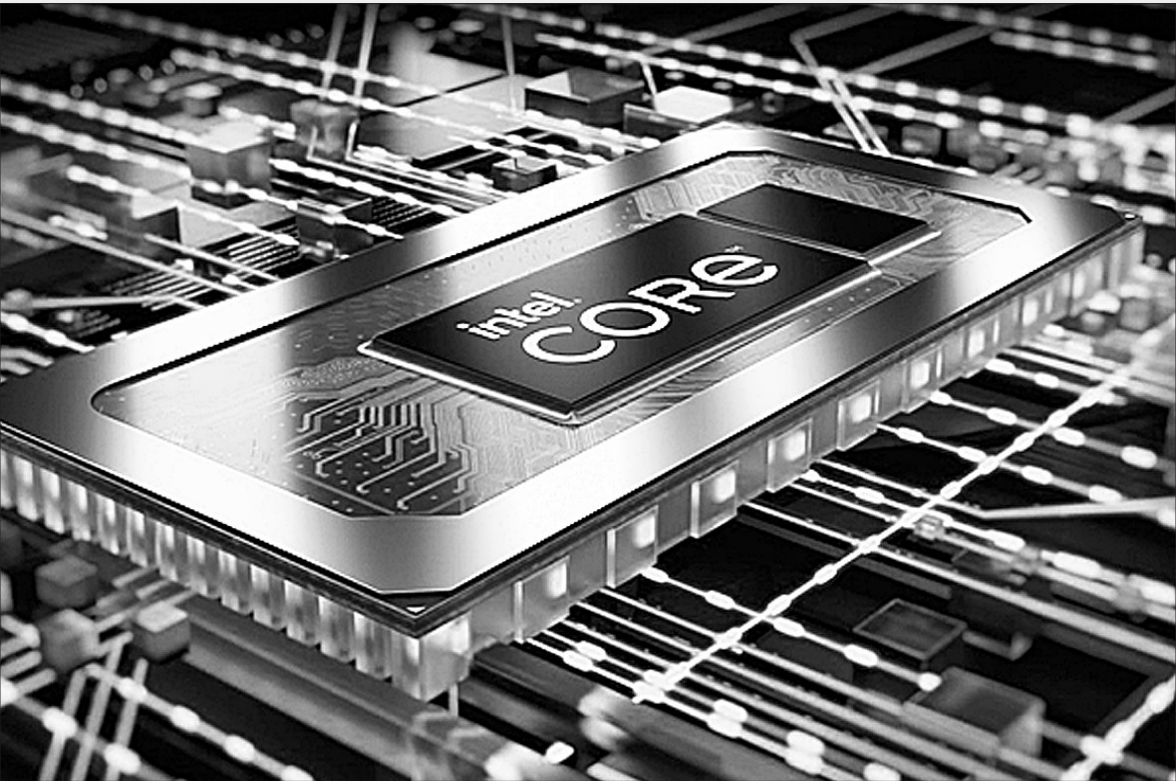


英特尔的代工“局”

特约撰稿 李佳师

在一个格局已定的成熟市场想翻盘，很难。要从好牌都在对手手上的牌局里力挽狂澜，唯有重新定义规则、重新洗牌。



目前全球芯片代工市场，台积电地位无人撼动。最近有媒体爆出，台积电正酝酿今年第三季度调涨8英寸成熟制程代工报价，这将是继去年9月台积电代工全面涨价之后的再次调价，去年涨价最高幅度达20%。与此同时，台积电也将在4月给员工例行调薪，加薪8%。尽管频频涨价，但用户依然追着台积电下单、加单。台积电日子过得顺风顺水，令正大踏步推进代工的英特尔，分外眼馋。

