

ICS XXXX
CCS T XX

团 体 标 准

T/CSAE XXX—202X

电动汽车用传导式车载充电机及 DCDC 变换器故障注入测试规范

Fault injection test specification for OBC&DCDC of electric vehicles

(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

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 故障等级	2
6 测试接线与设备要求	2
6.1 测试接线	2
6.2 测试设备要求	3
7 测试方法与判定要求	3
7.1 OBC 充电功能故障	3
7.1.1 输出过压故障	3
7.1.2 输出欠压故障	4
7.1.3 输出过流保护故障	4
7.1.4 输出短路故障	4
7.1.5 内部过温故障	5
7.1.6 输入过压故障	5
7.1.7 输入欠压故障	6
7.1.8 输入频率故障（可选）	6
7.1.9 三相输入缺相故障	6
7.1.10 三相输入电压不平衡故障	7
7.2 OBC 逆变放电输出功能故障	8
7.2.1 输出过压故障	8
7.2.2 输出欠压故障	8
7.2.3 逆变输出过流故障	8
7.2.4 逆变输出短路故障	9
7.2.5 逆变输出绝缘故障	9
7.2.6 逆变输入过压故障	10
7.2.7 逆变输入欠压故障	10
7.3 DCDC 功能性故障	11
7.3.1 输入过压故障	11
7.3.2 输入欠压故障	11
7.3.3 输出过压故障	12
7.3.4 输出欠压故障	12
7.3.5 输出短路故障	12
7.3.6 输出过流故障	13
7.3.7 内部过温故障	13
7.3.8 输出侧内部短路故障	13
7.3.9 输出断路故障	14
7.3.10 输出电压采样电路故障	14
7.3.11 输出电流采样电路故障	15

7.3.12 DCDC 双路冗余供电端口短路故障（可选）	15
7.3.13 DCDC 双路冗余供电端口欠压故障（可选）	16
7.4 CAN 通信类故障.....	16
7.4.1 CAN 通信信号超定义范围故障（可选）	16
7.4.2 CAN 报文 E2E 故障.....	16
7.4.3 CAN 总线失效故障.....	17
7.5 其他故障	17
7.5.1 高压互锁故障（可选）	17
7.5.2 监控模块关闭路径故障	18
7.5.3 水道过温故障	18
7.5.4 芯片供电故障	19
7.5.5 关断路径故障（可选）	19

电动汽车用传导式车载充电机及 DC/DC 变换器故障注入测试规范

1 范围

本文件规定了电动汽车用传导式车载充电机及DC/DC变换器故障测试的测试条件、测试方法及测试结果判定要求等。

本文件规范适用于符合GB/T 40432-2021规定的传导式车载充电机和GB/T 24347-2021规定的DC/DC变换器。其他类型的车载充电机和DC/DC变换器可参考使用。

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 电动汽车术语

GB/T 40432-2021 电动汽车用传导式车载充电机

GB/T 24347-2021 电动汽车DC/DC变换器

GB/T 28046.2-2019 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷

GB/T 34590.1-2022 道路车辆 功能安全 第1部分：术语

GB/T 34590.4-2022 道路车辆 功能安全 第4部分：产品开发：系统层面

GB/T 34590.5-2022 道路车辆 功能安全 第5部分：产品开发：硬件层面

GB 18384-2020 电动汽车安全要求

3 术语和定义

GB/T 40432-2021、GB/T 24347-2021、GB/T 19596-2017界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

报警 Warning

设备对触及或超出系统阈值的状态而进行提示的行为。

3.2

降额运行 Derating operation

系统发生某些超阈值时，设备主动限制运行功率的模式。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

OBC：车载充电机（On Board Charger）

DCDC：直流直流功率变换器（Direct Current Direct Current Converter）

FTTI：故障容错时间间隔（Fault Tolerant Time Interval）

VCU：整车控制器（Vehicle Control Unit）

BMS：电池管理系统（Battery Management System）

CAN: 控制器局域网 (Controller Area Network)

ECU: 电子控制单元 (Electronic Control Unit)

E2E: 端到端 (End to End)

