

杨旭：与产业深度合作，放眼长远共赢未来



对话人：
英特尔公司全球副总裁兼中国区总裁 杨旭
中国电子报总编辑 胡春民
对话地点：
北京环球贸易中心英特尔中国公司办公室
对话时间：
2019年9月25日

本报记者 李佳师

与生态链深度合作，实现从技术到应用价值的转化

胡春民：英特尔1985年来到中国，您在1986年进入英特尔，您觉得英特尔进入中国这30多年来中国发生了什么的变化？英特尔在中国发展的策略上发生了哪些变化？

杨旭：英特尔1985年在中国建立办事处，第二年开始探索在中国建立合资公司，于1988年完成合资公司的建立，合约期是10年。和很多跨国公司一样，英特尔来到中国也是第一步看市场，然后进行销售，最后再开发业务。英特尔在中国的发展是从工控开始，在PC时代与中国产业的合作找到了感觉。1995年我从美国回来，恰逢中国的PC产业处于萌芽起步状态，我们与联想等企业一直在共同寻找更好的合作方式，一起研究市场需求，推动产品研发，与整个产业进行了越来越深度的合作。应该说，英特尔是中国改革开放的见证者、参与者、受益者，也是一个贡献者。

同时，我们在这里学到了很多東西。例如，必须与中国的产业保持深度合作，这个深度合作包括几个方面：第一，需要深度了解市场和消费者的需求；第二，需要真正定义产品和技术满足这样的需求；第三，需要坚持长期发展的理念。我曾在很多场合讲过：我们所处的产业是一场“没有终点的马拉松”，需要有持续创新的能力，要不断去验证，并建立一个生态链。在整个生态链中有各种角色的公司，每一个角色都要把自己做好，英特尔提供芯片和平台解决方案等，还需要硬件系统、操作系统、应用等的创新和优化，整个生态链一起合作才能实现从纯技术到应用价值的转换，整个生态链才能生生不息，不断革新创新。今天的大环境面临一些挑战，但大方向没有变，你需要在这个大方向上找到新的方法，不断往前走。

建立端到端能力，以数据为中心打造未来生态

胡春民：近10多年来，产业从PC、互联网、移动互联网到AI、5G等不断向前演进，面对这些产业变化，英特尔如何调整？与此同时，中国市场以及中国产业生态也发生了

中国生态的演变：从“Push”到“Pull”

胡春民：英特尔今年第二季度财报显示增长，但增速放缓，有分析称原因之一是中国市场的放缓。您如何看待中国近期特别是近几年整体的市场环境和市场的变化？

杨旭：这是我们一直在研究的问题。如果3年以后回过头来看这一段，你可能会发现，市场的图线会在某一年很高，第二年又降下来，然后再又会高上去。但在美国、欧洲、日本等比较成熟的市场，图线变化是循序渐进的。我觉得不仅是英特尔，几乎所有在中国发展的公司、都希望更进一步了解中国数据增长的规律性。

有一个不争的事实，中国绝对是数据量的大国，所以大家蜂拥而至关注中国市场，在这儿排兵布阵，在中国进行相关的投入。有一些短期的影响因素在，这会导致本来应是很有规律循序渐进的发展，出现颠簸，这是从一些大环境的影响包括一些客户反馈的信息，综合获得的一种直觉，但这种直觉不一定能够完全证明现在中国就是这样，再过一、两年回过头来或许就会平均下来了，现在它是短期性的一种颠簸。

胡春民：英特尔非常重视生态，近期合作伙伴发生了不少变化，除了传统的PC产业之外，包括运营商、互联网公司都成为英特尔大的合作伙伴，目前英特尔的生态在中国发生了怎样的变化？

杨旭：20多年前，PC迅猛增长，那时我们所做的是“Push”（推动）工作。那时的市场需要告诉消费者电脑能做什么，需要激发需求，推动教育市场。现在因为产业和市场的变化，我们更多的工作是“Pull（拉动）”，大的运营商、BAT等互联网企业对前端用户的需求非常了解，所以他们会基于这些需求提前布局。比如5G到来，运营商不仅是在网络、数据中心等基础设施上进行布局，5G来了，更多的基础设施要往边缘扩展，把很多分散式的数据中心放在离消费者最近的地方。他们能够了解、捕捉到物联网、智慧城市等潜在应用，提前布局，这就是以需求为拉动的布局，整个产业链以用户为导向往前移，用户、生态链告诉我们有什么需求，需要什么样的技术，有没有更好的技术等，这与20年前完全不一样了。

