

T/TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXXX—2025

汽车电子机械制动系统(EMB)通用技术要求

General technical requirements for automotive electromechanical braking system
(EMB)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国技术市场协会 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 一般要求 1

 4.1 材料 1

 4.2 工作温度 1

 4.3 电源 1

 4.4 精度 1

 4.5 冗余设计 1

 4.6 轻量化 2

 4.7 智能化 2

 4.8 维护 2

5 技术要求 2

 5.1 响应时间 2

 5.2 制动力分配 2

 5.3 能量回收效率 2

 5.4 传动效率 2

 5.5 单点失效容错 2

 5.6 钳体刚性 2

 5.7 噪音 2

 5.8 高低温循环 2

 5.9 电磁兼容性 2

 5.10 耐腐蚀 2

 5.11 耐久性 2

 5.12 绝缘电阻 2

 5.13 密封性 2

 5.14 防护等级 3

6 试验方法 3

 6.1 响应时间 3

 6.2 制动力分配 3

 6.3 能量回收效率 3

 6.4 传动效率 3

 6.5 单点失效容错 3

 6.6 钳体刚性 3

 6.7 噪音 3

 6.8 高低温循环 3

 6.9 电磁兼容性 3

6.10 耐腐蚀..... 3

6.11 耐久性..... 4

6.12 绝缘电阻..... 4

6.13 密封性..... 4

6.14 防护等级..... 4

7 检验规则..... 4

7.1 检验分类..... 4

7.2 检验项目..... 4

7.3 出厂检验..... 4

7.4 型式检验..... 5

7.5 组批..... 5

7.6 抽样..... 5

7.7 判定规则..... 5

8 标志、包装、运输与贮存..... 5

8.1 标志..... 5

8.2 包装..... 5

8.3 运输..... 5

8.4 贮存..... 5

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××××提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：XXXX。

本文件主要起草人：XXXX。

汽车电子机械制动系统(EMB)通用技术要求

1 范围

本文件规定了汽车电子机械制动系统(EMB)的一般要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于M1类车辆的EMB，其他车型可参照执行。

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 2423.17 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB 21670 乘用车制动系统技术要求及试验方法
- GB/T 28046.4 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷
- QC/T 592 液压制动钳总成性能要求及台架试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

汽车电子机械制动系统 automotive electromechanical braking system（EMB）
完全由电子控制、机械执行的全线控制制动系统。（以下简称“系统”）。

4 一般要求

4.1 材料

主体材料宜采用铝合金或复合材料。

4.2 工作温度

工作温度应为-40℃～85℃。

4.3 电源

电源应采用42 V电压系统。

4.4 精度

动态制动力控制误差不应超过±3%，静态制动力保持误差不应超过±2%。

4.5 冗余设计

系统应具备双电源、双通信通道及备份控制器，确保主控制器失效时仍可制动。

4.6 轻量化

执行机构重量不应大于传统液压系统的70%。

4.7 智能化

系统应支持CAN FD或以太网通信协议，与车辆底盘域控制器实时交互制动数据，并具备自适应制动力分配功能。

4.8 维护

4.8.1 维护应采用模块化设计，应支持快速更换故障部件，无需专用工具。

4.8.2 维护应提供诊断接口，便于读取故障码和性能数据。

5 技术要求

5.1 响应时间

制动信号传输至执行机构的延迟不应大于100 ms。

5.2 制动力分配

动态制动力分配误差不应大于 $\pm 5\%$ ，支持独立车轮制动力调节。

5.3 能量回收效率

能量回收应与再生制动系统协同，能量回收率应大于70%。

5.4 传动效率

电机驱动单元的能量转换效率不应小于85%，机械传动损耗不应大于5%。

5.5 单点失效容错

系统在主控制器断电或通信中断等单点失效时，备份系统应在50 ms内接管并维持不小于80%的额定制动力。

5.6 钳体刚性

钳体沿液压缸轴线方向的变形量不应大于0.2 mm。

5.7 噪音

系统在额定负载下运行时，距离执行机构1 m处的噪音值不应大于80 dB(A)。

5.8 高低温循环

经高低温循环试验后，制动响应时间偏差不应大于10%。

5.9 电磁兼容性

电磁兼容性试验过程中应无误触发，制动响应时间偏差不应大于5%。

5.10 耐腐蚀

经耐腐蚀试验后，表面腐蚀面积不应大于5%，且功能无失效。

5.11 耐久性

经耐久性试验后，制动力衰减不应大于5%，电机扭矩波动不应大于 $\pm 3\%$ 。

5.12 绝缘电阻

电机绕组对机壳的绝缘电阻不应小于20 M Ω （500 V DC），且在耐久性试验后仍满足此要求。

5.13 密封性

系统密封性试验后内部无冷凝水积聚，且压力下降不应大于5%。

5.14 防护等级

系统外壳防护等级应符合GB/T 4208中IP54的规定。

6 试验方法

6.1 响应时间

响应时间试验方法应按GB 21670的规定执行。

6.2 制动力分配

制动力分配试验方法应按下列步骤执行：

- 在底盘测功机上模拟高附（ $\mu=0.8$ ）和低附（ $\mu=0.3$ ）路面条件；
- 以 50 km/h 车速匀速运行，施加减速度不小于 6 m/s^2 的紧急制动；
- 记录各轮制动力矩，计算动态分配误差。

