

随着能源枯竭和节能产业的发展，社会对环境保护的呼声，使得零排放电动汽车的研究得到了许多国家的大力支持。电动汽车的各种特性取决于其动力源——电池。管理可以提高电池效率，保证电池安全运行在最佳状态，延长电池寿命。

1.1 电动汽车

目前，全球汽车保有量超过6亿辆，汽车的石油消耗量非常大，达到每年6至70亿桶，可占世界石油产量的一半以上。长期现代化和规模化开采，石油资源逐渐增加。筋疲力尽的。电能来源广泛，人们在用电方面积累了丰富的经验。进入21世纪，电能将成为各种地面交通工具的主要能源。电动汽车的发展是交通运输业和汽车业发展的必然趋势。

由于电动汽车的显着特点和优势，各国都在发展电动汽车。

中国：早在“九五”时期，我国就将电动汽车列为科技产业重大工程项目。在全市七尾岛设立示范区。清华大学、华南理工大学、广东汽车改装厂等单位都参与了电动汽车的研发，丰田汽车公司和通用汽车公司提供样车和技术支持在示范区进行测试。

德国：吕根岛测试场是德国联邦教育、科学研究和技术部资助的最大的 EV 和 HEV 测试项目，提供 Mercedes-Benz AG、Volkswagen AG、Opel AG、BMW AG 和 MAN Motors 64 辆 EV 和 HEV经公司测试。

法国：拉罗尔市成为第一个安装电动汽车系统的城市，拥有 12 个充电站，其中 3 个是快速充电站。标致雪铁龙、雪铁龙和标致雪铁龙集团都参与了电动汽车的建设。

日本：在大阪市，大发汽车公司、日本蓄电池公司和大阪电力公司共同建立了EV和HEV试验区。

1.2 电动汽车电池

根据汽车的特点，实用的动力电池一般应具有比能量高、比功率高、自放电少、工作温度范围宽、充电快、使用寿命长、安全可靠等特点。前景较好的是镍氢电池、铅酸电池、锂离子电池、

1.3 电池管理系统（BMS）

电池能量管理系统是维持供电系统正常应用、保障电动汽车安全、提高电池寿命的关键技术。可以保护电池的性能，防止单个电池的早期损坏，方便电动汽车的运行，并具有保护和警示功能。通过对电池盒的电池模块进行监控，实现电动汽车充电、运行等功能与电池相关参数的协调。其功能包括计算和发出指令、执行指令和发出警告。电池能量管理系统主要包括：电池状态估计、数据采集、热管理、安全管理、能量管理和通信功能。

(1) 数据采集 电动汽车电池管理系统和能量控制策略的所有算法都以采集到的数据为输入。影响电池能量管理系统性能的重要指标是采样率、精度和预滤波特性。

(2) 电池状态估计 电池状态估计，包括SOC和SOH，是电动汽车控制和功率匹配的重要依据。在行驶过程中，系统可以随时计算车辆的能耗，并给出SOC值供能量管理系统配置功率和确定控制策略，让驾驶员了解车辆的行驶里程，并及时决定在充电点充电，防止中途故障。 SOH 告诉司机电池的寿命。

(3) 能量管理在能量管理中，以电压、温度、电流、SOC、SOH等作为输入，完成

这些功能，控制充电过程，并利用SOC、SOH和温度来限制电池的输入和输出功率。电力系统。

(4) 安全管理的具体功能是监控电池电压、电流、温度是否超出正常范围；防止单体电池过充。

(5) 热管理 电池的热管理对于在大功率放电和高温条件下使用的电池至关重要。热管理的目的是平衡和维持电池单体的温度在一定范围内从而对高温电池进行降温，提高低温电池的温度。

(6) 通信功能 电池管理系统与车载设备之间的通信是BMS的重要功能之一。根据实际应用需要，可以采用不同的通信接口进行数据交换，如：PWM信号、模拟信号、CAN总线或I²C串行接口CAN总线是一种高考量、高通信速率的现场总线。

(7) 人机界面设置显示和控制按钮、旋钮等向 BMS输入指令 。

(8) 保证充电功能 电池能量管理系统实时检测电池的工作状态，特别是对煤基电池的工作状态进行监测分析，并将监测数据在充电前通知充电机，即车与机的对话。电池组的工作状态和每个电芯的技术状态，“落后”电芯和“先进”电芯的性能差异。系统计算充电器应采用何种充电方式为电池充电，以实现充足的食物供应。性能好的电池不能过度充电，性能差的电池足以保证整车的能量供应。

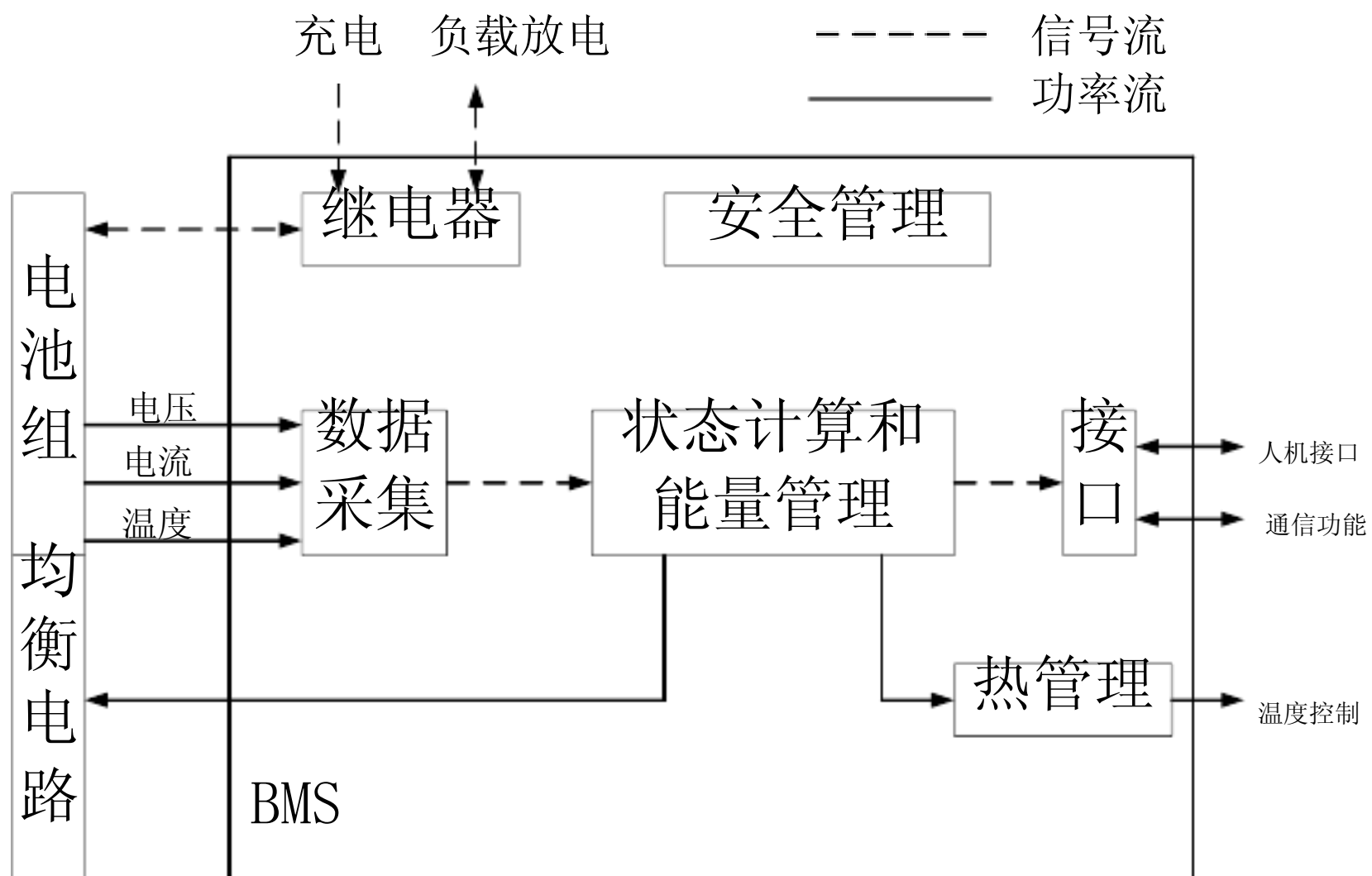
(9) 故障诊断功能可与车辆检测仪器等进行通讯，诊断系统故障，方便车辆维修。

在电动汽车动力系统中，电池监控主要是指对电池状态进行被动监测和评估，而电池管理则包括对数据的处理和对电池未来性能的预测，甚至主动干预和控制充放电电流和电池的电压。充电条件和电池工作温度等。

整车能量管理是指动力系统中的动力和能量平衡，以满足驾驶员的预期工况。要完成这一任务，电池管理系统需要进行系统设计、算法设计、软硬件设计、应用和实验验证。等待。

管理系统（BMS）主要由以下几部分组成：数据采集单元（采集模块）、中央处理器（主控模块）、显示单元、平衡单元检测组件（电流传感器、电压传感器、温度传感器、漏电检测）、控制元件（熔断器、继电器）等。中央处理器由高压控制电路、主控板等组成。数据采集单元由温度采集模块、电压采集模块组成等，其中大部分是与均衡模块和检测模块一起设计的，显示单元由显示面板、液晶屏和键盘组成。它与上位机组成。一般采用CAN现场总线技术来实现相互信息通信。

