba) 这么说：<sup>3</sup>

事实上，领域专家（采购、销售、产品经理和其他在零售领域工作多年的人）非常了解市场……他们把一些隔着墙的想法扔给数据科学家，而数据科学家可以分析这些数据，针对问题想出非常好的答案。但是他们之间仍然有一堵墙。数据科学家不是领域专家……我们想做的是推倒这堵墙。

兰巴的看法一点都没错。数据科学家和领域专家被隔离开来，现在的挑战是让他们走到一起。

领域专家和数据科学家对这个世界的经验并不相同。领域专家在商业领域 (business domain) 里工作。他们的工

作空间由真实的商业交易和互动组成。他们倚仗的知识大部分是专家技能和经验，来源于自然的积累，并用不言自明地方式得到应用。为了找到隐藏的商业机会。数据科学家必须在模型领域 (model domain) 中捕捉到商业领域，而且要化为概念、模型、测度和可被检验是否符合数据的假设。任何在模型领域中获得的知识都要想办法重回领域专家的手中，从而获得很好的应用。

## 收益实现过程

要想从数据科学中成功地获得收益，需要对接商业领域和模型领域的流程。不过，这一流程并不仅仅包括对数据和信息的收集、分享，以及公开——它还包括社交联系。后者被忽略了。因为受到了商业和模型领域间隔阂的困扰，我提出一个收益实现过程，包括以下几个活动：为商业建模，发现数据，实施洞见 (operational insight) 和培育知识。

建模的目标是提出一个关于如何使用数据的商业想法，从而在模型领域改进业务。它可以让你论证想法，解释已

有的数据。发现数据也存在于模型领域，它的定义是通过数据实验的方式寻找对商业的深刻理解（洞见）。它包括迭代的、基于数据的模型分析与合成。最终，在模型领域获得的洞见要被实施——也就是要从模型领域转移到商业领域，然后被整合到组织中的工作系统里。回到商业领域，知识培育可以促进最优秀的数据使用实践和基于数据及分析的决策文化，这样就能把你的数据科学投资的回报最大化（见图 1）。

这一收益实现流程应该成为你的所有数据科学项目的纲要。这四个步骤都有一个共同特征：它们都由数据科学家和领域专家之间有建设性的对话引导，包括了人与人间的互动和对话，让项目的参与者了解到“另一边”的看法。尽管这些步骤同样重要，但在项目过程中着重点会有所变化。最开始的时候，建模和发现需要更多的时间；然后，更多的时间被花在实施和培育上。然而总得来说，在整个项目的过程中，所有这些步骤都需要同时进行。

## 创造共识的商业建模

数据科学项目不仅仅是随意跑几个数据实验然后指望获得最好的结果而已。不能低估数据建模的重要性，尤其是在项目刚刚开始的时候。建模可以帮助数据科学家理解商业想法的目的，让项目足够专注。但是也不应该把建模当成象牙塔里的练习。相对于“把想法扔到墙的那一边去”来说，它应该是一个有建设性的替代。那么，我们如何才能确保建模可以提升价值呢？

首先，领域专家和数据科学家必须在模型工作方面紧密合作。交给数据科学家的商业想法很可能很多样。有些想法可能相当原始，有些则经过了仔细地考

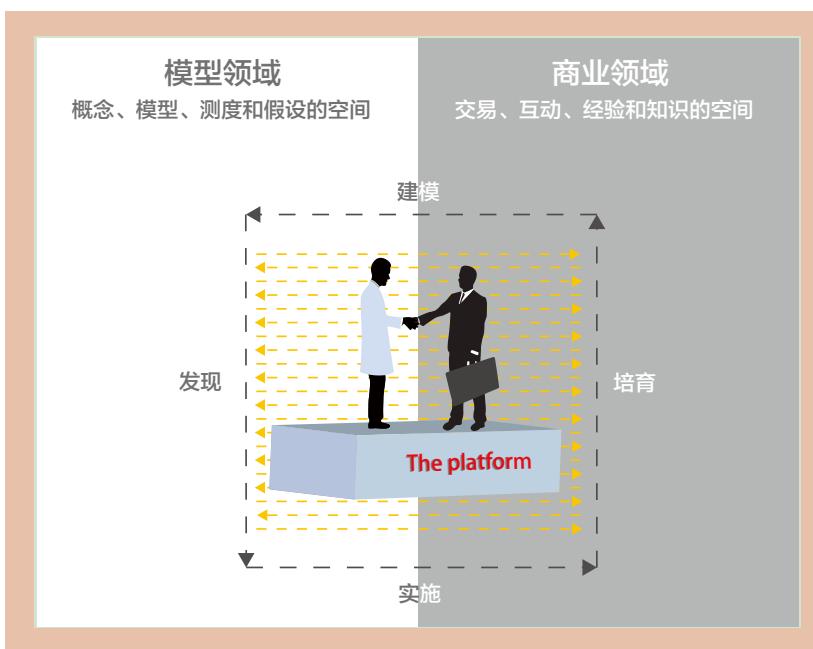


图1. 数据科学收益实现流程。这一流程包括了业务建模、发现数据、实现理解，以及培育知识的步骤

量。有些想法可以和某个特定的任务相联系，有些则可能更全面。不过，大部分想法都会很不成体系——类似估算的风格 (back-of-the-envelope style)。如果没有对某个商业想法和相关内容进行进一步的阐述，数据科学家很可能会误解（然后会错误地陈述）这个想法，导致数据科学家的实践失败。

建模要通过“对话模式 (conversation mode)”进行，这样数据科学家可以获得领域专家的个人知识——关于商业想法及其环境的知识。他们可以发现和质疑数据中基于假设的任何商业想法或偏见。专注而有建设性的对话是获得综合全面的商业理解的有效方法。

此外，数据科学家必须意识到偏见的潜在来源。加入你想通过搜索保险申请数据中的欺诈模式来预测欺诈申请的类型。如果你依赖被调查人员归为“潜在欺诈”的申请，那你就要谨慎处理，准确地知道这个归类是如何得出的。你的领域专家（在这个例子中是申请调查人员）也许

## 从数据发现到获得理解

在我的模型里，发现是指用一系列技术支持的基于数据的快速分析模型获得理解——也就是这样的模型算法数据搜索和输出评估：它们使用了模型镜头（model lens）和模型合成（model synthesis），修正了基于模型分析获得结果的模型。每一次迭代代表了一个符合科学方法的数据实验。你的数据科学家和领域专家之间的对话引导了这一过程的轨迹。

