

# 2022 MathWorks 中国汽车年会

基于MATLAB实现车云协同电池管理

梁海强, 博士, 北京汽车研究总院





# 目录 CONTENT

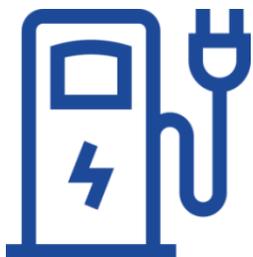
---

- Part 1 | 车云协同电池管理背景
- Part 2 | 车云协同电池管理系统方案
- Part 3 | 车云协同实现寿命延长应用
- Part 4 | 车云协同电池管理系统展望

# 1. 车云协同管理背景

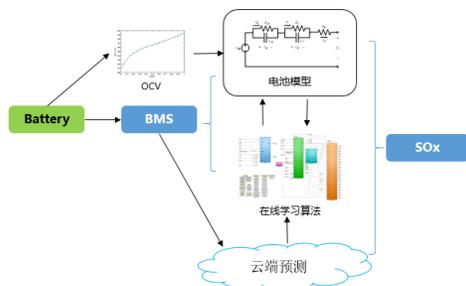
目前车载应用场景复杂，工况恶劣，且用户对产品的要求逐渐提升，动力电池管理面临四大挑战。

## 挑战一 全功率边界管理



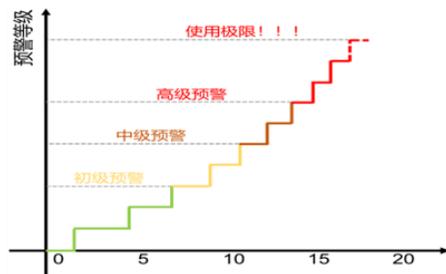
- ✓ 快充对电池寿命影响大
- ✓ 如何突破无损快充？

## 挑战二 SOX估计及寿命延长



- ✓ 受多因素耦合影响
- ✓ 如何突破全生命周期状态精确估计、预测及寿命延长？

## 挑战三 热失控预警与主动干预



- ✓ 热失控在任何时刻均可能发生
- ✓ 数据监控无明显异常
- ✓ 如何突破提前热失控预警及主动干预？

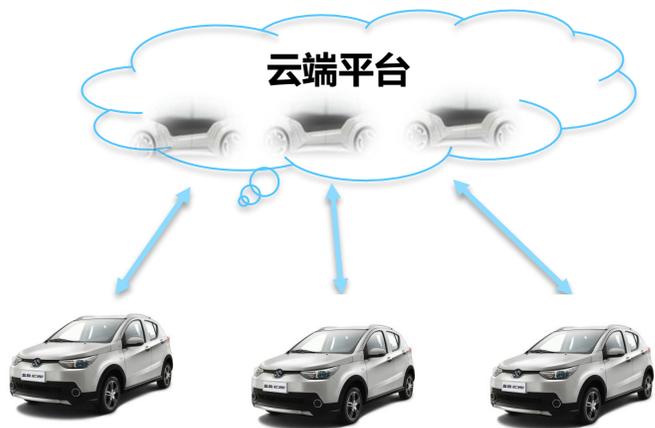
## 挑战四 全气候热管理



- ✓ 高寒下里程和寿命快速衰减
- ✓ 高温带来安全风险
- ✓ 如何突破电动汽车使用地域边界线？

# 1. 车云协同管理背景

四大挑战对电池管理系统存储能力和算力依赖度高。



## 电池管理系统内网数据量

1. 单体及模组电压约XXByte/s
2. 单体及模组温度约XXByte/s
3. 其他信息XXByte/s

## 整车网络数据量

1. 整车数据XXByte/s
2. 系统诊断约XXByte/s
3. 其他信息XXByte/s

总数据量

- 网联车辆每天可产生GB级的高价值全生命周期数据；
- 这些数据存储了电池性能演化特征，对高精度电池管理至关重要。

天：GB级

周：GB级

月：TB级

年：TB级

### 功率边界管理

数据需求及方法：原始数据+孪生模型预测

数据时长：半年~一年

### SOX估计及寿命延长

数据需求及方法：原始数据+孪生模型预测

数据时长：半年~一年

### 热失控预警与管控

数据需求及方法：原始数据+孪生模型预测

数据时长：全生命周期

### 全气候热管理

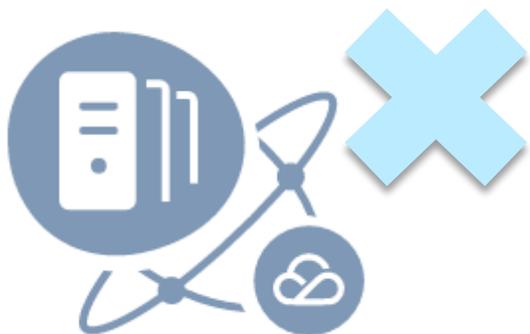
数据需求及方法：原始数据+孪生模型预测

数据时长：1年

# 1. 车云协同管理背景

□ 受限于车端BMS算力和存储能力，无法满足四大挑战需求。

## ◆ 算力有限



- 精细化算法和模型难以运行
- 车端算法准确度差

## ◆ 存储空间小



- 不能大量存储历史数据
- 车端BMS存储能力小于XXMB

## ◆ 信息维度低

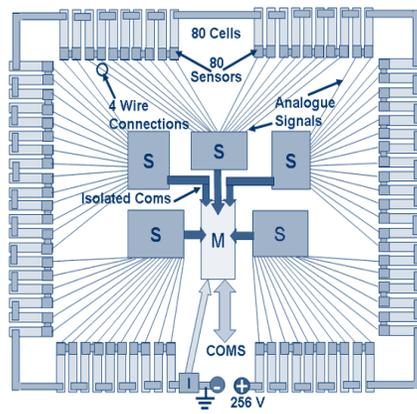
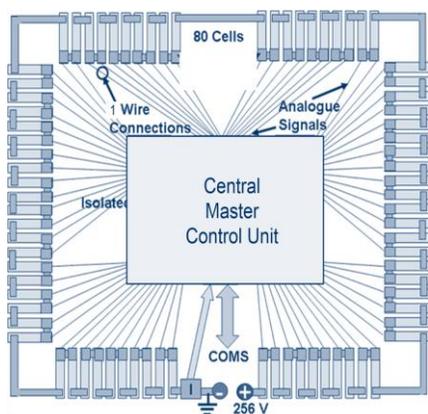


