

团 体 标 准

T/FJAS 028—2023

在用纯电动城市客车运行安全性能检验技
术规范

Technical specifications for the safety performance inspection of in-service battery
electric buses

2024 - 01 - 01 发布

2024 - 01 - 01 实施

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 安全要求	1
5 检验要求	1
6 检验项目	2
7 检测流程	3
8 检验方法	4
9 检验结果处置	8
附录 A（规范性） 在用纯电动城市客车运行安全性能检验报告	10
附录 B（规范性） 电动客车运行安全性能线上检验所需数据项	12
附录 C（资料性） 检验项目指标推荐计算方法	16

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。

本文件由福建船政交通职业学院提出。

本文件由福建省标准化协会归口。

本文件起草单位：福建船政交通职业学院、福建星云电子股份有限公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司、福州联泓交通器材有限公司、山西博汇网络科技有限公司、福建万维拓扑网络科技有限公司、福建鸿进达智能科技有限公司、福州东盛铂锐汽车技术有限公司、福州市公共交通集团有限责任公司、福建省汽车运输集团有限公司、福州康驰新巴士有限责任公司、福建省交通科研院有限公司、福州物联网开放实验室有限公司、海峡金桥财产保险股份有限公司。

本文件主要起草人：苏庆列、刘震、李金宝、邓吉雄、宁丽娟、赖兴加、李振兴、张东波、林建、朱光辉、杨天顺、刘宜铤、李臻、吴宇平、杨威、谢俊淋、施火结、张世辉、刘伟。

在用纯电动城市客车运行安全性能检验技术规范

1 范围

本文件规定了在用纯电动城市客车(以下简称电动客车)运行安全性能检验的安全要求、检验要求、检验项目、检验流程、检验方法、检验结果处置等。

本文件适用于具备检验检测资质的检测机构对电动客车进行运行安全性能检验。

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 7258-2017 机动车运行安全技术条件
GB 13094 客车结构安全要求
GB 18384-2020 电动汽车安全要求
GB/T 19596-2017 电动汽车术语
GB 38032—2020 电动客车安全要求
GB 38900-2020 机动车安全技术检验项目和方法
DB35/T 2110—2023 在用电动汽车动力电池系统性能评估规范

3 术语和定义

GB 7258、GB 13094、GB/T 19596 界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

纯电动城市客车 battery electric public bus

由电机驱动,且驱动电能来源于车载可充电储能装置的城市客车。

3.2

运行安全性能 operational safety

电动客车特有的系统结构(电池、电机、电控)特点产生的与传统汽车差异化的运行安全性能,主要包含防触电安全、充电安全、电池安全、电机安全、电安全部件安全、整车安全等。

4 安全要求

电动客车安全应符合 GB 38032—2020 的要求。

5 检验要求

5.1 基本检验要求

开展电动客车运行安全性能检验应按 GB38900 规定开展通用项目检验，车辆动力电池系统性能评估可参照 DB35/T 2110—2023 要求。此外增加对电动客车动力蓄电池安全、驱动电机安全、电控系统安全、电气安全等运行安全性能检验。

5.2 被检车辆要求

被检车辆应满足以下基本要求：

- a) 车辆清洁，无滴漏油（液）、漏电现象，轮胎完好，轮胎气压正常且胎冠花纹中无异物；
- b) 车辆无与 ABS、EPS 及其他与行车安全相关的故障信息；
- c) 车辆无与电驱动系统、高压绝缘、动力电池等有关安全的报警信号；
- d) 车辆 SOC 在 30%~90%范围内。

5.3 检验环境要求

检验环境条件应满足以下要求：

- a) 环境温度：-10℃~+40℃；
- b) 相对湿度：10%~90%

5.4 检验设备要求

开展电动客车安全性能检验的使用检验设备要求见表 1。

表 1 检验设备要求

序号	检验项目	检验设备	备注
1	动力电池安全	充电安全检验设备、汽车底盘测功机、OBD 读取设备	参照 DB35/T 2110—2023
2	驱动电机安全	汽车底盘测功机、OBD 读取设备	
3	电控系统安全		
4	电气安全	兆欧表、毫欧表	

