

# 储能堆供电充电桩的研究

杨初果<sup>1</sup>, 张 茂<sup>2</sup>, 刘崇汉<sup>1</sup>, 聂 玲<sup>2</sup>

<sup>1</sup>重庆国翰能源发展有限公司, 重庆

<sup>2</sup>重庆科技学院电气工程学院, 重庆

收稿日期: 2023年1月16日; 录用日期: 2023年3月30日; 发布日期: 2023年4月6日

## 摘 要

储能式充电桩是指在传统的充电桩箱内, 按需要添加不同容量的储能电池。由于在使用充电桩进行充电过程中才能获取所需参数, 用于计算其储能结构的剩余电量, 且多个充电桩同时使用将会影响单元用电量, 存在浪费时间等待后而充电桩单元却无法满充电需求, 为正常使用带来了困扰。本文提出了一种用于充电桩的储能堆供电系统, 其目的在于优化充电桩储能结构的使用管理, 增大足额单元电量的充电桩使用数量。相比现有技术, 本设计将储能结构本身作为可电量监测的辅助单元, 简化了电量监控单元的设计, 以实际测量为准, 并进而计算出最大充电桩数量。该设计既方便充电用户掌握相关信息, 也方便管理人员合理调度、管理充电设备以及有充电需求的客户。

## 关键词

充电桩, 储能系统, 线性放大电路, 新能源

# Research on Power Supply Charging Pile of Energy Storage Stack

Chuguo Yang<sup>1</sup>, Mao Zhang<sup>2</sup>, Chonghan Liu<sup>1</sup>, Ling Nie<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chongqing Guohan Energy Development Co., Ltd., Chongqing

<sup>2</sup>School of Electrical Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: Jan. 16<sup>th</sup>, 2023; accepted: Mar. 30<sup>th</sup>, 2023; published: Apr. 6<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Energy storage charging pile refers to the energy storage battery of different capacities added according to the practical need in the traditional charging pile box. Because the required parameters can only be obtained during the process of charging piles, then it is used to calculate the remaining

power of the energy storage structure. Multiple charging piles at the same time will affect the electricity consumption of the unit. It will waste time and if at last the charging pile unit cannot meet the charging demand, which brings trouble to the normal use. This paper proposes an energy storage pile power supply system for charging pile, which aims to optimize the use and management of the energy storage structure of charging pile and increase the number of charging pile with full unit power. Compared with the existing technology, this design takes the energy storage structure as an auxiliary unit for power monitoring, simplifies the design of the power monitoring unit, and then calculates the maximum number of charging piles using the actual measurement. The design not only facilitates the charging users to grasp the relevant information, but also facilitates the management personnel to reasonably dispatch and manage the charging equipment and the customers with charging needs.

## Keywords

Charging Pile, Energy Storage System, Linear Amplification Circuit, New Energy

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

目前, 充电站的各个充电桩供电端并联在母线端, 母线端再与电力输入相连, 为了保证在电力输入断电情况下充电桩仍能维持一定时间的工作, 母线端同时会连接电池等储能装置。为了保证储能容量, 会采用多个电池以串联、并联组合连接的方式形成储能堆, 并整体与母线端并联相接。

储能堆或电池的容量或剩余电量的监测对于充电桩的使用时长非常重要, 虽然电池制造商提供有电池的开路电压与电池容量之间的对应关系可参照, 但由于充电桩使用的不确定, 对应电池自放电的不确定, 电池内阻随着老化、充放电次数、温度、放电深度等原因发生变化, 准确告知用户储能结构在保证安全放电深度前提下, 剩余电量能够满足提供充电桩的最大使用数量存在问题。

对于组成储能堆的每一个电池进行电池管理, 其成本是比较高的。由于储能堆中电池的拓扑连接结构与内阻变化等原因, 建立的计算模型非常复杂, 且与储能堆整体进行电池管理一样也存在偏差较大的问题。由于在使用充电桩进行充电过程中才会获取所需参数计算其储能结构的剩余电量, 对于尚未使用充电桩的用户则难以提前获知充电桩对应储能结构的容量, 且多个充电桩同时使用则会影响单元用电量, 存在浪费时间等待后充电桩单元却无法满充电需求, 为正常使用带来了困扰。

