# 沃特玛动力电池“S2C”模式的安全体系设计

为构建人类最佳居住环境而奋斗

# 目录

Contents


1 第一章　动力电池安全设计理念

2 第二章　沃特玛的 “S2C” 模式

3 第三章　“S2C” 模式诠释

01

PART ONE

# 第一章　动力电池安全设计理念

# 1.1 影响电动汽车安全的几大原因分析：

管理策略失效
（过充）

动/静态管理

整车安全设计
（绝缘、防水等级等）

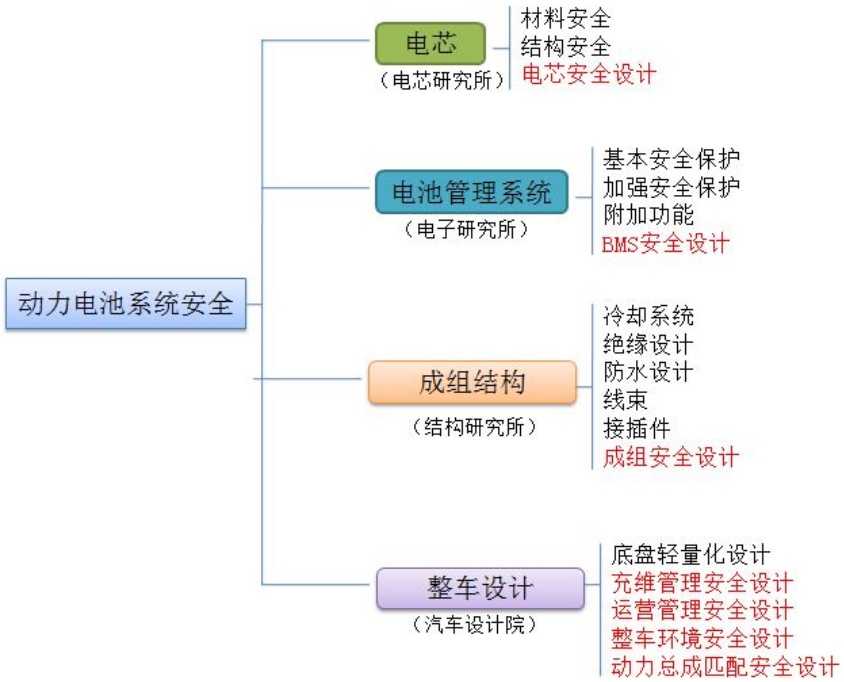
# 1.1 影响电动汽车安全的几大原因分析

**01** 电池管理系统失控，电芯就是一温度源，其正常的运转需要BMS精准和科学的管控，一旦BMS采集和控制出现差错，后果非常严重；

**02** 长时间运行后，中后期整车保养专业性，不同产品寿命评估，等都是潜在的危险；

**03** 整车是一个电和器的整体，所有电器件的有机运转，是一个复杂的过程，环环相扣，每一个环节安全指标的设计将影响到整车的安全；

# 1.2 动力电池系统安全


动力电池系统安全
电芯
（电芯研究所）
材料安全
结构安全
电芯安全设计
电池管理系统
（电子研究所）
基本安全保护
加强安全保护
附加功能
BMS安全设计
成组结构
（结构研究所）
冷却系统
绝缘设计
防水设计
线束
接插件
成组安全设计
整车设计
（汽车设计院）
底盘轻量化设计
充维管理安全设计
运营管理安全设计
整车环境安全设计
动力总成匹配安全设计

# 1.3 动力电池安全设计

02

PART TWO

# 第二章　沃特玛的“S2C”模式

## 2.1 沃特玛的“S2C”模式

“

从研发到用户全方位的系统模式出发，做好动力电池的安全设计

”

