

团 体 标 准

T/CAAMTB 112—2023

智能商用车线控底盘（接口）技术规范

Interface specifications for wire-controlled chassis control system of intelligent commercial vehicle

2023 - 04 - 19 发布

2023 - 05 - 01 实施

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 缩略语 2

5 总体要求 3

6 技术要求 4

7 控制需求描述 7

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国汽车工业协会汽车基础软件生态委员会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：一汽解放汽车有限公司、苏州挚途科技有限公司、东风汽车股份有限公司、北京经纬恒润科技股份有限公司、中汽创智科技有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、浙江万安科技股份有限公司、东软睿驰汽车技术(沈阳)有限公司、阿里巴巴达摩院(杭州)科技有限公司。

本文件主要起草人：陈树星、郭立群、王明卿、王聪、张鹏、沙彦红、白志刚、吕亭强、赵维伟、曲英雪、郭德东、李享泰、韩宝广、李恩海、郑磊、李淼、杜喜阳、范成建、张明、周澍、田俊涛、金大鹏、胡斐、俞碧君、刘威、胡骏。

本文件为首次发布。

智能商用车线控底盘（接口）技术规范

1 范围

本文件规定了智能商用车线控底盘软件架构、控制需求描述以及技术要求等。

本文件适用于商用车智驾控制系统与线控底盘，包含商用车线控底盘相关系统电控单元的控制需求接口要求及技术要求。

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 4970-2009 汽车平顺性试验方法
GB 7258-2017 机动车运行安全技术条件
GB/T 12539-2018 汽车爬陡坡试验方法
GB/T 12544-2012 汽车最高车速试验方法
GB 17675-2021 汽车转向系基本要求
GB 17691-2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法
GB 30510-2018 重型商用车辆燃料消耗量限值
GB 34660-2017 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法
GB/T 35360-2017 汽车转向系统术语和定义
QC/T 480-1999 汽车操纵稳定性指标限值与评价方法

3 术语和定义

GB/T 5620-2002、GB/T 35360-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

制动减速度 braking deceleration

在所考核的时间内，通过制动系使速度减少的量。

3.2

转向系统 steering system

用来改变或保持汽车行驶方向的系统。

3.3

线控转向 steering-by-wire

接收外部控制器发出的转向控制需求，并执行电控转向指令驱动车轮转向。

3.4

线控制动 brake-by-wire

接收外部控制器发出的制动控制需求，并执行电控制动指令使车辆制动。

3.5

线控油门 throttle-by-wire

接收外部控制器发出的加速控制需求，并执行电控油门指令使车辆前进。

3.6

线控换挡 shift-by-wire

接收外部控制器发出的换挡控制需求，并执行换挡指令进行 D/R/N 挡位切换。

3.7 响应精度 response accuracy

稳态响应值与目标值百分比。

3.8

响应时间 response time

第一次响应到目标值 95%所用时间。

3.9

超调量 overshoot

最大响应值与目标值百分比。

3.10

控制需求分辨率 control signal resolution

控制量最小增量。

3.11

驾驶员 driver

真实驾驶员或远程操控人员。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

表1 缩略语说明

缩写	说明
EMS	发动机管理系统 (Engine Management System)
AMT/AT	机械式自动变速器/自动变速箱 (Automated Mechanical Transmission / Auto Transmission)
EBS	电控制动系统 (Electronically Controlled Brake System)
ABS	防抱死制动系统 (Antilock Brake System)
ASR	驱动防滑系统 (Acceleration Slip Regulation)
EPB	电子驻车制动系统 (Electrical Park Brake)
EPS	电子助力转向系统 (Electric Power Steering)
ESC	电子稳定控制系统 (Electronic Stability Controller)
ADS	智驾控制系统 (Automated Driving System)
ACS	纵向控制行车请求 (Automatic Control Request)
ACR	纵向控制行车反馈 (Automatic Control Response)
BKS	纵向控制制动请求 (Break Request)
BKR	纵向控制制动反馈 (Break Response)
STS	横向控制请求 (Steering Control Request)
STR	横向控制反馈 (Steering Control Response)
BCS	车身控制请求 (Body Control Request)
BCR	车身控制反馈 (Body Control Response)
XBR	外部制动请求 (External Brake Request)
VDC	车辆动态控制 (Vehicle Dynamic Control)
YC	偏航控制 (Yaw Control)
ROP	防侧翻保护 (Rollover Protection)

