



中华人民共和国国家标准

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

2008-04-25 发布

2008-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 基本术语和定义	1
3.2 复合电子车辆控制系统术语和定义	5
4 结构和功能要求	5
4.1 制动装备	5
4.2 制动系的特性	6
5 试验条件及性能要求	11
5.1 试验条件	11
5.2 性能要求	14
5.3 响应时间	15
5.4 储能式液压制动系—关于能源和储能装置(储能器)的规定	15
5.5 车轴间的制动力分配	16
5.6 装备防抱制动系统的车辆的试验要求	19
6 车型批准和扩展	23
6.1 车型批准	23
6.2 已批准车型的扩展	23
7 试验方法	24
7.1 试验场地和试验设备	24
7.2 试验车辆	24
7.3 静态检查	24
7.4 动态试验	30
附录 A (规范性附录) 符号和定义	38
附录 B (规范性附录) 动力电池荷电状态的监测规程	41
附录 C (规范性附录) 制动摩擦衬片的惯性测功机试验方法	42
附录 D (规范性附录) 对复合电子车辆控制系统安全方面的特殊要求	44
附录 E (资料性附录) 试验报告及相关图表要求	46

前 言

本标准全文强制。

本标准与 ECE R13-H 法规《乘用车制动系统型式批准的统一规定》的一致性程度为非等效。与 ECE R13-H 相比的技术差异和主要编辑性修改如下：

- 删除 ECE R13-H 附件 1、附件 2 有关型式批准的内容；
- 将 ECE R13-H 附件 3、附件 4、附件 5 和附件 6 的内容编入本标准正文部分；
- 鉴于部分最高设计车速较低的车辆受加速性能限制而不能达到规定试验车速，允许该类车辆以试验时所能达到的最高车速进行发动机脱开的 0-型试验；
- 增加“车型批准和扩展”的要求；
- 提供完整的试验方法；
- 将本标准所涉及的符号和定义汇总作为本标准的附录 A；
- 将 ECE R13-H 附件 3-附录 1 作为本标准的附录 B；
- 将 ECE R13-H 附件 7 作为本标准的附录 C；
- 将 ECE R13-H 附件 8 作为本标准的附录 D；
- 在附录 E 中提供推荐性的试验报告及相关图表要求。

新认证车自本标准实施之日起开始执行本标准，在生产车自本标准实施之日起 12 个月后开始执行本标准。

在 GB 12676—1999 修订版实施之前，M₁ 类车辆可在本标准与 GB 12676—1999 间选择使用。

本标准附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为规范性附录，附录 E 为资料性附录。

本标准由国家发展和改革委员会提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本标准主要起草单位：中国汽车技术研究中心、东风本田汽车有限公司、一汽-丰田汽车有限公司、上海大众汽车有限公司、奇瑞汽车有限公司、广州本田汽车有限公司、北京现代汽车有限公司、华晨宝马汽车有限公司。

本标准参加起草单位：重庆汽车研究所、海南汽车试验研究所、长安汽车(集团)有限责任公司、哈飞汽车股份有限公司、江铃汽车股份有限公司。

本标准主要起草人：金约夫、王兆、刘地、谢晋中、耿磊、李普明、袁永斌、张善谦。

本标准参加起草人：汤跃进、高全均、高翔、宋萱、董波、陈振日、罗春燕、张华滨、万发明。

本标准为首次发布。

乘用车制动系统技术要求及试验方法

1 范围

本标准规定了乘用车制动系统的结构、性能要求和试验方法。

本标准适用于 GB/T 15089 规定的 M₁ 类车辆。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 4094 汽车操纵件、指示器及信号装置的标志[GB 4094—1999,eqv 93/91/EEC(78/316/EEC)]

GB/T 5620 道路车辆 汽车和挂车制动名词术语及其定义(GB/T 5620—2002, idt ISO 611:1994)

GB 12981 机动车辆制动液(GB 12981—2003, ISO 4925:1978, MOD)

GB/T 14168 汽车 制动液类别图形标志(GB/T 14168—1993, eqv ISO 9128:1987)

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

GB/T 17619 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法

GB 18655 用于保护车载接收机的无线电骚扰特性的限值和测量方法(GB 18655—2002, idt IEC/CISPR 25:1995)

3 术语和定义

GB/T 5620 中确定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 基本术语和定义

3.1.1

车型 vehicle type

在以下主要方面不存在差异的车辆:

- 最大设计总质量;
- 轴荷分配;
- 最高设计车速;
- 制动装备的类型,特别是有无挂车制动系统,或有无电力制动系;
- 车轴的数目和布置;
- 发动机型式;
- 变速器挡数与速比;
- 主传动比;
- 轮胎尺寸。

3.1.2

制动装备 braking equipment

使行驶中的车辆逐渐减速或停车,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、传输装置和制动器本身组成。

3.1.3

控制装置 control device

由驾驶员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员的体力或来自驾驶员控制的其他能源,也可以是不同能量的组合。

3.1.4

传输装置 transmission device

处于控制装置和制动器之间并使二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。制动力由驾驶员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。

传输装置具有两种独立的功能:控制传输和能量传输。本标准单独使用“传输”一词时,同时具有“控制传输”和“能量传输”两种意义。

3.1.4.1

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,具有控制功能和必要的储能器。

3.1.4.2

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。

3.1.5

制动器 brake

产生与车辆运动趋势相反的力的部件,包括摩擦式制动器(制动力由车上具有相对运动的两个部件摩擦产生)、电力制动器(制动力由车上具有相对运动但互不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)和发动机缓速器(通过人为增加发动机制动作用并传递至车轮来产生制动力)。

3.1.6

不同类型的制动装备 different types of braking equipment

在以下主要方面存在差异的制动装备:

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

3.1.7

制动装备的零部件 component of the braking equipment

可组装构成制动装备的单个零部件。

3.1.8

渐进分级制动/可调节制动 progressive and graduated braking/modulatable braking

制动作用期间,驾驶员可在正常操纵范围内随意操纵控制装置,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线性(单调函数)增加或减少。

3.1.9

空载 unladen condition

整车整备质量加 110 kg。

3.1.10

满载 laden condition

车辆装载至最大设计总质量,特殊说明除外。

3.1.11

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。

3.1.12

轮/轴荷 **wheel/axle load**

在接触面内、路面对某车轴的一个/全部车轮的垂直静态反力。

3.1.13

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

车辆在满载条件下的静态轮/轴荷。

3.1.14

储能式液压制动装备 **hydraulic braking equipment with stored energy**

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

3.1.15

促动 **actuation**

控制装置的作用和释放。

3.1.16

电力再生式制动系 **electric regenerative braking, RBS**

在减速过程中将车辆的动能转化为电能的制动系。

3.1.16.1

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制动作用的装置。

3.1.16.2

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

不属于行车制动系的电力再生式制动系。

3.1.16.3

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

属于行车制动系的电力再生式制动系。

3.1.17

动力电池 **traction battery; power battery**

用来存贮车辆驱动电机所需能量的动力电池组。

3.1.18

荷电状态 **electric state of charge, SOC**

动力电池中的电能与该动力电池可以储存的最大电能的瞬时比。

3.1.19

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时,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增加必要的控制动作。

3.1.20

自动控制制动 **automatically commanded braking**

当复合电子控制系统根据对车辆信息评价的结果断定达到“启动条件”时,无需驾驶员直接操纵,自动操纵制动系或某车轴的制动器进行制动,使车辆减速。

3.1.21

选择制动 selective braking

复合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。

3.1.22

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。

3.1.23

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。

3.1.24

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。

3.1.25

防抱制动系统 antilock 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。

3.1.26

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部件。

3.1.27

控制器 controller

用于处理传感器供给的信息,并发出指令给调节器的部件。

3.1.28

调节器 modulator

用于按收到的控制器指令调节产生制动力的制动压力的部件。

3.1.29

直接控制车轮¹⁾ directly controlled wheel

至少根据车轮自身传感器提供的数据来调节制动力的车轮。

3.1.30

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。

3.1.31

全循环 full cycling

防抱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。

3.1.32

开启压力 cut-in pressure

储能装置自动与能源接通以补充能量时的系统工作压力。

1) 高选控制的防抱系统可认为包括直接控制车轮和间接控制车轮。低选控制的防抱系统,其所有装备传感器的车轮均视为直接控制车轮。

3.1.33

关闭压力 cut-out pressure

储能装置自动断开能源以切断能量供应时的系统工作压力。

3.2 复合电子车辆控制系统术语和定义

3.2.1

安全概念 safety concept

为确保在电路失效时仍能安全工作而在系统(如电子单元)设计时针对系统完整性所采取的措施。维持部分工作或为重要车辆功能提供备用系统都属于安全概念的范畴。

3.2.2

电子控制系统 electronic control system

通过电子数据处理,协作实现预定车辆控制功能的单元组合。该系统通常由软件控制,由传感器、电子控制单元(ECU)和执行器等独立的功能部件构成并通过传输装置连接。该系统可包括机械、电子-气压、电子-液压元件。

3.2.3

复合电子车辆控制系统 complex electronic vehicle control system

遵循上层电子控制系统/功能可控制下层电子控制系统/功能进行超驰控制的控制体系的电子控制系统;受控制的功能成为复合系统的一部分。

3.2.4

上层控制 higher-level control

利用附加处理和/或感应装置命令车辆控制系统改变正常功能以调整车辆状态的系统/功能。这允许复合系统根据感应情况决定优先顺序并自动改变其控制目标。

3.2.5

单元 unit

系统部件的最小部分,可组合构成可识别、分析或更换的一个单独实体。

3.2.6

传输连接 transmission links

为在分散的单元之间传送信号、工作数据或能量供应所采用的相互连接方式。该装置通常为电动,但某些部分也可以是机械式、气压或液压或光学的。

3.2.7

控制范围 range of control

系统能实施控制的范围,是一个输出变量。

3.2.8

有效工作范围 boundary of functional operation

系统能保持控制的外部物理界线的范围。

4 结构和功能要求

4.1 制动装备

4.1.1 总体要求

4.1.1.1 制动装备的设计、制造和安装应保证车辆在正常使用中,无论受到何种振动,都能满足本标准的要求。

4.1.1.2 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。

4.1.1.3 制动摩擦衬片不应含有石棉。

4.1.1.4 制动装备的效能不应受磁场或电场的不利影响。

4.1.1.5 在平板式或滚筒式制动试验台架上应能产生最大静态制动力。

4.1.1.6 在不降低制动性能的前提下,失效检测信号可短暂中断控制传输的指令信号,中断时间应小于10 ms。

4.1.2 制动装备的功能

4.1.2.1 行车制动系

不论车速高低、载荷大小,车辆上坡还是下坡,行车制动系应能控制车辆行驶,使其安全、迅速、有效地停驻;应保证驾驶员在其座位上、双手不离开转向盘就能进行可调节制动。

4.1.2.2 应急制动系

当行车制动系仅发生一处失效时,应急制动系应能在适当的距离内将车辆停驻;应保证驾驶员在其座位上、双手不离开转向盘就能进行可调节制动。

4.1.2.3 驻车制动系

驻车制动系的工作部件由纯机械装置锁住,即使驾驶员离开,车辆也能在上、下坡道上保持静止状态。驾驶员应能在其座位上实现制动操作。

4.1.3 附录 D 的要求适用于所有复合电子车辆控制系统的安全方面,该系统提供或构成了包括利用制动系进行自动控制制动或选择制动在内的制动功能的部分控制传输。

对利用制动系实现更上层目标的系统或功能,只有当其对制动系产生直接影响时才须符合附录 D 的规定。装备该类系统的制动系,在进行试验时不应关闭该系统。

4.2 制动系的特性

4.2.1 车辆所装备的制动系应满足行车制动、应急制动和驻车制动系的要求。

4.2.2 满足下列条件时,行车制动、应急制动和驻车制动系可共用部件:

4.2.2.1 至少具备两个相互独立且驾驶员在正常驾驶位置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。

4.2.2.2 行车制动系和驻车制动系的控制装置应相互独立。

4.2.2.3 行车制动系控制装置与传输装置各部件间的连接效能,不应在使用一段时间后降低。

4.2.2.4 驻车制动系应确保在车辆行驶时也能进行驻车制动。该要求可通过辅助控制装置利用全部或部分行车制动系来满足。

4.2.2.5 在不违反 4.1.2.3 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,则行车制动系和驻车制动系的传输装置可共用部件。

4.2.2.6 除制动器和 4.2.2.10 所述零部件外的任何零部件发生断裂或行车制动系发生其他任何失效(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应能在规定的应急制动条件下使车辆停驻。

4.2.2.7 当行车制动系由驾驶员体力在储能器助力下操纵时,即使助力失效,也应保证能由驾驶员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过规定的最大值。

4.2.2.8 当行车制动力及其传输仅由驾驶员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,其选择应确保在不影响车辆稳定性的前提下达到规定的应急制动效能。此外,每个储能器都应安装 4.2.14 规定的报警装置。

4.2.2.9 当行车制动力及其传输仅由一个储能器提供时,如仅靠驾驶员体力操纵行车制动控制装置能达到规定的应急制动性能并满足 4.2.5 的要求,则认为传输装置只需一个储能器即可。

4.2.2.10 制动踏板及其支架、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、制动杠杆凸轮总成等零部件具有足够的强度且便于维护,并至少与转向连接件等其他重要零部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不能达到规定的应急制动性能,应用金属材料或与金属材料性能相当的材料制造,且在制动系正常工作中不应产生明显

变形。

4.2.3 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,指示给驾驶员。作为替代,也可采用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。报警信号应保持点亮直至失效消失或点火开关关闭;报警信号即使在白天也应清晰可见;驾驶员可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员,可采用同一个报警信号。

4.2.4 当利用除驾驶员体力之外的其他能源时,不必具有一个以上能源(液压泵、空压机等),但能源装置的驱动方式应安全可靠。

4.2.4.1 当制动系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驻。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。

4.2.4.2 位于该装置下游的储能装置应确保在能量供应失效时,在 5.4.1.2 规定的条件下对行车制动控制装置进行 4 次全行程促动后,进行第 5 次制动时仍能以规定的应急制动效能使车辆停驻。

4.2.4.3 对储能式液压制动系,如满足 5.4.1.3 的要求,则认为符合上述规定。

4.2.5 应在不使用下述自动装置的情况下满足 4.2.2、4.2.3 和 4.2.4 的要求,该自动装置通常处于备用状态、只在制动系失效时才起作用因而其失效经常被忽略。

4.2.6 行车制动系应作用于车辆的所有车轮并使制动力在车轴间合理分配。

4.2.7 对装备 B 型电力再生式制动系的车辆,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单独起作用。

4.2.7.1 只要满足 5.1.3.2 或 5.6.3.3(包括电机接合的情形)中任意一条,由动力电池荷电状态变化等所引起电力再生式制动系输出力矩的固有变化可通过适当的相位关系变化自动补偿。

4.2.7.2 考虑到实际的轮胎/路面附着条件,应在必要时自动对车辆的所有车轮进行制动,确保达到与驾驶员制动操作相对应的制动强度。

4.2.8 行车制动系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。

4.2.8.1 在所有载荷状态下,当电控传输装置对制动系故障或性能劣化的补偿超过下面的界限时,应以 4.2.21.1.2 规定的黄色报警信号指示给驾驶员。

4.2.8.1.1 车轴的横向制动压力差:

- a) 车辆减速度 $\geq 2 \text{ m/s}^2$ 时,取较高值的 25%;
- b) 车辆减速度 $< 2 \text{ m/s}^2$ 时,取 2 m/s^2 时对应值的 25%。

4.2.8.1.2 车轴的单个补偿值

- a) 车辆减速度 $\geq 2 \text{ m/s}^2$ 时,取标称值的 50%;
- b) 车辆减速度 $< 2 \text{ m/s}^2$ 时,取 2 m/s^2 时标称值的 50%。

4.2.8.2 只有在 10 km/h 以上车速开始制动时才允许进行上述补偿。

4.2.9 电控传输装置发生故障时不应违背驾驶员意图而进行制动。

4.2.10 行车制动、应急制动和驻车制动系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。

制动力由摩擦式制动系和 B 型电力再生式制动系共同提供的车轴,如摩擦式制动系能持久保持并进行 4.2.7.1 的补偿,则允许断开电力再生式制动系。

短暂断开的瞬间,不完全补偿也可接受;但在 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和应急制动系能以规定的效能继续工作。

驻车制动系制动表面的脱开只能由驾驶员在驾驶位置通过一个不因泄漏而起作用的系统进行

控制。

4.2.11 制动器磨损应易于通过手动或自动调整装置来补偿。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,确保在制动器发热或制动摩擦衬片磨损到一定程度时仍能有效地制动,而无需立即进行间隙调整。

4.2.11.1 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 5.1.5 规定的试验(I 型试验)后正常行驶。

4.2.11.2 行车制动系制动摩擦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等车辆正常配备的工具或设备进行检查。检查时,允许拆除车轮。也可在摩擦衬片需要更换时通过声学或光学报警装置指示给驾驶位置的驾驶员。可选用 4.2.21.1.2 规定的黄色信号作为报警信号。

4.2.12 对液压传输制动系,储液罐的加注口应易于接近;储液罐的设计和构造应确保无需打开储液罐,即可很容易地进行液面检查;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摩擦衬片/衬块、完全收缩状态移动到摩擦衬片/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,应在储液罐液面下降可能导致制动系失效时,通过 4.2.21.1.1 规定的红色报警信号指示给驾驶员。

4.2.13 液压传输制动系应按 GB 12981 和 GB/T 14168 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中心 100 mm 范围内、便于观察的位置。制造商也可提供其他信息。

4.2.14 报警装置

4.2.14.1 对依靠储能进行行车制动的车辆,如不利用储能就不能达到规定的应急制动性能,应安装报警装置;当制动系任一部分储能下降至不论车辆载荷状态如何、在不给储能器补充能量的情况下,行车制动系经过 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(制动系的传输装置无故障且各制动器调节到最小间隙)所需的能量水平时,报警装置发出光学或声学信号。报警装置应与回路直接、永久相连。当发动机在正常工作条件下运转且制动系无故障时,除发动机起动后给储能装置充电期间外,报警装置不应发出信号。应采用 4.2.21.1.1 规定的红色信号作为光学报警信号。

4.2.14.2 对只有满足 5.4.1.3 的要求方可认为符合 4.2.4.1 规定的车辆,报警装置除具有光学信号外,还应安装一个声学信号。如这两个信号都满足上述要求,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 4.2.21.1.1 规定的红色信号作为光学报警信号。

4.2.14.3 在驻车制动作用期间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。

4.2.15 在不违背 4.1.2.3 要求的前提下,如辅助能源是制动系工作所必需的,则储能装置应保证:即使发动机停机或能源的驱动方式发生失效,仍能使车辆在规定的条件下停驻。

