



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

换电场景下动力蓄电池缺陷监测与分析规范

Specification for defect monitoring and analysis of traction battery in power exchange scenarios

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 缩略语..... 2

5 分析程序..... 2

6 缺陷监测..... 3

6.1 信息收集..... 3

6.2 缺陷产品范围识别..... 6

6.3 危害影响程度分析..... 6

7 缺陷分析..... 7

7.1 概述..... 7

7.2 运行周期信息分析..... 7

7.3 OTA 升级信息分析..... 8

7.4 事故信息深度分析..... 9

7.5 缺陷工程分析试验..... 9

8 缺陷分析报告编制..... 9

附录 A（资料性） 动力蓄电池运行指标监测方法..... 11

A.1 SOC 极差离群..... 11

A.2 最高温度离群..... 12

A.3 最低温度离群..... 13

A.4 温差离群..... 14

A.5 绝缘阻值离群..... 15

A.6 数据有效率..... 15

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国产品缺陷与安全管理标准化技术委员会（SAC/TC463）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

换电场景下动力蓄电池缺陷监测与分析规范

1 范围

本文件规定了换电场景下动力蓄电池的缺陷监测与分析流程，缺陷监测过程的信息收集、缺陷产品范围识别、危害影响程度分析，缺陷分析过程的运行周期信息分析、OTA升级信息分析、事故信息深度分析、缺陷工程分析试验，缺陷分析报告编制等内容。

本文件适用于换电电动汽车使用的动力蓄电池。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 29317 电动汽车充换电设施术语
- GB/T 32895 电动汽车快换电池箱通信协议
- GB/T 32960.1 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第1部分：总则
- GB/T 32960.3 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第3部分：通信协议及数据格式
- GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 40032 电动汽车换电安全要求
- GB/T 43387 产品召回 术语
- GB/T 43388 家用汽车产品严重安全性能故障判断指南
- GB/T 44130.1 电动汽车充换电服务信息交换 第1部分：总则
- GB/T 45415 纯电动汽车火灾缺陷分析方法
- GB/T XXXX 纯电动汽车动力蓄电池健康与安全状态评估规范

3 术语和定义

GB 38031界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

换电 battery swap

通过专用装置或人工辅助快速更换动力蓄电池实现电动汽车电能补充的过程。

注：一个完整的换电过程所需时间一般不超过5min。

[来源：GB/T 40032—2021，3.1]

3.2

换电运营服务平台 battery swap operation service platform

对电动汽车信息及电动汽车充换电设施信息进行采集、处理和运行管理，向用户提供充换电服务、业务管理及信息服务功能的支撑系统。

注：换电运营服务平台主要包括换电站和换电云平台。

[来源：GB/T 29317—2021，9.4.2，有修改]

3.3

车企平台 vehicle enterprise service and management platform

整车企业自建或委托第三方技术单位,对服务范围内的电动汽车和用户进行管理,并提供安全运营服务与管理的平台。

[来源: GB/T 32960.1—2016, 3.3, 有修改]

3.4

静态信息 static information

表示产品基本信息及状态变化事件记录的信息。

3.5

电池滥用行为 battery abuse behavior

人为或非预期条件下,对动力蓄电池施加超出其安全设计边界的电气、机械或环境应力,可能导致性能衰减、失效甚至热失控的操作或事件。

3.6

缺陷 defect

同一批次、型号或者类别的产品中普遍存在的危及人身、财产安全的不合理危险。

[来源: GB/T 43387—2023, 3.1]

3.7

缺陷产品范围识别 identification of defective product scope

将产品的编码信息与生产者召回计划车辆信息比对,判定是否处于召回范围的过程。

3.8

缺陷分析 defect analysis

生产者、召回主管部门或召回技术机构对产品是否存在缺陷所开展的技术分析活动。

[来源: GB/T 45415—2025, 3.4]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BMS: 电池管理系统 (Battery Management System)

OTA: 在线升级 (Over-the-Air update)

SOC: 电池荷电状态 (State of Charge)

5 分析程序

5.1 当以下任一情况出现时,应开展换电场景下动力蓄电池的缺陷监测与分析:

- 经初步分析,动力蓄电池产品可能存在设计、制造、标识等问题;
- 需要启动缺陷监测与分析的其他情况。

5.2 缺陷监测与分析的流程如图1所示,主要包括:

- a) 信息收集: 包括换电站内和车载数据项目;
- b) 缺陷产品范围识别,确定产品是否在生产者召回计划;
- c) 危害影响程度分析,根据等级确定是否开展缺陷分析;
- d) 运行周期信息分析,识别共性故障模式;
- e) OTA升级信息分析,识别共性故障模式;
- f) 同一型号、同一批次的动力蓄电池事故信息深度分析(若有),识别共性故障模式;

g) 同一型号、同一批次的动力蓄电池缺陷工程分析试验（若有），识别失效致因。

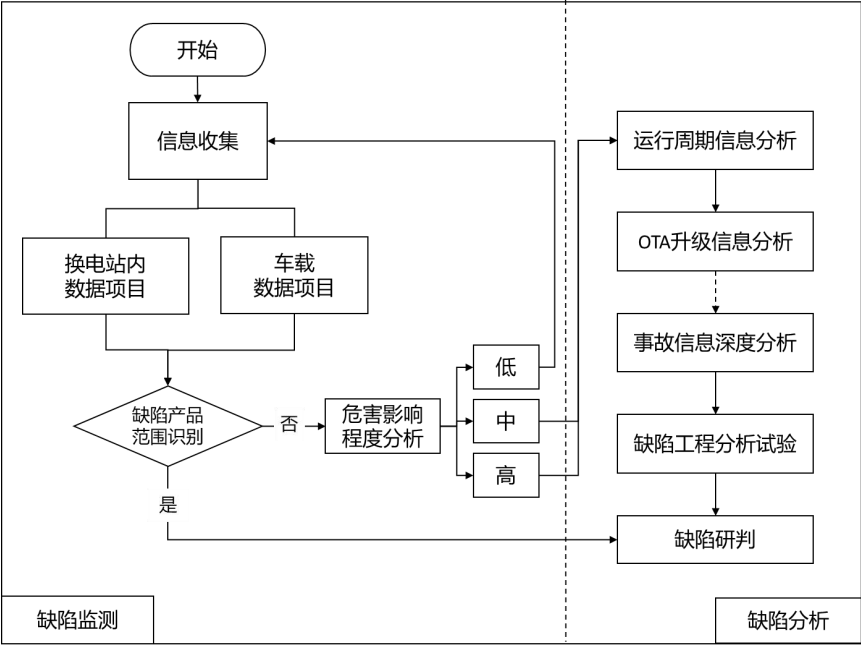


图 1 缺陷监测与分析流程

6 缺陷监测

6.1 信息收集

6.1.1 按照表 1 收集动力蓄电池在换电站内的数据项目，各项目监测方法及指标应符合 GB/T 32895—2025 及相关规定。

表 1 换电站内数据项目

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
产品管理信息	车辆识别代号(VIN)	参考GB/T 44130.1—2024，通过Iac接口读取信息	换电运营服务平台	必选
	动力蓄电池Pack编码	参考GB/T 32895—2025读取信息	换电运营服务平台	必选
	BMS软件版本	参考GB/T 32895—2025读取信息	换电运营服务平台	必选
	累计充（放）电量	参考GB/T 32895—2025读取信息	换电运营服务平台	必选
电压类	动力蓄电池单体电压	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2，单体蓄电池或蓄电池模块电压超限、单体蓄电池或蓄电池模块电压越极限	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8，电池箱单体电压高告警、电池箱电芯电压过高	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1，单体电压过高报警	BMS	必选
	动力蓄电池总电压	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2，单体蓄电池或蓄电池模块电压超限、单体蓄电池或蓄电池模块电压越极限	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8，电池箱总电压高告警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1，电池系统过压报警	BMS	必选
	动力蓄电池单体欠压	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2，单体蓄电池或蓄电池模块电压超限、单体蓄电池或蓄电池模块电压越极限 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8，电池箱电芯电压过	BMS	必选

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
		低、电池箱单体电压低告警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, 单体电压欠压报警		
	动力电池总电压欠压	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2, 单体蓄电池或蓄电池模块电压越限、单体蓄电池或蓄电池模块电压越极限	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8, 电池箱总电压低告警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, 电池系统欠压报警	BMS	必选
	动力电池电压差过大	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2, 电压偏差越限、电压偏差越极限	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8, 电池箱电池一致性告警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, 单体压差过大、支路压差过大报警	BMS	必选
	充电机输出电压超差	实时计算BMS的电压测量值与充电机输出电压值的差, 大于供应商规定的阈值且持续时间大于4s时报警	BMS/换电运营服务平台	可选
SOC类	动力电池SOC超限	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2, SOC低、SOC极低	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8, 电池箱SOC过高或过低、电池箱SOC高告警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, SOC过低报警、SOC过高报警	BMS	必选
	动力电池SOC跳变	参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, SOC跳变报警	BMS	必选
	SOC极差离群	参考附录A.1或使用自定义方法	换电运营服务平台	可选
电流类	动力电池过流	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2, 放电电流越限、充电电流越限、放电电流越极限、充电电流越极限	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中故障信息B.1.3.4.7, 电池箱过流故障 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8, 电池箱直流充电电流过高过低 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, 充电电流过大报警、放电电流过大报警	BMS	必选
	充电机输出电流超差	实时计算BMS的电流测量值与充电机输出电流值的差, 大于供应商规定的阈值且持续时间超过供应商规定的阈值时报警	BMS/换电运营服务平台	必选
温度类	动力电池过温	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2, 温度越限、温度越极限	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中故障信息B.1.3.4.7, 电池箱过温故障 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8, 电池箱温度过高、电池箱单体温度高告警、电池箱单体温度低告警、电池箱过温告警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, 电芯温度过高报警、电芯温度过低报警	BMS	必选
	动力电池温差过大	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2, 温度偏差越限、温度偏差越极限	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8, 电池箱温差大告警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1, 电芯温差异常报警	BMS	必选
	电池包温升过快	实时计算电池包温升高于电池供应商规定的阈值且持续时间超过阈值时报警	BMS/换电运营服务平台	必选
	最高温度离群	参考附录A.2或使用自定义方法	换电运营服务平台	可选
	最低温度离群	参考附录A.3或使用自定义方法	换电运营服务平台	可选
	温差离群	参考附录A.4或使用自定义方法	换电运营服务平台	必选
绝缘类	绝缘低	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2, 高压绝缘低、高压绝缘极低	BMS	必选
		参考GB/T 32895—2025中故障信息B.1.3.4.7, 电池箱绝缘故障; 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.1.3.4.8, 电池箱高压绝缘低告	BMS	必选