5 故障等级

本文所定义的车载充电机和DC/DC变换器，按照故障响应状态不同，故障等级可分为三类，故障等级分类详见表1。

表 1 故障等级分类表

故障等级	故障类型	系统故障响应状态描述
3级	严重故障	系统停止输出功率，发出报警信号
2级	一般故障	系统进行降额运行，发出报警信号
1级	轻微故障	系统正常输出功率，仅发出报警信号

6 测试接线与设备要求

6.1 测试接线

本文件建议的测试接线示意图如图1、图2和图3所示。

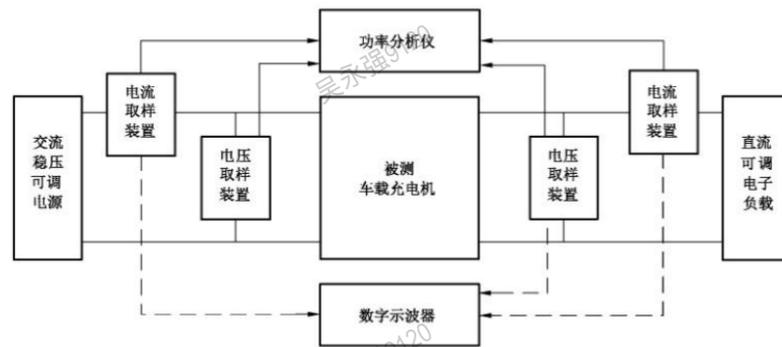


图 1 OBC 充电模式测试接线图

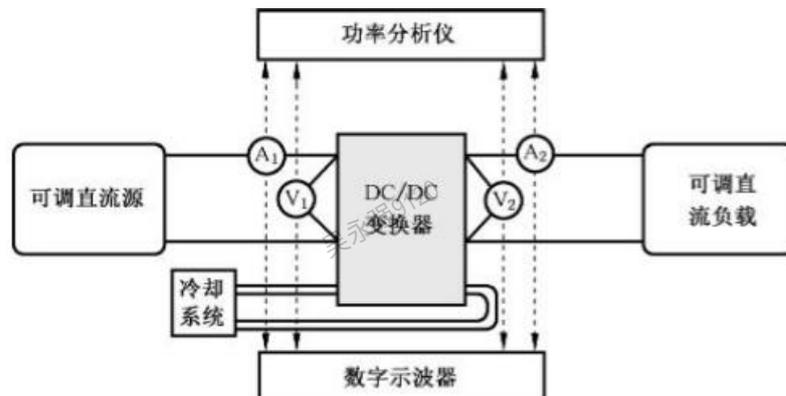


图 2 DCDC 模式测试接线图

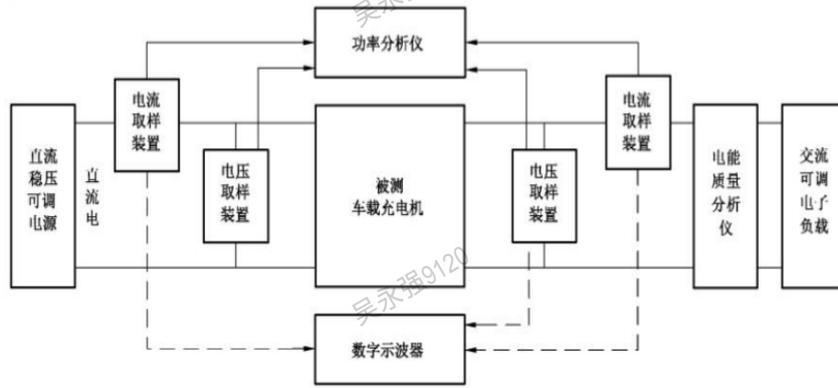


图 3 逆变放电模式测试接线图

6.2 测试设备要求

试验用仪器仪表设备应采用比受试设备技术指标至少高一个等级，且具有足够的分辨率、准确度和稳定性。除另有规定外，应满足下列要求：

- a) 一般使用的仪表精度应根据被测量的误差等级按照表2进行选择；
- b) 测量温度用仪表误差精度为±1℃；
- c) 测量时间用仪表：当测量时间大于1s时，相对误差不大于0.5%；当测量时间不大于1s时，相对误差不大于0.1%；
- d) 恒温、恒湿试验箱要求温控误差精度为±2℃，湿度控制误差精度为±3%；
- e) 其他测试仪器仪表的精度应符合有关标准的要求，并在计量认证的有效期内。