6 检验项目

电动客车运行安全检验项目见表 2。

表 2 电动客车运行安全检验项目

序号	检验项目	检验方法	
1	外观	充电接口与插座	采用线下检验，目视检查，在地面，地沟中进行目视观察、涉及底盘检测得项目，对不具备地沟条件的，可采用其他能观察到车辆底盘部件的方式(如升降机等)。检验方法见表3。
		仪表、信号指示装置	
		动力电池	
		驱动电机及控制器	
		线束及高压部件	

表 2 电动客车运行安全检验项目（续）

序号	检验项目			检验方法
2	防触电安全	绝缘电阻	直流充电插座	采用线下检验（充电安全检验设备），参照GB 18384-2020
			交流充电插座	
		电位均衡	外壳与电平台间	
			外壳与外壳间	
3	动力电池安全及性能	单体一致性	单体电压一致性	参照 8.2.1 方法测定
			单体内阻一致性	参照 8.2.3 方法测定
			温度探针一致性	参照 8.2.2 方法测定
		单体安全性	单体电池过压	参照 8.2.4 方法测定
			单体压差	参照 8.2.5 方法测定
			单体过温	参照 8.2.6 方法测定
		SOC估计精度	SOC 跳变	参照 8.2.10 方法测定
		BMS示值精度	总电压精度	参照 8.2.11 方法测定
		电池老化程度	容量保持率	参照 8.2.12 方法测定
			系统绝缘电阻	参照 8.2.7 方法测定
		特定故障	连接异常	参照 8.2.8 方法测定
			自放电故障	参照 8.2.9 方法测定
4	电机安全	电机温度	电机温度过高	参照 8.4.3 方法测定
5	电控安全	电控温度	电控温度过高	参照 8.4.4 方法测定
		DC/DC控制器温度	DC/DC 控制器温度过高	参照 8.4.5 方法测定
6	整车安全	转向系	转向安全	采用线下检验，参照GB 18384-2020，GB 38900-2020

