中国航海学会团体标准

《水上低空配送货物运输管理规范》

（征求意见稿）

编制说明

标准编写组

2026 年 10 月

目 录

一、工作简况 1
二、标准编制原则、主要内容依据 4
三、已开展的试验验证情况 20
四、与有关现行法律、法规和强制性国家标准、配套推荐性标准的关系 21
五、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的比对分析 21
六、重大分歧意见的处理经过和依据 21
七、废止现行有关标准的建议 21
八、标准性质的建议说明 21
九、涉及专利的有关说明 21
十、其他应予说明的事项 21

一、工作简况

（一）任务来源

根据中国航海学会2026年2月《关于公布中国航海学会2026年度第三批 团体标准立项的通知》（航学发〔2026〕30号）的要求，由交通运输部长江航务管理局作为主编单位，江苏海事局、南京海事局、交通运输部科学研究院、江苏长江汇科技有限公司作为参编单位，共同制定团体标准《水上低空配送货物运输管理规范》。

（二）背景、目的和意义

1. 制定标准的背景

近年来，国家和行业主管部门高度重视低空经济发展，持续从战略部署、政策制度和标准规范供给等方面强化系统推进力度。低空经济已被确立为国家战略性新兴产业，交通运输领域正在推进低空物流配送基础设施、运营服务和智能调度监管平台等相关工作，低空交通运输标准体系建设逐步从产品和环境测试向运行安全与典型应用场景延伸。

水上低空配送作为新兴物流组织方式，运行环境具有高动态、强耦合、多主体等复杂特征，对通航安全、运行秩序、应急响应和货物运输管理提出了更高要求。长江内河有近百万名船员、近10万艘船舶，传统船舶物资补给主要依赖船舶靠泊水上服务区或交通艇接驳配送，存在成本较高、受港口调度、天气条件和交通艇空置周期等因素制约的问题。低空配送可通过无人机将岸基打包后的物资沿预设航线精准投送，有助于压缩补给周期、提高配送效率、降低物流成本。

随着水上低空配送从试点示范走向规模化应用，货物运输管理问题日益突出。现行运营模式尚未形成统一的运输管理规范，运营主体资质条件、货物收运与交付流程、包装与装卸标准、电子运单与信息追溯、异常情况处理等方面存在空白，可能导致服务质量参差不齐、运输责任界定不清，制约规模化应用。

2. 制定标准的目的

制定《水上低空配送货物运输管理规范》的目的，是落实低空经济和交通运输标准化发展要求，进一步规范通航水域内无人机物资配送活动中的货物运输管理行为，

明确货物分类与标识、运输前准备、运输过程管理、投放交付、应急处置和服务质量监督等环节要求。

本标准通过对货物端全流程运输管理进行规范，旨在解决水上低空配送活动中货物分类不清、包装固定要求不统一、运输过程记录和追溯不足、投放交付争议处理缺乏规则等问题，为企业开展水上低空配送货物运输管理提供可操作依据，保障水上低空配送活动安全、有序、规范开展。

3. 制定标准的意义

本标准的制定有利于填补水上低空配送货物运输管理领域的标准空白。现有《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668—2024）和《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440—2022）主要从无人机货物吊挂控制系统或无人机物流配送通用运行要求角度提出规定，尚未针对水上通航水域特殊作业环境下的货物分类、包装防护、装载固定、运输过程管控、投放交付和水域应急处置等细分环节作出专项规定。本标准在既有标准基础上，面向水上低空配送专属场景进行细化和补充。

本标准的实施有利于提高水上低空配送服务质量和运行安全水平。通过明确货物验收、包装、固定、装载、运输监控、信息记录与追溯、投放交付和服务监督等要求，可强化运输全流程管理，减少因货物偏载、包装破损、固定不牢、交付争议和异常处置不当带来的安全风险和服务风险。

本标准的制定还有利于推动水上低空配送从试点示范向规范化、规模化应用发展。水上低空配送已在长江流域多个水域实现常态化运营，低空配送业务已成功输出至长江镇江段、长江南通段、长江芜湖段、长江武汉段及苏州吴中水上服务区、京杭运河常州段、苏州阳澄湖大闸蟹产区等应用场景。标准化要求的建立，将为相关经验复制推广提供制度保障。

