

团 体 标 准

T/CAAMTB XXXX—XXXX

商用车电子机械制动卡钳总成性能要求及 试验方法

Performance requirements and test methods for commercial vehicles
electromechanical brake caliper assembly

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国汽车工业协会

发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 性能要求.....	2
5 试验相关要求.....	3
6 试验方法.....	3
附录 A（规范性） 试验顺序周期.....	6

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。

本文件由中国汽车工业协会制动系统分会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件主要起草单位：XXX、XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX。

商用车电子机械制动卡钳总成性能要求及试验方法

1 范围

本文件规定了商用车用电子机械制动卡钳总成的性能要求及试验方法。
本文件不适用于工作介质为压缩空气的气压制动卡钳总成。

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 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 5620-2020 道路车辆汽车和挂车制动名词术语及定义
- GB/T 10125-2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 17626.2-2018 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2018 电磁兼容试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 18488.2-2015 电动汽车用驱动电机系统 第 2 部分：试验方法
- GB/T 18655-2018 车辆、船和内燃机 无线电磁骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法
- GB/T 19951-2019 道路车辆 电气电子部件对静电放电抗扰性的试验方法
- GB/T 21437.1-2008 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第1部分：定义和一般描述
- GB/T 21437.2-2008 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分：沿电源线的电瞬态传导
- GB/T 21437.3-2012 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第3部分：除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态发射
- GB/T 28046.1 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第 1 部分：一般规定
- GB/T 28046.2 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 28046.3 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第 3 部分：机械负荷
- 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
- GB/T 29259-2012 道路车辆 电磁兼容术语
- GB/T 30038-2013 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP 代码）
- GB/T 31970-2015 汽车用气压制动卡钳总成性能要求及台架试验方法
- GB/T 33014.2-2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第2部分：电波暗室法
- GB/T 33014.4-2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第4部分：大电流注入（BCI）法
- GB/T 33014.8-2020 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第8部分：磁场抗扰法
- QC/T 316-2017 汽车行车制动器疲劳强度台架试验方法

3 术语和定义

GB/T 5620 - 2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电子机械制动 electro mechanical brake (英文缩写 EMB)

采用电机驱动机构的制动卡钳总成。电子机械制动卡钳受车桥电子控制单元控制实施行车制动，车桥电子控制单元是由制动踏板输出的电信号控制工作，电子制动踏板是由车辆驾驶员脚动操控。车辆驻车制动时，由驾驶员手操控驻车开关发出信号传递给车桥电子控制单元，再由后者输出信号来控制电子机械制动卡钳实施驻车制动。如果行车制动失效，驾驶员可以手操控驻车开关发出信号经由车桥控制单元来控制电控卡钳实施制动。