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
		警 参考GB/T 32895—2025中告警信息B.2.3.1.2.1，绝缘报警		
	绝缘阻值离群	参考附录A.5或使用自定义方法	换电运营服务平台	可选
其他类	离线超时	企业根据实际情况自定义离线时长阈值（应≤30天），对比电池最后一次上传数据日期和当前日期，若间隔达到或超过该阈值，即可判断发生离线超时。	换电运营服务平台	必选
	数据有效率过低	参考附录A.6或使用自定义方法	换电运营服务平台	必选
	OTA升级	动力电池包进入换电站和离开换电站时，通过GB/T 32895—2025读取并记录控制单元软硬件系统版本号	BMS/换电运营服务平台	必选
	健康状态	参考GB/T XXXX—XXXX《纯电动汽车动力电池健康与安全状态评估规范》	BMS/换电运营服务平台	必选
	安全状态	参考GB/T XXXX—XXXX《纯电动汽车动力电池健康与安全状态评估规范》	BMS/换电运营服务平台	必选
	热失控事件	参考GB/T 32895—2025中报警信息A.3.2.2.2，电池热失控	BMS/换电运营服务平台	必选
注：换电站内电池箱的通信交互，满足模式A或模式B任一条件即可。				

6.1.2 在具备相关条件的情况下，按照表 2 收集动力电池在车载期间的数据项目，各项目监测方法及指标应符合 GB/T 32960—2025 的规定。

表 2 车载数据项目

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
产品管理信息	车辆识别代号 (VIN)	参考GB/T 32960.3—2025读取信息	车企平台/换电运营服务平台	必选
	动力电池Pack编码	参考GB/T 32960.3—2025读取信息	车企平台/换电运营服务平台	必选
	BMS软件版本	参考GB/T 32960.3—2025读取信息	车企平台/换电运营服务平台	必选
	充电记录	参考GB/T 32960.3—2025读取信息	车企平台/换电运营服务平台	必选
电压类	最小并联单元过压报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	车载储能装置类型过压报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	最小并联单元欠压报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	车载储能装置类型欠压报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	最小并联单元一致性差报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	充电机输出电压超差	实时计算BMS的电压测量值与充电机输出电压值的差，大于供应商规定的阈值且持续时间大于4s时报警	BMS/换电运营服务平台	可选
SOC类	SOC低报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	SOC过高报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	SOC跳变报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	SOC极差离群	参考附录A.1或使用自定义方法	车企平台/换电运营服务平台	可选
电流类	电池包过流	实时计算电池包电流超过电池供应商规定的阈值且持续时间超过阈值时，报警	BMS/换电运营服务平台	可选
	充电机输出电流超	实时计算BMS的电流测量值与充电机输出电流值的差，大	BMS/换电运营服	可选

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
	差	于供应商规定的阈值且持续时间大于10s时报警	务平台	
温度类	温度差异报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	电池高温报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	电池包温升过快	实时计算电池包温升高于电池供应商规定的阈值且持续时间超过阈值时，报警	BMS/换电运营服务平台	可选
	最高温度离群	参考附录A.2或使用自定义方法	车企平台/换电运营服务平台	可选
	最低温度离群	参考附录A.3或使用自定义方法	车企平台/换电运营服务平台	可选
	温差离群	参考附录A.4或使用自定义方法	车企平台/换电运营服务平台	可选
绝缘类	绝缘电阻失效报警	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	绝缘阻值离群	参考附录A.5或使用自定义方法	车企平台/换电运营服务平台	可选
其他类	离线超时	企业根据实际情况自定义离线时长阈值（应≤30天），对比电池最后一次上传数据日期和当前日期，若间隔达到或超过该阈值，即可判断发生离线超时。	车企平台/换电运营服务平台	可选
	数据有效率过低	参考附录A.6或使用自定义方法	车企平台/换电运营服务平台	可选
	OTA升级	动力蓄电池包更换至车辆前后，通过GB/T 32960.3—2025读取并记录硬件、固件版本号	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	热失控事件	参考GB/T 32960.3—2025中报警信息表24，热事件报警	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选