计算机处理、存储技术、编程技术和算法的进步让大数据使用变得可行。但是，这些技术并不只是需要按个按钮就能应用。在寻找技术应用方法（以及技术间

领域专家应该评估和校准每个数据实验的输出。他们从中学到的东西应该成为下一次迭代的基础——调整模型，然后开始一个新的数据搜索。

考虑一个例子，这个例子是我和荷兰天主教鲁汶大学（KU Leuven）的同事与阿姆斯特丹警察部门共同完成的。<sup>5</sup>警方希望使用文本分析非结构的警察报告，从而加强他们对家庭暴力问题的理解。我们不仅帮助他们使用了迭代过程，还帮他们应用了视觉支持数据挖掘技术（visually supportive data mining techniques）以及多功能数据导航环境。后这让我们可以支持定制数据搜索，这样你就能简单地通过点击从被发现的模式到单个数据点，

确的信息装备商业运作和它们的管理支持。相比于“数据科学”，很多人更想用“商业分析”这个词，因为前者带有一些对实践挑战缺乏意识的意味。对这些人来说，数据科学这个词指的是发现的结果被简单地“扔到墙那边去”，并未对这些结果应用产生足够多的关注。他们对这个词的厌恶并非没有根据。无论新发现的理解多么强大，如果它不能被充分地应用于你的工作系统中，那么你的投资将会等于零。

通过调整商业流程、重新组织团队合作，和改进决策过程，我们可以把理解转化为行动。在大多数时候，同时采用多种手段被证明最为有效。例如，在2009年，荷兰国际集团比利时银行（ING Belgium）的市场部门通过引入

“快速活动流程（fast-track campaign process）”，为分析学的创新设立了标准。<sup>6</sup>这一举措的背景是通过在分析学领域竞争的方式挑战零售银行市场的战略。

荷兰国际集团比利时银行的快速流程实施了荷兰国际集团的线上市场推广活动实验，还引入了一个“商业实验”：提供严格的选择及测试活动想法的框架，以及获得更多关于活动组织、客户收益性、购买行为和忠诚度的知识。数据科学家

和沟通及活动执行员工一起利用平衡感性和理性的决策流程来指导这一测试 - 学习过程。值得注意的是实施过程应该在刚开始的时候就被放到日程表上。领域专家和数据科学家之间的对话应该保证建模和发现过程都要考虑到可实施性。

有时候，我们会惊讶地发现数据科学项目和业务流程管理（business process management BPM）项目被不同的团队相互独立地运行——业务流程管理<sup>7</sup>是为了基于模型的研发和改进公司工作系统的实践参考学科。和数据科学

类似，它使用工具和技术在模型领域中探索，以此改进和重新发现业务。现代业务流程管理方法极端重视对流程测量的投资，所以可以为数据科学创造大量的机会。尽管一些现代流程管理方法（比如六标准差和流程挖掘）的诞生和对数据的系统使用及业务流程加强分析无关，很多机会仍然没被利用。看起来唯一符合逻辑的做法是一起合作。

不过，还有另一个原因让业务流程管理团队加入数据科学项目。业务流程管理领域用了超过二十年的时间学会了到底是什么把流程模型转化为工作流程。业务流程管理使用全面的方法来管理变化。它还充分尊重跨界项目团队。所以，成功实施的业务流程管理团队的专业知识和经验可以让那些苦苦挣扎着要把模型领域里的理解辅助应用的数据科学家受益良多。

不过，有件重要的事需要澄清：顺序。当结合数据科学和业务流程管理努力的时候，保证之前曾在业务管理流程项目工作过的团队成员改变工作方式，适应数据科学项目的要求。<sup>8</sup>同样，参与项目的IT人员也是如此。项目方法应该支持迭代的，演化的知识理解开发，强调合作模型和商业领域指导下的发现途径。不能允许使用不相容的方法。

## 培育知识

传递消息在每个数据科学项目中都非常关键。要相互分享已经作出的理解，如何使用这些理解，以及你学到了什么。扩展和促进跨项目之间的对话将会推动组织中基于数据和分析做决策的文化。

数据科学项目中的对话让团队成员深入了解发现的过程。在整个项目过程中督促领域专家，通过展现使用价值和持续提供完整学习过程的方式向他们解释和设定期望，这样这些领域专家就会成

为数据科学的提倡者。我们可以期望管理能提供组织支持和合适的激励。否则，基于项目的成本计算和对运营工作的专注很可能会让员工觉得培育工作是一个“运营成本”而不加以考虑。

正是因为这样的原因，荷兰皇家航空（KLM Royal Dutch Airlines）在2003年创建了“大使项目（ambassadors program）”，用来支持它的客户关系管理（customer relationship management, CRM）战略。<sup>9</sup>为了接触到公司每个销售和运营部门，荷兰皇家航空组织了一个由既专注努力又经过合适训练的客户关系管理大使组成的网络。这个网络被逐渐部署到位，用来帮助协调

“SWIFT在过去30年中创造的最强品牌。”它以教育、观点共享、合作、推动力和孵化服务的形式提供支持。

就像荷兰皇家航空一样，SWIFT对创新进行的成功刺激依赖于存在于不同部门的大使。这些内部人员经过了仔细的选择，获得了清晰的任命。他们把15%的时间花在和创新相关的活动上。一个特别的关注点是就成功地经验和获得的教训进行沟通。他们组织了多种多样的仪式、午餐研讨会（brown bag sessions）、黑客马拉松（hakathons）和员工特别活动，让尽量多的员工解除创新。Innotribe有着自己的社交媒体战略，并在外部沟通方面和公关公司合作。

## 在数据科学家的指导下，领域专家应该能评估和校对所有数据实验的输出。

的合作方法）中需要的探索很可能不会少于从数据中有效地获得理解所需的努力。此外，尽管整个过程中自动化的部分很多，但是从数据中发现实用的商业理解仍然是一个以人为中心的活动（human-centric activity）。

在发现过程中的这种技术与人的关系和丰田命名的“自働化（autonomation）”<sup>4</sup>很相似——自働化是指需要少许人力的自动化。在丰田生产和精益制造系统（Toyota Production and Lean Manufacturing system）中，当异常情况出现时，机器会停止运作，而这一过程依赖人力介入来解决问题。类似的，当数据搜索过程中出现了一个潜在的有趣理解时，机器就要停止工作，要求人力输入。在数据科学家的引导下，

还能无缝地在聚合数据显示和非聚合数据显示中切换。这些和直观的可视化显示让数据科学家和领域专家间的对话更有成效。

可以把连续的数据实验与模型及商业领域间的同步对话交织在一起，组织成越来越深刻的理解。这样可以让你仔细地跟踪目标、范围和预期。它还能帮助你维持项目的进度，让项目不会因为过多的分析选项而瘫痪。“分析瘫痪”的风险可以用一下的方法消除和减小：在对每个迭代的边际价值增加的评估之上，对发现迭代限时以及为发现活动的终止设立条件。

