

《智能物流装备 场内无人驾驶叉车通用技术要求》

行业标准（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

2024 年 4 月 19 日，国家发展改革委办公厅印发了《关于 2024 年推荐性物流行业标准项目计划的复函》，批准立项了《智能物流装备 场内无人驾驶叉车通用技术要求》行业标准，项目计划编号 303-202 4-008。该标准由中国物流与采购联合会提出，由全国物流标准化技术委员会（TC269）归口。

（二）制定背景

国家政策支持无人物流设备的标准化发展。2024 年 11 月中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《有效降低全社会物流成本行动方案》，提出加强创新驱动和提质增效，其中强调推广无人车、无人船、无人机、无人仓以及无人装卸等技术装备，加强仓配运智能一体化、数字孪生等技术应用，创新规模化应用场景。同时，提出实施物流标准化行动，完善数字化、智能化、绿色化等关键领域物流标准以及专业物流标准。

2022 年，国务院办公厅印发《“十四五”现代物流发展规划》，将物流标准规范体系进一步健全，作为目标之一，

并提出科技赋能促进创新发展，加快应用物流机器人等无人化技术应用。

物流公司人工成本占比较大，无人化物流设备为未来发展趋势。2024年3月6日，京东物流发布了2023年度业绩报告，2023年京东物流的营业总成本为1539亿元，其中人力资源支出达821亿元，占比53.35%。根据德邦物流2023年年度董事会发布，德邦公司2023年营业成本为331.72亿元，其中人工成本151.07亿元，占比45.54%。可以看出，人工成本约占物流公司总成本的一半，采用无人化装备对企业提升盈利能力至关重要。

无人驾驶叉车符合未来物流行业发展需求，亟需建立规范的选用标准。近年来，无人叉车的热度不断提升，京东、德邦等物流企业巨头目前已在仓库中批量落地无人叉车，单仓调度规模突破百台。顺丰、韵达、安能、跨越、壹米滴答等物流快运领域超70%的头部企业也都开始使用无人叉车。高工机器人产业研究所（GGII）数据显示，2023年国内无人叉车销量1.95万台，同比增长超70%，市场规模达到36.08亿元，销量的激增也反映出了无人叉车的广泛应用。无人叉车的下游主要应用于仓储物流、工业制造等领域，近几年由于无人叉车技术逐渐成熟，其应用领域也在不断拓展，由华经产业研究院统计数据可知，2023年，无人叉车在锂电行业应用居多，占比为21.03%，其次是光伏行业，占比为19.37%，

汽车汽配行业占比为 12.58%，供应链/三方物流占比为 8.40%。

当前，涉及叉车的标准多集中于叉车零部件设计、整车设计、稳定性验证、特殊叉车安全要求及验证等，如表 1 中 1-9 标准所示。随着无人叉车在仓储物流、智能制造等场景的规模化推广，正在建立较为规范的标准体系，如表 1 中的 10-11 标准所示，重点为无人叉车的设计及安全要求相关内容，为本标准的制定提供了参考，但并不适用于室外作业环境及无人装卸的复杂场景。智慧物流发展链条中，无人仓储叉车、无人转运叉车已趋于成熟，但无人装卸叉车由于技术难度近两年才进入工程应用阶段，暂未有相关标准对其进行约束，因此本标准在相关标准的框架下，针对室外无人装卸场景，细化技术要求，为无人装卸叉车的选用提供依据。

表 1 相关标准内容分类及名称

序号	内容分类	标准名称
1.	零部件设计及整车设计要求	GB/T 5182—2008 叉车 货叉 技术要求和试验方法
2.		GB/T 5183—2005 叉车 货叉 尺寸
3.		GB/T 5184—2016 叉车 挂钩型货叉和货叉架 安装尺寸
4.		GB/T 22417—2008 叉车 货叉叉套和伸缩式货叉 技术性能和强度要求
5.		GB/T 43909—2024 叉车属具 安全要求
6.		GB/T 43756—2024 叉车设计规范
7.	车辆稳定性验证	GB/T 5141—2005 平衡重式叉车 稳定性试验
8.		GB/T 26949—2016 工业车辆 稳定性验证
9.	特殊叉车的要求	GB/T 35205.2—2023 越野叉车 安全要求及验证
10.	无人叉车设计及安全要求	GB/T 10827.4—2023 工业车辆 安全要求和验证 第 4 部分：无人驾驶工业车辆及其系统
11.		GB/T 30029—2023 自动引导车 设计通则