7 检测流程

7.1 电动客车可采用线下或线上检验方式进行。

注：线下检验：被检车辆通过线下检测机构现场检验；线上检验：通过互联网传输读取被检车辆历史数据进行检验。

7.2 电动客车运行安全线上检验流程，线上检验流程如图 1 所示。



图 1 线上检验流程图

7.3 电动客车运行安全线下检验流程，线下检验流程如图 2 所示。

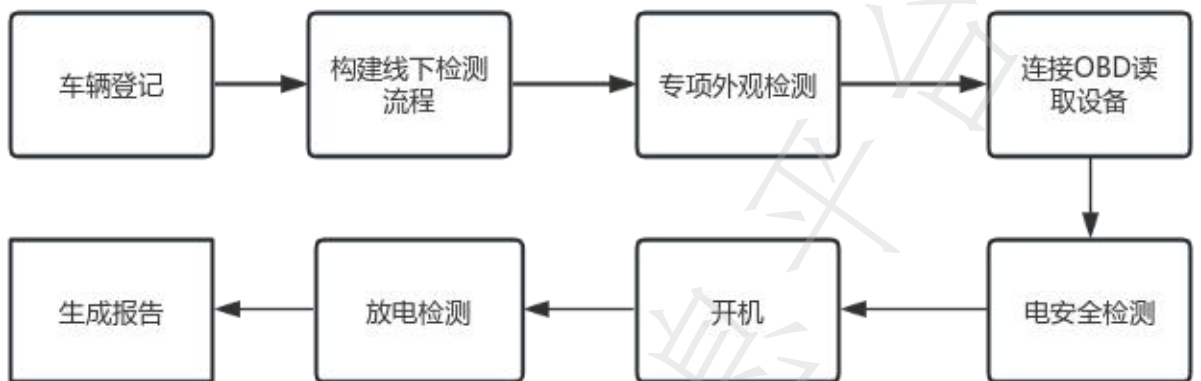


图 2 线下检验流程图

8 检验方法

8.1 外观

电动客车外观检验项目检验方法见表 3。

表 3 电动客车外观检验项目

检验形式	检验项目	检验内容
外观检验	充电接口与插座	1) 检查充电插座是否完好, 接口端与插孔有无松动、破损、脱落、断裂、腐蚀现象, 是否有水渍、泥沙; 2) 检查是否配有保护盖, 保护盖的安装是否正常且牢固, 防护盖能锁闭完好
	仪表、信号指示装置	1) 检查仪表外观及指示功能, 仪表应完好有效, 指示功能正常; 2) 车辆正常上电后, 各类检查信号指示装置、信号指示应无异常声光报警和故障提醒。
	动力电池	1) 检查电池箱壳体外防护装置, 外防护装置应无异常变形和破损, 无磕碰及损坏, 无冷却液渗漏; 2) 检查电池托架结构表面, 应无异常断裂、变形和锈蚀; 3) 检查电池系统是否存在异味、烧焦现象。
	驱动电机及控制器	检查外观及连接管路, 表面应清洁, 管路应无渗漏现象。
	线束及高压部件	检查电池箱高压端口是否有烧焦、腐蚀、破损。如必要可拆卸护地盘检查线束及高压附件外表面, 线束绝缘层应无老化、破损、且无裸露。

8.2 动力电池安全性能

动力电池安全性能检验项目指标计算方法见附录 C。

8.2.1 单体电压一致性

8.2.1.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，计算所有采样时刻对应的各最小监控单元之间的极差电压的均方根，作为电压一致性指标。

8.2.1.2 线下检验：采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，计算所有采样时刻对应的各最小监控单元之间的极差电压的均方根，作为电压一致性指标。

8.2.2 温度探针一致性

8.2.2.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，计算所有采样时刻对应的各最小监控单元之间的极差温度的均方根，作为温度一致性指标。

8.2.2.2 线下检验：采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，计算所有采样时刻对应的各最小监控单元之间的极差温度的均方根，作为温度一致性指标。

8.2.3 单体内阻一致性

8.2.3.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，首先抽取车辆大电流充电或放电的电流切换点片段，采用电流切换前后的电压差和电流差计算各最小监控单元的内阻值，然后计算各最小监控单元内阻与内阻平均值差值的均方根误差，作为内阻一致性指标。

8.2.3.2 线下检验：采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，首先采用车辆充电时，大电流切换前后的电压差和电流差计算各最小监控单元的内阻值，然后计算各最小监控单元内阻与内阻平均值差值的均方根误差，作为内阻一致性指标。

8.2.4 单体电池过压

8.2.4.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，计算每个时刻电池单体电压的最大值，作为单体电压过压的指标。

8.2.4.2 线下检验：采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，计算每个时刻电池单体电压的最大值，作为单体电池过压的指标。

8.2.5 单体压差过大

8.2.5.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，计算每个时刻电池单体电压差的最大值，作为单体电压差的指标。

8.2.5.2 线下检验：采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充放电过程中的数据，计算每个时刻电池单体电压差的最大值，作为单体电压差的指标。

8.2.6 单体过温

8.2.6.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，计算每个温度探针温度最大值，作为单体过温的指标。

8.2.6.2 线下检验：采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，计算每个温度探针的温度最大值，作为单体过温的指标。

8.2.7 系统绝缘电阻

采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，在充电启动时，充电安全检验设备通过激励电流来计算动力蓄电池的绝缘电阻，用绝缘电阻值除以车辆最高允许充电总电压作为判断绝缘电阻是否符合充电条件的指标。

8.2.8 连接异常

基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，对电池系统内的单体电压进行特征提取，该特征应能够反映出单体在放电过程中的电压变化幅度，包括电压上升幅度以及下降幅度，连接松动异常将会导致电压变化幅度异常变大，在时间序列内出现特征持续增大的电池单体现象作为连接异常的指标。

8.2.9 自放电故障

基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，对车辆充电的单体电压进行特征提取，对电池单体间 SOC 的差异特征随时间的变化进行检验，如果个别电池单体的特征在时间序列内出现了明显的异常离群现象，特征值以及特征值的变化率均超出阈值，则有较大把握判定该电池单体出现了异常自放电。阈值的设定通过计算单个电池单体早期未发生异常时的特征分布进行确定，基于单体电压离群现象的特征序列作为自放电故障的指标。

8.2.10 SOC 跳变

8.2.10.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，监控 SOC 序列，推荐使用前向差分或特定的计算模型识别 SOC 前后突变大于 1 的位置，记录该点为 SOC 跳变点。

8.2.10.2 线下检验：采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，计算在充电期间，电池管理系统中的 SOC 前后差值大于 1 的位置，记录该点为 SOC 跳变点。

