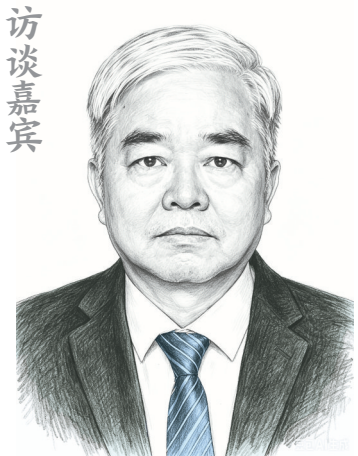


光电融合不是“光取代电” 而是在更高维度上重新分工



访谈嘉宾

冯明宪

台湾交通大学终身教授
台湾亚太高科技产业发展促进协会副会长



支点洞见

编者按

在2026世界人工智能大会上,硅光技术受到多方关注,大会的含“光”量提升明显。据央视财经消息,随着AI智能体在各行业的应用深入,Token的调用量一直保持着高速增长态势。光电融合的芯片相比电芯片,每单位Token成本会相应下降50%,甚至更多。

作为全国唯一以“光”命名的国家自主创新示范区,光谷在光纤光缆、光电器件、激光等领域全国领先,目前正大力推动“光+AI”深度融合。今年以来,以长飞光纤、光迅科技、华工科技等为代表的光谷企业在资本市场爆发,既有

AI投资热风口的加持,更是长期技术积累下的厚积薄发。深耕AI硬件与半导体领域三十余年,台湾亚太高科技产业发展促进协会副会长、台湾交通大学终身教授冯明宪,在近期举办的第二十届湖北·武汉台湾周上,表示“完整AI芯片体系包含存储、逻辑运算、光电传输三大核心环节,武汉手握独特产业长板”,并建议湖北持续加大半导体、AI硬件产业推介力度。在当前人工智能正重塑全球产业版图的时代浪潮下,如何看待光电融合的未来前景和发展趋势? 湖北日报《理论周刊》就此专访了冯明宪。

截至7月20日,光谷多家上市公司发布2026年半年度业绩快报显示,营收、利润均实现显著增长,预计上半年

长飞光纤归母净利润	高德红外归母净利润	光迅科技归母净利润	力源信息归母净利润	锐科激光归母净利润
24亿元至30亿元,同比增长711%至914%	12.7亿元至14.5亿元,同比最高增长约7倍	5.59亿元至6.15亿元,同比增长50%至65.15%	2.95亿元至3.05亿元,同比增长206.87%至217.28%	1.58亿元,同比增长116.73%

电子善“计算”,光子善“传输” 光电融合,就是让“大脑”指挥“高铁”来高效传输数据

记者:根据您的研究和实践经验,通俗来理解,什么是“光电融合”?业界不少人认为,光芯片比芯片在未来更有价值。光芯片与传统硅基芯片有何区别?

冯明宪:要理解光电融合,可以先想一个问题——家里宽带为什么要用光纤?

答案很简单:跑长途,光比电快,也比电省。

电信号在铜线里跑,会遇到电阻,发热、衰减、互相干扰,跑得越远越“累”;光信号在光纤里跑,几乎没有电阻损耗,一束光里还能同时跑几十种不同颜色的光,各跑各的。过去三十年,全球通信网络一直在上演“光进铜退”:从跨洋海底光缆到城市干线,再到光纤入户。光的边界,一步一步向电的腹地推进。而这出戏的最后一幕,也是最难的一幕,是进入到芯片封装内部——从“设备之间”到“芯片之间”。

光电融合,就是把这出戏演到芯片里去。

光芯片,就是用光子来完成传统芯片用电子所承担的任务——在指甲盖大小的材料上,刻出比头发丝还细的“光的导线”,把激光器、调制器、探测器这些光学元件,全部集成到一块芯片上。

