

ICS 03.220.40;53.060

CCS R 46



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 880—2024

代替JT/T 880—2013

港口牵引车

Port tractor

2024-11-15 发布

2025-03-01 实施

中华人民共和国交通运输部 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	2
4 分类与基本参数	3
5 技术要求	5
6 试验方法	13
7 检验规则	17
8 标志、包装和运输	18
附录 A (规范性) 可靠性强化试验	21
附录 B (规范性) 自动驾驶系统自主泊车试验	24
附录 C (规范性) 自动驾驶系统精准对位停车试验	25

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 JT/T 880—2013《港口牵引车》，与 JT/T 880—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了全挂港口牵引车、半挂港口牵引车、鹅颈的术语和定义(见 3.2、3.3、3.6)；
- 删除了最大行驶速度的定义(见 2013 年版的 3.3)；
- 更改了最大牵引力、外廓最小转弯半径的术语和定义(见 3.4、3.5,2013 年版的 3.2 和 3.4)；
- 增加了牵引车分类(见 4.1)和牵引车结构图(见 4.2)；
- 更改了全挂牵引车基本参数(见 4.2,2013 年版的 4.1)；
- 增加了半挂牵引车基本参数(见 4.2)；
- 删除了工作环境条件的海拔高度要求(见 2013 年版的 4.2.2)；
- 删除了液压系统元件的技术要求(见 2013 年版的 4.7.5~4.7.8)；
- 更改了牵引车工作环境温度(见 5.1.1.1,2013 年版的 4.2.1)；
- 更改了柴油发动机排气污染物排放限值要求(见 5.1.2.9,2013 年版的 4.6.2.3)；
- 更改了金属结构主要受力构件的材料性能要求(见 5.1.3.2,2013 年版的 4.4.2)；
- 增加了涂装中对牵引车防腐的要求(见 5.1.6.1)；
- 增加了 LNG 发动机驱动要求和电力驱动要求(见 5.2.2 和 5.2.3)；
- 增加了车轮的技术要求和悬架系统要求(见 5.3.4 和 5.3.5)；
- 更改了操纵装置为转向系统(见 5.4,2013 年版的 4.6.10)；
- 增加了制动系统技术要求(见 5.5)；
- 更改了驾驶室仪表盘指示信息要求(见 5.6.5,2013 年版的 4.6.11.5)；
- 增加了牵引座、鹅颈和自动驾驶系统的相关技术要求(见 5.7.2、5.7.3 和 5.9)；
- 增加了 LNG 发动机驱动、电动驱动和自动驾驶系统试验方法(见 6.3.2、6.3.3 和 6.10)；
- 更改了检验规则(见表 3,2013 年版的表 3)；
- 增加了 LNG 牵引车、电动牵引车和燃料电池牵引车产品标志的内容要求(见 8.1.3~8.1.5)；
- 增加了 LNG 牵引车的运输要求(见 8.3.2、8.3.3)。

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。

本文件由全国港口标准化技术委员会(SAC/TC 530)提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部水运科学研究所、北京主线科技有限公司、辽宁港口集团有限公司、山东港口渤海湾港集团有限公司、海南港航控股有限公司、上海天玑科技有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、三一海洋重工有限公司。

本文件主要起草人：李海波、张天雷、李雯、张攀攀、庞博、王里、吴宇震、徐鲁强、王宇、张德文、王晓东、吴小勇、毛祥党、王超、黄志威、安利峰、毛正松、赵剑飞、周东才、邹云飞、张波、马琦。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

- 2013 年首次发布为 JT/T 880—2013。
- 本次为第一次修订。

港口牵引车

1 范围

本文件规定了港口牵引车的分类与基本参数,技术要求,试验方法,检验规则,以及标志、包装和运输等要求。

本文件适用于全挂港口牵引车和半挂港口牵引车的设计、生产、检验和使用。

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 699—2015 优质碳素结构钢
- GB/T 755 旋转电机 定额和性能
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1222—2016 弹簧钢
- GB/T 1591—2018 低合金高强度结构钢
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3323(所有部分) 焊缝无损检测 射线检测
- GB/T 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 4606—2006 道路车辆 半挂车牵引座 50号牵引销的基本尺寸和安装、互换性尺寸
- GB/T 4607—2006 道路车辆 半挂车牵引座 90号牵引销的基本尺寸和安装、互换性尺寸
- GB 4785 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定
- GB/T 4942—2021 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码) 分级
- GB/T 5053.1 道路车辆 牵引车与挂车之间电连接器 7芯 24V标准型(24N)
- GB/T 5053.2 道路车辆 牵引车与挂车之间电连接器 7芯 12V标准型(12N)
- GB/T 7593 机动工业车辆 驾驶员控制装置及其他显示装置用符号
- GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9286—2021 色漆和清漆 划格试验
- GB/T 10827.1 工业车辆 安全要求和验证 第1部分:自行式工业车辆(除无人驾驶车辆、伸缩臂式叉车和载运车)
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13880 道路车辆 牵引座互换性
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17676 天然气汽车和液化石油气汽车 标志

- GB 18384 电动汽车安全要求
- GB/T 18488.1 电动汽车用驱动电机系统 第1部分:技术条件
- GB/T 18488.2 电动汽车用驱动电机系统 第2部分:试验方法
- GB/T 18849 机动工业车辆 制动器性能和零件强度
- GB/T 19418—2003 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
- GB/T 20070 道路车辆 牵引车与半挂车之间机械连接互换性
- GB/T 20234(所有部分) 电动汽车传导充电用连接装置
- GB/T 20734—2006 液化天然气汽车专用装置安装要求
- GB 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国第三、四阶段)
- GB/T 21935 土方机械 操纵的舒适区域与可及范围
- GB/T 24549 燃料电池电动汽车 安全要求
- GB/T 25986 汽车用液化天然气加注装置
- GB/T 26779 燃料电池电动汽车加氢口
- GB/T 27544 工业车辆 电气要求
- GB/T 27693 工业车辆安全 噪声辐射的测量方法
- GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
- GB/T 31498 电动汽车碰撞后安全要求
- GB/T 31879 道路车辆 牵引座通用技术条件
- GB/T 34510 汽车用液化天然气气瓶
- GB/T 34657.2 电动汽车传导充电互操作性测试规范 第2部分:车辆
- GB/T 35544 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶
- GB/T 36288 燃料电池电动汽车 燃料电池堆安全要求
- GB/T 36883 液化天然气汽车技术条件
- GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 38661 电动汽车用电池管理系统技术条件
- GB/T 40559 平衡车用锂离子电池和电池组 安全要求
- HJ 1014 非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求
- JB/T 3300 平衡重式叉车 整机试验方法
- JB/T 4198.1 工程机械用柴油机 第1部分:技术条件
- JB/T 8816 工程机械 驱动桥技术条件
- JB/T 10559—2018 起重机械无损检测 钢焊缝超声检测
- JT/T 733 港口机械钢结构表面防腐涂层技术条件
- QC/T 691 车用天然气单燃料发动机技术条件
- QC/T 755 液化天然气汽车燃气系统技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

港口牵引车 port tractor

以内燃机或电动机为动力,用来牵引半挂车、全挂车或其他非机动车辆的港口专用工业车辆。

3.2

全挂港口牵引车 **trailer port tractor**

装备有挂钩等特殊装置用于牵引全挂车的港口牵引车。

3.3

半挂港口牵引车 **semi-trailer port tractor**

装备有牵引座或鹅颈等特殊装置用于牵引半挂车的港口牵引车。

3.4

最大牵引力 **maximum tractive force**

港口牵引车在试验条件下以最低挡最大行驶速度行驶时,加载的牵引载荷使牵引车车速平稳下降,直至停止过程中,所产生的最大水平拉力。

3.5

外廓最小转弯半径 **minimal curve radius**

方向盘转到极限位置,港口牵引车以最低稳定车速转向行驶时,车体外廓的转弯轨迹的半径。

3.6

鹅颈 **goose neck**

港口牵引车与挂车之间鹅颈形的连接装置。

4 分类与基本参数

4.1 分类

4.1.1 按牵引挂车形式分为:

- a) 全挂港口牵引车;
- b) 半挂港口牵引车。

4.1.2 按能源动力形式分为:

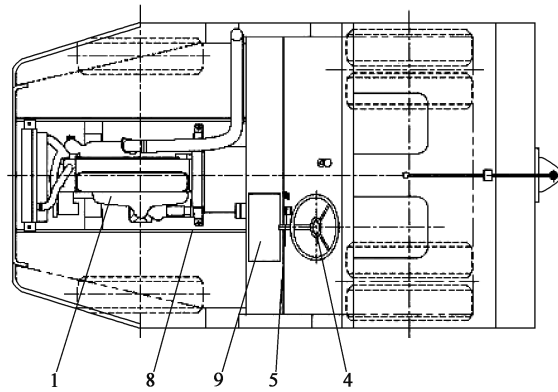
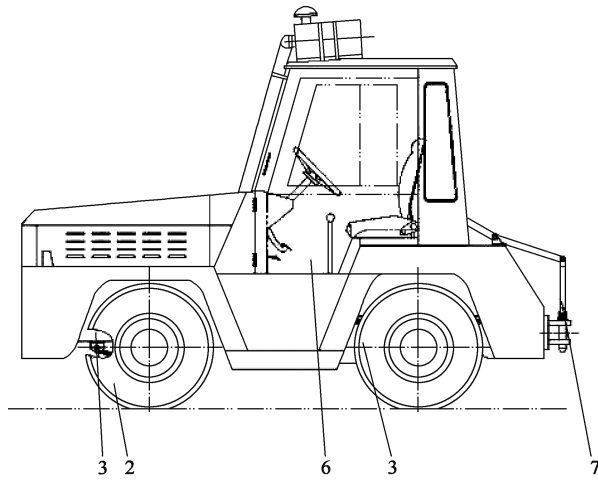
- a) 柴油发动机港口牵引车;
- b) 液化天然气(LNG)发动机港口牵引车;
- c) 动力蓄电池电动港口牵引车;
- d) 燃料电池电动港口牵引车。

4.1.3 按操作形式分为:

- a) 人工驾驶港口牵引车;
- b) 自动驾驶港口牵引车。

4.2 基本参数

全挂港口牵引车和半挂港口牵引车的结构示意图分别见图 1 和图 2,基本参数应符合表 1 的规定。



标引序号说明：

- | | | |
|----------|----------|----------------|
| 1——动力系统； | 4——转向系统； | 7——连接装置(挂钩装置)； |
| 2——传动系统； | 5——制动系统； | 8——车架； |
| 3——悬架系统； | 6——驾驶室； | 9——仪表盘。 |

图 1 全挂港口牵引车结构示意图

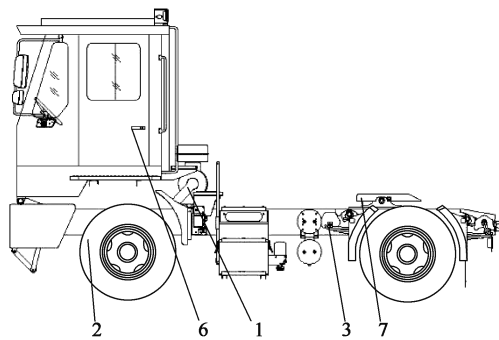
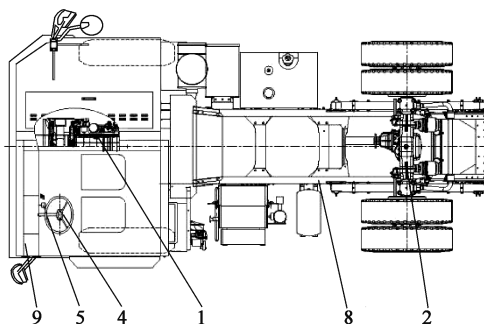


图 2 半挂港口牵引车结构示意图



标引序号说明：

- 1——动力系统； 4——转向系统； 7——连接装置(牵引座)；
 2——传动系统； 5——制动系统； 8——车架；
 3——悬架系统； 6——驾驶室； 9——仪表盘。

图2 半挂港口牵引车结构示意图(续)

表1 港口牵引车基本参数

项目	单位	基本参数					
		全挂港口牵引车					半挂港口牵引车
最大牵引力	kN	20	25	35	45	65	70
最小行驶速度	空载	km/h					
	满载	km/h					
最大行驶速度	km/h	40					
外廓最小转弯半径	mm	≤3 500	≤3 500	≤4 600	≤7 000	≤9 000	≤3 500
挂钩中心离地高度	mm	320	400	500	700	—	320
最小离地间隙	mm	≥150					
最大爬坡能力	%	≥9					

5 技术要求

5.1 整车要求

5.1.1 工作环境

5.1.1.1 工作环境温度为一20℃~+45℃,相对湿度不应大于95%,有盐雾。

5.1.1.2 工作时风速不大于20 m/s。

5.1.2 整车性能

5.1.2.1 港口牵引车(以下简称牵引车)的设计及制造应符合GB/T 10827.1的规定。

5.1.2.2 主要技术参数的允许偏差应符合下列规定：

- 最大牵引力不低于设计值的95%；
- 行驶速度的允许偏差为设计值的±10%；
- 最小转弯半径不大于设计值的105%；
- 轮距、轴距的允许偏差为设计值的±2%；

- e) 整机质量、轴荷的允许偏差为设计值的 $\pm 3\%$ ；
- f) 外形尺寸的允许偏差为设计值的 $\pm 2\%$ 。
- 5.1.2.3 牵引车在设计上宜考虑转运时所需的起吊点或叉运位置。
- 5.1.2.4 牵引车在空载和带载运行时应平稳,不应产生爬行、振颤、冲击等异常现象。
- 5.1.2.5 牵引车不应有漏水、漏油、漏气现象。
- 5.1.2.6 牵引车主要零部件符合但不限于下列规定:
 - a) 各零部件不应出现漏装、错装现象,紧固件应连接可靠;
 - b) 各零部件应便于维修和保养。
- 5.1.2.7 牵引车作业时驾驶室内驾驶员耳旁的噪声值应按声压级计,在试验条件及车窗关闭的情况下其值不应超过 88 dB(A)。内燃机驱动的牵引车外辐射噪声值应按声功率级计,其值不应超过车外辐射噪声最大值 N , N 值按公式(1)计算。

$$N = 85 + 11 \times \lg P \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

N ——车外辐射噪声最大值,单位为分贝 [dB(A)];

P ——发动机功率,单位为千瓦(kW)。

- 5.1.2.8 牵引车的 120 h 可靠性强化试验平均无故障时间应大于 100 h。试验中不应出现致命故障。
- 5.1.2.9 柴油发动机的排气污染物排放限值应符合 GB 20891 和 HJ 1014 的规定。

5.1.3 材料性能

- 5.1.3.1 主要零件的材料应有材料生产厂的出厂合格证明书,否则应取样试验,其化学成分、机械性能应符合标准。采用本标准规定之外的材料,应有可靠的理论或试验依据,并有牵引车制造商技术部门的签证。
- 5.1.3.2 金属结构的主要受力构件的材料性能不宜低于 GB/T 1591—2018 中的 Q355B 钢。
- 5.1.3.3 传动轴的材料性能不应低于 GB/T 699—2015 中的 45 钢。
- 5.1.3.4 销轴的材料性能不应低于 GB/T 699—2015 中的 35 钢。
- 5.1.3.5 钢板弹簧材料性能不应低于 GB/T 1222—2016 中的 55SiMnVB 钢。其热处理后的硬度应为 HB363 ~ HB444,允许个别软点,卷耳部分的硬度允许降至 HB269。
- 5.1.3.6 牵引销的材料性能不应低于 GB/T 699—2015 中的 45 钢。