进入3000亿美元市场，以发展的眼光看待竞争

胡春民：目前在中国市场企业之间的竞争还是蛮激烈的，比如英特尔的CPU竞争对手与客户合作，开发出价格比低的产品。您如何看待竞争对手在中国市场对你们的一些挑战？

杨旭：这很正常，因为以前大家是在一个很狭窄的领域，例如PC市场的竞争，但是现在面临的是一个更广阔的领域。英特尔现在追逐的是一个价值3000亿美元的潜在市场，市场规模比原来大多了，机会变大，饼变大。所以在一个更大的饼里面，合作伙伴、竞争对手都比过去多得多，你的机会更广，你的竞争对手也是一样更多，这是很自然的。在围绕数据的端到端的链条里，整个产业正在进行巨大的融合，所以合作伙伴、竞争对手，都在排兵布阵。所以在竞争领域一定要有自己独有竞争力和差异化的技术和产品，而在一些领域是互补的产品，在一个巨大的链条里不可能一个公司把所有的事情都做完，所以大家需要懂得和清楚取和舍的关系，什么可为，什么不可为，我觉得这可能就是每一个公司要去做功课。

胡春民：是不是可以这样理解，英特尔已经不是特别看重传统市场的竞争，更多是放在一个更大的以数据为中心的框架里去布局？

杨旭：你说得很对。从数据端到端的能力来看，有的公司可能有计算，有的公司有存储。但英特尔的能力是比较全面的。在数据传输

领域，英特尔拥有5G，虽然英特尔退出了5G手机芯片领域，但在局端包括边缘领域需要很多5G技术，英特尔在这些方面有很多核心技术。在后端，大数据的处理、挖掘等方面，英特尔也有很多布局。与竞争对手相比，英特尔还有存储，还有封装测试、制造等。

为什么说封装测试那么重要？因为它对于现在的芯片设计是一个巨大的补充，以前的芯片是要把所有东西都设计在芯片里面，是大芯片。现在是很多功能模块化，设计是把功能模块组合，通过3D封装成一个芯片。所以封装技术极其重要，英特尔的Foveros 3D立体芯片封装在世界上是非常领先的技术，帮助我们完成了很多模块化的封装，完成了很多在设计上的不足，我们很难用一个设计把所有芯片集成起来的，但封装就可能做到。

从发展和历史的经验来看，如果过于依赖今天的技术，没有更早地去投资未来的技术，可能在未来某个时间点就发现你慢下来了，或者缺乏东西了。所以英特尔是以更加长远的眼光去看待创新，构建端到端的生态链。这就像一场马拉松，刚鸣枪才跑出去一二百米，但很多人就宣称自己拿到冠军了，这肯定是不行的。

胡春民：业内有观点评论说英特尔曾错失了GPU崛起，所以在近期开始布局GPU，将于明年推出独立显卡。但是在这个领域英伟达做得很好，英特尔现在做GPU能够超过英伟达吗？

杨旭：英特尔当时的重点是发展通用芯片，在图形芯片领域我们选择集成。因为市场上80%的客户对图形芯片的需求是有集成的图形芯片就够了，只有20%的客户比如游戏、工作站等会追求极致图形的体验。所以在当时的环境下，英特尔并没有把重点锁定于做独立显卡，这是我们当时的策略判断。而且现在回过头来看，当时的决策也是正确的，要满足80%的需要，所以重点应该放在通用芯片的研发和技术的不断迭代上。而它所带来的一些不足是随着人工智能发展、新需要和数据形态变化以后，对计算提出了新的挑战，需要进行并行运算。所以我们现在做图形芯片，并不是为了夺取我们错失图形显示卡的老大位置，而是为了面对未来人工智能对并行计算能力的越来越高的要求。数据量越来越大、数据形态越来越复杂，需要更强的并行计算能力，而且这些能力仅靠一个独立显卡也不够，所以我们要研发神经拟态计算、量子计算来提升算能力。做图形芯片是我们希望多个架构并驾齐驱，形成互补，现在我们在通向人工智能、大数据方向的舰队里又增加了一艘新的战舰。

排兵布阵，转型仍在路上

胡春民：去年英特尔推出了包括制程、封装、架构、内存、互联、安全和软件等6个业务支柱的战略，并不断加速向以数据为中心转型，这是新CEO就任以来的新决定，还是这几年转型的一个延续？6大支柱能支撑未来的发展吗？

