

◎相关链接

首批国家集成电路产教融合

创新平台建设规划

北京大学国家集成电路产教融合创新平台

北京大学国家集成电路产教融合创新平台依托北京大学在集成电路器件方向的研究基础，与中芯北方、华大九天、兆易创新、北方集成电路技术创新中心、北大方正集团等北京地区集成电路重点企业合作建设，突出器件与集成、器件与电路的协同设计，通过“工艺-器件-电路”一体化，以EDA为抓手，服务以CMOS集成电路为主的制造和电路设计行业，并延伸服务材料和装备等行业。项目以培养满足产业需求、涵盖集成电路全环节、工程和创新能力兼具的集成电路人才为核心目标，为高校和企业协同开展集成电路领域人才培养、科学研究、学科建设等提供综合性创新平台，服务国家战略。

清华大学国家集成电路产教融合创新平台

清华大学依托其在集成电路领域的优势基础，建设集CMOS逻辑器件与电路、存储器技术、传感器等于一体的京津冀地区人才培养、科学研究、学科建设综合创新平台。该平台将与紫光集团、中芯北方、兆易创新、北方集成电路技术创新中心等京津冀地区优势集成电路企业合作建设，面向京津冀及周边地区的相关高校和企业，每年提供至少1600人次的集成电路教学和实训。通过联合设计培养方案、联合培养定向人才、举办高级主题研修班等多种方式，以需求为导向，以实训平台建设等措施带动人才培养质量的显著提升，促进清华大学与集成电路行业重点企业在人才培养上的双向深度合作。

