



SIEMENS

Ingenuity for life

Siemens PLM Software

自动驾驶汽车电气系统的创成式设计

高层摘要

自动驾驶汽车设计固有的复杂性将继续推动汽车工程师所用工具和方法的不断发展，这一点尤其适用于电气和电子系统领域，它们已开始主导汽车安全关键系统和便利功能的运行。为了保持竞争力，自动驾驶汽车制造商需要一种新的设计方法，让经验不足的工程师也能设计出精密且优化的系统，而这又只能通过掌握资深工程师的经验和知识来实现。因此，他们需要创成式设计。

Siemens PLM Software

汽车总监

道格·布尔契奇基 (Doug Burcicki)

迈向 L5 级自动驾驶

自动驾驶汽车需要一个完整丰富的系统，其中包含先进传感器、车载计算机、高速高带宽数据网络，以及将所有这些连接起来的布线。这个由摄像头、雷达、激光雷达传感器和电子控制单元 (ECU) 组成的复杂网络将负责检测和解码动态环境条件，以便为实时驾驶决策提供信息。这意味着每秒要收集、处理、分发 Gb 级的数据，方能支持算法和 ECU 响应快速变化的驾驶环境。

自动驾驶所需的电气电子系统的复杂性和关键性会大幅提高汽车设计与工程开发的挑战难度。这是因为要确保这些系统的安全性，必须进行大量的测试和验证。根据大多数估测，自动驾驶汽车将需要数十亿英里的测试才能确保其安全性。制造商需要将通过仿真和实际测试获得的经验教训纳入其自动驾驶汽车设计中以保持竞争力。

全自动驾驶汽车所需的技术升级给负责设计的工程师带来了巨大挑战。先进传感器技术、高速高带宽数据网络以及尖端人工智能，对自动驾驶汽车的功能和商业成功至关重要。然而，真正的挑战始于将这些先进技术集成到一套负责感知、通信和决定行动方案的系统中（图 1）。

例如，L2 级自动驾驶汽车可能具有主动巡航控制、车道偏离警示系统、车道保持辅助和停车辅助等功能。这种汽车总共需要约十七个传感器，才能支持其驾驶辅助系统。这些传感器包括超声波、长距雷达、短距雷达和环绕摄像头，用以监控车辆环境。此外，这种汽车的自动化系统所执行的计算相对较为原始。例如，车道保持辅助系统的任务只是监控汽车相对于道路标线的位置。如果驾驶员开始偏离车道，系统将通知驾驶员或自动采取纠正措施，但最终还是要由驾驶员来操控汽车。

