ICS

P

T/CHCA xxx—2024

道路标线施工机器人

Road marking construction robot

 中国公路建设行业协会  发布

团体标准

2024 - xx - xx发布

2024 - xx- xx实施

目 次

[前  言 III](#_Toc8917)

[引 言 IV](#_Toc8920)

[1 范围 1](#_Toc31719)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc29155)

[3 术语和定义 2](#_Toc10027)

[4 分类、结构形式及型号 3](#_Toc12689)

[5 技术要求 4](#_Toc24933)

[5.1 基本要求 4](#_Toc13871)

[5.2 外观和结构 4](#_Toc25198)

[5.3 功能要求 4](#_Toc13261)

[5.4 机械性能要求 5](#_Toc31634)

[5.5 视觉引导技术要求 5](#_Toc30217)

[6 使用环境要求 5](#_Toc16635)

[6.1 自然环境要求 5](#_Toc25104)

[6.2 工作场地要求 5](#_Toc9796)

[7 试验方法 6](#_Toc7102)

[7.1 试验条件 6](#_Toc3005)

[7.2 功能测试 6](#_Toc18022)

[7.3 计算方法 7](#_Toc17068)

[8 检验规则 7](#_Toc9352)

[8.1 出厂检验 7](#_Toc10390)

[9 标志、包装、运输及贮存 7](#_Toc22137)

[9.1 铭牌 7](#_Toc14810)

[9.2 使用说明书 8](#_Toc14092)

[9.3 符号 8](#_Toc15910)

[9.4 随行文件 8](#_Toc3770)

[9.5 包装 8](#_Toc1419)

[9.6 运输 8](#_Toc22751)

[9.7 贮存 8](#_Toc9021)

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》的规则起草。

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。

本文件由中国公路建设行业协会提出并归口管理。

本文件起草单位：山东高速集团有限公司创新研究院、山东交通学院、山东省高速养护集团有限公司、济南北方交通工程咨询监理有限公司。

本文件主要起草人：辛公锋、王福海、石磊、潘为刚、龙关旭、王伟、王书新、张文亮、秦石铭、李帆、王目树、靳华磊、康超、徐吉存、李仰印、刘宏、刘旭亮、程留国、张金标、柴志强、刘鹏、侯传明。

本文件主要审查人：xxx、xxx、xxx

引 言

本文件主要参考了《工业机器人安全实施规范》（GB/Z 20867）、《公路交通标志和标线设置规范》（JTG D82-2009）和《道路交通标线质量要求和检测方法》（GB/T 16311-2009）等编写。

文件主要是针对符合《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30-2014）和《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）等路面标准的沥青或混凝土路面进行道路标线施划智能化施工设备的技术标准。旨在通过本文件的制订，规范化道路标线施工机器人的设计，确保标线机器所划标线满足《道路交通标线质量要求和检测方法》（GB/T 16311-2009）的要求，存进产品标准化、系列化和产业化发展。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到《一种基于双摄像头的多水线交叉识别定位方法》（专利号：ZL202210978997.2）、《基于机器视觉导航的无人划线车在线寻优控制方法及系统》（专利号：ZL2022114451943.7）、《高速公路无人驾驶自动划线车》（专利号：ZL202011591274.4）、《一种基于图像导航的高速公路无人驾驶划线方法》（专利号：ZL202110019396.4）等相关专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无非歧视的条款和条件下，就使用投权许可证进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：山东高速集团有限公司创新研究院、山东交通学院、济南北方交通工程咨询监理有限公司。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

