

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

Siemens PLM Software

# 迈向无人驾驶的未来

Siemens PLM Software 解决方案推动自动驾驶  
车辆开发

## 高层摘要

随着自动驾驶车辆的兴起，私人拥有车辆将可能一去不返，而灵活共享自动驾驶服务将最终在城市中普及。电动动力系统的转型以及信息网络的广泛覆盖，这一切极有可能使得截止 2030 年的车辆类型发生翻天覆地的变化。这也促使汽车行业锐意创新。伴随这一系列的转变，如今的产品开发流程也显得捉襟见肘。

自动驾驶项目主管  
Matthieu Worm

Simcenter Prescan 产品经理  
Robin van der Made

[www.siemens.com/simcenter](http://www.siemens.com/simcenter)

# Siemens PLM Software 解决方案推动 自动驾驶车辆开发

## 摘要

自动驾驶车辆的到来，标志着汽车行业不得不开展划时代的变革。作为技术能力的佐证，研究开发电动、无人驾驶的联网车辆，这只是其中一方面。另一方面则是要用成熟的车辆开发流程和配套工具链来转变企业，从而应对人类运输变革中的挑战。

倘若大量生产下一代车辆，则必须要有全新的产品开发流程。如果未来的设计蓝图是要让数百万的人通过车辆控制系统支配的城市交通出行，这种系统的构造方式必须稳定、可追踪，并且产品开发环境必须高度可靠。车辆工程设计的重大改变正在孕育之中。

Siemens PLM Software 公司的 Simcenter™ 产品组合解决方案和模块能够以系统、软件和整车级别为自动驾驶开发的设计探索、验证和确认提供支持，从而使得自动驾驶的产品开发流程趋向成熟。

## 开发自动驾驶车辆所面临的挑战

车辆开发流程的出发点在于乘员安全。将安全责任从驾驶员转移到预防事故发生的汽车制造商身上，这对于开发流程有着重要影响。如果由于自动驾驶车辆的错误操作导致人员伤亡，汽车制造商必须能够证明其开发流程已经面面俱到。

这就意味着，自动驾驶系统必须能以安全方式应对任何天气和路况下的交通场景。而要促成这种可能性，相关技术必然十分复杂。这需要各种系统之间的相互集成，与机械、电子和软件构件的集成。对于优化的设计而言，这些构件不能作为独立组件存在。软件和硬件必须同步开发，才能实现所需的硬件成本和系统性能。

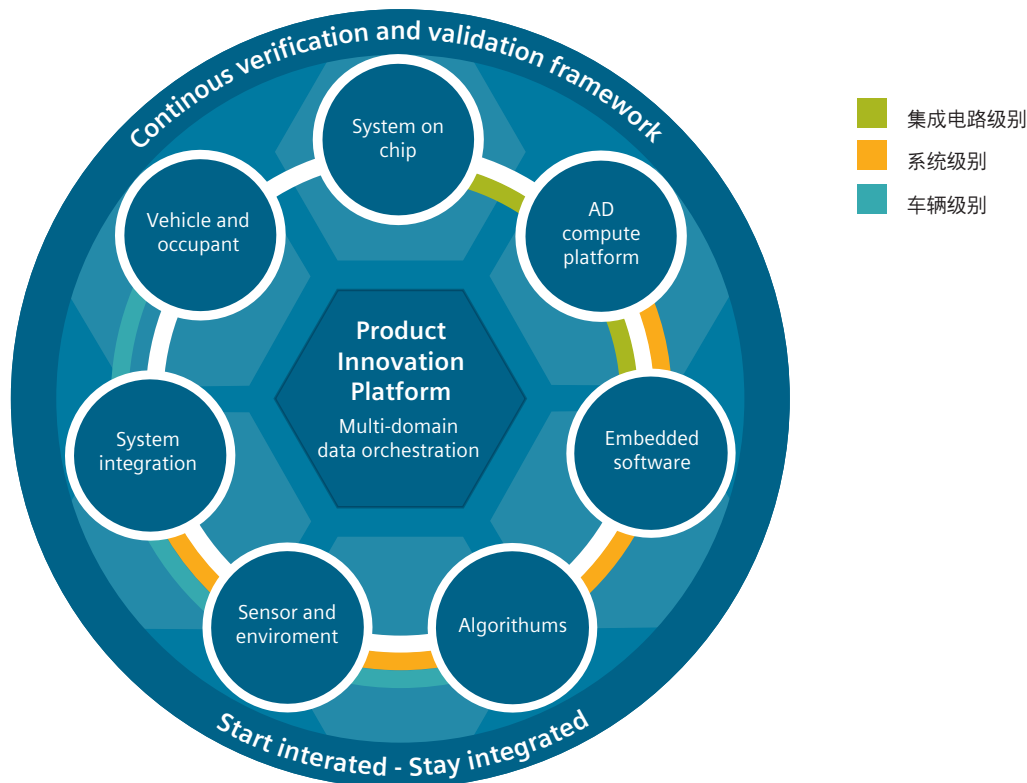
自动驾驶系统的一个重要变型在于传感器配置。新传感器的引入速度迅捷，更加先进的传感器融合算法正在研发之中。车载传感器类型、数量和位置的不同，相应形成无以计数的组合方式，从而生成车辆周围环境的 360 度全方位图像。传感器通常是车辆成本中的重要因素，不同配置选择有可能成为最终市场的分水岭。