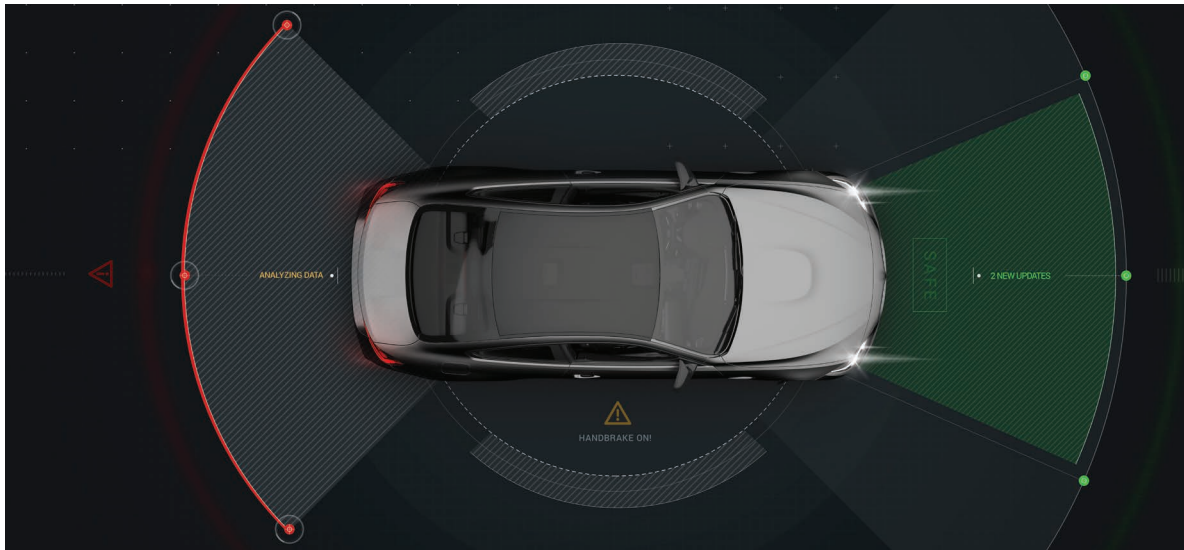


图 1：自动驾驶汽车平台必须通过高速数据网络连接一系列先进的传感器和计算机，以感知、评估环境激励并采取措。



图 2：全自动驾驶汽车将需要多种类型的传感器来精确感知动态驾驶环境。

L5 级自动驾驶汽车将完全接管驾驶控制，无需任何人工干预。因此，预计 L5 级汽车拥有的传感器会再增加到逾三十个，种类也会更多，从而支持自动驾驶汽车完成其需要执行的大量任务（图 2）。除了 L2 级汽车中的超声波、环绕摄像头、长距和短距雷达传感器外，L5 级还将需要远程和立体摄像头、激光雷达及航位推算传感器。传感器的增多会增加线束中需要的布线量，当然也会增加处理传感器产生的 Gb 级数据所需的计算资源。

在设计过程中，工程师需要执行架构和折衷分析，研究架构方案，例如是使用集中式、领域式还是分布式架构。对于自动驾驶汽车平台，这些分析将需要考虑数以百计的元器件和数以百万计的信号，同时还要优化功能位置、网络延迟、差错率等。

尽管面临这些挑战，自动驾驶仍是一个急速成长的市场。目前，至少有 144 家公司宣布了自动驾驶汽车计划，并且花在 ADAS 应用半导体器件上的年度支出预计也将逐年递增（图 3）。其中一些是主要汽车制造商，他们希望在即将到来的行业巨变中保持领先地位；不过大多数还是初创企业或来自其他行业的公司，希望能趁此时机进入这个历来难以渗入的市场。这些公司缺乏行业相关经验和工程资源，基本上无法单靠自己就通过自动驾驶汽车设计的复杂考验。即使是主要汽车 OEM 厂商也同样会出现问题，因为他们的传统设计流程并不足以应对这些挑战。

尤其是当公司的自动驾驶汽车项目从研究、开发、一次性原型设计转向全面量产时，更是如此。自动驾驶系统需要针对成本、重量和功耗进行优化，同时还要遵守汽车行业有史以来最严格的安全要求。为了保持竞争力，这些公司需要一种新的设计方法论，让经验不足的工程师也能设计出精密且优化的系统，而这又只能通过掌握资深工程师的经验和知识来实现。因此，他们需要创成式设计。

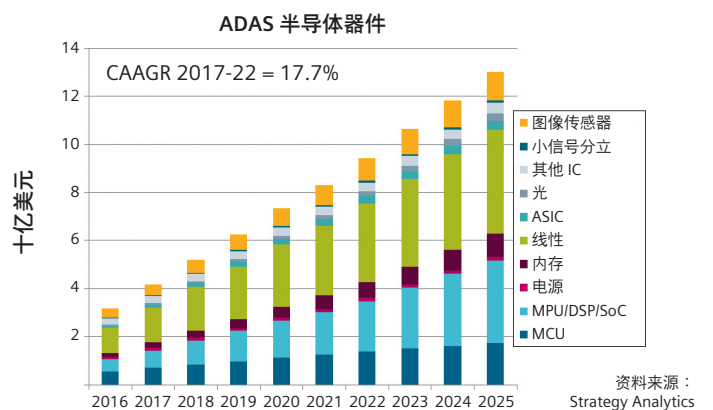


图 3：用于 ADAS 应用半导体器件的年度支出预计将逐年递增。

创成式设计 with 工程设计

创成式设计把系统定义和要求作为输入，使用基于规则的自动化为电气电子系统的逻辑、软件、硬件和网络生成架构方案（图 4）。这些规则融入了资深工程师的知识和经验，可在整个设计过程中指导经验不足的工程师。获取此 IP 有助于公司开发汽车架构和培养新一代工程师，使他们掌握并运用公司现有知识。

创成式设计流程始于功能模型。功能模型代表要实现电气系统的功能，但不会指定应如何实现该功能。它考虑了通信网络、电源和元器件等方面。这些模型可以通过多种格式来捕获，例如电子表格、SysML 文件和 MS Visio 图表。

