

汽车行业 云原生趋势研究报告



前言

今天，数字化发展已成为全球的重要共识。根据麦肯锡的研究报告显示，全球已经有超过 170 个国家发布了国家数字战略。在新冠疫情笼罩的最近 3 年，数字化进程显著提速，“全球的数字化进程整体提前了 7 年，其中亚太地区更是提前了 10 年。”云原生被看作云计算“下半场”的代表性技术，云原生平台成为企业数字基建的必需品，是通往数字化转型的最短路径。在我国，云原生已进入黄金发展期，云原生技术大放光芒，并不断在金融、汽车、能源、运营商等 ICT 能力领先的行业落地。本次我们选取汽车行业作为“青云科技“系列行业云原生趋势研究”的首个行业调研对象。

大浪淘沙，汽车产业正在发生颠覆性的变革。随着汽车智能化、网联化、电动化、共享化的进程加速，“软件定义汽车”时代悄然来临。同时，云原生理念被引入越来越多的车企中，许多核心和次核心业务系统实现了容器化改造。《汽车行业云原生趋势研究报告》基于青云科技对于汽车行业的长期洞察和云原生技术的研究与实践，在传统汽车走向智能网联化的趋势背景下，从汽车行业数字化转型遇到的机遇和挑战、云原生技术在汽车行业的落地情况、车企云原生化的实践路径等维度进行分析，并提供行之有效的建议。

鸣谢

本报告耗时 3 个月，感谢接受调研访谈和给予真知灼见的每一位：来自蔚来汽车的施炳文、孔毅、大众汽车王勇、宝马汽车 Max Yang、北汽福田张国强、上汽方宇晨、红岩汽车刘岗、丰田汽车 Stephen、大运汽车焦育、Cerence 赛轮思 Brian & Bill、Flomesh 张晓辉、EMQ 丰志飞、青蓝资本张宏祥，以及其他 20 余位不愿意具名的专家和业内人士。

核心观点

1. 汽车行业四大技术趋势

- 中国车联网发展在全球遥遥领先，从单纯的车载信息服务迈入智能网联阶段
- 预计到 2025 年，中国 L2 及以上的智能汽车销量将破千万辆
- 柔性化、智能化和集成化是新一代车企打造核心竞争力的关键
- 数字化营销和售后服务呈现个性化、智能化趋势

2. 云原生行业洞察

- 头部主机厂和造车新势力引领，车企开始成立专门的数字化转型部门
- 全栈自研，车企追求 IT 研发和平台建设自主可控
- 重视开源，开源技术和社区是探索云原生的第一站
- 信息安全和资质要求严格，车企追求数据应用和数据安全的平衡

3. 五大典型应用场景

- 搭建 DevOps 平台，实现应用高效敏捷，持续迭代
- 对微服务架构的考量倒逼基础设施容器化，Spring Cloud 是当前主流选型框架
- 车联网是云边协同行业化的场景体现，给出云边协同、数据存储、算法管理三大建议方案
- 边缘计算落地挑战多，成熟的边缘计算平台帮助实现“云边端”三位一体协同架构
- 自动驾驶 AI 训练天然适合容器化，同时存在技术下沉难、管理上升难、学习门槛高等问题

目录

1. 调研数据与调研方法.....	1
2. 汽车行业显著技术趋势.....	2
2.1. 软件驱动成为竞争核心.....	2
2.2. 技术趋势剧烈变化，汽车在被重新定义.....	2
2.2.1. 车联网.....	2
2.2.2. 自动驾驶.....	4
2.2.3. 智能制造.....	6
2.2.4. 运营与服务数字化升级.....	7
3. 汽车行业云原生市场洞察.....	8
3.1. 成立专门的数字化转型部门.....	8
3.2. 全栈自研 追求自主可控.....	10
3.3. 数据安全和数据采用之间的平衡.....	12
4. 汽车行业云原生典型应用场景.....	14
4.1. 敏捷协调，持续迭代.....	14
4.2. 微服务架构化繁为简.....	16
4.3. 车联网场景.....	18
4.4. 边缘计算场景.....	20
4.5. 自动驾驶 AI 场景.....	23
5. 结语.....	25
6. 参考资料.....	26
7. 关于作者.....	27

1. 调研数据与调研方法

青云科技 KubeSphere 云原生团队历时 3 个月，先后访谈了 30 多家汽车企业和上下游产业链供应商，其中包括了青云科技的客户、生态合作伙伴、行业头部厂商，涉及了国内造车新势力、海外品牌汽车、国内整车企业、车载智能语音厂商、智能驾驶企业、自动驾驶解决方案提供商等国内外汽车行业领军企业。从汽车行业剧烈的技术趋势变化、国家监管和服务资质要求、数字化挑战、云原生进阶、以及向云原生的战略转移等层面，和 30 余位汽车行业专家进行了深入调研和交流。

本次访谈对象以业务开发工程师、架构师、CIO/CTO 管理者等为主。通过梳理汽车行业云原生技术应用的趋势和共性需求，总结典型落地场景，形成行业最佳实践。从而为汽车客户向云原生转型提供启发、指南和示范。

2. 汽车行业显著技术趋势

2.1. 软件驱动成为竞争核心

汽车产业正在围绕“软件定义汽车”，掀起转型升级的热潮。有业内人士指出，“在未来汽车竞争中，车载软件将占据未来汽车创新的 90%。”

在 Gartner 发布的 2022 年汽车行业五大技术趋势中，数字巨头将汽车纳入整体生态系统，2022 年将继续扩大其在汽车技术领域的影响力。国内外科技巨头的造车项目都在有序推进中，在“软件定义汽车”概念的驱动下，众多科技巨头早期涉猎汽车领域多以车联网为切入点。Gartner 预测，到 2028 年，卖出汽车中的 70% 将采用安卓汽车操作系统，目前这一比例还不到 1%。

车企的业务模式将从根本上发生改变，未来的汽车不再是“两套沙发加四个轮子”，而是“有四个轮子会跑的智能终端”，汽车越来越像会奔跑的智能手机。商业模式也在发生变化，由机械和硬件驱动变为软件驱动，由“硬”到“软”的变化趋势，带来订阅式服务加速到来，汽车不再是一次性付费的工业产品，软件业务开始成为新的盈利增长点，主机厂可以在整体生命周期内更大程度地挖掘价值。软件成为未来汽车实现网联化、智能化、电动化和共享化等趋势的核心推动要素。

2.2. 技术趋势剧烈变化，汽车在被重新定义

汽车被重新定义，汽车产业正在向新能源电动、自动驾驶等高端智能、服务化方向转移，全球范围内涌现出四大颠覆性技术趋势：

2.2.1. 车联网

近年来在国家政策的强力扶持下，车企已经将车联网纳入重要战略规划。车联网涉及车企、软件提供商、通信运营商、芯片和模组生产商等，产业链很长。通过搭载先进的传感器、控制器等装置，实现车与人、车、路、后台等智能信息交换共享，是实现汽车智能化和网联化的关键。2020 年，11 部委联合出台《智能汽车创新发展战略》，在政策催化和技术变革的双重背景下，车联网产业进入快车道。根据中国汽车工程学会预测，到 2025、2030 年，我国销售新车联网比率将分别达到 80%、100%，联网汽车销售规模将分别达到 2800 万和 3800 万辆。根据联网技术的不同，车联网可以分为车内网、车际网和车云网三种网络。

从全球车联网趋势看，车联网分为三个阶段：车载信息服务阶段、智能网联汽车以及智慧出行阶段。从应用场景的角度，车联网大致可以分为以下三种具体应用场景：以用户体验为核心的信息服务类应用、以车辆驾驶为核心的汽车智能化类应用和以协同为核心的智慧交通类应用。目前，我国车联网已经从单纯的车载信息服务迈入智能网联阶段。智能网联汽车包含三大元素：智能交互、智能驾驶和智能服务。

车联网应用场景示例

应用类型	具体应用
信息服务类	导航、娱乐、通信、远程诊断、救援等基础性车载信息，网约车、汽车保险、汽车美容等服务类信息
汽车智能类	安全驾驶辅助系统、智能信号灯、自适应巡航、智能停车等
智慧交通类	限定区域内的自动驾驶巴士、港口专用集装箱智能运输等封闭限定场景，及自动驾驶出租车、自动驾驶公交车、智能配送等共同交通场景

来源：综合基业长青经济研究院和网络信息进行整理

以智能交互为例，国内外头部主机厂和 OEM 厂商都非常重视车机系统的交互，将其作为汽车产品的一大亮点。中国车联网的发展在全球遥遥领先，当国外还简单地停留在导航、音乐、车控时，国内已经基于车机系统开始炒股、看视频，以及更多娱乐控制。同时，汽车厂商纷纷推出人工智能系统，赋予它情感和形象，让车内交互更好，更自然地满足用户需求，理解用户偏好，做到千人千面，用服务去找人。如今交互智能化程度成为车主购车选择的一个重要因素，车主不再只关注发动机、内饰等传统因素。