光芯片和传统芯片最根本的区别在于两方面。一是承载信息的载体不同。电子带电,会发热、互相干扰;光子不带电,以光速传

播,天然适合高速数据传输。二是擅长处理的领域不同。电子擅长精细操作——逻辑判断、存储、控制,是系统的“大脑”;光子擅长高速传输和并行处理,是“高铁”。一个善“计算”,一个善“传输”。

所以,光电融合不是“光取代电”,而是“光电协同”。

怎么理解?可以借助一个“交通系统”的类比:如果把芯片间的数据传输比作物料配送,传统电互连就像货运三轮车——短距离穿街过巷非常方便,但数量一多就容易拥堵、发热;光互连则像城际高铁——专线运行,速度快、运量大、能耗低。而计算依然是电子芯片的专属领域——它如同整个交通系统的调度中心,负责决策和指挥。

光电融合,就是让“大脑”指挥“高铁”来高效传输数据,二者各司其职。

有人可能会问:既然光具有这么多优势,为何不把所有传输都换成光?原因在于,光波导需要专用的物理“轨道”,在芯片内部极为密集的短距离布线场景中,反而没有电信号来得便捷。因此,光不会取代电,而是与电形成分工协作的关系。至于光在实验室中已开始直接参与计算任务,那属于“光计算”的范畴。

人工智能的爆发,把需求拉到了眼前 问题是光电融合“多快”到来、由谁引领

记者:光电融合带来芯片性能的显著提升,这是否会成为未来的趋势?

冯明宪:回答这个问题,得先看电子芯片面前立着的两堵墙。

一堵是功耗墙(能耗瓶颈)。在大型AI数据中心,铜互连的功耗已经占到系统总功耗的相当大一部分,在有些集群中已接近一半——大量电没有用来计算,而是耗在了“数据传输的路上”。

另一堵是带宽墙(带宽瓶颈)。训练一个大模型,需要成千上万颗芯片像一颗芯片那样协同工作,芯片间每秒要交换天文数字的数据。铜线的带宽密度已经逼近物理极限,“路”不够宽,再强的“发动机”也只能堵在路上。

光电融合不是一夜之间的革命 而是一场将持续二三十年的渐进式重构

记者:光电融合从纯技术到真正实现商业化落地,还要多久?

冯明宪:趋势确定之后,关键看怎么落地。几个信号已经摆在桌面上。

2026年被业界普遍视为“光电共封装(CPO)量产元年”。所谓CPO,就是把光引擎和计算芯片、交换芯片封装进同一个壳子里——把电信号传输的距离从几十厘米压缩到几毫米,在典型方案中,系统互连功耗可降低约七成。这被认为是当前光电融合最具商业价值的落地形态。

巨头们谁都不肯慢一步:英伟达推出了基于CPO技术的光子交换机并已量产发货;博通发布了单芯片交换容量创行业纪录的CPO交换芯片,拿下多家云厂商的大额订单;台积电的硅光集成平台进入全面量产,并公布了清晰的三代路线图——传输速率从1.6T向6.4T、12.8T逐级跃升。研究机构预测,未来十年这一市场的年复合增长率将高达三成以上,到2030年前后,CPO在AI数据中心光

互连中的渗透率有望达到三分之一。

更值得期待的是,光电融合的想象空间远不止于“连接”。业内公认的技术演进路径大致是三步走:第一步,光通信——光负责长距离传输,这已经发生三十年;第二步,光互连——光进入机柜、电路板 and 芯片封装,接管芯片之间的短距离传输,这正在发生;第三步,光计算——用光直接进行计算,利用光的并行性为人工智能开辟全新的算力路径,这在实验室里已经崭露头角。再往前看,更前沿的领域也在打开——芯片上已经能产生纠缠光子对,未来光子将进一步从“信息的信使”进化为“量子态的制造者”。

但也必须承认,光电融合的商业化节奏存在不确定性。CPO的良率爬坡、标准化进程、成本下降速度,都是变量。过于乐观的时间表,在半导体行业往往会被修正。光计算尚处早期,光芯片在集成度、散热、成本、工艺兼容性上还有不少硬骨头要啃。光电融合不是一夜之间的革命,而是一场将持续二三十年的渐进式重构。但方向,已经没有悬念。

记者:光,架起了连接芯片的新桥梁,同时也打开了全球科技竞争的新天地。客观地看,光电融合技术将如何改变全球科技竞争的格局?