而其中最大的挑战可能就在于是否有信心让车辆按照参数配置运转。这种信心不仅要存在于开发阶段，还要存在于车辆载有乘员时的真实交通环境中，并且这种信心要持续很多很多年。这一切就需要验证和确认流程来进行大量不同情况下的性能测试。此类流程必须能够随着不同车辆的不断演进而重复使用，从而通过性能对比来实现设计探索。

最后，车辆开发流程中的设计决策和验证结果必须可以追踪。要优化车辆开发流程，则必须支持集成式硬件和软件开发、迅速优化传感器配置并使可重复验证和确认流程高度自动化。只有需求、系统和仿真架构、模型和性能验证结果得以妥善管理，才能扩展进行大批量生产。通过最大程度地重用数字化数据，才能不断改进产品、响应责任索赔并减少冗余工作。

## 系统驱动型产品设计探索和验证

为了应对上述挑战，Siemens PLM Software 建议通过产品及其在 Simcenter™ 软件、Teamcenter® 软件和 Mentor 解决方案中对应的组件形成数字化双胞胎，实现系统驱动型



产品开发流程。具体针对自动驾驶功能而言，以下七个要素构成了数字化产品表示：

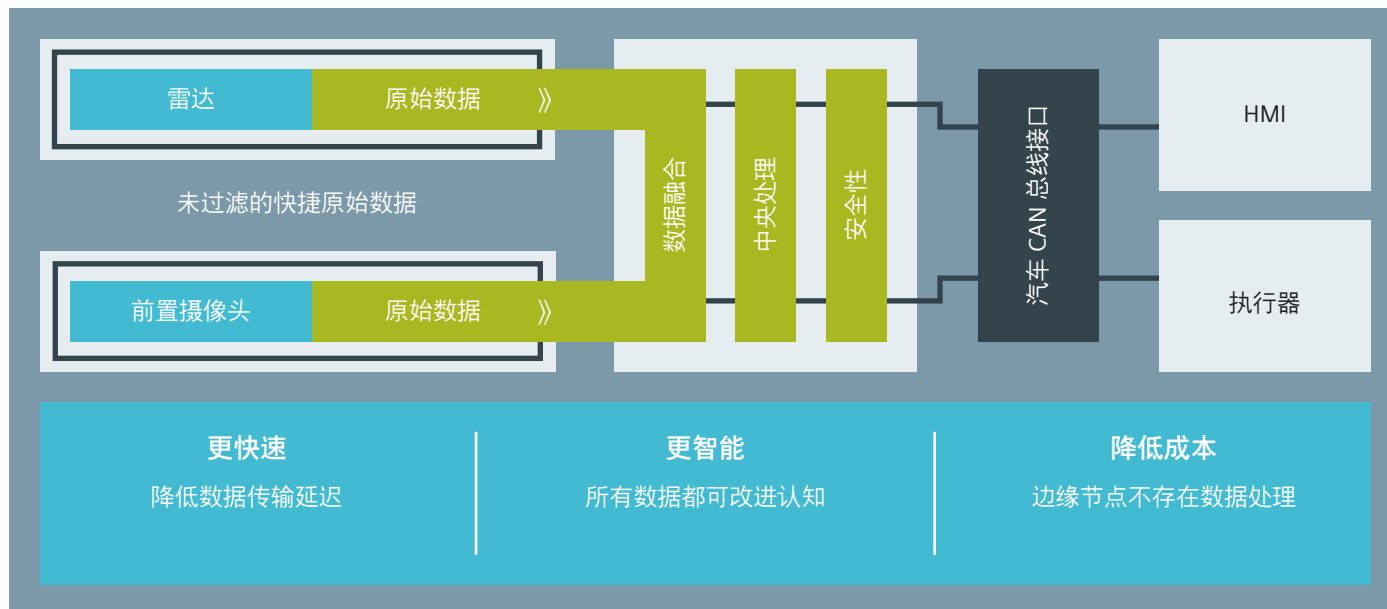
- 芯片系统
- 自动驾驶计算平台
- 嵌入式软件
- 算法
- 传感器与环境
- 车辆与乘员
- 系统集成