道路标线施工机器人设备

1. 范围

本标准规定了道路标线机器人系统的分类、技术要求、通用安全要求、使用环境要求、实验方法、检验规则、标志、使用说明书、运输和贮存等。

本标准视觉引导型道路标线机器人系统，其他类型的标线机器人可参照执行。

1. 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 191 包装储运图示标志

GB/T 2893.1 图形符号安全色和安全标志

GB/T 2893.4 图形符号安全色和安全标志

GB/T 3766-2015 液压传动系统及元件的通用规则和安全要求

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全机械电气设备 第一部分：通用技术条件

GB/T 7932-2017 气动对系统及元件的一般规则和安全要求

GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线

GB 11291.1 工业环境用机器人安全要求 第1部分：机器人

GB 11291.2 机器人与机器人装备工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成

GB/T 16311-2009 道路交通标线质量要求和检测方法

GB/Z 19387-2003 工业机器人电磁兼容性试验方法和性能评估准则 指南

GB/Z 20867 工业机器人安全实施规范

GB/T 20721-2006 自动导引车通用技术条件

GB/T 26559-2011 机械式停车设备分类

GB/T 30029-2013 自动引导车（AGV）设计通则、

GB/T12644-2001 工业机器人特征表示

JTG D20-2017 公路路线设计规范

JTG D82-2009 公路交通标志和标线设置规范

JTG/T F30-2014 公路水泥混凝土路面施工技术细则

JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范

JB/T 8896-1999 工业机器人验收规则

JB/T 10825-2008 工业机器人产品验收实施规范

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

视觉导航 visualnavigation

通过道路标线机器人视觉传感器获取运行区域周围的图像信息来实现导航的方法。

3.2

复合导引 mixguidance

应用两种或两种以上导引(或导航)方式实现道路标线机器人运行的方法。

3.3

航向角 orientation

在预先定义的全局坐标系中(道路标线机器人的工作区域),道路标线机器人前进方向与 X 轴正向的夹角。

3.4

导航精度 guidance deviation accuracy

道路标线机器人自动运行时的实际轨迹与理论轨迹的偏差值。

3.5

定位精度 position deviation accuracy

自动导引车定位时实际位置与理论位置的偏差值。

3.6

转弯半径 turning radius

道路标线机器人转向时,回转中心到车体最远端的距离。

3.7

系统能力 system capacity

道路标线机器人系统在单位时间内能够按照标线质量标准划出的最长标线距离。

3.8

双轮驱动 dual-wheeldriving

使用两个轮子提供驱动力的模式。

3.9

驱动电机 driving motor

用于道路标线机器人行进驱动的电机。

3.10

转向电机 steering motor

用于道路标线机器人转向的电机。

3.11

手动控制器 manual controldevice

用于道路标线机器人手动驾驶及移载的装置。

1. 分类、结构形式及型号
	1. 按照划线控制方式可分为
2. 半自动道路标线机器人；
3. 全自动道路标线机器人。
	1. 按照划线工艺可分为：
4. 刮涂型道路标线机器人；
5. 挤涂型道路标线机器人；
6. 喷涂型道路标线机器人。
	1. 按照动力提供方式可分为：
7. 电动型道路标线机器人；
8. 燃油型道路标线机器人；
9. 混合动力型道路标线机器人。
	1. 按导航模式可以分为：
10. 图基导航型道路标线机器人；
11. 激光导航型道路标线机器人；
12. GPS导航型道路标线机器人。
13. 技术要求
	1. 基本要求

应符合以下基本要求：

道路标线机器人应按规定程序批准的设计图样和工艺文件进行制造；

制造道路标线机器人所用材料及外购元器件、部件应符合有关标准规定；

道路标线机器人配有的划线执行工具或器件，其性能应符合相关标准的规定。

* 1. 外观和结构

应符合以下要求：

1. 机器人系统结构应布局合理、操作方便、造型美观、便于维修；
2. 说明功能的文字、符号、标志应清晰、端正，各轴关节处应标明轴号及运动方向；
3. 机器人系统表面不应有明显的凹痕、裂缝和变形，漆膜及镀层应均匀、无气泡、划伤、脱落和磨损等缺陷，金属零件不能有锈蚀及其他机械损伤；
4. 机器人系统成套设备中，所有紧固部分应无松动，活动部分润滑和冷却状况良好。
	1. 功能要求

5.3.1 行进功能

道路标线机器人应能够实现以下全方位运动的全部或部分功能：

1. 前进，道路标线机器人沿机体纵向往前运动；
2. 后退，道路标线机器人沿机体纵向往后运动；
3. 转弯，道路标线机器人在运动过程中，航向角发生变化。

5.3.2 定位精度

视觉引导型道路标线机器人的距离引导线的定位误差应小于±5mm。

5.3.3 运行速度

道路标线机器人空载最大运行速度应不小于0.6m/s。

5.3.4 标线功能

道路标线机器人所划标线应符合GB 5768.3—2009规定。

5.3.5 清扫功能

道路标线机器人实现路面清扫，工作区内无明显影响标线质量的杂物。

5.3.6 宜具备以下功能：

视觉引导功能。

* 1. 机械性能要求

5.4.1 机械结构设计要求

道路标线机器人的机械机构的强度、刚度设计应符合GB/T 3811的规定。

5.4.2 电气要求

道路标线机器人的电气设计应符合GB/T 30029-2013中6.7.7.3的规定。

5.4.3 气动系统

以气动驱动的系统内装置，其气动系统应符合GB/T 7932的规定。

* 1. 视觉引导技术要求

道路标线机器人视觉部分由视觉传感器、外部光源、工控计算机及视觉处理软件组成。针对标线施工工艺特点，宜满足以下技术要求：应符合GB/T 39407—2020中的6.8条。