当驻车制动由驾驶员体力在伺服机构助力下操纵时,应确保即使伺服机构失效也能进行驻车制动;必要时可采用独立于伺服机构的储能装置,可以是行车制动系的储能器。

4.2.16 对气压或液压辅助设备的能量供应应确保其工作时达到规定的减速度,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供能的储能器的能量下降至 4.2.14 规定的水平以下。

4.2.17 如乘用车允许牵引装备电力行车制动系的挂车,应满足下列要求:

4.2.17.1 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供电。发动机以制造商推荐怠速运行并打开制造商作为车辆标准配置提供的所有电器设备,当电力制动系耗电量最大(电流为 15 A)时,在连接端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。

4.2.17.2 乘用车行车制动系应由至少两个独立单元构成。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。

4.2.17.3 只有电力制动系的启动电路与制动灯并联且制动灯开关和电路能承受额外负载时,才允许利用制动灯开关和电路启动电力制动系。

4.2.18 对装备电力再生式制动系的车辆的附加要求

- 4.2.18.1 装备 A 型电力再生式制动系的车辆,其电力再生式制动系只能通过加速踏板或在空挡位置启动。
- 4.2.18.2 装备 B 型电力再生式制动系的车辆
- 4.2.18.2.1 行车制动系不能通过除自动方式以外的其他方式部分或完全断开。这不宜视作违背 4.2.10 的要求。
- 4.2.18.2.2 行车制动系应只有一个控制装置。
- 4.2.18.2.3 行车制动系不应受电机脱开或所使用挡位的不利影响。
- 4.2.18.2.4 制动系电动部件的工作由行车制动控制装置发出的信息及由此产生的车轮制动力之间的关系保证。该关系失效将导致不能满足 5.5 或 5.6 有关车轴间制动力分配的要求,最迟应在控制装置启动时用光学信号指示给驾驶员;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。
- 4.2.18.3 同时具有 A 型和 B 型电力再生式制动系的车辆应满足除 4.2.18.1 外的所有相关规定。在此情况下,电力再生式制动系可通过加速踏板或在空挡位置启动。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。
- 4.2.18.4 电力制动系的工作不应受磁场或电场的不利影响,按 GB/T 17619 的规定进行验证;同时,对制动装备进行骚扰试验时应符合 GB 18655 的规定。
- 4.2.18.5 对装备防抱制动系统的车辆,由防抱制动系统控制电力制动系。
- 4.2.18.6 动力电池的荷电状态按附录 B 规定的方法确定²⁾。
- 4.2.19 对装备电控传输装置的驻车制动系的特殊要求
- 4.2.19.1 在电控传输失效时,应防止因违背驾驶员意图而促动驻车制动系。
- 4.2.19.2 当电控传输内部、除供电线路外的电控单元外部线路发生损坏或控制装置失效时,仍能从驾驶位置进行驻车制动并使满载车辆在 8% 的上、下坡道保持静止。如能达到上述性能且驻车制动一旦作用便不受点火开关状态的影响,一直保持工作状态,则允许在车辆静止状态下自动进行驻车制动;当驾驶员重新开动车辆时,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。必要时,也可利用随车工具和辅助设备解除驻车制动。
- 4.2.19.2.1 电控传输内部线路损坏或驻车制动系控制装置失效时,应通过 4.2.21.1.2 规定的黄色报警信号指示给驾驶员。由驻车制动系电控传输装置内部线路损坏引起的失效,应在失效发生时立即以黄色报警信号指示给驾驶员。
- 4.2.19.2.2 控制装置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”(运行)位置(包括关闭后至少 10 s 内)且控制装置处于“驻车”状态,应通过 4.2.21.1.1 规定的红色闪烁信号指示给驾驶员。如驻车制动通过满足 4.2.21.2 全部要求的、单独的红色信号指示,应采用驻车制动信号代替闪烁信号指示上述失效。
- 4.2.19.3 如驻车制动系电控传输装置的能量足以在车辆正常的电力负荷下促动驻车制动系,可由驻车制动电控传输装置向辅助设备供能。如行车制动系也使用该储能器,应满足 4.2.20.6 的要求。
- 4.2.19.4 关闭控制制动装备电能的点火/起动开关或拔掉钥匙后仍能进行驻车制动,但不能解除制动。
- 4.2.20 装备电控传输装置的行车制动系的特殊要求
- 4.2.20.1 解除驻车制动后,即使关闭点火/起动开关或拔掉钥匙,行车制动系应至少能产生与规定的 0-型试验要求相当的制动力。宜理解为行车制动系的能量传输装置具有足够的能量。
- 4.2.20.2 电控传输装置发生除能量供应外的单个暂时(<40 ms)失效(如非传输信号或数据错误)时,不应対行车制动性能产生显著影响。

2) 经检测机构同意,如车载能源可对动力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。

4.2.20.3 影响到本标准规定的系统功能和性能的电控传输装置³⁾(不包括储能器)失效,应通过4.2.21.1.1和4.2.21.1.2规定的相应红色或黄色信号指示给驾驶员。如失效导致车辆不能达到规定的行车制动性能,应采用红色报警信号指示;对电路连续性受损导致的失效,应在失效发生时立即指示给驾驶员;在失效状态下按5.2.2操纵行车制动控制装置,应能达到规定的应急制动性能。

4.2.20.4 电控传输装置能源失效时,从额定能量水平开始,对行车制动连续进行20次全行程促动后,行车制动系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20s,然后释放5s。宜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5.4的规定。

4.2.20.5 当动力电池电压下降至制造商规定水平时,应采用4.2.21.1.1规定的红色报警信号指示。在报警信号点亮后进行行车制动时,应能达到5.2.2规定的应急制动性能。当动力电池电压低于该水平时,将不能保证规定的行车制动性能或导致双回路或多回路中的每条独立回路不能单独达到规定的应急制动性能。宜理解为行车制动系的能量传输装置具有足够的能量。

4.2.20.6 如辅助设备和电控传输装置由同一个储能器供能,能量供应应能防止储能器在辅助设备工作时放电或在电压超过4.2.20.5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,确保在发动机以不超过80%最大功率转速运行时达到规定的减速度;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。

4.2.20.7 当辅助装置由电控传输装置供能时应满足下列要求:

4.2.20.7.1 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。

4.2.20.7.2 如在车辆静止且驻车制动状态下发生能源失效,储能器在制动期间也应有足够的能量用于灯光信号装置。

4.2.21 以下条款规定了乘用车制动装备发生某些规定失效(或故障)时向驾驶员指示的光学报警信号的一般要求。除4.2.21.5的规定外,这些信号仅用于本标准规定的用途。

4.2.21.1 乘用车应具有指示制动失效或故障的光学报警信号,且报警信号应符合GB 4094和本标准的规定。

4.2.21.1.1 红色报警信号用于指示本标准规定的、导致不能达到规定的行车制动性能或使两条独立行车制动回路中的至少一条不能工作的制动装备失效,例如:

- a) 行车制动回路失效;
- b) 制动液泄漏报警,包括压差报警和低液面报警;
- c) 控制装置失效或除供电线路外的电控单元外部线路发生损坏;
- d) 当动力电池电压下降至制造商规定水平;
- e) 驻车制动。

4.2.21.1.2 黄色报警信号可用于指示电子检测到的、但未用4.2.21.1.1所述的红色报警信号指示的制动装备故障,例如:

- a) 电控传输装置对制动系故障或性能劣化的补偿超过规定界限;
- b) 制动摩擦衬片需要更换;
- c) 电控传输内部线路损坏或驻车制动系控制装置失效;
- d) 影响到防抱制动系统功能和性能要求的电路失效或传感器工作不正常;
- e) 制动力分配系统发生失效(机械式除外);
- f) B型电力再生式制动系发生失效。

4.2.21.1.3 必要时还应采用声学报警信号,例如:

3) 在统一的试验规程达成协议之前,制造商应向检测机构提供控制传输装置潜在失效及效果分析。这些信息应经检测机构和制造商协商一致。

- a) 制动摩擦衬片需要更换；
- b) 传输失效条件下不能满足继续供能要求的动力制动系。

4.2.21.2 报警信号即使在白天也清晰可见；便于驾驶员在驾驶位置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。

4.2.21.3 除特殊说明外，本标准规定的失效或故障发生时，最迟应在相应的制动控制装置启动时，通过报警信号指示给驾驶员；只要失效/故障存在且点火(启动)开关处于“开”(运行)位置，报警信号应一直指示(持续点亮而非闪烁)。

4.2.21.4 上述报警信号应在车辆及制动系的电动设备通电时点亮。应在车辆静止时确认制动系未发生失效或故障，然后熄灭报警信号。对车辆静止状态下未检测到的特定失效或故障，一旦检测到应予以存储；只要失效或故障存在，报警信号应在发动机启动和点火开关处于“开”(运行)位置予以指示。

4.2.21.5 如满足下列条件，也可采用 4.2.21.1.2 的黄色信号指示本标准未规定的失效(故障)和有关乘用车制动系或行走系的其他信息：

4.2.21.5.1 车辆静止；

4.2.21.5.2 制动装备首次通电后，信号显示按 4.2.21.4 所述的程序未检测到本标准规定的失效(或故障)；

4.2.21.5.3 本标准未规定的失效或其他信息只能用闪烁报警信号指示。但报警信号应在车速首次超过 10 km/h 时熄灭。

4.2.21.6 制动灯点亮指令

4.2.21.6.1 应在驾驶员促动行车制动系时发出指令使制动灯点亮。

4.2.21.6.2 通过自动控制制动系启动行车制动系时应发出上述指令。当车速大于 50 km/h 时，如产生的减速度小于 0.7 m/s^2 ，可不发出上述指令。

4.2.21.6.3 通过选择制动系启动部分行车制动系时不应发出上述指令。

4.2.21.6.4 在松开加速踏板时产生制动力的电力再生式制动系不应发出上述指令。

5 试验条件及性能要求

5.1 试验条件

5.1.1 总体要求

5.1.1.1 制动系的性能是基于制动距离和充分发出的平均减速度规定的。制动系的性能应通过测定试验中充分发出的平均减速度和与制动初速度有关的制动距离来确定。

5.1.1.2 制动距离是指从驾驶员促动制动系控制装置开始至车辆停止行驶所驶过的距离。初速度是指驾驶员开始促动制动控制装置时的车速。初速度不应低于相应试验规定车速的 98%。

充分发出的平均减速度(英文缩写为 MFDD, 对应符号为 d_m , 见附录 A)应根据车速从 v_b 到 v_e 期间行驶的距离平均减速度计算： $d_m = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25.92(S_e - S_b)}$ 。其中，车速和距离应在规定试验车速下用精度为 $\pm 1\%$ 的仪器测定。也可用除测量车速和距离外的其他方法测定 d_m ；在这种情况下， d_m 的精度应在 $\pm 3\%$ 内。

5.1.2 确定车辆制动性能的道路试验条件

5.1.2.1 车辆的质量状态应符合各类试验的相应规定，并在试验报告中说明。

5.1.2.2 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。

5.1.2.3 试验期间，为达到规定的制动性能而施加在制动控制装置上的力不应超过规定的最大值。

5.1.2.4 除特殊规定外，试验路面应具有良好的附着性能。

5.1.2.5 试验应在风力不致影响试验结果的情况下进行。

- 5.1.2.6 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。
- 5.1.2.7 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、横摆角小于等于 15°且无异常振动的情况下达到规定的性能。
- 5.1.2.8 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条件下进行。
- 5.1.2.9 对 5.1.2.8 所述的车辆,如装备 A 型电力再生式制动系,应在 5.6.3.2.2 规定的低附着系数路面上按 5.1.4.3.1 的规定进行车辆状态试验;换挡或松开加速踏板的瞬间不应影响车辆状态。
- 5.1.2.10 在 5.1.2.9 规定的试验中,不允许车轮抱死;允许进行转向修正,但转向盘的转角在最初 2 s 内不应超过 120°,总转角不应超过 240°。
- 5.1.2.11 如给电动车制动器供能的动力电池(或辅助动力电池)只能从独立的外部充电系统充电,则动力电池在制动性能试验中的平均荷电状态不应超过 4.2.20.5 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电池充电,使其荷电状态保持在规定范围内。

5.1.3 制动中的车辆状态要求

5.1.3.1 应在制动试验、特别是高速试验时对车辆的总体状态进行检查。

5.1.3.2 在低附着系数路面上制动时,车辆状态应符合 5.5 或 5.6 的有关规定。

对 4.2.7 所述的制动系,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,车辆在其控制策略允许的所有关系下都应满足 5.5 或 5.6 的要求⁴⁾。

5.1.4 0-型试验(冷态制动时的常规性能)

5.1.4.1 总体要求

5.1.4.1.1 制动开始前,在制动摩擦衬片内部或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°C~100°C 之间。

5.1.4.1.2 试验应在下列条件下进行:

5.1.4.1.2.1 车辆满载,轴荷分配符合制造商规定。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。

5.1.4.1.2.2 还应在车辆空载条件下重复各项试验。除驾驶员外,前排座椅上可坐一人记录试验结果。

5.1.4.1.2.3 对装备电力再生式制动系的车辆,其要求视电力再生式制动系的类型而定。

A 型电力再生式制动系如具有单独的控制装置,在 0-型试验中不得使用该装置。

B 型电力再生式制动系所产生的制动力不应超过系统设计所保证的最低水平。如动力电池处于下列荷电状态之一,则认为其满足条件:

- a) 制造商在车辆说明书中推荐的荷电状态;
- b) 如制造商未提供具体的推荐意见,荷电状态不应低于 95%;
- c) 车辆自动控制充电所能达到荷电状态的最高水平。

5.1.4.1.2.4 在空载及满载条件下进行试验时,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。

5.1.4.1.2.5 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。

5.1.4.2 进行发动机脱开的 0-型试验时,行车制动性能应符合表 2 中 a) 项规定。试验应以规定速度进行,但允许试验车速与规定车速之间有一定的误差。车辆应达到规定的最低性能。

5.1.4.3 进行发动机接合的 0-型试验时,行车制动性能应符合表 2 中 b) 项的规定。

5.1.4.3.1 试验应在发动机接合的情况下、以表 2 中 b) 项规定的车速进行。车辆应达到规定的最低

4) 制造商应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。

性能。如车辆最高设计车速 ≤ 125 km/h,则不进行该项试验。

5.1.4.3.2 应测定实际的最佳性能且车辆状态应符合 5.1.3.2 的规定。如最高设计车速高于 200 km/h,试验车速应为 160 km/h。

5.1.5 I-型试验(衰退和恢复试验)

5.1.5.1 加热过程

5.1.5.1.1 车辆满载,在表 1 规定的条件下,连续进行“制动-解除制动”操作,对车辆的行车制动系进行试验。

表 1 加热试验条件

v_1 /(km/h)	v_2 /(km/h)	Δt /s	N/次
$80\%v_{\max} \leq 120$	$\frac{1}{2}v_1$	45	15

5.1.5.1.2 如因车辆特性而不能满足规定的 Δt ,可增大循环周期。在任何情况下,除车辆制动和加速所需的时间外,每个循环还应留有 10 s 的时间来稳定车速 v_1 。

5.1.5.1.3 可预先进行两次试验以确定合适的控制力;试验时,应调整控制力使每次制动都能达到 3 m/s^2 的平均减速度。

5.1.5.1.4 制动期间,变速器应一直处于最高挡(超速挡除外)。

5.1.5.1.5 为在制动后恢复车速,应采用能在最短的时间内(以发动机和变速器所允许的最大加速度)加速至 v_1 的挡位。

5.1.5.1.6 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一次制动;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。

5.1.5.1.7 对装备 B 型电力再生式制动系的车辆,动力电池在试验开始时的荷电状态应确保电力再生式制动系产生的制动力不超过系统设计所保证的最低水平。如动力电池处于 5.1.4.1.2.3 所列的荷电状态之一,则认为满足该要求。

5.1.5.2 热态性能

5.1.5.2.1 I-型试验结束时,应在发动机脱开的情况下,以与 0-型试验相同的条件(平均控制力不应大于实际使用的平均控制力,温度条件可不同)测定行车制动系的热态制动性能。

5.1.5.2.2 热态性能不应低于规定性能的 75%(对应的制动距离为 $0.1v+0.0080v^2$,充分发出的平均减速度为 4.82 m/s^2),也不应低于发动机脱开的 0-型试验数据的 60%。

5.1.5.2.3 对装备 A 型电力再生式制动系的车辆,制动期间应一直保持最高挡;如电力再生式制动系具有单独的控制装置,试验时不应使用该装置。

5.1.5.2.4 对装备 B 型电力再生式制动系的车辆,按 5.1.5.1.6 完成加热循环后,如不能达到表 2 中 a)项规定的车速,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性能试验。

为进行对比,还应在与热态试验相同的车速下进行冷态制动试验;应将动力电池荷电状态调整至适当水平,使电力再生式制动系产生的制动力与热态试验接近。

恢复过程和试验完成后,应允许进一步冷却制动摩擦衬片,然后进行第二次冷态试验,并对照 5.1.5.2.2 或 5.1.5.2.5,将第二次冷态试验性能与热态性能进行对比。

5.1.5.2.5 对达到 5.1.5.2.2 所述发动机脱开的 0-型试验性能 60%、但达不到规定性能 75%的车辆,应以不超过 5.2 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。

5.1.5.3 热态性能试验结束后,立即在发动机接合的情况下、以 3 m/s^2 的平均减速度、从 50 km/h 的车速进行 4 次停车制动。各次制动的起点之间允许有 1.5 km 的距离。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。

为完成恢复过程,装备 B 型电力再生式制动系的车辆可对动力电池充电或换装荷电状态符合

5.1.4.1.2.3规定的同型号动力电池。

5.1.5.4 恢复过程结束时,应在与发动机脱开的 0-型试验相同的条件(温度条件可不同)下、以不超过相应 0-型试验的平均控制力测定行车制动系的恢复性能。

恢复性能不应低于发动机脱开的 0-型试验结果的 70%,也不应高于 150%。

5.1.5.4.1 装备 B 型电力再生式制动系的车辆应在无电力再生式制动部件参与制动即 5.1.5.4 所述的条件下进行恢复试验。

对制动摩擦衬片进一步磨合后,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发动机/电机脱开的 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-型试验结果的 70%,也不应高于 150%。

5.2 性能要求

5.2.1 行车制动系

5.2.1.1 应按表 2 所列条件对行车制动系进行试验。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。

表 2 0-型试验条件

a) 发动机脱开的 0-型试验	V	100 km/h
	$S \leq$	$0.1v + 0.006 v^2$
	$d_m \geq$	6.43 m/s ²
	F	65 N~500 N
b) 发动机接合的 0-型试验	V	$80\% v_{max} \leq 160$ km/h
	$S \leq$	$0.1v + 0.0067v^2$
	$d_m \geq$	5.76 m/s ²
	F	65 N~500 N

5.2.1.2 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在发动机脱开的 0-型试验下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,公式为: $d_{M+R} = d_M \times \frac{P_M}{P_M + P_R}$

