



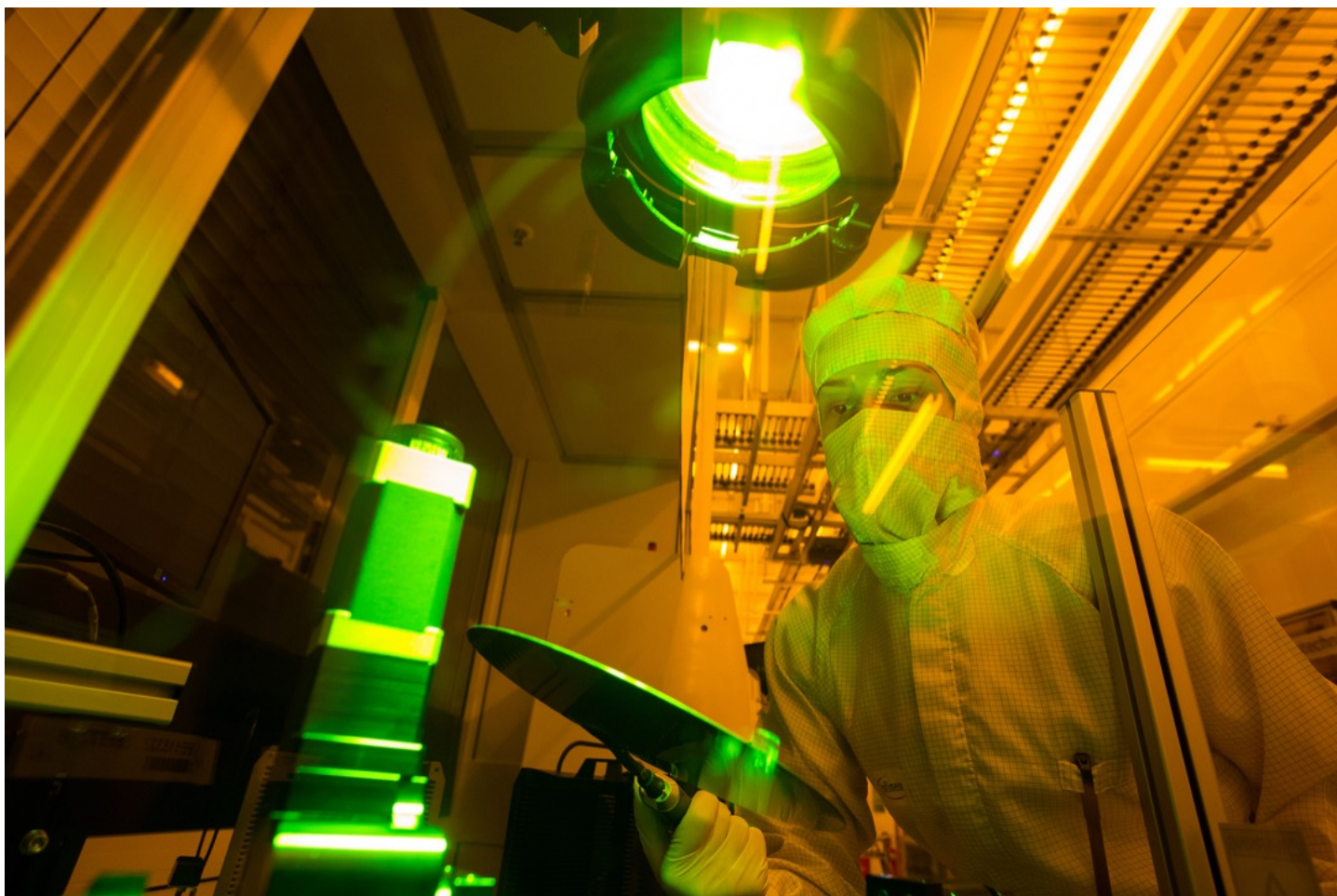
深度 中美贸易战

评论

制裁中兴背后的芯片战场：后进厂商有可能弯道超车吗？

种种迹象显示，美国这波包括中兴事件在内的技术出口限制主张，核心除了剑指“中国制造2025”外，最重要的或许是围堵中国5G技术的进程。中国等后进国家的厂商要在技术上“弯道超车”，需要什么契机，同时会面对什么困难？

