

商用车电控制动系统（EBS）性能要求及试验方法（征求意见稿）

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

国标委 年 月 日下达的 2019 年第 批国家标准制修订计划，批准文号国标委综合[2019] 号，项目计划编号 -T-339，计划名称《商用车电控制动系统（EBS）性能要求及试验方法》，计划起草单位为中国汽车技术研究中心有限公司等。

1.2 主要起草单位和工作组成员

主要起草单位：中国汽车技术研究中心有限公司

工作组成员：浙江万安科技股份有限公司、浙江亚太机电股份有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、中国第一汽车股份有限公司、东风汽车集团有限公司技术中心、厦门金龙汽车集团股份有限公司、广州瑞立科密汽车电子股份有限公司、焦作博瑞克控制技术有限公司、威伯科汽车控制系统（中国）有限公司等。

1.3 主要工作过程

1.3.1 工作组第一次会议

2017 年 5 月 7 日在中国汽车技术研究中心有限公司标准所召开工作组第一次会议。中国汽车技术研究中心有限公司、浙江万安科技股份有限公司、浙江亚太机电股份有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、中国第一汽车股份有限公司、东风汽车集团有限公司技术中心、厦门金龙汽车集团股份有限公司、广州瑞立科密汽车电子股份有限公司、焦作博瑞克控制技术有限公司、威伯科汽车控制系统（中国）有限公司等等单位的代表出席了本次会议。

首先由中汽中心标准所刘地介绍了本项目的立项背景、与 GB7258 的关系、标准制定原则和计划进度安排等。随后，威伯科汽车控制系统（中国）有限公司、浙江万安科技股份有限公司、浙江亚太机电股份有限公司、焦作博瑞克控制技术有限公司、中国第一汽车股份有限公司、东风汽车集团有限公司技术中心、厦门金龙汽车集团股份有限公司等单位的代表依次介绍了本单位商用车 EBS 技术研发、应用、匹配、生产、测试验证等方面工作的进展。最后，与会代表就标准制定原则、主要技术内容及工作规划、进度等进行了讨论。

1.3.2 工作组第二次会议

根据第一次工作组会确定的标准制定计划，于 2017 年 8 月 11 日在合肥世纪金源大饭店召开了工作组第二次会议。工作组成员单位的代表 18 人出席了本次会议。

本次会议重点讨论了标准研究制定的主要技术项目。

经过充分的讨论，基本确定标准主要研究项目包括：

- 1、电控制动系统基本特性
- 2、制动响应特性
- 3、制动减速度控制
- 4、制动辅助功能

此外，工作组还对列车制动协调性等方面进行了讨论。但由于其它条件限制，确认暂时不列入本标准的主要技术内容。

会议讨论确定，各成员单位会后按讨论内容及要求准备验证试验，包括试验用样车、试验项目确认等。

1.3.3 第一轮验证试验

根据第二次工作组会议确认的工作计划，工作组于 2018 年 12 月 3 日至 12 月 7 日在重庆车辆检测研究院有限公司机动车强检试验场开展第一轮验证试验。

一、各单位任务分工

序号	单位	主要任务
1	中国汽车技术研究中心标准所	1、联络协调工作组成员单位 2、参与编写测试方案 3、参与撰写试验报告 4、收集试验验证相关资料
2	厦门金龙汽车集团股份有限公司 东风商用车有限公司	1、提供试验样车 2、安排汽车电气工程师 3、参与编写测试方案 4、参与撰写试验报告 5、收集试验验证相关资料
3	万安科技股份有限公司 威伯科（中国）汽车控制系统有限公司	1、编写试验测试方案 2、参与撰写试验报告 3、收集试验验证相关资料
4	重庆车辆检测研究院有限公司	1、安排试验司机和测试人员 2、提供试验场地 3、试验仪器安装及使用 4、参与编写试验测试方案 5、撰写试验报告