- 缺乏同类型实车数据对比
- 车与车之间无法互学习

◆ 单一车端BMS难以满足全生命周期动力电池无损快充、高精度状态估计、寿命预测、寿命延长、热失控预警、全气候热管理。

# 1. 车云协同管理背景

向车云协同智能动力电池管理技术发展。



单主控制器结构

一主多从结构

云端平台化

千车千面

起源

...

2022

...

未来

模型精细化

控制深入化

车云协同趋势



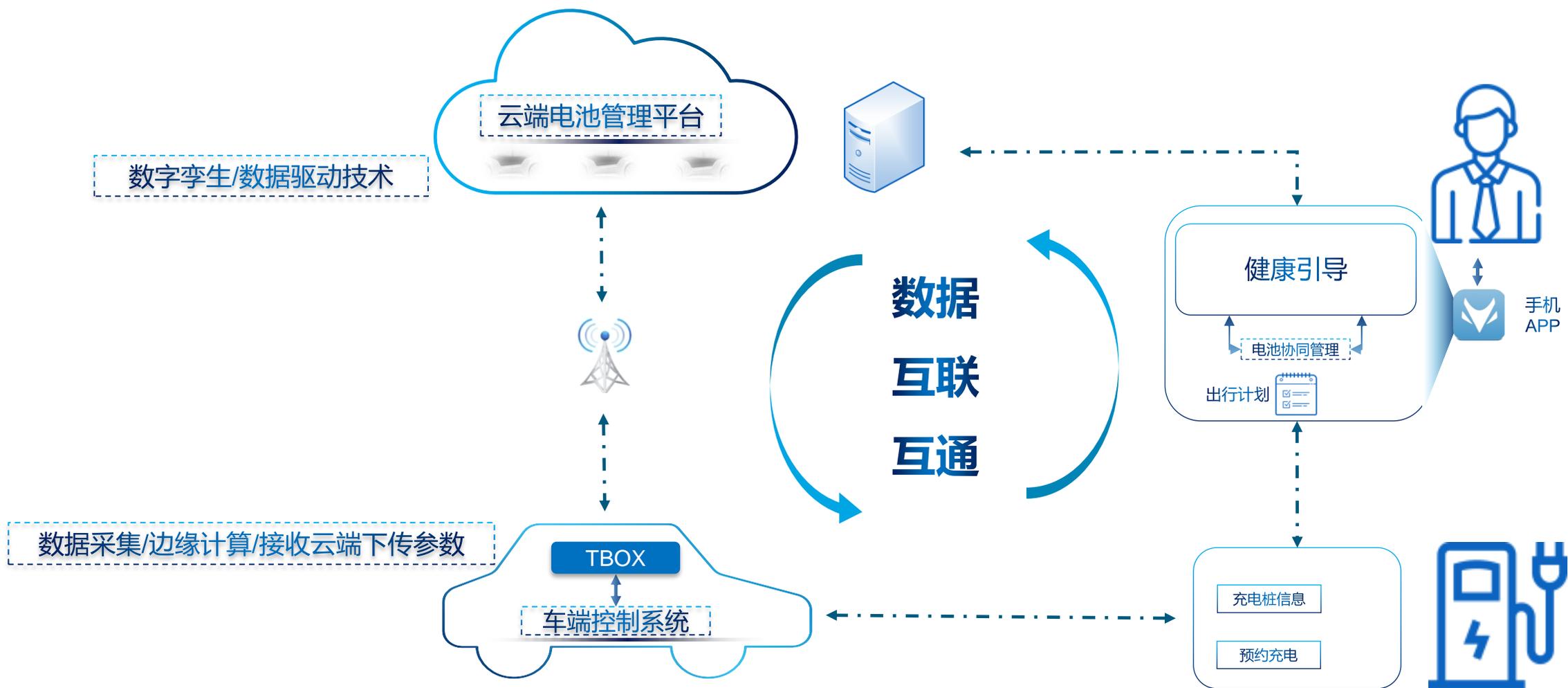
# 目录 CONTENT

---

- Part 1 | 车云协同电池管理背景
- Part 2 | 车云协同电池管理系统方案
- Part 3 | 车云协同实现寿命延长应用
- Part 4 | 车云协同电池管理系统展望