## 2.2 动力电池“S2C”模式的安全体系

03

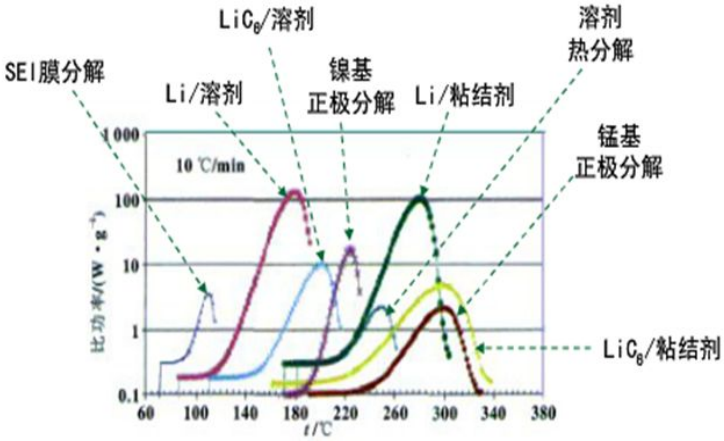
PART THREE

# 第三章 “S2C”模式诠释

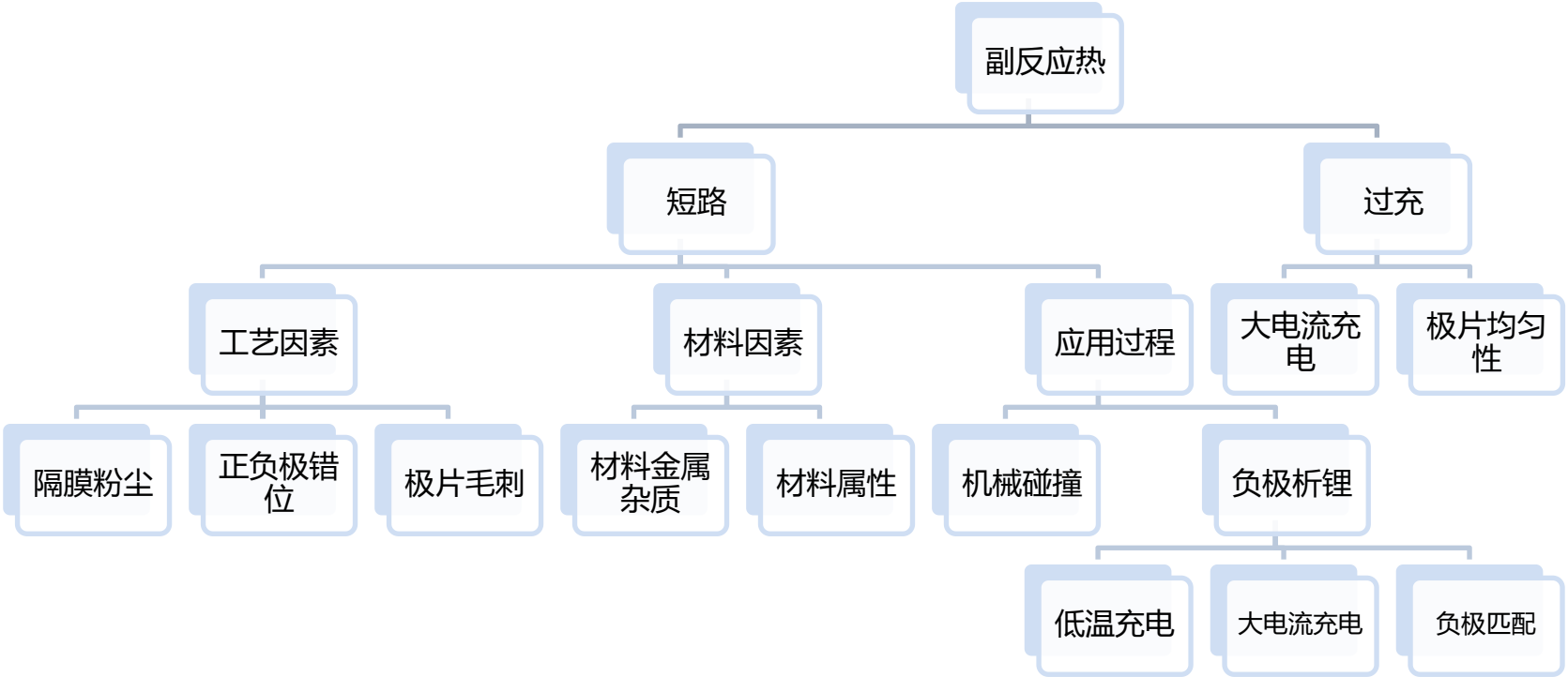
# 3.1 电芯安全设计-热失控

**热失控**是导致电池发生不安全行为的根本原因，但是否发生与电池产热速率、产热量、热传导速度、环境温度与湿度密切相关，因此，**电池安全是一个几率问题**。

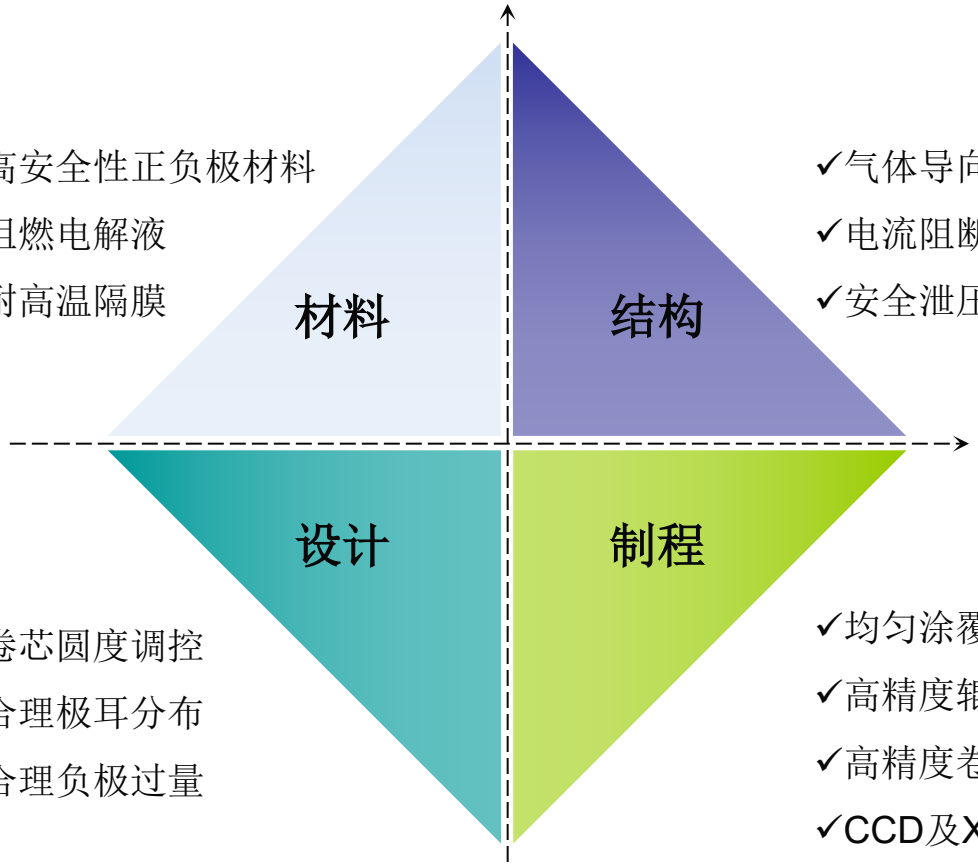
| 温度范围 | 反应类型 | 反应热(J/g) | 备注 |
|---|---|---|---|
| 110-150 | $LiC_6$与电解液反应 | 350 | SEI膜分解 |
| 130-220 | $LiPF_6$与溶剂反应 | 250 | 放热量较少 |
| 180-500 | $Li_{0.3}NiO_2$分解反应 | 600 | 200℃释放氧气 |
| 220-500 | $Li_{0.45}CoO_2$分解反应 | 450 | 230℃释放氧气 |
| 150-300 | $Li_{0.1}Mn_2O_4$分解反应 | 450 | 300℃释放氧气 |
| 240-350 | $LiC_6$与PVDF剧烈反应 | 1500 | 反应剧烈 |



