

区域控制器，通往未来科技的桥梁

当前，在几大主流趋势的合力驱动下，车辆设计与制造方式领域的变革已如箭在弦，不得不发。车辆所载的电子控制单元（ECU）数量不断增加，进而提高了电源和数据分配的布线难度。支持主动安全功能的传感器技术迅猛发展，带来了 I/O 复杂性不断提升。而人工成本的上涨则促使制造商寻找自动化程度更高的线束组装方案。电力需求也在朝着混合动力和纯电池电动汽车的方向不断发展，以期进一步实现电气化。

无论就何种车辆而言，面对这些难题时，区域控制器都是解决方案的关键所在。通过在关键位置配置区域控制器，整车制造商不仅可以降低复杂性和成本，还可以加快面向未来车辆架构的迁移进程。

汽车行业已步入了其诞生以来最令人振奋的时代，技术进步有望带来前所未有的安全性、生产率和环境效益。不过，具备自动驾驶功能的纯电动汽车不可能在一夜之间成为市场主流，对大多数人而言也不太可能在价格方面都能承担。汽车制造商意识到，他们需要着眼当下及未来，构建符合时代需求的汽车基础架构。

在这个过程中，区域控制器不可或缺。在车辆中，区域控制器作为节点，扮演着集线器的角色，可满足车辆空间内物理设备（各种传感器、外围设备和制动器）的配电和数据连接需求。区域控制器看似功能简单，但其对简化汽车架构，进一步提升汽车性能却是至关重要的一步。

智能熔断

作为配电集线器，区域控制器自然也囊括了智能熔断模块。由半导体取代了继电器中的传统熔断熔丝，以实现智能熔断。这种方案具有诸多优点。

首先，智能熔断可对整个车辆中的保险丝实现集中管理，从而实现更好的能源管理。这对于电动汽车而言尤为重要；如果电池电量不足，系统可以通过智能保险丝智能地暂时关闭某些非关键车辆功能。例如，一些功率大却不太重要的功能，如座椅加热器或车窗加热器等。系统会决定在短时间内关闭这些功能，而驾驶员并不会觉察到这种变化，这样就能在车辆处于负载峰值（如急转弯时的动力转向）时为更重要功能腾出电力。

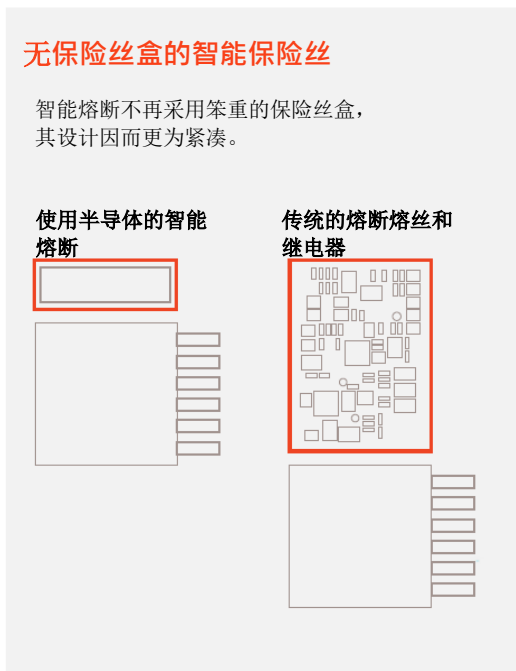
其次，智能保险丝可以检测到连接的电线何时会断电，并将该信息传递回中央系统。此种预判性维护有助于驾驶员解决潜在问题，避免影响车辆运行。对于负责维护大量车辆的车队运营商而言，这一点尤其重要。

第三，智能熔断可节约布线成本。过去，电线的直径设计必须比实际需要大 30%，提升电线在峰值负载状态下的承受力，防止保险丝熔断。与之不同的是，通过智能熔断，车辆可以设定电线在特定时间段内可负载的物理极限。这意味着，通常可以缩小线规（如，从 4mm² 降低至 2.5mm²），从而减轻重量。

