



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 47283—2026

## 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  
battery swap scenarios

2026-02-27 发布

2026-06-01 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 .....	III
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 缺陷监测与分析程序 .....	2
6 缺陷监测 .....	3
6.1 信息收集 .....	3
6.2 缺陷动力蓄电池范围识别 .....	8
6.3 危害影响程度分析 .....	8
7 缺陷分析 .....	9
7.1 概述 .....	9
7.2 运行周期信息分析 .....	9
7.3 OTA 升级信息分析 .....	11
7.4 事故信息深度分析 .....	12
7.5 缺陷工程分析试验 .....	12
8 缺陷研判与召回 .....	13
附录 A (资料性) 动力蓄电池箱运行指标监测方法 .....	14
A.1 SOC 极差离群 .....	14
A.2 最高温度离群 .....	15
A.3 最低温度离群 .....	16
A.4 温差离群 .....	17
A.5 绝缘阻值离群 .....	18
A.6 数据有效率 .....	18
参考文献 .....	20



## 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/TC 463)提出并归口。

本文件起草单位：国家市场监督管理总局缺陷产品召回技术中心、中国汽车工程研究院股份有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、北京中汽院科技有限公司、时代电服科技有限公司、上海启源芯动力科技有限公司、郑州深澜动力科技有限公司、应急管理部天津消防研究所、上汽通用五菱汽车股份有限公司、张家港清研检测技术有限公司、中国质量认证中心有限公司、中汽院新能源科技有限公司、北京航空航天大学、上海蔚来汽车有限公司、西华大学、同济大学、北京科技大学、中创新航科技集团股份有限公司、上海炙云新能源科技有限公司、北京理工大学、上海燃料电池汽车商业化促进中心、奥动新能源股份有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、吉利汽车研究院(宁波)有限公司、中国电子技术标准化研究院、上海电巴新能源科技有限公司、武汉理工大学、中国汽车技术研究中心有限公司、上海知锂检测技术有限公司。

本文件主要起草人：肖凌云、周玉林、李艳、贺兴、王澎、王海、席明、梁新苗、李平飞、陈飞、张良、孙英策、马海、李卓成、宗恒顺、罗浩亮、李文昭、李龙、高勇、卢迪柯、戴海峰、孟祥峰、宋言格、胡钦高、刘福聚、洪吉超、张照生、叶磊、侯羽航、彭小辉、辛晓冬、董红磊、杨浚蓬、缪文泉、徐庆庆、姜久春、刘俊、张恒、吕丰、万冬、洪晏忠、仝勇军、胡健斌、何鹏林、鲁宇梁、蔡慧敏、罗明明、吴健飞、兰楠、曹冬冬、韩广帅。



# 换电场景下动力蓄电池缺陷监测与分析规范

## 1 范围

本文件确立了换电场景下动力蓄电池的缺陷监测与分析程序,规定了缺陷监测、缺陷分析和缺陷研判与召回等内容。

本文件适用于换电电动汽车使用的动力蓄电池。非换电场景下动力蓄电池缺陷监测与分析参照使用。

## 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 19596—2017 电动汽车术语

GB/T 32895—2025 电动汽车快换电池箱通信协议

GB/T 32960.3—2025 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/T 44130.1—2024 电动汽车充换电服务信息交换 第1部分:总则

GB/T 45415—2025 纯电动汽车火灾缺陷分析方法

GB/T 47136—2026 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/T 19596—2017 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 5 min。

[来源:GB/T 40032—2021,3.1]

### 3.2

#### 缺陷 **defect**

同一批次、型号或者类别的汽车产品中普遍存在的不符合保障人身、财产安全的国家标准、行业标准的情形或者其他危及人身、财产安全的不合理的危险。

[来源:GB/T 45415—2025,3.3]

### 3.3

#### 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存在缺陷的情况所开展的技术分析活动。

[来源:GB/T 45415—2025,3.4]

