前　言

本标准与 ECE R13《M、N 和 O 类车辆制动系统型式认证的统一规定》(09 系列)附件 13《装备防抱制动系统的车辆的试验要求》法规的一致性程度为非等效。

本标准代替 GB 13594—1992《汽车制动防抱系统性能要求和试验方法》。

本标准与 GB 13594—1992 相比，主要变化如下：

——增加了防抱制动系统、传感器、控制器、调节器和全循环的定义(见第 3 章)；

——删除了路面类型的列表及图例(1992 年版的 4.1)；

——增加了挂车防抱制动系统分类(见 4.2)；

——修改了报警信号的内容(1992 年版的 5.1，本版的 5.1.1 和 5.1.2)；

——修改了抗电磁场干扰的内容(1992 年版的 5.8，本版的 5.1.4)；

——增加了安装防抱系统的 N_2、N_3 类越野车的控制模式检查(见 5.1.5)；

——增加了挂车剩余制动效能、能量消耗、附着系数利用率和附加检查的内容及对应的试验方法等内容(见 5.1.3、5.3、B.2、C.2 和附录 E)；

——修改了试验方法(1992 年版的第 6 章，本版的 E.7)；

——增加了规范性附录“表 1 符号和定义”(见附录 A)；

——增加了规范性附录“低附着系数路面的选择方法”(见附录 D)。

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

本标准由中国汽车工业协会提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本标准起草单位：中国汽车技术研究中心、上海汽车制动系统有限公司、山东威明汽车产品有限公司、西安博华机电股份有限公司、中国第一汽车集团公司、东风汽车公司、重庆汽车研究所。

本标准主要起草人：刘彦戎、金约夫、王志煌、于素杰、马克定、许可芳、王兆、谢晋中、汤跃进、陈立忠。

机动车和挂车防抱制动性能和试验方法

1 范围

本标准规定了装备防抱制动系统的车辆所要求的制动性能和试验方法。

本标准适用于装备防抱制动系统的M、N类汽车和O类挂车。

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 12676—1999 汽车制动系统 结构、性能和试验方法

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

ISO 7638 制动系统电路连接器

3 定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

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。

3.2

传感器 sensor

用于感受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。

3.3

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。

3.4

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。

3.5

直接控制车轮[1] directly controlled wheel

制动力至少根据车轮自身传感器提供的数据来调节的车轮。

---

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。

3.6

间接控制车轮[2)] indirectly controlled wheel

制动力根据其他车轮的传感器提供的数据来调节的车轮。

3.7

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。

对气制动挂车，只有当整个制动过程中直接控制车轮各个制动气室的压力超过最大循环压力 0.1 MPa 时才能确认防抱系统为全循环。供能压力不应超过 0.8 MPa。

4 分类

4.1 如果车辆装备下述系统之一，则认为该车辆装备了本标准定义的防抱系统。

4.1.1 1 类防抱系统

装备 1 类防抱系统的车辆应满足本标准全部有关性能要求。

4.1.2 2 类防抱系统

装备 2 类防抱系统的车辆应满足本标准除 5.2.3.5 外的全部有关性能要求。

4.1.3 3 类防抱系统

装备 3 类防抱系统的车辆应满足本标准除 5.2.3.4 和 5.2.3.5 外的全部有关性能要求。在这些车辆上，对不包含直接控制车轮的任一车轴(桥)[或轴(桥)组]，应符合 GB 12676—1999 附录 A 中不同制动强度和载荷下附着系数利用率和车轮抱死顺序的规定。这些要求可通过调节行车制动的控制力在高附着系数(约为 0.8)和低附着系数(最大为 0.3)路面上进行制动试验来检查。

4.2 当挂车每侧至少有一个车轮是直接控制，其余车轮由防抱系统直接或间接控制时则认为该挂车装备本标准定义的防抱系统。而对全挂车，则至少有一根前轴的两个车轮和一根后轴的两个车轮是直接控制的，且每根车轴至少具有一个独立的调节器，其余车轮可为直接控制的，也可为间接控制的。另外，装备防抱系统的挂车应符合下述情况之一。

4.2.1 A 类防抱系统

装备 A 类防抱系统的挂车应满足本标准的全部有关性能要求。

4.2.2 B 类防抱系统

装备 B 类防抱系统的挂车应满足本标准除 5.3.3.2 外的全部有关性能要求。

5 性能要求和试验方法

对允许挂接挂车的牵引车和气制动挂车，在满载时应满足 GB 12676—1999 附录 A 提出的制动协调性的要求。

目前的防抱系统由传感器、控制器和调节器组成。将来可能采用的任何其他不同结构的系统或将防抱制动功能并入其他系统，只要能提供与本标准规定相同的性能，则认为其属于本标准定义的防抱系统。

5.1 一般要求

5.1.1 任何影响到本标准规定的系统功能和性能要求的电器故障或传感器工作不正常，包括供电、控制器的外电路、控制器和调节器的失效，应以专门的光报警信号向驾驶员报警。报警信号应符合 GB 4094对黄色报警信号装置的要求。

---

2) 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。

注：在统一的试验规程达成之前，制造厂应向技术部门提供控制器潜在失效及后果分析。该资料应经制造厂与技术部门协商一致。

5.1.1.1 对在静态条件下无法检测到的传感器异常，应在车速超过 10 km/h 之前进行检测[3]。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。

5.1.1.2 当车辆静止、防抱系统通电时，电控[4]的气压调节阀应至少循环一次。

5.1.2 除 M_1 和 N_1 类车辆外，装备防抱系统并允许挂接装备防抱系统挂车的机动车辆应为挂车防抱系统单独安装一个符合 5.1.1 要求的光报警信号。报警信号应通过符合 ISO 7638 规定的 5 极连接器工作，并符合 GB 4094 对黄色报警信号装置的要求。

当与没有安装防抱系统的挂车挂接或没有挂接挂车时报警信号不得点亮。该功能应是自动的。

5.1.3 防抱系统失效时，剩余制动效能应达到 GB 12676—1999 中 4.2.4 规定的相应车辆在行车制动传能装置的部件失效时的性能。该要求不应作为背离应急制动有关规定的理由。对于挂车，防抱系统出现 5.1.1 所述故障时，其剩余制动效能至少应达到该类挂车满载时行车制动规定性能的 80%。

5.1.4 防抱系统的工作受磁场或电场的不利影响时应能正常工作，应按 GB/T 17619 的规定验证；对装有防抱系统的车辆在进行骚扰试验时应符合 GB 18655 的要求。

5.1.5 不应用手动装置来切断或改变防抱系统的控制模式，GB/T 15089 中定义的 N_2 和 N_3 类越野车除外。如果 N_2 和 N_3 类越野车装备该装置，则应满足下列条件：

