|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 43.040.40 |
| CCS | T24 |

中华人民共和国国家标准

GB 21670—XXXX

代替 GB 21670-2008



乘用车制动系统技术要求及试验方法

Technical requirements and testing methods for passenger car braking systems

（本草案完成时间：2024年9月4日）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

`

目次

[前言 III](#_Toc28662)

[1 范围 1](#_Toc2670)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc1680)

[3 术语和定义 1](#_Toc17081)

[4 符号和缩略语 6](#_Toc768)

[4.1 符号和定义 6](#_Toc4242)

[4.2 缩略语和定义 7](#_Toc13978)

[5 结构和功能要求 7](#_Toc27253)

[5.1 制动系统 7](#_Toc26234)

[5.2 制动系统特性 8](#_Toc20315)

[6 试验和性能要求 16](#_Toc21207)

[6.1 试验要求 16](#_Toc20281)

[6.2 制动系统的性能要求 20](#_Toc16902)

[6.3 响应时间 21](#_Toc31860)

[6.4 储能式液压制动系统—关于能源和储能装置（储能器）的规定 21](#_Toc29846)

[6.5 车辆防抱制动系统试验要求 22](#_Toc13857)

[7 车型型式的变更和扩展 29](#_Toc21278)

[8 试验方法 30](#_Toc30976)

[8.1 总体要求 30](#_Toc27578)

[8.2 试验场地和试验设备 30](#_Toc5526)

[8.2.1 试验场地 30](#_Toc17492)

[8.2.2 试验仪器设备要求 30](#_Toc23508)

[8.3 试验车辆 31](#_Toc28699)

[8.4 静态检查 31](#_Toc4388)

[8.5 动态试验 40](#_Toc2526)

[9 实施日期 48](#_Toc27619)

[附录A（规范性） 动力蓄电池荷电状态检验规程 49](#_Toc553)

[A.1 总体要求 49](#_Toc26502)

[A.2 检验规程 49](#_Toc26449)

[附录B（规范性） 制动电子控制系统功能安全要求 50](#_Toc7929)

[B.1 总则 50](#_Toc16083)

[B.2 文档要求 50](#_Toc1795)

[B.3 验证和确认 54](#_Toc685)

[附录C（规范性） 制动电子控制系统功能安全试验报告要求 60](#_Toc28845)

[C.1 总则 60](#_Toc10919)

[C.2 文档内容 60](#_Toc15358)

[C.3 验证和确认试验 61](#_Toc10394)

[附录D（规范性） 制动电子控制系统功能安全描述要求 63](#_Toc9617)

[D.1 总体要求 63](#_Toc14394)

[D.2 内容要求 63](#_Toc11720)

[附录E（规范性） 车辆参数和试验数据处理要求 65](#_Toc9713)

[E.1 车辆参数 65](#_Toc20139)

[E.2 试验数据 65](#_Toc3530)

[附录F（规范性） 配备临时备用车轮/轮胎的车辆制动和跑偏试验要求 67](#_Toc7608)

[F.1 概述 67](#_Toc23166)

[F.2 制动和跑偏试验 67](#_Toc8489)

1. 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。

本文件代替GB 21670—2008《乘用车制动系统技术要求及试验方法》，本文件与GB 21670—2008相比，主要技术变化如下：

1. 规范性引用文件GB/T 5345代替GB/T 14168、GB 34660代替GB/T 17619和GB 18655、新增GB/T 34590-2022(所有部分)(见第2章，2008年版的第2章)；
2. 删除了车型、开启压力、关闭压力、安全概念、复合电子车辆控制系统、上层控制、控制范围的术语和定义（见第3章，2008年版的第3章）；
3. 更改了制动装备、传输装置、制动器、不同类型的制动系统、制动系统的零部件、渐进制动/可调节制动、轮/轴荷、最大静态轮/轴荷、储能式液压制动系统、动力蓄电池、荷电状态、相位制动、自动控制制动、选择制动、标称值、防抱制动系统、传感器、控制器、调节器、直接控制车轮、间接控制车轮、全循环、电子控制系统、单元、传输链的术语和定义（见第3章，2008年版的第3章）；
4. 增加了制动系统、制动信号、紧急制动信号、能量源、蓄电装置、供电装置、蓄电状态、蓄电性能、电力传输制动系统、制动需求值、基准制动力、老化效应、能量管理系统的术语和定义（见3.2、3.23、3.24、3.38、3.39、3.40、3.41、3.42、3.43、3.44、3.45、3.46、3.47）；
5. 更改了符号和缩略语（见第4章，2008年版的附录A）；
6. 更改了车辆制动系统的设计、制造和安装要求、失效检测信号的表述（见5.1.1.1、5.1.1.5，2008年版的4.1.1.1、4.1.1.6）；
7. 更改了电磁兼容相关要求（见5.1.1.4、6.5.1.5，2008年版的4.1.1.4、5.6.2.5）；
8. 更改了制动系统的功能的表述（见5.1.2，2008年版的4.1.2）；
9. 更改了制动电子控制系统的功能安全要求（见5.1.3、附录B，2008年版的4.1.3、附录D）；
10. 更改了行车制动、应急制动和驻车制动系可共用部件要求的表述（见5.2.2，2008年版的4.2.2）；
11. 更改了除驾驶人体力之外的其他能源的要求（见5.2.4，2008年版的4.2.4），增加了对ETBS的要求[见5.2.4 d）]；
12. 更改了行车制动系统的制动力要求[见5.2.8 a），2008年版的4.2.8.1.1）]；
13. 更改了驻车解除的要求[见5.2.10，5.2.19 d），2008年版的4.2.10，4.2.19.4]；
14. 更改了行车制动器摩擦部件磨损情况的检查要求（见5.2.11 ,2008年版的4.2.11.2）；
15. 更改了报警装置的要求[见5.2.14 a），2008年版的4.2.14.1]，增加了装备ETBS车辆的要求[见5.2.14 c），5.2.14 e）]；
16. 更改了辅助设备的能量供应的要求（见5.2.16，2008年版的4.2.16）；
17. 增加了A型及同时具有A型和B型电力再生制动系统的车辆，通过松开加速踏板实现的制动作用不能使车辆减速至停车的要求[见5.2.18 f）]；
18. 更改了采用电子传输的驻车制动系统出现一处电气失效的要求[见5.2.19 b），2008年版的4.2.19.2]，更改了为驻车制动系统电控传输装置提供的能量的要求[见5.2.19 c），2008年版的4.2.19.3]；
19. 更改了装备电控传输装置的行车制动系统要求[见5.2.20，5.2.20 a），2008年版的4.2.20.1]；
20. 删除了乘用车制动装备发生某些失效（或故障）时，报警信号的示例[见5.2.21 a），2008年版的4.2.21.1.1、4.2.21.1.2]；
21. 删除了乘用车制动装备发生某些失效（或故障）时，声学信号的要求（见2008年版的4.2.21.1.3）；
22. 增加了ETBS即使蓄电装置受到环境条件（如温度）和老化效应的影响，也应确保报警信号仍能按要求点亮的要求[见5.2.21 c）4）]；
23. 更改了制动灯点亮的规定（见5.2.22，2008年版的4.2.21.6）；
24. 增加了紧急制动信号的规定（见5.2.23）；
25. 增加了ETBS应满足的特殊要求（见5.2.24）；
26. 增加了配备临时备用车轮/轮胎的车辆制动和跑偏试验要求（见5.2.25和附录F）；
27. 增加了M1类车辆安装防抱制动系统的要求（见5.2.26）；
28. 更改了初始车速与规定车速之间允许偏差的要求（见6.1.1.2，2008年版的5.1.1.2）；
29. 更改了试验车速的要求（见6.1.2.9，2008年版的5.1.2.9）；
30. 更改了给电动行车制动器功能的动力蓄电池要求（见6.1.2.11，2008版的5.1.2.11）；
31. 更改了B型电力再生式制动系统0型试验的试验条件[见6.1.4.1.2 d），2008年版的5.1.4.1.2.3]；
32. 更改了动力脱开的0型试验的试验要求（见6.1.4.2，2008年版的5.1.4.2）；
33. 更改了动力接合的0型试验的试验要求表述（见6.1.4.3，2008年版的5.1.4.3）；
34. 更改了自动变速器的试验要求（见6.1.5.1.4，2008年版的5.1.5.1.4）；
35. 更改了热态性能试验开始时间要求和条件要求（见6.1.5.2，2008年版的5.1.5.2.1）；
36. 增加了装备B型电力再生式制动系统的车辆进行热态性能试验的试验要求[6.1.5.2 c)]；
37. 更改了装备B型电力再生式制动系统车辆恢复过程试验的要求（见6.1.5.3.2，2008年版的5.1.5.3）；
38. 删除了车轴间的制动力分配（见2008年版的5.5）；
39. 删除了装备防抱制动系统的试验要求（见2008年版的5.6）；
40. 增加了装备ETBS的车辆在紧急制动时响应时间的要求[见6.3 c）]；
41. 更改了在车辆静止状态下对行车制动控制装置促动的要求（见6.5.2.1.2.4，2008年版的5.6.3.1.1.4）；
42. 更改了多次试验来确定车辆的最大制动强度的方法（见6.5.3.1.3，2008年版的5.6.4.1.1.3）；
43. 增加了关于确认kpeak和klock的方法描述的要求（见6.5.5.1～6.5.5.3）
44. 增加了电力传输制动系统—关于供电装置和蓄电装置的要求（见6.6）；
45. 更改了车型批准和扩展的要求（见第7章，2008年版的第6章）；
46. 更改了试验总体要求（见8.1,2008年版的第7章）；
47. 更改了试验场地和仪器设备要求的表述形式（见8.2,2008年版的7.1）；
48. 更改了试验车辆的要求（见8.3,2008年版的7.2）；
49. 更改了静态试验资料及文件检查的要求（见8.4.1，2008年版的7.3.1）；
50. 更改了部件检查的要求（见8.4.2，2008年版的7.3.2）；
51. 更改了制动器磨损及调节检查的要求（见8.4.3，2008年版的7.3.3）；
52. 更改了驻车制动系统检查的要求（见8.4.4.2，2008年版的7.3.4.2、7.3.16）；
53. 更改了台架试验的要求（见8.4.5,2008年版的7.3.5）；
54. 更改了补偿装置检查的表述（见8.4.6,2008年版的7.3.6）；
55. 更改了控制力与管路压力（制动需求值与制动力）比例关系检查（如适用）的要求（见8.4.7，2008年版的7.3.7）；
56. 增加了控制力与管路压力（制动需求值与制动力）比例关系检查（如适用）对于装配ETBS车辆的要求（见8.4.7.2）；
57. 删除了电子再生制动检查中对A型和B型电力再生制动的解释（见2008年版的7.3.8）；
58. 增加了驻车制动系统一般性能检查的试验方法（见8.4.10.1）；
59. 更改了采用电子传输的驻车制动系统附加检查的表述（见8.4.10.2，2008年版的7.3.10.1～7.3.10.3）；
60. 更改了具有电控传输装置的行车制动系统附加检查（ETBS除外）的要求（见8.4.11）；
61. 增加了具有电控传输装置的行车制动系统附加检查（ETBS除外）试验方法（见8.4.11.3）；
62. 更改了指示制动灯点亮的制动信号的检查要求（见8.4.14.2，2008年版的7.3.13.3）；
63. 增加了紧急制动信号的检查要求（见8.4.14.3）；
64. 增加了ETBS附加检查的要求（见8.4.18）；
65. 更改了辅助设备检查（如适用）的要求（见8.4.19，2008年版的7.3.18）；
66. 删除了动态试验最热的车轴上的行车制动器温度的要求（见2008年版的7.4.1.2）；
67. 更改了动力脱开的0型试验的试验要求（见8.5.3.1，2008年版的7.4.3.1）；
68. 更改了动力接合的0型试验的试验要求（见8.5.3.2，2008年版的7.4.3.2）；
69. 删除了制动力分配试验（见2008年版的7.4.4.8）；
70. 更改了低附着系数路面上附着系数利用率的测定计算方法（见8.5.5.1，2008年版的7.4.5.1）；
71. 更改了附加检查的试验方法（见8.5.5.3，2008年版的7.4.5.3）；
72. 更改了响应时间试验的试验方法（见8.5.7.3，2008年版的7.4.7.3）；
73. 更改了满载-失效试验的试验要求（见8.5.8，2008年版的7.4.8）；
74. 增加了制动信号试验的试验方法（见8.5.9）；
75. 增加了紧急制动信号试验的试验方法（见8.5.10）；
76. 增加了ETBS蓄电性能检查的要求（见8.5.12）；
77. 增加了ETBS供电装置检查的要求（见8.5.13）；
78. 删除了制动摩擦衬片的惯性测功机试验方法（见2008年版的附录C）；
79. 增加了制动电子控制系统功能安全试验报告要求（见附录C）；
80. 增加了制动电子控制系统功能安全描述要求（见附录D）；
81. 更改了试验报告及相关图表要求修改为车辆参数和试验数据处理要求，由资料性附录改为规范性附录（见附录E，2008年版的附录E）；
82. 增加了配备临时备用车轮/轮胎的车辆制动和跑偏试验要求（见附录F）。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

——2008年首次发布为GB 21670—2008。

乘用车制动系统技术要求及试验方法

* 1. 范围

本文件规定了乘用车制动系统的技术要求和试验方法。

本文件适用于GB/T 15089规定的M1类车辆。

* 1. 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 4094 汽车操纵件、指示器及信号装置的标志

GB/T 5345 道路车辆 石油基或非石油基制动液容器的标识

GB/T 5620 道路车辆 汽车和挂车制动名词术语及其定义

GB 12981 机动车辆制动液

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

GB/T 34590.1～GB/T 34590.12—2022 道路车辆 功能安全

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

* 1. 术语和定义

GB/T 5620和GB/T 34590.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

制动装备 braking equipment

装备在车辆上的所有制动系统。

制动系统 braking system

使行驶车辆逐步减速或停车，或使已经停驶的车辆保持静止状态的零部件组合，由控制装置、传输装置和制动器组成。

控制装置 control device

由驾驶人直接操纵向传输装置提供制动或控制所需能量的部件。这些能量可以是驾驶人的体力或来自驾驶人控制的其他能源，也可以是不同能量的组合。

传输装置 transmission device

处于控制装置和制动器之间并使两者实现功能连接的零部件组合。传输装置可为机械式、液压式、气压式、电力式或混合式。制动力由驾驶人体力以外的能源提供或助力时，应将储能器视为传输装置的一部分。

1. 传输装置具有两种独立的功能：控制传输和能量传输。本文件单独使用“传输”一词时，同时具有“控制传输”和“能量传输”两种含义。

控制传输装置 control transmission device

传输装置中控制制动器工作的零部件组合，具有控制功能和所需的储能器。

能量传输装置 energy transmission device

向制动器提供其功能所需能量的零部件组合，包括制动器工作所需的储能器。

制动器 brake

产生与车辆运动趋势相反的力的部件。可以是摩擦式制动器（制动力由车辆中具有相对运动的两个部件摩擦产生）、电力制动器（制动力由车辆中具有相对运动但不互相接触的两个部件间的电磁作用产生）、液力制动器（制动力由位于车辆的两个部件间、具有相对运动的液体产生），也可以是发动机缓速器（人为增加发动机制动作用，并将力传递到车轮上）。

不同类型的制动系统 different types of braking system

在以下主要方面存在区别的制动装备：

1. 零部件的特性不同；
2. 零部件构成材料的特性不同，或零部件的外形或尺寸不同；
3. 零部件的组合方式不同。

制动系统的零部件 component of the braking system

可组装构成制动系统的单个零部件。

渐进制动/可调节制动 graduated braking/modulatable braking

制动作用期间，驾驶人可在正常操纵范围内随时操纵控制装置，以足够的精度调整制动力大小，使制动力随操纵幅度的大小而增加或减少（单调函数）。

空载 unladen condition

整车整备质量加110 kg。

满载 laden condition

车辆装载至最大设计总质量，特殊说明除外。

轴荷分配 the distribution of mass among the axles

车辆及其装载质量的重力作用在车轴间的分配。

轮/轴荷 wheel/axle load

在接触区域内、路面对某车轴的一个/全部车轮的垂直静态反力。

最大静态轮/轴荷 maximum stationary wheel/axle load

车辆满载条件下的静态轮/轴荷。

储能式液压制动系统 hydraulic braking system with stored energy

由存储在储能器中的压力液体供能的制动装备，压力液体由装有限压装置的液压泵供给，限压值由制造商规定。

促动 actuation

控制装置的作用和释放。

电力再生式制动系统 electric regenerative braking system；RBS

在减速过程中将车辆动能转化为电能的制动系统。

电力再生式制动控制装置 electric regenerative braking control

调节电力再生式制动系统制动作用的装置。

A型电力再生式制动系统 electric regenerative braking system of category A

不属于行车制动系统的电力再生式制动系统。

B型电力再生式制动系统 electric regenerative braking system of category B

属于行车制动系统的电力再生式制动系统。

动力蓄电池 traction battery；propulsion battery

为电动汽车动力系统提供能量的蓄电池。

[来源：GB/T 19596—2017，3.3.1.1.1.1]

荷电状态 state-of-charge；SOC

蓄电装置（例如蓄电池、超级电容等）中当前可以释放的容量占可用容量的百分比。

相位制动 phased braking

两个或两个以上的制动源采用同一个控制装置，通过延后其他制动源来给予某个制动源以优先权，使其在其他制动源工作之前加强必要的控制动作。

自动控制制动 automatically commanded braking

电子控制系统根据车辆信息自动评价的结果，自动操纵制动系统或某车轴的制动器进行制动，使车辆减速的功能。

选择制动 selective braking

电子控制系统以自动方式对单个制动器进行制动，通过减速对车辆状态进行调整的功能。

标称值 nominal value

给各车辆制动系统的输入-输出传递函数分别赋值所得到的基准制动性能，用来表征车辆自身所能产生的制动强度与制动输入变量水平之间的关系。

1. “标称值”被定义为表示车辆自身制动强度与制动输入变量之间关系的特性参数。

制动信号 braking signal

指示制动触发的逻辑信号。

紧急制动信号 emergency braking signal

指示紧急制动触发的逻辑信号。

车轮抱死 wheel locking

在车速大于15 km/h时，车轮的转速为零或车轮的滑移率为100％的持续时间大于等于100 ms；对在低附着系数路面上进行的ABS试验，该时间为500 ms。

横摆角 yaw angle

车辆停止行驶时的中心线与行驶基准线所构成的夹角。

防抱制动系统 anti-lock braking system；ABS

制动过程中，能自动控制车辆的一个或几个车轮在其旋转方向上的滑移程度的系统。

传感器 sensor

用于识别车辆的运动状态或车轮的旋转状态，并将这些信息传递给控制器的零部件。

控制器 controller

用于处理传感器提供的信息，并发出指令给调节器的零部件。

调节器 modulator

用于按收到的控制器指令调节制动力的零部件。

直接控制车轮[[1]](#footnote-1)) directly controlled wheel

根据自身传感器提供的数据调节其制动力的车轮。

间接控制车轮1)  indirectly controlled wheel

根据其他车轮的传感器提供的数据来调节制动力的车轮。

全循环 full cycling

防抱制动系统反复调节制动力以防止直接控制车轮抱死。在制动至停车过程中只进行一次调节的不符合该定义。

电子控制系统 electronic control system

通过电子数据处理方式协同实现车辆控制功能的一系列单元的组合。

1. 该系统通常通过软件控制，由传感器、控制器和执行器等独立的功能组件构成，并通过传输链相连接。该系统可包括机械、电子-气压、电子-液压单元。

单元 unit

系统组件的最小划分，可组合构成可识别、分析或更换的一个单独实体。

传输链 transmission links

为了传输信号、运行数据或能量供给而用于连接内部单元的方式。

注：通常是电子的，也可以是机械、气压、液压或光学的。

有效工作范围 boundary of functional operation

系统能保持控制的外部物理界限的范围。

能量源 energy source

产生和提供制动系统所需能量的装置。

蓄电装置 electrical storage device

能够储存电能并向制动系统的传输装置提供电能的装置或装置的组合。

**注：**为单个制动回路提供能量而串联和/或并联的多个蓄电装置应被视为一个蓄电装置。

供电装置 electrical supply

为制动系统的蓄电装置提供电能的装置[例如，电池、可充电储能系统（REESS）、发电机、燃料电池等或这些零部件的组合]。

蓄电状态 state of an electrical storage device

当前蓄电装置提供功率（W）和电量（Wh）的能力。

蓄电性能 performance of an electrical storage device

蓄电装置在完全充电时提供功率（W）和电量（Wh）的能力。

电力传输制动系统 electrical transmission braking system；ETBS

行车制动力及其传输仅由驾驶人控制的蓄电装置提供电能的制动系统。

制动需求值 brake demand value

采用电力促动以产生制动力的单个车轮或单根车轴制动需求值。

基准制动力 reference braking forces

一根车轴在滚筒式制动试验台上产生的轮胎周缘制动力。

老化效应 effect of ageing

因时间、使用和环境等因素导致的蓄电性能的不可逆衰减。

能量管理系统 energy management system

监测影响蓄电性能和蓄电状态的关键变量（例如电压、温度、内阻、老化效应、荷电状态、功耗、充电循环等)，并推断蓄电装置的实际能力是否满足本文件性能要求的系统。

注：能量管理系统不必是ETBS的一部分，但应被ETBS使用。

* 1. 符号和缩略语
     1. 符号和定义

下列符号适用于本文件。

|  |  |
| --- | --- |
|  | ：减速度需求值减少后的值 |
|  | ：减速度需求值 |
|  | ：充分发出的平均减速度 |
|  | ：乘用车在动力脱开状态下的0型试验中充分发出的平均减速度的最大值 |
|  | ：计算得出的乘用车挂接无制动挂车时充分发出的平均减速度 |
|  | ：用全新制动衬片的厚度（最大制动衬片厚度）减去完全磨损的制动衬片的厚度（制造商声明的最小制动衬片厚度） |
|  | ：制动循环周期，从一次制动开始到下一次制动开始所经历的时间 |
|  | ：活塞的最大缩回量， |
|  | ：轴距 |
|  | ：车辆的附着系数利用率：防抱制动系统工作时最大制动强度和理论附着系数的商 |
|  | ：在高附着系数路面上的值 |
|  | ：在低附着系数路面上的值 |
|  | ：力 |
|  | ：防抱制动系统工作时的路面法向动态反力 |
|  | ：机动车辆*i*轴上的 |
|  | ：路面对轴的法向静态反力 |
|  | ：重力加速度， |
|  | ：由制造商规定并经进行试验的检测机构认可的重心高度 |
|  | ：车轴编号（对前轴，；对后轴，） |
|  | ：轮胎和路面之间的附着系数 |
|  | ：一个前轴的值 |
|  | ：高附着系数路面上测定的值 |
|  | ：低附着系数路面上测定的值 |
|  | ：滑移率为100%时的附着系数值 |
|  | ：机动车辆的值 |
|  | ：“附着系数-滑移率”曲线的最大值 |
|  | ：一个后轴的值 |
|  | ：制动次数 |
|  | ：制动时路面对轴的法向反力 |
|  | ：单车质量 |
|  | ：路面对轴的静态法向反力 |
|  | ：乘用车满载质量 |
|  | ：乘用车制造商规定的可挂接的无制动挂车的最大设计总质量 |
|  | ：制造商规定的储能装置的最大系统工作压力（切断压力） |
|  | ：不给储能装置补充能量的情况下，从开始、对行车制动控制装置进行4次全行程促动后储能装置的压力 |
|  | ：与的比值 |
|  | ：制动距离 |
|  | ：从到期间行驶的距离 |
|  | ：从到期间行驶的距离 |
|  | ：时间间隔 |
|  | ：的平均值 |
|  | ：的最小值 |
|  | ：在未进行制动操作的情况下，储能装置的压力从*p*2上升到*p*1所需的时间 |
|  | ：路面附着系数 |
|  | ：试验车速 |
|  | ：时的车速 |
|  | ：时的车速 |
|  | ：车辆的最高设计车速 |
|  | ：车辆初速度 |
|  | ：制动开始时的初始车速 |
|  | ：制动结束时的车速 |
|  | ：制动强度, |
|  | ：防抱制动系统工作时车辆的制动强度 |
|  | ：平均制动强度 |
|  | ：的最大值 |
|  | ：满载车辆的制动强度 |

