

新型电池管理系统的构建及其 在各领域中的应用

The construction of a new battery management system and its application in various fields

吴康

摘要: 本文将对新型的电池管理系统基本概念、方案与各类工业系统的构建及应用作研讨, 并对新型器件的选用作说明。

关键词: 电池管理, 开关模式, 锂离子电池, 监测与保护

Abstract: in this paper, the basic idea of a new type of battery management system, with all kinds of industrial system construction and application research, and for the selection of the new device.

Keywords: battery management, Switch mode, Lithium ion batteries, Monitoring and protection

中图分类号: TN86 文献标识码: A 文章编号: 1606-7517(2016)07-6-148

无线、计算、消费、医疗、工业和汽车市场中的终端应用不断地扩展到便携式产品领域。新型的电池管理解决方案可帮助满足系统保护、高性价比线性及高效率开关模式电池充电的要求。开关模式充电技术的新发展提高了效率并降低了功率耗散, 从而以节能的方式推进绿色环境的建设。随着电池供电型系统可靠性要求的攀升, 新型的电池管理解决方案 凭借可保护电池免遭过压和过流条件损坏的充电器确保了最大的产品安全性。值此本文将对新型的电池管理系统基本概念、方案与各类工业系统的构建及应用作研讨, 并对新型器件的选用作说明。

1 新型的电池管理系统基本概念

* 电池化学组成

就可再充电电池而言, 锂离子 (Li-Ion) 电池是使用范围最广的化学电池系列。锂离子电池系列中存在着不同的电池化学组成, 其具有不同的工作特性, 例如: 放电模式和自放电速率。新型的的电池管理器件是按照电池化学组成开发的, 以补偿这些差异, 从而更有效地进行电池充电并更加准确地显示电池中的剩余电能。

* 基本架构

新型的电池管理系统相关产品可支持广泛的便携式应用, 例如: 移动电话、智能手机、平板电脑、消费设备、导航装置、笔记本电脑以及诸多的医疗、工业和汽车应用等。拥有与您的设计规范相匹配的电池管理器件。图 1 所示为新型的电池管理系统基本架构示意图。

从新型的电池管理系统基本架构示意图看出除微控制器系统为核心 (见图 1 右上灰色框图) 和外围接口 (USB、

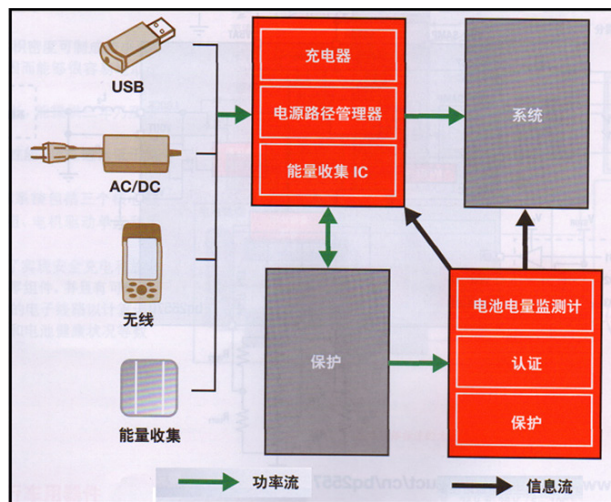


图 1 新型的电池管理系统基本架构示意图

AC/DC、无线、能量收集)外,其系统的保护(图1中灰色框图)模块与高性价比线性及高效率开关模式电池充电的模块化结构,它包括二大部分(见图1中红色框图),其一是由充电器、电源路经管理器、及能量收集IC组成;其二是由电池电量监测计、认证及保护组成。这是新型的电池管理系统的一大优势。需指出是在这新型的电池管理系统基本架构中各模块是通过功率流(图1中绿色箭头所示)与信息流(图1中黑色箭头所示)连成系统。