（三）起草单位和主要起草人及所做工作

本标准主编单位为交通运输部长江航务管理局，参编单位为江苏海事局、南京海事局、交通运输部科学研究院、江苏长江汇科技有限公司。

标准起草人员及所做工作见表 1。

表 1 标准起草人员及所做工作

序号	起草人	工作单位	任务分工
1	王建斌	交通运输部长江航务管理局	主编统筹，总体要求、范围及标准框架把关
2	辛剑	江苏海事局	总体要求、规范性引用文件、统稿协调
3	林翔	南京海事局	运行安全中飞行前准备、作业条件限制相关内容
4	方保利	江苏长江汇科技有限公司	企业运营、人员管理及配送作业实践相关内容
5	沈延虎	交通运输部长江航务管理局	运行安全中飞行过程管控、安全监控相关内容
6	马仪贞	交通运输部长江航务管理局	应急管理、现场处置及事故报告相关内容
7	钱正锋	江苏海事局	术语和定义、标准结构及规范性引用文件
8	刘韬	江苏海事局	企业和人员、安全培训与考核相关内容
9	王麒宏	交通运输部长江航务管理局	起降场地、电磁环境评估与监测相关内容
10	张兴	交通运输部长江航务管理局	无人机技术要求、电池及空吊系统相关内容
11	于淼	南京海事局	船舶配送要求、船舶动态协同相关内容
12	陆鹏	江苏海事局	作业条件限制、通航安全报备相关内容
13	刘梦阳	南京海事局	应急预案、应急响应分级相关内容
14	郭逊卓	南京海事局	现场处置、货物坠落及无人机落水处置相关内容
15	葛加山	江苏长江汇科技有限公司	事故报告、通航安全保障方案相关内容
16	黄萌	江苏长江汇科技有限公司	飞行计划申报、空域协调及主管部门沟通相关内容
17	李斌	江苏长江汇科技有限公司	企业安全管理制度、安全操作规程相关内容

18	刘映泉	江苏长江汇科技有限公司	操控员管理、飞行前检查与维护相关内容
19	王荣荣	江苏长江汇科技有限公司	装卸投送、吊索操作及货物释放相关内容
20	胡子纯	江苏长江汇科技有限公司	通信导航、电磁兼容及信号干扰处置相关内容
21	李娟	交通运输部科学研究院	应急演练、培训记录及档案管理相关内容
22	赵子聪	交通运输部科学研究院	应急演练、培训记录及档案管理相关内容

（四）主要工作过程

为进一步落实低空经济发展和水上低空配送规范化应用要求，保障水上低空配送货物运输管理全过程安全可控，编写组围绕水上低空配送货物分类与标识、运输前准备、过程管控、投放交付、应急处置、服务质量与监督等重点内容开展标准编制工作，主要工作过程如下：

2026 年 4 月至 2026 年 6 月，开展前期调研，编写工作大纲；明确参编单位和人员；确定组织结构，落实责任分工。

2026 年 7 月至 2026 年 9 月，开展基础调研，编制征求意见稿；广泛征求意见；对征求意见稿征求意见，听取相关单位和人员意见，修改完善征求意见稿。

二、标准编制原则、主要内容依据

（一）标准编制原则

为确保标准内容科学、合理、规范，并能够满足水上低空配送货物运输管理的实际需要，本标准制定过程中遵循“科学性、规范性、一致性、协调性、适用性”原则。

1. 科学性原则

本标准以通航水域水上低空配送货物运输管理场景为基础，结合无人机配送活动中货物分类、包装、装载、空吊运输、投放交付和应急处置等关键环节，对货物端全

流程管理要求进行系统梳理，确保标准内容能够反映水上低空配送运行环境复杂、货物运输风险多样、投放交付场景特殊等实际特点。

2. 规范性原则

本标准按照 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》的规定进行编制，标准结构包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、货物分类与标识、运输前准备、运输过程管理、投放与交付、应急处置、服务质量与监督等内容，条款表述力求层次清晰、用语规范、要求明确。

3. 一致性原则

本标准在编制过程中注重章节内容之间的一致性。货物分类与标识、运输前准备、运输过程管理、投放与交付、应急处置等内容相互衔接，围绕货物运输全流程展开，避免条款之间重复、脱节或矛盾，为使用者提供清晰统一的管理要求。

4. 协调性原则

本标准注重与现行相关标准相协调。标准正文规范性引用了 GB/T 43668—2024《物流无人机货物吊挂控制通用要求》和 JT/T 1440—2022《无人机物流配送运行要求》，并结合水上低空配送特殊场景，对货物分类、包装防护、装载固定、运输管控、投放交付和应急处置等内容进行细化补充。

5. 适用性原则

本标准面向通航水域内以无人机为载体，面向船舶、水上服务区及相关水域作业单位开展的物资配送活动，注重管理要求的实用性和可操作性。标准内容覆盖企业货物运输管理所需的主要环节，有助于企业在实际运行中对照执行。

（二）标准主要内容依据

1. 范围

本文件规定了水上低空配送活动中货物运输管理的基本要求、货物分类与标识、运输前准备、运输过程管理、投放与交付、应急处置、服务质量与监督等内容。

本文件适用于在通航水域内以无人机为载体，面向船舶、水上服务区及相关水域作业单位开展的物资配送活动。不适用于海关、公安、消防、海事等公务飞行，不适用于载人民用航空器，不适用于跨海域长途物流运输 。