图 1 OTA 成为电动汽车主流趋势，来源：亿欧汽车

车联网系统的发展也跟汽车本身的发展密切相关，当汽车更加系统化、强调软件定义硬件时，通过 OTA (Over the Air Technology，空中下载技术) 加快智能网联汽车迭代速度，OTA 通过远程升级软件，让软件系统随时保持最新，无需线下 4S 门店预约、排队的冗长流程。根据 Gartner 预测，到 2023 年，排名前十的汽车制造商中有一半将通过软件更新来解锁和升级功能，客户可以在购买汽车后购买这些软件。从用户的角

度，OTA 升级使用户能够保持对于汽车的新鲜感，不断提升驾乘乐趣。对新能源品牌来说，订阅模式 OTA 升级也开创了新的盈利空间。

2.2.2. 自动驾驶

自动驾驶将在驾驶环节实现对人的注意力的解放，当人的双手和注意力被解放出来，汽车将实现从以车为中心的交通工具，转变为以人为中心的”第三生活空间“。



图 2 自动驾驶车辆配备的各种传感器

根据工信部推出的《汽车驾驶自动化分级》，驾驶自动化可以分成 0-5 级。我国自动驾驶当前处在 L2-L3 阶段，从 L2（组合辅助驾驶）到 L3 级（有条件自动驾驶）的重要差异为是否能主动调配路端资源。L2 级别可以看作半自动驾驶水平，能够实现车辆对多项功能进行操作，包括：全速自适应巡航、自动泊车、主动车道保持、限速识别、自动变道等。L3 级别可以做到车辆在特定环境中实现部分自动驾驶，并根据路况环境判断是否可以自动驾驶，L3 被认为是自动驾驶的真正开端。

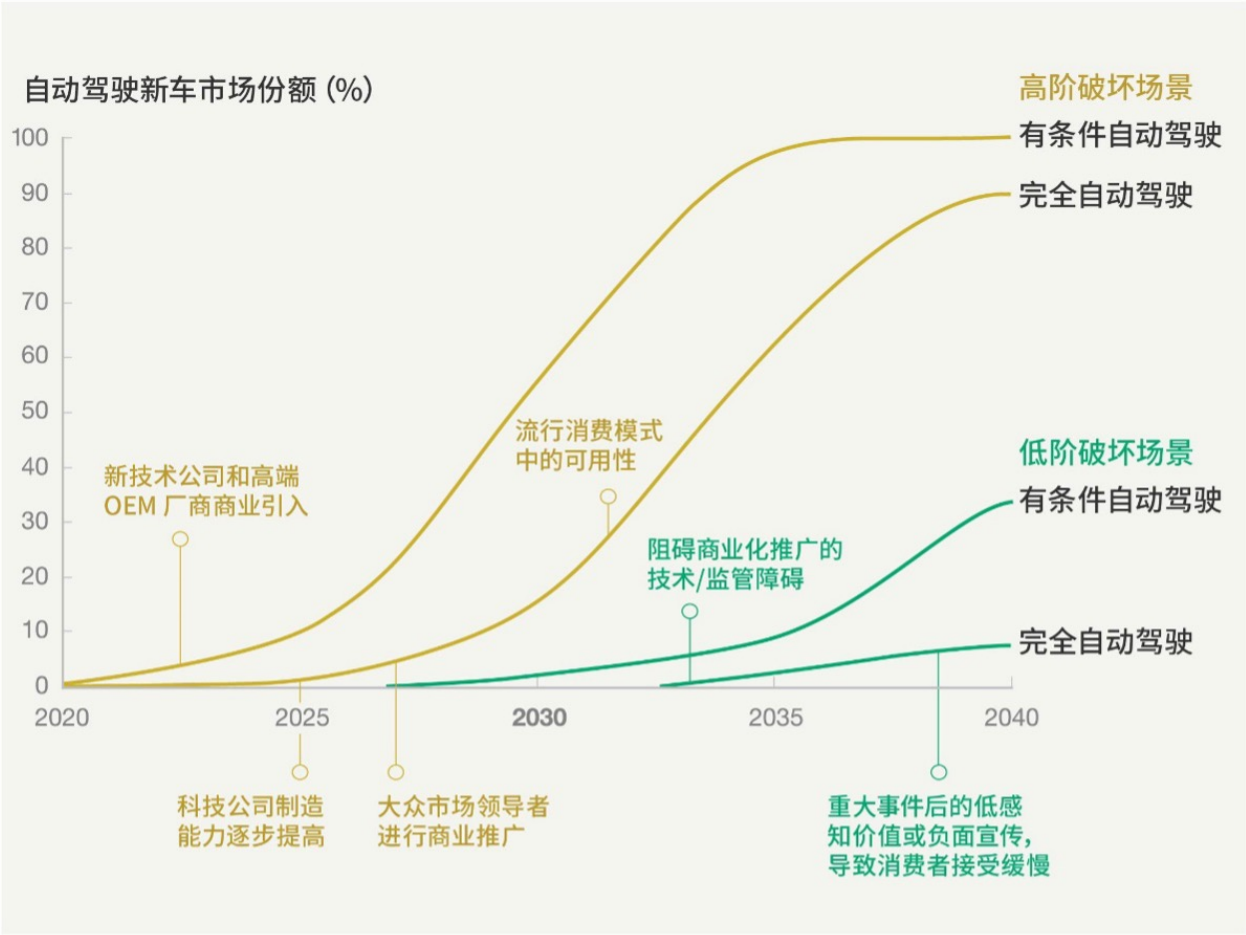
自动驾驶等级	水平
Level 0	无自动化（No Automation），完全人工驾驶
Level 1	驾驶员辅助（Driver Assistance），有少量辅助功能介入到驾驶中，如自适应巡航、自动紧急刹车等；
Level 2	部分自动化（Partial Automation），系统在部分场景下可以自动驾驶车辆，但驾驶员要随时准备接管。

自动驾驶等级	水平
Level 3	特殊条件自动化（Conditional Automation），比较高程度实现了自动驾驶，驾驶员在很多场景下无需操控，只有在少数情况下需要接管汽车。
Level 4	高度自动化（High Automation），可满足 80%以上场景的完全自动驾驶。
Level 5	全自动化（Full Automation），100%完全自动驾驶，完全无需人为干预，安全性远高于人类驾驶员。

来源：根据网络公开资料整理

相关数据显示，2017 年以来，我国汽车在智能驾驶配置方面，五年平均复合增长率高达 42.7%。预计到 2025 年，中国 L2 及以上的智能汽车销量将破千万辆，智能汽车渗透率达 49.3%。

2020 - 2040 年新车自动驾驶趋势



破坏场景影响因素

监管挑战
安全、可靠的技术解决方案
消费者接受程度和付费意愿

高破坏

快速的
全面的
热情的

低破坏

逐步的
不全面的
有限的

- 1. 有条件自动驾驶汽车：驾驶员偶尔控制
- 2. 完全自动驾驶汽车：车辆处于完全控制状态
- 3. OEM，代工生产商

图 3 2020-2040 年新车自动驾驶趋势

自动驾驶飞跃发展，各方玩家不断布局沿着智能化和网联化两个方向演进。目前主流玩家可分为两类：以渐进式策略为主的主机厂，和采取跨越式策略的科技企业。其中，主机厂的策略是从 L1、L2 向高阶自动驾驶进行升级，同时在 L2 的基础上叠加 L3、L4 级别的功能来给客户带来更好的消费体验。科技企业则是直接从 L4 及以上级别（完全自动驾驶）切入，通过一些更适用的限定场景，比如物流车、矿区车等入手，来降低开发难度。

2.2.3. 智能制造

传统汽车曾经引以为傲的制造模式正成为其数字化变革下的最大“包袱”。过去，一辆汽车从设计到批量生产至少要经过设计、工程、包装、测试、发布、生产等关键环节。一辆传统汽车从设计到下线至少需要 3 年，而高端品牌从设计到量产周期在 5 至 10 年。

