

引用格式:王大洲,吕奔诗,傅志寰.鸿蒙操作系统崛起的工程生态分析与启示.中国科学院院刊,2025,40(8):1455-1465,doi:10.3724/j.issn.1000-3045.20241207006.

Wang D Z, Lyu Y S, Fu Z H. Engineering ecological analysis of rise of Huawei's HarmonyOS and its implications. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(8): 1455-1465, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20241207006. (in Chinese)

鸿蒙操作系统崛起的工程生态 分析与启示

王大洲¹ 吕奔诗¹ 傅志寰^{2*}

1 中国科学院大学 人文学院 北京 100049

2 中国国家铁路集团有限公司 北京 100080

摘要 在全球科技竞争日益激烈的背景下,华为作为中国信息技术领军企业,推出了自主研发的鸿蒙操作系统,并逐步构建起鸿蒙生态,为千行百业的发展提供了基础支撑。文章回顾了鸿蒙操作系统及其生态的成长历程,尝试提炼其中的生态建构策略。在此基础上,对鸿蒙生态的建构过程进行理论分析,探讨其背后的生态建设逻辑。鸿蒙系统及其生态构建的成功标志着中国高科技发展的一次战略突围,对于我国实现高水平科技自立自强、构建以新质生产力为基础的人类命运共同体具有启示意义。

关键词 工程生态,生态思维,鸿蒙系统,鸿蒙生态,生态建构

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20241207006

CSTR 32128.14.CASbulletin.20241207006

随着互联网、大数据和人工智能等的迅猛发展,工程活动的跨界融合已成为普遍趋势,工程生态作为工程活动新范式开始进入学术界视野。所谓工程生态,是指工程活动由已发生的各类生态关系交织而成的动态场域,它决定着工程的存在与发展状态^[1]。当

前,学界对工程生态的基本理论问题进行了分析^[2],并推动工程哲学“五论”体系(科学-技术-工程三元论、工程本体论、工程演化论、工程知识论和工程方法论)发展成为包括工程生态论在内的“六论”体系^[3],以便为工程实践提供更有力的指导^①。

*通信作者

资助项目:中国工程院战略研究与咨询重点项目(2024-XZ-69)

修改稿收到日期:2025年8月7日

① 2024年,中国工程院立项“工程生态论的理论体系和实践研究”。同年4月,课题负责人傅志寰带队来到华为技术有限公司深圳总部、深圳鸿蒙生态创新中心和华为松山湖基地,进行现场调研、访谈,搜集了大量一手资料,构成本文的写作基础。

在全球科技竞争日益激烈的背景下，华为技术有限公司（以下简称“华为”）率先开发了面向万物互联的鸿蒙操作系统（HarmonyOS，以下简称“鸿蒙系统”），并逐步构建起鸿蒙操作系统的生态系统（HarmonyOS Ecosystem，以下简称“鸿蒙生态”）。与安卓等单纯面向手机的操作系统相比，鸿蒙系统打破了硬件约束，是超越移动通信、面向全场景的分布式操作系统，可以渗透和影响千行百业，有着十分重要的战略意义。因此，鸿蒙系统内在要求进行大规模的生态建构，它植根旧生态，催生新生态，正在打破基础操作系统发展全球格局。鸿蒙系统的开发，不仅是我国企业寻求高水平科技自立自强的范例，更是立足生态思维、建构工程生态的范例。基于工程生态论，总结鸿蒙生态建设经验，可以对其他工程领域的生态建设提供重要借鉴。

1 鸿蒙系统的开发历程

“鸿蒙”原意是中国古代神话中盘古开天地之前宇宙的混沌状态，以此命名，象征着鸿蒙系统的开创意义。回顾鸿蒙系统发展之路，可以基于战略目标、技术特点、生态建设情况等，将其分为3个阶段：起步阶段、加速阶段、蜕变阶段（图1）。

1.1 起步阶段

华为手机业务始于2003年，最初主要为运营商定制功能机。2009年，华为发布首款智能手机Ascend系列，尝试切入安卓智能手机市场。经过几年摸索，直到2014年搭载麒麟925芯片的Mate7上市，华为才确立Mate系列手机的商务旗舰发展方向。

这一时期，由于在通信设备行业的强大竞争力，华为已经进入美国政府“阻击圈”；2007—2010年，其多项海外并购尝试功亏一篑。为此，华为于2010年底制定“逃生计划”，决定对芯片、操作系统、数据库等七大“根技术”领域进行战略投入，确保未来一旦被“断供”，有自己的备用系统。随后，华为依托

“2012实验室”，陆续启动这一计划。操作系统相关项目主要包括：2013年立项的面向电视和机顶盒的MediaOS，2014年立项的面向物联网的LiteOS，2015年立项的旨在替换和优化安卓部分模块的AtelierOS（简称“AOS”）。2016年，“鸿蒙内核”开发正式立项。2018年，AOS团队并入EMUI（基于安卓开发的情感化操作系统）团队。同年底，“齐达内”项目立项，旨在开发面向万物互联的技术，逐步把EMUI优化成“双框架鸿蒙操作系统”，也就是兼容安卓的鸿蒙操作系统^[4]。