## 事实想法，确保行动合适

实施是指在合适的时间和地点用正

无论发现的理解多么强大有力，如果它不能应用到你的工作系统中，那么对它的投资等于零。

开展本地的客户关系管理，以及辅助和促进整个组织的客户关系管理进步。设计这一项目的目的是为了让客户关系管理更贴近荷兰皇家航空的雇员们，目标是找到一个客户关系管理，让它既划算，又可以病毒式传播。

在全球金融信息服务商环球银行

金融电信协会（SWIFT），大数据和分析师创新的关键领域。回到2007年，SWIFT的创新团队开始时是一个快速生产原型产品的内部软件开发车间。随着时间的推移，这个团队在SWIFT对产品

变革和文化变革需求的推动下，演变成了Innotribe，也就是“创新者部落（tribe of innovators）”，专注于推动促进合作式创造，并在金融服务领域开启创新。10Innotribe被他们的首席执行官称为

C级别高管在知识培育过程中扮演者特殊的角色。除了要倡导数据科学外，他们还应该帮助创建一个让创意可以有效“碰撞”的环境。就像新产物的生成只能通过反应分子间发生有效碰撞一样，新一代的创意、知识和理解也需要有效的创意碰撞。

C级别高管应该保证当前的组织结构不会组织这样的碰撞。例如，在荷兰国际集团比利时银行，市场部门被放在了领导银行在数据分析领域竞争的首要位置。<sup>6</sup>首席市场官先从整顿自己的部门开始。为了保证组织结构和银行的战略目标相符，他把市场传播和活动执行的业务方面放到了与活动设计、优化和评估的分析方面相同重要的位置。他重新设计了业务流程和团队合作，从而促进紧

密的日常合作。与此同时，强调对企业数据资产进行协调和管理的数据管理被部署用来激发组织内跨部门的数据使用。这些组织改变（以及其他一些组织改变）被用来鼓励循证决策和组织构造的分析学应用。

## 平台

回到对兰巴的采访上。他提到了沃尔玛正在搭建自己的“社会基因组平台，用来驱动以外的理解——并且填补决策者和数据科学家之间的鸿沟。”<sup>3</sup>这里，吸引人的地方不在于沃尔玛搭建分析平台来回答重大商业问题的事实，而在于

他们会更有信心，也会更轻松地参与到必要的跨界对话中。在可以帮助对话的情况下，这一平台应该还能被用来创造出一门共同的语言。

### 生产有用的解决方案

数据科学家的实践并不是发布理解。

他们的工作是在商业领域生产能起作用的解决方案。我已经介绍了数据科学的收益实现是一个由建模、发现、实施和培育组成的过程。搭建的平台应该可以支持所有这些活动，保证每一个数据科学项目都遵循并完成了这一流程。

### 支持信息和对话物流

**数据科学家并不是拥有所有素质和知识，可以让数据科学项目成功的超级英雄。**

兰巴似乎希望这个平台能推倒数据科学家和领域专家之间的那堵墙。不过，采访中兰巴几乎没有解释这个平台可以如何从收集和研究中的数据中产生价值。让我来根据我提出的收益实现过程提出几个必备的性能。

### 培养多才多艺的员工

在我关于收益实现过程的观点中，最基本的宗旨是，数据科学家并不是拥有所有素质和知识，可以让数据科学项目成功的超级英雄。他们必须与多方对话，从而实现商业收益。搭建出的平台设计应

该能支持这样的对话，激发领域专家和数据科学家的多种才能。他们很可能继续在自己的领域里——无论是模型领域还是知识领域，但有了这么一个合适的平台，

### 促进渐进学习

你的分析平台应该可以让你随着时间的推移开发出组织分析性能。每个数据科学项目都应该可以利用从之前项目中获得的理解和教训，也应该成为之后项

目的起点。你的数据和模型领域的资产，还有你在商业领域内的专业知识和经验，应该能被稳定地获得和重复使用。要想确保平台的长期价值，需要让企业和其他设计者参与到设计和平台资产利用的过程中。此外，应该管理由平台产生的对话，让其激发符合目标的平台使用。

### 创造分析生态系统

最终，你的分析平台应该成为数字商业生态系统的基础。它应该为整个商业社会打开数据和分析师界的窗口，让内部和外部的各方更轻松地用数据联系和创新，从而激发商业生产力。它应该为增值数据科学项目运营提供稳定的支撑，也要确保所有项目为合作学习作出贡献。这个平台的吸引力不仅在于能持续不断地整合新数据源和数据科学技术，还在于开放地邀请生态系统的参与者在分析学新的领域里冒险遨游。□

### 致谢

如果不是弗拉瑞克商学院的“把IT带到董事会（Bringing IT to Board Level）”德勤项目的支持，就不会有这篇文章。

### 参考文献

1. A. McAfee and E. Brynjolfsson, “Big Data: The Management Revolution,” Harvard Business Rev., Oct. 2012, pp. 60–68.
2. T.H. Davenport and D.J. Patil, “Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century,” Harvard Business Rev., Oct. 2012, pp. 70–76.

3. R. Boucher Fergusson, “It’s All About the Platform: What Walmart and Google Have in Common,” MIT Sloan Management Rev., Dec. 2012; <http://sloanreview.mit.edu/article/its-all-about-the-platform-what-walmart-and-google-have-in-common>.

4. T. Ohno, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, 1998.

5. J. Poelmans et al., “Formally Analysing the Concepts of Domestic Violence,” Expert Systems with Applications, Apr. 2011, pp. 3116–3130.

6. S. Viaene and A. Van den Bunder,

“Marketing’s Business Transformation at ING Belgium Retail: Becoming Belgium’s First Direct Universal Bank,” Vlerick Business School Case Series, VLGMIS-1106-C, Sept. 2011.

7. S. Viaene et al., “BPM Quo Vadis? Challenges and Opportunities for Business Process Management,” BPTrends, Sept. 2010, pp. 1–23.

8. S. Viaene and A. Van den Bunder, “The Secrets to Managing Business Analytics Projects,” MIT Sloan Management Rev., Fall 2011, pp. 65–69.

9. S. Viaene and B. Cumps, “CRM Excellence at KLM Royal Dutch Air-

lines,” Comm. Assoc. for Information Systems, vol. 16, pp. 539–558, 2005.