6.2 缺陷产品范围识别

- 6.2.1 识别过程应包括：
- 汽车生产者应将因动力蓄电池产品缺陷实施召回的换电电动汽车生产者召回计划（内容应包括但不限于VIN码）同步至换电运营服务平台；
 - 换电运营服务平台执行换电操作时，将汽车VIN码与生产者召回计划进行比对，确认是否在召回范围内。
- 6.2.2 确定在召回范围内，换电运营服务平台应当向召回主管部门报告所获知的汽车产品可能存在缺陷的相关信息，并知会生产者。

6.3 危害影响程度分析

6.3.1 危险事件或情形辨识

参考GB/T 34402—2017中4.3.2，对各数据项目可能触发的危险事件或情形进行识别，并结合故障突发性、风险不可控性、后果严重性，划分危害影响程度等级，共分为3级，包括高、中、低，各等级说明如表3所示。

表3 危害影响程度等级说明

危害影响程度等级	影响情况说明
高	存在极高的火灾风险，具有突发性，且难以控制或不可控，可能严重危及运行环境中的人身、财产安全
中	存在较高的火灾风险，一般可控，可能危及运行环境中的人身、财产安全
低	火灾风险较低，简单可控，轻度伤害或无伤害运行环境中的人身、财产安全

6.3.2 危害影响程度等级分析

对监测到的数据项目报警信息，使用数据分析法、故障树分析法、专家评估法等方法进行分析，按照6.3.1综合研判收集到的动力蓄电池的数据项目可能触发的危险事件或情形的危害影响程度等级。

——经分析可能出现低危害影响程度等级的危险事件或情形时，应持续监测动力蓄电池运行信息；

——经分析可能出现中级及以上危害影响程度等级的危险事件或情形时，应按照第7章的要求进行缺陷分析。

7 缺陷分析

7.1 概述

基于一个或多个可能触发中级及以上危害影响程度等级危险事件或情形的动力蓄电池，开展其运行周期信息、OTA升级备案信息、同一型号同一批次动力蓄电池事故信息和缺陷工程分析试验分析，综合开展缺陷分析工作。

7.2 运行周期信息分析

7.2.1 运行周期信息收集

7.2.1.1 实时数据收集

生命周期内车载实时数据应按照GB/T 32960.3收集，生命周期内换电站实时数据应按照GB/T 32895收集，并形成相应的数据记录文件。

7.2.1.2 静态信息收集

各动力蓄电池产品的静态信息收集内容，包括但不限于表4。

表 4 静态信息

类 目	收 集 内 容		
产 品 信 息	动 力 蓄 电 池 包	Pack编码	□□□□□
		供应商	_____
		总容量	_____Ah
		总重量	_____Kg
		单体蓄电池或电池模块串联数/并联数	□串联数_____ □并联数_____
		工作电压范围（V）	□最大值_____ □最小值_____
		工作温度范围（℃）	□最大值_____ □最小值_____
		换电记录	_____次
		充电记录	_____次
	电 池 单 体	供应商	_____
		规格型号	_____
		单体容量	_____Ah
		单体重量	_____Kg
		类型	□磷酸铁锂电池 □三元锂电池 □锰酸锂电池 □其他_____
维 保 记 录	外观异常记录		_____次，异常内容_____
	故障记录		_____次，故障内容_____
	维修记录		_____次，维修内容_____
历 史 报 警 记 录	报警时间		□无 □有 _____年_____月_____日_____时_____分（24小时制）

类目	收集内容	
	报警事件	☐ 无 ☐ 有 _____
	报警事件处置措施	_____
	报警次数	_____次
电池滥用行为	☐ 无 ☐ 机械滥用_____（如振动、翻转、跌落等） ☐ 电气滥用_____（如过充、过放、外部短路等） ☐ 环境滥用_____（如高温、低温、高湿等） ☐ 其他滥用_____（如充换电操作不合规、异常改装等）	