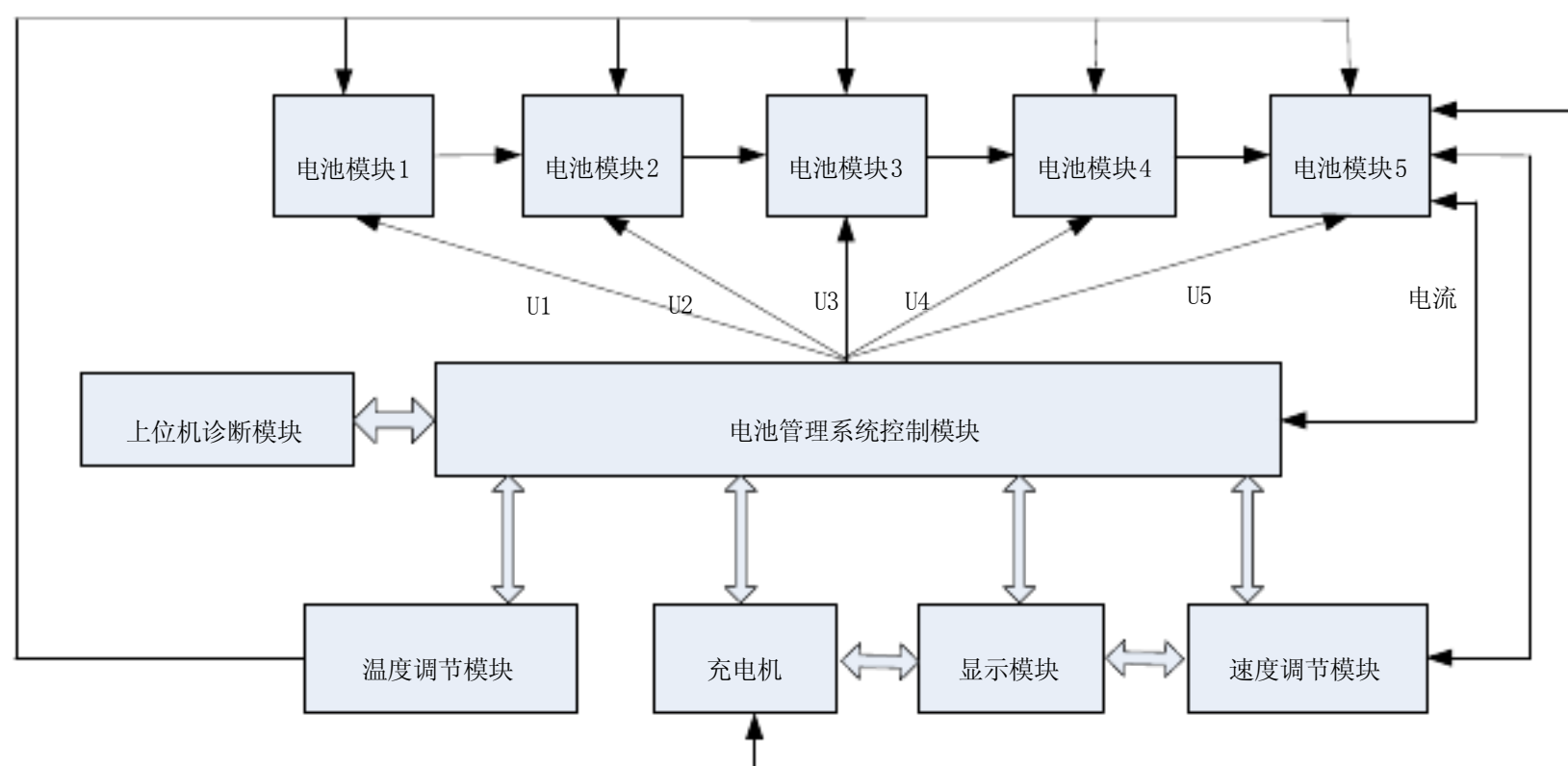
BMS的主要工作原理可以简单概括为：首先，数据采集电路采集电池状态数据，然后电控单元进行数据处理和分析，然后根据数据向系统相关功能模块发出控制指令。分析结果向外界传递信息。



下面介绍几种典型的电池管理系统。

(1) 德国柏林大学开发的电池管理系统

该系统包括：显示模块、速度调节模块、温度调节模块、上位机诊断模块、电池模块平衡器。整体控制方案采用CAN总线方式，微处理器单元采用80C西门子单片机167CR。



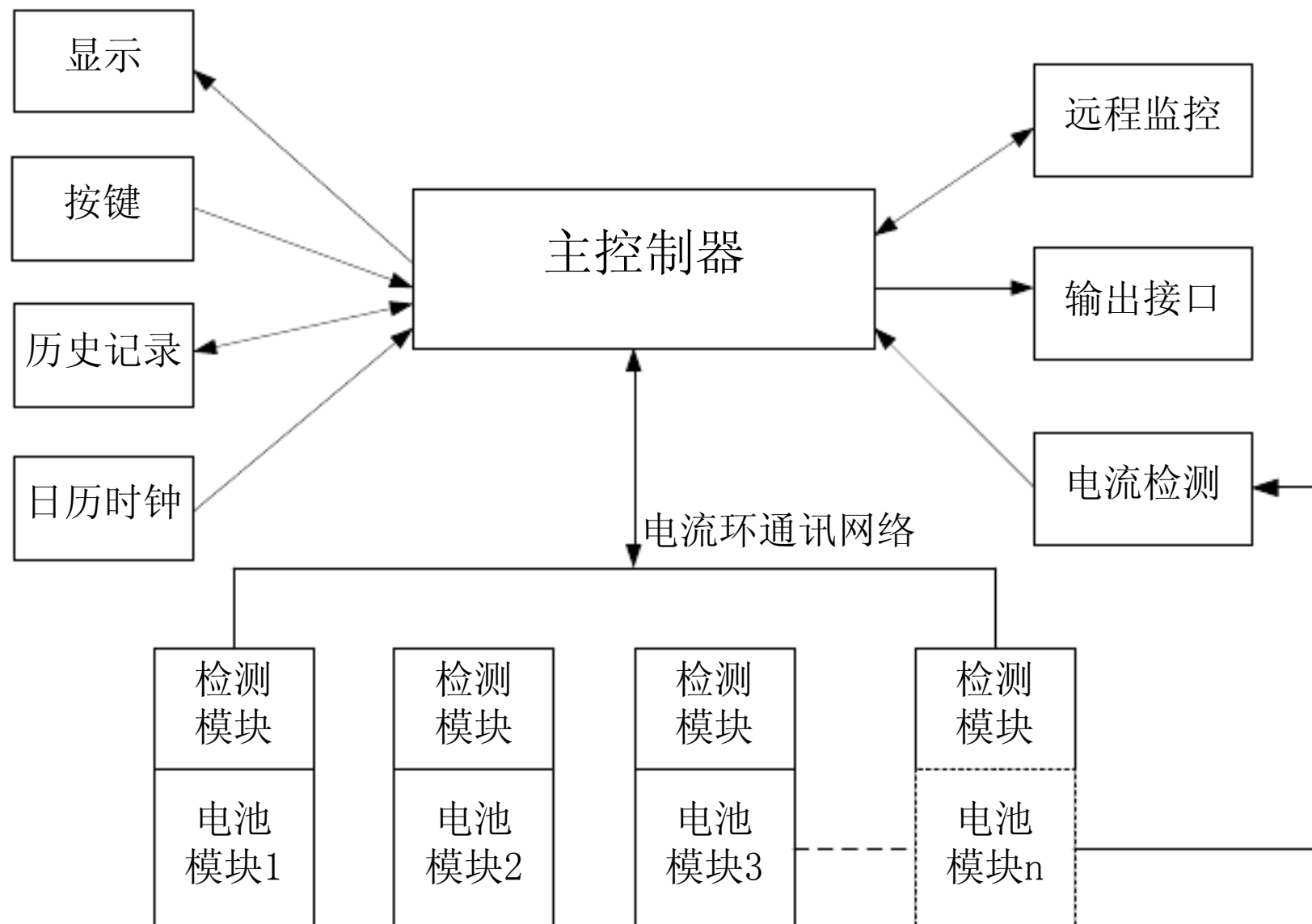
电池管理系统是目前国际上功能比较齐全、技术含量较高的电动汽车电池管理系统。其主要功能主要包括防止电池过放充电、电池组热管理、基于模糊专家神经网络识别电池的剩余电量估计。

(2) 国大宇公司DEV5-5电动车电池管理系统

电池管理系统的主要功能有：数据采集、优化充电、SOC估计和显示、安全管理、能量管理、电池管理和故障诊断功能。

电池管理系统由电池控制单元 (BCU)、主充电器、辅助充电器、热管理系统、SOC计算、电池报警系统、模块传感器装置和安全模块组成，其中BCU发挥核心功能。BCU实时监控电池的工作状态，向各个子程序系统发出正确的指令，使动力电池正常工作。

(3) 交通大学开发的电池管理系统



该电池及管理系统是交通大学在国家“863”计划支持下完成的动力镍氢电池监控管理系统安装。2002年12月，科技部受理电池管理系统项目。系统设备可以监测电池的运行状态，估计电池的剩余容量，在使用过程中进行故障的早期诊断和充电。

1.4 本文的主要内容

本课题是电动公交车充电管理系统的一部分，主要负责充电的管理和控制。系统监测所有电池的电压、温度等工作状态，并根据用户选择的充电模式向充电桩发出充电电流和电压指令。系统通过CAN总线与充电桩通信，具有过压、过温保护功能。相应的充电管理软硬件完成相应的功能。主要内容是完成电动汽车镍氢电池组整体系统方案设计，完成底层电压、温度采集方案的硬件设计和调试。

电动汽车动力电池一般由多个单节电芯串联组成电池模组，以微控制器为核心的电池管理系统组成车载电池组。本项目中串联384节1.2V直流镍氢电池，容量为300Ah。本项目实现BMS控制器采集电池电压、电流和温度参数，根据用户选择的充电模式向充电桩发出充电电流和电压指令。，为进一步实现完整的电池管理系统提供原始数据和软硬件平台。