## 2. 车云协同电池管理系统方案 | 协同系统

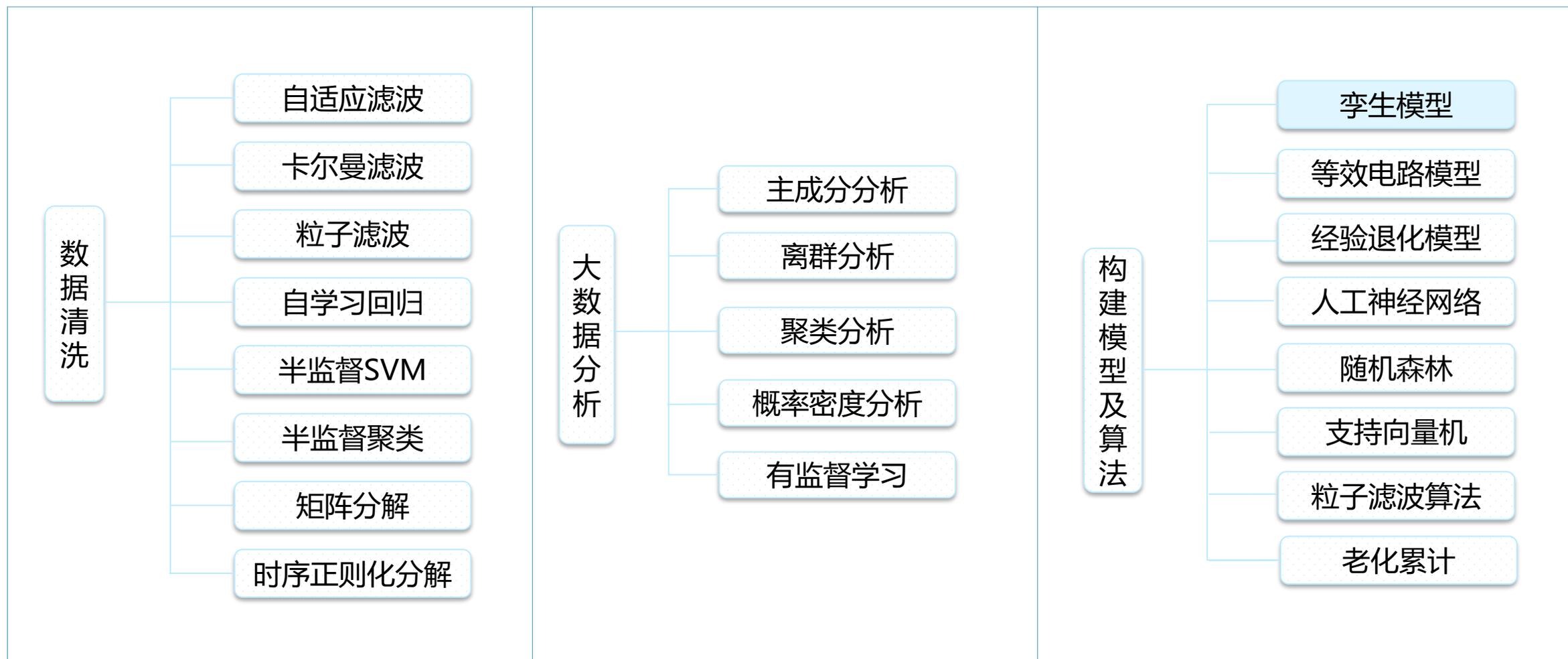
□ 打通“人-车-桩-云”数据通道，实现基于移动互联的车云协同系统。





## 2. 车云协同电池管理系统方案 | 云端

□ 云端主要实现数据清洗、大数据分析、模型及算法构建，具体方法如下：



## 2. 车云协同电池管理系统方案 | 车端

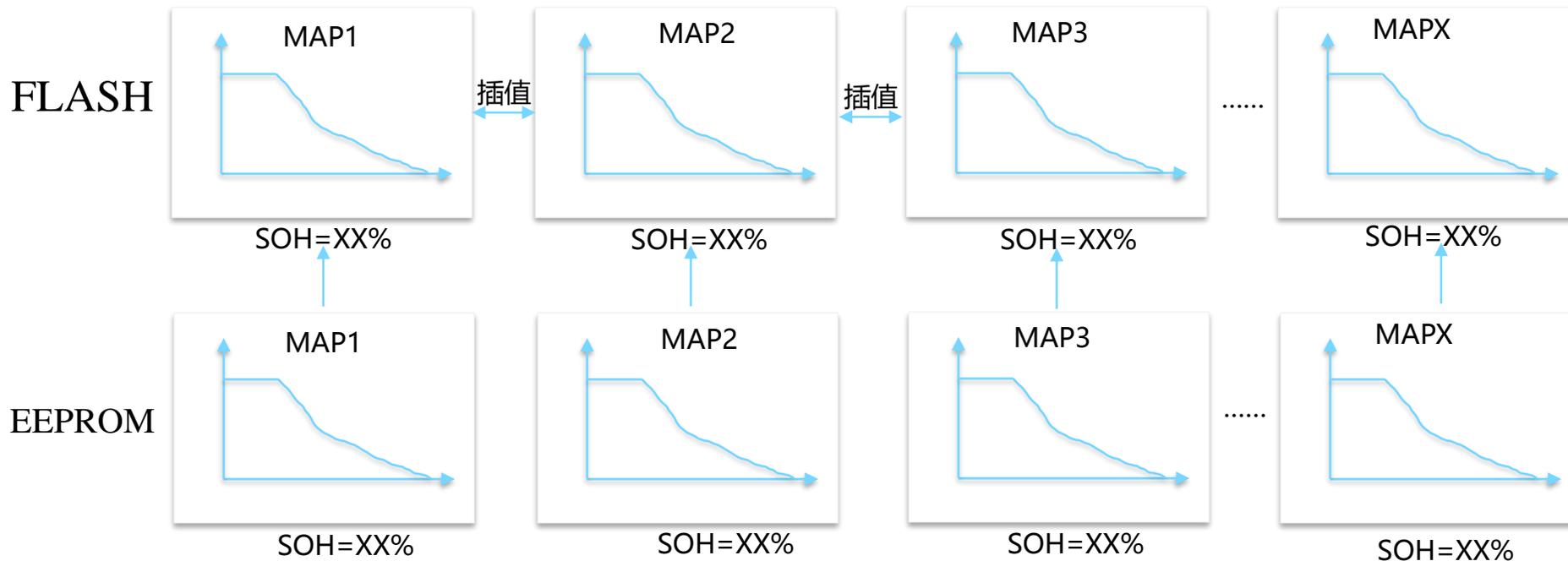
□ 为云端提供数据采集信息和边缘计算，接收云端下传控制指令，更新车端参数。

### 数据采集与边缘计算

➤ 实况信息采集：  
- 电压、电流、时间、温度  
等信息。

➤ 边缘计算：  
- 支持云端模型开发所需  
的简单计算。

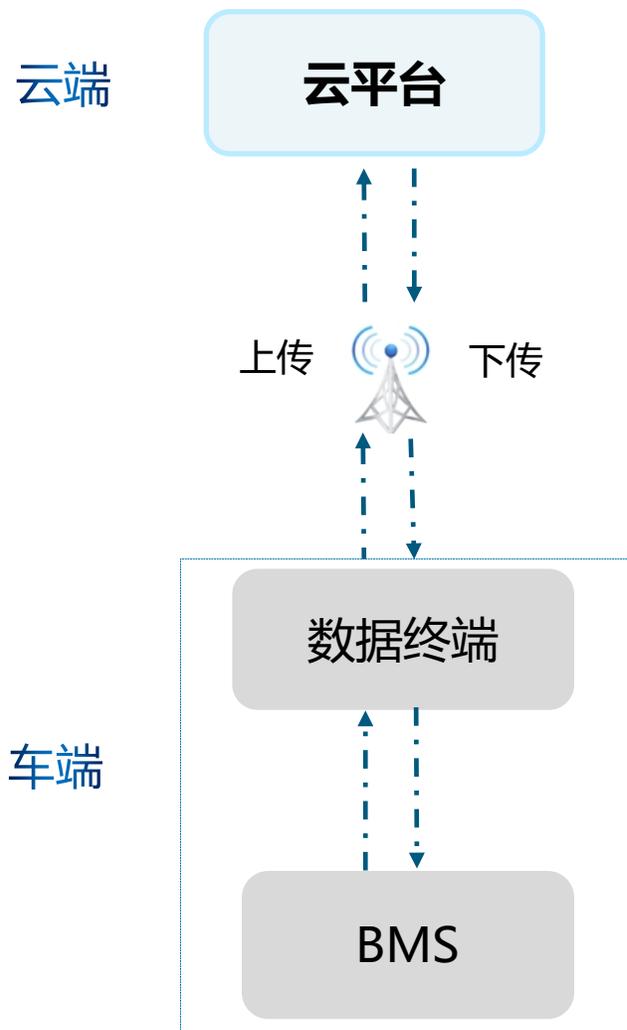
### 接收云端下传MAP，迭代更新EEPROM中MAP参数





## 2. 车云协同电池管理系统方案 | 车云互联

□ 通过车云互联实现数据上传和下载。



