

# 解码 $\tau$ 定律：华为用“时间”换“空间”

中国工业报 耿鹏飞

5月25日，上海ISCAS 2026国际电路与系统研讨会现场，华为公司董事、半导体业务部总裁何庭波抛出的“ $\tau$ 定律”，瞬间刷屏科技圈。没有宏大造势，却精准戳中全球半导体产业的核心焦虑——摩尔定律（注：摩尔定律1965年由英特尔联合创始人戈登·摩尔

提出。它的核心观察是：集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔18至24个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。）逼近极限、先进工艺受制、性能提升陷入瓶颈。

这不是一次简单的技术概念发布，而是中国企业首次提出的半导体产业发展新范式。根据华为披露数据，过去六年，华为已基于这套思路量产381款芯

片；今年秋季，首款搭载逻辑折叠技术的麒麟芯片将正式亮相。华为预计，到2031年，基于 $\tau$ 定律的高端芯片晶体管密度将达到1.4纳米制程的等效水平。

当全球行业困在“做小晶体管”的单一路径里，华为换了个解题思路：不问晶体管能做多小，只问信号能跑多快。

逻辑折叠不是“打补丁”

$\tau$ 定律主导的优化，是从顶层架构出发的全域系统性变革，属于“换地式革新”，彻底改变芯片设计与系统构建的底层逻辑。

$\tau$ 定律中提到一个很有意思的概念——逻辑折叠。行业内不少人第一反应是：这是3D封装的另一种说法，没什么新意。

在喻波看来，前者是摩尔框架下的封装级异构集成补强，后者是跳出几何缩微的架构级全逻辑三维重构。

简单理解，逻辑折叠就是把单层办公大楼改造成高层写字楼，将逻辑、模拟、存储电路垂直堆叠成多层有源层，原本需要横向长距离传输的信号，变成短距离纵向传输，相当于部门间沟通直走电梯，无需绕走廊，传输路径大幅缩短。

“AMD 3D V-Cache、英特尔Foveros 3D异构集成，均属于先进封装、功能芯层面的堆叠优化，依托TSV、混合键合等封装技术实现硬件模块整合，整体技术路线仍依附传统摩尔定律几何缩微体系，高度依赖先进制程与EUV极紫外光刻工艺。”喻波指出，华为逻辑折叠作为 $\tau$ 定律时间缩微的核心落地形态，深入标准逻辑门、电路拓

扑层级完成三维立体架构重构，通过重塑全局时序路径、压缩系统时间常数 $\tau$ 实现超低时延，基于7nm/14nm成熟制程即可达成等效先进工艺性能，是后摩尔时代颠覆性的芯片设计新范式。

喻波进一步从行业底层逻辑剖析 $\tau$ 定律与传统系统优化的本质区别：“传统系统优化属于局部调优，事后迭代的改良方式，仅作为几何缩微路线的辅助补充，是在原有平面架构基础上，优化电路布局、调整软件算法，属于‘补丁式改良’；而 $\tau$ 定律主导的优化，是从顶层架构出发的全域系统性变革，要求在芯片设计之初，就将逻辑、模拟、存储电路进行垂直整合，重构集成电路全流程研发逻辑，属于‘换地式革新’，彻底改变芯片设计与系统构建的底层逻辑。”

据何庭波介绍，华为过去六年已成功设计并量产了381款芯片，预计到2031年，华为高端芯片晶体管密度将达到1.4纳米制程的同等水平。

从行业时间线来看，台积电计划2028年量产1.4纳米工艺，依赖EUV光刻机与先进制程产线；而华为计划2031年达成等效水平，仅用成熟制程+逻辑折叠技术，将性能差距缩短至3年左右，且完全受制于海外设备与技术封锁，战略意义重大。

$\tau$ 定律落地面临多重现实挑战，首先就是整体技术门槛显著抬升，要求半导体器件、集成电路、芯片硬件、上层软件全链路深度耦合协同，对EDA设计工具、片上架构设计、跨学科复合型技术人才提出严苛要求。其次，现有基于几何缩微建立的产业链分工体系、时序标准、性能评测体系需全面重构，前期前端设计、后端验证的综合成本居高不下。”喻波分析道。

$\tau$ 定律与逻辑折叠技术，是适配产业现状、突破技术壁垒的创新探索，将持续推动全球集成电路与人工智能产业迈向多元化、差异化的全新发展阶段。”喻波表示。

从“空间内卷”到“时间突围”

摩尔定律走了六十年，华为的新范式才刚刚起步。但工程师的价值，就是在约束条件下，把不可能变成可能。

过去六十多年，摩尔定律是半导体产业的绝对主线，核心逻辑是几何缩微——把晶体管越做越小，在单位面积硅片里塞下更多晶体管，以此实现性能翻倍、成本下降。这条“做小做密”的路径，本质是一场空间利用率的极限竞赛，比拼的是光刻机精度、制程工艺水平。