1. 具有多种通信功能（与视觉传感器通信，与工业机器人通信，与 PIC 控制系统通信）；
2. 具有图像处理／目标检测功能；
3. 具有连接常用数据库的接口；
4. 具有视觉引导或视觉检测功能；
5. 具有目标定位功能；
6. 具有视觉标定功能并易于进行标定。
7. 使用环境要求
	1. 自然环境要求

道路标线机器人工作环境应能满足以下自然环境要求：

1. 环境温度：-10℃~45℃（双组份涂料） 或 10℃~45℃（热熔涂料）；
2. 相对湿度：10%~90%，无结露；
3. 空气：无粉尘、易燃、易爆和腐蚀性气体。
	1. 工作场地要求
4. 干燥、平坦、坚实的沥青混凝土或水泥路面；
5. 较长路段施工时，路线圆曲线与回旋线的最小半径应满足JTG D20-2017中的7.3和7.4条设计要求。
6. 试验方法
	1. 试验条件

7.1.1 试验场地要求

1. 行驶及制动试验场地应为干燥、平坦、坚实的沥青混凝土。试验场地的直线部分应不少于200 m，宽度应不小于被测样机最大工作宽度的1.5倍。试验跑道两端应有可供设备转弯调头的场地；
2. 爬坡和坡道驻车制动试验场地应为平整的沥青混凝土，坡度应不小于10%；
3. 可靠性试验的试验场地应为符合 JTG F40-2004规定的沥青路面施工工地或符合JTD/T F30-2014中13.2条规定的水泥混凝土路面。

7.1.2 天气条件

所有试验均应在无雨、雪天气进行，风速不得超过3 m/s ，气温为15℃~40℃。

* 1. 功能测试

7.2.1 行进

视觉引导型机器人在地面划出引导线后，激光引导型机器人需设定好激光标志点，GPS引导型设定好预设坐标后，使用自动控制模式控制道路标线机器人，测试道路标线机器人是否能按预期正常完成前进、后退、转弯动作中的全部或部分。

7.2.2 定位精度

定位精度测试：道路标线机器人从P1点出发，当其沿辅助线（由M1至M2连线表示）稳定行进后，由P2点至P3点之间的外轮廓包络线形成的运动轨迹，计算两条线上多点的距离方差，可以取3次测试的平均值。



图1 定位精度试验

7.2.3 运行速度

道路标线机器人直线运动时，从速度达到匀速稳定时刻起，运行5m以上，以测定的时间、距离为基础计算运行速度，可以取3次测试的平均值。

7.2.4 标线检查

标线及机器人行走路径设计按GB 5768.3—2009规定进行。所划标线质量及检测方法应符合GB/T16311-2009中的关于测定方法、标线大小、厚度、逆反系数等相关规定。

* 1. 计算方法

各种直接测量参数在无特殊说明时，取3次测量的算术平均值。

1. 检验规则
	1. 出厂检验

每台道路标线机器人都应由制造商按标准进行出厂检验，出厂检验内容符合表1的规定

表1 出厂检验内容

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 技术要求章条号 | 试验方法章条号 | 出厂检验 |
| 1 | 行进功能 | 5.3.1 | 7.2.1 | ● |
| 2 | 定位精度 | 5.3.2 | 7.2.2 | ● |
| 3 | 运行速度 | 5.3.3 | 7.2.3 | ● |
| 4 | 标线功能 | 5.3.4 | 7.2.4 | ● |
| 注：“●”表示必检项目 |

1. 标志、包装、运输及贮存
	1. 铭牌

在道路标线机器人本体醒目的位置上应安装能显示下列内容的铭牌：

1. 产品名称和型号；
2. 自重；
3. 电池重量；
4. 额定载荷；
5. 最大运行速度；
6. 产品编号；
7. 制造日期；
8. 生产单位
	1. 使用说明书

使用说明书应按照GB/T9969的规定编写。

* 1. 符号

用作标注的符号应符合GB/T 191以及GB/T 36911中的规定。

* 1. 随行文件

随行文件应包括：

1. 按照 GB/T 14436相关规定执行的产品合格证；
2. 使用说明书；
3. 随机备附件清单；
4. 安装图；
5. 其他有关资料。
	1. 包装

产品在出厂时，可以根据不同的运输工具欺不同的运输距离采用木箱包装、集装箱包装或简易木托盘包装，包装应符合 GB/T 9174、 GB/T 36911的有关规定，包装图示标志应符合 GB/T 191的有关规定。

* 1. 运输

运输工具不做特别规定。运输过程中应防止碰撞、防雨、防雪。

* 1. 贮存

贮存环境应满足下列各项条件：

1. 贮存场地：仓库或车库；
2. 环境温度：-10℃~45℃；
3. 相对湿度：不大于80%，无结露；
4. 空气：无粉尘和腐蚀性气体。