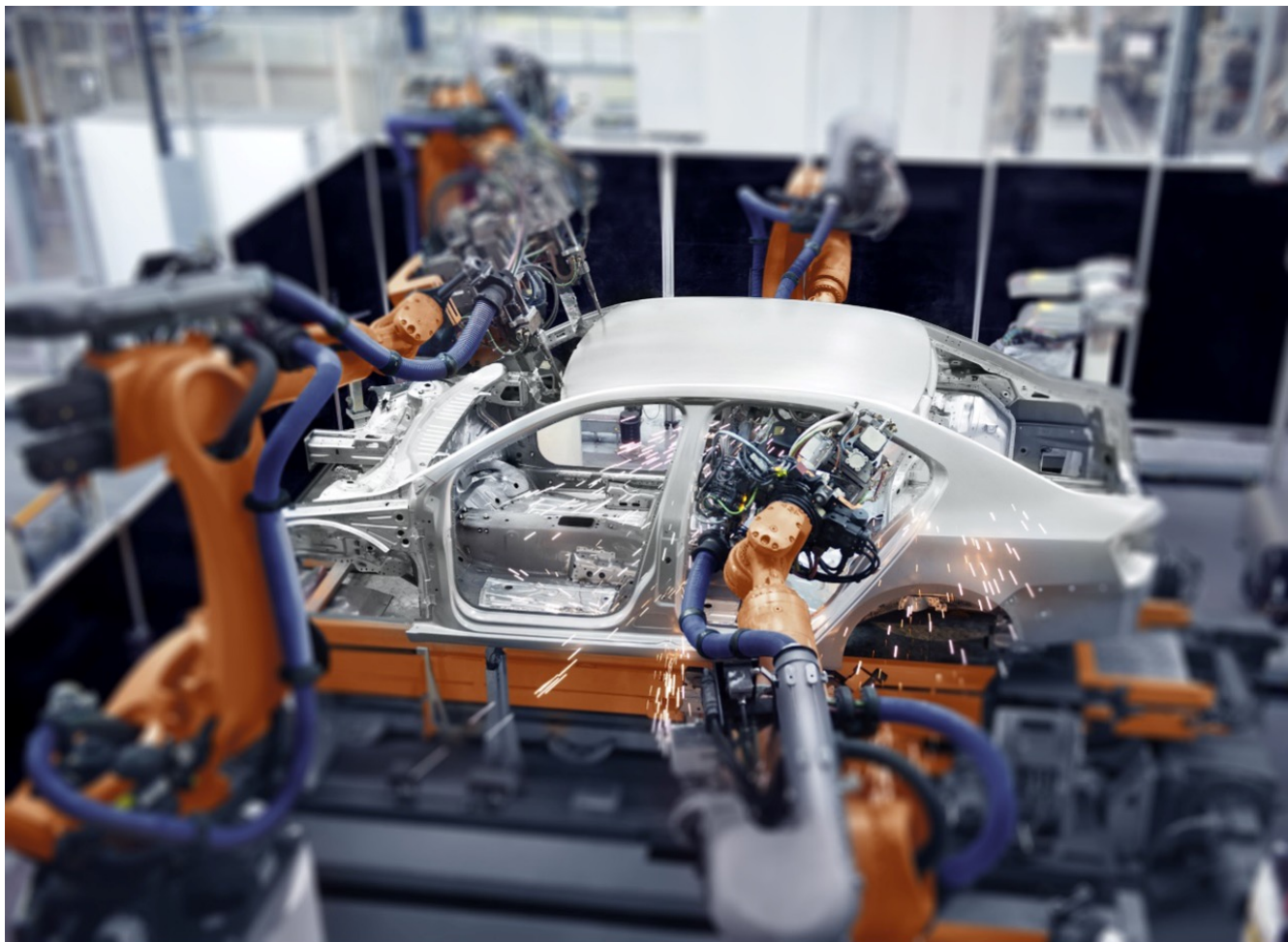


图 4 一辆汽车在生产线上

面对多样化的市场，对于整车制造企业来说，汽车产品的交付和成本控制能力面临越来越高的要求。一方面，客户的需求趋于个性化，另一方面，整车交付的消费等待时间越来越短。因此，车企需要运用数字化手段，集成生产制造流程与业务运营流程，优化供应链，实现智能制造，从而能够尽快交付符合客户需求的产品。

汽车制造工厂亟待升级，在“中国制造 2025”国家战略背景下，中国汽车企业纷纷通过智能技术创新来实现汽车产业转型。智能制造不仅仅是单一的先进技术和设备的应用，而是新模式的转变。柔性化、智能化和高度集成化是新一代汽车企业打造未来核心竞争力的关键环节。

2.2.4. 运营与服务数字化升级

随着汽车市场的发展，汽车消费群体的消费习惯发生明显变化，个性化需求凸显。同时，在疫情和限购等多重政策的影响下，汽车消费市场也面临阶段性挑战。汽车行业营销压力与日俱增，传统线下活动的营销方式遭遇挑战，一方面成本和运营投入巨大，获客成本高昂；另一方面转化率低。通过数字化手段赋能营销与运营，进行精准营销，加强与客户的连接，重构“厂商-经销商-消费者”之间的关系，才能改善购车和用车体验，抓住年轻一代消费升级的大势。

售后服务也是如此，同样面临数字化升级的机遇和挑战。汽车售后服务呈现智能化、个性化的趋势，通过打通研发、生产、销售、物流、仓储各环节，实现数据共享、业务联动的高效协同。在车辆维修方面，利用数字化技术，通过平台实时采集来的车联网数据，主机厂可以对故障车辆进行远程智能诊断。同时还可以与 4S 店数据共享，让技术人员迅速了解故障原因。4S 店也在努力打造智慧门店，将自己的资源、车主的养护需求在云端汇合，实现车主和 4S 店需求的撮合。

3. 汽车行业云原生市场洞察

通过 30+ 汽车企业及上下游供应商的调研，青云科技观察到汽车行业数字化转型和云原生落地的一些典型行业特征：

3.1. 成立专门的数字化转型部门

背景

传统主机厂在推动上云和云原生化之前，已经进行了长达 10-20 年的信息化建设历程，内部构建起大量 IT 系统，已经形成了一套相对完整的体系。而且由于长期形成的惯性，主机厂以采购完整的 IT 商业软件为主，且大量依赖外部服务商提供的外包服务，主机厂在向云原生开发模式转型的过程中面临了进退两难的境地。这其中的挑战包括：组织架构、企业文化、系统架构、数据安全、成本与运维等一系列阻碍。

车企实践

在长期推进信息化建设的过程中，主机厂 IT 部门往往被看作成本中心，业务部门提需求，IT 部门负责响应，缺乏顶层设计和平台级应用的研发能力。如今，面对汹涌的技术浪潮，和多年疫情延续，全球车企销售下行，加快推进数字化转型战略成为众多主机厂一致的行动。

国内外领先车企，包括国外品牌、国内新能源和头部主机厂，纷纷设立专门的数字化转型部门，全面负责车企的数字化转型工作，加速推进数字化战略落地。数字化转型部门通常面向公司所有汽车品牌，负责全部数字化业务，如智能驾驶、车联网、数据中台、数字化营销平台、用户运营平台等，此部门不再是企业的成本中心，而成为核心价值的创造中心。

比如大众汽车集团旗下的软件公司 CARIAD（Car, I AM Digital 的首字母），就承担了大众数字化转型的重任，负责设计规划公司长线 Roadmap，并开发各种解决方案和产品，将业务需求转化成实际落地方案。

本次调研的另外几家“造车新势力”企业，也设立了专门的数字化转型部门，负责公司所有非汽车本身软件类系统的开发，通过上层数字化发展驱动企业数字化转型。数字化转型部门下面会设立独立的二级、三级团队，包括运维、开发、产品、设计、测试等，服务各个不同业务板块的软件开发诉求。对于已经出海的新能源车企来说，数字化转型部门还会支撑公司全球的数字化。

下一步建议

数字化转型是战略性行为，是牵涉到整个企业的系统工程，需要流程、组织架构协调配合，它是一个长期的、持续变革与优化的过程。从短期来看，它是数字化服务，提供可扩展的数字基础设施；从长期来看，它是数字化创新，提供无处不在的数字基础设施。市场的变化在提速，企业需要借助更多先进的数字化技术和工具实现创新加速和建设过程的优化。转型的重任，需要业务部门与 IT 部门的协作，不宜只注重个别先进性技术 IT 人才的引入，而忽略整体 IT 的组织定位和结构调整。企业的数字化转型需要通盘考虑，包括：牵头部门的选择、组织协同机制、IT 和业务的分工、专职数字化转型部门的设立等。

我们认为，数字化转型可以按照如下步骤分步实施：

1. 统一新战略

明确企业数字化转型重点工作的意义，形成统一的指导思想。数字化转型 企业数字化转型 数字化升级 利用信息技术来改造自身的业务，通过推广数字化流程来取代非数字化或人工作业流程，或用较新的信息技术取代旧的信息技术。无纸化就是数字化转型的一个体现。企业综合利用各种数字技术，与业务模式转型相结合，为企业解决问题、创造价值、提升企业业绩的持续性过程。从较低的级别升到较高的级别。比如：财务算账从算盘到计算机；从电子化到信息化。业务还是原来的业务，方法、工具都变了，变得更快、更好。

