



中华人民共和国国家标准

GB/T 12541—XXXX
代替 GB/T 12541—1990

汽车通过性试验方法

Motor vehicles passing capacity test method

征求意见稿

(本稿完成时间：202107)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验条件	1
4.1 通用条件	1
4.2 测量参数及准确度要求	2
4.3 试验项目	2
5 试验方法	2
5.1 通过性参数	2
5.2 地形通过性	5
5.3 软地面通过性	7
6 试验数据记录	9
7 试验报告	9
附 录 A （资料性） 车型对应试验项目	10
附 录 B （资料性） 试验结果记录表	11
附 录 C （规范性） 地形通过性设施特征表	16
附 录 D （规范性） 软地面通过性试验软地面选择基本原则	17
D.1 目的	17
D.2 测量参数及准确度精度要求	17
D.3 软地面选择	17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 12541-1990《汽车地形通过性试验方法》。与GB/T 12541-1990相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围，由越野汽车扩展至M类、N类、G类汽车（见第1章）；
- b) 增加了通过性参数、软地面通过性、横向通过半径的术语和定义及其英文译名（见第3章）；
- c) 更改了试验条件（见4.1，1990版的4.1）；
- d) 删除了试验仪器设备的要求（1990版的4.2），增加了测量精度要求（见4.2）；
- e) 增加了试验项目章节（见4.3）；
- f) 增加了通过性参数测量方法（见5.1）；
- g) 更改了地形通过性试验方法（见5.2.2、5.2.3，1990版的6.1-6.9）；
- h) 增加了“扭曲路”“侧向坡”“坡道”的试验方法（见5.2.3、5.2.5、5.2.6）；
- i) 增加了软地面通过性试验方法（见5.3）；
- j) 增加了车型对应试验项目推荐表（见附录A）；
- k) 更改了试验结果记录表（见附录B，1990版的附录B）；
- l) 更改了地形通过性设施特征表（见附录C，1990版的附录A）；
- m) 增加了软地面通过性试验软地面选择基本原则（见附录D）。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC 114）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1990年首次发布为GB/T 12541-1990《汽车地形通过性试验方法》；
- 本次为首次修订。

汽车通过性试验方法

1 范围

本文件规定了汽车通过性参数、地形通过性和软地面通过性试验条件和试验方法。
本文件适用于M类、N类、G类汽车，其他车型可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3730.3 汽车和挂车的术语及其定义 车辆尺寸

GB/T12534 汽车道路试验方法通则

GB/T 12673 汽车主要尺寸测量方法

3 术语和定义

GB/T 3730.3及GB/T 12673中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

通过性参数 passing capability parameters

车辆通过能力的客观参数指标。

示例：接近角、离去角、最小离地间隙、纵向通过角、横向通过半径。

3.2

地形通过性 terrain passing capability

车辆通过某些地形（如垂直障碍物、凸岭、水平壕沟、路沟、弹坑、扭曲路、涉水池、侧向坡、坡道等）的能力。

3.3

软地面通过性 soft ground passing capability

车辆通过某些软地面（如沙地、翻耕地、泥泞地、沼泽地、稻田地、雪地等）的能力。

3.4

横向通过半径 lateral passing radius

车辆静止条件下，同一车轴的左右车轮内侧接地点与底盘某一低点，在X基准平面内的投影形成的最大弧圆半径。

4 试验条件

4.1 通用条件

4.1.1 车辆准备、试验气象条件应符合 GB/T 12534 的规定。

4.1.2 试验车辆轮胎花纹的磨损量不应超过原始花纹高度的 1/5。

- 4.1.3 同一车型有不同车轮型号时，应选取配备最小轮辋尺寸车轮的车辆进行试验。
- 4.1.4 试验车辆轮胎气压调节至设计要求气压值，装有可调气压轮胎时，按制造商设计要求调至合适气压。
- 4.1.5 试验车辆调整至制造商要求的悬架状态（可调悬架）。
- 4.1.6 试验车辆按制造商设计的轮荷要求进行装载。

4.2 测量参数及准确度要求

测量参数单位、准确度见表1。

表1 测量参数单位、准确度

测量参数	单位	准确度
长度/高度	mm	±1mm
距离	m	±1 mm
车轮转速	r/min	±0.5 %
牵引力	kN	±1.0 %
速度	km/h	±1.0 %
发动机转速	r/min	±1.0 %
轮胎气压	kPa	±2 %
时间	s	±1 s
角度	°	±0.1°
质量	kg	±0.5%

4.3 试验项目

- 4.3.1 通过性参数包括接近角、离去角、最小离地间隙、纵向通过角、横向通过半径。
- 4.3.2 地形通过性试验地形包括垂直障碍物、凸岭、水平壕沟、路沟、弹坑、扭曲路、涉水池、侧向坡、坡道。
- 4.3.3 软地面通过性试验参数包括汽车通过软地面的滚动阻力系数、车辙深度、牵引系数、牵引效率、最大拖钩牵引力。
- 4.3.4 各车型对应试验项目推荐表见附录 A。

5 试验方法

5.1 通过性参数

5.1.1 测量准备

- 5.1.1.1 测量场地应为有水平坚硬覆盖层的支承表面。
- 5.1.1.2 车辆可活动零部件（车门、发动机盖、行李箱盖、货箱栏板等）应处于关闭状态，车外附件（号牌板（架）、外挂备胎等）应处于制造商设计状态。
- 5.1.1.3 车辆转向车轮应以直线前进状态置于测量场地上。