黎班 | 2018-06-06



图为半导体制造厂员工对矽晶圆进行质量检查。摄：Krisztian Bocsi/Bloomberg via Getty Images

随着中美在贸易、技术问题上多番交锋，种种迹象显示，美国这波包括中兴事件在内的技术出口限制主张，核心除了剑指“中国制造2025”外，最重要的或许是围堵中国5G技术的进程。5月初，美国商务部长罗斯在记者发布会上便已明示，5G技术是特朗普政府的优先发展事项。虽然近期中兴事件有解决之势，但美中两国在5G这个战场上的纷争，看来并不会就此停息。

要准确把握这波技术出口限制的意义，我们必须对通讯以及芯片产业有基本的理解，才不至于闹出“世界上最牛的芯片制造商在中国”这种笑话（注一）。本次系列文章分为上下两篇，上篇会以厂商的角度，以两个技术升级的案例讨论新进厂商如何发展独特的竞争优势，在全球市场价值链（注二）当中取得关键地位，进而达到“弯道超车”。而下篇主要以国家为中心，讨论后进国家（latecoming states）如何扶植国内产业追赶先进国；更重要的是，借由过往的经验，可以看到国家引导发展的极限，并能评估中国在芯片产业后来赶上的可能性。

从一手包办到分工合作：台湾厂商打出的格局

首先，任何电子产品从电脑、手机到Wi-Fi路由器等等，当中都有大量的芯片。在一个芯片上，则有数亿个半导体元件，而借由这些元件，计算机可以做出复杂的运算与输出。当商用芯片产业在1970年代发轫之时，大多是以整合元件制造商（Integrated Device Manufacturer, IDM）的样貌出现。也就是说，芯片公司包办了设计到成品制出的过程，而电脑或是电器产品制造商再去购买设计好的芯片，自行组装出售给消费者。

那时候进场的芯片厂商，现在大多是一方之霸，例如德州仪器（Texas Instruments）、英特尔（Intel）。而随着IBM与苹果相继做出个人电脑，后进国家纷纷想要进入这个成长迅速的电子产品产业。其中，韩国由三星电子领军，垂直式整合国内资源，打造出与Intel等国际领先大厂相比拟的IDM，以及与苹果相抗衡的三星手机。



黎班：虽然近期中兴事件有解决之势，但美中两国在5G这个战场上的纷争，看来并不会就此停息。摄：Lluís Gene/AFP/Getty Images

相对的，台湾的工业技术研究院（工研院）结合外资技术转移后，创设了台湾积体电路制造公司（TSMC，台积电）与联华电子（UMC，联电），开始将芯片制作拆分成不同的阶段。从此时开始，台湾各间公司专注在芯片制造的不同阶段，例如台积电、联电专注在芯片生产，矽品、日月光专注在外壳封装，而从联电拆分出来的联发科（Mediatek）、联咏（Novatek）则专注在设计。台湾队的进场，彻底改变了全球芯片产业的格局。台积电、联电等全然专注在芯片打样与制作的公司，催生了无厂半导体公司（Fabless）。

所谓的无厂半导体公司，就是整间公司只专注在芯片设计，将生产过程分拆并交由代工厂处理。而随着市场的扩张以及芯片越来越被广泛使用在各种产品，无厂半导体公司也出现了不同的策略。例如联发科、高通（Qualcomm）与博通（Broadcomm）专注在通讯设备芯片设计、联咏与英伟达（Nvidia）专注在绘图芯片的设计，甚至有无厂半导体公司例如ARM，做出模组化的芯片架构，并将架构授权其他芯片设计公司，让它们在ARM芯片的基础上建构各家厂商自身的芯片。

无厂半导体公司的兴起，也带起了各种电子设计自动化（EDA）的公司。这些公司不设计芯片，但他们提供各种设计芯片所需要的软体，以及从程序语言转化成电路的解决方案。相应的，在硬体上还有各种设备商提供设备，让芯片设计图可以直接打在芯片上。