# 3.1 电芯安全设计-热失控引发因素



# 3.1 电芯安全设计




✓高安全性正负极材料
✓阻燃电解液
✓耐高温隔膜

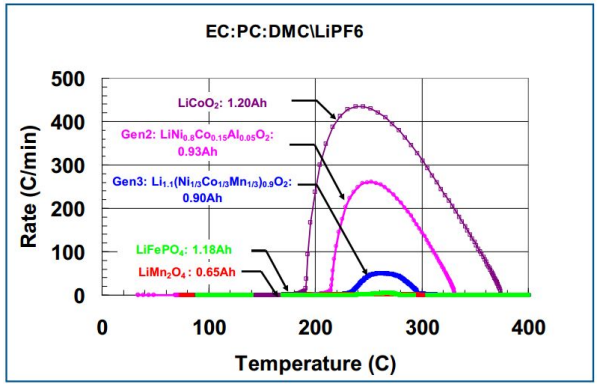
✓气体导向装置
✓电流阻断装置CID
✓安全泄压装置Vent

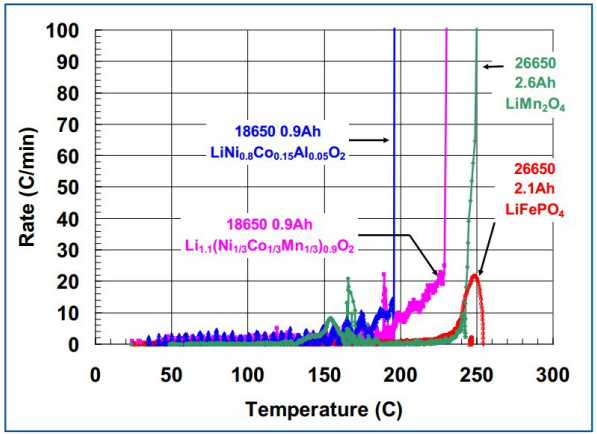
✓卷芯圆度调控
✓合理极耳分布
✓合理负极过量

✓均匀涂覆系统
✓高精度辊压、无毛刺分切
✓高精度卷绕
✓CCD及X-ray无损检测

# 3.1.1 正极材料的选择

18650-ARC Test



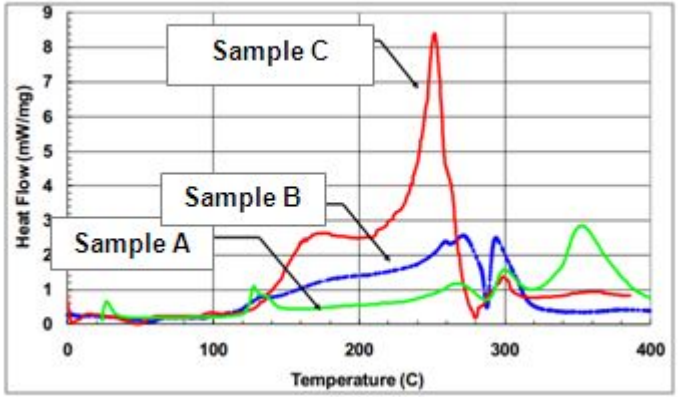

| 正极材料 | 发热量 (J/g) | 氧气释放 |
|---|---|---|
| $LiFePO_4$ | 150 (4.2V) | × |
| $LiMn_2O_4$ | 230 (4.5V) | √ |
| $LiCo_{1/3}Ni_{1/3}Mn_{1/3}O_2$ | 563.6 (4.2V) | √ |
| $LiCoO_2$ | 770 (4.2V) | √ |

锂离子电池热失控时的总放热量为各**材料热分解放热量**的总和。

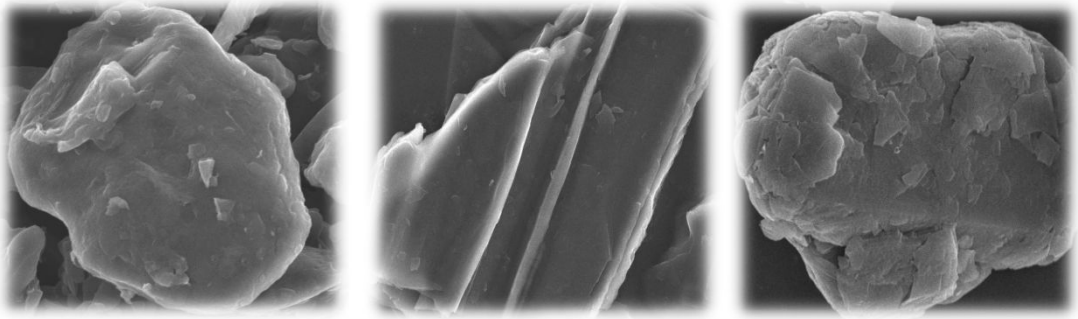
钴、镍的氧结合力不强，容易与氧分离，而磷（P）的氧结合力极强，不易与氧分离，$LiFePO_4$的发热量最小，热稳定性和安全性非常出色。

