

推荐性国家标准

《商用车电控气压制动系统（EBS）
性能要求及试验方法》

（征求意见稿）

编制说明

《商用车电控气压制动系统（EBS）性能要求及试验方法》标准起草组
2023年3月

目 次

一、 工作简况.....	1
二、 国家标准编制原则和国家标准主要内容	4
三、 主要试验（或验证）情况分析	5
四、 标准中涉及专利的情况	17
五、 预期达到的社会效益等情况	17
六、 采用国际标准和国外先进标准的情况	17
七、 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性	17
八、 重大分歧意见的处理经过和依据	17
九、 标准性质的建议说明	117
十、 贯彻标准的要求和措施建议	117
十一、 废止现行相关标准的建议	117
十二、 其他应予说明的事项	18

《商用车电控气压制动系统（EBS）性能要求及试验方法》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

1、任务来源

本项目根据2021年12月31日国标委下达的国标委发【2021】41号文《国家标准化管理委员会关于下达2021年第四批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》制定，计划名称《商用车电控气压制动系统（EBS）性能要求及试验方法》（计划编号：20214828-T-339）。

2、目的和意义

近年来，基于先进传感器和电子控制技术的电控气压制动系统（EBS）发展迅速，EBS可以显著提高汽车的制动性能，已经在汽车特别是商用车上得到了大量的应用。

由于EBS的最终执行机构是商用车的气压制动系统，系统的性能与可靠性与整车的安全性密切相关。目前市面上EBS产品的形态、性能和技术方式存在一定的差异。因此，制定EBS的国家标准已经具有了广泛的需求和较好的产业基础。制定一个指标合理、经济可行的试验方法国家标准，对于推动、引导和规范我国汽车制动技术发展，提高汽车制动性能，有着非常重要的意义。

3、主要工作过程

2017年开始，全国汽车标准化技术委员会组织行业相关单位成立标准起草组开展标准预研工作，确定中国汽车技术研究中心有限公司为牵头单位。其他参与单位包括：一汽解放汽车有限公司、东风商用车有限公司、厦门金龙汽车集团股份有限公司、浙江万安科技股份有限公司、广州瑞立科密汽车电子股份有限公司、采埃孚商用车系统（青岛）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、招商局检测车辆技术研究院有限公司、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司等企业。本项目任务下达后，标准起草组讨论并完善起草组草案，形成征求意见稿。主要工作过程如下：

2017年5月7日，在天津召开了起草组第一次会议，首先由项目牵头单位中国汽车技术研究中心有限公司专家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，采埃孚商用车系统（青岛）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、一汽解放汽车有限公司、东风商用车有限公司、厦门金龙汽车集团股份有限公司等企业代表介绍了商用车EBS技术研发、应用、匹配、生产、测试验证等方面工作的情况。最后，与会代表就标准制定原则、主要技术内容及工作计划等进行了讨论。

2017年8月11日，在合肥召开了起草组第二次会议，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内容。经过充分的讨论，基本确定标准主要研究内容包括：电控制动系统基本特性、制动响应特性、制动减速度控制、制动辅助功能。此外，起草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。

2018年12月4-6日、2018年12月17-18日，标准起草组根据EBS标准草案中的试验方案，在招商局检测车辆技术研究院有限公司机动车强检试验场开展了第一轮验证试验。本次验证试验选取了KLQ6122B柴油动力长途客车和D760系列6×4牵引车，开展了的电子控制功能、响应时间、减速度控制、制动辅助试验，试验结果和分析见“主要试验（或验证）情况分析”。参与单位及分工如下：

表1 第一次验证试验参与单位及分工

单位	任务分工
中国汽车技术研究中心有限公司	联络协调工作组成员单位、参与编写测试方案、参与撰写试验报告、收集试验验证相关资料
厦门金龙汽车集团股份有限公司 东风商用车有限公司	提供试验样车、安排汽车电气工程师、参与编写测试方案、参与撰写试验报告、收集试验验证相关资料
万安科技股份有限公司 采埃孚商用车系统（青岛）有限公司	编写试验测试方案、参与撰写试验报告、收集试验验证相关资料
招商局检测车辆技术研究院有限公司	安排试验司机和测试人员、提供试验场地、试验仪器安装及使用、参与编写试验测试方案、撰写试验报告
其余起草组成员单位	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。