10. P. Vander Auwera, “Story: Inno-tribe—A Tribe of Innovators in the Financial Industry,” 5 Jan. 2013; [www.mixprize.org/story/innotribe](http://www.mixprize.org/story/innotribe).

**斯泰恩·维安纳 (Stijn Viaene)** 是弗拉瑞克商学院 (Vlerick Business School) 和荷语天主教鲁汶大学 (KU Leuven) 的教授。他的联系方式: stijn.viaene@vlerick.com。



《IEEE计算机图形及应用》(IEEE Computer Graphics and Applications, 简称CG&A)把计算机图形学领域的理论和实践联系在一起。《IEEE计算机图形及应用》提供了包括从某个特定算法到全系统实现在内的同行评议的深度报道。它为那些处于计算机图形技术前沿的人们提供了必不可少的资料。无论他们处于商界还是艺术界，这本杂志都能让他们受益。

请点击: [www.computer.org/cga](http://www.computer.org/cga)



# 想象并制造机器人（它还披着斗篷！）

**布莱恩·大卫·约翰逊 (Brian David Johnson)**, 英特尔 (Intel)

在 21 世纪机器人计划中，来自英特尔的团队与三位中学生合作，帮助他们设计、制造出独一无二的机器人。

**在** 科幻原型机制造部门，我们饶有兴致地见证了 21 世纪机器人计划的进展，该部门已经研发出了一台机器人——杰米，它的冒险之旅给我们带来了无穷乐趣。本月，我愉快地向大家报告：杰米有了新伙伴！英特尔的同事们和我与几位卓越的年轻人合作，制造出了三台独特的机器人，下面便是我们的故事。

2014 年 9 月，英特尔在纽约的世界创客嘉年华 (World Maker Faire) 上发布了 21 世纪机器人套组。老读者应该还记得我们去年的报道，《杰米玩转曼哈顿》(《计算机》杂志，第 46 期，11 号，P95-98)。为了庆祝该套组的发布并告诉大家应如何去想象、设计、制造自己的

机器人并为它编程，我们与一些年轻的设计师合作，力图打造三台新的机器人。

纽约城市大学莱曼学院的副院长兼 CIO 罗恩·伯格曼将我们介绍给了南布朗克斯区金融与技术实验学校 (MS 233) 的中学生。这所学校曾被评选为英特尔卓越学校，与我们合作的几位同学都是一个暑期项目的参与者，他们分别是 12 岁的嘉蒂特莎、11 岁的梅尔文和 12 岁的安琪莉可。在 21 世纪机器人小组的帮助下，他们将设计自己的机器人并编写应用说明。

## 第一步：想象

起步之初，我通过 Skype 通话向几位同学介绍了机器人杰米，并阐述了我们的项目目标。首先，我请他们想象一下，自己想要什么样的机器人，因为这是所有伟大发明的基石。为了帮助他们上手，我让他们给自己的机器人起个名字，

21 世纪机器人计划有句格言：“每个机器人都有自己的名字”，因为我们相信，每个机器人都是独一无二的，因为它的创造者是一位活生生的、独一无二的人。嘉蒂特莎选定了“里茨·比茨”这个名字，梅尔文挑的是“柯里姆”，安琪莉可则中意“杰森”。

然后，我让他们画出自己心目中的

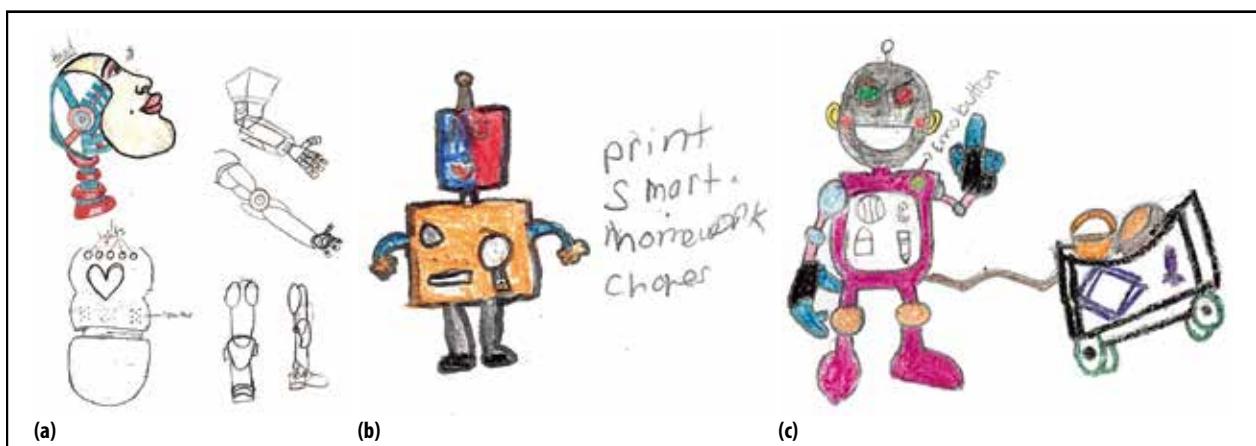


图 1. 学生设计师给自己的机器人起了名字并画出了它们的样子：(a) 嘉蒂特莎的里茨·比茨 (Ritz Bitz)，(b) 梅尔文的柯里姆 (Callim)，(c) 安琪莉可的杰森 (Jason)

