

# 电动汽车控制系统

电动汽车计算机控制系统是基于使用车载处理器的硬件和软件，以及CAN通信网络系统等，来实现对汽车各个功能总成的控制。微处理器的功能包括：信息的传送、分析、处理以及控制指令的分布和修改、能量的传递和调控、执行器的动态响应、各个总成和器件的实时执行状态、传感器反馈的信息比较等功能。在为处理器控制系统中装备有多个子控制器、执行器和功能总成的实体，具体实现驾驶员的驾驶意图，并通过传感器反馈执行器在线执行的信息。

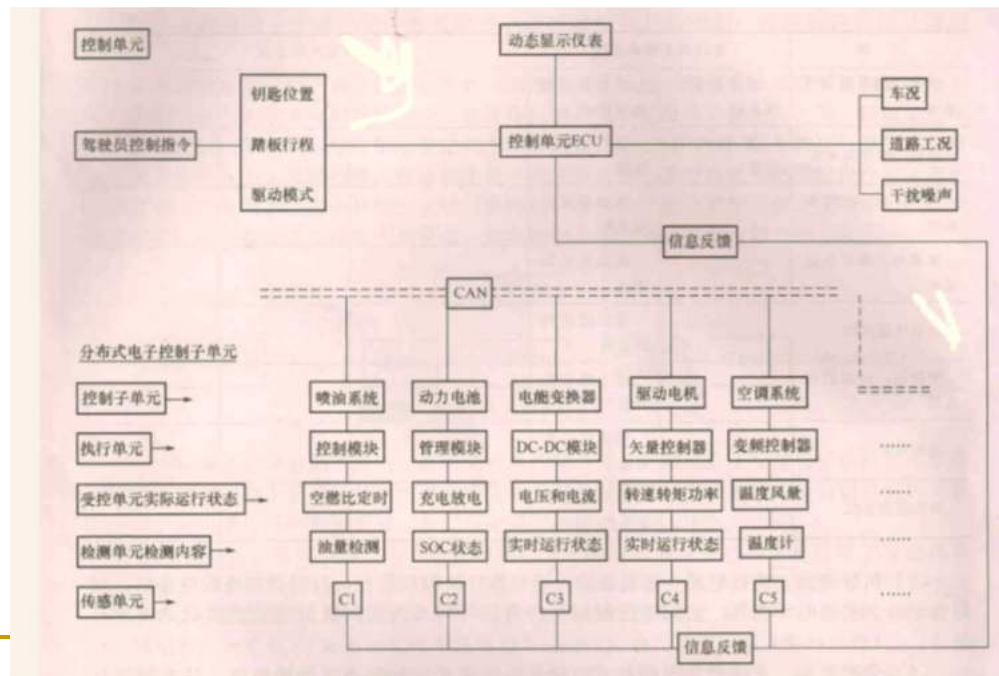


图 9-1 电动汽车的计算机控制系统的基本构成

电动汽车动态集成管理系统VDIM是由车辆稳定控制系统VSC、电动助力转向系统、牵引力控制系统TCS、制动力分配系统EBT、防抱死制动系统ABS等组成的集成管理系统。

(1) 驾驶员驾驶信息。驾驶员通过控制加速踏板、离合器踏板及变速器的档位等发出驾驶信息；通过操纵转向盘转角和踩踏离合器踏板的行程及强度，来实现电动汽车的启动、加速、匀速、减速、转弯；通过踩踏制动踏板的行程和强度，来实现电动汽车的行车制动和紧急制动，并保证受控单元能够正确、同步实现驾驶员的操作意图。

(2) 控制单元CPU。微型处理器是计算机控制系统的核心，一般具有以下功能：

①对输入的驾驶员控制信息和环境条件（包括行驶工况）有数据运算、数据对比、信号变换、指令分布、故障监测、安全报警灯处理功能；

②按照设定的程序，将运算结果转换为执行指令，并发送到受控单元，准确、快速地实现即时意图；

③将传感单元采集来的各个单元反馈的信息和数据进行运算和处理实时做出控制决策，传递修正或调整后的控制指令，控制单元发出的控制指令是执行单元产生相应的动作的唯一依据，同时还监测受控单元的响应和状态参数调整的实况。