2 电池管理系统应用

电池管理系统可广泛应用于能量收集和毫微功率解决方案、电动自行车解决方案、便携式工业解决方案及无线电源器件与手持式消费类医疗设备等领域,对此作分别说明。

2.1 在能量收集和毫微功率设计方案中的应用

* 设计思想

能量收集器元件用于能量收集的元件类型取决于负载

的功率要求。能够收集的能量多少因所选元件的不同而改变。其能量收集解决方案可与多种收集器相对接,如太阳能(PV)电池、热电发生器(TEG)和压电器件。

* 储能元件

收集的能量通常被储存起来,以供日后在因环境能量不足而导致无法实施能量收集的“黑暗时间”(darktime)里使用。其能量收集解决方案可以把能量存储在不同类型的储能元件中,例如:可再充电锂离子电池、超级电容器、传统电容器和薄膜电池(固态电池)。

* 超低功耗转换元件

能量收集器元件所提供的低电平输入必须转换为适合下游微电子器件的可用电平,而且电源转换解决方案必须具备非常高的效率。能量收集解决方案拥有最低的工作电流要求,因而可将大多数的收集能量传输至负载。

* 系统运行

能量收集系统在大部分时间里皆处于睡眠状态;它们被定期唤醒以实施测量并报告测量结果,然后返回睡眠状

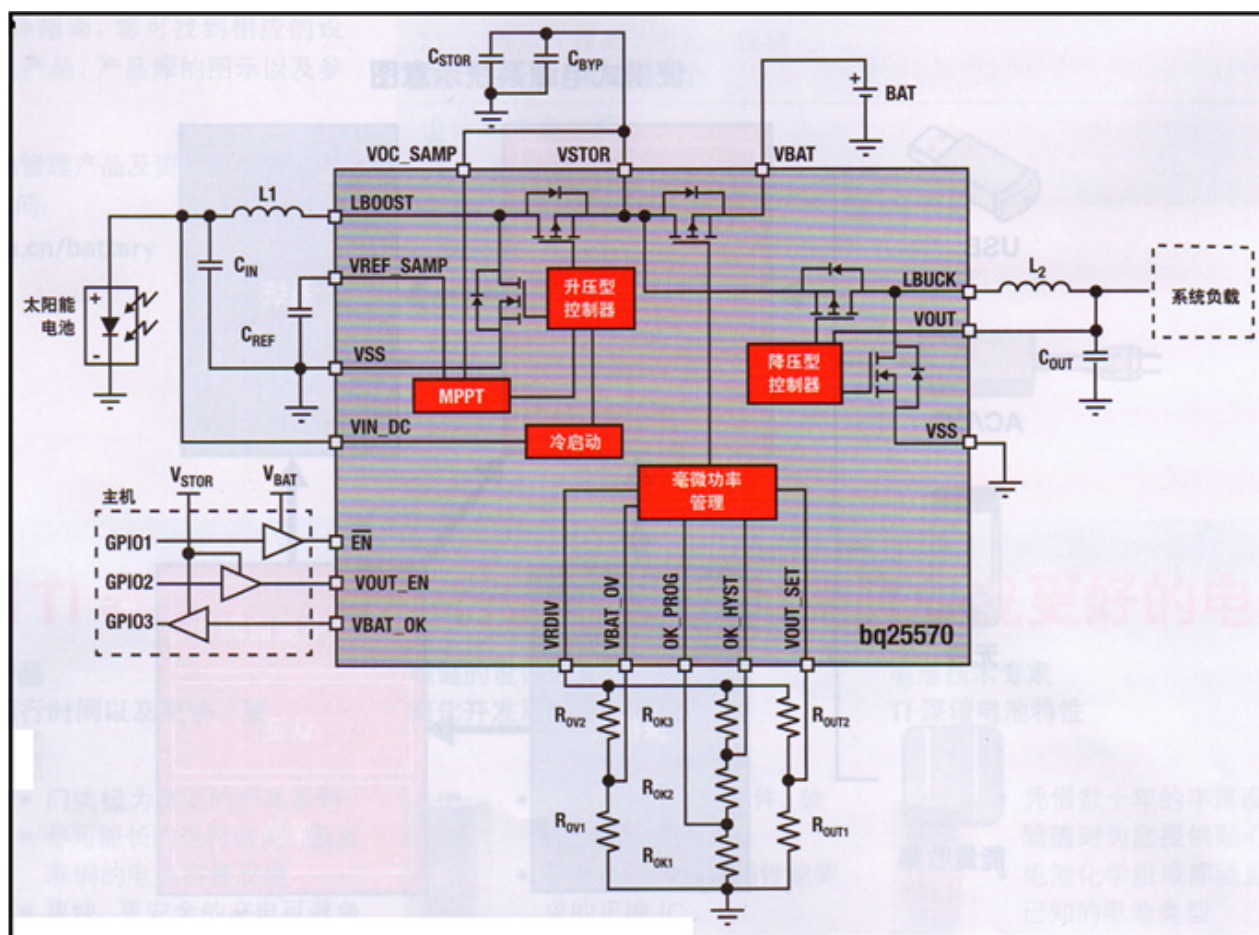


图2 电池管理系统应用于能量收集和毫微功率方案示意图

态，直到需要进行下一次测量的时候为止。睡眠状态中消耗的电能对于延长工作时间及实现可靠的运作是非常至关重要的，可避免设备因供电不足而过早地停机。

由此可构建出电池管理系统应用于能量收集和毫微功率方案（见图 2 所示）。

* 该能量收集系统由以下主要器件构成：

bq25505 为具有电池管理和自主型电源路径多路复用功能的超低功耗升压型转换器；bq25504 为具有电池管理功能的超低功耗升压型转换器；bq25507 为具有电池管理和降压输出调节功能的超低功耗升压型转换器；TPS62736/37 为超低 IQ 纳米降压稳压器；bq25504EVM-674 为用于 bq25504 超低功耗升压型转换器的评估模块；bq25504EVM-205 为用于 TPS62736 可编程输出、超低功耗降压型转换器的评估模块。