得益于能对所有这些要素建模的功能，大规模设计探索、验证和确认流程成为可能。此功能使得整个流程能够灵活适应车辆开发所需的新标准要求。通过将数字化工程环境嵌入到产品生命周期 (PLM) 企业架构中，汽车行业在这场重大改变中将引领其他行业，因为它可以实现设计完整性、功能安全性和安全标准性。

### 芯片系统

汽车电子控制单元 (ECU) 买来就可使用的时代即将结束。高负荷的计算和低能耗的严苛要求以及特定的环境条件，不可避免地需要为自动驾驶应用场景开发特定的芯片。这也促使汽车行业与芯片制造商之间的合作更加紧密，而且并行的产品开发流程有了多种相互依存性。

冗长的开发周期以及晶片的高昂成本却为这种关系凭添压力。但西门子解决方案 Mentor 可以在芯片设计早期阶段通过虚拟和模拟表示，支持芯片开发流程。该产品可以将设计探索、未来系统性能的早期验证和确认与现实计算性能融合起来。此外，Mentor 仿真解决方案可用于优化芯片和系统的热和耐久性能。



### 自动驾驶 (AD) 计算平台

自动驾驶平台囊括控制系统硬件配置。系统边界载有车辆传感器，执行器通过车辆通信总线进行输出。此系统是一种复杂的电子和布线总成，需要优化计算时间、能耗、热性能、电磁功能 (EMC) 和多种其他属性。从功能方面而言，自动驾驶平台将各种作用因素环境转换为系统输出的电子信号，从而使汽车遵循预期的轨迹。

尽管如今的自适应巡航控制、车道稳定系统和自动停车系统等自动驾驶解决方案往往以传感器和处理器的组合产品形式提供，但人们强烈希望，未来汽车的各种功能都组合在集中式架构中。车辆周围的一组传感器将会构建车辆环境的 360 度表示，用于各种自动驾驶功能。中央处理器单元将根据传感器原数据运行传感器融合算法并对车辆周围的物体生成一个列表。

Mentor 开发的 DRS360 仿真平台，支持系统和电气工程师设计自动驾驶平台。此平台可以实时融合原始未过滤的雷达数据、光探测和测距 (LIDAR)、视线和其他传感器数据。

此平台设计用于提供低延迟、高精度的传感功能，达到 5 级自动驾驶车辆无需驾驶员介入即可行车的要求。

DRS360 平台包括现场可编程门阵列 (FPGA)、机器学习所需的高级神经网络算法以及集成了多种使用 Mentor IP 的系统支持软件包服务的主机。电路板和配套软件使得工程师能够灵活探索传感器配置、传感器融合算法和电气布置。得益于电路板使用的技术，生产此类车辆的系统架构构建工作得到大力支持。