5.1.2 接近角

车辆前轴前端突出点向车辆静载荷前轮轮胎引出切平面，且使车辆前轴前方任何固定在车辆上的刚性部件在切平面之上，测量切平面与支承表面之间所夹的夹角 θ_1 ，如图1所示，在整备质量和/或最大设计总质量下各测量一次，并将测量结果记录于附录B。

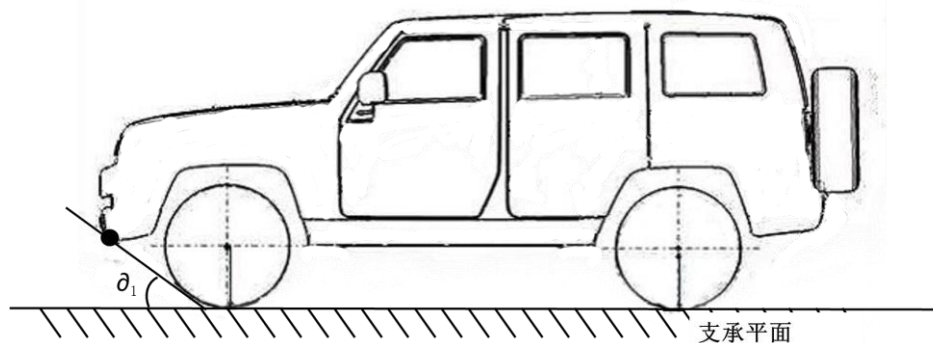


图1 接近角示意图

5.1.3 离去角

车辆后轴后端突出点向车辆静载荷后轮轮胎引出切平面，且使车辆后轴后方任何固定在车辆上的刚性部件在切平面之上，测量切平面与支承表面之间所夹的夹角 θ_2 ，如图2所示，在整备质量和/或最大设计总质量下各测量一次，并将测量结果记录于附录B。

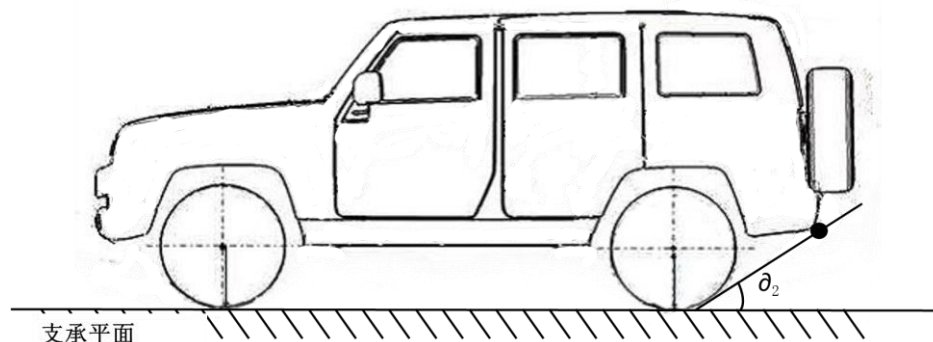


图2 离去角示意图

5.1.4 最小离地间隙

在与GB/T 12673规定的车辆纵向Y基准平面（如图3所示）等距离且平行的两个平面（A、B）之间部分，在车辆同一轴上（如车辆各轴轮距不一致时取最大轮距的轴）两端车轮内缘间最小距离的80%的两平面之间，目测选取车辆底部3-5个低点，逐一测量低点与车辆支承平面的垂直距离 h ，取最小值记录为最小离地间隙，如图4所示，在整备质量和/或最大设计总质量下各测量一次，并将测量结果记录于附录B。

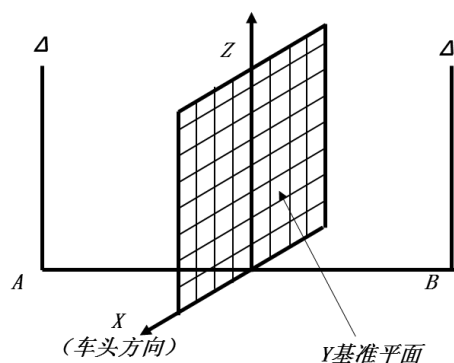


图3 Y基准平面

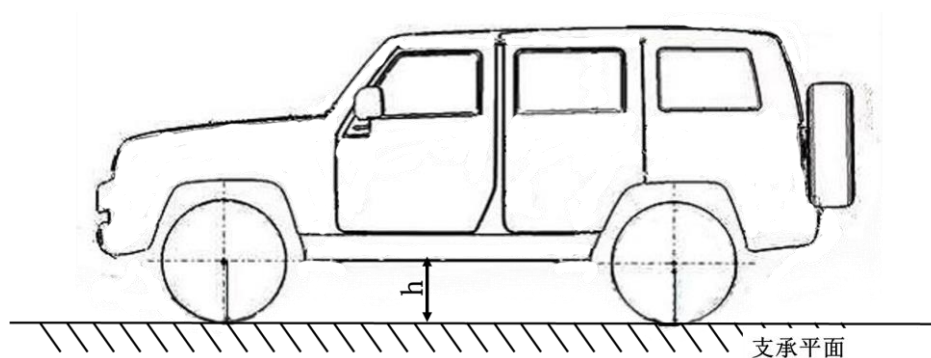


图4 最小离地间隙示意图

5.1.5 纵向通过角

对于两轴车辆，在两轴中间目测选取3-5个较低点，将选定的点平移至任意一侧两轮中心平面内，通过平移后的点作与前、后车轮外缘的切线，测量前、后切线与支撑平面的夹角 θ_3 、 θ_4 ，相加取最小值记录为整车纵向通过角 θ ，如图5所示。