# 3.1.2 高安全性负极体系

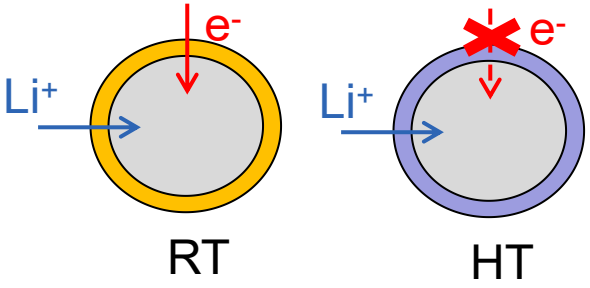
Graphite-DSC Test



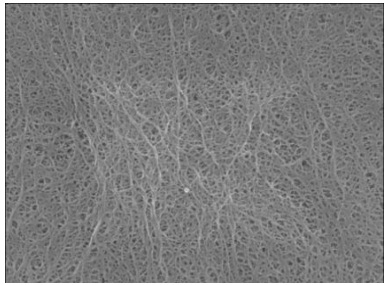

Graphite with different morophologies

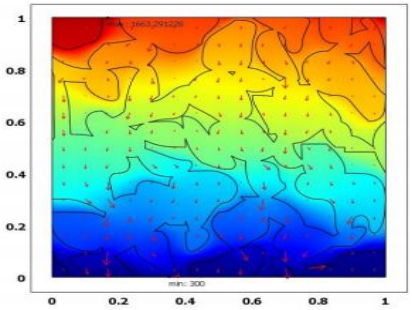


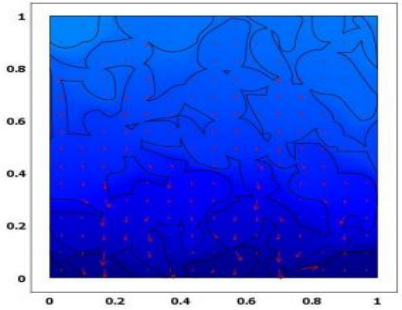
**负极形貌的合理设计**，降低负极表面活性反应点，提升结构稳定性；先进**表面处理技术**及工艺，高温材料表面失去电子导电性质，反应中止，保证负极安全性能。



