

敢于绘制新地图的人,才能率先抵达新大陆

华为“韬定律”:不止于一家企业的技术路线宣示

前沿观潮



方承京

武汉云计算科技有限公司总经理

阅读提要

■ 什么是芯片的第一性原理？不是“晶体管必须变小”，而是“体积更小、性能更高、算得更快”。

■ 韬定律不排斥任何具体技术路径,而是回到了最本质的问题:如何让电子系统更快、更高效?如果这一框架被业界接受,“韬共识”可能接替“摩尔共识”,推动电子工业未来几十年的持续进化。

■ 当电子工业的旧地图失效时,敢于绘制新地图的人,才能率先抵达新大陆。湖北所拥有的光、存、芯、智、研、学的复合优势,将让它在这场远征中,既是参与者,更可以是引领者。

5月25日,华为技术有限公司董事、半导体业务部总裁何庭波发表署名论文《多层电子系统的时间缩减理论》,向全球半导体产业正式提出“韬(τ)定律”。这一消息瞬间刷屏科技圈和资本圈。

在国际科技竞争日趋激烈的当下,中国企业在半导体这一“卡脖子”领域提出全新的技术演进方向,其意义远不止于一家企业的技术路线宣示。

它标志着中国从全球芯片产业的“跟随者”,开始转向“规则参与者”。更重要的是,它为已经逼近物理极限的摩尔定律,指明了一条回归第一性原理的换道之路。

这条路,或将重构整个电子工业的未来版图。

“把房子越盖越小”的路,走到了尽头

过去半个多世纪,全球芯片产业基本上只干一件事:把晶体管越做越小。

如果把一块芯片想象成一张A4纸,上面密密麻麻排列着无数座“小房子”(晶体管),那么芯片性能的秘诀就在于:同一张纸上,能塞进多少座小房子。房子越多,芯片越强大。这就是摩尔定律的核心逻辑——每18至24个月,晶体管密度翻一番,性能提升,成本下降。

这条“把房子变小”的路,确实创造了人类工业史上的奇迹。我们手中的智能手机、桌上的电脑、行驶中的汽车,几乎每一颗芯片都遵循着这一逻辑。但这条路正在逼近三重坚硬的“天花板”:

物理极限。当房子小到原子级别时,电子会“穿墙”——漏电、发热、信号混乱,量子效应开始捣乱。

成本爆炸。造更小的房子,需要更贵的工具。一台EUV光刻机十几亿美元,一座先进制程工厂几百亿美元。全世界玩得起这场游戏的企业,屈指可数。

创新递减。华为内部研究显示,在7纳米之后,纯尺寸缩减带来的性能回报已经趋于平缓。投入呈指数级增长,产出却呈线性甚至边际递减。

摩尔定律“老了”,它完成了历史使命,已经无法继续引领下一个五十年。

回归第一性原理:芯片的本质不是“晶体管必须变小”

这并不意味着芯片产业走到尽头。恰恰相反,这是一个回归“第一性原理”的历史性契机。什么是芯片的第一性原理?不是“晶体管必须变小”,而是“体积更小、性能更高、算得更快”。

摩尔定律曾经是最优的实现方法,但它不是唯一的方法,更不是永恒的方法。当一条路走到尽头,真正重要的不是死磕这条路,而是回到起点,重新追问:我们到底要解决什么问题?

这样的“换道”故事,在人类工业史上并不罕见。最生动的类比,莫过于传统汽车向电动汽车的跃迁。

一百多年来,传统汽车的创新围绕一个核心:优化内燃机、优化变速箱。工程师们把发动机的热效率从10%提升到40%,把变速箱的挡位从3速做到10速。但这条路走到后期,性价比急剧衰减——投入百亿美元研发,性能提升不过几个百分点。

提出时间	1965年	2026年5月
提出者	英特尔创始人戈登·摩尔	华为
核心思想	空间微缩	时间微缩
优化目标	晶体管面积	信号传播时延(τ)
技术手段	物理尺寸缩小	逻辑折叠