我们可以看到，随着产业规模的扩大，半导体的价值链也越拉越长，每个环节都有技术上领先的公司。而这几年来，我们甚至可以看到传统的IDM公司为了更专注于设计而将公司拆分，例如超微（AMD）将芯片制造部门独立成专注代工的格罗方德（GLOBALFOUNDRIES）后，自己成为无厂半导体公司。必须要注意的是，不论是无厂半导体或是半导体代工厂都是技术门槛非常高的产业，在半导体产业链当中，从设计到制造、封装都有大量的专利在保护既有的厂商。

代工厂与领导厂商的权力关系

除了芯片制造的上游外，电子产业的另外一个端点，是直接面对消费者的品牌商，例如苹果，还有为品牌厂代工组装的原始设备制造商（Original Equipment Manufacturer，

OEM)。这类公司非常多，而且一开始大多是以压低成本以及大量接单来获得利润。在笔记型电脑（笔电）产业中有广达、仁宝，而在手机产业则有富士康。

为何有些厂商的盈利以及在产业链中的权力会成长，而有些则会降低？这个问题一直都是组织研究以及管理学研究的重心。“全球价值链”这个框架提供了一个不错的切入点。

简单来说，全球价值链研究关注的是厂商与厂商之间的关系，而分析的起点通常是以全球下单的品牌、零售商或是拥有高技术、高资本门槛的生产商。这些领导厂商为了寻找较低的成本，会在全球范围内寻找代工厂。而代工厂与领导厂商之间的权力动态大体上由几个变项所决定：产品的复杂程度、产品可模组化程度以及厂商的制作能力。

如果代工厂能力高且产品不复杂的话，领导厂商与代工厂之间的关系会倾向由价格决定的市场交易关系，但如果产品复杂而且难以模组化生产的话，代工厂与厂商之间便需要更紧密的连结来完成产品。而这个分析框架更重要的是“动态性”，也就是说厂商之间的关系会随着技术演进、新市场的开发等等而产生改变。

在电子产业当中，我们可以看到两个有趣的例子，第一个是笔电代工厂在产业链当中逐渐取得比品牌厂更大的权力，第二个是无厂半导体公司在通讯产业当中领先整合元件制造商（IDM公司）。

笔电产业故事：代工厂为何可以超车？

1980年代，当IBM跟东芝做出商用笔电的时候，笔电产业链当中的主导厂商是谁尚未非常明确。首先出现的是直接面对消费者的品牌厂，这些品牌厂包含了最早做出了个人电脑的IBM以及其他美日厂商例如Dell、NEC等。在最初期，笔电是一个整合型的商品，也就是说整台笔电没办法模组化、区块化的生产，必须由主导的电脑公司掌控所有的设计与组装（这也是80年代时苹果电脑的策略）。不过，Intel公司在此时开始生产模组化的中央处理器（CPU），也就是说，Intel并不只为了某一间电脑厂商生产它所需要的处理器，其做的中央处理器可以在每一台电脑上通用，而中央处理器坐落的主机板上再有其他芯片组连接音效、绘图等芯片。

约莫在1990年代中期，笔电产业的厂商关系大概是，Intel这间芯片设计厂与电脑厂商合作，根据功能、市场区隔等等策略设计笔电，设计好的笔电则交给台湾的代工厂生产、组装。这是典型的OEM模式，此时出名的台湾代工厂包括了广达、仁宝等公司。这个时期，笔电品牌由于害怕技术与知识流出，对于代工厂的选择通常比较小心，不会把生产委托给同时帮太多厂商代工的公司（假设一家公司接了Dell的单，此时东芝可能就不会下单了）。

然而，川上桃子的研究指出，90年代中后期开始，Intel为了确保自己生产的芯片不会被少数笔电品牌厂垄断销售管道，而开始将中央处理器以及芯片组模组化，以降低开发笔电的技术门槛，让后进国有能力自行进入笔电市场。这个策略让笔电厂商的利润越来越低，而且越来越仰赖OEM公司。