2019年3月13日，在广州召开了起草组第三次会议，工作组成员单位的代表19人出席了本次会议。本次会议主要讨论了第一轮验证试验总结、标准草案技术内容以及后续工作安排。重庆客检中心代表介绍了第一轮验证试验的基本情况和试验数据分析。并针对以下问题提出意见与建议：能否从设计上保证EBS失效时ABS不会失效；是否考虑设置EBS响应时间的性能指标；试验速度和踏板位置；制动辅助是否以平均减速度作为评价指标；定义BA功能触发的踏板速度和开度等。参与专家针对以上问题进行了讨论，并确定了下一步工作计划如下：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；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，确定验证试验时间安排；讨论是否增加功能安全相关内容。

2019年6月24-29日，标准起草组在招商局检测车辆技术研究院有限公司机动车强检试验场开展了第二轮验证试验。本次验证试验选取了XMQ6110纯电动客车和厢式货车，开展了的电子控制功能、响应时间、减速度控制、制动辅助试验，试验结果和分析见“主要试验（或验证）情况分析”。参与单位及分工如下：

表2 第二次验证试验参与单位及分工

单位	任务分工
中国汽车技术研究中心有限公司	联络协调工作组成员单位、参与编写测试方案、参与撰写试验报告、收集试验验证相关资料
厦门金龙汽车集团股份有限公司 万安科技股份有限公司	提供试验样车、安排汽车电气工程师、参与编写测试方案、参与撰写试验报告、收集试验验证相关资料
万安科技股份有限公司 采埃孚商用车系统（青岛）有限公司	编写试验测试方案、参与撰写试验报告、收集试验验证相关资料
招商局检测车辆技术研究院有限公司	安排试验司机和测试人员、提供试验场地、试验仪器安装及使用、参与编写试验测试方案、撰写试验报告
其余起草组成员单位	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。

2019年8月13日，在诸暨召开了起草组第四次会议，工作组成员单位的代表17人出席了本次会议。本次会议对两轮验证试验的情况进行了总结，并结合试验结果提出对标准草案的修改建议。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。包括：标准适用范围是否包含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；讨论在一般要求条款里提出功能安全要求，增加功能安全附录。

2020年5月12日，通过网络会议形式召开了起草组第五次会议。工作组各成员单位的代表出席了本次会议。会议对工作组第四次会议后开展的工作进行总结，讨论了第三次验证试验主要内容及试验安排（重点考虑响应时间验证）。

2022年5月31日，通过网络会议形式召开了起草组第六次会议。来自中汽中心标准所、一汽解放、东风商用车、浙江万安、广州瑞立科密、采埃孚商用车、厦门金龙、招商局检测车辆技术研究院、天津汽车检测中心等9家起草组单位的14位代表参加了本次会议。本次会议针对起草组草案及各单位反馈意见进行了逐条讨论，主要讨论内容包括：标准适用范围是否增加0类挂车；对于目前标准草案中EBS系统的功能安全要求和电磁兼容要求，考虑和GB 12676-2014标准协调一致，建议在后续GB 12676-2014修订中进行统一规定，删除之前草案中的相关要求；响应时间指标合理性等。

2022年10月25日，通过网络会议形式召开了起草组第七次会议。来自中汽中心标准

所、一汽解放、东风商用车、浙江万安、广州瑞立科密、采埃孚商用车、厦门金龙、招商局检测车辆技术研究院、天津汽车检测中心等9家起草组单位的13位代表参加了本次会议。本次会议主要针对对于具有挂车控制功能的车辆，在电子控制模式下，从促动制动踏板开始至GB 12676-2014的B.2.5规定的测试点压力达到目标值的75%时所经历的响应时间要求进行了讨论，并制定了不同的验证方案，本次会议决定会后各相关单位根据方案进行实车验证，以更好的完善和明确响应时间的合理指标。

2023年2月23日，在厦门召开了起草组第八次会议，来自标准起草组7家成员单位的10余位专家参加了本次会议。起草组秘书处对标准制定背景、任务来源、主要工作过程及试验验证工作开展情况进行了整体汇报，并对标准后续起草工作进行了规划。本次会议对标准草案进行了逐条讨论，并针对挂车响应时间等关键指标达成一致，起草组根据本次会议讨论结果，更新并形成了社会公开征求意见稿。

二、国家标准编制原则和国家标准主要内容

1、编制原则

1) 标准文本依据GB/T 1.1—2020给出的规则起草；

2) 本标准无对应的国际或国外标准可供对照及参考。本标准的制定是在对我国商用车电控气压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气压制动系统性能评价的技术方案。