对于多轴车辆，按照两轴车辆测量方法，分别测量相邻两轴间纵向通过角，所得角度中最小角度为整车纵向通过角。

在整备质量和/或最大设计总质量下各测量一次，并将测量结果记录于附录B。

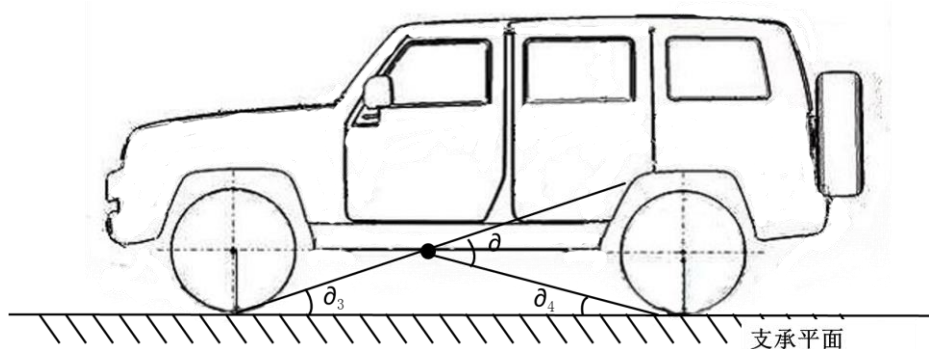


图5 纵向通过角示意图

5.1.6 横向通过半径

取车辆一轴（如车辆各轴轮距不一致时取最大轮距的轴）的左、右车轮与支承平面接触的最内侧点（点A、点B）测量两点间的距离 L ，沿车辆前进方向在支承平面作车辆中心线 X ，目测选取车辆底部除车轮外的3-5个较低点 C ，记录点 C 离地高度 h 及点 C 在支承平面投影距中心线 X 的距离 L_1 ，在同一平面内按 L 、 L_1 、 h 确定点A、点B、点C的关系，并绘制经过点A、点B、点C的圆弧，选取的3-5个较低点分别绘制的圆弧半径中的最大值即为车辆横向通过半径，如图6所示，在整备质量和/或最大设计总质量下各测量一次，并将测量结果记录于附录B。

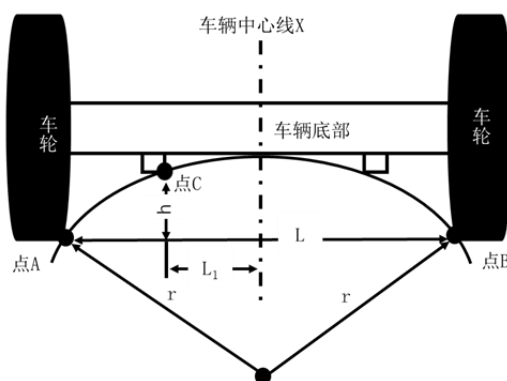


图6 横向通过半径示意图

5.2 地形通过性

5.2.1 试验准备

5.2.1.1 按制造商设计要求，按照附录C选择汽车地形通过性设施。

5.2.1.2 试验车辆安装仪器设备，试验前车辆充分预热。

5.2.1.3 制造商无特殊要求，车辆调整至最大设计总质量状态。

5.2.2 垂直障碍物

5.2.2.1 根据制造商和车辆设计要求，车辆可以前进挡驶上/前进挡驶下/倒挡驶上/倒挡驶下垂直障碍物。

5.2.2.2 手动变速器置于最低挡/倒挡，如有副变速器挡位也置于最低挡，自动变速器置于D/R挡（或按制造商设计要求），全驱车调整至全轮驱动状态。

5.2.2.3 驶上垂直障碍物时，车辆以不大于5km/h的车速行驶至车轮接近垂直障碍物时制动停车，保持挡位不变，松开制动踏板，选取合适油门开度，前进/倒车驶上垂直障碍物。

5.2.2.4 驶下垂直障碍物时，车辆以不大于5km/h的车速行驶至车轮接近垂直障碍物时制动停车，保持挡位不变，适当调整制动踏板力，前进/倒车缓慢驶下垂直障碍物。

5.2.2.5 观察在通过垂直障碍物过程中车辆运动状况及其部件与地形设施有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象。

5.2.2.6 车辆通过垂直障碍物过程中，若除车轮外车辆未出现与垂直障碍物接触、碰撞或部件间干涉。通过后停车检查未出现部件碰撞损坏、连接件损坏或松动、总成工作异常等现象，可适当调节垂直障碍物高度，重复5.2.2.2-5.2.2.5，直到达到或者接近所能通过的最大值，将通过情况等记录在附录B对应的记录表中。

5.2.2.7 车辆通过垂直障碍物过程中，若除车轮外车辆出现与垂直障碍物接触、碰撞或部件间干涉。或者未通过或通过后停车检查出现部件碰撞损坏、连接件损坏或松动、总成工作异常等现象。分析原因后按照 5.2.1.1 重新选定垂直障碍物高度，按照 5.2.2.2-5.2.2.6 重新试验。