2 电池管理系统设计

与动力电池相关的管理和控制设备称为电池管理系统 (BMS)，它在电动汽车整体中发挥作用。BMS的作用主要可以分为两个方面：保证电池的安全；合理、

高效地利用电池中储存的能量。

电池管理系统是一个监控系统，所以在开发之前需要对监控对象非常熟悉。所有的电池管理系统都是针对一个电池甚至一个品牌和一个型号的电池。

电池的主要性能指标

1. 电压

- (1) 电动势：指电池正负极之间的电位差E。
- (2) 额定电压：电池在标准条件下工作时所达到的电压值。
- (3) 开路电压：开路时电池两端的电压约等于电池两端的电动势。
- (4) 负载电压：放电过程中电池与负载R相连的两端电压，其值为电动势减去电池电阻两端电压，即 $U=E-I*R$ 。

2. 能源

- (1) 实际能量：指电池在一定条件下释放的能量，等于电池平均电压与实际容量的乘积。
- (2) 标称能量：电池在规定放电条件下释放的能量，其值等于额定电压与额定容量的乘积。
- (3) 能量密度：电池组单位体积的能量输出，单位为W h/ L。
- (4) 比能量：电池组单位质量输出的能量，单位为W h/ kg。

3. 电池容量

- (1) 实际容量：电池在一定条件下输出的能量，放电时间与放电电流的乘积。
- (2) 理论容量：根据法拉第定理，根据电池活性物质的物理特性计算得出的最高理论值，以体积容量Ah/L或质量容量Ah/kg为单位表示。
- (3) 额定容量：电池按一定标准在放电条件下释放的最小容量。
- (4) 标称容量：确定电池的适当近似值。
- (5) 充电状态：反映电池容量，是指在一定放电倍率下，相同条件下，电池剩余容量与额定容量的比值。

4. 放电率

电池放电时放电电流与额定电流之比。

- (1) 电流倍率：是指电池在一定电流强度下放电是额定容量的倍数。
- (2) 时间率：是指电池在一定的电流强度下达到额定容量的放电时间。

5. 自放电率

自放电率是指在空载条件下储存时间内电池容量损失的速率，以单位时间内电池

容量减少的百分比表示。自放电率= $\frac{Ah_a - Ah_b}{Ah_a * t} * 100\%$ ，其中 Ah_a 它代表 Ah_b 电池

的存储容量，电池在一定时间后的存储容量，t代表电池的存储时间。

6. 电池电阻

流过电池部分的电流会被电阻降低电压，这个电阻就是电池电阻。电池放电时，电池电阻端电压会低于开路电压和电动势，充电时充电端电压会高于开路电压和电动势。

7. 长寿

电池寿命是电池充放电的循环次数或使用年数电池的工作是一个不断充放电的循环过程。电池的化学活性物质在每个循环中都会发生可逆的化学反应化学活

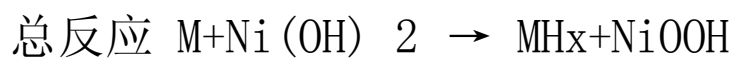
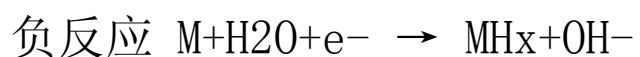
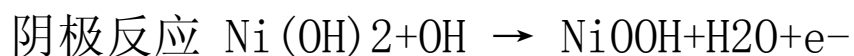
性物质会随着充放电次数的增加而老化变质。电池的温度、电池的充放电形式、放电的深度、电池的安装方式等都是相关的。SOH 是反映电池预期寿命的一个

相对量， $SOH = \frac{C_M}{C_N}$ ， C_N 是指电池的标称容量 C_N ， C_M 是指电池的预测容量。

镍氢电池

镍氢电池是一种碱性电池，其许多基本特性与镍镉电池相似，但不存在重金属污染的问题，因此被称为“绿色电池”。荷兰飞利浦公司在 1970 年代成功利用 LaNi₅ 储氢合金开发镍氢电池，但因衰减太快而进展缓慢。1980年代，公司制造LaNi_{2.5}Co_{2.5}储氢合金材料，研制成功镍氢电池。进入1990年代后，随着电动汽车特别是混合动力汽车的需求，高能动力电池成为镍氢电池快速发展的方向。

镍氢电池正极活性物质为NiOOH（放电时）和Ni(OH)₂（充电时），负极活性物质为H₂（放电时）和H₂O（充电时），电解液为一般KOH碱性水溶液、镍氢电池充放电时的正负极化学反应及整体反应方程式如下：



目前镍氢电池能达到的性能指标有：单体电池电压1.2V；功率密度为160-500W/kg；能量密度为55-70Wh/kg；工作温度-30-50℃；快充从40%充到80%需要15分钟；其循环寿命超过1000次。

镍氢电池的优点是：功率密度和能量密度高于铅酸电池和镍镉电池，循环寿命是电动车电池中最高的，深放电性能和快充性能，不含重金属污染，充放电效率高。

镍氢电池的缺点是：成本高，是同容量电池价格的5~8倍，自放电损伤比较大，其单体电池电压低，对环境温度敏感，并且电池组的热管理很重。

随着燃料电池汽车的发展和混合动力汽车的产业化，近年来镍氢电池受到广泛关注。随着镍氢电池技术的发展，其功率密度、能量密度、快充能力和循环寿命都会大大提高，价格也会降低。未来，越来越多的企业将镍氢电池作为燃料电池汽车和混合动力汽车的动力电池。

1、电池充电特性

充电是将放电的电池恢复到其原始容量的过程。为了更好地利用镍氢电池，保证电池的最佳性能，有必要了解电池的充电特性，选择合适的充电策略和方法。

(1) 影响镍氢电池充电接受能力的因素镍氢电池充电接受能力是指电池的充电效率，是指用于电池反应的电量占电池充电容量的比例。影响镍氢电池充电接受能力的主要条件是电池充电率和环境温度。

①充电率 电池的充电容量会因电池的种类而异，但总体趋势是一致的。任何电池都有最佳的充电效率。随着充电电流程度的降低，电池的充电容量会偏离这个充电率。

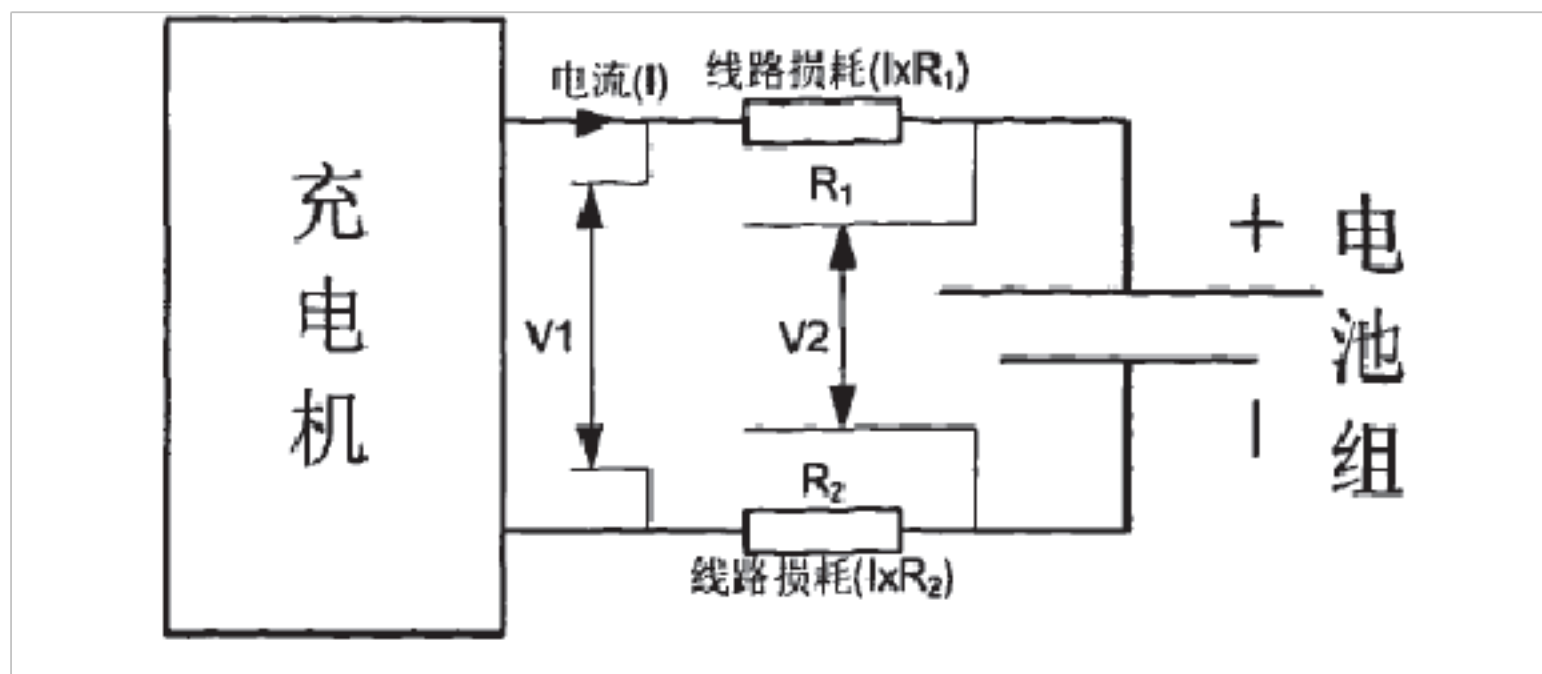
②镍氢电池在环境温度下的充电接受能力-30℃在10-附近达到最高值，10℃后续电池的充电接受能力随着温度的降低逐渐减小；30℃上述电池的充电接受能力随着温度的升高而逐渐降低40℃。电池的充电接受能力迅速下降。