本文基于以上充电桩中存在的亟待解决的问题, 提出了将储能堆供电系统用于充电桩, 其目的在于优化充电桩储能结构的使用管理, 增大足额单元电量的充电桩使用数量。

## 2. 储能式充电桩运行策略

在电力负荷较低的情况下, 多数场站都是采用集中控制, 图 1 显示了系统的结构。其中, 能源控制部分是电力系统的主要控制设备, 它可以对电力变压器进行实时的负载测量; 其次, 按照能源管理的要求, 对整个电站进行有序充电。它是每个充电桩的输出功率为基础, 按顺序进行功率下降和整个站点的有序充电。

将能量储存技术用于充电桩的设计, 开发其充电桩, 对解决特殊情况下的配电容量问题, 平滑电力系统的充电电源波动, 满足用户快速充电的需要, 都有很大的现实意义[1]。

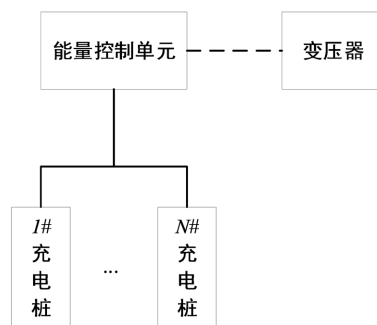


Figure 1. Centralized control system structure of the whole station

图 1. 整站集中控制系统结构

储能式充电桩是指在传统的充电桩箱内，按需要添加不同容量的储能电池，可储存电力并为电动车充电[2]。

储能式供电系统有以下特点：

- 1) 改善负载的峰谷差，提高系统的效率，提高设备的利用率。
- 2) 增加后备能力，改善电力系统的安全与品质。
- 3) 系统具有平滑非直接式电动汽车的充电功率波动，并可提高电网调频调峰能力。

### 3. 储能式充电桩设计

#### 3.1. 储能堆供电系统电路

储能式充电系统主要包括蓄电池组、功率转换系统以及控制系统三部分[3]。

其中，蓄电池是储能式电动汽车充电系统的核心，也是主要的储能元件。而蓄电池的运行原理是将电池在外部电网电压下进行充电，之后在电动汽车内部进行放电过程，最终通过电力转换将电能输出到电动汽车[4]。因此，充电电池的运行过程中，对充电系统提出了更高要求。

一般情况下，电动车的充电站都采用了多个充电设备共同工作的方式为电动汽车提供电力供应。因此，需要为多个设备提供电能，但是同时又需要在每台设备之间做到能量交换过程中不产生过多的损耗，同时还应做到能量双向流动并且保持高效率的转换。

所设计的储能堆供电系统电路逻辑框图如图 2 所示，储能堆的正极与母线+相连，储能堆的负极与母线-相连，以此完成对整个储能堆的供电。储能堆供电系统电路包含充电设备、储能堆与母线，所述充电设备的输出、储能堆与母线对应相接；充电设备的输入与市电供电连接。此外，还包含 5 个充电桩与母线接入开关 KA1-KA5。

储能堆供电系统包含第一储能模组、第二储能模组、第一电控开关 K1、第二电控开关 K2、第一电压测量单元 U1、第二电压测量单元 U2、取样电阻模块、取样切换开关 K3、通信单元、触发单元、控制单元与显示装置。以及各母线接入开关 KA1-KA5、第一电控开关 K1、第二电控开关 K2、取样切换开关 K3。

各类开关是基于 Controller Area Network (CAN)总线的智能断路器，一方面便于实现开关的总线扩展，并连接至控制单元，有助于控制单元端口的节省，另一方面便于控制各智能断路器，通信端即为开关的触发端或控制端。

储能堆供电系统的传感器包含雷达传感器、光电传感器、重量传感器等，使用时设置于车辆进口处或待充电区，以便于检测到待充电的车辆进入检测区后传递信号启动电量监测与开关切换功能，执行控

制时序步骤。触发单元同时可以使用 RF 通信模块或手动开关，可实现相同功能。显示装置与控制单元相连，可实现可用充电桩的数量显示；显示装置可用 LED 屏、LCD 屏或与充电桩数量相同的指示灯完成。