5.2.3 凸岭、水平壕沟、路沟、弹坑、扭曲路

5.2.3.1 手动变速器置于最低挡，如有副变速器挡位也置于最低挡，自动变速器置于 D 挡（或按制造商设计要求），全驱车调整至全轮驱动。

5.2.3.2 车辆以不大于 5km/h 的车速行驶至前轮接近相应地形时制动停车，保持挡位不变，松开制动踏板，选取合适油门开度，通过相应地形设施，观察在通过相应地形过程中车辆运动状况及其部件与地形设施有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象。

5.2.3.3 车辆通过地形过程中，若除车轮外车辆未出现与地形设施接触、碰撞或部件间干涉。通过后停车检查未出现部件碰撞损坏、连接件损坏或松动、总成工作异常等现象，可适当调节地形参数，重复 5.2.3.1-5.2.3.2，直到达到或者接近所能通过的最大值，将各项试验情况记录在附录 B 对应的记录表中。

5.2.3.4 车辆通过地形过程中，若除车轮外车辆出现与地形设施接触、碰撞或部件间干涉。或者未通过或通过后停车检查出现部件碰撞损坏、连接件损坏或松动、总成工作异常等现象。分析原因后按照 5.2.1.1 重新选定地形参数，按照 5.2.3.1-5.2.3.3 重新试验。

5.2.3.5 根据制造商要求，扭曲路试验时可在对角车轮处于扭曲路最高点时停车重新起步，记录起步情况。

5.2.4 涉水池

5.2.4.1 手动变速器置于最低挡，如有副变速器挡位按制造商要求选择，自动变速器置于 D 挡（或按制造商设计要求），全驱车调整至全轮驱动。

5.2.4.2 按车辆制造商规定的涉水技术要求，检查调整车辆的技术状况。

5.2.4.3 以不大于 10 km/h 的车速驶入选定深度的涉水池，匀速行驶至少 500 m，如果水池距离小于 500 m，应重复试验使涉水距离累计不小于 500 m，包括车辆在水池外的总试验时间应少于 20 min。

5.2.4.4 车辆通过涉水池后，若驾驶室内、空气滤芯、各油液内未出现进水情况，起动机、离合器、制动系、电器附件等（电动汽车观察仪表和绝缘电阻）工作正常，可适当调节涉水池深度，重复 5.2.4.1-5.2.4.3，直到达到或者接近所能通过的最大值，将涉水深度、通过时间、通过距离、通过情况等记录在附录 B 对应的记录表中。

5.2.4.5 涉水过程中若发动机熄火，或车辆通过涉水池后驾驶室内、空气滤芯、各油液内等出现进水情况，起动机、离合器、制动系、电器附件等（电动汽车观察仪表和绝缘电阻）工作异常。分析原因后按照 5.2.1.1 重新选定涉水池深度，按照 5.2.4.1-5.2.4.4 重新试验。

5.2.4.6 若涉水过程中，发动机熄火，不宜再次起动机，可拖拽出涉水池。若制造商有再次起动机验证需求也可按实际要求执行。

5.2.5 侧向坡

5.2.5.1 手动变速器置于最低挡，如有副变速器挡位按制造商要求选择，自动变速器置于 D 挡（或按制造商设计要求），全驱车调整至全轮驱动。

5.2.5.2 将车辆停于接近侧向坡的连接路段。

5.2.5.3 起步后以不大于 10 km/h 的车速匀速通过侧向坡，车辆的前进方向应与侧向坡路面方向平行，往返各进行一次。

5.2.5.4 若行驶过程中车辆未出现沿侧向坡下滑、侧翻趋势，或仪表故障报警，可适当调节侧向坡参数，重复 5.2.5.1-5.2.5.3，直到达到或者接近所能通过的最大坡度，将侧向坡坡度、侧向坡长度、通过时间和通过情况等记录在附录 B 对应的记录表中。

5.2.5.5 若行驶过程中车辆出现沿侧向坡下滑、侧翻趋势，或仪表故障报警，分析原因后按照 5.2.1.1 重新选定侧向坡，按照 5.2.5.1-5.2.5.4 重新试验。

5.2.6 坡道

5.2.6.1 根据制造商和车辆设计要求，车辆可以前进挡驶上/前进挡驶下/倒挡驶上/倒挡驶下坡道。

5.2.6.2 检查驻车制动系统正常后，将车辆停于接近坡道区域的平直路段。

5.2.6.3 手动变速器置于最低挡/倒挡，如有副变速器挡位也置于最低挡，自动变速器置于 D/R 挡（或按制造商设计要求），全驱车调整至全轮驱动。

5.2.6.4 前进/倒车上坡时，起步后选取合适油门开度，当汽车处于测量路段时，靠自身制动系统停住，变速器放入空挡，发动机熄火 2 min，再起步爬坡。

5.2.6.5 爬坡过程中观察各仪表（如水温、机油压力）的工作情况，观察车轮、离合器是否打滑，爬至坡顶后，停车检查各部分有无异常现象发生，并做记录。

5.2.6.6 若爬坡中车速不断升高或趋于稳定通过测量路段，则爬坡成功。可适当调节坡道参数，重复 5.2.6.1-5.2.6.5，直到达到或者接近所能通过的最大坡度，坡度、测量路段长度、通过时间、发动机转速和通过情况等记录在附录 B 对应的记录表中。