(2) 充电方式 成功的充电方式是快速充电的结果，在最小过充的情况下充满电，延长使用寿命。同时，必须保证所选择的充电方式经济可靠。

电池管理系统的特点

2.1 充电管理

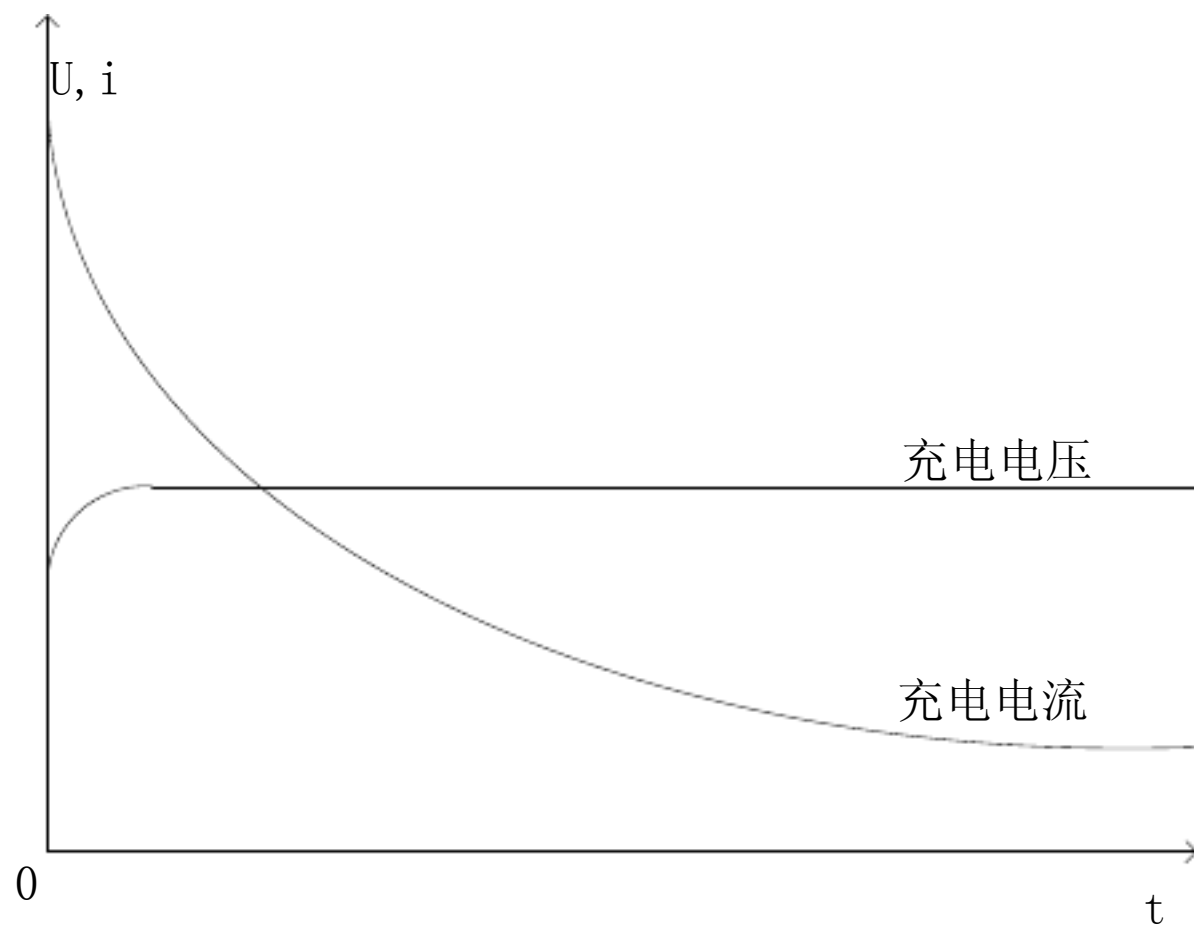
充电管理就是采用适当的方法对电池进行充电，及时监控电池的状态，保证电池充电安全，效率好。下面介绍几种比较安全有效的充电方式。



1. 恒压充电

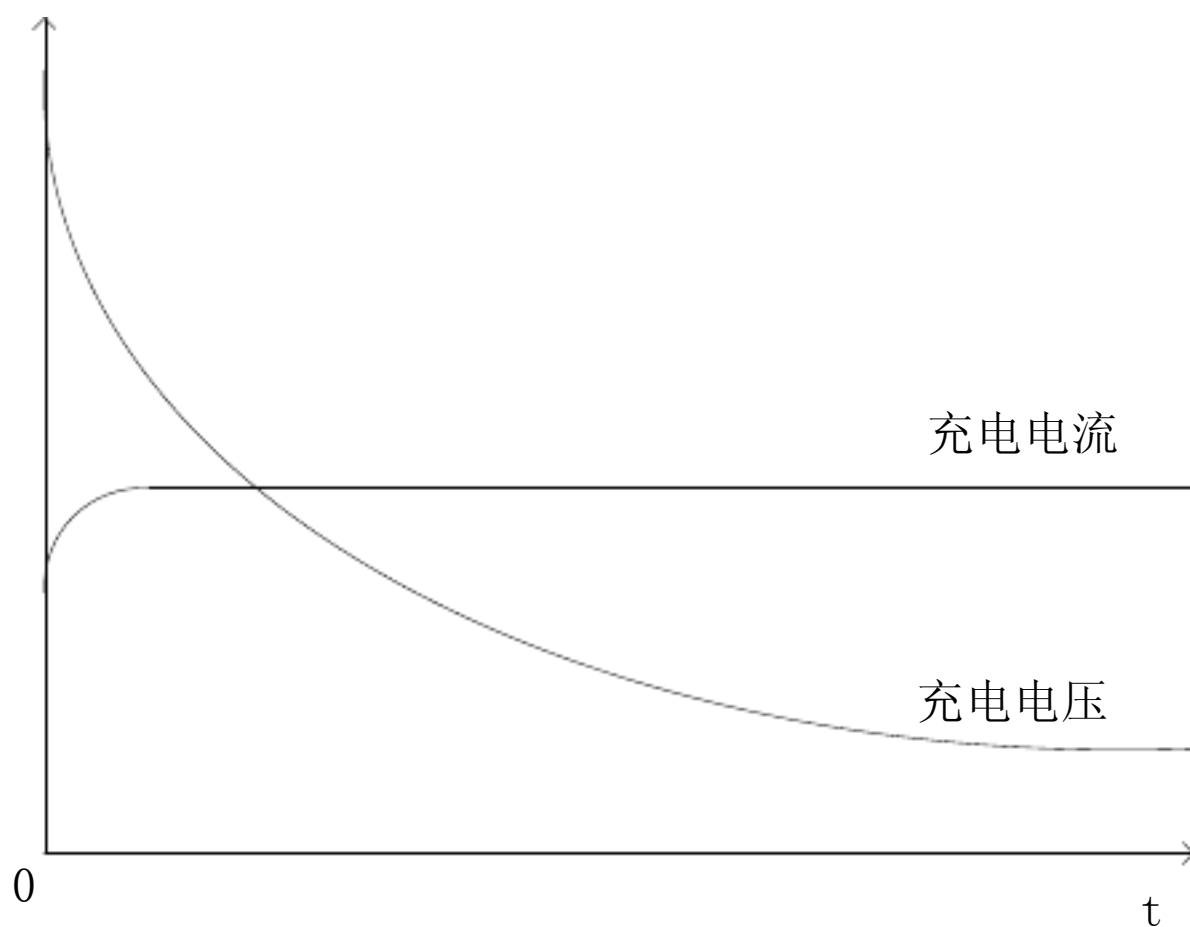
当对电池两端施加恒定电压时，充电电流为 $I = (V - E) / R$ ，V是指外部电源提供给电池的充电电压，E是指电池的电动势，R指它的部分电阻。

刚开始给电池充电时，电动势很低，电池的电流会很大。随着充电的继续，电动势会增大，所以充电电流会减小，最后充电会停止。由于充电后期充电电流变小，电池的过充控制变得容易。这种充电方式将电流与电动势相关联，但是电池的电动势是电池内部物理化学变化的反映，所以这种充电方式非常适合充电，在恒流方面会更有优势电池充电。因为恒压充电也有一些缺点，首先充电开始时电流会很大，但是充电结束时，随着电池电动势的增大，电池的电流会变得很小，充电设备的充分利用也并非易事。充电电压的微小变化会导致电流发生非常大的变化。由电动势的变化所反映的电化学过程与电池电流之间的关系绝不仅仅是线性关系，因此不宜仅根据线性关系进行研究。