冯明宪:首先,竞赛的跑道换了。过去几十年,芯片竞争几乎只有“纳米”一个刻度,这把绝大多数国家挡在了门外。先进制程的游戏,全世界有能力参与的玩家屈指可数。而光电融合时代,竞争的焦点转向材料、封装、互连、架构和系统集成,光芯片不依赖最先进制程——竞争的门槛被重新定义,更多玩家有了入场券,原有的领先者固然仍有优势,但优势的“护城河”变浅了。

其次,价值链正在重新分配。在CPO产业链中,技术壁垒最高、价值最厚的环节,是光学引擎、激光光源、硅光芯片和先进封装——而不是传统的整机组装。光模块企业向上游芯片延伸,芯片代工厂向下游封装拓展,跨界重组正在发生。谁卡住了核心器件的位置,谁就能分走蛋糕最大的部分。

再次,标准与专利的话语权之争已

经开打。历史经验表明,一项技术从标准确立到规模商用之间的过渡期,正是专利布局最密集的窗口。目前全球主要企业都在硅光器件、光电封装、高速互连等方向加速积累专利,相关专利申请量连年高速增长。这些专利中的一部分,未来可能转化为行业标准中绕不开的“标准必要专利”,到时候,规则制定者收的不只是专利费,更是整个产业的主导权。目前CPO接口尚无全球统一标准,OIF(光互联论坛)、IEEE(电气电子工程师学会)等组织都在加紧制定,中国应争取在这个窗口期拿到更多话语权。

最后,范式转换期是追赶者最有利的时期。这在产业史上反复上演:胶片巨头柯达最先发明数码相机,却输在了数码时代;传统车企把发动机热效率做到极致,却看着电动汽车换了赛道。当技术范式稳定时,领先者的积累难以撼动;而当范式转换、大家重新站起跑线时,敢下注、下手快的玩家就有机会改写座次。光电融合,正是这样一个转换期。

中国手里有扎实的牌可打 突破口不在面面俱到,在于精准发力

记者:光电融合技术打开了换道超车的窗口期,作为拥有众多综合实力强劲光子产业集聚区的中国,如何抓住这一轮机遇?存在哪些优势和需要突破的地方?

冯明宪:面对这一轮机遇,中国手里有扎实的牌可打。

首先是光通信的深厚积累。中国是全球光通信产业重镇:光纤光缆产量多年位居世界第一,光模块企业在全球市场占有率举足轻重的份额,武汉“中国光谷”聚集了从光纤、光器件到光模块的完整产业链,华为等企业在光传输设备领域长期处于全球第一梯队。光电融合不是凭空起高楼,它生长的土壤,恰恰是我们耕耘了几十年的领域。

除此之外,还有制造与系统集成的优势。CPO的落地高度依赖先进封装——把光芯片和电芯片精密地“拼”在一起,对耦合精度、散热、良率的要求极高,而这正是中国制造体系擅长的规模化、高精度工程能力。国内封测龙头已经推出了面向光电融合的先进封装工艺,具备了参与全球竞争的底气。

不容忽视的还有超大规模的应用市场。智算中心建设如火如荼,5G网络全球规模最大,人工智能应用场景全球最丰富——庞大的内需既是技术迭代的“练兵场”,也是摊薄研发成本的“压舱石”。

最后一张牌是人才与科研储备。光电融合是典型的交叉学科,需要既懂光学又懂电子、既懂材料又懂系统的复合型人才。国内高校在光学工程、集成电路等学科积淀深厚,一批新型研发机构正在硅光、化合物半导体等前沿方向布局。