6.3 能量回收效率

能量回收效率试验方法应按下列步骤执行：

- 车辆以 80 km/h 匀速运行，触发 EMB 制动至车速降至 30 km/h，记录制动能量；
- 通过电池模拟器测量回收能量；
- 计算能量回收效率，重复 3 次取平均值。

6.4 传动效率

传动效率试验方法应按下列步骤执行：

- 在台架上以额定电压驱动电机，记录输入电功率；
- 通过扭矩传感器测量输出机械功率；
- 计算传动效率，重复 3 次取平均值。

6.5 单点失效容错

单点失效容错试验方法应按下列步骤执行：

- 在正常工作状态下，人为切断主控制器电源或 CAN 通信；
- 记录备份系统接管时间及制动力输出曲线。

6.6 钳体刚性

钳体刚性的试验方法应按QC/T 592的规定执行。

6.7 噪音

噪音试验方法应按下列步骤执行：

- 在额定负载下触发制动，使用声级计在距离执行机构 1 m 处测量噪音；
- 记录最大值，重复 3 次取平均值。

6.8 高低温循环

高低温循环试验方法应按GB/T 28046.4的规定执行。

6.9 电磁兼容性

6.9.1 辐射抗干扰度试验方法应按 GB/T 17626.3 的规定执行。

6.9.2 大电流注入试验方法应按 GB/T 17626.4 的规定执行。

6.10 耐腐蚀

盐雾腐蚀试验方法应按GB/T 2423.17规定执行。

6.11 耐久性

- 耐久性试验方法应按下列步骤执行：
- a) 在台架上以制动力不小于 2000 N 负载的模拟连续制动，循环周期为制动 5 s 到释放 5 s；
 - b) 每 1000 次循环记录电机温升、噪音及扭矩衰减数据。

6.12 绝缘电阻

- 绝缘电阻试验方法应按下列步骤执行：
- a) 断开电源，清洁电机端子及外壳表面；
 - b) 将测试仪正极接电机绕组，负极接外壳；
 - c) 施加 500 V DC 电压 1 min，记录稳定电阻值。

6.13 密封性

- 密封性试验方法应按下列步骤执行：
- a) 向系统内部注入压缩空气至 0.2 MPa，保持压力稳定 10 s，记录初始压力值；
 - b) 关闭气源，开始保压计时 5 min；
 - c) 使用数据记录仪实时监测压力变化，记录保压结束时的最终压力值；
 - d) 计算压力下降百分比；
 - e) 用检漏液均匀涂抹管路连接处、壳体接缝等密封接口，观察是否产生气泡。

6.14 防护等级

- 6.14.1 防尘试验时，在粉尘箱内施加滑石粉 8 h，试验后内部无粉尘侵入。
- 6.14.2 防水试验时，将系统浸入水深 1 m 处 30 min，内部应无渗水。

7 检验规则

7.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

7.2 检验项目

检验项目应符合表1的规定。

表 1 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验
1	响应时间	√	√
2	制动力分配	√	√
3	能量回收效率	—	√
4	传动效率	—	√
5	单点失效容错	—	√
6	钳体刚性	—	√
7	噪音	—	√
8	高低温循环	—	√
9	电磁兼容性	—	√
10	盐雾腐蚀	—	√
11	耐久性	—	√
12	绝缘电阻	—	√
13	密封性	—	√
14	防护等级	—	√

注：“√”为检验项目，“—”为非检验项目。

7.3 出厂检验

产品应经生产商质检部门检验合格，签发合格证后方可出厂，检验项目应符合表1的规定。

7.4 型式检验

型式检验项目应符合表1的规定，有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正常生产时，每年检验一次；
- c) 正式生产后，产品结构、材料、工艺变化，可能影响产品性能时；
- d) 停产半年以上，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

7.5 组批

同一型号、同一生产周期的产品应为一批。

7.6 抽样

抽样应按GB/T 2828.1的规定执行。

7.7 判定规则

- 7.7.1 出厂检验项目中有不合格，允许复检，复检不合格应判定为不合格；复检合格应判定为合格。
- 7.7.2 型式检验有一项指标不合格，应判定为不合格。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

- 8.1.1 标志应清晰耐久。
- 8.1.2 标志应包含型号、额定电压、生产日期、制造商名称及地址。
- 8.1.3 在易触及的高温部件附近标注“高温危险”警示标志

8.2 包装

- 8.2.1 内包装应采用防静电袋，外包装应为瓦楞纸箱或木质箱。
- 8.2.2 箱内应填充防震泡沫，避免部件位移。
- 8.2.3 外包装应标明“向上”“防潮”“易碎”标识。
- 8.2.4 箱体应标识产品名称、数量及毛重（kg）。

8.3 运输

运输过程中应避免雨淋和剧烈震动，不应与腐蚀性物质混装，应使用叉车或吊装设备，不应抛掷。

8.4 贮存

产品应贮存在温度为-30℃~50℃、湿度不大于80%RH的通风干燥环境中，应远离火源和腐蚀性气体。未开封产品贮存期不应超过12个月，超期应重新检验。