2.规范性引用文件

GB/T 43668-2024 物流无人机货物吊挂控制通用要求

JT/T 1440-2022 无人机物流配送运行要求

3. 术语和定义

本章分别给出了“水上低空配送”“空吊状态”“安全投放区”和“限运货物”四个术语和定义。

4. 基本要求

本章规定了从事水上低空配送应遵循的总体原则和要求。

5. 货物分类与标识

本章规定了水上低空配送货物分类和货物标识要求。

（1）条款 5.1 货物分类

本条款主要规定了水上低空配送货物的分类方式，包括按货物性质分为普通货物、特殊货物及禁运货物三个类别；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）中关于货物类型的要求及《民用航空危险品运输管理规定》（交通运输部令 2024 年第 4 号）（任何单位和个人不得在行李中携带或者通过货物、邮件托运、收运、载运《技术细则》中规定的在任何情况下禁止航空运输的危险品）提出。

5.1.1 根据配送货物性质及配送风险，将货物分为以下几项：

I类：普通货物

本条款主要规定了I类普通货物的范围，包括日用品、食品、配件等日常物资；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）中关于货物类型的要求。

II类：特殊货物

本条款主要规定了II类特殊货物的范围，包括生鲜、药品、易碎品、贵重品等需要采取特殊防护措施的货物；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）中关于货物检查的要求及行业实践中对生鲜、药品等货物需要冷链运输、防震包装等特殊处理的通行做法提出。

5.1.2 禁运范围

本条款主要规定了禁止通过水上低空配送系统运输的货物范围，包括：a)易燃、易爆物品，压缩气体，火种，氧化剂；b)有毒物品、腐蚀性物品、放射性物品、感染

性物品；c)易腐或易泄漏液体；d)超出尺寸或重量限制的货物：单边长度大于 60cm，或单件质量大于 30kg。

确定依据：

禁运类别	确定依据
易燃、易爆物品，压缩气体，火种，氧化剂等危险品	《民用航空危险品运输管理规定》（交通运输部令 2024 年第 4 号）任何单位和个人不得在行李中携带或者通过货物、邮件托运、收运、载运《技术细则》中规定的在任何情况下禁止航空运输的危险品；除获得批准或豁免外，不得运输《技术细则》中规定禁止在正常情况下航空运输的危险品及受到感染的活体动物
有毒、腐蚀性、放射性、感染性物品	同上
单边长度大于 60cm	大疆 FC30 标配 EPP 货箱尺寸为长 573mm×宽 416mm×高 306mm（最大容积 70 升），单边长度 60cm 为货箱长边 573mm 取整并结合空吊模式吊挂稳定性的实际操作经验确定
单件质量大于 30kg	大疆 FC30 设备参数：双电池模式下最大载重 30 公斤；《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）中作业要求：承运人应按照无人机的重量与平衡控制要求进行货物配装，确保无人机的装载控制在其载重平衡限制范围内

5.1.3 危险品运输要求

本条款主要规定了危险品运输应符合民航运输管理相关规定，原则上不得通过无人机运输危险品，确需运输的应经主管部门批准并采取特殊防护措施；根据《民用航空危险品运输管理规定》（交通运输部令 2024 年第 4 号）（承运人从事危险品货物航

空运输，应当取得危险品航空运输许可）及《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》提出。

（2）条款 5.2 货物标识

本条款主要规定了水上低空配送货物的标识要求。

5.2.1 基本标识内容

本条款主要规定了货物外包装应清晰、牢固地标注以下信息：a)货物名称；b)重量；c)重心位置；d)必要的储运警示标志，包括易碎、防潮、向上等。

确定依据：

本条款参照《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）基本要求中关于物流交接凭证应至少包括运单号、货物类型、货物数量、重量、起飞站、中转站、目的站等信息的要求提出。其中，“重心位置”标注要求根据《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）中关于货物吊挂状态监测的要求及本单位运营实践经验（空吊系统需通过重心位置调整飞行参数，确保载重飞行的稳定与安全）提出。储运警示标志参照 GB/T 191《包装储运图示标志》中关于易碎物品、向上、怕湿等图示标志的要求提出。

5.2.2 特殊货物专用标识

本条款主要规定了II类特殊货物应在包装醒目位置加贴专用类别标识，其中生鲜货物还应明确标注要求的温度控制区间；根据《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）中关于货物吊挂状态监测的要求及行业实践中生鲜冷链运输应标注温控区间、易碎品应加贴防震标识等通行做法提出。

本条款中的“温度控制区间”为定性描述要求，具体温度值由托运人根据货物特性确定，本标准不做统一量化规定。

6. 运输前准备

（1）条款 6.1 航线规划

6.1.1 运输任务分析

本条款主要规定了运输前应对运输任务进行详细分析，包括货物类型、质量、体积、运输距离、时间要求等，合理匹配无人机机型及装载方案；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）作业要求（承运人应按照无人机的重量与平衡控制要