制图/万璇

中国在这个节点上,选择了换道:不再死磕发动机,而是回归“第一性原理”——人们需要的是“更舒适、更节能、性能更好的出行工具”。于是,电池容量、电驱效率、智能电控等成为新的创新主脑。

电动汽车打开了全新的产业空间,而中国在电池、电驱、电控领域的突破,不仅重塑了汽车产业,更带动了无人机、机器人、无人船、低空经济等整个“电动化”生态的蓬勃发展。

今天的芯片产业,正站在类似的十字路口。摩尔定律是“发动机逻辑”,而韬定律是“电动化逻辑”。

韬定律:换一个角度思考问题

既然“把房子变小”走不通了,华为换了一个方向来思考:不一定非要盖更小的房子,不能让信号跑得更快?

想象一座城市:老办法是不断压缩住宅面积,塞进更多人,结果交通拥堵、通勤时间越来越长;新办法不是修更小的房子,而是修地铁、建高架、打通立体交通——通勤时间大幅缩短,城市运转效率反而更高。

“韬(τ)定律”就是这个“新办法”。τ(读作“tao”)是物理学中的“时间常数”,通俗地说:τ越小,信号跑得越快,芯片反应越灵敏。“韬定律”的核心目标,不是继续压缩空间,而是系统性地压缩时间——从器件、电路、芯片到系统,全链路审视哪些环节在“浪费时间”,然后通过架构创新消除这些时间损耗。

华为实现这一目标的核心技术,叫作“逻辑折叠”。通俗比喻:传统芯片是一张“平面图”,所有电路平铺在同一“楼层”,信号要在几百亿个“开关”之间长途跋涉;逻辑折叠则是把芯片变成一座“摩天大楼”——信号不再跑路,而是“坐电梯”垂直穿越,物理距离被急剧缩短。

从器件层(晶体管怎么造)到电路层(线路怎么连),从芯片层(整体怎么布局)到系统层(多块芯片怎么协作),韬定律要求每一层都围绕同一个目标协同优化:让τ更小,让信息跑得更快。

正如何庭波在论文中所言:“几何时代事实上已经结束,否认这一事实不是可行的策略。通过物理缩减实现加速的时代正在让位于通过多层电子系统的τ优化实现加速的时代。”

这不是逃避困难,而是更高的智慧——当“空间缩减”碰到天花板时,选择从“时间缩减”寻找突破口。

一扇新大门推开,电子工业将全面重构

韬定律的价值,不仅在于华为自身找到了一条技术路径,更在于它为整个电子工业推开了一扇新大门。当行业不再被“唯制程论”

束缚时,大量曾被忽视的环节,开始站到创新的中央。

先进封装将从“配角”升级为“主角”。过去,封装被视为芯片制造的“后道工艺”,技术含量不高。在韬定律框架下,3D堆叠、混合键合、片间互联成为压缩τ的核心手段。中国企业凭借系统集成优势,有望在新赛道中占据有利位置。

存算一体将从“概念”走向“量产”。何庭波在论文中指出,芯片领域通信能耗占比超过70%,存储成本占比超过80%。按照韬定律的“时间压缩”逻辑,与其让数据在计算单元和存储单元之间“长途跋涉”,不如把它们“搬到一起”。存储与计算融合,既降低能耗,又提升速度。

光通信/光电子将迎来爆发窗口。电信号在芯片介质上的传播速度只有真空中的50%,但光信号可以更快、更节能。“光进铜退”在数据中心已在发生,韬定律将加速这一进程。

AI算力将从“拼制程”转向“拼架构”。大模型时代,算力需求井喷。但AI算力的瓶颈,日益不在晶体管密度,而在内存带宽、互联效率和系统架构。韬定律所倡导的“系统级τ优化”,恰恰是破解AI算力困局的关键钥匙。

汽车电子、工业控制、物联网等大量应用场景,本来就不需要最先进制程,而更需要成熟工艺+高可靠性+系统优化。韬定律为这类应用提供了“够用且好用”的技术路径,将释放中国半导体产业在成熟制程领域的巨大产能优势。