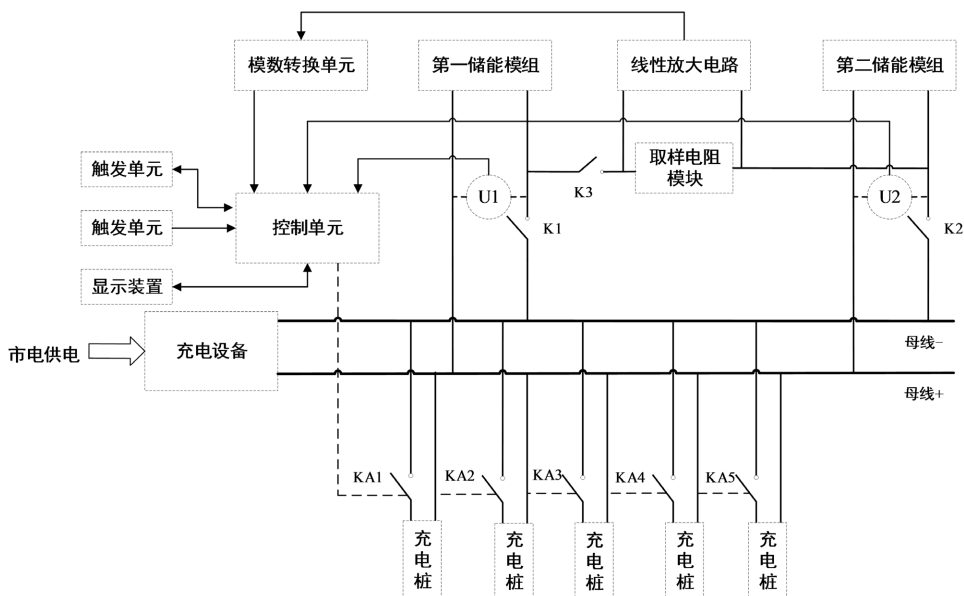


Figure 2. Circuit logic block diagram of energy storage reactor power supply system  
图 2. 储能堆供电系统电路逻辑框图

### 3.2. 线性放大电路

线性放大电路，是利用运算放大器实现电压或者电流放大的一种电路。这种电路主要用于放大输入信号，也可应用于一些特殊用途[5]。

线性放大电路是指在输入信号频率高于某一频率上，其电压和电流的关系越接近于线性关系[6]。线性放大电路如图 3 所示，取样电阻模块包含串联相接的取样电阻 R1 和 R2。

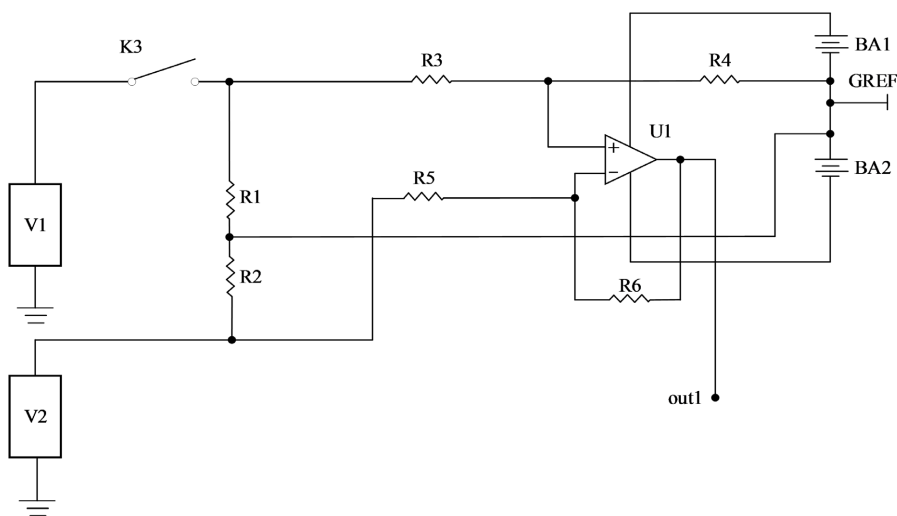


Figure 3. Schematic diagram of linear amplification circuit connection  
图 3. 线性放大电路连接原理图

在图 3 中, 第一储能模组为 V1, 第二储能模组为 V2, 电池 BA1、电池 BA2 为线性放大电路的供电电路, 差分电路的输出端 out1 与模数转换单元的输入相接。

当取样切换开关 K3 闭合时, 第一储能模组 V1、第二储能模组 V2 之间的电量传递在取样电阻 R1、取样电阻 R2 上形成了取样电压, 无论是由第一储能模组 V1 流向第二储能模组 V2 或是反向充电, 通过差分放大电路的设置, 实现了取样电阻模块上的浮动电压的双向采集, 电压输出的正负值即可表现出电流的方向, 实现了流进电荷的储能模组与流出电荷的储能模组的识别, 便于控制单元的后续处理。