8.2.11 总电压精度

采用充电安全检验设备和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取电池系统在充电过程中的数据，计算在充电电流稳定时间段，电池管理系统与检测设备对电池总电压测量值差值的平均值比上检测设备获取总电压的百分比，作为总电压精度的指标。

8.2.12 容量保持率

8.2.12.1 线上检验：基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，推荐使用安时积分或特定的容量计算模型计算电池剩余可用充电容量，当前剩余可用充电容量除以车辆出厂铭牌标称容量作为容量保持率的指标。

8.2.12.2 线下检验：①采用充电安全检验设备、底盘测功机和 OBD 读取设备，通过充电接口和 OBD 接口读取车端容量保持率；②采用充电安全检验设备、OBD 读取设备，读取电池系统在充电过程中的数据，推荐使用安时积分（需要 15 分钟及以上的充电时间）或特定的容量计算模型计算电池剩余可用充电容量，当前剩余可用充电容量除以车辆出厂铭牌标称容量作为容量保持率的指标。

8.3 电机安全和电控安全检验

8.3.1 线上检验：基于线上检验数据，截取单车最近 90 天运行数据，经数据清洗和数据筛选后，形成 n 个 ($n \geq 3$) 连续运行片段，以运行片段为单位进行计算，记录温度数据，将区间内大于温度安全阈值的数据作为温度过高指标。

8.3.2 线下检验：将待测车辆驱动轮置于底盘测功机滚筒上，驾驶员控制车辆保持在 $40\text{km/h} \pm 2\text{ km/h}$ 等速运转 300s，测功机自动进行加载。测功机根据车辆单轴质量 m 、重力加速度 g 、安全系数 α （默认

0.6)、车辆驱动轴轴荷 F_1 (两驱车以驱动轴轴荷, 四驱车以最小驱动轴轴荷为准)、滚筒中心距 L 、轮胎半径 r 、测功机滚筒半径 R , 设置底盘测功机加载力 F , 加载力设置依据如图 3 所示:

$$F \approx mg * (1/2 * L) / (R + r) * \alpha = 0.3F_1L / (R + r)$$

$$F = 0.3F_1L / (R + r)$$

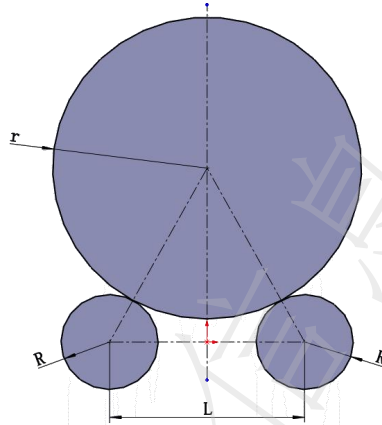


图 D.3 加载力设置

加载工况依据见图4, 台架测试工况在300s以内, 图示各工况对应检验项目分别为:

- 1) 1、2 段为准备阶段, 驾驶员将车辆自由加速至 40km/h \pm 2 km/h, 过程数据不进行考核。
- 2) 3 段为检测过程, 当车速达到时台架自动开始加载, 并进行数据记录。
- 3) 4、5 段为测试终止阶段, 台架首先进行卸载, 驾驶员再将车辆平稳降速, 过程数据不进行考核。