**数据上传 (车→云)：**车端信息上传云端，支持云端计算。

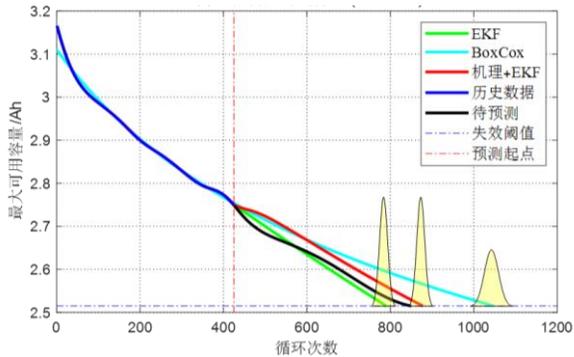
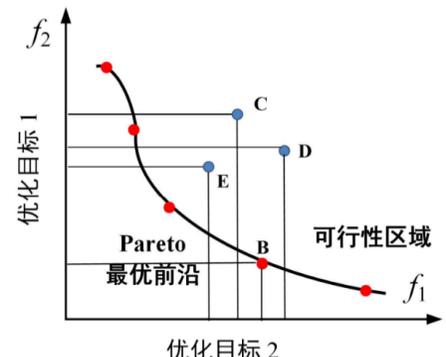
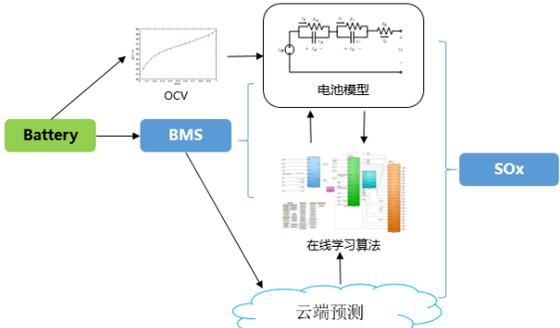
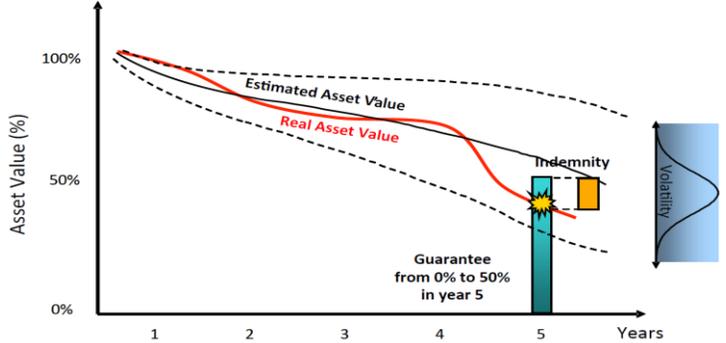
➢ BMS信号实时上传云端平台：BMS→数据终端→移动网络→云平台

**数据下载 (云→车)：**云端计算结果下载到车端，实现车端控制参数的优化。

➢ 云端优化参数下载至BMS：云平台→移动网络→数据终端→BMS

## 2. 车云协同电池管理系统方案 | 实现功能

□ 基于车云协同系统，实现电池寿命预测、寿命延长、安全预警、SOX估计、残值估计等功能。

寿命预测	寿命延长	安全预警
		
SOX估计	残值估计	...
		...



