

## 秀湖会议集萃

# 软件定义汽车：智能与可信

## ——第五期CCF秀湖会议报告

关键词：软件定义汽车 智能网联汽车 自动驾驶

编者按：2023年10月13~15日，第五期CCF秀湖会议在苏州CCF业务总部&学术交流中心举行。来自学术界与工业界的20余位专家围绕“软件定义汽车：智能与可信”这一主题进行了深入交流和研讨，形成如下报告。

### 背景与意义

软件及人工智能（Artificial Intelligence，AI）技术已经深入渗透到汽车产业中，成为智能网联汽车技术的重要支撑。作为智能网联汽车方案重要组成部分的车路云一体化系统，通过新一代信息与通信技术将人、车、路、云的物理空间、信息空间融合为一体。在软件定义汽车的新时代，我们希望通过各种人工智能技术快速提升汽车的智能化水平，同时希望汽车保持高度的可信性。

在此背景下，本次秀湖会议邀请了来自学术界和产业界的20余位专家围绕“软件定义汽车：智能与可信”这一主题进行观点报告和集中研讨。值得一提的是，出席本次秀湖会议的专家中具有计算机和汽车专业背景的各占一半，来自学术界和工业界的专家也基本各占一半。具备产学研不同背景以及来自人工智能、软件工程、系统软件、芯片设计、车辆工程等不同专业领域的专家相聚一堂进行观点分享和思想碰撞，拓展了与会者的眼界，也启发了大家的思考。

### 行业现状与发展趋势

当前，智能网联汽车已成为带动车辆控制、信息通信、云计算、大数据、AI等发展的战略制高点。汽车与相关产业加速跨界融合和深度协同，产业链重构，价值链不断扩展延伸。在这个智能汽车时代，软件已经成为价值差异化的关键，而操作系统则作为一种重要的新型数字化零部件和软件基础设施成为构建产业新生态的核心。

### 实践分享

“软件定义汽车”正在一步步成为现实，其背后的驱动力可以从三个视角理解。从用户的视角看，汽车从代步工具转变为家庭、办公场所之外的第三移动生活空间，由此产生多样化和个性化的用户体验以及办公、娱乐与社交需求；从厂商的视角看，汽车从一次性销售的产品转变为可持续创造价值的平台，软件和服务成为产品创新和差异化竞争的主要手段以及盈利的主要来源；从产业的视角看，汽车从封闭系统转变为开放平台，通过智能网联提高

驾驶体验并产生更大的经济价值，同时通过开放生态促进算法和应用创新。

整车控制系统正从分布式电子电气架构向域集中式电子电气架构演进，并将进一步向车辆中央集中式电子电气架构发展，体现了分层解耦、跨域融合的趋势。在此过程中，软件扮演着越来越重要的角色，并成为汽车产品差异化竞争的关键。在“软件定义汽车”的发展浪潮中，智能网联汽车计算基础平台（iVBB）扮演着重要角色，作为其中核心部分的操作系统，是实现软硬件分离、促进产业生态发展的核心。然而，当前智能汽车产业在操作系统发展方面面临着复杂度高、投资大、周期长等困境以及新的垄断风险，亟待建立相应的创新生态。

人工智能技术是智能汽车的灵魂，其主要应用包括智能座舱和智能驾驶两方面。其中，智能座舱的发展路径可以充分参考智能手机产业，而智能驾驶则面临着较大的挑战，同时也是智能汽车的主要价值所在。在智能驾驶中，智能辅助驾驶（例如高级辅助驾驶系统）有明确的实现途径和应用场景，而自动驾驶则面临较大的挑战。美国汽车工程师学会（SAE）根据人和车之间的驾驶任务（包括纵向控制、横向控制、交通环境观察、接管、安全处置等）将自动驾驶分为了五级（即L1~L5）。当前，开放场景下量产车的自动驾驶能力面临着L2到L3级之间的鸿沟，车企在L2级别上不断改进产品的自动驾驶能力，从而形成大量L2+形态的自动驾驶汽车产品。L2+级别的自动驾驶介于“辅助驾驶”和“自动驾驶”之间，车企只愿意承担“辅助驾驶”的产品责任，而用户却希望能够获得“自动驾驶”的体验。由此导致两极分化的现象：激进类用户把L2+级别产品误作为L3级自动驾驶使用，容易导致事故；保守类用户看到“自动驾驶”发生事故后落入“恐怖谷”而对智能驾驶避而远之。