2.2 在新型电动自行车方案中的应用

当今国内外的许多地方，电动自行车为汽车或公共交通提供了一种便利且经济实惠的替代方案。与传统的纯机械式自行车相比，电动自行车可为骑行者完成陡峭的爬坡提供电机辅助，从而使得人们在每天的上下班路途上几乎不会耗费什么精力。

据不完全统计，如今上路行驶的电动自行车已达 1.5 亿辆之多，预计这一数字将在不到 5 年的时间里实现翻番。在亚洲，现用及更早一代的电动自行车大多仍然采用铅酸电池，而在欧洲与中国销售的电动自行车则已使用或逐步使用锂离子化学电池。随着这两种占统治地位的化学电池的价格日益接近，今后的电动自行车发展趋势将倾向于采用锂离子电池，对于普通的自行车车主而言，这种电池可提供几项明显的优越性。

那末新型电动自行车方案有哪些特点呢？具体如下：

* 较高的重量和体积密度可制成较小和较轻的电池组，因而能够很容易地取出进行充电；循环寿命有所延长，能提供三年乃至更长的可靠运作；具有优良的环保性能，毒性远远低于铅酸电池。典型的电动自行车系统包括三个核心组件，即：一个电池组、电机驱动单元和用户显示器。那末这三个核心组件又有什么特点呢？

* 电池组

集成了实现安全充电和放电必需的所有电子零组件，并且有可能包括更加精细复杂的电子线路以计算诸如剩余电池容量和电池健康状况等数据。

* 电机驱动单元

由电池、各种各样的传感器和一个电机控制器（其在电动自行车运行的过程中提供转矩辅助）来驱动。另外，有些高端解决方案还拥有诸如再生制动、电子换挡和最大速度限制等功能。

* 用户显示器

其充当与骑行者互动的主要界面并负责提供有关自行车的最新信息。它可显示诸如剩余行驶距离、电机功率输出和电池状况等指标。

其电池管理系统应用于新型电动自行车设计方案见图 3 所示。

该电动自行车系统设计方案突出的优势是电池管理系统应用。应该说此方案除了微控制器系统为核心（见图 3 中灰色框图）和外围部件（节流、路踏板转动、刹车、温度传感器及 LCD 显示器等）外，其系统的高效率电池充电管理的模块化结构（见图 3 左下中红色与灰色框图）是主要特征，即，它具有的 NTC 热敏电阻、场效应管 (FET) 及电量监测计保护型的新型电池管理系统，也是新型的电池管理系统基本架构典型应用与拓展。