注：如果在改变控制模式的情况下，对车上所装的该类防抱系统的全部要求都能满足，则理解为改变防抱系统控制模式的该装置不受 5.1.5 的限制。但此时，还应满足 5.1.5.2、5.1.5.3 和 5.1.5.4 的要求。

5.1.5.1 装备防抱系统的机动车辆，其防抱系统的控制模式由 5.1.5 所述的装置切断或改变，必须满足 GB 12676—1999 附录 A 的全部有关要求。

5.1.5.2 应以光报警信号通知驾驶员防抱系统已经被切断或控制模式已经改变；防抱失效报警信号应符合 GB 4094 对黄色报警信号装置的要求。该信号可一直点亮或闪烁。

5.1.5.3 当点火开关重新置于“ON”(运转)位置上时，防抱系统必须自动重新接入或回到行驶模式。

5.1.5.4 制造厂提供的车辆使用手册应警告驾驶员手动切断或改变防抱系统控制模式的后果。

5.1.5.5 当挂车与牵引车挂接时，5.1.5 提及的装置可切断或改变挂车防抱系统的控制模式。挂车不应单独采用该装置。

5.2 机动车辆的特殊要求

5.2.1 能量消耗

装备防抱系统的机动车辆必须在长时间全行程行车制动时保持其性能。应用下列试验来验证是否满足该要求。

5.2.1.1 **试验程序**

5.2.1.1.1 储能装置的初始能量水平应符合制造厂规定。其能量的大小应至少保证车辆满载时达到行车制动规定的效能。气压辅助设备的储能装置必须隔离开。

5.2.1.1.2 在附着系数等于或小于 0.3[5]的路面上，满载车辆以不低于 50 km/h 的初速度全行程制动，制动时间为 t，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必须处于防抱系统的控制下。

5.2.1.1.3 使发动机停止运转，或切断对储能装置的供能。

5.2.1.1.4 在车辆静止状态下，对行车制动连续进行 4 次全行程促动。

---

3) 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。

4) 如合适，可采用 ISO 7638 的 5 极或 7 极连接器。

5) 在这样的路面普遍适用之前，磨损到限值的轮胎及附着系数高达 0.4 时，可由技术部门斟酌决定，并记录实际值、轮胎型号及路面情况。

5.2.1.1.5 当进行第5次制动时，必须保证满载车辆至少能够达到规定的应急制动效能。

5.2.1.1.6 对允许挂接气制动挂车的车辆，试验时应关闭供气管路，并按照GB 12676—1999中6.17.1.1 b)在控制管路中连接一个容量为0.5 L的储气筒。在做5.2.1.1.5规定的第5次制动时，控制管路的压力不应低于以初始能量全行程制动时所获得的能量水平的一半。

5.2.1.2 **附加要求**

5.2.1.2.1 路面附着系数应用试验车辆按附录B中B.1.1所述方法测量。

5.2.1.2.2 制动试验应在发动机脱开，以怠速运转的情况下，用满载车辆试验。

5.2.1.2.3 制动时间 t 由公式 $t=v_{max}/7$（不得小于15 s）确定，式中 t 的单位为s，v_{max} 为最高设计车速(km/h)，上限为160 km/h。

5.2.1.2.4 如果一次制动的时间达不到 t 值，可分阶段进行制动，但最多为4次。

5.2.1.2.5 如果试验分阶段进行，则各次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，可考虑从5.2.1.1.4(以及5.2.1.1.5，5.2.1.1.6，5.2.1.2.6)规定的4次全行程促动中减去一次，对于在5.2.1.1规定试验中的第2、3、4阶段各次制动均适用。

5.2.1.2.6 车辆在静止时经过第4次促动后，储能装置内的能量等于或高于满载车辆应急制动所要求的能量，则应认为满足了5.2.1.1.5规定的性能要求。

5.2.2 **附着系数利用率**

5.2.2.1 防抱系统的附着系数利用率应考虑实际制动距离超过理论最小值。若满足了 $\varepsilon\geqslant 0.75$，则认为防抱系统是符合要求的，$\varepsilon$ 为附录B.1.2定义的附着系数利用率。

5.2.2.2 附着系数利用率 ε 应在附着系数等于或小于0.3[5]和约为0.8(干路面)的两种路面上以50 km/h的初速度进行测量。为消除制动器不同温度的影响，推荐先测定 z_{AL} 再测定 k。

5.2.2.3 测定附着系数 k 的试验程序和附着系数利用率 ε 的计算公式见第B.1章。

5.2.2.4 装备1类或2类防抱系统的车辆，其防抱系统的附着系数利用率应在整车上检验，装备3类防抱系统的车辆，只要求至少装备一个直接控制车轮的车轴(桥)应满足这一要求。

5.2.2.5 应在车辆满载和空载两种状态下，检验 $\varepsilon\geqslant 0.75$ 这一条件。

对于满载试验，如果在高附着系数路面上以规定的力作用在控制装置上不能使防抱系统实现全循环，则可省略该试验。

对于空载试验，如果急促全力[6]制动时，不能产生循环，则控制力可增加到1 000 N。如果超过1 000 N还不足以使系统循环，则可省略本项试验。对气制动系统，进行本项试验时，气压不应超过厂定最大供气压力。

5.2.3 附加检查

下列试验应在发动机脱开，车辆满载和空载两种情况下进行。试验时，车辆不应驶出试验通道。

5.2.3.1 当在5.2.2.2规定的路面上，以初速度40 km/h和表1规定的初速度下，急促全力[6]制动时，由防抱系统直接控制的车轮不应抱死。[7]

表1 规定车型的最高试验车速

	车辆类别	最高试验速度
高附着系数路面	——除满载的 N_2、N_3 类车辆外的所有车辆	$0.8\ v_{max}\leqslant 120$ km/h
	——满载的 N_2、N_3 类车辆	$0.8\ v_{max}\leqslant 80$ km/h
低附着系数路面	——M_1、N_1 类车辆	$0.8\ v_{max}\leqslant 120$ km/h
	——M_2、M_3 及除半挂牵引车外的 N_2 类车辆	$0.8\ v_{max}\leqslant 80$ km/h
	——N_2 类半挂牵引车和 N_3 类车辆	$0.8\ v_{max}\leqslant 70$ km/h

6) “全力”是指GB 12676—1999第5章规定的该车型的最大控制力；如果要求使防抱系统工作，可采用更大的力。

7) 这些试验的目的是验证车轮未抱死且车辆稳定，因此不必完全制动使车辆在低附着系数路面上停下。

5.2.3.2 当某一车轴从高附着系数 k_H 路面驶向低附着系数路面 k_L 时，$k_H \geqslant 0.5$ 且 $k_H/k_L \geqslant 2$[8]，急促全力[6]制动，直接控制车轮不应抱死。行驶速度和进行制动的时刻应这样确定，防抱系统能在高附着系数路面上全循环，并保证车辆以 5.2.3.1 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。