5 总体要求

如图1和2所示，智能商用车的自动驾驶功能架构可大致分为智驾控制系统、线控底盘和执行器三部分，其功能分别为：

- 智驾控制系统：智驾控制系统接收传感器的感知控制需求，经过传感器融合和决策，将控制指令发送给线控底盘，控制指令需满足本文件所规定的规范要求；
- 线控底盘：线控底盘确保在非智能模式下，车辆可以根据驾驶员的操作实现车辆的运动要求。在智能模式下，车辆可以根据横向控制、纵向控制等接口的指令实现车辆的运动需求并满足本文件规定的技术要求；
- 执行器：执行器包括发动机控制器（EMS）、电控制动系统（EBS）、电动助力转向系统（EPS）等其他车辆相关控制器系统。执行器在非智能模式下，根据驾驶员的操作实现车辆的运动要求。在智能模式下，接收线控底盘内部接口指令，实现车辆运动，线控底盘和执行器反馈车辆状态。

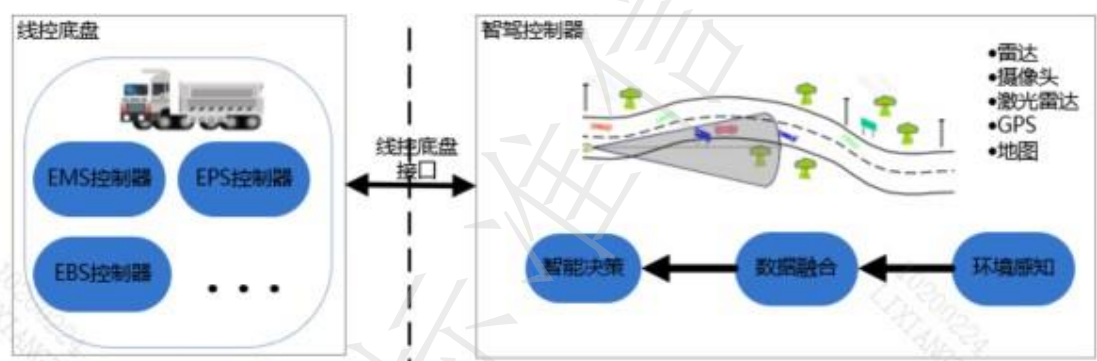


图1 线控底盘接口框架示意图

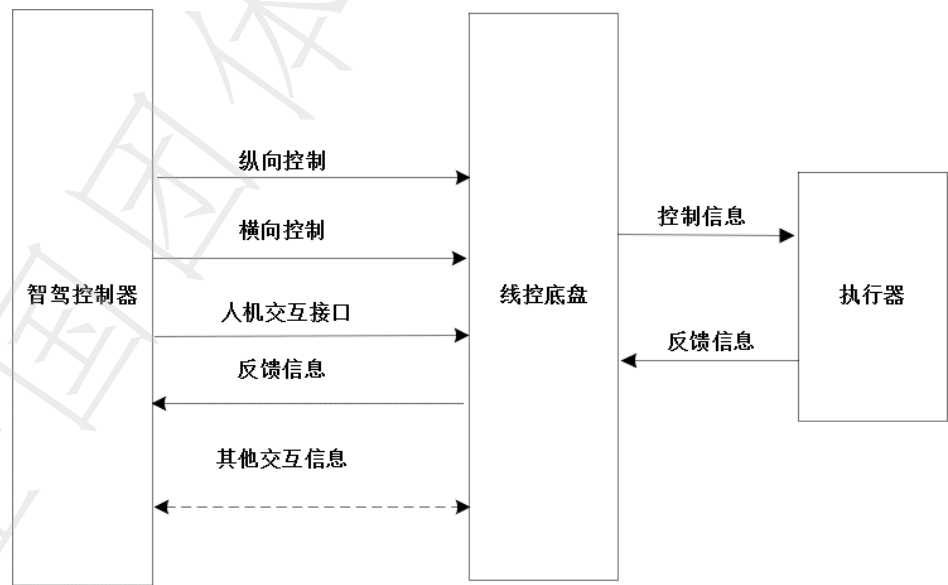


图2 功能架构

智驾控制系统对线控车辆的控制包括纵向控制和横向控制，如图3所示，其中纵向控制包含驱动控制和制动控制，横向控制包含对方向盘转角及角速度等控制需求的控制。

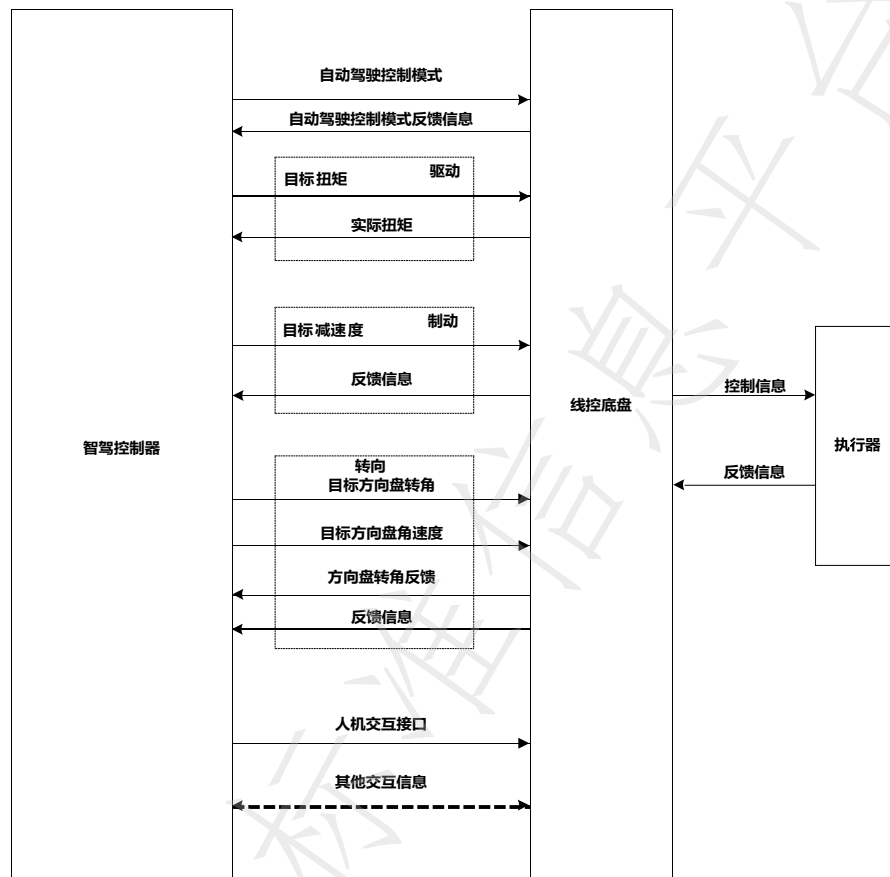


图3 智驾控制系统对线控车辆的控制框架示意图

为保证车辆在安全生命周期内稳定、可靠的工作，需满足如下要求：

- a) 装备线控底盘的智能商用车需满足传统商用车的基本要求。