

“101计划”

——提升中国高等教育水平

约翰·霍普克罗夫特 (John Hopcroft)

康奈尔大学

北京大学

上海交通大学

“101计划”的实施非常成功。中国排名前30的大学的计算机科学领域教师为12门计算机学科核心课程编写了高质量的知识点教案，并与许多教师合作，帮助改进教学质量和方法。

这些教师付出的努力将对提升中国顶尖大学的教育水平产生重大影响。他们编写的知识点教案是世界顶级水平的，我们为此感到非常自豪。我要祝贺所有参与这项计划的人，感谢你们为提升中国高等教育水平所做的贡献。

“101计划”以计算机学科为试点，已推广至数学、物理学、化学、生物科学、经济学、哲学、基础医学、中药学等8个领域。

“101计划”是由教育部部署，并指派北京大学牵头发展的。北京大学时任校长、现任党委书记郝平委派计算机学院院长胡振江、副院长郭耀以及李晓明教授负责执行“101计划”。他们组织排名前30的大学¹分别指定专人负责该计划中的投入。

排名前30的顶尖大学挑选出了12门计算机学科核心课程。每门课程被分配给其中的一所大学作为责任单位，负责该课程知识点教案的编纂。该课程的负责单位会有1位责任老师，负责召集国内该课程专业领域内的10~20位顶尖教师，组成课程委



员会，致力于知识点教案的研发和修订。

“101计划”由两部分组成： “教什么”和“如何教”

“教什么”，也就是知识点教案

中国顶尖大学的教师英文水平普遍很高，可以根据需要自行参考欧美高校的教学内容，有效提升自己的课堂教学质量。然而，对于中国排名前30名以外的一千余所普通高校的教师来说，他们更需要

¹ 实际上工作组是由入选计算机“拔尖计划2.0”的33所高校组成的。



霍普克罗夫特教授在北京大学办公室工作中

的是优质的中文教学资源，因此，“101 计划”的工作之一就是为这些大学编写国际一流水平的中文知识点教案。

当我与国内的一些普通高校分享“101 计划”计算机学科的知识点教案时，得到了以下反馈：编写的知识点教案无疑是世界顶尖水平的，但其内容偏理论导向。这样的教材非常适合本科毕业后计划继续深造的学生，但可能不适用于中国大多数普通高校的学生。我们培养的学生中，绝大部分毕业后将进入工业界，为推动中国的经济发展作贡献。因此，我们还需要编写应用导向的知识点教案。

“如何教”，也就是提高教学质量

“101 计划”的第二部分是提高教学质量，重点是帮助教师改进教学方法。这套方法来源于一个评估教学质量的计划——高校计算机专业优秀教师奖励计划。在这个计划的评估过程中，评审老师会被随机分配到所评选的课堂中旁听，并观察授课老师和学生在课堂中的互动。

在评估教学质量时，评审老师从课堂上获取的信息可以帮助授课老师改进教学方法。这一点非常关键，我通过一个亲身经历来说明。

我曾以教学评估为目的去听一位年轻老师的课。这位老师非常优秀，正在给 30 位学生上课。一开始，所有学生都很投入地认真听课，但 30 分钟以后，大概一半的学生开始有走神的表现。我很好奇原因。

我观察到，这位老师当时刚好讲到了一个数学定理，然后花了 20 分钟来证明它。这节课结束后，我和这位老师交流了我在课上的观察，并就此展开了一些讨论。我们得出的结论是，也许学生并不理解这个定理以数学形式出现的时候到底是什么意思，如果她能针对该定理给出一些更直观的解释来说明其重要性和应用场景，也许可以更好地帮助学生理解。

之后，她可以再引导学生将定理的直观形式转换为数学形式的表述。此外，我们也讨论了花 20 分钟来证明这个定理是否有意义。也许在课堂上只需要在关键步骤做一些讲解和讨论即可。