(3) 执行单元。执行单元一般包括执行器和执行机构两部分，执行器有电磁电动机、伺服电动机、步进电动机等，它们将控制指令的电信号转换为正向或反向的直线运动或旋转运动。

(4) 受控单元。受控单元有杠杆式（变速器操纵杆、转向器拉杆等）、液压式、气动式等结构形式，使受控单元产生相应的同步动作来达到驾驶员控制的目的。各种受控单元在结构强度等方面，需要与执行单元相匹配。

(5) 测量单元与传感器单元。在微处理器控制系统中，测量单元与传感器单元有重要的作用，测量单元检测整个微处理器信号的实际控制状态和受控总成实时的响应状态，控制参数变量或中间变量，并将检测到的次数变量或中间变量放大的次数变量或中间变量反馈，经过控制单元机构运算，调整实时控制决策，使受控单元修正指令产生的相应动作。

(6) 消除干扰和故障报警。在汽车行驶过程中，驾驶员应用微处理器传输的信息和指令，在执行单元的执行过程中，由于受控总成受到外部环境（电磁、阻力、振动、滑转等）干扰，使得受控总成的动作偏离微处理器指令预期的控制目标，微处理器控制系统还必须有及时修正因外部环境干扰的能力和故障报警的功能，来达到实现预期的控制目标。

# 第一节 电动汽车控制系统的组成

电动汽车电控系统是电动汽车的大脑，由各个子系统构成，每一个子系统一般由传感器、信号处理电路、电控单元、控制策略、执行机构、自诊断电路和指示灯组成。在不同类型的电动汽车上，电控系统存在一些区别，但总体来说一般都包括能量管理系统、再生制动控制系统、电机驱动控制系统、电动助力转向控制系统以及动力总成控制系统等。各个子系统功能不是简单的叠加，而是综合各子系统功能来控制电动汽车。

## 1) 能量管理系统

能量管理系统是多能源电动汽车的核心,它由3部分组成:功率分配、功率限制和充电控制。其工作原理可以简单归纳为:由电子控制单元根据数据采集电路采集到的电池状态信息以及其它相关信息,进行数据分析和处理,并形成最终的指令和信息发送到相应的功能模块。

## 2) 再生制动控制系统

传统汽车的制动过程多依靠摩擦的方式消耗车辆行驶的动能而降低车速,其制动能量转化为热能散发到周围环境中去。而电动汽车在制动时,可以将牵引电机转换为发电机,依靠车轮拖动电机产生电能和车轮制动力矩,从而在减缓汽车速度的同时将部分动能转化为电能储存起来,回收了能量,提高了汽车的续航里程。

### 3) 电机驱动控制系统

电机驱动控制系统的好坏关系着电动汽车能否安全可靠地运行。电机驱动系统主要由电机、电力电子变流器、数字控制器和传感器等几个核心部分组成。

### 4) 电动助力转向系统

电动助力转向系统通常由传感器、电子控制单元、电动机、电磁离合器和减速机构等组成。其工作原理是电子控制单元根据转向盘的输入力矩、转动方向以及汽车速度等信号，决定电动机的旋转方向和助力电流的大小，并将指令传递给电动机，通过离合器和减速机构将辅助动力施加到转向系统中，从而完成实时控制的助力转向。

### 5) 混合动力总成控制系统

混合动力就是指汽车使用汽油驱动和电力驱动两种驱动方式，优点在于车辆启动停止时，只靠电机带动，不达到一定速度，发动机就不工作，因此能使发动机一直保持在最佳工况状态，动力性好，排放量很低，而且电能的来源都是发动机，只需加油即可。

