《电动汽车制动系统故障诊断与应急保护台架试验方法》编制说明

**一、工作简况**

1.1 任务来源

《电动汽车制动系统故障诊断与应急保护台架试验方法》团体标准由中国汽车工程学会批准立项。

本标准是《插电式混合动力汽车试验方法》系列标准的一部分。《插电式混合动力汽车试验方法》系列标准由清华大学牵头，参加单位有中国汽车技术研究中心有限公司、中国科学院电工研究所、上海汽车集团股份有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、浙江吉利控股集团有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、浙江亚太机电股份有限公司。

本标准由中国科学院电工研究所牵头，参加单位有清华大学、浙江亚太机电股份有限公司、中国汽车技术研究中心、上海汽车集团股份有限公司、浙江吉利控股集团有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、郑州宇通客车股份有限公司。

1.2编制背景与目标

电动汽车制动系统是决定电动汽车制动安全性的重要总成，其由再生制动控制器、电驱动系统、摩擦制动系统、摩擦制动力调节装置等部件组成。制动系统的可靠性对行车安全至关重要。为此，本标准对电动汽车制动系统故障诊断与应急保护台架试验方法进行了规定。

1.3主要工作过程

本标准于2018年6月立项；2018年7月-2018年8月研究、起草了标准框架；2018年9月-2019年4月进行了标准相关的试验操作工作；2019年5月-2019年11月进行了标准编写工作；2019年12月-2020年3月，对标准进行了讨论和修改。预计2020年10月底之前完成标准报批稿。

**二、标准编制原则和主要内容**

2.1标准制定原则

本标准提供了电动汽车制动系统常见故障类型、触发相应故障的危险事件及台架试验中危险事件的注入方式、试验方法以及故障诊断和应急保护性能的评价指标，以确保电动汽车制动系统故障诊断和应急保护性能测试的准确性和可信性。

2.1.1通用性原则

本标准提出的电动汽车制动系统故障诊断与应急保护台架试验方法适用于各类再生制动与摩擦制动协调式耦合的电动汽车制动系统，通用性高。

2.1.2指导性原则

本标准提供了触发电动汽车制动系统常见故障类型的危险事件及其台架注入方式，并给出故障诊断和应急保护性能的台架试验方法和评价方法，为电动汽车制动系统可靠性的评价提供指导。

2.2 标准主要技术内容

本标准共分为6章，规定了电动汽车制动系统故障诊断与应急保护台架试验方法。内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、试验条件、电动汽车制动系统故障类型、试验方法。

2.3关键技术问题说明

本标准需要的试验台架应包含运行车辆动力学模型的实时仿真系统、能模拟电动汽车运动状态的测功机、数据处理记录仪。进行台架试验的制动系统应由再生制动控制器、车用电驱动系统、摩擦制动系统、摩擦制动力调节装置组成。

本标准涉及的电动汽车制动系统常见故障类型包括再生制动力失效、再生制动力降低、出现非预期峰值再生制动力矩、摩擦制动力失效、摩擦制动力降低、出现非预期峰值摩擦制动力矩、全部制动力失效、出现非预期峰值制动力。

本标准提出的电动汽车制动系统故障诊断试验试验方法是，分别在车辆驱动过程和制动过程注入触发故障的相应危险事件，记录诊断系统上报的故障信息。

故障诊断的评价指标包括误报率、漏报率和故障检测的及时性。

注入类型为i的危险事件试验的故障误报率：

$$ζ\_{i}=\frac{M\_{i}}{H∙P\_{i}}\*100\%$$

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$M\_{i}$$ | —— | 在H次试验中未发生危险事件时诊断系统上报故障的时间点总个数； |
| $$H$$ | —— | 试验总次数； |
| $$P\_{i}$$ | —— | 在一次试验中未发生危险事件时的时间点总个数。 |

注入类型为i的危险事件试验的故障漏报率：

$$ρ\_{i}=\frac{N\_{i}}{H∙Q\_{i}}\*100\%$$

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$N\_{i}$$ | —— | 在H次试验中发生危险事件时诊断系统未上报故障的时间点总个数； |
| $$Q\_{i}$$ | —— | 在一次试验中发生危险事件时的时间点总个数。 |

注入类型为i的危险事件试验的故障检测及时性采用最大故障诊断时间评价：

$$T\_{i}=MAX(t\_{diag\\_ij}-t\_{inj\\_ij})$$

式中：

$T\_{i}$ 最大故障诊断时间；

$t\_{inj\\_ij}$ 第j次注入危险事件的时刻（j<=$Q\_{i}$）

$t\_{diag\\_ij}$ 第j次注入危险事件后检测到故障的时刻。

再生制动失效应急保护的试验方法是，在固定制动踏板开度下注入导致再生制动力失效的危险事件，记录危险事件注入时刻和摩擦制动压力增长进入平台段的时刻。

采用再生制动失效应急保护响应时间作为失效应急保护性能的评价指标：

$$Δt=MAX（t\_{2,k}-t\_{1,k}）$$

式中：

$t\_{1,k}$ 第k次试验中注入导致再生制动力失效的危险事件的时刻；

$t\_{2,k}$ 第k次试验中摩擦制动力上升至应急保护水平的时刻。

2.4标准工作基础

编写组主要起草单位中国科学院电工研究所、清华大学和浙江亚太机电股份有限公司在电动汽车制动系统故障诊断和失效保护方面具备丰富的研发和台架测试经验，中国汽车技术研究中心、上汽、吉利、奇瑞、宇通在电动汽车制动系统测试方面积累了大量的试验数据，上述研究和试验基础保证了本标准具有一定的先进性、通用性、科学性和可操作性。

**三、主要试验（或验证）情况分析**

在中国科学院电工研究所和清华大学合作研发的电动汽车制动系统可靠性试验台上开展了本标准的应用试验工作，获得了良好的验证。

**四、标准中涉及专利的情况**

本标准不涉及专利技术。

**五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况**

本标准将为电动汽车制动系统研发阶段进行系统可靠性的评估提供台架试验方法，有助于缩短电动汽车制动系统测试周期，降低实车道路试验风险，提高制动零部件企业产品开发能力。

**六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况**

尚无。

**七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准符合国家有关法律、法规和相关强制性标准的要求，与现行的国家标准、行业标准相协调。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

尚无。

**九、标准性质的建议说明**

本标准为中国汽车工程学会标准，属于团体标准,供协会会员和社会自愿使用。

**十、贯彻标准的要求和措施建议**

建议标准发布后，率先在联盟内相关企业和研究机构中推广实施。

**十一、废止现行相关标准的建议**

无。

**十二、其他应予说明的事项**

无。

标准起草工作组

2020年3月15日