

计算机

行业研究/深度报告

鸿蒙与智能汽车软件生态深度研究

—智能汽车与国产数字底座系列报告

深度研究报告/计算机

2021年11月24日

报告摘要:

● 智能汽车数字底座需具备开放性、安全性和低延时性三大重要特征

1) 开放性: 车机 OS 为信息娱乐服务、车内人机交互、多源信息融合提供平台, 因此其底层系统应具备开源开放的特性, 为用户提供集“工作-娱乐-生活”的丰富应用; 2) 安全性: 车机 OS 为座舱软硬件提供运行环境需提高其信息安全防护性, 以及稳定的、高度安全的管理保障; 3) 低延时性: 座舱域 ADAS 功能搭配感知传感器每小时可产生 tb 级别的数据, 需要极为迅捷的响应速度, 要求底层系统具有低延时能力。

● 鸿蒙车机操作系统能够解决智能汽车软件“开放性和安全性”之间矛盾

智能座舱域中, 以“开源鸿蒙”为基础的鸿蒙车机 OS, 其“多内核结构”设计可以有效解决车机天然存在的“开放性和安全性”之间矛盾。在安全性层面: 鸿蒙自研的微内核架构, 可以形成对应用安全有效的分层管制。在开放性层面: 鸿蒙车机 OS 通过采用自研的确定时延引擎技术, 相比 Linux 车机 OS, 可实现 25.7% 的响应时延下降和 55.6% 的时延波动率下降, 实现对 ADAS 功能低时延和确定时延要求的完美契合。

● 鸿蒙车机操作系统已经有清晰的盈利模式

1) 接口调用/认证收入; 2) 应用商城: 具体可分为“应用分成”和车机 HMS 下“联动应用”收入; 3) 系统授权费收入: HMS 服务参考 GMS 模式, 在车机生态成熟后预计将对标手机操作系统, 向车端主机厂收取相应的授权费, 规模测算将同样基于量价逻辑。4) 广告费用: 自研车载 App 的广告投放收入和广告服务商制作费用抽成, 预计将成为其营收贡献的重要组成部分。

● 投资建议

我们坚定看好智能汽车产业链与鸿蒙车机系统所带来的投资机会, 智能汽车产业链中建议继续重点关注: 中科创达、四维图新、德赛西威(通信组覆盖)、锐明技术(通信组覆盖)、鸿泉物联(通讯组覆盖); 建议关注: 千方科技、道通科技、均胜电子(鸿蒙车机 OS 合作伙伴)等。

● 风险提示

自动驾驶技术发展低于预期; 竞争者加速涌入导致行业竞争加剧; 芯片短缺影响; 政策推进不及预期; 鸿蒙系统推进不及预期。

盈利预测与财务指标

代码	重点公司	现价 11月23日	EPS			PE			评级
			2020A	2021E	2022E	2020A	2021E	2022E	
300496	中科创达	152.87	1.05	1.59	2.16	146	96	71	推荐
002920	德赛西威	134.84	0.94	1.48	1.81	143	91	74	推荐
002405	四维图新	15.48	-0.16	0.05	0.13	/	310	119	推荐
688208	道通科技*	74.50	0.96	1.25	1.84	71	59	40	暂未评级
002970	锐明技术	39.00	1.36	1.44	1.89	29	27	21	推荐
002373	千方科技*	14.24	0.68	0.72	0.93	28	20	15	暂未评级
688288	鸿泉物联	39.60	0.88	0.79	0.97	45	50	41	推荐
600699	均胜电子*	23.30	0.45	0.55	1.02	56	42	23	暂未评级

资料来源: 公司公告, 民生证券研究院 (注: 标星公司 EPS 来自 Wind 一致性预期)

推荐

维持评级

行业与沪深 300 走势比较



资料来源: Wind, 民生证券研究院

分析师: 吕伟

执业证号: S0100521110003

电话: 18612109231

邮箱: lvwei_yj@mszq.com

相关研究

1. 民生计算机周报 20211122: 计算机的机会如何演绎?
2. 行业事件点评: 推进数据确权与分级管理, 建议高度重视数据安全

目录

1	车机生态下的“星辰大海”	3
1.1	手机生态：万能的“场景性工具”	4
1.2	车机生态：“移动第三空间”的跃进	6
2	生态内核攻坚战	10
2.1	手机生态启示录：操作系统被重新定义	10
2.2	车机生态：驶向万物互联的时代	12
3	鸿蒙系统：生于产品，止于生态	20
3.1	全面升维，生态级的横向整合	20
3.2	精准下沉，终端级的纵向优化	25
3.3	从“手机到车机”，鸿蒙 OS 盈利模式的野望	27
4	投资建议	31
5	风险提示	32
	插图目录	33
	表格目录	33

1 车机生态下的“星辰大海”

作为移动互联网浪潮下划时代的产物，智能手机和智能汽车的应用生态均沿着“互联时代-智能时代-AIoT 时代”的发展路径。其中，智能手机以办公应用为切入点，通过架构的升级赋予了操作系统承载更多应用的能力，从而实现其生态边界向多终端联动下的“场景性工具”延伸；智能汽车则延续了手机生态的演化路径，并创新性地将智能手机作为“应用钥匙”，率先为其打开流量入口，奠定了车机初期的生态。同时，伴随着自动驾驶能力的成熟，智能座舱域将与自动驾驶域实现联动，以调用、集成 ADAS 的能力，从而扩大其使用场景的范围，并在此基础上联动手机、家电、可穿戴设备等多种智能终端，驱动车机生态从“手机-汽车”移动互联向“汽车-AIoT”万物互联转变。

图1：智能手机与智能汽车生态的演进



资料来源：民生证券研究院整理

回溯智能手机与智能汽车生态的演化路径，其背后的核心逻辑皆遵循着“需求的挖掘-架构的变革-生态的延展”链条，以赋予用户在消费价值上的升维。

用户需求作为产品价值的第一要义，是驱动应用生态形成的基础。智能手机以用户的办公需求为出发点，依靠着 PC 应用程序的思维底座，构建了初期的应用生态；对于智能汽车而言，由于其屏幕的革新，车载应用的需求获得井喷，使得车机率先选择以移动应用的联动为出发点，通过座舱与移动端的互联，以接入丰富的手机应用，并通过投屏方式使得其应用能够在移动端与车端之间切换，从而奠定了车机初期的“移动生态”。

终端架构的变革使得应用生态锦上添花，从而持续为用户带来消费价值的升维。在“互联时代”中，尽管手机和汽车均展现了其应用生态的雏形，但仍无法根据用户需求的变化打造出与各自终端相适配的“精准生态”。在此背景下，架构的全面升级，推动了智能手机、智能汽车从功能性产品向智能化终端的代际突破，使其产品的价值重心从硬件转移至软件层面，并通过用户数据的反馈+OTA 技术的完善，实现了功能的快速迭代，为用户持续地创造消费价值。值得注意的是，操作系统作为硬件底座与上层应用的关键接口，具备了管理、控制软硬件资源的能力，而对其进行定制化的改造则是打造终端专属生态关键一步。

在用户需求与架构升级的双重驱动下，产品生态边界得以延伸，其生态属性也再次重塑。智能手机通过 OTA 技术提升其终端性能，使其具备了承载更多应用的能力，而应用的丰富也驱动着手机生态边界的不断拓展，最终成为万能的“场景性工具”；区别于智能手机，智能汽车依托 OTA 能力，更聚焦于其娱乐功能与 ADAS 能力的联动，以解除汽车仅作为移动工具的桎梏，并与手机、家电、可穿戴设备等 AIoT 终端互联，使之成为真正的“移动的第三空间”。

1.1 手机生态：万能的“场景性工具”

“互联时代”，智能手机率先颠覆了传统功能机以物理按键为枢纽的交互方式，创新性地将电子屏幕作为媒介，延伸 PC 端的办公功能，并赋予用户从“桌面办公”切换至“移动办公”的能力；“智能时代”，智能手机则完美复刻了 PC 端的软件体系，使得手机功能能以应用程序的形式存在，从最初的通信等基础功能，拓展至娱乐、社交等多样化应用；“AIoT 时代”，智能手机又与家电、可穿戴设备等智能终端契合联通，实现了移动端应用生态与办公、出行、家居等场景间的无缝衔接，使之成为万能的“场景性工具”。

图2：智能手机生态的演化过程



资料来源：民生证券研究院整理

具体来看，“互联时代”的手机颠覆了单一的通信功能，移动应用生态的雏形诞生。在外观设计上，手机的革新率先以硬件屏幕为攻破点，通过扩大其外观屏幕以增强用户的可阅读性；在内在系统上，其完美复制了 PC 端应用的呈现方式，将内容延伸至办公场景，实现了 PC 端与移动端之间的互联。此时，手机除了原有电话、短信等功能外，还具备了阅读文件、收发邮件、发送传真及编写备忘录的办公能力。以首款智能手机 Simon Personal Communicator 为例(1992 年，IBM)，其率先采用了便携式的触摸屏技术，并将移动电话的通话功能与掌上电脑 PDA 能力实现有效结合，使其除了拨打、接听电话，以及实现了通讯录、计算器、闹钟等少数基础应用之外，还具备了邮件、传真等简单的办公功能。

图3: 智能手机与 PC 端应用互联



资料来源：民生证券研究院整理

手机架构的升级突破了原有功能的界限，使其跃升至应用生态下的“智能时代”。虽然在“互联时代”中，手机复刻了 PC 端的应用，使其具备了基本的通讯和办公功能，但落后的软硬件架构仍无法满足用户在多场景下需求的变化。因此，手机架构进一步升级，其中硬件架构从“基带处理器+应用处理器”架构向“多处理器内核系统”架构进化，软件架构则复刻了 PC 的软件体系，使得各类应用包括最基本的窗口管理器均能以应用程序的形式存在。全新的架构不仅降低了手机软硬件设计的复杂性，也提高了应用功能的可扩展性，驱动手机属性从单一的功能性产品升级为智能化的移动终端。值得注意的是，操作系统作为对内驱动应用软件的核心引擎，对外提供承接“开发者-用户-终端”交互渠道的枢纽，其成为了拓宽应用生态边界不可替代的关键。