5.2.2 应急制动系

5.2.2.1 应急制动性能应以 100 km/h 的初速度,按发动机脱开的 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。因最高设计车速限制而不能达到规定试验车速的车辆,可以试验时所能达到的最高车速进行试验。

5.2.2.2 应急制动的制动距离不应超过 $0.1v + 0.0158v^2$ (m),充分发出的平均减速度不小于 2.44 m/s²(与制动距离公式的第二项对应)。

5.2.2.3 应模拟行车制动系的实际失效状态进行应急制动效能试验。

5.2.2.4 装备电力再生式制动系的车辆,还应在以下两种失效状态下检查制动性能:

- a) 行车制动系输出的电动部件完全失效;
- b) 失效状态导致电动部件产生最大制动力。

5.2.3 驻车制动系

5.2.3.1 驻车制动系应能使满载车辆在坡度为 20% 的上、下坡道上保持静止。

5.2.3.2 对允许挂接挂车的乘用车,其驻车制动系应确保列车能在 12% 的上、下坡道上保持静止。

5.2.3.3 如采用手控装置,控制力不应超过 400 N。

5.2.3.4 如采用脚控装置,控制力不应超过 500 N。

5.2.3.5 允许通过多次促动驻车制动系来达到规定的性能。

5.2.3.6 采用满载车辆,以 30 km/h 的初速度进行发动机脱开的 0-型试验,对 4.2.2.4 的要求进行检查。驻车制动作用期间充分发出的平均减速度和停车前的瞬时减速度都不应小于 1.5 m/s^2 ,作用在驻车制动控制装置上的力不应超过规定值。

5.3 响应时间

5.3.1 行车制动系完全或部分依靠驾驶员体力以外的其他能源的车辆,应满足下列要求:

5.3.1.1 紧急制动时,从开始操纵控制装置至最不利的车轴上的制动力达到表 2 规定制动效能所经历的时间不应超过 0.6 s。

5.3.1.2 装备液压制动系的车辆进行紧急制动时,如车辆减速度或最不利的制动轮缸内的压力能在 0.6 s 内达到规定性能对应的水平,则认为其满足 5.3.1.1 的要求。

5.4 储能式液压制动系—关于能源和储能装置(储能器)的规定

5.4.1 储能装置(储能器)的容量

5.4.1.1 总体要求

5.4.1.1.1 如制动装备需要使用液压产生的储能,车辆应安装满足 5.4.1.2 或 5.4.1.3 容量要求的储能装置(储能器)。

5.4.1.1.2 如在制动系没有任何储能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,则不要求储能装置具有规定的容量。

5.4.1.1.3 检查是否满足 5.4.1.2、5.4.1.3 和 5.4.2 的要求时,应尽可能将制动器间隙调小。进行 5.4.1.2 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。

5.4.1.2 储能式液压制动系应满足下列要求:

5.4.1.2.1 对行车制动进行 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。

5.4.1.2.2 应按下列要求进行试验:

- a) 应从符合制造商规定但不超过开启压力的压力开始试验。⁵⁾
- b) 不应给储能装置补充能量,并断开辅助设备的储能装置。

5.4.1.3 储能式液压制动系如不能满足 4.2.4.1 的要求,但满足下列要求,可视其满足 4.2.4.1 的要求。

5.4.1.3.1 发生传输失效时,经过 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。

5.4.1.3.2 应按下列要求进行试验:

- a) 能源静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,但不超过开启压力。
- b) 应断开辅助设备及其储能装置。

5.4.2 液压能源的容量

5.4.2.1 测量条件

在测定时间 t_{0-1} 的试验中,能源应以发动机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 t_{0-1} 的试验中,不应断开辅助设备的储能装置,自动断开除外。

5.4.2.2 结果说明

对所有车辆,时间 t_{0-1} 都不应超过 20 s

5.4.3 报警装置的特性

发动机静止,从符合制造商规定但不超过开启压力的压力开始,对行车制动进行 2 次全行程促动后,报警装置不应报警。

5) 初始能量水平应在型式批准文件中说明。

5.5 车轴间的制动力分配

未安装防抱制动系统的车辆应满足本条款的全部要求。如采用专门装置,该装置应能自动工作。

5.5.1 制造商应按下列公式计算并绘制满载和空载条件下前轴和后轴的附着系数利用曲线:

$$\text{前轴: } f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{P_1 + Z \times \frac{h}{E} \times P \times g}$$

$$\text{后轴: } f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{P_2 - Z \times \frac{h}{E} \times P \times g}$$

5.5.1.1 空载是指包括车辆行驶所必备的物质和驾驶员;对满载状态,如车辆有几种不同的载荷分配方式,应考虑前轴荷最重的情况。

5.5.1.2 对装备 B 型电力再生式制动系的车辆,如电力再生制动性能受荷电状态影响,绘制曲线时应考虑电力制动部件所产生的制动力最小和最大两种状态。装备防抱制动系统且电力制动的车轮由防抱制动系统控制的车辆不适用该要求而应采用 5.6 的要求。

5.5.2 在车辆所有载荷状态下,当制动强度 z 处于 0.15~0.80 之间时,后轴附着系数利用曲线不应位于前轴上方;当附着系数 k 在 0.2~0.8 之间时,制动强度 $z \geq 0.1 + 0.7(k - 0.2)$ (见图 1)。作为生产一致性检查时的替代要求,当制动强度在 0.15~0.8 之间时,后轴曲线应位于直线 $z = 0.9k$ 以下 (见图 2)。

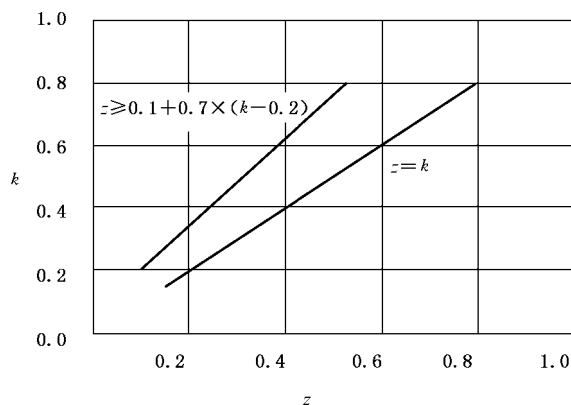


图 1

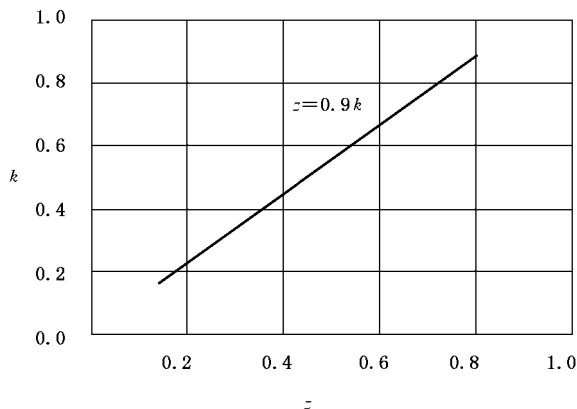


图 2

5.5.3 制动力分配系统失效时应满足的要求

对通过专门装置(如由车辆悬架机械控制系统)满足制动力分配要求的车辆,当该装置的控制系統失效(如断开控制连接)时,在发动机脱开的 0-型试验条件下能以不超过 $0.1v + 0.010 0 v^2$ (m) 的制动

距离和不低于 3.86 m/s^2 的充分发出的平均减速度使车辆停驻。

5.5.4 车轮抱死顺序试验

5.5.4.1 本试验的目的是确保在制动强度处于 $0.15 \sim 0.80$ 之间发生车轮抱死的路面上进行试验时,两个前轮发生抱死时的减速度小于两个后轮。其中,前轮和后轮同时抱死是指当车速大于 30 km/h 时后轴最后一个(第二个)车轮抱死和前轴最后一个(第二个)车轮抱死的时间间隔小于 0.1 s 。

5.5.4.2 车辆状态

- a) 车辆载荷:满载和空载。
- b) 变速器位置:发动机脱开。

5.5.4.3 试验条件和规程

- a) 初始制动器温度:最热的车轴上平均温度在 $65^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 之间。
- b) 试验车速:制动强度 ≤ 0.50 时为 65 km/h ;
制动强度 > 0.50 时为 100 km/h 。
- c) 控制力
 - 1) 由熟练驾驶员或机械式制动踏板促动装置来施加和控制控制力;
 - 2) 控制力应以线性速度增加,确保第一次踩下制动踏板后不少于 0.5 s 但不超过 1.5 s 内发生第一根车轴抱死;
 - 3) 当第二根车轴抱死或控制力达到 1 kN 或第一根车轴抱死时间达到 0.1 s 这三种情形中任何一种先发生时即松开踏板。
- d) 车轮抱死:只考虑车速超过 15 km/h 时发生的车轮抱死。
- e) 试验路面:在制动强度处于 $0.15 \sim 0.80$ 之间发生车轮抱死的路面上进行试验。
- f) 数据记录:应在整个试验过程中自动连续同步记录下列信息,使各变量按时间顺序实时对应。
 - 1) 车速;
 - 2) (通过对车速微分得出的)车辆瞬态制动强度;
 - 3) 制动控制力(或液压管路压力);
 - 4) 各车轮的角速度。
- g) 各试验应重复进行一次以确认车轮的抱死顺序,若其中一次试验结果不符合要求,应在相同条件下进行第 3 次试验来最终决定其是否符合要求。

5.5.4.4 性能要求

- a) 当车辆制动强度在 $0.15 \sim 0.8$ 之间时,两个后轮不应在两个前轮抱死之前抱死。
- b) 在按上面规定的程序进行试验时,若在车辆制动强度处于 $0.15 \sim 0.80$ 之间时车辆符合下列情形之一,则认为其满足车轮抱死顺序的要求:
 - 1) 无车轮抱死;
 - 2) 前轴两个车轮抱死,后轴没有或只有一个车轮抱死;
 - 3) 两个车轴同时抱死。
- c) 如车轮在制动强度小于 0.15 或大于 0.80 时开始抱死,则试验无效,宜另选路面重新进行试验。
- d) 不论车辆满载或空载,若在制动强度处于 $0.15 \sim 0.80$ 之间时后轴两个车轮抱死但前轴没有或只有一个车轮抱死,则未通过车轮抱死顺序试验。对此类情况,应进行扭矩轮试验以确定计算附着系数利用曲线所需的客观制动器外部因数。

5.5.5 扭矩轮试验

本试验的目的是测定制动器外部因数并据此确定制动强度范围在 $0.15 \sim 0.80$ 之间时前轴和后轴的附着系数利用率。

5.5.5.1 车辆状态

- a) 车辆载荷:满载和空载。
- b) 变速器位置:发动机脱开。

5.5.5.2 试验条件和规程

- a) 初始制动器温度:最热的车轴上平均温度在 65℃~100℃之间。
- b) 试验车速:100 km/h 和 50 km/h。
- c) 控制力:在 100 km/h 试验车速下,控制力以 100 N/s~150 N/s 的速度线性增加;在 50 km/h 试验车速下,控制力以 100 N/s~200 N/s 的速度线性增加,直至第一根车轴抱死或控制力达到 1 kN 这两种情形之一发生。
- d) 制动器冷却:两次制动期间,以最高 100 km/h 的速度行驶直至达到 5.5.5.2a)规定的初始制动器温度。
- e) 试验次数:车辆空载时,分别以 100 km/h 和 50 km/h 的车速进行 5 次制动试验,两种车速试验交替进行;车辆满载时,以每种车速连续进行 5 次制动试验,一种车速试验结束后再进行另一车速试验。
- f) 试验路面:在能提供良好附着条件的路面上进行试验。
- g) 应记录的数据:下列信息应在整个试验过程中自动连续同步记录,使各变量按时间顺序实时对应。
 - 1) 车速;
 - 2) 制动控制力;
 - 3) 各车轮的角速度;
 - 4) 各车轮的制动力矩;
 - 5) 各制动回路的液压管路压力,包括位于比例阀或限压阀下游的至少一个前轮和一个后轮上的传感器;
 - 6) 车辆减速度。
- h) 取样速度:所有数据采集和记录设备在所有通道内都应至少达到 40 Hz 的取样速度。
- i) 确定前轴与后轴制动压力比:确定在整个管路压力范围内前轴与后轴的制动压力比。除具有可变制动比例系统的车辆外,应通过静态试验确定。如车辆具有可变制动比例系统,应在车辆满载和空载条件下进行动态试验。分别在每种载荷条件下按本附录规定的相同的初始条件以 50 km/h 的车速进行 15 次紧急制动。

5.5.5.3 数据推导

- a) 在各数据通道内,用 5 点中央平移法对 5.5.5.2 e)规定的各次制动的数据进行筛选。
- b) 对 5.5.5.2 e)规定的各次制动,确定最能描述各制动车轮上测得的力矩和作用在该车轴上的管路压力之间函数关系的线性最小二乘法方程的斜率(制动器外部因数)和压力轴截距(制动器释放压力)。进行回归分析时仅采用车辆减速度在 0.15 g~0.80 g 范围内收集的数据所得出的输出力矩。
- c) 对 5.5.5.3 b)的试验结果进行平均,计算前轴平均制动器外部因数和各次制动的制动器释放压力。
- d) 对 5.5.5.3 b)的试验结果进行平均,计算后轴平均制动器外部因数和各次制动的制动器释放压力。
- e) 利用 5.5.5.2 i)确定的前后制动器管路压力关系和动态车轮滚动半径计算各车轴的制动力与前轴制动管路压力间的函数关系。
- f) 利用下面的公式计算车辆的制动强度与前轴制动管路压力的函数关系。

$$z = \frac{T_1 + T_2}{P \times g}$$

其中, z 为给定前轴制动管路压力下的制动强度;

T_1 、 T_2 与前轴制动管路压力相对应的前轴和后轴制动力;

P 为车辆质量。

g) 利用下列公式计算各轴利用的附着系数与制动强度的函数关系:

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{z \times h \times P \times g}{E}} \quad f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{z \times h \times P \times g}{E}}$$

h) 绘制满载和空载条件下 f_1 和 f_2 与 z 的函数关系, 即车辆的附着系数利用曲线, 应满足 5.5.2 的要求。

5.6 装备防抱制动系统的车辆的试验要求

5.6.1 防抱制动系统的类型

a) 1 类防抱制动系统

装备 1 类防抱制动系统的车辆应满足 5.6 的全部有关要求。

b) 2 类防抱制动系统

装备 2 类防抱制动系统的车辆应满足 5.6 中除 5.6.3.3.5 外的全部有关要求。

c) 3 类防抱制动系统

装备 3 类防抱制动系统的车辆应满足 5.6 中除 5.6.3.3.4 和 5.6.3.3.5 之外的全部有关要求。在这些车辆上, 没有直接控制车轮的车轴应符合 5.5 对附着系数利用和车轮抱死顺序的规定, 而非 5.6.3.2 对附着系数利用的要求。如附着系数利用曲线的相对位置不能满足 5.5.2 的要求, 应在 5.5.2 规定的有关制动强度和载荷条件下检查确认至少一根后轴的车轮未在前轴车轮之前抱死。这些要求可通过调节行车制动控制力在高附着系数(约为 0.8)和低附着系数(最大为 0.3)路面上检查。

5.6.2 一般要求

5.6.2.1 任何影响到 5.6 规定的系统功能和性能要求的电路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 4.2.21.1.2 规定的黄色报警信号指示给驾驶员。

5.6.2.2 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⁶⁾。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。

5.6.2.3 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。

5.6.2.4 只影响防抱制动功能的单个电路功能失效发生时, 应通过上述黄色报警信号指示, 且行车制动性能不应低于发动机脱开的 0-型试验规定性能的 80%, 其对应的制动距离为 $0.1v + 0.0075v^2$ (m), 充分发出的平均减速度为 5.15 m/s²。

5.6.2.5 防抱制动系统的工作不应受磁场或电场的不良影响⁷⁾, 按 GB/T 17619 的规定进行验证; 同时, 对制动装备进行骚扰试验时应符合 GB 18655 的规定。

5.6.2.6 不应用手动装置来切断或改变防抱制动系统的控制模式⁸⁾。

6) 若不存在故障, 在车速达到 10 km/h 或 15 km/h 之前报警信号熄灭, 当车辆静止时报警信号可能重新点亮。

7) 在统一的试验规程达成之前, 制造商应向检测机构提供其试验规程和结果。

8) 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 5.6.2.6 的限制。

5.6.3 特殊规定

5.6.3.1 能量消耗

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能在长时间全行程制动时保持其性能。

5.6.3.1.1 试验条件

5.6.3.1.1.1 储能装置的初始能量水平应符合制造商规定。至少能保证车辆满载时达到规定的行车制动效能。应断开气压辅助设备的储能装置。

5.6.3.1.1.2 在附着系数小于等于 $0.3^{9)}$ 的路面上,用满载车辆以不低于50 km/h的初速度全行程制动,在整个制动时间 t 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。

5.6.3.1.1.3 使发动机停止运转,或切断对储能装置的供能。

5.6.3.1.1.4 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。

5.6.3.1.1.5 应保证满载车辆在进行第5次制动时至少能达到规定的应急制动性能。

5.6.3.1.2 附加要求

5.6.3.1.2.1 应按5.6.6.1.1所述方法用试验车辆测量路面附着系数。

5.6.3.1.2.2 制动试验应在发动机脱开且以怠速运转的情况下,用满载车辆进行试验。

5.6.3.1.2.3 制动时间 $t = \frac{v_{\max}}{7}$, t 不应小于15 s, v_{\max} 上限为160 km/h。

5.6.3.1.2.4 如一次制动的的时间达不到 t 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5.6.3.1.1.4、5.6.3.1.1.5和5.6.3.1.2.5规定的4次全行程促动中减去1次;该规定对5.6.3.1.1规定试验的第2、3、4各阶段制动均适用。

5.6.3.1.2.5 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5.6.3.1.1.5规定的性能要求。

5.6.3.2 附着系数利用率

5.6.3.2.1 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 $\epsilon \geq 0.75$ 这一条件,则认为防抱制动系统符合要求, ϵ 为5.6.4.1.2定义的附着系数利用率。

5.6.3.2.2 附着系数利用率 ϵ 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 z_{AL} 再测定 k 。

5.6.3.2.3 测定附着系数 k 的试验程序和附着系数利用率 ϵ 的计算公式见5.6.4。

5.6.3.2.4 装备1、2类防抱制动系统的车辆,应对整车的附着系数利用率进行检验,装备3类防抱制动系统的车辆,只要求至少装备一个直接控制车轮的车轴(桥)满足这一要求。

5.6.3.2.5 应在车辆满载和空载两种状态下,检验 $\epsilon \geq 0.75$ 这一条件¹⁰⁾。

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¹¹⁾制动时不能实现全循环,可将控制力增加到1 000 N;如超过1 000 N还不足以使系统全循环,可省略该试验。