然后，设计团队将这些不同的功能模型标准化为其电气系统设计环境（例如 Capital）中的统一格式。标准化后，工程师便可生成电气电子系统逻辑、网络、硬件和软件的潜在架构。通过支配方案生成的设计规则，有价值的公司 IP 会自动集成到这些方案中。在此阶段，电气工程师可以快速生成、评估及比较多个架构方案，然后从所提出的初始解决方案优化设计。

工程师可以从选定的架构方案中提取分立逻辑系统，以生成平台级网络设计和配电系统 (EDS)。这些就绪后，团队便可综合每个子系统的线束设计，生成制造辅助措施和工艺过程清单成本，发布电气服务数据，生成 VIN 专用服务文档。

创成式设计 - 工作流程

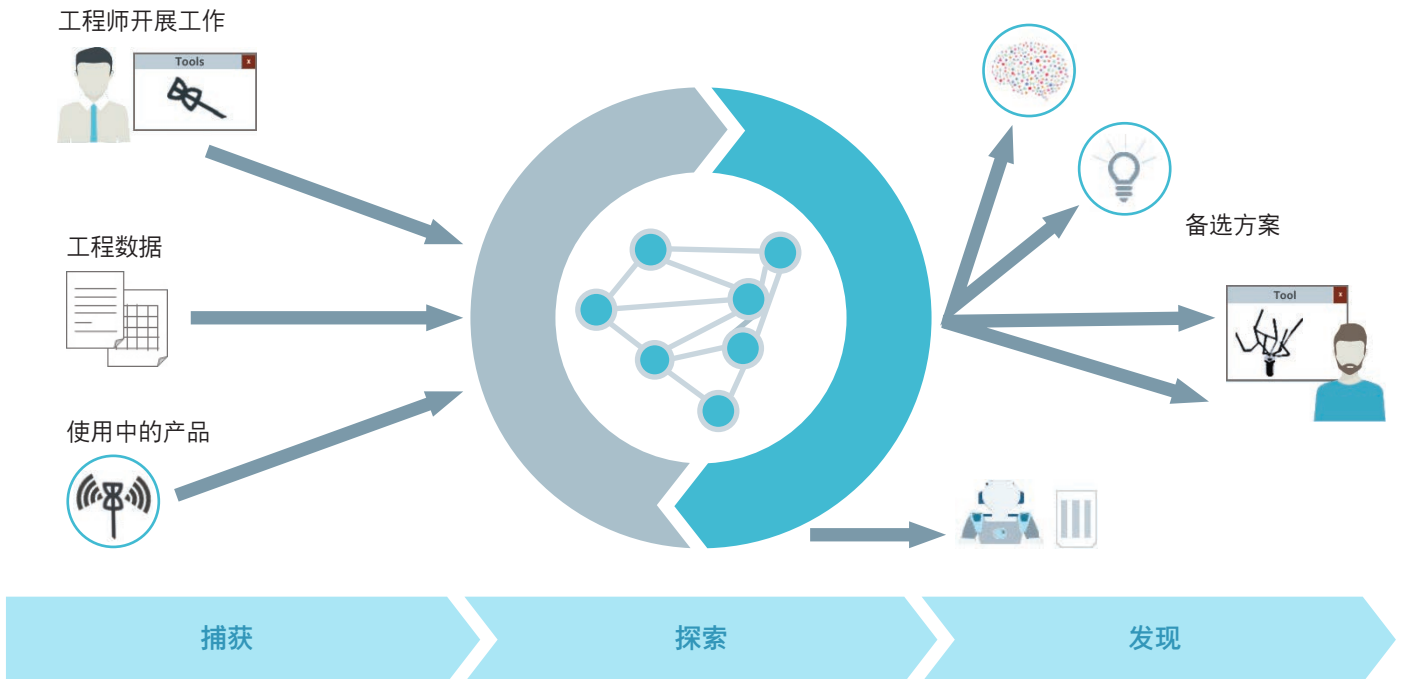


图 4：创成式设计使用基于规则的自动化来生成电气电子系统的逻辑、软件、硬件和网络的方案。

为何需要创成式设计？

随着现代汽车的电气和电子化程度越来越高，当前设计方法已达至极限，然而汽车系统在未来还会愈加复杂。自动驾驶汽车将包含汽车行业迄今为止最复杂的电气和电子系统。为了收集、传输、处理自动驾驶所需的数据，将需要逾三十个传感器、数英里长的布线和数以百计的 ECU。数据网络必须极其快速，才能支持实时感知、决策和行动，防止碰撞及伤害乘客或行人。开发这些汽车的工程师还需要在性能要求与功耗、物理空间限制、重量、散热考虑之间取得平衡。