5.2.6.7 若爬坡失败，分析原因后按照 5.2.1.1 重新选定坡道参数，按照 5.2.6.1-5.2.6.6 重新试验。

5.2.6.8 前进/倒车下坡时，车辆以不大于 5km/h 的车速行驶至接近坡道区域的平直路段，保持挡位不变，适当调整制动踏板力，缓慢下坡。观察在通过下坡过程中车辆运动状况及除车轮外其他部件与坡道有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象。

5.2.6.9 若没有制造商规定坡道的坡度，可增减装载质量或采用变速箱较高一档进行试验，再按公式（1）折算为最大设计总质量下，变速器使用最低挡时的爬坡度。

$$\tan\alpha_m \times 100\% = \tan \left\{ \sin^{-1} \left[\frac{\sin\alpha_1 G_{a1} i_1 + \cos\alpha_1 (G_{a1} i_2 - G_a) f}{G_a} \right] \right\} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\tan\alpha_m \times 100\%$ ——最大爬坡度；

α_1 ——试验时的实际坡度角，单位为度（°）；

G_{a1} ——汽车实际总质量，单位为千克（kg）；

G_a ——汽车最大设计总质量，单位为千克（kg）；

i_1 ——最低挡总速比；

i_2 ——实际总速比；

f ——滚阻系数，一般取 0.01。

5.3 软地面通过性

5.3.1 试验准备

5.3.1.1 按制造商设计要求，参见附录 D 选择软地面试验场地，试验前车辆充分预热。

5.3.1.2 在选定的试验场地内，划分预测路段和测量路段，每段不少于 20 m，并进行标记。

5.3.1.3 试验车辆安装车轮转速仪、速度仪、发动机转速计等仪器设备。

5.3.1.4 手动变速器挡位置于最低挡（滚动阻力系数和车辙深度测定除外），如有副变速器挡位也置于最低挡，自动变速器置于D挡（或按制造商设计要求），全驱车使用全轮驱动。

5.3.1.5 车辆调整至最大设计总质量状态。

5.3.2 滚动阻力系数和车辙深度

5.3.2.1 将试验车辆停放于预测路段，变速器置于空挡。

5.3.2.2 牵引车通过牵引杆、拉力计与试验车辆连接，试验车辆和牵引车两端牵引杆高度保持一致，并与试验车辆纵向中心线的铅直平面重合。

5.3.2.3 牵引车以不大于 5 km/h 的速度拖曳试验车辆，匀速通过测量路段，采集车辆车速和拖曳力（ F ）。

5.3.2.4 记录试验车辆车速、拖曳力，通过后测量车辙接地面最低点与测量路段平面的高度差，记录为车辙深度。

5.3.2.5 按公式（2）计算滚动阻力系数（ f ）：

$$f = \frac{F}{W} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

f ——滚动阻力系数；

F ——拖曳力，单位为牛（N）；

W ——垂直负荷，单位为牛（N），一般取值为车辆最大设计总质量与重力加速度的乘积。

5.3.2.6 试验至少进行三次，每次测量路段仅限于单次通过，不应重复行驶，滚动阻力系数和车辙深度取算数平均值。

5.3.3 牵引系数和牵引效率

5.3.3.1 将试验车辆停放于预测路段，变速器置于空挡。

5.3.3.2 试验车辆接入负荷拖车，试验车辆和负荷拖车两端牵引杆高度保持一致，并与试验车辆纵向中心线的铅直平面重合。车辆起步，油门全开，调节负荷拖车的负荷，使车辆以稳定车速驶入测量路段，采集通过测量路段的平均车轮转速（ n ）、平均车速（ u_a ）、平均拖钩牵引力（ P_k ）。

5.3.3.3 记录试验车辆车轮平均转速、平均车速和平均拖钩牵引力。

5.3.3.4 按公式（3）计算牵引系数 P_f ，公式（4）计算车轮滑转率（ i_0 ），公式（5）计算牵引效率 T_e 。

$$P_f = \frac{P_k}{W} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P_f ——牵引系数；

P_k ——平均拖钩牵引力，单位为牛（N）。

W ——垂直负荷，单位为牛（N），一般取值为车辆最大设计总质量与重力加速度的乘积。

$$i_0 = \left(1 - \frac{u_a}{u_t}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{u_a \times 10^6}{2\pi r \times n \times 60}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

i_0 ——车轮滑转率；

- u_a ——通过测量路段的平均车速，单位为千米/时（km/h）；
- u_r ——通过测量路段的理论平均车轮车速，即车轮滚动一周的周长与车轮转速的乘积，单位为千米/时（km/h）；
- r ——轮胎的滚动半径，单位为毫米（mm）；
- n ——通过测量路段的平均车轮转速，单位为转/分钟（r/min）。

$$T_e = \frac{P_f}{P_f + f} \times (1 - i_0) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- T_e ——牵引效率；
- P_f ——牵引系数；
- f ——滚动阻力系数；
- i_0 ——车轮滑转率。