杨旭：我觉得这实际上是新CEO把过去5年转型过程来回顾、分析、推敲总结出来的，不是某一天拍脑门得出的结论。媒体朋友经常问我，英特尔年年谈转型，究竟转得怎么样？说实话现在很难说我们转好了，我相信现在产业里没有一家公司敢拍胸脯说我现在已经完成了转型，因为大家都在转型过程中，就像有一句话说的“永远在转型的路上”。面对人工智能、大数据、无人驾驶等产业，大家都还在排兵布阵，发令枪刚刚，才跑出去几百米，现在回答是否成功太早了。

面对未来，这6个方面的能力很重要。比如面对不同的数据、不同的形态的变化，利用什么样的芯片处理能力去处理什么样的数据形态，这需要想清楚，所以芯片的架构、设计理念极其重要。现在我们很难说一个芯片能把未来所有不同形态的数据全部处理好，所以未来一定是多架构并行，就是我们所说的“异构”，而异构的最大挑战是在不

同架构上，软件怎么能够跑起来，这就需要有一个统一的API应用的接入层。英特尔提出oneAPI，实际上是跨架构、跨不同计算体系的软件平台。当然还要有制造、封装，封装是对设计的一个加强版。与此同时还必须解决安全问题。未来所有芯片一定会需要这6个方面的能力，所以英特尔将这6大技术定义为我们必须要专注建立的核心竞争实力。

胡春民：在构建端到端的完整数据能力上，哪些是英特尔比较薄弱的环节，哪些是需要补充的能力，比如英特尔也收购了Altera来弥补在FPGA上的能力，下一步还有可能去补齐哪些维度？

杨旭：我们去收购的不一定是我们的薄弱环节，有很多是互补的环节，比如FPGA，这其实与英特尔的能力有巨大的互补性。现在的人工智能非常差异化、个性化，比如百度所需要的人工智能加速能力、数据分析能力，就与阿里、腾讯完全不一样，所以很多公司都设计加速器来与实际应用配对，根据需求来加速、优化。在集成电路领域解决差异化的问题，ASIC专用芯片是一个方式，而FPGA是一种半定制方式，既解决了定制电路的不足，又克服了原有可编程器件门电路数有限的缺点。

在一个大的产业链条上存在很多互补性，因为没有一个人公司具备全部做完的能力。而中国公司与英特尔也存在很多互补性，比如在人工智能领域，中国有投入大、速度快、成本低和灵活性的优势，有算法的优势。而英特尔的优势在计算力上，未来人工智能需要更高的计算能力，更多元的计算能力。比如量子计算和神经拟态计算，现在英特尔在这些方面加大投入。英特尔的计算力优势和中国的算法优势结合就能够加快人工智能解决现实问题的落地。

人工智能、大数据领域是一个比PC要大得多的领域，其中有非常多需要探索的技术。比如今天的电脑还是按照过去的计算架构来进行人工智能的算法训练，而在未来将更多地靠神经拟态计算，像人脑一样的思维方式来计算。关于神经拟态技术，现在产业界对每一个人的神经元研究已经很透了，知道每一个神经元的工作规律，但把很多的神经元放在一起将遵循的规律目前并没有找出来。7月份英特尔发布了代号为“Pohoiki Beach”的800万神经元神经拟态系统，是我们在神经拟态计算最新进展。

未来机会很多，遍地都是金子，大家都在抢未来。我相信某一天到具体领域每个公司都会意识到自己的核心竞争实力应该在哪里。

胡春民：在英特尔的6大技术支柱当中有一个是存储，英特尔的存储技术很强，但是从营收来看不是太理想，有传言说这个业务有可能会卖掉，您怎么看待这个问题？

杨旭：我这么多年在行业里面最大的体会是，企业要想处于有利的竞争地位，一定要技术和原创能力很强，任何时候都要做产业引领者而不是跟随者，跟随会很累。

在Memory技术领域，英特尔不是最早进入者，但是进来之后就变成了引领者。在3D闪存领域，英特尔进来的时候，三星已经做到了第三代，英特尔才做第一代，但英特尔第一代产品出来性能就比三星快了20%，现在英特尔3D闪存技术从存储的性能到密度是遥遥领先的。不仅是3D NAND闪存，英特尔还有3DXPoint，有点像是变相Memory，英特尔走的技术路线也与传统Memory产业不一样，英特尔把性能和密度分开，为什么要采取这样的路线？因为英特尔比较了解计算结构，将其与芯片接轨，成为计算的一部分，我们称之为Compute memory。而其他技术路线还需要二级缓存，这样从Dual RAM到二级缓存的芯片处理的速度特别快。但缺点是像做菜，锅边上有好几个菜配套好了，倒进去炒就可以快速炒完，但炒完之后还得再去农贸市场购买，买回之后还得洗干净、备菜，很慢。而英特尔做厨边技术像一个新型的厨房，在厨房的边上放置储藏室，菜半加工好，你无须再去农贸市场买食材。英特尔之所以能够设计出这样的架构，是因为英特尔了解数据计算的需要。

