

使用工业电池组 为替代交通工具提供动力 电池组



Ryan Tan
电力输送系统工程师
德州仪器 (TI)

新一代电池驱动车辆提供了一种新的人员和货物运输方式，目前正在加速发展。

与此同时，全球范围内向环保型交通运输方式发展的趋势（包括电动自行车、电动踏板车和电动摩托车）正在推动人们对使用寿命更持久的电池组（无论是运行时间还是整体使用寿命）的需求。越来越多的通勤者将汽车留在家中，转而选择电动两轮和三轮车辆。快速、高效和环保的送货服务也越来越受欢迎。对于这种应用，电动摩托车非常适合，因为这类车辆可装备的电池容量比电动自行车和电动踏板车所使用的电池容量要大。更大的电池容量可以延长行驶时间，从而有助于节省时间，并可以实现更长距离的运输和更少频繁的充电。

迎接挑战

锂离子 (Li-ion) 技术现已成为各种移动技术的首选电池化学方法。相比铅酸电池，锂离子电池重量更轻，体积更小，归功于其更高的功率密度，能够以更轻的重量和更小的体积提供相同的能量。人们面临的设计挑战是如何在不显著增加车辆总成本的情况下获得更长寿命的电池，以及如何最好地保护电池免受火灾、泄漏、破裂和其他潜在危险的影响。表 1 列出了铅酸电池和锂离子电池之间的一些差异。

有两种方法可以制造寿命更长的锂离子电池：增加电池总容量或提高能量利用效率。提高电池总容量需要增加更多或更大的电池单元，这可能会大大增加电池组的整体成本和尺寸。提高能量利用效率可在不增加容量的情况下为设计人员提供更多可用能量。

提高能量利用效率的方法也有两种：提高荷电状态的准确性或降低电池管理解决方案的电流消耗。为确保电池组的可靠使用，必须确保电池在制造商指定的电压、电流和温度范围内工作。

锂离子电池的典型估计使用寿命约为两到三年或 300 到 500 个充电周期（以先到者为准）。一个完整的充电周期包括从完全充电到完全放电再到完全充电的整个使用时间段。随着使用年限的增加，锂离子电池将逐渐失去其保持荷的能力。这种损失是不可避免和不可逆转的。

当电池失去容量时，它能够为车辆供电的时间也会减少。同样重要的是要记住，锂离子电池在闲置时会缓慢放电。在避免完全放电的同时尽量降低功耗是提高电池能量利用效率并延长运行时间的最佳方法。

锂离子电池（尤其是安装在车辆内的锂离子电池）容易受到过充、过热、穿孔、短路、内部故障和制造错误的影响。故障和过热会导致热失控，这是电池内部的一种反应，会导致内部温度和压力的上升速度快于可耗散到大气中的速度。如果温度升高到足够高，则可能会发生火灾；如果压力升高到足够大，则电池外壳会膨胀并变形，从而可能损坏车辆。幸运的是，现在的电池组在设计时便包含了可将潜在危险最小化的电路。

	铅酸电池	锂离子电池
能量密度	40Wh/kg	180Wh/kg
重量	~28kg	~7kg
体积	较大（大约是锂离子电池尺寸的 2 倍）	较小
充电时间	3 到 6 小时	2 到 4 小时
电池寿命	1 到 1.5 年	2 到 4 年
价格	600–1,000 人民币 (48v/20Ah)	1,000–1,800 人民币 (48v/20Ah)
维护成本	初始价格的 2% 至 10%	可忽略不计

表 1. 铅酸与锂离子电池比较。

寻找合适的解决方案

有几种不同类型的电池组可供电动摩托车使用。其中一个选择是 60V 型号，它需要将 16 至 18 节 (16S-18S) 锂离子电池部署在一个电池组中。电动自行车和电动踏板车通常使用一个 13 节 48V 锂离子电池组。

针对电动自行车和电动踏板车电池组，图 1 所示的“[精确计量和 50 μA 待机电流、13 节 48V 锂离子电池参考设计](#)”可提供低待机和运输模式电流功耗和高荷电状态计量精度，同时可监测每个电池的电压、电池组电流和温度。锂离子电池组还可针对过压、欠压、过热和过流状况提供保护。