其安全性需满足 GB 7258-2017 关于机动车安全运行的要求，满足 GB 34660-2017 关于电磁兼容性的要求；其动力性应满足 GB/T 12539-2018 关于汽车爬陡坡的要求，满足 GB/T 12544-2012 关于汽车最高车速的要求；其经济性应满足 GB 30510-2018 关于燃料消耗量的要求；其平顺性应满足 GB/T 4970-2009 关于汽车平顺性的要求；其操控性应满足 GB 17675-2021 关于汽车转向系的要求，满足 QC/T 480-1999 关于操纵稳定性的要求；并满足 GB 17691-2018 关于污染物排放的要求；
- b) 线控底盘需满足本文件第 6 部分所规定的技术要求；
- c) 线控底盘与智驾控制系统之间的接口需满足本文件第 7 部分所规定的控制需求描述。在智能模式下，线控底盘接收智驾控制系统发出的指令，并能在相应时间内准确响应相应指令。同时，线控底盘应对智驾控制系统的控制指令进行安全校验，并保证车辆在未通过安全校验时不响应智驾控制系统的控制请求。

6 技术要求

6.1 线控驱动性能要求

6.1.1 发动机和自动变速箱应开放本文件中控制需求接口作为受控接口，发动机和自动变速箱按照要求进入自动模式，发动机和自动变速箱控制器一旦进入自动模式后，即开始响应本文件中命令。

6.1.2 线控油门具体性能要求见表 2。

表2 线控油门性能要求

项目	数值
响应精度	≤2%
响应时间	≤500ms
超调量	≤15%
稳态延迟	≤500ms
满载 100%油门下可达到的加速度(平地)	≥ 0.1m/s ²
扭矩控制需求精度	30Nm
可以响应的最小控制指令值	6% (维持怠速)
稳态偏差	≤15%

- 6.1.3 车辆处于自动驾驶模式时在 100%的线控油门开度下可达到的车速，应与人工驾驶模式时在100%的油门开度下可达到的车速相同。
- 6.1.4 发动机控制器在接收外部控制需求时应通过通讯校验检查，确保通讯正常。
- 6.1.5 发动机出现有损发动机功能的非机械性故障时，应给出故障提示。