5.1.4 焊缝质量

- 5.1.4.1 焊缝坡口应符合 GB/T 985.1 和 GB/T 985.2 的规定。
- 5.1.4.2 主要受力结构件对接焊缝应进行无损探伤,射线探伤时质量等级应符合 GB/T 3323 的规定;超声波探伤时质量等级不应低于 JB/T 10559—2018 中的 1 级要求。
- 5.1.4.3 主要受力结构件焊缝的表面缺陷质量等级不应低于 GB/T 19418—2003 中规定的 B 级,次要受力结构件焊缝的表面缺陷质量等级不应低于 GB/T 19418—2003 中规定的 C 级。

5.1.5 润滑

- 5.1.5.1 各润滑油路应畅通。油杯安装位置应便于加注润滑油脂及油杯的维修更换。
- 5.1.5.2 应将附有注油点的标志装设在车身的适当位置。

5.1.6 涂装

- 5.1.6.1 牵引车钢结构应进行防腐蚀耐久性设计,应符合 JT/T 733 的相关规定。
- 5.1.6.2 主要结构件的钢板应进行预处理,其他钢材在涂装前应进行除锈处理。用手工除锈的,除锈

质量等级应达到 GB/T 8923.1—2011 规定的 St3 级;用化学处理和抛(喷)丸或其他磨料方式除锈的,应达到 Sa2½级。

5.1.6.3 牵引车外露表面应光洁、美观。油漆应均匀,不应有裂纹、起皮、堆积及起泡等缺陷,漆层总厚度不应低于 100 μm,涂层的切割试验结果不应低于 GB/T 9286—2021 中规定的 2 级。

5.2 动力系统

5.2.1 柴油发动机驱动

5.2.1.1 柴油发动机

5.2.1.1.1 柴油发动机应符合 JB/T 4198.1 的规定。

5.2.1.1.2 柴油发动机应有良好的起动、停机性能;发动机润滑系统、燃料供给系统、冷却系统、进气系统、排气系统、曲柄连杆机构、配气机构应工作有效、可靠。

5.2.1.2 燃油供给系统

5.2.1.2.1 燃油箱及燃油管路应坚固并固定牢靠,不应有漏油现象。

5.2.1.2.2 燃油箱的内表面应能耐油、防腐。燃油箱应进行密封试验。

5.2.1.2.3 在牵引车正常运输货物工况下,燃油箱容量应保证牵引车 12 h 工作需要。

5.2.1.2.4 应设置燃油箱保护装置,用单独的封罩或挡板将燃油箱和加油装置与电气系统、废气排放系统隔离。

5.2.1.2.5 燃料箱的加注口和通气口应保证在机动车晃动时不泄漏。

5.2.1.2.6 燃料箱的加注口和通气口不应对着排气管的开口方向,且应距排气管的出气口端 300 mm 以上。

5.2.2 LNG 发动机驱动

5.2.2.1 LNG 发动机

5.2.2.1.1 车用 LNG 单燃料发动机应符合 QC/T 691 的规定。

5.2.2.1.2 LNG 发动机应具有但不限于以下安全保护及报警功能:

- a) 超速度警报(始终起作用);
- b) 超增压保护(始终起作用,仅适用于增压发动机);
- c) 冷却液超温报警或保护(出厂设置为关闭);
- d) 进气歧管超温保护(出厂设置为关闭,仅适用于增压发动机)。

5.2.2.2 燃气系统

5.2.2.2.1 燃气系统应由 LNG 储气部件、供气部件、加注部件和安全部件等组成。

5.2.2.2.2 燃气系统输出燃气的压力、温度应满足发动机使用要求。

5.2.2.2.3 燃气系统的技术条件应符合 GB/T 36883 和 QC/T 755 的规定,LNG 气瓶应符合 GB/T 34510 的规定,加注部件应符合 GB/T 25986 的规定。

5.2.2.2.4 燃气系统的安装按 GB/T 20734—2006 的规定执行,同时符合但不限于以下要求:

- a) 燃气系统任何部位的离地间隙不应成为 LNG 牵引车的最小离地间隙;
- b) 燃气系统的各种铭牌及仪表不应被车辆上的不可移动的零部件遮挡;
- c) 燃气系统安装应远离热源,必要时设置隔热装置,确保燃气系统部件工作温度符合 QC/T 755 中规定的适宜环境温度范围。

5.2.2.2.5 燃气系统在工作温度和压力条件下应具有良好的密封性。

5.2.2.2.6 当发生下列情况之一时,燃气系统应能自动切断 LNG 供给:

- a) 点火开关未打开;
- b) 发动机未运转;
- c) LNG 供气管路断裂、脱落等。

5.2.2.2.7 LNG 气瓶外壳和内胆材料应采用奥氏体不锈钢,与 LNG 接触的所有部件的材料,其物理和化学性质应与 LNG 相容。

5.2.2.2.8 LNG 气瓶布置应采取相应的防护措施,可利用牵引车本身的防护机构,也可加装防护栏、保险杠、隔板和防护罩等,以防止直接的机械碰撞或路面碎石的伤害。

5.2.2.2.9 在牵引车正常运输货物工况下,LNG 气瓶容量应至少保证牵引车 12 h 工作需要。

5.2.3 电力驱动

5.2.3.1 驱动电机

5.2.3.1.1 驱动电机系统应包括驱动电机、驱动电机控制器和辅助装置。

5.2.3.1.2 电动港口牵引车的驱动电机及驱动电机控制器在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温下保持 2 h 后应能正常启动。电动港口牵引车的驱动电机及驱动电机控制器应能在额定电压、持续转矩、持续功率、 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的工作环境下,持续工作 2 h。

5.2.3.1.3 电动牵引车整车安全性应符合 GB 18384 和 GB/T 31498 的规定。

5.2.3.1.4 在额定电压下,驱动电机系统的高效工作区(效率不低于 80%)占总工作区的百分比应不低于制造商和用户之间协商确定的值。

5.2.3.1.5 驱动电机应满足 GB/T 755 规定的运行环境条件。电机绕组的温升与轴承的温度限值、测量方法和修正值应符合 GB/T 755 的规定。

5.2.3.1.6 驱动电机应运转平稳、空转灵活,无定转子相擦现象或异常响声(如周期性的异响、轴承受损后的异响、微小异物卡滞在转动部位引起的异响等)。

5.2.3.1.7 驱动电机耐电压、超速、升温限值、耐振动等性能应符合 GB/T 18488.1 的规定。

5.2.3.1.8 驱动电机应满足 GB/T 4942—2021 和 GB/T 4208—2017 规定的 IP44 或更高等级的防护要求。

5.2.3.1.9 驱动电机控制器应具有满足整车要求的通信功能、故障诊断的功能。

5.2.3.1.10 驱动电机控制器应具有短路、过电流、过电压、欠电压和过热的保护功能。

5.2.3.2 动力蓄电池

5.2.3.2.1 动力蓄电池外观应干燥、整洁、无裂纹及明显变形。

5.2.3.2.2 动力蓄电池组本体上的中文警示说明应符合 GB/T 40559 的规定。

5.2.3.2.3 动力蓄电池管理系统应能监测电池单体电压、电池系统总电压、电流、温度、荷电状态、健康状态等参数,并能依据监测数据发出不同级别的警告信号。

5.2.3.2.4 动力蓄电池管理系统应满足 GB/T 38661 中对电池管理系统的基本功能要求。

5.2.3.2.5 动力蓄电池的安全要求应符合 GB 38031 的规定。

5.2.3.2.6 动力蓄电池不应采用铅酸电池。

5.2.3.2.7 具备外接充电功能的牵引车,根据充电方式不同,其充电接口应满足 GB/T 20234(所有部分)的相应要求。车辆充电互操作性应满足 GB/T 34657.2 的要求。