Intel大量推出模组化芯片的另一个后果是，品牌厂越来越不需要做芯片之间的系统整合，也就是说，品牌厂的技术越来越不值钱。品牌厂为了控制成本而开始不顾代工厂的重叠性，大量把订单给几个能力较为高的代工厂。这让台湾代工厂获得了高速成长的机会，到2000年时，台湾笔电代工全球市占率已经超过50%。大量不同种类的订单让台湾代工厂不只拥有组装电脑的技术，也开始提供物流、装配等服务，也就是从单纯的OEM变成了统包方案供应商（Turnkey supplier）。



黎班：Intel在寻求掌控笔电价值链的过程中，后进国的代工厂成功地在技术门槛降低后，以规模以及组装、物流技术成功超越既有的笔电品牌厂。摄：Ryan Pyle/Corbis via Getty Images

到了2000年代，随着台湾代工厂的坐大，Intel也开始与台湾代工厂合作新的笔电设计，而又由于台湾代工厂不只收到一家笔电品牌厂的单，所以代工厂就成为了各家不同品牌的技术、信息交换点，台湾厂商在此时也获得了技术升级的机会。代工厂由于拥有不同国家、不同规格的笔电订单，而对于整个笔电市场的动态有着比起品牌厂更高的敏锐度，再加上Intel策略性的合作，台湾笔电代工厂在2000年代中期后，开始自行设计笔电并且为品牌厂提供未来的市场策略。也就是说，我们买到手的一些笔电，从设计到制造可能都是广达或是仁宝一手包办的，品牌厂只负责行销以及售后服务。到这时候，我们可以说台湾代工厂成功地转型成了设备设计商（Original Design Manufacturer，ODM），最后成为一条龙的电子制造服务厂，而这些“代工厂”的技术与附加价值也都超越了品牌厂。

抽象一点来说，笔电代工厂的故事就是Intel在寻求掌控笔电价值链的过程中，后进国的代工厂成功地在技术门槛降低后，以规模以及组装、物流技术成功超越既有的笔电品牌厂。这故事也类似于台积电的崛起，就是在产业规模爆发性成长的过程中，由于主导厂商间的竞争而让代工厂成为得利渔翁，成功地累积技术，进而超车。

通讯与芯片产业合流：称霸3G的高通，与4G的战国时代

第二个我们可以看的故事，是无线电通讯技术研发公司高通的崛起。1985年，高通由电子通讯的著名教授所成立，从设立开始就专注在通讯技术的研发。通讯设备不像计算机般只需要优化计算能力，通讯设备的重点在于要如何有效率、准确地将资料在不同的设备之间传递。所以除了通讯设备内的资料处理外，更重要的是设备之间的通讯协定与标准，不同厂商之间的标准与协定如果不一致的话，就会造成设备间无法沟通。用人际沟通来比喻的话，沟通必须仰赖参与者运用同样的语言、类似的语速以及可以互相听到的音量等等条件，这些条件在通讯设备中，就是通讯协定与标准。而好的标准，可以较为节省能源与频宽（在同样的频宽中可以传递更多信息）。

我们熟知的3G、4G等等，其实不是单一的技术规格而是技术标准，也就是说3G网路可以实现3M/S这样的下载速度，而可以达到这样速度的技术规格组合起来就是3G标准。1G、2G是摩托罗拉以及诺基亚的天下，他们采用的通讯技术规格被几乎全世界的厂商所采用。

高通一直钻研的技术是分码复存技术（CDMA），这技术的重点是将语音转换成一组又一组的数位封包后发送。高通在这技术发展的过程当中布下了非常多的专利，从外围不重要的技术到核心技术通通申请专利，让其他厂商发展CDMA技术时无法绕过。而高通在2000年左右开始跟韩国合作，用高通开发的CDMA2000规格作为电信业者的标准。在韩国证明可以非常有效率地实现3G标准后，这个标准便借由高通主导的“第三代合作伙伴计划2”（3GPP2）推广到世界。为了绕开高通的专利布局，许多电信业者也投入W-CDMA这个标准，但采用这个标准仍然需要给付高通不少专利授权金。