7.2.2 运行周期信息关联分析

基于7.2.1收集到的信息，识别动力蓄电池规格型号，对同一型号、同一批次的动力蓄电池的实时数据和静态信息，进行对比关联分析,识别共性故障模式，如图2所示。

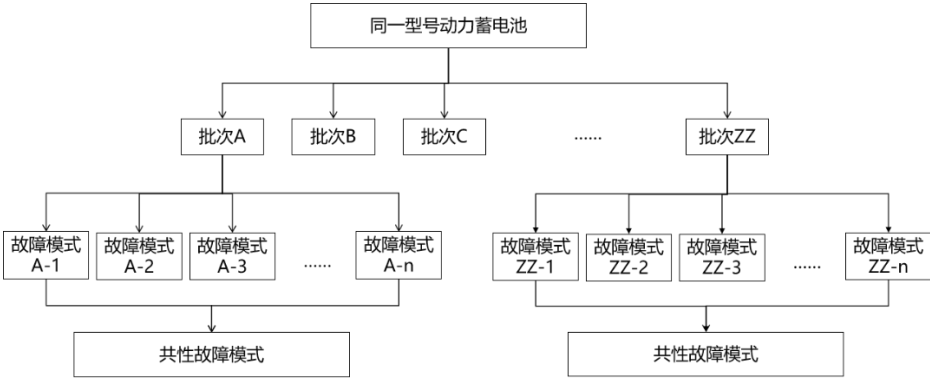


图 2 运行周期信息关联分析示意图

7.3 OTA 升级信息分析

7.3.1 OTA 升级信息收集

收集动力蓄电池包实施OTA升级活动信息和OTA升级备案信息，包括但不限于表5。

表 5 OTA 升级信息

类目	收集内容	
产品信息	动力蓄电池Pack编码	□□□□□
	动力蓄电池供应商	_____
	BMS版本号	□□□□□
	OTA升级发布时间	____年____月____日____时____分（24小时制）
	OTA升级活动	☐ 是 ☐ 否
	OTA升级备案信息	☐ 是 ☐ 否
OTA升级备案信息	备案时间	____年____月____日____时____分（24小时制）
	升级时间	____年____月____日____时____分（24小时制）
	升级内容	_____
	拟解决问题	_____

7.3.2 OTA 升级合规性分析

召回主管部门应对比OTA升级活动信息和OTA升级备案信息，开展以下分析：

——备案合规性，分析 OTA 升级活动是否存在未按相关要求向有关部门备案的情形；

——信息一致性，分析 OTA 升级活动是否存在未按 OTA 升级备案信息升级的情形。

7.3.3 OTA 升级备案信息关联分析

- 通过OTA升级合规性分析的，应结合7.2.1收集到的运行周期数据进行关联分析：
- OTA 升级前出现数据项目报警且经分析可能触发中级及以上危害影响程度等级危险事件或情形的，应分析 OTA 升级活动信息与备案信息的准确性，评估该升级活动是否对已知的缺陷问题起到消除作用，避免生产者通过 OTA 升级隐瞒产品缺陷或规避责任；
 - OTA 升级后出现数据项目报警且经分析可能触发中级及以上危害影响程度等级危险事件或情形的，应分析是否引入新的缺陷或未能消除原有缺陷，必要时，通报生产者。

7.4 事故信息深度分析

7.4.1 事故信息收集

参考GB/T 45415—2025系统收集同一型号、同一批次动力蓄电池产品的已发事故基本信息、事故车辆数据信息、事故现场调查信息、事故物证分析信息和其他相关信息。

7.4.2 事故信息关联分析

基于7.4.1收集到的动力蓄电池事故信息，识别动力蓄电池规格型号，结合7.2.2分析得到的同一型号、同一批次动力蓄电池故障模式，进行对比关联分析，识别共性故障模式，如图3所示。

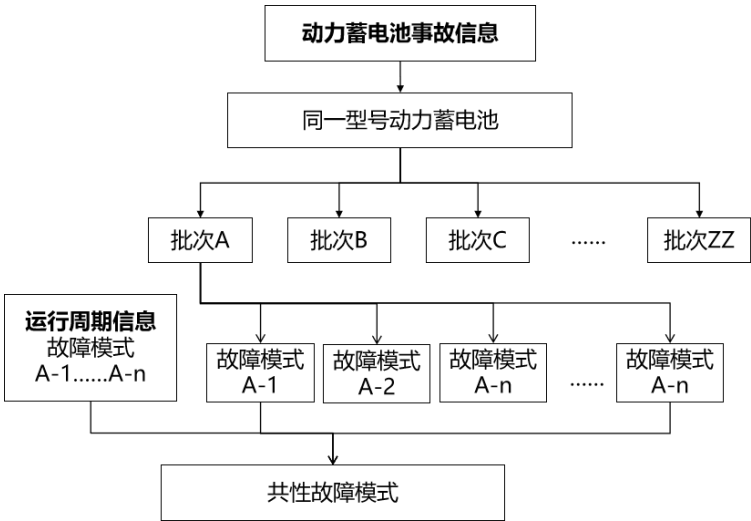


图 3 事故信息关联分析示意图

7.5 缺陷工程分析试验

收集同一型号、同一批次的事动力蓄电池、出现数据项目报警且经分析可能触发中级及以上危害影响程度等级危险事件或情形的动力蓄电池和在用动力蓄电池，按照GB/T 45415—2025第8章的要求开展缺陷工程分析试验，识别失效致因。