然而，当工艺逼近1nm节点，硅材料的物理极限开始显现：量子隧穿效应导致电子“漏电”，晶体管失去开关可靠性；而EUV极紫外光刻机的天价投入、先进产线超200亿美元的成本，让边际效益持续递减。行业陷入共识：单靠靠缩小尺寸，已经走不通了。

既然空间做不动，就从时间上找答案。何庭波坦言，“摩尔定律走了六十年，我们的新范式才刚刚起步。但工程师的价值，就是在约束条件下，把不可能变成可能。”华为成立的数万人“莫邪”工作小组，历经七年攻坚，扎根芯片设计、先进封装、材料研发、EDA（电子设计自动化）工具适配等全领域，就是要逐一打通这些关卡，把PPT理论，变成可量产、可商用、可迭代升级的芯片产品。

中关村信息消费联盟理事长项立刚向中国工业报一语点透本质：“摩尔定律是空间优化，在有限面积里挤入更多

晶体管； $\tau$ 定律是通过芯片的多个因素进行优化，在同样的空间，减小时延，获得更多的计算能力。一个拼制造精度，一个拼系统效率，完全是两条路。”

“对整个芯片制造领域而言，在光刻机还没有完全突破，没有极紫外光刻机的情况下，也可以通过超净率来提升芯片的能力，基本赶上世界的先进水平，而我们在极紫外光刻机有了突破的情况下，我们就有了领先世界先进水平的机会和可能。”项立刚说道。

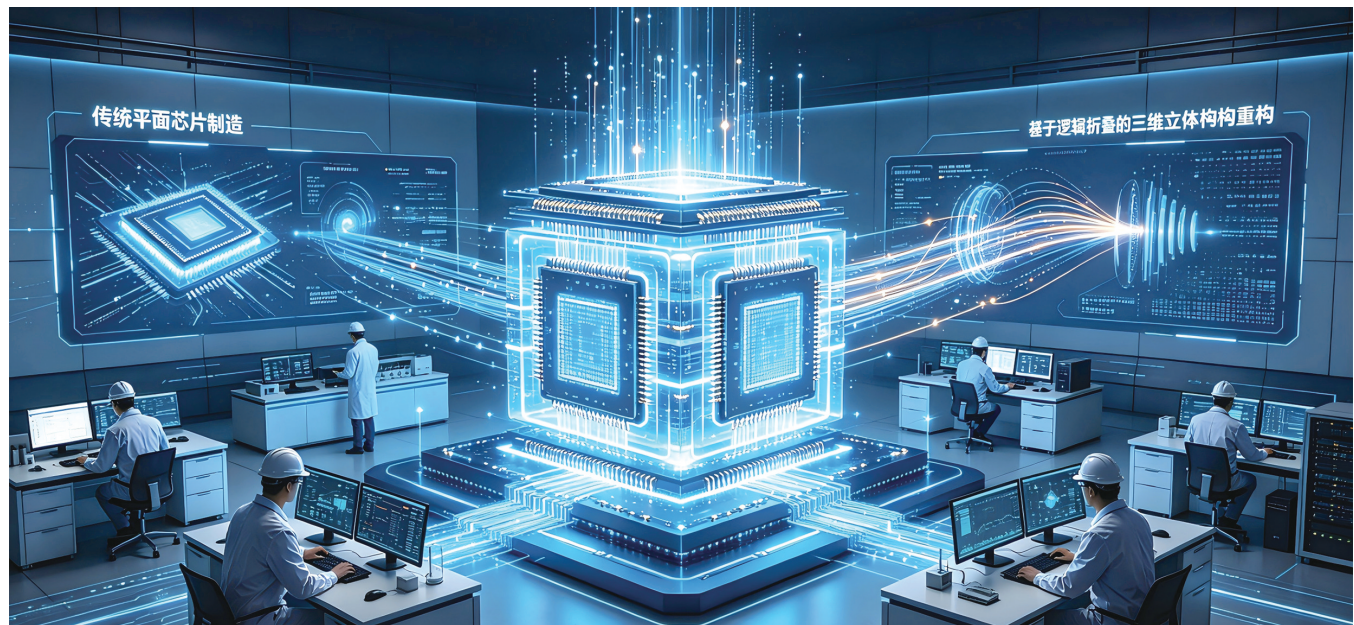
这种范式切换，直接引爆资本市场。 $\tau$ 定律发布后短短两天，A股半导体板块掀起强势行情：晶圆代工龙头中芯国际（688981.SH）盘中触及涨停，单日成交额超370亿元；华虹公司（688347.SH）、东芯股份（688110.SH）等收获20%涨停；先进封装板块更是全线走强，长电科技（600584.SH）、华天科技（002185.SH）当日封板，通富微电（002156.SZ）、甬矽电子（688362.SH）大幅拉升。

