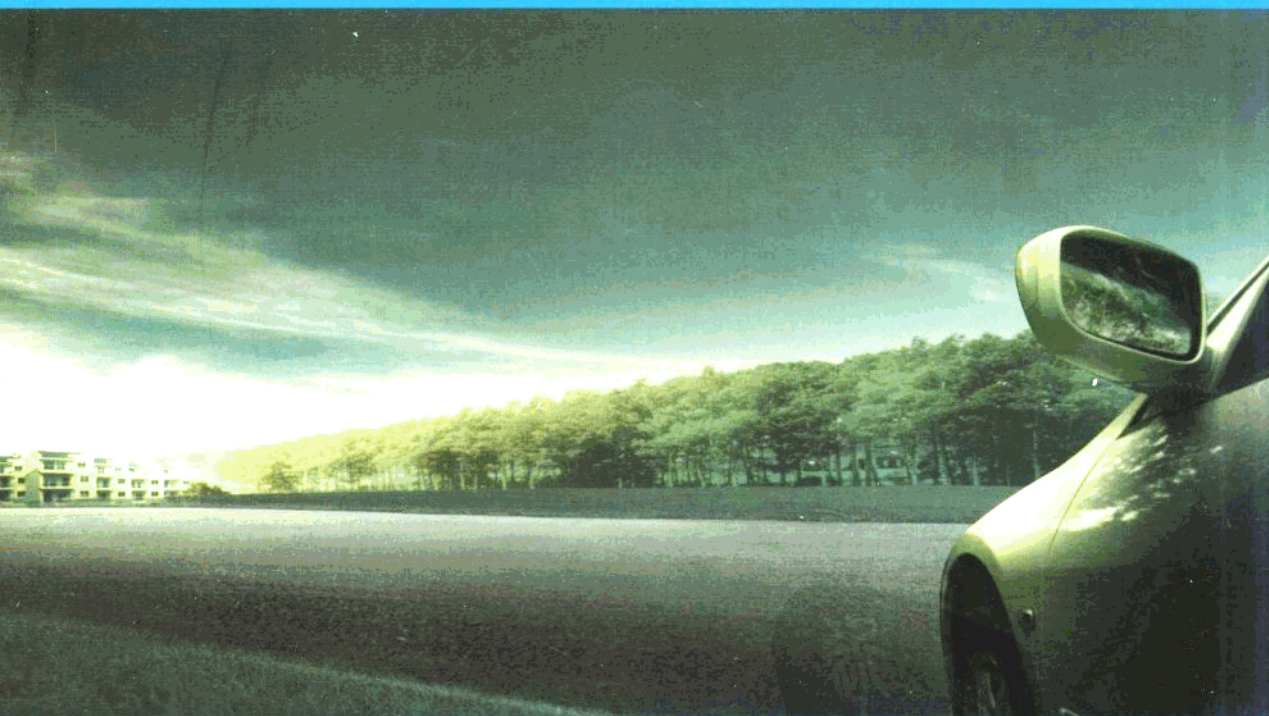


国际汽车制动法规

INTERNATIONAL AUTOMOTIVE
BRAKING REGULATIONS

试验方法



序 言

伴随中国经济的持续稳定增长，中国汽车工业呈现快速健康发展态势，汽车工业技术水平显著提高，产能规模和集中度不断扩大和提高。2006年，中国汽车产量突破700万辆，成为世界第3大汽车生产国，而且，汽车进入家庭的步伐明显加快，汽车社会保有量大幅增加，与汽车相关的能源、环境和安全问题日益突出。近年来，自主创新被提到行业乃至国家战略高度，《汽车产业发展政策》等一系列旨在促进中国汽车产业整体水平提升和发展的政策措施相继出台；包括汽车安全、环保、节能在内的汽车标准法规体系基本建立并不断完善，成为推动技术进步的重要因素。