该电动自行车系统方案由以下主要器件构成：

bq76930 具有数字 12C 接口、集成型 ADC 和硬件保护功能的 6¹0S 下一代模拟前端；bq76940 具有数字 12C 接口、集成型 ADC 和硬件保护功能的 6¹0S 下一代模拟前端；bq78350 具有可配置保护、寿命数据记录、电池平衡以及 swmbUS 接口和 LED 显示器的补偿放电终点电压 (CEDV) 电池电量监测计和电池管理器。与 bq76920/ bq76930/ bq76940 配套使用；bq34z110 针对铅酸电池并基于电池包的阻抗跟踪电量监测计；bq77PL900 18v、24v、和 36v(5¹0s) 双模式、模拟前端和独立型电压、电流和温度电池组保护器；bq771800 5S 辅助过压保护器；bq771600 4S 辅助过压保护器。

2.3 在新型无线电源系统中的应用

* 无线电源系统构建

图 4 为电池管理系统应用在无线电源系统方案中的示意图。从图 4 可知，该无线电源系统包括一个发送器（见图 4 左侧的充电座）和一个接收器（见图 4 右侧的移动设备）。两者均包含一个线圈及相关的电子电路。功率通过线圈耦合以无线的形式传输。此类系统通常用于给移动设备中的电池充电，或者为子系统供电。其发送器实际上是一个充电座，它包含：AC-DC 转换电路与驱动器，并通过