3.4

**生产者 manufacturer**

生产、提供产品或者以其名义提供产品的自然人、法人和其他组织。

[来源:GB/T 43387—2023,4.1]

3.5

**召回计划 recall plan**

生产者针对召回活动制定的具体实施方案。

[来源:GB/T 43387—2023,5.20]

3.6

**故障模式 fault mode**

能够被观察或检测到的零部件或产品故障表现形式。

[来源:GB/T 43388—2023,3.3]

3.7

**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。

3.8

**动力蓄电池箱 power battery pack**

由若干单体蓄电池或动力蓄电池模块、箱体、电池信息采集单元及相关电气、机械附件等构成的装置。

[来源:GB/T 40098—2021,3.1]

3.9

**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系统。

3.10

**静态信息 static information**

表示产品基本属性及状态变化事件记录的信息。

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)

OCV:开路电压(Open Circuit Voltage)

SOC:荷电状态(State of Charge)

VIN:车辆识别代号(Vehicle Identification Number)

5 缺陷监测与分析程序



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:

——由生产者、召回主管部门或召回技术机构对动力蓄电池出现的报警事件或收到的缺陷线索进行初步分析,经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 缺陷监测与分析程序如图 1 所示,主要包括缺陷监测、缺陷分析、缺陷研判与召回三部分。

- a) 缺陷监测包括：
  - 1) 信息收集,包括换电站内和车载期间数据项目；
  - 2) 缺陷动力蓄电池范围识别,确认产品是否为生产者召回计划中车辆涉及的缺陷动力蓄电池箱；
  - 3) 危害影响程度分析,根据等级确定是否开展缺陷分析。
- b) 缺陷分析包括：
  - 1) 运行周期信息分析,识别共性故障模式；
  - 2) 远程(OTA)升级信息分析,识别共性故障模式；
  - 3) 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；
  - 4) 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。
- c) 缺陷研判与召回包括：
  - 1) 缺陷研判,经确认动力蓄电池存在缺陷的,督促召回；
  - 2) 经确认在召回范围内的缺陷动力蓄电池实施召回,对未实施召回的,督促召回。

