

# 团体标准

T/ITS XXXX-2020

## 港口无人驾驶集装箱车技术要求 第3部分：车辆功能和性能技术要求

Technical requirements for port driverless container vehicle

Part 3: Technical requirements for vehicle functions and performance

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2021年10月)

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

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

中国智能交通产业联盟 发布



---

## 目 次

前言.....	2
引言.....	3
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 功能和项目.....	4
5 一般要求.....	4
6 功能要求.....	5
7 环境适应性能要求.....	9
附录 A（资料性附录）车型参数表.....	11



## 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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件起草单位： 。

本文件主要起草人： 。

中国智能交通产业联盟

---

## 引 言

由于人工智能及相关技术应用在港口行业，智能网联汽车的引入实施为港口提高运输效率、降低成本，提高管理水平。

本文件规定了港口无人驾驶集装箱卡车的术语及定义，提出了港口自动驾驶功能及其性能技术要求，适用于智能网联港口无人驾驶集装箱卡车自动驾驶系统的开发过程。

中国智能交通产业联盟



---

# 港口无人驾驶集装箱卡车性能和测试方法

## 第3部分 车辆功能和性能技术要求

### 1 范围

本文件规定了港口无人驾驶集装箱卡车系统的功能要求和性能要求。

本文件适用于提出智能网联汽车道路测试申请的商用车辆。

### 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。

- GB/T 3730.1 汽车和挂车类型的术语和定义
- GB 4094 汽车操纵件、指示器及信号装置的标志
- GB/T 5620 道路车辆 汽车和挂车 制动名词术语及其定义
- GB/T 12549 汽车操纵稳定性术语及其定义
- GB/T 21437.2-2008 道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分：沿电源线的电瞬态传导
- GB/T 21437.3-2012 道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰 第3部分 除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态发射
- GB/T 28046.1-2011 道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定
- GB/T 28046.2-2011 道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷
- GB/T 28046.3-2011 道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷
- GB/T 38186-2019 商用车辆自动紧急制动系统（AEBS）性能要求及试验方法

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

智能网联汽车 Intelligent & Connected Vehicle(ICV)

---

搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与 X（人、车、路、云端等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现“安全、高效、节能”行驶，并最终可实现替代人来操作的新一代汽车。

### 3.2

#### 紧急转向辅助系统 Emergency steering assist system (ESAS)

在车辆行驶中，实时监测车辆前方行驶环境，在可能发生碰撞危险时辅助驾驶控制系统进行转向操作，使车辆按合理的转向轨迹行驶从而避免碰撞的系统。

### 3.3

#### 自动紧急制动 Automatic emergency breaking (AEB)

实时监测车辆前方行驶环境，并在可能发生碰撞危险时自动启动车辆制动系统使车辆减速，以避免碰撞或减轻碰撞后果。

### 3.4

#### 目标车辆 Vehicle Target (VT)

批量生产的商用车或特种车辆或替代上述车辆的柔性目标，柔性目标具备激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达和摄像头等传感器的感知属性。

### 3.5

#### 车道保持辅助 Lane keeping assist (LKA)

实时监测车辆状态，在其将要超出车道线或道路边缘时介入车辆横向运动控制，以辅助驾驶控制系统将车辆保持在原车道内行驶。

### 3.6

#### 移动目标 Moving target

在被试车辆行驶路线中央以恒定车速与被试车辆同向行驶的目标。

### 3.7

#### 静止目标 Stationary target

位于被试车辆行驶路线中央且处于被试车辆行驶方向正前方的目标。

### 3.8

#### 柔性目标 Soft target

在发生碰撞时受被试车辆危害最小同时对被试车辆损害也最小的目标。

### 3.9

#### 碰撞预警阶段 Collision warning phase



---

在紧急制动阶段前，向驾驶控制系统发出前方可能发生碰撞的预警的阶段。

### 3.10

#### 紧急转向阶段 Emergency steering phase

当ESAS系统检测到驾驶控制系统有转向动作时，ESAS向车辆转向系统发出指令要求驾驶控制系统进行转向的阶段。

### 3.11

#### 设计运行范围 operational design domain (ODD)

设计时确定的驾驶自动化系统的运行条件，包括但不限于：

- 道路；
- 环境；
- 交通；
- 速度；
- 时间。

### 3.12

#### 智能智能车管智能车管平台 Intelligent vehicle management platform

智能智能车管智能车管平台负责和港口生产管理系统对接并将调度指令传递给港口无人驾驶集装箱卡车实现智能化业务运营，并将港口无人驾驶集装箱卡车的实时工作状态及智能驾驶信息回传给港口生产管理系统进行动态检查，智能智能车管智能车管平台能自动判断港口无人驾驶集装箱卡车异常状态，根据异常状态的紧急程度进行不同程度的预警和干预。