- 6.1.6 自动变速箱的响应时间应小于 800ms。
- 6.1.7 自动变速箱应反馈：驾驶方向/挡位、挡位速比等状态。
- 6.1.8 驱动系统（发动机、自动变速箱）无法响应请求时，应向驾驶员和智驾控制系统提示何种原因。

6.2 线控制动性能要求

- 6.2.1 EBS 应开放减速度命令接口作为受控接口，EBS 按照要求进入自动模式，EBS 一旦进入自动模式后，即开始响应减速度命令。
- 6.2.2 EBS 控制器在接收外部控制需求时应通过通讯校验检查，确保通讯正常。
- 6.2.3 具体性能要求见表 3。

表3 线控制动性能要求

项目	数值
响应精度	≤2%
空载响应时间	≤700ms
满载响应时间	≤700ms
超调量	≤15%
稳态延迟	≤1000ms
减速度控制需求精度	0.1m/s ²
空载最大制动减速度	6m/s ²
满载最大制动减速度	6m/s ²
紧急制动下制动响应时间	≤500ms
稳态偏差	≤15%

- 6.2.4 应反馈：刹车踏板百分比、横摆角速度/横向加速度/纵向加速度、ABS/ESC 状态、挂车ABS 状态和控制模式等状态。
- 6.2.5 制动系统出现有损制动功能的非机械性故障时，应提示何种原因。
- 6.2.6 缓速器控制器应开放扭矩命令接口作为受控接口，缓速器控制器按照要求进入自动 模式，缓速器控制器一旦进入自动模式后，即开始响应扭矩命令。
- 6.2.7 缓速器控制器可执行的最大扭矩需要达到 100%。
- 6.2.8 缓速器控制器在接收外部控制需求时应通过通讯校验检查，确保通讯正常。

- 6.2.9 EPB 应开放受控接口接收外部控制指令（施加驻车、释放驻车）。
- 6.2.10 EPB 在接收外部控制需求时应通过通讯校验检查，确保通讯正常。
- 6.2.11 驾驶员操作 EPB 功能开关时，EPB 应优先响应驾驶员指令。