5.6.3.3 附加检查

应在发动机脱开,车辆满载和空载两种条件下进行下列附加检查。

9) 在这样的路面普遍适用之前,可采用磨损到限值的轮胎,附着系数最高可为0.4,由负责型式试验的检测机构斟酌决定,并记录实际值、轮胎型号及路面情况。

10) 在制定统一的试验规程之前,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,本条款要求的试验应在装备电力再生式制动系的车辆上重复一次。

11) “全力”是指第5章规定的该车型的最大控制力;如要求使防抱系统工作,可采用更大的力。

5.6.3.3.1 在 5.6.3.2.2 规定的路面上,以 40 km/h 和 $v=0.8v_{\max} \leq 120$ 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。

5.6.3.3.2 在试验车轴从高附着系数(k_H)路面驶向低附着系数路面(k_L)时全力制动,直接控制车轮不应抱死,其中 $k_H \geq 0.5$ 且 $k_H/k_L \geq 2^{12)}$ 。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 5.6.3.3.1 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。

5.6.3.3.3 在车辆从低附着系数(k_L)路面驶向高附着系数(k_H)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 $k_H \geq 0.5$ 和 $k_H/k_L \geq 2$ 。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,车辆以大约 50 km/h 的速度从一种路面行驶入另一种路面。

5.6.3.3.4 对装备 1、2 类防抱制动系统的车辆,当其左右两轮分别位于附着系数不同(k_H 和 k_L)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, $k_H \geq 0.5$ 且 $k_H/k_L \geq 2$ 。

5.6.3.3.5 此外,装备 1 类防抱制动系统的满载车辆,在 5.6.3.3.4 规定的条件下,应满足 5.6.5 规定的制动强度。

5.6.3.3.6 在进行 5.6.3.3.1~5.6.3.3.5 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。

5.6.3.3.7 在进行 5.6.3.3.4 和 5.6.3.3.5 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。

5.6.4 附着系数利用率

5.6.4.1 测量方法

5.6.4.1.1 附着系数(k)的测定

5.6.4.1.1.1 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。

5.6.4.1.1.2 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。

5.6.4.1.1.3 应逐次增加管路压力的方法进行多次试验来确定车辆的最大制动强度 z_{\max} 。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 t 计算: $z = 0.566/t$ 。

a) 当车速低于 20 km/h 时车轮允许抱死。

b) 从 t 的最小测量值 t_{\min} 开始,在 t_{\min} (包括 t_{\min}) 和 $1.05t_{\min}$ 之间选择 3 个 t 值,取其算术平均值 t_m (如不能取得 3 个 t 值,可用 t_{\min} 代替 t_m) 来计算最大制动强度: $z = \frac{0.566}{t}$ 。5.6.4.1.3 的要求

仍适用。

5.6.4.1.1.4 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 倍和 0.010 倍。

5.6.4.1.1.5 车轴(桥)的动载轴荷应按 5.5 的公式给出。

5.6.4.1.1.6 k 值应四舍五入为 3 位小数。

12) k_H 是高附着系数, k_L 是低附着系数。

5.6.4.1.1.7 然后,按 5.6.4.1.1.1~5.6.4.1.1.6 的规定对其他车轴重复进行试验。

5.6.4.1.1.8 例如,对后轮驱动的双轴车,前轴(1)制动时,附着系数 k 由下式算出:

$$k_f = \frac{z_m \times P \times g - 0.015 \times F_2}{F_1 + \frac{h}{E} \times z_m \times P \times g}$$

5.6.4.1.1.9 由前轴确定 k_f 值,由后轴确定 k_r 值。

5.6.4.1.2 附着系数利用率(ϵ)的确定

5.6.4.1.2.1 附着系数利用率 ϵ 的定义为防抱制动系统工作时的最大制动强度(z_{AL})和附着系数(k_M)的商,即 $\epsilon = z_{AL}/k_M$ 。

5.6.4.1.2.2 应在防抱制动系统全循环的情况下,按照 5.6.4.1.1.3 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,计算最大制动强度(z_{AL}):

$$z_{RAL} = \frac{0.849}{t_m}$$

5.6.4.1.2.3 附着系数 k_M 应以动态轴荷加权确定: $k_M = \frac{k_f \times F_{fdyn} + k_r \times F_{rdyn}}{P \times g}$

$$\text{式中: } F_{fdyn} = F_f + \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g \quad F_{rdyn} = F_r - \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g$$

5.6.4.1.2.4 对于装备 1、2 类防抱制动系统的车辆, z_{AL} 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(ϵ)由 5.6.4.1.2.1 中的同一个公式算出。

5.6.4.1.2.5 对装备 3 类防抱制动系统的车辆,将对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)测量 z_{AL} 值。例如,对防抱制动系统只作用在后轴(桥)(2)上的后轮驱动双轴车,附着系数利用率(ϵ)由下式算出:

$$\epsilon_2 = \frac{z_{AL} \times P \times g - 0.010F_1}{k_2 \left(F_2 - \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g \right)}$$

应对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)进行计算。

5.6.4.1.3 ϵ 值应四舍五入为 2 位小数。如 $\epsilon > 1.00$,应重新测量附着系数。允许误差为 10%。

5.6.5 在不同附着系数路面上的制动性能

5.6.5.1 5.6.3.3.5 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 5.6.3.3.4 规定的条件。

5.6.5.2 高、低附着系数路面的附着系数(k_H 和 k_L)应按 5.6.4.1.1 测定。

5.6.5.3 满载车辆的制动强度(z_{MALS})应为:

$$z_{MALS} \geq 0.75 \frac{4k_L + k_H}{5}, z_{MALS} \geq k_L$$

5.6.6 低附着系数路面的选择方法

5.6.6.1 应按 5.6.3.1.1.2 的规定向检测机构提供所选路面附着系数的详细情况。

5.6.6.1.1 数据应包括车速约为 40 km/h 时的附着系数-滑移率(0~100%)曲线。

5.6.6.1.1.1 曲线的最大值以 k_{peak} 表示,滑移率为 100% 时的值以 k_{lock} 表示。

5.6.6.1.1.2 R 为 k_{peak} 与 k_{lock} 的比值: $R = \frac{k_{peak}}{k_{lock}}$ 。

5.6.6.1.1.3 R 值应四舍五入为 1 位小数。

5.6.6.1.1.4 试验用路面的 R 值应在 1.0~2.0 之间¹³⁾。

5.6.6.2 试验之前,应确认所选择的路面符合要求,并记录:

13) 在这样的试验路面普遍应用之前,比值 R 达到 2.5 是可接受的,但需经检测机构同意。

—— R 值的测定方法；

——车型；

——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)。

5.6.6.2.1 R 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 R 的稳定性。

6 车型批准和扩展

6.1 车型批准

对于申请批准的一组车型,选择具有下列特征的一辆或者多辆车辆作为其代表,进行本标准规定的全部试验。

6.1.1 质量参数

- a) 在最大设计总质量中选择具有最大值的车辆；
- b) 对于允许挂接挂车的乘用车,还应在最大允许挂接质量中选择具有最大值的车辆(考虑转移到乘用车上的垂直载荷)。

6.1.2 空载轴荷

选择前轴荷/后轴荷之比最大的车辆。

6.1.3 悬架型式

选择具有不同类型悬架的车辆(对于零件不同、具有相同型式的悬架视为相同类型)。

6.1.4 轴距和轮距

选择具有最小轴距及最小轮距的车辆。

6.1.5 最高车速

选择能达到发动机接合的 0-型试验车速和 I-型衰退试验所需车速的车辆。

6.1.6 发动机

选择装备最小制动作用发动机的车辆。

6.1.7 传输系统及总传输比

选择装备使发动机制动作用最小的传输系统的车辆。

6.1.8 制动系

- a) 选择具有最长管路系统(包括每条管路)的车辆；
- b) 选择具有不同制动器类型的车辆；
- c) 选择采用不同制动力传递和控制方式的车辆；
- d) 选择具有不同制动回路布置方式的车辆。

6.1.9 储能装置容量

- a) 充能试验时选择储能装置容量最大的车辆；
- b) 其他试验时选择储能装置容量最小的车辆。

6.1.10 能量来源

选择具有最小能源供给或/和最小助力的车辆。

6.1.11 轮胎

- a) 选择轮胎滚动半径最大的车辆；
- b) 选择轮胎断面宽度最小的车辆。

6.2 已批准车型的扩展

6.2.1 对已批准车型进行了与制动系统相关的更改,应申请扩展。

6.2.2 已批准车型的扩展符合 6.1 的原则时,应准予扩展。

6.2.3 已批准车型的扩展超出 6.1 规定的范围时,应重新进行试验。

7 试验方法

本标准要求先进行静态检查、后进行动态试验。动态试验时,推荐先进行空载试验、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。

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。

- a) 车辆满载,从最高车速的80%(小于等于120 km/h)作为初速度,以 3 m/s^2 的减速度开始制动,当速度降至初速度的50%时,松开踏板,将车速加速至初速度,重复试验。
- b) 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。

7.1 试验场地和试验设备

- a) 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;
- b) 驾驶员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);
- c) 控制力测量仪器/传感器,精度不低于2%;测定和记录车速、制动距离(二者均精确到 $\pm 1\%$)、减速度、控制力(或管路压力)和时间的设备;
- d) 管路压力表/传感器,精度不低于2%;
- e) 各制动器测量摩擦衬片温度的仪器设备,确保在试验过程中(至少)能将最热的车轴上的制动器温度显示给驾驶员,精度不低于5%;
- f) 质量测量装置,精度不低于2%;
- g) 轮胎压力表,精度不低于2%;
- h) 时间测量及显示装置,精度不低于1 s;其中反应时间测量装置的精度不低于0.01 s;
- i) 距离测量装置,精度不低于1%;
- j) 发动机转速表,精度不低于2%;
- k) 对装备电控传输装置的车辆进行试验时,还应准备伏特表。

7.2 试验车辆

确认试验车辆符合6.1的要求。

7.3 静态检查

7.3.1 资料及文件检查

- a) 检查制造商有关制动摩擦衬片不含石棉的声明;
- b) 确认制造商对失效模拟及其影响进行了说明;
- c) 检查制造商有关复合电子车辆控制系统安全方面的说明;
- d) 与本标准规定相关的其他资料。

7.3.2 部件检查

7.3.2.1 对制动系进行外观检查,确认行车制动踏板与传输部件间的连接效能不会随着时间的推移而降低。

7.3.2.2 确认制动踏板及其支架、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、制动杠杆凸轮总成等零部件具有足够的强度且便于维护。

7.3.2.3 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,确认液压回路的储液罐也是分立的。

7.3.2.4 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,仅当驾驶员在驾驶位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。

7.3.3 制动器磨损及调节检查

7.3.3.1 确认行车制动器符合磨损自动调整的规定。如应急制动系和驻车制动系采用单独的部件,应具有手动或自动磨损调整装置;对手动调整,检查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。

7.3.3.2 确认行车制动系制动摩擦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等车辆正常配备的工具或设备进行检查。检查时,允许拆除车轮,但不应拆除制动系统的任何部件。也可安装在摩擦衬片需要更换时指示给驾驶员的声学或光学报警装置,可采用 4.2.21.1.2 规定的黄色信号。

7.3.4 制动系统结构检查

7.3.4.1 行车制动系检查

确认驾驶员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;行车制动控制装置在解除制动时能完全回位。

7.3.4.2 驻车制动系检查

确认驾驶员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止,且在解除制动(如脱开锁止装置)时控制装置能完全回位。

7.3.4.3 应急制动系检查

模拟行车制动失效,确认驾驶员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全行程促动行车制动踏板。

7.3.5 台架试验

7.3.5.1 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、管路压力或操纵幅度,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,液动力制动系应在解除驻车制动的条件下进行试验。

7.3.5.2 检查倒车时也能有效地进行行车制动和驻车制动。

7.3.5.3 对采用电控传输制动系的车辆,确认其储能器恢复正常工作状态;松开驻车制动控制装置,关闭点火开关或拔出钥匙以切断对电控传输装置的供能,对行车制动进行全行程促动,检查各车轮均能达到 7.3.5.1 测定的最大制动力。

7.3.5.4 根据台架试验的结果,判断行车制动作用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。

7.3.6 补偿装置

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员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。

7.3.6.1 确认车速小于等于 10 km/h 时电控传输装置不会进行补偿。在所有载荷条件下,当电控传输对制动系故障或性能劣化进行补偿导致下列情况时,黄色报警信号点亮:

- a) 车轴的横向制动压力差:在车辆减速度 $\geq 2 \text{ m/s}^2$ 时,取较高值的 25%;在车辆减速度 $< 2 \text{ m/s}^2$ 时,取 2 m/s^2 时值的 25%。
- b) 车轴的单个补偿值:在车辆减速度 $\geq 2 \text{ m/s}^2$ 时,取其标称值的 50%;在车辆减速度 $< 2 \text{ m/s}^2$ 时,取 2 m/s^2 时标称值的 50%。

7.3.6.2 对照设计文件进行检查,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员;导致不能达到规定的行车制动性能的失效,应通过 4.2.21.1.1 规定的红色信号指示;否则,可采用 4.2.21.1.2 规定的黄色信号指示。

7.3.7 检查控制力与管路压力比例关系

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。对助力系统,应在每次促动开始时将储能装置的压力调节至开启压力,正确调整阀门,记录空载条件下比例阀前后的管路压力。

7.3.8 电力再生式制动系检查

7.3.8.1 对装备电力再生式制动系的车辆,确认电力再生式制动系的类型。如电力再生式制动系是行车制动系的一部分,则属于 B 型;如电力再生式制动系不是行车制动系的一部分,则属于 A 型。

7.3.8.2 检查 A 型电力再生式制动系只能通过加速踏板和/或在空挡位置启动;检查 B 型电力再生式制动系通过行车制动踏板启动,确认不会因摩擦制动而降低电力再生式制动系的制动作用。

7.3.8.3 对装备 B 型电力再生式制动系和同时具有 A 型和 B 型的电力再生式制动系的车辆,检查确认行车制动系只有一个控制装置,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。如电机可断开,应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,还应检查行车制动性能与变速器挡位无关。

检查电力再生式制动系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,确认检查该关系失效导致不能满足 5.5 和 5.6 的相关要求时,最迟在控制装置启动时通过光学报警信号指示给驾驶员;只要失效存在且“接触”开关处于运行位置,报警信号将一直指示。

7.3.8.4 对制造商提供的试验规程和试验结果进行检查,确认电力再生式制动系的工作不受电磁场的不利影响。

7.3.8.5 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。

7.3.9 挂接具备电力制动系挂车的乘用车

7.3.9.1 对挂接具备电力制动系挂车的乘用车,应在发动机怠速运行且所有电器设备工作的条件下,操纵挂车制动系,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,确认制动系电路在过载的情况下也不会发生短路。

7.3.9.2 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工作。

7.3.9.3 对利用制动灯开关启动的挂车电力制动系,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。

7.3.10 采用电控传输的驻车制动系

以下条款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驻车制动系,也适用于电控传输与其他传输方式并存的情形。

7.3.10.1 (通过断开信号线等方式)确认电控传输失效不会导致驻车制动系误动作。

7.3.10.2 (通过断开电缆等方式)确认电控传输线路损坏时,仍能从驾驶位置进行驻车制动,使车辆在规定坡度上保持静止;如不满足上述要求,可通过发动机和手动变速器或利用自动变速器的驻车挡达到规定的性能。检查失效发生后可解除驻车制动,如需利用辅助装置,应予记录并注明使用方法。

7.3.10.3 (通过断开相关电缆等方式)确认电控传输装置的供电发生损耗或线路损坏时通过 4.2.21.1.2 规定的黄色报警信号指示。

7.3.10.4 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。

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

7.3.11 具有电控传输装置的行车制动系

以下条款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,也适用于电控传输与其他传输方式并存的情形。

7.3.11.1 电控传输装置潜在失效影响分析

确认制造商提供了电控传输装置潜在失效影响分析的资料,并对单个短暂失效(时间 <40 ms)和持续失效(时间 ≥ 40 ms)进行专门检查,确认分析结果能证明:

- a) 单个暂时失效(非传输信号或数据发生错误)不会明显影响行车制动性能。
- b) 持续失效导致不能达到规定的行车制动性能时,采用 4.2.21.1.1 规定的红色报警信号指示给驾驶员。电控传输中断导致的失效,应在失效发生时立即通过报警信号指示。
- c) 发生持续失效但不妨碍达到规定的行车制动性能时,通过 4.2.21.1.2 规定的黄色报警信号指示给驾驶员。
- d) 对照设计文件进行检查或根据制造商提供的资料判断失效检测信号是否能中断电控传输的指令信号。如能中断,确认只是短暂中断(<10 ms)且不会影响制动性能。

7.3.11.2 电控传输能源失效

确认电控传输的电水平处于制造商声明的标称值,可将该值作为动力电池额定电压。在发动机运转但不给动力电池充电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水平足以全行程促动行车制动器。对液压传输与电控传输并存的制动系,还应对液压能源失效和储能进行检查。

7.3.11.3 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动力电池最高电压做了声明。通过使动力电池部分放电或连接台式电源来代替动力电池,逐渐降低动力电池电压并记录 4.2.21.1.1 规定的红色报警信号点亮时的实际电压。使用台式电源时,应确认其具有足够的功率;利用车辆现有电线时,移除动力电池端子进行供电并检测输出电压。实际的记录电压不应高于动力电池额定电压。此外,还应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水平足以达到应急制动性能。

7.3.11.4 如辅助设备或驻车制动系的电能来自行车制动系的电控传输的储能装置,应进行下列检查:

发动机转速能维持电控传输的电水平但不高于 80%最大功率转速;打开开关,使上述所有辅助设备工作;记录发动机运转和辅助设备工作时的动力电池电压。需通过动态试验验证在该电压水平(见下注)下仍能达到规定的行车制动性能;动力电池(储能装置)放电以后,应进行动态试验来验证在不使用电能的情况下仍能达到规定的减速度。也可通过计算进行检验。

7.3.11.5 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、发动机运转但动力电池不充电的情况下,检查车辆处于驻车制动状态,对行车制动进行全行程制动,确认制动灯保持指示状态且所有车灯(前照灯、前后雾灯、转向灯)在制动期间都正常工作。

7.3.11.6 对照设计文件进行检查,确认行车制动电控传输发生故障不会导致违背驾驶员意图而进行制动。

7.3.12 储液罐/主缸检查

7.3.12.1 检查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即可对液面进行检查。如采用透明材料,应确认所有颜色的液体都清晰可见。

7.3.12.2 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员指示的红色报警信号,检查报警信号即使在白天也清晰可见,便于在驾驶位置对报警信号的工作状态进行检查。此外,还应确认车辆装备驻车制动指示信号。

7.3.12.3 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/故障存在且点火开关处于“开”(运行)位置上,报警装置将一直点亮。

