新能源商用车充电检测故障分析与标准化检测流程构建

赵旭 姜昊辰 郭伟 张景新 郑宇锋

（一汽解放汽车有限公司，长春 130011）

摘要：为解决某新能源商用车的充电检测故障问题，系统分析了车辆识别号码（VIN）不匹配、单枪充电故障、车辆充电准备就绪报文（BRO）超时及车辆中止充电报文（BST）超时等故障的原因。基于深度故障分析，阐述了如何将分析结论转化为具体、可执行的工艺参数，从而优化并确立了一套标准化的生产线充电检测流程。该流程明确了从时延等待、VIN识别、单/双枪充电测试到状态切换等7个工步及其关键时间参数，确保了检测工作的完备性与高效性。

关键词：新能源商用车 充电故障 故障分析 检测流程

中图分类号：U469.72 **文献标志码：**B **DOI:** 10.19710/J.cnki.1003-8817.20250345

Analysis of Charging Detection Faults in New Energy Commercial Vehicles and Construction of Standardized Testing Procedures

Zhao Xu, Jiang Haochen, Guo Wei, Zhang Jingxin, Zheng Yufeng

(FAW Jiefang Truck Co., Ltd., 130011)

Abstract: To address charging detection failures in a new energy commercial vehicle, the system analyzes the causes of issues such as Vehicle Identification Number (VIN) mismatch, single-gun charging failure, timeout of the Battery Management System (BMS) Charging Ready Message (BRO), and timeout of the BMS Stop Message (BST). Based on in-depth fault analysis, the process of translating analytical conclusions into specific, actionable process parameters is elaborated, thereby optimizing and establishing a standardized production line charging detection procedure. This procedure defines seven process steps, from delay waiting, VIN identification, and single/dual-gun charging tests to status switching, along with their critical time parameters, ensuring the comprehensiveness and efficiency of the detection work.

Key words: New energy commercial vehicles, Charging faults, Fault analysis, Detection procedure

1 前言

在全球汽车产业新能源化转型的浪潮下，商用车的电动化进程持续加速。充电功能作为新能源车辆的核心基础功能，其性能的稳定性与可靠性是确保用户正常运营、赢得市场信任的关键[1]。

当前，国内外针对充电功能的研究主要集中在充电设施拓扑结构优化[2]、通信协议一致性测试[3]以及电池管理系统（Battery Management System，BMS）的算法与诊断[4]等方面，为提升充电系统的理论可靠性与实验室环境下的性能提供了重要支撑。然而，现有文献大多侧重于单点技术或理想条件下的功能验证，未能在规模化、快节拍整车制造场景下，将多元故障模式分析转化为时序

作者简介：赵旭（1984—），男，高级工程师，硕士学位，研究方向为汽车电气工艺及智能制造。

参考文献引用格式：

赵旭，姜昊辰，郭伟，等．新能源商用车充电检测故障分析与标准化检测流程构建[J]．汽车工艺与材料，2026(6)：7-14.

ZHAO X, JIANG H C, GUO W, et al. Analysis of Charging Detection Faults in New Energy Commercial Vehicles and Construction of Standardized Testing Procedures[J]. Automobile Technology & Material, 2026(6): 7-14.

精确、逻辑严密的在线检测工艺流程，导致前沿理论成果与生产线实际质量管控需求之间存在应用断层。

基于此，本文立足于生产实践，通过分析某新能源车型频发的充电检测故障，优化检测流程中的关键工步与时间节点，旨在将离散的故障解决经验与理论认知固化为逻辑严密、参数精确的标准作业程序，以弥补从“故障分析”到“流程防控”的实践空白，确保检测流程本身成为预防问题复发、提升工艺稳健性的核心工具。

2 典型充电检测故障模式分析与工步优化依据

2.1 VIN缺失/VIN不匹配故障与ON挡VIN识别工步

2.1.1 故障现象

为将充电检测结果与实车进行绑定，以及出厂后满足车辆在充电桩上对应车辆识别号码（Vehicle Identification Number，VIN）充电的需求[5]，充电检测设备除具备基本的绝缘检测、充电检测功能外，还包含VIN检测功能，充电检测设备如图1所示。