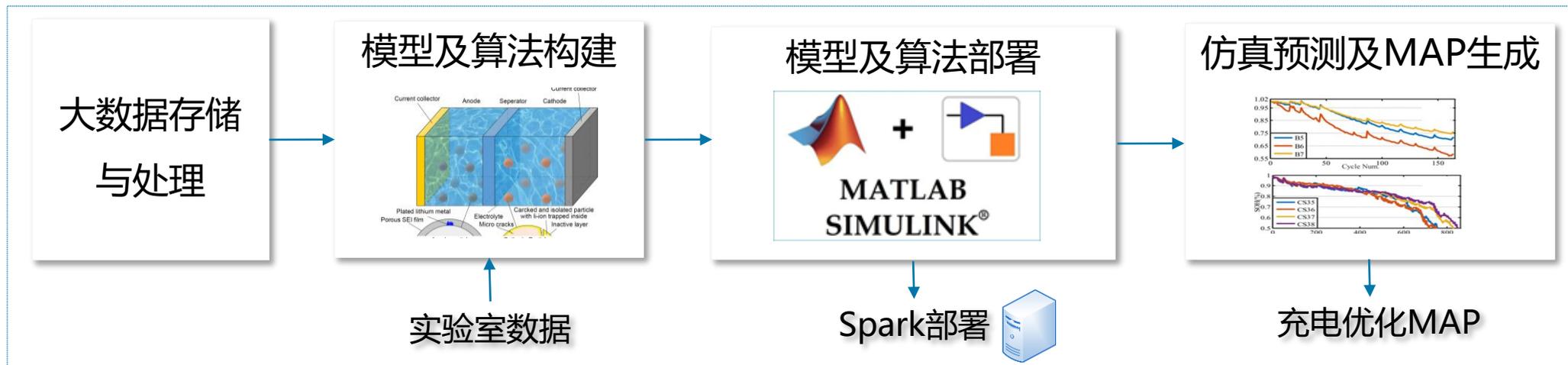
# 目录 CONTENT

---

- Part 1 | 车云协同电池管理背景
- Part 2 | 车云协同电池管理系统方案
- Part 3 | 车云协同实现寿命延长应用
- Part 4 | 车云协同电池管理系统展望

# 3. 车云协同实现寿命延长应用 | 概况

以寿命延长为例介绍实现过程：



云端

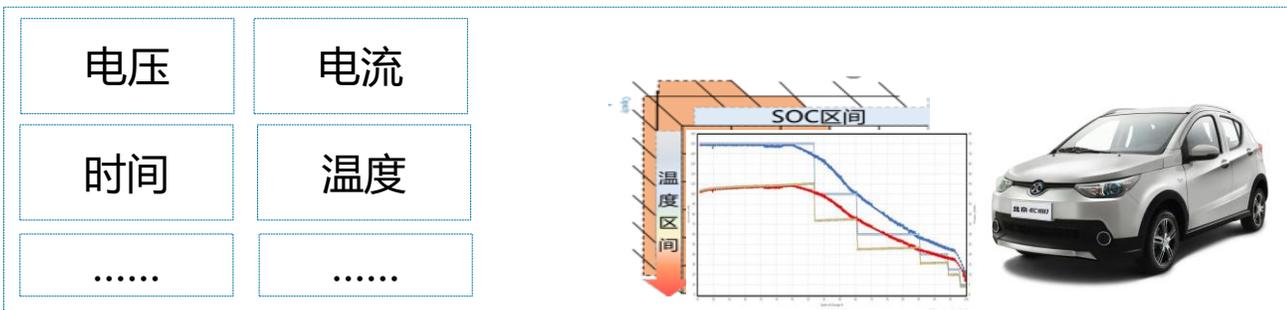


数据上传



定期更新充电MAP

车端

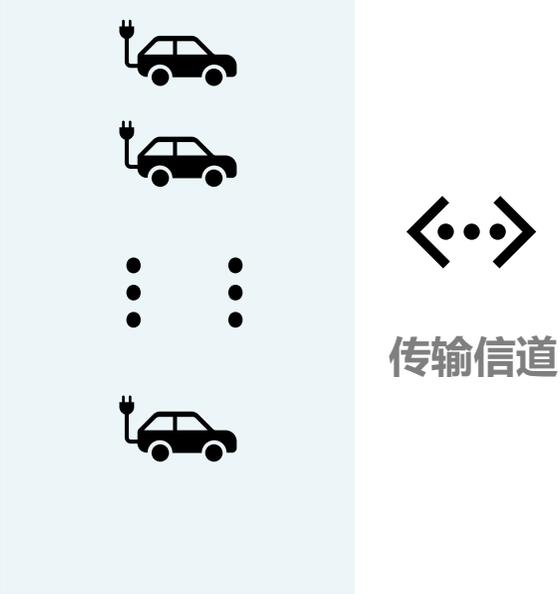


充电



### 3. 车云协同实现寿命延长应用 | 大数据存储与处理

对车辆数据存储、清洗及提取，为模型和算法提供输入。

实体车辆	云端数据库	车辆数据清洗	数据提取
 <p>传输信道</p>	<p>1.clickhouse 列式存储数据库，负责存储车辆数据信息。</p> <p>2. mysql关系型数据库，负责存储标定数据、模型关键参数、输出预测结果等。</p>	<p>1.基于复合阈值的车辆错误数据清洗。</p> <p>2.基于延时补偿的矩阵分解和时序正则化分解。</p> <p>3.基于自适用滤波的数据去燥。</p> <p>4.基于半监督SVM的车辆数据修补。</p>	<p><b>1: 数据提取工具箱</b></p> <p>基于M-File函数集和MEX-File动态连结库实现数据提取。</p> <p><b>2: CSV数据加载</b></p> <p>基于matlab语言编写，实现CSV数据格式数据提取。</p>