2019年5月，美国将华为及其70家附属公司列入出口管制“实体名单”。受此影响，美国谷歌公司禁止华为产品使用GMS（谷歌移动服务），华为失去安卓系统更新的访问权，这迫使其加速鸿蒙系统研发进程。华为也开始了从产品型公司向生态型公司的转型，努力联动伙伴、赋能伙伴^[5]。2019年8月，鸿蒙系统正式发布。同期亮相的，是华为消费者业务的“1+8+N”（即“1”台手持移动设备，可以和其他日常使用的“8”台设备互联，由此出发再连接“N”台泛物联网设备）全场景智慧生活战略，以吸引更多合作伙伴加入鸿蒙生态。

事实上，鸿蒙系统广泛适用于物联网、自动驾驶、远程医疗、工业控制等领域，并非专为手机设计。虽然可用于手机，但当时并不适合立即取代安卓系统。这一阶段，华为深耕安卓生态，成了“安卓打工仔”里的“领头羊”。当然，这并非单纯依赖安卓，而是积极参与安卓开源社区并贡献了大量代码。尽管华为开发了HMS（华为移动服务），以应对GMS“断供”，但还是难以解决根本问题^[4]。

1.2 加速阶段

鸿蒙系统发布后，华为朝着多设备融合方向继续推进，试图全面升级分布式操作能力。同时，华为向各类开发者提供平台、工具和资源，以快速扩大开发者和合作伙伴数量，壮大和夯实用户基础。

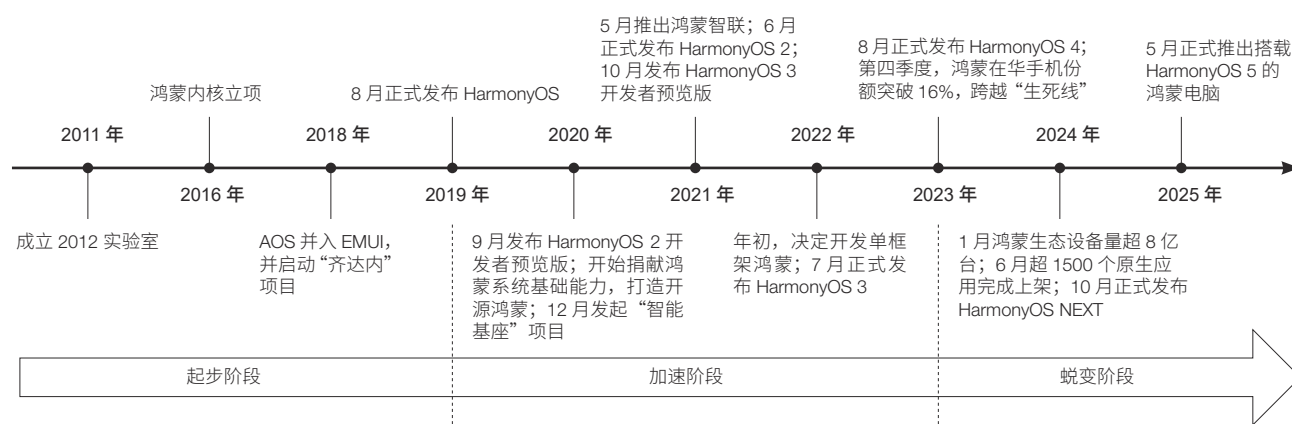


图1 鸿蒙系统开发历程

Figure 1 Development history of HarmonyOS

自2020年9月起,华为分2次将鸿蒙系统“基础能力”捐献给“开放原子开源基金会”,形成“开源鸿蒙”(OpenHarmony)项目,便于合作伙伴在开源代码基础上开发自己的软硬件产品,试图从根本上激活开发者生态。但是,“开源鸿蒙”的推广并非一帆风顺,最初第三方对于更换操作系统带来的价值大多持怀疑态度。尽管如此,到2021年5月,鸿蒙生态已经拥有1 000多家硬件生态伙伴^②。

此时,华为正式推出自己掌控的开放平台“鸿蒙智联”(HarmonyOS Connect),以简化智能设备的连接和协同,赋能合作伙伴。2021年6月,华为正式推出鸿蒙系统2.0,发布首批搭载鸿蒙系统的手机及其他全场景新品。同年10月,鸿蒙系统已在1.5亿多台设备上应用,成为史上发展最快的智能终端操作系统^③。2022年7月,鸿蒙系统3.0正式发布,支持更多设备加入,并提升了流畅度、安全性等。

这一阶段,鸿蒙生态建设取得重要进展。尽管如此,鉴于鸿蒙生态建设面临的重大挑战,对于是否要完全脱离安卓系统,实现从兼容安卓系统的“双框架鸿蒙”到独立自主的“单框架鸿蒙”的蜕变,华为内部有过巨大争议。直到2022年初,华为才下定决心开发单框架鸿蒙,用“鸿蒙内核”替换安卓Linux内核,以实现“麒麟芯片、鸿蒙内核和鸿蒙框架”的垂直整合^④。同年10月,美国全面禁止对华出口先进制程芯片(14 nm及以下),华为被逼入死角。