## 6) 动力总成控制系统

动力总成控制系统包括动力总成控制单元、发动机电控单元、电机控制器、AMT控制器及动力电池管理系统。其中动力总成控制单元用以确定发动机与电动机输出功率的比例,以满足汽车的动力性能、经济性、排放性等性能指标,保证换档操作过程的平顺性。多能源动力总成控制单元的研究成为近年来电动汽车技术发展和产业进程中的重要研究发展方向。在这方面国外已开发出了不少成熟的动力总成控制器。

## 第二节 电动汽车控制系统的分类

### 1) 新能源汽车分类

在新能源汽车分类中，“弱混、强混”与“串联、并联”不同分类方法令非业内人士感到困惑，其实这些名称是从不同角度给出的解释、并不矛盾。

### 2) 新能源汽车模块规划

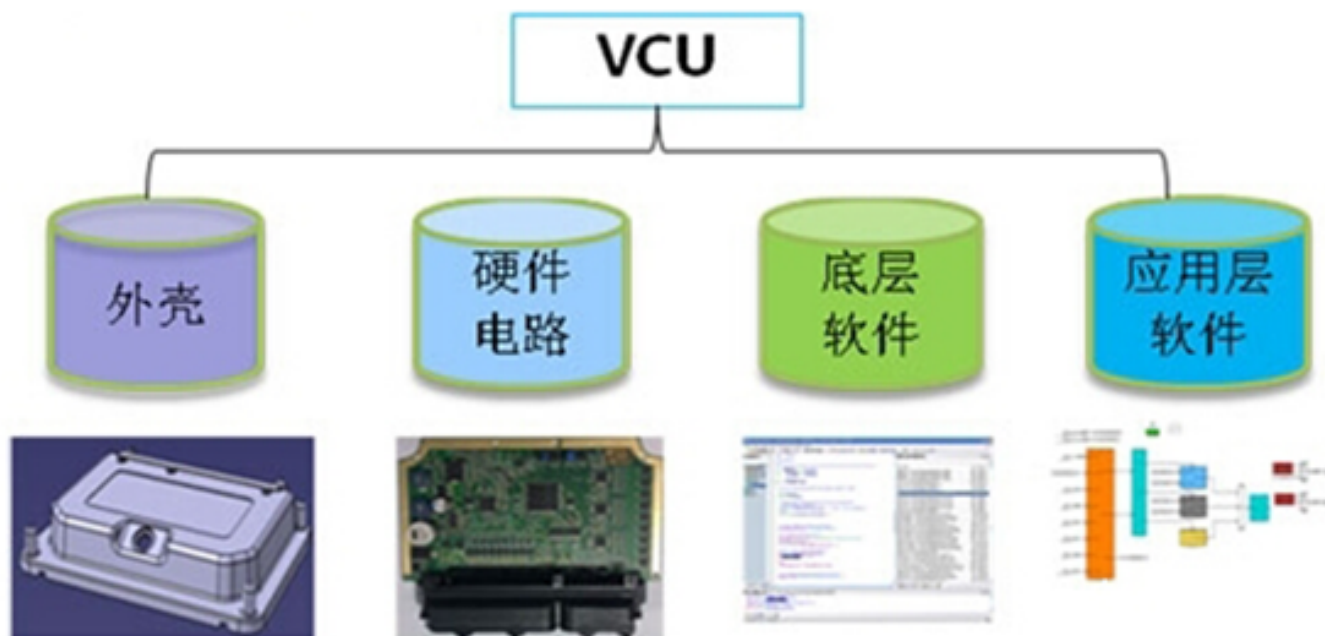
尽管新能源汽车分类复杂，但其中共用的模块较多，在开发过程中可采用模块化方法，共享平台、提高开发速度。总体上讲，整个新能源汽车可分为三级模块体系。