表 2 测量仪器、仪表要求

误差	≤0.5%	0.5%~1.5%	1.5%~5%	7.5%
仪表精度	0.1级	0.2级	0.5级	1.0级
数字仪表精度	6位半	5位半	4位半	4位半

7 测试方法与判定要求

7.1 OBC 充电功能故障

7.1.1 输出过压故障

对于 OBC 系统，当遇到输出电压过高故障时，OBC 系统自身应激活内部保护机制，让 OBC 进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.1.1 测试条件

将 OBC 安装到测试台架上，在 OBC 输出端口外接可调电压源，OBC 系统处于工作状态。

7.1.1.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于正常工作状态，调节外部可调电压源电压值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；
- c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) 将外接电压源的输出电压降低到OBC正常电压范围内，记录检查样机状态并记录此时的工作指

令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.1.1.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并上报故障信息。OBC能够在FTTI时间内准确地进入安全状态。当移除注入故障后，需要在下个使用周期OBC系统控制器才能恢复到正常工作模式。

注：a) 下个使用周期指下个驾驶周期或拔插充电连接器周期（或可与主机厂协定策略）；

b) FTI时间根据实际产品要求确定。

7.1.2 输出欠压故障

对于OBC系统，当遇到输出电压过低故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.2.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC输出端口外接可调负载，OBC系统处于工作状态。

7.1.2.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- OBC系统应处于正常工作状态，通过调大负载的带载量，使OBC输出端口电压小于安全设定电压；
- 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- 将外接负载的带载量调小使OBC输出电压正常，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息；
- 重复以上操作3次（或与主机厂协定次数）。

7.1.2.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并上报故障信息或故障状态，当移除注入故障后，OBC系统控制器能恢复到正常工作模式；超过一定次数后，则故障升级为当前使用周期不应恢复。

注：a) 下个使用周期指下个驾驶周期或拔插充电连接器周期（或可与主机厂协定策略）；

b) FTI时间根据实际产品要求确定。

7.1.3 输出过流保护故障

对于OBC系统，当遇到输出电流过大时，OBC系统自身应激活内部保护机制，让OBC系统能自动进入限流状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.3.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC输出端口外接负载，OBC系统处于工作状态。

7.1.3.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- OBC系统应处于正常工作状态，调节外部输出带载量，使OBC输出电流高于故障保护阈值；
- 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- 将外部输出带载量降低到OBC额定负载范围内，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.1.3.3 测试判据

OBC应至少能进入2级故障，输出限流并上报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器能恢复到正常工作模式。

7.1.4 输出短路故障

对于OBC系统，当遇到输出短路故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.4.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC输出端口外接短路接触器，OBC系统处于工作状态。

7.1.4.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于正常工作状态，通过接触器使OBC输出短路；
- c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) 将外接接触器断开使OBC输出电压正常，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息；
- e) 重复以上操作3次（或与主机厂协定次数）。

7.1.4.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并上报故障信息或故障状态，当移除注入故障后，OBC系统控制器能恢复到正常工作模式；超过一定次数后，则故障升级为当前使用周期不应恢复。

注：下个使用周期指下个驾驶周期或拔插充电连接器周期（或与主机厂协定策略）。

7.1.5 内部过温故障

对于OBC系统，当遇到内部温度过高时，OBC系统自身应激活内部保护机制，让OBC进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.5.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC水道端口接可调温供水系统（风冷OBC系统可不接供水系统），OBC系统处于工作状态。

7.1.5.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于正常工作状态，调节外部供水系统，使水温达到T1，测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- c) OBC系统应处于正常工作状态，调节外部供水系统，使水温达到T2，测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) 将外部供水系统的温度降低到OBC正常温度范围T3，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.1.5.3 测试判据

水温达到T1时，OBC应至少能进入2级故障，进行降额输出并上报降额信息；水温达到T2时，OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息；当水温降到T3以后，OBC系统控制器恢复到正常工作模式（可与主机厂协定恢复策略）。

注：温度 $T3 < T2 < T1$ ，T1、T2和T3根据实际产品要求来确定。

7.1.6 输入过压故障

对于OBC系统，当遇到输入电压过高故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.6.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC输入端口接可调AC电源，OBC系统处于工作状态。