复旦大学国家集成电路产教融合创新平台

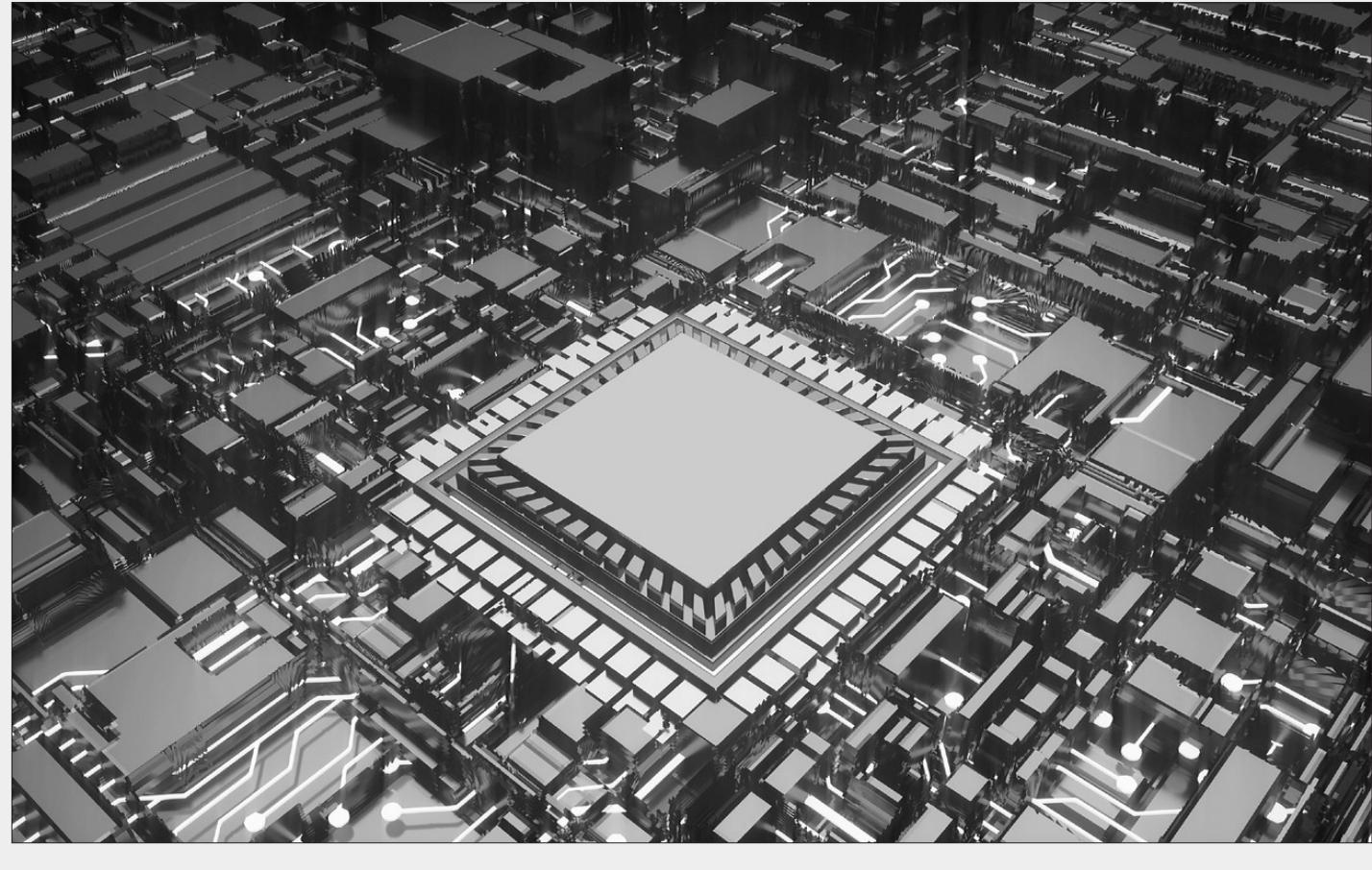
复旦大学国家集成电路产教融合创新平台以复旦大学微电子学院为建设主体，联合国内重点企业，建立合作共赢的融合模式，打造长三角地区新型产教融合创新平台。创新平台将针对我国集成电路发展中的关键“卡脖子”难题，深入研发新一代节点集成电路共性技术，涵盖芯片设计、EDA工具、器件工艺与芯片封装等方向，着力推进长三角集成电路产业发展，在产教融合攻克关键技术的实际过程中培养我国集成电路的领军人才和产业急需、创新能力强的工程型、技能型人才，获得可进行产业转移的具有自主知识产权的重要突破。复旦大学国家集成电路产教融合创新平台将重点突出集成电路紧缺人才的培养与工程实践，建成后具备每年为2000人次提供集成电路实训手段的能力。

厦门大学国家集成电路产教融合创新平台

厦门大学是大陆高校中对台交流合作最广泛、最活跃、最成熟的学校之一。厦门大学将引进台湾地区先进的集成电路人才培养方案和优质的师资，建设集教育、培训、研发功能于一体的区域共享型制造工艺类协同育人实践平台、芯片设计和公共测试产教融合创新平台，为海峡两岸高校学生提供实习实训条件和创新创业平台。以平台为依托，探索多种实习实训模式，深入推动集成电路相关专业产教融合协同育人模式改革，推进集成电路工程技术人才培养。开展跨专业、跨学科的交叉复合型人才培养，吸纳更多相近专业人才投身集成电路产业。开展面向社会及企业的在职培训，提高从业人员素质。同时探索产业人才培养和技术创新环境和条件，加快区域集成电路产业的发展。围绕产教融合创新平台，在集成电路设计、制造、封测等方面开展前沿技术研究，支撑产业的快速发展。

厦门市是集成电路产业的集聚区，已落户近200家集成电路相关企业，形成完整的产业链。厦门大学结合区域特点和自身优势将建设集成电路设计实践平台的同时，重点建设第三代半导体、集成电路特色工艺与先进封测等工艺平台，为周边高校和企业提供集成电路设计实践和工艺条件，带动海峡两岸和华南地区高校集成电路人才培养工程实践能力、学科水平和研发能力的提升，为全产业链发展提供人才和技术保障。