# 3.1.3 耐高温隔膜



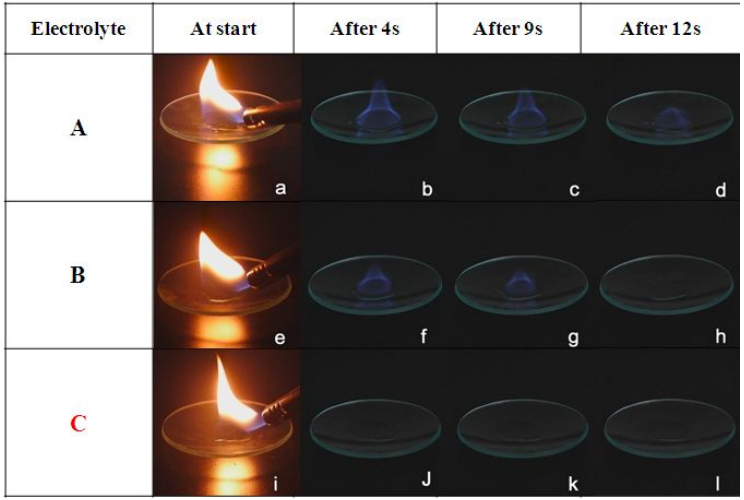


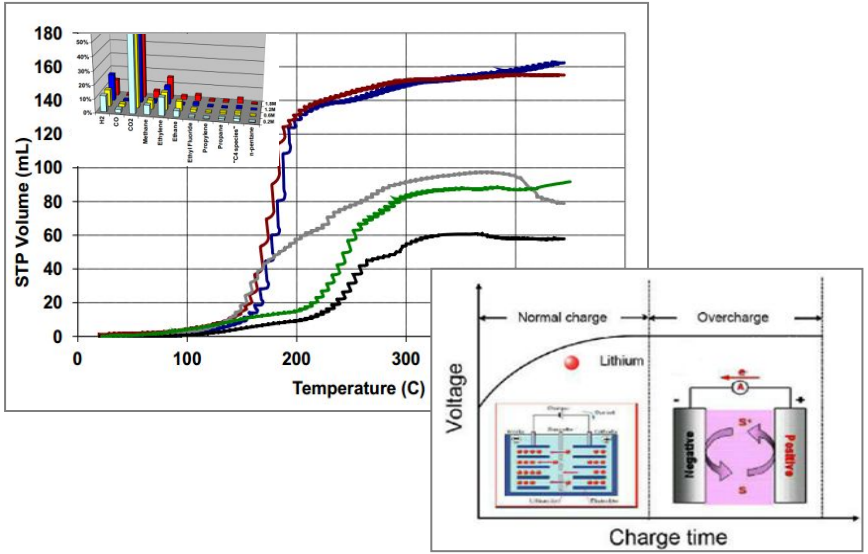




| 性能参数 | PE | PE+PL |
|---|---|---|
| 120℃热收缩 % | 2 | 0.8 |
| 拉伸强度 mPa | 150 | 150 |
| 针刺强度 N | 5.5 | 6.5 |
| 孔隙率 % | 41 | 50 |
| 破膜温度 ℃ | 150 | 250 |

进口高机械强度基膜+自主研发均匀**保护涂层PL**(Protective Layer)技术，可加速**热量传导**，**高温不变形**，降低电芯内部短路风险。

# 3.1.4 高安全型电解液




系统DOE实验优选高匹配度动力电池电解液体系，兼顾电化学性能及安全特性。

1）**电解液不燃烧**，高温产气量低，SEI膜热稳定性高；

2）电解液添加剂，**智能控制极片各区域电压**，防止电极局部过充。

## 3.1.5 电芯安全结构设计

沃特玛圆柱型磷酸铁锂动力电池装置**通气管**和**安全阀**，提升其安全保护功能，“**双重保护**”有效解决了电芯在过充、短路、碰撞等极端条件下因产生高温而导致的安全问题

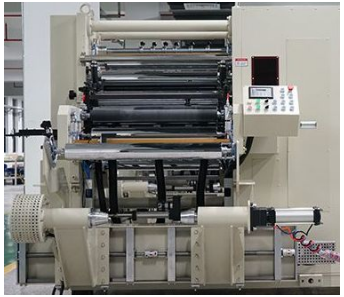
### 通气管装置

电池发生化学反应的条件下，内部产生的气体通过通气孔和上下开口聚集于通气管中，有利于电池内部气体分散，保证电芯内部气压平衡，电芯永不爆炸

### 安全阀装置

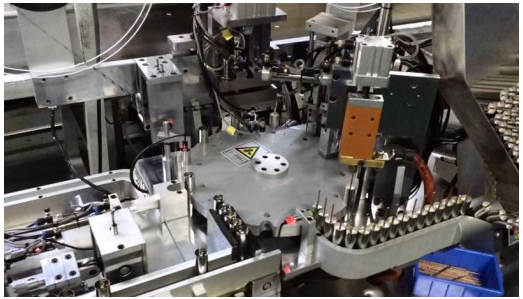
内压达到1.2±0.1Mpa时，正极极耳和盖帽断开，中止电池内部化学反应；内压达到1.8±0.1Mpa时，安全阀会打开，气体排