### 3) 新能源汽车三大核心技术

在三级模块体系和平台架构中，整车控制器（vcu）、电机控制器（mcu）和电池管理系统（bms）是最重要的核心技术，对整车的动力性、经济性、可靠性和安全性等有着重要影响。

## ① vcu

vcu是实现整车控制决策的核心电子控制单元，一般仅新能源汽车配备，传统燃油车无需该装置。vcu通过采集油门踏板、挡位、刹车踏板等信号来判断驾驶员的驾驶意图；通过监测车辆状态（车速、温度等）信息，由vcu判断处理后，向动力系统、动力电池系统发送车辆的运行状态控制指令，同时控制车载附件电力系统的工作模式；vcu具有整车系统故障诊断保护与存储功能。





## ② mcu

mcu是新能源汽车特有的核心功率电子单元，通过接收vcu的车辆行驶控制指令，控制电动机输出指定的扭矩和转速，驱动车辆行驶。实现把动力电池的直流电能转换为所需的高压交流电、并驱动电机本体输出机械能。同时，mcu具有电机系统故障诊断保护和存储功能。

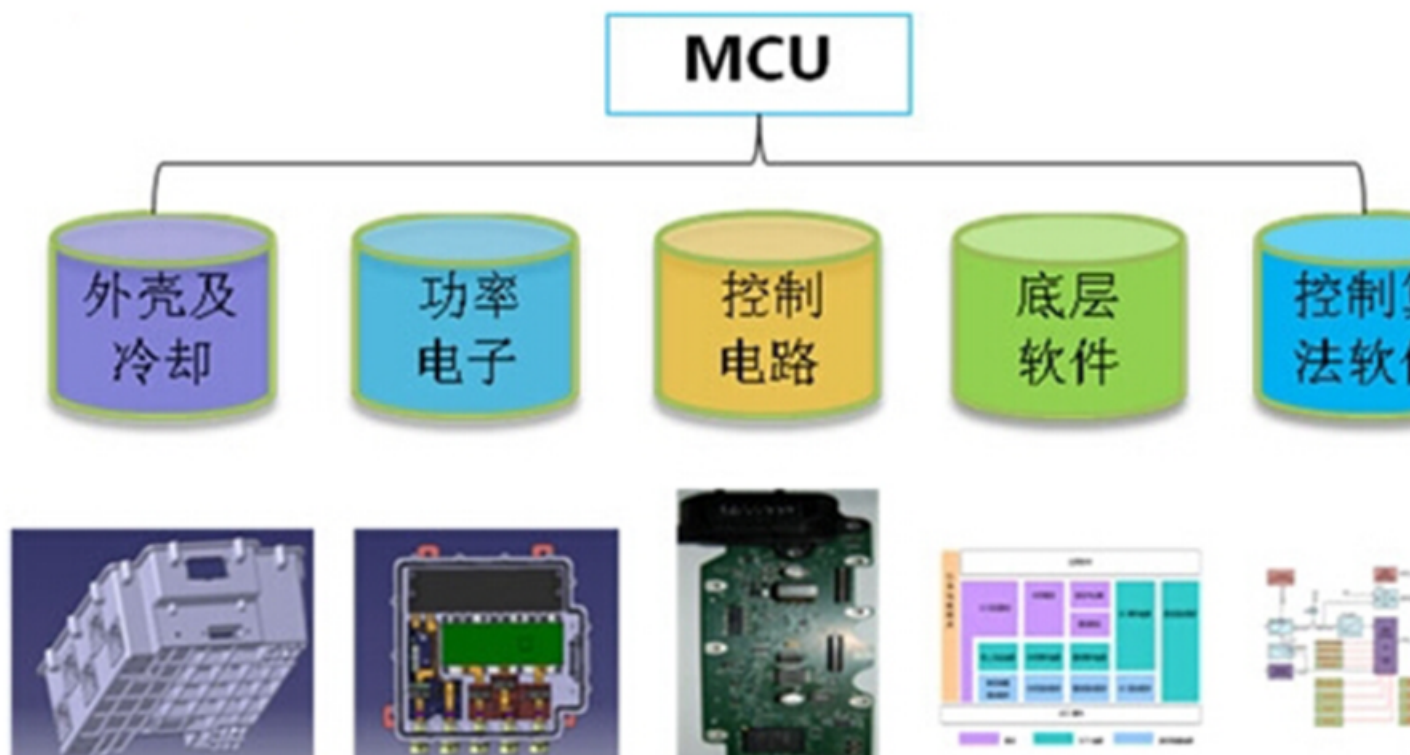


图 9-5 mcu 组成

### ③ 电池包和bms

电池包是新能源汽车核心能量源，为整车提供驱动电能，它主要通过金属材质的壳体包络构成电池包主体。模块化的结构设计实现了电芯的集成，通过热管理设计与仿真优化电池包热管理性能，电器部件及线束实现了控制系统对电池的安全保护及连接路径；通过bms实现对电芯的管理，以及与整车的通讯及信息交换。