1.3 蜕变阶段

2023年8月初,华为发布鸿蒙系统4.0,并与近40家企业伙伴签署“鸿蒙生态深化合作协议”^⑤。同月底发布的Mate 60系列手机搭载了自研麒麟9000s芯片,而鸿蒙系统成为其“硬件性能+软件生态+用户体验”三位一体竞争策略的核心。短短1个多月,鸿蒙系统4.0用户就超过6 000万^⑥。同年第四季度,鸿蒙

② 王攀,白瑜. 中国产业界关注构建鸿蒙生态系统. (2021-05-25)[2024-06-27]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1700691388544362703&wfr=spider&for=pc>.

③ 孙冰. 鸿蒙“上车”:设备数超1.5亿史上最快,智能座舱最快年底上市. (2021-10-25)[2024-06-27]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1714558966791346326&wfr=spider&for=pc>.

④ 孟梅,张越熙. 鸿蒙生态再进一步,华为宣布与近40家鸿蒙伙伴签署深化合作协议. (2023-08-06)[2024-06-27]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1773368104120203843&wfr=spider&for=pc>.

⑤ 许隽. 鸿蒙4.0用户数已突破6000万. (2023-08-26)[2024-06-27]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1778064906722553960&wfr=spider&for=pc>.

系统在中国智能手机市场的份额突破了16%^⑥，成功跨越基础操作系统的“生死线”。

2024年1月，“系统底座全栈自研”的鸿蒙系统星河版（HarmonyOS NEXT）面向开发者开放申请。同年第一季度，鸿蒙系统首次超越苹果系统（iOS），成为中国市场仅次于安卓的第二大操作系统^⑦。到6月份，在占据普通消费者约99%使用时长的5 000个应用（APP）中，1 500多个已在华为应用市场完成上架，剩余的也全部启动研发^⑧。10月，鸿蒙系统星河版正式发布，它去掉了Linux内核及AOSP（安卓开放源代码项目）等代码，也不再兼容安卓应用，实现了“脱胎换骨”。

此时，虽然已有超过1.5万个云服务和应用适配了鸿蒙系统，但相比安卓系统和苹果系统的生态支持，鸿蒙生态仍处于发展初期，应用数量和质量都处下风。尤其在海外市场，许多开发者更倾向于进入苹果生态和安卓生态。鸿蒙系统面临的重大挑战还是地缘政治因素，这使其在国际市场的推广面临重重阻力。

2025年5月8日，搭载鸿蒙系统5.0的鸿蒙电脑正式亮相，标志着国产操作系统在个人电脑（PC）领域实现重大突破。这也意味着，鸿蒙生态不仅要努力赶超苹果生态和安卓生态，还要挑战微软生态，其困难可想而知。此时，鸿蒙生态设备突破10亿台，注册开发者达到720万人，代码超过1.1亿行，从操作系统内核、文件系统，到编程语言、人工智能框架和大模型等全部实现自研^⑨。

无论如何，万物智联时代正加速到来。鸿蒙系统

作为一个从“终端”到“全场景”贯穿的平台，随着技术不断迭代和生态逐步成熟，也将迎来光明的未来。

2 鸿蒙生态建构策略

鸿蒙系统的快速成长得益于华为强大的技术创新能力，同时也离不开其生态建设理念。在鸿蒙生态发展中，多种生态建构策略发挥了关键作用。

2.1 扎根旧生态，发展新生态

任何工程生态的发展都不是“平地起高楼”，新生态通常需要扎根旧生态并逐步发展起来。鸿蒙与安卓的关系就是如此，鸿蒙生态发展是鸿蒙系统从依赖安卓生态到脱离安卓生态的过程，未来鸿蒙生态还将向着超越安卓生态的方向奋进。

鸿蒙系统开发初期采用了不少安卓代码，一度被人指责为“套壳安卓”。但这是发展的必经之路——成熟的安卓生态是鸿蒙作为新系统借以生存的土壤。作为新进入者，鸿蒙系统要想“成气候”，就必须结合自身特点，迅速获取用户基础，提升应用程序的数量和质量^⑩。为此，华为大力推进核心技术创新，逐步增加自主研发内容，以降低对安卓生态的依赖。同时，着力解决新生态发展中涉及合作伙伴、人才和用户的诸多难题，为脱离安卓蓄力。这表明，新、旧生态非完全对立，将新生态扎根于旧生态之中，能为新生态的长远发展奠定基础；从旧生态中汲取营养并在“竞合关系”中发展新生态，是实现“生态转换”的关键。

⑥ iOS vs Android Quarterly Market Share. (2024-05-25) [2024-06-27]. <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-smartphone-os-market-share/>.

⑦ iOS vs Android Quarterly Market Share. (2024-05-25) [2024-06-27]. <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-smartphone-os-market-share/>.