国际上，汽车工业全球化程度日益提高，体现高层次技术竞争的标准法规受到各方重视，国际汽车法规协调活动在欧、美、日等汽车工业强国主导下日趋活跃，并在某些方面取得积极性进展。在联合国“1998年协议书”框架下，第一项全球技术法规于2004年11月在日内瓦诞生，包括乘用车制动在内的一系列全球技术法规正在制定当中，标志着国际汽车标准法规协调活动进入实质阶段。作为“1998年协议书”的签署国，如何在参加国际汽车标准法规协调的过程中为中国汽车工业发展争取有利的环境，提高汽车工业技术水平和国际竞争力，成为中国汽车工业面临的又一重要课题。

中国汽车标准法规建设也要积极适应汽车工业全球化发展的新形势，加强对国外汽车标准法规的跟踪研究和分析工作，通过借鉴和采用国际标准及国外先进标准来促进中国汽车技术水平的提升；同时，更要注重在标准法规中体现自主创新的技术成果，通过标准法规的技术导向和支持作用，为汽车工业自主创新、自主开发和自主品牌建设创造良好的标准法规环境。

中国汽车技术研究中心标准化研究所作为全国汽车标准化技术委员会的秘书处，根据汽车工业全球化和行业发展的需要，组织专业技术力量将国内外重要制动法规进行了收集、研究和翻译、整理，作为汽车标委会的工作文件供大家参考使用。本资料采用中英文对照格式（国家标准除外），分上、中、下三册，共收录欧洲、美国、日本、ISO、GTR及我国有关制动的重要法规（含草案）21项。其中，上册主要为乘用车部分，中册主要涉及商用车，下册主要为相关的试验方法。

本资料由王兆任责任编辑，金约夫负责审核。承担本资料相关内容翻译的主要工作人员有金约夫、王兆、刘地、郭淼、马玥、王学平、朱毅等。

本资料得到欧洲汽车工业协会（ACEA）北京代表处的大力支持和资助，大众汽车（中国）投资有限公司、日产汽车（中国）投资有限公司、戴姆勒-克莱斯勒（中国）投资有限公司、丰田汽车技术中心（中国）有限公司、本田技研工业（中国）投资有限公司、华晨宝马汽车有限公司以及乘用车制动标准制定工作组在标准翻译整理方面也提供了支持，在此一并表示感谢。

由于水平有限，加之时间仓促，错误及不足之处在所难免，欢迎业内专家、同行批评指正。

编者

2006年12月

目 录

上册 • 乘用车

GB × × × × ×	乘用车制动系统技术要求及试验方法	1
FMVSS 135	轻型汽车制动系统	73
TP-135-00	关于FMVSS 135“乘用车制动系统”的试验室测试程序	93
UN ECE R13-H	关于乘用车制动系统型式认证的统一规定	127
UN ECE R90	有关汽车及挂车换装制动衬片总成和鼓式制动衬片型式认证的统一规定	167
保安基准附件12	乘用车制动系技术标准	189
全球技术法规	关于就制动方面批准乘用车的统一规定	239
FMVSS 135	LIGHT VEHICLE BRAKE SYSTEMS	275
TP-135-00	PASSENGER CAR BRAKE SYSTEMS	297
ECE R13-H	UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER CARS WITH REGARD TO BRAKING	329
UN ECE R 90	UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF REPLACEMENT BRAKE LINING ASSEMBLIES AND DRUM BRAKE LININGS FOR POWER DRIVEN VEHICLES AND THEIR TRAILERS	373
JASR Attachment 12	TECHNICAL STANDARD FOR PASSENGER MOTOR VEHICLE BRAKE SYSTEM	399
GTR	UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER VEHICLES WITH REGARD TO BRAKING	461

