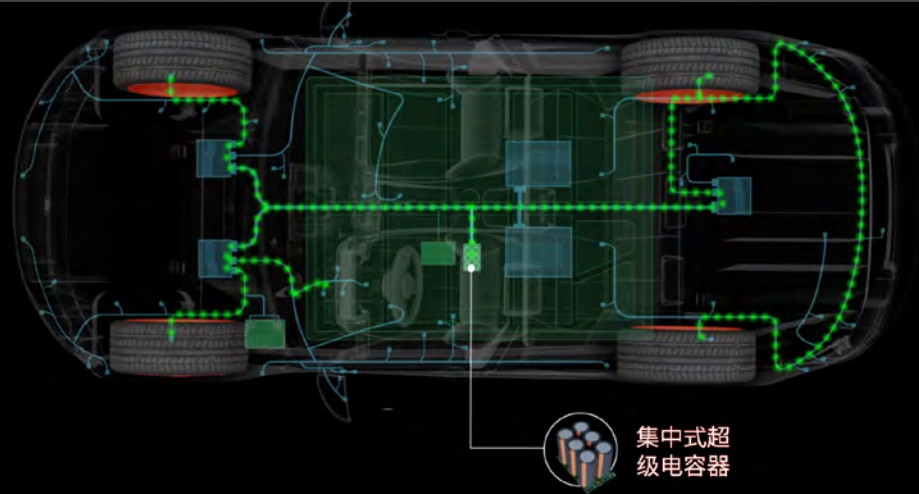




安全关键型系统需要新型电源备份方法

如今的车辆越来越多地配备自动驾驶功能，并正朝着脱手驾驶甚至完全自动驾驶的方向发展。这些技术需要高水平的功能安全，以确保在单点或多点故障情况下车辆不会成为危险源。为应对这些情况，设计会面临重大的工程挑战，包括提供确保安全关键型组件在故障后仍能运行的高度可靠的电力。

超级电容器应运而生。作为一种紧凑、轻便的储能单元，它可以在发生碰撞或电气故障时稳定车辆的 12V 或 48V 电力系统，并为安全敏感组件提供应急电力。通过多相双向直流-直流转换器将长寿命超级电容器耦合到 12V 电力系统，可以使模块既能吸收也能提供电能。

与电池技术相比，这种方法具有明显的优势。超级电容器比铅酸电池轻，比锂离子电池便宜，而使用寿命却远超这两种电池类型，非常适合快速提供大量电能。

简而言之，随着如今的车辆越来越依赖电力来执行对消费者安全至关重要的功能，这种模块能够自然地满足相应需求。

冗余 - 必不可少

OEM 越来越多地为其汽车配备主动安全装置并实现更高的电气化水平。这些功能对车辆的电气系统提出了更高的要求，并扩大了电力故障的影响。为此，行业不断制定监管标准来降低风险，例如对电气系统冗余的要求。

传统车辆通过采用两个电源来满足电源冗余的要求：一个铅酸电池（预计未来车辆中将过渡到锂离子电池）和一个连接到内燃发动机（ICE）的交流发电机。这些电源为连接整个车辆电子控制装置的 12V 电力系统提供支持。对于转向和制动的实际控制，高级驾驶辅助系统和人类驾驶员本身可以提供冗余。

然而，这种方法存在以下局限性：

- **可靠性。** 电池故障常被列为道路故障的主要原因之一。例如，据 Transparency Market Research 调查，除拖车外，搭电启动和电池援助是 2022 年提供最多的道路救援服务。事实证明，电池需要大量维护，并且在操作员维修电池之前，必须禁用汽车的所有安全关键功能。对于配备有许多电子安全装置的一些现代汽车来说，这意味着在故障电池得到维修之前，整车可能都无法安全行驶。当然了，如果电池没电，车辆也根本无法启动。
- **发动机关闭模式。** 较新的设计利用发动机关闭技术减少燃油消耗，即在发动机不运行时，无需交流发电机提供电力。发动机关闭模式还会停用助力转向泵和用于制动的真空系统，因此通常仅在车辆完全停止时使用。电池电量不足可能无法重

新启动发动机，导致车辆在道路上抛锚。

- **滑行。** 许多汽车制造商推出“滑行”功能，即发动机在零扭矩需求期间可能会关闭。零扭矩可能出现在车辆行驶过程中，例如当驾驶员松开油门踏板时。在这种情况下，发动机关闭，车辆将失去电力冗余、助力转向和制动能力。因此，一些汽车制造商在其内燃机车辆中安装两块电池来保持电气冗余。

纯电动汽车使用高压电池组系统和大型直流-直流转换器将电池的高压电转换为 12V，供车辆电力系统使用。这是主电源，而汽车制造商还必须提供单独的

**理想的解决方案应能快速提供大量电能，
具有较长的预期使用寿命，并且比同类竞争解决方案更轻、更便宜。**

12V 电池来实现冗余。替代解决方案是使用两个直流-直流转换器，但它们不能在高压电池组中有任何共同的故障点，以保持完全冗余。此外，最好采用不同的技术提供冗余，这样，两个电源不会在相同的条件下出现相同的故障。