当前，全球智能网联汽车加速发展，感知、定位、决策、控制、网联等核心技术不断突破。跨界融合的产业生态加速形成：整车厂（OEM）转型探索新型产品的定义、研发、销售和服务模式；信息与通信技术（ICT）企业加速跨界赋能造车进程；产业

边界日益扩展，汽车、交通和城市融合构成新型生态；车辆控制、智能计算、通信技术跨行业融合态势逐步形成。与此同时，智能汽车产业应用步伐持续加快，2023年上半年中国L2级乘用车渗透率达42.4%，L3级自动驾驶逐步实现商业化，多场景L4级及以上自动驾驶加速示范应用与商业模式探索。

## 观点争鸣

中国科学院院士、北京大学教授梅宏强调，“软件定义”是一种通过软件实现分层抽象来驾驭系统复杂性的方法论。“软件定义”汽车不等于“软件化”的汽车，这不仅意味着汽车中使用了大量的软件，而且特别强调以软件为中心实现整个汽车系统的构造与演化，并驾驭系统复杂性。软件定义的方法论又可具象为平台思维和编程思维，即通过平台凝练应用共性，通过语言和API提供应用开发支撑。当前，智能网联汽车的整体架构演进及基础软件的发展充分体现了泛在操作系统的特征，其中包括面向单车的节点操作系统和面向车路云一体化大系统的网络操作系统两部分。汽车产业正在从以硬件为主的产品供应体系向以软件为主的产品供应体系转变，软件供应体系的可信保障以及供应链风险管理都面临一系列挑战，亟须建立基于软件制品、研发过程数据及相关自动化分析技术的质量保障体系。

中国工程院院士、清华大学教授李克强强调，智能网联汽车产业尚无成功经验和既定道路可以借鉴，必须立足高新技术与产业发展要求，结合国情，打造智能网联汽车创新发展的中国方案，其采用车路云一体化的系统架构，具有分层解耦、跨域共用两大技术特征，同时符合中国基础设施标准、联网运营标准和新体系架构汽车产品标准。智能汽车产业发展急需能支撑自动驾驶应用快速高效开发的新一代操作系统（包含内核与虚拟化模块、中间件以及功能软件），其架构符合分层解耦、跨域共用两大技术特征。为此，中国智能汽车产业需要围绕支持“车路云一体化，分层解耦、跨域共用”的计算基础平台建立战略共识。针对这一问题，李克强院士提出四条具体建议：成立部际协调机制，加强组

织领导和统筹协调；统一行业参考架构，开展核心技术攻关，加强技术应用与产业落地；推进技术标准体系；促进产业生态建设，加强跨域协同与产业共生。

同济大学汽车学院教授朱西产指出，规则可以处理的情况非常有限，随着智能驾驶的可用范围扩大，规则模式的限制也会越来越多，而端到端的AI自动驾驶很好地解决了这个问题。当前自动驾驶系统中的环境感知和规划控制算法都高度依赖标签，这类预测性人工智能模型无法解决边缘场景的长尾难题，目前工程上采用的解决方案是通过影子驾驶模式构建用户数据闭环。但这种数据闭环只形成了仿真数据和道路数据两个支柱，而道路数据采集无法实现危险程度、遮挡程度、目标物种类和恶劣天气等多个方面的全覆盖。为此，朱西产提出用场景库打通仿真数据、试验场数据、道路数据这三个支柱，解决试验场测试保真度和AI渲染仿真测试置信度问题。针对智能汽车的安全问题，他强调必须重视安全，安全从来不会阻挡技术的发展，不能因为安全方面的顾虑而否认软件定义汽车的发展趋势。

国家智能网联汽车创新中心副主任张文杰指出，我国智能网联汽车行业发展仍处于从高级别自动驾驶向商业化目标迈进、技术路线形成共识的过程中，部分关键技术亟待突破。向中央集中式演进的汽车电子电气新架构对高算力芯片、高带宽实时通信、软件开发及软件供应链质量管理能力提出了更高要求。为此，智能网联汽车研发体系需要全生命周期覆盖的工具链及软件供应链可靠性验证技术。针对车用操作系统面临的架构不统一、集成难度大等问题，张文杰提出要聚集行业力量，统一技术架构，推进车用操作系统开源、开放、共研、共用，以“联合体+实验室”的形式推动车用操作系统核心技术攻关及产品产业化落地。