2、主要技术内容

2.1 标准范围

本文件规定了商用车电控气压制动系统的性能要求及试验方法。

本文件适用于装备了电控气压制动系统的M₂、M₃、N₂、N₃类车辆。

2.2. 技术要求

2.2.1 一般要求

规定了电控气压制动系统的具备功能要求（电子控制功能、防抱制动功能，满足GB/T 13594-2003规定的性能要求、备份制动控制功能，满足GB 12676-2014规定的满载0型试验的行车制动性能要求）、自检功能要求、系统出现故障时的报警功能要求。

2.2.2 性能要求

规定了对于装备电控气压制动系统的车辆，应满足的响应时间、减速度控制功能、制动辅助功能的性能要求。

2.2.3 试验条件和试验方法

规定了试验条件的要求：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。

规定了车辆状态的要求：试验车辆的质量状态应符合制造商规定的空、满载分布。车辆的轮胎、制动器等应满足GB 12676规定的磨合及其它要求。

主要试验项目：

① 电子控制：分别在电子控制模式和电子控制功能失效的情况下，通过0型试验确认制动系统功能是否满足GB 12676的相关要求；

② 响应时间：在电子控制模式下，按照GB 12676-2014附录B的方法测量车辆制动响应时间；

③ 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偏差值；

④ 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，确认是否触发ABS全循环或达到规定的减速度值。

三、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4-6日、2018年12月17-18日在招商局检测车辆技术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、招商局检测车辆技术研究院有限公司、采埃孚商用车系统（青岛）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。

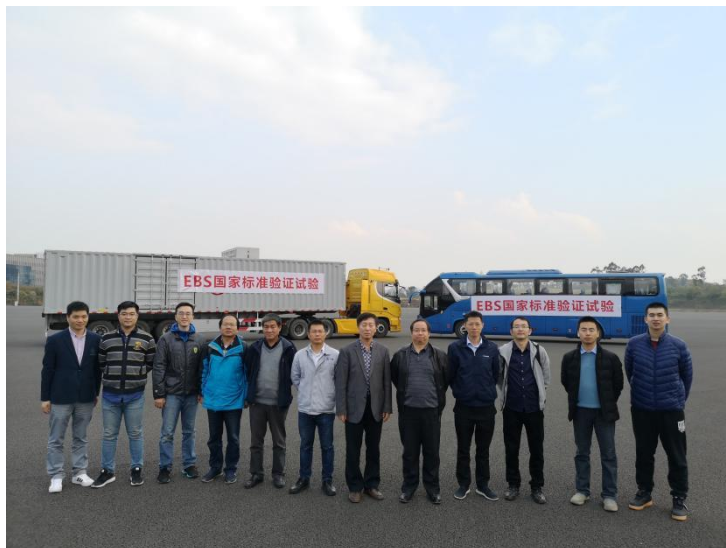


图1 第一次验证试验

第二轮验证试验于2019年6月24-29日在招商局检测车辆技术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、招商局检测车辆技术研究院有限公司、采埃孚商用车系统（青岛）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、一汽解放汽车有限公司、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。



图 2 第二次验证试验

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：招商局检测车辆技术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≤0.1mm。

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≤0.05km/h,位置精度≤2cm。

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 (0~1600kPa)，精度≤10kPa。



客车制动机器人安装



货车制动机器人安装



数据采集系统



RT 3002 组合惯导及基站

图 3 试验设备

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 3-4m/s²）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±2km/h，以 0.1g-0.25g 制动强度将车速降到 20±5km/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±2km/h，以 0.1g~0.25g 制动强度将车速降到 20±2km/h，重复 5 次上述制动过程。

iii. 缓速制动：车辆加速到 60±2km/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±2km/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 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，重复 5 次上述制动过程。

iii. 车辆加速到 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，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 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，以 $0.1\text{g}-0.25\text{g}$ 制动强度将车速降到 $20 \pm 2 \text{ km/h}$ ，再加速到 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，重复 5 次上述制动过程。

vi. 车辆加速到 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，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 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，以 $0.1\text{g}-0.25\text{g}$ 制动强度将车速降到 $20 \pm 2 \text{ km/h}$ ，再加速到 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，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 $60 \pm 2 \text{ km/h}$ ，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： $\geq 500 \text{ mm/s}$ ）。

c) 响应时间补充验证试验

针对对于具有挂车控制功能的车辆，在电子控制模式下，从促动制动踏板开始至 GB 12676-2014 的 B.2.5 规定的测试点压力达到目标值的 75% 时所经历的响应时间是否小于 0.3s，科密、招商局检测、万安、东风商用车、采埃孚商用车等起草单位分别开展了相应验证试验，试验方法与 GB12676-2014 附录 B 测量挂车控制管路的响应时间方法一致，分别按照气压控制管路接头处测得的压力的方法以及按照 ISO 11992 测得的电控线路的数字指令值的方法进行测量。