进一步集成

区域控制器也是多个 ECU 合理的集流点。随着遍及车身的传感器和其它电子组件不断增多，再增加独立的 ECU 会带来额外重量。每个 ECU 都需要单独的电源和数据连接，因此布线要求非常复杂。为了节省空间、简化管理和物理架构，整车制造商正致力于用集中式的解决方案替代分布式计算模型。区域控制器在这种转变过程中发挥着举足轻重的作用，因为它作为最佳位置，可以优化汇集各种传感器、外围设备和制动器的输入/输出（I/O），以及向上集成电子控件的功能。车身和安全控制、HVAC 控制、音频管理以及与非 ADAS 相关的车辆传感器和制动器等，都是适合向上集成的 ECU。

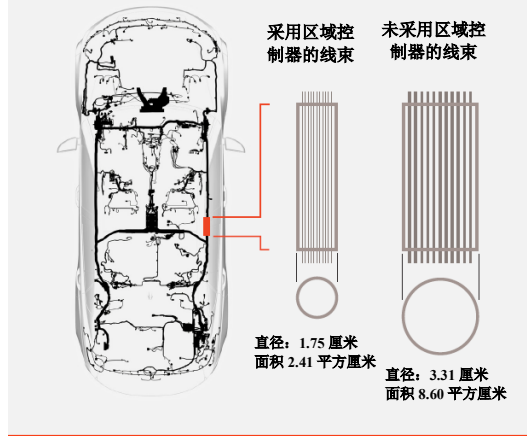
在一项针对某家整车制造商的研究中，安波福发现，使用区域控制器可以整合 9 个 ECU，并少用数百根单独电线，从而使车辆的重量减少了 8.5 千克。而每减轻一磅的重量，不但有助于减少二氧化碳的排放，还可以延长电动汽车的续驶里程。



此外，由于区域控制器将车辆的基本电气结构划分为更易于管理的组成部分，更容易实现自动化线束组装。在配线成本中，人工费约占一半。而随着劳动力成本的增加，安波福预计，在未来五年中，不同国家组装所需的劳动力成本可能会增加25%至50%不等。

门槛处的空间节约

使用区域控制器可以减少门槛关键区域的布线需求。比如，安波福能够通过缩小线束组件的直径，将所占空间减少4倍。



制造商将企图借助自动化生产，抵消不断上涨的成本，但是除非具备全新的架构，否则在传统的架构中实现自动化对于而言将是一座空中楼阁。

向上集成到区域控制器，可以降低当前状态下线束的物理复杂性，并减少ECU的数量；软件从而将成为焦点所在，因为各种功能已集成到了区域控制器和其它集中式设备当中。这成为迈向软件定义车辆的必经之路。为简化这一过程并确保整车制造商可以自由地重复使用现有软件，安波福正致力于设计可持续软件架构，令集成变得更加简单、更加高效，同时在必要时避免功能之间的相互干扰。

将 I/O 与计算设备分离开来

现在，所有传感器、外围设备和制动器都直接连接到了域控制器。位于车辆不同位置的雷达、摄像头、激光雷达和超声波传感器，都将数据线路连接至主动安全域控制器。同样，座椅位置传感器、用于调节座椅位置的电动机控制装置以及用于加热座椅的温度传感器，都被连接到座椅 ECU。而 HVAC 风扇速度控制装置和区域气温控制装置的温度传感器会连接到 HVAC ECU，等等。

然而，在应用区域控制器的架构中，每个传感器和制动器都会根据其位置连接到本区域的区域控制器。然后，区域控制器将实施本地数据转换、数据聚合，并通过单根高速电缆将其传输至计算设备。

计算设备实际上仅用于处理信息，而这样就可以将 I/O 从其中抽离出来。区域控制器会通过以下设备处理与终端设备的通信情况，如控制器区域网络 (CAN)、与 ECU 或与车身控制传感器和制动器相连的本地互连网络 (LIN) 总线、摄像头或其它高级驾驶员辅助系统 (ADAS) 传感器相连的以太网或低压差分信号 (LVDS) 接口，根据每种设备的首选格式。然后，它将这些信号汇集到用于高带宽 ADAS 传感器的以太网或 PCI Express 上，或用于低带宽车身控制功能的 CAN-FD (CAN 灵活数据速率) 上，并将数据传输到相应的域控制器。