其他工作组成员单位观摩试验验证，并对试验验证的项目及内容进行讨论及发表意见建议，参与撰写试验报告。

二、试验计划

试验单位：重庆车辆检测研究院有限公司

试验地点：重庆市高新区金凤镇重庆机动车强检试验场（重庆绕城高速西线金凤互通收费站下道口左侧）

试验内容：根据 EBS 标准草案中整理的验证测试规程。

试验情况详见第三章验证试验相关内容。

1.3.4 工作组第三次会议

根据标准制定工作计划，工作组于 2019 年 3 月 13 日在广州科学城华夏国际酒店召开了工作组第三次会议。工作组成员单位的代表共 19 人出席了本次会议。

1) 会议主要内容：

- 第一轮验证试验总结
- 标准草案技术内容讨论
- 后续工作安排

2) 会议重点讨论问题

会议首先由工作组牵头单位中汽中心对前期工作进行了总结。然后，由重庆客检中心游国平介绍了 2018 年 12 月验证试验的基本情况和试验数据分析。并提出相关意见与建议：

1. 能否从设计上保证 EBS 失效时 ABS 不会失效？
2. 是否考虑设置 EBS 响应时间的性能指标？
3. 客车试验结果不太理想，货车比较理想。试验速度和踏板位置比较关键，200mm/s、60%开度以内比较合适。
4. 制动辅助是否已平均减速度作为评价指标？
5. 需要定义 BA 功能触发的踏板速度和开度，试验中两车的触发条件是：250mm/s 左右，开度 50%~55%之间

WABCO 产品部经理程伟涛对试验结果进行了分析，并提出了相关标准内容的建议。

1. 电子控制功能数据不太理想，可能和车辆情况关系比较大，需要再确认。
2. 响应时间效果比较好，但可能并不代表全部情况。目前数据是否适用所有情况和所有车型，是个疑问。应该增加样本数据。

随后，与会代表对标准草案的技术内容及如下问题进行了充分的讨论，并对相关条款进行了修改。

- 万安科技傅直全：应该对比 EBS 和传统 ABS 的效果，EBS 和气动制动的效果对比意义不大。
- 东风商用车卿鹏：在固定的响应时间的基础上，添加提升效果的标准。
- 中汽中心所刘地：试验中看到 EBS 的响应时间提升效果比较明显，也符合目前标准的数据。但是是否在恶劣情况下所有车辆都满足 0.5s 的响应时间？
- 瑞立科密龙元香：过分追求响应时间，对实际行车过程是不利的；对比应该是有 EBS 系统和无 EBS 系统之间对比。
- 一汽解放陈宇超：0.5s 响应时间作为研究试验是没问题的，是可以做到的；但是作为标准指标可以再考虑考虑，因为有些车型可能难以达到这个数据。大家可以根据自身的试验数据，对标准的数据提出异议。
- 中汽中心标准所刘地：从标准的角度来说，无法穷举所有的情况，只能选择典型的车型典型情况进行指标设计。
- 瑞立科密龙元香：认为 EBS 最大的好处是前后轴制动的同步性，而不是传统制动系统中后轴有滞后的情况。
- 一汽解放陈宇超：可以从挂车制动气压是否被调节来定性地验证主挂协调性。可以在标准中设计一个验证主挂协调性的不太严苛的试验场景，来体现 EBS 在处理相关问题时的优越性。
- 中汽中心试验所许志光：是否可以通过鞍座来进行试验？
- 一汽解放陈宇超：鞍座在试验中承受的力可能会高达 20 吨，对试验设备要求太高，受力太复杂，试验过程比较难以掌握。还是建议设计一个特定场景，然后验证 EBS 是否会对挂车的制动气压进行一定比例的调整。
- BA 功能：踏板深度和踏板速率一些试验数据未体现。
- 减速度控制：是否应该定义一个偏差的公式？通过计算，用平均值定义时，偏差比较小，各种情况的结果基本都在 10%以内；而用最小值进行计算是，偏差比较大。

3) 后续工作安排：

- 1、各成员单位根据各自的试验结果对标准内容进行补充完善；
- 2、结合技术内容修改，提出补充验证试验内容及试验样车选择。验证试验时间安排；
- 3、补充功能安全相关内容。