5.3.3.5 试验至少进行三次，每次测量路段仅限于单次通过，不应重复行驶，牵引系数和牵引效率取算数平均值。

5.3.4 最大拖钩牵引力测定

5.3.4.1 将试验车辆接入负荷拖车停放于预测路段，试验车辆和负荷拖车两端牵引杆高度保持一致，并与试验车辆纵向中心线的铅直平面重合。

5.3.4.2 试验车辆起步，待车速稳定后驶入测量路段。负荷拖车逐渐加载，同时试验车辆加大油门，至试验车辆驱动轮开始打滑以致车速接近 0 km/h 时，采集并记录试验过程中最大的拖钩牵引力。如试验过程中发动机熄火，记录熄火前的最大的拖钩牵引力。

5.3.4.3 试验至少进行三次，每次测量路段仅限于单次通过，不应重复行驶，三组最大的拖钩牵引力取算数平均值。

6 试验数据记录

基本信息及试验数据记录参见附录B。

7 试验报告

试验报告应有下列内容：

- a) 试验目的；
- b) 试验内容；
- c) 试验的地形设施描述或其结构；
- d) 试验结果；
- e) 试验执行单位、参加者及报告人；
- f) 报告日期。

附 录 A
(资料性)
车型对应试验项目

车型对应试验项目见表A.1。

表A.1 车型对应试验项目推荐表

试验项目	车型						
	M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	G
接近角	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
离去角	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
最小离地间隙	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
纵向通过角	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
横向通过半径	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
垂直障碍	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
凸岭	---	---	---	---	---	---	◆
水平壕沟	---	---	---	---	---	---	◆
路沟	---	---	---	---	---	---	◆
弹坑	---	---	---	---	---	---	◆
扭曲路	---	---	---	---	---	---	◆
涉水池	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
侧向坡	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
坡道	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
软地面	---	---	---	---	---	---	◆
注：◆表示车辆推荐试验项目。							

附录 B
(资料性)
试验结果记录表

B.1 试验车辆信息记录见表 B.1。

表 B.1 试验车辆信息记录表

车辆型号	VIN	发动机号
里程表读数/km	整备质量/kg	最大设计总质量/kg
出厂日期	测量人员	测量日期

车轮位置		轮胎型号	花纹高度/mm		胎压/kPa	轮荷/kg
			设计值	实测值		
第__轴	左侧					
	右侧					
第__轴	左侧					
	右侧					
第__轴	左侧					
	右侧					

B.2 通过性参数测量记录见表 B.2。

表 B.2 通过性参数测量记录表

试验项目	整备质量状态	最大设计总质量状态	测量位置描述
接近角/°			
离去角/°			
最小离地间隙/mm			
纵向通过角/°			
横向通过半径/mm			

B.3 通过垂直障碍物试验记录见表 B.3。

表 B.3 垂直障碍物试验记录表

试验序号	垂直障碍物高度/mm	通过方向 (上/下)	挡位(前进 挡/倒挡)	通过情况 (通过/未通过)	情况描述(如车辆运动状况及其 部件与地形设施有无接触、碰撞 或其部件间有无干涉等现象)
1					
2					
3					
.....					

B.4 通过凸岭试验记录见表 B.4。

表 B.4 凸岭试验记录表

试验序号	凸岭高度/m	凸岭长度/m	通过情况 (通过/未通过)	情况描述 (如: 车辆运动状况及其部件与地形设施有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象)
1				
2				
3				
.....				

B.5 通过水平壕沟试验记录见表 B.5。

表 B.5 水平壕沟试验记录表

试验序号	壕沟宽度/mm	通过情况 (通过/未通过)	情况描述 (如车辆运动状况及其部件与地形设施有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象)
1			
2			
3			
.....			

B.6 通过路沟试验记录见表 B.6。

表 B.6 路沟试验记录表

试验序号	路面至沟底的高度/m		通过情况 (通过/未通过)	情况描述 (如车辆运动状况及其部件与地形设施有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象)
	h_1	h_2		
1				
2				
3				
.....				

B.7 通过弹坑试验记录见表 B.7。

表 B.7 弹坑试验记录表

试验序号	弹坑深度/m	弹坑长度/m	通过情况 (通过/未通过)	情况描述 (如车辆运动状况及其部件与地形设施有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象)
1				
2				

3				
.....				

B.8 通过扭曲路试验记录见表 B.8。

表 B.8 扭曲路试验记录表

试验序号	扭曲路高度/m	障碍间距/m	通过情况 (通过/未通过)	停车起步 (能否顺利起步)	情况描述(如:车辆运动状况及其部件与地形设施有无接触、碰撞或其部件间有无干涉等现象)
1					
2					
3					
.....					

B.9 通过涉水池试验记录见表 D.9。

表 B.9 涉水池试验记录

试验序号	1	2	3
涉水深度/mm				
通过时间/s				
通过距离/m				
通过情况(通过/未通过)				
情况描述(发动机是否熄火,车辆通过涉水池后驾驶室内、驱动桥、变速器,空气滤芯、各油液内等部件出现进水情况,起动机、离合器、制动系、电器附件等(电动汽车观察仪表和绝缘电阻)工作异常)				

B.10 通过侧向坡试验记录见表 B.10。

表 B.10 侧向坡试验记录表

试验序号	侧向坡坡度/%	侧向坡长度/m	通过时间/s	通过情况		情况描述(行驶过程中车辆是否出现沿侧坡下滑或侧翻趋势,或仪表故障报警)
				正向	反向	
1						
2						
3						
.....						