⑧ 华为开发者大会(HDC 2024)主题演讲. (2024-06-21)[2024-06-27]. <https://live.huawei.com/hdc2024/meeting/cn/14654.html>.

⑨ 谷业凯, 李刚. 鸿蒙电脑正式亮相. (2025-05-09)[2025-05-29]. <http://finance.people.com.cn/n1/2025/0509/c1004-40476056.html>.

2.2 捐献“基础能力”，坚持“开源”运作

开源是当今科技发展大势。对于后发者而言，要构建自己主导的生态，就更需要开源。捐献“基础能力”，将鸿蒙系统开源，意味着华为将创新机会赋予众多企业和个体。当越来越多的开发者基于鸿蒙系统进行产品研发，其价值和吸引力就会相应提升，进而吸引更多开发者加入，从而形成“百舸争流”的良好态势。

开源策略有效发挥了个体积极性，加速了迭代学习进程。①遍布全球的开发者都可在开源社区贡献创新思路。②开源使得更多开发者能够在不同设备和场景中测试鸿蒙系统，发现潜在问题并提供反馈，从而在知识共享中实现技术迭代^[7]。③开源还增加了开发者和用户对鸿蒙系统的了解和信任。这样，持续的改进和优化既提升了用户体验，又降低了开发和维护成本。事实表明，鸿蒙系统开源创新是中国最成功的开源创新模式之一^[8]。

2.3 打造“鸿蒙智联”开放平台，提供一站式服务

鸿蒙智联作为华为构建万物互联生态的核心平台，其本质是通过鸿蒙系统的分布式技术实现跨设备智能协同与生态整合。它基于分布式软总线和设备虚拟化技术，将手机、家电、车载设备等不同终端虚拟化为统一的“超级终端”，用户可通过“碰一碰”极简连接或“万能卡片”实现多设备操控。这种技术架构不仅重构了人机交互方式，还为开源策略提供了基础支撑。

鸿蒙智联的生态意义在于：一方面，通过标准化开发工具降低企业接入门槛，推动国产智能硬件集体突围；另一方面，以人工智能（AI）大模型推动设备智能化，如服务机器人能通过鸿蒙系统实现环境感知与自主决策。这样，鸿蒙智联就从消费级场景延伸到工业部门，推动各类设备互联与生产流程优化。这种“技术开放+生态协同”的模式，正在重塑全球物联网产业格局。

2.4 启动“鸿飞计划”，助力伙伴成长

要实现鸿蒙生态目标，必须吸引有能力的合作伙伴，创造出有活力的发展环境，而助力合作伙伴成长，就成了一个基本生态策略。

“鸿飞计划”是华为于2023年8月正式推出的生态建设加速计划，拟在3年内投入100亿元人民币资金，支持鸿蒙系统原生应用、元服务、核心闭源库及工具平台的开发与合作。其核心逻辑是通过技术赋能、流量扶持和商业变现“三重杠杆”，吸引开发者与合作伙伴共建应用生态。在技术赋能上，华为提供鸿蒙实训营、1V1（“一对一”）专项技术辅导及联合技术评估，帮助开发者快速掌握鸿蒙原生开发能力；在流量扶持上，开放系统级流量入口（如开屏广告、负一屏等），并联合举办行业活动提升伙伴曝光度；在商业变现上，则推出“大联运”模式，通过华为渠道助力应用增收，同时设立专项基金补贴优质项目。2024年6月该计划进一步升级，强化了对游戏、快应用等垂直领域的政策倾斜。目前，该计划已在众多领域取得显著成效，标志着华为从技术开放走向生态共赢。

2.5 培育鸿蒙专才，夯实生态基座

在工程生态建设中，只有依靠具备技术专长和创新思维的专业人才，才能创新产品和服务，拓展生态边界。为此，华为开设“开发者学堂”，打造“智能基座”，共同服务于鸿蒙专才培养，推动鸿蒙生态建设进程。

“开发者学堂”是华为打造的面向社会开发者的在线学习与实践平台，提供鸿蒙系统、昇腾处理器、云计算等全栈技术的在线课程、文档、工具链支持、示例代码、认证考试等服务。开发者可在此学习开发技能、获取资源并进行能力认证。“鸿蒙学堂”是开发者学堂中专注于鸿蒙系统相关产品开发人才培养的板块，目前已是“开发者学堂”核心组成部分。

“智能基座”于2020年12月由教育部和华为联合

发起,是面向高校的产教融合协同育人项目,核心目标是将华为的领先技术融入高校计算机及电子信息类专业的教学体系,培养新一代开发者。该项目涉及的技术性学习内容,通常由“开发者学堂”在线提供。2023年9月“智能基座”2.0启动,被正式纳入鸿蒙课程。

“开发者学堂”与“智能基座”的结合,形成了多层次、立体化的鸿蒙系统相关产品开发者赋能体系。截至2023年底,已有135所高校开设鸿蒙公开课,286家企业参加鸿蒙生态学堂,超过38万开发者通过鸿蒙认证(HarmonyOS Certification),150多个产学研合作项目顺利实施,从而为鸿蒙生态夯实了基座^⑩。