平台采集的实际车辆信息

存储车辆数据信息

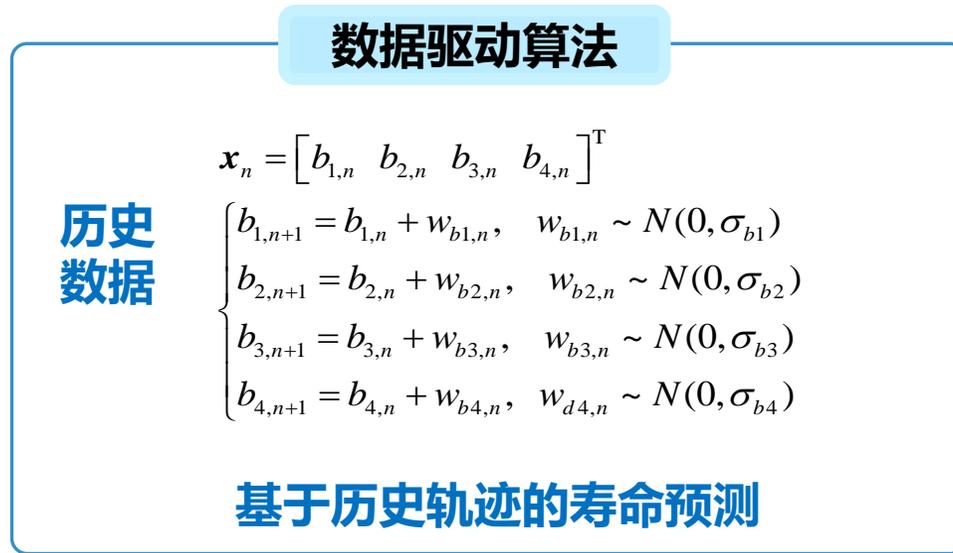
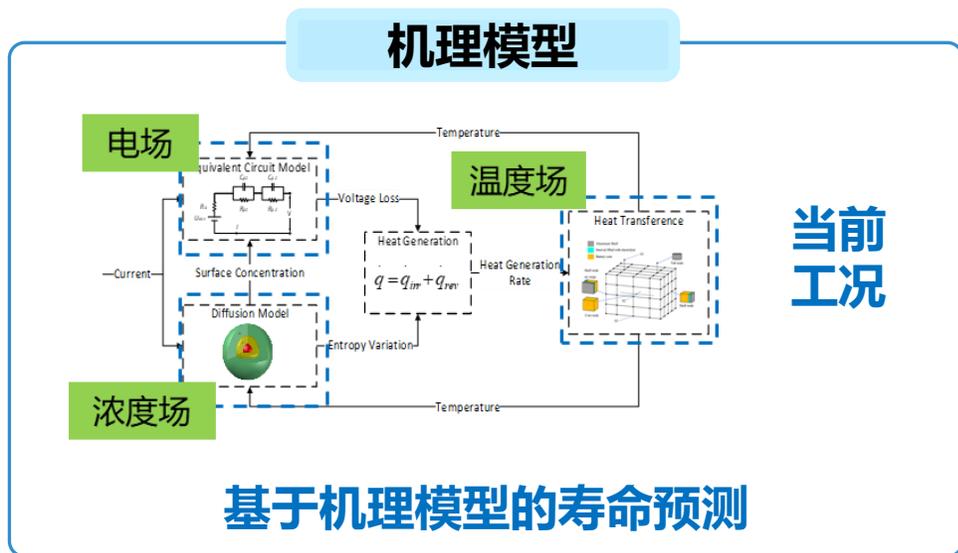
对异常数据进行人工和智能化清洗使用