帕特·基辛格去去年年初就任英特尔CEO时，最大的举动是改变了英特尔商业模式，加入全球芯片代工战局。过去一年，英特尔虽在代工厂的布局上有一些投资，但真正的大手笔却是在今年的2月和3月。在短短的一个月时间内，英特尔宣布投资190亿美元在德国马格德堡建立芯片工厂，花54亿美元买下代工企业高塔，联合高通、微软、台积电等组建了Chiplet标准联盟，加入RISC-V国际基金会，设立10亿美元基金建立代工创新生态系统，开放x86内核授权，组建汽车代工服务团队，等等。

英特尔的一系列操作意图非常清晰：大规模投资买厂、建厂，意在扩大代工产能、扩大代工产品线；组建新标准联盟，开放内核授权，加入“对手”联盟，设立代工基金，意在改写代工市场现成规则，重建代工新秩序、建立新格局。

抢苹果的订单暂时无望

苹果是芯片代工市场厂家必争的客户，是风向标。现在苹果在台积电手里，是台积电的第一大客户，其iPhone13的核心芯片A15就由台积电代工，目前台积电是全球芯片最大的代工企业，市场份额超过50%。

英特尔CEO帕特·基辛格在去年3月宣布IDM2.0战略时表示，希望争取苹果这样的客户。一年时间过去，苹果订单并未交给英特尔，而且苹果还破天荒地接受了台积电的芯片涨价。现在苹果不仅接受了台积电涨价，今年还包下了台积电4纳米约12万~15万片的产能，用于苹果A16处理器的代工。

台积电“大哥”地位并不是一夜之间树立的，而且在台积电成长的过程中，英特尔扮演了重要角色。

台积电诞生于1987年，晶圆代工这种商业模式刚一问世，谁都不敢把代工订单交给一个新厂。如何建立行业的信任，台积电创始人张忠谋利用原来工作时的人脉，找到了英特尔总裁安迪·格鲁夫，将其请到工厂，对台积电进行认证。面对格鲁夫一口气提出的200多个问题，张忠谋亲自组队进行24小时攻关，终于通过认证并拿下英特尔订单。有了英特尔的订单做背书，才拉开台积电代工事业的辉煌序幕。

成本。

从业界的角度看，“芯粒互联”通过异构集成的方式让摩尔定律得以延续，整个产业界在芯片设计、制造、封装等各个环节都将因此大获收益，业界没有理由不认同。对于台积电、三星等对手，虽说该联盟是英特尔提议，但其能够做大代工蛋糕，未来将给整个代工市场带来数倍的扩大效应，各个环节都将利益均沾，何乐而不为。目前各代工巨头也都看到了工艺微缩逼近物理极限的天花板，寻求新路径也是必然之选。

从英特尔的角度看，开辟新思路，建立新维度，就可以不在原来的老路上“死磕”“内卷”。英特尔代工有机会在这轮重新洗牌中，赢得先机，抢回包括苹果在内的更多头部客户，获得更多新的客户。在这个联盟的首批成员中，已经呈现出这样的曙光，因为既然包括了台积电、三星等代工企业，也包括微软、谷歌、Meta等潜在客户，这些巨头未来都有大量的定制芯片需求。

“UCIe”看起来是十几个巨头联手推出联盟，但核心推手是英特尔，因为芯粒互联的UCIe1.0版本没有制定全新的标准，而是首先统一使用英特尔公司成熟的PCIe（PCI Express）和CXL（Compute Express Link）互联总线标准，前者提供广泛的互操作性和灵活性，后者可用于更先进的低延迟/高吞吐量连接。众所周知，任何标准都靠技术支撑，在协议标准之下，谁的实现技术最优，谁的能力最强，成本最低，谁就最能赢得客户，这个定律任何时候都适用，“芯粒互联”标准同样如此。至少在UCIe1.0版本里，都是英特尔的“技术影子”。

应该说，异构集成是续写摩尔定律的有效路径之一，已是业界共识。在这样的共识下，各企业都在积极研发异构集成的“拼接互联”技术。英特尔的高明之处在于，它用行业标准的思路，邀请整个生态一起来玩。在构筑生态方面，英特尔有多年经验。现在，英特尔希望用“芯粒”在代工领域再次逆风翻盘。