该参考设计包括三个易于堆叠的 [BQ7718](#) 二级过电压保护器，这些保护器有助于通过单一故障测试，以确保任何单个器件故障不会使电池管理解决方案失去任何电压保护。[BQ34Z100-G1](#) Impedance Track™ 电量监测计通过其自适应学习技术，可以在新的电池中、在室温条件下实现精确的电池监测，误差保持在 2% 以内。即使与旧电池或在任何温度下工作的电池一起使用时，也可以确保良好的荷电状态精度。

利用精心设计的辅助电源策略（图 2）和高效的低静态电流 [LM5164](#) 直流/直流转换器，该参考设计有助于电池维持 50 μA 待机和 5 μA 运输模式功耗。

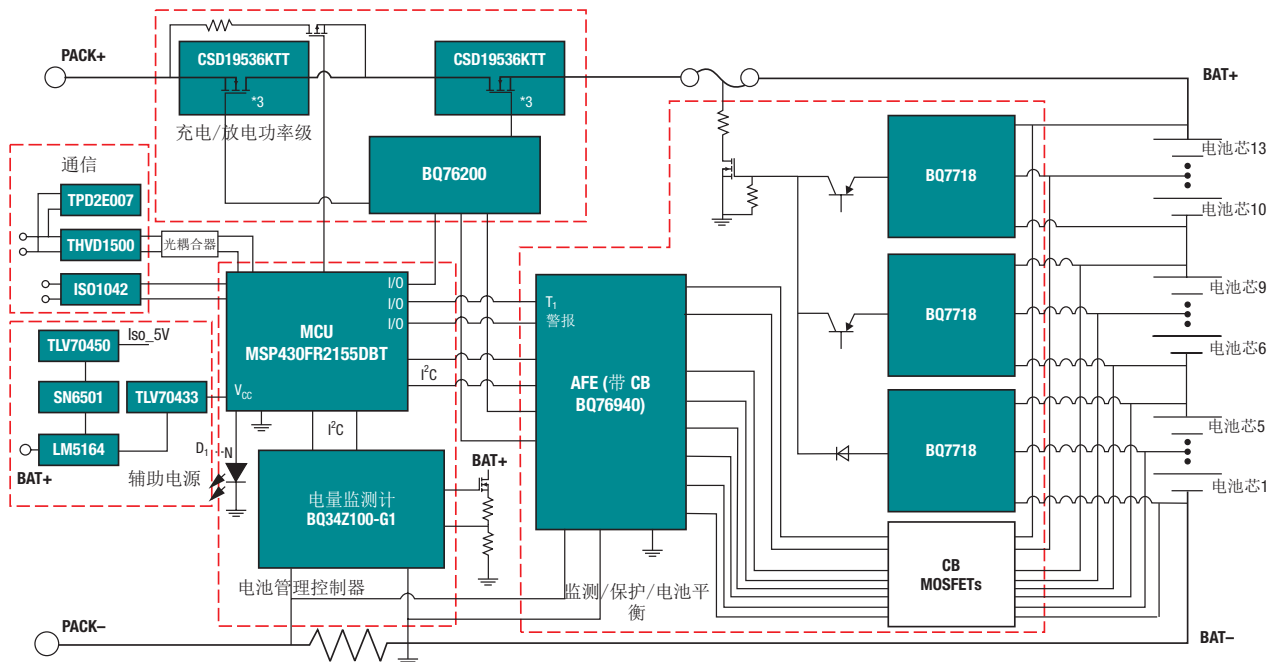


图 1. 精确的计量参考设计

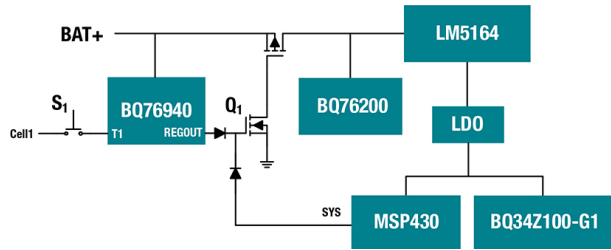


图 2. 辅助电源框图。

该设计实现为一个两层的印刷电路板，可支持固件，以减少产品研发时间。

另一参考设计，即图 3（见下页）所示的“[16S-17S 低电流消耗电池组参考设计](#)”，是一种用于电动摩托车的低待机和低运输模式电流消耗磷酸锂离子或锂离子电池组设计。该设计包括一个 9S-15S [BQ76940](#) 模拟前端，用于监测和保护 15 节以下电池单元的电压。[LM2904B](#) 双通道放大器创建了一个电压至电流电路，用于第 16 节和第 17 节电池单元的电压测量。使用正确的固件和硬件可提供针对过压、欠压、过放电电流、短路、过热和低温状况的保护。

[BQ76200](#) 高侧、N 沟道金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 驱动器可启动电池组的充电和放电，并且它还具有一个通道来驱动 P 沟道 MOSFET 进行预充电或预放电功能，从而无需配置外部电路。这种设计对电池平衡几乎没有影响，甚至在校