Omdia分析师总何晖向中国工业报直言这波行情逻辑：“科技股本就是市场热点，国内先进工艺受限，大家早就意识到先进封装、系统优化是突破口。 $\tau$ 定律把这条路彻底摆到台前，资金自然用

脚投票，这是对国产半导体换道超车可能性的认可。”

何晖进一步分析表示：“先进封装本身就是定制化技术，都是case by case适配场景需求。华为在芯片内部介质改良、通信信号优化上做了大量突破，将通信领域低延迟、高传输优势融入芯片设计，搭配逻辑折叠进一步压缩时延。这些突破，没有本土供应链协同支撑，根本无法实现，而华为历经多年耕耘，已构建起覆盖设计、制造、材料、封测的自主可控本土产业链，为逻辑折叠落地提供了坚实基础。”

“摩尔定律是‘做小做密’， $\tau$ 定律是‘做快做通’；前者拼高端制造设备，后者比拼芯片架构、系统设计全产业链协同能力。该定律为国内半导体产业实现换道超车提供战略机遇，大幅降低对高端光刻设备、极致先进制程的依赖，充分释放国内7nm、14nm主流成熟制程晶圆产能，同步带动先进封装、国产EDA工具、高速片间互联、IP核等产业链薄弱环节协同突破，加速搭建自主可控、安全稳定的本土半导体产业生态。”深圳市南山区新质生产力产业协会副会长、博睿产业研究院院长喻波向中国工业报说道。



基于 $\tau$ 定律逻辑折叠的芯片设计示意（AI制图）

企业 风采

## 大型水泵船江苏开工：定制化技术保障取水供应

近日，位于江苏泰兴的江苏海河给排水成套设备有限公司（以下简称“海河给排水”）车间内正在加紧生产，为贵州省洪家渡水库取水工程定制的取水船处于建造阶段。该泵船总长71米、型宽18.3米、型深3.5米，将应对织金洪家渡水库70米水位落差等复杂地形与工况条件，确保在水位高低变化的情况下保持取水水量稳定。

定制化方案  
应对高落差取水难题

洪家渡水库作为乌江梯级电站的龙头水库，库区岸坡陡峭、水流复杂、风浪冲击较强，水位年变幅达70米，传统固定式泵房及岸边取水设施难以适应大幅水位涨落。海河给排水为该项目的超大型取水船集成了29项专利技术与60多项技术成果，采用模块化智能设计，可随水位涨落自动调节，实现全天候供水保障。

该泵船钢材总耗达1300吨，设计使用寿命超过50年。海河给排水公司副总经理匡再伟介绍，项目核心技术参数实现多项突破：取水能力远达15万立方米/日；水泵扬程覆盖170.6米至253米，适配库区水位变化；船体采用48个独立密封舱室设计，即使遭遇一舱进水仍能保持不沉性，横倾角控制在2°以内，满足内河B级航区最高安全标准。

针对项目高水压、大流量的复杂工况，技术团队对核心部件进行了专项升级：全船外板厚度不小于10mm，采用高性能船用防污防腐涂装体系，水下部分防腐涂层厚度达360 $\mu$ m，以应对库区水质腐蚀、风浪冲击等考验；创新采用66米双摇臂输水管栈桥，通过万向摇臂接头实现水位涨落和船体摆动的全工况自适应，输水管道设置反口加强与刚性环结构，抗弯曲强度提升40%，配套的智能控制系统可实现取水流量、压力的全自动调节，装置自动化投用率达99%以上。

6个月交付保障项目进度

海河给排水泵船车间主任表示，行业同类规模泵船正常交付周期为10个月，项目通过模块化预制、平行作业等方式，将工期压缩至6个月。公司已组建专项项目组，保持满负荷生产，核心工序实行24小时轮班制。

为保障工程质量，项目建立了全流程质量管控体系：船体所有受力焊缝、水密焊缝均进行100%超声波探伤检测，焊接工人全部持有浮船焊接资格证书；关键设备如水泵、阀门、电气系统均采用国内一线品牌，水泵设计效率不低于83.5%，达到国家一级能效标准；施工全过程引入业主监造机制，设置停工待检点（H点）、现场见证点（W点），关

键工序须经业主签字确认后方可进入下道工序。

海河给排水公司研制的“模块化智能型浮坞泵站（产品）”入选“江苏省首台（套）重大装备”。该公司在特种取水装备领域拥有20余年技术积累，主持起草了关于“浮坞泵站（产品）”的行业标准。公司产品已出口至俄罗斯、阿根廷以及“一带一路”沿线的40多个国家。今年一季度，出口额比去年同期增长30%以上。此次为贵州项目定制的取水船，为高落差峡谷水库大型取水装备提供了新的解决方案。

