



采埃孚

随着软件定义汽车时代的到来，智能底盘将成为汽车差异化发展的重要标志，包括线控制动、线控转向以及主动悬架等技术，都将迎来历史性的发展机遇。电子电气架构的集中化以及软硬解耦的趋势也使得主机厂与一级供应商之间的合作模式发生了改变。面对新的时代，采埃孚主动转型，推出采埃孚首个纯软件产品车辆运动控制软件 cubiX®（如图 1），实现底盘与驱动力的三向六自由度融合控制，在底盘软件领域和主机厂探索新的合作模式，实现优势互补，互利共赢。

1 什么是智能底盘

相比于传统的底盘系统，线控技术以及软硬件解耦、应用层软件上移是智能底盘的两大特质。线控技术通过电信号的传输取代了传统的机械连接，把执行器与驾驶员所控制的转向盘和制动踏板做到解耦。没有了机械连接的限制，执行器有了更多发挥空间，软件也被赋予更为强大的功能，能够真正做到同一辆车通过不一样的软件实现完全不同的驾驶感受。随着软件定义汽车时代的到来，整车电子电气架构也从分布式逐步集中化，把原本分布在各个执行器控制单元的应用软件重新整合上移到域控制器，使开发更为高效，量产后的 OTA 升级更为便捷。随着线控技术的逐步成熟，以及电子电气架构的集中化，预计到 2025 年，有望看到智能底盘在行业和市场得到全面应用。

2 从传统底盘到智能底盘的演化

采埃孚在传统底盘领域具有深厚积淀。通过 2015

年对天合汽车的并购，采埃孚成为首家底盘产品涵盖制动、转向和悬架等领域的主流一级供应商。在制动方面，采埃孚的传统技术有真空及电子助力器、电子稳定控制器（ESC）、集成式制动控制系统（IBC）及电子驻车制动器（EPB）等。其中，真空助力器是采埃孚最早带到中国来的产品之一。IBC 与 EPB 也处于市场领先，客户覆盖国内外各大主机厂。

在转向方面，电子助力转向系统（EPS）在中国主机厂占有相当大的市场份额。采埃孚首创的后轮转向（AKC）于 2013 年首次在保时捷 911 上量产，随后广泛运用到国内外知名豪华品牌车型。在减振器方面，采埃孚早在 20 世纪 90 年代就进入中国市场，配套供应知名的大众桑塔纳。采埃孚也是半主动悬架、连续可调阻尼系统（CDC）的发明者，如今 CDC 已在各大国内外主机厂广泛应用。

3 新时代，新机遇，新挑战

电气化趋势对底盘系统提出了新的挑战，与传统燃油车相比，电动车的加速更快，轴距更长，车身更重，这也使得整车的舒适性和操控性在电动车时代更为关键。原本在豪华车型上使用的底盘配置也已经逐步下探到中高端车型。2022 年，AKC 在智己 L7 上量产，这也是 AKC 在中国自主品牌上的首秀。CDC 也已成为国内主机厂中高端车型的标配，使车辆同时兼顾稳定性与舒适性成为可能。采埃孚的下一代全主动悬架技术（sMOTION）结合了 CDC 复原压缩独立的双阀技术（CDCrci）及 400V/800V 高压泵，全主动悬架减



图1 cubiX® 软件统筹协调多种执行器

振器已于 2023 年量产，并有望很快引入中国市场，为消费者提供终极的驾乘舒适体验。

虽然自动驾驶的到来尚需时日，线控技术所带来的额外功能与不同的驾驶体验，使其独立于自动驾驶之外，将有望成为中高端车型的主流。2022 年 10 月，采埃孚与蔚来汽车就线控转向技术达成战略合作，采埃孚也就此开启了线控时代的新篇章。

4 cubiX® 车辆运动控制软件的全新突破

包括线控转向、线控制动、后轮转向和主动悬架等更为丰富的智能执行器的运用，在使底盘功能更为强大的同时也极大增加了底盘控制的复杂程度。在传统底盘上只有一种方式能够实现的功能，随着更多主动执行器的加入，在智能底盘上得以多种方式实现。由此，各个执行器的和谐共存、相互配合将变得至关重要。采埃孚突破性的 cubiX® 车辆运动控制软件统筹协调各个功能强大的执行器，做到“1+1>2”。该软件可以从 3 个方向、6 个自由度融合控制各个底盘执行器，发挥其最大潜能，让车辆做到性能、舒适和效率兼顾。cubiX® 可以控制包括制动、转向、后轮转向、主动稳定杆、悬架和电驱动等执行器。cubiX® 调动各个执行器，可以实现可变驾驶特性、预稳定控制、对开路面控制、拖车稳定控制以及蟹行模式等多个高阶功能，并有更多的功能在开发中。

通过对各个执行器应用层软件的融合和集成，cubiX® 也对整车电子电气架构的集中化以及软件的上移，给出了解决方案。高度集成的软件适配于主机厂的各种电子电气架构策略，与硬件解耦，可以搭载在执行器控制单元、域控制器和区域控制器等各种不同的控制单元上，并且同时适用于基于信号的架构及面向服务的架构。另外，cubiX® 清晰的接口定义也能够使主机厂在不改变基本架构的情况下，适配不同的执行器硬件，集成自研或是来自第三方的软件模块。

随着软件定义汽车时代的到来，以及主机厂软件自研的趋势，采埃孚基于 cubiX® 积极探索与主机厂在软件领域新的合作模式。采埃孚行业首创底座框架软件的概念，把功能背后的并不面向终端用户的模块打包。主机厂能够基于采埃孚 cubiX® 的底座框架软件开发面向终端用户的功能，在帮助主机厂加快开发的同时，保留其品牌特性，真正做到合作共赢，优势互补。cubiX® 不仅是技术上的突破，更是与主机厂合作模式上的创新。采埃孚在提供优质产品的同时，也赋予了客户最大限度的灵活性。

除此之外，如图 2 所示，cubiX® 对智能驾驶也提出了新的解决方案 cubiX® AD/ADAS。相比于传统的智驾系统直接控制执行器的做法，cubiX® AD/ADAS 作为介于智驾系统与底盘系统之间的抽象层实现了规划和控制的解耦，运动学与动力学的解耦，从而能够让主机厂的智驾团队或者智驾系统提供方能够专注于感知、计算及轨迹规划，也使同一套智驾系统能够适配于拥有不同底盘执行器的不同车型，能够显著提升开发效率。cubiX® AD/ADAS 从智驾系统接收轨迹点，并把轨迹点转化为对于各个执行器的指令，同时也给到智驾系统反馈车辆运动控制的边界，以确保智驾系统规划的轨迹能够被安全执行，实现了底盘控制与智驾规划双向的沟通。



图2 cubiX® AD/ADAS

在 2024 年初，采埃孚与固特异正式达成战略合作，把采埃孚的 cubiX® 与固特异轮胎智能技术 SightLine 相结合，从而也补全了 cubiX® 在车辆动力学的最后一块拼图——轮胎模型。两者的结合能够提升控制精度，加强车辆的反馈，提供更为直接和线性的转向，提升车辆稳定性，同时也为定制和优化车辆运动控制及轮胎智能解锁了更多新的可能性。这样的强强联手，无疑又把车辆运动控制提升到了一个新的高度。