但也要清醒地看到短板:高端激光器件芯片——CPO必需的外置光源,目前被海外双寡头垄断(美国 Lumentum 和 Coherent),这是我们必须啃下的硬骨头;硅光工艺平台、光电协同设计工具(EDA)的自主性不足;部分核心装备与

关键材料仍依赖进口。这些环节不突破,产业链的“命门”就仍在别人手里。

因此,中国的突破口不在面面俱到,而在于精准发力。核心思路是:用封装抢时间,用成熟制程降成本,用标准争夺话语权。要以封装和系统集成为先手,抢占CPO封装这个高量产最近的高地,用工程化能力换取时间,在封装环节建立先发优势;集中攻克光源等“卡脖子”环节,高端激光器件芯片必须实现自主可控,这是绕不开的硬仗,也是最值得集中资源突破的战略节点;走“成熟制程+光电融合”的特色路线,既然光芯片不依赖最先进制程,就可以用我们充裕的成熟工艺产能,做出“够用且好用”的光电融合产品,扬长避短,以空间换时间;深度参与国际标准制定,在标准成形的窗口期发出中国声音,避免在新一轮专利格局中被“卡位”,用标准话语权换取产业主动权。

回顾这场浪潮,能看到一条清晰的技术发展规律:每当一条技术路线逼近极限时,产业的前进方式就不是在旧路上死磕,而是回到“第一性原理”重新提问——我们要解决的到底是什么问题?

芯片要解决的问题,从来不是“把晶体管做得更小”,而是“让信息处理得更快、传输得更省”。摩尔定律曾是实现这个目标的最优解,但不是唯一解。当电子在纳米尺度上力不从心时,光子站了出来——不是取而代之,而是与电子各展所长、协同共生。这或许就是光电融合最深层的启示:技术的演进,从来不是简单的替代,而是在更高的维度上重新分工。

历史不会等待犹豫者,光电融合的版图正在绘制,对中国而言,这既是一场必须参与的远征,更是一次可以引领的机遇——我们手里的光,正照在通向未来的路上。

(湖北日报全媒记者 常少华 龚雪见 见习记者 刘少新)

“楚超”真正的C位是文化

□ 王军 钱配配

习近平总书记指出:“任何文化要立得住、行得远,要有引领力、凝聚力、塑造力、辐射力,就必须有自己的主体性。”这一论断揭示了文化发展的内在规律:主体性是文化立身之本、行远之基。

文化主体性反映一个国家和民族对自身文化的自觉意识和繁荣发展文化的主动精神。这个宏大命题要落地生根,或者说要让人们具象化地感知,往往需要借助具体而微的地方实践作为观察窗口。

2026年湖北省城市足球联赛(以下简称“楚超”),恰可作为一个样本。这既是一场体育赛事,也是一个文化容器。透过“楚超”,我们能看见:地方文化如何在历史根脉的守护传承、因地制宜的鲜活实践、群众根基的深度筑牢以及守正创新的辩证把握中,焕发出新的生机和活力。

浓缩版的荆楚文化地图

荆楚文化崇尚尚赤、敢为人先、浪漫奔放,这是湖北最鲜明的文化底色和历史根脉。

然而,这些底色和根脉如果只是封存于博物馆,只能成为“凝固的过去”,无法转化为“活态的当下”。真正的保护与传承,需要完成关键性的转译:将静态的文化符号激活为群众可触可感的文化记忆,利用多元载体和平台赋予其新的时代内涵。

“楚超”从赛事设计到符号标识,从队名队徽到赛场氛围,深挖本土历史文化基因,把荆楚文化作为赛事的根,把各地特色文化作为赛事的魂,让历史文脉深深扎根进赛事的全过程。比如,联赛LOGO融合了凤凰图腾、楚漆器纹样、青铜回纹与编钟剪影,吉祥物“楚小焱”传承了楚地崇尚赤传统,17支球队队徽组成了一张浓缩版的荆楚文化地图。