5.2.3.3 当车辆从低附着系数(k_L)路面驶向高附着系数(k_H)路面时，$k_H \geqslant 0.5$ 且 $k_H/k_L \geqslant 2$[8]，急促全力[6]制动，车辆的减速度应在合适的时间内有明显地增加，同时车辆不应偏离原来的行驶路线。行驶速度和制动时刻应这样确定：防抱系统能在低附着系数路面上全循环，车辆以约为 50 km/h 的速度从一种路面驶入另一种路面。

5.2.3.4 对装备 1 类或 2 类防抱系统的车辆，当车辆的左右两侧车轮分别位于两种不同附着系数(k_H 和 k_L)的路面上，$k_H \geqslant 0.5$ 且 $k_H/k_L \geqslant 2$[8]，在 50 km/h 的初速度下急促全力[6]制动时，直接控制车轮不应抱死。

5.2.3.5 另外，装备 1 类防抱制动系统的满载车辆，在 5.2.3.4 的条件下，应具有附录 C 规定的制动强度。

5.2.3.6 在进行 5.2.3.1、5.2.3.2、5.2.3.3、5.2.3.4 和 5.2.3.5 规定的试验时，车轮允许短暂抱死。此外，当车速低于 15 km/h 时，车轮也允许抱死。同样，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。

5.2.3.7 在进行 5.2.3.4 和 5.2.3.5 规定的试验时，可利用转向来修正行驶方向，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°。此外，在这些试验开始时，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，轮胎(外胎)的任何部分均不应越过此交界线。

5.3 挂车的特殊要求

5.3.1 能量消耗

在行车制动进行一段时间的全行程制动后，装备防抱系统的挂车应保证具有足够的能量在适当的距离内停住。

5.3.1.1 应按如下规定程序检查是否满足上述要求。车辆空载，在具有良好附着系数[9]的平直路面上进行试验，制动器间隙调整到尽可能小，在整个试验过程中，比例阀/感载阀(装备时)置于“满载”位置。

5.3.1.2 对气制动系统，挂车储能装置的初始能量应相当于挂车供气管路接头处压力为 0.8 MPa 时的能量。

5.3.1.3 以至少 30 km/h 的初速度，对制动器进行 $t=15$ s 的全行程制动，在此期间，所有车轮都应处于防抱系统的控制之下。试验期间，应切断对挂车储能装置的供能。

若一次制动时间不能达到 $t=15$ s，可分阶段进行。制动期间，不应向储能装置补充能量。从第 2 阶段起，向制动气室充气的额外能量消耗应予考虑，例如，可采用下述试验程序。

在第一阶段开始时，挂车储能器中的压力为 5.3.1.2 所述压力。以后各个阶段开始时，在制动后，储能器中的压力不应低于上阶段制动终了时储能器中的压力。

以后各阶段的制动时间从挂车储能器的压力等于上阶段制动终了的压力时算起。

5.3.1.4 制动试验结束后，车辆静止，对行车制动进行 4 次全行程促动。在第 5 次制动时，工作回路中的压力足以使车轮周缘制动力之和不小于车轮最大静载荷之和的 22.5%，并不会使任何制动系统未经防抱系统控制而自行制动。

5.3.2 附着系数利用率

5.3.2.1 装备防抱系统的制动系若满足 $\varepsilon \geqslant 0.75$，则认为是符合要求的，此处 ε 为第 B.2 章定义的附着

8) k_H 是高附着系数，k_L 是低附着系数。k_H 和 k_L 的测量遵照附录 B 的规定。

系数利用率。这一条件应以空载车辆，在具有良好附着系数的平直路面上检验。[9) 10)]

5.3.2.2 为消除制动器不同温度的影响，推荐先测定 z_{RAL} 再测定 k_R。

5.3.3 附加检查

5.3.3.1 应按 5.3.2 规定的条件，以 40 km/h 和 80 km/h 的初速度进行检查，当急促全力[6)]制动，在车速大于 15 km/h 时，由防抱系统直接控制的车轮不应抱死。

5.3.3.2 本条规定只适用于装备 A 类防抱系统的车辆。当左右车轮处于能产生不同制动强度（z_{RALH} 和 z_{RALL}）的路面上时，其中 $z_{RALH}/\epsilon_H \geqslant 0.5$ 且 $z_{RALH}/z_{RALL} \geqslant 2$，车速为 50 km/h，急促全力[6)]制动，直接控制车轮不应抱死。可按第 B.2 章的程序来确定或计算出 z_{RALH}/z_{RALL} 的比值。在这一条件下，空载车辆应满足附录 C 规定的制动强度。[9)]

5.3.3.3 在车速大于等于 15 km/h 时，直接控制车轮允许短暂抱死，当车速低于 15 km/h 时，车轮允许任意抱死；间接控制车轮在任何车速下都允许抱死，但在任何情况下，不应影响车辆的稳定性。

9) 如果试验跑道的附着系数太高，防抱系统不能全循环，可在附着系数较低的路面上进行试验。

10) 在挂车装备感载装置的情况下，可提高压力以保证全循环。

附 录 A
（规范性附录）

表 A.1 符号和定义

符号	定 义
E	轴距
E_R	牵引销与半挂车车轴中心或各车轴中心之间的距离(或者挂钩与挂车车轴中心或各车轴中心之间的距离)
ε	车辆附着系数利用率：防抱系统工作时最大制动强度 Z_{AL} 和附着系数 k 的商
ε_i	在 i 轴上测得的 ε 值(装备 3 类防抱系统的机动车辆)
ε_H	在高附着系数路面上的 ε 值
ε_L	在低附着系数路面上的 ε 值
F	力(N)
F_{bR}	挂车防抱系统不工作时的制动力
F_{bRmax}	F_{bR} 的最大值
F_{bRmaxi}	只有挂车 i 轴制动时的 F_{bRmax}
F_{bRAL}	挂车防抱系统工作时的制动力
F_{Cnd}	路面对列车未制动从动轴的总法向静态反力
F_{Cd}	路面对列车未制动驱动轴的总法向静态反力
F_{dyn}	防抱系统工作时，路面的法向动态反力
F_{idyn}	机动车或全挂车 i 轴上的 F_{dyn}
F_i	路面对 i 轴的法向静态反力
F_M	路面对机动车辆(牵引车)各车轮的总法向静态反力
F_{Mnd}[a]	路面对机动车辆未制动从动轴的总法向静态反力
F_{Md}[a]	路面对机动车辆未制动驱动轴的总法向静态反力
F_R	路面对挂车各车轮的总法向静态反力
F_{Rdyn}	制动时路面对半挂车或中置轴挂车各轴的总法向动态反力
F_{WM}[a]	$0.01\ F_{Mnd}+0.015\ F_{Md}$
g	重力加速度(9.81 m/ s^2)
h	由制造厂规定并经认证试验的技术部门认可的重心高度
h_D	牵引杆高度(挂车挂钩高度)
h_K	鞍座(主销)高度
h_R	挂车重心高度
k	轮胎和路面之间的附着系数
k_i	一个前轴的 k 值
k_H	高附着系数路面上测定的 k 值