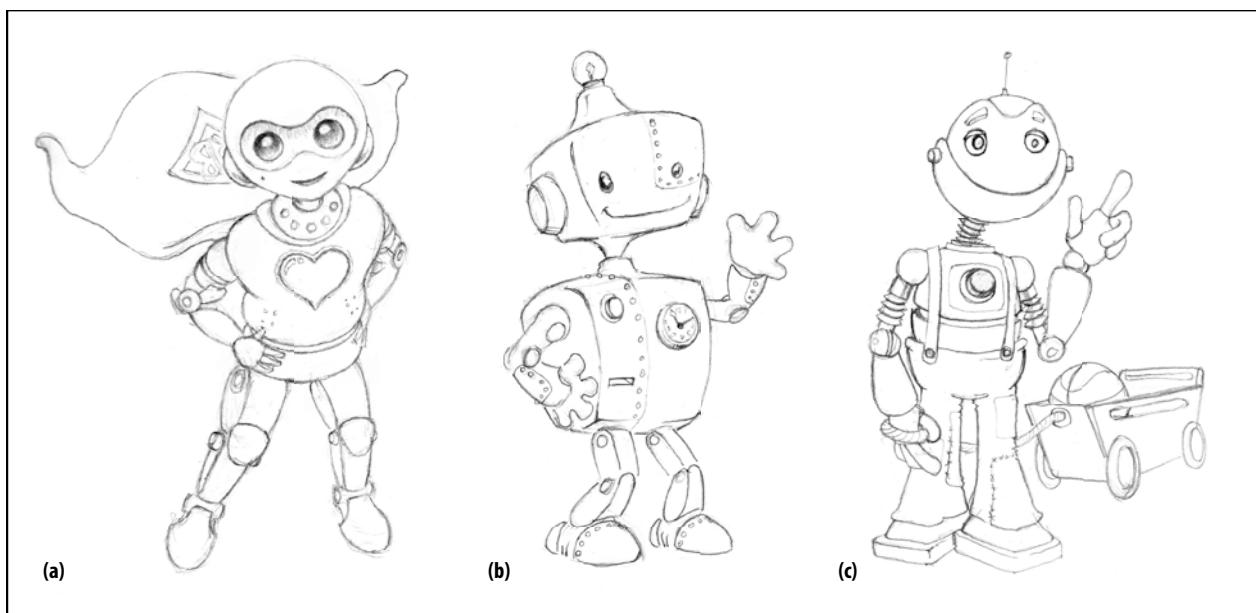


图 2. 插画师设计的角色草图：(a) 里茨·比茨，(b) 柯里姆，(c) 杰森

机器人，你可以在图 1 中看到他们的成果。我还向他们提出了几个问题：你的机器人有什么独特之处？它能做到哪些其他机器人无法做到的事情？你的机器人需要什么样的应用程序？和这个机器人生活在一起是什么感觉？它长大以后能干什么？实际上，这些问题的答案构成了一份文档，同学们通过这份文档告诉 21 世纪机器人小组，他们的机器人需要哪些功能，我们需要编写哪些应用程序。每个机器人的需求都不尽相同，但三位同学

都不约而同地要求配备唱歌和交友应用。在他们眼中，机器人不光是仆人，还是伙伴。

现的。在她的努力下，同学们的作品变成了图 2 里的样子。

在小组其他人员的协作下，我们的 3D 设计师罗恩·波伊尔根据桑迪的草图，绘制了三个机器人的 3D 打印图。每个机器人的外装甲都由一系列独立的部件或外壳组成，安装在内骨架上。内骨架则包含马达、电池、支撑骨架及驱动机器人的计算智能。利用这套标准的内骨架，每位同学的独特设计得以实现，创造出图 3 中各具特点的机器人。

## 第二步：制造

下一步是把几位同学的画作交给桑迪·温克尔曼，我的这位搭档创意十足，她是 21 世纪机器人计划的插画师。除了擅长设计角色以外，桑迪还深知，在实际的制造过程中，有哪些东西是能够实

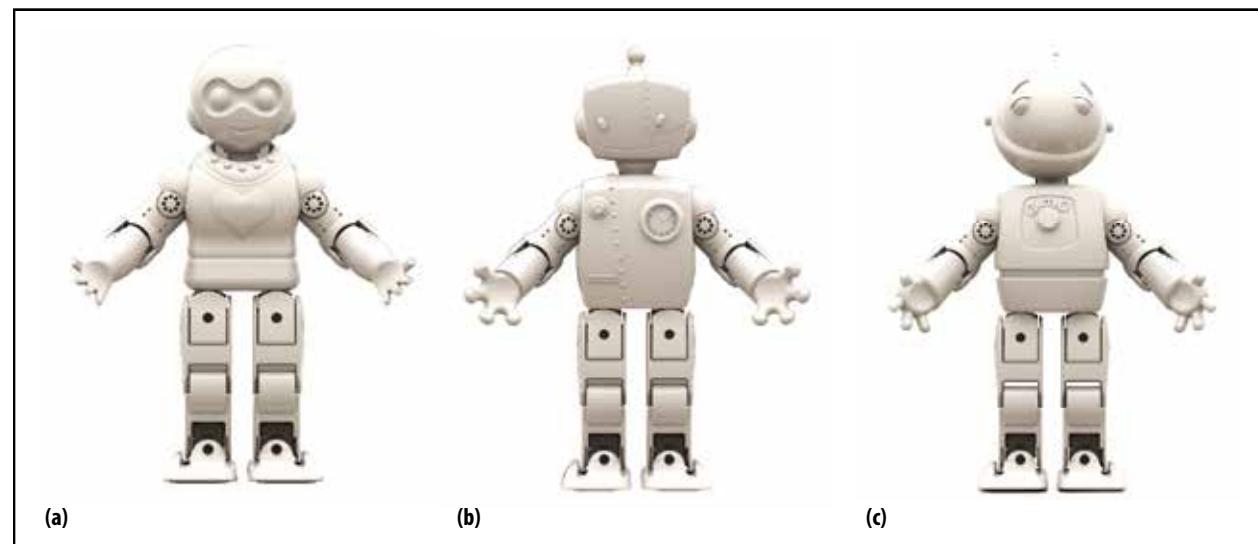


图 3.3D 打印的机器人成品: (a) 里茨·比茨, (b) 柯里姆, (c) 杰森。

准备完毕后, 我们带着 3D 打印出来的机器人前往纽约参加世界创客嘉年华。大会上, 嘉蒂特莎、梅尔文和安琪莉可与近 80000 名年轻(或者不那么年轻的)创客、制造者和工程师分享了他们的故事。

**大**会上我最爱的是里茨·比茨启动的那一刻, 这个机器人是嘉蒂特莎的超级英雄, 它唱起了机器人主题的歌曲。我们创造出了一个披斗篷的机器人, 能够亲身参与这个创意十足的工程项目, 我为之深感自豪。我们将里茨送上舞台, 她用《你是我的阳光》的旋律轻唱“我是你的机器人, 你唯一的机器人”, 那一刻, 一大群年轻人蜂拥而来, 争相围观这个小小的机器人。当她挥手致意, 继续歌唱, 孩子们纷纷伸手去摸她的手指和斗篷。我衷心希望, 他们能够由此看到机器人的未来——也许他们中的某些人, 会成为明天的工程师。■

型机制造专栏编辑, 英特尔公司的头号未来主义者。他是《机器中的人性: 贪婪之后是什么?》(约克出版社, 2013) 和《复古的明天: 从蒸汽朋克到未来科技》(梅克出版社, 2013) 的作者。他的电子邮箱是: brian.david.