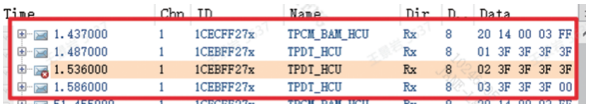
图1 充电检测设备

待检测车辆驶入充电测试车位后，操作者将充电枪与车辆连接，使用扫码枪扫描车身上的条码获取车辆VIN，随后进行充电测试，将电池管理系统（Battery Management System，BMS）的VIN与扫码枪获取到的VIN进行比对。如果设备未从BMS获取到VIN或VIN比对不成功，设备报告VIN缺失/VIN不匹配故障，充电检测失败。

2.1.2 原因分析

由上文可知，VIN缺失/VIN不匹配故障发生的主要原因为设备从BMS获取到的VIN存在问题，BMS的VIN信息是从整车控制器获取的，因此，问题的排查方向确定为整车控制器和BMS的交互逻辑。

整车控制器端发送VIN逻辑与时序如图2所示。整车控制器上电后，经过约8 s可发出VIN信息，地址为1CEBFF27，周期为50 s。



Time	Chn	ID	Name	Dir	D	Data
1.437000	1	1CECFF27x	TPCM_BAM_HCU	Rx	8	20 14 00 03 FF
1.487000	1	1CEBFF27x	TPDT_HCU	Rx	8	01 3F 3F 3F 3F
1.536000	1	1CEBFF27x	TPDT_HCU	Rx	8	02 3F 3F 3F 3F
1.586000	1	1CEBFF27x	TPDT_HCU	Rx	8	03 3F 3F 3F 00

图2 整车控制器发送VIN报文

VIN码为8位的ASCII编码，共17 B，需分3包发出，每包共4帧，其中，3帧为传递数据，1帧为连接帧，每包发送时间为50 ms，发送时间共150 ms。

BMS接收VIN逻辑与时序如图3所示，具体流程如下：

a. 整车上电后，BMS执行唤醒流程，等待5 s后开始接收VIN信息，为避免BMS转发至充电桩的VIN信息不完整导致充电失败，在插枪信号拉高时不作接收逻辑，对应CC2的flag状态。

b. 5 s后开启接收VIN报文的窗口，仅在窗口期接收VIN报文，窗口期时间共150 s，确保能够完整接收整车控制器发送的VIN信息。若17位均为0xFF则为无效值，不作接收。

c. BMS每次获取VIN报文后进行更新。

d. BMS下电后执行睡眠逻辑，将VIN等信息写入内存进行固化存储。

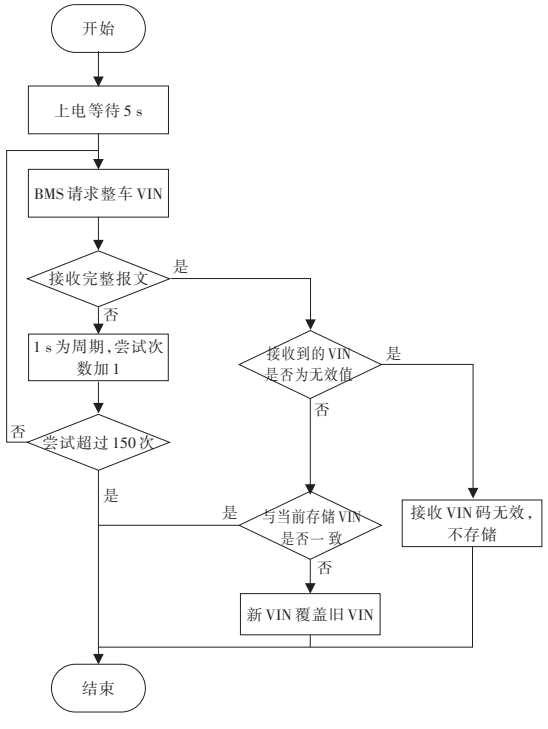


图3 BMS获取VIN码流程

从整车控制器和BMS的发送与存储逻辑中可知,VIN缺失/VIN不匹配故障主要有以下2个原因:

a. BMS在接受VIN的窗口期内没有接收到整车控制器发送的VIN信息。

b. BMS需整车下电后执行睡眠逻辑才能将VIN信息固化存储,车辆在生产线末端检测(End of Line,EOL)工位刷写程序后存在未下电状态,导致BMS接收到的VIN信息未存储。