5.2.3.2.8 动力蓄电池管理系统宜具备热管理功能,能够在高温条件下主动散热、低温条件下主动加热或保温。

5.2.3.3 氢燃料电池

- 5.2.3.3.1 燃料电池电力驱动系统的额定输出功率不应低于制造商标示值,额定输出电压不应高于制造商标示值的电压范围。
- 5.2.3.3.2 燃料电池应符合 GB/T 36288 关于电池堆机械冲击、气密性、绝缘性能、接地保护的要求。
- 5.2.3.3.3 燃料电池驱动系统应能为牵引车正常行驶提供充足的电力。燃料电池燃料供给应保证牵引车 12 h 工作需要。
- 5.2.3.3.4 氢燃料供给系统应由储氢容器、压力调节装置、管路及安全附件等组成。
- 5.2.3.3.5 氢燃料供给系统的安全性能应符合 GB/T 24549 的要求。
- 5.2.3.3.6 氢燃料供给系统安装位置应避开热源以及电器、蓄电池等可能产生电弧的地方。
- 5.2.3.3.7 氢燃料供给系统内部应设置压力表、安全泄放装置及氢探测器,并将信号传递给氢气泄漏警告装置,警告装置应根据氢气泄漏浓度的大小发出不同级别的警告信号。
- 5.2.3.3.8 储氢容器、管路应设置隔热保护措施。
- 5.2.3.3.9 储氢容器应符合 GB/T 29729 和 GB/T 35544 的规定。
- 5.2.3.3.10 加氢口应符合 GB/T 26779 的要求。

5.3 传动及行驶系统

5.3.1 驱动桥

- 5.3.1.1 驱动桥应符合 JB/T 8816 的规定。
- 5.3.1.2 驱动桥壳、桥管不应有裂纹和变形,驱动桥工作应正常且无异响。
- 5.3.1.3 驱动桥各连接结合处应密封良好,无渗漏现象。
- 5.3.1.4 驱动桥桥壳上应设置通气孔并保持畅通。

5.3.2 变速箱、液力变矩器及离合器

- 5.3.2.1 换挡操纵杆应操纵灵活、无卡滞现象,在前进挡、后退挡和空挡等各位置应定位可靠准确,不准许出现脱挡、串挡现象。
- 5.3.2.2 变速箱的输入轴和输出轴应转动灵活,无卡滞现象。
- 5.3.2.3 变速箱各连接结合处应密封良好,无渗漏现象。
- 5.3.2.4 液力变矩器不应有过热现象,变矩系数应稳定。
- 5.3.2.5 离合器接合应平稳,分离应完全。

5.3.3 传动轴

- 5.3.3.1 传动轴的输入端和输出端的夹角应满足变速箱和驱动桥的传动性能要求。
- 5.3.3.2 传动轴在运转时不应发生振抖和异响。

5.3.4 车轮

- 5.3.4.1 同一轴上的轮胎规格和花纹应相同。
- 5.3.4.2 轮胎负荷不应大于该轮胎的额定负荷,轮胎充气压力应符合该轮胎承受负荷时规定的压力,充气压力允许偏差为 $\pm 3\%$ 。
- 5.3.4.3 实心轮胎应符合牵引车技术条件的规定,同一个桥上轮胎间的硬度差不超过邵氏硬度 5 度。
- 5.3.4.4 双式车轮的轮胎安装应便于轮胎充气,双式车轮的轮胎之间应无夹杂的异物。
- 5.3.4.5 轮辋不应有裂纹和变形,与轮胎结合面应符合密封性要求。

5.3.5 悬架系统

5.3.5.1 牵引车悬架系统宜选用钢板弹簧形式。

5.3.5.2 钢板弹簧不应有裂纹和断片现象,同一轴上的弹簧形式和规格应相同,其弹簧形式和规格应符合产品使用说明书的规定。中心螺栓和 U 形螺栓应紧固、无裂纹且不应拼焊。钢板弹簧卡箍不应拼焊或存在残损。

5.4 转向系统

5.4.1 牵引车宜采用转向助力装置,转向助力装置宜采用液压系统驱动。

5.4.2 转向液压系统应符合 GB/T 3766 的规定。转向液压系统应反应灵敏、控制准确、操作轻便、传动平稳,液压管路的布置应整齐、牢固、合理,便于维修。

5.4.3 每个液压回路都应有压力限制装置以防止超压,限制压力值不应超过最大工作压力的 110%。可调式安全阀应具有防止意外松动和未经许可而被调整的装置或警示标识。软管、硬管和接头应至少承受相应液压回路 3 倍的工作压力而不破裂,不应有渗漏现象。

5.4.4 方向盘(或转向手轮)应转动灵活,操纵方便,无卡滞现象,带助力的方向盘操作力不宜大于 35 N。应设置转向限位装置。转向系统在任何操作位置上,不应与其他部件有干涉现象。

5.4.5 当牵引车在平坦、硬实、干燥和清洁的道路上,以最大速度直线行驶时,其运行轨迹不应有明显的蛇形现象,其方向盘不应有摆振等异常现象。

5.4.6 方向盘从中间位置转到任一左右极限位置时,总圈数不应超过三圈。

5.5 制动系统

5.5.1 行车制动的控制装置与驻车制动的控制装置应相互独立。

5.5.2 制动系统的机构和装置应经久耐用,不会因振动或冲击而损坏。制动系统的各种杆件等不应与其他部件在相对位移中发生干涉、摩擦。

5.5.3 行车制动器的工作压力应满足正常使用要求,工作时动作灵敏可靠,无卡滞现象。制动装置应保证发动机(电动机)关闭后,能有连续五次以上的有效制动。

5.5.4 牵引车在无拖挂载荷和 20 km/h 速度的试验条件下,行驶制动距离不应大于 6 m,且不应有明显的跑偏现象。

5.5.5 驻车制动器应保证牵引车在大于或等于 15% 的坡道上不发生移动。

5.5.6 应设置能将驻车制动器释放的装置,以便牵引车在无动力情况下被牵引。

5.5.7 牵引车在运行过程中不应有自行制动现象,但属于设计和制造商为保证车辆安全运行的除外。当挂车与牵引车意外脱离后,牵引车的制动仍应有效。

5.5.8 半挂牵引车应能为半挂车提供制动的气源。

5.6 驾驶室

5.6.1 驾驶室应宽敞、视野良好,具有良好的密封、保温、通风和防雨性能,地板防滑,前窗应配置刮水器,后窗宜配置刮水器,门窗应开关方便、固定可靠。

5.6.2 驾驶室应坚固耐用,覆盖件无开裂。驾驶室在车架上的安装应牢固,不会因牵引车振动而引起松动。驾驶室通道应保证在不拆卸或手动翻转任何部件的情况下,人员能够顺利通过。

5.6.3 驾驶员的座椅与操纵机构的布置应符合 GB/T 21935 的规定,座椅应舒适可调。

5.6.4 驾驶室内应配有灭火器,并安放在驾驶员方便拿取的位置。

5.6.5 驾驶室两侧应安装具有足够视角的间接视野装置。

5.6.6 驾驶室座椅前方应设仪表盘,包括但不限于下列指示信息:

- a) 转速;
 - b) 运行小时;
 - c) 水温(或温度);
 - d) 车速;
 - e) 里程;
 - f) 计量表;
 - g) 气压;
 - h) 转向指示;
 - i) 其他应安装的相关安全装置指示信号。
- 5.6.7 驾驶室应有总电源开关和钥匙开关。
- 5.6.8 驾驶室所有操纵手柄、踏板、按钮应布置合理,灵活、可靠,操作方便,各操纵动作不应相互干扰。
- 5.6.9 人工驾驶操纵力和操纵行程应符合表2的规定。

表2 人工驾驶操纵力和操纵行程

机构名称	操纵力 (N)	行程 (mm)
离合器脚踏板	≤300	≤170
行车制动器踏板	≤450	≤180
驻车制动器手柄	≤250	≤200

5.7 连接装置

5.7.1 挂钩装置

- 5.7.1.1 全挂牵引车应至少配置一个后置挂钩装置,35 kN(含)以上牵引车应分别设置前、后挂钩装置。
- 5.7.1.2 半挂牵引车宜配置前、后置挂钩装置。
- 5.7.1.3 挂钩装置牵引销的安全系数不应低于3,并应装有防脱销安全装置。