* + 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

MFDD：充分发出的平均减速度（mean fully developed deceleration）。

Pw：低供电功率报警（Power warning）。

* 1. 结构和功能要求
     1. 制动装备
        1. 总体要求
           1. 车辆制动装备的设计、制造和安装应保证在受到行驶振动影响的情况下仍能正常使用，并满足本文件的要求。
           2. 制动装备的设计、制造和安装应使其具有抗腐蚀和抗老化能力。
           3. 制动衬片不应含有石棉。

制动装备的效能不应受磁场或电场的不利影响，按GB 34660中车辆对电磁辐射的抗扰试验要求进行验证。

* + - * 1. 在不降低制动性能的前提下，失效检测信号可暂时（小于10 ms）中断控制传输的指令信号。
      1. 制动装备的功能
         1. 行车制动

不论车速高低、载荷大小，车辆上坡还是下坡，行车制动系统应能控制车辆行驶，使其安全、迅速、有效的减速或停住。制动作用应是渐进制动/可调节制动。应保证驾驶人在其驾驶座椅上双手不离开转向盘就能进行制动操作。

* + - * 1. 应急制动

当行车制动系统失效时，应急制动系统应能在适当的距离内将车辆停住。制动作用应是渐进制动/可调节制动。应保证驾驶人在其驾驶座椅上、双手不离开转向盘就能进行制动操作。本条要求的前提是行车制动系统不同时发生一处以上失效。

* + - * 1. 驻车制动

驻车制动系统的工作部件应靠纯机械装置锁住，即使驾驶人不在的情况下，车辆也能在上/下坡道上停住。驾驶人应能够在其驾驶座椅上进行制动操作。

* + - 1. 制动电子控制系统的功能安全要求

制动电子控制系统的功能安全要求，应按照GB/T 34590—2022(所有部分)制定，并满足附录B的要求。制动电子控制系统功能安全试验报告应满足附录C的要求。本条适用于具有如防抱制动、电力再生式制动、采用电子传输的驻车制动、具有电控传输的行车制动、具有电力传输的行车制动等功能的制动电子控制系统。

* + 1. 制动系统特性
       1. 车辆装备的整个制动系统应满足车辆对行车制动系统、应急制动系统和驻车制动系统的要求。
       2. 在满足下列条件时，行车制动系统、应急制动系统和驻车制动系统的零部件可以共用：

1. 至少具备两个相互独立且驾驶人在其驾驶座椅上易于操纵的控制装置。各控制装置应在解除制动时完全回位（该要求不适用于靠机械方式锁止在制动位置的驻车制动控制装置）；
2. 行车制动系统的控制装置与驻车制动系统的控制装置应相互独立；
3. 行车制动系统控制装置与传输装置不同部件间连接的效能，不应在经过一段时间的使用后降低；
4. 驻车制动系统的设计应保证在车辆行驶时也能产生制动作用。该要求可通过辅助控制利用全部或部分行车制动系统来满足；
5. 在不违反5.1.2.3要求的前提下，如传输装置任何部分发生失效时仍能满足应急制动要求，则行车制动系统和驻车制动系统的传输装置可采用共用部件；
6. 除制动器和5.2.2 j）所述零部件外的任何零部件发生断裂或行车制动系统发生其他任何失效（故障、储存的能量部分或全部泄漏），未受失效影响的那部分行车制动系统应能在规定的应急制动条件下使车辆停住；
7. 当行车制动系统由驾驶人体力在储能器助力下操纵时，即使助力失效，也应保证能由驾驶人的体力在未受失效影响的储能器（如有）助力下实现应急制动，但施加在行车制动控制装置上的力不应超出规定的最大值；
8. 当行车制动力及其传输仅由驾驶人控制的储能器提供时，至少应有两个完全独立且分别具有独立传输装置的储能器。每个储能器可只作用于两个或几个车轮的制动器，其选择应确保在不危及车辆稳定性的前提下达到规定的应急制动效能。此外，各储能器都应安装5.2.14规定的报警装置；
9. 当行车制动力及其传输仅由一个储能器提供时，如仅靠驾驶人体力操纵行车制动控制装置能保证规定的应急制动且满足5.2.5的要求，则认为传输装置只需一个储能器即可；
10. 制动踏板及其支架、制动主缸及其活塞、控制阀、制动踏板与制动主缸或控制阀之间的连接件、轮缸及其活塞、制动系统制动杠杆凸轮总成等零部件，如尺寸足够大且易于接近、便于维护，并至少与车辆其他重要零部件（如转向连接件）具有相同的安全特征，应视为不易失效的零部件。这些零部件失效将导致车辆无法达到规定的应急制动效能，应用金属材料或与金属材料性能相当的材料制造，且在制动系统正常工作中不应产生明显变形。
    * + 1. 液压传输装置发生部分失效时，最迟应于主缸出口处测得的制动装备正常和失效部分的压差超过1.55 MPa时点亮红色报警信号，指示给驾驶人。作为替代方案，也允许在储液罐的液面低于制造商规定水平时点亮红色信号的报警装置。只要失效存在且点火（起动）开关处于“ON”（“RUN”）位置，报警信号应保持点亮。报警信号即使在白天也应清晰可见。驾驶人应很容易地在驾驶位置检查报警信号工作是否正常。报警装置的零部件发生失效时不应导致制动装备的效能完全丧失。进行驻车制动时也应指示给驾驶人，可采用同一个报警信号。
        2. 当利用除驾驶人体力之外的其他能源时，不必要求具有一个以上能量源（液压泵、空气压缩机等）或供电装置，但能量源驱动装置或供电装置的工作方式应在实际使用的范围内保证安全。并满足以下要求：
11. 当制动系统传输装置任何部分失效时，应继续向未受失效影响的部分供能，确保以规定的应急制动效能使车辆停住。该要求应利用在车辆静止时易于启动的装置或以自动方式来实现；
12. 位于该装置下游的储能装置应确保在能量供应失效时，按6.4.1.2规定的条件，经行车制动控制装置4次全行程促动后，在进行第5次制动时仍能以规定的应急制动效能使车辆停住；
13. 对储能式液压制动系统，如满足6.4.1.3的要求，则认为符合上述规定；
14. 对ETBS，发生任意一处传输失效后，对行车制动控制装置进行8次完全促动后，再进行第9次制动时仍能达到规定的应急制动性能，则认为符合上述规定。每次完全促动应符合6.6.1.2.3 b）规定。
    * + 1. 在不使用自动装置的情况下，应满足5.2.2、5.2.3和5.2.4的要求。该自动装置通常处于备用状态，只在制动系统失效时才起作用，因而其失效通常被忽略。
        2. 行车制动系统应作用于车辆的所有车轮并使制动力在车轴间合理分配。
        3. 对装备B型电力再生式制动系统的车辆，如满足下面两个条件，可适当延后其他制动能源的制动输入，使电力再生式制动系统单独起作用：
15. 如满足6.1.3.2或6.5.2.3（包括电机接合的情形）的要求，则电力再生式制动系统输出力矩的内在（如动力蓄电池荷电状态变化所引起的）变化可通过适当的相位关系变化自动补偿；
16. 考虑到实际的轮胎/路面附着情况，应在必要时自动对车辆的所有车轮进行制动，确保达到驾驶人期望的制动强度。
    * + 1. 行车制动系统的制动力应在同一车轴（桥）的车轮之间相对于车辆纵向中心面对称分配。对可能导致制动力分配不平衡的补偿和功能（如防抱死），应予以声明。

在所有载荷状态下，当电控传输装置对制动系统故障或性能劣化的补偿超过下面的界限时，应以5.2.21 a）规定的黄色报警信号指示给驾驶人。

1. 任意一根车轴的左右两侧制动压力或制动需求值的差值：
   1. 车辆减速度大于等于2 m/s2时，取实际减速度下两侧较高值的25%；
   2. 车辆减速度小于2 m/s2时，取2 m/s2时两侧较高值的25%。
2. 单根车轴的补偿值：
   1. 车辆减速度大于等于2 m/s2时，取实际减速度下标称值的50%；
   2. 车辆减速度小于2 m/s2时，取2 m/s2时标称值的50%。

只有在车速大于10 km/h时开始制动才允许进行上述补偿。

* + - 1. 电控传输装置故障时不应产生与驾驶人意图相反的制动。
      2. 行车制动系统、应急制动系统和驻车制动系统的制动力应作用在通过具有足够强度的连接件与车轮相连接的制动表面上。

当某根/多根车轴的制动力由摩擦式制动系统和B型电力再生式制动系统共同提供时，如摩擦式制动系统能持久保持并提供5.2.7所述的补偿，则允许断开电力再生式制动系统。

断开的短时间内，不完全补偿也是可接受的。但应在1 s内应至少达到完全补偿值的75%。

但在所有情况下，永久连接的摩擦式制动源都应保证行车制动系统和应急制动系统以规定的效能继续工作。

驻车制动系统制动表面的脱开只能由驾驶人在其驾驶座椅通过一个不因泄漏而起作用的系统进行控制。此要求不适用于远程控制泊车（RCP）功能。

* + - 1. 制动器磨损应易于通过手动或自动调整装置来补偿。并且传输装置及制动器的部件和控制装置应具有一定的储备行程，可在必要时以合适的方式进行补偿，确保当制动器发热或制动衬片磨损到一定程度时仍能有效地制动，而无须立即进行间隙调整。行车制动器磨损后的调整和检查应满足如下要求。

——行车制动器的磨损应能自动调整。磨损自动调整装置应确保制动器加热冷却后仍能有效地制动，特别是保证车辆能在6.1.5规定的试验（Ⅰ型试验）后正常行驶。

——行车制动器摩擦部件磨损情况的检查如下。

* 1. 行车制动器制动衬片的磨损应便于从车辆外部或车辆下部利用适当的检查孔或其他方法进行检查，可利用车辆正常配备的工具或设备。检查时，不允许拆除车轮。也可在制动衬片需要更换时采用声学或光学报警装置向在驾驶座椅上的驾驶人报警，可将5.2.21 a）规定的黄色信号用作报警信号。
  2. 对制动盘或制动鼓摩擦表面磨损状况的评估，可通过直接测量实际部件或检查制动盘或制动鼓的磨损指示器，必要时允许拆除相关部件。车辆制造商应通过用户手册或电子数据记录等方式免费提供制动鼓和制动盘表面磨损状况的评估方法，包括必需进行的拆除以及拆除工具和程序；以及允许的最大磨损限度信息。
     + 1. 对液压传输制动系统，储液罐的加注口应易于接近。而且，储液罐的设计和构造应保证在不必打开容器的条件下，即可很容易的检查液面。储液罐的最低容量应相当于靠储液罐工作的所有轮缸或制动钳活塞从全新制动衬片/衬块、完全收缩状态移动到制动衬片/衬块完全磨损、完全作用状态所产生的液体体积。如不能满足最低容量要求，则应在储液罐液面下降到可能导致制动系统失效时，通过5.2.21 a）规定的红色报警信号向驾驶人报警。
       2. 液压传输制动系统应按GB 12981和GB/T 5345标示相应的制动液级别标志和图形标志，并以不易擦除的方式固定在储液罐加注口附近100 mm范围内、便于观察的位置上。制造商还可提供其他信息。
       3. 报警装置应满足下面的要求。

1. 对依靠储能装置进行行车制动的车辆，如不利用存储的能量就达不到规定的应急制动性能，应安装报警装置。当制动系统任一部分存储的能量下降到不论车辆载荷状态如何、在不给储能装置补充能量的情况下（制动系统的传输装置无故障且各制动器调节到最小间隙），满足下列条件时，报警装置应发出光学或声学信号（对于ETBS,报警装置仅采用光学信号）：
   1. 对于ETBS以外的制动系统，行车制动系统经过4次全行程促动后仍能进行第5次制动且达到规定的应急制动性能所需的能量水平；
   2. 对于ETBS，不能达到规定的行车制动性能，或者行车制动系统经过4次完全促动后仍能进行第5次制动且达到规定的应急制动性能所需的能量水平时，以先发生者为准。

报警装置应与回路直接、永久相连。当动力装置在正常工作条件下运转且制动系统无故障时，除动力装置起动后给储能装置补充能量期间外，报警装置不应发出信号。应采用5.2.21 a）规定的红色报警信号作为光学报警信号；

1. 对只有满足6.4.1.3的要求方可认为符合5.2.4规定的车辆，报警装置除具有光学信号外，还应具有一个声学信号。如报警装置满足上述要求，且声学信号不在光学信号之前起动，则不要求这两个信号同时工作。应采用5.2.21 a）规定的红色报警信号作为光学报警信号。
2. 装备ETBS的车辆应在5.2.14 a）规定的红色报警信号点亮后60 s内发出声学信号,或在点亮红色报警信号且首次应用行车制动控制时发出声学信号，以先发生者为准。对于依靠一个或多个蓄电装置驱动的车辆，如果在蓄电装置的能量下降到点亮红色报警信号的临界点之时，停止向驱动电机提供能量，则应认为车辆符合本要求。
3. 在驻车制动作用期间和/或自动变速器换挡杆处于“驻车”位置时，声学信号装置可不起作用。
4. 装备ETBS的车辆应配备分别显示各蓄电装置老化效应的指示器，此要求不适用于动力蓄电池作为蓄电装置的情况。该指示器应满足以下要求：
   1. 可共享一个符合GB 4094规定的共用空间；
   2. 不必实时显示，当驾驶人手动操作该指示器显示且在点火（启动）开关处于“ON”（RUN）位置时应立即显示；
   3. 在达到蓄电装置维护临界点之前，至少具有4个级差均等的老化水平提示；
   4. 在本文件5.2.24 f）规定的报警信号激活临界点之前，进入第5级提示。
      * 1. 在不违背5.1.2.3要求的前提下，如驻车制动系统的工作需要使用辅助能源，则储能装置应保证即使动力装置停止工作或能源的驱动方式发生失效，制动性能仍足以使车辆在规定的条件下停住。此外，如驻车制动系统由驾驶人的体力控制且由伺服机构助力，则应确保即使伺服机构失效也能进行驻车制动；如有必要，可采用与伺服机构相独立的储能装置，该装置可以是行车制动系统的储能器。
        2. 对气压、液压或电力辅助设备的能量供应，应确保其工作时车辆制动可达到规定的减速度，即使在能源装置损坏的情况下，辅助设备的工作也不会导致向制动系统供能的储能装置（如储气、储液或蓄电装置）的能量水平下降到5.2.14规定的能量水平以下。
        3. 对牵引装备电力制动系统的挂车的乘用车，应满足下列要求：
5. 乘用车供电系统（发电机和蓄电池）应有足够的容量向电力制动系统供电。动力装置以制造商推荐状态运行（例如发动机怠速等）且打开制造商作为车辆标准配置提供的所有电器设备，当电力制动系统耗电量最大（电流为15 A）时，在接头处测得的电路电压不应低于9.6 V。即使在过载时也不应发生电路短路；
6. 当至少由两个独立单元构成的乘用车行车制动系统发生失效时，未受失效影响的单元应能部分或全部促动挂车制动器；
7. 只有电力制动系统的启动电路与制动灯并联且制动灯的开关及电路能承受额外负载时，才允许利用制动灯的开关及电路启动电力制动系统。
   * + 1. 对装备电力再生式制动系统的车辆，应满足以下附加要求。
8. 装备A型电力再生式制动系统的车辆，其电力再生式制动系统应通过加速踏板和/或在空挡位置启动。
9. 装备B型电力再生式制动系统的车辆：
   1. B型电力再生式制动系统作为行车制动系统的一部分，不应通过除自动方式以外的其他方式部分或完全断开。这并不违背5.2.10的要求；
   2. 行车制动系统应只有一个控制装置；
   3. 行车制动系统不应受电机脱开或所用挡位的不利影响；
   4. B型电力再生式制动系统的电动部件的工作由来自行车制动控制装置的信息及由此产生的车轮制动力之间的关系保证，由于该关系失效将导致不能满足6.5有关车轴间制动力分配的要求，最迟应在控制装置起动时用5.2.21 a）规定的红色或黄色报警信号向驾驶人报警。只要该故障存在且“接触”开关处于“运行”位置，报警信号应一直点亮。
10. 同时具有A型和B型电力再生式制动系统的车辆应满足除5.2.18 a）之外的所有相关规定。在此情况下，电力再生式制动系统可通过加速踏板和/或在空挡位置启动。此外，操纵行车制动控制装置时不应削弱加速踏板松开所产生的制动作用。
11. 应由防抱制动系统控制电力再生式制动系统。
12. 动力蓄电池的荷电状态应按照附录A规定的方法确定[[2]](#footnote-2))。
13. 对于A型及同时具有A型和B型电力再生制动系统的车辆，应满足以下要求：
    1. 在默认工作状态下，仅通过松开加速踏板实现的制动作用不应使车辆减速至停车；
    2. 若电力再生制动系统具有一种以上的工作状态，每次上电后应重新进入默认工作状态或按驾驶人要求设置工作状态，车辆制造商应通过用户手册或电子数据记录等方式免费提供工作状态的设置方法；
    3. 若电力再生制动系统处于默认工作状态以外，应采用光学信号给驾驶人持续提示，该提示信息即使在白天也应清晰可见。

上述要求不适用于由发动机制动、空气/滚动阻力和/或道路坡度产生的减速效果，也不适用于当车辆检测到前方有障碍物或者由于其他相关的安全因素（如交通信号灯，停车指示牌），为避免发生碰撞或消除危险而减速至停车的情况。

* + - 1. 采用电子传输的驻车制动系统，应满足以下附加要求。

1. 在电子传输失效时，应避免非预期促动驻车制动系统。
2. 当控制装置出现一处电气失效、连接控制装置和ECU之间的电控传输内部线路（供电线路除外）发生一处损坏、ECU出现一处电气失效、ECU和执行器之间的电控传输内部线路（供电线路除外）发生一处损坏时，应能从驾驶人位置进行驻车制动并在8%的上、下坡道使满载车辆保持静止。在此情况下，如能达到上述性能且驻车制动的保持与点火（起动）开关的状态无关，则允许在车辆静止状态下自动进行驻车制动；一旦驾驶人重新开动车辆，驻车制动应立即自动解除。可通过发动机/手动变速器或自动变速器（驻车挡）或在其辅助下达到上述性能。如有必要，也可利用随车工具和/或辅助设备解除驻车制动。此外，还应满足下列要求：
   1. 当电子传输内部线路损坏或驻车制动系统控制装置电气失效时，应按照5.2.21 a）规定的黄色报警信号向驾驶人报警。对由驻车制动系统电控传输装置内部线路损坏引起的失效，应在线路损坏时立即向驾驶人发出黄色报警信号；
   2. 控制装置电气失效或除供电线路外的电控单元外部线路发生损坏时，只要点火（起动）开关处于“ON”（“RUN”）位置以及关闭后的至少10 s内，且控制装置处于“驻车”状态，应通过5.2.21 a）规定的红色闪烁信号向驾驶人报警。如果驻车制动系统检测到驻车制动器已经正确夹紧，可抑制红色报警信号的闪烁，使用非闪烁的红色信号来指示“驻车制动已施加”。若驻车制动系统的正常促动由独立的红色报警信号指示，并符合5.2.21 b）的全部要求，应采用该信号满足上述关于红色信号的要求。
3. 为驻车制动系统电控传输装置提供的能量足以使车辆在无故障状态的电力负荷下促动驻车制动系统，可由驻车制动电控传输装置向辅助设备供能。此外，如行车制动系统也使用该储能器，则应满足5.2.20 f）的要求；对于ETBS，应满足5.2.24 l）的要求。
4. 关闭控制制动装备电能的点火/起动开关和/或拔掉钥匙后，应能进行驻车制动，但无法解除制动。此要求不适用于远程控制泊车（RCP）功能。
   * + 1. 装备电控传输装置的行车制动系统，应满足以下特殊要求，ETBS除外。
5. 解除驻车制动后，行车制动系统应能满足如下要求：
   1. 动力装置开启/关闭控制处于“ON”（“RUN”）位置，行车制动系统应至少能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力；
   2. 动力装置开启/关闭控制处于“OFF”或“LOCK”位置和/或拔掉点火钥匙后第1个60 s之内，3次行车制动促动应至少能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力；
   3. 上述阶段后，或在60 s时段内从第4次行车制动促动开始，以先满足者为准，行车制动系统应至少能产生与规定的0型试验条件下应急制动性能要求相当的静态总制动力。
6. 本条可以理解为行车制动系统的能量传输装置具有足够的能量。
7. 电控传输装置发生除能量供应外的一处短暂（小于40 ms）失效（如传输信号中断或数据错误）时，不应对行车制动性能产生显著影响。
8. 影响到本文件规定的系统功能和性能的电控传输装置（不包括储能器）失效[[3]](#footnote-3))，应按照5.2.21 a）规定的相应红色或黄色报警信号指示给驾驶人。如无法达到规定的行车制动性能（采用红色报警信号）、电路连续性受损导致的失效（如损坏、断开），应在失效发生时立即指示给驾驶人。在失效状态下按照6.2.2操纵行车制动控制装置时应符合规定的应急制动性能。
9. 在电控传输装置能源失效的情况下，从能量水平的标称值水平开始，对行车制动控制装置连续进行20次全行程促动后，行车制动系统仍能进行全行程制动。试验过程中，每次制动操作都应全行程制动20 s，然后释放5 s。
10. 本条可以理解为传输装置的能量在上述试验过程中足以保证行车制动的完全作用。该要求并不违背6.4的规定。
11. 当蓄电池电压下降到制造商规定值以下时，无法达到规定的行车制动性能和/或双回路或多回路中的每个独立回路无法达到规定的应急制动性能，应点亮5.2.21 a）规定的红色报警信号。报警信号点亮后，应能进行行车制动并至少达到6.2.2规定的应急制动性能。
12. 本条可以理解为行车制动系的能量传输装置具有足够的能量。
13. 如辅助设备和电控传输装置由同一个储能器供能，能量供应应能通过防止储能器在辅助设备工作时放电或在电压超过5.2.20 e）规定的临界水平时自动切断辅助装置的预定部分以防止储能器进一步放电的方式，确保在动力装置以不超过80%最大功率转速或制造商声明的工作状态运行时可以达到规定的减速度。可通过计算或实际试验进行验证。该条款不适用于不使用电能也能达到规定减速度的车辆。
14. 当辅助装置由电控传输装置供能时，应满足下列要求：
    1. 如车辆在行驶中发生能源失效，当操纵控制装置时，储能器的能量应足以促动制动器；
    2. 如在车辆静止且驻车制动状态下发生能源失效，储能器在制动期间应有足够的能量用于点亮车辆的相关灯具。
       * 1. 以下条款规定了乘用车制动装备发生某些失效（或故障）时向驾驶人指示的光学报警信号的一般要求。除本条e）的规定外，这些信号仅用于本文件规定的用途。
15. 乘用车应能提供符合GB 4094和本文件规定的、指示制动失效或故障的下列光学报警信号：
    1. 红色报警信号用于指示本文件规定的、导致规定的行车制动性能无法达到和/或两个独立的行车制动回路中的至少一个无法工作的制动装备失效；
    2. 如适用，黄色报警信号可指示电子检测到的、但未用本条所述的红色报警信号指示的制动装备故障。
16. 报警信号即使在白天也清晰可见。驾驶人可很容易地在驾驶位置上检查信号的状态是否正常。报警装置的部件发生失效，不应导致制动系统的性能损失。
17. 除特殊说明外，报警信号应满足下面的要求：
    1. 规定的失效或故障发生时，最迟应在相应的制动控制装置起动时，通过上述报警信号指示给驾驶人；
    2. 只要失效/故障仍然存在且点火（起动）开关处于“ON”（“RUN”）位置上，报警信号应一直点亮；
    3. 报警信号应一直点亮，而非闪烁；
    4. 对于ETBS，即使蓄电装置受到环境条件（如温度）和老化效应的影响，也应确保报警信号能按照5.2.24 f)和5.2.24 g)的要求点亮。
18. 报警信号即使在白天也清晰可见。驾驶人可很容易地在驾驶位置上检查信号的状态是否正常。报警装置的部件发生失效，不应导致制动系统的性能损失。
19. 当车辆（包括制动系统）的电动设备通电时，上述报警信号应点亮。车辆在静止状态下，如确认制动系统没有任何规定的失效或故障发生，报警信号熄灭；车辆在动力装置起动及点火（起动）开关处于“ON”（“RUN”）位置的状态下，对某些应点亮上述报警信号但在静态检测时没被发现的特定失效或故障，一旦检测到应予以存储。只要失效或故障仍然存在，报警信号应一直点亮。
20. 如满足下列全部条件，可用本条a）规定的黄色报警信号指示本文件未规定的失效（故障）或有关乘用车制动系统和/或行驶系统的其他信息：
    1. 车辆静止；
    2. 制动装备首次通电后，信号显示按本条d）的程序未检测到本文件规定的失效（或故障）；
    3. 本文件未规定的失效或其他信息应仅通过闪烁报警信号指示。但报警信号应在车速首次超过10 km/h时熄灭。
       * 1. 通过制动信号点亮制动灯，应满足如下要求：
21. 应在驾驶人促动行车制动系统时发出指令使制动灯点亮。
22. 装备自动控制制动和/或能够产生减速力（例如，在释放加速踏板时）的再生制动的车辆，应满足表1的要求：
23. 制动信号状态要求

| 自动控制制动和/或再生制动减速度 | 制动信号状态 |
| --- | --- |
| ≤1.3 m/s² | 可以发出制动信号 |
| ＞1.3 m/s² | 应发出制动信号 |