## 基础软硬件架构

包括芯片、操作系统和中间件等在内的基础软硬件是智能网联汽车的核心组成部分。随着汽车

电子电气架构以及芯片与操作系统等相关技术的发展，智能网联汽车的基础软硬件架构不断演进。未来，依托自主可控底层芯片、安全高效车用操作系统等技术的先进汽车软硬件架构将持续推动智能网联汽车产业的创新引领与生态构建。

## 实践分享

在智能网联汽车时代，一辆汽车所需的芯片数量从600~700颗发展到现在的3000颗，同时普遍安装150个发动机控制器（ECU）并运行1亿行软件代码。为支持自动驾驶，汽车对人工智能算力的需求也大幅增加，传统同构计算芯片已经无法满足要求，基于异构芯片实现智能汽车算力保障已成为行业趋势。目前智能汽车渗透率最高的车载芯片是英伟达的Orin，单颗算力达254 TOPS，英伟达的Thor则整合了高性能CPU（Arm V3 Poseidon AE汽车增强版）和大算力GPU（H100），算力达2000 TOPS。当前汽车底层软硬件系统普遍被国外技术垄断，仅开放有限的接口，应用出现故障时无法及时得到深入有效的分析及测试，汽车软件的安全得不到保障。

基础软件是汽车变革的新引擎，是构建汽车产业生态体系的关键。当前，在全球范围内车用智能控制基础软件（尤其是智驾基础软件）还处于起步阶段，技术路线并不统一，市场格局未定。总体上看，车用基础软件包含操作系统内核、虚拟化、中间件、功能软件等层次。操作系统内核存在宏内核、微内核、多核等不同架构。智能座舱域通常使用Linux或者Android作为操作系统，车身控制域一般使用AutoSAR Classical Platform（CP），自动驾驶领域通常使用Linux或者QNX。虚拟化层一般是基于Type1类型的技术直接运行在物理服务器硬件上，提供虚拟平台支持多操作系统。中间件处于应用和操作系统之间，解决分布式异构网络环境下软件互联和互操作等共性问题，提供标准接口、协议。目前较为知名的中间件包括ROS2、CyberRT、AutoSAR等，其中AutoSAR Adaptive Platform（AP）采用面向服务的架构（SOA），旨在为上层应用提

供灵活的软件开发平台。功能软件包含自动驾驶的核心共性功能，包括感知、决策、控制等，一般由厂商自行开发，但在未来也可沉淀其共性，构成车用操作系统中高价值的可复用组件。

## 观点争鸣

中国科学院深圳先进技术研究院研究员李慧云强调，RISC-V 具有开源、免费、不受地缘政治影响等优势，有利于我国突破西方限制，实现自主可控的底层芯片。为此，需要建立统一的检测及验证体系，满足软硬件高度耦合和快速迭代的验证需求，验证其国产替代一致性，通过软硬件协同验证并改进芯片，提升国产芯片的竞争力，逐步替代国外产品。

重庆长安汽车股份有限公司芯片开发总工程师李长青从整车厂的角度分析了汽车芯片需求。他强调要定义舱驾一体融合芯片，包括应用层面融合，即通过舱驾控制器信号服务共享，在功能层面实现更多的创新；多芯片物理形式融合，即通过舱驾统一集中设计，降低部分冗余成本，实现更高效的通信，节省布置空间；单芯片融合，即芯片进一步融合，系统架构更精简、成本更低、算力共享、通信时延更短、远程升级（OTA）管理更便捷。

清华大学计算机科学与技术系副教授陈渝指出，Rust 语言在产业界的操作系统内核开发中受到越来越多的关注。操作系统架构设计需要细化内核模块属性，形成单向依赖、独立存在的内核模块，包括与操作系统无关的语言级核心库、独立于操作系统的组件库、耦合操作系统的组件库、挂接组件的内核主干等。安全操作系统内核应该一端连接智能网联汽车整车企业，确保整车应用层面自动驾驶、智能网联、信息娱乐等功能的实现；一端连接芯片企业，确保不同功能的硬件资源可以充分适配调用。