5.7.2 牵引座

- 5.7.2.1 牵引座应符合 GB/T 31879 和 GB/T 13880 的规定,应能与 GB/T 4606—2006 规定的 50 号牵引销或 GB/T 4607—2006 规定的 90 号牵引销相匹配。
- 5.7.2.2 半挂牵引车和半挂车之间的机械连接互换性应符合 GB/T 20070 的规定。
- 5.7.2.3 半挂牵引车的牵引座宜采用可升降式牵引座。运输件杂货的半挂牵引座应采用可升降式牵引座。
- 5.7.2.4 牵引座应具有连锁保护的锁止机构,牵引车行驶时锁止机构应能防止牵引车、半挂车分离,停车状态时解锁装置可通过解锁使牵引车、半挂车分离。
- 5.7.2.5 操纵牵引座升降和解锁时应先使牵引车处于停车状态。

5.7.3 鹅颈

- 5.7.3.1 鹅颈应装有符合 GB/T 4606—2006 规定的 50 号牵引销或 GB/T 4607—2006 规定的 90 号牵引销,可与半挂牵引车的牵引座匹配连接。

5.7.3.2 半挂牵引车宜加装气动开锁机构,使驾驶员能在驾驶室内进行鹅颈的分离、连接操作。

5.8 电气系统

5.8.1 电气设备的安装应符合 GB/T 27544 的相关规定。

5.8.2 电气系统应具备安全可靠、稳定及良好的绝缘性能,并结合具体使用环境来选择耐振动、耐冲击及合适绝缘等级的元器件。

5.8.3 牵引车的所有电气元器件(包括线束)宜采取固定方式安装并采用适当防护手段,以避免因潮湿、振动或蓄电池电解液侵蚀引发的故障。

5.8.4 所有连接导线两端应有与电气原理图和配线表一致的明显编号牌,标明线号和线束号。所有导线应具有良好的绝缘特性,布线合理。线路不宜布置在排气管一侧,并具备防止线路高温破损的保护装置。

5.8.5 在绝缘等级限定温度下工作,漆包线的电气和机械性能不应降低,即使在规定的工作制下连续工作,材料也不应丧失绝缘性。

5.8.6 牵引车应设置倒车警示装置。

5.8.7 牵引车的前后照明和转向、制动、示廓信号装置的色度和光色应符合 GB 4785 的规定。牵引车配备的照明和信号装置至少应包括两个前照灯、两个前转向灯、两个后转向灯、两个示廓灯、两个制动灯,其防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP54。

5.8.8 指示灯和按钮的颜色应符合 GB/T 4025 的相关规定。

5.8.9 发动机起动电机的蓄电池组的绝缘电阻值应不小于 $50\ \Omega$ 与蓄电池组额定电压数值的乘积,其余电气设备的绝缘电阻值应不小于 $1\ \text{k}\Omega$ 与蓄电池组额定电压数值的乘积。

5.8.10 应在启动电机的蓄电池组与供电回路中安装开关,在牵引车不使用时将蓄电池组从供电回路中断开。

5.8.11 半挂牵引车与半挂车之间的电连接装置的形式、尺寸及安装应符合 GB/T 5053.1 或 GB/T 5053.2 的规定。

5.9 自动驾驶系统

5.9.1 总体要求

5.9.1.1 自动驾驶系统应能适应港口码头作业区域环境。

5.9.1.2 自动驾驶系统应具备自动紧急制动功能,在设计速度范围内能有效识别包括但不限于行人、机动车、港口流动机械等目标。

5.9.1.3 自动驾驶牵引车应能完全无人化运行。

5.9.1.4 自动驾驶牵引车应能与人工驾驶牵引车混行。

5.9.1.5 自动驾驶牵引车应能全天候、全天时工作。

5.9.2 功能

5.9.2.1 自动驾驶系统宜能够根据作业任务,自主生成路径规划。

5.9.2.2 自动驾驶系统应具备与其他自动驾驶系统以及远程信息系统进行无线通信的能力。

5.9.2.3 自动驾驶系统应能向远程信息系统上传,包括但不限于当前位置、当前速度、当前故障等实时信息。

5.9.2.4 自动驾驶系统应具备数据记录功能,包括记录本车状态数据和外部环境感知数据;所记录数据应能保存在牵引车本地并能够上传到远程信息系统;本地数据记录设备应具有加密和防篡改保护功能;本地历史数据存储时长不应少于 48 h。

5.9.2.5 自动驾驶系统应能接受远程控制,必要时远程控制人员可对自动驾驶牵引车进行远程故障排除或驾驶。

5.9.2.6 自动驾驶系统应具备自主倒车功能。

5.9.2.7 自动驾驶系统应具备自主泊车功能。

5.9.2.8 自动驾驶系统宜具备绕行障碍物和绕行停止车辆的功能。

5.9.2.9 自动驾驶系统应能自主与港口其他机械设备交互,完成货物装卸等作业任务。

5.9.3 性能

5.9.3.1 自动驾驶系统进行垂直车位或斜列车位的自主泊车时,从泊车开始到泊车完成的时间应不超过 90 s。

5.9.3.2 自动驾驶系统在集装箱装卸作业中进行对位停车操作时,从距离目标停车位置 6 m 处开始,达到纵向对位停车精度小于 ± 5 cm 的状态结束,所用时间不应超过 10 s。

5.9.4 运行

5.9.4.1 自动驾驶系统投入实际作业时,牵引车每 500 个工作循环的人工接管次数不应超过 1 次。

注:人工接管包括远程故障排除、远程人工驾驶和现场人工驾驶等。

5.9.4.2 自动驾驶系统投入实际作业时,牵引车一个工作循环的平均速度不宜低于 8 km/h。

5.9.4.3 当自动驾驶系统认为当前无法自主行驶或作业时,应能控制牵引车就地停车或就近停靠在安全位置,并向远程信息系统报告。

5.9.4.4 自动驾驶系统之间以及自动驾驶系统与远程信息系统的通信应采用港口无线专网,通信中的关键数据应进行加密传输。

5.10 安全保护

5.10.1 牵引车的各种安全保护和报警装置应准确、灵敏、可靠。

5.10.2 牵引车从“不满足启动”状态到“满足启动”状态应至少经过两次操作。应采用钥匙开关作为“发动机启停”装置,防止误操作及未经允许的人员开动牵引车。

5.10.3 牵引车应具有独立于电气系统的发动机紧急停止装置。

5.10.4 发动机自动或手动关闭后,应通过正常的电源接通程序才能重新启动。

5.10.5 牵引车应只有在变速箱处于空挡位置时,才能起动机。

5.10.6 牵引车应设置驻车制动未脱离制动位置前不应挂挡的保护装置。

5.10.7 牵引车应设置倒车报警装置。倒车时,报警装置应能发出清晰的报警音响信号和闪烁的灯光信号。

5.10.8 电动牵引车应具有能切断动力电路的功能。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 牵引车状态良好,处于正常工作状态。

6.1.2 试验前应按规定加足燃油、润滑油、液压油、冷却液。

6.1.3 在整个试验期间,牵引车应根据使用说明书进行规定项目的技术保养和维护,并做详细记录。不应额外进行调整、更换、保养和维修作业。

6.1.4 内燃机牵引车在性能试验前应充分预热,并应符合下列条件:

a) 发动机水温不低于 70 ℃;

- b) 发动机机油温度不低于 60 ℃；
- c) 液力变速器油温不低于 70 ℃。

6.1.5 试验环境应满足下列条件：

- a) 环境温度为 -20 ℃ ~ 45 ℃；
- b) 风速不超过 5 m/s；
- c) 相对湿度不大于 90%。

6.1.6 试验场地应为平整、清洁的混凝土或沥青地面，坡度不大于 ±0.5%。直线试验跑道长度不小于 200 m，宽度不小于 5 m，纵向坡度不大于 ±0.5%。

6.1.7 牵引车试验时驾驶员体重按 90 kg 计，不够时用配重补偿。

6.2 整车要求

6.2.1 整车性能

6.2.1.1 外观质量及性能检查

- 6.2.1.1.1 用目视方法检查整车的外观质量、零部件的完整性。
- 6.2.1.1.2 用目视方法检查牵引车在空载和带载运行时的颤振现象。
- 6.2.1.1.3 检查 LNG 发动机的排气污染物排放限值证明材料与铭牌的一致性。