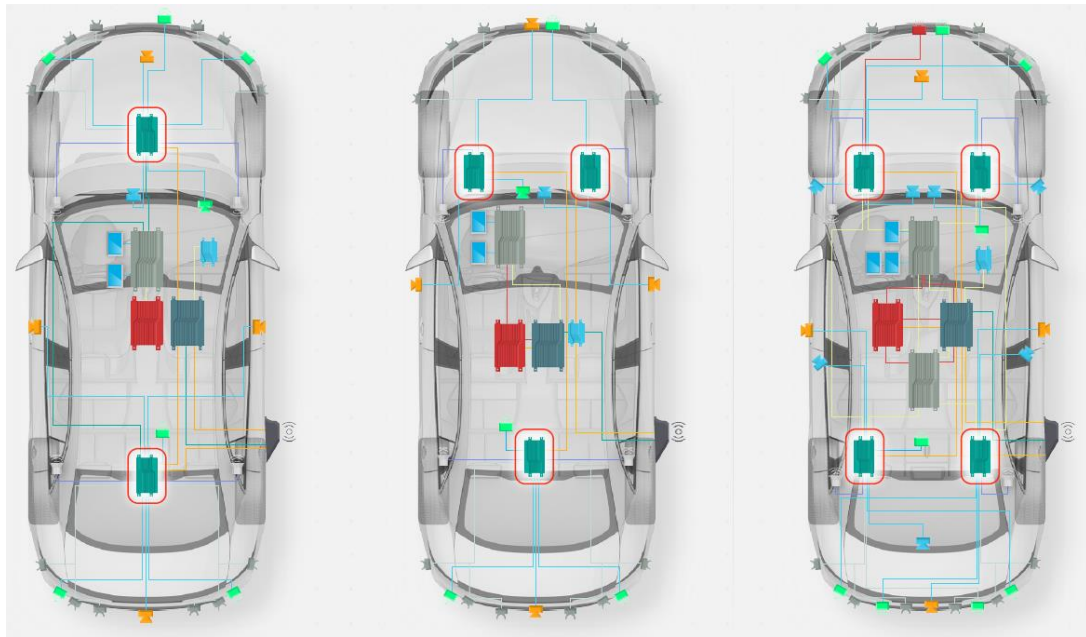
区域控制器——新一代架构的灵魂

在先进的车辆电源和数据分配架构中，区域控制器是关键所在。区域控制器的数量可以根据车辆的需求和复杂性进行调整。以下是三款配置示例。

双区域控制器

三区域控制器

四区域控制器



根据安波福的智能汽车架构 (SVA)™ 方案, 区域控制器涵盖了对应不同自动化水平的可定制车型。处理过程将由几部中央计算设备分担。开放服务器平台 (Open Server Platform) 负责为计算密集型应用服务, 如 ADAS 和用户体验应用。动力总成和底盘控制器负责车辆动力方面的应用, 包括发动机/变速器、制动、转向和悬架。车辆中央控制器 (CVC) 则负责车身控制及全车网络管理。就添加软件定义功能的位置与方式而言, 不同整车制造商的选择可能会略有不同, 不过, 实现此方案所需的基本原理和技术构建模块却是一样的。

CVC 还是所有区域控制器的车身和电源主控制器, 处理车辆与外界的通信。CVC 能够接收无线 (OTA) 更新, 并根据需要分发至各车辆系统。它与区域控制器直接相连并向其发送更新信息, 区域控制器继而可依次更新与其相连的其它单元。