8 缺陷分析报告编制

换电场景下动力蓄电池缺陷分析工作应形成独立、完整的缺陷分析报告，报告应包括但不限于以下内容：

- 缺陷分析工作概述；
- 缺陷分析对象基本信息；
- 运行周期信息分析；
- OTA 升级信息分析；
- 事故信息深度分析；
- 缺陷工程分析试验；
- 缺陷分析工作总结及相关建议。

附录 A

(资料性)

动力蓄电池运行指标监测方法

A.1 SOC 极差离群

A.1.1 监测要求

A.1.1.1 SOC 极差离群项监测要求，包括以下内容：

- a) SOC 极差离群预警运行频率为每日 1 次，全生命周期记录，采用 T+1 数据计算；
- b) SOC 极差计算，其数据帧需满足以下条件：
 - 1) 单日满足 SOC 处于指定范围（企业自定义，例：30%~70%）；
 - 2) 温度处于指定范围（企业自定义，例：0℃~40℃）。
- c) 换电站运行期间，需监测同一型号动力蓄电池 SOC 极差离群；
- d) 车载运行期间，需监测同一车型同一型号动力蓄电池 SOC 极差离群。

A.1.2 计算方法

A.1.2.1 电芯 SOC 可通过开路电压法，基于 SOC-OCV 关系进行计算，且在进行 OCV 转换前，电芯需静置 30min 以上，计算公式如下：

$$SOC = f(V_{oc}) \quad \text{..... (A.1)}$$

式中：

V_{oc} ——动力蓄电池电芯开路电压；

f ——特定的函数，反映电芯开路电压与SOC之间的关系。

A.1.2.2 SOC 极差是动力蓄电池内同一时间的最大电芯 SOC 与最小电芯 SOC 的差，计算公式如下：

$$SOC_{range} = SOC_{cell,max} - SOC_{cell,min} \quad \text{..... (A.2)}$$

式中：

SOC_{range} ——动力蓄电池SOC极差；

$SOC_{cell,max}$ ——动力蓄电池中最大电芯SOC值；

$SOC_{cell,min}$ ——动力蓄电池中最小电芯SOC值。

A.1.2.3 SOC 极差离群是描述动力蓄电池包 SOC 极差值偏离整体正态分布范围的指标，SOC 极差达到离群条件（如式 A.3）且超过电池供应商提供的阈值时报警：

$$(\mu - 3\sigma)_{SOC_{range}} \geq SOC_{range,i}, \text{ or } SOC_{range,i} \geq (\mu + 3\sigma)_{SOC_{range}} \quad \text{..... (A.3)}$$

式中：

$SOC_{range,i}$ ——第*i*个时刻的SOC极差值；

$(\mu - 3\sigma)_{SOC_{range}}$ ——SOC极差正态分布离群左边界值；

$(\mu + 3\sigma)_{SOC_{range}}$ ——SOC极差正态分布离群右边界值。

A.1.2.4 SOC 极差正态分布离群边界值计算公式如下：

$$\mu_{SOC_{range}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{SOC_{range}}} SOC_{range,i}}{n_{SOC_{range}}} \dots\dots\dots (A.4)$$

$$\sigma_{SOC_{range}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{SOC_{range}}} (SOC_{range,i} - \mu_{SOC_{range}})^2}{n_{SOC_{range}} - 1}} \dots\dots\dots (A.5)$$

$$(\mu - 3\sigma)_{SOC_{range}} = \mu_{SOC_{range}} - 3\sigma_{SOC_{range}} \dots\dots\dots (A.6)$$

$$(\mu + 3\sigma)_{SOC_{range}} = \mu_{SOC_{range}} + 3\sigma_{SOC_{range}} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

$\mu_{SOC_{range}}$ ——SOC极差的均值；

$n_{SOC_{range}}$ ——SOC极差的样本数；

$\sigma_{SOC_{range}}$ ——SOC极差的标准差值。

A.2 最高温度离群

A.2.1 监测要求

最高温度离群监测要求，包括以下内容：

- 最高温度离群预警运行频率为每日1次，全生命周期记录，采用T+1数据计算；
- 获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池最高温度；
- 换电站运行期间，需监测同一型号动力蓄电池最高温度；
- 车载运行期间，需监测同一车型同一型号动力蓄电池最高温度；
- 经计算存在最高温度离群报警后，需核查判断是否由环境温度变化等外部因素引起。