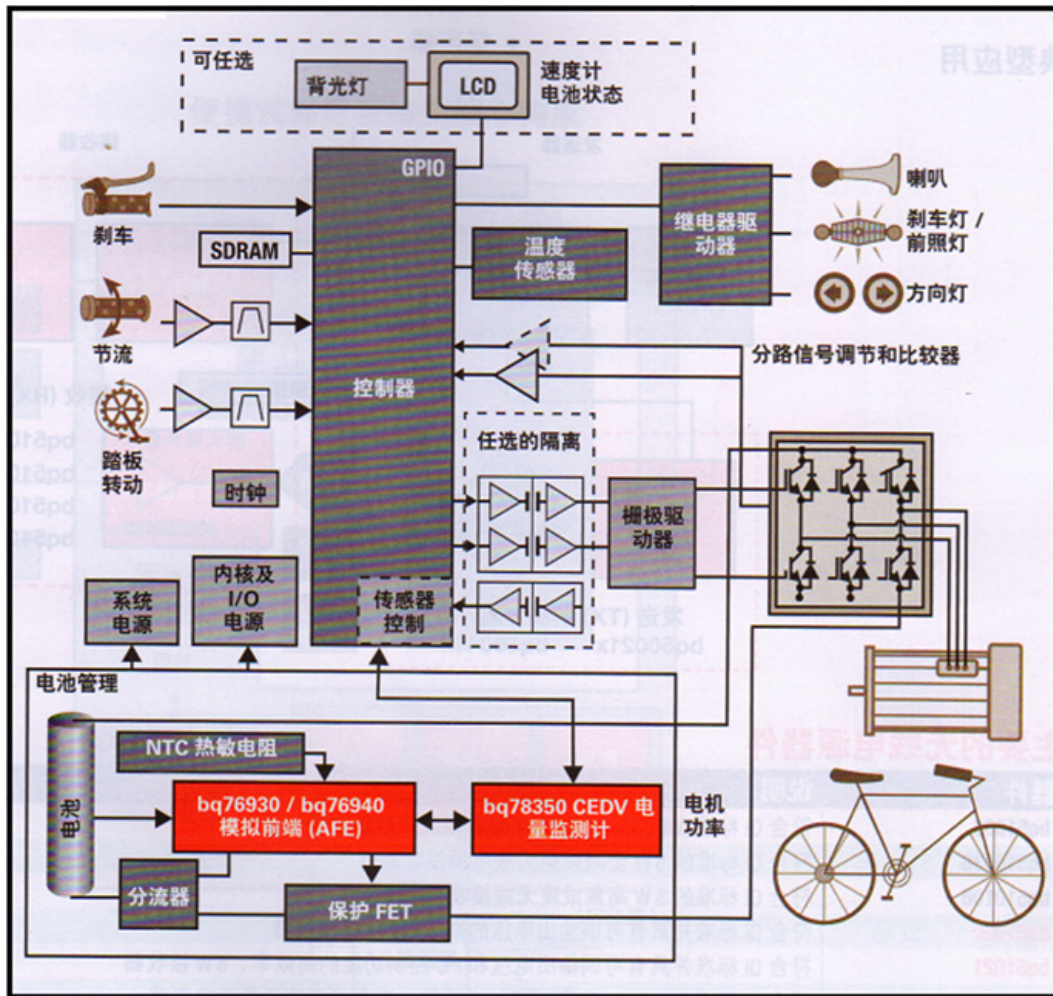


图 3 电池管理系统应用于新型电动自行车设计方案示意图

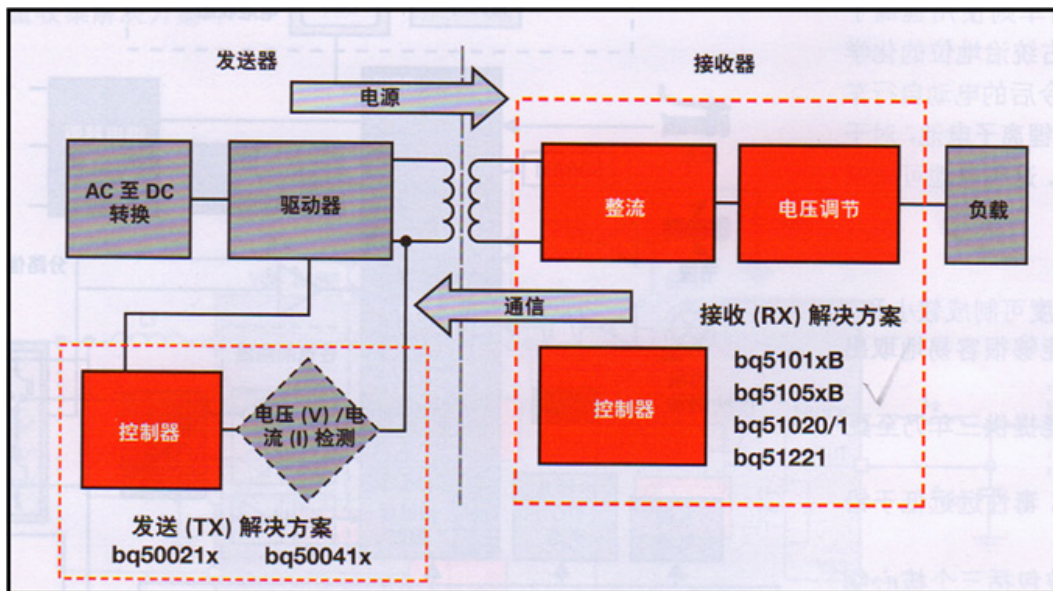


图 4 电池管理系统应用在无线电源系统方案中的示意图

功率线圈耦合至接收器，并对其线圈耦合的初级端作电压电流的检测，然后经控制器对驱动器实施控制，以调整功率的输出（见图4左下端红虚线框），起到了一个充电座的作用；图4接收器实质上是可为可控制的电池为各类移动设备供电，即为充电座的负载，它包含功率线圈耦合的次级、整流及电压调节，并由控制器为核心的控制（见图4右侧的红虚线框），以实施对移动设备中的电池充电。由此也可得出整个用于移动设备的无线电源系统。

* 关于无线电源系统应用

可在智能手机、附件充电器（accessory Charger）、数码相机、蓝牙（Bluetooth）头戴式耳机、平板电脑、便携式工业设备、面向医疗、健康和健身应用的便携式及可穿戴式设备、车载充电系统、扬声器等领域中应用。

值得注意的是，接收（RX）和发送（TX）器件所拥有的典型功能符合 WPCv1.1 规范，包括异物探测；具有针对发送器电源的 5V、12V 或 19V 支持；又具有 5V、7V 或可调接收器输出选项；以及自动适配器检测。另外，在某些接收器中还具有内置的锂离子电池充电控制器。