最终, 通信将会不断演进。车身控制可以通过 CAN-FD 网络实现, 其星形拓扑以 CVC 为中心。当采用便于管理的区域网络时, 星形拓扑是一种行之有效的方法, 它还可以支持选择性唤醒。ADAS 传感器通信将通过基于以太网高时效网络标准或汽车串行总线 (PCI Express) 的单独网络处理, 并通过单独的星形拓扑网络连接到 CVC。当需要冗余时 (3 级自动驾驶或更高级别), ADAS 传感器网络将形成两个闭环, 环上的主要节点包括中央计算节点、CVC 和区域控制器。环形拓扑在此取代了星形拓扑; 它成本相对而言略高, 但遭遇故障时仍能可靠地运作, 且能够避免重复传输。因而, 对于 3 级自动驾驶或更高级别的自动驾驶而言, 它比其它方案更具成本效益。

转向 48V 电气系统架构

区域控制器的另一项应用体现在其简化了向 48V 电气系统架构的转变。此种系统架构支持所谓的“轻混合动力系统”车辆, 能够以 30% 的成本实现全混合动力系统 70% 的功能, 并将燃油经济性提高 15% 至 20%。同时, 它们能够在低于 60V 的电压下正常工作, 因而无需更换为更昂贵的组件, 也没有高压系统和纯电动汽车要求的布线需要。

48V 电气系统为车辆设计人员带来了诸多方便, 因而日渐受到欢迎。48V 电气系统可以提升轻混合动力车辆自动启动/停止功能的流畅性, 比如, 车辆会在停车时自动关闭发动机, 并在驾驶员将释放制动器时重新启动发动机。同样, 借助电子涡轮, 它还可帮助整车制造商实现性能提升。

与搭载内燃机相比, 搭载 48V 电气系统能更有效地为空调压缩机、发动机风扇和动力转向等主要电气部件供电。该电气系统能够以更低的电流提供同样高的功率, 因而降低能量损耗。因为电流越低, 导体固有电阻损耗的功率就越少。

48V 电气系统架构还解决了冷启动过程中电压下降的问题。如果在环境温度过低时启动车辆, 12V 电源可能会不稳定, 降低至 3V 或 4V。如果一款电子组件需要 5V 电流, 将导致组件重置。过去, 发生这种情况时, 车辆架构必须采用反向升压电源, 维持所需的高电压。相比之下, 采用 48V 电气系统架构的系统就不会出现电压波动, 不会导致组件因电压过低而重置, 这意味着它将不再需要反向升压。

稳步发展

我们面临的一大挑战是，大多数用于车辆的电气组件仍按传统的 12V 标准设计。一些车辆设计人员为车辆配置了两个独立的系统（每个配有单独的电池），一个电压为 12V，用于旧组件，另一个电压为 48V，用于更新的连接组件。

区域控制器能够简化这种架构。采用区域控制器架构后，车辆只需配备一个电池电源，它能够提供 48V 电压并将电源分配给区域控制器。根据配置，区域控制器可以向适配组件提供 48V 的电压，同时可以将电压降低至 12V，供其它不适配的组件使用。

如，想要将门控制器中的全部发动机和其它电气组件从 12V 转换为 48V，可能成本高昂。相反，整车制造商可能会选择仅将车窗升降器转换为 48V，因为它需要的功率最大，而将所有其它组件的电压保持在 12V 或更低。区域控制器可以根据需要处理此种转换过程。

区域控制器因实现未来车辆技术的阶段性方案赢得了广泛关注。整车制造商能够快速实现降低成本和减轻重量这一目标，为智能汽车架构（SVA）™奠定基础，并为功能丰富、高度自动化车辆开创美好未来。

作者简介



Martin Bornemann
安波福移动架构业务部系统总监

Martin Bornemann 是安波福首席技术官办公室中负责智能汽车架构（SVA™）硬件和系统开发的负责人。为安波福效力的 20 余年间，他曾在创新管理、项目管理和硬件开发领域担任职位。加入安波福之前，他曾在爱立信从事电信设备设计，在博世进行无线局域网领域的研究。

更多详情请访问 [APTIV.COM/SVA](https://www.aptiv.com/sva)