这引发了我们的另一个讨论：我们希望学生在这堂课结束的六个月以后记住课上的哪些内容呢？我想，一定不是关于这个定理的详细证明。

基于这一经验，“101 计划”会请一些（有经验的）老师旁听课程，并在课后与授课老师讨论课堂上学生与其所讲内容的互动情况。我们认为这样的讨论可以帮助授课老师改进其教学方法。

接下来，我将回顾一下“101 计划”最初的想法是什么和实际做了什么。在“教什么”方面，“101 计划”最初的想法是为中国的所有大学老师编写现代计算机学科的中文知识点教案。

知识点教案

由计算机学科领域内的优秀教师组成课程委员会，负责编写计算机学科核心课程的知识点教案。课程委员会为每门课程选定 50~100 个关键知识点，并为每个知识点编写简短的教学内容。然而，实际的做法和最初的想法发生了偏差。

部分老师没有意识到这是一种编写教学内容的新方式。反之，他们理解为是要写一本教科书，知识点是章节标题，而简短的教学内容是教科书的章节。

教科书和知识点教案的比较

接下来，我会提到知识点教案应该是什么样的，比较一下教科书和知识点教案这两个概念，并说明



霍普克罗夫特教授给北大学生上课

为什么这两者有着本质的不同。我认为, 相比而言, 知识点教案更为重要。

一本教科书通常由两到三位作者历经至少一年的时间才能完成。其所包含的内容和质量也仅局限于这两三位作者。而一套知识点教案由 30~40 位作者合作, 只需三到四周时间即可完成。首先是知识点的确认, 每位作者提交他认为该门课程应包含的所有重要知识点。接着取大家所提交知识点的交集, 产生 50~100 个知识点。然后, 每位作者选取自己可以负责的两到三个知识点, 并撰写一到两页该知识点应包含的教学内容和教学方法。这样一套知识点教案集众人智慧之结晶, 非两三位作者所撰写的教科书可比拟。

编写知识点教案的过程不是在为计算机学科创建一个课程体系, 它只是提供可能会用到的教学内容。不同的大学可能在计算机学科下设置不同的课程, 每位授课老师需要决定他认为重要的知识点, 并融合到授课内容中。

告诉授课老师教什么或如何教是行不通的, 但如果把重点放在引进优秀教师, 并让他们决定如何授课效果最好, 则很可能会出现高质量的课程。院系需要做的是明确说明后续课程所必须涵盖的内容。

如果一本教科书和一套知识点教案都可以在互联网上面向国内 1500 所高校开放, 它们将会被 1500 位教师使用。其中一些教师也许会提出一些

改进意见, 例如某些重要的知识点没有被包含进来、某一部分内容写得不够完善等。而教科书很难在短时间内完成更新, 即使更新也需要一年的时间才能完成。知识点教案则非常容易在一到两周内完成更新: 针对之前没有包含的内容, 直接邀请相应老师加上; 写得不太好的内容可以请老师们重写或修改。

随着学科日新月异的发展, 新的教学内容将不断产生。对知识点教案来说, 这样的更新也是非常容易的, 只需针对新的内容创建新的知识点即可。

以量子计算与通信课程的知识点教案编写为例, 第一周, 我们召集了一批国内量子计算学科的顶尖教师, 并请他们每人在一周内提交一个他们认为这门课程应包含的重要知识点列表。第二周, 我们将上周收到的知识点列表取交集后, 确认了该课程的知识点列表, 并邀请每位老师“认领”两个他感兴趣的知识点, 就每个知识点编写三到四页教学内容。三周后, 我们完成了量子计算和通信课程的知识点教案编写。该知识点教案目前已有中英文两个版本。

面向新兴方向的知识点教案

知识点教案的优势之一是可以更好地适应和支持一些学科的快速变化。例如, 近期大语言模型取得了重大突破和进展, 对计算机学科产生了重要影响。目前该方向的迅速发展还未积累足够的内容以开设新课, 这时候, 我们就可以请一些该研究方向的老师开发一套知识点教案。