制动信号发出后，只要减速需求持续存在，该信号就应持续发出。然而，该信号可在车辆静止或减速度降低至发出制动信号对应的减速度时被抑制。

应采取适当的措施（例如，滞后、平均、延时等），以避免因制动信号的快速变化而导致制动灯闪烁。

1. 通过选择制动或主要目的不是使车辆减速的功能（例如，轻微促动摩擦制动器以清洁制动盘）启动部分行车制动系统时不应发出上述制动信号[[4]](#footnote-4))。
2. 当减速仅由发动机制动、空气/滚动阻力和/或道路坡度产生时，不应产生制动信号。
   * + 1. 当车辆配备了可以指示紧急制动的装置时，紧急制动信号的发出和解除只能在满足下列条件的情况下，由行车制动系统发出：
3. 车辆的减速度低于6 m/s²时，不应发出紧急制动信号，但减速度等于或者大于6 m/s2（由车辆制造商定义实际限值）时可发出紧急制动信号。当车辆减速度低于2.5 m/s²时，应解除紧急制动信号。
4. 下列情况也可发出紧急制动信号：
   1. 紧急制动信号的发出，可基于通过制动需求预测的车辆减速度，信号的发出和解除参照本条a）规定的限值；
   2. 车速大于50 km/h且防抱制动系统全循环时，可发出紧急制动信号。防抱制动系统不再全循环时应解除紧急制动信号。
      * 1. ETBS应满足以下特殊要求。
5. 当蓄电状态不能满足通过促动行车制动控制装置达到规定的应急制动性能时，不应使驻车制动解除。
6. 解除驻车制动后，行车制动系统应能满足如下要求：
   1. 动力装置开启/关闭控制处于“ON”（“RUN”）位置，行车制动系统应至少能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力；
   2. 动力装置开启/关闭控制处于“OFF”或“LOCK”位置和/或拔掉点火钥匙后第1个60 s之内，3次行车制动促动应至少能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力；
   3. 上述阶段后，或在60 s时段内从第4次行车制动促动开始，以先满足者为准，行车制动系统应至少能产生与规定的0型试验条件下应急制动性能要求相当的静态总制动力。

注：本条可以理解为行车制动系统的能量传输装置具有足够的能量。

1. 对于仅为电控传输装置供电的蓄电装置，应在以下试验程序后行车制动系统仍能在全工作范围内进行制动控制：
   1. 试验应从能量水平的标称值开始进行，且未向蓄电装置供电。在电控传输运行的情况下，制动控制装置应保持释放至少20分钟，然后再执行20次行车制动控制装置的完全促动，每次动作之间的释放时间为5 s；
   2. 上述要求不违背6.6.1要求；
   3. 为了避免电能的过度消耗而激活红色报警信号，可关闭电能传输。

注：完全促动是指按照6.6.1.2.3要求促动控制装置，持续时间为8 s或该段所述的时间T。

1. 对于同时为电控传输和电能传输装置供电的蓄电装置，应满足6.6.1.2.1要求。
2. 作为6.6.1.2的替代方案，仅为ETBS的控制传输装置供能的蓄电装置可满足如下要求：当蓄电装置中的能量降至影响控制传输装置的功能或性能，且供电装置无故障或无失效时，应在控制装置启动时自动由供电装置直接向控制传输装置提供其正确操作所需的电能，同时点亮红色报警信号。
3. 在老化效应的影响下，蓄电性能不满足本文件6.6.1.2.1要求时，应立即点亮黄色报警信号。
4. 蓄电状态不满足本文件6.6.1.2.1要求超过60 s时，应立即点亮黄色报警信号。
5. 蓄电装置应配备能量管理系统，并满足以下要求：
   1. 能量管理系统应对蓄电装置进行持续评估，以确定其向制动传输装置提供所需电能的能力随着时间的推移是否满足本文件的性能要求，并按照本文件的要求发出报警信号；启动（运行）开关处于“ON”（RUN）位置时，若能量管理系统对蓄电装置的评估尚未完成，应点亮红色报警信号，直至确认ETBS处于安全状态；本要求也适用于对蓄电装置和/或能量管理系统完成维护操作（例如更换/临时断开蓄电装置，或更换能量管理系统）后；
   2. 若能量管理系统或其输入发生故障导致无法评估蓄电状态，则应在检测到故障时点亮红色报警信号，同时发出声学信号。声学信号的发出可以是短暂的，但只要故障持续存在，光学报警就必须保持点亮状态。在发生上述故障的情况下，若能量管理系统仍然能够评估蓄电状态，则仅点亮黄色报警信号。
6. 如果供电装置的输出功率无法满足电力传输要求，则应在该情况出现后5 s内发出低供电功率报警[[5]](#footnote-5)5）（Pw）,该报警可采用黄色报警信号。
7. 如果辅助设备和制动系统使用相同的蓄电装置供电，并且为该蓄电装置提供能量的供电装置（包括能量源，如有）发生失效，在达到本文件5.2.14 a）规定的临界水平之前，应关闭辅助设备和/或车辆自动减速至停止。如果车辆未配备车载供电装置（例如，将动力蓄电池作为蓄电装置的纯电动车），本段的要求也应在本文件5.2.14 a）规定的临界水平之前应用，或在动力蓄电池无法向制动系统供电时应用。
8. 至少有两个独立的行车制动回路，每个回路都能达到规定的应急制动性能，当车辆不能达到规定的行车制动性能时，应点亮红色报警信号。
9. 供电装置应确保蓄电状态满足规定的行车制动性能要求。此外，如果辅助设备和制动系统使用相同的供电装置（包括能量源，如有）供电，则即使所有辅助设备都正常工作，也应满足上述要求。如果两个或两个以上辅助设备不能同时运行（例如，空调系统不能同时制热和制冷），则在评估期间应只考虑功耗最高的系统、功能或组件，应按照6.6.2要求进行评估。如果车辆配备由内燃机驱动的供电装置（例如交流发电机），为了维持供电，则可在内燃机以不超过80%最大功率转速运行时进行评估。
10. 电力传输装置发生除能量供应外的一处短暂（小于40 ms）失效（如传输信号中断或数据错误）时，不应对行车制动性能产生显著影响。
11. 影响到本文件规定的系统功能和性能的电力传输装置失效[[6]](#footnote-6)6），应按照5.2.21 a）规定的相应红色或黄色报警信号指示给驾驶人。如无法达到规定的行车制动性能（采用红色报警信号）、电路连续性受损导致的失效（如损坏、断开），应在失效发生时立即指示给驾驶人。在失效状态下按照6.2.2操纵行车制动控制装置时应符合规定的应急制动性能。
12. 当辅助设备由电力传输装置供能时，应满足下列要求：
    1. 如车辆在行驶中发生能量源或供电装置失效，蓄电装置的能量应满足5.2.14 a)的性能要求；如果该供电装置也作为传输装置中一个回路的蓄电装置，则其发生失效不应影响另一个回路的蓄电装置提供规定的应急制动性能所需的能力；
    2. 如在车辆静止且驻车制动状态下发生能量源失效，蓄电装置在制动期间应有足够的能量用于点亮车辆的相关灯具。
13. 应具有低电量应急功能，满足如下要求：5.2.14 c)规定的声学报警信号发出后60 s内，车辆应自动逐步降低车速至不超过20 km/h；一旦车辆停止，应保持车辆静止，并且应有足够的电能用于施加驻车制动。
    * + 1. 装有临时备用车轮/轮胎的M1类车辆，应满足附录F的要求。
        2. M1类车辆应装配符合本文件要求的防抱制动系统。
    1. 试验和性能要求
       1. 试验要求
          1. 总体要求
             1. 制动系统的性能是基于制动距离和充分发出的平均减速度规定的，制动系统的性能应通过测量与车辆初始车速有关的制动距离和/或测量试验中充分发出的平均减速度来确定。
             2. 制动距离是指从驾驶人开始促动制动系统控制装置开始至车辆停住所驶过的距离。初始车速是指驾驶人开始促动制动系统控制装置时的车速。初始车速与规定车速之间的偏差不应超过2%。

充分发出的平均减速度（）为车速从到期间的对距离的平均减速度，计算方法见公式（1）：

(1)

式中：

——充分发出的平均减速度的数值，单位为米每二次方秒（m/s2）；

——车辆初始车速的数值，单位为千米每小时（km/h）；

——0.8时的车速的数值，单位为千米每小时（km/h）；

——0.1时的车速的数值，单位为千米每小时（km/h）；

——从到期间行驶的距离的数值，单位为米（m）；

——从到期间行驶的距离的数值，单位为米（m）。

车速和距离应在规定试验车速下用精度不低于±1%的仪器测定。可用测量车速和距离外的其他方法测定，在这种情况下，的精度应在±3%内。

* + - 1. 车辆制动性能的道路试验条件
         1. 车辆的质量状态应符合各类试验的规定，并在试验报告中说明。
         2. 各类试验应按相应的规定车速进行。如车辆的最高设计车速低于试验规定车速，应以最高设计车速进行试验。
         3. 试验期间，为达到规定的制动性能而施加在制动系统控制装置上的力不应超过规定的最大值。
         4. 除特殊规定外，试验路面应具有良好的附着性能。
         5. 试验应在风力不致影响试验结果的情况下进行。
         6. 试验开始时，轮胎应为冷态且处于与车辆静止时车轮实际负载相对应的规定压力。
         7. 应在车速超过15 km/h时未发生车轮抱死、车辆未偏离3.5 m宽的试验通道、横摆角小于等于15°且无异常振动的情况下达到规定的性能。
         8. 对完全或部分依靠与车轮永久连接的电机驱动的车辆，所有试验应在电机接合的情况下进行。
         9. 对6.1.2.8所述的车辆，如装备A型电力再生式制动系统，应在6.5.2.2.2规定的低附着系数路面上按最高车速的80%，但不超过120 km/h的车速进行车辆状态试验。对装备A型电力再生式制动系统的车辆，换挡或松开加速踏板的瞬间不应影响车辆状态。
         10. 在6.1.2.9规定的试验中，不允许车轮抱死；允许进行转向修正，但转向盘在最初2 s内的转角不应超过120°，且总转角不应超过240°。
         11. 如给电动行车制动器供能的动力蓄电池（或辅助动力蓄电池）只能从独立的外部充电系统充电，则动力蓄电池在制动性能试验中的平均荷电状态不应超过5.2.20 e）规定的制动失效报警时荷电状态的5%。如发生报警，可在试验过程中给动力蓄电池充电，使其荷电状态保持在规定范围内。对于装备ETBS且无模拟故障的车辆，蓄电状态应保持在5.2.14 a）规定的水平以上。
      2. 制动中的车辆状态
         1. 应在制动试验、特别是高速试验中，检查车辆在制动过程中的总体状态。
         2. 在低附着系数路面上制动时，车辆状态应满足6.5的要求。对5.2.7所述的制动系统，如某车轴的制动由不止一种能源的制动力矩提供且每种能源都与其他能源不同，车辆在其控制策略[[7]](#footnote-7)7)允许的所有关系下都应满足6.5的要求。
      3. 0型试验（冷态制动时的基本性能）
         1. 总体要求

试验开始前，在制动衬片内部、制动盘或制动鼓的制动摩擦面上测得的最热的车轴的行车制动器的平均温度应在65 ℃～100 ℃之间。

试验应在下列条件下进行。

1. 车辆满载时，轴荷分配应符合制造商规定。如有几种不同的轴荷分配方案，则车辆最大设计总质量的轴间分配应使各轴轴荷与其最大设计轴荷成正比。
2. 还应在车辆空载条件下重复各项试验，除驾驶人外，前排座椅上可坐一人记录试验结果。
3. 对装备电力再生式制动系统的车辆，其要求视电力再生式制动系统的类型而定，并按以下方式处理：
   1. A型电力再生式制动系统如具有单独的控制装置，在0型试验中不应使用该装置；
   2. B型电力再生式制动系统所产生的制动力不应超过系统设计所保证的最低水平。
4. 对于B型电力再生式制动系统，如动力蓄电池处于下列荷电状态之一，则认为其满足条件：
   1. 制造商在车辆说明书中推荐的最大荷电状态；
   2. 如制造商未提供具体的推荐意见，不应低于满荷电状态的95%；
   3. 车辆自动控制充电所能达到荷电状态的最高水平；
   4. 不管荷电状态如何，在不使用再生制动部件的情况下进行测试。

性能要求规定了空载及满载条件下进行试验的最低性能要求限值。车辆都应同时满足制动距离和充分发出的平均减速度两项要求，但不必对两项参数都进行实际测定。

道路应水平。除特殊说明外，包括熟悉车辆所需制动在内，每次试验最多进行6次制动。

* + - * 1. 动力脱开的0型试验

进行动力脱开的0型试验时，行车制动性能应满足6.2.1.1规定的最低性能要求。

* + - * 1. 动力接合的0型试验

进行动力接合的0型试验时，应满足如下要求：

1. 试验应在动力接合状态下，以6.2.1.1中规定的车速进行；
2. 行车制动性能应满足6.2.1.1中规定的最低性能要求；
3. 应测定实际的最佳性能且车辆状态应符合6.1.3.2的规定。
   * + 1. I型试验（衰退和恢复试验）
          1. 加热过程

应以满载车辆，在表2所列的条件下对行车制动系统连续进行“制动-解除制动”操作。

1. 加热试验条件

| km/h | km/h | s | 次 |
| --- | --- | --- | --- |
| 80%≤120 |  | 45 | 15 |
| 1. 为制动开始时的初始车速。 2. 为制动结束时的车速。 3. 为车辆的最高设计车速。 4. 为制动次数。 5. 为制动循环周期，从一次制动开始到下一次制动开始所经历的时间。 | | | |

如因车辆特性而不能满足规定的制动循环周期（），可延长制动循环周期。在任何情况下，除车辆制动和加速所需的时间外，每个循环应留有10 s的时间来稳定车速。

在这些试验中，应调整控制力使每次制动都能达到3 m/s2的对时间的平均减速度。可预先进行两次试验以确定合适的控制力。

制动期间，变速器应一直处于最高挡（超速挡除外），对于装备自动变速器的试验车辆，应一直处于D挡。

为在制动后恢复车速，应采用能在最短的时间内（以动力装置和变速器所允许的最大加速度）达到至的挡位。

对不能独立进行制动器加热循环的车辆，应按规定车速进行第1次制动。此后相继进行的每个试验循环，应以所能达到的最大加速度加速，在每个45 s循环周期结束时达到的车速下进行制动。

对装备B型电力再生式制动系统的车辆，动力蓄电池在试验开始时的荷电状态应确保电力再生式制动系统所产生的制动力不超过系统设计所保证的最低水平。如动力蓄电池处于6.1.4.1.2所列的荷电状态之一，则认为满足该要求。

* + - * 1. 热态性能

6.1.5.1规定的试验结束后1分钟内，应在动力脱开的情况下，以与0型试验相同的条件（平均控制力应接近且不大于实际使用的平均控制力或制动需求值，温度条件可不同）测定行车制动系统的热态性能，并满足如下要求：

1. 热态性能不应低于规定性能的75%，对应的制动距离见公式（2），充分发出的平均减速度为4.82 m/s2。热态性能也不应低于动力脱开的0型试验数据的60%。

(2)

式中：

*S* ——制动距离的数值，单位为米（m）。

1. 对装备A型电力再生式制动系统的车辆，制动期间应一直保持最高挡且不应使用其他单独的电力再生式制动系统控制装置（如有）。
2. 对装备B型电力再生式制动系统的车辆，在按6.1.5.1.6完成加热循环后，如不能达到6.2.1.1规定的车速，则应以制动器加热循环结束时车辆所达到的最高车速进行热态试验。为进行对比，稍后还应以与热态试验相同的车速、相近的电力再生制动力（通过调整合适的电池荷电状态）以冷态制动器进行0型试验。恢复过程和试验完成后，允许进一步冷却制动衬片，然后完成上述0型试验。根据本条a）和d）的要求，将上述冷态试验性能与热态性能进行对比。上述试验如果在没有电力再生式制动系统部件参与制动的情况下进行，对电池荷电状态的要求不适用。
3. 对达到a）所述动力脱开的0型试验性能的60%、但达不到规定性能75%的车辆，应以不超过6.2规定的控制力进一步进行热态性能试验。两次试验的结果都应记入试验报告。
   * + - 1. 恢复过程

热态性能试验结束后，立即在动力接合的情况下、以3 m/s2的平均减速度、50 km/h的初始车速连续进行4次停车制动。各次制动的起点之间的距离不应超过1.5 km。每次制动结束后，立即在最短的时间内加速至50 km/h并保持该车速直至进行下次制动。

对于装备B型电力再生式制动系统的车辆，可对动力蓄电池充电或换装荷电状态符合6.1.4.1.2规定的同型号动力蓄电池。在这种情况下，为完成恢复过程，应进一步调整制动衬片温度。

* + - * 1. 恢复性能

恢复过程结束时，应在与动力脱开的0型试验相同的条件下（温度条件可不同）、以不超过相应0型试验的平均控制力测定行车制动系统的恢复性能。恢复性能不应低于动力脱开的0型试验数据的70%，也不应高于150%。

对于装备B型电力再生式制动系统的车辆，应在无电力再生式制动系统部件参与制动，即6.1.5.4.1所述的条件下进行恢复试验。对制动衬片进一步冷却后，在没有电力再生式制动作用的条件下，采用与恢复试验相同的车速进行动力脱开的0型试验，并对比试验结果。恢复性能不应低于上述最后一次0型试验数据的70%，也不应高于150%。

* + 1. 制动系统的性能要求
       1. 行车制动系统
          1. 行车制动系统各项性能试验应满足表3的要求。

1. 0型试验条件及性能要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验类型 | 试验条件及性能要求 | |
| a）动力脱开的0型试验a |  | 100 |
|  | ≤ |
|  | ≥ |
|  |  |
| b）动力接合的0型试验b |  | ≤160 |
|  | ≤ |
|  | ≥ |
|  |  |
| 1. 为规定的试验车速。 2. 为制动距离。 3. 为充分发出的平均减速度。 4. 为脚制动力。 5. 为车辆的最高设计车速。 | | |
| 1. 因最高设计车速限制而不能达到规定车速的车辆，可以试验时所能达到的最高车速进行试验。 2. 如车辆最高设计车速不超过125km/h，则不进行该项试验。 | | |

* + - * 1. 对允许挂接无制动挂车的乘用车，列车在满载和空载条件下的最低0型试验性能不应低于5.4 m/s2。

乘用车列车的制动性能应根据乘用车满载时动力脱开的0型试验所能达到的最大制动性能进行计算，而无需实际挂接无制动挂车进行试验，计算公式见公式（3）：

(3)

式中：

——计算得出的乘用车挂接无制动挂车时充分发出的平均减速度的数值，单位为米每二次方秒(m/s2)；

——乘用车在动力脱开的0型试验中充分发出的平均减速度的最大值，单位为米每二次方秒(m/s2)；

——乘用车满载质量的数值，单位为千克(kg)；

——乘用车制造商规定的可挂接的无制动挂车的最大设计总质量的数值，单位为千克(kg)。

* + - 1. 应急制动系统
         1. 应急制动性能应以表3规定的动力脱开的0型试验条件进行试验，作用在行车制动控制装置上的力不应低于65 N，也不应超过500 N。
         2. 应急制动的制动距离S应满足公式（4）的要求，单位为米（m）。充分发出的平均减速度应大于等于2.44。

(4)

* + - * 1. 应模拟行车制动系统的实际失效状态进行应急制动效能试验。
        2. 对装备电力再生式制动系统的车辆，还应在下列两种失效状态下检查其制动性能：