重塑能力 改造基因

当然，仅仅是给业界洗脑，塑造对自己有利的竞争维度，远远不够，英特尔要想做好代工这门生意，还必须更彻底洗心革面，重塑能力，改造基因。

近日，英伟达CEO黄仁勋在电话采访中释放出有可能将代工订单交给英特尔的消息，在业界引起轩然大波。黄仁勋同时表示，合作的事没那么快，而且英特尔要想做成这笔生意，还得有很多改变，包括整合供应链、改变企业文化等。英特尔CEO帕特·基辛格对此很是兴奋，证实了双方正在洽谈中。

为了代工，帕特·基辛格确实是

拼了。

首先是扩产能、扩产线。英特尔先是去年投资200亿美元在美国建立两座晶圆工厂，最近又花了190亿美元在德国马格德堡建厂，目标是着力生产小于2纳米的芯片。同时帕特·基辛格还透露，未来10年他们将在欧洲共计投资877亿美元，包括在法国设立芯片研究中心，扩大在爱尔兰的现有生产基地，并在意大利构建封装厂（目前在洽谈中）。

除了在全球各地大肆建厂，并购是帕特·基辛格又一个破局求生之举。不久前，英特尔以54亿美元买下高塔（Tower Semiconductor）。尽管这桩并购生意价格不是很高，但意义重大。高塔在产能的地区布局、产品类型、技术差异化等维度，都与英特尔IFS（英特尔代工事业部）有互补效应。英特尔的优势是数字芯片，所以原有的代工厂都集中在这些维度，但事实上，模拟芯片才是芯片领域“闷生发财”的领域，尽管模拟芯片只占整个芯片产业的15%左右，但竞争对手少，所以巨头们赚到的利润就比数字芯片高。有数据显示，美国的亚德诺公司（ADI）和凌特公司，在整个周期中的平均毛利率可以达到60%~76%。

模拟芯片如此高的利润，正是帕特·基辛格想要的。有分析师表示，英特尔当下的困局是利润率低。而且去年全球缺芯，很大一部分是模拟芯片，所以英特尔买下高塔，说明帕特·基辛格还真是眼光很“毒”，高塔提供CMOS、CIS、电源、功率器件、射频模拟器、MEMS等多种产品的代工，在以色列、意大利、美国、日本有制造工厂，是全球MEMS代工TOP10的企业。无论是市场领域、技术产品，还是地缘覆盖，都是英特尔代工要补的短板。

其次是拥抱RISC-V。作为一家以x86架构起家的企业，业界戏称“其拥抱RISC-V相当于违背‘祖宗’之意，自己革自己的命”。但为了代工业务，对于帕特·基辛格来说，没有什么不可以的。

英特尔在加入RISC-V基金会的官宣中表示：“英特尔代工服务客户解决方案工程副总裁Bob Brennan将加入RISC-V董事会和技术指导委员会。”而且在加入基金会后，英特尔宣布了由英特尔代工服务（IFS）主导的多项福利提供给RISC-V社区，包括IFS将赞助一个开源软件开发平台，该平台针对整个生态系统、大学和财团的合作伙伴，允许自由实验。IFS战略将提供针对英特尔工艺技术优化的范围广泛的领先知识产权（IP）。

再次是开放x86授权。一直以来，英特尔对于x86的软核和硬核的授权都极为谨慎，但为了代工，现在英特尔就没有什么不能破的戒了。Bob Brennan称：“我们拥有所谓的多ISA（指令集架构）战略。这是英特尔历史上第一次将x86软核和硬核授权给想要开发芯片的客户。”通过对x86软/硬核的授权，英特尔能够吸引想要打造多ISA芯片的客户，使其采用英特尔代工服务。加上此前与高通的合作，现在，英特尔终于成为一家同时支持x86、Arm、RISC-V三种指令集架构代工企业。