* 无线电源系统构建主要器件选用

bq51013B 符合 Qi 标准的 5W 全集成型无线电源接收器；bq51010B 符合 Qi 标准的 5W 高集成度无线接收器电源；bq51020 符合 Qi 标准并具有可调输出电压的高效率、5W 接收器；bq51021 符合 Qi 标准并具有可调输出电压和 I2C 控制功能的高效率、5W 接收器；bq51050B 符合 Qi 标准的 4.2V、高集成度、次级侧、直充式锂离子电池充电器；bq51051B 符合 Qi 标准的 4.35V 集成型无线电源、锂离子电池充电器接收器；bq51221 具有可调输出电压和 I2C 控制功能的双模式、WPCv1.1 / PMA 高效率接收器；bq500210 用于 19V，n 系统的 WPCv1.0 发送器解决方案；bq500212A 具有缩减的 BOM 和经过改进与简化的 FOD 的最新 WPCv1.1、5V 发送器，bq500412A 具有缩减的 BOM 和经过改进与简化的 FOD 的最新 WPCv1.1、12V 发送器；bq500215 固定频率 10W WPCv1.1 无线电源发送器。

2.4 在手持式消费类医疗设备中的应用

在消费类医疗设备中把长电池寿命作为一项技术要求提出是一大关键。当今使用可再充电锂离子电池的情况越来越普遍，诸如附加存储器、音频反馈和无线连接等新技术特性对功率要求是提高了，也就是说是需要更高的电池

容量。如今，许多应用都能以便携式设备的形式提供给消费者。图5为新型电池管理系统在便携式医疗系统核心构建中的应用示意图。

图5中下端红色方框的电池管理突显了便携式医疗设备的一大关键或核心，即应用与管理保护好可再充电锂离子电池。其锂离子电池充电控制器和电量监测计已经成为此类系统中的关键组件。这些电源管理器件所拥有的典型功能包括电源路径支持、USB 和 AC 适配器支持、宽输入电压能力、电池状态输出、电池平衡和电池容量跟踪。

该便携式医疗系统核心构建可在血糖计、数字血压计、数字式体温计、数字式脉搏/心率监测仪、血胆固醇计、针对医疗、健康和健身应用的便携式及可穿戴式设备等设备中获得应用。

手持式消费类医疗设备的主要应用器件：

bq24040 / 45 为具有自动启动功能的 1A、单输入、单节锂离子电池充电器；bq24250 为 2A、单输入、I2C / 独立型、开关模式锂离子电池充电器；bq24253 为 2A、单输入、I2C / 独立型、开关模式锂离子电池充电器；bq51050B 为符合 Qi 标准、无线电源、次级侧、直充式锂离子电池充电器；bq500212A 为符合 Qi 标准的 5V 无线电源发送器管理器；bq27541 为用于电池组集成的单节锂离子电池电量监测计；bq27742 为具有集成保护功能的单节锂离子电池电量监测计；bq24314A / C 为具有锂离子电池充电器前端保护功能的过压和过流保护 IC；bq24133 为同步开关模式锂离子和锂聚合物独立型电池充电器。bq24610 采用 5V 至 28V_{VCC} 输入的独立型同步开关模式锂离子或锂聚合物电池充电器。

2.5 在新型工业储能系统（ESS）中的应用

随着人们日益期盼利用诸如光伏和风能等可再生能源，再加上云数据业务量的激增，使得业界对于工业储能系统（ESS）的兴趣十分高涨，应该说它是便携式工业方案中的一个典例。

如今有些 ESS 专为延长运行时间而优化。例如，家用离网型“PV 至电池”系统可在日照时间里利用太阳能给电池充电，而后在夜晚的时候使用电池来供电。其他应用则在追求实现高速率的短暂放电，比如：应急系统电源丢失期间的数据中心备份。工业电池管理解决方案是一种专为所有 ESS 应用要求所实现的可扩展性和最大化的设计，