（三）主要起草过程

1. 预研阶段

（1）2023 年 3 月-5 月，齐鲁空天信息研究院（以下简称“齐鲁院”）在无人叉车行业内开展调研，走访了临沂临工智能信息科技有限公司、合肥搬易通科技发展有限公司、海康威视、未来机器人等多家无人叉车及本体制造企业，掌握了目前行业发展现状及瓶颈问题。

（2）2023 年 6 月-2023 年 9 月，齐鲁院联合中国物流与采购联合会物流装备专业委员会、北京交通大学等单位对现行标准进行研讨，发现现行国标、行标没有涉及无人驾驶叉车的选用。根据走访及调研材料，形成本标准草案及项目建议书。

2. 立项阶段

（1）2023 年 11 月，起草组参加全国物流标准化技术委员会组织召开的“2024 年拟立项物流标准专家评估会”，并顺利通过了专家质询；

（2）2024 年 4 月 19 日，国家发展改革委办公厅下达了“2024 年推荐性物流行业标准项目计划”，《智能物流装备场内无人驾驶叉车通用技术要求》行业标准被正式批准立项。

3. 起草阶段

（1）2024 年 4 月，齐鲁院广泛征集，筛选参编单位，开始组建标准编制组、制定标准编制计划。

(2) 2024 年 5 月，齐鲁院召开《智能物流装备 场内无人驾驶叉车通用技术要求》行业标准线上研讨会，对标准涉及的内容进行了深入探讨，明确了编制分工。

(3) 2024 年 6 月，齐鲁院汇总各参编单位的提交材料，并召开了编制组内部的定向研讨会，修改完成了标准工作组讨论稿。

(4) 2024 年 7 月，齐鲁院、北京交通大学、中国物流与采购联合会物流装备专业委员会组织召开了行业标准专家研讨会，围绕标准初稿中的技术参数合理性、测试方法可行性、内容完整性开展了深度研讨。

(5) 2024 年 8 月-2025 年 1 月，齐鲁院联合起草单位根据专家反馈意见进行了文稿修改，形成了征求意见稿。

(四) 起草单位、主要起草人及其所做的工作

起草单位、主要起草人分工及其所做的工作见表 2。

表 2 任务分工

序号	起草单位	主要起草人	分工
1	齐鲁空天信息研究院	任宇飞、尹晓旭、房建华、王文明、孟德强、杨绪飞、于新莉、刘佃忠	标准牵头起草单位，负责标准的调研、起草及修改
2	中国物流与采购联合会物流装备专业委员会	马增荣、左新宇	负责标准的初审及质量把控，提出标准编写建议
3	北京交通大学	张晓东、王沛、秦璐、郎茂祥、陆铮、房宇轩	参与标准调研及研讨，提出修改意见
4	中国科学院空天信息创新研究院	吴海涛	参与起草小组的研讨，提出修改意见

序号	起草单位	主要起草人	分工
5	山东顺和商贸集团有限公司	赵玉玺、曹松荣	参与标准验证，提出修改意见
6	中国计量科学研究院	杭晨哲	参与起草小组的研讨，提出修改意见
7	合肥搬易通科技发展有限公司	汪屯利、黄佳佳	参与标准研讨及验证，提出修改意见
8	青岛孚鼎泰智能技术有限公司	唐辉	参与标准研讨及验证，提出修改意见
9	鞍山钢铁集团公司	侯海云	参与标准研讨及验证，提出修改意见
10	临沂临工智能信息科技有限公司	田洪云	参与标准研讨及验证，提出修改意见

二、编制原则、主要内容及其确定的来源和依据

（一）编制原则

1. 协调性

本标准在起草过程中充分调研了相关国家、行业标准的情况，优先引用或参考现行有效的国家和行业标准，在现行标准的框架下，根据实际的技术应用和实践经验进行总结归纳，确保与现行相关标准保持协调一致。

2. 适用性

标准起草小组在预研阶段，对国内多家无人叉车企业、制造企业、物流企业进行调研，梳理无人驾驶叉车的研制、生产、测试过程及质量管控，深入了解叉车的作业模式和应用场景，并将调研结果体现在标准中，以保证标准适用性。

3. 规范性

本文件为制定标准，在起草过程中严格按照 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，保证了标准的规范性。