表 A.1（续）

符号	定　　义
k_i	装备 3 类防抱系统的车辆在 i 轴上确定的 k 值
k_L	低附着系数路面上测定的 k 值
k_{lock}	滑移率为 100%时的附着系数值
k_M	机动车辆的 $k_{值}$
k_{peak}	“附着系数-滑移率”曲线的最大值
k_r	一个后轴的 k 值
k_R	挂车的 k 值
P	单车质量(kg)
R	k_{peak}与 k_{lock}的比值
t	时间间隔(s)
t_m	t 的平均值
t_{min}	t 的最小值
z	制动强度
z_{AL}	防抱系统工作时车辆的制动强度 z
z_C	仅挂车制动和防抱系统不工作时列车的制动强度 z
z_{CAL}	仅挂车制动和防抱系统工作时列车的制动强度 z
z_{Cmax}	z_C 最大值
z_{Cmaxi}	只有挂车 i 轴制动时 z_C 最大值
z_m	平均制动强度
z_{max}	z 的最大值
z_{MALS}	在对开路面上机动车辆的 z_{AL}
z_R	防抱系统不工作时挂车的制动强度 z
z_{RAL}	牵引车不制动且发动机脱开，挂车在所有轴制动时的 z_{AL}值
z_{RALH}	在高附着系数路面上的 z_{RAL}值
z_{RALL}	在低附着系数路面上的 z_{RAL}值
z_{RALS}	在对开路面上挂车的 z_{RAL}值
z_{RH}	在高附着系数路面上的 z_R 值
z_{RL}	在低附着系数路面上的 z_R 值
z_{RHmax}	z_{RH} 的最大值
z_{RLmax}	z_{RL}的最大值
z_{Rmax}	z_R 的最大值
[a]对两轴机动车辆的 F_{Mnd}和 F_{Md}符号可简化为符号 F_i。	

附 录 B
（规范性附录）
附着系数利用率

B.1 机动车辆附着系数利用率的测量方法

B.1.1 附着系数(k)的测定

B.1.1.1 附着系数是在无车轮抱死的前提下，由最大制动力除以被制动车轴(桥)的相应动态轴荷的商来确定。

B.1.1.2 只对试验车辆的单根车轴(桥)进行制动，试验初速度为 50 km/h。制动力应在该车轴的车轮之间均匀分配，以达到最佳性能。在 40 km/h～20 km/h 之间，防抱系统应脱开或不工作。

B.1.1.3 应以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，应保持脚踏板力不变。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，用下面的公式来计算：

$$z = 0.566/t$$

z_{max}为 z 的最大值，t 的单位为 s。

B.1.1.3.1 低于 20 km/h 时车轮允许抱死。

B.1.1.3.2 从 t 的最小测量值 t_{min}开始，在 t_{min}和 1.05 t_{min}之间选择 3 个 t 值(包括 t_{min})，计算其算术平均值 t_m，然后计算：

$$z_m = 0.566/t_m$$

若实际证明，不能得到上述 3 个 t 值，可采用最短时间 t_{min}。但 B.1.3 的要求仍适用。

B.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态轴荷的 0.015 和 0.010 倍。

B.1.1.5 车轴(桥)的动态轴荷应由 GB 12676—1999 附录 A 的公式给出。

B.1.1.6 k 值应圆整到千分位。

B.1.1.7 根据 B.1.1.1～B.1.1.6 的规定对其他车轴重复进行试验(B.1.4 和 B.1.5 除外)。

B.1.1.8 例如，对于后轮驱动的双轴车，前轴(1)制动时，附着系数 k 由下式算出：

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

B.1.1.9 由前轴确定 k_f 值，由后轴确定 k_r 值。

B.1.2 附着系数利用率 ε 的确定

B.1.2.1 附着系数利用率 ε 的定义为防抱系统工作时的最大制动强度(z_{AL})和附着系数(k_M)的商。

$$\varepsilon = Z_{AL}/k_M$$

B.1.2.2 初速度为 55 km/h，应在防抱系统全循环的情况下，按照 B.1.1.3 测定速度从 45 km/h 下降到 15 km/h 时的时间，根据 3 次试验的平均值，按下面的公式计算最大制动强度(z_{AL})。

$$z_{AL} = 0.849/t_m$$

B.1.2.3 附着系数 k_M 应以动态轴荷加权确定：

$$k_M = \frac{k_f \times F_{fdyn} + k_r \times f_{rdyn}}{P \times g}$$

式中：

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

B.1.2.4 ε 值应圆整到百分位。

B.1.2.5 对于装备 1 类或 2 类防抱系统的车辆，z_{AL} 值将基于防抱系统工作时对整车的测量，附着系数利用率 ε 由 B.1.2.1 同一公式算出。

B.1.2.6 对装备 3 类防抱系统的车辆，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 由下式计算：

$$\varepsilon_2 = \frac{z_{AL} \times P \times g - 0.010F_1}{k_2\left(F_2 - \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g\right)}$$

应对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)进行计算。

B.1.3 如果 $\varepsilon > 1.00$，应重新测量附着系数。允许误差为 10%。

B.1.4 对于 3 轴机动车辆，只用与双联桥组不相连的那根轴来确定车辆的 k 值[11)]。

B.1.5 对轴距小于 3.8 m 和 $h/E \geqslant 0.25$ 的 N_2 和 N_3 类车辆，将省略对后轴(桥)附着系数的测定。

B.1.5.1 在这种情况下，附着系数利用率是防抱系统工作时的最大制动强度 z_{AL} 和附着系数 k_f 的商，即 $\varepsilon = z_{AL}/k_f$。

B.2 挂车附着系数利用率的测量方法 1

B.2.1 总则

B.2.1.1 附着系数 k 是在无车轮抱死的前提下，由最大制动力除以被制动车轴相应动态轴荷的商来确定。

B.2.1.2 只对试验挂车的一根车轴进行制动，初速度为 50 km/h。制动力应该在该车轴的车轮之间均匀分配，以达到最佳性能，在 40 km/h～20 km/h 之间防抱系统应脱开或不工作。