2.1.3　解决方案

基于上文原因,提出针对性的解决方法。

首先是软件方面,修改BMS接收VIN逻辑,延长整车控制器与BMS的交互窗口期。将BMS接收VIN报文的窗口期由150 s延长至600 s。

其次是整车方面,确保车辆在EOL工位刷写整车控制器数据后车辆下电。由于BMS需整车下电后才能将VIN信息固化存储,因此,需操作者在程序刷写完毕后关闭点火开关,确保BMS完成VIN信息的存储。

最后,调整充电检测设备的充电流程,在插枪扫码后,开始检测前增加12 s的延时,确保整车控制器和BMS均已上电唤醒并正常工作。

采取上述措施后,将故障车辆返线复检,VIN缺失/VIN不匹配故障消除,充电检测合格。

2.1.4　工步优化依据

VIN缺失/VIN不匹配故障直接决定了检测流程必须在整车上电状态下进行,并经过足够的上电与通信时间后才能进行VIN读取与比对操作。证明了在流程中设置“ON挡VIN识别”独立工步的必要性,并提示在流程开始前车辆已完成上电唤醒。

2.2　单枪充电检测不合格与单枪充电检测工步设定

2.2.1　故障现象

车辆在ON挡和OFF挡双枪测试时充电检测正常,切换为单枪后充电检测不合格,无法充电。

2.2.2　原因分析

由故障现象可知,车辆双枪测试充电检测正常,说明车辆BMS和整车控制器工作正常,软件逻辑正确,推测原因为线束连接问题,重点分析高压充电线束。

由图4可知,每个直流充电口有正、负2根高压线[6],用于与充电设备的高压输电端口对接。高压线末端连接车辆的高压配电盒,由高压配电盒进行电能分配,对动力电池进行充电,电路实物如图5所示。

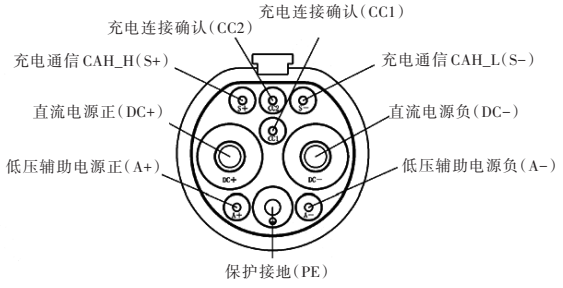


图4　直流充电枪端口布置及定义



(a)车辆充电口高压线束



(b)高压配电盒充电线束连接

图5　实车充电线束走向

从充电口高压线束开始进行排查,结果发现,高压配电盒处充电正1、充电正2线束接反,如图6所示。将接反的线束插接到正确位置,复检故障车辆,单枪、双枪充电检测均合格,故障解除。



图6　充电正1、充电正2线束接反

进一步排查根因，由图7可知，每一把充电枪对应2个充电继电器，正、负各1个。当充电枪与车辆建立物理连接后，正负继电器打开，与充电设备进行连接，车辆开始充电[7]。

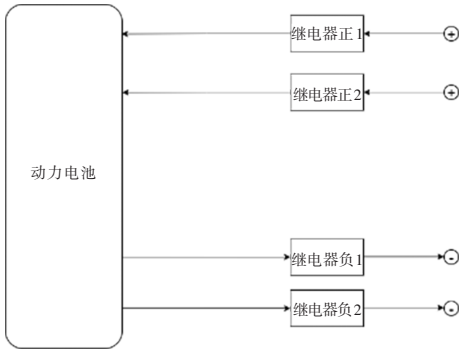


图7 直流充电高压等效电路

如图8所示，当充电正1、充电正2接反时，充电枪1连接后闭合继电器正2、负1，充电枪2连接后闭合继电器正1、负2，此时2把充电枪4个继电器开启，仍可形成闭合回路，正常充电。

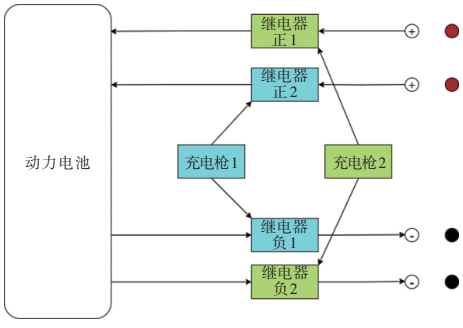


图8 线束接反后双枪充电等效电路图

如图9所示，如果线束接反后用单枪充电，以充电枪1为例，当充电枪与车辆连接后，由于线束接反导致继电器正2、继电器负1开启，未形成充电回路，造成单枪充电故障，充电检测不合格。

