

Application Brief

满足汽车应用中 12V 辅助电池与超级电容器电池的电源需求



Saeed Sharifi

BMS-BMP

随着汽车电气化与系统智能化程度不断提升，传统的 12V 铅酸电池正逐步被更先进的储能解决方案取代。无论是在电动、混动还是内燃机 (ICE) 汽车中，12V 电源轨在对基本元件供电方面都发挥着至关重要的作用，包括照明系统、信息娱乐系统、门锁、车窗、转向系统及电子控制单元 (ECU)。该系统通常由 12V 辅助电池供电，近年来更采用超级电容器组实现快速响应与大功率输出。

向锂电池和超级电容器的转型源于对性能提升、能效优化和空间节省的需求。但这也带来了新挑战，需要更智能的电池监测解决方案来确保系统安全性、可靠性和运行的成本效益。

在新车中使用 12V 电池

高压电池驱动新能源汽车中的电机，但 12V 系统仍然不可或缺。它会在车辆启动时激活关键功能，在主电池断开或发生故障时维持基本电子器件运行。

以往，铅酸电池因其结构简单可靠，扮演着这一角色。但是它们体积大、重量重、寿命短的缺陷带来了挑战。如今，磷酸铁锂 (LiFePO₄) 等锂离子技术正在成为更为可行的替代方案。这些新的化学物质可提供更高的能量密度、更快的充电速度、更强的耐用性，并在极端温度下具有更高的性能。

为了支持这种过渡，欧盟《电池法规》(EU) 2023/1542 等欧洲法规在可回收性、耐用性和性能方面（这些正是锂技术的优势所在）提出了更严格的要求，以此推广锂基化学物质。

典型的 12V 锂电池根据化学体系不同，使用 4 或 6 个串联电芯。这些电池需要精确监测以维持安全电压水平，防止过压或欠压状况，并提供准确的电荷状态读数。随着更多安全关键型功能依赖 12V 电源供电，符合汽车安全完整性等级 (ASIL) 标准正变得越来越重要。

超级电容器：满足大功率、快速响应需求

锂电池非常适合长期储存能量，而超级电容器的设计目的是快速提供能量。它们越来越多地用于 12V 系统中的各种应用，比如启停技术、电力中断期间的短期备用电源，或需要即时供电的碰撞电源模块。例如，在碰撞场景中，即使主电池断开或损坏，系统也必须在足够长时间内保持通电，以使其进入安全状态。

超级电容器可以快速充放电，并可在很宽的温度范围内工作，使其成为处理短暂、大功率需求的理想选择。然而，由于每个电芯在相对较低的电压（约 2.7V）下工作，系统需要串联多个电芯来满足 12V 要求。由于超级电容器存储的总能量比电池少，其电压在负载下可能急剧下降，这使得实时监测对于维持一致的性能至关重要。

12V 锂基和超级电容器系统的监测要求

要开发采用锂离子电池或超级电容器的可靠的 12V 系统，需要考虑一系列技术因素。

- 精确的电压和电流测量

必须精确监测每个电芯，以避免过压、欠压或热问题。锂电芯的工作电压范围较为狭窄，而超级电容器如果过充会迅速劣化。此外，实时电流监测也有助于管理系统负载和效率。

- 电芯平衡与寿命

串联电池包中电芯之间的不平衡会导致过早磨损或失效。被动或主动平衡有助于解决这一问题，并可针对持续开启的系统中的低功耗应用进行优化。TI 的使用 BQ7690x 电池监测器实现电芯平衡提供了适用于工业和汽车用例的有用技术。

- 温度监测与故障检测

电池系统必须承受温度波动和来自附近元件的热量。在电芯和系统级别监测温度是避免过热的关键。针对短路、开路 and 电压异常的内置故障检测功能对于安全和符合 ASIL 标准至关重要。

- 紧凑集成与成本效益

随着 ECU 变得更加紧凑且集成度更高，市场对在小尺寸封装内提供多种功能的电池监测解决方案的需求日益增长。将监测、平衡和失效保护功能相结合的器件有助于减少布板空间和系统成本，同时不会影响可靠性。

用例：12V 锂基和超级电容器系统中的 BQ76907-Q1

在需要不间断运行的应用中，例如域控制器、碰撞电源模块或安全系统，辅助电池和超级电容器包可提供可靠的备用电源。BQ76907-Q1 能够实现精确监测、有效平衡和强大的失效保护，以保持这些系统平稳运行。

在 7 电芯配置中，无论是使用锂离子电池还是超级电容器，BQ76907-Q1 都有助于维持系统稳定性，同时帮助满足功能安全要求。

结语

随着汽车行业向更高效、更智能的系统发展，12V 辅助电源的作用也在不断演变。由于对更高效率、耐用性和安全性的需求，锂基系统和超级电容器正成为首选的技术。

BQ76907-Q1 提供了一个针对这些不断变化的需求量身定制的全面解决方案。凭借其集成的保护功能、平衡能力以及采用 QFN 封装的小尺寸 (3.5 x 3.5 mm²)，工程师能够充满信心地开发满足技术和安全要求的下一代 12V 系统。

其他资源

- 欧洲委员会，[欧洲议会和理事会 2023 年 7 月 12 日关于电池和废电池的法规 \(EU\) 2023/1542](#)。
- 阅读 [使用 BQ7690x 电池监测器实现电芯平衡](#)。
- 下载 [BQ76907-Q1 适用于锂离子、锂聚合物、磷酸铁锂 \(LFP\) 和 LTO 电池包的 2 节至 7 节串联高精度汽车电池监测器和保护器数据表](#)。

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司