1.3.5 第二轮验证试验

根据第三次工作组会议确认的工作计划，工作组于 2019 年 6 月 24 日至 6 月 29 日在重庆车辆检测研究院有限公司机动车强检试验场开展第二轮验证试验。

一、各单位任务分工

序号	单位	主要任务
1	中国汽车技术研究中心标准所	1、联络协调工作组成员单位 2、参与编写测试方案 3、参与撰写试验报告 4、收集试验验证相关资料
2	厦门金龙汽车集团股份有限公司 万安科技股份有限公司	1、提供试验样车 2、安排汽车电气工程师 3、参与编写测试方案 4、参与撰写试验报告 5、收集试验验证相关资料
3	万安科技股份有限公司 威伯科（中国）汽车控制系统有限公司	4、编写试验测试方案 5、参与撰写试验报告 6、收集试验验证相关资料
4	重庆车辆检测研究院有限公司	1、安排试验司机和测试人员 2、提供试验场地 3、试验仪器安装及使用 4、参与编写试验测试方案 5、撰写试验报告

其他工作组成员单位观摩试验验证，并对试验验证的项目及内容进行讨论及发表意见建议，参与撰写试验报告。

二、试验计划

试验单位：重庆车辆检测研究院有限公司

试验地点：重庆市高新区金凤镇重庆机动车强检试验场（重庆绕城高速西线金凤互通收费站下道口左侧）

试验内容：根据 EBS 标准草案中整理的验证测试规程

试验情况详见第三章验证试验相关内容。

1.3.6 工作组第四次会议

根据标准制定工作计划，工作组于 2019 年 8 月 13 日在浙江诸暨同方酒店召开了工作组第四次会议。工作组成员单位的代表共 17 人出席了本次会议。

主要内容：

- 1、对 2018 年 12 月和 2019 年 6 月两轮验证试验进行总结
- 2、对标准征求意见稿的技术内容进行讨论

首先由重庆检测研究院游国平对两轮验证试验的情况进行了回顾和总结，并结合试验结果提出对标准征求意见稿的修改建议。

随后，与会代表逐条对征求意见稿的主要技术内容进行了讨论。

鉴于 0 类车辆制动系统的特殊性，确认标准适用范围不包括 0 类车辆。

建议一汽、东风依据以往的试验数据，补充部分牵引车响应时间数据。

根据验证试验结果和相关单位开发试验的结果，确认制动减速度控制限制范围为 20%。

减速度变化率计算对比对象确认为空载和满载减速度均值。

确认 EBS 系统应具有满足 GB/T 13594 规定的 ABS 功能。

增加功能安全附录，由功能安全工作组提供。在一般要求条款里提出功能安全要求。

会后整理标准征求意见稿及编制说明，提交制动分技术委员会公开征求意见。

1.3.7 征求意见

1.3.8 工作组第五次会议

1.3.9 标准审查会议

1.3.10 工作组第六次会议

2 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

本标准的制定是在对我国商用车电控制动系统产品开发及应用现状进行调查，对相关国际、国外相关标准的关键技术指标在我国的适用性进行分析研究，并且对相关的试验方法在我国现阶段实施的可行性进行论证分析研究的基础上，结合我国实际情况提出的商用车电控制动系统性能要求及试验方法；并通过验证试验，对试验方案的可行性进行了验证，确定了适合我国实际情况的商用车电控制动系统性能评价的技术方案。

本标准无对应的国际或国外标准可供对照及参考。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

2.2 标准主要内容

本标准针对商用车电控制动系统的特点，技术内容主要包括：一般要求、性能要求、试验条件、试验方法等。

本标准规定了商用车电控制动系统的性能要求及试验方法。

本标准适用于装备了电控制动系统的M₂、M₃、N₂、N₃类车辆。

2.2.1 一般要求

- a) 基本性能要求
- b) 自检功能要求
- c) 系统出现故障时的报警功能要求
- d) 电磁兼容性应符合 GB 34660 的要求
- e) 应满足车辆安全相关电子电气系统的功能安全要求

2.2.2 性能要求

- a) 电控功能满足 GB12676 规定的行车制动性能要求。

- b) 系统自检要求。系统接通电源后，通过自检，确认电子电器系统连接正常。
- c) 故障监测。车辆启动后，故障监测系统确认系统是否工作正常，如果存在异常应及时发出报警信号提醒驾驶员。
- d) 即使电控功能失效，机械控制模式下，制动性能仍能满足 GB12676 规定的行车制动性能要求。