3.2

额定工作电压 rated working voltage

U_{nom} 满足整车制动力设计要求的输入工作电压。

3.3

拖滞扭矩 drag torque

当电子机械制动卡钳电压解除后，残留的制动盘转动阻力矩。

3.4

名义制动力 nominal clamping force

额定电压下的最大制动力。

4 性能要求

- 4.1 电子机械制动卡钳壳体形变和制动力的关系应满足设计需求或者供需双方商定。
- 4.2 电子机械制动卡钳壳体滑动摩擦阻力应满足设计要求小于 120 N。
- 4.3 衬块总成与制动盘之间的间隙总和 (0.7 mm ~1.2 mm) 经最多 20 次的制动自动调整后应满足设计要求。
- 4.4 制动盘在相当于 60 km/h 的连续转动过程中的最大拖滞扭矩不应产生 80 °C 以上温度。
- 4.5 电子机械制动卡钳运行效率满足设计要求。电子机械制动卡钳效率为制动力制动功率与电驱母线功率的比值 25%~50%。
- 4.6 电子机械制动卡钳的防护等级应满足 GB/T 4208 中 IP6K9K 后满足设计要求的防护要求。
- 4.7 当试验次数达到 10 万次时，被测卡钳应无明显卡滞现象。
 - 4.7.1 试验后的各项性能指标应满足以下要求：
 - 卡钳壳体应无明显的表面裂纹和影响功能的变形；
 - 卡钳总成不得有机械和电气失效；
 - 钳体滑动阻力不应大于 200 N。
 - 4.7.2 制动间隙自调功能应满足 4.3 要求。
- 4.8 从制动力请求信号产生到 75% 名义制动力产生的响应时间不大于 350 ms；从名义制动力释放到初始间隙的响应时间不大于 350 ms；
- 4.9 参照 GB/T 28046.3 实施进行后满足设计要求。
- 4.10 高低温耐久性试验中电子制动卡钳应无明显卡滞现象。
 - 4.10.1 试验后的各项性能指标应满足以下要求：
 - 卡钳壳体应无明显的表面裂纹和影响功能的变形；
 - 卡钳总成不得有机械和电气失效；
 - 钳体滑动阻力不应大于 200 N。
 - 4.10.2 制动间隙自调功能应满足 4.3 要求。
- 4.11 子机械制动卡钳做完钳体磨合试验以后进行高水压喷射，卡钳总成不得有机械和电气失效。

- 钳体滑动阻力不应大于 200N；
 - 拆检后体内腔不应有水滴存在。
- 4.12 电子机械制动卡钳应在-40℃至+125℃之间的每个温度下达到 GB/T 28046.1 中定义的 A 级要求，处于制动工作状态，试验周期 300 分钟或者按照被测样件温度稳定时间。冷热冲击试验后：
- 不得有机械、电气和密封件失效；
 - 钳体滑动阻力不应大于 200 N；
 - 满足 GB/T 28046.1 相关功能要求。
- 4.13 冰水冲击试验后，电子制动卡钳不得有机械、电气和密封件失效。
- 4.13.1 试验后的各项性能指标应满足以下要求：
- 钳体滑动阻力不应大于 200 N；
 - 拆检后体内腔不应有水滴存在；
 - 满足 GB/T 28046.1 相关功能要求。
- 4.14 电子机械制动卡钳总成经过 144 h 的盐雾腐蚀性试验后，电子机械制动卡钳不得有机械、电气和密封件失效。
- 4.14.1 试验后的各项性能指标应满足以下要求：
- 钳体滑动阻力不应大于 200 N；
 - 拆检后体内腔不应有水滴存在；
 - 满足 GB/T 28046.1 相关功能要求。
- 4.15 电子机械制动卡钳电磁兼容性应满足 GB/T 18655 限值等级 III。

5 试验相关要求

5.1 试验条件

- 5.1.1 试验台上安装制动盘的主轴转速可在 0 r/min ~500 r/min 的范围内任意调整，力矩的系统检测误差不应超过满量程的±1.0%，分辨率不应低于 0.1 N·m。
- 5.1.2 试验箱的实际温度与设定温度的误差不应超过±1.5℃，试验箱应有连接气管的通道，并具有隔热、隔湿的密封措施，试验箱内应有安装样件及试验夹具的空间。
- 5.1.3 盐雾试验箱应满足 GB/T 10125-2012 中的中性盐雾试验的要求。
- 5.1.4 水压喷射试验设备满足 GB/T 30038-2013 中相关要求。
- 5.1.5 冰水冲击试验设备满足 GB/T 28046.4 中相关要求。
- 5.1.6 电磁兼容试验设备满足 GB/T 18655 和 GB/T 33014.2 中相关要求。
- 5.1.7 振动试验满足 GB/T 28046.3 中相关要求。

5.2 试验顺序周期

试验样品总数不应少于5个，试验顺序的周期表按附录A要求进行。

6 试验方法

6.1 钳体刚度试验

- 6.1.1 将电控制动卡钳总成水平或者垂直安装在试验支架上。
- 6.1.2 以额定工作电压进行 5 次制动达到额定最大制动力，制动时间不应少于 5 s，两次制动的间隔时间为 2 s~3 s。
- 6.1.3 记录电子机械制动卡钳驱动电机旋转圈数和施加的扭矩，或者制动力和壳体推力中心方向形变。