1. 输出行车制动力矩的电动部件完全失效；
2. 失效状态导致电动部件产生最大制动力。
   * + 1. 驻车制动系统
          1. 驻车制动系统应能使满载车辆在坡度为20%的上、下坡道上保持静止。
          2. 对允许挂接挂车的乘用车，其驻车制动系统应能使满载乘用车列车在坡度为12%的上、下坡道上保持静止。
          3. 采用手控装置时，控制力不应超过400 N。
          4. 采用脚控装置时，控制力不应超过500 N。
          5. 允许通过多次促动驻车制动系统以达到规定的性能。
          6. 为验证是否满足5.2.2 d）的要求，应以30 km/h的初始车速，参照动力脱开的0型试验条件，进行动态驻车制动试验，驻车制动作用期间充分发出的平均减速度和车辆停止前的瞬时减速度都不应小于1.5 m/s2。试验时，车辆为满载，作用在驻车制动控制装置上的力不应超过规定值。
     1. 响应时间

对行车制动系统完全或部分依靠驾驶人体力以外的其他能源的车辆，应满足下列要求：

1. 紧急制动时，从开始促动控制装置至最不利的车轴上的制动力达到表3 a)规定制动效能所经历的时间不应超过0.6 s；
2. 装备液压制动系统的车辆在紧急制动时，车辆的减速度或最不利的制动轮缸内的压力能够在0.6 s内达到规定性能对应的水平，则认为其满足本条a）的要求；
3. 装备ETBS的车辆在紧急制动时，车辆的减速度或最不利的制动器的制动力能够在0.6 s内达到规定性能对应的水平，则认为其满足本条a）的要求。
   * 1. 储能式液压制动系统—关于能源和储能装置（储能器）的规定
        1. 储能装置（储能器）的容量
           1. 总体要求

制动装备需要使用液压产生的储能的车辆应安装满足6.4.1.2或6.4.1.3容量要求的储能装置（储能器）。

如制动系统在没有任何能量存储的情况下，操纵行车制动控制装置至少能达到规定的应急制动性能，则不应要求储能装置具有规定的容量。

检查是否满足6.4.1.2、6.4.1.3和6.4.2的要求时，应将各制动器调节到最小间隙。进行6.4.1.2的检查，全行程促动的频率应确保各次促动之间至少有60 s的时间间隔。

* + - * 1. 装备储能式液压制动系统的车辆要求

对行车制动控制装置进行8次全行程促动后，在进行第9次制动时仍能达到规定的应急制动性能。

应按下列要求进行试验：

1. 应从符合制造商规定但不超过接通压力的压力开始试验；[[8]](#footnote-8)8）
2. 不应给储能装置补充能量，并且应断开辅助设备的储能装置。
   * + - 1. 附加要求

装备储能式液压制动系统的车辆如不能满足5.2.4 a）的要求，但满足6.4.1.3.2、6.4.1.3.3的要求，可视其满足5.2.4 a）的要求。

发生任意一处传输失效后，对行车制动控制装置进行8次全行程促动后，在进行第9次制动时仍能达到规定的应急制动性能。

应按下列要求进行试验：

1. 能源供应停止或以与发动机怠速对应的速度运行，使传输装置失效。失效发生前，储能装置处于制造商规定的压力，但不超过接通压力。
2. 如有辅助设备及其储能装置，应将其断开。
   * + 1. 液压能源的容量
          1. 测量条件

在测定时间的试验中，能源应以动力装置最大功率转速或超速调节器允许的转速对应的流量供能。

在测定时间的试验中，不应断开辅助设备的储能装置，自动断开除外。

* + - * 1. 结果说明

对所有车辆，时间*t*0-1不应超过20 s。

* + - 1. 报警装置的特性

动力装置停机，从符合制造商规定但不超过接通压力的压力开始，对行车制动控制装置进行2次全行程促动后，报警装置不应报警。

* + 1. 车辆防抱制动系统试验要求
       1. 一般要求
          1. 任何影响到6.5规定的系统功能和性能要求的电气失效或传感器工作不正常，包括供电线路、控制器的外部线路、控制器和调节器的失效，应通过5.2.21 a）规定的黄色报警信号指示给驾驶人。
          2. 对在静态条件下不能检测到的传感器异常，应在车速超过10 km/h之前进行检测[[9]](#footnote-9)9）。但由于静态条件下车轮不转动，传感器不能产生车速信号，为防止发出错误的报警信号，可推迟检测但应在车速超过15 km/h之前确认传感器工作正常。
          3. 当车辆静止、防抱制动系统通电时，电控的压力调节阀应至少循环一次。
          4. 只影响防抱制动功能的单个电气功能失效发生时，应通过6.5.1.1的黄色报警信号指示，且行车制动性能不应低于动力脱开的0型试验规定性能的80%，对应的制动距离见公式（5），充分发出的平均减速度为5.15 m/s2。

(5)

式中：

*S*——制动距离的数值，单位为米（m）。

* + - * 1. 防抱制动系统的工作不应受磁场或电场的不利影响，应按照GB 34660中车辆对电磁辐射的抗扰试验场强对防抱制动系统进行验证。
        2. 不应用手动装置来切断或改变防抱制动系统的控制模式[[10]](#footnote-10)10)。
      1. 特殊规定
         1. 能量消耗

总体要求

装备防抱制动系统的车辆应采用下列试验来验证行车制动系统能在长时间全行程制动时保持其性能。

试验条件

储能装置的初始能量水平应符合制造商规定，并应至少保证车辆满载时达到规定的行车制动效能。应断开储能装置对气压辅助设备的供能。

在附着系数小于等于0.3的路面上，满载车辆以不低于50 km/h的初速度全行程制动，在整个制动时间内，间接控制车轮消耗的能量应考虑在内，且所有直接控制车轮应处于防抱制动系统的控制下。

使动力装置停止运转，或切断对储能装置的供能。

在车辆静止状态下，对行车制动控制装置连续进行4次全行程促动。对于ETBS，每次制动应为6.6.1.2.3规定的完全促动。

当进行第5次制动时，应保证满载车辆至少能达到规定的应急制动性能。

应按6.5.3.1所述方法用试验车辆测量路面附着系数。

应在动力脱开且以怠速运转的状态下，以满载车辆进行制动试验。

制动时间应按公式（6）计算,其中不小于15 s，不超过160 km/h：

(6)

式中：

——时间间隔的数值，单位为秒（s）；

——最高设计车速的数值，单位为千米每小时（km/h）。

如一次制动的时间达不到值，允许最多分4个阶段进行制动。各阶段制动之间不应补充能量。从第2阶段起，对应于开始制动时的能量消耗，从6.5.2.1.2.4、6.5.2.1.2.5和6.5.2.1.2.10规定的4次全行程促动中减去1次，该规定对6.5.2.1.2规定试验的第2、3、4各阶段制动均适用。

在车辆静止状态下进行4次全行程促动后，如储能装置内的能量大于等于满载车辆应急制动所要求的能量水平，应认为满足6.5.2.1.2.5规定的性能要求。

* + - * 1. 附着系数利用率

防抱制动系统的附着系数利用率应考虑实际制动距离要超过理论最小值。若满足≥0.75这一条件，则认为防抱制动系统符合要求，为6.5.3.2定义的附着系数利用率。

附着系数利用率应在附着系数小于等于0.3和约为0.8（干路面）的两种路面上以50 km/h的初速度进行测定。为消除制动器温度不同的影响，建议先测定再测定。

测定附着系数的试验程序和附着系数利用率的计算公式见6.5.4。

应对整车的附着系数利用率进行检验

应在车辆满载和空载两种状态下，检验附着系数利用率大于等于0.75[[11]](#footnote-11)11)。

在高附着系数路面上进行满载试验时，如规定的控制力不能使防抱制动系统实现全循环，可省略该试验。

对空载试验，如全力[[12]](#footnote-12)12)制动时不能实现全循环，可将控制力增加到1000 N；如超过1000 N还不足以使系统全循环，可省略该试验。

* + - * 1. 附加检查

应在动力脱开状态下，车辆满载和空载两种条件下进行6.5.2.3.2～6.5.2.3.8规定的附加检查。

在6.5.2.2.2规定的路面上，以40 km/h和最高车速的80%，但不超过120 km/h的初速度全力制动时，由防抱制动系统直接控制的车轮不应抱死。

在试验车轴从高附着系数路面驶向低附着系数路面时全力制动，直接控制车轮不应抱死，其中大于等于0.5且大于等于2。行驶车速和进行制动的时机应确保防抱制动系统能在高附着系数路面上全循环，车辆以6.5.2.3.2规定的高、低两种初速度从高附着系数路面驶入低附着系数路面。

在车辆从低附着系数路面驶向高附着系数路面时全力制动，车辆的减速度应在合适的时间内上升到一个适当大的值，同时车辆不应偏离原来的行驶路线，其中大于等于0.5和大于等于2。行驶车速和制动时机应确保防抱制动系统能在低附着系数路面上全循环，车辆以50 km/h的速度从一种路面行驶入另一种路面。

当车辆左右两轮分别位于附着系数不同（和）的两种路面时，以50 km/h的初速度突然全力制动，直接控制的车轮不应抱死。其中，大于等于0.5且大于等于2。

此外，满载车辆在6.5.2.3.5规定的条件下，应满足6.5.4规定的制动强度。

在进行6.5.2.3.2～6.5.2.3.6规定的试验时，不允许车轮抱死。当车速低于15 km/h时，允许车轮抱死；间接控制车轮在任何车速下都允许抱死，但不应影响车辆的行驶稳定性和转向能力：车辆的横摆角小于等于15°且不应偏离3.5 m宽的试验通道。

在进行6.5.2.3.5和6.5.2.3.6规定的试验时，允许进行转向修正，但转向盘的转角在最初2s内不应超过120°，总转角不应超过240°。试验开始时，车辆的纵向中心平面应通过高低附着系数路面的交界线。试验期间，车轮的任何部分均不应越过交界线。

* + - 1. 附着系数利用率测量方法
         1. 附着系数的测定

附着系数应在无车轮抱死的前提下，由最大制动力除以被制动车轴（桥）的相应动态载荷的商来确定。

以50 km/h的初速度，只对试验车辆的单根车轴（桥）进行制动。为达到最大制动性能，制动力应在该车轴的车轮间均匀分配。当车速处于20 km/h～40 km/h之间时防抱制动系统应脱开或不工作。

应逐次增加管路压力或制动需求值的方法进行多次试验来确定车辆的最大制动强度。每次试验时，应保持输入力不变。制动强度应根据车速从40 km/h降到20 km/h所经历的时间，用公式（7）计算：

(7)

式中：

——制动强度；

——时间间隔的数值，单位为秒（s）。

1. 当车速低于20 km/h时车轮允许抱死。
2. 从的最小测量值开始，在（包括）和1.05之间选择3个值，取其算术平均值（如不能取得3个值，可用代替）用公式（8）来计算最大制动强度，其中6.5.4.2.6的要求仍适用。

(8)

式中：

——平均制动强度；

——的平均值，单位为秒（s）。

制动力应根据测得的制动强度和未制动车轮的滚动阻力来计算，驱动桥和非驱动桥的滚动阻力分别为其静载轴荷的0.015和0.010倍。

前后车轴（桥）的动载轴荷应分别按公式（9）、公式（10）给出：

前轴： (9)

后轴： (10)

式中：

——路面对前轴的静态法向反力的数值，单位为牛顿（N）；

——路面对后轴的静态法向反力的数值，单位为牛顿（N）；

——制动强度；

——重力加速度，单位为米每二次方秒（m/s2）；

*——*由制造商规定并经进行试验的检测机构认可的重心高度的数值，单位为米（m）；

*——*轴距的数值，单位为米（m）。

值应四舍五入为3位小数。

应按照6.5.3.1.1～6.5.3.1.6的规定对其他车轴重复进行试验。

以后轮驱动的双轴车为例，前轴制动时，附着系数k由公式（11）算出：

(11)

式中：

——一个前轴的值；

——平均制动强度；

——单车质量的数值，单位为千克（kg）；

——重力加速度，单位为米每二次方秒（m/s2）；

——路面对前轴的法向静态反力的数值，单位为牛顿（N）；

——路面对后轴的法向静态反力的数值，单位为牛顿（N）；

*——*由制造商规定并经进行试验的检测机构认可的重心高度的数值，单位为米（m）；

*——*轴距的数值，单位为米（m）。

由前轴确定值，由后轴确定值。

* + - * 1. 附着系数利用率的确定

附着系数利用率按照公式（12）计算：

(12)

式中：

——防抱制动系统工作时车辆的最大制动强度；

——机动车辆的值。

应在防抱制动系统全循环的情况下，按照6.5.3.1.3测定在55 km/h的初速度下、速度从45 km/h下降至15 km/h时的时间，根据3次试验的平均值，按公式（13）计算防抱制动系统工作时车辆的最大制动强度：

(13)

式中：

——的平均值，单位为秒（s）。

附着系数应按照公式（14），以动态轴荷加权确定：

(14)

式中：

——机动车辆的值；

——一个前轴的值；

——一个后轴的值；

——单车质量的数值，单位为千克（kg）；

——重力加速度，单位为米每二次方秒；

*——*由制造商规定并经进行试验的检测机构认可的重心高度的数值，单位为米（m）；

*——*轴距的数值，单位为米（m）；

——防抱制动系统工作时车辆的最大制动强度；

——机动车辆前轴上的（防抱制动系统工作时的路面法向动态反力）的数值，单位为牛顿（N）；

——机动车辆后轴上的（防抱制动系统工作时的路面法向动态反力）的数值，单位为牛顿（N）；

——路面对前轴的法向静态反力的数值，单位为牛顿（N）；

——路面对后轴的法向静态反力的数值，单位为牛顿（N）。

值应在防抱制动系统工作时对整车进行测定，附着系数利用率由6.5.3.2.1中的同一个公式算出。

值应四舍五入为2位小数。如大于1.00，应重新测量附着系数。允许误差为10%。

* + - 1. 在不同附着系数路面上的制动性能
         1. 6.5.2.3.6所述的制动强度可参照在进行试验的两种路面上测得的附着系数来计算。这两种试验路面应满足6.5.2.3.5规定的条件。
         2. 高、低附着系数路面的附着系数（和）应分别按照6.5.3.1的规定测定。
         3. 满载车辆的制动强度应满足公式（15）：

, (15)

式中：

——对开路面上机动车辆的；

——低附着系数路面上测定的值；

——高附着系数路面上测定的值。

* + - 1. 低附着系数路面的选择方法
         1. 应按照6.5.2.1.2.2的规定向检测机构提供所选路面附着系数的详细情况，至少应包括车速约为40 km/h时的附着系数-滑移率（0～100%）曲线。
         2. 应按照6.5.3.1的方法，将试验车辆设置成单轴制动，分别测试前轴和后轴单轴最大制动强度下的附着系数，并按照6.5.3.2.1～6.5.3.2.3的方法计算“附着系数-滑移率”曲线的最大值。
         3. 以50 km/h的初速度，防抱制动系统应脱开或不工作，挡位置于空挡或N挡，对试验车辆进行制动。测量前后车轮全部抱死时，根据车速从40 km/h降到20 km/h所经历的时间，按照公式（16）计算制动强度：

(16)

式中：

——制动强度；

——时间间隔的数值，单位为秒。

滑移率为100%时的附着系数值等于此时的制动强度*。*

* + - * 1. 应按照公式（17）计算值，值应四舍五入为1位小数：

(17)

式中：

——“附着系数-滑移率”曲线的最大值；

——滑移率为100%时的附着系数值。

* + - * 1. 试验用路面的值应在1.0到2.0之间。
        2. 试验之前，检测机构应确认所选择的路面符合要求，并记录：

1. 值的测定方法；
2. 车型；
3. 轴荷和轮胎（采用不同的载荷状态和轮胎试验，检测机构将根据试验结果判定其是否可以代表申请型式批准的车型）。

值应在试验报告中说明。每年至少用代表车型对路面标定一次，以检验的稳定性。

* + 1. 电力传输制动系统—关于供电装置和蓄电装置的规定
       1. 蓄电性能要求
          1. 总体要求

装备ETBS的车辆应配备性能满足6.6.1.2要求的蓄电装置。

仅向控制传输装置提供电能的蓄电装置，如符合5.2.24 g）的规定，可作为替代方案。

不同制动回路的蓄电装置应易于识别。

* + - * 1. 配备ETBS的车辆要求

对行车制动控制装置按照6.6.1.2.3 b）的要求进行8次完全促动后，在第9次制动时仍能达到规定的应急制动性能。此外，至少在第1次完全促动时，应达到规定的行车制动性能。

应按下列要求进行试验：

1. 试验开始前，每个制动回路的蓄电状态应不低于5.2.24 g）规定的黄色报警信号对应的临界值，且不高于性能下降到显示5.2.24 f）规定的报警信号对应的临界值；
2. 如果动力蓄电池具备蓄电装置的功能，则允许试验开始时动力蓄电池不为驱动电机供电。

在试验期间，不应向蓄电装置提供能量，并满足下列要求：

1. 每次完全促动应持续至少8 s，从释放控制装置到下一次促动应至少间隔5 s。允许在测试的静态阶段为电子机械执行器提供冷却；
2. 每次促动都应产生一个减速度需求值（），对应车辆在0型试验条件下（例如冷态制动、0型试验速度、满载、完全充电的蓄电装置）获得最大可能的减速度，该减速度不应高于8 m/s²。该减速度需求可减小到一个不低于规定的行车制动减速度的值（），在这种情况下，应按公式(18)计算每次完全促动的持续时间（T）：

(18)

应确保在试验期间仅由蓄电装置向制动系统传输装置供能；

1. 在静态试验时，应确保行车制动系统能量消耗不因节能等功能降低到6.6.1.2.3 b)规定的要求以下；
2. 在6.6.1.2.3规定的条件下，仅使用蓄电装置的电能，通过静态试验完成8次**完全**促动后，应通过动态试验确认在第9次促动控制装置时达到规定的应急制动性能。6.2.2.3中关于模拟制动系统故障的要求不适用。作为替代方案，第9次促动可在静态条件下完成；
3. 应通过0型试验确认第1次制动时达到规定的行车制动性能，蓄电装置中的初始能量水平不应大于6.6.1.2.2 a)的规定。作为替代方案，可在静态条件下促动控制装置，应按6.6.1.2.3 d)规定的程序确定满足该性能所需的能量。
   * + 1. 供电装置要求
          1. 总体要求

试验应按照6.6.2.2要求进行。如动力蓄电池具有6.6.1规定的蓄电装置功能，且动力蓄电池没有补能的来源（电力再生制动除外），则6.6.2.2要求不适用于相关回路。

* + - * 1. 试验条件

应按6.1.5.1和6.1.5.2的方法评估供电装置能力，其中6.1.5.1对应的制动次数为20次。

本试验可在静态条件下进行，此时，制动持续时间、间隔时间及制动系统消耗的能量应按6.1.5.1和6.1.5.2的方法确定。第16次至20次制动的持续时间、间隔时间应相等，且所需能量应与第15次制动所需能量相当。在静态试验中每次提供给电力传输装置的能量应等于按6.1.5.1进行15次试验的能量供给平均值，再按6.1.5.2规定的方法进行1次热态性能试验。

试验开始时应满足如下要求：

1. 供电装置应正常运行，无失效；
2. 蓄电状态不得超过 6.6.1.2.2规定的值。

如果供电装置向辅助设备供电，则5.2.24 l）规定的辅助设备总电能需求应在试验期间由供电装置的等效电能需求表示。

在整个试验过程中，总电能需求应持续存在。

在完成上述试验后，蓄电状态不应降至5.2.14 a)规定的红色报警信号点亮的值。

供电装置的功率不应降至5.2.24 i)规定的报警信号（Pw）点亮的值。

* 1. 车型型式的变更和扩展
  2. 与常规制动性能相关的车辆型式

在进行常规制动性能相关试验（除5.1.3、6.5、8.4.6、8.4.15、8.5.5、8.5.6、附录B、附录C、附录D、附录F以外）时，下列基本特征方面相同的车辆视为相同的车辆型式：

——与制动性能相关的车辆参数相同，包括：轴数和布置；轴距相同或增加；轮距（相同或增加）；最大允许总质量相同或减少；整备质量状态下，前轴荷/后轴荷之比相同或减少；最高设计车速相同或减少，或最大设计车速增加但不影响试验车速的确定；发动机最大净功率和/或驱动电机峰值功率及扭矩相同或增加、主减速器速比(驱动桥速比)相同或增加；悬架类型及弹性元件类型；轮胎断面宽度和静负荷半径变化不超过5％。

——制动系统相同，包括：行车制动系统、应急制动系统、驻车制动系统型式；行车制动系统助力方式；

——制动电子控制系统（电子制动力分配系统、防抱制动系统、电子制动助力系统、电力传输制动系统等与行车制动相关的制动控制系统）相同，包括：型号、生产企业及软件版本或软件识别码相同；

——制动装置部件的规格型号相同，包括：制动钳/制动盘；制动鼓/制动蹄；制动衬片；

* 1. 与临时备用轮胎制动性能相关的车辆型式

在进行附录F规定的临时备用轮胎制动性能相关试验时，在下列基本特征方面相同的车辆视为相同的车辆型式：

——临时备用轮胎相同，包括：类型（“非全尺寸备胎”或“泄气保用轮胎”）；断面宽度和静负荷半径（变化不超过5％）。

* 1. 与防抱制动性能相关的车辆型式

在进行6.5、8.4.6、8.4.15、8.5.5、8.5.6规定的防抱制动性能相关试验时，在下列基本特征方面相同的车辆视为相同的车辆型式：

——与防抱制动性能相关的车辆参数相同，包括：轴数和布置；轴距相同或增加；最大允许总质量（相同或减少）；整备质量状态下，前轴荷/后轴荷之比（相同或减少）。

——制动系统相同，包括：行车制动系统型式；行车制动系统助力方式；

——制动电子控制系统（电子制动力分配系统、防抱制动系统、电子制动助力系统、电力传输制动系统等与行车制动相关的制动控制系统）相同，包括：型号、生产企业及软件版本或软件识别码相同；

——制动装置部件的规格型号相同，包括：制动钳/制动盘；制动鼓/制动蹄；制动衬片。

* 1. 与功能安全相关的车辆型式

在进行功能安全相关文档审核和试验时，在下列基本特征方面相同的车辆，则视为同一型式。

——制动电子控制系统型号、生产企业及软件版本或软件识别码相同。

——制动电子控制系统功能安全描述相同，描述内容要求应满足附录D。

7.5 与电磁兼容相关的车辆型式

在进行制动系统电磁兼容（EMC）抗扰度试验时，下列基本特征方面相同的车辆，则视为同一型式：

——制动电子控制系统型号、生产企业及软件版本或软件识别码相同。

* 1. 试验方法
     1. 总体要求

应先进行静态检查、后进行动态试验。动态试验时，宜先进行空载试验、后进行满载试验。I型试验应在其他所有动态试验项目完成后进行。车辆参数和试验数据处理要求应满足附录E。

* + 1. 试验场地和试验设备

8.2.1 试验场地

试验场地和试验设备应满足以下要求：

1. 试验场地应具有附着系数约为0.8的高附着系数路面和附着系数小于等于0.3的低附着系数路面。为进行ABS试验，还应具有对开路面和对接路面；
2. 在试验道路纵向任意50 m长度上的坡度应小于1%，驻车试验坡度按有关条款规定。路拱坡度应小于2%。

