

智能运输系统 自适应巡航控制系统 性能要求与检测方法

1 范围

本文件规定了自适应巡航控制系统的工作原理及类型、系统状态及转换、功能要求、性能要求及测试方法。

本文件适用于安装自适应巡航控制系统的M类、N类车辆。

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。

ISO 2575:2021 道路车辆控制器、指示器和信号装置用符号（Road vehicles — Symbols for controls, indicators and tell-tales）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主动制动控制 **active brake control**

由 ACC 系统而不是驾驶员施加的制动控制动作。

3.2

自适应巡航控制 **adaptive cruise control**

实时监测车辆前方行驶环境，在设定的速度范围内自动调整行驶速度，以适应前方车辆和/或道路条件等引起的驾驶环境变化。

[来源：GB/T 39263—2020，2.3.10]

3.3

制动 brake

产生阻碍车辆运动或运动趋势的力(制动力)的过程，分为以下种类：

摩擦制动——由车辆上相对运动的两部分产生的摩擦力而引发的制动；

电磁制动——由车辆上相对运动但不接触的两部分基于电磁作用产生的电磁力而引发的制动；

液力制动——由车辆上相对运动的两部分间的液体运动产生的阻尼力而引发的制动；

发动机制动——由发动机的制动作用产生传递到车轮的制动。

注：本文件中，传动控制装置的制动不予考虑。

3.4**车间距 clearance**

前车尾部与本车头部之间的距离。

3.5

定速巡航控制 conventional cruise control
按照驾驶员的设定控制车辆行驶速度。

3.6

前车 forward vehicle

与本车同向、同路，并在本车前方行驶的车辆。

3.7

目标车 target vehicle

在本车前方同一车道同向行驶且被本车跟随的车辆。

[来源：GB/T 33577—2017，3.7，有修改]

3.8

车间时距 time gap

本车驶过连续车辆的车间距所需的时间间隔。

注：车间时距 τ 与车速 v 和车间距 c 相关，计算公式是 $\tau = c/v$ ，如图1 所示。

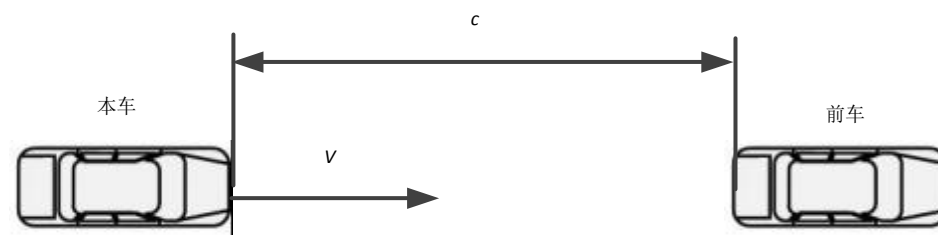


图1 车间时距

3.9

设定速度 set speed

由驾驶员或车辆其他控制系统设定的期望行驶速度。

3.10

稳定状态 steady state

相关参数不随时间、距离变化的车辆状态。

注：圆可以认为是最有稳定半径状态的曲线，以恒定速度行驶的车辆也可认为处于稳定状态。

3.11

本车 subject vehicle

安装有本文件所定义的ACC系统的车辆。

3.12

全速自适应巡航控制 full speed range adaptive cruise control

实时监测车辆前方行驶环境，在设定的速度范围内自动调整行驶速度并具有减速至停止及从停止状态自动起步的功能，以适应前方车辆和/或道路条件等引起的驾驶环境变化。

[来源：GB/T 39263—2020，2.3.11]