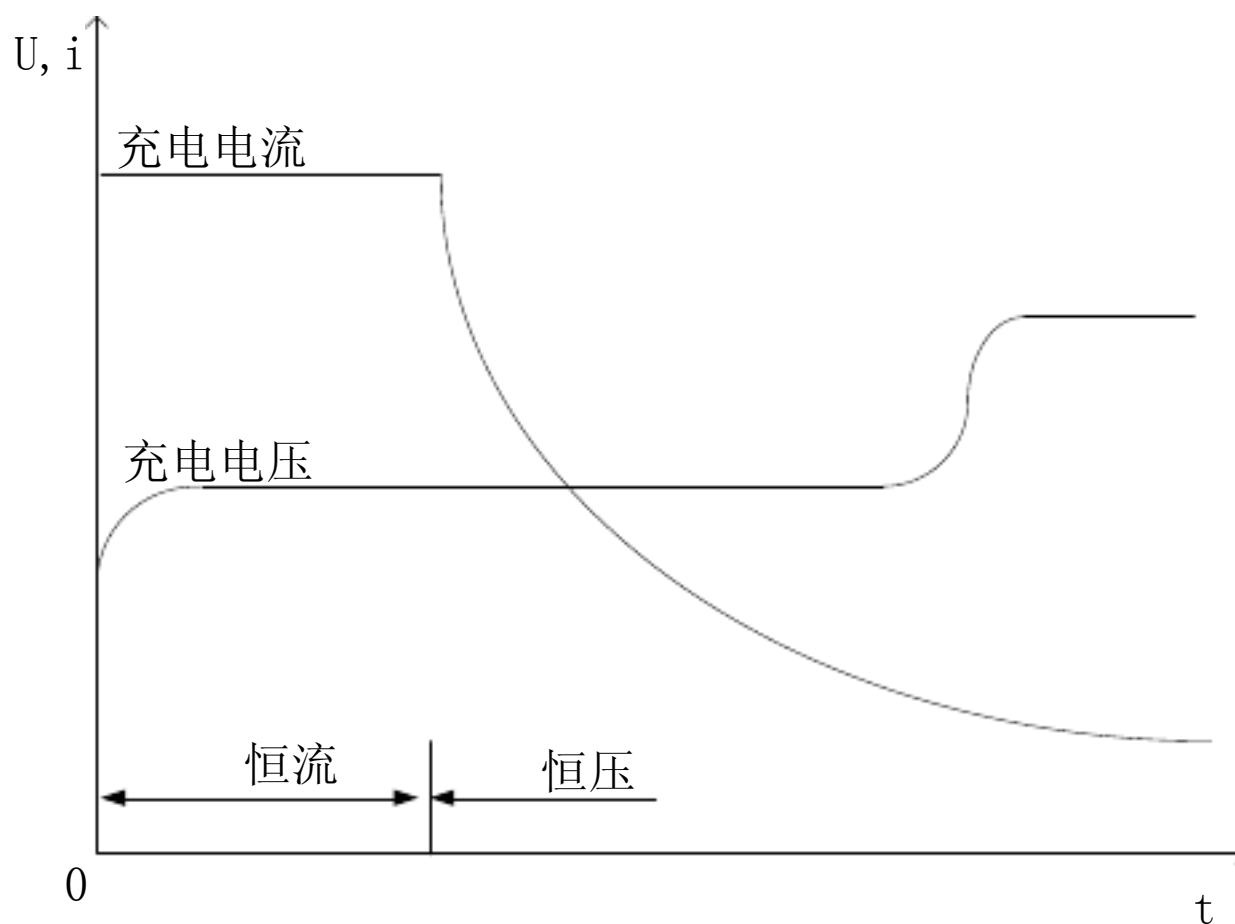
2. 恒流充电

这种充电方式通过调节外接充电器的电压和串联电池的电压，使充电过程中电流不发生变化。恒流充电方式控制起来非常简单，因为电池接收容量会随着充电过程的继续而逐渐降低。当充电快要结束时，充电电流的主要用途变成了电解水，会出现很多气泡，影响电池的状态和寿命，所以一般选择分阶段充电的方式。



3. 恒压恒流充电

为防止恒压充电开始时电流过大，因温度升高而对电池造成严重损坏，一般在充电过程中将电流控制在一个范围内，也就是充电恒压恒流法。恒流阶段是限流值恒定的充电方式，所以也称为恒压限流充电，如图所示。



越来越多的厂商推荐这种充电方式。这是一种非常有效的充电方式，因为电池的充电电压较低，低压限流充电更有利于保护电池。最终电池的电流变得特别小，所以电解液基本不会产生气泡，即使有气泡也会很少，这样既省电，又能降低电池温度，保护电池极板。

4. 涓流充电

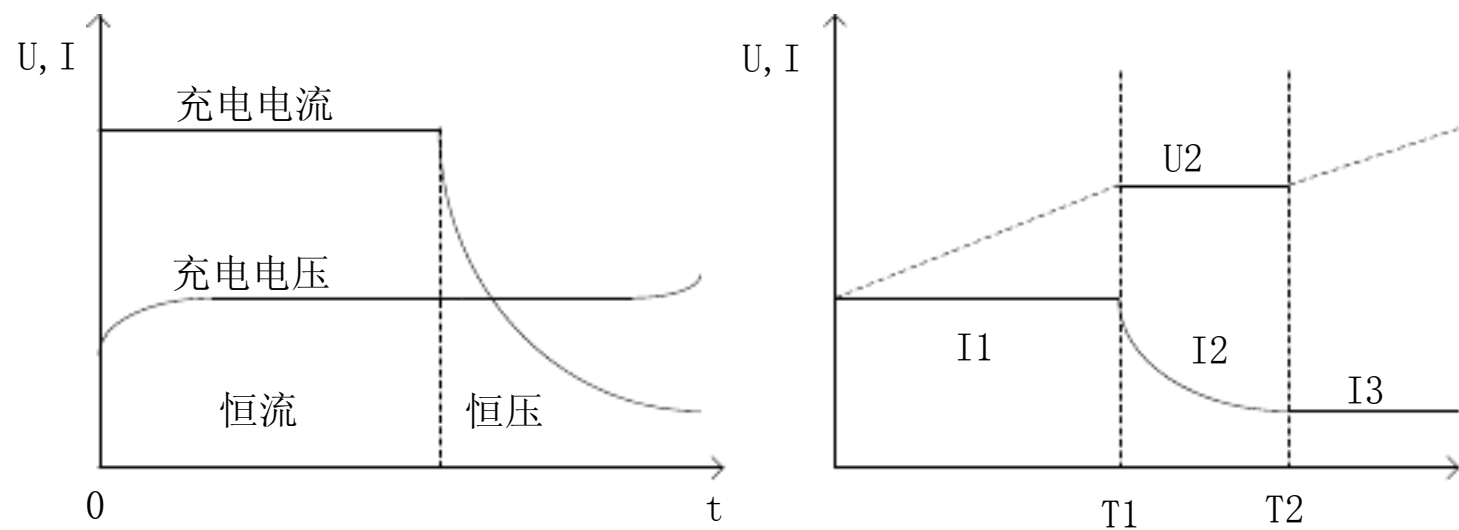
为了使放电过程后的电池组对其化学物质有一个恢复过程，此时需要用比较小的电流给电池充电到一定程度，使其端电压升高到一定值。然后，采用恒压恒流充电方式对电池进行大电流充电，即涓流充电。涓流充电时，电流可以保持恒定，数值比较小。随着电池状态的恢复，整流器的电压会随着电池状态的增加而升高，所以涓流充电其实是一种非常类似于恒流充电的充电方式。

5. 分阶段收费方式

一般比较常用的充电方式有两段式和三段式充电方式。

两阶段充电方式是一种快速充电方式，将一个恒定电压值和一个恒定电流值结合在一起进行充电，如图3所示。3所示。初始阶段，电流值保持不变，对电池充电至设定电压值。在这个阶段之后，它被替换为一个恒定的电压值，为电池的剩余空间充电。下一级的恒压就是正常情况下的转换电压，也就是两级充电方式。

三阶段充电法是在充电过程中分为三个阶段充电。第一阶段和第三阶段充电电流恒定，第二阶段以恒定电压值充电，如图3所示。4所示。当电流降低到默认值时，充电过程迅速从第二阶段切换到下一个阶段，第三阶段。分阶段充电方式可以将排气量降低到较低的状态。由于是快充，使用这种方式会有一些的局限性。

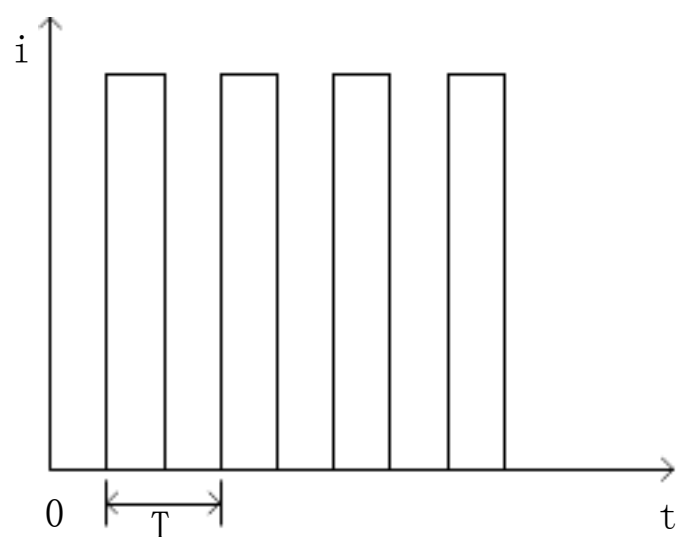


快速充电方式

有时因情况紧急，需要在最短时间内将电池充满电。同时也是为了最大限度地利用电池充电时的化学反应速度，减少电池充满电的时间，避免充电时电池两极的极化现象，延长电池的使用寿命。