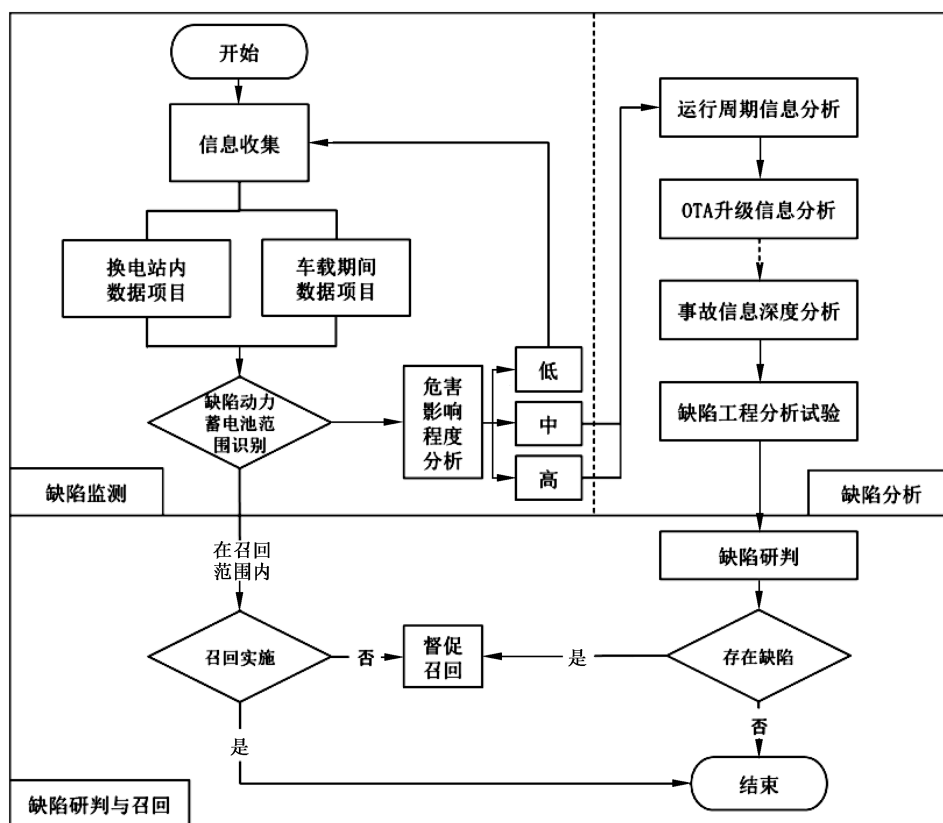


图 1 缺陷监测与分析程序

## 6 缺陷监测

### 6.1 信息收集

6.1.1 按照表 1 收集动力蓄电池箱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	VIN	按照 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 箱编码	按照 GB/T 32895—2025 中附录 A 的 A.3.2.1.5,电池箱编码	换电运营 服务平台	必选
	BMS 软件版本	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.1.6,BMS 软件版本	换电运营 服务平台	必选
	累计充(放) 电电量	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.9,累计输入电能量值 按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.8,累计输出电能量值	换电运营 服务平台	必选
		按照 GB/T 32895—2025 中附录 B 的 B.2.3.1.2.10,累计充电电 量、累计放电电量	换电运营 服务平台	必选
	累计充(放) 电容量	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.11,累计输入容量值 按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.10,累计输出容量值	换电运营 服务平台	必选
按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.3,累计的充电容量、累计的 放电容量		换电运营 服务平台	必选	
电压类	单体过压	按照 GB/T 32895—2025 中 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
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8,电池箱单体电压高告警、 电池箱电芯电压过高 按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1,单体电压过高报警	BMS	必选
	总压过压	按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8,电池箱总电压高告警 按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1,电池系统过压报警	BMS	必选
	单体欠压	按照 GB/T 32895—2025 中 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
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8,电池箱单体电压低告警、 电池箱电芯电压过低 按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1,单体电压欠压报警	BMS	必选
	总压欠压	按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8,电池箱总电压低告警 按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1,电池系统欠压报警	BMS	必选
	压差过大	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.2,电压偏差超限、电压偏差 越极限	 BMS	必选
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8,电池箱电池一致性告警 按照 GB/T 32895—2025 中 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 4 s 时报警	BMS/换电运营 服务平台	可选	

表 1 换电站内数据项目（续）

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
SOC 类	SOC 超限	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.2, SOC 低、SOC 极低	BMS	必选
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8, 电池箱 SOC 过高或过低、电池箱 SOC 高告警 按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1, SOC 过低报警、SOC 过高报警	BMS	必选
	SOC 跳变	按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1, SOC 跳变报警	BMS	必选
	SOC 极差离群	见附录 A 的 A.1 或使用自定义方法	换电运营服务平台	可选
电流类	过流	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.2, 放电电流超限、充电电流超限、放电电流越极限、充电电流越极限	BMS	必选
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.7, 电池箱过流故障 按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8, 电池箱直流充电电流过高过低 按照 GB/T 32895—2025 中 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, 差值及持续时间超出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	过温	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.2, 温度超限、温度越极限	BMS	必选
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.7, 电池箱过温故障 按照 GB/T 32895—2025 中 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 按照 GB/T 32895—2025 中 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
	温差过大	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.2, 温度偏差超限、温度偏差越极限	BMS	必选
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8, 电池箱温差大告警 按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1, 电芯温差异常报警	BMS	必选
	温升过快	实时计算动力电池箱温升, 温升值及持续时间超出电池供应商规定的阈值时报警	BMS/换电运营服务平台	必选
	最高温度离群	参照 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	参照 A.3 或使用自定义方法	换电运营服务平台	可选
温差离群	参照 A.4 或使用自定义方法	换电运营服务平台	必选	