中册 • 商用车

GB 12676-1999	汽车制动系统结构、性能和试验方法	1
FMVSS 105	液压和电子制动系统	45
TP-105-03	关于FMVSS 105“液压和电子制动系统”的试验室测试程序	65
FMVSS 121	气压制动系统	89
TP-121D-01	关于FMVSS 121“气压制动系统-测功机”的试验室测试程序	107
TP-121V-05	关于FMVSS 121“气压制动系统”的试验室测试程序	115
ECE R13	M、N 和O 类车辆制动系统型式认证的统一规定	135
FMVSS 105	HYDRAULIC AND ELECTRIC BRAKE SYSTEMS	281
TP-105-03	HYDRAULIC AND ELECTRIC BRAKE SYSTEMS	299
FMVSS 121	AIR BRAKE SYSTEMS	327
TP-121D-01	AIR BRAKE SYSTEMS0-DYNAMOMETER	347
TP-121V-05	AIR BRAKE SYSTEMS	355
UN ECE R 13	UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES OF CATEGORIES M, N AND O WITH REGARD TO BRAKING	377

下册 • 试验方法

GB/T 13594-2003	机动车和挂车防抱制动性能及试验方法	1
ISO/FDIS 6597: 2005	道路车辆-(包括具有电控功能的)车辆液压制动系统 试验规程	23
ISO 7634: 2003	道路车辆-气制动系-试验规程	55
ISO 7635: 2003	道路车辆-包括具有电子控制功能的)机动车辆气压、气液压制动系统-试验方法	89
ISO/DIS 12161	道路车辆-牵引车和被牵引车缓速制动系统 试验方法	119
VCA	乘用车制动试验程序	137
TRIAS 11-2-2001	乘用车制动装置试验方法	187
ISO/FDIS6597	ROAD VEHICLES-HYDRAULIC BRAKING SYSTEMS, INCLUDING THOSE WITH ELECTRONIC CONTROL FUNCTIONS, FOR MOTOR VEHICLES-TEST PROCEDURES	215
ISO 7634: 2003	ROAD VEHICLES-COMPRESSED-AIR BRAKING SYSTEMS-TEST PROCEDURES	253
ISO 7635: 2003	ROAD VEHICLES-MOTOR VEHICLES WITH FULL AIR OR AIR OVER HYDRAULIC BRAKING SYSTEMS WITH AND WITHOUT ANTILOCK-MEASUREMENT OF BRAKING PERFORMANCE	287
ISO/DIS 12161	ROAD VEHICLES-ENDURANCE BRAKING SYSTEMS ON TOWING AND TOWED VEHICLES-TEST METHODS	313
VCA	TEST PROCEDURE	333
TRIAS 11-2-2001	TEST PROCEDURE FOR PASSENGER MOTOR VEHICLE BRAKE SYSTEMS	381

国家标准

GB/T 13594-2003

机动车和挂车防抱制动性能和试验方法

注：本标准实施日期为2003年12月1日。

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 4094-1999 93/91/EEC（78/316/EEC）EQV） |
| 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 15089-2001 ECE.R.3 修订本 1 附件 7 EQV） |
| 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/T 17619-1998 95/54/EC（1995）EQV） |
| 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。

3.6 间接控制车轮¹⁾ indirectly controlled wheel

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。

制动力根据其它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 0.1MPa 时才能确认防抱系统为全循环。供能压力不应超过 0.8MPa。

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它不同结构的系统或将防抱制动功能并入其它系统，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。

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 10km/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 15km/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 M₁ 和 N₁ 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良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 N₂ 和 N₃ 类越野车除外。如果 N₂ 和 N₃ 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 0.3⁵⁾的路面上,满载车辆以不低于 50km/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 10km/h 或 15km/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 0.5l 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.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 15s) 确定,式中 t 的单位为 s, v_{\max} 为最高设计车速 (km/h),上限为 160km/h。
- 5.2.1.2.4 如果一次制动的的时间达不到 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 次全行程制动中减去一次,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次制动后,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 $\epsilon \geq 0.75$, 则认为防抱系统是符合要求的, ϵ 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 0.3⁵⁾ 和约为 0.8 (干路面) 的两种路面上以 50km/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 $\epsilon \geq 0.75$ 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 1000N。如果超过 1000N 还不足以使系统循环,则可省略该项试验。对气制动系统,进行该项试验时,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 40km/h 和表 1 规定的初速度下,急促全力⁵⁾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	0.8v _{max} ≤ 120km/h
	-满载的 N ₂ 、N ₃ 类车辆	0.8v _{max} ≤ 80km/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。