(1) 脉冲充电方式

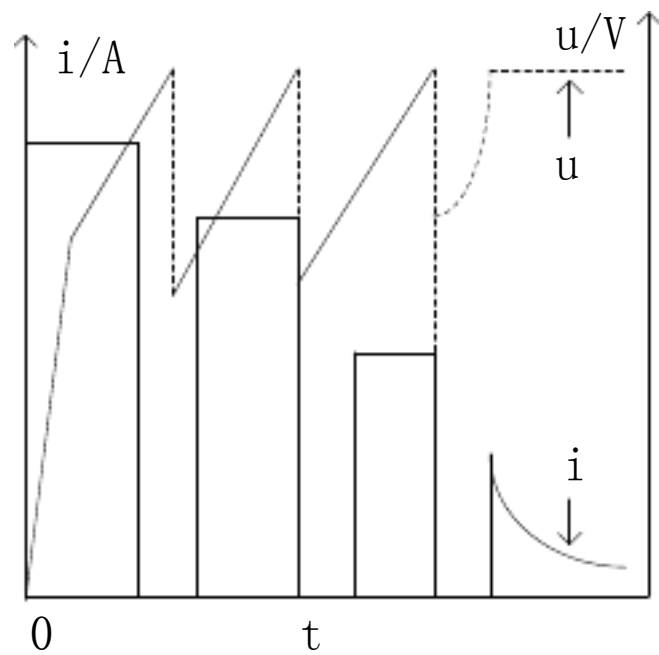
脉冲充电方式是采用脉冲电流对电池进行间隔充电、间隔停止的充电方式，如此循环，如图3所示。5所示。在充电脉冲时间内，电池可以一直充电到充满电，而在非充电阶段出现在电池化学反应阶段的氧和氢在这段时间内重新发生反应，从而导致电池的问题。浓度和欧姆极化自然会得到解决。这样可以缓解电池内部的压力，从而更容易在下一个循环中进行恒流充电，从而使电池能够储存更多的电量。这种充电方式使电池的充电更加合理，电池有足够的时间让零件发生化学反应，零件产生的气体量大大减少，同时也增加了电池对电流的接受度。这种间歇充电方式是电池充电中的一项新技术，它改变了对电池充电时以往充电曲线的约束。



(2) 间歇变流充电方式

充电方式采用脉冲阶段和恒流充电阶段相结合的方法，其充电方式是将一定间隔的恒值电流段变换为有限电压段的可变电流量。在每个阶段的开始，实施电流不恒定的分阶段充电策略。在这种情况下，为电池充电的电流值会尝试更高一些，目的是在有限的时间内为电池充电更多的电量。在最后的充电阶段，选择恒压的方式给电池供电。电池过充电后，最大限度的恢复到原来的状态。间歇充电后，电池产生的气体会发生反应，并在休息时间消耗掉。解决了空气中气体聚集过多导致压力升高的问题，也保护了电池的健康，延长了电池的使用寿命。通过间歇充电，使电池化学反应产生的氧气和氢气有时间重新结合并被吸收，使浓差

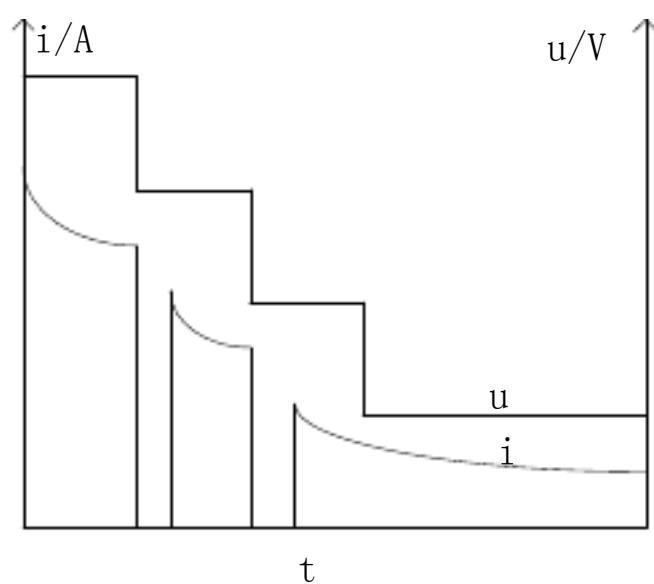
极化和欧姆极化自然消除，从而降低电池内的气体压力，使A轮恒流充电可以更顺畅的进行，让电池吸收更多的电量。变电流间歇充电方式的电流-电压曲线如图所示。



(3) 间歇变压充电方式

随着前一种方法的出现，科学家和工程师们已经

另一种类似的方法已被设计出来，即电压变化的间隔充电方法（图3.7）。这种充电模式与前一种模式的区别在于，充电开始时恒流变成恒压。这种充电模式大大提高了充电效率，越来越接近质量最好、效率最高的模式。恒压充电时，由于电压是恒定的，电池会按照一定的曲线下降。这种充电方式符合我们正常的充电方式，也有利于电池的健康，延长电池的使用寿命。同时也符合自然规律，在健康的状态下，在一定时间内给电池补充最多的电量。



3.3 快充控制技术

在正常情况下，镍氢电池会经历几个充电阶段。先用比较小的电流值给电池充电，然后在最短的时间内跳到比较大的电流补充能量。最后在恒压条件下补充电池剩余容量。如果电池的电压比较小，没有达到默认预设值，这种情况下，我们只好采取小电流恒值充电，直到两端电压值超过预设值，然后切换到快速充电。如果充满电的电池接近85%，此时需要切换充电方式，将电池从快速充电状态切

换到恒压补充能量阶段。 ，控制充电过程，设计充电过程中需要的设计数据，特别是在这个阶段充电电流恒定的情况下，如果这个阶段的相关充电数据超过预设数据，就需要设计程序会做出相应的控制来应对变化，关闭充电仪器的电源，让电池在一段时间后恢复正常状态，然后继续后续阶段的充电。因此，我们通过控制电池充电的相关参数来控制充电过程，以实现在短时间内快速充满电。因此，在控制充电时，需要准确利用电压、时间、电流、温度等各种数据，并根据这些数据制定合适的充电策略，有效合理地组合各个充电阶段。以下是几种常用的控制方法。

3.3.1 时间控制

设计以一定的恒流电流充电到某一阶段所需的时间，达到相应时间后用计时仪表控制充电装置的开关，执行是否关闭当前充电阶段，进入下一个状态充电阶段，使用时间来控制设备和仪器更容易，更方便，但一切都有两个方面。有利的时候，也会有不利的时候。如果在充电过程中电池状态发生变化，此时预设数据可能会发生变化。不准确，不能有效控制电池的充电状态，不能随着电池的变化做出相应的调整。许多不确定因素的影响会导致时间控制出现问题。因此，在某些情况下，如恒流控制，这种控制方法是行不通的。适合。

3.3.2 温度控制

在可接受的恒流充电阶段，电池的温度会升高。当温度上升到程序中预设的数据时，程序会控制外接设备的开关，将其关闭进行保护。在充电初始阶段使用温度数据控制可以与所有阶段停止时的相关控制相关，但其准确性和延迟性会导致电池过度充电，因此不能仅将温度用作控制量。关掉保护，初充电阶段温度数据控制的使用，在所有阶段都停止时可以联动相关控制，但其准确性和延迟性会导致电池过充，所以不能随使用温度作为控制量。

3.3.3 电压控制

在可接受的恒值电流充电阶段，电池的电压超过预设电压值，在电压超过电池管理系统程序控制管理的电压后，外部充电设备在作用下关闭 DSP 主控芯片。在这个阶段充电。这种电压控制方式可以适应程序控制下电池的充电状态，以匹配这种充电方式的电流变化。这种控制方式很简单，但是在控制上当然会出现问题，就是在电池的某些部位，当特性发生变化时，预设的电压不再适合相应的控制，电池可能会过充因为预设的参数值太大。

3.4 智能系统计费方式

智能系统充电的特点是其充电速度非常快，其研究重点是如何在最短的时间内使电池快速稳定地恢复。

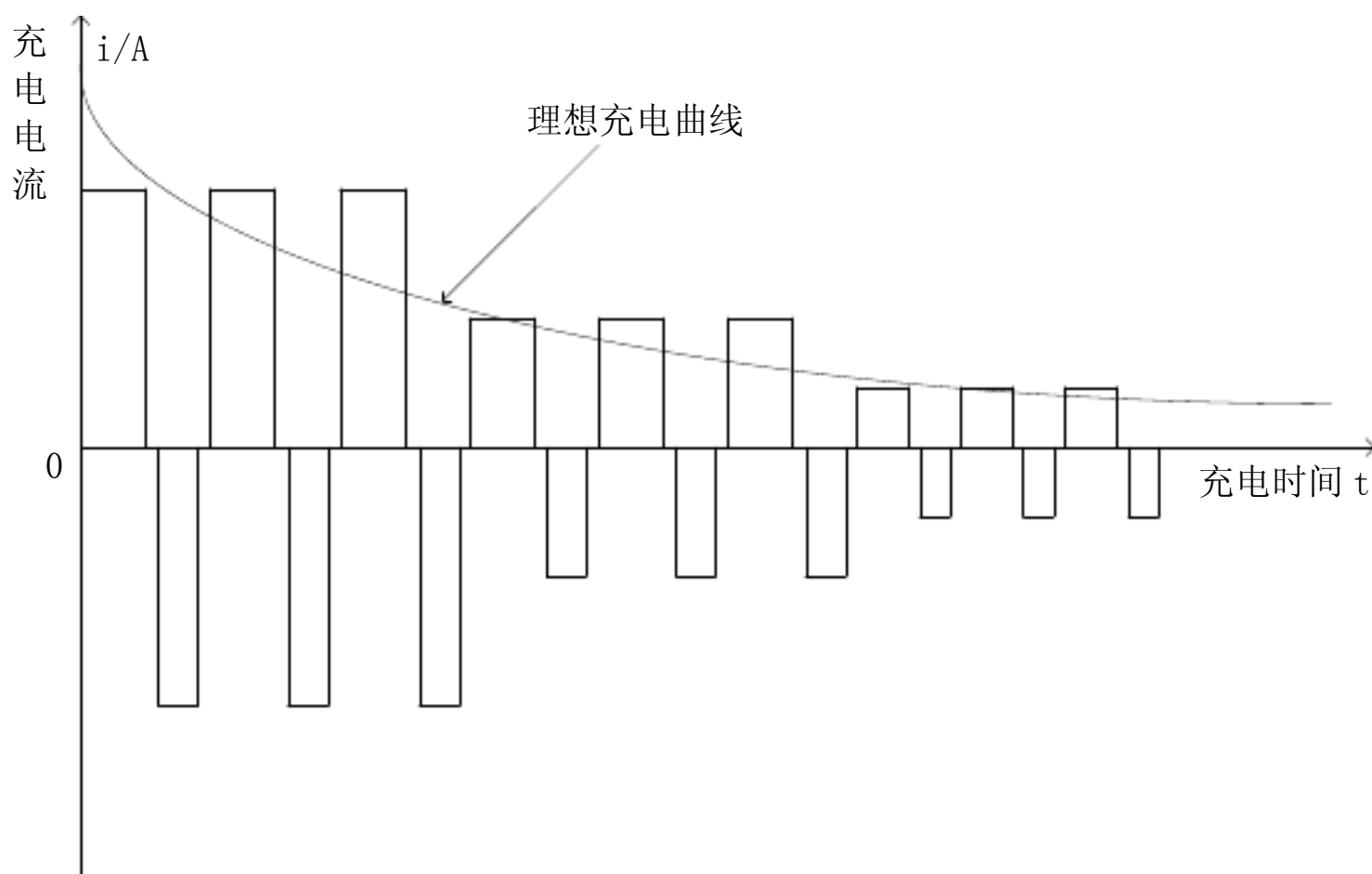
在给电池充电的过程中，要保证给电池快速补充大电流，至少需要多少电流才能在短时间内充满电。不要超过这个值，否则电池会有危险，不利于安全充电。根据镍氢电池的相关数据，制定相关的充电策略，在安全充电的情况下用大电流快速给电池充电。