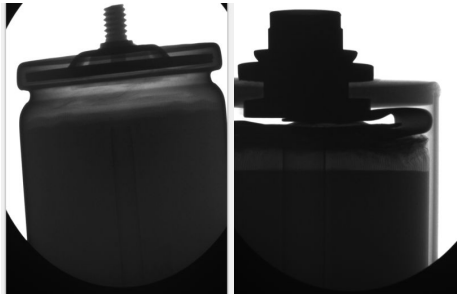
# 3.1.6 生产制程控制



进口涂覆系统，保证极片均匀性

高精度辊压、分切系统，保证极片平整无毛刺



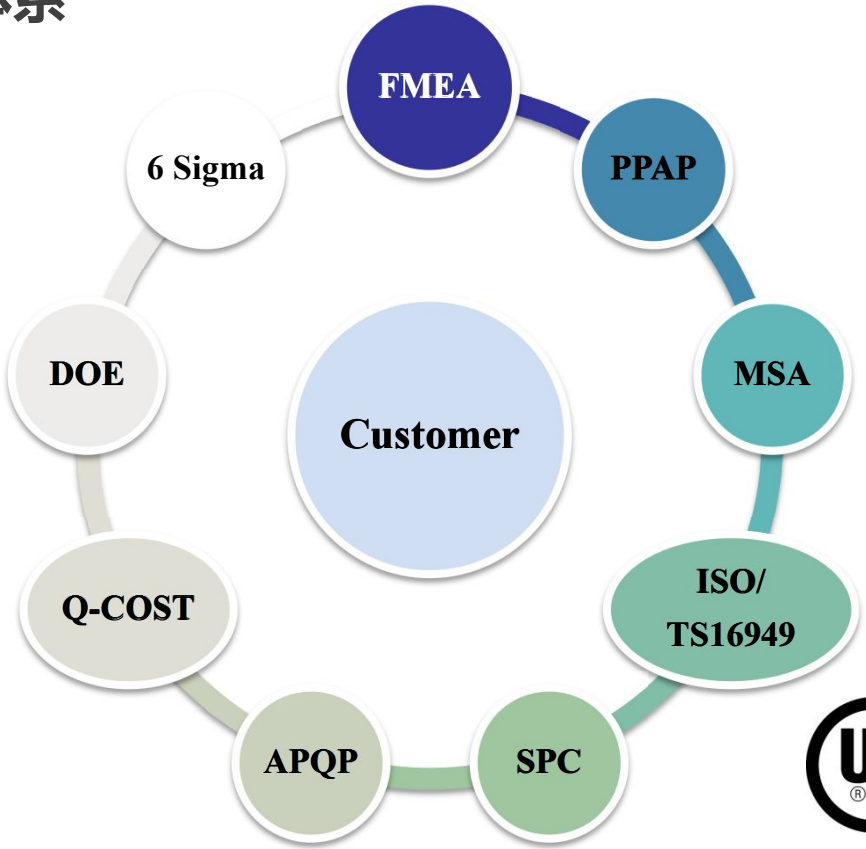


全自动卷绕装配系统，保证生产效率及一致性

CCD/X-ray自动在线检测系统，保证品质

# 3.1.7 完善的质量管理体系

**以客户为中心**，全面把握分析通过建立QCC品质圈和PDCA循环改善机制及完善的质量管理体系，研发及生产有序高效进行。



Certificate of Registration

Intertek

深圳市沃特玛电池有限公司

ISO/TS 16949:2009

检 验 报 告

# 3.2 成组安全设计（一）

**A** PCB及复合PCB板模组安全

电池模组采用集流钢板+PCBA板+复合PCB板组成，纵向横向都有保护功能。

**B** 一次绝缘托盘

引入橡胶托盘，防止电池漏液接触、腐蚀电池箱体从而引发短路、漏电等导致的不安全因素。采用橡胶托盘设计，用于一次绝缘，主要体现在电池模组与箱体间的接触

**C** 箱内高压常开接触器分断

箱内高压接触器，实现低压24V控制高压，24V低压控制继电器通断就可控制箱内高压通断，达到保护作用

**D** 箱内高压保险设计

为保证产品更加安全可靠（防止短路及过流异常引发电池包故障），在电池箱内新增保险丝

# 3.2 成组安全设计（二）

**E** 低压采样安全设计

模块间PCB板采集电压处新增采集保险丝，具备模块间短路保护能力

**F** 电池模组固定

模组固定隔板及压条，有效防止模组在电池箱里面做相对运动而影响电池组

**G** 箱体IP67防护设计

箱盖口整条边压死边+小折边设计，箱盖从上自下垂直锁附在箱体小折边上（箱体防水能力提高,防水等级达到IP67）

## 3.3 成组系统（BMS）安全设计

**A**

在原采集模块结构的基础上增加**主动均衡**功能。目前实现5mV的采集精度、3A均衡电流、500mA的风扇驱动能力。主动均衡版模块采用全新优化后的连接器以及全部车规级元器件，性能更加稳定可靠

**B**

自主研发的**绝缘模块**性能突出，绝缘检测的速度大大降低，由之前最短的12s减少至现在的4.2s。增加了各种工况检测，包括母线断线、低频线断状态检测功能，使绝缘检测值更加可靠，大幅提高了稳定性