8.2.2 试验仪器设备要求

测量各参数的试验设备应满足表4的要求。

表4 测量参数及要求

| 测量参数 | 单位 | 测量误差 |
| --- | --- | --- |
| 环境温度 | ℃ | ±1 ℃ |
| 风速 | m/s | ±0.5 m/s |
| 质量 | kg | ±1% |
| 轮胎气压 | kPa | ±1% |
| 速度 | km/h | ±1% |
| 制动控制力 | N | ±2% |
| 减速度 | m/s2 | ±1% |
| 制动距离 | m | ±1% |
| 时间 | s | ±1 s |
| 响应时间 | s | ±0.01 s |
| 转速 | r/min | ±1% |
| 管路压力 | MPa | ±1% |
| 制动器温度 | ℃ | ±2 ℃ |
| 电流 | A | ±1% |
| 电压 | V | ±1% |
| 方向盘转角 | ° | ±0.1 ° |
| 牵引力 | N | ±2% |
| 注：驾驶人在试验过程中可随时检查车速、瞬态减速度和控制力（或管路压力）。 | | |

* + 1. 试验车辆

在静态试验和动态试验开始前，可根据制造商的意见对自动磨损补偿装置进行手动调节，但在动态试验项目过程中不应进行手动调节。无论何时，制动器调整都不应导致其在非制动状态下发生摩擦或粘合。

试验前，应按制造商规定对车辆进行磨合行驶。如制造商未对磨合行驶做具体规定，可按下列方法进行磨合：

1. 车辆满载，从最高车速的80%（小于等于120 km/h）开始，制动器初始温度为65 ℃～100 ℃，以3 m/s2的减速度促动行车制动，当速度降至初速度的50%时，松开踏板，将车速加速至初速度，重复上述试验；
2. 磨合总次数为200次。如因条件限制不能连续完成200次，可根据具体情况调整试验次数。
   * 1. 静态检查
        1. 资料及文件检查

应对下列资料及文件进行检查：

1. 制造商有关制动衬片不含石棉的声明；
2. 制造商对失效模拟及其影响进行的说明；
3. 制造商有关制动电子控制系统功能安全方面的文档；
4. 制造商证明满足部件检查、制动器磨损及调节检查、补偿装置检查、电力再生式制动系统检查、牵引装备电力制动系统的挂车的乘用车附加检查、驻车制动性能检查、具有电控传输装置的行车制动系统附加检查、液压传输制动系统的储液罐/主缸检查、信号装置检查、ABS控制模式检查、储能和供能检查的资料或声明；
5. 与本文件规定相关的其他资料。
   * + 1. 部件检查
          1. 对制动系统进行外观检查，确认行车制动踏板与传输部件间连接的效能不会随着时间的推移而降低。
          2. 确认制动踏板及其支架、制动主缸及其活塞、控制阀、制动踏板与主缸或控制阀之间的连接件、轮缸及其活塞、制动系统的制动调整臂及凸轮总成等零部件具有足够的强度且便于维护。
          3. 确认行车制动作用在所有车轮上。检查系统为双回路并记录其实现方式。
          4. 确认行车制动、应急制动和驻车制动器表面与车轮永久连接。如可断开，应确认只能在换挡等情况时短暂断开。对驻车制动系统，仅当驾驶人在驾驶位置或远程控制装置通过一个不因泄漏而起作用的系统控制时才允许断开。

如行车制动或应急制动器可以断开，应在动态试验期间确认断开时仍能达到规定的性能。

* + - 1. 制动器磨损及调节检查
         1. 确认行车制动器符合磨损自动调整的规定。如应急制动系统和驻车制动系统采用单独的部件，确认其具有手动或自动磨损调整装置；对手动调整，确认其便于维护且无须拆解即可进行调整。检查踏板杠杆比与踏板行程相适应，确认所有制动器调整紧密。
         2. 确认行车制动器制动衬片的磨损便于从车辆外部或车辆下部利用适当的检查孔或其他方法检查，可利用车辆正常配备的工具或设备。检查时，不允许拆除车轮。作为替代，也可检查是否配备在制动衬片需要更换时采用声学或光学报警装置向在驾驶座椅上的驾驶人报警的装置，此报警信号可以是5.2.21 a）规定的黄色报警信号。
         3. 确认制动鼓和制动盘表面磨损状况的评估方法，包括确需进行的拆除以及拆除工具和程序。确认制动鼓和制动盘允许的最大磨损限度信息。
      2. 制动系统结构检查
         1. 行车制动系统检查

确认驾驶人在佩戴固定式安全带、双手握住转向盘的情况下能从驾驶位置促动行车制动踏板；确认行车制动与驻车制动控制装置相互独立；确认行车制动控制装置在解除制动时能完全回位。

* + - * 1. 驻车制动系统检查

确认驾驶人在佩戴固定式安全带的情况下能从驾驶位置促动驻车制动控制装置；确认驻车制动可通过纯机械装置锁住，且在解除制动（如脱开锁止装置）时控制装置能完全回位，靠机械方式锁止在制动位置的驻车制动控制装置除外。如通过真空或液压助力等来加强驻车制动作用，检查在不使用助力的情况下仍可以进行驻车制动，必要时可利用通常不用于该用途（如用于行车制动）的存储能量。

* + - * 1. 应急制动系统检查

模拟行车制动失效，确认驾驶人在佩戴固定式安全带、双手握住转向盘的情况下能从驾驶位置促动行车制动踏板。

* + - 1. 台架试验（如适用）
         1. 车辆满载，储能器处于正常工作状态，将不参加制动作用的车轮固定；逐次增加控制力、管路压力、操纵幅度或制动需求值，并模拟必要的“失效”状态，对各轴进行试验，检查各车轮均能在试验台架允许的条件下取得最大制动力。其中，动力液压制动系统应在解除驻车制动的条件下进行试验。
         2. 检查倒车时也能有效地进行行车制动和驻车制动。
         3. 根据台架试验的结果，判断行车制动作用是否对称分布并在车轴间合理分配，确认行车制动和应急制动都是可调节的，确认在平板式或滚筒式制动试验台架上能产生最大静态制动力。
      2. 补偿装置检查
         1. 如车辆装备防抱制动系统或牵引力控制系统等可能导致制动力分配不对称或无须驾驶人直接控制而进行制动作用的补偿装置，应检查制造商对此的声明。
         2. 确认车速小于等于10 km/h时电控传输装置不会进行补偿。在所有载荷状态下，当电控传输装置对制动系统故障或性能劣化进行补偿导致下列情况时，确认通过符合5.2.21 a）规定的黄色报警信号指示：

1. 任意一根车轴的左右两侧制动压力或制动需求值的差值，在车辆减速度不低于2 m/s2时，取实际减速度下两侧较高值的25%或在车辆减速度低于2 m/s2时，取2 m/s2时两侧较高值的25%。
2. 单根车轴的补偿值，在车辆减速度不低于2 m/s2时，取实际减速度下标称值的50%，或在车辆减速度低于2 m/s2时，取2 m/s2时标称值的50%。
   * + - 1. 确认电子制动力分配系统（EBD）或防抱制动系统等制动力补偿装置发生失效时能通过相应的报警信号指示给驾驶人；对于导致不能达到规定的行车制动性能的失效，确认通过符合5.2.21 a）规定的红色报警信号指示；对于其他类型失效，确认通过符合5.2.21 a）规定的黄色报警信号指示。
       1. 控制力与管路压力（制动需求值与制动力）比例关系检查（如适用）
          1. 以合理的增幅对管路压力/控制力进行检查，确保涵盖最大允许控制力。分别记录助力模式和无助力模式下的数据。
          2. 对于装配ETBS的车辆，应评估制动需求值与制动力之间的关系。在试验期间，制动需求值应显示在车辆上，并易于驾驶员读取（例如使用菜单系统查询等）。车辆制造商应说明如何显示这些值，并根据5.2.4 d）的要求提供这些信息。
       2. 电力再生式制动系统检查
          1. 对装备电力再生式制动系统的车辆，确认电力再生式制动系统的类型为A型、B型或同时具有A型和B型。如同时具有A型和B型，按照A型和B型的试验方法分别进行检查。
          2. 检查A型电力再生式制动系统通过加速踏板和/或在空挡位置启动；检查B型电力再生式制动系统通过行车制动踏板启动，并确认电力再生式制动系统不会因摩擦制动而降低其制动作用。对装备A型电力再生式制动系统和同时具有A型和B型的电力再生式制动系统的车辆，将车辆加速至制造商推荐的车速，松开加速踏板和制动踏板，检查车辆不能减速至停车。
          3. 对装备B型电力再生式制动系统和同时具有A型和B型的电力再生式制动系统的车辆，检查行车制动系统只有一个控制装置，且不能通过除自动方式以外的其他方式部分或完全断开行车制动系统。如电机可断开，通过动态试验进一步确认电机断开不会降低行车制动效能；此外，确认行车制动性能与变速器挡位无关。

检查电力再生式制动系统控制装置受行车制动控制装置的操纵幅度和车轮制动力对应关系的控制，确认该关系失效导致不能满足6.5的相关要求时，最迟在控制装置起动时用光学信号向驾驶人报警；只要该故障存在且“接触”开关处于“运行”位置，报警信号将一直点亮。

* + - * 1. 装备防抱制动系统的车辆，确认由防抱制动系统控制电力再生式制动系统。
      1. 牵引装备电力制动系统的挂车的乘用车附加检查
         1. 对牵引装备电力制动系统的挂车的乘用车，应在制造商推荐的状态（例如发动机怠速等）且所有电器设备工作的条件下，操纵挂车制动系统，使其产生最大电流（15 A）消耗，确认挂车连接线路的电压不低于9.6 V；对照设计文件进行检查，确认制动系统电路在过载的情况下也不会发生短路。
         2. 确认乘用车制动回路发生失效时，未失效的部分仍能使挂车电力制动系统工作。
         3. 对利用制动灯开关启动的挂车电力制动系统，检查启动电路与制动灯开关并联且制动灯开关和电路能承受额外负载。
      2. 驻车制动性能检查
         1. 一般要求

通过行车制动使满载车辆在20%的坡道静止并保持下坡状态，施驻车制动，记录最大控制力，解除行车制动，并保持驻车至少5分钟，确认在此条件下测定的最大控制力不超过400 N（手控）或500 N（脚控）。本试验允许通过多次操纵驻车制动以达到规定的驻车制动保持力，但各次操纵的控制力均在规定范围内。

在20%的坡道上保持上坡状态，重复8.4.10.1.1。

对采用电子传输的驻车制动系统的车辆，按照8.4.10.2进行附加检查。

对允许挂接挂车的乘用车，采用下列方法进行附加试验，确认仅靠乘用车的驻车制动能使列车在12%的上、下坡道上保持静止。

1. 实车法（推荐方法）：通过挂接合适的挂车使列车达到最大设计总质量，在12%的坡道上按8.4.10.1.1和8.4.10.1.2进行试验，确认驻车制动控制力在规定范围内，检查仅靠牵引车的驻车制动能使列车在上、下坡道上保持静止。
2. 模拟法：如车辆不能加载至乘用车列车最大设计总质量，可用乘用车代替乘用车列车，计算在12%坡度上的驻车制动性能。模拟试验时所要求的坡度为乘用车列车最大设计总质量与牵引车最大质量的商，乘以12%。如不能提供计算得出的坡道，应选择接近该坡度的、更陡的坡道，按8.4.10.1.1和8.4.10.1.2进行试验。

如没有合适的路面进行8.4.10.1.1～8.4.10.1.4所述试验，可在水平路面上通过牵引试验模拟坡道驻车制动，对驻车制动性能进行检查。

* + - * 1. 采用电子传输的驻车制动系统附加检查

8.4.10.2.2～8.4.10.2.5条适用于通过电子传输实现控制装置和制动器之间功能连接的驻车制动系统，也适用于电子传输与其他传输方式并存的情形。

分别模拟控制装置出现一处电气失效、连接控制装置和ECU之间（供电线路除外）、ECU和执行器之间的电控传输内部线路（供电线路除外）出现一处损坏，在8%的上、下坡道上重复8.4.10.1.1和8.4.10.1.2中所述的试验，对于ECU出现一处电气失效，根据制造商提供的相关设计文件进行检查，确认驾驶人能从驾驶位置通过驻车制动控制装置进行驻车制动，使车辆在规定坡道上保持静止。对于车辆静止状态下自动进行驻车制动的情况，进行如下检查：

a) 检查当点火（起动）开关关闭时，驻车制动保持作用；

b) 检查驾驶人重新开动车辆，驻车制动立即自动解除。

如上述试验中不能满足规定的驻车制动性能，进行如下检查：

1. 对手动变速器车辆，在动力装置静止、离合器接合的情况下，仅通过采用合适的挡位（如最低挡）即可使车辆保持在上、下坡道上；
2. 对自动变速器车辆，确认车辆在变速器位于“驻车”挡时可在上、下坡道上停驻。

确认电子传输失效不会导致驻车制动系统误动作、不会产生与驾驶人意图相反的制动。

完成以上所有试验后，检查可解除驻车制动，如需利用随车工具和/或辅助设备，应予记录并注明使用方法。

模拟电子传输内部线路损坏或驻车制动系统控制装置电气失效，检查是否发出5.2.21 a）规定的黄色报警信号，对于电子传输内部线路损坏的失效，检查黄色报警信号是否立即发出。

车辆的点火（起动）开关处于“ON”（“RUN”）位置，操纵驻车制动控制装置以施加驻车制动，检查是否发出5.2.21 a）规定的红色报警信号，且持续闪烁。对驻车制动系统检测到驻车制动器已经正确夹紧的情况，可以抑制红色报警信号的闪烁，使用非闪烁的红色信号来指示“驻车制动已施加”。关闭点火（起动）开关，检查闪烁的红色报警信号至少再持续10 s。记录驻车制动系统的正常促动是否由独立的红色报警信号指示。

由驻车制动电控传输装置给辅助设备供电的车辆，打开开关并使所有辅助设备工作，确认能进行驻车制动并予以解除。如行车制动系统使用驻车制动电控传输装置提供的储能器，则按照8.4.11.6进行测试。

关闭控制制动装备供电的点火/起动开关（必要时拔掉钥匙），确认仍能进行驻车制动但不能解除制动。

* + - 1. 具有电控传输装置的行车制动系统附加检查
         1. 8.4.11.2～8.4.11.7适用于通过电控传输实现控制装置和制动器之间功能连接的行车制动系统，也适用于电控传输与其他传输方式并存的情形。
         2. 对电控传输装置潜在失效影响分析等相关设计文件进行检查，确认制造商提供了相应的说明资料。并对单个短暂（小于40 ms）失效和持续（大于等于40 ms）失效进行专门检查，确认分析结果能证明：

1. 单个短暂失效（传输信号中断或数据发生错误）不会明显影响行车制动性能；
2. 持续失效导致不能达到规定的行车制动性能时，通过5.2.21 a）规定的红色报警信号指示给驾驶人，并检查失效状态下是否达到规定的应急制动性能。电控传输中断导致的失效，检查失效发生时是否立即通过报警信号指示；
3. 发生持续失效但不妨碍达到规定的行车制动性能时，通过5.2.21 a）规定的黄色报警信号指示给驾驶人；
4. 行车制动电控传输发生故障不会产生与驾驶人意图相反的制动。
   * + - 1. 解除驻车制动，使动力装置开启/关闭控制处于“ON”（“RUN”）位置，促动行车制动系。通过测量管路压力或其他方式，确认是否能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力。

在动力装置开启/关闭控制处于“OFF”或“LOCK”位置和/或拔掉点火钥匙后第1个60 s之内，进行3次行车制动促动。通过测量管路压力或其他方式，确认是否能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力。

以3次行车制动促动和在60 s时段内从第4次行车制动促动中先满足者为准，促动行车制动控制装置。通过测量管路压力或其他方式，确认行车制动系统是否能产生与规定的0型试验条件下应急制动性能要求相当的静态总制动力。

* + - * 1. 对电控传输能源失效进行检查，将蓄电池或其他储能装置的能源水平设置在额定电压（制造商声明的标称值），断开储能装置的充电线路（如断开发电机，使蓄电池或电池组不能再被充电），在动力装置接通的情况下全行程促动行车制动20次。每次制动时，应全行程制动20 s，释放5 s，然后再进行一次制动，检查传输装置剩余的电能足以全行程促动行车制动器。
        2. 检查制造商对不能保证行车制动性能或至少两个独立的行车制动回路不能达到应急制动性能的储能装置最高电压做了声明。通过使储能装置部分放电或连接具有足够功率的外部电源来代替储能装置，逐渐降低储能装置电压并记录5.2.21 a）规定的红色报警信号点亮时的实际电压。连接外部电源利用车辆现有电线时，移除储能装置端子进行供电并检测输出电压。检查实际的记录电压不高于储能装置额定电压。在该电压水平下进行动态试验，确认行车制动电控传输装置中剩余的电能足以达到应急制动性能。
        3. 如辅助设备或驻车制动系统的电能来自行车制动系统电控传输的储能装置，按照下列步骤进行检查：

1. 动力装置转速维持电控传输的电能水平但不高于80%最大功率转速或制造商声明的工作状态；
2. 打开开关，使所有辅助设备工作；
3. 连接电压测量装置，记录动力装置运转和辅助设备工作时的储能装置电压；
4. 通过连接外部电源或放电等方式，将储能装置的电压稳定在该水平，并进行0型试验，通过动态试验验证在该电压水平下仍能达到规定的行车制动性能；

储能装置放电以后，进行上述动态试验或通过计算来验证在不使用电能的情况下仍能达到规定的减速度。

* + - * 1. 如辅助设备的电能来自行车制动电控传输的储能装置，应在车辆静止、动力装置运转但储能装置不充电的情况下，检查确认车辆处于驻车制动状态，采用行车制动进行全行程制动，确认制动灯保持指示状态且相关灯具在制动期间都正常工作。
      1. 液压传输制动系统的储液罐/主缸检查
         1. 确认储液罐易于接近，通过采用透明材料、安装低液面指示器或其他方式实现在不打开储液罐的情况下对液面进行检查。如采用透明材料，确认所有颜色的液体都清晰可见。
         2. 确认车辆装备在液压传输失效或储液罐液面低于规定水平时向驾驶人指示的红色报警信号，检查确认报警信号即使在白天也清晰可见，且便于在驾驶位置对报警信号的工作状态进行检查。此外，还应确认车辆在驻车状态下，具有针对上述失效的报警信号，可采用同一个报警信号。
         3. 为对工作状态进行检查，模拟行车制动失效和制动液泄漏，确认报警信号最迟在制动踏板作用时指示，检查报警装置的零部件发生失效不会导致制动性能的完全丧失，只要失效存在且点火(起动)开关处于“ON”（“RUN”）位置上，报警装置将一直点亮。不同报警装置的检查方法如下：

1. 对压差报警装置，在主缸的两个出口各连接一个压力表/压力传感器（一个在主制动回路，另一个在应急制动回路）。模拟行车制动的一条回路失效，记录报警信号点亮时两个出口的压差,确认压差不超过1.55 MPa。模拟另一条回路失效，重复该过程；
2. 对液面报警装置，确认报警信号在储液罐的任一部分液面下降至制造商规定的水平时予以指示。
   * + - 1. 如未安装液面指示器，对储液罐的最低容量进行如下检查：
3. 使车辆处于水平路面，确认制动液面恰好位于储液罐一侧指示的最高水平；
4. 抽取制动液，直至液面恰好盖住主缸输入口；
5. 测量抽取的液体体积，检查其等于或大于计算得出的储液罐的最低总容量。

不同制动器类型的检查方法如下：

1. 对采用盘式制动器的车轴，最大排液量按照公式（19）计算：

（19）

式中：

——制动盘的最大许可磨损尺寸的数值，单位为米（m）；

——支架一侧的活塞总面积的数值，单位为平方米（m2）；

——轮缸数。

1. 对采用鼓式制动器的车轴，按照公式（20）计算单根车轴的最大排液量，，根据两根车轴的最大排液量计算储液罐的最低总容量。

（20）

式中：

——单个活塞的最大缩回量的数值，单位为米（m）；

SPis ——支架一侧的活塞总面积的数值，单位为平方米（m2）；

ncyl ——轮缸数。

* + - 1. 液压传输制动系统的制动液标志检查

确认制动液的标志符合GB 12981和GB/T 5345，并以不易擦除的方式固定在储液罐加注口附近100 mm以内、便于观察的位置上。

* + - 1. 信号装置检查
         1. 报警信号与车辆自检

确认车辆（包括制动系统）的电动设备通电时点亮符合5.2.21 a）规定的红色或黄色（如适用）报警信号。检查报警信号在车辆静止且未检测到故障时自动熄灭。

检查车辆对于ABS安装了符合5.2.21 a）规定黄色报警信号装置，确认该信号即使在白天也清晰可见，当防抱制动系统失效时，向驾驶人报警。

确认当车辆静止、防抱制动系统通电时，报警信号点亮。系统自检，若不存在故障，报警信号熄灭。在检查过程中，电控的压力调节阀至少循环一次。对在静态条件下不能检测到的传感器异常，在车速大于10 km/h之前进行检测。但由于静态条件下车轮不转动，传感器不能产生车速信号，为防止发出错误的报警信号，可推迟检测但应在车速大于15 km/h之前确认传感器工作正常。

* + - * 1. 指示制动灯点亮的制动信号

驾驶人促动行车制动控制装置，检查是否发出指令使制动灯点亮。

对于装备能够产生减速力（例如，在释放油门控制时）的自动控制制动和/或再生制动的车辆，根据制造商提供的制动灯点亮、保持和抑制逻辑，确认其满足5.2.22 b）的要求，并通过动态试验进行确认。

如车辆具有通过选择制动或主要目的不是使车辆减速的功能（例如，轻微促动摩擦制动器以清洁制动盘）启动部分行车制动系统，或由发动机制动、空气/滚动阻力和/或道路坡度产生减速，根据制造商提供的说明材料，确认车辆不发出指示制动灯点亮的制动信号，并通过动态试验进行确认。

* + - * 1. 紧急制动信号

当车辆配备了可以指示紧急制动的装置时，制造商应提供紧急制动信号的逻辑及检查方法。根据制造商推荐的试验条件，通过动态试验确认紧急制动信号的发出和解除只能在满足下列条件的情况下，由行车制动系统的应用促动发出：

1. 检查车辆的减速度低于6 m/s²时，确认不发出紧急制动信号，减速度等于或者大于6 m/s²（或由车辆制造商定义的实际限值）时确认发出紧急制动信号；
2. 当车辆减速度低于2.5 m/s²时，确认解除紧急制动信号。

通过检查制造商设计文件和动态试验，确认下列情况紧急制动信号发出情况：

1. 若制造商声明紧急制动信号的发出基于通过制动需求预测的车辆减速度，确认声明的紧急制动信号的发出和解除条件符合5.2.23 a）所定义的限值。根据制造商推荐的试验条件，通过动态试验确认紧急制动信号的发出和解除；
2. 若制造商声明车速大于50 km/h且防抱制动系统全循环时发出紧急制动信号，根据制造商推荐的试验条件，通过动态试验确认紧急制动信号发出，并确认防抱制动系统不再全循环时解除紧急制动信号。
   * + 1. ABS控制模式检查

检查防抱制动系统的控制模式不能用手动装置来切断或改变。

1. 如改变控制模式后能满足车辆防抱制动系的全部要求，则认为改变防抱制动系统控制模式的装置不受本条的限制。
   * + 1. 储能和供能检查
          1. 总体要求