matlab工具箱提取数据



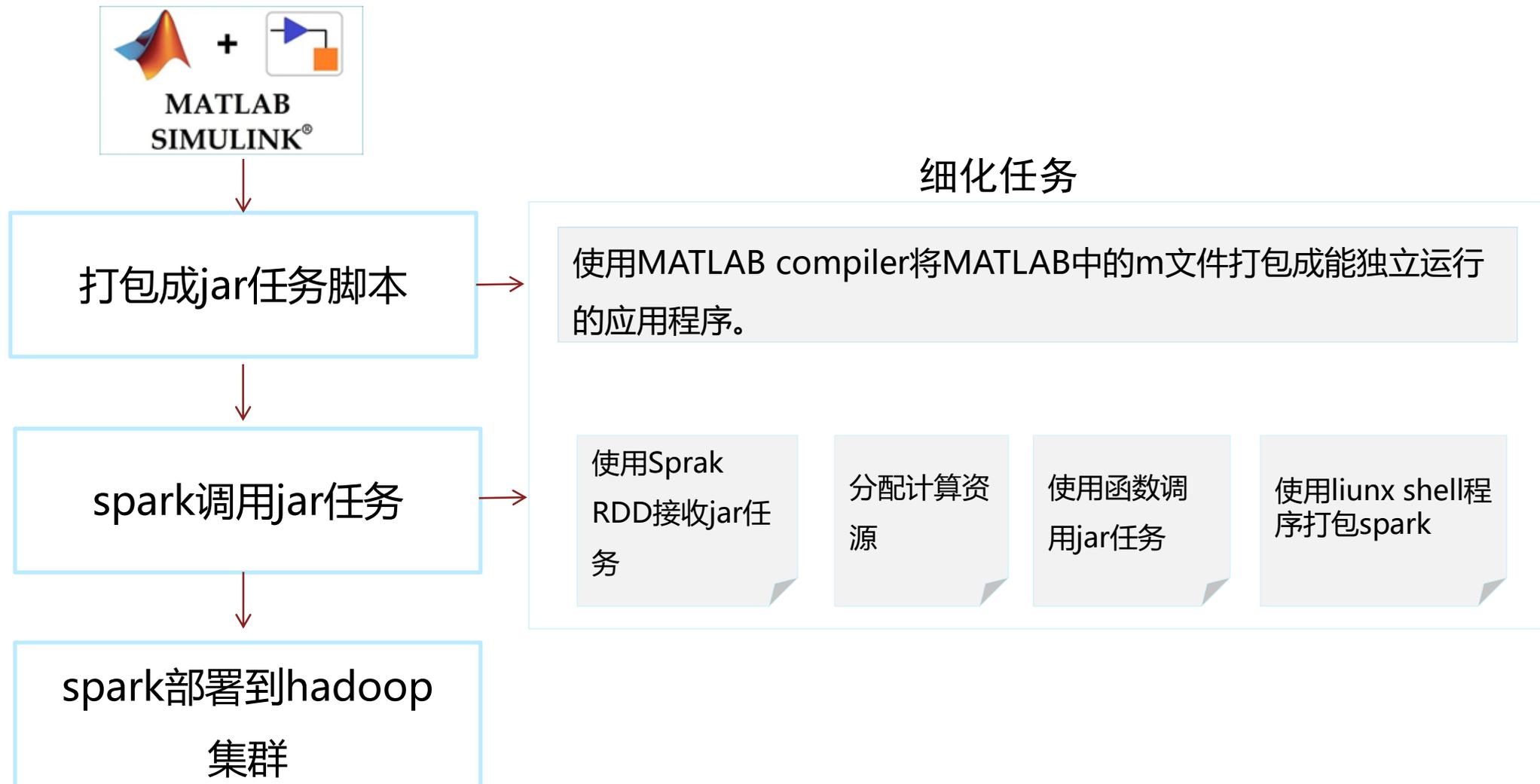
### 3. 车云协同实现寿命延长应用 | 模型和算法构建

构建孪生模型和数据驱动算法预测寿命。



### 3. 车云协同实现寿命延长应用 | 模型和算法部署

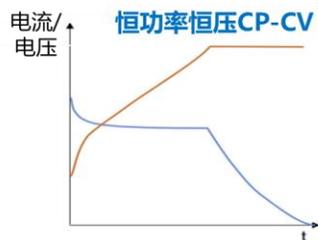
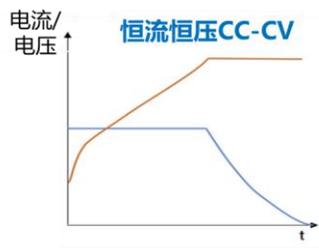
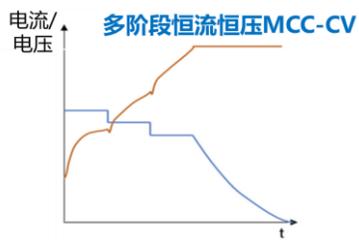
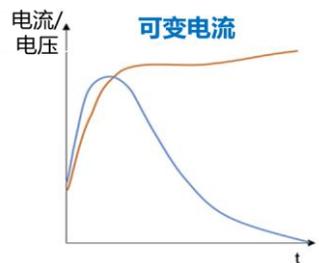
- 利用matlab打包工具将模型打包成可在云平台部署的格式。



# 3. 车云协同实现寿命延长应用 | 仿真预测&MAP生成

□ 仿真不同充电工况的寿命衰减趋势，根据寿命衰减趋势优化充电MAP。

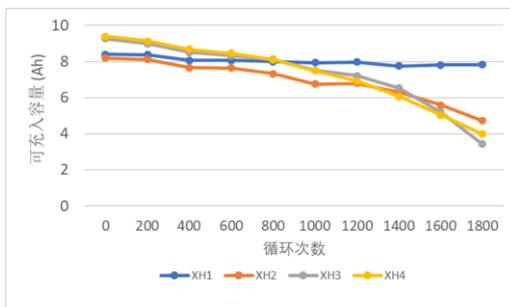
## 充电工况选取



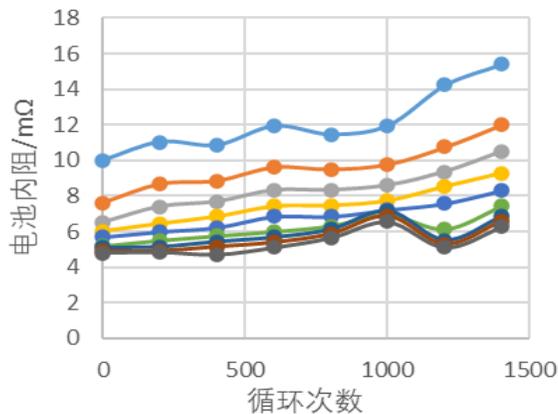
...

...