B.2.1.3 应以逐次增加管路压力的方法进行多次试验来确定只有挂车制动时列车的最大制动强度 z_{Cmax}。每次试验时，应保证脚踏板力不变，制动强度应根据车速从 40 km/h 降到 20 km/h 所经历的时间用下式来计算：

$$z_C = 0.566/t$$

B.2.1.3.1 低于 20 km/h 时车轮允许抱死

B.2.1.3.2 从 t 的最小测量值 t_{min} 开始，在 t_{min} 和 1.05 t_{min} 之间选择 3 个 t 值(包括 t_{min})，计算其算术平均值 t_m，然后计算：

$$z_{Cmax} = 0.566/t_m$$

若实际证明，不能得到上述 3 个 t 值，可以采用最短时间 t_{min}。

B.2.1.4 附着系数利用率应用下面的公式来计算：

$$\varepsilon = z_{RAL}/k_R$$

全挂车和半挂车的 k 值分别根据 B.2.2.3、B.2.3.1 确定。

B.2.1.5 如果 $\varepsilon > 1.00$，应重新测量附着系数。允许误差为 10%。

B.2.1.6 最大制动强度 z_{RAL} 应在防抱系统全循环和牵引车辆未制动的情况下按 B.2.1.3，以 3 次试验的平均值为基础进行测量。

B.2.2 全挂车

B.2.2.1 测量前轴和后轴的附着系数 k(防抱系统脱开或不工作，车速在 40 km/h～20 km/h 之间)

11) 在统一的试验规程达成之前，三轴以上的车辆和专用车应与技术部门协商。

对于一个前轴 i：

$$F_{bRmaxi} = z_{Cmaxi}(F_M + F_R) - 0.01F_{Cnd} - 0.015F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i + \frac{z_{Cmax}(F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

$$k_f = F_{bRmaxi}/F_{idyn}$$

对于一个后轴 i：

$$F_{bRmaxi} = z_{Cmaxi}(F_M + F_R) - 0.01F_{Cnd} - 0.015F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i - \frac{z_{Cmax}(F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

$$k_r = F_{bRmaxi}/F_{idyn}$$

B.2.2.2 k_f 和 k_r 的值应圆整到千分位。

B.2.2.3 附着系数 k_R 应根据动态轴荷按比例确定。

$$k_R = \frac{k_f \times F_{idyn} + k_r \times F_{ridyn}}{P \times g}$$

B.2.2.4 z_{RAL} 的测定(防抱系统工作)

$$z_{RAL} = \frac{z_{CAL}(F_M + F_R) - 0.01F_{Cnd} - 0.015F_{Cd}}{F_R}$$

z_{RAL} 在高附着系数路面上测定，对装备 A 类防抱系统的挂车，还应在低附着系数路面上测定。

B.2.3 半挂车和中置轴挂车

B.2.3.1 只对装备车轮的一根车轴进行 k 值测量(防抱系统脱开或不工作，车速在 40 km/h～20 km/h之间)，拆去其他车轴上的车轮。

$$F_{bRmax} = z_{Cmax}(F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bRmax} \times h_K + z_C \times g \times P(h_R - h_K)}{E_R}$$

$$k = F_{bRmax}/F_{Rdyn}$$

B.2.3.2 全部车轮装上后进行 z_{RAL} 的测定(防抱系统工作)

$$F_{bRAL} = z_{CAL}(F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bRAL} \times h_K + z_C \times g \times P(h_R - h_K)}{E_R}$$

$$z_{RAL} = F_{bRAL}/F_{Rdyn}$$

z_{RAL} 在高附着系数路面上测定，对装备 A 类防抱系统的挂车，还应在低附着系数路面上测定。

附 录 C
（规范性附录）
在不同附着系数路面（对开路面）上的制动性能

C.1 机动车辆

C.1.1 5.2.3.5 提及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 5.2.3.4 规定的条件。

C.1.2 高和低附着系数路面的附着系数（k_H 和 k_L）应分别按附录 B.1.1 的规定来测定。

C.1.3 满载车辆的制动强度 z_{MALS} 应为：

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

C.2 挂车

C.2.1 5.3.3.2 提及的制动强度可参照在进行试验的两种路面上测得的制动强度 z_{RALH} 和 z_{RALL} 来计算，试验时防抱系统工作。这两种试验路面应满足 5.3.3.2 规定的要求。

C.2.2 制动强度 z_{RALS} 应是：

$$z_{RALS} \geqslant \frac{0.75}{\varepsilon_H} \times \frac{4z_{RALL} + z_{RALH}}{5}$$

且

$$z_{RALS} > \frac{z_{RALL}}{\varepsilon_H}$$

如果 $\varepsilon_H > 0.95$，则取 $\varepsilon_H = 0.95$。

附 录 D
（规范性附录）
低附着系数路面的选择方法

D.1 5.2.1.1.2 规定的被选用路面的附着系数的详细资料应提交给技术部门。

D.1.1 这些资料包括车速约为 40 km/h 时的附着系数-滑移率(0～100%)曲线。[12)]

D.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。

D.1.1.2 比值 R 为 k_{peak} 与 k_{lock} 的比

$$R=k_{peak}/k_{lock}$$

D.1.1.3 R 值圆整到十分位。

D.1.1.4 试验用路面的比值 R 应在 1.0 到 2.0 之间[13)]。

D.2 试验之前，技术部门应保证被选择路面符合规定的要求，并应接到如下资料：

a) 测定 R 的试验方法

b) 车辆类型(机动车辆，挂车……)

c) 轴荷和轮胎(由须进行试验的各种载荷和各种轮胎及提交给技术部门的试验结果来决定它们是否可作为被认证车型的代表)

D.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。

---

12) 对最大质量超过 3.5 t 的车辆，确定附着系数曲线的统一的试验程序通过之前，可采用乘用车确定的曲线。在这种情况下，对这些车辆可采用附录 B 定义的 k_{peak} 来确定 k_{peak} 与 k_{lock} 比值。经技术部门的同意，如果能证明 k_{peak} 与 k_{lock} 相等，可采用另一种方法来确定本条款所述的附着系数。