求进行货物配装，确保无人机的装载控制在其载重平衡限制范围内）及本单位《无人机货物运输管理手册》（在进行无人机货物运输前，需对运输任务进行详细分析，包括货物类型、质量、体积、运输距离、时间要求等关键信息，以保证航线规划的科学合理性）提出。

6.1.2 航线设定

本条款主要规定了应根据地形地貌、气象条件等因素设定航线，明确起降点、飞行高度、巡航速度、备降点等，避免经过限制区域或闯入其他空域；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（运行前需对运行空域和航线进行勘察，并定期对航线进行复勘）及本单位《无人机货物运输管理手册》（根据地形地貌、气候条件等因素设定详细的航线，包括起降点、飞行高度、巡航速度、备降点等，避免经过限制区域或闯入其它空域）提出。

6.1.3 电池续航余量

本条款主要规定了预计飞行时间应考虑电池续航能力、低温降效等因素，预留不低于 20%的余量；根据《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》（CCAR-92）（运营人应确保无人机在飞行过程中具有足够的电量完成预定飞行任务并安全返航）及本单位《无人机安全应急手册》（温度低于 10 摄氏度需对电池加热并调高电压报警百分比，减少货物装载量）及大疆 FC30 设备参数（满载双电悬停时间 18min、飞行距离 16km，空载双电悬停时间 29min、飞行距离 28km）提出。其中“预留不低于 20%的余量”依据行业通行做法（电池电量剩余 20%时触发低电量警告，应返航）及本单位运营实践经验（低电量警告设置为 25%）提出。

6.1.4 禁飞限飞区域避让

本条款主要规定了航线规划应避开军事管理区、机场净空保护区、易燃易爆厂区等禁飞限飞区域；根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（管制空域包括空中禁区、空中限制区以及周边空域，军事禁区、军事管理区、核设施控制区域、易燃易爆等危险品的生产和仓储区域等）及《长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引》（桥区水域、危化品码头和锚地等列为禁飞区域）提出。

6.1.5 电磁干扰区域避让

本条款主要规定了航线应远离基站、雷达、高压输变电、无线信号发射塔等强电磁干扰区域；根据《低空无人驾驶航空器起降场地安全通用要求》（T/CICC 27003-2025）（起降场地的电磁环境应满足无人机飞控指令传输、图传信号接收、卫星导航定位系统信号的正常工作要求）及本单位《无人机安全应急手册》（指南针容易受到磁场、金属等干扰，如果软件提示指南针异常，须立即返航降落校准指南针）提出。

6.1.6 航线优化

本条款主要规定了优先规划直线或平缓航线，减少急转弯、频繁升降高度，降低能耗和飞行风险；根据本单位飞行测试数据（起飞至待命航点自动飞行 970 米耗时 75 秒，返航自动飞行 1170-1470 米耗时 185-245 秒）及运营实践经验（平缓航线可有效降低能耗，延长续航时间）提出。

（2）条款 6.2 货物检查

6.2.1 货物符合性检查

本条款主要规定了对待运输货物进行检查，确认货物符合无人机运输要求，包括质量、体积、包装完整性等；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）作业要求（承运人应对交发的货物进行安全检查，确认货物的包装、体积、重量等符合要求）及本单位《无人机货物运输管理手册》（对待运输的货物进行检查，保证货物符合无人机运输要求，如质量、体积等，同时做好货物固定，防止在运输过程中出现晃动或脱落）提出。

6.2.2 危险品与违禁品检查

本条款主要规定了当发现货物含有易燃、易爆、有毒、有腐蚀性、有放射性等危险物品或者违禁物品时，应停止作业；根据《民用航空危险品运输管理规定》（交通运输部令 2024 年第 4 号）（任何单位和个人不得在行李中携带或者通过货物、邮件托运、收运、载运《技术细则》中规定的在任何情况下禁止航空运输的危险品）及本单位《无人机货物运输管理手册》（当发现货物含有易燃、易爆、有毒、有腐蚀性、有放射性等危险物品或者违禁物品时，应停止飞行运行，同时向无人机运营部经理和运营副总经理报告）提出。

6.2.3 装载适宜性检查

本条款主要规定了不应出现超载、偏载、超宽超高等不适宜飞行装载情形；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（承运人应按照无人机的重量与平衡控制要求进行货物配装，确保无人机的装载控制在其载重平衡限制范围内）及大疆FC30 设备参数（最大载重 30kg/40kg，最大货物体积 2m×2m×1m）提出。

（3）条款 6.3 货物包装

6.3.1 包装基本要求

本条款主要规定了货物包装应符合国家及行业相关标准，保证货物在运输过程中安全无损；根据 GB/T 9174-2008《一般货物运输包装通用技术条件》（该标准规定了对一般货物运输包装的总要求、类型、技术要求和鉴定检查的性能试验，适用于铁路、公路、水运、航空所承运的一般货物运输包装）及《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（飞行前应确认货物的包装、体积、重量等符合要求）提出。