2. 推行新机制

建立有效得推进机制，包括以下要点：

- 企业战略高度需要一把手决策；
- 有实权且有创新精神的执行人，如 CIO，CFO、CMO；
- 设定奖惩机制，鼓励数字化转型工作的实施。

3. 设定新目标

设定目标需基于系统的、完全可量化的方式，将技术与企业业务相结合，输出企业应用数字化的主要场景，以及可能实现的状态，即数字化蓝图，沿着蓝图逐步深入。



图 5 量化目标示例，来源：《2020 年科技信息部工作及十四五规划汇报》

4. 明确新路径

结合实际情况，按企业最易推进的方式来尝试，可自上而下，也可职能式、项目式、敏捷式等。最好从当前最容易突破的切入点开始，充分利用疫情带来的改革迫切性，借力而为。



扫码获取专业方案

3.2. 全栈自研 追求自主可控

背景

随着自动驾驶赛道的热度不断上升，无论是“造车新势力”，还是传统主机厂，或者跨界造车的科技企业，都加大了对自动驾驶技术的投入。电池技术、自动驾驶技术、数据等任何一个环节，都成为汽车产业从业者的竞争力。全栈自研、自主可控，成为车企面对智能化浪潮的一致选择。“全栈”强调全局思维和全流程问题的解决能力，即车企掌握实现自动驾驶所需的最关键、最核心的技术。自动驾驶开发包含三大子项目——

高精度地图、软硬件整合和软件算法。头部国内新能源厂商纷纷招兵买马，搭建自动驾驶研发团队，打造全栈自研能力。

车企实践

主机厂在开发核心业务系统时，尤其是工厂侧 MES（制造执行系统）、LES（物流执行系统）等系统，会选择自己主导，对 IT 系统的源码和设计方案深度参与。出于长期 IT 建设的惯性和成本考虑，主机厂会借助第三方的力量做实施，但非常看重系统稳定和自主可控。基于工业互联网架构的数字化思路，主机厂可快速重构制造 MES、物流 LES 相关系统，帮助车企快速拥有数字化无纸工厂的所有 App 应用。通过云边协同打通边缘设备，实现边缘设备的数据采集，以及在云端管控层的数据存储和分析。

通过 MES、LES 应用结合边缘计算，车企能够实现车辆“云识别”、生产跟踪与追溯、质量管理、海量数据汇集和存储、物流仓储管理、模块解耦等技术，为新一代工业互联管理平台奠定基础。如：车企在 MES 制造过程中通过摄像头自动采集汽车的 VIN 码，识别后自动上传到数据中心，同时整车制造过程也能够被记录，然后将 VIN 码和车管所联网，车管所上牌采用智能终端进行扫描、核对，即可完成车辆的上牌操作。



图 6 青云 PaaS 平台能力

对于云原生平台的搭建，国内外领先主机厂都希望主导自己的 IT 研发和技术平台建设，不约而同选择了自研，追求自主可控。这一方面是由于一线车企都具备强大的研发和技术实力，IT 团队本身拥有大量行业内技术专家，另一方面汽车企业也希望能够确保自身企业所搭建的云原生平台，具备稳定性和易用性。

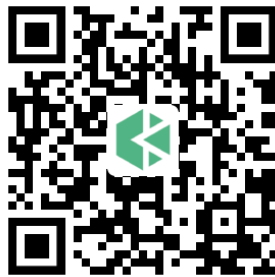
车企自建团队独立开发，这就对团队技术水平提出了更高的要求，开发和后期维护成本也相应水涨船高。因此，寻求云原生厂商的一些商业化产品，甚至开源产品的支持，也是车企迈向云原生重要方向。在小规模实践的初期，车企可以使用开源技术来搭建自己的云原生平台，通过自身探索来逐步加深对技术的理解，同

时也实现对自身技术人才的培养。我们通过此次调研也了解到，对很多车企的开发和运维人员来说，类似 KubeSphere 这样的开源社区和开源项目通常是他们探索云原生的第一站。

下一步建议

云原生技术提供商的选择标准：选择云原生提供商时，企业要重点考察技术落地的成本、可控性，以及技术的前瞻性。从综合维度评估云原生技术服务提供商的综合实力，包括技术实力、研发团队能力、对汽车行业的认知理解、服务经验及行业成功案例等。成熟的云原生技术厂商通常能够提供云原生全栈和全流程的技术能力和解决方案，包括了 DevOps、微服务治理、数据库、云边协同、应用中间件、大数据、安全等，顾问式、陪伴式帮助车企走过云原生进阶的每一步。

重视开源，将开源作为选型时的重要考量：车企和云原生技术厂商都将开源技术和项目放到重要位置。技术厂商看重自身项目在开源社区的影响力，从而保证了大量开源组件和开源项目的领先性。开源技术在社区受到追捧，加之开源社区能够提供给开发者的丰富资源和贡献者，也推动了包括汽车行业在内的各行业云原生技术的落地。



扫码联系我们

3.3. 数据安全和数据采用之间的平衡

背景

车联网数据包含用户隐私数据、测试数据和车与人的互动数据等，随着汽车不断深入“触网”与 5G 的发展，个人信息和公共安全面临挑战。车主的个人信息、驾乘人员语音图像、车辆位置及周边环境等信息都可能面临泄露或者滥用。

车企实践

国家各部委、地方政府等先后出台了一系列法律法规，保障个人和国家信息安全，同时对规范智能网联汽车准入提供了方向指导。在顶层设计层面，国家有《网络安全法》、《数据安全法》和《个人信息保护法》三大法律体系保障公民信息安全。其中，《数据安全法》还明确将数据安全上升到国家安全范畴。

在网络安全方面，以 OTA 为例，2020 年 11 月，国家市场监管总局发布《关于进一步加强汽车远程升级技术召回监管的通知》，对 OTA 软件升级和更新都需要履行备案义务，对 OTA 过程中出现的车辆被入侵、远程控制等事故发生后的规范操作都进行了明确规定。数据安全方面，《汽车数据安全若干规定（试行）》对汽车数据安全进行了干预和约束。个人信息方面，相关法律也明确提出“默认不收集”的原则，堵住汽车数据处理者喜欢钻的空子。

在核心的自动驾驶研发方面，国家对互联网地图服务资质有严格要求。由于中国道路情况复杂，只有掌握大量本土数据，才能研发出适用于中国路况的自动驾驶算法。对于国内的造车新势力来说，拥有中国本土化的数据集，可以对中国的环境进行标定和建模，并深度学习。随着用户增多，新能源车企也可以掌握更多国内道路数据，从而研发出符合中国环境及用户喜好的自动驾驶产品。

下一步建议

对于车联网数据安全层面，技术架构主要分为以下 4 层：采集层数据安全：对重要部件如 T-BOX、IVI 等，实现安全启动检验，防止固件被篡改或攻击，数据采集后进行加密，对数据的完整性进行校验，并保证数据被窃取后通过密钥才能解密。在数据存储方面，则需要保证数据的高可用性、扩展性。

通信层数据安全：通信层主要包括车内和车外通信，以及边端设备与云端的数据传输。车内可通过 IPsec、MACsec 等技术进行设备的校验和加密，而车外通信则要求通过 TLS 加密、SSL 加密技术来保证网络的传输安全，车载数据需要实时传输到云端进行 AI 计算，从而更加精准地决策。这其中需要灵活、快速效率的通信协议来打通边端和云端的交互。

平台层数据安全：平台层面趋向于快速落地、具备 AI 运算能力且开箱即用，传统的虚拟化或私有云平台无法满足这一场景，而容器一体机可以轻松应对。容器一体机采用轻量化设计，总部调配，发送至其他区域即可使用，同时可在平台中预置安全防护软件，实现安全管控，如访问控制、安全检测等能力，保证平台的安全稳定运行。

应用层数据安全：应用数据更多加载的是用户个人隐私数据，如智能座舱系统、娱乐系统、远程接口调用等，需要实现对数据的身份认证及授权，通过严格检测与识别算法来保证数据的安全性，避免数据被窃取篡改。

4. 汽车行业云原生典型应用场景

不同企业选择的数字化转型路径不尽相同，但一些被广泛认可的模式和路径能够帮助企业加速数字化转型实践。云原生技术和理念就是传统企业不约而同的选择，车企也不例外。云原生在汽车行业大放异彩，围绕车联网、自动驾驶、智能网联等技术趋势，沉淀出许多典型应用场景。

4.1. 敏捷协调，持续迭代

挑战

近年来，随着大数据、智能工厂、智慧车企等现代技术、创新生态在汽车行业的迅猛发展，传统 IT 架构已经无法适应当前业务需求。由于企业架构的复杂度提高，各类应用部署和维护将随之愈发复杂，生产发布的变更导致准备和维护架构的环境需要花费大量时间，遗留系统升级和迁移变得异常困难。另外，终端边缘类场景往往都处于离线环境，并且在升级更新的过程钟需要人员现场维护，这也为后续的软件版本迭代带来成本。