对助力制动系统和全动力制动系统的能源装置进行检查，确认其工作安全可靠。

* + - * 1. 助力制动系统

根据制造商提供的资料确定仅靠驾驶人体力是否能达到规定的应急制动性能。具体要求如下。

1. 对仅靠驾驶人体力即可达到应急制动性能的车辆，模拟助力失效进行动态试验。
2. 对必须借助其他能量才能达到应急制动性能的车辆，模拟传输装置部分失效，确认未受失效影响的部分不仅能维持现有能量水平，而且能继续补充能量，并按本条c）进行储能检查。
3. 能源失效条件下的储能检查：
   1. 断开辅助装置及其储能器，将压力调节至符合制造商规定但不高于接通压力；
   2. 通过启动电磁阀使泵输出至储液罐等方法使能量供应失效；
   3. 对行车制动控制装置进行4次全行程促动，记录储能器的剩余压力。进行第5次制动并记录可获得的管路压力。每次制动期间至少有1分钟的间隔。
      * + 1. 全动力制动系统

检查其至少有两个分别具有储能装置且分别作用于至少两个车轮上的独立回路，通过模拟传输装置部分失效，确认未受失效影响的部分不仅能维持现有压力，而且可以补充能量，并按8.4.16.3.2进行储能检查。

检查能源失效条件下的储能：

1. 断开辅助装置及其储能器，将压力调节至符合制造商规定但不高于接通压力；
2. 通过启动电磁阀使泵输出至储液罐等方法使能量供应失效；
3. 对行车制动进行4次全行程促动，记录储能器的剩余压力。进行第5次制动并记录可获得的管路压力。各次制动期间至少有1分钟的间隔。
   * + - 1. 储能式液压制动系统

检查能源失效条件下的储能：

1. 断开辅助装置及其储能器，将压力调节至符合制造商规定但不高于接通压力。
2. 不补充能量，对行车制动进行8次全行程促动，记录储能器的剩余压力。进行第9次制动并记录可获得的管路压力。各次制动期间至少有1分钟的间隔。

对不满足8.4.16.2 b）或8.4.16.3.1要求的车辆，模拟管路失效导致能源失效时的储能检查：

1. 断开辅助装置及其储能器，将压力调节至符合制造商规定但不高于接通压力；
2. 能源供应停止或发动机以怠速运转；
3. 模拟传输失效，对行车制动进行8次全行程制动并记录储能器的剩余压力，进行第9次制动并记录可获得的管路压力。
   * + - 1. 储能装置的报警条件检查

起动动力装置，增压并记录制造商规定的储能装置的最大系统工作压力（切断压力）；逐步减压并记录接通压力。如接通压力与制造商规定的最低压力不同，另外记录最低压力，并确认最低压力不高于实际测量的接通压力。

对系统进行检查，确认除压力测量装置外还装备光学或声学低压报警装置，且报警装置与每条回路永久相连，光学信号符合5.2.21 a)对红色报警信号的规定。

1. 动力装置正常运行且制动系统无故障时，确认除动力装置起动后给储能装置通电期间外，报警装置不报警。
2. 消耗能量至报警信号点亮，在不补充能量的情况下，进行4次全行程行车制动并记录储能器的剩余压力，进行第5次制动并记录可获得的管路压力。

对8.4.16.4.2所述车辆，确认除压力测量装置外还装备光学和声学报警信号，且光学信号先于或与声学信号同时报警。确认光学信号符合5.2.21 a)对红色报警信号的规定，在点火（起动）开关处于“ON”（“RUN”）时保持点亮。

当应用驻车制动和/或自动变速器操纵杆位于“驻车”挡时，确认声学报警装置不工作。

* + - 1. 液压能源的容量检查
         1. 对系统补充充能至切断压力，停止充能，进行4次全行程行车制动，记录剩余压力。
         2. 在不向储能装置补充能量的情况下，将系统压力调节至。动力装置以最大功率转速或超速调节器允许的最大转速运行，给系统补充能量，记录最不利的储能装置的压力上升至所需要的时间，检查该时间等于或小于20 s。除自动断开外，确认试验在辅助设备的供能装置未断开的状态下进行。
         3. 动力装置停机，从符合制造商规定但不超过接通压力的压力开始，全行程促动2次行车制动控制装置后，确认报警装置不报警。
      2. ETBS附加检查
         1. 车辆驻车状态下，按制造商提供的方法调整蓄电装置至5.2.24 a）规定的状态，确认当蓄电状态不能满足通过促动行车制动控制装置达到规定的应急制动性能时，驻车制动不能被解除。
         2. 蓄电装置正常的状态下，解除驻车制动，使动力装置开启/关闭控制处于“ON”（“RUN”）位置，完全促动行车制动控制装置，确认行车制动系统是否能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力。

在动力装置开启/关闭控制处于“OFF”或“LOCK”位置和/或拔掉点火钥匙后第1个60 s之内，完全促动行车制动控制装置3次，确认行车制动系统是否能产生与规定的0型试验条件下行车制动性能要求相当的静态总制动力。

上述试验后，或在60 s时段内从第4次行车制动促动开始，以先满足者为准，促动行车制动控制装置，确认行车制动系统是否能产生与规定的0型试验条件下应急制动性能要求相当的静态总制动力。

* + - * 1. 对仅为电控传输装置供电的蓄电装置进行检查，试验从蓄电装置能量水平的标称值开始，且确认供电装置未向蓄电装置供电。在电控传输运行的状态下，制动控制装置保持释放至少20分钟后，进行20次行车制动控制装置的完全促动，每次促动之间的释放时间为5 s，然后再进行1次制动，检查蓄电装置剩余的电能足以完全促动行车制动器。试验过程中可以关闭电能传输。
        2. 对蓄电装置的老化状态指示器相关设计文件进行检查，确认制造商提供了相应的说明资料。检查车辆是否具备5.2.14 e）规定的蓄电装置老化状态的指示器，并按照制造商提供的方法模拟蓄电装置老化状态指示器的触发条件（包括蓄电装置老化状态等级切换及黄色报警信号点亮），检查指示器是否正确显示，确认5.2.24 f）规定的黄色报警信号是否立即点亮。
        3. 蓄电装置正常状态下启动车辆，按5.2.24 h）规定的方法对蓄电装置的能量管理系统自检状态进行确认，检查在自检完成前红色报警信号是否持续点亮。按照制造商提供的方法模拟能量管理系统或其输入发生故障，检查声学信号是否发出，并检查红色报警信号是否持续点亮。上述故障的情况下，若能量管理系统仍然能够评估蓄电状态，则检查黄色报警信号是否点亮。
        4. 在蓄电装置正常状态下，按照制造商提供的方法调整供电装置使其输出功率无法满足电力传输要求，检查低供电功率报警（Pw）或黄色报警信号是否在5 s内按5.2.24 i）的要求点亮。
        5. 按照制造商提供的相应说明资料，检查车辆是否配备了至少两个独立的行车制动回路，并进行应急制动性能试验，确认每个回路是否能达到规定的应急制动性能。当车辆达不到规定的行车制动性能时，确认红色报警信号是否点亮。
        6. 对电力传输装置潜在失效影响分析等相关设计文件进行检查，确认制造商提供了相应的说明资料。并对失效进行专门检查，确认分析结果能证明：

1. 除能量供应外的单个短暂（小于40 ms）失效（传输信号中断或数据发生错误）不会明显影响行车制动性能；
2. 失效导致不能达到规定的行车制动性能时，通过5.2.21 a）规定的红色报警信号指示给驾驶人，并检查失效状态下是否能够达到规定的应急制动性能。电路连续性受损导致的失效，检查失效发生时是否立即通过报警信号指示；
3. 发生失效但不妨碍达到规定的行车制动性能时，通过5.2.21 a）规定的黄色报警信号指示给驾驶人；
4. 行车制动电力传输发生故障不会产生与驾驶人意图相反的制动。
   * + - 1. 当辅助设备由电力传输装置供能时，在动力装置运转且蓄电装置不充电的情况下进行以下试验：
5. 确认蓄电装置的能量是否符合5.2.14 a）的规定；
6. 如供电装置作为传输装置中一个回路的蓄电装置，检查其发生失效时车辆是否能够达到规定的应急制动性能；
7. 在车辆静止且处于驻车制动状态时，采用行车制动进行全行程制动，确认制动灯保持指示状态且相关灯具在制动期间都正常工作。
   * + 1. 辅助设备检查（如适用）

检查确定采用制动储能装置供能的辅助设备；在未充能的情况下将储能装置调整到接通压力，打开上述所有辅助装置使其工作，检查制动系统储能装置的压力未下降至报警装置工作压力水平以下。

* + 1. 动态试验
       1. 总体要求
          1. 动态试验应在风力不致影响试验结果的情况下进行。
          2. 试验应在规定车速下进行，实际试验车速与规定车速的误差不应超过±2%。试验时，应将车辆加速至规定车速以上5 km/h，松开加速踏板，在车速下降至试验规定车速时进行制动。如最高设计车速低于规定试验车速，应以车辆可持续保持的最高车速进行试验。
          3. 除特殊声明外，所有动态试验的制动操作应在最短的时间内达到预定的控制力或管路压力限值。
          4. 车辆在制动前沿试验通道中线行驶，在制动过程中保持稳定，横摆角应小于等于15°，不应偏离3.5 m宽的试验通道，也不应发生异常振动。特殊说明除外，车速超过15 km/h时不应发生车轮抱死。
       2. 车辆准备
          1. 根据试验条件，按如下方式加载车辆：

1. 空载，将车辆加载至整车整备质量加110 kg。除驾驶人外，前排座椅上可坐一人记录试验结果。
2. 满载，包括驾驶人、试验记录人员和所有必需的试验设备的质量在内，将车辆加载至最大设计总质量，确保轴荷分配符合制造商规定。如有几种不同的轴荷分配方案，采用前后轴轴荷分配之比最大者。
   * + - 1. 核对轮胎尺寸和型号，并检查轮胎处于相应载荷的推荐压力。
         2. 校准所有试验设备。
       1. 空载-基本性能试验
          1. 动力脱开的0型试验

本试验的规定车速为100 km/h，因最高设计车速限制而不能达到规定车速的车辆，可以试验时所能达到的最高车速进行试验。试验时，首先确认最热的车轴上的行车制动器的平均温度处于65 ℃～100 ℃；在附着条件良好（μ≥0.8）的水平路面上，将车辆加速至试验规定车速以上5 km/h，脱开挡位，在车速下降至试验规定车速时全力进行行车制动。

对电机与车轮永久连接的车辆，若没有离合器/空挡，所有试验（脱开或接合试验）都在电机接合的条件下进行；若在相应试验车速下无法切换到空挡，则相应试验车速对应的所有试验（脱开或接合试验）都在电机接合的条件下进行。

重复8.5.3.1.1，确认车辆在未发生车轮抱死的情况下所能达到的最佳制动性能符合要求。包括熟悉车辆所需制动在内，每次试验最多进行6次制动，最多重复5次。

对在最高压力处取得临界结果的动力液压制动系统的车辆，进行进一步的试验以确认当储能器充能到接通压力时管路压力能达到最低性能。

* + - * 1. 动力接合的0型试验

本试验仅适用于最高设计车速大于125 km/h的车辆,试验规定车速为最高车速的80%，但不超过160 km/h。对最高设计车速大于200 km/h的车辆，试验车速取160 km/h。

首先确认最热的车轴上的行车制动器的平均温度处于65 ℃～100 ℃。在附着条件良好的水平路面上将车辆加速至试验规定车速以上5 km/h，采用相应的最高挡行驶，松开加速踏板但保持挡位不变，在车速下降至试验规定车速时进行行车制动。采用的制动控制力（或管路压力）与8.5.3.1.1所述动力脱开的0型试验接近。制动控制力在整个制动过程中保持恒定，确保达到最大的制动强度但不会发生车轮抱死。

对电机与车轮永久连接且装备A型电力再生式制动系统的车辆在低附着系数路面（μ≤0.3）上按最高车速的80%，但不超过120 km/h的车速进行上述试验。试验过程中，检查车辆状况不受挡位变换、加速踏板松开和其他瞬间状态的影响。试验允许进行转向修正，但转向盘的转角在最初2s内不应超过120°，总转角不应超过240°。

重复8.5.3.2.2，确认车辆在未发生车轮抱死的情况下所能达到的最佳制动性能符合要求，每次试验最多进行6次制动，最多重复5次。

* + - 1. 空载-失效试验
         1. 参照制造商有关失效模拟的说明及静态试验结果，依次选择并模拟相应的失效条件，按照8.5.3.1.1和8.5.3.1.2的要求进行动力脱开的0型试验。因最高车速限制而不能达到规定车速的车辆，可以试验时所能达到的最高车速进行试验。
         2. 模拟行车制动系统的一条回路失效，使失效回路的能量传输在整个试验过程中保持为零，确认能达到6.2.2规定的应急制动性能。
         3. 对8.4.16.2 a）所述车辆，通过消耗助力装置所存储的能量依次模拟助力装置失效，在能量消耗完毕的同时将助力器从能源上断开，立即进行动力脱开的0型试验，确认能达到6.2.2规定的应急制动性能。
         4. 对8.4.16.2 b）和8.4.16.3.1所述车辆，依次模拟各条回路失效，在静态试验所测定的管路压力或制动需求值下进行动力脱开的0型试验，确认车辆能达到6.2.2规定的应急制动性能。
         5. 对8.4.16.2 c）、8.4.16.3.2、8.4.16.4.1、8.4.16.5.2所述车辆，维持失效状态，在静态试验所测定的管路压力或制动需求值下进行动力脱开的0型试验，确认车辆能达到6.2.2规定的应急制动性能。
         6. 对8.4.16.4.2所述车辆，维持失效状态，在静态试验所测定的管路压力或制动需求值下进行动力脱开的0型试验，确认车辆能达到6.2.2规定的应急制动性能。
         7. 将辅助能源装置充能至正常的工作水平，然后使动力装置停止工作或断开从动力装置供应的能量，进行动力脱开的0型试验，确认能达到6.2.1规定的行车制动性能。
         8. 依次断开防抱制动系统电源、传感器和控制器的电路，使防抱制动系统不工作，确认行车制动性能不低于动力脱开的0型试验规定性能的80%。
         9. 对行车制动系统具有电控传输的车辆，进行下列附加试验：

1. 通过断开电线等方式，模拟行车制动电控传输的持续失效，进行动力脱开的0型试验，确认车辆能达到规定的应急制动性能，并按5.2.21 a）的规定点亮相应的报警信号（不满足行车制动性能时点亮红色报警信号，其他为黄色）；
2. 调节储能装置电压至8.4.11.4确定的荷电状态并阻止储能装置充电，检查储能装置未对非关键性的辅助设备（包括外部照明装置）充电，进行动力脱开的0型试验，确认能达到6.2.2规定的应急制动性能。
   * + - 1. 对装备电力再生式制动系统的车辆，进行下列附加试验：
3. 通过断开电路等方式，模拟行车制动的电动部件失效，进行动力脱开的0型试验，确认车辆能达到规定的应急制动性能；
4. 如行车制动的电动部件失效会导致制动器的完全作用，应安装一个能在车辆运行期间安全工作的失效开关。通过断开电线等方式，模拟电控传输装置失效，操纵失效开关进行动力脱开的0型试验，确认车辆能达到规定的应急制动性能。
   * + 1. 空载-ABS试验
          1. 低附着系数路面上附着系数利用率的测定

试验应在附着系数小于等于0.3的低附着系数路面上进行。为消除制动器温度不同的影响，建议在测定之前先测定。

使车辆全部车轮制动，测定最大制动强度。具体要求如下：

1. 接通防抱制动系统，踩下制动踏板，确认每个制动器都正常工作；
2. 以55 km/h的初速度制动，测定速度从45 km/h下降至15 km/h时的时间；制动过程中，保证防抱制动系统全循环；
3. 根据3次试验的平均值，按照公式（21）计算最大制动强度。

(21)

附着系数（或）的测定，具体要求如下：

1. 脱开防抱制动系统或使其不工作，仅对试验车辆的单根车轴（桥）进行制动。试验初速度为50 km/h；为达到最佳性能，制动力应在该车轴的车轮间均匀分配；
2. 制动强度的测定：本试验中，控制力在制动作用期间保持不变，车速低于20 km/h时允许车轮抱死。逐次增加管路压力或制动需求值，进行多次试验，测定车速从40 km/h下降至20 km/h所经历的时间。从的最小值开始，在（包括）和1.05之间选择3个值，取其算术平均值（若不能得到3个值，可用代替）,按照公式（22）计算最大制动强度；

(22)

1. 根据测得的制动强度和非制动车轮的滚动阻力计算制动力及动态轴荷。以后轴驱动的两轴车为例,按照公式（23）至公式（26）计算；

前轴制动时，制动力： (23)

前轴动态轴荷： (24)

后轴制动时，制动力： (25)

后轴动态轴荷： (26)

1. 分别按照公式（27）、（28）、（29）计算前、后轴的附着系数和整车附着系数，k值应圆整到千分位。

前轴附着系数： (27)

后轴附着系数： (28)

整车附着系数： (29)

将圆整到2位小数，检查大于等于0.75；如大于1.00，重新测量附着系数，允许误差为10%。

* + - * 1. 高附着系数路面上附着系数利用率的测定

按照8.5.5.1.2～8.5.5.1.4的试验步骤，在附着系数约为0.8的路面上进行试验。

如全力制动时不能实现全循环，可将控制力增加至1000 N；如超过1000 N还不足以使系统全循环，则不再进行该试验。

* + - * 1. 附加检查

单一路面试验：在附着系数小于等于0.3和约为0.8的两种路面上，以40 km/h和最高车速的80%，但不超过120 km/h的初速度急促全力制动。试验过程中，由防抱制动系统直接控制车轮不应抱死。

对接路面（≥0.5，≥2）试验步骤如下:

1. 高附着系数路面到低附着系数路面：当试验车轴从高附着系数路面驶向低附着系数路面时，急促全力制动，检查直接控制车轮未抱死。行驶速度和制动时机应确保车辆以8.5.5.3.2 a）规定的高、低两种速度从高附着系数路面驶入低附着系数路面，并使防抱制动系统在高附着系数路面上全循环；
2. 低附着系数路面到高附着系数路面：当车辆从低附着系数路面驶向高附着系数路面时，急促全力制动，检查车辆的减速度在合适的时间内有明显的增加，且车辆未偏离既定行驶路线。行驶速度和制动时机应确保车辆以约为50 km/h的速度从低附着系数路面驶入高附着系数路面，并使防抱制动系统在低附着系数路面上全循环。

对开路面（≥0.5，≥2）试验步骤如下：

1. 试验开始时，车辆的左右车轮分别位于附着系数不同（、）的两种路面上，车辆纵向中心平面通过高低附着系数路面的交界线；
2. 以50 km/h的初速度急促全力制动，确认直接控制车轮未发生抱死，轮胎（外胎）的任何部分均未越过此交界线；
3. 试验过程中，允许进行转向修正，但转向盘的转角在最初2 s内不应超过120°，总转角不应超过240°；
4. 本试验过程中确认车轮未抱死且车辆稳定，不必制动至车辆停止行驶。
   * + 1. 满载-ABS试验
          1. 低附着系数路面上附着系数利用率的测定

按照8.5.5.1的规定进行试验。

* + - * 1. 高附着系数路面上附着系数利用率的测定

按照8.5.5.2的规定进行试验。

如规定的控制力不能使防抱制动系统实现全循环，则不再测定附着系数利用率。

* + - * 1. 附加检查

按照8.5.5.3的规定进行试验。在对开路面试验时测定制动强度，确认满足公式（30）。

， (30)

* + - * 1. 能耗试验

确认储能装置的初始能量水平符合制造商规定。

踩下制动踏板，确认各制动器工作正常；断开储能装置对气压辅助设备的供能。

在动力脱开且以怠速运转的状态下，在附着系数小于等于0.3的路面上，以不低于50 km/h的初速度全力制动。确认制动时间（）不小于15 s。若一次制动的时间达不到值，可最多分为4个阶段进行制动。各阶段制动之间不补充能量；从第2阶段起，为弥补开始制动的能量消耗，从8.5.6.4.4规定的全行程促动中减去一次。

车辆静止，将储能调节至与制动时间结束时相同的能量水平，使动力装置停止运转或切断对储能装置的供能，对行车制动连续进行4次全行程促动。

确认进行第5次制动时，车辆至少能达到规定的应急制动效能。可通过在高附着系数路面上的试验检查，也可通过测定第5次制动时的管路压力进行判定。

* + - 1. 满载-基本性能试验
         1. 0型试验

按照8.5.3.1～8.4.3.2的规定进行试验。

对允许挂接无制动挂车的乘用车，无需实际挂接无制动挂车进行试验，可仅以乘用车进行动力脱开的0型试验，按照公式（31）计算乘用车列车满载时充分发出的平均减速度，确认不小于5.4 m/s2。

(31)

* + - * 1. 车辆行驶中的驻车制动

按照8.5.3.1的试验条件，以30 km/h的初速度施加驻车制动，进行动态驻车制动试验。控制力不超过400 N（脚控时为500 N）且在制动过程中保持恒定。确认充分发出的平均制动减速度和车辆停车前的瞬态减速度不小于1.5 m/s2。只要有一次试验能达到规定性能，即认为符合要求。

* + - * 1. 响应时间试验

装备助力制动系统且不使用助力就不能达到规定的行车制动性能的车辆，安装减速度记录设备，以100km/h的初速度进行动力脱开的0型试验。根据记录的减速度，确认从开始促动踏板至达到表3 a)规定的行车制动减速度的时间不超过0.6 s，也可以记录开始促动控制装置至最不利的制动轮缸的压力或最不利的车轴上的制动力达到规定性能对应水平的时间确认是否满足要求。本试验对行车制动控制力没有限制。

装备ETBS的车辆，安装减速度记录设备，以100km/h的初速度进行动力脱开的0型试验。根据记录的减速度，确认从开始促动踏板至达到表3 a)规定的行车制动减速度的时间不超过0.6 s，也可以记录开始促动控制装置至最不利的制动器的制动需求值或最不利的车轴上的制动力达到规定性能对应水平的时间确认是否满足要求。本试验对行车制动控制力没有限制。

* + - * 1. I型试验

加热过程

采用最高挡（超速挡除外）或D挡，以最高车速的80%，但不超过120 km/h的初速度进行2次动力脱开的0型试验，确定车辆满载时产生3 m/s2的减速度所需的控制力或管路压力。并确认车速能在规定的时间（45 s）内从下降至。

采用最高挡（超速挡除外）或D挡，以8.5.7.4.1.1确定的控制力或管路压力，从车速开始进行行车制动，使车辆产生3 m/s2的对时间的平均减速度；在车速下降至时解除制动，选择最有利的挡位使车速恢复到，在最高挡维持该车速至少10 s，然后再次制动并确认2次制动开始之间的时间间隔等于。时间测量装置在第1次制动操作时启动或重新设置。

重复8.5.7.4.1.2，直至制动总次数达到15次。各次制动操作的控制力确保产生3 m/s2的平均减速度。

循环时间可能因车辆和试验回路而有所不同。对因车辆性能不足而导致循环周期变化，制动操作之间的时间间隔增加至达到车速所需的最短时间，并留出10 s的时间来稳定车速。但如循环周期变化是由试验回路危险或特性（如转向或下坡）引起，则4次连续制动所经历的整个循环时间应符合规定。而且，确认所有15次制动的整个周期与按照正确的间隔进行的各次制动操作所消耗的时间相对应。