6.3.2 包装材料性能

本条款主要规定了包装材料应具有良好的防潮、防震、抗压性能；根据 GB/T 9174-2008《一般货物运输包装通用技术条件》中关于运输包装技术要求的通用规定及行业通行做法（运输包装材料应具备防潮、防震、抗压等基本防护性能，以应对运输和装卸过程中正常的冲击、震动和挤压）提出。

6.3.3 包装牢固与封口严密

本条款主要规定了包装应牢固，封口严密，防止运输过程中出现破损、泄漏等现象；根据 GB/T 9174-2008《一般货物运输包装通用技术条件》（包装应坚固、完好，强度应能经受运输和装卸过程中正常的冲击、震动和挤压）及行业通行做法（包装封口应根据货物性质选用适当封口材料，达到牢固封口要求）提出。

6.3.4 包装标识

本条款主要规定了货物包装应在外观显著位置粘贴标识，注明货物名称、质量、特殊注意事项等信息；根据 GB/T 191《包装储运图示标志》（该标准规定了包装储运图示标志的种类、名称、尺寸、颜色及使用方法，适用于各种货物的运输包装，标志应标打在包装端面或侧面的明显处）及《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（物流交接凭证应至少包括运单号、货物类型、货物数量、重量等信息）提出。

6.3.5 特殊货物包装

本条款主要规定了异形、易碎、精密、易潮、易渗漏等特殊货物应采用专用包装方式，做好缓冲、加固、密封处理；根据 GB/T 9174-2008《一般货物运输包装通用技术条件》（该标准不适用于危险货物、鲜活易腐货物的运输包装，此类特殊货物需采取专用包装方式）及行业通行做法（精密易损、质脆易碎货物可采用多层次包装、悬吊式包装、防倒置包装等专用包装方式）提出。

6.3.6 包装外形规整

本条款主要规定了包装外形应规整，不得出现超长、超宽、超高及突出尖锐边角，避免干扰无人机飞行与挂载安全；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（承运人应按照无人机的重量与平衡控制要求进行货物配装，确保无人机的装载控制在其载重平衡限制范围内）《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）（该标准规定了物流无人机货物吊挂控制一般要求及吊挂控制、货物吊挂状态监测、安全防护等内容）及大疆 FC30 设备参数（最大货物体积 2m×2m×1m，超尺寸货物将影响飞行安全）提出。包装外形规整是确保货物在吊挂或装载状态下不因外形不规则产生气动干扰或与机体结构发生干涉的基本要求。

6.3.7 包装重心稳定

本条款主要规定了严禁包装存在松散、悬空、易晃动等缺陷，确保重心稳定，不发生偏载、移位；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（承运人应按照无人机的重量与平衡控制要求进行货物配装，确保无人机的装载控制在其载重平衡限制范围内）、《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）（该标准规定了物流无人机货物吊挂状态监测要求，货物重心偏移将影响飞行安全）及本单位运营实践经验（空吊系统通过内置称重传感器实时检测货物重量和重心，结合飞控系统调整飞行参数，确保载重飞行的稳定与安全）提出。

（4）条款 6.4 货物固定

6.4.1 固定方式选择

本条款主要规定了应根据货物类型、质量、体积等选择合适的固定方式；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）作业要求（承运人应按照无人机的重量与平衡控制要求进行货物配装，确保无人机的装载控制在其载重平衡限制范围内）

及本单位《无人机货物运输管理手册》（根据货物类型、质量、体积等选择合适的固定方式）提出。

6.4.2 固定稳定性要求

本条款主要规定了保证货物在无人机飞行过程中不会发生位移、摇晃、坠落等现象；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（承运人应按照无人机的重量与平衡控制要求进行货物配装，确保无人机的装载控制在其载重平衡限制范围内）提出。

6.4.3 固定装置易操作性

本条款主要规定了固定装置应易于操作，在紧急情况下可迅速解除；根据本单位《无人机货物运输管理手册》（固定装置应易于操作，且在紧急情况下可迅速解除）提出。

6.4.4 固定效果地面测试

本条款主要规定了货物固定后宜进行地面测试，验证固定效果；根据本单位《无人机货物运输管理手册》（货物固定后，应进行实际飞行测试，验证固定效果）提出。

6.4.5 固定点位与荷载分布

本条款主要规定了固定点位需均匀分布、对称受力，合理分散货物荷载，严禁单点集中受力，防止局部压力过大造成货物破损、包装变形或挂载结构损伤；根据《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）（该标准规定了物流无人机货物吊挂控制一般要求及吊挂控制、货物吊挂状态监测、安全防护等内容，适用于物流无人机货物吊挂控制系统）、《装备无人机挂载实施通用方法》（T/BEA 43008-2025）（任务设备装机结束后，需要对整机进行平衡配重，使重心位置处于无人机重心许用范围内）及本单位大疆 FC30 设备参数（空吊系统通过内置称重传感器实时检测货物重量和重心，结合飞控系统调整飞行参数，确保载重飞行的稳定与安全）提出。