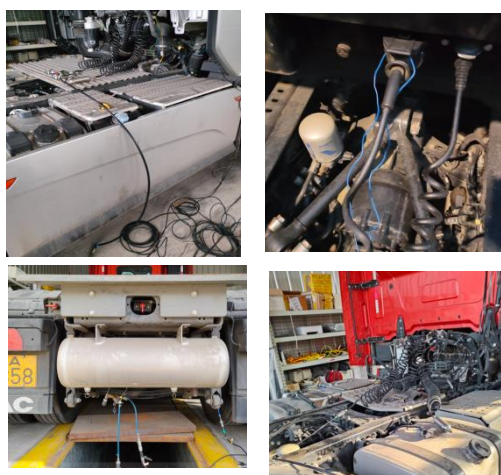


图4 响应时间验证试验车辆和设备

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：

表 3 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。					

表 4 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：

表 5 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					

表 6 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：

表7 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%）。		

表8 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：

表9 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%）		

表10 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%）		

c) 补充验证试验：

表11 补充验证试验响应时间测量结果——气压控制管路接头处测得的压力

试验单位	EBS 状态	挂车控制管路响应时间 (s)	备注
招商局检测车辆技术研究院有限公司、广州瑞立科密汽车电子股份有限公司	EBS 正常	车辆一：0.4s 车辆二：0.4s 车辆三：0.38s	车辆一：6×4 牵引车 车辆二：6×4 牵引车 车辆三：6×4 牵引车
	EBS 失效	车辆一：0.51s 车辆二：0.46s 车辆三：0.53s	
浙江万安科技股份有限公司	EBS 正常	车辆一：0.39s 车辆二：0.34s 车辆三：0.38s	车辆一：6×4 牵引车 车辆二：6×4 牵引车 车辆三：4×2 牵引车
	EBS 失效	车辆一：0.47s 车辆二：0.38s 车辆三：0.46s	
采埃孚商用车系统（青岛）有限公司	EBS 正常	车辆一：0.26s 车辆二：0.38s	车辆一：6×4 牵引车 车辆二：6×4 牵引车
	EBS 失效	车辆一：0.39s 车辆二：0.54s	

表11 补充验证试验响应时间测量结果——按ISO 11992测得的电控线路的数字指令值

试验单位	EBS状态	挂车控制管路响应时间 (s)	备注
采埃孚商用车系统（青岛）有限公司	EBS正常	车辆一：0.2s 车辆二：0.2s	车辆一：6×4牵引车 车辆二：6×4牵引车

3.2.3 减速度控制

a) 第一轮验证试验：

表 12 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 a_v (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	减速度偏差率	
						a_v	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。							

表 13 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：

表 14 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 a_v (m/s ²)	MFDD (m/s ²)	减速度偏差率	
						a_v	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	4.43	-38.5%	-38.8%
		空载		6.536	6.576		
	65mm	满载		5.242	5.19	-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。							

表 15 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		2.070	2.110		
	104mm (50%)	满载	200	1.955	2.038	-42.8	-41.9
		空		3.021	3.119		
	125mm (75.6%)	满载	200	3.031	3.125	-31.2	-30.8
		空		4.153	4.263		
	145mm (100%)	满载	100	5.208	5.343	-34.9	-31.7
		空		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：

表 16 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。							

表 17 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 a_v (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：

表 18 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 a_v (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

表 19 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 a_v (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。对于具有挂车控制功能的车辆，按照气压控制管路接头处测得的压力的方法，响应时间 EBS 正常比 EBS 失效模式下，响应时间均有不同程度提升，且均小于 0.4s。EBS 正常情况下，按照 ISO 11992 测得的电控线路的数字指令值的方法进行测量，响应时间显著减少，均小于 0.3s。
- 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。

四、标准中涉及专利的情况

本标准内容不涉及相关专利。

五、预期达到的社会效益等情况

本标准作为商用车电控气压制动系统性能要求及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气压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，商用车电控气压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。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

无。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

无。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

本标准为你推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

无。

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。

《商用车电控气压制动系统（EBS）性能要求及试验方法》标准起草组

2023年3月23日