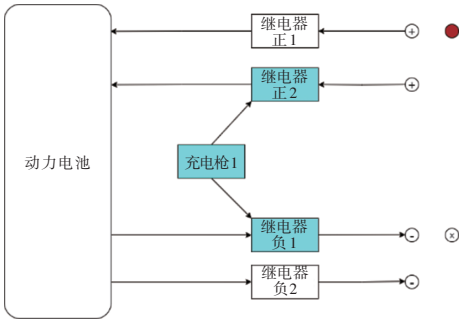
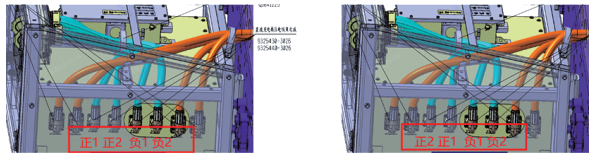


图9 线束接反后单枪充电等效电路

线束接错问题与不同高压配电盒供件的不一致性有直接关系，以不同厂商的电池为例，如图10所示，高压配电盒结构一种为正1、正2、负1、负2，另一种为正2、正1、负1、负2。目前，厂商1的电池装配量较大，当厂商2的电池车辆上线时，若操作者未仔细核对，按照之前经验接线，会接错线束，出现无法充电故障。

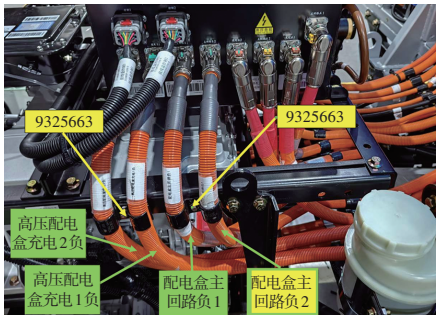


(a)厂商1 (b)厂商2

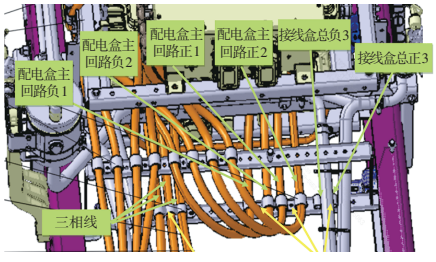
图10 不同厂商电池高压配电盒装置

2.2.3 解决方案

在高压配电盒装配工位制定装配操作指导书，如图11所示，在下一工序增加检查工位，避免高压线错接。



(a)高压配电盒线束理顺图



(b)高压配电盒线束三维图

图11 高压线束安装及理顺装配指导书

2.2.4 工步优化依据

此故障要求在双枪ON挡和OFF挡充电检测之前增加单枪充电检测检查，以避免出现类似高压线束插接错误导致单枪充电测试不合格的故障发生，实现充电检测故障100%全覆盖。

2.3 BRO超时故障与充电测试工步时长设定

2.3.1 故障现象

在车辆充电检测时设备报告BRO超时故障，充电检测失败。

2.3.2 原因分析

该故障发生在充电检测的参数配置阶段，充

电参数配置阶段的交互报文如表1所示。在充电检测设备向充电车辆发送充电机最大输出能力(CML)报文,告知车辆充电机最大输出电流和电压后,车辆会回复充电设备动力蓄电池充电参数(BCP)报文,告知充电设备电池可允许的最高充电电压与电流;双方对齐充电电压和电流参数后,充电设备发送充电机时间同步信息(CTS)报文,进行车辆和充电设备之间的时间校准。

上述充电参数配置成功后,车辆按照250 ms的时间间隔周期发送BRO报文,车辆准备就绪前发送SPN2829=0x00,随后BMS和整车控制器需进行信息交换,双方需确认充电动作,该过程持续时间为10~20 s,当整车控制器向BMS发送允许充电指令后,BMS向充电设备发送指令SPN2829=0xAA。BRO超时故障发生的直接原因为充电设备未收到车辆发送的BRO_AA车辆准备就绪报文。