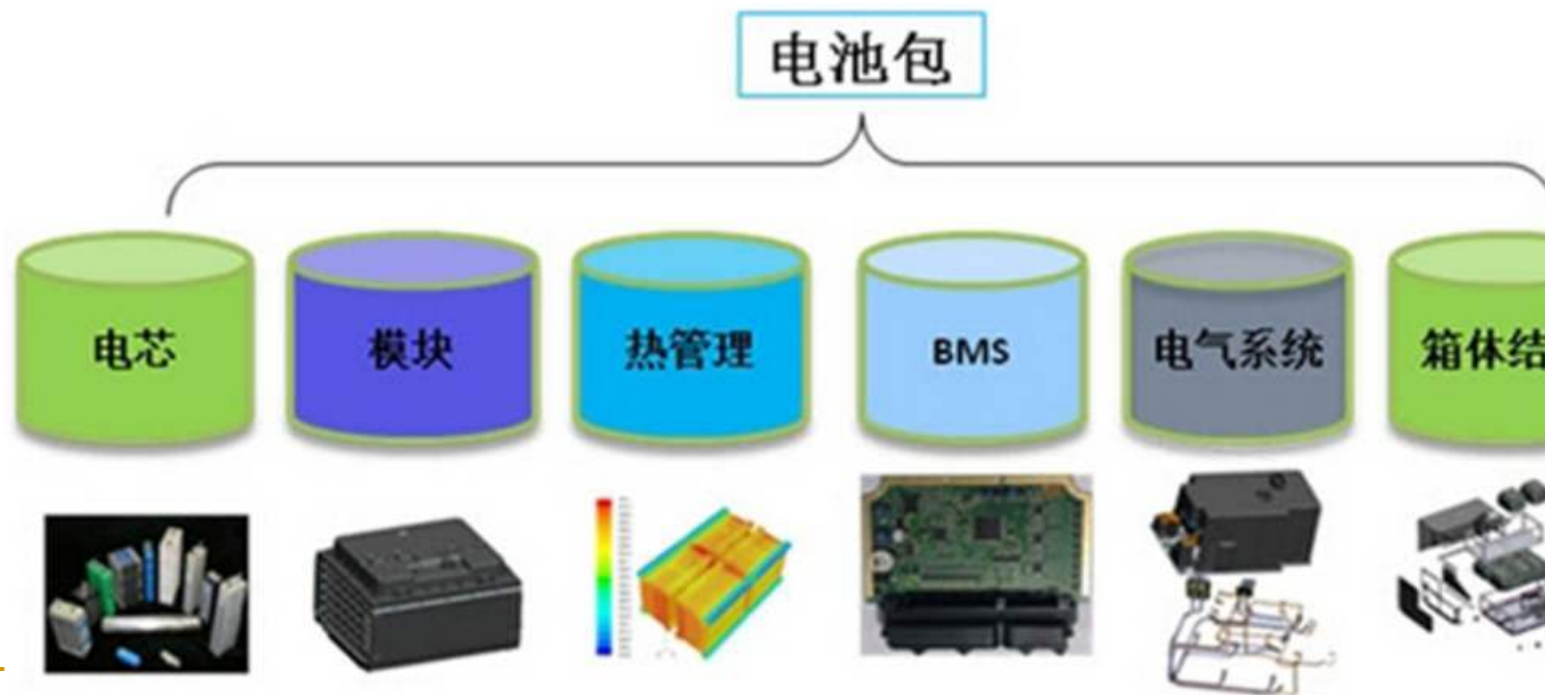


图 9-6 电池包组成

底层软件架构符合autosar标准，模块化开发容易实现扩展和移植，提高开发效率。

应用层软件是bms的控制核心，包括电池保护、电气伤害保护、故障诊断管理、热管理、继电器控制、从板控制、均衡控制、soc估计和通讯管理等模块，应用层软件架构，如图9-7所示。

