# 锂电池双向充放电

- 基本原理和波形的核对,所有的模块双击会有help,可以参考着学习
- 仿真文件
  - ./Battery\_charge\_discharge\_ChgDiscModeChange.slx
  - # latest 1.实现双向非隔离DCDC充放电(母线电压闭环方式)
  - # 2.手动充放电切换逻辑 + 母线电压稳定
  - ./Battery\_charge\_discharge\_100ah\_only2directionChrgDischarge.mdl
  - # 第一版: 实现双向充电, 无充放电切换逻辑
  - ./OneDirection\_battery\_Charg\_disCharg\_from\_DCSource\_bidirectionalDCConv.slxc
  - # rawVersion: 双向非隔离DCDC, 只能满足网侧电压 > 电池电压的情况

#### • 需求描述 🏗

电池组参数信息参考 LFP-100Ah (8S) 捆扎模组产品 参考 G102-100 电池文档参考

。 基本功能

现在是微电网项目里面锂电池的一个模块,想要实现 90kwh (电量,不固定) 的锂电池组模块 (100Ah 容量, 102.4V 电压变化范围85-112V,具体信息参考下面的文档),通过并联多个双向非隔离 dcdc 连到母线 (96V) 实现双向充放电的功能。

- 100Ah 102.4V 锂电池组,组合成 90kwh电池组(目前视为一个整体,组合的话仿真太慢跑不动),这个锂电池组是船上一个动力锂电池。 96V/3.2== 30 串,
  - 整体电池组 SOC 估计
- 多个双向非隔离 dcdc: 母线电压96V, 电池电压85-115v 需要那种双向 boostbuck即能升又能降得那种,就是电池电压过低 < 96V 时候,需要母线给电池充电要升压。

## 充放电的逻辑

目前实现了: 1.双向充放电; 2. 母线电压稳定+超调<1%; 3. 满足电池组电压范围 85-112V的充放电

- 参考 "蓄电池闭环设计" 论文参考
- 连接方式

100AH 102.4V的电池模块 (用的matlab官方模块) 接入一个双向非隔离DCDC连接到母线 (仿真里面我视为电压源加上一个负载)

- 。 电池参数 (使用 Battery mask Matlab官方模块)
- 充放电逻辑

根据**直流母线的电压**来决定电池的充放电 🖒 (电压闭环)

○ 直流母线电压 < 96V, 电池组给母线充电,满足1) 母线电压稳定在96V; 2) 母线电压的超调 <1% (增加了电压源旁边负载电阻的阻值); 3) 输出的电池恒流:保持电流稳定在20A(符合在0-30A了)同时电池因为放电 SOC下降;

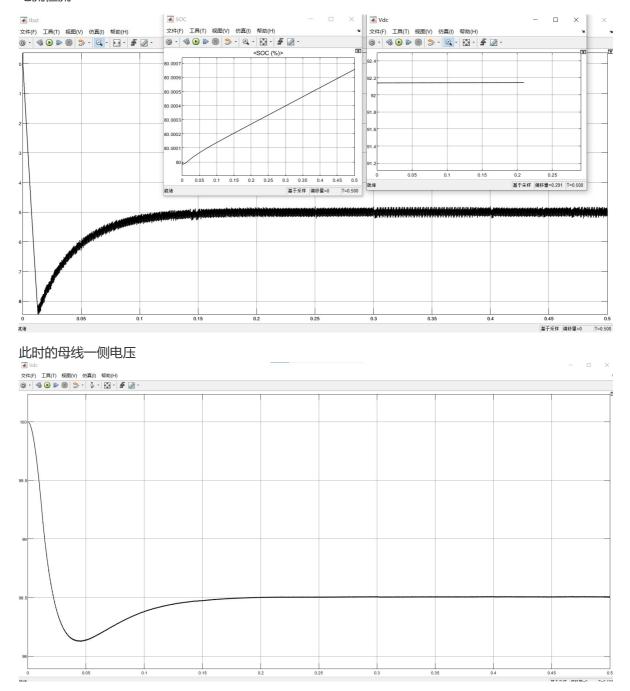
母线电压 > 96V, 给电池充电,此时不考虑母线电压的稳定了,就只看电池的电流是否为恒流,此时电流反向为 -5A 给电池充电,电池SOC上升