图4: 智能手机应用生态不断丰富



资料来源：民生证券研究院整理

与真实场景互联，打造“AIoT 时代”下的无边界终端。除了提供个性化生活、娱乐和消费服务外，我们认为，智能手机终局下的“精准生态”将跨越物理极限，并与家居、汽车以及可穿戴设备等 AIoT 终端实现组合搭载，以完成与真实生活场景的连接及共享，使其不仅获得流畅的全场景体验，也解决了“差异化”智能终端间体验割裂的问题，彻底打破时间、空间的限制，从而改变手机仅作为线上应用载体的属性，使其成为真正的“场景性工具”。

图5: 智能手机的“AIoT 时代”

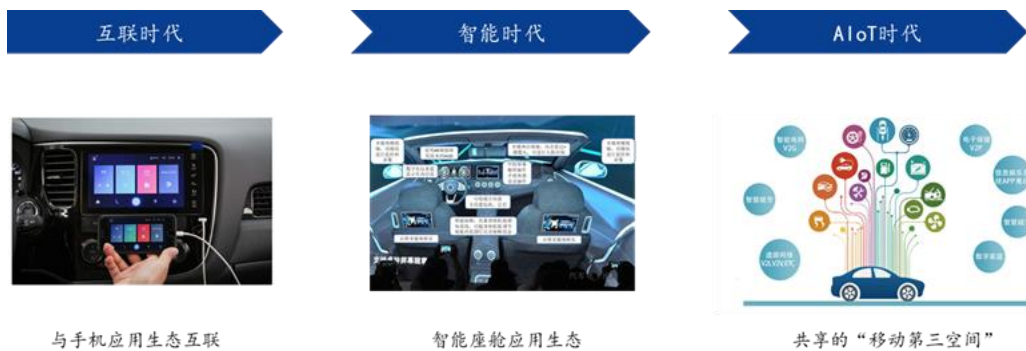


资料来源：民生证券研究院整理

1.2 车机生态：“移动第三空间”的跃进

智能汽车是继智能手机后人类工业史上又一伟大的“升维”攻坚战，其同样也经历了从“互联时代-智能时代-AIoT 时代”的转变。但我们在此强调，车机生态绝不仅是手机生态的范式转移，而是在此基础上延展了 ADAS 的能力，以扩展其使用场景的范围，并与多种 AIoT 终端实现联动，使之成为真正意义上的“移动的第三空间”。

图6: 智能汽车的生态演进



资料来源：民生证券研究院整理

屏幕的革新带来人车交互的全新体验，催化“互联时代”移动端应用向车端迁移。智能手机触控模式的诞生，改变了传统以按键为枢纽的交互习惯，并赋予了汽车设计厂商足够的灵感，率先对汽车座舱内的屏幕进行革新，以延续手机多点触控的操作模式，并将影音娱乐、导航地图等功能汇集于中控大屏中，使汽车具备了与手机互联的基础条件。同时，移动端应用市场的“红海”化，也致使大量应用开发商将汽车作为全新的生态入口，开始搭建车端“生态营地”，进入移动端与车端的“互联时代”。此时，用户通过投屏的方式，即能同步使用导航、视频、音乐、社交 APP 等移动应用，但由于车端采用手机原装数据线等物理互联方式，直接将手机应用 APP “蛮横”植入，导致移动端的应用与汽车属性无法形成良好匹配，仅提供导航、影音等简单应用，致使用户体验感较差。

图7：移动端应用向车端迁移



资料来源：民生证券研究院整理

架构的革新驱动汽车属性蜕变，车机生态迈入“智能时代”。尽管汽车在“互联时代”中复刻了移动端的应用，使得车机生态初具雏形，但落后的软硬件架构仍然制约着车机生态的发展。因此，整车架构开启“分布式-（跨）域集中-中央计算平台”的升级迭代，在此背景下，OTA 技术应运而生，有效推动了汽车属性从功能性产品向智能化终端的蜕变。其中操作系统作为负责“控制与管理”软硬件资源的核心基础，是突破“互联”车机生态瓶颈的关键，而主机厂与开发商也纷纷选择“转身”切入前装市场，针对车机系统进行定制化的“改造与填充”，构建属于汽车的“生态王国”。

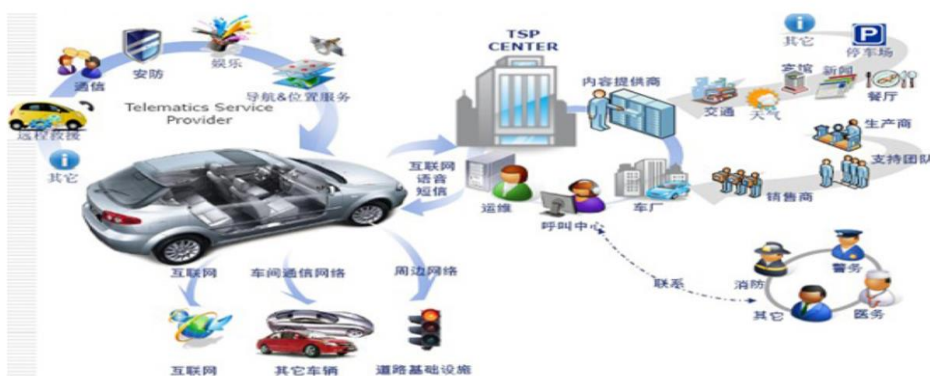
图8：移动端应用向车端迁移



资料来源：民生证券研究院整理

“横纵联盟”贯穿全场景应用生态，打造“AIoT时代”下车机的“骇客帝国”。横向来看，车机将不再局限于与手机端的连接，而是将“互联”的枝蔓伸向路端、家电、可穿戴设备等AIoT终端，以实现“个性化、集成化”的生活、工作、娱乐服务的输出，并改变了车机仅作为应用载体的属性，使其成为在多终端互联下的“功能集成者”。同时，在“AIoT时代”共用统一终端的基础上，“数据”成为核心桥梁，打破了时间、空间的限制，打通线上、线下的边界，实现了多终端、全场景的无缝切换。在2019年CES展览上，奥迪展示了其与Hololide合作开发的车载VR虚拟现实娱乐技术，该技术将VR系统与车辆动态数据结合，深度嵌入视频、游戏等内容，并通过传感器与游戏数据打通，届时车辆的移动路况都将被实时同步并映射到虚拟体验空间中。即，当后排乘客戴上VR眼镜进行游戏时，随着车辆行驶路线和路况的变化，VR眼镜中的游戏场景也会随之变化。

图9：车机与多终端互联打造AIOT时代的“万物互联”生态

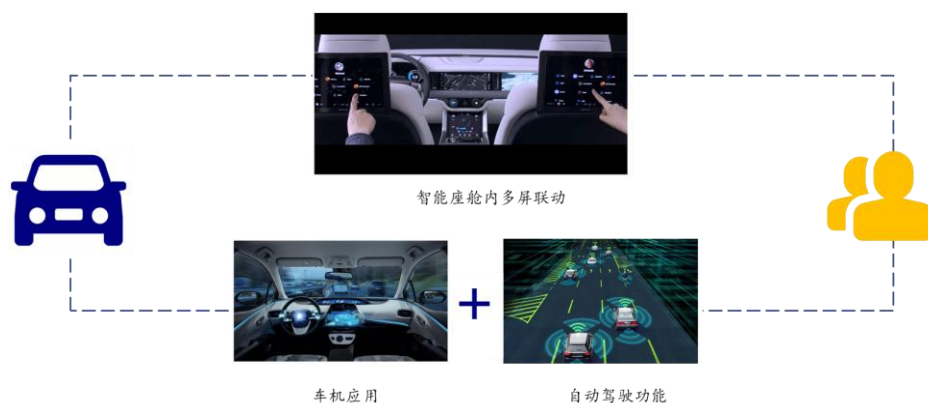


资料来源：央广网，民生证券研究院

纵向来看，“座舱内部融合”与“ADAS联动”缔造了车机完整的“纵向生态”。智能座舱作为用户最直接的交互触点，其集成了液晶仪表、中控屏幕、HUD和后座娱乐等多终端及系统，但传统座舱功能布局的碎片化导致人车之间“无缝交流”存在障碍。因此，智能座舱率先进行了“多屏化融合、多系统融合”，以带来更为智能的交互体验。同时，基于汽车架构的迭代，智能座舱也将“触角”延展至ADAS功能中，即借助感知层的摄像头、雷达等传感器来获取车况、

路况等全方位信息，并基于座舱控制器下进行环境建模以及决策判断，同时将数据信息以及指令集，与车载应用、交互进行联动，以最终实现“决策与应用”的统一执行。此时，智能座舱基于“车机应用与 ADAS 功能”的融合，赋予了用户依靠车机实现“多个应用一次交互，多个内容一次呈现”的流畅体验。举例来说，根据比亚迪汽车智慧生态研究院院长舒酉星的介绍，目前开发者正在开发的“车内人工智能保镖系统”，一旦乘客或者司机感觉到车内不安全亦或不舒服，在车上呼救，车机将会结合语音和图像识别做出判断，智能汽车将自主控制灯光喇叭等，进入求救模式。

图10： 车端内部联动构建车机生态



资料来源：民生证券研究院整理

2 生态内核攻坚战

2.1 手机生态启示录：操作系统被重新定义

操作系统是智能手机生态的核心。在前章中，我们重点分析了智能手机的生态迭代遵循着“需求的挖掘-架构的变革-生态的延展”这一演化路径，而在此过程中，操作系统作为关键中枢，在终端设备内外两个维度，均展现出极强的不可替代性：对内，负责终端软硬件资源管理；对外，则以“交互”为纽带承接“开发者-用户-终端”的生态链条。