也许这套知识点教案只包含两到三节课的内容, 但可以帮助国内任何想要探索这一方向的计算机学科老师开设该方向的一系列讲座。这将极大地拓宽中国进入大语言模型、Transformer 模型技术、区块链或压缩数据等新领域的机会, 推动中国教育在新兴领域快速发展。

因此, 我希望“101 计划”在评估未来新兴方向上也能够投入一小部分精力, 在适当的时候, 可

以召集相应的老师（针对新兴方向）编写相应的知识点教案。部分老师没有编写知识点教案，而是编写了一些优秀的教科书。然而，这些教科书只被相对较少的课程使用。

知识点教案可以放在互联网上，开放给所有老师、学生和公司职员使用。目前唯一的问题是，北京大学或教育部的网站需要输入密码才能浏览知识点教案。但是这个问题很快就会得到解决。

根据需求编写知识点教案

“101 计划”目前编写的知识点教案适用于数百所大学。然而，该计划最初的想法是为中国所有的大学编写知识点教案。这是一项复杂而艰巨的任务，因为不同大学的授课内容有较大差异，需要了解不同大学的需求。

不同的大学需要不同水平和导向的知识点教案。与其为一门课程编写特定版本的知识点教案，不如提供广泛的教学内容，供授课老师从中选择适合自己教学的内容。

在“如何教”方面，“101 计划”最初的想法是请一位（有经验的）老师旁听一门课程，并在课后与授课老师讨论课堂上学生与其所讲内容的互动情况。然而，有一位负责教学改进的老师邀请了 200 位老师参会，使用为这门课程编写的教科书帮助他们改进这门课程的教学质量。

虽然“101 计划”目前的工作质量远远高于预期，但是教学质量得到改进的老师数量却尚未达到预期。鉴于此，我们需要继续支持该计划，并尽可能地扩大规模，这一点极其重要。“101 计划”最初的想法是提高中国所有大学的教学质量。

将“101 计划”目前的规模与整个中国大学的规模进行比较是很有趣的。中国大概有 1000 所大学设有计算机学院（系），假设平均每个学院（系）有 50 位老师，那么共有 5 万位计算机领域的老师。如果每次培训能帮助 250 位老师改进教学方法和质量，那么就需要组织 200 场培训会。假设我们每个月组织 1 场培训会，则需要 16.6 年才能完成这项工作。因此，并行实施“101 计划”最初的想法是非

常重要的。

第二阶段

第二阶段的三个目标

随着“101 计划”进入第二阶段，我认为，它还需要完成几个目标。第一个目标是为中国所有的大学编写中文知识点教案。要完成这个目标，需要确定各大学的需求，并召集普通高校的优秀教师共同参与到该计划中。同时，编写应用导向的知识点教案是必不可少的。

要编写适合中国大多数普通高校使用的应用导向的知识点教案，就需要召集这些大学的教师共同参与到该计划中来。也许，“101 计划”目前所编写的知识点教案并不完全适用于一些普通高校，普通高校的教学内容可能与顶尖高校有较大差别。

中国只有 1% 的学生有机会进入顶尖高校学习，如果要提升中国的整体高等教育水平，就需要把重点放在培养 99% 的学生的普通高校上，这一点非常重要。同时，需要把编写的知识点教案放在互联网上，开放给所有老师、学生和公司职员使用。

我们需要注意一点，顶尖教师在编写知识点教案时，可能会把重点放在领域内的前沿研究上，而不是罗列基础的知识点。以“101 计划”中数学领域的 12 门核心课程为例，它们分别是：数学分析、代数、几何、微分方程、概率论、现代分析、数论、代数几何、拓扑学、微分几何、数理统计、优化方法与理论。

数论、拓扑学和微分几何等课程听起来像是专为想要成为纯粹的数学家的顶尖大学学生打造的学习内容。然而，大多数学习数学课程的学生甚至都不是数学专业的，他们需要的是向量空间和线性代数等更基础的课程。显然，需要编写的教学内容的范围非常广泛。