在苹果于2007年推出了第一代iPhone之后，可以浏览网页成为智慧型手机的基本要求，这时高通的获利又再度大幅扩展，首先是高通的老本行——芯片设计，试想想，3G的通讯芯片有谁可以做得比制定这个标准的公司更好？另一个优势是授权金，即便手机不是配备高通设计的芯片，只要手机芯片碰触到3G通讯的话，高通就会跟制造商索取专利授权金。也就是在这样两头赚的状况下，高通成功地超越了Intel，成为市场上最炙手可热的芯片公司。

提到高通在通讯芯片上的成功，就不得不提ARM这个架构以及公司。大家应该可以想见，电子产品的运算中心是中央处理器，而个人电脑的中央处理器从80年代以来就是被Intel所垄断，而Intel基于复杂指令集（CISC）所开发的x86架构，也成为业界的唯一标准。在电脑处理器领域，只要使用这个架构就可能踩到Intel的专利。（注三）

然而，手机、平板、汽车导航等嵌入式设备由于运算复杂程度以及节能的需求，并不采用Intel的架构，而大多数采用精简指令集（RISC）这个架构。而将这个架构发展得最为完整的公司，就是ARM。ARM在90年代初期从爱康电脑（Acorn）中独立出来后，由苹果电脑投资开发有别于Intel的中央处理器，而当苹果面临倒闭危机的时候，ARM的高股价让苹果免于破产。直到2000年代，ARM发展出了一种有别于Intel的商业模式，ARM基本上不会为客户设计整个芯片组，而是提供芯片基础架构的专利授权，并与客户合作开发所需芯片，这种获利方式被称为IP核授权（IP core）。在2000年代兴起的芯片设计公司，例如高通与联发科，基本上都是采用ARM架构为基础做设计。

高通看似在3G协定以及芯片上都大获全胜，并准备以同样的方式进军4G，希望可以在4G协定上也躺着赚，不料此时杀出了一个强力的竞争对手——Intel与WiMAX。WiMAX是Intel

与台湾政府、厂商合作开发，符合**4G**标准的技术规格。它采用了**OFDM**这个被应用于**Wi-Fi**的通讯技术，实现了**4G**标准并且绕过了高通的专利。

可是与此同时，不想再被IT厂商压着打的电信商亦开始合作主导新的**4G**标准的制定，也就是在既有的硬体设备的基础上，开发兼容**CDMA**（高通强项）与**OFDM**规格的**LTE**（就是手机上看到的那个**LTE**）。**LTE**的优势在于，它既绕过了高通的核心专利，而且不像**WiMAX**需要全面更换硬体，只需要将主机升级即可。更重要的是，实现**LTE**规格的专利散落在各个厂商手里，没有哪一家可以像高通在**3G**时那样独大。**LTE**的出现也逼得**Intel**放弃**WiMAX**还有高通放弃继续靠通讯协定称霸**4G**的布局，**4G**（以及未来的**5G**）专利目前来说是百家争鸣，没有哪家独大到可以跟其他厂商收取高额的授权金。

简单来说，高通的崛起是在新的技术标准制定后，借由早早埋下的专利地雷控制了价值链，高通能崛起依赖的不只是芯片设计而是通讯协定。通讯协定对于既有的芯片产业来说是个全新的玩意，它并不在既有芯片厂的布局范围内。我们也可以看到，**Intel**这十年来在行动装置的芯片上屡屡吃闷亏，能与高通一争高下的反而是被**Intel**逼出电脑芯片设计的联发科。联发科在中国白牌手机（山寨机）中赚了很大一笔，**Intel**做高阶手机芯片做不过高通，在中低阶端又不比联发科便宜，再加上三星与苹果两个手机大厂都采用**ARM**架构自行研发芯片，原本的电脑芯片王者在通讯设备上完全占不到便宜。