2.2.3 试验方法

- a) 试验条件。性能评价以整车道路试验为主。试验道路、环境条件等应满足一般整车道路试验的要求。
- b) 车辆状态。试验车辆的质量状态应符合厂家规定的空、满载分布。车辆的轮胎、制动器等应满足 GB21670 规定的磨合及其它要求。
- c) 主要试验项目
 - i. 电子控制：通过 0 型试验确认制动系统功能是否满足 GB12676 的相关要求；
 - ii. 响应时间：在电控模式下按 GB 12676-2014 附录 B 的方法测试车辆制动响应时间；
 - iii. 减速度控制：在规定的条件下，对比空满载两种工况下相同制动踏板位置对应的减速度变化率；
 - iv. 制动辅助功能：触发制动辅助功能，对比车辆的制动减速度值。

3 主要试验（或验证情况）分析

3.1 试验基本情况

3.1.1 试验条件

a) 试验时间

第一轮验证试验于 2018 年 12 月 4 日至 6 日、2018 年 12 月 17 日至 18 日在重庆车辆检测研究院有限公司机动车强检试验场进行。

参与单位：中国汽车技术研究中心有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、威伯科汽车控制系统（中国）有限公司、浙江万安科技股份有限公司、厦门金龙汽车集团股份有限公司、东风商用车有限公司、隆中控股集团股份有限公司、焦作博瑞克控制技术有限公司、广州瑞立科密汽车电子股份有限公司等。



参与第一次验证试验的标准组代表

第二轮验证试验于2019年6月24日至29日在重庆车辆检测研究院有限公司机动车强检试验场进行。

参与单位：中国汽车技术研究中心有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、威伯科汽车控制系统（中国）有限公司、浙江万安科技股份有限公司、厦门金龙汽车集团股份有限公司、中国第一汽车集团有限公司、广州瑞立科密汽车电子股份有限公司、浙江亚太机电股份有限公司等。



参与第二次验证试验的标准组代表

b) 环境条件

验证试验开展时环境温度：2℃～10℃（第一轮），27℃～35℃（第二轮）。

场地条件：重庆车辆检测研究院有限公司机动车强检试验场长直线性能路，路面沥青路面铺装、纵向坡度 0%、横向坡度≤5‰、峰值附着系数≥0.9。

c) 试验设备

① CBAR1000 型制动机器人：精确的制动踏板开度、踏板速率控制，最大踏板速度 1300mm/s，位置精度 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

② RT3002 组合惯导系统（带 GPS 基站）：精确的车速和位置测量，车速精度 $\leq 0.05\text{km/h}$ ，位置精度 $\leq 2\text{cm}$ 。

③ 数据采集系统：德维创 DEWE-501 数据采集系统。

④ 压力传感器：Huba ($0\sim 1600\text{kPa}$)，精度 $\leq 10\text{kPa}$ 。



客车制动机器人安装



货车制动机器人安装



数据采集系统



RT3002 组合惯导及基站

d) 试验车辆

第一轮验证试验：KLQ6122B 柴油动力长途客车、D760 系列 6×4 牵引车（试验状态为满载 49 吨列车）。

第二轮验证试验：XMQ6110 纯电动客车、厢式货车（试验状态为满载总质量 16 吨）。

3.1.2 试验方案

每次试验正式开始前，由参与验证试验的全体成员就试验方案进行逐条讨论、确认后实施。

a) 第一轮验证试验

① 电子控制功能试验

i. 对于客车，车辆满载，EBS 正常状态，关闭（断开）气控管路，进行发动机脱开 0 型试验和发动机接合 0 型试验（80%V_{max}）；对于牵引车，仅进行 60km/h 的发动机脱开的 0 型试验，空载为不带挂车，满载为带挂车进行。

ii. 使 EBS 失效，仅气控管路控制，按上述试验工况进行小强度（减速度 $3-4\text{m/s}^2$ ）试验（验证满足应急制动性能要求）。

② 响应时间测量

分别在 EBS 正常和失效模式下，按 GB 12676-2014 进行响应时间测量。

③ 减速度控制

i. 车辆在满载和空载、辅助制动开启和关闭状态下按下列试验方法进行试验。

ii. $60\pm 2\text{km/h}$ ，以 $0.1\text{g}-0.25\text{g}$ 制动强度将车速降到 $20\pm 5\text{km/h}$ ，再加速至 60km/h ，重复 5 次。

iii. 以较低的踏板速度寻找 ABS 未介入工作前的最大减速度对应的踏板位置。

iv. 以不同的踏板速率进行同一位置下的制动，以 40km/h 下降至 20km/h 之间的平均减速度和 MFDD 作为评价指标。踏板位置以约 5% 左右逐次增加。