3.13

限速自适应巡航控制 limited speed range adaptive cruise control

实时监测车辆前方行驶环境，在设定的速度范围内自动调整行驶速度，以适应前方车辆和/或道路条件等引起的驾驶环境变化，但不具有减速至停止及从停止状态自动起步的功能。

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

$\alpha_{lateral_max}$: 弯道上的最大设计横向加速度, 单位为米每二次方秒 (m/s^2)。

$\alpha_{stopping}$: 在自动停车能力测试中目标车的纵向加速度, 单位为米每二次方秒 (m/s^2)。

CTT : 测试目标的红外反射能力的参数, 单位为平方米每球面度 (m^2/sr)。

c : 车间距, 单位为米 (m)。

c_{min} : 所有车速在稳定状态 (包括保持状态) 下的最小车间距, 单位为米 (m)。

d_0 : 判断是否有必要探测目标车辆的临界间隔, 单位为米 (m)。

d_1 : 判断是否有必要测量距离或相对速度的临界距离, 单位为米 (m)。

d_2 : 需要测量操作的距离, 单位为米 (m)。

d_{max} : 直线上的最大检测范围, 单位为米 (m)。

R : 弯道半径, 单位为米 (m)。

R_{min} : 弯道最小半径, 单位米为 (m)。

RCS : 对雷达信号的散射横截面积, 单位为平方米 (m^2)。

V : 车辆的瞬时速度, 单位为米每秒 (m/s)。

V_{circle} : 弯道上当加速度为 $\alpha_{lateral_max}$ 时的最高车速, 单位为米每秒 (m/s)。

V_{circle_start} : 车辆进入半径为 R 的弯道时的初始车速, 单位为米每秒 (m/s)。

V_{low} : 允许车辆自动加减速所要求的最低车速, 单位为米每秒 (m/s)。

V_{set_max} : 可供选择的最高设定车速, 单位为米每秒 (m/s)。

V_{set_min} : 可供选择的最低设定车速, 单位为米每秒 (m/s)。

$V_{stopping}$: 在自动停车能力测试中目标车的速度, 单位为米每秒 (m/s)。

$V_{vehicle_end}$: 测试结束时的车速, 单位为米每秒 (m/s)。

$V_{vehicle_max}$: 测试时车辆的最高车速, 单位为米每秒 (m/s)。

$V_{vehicle_start}$: 测试开始时的车速, 单位为米每秒 (m/s)。

τ : 车间时距, 单位为秒 (s)。

$\tau_{max}(V)$: 当车速为 V 时, 可获得的最大车间时距, 单位为秒 (s)。

τ_{max} : 最大车间时距, 单位为秒 (s)。

τ_{min} : 最小车间时距, 单位为秒 (s)。

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACC: 自适应巡航控制 (Adaptive Cruise Control)

ABS: 制动防抱死装置 (Anti-lock Braking System)

FSRA: 全速自适应巡航控制 (Full Speed Range Adaptive Cruise Control)

LSRA: 限速自适应巡航控制 (Limited Speed Range Adaptive Cruise Control)