将测试区间内大于温度安全阈值的数据作为温度过高指标。

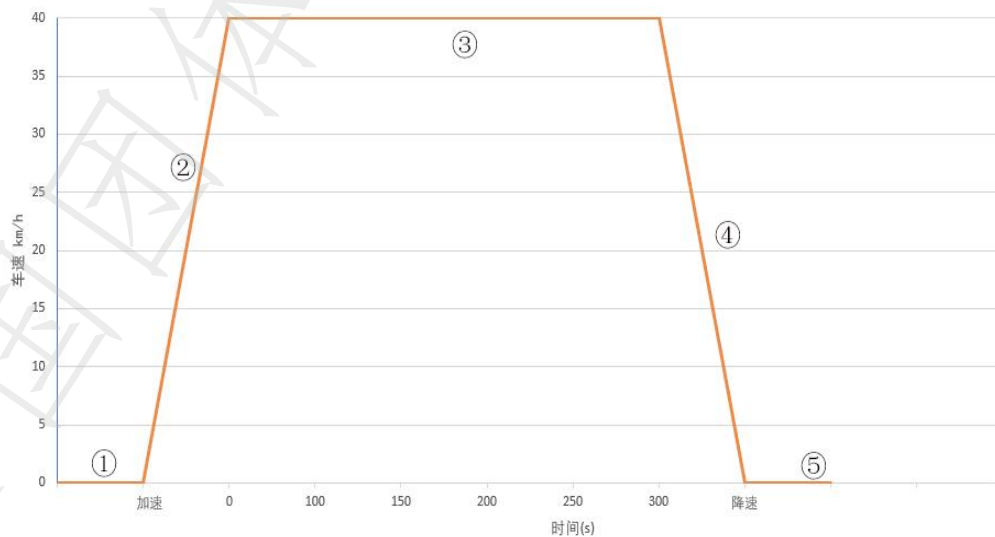


图 D.4 加载工况

8.4 防触电安全

8.4.1 绝缘电阻

8.4.1.1 直流充电插座

参照 GB 18384-2020 使用防触电检测装置的绝缘探针分别连接直流充电插座 DC+\DC-和 PE，施加一定电压后测试其绝缘电阻。

8.4.1.2 交流充电插座

参照 GB 18384-2020 使用防触电检测装置的绝缘探针分别连接交流充电插座 L\N 和 PE，施加一定电压后测试其绝缘电阻。

8.4.2 电位均衡

8.4.2.1 外壳与电平台间

车辆外露可导电部分与车辆电平台之间电阻（举例 $<2.5m$ ），以此判断车辆有无漏电风险；参照 GB 18384-2020 使用防触电检测装置的电位均衡探针分别连接车辆高压部件外露可导电部分和电平台，施加一定电流后测试其电位均衡。

8.4.2.2 外壳与外壳间

两个外露可导电部分之间电阻，以此判断车辆有无漏电风险；参照 GB 18384-2020 使用防触电检测装置的电位均衡探针分别连接车辆两个高压部件外露可导电部分，施加一定电流后测试其电位均衡。

8.4.3 电机安全

8.4.3.1 线上检验：已知驱动电机在运行条件下的最高温度值；读取线上数据，统计驱动电机的最高温度，通过阈值判定是否有异常。

8.4.3.2 线下检验：通过特定工况台架测试结果判断，以滑动窗的形式获取电机温度 T_i ，求解该滑动窗下温度极大值 $\max(T_i)$ 。

8.4.4 电控安全

8.4.4.1 线上检验：电机控制器的最高温度值，用于排查可能存在的电控内部短路、过流等风险；读取车辆上次年检时间到目前的线上数据，进行判定。

8.4.4.2 线下检验：通过特定工况台架测试结果判断。以滑动窗的形式获取电机控制器温度 T_i ，求解该滑动窗下温度极大值 $\max(T_i)$ 。

8.4.5 DC/DC 控制器温度

8.4.5.1 线上检验：DCDC 控制器的最高温度值，用于排查可能存在的 DCDC 控制器内部短路、过流等风险；读取车辆上次年检时间到目前的线上数据，进行判定。

8.4.5.2 线下检验：通过特定工况台架测试结果判断。以滑动窗的形式获取 DC/DC 控制器温度 T_i ，求解该滑动窗下温度极大值 $\max(T_i)$ 。

9 检验结果处置

9.1 电动客车运行安全性能检验结果报告的式样参见附录 A。

9.2 电动客车运行安全性能检验结果处置如下：

- a) 所检验的全部检验项目的检验结果均符合附录 A.1 参考限值时，检验结论为正常；

- b) 动力蓄电池最高温度（充电）、动力蓄电池最高温度（放电）、单体蓄电池最低电压（放电）、直流充电插座绝缘电阻、交流充电插座绝缘电阻、外壳与电平台间电位均衡、外壳与外壳间电位均衡的检验结果有一项或多项不符合表 A.1 中参考限值时，检验结论为异常，并在检验报告中提示运行安全风险和相关维护建议。

全国团体标准信息平台

附 录 A

(规范性)