最近英特尔还宣布在代工服务（IFS）中成立专门的汽车团队，从三个维度为汽车制造商提供完整的解决方案：一是开放中央计算架构，该架构将利用基于“芯粒”构建模块和先进封装技术，针对技术节点、算法、软件和应用优化解决方案提供显著的灵活性，以满足下一代自动驾驶的计算需求；二是推出汽车级代工平台，与Mobileye合作，让IFS能够为汽车客户交付先进的制程技术；三是实现向先进技术的过渡，IFS将为汽车制造商提供设计服务和英特尔的IP。

在上一个十年的智能手机时代，成就了苹果、高通、Arm，而下一个十年是智能汽车的时代，谁会成为智能汽车时代的“苹果”？这充满了不确定性，而英特尔想要做的是，用IFS汽车团队贴身服务，将所有可能成为“苹果”与“高通”的汽车企业、芯片企业“一网打尽”。

随着后摩尔时代的来临，原先在半导体产业链中只属于“配角”的封测领域，摇身一变成了实现半导体关键技术突破的重要领域之一，甚至也有了一个新的名称——“芯片成品制造”环节，支撑着整个集成电路产业继续向前快速发展。未来封测企业还将有哪些机遇？中国的封测产业将如何发展？针对这些问题，《中国电子报》记者采访了江苏长电科技股份有限公司CEO郑力。

封测企业触角将逐渐向产业上游延伸——访江苏长电科技股份有限公司CEO郑力

本报记者 沈丛

记者：目前有很多半导体巨头都在布局先进封装产业，为什么先进封装领域变得如此重要？中国的封测企业在先进封装领域有哪些机会？

郑力：集成电路产业如今已经走向后摩尔定律时代，目前关键的技术发展，是通过异构集成技术，即通过封装技术提升芯片的密度，推动集成电路技术和产业继续向前发展。所以，从大趋势来看，不管是传统的封测产业，还是相关的晶圆厂以及设计公司，大家都已达成共识：单纯的晶圆制造技术，已经无法满足整个产业的要求，需要通过封装技术，提升芯片的密度，同时也提升芯片互联的密度，从而实现半导体集成电路产业未来的颠覆性技术发展。

记者：现在2.5D、3D等先进封装技术受到了很多关注。但与此同时，我们也看到，很多晶圆代工厂也加入到这个赛道中来，他们的加入是否会对传统封装厂商带来冲击？

郑力：与其说是“冲击”，不如说是“良性的刺激”，这能更准确地体现封测厂商的真实感受。

如今，封测技术已经到了异构集成的阶段，通过前道的晶圆制造和后道的芯片成品制造，共同实现异构集成。2.5D、3D、芯粒等先进封装技术，都是这样的发展方向。

所以，异构集成技术若想大规模生产，就必须有前道晶圆厂深度介入并提供技术上的支持。比如，TSV（硅通孔，应用于高密度三维封装中的新兴互连技术）必须由晶圆厂来做。但如果TSV技术需要打孔到底，那么TSV之间的互联，就必须由后道的制造厂商对晶圆进行进一步的加工，才可达成。

近年来，前道制造和后道制造，甚至包括设计业，都在积极地参与先进封装技术的联合阵线，这反映了产业协同发展才是必然趋势。在前道制造向后走、后道制造向前走的过程中，难免中间会出现交叉的领域。比如，在TSV打孔方面，需要考虑是由前道工序来操作还是后道工序来操作。对于前道工序而言，在生产最先进的3纳米、5纳米芯片时，生产难度大，产出量低，因此此在生产过程中，若将TSV打孔交给其他工序来做，会觉得不放心，因此自己也会尝试去做。

但毫无疑问，大的方向依然是前道制造、后道封装各自做自己擅长的事情。这类类似于今天的汽车产业，一级供应商、整车厂、芯片企业在合作进行汽车的“四化”时，也会有一些交叉，但是最后做车的依旧做车，做芯片的依旧做芯片，做模块的依旧做模块，各尽其责。