第二个目标是提高中国约 1300 所普通高校的教学质量。“101 计划”目前的做法非常有效，即组织均次约 200 位教师的教师培训会，来帮助他们掌

握知识点教案并改进教学。但规模太小，无法为中国所有的大学提高教学质量。

这一做法应继续下去并加以推广，但同时需要开展一个更简单的做法。也就是，请一位（有经验的）老师旁听一门课程，并在课后与授课老师讨论课堂上学生与其所讲内容的互动情况。这种做法可以在每所大学实施。

只需要向那 1000 所大学的计算机学院（系）的院长（系主任）解释该方法即可。为了鼓励院长（系主任）实施这一做法，我们需要建立一种机制来评估每位院长（系主任）的工作情况。一种方法是由各省评估本省各所大学的教学质量，具体做法是请（有经验的）老师旁听课程，观察授课老师是否和学生有良好的课堂互动，以及认真听课的学生比例。这将产生一个省内各大学在教学质量方面的排名，并确定院长（系主任）在改进教师教学方面的工作情况。

第三个目标是将“101 计划”推广至中国的普通高校，并扩大“101 计划”的知名度。在与一些普通高校的教师交谈时，我发现他们大多数并不知道“101 计划”。这也许是因为“101 计划”把重点放在了排名前 200 名左右的大学上。

如果普通高校能参与到“101 计划”中来，编写适合他们使用的知识点教案，那么这个问题就会迎刃而解。此外，如果把编写的知识点教案放在互联网上，开放给所有人使用，那么“101 计划”的影响将更加广泛。

“101 计划”的第二阶段还需要提高中国约 1300 所普通高校的教学质量，为中国工业界的发展和一些新方向的产生培养所需人才。这显然是一项复杂的任务，需要了解不同层次大学的需求。

一种可能的做法是让各省的教育部门参与进来。这样一来，我们可以将调研全国上千所大学需求的艰巨任务分解为每个省调研（省内）约 100 所大学需求的可行任务。

我们应当尽快把现有的知识点教案发给这些大学的老师，请他们反馈这些知识点教案是否适用。我想，也许有些老师会反馈，这些知识点教案对他们的学生来说过于复杂，那我们就需要编写更为基

础的知识点教案。

显然，编写一系列能够满足各个层次大学需求的知识点教案是一项复杂而艰巨的任务，需要大家同心合力。我的经验告诉我，当中国决定做一件事的时候，就一定会想办法做成，正所谓有志者事竟成，我期待在大家的共同努力下，这一计划将对中国产生重大影响。

以更快的速度提升中国的高等教育水平

随着“101 计划”任务的扩展，我们需要想办法以更快的速度提升中国的高等教育水平。中国在提高排名前 30 的大学的教育质量方面取得了巨大进步。然而，绝大多数学生并没有机会进入这些顶尖高校学习，而是进入了约 1300 所普通高校。如果中国要为工业界的发展培养人才，增加国民生产总值，提高全体公民的生活水平，就需要提升这些普通高校的教育水平。

提升中国约 1300 所普通高校的教育水平是一项重要且必要的大工程。我想谈谈实现这一目标的一些策略。目前尚不清楚这些是否是最好的策略，但我们需要讨论中国将如何完成这项艰巨的任务，并尽可能提出更好的策略。

第一个策略是，由排名前 30 名的大学为普通高校的教师开设为期一年的课程，介绍如何更新各学科的知识点教案，以及如何更好地教这些知识点。假设排名前 30 名的大学，每年分别为每个学科培训 50 位普通高校的教师，那么一共能培训 1500 位教师，相当于每年为每所普通高校的每个学科培训了 1 位教师。为每所普通高校的每个重要学科配备 10 位优秀的教师将需要十年的时间。

第二个策略是，增加排名前 30 名大学的使命。目前他们有两个使命：一个是培养下一代人才，另一个是帮助政府和企业做应用研究。现在还可以增加第三个使命：帮助提升省内的高等教育水平。每所大学都需要制定适用于自己的策略。