（二）主要内容及其确定依据

1. 范围

本文规定了场内无人驾驶叉车（以下简称“无人叉车”）的组成、环境适应性要求、性能要求、本体技术要求、控制系统技术要求、电源系统技术要求、感知系统技术要求、调度系统技术要求，描述了试验方法。

本文件适用于无人叉车的选用。

2. 规范性引用文件

列出了主要技术内容中规范性引用的标准文件。

3. 术语和定义

本章节对标准涉及的关键术语，例如场内、无人叉车和涉及无人装卸任务的特殊术语进行了定义。

4. 场内无人驾驶叉车组成

总结归纳了无人叉车的组成。

5. 环境适应性要求

5.1 由于无人装卸场景多在室外/半室外的场景下，其地面条件与仓内相比较差，会存在因排水而设计的斜坡、因货车运输造成的路面不平，根据叉车制造厂家的调研结果，因此提出了无人叉车的地面条件适应性的各项要求。

5.2 由于无人装卸场景多在室外/半室外的场景下，考虑物流园室外一年四季的温湿度情况，提出无人叉车的环境

条件适应性要求。

6 性能要求

根据无人装卸场景，对无人叉车提出性能要求，根据性能要求指导叉车本体、传感器等各类设备选型。

6.1 与 AGV 不同，无人驾驶叉车多工作于室外/半室外环境，其作业精度受地面、光照等环境影响，但是由于卸车后要进入仓内暂存或存储，若其误差较大则会在仓内影响周边货物存放，经调研，仓内无人叉车的作业精度 $\leq 1\text{cm}$ ，仓库一般暂存线宽为 1cm ，因此，为不影响周边货物放置，作业精度应优于 1cm 。

6.2 考虑室外/半室外情况较为复杂，因此叉车行驶速度不宜过快，但综合考虑作业效率，以 13.75m 的半挂车为例，为保证单拖货物的无人装卸时间 $\leq 2\text{min}$ ，经测试，叉车行驶速度 $\leq 1\text{m/s}$ 较为合适。

6.3 叉车的紧急制动距离参考 GB/T 18849—2023 标准中 A1 车型的计算公式， $s_0 < 0.15v + \frac{v^2}{23.6}$ ，其中 $v = 1\text{m/s}$ ，计算得到紧急制动距离为 0.19m 。

6.4 为保证叉车运行安全，同时兼顾运行效率，在障碍物检测过程中，其层级应至少划分 2 级，第一级为障碍物距离 3m – 6m ，此时叉车可降速运行，第二级障碍物距离小于 3m ，此时叉车应立即停止动作，待障碍物离开后再继续执行。

7 本体技术要求

7.1 车体技术要求

参考 GB/T 30029—2023 7.1 内容。

7.2 传感器支架技术要求

由于无人叉车需安装导航、感知、作业等多种传感器，传感器的安装位置、安装角度、机械强度等均会对叉车作业产生影响，因此需约束传感器安装支架，保证传感器精度和作业安全。

7.3 安全防护技术要求

由于叉车工作区域有时会与人工作业区有交互，因此需约束其叉车本体的安全防护要求，防止发生安全事故，造成财产损失及人身威胁。

8 控制系统技术要求

控制系统为无人驾驶叉车的“大脑”，根据系统功能要求，叉车控制系统需具备无人装卸、通信、识别及感知等智能功能：

a) 司机每次停靠货车的位置均不固定，因此叉车需具备货车识别及定位、计算装车位置功能，以此来作为叉车装车作业的依据；

b) 目前货物载具在每个行业应用时，有较多的种类，且货物在运输过程中，会发生位置的偏移，因此叉车需具备多类型载具识别及定位，搜寻目标载具的功能，由此才可识别车上的货物，并将其从车上卸下；

c) 由于货车上的货物有的为双层货，且底层货物高度不固定，因此无人叉车应具备自动搜寻目标载具的功能；

d) 由于场景多在室外/半室外，应具备室外/半室外的高精度定位能力，从而为叉车作业提供精准位置信息；

e) 由于卸车时，货物位置不固定，因此叉车需具备实时路径规划能力，从而适用于非固定路线、非固定货位的无人装卸；

f) 叉车需根据安装的各种传感器感知作业步骤的每一步是否正常执行，并监控自身运行状态，以便于系统监控作业情况，及时处理；

g) 根据调研客户反馈，在实际运输过程中，为了运输安全，货物一般均靠近货车中心位置，与车边缘相距较远，人工卸车时会先用叉尖将货物拖至车边缘，再次叉取。因此，无人驾驶叉车也应具备二次进叉作业功能，由此适应无人卸车的实际情况；