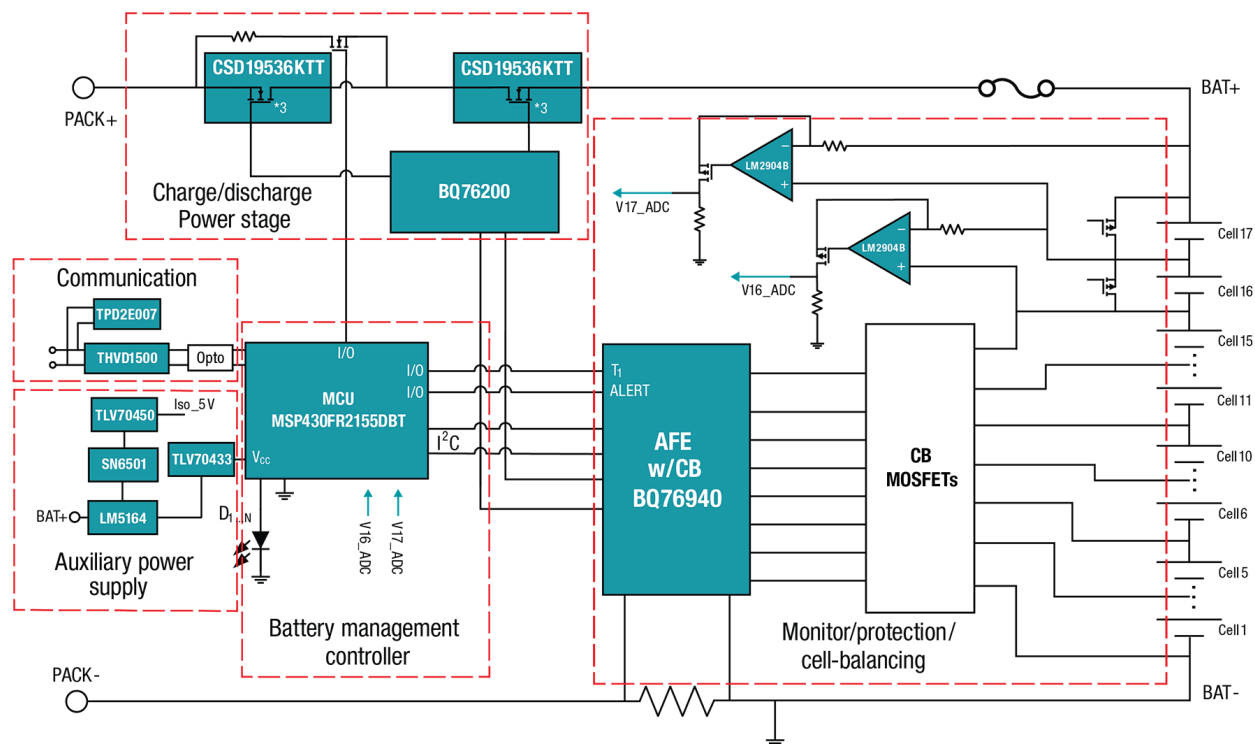


图 3. 16S-17S 电池参考设计。

准后仍能保持精确的电压感应。该设计还集成了辅助电源，以支持运输模式下的 5 μ A 功耗和待机模式下的 100 μ A 功耗。

为了在 3S 至 10S 应用和 3S 至 16S 应用中实现更高的集成度，TI 分别提供了 [BQ76942](#) 和 [BQ76952](#) 电池监测器，它们可以提供更高级别的精度和性能。

市场预测

锂离子电动自行车、电动踏板车和电动摩托车在全球范围内的市场不断增长，它们是全球减少空气污染战略的一个关键因素，特别是在交通拥堵或电动汽车成本对于大多数人甚至很多企业而言都难以企及的城市尤其如此。

[2020 年 1 月发布的一份报告预测](#)，从 2019 年到 2027 年，全球锂离子电池市场将以 9% 的复合年增长率增长，到 2027 年将达到 28.9 亿人民币。

中国目前每年大约生产 3000 万辆电动自行车，它们主要依靠低成本的铅酸电池供电。新法规将电动自行车的允许重量（包括电池重量）限制为 55kg。这一新的重量限制使超过 95% 的现有铅酸电动两轮车不符合要求。

根据 [2019 年 7 月的一项研究](#)，全球电动踏板车和电动摩托车市场预计将从 2019 年的 68.4 万辆增长至 2027 年的 790 万辆，复合年增长率为 35.8%。不过，该研究警告说，缺乏充电基础设施和性能限制会造成潜在的增长障碍。

该 2019 年的研究报告指出，电动摩托车市场是目前增长最快的市场。这主要是因为电动摩托车可用于与工作 and 休闲相关的各种不同目的。另一方面，电动踏板车和电动自行车的行驶范围和性能受到限制，人们通常将其使用范围限制为短途通勤和跑腿办事。

人们对便捷、高性能交通的需求，以及电池和电池支持技术的进步，都可能会推动预测期内电动两轮车的增长。世界各国政府提供的补贴也促进了全球市场的增长。