6.2.1.2 测定牵引力和速度曲线

在牵引车和负荷车之间安装拉力传感器，负荷车挂钩中心离地高度应与牵引车挂钩中心离地高度一致，牵引车分别以各挡最大行驶速度行驶，车速稳定后，用负荷车加载，使牵引车速平稳下降，直至最小稳定车速，此时开始采样。在采样过程中，牵引车应以稳定车速行驶 20 s 或 20 m(取两者中的时间较长者)。用仪器记录整个试验过程，绘制出牵引力—行驶速度特性曲线。

6.2.1.3 测定最大牵引力

在牵引车和负荷车之间安装拉力传感器，负荷车挂钩中心离地高度应与牵引车挂钩中心离地高度一致，牵引车以最低挡最大行驶速度行驶，车速稳定后，用负荷车加载，使牵引车车速平稳下降，直至发动机熄火或驱动轮完全滑转或液力变矩器失速为止。用仪器记录最大牵引力。最大牵引力为发动机熄火前稳定运转状态下 3 s，或驱动轮完全滑转，或液力变矩器失速状态时测得的牵引力数值。

试验往返各进行三次，取平均值。

6.2.1.4 测定各挡位最大行驶速度

牵引车分别无拖挂和牵引额定载荷状态下运行，变速箱置于所测挡位，直线行驶，使用秒表测定以最大行驶速度通过 50 m 测量区段的时间。牵引车在进入测量区段前应达到最大行驶速度。试验往返各进行三次，取平均值。

最大行驶速度按公式(2)计算：

$$V_{\max} = \frac{3.6S}{t} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_{\max} ——最大行驶速度，单位为千米每小时(km/h)；
- S ——测量区段距离，单位为米(m)；
- t ——通过测量区段时间，单位为秒(s)。

6.2.1.5 测定外廓最小转弯半径

牵引车转向轮转到最大转角后,方向盘保持不动,以最低稳定车速分别向左、向右各转一圈,使用量具分别测量车体外廓的转弯轨迹的半径。

6.2.1.6 外部尺寸测定

6.2.1.6.1 牵引车停放在试验场地上,转向轮处于直线行驶位置。

6.2.1.6.2 水平和高度尺寸采用直接测量,宜采用激光测距仪测量。允许采用线坠、高度尺、水平尺、直角尺、辅助测量架等用具进行间接测量。

6.2.1.6.3 角度参数采用直接测量。允许通过测定各特征点的位置,用作图法或计算法求得。

6.2.1.6.4 测量项目包括:牵引车长、宽、高、轴距、前轮距、后轮距、最小离地间隙及牵引挂钩铅垂方向中心位离地高度。

6.2.1.7 质量参数测定

牵引车自重、轴荷、重心位置的测定采用地中衡等工具,按 JB/T 3300 的规定进行。

6.2.1.8 噪声测定

噪声的测定采用声级仪等工具,按 GB/T 27693 的规定进行。

6.2.1.9 可靠性强化试验

可靠性强化试验应按附录 A 规定的方法进行。

6.2.2 材料性能

查阅生产厂检验报告或合格证书,检查材料的牌号和性能等级。

6.2.3 焊缝质量

车架等主要受力结构件对接焊缝采用探伤仪等工具,按 GB/T 3323 或 JB/T 10559—2018 的规定进行无损探伤试验。

6.2.4 润滑

检查润滑油路外观质量及性能,并检查润滑标志是否完整、油路是否通畅。

6.2.5 涂装

用目视方法检查涂装外观质量,并按 GB/T 9286—2021 规定进行涂层的切割试验。

6.3 动力系统

6.3.1 柴油发动机驱动

6.3.1.1 目视检查柴油发动机的外观质量和功能。

6.3.1.2 查阅柴油发动机的排气污染物排放限值证明材料。

6.3.2 LNG 发动机驱动

6.3.2.1 目视检查 LNG 发动机的外观质量和功能。

6.3.2.2 目视检查 LNG 发动机燃气系统的安装位置及与周围零部件安全距离。

6.3.2.3 对 LNG 发动机燃气系统管路、部件进行泄漏检查。

6.3.2.4 检查燃气系统的自动切断 LNG 供给功能。

6.3.3 电动驱动

6.3.3.1 检查驱动电机的外观质量、功能和安装位置。

6.3.3.2 驱动电机一般性试验、升温试验、输入输出特性试验、安全性试验、环境适应性试验等按 GB/T 18488.2 有关规定进行。

6.3.3.3 检查驱动电机的保护功能。

6.4 传动及行驶系统

目视检查驱动桥、变速箱、传动轴、车轮、悬架系统等外观质量和功能。

6.5 转向系统

6.5.1 外观质量及性能检查

目视检查转向系统零部件的外观质量和功能。

6.5.2 方向盘原地转向力

牵引车处于停车状态,发动机怠速,转向轮处于直线行驶位置时,缓慢转动方向盘至极限位置,用转向参数测试仪测定方向盘操纵力,左、右两个方向各进行两次,分别取平均值。

6.6 制动系统

6.6.1 外观质量及性能检查

目视检查制动系统零部件的外观质量和功能。

6.6.2 制动性能测定

制动性能的测定应符合 GB/T 18849 的规定。

6.7 驾驶室

6.7.1 外观质量及性能检查

目视检查驾驶室零部件的外观质量。

6.7.2 操作装置

6.7.2.1 牵引车空载状态,采用测力器测定手柄空行程、有效行程和操纵力。

6.7.2.2 牵引车空载状态,采用量具和测力器等工具测定踏板空行程、有效行程和操纵力。加速踏板的测定,应在起动发动机状态下进行。

6.8 连接装置

目视检查挂钩装置、牵引座、鹅颈等连接装置的外观质量和功能。

6.9 电气系统

6.9.1 目视检查电气系统的外观质量。

6.9.2 牵引车的前后照明和转向、制动、示廓信号装置的色度和光色的测定应符 GB 4785 的规定。

6.9.3 采用电阻表等工具测试电气设备的绝缘电阻。

6.10 自动驾驶系统

6.10.1 外观质量及性能检查

目视检查自动驾驶系统的外观质量和功能。

6.10.2 自主泊车时间测定

自主泊车时间测定应按附录 B 规定的方法,采用计时器等工具进行。

6.10.3 精准对位停车时间测定

精准对位停车时间测定应按附录 C 规定的方法,采用计时器等工具进行。

6.11 安全保护

目视检查各个安全保护和报警装置的外观质量、功能和可靠性。

7 检验规则

7.1 型式检验

7.1.1 凡属下列情况之一者,均应进行型式检验:

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 产品停产达一年以上恢复生产时;
- 出厂检验结果与以前型式检验结果有较大差异时;
- 国家质量监督机构或使用单位提出进行型式检验要求时。

7.1.2 型式检验项目应符合表 3 的规定。

表 3 型式检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	检验分类	
				型式检验	出厂检验
1	外观质量及性能检查	5.1.2	6.2.1.1	+	+
2	牵引性能测定	4.2、5.1.2.2	6.2.1.2、6.2.1.3、6.2.1.4	+	+
3	外廓最小转弯半径测定	4.2、5.1.2.2	6.2.1.5	+	-
4	外部尺寸测定	4.2、5.1.2.2	6.2.1.6	+	-
5	质量参数测定	4.2、5.1.2.2	6.2.1.7	+	-
6	噪声测定	5.1.2.7	6.2.1.8	+	-
7	可靠性强化试验	5.1.2.8	6.2.1.9	+	-
8	材料性能	5.1.3	6.2.2	+	-
9	焊缝质量	5.1.4	6.2.3	+	-
10	润滑	5.1.5	6.2.4	+	-
11	涂装	5.1.6	6.2.5	+	+

表3 型式检验项目(续)