黎班：Intel做高阶手机芯片做不过高通，在中低端又不比联发科便宜，再加上三星与苹果两个手机大厂都采用ARM架构自行研发芯片，原本的电脑芯片王者在通讯设备上完全占不到便宜。摄：Patrick T. Fallon/Bloomberg via Getty Images

超车的契机：新模组、新协定

从电脑组装到通讯芯片，我们都可以看到新进厂商成功超越既有的厂商，而在价值链上取得主导地位。在电脑组装产业上，是占据价值链不同位置的厂商（Intel以及笔电品牌厂）在竞争主导地位时，为新进的笔电组装厂开启了学习以及升级的机会。而在通讯芯片上，新的技术与标准规格让新的厂商占据了价值链上的主导地位。用价值链的分析框架来说，不论是Intel的芯片组或是ARM的架构都是新的模组。模组化产品对于厂商而言，最大的好处是可以不用为了不同客户的需求而特制化生产，而在客户不再下单时也可以微调，并马上转移客户，进而改变生产商与客户之间的权力关系。

新的模组化生产也可以让其他厂商在生产链中有介入的机会，原本整合式生产都必须要看主导厂商的需求以及脸色，但在模组化生产之后，产品被切割成一块块模组，新进厂商可以专注在新的模组上面，进而在价值链上占据更有利的位置。

除此之外，掌握规格标准的厂商可以针对对手提出大量专利侵权诉讼，这样的公司更是容易在价值链上取得主导地位。Intel的中央处理器芯片组定义了主机板的规格，而高通在90年代鸭子划水研发的CDMA2000也定义了3G的规格，这是厂商取得价值链上主导地位的利基（niche）。不过，技术标准的制定除了技术本身的效率外，还有许多要素决定，例如在WiMAX与LTE的竞争中，就因为既有厂商的利益关系使然，让比较没有效率的LTE胜出；而又例如在3G的标准中，高通在韩国的成功也成功说服大部分电信业者采用CDMA2000。

简言之，要能在全球规格标准上竞争，除了技术的优越、本国市场的大小之外，还有厂商在国际市场上的说服能力，这牵涉到不只是技术的好坏，更重要的是厂商是否愿意遵守国际市场上的游戏规则。技术先进国家不容易轻易与华为合作试用新的通讯技术，除了因为华为技术可能真的不如其他厂商外，中国政府在地缘政治上的野心、对于资安的不重视、对于专利规则的无视等，都让其他国家对采用华为的技术标准有较大疑虑。因此，华为开发的标准暂时也只通行于中国国内，或顶多输出至其他开发中国家，难以说服其他技术大国采用中国创立的标准，这也成为了中资企业要弯道超车的一大局限。

（下篇）

（黎班，在学院间流浪的写字人）

注一：姑且不论台积电所在的新竹是不是中国的一部分，台积电在IT价值链当中的位置就跟这次美国的技术出口限制没什么直接关系，中国媒体应该要主张联发科是中国的才能挽回颜面。

注二：全球价值链（global value chain）是社会学家Gary Gereffi在全球商品链的基础上开展的分析架构。全球商品链（global commodity chain）关注的是1980年代中期后，以美国为首的零售、制造业开始在全球范围内寻找供应商，而由于美国市场强大的购买力而让买家有办法借由品管、技术标准等等控制商品链；与前述买家主导产品链相对的，是技术高度复杂的制造业（以汽车、飞机等精密产品为典型），这类产业由于要求特殊规格以及零件之间的高度契合性，很容易成为以一家上游厂商为主的生产者主导产品链。

全球价值链则是在生产者主导与买家主导这两个端点间，区分不同的厂商关系。例如模组化生产的关系、高度相互依赖关系等等。决定厂商间关系的除了厂商的能力外，还有零件的复杂程度以及可被规格化程度。零件的复杂程度越高，单一厂商整合的成本就越高，此时，供应商的能力以及产品的规格化就很重要了。在供应商能力强，可规格化程度越高的情形下，供应商与采购者之间的权力关系就会越平等，而如果没办法规格化的话，两个厂商就会形成较为复杂的合作、依赖关系。但如果供应商能力弱的话，采购者就会有更强的控制力，让两者的关系类似于子公司。