车企实践

车企可以采用 DevOps 为理念的容器技术解决上述挑战，通过统一的开发交付管理模式（持续集成、持续交付）、自动化运维方式，完成传统服务的迁移与改造，产品架构的优化及微服务架构落地，实现统一的微服务架构体系。

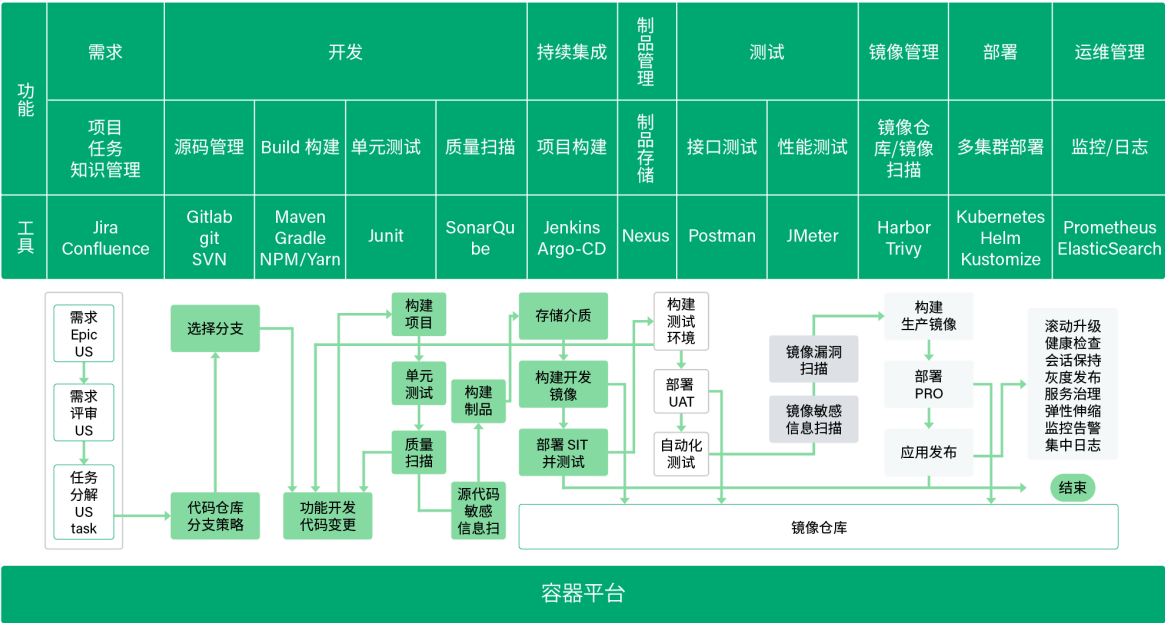


图 7 DevOps 架构

对于想要实现更高效迭代、更快速交付的车企来说，建设自己的 DevOps 平台成为必然选择。车企建设 DevOps 平台一般来说需要从以下几方面考虑：

- 服务器配置
首先统一应用在服务器环境的配置情况，比如在开发、测试 环境中某些服务对部署机器的配置要求。
- 内部服务访问
内部服务之间的访问需要统一修改为域名方式，不仅方便应用的迁移，也方便在容器环境下进行内部调试请求，而不必再使用 IP 方式。
- 应用端配置
应用配置需要使用应用中心来统一管理，比如 Apollo、Nacos 等配置中心来统一管理。
- 容器化资源
使用 Docker 必不可少需要掌握 Dockerfile、Kubernetes 等相关资源信息的基础编写，尽管现在也有一些工具可以减少资源编写的成本，但是作为一个可追溯的文本信息，是不可缺少的一环。
- 统一镜像仓库
通过容器交付应用，核心是要建立企业内部的私有镜像仓库，并针对多区域、多环境部署多套环境。另外，面对不同环境可以采用开源的企业级镜像仓库 Harbor，实现同步复制和高可用模式。。Harbor 可以通过自签证书及 HTTPS 协议对企业内部服务，还支持镜像漏洞扫描，提高镜像安全性。
- 团队及团队文化建设
本质上，DevOps 文化涉及开发和运营团队，围绕其创建和维护的产品进行更紧密的协作，并共同承担责任。建立 DevOps 文化有助于公司调整人员、流程和工具，以更加统一地关注客户，它涉及培养负责产

品整个生命周期的多学科团队。

DevOps 团队可以自主工作，并且拥有软件工程文化、工作流和工具集，可以将操作要求提升到与体系结构、设计和开发同等重要的水平。随着运营团队更多地参与开发过程，他们可以增加维护需求和客户需求，以获得更好的产品。

DevOps 团队共担责任，开发和运营人员都对产品的成败负责。开发人员不仅要去做构建和交付运营的工作，还应该承担整个产品生命周期内监督产品的责任。他们负责测试和操作软件，并与 QA 和 IT Ops 进行协作。当他们了解运营面临的挑战时，更有可能简化部署和维护。

此次调研中，某汽车企业采用容器技术，通过标准规范、标准格式、统一规范，建立属于自己的 CI/CD 流水线，把 MES 系统从传统的虚拟机架构迁移到云端架构，通过 Nacos 方式把配置统一在一个服务里面，指定标准的容器规范，打造 DevOps 平台。相较于以往的应用架构，新的以容器为核心的云原生架构，在高可用、弹性伸缩、安全性等方面可以给业务系统带来更多优势，企业得以专注于聚焦与创新业务上。



扫码获取 DevOps 方案

4.2. 微服务架构化繁为简

挑战

部分车企 IT 设施更新缓慢，对新型数字化应用的支持能力不足，同时要应对日渐增长的业务量与业务洪峰。面对复杂的业务场景，系统有更高的高可用要求，需要敏捷和弹性的资源调度能力，以支持对市场变化的快速反应与分析。其中，应用架构现状急需调整，来应对系统开发、系统运维、系统运营等问题，这就使得车企对传统的 IT 服务提出了新要求，包括：IT 系统敏捷响应、业务与数据融合、全链路监控、数字化能力持续提升等。车企 IT 能力也从仅关注产品和技术，逐步转变为协同业务、运营、技术等综合能力，由独立自主的微服务架构代替传统的单体架构。

车企实践

和其他 IT 走在前列的行业一样，车企应用架构大致经历了从单体架构、SOA 架构到微服务架构的演进。

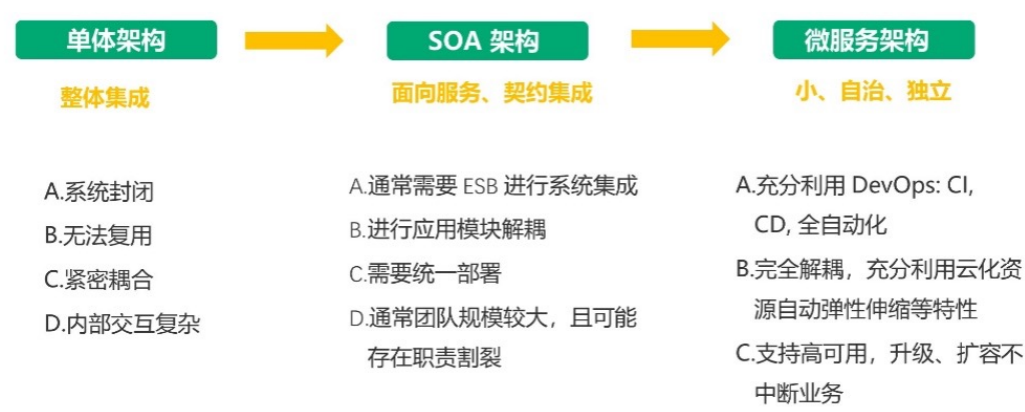


图 8 应用架构演进过程

单体架构 vs 微服务架构

对比指标	单体架构	微服务架构
迭代速度	较慢	快
部署频率	不经常部署	经常发布
系统性能	吞吐量小	吞吐量大
系统扩展性	扩展性差	扩展性好
技术栈多样性	单一、封闭	多样、开放
运维	简单	运维复杂
部署难度	容易部署	较难部署
架构复杂度	较小	复杂度高
查错	简单	定位问题困难
管理成本	主要在于开发成本	服务治理、运维

微服务能够将中大型应用化整为零、化复杂为简单。当应用承载实现 Kubernetes 化和容器化之后，车企开始从服务网格更高的维度来考虑和满足开发的需求。对微服务架构的考量，也是车企基础设施容器化的一大推动因素。

此次调研中，某全球车载语音交互龙头企业是率先微服务化的典范。该汽车智能语音巨头在语音识别、自然语言处理、语音合成智能交互领域都有成熟的产品。三大产品在全球服务的汽车量级达 10 亿辆，且全部基