正如电动汽车在电池电驱电控方面的突破,带动了无人机、机器人、无人船、低空经济等整个“电动化”生态;韬定律在芯片底层方向的突破,也将为人工智能、大数据、云计算、智能终端、自动驾驶等整个“数字化”生态注入澎湃动力。当芯片不再是产业发展的瓶颈,电子工业的春天将真正到来。

从“摩尔共识”到“韬共识”:人类电子工业的新罗盘

回顾半导体发展史,摩尔定律之所以伟大,不仅仅在于它预言了晶体管密度的增长,更在于它凝聚了全球产业界、学术界和资本界的共识。全世界的企业、科研团队和投资者,都朝着同一个方向努力,形成了人类工业史上罕见的规模协作。正是这种共识驱动了芯片产业半个多世纪的指数级进步。

今天,当摩尔定律的共识瓦解时,产业界一度陷入迷茫:下一步往哪里走?光计算?量子计算?类脑计算?三进制?每一个方向都有人探索,但缺乏一个能够凝聚全球力量的“新罗盘”。

韬定律的意义,或许正在于此。它不排除任何具体技术路径,而是回到了最本质的问题:如何让电子系统更快、更高效?如果这一

框架被业界接受,“韬共识”可能接替“摩尔共识”,推动电子工业未来几十年的持续进化。

在这个过程中,中国的角色将发生重大转变。过去几十年,中国在全球芯片产业中主要是“跟随者”和“应用者”——摩尔定律由美国提出,我们努力追赶。而今天,韬定律由中国企业提出,这不是“遥遥领先式的官宣”,而是面对产业拐点的勇敢预期和体系拓新。

至于中美科技竞争,它只是这个故事的一个注脚。更大的图景是:人类电子工业需要一个新方向,而中国为全人类贡献了一个值得探索的方向。正如电动汽车不是中国独舞,而是全球协作的成果;韬定律的未来,也属于开放合作的全球创新共同体。

湖北将从“产业配套者”到“架构参与者”

在这场换道革命中,湖北不是旁观者。在电子工业的版图中国,湖北拥有一个独特的创新矩阵:光通信(光谷)、存储芯片(长江存储)、先进封装与光电融合(九峰山实验室)、高校科研资源,以及省级实验室集群。这是湖北参与这场产业变革的“底气”,也是它从“跟随者”跃升为“参与者”的“资本”。

韬定律所倡导的“系统级时间优化”,恰恰需要光、存、算、封装的深度协同。光通信解决“传输速度”问题,存储芯片解决“数据驻留”问题,先进封装解决“信号距离”问题,高校与实验室解决“原始创新”问题。如果这些环节被纳入同一个“τ优化”框架,湖北有机会从“产业配套者”跃升为“架构参与者”。

具体而言,可以在多个方向发力:依托九峰山实验室,抢占光电融合封装制高点。九峰山实验室作为湖北布局的半导体领域重大创新平台,专注于化合物半导体、先进封装等前沿方向,与韬定律强调的“从器件到系统的多层协同”高度契合。发挥光谷在光通信器件上的优势,探索光电融合封装技术,有望在新一代芯片互连架构中占据先机。

激活各个省级实验室的创新引擎。湖北拥有激光、光电、生物、新能源等省级实验室,形成了覆盖材料、器件、系统、应用的完整创新链条。在韬定律框架下,这些实验室可以在新型介电材料、低损耗互连材料、高效散热材料等方向协同攻关,为“时间缩减”提供底层材料支撑。

释放高校资源的“人才蓄水池”效应。韬定律所要求的“从器件到系统”的全栈创新,需要大量跨学科、跨领域的复合型人才。湖北尤其是武汉的高校集群,恰是培育这类人才的天然沃土。例如,华中科技大学在集成电路、光学工程等领域的深厚积淀,武汉大学在材料科学与量子信息领域的研究实力,都可以直接对接韬定律的技术需求。