7.3.12.3.1 对压差报警装置,在主缸的两个出口各连接一个压力表/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。

7.3.12.3.2 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。

7.3.12.4 如未安装液面指示器,应对储液罐的最低容量即制动摩擦衬片最大磨损所产生的最大排液量进行检查: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;抽取制动液,直至液面恰好盖住主缸输入口;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。

7.3.12.4.1 对采用盘式制动器的车轴,用全新摩擦衬片的厚度(最大衬块厚度)减去完全磨损摩擦衬片的厚度(制造商声明的最小衬块厚度),再加上制动盘的最大许可磨损尺寸,乘以支架一侧的活塞总面积,将结果乘以轮缸数即可得到该轴的最大排液量。

7.3.12.4.2 对采用鼓式制动器的车轴,用单个活塞的最大缩回量 $\Delta x \approx \frac{r \cdot \Delta d}{\sqrt{r^2 - L^2}} + s$ 乘以活塞面积和轮缸数,得出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。

7.3.13 报警信号与车辆自检

7.3.13.1 确认车辆电力装置充电时点亮红色或(4.2.21.1.2规定的)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。

7.3.13.2 对装备 ABS 的车辆,检查安装了专门的黄色报警信号装置,该信号即使在白天也清晰可见,当防抱制动系统失效时,应向驾驶员报警。

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,电控的压力调节阀应至少循环一次。对在静态条件下不能检测到的传感器异常,应在车速大于 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。

7.3.13.3 制动灯点亮指令

7.3.13.3.1 应在驾驶员促动行车制动系时发出指令使制动灯点亮。

7.3.13.3.2 通过自动控制制动系启动行车制动系时应发出上述指令。当车速大于 50 km/h 时,如产生的减速度小于 0.7 m/s²,则可不发出上述指令。

7.3.13.3.3 通过选择制动系启动部分行车制动系时不应发出上述指令。

7.3.13.3.4 在松开加速踏板时产生制动力的电力再生式制动系不应发出上述指令。

7.3.13.4 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。

7.3.14 确认制动液的标志符合 GB 12981 和 GB/T 14168,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。

7.3.15 储能和供能检查

7.3.15.1 对助力制动系和动力制动系的能源装置进行检查,确认其工作安全可靠。

7.3.15.2 助力制动系

根据制造商提供的资料确定仅靠驾驶员体力是否能达到规定的应急制动性能。

7.3.15.2.1 对仅靠驾驶员体力即可达到应急制动性能的车辆,应模拟助力失效进行动态试验。

7.3.15.2.2 对必须借助其他能量才能达到应急制动性能的车辆,应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 7.3.15.2.3 进行储能检查。

7.3.15.2.3 能源失效条件下的储能检查

a) 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开启压力。

b) 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。

c) 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。每次制动期间至少有 1 min 的间隔。

7.3.15.3 动力制动系

7.3.15.3.1 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7.3.15.3.2进行储能检查。

7.3.15.3.2 能源失效条件下的储能检查

- a) 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开启压力。
- b) 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。
- c) 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 min的间隔。

7.3.15.4 储能式液压制动系

7.3.15.4.1 能源失效条件下的储能检查

- a) 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开启压力。
- b) 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 min的间隔。

7.3.15.4.2 对不满足7.3.15.2.2或7.3.15.3.1要求的车辆,应模拟管路失效导致能源失效时的储能检查

- a) 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开启压力。
- b) 能源静止或发动机以怠速运转。
- c) 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。

7.3.15.5 储能装置的报警条件检查

起动发动机,增压并记录关闭压力(p_1);逐步减压并记录开启压力。如开启压力与制造商规定的最低压力不同,还应记录最低压力,并确认最低压力不高于实际测量的开启压力。

7.3.15.5.1 对系统进行检查,确认除压力表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4.2.21.1.1的规定。

- a) 发动机正常运行且制动系无故障时,确认除发动机起动后给储能装置通电期间外,报警装置不报警。
- b) 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。

7.3.15.5.2 对7.3.15.4.2所述车辆,确认除压力表外还装备光学和声报警信号,且光学信号先于或与声学信号同时报警;光学信号应符合4.2.21.1.1的规定,在点火开关打开(如运行状态)时保持点亮。

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

7.3.16 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。

7.3.17 能源的容量检查

7.3.17.1 对系统补充充能至关闭压力(p_1),停止充能,进行4次全行程行车制动,记录剩余压力(p_2)。

7.3.17.2 在不向储能装置补充能量的情况下,将系统压力调节至 p_2 。发动机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 p_1 所需要的时间;检查该时间等于或小于20 s。除自动断开外,本试验不应断开辅助设备的供能装置。

7.3.17.3 发动机停机,从符合制造商规定但不超过开启压力开始,对行车制动系进行2次全行程促动,确认报警装置不报警。

7.3.18 辅助设备

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开启压力,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。

7.3.19 驻车制动性能

7.3.19.1 通过行车制动使车辆在 20% 的坡道静止并保持下坡状态,施加驻车制动并保持至少 5 min,记录最大控制力,解除行车制动,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。

7.3.19.2 在 20% 的坡道上保持上坡状态,重复 7.3.19.1。

7.3.19.3 对驻车制动系采用电控传输的车辆,断开驻车制动系的电控传输,重复 7.3.19.1 和 7.3.19.2。如驻车制动系在这种情况下不能工作,应进行附加检查:

- a) 对手动变速器车辆,在发动机静止、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。
- b) 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。

7.3.19.4 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。

7.3.19.4.1 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 7.3.19.1 和 7.3.19.2 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。

7.3.19.4.2 模拟法

如车辆不能加载至 GTM,可用乘用车代替乘用车列车,计算 GTM 在 12% 坡度上的驻车制动性能。模拟试验时所要求的坡度 = $\frac{GTM \times 12}{GVM}$ %。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 7.3.19.1 和 7.3.19.2 进行试验。

7.3.19.5 如没有合适的路面进行 7.3.19.1 和 7.3.19.4 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。

7.4 动态试验

7.4.1 总体要求

7.4.1.1 动态试验应在风力不致影响试验结果的情况下进行。

7.4.1.2 除特殊说明外,试验开始时最热的车轴上的行车制动器的平均温度在 65℃~100℃之间。

7.4.1.3 试验应在规定车速(v)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,应将车辆加速之规定车速以上 5 km,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。

7.4.1.4 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。

7.4.1.5 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。

7.4.2 车辆准备

7.4.2.1 按规定加载车辆:

- a) 空载是指车辆处于整备质量状态,除驾驶员外,前排座椅上可坐一人记录试验结果。
- b) 满载是指包括驾驶员、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,确保质量分配符合制造商规定。如有几种不同的质量分配方案,应采用前后轴质量分配之比最大者。

7.4.2.2 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。

7.4.2.3 校准所有试验设备。

7.4.3 空载—基本性能试验

7.4.3.1 发动机脱开的 0-型试验

7.4.3.1.1 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($\mu \geq 0.8$)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电动车辆,若没有离合器/空挡,所有试验(脱开或接合试验)都应在电机接合的条件下进行。

7.4.3.1.2 重复 7.4.3.1.1,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液压力制动系的车辆,应进行进一步的试验以确认当储能器充能到开启压力时管路压力能达到最低性能。

7.4.3.2 发动机接合的 0-型试验

本试验仅适用于最高车速 $v_{\max} > 125$ km/h 的车辆,试验规定车速 $v = 80\% v_{\max} \leq 160$ km/h;对最高车速 $v_{\max} > 200$ km/h 的车辆,试验车速应为 160 km/h。

7.4.3.2.1 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 7.4.3.1.1 所述发动机脱开的 0-型试验接近。制动控制力应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。

7.4.3.2.2 对电机与车轮永久连接且装备 A-型电力再生式制动系的电动车辆应在低附着系数路面($\mu \leq 0.3$)上进行上述试验。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 2 s 内不应超过 120°,总转角不应超过 240°。

7.4.3.2.3 重复 7.4.3.2.1,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,最多重复 5 次。

7.4.4 空载—失效试验

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 7.4.3.1.1 和 7.4.3.1.2 进行发动机脱开的 0-型试验。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。

7.4.4.1 模拟行车制动系的一条回路失效,使失效回路的管路压力在整个试验过程中保持为零,确认能达到规定的应急制动性能。

7.4.4.2 对 7.3.15.2.1 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,立即进行发动机脱开的 0-型试验,确认能达到规定的应急制动性能。

7.4.4.3 对 7.3.15.2.2 和 7.3.15.3.1 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下进行发动机脱开的 0-型试验,确认车辆能达到规定的应急制动性能。

7.4.4.4 对 7.3.15.2.3、7.3.15.3.2、7.3.15.4.1 和 7.3.15.5.1 所述车辆,维持失效状态,在静态试验所测定的管路压力下进行发动机脱开的 0-型试验,确认车辆能达到规定的应急制动性能。

7.4.4.5 对 7.3.15.4.2 所述车辆,维持失效状态,在静态试验所测定的管路压力下进行发动机脱开的 0-型试验,确认车辆能达到规定的应急制动性能。

7.4.4.6 可将辅助能源装置充能至正常的工作水平,然后使发动机停止运转或断开从发动机供应的能量,进行发动机脱开的 0-型试验,确认能达到规定的行车制动性能。

7.4.4.7 对装备 ABS 的车辆,依次断开电源、传感器和控制器的电路,使防抱制动系统不工作,确认行

车制动性能不低于发动机脱开的 0-型试验规定性能的 80%。

7.4.4.8 通过断开可变制动力分配系统的控制连接等方式,确定可能发生的分配失效模式,并将其调整至最恶劣状态,进行发动机脱开的 0-型试验,确认车辆充分发出的平均减速度不小于 3.86 m/s^2 。如制动力分配失效可能导致其控制的车轴完全制动,还应对制动稳定性进行检查。

感载比例阀、电子制动力分配系统(EBD)以及控制制动力分配的其他装置(如 G 阀或减压阀)应参照本条款进行试验。

7.4.4.9 对行车制动系具有电控传输的车辆,进行下列附加试验:

7.4.4.9.1 通过断开电线等方式,模拟行车制动电控传输的持续失效,进行电机脱开的 0-型试验,确认车辆能达到规定的应急制动性能,并按 4.2.21.1.1 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)。

7.4.4.9.2 调节动力电池电压至 7.3.11.3 确定的荷电状态并阻止动力电池充电,检查动力电池未对非关键性的辅助设备(包括外部照明装置)充电,进行脱开的 0-型试验,确认能达到规定的应急制动性能。

7.4.4.10 对行车制动系具有电动部件的电动车辆,进行下列附加试验:

7.4.4.10.1 通过断开电源等方式,模拟行车制动的电动部件失效,进行电机脱开的 0-型试验,确认车辆能达到规定的应急制动性能。

7.4.4.10.2 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,操纵失效开关进行电机脱开的 0-型试验,确认车辆能达到规定的应急制动性能。

7.4.5 空载—ABS 试验

7.4.5.1 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 k 之前先测定 z_{AL} 。

7.4.5.1.1 对装备 1、2 类防抱制动系统的车辆,使全部车轮制动,测定最大制动强度 z_{AL} ;对装备 3 类防抱制动系统的车辆,对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)分别测定 z_{AL} 。

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。

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。

根据 3 次试验的平均值,计算最大制动强度 $z_{AL} = \frac{0.849}{t_m}$ 。

7.4.5.1.2 附着系数(k_M 或 k_i)的测定

7.4.5.1.2.1 脱离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之间平均分配。

7.4.5.1.2.2 制动强度 z_m 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。应逐次增加管路压力,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 t 。从 t 的最小值 t_{min} 开始,在 t_{min} (包括 t_{min}) 和 $1.05 t_{min}$ 之间选择 3 个 t 值,取其算术平均值 t_m (若不能得到 3 个 t 值,可用 t_{min} 代替 t_m) 计算最大制动强度: $z_m = \frac{0.566}{t_m}$ 。

7.4.5.1.2.3 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:

前轴制动时,制动力 $= z_m \times P \times g - 0.015F_2$

前轴动态轴荷 $F_{dyn} = F_f + \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g$

后轴制动时,制动力 $=z_m \times P \times g - 0.010F_1$

后轴动态轴荷 $F_{rdyn} = F_r - \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g$

7.4.5.1.2.4 分别计算前、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 $k_f = \frac{z_m \times P \times g - 0.015F_2}{F_1 + \frac{h}{E} \times z_m \times P \times g}$,后轴附着系数 $k_r = \frac{z_m \times P \times g - 0.010F_1}{F_2 - \frac{h}{E} \times z_m \times P \times g}$

对装备1、2类防抱制动系统的车辆,整车附着系数 $k_M = \frac{k_f \times F_{fdyn} + k_r \times F_{rdyn}}{P \times g}$ 。

7.4.5.1.2.5 对装备3类防抱制动系统的车辆,按7.4.5.1.2.1~7.4.5.1.2.4要求对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)分别测定 k_i 。

7.4.5.1.3 附着系数利用率的计算

7.4.5.1.3.1 对装备1、2类防抱制动系统的车辆,附着系数利用率 $\epsilon = \frac{Z_{AL}}{k_M}$ 。

7.4.5.1.3.2 对装备3类防抱制动系统的车辆,对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)分别计算 ϵ 。例如,对防抱制动系统只作用在后轴(桥)的后轮驱动双轴车辆,附着系数利用率:

$$\epsilon_2 = \frac{z_{AL} \times P \times g - 0.010F_1}{k_2 \left(F_2 - \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g \right)}$$

7.4.5.1.4 将 ϵ 圆整到2位小数,检查 $\epsilon \geq 0.75$;如 $\epsilon > 1.00$,应重新测量附着系数,允许误差为10%。

7.4.5.2 高附着系数路面上附着系数利用率的测定

参照7.4.5.1.1、7.4.5.1.2和7.4.5.1.3,在附着系数约为0.8(干路面)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1000N;如超过1000N还不足以使系统全循环,则不再进行该试验。

7.4.5.3 附加检查

本试验的目的是验证车轮未抱死且车辆稳定,因此不必制动至车辆停止行驶。

7.4.5.3.1 单一路面试验

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40km/h和 $0.8v_{max} \leq 120$ 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。

7.4.5.3.2 对接路面试验($k_H \geq 0.5, k_H/k_L \geq 2$)

7.4.5.3.2.1 高附着系数(k_H)路面到低附着系数路面(k_L)

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7.4.5.3.1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。

7.4.5.3.2.2 低附着系数(k_L)路面到高附着系数(k_H)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50km/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。

7.4.5.3.3 对开路面试验($k_H \geq 0.5, k_H/k_L \geq 2$)

本试验适用于装备1、2类防抱制动系统的车辆。

试验开始时,车辆的左右车轮分别位于附着系数不同(k_H, k_L)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。

以50km/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。

试验过程中,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°。

7.4.6 满载—ABS 试验

7.4.6.1 低附着系数路面上附着系数利用率的测定

参照 7.4.5.1 进行试验。

7.4.6.2 高附着系数路面上附着系数利用率的测定

参照 7.4.5.2 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 ϵ 。

7.4.6.3 附加检查

参照 7.4.5.3 进行试验。对装备 1 类防抱制动系统的车辆,还应在对开路面试验时测定制动强度,确认 $z_{\text{MALS}} \geq 0.75 \times \frac{4k_L + k_H}{5}$, $z_{\text{MALS}} \geq k_L$ 。

7.4.6.4 能耗试验

7.4.6.4.1 确认储能装置的初始能量水平符合制造商规定。

7.4.6.4.2 踩下制动踏板,确认各制动器工作正常;断开气压辅助设备的储能装置。

7.4.6.4.3 发动机脱开并以怠速运转,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。制动时间 $t = v_{\text{max}}/7$,不应小于 15 秒。若一次制动的的时间达不到 t 值,可最多分为 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,为弥补开始制动的能量消耗,应从 7.4.6.4.4 规定的全行程促动中减去一次。

7.4.6.4.4 车辆静止,将储能调节至与制动时间 t 结束时相同的能量水平,使发动机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。

7.4.6.4.5 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。

7.4.7 满载—基本性能试验

7.4.7.1 0-型试验

7.4.7.1.1 参照 7.4.3.1~7.4.3.2 进行试验。

7.4.7.1.2 对允许挂接无制动挂车的乘用车,无须实际挂车进行试验,可仅以乘用车进行发动机脱开的 0-型试验,计算乘用车列车满载时充分发出的平均减速度 $d_{\text{M+R}} = d_M \frac{P_M}{P_M + P_R}$ m/s²,确认 $d_{\text{M+R}}$ 不小于 5.4 m/s²。

其中:

d_M ——在发动机脱开的 0-型试验中,乘用车满载时充分发出的平均减速度, m/s²;

P_M ——乘用车满载质量, kg;

P_R ——可挂接的无制动挂车的满载质量, kg。

7.4.7.2 车辆行驶中的驻车制动

参照 7.4.3.1,以 30 km/h 的初速度施加驻车制动,进行发动机脱开的 0-型试验。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。

7.4.7.3 响应试验

装备助力制动系且不使用助力就不能达到行车制动性能的车辆,应安装减速度记录设备,驾驶车辆以不超过 20 km/h 的速度进行行车制动。根据记录的减速度,确认从开始促动踏板至达到规定的行车制动减速度的时间不超过 0.6 s。本试验对行车制动控制力没有限制。

7.4.7.4 I-型试验

7.4.7.4.1 加热过程

7.4.7.4.1.1 采用最高挡,以 $v_1 = 80\%v_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$ 的初速度进行 2 次发动机脱开的 0-型试验,确定车辆满载时产生 3 m/s^2 的减速度所需的控制力或管路压力。此外,还应确认车速能在规定的时间 ($\Delta t = 45 \text{ s}$) 内从 v_1 下降至 v_2 ,其中, Δt 是从一次制动操作开始至下一次制动操作开始的时间。

7.4.7.4.1.2 采用最高挡,以 7.4.7.4.1.1 确定的控制力或管路压力,从车速 v_1 开始进行行车制动,使车辆产生 3 m/s^2 的平均减速度;在车速下降至 v_2 时解除制动,选择最有利的挡位使车速恢复到 v_1 ,在最高挡维持该车速至少 10 s,然后再次制动并确认两次制动开始之间的时间间隔等于 Δt 。时间测量装置应在第一次制动操作时启动或重新设置。

7.4.7.4.1.3 重复 7.4.7.4.1.2,直至制动总次数达到 15 次。各次制动操作的控制力应确保产生 3 m/s^2 的平均减速度。

7.4.7.4.1.4 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 Δt 应增加至达到车速 v_1 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,所有 15 次制动的整个周期应同以正确的间隔进行的各次制动操作所消耗的时间相对应。

7.4.7.4.1.5 对不能在循环周期内达到规定车速的电动车辆,第一次制动应在规定车速下进行,其后各次制动应立即在最短的时间内加速 45 s 后所达到的车速下进行。