赋能产业：  
筑牢新能源发展的水安全屏障

海河给排水总经理丁永芝介绍，项目采用“装备+服务”一体化模式，除设备供应外，还将提供为期1年的驻场运维服务，建立远程智能监控平台，实现设备运行状态的实时监测与预警，关键部件质保期最长达30年。

该项目的落地也标志着海河给排水“技术+市场”战略的进一步深化。数据显示，今年1至4月公司新增合同额同比增长30%，除贵州化工项目外，还中标印度尼西亚5个取水工程，正在推进土库曼斯坦、赞比亚国家能源项目和安哥拉项目等多个“一带一路”重点工程。

（张鹏 韩之钧）

数智 前沿

## 2026未来制造前瞻领袖峰会聚焦前沿AI

■ 崔玲

5月14日，由英特尔、西门子、红帽和成都外商投资企业协会联合主办的“2026未来制造前瞻领袖峰会”在成都举行。这场聚焦未来制造与前沿AI的盛会，震动了行业内外，具有里程碑的意义，逾200位中外与会者莅临峰会现场。

此次峰会最大亮点在于：红帽与IT领域的玩家英特尔超越以往的IT合作；与制造业的玩家西门子携手合作机器人，聚焦制造业落地场景。

红帽大中华区方案架构部总经理王慧慧接受媒体采访时说：“过去制造业中AI更多用于为客户提供个性化产品，现在AI则深度渗透到制造业各个流程，甚至包括指导产线的生产。在此背景下，IT/OT融合势在必行，而红帽恰恰可以搭建AI赋能的优质IT/OT一体化平台，为IT/OT深度融合提供支撑。”

当前，AI已从点状案例走向普适化，渗透于产线各个环节，深度融入到产线日常使用当中，实现了与人、产线的自然结合。新的问题在于，AI需要不断地训练和修正，以适应各个场景。AI的使用者，如各个工厂，普遍强调调场景应尽快落地。这正是红帽的核心优势：英特尔、西门子希望实现的场景，通过红帽的软件

流水线，可尽快与AI模型结合，变成AI在产线上的应用并快速部署到产线上。红帽这条流水线能够帮助更多行业企业，将AI的“高、大、上”变为触手可及的愿景。

会上，王慧慧《以软件驱动AI原生智能塑造制造业未来》演讲作为峰会开场。“2026年制造业数字化和智能化仍然面临挑战，IT/OT集成度仍然是巨大绊脚石，企业面临IT基础设施的“账单危机”，并且容易陷入AI“试点炼狱”。与此同时，对企业安全和韧性要求也在不断提高。攻克制造业困境，需要强强联合。多方携手、强强联合，助力制造业数据中心重构，打造先进AI制造业端到端应用，开放工业控制、实现IT/OT融合及机器人工业场景。”王慧慧说。

王慧慧阐释红帽的制造业演进愿景：以开放理念重塑制造业底层技术基石。在此愿景下，红帽坚持开源驱动基础，拒绝“技术黑盒”与供应商锁定；拥抱“推理优先”AI战略，打造“任意模型、任意硬件、任意云”的统一平台；环境方面拥抱“公有云+数据中心+产线边缘”统一平台。

英特尔中国边缘计算事业部行业解决方案总经理李岩在《AI算力赋能创新》主题演讲时表

示，“英特尔在边缘AI生态系统（其覆盖10+行业、100+设备类型、机器人AI套件、客户创新中心）正在加速从嵌入式系统向自主运营的转型。”

随着技术的发展，行业推动各系统间的“沟通”却仍然有限。面对下一个时代，英特尔、西门子、红帽的逻辑是从根本上解决这个问题。未来不再有IT和OT技术栈的差别，而是基于普适性硬件与统一平台，将传统技术栈变为软件单元，这才是软件定义的真正含义。

“开源开放是共创的，根据《2025全球开源发展报告（预览版）》，截至2025年7月，全球开发者总量突破1.5亿。在如此多的开发者的帮助下，开源软件能够及时发现漏洞并进行软件修复，将安全级别做得更高。”红帽中国区AI及OpenShift产品线经理佟一舟如是说。他表示，“制造业软件定义工控、IT/OT融合的技术已经发展得非常成熟，企业可以充分借鉴他人先进技术和经验。红帽有信心帮助客户和合作伙伴做得更好，协助企业创新，找场景，做试点，算产出比，让新技术真正为客户和合作伙伴产生价值。”

5月15日，未来制造落地行一走进英特尔、走进西门子成都数字化工厂活动，给参观者带来更为深刻的体验。