6.4.6 固定装置对传感器与飞行安全的影响

本条款主要规定了所有固定绑扎构件不得遮挡无人机避障传感器、视觉摄像头、导航设备及起降空间，不得触碰旋翼、动力结构，严禁影响无人机正常飞行、感知与操控性能；根据《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）（该标准规定了物流无人机货物吊挂控制一般要求及货物吊挂状态监测、安全防护等内容）、

大疆 FC30 设备参数（配备有源相控阵旋转雷达，避障感知距离 1.5 至 50 米；配备前视摄像头与下视摄像头）提出。

（5）条款 6.5 货物装载

6.5.1 装卸前设备检查

本条款主要规定了装卸作业前应对无人机及装卸设备进行检查，确保设备正常运行；根据本单位《无人机货物运输管理手册》（货物装卸前，应对无人机及装卸设备进行检查，保证设备正常运行）提出。

6.5.2 装卸操作规范

本条款主要规定了装卸过程中应遵循轻拿轻放、稳准快捷的原则，避免剧烈震动、拖拽等可能导致货物损坏的行为；根据本单位《无人机货物运输管理手册》（货物装卸过程中，应遵循轻拿轻放、稳准快捷的原则；应避免剧烈震动、拖拽等可能导致货物损坏的行为）提出。

6.5.3 空中装卸安全

本条款主要规定了空中装卸作业时无人机应保持稳定，地勤人员应按规范操作，确保人身安全；根据本单位《无人机货物运输管理手册》（空中上货操作：无人机全程保持 T 档，无人机移动时禁止收放吊索；降低高度至 5 米左右，地勤人员应佩戴安全帽靠近货物进行上货）及《长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引》（严禁人员站在无人机下方）提出。

6.5.4 载重与重心控制

本条款主要规定了货物装载应严格匹配无人机额定载重、外形限界，严禁超载、超尺寸装载，合理控制装载重心，保持居中对称，防止偏载引发飞行姿态失稳；根据大疆 FC30 设备参数（最大起飞质量 95kg，双电最大载重 30kg，单电最大载重 40kg，最大货物体积 2m×2m×1m）、《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（承运人应按照无人机的重量与平衡控制要求进行货物配装）及本单位《无人机货物运输管理手册》（货物装载应严格匹配无人机额定载重、外形限界，严禁超载、超尺寸装载，合理控制装载重心，保持居中对称，防止偏载引发飞行姿态失稳）提出。

7 运输过程管理

（1）条款 7.1 起飞前检查

7.1.1 货箱状态确认

本条款主要规定了货物装载完成后应确认货箱门已锁紧；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）作业要求（运营机构应在无人机起飞前完成货物称重、体积测量、安全检查、配载等作业）及《轻小型末端物流无人机系统建设与运行基本要求》（T/AOPA 0006—2023）（运营机构应对货物装载牢固性检查）提出。

7.1.2 空吊状态确认

本条款主要规定了空吊状态下应确认索降钩已预紧；根据《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）（该标准规定了物流无人机货物吊挂控制一般要求及吊挂控制、货物吊挂状态监测、安全防护等内容）及本单位运营实践经验提出。

7.1.3 载重确认

本条款主要规定了单次载重没有超过无人机最大载重；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（运营机构应按无人机重量与平衡控制要求进行货物配装）及大疆 FC30 设备参数（最大载重 30kg/40kg）提出。

7.1.4 货物包装检查

本条款主要规定了货物包装完好、标识清晰完整，无破损、渗漏、脱落风险，特殊货物防护措施到位；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（飞行前进行货物检查，确认货物的包装、体积、重量等符合要求）及《轻小型末端物流无人机系统建设与运行基本要求》（T/AOPA 0006—2023）（运营机构应对货物装载牢固性检查）提出。

7.1.5 货物绑扎固定检查

本条款主要规定了货物绑扎固定牢靠，所有锁扣、绑带、限位装置全部锁紧有效，无虚绑、松绑、偏移现象，地面复核稳定性达标；根据《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）（该标准规定了物流无人机货物吊挂控制一般要求及货物吊挂状态监测等内容）及《轻小型末端物流无人机系统建设与运行基本要求》（T/AOPA 0006—2023）（运营机构应对货物装载牢固性检查）提出。

7.1.6 无人机挂载结构检查

本条款主要规定了无人机挂载结构、传感器、通信导航设备无遮挡、无损坏；根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》第三十二条（实施飞行活动前应做好安全飞

行准备，检查无人驾驶航空器状态）及大疆 FC30 设备参数（配备有源相控阵旋转雷达、前视摄像头与下视摄像头）提出。

7.1.7 整机状态确认

本条款主要规定了整机状态正常，满足飞行运输条件；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（运营机构应在无人机起飞前完成货物称重、安全检查、配载等作业）及本单位《无人机安全应急手册》“飞行准备”（每日首次执行自主航线任务之前需使用遥控器试飞，观测无人机自主悬停及姿态是否正常）提出。