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，但应与技术部门协商。

附 录 E
（资料性附录）
装备防抱制动系统的车辆的试验规程

E.1 总则

汽车生产厂家应提供试验车辆的详细资料（含协调性计算）并声明防抱系统的类型。

试验应按附录 D 的要求选择低附着系数路面，并将规定信息的详细情况上报技术部门。

本试验规程应在 0 型试验全部完成以后，Ⅰ型和Ⅱ型试验之前进行。

注：下文中，“全力”是指 GB 12676—1999 第 5 章规定的车型的最大控制力；如果要求使防抱系统工作，可采用更大的力。

E.2 测量仪器

E.2.1 轮速/车速测量装置（精度不低于 1%）、减速度测量仪器（精度不低于 5%）和数据处理记录仪。

E.2.2 踏板力传感器（精度不低于 2%）、管路压力传感器（精度不低于 2%）、压力调节装置（精度不低于 2%）及温度计（精度不低于 5%）。

E.2.3 如有必要，须安装监视车轮是否抱死及抱死时间的设备（精度不低于 0.1 s）。

E.2.4 在测量 k 值时，在连接每个车轮的管路中，需要装用可调压力的限压阀（精度不低于 2%）。

E.3 试验条件

E.3.1 试验场地和气候条件分别按 GB 12676—1999 中 6.1 和 6.2 的规定。

E.3.2 路面类型如下：

附着系数小于或等于 0.3 的低附着系数路面；

附着系数约为 0.8 的高附着系数路面；

对开路面；

对接路面。

E.4 试验准备

E.4.1 核对汽车生产厂家提供的资料，确认防抱系统的类型。

E.4.2 车辆装载按 GB 12676—1999 中 6.3 的规定。

E.4.3 车辆准备按 GB 12676—1999 中 6.4 的规定。

E.4.4 确认车辆已经安装第 E.2 章规定的试验仪器并进行了标定。

E.5 通用检查

E.5.1 报警装置检查

E.5.1.1 检查安装了 5.1.1 规定的专门的黄色报警信号装置，该信号即使在白天也清晰可见，当防抱系统失效时，应向驾驶员报警。

E.5.1.2 当车辆静止、防抱系统通电时，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，电控的气压调节阀应至少循环一次。

E.5.1.3 对在静态条件下无法检测到的传感器异常，应在车速超过 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。

E.5.1.4 对装备防抱系统并允许挂接装备防抱系统的挂车的机动车辆(M_1 和 N_1 类车辆除外);还应确认为挂车防抱系统单独安装了一个光报警信号,并按 E.5.1.1、E.5.1.2、E.5.1.3 进行检查。当与没有安装防抱系统的挂车挂接或没有挂接挂车时,报警信号不点亮。该功能应是自动的。

E.5.2 依次断开电源、传感器和控制器的电路,使防抱系统不工作,检查车辆仍能满足行车制动传能装置的部件失效时所规定的制动效能;对于挂车,则检查剩余制动效能能达到该类挂车满载时行车制动规定性能的 80%。

E.5.3 按 GB/T 17619 的规定验证防抱系统的工作受磁场或电场的不利影响时应能正常工作。对装有防抱系统的车辆在进行骚扰试验时应符合 GB 18655 的要求。

E.5.4 防抱系统的控制模式检查

对 N_2 和 N_3 类越野车以外的车辆,检查防抱系统的控制模式不能用手动装置来切断或改变。

如果 N_2 和 N_3 类越野车装备该类装置,则应进行下列检查:

E.5.4.1 切断或改变防抱系统的控制模式,车辆仍能满足 GB 12676—1999 附录 A 的全部有关要求。

E.5.4.2 防抱系统控制模式被切断或改变时,以 5.1.1 规定的黄色报警信号报警;

E.5.4.3 先将点火开关置于"OFF"(停止)位置,当点火开关重新置于"ON"(运转)位置上时,检查防抱系统能自动接入或回到行驶模式。

E.6 机动车辆试验

E.6.1 空载试验

E.6.1.1 低附着系数路面上附着系数利用率的测定

附着系数利用率 ε 应在附着系数等于或小于 0.3 的路面上进行测定。

注:在这样的路面普遍适用之前,磨损到限值的轮胎及附着系数高达 0.4 时,可由技术部门斟酌决定,并记录实际值、轮胎型号及路面情况。

试验时制动器温度应低于 100℃,为消除制动器不同温度的影响,建议在测定 k 之前先测定 z_{AL}。

如果急促全力制动时不能产生循环,则控制力可增加到 1 000 N。如果超过 1 000 N 还不足以使系统循环,则省略本项试验。对气制动系统,进行本项试验时,气压不应超过厂定最大供气压力。

E.6.1.1.1 对装有 1、2 类防抱系统的车辆,全部车轮制动,测定最大制动强度 z_{AL};对装有 3 类防抱系统的车辆,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 下降到 15 km/h 时的时间,制动过程中,保证防抱系统全循环。

根据 3 次试验的平均值,计算最大制动强度(z_{AL})。

$$z_{AL}=0.849/t_m$$

E.6.1.1.2 附着系数(k_M 或 k_i)的测定

E.6.1.1.2.1 脱开防抱系统或使其不工作,只对试验车辆的单根车轴(桥)进行制动,试验初速度为 50 km/h,制动力应在该车轴的车轮之间均匀分配,以达到最佳性能。

E.6.1.1.2.2 z_m 的测定

以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,应保持脚踏板力不变。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,用下面的公式来计算:

$$z=0.566/t$$

z_{max} 为 z 的最大值,t 的单位为 s。

低于 20 km/h 时车轮允许抱死。

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,计算其算术平均值 t_m,然后计算制动强度:

$$z_m = 0.566/t_m$$

若实际证明，不能得到上述 3 个 t 值，可采用最短时间 t_{min}。

E.6.1.1.2.3 根据测得的制动强度和未制动车轮的滚动阻力计算制动力及动态轴荷

如后轴驱动的两轴车：

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

$$\text{前轴动态轴荷} = F_1 + \frac{h}{E} \times z_m \times P \times g$$

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

$$\text{后轴动态轴荷} = F_r - \frac{h}{E} \times z_m \times P \times g$$

E.6.1.1.2.4 分别计算前后轴的附着系数及整车附着系数：

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

$$k_r = \frac{z_m \times P \times g - 0.010F_1}{F_2 - \frac{h}{E} \times z_m \times P \times g}$$

对装有 1、2 类防抱系统的车辆，计算整车附着系数：

$$k_M = \frac{k_f \times F_{fdyn} + k_r \times F_{rdyn}}{P \times g}$$

其中：

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

k 值应圆整到千分位。

E.6.1.1.2.5 对装有 3 类防抱系统的车辆，按 E.6.1.1.2.1～E.6.1.1.2.4 对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)分别测定 k_i。

E.6.1.1.2.6 特殊情况

对于 3 轴机动车辆，只用与双联桥组不相连的那根轴来确定车辆的 k 值。

注：在统一的试验规程达成之前，三轴以上的车辆和专用车应与技术部门协商。

对轴距小于 3.8 m 和 $h/E \geqslant 0.25$ 的 N_2 和 N_3 类车辆，将省略对后轴(桥)附着系数的测定。

E.6.1.1.3 附着系数利用率的计算

E.6.1.1.3.1 对于装备 1 类或 2 类防抱系统的车辆，由 $\varepsilon = z_{AL}/k_M$ 计算附着系数利用率。

E.6.1.1.3.2 对装备 3 类防抱系统的车辆，将对至少有一个直接控制车轮的每根车轴(桥)计算 ε。例如，对防抱系统只作用在后轴(桥)(2)上的后轮驱动双轴车，附着系数利用率 ε 由下式计算：

$$\varepsilon_2 = \frac{z_{AL} \times P \times g - 0.010F_1}{k_2\left(F_2 - \frac{h}{E} \times z_{AL} \times P \times g\right)}$$