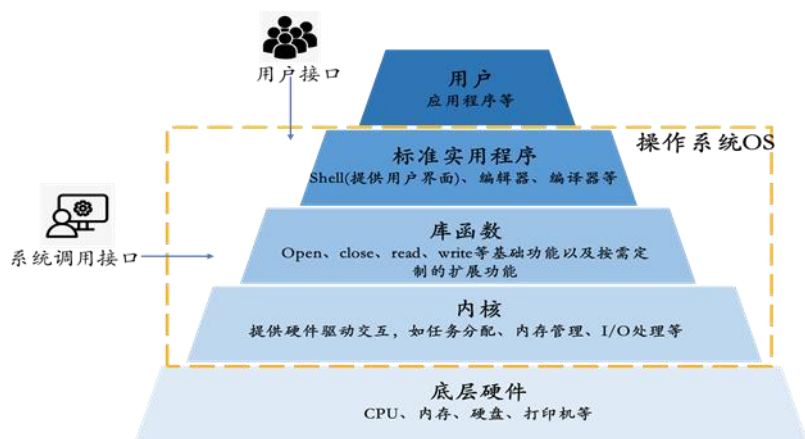
图11： 操作系统是生态之核心



资料来源：Gartner，民生证券研究院

对内，操作系统充当着软件应用的“引擎”，实现了终端软硬件资源的全面管控。应用程序的运行离不开芯片、内存等硬件资源的支持，但由于其无法直接向硬件下达调动指令，需要通过操作系统作为“中间媒介”来响应需求，以对接、调动相关硬件资源，这使得操作系统成为了软件运行的直接“引擎”。此外，操作系统还负责协调管理全部软件进程和硬件资源，解决进程同步、死锁等问题，当多个软件程序面临“竞争冲突”，操作系统将决定算力、存储、I/O 接口等资源的分配次序，以保证终端在其协调、管理下有序运行。

图12： 操作系统架构



资料来源：民生证券研究院整理

此外，操作系统则提供了交互渠道，使其具备“开发平台-用户窗口-运行支持”三重功能定位，承接“开发者-用户-终端”的生态链条。无论是闭源或开源，操作系统均以“交互”为切入点，即为开发者提供接口、为用户打造了专用界面/应用商店、为终端厂商搭建底层执行逻辑，实现应用“研发调试-上传下载-运行维护”的全周期贯穿，成为了生态真正的定义者。以 iOS（闭源）与安卓（开源）为例，iOS 系统仅允许开发者通过其提供的工具包进行程序开发，并在严格的审核机制下推出应用功能，而用户也仅能通过 AppStore 的单一渠道下载应用，以保证形成“开发者-AppStore-用户”的单向闭环。同时，此系统只搭载在 iPhone 机型之上，其目的在于不断追求自身“芯片+系统”的完美适配，提高系统性能，从而为用户带来高质量的消费体验；而安卓则为开发者打造了 AOSP 开源框架、SDK 套件和 API 接口，构建了自由度较高的开发平台，同时其应用能与 Google Play 乃至第三方应用商店适配，用户也可从多种途径进行下载。此外，安卓选择与众多手机厂商、芯片公司合作构建 OHA 联盟以适配多种机型，为其应用寻求更多的搭载终端，以缔造更开放的安卓生态。

图13: iOS 闭源生态模式



资料来源: Wikipedia, 民生证券研究院

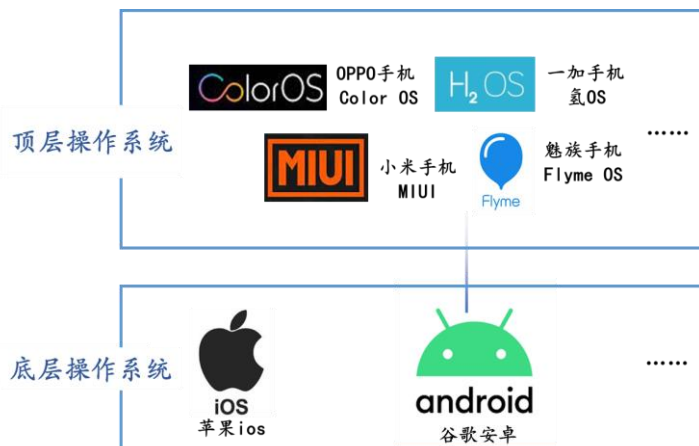
图14: 安卓开源生态模式



资料来源: 罗兰贝格, 民生证券研究院

根据层级框架的不同，手机操作系统可大致分为：1) 底层操作系统：即从“内核到组件”全新打造的操作系统，如 iOS、安卓等。其中，iOS 为闭源系统，配合苹果“自研芯片+操作系统”的战略，实现“芯片-操作系统-应用软件”的完美适配，从而避免了兼容性差异等常态化问题，同时也大幅提升了其系统的稳定性和安全性；安卓为开源系统，由谷歌联合手机厂商、软件开发商、芯片制造商打造的 OHA 联盟开发，可与不同手机终端及芯片适配，免费灵活，软硬件开放性强，但稳定性和安全性水平由于根架构开放而稍显逊色。2) 顶层操作系统：即在不改变底层操作系统内核的基础上进行定制开发的操作系统，市场上多以安卓为底层操作系统进行修改，如小米 MIUI、OPPO Color OS、魅族 Flyme 等。

图15: 底层操作系统与顶层操作系统



资料来源: 民生证券研究院整理

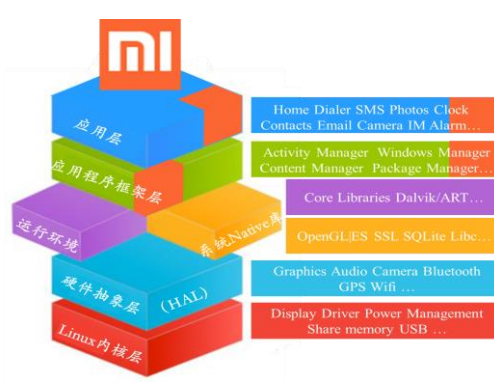
底层操作系统把握内核，成为各类操作系统的“基石”。在操作系统架构中，内核提供了最为基础的功能，即对内负责协调进程和管理软硬件资源，对外提供接口以实现交互，从根本上决定了系统的性能和稳定性。其中，底层操作系统是从“内核到组件”都进行了重塑，而顶层操作系统则是沿袭了底层操作系统的内核，仅对应用程序框架层或 UI 界面进行修改，保留了原有系统的主要功能和特性。因此，底层操作系统把握内核成为各类操作系统的“基石”，较顶层操作系统更加具备主导作用。

图16: 框架图



资料来源: 安卓官网, 民生证券研究院

图17: 小米MIUI 架构图



资料来源: 小米官网, 民生证券研究院

2.2 车机生态：驶向万物互联的时代

车机生态正迈入“横纵联盟”的新纪元，汽车将成为“移动的第三空间”。基于我们此前的分析，汽车在“互联时代-智能时代-AIoT 时代”迭代下，其产品属性也将实现从“载人工具”向“生活空间”直至“移动第三空间”的转变。直至目前，我们认为，车机生态正迈入“横纵联盟”的新纪元，而其也将在应用生态的基础上，具备全面联动的特点，即横向实现车机与 AIoT 终端的广泛互动，纵向延伸至 ADAS 功能，给予用户持续升维的使用体验。

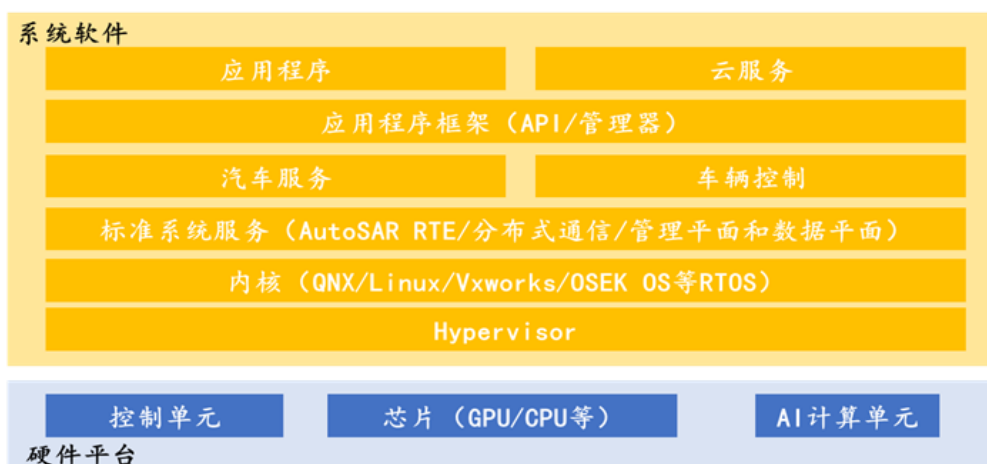
图18: “横纵联盟”车机生态



资料来源：汽车之家，民生证券研究院

在“横纵并举”的生态路线中，由于操作系统功能的“中枢”属性，车机 OS 成为变革路上最为关键的“堡垒”。在前章的分析中，车机生态有着与手机生态相似的迭代路线，而在手机生态的迭代中，操作系统作为“承接中枢”，对内管理、对外交互，已然成为生态建设的核心。类比到智能汽车中，对内，车机 OS 同样也占据着承上启下的地位，其以芯片和域控制器为底层基础，设置相应的内部通信接口，继而在软件请求的驱动下，根据算力的需求，对硬件资源进行相关的调用分配；对外，车机 OS 也为开发者、用户以及外部跨终端间的资源互通提供了信息的出入口和交换平台，其作为桥梁连接“开发者-用户-AIoT 终端底座”，打通三者之间的底层信息屏障，使其具有集“开发平台、用户窗口和信息集汇中心”的三重功能定位，从而为车机向全场景生态融入带来可能。

图19: 汽车软硬件架构图



资料来源：中国软件评测中心，亿欧，民生证券研究院

与手机端相同，车机 OS 若按照层级的划分，可进一步分为：底层车机 OS 和顶层车机 OS。其中，底层车机 OS：从内核到组件均全新打造的操作系统，如 QNX、Linux、安卓以及实时操

作系统 (RTOS) 等；**顶层车机 OS**：在底层操作系统上进行二次开发的系统，根据开发程度的不同又分为深度定制型和 ROM 型操作系统。其中，深度定制型是基于底层操作系统从内核到应用程序层都进行深度改造，同时优化硬件资源，典型的如大众 VW.OS、阿里 AliOS 等；ROM 型操作系统则是基于安卓自有架构对汽车服务层及应用层二次开发，如小鹏 Xmart OS，蔚来 OS 等。此种层级划分方式根据内核是否全新构建为其依据，沿袭了智能手机的规则，因此我们认为，在智能汽车中底层车机 OS 依旧把握着内核，相较顶层车机 OS 而言是真正的“价值核心”。