7.1.6.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于正常工作状态，调高外部可调AC电源电压值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；

c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；

d) 将外接电压源的输出电压降低到OBC正常输入电压范围内，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.1.6.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器恢复到正常工作模式（可与主机厂协定恢复策略）。

7.1.7 输入欠压故障

对于OBC系统，当遇到输入电压过低故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.7.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC输入端口接可调AC电源，OBC系统处于工作状态。

7.1.7.2 测试步骤

步骤及要求如下：

a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
b) OBC系统应处于正常工作状态，调低外部可调AC电源电压值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；

c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；

d) 将外接电压源的输出电压升高到OBC正常输入电压范围内，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.1.7.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器恢复到正常工作模式（可与主机厂协定恢复策略）。

7.1.8 输入频率故障

对于OBC系统，当遇到输入电压频率不在规定范围内时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.8.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC输入端口接可调频率的AC电源，OBC系统处于工作状态。

7.1.8.2 测试步骤

步骤及要求如下：

a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
b) OBC系统应处于正常工作状态，调节外部AC电压源输入频率值，使其低于或高于故障保护阈值；
c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；

d) 将外接AC电压输入频率升高或降低到OBC正常电压范围内，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.1.8.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器恢复到正常工作模式。

注：频率范围可根据实际产品要求来确定，恢复策略可与主机厂协定。

7.1.9 三相输入缺相故障

对于OBC三相输入系统，当遇到三相输入电压缺少时，OBC系统自身应激活内部降额或保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.9.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC三相输入端口接单独的空开，OBC系统处于工作状态。

7.1.9.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于休眠工作状态，断开L2或L3或L2和L3同断，再给OBC上电，则OBC进入单相模式工作；
- c) OBC系统应处于正常工作状态，断开L1或L2或L3或N或其两者组合，OBC进入故障状态，无输出；
- d) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- e) 将上述空开恢复到正常状态，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.1.9.3 测试判据

OBC应至少能进入2级故障，系统降额运行并报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器需要在下个使用周期OBC系统控制器才能恢复到正常工作模式（可与主机厂协定）。

注：缺相降额要求及恢复策略可根据实际产品要求来确定或与主机厂协定。

7.1.10 三相输入电压不平衡故障

对于OBC三相输入系统，当遇到三相输入电压有效值不平衡大于5%时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.1.10.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC输入端口接可调电压的AC电源，OBC系统处于工作状态。

7.1.10.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于正常工作状态，调节三相输入电压，使最小、最大线不平衡度刚好处5%相不平衡保护点上，额定输出、满载启机；
- c) 在保证最小线不平衡度在相不平衡保护点内，调整线电压使最大线不平衡超出最大线不平衡保护点，直至模块关机，记录每一相线电压并计算最大线不平衡度，测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) 调整线电压，使最小、最大线不平衡度刚好落在恢复工作区，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。
- e) 式（1）~（3）为三相输入电压不平衡度的计算方法

$$U_{AVG} = \frac{U_{AB} + U_{AC} + U_{BC}}{3} \dots\dots\dots (1)$$

$$K_{min} = \frac{U_1 - U_{AVG}}{U_{AVG}} * 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$$K_{max} = \frac{U_2 - U_{AVG}}{U_{AVG}} * 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

U_{AB}——A相B相间的线电压；

U_{AC}——A相C相间的线电压；

U_{BC}——B相C相间的线电压；

U_{AVG}——线电压平均值；

U₁——线电压U_{AB}、U_{AC}、U_{BC}中的最小值；

U₂——线电压U_{AB}、U_{AC}、U_{BC}中的最大值；

K_{Min}——最小线不平衡度；

K_{Max} ——最大线不平衡度。

7.1.10.3 测试判据

OBC承受的三相输入电压不平衡度不低于5%；当三相输入电压不平衡度大于5%时，OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器恢复到正常工作模式。

注：三相输入电压不平衡度可根据实际产品要求来确定，恢复策略可与主机厂协定。

7.2 OBC 逆变放电输出功能故障

7.2.1 输出过压故障

当OBC工作在逆变放电模式下，当发生逆变输出电压过高故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，让OBC进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.2.1.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，通过控制指令使其工作在逆变模式下，开启额定负载。