7.4.7.4.2 热态性能

7.4.7.4.2.1 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,进行发动机脱开的 0-型试验,所使用的平均控制力不应超过满载 0-型试验中实际使用的控制力,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。两次试验的结果都应记入试验报告。

7.4.7.4.2.2 不能在循环周期(Δt)内达到规定车速的电动车辆,应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,还应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的车辆,应连续保持最高挡进行热态性能试验。如电力制动系具有单独的控制装置,应确保未使用该装置。

7.4.7.4.3 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/s^2 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/s^2 的减速度进行制动。重复该过程,直至总制动次数达到 4 次。时间测量装置应在第一次制动操作时启动或重新设置。

7.4.7.4.4 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,进行发动机脱开的 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。

7.4.7.4.5 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应在最热的制动器冷却降温至 100°C 时,检查车轮是否能自由转动。

7.4.7.5 对 7.4.7.4.2.2 所述电动车辆应进行附加满载 0-型试验。首先按 0-型试验要求进行几次制动操作,对制动摩擦衬片进行恢复;然后以与热态性能试验相同的车速进行电机脱开的 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%。

7.4.7.6 对装备 B 型电力再生式制动系的车辆的附加试验

7.4.7.6.1 对装备 B 型(或同时具有 A 型和 B 型)电力再生式制动系的车辆,应在 7.3.8.2 静态检查

后进行下列附加试验。

在电机接合的情况下,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电机接合的制动试验,确认行车制动力与所采用的挡位无关。

7.4.7.6.2 对通过松开加速踏板启动的 A 型和 B 型电力再生式制动系,应在 7.3.8.1 后进行下列附加检查。

在电机接合的情况下,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,轻微施加行车制动,确认电力再生制动作用没有降低。

7.4.7.7 对电控传输的行车制动系的附加检查

7.4.7.7.1 对辅助设备或驻车制动系由行车制动系电控传输装置的动力电池供电的车辆,若 7.3.11.4 的静态试验表明需要进行附加检查,应使上述所有辅助设备运转,进行电机脱开的 0-型试验。必要时可通过选择使用辅助设备来控制放电,使制动前的动力电池电压处于 7.3.11.4 所记录的水平,确认车辆能达到规定的行车制动性能。如 7.3.11.4 的试验导致动力电池(储能装置)放电,应在该条件下进行上述电机脱开的 0-型试验。

7.4.7.7.2 对辅助设备由行车制动系电控传输装置的动力电池供电的车辆,应在电池处于充电状态的情况下,以不超过 20 km/h 的车速进行行车制动,确认行车制动系能完全制动。

7.4.8 满载—失效试验

参照 7.4.4 的规定,在满载条件下依次选择并模拟相应的失效条件,进行发动机脱开的 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。

7.4.9 车轴间的制动力分配检查

应通过车轮抱死顺序试验或在必要时进行扭矩轮试验来检查车辆是否满足制动力分配的要求。

7.4.9.1 车轮抱死顺序试验

本试验的试验路面应确保在制动强度处于 0.15~0.80 之间时能发生车轮抱死。试验设备应能自动连续同步记录整个试验过程,以便对车速、通过对车速微分得出的瞬态制动强度、制动控制力(或管路压力)和各车轮的角速度等变量进行实时相互对照。

7.4.9.1.1 满载试验

7.4.9.1.1.1 使车辆在低- μ 路面上以 65 km/h 的车速行驶,以线性速度逐渐施加制动力,使制动操作后 0.5 s~1.5 s 发生第一次车轮抱死,在第二根车轴发生抱死、控制力达到 1 000 N 或第一根车轴抱死时间达到 0.1 s(不论哪根车轴先发生抱死)时解除制动。

7.4.9.1.1.2 本试验需要预先进行一系列制动来确定制动操作速度;必要时可能需要安装机械式制动控制力促动装置,通过调整该装置提供需要的制动操作速度。

7.4.9.1.1.3 各试验应重复进行一次,以确认车轮的抱死顺序;若其中一次试验结果不符合要求,应在相同条件下进行第 3 次试验来最终决定其是否符合要求。

7.4.9.1.1.4 在高- μ 路面上重复 7.4.9.1.1.1~7.4.9.1.1.3,试验车速为 100 km/h。

7.4.9.1.1.5 试验中,若车轮在制动强度小于 0.15 或大于 0.80 时开始抱死,则试验无效,应另选路面重新进行试验;若制动强度处于 0.15~0.80 之间时符合下列条件之一,则认为车辆满足车轮抱死顺序的要求。

- a) 无车轮抱死;
- b) 前轴两个车轮抱死、后轴没有或只有一个车轮抱死;
- c) 两个车轴同时抱死。

7.4.9.1.2 空载试验

参照 7.4.9.1.1,以空载车辆进行试验。

7.4.9.1.3 如试验证明前轮比后轮先抱死或与后轮同时抱死,则认为车辆满足附着系数利用的要求。

否则应重新进行车轮抱死顺序试验或通过扭矩轮试验确定产生附着系数利用曲线的制动器外部因数。

7.4.9.2 扭矩轮试验

7.4.9.2.1 空载试验

7.4.9.2.1.1 未安装动态制动比例阀或限压阀的车辆应在整个管路压力范围内进行静态控制力与管路压力关系试验来确定前后制动压力的关系,不必进行本试验。对装备动态制动比例阀或限压阀的车辆,以 50 km/h 的车速在整个管路压力范围内进行 15 次紧急制动,确定前后制动压力的关系。为使质量分配和非悬挂质量与车辆的正常状态相同,最好在安装扭矩轮之前进行试验。

7.4.9.2.1.2 本试验规定车速为 100 km/h。试验时,以高于试验车速 5 km/h 的速度驾驶车辆,以 100 N/s~150 N/s 线性速度作用制动踏板。在第一根车轴发生抱死(不论哪根车轴先发生抱死)或制动控制力达到 1 kN 时解除制动。

本试验需要预先进行一系列制动来确定制动操作速度;必要时可能需要安装机械式制动控制力促动装置,通过调整该装置提供需要的制动操作速度。所采用的管路压力范围足以达到 0.15~0.8 的制动强度(z)。

7.4.9.2.1.3 使车辆以最高 100 km/h 的车速行驶,对制动器进行冷却,直至制动器温度处于规定范围。

7.4.9.2.1.4 按照 7.4.9.2.1.2 和 7.4.9.2.1.3,以 50 km/h 的车速和 100 N/s~200 N/s 的制动操作速度进行试验。

7.4.9.2.1.5 分别按照 7.4.9.2.1.2 和 7.4.9.2.1.3 的要求,以 100 km/h 和 50 km/h 的试验车速交替进行试验,在 100 km/h 和 50 km/h 的车速下分别进行 5 次制动操作。各次制动之间进行制动器冷却行驶,确保每次制动时制动器温度处于限值范围内。

7.4.9.2.2 满载试验

按照 7.4.9.2.1.1~7.4.9.2.1.5 进行满载试验。

7.4.9.2.3 数据推导

7.4.9.2.3.1 在每个数据通道内用 5 点中央平移法对全部 20 次制动(两种载荷状态、两种试验车速下分别进行 5 次行驶制动)所获得的试验数据进行筛选。

7.4.9.2.3.2 对各次试验测定并筛选出的每个车轮的制动力矩和管路压力数据,通过最小二乘法进行处理,只采用车辆减速度在 0.15 g ~0.8 g 之间的数据,根据回归分析的结果确定斜率(制动器外部因数)和截距(制动器释放/保持压力)。

7.4.9.2.3.3 从 7.4.9.2.3.2 所获得的完整试验结果(空载和满载)中选取前轴结果并进行平均,计算前轴各次制动的平均制动器外部因数和制动器释放压力。

7.4.9.2.3.4 重复 7.4.9.2.3.3,选取后轴结果来计算后轴各次制动的制动器外部因数和制动器释放压力。

7.4.9.2.3.5 根据前轴的制动器外部因数和释放压力及车轮动态滚动半径,计算前轴在整个管路压力范围内对应给定前轴管路压力的制动力;满载和空载条件分别采用不同的数据。

7.4.9.2.3.6 对后轴重复 7.4.9.2.3.5,使用前后管路压力关系计算后轴在整个管路压力范围内对应给定前轴管路压力的制动强度;满载和空载条件分别采用不同的数据。

7.4.9.2.3.7 对空载和满载两种状态,分别计算车辆的制动强度与前管路压力的函数 $z = \frac{T_1 + T_2}{P \times g}$

7.4.9.2.3.8 对空载和满载两种状态,分别按下面的公式计算各轴利用的附着系数与制动强度的关系:

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{z \times h \times P \times g}{E}}; \quad f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{z \times h \times P \times g}{E}}$$

附 录 A
(规范性附录)
符号和定义

下列符号适用于本标准。

编号	符号	名称及说明
1	d_m	充分发出的平均减速度, MFDD
2	d_M	乘用车在发动机脱开的 0-型试验中充分发出的平均减速度的最大值, m/s^2
3	d_{M+R}	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, m/s^2
4	Δd	用全新摩擦衬片的厚度(最大摩擦衬片厚度)减去完全磨损的摩擦衬片的厚度(制造商声明的最小摩擦衬片厚度)
5	Δt	制动循环周期, 即从一次制动操作开始到下一次制动操作开始为止所持续的时间
6	Δx	活塞的最大缩回量, $\Delta x \approx \frac{r \cdot \Delta d}{\sqrt{r^2 - L^2}} + s$
7	E	轴距
8	ϵ	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(z_{AL})和理论附着系数(k)的商
9	ϵ_i	在 i 轴上测得的 ϵ 值(装备 3 类防抱制动系统的机动车辆)
10	ϵ_H	在高附着系数路面上的 ϵ 值
11	ϵ_L	在低附着系数路面上的 ϵ 值
12	f	控制力
13	f_i	i 轴利用的附着系数, $f_i = T_i / N_i^{14)}$
14	F	力(N)
15	F_{dyn}	防抱制动系统工作时的路面法向动态反力
16	F_{idyn}	机动车辆 i 轴上的 F_{dyn}
17	F_i	路面对 i 轴的法向静态反力
18	F_M	路面对机动车辆各车轮的静态法向反力之和
19	$F_{Mnd}^{15)}$	路面对机动车辆未制动的从动轴的静态法向反力之和
20	F_{Md}	路面对机动车辆未制动的驱动轴的静态法向反力之和
21	F_{WM}	$0.01 F_{Mnd} + 0.015 F_{Md}$
22	g	重力加速度, $g = 9.81 m/s^2$; 在车轮抱死顺序试验中, 可取 $g = 10 m/s^2$
23	h	由制造商规定并经进行试验的检测机构认可的重心高度
24	i	车轴编号(对前轴, $i = 1$; 对后轴, $i = 2$)
25	J	车辆的减速度, m/s^2
26	k	轮胎和路面之间的附着系数

14) 车辆的“附着系数利用曲线”是指说明在规定的载荷状态下, 各轴利用的附着系数与车辆的制动强度之间关系的曲线。

15) 对两轴机动车辆的 F_{Mnd} 和 F_{Md} 符号可以简化为符号 F_i 。

表(续)

编号	符号	名称及说明
27	k_f	一个前轴的 k 值
28	k_H	高附着系数路面上测定的 k 值
29	k_i	装备 3 类防抱制动系统的车辆在 i 轴上确定的 k 值
30	k_L	低附着系数路面上测定的 k 值
31	k_{lock}	滑移率为 100% 时的附着系数值
32	k_M	机动车辆的 k 值
33	k_{peak}	“附着系数-滑移率”曲线的最大值
34	k_r	一个后轴的 k 值
35	L	从活塞中心线到制动鼓中心的距离
36	N	制动次数
37	N_i	制动时路面对 i 轴的法向反力
38	P	单车质量(kg)
39	P_i	路面对 i 轴的静态法向反力
40	P_M	乘用车满载质量
41	P_R	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
42	p_1	制造商规定的储能装置的最大系统工作压力(关闭压力)
43	p_2	不给储能装置补充能量的情况下,从 p_1 开始、对行车制动进行 4 次全行程促动后储能装置的压力
44	R	k_{peak} 与 k_{lock} 的比值
45	r	$r = \frac{1}{2}$ 制动鼓名义尺寸
46	S	制动距离
47	S_b	从 v_0 到 v_b 期间行驶的距离, m
48	S_e	从 v_0 到 v_e 期间行驶的距离, m
49	s	单个制动蹄的活塞因弹簧回弹压力而产生的缩回量
50	T_i	在正常的道路制动条件下,制动器作用于 i 轴的制动力
51	t	时间间隔, s
52	t_m	t 的平均值
53	t_{min}	t 的最小值
54	t_{0-1}	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
55	μ	路面附着系数
56	v	试验车速
57	v_b	0.8 v_0 时的车速
58	v_e	0.1 v_0 时的车速
59	v_{max}	最高设计车速

表 (续)

编号	符号	名称及说明
60	v_0	车辆初速度, km/h
61	v_1	制动开始时的初速度
62	v_2	制动结束时的速度
63	z	制动强度, $z = \frac{J}{g}$
64	z_{AL}	防抱制动系统工作时车辆的制动强度
65	z_m	平均制动强度
66	z_{max}	z 的最大值
67	z_{MALS}	对开路面上机动车辆的 z_{AL}

附 录 B

(规范性附录)

动力电池荷电状态的监测规程

- B.1** 本规程适用于牵引和再生制动用的车辆动力电池。本规程需要使用双向直流功率表。
- B.2** 对新动力电池或久置未用的动力电池,应按制造商的建议进行循环试验。试验前,应根据制造商推荐的充电程序将动力电池充满。循环结束后可至少在室温条件下放置 8 h。
- B.3** 进行 5.1.2.11、5.1.4.1.2.3、5.1.5.1.6、5.1.5.1.7 和 5.1.5.2.4 的制动试验时,应连续记录牵引电机所消耗的电能和电力再生式制动系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。
- B.4** 在进行 5.1.5.2.4 的比对试验时,为复制动力电池的荷电状态,可直接将动力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。对在动力电池部分充电的情况下进行的试验,建议在达到所需的荷电状态后尽快进行。

附录 C

(规范性附录)

制动摩擦衬片的惯性测功机试验方法

C.1 总体要求

满足本标准的车辆选装其他摩擦衬片时,还应在惯性测功机上进行对比试验,判断选装摩擦衬片在性能上的一致性。必要时,也可进行道路试验。

C.2 试验设备

C.2.1 试验所使用的测功机应满足下列要求:

C.2.1.1 能产生 C.3.1 要求的惯性,能满足 5.1.5 有关 I-型衰退试验的要求。

C.2.1.2 所安装的制动器应与原车型相同。

C.2.1.3 如采用风冷,应符合 C.3.4。

C.2.2 试验仪器至少能提供下列数据:

C.2.2.1 连续记录制动盘或制动鼓的转速;

C.2.2.2 一次制动过程中所转过的转数,其分辨率不应大于 1/8 转;

C.2.2.3 制动时间;

C.2.2.4 连续记录在摩擦衬片摩擦轨道中心或制动盘或制动鼓或摩擦衬片中间厚度处所测得的温度;

C.2.2.5 连续记录制动控制管路压力或控制力;

C.2.2.6 连续记录制动器输出力矩。

C.3 试验条件

C.3.1 测功机的转动惯量应尽量接近车辆总惯量中由相应车轮制动所引起的那部分惯量,允许误差为±5%,并按下式计算: $I=MR^2$

式中:

I ——转动惯量,单位为千克平方米($\text{kg} \cdot \text{m}^2$);

R ——动态轮胎滚动半径,单位为米(m);

M ——车辆最大设计总质量中由相应车轮制动的那部分质量。对单端测功机,该质量应由表 2 中 a)项规定的减速度下制动力分配的设计值计算得出。

C.3.2 惯性测功机的初始转速应与表 2 中 a)项规定的车辆线速度相对应,根据轮胎滚动半径确定。

C.3.3 制动摩擦衬片磨合时,应至少有 80%的贴和面积,磨合温度不应超过 180℃,也可应制造商要求,按其意见进行磨合。

C.3.4 使用风冷时,气流应沿垂直于制动器转动轴的方向通过制动器,流过制动器的冷却气流速度不应大于 10 km/h。冷却气流温度为环境温度。

C.4 试验规程

C.4.1 应提交 5 副制动摩擦衬片样品进行对比试验。这 5 副样品应与相应车型首次批准时资料文件中注明的原始部件相同的 5 副摩擦衬片进行对比试验。

C.4.2 应根据本附录规定的试验规程并按照下列要求所取得的结果进行对比来确定制动摩擦衬片的等效性。

C.4.3 0-型冷态性能试验

C.4.3.1 在初始温度低于 100℃ 时进行三次制动。温度应按 C.2.2.4 规定测量。

C.4.3.2 在相当于表 2 中 a) 项规定车速的初始转速下、以相当于该条款规定减速度的平均制动力矩进行制动。此外, 试验还应在最低相当于 30% 最高车速、最高相当于 80% 最高车速之间几种不同的转速下进行。

C.4.3.3 在制动输入相同条件下, 进行对比试验的摩擦衬片在上述冷态性能试验期间所记录的平均制动力矩同与型式批准申请中所注明部件相同的制动摩擦衬片上记录的平均制动力矩相比, 其偏差不应超过 ±15%。

C.4.4 I 型试验(衰退试验)

C.4.4.1 加热过程

制动摩擦衬片应按 5.1.5.1 的方法进行试验。

C.4.4.2 热态性能试验

C.4.4.2.1 完成 C.4.4.1 要求的试验后, 应立即进行 5.1.5.2 规定的热态制动性能试验。

C.4.4.2.2 在制动输入相同条件下, 进行对比试验的摩擦衬片在上述热态性能试验期间所记录的平均制动力矩同与型式批准申请中所注明部件相同的制动摩擦衬片上记录的平均制动力矩相比, 其偏差不应超过 ±15%。

C.5 制动摩擦衬片检查

完成上述各项试验后, 应立即对制动摩擦衬片进行目检, 以核实这些制动摩擦衬片能否继续正常使用。

附录 D

(规范性附录)

对复合电子车辆控制系统安全方面的特殊要求

D.1 总体要求

本附录规定了本标准涉及的复合电子车辆控制系统在安全方面的文件、故障策略及确认的特殊要求。电子系统控制的、与安全相关的功能也可通过本标准的相应条款以采用本附录。

本附录未规定“系统”的性能标准,而是规定设计过程中应遵循的方法和型式批准时须向检测机构公开的信息。该信息应证明系统在正常和故障状态下均能满足本标准规定的、所有适用的性能要求。

D.2 文件

D.2.1 要求

制造商应提供相应的文件来说明系统的基本设计、与其他车辆系统的连接方式或如何直接控制输出变量以及制造商对系统功能和概念的规定。为进行定期检查,文件还应说明如何对系统当前的工作状态进行检查。文件应简明扼要,并证明设计开发利用了相关系统领域的专业技术。