自动驾驶进一步增加了对冗余电源的要求。脱手驾驶（即 3 级或更高级别）不仅需要冗余电源，还需要冗余电气系统。可以想象为右侧和左侧各有一个电力系统，每个电力系统都有完全冗余的电源、保险丝盒和线束。如果一个电力系统故障（例如，由于碰撞），车辆另一侧的电力系统将继续正常运行。这样，系统可以在故障情况下继续运行，并可以执行最低风险操作，使车辆停止或将控制权移交给人类驾驶员。

超级电容器 - 供您选择

鉴于车辆中的许多关键功能越来越依赖不间断的电力供应，汽车制造商需要一种即使在主电源发生故障时

仍能继续供电的解决方案。理想的解决方案应能快速提供大量电能，具有较长的预期使用寿命，并且比同类竞争解决方案更轻、更便宜。

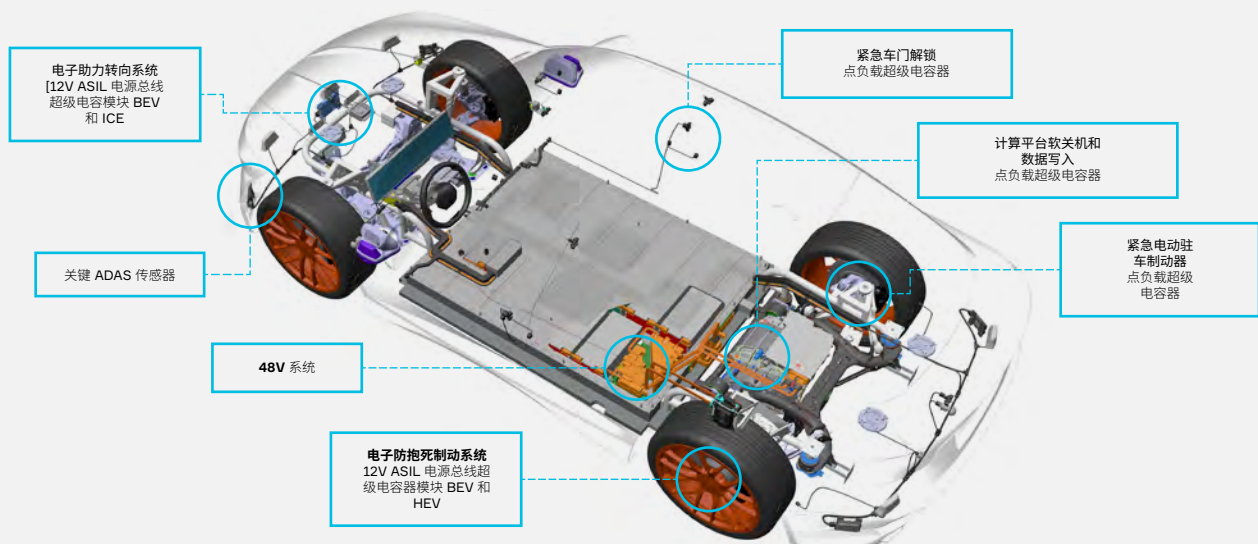
在所有这些方面，超级电容器都远优于电池。

超级电容器存储正负电荷离子并使用液态电解质来促进能量流动，不涉及电化学反应，这点不同于电池。因此，超级电容器的充电和放电速度更快，成为需要快速供电或快速储能（例如通过再生制动回收能量时）的汽车应用的自然选择。

超级电容器比铅酸电池轻约 60%。而锂离子电池价

应用广泛

超级电容器技术可以为整个车辆的特定安全关键功能提供备份。



格昂贵，并且无法提供超级电容器或铅酸电池所能提供的浪涌电流，尤其是在低温下。

超级电容器不存在加速其性能下降的物理或化学变化，因此使用寿命也远超过电池。普通电池可以承受几百到几千次充电循环，而超级电容器可以承受超过一百万次充电循环。超级电容器比电池更稳定，不含重金属，并且工作温度范围为 -40°C 至 65°C。

尽管超级电容器在汽车应用领域的使用受到限制，但在汽车中有一个众所周知的超级电容器成功应用案例，那便是气囊。气囊即便在非常严重的碰撞中也必须能够正常工作，而车辆的电力系统可能会在这种碰撞中失效。因此，气囊可以包含一个超级电容器来储存电能，从而确保在车辆电源网络失效时，始终有一个高度可靠的冗余电源可用。