产教融合： 让集成电路人才离产业更近



本报记者 范玲珍

近日，教育部发文，正式批复同意北京大学、清华大学、复旦大学、厦门大学四所高校承担的“国家集成电路产教融合创新平台”项目可研报告。国家集成电路产教融合创新平台对产业发展有哪些促进作用？未来国内集成电路人才培养、产学研用还需要做哪些努力？首批获得“国家集成电路产教融合创新平台”项目的四所高校的相关教授发表了自己的观点。

四所高校辐射区域不同

首批入选的四个平台的所在区域，集成电路产业是核心产业，具有很好的产教融合示范潜力。

集成电路产业是支撑经济社会发展和保障国家安全的战略性、基础性、先导性产业，也是工业经济的命脉产业，其发展水平已成为衡量一个国家综合实力的重要标志。集成电路产业是典型的知识密集型、技术密集型、人才密集型和资本密集的高科技产业，对人才的依赖尤为突出。为加快集成电路领域关键核心技术攻关，加强集成电路领域人才培养，国家发改委、工信部、教育部根据《国家集成电路产业发展推进纲要》和《教育部等七部门关于加强集成电路人才培养的意见》，积极推进在中央高校建设国家集成电路产教融合创新平台。教育部作为项目组织实施主体，按照“面向产业集聚科学规划布局、面向一流学科突出扶优扶强、面向协同创新深化产教融合、面向区域需求促进共建共享”4个原则进行了拟建设高校和项目遴选。

据了解，此次获批的四所高校中，清华大学和北京大学覆盖环渤海地区，复旦大学覆盖长三角地区，厦门大学辐射珠三角、海峡两岸及东南沿海地区。通过更进一步的政产学研资源整合，辐射周边，有望建立更开放的合作共享机制。

北京大学微纳电子学系主任蔡一茂教授在接受《中国电子报》记者采访时表示，首批入选的四个平台的所在区域，集成电路产业是核心产业，优势企业聚集、人才需求量大、高校资源丰富、学科发展迅速，所以具有很好的产教融合示范潜力。

清华大学微纳电子系副主任吴华强教授认为，中国集成电路产业人才缺口大，建设产教融合创新平台充分体现了国家对于集成电路领域人才培养的重视，将进一步

步促进这四所高校所在区域内人才培养数量和质量的提高，尤其是能够培养出更多真正满足产业需求的人才。他还同时表示，希望未来更多国内高校也建立类似平台，共同促进中国集成电路产业发展。

复旦大学微电子学院副院长张卫教授也表示，这四所高校都位于国内集成电路产业集中的地区，都是和产业结合比较紧密的高校，而且他们长期都和企业有密切的合作关系。

平台促进产学研深度融合

平台的建设将促进高等教育与产业发展创新要素交叉渗透、相互融合，明显提升集成电路人才质量。

在采访过程中，多名专家均表示，产教融合创新平台的建设，能够促进学校和产业界的深度融合，从人才培养、科技创新、带动学校自身学科发展等众多维度，促进产业升级发展。集成电路企业能够通过这个平台收获有用的人才、获得技术支持，同时，也给企业一个公正、公开的交流平台，促进企业间的合作。

蔡一茂教授表示，国家集成电路产教融合创新平台是一个三位一体的综合创新平台，高校和企业共同参与集成电路人才培养，强化了高校科研师资力量，促进科研成果更好地向产业转化，相关的师资和技术队伍能够更好地为企业服务，培养的人才也更能贴近产业需求。他强调，通过共建，把产业的问题及时反馈到高校的项目研究和人才培养过程中，让人才的培养更有针对性。“虽然高校牵头做这件事，但做好平台的建设离不开产业链的龙头企业积极参与共建，产教融合，‘产’和‘教’不能分开，核心任务是服务产业。”蔡一茂说，北大的平台立足于北大的学科优势、北京大学微纳电子学系及软件与微电子学院的人才培养经验和北京地区的产业特色，以促进京津冀地区相关人才培养。集成电路前沿