一旦确定最佳自动驾驶平台功能配置，就必须执行热和网络性能这样的属性性能验证，并且芯片设计也必须得到验证。借助于 Mentor 和 Simcenter 产品组合，可以使用一系列工具执行这些分析。

### 嵌入式软件

软件是所有自动驾驶系统不可或缺的一部分，它已迅速成为产品开发过程中的主导因素。人们都已清楚认识到软件开发的挑战所在：提高平台复杂度、数据同步性、需求可追踪性、变量管理和集成活动等。

工程师往往使用独立的工具，并且需要调整工程过程，才能适应可用的工具要求。工具集成是通过需求驱动型、实际和特殊现有工具组合链实现的。然而，这些工具链并非也无法无缝集成，因为能够达到的集成程度还不够深。这就阻碍了模型的重用和优化，从而导致冗余、不一致和缺乏自动化等问题。结果也造成了团队交互合作的延缓。沟通的含糊不清，导致开发和集成活动难以管理，并且也难以按时、按照预算创建复杂和定制的软件产品。这些缺点降低了建模方法所能提供的工作效率和质量。

Siemens PLM Software 开发了 Simcenter 嵌入式软件设计器，推出一种统一、集成的模型驱动型软件开发环境，能够管理所有高效建模、测试驱动型车载软件开发构件。Simcenter 嵌入式软件设计器配有集成式多变量建模、编程、测试和验证功能，能够充分利用各种各样架构模型的持久性和关联性。它是一种开放式平台而非封闭的工具，用户能够在其中自由扩展和定制工具功能和底层语言。

通过为开发流程引入更高的自动化和设计灵活性，Siemens PLM Software 展示了如何将客户产品需求转化为市场产品。Simcenter 嵌入式软件设计器的主要特色在于其集成式模型驱动软件工程 (MDE) 方法和开放式平台。MDE 提供了自动化模型转换，包括更高提取级别的代码生成和模型验证。它还提供一种基于数字化双胞胎的方法，用于处理复杂度不断提高的软件，在设计生命周期的早期阶段执行真实的软件性能预测。

Simcenter 嵌入式软件设计器与 Simcenter Amesim™ 软件相连，共同驱动工厂模型的虚拟验证并执行软件在环 (SiL) 仿真。它还与 Polarion ALM™ 软件紧密相连，帮助用户在复杂的内部和供应商生态系统之间进行协同，促进其对于国际标准化组织 (ISO) 26262、汽车软体过程改进和能力测定 (SPICE) 和能力成熟度模型集成 (CMMI)® 标准的功能安全合规性。用户可以在 Polarion ALM 中双向追踪设计和

测试需求，以达到 Simcenter 嵌入式软件设计器的模型和代码级别。用户还可以从 Simcenter 嵌入式软件设计器中的 Polarion ALM 推进测试和验证活动。

### 算法

各种控制促成了车辆的决策智能。这些控制包括多种算法，用以理解传感器融合系统生成的环境图像、结合车辆当前和预期状况来实现驾驶功能的自动化。轨迹规划是面临挑战的一个关键部分。根据控制器接收的输入数据，系统需要决定可行驶区域并选择到达终点的路线。Siemens PLM Software 工程服务团队具备模型预测控制、机器学习和深度学习相关的经验和技能，能够为控制算法开发提供支持。

### 传感器与环境

如前所述，自动驾驶功能所需的传感器与日俱增。每辆汽车的传感器数量和汽车行业可用的传感器种类都在不断增长。集中式传感器融合架构发展也推动了这一增长。一级供应商将传感器和处理器组合在一起，将其用作汽车原始设备制造商 (OEM) 系统。随着 OEM 逐步承担系统集成责任，市场门槛对于专供传感器的供应商而言显著降低，对于不同 OEM 传感器技术的接触也随之增加。