这不仅是赛事活动在地理空间的全覆盖,更是各地域文化身份的一次集体亮相与相互注视。由此,“楚超”将绿茵场转化为一座流动的文化展厅。在这座展厅内,文化不只是背景板,不只是氛围组,不只是“整治”的道具,而是赛事极其重要的组成部分,它使得“体育+文化+旅游”成为一个牢固组合,在一个又一个周末牵手出场。

跳出同质化的发展路径

全国各地的自然地理环境、历史文化传统、经济社会发展水平都不尽相同,各有其特色。文化发展只有从本地实际情况出发,因地制宜,才能跳出同质化的发展路径。具体来说,就是构建具有当地文化特色的叙事逻辑,创造能够代表当地文化身份的符号和载体。

从贵州“村超”到江苏“苏超”再到湖北“楚超”,全国群众性体育赛事遍地开花。“楚超”之所以能火热出圈,就在于没有简单复制别人。比如,面对省内各市州经济基础与足球发展水平参差交错的实际,在规则设计上,“楚超”量身制定了公平合理的竞赛规则,允许省内全日制大学生球员跨地参赛、限制职业球员引进等,让普通群众成为赛事的参与主体。比如,在文化叙事上,“楚超”立足荆楚文化、水乡文化、民族文化和红色文化,探索构建专属于湖北的叙事体系,像开幕式上的17条彩带,不是对传统的简单复现,而是在现代体育语境中对荆楚文化的一次重新言说,用现代视觉语言呈现了专属于湖北的“九歌天籁”。

从“旁观者”到“剧中人”

文化认同凝聚着人民群众共同的情感和价值共识。这无法简单地通过政策文件的传达或媒体传播的单向输出而深度内化,它只能依靠嵌入日常生活的肌理,在人民群众可感知、可介入、可互动的实践中获得情感确认与价值共鸣来实现。

当下,全国各省市体育足球联赛色彩斑斓,这种群众参与性强、接地气、门槛低的体育赛事,剥离了竞技体育高高在上的精英光环,回归到运动最本真的快乐与热血,让每一个普通人都有机会在赛场上、看台上,找到表达情感的出口。

“楚超”以一颗滚圆的足球为桥梁,通过主客场赛制,使每一座城市在赛季中轮番成为文化展示的中心,让一波又一波的人往来于湖北各市州之间,共聚于一座球场、一方看台。9.9元的票价,让更多的群众能够参与观赏;普通市民自发组队参赛,彰显了为家乡争光的责任担当;一些球队在赛前以书信传情,让比赛又多了几分温热。全民参与热潮的背后,是从“旁观者”到“剧中人”的身份转换,共同的心理背景是对家乡的热爱、对本土文化的认同。

走在守正创新这条大路上

文化活力从来不是一种既成的状态,而是一个在无数具体实践中不断生成、不断调整、不断丰富开放过程。

其中的关键,在于守正创新。守正,是要守住优秀传统文化这个根脉,这是文化创新的基础和前提;创新,是要与时俱进、推陈出新,这是实现守正的手段和路径。二者统一于文化发展全过程。

足球运动所蕴含的团队协作、拼搏进取、永不言败的体育精神,与荆楚文化中的很多优秀特质在内在逻辑上是相通的。“楚超”作为当下荆楚文化建设的生动体现和鲜活表达,既要坚守荆楚文化根脉,深度挖掘荆楚文化内核,又要拓展其外延,利用新媒体讲好湖北故事。同时依托互联网技术,鼓励更多群众参与,允许大家对赛事合理进行充满灵感的“二创”,释放文化创新创造活力,让绿茵场成为荆楚文化传承的现场和活化的窗口。

(作者分别为武汉理工大学马克思主义学院副院长、教授,武汉理工大学马克思主义学院博士研究生)