④ 制动辅助（BA 功能）

i. 以终端气室压力作为控制指标。

ii. 制动器预热： $60\pm 2\text{km/h}$ ，以 $0.1\text{g}\sim 0.25\text{g}$ 制动强度将车速降到 $20\pm 2\text{km/h}$ ，重复 5 次上述制动过程。

iii. 缓速制动：车辆加速到 $60\pm 2\text{km/h}$ ，以正常速率踩下制动踏板至车辆停止，记录制动压力，重复 3 次。辅助制动开启和关闭状态下分别进行。

iv. 紧急制动：车辆加速到 $60\pm 2\text{km/h}$ ，以最快促动速率踩下制动踏板至车辆停止，记录制动压力，重复三次。辅助制动开启和关闭状态下分别进行。

b) 第二轮验证试验

① 电子控制功能试验

i. EBS 正常，切断制动信号传输器的气控备压，按照 GB/T 12676-2014 中 5.1.4 的要求进行行车制动 0 型试验。

ii. EBS 电控失效，满足 GB/T 12676-2014 中 5.2.2 应急试验。

② 响应时间测量

同第一轮验证试验。

③ 减速度控制

i. 车辆空载，均匀选取 3 个踏板位置，最小踏板位置应小于踏板有效行程的 10%，最大踏板位置应使车辆接近激活 ABS 功能且尚未激活（踏板速度 200mm/s ）。

ii. 空载时车辆加速到 $60\pm 2\text{km/h}$ ，以 $0.1\text{g}-0.25\text{g}$ 制动强度将车速降到 $20\pm 5\text{km/h}$ ，再加速到

60±2km/h，重复 5 次上述制动过程。

iii. 车辆加速到 60±2km/h，按 i 选取的踏板位置，以正常制动速率（300mm/s、200mm/s 等）踩下制动踏板至车辆停止，记录制动减速度（MFDD）。重复进行三次试验。

iv. 关闭辅助制动，重复以上第 ii、iii 步骤。

v. 车辆加载到规定的载荷，打开辅助制动，车辆加速到 60±2km/h，以 0.1g-0.25g 制动强度将车速降到 20±2km/h，再加速到 60±2km/h，重复 5 次上述制动过程。

vi. 车辆加速到 60±2km/h，以第 iii 步骤相同的踏板位置与速率踩下制动踏板至车辆停止，记录制动减速度（MFDD）。重复进行三次试验。比较空载减速度与满载减速度的差值。

vii. 关闭辅助制动，重复第 v、vi 步骤。

④ 制动辅助（BA 功能）

i. 车辆为满载，关闭辅助制动(关闭缓速器或发动机制动)。

ii. 车辆加速到 60±2km/h，以 0.1g-0.25g 制动强度将车速降到 20±2km/h，再加速到 60±2km/h，重复 5 次上述制动过程。

iii. 确定车辆在 ABS 激活前的最大减速度(踏板速率：100 或 200mm/s)。

iv. 确定第 iii 步骤得到的车辆最大减速度的 70%所对应的踏板位置(踏板速率：200mm/s)。

v. 车辆加速到 60±2km/h，以不使 BA 功能激活的速率，踩下制动踏板至第 iv 步骤规定的位置，使车辆停止，记录制动减速度（MFDD）。重复进行三次试验。（踏板速率：200mm/s）

vi. 记录制动压力或制动减速度（MFDD）。重复进行三次试验。（踏板速率：≥500mm/s）。

3.2 试验结果分析

3.2.1 电子控制功能

a) 第一轮验证试验：

KLQ6122B 柴油动力长途客车电子控制功能试验结果

载荷	EBS 状态	制动初速度 (km/h)	MFDD (m/s ²)	制动距离 (m)	备注
满载	EBS 正常	60	7.11	26.12	——
		80	7.19	42.28	
	EBS 失效	60	3.43	47.06	50mm 行程
		60	4.89	34.97	60mm 行程
制动踏板总行程 92mm。					