6.3 线控转向性能要求

- 6.3.1 工作时的抖动不易过大；方向盘工作时速度合理，平稳；人工接管后转向助力规律应随车速感应，在工作车速范围内转向扭矩不应超过 10Nm。
- 6.3.2 对于 L3 及以上级别的智能车，应在全速范围内支持自动转向，自动转向进入条件不应对应车速进行限制；对于 L3 以下级别的智能车，应在可标定的车速范围内支持自动转向，当车速条件不满足要求时，应退出自动转向模式并给出提示。
- 6.3.3 转向系统应以扭矩逐渐介入的方式从手动进入自动转向，避免方向盘扭矩突变。转向系统应以扭矩逐渐退出方式从自动进入手动转向，避免方向盘扭矩突变。
- 6.3.4 转向系统在自动驾驶模式下应支持驾驶员手力接管，当驾驶员扭矩持续大于 6Nm 持续时间 300ms 时，转向系统应退出自动转向进入人工转向模式。驾驶员接管扭矩大小和持续时间标定确定。
- 6.3.5 转向系统在接收外部控制需求时应通过通讯校验检查，确保通讯正常。
- 6.3.6 具体性能要求见表 4。

表4 线控转向性能要求

项目	数值
响应精度	$\leq 2\%$
惯性延迟	$\leq 100\text{ms}$
超调量	$\leq 15\%$
转角控制需求精度	0.1°
可以响应的最小控制指令值	$\pm 1^\circ$
可以响应的转向角度范围	$-720^\circ \sim 720^\circ$
稳态延迟	$\leq 500\text{ms}$
执行延迟	$\leq 100\text{ms}$
超调时间	$\leq 200\text{ms}$
平均转向速度（目标角度/转向时间）	$\geq 320\text{deg/s}$
正弦响应延迟	$(0.5\text{Hz}, 10^\circ) \leq 500\text{ms}$

- 6.3.7 应反馈：方向盘转角、扭矩、转角速度、最大可转角度/转向扭矩、故障信息、手力接管/脱手检测状态和控制模式控制需求。
- 6.3.8 转向系统在自动驾驶模式下出现非机械性故障时，转向角不应发生突变。
- 6.3.9 转向系统出现有损转向功能的非机械性故障时，应给出故障提示。

6.4 线控车身系统性能要求

- 6.4.1 雨刮和各灯光的控制响应时间小于 1000ms。
- 6.4.2 雨刮和各灯光的读取时间小于 1000ms。
- 6.4.3 应反馈：转向灯、刹车灯、远/近光灯状态。

6.5 其他性能要求

- 6.5.1 应反馈：底盘号、发动机号等信息，以及发动机扭矩、油门踏板百分比、发动机转速等信息。
- 6.5.2 温度 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 时，系统能够稳定可靠工作。
- 6.5.3 存储温度： $-40^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$ 。
- 6.5.4 电控系统在 8 小时连续工作时，仍能保持响应时间和控制精度。

7 控制需求描述

本文件仅定义线控底盘与智能驾驶功能的控制需求接口，不包括执行器系统内部间的通讯接口。

表5 控制需求描述表

类别	编号	控 制 时 间 要求（ms）	控制需求名称	控制需求描述	需求请求方	需求提供方	分辨率
ACS	1	≤200	自动驾驶控制模式	请求自动驾驶控制模式	ADS	线控底盘	—
ACS	2	≤50	目标车速		ADS	线控底盘	1/256km/h
ACS	3	≤50	目标扭矩	请求扭矩百分比	ADS	线控底盘	1%
ACS	4	≤100	目标档位	请求档位	ADS	线控底盘	—
ACS	5	≤50	校验需求		ADS	线控底盘	—
ACR	1	≤200	驾驶模式状态反馈	指示当前驾驶模式	线控底盘	ADS	—
ACR	2	≤200	车速反馈		线控底盘	ADS	1/256km/h
ACR	3	≤200	油门踏板反馈		线控底盘	ADS	0.40%
ACR	4	≤50	扭矩反馈	指示当前发动机扭矩百分比	线控底盘	ADS	0.125%
ACR	5	≤50	发动机转速		线控底盘	ADS	0.125rpm
ACR	6	≤100	当前档位	当前档位信息	线控底盘	ADS	—
ACR	7	≤100	速比	当前变速箱速比	线控底盘	ADS	
ACR	8	≤200	退出原因	自动模式转人工模式退出原因	线控底盘	ADS	—