降低传感器成本是主要目标之一，因为传感器组成了自动驾驶系统硬件的主要部分。尤其是 LIDAR 技术，其成本之高使得标准和较低级别的车辆仍未引入此技术。希望未来能够大批量生产固态低成本 LIDAR 解决方案。

对于汽车行业而言，迅速响应新传感器技术势在必行。评估传感器配置并确定将如今系统中的传感器替换为未来技术传感器的价值所在，也同样至关重要。

Simcenter 解决方案让用户能够以各种真实级别对传感器进行建模，从控制算法开发的基本地面实况传感器模型支



持到高频电磁雷达模型和传感器技术开发的基于物理场的摄像头模型。热分析工具还可让工程师支持车辆传感器设计和传感器集成。

Simcenter 为各种特定传感器域提供多种建模功能。其中包括 Simcenter Prescan™ 软件中基于物理场的雷达或摄像头建模、Simcenter 3D 中的高频电磁雷达建模以及 Simcenter Flotherm™ 软件中的 LIDAR 热计算流体力学 (CFD) 建模。

虚拟传感器需要虚拟环境，即传感器识别物体所需的关联环境。Simcenter Prescan 为环境和交通建模设定标准，包括材料和天气情况的物理场以准确模拟恶劣环境下的传感器性能。其中包括下雨、大雾和日照情况下的受限摄像头性能、电波干扰和梁桥之类钢结构对于雷达性能的影响。