电池极化是困扰电池快速充电的一大难题。如果镍氢电池充电时间过长，充电监控会变慢，会损失大量电量。如果电池被极化，就会严重影响电池的寿命，既不安全又浪费电池，对环境造成很大的污染。同时，也违反了智能充电的相关标准。

根据电池可接受充电电流定律和马斯第三定律可知，在充电过程中，当充电电流接近电池的固有充电曲线时，及时对电池进行反向电流放电可以提高电池的

充电接受能力，即通过反向大电流放电，可以提高电池的充电速度，缩短充电时间。因此，我们制定了多段恒流充电和脉冲放电相结合的充电策略，如图3所示。如图8所示。多段恒流充电的每一段恒流充电电流波形由一组脉冲波形组成，整个波形近似于电池可接受的充电电流曲线。

因此，智能充电系统在前期根据电池组的状态判断是否需要涓流充电；快速充电采用多级恒流充电和脉冲充电相结合的充电方式，通过负脉冲进行反向放电，在快速充电过程中短时间停止充电，防止电池组过充并消除或减少极化现象，符合马斯第三定律；在充电后期，对电池组进行恒压补充，直至电池组充满电。达到额定功率。这种策略可以保证电池组的快充，提高充电效率，同时解决普通快充带来的硫化问题，保证电池组的循环寿命，所以这个方案是合理的



均衡充电

由于均衡充电电路的设计并不简单，涉及到多方面的深厚知识，本设计在此仅做理论研究介绍。由于在这个电池管理系统中串联了很多电池（384个电芯），所以很多电池之间很容易出现不一致的情况。所以这么多电池串联充电时，要考虑平衡。充电尤为重要，因为它关系到电池的寿命和安全状态。在给电池充电的过程中，对容量较低的电池采用脱硫充电方式，使这些电池恢复到原来的健康状态。状态必须符合相关标准。

(1) 开始

在电池不一致所显示的数据中，经过检查，我们可以从两个方面来决定是否启动这种充电模式。首先是根据电芯的电压差来判断电池组是否即将充满电。要求均充，二是充满电时电池的电压和电流是否达到规定值。

(2) 当前大小

这样充电时，容量小的电池会继续充满电，但由于这些电池的化学反应问题，这些电池接收到的电流不会变大，一般会变小。如果此时加大电流，化学反应会产生大量气泡，但会阻碍电池恢复到原来的容量，放气反应会影响其恢复容量。

(3) 终止

均衡充电的时间要控制好，既不能太长（浪费电量），也不能太短（达不到

这样做的目的)，这样也会对电池造成很大的伤害。根据电池中的最高电压值充电到最大值所需的时间，决定是否终止。

2.2 容量预测 (SOC)

计算电池的充电状态是电池管理系统的一个重点和难点。由于电池的工作环境难以预测，因此电动汽车的工作过程是一个多变的过程，电池本身的状态也受其寿命的影响。关于SOC的估计方法有很多，下面介绍几种方法。

1. Ah测量方法

估算 SOC 的最常用方法是 Ah 测量方法。如果充电初始状态为 SOC_0 ，则当前 SOC 状态为：
$$SOC = SOC_0 + \frac{\int_0^t I dt}{C_N}$$

式中I为电池电流，即 C_N 额定容量； η 是充电效率，是一个变量； I 是镍氢电池的充电电流。

Ah测量法遇到的问题：测得的电流值误差较大且不准确，会导致SOC的计算值出现偏差，并且随着不断累积误差会越来越大，电流会出现波动。在高温高温的情况下，误差会变得很大。可以使用高性能的电流传感器来测量电流，但是这种方法成本更高，并且通过大量的实验数据来衡量电池充电的效率。这使得为电池找到关于其充电效率的实用公式成为可能。各种电动汽车都可以使用这种方法。如果当前的测量数据准确，并且有相当数量的数据可以估计其起始状态，则它是一种简单、可靠、实用的 SOC 估计方法。

2. 电阻法

电池电阻有两种类型，即交流电阻和直流电阻。这两个电阻与SOC的数量密切相关。所谓交流电阻是一个复变量，是指电池的电芯电压与其电流的比值，表示电池抵抗交流电的能力，其电阻值可以通过交流阻抗仪来测量。温度对交流阻抗有很大影响。

所谓电池电阻，是指电池抵抗直流电的能力。它是指同时电压变化与电流变化的比值。在实际应用中，电池在开路状态下以恒定值放电或充电，同时负载负载。直流电阻是用开路电压减去开路电压，然后用这个差值与电流作比值，得到直流电阻。在放电后期，镍氢电池的直流电阻会明显增加，因此可以用来估算电池的SOC值。时间段会影响直流电阻的值。如果时间段小于10毫秒，那么此时只能用欧姆电阻来检测；大容量电池内阻的准确值，用直流法测量电池内阻的缺点就在这里，这种方法更适合估算电池放电后期的SOC值。

3. 神经网络法

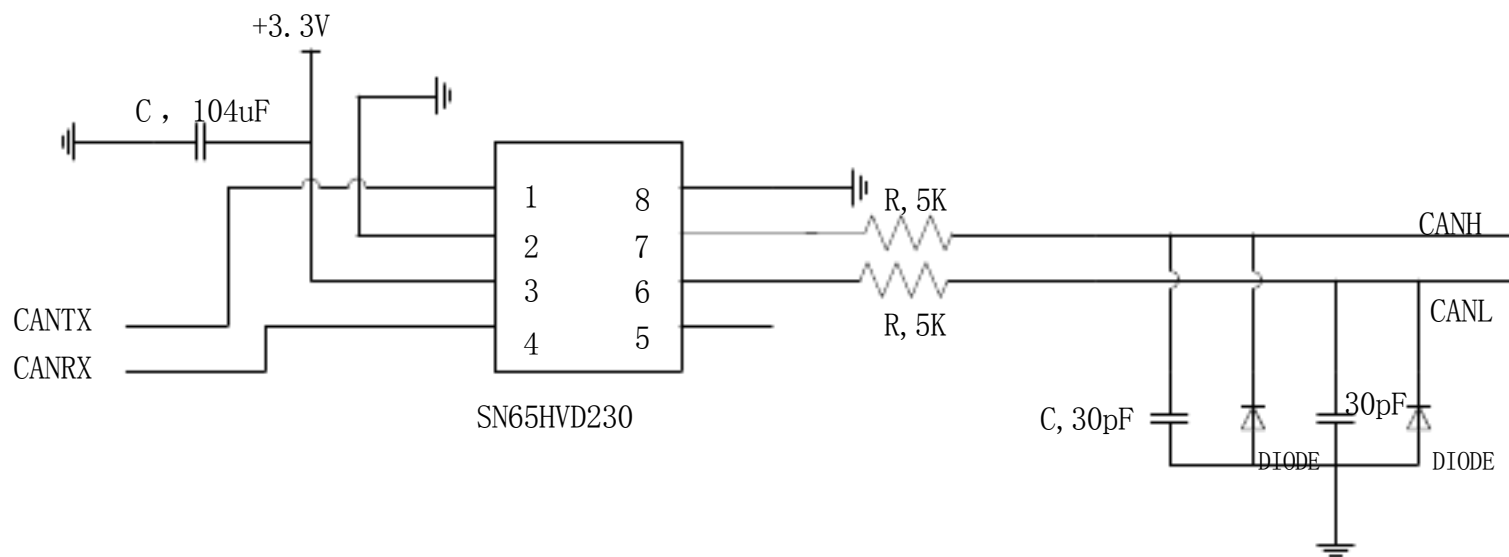
电池是一个非线性度非常高的系统。很难建立更准确的充电过程数学模型。神经网络具有非线性基本特性、并行结构和学习能力，可以针对外部激励进行修改。输出，所以可以用来模拟电池的动态特性，然后可以估算出SOC的值，可以根据实际问题的需要来确定输入和输出层的神经元个数，通常是一个线性函数；问题的分析精度和复杂度决定了中间层的神经元数量。电池的SOC可以通过电压、温度、电流、电阻等变量来估计。选择合适数量的神经网络输入变量对模型的准确性影响很大。这种方法可以适用于所有类型的电池，但缺点是测量和计算的数据量很大。估计的相当一部分偏差来自数据和处理方法。