2.6 心怀“国之大者”,赢得政府支持

在鸿蒙生态建设中,华为借助政府力量构建起全方位战略支撑体系,形成了从政策顶层设计到产业落地的政企协同生态发展模式。

中央部委层面,工业和信息化部将鸿蒙系统纳入国家关键数字基础设施,推动政务应用迁移并制定行业标准;**地方层面**,各地政府通过专项政策与资金扶持加速鸿蒙系统落地。截至2025年4月,全国超3000家政企单位启动内部办公应用鸿蒙化适配,覆盖金融、能源、政务等30余个行业^⑪;国家电网等央企已制定若干相关行业标准,催生出“矿鸿”“电鸿”等众多行业垂直解决方案。

政府支持的根本原因在于鸿蒙实现了国家安全诉求与产业升级路径的深度统一:**技术上**,以全栈自主重构数字主权壁垒;**生态上**,以开源策略降低企业接

入门槛;**场景上**,以政务和央企示范带动千行百业转型。如此,鸿蒙系统已经从企业产品升级为“国之重器”^⑫,成为万物互联时代中国赢得生态主导权的核心支撑之一。

3 关于鸿蒙生态演进的理论分析

鸿蒙系统是一项前沿重大工程成就,鸿蒙生态的演进体现了生态思维的力量,体现了不可多得的工程智慧。因此,有必要对此进行更深入的理论分析。

3.1 超越“系统思维”,迈向“生态思维”

任何工程系统都是生态中的系统,是“生态性存在”,只有扎根并培育相关工程生态,特定工程系统才能最终立足。鸿蒙系统的本质是操作系统,其构建自然离不开系统思维。但是,鸿蒙系统的开发要求打造鸿蒙生态,而这一过程又依赖生态思维。**从系统思维迈向生态思维,正是辩证思维在工程实践中的具体体现。**

在软件工程中,基础操作系统具有特殊重要性,其功能发挥几乎不受地域限制,可以迅速扩展到每一个人和物,产生宏观效应,可以看作“超级存在物”(Hyper-Objects)^{⑬[9]}。作为一类超级存在物,基础操作系统无边无界又无所不在,具有广泛的渗透性、穿透力、融合力和变革力,其重要性不言而喻。与桌面操作系统相比,移动操作系统注重触控交互、碎片化场景、云端协同、即时响应,其生态属性十分突出;不断变化的市场需求迫使其开发重点从硬件资源的管控、调度和功能优化,转向各种应用开发系统和服务系统之间的构架整合^[10]。鸿蒙系统就是在此背景下成

⑩ 鸿蒙千帆,启航时刻.(2024-01-19)[2024-06-27]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1788510330207991635&wfr=spider&for=pc>.

⑪ 鸿蒙:创新驱动政企办公应用数字化效率及安全性跃升.(2025-07-02)[2025-07-06]. https://paper.people.com.cn/rmrb/pad/content/202507/02/content_30084007.html.

⑫ 倪光南.自主可控的国产操作系统是国之重器.(2025-05-26)[2025-05-31]. https://finance.cnr.cn/ycbd/20250526/t20250526_527186045.shtml.

⑬ “超级存在物”概念由美国生态哲学家蒂莫西·莫顿(Timothy Morton)最先提出,用以描述那些占据着庞大时空区域的客体,它们规模大且复杂,无法用单一视角完全理解。

长起来的，其涉及的主体、联系和功能更加丰富多样，系统结构更加复杂，系统边界也更加模糊。为了更好地开发和管控此类操作系统，就必然要求超越系统思维，确立生态思维。

事实上，生态建构思想很早就深植于华为发展理念之中。华为曾向我国历经2 000多年的都江堰工程学习管理经验，李冰父子的“深淘滩、低作堰”也成了华为构建鸿蒙生态的思想基础^[11]。华为意识到，要实现长久发展，就要以“舍一得”智慧，构建开放共赢的生态圈。正是基于这种生态思维，华为才得以与生态伙伴携手共建、扩展鸿蒙生态体系。

3.2 打造“生态规则”，规避“公地悲剧”

“公地悲剧”（Tragedy of the Commons）描述的是公共资源在缺乏有效管理时最终被过度使用和耗尽的现象^[12]。这一概念在工程生态建设中同样适用。

鸿蒙生态涉及大量合作伙伴，以及各种各样的技术、人才和市场资源。鸿蒙生态中不同组织或个体之间存在着竞争与合作关系。如果他们只考虑自身利益而争抢生态红利（如滥用开发补贴、私有化系统接口），就会带来接口碎片化、开发效率衰减、用户信任流失等系统性风险，最终损害所有成员利益。因此，为了在鸿蒙生态中实现共赢，就必须打造“生态规则”，规避“公地悲剧”。

华为是鸿蒙系统的创造者和主要推动者，居于鸿蒙生态的核心。但这一生态位对华为来说是一体两面的事情——既能带来巨大的影响力和控制力，也可能引发合作伙伴对“华为依赖症”的担忧，从而带来生态系统的不稳定性。因此，只有主动让利伙伴，在某些方面淡化自身控制力，才能赢得信任、实现共赢。