B.11 坡道试验记录见表 B.11。

表 B.11 坡道试验记录表

试验序号	1	2	3	……
坡度/%				
测量路段长度/m				
通过时间/s				
发动机转速/(r/min)				
实际总质量/kg (如适用)				
通过方向(上坡/下坡)				
挡位(前进挡/倒挡)				
通过情况(通过/未通过)				
情况描述(观察各仪表(如水温、机油压力)的工作情况,观察车轮、离合器是否打滑,爬至坡顶后,停车检查各部分有无异常现象发生)				

B.12 滚动阻力系数、车辙深度测量记录见表 B.12。

表 B.12 滚动阻力系数、车辙深度测量记录表

软地面名称(如沙地、翻耕地、泥泞地、沼泽地、稻田地、雪地)

测量路段长度/m

测量路段宽度/m

试验序号	试验车速/km/h	拖拽力/kN	车辆质量/kg	滚动阻力系数	车辙深度/mm
1					
2					
3					
……					

B.13 牵引系数、牵引效率测量记录见表 B.13。

表 B.13 牵引系数、牵引效率测量记录表

软地面名称(如沙地、翻耕地、泥泞地、沼泽地、稻田地、雪地)

测量路段长度/m

测量路段宽度/m

试验序号	车速/(km/h)	车轮转速/(r/min)	车轮滑转率/%	拖钩牵引力/kN	牵引系数	牵引效率
1						
2						
3						
……						

B.14 最大拖钩牵引力测量记录见表 B.14。

表 B. 14 最大拖钩牵引力测量记录表

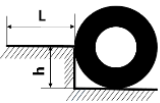
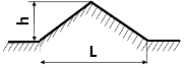
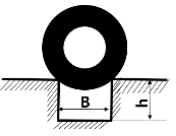
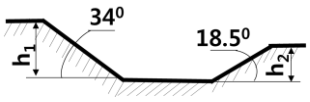
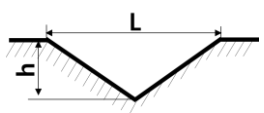
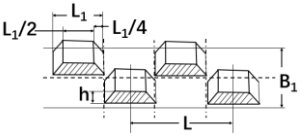
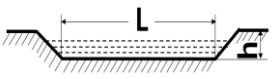
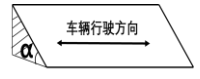
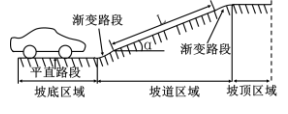
软地面名称（如沙地、翻耕地、泥泞地、沼泽地、稻田地、雪地）

试验序号	拖钩牵引力/kN	备注
1		
2		
3		
.....		
最大拖钩牵引力/kN		

附录 C
(规范性)
地形通过性设施特征表

车辆地形通过性设施特征见表C.1。

表 C.1 车辆的地形通过性设施特征表

名称	示例	特征
垂直障碍物		高度h为(1/3~4/3) r _k , 宽度不小于车宽, 长度L不小于试验车辆轴距
凸岭		凸岭长度L为6m, 宽度不小于车宽, 高度h分别为0.6m, 1.3m, 2m
水平壕沟		宽度B为(1~4/3) r _k , 长度不小于车宽, 深度h比r _k 略大; 壕沟前后均为平整地面
路沟		按图示角度, 路面至沟底的高度组合, h ₁ 为1.0m, h ₂ 为0.3m; h ₁ 为1.5m, h ₂ 为0.5m; h ₁ 为2.0m, h ₂ 为0.75m
弹坑		弹坑尺寸组合, 长L为4.0m, 深h为1.75m; 长L为10.0m, 深h为2.0m; 长L为14.0m, 深h为3.0m
扭曲路		扭曲路尺寸组合: 路面宽度B ₁ 不小于车宽, 障碍间距L为1.0m, 高h为0.1m; 障碍间距L为2.0m, 高h为0.2m; 障碍间距L为5.0m, 高h为0.5m; 障碍间距L为8.0m, 高h为0.8m
涉水池		涉水池长L不小于50m, 深h不小于1.5m, 宽不小于5m, 出、入池坡度为小于15%, 水深大于100mm
侧向坡		侧向坡宽度不小于5m, 长度不小于30m, 坡度α为5%~40%
坡道		测试路段长L不小于20m, 坡道宽度不小于车宽, 坡度α为10%~100%

注: r_k为车辆车轮滚动半径, 单位为毫米 (mm)。

附录 D

(规范性)

软地面通过性试验软地面选择基本原则

D.1 目的

规定车辆软地面通过性试验软地面选择的基本原则和软地面特性参数的测量方法。

D.2 测量参数及准确度精度要求

测量参数单位、准确度见表 D.1。

表 D.1 测量参数单位、准确度

测量参数	单位	准确度
疏松层深度	mm	±1 mm
车辙深度	mm	±1 mm
圆锥指数	/	±0.5 %

D.3 软地面选择

D.3.1 选择表面平坦、均匀、物理特性一致且附着系数低的软地面。试验路段长度不小于40 m，宽度不小于30 m。

D.3.2 在预选的软地面纵、横方向每隔10 m选择测点，测定软地面的特性参数，包括疏松层深度、车辙深度和圆锥指数，每个参数测点不少于6个。

D.3.3 用直径为10 mm的测量杆（平头、有刻度线）以10 kg力垂直均匀插入软地面至不能继续插入为止，测量疏松层深度，并在表D.2中记录。

D.3.4 测量雪层深度时，应挖开雪层，用疏松层深度测量杆测量软、硬层厚度（软层指松散的雪，硬层指冻结的雪）。并在表D.2中记录。

D.3.5 试验车辆变速器、副变速器置于最低挡。以稳定车速通过预选软地面，通过后测量车辙接地面最低点与测量路段平面的高度差，并在表D.2中记录为车辙深度。

D.3.6 在预选软地面内，测量圆锥指数，圆锥贯入仪垂直均匀插入软地面，插入深度应大于车辙深度，预选软地面各个区域圆锥指数宜一致。按图D.1绘制土壤的圆锥指数曲线。