推动存算一体芯片的研发与产业化。依托长江存储的存储技术积累,结合本地高校和实验室的电路设计能力,切入存算融合的新赛道,打造“存储+计算”一体化的特色产业集群。

构建区域算力枢纽。以本地公共算力平台为底座,构建面向人工智能和大模型的区域算力调度中心,将“算力调度”与“τ优化”相结合,为中部地区乃至全国提供高效能的算力服务。

当电子工业的旧地图失效时,敢于绘制新地图的人,才能率先抵达新大陆。湖北所拥有的光、存、芯、智、研、学的复合优势,将让它在这场远征中,既是参与者,更可以是引领者。(湖北日报全媒记者 常少华 周磊 整理)

城市更新中应该保留的“旧”

□ 徐灿

城市更新,是我国城市发展从增量扩张转向存量提质的关键举措。当前,“坚持‘留改拆’并举、以保留利用提升为主”已成为城市更新的基本遵循,逐步取代了过去大拆大建的粗放模式。在这一新范式下,“保留”被置于首位,但保留什么、怎么保留,却远非字面理解那般简单。城市更新中的“保留”,不仅仅指留存几栋旧建筑、几条旧街区。究竟哪些“旧”值得保留?

保留承载历史印记的旧空间 让城市的历史质感可触摸、可感知

物质空间是城市记忆的容器。每一处历史遗存、传统街巷、原生自然要素、存量建筑等,都镌刻着城市的发展轨迹,承载着集体记忆,是维系文化认同、塑造独特风貌的核心载体。

历史建筑是城市文脉的核心载体。在上海等城市的旧改实践中,旧改地块与历史风貌区高度叠合,弄弄建筑中大多属于历史建筑,这意味着大量历史遗产分布在更新区域内。因此,保留工作不应仅聚焦于几栋“明星建筑”,而应着眼于对成片历史环境的整体维护。对于价值较高的历史建筑,应采取保护修缮方式,坚持“修旧如旧”“最小干预”原则;对于价值一般但构成风貌基底的建筑,则可采用保留改造,在延续风貌的同时满足现代功能需求,同时注意避免过度商业化和“假古董”复刻。

传统街巷肌理与空间格局同样不可忽视。街

道、边界、节点、标志物与区域共同构成了人们对城市的认知。保留原有街巷走向、院落格局与空间尺度,比保留几栋单体建筑更能延续城市记忆。在更新实践中,保留相当比例的既有建筑,重点维护街巷肌理与邻里格局,已成为基本共识。

生态基底是城市不可再生的自然资产。古树名木、原生水系等共同构成了城市的绿色本底。严格保护原生河道、岸线与植被,杜绝截弯取直、围湖造地等破坏行为,是实现生态宜居的基础。即使是社区内的老旧绿地、小微公园等“碎片化”空间,也无需大拆大建,通过微改造与精细化养护即可实现价值最大化,构建“推窗见绿、出门入园”的宜居环境。

普通存量建筑的保留与活化,则体现了低碳可持续的更新理念。上世纪八九十年代的多层住宅、老旧办公楼、闲置仓库等,凡结构安全、基础完好者,可以通过加装电梯、管线改造、功能重置等方式实现宜居化升级。保留活化远比推倒新建更具经济价值、生态价值与社会价值,既能减少建筑垃圾、降低碳排放,又能盘活存量资产、节约建设成本。此外,老门牌、老路牌、老井盖、老路灯等微小旧物,承载着市民集体记忆,也应通过原地保留、集中展示、创意活化等方式留存,让城市的历史质感可触摸、可感知。

避免“绅士化”改造带来社会排斥 让城市始终充满烟火气与人文关怀

城市更新的核心是以人为本,除了物质空间

的保留,更要守住与人相关的“旧生态”——原住民、邻里关系、便民业态与非物质文化,让城市始终充满烟火气与人文关怀。

留住原住民,才能守住社区活力。当前部分城市更新项目中,原住民大量流失导致社区空心化,原有社会网络与生活形态遭到破坏。对此,有必要探索“人留房活”模式,通过适度疏解、改善在留居民居住条件,让原住民留得住、生活好,避免“绅士化”改造带来的社会排斥,以微改造筑牢居民归属感。