图20： 车机 OS 的主要分类



资料来源：民生证券研究院整理

横向的扩容：构筑横向生态的基础是底层车机 OS 与物联网 OS 的打通/合并。我们认为，在“AIoT 时代”下，车机将不再局限于与手机端的连接，而是将“互联”的枝蔓伸向路端、家电、可穿戴设备等各类 AIoT 终端，以实现“个性化、集成化”的生活、工作、娱乐服务的输出，而若要实现车机和各种 AIoT 间的全面兼容与联动，则需要底层车机 OS 与物联网 OS 打通/合并。但是，传统底层车机 OS 与物联网 OS 所用的系统架构、通信协议均无法做到全面的协调统一，在跨终端的联动上普遍采用投屏、映射等浅层联动的方式，导致其难以实现与物联网 OS 间的“相互认证-底层连接-数据流转”，应用功能也无法在系统间灵活调动、迁移。以安卓为例，从系统基础特性而言，其内核不可伸缩，缺乏灵活可变的运行逻辑，难以搭载于不同终端底座，尤其是低内存的小型终端。其中，在车机 OS 领域，谷歌基于底层安卓内核推出 Automotive OS，依旧采用“数据线物理连接”或“wifi 投射”等传统方式与手机相连接，无法做到“汽车-手机”间的应用流转，更无法与 AIoT 设备互动，而后谷歌依靠安卓 Things 弥补了其在物联网领域的空白，但因通信接口不统一等问题，车机 OS 与此物联网 OS 仍然存在“信息屏障”，致使车机无法与 AIoT 终端实现联动，应用也不易进行“AIoT 终端-车机”的迁移。

表1：主要的物联网 OS

	操作系统名称	应用场景 销售额		操作系统名称	应用场景
传统嵌入式 OS	uClinux	工业控制、无人机、网络设备(路由器、交换机、防火墙、负载均衡器等)、专用的	轻量级物联网 OS	RT-Thread	智能家电、网关、工业物联网终端、智能生活电器、智能穿戴设备、工业数据采集设
	vxworks				
	SylixOS				

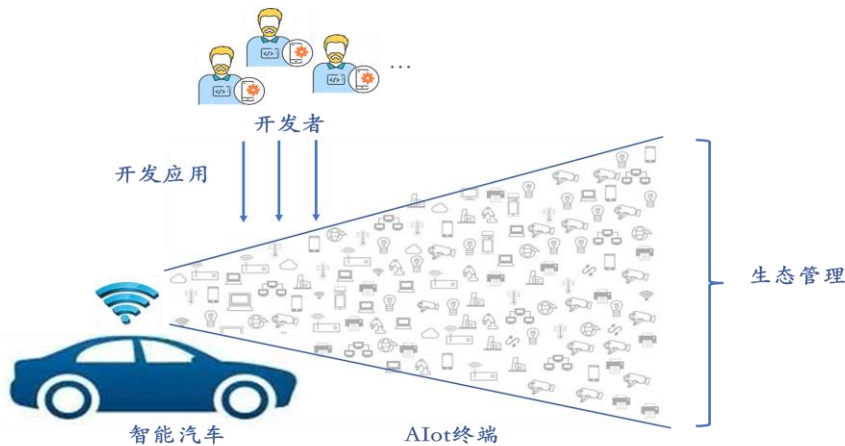
		控制系统（自动售货机） 通信、军事、航空航天、工业制造机器人、医疗器械以及汽车电子 航空航天、电力电网、轨道交通、机器人、新能源、医疗、工业自动化		Alios things Amazon FreeRTOS	备 工业场景下的传感器、制动器、泵和自动化组件
通用 OS 裁减	安卓 things	除手机、电视、车机外和穿戴式设备之外的物联网及嵌入式设备，适用于智能家居	统一微内核 OS	Harmony OS 鸿蒙	依次推进从低资源到高资源硬件的覆盖、以分布式能力面向全场景
	Windows 10 IoT 核心版	智能建筑、IoT 网关、HMI、智能家居、可穿戴设备		Fuchsia	可以兼容手机、PC、智能家居等物联网场景的统一操作系统

资料来源：亿欧，各公司官网，民生证券研究院

正因传统底层车机 OS 缺乏与物联网 OS 兼容互通的基本能力，导致其在开发者体系、管理能力以及终端接入范围上也存在较大缺陷，难以实现精确且全面的横向延展。就当前底层车机 OS 而言，其并无兼容/打通物联网 OS 的能力“基石”，致使开发环境和其他 AIoT 终端间并不兼容，阻碍了物联网开发者向车机转移的通道，使得上游开发环节扩充缺乏必要的原生动力。而车机 OS 与物联网 OS 处于“通信隔离”状态，其自身又缺乏相应的管理套件，导致车机 OS 难以对 AIoT 终端进行“聚合/管理”。此外，这种不兼容还会使得车机可“精确对接”的终端搭载数量不足，致使车机生态相对“狭隘”，车机生态的横向延伸无法通过足量的实例测试得到进一步优化。

基于以上维度，我们认为，底层车机 OS 在与物联网 OS 互联兼容的“根基”之上，需溯源开发者，增强生态管理能力，扩大 AIoT 终端覆盖范围，以实现生态的横向延展。在开发者层面：AIoT 终端底座的多样性，导致了车机、各设备存在大量的接口不兼容问题，这也就要求底层车机 OS 配备标准化的接口，从而适配多样化终端，改善开发环境，以吸引 AIoT 开发者向车机层面进行“平滑”迁移；在生态管理层面：在互联兼容的基础上，大量终端接入导致信息指数级增长，底层车机 OS 对 AIoT 终端进行“连接-访问-信息流转”全流程管理的难度加大，底层车机 OS 需提供“模块化、平台化”的管理体系，以提升管理效率，并且对此进行监测、分析，以达到管理向“高质量/高效能”的跃进；在终端覆盖层面：车机需解决在不同场景下品牌多样性所导致的碎片化问题，消除硬件的物理差异，从而拓宽其自身的融合范围，实现 AIoT 终端覆盖的“量、类”齐升。

图21: 车机生态的“横向”延展



资料来源：民生证券研究院整理

纵向的深入：智能座舱在联动应用的同时将 ADAS 作为功能延伸，从而打造车机的“纵向生态”。智能座舱作为用户最直接的交互触点，其集成了液晶仪表、中控屏幕、HUD 和后座娱乐等多终端及系统，但传统座舱功能布局的碎片化导致人车间“无缝交流”存在障碍。因此，智能座舱率先进行了“多屏化融合、多系统融合”，以带来更为智能的交互体验。同时，基于汽车架构的迭代，智能座舱将“触角”延展至 ADAS 功能，即借助感知层的摄像头、雷达等传感器来获取车况、路况等全方位信息，并在基于座舱控制器下进行环境建模以及决策判断，同时将数据信息以及指令集，与车载应用、交互进行联动，以最终实现“决策与应用”的统一执行。此时，智能座舱基于“车机应用与 ADAS 功能”的融合，赋予了用户依靠车机实现“多个应用一次交互，多个内容一次呈现”的流畅体验。此时，底层车机 OS 不仅是座舱域应用功能的窗口，又是 ADAS 功能外透及联动的主要平台，也成为缔造纵向生态的核心。

为完成以上座舱原生功能和衍生功能的管理任务，缔造纵向车机生态，我们认为，底层车机 OS，需具备开放性、安全性和低延时性三大重要特征。1) **开放性**：车机 OS 为信息娱乐服务、车内人机交互、多源信息融合提供平台，因此其底层系统应具备开源开放的特性，为用户提供集“工作-娱乐-生活”的丰富应用，带来“千人千面”的个性化体验；2) **安全性**：车机 OS 为座舱软硬件提供运行环境，需降低其自身漏洞水平，提高其信息安全防护性；而对于仪表等承载安全数据的组件，车机 OS 需提供稳定的、高度安全的管理保障，响应智能汽车行驶安全的要求；3) **低延时性**：随着座舱域中 ADAS 功能的延伸，搭配感知传感器每小时产生 tb 级别的数据，需要车机 OS 凭借极为迅捷的响应速度，在极短时间内完成对数据的分析、行车决策的制定等流程。因此，这又要求底层系统具有低延时性的管理和通讯能力，进而保证行车指令能够得到快速传达与响应。

图22: 车机生态的“纵向”深入



资料来源：汽车之家，民生证券研究院

根据 ICVTank 的资料，当前底层车机 OS 主要包括 QNX、Linux、安卓和 WinCE 等，2022 年 QNX、Linux 和安卓三者占比将超过 90%，成为车机 OS 的主要玩家。结合以上的分析维度，我们认为，在开放性层面，Linux 和安卓具备得天独厚的优势，QNX 略显逊色。其中，Linux 在基于“宏内核”与“开源”两大特点下，天然具备了极高的灵活性与开放性，但在移动端的“缺席”，致使其缺乏相关的“软件储备”，应用生态并不完善，多需主机厂二次开发或适配；而安卓在 Google 的开源战略下，系统开放性强，加之其在移动端的软件积累，致使其应用生态丰富，这也吸引自主品牌、造车新势力、第三方服务商依托其国内成熟的应用生态，多基于安卓定制车机 OS，例如吉利 GKUI、蔚来 NIO OS、百度车联网等；相比之下，QNX 作为闭源系统，其底层代码的开放度相对较弱，软件开发的“重担”均落在黑莓公司与部分授权公司身上，致使开发者人数相对缺乏，生态建设也较为闭塞。根据黑莓官方统计，QNX 车载程序数量在 270 个左右，虽然数量在不断增长，但是相较于安卓数十万的软件应用，其应用数量目前仍差距较大。

表2: 国内安卓车企车机应用对比

车机 OS	比亚迪 DILINK	吉利 GKUI	蔚来 NIO OS	小鹏 XmartOS	理想 One
导航	可自由下载 APP	高德地图	百度地图	高德地图	高德地图、腾讯地图
信息娱乐	可自由下载 APP	酷我音乐喜马拉雅	QQ 音乐、爱奇艺、喜马拉雅	基本覆盖	QQ 音乐、爱奇艺、哔哩哔哩等
游戏	可自由下载 APP	无	无	提供部分游戏	无
应用商城	有	无	无	有	无