于微服务架构对外提供服务。开发框架基于 Istio，采用 Sidecar 方式，不限定开发人员使用的语言，不需要改动任何业务代码，为企业提供统一的管理渠道。

参与访谈的更多汽车企业选择了 Spring Cloud 作为微服务的选型框架。它不仅是一个全球性的微服务工具，而且是持续维护的、社区氛围浓厚的开源项目。这保证了基于它构建的系统，可以持续得到开源力量的支持，从而为微服务架构提供更加全面的技术支持。

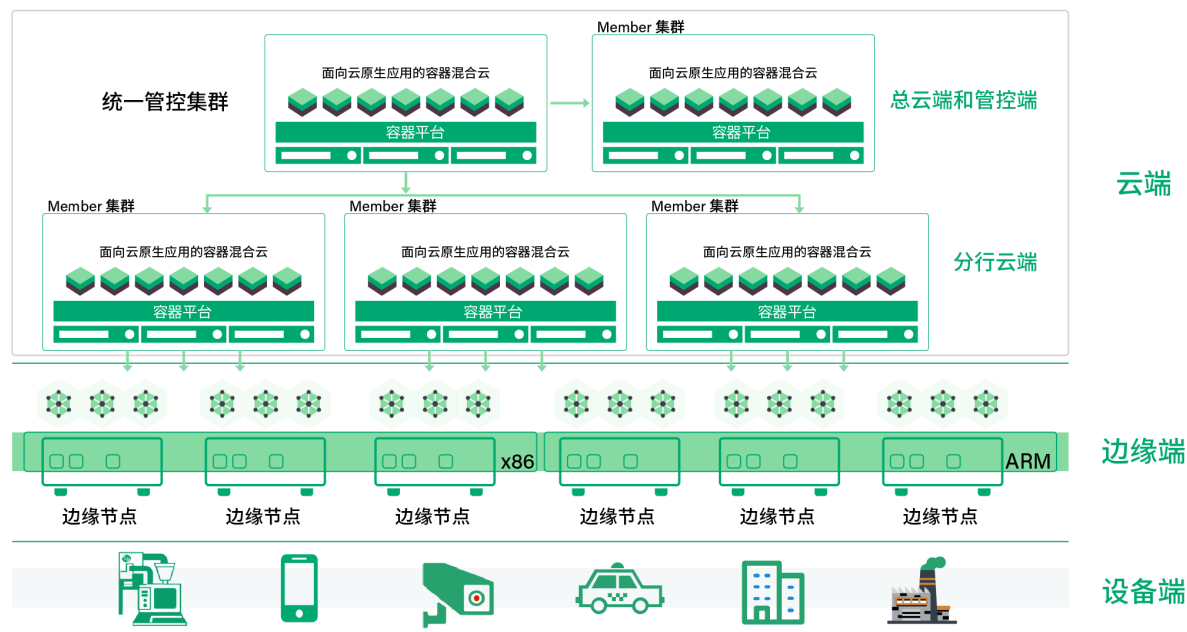


图 9 微服务架构

4.3. 车联网场景

挑战

在数据上云的共识下，无论是以车辆驾驶为核心的车联网场景，还是以用户服务为核心的车内信息互联，都需要车内软件和云端数据不断互联互通。对于车企来说，每天行驶在路上的数以百万、千万计的汽车会产生大量 TB 级别的数据。车联网服务的全面落地，主要面临的挑战有：

- ISV 提供商：需要一套可开箱即用的平台部署到边缘侧；
- 缺乏一套统一的算法管理平台：各个厂商算法都有自己的管理平台；
- 海量终端设备的管理：如何联动，如何统一有效管理；
- 数据安全问题：基于互联网的数据传输缺乏安全可控性。

车企实践

车联网的业务特性对车企 IT 底层架构提出了云原生化的要求。在混合多云的车联网场景里，Kubernetes 发挥着重要作用，它屏蔽了底层资源的异构性，允许应用在各种云上自由流动和迁移。

车联网技术主要经历了三大历程，从 3G/LTE 网络的多网融合、提供高质量信息服务到 LTE-v2x（vehicle-to-everything：基于蜂窝网络的车联网技术）实现车路协同的主动安全网络，再到现在 5G+v2x。随着 5G 技术的迅猛发展，为车联网场景提供更加多样化的业务支撑，如智能小车、环境检测、智能公共交通、自动无人驾驶、智能路况检测等应用场景。

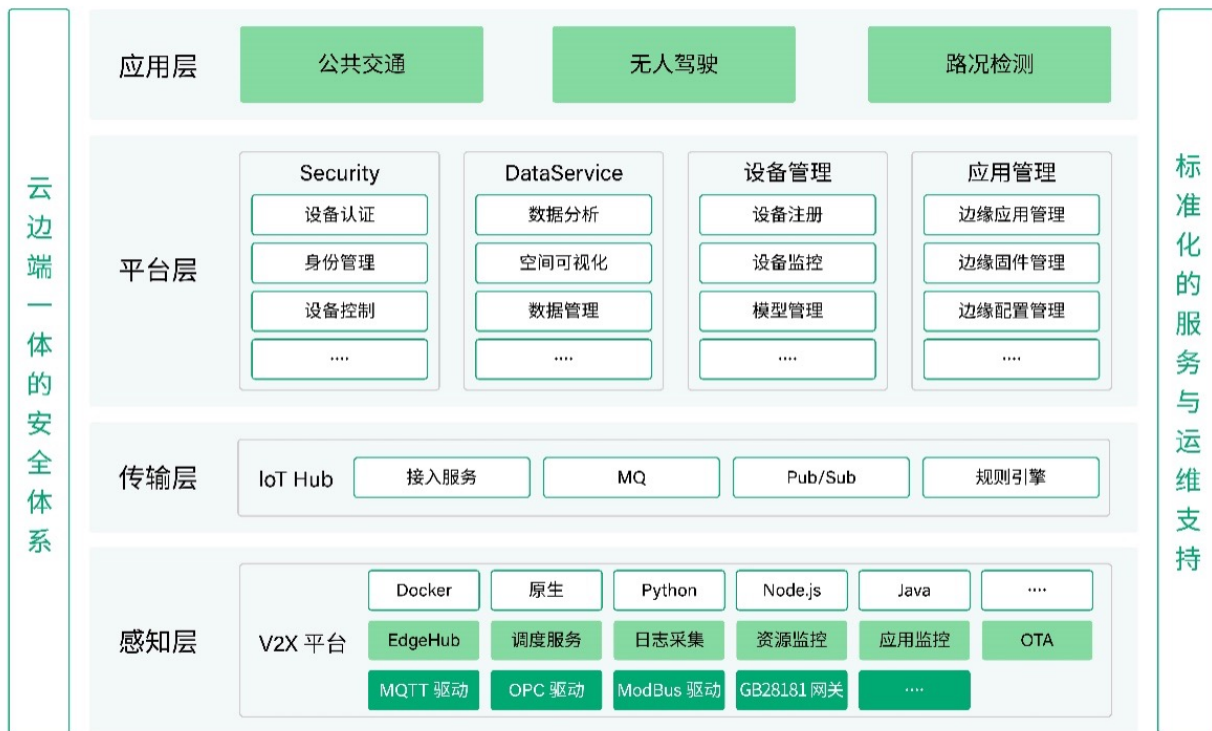


图 10 车联网云边端一体化技术架构

车联网是云边协同中行业化的场景体现，注重的是网络组网和边端设备的控制协同。主要是利用 5G 大带宽、低延时网络实现 V2N 和 V2V 的互补，通过网络切片可提供可靠的 QoS 保障，并在 MEC（Multi-access Edge Computing）边缘云极大降低时延和网络负载，提高数据安全性和隐私性。

对于车联网技术组网方案的建议，需要考虑的是：

如何实现中心云和边缘云的统一协同？

中心云一般由 IaaS 平台承载，若边缘云也采用传统 IaaS 或超融合平台承载，显然无法实现开箱即用的便捷性与原生性。随着云原生技术的发展，c-v2x 平台也是基于 K8s 或更加轻量化的平台构建开发，借助 K8s 的资源调度、高可用性、灵活性等能力实现平台的快速落地与投产。但原生 K8s 平台在实际落地时，需要考虑平台的易维护性和部署难易程度，这给 ISV 厂商带来运维与管理的困局。未来，边缘云将面向容器一体机的趋势发展，并具备如下特点：

- 新一代容器基础设施实现软硬件一体化；

- 开箱即用的全功能容器平台，快速部署、简便运维；
- 简洁易用的交互界面，与专业高效的用户体验，降低使用门槛，实现快速投产运行；
- 规模化生产验证的可靠性，商用级整体服务保障；
- 业界大幅领先的存储性能指标。