该研究报告称，预计在预测期内，欧洲电动踏板车/电动摩托车市场增长最快，其次是北美和亚太市场。这些地区的电动踏板车/电动摩托车行业倾向于向创新、技术和开发先进充电基础设施方向发展。预计亚太地区将是最大的电动踏板车/电动摩托车市场，其次是欧洲。该研究指出，对传统动力两

轮车碳排放的日益关注以及对节能通勤的需求不断增长，导致这些地区的政府制定了有利的举措和法规，从而推动了市场的增长。

结论

在发达国家，汽车和轻型卡车是最流行的个人交通工具。然而在发展中国家，两轮车（踏板车和摩托车）在道路上占据主导。中国和印度是传统动力两轮交通工具的两个最大市场，这些传统的交通工具是造成这些国家空气污染问题的主要原因。根据[2018年的一项研究](#)，印度约有 20% 的二氧化碳排放量和 30% 的颗粒物排放量是由传统动力的两轮车造成的。

新一代的电动自行车、电动踏板车和电动摩托车有望在不增加污染的情况下 为全球数百万人提供出行便利。所有类型的电动汽车对气候所造成的威胁均远远小于燃油车辆所带来的威胁。

通过优化电动汽车生产工艺，同时结合先进的电池监测和管理技术以及对电池的周全处置、回收或再利用，人们有望进一步提高环境效益。同时，随着更清洁的能源的出现，电动汽车的优势将更加明显，其使用和普及程度将继续增长。

重要声明：本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。TI 建议用户在下订单前查阅全面的全新产品与服务信息。TI 对应用帮助、客户应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不承担任何责任。有关任何其他公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的批准、担保或认可。

平台标识和 Impedance Track 是德州仪器 (TI) 的注册商标。所有其它商标均是各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2020 德州仪器半导体技术（上海）有限公司