### 3.13

#### 调度员 dispatcher

在港口车辆无驾驶员操作的条件下，通过激活驾驶自动化系统以实现车辆调度服务但不执行动态驾驶任务的用户。

### 3.14

#### 紧急制动阶段 Emergency braking phase

AEB向车辆行车制动系统发出指令，从被试车辆以至少 $4\text{ m/s}^2$ 的减速度减速开始的制动阶段。

### 3.15

#### 自检 Self-test

在系统启动以前通过半连续方式对系统失效进行检查的整体功能。

### 3.16

#### 预计碰撞时间 Time to collision (TTC)

被试车辆与目标之间的距离除以被试车辆与目标瞬间相对车速所得出的时间。

#### 4 功能

本文件根据港口内无人驾驶集卡车队的工作流程和生产作业环境，提出了无人驾驶集装箱卡车的功能，功能列表见图 1。

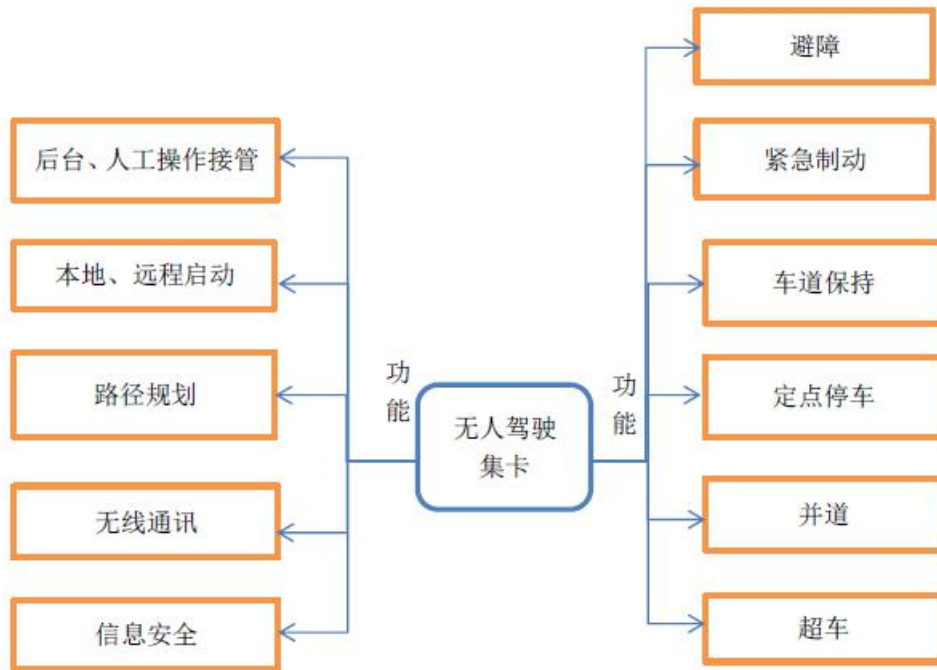


图 1 无人驾驶集装箱卡车的功能

#### 5 一般要求

##### 5.1 报警方式

系统检测到不安全车辆状态、车辆行驶障碍行为，应以视觉、听觉、触觉中至少2种方式向调度员和智能智能车管智能车管平台发出报警。同时存在2个或2个以上报警时，应保证调度员和智能智能车管智能车管平台能清晰区分不同的报警。