在用纯电动城市客车运行安全性能检验报告

电动客车运行安全性能检验报告见表 A.1。

表 A.1 电动客车运行安全性能检验报告

一、基本信息							
检验报告编号		检验机构名称					
检验日期		出厂日期		注册登记日期			
号牌号码		号牌种类		车辆类型			
道路运输证号		品牌/型号		燃料类别			
驱动型式		总质量(kg)		整备质量(kg)			
车辆所有人				里程表读数(km)			
车辆识别代号							
二、新能源车辆信息							
能源类型		电机布局					
驱动电机编号		驱动电机型号					
驱动电机输入电压		驱动电机额定功率					
驱动电机峰值功率		驱动电机峰值扭矩					
储能装置编号		储能装置类型					
检验类别							
三、检验签字							
检验结论		授权签字人					
检验机构（盖章）：							
四、人工检验结果							
序号	检验内容	结果判定	备注	序号	检验内容	结果判定	备注
1	充电接口与插座			2	仪表、信号指示装置		
3	动力电池			4	驱动电机及控制器		
5	线束及高压部件						
6	联网查询			7	车辆唯一性检查		
8	车辆特征参数检查			9	车辆外观检查		
10	安全装置检查			11	底盘动态检验		
12	车辆底盘部件检查						
建议：							
五、仪器检验结果							
序号	检验项目		检验结果	结果判定	限值	备注	
1	动力电池安全	充电	动力电池最高温度				
2			单体蓄电池最高电压				
3			单体蓄电池电压极差				
4			BMS 总电压示值精度				

表 A.1 电动客车运行安全性能检验报(续)

序号	检验项目		检验结果	结果判定	限值	备注
5	动力电池安全	充电	整车绝缘			
6			动力电池 SOH			
7			动力电池等效直流内阻			
8			动力电池过充报警			
9			动力电池总电压超限			
10			动力电池充电电流超限			
11			动力电池 SOC 估计误差			
12			动力电池 SOC 跳变			
13			动力电池温差			
14			放电	动力蓄电池最高温度		
15		单体蓄电池最低电压				
16		动力蓄电池容量保持率				
17		驱动电	驱动电机温度			
18		机安全	电机控制器温度			
19		电控系 统安全	DC/DC 变换器温度			
20		电气 安全	直流充电插座绝缘电			
21	交流充电插座绝缘电阻					
22	外壳与电平台间电位均衡					
23	外壳与外壳间电位均衡					
24	一轴制动率/一轴不平衡率(%)					
25	二轴制动率/二轴不平衡率(%)					
26	三轴制动率/三轴不平衡率(%)					
27	驻车制动率(%)					
28	整车制动率(%)					
29	前照灯左外灯远光发光强度(cd)					
30	前照灯右外灯远光发光强度(cd)					
31	转向轮横向侧滑量(m/km)					
32	外廓尺寸(长 mm×宽 mm×高 mm)					
六、建议			七、二维条码			
八、备注						
注：判定栏中填“○”为该行项目合格，“×”为该行有不合格项目，“—”表示不适用于送检车/该项目未检测。						

附录 B

(规范性)

电动客车运行安全性能线上检验所需数据项

B.1 电动客车运行安全性能线上检验所需数据项

电动客车安全性能推荐的线上检验所需数据项来源于国标 GB/T 32960 参照表B.1。

表 B.1 电动客车运行安全性能线上检验所需数据项

项目	数据项	采样频率	
车辆静态数据	车牌号	读取1次	
	车辆VIN		
	车辆型号		
	累计行驶里程(km)		
	动力电池类型		
	电池标称总能量(kWh)		
	电池额定总电压(V)		
	电池额定容量(Ah)		
整车数据	数据采集时间	10s/次	
	车辆状态		
	充电状态		
	运行模式		
	车速		
	总电压		
	总电流		
	SOC		
	DC-DC状态		
	挡位		
	绝缘电阻		
	驱动电机数据		驱动电机个数
驱动电机总成信息列表			
驱动电机序号			
驱动电机状态			
驱动电机控制器温度			
驱动电机转速			
驱动电机转矩			
驱动电机温度			
电机控制器输入电压			
电机控制器直流母线电流			
极值数据	最高电压电池子系统号	10s/次	
最高电压电池单体代号			
电池单体电压最高值			
最低电压电池子系统号			
最低电压电池单体代号			
电池单体电压最低值			
最高温度子系统号			
最高温度探针序号			
最高温度值			
最低温度子系统号			
最低温度探针序号			
最低温度值			
单体电压个数			
单体电压列表			
其他故障总数N4			

表 B.1 电动客车运行安全性能线上检验所需数据项 (续)