对不能在循环周期内达到规定车速的车辆，在规定车速下进行第1次制动，其后各次制动立即在最短的时间内加速45 s后所达到的车速下进行。

热态性能

最后一次制动结束后，立即在最短的时间内加速至0型试验车速，进行动力脱开的0型试验，以不超过满载0型试验中实际使用的控制力作为平均控制力，确认车辆在未发生车轮抱死的情况下至少能达到满载0型试验实际性能的60%和0型试验规定性能的75%。如车辆在0型试验控制力下能达到车辆0型试验实际性能的60%但不能达到规定性能的75%，可采用不超过500 N的更高的控制力进一步试验。在试验报告中记录两次试验的结果。

对装备B型电力再生式制动系统的车辆，如不能在循环周期（）内达到规定车速，在加热循环结束后所能达到的最高车速下进行热态性能试验。为进行对比，在恢复试验后以相同的车速进行冷态满载0型试验。

对装备A型电力再生式制动系统的车辆，连续保持最高挡进行热态性能试验。如电力再生式制动系统具有单独的控制装置，确保未使用该装置。

恢复过程

热态性能试验结束后，立即在最短的时间内加速至50 km/h，采用与车速适应的最高挡，以3 m/s2的平均减速度进行行车制动。制动结束后立即在最短的时间内加速至50 km/h并保持该车速，在距离上次制动起点1.5 km的位置再次以3 m/s2的减速度进行制动。重复该过程，直至总制动次数达到4次。在第1次制动操作时启动或重新设置时间测量装置。

恢复性能

最后一次制动结束后，立即在最短的时间内加速至0型试验车速，进行动力脱开的0型试验，确认车辆在未发生车轮抱死的情况下能达到满载0型试验实际性能的70%但不超过150%。本试验不受制动器温度要求限制，所使用的平均控制力不超过满载0型试验中实际使用的控制力。

冷态检查

使制动器冷却到环境温度，确认制动器未发生粘合。对装有自动磨损补偿装置的车辆，在最热的制动器冷却降温至100 ºC时，检查车轮是否能自由转动。

* + - * 1. 附加对比0型试验

对8.5.7.4.2.2所述装备B型电力再生式制动系统的车辆进行附加满载0型试验。首先按0型试验要求进行几次制动操作，对制动衬片进行恢复；然后以与热态性能试验相同的车速进行动力脱开的0型试验，确认车辆至少能达到冷态制动实际性能的60%和与所使用的车速相对应的0型试验规定性能的75%。

* + - * 1. 对装备B型电力再生式制动系统的车辆的附加试验

对装备B型（或同时具有A型和B型）电力再生式制动系统的车辆，在8.4.8.3静态检查后进行下列附加试验。

在动力接合的情况下，以适度的控制力、从大约100 km/h的车速进行行车制动。制动期间，断开与电机的连接，检查行车制动系统产生的制动力没有降低。采用类似的试验车速在各挡位依次进行动力接合的制动试验，确认行车制动力与所采用的挡位无关。

对通过松开加速踏板和/或空挡启动的同时具有A型和B型的电力再生式制动系统，应在8.4.8.2静态检查后进行下列附加试验。

在动力接合的情况下，从大约100 km/h的车速松开加速踏板来启动电力再生式制动系统，轻微施加行车制动，确认电力再生制动作用没有降低。

* + - * 1. 对电控传输的行车制动系统的附加试验

对辅助设备或驻车制动系统由行车制动系统电控传输装置的储能装置供电的车辆，若8.4.11.5的静态试验表明需要进行附加试验，使上述所有辅助设备运转，进行动力脱开的0型试验。必要时可通过选择使用辅助设备来控制放电，使制动前的储能装置电压处于8.4.11.6所记录的水平，确认车辆能达到规定的行车制动性能。如8.4.11.5的试验导致储能装置放电，在该条件下进行上述动力脱开的0型试验。

对辅助设备由行车制动系统电控传输装置的储能装置供电的车辆，在电池处于未充电状态的情况下，以不超过20 km/h的车速进行行车制动，确认行车制动系统能完全制动。

* + - 1. 满载-失效试验

按照8.5.4的规定，在满载条件下依次选择并模拟相应的失效条件，进行动力脱开的0型试验，确认车辆在每种失效条件下均达到规定的应急制动性能。

* + - 1. 制动信号试验

8.5.9.1 对于装备能够产生减速力（例如，在释放油门控制时）的自动控制制动和/或再生制动的车辆，根据制造商推荐的方式进行制动，确认大于制造商声明的制动灯点亮对应的减速度时制动信号是否发出。制动信号发出后，保持减速需求，确认制动信号持续发出。根据制造商推荐的方式，以大于且接近制造商声明的制动灯抑制对应的减速度进行制动，逐渐减小制动减速度，确认并记录该信号是否被抑制以及对应的减速度与声明的逻辑一致。

试验过程中，允许制动信号采取适当的措施（例如，滞后、平均、延时等）避免因快速变化而导致制动灯闪烁。

8.5.9.2 对于车辆在通过选择制动或主要目的不是使车辆减速的功能（例如，轻微促动摩擦制动器以清洁制动盘）启动部分行车制动系时，按照制造商推荐的条件（例如通过激活此类功能、在风阻/坡度较大的路面行驶等方式），进行动态确认。

* + - 1. 紧急制动信号试验

8.5.10.1当车辆配备了可以指示紧急制动的装置时，根据静态检查确认的紧急制动信号发出和解除条件，进行8.5.10.2～8.5.10.4的试验。

8.5.10.2 如适用，根据制造商推荐的方式进行如下试验：

1. 以低于且接近6 m/s²的减速度进行行车制动，确认不发出紧急制动信号；
2. 分别以低于且接近、高于且接近车辆制造商定义的车辆减速度限值进行行车制动，确认是否发出紧急制动信号；
3. 以高于车辆制造商定义的车辆减速度限值进行行车制动，发出紧急制动信号，逐渐降低车辆减速度至低于2.5 m/s²，确认紧急制动信号解除。

8.5.10.3 如适用，8.5.10.2试验中紧急制动信号的发出和解除，可基于通过制动需求预测的车辆减速度进行。

8.5.10.4 如适用，根据制造商推荐的方式，以大于50 km/h车速触发防抱制动系统全循环，确认发出紧急制动信号；防抱制动系统不再全循环时确认解除紧急制动信号。

* + - 1. ETBS蓄电性能检查
         1. 在蓄电装置不充电的条件下，消耗能量至红色报警信号点亮，对行车制动进行4次完全促动，进行第5次制动并确认是否满足规定的应急制动性能。同时检查第1次完全促动后，声学报警信号是否立即发出。

在相同条件下，消耗能量至红色报警信号点亮，确认声学报警信号是否在60 s内发出。

* + - * 1. 在车辆行驶的状态下，启动和制动系统共用蓄电装置的辅助设备，按照制造商提供的方法模拟该蓄电装置的供电装置必要的“失效”状态，在车辆达到本文件5.2.14 a）规定的临界水平之前，检查上述辅助设备是否关闭，和/或车辆是否自动减速至停车。

对于未配备车载供电装置的车辆，在车辆达到本文件5.2.14 a）规定的临界水平之前，或在动力蓄电池无法向制动系统供电时，按照上述方法进行检查。

* + - * 1. 在蓄电装置不充电的条件下，车辆以100 km/h的初速度行驶，按照制造商提供的方法模拟蓄电装置的低电量临界状态，在5.2.14 c）规定的声学报警信号发出后60 s内，确认车辆是否自动逐步降低车速至不超过20 km/h。一旦车辆停止，确认车辆是否保持静止，并确认驻车制动是否施加。
        2. 车辆配备为电控传输和电能传输装置同时供电的蓄电装置时，按6.6.1.2.2 和6.6.1.2.3 规定的方法进行试验，确认是否满足6.6.1.2.1的要求。

按照制造商提供的方法调整蓄电装置至不满足6.6.1.2.1规定的状态超过60 s时，确认黄色报警信号是否立即点亮。

* + - * 1. 车辆配备仅为ETBS的控制传输装置供能的蓄电装置时，在供电装置无故障或无失效的情况下，按照制造商提供的方法模拟蓄电装置的能量降低至影响控制传输装置功能或性能的状态，控制装置启动时，确认是否满足规定的行车制动性能，并检查红色报警信号是否点亮。
      1. ETBS供电装置检查
         1. 如果辅助设备和制动系统使用相同的供电装置（包括能量源，如有）供电，按照下列步骤进行试验：

1. 使所有辅助设备按照5.2.24 l）的要求工作；
2. 进行行车制动性能试验，确认车辆是否能达到规定的行车制动性能。

如果车辆配备由内燃机驱动的供电装置（例如交流发电机），则可在内燃机以不超过80%最大功率转速运行时进行试验。

* + - * 1. 按6.6.2.2.1～6.6.2.2.4 规定的方法进行试验，确认是否满足6.6.2.2.5 和6.6.2.2.6的要求。
      1. 配备临时备用车轮/轮胎的车辆制动和跑偏试验

对于配备临时备用车轮/轮胎的车辆，按照附录F的要求进行制动和跑偏试验。

* 1. 实施日期

对于新申请型式批准的车型，5.2.18 f）、5.2.19 b）的要求，自本文件实施之日起第13个月开始执行。上述条款之外的其余要求，自本文件实施之日起开始执行。

对于已获得型式批准的车型，自本文件实施之日起第13个月开始执行。

2. （规范性）  
   动力蓄电池荷电状态检验规程
   1. 总体要求

本附录适用于驱动和再生制动用的车辆动力蓄电池。

* 1. 检验规程
     1. 对新的动力蓄电池或久置未用的动力蓄电池，应按制造商的建议进行充放电循环。循环结束后可至少在室温条件下放置8个小时。应根据制造商推荐的充电程序将动力蓄电池充满。
     2. 进行6.1.2.11、6.1.4.1.2 c）和d）、6.1.5.1.6、6.1.5.1.7和6.1.5.2 c）的制动试验时，应连续记录驱动电机所消耗的电能和电力再生式制动系统所提供的电能的差额，并以此确定试验开始或结束时的荷电状态。
     3. 在进行6.1.5.2 c）的比对试验时，为复制动力蓄电池的荷电状态，可直接将动力蓄电池充电至该荷电状态或首先充电至该状态以上然后以大致恒定的功率对固定负载放电直至达到相应的荷电状态。对仅靠动力蓄电池供电的车辆，可通过车辆行驶来调整荷电状态。对在动力蓄电池部分充电的情况下进行的试验，应在达到所需的荷电状态后尽快进行。

1. （规范性）  
   制动电子控制系统功能安全要求
   1. 总则

车辆安全相关电子电气系统发生功能异常时，将会导致潜在的危害事件。GB/T 34590-2022（所有部分）阐明了车辆安全相关电子电气系统在安全生命周期内应满足的功能安全要求，以避免或降低因系统发生故障所导致的风险。

本附录规定了制动电子控制系统在功能安全方面的文档及验证确认的要求。

本附录不针对制动电子控制系统的标称性能，而是规定设计过程中应遵循的方法和系统验证确认时应具备的信息。检测机构应按照5.1.3和本附录的要求，针对制造商提交及备查的制动电子控制系统功能安全相关文档，进行文档审核评估及抽查试验。以证明系统在非故障和故障状态下实现了功能概念和功能安全概念，并满足本文件规定的、所有适用的性能要求。

* 1. 文档要求
     1. 总体要求

制造商应具有相应的文档以说明制动电子控制系统的功能概念、为实现安全目标而制定的功能安全概念、安全措施、开发过程和方法，以证明系统：

1. 通过设计保证系统在非故障和故障状态下实现了功能概念和功能安全概念；
2. 满足本文件规定的非故障和故障状态下的性能要求；
3. 开发过程和方法是适用的。

文档共包括以下两个部分：

1. 提交的文档。

制造商应将以下文档提交至检测机构，制造商应对所提交的文档与产品实际开发的一致性、可追溯性做出自我声明。具体包括：

* 1. 制动电子控制系统描述（见B.2.2）；
  2. 危害分析和风险评估总结（见B.2.3.1）；
  3. 安全措施说明（见B.2.4）；
  4. 整车层面的安全分析总结（见B.2.5.2）；
  5. 系统层面的安全分析总结（见B.2.5.4）；
  6. 系统层面的验证确认计划和结果总结（见B.2.6.2.1）；
  7. 整车层面的确认计划和结果总结（见B.2.6.3.1）。

1. 备查的文档。

制造商应具有下列相关文档，以供检测机构开展审核评估及抽查试验时公开备查。制造商应对所保管的文档一致性、可追溯性及所采取的安全策略不会对车辆安全运行产生影响做出自我声明。

* 1. 详细危害分析和风险评估（见B.2.3.2）；
  2. 详细整车层面的安全分析（见B.2.5.3）
  3. 详细系统层面的安全分析（见B.2.5.5）
  4. 详细系统层面的验证确认计划和结果（见B.2.6.2.2）；
  5. 详细整车层面的确认计划和结果（见B.2.6.3.2）；
  6. 若有，其他支撑性材料或数据。
     1. 制动电子控制系统描述

制造商应提交制动电子控制系统描述，至少包括：

1. 基本信息

描述制动电子控制系统的基本信息，至少应包括：制动电子控制系统型号、生产企业、软件版本号等。

1. 功能描述

描述制动电子控制系统的功能概念，包括目的和功能描述清单。

1. 系统的范围、边界、接口

描述制动电子控制系统的范围、边界、接口、内部包含的子系统和要素，并识别与其存在交互关系的外部系统或要素，以系统架构框图展示。

1. 系统运行条件和约束限制

描述制动电子控制系统的运行条件和约束限制，针对相应的系统功能，说明有效工作范围的界限。

1. 系统在整车上的布置及外观

以示意图展示系统在整车上的布置及系统外观。

1. 系统布局及原理图
   1. 系统组件清单

应提交组件清单，该清单应包含系统的所有单元，同时也应列明为实现相关控制功能所需的车辆其他系统。

应基于这些单元提供系统布局及原理图，该图应能够清晰地展示组件分布和相互连接。

* 1. 单元功能

应概述系统各单元的功能，并展示该单元与其他单元或车辆其他系统间的信号连接。可使用带标记的框图或其他示意图，也可借助图表说明。

* 1. 相互连接

用电路图、管路图和布置简图分别说明电子传输链、气压或液压传输链和机械连接装置在系统内部的相互连接。

* 1. 信号流和优先顺序

单元间的传输链与信号应有明确的对应关系。

如优先顺序影响本文件所述性能或安全，应确定多元数据通道内的信号的优先顺序。

* 1. 单元的识别

应能清晰明确地识别每个单元并提供相应的说明。

内部集成了多个功能的单个单元或单个处理器，在框图里多次出现时，为清晰和便于解释，仅用一个识别标志。应利用识别标志确认所提供的装置与相应的文档一致。

识别标志应明确硬件的版本、软件（若有）的版本，如版本变化引起本文件所述功能的改变，应对识别标志作相应地改变。

* + 1. 危害分析和风险评估
       1. 危害分析和风险评估总结

制造商应提交危害分析和风险评估总结，描述制动电子控制系统的功能异常表现、整车层面危害、汽车安全完整性等级（ASIL）、安全目标。检测机构根据危害分析和风险评估总结，审核危害分析和风险评估的结果至少涵盖表B.1中的整车危害及对应的安全目标。

* 1. 制动电子控制系统相关危害的安全要求

| 序号 | 整车危害 | 安全目标 | 制动电子控制系统功能 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 非预期的减速 | 车辆非预期的减速应满足非预期减速的安全度量a | 防抱制动、电力再生式制动、采用电子传输的驻车制动、具有电控传输的行车制动、具有电力传输的行车制动 |
| 2 | 非预期的减速能力下降 | 车辆非预期的减速能力下降应满足非预期减速能力下降的安全度量a | 防抱制动、电力再生式制动、采用电子传输的驻车制动、具有电控传输的行车制动、具有电力传输的行车制动 |
| 3 | 非预期的纵向运动 | 车辆非预期的纵向运动位移应满足非预期的纵向运动的安全度量a | 采用电子传输的驻车制动 |
| 4 | 非预期的侧向运动b | 车辆非预期的侧向运动应满足非预期侧向运动的安全度量 | 防抱制动、电力再生式制动、采用电子传输的驻车制动、具有电控传输的行车制动、具有电力传输的行车制动 |
| 1. 制造商应针对相关整车危害定义安全度量，例如：车辆减速度值、施加在制动控制装置上的控制力、车辆位移等在某个安全范围内。 2. 非预期的侧向运动可能由制动力不均衡、非预期的制动功能激活或丢失而导致车辆偏离预期轨迹。 | | | |

* + - 1. 详细危害分析和风险评估

制造商应具有详细危害分析和风险评估以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

* + 1. 安全措施说明

制造商应提交安全措施说明，描述制动电子控制系统发生的功能异常表现、导致的整车危害、对应采取的安全措施。确保为实现安全目标而选择的安全措施不会在故障条件、非故障条件下影响车辆的安全运行。

制动电子控制系统安全相关功能发生失效时，应通过警告信号或提示信息等方式警告驾驶人。

在制动电子控制系统发生故障时，为满足安全目标而在设计时可采取的安全措施（含外部措施）如下：

1. 利用部分系统维持工作。如在特定条件下发生失效时选择维持部分性能的运行模式，应说明该条件并界定其效果；
2. 切换到独立的备用系统。如选择备用系统方式来实现安全目标，应对切换机制的原理、冗余的逻辑和层级、备用系统检查特征进行说明并界定备用系统的效果；
3. 通过关闭功能而进入安全状态。如选择关闭上层功能，应禁止与该功能有关的所有相应的输出控制信号，以此来限制干扰的传播；
4. 通过警告驾驶人，将风险暴露时间降低到一个可接受的时间区间内。
   * 1. 安全分析
        1. 总体要求

制造商应提交整车层面和系统层面的安全分析，说明对影响表B.1中安全目标的危害和故障进行了有效识别和处理。安全分析应包括但不限于：

1. 整车层面的安全分析,可采用危害分析和风险评估、失效模式与影响分析（FMEA）、故障树分析（FTA）或适合整车安全分析的其他类似方法。
2. 系统层面的安全分析,可采用失效模式与影响分析（FMEA）、故障树分析（FTA）或适合系统安全分析的其他类似方法。

在B.2.5.2、B.2.5.4规定的整车及系统层面的安全分析总结中，应列出系统所监测的参数，针对安全分析中的每一种故障情况，列出给予驾驶人、维修人员、检测机构人员的警告信号。

在B.2.5.2、B.2.5.4规定的整车及系统层面的安全分析总结中，应描述对应的措施，确保系统在性能受环境条件（如气候、温度、灰尘进入、进水、冰封等）影响时，不会妨碍车辆的安全运行。

* + - 1. 整车层面的安全分析总结

制造商应提交整车层面的安全分析总结，且至少包括：

1. 制动电子控制系统与车辆其他系统的交互（含故障条件下）可能导致的潜在安全风险及对应的安全措施；
2. 制动电子控制系统功能异常表现引起的整车安全风险及对应的安全措施。
   * + 1. 详细整车层面的安全分析

制造商应具有详细整车层面的安全分析以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

* + - 1. 系统层面的安全分析总结

制造商应提交系统层面的安全分析总结，且至少包括：

1. 系统架构层级要素；
2. 要素的功能描述；
3. 要素的潜在安全相关失效模式；
4. 失效影响（系统层面、整车层面）；
5. 安全机制的说明。
   * + 1. 详细系统层面的安全分析

制造商应具有详细系统层面的安全分析以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

* + 1. 整车及系统层面的验证确认计划和结果
       1. 总体要求

制造商应提交整车层面和系统层面的验证确认计划和结果，说明对影响表B.1中安全目标的所有危害和故障，进行了验证和确认。验证确认应基于硬件在环（HIL）测试、实车测试或其他适当的方法。

* + - 1. 系统层面的验证确认计划和结果
         1. 系统层面的验证确认计划和结果总结

制造商应提交系统层面的验证确认计划和结果总结，说明对影响表B.1中安全目标的所有故障进行了验证和确认。且至少包括：

1. 验证确认对象，例如车辆型号、系统名称、软件和硬件版本等；
2. 验证确认目的，例如验证确认功能安全概念是否充分实现了安全目标；
3. 验证确认方法及步骤概述（如果通过测试开展验证确认，还需说明测试设备、测试环境）；
4. 接受准则，包括安全度量、其他接受准则（如有）；
5. 验证确认结果概述。
   * + - 1. 详细系统层面的验证确认计划和结果

制造商应具有详细系统层面的验证确认计划和结果以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

* + - 1. 整车层面的确认计划和结果
         1. 整车层面的确认计划和结果总结

制造商应提交整车层面的确认计划和结果总结，说明对所有安全目标进行了完整的确认，且至少包括：

1. 确认对象，例如车辆型号、系统名称、软件和硬件版本等；
2. 确认目的，例如确认安全目标正确、完整且得到充分实现；
3. 确认方法及步骤概述（如果通过测试开展确认，还需说明测试设备、测试环境）；
4. 接受准则，包括安全度量、其他接受准则（如有）；
5. 确认结果概述。
   * + - 1. 详细整车层面的确认计划和结果

制造商应具有详细整车层面的确认计划和结果以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

* 1. 验证和确认
     1. 总则

应按照B.2中相关文档的描述，进行下列试验，对制动电子控制系统的功能概念和功能安全概念进行验证和确认。

* + 1. 功能概念的验证和确认

按照B.2.2中的功能概念，执行制动电子控制系统非故障状态下的功能试验，确认系统正常运行。

* + 1. 功能安全概念的验证和确认

应通过向电子电气组件或机械组件施加相应的输入，来模拟电子电气组件内部故障对整车运动行为的影响，以检查单个组件失效时的反应。

应针对B.2.5中的故障条件下的可控性、人机交互（HMI）进行验证和确认。

基于B.2.5 中安全分析识别出的典型故障、整车及系统层面的验证确认计划和结果，开展验证确认试验。故障应在制动系统运行过程中进行注入，模拟实际出现故障的情况。制造商应配合检测机构开展故障模拟测试，以验证可能导致整车危害的相关故障已被安全措施有效的覆盖，并确认系统及整车实现了功能安全目标。应按照表B.2的要求开展验证和确认试验。