D.2.1.1 文件分为 2 部分:

- a) 型式批准的正式文件,包括 D.2 所列、在提交型式批准申请时须向检测机构提供的材料(D.2.4.4所列文件除外)。这将作为 D.3 规定的确认程序的主要参考依据。
- b) 附加材料和 D.2.4.4 的分析数据,由制造商保管但在型式批准时应予公开、备查。

D.2.2 系统功能说明书

说明书应简要说明系统的所有控制功能和实现目标的方法,包括对控制实施策略的说明。

D.2.2.1 应提供所有输入和感应变量表并限定其工作范围。

D.2.2.2 应提供系统控制的所有输出变量表并说明其在每种情况下是由系统直接控制还是通过其他车辆系统控制,并规定每种变量的控制范围。

D.2.2.3 针对相应的系统性能,说明有效工作范围的界限。

D.2.3 系统布置及示意图

D.2.3.1 零部件明细

明细表应按序号列出所有的系统单元及实现相应控制功能所需的其他车辆系统。

应提供简要的示意图来说明组合中各单元,并标明装备的分布及相互连接关系。

D.2.3.2 单元的功能

简要说明系统各单元的功能及其与其他单元或其他车辆系统连接的信号。可通过带标注的模块图或其他示意图提供,也可借助图表说明。

D.2.3.3 相互连接

分别用电路图、光纤图、管路图和布置简图简要说明电控传输连接、气压或液压传输连接和机械连接装置在系统内部的相互连接。

D.2.3.4 信号流和优先顺序

传输连接和在单元之间传输的信号应有明确的对应关系。

如优先顺序可能成为影响本标准所述性能或安全的问题,应确定多元数据通道内的信号优先顺序。

D.2.3.5 单元的认识

应能清晰明确地识别每个单元(例如,对硬件的标识、对软件内容的标识或软件输出)并提供相应的硬件和文件帮助。如一个单元或计算机集成了多种功能,则只使用一个单独的硬件识别标志,但为清晰

和便于解释,在模块图中可用多个模块表示。制造商应利用识别标志确认所提供的装置与相应的文件一致。

识别标志标明了硬件和软件的版本,如软件版本变化引起本标准所述单元的功能改变,应对识别标志作相应改变。

D.2.4 制造商的安全概念

D.2.4.1 制造商应说明:在无故障条件下,实现系统目标所选择的策略不会损害本标准所述系统的安全运行。

D.2.4.2 至于系统使用的软件,则应解释其概要结构并注明所使用的设计方法和工具。制造商应准备在需要时说明设计开发过程中通过何种方法确定系统逻辑的实现途径。

D.2.4.3 制造商应向检测机构解释为确保系统在故障状态下安全运行而在设计时采取的预防措施。系统失效时可采取如下预防措施:

- a) 利用部分系统以维持工作;
- b) 切换到独立的备用系统;
- c) 关闭上层功能。

发生失效时,应通过报警信号或讯息显示等指示给驾驶员。若系统不是由驾驶员通过关掉切断开关或通过专用开关切断特殊功能来使系统停止工作,只要失效仍然存在就应继续报警。

D.2.4.3.1 如在发生特定失效时选择维持部分性能的运行模式,应说明条件并界定其效果。

D.2.4.3.2 如选择第二种(备用系统)方式来实现车辆控制系统的目标,应对切换机制的原理、冗余度逻辑及水平和备份系统检查特征进行说明并界定后备系统的效果。

D.2.4.3.3 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,以此来限制过渡干扰。

D.2.4.4 通过分析从总体上说明当影响车辆控制性能或安全的特定失效发生时系统如何应对,以此来支持上述文件。

可采用失效模式及效果分析(FMEA)、失效树分析(FTA)或适合系统安全分析的其他类似方法。

采用的分析方法由制造商确定和保管,并应在型式批准时对检测机构公开备查。

文件应详细说明监测参数并规定每种失效状态下向驾驶员和/或服务/技术人员发出的报警信号。

D.3 确认和试验

D.3.1 应按 D.2 所规定的要求进行下列试验对系统功能进行确认:

D.3.1.1 系统功能确认

作为确定正常工作水平的方法,除需要根据本标准或其他标准的型式批准程序进行专门的性能试验外,应对照制造商的基本基准确定车辆系统在非故障状态下的性能。

D.3.1.2 确认 D.2.4 规定的安全概念

为模拟单元内部故障的影响,应通过对电单元或机械元件发出相应的输出信号,来检查系统在受单个单元失效影响时的反应。

确认结果应与失效分析的结论一致,总体效果应确保有充分的安全概念和良好的执行效果。

附 录 E
(资料性附录)
试验报告及相关图表要求

E.1 车辆参数和试验数据处理

E.1.1 车辆参数

项 目	处 理 方 式
最高车速/(km/h)	取整数值
质量/kg	取整数值
轮胎气压/kPa	取整数值
轴距/mm	取整数值
质心高度(空载/满载)/mm	取整数值
制动器尺寸/mm	取整数值

E.1.2 试验数据

项 目	处 理 方 式
制动初速度/(km/h)	取小数点后一位
制动距离/m	取小数点后一位
制动距离限值	S = 修正制动距离, m; S_a = 实测制动距离, m; v_s = 额定制动初速度, km/h; v_a = 实测制动初速度, km/h; 保留一位小数
充分发出的平均减速度/(m/s^2)	保留两位小数
减速度/(m/s^2)	保留一位小数
控制力	以 5 N 为单位取整
牵引力	以 100 N 为单位取整
制动强度 z_p (单车)	$z_p = T_p/P_u$; z_p = 制动强度; T_p = 牵引力; $P_u = 10 \times (\text{整车质量})(N)$; 保留两位小数
制动强度 z_p (列车)	$z_p = T_p/P_u$; z_p = 制动强度; T_p = 牵引力; $P_u = 10 \times (\text{列车质量})(N)$; 保留两位小数
响应时间/s	保留一位小数

表(续)

项 目	处 理 方 式
制动压力与制动力的转换	$B = P \cdot \pi \cdot D_w^2 \cdot BEF \cdot r / (4 \cdot R)$; B :制动力,N; P :制动管路压力,MPa; π :3.141 6; D_w :轮缸内径,m; BEF :制动器外部因数; r :制动器有效半径,mm; R :轮胎滚动半径,mm; 数据取整
达到截止压力的时间/s	保留一位小数
发动机转速	以 100 r/min 为单位取整
电流	以 0.5 A 为单位取值
电压	以 0.05 V 为单位取值
制动时间/s	保留两位小数
t_m/s	保留两位小数
z_m/s	保留三位小数
z_{AL}/s	保留三位小数
$k_i, k_r/s$	保留三位小数
k_M/s	保留三位小数
k_L/s	保留三位小数
k_H/s	保留三位小数
z_{MALS}/s	保留三位小数
$0.75(4k_L + k_H)/5/s$	保留三位小数
E/s	保留两位小数
制动力矩/(N·m)	取整数
制动力/N	取整数
制动压力	以 0.5 MPa 为单位取值

E.2 车辆基本信息

E.2.1 试验车辆

车型:_____ VIN:_____

最高车速:_____

最大设计总质量/kg:_____ 整车整备质量/kg:_____

轴间质量分配(最大值):前轴/kg:_____ 后轴/kg:_____

整车质量(满载):_____ 前轴/kg:_____ 后轴/kg:_____

整车质量(空载):_____ 前轴/kg:_____ 后轴/kg:_____

挂车最大质量(挂车无制动)/kg:_____

轮胎尺寸:前轮:_____ 后轮:_____

轮胎气压:前轮/kPa: _____ 后轮/kPa: _____

轴距/mm: _____

质心高度/mm:满载: _____ 空载: _____

E. 2.2 制动系统

a) 行车制动系

控制系统和制动轮: _____

制动力控制系统类型: _____

ABS 制造商: _____ 型号: _____ 型式: _____

制动助力器类型:液压助力 _____

制动器类型:前: _____ 后: _____

制动鼓直径或制动盘有效直径:前: _____ 后: _____

摩擦衬片尺寸:前: _____ 后: _____

摩擦衬片材质:前: _____ 后: _____

b) 驻车制动系

类型: _____

制动轮: _____ 控制方式: _____

制动鼓直径或制动盘有效直径:前: _____ 后: _____

摩擦衬片尺寸:前: _____ 后: _____

摩擦衬片材质:前: _____ 后: _____

E. 2.3 试验环境

天气: _____ 风向: _____ 风速/(m/s): _____

试验路面状况:

高附着系数路面: _____ 低附着系数路面: _____

E. 2.4 试验设备

车速测量设备: _____ 制动距离测量设备: _____

减速度测量设备: _____ 控制力测量设备: _____

E. 2.5 附图

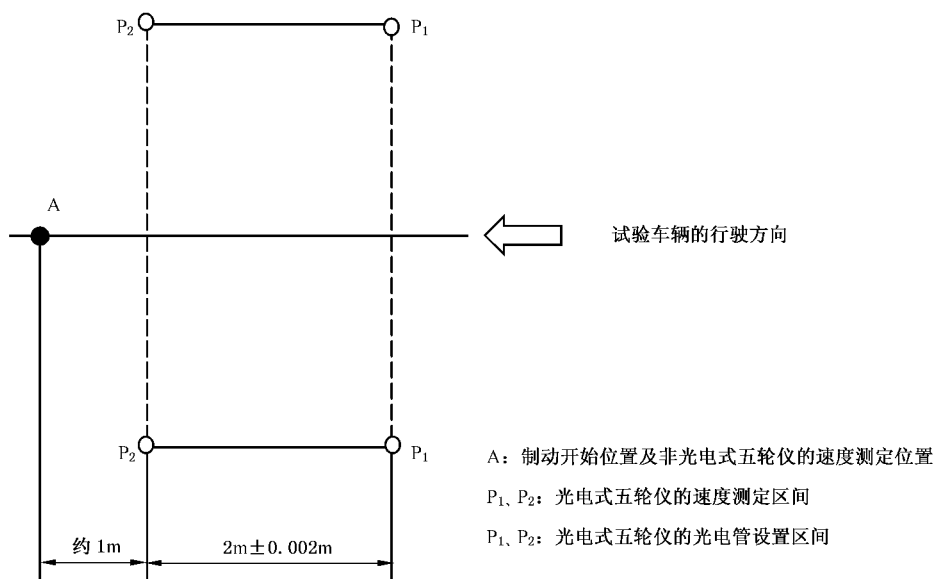
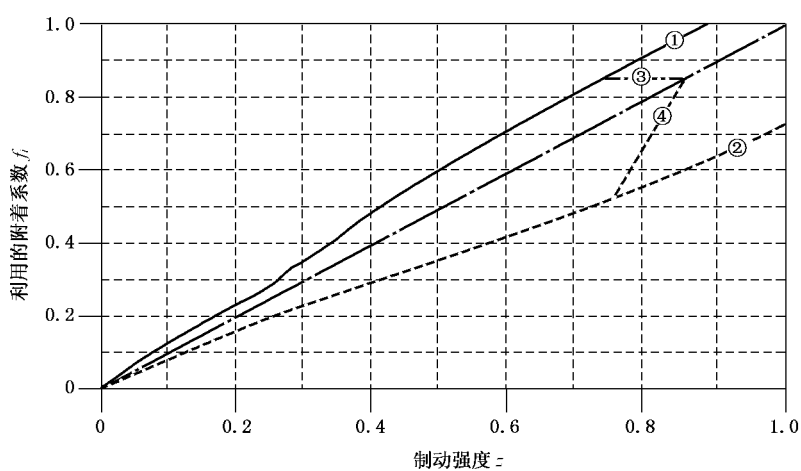
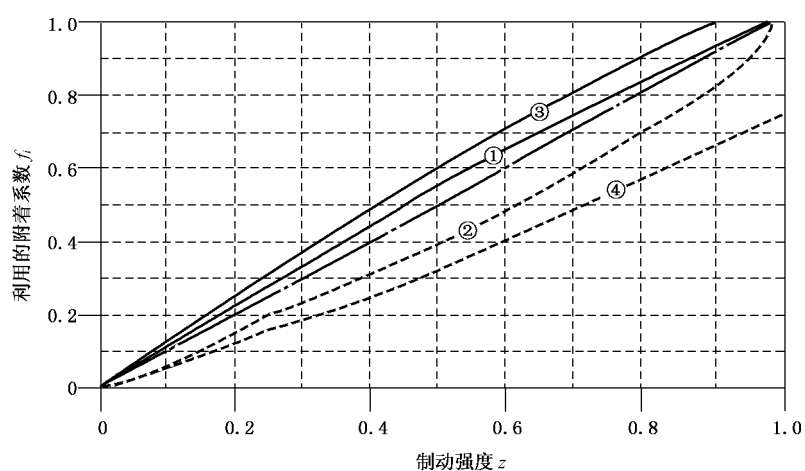


图 E. 1 速度测定区间



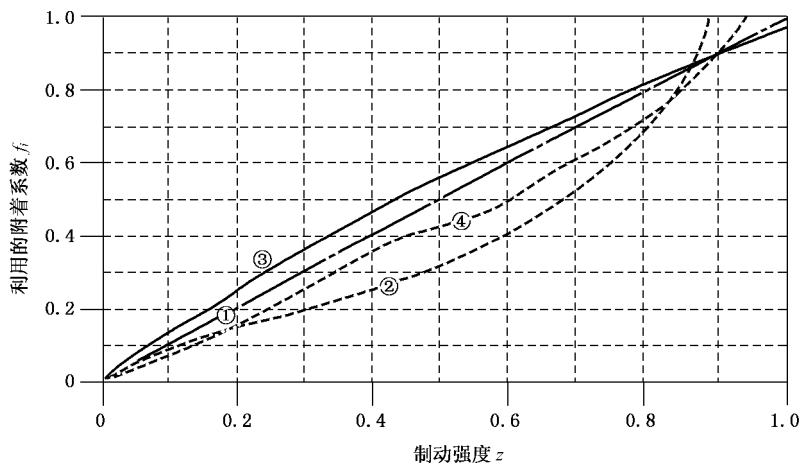
- ① f_1 ——前轴(无 ABS);
 ② f_2 ——后轴(无 ABS);
 ③ f_1 ——前轴(有 ABS);
 ④ f_2 ——后轴(有 ABS)。

图 E.2 附着系数利用曲线(有、无 ABS 示例)



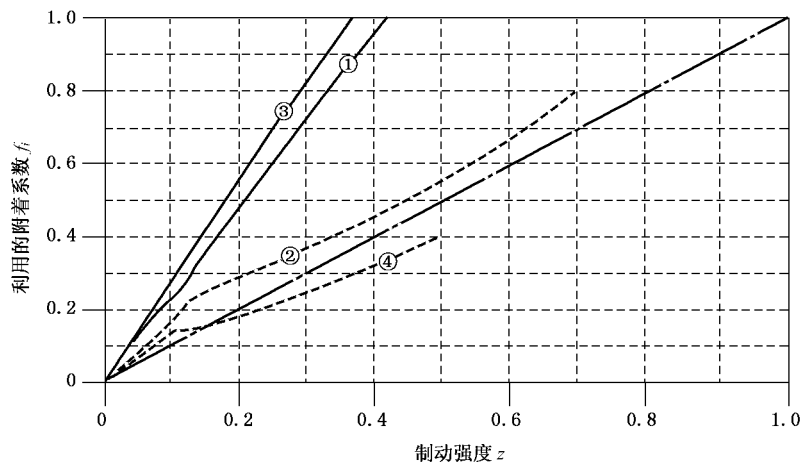
- ① f_1 ——前轴(空载);
 ② f_2 ——后轴(空载);
 ③ f_1 ——前轴(满载);
 ④ f_2 ——后轴(满载)。

图 E.3 附着系数利用曲线(空载、满载示例)



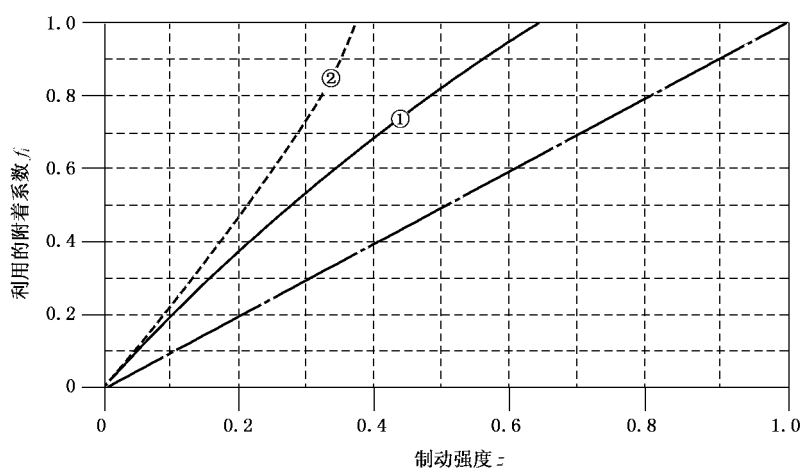
- ① f_1 —— 前轴(空载);
- ② f_2 —— 后轴(空载);
- ③ f_1 —— 前轴(满载);
- ④ f_2 —— 后轴(满载)。

图 E.4 附着系数利用曲线(装有可变制动力分配系统的示例)



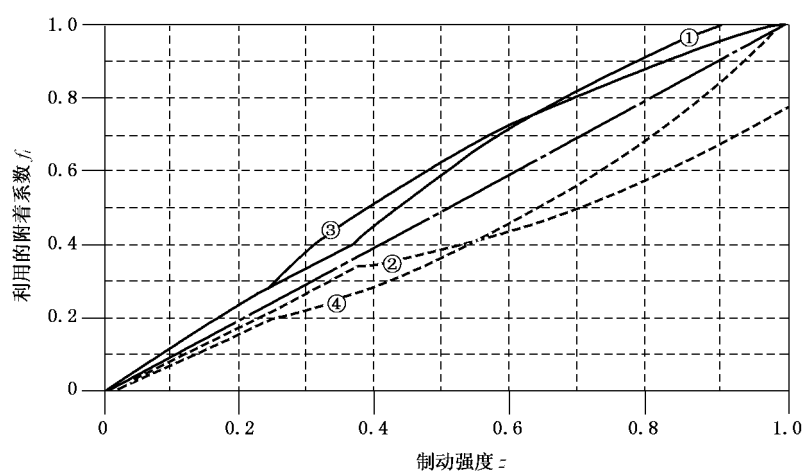
- ① f_1 —— 前轴(空载);
- ② f_2 —— 后轴(空载);
- ③ f_1 —— 前轴(满载);
- ④ f_2 —— 后轴(满载)。

图 E.5 附着系数利用曲线(X布置的制动系统失效示例)



- ① f_1 ——前轴(后轴失效)；
- ② f_2 ——后轴(前轴失效)。

图 E.6 附着系数利用曲线(H 布置的制动系统失效示例)