如何统一算法管理与配置？

每个算法厂商都有自己的调用接口，而这个接口往往仅限于自身的算法管理平台的统一管理与配置。而项目在真实落地时，面临多态的形式，多家算法厂商、多厂家硬件设备盒子，厂商算法管理平台和算法绑定紧密，无法管理其他平台的算法。对于上万边缘设备的场景，需要一个解耦的算法平台实现统一管理，能够对路侧数据算法、算法管理平面、硬件设备解耦，只有开放兼容才能推进 v2x 边缘平台的生态化、共享化、智能化。

如何存储海量终端设备产生的实时数据？

车联网数据包含面广，包括用户隐私数据、平台数据、行为分析数据、路况检测数据等，由于业务数据的多样性，导致文件零散多样化、文件多（亿级）、数据量大，一定程度上需要高吞吐大带宽。这给数据存储带来挑战，需要能存得下海量文件，包括小文件场景，扩展性要足够，性能扩展要灵活。

建议方案

- 海量非结构化数据、海量小文件场景，通过对象存储可以很好解决。对象存储没有文件系统的目录结构，不需要逐级查找文件，通过 key 去检索对象；不存在文件系统的限制，存储数据量和文件个数几乎没有限制，天生解决海量文件存储的难题。而对于应用来说，需要有一个接口能够对接 S3 存储。
- 需兼容 POSIX 接口（NFS/SMB）的能力，常规场景下已经可以满足多数客户的非结构化存储需求，没有对接成本。
- 能够满足业界多个领域的技术趋势，如 AI 开发训练平台、云原生、数据仓库/数据湖、越来越多的大数据应用基于对象来提供整体方案，客户希望把数据的价值提炼出来，同时基于文件存储和对象存储两种能力实现数据互相流转，真正的从数据分析中推动业务的发展。

4.4. 边缘计算场景

挑战

边缘计算云边协同方案，将信息数据的计算和存储从中心下沉到边缘，由容器提供算力，业务请求和处理在边缘设备完成，处理结果按需上传到云数据中心，即满足了业务的敏感需求，又满足了数据结果统一上云。

新能源汽车的充电桩和换电站，都是典型的边缘计算场景。新能源汽车充电站运维情况复杂，难以实时监控，利用边缘设备和技术，可以有效解决充电车位占用等问题，降低充电桩待机时不必要的能量损耗。智能工厂里工作的机器人也是一大典型场景，它把设备的信息上传到云平台，云平台同时下发或者读取工厂设备的指令。

边缘计算场景在落地时面临新的挑战：

- 边缘计算细分领域众多，互操作性差；
- 边云通信网络质量低、时延高，且边缘经常位于私有网络，难以实现双向通信；
- 边缘资源受限，需要轻量化的组件管理运行边缘应用；
- 边缘离线时，需要具备业务自治和本地故障恢复等能力；
- 边缘节点高度分散，如何高效管理，降低运维成本；
- 如何对异构资源进行标准化管理和灵活配置。

车企实践

目前常见的云边协同计算框架有三种，包括 KubeEdge、OpenYurt、SuperEdge，均是市场上开源的云边计算框架。

	KubeEdge	OpenYurt	SuperEdge
是否 CNCF 项目	是(孵化阶段)	是(沙箱阶段)	否
云原生支持	支持	支持	支持
边缘自治	支持	支持	支持
健康检查	提供	提供	分布式健康检查
边缘工作负载	NodeGroup (开发中)	NodePool & YurtAppManager	ServiceGroup
服务访问控制	基于自研 EdgeMesh 提供云边、(异域) 边缘节点的服务访问及 gateway	基于 Service Topology 提供 NodePool 内服务访问控制	需要与社区 FabEdge 集成，提供类似 EdgeMesh 的能力
云边隧道	支持	支持	支持
边缘设备管理	自带较完善的边缘设备管理功能: DeviceTwin/EventBus/MQTT Broker/Mapper	无，需依赖 EdgeX Foundry 提供设备管理功能	无，需依赖 EdgeX Foundry 提供设备管理功能
自定义消息服务	可通过 Router Manager 进行云边之间的 REST <=> REST / Mqtt 通信	无	无
开源时间	2018.11	2020.9	2020.12
最新版本	1.10	0.6	0.5
产品成熟度	高	一般	一般
开源社区活跃度	高	一般	一般
市场应用案例	多	少	少

图 11 三大主流开源边缘计算框架

其中，KubeEdge 是开源时间最早的，于 2018 年 11 月开源，且社区活跃度、成熟度最高，已进入 CNCF 正式孵化项目，同时也有较多的落地案例。KubeEdge 在边缘节点服务访问控制方面采用 EdgeMesh 进行支持，是一个成熟度高、经过大量案例验证、完善设备管理的边缘计算框架。KubeSphere 集成了 KubeEdge

边缘计算平台，通过控制面板对边缘节点实现自动化安装、部署、监控、日志、调试等功能，对边端有了更加灵活管控的支持，实现“云边端”三位一体的协同架构。

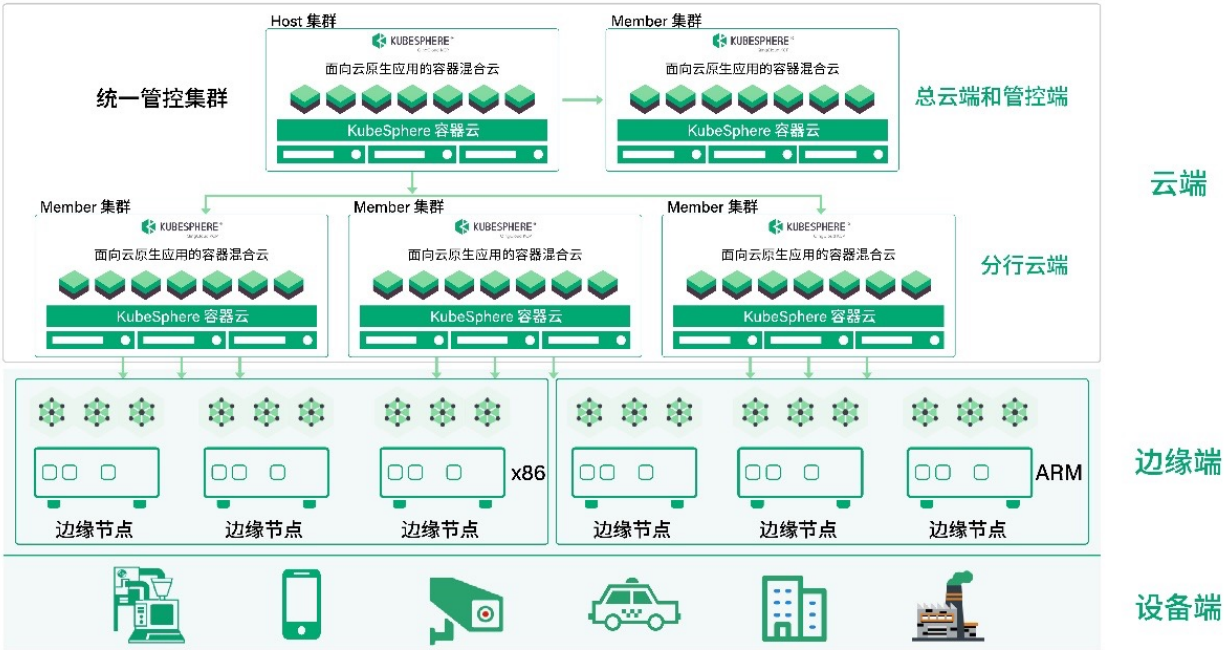
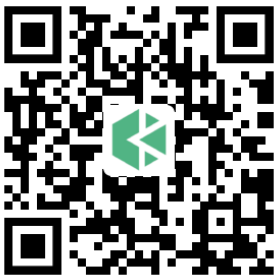


图 12 海量设备管理架构设计

为应对以上挑战，边缘计算平台需要具备以下特点：

- **总部统一管控**：统一访问入口，并对全国各个网点进行统一管理，权限分配、资源分配、配置管理等。
- **海量异构设备管理**：需要基于现有内网或互联网环境实现云、边、端的互联互通，边端通过在线/离线方式可秒级加入云端，从而实现海量 x86 和 ARM 节点的统一管理。
- **镜像同步与预热下发**：管控端可以将更新完成的算法镜像，由总部镜像仓库同步到各个分仓库，同步后即可把镜像预热下发到边缘节点，再进行算法更新。整个过程非常快速，避免了镜像过大导致更新延迟或拉取失败的问题。
- **安全管控**：总部拥有统一的用户管理界面，每个分部相当于一个租户，由总部分配集群到某个租户，从而实现边缘节点管理隔离，再对接到应用场景，实现统一安全管控。应用管理：总部开发好的应用可以直接上传到应用商店，业务人员使用时，可以一键下载部署，也可以进行更新，大大简化了部署流程。
- **可观测性**：实现应用的自定义监控、集群监控、服务组件的监控，提供日志、审计、事件的管理。分部也可以定制自己的告警策略，为业务的稳定性和安全性提供保障。