一种可能性是，指派一部分优秀教师去附近的一所普通高校任教一个学期。这就要求两所大学共同确定要讲授的课程，以及未来这门课程在普通高

校的授课教师。

我曾应邀在中国的一所大学讲授一门课程。最初这是一门只有30位学生的精英课程。但我认为,这并没有很好地利用我的时间,因此,我提出允许任何想要学习这门课程的合格学生注册选课。这样一来,班级人数增加到了150人。但我还是感觉这件事的效果不够好。未来由谁讲授这门课程呢?考虑到这一问题,我建议校方选出一位能在接下来的三年里教这门课的教师,并让这位教师在我教这门课的时候和我一起工作。事实证明,这样做非常成功。

第三个策略是,增加人才数量,将博士培养计划的时间缩短为三年。博士培养计划的目的是培养博士生如何做研究。然而,许多博士生导师希望博士生能帮助他们做研究,于是将博士培养计划的时间延长至六年,甚至更久。如果杜绝了这种做法,博士培养计划的时间就能缩短为三年,并且博士的数量也会增加一倍。大多数博士可能会选择成为大学教师,从而帮助提升中国的高等教育水平。

此外,要把重点放在博士的培养质量上。如果博士生不再一味地帮助导师做研究,那么就可能会提高新毕业的博士的培养质量。如果一位博士生把工作重点放在他认为令人兴奋的研究而不是他导师的研究上,那么他很可能取得更大的成功。

时机很重要

充分认识到计算机学科的飞速发展和变化很重要。在我的职业生涯中,计算机学科的发展重点是让计算机变得有用。而如今,“计算机是有用的”早已是公认的事实,计算机学科的重点已经转向了具体应用。

在美国,许多计算机领域的教师都在参与农业、医学、制造业等其他领域的优化工作。应用数学也成为了计算机学科的一个重要组成部分。我认为,“101计划”应该将应用数学纳入其中,并让普通高校的教师也参与到知识点教案的编写工作中。

如果大学的使命是培养下一代人才,那么为什么理工科的院系要把重点放在招聘研究人员上呢?

答案其实很简单。当一所大学聘用一位新教师时,他们聘用的是一个职业生涯长达40年左右的人。

他们想要的是能与自己的领域共同成长的人,而不是30年后还在使用30年前的教学内容的人。他们希望聘用的教师能保持一颗好奇心,会观察世界是如何变化的,以及这种变化将如何改变教育。

因此,他们会从两个方面考察教师候选人:一方面,他是否有一颗好奇心?另一方面,他是否有持久的活力?如果教师候选人充满好奇心,当他的研究领域出现了一个新方向,那么他很可能会去探索这个方向,并更新他的课程。这样一来,该教师的教学内容会一直保持与时俱进。

遗憾的是,许多招聘委员会在考察教师候选人的研究时,会问他的研究有多基础,会看他发表论文的期刊有多重要。相反,他们应该问的是,他为什么会选择他所研究的课题?他的好奇心有多强?随着年龄的增长,他还会继续探索吗?

许多提升教育水平的策略正在顶尖大学中得到应用。我强烈建议在实施一个或多个策略之前,先与参与现有项目的人员进行交流。我鼓励先从小范围开始尝试,测试其是否真的能提升教育水平,然后再开始大规模实施。

以上是我今天发言的全部内容。感谢大家给我这个机会表达对提升中国高等教育水平的观点。谢谢! ■

(本文根据 CNCC2024 特邀报告整理而成)

作者:



约翰·霍普克罗夫特 (John Hopcroft)

1986年ACM图灵奖获得者、中国科学院外籍院士、美国康奈尔大学教授。北京大学访问讲席教授,上海交通大学访问讲席教授。

翻译整理:



李睿

北京大学前沿计算研究中心外事秘书。
li.rui@pku.edu.cn