- ① f_1 ——A 车前轴；
- ② f_2 ——A 车后轴；
- ③ f_1 ——B 车前轴；
- ④ f_2 ——B 车后轴。

图 E.7 附着系数利用曲线(A 车、B 车示例)

E.3 试验结果

E.3.1 基本性能试验

E.3.1.1 行车制动系试验

E.3.1.1.1 发动机脱开的 0-型试验

表 E.1 发动机脱开的 0-型试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										
挂接无制动挂车的乘用车充分发出的平均减速度 $d_{M+R} = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s ² 。										

E.3.1.1.2 发动机接合的 0-型试验

表 E.2 发动机接合的 0-型试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E.3.1.1.3 发动机停机或能源驱动装置失效时的 0-型试验

表 E.3 发动机停机或能源驱动装置失效时的 0-型试验

被试车辆状态(□发动机停止 □能源驱动装置停止)

规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
		实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动

E.3.1.1.4 I-试验(衰退和恢复试验)

表 E.4-1 加热过程

额定车速		制动间隔/(s 或 m)
初速度/(km/h)	末速度/(km/h)	

表 E.4-2 热态性能试验

规定 车速/ (km/h)	试验 次数	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
	1									
	2									

要求值的 60%: 停止距离 ___ m 和充分发出的平均减速度 ___ m/s²。
 要求值的 75%: 停止距离 ___ m 和充分发出的平均减速度 4.82 m/s² 以上。

表 E.4-3 恢复过程

规定车速/(km/h)

表 E.4-4 恢复性能试验

规定 车速/ (km/h)	试验 次数	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
	1									
	2									

停止距离范围: ___ m ~ ___ m 或充分发出的平均减速度范围: ___ m/s² ~ ___ m/s²。

表 E. 4-5 I-型试验后的制动摩擦衬片及行驶状态检查

制动摩擦衬片:	<input type="checkbox"/> 粘合 <input type="checkbox"/> 未发生粘合;
被试车辆的行驶状态:	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合。

E. 3. 1. 2 失效试验

E. 3. 1. 2. 1 制动液泄漏试验

表 E. 5 制动液泄漏试验

(失效状态: 左前轮 右前轮 左后轮 右后轮)

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E. 3. 1. 2. 2 能源失效试验

表 E. 6-1 能源失效试验(无需助力即可实现应急制动的助力制动系)

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

表 E.6-2 能源失效试验(借助助力方可实现应急制动的助力制动系)

载荷 状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

表 E.6-3 能源失效试验(动力制动系)

载荷 状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E. 3. 1. 2. 3 可变制动力分配系统失效试验

表 E. 7 制动力分配系统失效试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E. 3. 1. 3 报警信号试验

E. 3. 1. 3. 1 制动液泄漏报警试验

表 E. 8-1 制动液泄漏报警试验

报警信号颜色	报警信号位置	响应

E. 3. 1. 3. 2 能源失效报警试验

表 E. 8-2 能源失效报警试验

光学报警信号			声学报警信号	
报警信号颜色	报警信号位置	响应	音量	响应

E. 3. 1. 3. 3 可变制动力分配系统报警试验

表 E. 8-3 可变制动力分配系统报警试验

报警信号颜色	报警信号位置	响应

E. 3. 1. 4 驻车制动试验

E. 3. 1. 4. 1 静态试验

表 E. 9-1 驻车制动坡道试验(上坡/下坡)

坡度	控制力/N	停止状态
%		
%		

表 E.9-2 驻车制动牵引试验(向前/向后)

控制力/N	牵引力/N	制动强度 z_p	
		单车	列车

E.3.1.4.2 动态试验

表 E.10 驻车制动动态试验

规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的平均 减速度/(m/s ²)	车辆停止前的瞬 时减速度/(m/s ²)	控制力/ N
		实测值/m	限值/m			

E.3.1.4.3 驻车制动报警试验

表 E.11 驻车制动报警试验

报警信号位置	响 应

E.3.1.5 响应时间试验

E.3.1.5.1 制动分泵(气室)或气控液压助力器

表 E.12-1 制动分泵(气室)或气控液压助力器

被测车轴	操作时间
时间/s	

E.3.1.5.2 通过软管接头连接的挂车

表 E.12-2 通过软管接头连接的挂车

饱和压力的 75%	操作时间
时间/s	

E.3.1.6 对电控传输车辆的附加要求—补偿试验

表 E.13-1 横向制动力补偿试验

载荷 状态	制动 初速度/ (km/h)	制动压力/MPa				减速度/(m/s ²)	报警信号		
		前轴		后轴			颜色	位置	响应
		左	右	左	右				
满载						() $\geq 2 \text{ m/s}^2$			
						() $< 2 \text{ m/s}^2$			
空载						() $\geq 2 \text{ m/s}^2$			
						() $< 2 \text{ m/s}^2$			

表 E. 13-2 单根车轴的补偿试验

载荷 状态	制动 初速度/ (km/h)	制动压力/MPa				减速度/(m/s ²)	报警信号		
		前轴		后轴			颜色	位置	响应
		左	右	左	右				
满载						() ≥ 2 m/s ²			
						() < 2 m/s ²			
空载						() ≥ 2 m/s ²			
						() < 2 m/s ²			

表 E. 13-3 电控传输报警装置响应确认试验

报警信号颜色	报警信号位置	响应

E. 3. 1. 7 挂车牵引装置试验

表 E. 14-1 能量供给试验—挂车电压供给试验

控制力/N	端电压/V	可变电阻能耗/A

表 E. 14-2 过载短路试验

控制力/N	可变电阻能耗/A	回路短路

E. 3. 1. 8 装备电控传输装置的驻车制动试验

表 E. 15-1 电控传输制动系统线路(故障)试验(上坡/下坡)

坡度	故障状态	控制力/N	停止状态	解除驻车制动
	线路破损			
	控制装置失效			
	线路破损			
	控制装置失效			

表 E. 15-2 装备电控传输装置的驻车制动系的报警装置检查

电控传输装置损坏或控制装置失效		
报警信号颜色	报警信号位置	响应
除控制装置和能量供给失效以外的电控装置外部线路损坏		
报警信号颜色	报警信号位置	响应

E. 3. 1. 9 向外部装置供能的试验

E. 3. 1. 9. 1 静态试验

表 E. 16-1 坡道试验法(上坡/下坡)

坡度	控制力/N	停止状态
%		
%		

表 E. 16-2 牵引试验(前进、后退)

控制力/N	牵引力/N	制动强度 z_p	
		乘用车单车	乘用车列车

E. 3. 1. 9. 2 动态试验

表 E. 17 动态试验

规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s^2)	车辆停止前的 瞬时减速度/ (m/s^2)	控制力/ N
		实测值/ m	限值/ m			

E. 3. 1. 9. 3 关闭点火开关或拔出钥匙试验

表 E. 18-1 静态试验(上坡、下坡)

坡度	控制力/N	停止状态
%		
%		

表 E. 18-2 驻车制动功能试验

试验结束后驻车制动系的工作状态: 符合 不符合。

E. 3. 1. 10 装备电控传输装置的行车制动系试验

E. 3. 1. 10. 1 关闭点火开关或拔出钥匙试验

表 E. 19 关闭点火开关或拔出钥匙试验

控制力/N	制动压力/MPa	制动力/N	0-型试验得到的制动力/N

E. 3. 1. 10. 2 电控传输装置失效试验

表 E. 20-1 电控传输装置失效试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

表 E. 20-2 电控传输装置持续失效时的报警装置试验

报警信号颜色	报警信号位置	响应

表 E. 20-3 电控传输装置的能源失效试验

控制力/N	制动压力/MPa	制动力/N	常态(正常)制动力/N
100			
200			
300			
400			
500			

E. 3. 1. 10. 3 动力电池电压降试验

表 E. 21-1 动力电池电压降试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										

表 E. 21-1 (续)

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
空载										

表 E. 21-2 动力电池电压降低报警装置功能试验

报警信号颜色	报警信号位置	响应

E. 3. 1. 10. 4 从行车制动装置到辅助设备的能源供给试验 (外部装置的能源供给试验)

表 E. 22-1 全部辅助装置工作时的确认 (根据外部装置动作的试验)

发动机转速/(r/min)	控制力/N	制动压力/MPa	制动力/N	0-型试验得到的制动力/N

表 E. 22-2 临界电压确认 (电能中断试验)

发动机转速/(r/min)	控制力/N	制动压力/MPa	制动力/N	0-型试验得到的制动力/N

E. 3. 1. 10. 5 储能器容量检查

表 E. 23-1 车辆行驶中的能源失效试验

控制力/N	制动压力/MPa	制动力/N	0-型试验得到的制动力/N

表 E. 23-2 车辆静止时的能源失效试验 (上坡/下坡)

坡度	控制力/N	停止状态	制动灯响应
%			
%			

E. 3. 1. 11 装备电力再生式制动系统车辆的附加要求

E. 3. 1. 11. 1 发动机接合的 0-型试验

表 E. 24-1 低附着系数路面的车辆动态检查

载荷状态	规定车速/ (km/h)	控制力/ N	转向盘转角	车辆状态
				车轮抱死
满载				

表 E. 24-1 (续)

载荷状态	规定车速/ (km/h)	控制力/ N	转向盘转角	车辆状态
				车轮抱死
空载				

E. 3. 1. 11. 2 I -型试验(衰退和恢复试验)

表 E. 25-1 B型电力再生式制动系统的加热/冷却后的制动试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动

表 E. 25-2 热态性能试验时车速未达到规定值时的重新测定

规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态				
		实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动	

E. 3. 1. 11. 3 电动部件全部失效时的制动系统试验

表 E. 26 电动部件全部失效时的制动系统试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										

表 E. 26 (续)

载荷 状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
空载										

E. 3. 1. 11. 4 失效导致产生最大制动力时的试验

表 E. 27 失效导致产生最大制动力时的试验

载荷 状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E. 3. 1. 11. 5 电动部件失效时的警报装置检查

表 E. 28 电动部件失效时的警报装置检查

报警信号颜色	报警信号位置	响应

E.3.1.11.6 车辆瞬时状态检查

表 E.29 车辆瞬时状态检查

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	转向盘 转角	车辆状态	
				车轮抱死	控制装置
满载					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡
空载					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡
					变速器 带挡

E.3.2 供能和储能装置检查

E.3.2.1 储能装置的容量试验

表 E.30 储能装置的容量试验

载荷 状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E. 3. 2. 2 传输装置失效试验

表 E. 31 传输装置失效试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E. 3. 2. 3 液力能源的容量试验

4 次促动后管路压力达到关闭压力所需时间_____。

E. 3. 2. 4 能量失效时的报警装置确认试验

表 E. 32 能量失效报警检查

光学报警信号			声学报警信号	
报警信号颜色	报警信号位置	响应	音量	响应

E. 3. 3 制动力分配检查

E. 3. 3. 1 车轮抱死顺序试验

表 E. 33-1 高附着系数路面试验

规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	控制力/N	抱死顺序	抱死状态
			<input type="checkbox"/> 无抱死 <input type="checkbox"/> 前轴抱死 <input type="checkbox"/> 同时抱死	
			<input type="checkbox"/> 无抱死 <input type="checkbox"/> 前轴抱死 <input type="checkbox"/> 同时抱死	
			<input type="checkbox"/> 无抱死 <input type="checkbox"/> 前轴抱死 <input type="checkbox"/> 同时抱死	

表 E. 33-2 低附着系数路面试验

规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	控制力/N	抱死顺序	抱死状态
			<input type="checkbox"/> 无抱死 <input type="checkbox"/> 前轴抱死 <input type="checkbox"/> 同时抱死	
			<input type="checkbox"/> 无抱死 <input type="checkbox"/> 前轴抱死 <input type="checkbox"/> 同时抱死	
			<input type="checkbox"/> 无抱死 <input type="checkbox"/> 前轴抱死 <input type="checkbox"/> 同时抱死	

E. 3. 3. 2 可变制动力分配系统(无 ABS)失效时的制动试验

表 E. 34 可变制动力分配系统(无 ABS)失效时的制动试验

载荷 状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E. 3. 3. 3 扭矩轮试验

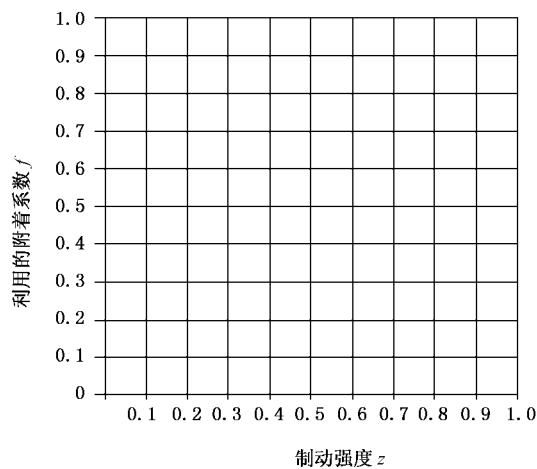


图 E. 8 附着系数利用曲线

E.3.4 ABS 试验

E.3.4.1 ABS 报警装置的确认试验

表 E.35 ABS 报警装置的确认试验

报警信号颜色	报警信号位置	响应

E.3.4.2 ABS 失效时的制动性能试验

表 E.36 ABS 失效时的制动性能

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										
空载										

E.3.4.3 能耗试验

表 E.37 能耗试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验车速/ (km/h)	制动距离		充分发出的 平均减速度/ (m/s ²)	控制力/ N	车辆状态			
			实测值/ m	限值/ m			车速大于 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角 超过 15°	异常 振动
满载										

E. 3. 4. 4 z_{AL} 测定

表 E. 38-1 高附着系数路面试验

载荷状态	试验次数	车速从 45 km/h 降至 15 km/h 的时间/s	控制力/N	t_m	z_{AL}	ϵ
满载						
空载						

表 E. 38-2 低附着系数路面试验

载荷状态	试验次数	车速从 45 km/h 降至 15 km/h 的时间/s	控制力/N	t_m	z_{AL}	ϵ
满载						
空载						

表 E. 38-3 z_{MALS} 测定

试验次数	车速从 45 km/h 降至 15 km/h 的时间/s	控制力/N	t_m	z_{MALS}	车辆状态			
					车速大于 15 km/h 时车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角超过 15°	异常振动

$z_{MALS} = \frac{\quad}{\quad} \geq 0.75(4k_L + k_H)/5 = 0.75(4 \times \quad + \quad)/5 = (\quad)$
 $z_{MALS} = \frac{\quad}{\quad} \geq k_L = \quad$

E. 3. 4. 5 k 值测试

表 E. 39-1 高附着系数路面试验

载荷状态	制动轴	试验次数	车速从 40 km/h 降至 20 km/h 的时间/s	t_m	z_m	k_f 或 k_r	k_M
满载	前轴						
	后轴						

表 E. 39-1 (续)

载荷状态	制动轴	试验次数	车速从 40 km/h 降至 20 km/h 的时间/s	t_m	z_m	k_f 或 k_r	k_M
空载	前轴						
	后轴						

表 E. 39-2 低附着系数路面试验

载荷状态	制动轴	试验次数	车速从 40 km/h 降至 20 km/h 的时间/s	t_m	z_m	k_f 或 k_r	k_M
满载	前轴						
	后轴						
空载	前轴						
	后轴						

E. 3. 4. 6 对装备 ABS 车辆的附加要求

E. 3. 4. 6. 1 车轮抱死判定试验

表 E. 40-1 高附着系数路面试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	控制力/ N	车辆状态		
				车速超过 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角超过 15°
满载						
空载						

表 E. 40-2 低附着系数路面试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	控制力/ N	车辆状态		
				车速超过 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角超过 15°
满载						
空载						

表 E. 40-3 对接路面试验(从高附着系数路面到低附着系数路面)试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	控制力/ N	车辆状态		
				车速超过 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角超过 15°
满载						
空载						

表 E. 40-4 对接路面试验(从低附着系数路面到高附着系数路面)试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	控制力/ N	加速度 增加	车辆状态		
					车速超过 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角超过 15°
满载							
空载							

表 E. 40-5 对开路面试验

载荷状态	规定车速/ (km/h)	试验速度/ (km/h)	控制力/ N	转向盘 转角	车辆状态		
					车速超过 15 km/h 时 车轮抱死	超出 3.5 m 通道	横摆角超过 15°
满载							
空载							

E. 3.5 制动摩擦衬片的惯性测功机试验

E. 3.5.1 试验车辆

车型: _____ 制动摩擦衬片类型: _____ 摩擦衬片一致性确认: _____

E. 3.5.2 试验设备

测功机: _____

E.3.5.3 试验结果

表 E.41-1 发动机脱开的 0-型试验(常温时的制动试验)

额定速度/(km/h)	平均制动扭矩/(N·m)	
	一致性确认	制动摩擦衬片类型

表 E.41-2 I-型试验(衰退试验)—高温制动试验

额定速度/(km/h)	制动管路压力或 制动力/MPa 或 N	平均制动扭矩/(N·m)	
		一致性确认	制动摩擦衬片类型

E.3.5.4 制动摩擦衬片检查

试验后的摩擦衬片状态:_____

E.3.6 适用于复合电子车辆控制系统安全方面的特殊要求

E.3.6.1 试验车辆

车型:_____ VIN:_____

E.3.6.2 复合电子车辆控制系统规范

复合电子控制系统_____

E.3.6.3 试验结果

E.3.6.3.1 常规操作结果确认:_____

E.3.6.3.2 失效影响确认

表 E.42 失效影响确认

故障部位	故障状态	报警响应	响应

E.3.7 抗扰性试验—车辆试验

E.3.7.1 试验车辆

车型:_____ VIN:_____ ABS 类型:_____

E.3.7.2 试验结果

表 E.43-1 抗扰性试验

○:符合 ×:不符合

试验频率/ MHz		27 ()	45 ()	65 ()	90 ()	120 ()	150 ()	190 ()	230 ()	280 ()	380 ()	450 ()	600 ()	750 ()	900 ()
试	ABS 报警														
结	ABS 响应														
试验时天线位置: <input type="checkbox"/> 被试车辆前方 <input type="checkbox"/> 被试车辆后方 注: 试验所采用的频率与表中数值不同时应在括号中予以记录。															

E. 3. 8 抗扰性试验—ESA 试验

E. 3. 8. 1 ESA 试验

ABS 类型：_____

E. 3. 8. 2 试验方法

表 E. 43-2 试验方法

试验频率/MHz	试 验 方 法
注：试验方法示例：(TEM 单元, 天线照射法、场地, BCI, 带状线)	

E. 3. 8. 3 试验结果

表 E. 43-3 抗扰性试验

○:符合 ×:不符合

试验频率/ MHz		27 ()	45 ()	65 ()	90 ()	120 ()	150 ()	190 ()	230 ()	280 ()	380 ()	450 ()	600 ()	750 ()	900 ()
试 验	ABS 报警														
结 果	ABS 响应														
注：试验所采用的频率与表中数值不同时应在括号中予以记录。															