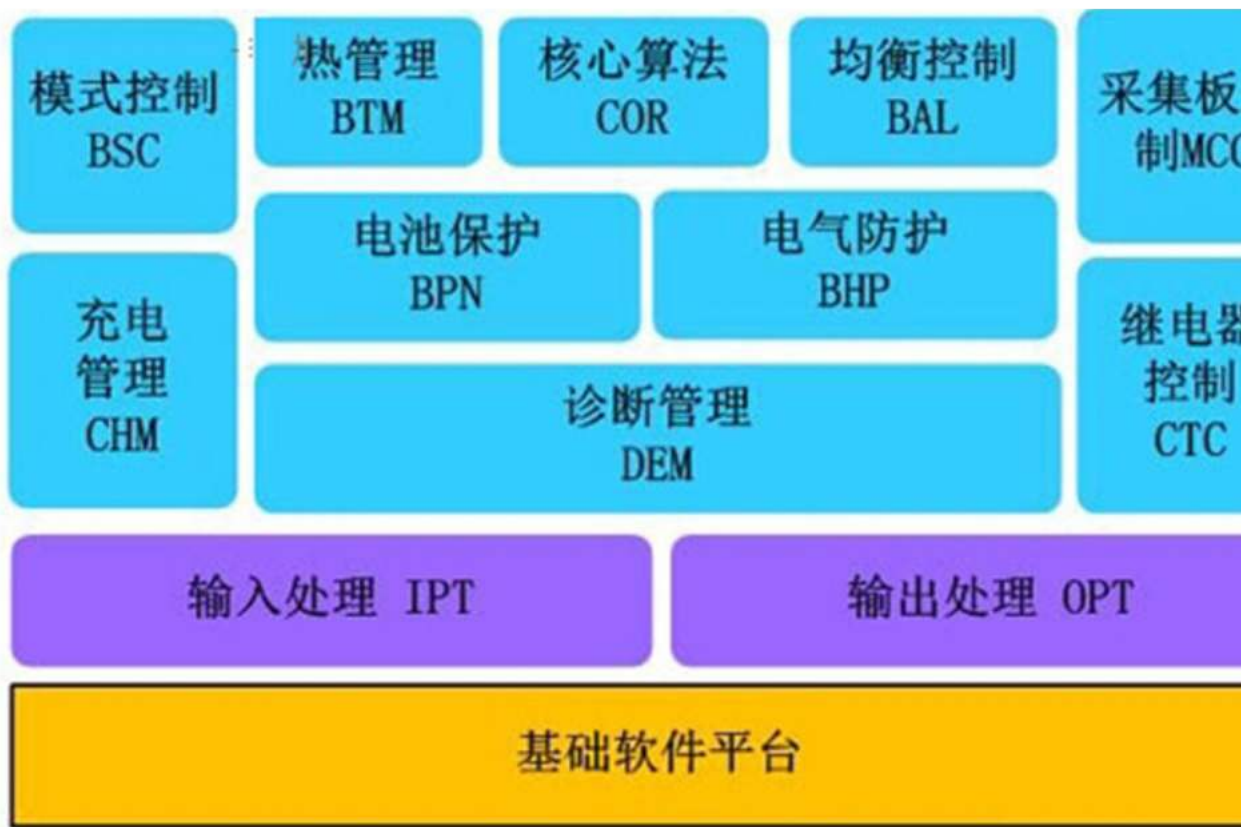


图 9-7 应用层软件架构

#### 4) 充电设施

充电设施不完善是阻碍新能源汽车市场推广的重要因素，对特斯拉成功的解决方案进行分析，并提出新能源汽车的充电解决方案、剖析充电系统组成。

##### (1) 特斯拉充电方案分析

特斯拉超级充电器代表了当今世界最先进的充电技术，它充电的速度远高于大多数充电站，表9-6为特斯拉电池和充电参数。

表 9-6 特斯拉电池和充电参数

动力电池总成参数				0.8C快充参数（90kW充电）		
电池类型	额定电压	电压范围	总容量	电压	电流	功率
NCA	424.8V	324.5-495.6V	200.1Ah	500V	160A	80kW
改进NCA	356.4V	272.25-415.8V	238.7Ah	420V	192A	80kW

## (2) 充电解决方案

图9-8为一种可参考的新能源汽车充电解决方案，充电系统组成：配电系统（高压配电柜、**变压器**、无功补偿装置和低压开关柜）、充电系统（充电柜和充电机终端）以及储能系统（储能电池与逆变器柜）。无功补偿装置解决充电系统对电网功率因数影响，充电柜内充电机一般都具备有源滤波功能、解决谐波电流和功率因数问题。



图 9-8 充电系统组成

# 第三节 电动汽车的控制策略

## 1) 电动汽车设计环境

电动交通工具泛指使用高压电池和电动机进行推进的车辆。与仅用内燃机(ICE)提供动力的汽车相比，这种技术的优势在于，电动机在产生扭矩(特别是在加速过程中)时要比ICE高效得多。另外，电动汽车可以在刹车时回收动能，而其它类汽车只能以热量的形式损耗掉。