表1　充电参数配置阶段报文信息

报文代号	报文描述	数据长度/B	报文周期/ms	传递方向	ID
BCP	动力蓄电池充电参数	13	500	BMS-充电机	1C0656F4
CTS	充电机发送时间同步信息	7	500	充电机-BMS	1807F456
CML	充电机最大输出能力	8	250	充电机-BMS	1808F456
BRO	电池充电准备就绪状态	1	250	BMS-充电机	100956F4
CRO	充电机输出准备就绪状态	1	250	充电机-BMS	100AF456

在进行充电检测时,BMS通过充电CAN与充电设备进行数据通信,通过整车控制器局域网(Controller Area Network,CAN)与整车控制器进行数据通信。由图12可知,整车控制器充电允许请求已发出,证明整车控制器工作正常。该故障发生在充电参数配置阶段,证明低压通信线路的通断正常,说明问题出在充电检测设备和充电车辆的时序交互上。

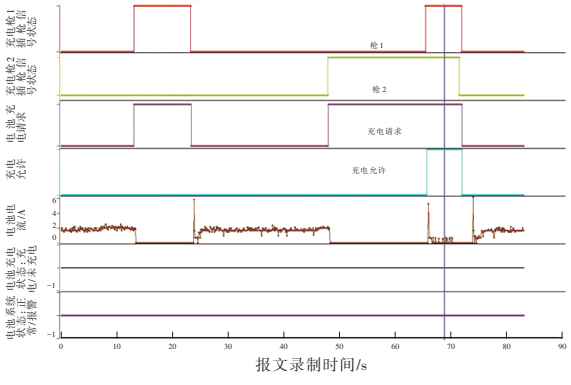


图12　BRO故障整车CAN信息图

由图13可知,车辆在第51 s时发出BRO报文00,未做好充电准备。充电设备等待10 s,直到第61 s后,BRO报文仍为00,未发送AA报文,随后充电设备发送BRO超时故障,充电检测失败。

充电设备等待BRO_AA回复的窗口期时间为10 s,依据GB/T 27930—2023《非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议》[8],等待BRO_AA回复的窗口期时间应为60 s,如图14所示。

```
50.991300 1 1808f456x Rx d 8 10 27 d0 07 00 00 8c 0f
51.139200 1 100956f4x Rx d 1 00
51.257800 1 1808f456x Rx d 8 10 27 d0 07 00 00 8c 0f
51.391600 1 100956f4x Rx d 1 00
51.537400 1 1808f456x Rx d 8 10 27 d0 07 00 00 8c 0f
51.644000 1 100956f4x Rx d 1 00
51.756500 1 1807f456x Rx d 7 00 03 08 11 12 23 20

61.487100 1 100956f4x Rx d 1 00
61.557100 1 81ff456x Rx d 4 00 04 00 00
61.739500 1 100956f4x Rx d 1 00
61.809500 1 81ff456x Rx d 4 00 04 00 00
61.991800 1 100956f4x Rx d 1 00
```

图13　BRO故障充电CAN报文

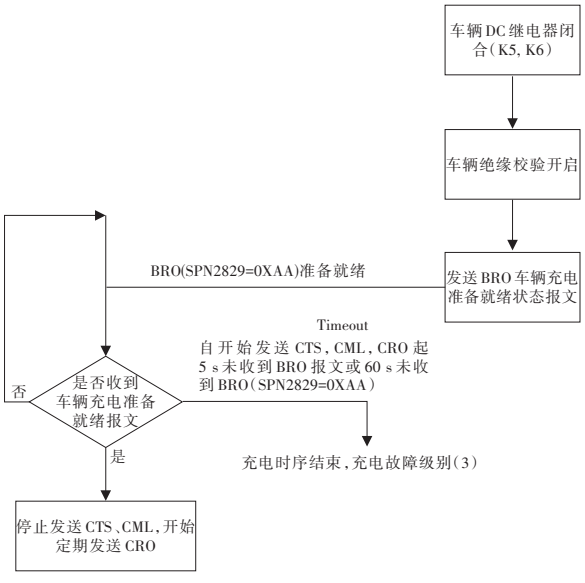


图14　BRO回复时序[8]