4.5. 自动驾驶 AI 场景

挑战

深度学习的发展带动了自动驾驶技术的迅速突破，各厂商踊跃参与到自动驾驶的领域中。AI 呈现出模型规模和数据量越来越大、训练速度越来越快的特点，算法模型的复杂度呈现指数级增长，不断逼近算力的上限。自动驾驶 AI 数据训练、数据分析天然适合容器化，训练和推理输入数据之后，通过无状态的算法能够立即得出结论。

但自动驾驶领域的发展也面临一些实际的障碍，涉及安全、实时响应和机器伦理等问题。在基础设施环境中，面临管理和开发两大难题。管理层面主要体现在资源管理、监控运维管理、资源调度和用户管理等难点上，导致 AI 平台很难往技术下沉、管理上升方面再上新台阶；开发方面则很难实现并行计算，学习门槛高，模型管理复杂。

下一步建议

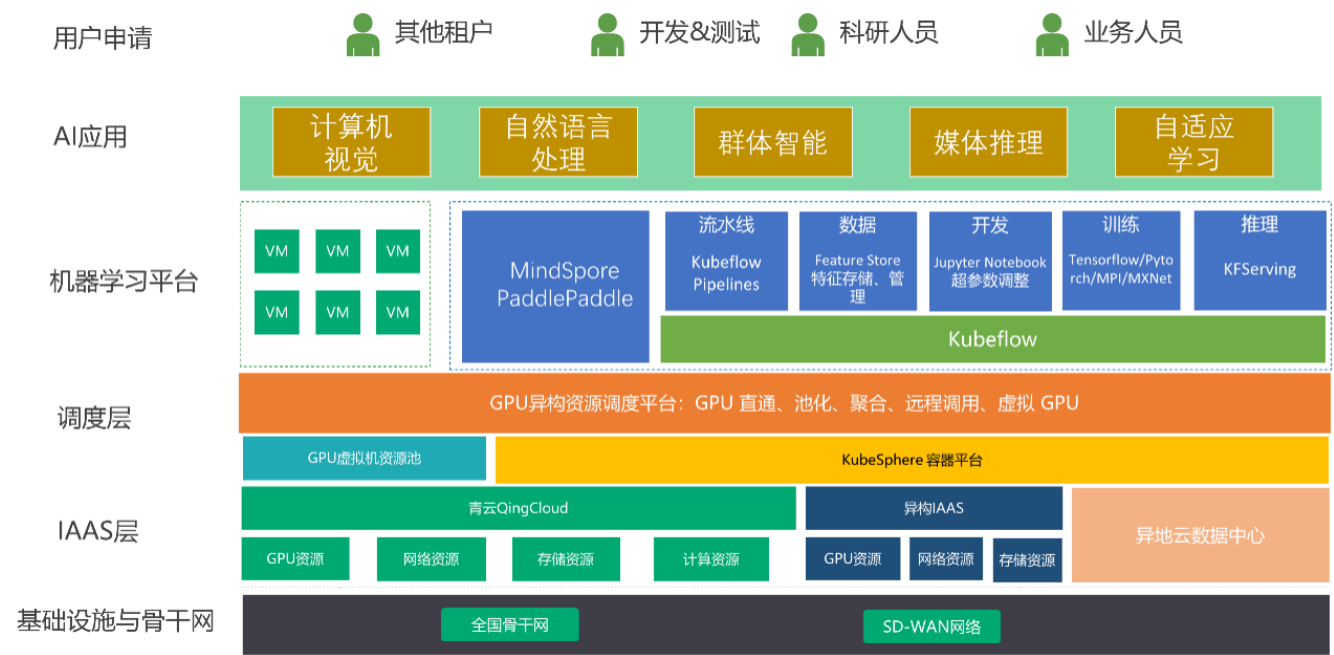


图 13 自动驾驶 AI 通用算力平台整体架构设计

架构上需要实现既保障传统算力平台的运行方式（基于物理机或 VM），又能够兼顾未来 Docker/K8s 形态的应用支撑。

- **基础设施层：**根据 AI 算力平台规模情况，通过骨干网或 SD-WAN 组网方式，实现全国各地人员方便快速接入 AI 算力平台，轻松调用资源，包括租户用户、科研单位、内部开发测试等人员。在 IaaS 层面：实现跨 IaaS 平台资源的调度能力，实现无厂商绑定的架构设计，并可实现资源轻松扩容。

- **调度层**：为保障资源的灵活调用，将 GPU 资源进行池化处理，从而允许多 AI 应用的负载并行运行，提高 GPU 资源的利用率。同时支持 GPU 显卡、国产芯片的统一调度管理。机器学习层：要能够实现 VM 的资源申请，让用户自定义管理并配置，同时提供统一调度的共享资源服务，需面向多种多样的机器学习计算框架，如 TensorFlow、Pytorch、MxNet 等，以支撑 AI 应用的运行。

5. 结语

智能汽车技术轰隆隆向前发展，汽车产业创新技术和理念不断推陈出新，带来主机厂、上下游汽车产业链供应商无尽的机遇和挑战。从技术角度趋动、引领汽车行业业务模式创新和发展，加速智能化进程，是每家汽车企业 IT 体系的最大诉求。云原生技术是先进生产力的代表，是数字化转型的优先方向，推动企业云上业务的快速迭代创新，形成车企真正的竞争力。从这个角度来说，汽车行业云原生技术的落地与实践任重道远，充满了想象空间。

6. 参考资料

1. 长城证券：汽车智能化行业深度报告系列
2. 天风证券：全球智能座舱、自动驾驶、整车产业链最新研究报告（2021）
3. 国双：汽车行业数字化转型报告（2021）
4. 中信证券：国产 EV 新势力的 自动驾驶 Secret Recipes
5. 亿欧智库：《中国车联网商业模式分析报告》
6. 9 Automotive Digital Transformation Trends & Use Cases in 2022
<https://research.aimultiple.com/digital-transformation-automotive/>
7. Top 5 Computer Vision Use Cases in Automotive in 2022
<https://research.aimultiple.com/computer-vision-automotive/>

7. 关于作者

青云科技 KubeSphere 云原生团队围绕 KubeSphere 容器平台打造了完善的云原生产品与服务，以端到端的云原生服务能力，帮助企业客户实现云原生进阶，加速数字化转型进程。

KubeSphere 云原生产品与服务包括：

- **KubeSphere 企业版**

KubeSphere 企业版是青云科技基于 KubeSphere 开源容器平台打造的企业级容器平台。与 KubeSphere 相辅相成，完整复刻 KubeSphere 全部能力，在 K8s 多集群管理、DevSecOps、微服务治理、应用管理、边缘计算、可观测性、网络与存储等核心场景上都有重要功能延伸，并提供顾问式专业服务支持。目前，KubeSphere 企业版已服务了来自金融、通信、工业、能源、制造、教育等领域的上百家企业客户。

访问地址：<https://kubesphere.qingcloud.com/>

- **KSV 容器虚拟化**

KSV 容器虚拟化是基于 Kubernetes 开发的轻量级虚拟化管理平台，支持单、多节点部署。相较传统虚拟化架构，KSV 更轻量灵活，具备服务自愈、快速弹性伸缩、灵活调度等能力，更高效满足企业虚拟化业务需求。

访问地址：<https://kubesphere.cloud/ksv/>

- **KubeSphere Cloud 云原生应用服务平台**

KubeSphere Cloud 以极高要求、极高标准为客户提供一站式云原生 SaaS 服务，包括云原生备份容灾服务、云原生集群巡检服务、轻量集群服务等，为企业数字化应用场景保驾护航。

访问地址：<https://kubesphere.cloud/>

- **KubeSphere 开源容器平台**

青云科技于 2018 年推出 KubeSphere 开源容器平台，其愿景是打造一个以 Kubernetes 为内核的云原生分布式操作系统，帮助企业快速构建健壮的容器云平台。

凭借出色的产品设计和应用体验，KubeSphere 受到全球用户的青睐，被海内外数万家企业所采用。截至 2022 年 6 月，下载量达百万级，是唯一一个由中国公司发起，具有世界级影响力的开源容器平台，社区排名全球第二。

访问地址：<https://kubesphere.io/>



KubeSphere
云原生公众号



联系与咨询

报告出品: 青云科技 KubeSphere 云原生团队

获取方案支持: contactsales@kubesphere.cloud
info@kubesphere.io