6.2 钳体滑动阻力试验

- 6.2.1 将电控制动卡钳总成水平安装在试验支架上，消除重力对测量的影响，制动盘为模拟制动盘（即厚度与制动盘相同的钢板）。

6.2.2 以额定工作电压进行 10 次制动。每次制动时的电压保持时间不应少于 5s，两次制动间隔时间为 2s~3s。

6.2.3 在最后一次制动解除后，移去模拟制动盘，使钳体浮动部分沿推杆中心线的两个方向移动，测量使钳体浮动部分沿推杆中心线的两个方向上开始移动时的力值，取其最大值作为钳体滑动阻力。

6.3 制动间隙自调功能试验

6.3.1 电子机械控制制动卡钳总成模拟实车状态安装在试验支架上。

6.3.2 用模拟制动盘（与实车制动盘的刚性相当厚度相同，不应影响与衬块总成之间的正常接触）代替制动盘。

6.3.3 以额定工作电压进行 20 次制动，电压保持时间不应小于 5 s，两次制动的间隔时间为 2 s~3 s。

6.3.4 在最后一次制动解除后，测量模拟制动盘与衬块总成之间的间隙总和。

6.3.5 换用材料相同厚度比模拟制动盘小 1.3 mm~1.5 mm 的模拟制动盘，其它部件之间的位置关系尺寸均保持不变。

6.3.6 重复以上步骤。

6.4 拖滞扭矩试验

6.4.1 将电控制动卡钳总成安装在拖滞扭矩试验台上。

6.4.2 将电控制动卡钳的衬块总成退回，使衬块总成的摩擦表面与制动盘的间隙总和为 0.80 mm~1.50 mm。

6.4.3 使制动盘以 45 rpm \pm 2 rpm 空转 3 min，将测量拖滞扭矩的力矩传感器的读数置零，制动盘停止转动。

6.4.4 以额定工作电压进行 20 次制动，电压保持时间不应少于 5s，两次制动的间隔时间为 2 s~3 s。

6.4.5 在最后一次制动解除 2 min 后，使制动盘在 10 s 内达到 45 r/min \pm 2 r/min 的转速并保持该转速转动，测量制动盘在稳定过程的最大升温。

6.5 效率测试

6.5.1 将电子机械制动卡钳总成水平或者垂直安装在试验支架上。

6.5.2 以额定工作电压进行 5 次制动达到额定最大制动力，制动时间不应少于 5 s，两次制动的间隔时间为 2 s~3 s。

6.5.3 记录电子制动卡钳驱动电机母线电压和电流，以及电机旋转圈数和扭矩，制动力和壳体推力中心方向形变。

6.5.4 计算制动推力输出功率与电机母线输入功率的比值。

6.6 防护等级

参照 GB/T 4208 中 IP6k9k 进行。

6.7 扭转试验

参照 QC/T 316-2017 进行。制动力请求速率 200kN/s。试验次数 10 万次。

6.8 反应时间

在不同温度下从 -40℃~+125℃ 范围分别测试制动力 75% 名义最大值建立时间和完全释放最大制动力的时间。

6.9 振动试验

6.9.1 按如下测试顺序并满足设计要求：

- a) 按照 GB/T 28046.3-4.1.2.9 实施正弦扫频振动；
- b) 按照 GB/T 28046.3-4.1.2.7 实施随机振动 32h 每轴方向；
- c) 按照 GB/T 28046.3-4.2.2 实施机械冲击 10 次每轴方向。

6.10 高低温度耐久性试验

- 6.10.1 按 GB/T 31970 顺序和要求进行试验。
6.10.2 按表 1 的试验顺序和试验条件开展耐久试验。

表 1 耐久性试验顺序及试验条件

试验项目和顺序	试验环境温度	最大制动力	试验频率 (Hz)	保持时间 (s)	试验次数
常温耐久	室温	80%额定最大制动力	0.3~1.0	1~3	240,000
高温耐久	120℃±3℃				100,000
低温耐久	-40℃±3℃				50,000