序号	检验项目	技术要求	试验方法	检验分类	
				型式检验	出厂检验
12	动力系统	5.2	6.3	+	-
13	传动及行驶系统	5.3	6.4	+	+
14	转向系统	5.4	6.5	+	+
15	制动系统	5.5	6.6	+	-
16	驾驶室	5.6	6.7	+	-
17	连接装置	5.7	6.8	+	-
18	电气系统	5.8	6.9	+	+
19	自动驾驶系统	5.9	6.10	+	-
20	安全保护	5.10	6.11	+	+

注：“+”表示进行该项检验项目；“-”表示不进行该项检验项目。

7.1.3 型式检验的产品应从同一批产品中抽取,数量不应少于1台。

7.1.4 牵引车型式检验应全部符合规定的要求。如有一项目不合格时,可重新抽取加倍数量的产品就该不合格项目进行复查;如仍有不合格时,则该批产品判为不合格;但对可靠性强化试验不合格时不应重新抽取,直接判为不合格。

7.2 出厂检验

7.2.1 牵引车的出厂检验应采用全数检验,检验合格后方可出厂,出厂产品应附有产品合格证明书。

7.2.2 出厂检验项目应符合表3的规定。

8 标志、包装和运输

8.1 标志

8.1.1 验收合格的牵引车应在醒目处设置符合 GB/T 13306 规定的产品标志、操纵标志及安全标志。

8.1.2 产品标志内容应至少包括:

- a) 型号和名称;
- b) 最大牵引力;
- c) 发动机(电动机)型号和额定功率;
- d) 自重;
- e) 制造厂名称;
- f) 主要技术参数;
- g) 出厂编号;
- h) 制造日期。

8.1.3 LNG 牵引车产品标志除 8.1.2 信息外,还应在车身醒目位置固定符合 GB/T 17676 规定的 LNG 标识标志。LNG 气瓶应设置符合 GB/T 34510 规定的永久性铭牌标识,内容应至少包括:

- a) 气瓶型号;
 - b) 气瓶编号;
 - c) 实际容积,单位为升(L);
 - d) 公称工作压力,单位为兆帕(MPa);
 - e) 最大充装量,单位为千克(kg);
 - f) 安全空间,单位为升(L)。
- 8.1.4 电动牵引车产品标志除 8.1.2 信息外,还应标明以下内容:
- a) 电池类型;
 - b) 额定电压;
 - c) 额定容量。
- 8.1.5 燃料电池牵引车产品标志除 8.1.2 信息外,还应注明以下内容:
- a) 储氢容器形式;
 - b) 储氢容器容积,单位为标准立方米(Nm³);
 - c) 储氢容器工作压力,单位为兆帕(MPa)。
- 8.1.6 操纵标志内容应至少包括:
- a) 变速器挡位;
 - b) 灯光开关;
 - c) 润滑图。
- 8.1.7 提示和警示标志的设置应满足下列要求:
- a) 起吊点:在牵引车上清楚地标出起吊点;
 - b) 轮胎气压:在牵引车上标出规定的充气轮胎气压;
 - c) 注油部位:按 GB/T 7593 规定在牵引车上标记燃油和液压油注油点;
 - d) 警告标识:在牵引车上具有潜在危险的部位设置警告标识;
 - e) 在驱动电机及驱动电机控制器的醒目位置按 GB 2894 的规定设置“当心触电”的警告标志,并在“当心触电”的警告标志旁边注明必要的安全操作提示;
 - f) 燃料电池驱动系统使用“易燃气体”“高压气体”等警示标志。

8.2 包装

- 8.2.1 牵引车的包装应符合 GB/T 13384 的规定。
- 8.2.2 出厂时应随车提供下列文件:
- a) 操作手册:包括构造图、性能及操作使用说明等;
 - b) 维护手册:包括维护方法、易损件的标准尺寸、配合间隙等;全部电气图、接线图和部件安装位置示意图;
 - c) 配件手册:所有配件图、装配位置、零件号和数量等;
 - d) 起吊点位置的详细图解说明及起吊说明;
 - e) 专用工具使用说明;
 - f) 产品合格证;
 - g) 装箱单;
 - h) 随车工具清单。

8.3 运输

- 8.3.1 应根据运输要求做好牵引车产品防护,以保证产品不受损坏和腐蚀。
- 8.3.2 LNG 牵引车运输过程中应关闭燃料供给系统操作阀门、切断电源。

8.3.3 若 LNG 牵引车放置在密闭空间,应将燃料供给系统的 LNG 排空。若采用吊装方式装卸,应用专用吊具装卸,确保燃料供给系统不磕碰、不划伤。

附录 A
(规范性)
可靠性强化试验

A.1 试验条件

A.1.1 试验场地应符合 6.1 的规定。试验跑道如图 A.1 所示。试验坡道为上、下坡度为 10% 坡道的斜坡段和一个水平路段组成的爬坡路段。

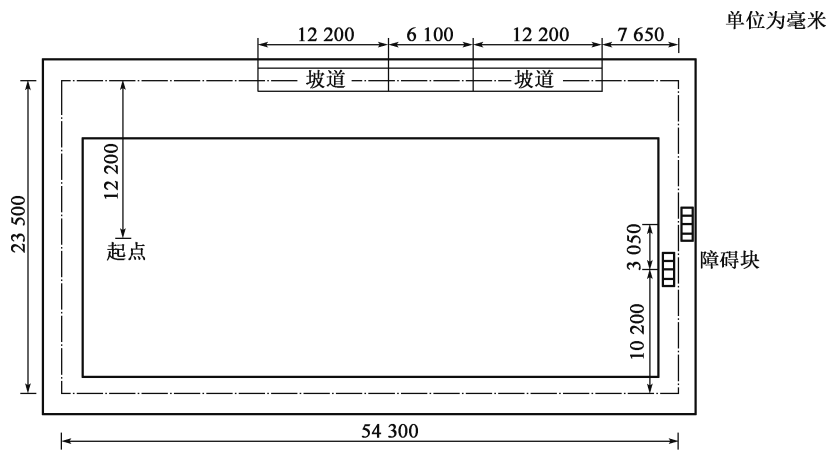


图 A.1 强化试验跑道示意图

A.1.2 障碍块尺寸如图 A.2 所示,牵引车障碍块高度可取 50 mm。可靠性试验中,装有实心胎的牵引车可免过障碍块。

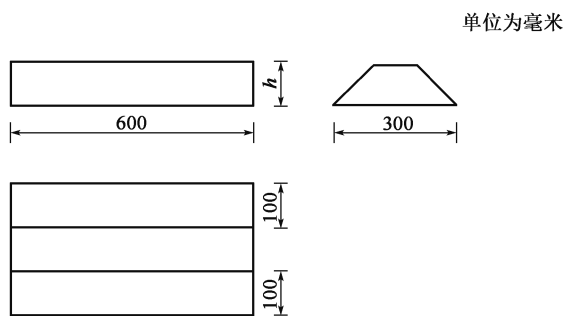
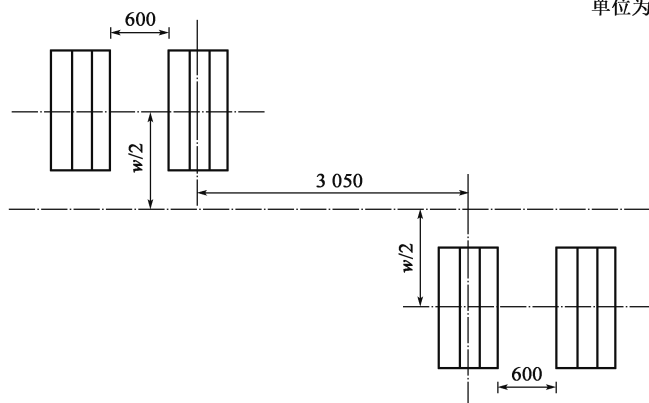