资料来源：42 号车库，各公司官网，民生证券研究院

在中控仪表、行驶数据保驾护航的安全稳定指标上，QNX 具备一定的卡位性优势。车机

OS 的安全性包含两点，即中控仪表稳定性、系统漏洞防护性：一方面，汽车中控仪表需稳定运行，即在长时间驾驶过程中，中控仪表不会卡顿闪退、崩溃死机，保证正常运转；另一方面，汽车朝智能化、网联化方向发展，导致汽车代码量激增达到“亿级”规模，操作系统漏洞数量也随之激增，车机 OS 需加大自身信息安全防护力度。在这些底层车机 OS 中，由于 QNX 采用微内核架构，天然地具备了高安全性和高稳定性的特点，同时其系统完全封闭，系统漏洞较少，被攻击的风险相对较低；而与 QNX 相比，Linux 与安卓均采用了宏内核架构，用户服务和内核服务均运行在相同的地址空间内，并开放了最高系统权限，这将导致单一用户服务出错并致使整个系统崩溃的问题，系统稳定性较差，同时其底层开源，系统漏洞数量也相对较多，处于较高的暴露风险之中。根据 CVE Details 的统计，2021 年安卓和 Linux 系统漏洞数量分别达 3795 和 2704 个，而 QNX 则不足百个，并且还有国际功能安全 IEC 61508 为其背书，软件安全等级高达 SIL3 级别。

图23： 微内核和宏内核架构对比

类别	微内核	宏内核
基本概念	用户服务和内核服务运行在不同地址空间中	用户服务和内核服务运行在相同的地址空间中
尺寸	比较小	较大
执行速度	较慢	快
可扩展性	容易扩展	不容易扩展
安全性	单个服务崩溃不影响全局	单个服务崩溃往往意味着整个系统崩溃
代码开发	需要开发的代码量大	平台提供的代码多，相对需要开发的代码量少

资料来源：Techdifference, CSDN, 民生证券研究院

图24： 功能安全等级分类

高安全或连续操作模式（每小时危险失效概率）	
安全完整性等级 (SIL)	执行仪表安全功能的目标危险失效概率
4	$\geq 10^{-9} - 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-8} - 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-7} - 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-6} - 10^{-5}$

资料来源：功能安全技术基础，电子发烧友网，民生证券研究院

ADAS 功能的延伸要求车机 OS 具备低延时性，QNX 和实时性操作系统 (RTOS) 优势相对明显。随着 ADAS 功能向车机延伸，底层车机 OS 在除实现上述娱乐性功能外，还要用于车辆底盘与动力控制，乃至为上层算法等分配硬件资源，以完成油门、转向、换挡、刹车等基本行驶功能，并保障其 ADAS 能力的输出，这也对底层车机 OS 低延时性提出更高要求。其中，QNX 的微内核架构使其在整合运算资源的基础上保障运算效率，延时量在微秒级别，具有功能安全 ASIL-D 级别认证；反观 Linux 和安卓系统，其对于程序任务的执行响应时间要求较低，具有非实时的缺陷，但 Linux 得益于其自身较高的灵活性，在优化自身内核和中断服务后，实时性、稳定性得到相对的提升，延时可达微秒量级，使其获主机厂认可，如特斯拉 Autopilot、造车新势力小鹏 P7 Xpilot3.0 均选择基于 Linux 构建 ADAS 模块。此外，实时性操作系统如 FreeRTOS、ThreadX、VxWorks 等延时量均在微秒级别，具备高实时性以及稳定性，能够完美支持 ADAS 功能的展现，或会受到更多青睐。

表3: QNX、Linux 以及实时性操作系统对比

	QNX	Linux	其他 RTOS
开放性	封闭	开源	商用或开源
是否可剪裁	否	是	-
延时量	微秒级	毫秒级（打开 CONFIG_PREEMPT_RT 后为微秒量级）	微秒级
安全级别	ASIL-D	无，有可能达到 ASIL-B	-
ADAS 模块	小鹏 G3 Xpilot2.5, 蔚来 ES8/ES6 NIO Pilot, 威马 EX6 Living Pilot, 理想 ONE	特斯拉 Autopilot, Waymo, 小鹏 P7 Xpilot3.0	-

资料来源：安霸半导体，亿欧，民生证券研究院

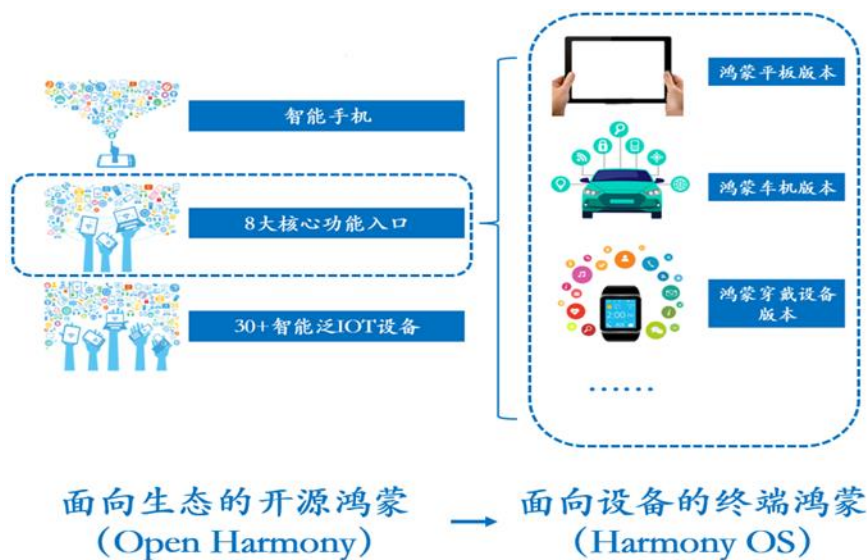
当下构建“横纵生态”难以实现，操作系统亟待新生。经过此前分析，当前的底层车机 OS 并不能满足“横纵联盟”生态的要求，而其作为生态构建的核心要素，亟需从内核到实用程序层进行全新构建。总结而言，从横向生态角度，车机底层 OS 应面向全场景，打通/合并物联网 OS，赋予汽车连接 AIoT 终端的能力；从纵向生态角度，其需保证安全性、低延时性，同时底层开源具备打造丰富座舱应用的潜能。

3 鸿蒙系统：生于产品，止于生态

作为 AIoT 生态下最重要的模块，操作系统已成长为串联各智能终端、赋能大生态的中枢角色，而以操作系统为主轴搭建的产品体系，也使得以 AIoT 为核心的终局构想成为了“有本之木”，华为鸿蒙的诞生，更是让操作系统从产品向生态的“技术升维”迈出了坚实的一步，其以“平台+生态”为发展战略，通过构建“鸿蒙系统+鸿蒙产品”框架，将视角从智能手机等单一领域抽脱，继而落位于以“万物互联”为灵魂的宏伟蓝图。

在全场景新品发布会上，华为发布了基于全场景下的“1+8+N”智慧生活解决方案，以智能手机为索引，“8大智能终端”为入口，以及“30+AIoT终端”为生态组件形成了完整的闭环。其中，鸿蒙分布式操作系统的推出，不仅实现了对于单体硬件边界的突破，同时也表现出该闭环关键的“串联脉络”：即，从根本打破了不同操作系统调用其单一硬件的传统思维，真正构建出了智能家居、智慧办公、智慧出行、运动健康和影音娱乐等5大场景交融的“超级终端”。该定位也从侧面也体现了鸿蒙系统的两大维度：面对单一产品的“终端鸿蒙”（HarmonyOS），以及面对广博生态的“开源鸿蒙”（OpenHarmony）。我们认为，华为将凭借在通信及消费电子行业的积累，以“终端鸿蒙”为技术基石，打造出面向生态底层的“开源鸿蒙”，以此对标苹果、Google，铸造出打赢未来生态之战的“终极武器”，而智能汽车车机 OS 作为当前生态中的重要一环，在统一鸿蒙生态土壤的培植下，也有望补全原有的互联能力短板，焕发出新的生机。

图25：“开源鸿蒙”和“终端鸿蒙”



资料来源：华为，民生证券研究院

3.1 全面升维，生态级的横向整合

“开源鸿蒙”筑就了鸿蒙生态的底层基础。类似于安卓系统下 AOSP 的定位，“开源鸿蒙”可视作一个原生态的“根系统”，该架构主要基于鸿蒙自研微内核、部分 Linux 宏内核、LiteOS 内核等“多内核结构”设计。其中，微内核作为“开源鸿蒙”服务层的基础，是实现分布式、模块化**管理能力的基石**：微内核架构的特点在于能将各功能进行模块化搭建，相互间相对隔

绝，并配备了可供单独调用的应用接口。当运行应用程序时，仅需把选定的系统服务加载到系统中即可，而服务内容变化通过调用不同的功能模块组合来实现，这极大程度提高了操作系统灵活性和安全性。这也导致了在微内核架构下，操作系统的量级可以自由变化，使得硬件开发商可以根据自身的硬件算力的需求来选择使用部分具体代码模块，但在面对复杂度较高的任务时，对系统整体可能会产生较高的通信负担；**Linux 宏内核：主要通过将内核和驱动程序以核心形式去运行服务进程。因此，宏内核具备紧凑、高效等特点，能充分发挥硬件的性能优势，其主要是“开源鸿蒙”目前为配合智能手机等高算力、多任务终端需求的过渡选择。**相较于微内核，宏内核架构中各功能模块间的耦合度相对较高，使得系统调用具备较高的效率，可以应对更为复杂的任务场景。但耦合度高带来的重要问题是，系统整体优化和修改将导致“牵一发而动全身”的现象出现，形成较高的维护成本。虽然有着这样的短板，但根据华为消费者 BG 软件部总裁、鸿蒙总负责人王成录的意见，目前，对于手机端、车端等高算力系统而言，完全脱离 Linux 内核还不现实，而正处于快速开发阶段的微内核未来可能逐步对其形成较强的替代性；**LiteOS 内核：华为专门针对 AIoT 设备研发的轻量级、低功耗操作系统内核。**