项目	数据项	采样频率
报警数据	最高报警等级	10s/次
	通用报警标志	
	可充电储能装置故障总数N1	
	驱动电机故障总数N2	
	发动机故障总数N3	
	其他故障总数N4	

B.2 电动客车运行安全性能线下检验所需数据项

电动客车运行安全性能线下检验所需数据项见表B.2。

表 B.2 电动客车运行安全性能线下检验所需数据项

项目	数据	获取方式	采样频率
车辆静态数据	电池类型	充电	读取1次
	额定容量	充电	
	额定总电压	充电	
	单体动力蓄电池最高允许充电电压	充电	
	最高允许充电电流	充电	
	动力蓄电池标称总能量	充电	
	最高允许充电总电压	充电	
	最高允许温度	充电	
	VIN	OBD	
	纯电续航里程	OBD	
	车载储能装置总能量	OBD	
报警信息	电池高温报警	OBD	读取1次
	车载储能装置过压报警	OBD	
	单体电池过压报警	OBD	
	SOC 跳变报警	OBD	
	电池单体一致性差报警	OBD	
	绝缘报警	OBD	
	DC-DC 温度报警	OBD	
	制动系统报警	OBD	
	DC-DC 状态报警	OBD	
	驱动电机控制器温度报警	OBD	
	高压互锁状态报警	OBD	
	驱动电机温度报警	OBD	
	车载储能装置类型过充	OBD	
	水温报警	OBD	
其他可获取报警信息	OBD		

表 B.2 电动客车运行安全性能线下检验所需数据项(续)

项目	数据	获取方式	采样频率
动态数据	时间	充电	1s/次
	动力电池 SOC	充电	1s/次
	设备充电能量(充电机可算)	充电	1s/次
	设备充电容量(充电机可算)	充电	1s/次
	设备总充电电压	充电	1s/次
	设备总充电电流	充电	1s/次
	BMS 总充电电压	充电	1s/次
	BMS 总充电电流	充电	1s/次
	需求电压	充电	1s/次
	需求电流	充电	1s/次
	最高温度探针值	充电	1s/次
	最高温度监测点编号	充电	1s/次
	最低温度探针值	充电	1s/次
	最低温度检测点编号	充电	1s/次
	最高单体电压	充电	1s/次
	最高单体电压组号	充电	1s/次
	电池告警信息	充电	1s/次
	BMS 中止充电	充电	1s/次
	充电机中止充电	充电	1s/次
	累计里程	OBD	1s/次
	车速	OBD	50ms/次
	时间	OBD	50ms/次
	运行模式	OBD	1s/次
	当前能量回收模式	OBD	1s/次
	动力电池总电流	OBD	50ms/次
	动力电池总电压	OBD	50ms/次
	动力电池实时温度	OBD	1s/次
	单体最高电压	OBD	1s/次
	单体最高电压序号	OBD	1s/次
	单体最低电压	OBD	1s/次
	单体最低电压序号	OBD	1s/次
	探针最高温度	OBD	1s/次
	探针最高温度序号	OBD	1s/次
	探针最低温度	OBD	1s/次
探针最低温度序号	OBD	1s/次	
所有探针温度	OBD	1s/次	
所有单体电池序号	OBD	1s/次	
所有单体电池电压	OBD	1s/次	
所有单体电池序号	OBD	1s/次	

表 B.2 电动客车运行安全性能线下检验所需数据项(续)

项目	数据	获取方式	采样频率
动态数据	SOC	OBD	1s/次
	绝缘阻值	OBD	1s/次
	电机温度	OBD	1s/次
	电机控制器温度	OBD	1s/次
	DC/DC 温度控制器温度	OBD	1s/次
	加速踏板开度	OBD	50ms/次
	制动踏板开度	OBD	50ms/次
	电机控制器输入电压	OBD	50ms/次
	电机控制器直流母线电流	OBD	50ms/次
	电机转矩	OBD	50ms/次
	电机转速	OBD	50ms/次
	电机三相电流	OBD	50ms/次
	水温值	OBD	1s/次

附录 C

(资料性附录)