借助创成式设计，汽车工程师能够应对自动驾驶汽车的电气和电子系统设计挑战。其采用了基于规则的自动化，可快速完成设计综合，从而使工程师能够在整车平台的环境中进行设计，并紧密集成各种设计领域以确保数据连续性。

首先，全程采用自动化将有助于设计团队管理设计复杂性，但却不会延长产品上市时间。自动化可助工程师专注于电气电子系统功能设计与验证的最关键方面，从而减少手动数据输入造成的错误。如此一来，工程师将有更多时间集中在应用其创造力和独创性来实现下一代汽车技术突破。自动化还通过设计规则将公司 IP 应用于生成的方案，从而提高设计的精度和质量。

其次，在完整平台环境中进行设计有助于工程师了解信号、导线和其他元器件在整车平台上的实施方式，从而减少接口错误或因线束复杂性引起的错误。这种设计流程还允许团队在不同汽车平台上复用经过验证的数据，从而提高质量并降低开发成本。

最后，紧密集成的环境使电气工程师能够与其他领域（例如机械或 PCB 设计）的工程师和工具共享数据。汽车的电气、机械和软件组件之间的交互越来越多，这些领域之间的数据无缝同步可以更好地将它们集成到单个系统中。

支持合规和认证的可追溯性

所有抽象和领域都在本机连接并集成到 ALM 和 PLM 中

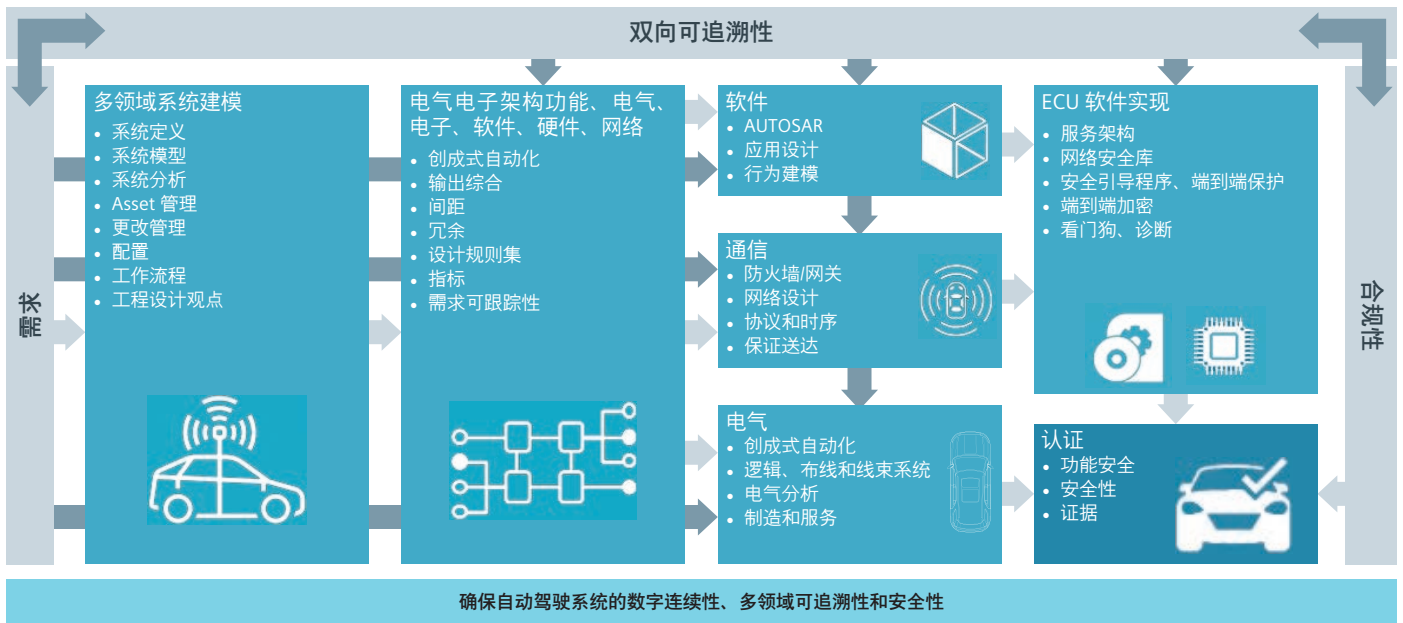


图 5：创成式设计可确保从初始系统定义到量产和售后的数据连续性，从而实现完全可追溯性并符合要求。

数据连续性

创成式设计可创建一个从初始系统定义和要求到全面量产和服务的连续数据线程。相同的数据馈送到创成式设计流程的每个阶段，这样一来，在不同设计阶段或设计领域之间便不会丢失任何内容。借助这种连续的数据线程，所有工程团队成员既能知晓最新状态并使用最新数据，同时又可确保设计满足功能、安全性、重量等各种要求（图 5）。

通过内置设计规则，工程师可以自动检查设计有无缺陷，而这些缺陷很容易被自动驾驶汽车的巨大复杂性所掩盖。设计规则检查可以发现未端接的线端、图形和物理线束长度的不一致，并检查线上的电流负载、产生的热量和其他故障。另一方面，创成式设计可通过这些设计规则检查来运用公司 IP，从而捕捉过去曾造成麻烦或者新工程师可能不会想到要去检查的设计缺陷。

此外，数据连续性可增强工程师分析设计变更影响的能力。传统设计方法很难量化设计变更的连锁效应。每次变更都会影响系统的其余部分，二级和三级影响更是难以预测。将 ECU 迁移到架构中的新位置或新网络，可能会影响系统中其他地方的性能。这种行为变更可能会产生级联效应，使数量不定的子系统无效。

数据连续性确保项目具有单一数据源，从而清晰地显示无数领域间和系统间交互。对设计进行变更时，可以检查变更，提出详细的影响分析，告知工程师变更可能是在其他领域中引起的问题。例如，可以评估移动或移除 ECU 对网络时序、信号完整性、物理间距和冲突问题的影响。如此一来，工程师便可了解变更对系统的全部影响。

成就自动驾驶赢家

创成式设计将是新老汽车公司追求开发全自动驾驶汽车的关键推动因素。它能自动生成电气系统架构，将公司 IP 则嵌入设计流程中，从而使工程师可以及早探索和优化设计。此外，单一数据源可提高不同领域之间的一致性，改善设计复用，增强对变更影响的分析。最后，不同电气领域之间以及与机械和 PLM 工具的紧密集成可简化从概念到量产的整个设计流程。