技术协同攻关以及集成电路相关学科发展为核心，并服务全国。他强调，这仅是一个开端，后续的建设工作要加倍努力，作为首批建设平台的高校，在有关部门领导和支持下，他们有信心、有责任、高效率、高质量地建设好这个平台，为中国集成电路产业发展做出贡献。

厦门大学微电子学院主持工作副院长陈忠教授表示，福建省尤其厦门市市政府及产业界对国家集成电路产教融合创新平台建设投入了极大的热情，希望能破解集成电路人才荒和“卡脖子”技术问题，促进集成电路产业健康快速地发展。“产教融合平台的成功建设、运营，对其他学校具有重要的示范作用。其他高校可以吸收这四所学校建设平台的相关经验，根据自身学校和所在区域实际，量身打造相应的集成电路产学研模式。”陈忠告诉《中国电子报》记者，“厦门大学国家集成电路产教融合创新平台项目旨在通过国家专项资金支持，引导高校、产业园区和企业资源共同投入，建设集实训、实习、研发于一体的区域共享型综合性育人和创新平台。平台的建设将促进高等教育与产业发展创新要素交叉渗透、相互融合，明显提升集成电路产业人才培养质量及行业在职人员的从业素质，快速增加集成电路产业技术人员数量。”

人才建设工作要持续不断

未来的集成电路人才培养，需要产教多方合作、共同培养、理论与实践相结合、加大投入力度。

业内专家纷纷表示，获批只是平台建设的开始，更重要的任务是后面的建设，要积极争取到各方面的支持，使平台真正做到服务国家、服务产业。张卫告诉《中国电子报》记者，集成电路人才的培养是长期积累的过程，“十年树木百年树人”，平台的建设，一方面积极探

索集成电路人才产教融合培养新模式，为其他高校做示范带动作用；另一方面，也应当发挥企业在人才培养方面的积极性，充分利用集成电路企业的资源，获得企业支持。比如支持企业建立集成电路高层人才培养基地，与高校共同做好集成电路人才培养工作。

蔡一茂补充说，企业除了在毕业季招收学生，如果能够更早地介入到学生的培养中，通过制定培养方案、课程设计、与企业导师联合做课题和毕业设计等方式，可以更好地培养产业急需的各种层次人才。“同时，企业也不要太计较参与培养的学生不会全部进入自己的公司，应着眼未来，池子大了，水自然就多了。高层次的IC人才多了，对大家都会有益处。”蔡一茂强调。

除了建设平台外，业内人士纷纷呼吁应将集成电路专业设立为一级学科。吴华强告诉记者，集成电路具有很强的交叉学科性质，已经形成了系统的、独特的知识体系。但我国集成电路人才培养一直沿用上世纪80年代将集成电路相关专业划为二级学科的做法，使得集成电路人才培养无法满足产业发展的需求。因此，从目前来看设置集成电路一级学科十分重要，而且十分必要。

陈忠还给出了集成电路人才培养的进一步的建议，他认为快速发展的集成电路产业需要大量的技术人才，依靠企业的人力培训还不够完善。目前，大专院校培养高水平、工程应用型集成电路设计人才与制造工艺人才的工程实践条件均需进一步提高，需增加具有工程实践经验的师资。他说：“要想彻底解决这个问题，未来的集成电路人才培养，需要产教多方合作、共同培养、理论与实践相结合、加大投入力度、提高人才培养基数，方能满足产业发展的迫切需要。为此，集中财力和优质人力、物力资源，辅以政策扶持，产教多方面合作，共同建设集成电路产教融合创新平台是当前提高集成电路工程型人才培养质量的突破口，也是工程教育更好服务于区域社会经济发展的重要支撑。”