##### 5.2 数据存储

报警事件数据应进行本地数据存储和远程数据存储。本地数据存储时间应不低于48小时，远程数据存储时间应不低于60天。

##### 5.3 故障及失效检测及应对

---

在系统上电自检、运行过程中，应具备故障和失效检测功能。当系统检测到包括但不限于控制异常、自动驾驶软件异常、传感器链接异常、激光雷达感知异常、定位异常等故障或失效时，应以视觉、听觉等方式提醒调度员和智能智能车管智能车管平台，并进行远程上报。系统故障及失效提醒应与报警提示信息有明显的区分。系统故障及失效后将由外部应急人员用手持设备接管操作或将故障车移到维修检测区域检查维修。

## 5.4 启动

### 5.4.1 本地启动

车辆应以被认可的操控员进行本地启动车辆。

### 5.4.2 远程启动

车辆应以认可的调度员或智能智能车管智能车管平台进行远程启动车辆。

## 5.5 接收指令

在任意非锁定状态下，车辆应能就收智能车管智能车管平台相关指令，并能够按照智能车管平台相关指令行驶。

## 6 功能要求

### 6.1 避障

系统正常运行时应满足下列要求：

- a) 在无人驾驶集装箱卡车碰撞预警阶段之前，驾驶控制系统或智能智能车管智能车管平台操控方向，系统不应启动紧急转向阶段；
- b) 在无人驾驶集装箱卡车碰撞预警阶段之后，驾驶控制系统或智能智能车管智能车管平台操控方向，系统应启动紧急转向阶段；
- c) 在驾驶控制系统或智能智能车管智能车管平台不认为会与前方车辆发生碰撞的情况下，系统设计应尽量减少发出碰撞预警信号并且避免自动转向。

### 6.2 自动紧急制动

#### 6.2.1 基本性能

系统正常运行时应满足下列要求：

- a) 安装有自动紧急制动系统的无人驾驶集装箱卡车车辆应安装符合 GB/T 13594 要求的防抱死制动系统和 JT/T 1094 要求的电子稳定控制系统；
- b) AEBS 的效能不应受电磁场的不利影响，其电磁兼容性应符合 GB 34660 的要求；
- c) 在 AEBS 检测到可能与在前方同一车道以较低车速行驶、减速停车或静止的 M、N 或 O 类车辆或流动机械设备发生碰撞时，应发出碰撞预警信号。预警信号应符合 GB 4094 的规定；
- d) 在 AEBS 发生可能妨碍满足本文件要求的失效时，应发出失效报警信号。报警信号应符合 GB 4094 的规定；
- e) AEBS 自检时，不应出现明显的延迟；在发生可电子检测的失效时，报警灯点亮也不应出现明

显的延误；

- f) 对安装有 AEBS 手动功能解除装置的车辆，应在系统解除时发出系统解除报警。报警信号应符合GB 4094的规定；
- g) 碰撞预警应采用声学、触觉及光学信号中的至少两种预警。预警的时机既应使驾驶控制系统能够对碰撞危险做出反应、及时控制车辆，并要避免预警过早或过于频繁；
- h) 车辆制造商应在车辆使用说明书中对预警及报警信号指示方式及向驾驶控制系统报警的顺序进行说明；
- i) 如果采用光学信号作为碰撞预警信号之一，可采用GB 4094规定的闪烁的失效报警信号；
- j) 当点火（启动）开关处于“on”（运行）状态或点火（启动）开关处于“on”（运行）和“关闭”之间、制造商指定用作检查位置时，每个光学报警信号都应启动点亮。该要求不适用于在公用区显示的报警信号；
- k) 光学预警及报警信号即使在白天也应清晰可见，便于调度员查看信号状态是否符合要求；
- l) 当车辆具有在 AEBS 因暴风雨天气等原因而暂时无法工作时报警的光学指示信号，该信号应为常亮的黄色信号；
- m) 在 AEBS 碰撞预警阶段之前，系统不应启动紧急转向阶段；
- n) 在 AEBS 碰撞预警阶段之后，系统应启动紧急转向阶段；
- o) 在驾驶控制系统、调度员和智能智能车管智能车管平台不认为会与前方车辆发生碰撞的情况下，系统设计应尽量减少发出碰撞预警信号并且避免自动制动。