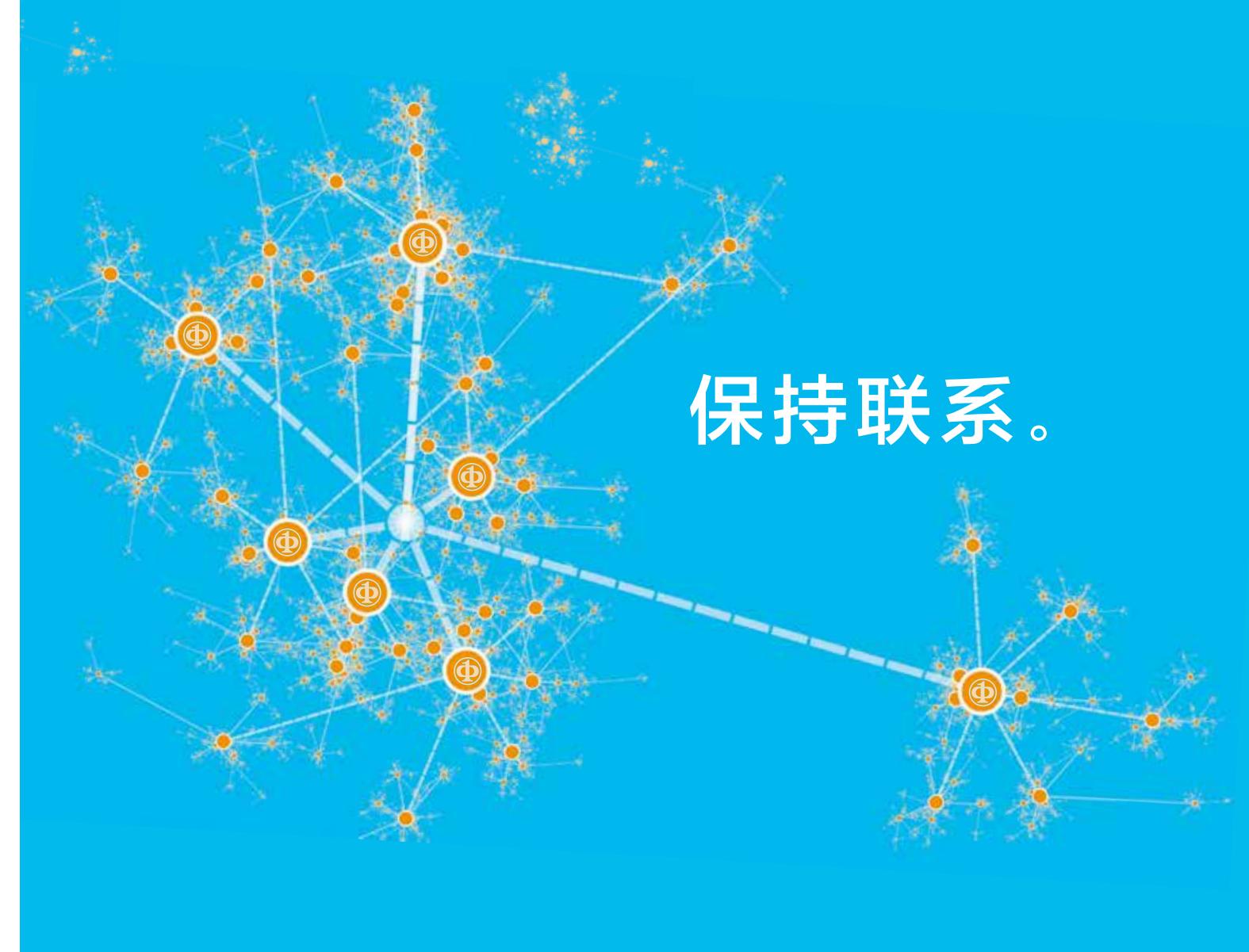
johson@intel.com, 或关注推特 @ IntelFuturist。  
**cn** 免费阅读计算机协会的文章和专栏:  
<http://ComputingNow.Computer.org>.

**投稿**

**IEEE Software** 寻找可以吸引专业和非专业读者的实用可读文章。这本杂志的目标是将可靠的信息传递给软件开发者和管理者, 帮助他们站在技术浪潮之巅。投稿必须为原创, 不能超过4700个词, 每张表格和图片不能超过两百个词。

投稿指南:  
[www.computer.org/software/author.htm](http://www.computer.org/software/author.htm)  
 更多细节: [software@computer.org](mailto:software@computer.org)  
[www.computer.org/software](http://www.computer.org/software)

布莱恩·大卫·约翰逊, 科幻原



无论你在哪里, 都能紧随 IEEE 计算机协会的脚步。

在 Twitter、Facebook、Linkedin 和 YouTube 上关注我们。



@ComputerSociety, @ComputingNow



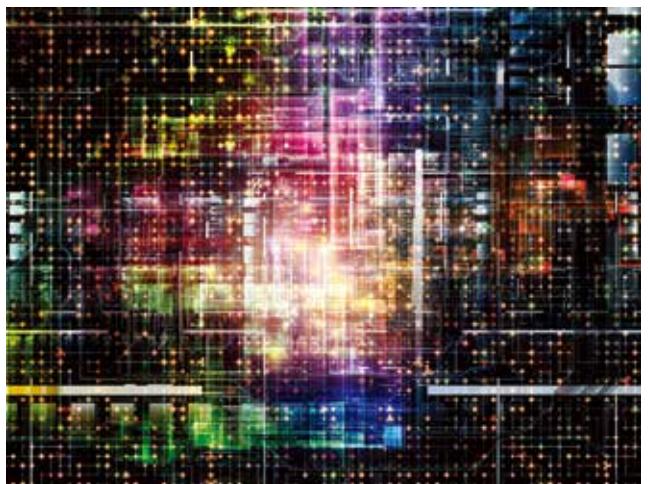
[facebook.com/IEEEComputerSociety](https://facebook.com/IEEEComputerSociety)  
[facebook.com/ComputingNow](https://facebook.com/ComputingNow)



IEEE Computer Society, Computing Now



[youtube.com/ieeecomputersociety](https://youtube.com/ieeecomputersociety)



# 社交生活网络

拉梅什·杰恩 (Ramesh Jain), 加州大学艾尔文分校  
(University of California, Irvine)

**计算机和信息科学家们已经开始关注赛博空间，但在许多新出现的社会问题当中，更加重要的则是真正的空间和时间。社交生活网络将这些因素回归到控制论的基本原则中加以考察。**

本文中，拉梅什·杰恩教授在控制论这一起源于近 70 年前的概念与现代数据科学的前景之间建立了联系。大数据的存在使得对复杂的社会问题进行建模，转化为可控制的进程成为可能，在这些进程中，系统会不断监测实际状态和期望状态之间的差异，并给出适当的控制信号。将这些模型与性能强大的传感器、在线社交网络、先进的机器学习技术结合起来，就为一种新型的“社交生活网络”的出现打下了基础，这种新型网络可以在“特定情况下识别用户需求，找到合适的资源来满足这些需求，并实现二者的最优化组合”。