E.6.1.1.3.3 对轴距小于 3.8 m 和 $h/E \geqslant 0.25$ 的 N_2 和 N_3 类车辆，由 $\varepsilon = z_{AL}/k_f$ 计算附着系数利用率。

E.6.1.1.3.4 将 ε 值圆整到 2 位小数，检查 $\varepsilon \geqslant 0.75$。

如果 $\varepsilon > 1.00$，应重新测量附着系数。允许误差为 10%。

E.6.1.2 高附着系数路面上附着系数利用率的测定

在附着系数约为 0.8(干路面)的路面上参照 E.6.1.1.1、E.6.1.1.2 及 E.6.1.1.3 试验。

E.6.1.3 附加检查

试验时，脱开发动机，车轮允许短暂抱死；当车速低于 15 km/h 时，车轮允许任意抱死。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性能。

E.6.1.3.1 单一路面试验

在附着系数小于或等于 0.3 和约为 0.8(干路面)的两种路面上，以 40 km/h 和表 E.1 规定的初速度急促全力制动，试验过程中，由防抱系统直接控制车轮不应抱死。

注：这些试验的目的是验证车轮未抱死且车辆稳定，因此不必完全制动使车辆停下。

表 E.1 规定车型的最高试验车速

	车辆类别	最高试验速度
高附着系数路面	——除满载的 N_2、N_3 类车辆外的所有车辆	0.8 v_{max}≤120 km/h
	——满载的 N_2、N_3 类车辆	0.8 v_{max}≤80 km/h
低附着系数路面	——M_1、N_1 类车辆	0.8 v_{max}≤120 km/h
	——M_2、M_3 及除半挂牵引车外的 N_2 类车辆	0.8 v_{max}≤80 km/h
	——N_2 类半挂牵引车和 N_3 类车辆	0.8 v_{max}≤70 km/h

E.6.1.3.2 对接路面试验

E.6.1.3.2.1 高附着系数路面到低附着系数路面

当某一车轴从高附着系数 k_H 路面驶向低附着系数路面 k_L 时，$k_H \geqslant 0.5$ 且 $k_H/k_L \geqslant 2$，急促全力制动，检查直接控制车轮未抱死。

行驶速度和进行制动的时刻应这样确定，防抱系统能在高附着系数路面上全循环，并保证车辆以 E.6.1.3.1 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。

E.6.1.3.2.2 低附着系数路面到高附着系数路面

当车辆从低附着系数(k_L)路面驶向高附着系数(k_H)路面时，$k_H \geqslant 0.5$ 且 $k_H/k_L \geqslant 2$，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，同时车辆未偏离原来的行驶路线。

行驶速度和制动时刻应这样确定：防抱系统能在低附着系数路面上全循环，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。

E.6.1.3.3 对开路面试验

本项试验适用于装备 1 类或 2 类防抱系统的车辆。

试验开始时，车辆的左右车轮分别位于两种不同附着系数(k_H 和 k_L)的路面上，$k_H \geqslant 0.5$ 且 $k_H/k_L \geqslant 2$，车辆的纵向中心平面通过高低附着系数路面的交界线。

以 50 km/h 的初速度急促全力制动，检查直接控制车轮未抱死，轮胎(外胎)的任何部分均未越过此交界线。

试验时，可利用转向来修正行驶方向，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°。

E.6.2 **满载试验**

按规定将车辆加载至满载。

E.6.2.1 低附着系数路面上附着系数利用率的测定

参照 E.6.1.1 试验。

E.6.2.2 高附着系数路面上附着系数利用率的测定

参照 E.6.1.2 试验。

如果以规定的力作用在控制装置上不能使防抱系统实现全循环，则不再测定附着系数利用率 ε。

E.6.2.3 附加检查

E.6.2.3.1 参照 E.6.1.3 试验。

E.6.2.3.2 对装备 1 类防抱制动系统的车辆，进行对开路面试验时，测定其制动强度，要求

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

E.6.2.4 能耗试验

E.6.2.4.1 检查初始能量符合制造厂规定。

E.6.2.4.2 踩下制动踏板，确认汽车的每个制动器工作正常，将气压辅助设备的储能装置隔离。

E.6.2.4.3 在附着系数等于或小于0.3的路面上，以不低于50 km/h的初速度全行程制动，制动时间为 t。制动过程中，发动机脱开并以怠速运转。

E.6.2.4.4 制动时间 t 的确定

制动时间 t 由公式 $t=v_{max}/7$ 确定(不得小于15 s)，式中 t 的单位为 s，v_{max} 为最高设计车速(km/h)，上限为160 km/h。

若一次制动的时间达不到 t 值，可分阶段制动，但最多为4次。如果试验分阶段进行，则各次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，可考虑从E.6.2.4.6、E.6.2.4.7、E.6.2.4.8规定的全行程促动/制动中减去一次。

E.6.2.4.5 对可挂接气制动挂车的车辆，试验时应关闭供气管路，并按照GB 12676—1999中6.17.1.1.b)在控制管路中连接一个容量为0.5 L的储气筒。

E.6.2.4.6 在车辆静止状态下，储能装置的能量水平与 t s制动结束时相同，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。

E.6.2.4.7 当进行第5次制动时，车辆至少能够达到规定的应急制动效能。该要求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。

E.6.2.4.8 对可挂接气制动挂车的车辆，在上述第5次制动时，还应保证控制管路的压力不应低于以初始能量全行程制动时所获得的能量水平的一半。

E.7 挂车试验

E.7.1 挂车附着系数利用率的测定

以空载车辆，在具有高附着系数的路面上，仅用挂车制动进行列车试验。

注：如果试验跑道的附着系数太高，防抱系统不能全循环，可在附着系数较低的路面上进行试验。

试验时制动器温度低于100℃，为消除制动器不同温度的影响，建议在测定 k_R 之前先测定 z_{RAL}。

E.7.1.1 全挂车

E.7.1.1.1 接通防抱系统，以50 km/h的初速度参照E.6.1.1.1用挂车全部车轮制动，在40 km/h～20 km/h之间测定列车的制动强度 z_{CAL}。

E.7.1.1.2 计算挂车的制动强度 z_{RAL}

$$z_{RAL} = \frac{z_{CAL}(f_M + F_R) - 0.01F_{Cnd} - 0.015F_{Cd}}{F_R}$$

E.7.1.1.3 参照E.6.1.1.2分别测定前轴、后轴的 k 值，计算 k_R。

对于一个前轴 i：

$$F_{bRmaxi} = z_{Cmaxi}(F_M + F_R) - 0.01F_{Cnd} - 0.015F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i + \frac{z_{Cmaxi}(F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

$$k_f = F_{bRmaxi}/F_{idyn}$$

对于一个后轴 i：

$$F_{bRmaxi} = z_{Cmaxi}(F_M + F_R) - 0.01F_{Cnd} - 0.015F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i - \frac{z_{Cmaxi}(F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

$$k_r = F_{bRmaxi}/F_{idyn}$$

k_f 和 k_r 的值应圆整到千分位。

附着系数 k_R 应根据动态轴荷按比例确定。

$$k_R = \frac{k_f \times F_{fdyn} + k_r \times F_{rdyn}}{P \times g}$$

式中：

$$F_{fdyn} = F_i + \frac{z_{RAL}(F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

$$F_{rdyn} = F_i - \frac{z_{RAL}(F_M \times h_D + g \times P \times h_R) - F_{WM} \times h_D}{E}$$