广东省工业软件联盟 MBSE 顾问专家张玉宏认为，汽车软件面临着统一概念定义以及引入新思想、新架构、新人才等方面的挑战。尤其是对于汽车软件需求完备性以及操作系统分层设计等问题，须从系统之系统（system of systems）的角度进行理解和定义。他认为，要对汽车软件及其架构进行升维思考，

采用基于模型的系统工程思维，探索研发新范式。

此外，与会专家还对面向舱驾一体芯片的软硬件解决方案进行了集中研讨。舱驾一体是一个发展趋势，能够实现更好的交互与性能，且对于不同车型可以支持算力等资源的灵活调度。但也需要注意，不同域的安全（功能安全、信息安全）等级不同，需要谨慎对待舱驾一体方案。另一方面，芯片上不同的域软件存在多种部署方式，例如硬隔离、虚拟机等，需要找到一个折中方案应对不同方式在灵活性和可管理性上存在的差异。舱驾一体芯片的软件方案最终是由消费者检视其是否降低了成本、提高了效率。

## 自动驾驶与智能座舱

自动驾驶与智能座舱是实现汽车智能化的两大关键组成部分，二者共同推动了汽车行业从传统汽车向全功能移动智能平台的转变，为用户提供了更安全、更舒适、更智能的驾乘体验。

## 实践分享

在对自动驾驶领域最新技术与产业实践的探讨中，端到端自动驾驶技术的发展路线成为焦点。当前自动驾驶技术面临的问题，如数据集上的闭环检测难题及模型性能的限制，虽然对发展构成了挑战，但也显示出端到端技术进一步的发展潜力。在自动驾驶大模型构建方面，通用基础模型的建立被认为具有重要意义，同时，语言模型在视觉识别和环境理解应用中的潜力，为技术的未来发展开辟了新的思路。精确的真值标注，尤其是鸟瞰视图（Birds Eye View，BEV）和4D标注，对于提升自动驾驶的准确性和可靠性至关重要。自动驾驶开源数据集的现状和趋势表明，其推广和应用对技术发展起到了关键作用。而自动驾驶技术在配送、矿山、交通等多个领域的应用情况，展现了其在不同行业的广泛应用潜力和前景。

智能座舱的发展正迎来人工智能技术应用的新机遇与挑战。近年来，汽车行业在智能座舱领域进

行了深入的技术探索，特别是在语音交互、感知算法和大模型应用等方面的突破，推动了座舱功能从单一向泛在服务场景扩展。尽管已取得显著进展，但智能座舱的交互方式还处于初级阶段，大多局限于产品经理预设的功能，真正的人机交互体验有待开发。为实现更智能的座舱体验，车载系统与移动设备生态的整合成为关键挑战。这一挑战需要通过软硬件分离和即插即用的算法赋能提升智能化水平。随着人工智能技术的不断进步，大模型、具身智能、知识图谱等前沿技术将为智能座舱研发开辟新天地。未来智能座舱的核心竞争力在于如何利用人工智能技术为用户体验和软硬件的创新融合深度赋能。例如，系统能够通过语音交互和感知算法精准理解乘客需求，并提供相应服务。利用大模型和知识图谱技术，智能座舱将展现出更强的学习适应能力，为乘客带来更加个性化的服务体验。

## 观点争鸣

地平线副总裁、软件产品线总裁余轶南深入分析了我国自动驾驶计算领域相关技术的发展，特别是在面向自动驾驶的汽车智能芯片方面有了长足的进步和创新。中国品牌汽车在智能化市场的竞争力正逐渐提升，其中自动驾驶技术的普及对产品竞争力的影响至关重要。余轶南认为，在系统架构方面，更加智能的自动驾驶技术将对芯片和操作系统提出新的需求，构建统一平台的可行性需要进一步论证。

上海人工智能实验室青年科学家李弘扬分析了端到端自动驾驶系统的动机、优缺点，及其与非端到端系统的性能比较。他强调了端到端系统的简洁性、防止级联错误、直接优化规划/轨迹预测的能力，以及计算效率。他指出了端到端系统在闭环评估、缺乏实际数据和解释性方面的局限，从世界模型的背景探讨了自动驾驶与大模型结合的可能性，以及建设开源自动驾驶数据集的必要性。