7.2.1.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- OBC系统应处于逆变模式工作状态，通过更改软件参数或改变AC电压采样电阻分压值，实现调节逆变输出电压值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；
- 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- 移除注入故障之后，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.2.1.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。OBC能够在FTTI时间内准确地进入安全状态，且输出电压需要在约定的保护时间内降到安全电压（36V）之下。当移除注入故障后，OBC系统应在下个使用周期才能恢复到正常工作模式。

注：a) 下个使用周期指下个驾驶周期或拔插充电连接器周期（或可与主机厂协定策略）。

b) FTTI时间根据实际产品要求确定。

7.2.2 输出欠压故障

当OBC工作在逆变放电模式下，当发生逆变输出电压过低故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.2.2.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，通过控制指令使其工作在逆变模式下，开启额定负载。

7.2.2.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- OBC系统应处于逆变模式工作状态，通过更改软件参数、改变AC电压采样电阻分压值或增加超出额定规格负载，实现调节逆变输出电压值，使其达到故障保护阈值或低于故障保护阈值；
- 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- 移除注入故障之后，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.2.2.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息，输出电压需要在约定的保护时间内降到安全电压（36V）之下。当移除注入故障后，OBC系统控制器能恢复到正常工作模式；超过一定次数后，则故障升级为当前使用周期不应恢复（可与主机厂协定恢复策略）。

7.2.3 逆变输出过流故障

当OBC工作在逆变放电模式下，当发生逆变输出过流故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.2.3.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，通过控制指令使其工作在逆变模式下，开启额定负载。

7.2.3.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于逆变模式工作状态，通过调节逆变输出负载，实现逆变输出负载电流高于安全设定值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；
- c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) 移除注入故障之后，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.2.3.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。OBC能够在FTTI时间内准确地进入安全状态，且输出电压需要在约定的保护时间内降到安全电压（36V）之下。当移除注入故障后，OBC系统应在下个使用周期才能恢复到正常工作模式（可与主机厂协定恢复策略）。

7.2.4 逆变输出短路故障

OBC工作在逆变放电模式下，当遇到输出短路故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.2.4.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC逆变输出端口外接短路接触器，OBC系统处于工作状态。

7.2.4.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于逆变模式的工作状态，通过接触器使OBC输出短路；
- c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) 将外接接触器断开使OBC输出电压正常，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息；
- e) 重复以上操作3次（或与主机厂协定次数）。

7.2.4.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并上报故障信息或故障状态，当移除注入故障后，OBC系统控制器能恢复到正常工作模式；超过一定次数后，则故障升级为当前使用周期不应恢复。

注：下个使用周期指下个驾驶周期或拔插充电连接器周期（或可与主机厂协定策略）。

7.2.5 逆变输出绝缘故障

对于OBC系统，当遇到输出绝缘故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，让OBC进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.2.5.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，通过控制指令使其工作在逆变模式下，开启额定负载。

7.2.5.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于逆变模式工作状态，通过如图4、图5和图6所示方式进行故障注入，使其阻抗达到故障保护阈值或低于故障保护阈值。注入方式一参见图4：在L与PE之间接入阻值110k Ω 的电阻和继电器。

器，闭合继电器；注入方式二参见图5：在N与PE之间接入阻值110k Ω 的电阻和继电器，闭合继电器；注入方式三参见图6：在L和N之间接入2个阻值220k Ω 的电阻，通过两个电阻中间和PE之间接入继电器，闭合继电器；