表5 控制需求描述表（续）

类别	编号	控 制 时 间 要求（ms）	控制需求名称	控制需求描述	需求请求方	需求提供方	分辨率
BKS	1	≤50	制动减速度 请求值	外部给制动系统的 参数	ADS	线控底 盘	1/256 m/s ²
BKS	2	≤50	制动控制优先 级	制动优先级	ADS	线控底 盘	—
BKS	3	≤50	制动控制模式	制动控制模式	ADS	线控底 盘	—
BKS	4	≤50	缓速器制动 请求模式		ADS	线控底 盘	—
BKS	5	≤50	缓速器制动 请求扭矩		ADS	线控底 盘	—
BKS	6	≤100	缓速器制动 请求优先级		ADS	线控底 盘	—
BKS	7	≤200	EPB 控制命令	驻车制动器开/ 关控制需求	ADS	线控底盘	—
BKS	8	≤200	EPB 控制模 式	驻车制动控制模 式选择	ADS	线控底 盘	—
BKS	9	≤50	校验需求		ADS	线控底 盘	—
BKR	1	≤200	驱动防滑制动 控制激活	指 示 ASR 制动 控 制 是 否 处 于 活 动 状 态。	线控底盘	ADS	—
BKR	2	≤200	防抱死系统控 制激活	指示ABS是否 处 于 活 动 状 态。	线控底盘	ADS	—
BKR	3	≤200	电子制动系统 制动开关	指示踩下制动 踏板的开关。	线控底盘	ADS	—

表5 控制需求描述表（续）

类别	编号	控制时间要求（ms）	控制需求名称	控制需求描述	需求请求方	需求提供方	分辨率
BKR	4	≤200	制动踏板位置	制动踏板位置与最大踏板位置的比率	线控底盘	ADS	0.4%
BKR	5	≤200	防抱死系统全工况运行	指示防抱死系统是否完全运行或其功能是否因缺陷或预期操作而降低	线控底盘	ADS	—
BKR	6	≤200	电子制动系统红色警示状态		线控底盘	ADS	—
BKR	7	≤200	ABS / EBS 琥珀色警告状态		线控底盘	ADS	—
BKR	8	≤200	挂车 ABS 警告状态		线控底盘	ADS	—
BKR	9	≤200	XBR 系统状态	该参数指示允许哪种外部制动控制。	线控底盘	ADS	—
BKR	10	≤200	XBR 主动控制模式	该参数表示制动系统执行哪种XBR控制模式	线控底盘	ADS	—
BKR	11	≤200	VDC 完全运行状态	指示VDC是否完全运行的状态	线控底盘	ADS	—
BKR	12	≤200	ROP 发动机控制激活状态	指示ROP是否已激活发动机控制	线控底盘	ADS	—
BKR	13	≤200	ROP 制动控制有效状态	指示防侧翻已激活制动控制	线控底盘	ADS	—
BKR	14	≤200	YC 发动机控制已激活控制状态	指示 YC 是否已激活发动机控制	线控底盘	ADS	—