D760 系列 6×4 牵引车牵引车电子控制功能试验结果

载荷	EBS 状态	制动初速度 (km/h)	MFDD (m/s ²)	制动距离 (m)	备注
满载 (带挂)	EBS 正常	60	4.318	34.88	50%行程
	EBS 失效	60	2.620	——	50%行程
空载	EBS 正常	60	3.472	——	车轮抱死
	EBS 失效	60	2.671	——	未全力制动
制动踏板总行程 92mm，其中空行程 16mm。					

b) 第二轮验证试验:

XMQ6110 纯电动客车电子控制功能试验结果

载荷	EBS 状态	制动初速度 (km/h)	MFDD (m/s ²)	制动距离 (m)	备注
空载	EBS 正常	60	6.38	28.31	50mm 行程
	EBS 失效	60	3.76	42.69	50mm 行程
满载	EBS 正常	60	6.32	27.37	55mm 行程
	EBS 失效	60	3.44	46.49	55mm 行程
制动踏板总行程: 103mm，空行程: 9mm，有效行程: 94mm					

厢式货车电子控制功能试验结果

载荷	EBS 状态	制动初速度 (km/h)	MFDD (m/s ²)	制动距离 (m)	备注
空载	EBS 正常	60	3.233	47.32	100mm 行程
	EBS 失效	60	3.295	47.34	100mm 行程
满载	EBS 正常	60	5.932	29.50	500mm/s
	EBS 失效	60	6.127	28.07	500mm/s
制动踏板总行程: 145mm，空行程: 63mm，有效行程: 82mm。					

3.2.2 响应时间

a) 第一轮验证试验:

KLQ6122B 柴油动力长途客车响应时间

EBS 状态	响应时间	备注
EBS 正常	0.39s	最长时间气室
EBS 失效	0.47s	最长时间气室
EBS 正常比 EBS 失效时，响应时间缩短：0.08 s（17.0%）。		

D760 系列 6×4 牵引车牵引车响应时间

EBS 状态	响应时间	备注
EBS 正常	0.358/0.336/0.332	前轴/中轴/后轴
EBS 失效	0.464/0.411/0.406	前轴/中轴/后轴
EBS 正常比 EBS 失效时，响应时间缩短：0.108 s（23.2%）		

b) 第二轮验证试验：

XMQ6110 纯电动客车响应时间测量结果

EBS 状态	响应时间（s）	备注
EBS 正常	0.34/0.30	前轴/后轴
EBS 失效	0.36/0.44	前轴/后轴
EBS 正常比 EBS 失效时，响应时间缩短：0.10 s（22.7%）		

厢式货车响应时间测量结果

EBS 状态	响应时间（s）	备注
EBS 正常	0.41/0.45	前轴/后轴
EBS 失效	0.42/0.53	前轴/后轴
EBS 正常比 EBS 失效时，响应时间缩短：0.08 s（15.1%）		

3.2.3 减速度控制

a) 第一轮验证试验：

KLQ6122B 柴油动力长途客车减速度控制试验结果表

辅助制 动状态	踏板 行程	载荷状态	踏板速率 （mm/s）	40-20 平均减速度 av （m/s ² ）	MFDD （m/s ² ）	减速度偏差率	
						av	MFDD
辅助制 动开启	35mm	空载	100	1.852	1.840	12.5%	12.4%
		满载		1.634	1.625		
	44mm	空载	100	2.028	1.998	22.7%	23.6%
		满载		2.548	2.533		
	53mm	空载	100	2.955	2.898	16.7%	16.7%
		满载		3.494	3.425		
	62mm	空载	100	4.591	4.483	9.5%	8.0%
		满载		5.051	4.858		
辅助制 动关闭	35mm	空载	100	1.304	1.303	25.7%	26.0%
		满载		1.689	1.693		
		空载	300	1.396	1.393	18.1%	16.1%
		满载		1.673	1.637		
	44mm	空载	100	2.395	2.383	13.3%	12.4%
		满载		2.737	2.698		
		空载	300	2.315	2.309	14.3%	14.2%
		满载		2.671	2.662		
	53mm	空载	100	3.367	3.334	15.0%	13.3%
		满载		3.912	3.809		
车辆制动初速度 60km/h，制动踏板总行程 104mm。							