为此，华为严格规范自身行为，主动“捐献基础能力”，同时着力打造“生态规则”，用以规范鸿蒙生态的各参与者。技术规范类规则（如强制统一硬件接口）形成刚性约束确保兼容性底线，而资源分配类规则（如量化补贴梯度标准）提供弹性激励引导创新方

向。二者构成“兼容性-创新性”双轨驱动机制——对符合生态战略的行为（如开发跨设备联动应用）给予流量扶持等正向激励，而对破坏系统兼容性者则实施暂停资源支持等负向约束，以此平衡生态秩序并化解“公地悲剧”风险。

3.3 驾驭“网络效应”，打破“生态屏障”

在万物互联时代，各种设备涉及的操作系统分支复杂、数量庞大，随之而来的就是不同系统及协议之间的互不联通，这就是“生态屏障”。生态屏障是旧生态的“保护罩”，也是新生态立足的“拦路虎”。新生态建构者的首要任务，就是依靠创新能力，不断强化自身，进而运用“网络效应”打破生态屏障。

面对处于统治地位的安卓生态和苹果生态，打破“生态屏障”以赢得“生态竞争”是鸿蒙系统发展的重中之重。在鸿蒙生态中，每个微观工程都可以被视为一个生命体，具有一定的“生命自主性”。鸿蒙生态允许开发者和用户在其平台上自由创造和定制服务，这种“自由度”为创新提供了广阔空间。这样，就形成了动态创新网络，推动整个生态系统的演化和升级。

在这个网络中，“收益递增”和“网络效应”也随之产生。用户的增加使得鸿蒙生态产品和服务可以更好、更快地提升和优化，同时也为其赋予了更多价值。随着用户数量的增加，单用户的开发和维护成本降低，使得更多资源用于研发和推广。同时，通过与多种设备制造商合作，鸿蒙扩展了用户网络，吸引更多开发者加入。强大的开发者社区力量又推动产品和服务快速迭代，使得鸿蒙系统各个应用程序和模块不断优化，形成良性循环。结果，看起来牢不可破的安卓生态和苹果生态就被一点点“蚕食”了，鸿蒙生态也就有了发生“相变”的可能性。

3.4 贯通“微观、中观和宏观”

在工程生态中，微观、中观和宏观之间的区分是相对的、有机关联在一起的。微观聚焦基础单元交

互，中观协调行业系统整合，宏观锚定制度安排与政策框架。三者通过双向动态传导实现耦合——微观变化经中观枢纽放大可触发宏观调整，而宏观政策通过中观转化直抵微观实践，形成跨尺度实时反馈闭环。

作为超级存在物，鸿蒙系统具有特殊的“转译”（translation）功能，使得鸿蒙生态中的“局域”事件很快转变为“全局”事件；而任何宏观层面的扰动，都会迅速直达每个局部而发挥统摄性作用。鸿蒙系统通过分布式软总线技术构建跨层级实时反馈机制——微观的硬件接口变更经中观的行业联盟（如电鸿共同体）加速传导，可触发宏观生态策略调整；宏观的数字基建标准则通过统一接口规范直抵微观设备开发，形成“局部事件全局化、全局策略本地化”的动态耦合。这种多尺度高效互动要求生态建设同步夯实微观设备兼容性（如OpenHarmony驱动框架）、中观行业中间件（如矿鸿物联平台）和宏观制度设计（如鸿蒙适配指南），以释放系统级新质生产力。

这意味着，工程生态的建构需要同时从微观、中观和宏观层面发力。不能单纯就科技论科技，也不能只关注产业链，而应当同时关注宏观制度安排和营商环境建设等^[13]。只有这样，工程生态才能在微观变化、中观变化和宏观变化的交互作用中发展壮大。

4 鸿蒙操作系统崛起的启示意义

鸿蒙系统的崛起过程也是鸿蒙生态的建构过程，它彻底改变了全球底层操作系统竞争格局，形成了全新的工程生态。鸿蒙系统及其生态的成功，是中国解决诸多“卡脖子”问题的生态建设示范。

4.1 确立生态思维，在全球工程生态竞争中定位自身

当前，全球产业竞争不仅是技术和产品的竞争，还是技术标准和产业标准的竞争，更是工程生态的竞争。在工程生态竞争日益激烈的情况下，各类科研活动和产业活动都不能仅仅就事论事，而有必要在工程

生态系统中加以定位。否则，我们的技术开发和产品创新努力，很可能是有意无意地为别人控制的工程生态服务。其结果，科研工作越好，技术开发越好，就越是为别人“做嫁衣”，反过来还会压制自己的发展。这种现象在各个学科和各行各业的发展中都或多或少地存在。因此，有关科研机构、大学和企业，特别是有关政府部门，应该超越系统思维，确立更加明确的生态思维，主动识别工程生态，识别各种生态位，并在其中恰当定位自身，从而掌控自己的命运，更好地服务于国家战略需求。