## 寿命衰减趋势仿真



容量衰减



内阻变化

## 充电MAP更新



SOH=XX%



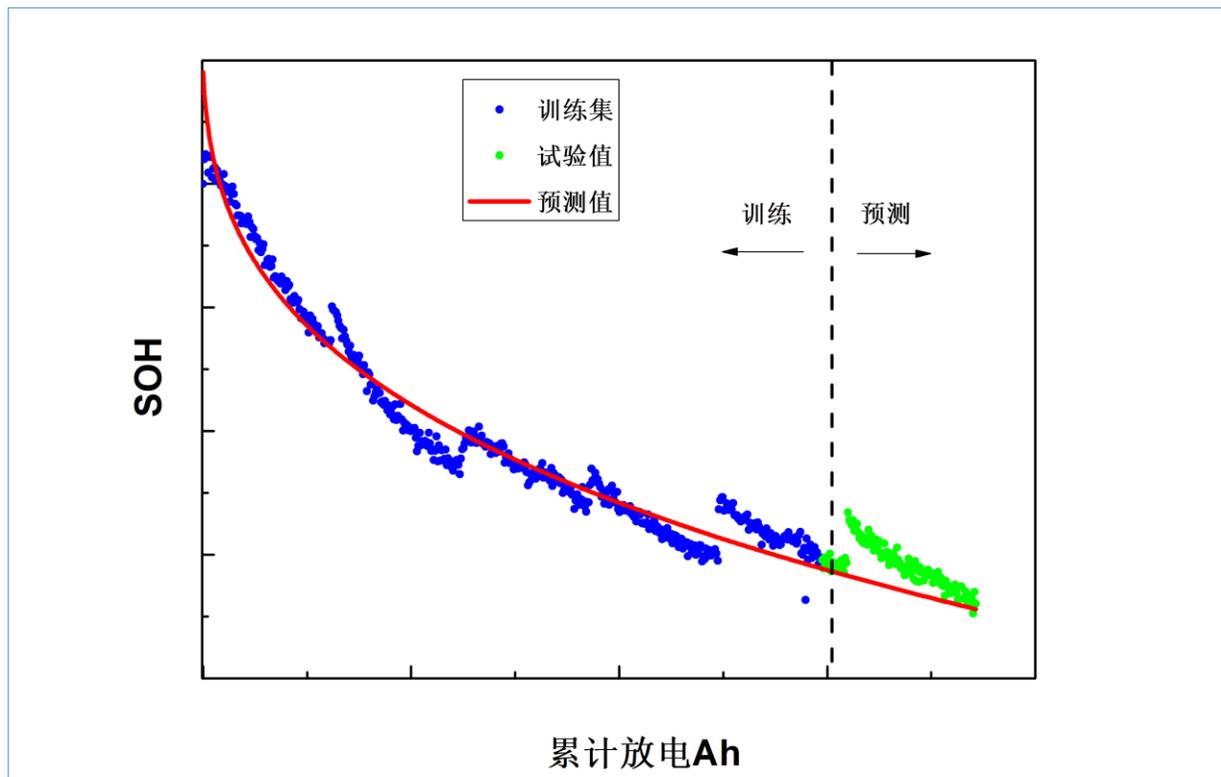
SOH=XX%

充电MAP更新

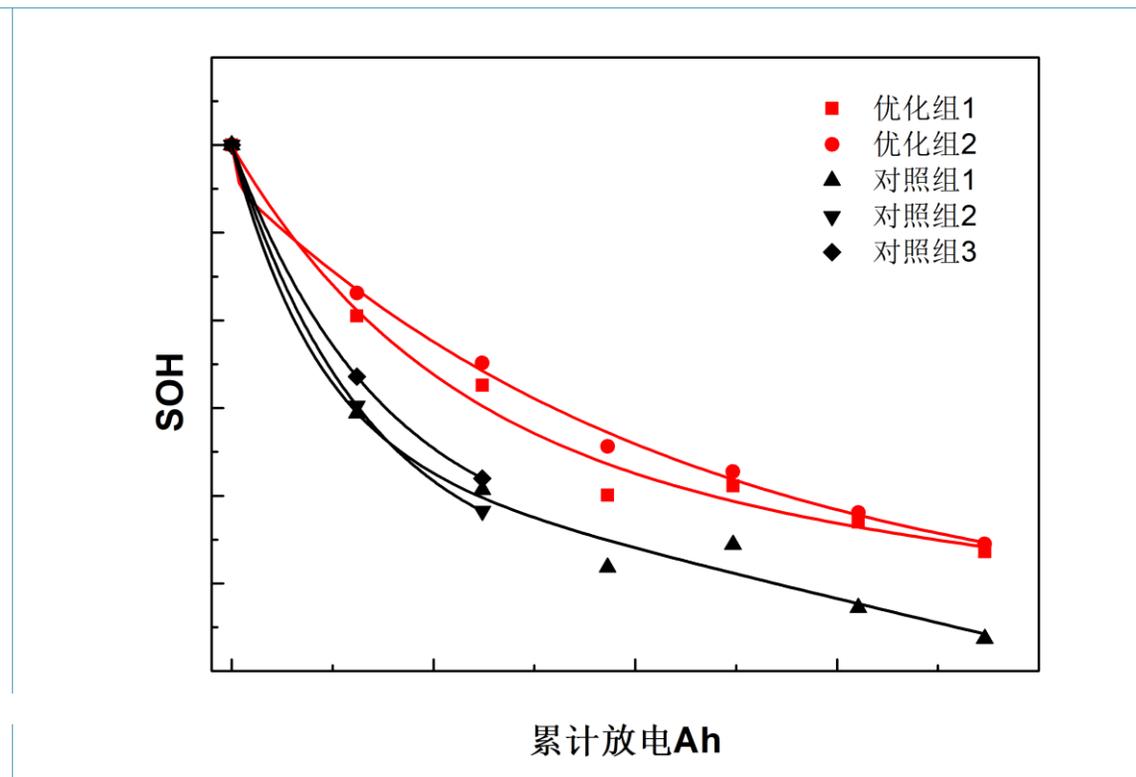


### 3. 车云协同实现寿命延长应用 | 效果

□ 通过车云协同管理，电池寿命预测误差 < 6%，寿命延长 > 5%。



寿命预测验证对比图



寿命延长验证对比图



# 目录 CONTENT

---

- Part 1 | 车云协同电池管理背景
- Part 2 | 车云协同电池管理系统方案
- Part 3 | 车云协同实现寿命延长应用
- Part 4 | 车云协同电池管理系统展望



## 4. 车云协同电池管理系统展望



### 展望

#### 1. 提高开发效率

通过MATLAB实现了车端及云端技术开发，缩短了开发时间，希望今后在批量应用时，与mathworks合作共同研究如何进一步提高开发效率。

#### 2. 提升孪生模型精度

通过孪生模型仿真预测了容量衰减趋势，优化了快充MAP参数，后续在孪生模型中增加析锂量估算模型，准确反映析锂边界，使孪生模型逐渐逼近微观机理，使快充逐渐逼近“无损”快充，进一步延长电池寿命。

# 2022 MathWorks 中国汽车年会

Thank you