——克里斯蒂安·泰默勒 (Christian Timmerer) 专栏作家

“赛博空间”(cyberspace)一词最初是由科幻作家威廉·吉布森 (William Gibson) 在其 1984 年的小说《神经漫游者》中创造的。之后，该词迅速被计算机界所采用，随后被全社会用来指代互联网和网络。前缀“赛博”(cyber)源自“控制论”(cybernetics)一词，数学家罗伯特维纳在 1948 年将“控制论”定义为“对动物和机器的控制和通讯的科学研究”。近年来，越来越多的所谓“赛博-实体”和“赛博-实体-社交”系统开始出现，这些系统利用计算和网络来实现与物和人之间的控制和通讯。

表 1 中以简单形式列出了控制论中的核心原则。为了获得期望的状态，系

统必须使用传感器来不断监测实际状态与期望状态之间的差异，确认需要发出什么矫正动作作为反馈来平衡系统扰动，并向执行器发出控制信号来激发这一动作。

对这一感知--确认--反应的循环过程进行精确建模，需要具备对观测数据进行收集和分析的能力。在计算技术发展的早期阶段，控制论系统仅仅用于相对简单的机械过程，比如家用空调器。随着计算技术的进步，包括低成本但性能强大的传感器、存储设备和处理器的过程，比如向其他星球发射飞船。今天，随着我们进入大数据时代，数据--信息--知识的金字塔已经扩展至足以对复杂的

## 建立模型

收集数据对某个特定的过程进行建模是科学的基础。对于社会科学来说，要广泛收集关于人类行为的定量数据是困难的，这种情况直到最近才有所改观。而研究人员依靠的还是采访、调查及有限的观察研究，这些研究通常是定性的，而且样本容量很小。

计算技术的进步，包括低成本但性能强大的传感器、存储设备和处理器的过程，比如向其他星球发射飞船。今天，随着我们进入大数据时代，数据--信息--知识的金字塔已经扩展至足以对复杂的

为和计算机视觉中的目标和动作识别等。

在不远的将来，研究人员将能够用控制论的原则---建立模型、测量参数、状态评估以及控制系统---打造出能够在社会层面上解决问题的社交生活网络。

决重大社会问题的期望。

随着事件的发生，新的数据就会生成，然后被收集并保存起来以备未来的分析。很多时候，社会学家们并不知道要如何利用这些数据。这并不是坏事，现在看起来毫不相干的数据，将来就可能催生出重要的观点。在资源足够的情况下，收集的数据量过多总比不够好。

有了合适的分析工具，研究人员能够利用大数据对控制论系统进行建模，该系统能够处理一系列活动，从识别照片上的狗，到判断导致交通阻塞的原因，再到预测疾病的传播等等。

## 测量参数

为了确定系统状态，模型中给出了一些重要的参数。这些参数可以通过多种传感设备进行测量，也可以用人充当传感设备测量。传感一般是个被动的过程，要在某个环境下测量所有的数据，不过传感器也可以被设置为在特定环境下测量某个特定的参数。

在被设计用来解决真实世界中的问题的控制论系统中，系统测量的参数沿空间和时间维度分布。在赛博空间中，我们将这些维度视作连续的，但在数字化分析中会将数据以不同的解析度在三维空间和时间上进行离散化，并将数据以网络结构重新呈现。对于每个网络节点，系统都会收集相关数据以供分析使用。

## 状态评估

控制论系统会根据系统模型，连续不断地计算要从现有状态变为期望状态需要执行的动作。状态由一组变量定义，在近来兴起的旨在解决社会问题的系统中，这些变量往往是某种情况和环境下

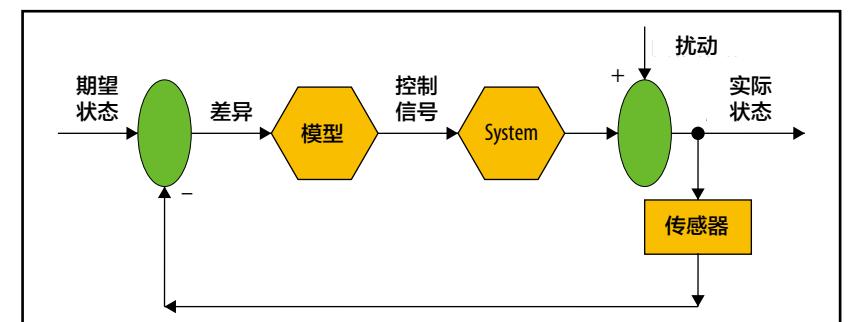


图 1. 根据事先定义的性能目标模型，控制论系统会利用连续的反馈机制来监测实际状态和期望状态之间的差异，并发出适当的控制信号。

的内在属性，很难量化。

目标和语音识别系统通常就是这样，定义状况的状态变量会随着时间不断变化，分类就可能会发生重叠。这就对机器学习技术提出了一大挑战，该技术旨在衍生出一种基于现有数据而非演绎模型的分类机制。状况识别时的状态可能也要取决于几个似乎无关的参数，比如地形和远程事件。

## 控制系统

在对不同系统实现控制的环节，我们所面临的挑战可能会有很大区别，这取决于控制论系统的规模以及实际状态和期望状态的差异程度。管理基础的机械过程的简单系统只需要向执行器或执行器组发送信号。而在复杂的社交系统中，执行器可能是机械装置，也可能是人，或者是人机的组合。显然，发给机器和人的执行信号一定要有很大不同。进一步讲，对于大型社交网络来说，系统可能必须要对成百上千，甚至是数百万不同性格的人发出指示。

社交生活网络从云端数据源上收集和理解数据。它综合环境背景和所有受影响的人的状况来判断实际状态，将之与期望状态相比较，并使用推荐引擎及其他机器学习技术，向位于合适地点的合适的人传递合适的信息。

近几十年以来，计算机和信息科最学家们一直在关注着赛博空间，在这一空间中时间和地点通常不重要。然而，在许多新出现的社会问题中，环

联网中的执行器。

## 社交生活网络

在加州大学艾尔文分校，笔者的研究团队正在开发我们称之为“社交生活网络”的框架。社交生活网络，即利用控制论的规则，由人、传感器和执行器构成的，旨在解决一系列重大社会问题的网络。比如应对紧急情况、交通管理、健康问题、水管理等。（请访问 <http://auge.ics.uci.edu/sln>）。我们认为，从核心上说，一些重大社会问题就是如何迅速有效地将人们和他们需要的资源之间建立联系。因此，社交生活网络的基本目标，是在特定情况下识别用户需求，找到合适的资源来满足这些需求，并将二者以最优的形式联系起来。