4.2 持之以恒开发“根技术”，在全球市场赢得“生态竞争”

底层操作系统是众多产品、系统、生态之“根”，因而是一种“根技术”^[14]。拥有自主的基础操作系统，不仅可以降低关键技术领域“卡脖子”风险，还能避免信息泄露和设备受控，从而维护国家、企业和个人核心利益。鸿蒙系统推动了中国科技产业链的全面升级，为中国科技企业提供了一个开放、协作和共赢的平台。在这一过程中，人工智能、物联网、云计算等前沿技术有了更多的应用和发展机会，进一步增强了中国的科技竞争力。不仅如此，鸿蒙系统成功打破了操作系统领域美国“一极化”的现状，为全球开发者和用户带来了更多的选择和创新的 possibility，为全球工程生态的健康发展提供了新的机遇。这表明，唯有持续投入根技术研发并构建多边生态联盟，方能在科技博弈中将工程创新的自主权转化为全球发展的话语权。因此，提前识别“根技术”，持之以恒发展“根技术”，在生态层面参与国际竞争，应该成为所有科研人员和工程实践者的崇高使命。

4.3 打造新质工程生态，为构建人类命运共同体夯实技术基础

鸿蒙生态是立足新质生产力的“新质”工程生态，这个工程生态反过来又推动着新质生产力的发展。鸿蒙系统英文名“Harmony”本是“和谐”之意，

而“和谐”是中华文明的核心价值观^[15]。作为“和谐”的鸿蒙，不仅意味着利用操作系统将万物联结起来的梦想，还体现了同全球伙伴共创和谐未来的愿望。不同于基于自己的操作系统做自己产品的苹果生态，也不同于虽然开源但通过各种协议绑定合作者来维护自身主导地位的安卓生态，华为在打造鸿蒙生态时尊重各国“数字主权”，彰显的是“人类共同价值”。鸿蒙系统的崛起表明，要更有效地构建人类命运共同体，就要立足先进工程科技，并发挥其独特的生态效应；与此同时，还要基于中国“和”文化，传播互惠互利、共建共享的理念，以吸引更多生态伙伴，共谋“新质”工程生态的繁荣。

5 结论

围绕鸿蒙系统打造鸿蒙生态是中国高科技发展的一次战略突围。鸿蒙生态建设不仅对华为生死攸关，也为中国所有相关企业谋求生存发展提供了基础平台。鸿蒙生态的成长体现了生态思维的重要性，通过打造“生态规则”，驾驭“网络效应”，贯通“微观、中观和宏观”，鸿蒙生态得到了飞速发展。作为新质生产力发展缩影的鸿蒙生态，体现了工程对科技创新的牵引作用，体现了在生态层面参与国际竞争的极端重要性。这也意味着，在大国竞争日益激烈的背景下，在新行业、新业态快速发展的过程中，认识和运用工程生态的理论框架和思维方式，是把握全球生态竞争主动权，实现高水平科技自立自强的必然要求。

参考文献

- 王大洲, 范春萍. 工程生态: 内涵分析与研究进路. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2023, 15(5): 378-389.
Wang D Z, Fan C P. Engineering ecology: Conceptual analysis and research approach. Journal of Engineering Studies, 2023, 15(5): 378-389. (in Chinese)
- 李伯聪, 王楠, 傅志寰. 工程生态研究: 社会与时代的呼唤. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2023, 15(5): 365-377.
Li B C, Wang N, Fu Z H. On engineering ecology: A call of the society and the times. Journal of Engineering Studies, 2023, 15(5): 365-377. (in Chinese)
- 傅志寰, 李伯聪. 工程生态论: 探索建构工程研究的新范式. 人民论坛·学术前沿, 2024, (10): 4-16.
Fu Z H, Li B C. The theory of engineering ecology: Constructing a new paradigm of engineering studies. Frontiers, 2024, (10): 4-16. (in Chinese)
- 方兴东, 徐玮. 鸿蒙开物——终端操作系统破晓之路. 北京: 中信出版集团股份有限公司, 2025: 32-49; 96; 193.
Fang X D, XU W. HarmonyOS Genesis: Path to Dawn for the Terminal Operating System. Beijing: CITIC Press Group, 2025: 32-49; 96; 193. (in Chinese)
- 方兴东. 欧拉崛起: 从华为走向世界. 北京: 人民日报出版社, 2023: 17-18.
Fang X D. Euler's rise: from Huawei to the world. Beijing: People's Daily Publishing House, 2023: 17-18. (in Chinese)
- 施必翔, 唐方成, 刘锐剑. 平台到生态系统成长的势效应——基于 iOS 移动操作系统的案例研究. 科技进步与对策, 2021, 38(3): 1-10.
Shi B X, Tang F C, Liu R J. The momentum effects of the growth from the platform to the ecosystem—A case study of iOS. Science & Technology Progress and Policy, 2021, 38(3): 1-10. (in Chinese)
- Lindberg A, Berente N, Gaskin J, et al. Coordinating interdependencies in online communities: A study of an open source software project. Information Systems Research, 2016, 27(4): 751-772.
- 张玉明, 魏子重, 张馨月. 开源创新: 数智时代高效创新模式. 北京: 经济科学出版社, 2023.
Zhang Y M, Wei Z Z, Zhang X Y. Open source innovation: The efficient innovation model in the age of digital intelligence. Beijing: Economic Science Press, 2023. (in Chinese)
- Morton T. Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World. Minneapolis: The University of Minnesota Press, 2013.
- 石彪, 贾世昌, 朱越. 移动智能终端操作系统技术发展. 电子元件与信息技术, 2022, 6(12): 125-128.