表 1 换电站内数据项目（续）

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
绝缘类	绝缘低	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.2, 高压绝缘低、高压绝缘极低	BMS	必选
		按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.7, 电池箱绝缘故障 按照 GB/T 32895—2025 中 B.1.3.4.8, 电池箱高压绝缘低告警 按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.1, 绝缘报警	BMS	必选
	绝缘阻值离群	参照 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	对比动力蓄电池箱最后一次上传数据日期和当前日期, 若时间间隔达到或超出 30 d, 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	参照 A.6 或使用自定义方法	换电运营服务平台	必选
	OTA 升级	动力蓄电池箱进入换电站和离开换电站时, 按照 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	按照 GB/T 47136—2026 中 6.3.1 健康状态, 7.1 健康状态评估结果	BMS/换电运营服务平台	必选
	安全状态	按照 GB/T 47136—2026 中 6.3.2 安全状态, 7.2 安全状态评估结果	BMS/换电运营服务平台	必选
	热失控事件	按照 GB/T 32895—2025 中 A.3.2.2.2, 电池热失控	BMS/换电运营服务平台	必选
	继电器故障	按照 GB/T 32895—2025 中 B.2.3.1.2.7, 主正继电器粘连故障、主负继电器粘连故障、充正 1 继电器粘连故障、充负 1 继电器粘连故障、充正 2 继电器粘连故障、充负 2 继电器粘连故障	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 按照表 2 收集动力蓄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 32960.3—2025 的规定。

表 2 车载期间数据项目

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	VIN	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 2 读取信息	车企平台/换电运营服务平台	必选
	动力蓄电池包编码	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 6 读取信息	车企平台/换电运营服务平台	必选

表2 车载期间数据项目（续）

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
电压类	单体过压	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 最小并联单元过压报警	BMS/车企平台/ 换电运营服务平台	必选
	总压过压	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 车载储能装置类型过压报警	BMS/车企平台/ 换电运营服务平台	必选
	单体欠压	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 最小并联单元欠压报警	BMS/车企平台/ 换电运营服务平台	必选
	总压欠压	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 车载储能装置类型欠压报警	BMS/车企平台/ 换电运营服务平台	必选
	压差过大	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 最小并联单元一致性差报警	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 4 s 时报警	BMS/换电运营 服务平台	可选
SOC 类	SOC 超限	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, SOC 低报警、SOC 过高报警	BMS/车企平台/换 电运营服务平台	必选
	SOC 跳变	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, SOC 跳变报警	BMS/车企平台/换 电运营服务平台	必选
	SOC 极差离群	参照附录 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	过流	实时计算动力蓄电池包电流值, 电流值及持续时间超过电池供应商规定的阈值时报警	BMS/换电运营 服务平台	可选
	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, 差值及持续时间超出供应商规定的阈值时报警	BMS/换电运营 服务平台	可选
温度类	过温	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 电池高温报警	BMS/车企平台/换 电运营服务平台	必选
	温差过大	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 温度差异报警	BMS/车企平台/换 电运营服务平台	必选
	温升过快	实时计算动力蓄电池包温升, 温升值及持续时间超出电池供应商规定的阈值时报警	BMS/换电运营 服务平台	可选
	最高温度离群	参照 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	参照 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	参照 A.4 或使用自定义方法	车企平台/换电 运营服务平台	可选

表 2 车载期间数据项目（续）

类别	数据项目	监测方法及指标	信息处理	备注
绝缘类	绝缘电阻失效	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 绝缘电阻失效报警	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
	绝缘阻值离群	参照 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	对比动力蓄电池包最后一次上传数据日期和当前日期, 若时间间隔达到或超出 30 d, 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	参照 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, 按照 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	按照 GB/T 32960.3—2025 中表 24, 热事件报警	BMS/车企平台/换电运营服务平台	必选
注: 车载期间的“动力蓄电池包”与换电站内的“动力蓄电池箱”定义一致。				