## 2) 电池设计挑战

在过去一百年左右的时间内，工程师已经使汽油推进系统变得十分完善。现在，OEM及其供应商改变过去的方式，开始组成联盟，突破常规，集中力量优化电动推进系统。

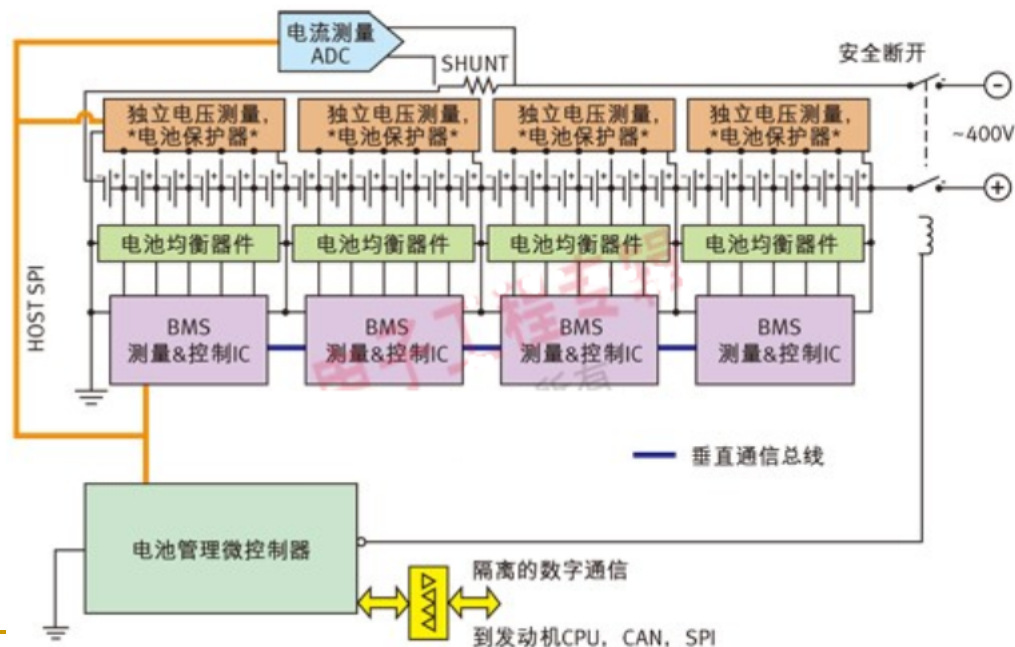


图 9-9 针对多电池数量应用的电池管理系统

### 3) 电池充电器基本原理

电动汽车充电器是根据输出功率/输入电压分类的。一类充电器通常集成在电路板上，输入的是95V至265V的交流电压，充电能力在1.5kW和3.3kW之间。专用的二类和三类充电器工作于240V/480V配线系统，能够以快得多的速率完成充电，但限于汽车电池和连接器约束范围内。例如，SAE J1772是目前北美地区唯一获得批准的电动汽车连接器标准，功率限制为16.8kW以下。

### 4) 充电器的架构设计

**板载充**电器必须符合严格的电磁兼容性、功率因数和UL/IEC安全标准方面的工业和政府法规要求。与所有其它的锂化学工业一样，电动汽车推进电池充电器采用恒流、恒压(CC/CV)充电算法，电池先被可编程的电流源充电，直到它达到电压设置点，然后转入稳压阶段，同时监视电池电流作为充电周期完成的指示。

## 第四节 电动汽车CAN总线通信网络

### 1) CAN总线的简介

CAN(Controller Area Network)即控制器局域网，是一种先进的串行通信协议，属于现场总线范围。CAN总线是最初由德国Bosch公司在80年代初期，为了解决现代汽车中众多的控制与测试一起之间的数据交换而开发的一种串行数据通信协议，目的是通过较少的信号线将汽车上的各种电子设备通过网络连接起来，并提高数据在网络中传输的可靠性，CAN总线具有较强纠错能力，支持差分收发，因而适合高噪声环境，并具有较远的传输距离，特别适合于中小型分布式测控系统，目前已在工业自动化、建筑物环境控制、机床、医疗设备等领域得到广泛应用。