- 4. 负载电压法
- 5. 卡尔曼滤波法

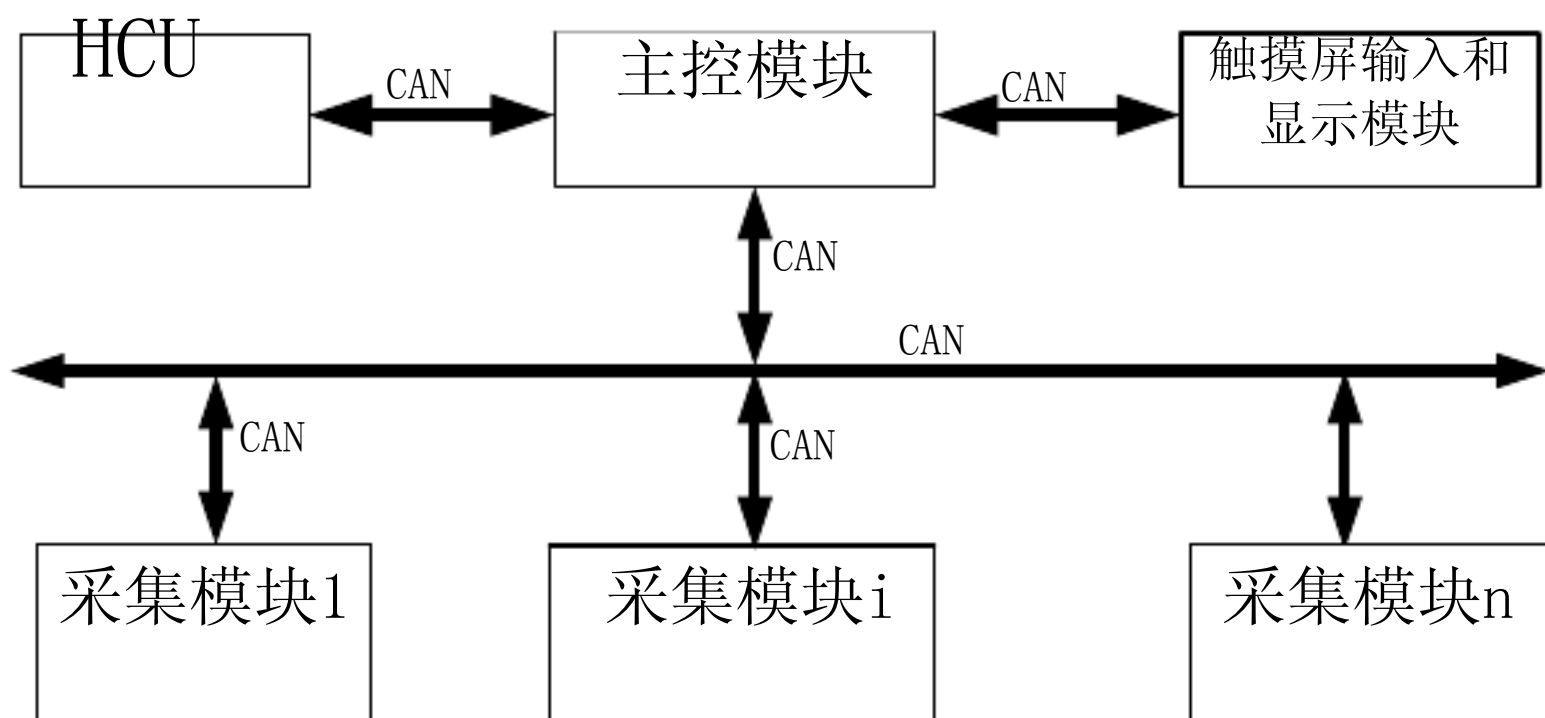
电池管理系统设计方法

CAN通讯

数据通信是BMS的重要组成部分。目前车上BMS中的数据通信方式主要采用CAN总线通信方式。一般要求供电系统和充电器使用CAN总线方式进行通信。CAN总线是支持实时控制或分布式控制的串行通信网络,可以在电磁干扰环境下实现远距离实时数据的可靠传输,硬件成本相对较低。CAN总线标准采用多主模式。网络上的所有节点都可以主动向其他节点发送信息。根据系统的实时性要求,可以将网络节点划分为不同的优先级,采用短帧结构的数据链路层。每帧8b,容易出错,采用光纤和双绞线的传输介质,节点数达到110个,传输速率达到1M b/s,最大的取消了传统站地址编码功能,传输安全。稳定性高,抗干扰能力强,容错能力强。



CAN总线的可靠性非常高,非常适合测控单元的数据通信,因此受到很多公司工程师的青睐。LF2407芯片内置16个外设的CAN控制器,全面支持CAN通讯协议。



BMS CAN模型结构

电池管理系统的特点

BMS整体设计方案

电池管理系统有三种不同的结构，集中式结构、集成式结构和分散式结构。

在集中式结构中，数据采集单元和中央控制单元构成整个电力系统的管理单元，对电力系统的电流、电压、温度等基本信息进行采样，然后对数据进行处理、计算和判断。BMS中央处理器和相应的控件。优点是材料成本低，电池管理系统之间可以无限通信，不仅方便安全管理，还简化了不同电池参数的调整和重写。参数测量速度快且可靠，计算灵活。缺点是修改中央处理器中的软件以满足各种要求。其缺点是解决串联电池电压测量中的隔离、共地和测量精度问题，但技术难度较大。电池组的信号采集但无法检测到每一个电芯，不仅测量精度差，而且对信号处理要求高。当电池组出现故障时，唯一的解决办法就是更换整个电池组。集中式结构适用于仅由一个电池组组成的车载电源系统。

集成型采用大量电池管理芯片进行集成设计。现在有很多电池管理芯片。DS2438芯片在充电状态下检测电池的所有实时状态，如电压、温度、时间、剩余电量等。它可以自动收集这些数据。然后存储起来，用数据线和控制器通信，用芯片设计电路会变得更简单，避免了算法的设计，但也有算法固定的缺点，导致灵活性差。

在分散式结构中，数据采集是分散式的，即每个电池组对应一个采集单元，这些单元通过总线与中央BMS通信。充电控制单元可能与中央处理器分离，有的没有通用的BMS控制板，直接通过总线传输到汽车的中央控制器。重点是这种结构减少了布线，有利于电力系统的扩展，可以分散安装。总线用于连接和信息通信，采集的数据可以就近处理。精度高，更容易计算出电池槽的状态，便于电源管理系统的标准化建立。其缺点是成本相对较高，灵活性较差。系统巡检速度有限，数据实时性低。另外，当BMS是采用分布式监控系统的车载系统时，由于要采样的下板数量较多，会导致电池组内的布线较多，从使用角度来看不方便。系统维护。分散式系统更适合大型电池。

SOC和SOH预测

电池管理系统硬件设计灵活，可通过软件实现开路电压法等多种算法。负载电压法、Ah法、直流电阻法，如果数据量大，也可以建立电池模型，采用自适应过程控制法。

本设计以Ah法为主，采用负载电压法和电阻法估算SOC。首先对Ah法进行了细致具体的分析，然后简要介绍了负载电压法和直流电阻法的应用。介绍了自适应理论在SOC估计中的应用。

首先，根据前面介绍过的安培小时定律，电池充放电容量与充放电电流的关系为：

$$C_0 = \int_0^t i dt$$

实时监测电池的充电电流，然后在其时域积分，这样在时间段 Δt 的积分，即电池的容量变化，只需要知道电池的初始容量，则其剩余容量表达式为：

$$C(t) = C_0 - C(t)$$

这种方法不仅简单而且易于实现。只有当前的采样点就足够了。最重要的问

题是初始值的确定。一般在电池充满电后，以充满电的容量作为初始值计算剩余容量。受到其他因素的影响，因此应予以纠正。放电电流对 SOC 估计的影响最大，其次是温度，然后是自放电。相同条件下，放电电流会很小，所以要修正不同放电电流的余量，调整标准温度。一定电流的剩余容量定义为剩余容量。事实上，当前的参考标准是用来计算剩余容量的。

$$C_{RS} = C_{OS} - C_S$$

其中 C_{OS} 为标准温度下标准电流释放的总电量； C_S 实际上，在标准温度下电流放电后，所用的电量就会转化为电量。

$$C_S = \int_0^t K i dt$$

其中，K为电流修正系数， $K = w_i * \delta_i$ ， w_i 为标准电流放电与标准温度下其他形式放电的放电电量之比， δ_i 为温度修正系数。

$$SOC = \frac{C_{RS}}{C_{OT}}$$

因为电池老化对剩余电量的影响实际上与电池的标准容量不同，它们之间的关系就是将公式3和公式5带入公式4的SOC中，根据公式，剩余电量电池放电跟随放电电流的关系为：

$$C = K * I^{1-n}$$

因为它们的初始条件相同，K和n相同，所以我们有

$$w_i = \frac{C_i}{C} = \left(\frac{i}{I}\right)^{n-1}$$

因此，只需要测量几组 C_i 即可得到K和n，从而确定它，

δ_i 的测定：理论和实验均表明电池易受温度影响，其容量随温度升高而增大，随温度降低而减小。放电电流也是如此，它与温度成正比。正相关就是校正后的所谓标准电压 $I = i * \delta_i$ 。

SOH代表电池的不可逆反应，它是一个变化非常缓慢的变量，因此无需实时测量。在标准条件下，电池从充满电到放电到规定的截止电压所释放的电量与电池标称容量的比值为SOH，

$$SOH = \frac{C_M}{C_N}, \text{ 这里 } C_M = \int_0^t K i dt \text{ 是电池充满电后释放的电量， } K \text{ 是电流修正系数。}$$

数。

电池状态监控

电池管理系统的主要功能之一是检测每个单体电池的电压和温度信号。DSP对各个检测模块发送的数据进行分析，然后进行相应的处理。在严重的情况下，延迟电池充电可能会导致事故。

电池的电芯电压通常在[1V, 1.4V]左右。如果检测电路发送的数据表明电压

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/458073055141007005>