社交生活网络从云端数据源上收集和理解数据。它综合环境背景和所有受影响的人的状况来判断实际状态，将之与期望状态相比较，并使用推荐引擎及其他机器学习技术，向位于合适地点的合适的人传递合适的信息。

近几十年以来，计算机和信息科最学家们一直在关注着赛博空间，在这一空间中时间和地点通常不重要。然而，在许多新出现的社会问题中，环

《计算机的》杂志的“社会计算”专栏和社交网络特别技术社区(STCSN)紧密相连。STCSN最新的电子通讯《大规模社交需求工程》(Large-Scale Social Requirements Engineering)与本文紧密相关。

境和时间的因素至关重要，这就需要我们回归控制论系统的基本原则。这种方法彻底改革了机械系统，而且笔者预测，社交生活网络还将取得更大的、更富变革性的进步。**C**

拉梅什·杰恩（Ramesh Jain）是加州大学艾尔文分校信息与计算机科学教授。

编辑: 克里斯蒂安·蒂默雷尔  
(Christian Timmerer), 克拉根福大学(Alpen-Adria-Universität Klagenfurt)信息技术系; 联系方式: christian.timmerer@itec.aau.at。



cccf

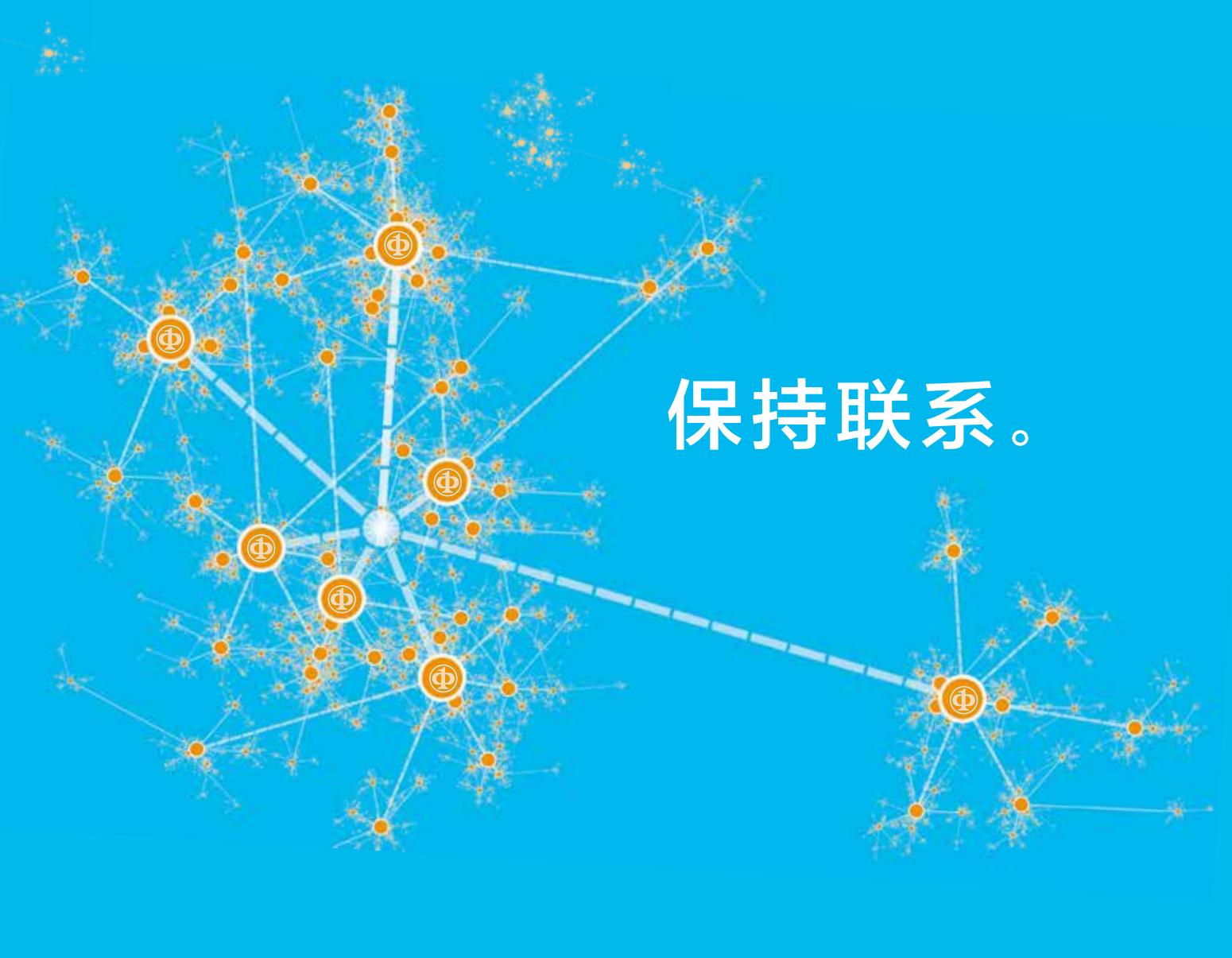
从2005年3月创刊到2014年8月,CCCF已出版发行**102期**  
**期间我们刊登了**  
中国计算机事业创建50周年纪念大会专辑  
中国计算机大会等多个专刊  
云计算、物联网、大数据等几乎所有热点方向的专题  
以及脍炙人口的专栏、人物专访、动态、译文……



CCF会员可免费获得本刊  
欢迎加入中国计算机学会

# 中國計算機學會通訊

《中国计算机学会通讯》(Communications of the CCF, CCCF)是CCF旗舰刊物，2005年创刊，月刊。2014年3月正式推出iPad版。刊物设有：特别报道、专题、专栏、视点、动态、译文等栏目。邀请资深专家撰稿，也欢迎读者投稿。



# 保持联系。

无论你在哪里，都能紧随IEEE计算机协会的脚步。

在Twitter、Facebook、Linkedin和YouTube上关注我们。



@ComputerSociety, @ComputingNow



[facebook.com/IEEEComputerSociety](https://facebook.com/IEEEComputerSociety)  
[facebook.com/ComputingNow](https://facebook.com/ComputingNow)



IEEE Computer Society, Computing Now



[youtube.com/ieeecomputersociety](https://youtube.com/ieeecomputersociety)