美团自动驾驶配送部高精地图和定位负责人穆北鹏介绍了自动驾驶在即时配送中的技术挑战和落地应用，重点分析了不同自动驾驶技术的特点，如基

于机器学习的决策规划、自动标注技术，以及自动驾驶在特定场景（如城市环境、最后一公里配送）中的落地方案。她结合美团自动配送在商业化方面的进展，详细阐述了自动驾驶技术在生鲜食杂即时配送领域的落地价值，以及面临的规模化、商业化挑战。

武汉理工大学智能交通系统研究中心智能所副所长陈志军从地下矿区的特殊领域和场景层面，介绍了井下自动驾驶矿车的技术难点，如无卫星信号下高精度定位和狭束空间内可靠的决策控制。他指出自动驾驶技术在提高矿区生产安全性和效率方面具有重大潜力。

清华大学车辆与运载学院助理研究员何雷介绍了自动驾驶中数据闭环真值标注的关键技术，如静态和动态4D系统的构建，包括利用静态即时定位与地图构建（SLAM）和动态即时定位与地图构建技术融合多传感器数据、离线感知模型预标障碍物信息，以及融合高精地图和高精定位实现低成本数据标注。他强调在自动驾驶领域解决边缘场景（corner case）问题的重要性，以及面临的重大技术挑战，并重点阐述了如何基于无监督纯视觉实现4D GT自动化标注，快速提高模型训练的效率和准确性是未来数据闭环重要的研究方向。

长城汽车AI Lab负责人杨继峰强调了大模型在感知、认知、交互和数据处理方面的强大能力，这些技术已经开始逐渐推动车企创新和转型。目前在智能座舱领域应用这些先进技术面临诸多挑战，包括算法的复杂性、数据的安全性和隐私保护，以及整个行业的技术和业务模式转变。他认为AI技术在推动车企向智能化、自动化转型过程中将起到关键作用，围绕AI为核心的座舱研发转型对行业将产生深远影响。

极氪汽车SNC技术开发部负责人曹栓指出，随着汽车座舱技术的发展，AI的紧密集成在交互设计、功能覆盖、生态资源利用和场景体验中的作用不可忽视。他强调AI大模型在座舱应用中的潜力，如通过多模态、场景识别和自主决策算法增强用户体验。同时，大模型在支撑智能座舱领域工程化实

现中充满复杂性，如垂域模型的业务逻辑遵循、多轮对话能力和自动语音识别（ASR）错误下的内容稳定性。

同济大学设计创意学院副教授王萌指出，智能座舱作为“用户+汽车+环境”交互的第三生活空间，为用户提供了多样化、多维度的丰富体验。大模型和知识图谱为智能座舱应用带来了新机遇，如通过“大模型+知识图谱”结合的方式在多模态交互、智能推荐和对话技巧方面提升用户体验。同时，新技术在智能座舱领域落地过程中也面临挑战，如跨平台的数据共享、知识对齐、数据隐私等。具身智能、社会学习等前沿领域的进展对智能座舱这一交叉领域的研究具有重要指导意义。

总体来看，在自动驾驶方面，多位专家都强调了道路测试采集、试验场测试和仿真三者结合的必要性，但须进一步验证仿真数据的可靠性。在技术路线方面，学术界与产业界专家均认为 Waymo 逐步扩大地区的方法和特斯拉不断迭代优化的方法各有优势，业界期待技术能力的进一步突破。自动驾驶技术仍面临诸多挑战，如感知定位、路径规划、收集数据、解释性等方面的问题。然而，通过业界持续共同努力，我们相信这些挑战将逐渐被克服，自动驾驶技术将会取得更加显著的进展。

在智能座舱方面，企业和高校的专家均指出智能座舱应用还处在初级阶段，其商业模式需要进一步讨论和试验，同时面临如何整合手机、电脑等其他平台生态的挑战。专家们对未来智能座舱的发展持乐观态度，认为可以利用人工智能技术为智能座舱应用研发与提升用户体验提供更加多样化的服务，特别是大模型技术将发挥重要作用。进一步的软硬件创新才能真正实现智能化。随着技术的不断进步，相信未来的智能座舱将会变得更加智能化、人性化，为乘客带来更加便捷、舒适、安全的出行体验。

## 可信与安全保障

随着汽车软件的不断发展和智能化模块功能

的增强，软件架构特性和联网功能的引入对车辆的接口控制、信息安全、法规合规性等多方面提出了全新挑战。随着智驾功能的引入，预期功能安全也对智能汽车安全和质量保障提出更高要求。针对智能汽车的安全可信，行业正加紧形成统一的标准规范以及相应测试手段，共同推动智能汽车安全发展。