D760 系列 6×4 牵引车牵引车减速度控制试验结果

辅助制 动状态	踏板 行程	载荷状态	踏板速率 (mm/s)	40-20 平均减速度 a_v (m/s^2)	MFDD (m/s^2)	减速度偏差率	
						a_v	MFDD
辅助制 动关闭	44mm (30%)	空载	100	1.678	1.671	13.9%	12.5%
		满载		1.929	1.894		
		空载	300	1.639	1.634	2.1%	2.9%
		满载		1.673	1.682		
	73.5mm (50%)	空载	100	4.115	4.061	7.1%	13.2%
		满载		3.831	3.558		
		空载	300	4.374	4.386	6.8%	5.1%
		满载		4.085	4.166		

踏板总行程 147mm。满载时，挂车推牵引头严重，制动时未减速至停车。

b) 第二轮验证试验:

XMQ6110 纯电动客车减速度控制试验结果

辅助 制动	踏板 行程	载荷状 态	踏板速率 (mm/s)	40-20 平均减速度 av (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	减速度偏差率			
						av	MFDD		
辅助制 动开启	28mm (20%)	满载	200	1.020	1.048	-3.8%	-5.8%		
		空载		1.059	1.111				
	37.4mm (30%)	满载		1.821	1.839	-7.9%	-11.3%		
		空载		1.970	2.059				
	42mm (35%)	满载		2.369	2.375	-8.4%	-12.4%		
		空载		2.576	2.690				
	62mm (56.4%)	满载	100	4.554	4.541	-2.5%	-3.0%		
		空载		4.669	4.681				
	65mm (60%)	满载		5.081	5.084	-14.0%	-14.2%		
		空载		5.848	5.861				
	辅助制 动关闭	28mm (20%)		满载	200	1.057	1.052	-16.4%	-19.6%
				空载		1.246	1.281		
42mm (35%)		满载	2.413	2.391		-10.7%	-12.0%		
		空载	2.687	2.695					
62mm (56.4%)		满载	100	4.427	4.439	-38.5%	-38.8%		
		空载		6.536	6.576				
65mm		满载		5.242	5.197	-23.8%	-25.5%		
		空载		6.656	6.714				
制动踏板总行程：103mm，空行程：9mm，有效行程：94mm。									

厢式货车减速度控制试验结果

辅助制动	踏板行程	载荷状态	踏板速率 (mm/s)	40-20 平均减速度 a_v (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	减速度偏差率	
						a_v	MFDD
辅助制动关闭	87.6mm (30%)	满载	200	1.344	1.410	-42.5	-39.8
		空载		2.070	2.110		
	104mm (50%)	满载	200	1.955	2.038	-42.8	-41.9
		空载		3.021	3.119		
	125mm (75.6%)	满载	200	3.031	3.125	-31.2	-30.8
		空载		4.153	4.263		
	145mm (100%)	满载	100	5.208	5.343	-34.9	-31.7
		空载		7.408	7.356		

制动踏板总行程：145mm，空行程：63mm，有效行程：82mm。由于该车测试时，踏板空行程过大，踏板位置设置不正常，测试结果不作为标准指标确定依据。

3.2.4 制动辅助 (BA 功能)

a) 第一轮验证试验:

KLQ6122B 柴油动力长途客车 BA 功能试验结果

辅助制动状态	踏板行程	踏板速率 (mm/s)	40-20 平均减速度 a_v (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	气室压力 (kPa)		备注
					前	后	
辅助制动开启	40mm (30%)	100	1.112	未计算	77	68	BA 未介入
		300	1.275	1.266	88	82	
		500	1.273	1.253	88	84	
	55mm (50%)	100	3.074	未计算	259	222	BA 未介入
		300	5.975	5.892	570	548	BA 介入
		500	5.859	5.500	488	470	ABS 全循环
辅助制动关闭	40mm (30%)	500	1.213	1.203	131.5	120.5	BA 未介入
	55mm (50%)	500	5.291	5.352	430	465	BA 介入 ABS 全循环