图 A.2 障碍块尺寸

A.1.3 障碍块在试验跑道上的布置如图 A.3 所示。

单位为毫米



注：w为牵引车后轮距。

图 A.3 障碍块布置示意图

A.1.4 应在跑道拐角处和其他边界点放置路标或其他适当的标志,以防止试验车辆驶离试验跑道。

A.2 试验方法

A.2.1 牵引车 100 h 无拖挂可靠性强化试验

牵引车空载从试验跑道的起点开始,在每一圈中,牵引车上、下 10% 坡道各一次,每循环一圈应在起点处停车再重新起步。每循环 10 圈,牵引车过一次障碍块,并在上坡坡道中间停车,然后重新起步。每行驶 8 h 牵引车改为反方向运行。在试验过程中牵引车前照灯始终工作,每循环 10 圈时关闭、开启前照灯一次。记录可靠性试验的各个运行阶段运行情况。

A.2.2 牵引车 20 h 牵引额定载荷可靠性强化试验

牵引车牵引额定载荷从试验跑道的起点开始,每循环一圈应在起点处停车再重新起步。每行驶 8 h 牵引车改为反方向运行。在试验过程中牵引车前照灯应始终工作,每循环 10 圈时需关闭、开启前照灯一次。记录可靠性试验的各个运行阶段运行情况。

A.3 试验要求

A.3.1 在保证安全的前提下,牵引车宜以尽可能高的速度运行,平均速度应不低于最大行驶速度的 50%。

A.3.2 牵引车应按使用说明书的规定进行保养。

A.3.3 试验中不应出现致命故障,如出现致命故障,应重新进行试验。

A.3.4 应在规定的试验场地进行 100 h 无拖挂及 20 h 牵引额定载荷可靠性强化试验。按公式 (A.1) 计算可靠性强化试验平均无故障工作时间。其中,当量总故障次数按公式 (A.2) 计算。如出现致命故障,应重新进行试验。

$$T_2 = \frac{T_0}{M} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$M = \sum_{i=2}^4 M_i \varepsilon_i \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

T_2 ——平均无故障工作时间,单位为小时(h);

T_0 ——规定的总作业时间,单位为小时(h);

M ——当量总故障次数;

ε_i ——第 i 类故障加权系数(其中致命故障 ε_1 为 ∞ 、严重故障 ε_2 为 2.0、一般故障 ε_3 为 1.0、轻微故障 ε_4 为 0.1);

M_i ——试验期间,牵引车出现第 i 类故障次数的总和。

附 录 B
(规范性)
自动驾驶系统自主泊车试验

B.1 试验条件

试验场地应符合 6.1 的规定。试验场地搭建如图 B.1 所示,具体条件如下:

- a) 车位应有车位线;
- b) A、B、C 3 个车位如图 B.1 所示,并排排列,可为垂直或斜列车位;
- c) 3 个车位中,一个车位停放障碍车,一个车位放置锥筒,一个车位为空车位;
- d) 试验次数不少于 3 次。

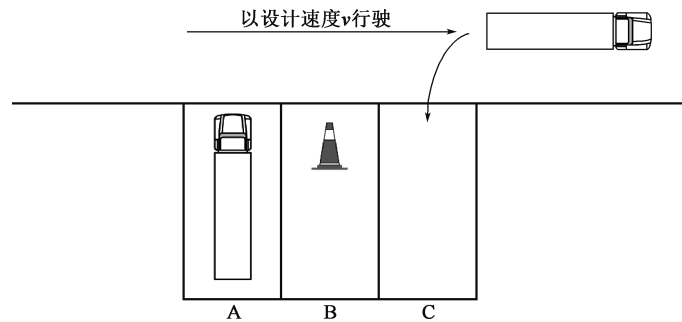


图 B.1 自主泊车试验场地示意图(垂直标线车位)

B.2 试验方法

试验方法和步骤如下:

- a) 以带有挂车的牵引车作为试验车辆;
- b) 将 C 设置为空车位;
- c) 启动自动驾驶系统的自主泊车功能,试验车辆以设计速度驶过目标车位;
- d) 自动驾驶系统识别到目标车位后,试验车辆停车,并开始倒车泊入车位,倒车灯亮起时开始计时;
- e) 试验车辆泊入车位并且停稳后停止计时,记录该次自主泊车的泊车时间;
- f) 分别将 A 和 B 设置为空车位,重复步骤 c) ~ e)。

附录 C

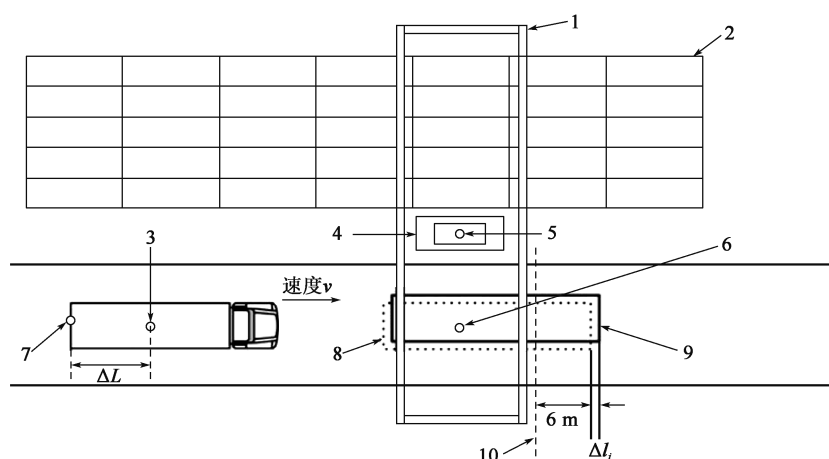
(规范性)

自动驾驶系统精准对位停车试验

C.1 试验条件

本试验应在集装箱码头的堆场装卸作业场地或者岸边装卸作业场地进行,精准对位停车试验场地布置如图 C.1 所示,具体条件如下:

- 试验场地为集装箱码头的堆场或岸边,由集装箱起重机完成集装箱的装卸;
- 施划有车道线,沿车道线方向为纵向,垂直于车道线方向为横向;
- 将起重机固定在随机选取的一个位置;
- 以挂车中心点和吊具中心点二者在垂直方向重合作为对位停车基准,此时的车辆位置作为目标停车位置;
- 沿横向施划开始计时线,其中开始计时线与目标停车位置的车头纵向距离为 6 m;
- 试验应包括满载和空载两种情况,且两种情况应分别进行不少于 5 次的对位停车过程。



标引序号说明:

- | | | | |
|------------|------------------|----------------|------------|
| 1——集装箱起重机; | 4——吊具; | 7——挂车固定点 M ; | 10——开始计时线。 |
| 2——集装箱贝位; | 5——吊具中心点; | 8——目标停车位置; | |
| 3——挂车中心点; | 6——吊具中心点的地面垂直投影; | 9——实际停车位置; | |

图 C.1 精准对位停车试验场地示意图(实际装卸作业场地)

C.2 试验方法

试验方法和步骤如下:

- 以带有挂车的牵引车作为试验车辆;
- 选择挂车上的某一固定点 M 作为参考点,用于纵向偏差测量;
- 启动自动驾驶系统的精准对位停车功能,试验车辆以设计速度驶向目标停车位置;
- 试验车辆到达“开始计时线”时,开始计时;
- 试验车辆对位停车完成后,结束计时,并记录对位停车用时;
- 记录 M 在地面垂直投影,作为该次实际停车位置(P_i);
- 重复步骤 c) ~ f),进行 N 次对位停车过程,得到 $P_1 \sim P_N$;

- h) 以挂车中心点和吊具中心点二者在垂直方向重合为目标确定目标停车位置(P_0):先获取吊具中心点在地面的垂直投影,该点即为挂车中心点在地面的垂直投影,最后通过挂车中心点与M的纵向距离(ΔL)换算出 P_0 ;
- i) 测量 P_i 与 P_0 的纵向偏差(Δl_i)(如图C.1所示,实际停车位置在目标停车位置右方时 Δl_i 为正值,在左方时 Δl_i 为负值);
- j) 选取两个方向的最大纵向偏差 Δl_{\max}^+ 和 Δl_{\max}^- ,作为本次试验的纵向对位停车精度。