## 6.2 缺陷动力蓄电池范围识别

### 6.2.1 识别过程应包括以下内容。

- a) 因动力蓄电池箱存在缺陷实施召回的, 汽车生产者应将相应的召回计划(内容应包括但不限于 VIN 码)及召回计划中涉及的缺陷动力蓄电池箱编码同步至换电运营服务平台。
- b) 换电运营服务平台应主动排查存在缺陷的动力蓄电池箱:
  - 1) 在执行换电操作时, 将汽车 VIN 码与生产者召回计划进行比对, 确认车辆搭载的动力蓄电池箱是否在召回范围内;
  - 2) 在换电站内执行隐患排查时, 将换电站内动力蓄电池箱编码与召回计划中涉及的缺陷动力蓄电池箱编码进行比对, 确认换电站内动力蓄电池箱是否在召回范围内。

6.2.2 换电运营服务平台获知动力蓄电池箱可能存在缺陷的相关信息, 应当向召回主管部门及时报告, 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

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	火灾风险低,对人身、财产安全无影响

### 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周期信息;
- 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 实时信息收集

生命周期内车载实时信息应按照 GB/T 32960.3—2025 的规定收集,生命周期内换电站实时信息应按照 GB/T 32895—2025 的规定收集,并形成相应的信息记录文件。

##### 7.2.1.2 静态信息收集

各动力蓄电池箱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	编码	_____	
	供应商	_____	
	总容量	_____ Ah	
	总质量	_____ kg	
	动力蓄 电池箱	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
		单体质量	_____ kg
类型		<input type="checkbox"/> 磷酸铁锂电池; <input type="checkbox"/> 三元锂电池; <input type="checkbox"/> 锰酸锂电池; <input type="checkbox"/> 其他 _____	
维保记录	外观异常 记录	外观异常记录次数	_____ 次
		外观异常事件 1	异常时间 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 时 ____ 分(24 小时制); 异常内容 _____; 异常处置措施 _____
		.....	.....
		外观异常事件 N	异常时间 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 时 ____ 分(24 小时制); 异常内容 _____; 异常处置措施 _____
	故障记录	故障记录次数	_____ 次
		故障事件 1	故障时间 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 时 ____ 分(24 小时制); 故障内容 _____; 故障处置措施 _____
		.....	.....
		故障事件 N	故障时间 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 时 ____ 分(24 小时制); 故障内容 _____; 故障处置措施 _____
	维修记录	维修记录次数	_____ 次
		维修事件 1	维修时间 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 时 ____ 分(24 小时制); 维修内容 _____
		.....	.....
		维修事件 N	维修时间 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 时 ____ 分(24 小时制); 维修内容 _____

表 4 静态信息 (续)

类目	收集内容	
历史报警记录	报警次数	_____次
	报警事件 1	报警时间____年____月____日____时____分(24 小时制); 报警内容_____;报警处置措施_____
	.....	.....
	报警事件 N	报警时间____年____月____日____时____分(24 小时制); 报警内容_____;报警处置措施_____
电池滥用行为	<input type="checkbox"/> 无; <input type="checkbox"/> 机械滥用_____(如振动、翻转、跌落等); <input type="checkbox"/> 电气滥用_____(如过充、过放、外部短路等); <input type="checkbox"/> 环境滥用_____(如高温、低温、高湿等); <input type="checkbox"/> 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信息和静态信息,进行对比关联分析,识别共性故障模式,如图 2 所示。