5 ACC 系统工作原理及类型

5.1 工作原理

ACC系统基于驾驶员的操作指令、本车的运动状态、本车与前车的距离信息对本车进行纵向控制，同时将系统状态信息反馈给驾驶员，工作原理见图2。

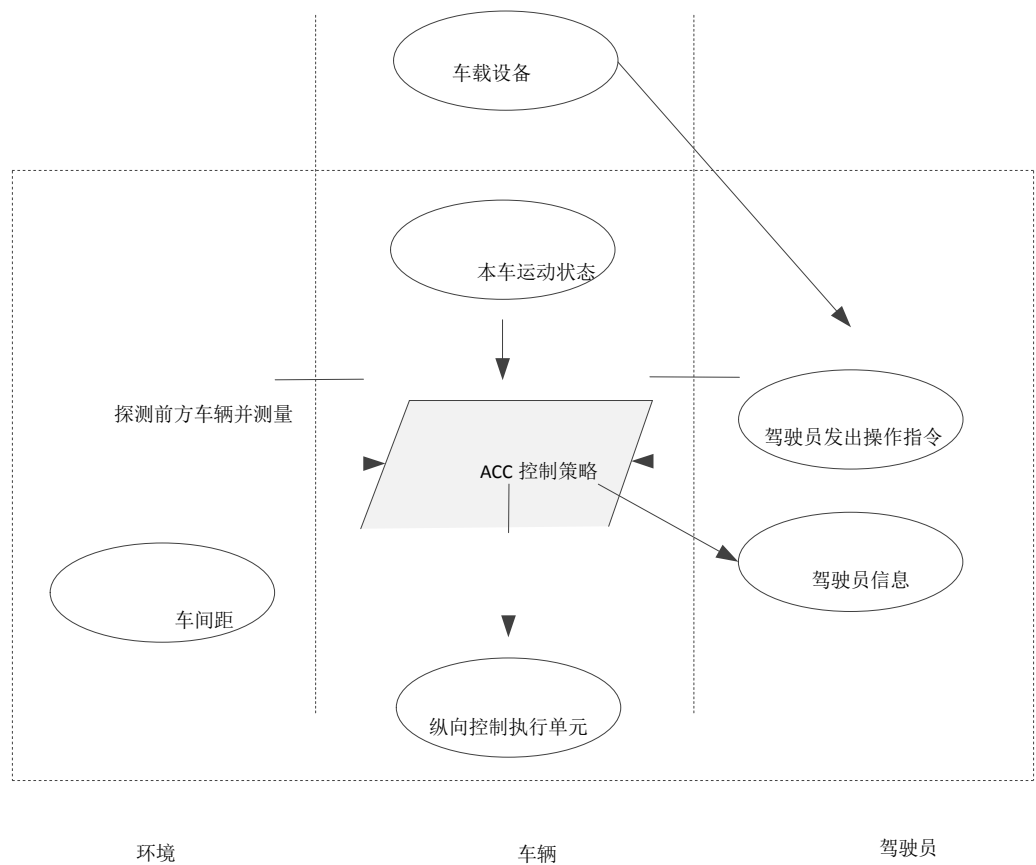


图2 自适应巡航控制系统的工作原理

5.2 系统类型

ACC系统根据适用运行速度范围分为FSRA系统和LSRA系统，应符合表1的规定。车辆用户使用手册中应描述ACC系统的减速能力，且所有的ACC类型都应包含主动制动控制。