## 仿真测试

- 验证
  - 双向DC/DC的电流环充放电**恒流模式**
  - 。 调节**输出电压的电压模式**的功能

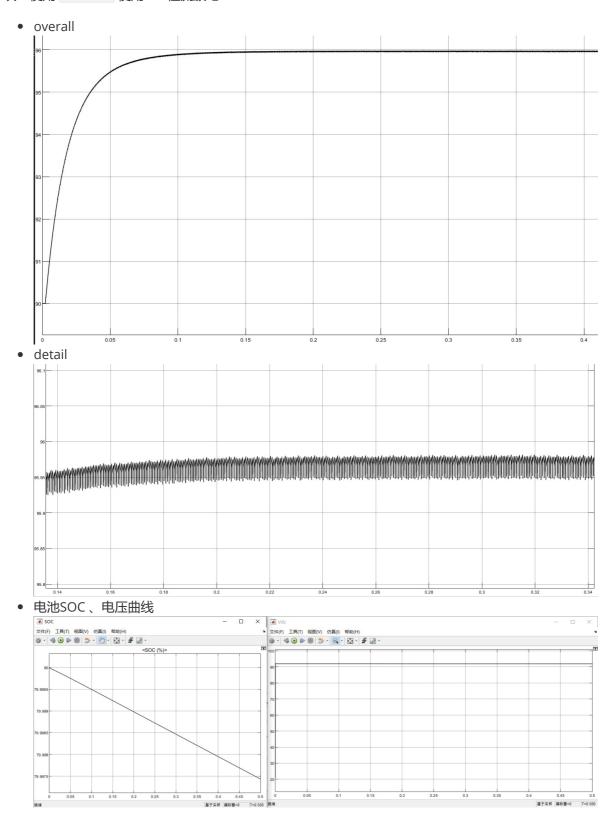
#### -5A恒流充电

母线电压100V(>96V),给电池充电。电池以电流 -5A 进行充电,电压稳定在92.15V:电池 SOC 上升,电流恒流



### Mode=3 20A电池恒流放电

母线一侧电压小于96V (使用90V测试): 由蓄电池放电曲线稳定在 96V, 超调量<0.5%; 电源控制模块: 使用 mode==3 使用20A恒流放电



# 后续优化

该部分锂电池模块,目前实现了基本充放电需求。待连入整体微电网结构,进一步优化,**主要分为两方面的优化**:控制策略、拓扑结构

- 控制策略:目前使用 PI 控制
  - o 模糊 PI
  - o SMC 滑模控制
- 拓扑结构:目前使用非隔离双向DCDC(半桥:2个开关管)
  - 。 隔离型DCDC (全桥》》4个开关管 + 逆变器)
- **充放电切换:目前为手动模式**,后续与风力发电整体进行联调,修改其切换策略,有了大的整体系统在进行修改。

### QA

- DCDC
  - 电路里面, 电容、电感的值如何选取: **参数根据波形调试, 没有啥理论计算**
  - o DCDC 结构

双向非隔离型 BuckBoost 电路, Q1Q2互补关系》》输入门信号 S1、S2 互补(方波高低频信号)

#### 参考

这个脉冲信号在充放电两个情况下,后续电压波形就稳定了,脉冲类似。

- BatteryController 控制部分
  - 。 **母线电压控制**: 输入 96V 期望值,与实际采集到的母线电压,计算误差作为输入
    - PI 控制器参数(经验值): P 调节快速性(跟踪速度); I 调节超调量(稳定性)
  - 。 电流控制:输入蓄电池的电流 lsc,实现电池恒流的要求 (否则电池就炸了)
    - ② 为啥电压误差过 PI 控制的结果,直接可以和 Isc 电池电压比较呢 **外环电压环输出的结果是电流环的参考值>>** 参考 "**蓄电池闭环设计**" ☆
  - o PWM 控制模块: 产生高低频脉冲, 提供给 DCDC >> IGBT 实现充放电 Single-phaseHalfBridge(2pulses)
- 三种模式各自功能: 电压电流双闭环,与恒流充放电如何切换呢?
   电压电流双闭环(维持母线96V稳定)、恒流-5A(电池充电)、恒流20A(电池放电)的切换,具体的切换规则需要看具体场景:因为实际电网会存在很多情况,比如,切除负荷,单独给蓄电池充电,或者蓄电池检查性放电。
  - 。 当下只能手动切换,后期放在风力系统可以动态

#### • 锂电池

- 电池组内部考虑 SOC均衡
   不建议搞,如果考虑电池内部组合情况,会出现SOC不均衡环流的情况,更加难以控制。
   仿真开发周期更长,SOC均衡复杂,且数量越多越复杂。
- 。 电池参数

```
"Type": "Lithium-Ion" // 磷酸铁锂电池
    "Parameters": {
       "Nominal_Voltage(V)": 85,
       "Rated_Capacity(Ah)电池额定容量": 100,
       "Initial_StateOfCharge(%)": 80, // 电池初始状态 >> 所以额定电压
102V * 0.8 左右
       "BatteryResponseTime(s)": 30, // ??
   },
    "Discharge": {
       "MaximumCapacity(Ah)": 107.6923, // ??
       "Cut-off_Voltage(V)": 83.2,
       "FullyChargedCurrent(A)": 20,
       "Internal_resistance(Ohms)": 0.0085,
       "Capacity(Ah)at_nominal_voltage": 96.1538,
        "Exponential_zone[Voltage(V),Capacity(Ah)]": [92.2034, 20],
       "Discharge_characteristics":{
            "Discharge_current[i1,i2,...]": [6.5, 13, 32.5],
       }
   }
}
```

■ 标称电压 Nominal\_Voltage

理论标称电压为 102.4V, 但初始 SOC 设置为 80%, 要调整一下。