E.7.1.1.4 计算附着系数利用率

$$\varepsilon = z_{RAL}/k_R$$

将 ε 值圆整到百分位，检查 ε≥0.75。

如果 ε>1.00，应重新测量附着系数。允许误差为 10%。

E.7.1.1.5 对装备 A 类防抱系统的挂车，还应参照 E.7.1.1.1～E.7.1.1.3 在低附着系数路面上测定制动强度 z_{RALL}。

E.7.1.2 半挂车和中置轴挂车

E.7.1.2.1 防抱系统工作，以 50 km/h 的初速度参照 E.6.1.1.1 用挂车全部车轮制动，在 40 km/h～20 km/h 之间测定列车制动强度 z_{CAL}

E.7.1.2.2 计算挂车的制动强度 z_{RAL}

$$F_{bRAL} = z_{CAL}(F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bRAL} \times h_K + z_{CAL} \times g \times P(h_R - h_K)}{E_R}$$

$$z_{RAL} = F_{bRAL}/F_{Rdyn}$$

E.7.1.2.3 参照 E.6.1.1.2 只对一根车轴测量 z_{Cmax}，计算 k 值，试验时，脱开防抱系统，并拆去其他车轴上的车轮。

$$F_{bRmax} = z_{Cmax}(F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bRmax} \times h_K + z_{Cmax} \times g \times P \times (h_R - h_K)}{E_R}$$

$$k = F_{bRmax}/F_{Rdyn}$$

E.7.1.2.4 计算附着系数利用率

$$\varepsilon = z_{RAL}/k$$

将 ε 值圆整到百分位，检查 ε≥0.75。

如果 ε>1.00，应重新测量附着系数。允许误差为 10%。

对装备 A 类防抱系统的挂车还应在低附着系数路面上参照 E.7.1.2.1～E.7.1.2.3 测定 z_{RALL}。

E.7.2 附加检查试验

E.7.2.1 单一路面试验

车辆空载，在具有良好附着系数的路面上，以 40 km/h 和 80 km/h 的初速度急促全力制动，在车速大于 15 km/h 时，由防抱系统直接控制的车轮不应抱死。

E.7.2.2 本条规定只适用于装备 A 类防抱系统的车辆。当左右车轮处于能产生不同制动强度（z_{RALH} 和 z_{RALL}）的路面上时，其中 $z_{RALH}/\varepsilon_H \geq 0.5$ 且 $z_{RALH}/z_{RALL} \geq 2$，车速为 50 km/h，急促全力制动，直接控制的车轮不应抱死。z_{RALH}/z_{RALL} 的比值可按 E.7.1.1、E.7.1.2 进行计算。

在这一条件下，对装备 A 类防抱系统的挂车测定其空载时列车的制动强度 z_{CALS}，计算出挂车的制动强度 z_{RALS}，要求

$$z_{RALS} \geqslant \frac{0.75}{\varepsilon_H} \times \frac{4z_{RALL} + z_{RALH}}{5}, z_{RALS} > \frac{z_{RALL}}{\varepsilon_H}$$

如果 $\varepsilon_H > 0.95$，则取 $\varepsilon_H = 0.95$

E.7.2.3 在车速大于等于 15 km/h 时，直接控制车轮允许短暂抱死，当车速低于 15 km/h 时，车轮允许任意抱死；间接控制车轮在任何车速下都允许抱死，但在任何情况下，不应影响车辆的稳定性。

E.7.3 能耗试验

E.7.3.1 挂车空载在具有良好附着系数的路面上进行列车试验。

E.7.3.2 将挂车制动器间隙调整到尽可能小，保证整个试验过程中，比例阀/感载阀（装备时）置于“满载”位置。对气制动系统，检查挂车储能装置的初始能量相当于挂车供气管路接头处压力为 8.0 MPa 时的能量。

E.7.3.3 试验期间，应切断对储能装置的供能。

E.7.3.4 以至少 30 km/h 的初速度，对制动器进行 15 s 的全行程制动，在此期间，所有车轮必须处于防抱系统的控制之下。

E.7.3.5 若一次制动时间不能达到 15 s，可分阶段进行。制动期间，不应向挂车的储能装置补充能量。但从第 2 阶段起，向制动气室充气的额外能量消耗应予考虑，例如，可采用下述试验程序：

在第一阶段开始时，检查挂车储能装置的初始能量相当于挂车供气管路接头处压力为 0.8 MPa 时的能量。以后的各个阶段开始时，在制动后，储能器中的压力不应低于上阶段制动终了时储能器中的压力。

以后各阶段的制动时间从储能器的压力等于上阶段制动终了的压力时算起。

E.7.3.6 制动试验结束后，车辆静止，对行车制动进行 4 次全行程促动。

E.7.3.7 在第 5 次制动时，检查工作回路中的压力足以使车轮周缘制动力之和不小于车轮最大静载荷之和的 22.5%，并不会使任何制动系统未经防抱系统控制而自行制动。该项试验可通过在高附着系数路面上进行制动测定。

E.8 协调性检查

E.8.1 对允许挂接挂车的牵引车和气制动挂车，检查制造厂提供的制动协调性计算，确认其在满载时满足 GB 12676—1999 附录 A 提出的要求。

E.8.2 装备 3 类防抱系统的车辆，如果有一个车轴（桥）（或桥组）没有直接控制车轮，应通过计算来检查该轴（桥）（或桥组）的附着系数利用率和车轮抱死顺序的计算结果是否满足 GB 12676—1999 附录 A 中不同制动强度和载荷下的附着系数利用率和车轮抱死顺序的规定。

若发现附着系数利用曲线不满足要求，则进行附加的动态试验。

E.8.2.1 防抱系统不工作，以 50 km/h 的速度，在高附着系数路面和低附着系数路面上进行多次制动，逐次增加管路压力直到发生车轮抱死。

E.8.2.2 检查至少一根后轴的车轮不比前轴的车轮先抱死。

E.8.2.3 载荷分配被用来作附着系数利用计算。

E.8.3 如果 N_2 和 N_3 类越野车装备切断或改变防抱系统控制模式的装置，则应切断或改变控制模式，检查其能满足 GB 12676—1999 附录 A 的全部有关要求。