车辆制动初速度 60km/h，制动踏板总行程 92mm，其中空行程 16mm，行程为出去空行程之后有效行程百分比。30%和 50%为除去空行程之后有效行程。

D760 系列 6×4 牵引车牵引车 BA 功能试验结果

辅助制动状态	踏板行程	踏板速率 (mm/s)	40-20 平均减速度 av (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	气室压力 (kPa)			备注
					前	中	后	
未使用	44mm (30%)	100	1.929	1.894	137	137	138	BA 未触发
		300	1.673	1.682	136	138	139	
		500	1.827	1.835	136	140	141	
		800	1.883	1.897	139	140	140	
	73.5mm (50%)	100	3.831	3.558	480	270	270	
		300	4.085	4.166	504	277	277	
		500	4.209	4.318	509	280	281	
	80.8mm (55%)	100	未计算	未计算	608	296	296	ABS 全循环
		300	未计算	未计算	620	297	298	ABS 全循环
		500	未计算	未计算	645	348	350	ABS 全循环
	88mm (60%)	100	未计算	未计算	717	306	307	ABS 全循环

车辆制动初速度 60km/h，制动踏板总行程 147mm。

b) 第二轮验证试验:

XMQ6110 纯电动客车 BA 功能试验结果

辅助制 动状态	踏板 行程	踏板速率 (mm/s)	40-20 平均减速度 av (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	气室压力 (kPa)		备注
					前	后	
辅助制 动开启	52mm	100	3.176	3.243	335	320	46%有效行程 BA 未触发
	52mm	500	5.879	5.915	560	450	46%有效行程 ABS 全循环

厢式货车 BA 功能试验结果

辅助制动状态	踏板行程	踏板速率 (mm/s)	40-20 平均减速度 aV (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	气室压力 (kPa)		备注
					前	后	
辅助制动关闭	138mm	200	4.273	4.337	415	460	46%有效行程 BA 未触发
	138mm	550	7.032	6.991	790	792	ABS 全循环
145mm 全行程时，对应 EBS 系统的踏板开度为 74%；踏板速度在 520mm/s 以内均未出发 BA 功能。							

3.3 试验结论

- a) 电子控制试验中, 在 EBS 电控失效时, 原有气控管路均可正常工作。
- b) 响应时间测量中, EBS 正常比 EBS 失效模式下, 响应时间均有不同程度提升 (15%以上), 且均小于 0.5s。
- c) 减速度控制试验中, 大部分车辆在 ABS 未激活时的踏板位置点, 空、满载减速度偏差小于 20%, 部分车辆由于系统设置原因及试验误差, 空、满载减速度偏差超过 20%, 后经厂家原有试验数据确认, 空、满载偏差率可以保证在 20%以内。辅助制动的开启与关闭, 对减速度控制的偏差率有较明显的影响。
- d) BA 功能试验中, BA 功能的触发与制动踏板开度、踏板速率有关, 车辆在 ABS 激活时减速度 70%对应的踏板开度、踏板速率 $\geq 520\text{mm/s}$ 的状态下, BA 功能均可触发, 致 ABS 全循环, 车辆制动效能充分发挥。

4 采用国际、国外标准情况以及与国际、国外标准对比情况

本标准未采用国际国外标准。

5 标准涉及的专利情况

本标准中不涉及专利。

6 预期达到的社会效益、对产业发展的作用

本标准作为商用车电控制动系统性能要求和试验方法的推荐性国家标准, 是商用车制动系统系列标准的重要组成部分, 标准的研究和制定对我国商用车制动系统领域标准体系建设具有重要意义。将解决国内外商用车电控制动系统性能要求和验方法缺失的现状, 具有重要的创新意义。此外, 商用车电控制动系统能显著提高商用车制动系统的响应速度和控制精度, 对促进我国先进驾驶辅助系统及自动驾驶技术的研究与应用以及提高商用车的安全性都有非常重要的意义。

7 在标准体系中的位置, 与现行相关法律、法规、规章及标准的协调性

本标准属于汽车标准体系中的方法标准, 与现行相关法律、法规、规章及相关标准没有冲突或矛盾。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无

9 标准性质的建议说明

建议本标准作为推荐性国家标准实施。

10 贯彻标准的要求和措施建议

无

11 废止现行相关标准的建议

无

12 其他说明

无

标准起草工作组
2019 年 8 月 29 日