由此可见,按照国家标准要求,充电设备接收BRO_AA准备就绪报文窗口期应为60 s,目前10 s的窗口期过短,BMS还未回复BRO_AA,充电测试

设备已停止接收。

2.3.3 解决方法

充电设备修改软件充电逻辑，将等待BRO_AA回复时长由10 s改为60 s。改进完成后，将故障车辆返线进行复检，BRO超时故障消除，充电检测合格。

2.3.4 工步优化依据

BRO超时故障是设定单枪及双枪充电测试工步基础时长（60 s）的核心依据。60 s的测试时长不仅包含了国家标准要求的等待就绪时间，也为完成必要的充电能量传输测试提供了窗口，确保流程符合国家标准并满足实际测试需求。

2.4 BST超时故障与项目切换时延设定

2.4.1 故障现象

为对车辆充电性能进行全面测试，充电测试包含上电单枪充电测试、上电双枪测试与下电双枪测试，每个测试之间有延时，以便车辆做好下一阶段充电测试的准备。故障发生在下电充电测试阶段，在进行充电检测时，设备报告BST超时故障，充电检测失败，且车辆显示充电测试故障，如图15所示。



图15 BRO故障充电CAN报文

2.4.2 原因分析

该故障发生在充电检测的充电结束阶段。当充电阶段时长达到设置的测试时间后，进入充电结束阶段，充电测试设备向车辆发送充电机中止充电（CST）报文后，停止电源输出，充电车辆会向BMS回复BST报文，具体交互报文如表2所示。如果充电测试设备在发送CST报文5 s后未收到BST报文，充电测试停止，设备报告BST超时故障。

表2 CST与BST交互报文信息表

报文代号	报文描述	数据长度/B	报文周期/ms	传递方向	ID
BST	BMS终止充电	4	10	BMS-充电机	101956F4
CST	充电机终止充电	4	10	充电机-BMS	101AF456

因此，该故障发生的直接原因为充电设备并未收到车辆发来的BST报文，结合车辆在充电过程中显示充电故障，推测原因为BMS故障，具体仍需结合报文进行分析。

由图16可知，在车辆发送BRO_00报文后，充电设备等待60 s，车辆未回复BRO_AA报文，由于设备设定的充电阶段时长为60 s，因此，充电设备停止充电，发送CST报文，而车辆尚未发送BRO_AA报文做好充电准备，无法回复BST报文，导致充电失败。因此，该故障为参数配置阶段BRO超时故障，需结合整车CAN报文具体分析。



图16 BST故障充电CAN报文

由图17可知，经报文分析发现，充电检测设备发送CST指令并断开CC2后，BMS仍处于充电状态，误报了充电枪连接异常状态，退出时未清除该状态直到重新插枪，导致充电枪CC2信号丢失，再次检测到插枪信号需要27 s时间复原，其间BMS向整车控制器发送故障，不允许再次充电，由于充电检测设备在上电双枪检测完成后，经过10 s后再次开启下电双枪检测，此时BMS状态未复原，导致无法充电，并未发送BRO_AA整车准备完成信号，进而导致BST超时故障。

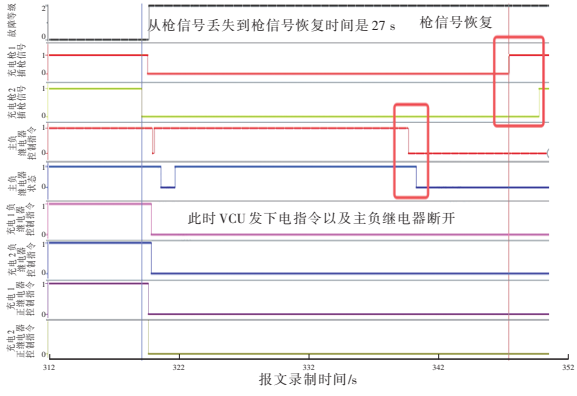


图17 BST故障整车CAN信息

2.4.3　解决方法

为解决BST超时故障,修改软件充电逻辑,首先在收到CST、CSD、CEM后,不判断充电枪信号异常故障,其次整车控制器发送下高压指令后充电枪异常可恢复。

2.4.4　工步优化依据

BST超时故障表明,在不同测试项目(如单枪切双枪、上电切下电)之间须插入足够的项目切换时延,时延期间允许车辆高压系统安全下电、BMS状态机充分复位、故障码清除,为后续测试提供满足条件测试的初始状态。