表1 ACC 系统类型

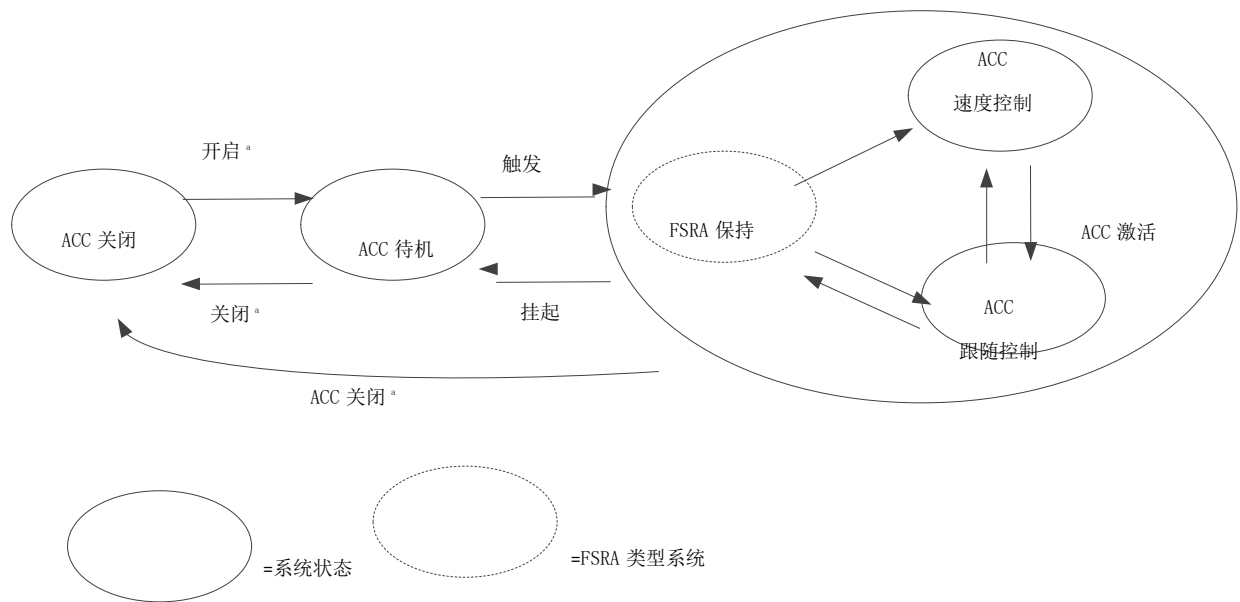
类型	运行速度范围
FSRA	全速范围

LSRA	$\geq V_{low}$
------	----------------

6 ACC 系统状态及转换

6.1 ACC 系统状态

6.1.1 ACC 系统的状态分为 3 种：ACC 关闭状态、ACC 待机状态和 ACC 激活状态。ACC 系统的状态及其转换见图 3。



^a 自检以后的手动和（或）自动操作。手动切换实现 ACC 的关闭与非关闭状态的转换，系统检测到错误后将自动关闭 ACC。

图3 ACC 系统的状态及转换

- 6.1.2 如果 ACC 系统处于关闭状态，ACC 系统应停止工作。
- 6.1.3 如果 ACC 系统处于待机状态，ACC 系统应随时被触发并进入 ACC 激活状态。
- 6.1.4 如果 ACC 系统处于激活状态，ACC 系统应能控制本车速度和（或）车间时距。
- 6.2 状态转换
 - 6.2.1 如果 ACC 系统处于关闭状态，系统不应直接进入 ACC 激活状态。
 - 6.2.2 如果 ACC 系统处于待机状态，在满足对应条件时，应响应驾驶员指令进入 ACC 激活状态。
 - 6.2.3 如果 ACC 系统处于激活状态，系统应能在 ACC 速度控制与 ACC 跟随控制状态之间切换，控制车辆以稳定速度行驶，保持车速不大于设定速度，且与前车车间时距不大于设定值。
 - 6.2.4 如果系统处于 ACC 速度控制状态，驾驶员应能通过调整设定的速度控制车辆的行驶速度，设定速度值应取本车车速的 10%或车速为 1.0 m/s 两者中的最大值。
 - 6.2.5 如果系统处于 ACC 跟随控制状态，驾驶员应能通过调整设定的车间时距控制与目标车辆之间的距离。
 - 6.2.6 车辆稳定行驶状态下，车间时距应能由 ACC 系统自动调节或驾驶员调节。

6.2.7 如果前方存在多辆车，ACC 系统应能识别并跟随本车道最接近的前车。

6.2.8 以下情况只适用于 FSRA 类型系统：

- a) 如果系统处于“保持”状态时，应能使本车处于静止状态；
- b) 本车停车后，ACC 系统应在 3 s 内从跟随控制状态切换成 FSRA 保持状态；
- c) 系统从 FSRA 保持状态向 ACC 跟随控制状态或 ACC 速度控制状态的切换，可由驾驶员指令触发或系统自动触发。

6.2.9 以下情况只适用于 LSRA 类型系统：

- a) 如果本车速度低于 V_{low} 时，ACC 系统不应从 ACC 待机状态进入 ACC 激活状态；

- b) 如果系统处于 ACC 激活状态且车速下降至低于 V_{low} 时, ACC 系统应禁止车辆自动加速, 同时 ACC 系统应从“ACC 激活状态”进入“ACC 待机状态”。

7 功能要求

7.1 基本要求

7.1.1 如果 ACC 系统在跟随状态或速度控制状态, 驾驶员施加的制动力大于 ACC 系统制动力设定值, 系统应切换到 ACC 待机状态。对于 FSRA 类型系统, 如果系统处于 FSRA 保持状态, 可不强制在驾驶员施加制动时切换到 ACC 待机状态。

7.1.2 如果 ACC 系统正在进行主动制动控制时, 此时驾驶员同时施加制动力, ACC 系统不应明显降低制动的瞬时响应能力。

7.1.3 如果驾驶员与 ACC 系统均有发动机或电机动力控制请求, 以二者中的较大者为准, 但应始终保证驾驶员对于车辆的控制权。如果驾驶员的制动需求高于 ACC 系统, 应解除 ACC 系统的主动制动控制并立即施加制动力。ACC 系统对驾驶员加速控制指令不应有明显的响应延迟。

7.1.4 主动制动状态的启动对车轮锁定的时间不应超过制动防抱死装置 (ABS) 允许的时间。ACC 系统不应干涉 ABS 系统。

7.1.5 ACC 系统的发动机或电机动力控制作用引起的车轮滑转时间不应大于牵引力控制系统的允许值。ACC 系统不应干涉牵引力控制系统。

7.1.6 ACC 系统可自动调节车间时距以适应驾驶环境 (如恶劣天气), 但被调整后的车间时距应大于驾驶员设定的最小车间时距。

7.1.7 如果 ACC 系统允许驾驶员设置车间时距, 应采取以下方法对该值进行初始化设置:

- a) 如果 ACC 系统关闭后存储上一次设定车间时距, 则系统再次被激活时应清晰地显示该数值;
- b) 如果 ACC 系统关闭后不存储上一次设定车间时距, 则应采用默认数值 (该数值应大于或等于 1.5 s)。

7.1.8 如果车辆同时配备有 ACC 系统和定速巡航控制系统, 二者之间不应自动切换。

7.2 显示

7.2.1 ACC 系统应至少为驾驶员提供 ACC 系统状态、设定速度、车间时距等信息, 允许上述信息组合显示, 显示信息不应影响驾驶行为。

7.2.2 如果 ACC 系统关闭或者出现故障, 应及时提示驾驶员, 提示符号应符合 ISO 2575:2021 的规定。

7.2.3 如果车辆同时配备有 ACC 系统和定速巡航控制系统, 则应向驾驶员提示当前处于工作状态的系统。

7.2.4 如果探测到前方车辆, ACC 系统中的“探测到车辆”信号应激活并提示。

7.3 ACC 系统的符号

如果采用符号来标识ACC系统的功能和故障状态，应符合ISO 2575:2021的规定。

8 性能要求

8.1 跟车控制性能

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 在车速稳定状态下， $\tau_{\min}$ 应大于或等于 0.8 s。当车速大于 8 m/s 时， τ 应介于 1.5 s~2 s 之间。在 ACC 系统控制车速变化过程中， τ 可暂时低于 $\tau_{\min}$ ，在这种情况下，系统应能及时调整与前车距离确保安全和舒适。

8.1.1.2 对于 FSRA 类型系统和根据前方车辆停车而采取减速并进行停车操作的 LSRA 系统，系统应从 ACC 稳定状态开始，在逐渐停止的车辆后方，应以低于 V_{stopping} ($V_{\text{stopping}} = 10$ m/s) 的车速行驶和不大于 α_{stopping} ($\alpha_{\text{stopping}} = -2.5$ m/s²) 的减速度进行制动操作并逐渐停车。

8.1.2 直线道路的探测距离

8.1.2.1 如果目标车位于 d_l 至 $d_{\max}$ 的距离范围内，则 ACC 系统应探测本车与目标车的车间距和相对速度，见图 4。ACC 系统在直线道路上探测的 $d_{\max}$ 计算按公式 (1)，单位为米 (m)。

$$d_{\max} = \tau_{\max}(v_{\text{set_max}}) \times v_{\text{set_max}} \dots\dots\dots (1)$$

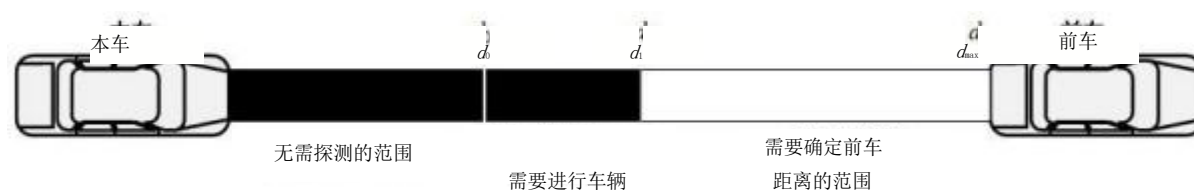


图4 探测范围

8.1.2.2 如果目标车位于 d_0 至 d_l 的距离范围内，ACC 系统应探测目标车的存在，而不需探测本车与目标车的车间距和相对速度， d_l 为 4 m。