- Shi B, Jia S C, Zhu Y. Development of mobile intelligent terminal operating system technology. *Electronic Components and Information Technology*, 2022, 6(12): 125-128. (in Chinese)
- 11 邓斌. 华为成长之路: 影响华为的22个关键事件. 北京: 人民邮电出版社, 2020.
- Deng B. The Growth Path of Huawei: 22 Key Events that Shaped Huawei. Beijing: Posts & Telecom Press, 2020. (in Chinese)
- 12 Hardin G. The tragedy of the commons. *Science*, 1968, 162: 1243-1248.
- 13 郑永年, 徐兰滕. 创新与新质生产力. *中国科学院院刊*, 2024, 39(7): 1131-1140.
- Zheng Y N, Xu L M. Innovation and new quality productivity. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2024, 39(7): 1131-1140. (in Chinese)
- 14 中国软件行业协会. 中国软件根技术发展白皮书(操作系统册). 北京: 中国软件行业协会, 2022.
- China Software Industry Association. White Paper on the Development of Software Root Technology in China. Beijing: China Software Industry Association, 2022. (in Chinese)
- 15 张岱年, 程宜山. 中国文化精神. 北京: 北京大学出版社, 2022.
- Zhang D, Cheng Y S. Chinese Cultural Spirit. Beijing: Peking University Press, 2022. (in Chinese)

Engineering ecological analysis of rise of Huawei's HarmonyOS and its implications

WANG Dazhou¹ LYU Yishi¹ FU Zhihuan^{2*}

(1 School of Humanities, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

2 China State Railway Group Co. Ltd., Beijing 100080, China)

Abstract This study aims to explore the rise of the Harmony operating system from the perspective of engineering ecology. In the face of increasingly fierce global technological competition, Huawei, as a leading Chinese information technology enterprise, launched its self-developed HarmonyOS and has progressively built the Harmony ecosystem, providing foundational support for the development of all sectors. The development path of HarmonyOS can be divided into three main phases based on its strategic goals, technological and product characteristics, and ecological construction: the initial phase, the acceleration phase, and the transformation phase. It is revealed that, throughout this development, various construction strategies for the Harmony ecosystem have played a significant role, including building HarmonyOS on the foundation of the existing Android ecosystem, adopting open-source practices, creating HarmonyOS Connect, supporting partner growth through investments, nurturing professionals for the Harmony ecosystem, and winning the favor of the government by contributing to the country's major interests. It is further revealed that the process of constructing the Harmony ecosystem is a journey that transcends "system thinking" and moves toward "ecological thinking", that the Harmony ecosystem encompasses various "ecological rules" which help avoid the "tragedy of the commons" and promote healthy and orderly development, that the "increasing returns effect" and "network effect" create a positive feedback loop in the development of Harmony ecology, and that the interaction of operations at the micro, meso, and macro levels contribute much to the success of the

*Corresponding author

Harmony ecology. It is shown that the HarmonyOS is not only a success in seeking high-level technological self-reliance but also a success grounded in ecological thinking and the construction of engineering ecology. To conclude, the authors put forward three suggestions. First, one should establish an ecological mindset and position oneself in the global engineering ecological competition. Second, one should persevere in developing “root technologies” to win the “ecological competition” in the global market. Third, one should focus on building a new-quality engineering ecosystem to consolidate the technological foundation for the construction of a community with a shared future for mankind.

Keywords engineering ecology, ecological thinking, HarmonyOS, HarmonyOS ecosystem, ecosystem construction

王大洲 中国科学院大学人文学院教授, 中国发展战略学研究会创新战略专业委员会副主任。主要研究领域: 工程哲学、创新政策等。E-mail: dzwang@ucas.ac.cn

WANG Dazhou Professor of School of Humanities, University of Chinese Academy of Sciences. Also serving as Deputy Director of the Innovation Strategy Professional Committee of the Chinese Society for Development Strategy Studies. His research focuses on philosophy of engineering, innovation policy, etc. E-mail: dzwang@ucas.ac.cn

傅志寰 中国工程院院士, 中国国家铁路集团有限公司正高级工程师。主要研究领域: 铁路和综合交通运输。E-mail: fuzhihuan138@sina.com

FU Zhihuan Academician of Chinese Academy of Engineering, Senior Engineer of China State Railway Group Co. Ltd. His research focuses on railway and comprehensive transportation. E-mail: fuzhihuan138@sina.com

■ 责任编辑: 岳凌生