* 1. 制动电子控制系统验证和确认测试要求

| 序号 | 涉及功能 | 故障类型a,b | 整车危害 | 试验工况b,c | 接受准则 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 具有电控传输的行车制动 | 1. 制动踏板位移传感器故障，包括：短路、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动。 2. 通信接口类故障，包括：制动系统内部通信接口故障、制动系统与其他系统通信接口故障导致产生非预期的制动力。 | 非预期的减速、非预期的侧向运动（如适用） | 在附着系数约为0.8的水平路面上，空载车辆以100km/h的车速沿试验通道中线直线行驶，注入故障d。 | 1）满足B.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则。  2）车辆发生非预期的减速后不应偏离3.5m宽的试验通道。 |
| 具有电力传输的行车制动 | 1. 制动踏板位移传感器、踏板角度传感器、踏板力传感器等传感器故障，包括：短路、断路、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动、滞后。 2. 供电类故障，包括：系统工作电压过低、过高、断路、限流。 3. 制动执行器故障，包括：轮端制动执行器处理器、轮端制动执行器功率器件、轮端制动执行器位置传感器、轮端制动执行器电流传感器、电机驱动链路及电机短路、开路故障、夹紧力传感器等。 4. 通信接口类故障，包括：制动系统内部通信接口故障、制动系统与其他系统通信接口故障导致产生非预期的制动力。 |
| 采用电子传输的驻车制动 | 1. 驻车控制装置故障，包括：短路、卡滞。 2. 通信接口类故障，包括：制动系统内部通信接口故障导致非预期激活驻车功能。 |
| B型、A+B型电力再生式制动 | 1. 制动踏板位移传感器故障，包括：短路、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动。 2. 通信接口类故障，包括：B型电力再生式制动系统内部通信接口故障、B型电力再生式制动系统与其他系统通信接口故障导致电动部件产生过大制动力。 |
| A型、A+B型电力再生式制动 | 1. 加速踏板位移传感器故障：短路、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动。 2. 通信接口类故障，包括：A型电力再生式制动系统内部通信接口故障、A型电力再生式制动系统与其他系统通信接口故障导致电动部件产生过大制动力。 | 在附着系数约为0.8的水平路面上，空载车辆以100km/h的车速沿试验通道中线直线行驶，注入故障d。 | 1. 由A型电力再生式制动系统输出的车辆减速度值不超过某值。 2. 满足B.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则。 3. 车辆发生非预期的减速后不应偏离3.5m宽的试验通道。 |
| 2 | 具有电控传输的行车制动 | 1. 纵向加速度传感器故障，包括：断路（含接触不良）、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动、校验位错误、循环滚动码错误、丢帧。 2. 制动液位传感器故障，包括：短路、断路（含接触不良）、信号超过范围。 3. 制动踏板位移传感器故障，包括：短路、断路、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动、校 4. 验位错误、循环滚动码错误、丢帧。 5. 供电类故障，包括：系统工作电压过低、过高、断路、限流。 6. 通信接口类故障，包括：制动系统内部通信接口故障、制动系统与其他系统通信接口故障导致制动力不足。 | 非预期的减速能力下降、非预期的侧向运动（如适用） | 在附着系数约为0.8的水平路面上，满载车辆以100km/h的车速沿试验通道中线直线行驶，以一定的控制力进行行车制动并注入故障d。 | 1）满足B.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则。  2）车辆制动后不应偏离3.5m宽的试验通道。 |
| 具有电力传输的行车制动 | 1. 纵向加速度传感器故障，包括：断路（含接触不良）、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动、校验位错误、循环滚动码错误、丢帧。 2. 制动踏板位移传感器、踏板角度传感器、踏板力传感器等传感器故障，包括：短路、断路、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动、滞后。 3. 供电类故障，包括：系统工作电压过低、过高、断路、限流。 4. 制动执行器故障，包括：轮端制动执行器处理器、轮端制动执行器功率器件、轮端制动执行器位置传感器、轮端制动执行器电流传感器、电机驱动链路及电机短路、开路故障、夹紧力传感器等。 5. 通信接口类故障，包括：制动系统内部通信接口故障、制动系统与其他系统通信接口故障导致制动系统内部通信接口故障、制动系统与其他系统通信接口故障导致制动力不足。 |
| 防抱制动 | 1. 供电类故障，包括：系统工作电压过低、过高、断路、限流。 2. 轮速信号故障，包括：短路、断路（含接触不良）、偏移（含比例缩放、阶跃跳动）、卡滞、扰动（含齿数错误、缺齿、传感器与齿圈空隙错误）、轮速有效性错误；对于带方向的轮速传感器：方向错误、方向有效性错误、传感器类型错误等。 3. 通信接口类故障，包括：制动系统内部通信接口故障、制动系统与其他系统通信接口故障导致制动力不足； 4. 制动执行器故障，包括：轮端制动执行器处理器、轮端制动执行器功率器件、轮端制动执行器位置传感器、轮端制动执行器电流传感器、电机驱动链路及电机短路、开路故障、夹紧力传感器等。 |
| B型、A+B型电力再生式制动 | 1. 轮速信号故障，包括：短路、断路（含接触不良）、偏移（含比例缩放、阶跃跳动）、卡滞、扰动（含齿数错误、缺齿、传感器与齿圈空隙错误）、轮速有效性错误；对于带方向的轮速传感器：方向错误、方向有效性错误、传感器类型错误等。 2. 通信接口类故障，包括：B型电力再生式制动系统内部通信接口故障、B型电力再生式制动系统与其他系统通信接口故障导致电动部件制动力不足或丧失。 |
|  | A型、A+B型电力再生式制动 | 1. 加速踏板位移传感器故障：断路、偏移（含比例缩放）、卡滞、扰动。 2. 通信接口类故障，包括：A型电力再生式制动系统内部通信接口故障、A型电力再生式制动系统与其他系统通信接口故障导致电动部件制动力不足或丧失，或非预期退出A型电力再生制动。 | 在附着系数约为0.8的水平路面上，满载车辆以100km/h的车速沿试验通道中线直线行驶，以一定的控制力进行A型电力再生制动并注入故障d。 | 1. 通过操纵行车制动控制装置或通过自动方式，由行车制动系统充分发出的平均减速度至少大于某值。 2. 满足B.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则。 3. 车辆发生非预期的减速后不应偏离3.5m宽的试验通道。 |
| 3 | 采用电子传输的驻车制动 | 1. 驻车控制装置故障，包括：短路、断路、卡滞。 2. 卡钳电机故障，包括：左后电机正向断路、左后电机反向断路、右后电机正向断路、右后电机反向断路。 3. 通信接口类故障，包括：制动系统内部通信接口故障、制动系统与其他系统通信接口故障导致非预期的驻车制动释放、驻车制动失效、驻车制动力不足。 | 非预期的纵向运动 | 满载车辆在上、下坡道（坡度大于等于8%）保持静止，在施加驻车制动前、施加驻车制动后注入故障。 | 满足B.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则。 |
| 1. 检测机构应通过审核B.2.5要求的安全分析相关文档，确认上述故障类型是否存在，且影响表B.1中安全目标的实现。 2. 对于确认后的故障类型，均应开展验证确认试验，验证确认试验应至少包括本表中规定的试验工况，具体注入故障方式由制造商和检测机构协商确定。对于传感器集成等特殊原因无法在实车层面模拟的故障类型，以及无法通过软件对量产车型实现的故障类型，检测机构应通过审核“详细系统层面的验证确认计划和验证确认结果”、“详细整车层面的确认计划和确认结果”等相关技术文件的方式进行确认，并在试验报告中进行记录。 3. 因最高设计车速限制而不能达到规定车速的车辆，可以试验时所能达到的最高车速进行试验。试验车速、车辆质量状态、路面附着系数、转弯半径可根据B.2.6.3验证和确认计划中的相关试验工况进行调整。   d 注入故障后允许进行转向修正，但转向盘在最初2 s内的转角不应超过120°，且总转角不应超过240°。 | | | | | |

* + 1. 验证和确认的结论

验证和确认的结果应与B.2.6一致，并说明功能安全概念及其实施效果的充分性和有效性。试验报告应描述整车及系统层面开展的验证和确认情况，包括验证和确认的对象、目的、内容及结果。

1. （规范性）  
   制动电子控制系统功能安全试验报告要求
   1. 总则

检测机构应按照5.1.3和附录B的要求，针对制造商提交及备查的制动电子控制系统功能安全相关文档，进行文档审核评估及抽查试验，并根据本附录的要求在试验报告中记录文档审核评估的内容和结果、验证确认试验步骤和结果。

* 1. 文档内容
     1. 要求

检测机构对B.2.1规定提交的文档和备查的文档进行审核，并在试验报告按照C.2.2～C.2.7的要求对所审核的内容进行记录。

* + 1. 制动电子控制系统描述

记录制动电子控制系统型号、生产企业、系统名称、软件版本号等基本信息。

记录并描述制动电子控制系统的功能。

记录并描述制动电子控制系统的范围、边界、接口、内部包含的子系统或要素（附系统架构框图）。

记录并描述制动电子控制系统的运行条件、约束限制、有效工作范围。

记录系统在整车上的布置及外观（附示意图）。

记录并描述系统布局，至少包括：

1. 系统组件清单：列出系统的所有组件和单元，以及为实现相关控制功能所需的车辆其他系统。列出上述所有单元的功能、识别标志，包括硬件和软件的版本；
2. 相互连接：基于上述所有单元，附系统架构框图、电路图、管路图、布置简图等，对系统内、外的机械连接、电气连接、信号连接及交互进行标识；
3. 信号流和优先顺序：描述单元间的传输链与信号的对应关系，描述多元数据通道内的信号的优先顺序。
   * 1. 危害分析和风险评估

根据制造商提交和备查的相关文档，至少包括：危害分析和风险评估总结（见B.2.3.1）、详细危害分析和风险评估（见B.2.3.2），总结并列出制动电子控制系统的功能异常表现、导致整车层面的危害、安全目标、ASIL等级。

描述审核上述危害分析和风险评估的结果是否涵盖了非预期的减速、非预期的减速能力下降、非预期的纵向运动、非预期的侧向运动等整车危害，及对应的安全目标。

记录备查文档的清单和相关信息，至少包括相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息，并总结描述审核的内容。

* + 1. 安全措施说明

根据制造商提交和备查的相关文档，至少包括：安全措施说明（见B.2.4.1），总结并列出制动电子控制系统发生的功能异常表现，导致的整车危害，对应采取的安全措施。

如有其他支撑性材料或数据，记录支撑性材料或数据的基本信息，并描述审核的内容。

* + 1. 安全分析

根据制造商提交和备查的相关文档，至少包括：整车层面的安全分析总结（见B.2.5.2）、详细整车层面的安全分析（见B.2.5.3），描述制动电子控制系统与车辆其他系统的交互（含故障条件下）可能导致的潜在安全风险及对应的安全措施，描述分析功能异常表现引起的整车安全风险及对应的安全措施的有效性。

根据制造商提交和备查的相关文档，至少包括：系统层面的安全分析总结（见B.2.5.4）、详细系统层面的安全分析（见B.2.5.5），描述系统层面的安全分析结果[至少包括：系统架构层级要素、要素的功能描述、要素的潜在安全相关失效模式、失效影响（系统层面、整车层面）、安全机制的说明]结果。

根据制造商提交的相关文档，至少包括：整车层面的安全分析总结（见B.2.5.2）、系统层面的安全分析总结（见B.2.5.4），描述系统所监测的参数，针对安全分析中的每一种故障情况，列出给予驾驶人、维修人员、检测机构人员的警告信号。描述对应的措施，确保系统在性能受环境条件影响时，如气候、温度、灰尘进入、进水、冰封等，不会妨碍车辆的安全运行。

记录备查文档的清单和相关信息，至少包括相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息，并总结描述审核的内容。如有其他支撑性材料或数据，记录支撑性材料或数据的基本信息，并描述审核的内容。

* + 1. 整车及系统层面的验证确认计划和结果

根据制造商提交和备查的相关文档，至少包括：系统层面的验证确认计划和结果总结（见B.2.6.2.1）、详细系统层面的验证确认计划和结果（见B.2.6.2.2），总结说明对影响表B.1中安全目标的所有故障，进行了验证确认[且至少包括：验证确认对象，例如车辆型号、系统名称，软、硬件版本等；验证确认目的，例如验证确认功能安全概念是否充分实现了安全目标；验证确认方法及步骤概述（如果通过测试开展确认，还需说明测试设备、测试环境）；接受准则；验证确认结果]。

根据制造商提交和备查的相关文档，至少包括：整车层面的确认计划和结果总结（见B.2.6.3.1）、详细整车层面的确认计划和结果（见B.2.6.3.2），总结说明对所有安全目标进行了完整的确认[至少包括：确认对象，例如车辆型号、系统名称，软、硬件版本等；确认目的，例如确认安全目标正确、完整且得到充分实现；确认方法及步骤概述（如果通过测试开展确认，还需说明测试设备、测试环境）；接受准则；确认结果]。

记录备查文档的清单和相关信息，至少包括相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息，并总结描述审核的内容。如有其他支撑性材料或数据，记录支撑性材料或数据的基本信息，并描述审核的内容。

* 1. 验证和确认试验
     1. 功能概念的验证和确认

根据B.3.2要求进行功能概念的验证和确认测试，并在试验报告中至少记录测试目的、测试内容、测试方法及步骤、测试结果等内容，见表C.1。

* 1. 功能概念的验证和确认测试记录表

| 测试目的 | 测试内容 | 测试方法及步骤 | 测试结果 |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

* + 1. 功能安全概念的验证和确认

根据B.3.3要求进行功能安全概念的验证和确认测试，并在试验报告中至少记录测试目的、测试方法及步骤、测试设备、测试环境、接受准则、测试结果等内容，见表C.2。

* 1. 功能安全概念的验证和确认测试记录表

| 内容 | 描述 |
| --- | --- |
| 试验方式（实车测试/检查技术文件a） |  |
| 测试目的 |  |
| 测试内容 |  |
| 测试方法及步骤 |  |
| 测试设备（名称、型号及编号、校准有效日期等） |  |
| 测试环境[硬件在环（HIL）测试、实车测试或其它] |  |
| 接受准则（安全度量、其他接受准则） |  |
| 测试结果 |  |
| 试验照片 |  |
| 样车参数表 |  |
| 1. 根据表B.2的要求，对于传感器集成等特殊原因无法在实车层面模拟的故障类型，以及无法通过量产软件实现的故障类型，将“详细系统层面的验证确认计划和验证确认结果”、“详细整车层面的确认计划和确认结果”等相关技术文件中的相关内容总结，按照本表的要求在试验报告中进行记录。 | |
| 1. 如选择检查技术文件的方式，应描述理由，并记录备查文档的信息。 | |

1. （规范性）  
   制动电子控制系统功能安全描述要求
   1. 总体要求

制造商应提交制动电子控制系统功能安全描述，并应至少包括D.2规定的所有内容，其描述内容应与产品实际开发一致。

* 1. 内容要求
     1. 制动电子控制系统描述

至少包括：

1. 制动电子控制系统的功能描述：提供并列出制动电子控制系统的功能，并给出描述；
2. 系统的范围、边界、接口：提供并描述制动电子控制系统的范围、边界、接口、内部包含的子系统或要素，并识别与其存在交互关系的外部系统或要素，以系统架构框图展示；
3. 系统运行条件和约束限制：提供并描述制动电子控制系统的运行条件、约束限制、有效工作范围；
4. 系统在整车上的布置及外观：提供并以示意图展示系统在整车上的布置及系统外观；
5. 系统布局及原理图，包括：

系统组件清单：提供并列出系统的所有单元，以及为实现相关控制功能所需的车辆其他系统。例如，轮速传感器、控制单元、电磁阀、电源模块等。提供并列出上述所有组件单元的功能、识别标志，包括硬件和软件的版本；

相互连接：基于上述所有组件，提供系统架构框图、电路图、管路图、布置简图等，对系统内、外的机械连接、电气连接、信号连接及交互进行标识；

信号流和优先顺序：提供并描述单元间的传输链与信号的对应关系，如优先顺序影响性能或安全，应确定多元数据通道内的信号的优先顺序。

* + 1. 危害分析和风险评估总结

说明制动电子控制系统的功能异常表现、导致的整车危害、对应的ASIL等级及安全目标。

* + 1. 安全措施说明

说明制动电子控制系统发生的功能异常表现导致的整车危害，对应采取的安全措施。

* + 1. 总体要求

对于以下情况可视为具有相同的功能安全描述，制造商应提供变更内容说明及相应声明，确认以下变更不影响制动电子控制系统功能安全：

a)制动电子控制系统功能减少，其余功能描述内容一致；

b)制动电子控制系统在整车上的布置及外观的变更；

c)系统组件清单的变更，允许采用不同识别标志的单元（控制单元除外）；

d)信号流和优先顺序的变更。

1. （规范性）  
   车辆参数和试验数据处理要求
   1. 车辆参数

车辆参数记录应满足表E.1的要求。

* 1. 车辆参数要求

| 项目 | 数据处理 |
| --- | --- |
| 最高车速 | 取整数值，单位为千米每小时（km/h） |
| 质量 | 取整数值，单位为千克（kg） |
| 轮胎气压 | 取整数值，单位为千帕（kPa） |
| 轴距 | 取整数值，单位为毫米（mm） |
| 质心高度（空载/满载） | 取整数值，单位为毫米（mm） |
| 制动器尺寸 | 取整数值，单位为毫米（mm） |

* 1. 试验数据

试验数据记录和计算应满足表E.2的要求。

* 1. 试验数据处理要求

| 项目 | 数据处理 |
| --- | --- |
| 制动初速度 | 取小数点后一位，单位为千米每小时（km/h） |
| 制动距离 | 取小数点后一位，单位为米（m） |
| 制动距离限值 | 按照公式S=（*vs* 2/ *va* 2）×*Sa* 进行计算  其中*S*为修正制动距离，单位为米（m）  *Sa*为实测制动距离，单位为米（m）  *vs*为额定制动初速度，单位为千米每小时（km/h）  *va为*实测制动初速度，单位为千米每小时（km/h）  以上参数均保留一位小数 |
| 充分发出的平均减速度 | 保留两位小数，单位为米每二次方秒（m/s2） |
| 减速度 | 保留一位小数，单位为米每二次方秒（m/s2） |
| 控制力 | 以5N为单位取整 |
| 牵引力 | 以100N为单位取整 |
| 制动强度*zp*（单车） | 按照公式*zP*= *TP* /*PU* 进行计算  其中zp为制动强度  *Tp*为牵引力，单位为牛（N）  *Pu*为整车质量的10倍，单位为牛（N）  以上参数保留两位小数。 |
| 制动强度*zp*（列车） | 按照公式*zP*= *TP* /*PU* 进行计算  其中zp为制动强度  *Tp*为牵引力，单位为牛（N）  *Pu*为整车质量的10倍，单位为牛（N）  以上参数保留两位小数 |
| 响应时间 | 保留一位小数（s） |
| 制动压力与制动力的转换 | 按照公式*B*=*P·*π*·Dw*2*·BEF·r*/(4·*R*) 进行计算  式中*B*为制动力，单位为牛（N）  *P*为制动管路压力，单位为兆帕（MPa）  π取3.1416  *Dw*为轮缸内径，单位为毫米（mm）  *BEF*为制动器因数  *r*为制动器有效半径，单位为毫米（mm）  *R*为轮胎滚动半径，单位为毫米（mm）  以上参数均取整 |
| 达到截止压力的时间 | 保留一位小数，单位为秒（s） |
| 发动机转速 | 以100转/分为单位取整 |
| 电流 | 以0.5A为单位取值 |
| 电压 | 以0.05V为单位取值 |
| 制动时间 | 保留两位小数，单位为秒（s） |
| *tm* | 保留两位小数，单位为秒（s） |
| *zm* | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| *zAL* | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| *kf*，*kr* | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| *kM* | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| *kL* | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| *kH* | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| *zMALS* | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| 0.75(4*kL* +*kH*)/5 | 保留三位小数，单位为秒（s） |
| *Ε* | 保留两位小数，单位为秒（s） |
| 制动力矩 | 取整数值，单位为牛米（N·m） |
| 制动力 | 取整数值，单位为牛（N） |
| 制动压力 | 以0.5MPa为单位取值 |

1. （规范性）  
   配备临时备用车轮/轮胎的车辆制动和跑偏试验要求
   1. 概述
      1. 临时备用车轮/轮胎包括“非全尺寸备胎”及“泄气保用轮胎”。“非全尺寸备胎”是指专门设计为的与普通轮胎尺寸、参数不同的轮胎，仅用于在限制驾驶条件下临时使用；“泄气保用轮胎”或“自支撑轮胎”描述了一种充气轮胎结构，其具有任何技术解决方案（例如，加强侧壁等），允许充气轮胎安装在合适的车轮上并且在没有任何辅助部件的情况下，至少在80 km/h的速度和在瘪胎运行模式下运行时为车辆提供基本的轮胎功能。
      2. 试验路面应当坚实平整，同时具有良好附着性。
      3. 在无风、不会对试验结果有影响的情况下完成该项试验。
      4. 车辆应按照制造商规定的满载质量及轴荷分配进行加载。
      5. 非全尺寸备胎应当按制造商推荐的压力充气。泄气保用轮胎应在完全放气状态下进行测试。
   2. 制动和跑偏试验
      1. 前后轮均应单独安装临时备用车轮总成进行试验（不区分左右轮）。但是，临时备用总成只限在特定轴上使用的，应当将临时备用车轮总成只装在该特定轴上进行试验。
      2. 试验按本文件6.1.4规定的动力脱开的O型试验要求进行，制动初始速度为 80 km/h，作用在行车制动控制装置上的力不超过500 N。
      3. 充分发出的平均减速度应不小于6.43 m/s2，制动距离不应超过公式（F.1)的计算值：

(F.)

式中：

——制动距离的数值，单位为米（m）；

——试验车速的数值，单位为千米每小时（km/h）。

* + 1. 试验应在F.2.1中所规定的分别装有临时备用车轮/轮胎的状态下进行。
    2. 应在车速大于15 km/h时未发生车轮抱死、车辆未偏离3.5 m宽的试验通道、横摆角不超过15°且无异常振动的情况下达到所规定的性能。



1. ) 高选控制的防抱制动系统可认为包括直接控制车轮和间接控制车轮。低选控制的防抱制动系统，其所有装备传感器的车轮均视为直接控制车轮。 [↑](#footnote-ref-1)
2. ) 经检测机构同意，如车载能源可对动力蓄电池充电并调节其荷电状态，可不要求车辆进行荷电状态评价。 [↑](#footnote-ref-2)
3. ) 制造商向检测机构提供控制传输装置潜在失效及影响分析，这些信息经检测机构和制造商协商一致。 [↑](#footnote-ref-3)
4. ) 选择制动期间，可能会切换为自动控制制动。 [↑](#footnote-ref-4)
5. 5） 低供电功率报警（Pw）的触发条件应由制造商提供声明资料。 [↑](#footnote-ref-5)
6. 6） 制造商应提供一份包含电力传输装置潜在失效及后果的资料。 [↑](#footnote-ref-6)
7. 7) 如有必要，制造商可向检测机构提供自动控制策略所允许的制动曲线族，检测机构可对这些曲线进行验证。 [↑](#footnote-ref-7)
8. 8） 制造商向检测机构说明初始能量水平。 [↑](#footnote-ref-8)
9. 9） 若不存在故障，在车速达到10km/h或15km/h之前报警信号熄灭，当车辆静止时报警信号可以重新点亮。 [↑](#footnote-ref-9)
10. 10) 如改变控制模式后能满足车辆所装备的防抱制动系统所属类型的全部要求，则认为改变防抱制动系统控制模式的装置不受6.5.2.6的限制。 [↑](#footnote-ref-10)
11. 11) 为确定车辆自动功能提供的不同的制动力分配方案的效果，本试验可能需要在装备电力再生式制动系统的车辆上重复一次。 [↑](#footnote-ref-11)
12. 12) “全力”是指6.2.1.1表3中规定的最大控制力。如要求使防抱制动系统工作，可采用更大的控制力。 [↑](#footnote-ref-12)