自动驾驶汽车设计固有的巨大复杂性将继续推动汽车工程师所用工具和方法的不断发展，这一点尤其适用于电气和电子系统领域，它们已开始主导汽车安全关键系统和设施的运行。这种颠覆性技术的赢家将是这样一些公司，它们能将自动驾驶所需先进技术最有效地集成到一个可靠、安全、对消费者有吸引力的系统包中，然后高质量地将这些技术快速推向市场。

参考信息

1. Strategy analytics (2018, August). ADAS semiconductor demand forecast 2016-2025. Retrieved from <https://www.strategyanalytics.com/access-services/automotive/autonomous-vehicles/market-data/report-detail/ADAS-Semi-Forecast-AVS-Aug-2018>.

Siemens PLM Software

总部

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

美洲

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

欧洲

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

亚太地区

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

关于 Siemens PLM Software

Siemens 数字化工厂事业部旗下业务部 Siemens PLM Software 是全球领先的软件解决方案提供商，致力于推动行业数字化转型，为制造商创造新的机会并实现创新。Siemens PLM Software 的总部位于美国得克萨斯州普莱诺市，在全球拥有超过 140,000 个客户，并与所有规模的企业协同工作，帮助他们转变将想法变成现实的方式、产品实现方式以及使用和了解运行中产品和资产的方式。有关 Siemens PLM Software 产品和服务的详细信息，请访问 www.siemens.com/plm。

www.siemens.com/plm

© 2019 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens、Siemens 徽标和 SIMATIC IT 是 Siemens AG 的注册商标。Camstar、D-Cubed、Femap、Fibersim、Geolus、GO PLM、I-deas、JT、NX、Parasolid、Solid Edge、Syncrofit、Teamcenter 和 Tecnomatix 是 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 或其子公司在美国和其他国家/地区的商标或注册商标。Simcenter 是 Siemens Industry Software NV 或其子公司的商标或注册商标。所有其他商标、注册商标或服务标记均属于其各自持有方。

76145-78153-C8-ZH 2/20 LOC