检验项目指标推荐计算方法

序号	检验项目	推荐计算方法
线上检验		
1	动力电池安全及性能	单体电压一致性
		单体内阻一致性
		<p>9.2.1 基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据采用此公式计算一致性指标</p> <p>9.2.2 $r_V = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (V_{\max-j} - V_{\min-j})^2}$</p> <p>式中： N——采样点个数； j——采样点时刻； V_{max-j}——充电阶段第 j 时刻各最小监控单元电压的最大值，V； V_{min-j}——充电阶段第 j 时刻各最小监控单元电压的最小值，V； r_V——所有采样时刻对应的各最小监控单元之间的极差电压的均方根，即电压一致性指标值。 阈值参数为 t_V，t_V=2.5%×平均电压值(v)，根据一致性指标 r_V 坐落在阈值参数 t_V 的区间进行线性插值，其中 60 分及格线为 0.58t_V。</p> <p>基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据采用此公式计算一致性指标</p> $r_i = 1000 \times \frac{U_{iA} - U_{iB}}{I_A - I_B}$ $r_{av} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i$ $\sigma_r = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (r_i - r_{av})^2}$ <p>式中： N——最小监控单元总数； i——最小监控单元序号； r_i——第 i 个最小监控单元的内阻值，mΩ； U_{iA}——电流切换前第 i 个最小监控单元的电压值，V； U_{iB}——电流切换后第 i 个最小监控单元的电压值，V； I_A——电流切换前的电流值，A； I_B——电流切换后的电流值，A； r_{av}——各最小监控单元的内阻平均值，mΩ； σ_r——各最小监控单元内阻均方根误差值，即内阻一致性指标值。 阈值参数为 t_r，t_r=50%×平均电压值(v)，根据一致性指标 σ_r 坐落在阈值参数 t_r 的区间进行线性插值，其中 60 分及格线为 0.58t_r。</p>

			<p>基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据采用此公式计算一致性指标</p> $r_T = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (T_{\max-j} - T_{\min-j})^2}$ <p>式中： N——采样点个数； j——采样点时刻； $T_{\max-j}$——充电阶段第 j 时刻各最小监控单元温度的最大值，℃； $T_{\min-j}$——充电阶段第 j 时刻各最小监控单元温度的最小值，℃； r_T——所有采样时刻对应的各最小监控单元之间的极差温度的均方根，即温度一致性指标值。 阈值参数为$t_T=10^\circ\text{C}$，根据一致性指标r_T坐落在阈值参数t_T的区间进行线性插值，其中60分及格线为$0.58t_T$。</p>
	单体安全性	单体电池过压	在车辆运行数据中，单体电池电压最高且持续30S以上的电压值；读取车辆上次年检时间到目前的线上数据，数据清洗后进行筛查，进行判定
单体压差		车辆每天充电阶段SOC在40%~90%范围内的平均压差定义为单体间压差；抽取某车型大数据平台3个月所有车辆运行数据，数据清洗后计算单体间压差	
单体过温		基于最近3个月以上的车辆运行历史数据，计算每个温度探针温度值，作为单体过温的指标。	
	SOC 估计精度	SOC 跳变	基于最近 3 个月以上的车辆运行历史数据，监控 SOC 序列，推荐使用前向差分或特定的计算模型识别 SOC 前后差值大于 1 的位置，记录该点为 SOC 跳变点。
	电池老化程度	容量保持率	基于最近3个月以上的车辆运行历史数据，推荐使用安时积分或特定的容量计算模型计算电池剩余可用充电容量，当前剩余可用充电容量除以车辆出厂铭牌标称容量作为容量保持率的指标。
	特定故障	连接异常	基于最近3个月以上的车辆运行历史数据，对电池系统内的单体电压进行特征提取，该特征应能够反映出单体在放电过程中的电压变化幅度，包括电压上升幅度以及下降幅度，连接松动异常将会导致电压变化幅度异常变大，在时间序列内出现特征持续增大的电池单体现象作为连接异常的指标。
		自放电故障	基于最近9个月以上的车辆运行历史数据，对车辆充电的单体电压进行特征提取，对电池单体间SOC的差异特征随时间的变化进行检验，如果个别电池单体的特征在时间序列内出现了明显的异常离群现象，特征值以及特征值的变化率均超出阈值，则有较大把握判定该电池单体出现了异常自放电。阈值的设定通过计算单个电池单体早期未发生异常时的特征分布进行确定，基于单体电压离群现象的特征序列作为自放电故障的指标。