8.1.2.3 如果目标车位于 d_0 之内，ACC 系统无需探测前车的存在， d_0 为 2 m。

8.1.2.4 当目标出现时，最大目标探测时间应不超过 2 s。

8.1.3 目标识别

如果在直道或弯道上前方存在多辆车，ACC 系统应选择与本车处于同一车道的前车作为目标车，见图5。

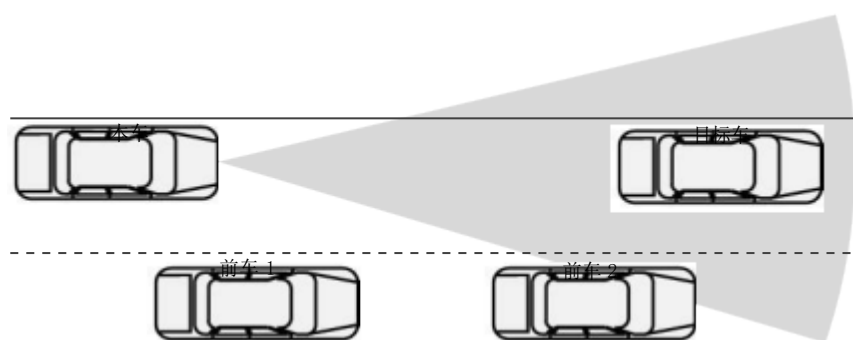


图5 目标识别

8.1.4 弯道适应能力

ACC 系统能够使车辆在直道和弯道上以车间时距 $\tau_{\max}(V_{\text{circle}})$ 稳定跟随前车行驶。如果前车以不低于 V_{circle} 的恒定车速沿半径为 $R_{\min}=500\text{ m}$ 的弯道行驶, ACC 系统应使本车以稳定的车间时距 $\tau_{\max}(V_{\text{circle}})$ 跟随前车。 V_{circle} 计算按公式 (2), 单位为米每秒 (m/s)。

$$v_{\text{circle}} = \sqrt{a_{\text{lateral_curve}} \times R_{\min}} \dots\dots\dots (2)$$

式中: $a_{\text{lateral_curve}}$ ——公路弯道上的最大设计横向加速度, 来自95%驾驶员弯道行驶横向加速度的平均值。当横向加速度取值为 2 m/s^2 的时候, 弯道稳定行驶速度 114 km/h 。

8.1.5 静止或缓慢行驶目标物

ACC系统可不对静止目标物或者前方缓慢行驶(车速小于 20 km/h)的车辆做出响应。如果ACC系统不能对静止目标物或者缓慢移动目标物做出响应, 应在使用手册中予以说明。

8.2 操作限制

8.2.1 如果车速低于 5 m/s 时, 目标车消失时 ACC 系统不应突然释放制动力, 或者系统失效时不应关闭进入待机状态。

8.2.2 对于 LSRA 类型: ACC 系统可进行加速的最低车速 V_{low} 至少为 5 m/s 。系统最低设定车速 $V_{\text{set_min}}$ 不小于 4.4 m/s 。

8.2.3 如果车辆行驶速度大于 20 m/s 时, ACC 平均减速度(持续时间 2 s) 应不超过 3.5 m/s^2 ; 如果行驶速度低于 5 m/s 时, ACC 平均减速度(持续时间 2 s) 应不超过 5 m/s^2 。

8.2.4 如果车辆行驶速度大于 20 m/s , ACC 减速度的平均变化率(持续时间 1 s) 应不超过 2.5 m/s^3 ; 如果行驶速度低于 5 m/s 时, ACC 减速度的平均变化率(持续时间 1 s) 应不超过 5 m/s^3 。

8.2.5 如果车辆行驶速度大于 20 m/s , ACC 平均加速度(持续时间 2 s) 应不超过 2 m/s^2 ; 如果行驶速度低于 5 m/s , ACC 平均加速度(持续时间 2 s) 应不超过 4 m/s^2 。

8.2.6 如果目标车位于 d_0 以内, 无需被探测。如果 ACC 系统检测到目标车位于 d_1 范围内, 或者驾驶员踩下加速踏板, 车辆应能执行制动指令。如果 ACC 系统探测到位于 d_0 至 d_1 之间的目标车, 但无法确定两车间的距离时, 不应自动加速。

8.3 制动灯控制

8.3.1 如果 ACC 系统进行主动制动, 应在开始制动操作 350 ms 以内点亮制动灯。如果系统采用其他方式制动时, 制动灯也可点亮制动灯。

8.3.2 系统可在制动结束后适当延迟熄灭制动灯, 以防止制动灯闪烁。

8.4 故障处理

8.4.1 ACC 系统出现故障时采取的应对措施应符合表 2。如果表 2 中描述的故障出现时应立即提示驾驶员, 系统关闭前应保持提示。

8.4.2 可通过点火开关或ACC系统开关启动系统自检功能, 在系统自检通过之前应禁止启动ACC功能。

8.4.3 如果变速器出现故障，制动操作应能完成减速功能。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/748124043130006143>