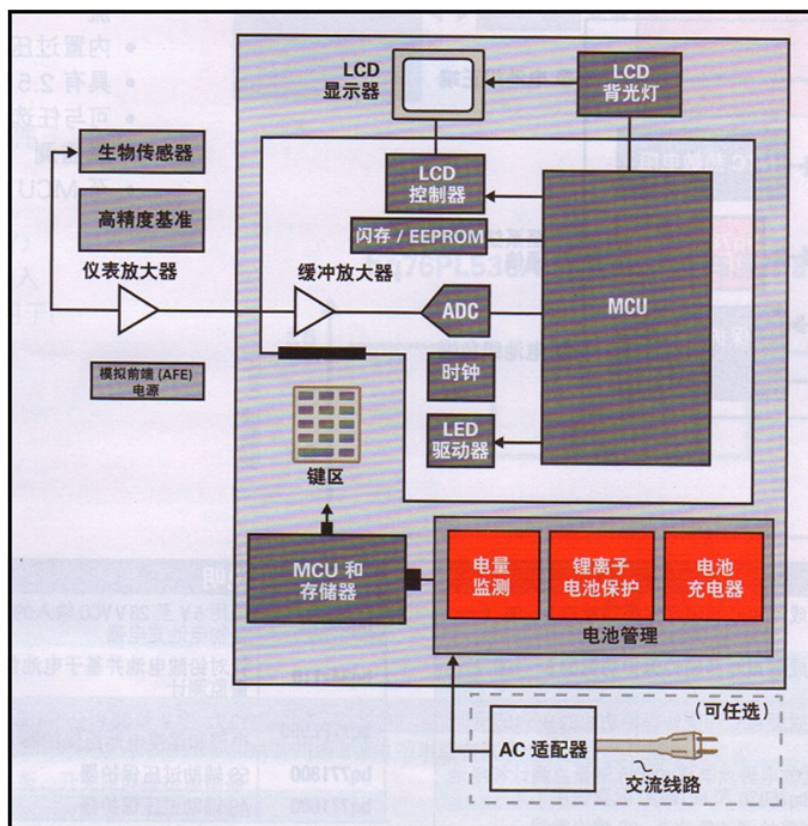


图5 便携式医疗系统核心构建示意图

从简单的保护器和模拟前端 (AFE) 到精细复杂的电池组管理控制器和电量监测计等均在其列。新型的工业储能系统 (ESS) 构建示意图见图 6 所示。

图 6 中有支持监视应用的智能电池组的配置。该支持监视应用的智能电池组应用了 bq76920 / bq76930 / bq76940 模拟前端 (AFE) 系列，为电池组管理提供了一种模块化方案，其具有内置 ADC 和一个可与任何主机微控制器相连的全数字接口。那末它有什么主要特点呢？从图

中可知它可处理高达 48V 的模块；大型系统可以通过多个模块的堆叠来构建；可测量电池电压、温度和集成电池组电流；内置过压、欠压、过流和短路保护；具有 2.5V 或 3.3V 选项的输出 LDO；可与任选的 MCU 配合使用以实现电量监测；至 MCU 的 I2C 通信。

* 便携式工业方案中主要的工业电源器件的选择：

bq76920 为具有数字 I2C 接口、集成型 ADC 和硬件保护功能的 3—5S 下一代模拟前端；bq76930 为具有数字 19C 接口、集成型 ADC 和硬件保护功能的 6—10S 下一代模拟前端；bq76940 为具有数字 19C 接口、集成型 ADC 和硬件保护功能的 9—15S 下一代模拟前端；bq78350 为具有 LED 驱动器的补偿放电终点电压 (CEDV) 电量监测计和电池管理器，可与 bq76940、bq76930 和 bq76b20 配套使用；充电器 -bq24133 为同步独立型开关模式锂离子和锂聚合物电池充电器；bq34z110 为针对铅酸电池并基于电池包的阻抗跟踪电量监测计；bq77PLP00 为 18v、24v 和 36v(5'10s) 双模式、模拟前端和独立型电压、电流和温度电池组保护器 bq771800 为 5s 辅助过压保护器。

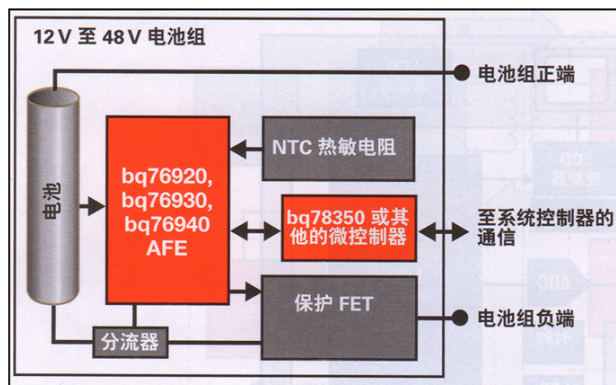


图 6 电池管理系统在工业储能系统 (ESS) 案应用中的示意图