注三：在个人电脑中央处理器产业，唯一可以与Intel对抗的是IBM策略性扶植的超微半导体（AMD）。

评论 黎班 中美贸易战 美国 中国大陆

如果你喜歡
就分享給更多人吧



热门头条

1. 103万港人上街反对《逃犯条例》修订，创回归后历史新高
2. 反《逃犯条例》修订市民占领金钟多条主要道路 警方发射逾150催泪弹清场
3. 【616遊行全紀錄】周一早晨示威者商议后转往添马公园集结，金钟夏慤道重新开放
4. 香港反《逃犯条例》修订游行周日举行，高院法官罕有实名参与联署
5. 从哽咽到谴责，林郑月娥一天之中的两场讲话
6. 李立峰：逃犯条例修订，民意到底站在谁的一边？
7. 零工会神话的“破灭”：从华航到长荣，台湾航空业何以一再走向罢工
8. 读者来函：望当局能知《逃犯条例》进退——一个台湾法律人的观点
9. 盾牌、警棍、催泪弹，19岁少年在612现场
10. 联署风暴、素人街站、组队游行，他们为何在沉默中爆发？

编辑推荐

1. 橡胶子弹、催泪弹和胡椒球，他们在612经历的警察武器
2. 林家兴：韩流涌入，“菁英蓝”vs“草根蓝”鸿沟愈来愈深
3. 叶荫聪：由反抗绝望到育养香港
4. 互联网裁员潮，泡沫破碎与转型阵痛
5. 程映虹：大国博弈夹缝中，“美籍华人”是替罪羊还是无意识共谋？
6. 黎班：暂缓《逃犯条例》修订之后，香港面对的两大课题
7. 方志信：612清场，香港警察的战略和战术失当

9. 【616遊行全紀錄】周一早晨示威者商议后转往添马公园集结，金钟夏慼道重新开放

10. 影像：反对修订《逃犯条例》，香港人走过的抗争路

延伸阅读

黎蜗藤：心平气和看中美贸易战，超越民粹与民族主义

中美之间“一对一”的贸易战仍处于引而未发的阶段，双方还在枱底寻求避免贸易战的方案，但在舆论层面，已经引发唇枪舌战。我们应该客观地、有同理心地、心平气和地看待这次的贸易摩擦。

梁宁：有了国产芯片就能不受制于人？事情好像没那么简单

绕得过 Intel，却跨不过微软，中国“缺芯”问题的背后，更严重的是配套的生态系统的缺乏。而问题的根源，在于体制的集体心智模式。

沈荣钦：制裁中兴背后——偷窃与保护技术的中美攻防战

中国目前对技术的需求尤其殷切，因为这牵涉到中国的经济成长是否能够持续，以及对中国模式优越性的信心，如果中共对特朗普发起的经济战掉以轻心，一旦失败，中国模式将无以为继.....

杨路：中兴制造2018，与中国模式2025

目前，还只是在贸易战2.0的中后期，限制中国企业投资的措施尚未出台，中美经济就已经受到了不小的震撼。很难想像如果美国政府真的将贸易战升级到3.0，即全方位对抗或者制衡“中国模式”，那将会是怎样一副景象。

徐子轩：贸易烟硝四起，美国和印度也要开战了吗？

华府从印度身上看见了中国的影子，利用美国领导的自由秩序而壮大自己的实力，这就让美国在某种程度上对印度有所防范，如奥巴马政府时期屡屡将印度告上WTO，压制印度的重商主义倾向。

沈荣钦：走过弯路，一生悬命——台湾半导体教父的张忠谋

回顾张忠谋的一生，他曾经被MIT博士班所拒，视为人生最大挫折，但是后来却长期担任MIT董事；他曾经醉心学术而不可得，最后却以其对半导体产业的贡献而获得学术界至高的IEEE最高荣誉奖；他曾经梦想贡献所学于汽车业，却阴错阳差成为半导体教父.....