**C**

优化了主机电源性能、电路布局、软件四级报警、SOC保存等信息，性能更加稳定可靠

**D**

加大了**CAN盒的安全策略**，充电安全实现了双保险。充电协议兼容性更强，支持使用更多的充电桩

# 3.4 动力总成匹配安全设计

## 安全保护

动力总成电控系统具有**短路、过电流、过电压、欠电压和过热的保护功能**。当外界负载出现任何异常情况时可以进行有效保护，避免短路及着火事故发生

## EMT系统

采用**加变速器自动换档EMT动力系统**，充分利用电机系统的高效区减少热损耗，降低整车运行时的放电流，充分发挥电池放电性能，提高电池寿命，提高续驶里程

## IP67防护

提高整车的绝缘性能，增加高压系统的安全性、可靠性

## 安全接地

电机及控制器中能触及的可导电部分与外壳接地点处的电阻不应大于0.1Ω，提高了人员的高压防护安全

# 3.5 整车环境安全设计（一）

**A** 优化车身及底盘结构，保证整车在承受外力时电池不受撞击或损坏

**B** 采用具有纵梁结构的承载式底盘，保证在整车碰撞时高压电气系统的安全

**C** 电池仓采用隔离设计，保证电池仓与外部相隔，并做密封设计，仓内采用阻燃材料喷涂，保证电池环境安全

**D** 整车高压电气设计采用防水密封插头，防尘防水等级严格按IP67设计

**E** 采用整车控制器进行控制优化及策略上的管理、报警信息处理、故障信息上传，确保驾驶员准确的对车辆状态进行确认，及时采取相应的安全措施，保证电池及整车的安全

# 3.5 整车环境安全设计（二）

**F** 采用浅充浅放的设计理念，最大程度的保证电池的寿命及安全

**G** 采用互锁设计，整车上下过程中保证接插件连接准确稳定性

**H** 采用车联网、GPS技术，开发了实时监控系统，随时监控整车及电池的运行及健康状态，确保电池实时处于可控状态

**I** 整车布置安全采用集成控制器，将高压配电柜、电机控制器、油泵控制器、气泵控制器、DC\DC集成安装、使高压部件集中布置、统一管理，避免高压部件分布太广带来触电风险

# 3.6 运营管理安全设计

## 驾驶员培训后上岗

通过规范操作，减少人为的安全问题

## 车辆自检远程监测

通过GPRS传输车辆自检数据，大数据分析处理车辆是否异常，高效快捷地预防车辆故障引起的安全问题

## 售后人员定期排查

售后人员定期分周、月、季度对车辆进行人工排查，预防车辆因故障产生安全问题

## 专业团队驻地售后维保

对事故车辆进行快速、专业的处理，避免事故产生的短路等安全问题

## 3.6.1 后台监控安全保障设计

为进一步可控电池包及车辆安全，公司在2015年初还投入了大量资金建立了最先进的**后台监控管理系统**，该系统通过GPRS无线传输可以与车辆运行现场紧密连接，从而可以实现以下四大功能。

车辆行驶信息、位置信息、电池包信息、异常报警

通过平台可以管理车辆、电池信息，并可以实现车辆调度

车辆信息录入、授权，远程终端控制与设置

通过大数据，分析电池性能、零部件运行情况

沃特玛利用先进的无线组网技术，可对动态运行车辆**每颗单体电芯**进行**实时监控**和**远程故障告警**，统筹安排电池维护与保养工作，做好电池组**运行安全**的最后一道保障。

# 3.7 充维管理安全设计

**充维管理安全设计**

- 与充电机的接口严格按照国家规定的直流、交流充电接口标准执行
- 直流充电接口实时监测CC2信号，当充电枪断开时快速切断充电接触器，与充电机共同避免充电结束后的拉弧现象，延长充电座的寿命
- 充电设备定期点检，特别是绝缘功能，发现异常及时上报
- BMS在与充电机的通讯交互过程中，时刻判断其通讯超时状态，充电机的任何异常，BMS主动停止充电
- 对充电操作人员实行专业培训，在操作充电设备时严格按照设备操作规程，配备绝缘手套等安全防护工具，确保在停止充电的情况下插拔充电枪，保证人身和设备的安全
- 在车辆上线之前对配套的充电机和BMS做匹配测试以及模拟故障测试，所有都满足相关标准的情况下才允许上线

## 3.8 动力电池系统安全防护的根本原则

“动力电池系统安全防护需从系统设计而非单一环节解决安全防护问题”

# 谢谢！