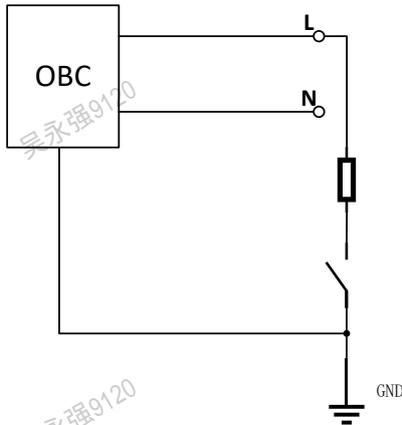


图 4

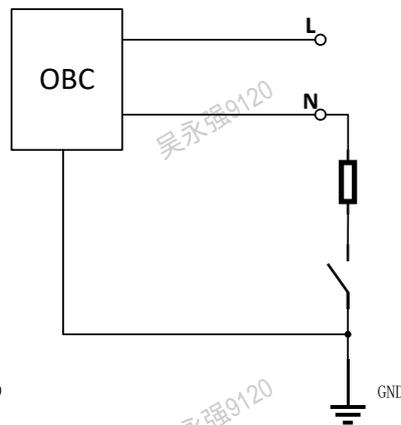


图 5

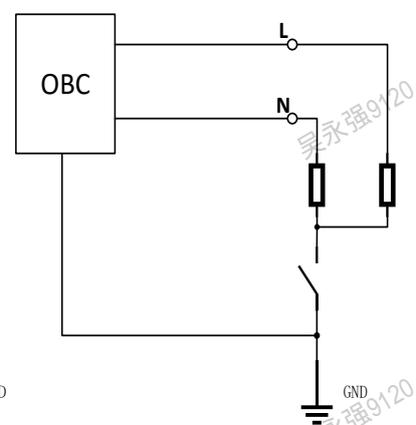


图 6

c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；

d) 移除注入故障之后，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.2.5.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。OBC能够在FTTI时间内准确地进入安全状态。当移除注入故障后，OBC系统应在下个使用周期才能恢复到正常工作模式（可与主机厂协定恢复策略）。

7.2.6 逆变输入过压故障

当OBC工作在逆变放电模式下，当发生逆变输入电压过高故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.2.6.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC高压直流端口接可调直流电源，OBC系统处于逆变模式工作状态。

7.2.6.2 测试步骤

步骤及要求如下：

a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；

b) OBC系统应处于逆变模式工作状态，调高外部可调直流电源电压值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；

c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；

d) 将外接电压源的输出电压降低到OBC正常输入电压范围内，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.2.6.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器恢复到正常工作模式（可与主机厂协定恢复策略）。

7.2.7 逆变输入欠压故障

当OBC工作在逆变放电模式下，当发生逆变输入电压过低故障时，OBC系统自身应激活内部保护机制，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.2.7.1 测试条件

将OBC安装到测试台架上，在OBC高压直流端口接可调直流电源，OBC系统处于逆变模式工作状态。

7.2.7.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) OBC系统应处于逆变模式工作状态，调低外部可调直流电源电压值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；
- c) 测试OBC系统从故障注入到进入故障保护状态的过程（例如：告警信息、故障保护阈值、保护时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) 将外接电压源的输出电压升高到OBC正常输入电压范围内，记录检查样机状态并记录此时的工作指令、输出电压和输出电流，报警信息及其他信息。

7.2.7.3 测试判据

OBC应至少能进入3级故障，无输出电压并报故障信息。当移除注入故障后，OBC系统控制器恢复到正常工作模式（可与主机厂协定恢复策略）。

7.3 DCDC 功能性故障

7.3.1 输入过压故障

对于DCDC系统，当遇到输入电压过高故障时，DCDC系统自身应激活内部保护机制，让DCDC进入故障保护状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.1.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，在DCDC输入端口外接可调电压源，DCDC系统处于工作态。

7.3.1.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，调节外部可调电压源电压值，使其达到故障保护阈值或高于故障保护阈值；
- c) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程（例如，告警信息、故障保护阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.1.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输入电压过压故障准确判断，监测电压过压的故障阈值、故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和时间内进入故障保护状态。

当移除注入故障后，DCDC系统应能自动恢复到正常工作模式（最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认）。

7.3.2 输入欠压故障

对于DCDC系统，当遇到输入电压过低故障时，DCDC系统自身应激活内部保护机制，让DCDC进入故障保护状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.2.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，在DCDC输入端口外接可调电压源，DCDC系统处于工作态。

7.3.2.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，调节外部可调电压源电压，使其达到故障保护阈值或低于故障保护阈值；
- c) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程（例如，告警信息、故障保护阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.2.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输入电压过低故障准确判断，监测电压欠压的故障阈值、

故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和时间内进入故障保护状态。

当移除注入故障后，DCDC系统应能自动恢复到正常工作模式（最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认）。

7.3.3 输出过压故障

对于DCDC系统，当遇到输出电压过高故障时，DCDC系统自身应激活内部保护机制，让DCDC进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.3.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，在DCDC输出端口外接可调电压源，DCDC系统处于工作态。