在3~4年前，人们并不愿意花重金进入封测领域，但是如今大家都在积极参与，这对于封测技术的发展绝对是好事，封测企业也希望能与晶圆厂、设计公司一起，共同开发先进封装技术，把先进封装产业尽快推到量产应用的阶段。

记者：前不久英特尔联合台积电、三星等10个厂商，推出了芯粒的互联标准，即UCIe联盟。这个标准对封测厂商将带来哪些影响？

郑力：首先，UCIe是行业对芯粒进行标准化做的努力之一，UCIe标准未来会对更多参与成员逐步公开，人们会看到包括长电在内的国内企业都将积极参与。芯粒标准化的问题，其实在很多年前就已经开始探讨，如今业内终于达成了共

识。对此，长电肯定也会积极地参与和支持。同时，国际上还有许多团体也在紧锣密鼓地做芯粒标准化的相关工作。

其次，芯粒技术本身还处于起步阶段，标准化工作是一个非常漫长的过程。从我们过去的经验来看，肯定会有几种不同的发展路径，最后也许会统一。但从心态上来讲，对这样的标准化不要太急迫，还是要有耐心，让它逐步发展。

记者：目前业内有一种说法，即未来后道工序可能要在前提并入前道工序，这对研发方面会产生怎样的影响？

郑力：未来，在前道制造里将有更多后道制造的元素存在，后道制造里也会有更多的前道技术元素存在。这非常贴切地体现了现在前道、后道工序之间紧密结合的过程。

所以对于后道制造工序而言，对晶圆级封装技术的投入肯定会越来越多。例如，长电科技在将近20年前，便已经对晶圆级的封装技术进行开发。长电科技的海外工厂，最早是和台积电一起对扇出型晶圆级的技术投入了巨资，并进行了大量的专利和技术开发工作，而这也是产业未来发展的一个潮流。

对后道工序而言，需要更加关注以下两点：第一，把不同的晶圆或不同的接口进行高密度的集成。第二，需要关注如何对不同晶圆或是芯片之间的高密度互联做进一步的工作。

记者：在过去的一两年中，长电一直在推广“芯片成品制造”理念。这样的理念不仅对制造本身有较高要求，同时对设备、材料等也提出更高要求。目前国内整个产业的协同发展情况如何？在协同的过程中还存在哪些问题和挑战？

郑力：芯片的成品制造环节，确实必须与集成电路整个产业链中的设备、材料、设计等进行很好的配合。随着封测产业价值的逐步提高，可以看到产业链上的各个企业和封测产业链的对接变得越来越紧密，这是非常好的发展趋势。

由于后道封测技术和前道晶圆制造技术的结合越来越紧密，在此前只是和晶圆制造有紧密联系的产业，也在积极探索如何与封测产业有更加紧密的技术合作和协同，未来这种趋势将变得越来越明显。

记者：如今，很多封测产业在其产业链的发展模式里都有一些创新和转变。比如，一些封测企业在封测的环节也开始对晶圆进行重新布局。未来封测产业还将有哪些颠覆性的创新发展？

郑力：第一，封测企业会向数字化或智能化等方向发展。目前，后道制造的几个头部企业都在积极地向前道制造企业学习，包括数据分析、智能制造等方面，在未来的5~10年内，主流封测厂商会在这些技术上有进一步的突破，把看上去非常复杂的后道制造环节，用智能化、数据化的手段进行推进。

第二，由于后道制造越来越复杂，一些在前道设计会用到的工具，未来在后道工序中也会得到充分的利用。未来，在后道制造环节需要设计的元素也会越来越多。国际上的头部封测企业纷纷引进设计人员，这也是为了能够配合设计公司，在后道制造的过程中把复杂的制造流程和设计流程更好地进行协同，这是未来在后道制造中一个重要的技术突破。