低附着系数路面	-M ₁ 、N ₁ 类车辆	0.8v _{max} ≤120km/h
	-M ₂ 、M ₃ 及除半挂牵引车外的N ₂ 类车辆	0.8v _{max} ≤80km/h
	-N ₂ 类半挂牵引车和N ₃ 类车辆	0.8v _{max} ≤70km/h

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, $k_H \geq 0.5$ 且 $k_H/k_L \geq 2^{8)}$, 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, $k_H \geq 0.5$ 且 $k_H/k_L \geq 2^{8)}$, 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 50km/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, $k_H \geq 0.5$ 且 $k_H/k_L \geq 2^{8)}$, 在 50km/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 15km/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 2s 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接头处压力为 0.8MPa 时的能量。

5.3.1.3 以至少 30km/h 的初速度, 对制动器进行 $t=15s$ 的全程制动, 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 $t=15s$, 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。

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。

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。

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 $\epsilon \geq 0.75$,则认为是符合要求的,此处 ϵ 为第B.2章定义的附着系数利用率。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40km/h和80km/h的初速度进行检查,当急促全力⁶⁾制动,在车速大于15km/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 $z_{RALH}/G_H \geq 0.5$ 且 $z_{RALH}/z_{RALL} \geq 2$,车速为50km/h,急促全力⁵⁾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15km/h时,直接控制车轮允许短暂抱死,当车速低于15km/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。

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 ($9.81m/s^2$)
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
^a 对两轴机动车辆的 F_{Mnd} 和 F_{Md} 符号可简化为符号 F_i	

表 A.1 (续)

符号	定义
k_f	一个前轴的 k 值
k_H	高附着系数路面上测定的 k 值
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

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 50km/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,防抱系统应脱离或不工作。

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 的规定对其它车轴重复进行试验(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。

$$\epsilon = z_{AL} / k_M$$

B.1.2.2 初速度为 55km/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 45km/h 下降到 15km/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:

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

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:

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

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¹⁾。

B.1.5 对轴距小于 3.8m 和 $h/E \geq 0.25$ 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 $\varepsilon = z_{\text{AL}}/k_f$ 。

B.2 挂车附着系数利用率的测量方法

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 50km/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 40km/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 40km/h 降到 20km/h 所经历的时间用下式来计算:

$$z_{\text{C}} = 0.566/t$$

B.2.1.3.1 低于 20km/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 $1.05 t_{\text{min}}$ 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:

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

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:

$$\varepsilon = z_{\text{RAL}}/k_{\text{R}}$$

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。

¹⁾ 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。

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 40km/h~20km/h 之间)

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。

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

B. 2. 2. 4 z_{RAL} 的测定 (防抱系统工作)

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

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

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 40km/h~20km/h 之间), 拆去其它车轴上的车轮。

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

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

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

B. 2. 3. 2 全部车轮装上后进行 z_{RAL} 的测定 (防抱系统工作)

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

$$F_{R_{\text{dyn}}} = F_R - \frac{F_{b_{\text{RAL}}} \times h_K + z_C \times g \times P(h_R - h_K)}{E_R}$$

$$z_{\text{RAL}} = F_{b_{\text{RAL}}} / F_{R_{\text{dyn}}}$$

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：

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

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：

$$z_{RALS} \geq \frac{0.75}{\epsilon_H} \times \frac{4z_{RALL} + z_{RALH}}{5} \quad \text{且} \quad z_{RALS} > \frac{z_{RALL}}{\epsilon_H}$$

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