留住便民微业态,才能留住市井烟火。社区老菜场、早餐铺、五金修理店等小微业态,构成了便民利民的生活网络,是城市生活的底色。城市更新应尊重并保留居民熟悉的日常生活场景和交往空间。不少城市在更新中划定市井保留区,严禁随意取缔小微便民业态,通过规范经营环境、优化空间布局,让市井烟火成为城市独特标识。

传承非物质文化,才能守住精神底色。依附于老建筑的老字号技艺、非遗民俗、方言特色、邻里互助精神,是城市文化的重要组成部分。更新过程中,可将非遗技艺融入历史街区,打造沉浸式文化体验;挖掘片区历史故事,融入景观设计与公共艺术;培育共治共享的社区文化,传承守望相助的邻里传统,让城市既有现代风貌,更有文化灵魂。

保留凝结集体记忆的旧意象 让城市的精神脉络在空间中得以延续

附着于城市之上的精神意象,如集体记忆、乡

愁、场所认同与文化象征,是城市不可复制的精神标识,也是城市更新中需要重点守护的“灵魂”。与可见可触的物质空间、可感知的人文生态不同,精神意象无形却有力,它决定着市民对城市的情感归属与文化认同。

记忆的价值在于意义附着。物质空间之所以值得保留,根本原因不在于其砖瓦木石本身,而在于其所承载的情感与记忆。对“旧”的保留,不应仅以法定身份为唯一依据,更要重视其在公众心中的象征价值。那些看似普通却承载着几代人情感的老地方,即便缺乏法定保护身份,同样值得审慎对待。

场所的灵魂在于体验延续。场所精神的存续,依赖于真实可感的空间体验与情感联结。城市更新中,需要通过保留原生的材质、肌理与氛围,让历史空间成为可沉浸、可感知的生活场域,而非仅供围观的布景。部分更新项目过度追求“焕然一新”,导致空间体验断裂、场所特质消逝,市民感叹“找不到回家的路”,这本质上是对精神意象的忽视。应当坚持可识别的更新原则,让历史的厚度与时代的印记都能被阅读。

文脉的传承在于符号凝练。一处地名、一道天际线、一类景观特征,都是城市精神的浓缩符号。更新过程中,要充分倾听公众意见,不轻易更改或抹去具有标识意义的元素;即便某些实体形态已发生变化,也应通过标识引导、景观提示、视线组织等方式,“笔断意连”地延续场所记忆,让城市的精神脉络在空间中得以延续。

明确保留什么 更要解决怎么保留的问题

分级分类是基础。可根据建筑的历史价值、结构状况与风貌特征,将保留对象分为保护修缮、保留改造、更新改建、优化复建四类,分别采取针对性措施,既坚守保护底线,又兼顾实施可行性。功能活化是关键。保留不等于“冷冻”,唯有植入新功能才能让老建筑持续发挥价值,实践中已形成博物馆、创意产业等多种活化模式,通过产业置换、功能再造提升历史建筑利用效率与区域活力,可见保留的终点是“活起来”,合理运营才能实现可持续保护。

多方共治是保障。城市更新涉及政府、居民、开发商等多方主体,需构建共建共治共享格局,政府从主导转向引导,居民从被动参与转向主动决策,开发商从“高周转”转向长期运营,同时发挥社区党组织作用,引入第三方专业力量全过程参与,让“保留”真正贴合市民需求。

保留与更新辩证统一、相辅相成,保留是为了守住城市的根与魂,更新是为了激活城市的活力与动能。精准把握“该留则留,该改则改,该拆则拆”的原则,坚决守住历史文化文脉、留住市井烟火、护住生态底色,才能推动城市从规模扩张向内涵提质转变,打造既有历史厚度、又有现代活力,既有地域特色、又有文温度的现代化宜居城市。

(作者:武汉市社会科学院)