7.3.3.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，调节外部可调电压源电压，使其达到安全阈值或高于安全阈值；
- c) 测试DCDC系统进入安全状态的过程（例如，告警信息、安全阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.3.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输出电压过压故障准确判断，监测电压过压的故障阈值、故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和时间内进入安全状态。

当移除注入故障后，恢复机制满足下列条件之一即可：

- a) 满足恢复条件，可自动恢复到正常工作状态；
- b) 需要在下个驾驶循环DCDC系统才能恢复到正常工作模式（最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认）。

7.3.4 输出欠压故障

对于DCDC系统，当遇到输出电压欠压故障时，DCDC系统自身应激活内部保护机制，让DCDC告警或告警并进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.4.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，带电子负载，DCDC系统处于工作态。

7.3.4.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，调节输出负载量使其从正常值变化到安全阈值或低于安全阈值；
- c) 测试DCDC系统进入安全状态的过程（例如，告警信息、安全阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.4.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输出电压欠压故障准确判断，监测电压过压的故障阈值、故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和时间内进入安全状态。

当移除注入故障后，恢复机制满足下列条件之一即可：

- a) 满足恢复条件，可自动恢复到正常工作状态；
- b) 需要在下个驾驶循环DCDC系统才能恢复到正常工作模式（最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认）。

7.3.5 输出短路故障

对于DCDC系统，当遇到输出短路故障时，DCDC系统自身应激活内部保护信号，让DCDC告警并进入故障保护状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.5.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，输出端口并联短路开关，DCDC系统处于工作状态。

7.3.5.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态;
- b) DCDC系统应处于正常工作状态, 短路开关从断开到闭合, 触发短路保护;
- c) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程(例如, 告警信息、故障保护时间、状态切换或规定的相关参数) 并进行监控。

7.3.5.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输出短路故障准确判断, 监测故障信息正确, 能够按照规定要求的时间内进入故障保护状态。

当移除注入故障后, DCDC系统应能自动恢复到正常工作模式(最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认)。

7.3.6 输出过流故障

对于DCDC系统, 当遇到输出电流过高故障时, DCDC系统自身应激活内部保护机制, 让DCDC进入故障保护状态, 避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.6.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上, 在DCDC输出端口外接可调电子负载, DCDC系统处于工作态。

7.3.6.2 测试步骤

步骤及要求如下:

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态;
- b) DCDC系统应处于正常工作状态, 调节外部可调负载值, 达到故障保护阈值或高于故障保护阈值;
- c) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程(例如, 告警信息、故障保护阈值、时间、状态切换或规定的相关参数) 并进行监控。

7.3.6.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输出电压过流故障准确判断, 监测输出过流的故障阈值、故障信息正确, 能够按照规定要求的阈值和时间内进入故障保护状态。

当移除注入故障后, DCDC系统应能自动恢复到正常工作模式(最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认)。

7.3.7 内部过温故障

对于DCDC系统, 当遇到内部器件过温故障时, DCDC系统自身应激活内部保护机制, 让DCDC进入故障保护状态, 避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.7.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上, DCDC软件取消温度限功率保护功能, DCDC系统处于工作态。

7.3.7.2 测试步骤

步骤及要求如下:

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态, 通过提高环境温度或其他方式, 使其达到过温保护保护值;
- b) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程(例如, 告警信息、故障保护阈值、时间、状态切换或规定的相关参数) 并进行监控。

7.3.7.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对内部器件过温故障准确判断, 监测内部器件温度的故障阈值、故障信息正确, 能够按照规定要求的阈值和时间内进入故障保护状态。

当移除注入故障后, 需要DCDC系统自动恢复到正常工作模式(最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认)。

7.3.8 输出侧内部短路故障

对于DCDC系统, 当遇到输出侧内部器件短路时, DCDC应保证低压蓄电池不能被拉低, 让DCDC进入安全状态, 避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.8.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，在DCDC输出侧接低压蓄电池，DCDC输出侧内部并联短路继电器，DCDC系统处于工作状态。

7.3.8.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，将短路继电器闭合，触发内部故障保护，防止拉低蓄电池电压；
- c) 测试DCDC系统进入安全状态的过程（例如，告警信息、安全阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