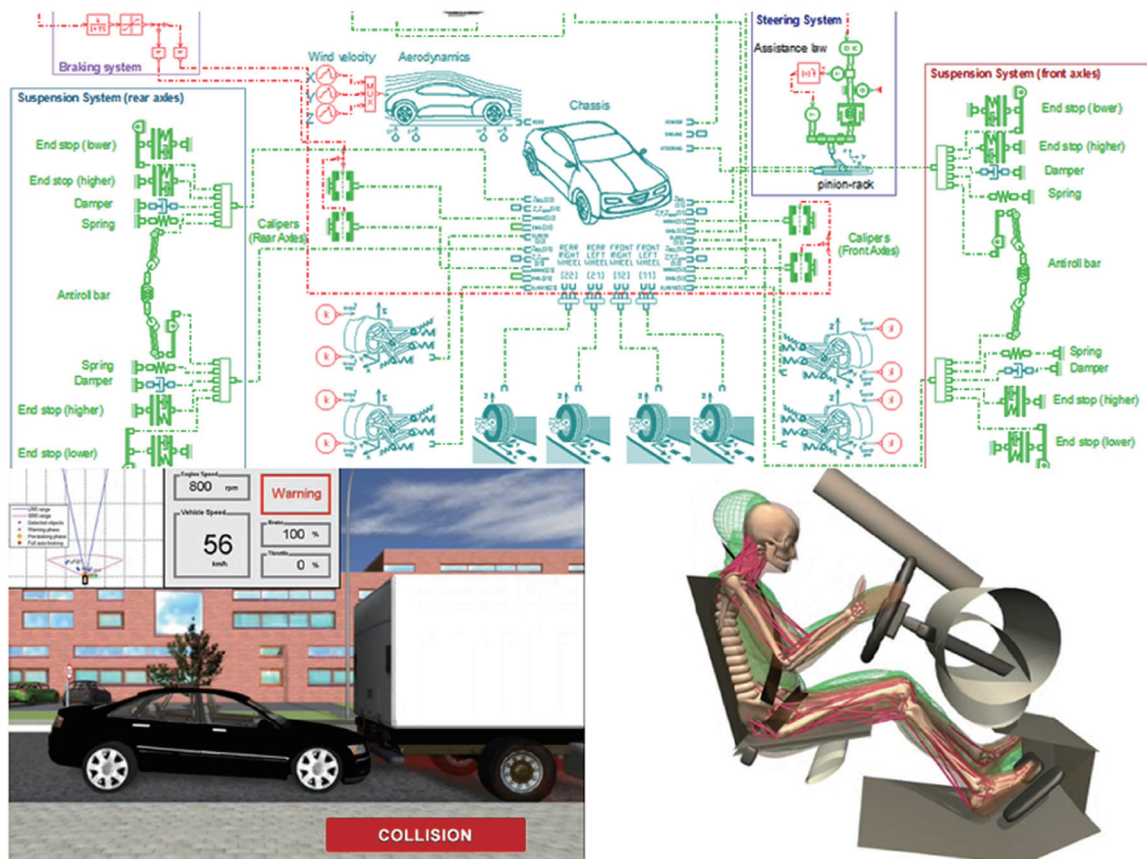
### 车辆与乘员

在对所谓的控制系统级别（从传感器输入到执行器输出）建模以后，自动驾驶车辆性能中的下一个要素就是整车性

能和乘员安全性。Simcenter 囊括最高真实级别的车辆行为仿真和乘员建模解决方案。

从车辆仿真开始，Simcenter 在 0D/1D 和 3D 仿真方面各有不同。Simcenter Amesim 是 0D/1D 功能建模的仿真环境，同时也是动力总成和底盘系统仿真的标准检查程序。所有相关车辆系统的大量标准模型库可供车辆各个区域组成具有最佳准确性的整车配置。尽管城市交通情况可能需要最精细的电动动力系统模型才能获得自动驾驶车辆能源效率的准确信息，然而在高速公路环境下这些信息却价值甚微。由于 x 和 y 轴的旋转，要验证意外情况下的刹车性能，必然需要准确的底盘模型，才能考虑不同角度传感器之类问题。

Simcenter 3D 运动为车辆行驶动力学仿真带来了多体仿真功能。Simcenter 3D 实时功能使得驾驶模拟器之类实时环境可以无需简化即可使用自由度 (DOF) 超过 150 的车辆模型。



Simcenter Amesim 有两种乘员建模级别。第一种级别有驾驶员模型，用于评估不同驾驶风格和能耗等方面的影响。由于私有汽车至少还需要十年时间才会去除方向盘，在自动驾驶系统中对驾驶员人体进行建模就显得至关重要。Simcenter 配有大型驾驶风格库，从节能、正常到甚至是攻击性驾驶。

乘员建模的另一个级别与安全性相关。Simcenter Madymo™ 软件及其活动人体模型对人体进行仿真，包括所有骨骼、肌肉、软组织，以预测自动驾驶规避机动时的行为。Simcenter Madymo 软件可用于撞击安全仿真中的人体建模；新增的人体模型为解决在评估自动驾驶控制算法方面增添了特定价值。

### 确定最终产品

将上述七种要素融合到一个大型架构中进行设计探索、验证和确认，是 Siemens PLM Software 对于汽车行业面临一系列挑战所给出的答案。

要大量生产自动驾驶汽车，增加额外资源到现有车辆开发团队并单纯通过添加软件解决方案到工具链，并不切实可行。能源效率、舒适度、操控性和耐久性要求并不会降低。实际上，如果乘员并不驾驶而是做其他事情，这样要求可能变得更高。自动驾驶和更高层次的联网也促成了这样进退两难的局面。若要平衡影响车辆性能的因素，尤其是相互冲突领域的性能，最好是在集成式流程和工具链中进行。这正是开发共享、自动驾驶移动服务的关键所在。

## 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](http://www.siemens.com/plm)。

## [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

© 2018 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens 和 Siemens 徽标是 Siemens AG 的注册商标。Femap、HEEDS、Simcenter 3D 和 Teamcenter 均为 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 或其附属公司在美国及其他国家/地区的商标或注册商标。Simcenter、Simcenter Amesim、LMS Samtech Samcef、LMS Samcef Caesam、Simcenter SCADAS、Simcenter Testxpress、Simcenter Soundbrush、Simcenter Sound Camera、Simcenter Testlab 和 LMS Virtual.Lab 是 Siemens Industry Software NV 或其任何附属公司的商标或注册商标。Simcenter STAR-CCM+ 和 STAR-CD 是 Siemens Industry Software Computational Dynamics Ltd. 的商标或注册商标。Polarion ALM 是 Polarion Software AG 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。  
72097-A5 9/18 Y