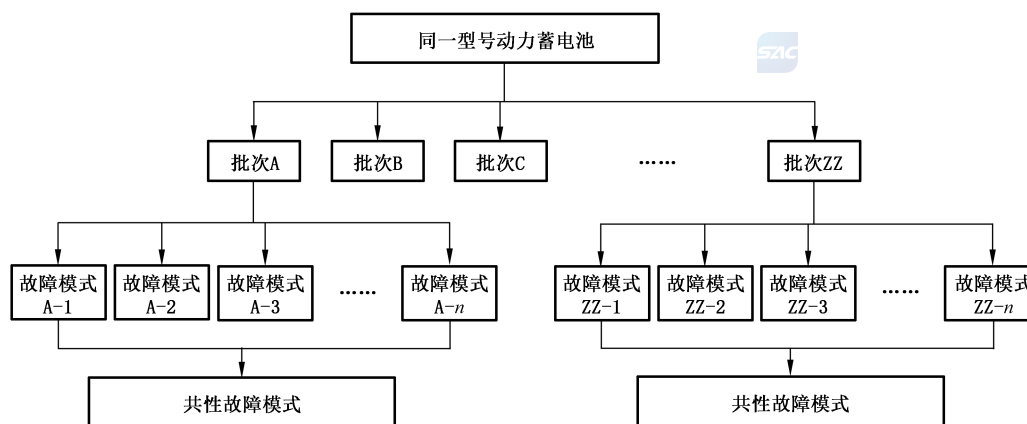


图 2 运行周期信息关联分析示意图

## 7.3 OTA 升级信息分析

### 7.3.1 OTA 升级信息收集

收集动力蓄电池箱实施 OTA 升级活动的产品信息和 OTA 升级备案信息,应包括但不限于:

- 产品信息:动力蓄电池箱编码、动力蓄电池箱供应商、BMS 版本号、是否进行 OTA 升级活动等;
- OTA 升级备案信息:备案时间、车辆基本信息、升级服务基本信息、升级包信息、云平台信息和安全防护信息等。

### 7.3.2 OTA 升级合规性分析

召回主管部门及产品召回技术机构可对比 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,召回主管部门及产品召回技术机构可结合 7.2.1 收集到的运行周期信息进行关联分析:

- 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

按照 GB/T 45415—2025 中 6.2 的要求,系统收集同一型号、同一批次动力蓄电池产品的已发生事故的基本信息、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。

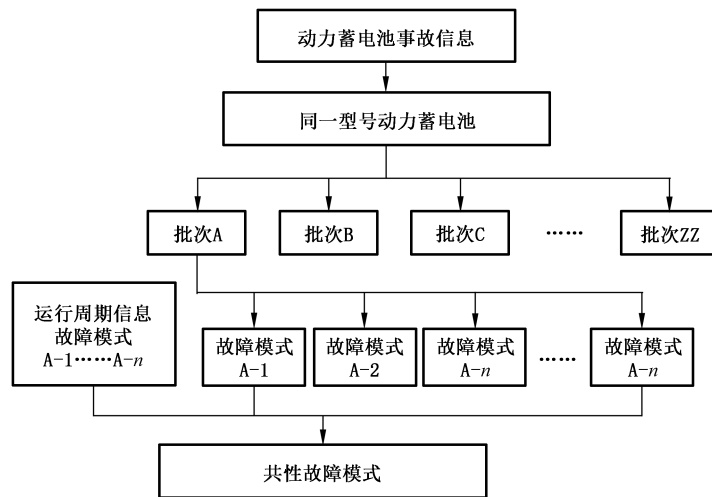


图 3 事故信息关联分析示意图

## 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、相邻在用动力蓄电池和同一型号最新动力蓄电池,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 缺陷研判与召回

8.1 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。

8.2 经分析存在缺陷的或识别在召回范围内的缺陷动力蓄电池,应按召回法规要求开展召回活动。

附录 A

(资料性)

动力蓄电池箱运行指标监测方法

A.1 SOC 极差离群

A.1.1 数据收集

SOC 极差离群项数据收集,包括以下内容。

- a) SOC 极差,数据来源包括:
  - 1) 换电站内,需监测同一型号动力蓄电池箱 SOC 极差;
  - 2) 车载期间,需监测同一车型同一型号动力蓄电池箱 SOC 极差,建议采用样本数大于 500 作为该数据项目判定的适用条件。
- 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,如:30%~70%);
  - 2) 温度处于指定范围(企业自定义,如:0℃~40℃)。
- c) 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 D-1 数据计算,“D”代表当前计算任务的日期,“D-1”代表当前计算任务的前一日,即需基于当前计算任务日期的前一日数据,开展统计、分析等工作。