表5 控制需求描述表（续）

类别	编号	控制时间要求 (ms)	控制需求名称	控制需求描述	需求请求方	需求提供方	分辨率
BKR	15	≤ 200	YC 制动控制有效状态	指示偏航控制 (YC) 是否激活制动控制	线控底盘	ADS	—
BKR	16	≤ 200	偏航率	指示绕垂直轴 (即 z 轴) 的旋转速率。	线控底盘	ADS	1/8192 rad/s
BKR	17	≤ 100	横向加速度	表示车辆的横向加速度 (车辆加速度矢量沿 Y 轴的分量)。	线控底盘	ADS	1/2048 m/s ²
BKR	18	≤ 100	纵向加速度	表示车辆的纵向加速度。	线控底盘	ADS	0.1 m/s ²
BKR	19	≤ 200	EPB 工作模式	该控制需求指示 EPB 系统的操作模式。	线控底盘	ADS	—
BKR	20	≤ 200	EPB 控制反馈		线控底盘	ADS	—
BKR	21	≤ 200	缓速器制动开关状态		线控底盘	ADS	—
BKR	22	≤ 100	缓速器制动实际响应扭矩		线控底盘	ADS	—
STS	1	≤ 50	目标方向盘转角	目标方向盘转角	ADS	线控底盘	0.1°
STS	2	≤ 50	自动转向使能	控制转向系统模式指令	ADS	线控底盘	—
STS	3	≤ 50	转向叠加扭矩控制需求		ADS	线控底盘	0.00098Nm
STS	4	≤ 50	方向盘目标角速度		ADS	线控底盘	0.1° / s
STS	5*	≤ 50	角度控制电机扭矩输出权重请求	通过调整该值可以改变在角度控制时电机扭矩输出的大小。	ADS	线控底盘	1%

表5 控制需求描述表（续）

类别	编号	控制时间要求 (ms)	控制需求名称	控制需求描述	需求请求方	需求提供方	分辨率
STS	6*	≤50	角度控制扭杆扭矩限值	该扭矩值为最终叠加在扭杆上的扭矩限值	ADS	线控底盘	0.05Nm
STS	9	≤50	校验需求		ADS	线控底盘	—
STR	1	≤50	方向盘转向角度		线控底盘	ADS	0.1°
STR	2	≤50	电机助力扭矩		线控底盘	ADS	0.00098Nm
STR	3	≤50	方向盘反馈角速度		线控底盘	ADS	0.1°/s
STR	4	≤50	转向盘扭矩控制需求		线控底盘	ADS	0.00098Nm
STR	5	≤50	EPS 控制器状态		线控底盘	ADS	—
STR	6	≤50	转向助力扭矩降低百分比	当系统出现故障时，电机将降额运行。	线控底盘	ADS	1%
STR	7	≤50	撒手检测		线控底盘	ADS	—
BCS	1	≤200	雨刮	控制雨刮模式指令	ADS	线控底盘	—
BCS	2	≤200	后刹车灯	后刹车灯开关指令	ADS	线控底盘	—
BCS	3	≤200	左转向灯	左转向灯开关指令	ADS	线控底盘	—
BCS	4	≤200	右转向灯	右转向灯开关指令	ADS	线控底盘	—
BCS	5	≤200	近光灯	近光灯开关指令	ADS	线控底盘	—
BCS	6	≤200	远光灯	远光灯开关指令	ADS	线控底盘	—
BCS	7	≤200	喇叭	控制喇叭模式指令	ADS	线控底盘	—
BCR	1	≤200	雨刮开关状态	指示雨刮当前状态	线控底盘	ADS	—
BCR	2	≤200	左转向灯状态	指示左转向灯当前状态	线控底盘	ADS	—

表5 控制需求描述表（续）

类别	编号	控 制 时 间 要求（ms）	控制需求名称	控制需求描述	需求请求方	需求提供方	分辨率
BCR	3	≤200	右转向灯状态	指示右转向灯状态	线控底盘	ADS	—
BCR	4	≤200	后刹车灯状态	指示后刹车灯状态	线控底盘	ADS	—
BCR	5	≤200	远光灯状态	指示远光灯状态	线控底盘	ADS	—
BCR	6	≤200	近光灯状态	指示近光灯状态	线控底盘	ADS	—
ADSS	1	≤200	智驾控制系统 状态	表示智驾控制系统当前状态	ADS	线控底盘	—