A.2.2 计算方法

A.2.2.1 最高温度是动力蓄电池内最高温度，用 T_{max} 表示；

A.2.2.2 最高温度离群是描述动力蓄电池最高温度偏离整体正态分布范围的指标， T_{max} 达到离群条件（如式A.8）且超过电池供应商提供的阈值时报警：

$$(\mu - 3\sigma)_{T_{max}} \geq T_{max,i}, \text{ or } T_{max,i} \geq (\mu + 3\sigma)_{T_{max}} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

$T_{max,i}$ ——第*i*个时刻的动力蓄电池最高温度值；

$(\mu - 3\sigma)_{T_{max}}$ ——最高温度正态分布离群左边界值；

$(\mu + 3\sigma)_{T_{max}}$ ——最高温度正态分布离群右边界值。

A.2.2.3 最高温度正态分布离群边界值计算公式如下：

$$\mu_{T_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{T_{max}}} T_{max,i}}{n_{T_{max}}} \dots\dots\dots (A.9)$$

$$\sigma_{T_{max}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{T_{max}}} (T_{max,i} - \mu_{T_{max}})^2}{n_{T_{max}} - 1}} \dots\dots\dots (A.10)$$

$$(\mu - 3\sigma)_{T_{max}} = \mu_{T_{max}} - 3\sigma_{T_{max}} \quad \text{..... (A. 11)}$$

$$(\mu + 3\sigma)_{T_{max}} = \mu_{T_{max}} + 3\sigma_{T_{max}} \quad \text{..... (A. 12)}$$

式中：

$\mu_{T_{max}}$ ——最高温度的均值；

$n_{T_{max}}$ ——最高温度的样本数；

$\sigma_{T_{max}}$ ——最高温度的标准差值。

A.3 最低温度离群

A.3.1 监测要求

最低温度离群监测要求，包括以下内容：

- 最低温度离群预警运行频率为每日 1 次，全生命周期记录，采用 T+1 数据计算；
- 获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池最低温度；
- 换电站运行期间，需监测同一型号动力蓄电池最低温度；
- 车载运行期间，需监测同一车型同一型号动力蓄电池最低温度；
- 经计算存在最低温度离群报警后，需核查判断是否由环境温度变化等外部因素引起。

A.3.2 计算方法

A.3.2.1 最低温度是动力蓄电池内最低温度，用 T_{min} 表示；

A.3.2.2 最低温度离群是描述动力蓄电池最低温度偏离整体正态分布范围的指标， T_{min} 达到离群条件（如式 A.13）且超过电池供应商提供的阈值时报警：

$$(\mu - 3\sigma)_{T_{min}} \geq T_{min,i}, \text{ or } T_{min,i} \geq (\mu + 3\sigma)_{T_{min}} \quad \text{..... (A. 13)}$$

式中：

$T_{min,i}$ ——第 i 个时刻的动力蓄电池最低温度值；

$(\mu - 3\sigma)_{T_{min}}$ ——最低温度正态分布离群左边界值；

$(\mu + 3\sigma)_{T_{min}}$ ——最低温度正态分布离群右边界值。

A.3.2.3 最低温度正态分布离群边界值计算公式如下：

$$\mu_{T_{min}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{T_{min}}} T_{min,i}}{n_{T_{min}}} \quad \text{..... (A. 14)}$$

$$\sigma_{T_{min}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{T_{min}}} (T_{min,i} - \mu_{T_{min}})^2}{n_{T_{min}} - 1}} \quad \text{..... (A. 15)}$$

$$(\mu - 3\sigma)_{min} = \mu_{T_{min}} - 3\sigma_{T_{min}} \quad \text{..... (A. 16)}$$

$$(\mu + 3\sigma)_{T_{min}} = \mu_{T_{min}} + 3\sigma_{T_{min}} \quad \text{..... (A. 17)}$$

式中：

$\mu_{T_{min}}$ ——最低温度的均值；

$n_{T_{min}}$ ——最低温度的样本数；

$\sigma_{T_{min}}$ ——最低温度的标准差值。

A.4 温差离群

A.4.1 监测要求

温差离群项监测要求，包括以下内容：

- 温差离群预警运行频率为每日 1 次，全生命周期记录，采用 T+1 数据计算；
- 获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池温差；
- 换电站运行期间，需监测同一型号动力蓄电池温差离群；
- 车载运行期间，需监测同一车型同一型号动力蓄电池温差离群；
- 经计算存在温差离群报警后，需核查判断是否由环境温度变化等外部因素引起。