h) 为了保证人车物的安全，叉车必须具备安全避障功能，安装障碍物检测传感器，防止叉车碰撞人、物，造成人身及财产损失；

i) 叉车应具备上电自检功能，可检测传感器、通信、接口等运行状态，防止叉车异常情况下工作，导致作业失败，甚至引起安全事故；

j) 为作业安全考虑，叉车应具备故障的实时监测及上

报，支持人工应急处理。

9 电源系统技术要求

9.1 统计现有叉车的工作时长，并根据用户反馈需求，确定叉车电池的最低工作时间，为电源选型提供依据。

9.2 供电电源、控制电源符合 GB/T 43756 标准规定。

9.3 参考 GB/T 27544 6.1 内容。

9.4 在无人叉车使用过程中，为了防止充电时反接造成危险，因此连接器需要有防反接设计，且为了防止灰尘及水雾进入连接器造成充电异常，连接器需有绝缘盖保护。

10 感知系统技术要求

10.1 导航子系统技术要求

无人装卸场景多在室外/半室外，与 AGV 相比，其应用场景更为复杂，由于涉及室外作业，新增北斗导航方式，根据调研结果，梳理不同导航的适用场景，为无人叉车的导航设备选型提供依据。

10.2 传感器子系统技术要求

对目前多种无人叉车配备的传感器进行梳理，将其划分为两种类型：安全型传感器和作业型传感器。

11 调度系统技术要求

基于对物流园作业流程梳理及无人叉车管理需求，提出了调度系统技术要求，包括任务管理、货车车位管理、配置管理、调度监控、安全管理等功能。并在验证过程中不断完

善该技术要求，其中货车车位管理是由于装卸车的车位位置是动态的，跟固定货位转运有明显不同，因此调度系统需要实时对装卸车位位置进行计算及管理，这也是明显区别于目前叉车调度系统的内容。

12 试验方法

该部分对第 4 章-第 11 章的技术要求一一响应，针对不同的技术要求明确测试方法。

三、标准验证情况

在标准制定期间，通过线上手机资料、研讨会、线下走访企业等方式对标准内容进行了验证。本轮验证 4 家单位，针对标准提到的各类技术要求及试验方法进行了验证，覆盖了叉车的制造企业和物流企业，在行业内拥有广泛的覆盖和代表性。

根据验证结果显示，标准内容符合无人驾驶叉车的实际业务场景和操作。验证情况见表 3。

表 3 标准验证情况

序号	调研单位	调研方式	类型	验证内容	符合情况
1	合肥搬易通科技发展有限公司	实地调研	制造	全文	符合
2	临沂临工智能信息科技有限公司	实地调研	制造	全文	符合
3	山东顺和商贸集团有限公司	实地调研	使用	全文	符合
4	盖世物流有限公司	实地调研	使用	全文	符合

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

无。

五、与有关的现行法律、法规和标准的关系

本标准主要参考了目前现行标准《GB/T 30029—2023 自动导引车 设计通则》《GB/T 43756—2024 叉车设计规范》，例如其组成、车体要求、电源系统要求等，该部分为通用内容。在现行标准的框架内，针对无人驾驶叉车的室外场景特点、装卸特点，本标准着重提出了无人叉车的室外环境适应性、控制系统、感知系统、调度系统等技术要求。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、实施建议

标准实施主体：使用场内无人驾驶叉车的物流企业。

实施建议：

1. 发挥企业标准化主体作用。鼓励企业参加标准化试点，强化物业行业标准实施后评估和标准化实施信息反馈工作；

2. 注重人员标准意识提升。前往相关企业，对相关技术人员、工艺人员、测试人员开展该标准的宣贯；

3. 多渠道宣传引导。加大物业行业标准宣传和实施力度，持续通过行业博览会的计划开展标准化宣传，举办标准化培训活动，开展标准化宣贯会等活动，加强标准化的宣贯实施

与监督。

八、废止现行有关标准的建议

无。

九、其他应当说明的事项

无。

标准起草组

2025 年 6 月 9 日