#### 4. 控制策略

储能堆供电系统的控制单元存储有储能堆中电池的参数数据与若干具体型号车辆的电池容量 C0 和标准充电电流大小 I0、标准充电时长 T0。

参数数据包含若干电池开路电压对应电池容量的离散数据、安全放电深度剩余电量 EV。通过网络通信模块可实现相应参数数据的调整或更新, 从而更为准确合理的管理充电桩或储能堆的使用。使用时, 控制单元还需存储线性放大电路的放大系数、误差调整系数。

储能堆供电系统控制单元包含如下时序步骤:

- 1) 断开取样切换开关、第一电控开关或者第二电控开关;
- 2) 读取第一电压测量单元传递的第一储能模组开路电压 Vocv1 或第二电压测量单元传递的第二储能模组开路电压 Vocv2;
- 3) 取样切换开关导通, 获取经取样电阻模块取样, 线性放大电路、模数转换单元调整传递的电压信号 Vu; 获取第一电压测量单元传递的第一储能模组端电压 Vd1 和/或第二电压测量单元传递的第二储能模组端电压 Vd2;
- 4) 根据已知取样电阻模块的电阻值、对应的电压信号 Vu 及线性放大电路的已知放大系数计算流经取样电阻模块的电流 Iu;
- 5) 计算第一储能模组的内阻 rd1 或第二储能模组的内阻 rd2。其中, 第一储能模组的内阻  $rd1 = (Vocv1 - Vd1) / Iu$ ;
- 6) 根据第一储能模组开路电压 Vocv1 或第二储能模组开路电压 Vocv2 查询第一储能模组的电量 Soc1 或第二储能模组的电量 Soc2, 并根据安全放电深度剩余电量 EV 计算第一储能模组的可使用电量 RM1 或第二储能模组的可使用电量 RM2。其中, 第一储能模组的可使用电量  $RM1 = Soc1 - EV$ ;
- 7) 断开取样切换开关;
- 8) 根据具体型号车辆的电池容量 C0 或标准充电电流大小 I0、标准充电时长 T0, 结合第一储能模组的可使用电量 RM1、第二储能模组的可使用电量 RM2 进行除法计算, 即  $RM1 / C0$  或  $RM1 / (I0 \times T0)$ , 并将除法结果的整数部分作为安全充电次数, 与充电桩数量进行对比, 当安全充电次数大于充电桩数量时可用充电桩数量即为充电桩数量, 反之, 可用充电桩数量为安全充电次数;
- 9) 触发显示装置显示安全充电次数或触发对应母线接入开关动作。

对于电流及时长的乘积与电量的转换此为现有技术, 在此不再赘述。为实现方便的控制, 控制单元使用 ARM 嵌入式处理器进行采集和控制。

#### 5. 结论

在国家新能源大战略背景下, 电动汽车因绿色环保、高效率等优点而成为现代汽车工业的重要发展方向, 同时与之配套的充电设施建设, 也成为国内外研究的重点。储能式充电桩在传统的充电桩柜体内, 根据充电需求增加不同容量的储能蓄电池组, 具有存储电能和对电动汽车充电的功能。

相比现有技术,本设计将储能结构本身作为可电量监测的辅助单元,简化了电量监控单元的设计,并无须对储能单位的内阻建立温度、老化相关的复杂模型,以实际测量为准,并进而计算得出最大充电桩数量,既方便充电用户掌握相关信息,也方便管理人员合理调度、管理充电设备以及有充电需求的客户。

### 参考文献

- [1] 闫寒明,李景云.一种储能式充电桩的设计与实现[J].电工技术,2021(10):80-82.
- [2] 李安迪,刘洋,孟圆,毕成明,李兴华.储能式电动汽车充电系统[J].技术与市场,2019,26(11):55-56.
- [3] 边慧萍,魏邦达.储能式电动汽车充电桩设计与应用[J].通信电源技术,2018,35(7):98-99.
- [4] 程启明,徐聪,程尹曼,黄伟,郭凯.基于混合储能技术的光储式充电站直流微网系统协调控制[J].高电压技术,2016,42(7):2073-2083.
- [5] 王建宇.微弱信号高精度线性放大电路的设计[J].电子设计工程,2014,22(22):94-96.
- [6] 梁子秀.线性功率放大电路释疑[J].学周刊,2011(16):180-181.