图26： 鸿蒙架构图



资料来源：华为，民生证券研究院

“开源鸿蒙”对于传统操作系统功能域的全新整合，使得其完成了“从产品到生态”的进阶。目前，“开源鸿蒙”项目已由华为捐献给了由工信部主导的“开放原子开源基金会”，且实现了全面开源，使得各厂商可免费参考其架构代码进行个性化的设计，在和基金会其他类似开源项目形成良好互补的同时，也有望大幅推动各 AIoT 终端功能框架全面标准化的进程。这也使得“开源鸿蒙”实现了“从产品到 AIoT 生态”的全面进阶。传统操作系统单一内核的设计，使得其管理方式较为“狭义”，缺乏对不同终端运行逻辑的适配，具体表现出的“症状”包括：设备发现的低效率、连接速率的不稳定及调度能力的滞后性等。而“开源鸿蒙”的混合内核架构，使其能在对不同设备的管理过程中，始终具备较强的“弹性”。除内核架构外，鸿蒙的分布式软总线、数据管理和任务调度技术，也使得操作系统对各终端的指令下达，真正实现“车同轨、书同文”，大幅提高了跨终端管理的效率。

图27： 开放原子开源基金会旗下开源项目



资料来源：开放原子开源基金会，民生证券研究院

表4：“开源鸿蒙”与传统操作系统的对比

	传统生态级操作系统	生态级“开源鸿蒙”
设备发现	效率低，后续识别不稳定	一次识别，后续自动连接
设备间通信	物理连接为主，如手机有线连接车端	支持蓝牙/WiFi
功能调用	仅支持本地调用	可实现数据跨设备调用
多设备互动方式	以投屏、镜像等浅层互动为主	可承接前一设备的操作界面，形成连续性的场景体验的深层互动

资料来源：CSDN，民生证券研究院

从技术层面拆解，首先，“开源鸿蒙”的分布式软总线技术能够充分解决终端的发现和连接问题。传统计算机系统通过物理导线的方式进行系统内终端的连接，如较为常见的光纤连接等。但鸿蒙的分布式软总线技术突破了物理连接的桎梏，在同一网络环境下即可实现以蓝牙/WiFi 为主的无线连接，在应用端各鸿蒙设备间的简单触碰即可实现设备后续的自动发现。在鸿蒙 2.0 操作系统的手机使用体验上，从右侧下滑菜单栏则会直接显示所有处于同一个分布式鸿蒙操作系统下的各个智能家居的状态，单击即可在不用下载独立 APP 的情况下对各智能家居进行操作，降低 APP 发现和连接成本。

图28: “开源鸿蒙”的分布式软总线技术



资料来源：华为，民生证券研究院

其次，“开源鸿蒙”还利用数据解耦实现了分布式数据管理和任务调度。其中，分布式数据管理基于硬件和应用数据间的数据解耦，在跨终端数据传输效率方面实现大幅改善。“开源鸿蒙”的分布式数据管理，首先通过对软件层用户数据和硬件层的全面解耦，使得软件管理独立于硬件的自有运转之上，从而实现了媲美本地数据处理速度的跨设备数据处理能力。根据华为 2020HDC 大会官方披露的数据，在“开源鸿蒙”加持下的鸿蒙 OS 2.0 相比 1.0，时延从 20ms 降低至 10ms，带宽从 1.2G 提高至 2.4G，抗丢包率从 25% 提高到 30%，文件读写性能是微软 Samba 系统的 4 倍，数据库性能是安卓本地 Content Provider 数据库的 1.3 倍，检索性能是 iOS Core Spotlight 的 1.2 倍；分布式任务调度则实现了不同硬件间的模块化解耦，继而完成了系统级别的能力整合。在同一场景下，“开源鸿蒙”可分别调用不同设备终端的 API 进行不同功能的灵活适配。如，在突发性交通安全事故中，同时调用智能手机端的紧急呼叫、智能汽车端的灯光报警和智能穿戴端的健康监控功能，实现真正意义上生态内各设备的高效整合，充分发挥不同组件的协同优势，使得鸿蒙生态成为一个集手机、车机、家居等为一体的“超级终端”。

图29: “开源鸿蒙”的分布式数据管理



资料来源：华为，CSDN，民生证券研究院

图30: “开源鸿蒙”的分布式任务调度

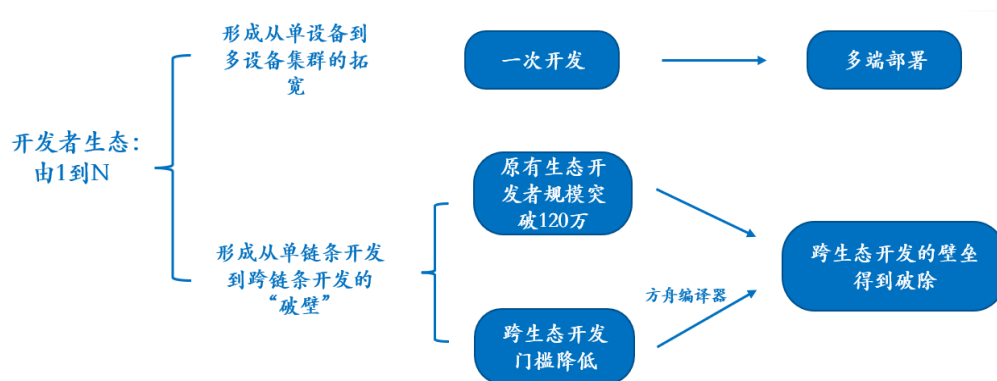


资料来源：华为，民生证券研究院

除以上横向赋能的技术优势外，“开源鸿蒙”在开发者体系、生态管理和终端覆盖等商业维度也具备超越竞品的优质基因。在开发者层面：“开源鸿蒙”在拓宽跨终端开发者的广度上，

具备明显的优势。由于“开源鸿蒙”对于各终端操作系统的统一定义，能够帮助开发者避免因跨设备而带来的重复开发，即，一次软件开发便可快速横向移植到其他鸿蒙终端中，实现供给端的“一次开发，多端部署”，提供“从 1 到 N”的结构升级，由此带来了对于“开源鸿蒙”较为高度的市场评价，大量合作伙伴将更加热衷于加入体系中。根据华为官方信息，目前以“开源鸿蒙”为基础的鸿蒙 OS 已有超过 300 家应用伙伴加入，同时开发者规模也已突破 120 万人，至 2023 年或将突破千万级别。**需要强调的是，由于“开源鸿蒙”的底座属性，其未来也可能支撑除鸿蒙 OS 外的第三方操作系统，因此其开发者规模相比鸿蒙 OS 这一具体产品，预计还会有较大的超越。**同时，华为自主研发的方舟编译器，可将不同语言代码编译成一整套可执行文件，降低了原有安卓等系统内成熟的生态开发者转向“开源鸿蒙”生态的门槛，也可破除跨生态开发的固有壁垒，进一步保证供给端的深入发展。在生态管理层面：“开源鸿蒙”将云技术融入管理过程中，在终端生态设备之上配备了统一的顶层系统设计，将各终端操作系统的管理聚合化，形成一整套通用的管理模式，极大提升了各终端的管理效率，帮助各模块服务商规范定位，各司其职，从而形成了充分可靠的规模化管理力。

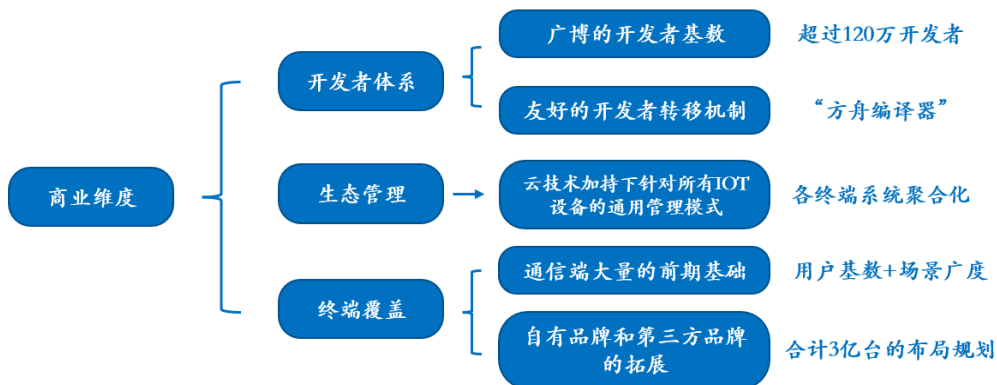
图31：“开源鸿蒙”开发者生态的由“1到N”



资料来源：华为，民生证券研究院

在终端覆盖面层面：基于在智能手机、智能家居、可穿戴设备以及通讯基站等板块的原有优势，华为已经积累了大量忠实用户，也充分补足了终端的场景分布广度。根据华为官方消息，截至 2021 年 10 月，华为鸿蒙用户已突破 1 亿，**至 2021 年末搭载鸿蒙 OS 的设备数量有望达到 3 亿台**，其中华为自营品牌约 2 亿台，其他第三方 AIoT 设备约 1 亿台。大量终端的铺入将继续推动鸿蒙系统的内部优化和功能升级，继而打通对各应用场景下“用户端”的数据获取通道，形成与前述“开发端”、“管理端”完备的商业闭环。

图32: “开源鸿蒙”在商业维度的优势



资料来源：华为，民生证券研究院

结合以上在技术维度和商业维度的双重优势，我们认为，“开源鸿蒙”有望以智能手机为发端，快速形成定位于全体 AIoT 设备的网格化布局，与此同时利用对不同终端更好的技术适配性和自身从开发到管理的一整套商业闭环，建立起面向 AIoT 生态级操作系统标准，成为“万物互联”时代真正的“先行者”。

3.2 精准下沉，终端级的纵向优化

作为操作系统自上而下的延伸，单一终端级鸿蒙 OS 以“开源鸿蒙”为根基，并结合各硬件终端的运行逻辑，提供了由生态下沉至具体设备层的功能布局。当前华为内部根据内存和算力的需求，对生态中不同终端进行了 L0-L5 的等级划分：L0-L2 为内存 KB 和 MB 级，主要包括手环、智能摄像头、音箱、传统车机等常规 AIoT 入口；L3 以上则是内存超 GB 级，包括智能手表、智能车机、智能手机、PC 等，其中智能车机和手机等核心端口的内存要求可能将达到 3-6GB+。根据不同终端的运行需求，鸿蒙 OS 植根于“开源鸿蒙”架构下设计，并在“根系统”之上，结合了不同终端的运行逻辑，嵌入了以华为 HMS 服务为核心的全套功能插件，以实现复杂功能向设备层的精细下沉。区分于“开源鸿蒙”的完全开放性设计，终端级的鸿蒙 OS 是华为基于“开源鸿蒙”下开发、集成了闭源 HMS 服务插件、并面向全场景智能设备的商用版本。因此，在整体继承“开源鸿蒙”的特点外，又能衍生出不同设备层面的独有优势。