表 D.2 软地面特性参数记录

测量参数	测点1 (起始点)	测点2	测点3	测点4	测点5	测点6	...
离起始点距离/m							
疏松层深度/mm							
雪地疏松层软层厚度(如适用)/mm							
雪地疏松层硬层厚度(如适用)/mm							
车辙深度/mm							

圆锥指数							
备 注	绘制圆锥指数曲线						

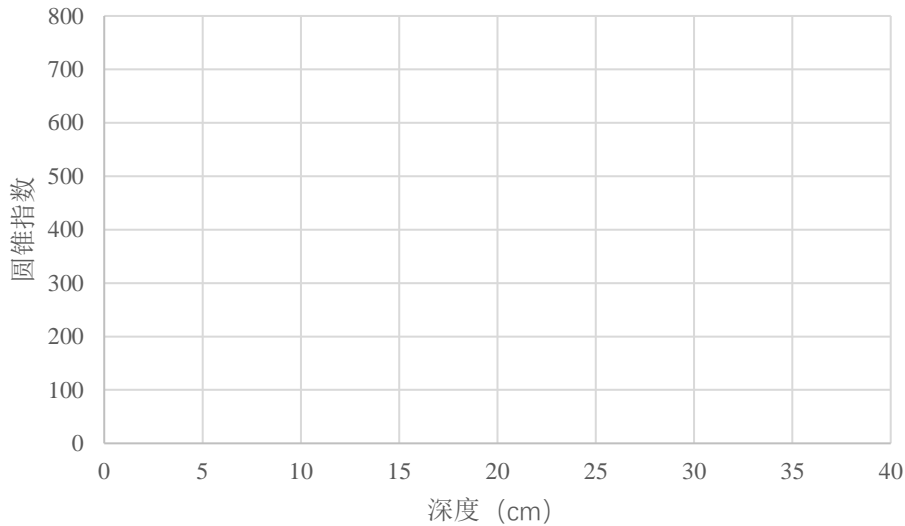


图 D.1 土壤的圆锥指数曲线

D. 3. 7 根据圆锥指数CI, 按公式(D. 1)计算车辆圆锥指数VCI, 按公式(D. 2)计算机动指数MI。其中按公式(D. 3)计算接地压力系数 k_1 , 按公式(D. 4)计算地隙系数 k_2 , 按公式(D. 5)计算轮胎系数 k_4 , 按公式(D.6)计算车轮负荷P。根据计算结果确定软地面是否选用:

- $CI > VCI$ 时, 土壤的支承能力比车辆所需的支承能力大, 车辆可以通过, 选用;
- $CI < VCI$ 时, 则车辆不能通过, 不选用。

$$VCI = 25.5 + 0.456MI \dots\dots\dots (D. 1)$$

式中:
 VCI——车辆圆锥指数;
 MI——机动指数。

$$MI = 0.6 \left(\frac{k_1 \times k_3}{k_4 \times k_5} + P - k_2 \right) \times k_6 \times k_7 + 20 \dots\dots\dots (D. 2)$$

式中:
 MI——机动指数;
 k_1 ——接地压力系数;
 k_2 ——地隙系数;
 k_3 ——质量系数, $G \leq 6804\text{kg}$ 取 0.9; $6804\text{kg} < G \leq 15876\text{kg}$ 取 1.0; $G > 15876\text{kg}$ 取 1.1;
 k_4 ——轮胎系数;
 k_5 ——花纹系数, 轮胎有防滑链时取 1.05, 无防滑链时取 1.00;
 k_6 ——发动机系数, 比功率(kW/t) ≥ 7.35 , 取 1.0, 比功率(kW/t) < 7.35 , 取 1.05;
 k_7 ——传动系数, 液力式取 1.00, 机械式取 1.05;
 P——车轮负荷, 单位为千克(kg)。

$$k_1 = \frac{0.07 \times G}{L \times D \times m} \dots\dots\dots (D. 3)$$

式中：

k_1 ——接地压力系数；
 G ——车辆总质量，单位为千克（kg）；
 L ——轮胎宽度，单位为厘米（cm）；
 D ——轮辋直径，单位为厘米（cm）。
 m ——轮胎数，双轮作为单轮计算。

$$k_2 = \frac{R}{25.4} \dots\dots\dots (D. 4)$$

式中：

k_2 ——地隙系数；
 R ——离地间隙，单位为厘米（cm）。

$$k_4 = \frac{0.49L}{100} \dots\dots\dots (D. 5)$$

式中：

k_4 ——轮胎系数；
 L ——轮胎宽度，单位为厘米（cm）。

$$P = \frac{G}{m \times 454} \dots\dots\dots (D. 6)$$

式中：

P ——车轮负荷，单位为千克（kg）；
 m ——轮胎数，双轮作为单轮计算。