A.4.2 计算方法

A.4.2.1 温差是动力蓄电池内同一时间的最高电芯温度与最低电芯温度的差，计算公式如下：

$$T_{range} = T_{cell,max} - T_{cell,min} \quad \text{..... (A.18)}$$

式中：

T_{range} ——动力蓄电池温差；

$T_{cell,max}$ ——动力蓄电池中最高电芯温度值；

$T_{cell,min}$ ——动力蓄电池中最低电芯温度值。

A.4.2.2 温差离群是描述动力蓄电池包温差值偏离整体正态分布范围的指标，温差达到离群条件（如式 A.19）且超过电池供应商提供的阈值时报警：

$$(\mu - 3\sigma)_{T_{range}} \geq T_{range,i}, \text{ or } T_{range,i} \geq (\mu + 3\sigma)_{T_{range}} \quad \text{..... (A.19)}$$

式中：

$T_{range,i}$ ——第*i*个时刻的温差值；

$(\mu - 3\sigma)_{T_{range}}$ ——温差正态分布离群左边界值；

$(\mu + 3\sigma)_{T_{range}}$ ——温差正态分布离群右边界值。

A.4.2.3 温差正态分布离群边界值计算公式如下：

$$\mu_{T_{range}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{T_{range}}} T_{range,i}}{n_{T_{range}}} \quad \text{..... (A.20)}$$

$$\sigma_{T_{range}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{T_{range}}} (T_{range,i} - \mu_{T_{range}})^2}{n_{T_{range}} - 1}} \quad \text{..... (A.21)}$$

$$(\mu - 3\sigma)_{T_{range}} = \mu_{T_{range}} - 3\sigma_{T_{range}} \quad \text{..... (A.22)}$$

$$(\mu + 3\sigma)_{T_{range}} = \mu_{T_{range}} + 3\sigma_{T_{range}} \quad \text{..... (A.23)}$$

式中：

$\mu_{T_{range}}$ ——温差的均值；

$n_{T_{range}}$ ——温差的样本数；
 $\sigma_{T_{range}}$ ——温差的标准差值。

A.5 绝缘阻值离群

A.5.1 监测要求

绝缘阻值离群监测要求，包括以下内容：

- 绝缘阻值离群预警运行频率为每日 1 次，全生命周期记录，采用 T+1 数据计算；
- 获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池绝缘阻值；
- 换电站运行期间，需监测同一型号动力蓄电池绝缘阻值；
- 车载运行期间，需监测同一车型同一型号动力蓄电池绝缘阻值。

A.5.2 计算方法

A.5.2.1 绝缘阻值是动力蓄电池内绝缘阻值，用 R 表示；

A.5.2.2 绝缘阻值离群是描述动力蓄电池绝缘阻值偏离整体正态分布范围的指标， R 达到离群条件（如式 A.24）且低于电池供应商提供的阈值时报警：

$$(\mu - 3\sigma)_R \geq R_i, \text{ or } R_i \geq (\mu + 3\sigma)_R \quad (\text{A.24})$$

式中：

R_i ——第 i 个时刻的动力蓄电池绝缘阻值；

$(\mu - 3\sigma)_R$ ——绝缘阻值正态分布离群左边界值；

$(\mu + 3\sigma)_R$ ——绝缘阻值正态分布离群右边界值。

A.5.2.3 绝缘阻值正态分布离群边界值计算公式如下：

$$\mu_R = \frac{\sum_{i=1}^{n_R} R_i}{n_R} \quad (\text{A.25})$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_R} (R_i - \mu_R)^2}{n_R - 1}} \quad (\text{A.26})$$

$$(\mu - 3\sigma)_R = \mu_R - 3\sigma_R \quad (\text{A.27})$$

$$(\mu + 3\sigma)_R = \mu_R + 3\sigma_R \quad (\text{A.28})$$

式中：

μ_R ——绝缘阻值的均值；

n_R ——绝缘阻值的样本数；

σ_R ——绝缘阻值的标准差值。

A.6 数据有效率

A.6.1 监测要求

数据有效率监测要求，包括以下内容：

- 数据有效率预警运行频率为每日 1 次，全生命周期记录，采用 T+1 数据计算；
- 获取被监测电池包单日所有上传数据帧及有效性，有效数据帧需要满足本帧中监测必选字段值要求，符合企业自定义范围且不为空值或初始值。

A. 6. 2 计算方法

A. 6. 2. 1 数据有效率是指满足监测要求的有效数据帧数量占总数据帧数量的比例，计算公式如下：

$$Pct_{valid} = \frac{N_{valid}}{N_{all}} \times 100\% \cdots \cdots \cdots (A. 29)$$

式中：

Pct_{valid} ——数据有效率；

N_{valid} ——有效数据帧数量；

N_{all} ——总数据帧数量；

A. 6. 2. 2 若存在电池包单日数据帧数量 ≥ 720 帧，且数据有效率 $\leq 80\%$ 时，则触发数据有效率预警。