表5: 华为对 AIoT 设备的分级（按内存需求）

设备等级	L0	L1	L2	L3	L4	L5
内存需求	128K-1M	1M-128M	128M-1G	1G-3G	3G-6G	6G+
典型设备	仪器、仪表盘	手环、智能摄像头、智能配件	传统车机、智能音箱、智能路由器	智能手表	智能车机	手机、PC、PAD

资料来源：华为 DevEco Studio，民生证券研究院

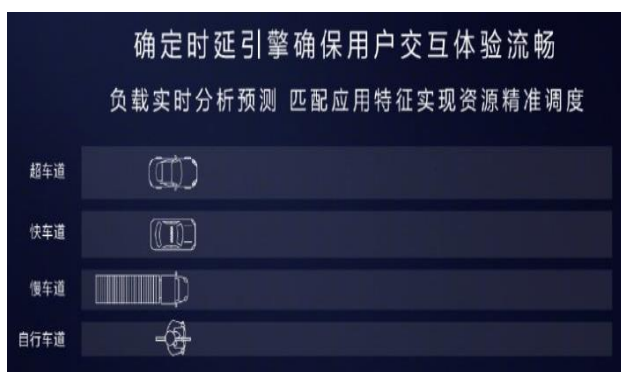
以智能汽车为例，在交互最为直接的智能座舱域中，以“开源鸿蒙”为基础的鸿蒙车机

OS，其“多内核结构”设计可以有效解决车机天然存在的“开放性和安全性”之间矛盾。在开放性方面：宏内核的融入使得开源属性构成了鸿蒙车机 OS 持续发展的不竭动力。开源是鸿蒙车机 OS 自身的重要标签，也是吸引开发者帮助鸿蒙构建成熟软件生态的重要途径。为实现开源的目的，鸿蒙采用基于 Linux 的宏内核架构，为其应用规模的不断壮大，奠定了坚实的基础。而在此基础之上，自“开源鸿蒙”继承而来的方舟编译器，是首个取代安卓虚拟机模式的静态编译器，可供开发者在开发环境中一次性将高级语言编译为机器码可实现不同系统语言的统一编译，打通了安卓等成熟操作系统向鸿蒙车机 OS 的辐射，以拓宽其自身的“开放边界”。

在安全性层面：鸿蒙自研的微内核架构，可以形成对应用安全有效的分层管制。鸿蒙车机 OS 的微内核，实际相当于一个信息交换中心，其自身可实现的功能较少，主要职责是向下属各个功能模块传递调用请求，且交换中心自身和各功能模块彼此之间均保持相对独立。在此模式下，操作系统可实现对不同功能模块的分层管理，使得不同模块可支持不同级别的安全要求：例如对于以车辆运行数据为核心、安全性要求极高的仪表系统可施行更为严格的数据调用门槛，从而提高行车的安全性；在安全要求并不紧迫的模块，则会采用相对宽松的管理策略。而在需要绝对安全保障的子模块中，鸿蒙 OS 目前获得了国际信息技术安全评估标准 CC EAL5+ 认证（安卓尚未获得），也充分体现了其对绝对安全水平的保障程度。

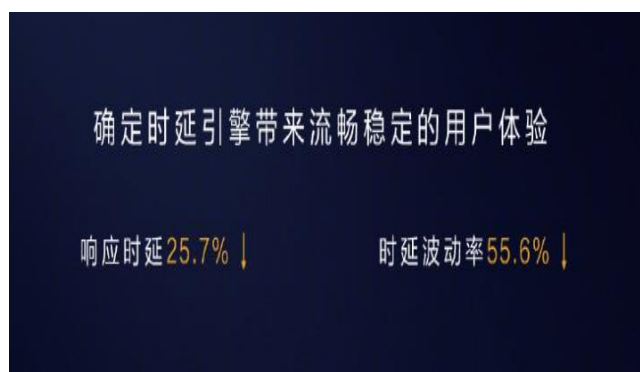
除流媒体服务、行车数据汇报等原生功能外，智能座舱还成为向用户外透其他新生功能的窗口，而其中最重要的功能，即是 ADAS 功能的延伸。以奥迪 E-tron 为例，目前该车型以座舱 HMI 系统为载体，除传统信息娱乐功能外，还集成辅助泊车、辅助变道等 ADAS 功能，使得智能座舱同时也成为 ADAS 功能的输出载体。因此，我们认为，对于底层车机 OS 而言，在原生功能外，同时还需要适配这些类似新生功能的管理要求。在 ADAS 功能上，对于操作系统最迫切的要求是具备出众的低时延、确定时延的管理能力，而传统操作系统由于通信方式和架构的问题，在绝对时延水平及其确定性的控制上，仍存在较大障碍，这也与上述 ADAS 功能管理确定、低时延的要求形成了重大的矛盾。**鸿蒙车机 OS 通过采用自研的确定时延引擎技术，则较好地解决了这一问题**，确定时延引擎技术，主要通过对不同应用特征的实时预测，分配“超车道”、“快车道”等不同速率的信息调用通道，实现对资源的合理调度，其优点就是对时延确定性的满足，大大降低了波动的通信效率对于自动驾驶域的严重影响。根据在东莞松山湖举行的华为开发者大会上，相比 Linux 车机 OS，鸿蒙可实现 25.7% 的响应时延下降和 55.6% 的时延波动率下降，实现对 ADAS 功能低时延和确定时延要求的完美契合。

图33: 鸿蒙 OS 微内核的调度分配



资料来源：华为，民生证券研究院

图34: 相比 Linux, 确定性时延引擎的稳定体验



资料来源：华为，民生证券研究院

综上，鸿蒙车机 OS 继承了其根架构“开源鸿蒙”的特点，满足了对智能座舱域各智能化模块差异化的管理需求，同时根据座舱相关联动功能的特点，定制化地进行了“对症下药”，从而实现了在基于复合功能框架下，操作系统管理能力的进阶，而在“域集中时代”，这一进阶初步实现了基于浅层功能下的跨域联动能力。我们认为，在未来整车架构从“域集中向中央计算平台集中”的再一次重大变革中，鸿蒙车机 OS 这一针对复合功能的管理能力，在未来高等级的跨域联动，甚至跨域融合过程中，均有望具备更为广阔的施展空间。

3.3 从“手机到车机”，鸿蒙 OS 盈利模式的野望

智能手机操作系统的盈利模式将充分延展至车端。无论是产业格局的演变，亦或是价值链的重塑，智能汽车均被广泛定义为继智能手机后另一个划时代的颠覆。与智能手机发展路径相同，智能汽车也遵循着从“需求的挖掘-架构的变革-生态的延展”的迭代，这也使得智能手机的发展轨迹将成为研判智能汽车产业纵深发展的重要指引，而操作系统作为其中软硬件协调管理的中枢，在“手机端和车端”的功能定位上更是形成了高度的重合。我们认为，随着车端技术的逐步成熟，操作系统在手机端既有的盈利模式，或将对车端起到明确的示范作用。我们认为，随着车端技术的逐步成熟，操作系统在手机端既有的盈利模式，或将对车端起到明确的示范作用。

在手机操作系统中，安卓作为开源系统的代表，为开源时代包括鸿蒙 OS 在内的第三方操作系统提供了蓝本。通过开源生态对第三方厂商需求空缺的弥补，安卓系统展现了蓬勃的发展潜力，截至 2021 年 1 月已获得 72.2% 的全球操作系统市占率。华为鸿蒙 OS 与安卓系统具备高度的同源性，二者均由智能手机为发端，并逐渐延伸至车机领域，产品上鸿蒙 OS 亦搭载了华为自研的 HMS 服务模块以对标安卓端的 GMS。因此，安卓的盈利模式，将为鸿蒙车机 OS 提供重要的参考。

结合手机的示范效应，以安卓系统的盈利模式为锚点，我们预测，鸿蒙车机 OS 的主要盈利途径包括：

1) 接口调用/认证收入：目前由于生态起步阶段的匮乏和疲软，华为并未针对其鸿蒙 OS

及项下 HMS 服务的准入/接口收取任何费用，但在生态体系成熟后，为构筑持续稳定的盈利基点，我们判断，华为或将向鸿蒙生态新进入者，收取 HMS 相关服务的准入/接口费用。同时，针对原有手机鸿蒙 OS 下已有产出的既定开发者，在向车机生态转移的过程中，华为亦或将收取一定的版本移植/认证费用。

图35： 针对鸿蒙生态准入的开发者认证



资料来源：华为，民生证券研究院

2) 应用商城：具体可分为“应用分成”和车机 HMS 下“联动应用”收入，合计将超过百亿元收入。

①“应用分成”：参考手机端渠道抽成的盈利模式，在车机中，鸿蒙 OS 也或将延续这一模式，收取相关应用费用的抽成。“应用分成”收费模式已经在华为手机端得到了充分的验证。根据我们在《枪挑谷歌 GMS：华为 HMS 崛起的终局之战》深度报告中测算，依靠 HMS 用户的高速成长性，华为手机应用商店带来的营收可达 200-400 亿元，而车机场景作为手机生态的延续，有望成为智能手机后最为重要的消费场景，“移动第三空间”的定位，使得以智能汽车为载体的应用普及和相关消费拥有持平的成长潜力。依据 App Annie 发布的《移动市场报告 2020》，2019 年全球手机应用商店支出达到 1200 亿美元，智能汽车应用的相关空间预计将不亚于此。在自身市占情况上，华为消费者业务 AI 与智慧全场景业务部副总裁杨海松曾提到，鸿蒙 OS 的市占率“生死线”在 16% 左右。在美国对华为解除供应链限制、或华为成功自行完成对完整芯片供应链有效补充的情况下，乐观估计，该“生死线”水平具备一定的达成可行性。如以该市占率水平为基数，结合与手机端持平的 1200 亿美元的市场空间、华为 2022 年后将趋于稳定的 30% 的应用收入抽成比例、以及合作主机厂暂不进行抽成等假设，我们测算，鸿蒙车机 OS 的应用分成收入，可达 369 亿元。