（2）条款 7.2 过程监控

7.2.1 货物状态实时监控

本条款主要规定了运输过程中操控员应实时监控货物状态，保证运输安全；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（该标准规定了无人机物流配送的作业要求、信息交互和安全要求）及《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》（CCAR-92）（运行人应对运行控制负责）提出。

7.2.2 异常情况应急措施

本条款主要规定了如发现货物偏移、设备故障等异常情况，应立即采取应急措施；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）“安全要求”（对运营过程中可能发生的应急情况应制定应急预案）及本单位《无人机安全应急手册》提出。

7.2.3 恶劣天气与突发情况处置

本条款主要规定了飞行途中遇突发大风、降雨、大雾、沙尘、强对流等恶劣天气，或突发空域干扰、障碍物遮挡、临时空域管制等情况，应立即调整飞行策略，采取减速稳飞、绕行避让、就近备降或返航处置，严禁冒险作业；根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（实时掌握无人驾驶航空器飞行动态，实施需经批准的飞行活动应与空中交通管理机构保持通信联络畅通）、《长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引》（恶劣天气条件下禁止作业）提出。

（3）条款 7.3 信息记录与追溯

7.3.1 记录内容

本条款主要规定了对运输全过程信息进行记录，包括货物信息、飞行数据、监控影像等；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（物流交接凭证应至少

包括运单号、货物类型、货物数量、重量等信息）及《民用无人驾驶航空器系统运行识别规范》（无人机应在运行全过程主动报送身份、位置、速度、状态等运行识别信息）提出。

7.3.2 保存期限

本条款主要规定了记录应真实、完整，保存期限不少于 2 年，以备查询和追溯；根据《民用无人驾驶航空器系统运行识别规范》（民用无人机必须滚动存储不小于 120 飞行小时的运行识别信息，且不可手动删除，确保飞行记录的可追溯性）及广东省《无人驾驶航空器海岛快件运输服务指南》（建议飞行轨迹、快件信息的保存期限为 2 年）提出。

8 投放与交付

（1）条款 8.1 投放操作

8.1.1 投放区域技术要求确认

本条款主要规定了确认货物投放区域符合技术要求，无障碍物、表面平整、标志清晰；根据《长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引》（明确商品包装与载重限制、接收船配合操作等要求）提出。

8.1.2 投放区域安全检查

本条款主要规定了检查投放区域是否符合安全标准，避免高压线、建筑物等潜在危险；根据《长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引》（将危化品集群水域、桥区、架空电缆等重点水域列为禁飞区）及《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》提出。

8.1.3 目的地气象条件监测

本条款主要规定了监测目的地气象条件，确保风速、能见度等参数满足安全投放要求；根据《长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引》（制定气象阈值，禁止在恶劣天气下作业）提出。

8.1.4 投放区域人员确认

本条款主要规定了无人机抵达目标前，应确认投放区域无人靠近，防止对人员造成意外伤害；根据《长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引》（要求商品包

装符合防坠落标准，严禁人员站在无人机下方）及本单位《无人机配送风险告知书》（禁止站立于无人机下方，保持 5 米以上安全距离）提出。

8.1.5 不利条件处置

本条款主要规定了投放过程中如遇大风等不利条件，应根据实际情况调整高度或返航；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）安全要求（对运营过程中可能发生的应急情况应制定应急预案）及本单位《无人机货物运输管理手册》（如果因为风大货物晃动厉害，需要根据实际情况降低高度以减少吊索晃动幅度，如确实难以掌控，须立即回收索降钩并返航）提出。

8.1.6 吊索故障应急处理

本条款主要规定了如吊索等装置发生故障，应按应急程序操作，确保安全；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）安全要求提出。

8.1.7 货物损坏与交付异常记录

本条款主要规定了发现货物损坏或交付异常的，应记录并启动后续处理程序；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（物流交接凭证的基本内容和保存期限）及本单位《无人机货物运输管理手册》提出。

（2）条款 8.2 货物交付

8.2.1 交付确认

本条款主要规定了货物投放后，应与接收方共同确认货物完好交付；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）作业要求（无人机物流运输和交接的接收环节操作要求）提出。

8.2.2 质量问题取证与记录

本条款主要规定了对交付过程中发现的货物破损、短缺、变形等质量问题及交付偏差，应现场拍照、录像取证，详细记录问题现象、发生环节、货物损失情况；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（交接凭证的基本内容）提出。

8.2.3 争议处理与责任认定

本条款主要规定了接收方存在争议的，应及时上报管理部门，依规开展复检、退换、补运及责任认定工作；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（无人机物流交接凭证的保存期限）提出