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 30 min 以上,计算见公式(A.1)。

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

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( $SOC_{range}$ )是动力蓄电池箱内同一时间的最大电芯 SOC 与最小电芯 SOC 的差,计算见公式(A.2)。

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

式中:

- $SOC_{range}$  ——动力蓄电池箱 SOC 极差;
- $SOC_{cell,max}$  ——动力蓄电池箱中最大电芯 SOC 值;
- $SOC_{cell,min}$  ——动力蓄电池箱中最小电芯 SOC 值。

A.1.2.3 SOC 极差离群是描述动力蓄电池箱 SOC 极差值偏离整体正态分布范围的指标, $SOC_{range}$  达到离群条件[如公式(A.3)]且超过电池供应商提供的阈值时报警。

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

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见公式(A.4)~公式(A.7)。

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

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

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

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

式中：

- $\mu_{\text{SOC}_{\text{range}}}$  ——SOC 极差的均值；
- $n_{\text{SOC}_{\text{range}}}$  ——SOC 极差的样本数；
- $\sigma_{\text{SOC}_{\text{range}}}$  ——SOC 极差的标准差值。

## A.2 最高温度离群

### A.2.1 数据收集



最高温度离群项数据收集,包括以下内容。

- a) 最高温度,数据来源包括:
  - 1) 换电站内,需监测同一型号动力蓄电池箱最高温度;
  - 2) 车载期间,需监测同一车型同一型号动力蓄电池箱最高温度,建议采用样本数大于 500 作为该数据项目判定的适用条件。
- b) 最高温度计算,需获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池箱最高温度。
- c) 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 D-1 数据计算,“D”代表当前计算任务的日期,“D-1”代表当前计算任务的前一日,即需基于当前计算任务日期的前一日数据,开展统计、分析等工作。
- d) 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( $T_{\text{max}}$ )是动力蓄电池箱内最高温度。

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

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

式中：

- $T_{\text{max},i}$  ——第  $i$  个时刻的动力蓄电池箱最高温度值；
- $(\mu - 3\sigma)_{T_{\text{max}}}$  ——最高温度正态分布离群左边界值；
- $(\mu + 3\sigma)_{T_{\text{max}}}$  ——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见公式(A.9)~公式(A.12)。

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

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

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

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

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 数据收集

最低温度离群项数据收集,包括以下内容。

- a) 最低温度,数据来源包括：
  - 1) 换电站内,需监测同一型号动力蓄电池箱最低温度；
  - 2) 车载期间,需监测同一车型同一型号动力蓄电池箱最低温度,建议采用样本数大于 500 作为该数据项目判定的适用条件。
- b) 最低温度计算,需获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池箱最低温度。
- c) 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 D-1 数据计算,“D”代表当前计算任务的日期,“D-1”代表当前计算任务的前一日,即需基于当前计算任务日期的前一日数据,开展统计、分析等工作。
- d) 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( $T_{\min}$ )是动力蓄电池箱内最低温度。

A.3.2.2 最低温度离群是描述动力蓄电池箱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[如公式(A.13)]且超过电池供应商提供的阈值时报警。

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

式中：

- $T_{\min,i}$  ——第  $i$  个时刻的动力蓄电池箱最低温度值；
- $(\mu - 3\sigma)_{T_{\min}}$  ——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见公式(A.14)~公式(A.17)。