②车机 HMS 下“联动应用”收入：主要包括通过座舱 HMS 服务体系推送以“APP+ADAS”为核心的“联动应用”相关收益。在现有的 HMS 体系中，核心依然在于地图、邮件、视频等“轻

量级应用”。在未来，我们预计，华为 ADAS 等核心技术功能或将联动原有的应用服务，以形成“联动应用”的形式，被整合进 HMS 服务框架中，并以华为应用商城为窗口，进行相关的功能推送。其主要受众定位于具备 ADAS 功能的智能汽车。在“量”的规模上：根据 EVTank 预测，2025 年全球汽车销量预计可达 8200 万辆。同时结合《智能网联汽车技术路线图 2.0》和 Strategy Analytics 预测的数据，预计辅助驾驶级（L2）和自动辅助驾驶级（L3）渗透率至 2025 年达到 50%以上，即 2025 年可配备 ADAS 功能汽车的销量将超过 4100 万辆。仍由市占率 16%的“生死线”为参照，搭载鸿蒙车机 OS 作为华为 ADAS 功能推送入口的车型销量可达 656 万辆；在“价”方面：根据著名机器学习专家、小鹏自动驾驶研发副总裁谷俊丽的预测，2025 年 L2+级 ADAS 辅助驾驶解决方案的价格将在 1280 元左右。以此为基础，随着市场整体需求的扩充和车端功能的不断完备，我们推测成熟 ADAS 功能模块的单体价值将达到 1500 元左右。在整体功能选装率 80%和主机厂暂不进行抽成的假设下，2025 年鸿蒙基于座舱 HMS 延伸出的相关 ADAS 功能收入，可达 79 亿元。

表6：“车机 HMS 服务”相关收入预测（2025 年）

ADAS 车型销量（万辆）	搭载鸿蒙车机 OS 的 ADAS 车型销量（万辆）	预计单车价值（元）	ADAS 功能选装率	车机 HMS 下 ADAS 功能相关收入（亿元）
4100 (50%)	656 (50%*16%)	1500	50%	49
			60%	59
			80%	79
			100%	98

资料来源：EVTank，中国电池产业研究院，工信部，华为，小鹏，民生证券研究院

3) 系统授权费收入：安卓 GMS 服务的设计旨在加强监管，结束安卓系统定制化乱象，因而本质上并非是一项自愿自由搭载的服务。任何移动终端厂商如果意向于通过合法途径搭载 GMS 服务，必须经过测试(如 CTS/GTS/VTS 测试等)，从而获得 GMS 服务的授权。HMS 服务参考 GMS 模式，在“开源鸿蒙”架构上集成了 HMS 服务的鸿蒙 OS，实现了对软硬件功能管理的高度整合，在车机生态成熟后预计将对标手机操作系统，向车端主机厂收取相应的授权费，规模测算将同样基于量价逻辑。在“量”方面：根据 IHS 预测，2025 年座舱智能配置的渗透率将达到 75%，结合上文全球汽车销量 8200 万辆和鸿蒙 OS 市占率“生死线”16%，我们预测，2025 年鸿蒙车机 OS 及 HMS 的搭载量有望达到 984 万辆；在“价”方面：由于安卓 GMS 对欧洲区设备的报复性授权费用是在欧盟垄断罚单之后产生，可类比较低，因此我们拟选取 QNX 相关服务模块的授权收费标准作为参照。根据 Blackberry 财报，2020 年 QNX 单车授权价值在 5-10 美元左右，以平均 7.5 美元（约 48 元）/台的单价，2025 年鸿蒙 OS 车端授权收入将达到 4.7 亿元。

表7：系统授权费相关收入预测（2025年）

配备智能座舱车型销量 (万辆)	华为鸿蒙车机 OS 搭载量 (万辆)	单车价值 (元)	鸿蒙系统授权费相关收入 (亿元)
6150 (75%)	984 (75%*16%)	48	4.7

资料来源：EVTank，中国电池产业研究院，汽车之家，华为，BlackBerry，民生证券研究院

4) 广告费用：鸿蒙的“1+8+N”的全场景生态布局不仅拓宽了生态的边界，同时也带来了丰富的广告投放资源，如华为视频、华为音乐、华为游戏中心等子软件平台，其自研车载 App 的广告投放收入和广告服务商广告制作费用的抽成，预计将成为其营收贡献的重要组成部分。

4 投资建议

智能汽车是继智能手机后又一划时代的颠覆，但其所带来的规模性影响以及市场增量，亦或是所孕育的投资机会都将比 10 年前智能手机产业链更加庞大。在此报告中，我们以车机为主轴，能清晰地看到其生态的演化也绝不仅是手机的范式转移，而是在其应用基础上实现“横纵”能力的延展，以及盈利模式的跃升所带来的全新变革。其中，底层 OS 作为串联各终端、赋能生态的中枢角色，在内外两个维度，均展现出极强的不可替代性，但从能力上看，现有操作系统均无法满足其“升维”要求，而鸿蒙系统作为划时代的全新物种，通过构建“开源鸿蒙+终端鸿蒙”框架，不仅具备了构筑车机生态下“横纵”底座的能力，同时又将视角从单一领域抽脱，落位于以“万物互联”为灵魂的宏伟蓝图中，并有望成为“数字中国”的系统底座。我们坚定看好智能汽车产业链与鸿蒙数字底座所带来的投资机会，智能汽车产业链中建议继续关注：中科创达、四维图新、德赛西威（通信组覆盖）、锐明技术（通信组覆盖）、鸿泉物联（通讯组覆盖）；建议关注：千方科技、道通科技、均胜电子（鸿蒙车机 OS 合作伙伴）等。

5 风险提示

1) 自动驾驶技术发展低于预期

智能汽车的发展受制于技术、成本、政策三座大山，其中自动驾驶技术作为智能汽车普及的先决条件，若其发展受到影响，则会导致行业进程受损，整体需求不及预期。

2) 竞争者加速涌入导致行业竞争加剧

竞争者的涌入将导致行业竞争加剧，或将影响相关企业盈利。

3) 芯片短缺影响

全面缺芯一方面会造成主机厂的产量减少，另一方面则会导致芯片单价的上涨，造成行业发展不及预期。

4) 政策推进不及预期

智能汽车的发展受制于技术、成本、政策三座大山，其中政策作为指导方向，若其推进不及预期，则会导致行业进程受损。

5) 鸿蒙系统推进不及预期

作为背靠鸿蒙系统的产业链厂商，若鸿蒙系统推进不及预期，则会影响其整体营收。

插图目录

图 1:	智能手机与智能汽车生态的演进	3
图 2:	智能手机生态的演化过程	4
图 3:	智能手机与 PC 端应用互联	5
图 4:	智能手机应用生态不断丰富	5
图 5:	智能手机的“AIoT 时代”	6
图 6:	智能汽车的生态演进	6
图 7:	移动端应用向车端迁移	7
图 8:	移动端应用向车端迁移	8
图 9:	车机与多终端互联打造 AIOT 时代的“万物互联”生态	8
图 10:	车端内部联动构建车机生态	9
图 11:	操作系统是生态之核心	10
图 12:	操作系统架构	10
图 13:	iOS 闭源生态模式	11
图 14:	安卓开源生态模式	11
图 15:	底层操作系统与顶层操作系统	12
图 16:	框架图	12
图 17:	小米 MIUI 架构图	12
图 18:	“横纵联盟”车机生态	13
图 19:	汽车软硬件架构图	13
图 20:	车机 OS 的主要分类	14
图 21:	车机生态的“横向”延展	16
图 22:	车机生态的“纵向”深入	17
图 23:	微内核和宏内核架构对比	18
图 24:	功能安全等级分类	18
图 25:	“开源鸿蒙”和“终端鸿蒙”	20
图 26:	鸿蒙架构图	21
图 27:	开放原子开源基金会旗下开源项	22
图 28:	“开源鸿蒙”的分布式软总线技术	23
图 29:	“开源鸿蒙”的分布式数据管理	23
图 30:	“开源鸿蒙”的分布式任务调度	23
图 31:	“开源鸿蒙”开发者生态的由“1 到 N”	24
图 32:	“开源鸿蒙”在商业维度的优势	25
图 33:	鸿蒙 OS 微内核的调度分配	27
图 34:	相比 Linux，确定性时延引擎的稳定体验	27
图 35:	针对鸿蒙生态准入的开发者认证	28

表格目录

表 1:	主要的物联网 OS	14
表 2:	国内安卓车企车机应用对比	17
表 3:	QNX、Linux 以及实时性操作系统对比	19
表 4:	“开源鸿蒙”与传统操作系统的对比	22
表 5:	华为对 AIoT 设备的分级（按内存需求）	25

表 6: “车机 HMS 服务” 相关收入预测 (2025 年)	29
表 7: 系统授权费相关收入预测 (2025 年)	30

分析师简介

吕伟，民生证券计算机行业首席分析师，北京大学硕士研究生，计算机新财富白金团队核心成员，2021年加入民生证券研究院。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的12个月内公司股价的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来股价涨幅15%以上
	谨慎推荐	分析师预测未来股价涨幅5%~15%之间
	中性	分析师预测未来股价涨幅-5%~5%之间
	回避	分析师预测未来股价跌幅5%以上
行业评级标准		
以报告发布日后的12个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来行业指数涨幅5%以上
	中性	分析师预测未来行业指数涨幅-5%~5%之间
	回避	分析师预测未来行业指数跌幅5%以上

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路8号财富金融广场1幢5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座18层； 100005

深圳：广东省深圳市深南东路5016号京基一百大厦A座6701-01单元； 518001

免责声明

本报告仅供民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。本公司也不对因客户使用本报告而导致的任何可能的损失负任何责任。

本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。

本公司在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或参与本报告所提及的公司的金融交易，亦可向有关公司提供或获取服务。本公司的一位或多位董事、高级职员或/和员工可能担任本报告所提及的公司的董事。

本公司及公司员工在当地法律允许的条件下可以向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务以及顾问、咨询业务在内的服务或业务支持。本公司可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。

未经本公司事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播本报告。本公司版权所有并保留一切权利。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。