## 实践分享

与传统汽车中占主导地位的硬件模块不同，智能汽车的软件模块有着研发生态开放、部署运维依赖网络环境、用户非接触便捷使用三大特性，促使智能汽车产业从结构层、功能层、实现层三方面构建安全可信的体系架构，同时配以相应的工具、流程和管理体系共同保障智能汽车的稳定运行。

软件定义汽车在带来全新软件特性的同时，也不断引入各种网络安全和信息安全威胁。结合智能网联汽车核心四要素“人、车、路、云”，车联网信息安全分为数据安全、车联网服务平台安全、通信安全、智能网联汽车安全、移动智能终端安全五大类型。其中，数据安全作为重点内容贯穿各类互联场景。当前，智能汽车从安全运营中心、安全网关与安全板载通信（SecOC）机制、安全汽车电脑（ECU）刷写和硬件安全模块等方面提供了汽车网络安全保障解决方案。业界已有各类通用/专用测试工具及解决方案，可满足多项细分领域的安全测试需求，但也存在测试工具零散、测试专业技能门槛高、测试方法偏差大以及测试设备本身的安全性无法保证等问题。

预期功能安全是开放不确定场景中运行的智能汽车必须提供的可信保障，用以应对车辆智能模块运行过程中的感知层误判、决策层错误和执行层错误等风险。面对预期功能安全风险，各方须从认知、检测、强化与防护四方面开展开放不确定场景下的风险认知与评估、风险规避与防护工作，为预期功能安全提供准确认知与度量手段、测试与验证方法，指导汽车运行时智能决策安全

的学习与增强。

## 观点争鸣

西安交通大学图灵交叉信息科学研究中心主任杨子江认为，自动驾驶软件包含大量智能模块，传统软件测试的手段不再适用，对自动驾驶整体商业落地的支持有限。须通过数据闭环手段，从海量的测试、运营数据中挖掘有价值的场景，将与关键场景相关的数据标注放入模型训练集，在仿真中重建和泛化该场景。仿真平台的核心作用是作为自动驾驶评价体系引擎中的“石油”，源源不断地为自动驾驶的数据闭环测试提供动力。

联合汽车电子有限公司首席信息安全科学家訾小超指出，随着汽车软件从独立开发模式转为合作开发乃至公众开发模式，智能汽车的安全交互从传统的硬件访问接口和信息交互接口变为通用的软件调用接口和统一的软硬件资源使用池。因此，车辆的安全保障须重点关注接口调用控制、运行权限管理、第三方软件管理和安全风险隔离等方面。智能汽车的安全与可信架构须通过软件编码阶段和测试阶段的规范性要求和测试手段保障软件的实现质量，通过安全功能分析和设计，对汽车软件的威胁和风险形成通用的理论标准，配以风险控制措施，为智能汽车提供信息安全保障机制。在结构设计方面，通过形成软硬件风险隔离体系、车辆密钥 & 证书分层体系和车载环境全链条可信计算，为智能汽车提供安全保障。

新加坡管理大学计算与信息系统学院教授孙军认为，智能汽车的智能驾驶研究除了探索如何在避免车辆碰撞的前提下行车外，还须关注当地的交通法规。自动驾驶系统需要一套高效的交通法规违反情况检测手段，以及保障自动驾驶车辆能够按法规行车的控制手段。

华东师范大学软件工程学院执行院长蒲戈光指出，软件定义汽车给汽车带来了多种新特性，也带来了更多的网络安全威胁。行业须加快汽车信息安全标准建设以及针对标准的测试手段构建。基于汽车信息安全标准的测试须形成一套系统性的测试平

台，集成管理各类测试工具、测试用例和测试工程，融合行业专家知识和实践经验，从而形成一套标准规范用例，供测试参考。着眼未来，数字孪生技术将为车辆安全测试高效助力。

南京大学软件学院教授卜磊认为，在开放不确定场景下，智能汽车极易受到感知系统误判、决策系统失误、人员误操作等因素的影响，从而导致汽车在运行中遭遇预期功能安全风险。为此，他所在团队从开放不确定场景下智能汽车预期功能安全的风​​险认知与评估、风险规避与防护两大问题出发，分别在基于系统理论过程分析方法（STPA）的预期功能安全认知与度量、面向动态实时连续行为的形式化建模与验证、基于在线验证与控制生成的系统运行时安全监控与防护等方面开展研究。