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

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

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

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

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 数据收集

温差离群项数据收集,包括以下内容。

- a) 温差离群,数据来源包括:
  - 1) 换电站内,需监测同一型号动力蓄电池箱温差;
  - 2) 车载期间,需监测同一车型同一型号动力蓄电池箱温差,建议采用样本数大于 500 作为该数据项目判定的适用条件。
- b) 温差计算,需获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池箱温差。
- c) 温差离群预警运行频率为每日 1 次,全生命周期记录,采用 D-1 数据计算,“D”代表当前计算任务的日期,“D-1”代表当前计算任务的前一日,即需基于当前计算任务日期的前一日数据,开展统计、分析等工作。
- d) 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( $T_{range}$ )是动力蓄电池箱内同一时间的最高电芯温度与最低电芯温度的差,计算见公式(A.18)。

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

式中:

- $T_{range}$  —— 动力蓄电池箱温差;
- $T_{cell,max}$  —— 动力蓄电池箱中最高电芯温度值;
- $T_{cell,min}$  —— 动力蓄电池箱中最低电芯温度值。

A.4.2.2 温差离群是描述动力蓄电池箱温差值偏离整体正态分布范围的指标, $T_{range}$  达到离群条件[如公式(A.19)]且超过电池供应商提供的阈值时报警:

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

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见公式(A.20)~公式(A.23):

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

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

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

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

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 数据收集

绝缘阻值离群项数据收集,包括以下内容。

- a) 绝缘阻值离群,数据来源包括:
  - 1) 换电站内,需监测同一型号动力蓄电池箱绝缘阻值;
  - 2) 车载期间,需监测同一车型同一型号动力蓄电池箱绝缘阻值,建议采用样本数大于 500 作为该数据项目判定的适用条件。
- b) 绝缘阻值计算,需获取并计算同一地级市运行的动力蓄电池箱绝缘阻值。
- c) 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 D-1 数据计算,“D”代表当前计算任务的日期,“D-1”代表当前计算任务的前一日,即需基于当前计算任务日期的前一日数据,开展统计、分析等工作。

#### A.5.2 计算方法

A.5.2.1 绝缘阻值( $R$ )是动力蓄电池箱内绝缘阻值。

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

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

式中:

- $R_i$  —— 第  $i$  个时刻的动力蓄电池箱绝缘阻值;
- $(\mu - 3\sigma)_R$  —— 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见公式(A.25)~公式(A.28):

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n_R} R_i}{n_R} \dots\dots\dots (A.25)$$

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

$$(\mu - 3\sigma)_R = \mu_R - 3\sigma_R \dots\dots\dots (A.27)$$

$$(\mu + 3\sigma)_R = \mu_R + 3\sigma_R \dots\dots\dots (A.28)$$

式中:

- $\mu_R$  —— 绝缘阻值的均值;
- $n_R$  —— 绝缘阻值的样本数;
- $\sigma_R$  —— 绝缘阻值的标准差值。



### A.6 数据有效率

#### A.6.1 数据收集

数据有效率项数据收集,包括以下内容。

- a) 数据有效率计算,需获取:
  - 1) 被监测动力蓄电池箱单日所有上传数据帧数量,即总数据帧数量;
  - 2) 被监测动力蓄电池单日有效数据帧数量,有效数据帧是指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的数据帧。

- b) 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 D-1 数据计算,“D”代表当前计算任务的日期,“D-1”代表当前计算任务的前一日,即需基于当前计算任务日期的前一日数据,开展统计、分析等工作。

## A.6.2 计算方法

A.6.2.1 数据有效率( $Pct_{valid}$ )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,计算见公式(A.29)。

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

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 若存在动力蓄电池箱单日数据帧数量大于或等于 720 帧,且数据有效率小于或等于 80% 时,则触发数据有效率报警。

参 考 文 献

- [1] GB/T 40032—2021 电动汽车换电安全要求
  - [2] GB/T 40098—2021 电动汽车更换用动力蓄电池箱编码规则
  - [3] GB/T 43387—2023 产品召回 术语
  - [4] GB/T 43388—2023 家用汽车产品严重安全性能故障判断指南
- 