超级电容器可以足够大，以便为其他特定的安全关键功能提供备用电源，例如电动驻车制动器、电子防抱

死刹车系统或电动变速器锁止装置。

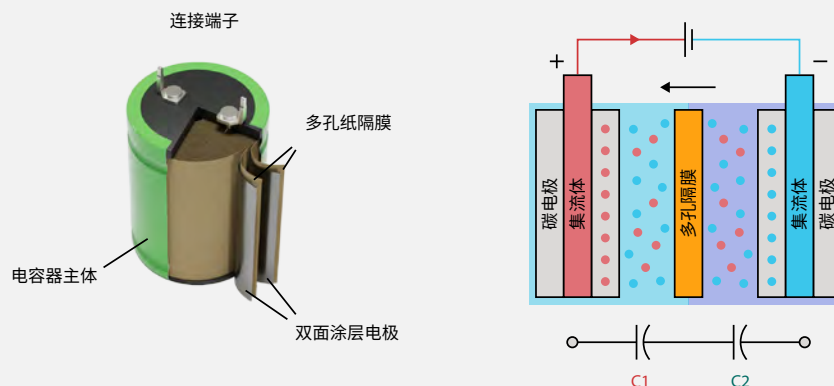
相比之下，电池在紧急情况下的表现则参差不齐。例如，在通过蜂窝网提供紧急道路救援服务中，曾采用不可充电的一次性锂二氧化锰电池。在车辆电源失效的紧急情况下，系统可以发出最后的紧急信标。遗憾的是，主要由于安装位置常暴露在阳光照射和高温环境中，锂电池的寿命会受到影响。

解锁超级电容器的潜能

根据控制方程焦耳（能量）= $0.5 CV^2$ （其中 C 是电容（以法拉为单位）， V 是电容器电压），超级电容器在较高的工作电压下能够存储更多的能量，因此提供更多的电能。为了充分利用超级电容器，安波福采用小巧紧凑的双向直流-直流转换器来控制其电压。这样可以充分利用超级电容器的整个电压范围，包括能量密集的高压区域。由于功率也是电压的函数，因

超级电容器内部结构

尽管超级电容器与电池具有许多共同特性，但不涉及电化学反应。



此超级电容器存储的电压越高，提供的功率就越大。

安波福的算法（专利申请中）控制直流-直流转换器和超级电容器的电压，将超级电容器充电至最大可能电压，同时保留一小部分裕量以应对负载瞬变。如果模块检测到电力系统电压出现尖峰，直流-直流转换器会进行响应，即吸收多余的能量并将其存储在超级电容器的备用裕量中。同样，如果模块检测到电力系统电压下降到欠压区域，直流-直流转换器会激活，以从超级电容器中泵出电荷来稳定总线电压。一旦发生严重故障，超级电容器将释放全部能量，以帮助尽

可能长时间维持电力系统电压。

例如，一种实施方案可以存储 3,500 焦耳（瓦特秒），并能够持续数秒钟输出超过 100 安培的电流来维持电力系统正常运行。这足以用于激活应急防抱死制动、解锁电子门、启动电动驻车制动器，或让中央车辆控制器将其内存库中的数据转储。这就是安波福快速电源储备 (ARPR)。设备会持续计算其能量容量和供电能力，并能够实时更新车辆控制计算机的信息。

优势亮点

安波福快速电源储备利用超级电容器和直流-直流转换器技术，通过以下方式应对现代汽车发展面临的挑战：

- 根据 ISO 26262 功能安全标准提供高度可靠的电力传输
- 在汽车生命周期内（通常为 7 至 10 年）无需维护和维修，这是电池无法比拟的性能指标
- 在宽温度范围内（通常为 -20°C 至 55°C）进行电力传输，超越了除铅酸电池外的大多数电池化学成分所支持的温度范围
- 为失效或处于多重故障模式下的车辆提供足够的电能（通常持续几毫秒或几秒）来执行最终安全关键功能
- 高功率密度，可在几毫秒至几秒的时间内放电
- 比锂离子电池类型（设计用于在数分钟至数小时范围内，而不是几毫秒至几秒范围内放电）重量更轻，体积更小
- 成本比其他冗余电源（如锂离子电池或冗余直流-直流转换器）更低

安波福可以通过改变超级电容器的大小、直流-直流转换器的相位和控制算法校准来调节 ARPR 的供电能力。ARPR 能够应对线控转向系统的电感负载突降、滤除总线电压波动、稳定总线电压并提供应急电源，同时执行自诊断并为关键车辆系统提供实时能量和功率更新。

您的不二之选

超级电容器模块兼具长使用寿命和宽工作温度范围的优势，因此成为颇具吸引力的冗余储能解决方案，用于为关键安全负载提供点源电力。

安波福快速电源储备是一种超级电容器模块，可为转向和制动等安全关键型系统提供瞬时备用电源。安波福的解决方案将电池管理控制软件和电力电子设备进行结合，以优化的成本和功率密度提供出色的性能。作为车辆“大脑”和“神经系统”的唯一供应商，安波福在提供优化整个车辆架构的解决方案方面拥有独特的优势。

作者简介



Stephen Moore
电池管理系统主管

Stephen Moore 在锂电池和先进能源领域拥有丰富的技术、制造和业务经验。他在控制算法、电池算法、混合动力汽车技术和电池技术方面获得多项专利并发表了多个相关的出版物。他曾担任国际电工委员会 (IEC) 大容量二次锂离子电芯和电池监管和标准化机构 TC21/SC21A 的创始主席以及美国电气制造商协会 (NEMA) 电网互联储能委员会的创始主席。

详情请见 [APTIV.COM/CONNECTION-SYSTEMS](https://www.aptiv.com/connection-systems) →