6.3.8.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对内部短路故障准确判断，监测内部短路故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和时间内进入安全状态。

当移除注入故障后，满足下列条件之一即可：

- a) 满足恢复条件，可自动恢复到正常工作状态；
- b) 需要在下一个驾驶循环DCDC系统才能恢复到正常工作模式（最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认）。

7.3.9 输出断路故障

对于DCDC系统，当遇到输出断线故障时，DCDC系统自身应激活内部保护机制，让DCDC进入故障保护状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.9.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，在DCDC输出端口不接低压蓄电池，DCDC系统处于工作状态。

7.3.9.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统输出端口不接低压蓄电池，开启DCDC进入工作状态，触发DCDC断线保护；
- c) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程（例如，告警信息、故障保护阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.9.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输出断线故障准确判断，监测输出断线的故障阈值、故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和t时间内进入故障保护状态（不关机，仅告警）。

当移除注入故障后，需要DCDC系统自动恢复到正常工作模式（最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认）。

7.3.10 输出电压采样电路故障

对于DCDC系统，当遇到输出电压采样电路故障时，DCDC系统自身应激活内部保护机制，让DCDC进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.10.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，在DCDC输出电压采样电路引出节点，DCDC系统处于工作状态。

7.3.10.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，使DCDC电压采样电路发生短路/开路；
- c) 测试DCDC系统进入安全状态的过程（例如，告警信息、安全阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) DCDC系统应处于正常工作状态，使DCDC任一输出电压采样电路发生偏差故障，两路采样偏差值大于阈值；
- e) 测试DCDC系统进入安全状态的过程（例如，告警信息、安全阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.10.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输出电压采样电路故障准确判断，监测采样电路的故障阈值、故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和t时间内进入安全状态。

当移除注入故障后，满足下列条件之一即可：

- a) 满足恢复条件，可自动恢复到正常工作状态；
- b) 需要在下个驾驶循环DCDC系统才能恢复到正常工作模式。最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认。

7.3.11 输出电流采样电路故障

对于DCDC系统，当遇到输出电流采样电路故障时，DCDC系统自身应激活内部保护机制，让DCDC进入安全状态，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.11.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，在DCDC输出电流采样电路引出节点，DCDC系统处于工作状态。

7.3.11.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，使DCDC电流采样电路发生短路/开路；
- c) 测试DCDC系统进入安全状态的过程（例如，告警信息、安全阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) DCDC系统应处于正常工作状态，使DCDC任一输出电流采样电路发生偏差故障，两路采样偏差值大于阈值；
- e) 测试DCDC系统进入安全状态的过程（例如，告警信息、安全阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.11.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC能够对输出电流采样电路故障准确判断，监测电流采样电路的故障阈值、故障信息正确，能够按照规定要求的阈值和t时间内进入安全状态。

当移除注入故障后，满足下列条件之一即可：

- a) 满足恢复条件，可自动恢复到正常工作状态；
- b) 需要在下个驾驶循环DCDC系统才能恢复到正常工作模式。最终恢复机制由供应商与主机厂协商确认。

7.3.12 DCDC 双路冗余供电端口短路故障

对于DCDC双路冗余系统，当遇到输出A路或B路短路故障时，DCDC系统自身应激活内部保护信号，让DCDC告警并关闭APS，避免系统失控和系统损坏的持续扩大。

7.3.12.1 测试条件

将DCDC安装到测试台架上，A路和B路分别带载，在A路或B路并联短路继电器，DCDC系统处于工作态。

7.3.12.2 测试步骤

步骤及要求如下：

- a) 确保影响测试对象功能并与测试结果相关的所有设备都处于正常运行状态；
- b) DCDC系统应处于正常工作状态，A路触动短路开关从打开到闭合，触发A路短路保护；
- c) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程（例如，告警信息、故障保护阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控；
- d) DCDC系统应处于正常工作状态，B路触动短路开关从打开到闭合，触发B路短路保护；
- e) 测试DCDC系统进入故障保护状态的过程（例如，告警信息、故障保护阈值、时间、状态切换或规定的相关参数）并进行监控。

7.3.12.3 测试判据

DCDC应至少能进入3级故障。DCDC双路冗余系统能够对输出A路或B路短路故障准确判断，监测故障

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/52614112044010134>