3　标准化充电检测流程的建立与实践

基于第2节对各类故障的工步分析,本文提出一套生产线充电检测标准化流程,该流程共包含7个核心工步,每一步均针对性地预防或检测特定类型故障。

3.1　充电检测标准化流程

当前确立并应用的充电检测标准流程如表3所示。

表3　充电检测标准流程

工步序号	时间/s	名称	目的	故障支撑
1	10	时延等待	确保充电枪物理连接可靠,车辆各控制器完成唤醒,进入稳定待机状态	应对BHM握手超时类故障,避免因系统未就绪导致通信失败
2	60	ON挡VIN识别、单枪枪A充电测试	首先在整车ON挡下完成VIN识别,验证软件刷写与存储的正确性;随后进行首次单枪充电功能验证,测试基础充电流程	VIN识别步骤针对VIN缺失/不匹配故障;单枪测试是为检测高压线束插接错误故障
3	10	项目切换时延	使车辆从第一次充电测试状态中平稳退出,BMS状态机复位,为双枪测试做准备	用于预防BST超时及相关状态机紊乱故障,保证测试间的独立性
4	60	ON挡、双枪主A从B充电测试	验证车辆在上电情况时双枪同时充电模式下的充电能力系统稳定性	60 s单枪测试时长依据BRO超时故障分析设定,确保车辆有足够时间完成准备并进入充电状态
5		车辆下电转为OFF挡	强制整车深度下电,确保所有控制器执行完整的睡眠流程,为下电双枪测试做准备	为后续OFF挡测试提供纯净的硬件初始状态
6	10	时延等待	在OFF挡状态下,确保车辆静默,系统完全进入休眠稳定状态	为OFF挡充电测试创造确定性的起始条件,避免残余信号干扰
7	60	OFF挡、双枪主B从A充电测试	模拟用户熄火后充电场景,验证车辆可实现整车低压上电、高压激活全流程以及充电口角色互换功能的完整性	覆盖了用户使用场景,能检测在ON挡测试中可能被掩盖的、与整车上下电时序相关的深层故障

3.2　流程应用效果

该充电检测标准流程在某新能源商用车生产线上实施后,充电检测的一次通过率已提升至95%。流程的标准化简化了操作培训,使检测结果一致性更高、可追溯。

4　结束语

本文通过分析新能源商用车充电检测过程中的典型故障,揭示了VIN不匹配、单枪充电故障、BRO/BST超时等故障与检测工步设计、时间参数设置之间的联系,系统构建了一套包含7个关键工步的标准化充电检测流程。

该标准化流程以“时延等待、ON挡识别与测试、状态切换、OFF挡验证”为主线,每一步均有明确的故障预防目标和精确的时间参数支撑,确保了检测的全面性、严苛性与高效性,不仅有效拦截了已知故障模式,也增强了对未知集成缺陷的探测能力。

未来,随着新车型与新技术的导入,充电检测流程仍需持续迭代。下一步将重点探索基于实时报文监控的自适应流程调整以及将更多市场极端工况转化为标准检测工步。

参考文献:

[1] 陈享姿. 电动汽车充电系统故障检测与维修[J]. 汽车知识, 2025, 25(8): 156-158.

[2] 欧阳纬良. 新能源汽车智能充电桩能效提升研究[J]. 汽

车电器, 2025(12): 48−50.

[3] 中国电力企业联合会. 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议一致性测试: GB/T 34658—2025[S]. 北京: 中国标准出版社, 2025.

[4] 张鑫. 新能源汽车电池管理系统故障诊断与维修技术研究[J]. 汽车维修技师, 2025(24): 24−25.

[5] 何绍学, 刘保均. 新能源汽车动力电池系统故障诊断与维修技术研究[J]. 汽车维护与修理, 2025(23): 72−74.

[6] 中国电力企业联合会. 电动汽车传导充电用连接装置 第4部分:大功率直流充电接口: GB/T 20234.4—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.

[7] 马克华. 新能源发展背景下直流充电桩检测装置设计与研究[J]. 大众标准化, 2025(2): 175−177.

[8] 韩炯刚, 曹丽娜, 刘佳. 比亚迪e2纯电动汽车直流充电无法充电故障检测[J]. 汽车电器, 2024(10): 78−79.

AT&M