9 应急处置

（1）条款 9.1 安全事故应急处置与报告

本条款主要规定了运输途中发生突发安全事故，应按流程开展应急处置和报告；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（对运营过程中可能发生的应急情况应制定应急预案）、《生产安全事故报告和调查处理条例》提出。

（2）条款 9.2 危险品临时处置

本条款主要规定了发现的危险品应退回上一节点或临时存储在指定暂存区（存放时间不超过 24 小时），并向客户做好解释工作；根据《民用航空危险品运输管理规定》（交通运输部令 2024 年第 4 号）及本单位《无人机货物运输管理手册》（发现的危险品应由当班物流人员退回上一节点或临时存储在指定暂存区，存放时间不得超过 24 小时，由客服部向客户做好解释工作）提出。

（3）条款 9.3 联合应急行动

本条款主要规定了货物坠落长江、湿地保护区域等可能影响环境的区域时，应请求协调海事、公安、应急等部门开展联合应急行动；根据《中华人民共和国长江保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》及本单位《无人机货物运输管理手册》（因货物坠落长江或湿地保护区域导致可能影响环境时，请求飞服中心协调海事、公安、应急等有关部门启动联合机制，开展联合应急行动）提出。

10 服务质量与监督

（1）条款 10.1 货物损失客户沟通与处置

本条款主要规定了因事故导致货物灭失或部分损坏时，客服部应及时与客户沟通，作退单处理或安排重新配送；根据《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）（物流交接凭证的内容）、《中华人民共和国消费者权益保护法》及本单位《无人机货物运输管理手册》（客服部应及时与客户沟通，征求客户意见作退单处理或等待重新配送货物）提出。

（2）条款 10.2 第三方财产损失理赔

本条款主要规定了涉及第三方财产损失的，应联系保险公司启动理赔程序；根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（使用民用无人驾驶航空器从事经营性飞行活

动应当依法投保责任保险）及本单位《无人机货物运输管理手册》（涉及第三方财产损失的，应联系保险公司启动理赔程序）提出。

三、已开展的试验验证情况

本标准属于水上低空配送货物运输管理规范，主要规定货物分类、包装、装载、运输过程监控、投放交付、应急处置和服务质量监督等管理要求，不属于产品性能检测方法类标准。本标准的适用性主要通过既有水上低空配送项目实践、运行数据和应用场景进行验证。

本项目依托长江江苏段无人机水上配送项目，以长江汇为主要依托单位。项目形成了航行船舶动态跟踪与精准伴飞技术、“汇闪送”AI 智能调度平台和无人机吊挂索降控制系统等核心技术支撑。其中，航行船舶动态跟踪与精准伴飞技术融合船舶定位系统、GPS、视觉与雷达等多源数据，实现无人机对航行船舶的识别与稳定伴飞，投送识别精度达到 1 米，任务成功率稳定在 98%以上；无人机吊挂索降控制系统可在无人机到达船舶正上方后下降至 10 米至 15 米，通过吊索进行索降投送。

在业务量方面，2025 年全年累计无人机飞行超过 5.5 万架次，总飞行里程约 23 万公里，累计配送物资载重达 390 吨，服务各类航行船舶超过 1.5 万艘次，飞行架次、飞行里程、配送载重等核心运营指标较 2024 年均实现 50%以上大幅增长，规模化、常态化、标准化运营格局全面形成。

在能力覆盖方面，南京市已有 6 个“水上外卖”配送点位，覆盖南京市 50 公里长江航段和 3 个船舶锚地。无人机配送将传统 2 至 4 小时的补给周期压缩至 15 分钟以内，效率提升 80%以上，单次配送为船东节约成本超过 50%，累计节省社会物流成本超过 500 万元；完全替代燃油交通艇后，年均节约柴油约 120 吨，减少二氧化碳排放约 90 吨。

在实施效果方面，项目将传统交通艇平均 2 至 4 小时的配送周期大幅缩短至 15 分钟以内，平均订单处理时长约 15 分钟；新一代无人机具备动态跟随功能，部分场景下从接到订单到无人机完成投送，平均耗时可控制在 5 至 10 分钟左右。用户服务满意度保持在 95%左右，2025 年全年未发生任何等级的安全事故。上述运行实践表明，本标

准所涉及的货物运输管理、过程监控、投放交付和应急处置等要求具有较好的应用基础。

四、与有关现行法律、法规和强制性国家标准、配套推荐性标准的关系

本标准符合我国有关现行法律、法规和其他相关强制性标准的要求。

五、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的比对分析

本标准未涉及国际标准化组织、其他国家或地区的有关法律法规和标准。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准起草过程无重大分歧意见。

七、废止现行有关标准的建议

本标准为新制定标准，无现行标准。

八、标准性质的建议说明

本标准建议为推荐性团体标准。

九、涉及专利的有关说明

经编写组核查，本标准编制过程未识别出需要声明的专利。

十、其他应予说明的事项

无