### 2) 系统设计

下面以某电动汽车CAN总线控制网络为例，分析电动汽车数字控制系统主要由电机驱动控制系统，电池管理系统，动力装置的冷却系统，汽车电器、仪表显示、供电系统，信息通信系统等组成。

### 3) 接口电路设计

系统中选用Philips公司的CAN总线收发器PCA82C250，PCA82C250是CAN控制器和物理层总线之间的接口，符合CAN国际标准15011898，它可以提供总线的差动发送能力和接收能力。用PCA82C250的目的是为了增大通信距离，提高系统的瞬间抗干扰能力，保护总线，降低射频干扰，实现热防护等。



#### 4) 软件设计

系统软件模块包括：控制策略模块、系统参数配置模块、运行监控及故障指示模块、CAN通信总线模块、数据采集模块、配置数据交换模块、报表打印模块、与其他软件的接口模块等。其中控制策略模块和CAN总线通信模块是主要的功能模块。

CAN节点控制模块需要采集的主要信号有：

①动力装置的冷却系统：检测水温、油温、油压力、启动故障、水温过高/低等；

②电机驱动控制系统：检测电压、电流扭矩、功率、转速、电机状态、车速、电机故障、加速踏板位置、制动踏板位置、离合器状态、钥匙信号、档位等；

③电池管理系统：检测SOC、电池电压、电池电流、电池温度、电池充/放电、电池故障等。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/167033162035010001>