## 6.2.2 检测范围及精度

6.2.2.1 系统的最小探测区域如图 2 所示。

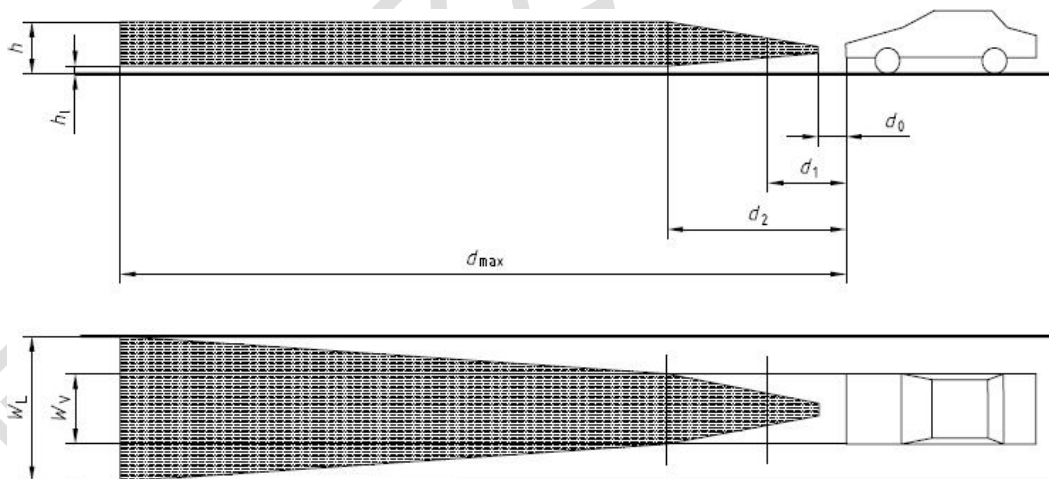


图2 系统探测区域示意图

6.2.2.2 系统的探测距离要求细则见表 1。

表1 探测距离要求

距离	公式	值含义
	车-车	

$d_{\max}$	$V_{\max} \times T_{\max} + V_{\max}^2 / 2a_{\min}$	最大可探测距离
$d_2$	$\leq 5\text{m}$ ;	检测插入车辆的最小距离(即穿过自车的预测轨迹线的可能影响自车正常行驶的车辆)
$d_1$	$T_{\min} \times V_{\min}$	系统有准确距离测量能力时的最小检测距离
$d_0$	$\leq 2\text{m}$	系统无准确距离测量能力时的最小检测距离
<p>注:</p> <p><math>V_{\max}</math>——系统运行时的自车最高速度, 单位是米每秒(m/s);</p> <p><math>V_{\min}</math>——系统运行时的自车最低速度, 单位是米每秒(m/s);</p> <p><math>T_{\max}</math>——警告后驾驶控制系统的最长制动反应时间, 单位是秒(s), <math>T_{\max} = 1.5\text{s}</math>;</p> <p><math>T_{\min}</math>——警告调度员和智能智能车管智能车管平台的最短制动反应时间, 单位为秒(s), <math>T_{\min} = 0.4\text{s}</math>;</p> <p><math>a_{\min}</math>——自车紧急制动的最小减速度, 单位是米每平方秒(<math>\text{m/s}^2</math>), <math>a_{\min} = 3.6\text{m/s}^2</math>。</p>		
<p><math>V_{\max}</math> 为实际系统的设计参数, 取决于车辆制造商, <math>T_{\max}</math>、<math>a_{\min}</math> 为设计参数。</p> <p><math>V_{\min}</math> 为实际系统的设计参数, 取决于车辆制造商, <math>T_{\min}</math> 为设计参数。</p>		

## 6.3 并道与超车

### 6.3.1 并道

本检测项目目的是测试自动驾驶系统换道行驶的能力。应进行相邻车道无车并道、相邻车道前方有车并道、相邻车道后方有车和前方车道减少等测试场景。

### 6.3.2 超车

检测项目的目的是测试自动驾驶系统的超车功能, 要求测试车辆应能够识别到前方低速行驶车辆并完成变道超车动作。超车过程应包含并入相邻车道、超越目标车辆和安全返回原车道三项动作。

## 6.4 车道保持

### 6.4.1 车道保持辅助系统的操作、状态转换和基本运行状况

车道保持辅助系统的操作、状态转换和基本运行状况见图3。车道保持辅助系统开启、关闭之间的转换可以通过调度员操作或智能智能车管智能车管平台自动执行:

- 如当车道保持辅助系统无任何故障, 点火(启动)开关接通后, LKA 系统激活开关激活, 系统会提示调度员或智能智能车管智能车管平台是否开启车道保持辅助系统, 调度员或智能智能车管智能车管平台可以通过主观意愿选择开启与否;
- 如当点火(启动)开关关闭或车道保持辅助系统有故障时, LKA 系统激活开关失效, 系统关闭。

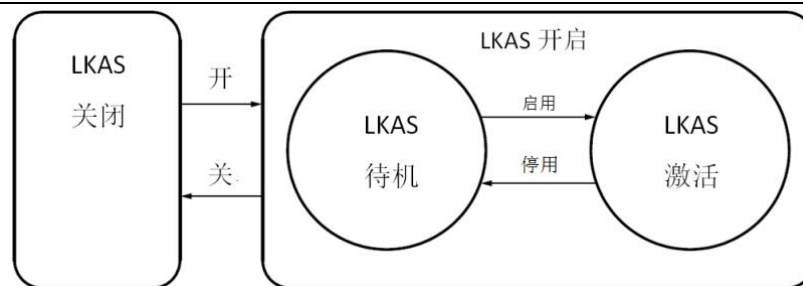


图 3 车道保持辅助系统状态和转换

#### 6.4.2 车速要求

车道保持辅助系统运行时的车速应在 35km/h(N 类)，或车辆所能达到的最大车速值，取其中的较小值。

#### 6.4.3 故障反应

车道保持辅助系统部件引起的故障应立即通知给调度员和智能智能车管智能车管平台，车道保持辅助系统同时转换成关闭状态。故障信息应保持有效，直到系统关闭。见表 2。

无论通过点火开关关闭/开启或车道保持辅助系统关闭/开启，车道保持辅助系统在自检、初始化完成之前，应禁止再激活。

表2 车道保持辅助系统执行车道保持时故障反应

序号	子系统故障	故障描述
1	执行器	车道保持辅助系统控制应停止。在车道保持辅助系统控制完全被停止前允许执行器完成当前的车道保持或平顺地淡出。
2	车道识别系统	车道保持不应突然结束，而应平顺地淡出。
3	LKAS控制器	车道保持辅助系统控制应被停止。

#### 6.5 定点停靠、起步

在联网通信正常情况下，当调度员或智能智能车管智能车管平台下发作业指令和规划好的行驶路径后，港口无人驾驶集装箱卡车需按获取到的路径行驶，具备自动寻迹功能，并满足如下性能要求

- 定位经纬度与真实经纬度之间误差小于 5 cm、航向误差 $\leq 0.3^\circ$ ；
- 一次,成功率 90%，二次定位 100%；
- 精准定位、停车、起步成功后应以视觉、听觉等方式提示。

#### 6.6 后台或人工操作接管

要求测试车辆能够感知车辆情况向调度员或智能智能车管智能车管平台发出接管请求，并把车辆的操控权限交还给调度员、智能智能车管智能车管平台或外部人工接管员。

应为调度员提供人机交互界面，与调度员进行信息交互。提供包括以听觉、视觉、触觉中至少两种方式给出预警信息,以及系统运行、停止、故障状态信息。显示信息应在阳光直射下和夜晚均能清晰显示状态。

## 6.7 路径规划

### 6.7.1 通信方式

车辆和智能车管平台需具备远程无线通信能力,车辆信息通过远程无线通信在车辆和智能车管平台之间传递。

### 6.7.2 基本性能要求

基本性能要求如下:

- a) 主车车速范围  $0 \sim 35 \text{ km/h}$ ;
- b) 通信距离  $\geq 150 \text{ m}$ ;
- c) 数据更新频率  $\leq 10 \text{ Hz}$ ;
- d) 系统延迟  $\leq 100 \text{ ms}$ ;
- e) 定位精度  $\leq 5 \text{ cm}$ 。

## 6.8 自适应行驶

在无人驾驶集装箱卡车在路径规划下自适应行驶时至少满足如下性能要求:

- a) 在路径规划下,行驶过程中与规划路线偏差  $\pm 20 \text{ cm}$ ;
- b) 在 T/十字型路口无人驾驶集装箱卡车与横向行驶集装箱卡车保持在  $0.5 \pm 0.1 \text{ m}$  安全距离;
- c) 岸桥、拆装扭锁站下跟车间距保持在  $3 \pm 0.5 \text{ m}$  安全距离;
- d) 堆场内轮胎吊跟车间距保持在  $14 \pm 1 \text{ m}$  安全距离;
- e) 堆场内堆高机跟车间距保持在  $18 \pm 1 \text{ m}$  安全距离;

## 7 环境适应性能要求

### 7.1 电气环境适应性能

#### 7.1.1 工作电压范围

系统的工作电源应为车辆直流电源,工作电压范围应满足表 3 的要求。

表 3 工作电压范围

单位为伏特

标称直流电源电压	最低工作电压	最高工作电压
12	9	16
24	18	32

#### 7.1.2 过电压性能

系统的过电压性能应符合 GB/T 28046.2-2011 中 4.3 的要求。

#### 7.1.3 反向电压性能

系统的反向电压性能应符合 GB/T 28046.2-2011 中 4.7 的第二种情况的要求。

## 7.2 气候环境适应性

系统应能适应的自然环境，如海洋性气候、盐雾、高湿度、雾天、雨天、大风等，工作温度范围为  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## 7.3 防护等级

车外传感器的防护等级应达到 IP67，车内传感器和控制器的防护等级应达到 IP54。

## 7.4 机械环境适应性

### 7.4.1 振动

系统耐机械振动性能应符合 GB/T 28046.3-2011 中 4.1 的要求。

### 7.4.2 冲击

系统耐机械冲击性能根据预警系统的安装位置应符合 GB/T 28046.3-2011 中 4.2 的要求。

## 7.5 电磁环境适应性

### 7.5.1 静电放电抗干扰度

采用 GB/T 19951 所规定要求，按照表 4 的测试等级，应不低于 IV 级。预警系统试验中及试验后不应出现电气故障，试验结果评定应符合 GB/T 19951 中 B 类要求。

表 4 静电放电等级测试表

放电类型	严酷等级/kV					最少放电次数 <sup>a</sup>
	自选等级	试验等级				
		I	II	III	IV	
接触放电	x <sup>b</sup>	±4	±6	±7	±8	3
空气放电	x <sup>b</sup>	±4	±8	±14	±15	

<sup>a</sup> 最小放电间隔时间为 5 s。  
<sup>b</sup> 制造商和供应商协议值。

### 7.5.2 沿电源线的电瞬态传导抗扰度

按照 GB/T 21437.2-2008 中第 4 章规定的方法对预警系统进行沿电源线的电瞬态传导抗扰度试验，试验脉冲按照 GB/T 21437.2-2008 中表 A.1 或表 A.2 中 III 级要求选择 1.2a, 3a, 3b。试验中、试验后预警系统所有功能应符合 GB/T 21437.2-2008 中表 A.4 或表 A.5 的要求。

### 7.5.3 耦合电瞬态发射抗扰度

采用容性耦合钳法和感性耦合钳法按照 GB/T 21437.3-2012 中第 3 章的规定对预警系统进行耦合电瞬态发射抗扰度试验，试验脉冲严酷程度应符合 GB/T 21437.3-2012 中表 B.1 或表 B.2 中 III 级的要求。试验中、试验后预警系统所有功能应处于 GB/T 28046.1-2011 定义的 A 级。



---

附录 A  
(资料性附录)  
车型参数表

A.1 车型参数表见表A.1。

表 A.1 车型参数表

车辆型式	8X4/8X8, 双向行驶, 两侧双转向
上装	平板带集装箱定位, 40`/20`/2X20`
整车外廓 (mm)	≤15000X2800
车身自重 (kg)	≤15000
满载质量 (kg)	≤80000
动力类型	纯电动, 永磁电机驱动
续航里程 (km)	≥120 (按需设定)
智能化	自动驾驶 L4
线控底盘	电液转向/EBS/EPB

T/ITS XXXX-XXXX

中国智能交通产业联盟  
标准

港口无人驾驶集装箱车技术要求 第3部分：车辆功能和性能技术要求

T/ITS XXXX-20XX

北京市海淀区西土城路8号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2021年X月第一版 2021年X月第一次印刷