而3D闪存纯粹用于存储，它要

求高密度、成本低。目前英特尔已经做到了一个单位里面是4个字节，而目前市场上只做到一个单位是3个字节。现在英特尔的主流是96层的，明年可能会到是128层以上，所以密度很高。但是大环境不好，大家都砍价，所以有的公司是性能达不到，但成本低很多，用户就会买便宜的性能差一点东西。在这种情况下，英特尔也在继续看怎样降低成本，让我们有更强的竞争力。但是有人就会来说，你们别做了，把它卖了吧，所以这个话题短期内不会停下来。

从战略的角度看，Compute memory和我们的计算体系极其符合，代表未来，我们会把它做得更好。

摩尔定律依然有效，正在不同的方向上演变

胡春民：半导体制程是业界关注的又一焦点，比如三星、台积电都实现了7纳米量产，但目前英特尔是做到10纳米。所以业界也有人质疑英特尔的制造设计封装等于一体的商业模式、商业选择，您怎么看？

杨旭：这是一个产业共同的经验教训，包括英特尔。英特尔过去的设计理念是要求性能越来越强，集成的东西越来越多，制程要求密度在两倍以上。这是一个矛盾，当芯片的性能越来越强的时候，依然要求密度增加两倍以上，尤其是到10纳米之后依然要求按照两倍密度进行递增，难度就进一步变大了。而市场上有一些人采取了更灵活的方式，即密度不要那么高，密度只要达到一倍就行，采用SoC的方式，只要功耗低、成本低、密度达到一定就可以，很灵活，也有很大的市场。节点的名称带来了不少误解。多年以来，相较于友商，我们采用了更严格的标准。我们的10纳米工艺与其他代工厂目前宣称的7纳米节点相当。基于这样的规律和市场需求，英特尔也快速调整了自己技术方向，所以我们的10纳米起来很快，现在已经做到7纳米、5纳米，未来英特尔会保持传统制程优势的同时，用更模块化的能力来制造。

胡春民：最近脑机计算、量子计算非常热，您怎么看待量子计算，英特尔目前在这个方面的进展如何？

杨旭：英特尔也在布局量子计算，但这个时候其实是最难给出回答的时候。为什么？因为你不说，大家觉得你什么都不干。如果说，就像马拉松刚刚跑出去100米、200米，该如何来说呢？所以比较矛盾，你不发声音人家会觉得你不行，说多了又觉得你光说不练。究竟何时说？我在英特尔这么多年的体会是，面对未来技术练内功的时候应该“少说多干”，但少说不等于不说，该发声时按事实数据说，不夸大不误导，让大家知道英特尔做什么就行了。等我们把东西真正做出来了，大家一块去市场验证它的成功，“是骡子是马总要拉出来遛遛才知道”。

而关于量子计算目前的这“200米”，在业界英特尔应该是跑得最好的。我们在200米里知道了整个马拉松跑下来需要什么东西，验证了许多200米之后所需要准备的东西，知道哪些地方是强项，要继续发扬，哪些是不足要补充，这种布局基本完成，这很重要。

胡春民：您如何看待半导体业界谈论的摩尔定律放缓的问题？新的异构计算出现、新封装测试技术等，能让摩尔定律获得重生吗？

杨旭：我觉得摩尔定律在不同的时间点、不同的出发点是不一样的。以前大家对摩尔定律的理解是，频率越高性能才会越高，但后来发现到了一个物理极限之后，频率过高芯片会变得过热。于是出现了多核集成，多核将任务分解实现多任务计算。而到今天，似乎又出现了新的瓶颈，异构计算出来，芯片于是就要求实现了更多模块集成，3D封装也是摩尔定律的体现。所以摩尔定律是在不同的方向上不断演变，在更广、更大的维度上进行演变，包括晶体管、架构研究、连接性提升、共同推动内存系统和软件的结合，共同推动其向前发展。英特尔技术战略的演变，就是聚焦摩尔定律的本质和精髓，不断迭代带动计算实现“指数级”的进步。