- 6.10.3 进行常温试验时，每制动 100 次，将制动间隙沿衬块总成磨损方向增大 0.05 mm；每制动 40,000 次，调整样件的调整机构（回转若干圈），回到最原始状态。
6.10.4 进行高温耐久性和低温耐久性试验时，每制动 375 次，将制动间隙沿每块摩擦片总成磨损方向增大 0.05 mm。
6.10.5 试验过程中观察样件有无明显的卡滞现象。
6.10.6 试验结束后，检查样件钳体、外露非金属件有无明显的表面裂纹和影响功能的变形。
6.10.7 复测样件的钳体滑动阻力、制动间隙自调功能。

6.11 水压喷射试验

电子机械制动卡钳总成断电情况下：

- 水压 8 MPa~10 MPa、水温 80℃±5℃、喷嘴到试验件 100 mm~150 mm；
- 每个位置喷射 30 s、每个位置 4 个角度；
- 按照 GB/T 30038-2013 中相关要求进行的。

6.12 冷热冲击试验

- 6.12.1 将电子机械制动卡钳安装在温度室中，以 20℃ 分级，将温度从 20℃ 逐级降低到 -40℃，再将温度从 -40℃ 提高到 +125℃，在每个级别中要等待到电子机械制动卡钳达到新的温度，再进行下一级，实验时间为 300 min。
6.12.2 按照 GB/T 28046.1 在额定电压下进行功能测试。

6.13 冰水冲击试验（喷淋式）

- 6.13.1 将样件连接到测试设备上，朝向与在车辆中相同。
6.13.2 将样件放置在最大温度 +125℃ 的热风烘箱中，保温 1 h 或达到温度稳定。
6.13.3 在额定电压和操作模式 3.2 下维持 15 分钟，用 0℃~+4℃ 冰水喷淋 3 秒钟，循环次数 100 次，过渡时间要小于 20s，试验用去盐化水。
6.13.4 按照 GB/T 28046.1 在额定电压下进行功能测试。

6.14 盐雾腐蚀性试验

- 6.14.1 实车状态放置在盐雾试验箱中。
6.14.2 按 GB/T 10125-2012 中的中性盐雾试验方法对样件连续喷雾 144 h。
6.14.3 试验结束后取出，在室内自然干燥 0.5 h~1 h，然后用温度不高于 40℃ 的清洁流水轻轻清洗，以除去卡钳表面残留的盐溶液，再立即用吹风机吹干，检查外表面的腐蚀情况。
6.14.4 按照 GB/T 28046.1 在额定电压下进行功能测试。

6.15 电磁兼容试验

按照 GB/T 18655 实施射频辐射和传导试验以及 GB/T 33014.2 辐射电磁能抗扰试验。

附 录 A
(规范性)
试验顺序周期

表 A.1 试验顺序周期

序号	技术要求和试验方法			检验分组				
				样件编号				
	标准条款	测试 项目名称	试验周期	1#	2#	3#	4#	5#
1	4.1 6.1	钳体刚度	1天	√	√	√	√	√
2	4.2 6.2	钳体滑动阻力	1天	√	√	√	√	√
3	4.3 6.3	制动间隙自调功能	1天	√	√	√	√	√
4	4.4 6.4	拖滞扭矩	1天	√	√	√	√	√
5	4.5 6.5	效率	1天	√	√	√	√	√
6	4.6 6.6	防护等级			√			
7	4.7 6.7	扭转疲劳		√				
8	4.8 6.8	响应时间		√	√	√	√	√
9	4.9 6.9	振动耐久性				√		
10	4.10 6.10	高低温度耐久性					√	
11	4.11 6.11	耐水压喷射			√			
12	4.12 6.12	冷热冲击			√			
13	4.13 6.13	冰水冲击			√			
14	4.14 6.14	盐雾腐蚀性			√			
15	4.15 6.15	电磁兼容性						√