工势必面临高投资、人才缺口以及盈利压力等挑战。

对此，中金公司报告指出，预计未来1~2年内受市场需求不振影响，还很难对代工行业形成有力的需求刺激，国内企业需克服短期市场影响。从长期来看，国内代工厂市占率，与台积电等龙头大厂仍有不小差距，不过另一方面也说明了中国大陆本土企业的市场增长空间仍然巨大，前景向好。一旦拥有先进的技术或差异化产品，加上地域优势，可以抢占更大的市场份额。

半导体专家莫大康也提出差异化竞争的策略。他表示，坚持“先进工艺与成熟工艺两条腿走路”的发展策略，将使道路走得更加稳健。从市场层面观察，随着物联网的兴起，特色工艺的重要性正日渐凸显。物联网市场是半导体业内的杀手级应用，不需要依赖先进工艺制程，其产品设计和制程模式在成熟工艺制程下将非常匹配中国大陆企业。因此，中芯国际应对市场的策略是专注先进制程开发，同时在特色工艺上深耕细作，坚持两条腿走路，确保在业界的竞争优势。

晶圆代工呈现二元发展态势

N5、N5P细分的工艺平台体现了台积电应对市场多元化需求的尝试。

三星在先进工艺方面的发展也很快。根据三星在2018年公布的未来工艺路线图，7nm节点中，三星选择跳过LPE低功耗，直接进入7nm EUV；今年下半年开始推6nm工艺；5nm工艺今年4月份完成开发，下半年首次流片，2020年量产；4nm工艺今年下半年完成开发。真正发生重大变革的是3nm节点，因为3nm开始，会放弃FinFET转向GAA晶体管，三星的3nm GAA工艺已经发布了1.0版PDK，将于2020年进行测试，2021年量产，后续还有优化版3GAP工艺，还在继续优化改良中。

二元发展趋势明显

中国大陆代工需走差异化路线

随着台积电与三星在工艺节点上的竞争，晶圆代工行业的二元化发展趋势也将日益明显。自从去年格罗方德宣布暂停所有7纳米FinFET技术研发后，未来半导体晶圆制造领域战局将呈现英特尔、台积电、三星三强鼎立，而晶圆代工战局会是台积电、三星捉对厮杀的局面。这表明，如今代工业已经显现出类似的二元化发展态势，一部分厂商在先进制程上激烈争夺，另一部分则在力所能及的领域寻找机会。

随着工艺特征尺寸继续微缩，这种趋势也将越来越明显，到最后占领先进工艺市场的第一集团只有一家或两家，剩下的竞争者或者被并购或者退到第二集团。近年来，中国大陆持续投入发展晶圆制造业。根据国际半导体产业协会SEMI的报告，中国大陆目前有超过25座新的晶圆厂正在兴建或规划当中，且新建的晶圆厂也主要集中于晶圆代工领域。在这样的行业大趋势面前，中国的代工厂应当如何发展呢？

孙文又直言，半导体行业历来遵循大者恒大的准则，行业第一名吃肉，第二名喝汤，再往后的企业利润就会更低。目前已过了发展晶圆制造的最佳机遇期，发展晶圆代

(上接第1版)

魏家哲介绍了台积电在先进工艺上的发展规划，台积电已经于2018年量产了7nm工艺(N7)。今年台积电还将实现加强版的7纳米工艺即N7+，将在芯片的部分关键层生产中导入EUV设备，从而减少光罩的采用，降低成本，提高制造效率。台积电副总经理张晓强特别强调了6nm工艺(N6)平台。这是台积电7纳米的另一个升级版，计划明年量产，同样采用了EUV设备。由于其可以利用N7的全部IP，N7的客户可以更便捷地导入，在提高产品性能的同时兼顾了成本。

5纳米工艺(N5)台积电目前已经开始导入试产，计划于2020年上半年量产。此外，台积电还透露了一个N5P的节点，以前较少被提及。这是一个5纳米工艺的加强版，有点像7纳米节点的N7+。资料显示，N5P在恒定功率下可提高+7%的性能，或在恒定perf下比N5降低约15%的功耗。预计该工艺平台将在N5的下一年推出，即2021年量产。N7、N7+、N6、