## 共识与倡议

与会嘉宾围绕产学研各方如何分工合作、共同努力实现中国智能网联汽车发展目标进行了深入讨论，达成以下共识并发出相应倡议。

### 共识

1. 智能网联汽车已成为全球汽车产业发展的战略方向。分层解耦、跨域共用是车路云一体化智能网联汽车系统的关键技术特征。

2. 软件定义为应对智能网联汽车系统复杂性提供了方法学指导和平台化实现手段。高安全、强实时、智能化的新型车用操作系统是促进自动驾驶、智能座舱等智能网联汽车领域算法与应用创新、构建开放生态的重要基础设施。

3. 智能网联汽车的算力需求持续快速增长。通过软硬协同发展自主可控车用异构芯片是满足算力需求的重要方向。

4. 智驾安全与座舱体验是提高智能网联汽车产品竞争力的核心要素。数据与知识双轮驱动是实现网联汽车智能化的有效途径。

5. 智能网联汽车软件供应体系对可信保障提出

全新要求。构建涵盖软件测试、评价与标准的全生命周期保障体系是智能网联汽车持续健康发展的重要基础。

## 倡议

1. 加强跨学科交流，建立以行业为引领的统一术语体系，促进产学研多方面合作，开展跨学科人才培养。

2. 聚集行业力量，统一技术架构，推进车用操作系统内核与虚拟化层开源、硬件驱动共研及计算芯片适配，形成可信保障标准与技术体系，促进中间件、功能软件、应用软件等各层次形成差异化竞争发展模式。

3. 推动产业界与学术界协作共建面向智能网联汽车的大规模多样性场景库，支撑数据、模型与工具的开放共享。

致谢：感谢参加本次秀湖会议的全体代表。感谢 CCF 业务总部工作团队为本次会议提供的优质服务。感谢美团、极氪汽车及秀湖会议年度合作单位腾讯、华为对本次会议的大力支持。

整理：彭 鑫 王昊奋 马晓星 张文杰 王 萌  
徐经纬 陈碧欢 沈立炜

附：与会专家名单

特邀代表：梅 宏 李克强

正式代表：朱西产 杨子江 张文杰 李慧云  
孙 军 蒲戈光 石 琴 陈 渝  
卜 磊 李弘扬 陈志军 王 萌  
何 雷 张玉宏 余轶南 訾小超  
穆北鹏 杨继峰 李长青 曹 桢

论坛组织：彭 鑫 马晓星 王昊奋

会议秘书：陈碧欢 沈立炜 徐经纬 孙 鹏

（本文责任编辑：郭得科）

# CCCF 征稿启事

《中国计算机学会通讯》(CCCF) 是中国计算机学会的旗舰刊物，是真正面向广大读者的刊物，目的是让计算领域科技工作者更全面、深刻地了解相关技术的发展趋势，也为读者提供学术交流、思想碰撞的平台。

如果你认为自己具有世界级水平的科研成果，如果你对计算领域学术和技术、相关产业发展、人才培养和教育、计算思维、科研素养与道德等方面有独到的观点和思想，无论你是计算领域的“大牛”，还是进入该领域不久的青年工作者，都可以将你的成果或想法发表在 CCCF 上，你的名字将被 11 万名 CCF 会员看到。

**专题** 一组文章，介绍计算机科学与技术某一热点研究方向的研究现状、关键技术、应用前景和发展趋势。崇尚大同行看得懂，小同行有收获，不包含数学公式。

**专栏** 关注 IT 及相关领域的产学研融合、人才培养、学术争鸣、历史与人文等方面的观点性文章。

**动态** 介绍国内外最新研究热点、技术发展趋势，专访计算机行业优秀人才等。

**译文** 翻译国际上具有前瞻性、新颖性、有思想深度的计算机科学与技术领域的理论和技术文章。

**术语** 介绍计算领域的新术语，包括新技术、术语辨析、术语翻译等。

**学会论坛** 就学会定位、组织建设、学术评价、专委发展、会员服务、刊物发展、会议组织等问题展开讨论，报道国际同类组织动态。

**读编往来** 刊登读者来稿，包括对文章的疑问，与作者不同的观点，有见地、有深度的思想，对刊物发展的建议等。